

第6章 テーマ 2-5：集合住宅の共用部電灯設備電力の見える化、および同集合住宅の専有住戸内の IT ゲートウェイ装置を利用した電力見える化による新サービス検証事業

株式会社大京

一般財団法人日本情報経済社会推進協会（旧・財団法人日本情報処理開発協会）は、経済産業省から委託を受け、「平成21年度スマートハウスプロジェクト実証事業（スマートハウスのビジネスモデルに係る調査研究）」を実施しました。本事業は、別途経済産業省が実施した「平成21年度スマートハウス実証プロジェクト」と連携の上、実施されました。

この報告書は、別途経済産業省が実施した「平成21年度スマートハウス実証プロジェクト」について、経済産業省の公表許可を得て、一般財団法人日本情報経済社会推進協会から公表するものです。（報告書全体取り纏め：株式会社三菱総合研究所）

このファイルは、「平成21年度スマートハウス実証プロジェクト 報告書」の第6章～第10章を第2分冊として公開するものです。第1章～第5章は、別ファイル「平成21年度スマートハウス実証プロジェクト 報告書 第1分冊」をご覧ください。

－ 目 次 －

第 6 章 テーマ 2-5：集合住宅の共用部電灯設備電力の見える化、および同集合住宅の専有住戸内の IT ゲートウェイ装置を利用した電力見える化による新サービス検証事業 1

6.1. 実証実験の目的.....	6-1
6.2. 実証実験の概要.....	6-2
6.2.1. 実施場所.....	6-2
6.2.2. 実施体制.....	6-3
6.2.3. 実施方法.....	6-4
6.2.4. 実施シナリオ	6-6
6.3. 実証実験の結果.....	6-7
6.3.1. 事前準備.....	6-7
6.3.2. 実験結果.....	6-29
6.3.3. 環境負荷低減効果の試算	6-52
6.3.4. サービスの市場性評価	6-55
6.4. 実験結果の考察.....	6-58
6.4.1. アーキテクチャの適正性評価	6-58
6.4.2. 新規サービス創出の可能性.....	6-59
6.4.3. 実用化、普及に向けた問題点、課題	6-61

6.1. 実証実験の目的

未来開拓戦略（Jリカバリー・プラン）（平成21年4月17日）（内閣府・経済産業省）において、2050年にCO₂を少なくとも50%削減するという目標に向け、積極的にライフスタイルやインフラを転換させていくことで、経済成長への制約を逆に新たな需要の創出源とすることが求められている。

そこで、家電製品の省エネ技術については、我が国が世界を牽引しているところであるが、機器単体における性能向上には限度があることから、エネルギー等についての需要情報と供給情報を活用することによって最適制御された住宅（スマートハウス）を実証し、その効果を検証する。

具体的には、以下の内容を目的とする。

課題1「スマートハウスの実現可能性（機能するか）を検証」

実証の目的1：エネルギーの見える化・フィードバックとその反応を把握しその効果を検証する。

実証の目的2：集合住宅におけるPVの省エネ効果を検証する。

課題2「新サービス創出の可能性を検証する」

実証の目的1：本実験で提供したサービス（見える化、エコアドバイス等）が、ユーザーに支持されることを検証する。

実証の目的2：ユーザー同士がふれあい、省エネ・CO₂排出削減に対する意識の向上が図られるかどうかをアンケートにより検証する。

6. 2. 実証実験の概要

6. 2. 1. 実施場所

(1) 場所

都内某所(23 区内)

(2) 物件基本仕様

- 1) 敷地面積：1,854.54 m²
- 2) 構造：鉄筋コンクリート造
- 3) 階数：7 階建て
- 4) 戸数：51 戸
- 5) 築年：2005 年 9 月
- 6) 平均専有面積：70.4 m²
- 7) 共用部面積：857.95 m²

6. 2. 2. 実施体制

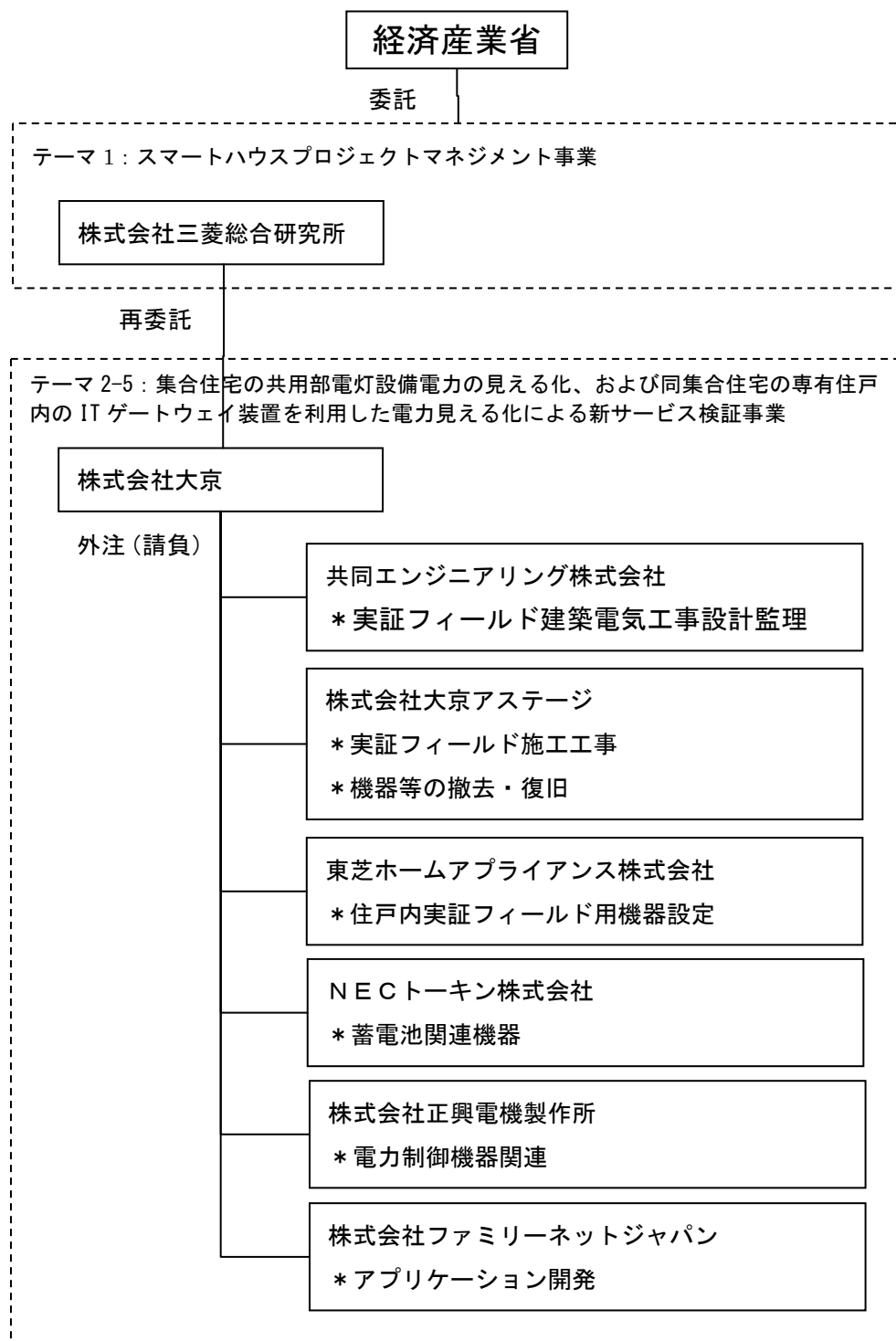


図 6-1 実施体制

6. 2. 3. 実施方法

(1) 実証実験の対象とその状況

(a) 実証フィールド

① エネルギー需要

共用部の照明：電力使用量は 1 日当たり 98.64kwh

専有部の電力使用量：実証期間中の前年同月（2009 年 1 月・2 月）と比較をする。対象となる実証実験参加者の電力使用量は表 6-1 を参照。

② 実証設備の設置状況：

1. 共用部：既設の蛍光灯照明。（本実証では一部を LED 照明に交換し太陽光発電による電力を蓄電し夜間に放電する。）
2. 個別住戸：東芝ホームアプライアンスが提供するフェミニティシステム（IT ホームゲートウェイ）ファミリーネットジャパンが提供する全戸一括加入型のインターネットサービス。

(b) 実証対象者

① 実証対象者（1）「個別住戸内実験」

- ・当該マンションの 11 世帯を選定。
- ー選定の仕方（募集申し込みを募り、参加意思のあった方および、家族数や属性、所有設備機器を勘案し選定をした。）
- ー11 世帯の属性

表 6-1 世帯属性

実証実験 対象住戸ID	ITエアコン 設置有無	ファミリー 会員	家族数 (人)	世帯主年齢 (歳)	間取り	契約電気 容量	昨年電気使用量(kwh)	
							2009年1月	2009年2月
5451	×	×	2	42	3LDK	40A	262	263
6096	×	×	2	54	3LDK	40A	465	476
8204	×	×	2	39	3LDK	40A	220	265
7681	設置済	○	3	32	3LDK	40A	318	298
7195	×	×	3	33	3LDK	40A	295	301
8145	設置済	○	3	39	3LDK	40A	349	370
7482	設置済	○	4	38	3LDK	40A	322	298
6564	×	×	4	35	3LDK	60A	338	299
4130	×※1	○	4	46	3LDK	60A	588	689
4815	△※2	○	4	43	4LDK	40A	384	489
4842	×	○	5	36	3LDK	40A	557	683

※1 IT エアコンおよびアダプタを設置

※2 アダプタのみ設置

② 実証対象者（2）「コミュニケーションサイト」

- ーファミリーネットジャパンの会員に同報で参加を募り、参加意思のある方が当サイトに参加 参加有効回答数：2017 人
 - ー外部ユーザー等 検索エンジン等からの参加 参加有効回答数：19 人
- 合計有効回答数 2036 人

(2) 実施方法

(a) 住戸内検証

東芝ホームアプライアンスが提供する IT 計測ユニットを設置し、住戸内の電力見える化のフィードバックをする。

また、前年同月比から電気使用量削減の目標値を設定し進捗度合いに応じて入居者へポイント付与するサービスを提供する。

(b) コミュニティサイト

ファミリーネットジャパンにてコミュニティサイトを開発し外部ユーザーおよび、ファミリーネットジャパンの会員から参加者を募集する。当該サイトでは実証実験対象者（11 組）の省エネランキングの閲覧、省エネに関する質問への専門有識者によるアドバイス提供、省エネに関する情報提供等を行う。

なお、実証実験対象者は個別で(c)に挙げる共用部に設置する太陽光パネルによる発電量と、それを蓄電し共用照明に供給する放電量をグラフ化したものを閲覧できるアプリケーションを開発し提供する。

(c) 共用部実証

太陽光発電パネル、及び太陽光で得られた電力を貯める蓄電池等を設置し、商用電力と自然エネルギー電力の制御、および太陽光発電の充電状況、放電状況を確認する。

(d) アンケート・グループインタビュー。

①アンケート

- 住戸内実証参加者

実証前と実証後のアンケートを用紙にて実施する。

- コミュニティサイト参加者

参加時、参加終了時と 2 度アンケートを Web 上で実施する。

Web 上で 8 項目のワンクリックアンケートを実施する。

②グループインタビュー

実証終了時に実証世帯参加者より募集し、グループインタビューを実施する。

6. 2. 4. 実施シナリオ

(1) 住戸内実証

様々な電力使用量比較のパラメータ（前年同月より 10%削減した目標値、当月予想使用量、当月実績、今月積算）による使用量や CO2 換算値、料金換算などの見える化サービスの提供をし、省エネへの意識の変化や高まりが生じ、見える化による CO2 削減が達成できるという仮説を検証する。また、そのサービス課題の検証を行う。

(2) コミュニティサイト

- コミュニティサイトで住戸内実証参加者同士の電力見える化として、(1) の省エネ行動や達成度に対しポイント付与しランキング化し閲覧できるサービスを提供し、その反応と省エネ達成度を検証する。
- 住戸内実証世帯 11 世帯のうち 5 世帯が利用する IT エアコンの利用頻度と電力使用量の削減効果の検証をする。
- 住戸内実証世帯のエネルギー利用実態を踏まえたアドバイスを実証開始時と中間に 2 回配信し、夫々によって省エネが進むか検証をする。
- 専門有識者からエコに関する質問にアドバイスをを行い、その提供するサービスの検証と評価をする。

(3) 共用部実証

商用電力と自然エネルギー電力の制御、および太陽光発電の充電状況、放電状況を確認、検証をする。また一部（エントランス）照明を LED に交換し、電力削減量の検証をする。

(4) アンケート・グループインタビュー

(a) アンケート

- 住戸内実証参加者

実証前と実証後のアンケートにより、サービス市場性評価と省エネに関する意識変化や課題を検証する。

(b) コミュニティサイト参加者

参加時、参加終了時のアンケートにて当コミュニティサイトのサービスの市場性評価とエコに関する関心度を検証する。

(c) グループインタビュー

グループインタビューにてそれぞれのサービスの市場性評価を検証し、課題を抽出する。

6. 3. 実証実験の結果

6. 3. 1. 事前準備

本検討では、既築マンションに電力の使用量が、全体およびエアコン、照明ごとに把握できる機器を設置し、これらのデータおよび当初に設定した電力使用の目標値（前年同月比で10%減）との乖離などの分析結果がインターネットで参加者世帯が閲覧可能なシステムを開発し実験に参加した世帯の省エネ意識・行動への影響および省エネの可能性を把握した。

この実験を行うため、本検討では、以下の準備を行った。

- ①既築マンションへの実証システム導入調整
- ②電力見える化のソフトおよびアプリケーション開発
- ③実験環境の整備

以下にこれら実験準備で行った事項の詳細を記す。

(1) 既築マンションへの実証システム導入調整

(a) 管理組合の同意決裁

本プロジェクトにおける共用部への工事は、実験後に復旧する事、形状または効用の著しい変更ではないことから普通議決（区分所有者および議決権の過半数以上の同意）を得る必要があるため、理事会および管理組合へ幾度と説明会等を実施した。

(b) 実証実験個別参加者（11 戸予定）の選定および設備導入合意

管理組合の実証実験の合意獲得後、実証実験の参加合意を得るため以下のように募集作業を行った。

①2009 年 10 月 23 日～27 日

51 世帯中 38 世帯と個別訪問にて面談ができ、本プロジェクトの概要の説明と参加意向を確認するアンケート配布を行った。

②2009 年 10 月 27 日～11 月 2 日 アンケート集計作業

アンケートの結果より世帯属性および、IT エアコン設置有無等を鑑み 11 世帯を選定した。

＜アンケート結果概要＞

回収世帯数：37 世帯

本プロジェクトへの参加意向結果（○・△・×）

○：10 世帯、△：13 世帯、×：14 世帯

実証住戸 10 世帯を確保するために、○10 世帯＋△2 世帯を抽出し、同意書の

取得を目指す。

③2009年11月19日 参加者決定の通知・参加同意書取得

④2009年12月1月～13日 住戸内機器設置工事前の事前調査実施

電力計測ユニット設置、インターネット環境の確認、ITエアコン設置有無確認のため、事前調査を実施した。

⑤2009年12月18日～2010年1月6日

電力計測ユニット設置、インターネット環境設定、ITエアコン設置工事（1世帯のみITエアコンアダプタを設置し、1世帯にアダプタの設置）を行った。

同時に本プロジェクトの実施するにあたり、前年同月比の電力使用料の確認および、エコへの関心度を確認するため、実証前アンケートを実施した。

①2009 年 12 月 5 日

②2009年12月9日～2010年1月14日 共用部の設置工事実施

[illegible]

- a) 屋上に太陽光発電パネルを設置。
- b) 共用部に蓄電池を設置。
- c) 太陽光発電パネルにより発電された電気を蓄電し共用部の照明と連携。
- d) 共用部および住戸内の電力見える化設備を設置。
- e) 住宅内にネットワークにつながる家電等を設置。
- f) 見える化されたデータを入居者が現在利用しているインターネット網を介し、共用部および住戸内に設置されたゲートウェイ装置でサーバまで配信。
- g) 取得されたデータを利用・加工して各種アプリケーションで入居者の省エネ行動を促す。

(2) 電力見える化のソフトおよびアプリケーション開発

(a) 参加世帯への情報提供サービスの内容

【サーバ1（東芝）】

- サービス1：パソコン画面による参加世帯毎の各種「見える化」（図 6-2 参照）
 - ① 使用電力の【電力量、CO2 排出量（目安）、電気料金（目安）】（現在値および積算値）（図 6-3）
 - ② 10 回路分の使用電力量のグラフ化（現在値および積算値）（図 6-3 参照）
 - ③ 実証期間中の使用電力量表示のグラフ化（目標等の設定）（図 6-4 参照）
 - ④ ポイント数の見える化（図 6-4 参照）
 - ⑤ その他サービス（防犯機能、照明 ON/OFF 機能、エアコン制御、エアコン ECO 機能）（図 6-5、図 6-6 参照）
- サービス2：携帯電話画面による参加世帯毎の各種「見える化」（図 6-7 参照）
 - ① 使用電力の【電力量、CO2 排出量（目安）、電気料金（目安）】（図 6-8 参照）
 - ② その他サービス（防犯機能、照明 ON/OFF 機能、エアコン制御、エアコン ECO 機能）（図 6-9 参照）



図 6-2 ポータル画面

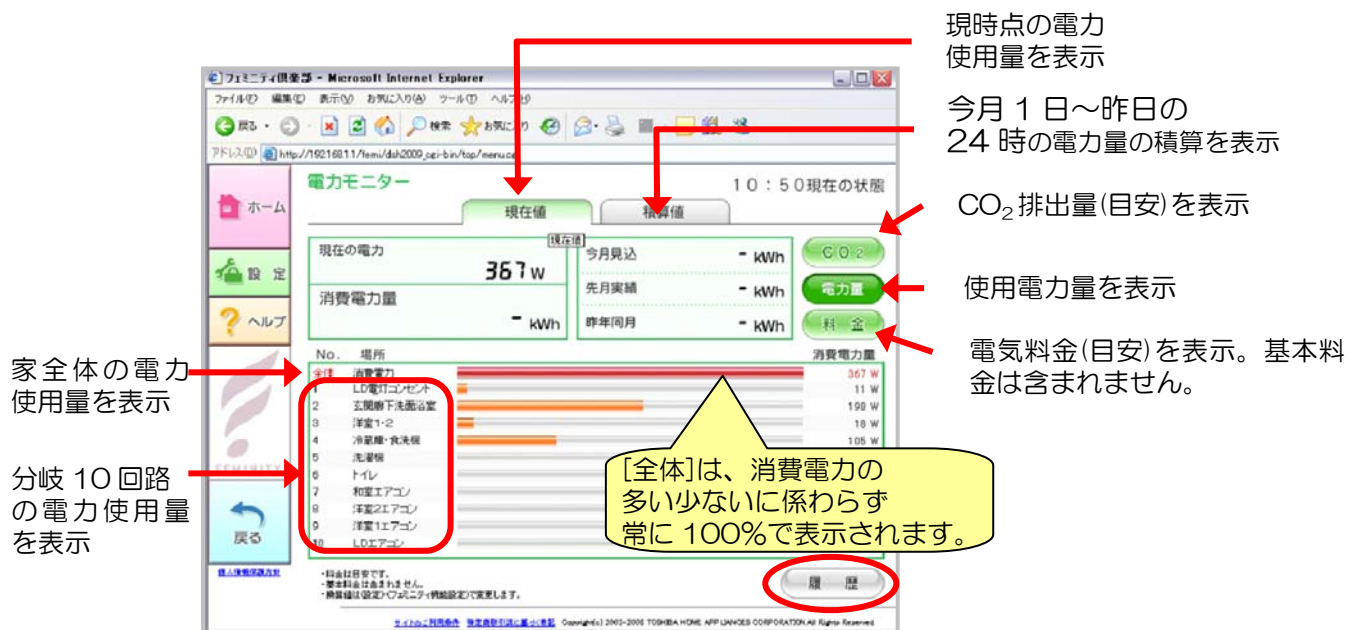
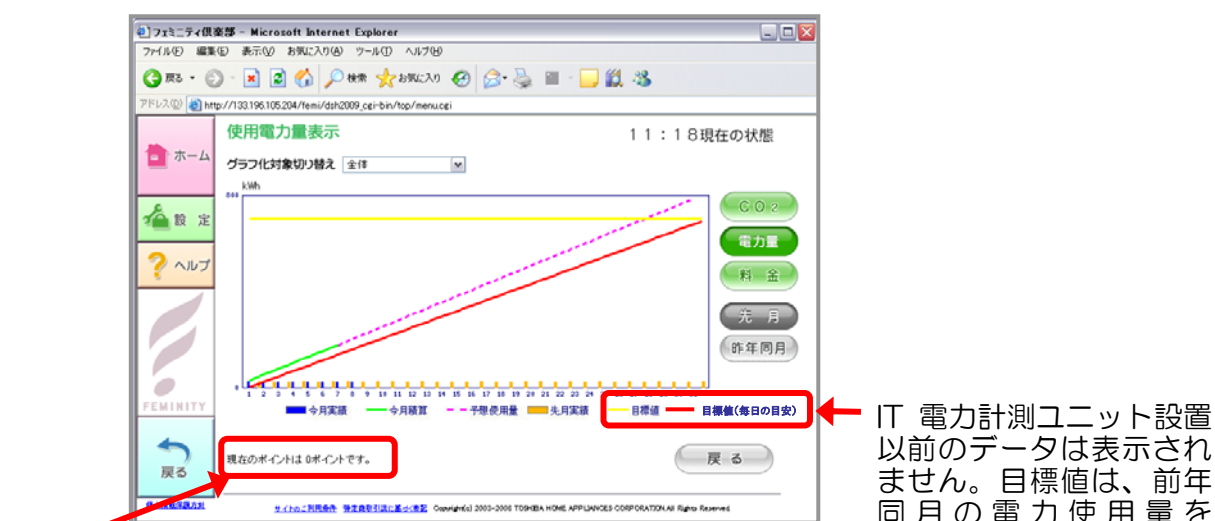


図 6-3 現在値および積算値



●フェミニティポイント加算条件

【1 ポイント加算】

携帯電話からフェミニティ倶楽部のホームページにアクセスし、電力使用量を確認した際に、アクセスする度に 1 ポイント加算。

【1 ポイント加算】

ご自宅のパソコンから電力使用量を確認した際に 1 ポイント加算。1 時間経過しないと、再度アクセスしてもポイントは増えません。

【200 ポイント】

目標値を設定した場合に加算。
本実験では、皆様に自動的に加算されます。

【500 ポイント】

月の電力使用量が上限目標を下回った場合。

図 6-4 履歴画面

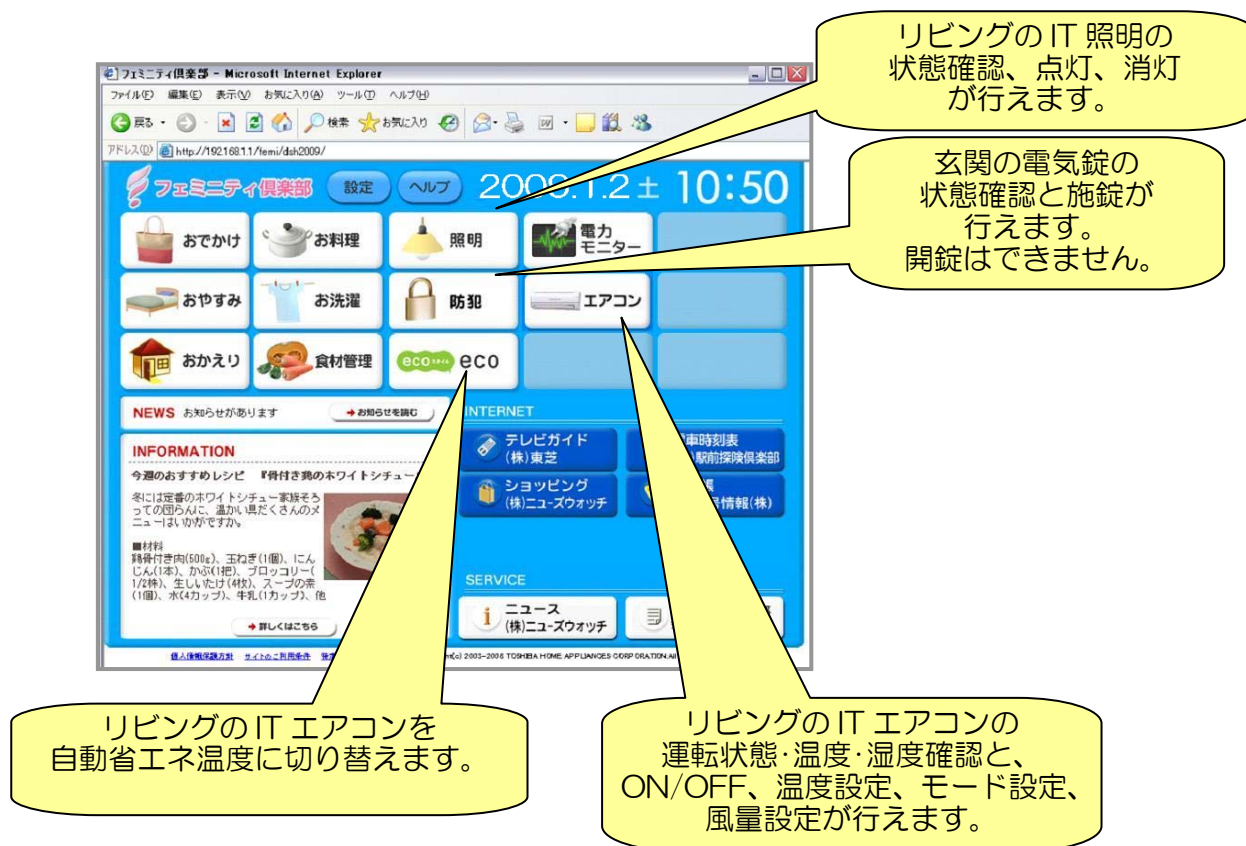


図 6-5 ポータル画面その他サービス



※最初の1回だけ、暖房／冷房それぞれの省エネ温度を設定する必要があります。次回からは、フェミニティ倶楽部トップ画面の[eco ボタン]をクリックするだけで自動的にIT エアコンが省エネ温度に設定されます。
(温度は、運転中の場合のみ適用されます。停止中のエアコンは温度設定のみ行い、次回運転時に省エネ温度で運転します。)

図 6-6 エコボタン画面

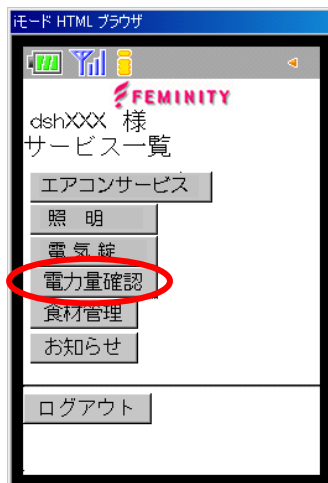


図 6-7 携帯電話ポータル画面



図 6-8 電力量確認 3 画面

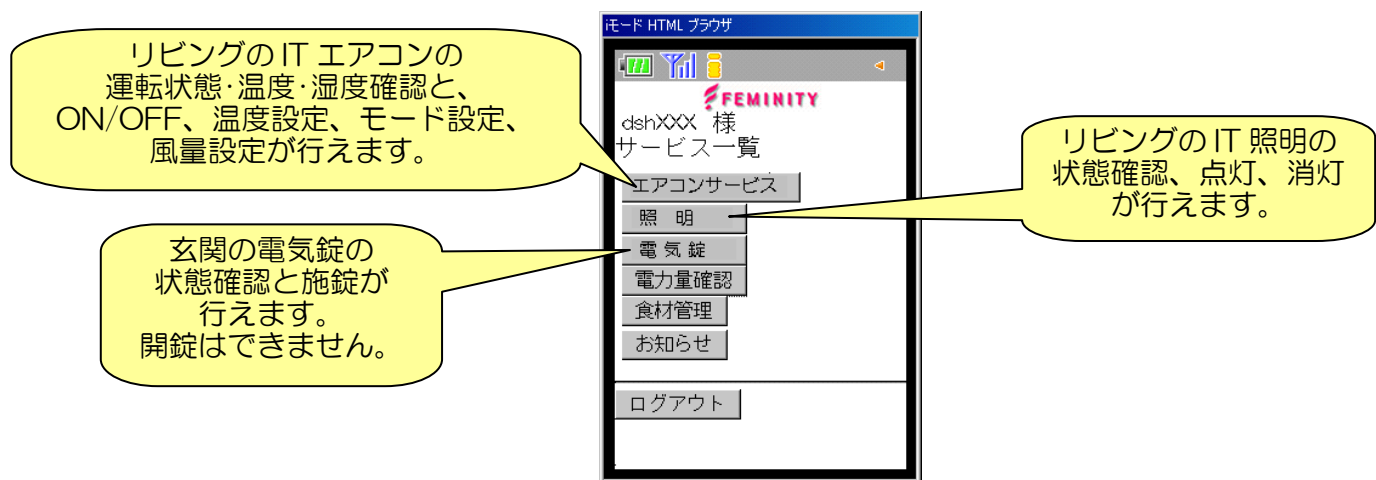


図 6-9 携帯電話ポータル画面その他サービス

【サーバ 2 (FNJ)】

- サービス 1：パソコン画面による共用部施設の「見える化」(図 6-10 参照)
 - ② 太陽光発電設備に現在値の発電量及び蓄電池の充電量(図 6-10 参照)
 - ③ 太陽光発電による発電量の 1 日および 1 週間分のグラフ化(表 6-2 参照)
 - ④ 太陽光発電分の蓄電池に対する蓄電量の 1 日および 1 週間分のグラフ化(表 6-3 参照)
 - ⑤ 蓄電池を利用した LED 照明への放電量の 1 日および 1 週間分のグラフ(表 6-4 参照)
- サービス 2：パソコン画面による実証参加者のランキング化(図 6-12 参照)
 - ⑥ 実証参加者のポイント見える化に連動したランキング(表 6-5 参照)
 - ⑦ 実証参加者の 1 週間毎の電気使用量の見える化(表 6-6 参照)
 - ⑧ 実証参加者ごとの 1 週間ごとの電気使用量および目標値の見える化(表 6-6 参照)
- サービス 3：パソコン画面による会員のためのコミュニティサイト(図 6-13 参照)
 - ⑨ ワンクリックアンケート(図 6-14 参照)
 - ⑩ ECO アドバイザー(図 6-15 参照)
 - ⑪ ECO 知恵袋(図 6-16)



ポータルトップ画面に
現在値の状況が表示さ
れます。



図 6-10 共用部施設の見える化画面

図 6-11 現在の発電量画面

表 6-2 太陽光発電見える化画面

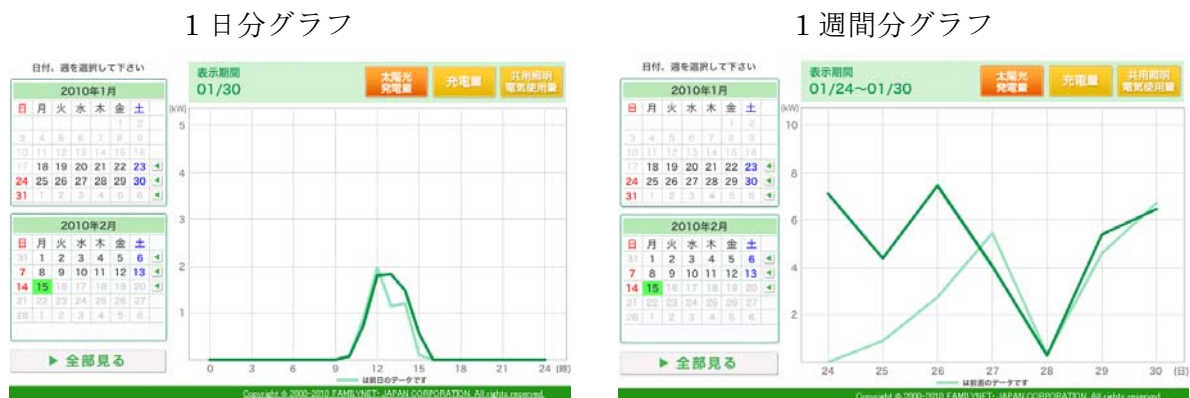


表 6-3 蓄電池見える化画面



表 6-4 LED 照明蓄電池による放電량グラフ





図 6-12 ランキング見える化画面

表 6-5 ポイントランキング表

順位	ニックネーム	省エネ達成度
1	7681 さん	483 pt
2	7195 さん	463 pt
3	7482 さん	419 pt
4	6564 さん	404 pt
5	8145 さん	403 pt
6	4130 さん	402 pt
6	4842 さん	402 pt
7	8204 さん	401 pt
8	5451 さん	400 pt
8	6096 さん	400 pt
8	4815 さん	400 pt

表 6-6 全住戸比較表 (左)、目標値および現在値比較表 (右)

対象期間: 2010年1月25日(月)～2010年1月31日(日)

	1/25(月)	1/26(火)	1/27(水)	1/28(木)	1/29(金)	1/30(土)	1/31(日)	累計
4130 さん	21,724 Wh	21,203 Wh	15,255 Wh	17,682 Wh	21,816 Wh	17,456 Wh	22,623 Wh	137,756 Wh
4815 さん	13,319 Wh	12,270 Wh	13,487 Wh	11,550 Wh	10,471 Wh	7,680 Wh	11,623 Wh	80,410 Wh
4842 さん	12,695 Wh	14,518 Wh	13,442 Wh	22,390 Wh	23,666 Wh	20,237 Wh	20,256 Wh	127,304 Wh
5451 さん	7,823 Wh	6,624 Wh	7,440 Wh	5,976 Wh	9,102 Wh	7,555 Wh	7,706 Wh	51,228 Wh
6096 さん	12,664 Wh	16,637 Wh	16,035 Wh	16,354 Wh	17,864 Wh	17,569 Wh	15,815 Wh	119,928 Wh
6564 さん	9,023 Wh	10,216 Wh	7,763 Wh	9,594 Wh	8,941 Wh	8,380 Wh	8,176 Wh	62,093 Wh
7195 さん	10,350 Wh	8,542 Wh	9,604 Wh	7,267 Wh	8,771 Wh	9,177 Wh	13,239 Wh	66,950 Wh
7482 さん	7,828 Wh	7,970 Wh	7,640 Wh	7,170 Wh	9,181 Wh	11,205 Wh	14,189 Wh	65,193 Wh
7681 さん	10,531 Wh	11,453 Wh	7,616 Wh	9,666 Wh	10,096 Wh	9,585 Wh	7,561 Wh	66,528 Wh
8145 さん	11,745 Wh	13,526 Wh	14,139 Wh	12,667 Wh	13,886 Wh	6,959 Wh	6,634 Wh	79,756 Wh
8204 さん	7,444 Wh	9,351 Wh	5,395 Wh	8,080 Wh	8,348 Wh	6,408 Wh	8,015 Wh	53,941 Wh

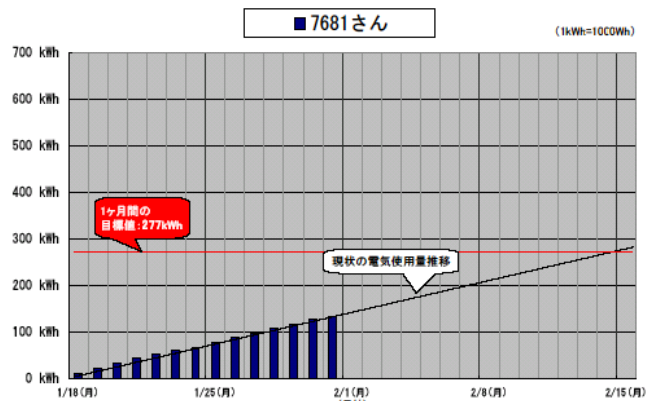
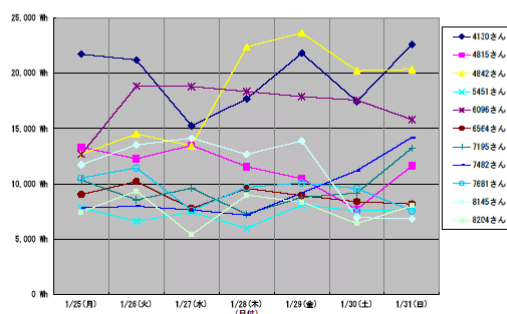




図 6-13 コミュニティサイト画面

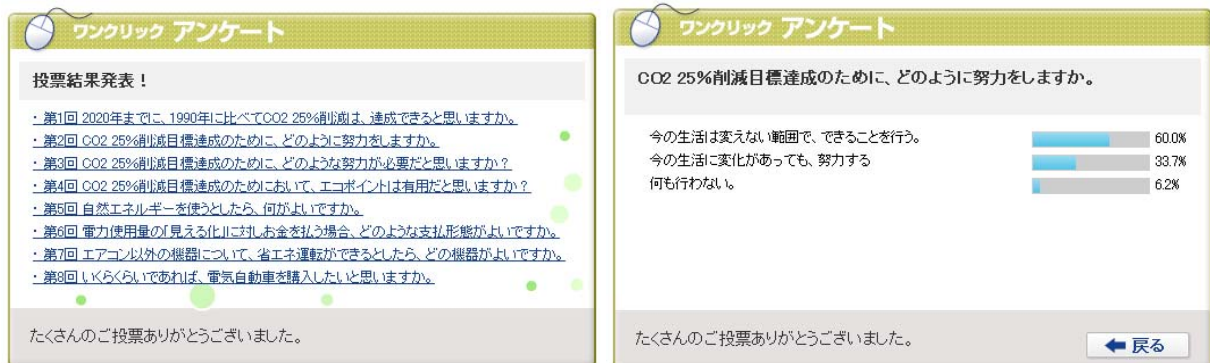


図 6-14 ワンクリックアンケート

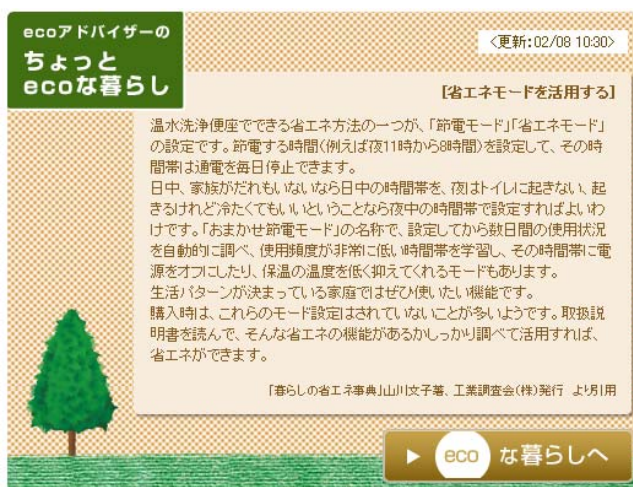


図 6-15 エコアドバイザー

<更新:02/05 17:10>

▶ eco 知恵袋へ

▶ 農薬をあまり使わないっていう意味で有機栽培、有機農作物、オーガニック野菜といわれ...

▶ 夏はネクタイ等のクールビズが習慣化されてきたのですが、夏以外でもやってみたら思う...

➡ 油のついた皿や箸のまま洗うとその油が下水に流れてしまいエコには良くないと思うので

図 6-16 エコ知恵袋画面

图 6-17 質問一覧画面 (左上)、解決済画面 (左下)、回答画面 (右)

(b) 開発したソフトおよびアプリケーション

本実証実験にあたり、開発対象となるソフト及びアプリケーションの対象サービスは【サーバ2】のサービス1およびサービス3の一部である。各々の開発したソフトおよびアプリケーションは下記の通りである。

① サービス1に関するアプリケーションについて

【目的】

本開発は、スマートハウス実証実験システムの共用部に設置された太陽光発電、商用電気制御機器（以下、制御/計測装置）から共用部電気データを受信し、入居者向けに太陽光発電状況、共用部LED照明利用状況等を表示する機能を実現します。

【機器構成】

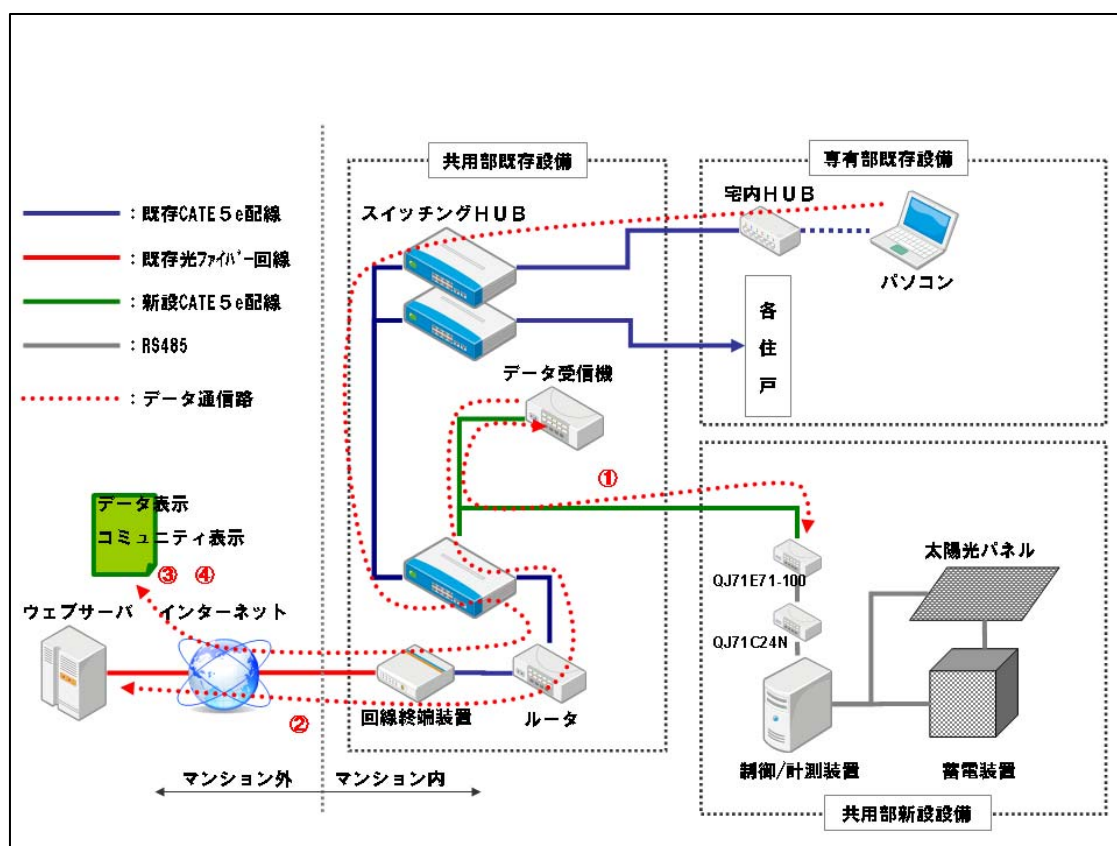


図 6-18 システムイメージ

【機能要求】

本開発で提供される機能は以下の通り。

- 1) データ受信機から制御/計測装置への通信によるデータの取得
- 2) ウェブサーバからデータ受信機への通信によるデータの取得
- 3) ウェブサーバでのデータ表示
- 4) ウェブサーバでのコミュニティサイト表示

②サービス 3 の一部に関するアプリケーションについて

【目的】

本ソフトウェアは、スマートハウス実証実験システムのウェブサーバ上で動作するプログラムであり、クライアントへのコミュニティサイト表示を行う機能を実現する。

【サービスシステム構成】

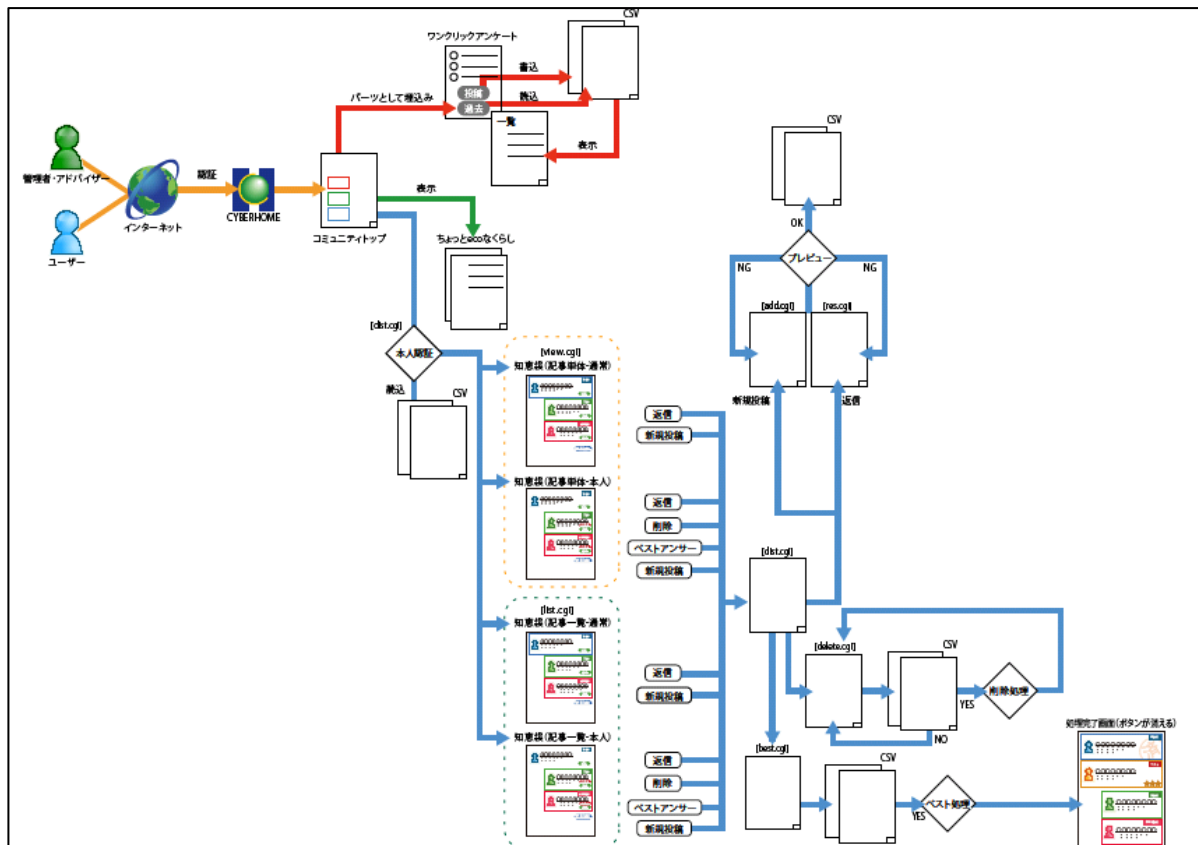


図 6-19 システムイメージ

【機能要求】

本ソフトウェアで提供される機能は以下の通り。

- 1) 質問の表示機能
- 2) 質問と質問に対する回答の表示機能
- 3) 新規投稿機能
- 4) 回答投稿機能
- 5) 投稿削除機能
- 6) 投稿内容のベストアンサー機能
- 7) 処理データ
- 8) 投稿ログデータ

(3) 実験環境の整備

(a) 住戸内へのスマートハウス用設備機器の設置

当初 10 戸を実証対象として入居者の希望を募ったところ、11 戸の設置希望があり、希望住戸全てを実証対象とした。実証対象住戸 11 戸に IT 電力計測ユニットを設置した。

また、実証対象戸数 11 戸のうち、IT エアコン設置 5 戸を設置予定としていが、この設置については、事前の調査の結果、実証参加者のうち、3 戸は所有済のため設置工事をその住戸に対しては設置せず、1 戸はエアコン自体が IT エアコンであったため接続用アダプタのみの設置となり、実際の設置対象は 1 件のみである。

①設置イメージ

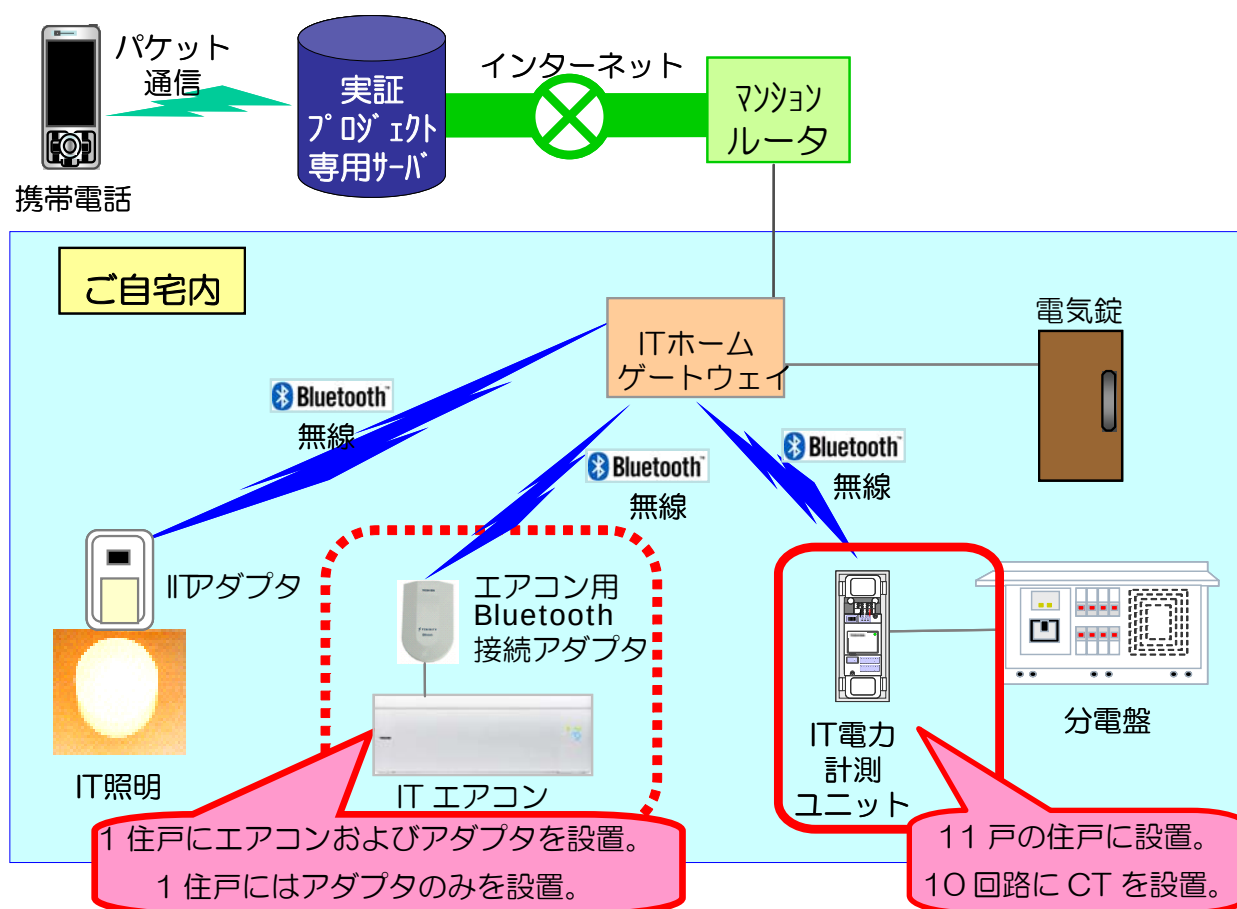


図 6-20 システムイメージ

②機器構成

IT ゲートウェイ (実証前より住戸内に設置済)	形名：BTR-3005AZ ネットワークインターフェース：WAN 10BASE-T/100BASE-TX 1ポート LAN 10BASE-T/100BASE-TX 2ポート マルチポイント接続 7 台 消費電力 7.2W 機能：サービス提供用 ASP とのデータ送受信、及びネットワーク家電の制御。
エアコン用 Bluetooth 接続アダプタ	形名：RB-H42BT(HIT) 無線通信：Bluetooth Version1.2 消費電力 1W 機能：IT ゲートウェイからの制御信号の受信機。エアコンのエコ運転切替や遠隔制御を実現。
IT 電力計測ユニット	電流検出：専用電流検出センサ (CT) 主幹用・・・2 個 分岐用：10 個 消費電力 4.0W 以下 機能：電力使用量の計測、データ蓄積、及び ASP へのデータ送信。
IT エアコン	形名：RAS-402PDR 消費電力 暖房時：950W 冷房：900W 機能：国際標準規格 ECHONET コマンドで制御可能な IT 対応エアコン。

③設置状況（抜粋）



分電盤 + IT電力計測ユニット（配線状態）



分電盤 + IT電力計測ユニット



エアコン（交換後）



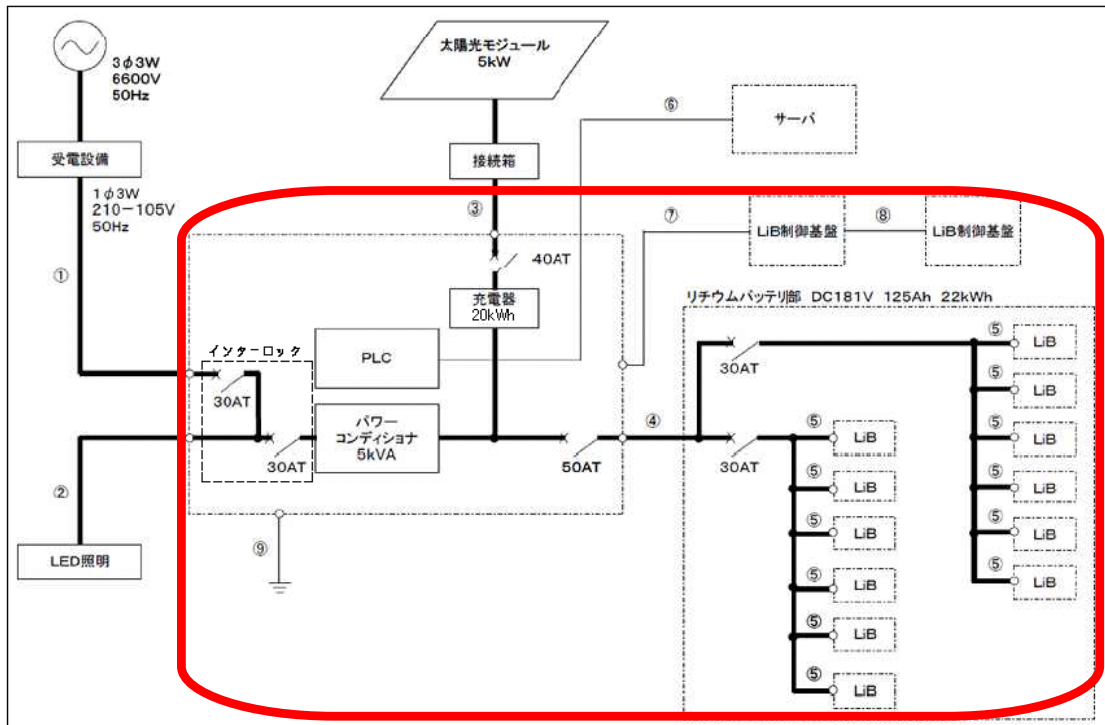
エアコン用 Bluetooth 接続アダプタ

図 6-21 IT 電力計測ユニットおよび分電盤配線工事写真（上）、
IT エアコンおよび接続用アダプタ設置写真（下）

(b) 太陽光発電パネル、及び太陽光で得られた電力を貯める蓄電池等の設置

実証対象マンションの中間階である 5 階屋上部（建物の構造規模は鉄筋コンクリート造 8 階建て）に太陽光発電設備を設置。建物内パイプスペースを通して 1 階にある倉庫に蓄電池を設置。

①設置イメージ



※設計図書より抜粋。 部分が、本実証での設置機器。

図 6-22 太陽光発電及び蓄電池システム図

②機機器様一覧

・ 太陽光発電

No	項目		Gr 4 大京	
1	メーカー名		京セラ株式会社	
2	種類	単結晶シリコン	多結晶シリコン	
3	変換効率	%	14	※出力容量(0.2084kW)／面積(1.5×0.99)
4	出力特性(モジュール単位)	図1		
	開放電圧	V	33.2	※公称値の±10%
	短絡電流	A	8.5	※公称値の±10%
	動作電圧(最大出力動作電圧)	V	26.6	
	動作電流(最大出力動作電流)	A	7.84	
5	温度特性	図2		
6	放射照度特性	図3		
7	接続形態(並列/直列)		12直列2並列	※パワーコンディショナーの納入会社へ確認願います。
8	外形寸法	m	1500×990×36(mm)	
9	重量	kg	18.5	

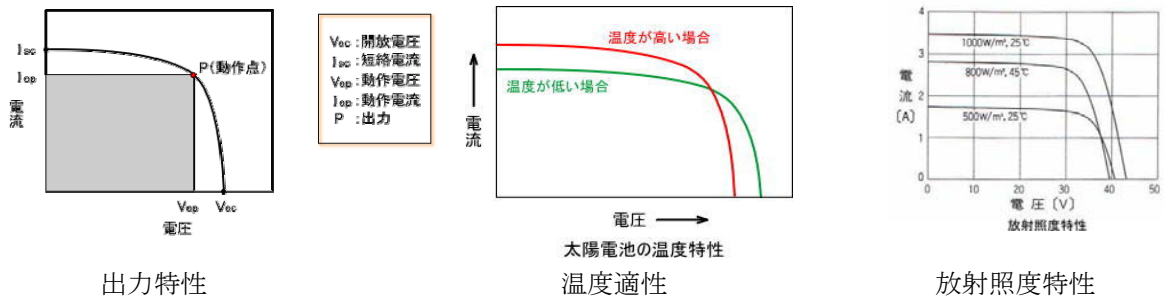


図 6-23 太陽光発電の出力特性、温度適性、放射照度特性

③蓄電池

No	項目	例 http://www.nec-tokin.com/product/me/tech/index.html	大京
1	メーカー名		NECトーキン株式会社
2	種類	リチウムイオン	マンガン酸リチウム二次電池
3	容量	kWh	21.8kWh
4	体積エネルギー密度	Wh/l	323Wh/L
5	重量エネルギー密度	Wh/kg	360Wh/kg
6	出力密度	W/kg	360W/kg
7	サイクル効率(充放電エネルギー効率)	%	75%
8	サイクル寿命	cycles	20℃、1C 500サイクル
9	充電特性	図1	
10	放電負荷特性	図2	
11	放電温度特性	図3	
12	サイクル特性	図4	
13	外形寸法	m	494.5 X 223 X 303.1
14	重量	kg	30kg

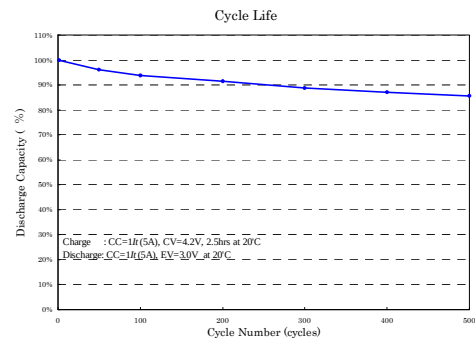
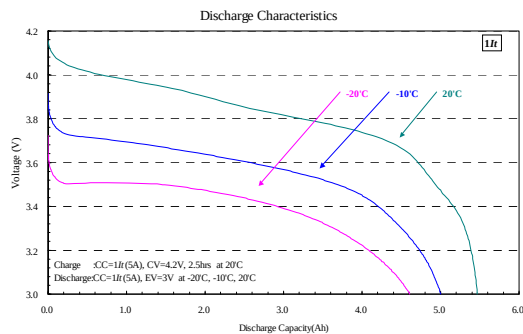
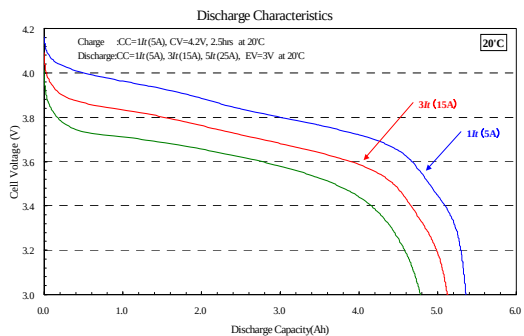
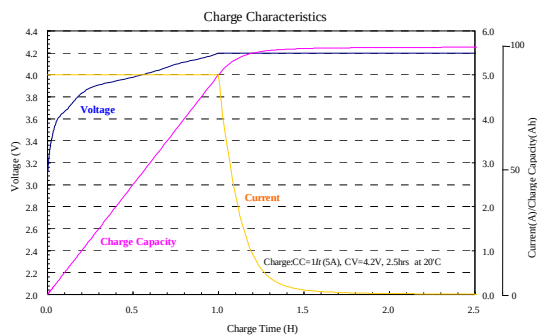


図 6-24 蓄電池の充電、放電負荷、温度、サイクルの各特性

④設置状況（抜粋）

・ 太陽光発電



図 6-25 太陽光発電

・ 蓄電池

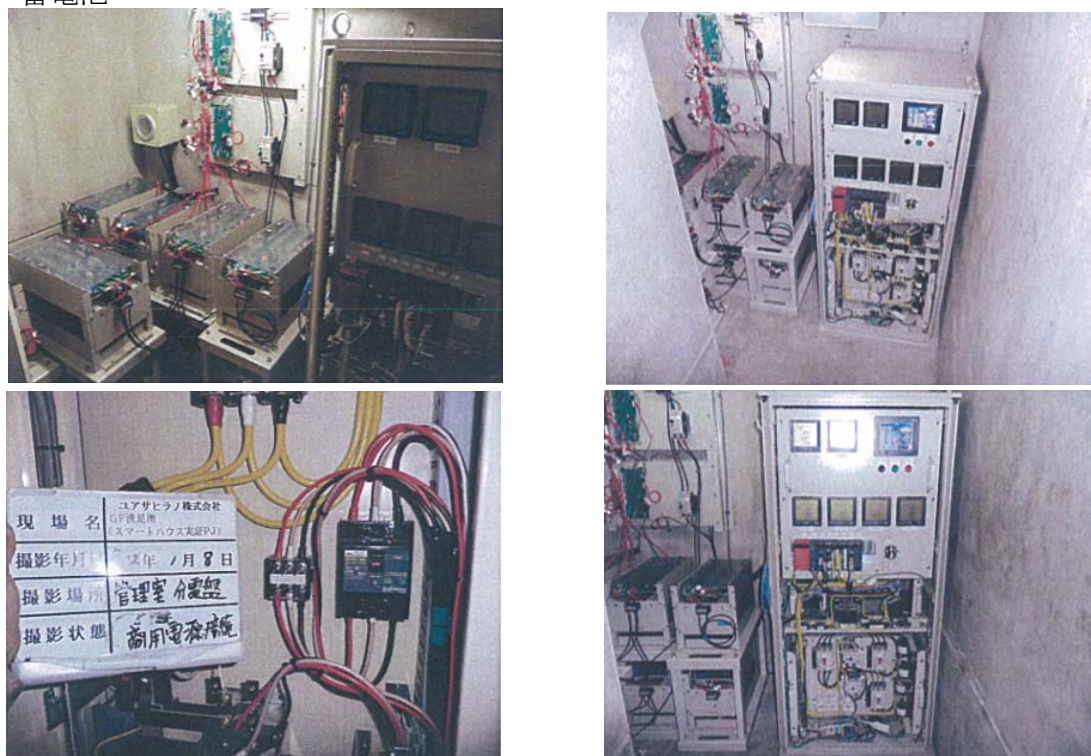


図 6-26 蓄電池

(c) 共同住宅の共用部照明の LED への変更

共用部での省エネのために、一部の共用部の照明を LED に変更した。

①設置イメージ

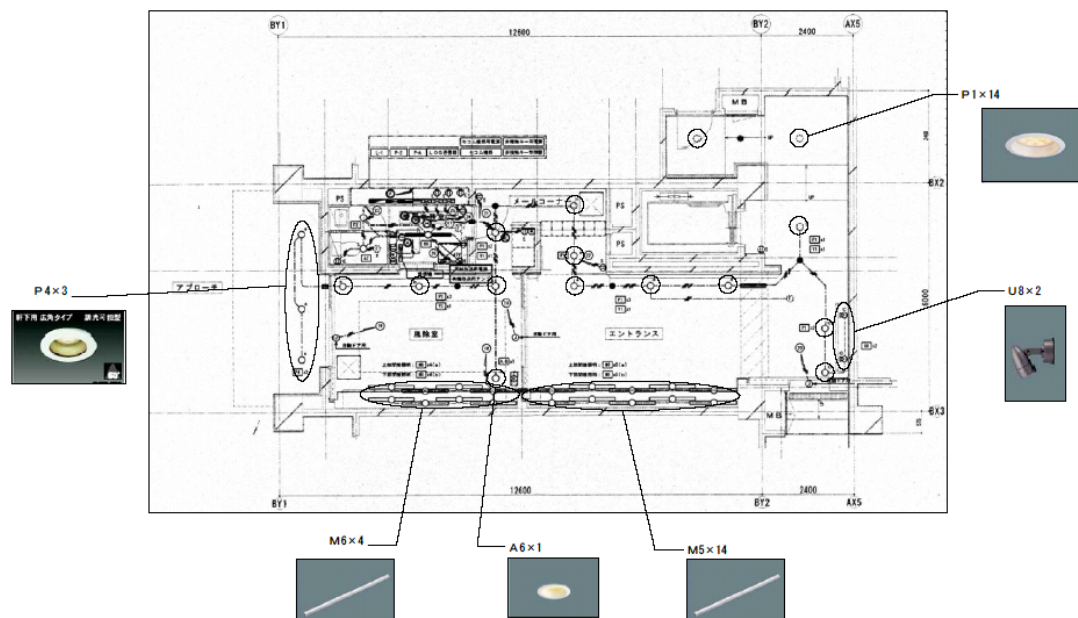


図 6-27 設置イメージ

②機器構成

表 6-7 機器構成

器具番号	既設						変更後LED設置リスト					
	器具品番	種類	器具台数	点灯時間	消費電力(W)	消費電力量(kWh)	器具品番	種類	器具台数	点灯時間	消費電力(W)	消費電力量(kWh)
A6	JDH-2583N	JD75W×1 ダウンライト	1	12 h	75 W	0.90 kWh	NNFY21800K	ダウンライト	1	12 h	17.5 W	0.21 kWh
P1	FLD-2763NB-ELA	FDL27W×1 ダウンライト	14		32 W	5.38 kWh	NNFY21816	電源ユニット				
P4	FLD-2751NR-ELA	FDL27W×1 軒下用ダウンライト	3		32 W	1.15 kWh	NNFY218017	電源ユニット	14		17.5 W	2.94 kWh
M5	FT-2108FK-GL	FL20W×1 壁なし直付灯	17	24 h	22 W	8.98 kWh	NNFY218025	リニューアブルプレート		24 h		
M6	FHT-41007ME-PH9	HL32W×1 壁なし直付灯	9		93 W	20.09 kWh	NNFY218116					
U8	D99-4686	IL150W×1 スポットライト	2		150 W	7.20 kWh	NNFY218017	電源ユニット	3		17.5 W	0.63 kWh
							NNFY218025	リニューアブルプレート				
							NNFY21080LJ1	L300スタート用	4		3.2 W	
							NNFY21082LJ1	L600中間用	4		6.4 W	
							NNFY21084LJ1	L900中間用	6		9.6 W	2.61 kWh
							NNFY21081LJ1	L300エンド用	4		3.2 W	
							NNFY21080LJ1	L300スタート用	4		3.2 W	
							NNFY21082LJ1	L600中間用	4		6.4 W	
							NNFY21084LJ1	L900中間用	4		9.6 W	2.15 kWh
							NNFY21081LJ1	L300エンド用	4		3.2 W	
							NNFY218017	電源ユニット	2		6.3 W	0.30 kWh

② 設置状況



図 6-28 設置状況

(4) 実施準備

本実証実験では、エネルギーデータのモニタリング・フィードバックに加え、下記のアンケートおよびグループインタビューを実施し、参加世帯の状況を把握した。

(a) 実施アンケートの種類および期間

アンケートは、実験を行う前に、Web を通じた一般生活者に対するアンケート（Web 事前、事後アンケート、ワンクリックアンケート）、および実証実験参加世帯への事前、事後アンケートの 5 種類を下記のスケジュールにて実施した。

アンケート種類	10 月	11 月	12 月	1 月	2 月	3 月
① 対象者事前アンケート			→			
② 対象者事後アンケート					→	
③ Web 事前アンケート			→			
④ ワンクリックアンケート				→		
⑤ Web 事後アンケート					→	

(b) アンケート実施仕様

① 対象者事前アンケート

- ・実施対象者 : 実証実験対象世帯（11 世帯）
- ・実施方法 : 実証実験開始前に実施対象者へ配布し、回答後、回収を行った。
- ・把握内容の概要 : 実験参加前の意識

② 対象者事後アンケート

- ・実施対象者 : 実証実験対象世帯（11 世帯）
- ・実施方法 : 実証実験開始後に実施対象者へ配布し、回答後、回収を行った。

- ・把握内容の概要：実験参加前の意識

③ Web 事前アンケート

- ・実施対象者：ファミリーネットジャパン提供サービス会員および外部ユーザー（Web にて募集、有効回答：2036 人）
- ・実施方法：Web を通じた回答。
- ・把握内容の概要：Web サイト閲覧前の環境に対する意識

④ ワンクリックアンケート

- ・実施対象者：ファミリーネットジャパン提供サービス会員および外部ユーザー（Web 事前アンケート回答者）
- ・実施方法：Web を通じた回答。
- ・把握内容の概要：Web サイト閲覧前の環境に対する意識

⑤ Web 事後アンケート

- ・実施対象者：ファミリーネットジャパン提供サービス会員および外部ユーザー（Web 事前アンケート回答者、有効回答：473 人）
- ・実施方法：Web を通じた回答。
- ・把握内容の概要：Web サイトの使い勝手、コンテンツの効果

(c) グループインタビュー実施仕様

- ・実施対象者：実証実験対象世帯（参加希望世帯：3 世帯）
- ・実施方法：実証対象者（3 世帯）およびファシリテーター（2 人）にて、グループインタビューを実施。
- ・実施日時：2010 年 2 月 13 日（土）12 時 30 分～14 時
- ・実施場所：洗足区民センター第一集会室（大田区上池台二丁目 35 番 2 号）
- ・配布資料：今回の太陽光発電と共用照明について
- ・把握内容の概要：実験への参加を通じた気付き、システムの使い勝手、効果

6.3.2. 実験結果

(1) 商用電力と自然エネルギー電力の制御、および太陽光発電の充電状況、放電状況を確認、検証

(a) 共用部と専有部を連携した、電力の見える化の検証

①太陽光発電の発電状況の確認

実証期間を通し、以下の表の通り、発電されたことが確認できる。

発電された総電気量は 111.581kWh である。

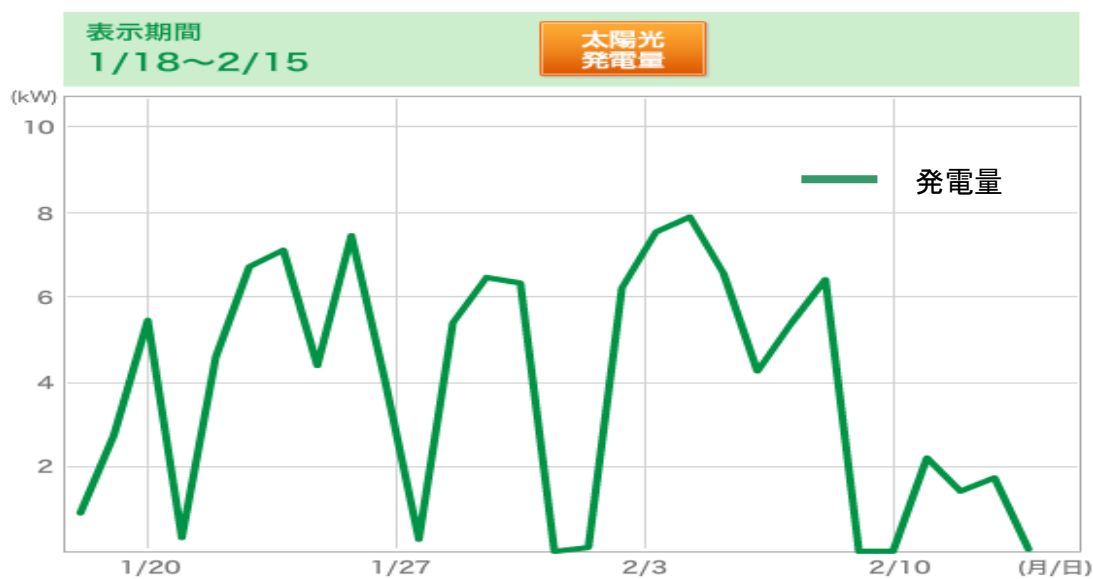


図 6-29 太陽光発電の発電状況

②蓄電池の充電状況の確認

実証期間を通し、以下の表の通り、蓄電されたことが確認できる。

充電された電気量は 98.114kWh である。

また、太陽光発電量と比較すると発電量が蓄電量と連動されていることも確認できる。

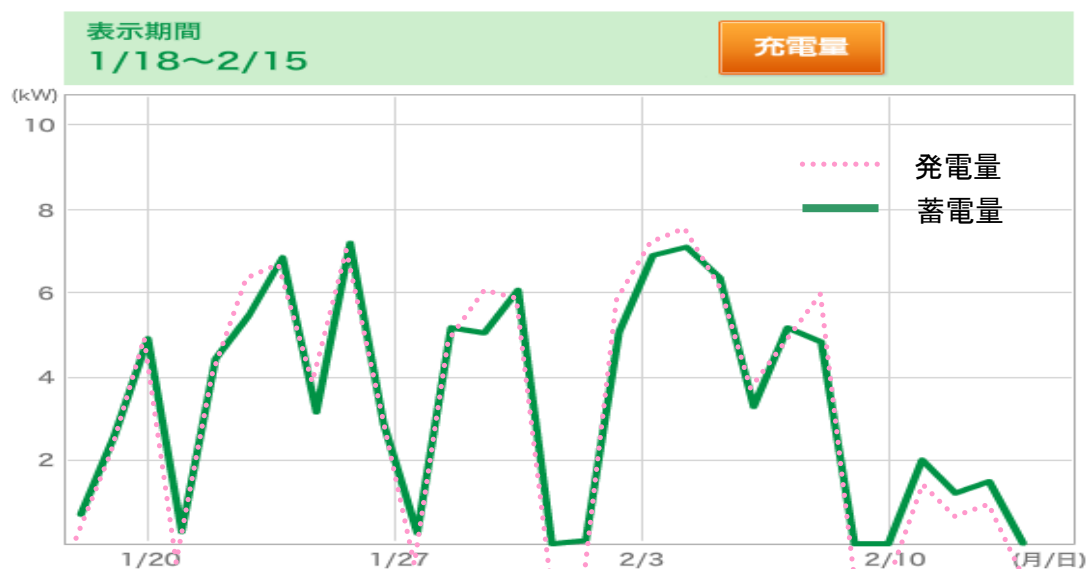


図 6-30 蓄電池の充電状況

③蓄電池の放電状況（LED 照明の蓄電池利用状況）の確認

実証期間を通し、以下の表の通り、放電（蓄電池利用）されたことが確認できた。

放電された電気量は 74.738kWh である。充電された電気量（98.114kWh）と比較すると、サイクル効率（充放電エネルギー効率：図 6-31 参照）75%とほぼ同等の数値であることが確認できた。

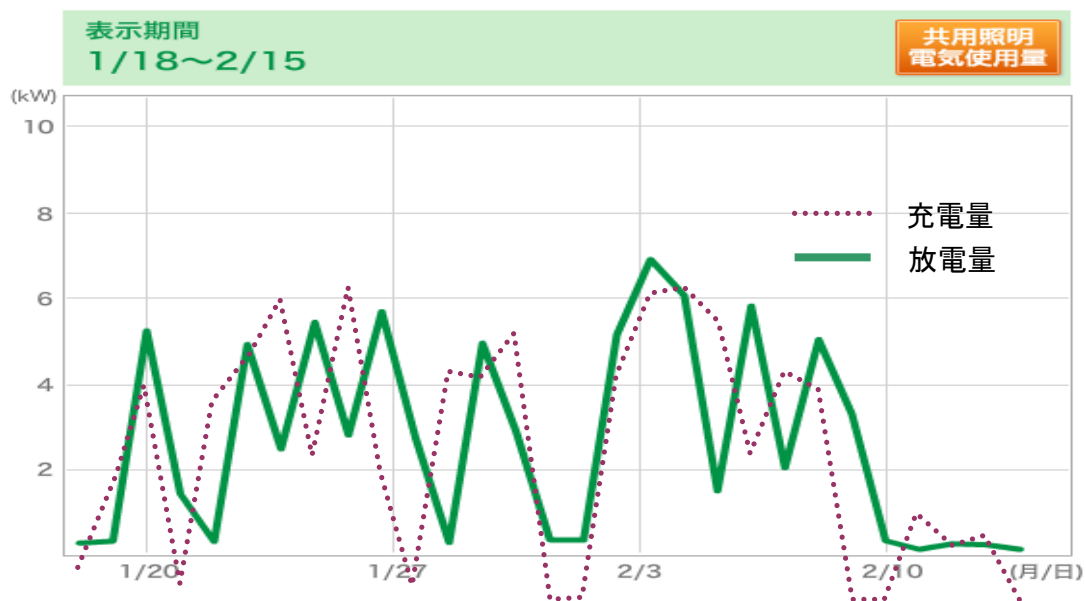


図 6-31 蓄電池の放電状況

④1日の発電・蓄電・放電状況について(1月30日の実証データより)

1日を通し、以下の表の通り、発電・蓄電・放電されたことが確認できた。

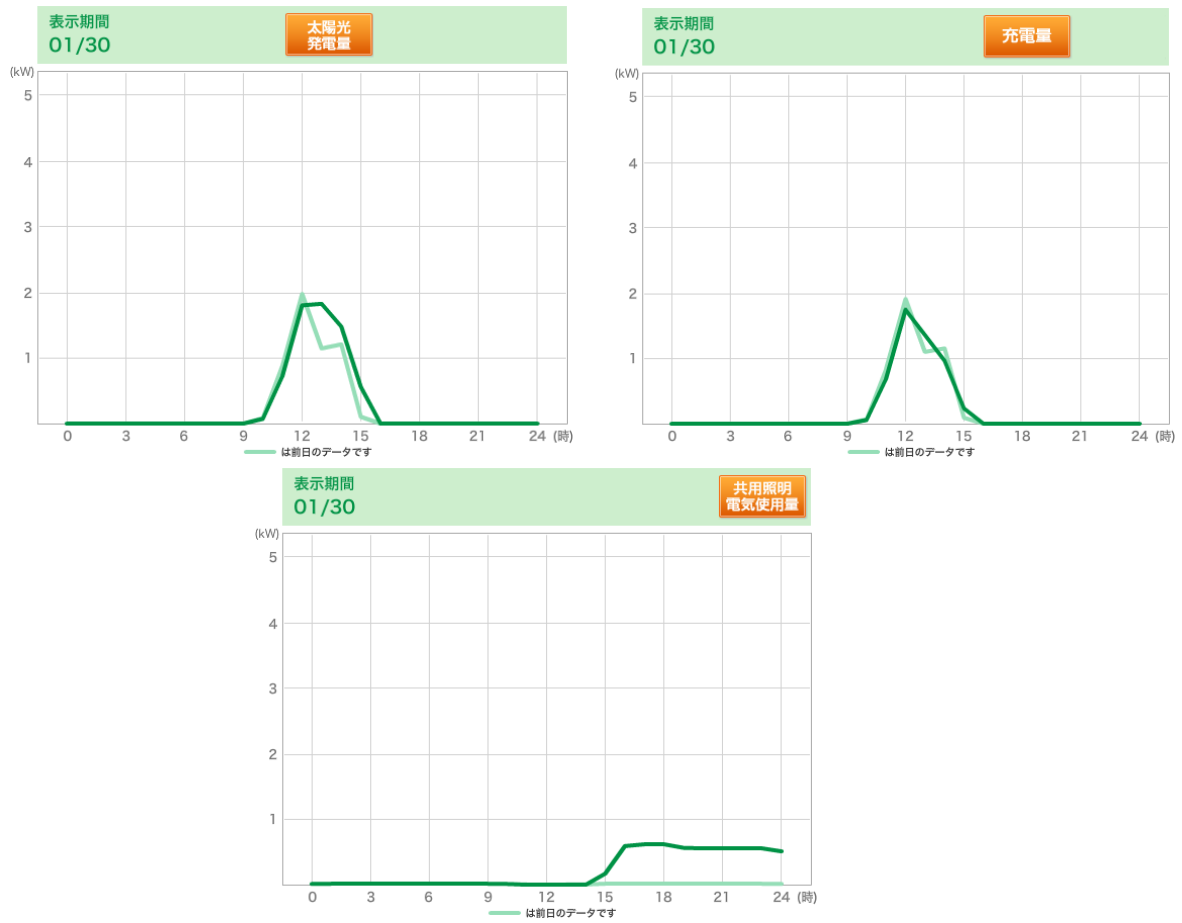


図 6-32 1日の発電・蓄電・放電状況

また、太陽光発電で発電された日以外は、当初の想定通り、昼充電し、夜放電していることが下記の表より検証できた。なお、放電していない場合は、商用電力に切り替わることを実験場で確認し、実証においても放電から商用電力に切り替わった際に停電しないことを確認することで正常動作を確認した。

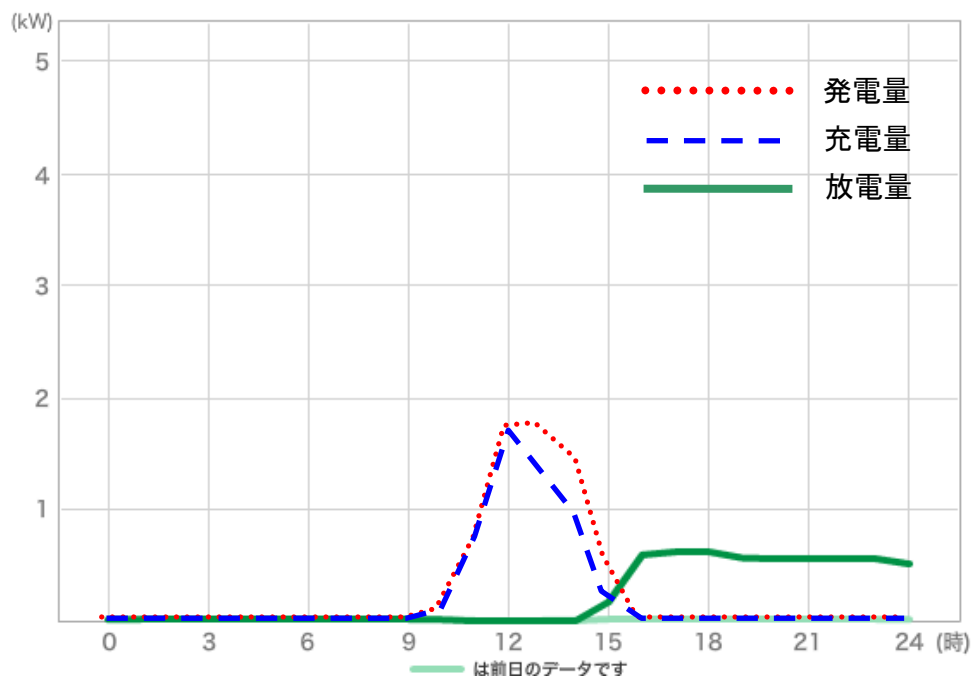


図 6-33 1日の発電・蓄電・放電状況

(b) 蓄電池を経由した電力消費測定を行い、電力使用量の削減量を算出した。

表 6-8 蓄電池を経由した電力消費

日時	積算値取得			LED照明 電力使用量 (理論値)
	太陽光発電積算量	充電積算量	放電積算量	
2010年1月18日	899	698	276	8,840
2010年1月19日	2,733	2,562	320	8,840
2010年1月20日	5,429	4,887	4,990	8,840
2010年1月21日	323	290	1,427	8,840
2010年1月22日	4,574	4,404	310	8,840
2010年1月23日	6,695	5,439	4,711	8,840
2010年1月24日	7,085	6,825	2,470	8,840
2010年1月25日	4,369	3,139	5,184	8,840
2010年1月26日	7,421	7,158	2,796	8,840
2010年1月27日	4,031	2,875	5,433	8,840
2010年1月28日	284	258	2,731	8,840
2010年1月29日	5,371	5,142	297	8,840
2010年1月30日	6,438	5,026	4,700	8,840
2010年1月31日	6,306	6,044	2,869	8,840
2010年2月1日	95	74	348	8,840
2010年2月2日	95	74	348	8,840
2010年2月3日	6,190	5,038	4,897	8,840
2010年2月4日	7,510	6,871	6,651	8,840
2010年2月5日	7,857	7,070	5,812	8,840
2010年2月6日	6,541	6,337	1,496	8,840
2010年2月7日	4,229	3,267	5,566	8,840
2010年2月8日	5,370	5,142	2,028	8,840
2010年2月9日	6,392	4,804	4,826	8,840
2010年2月10日	0	0	3,281	8,840
2010年2月11日	0	0	334	8,840
2010年2月12日	2,203	1,997	130	8,840
2010年2月13日	1,414	1,208	263	8,840
2010年2月14日	1,727	1,485	237	8,840
2010年2月15日	0	0	0	8,840
合計	111,581	98,114	74,731	256,360

太陽光発電から充電・放電のロスが約 33%確認されたが、本実証では LED 照明の電力使用のうち、約 29.2%が再生エネルギーで賄われた。

(2) 共同住宅の共用部照明の LED への変更に伴う使用電力量の把握

(a) 変更前・変更後の使用電力量の比較

共用部照明の LED への変更に伴う使用電力量の変化は表の通り。

表 6-9 変更前・変更後の使用電力量の比較

器具番号	既設				点灯時間	消費電力(W)	消費電力量(kWh)	全てLED案(黄色部は今回の変更部)					消費電力削減量(kWh)	
	器具品番	種類	器具台数	器具台数				消費電力(W)	消費電力量(kWh)					
A6	FD-253N	JD75W×1 ダウンライト	1	12 h	75 W	0.90 kWh	NN21609K	ダウンライト	1	12 h	17.5 W	0.21 kWh	0.69 kWh	
Q2	DK-101	FCL30W×1 丸型直付灯	63		34 W	25.70 kWh	NN28017	電照エント	63		13.8 W	10.43 kWh	15.27 kWh	
P1	FLD-2762NB-ELA	FDL27W×1 ダウンライト	14		32 W	5.38 kWh	NN21616	ダウンライト	14		17.5 W	2.94 kWh	2.44 kWh	
P2	FLD-1862NB-ELA	FDL18W×1 ダウンライト	3		21.5 W	0.77 kWh	NN28017	電照エント	3		17.5 W	0.63 kWh	0.14 kWh	
P4	FLD-2781NR-ELA	FDL27W×1 軒下用ダウンライト	3		32 W	1.15 kWh	NN28025	リニアフルプレート	3		17.5 W	0.63 kWh	0.52 kWh	
P5	FLD-1883NR-ELA	FDL18W×1 軒下用ダウンライト	33		21.5 W	8.51 kWh	NN21116	軒下用ダウンライト	33		17.5 W	6.93 kWh	1.58 kWh	
L1	FT-22001-GL16	FL20W×1 逆富士型直付灯	1		22 W	0.26 kWh	NN28017	電照エント	3		17 W	0.87 kWh	0.39 kWh	
L3	FT-41306-PM9	H32W×1 逆富士型直付灯	3		35 W	1.26 kWh	NN28025	リニアフルプレート	3		7.3 W	0.23 kWh	1.03 kWh	
T2	BFG-1331Z	IL19W×1 フラケット	7		15 W	1.26 kWh	NN20655	L300 逆富士型直付灯	7		27 W	0.23 kWh	0.61 kWh	
T5	YF11483KE	EFD19W×1 フットライト	4		15 W	0.72 kWh	NN20652	L900 逆富士型直付灯	7		6 W	0.50 kWh	0.92 kWh	
T6	HLV6146T-EL	FDL13W×1 フラケット	7		17 W	1.43 kWh	X12094LE1	アプローチ灯	16		63 W	1.21 kWh	2.05 kWh	
U1	XNFY616	FPL13W×1 アプローチ灯	16		17 W	3.26 kWh	LGW46132S	アップライト	6		58 W	0.42 kWh	10.38 kWh	
U4	DOL-1321XB	IL150W×1 アップライト	6	150 W	10.80 kWh	NN24551LE1	スポットライト	1	63 W	0.08 kWh	0.88 kWh			
U7	LWC84025B	IL80W×1 スポットライト	1	80 W	0.96 kWh	NN21080LJ1	L300スタート用	4	32 W	2.61 kWh	6.36 kWh			
M5	FT-2109FK-GL	FL20W×1 笠なし直付灯	17	22 W	8.98 kWh	NN21082LJ1	L600中間用	4	64 W					
						NN21084LJ1	L900中間用	6	96 W					
						NN21081LJ1	L300Cコード用	4	32 W					
						NN21080LJ1	L300スタート用	4	32 W					
M6	FHT-41007ME-FH9	H32W×1 笠なし直付灯	9	93 W	20.09 kWh	NN21082LJ1	L600中間用	4	64 W	2.15 kWh	17.94 kWh			
						NN21084LJ1	L900中間用	4	96 W					
						NN21081LJ1	L300Cコード用	4	32 W					
						NN24551LE1	スポットライト	2	63 W			0.30 kWh	6.90 kWh	
U8	D99-4686	IL150W×1 スポットライト	2	150 W	7.20 kWh									
					全体	98.64 kWh/day	変更部含む全体 63.79 kWh/day							34.8 kWh/day
					今回変更部	43.69 kWh/day	今回変更部 8.84 kWh/day							34.8 kWh/day
							全部変更時 30.43 kWh/day							68.2 kWh/day

※上記の が今回変更された部位。 は当初変更しようとした部位。

①本実証では、実証参加建物の管理組合との折衝により、照明器具の所有を組合としたい旨の申し入れがあり、再委託先である大京の自費負担での設置となった。

実証前のマンションの共用部の照明の 1 日の電気使用量は、全体で 98.64kWh（理論値）。

管理組合との協議により、LED 照明への変更部位は、照明全体の電気使用量のうち、約 45%を占める 1 階エントランスホールの照明のみとなった。

LED 照明変更前の 1 日の電気使用量は 43.69kWh（理論値）であったが、変更後、8.84kWh（理論値）となり、LED 照明変更の効果で電気使用量は約 1/5 となった。マンション全体では、63.79kWh（理論値）となり、変更前より約 2/3 の電気使用量となった。

蓄電池の容量は、設計値 20kWh（実質 21.6kWh）であり、変更した LED 照明の電気使用量の 2.5 日分に相当する。

②LED 照明と蓄電池放電に関する把握

a)蓄電池から LED への電力供給量（蓄電池の放電量）および充電電池残量を、ユーザー画面で見えるようにした。



図 6-34 蓄電池の放電量および充電電池残量

b)実証期間を通して蓄電池を利用しての LED 点灯の電気使用量は以下の通り。

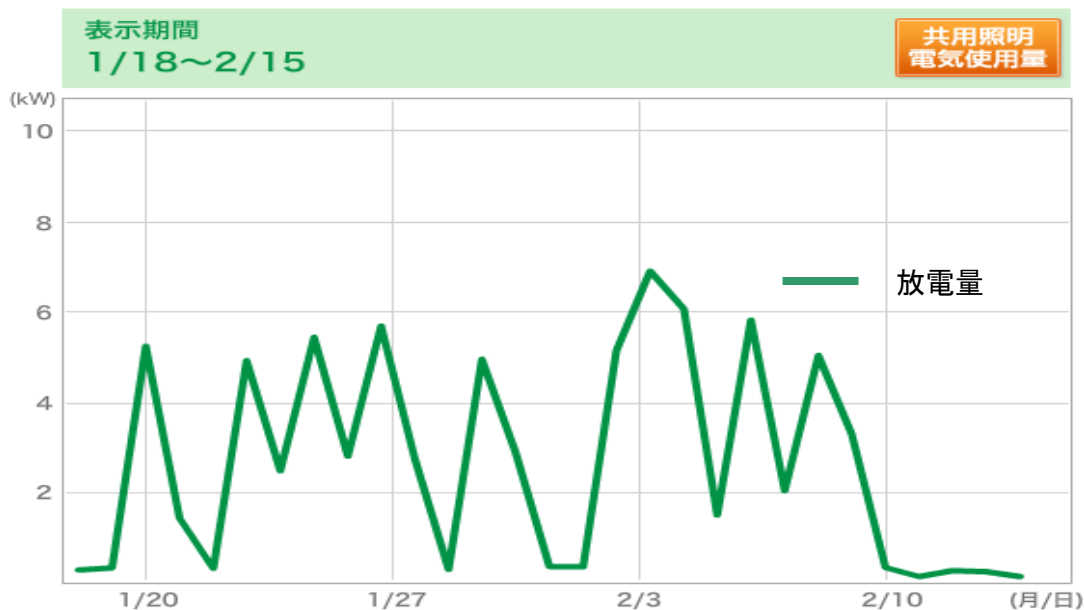


図 6-35 LED 点灯の電気使用量

気候の影響等により、本実証では再生エネルギーの利用は全体の電気使用量の約 29.2%程度（前述（1）2））であった。蓄電池に充電された電気は、全て太陽光発電によるものなので、前述①の通り、変更前の照明から LED 照明への変更で約 80%の電気使用量の削減に太陽光発電および蓄電池を利用することで確認された再生エネルギーを利用した効果を加味すれば、変更前の電気使用量から約 86%エネルギーの削減（二酸化炭素排出量の削減）ができた。

(3) 居住者向けポイント付与サービス等ソフトの実証

- (a) 本実証実験では、エコ行動のランキングシステムを構築し、実測期間中のエコ行動ランクが上位であるほど、省エネ率が高いのではないかという仮説を検証した。

表 6-10 付与ポイント総数と削減率の関係

2010年1月18日(月)～2月14日(日)最終結果

(表 007)

順位	ニックネーム	削減率	付与ポイント総数	前年度電力 使用量	実証期間中電力 使用量
1	7681 さん	12%	1104 pt	308.0	272.0
2	6564 さん	16%	909 pt	318.5	266.0
3	4842 さん	15%	903 pt	620.0	529.9
4	5451 さん	18%	901 pt	262.5	216.5
4	4815 さん	13%	901 pt	436.5	379.8
6	7195 さん	9%	465 pt	298.0	271.6
7	7482 さん	9%	429 pt	310.0	281.8
8	8145 さん	1%	407 pt	359.5	355.8
9	4130 さん	6%	404 pt	638.5	601.8
10	8204 さん	3%	402 pt	242.5	235.2
11	6096 さん	-5%	400 pt	470.5	493.4

※「削減率」は、実証プロジェクト期間(1/18～2/14)の電気使用量合計と目標値より算出

(表 6-10) の通り、付与ポイント総数と削減率の関係においては、付与ポイント数が多い方が、削減率が高いことが確認できた。

また、見える化の効果は、一般的に 10%程度といわれているが、削減率の高いほど、ポイント取得が高く、上位 5 戸の平均削減率は 14.8%と一般的な効果よりも高いことが確認できた。

入居者がマンションホームページで共用部の各種電力使用量・発電量を確認でき、目標値を設定し入居者にポイントを付与するサービス等を提供する。

●ポイント加算条件

【1 ポイント加算】

携帯電話からフェミニティ倶楽部のホームページにアクセスし、電力使用量を確認した際に、アクセスする度に 1 ポイント加算。

【1 ポイント加算】

ご自宅のパソコンから電力使用量を確認した際に 1 ポイント加算。
1 時間経過しないと、再度アクセスしてもポイントは増えません。

【200 ポイント】

目標値を設定した場合に加算。

本実験では、皆様に自動的に加算されます。

【500 ポイント】

月の電力使用量が上限目標を下回った場合。

上記の加算条件に基づき、実証期間を通しての各実証住戸のポイント付与状況が以下の通りである。

• 【7681 さん】

取得日時	トリガー	加算ポイント
2010/01/17 12:30:56	PCアクセス	1
2010/1/18	目標設定	200
2010/01/18 13:07:09	PCアクセス	1
2010/01/18 14:07:36	PCアクセス	1
2010/01/19 12:10:32	携帯アクセス	1
2010/01/19 12:10:39	携帯アクセス	1
2010/01/19 12:10:45	携帯アクセス	1
2010/01/19 16:56:26	PCアクセス	1
2010/01/19 18:08:10	PCアクセス	1
2010/01/20 01:07:22	携帯アクセス	1
2010/01/20 10:29:13	PCアクセス	1
2010/01/20 12:18:47	PCアクセス	1
2010/01/20 13:31:40	PCアクセス	1
2010/01/20 15:08:47	PCアクセス	1
2010/01/20 16:21:34	PCアクセス	1
2010/01/20 17:28:38	PCアクセス	1
2010/01/20 19:22:53	PCアクセス	1
2010/01/21 11:38:58	PCアクセス	1
2010/01/21 13:10:30	PCアクセス	1
2010/01/21 15:08:29	PCアクセス	1
2010/01/21 16:13:10	PCアクセス	1
2010/01/21 17:36:27	PCアクセス	1
2010/01/21 19:26:22	PCアクセス	1
2010/01/21 20:28:33	PCアクセス	1
2010/01/21 22:02:52	PCアクセス	1
2010/01/22 00:04:04	PCアクセス	1
2010/01/22 17:25:24	携帯アクセス	1
2010/01/22 20:48:23	PCアクセス	1
2010/01/23 11:09:12	携帯アクセス	1
2010/01/24 10:43:14	PCアクセス	1
2010/01/24 12:06:48	PCアクセス	1
2010/01/24 19:13:09	携帯アクセス	1
2010/01/24 20:33:57	PCアクセス	1
2010/01/24 21:36:05	PCアクセス	1
2010/01/25 08:53:23	PCアクセス	1
2010/01/25 10:43:50	PCアクセス	1
2010/01/25 12:57:43	PCアクセス	1
2010/01/25 14:02:46	PCアクセス	1
2010/01/25 15:04:25	PCアクセス	1
2010/01/25 23:05:22	携帯アクセス	1
2010/01/26 06:45:28	PCアクセス	1
2010/01/26 08:13:32	PCアクセス	1
2010/01/26 09:51:30	PCアクセス	1
2010/01/26 11:21:46	PCアクセス	1
2010/01/26 12:53:00	PCアクセス	1
2010/01/26 14:04:16	PCアクセス	1
2010/01/26 16:51:43	PCアクセス	1
2010/01/26 18:44:55	PCアクセス	1
2010/01/27 06:53:00	PCアクセス	1
2010/01/27 08:47:57	PCアクセス	1
2010/01/27 09:53:13	PCアクセス	1
2010/01/27 10:55:44	PCアクセス	1
2010/01/27 12:06:09	PCアクセス	1
2010/01/27 15:39:33	PCアクセス	1
2010/01/27 20:58:51	PCアクセス	1
2010/01/27 23:46:54	携帯アクセス	1
2010/01/28 07:03:04	PCアクセス	1
2010/01/28 08:58:27	PCアクセス	1
2010/01/28 10:42:26	PCアクセス	1
2010/01/28 23:14:38	携帯アクセス	1
2010/01/29 14:12:07	携帯アクセス	1
2010/01/29 17:21:04	PCアクセス	1
2010/01/29 22:28:04	携帯アクセス	1
2010/01/30 14:32:47	携帯アクセス	1
2010/2/1	目標設定	200
2010/02/01 06:58:46	PCアクセス	1
2010/02/01 08:15:36	PCアクセス	1
2010/02/01 09:56:29	PCアクセス	1
2010/02/01 11:32:55	PCアクセス	1

取得日時	トリガー	加算ポイント
2010/02/01 12:36:37	PCアクセス	1
2010/02/01 14:10:17	PCアクセス	1
2010/02/01 18:07:27	携帯アクセス	1
2010/02/01 19:09:11	携帯アクセス	1
2010/02/02 06:53:23	PCアクセス	1
2010/02/02 08:10:05	PCアクセス	1
2010/02/02 09:41:44	PCアクセス	1
2010/02/02 11:05:37	PCアクセス	1
2010/02/02 13:04:54	PCアクセス	1
2010/02/02 14:05:44	PCアクセス	1
2010/02/02 18:35:16	携帯アクセス	1
2010/02/02 20:24:08	携帯アクセス	1
2010/02/02 22:34:13	携帯アクセス	1
2010/02/03 07:49:29	PCアクセス	1
2010/02/03 09:16:08	PCアクセス	1
2010/02/03 10:55:14	PCアクセス	1
2010/02/03 12:53:21	PCアクセス	1
2010/02/03 14:37:07	PCアクセス	1
2010/02/03 17:08:30	携帯アクセス	1
2010/02/04 14:10:49	PCアクセス	1
2010/02/04 15:17:12	PCアクセス	1
2010/02/04 16:31:55	PCアクセス	1
2010/02/04 20:36:20	PCアクセス	1
2010/02/04 22:32:59	PCアクセス	1
2010/02/05 06:58:10	PCアクセス	1
2010/02/05 08:12:51	PCアクセス	1
2010/02/05 10:15:25	PCアクセス	1
2010/02/05 11:22:47	PCアクセス	1
2010/02/05 14:32:38	PCアクセス	1
2010/02/05 16:20:43	PCアクセス	1
2010/02/05 17:48:19	携帯アクセス	1
2010/02/05 20:26:32	PCアクセス	1
2010/02/05 23:25:47	PCアクセス	1
2010/02/06 07:36:55	PCアクセス	1
2010/02/06 09:31:18	PCアクセス	1
2010/02/06 11:27:39	PCアクセス	1
2010/02/06 12:53:46	PCアクセス	1
2010/02/06 14:59:59	PCアクセス	1
2010/02/06 16:00:31	PCアクセス	1
2010/02/06 20:23:09	PCアクセス	1
2010/02/06 23:54:55	PCアクセス	1
2010/02/07 08:56:17	PCアクセス	1
2010/02/07 10:29:13	PCアクセス	1
2010/02/07 11:30:48	PCアクセス	1
2010/02/07 13:28:28	PCアクセス	1
2010/02/07 14:41:16	PCアクセス	1
2010/02/07 16:09:02	PCアクセス	1
2010/02/07 19:43:29	PCアクセス	1
2010/02/07 21:02:15	PCアクセス	1
2010/02/07 22:45:42	PCアクセス	1
2010/02/08 06:20:44	PCアクセス	1
2010/02/08 07:23:47	PCアクセス	1
2010/02/08 08:27:30	PCアクセス	1
2010/02/08 09:36:31	PCアクセス	1
2010/02/08 11:46:31	PCアクセス	1
2010/02/08 13:08:38	PCアクセス	1
2010/02/08 14:53:43	PCアクセス	1
2010/02/08 16:20:26	PCアクセス	1
2010/02/08 17:32:26	PCアクセス	1
2010/02/08 19:08:34	PCアクセス	1
2010/02/09 07:38:58	PCアクセス	1
2010/02/09 10:51:47	PCアクセス	1
2010/02/09 12:52:55	PCアクセス	1
2010/02/09 16:03:08	PCアクセス	1
2010/02/09 17:28:44	PCアクセス	1
2010/02/09 18:35:57	PCアクセス	1
2010/02/09 19:43:02	PCアクセス	1
2010/02/10 06:35:43	PCアクセス	1
2010/02/10 07:49:51	PCアクセス	1

【7681 さん】 つづき

取得日時	トリガー	加算ポイント
2010/02/10 08:55:02	PCアクセス	1
2010/02/10 10:01:24	携帯アクセス	1
2010/02/10 12:25:34	PCアクセス	1
2010/02/10 14:08:06	携帯アクセス	1
2010/02/10 15:18:45	PCアクセス	1
2010/02/10 16:37:34	PCアクセス	1
2010/02/10 17:53:37	PCアクセス	1
2010/02/10 20:18:26	PCアクセス	1
2010/02/11 07:07:07	PCアクセス	1
2010/02/11 08:49:50	PCアクセス	1
2010/02/11 09:38:36	携帯アクセス	1
2010/02/11 10:18:15	PCアクセス	1
2010/02/11 11:43:54	PCアクセス	1
2010/02/11 13:18:06	PCアクセス	1
2010/02/11 14:19:58	PCアクセス	1
2010/02/11 15:22:24	PCアクセス	1
2010/02/11 17:24:12	携帯アクセス	1
2010/02/11 18:18:47	PCアクセス	1
2010/02/11 20:04:54	PCアクセス	1
2010/02/12 05:50:14	携帯アクセス	1
2010/02/12 06:45:28	PCアクセス	1
2010/02/12 07:45:58	PCアクセス	1
2010/02/12 09:40:57	PCアクセス	1
2010/02/12 10:43:45	PCアクセス	1
2010/02/12 12:44:17	携帯アクセス	1
2010/02/12 13:21:23	携帯アクセス	1
2010/02/12 14:14:16	携帯アクセス	1
2010/02/12 15:02:39	PCアクセス	1
2010/02/12 16:23:17	PCアクセス	1
2010/02/12 17:24:13	PCアクセス	1
2010/02/12 18:29:33	PCアクセス	1
2010/02/12 19:54:16	PCアクセス	1
2010/02/13 06:42:33	携帯アクセス	1
2010/02/13 07:26:56	PCアクセス	1
2010/02/13 08:13:38	携帯アクセス	1
2010/02/13 09:09:16	携帯アクセス	1
2010/02/13 09:56:45	PCアクセス	1
2010/02/13 12:51:59	携帯アクセス	1
2010/02/13 16:16:42	PCアクセス	1
2010/02/13 17:56:07	PCアクセス	1
2010/02/13 19:28:52	PCアクセス	1
2010/02/13 20:53:11	PCアクセス	1
2010/02/14 08:16:37	携帯アクセス	1
2010/02/14 09:04:33	PCアクセス	1
2010/02/14 10:14:50	PCアクセス	1
2010/02/14 11:06:01	携帯アクセス	1
2010/02/14 12:12:37	携帯アクセス	1
2010/02/14 13:24:31	PCアクセス	1
2010/02/14 14:37:30	PCアクセス	1
2010/02/14 15:47:32	PCアクセス	1
2010/02/14 20:23:33	携帯アクセス	1
2010/02/14 20:24:11	PCアクセス	1
2010/02/14 21:41:38	PCアクセス	1
2010/02/15 06:53:29	携帯アクセス	1
2010/02/15 07:27:56	PCアクセス	1
2010/02/15 08:53:31	PCアクセス	1
2010/02/15 10:30:56	PCアクセス	1
2010/02/15 11:39:47	PCアクセス	1
2010/02/15 13:11:01	PCアクセス	1
2010/02/15 14:14:32	携帯アクセス	1
2010/02/15 15:32:23	PCアクセス	1
2010/02/15 16:47:51	携帯アクセス	1
2010/02/15 17:10:52	PCアクセス	1
2010/02/15 19:01:32	PCアクセス	1
2010/02/15 20:45:18	PCアクセス	1
2010/02/15 21:48:53	PCアクセス	1
2010/02/15 22:46:36	PCアクセス	1
2010/02/15 23:50:45	PCアクセス	1
2010/2/15	目標達成	500
合計(ボーナスポイント含まず)		1104

• 6564 さん

取得日時	トリガー	加算ポイント
2010/1/18	目標設定	200
2010/01/21 18:13:42	PCアクセス	1
2010/01/23 08:26:35	PCアクセス	1
2010/01/23 22:28:48	PCアクセス	1
2010/01/29 10:11:06	PCアクセス	1
2010/2/1	目標設定	200
2010/02/03 13:50:10	PCアクセス	1
2010/02/06 10:55:47	PCアクセス	1
2010/02/07 08:38:10	PCアクセス	1
2010/02/13 08:45:12	PCアクセス	1
2010/02/13 10:01:42	PCアクセス	1
2010/2/15	目標達成	500
合計(ボーナスポイント含まず)		909

• 4842 さん

取得日時	トリガー	加算ポイント
2010/1/18	目標設定	200
2010/01/16 14:15:39	PCアクセス	1
2010/01/28 21:36:56	PCアクセス	1
2010/2/1	目標設定	200
2010/02/10 21:54:36	PCアクセス	1
2010/2/15	目標達成	500
合計(ボーナスポイント含まず)		903

• 5451 さん

取得日時	トリガー	加算ポイント
2010/1/18	目標設定	200
2010/2/1	目標設定	200
2010/02/13 11:09:06	PCアクセス	1
2010/2/15	目標達成	500
合計(ボーナスポイント含まず)		901

• 4815 さん

取得日時	トリガー	加算ポイント
2010/1/18	目標設定	200
2010/2/1	目標設定	200
2010/02/06 18:43:12	PCアクセス	1
2010/2/15	目標達成	500
合計(ボーナスポイント含まず)		901

• 7195 さん

取得日時	トリガー	加算ポイント
2010/1/18	目標設定	200
2010/01/18 12:34:34	PCアクセス	1
2010/01/19 13:51:40	PCアクセス	1
2010/01/19 19:23:39	PCアクセス	1
2010/01/19 20:47:09	PCアクセス	1
2010/01/19 22:10:26	PCアクセス	1
2010/01/19 23:18:10	PCアクセス	1
2010/01/20 07:17:36	PCアクセス	1
2010/01/20 08:31:36	PCアクセス	1
2010/01/20 09:47:24	PCアクセス	1
2010/01/20 13:14:04	PCアクセス	1
2010/01/20 15:59:12	PCアクセス	1
2010/01/20 17:21:42	PCアクセス	1
2010/01/20 18:38:28	PCアクセス	1
2010/01/21 07:03:38	PCアクセス	1
2010/01/21 08:10:21	PCアクセス	1
2010/01/21 11:48:22	PCアクセス	1
2010/01/21 12:53:08	PCアクセス	1
2010/01/21 14:16:27	PCアクセス	1
2010/01/21 18:04:48	PCアクセス	1
2010/01/21 19:24:10	PCアクセス	1
2010/01/21 22:05:14	PCアクセス	1
2010/01/22 07:24:00	PCアクセス	1
2010/01/22 08:45:24	PCアクセス	1
2010/01/22 09:48:56	PCアクセス	1
2010/01/22 10:55:03	PCアクセス	1
2010/01/22 11:58:43	PCアクセス	1
2010/01/22 13:09:12	PCアクセス	1
2010/01/23 07:14:45	PCアクセス	1
2010/01/23 09:06:11	PCアクセス	1
2010/01/23 10:13:27	PCアクセス	1
2010/01/23 11:57:33	PCアクセス	1
2010/01/23 20:05:35	PCアクセス	1
2010/01/26 08:41:17	PCアクセス	1
2010/2/1	目標設定	200
2010/02/01 17:43:14	PCアクセス	1
2010/02/02 09:04:13	PCアクセス	1
2010/02/02 10:50:35	PCアクセス	1
2010/02/02 13:23:17	PCアクセス	1
2010/02/02 17:18:43	PCアクセス	1
2010/02/02 19:15:19	PCアクセス	1
2010/02/02 20:17:28	PCアクセス	1
2010/02/02 21:21:33	PCアクセス	1
2010/02/02 22:43:09	PCアクセス	1
2010/02/03 08:05:31	PCアクセス	1
2010/02/03 09:17:24	PCアクセス	1
2010/02/02 10:19:25	PCアクセス	1
2010/02/03 11:36:14	PCアクセス	1
2010/02/03 12:27:03	PCアクセス	1
2010/02/05 06:51:20	PCアクセス	1
2010/02/05 08:01:14	PCアクセス	1
2010/02/05 09:15:52	PCアクセス	1
2010/02/05 10:24:08	PCアクセス	1
2010/02/05 11:31:19	PCアクセス	1
2010/02/05 12:56:41	PCアクセス	1
2010/02/05 17:06:22	PCアクセス	1
2010/02/05 18:30:53	PCアクセス	1
2010/02/05 20:24:08	PCアクセス	1
2010/02/05 21:56:39	PCアクセス	1
2010/02/05 23:11:03	PCアクセス	1
2010/02/06 07:45:17	PCアクセス	1
2010/02/06 08:56:46	PCアクセス	1
2010/02/06 10:05:22	PCアクセス	1
2010/02/06 17:14:29	PCアクセス	1
2010/02/06 20:44:05	PCアクセス	1
2010/02/10 22:58:28	PCアクセス	1
2010/02/14 10:06:54	PCアクセス	1
合計(ボーナスポイント含まず)		465

• 7482 さん

取得日時	トリガー	加算ポイント
2010/1/18	目標設定	200
2010/01/23 11:01:16	PCアクセス	1
2010/01/24 11:10:25	PCアクセス	1
2010/01/24 22:09:46	PCアクセス	1
2010/01/25 23:15:53	PCアクセス	1
2010/01/26 01:14:55	PCアクセス	1
2010/01/26 23:08:01	PCアクセス	1
2010/01/28 23:07:04	PCアクセス	1
2010/01/29 23:48:21	PCアクセス	1
2010/01/30 10:05:28	PCアクセス	1
2010/01/30 12:55:01	PCアクセス	1
2010/01/31 00:06:44	PCアクセス	1
2010/01/31 02:46:27	PCアクセス	1
2010/01/31 12:49:52	PCアクセス	1
2010/01/31 18:04:16	PCアクセス	1
2010/01/31 22:09:25	PCアクセス	1
2010/01/31 23:50:49	PCアクセス	1
2010/2/1	目標設定	200
2010/02/02 00:10:49	PCアクセス	1
2010/02/02 22:45:33	PCアクセス	1
2010/02/03 00:04:06	PCアクセス	1
2010/02/03 23:40:52	PCアクセス	1
2010/02/05 00:14:45	PCアクセス	1
2010/02/05 23:05:12	PCアクセス	1
2010/02/06 00:47:40	PCアクセス	1
2010/02/06 13:41:50	PCアクセス	1
2010/02/06 22:50:56	PCアクセス	1
2010/02/07 23:39:22	PCアクセス	1
2010/02/11 23:43:08	PCアクセス	1
2010/02/12 23:30:14	PCアクセス	1
2010/02/14 00:48:06	PCアクセス	1
合計(ボーナスポイント含まず)		429

• 8145 さん

取得日時	トリガー	加算ポイント
2010/1/18	目標設定	200
2010/01/21 18:29:30	携帯アクセス	1
2010/01/21 18:31:26	携帯アクセス	1
2010/01/21 18:31:34	携帯アクセス	1
2010/2/1	目標設定	200
2010/02/07 11:49:06	携帯アクセス	1
2010/02/07 11:49:26	携帯アクセス	1
2010/02/07 11:49:43	携帯アクセス	1
2010/02/11 14:23:06	PCアクセス	1
合計(ボーナスポイント含まず)		407

• 4130 さん

取得日時	トリガー	加算ポイント
2010/1/18	目標設定	200
2010/01/18 20:43:31	PCアクセス	1
2010/01/20 23:24:01	PCアクセス	1
2010/2/1	目標設定	200
2010/02/10 20:54:03	PCアクセス	1
2010/02/13 13:56:42	PCアクセス	1
合計(ボーナスポイント含まず)		404

• 8204 さん

取得日時	トリガー	加算ポイント
2010/1/18	目標設定	200
2010/2/1	目標設定	200
2010/02/02 15:23:59	PCアクセス	1
2010/02/14 03:33:18	PCアクセス	1
合計(ボーナスポイント含まず)		402

• 6096 さん

取得日時	トリガー	加算ポイント
2010/1/18	目標設定	200
2010/2/1	目標設定	200
合計(ボーナスポイント含まず)		400

アクセスは主に PC から行われていることが確認できた。但し、詳細は後述とするが、ヒアリングの結果から、PC 画面を利用時は、比較的エネルギーを使用していない時間が多く、リアルタイムに何が無駄な電気を利用しているかはわかりづらいとの実証参加者からの意見であった。

(b) 1ヶ月の貢献度(商用電力のみ使用した場合との比較)を入居者が予測できる。

① 各住戸の電気使用量比較および実証住戸の予測画面一例

以下のグラフを1週間毎に全ての実証参加者の電気使用量を比較しながらの見える化を実施した。

【各住戸電気使用量状況確認】

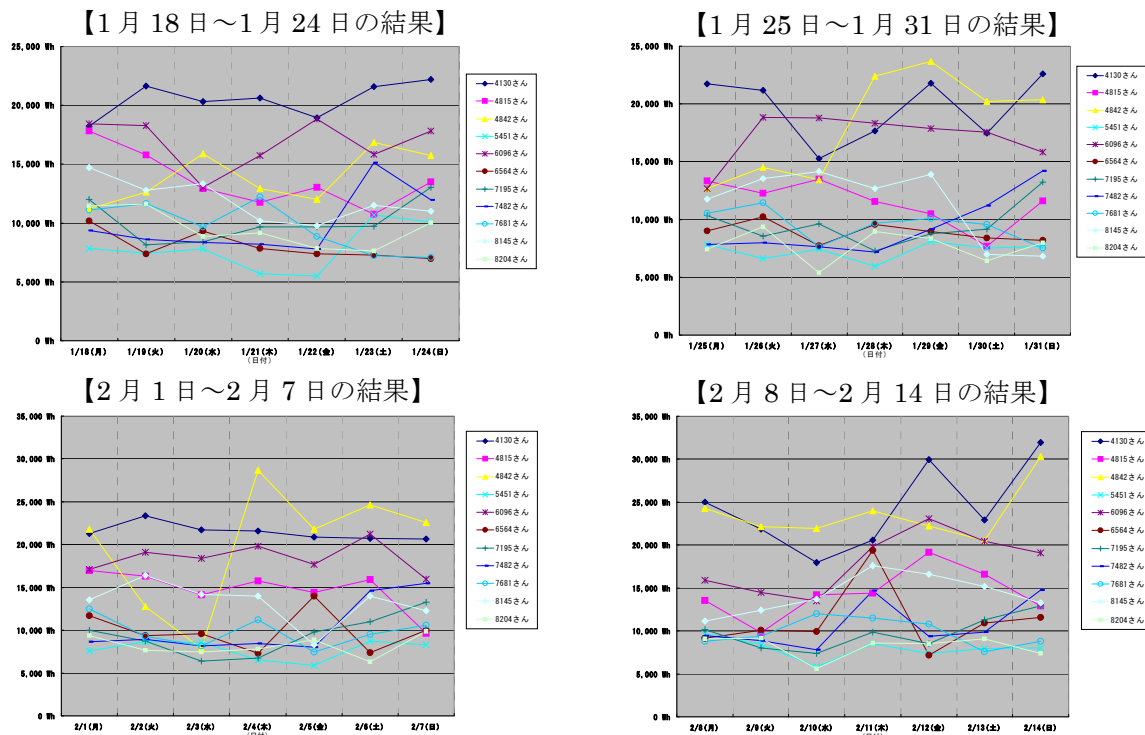
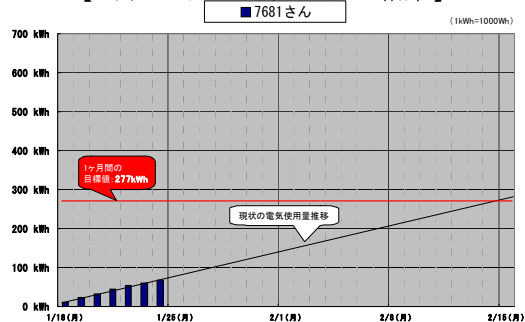


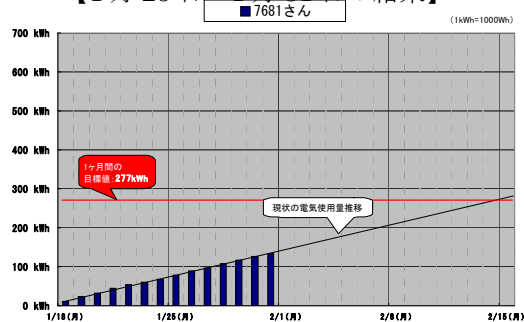
図 6-36 各住戸電気使用量状況

【各住戸の予測画面】

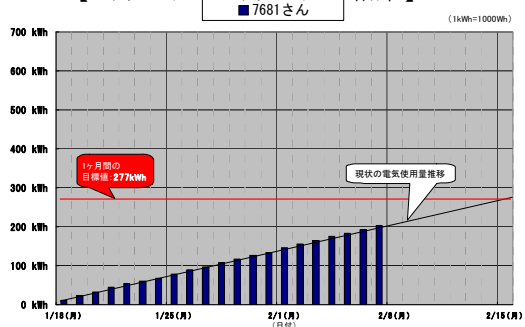
【1月18日～1月24日の結果】



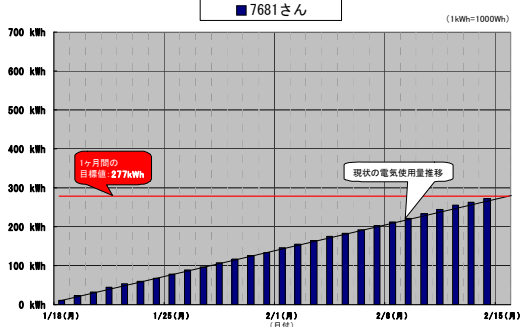
【1月25日～1月31日の結果】



【2月1日～2月7日の結果】



【2月8日～2月14日の結果】



— : 目標値、 — : 予測ライン

図 6-37 各住戸の予測画面

②【実証参加者の1週間単位での電気使用量の推移】

● 1月18日～2月24日：第1週

	1/18(月)	1/19(火)	1/20(水)	1/21(木)	1/22(金)	1/23(土)	1/24(日)	総計
4130 さん	18,233 Wh	21,631 Wh	20,313 Wh	20,636 Wh	18,965 Wh	21,604 Wh	22,192 Wh	143,574 Wh
4815 さん	17,804 Wh	15,803 Wh	12,921 Wh	11,777 Wh	13,035 Wh	10,726 Wh	13,477 Wh	95,543 Wh
4842 さん	11,211 Wh	12,647 Wh	15,871 Wh	12,941 Wh	12,006 Wh	16,830 Wh	15,714 Wh	97,220 Wh
5451 さん	7,838 Wh	7,450 Wh	7,807 Wh	5,728 Wh	5,506 Wh	10,692 Wh	10,100 Wh	55,121 Wh
6096 さん	18,430 Wh	18,272 Wh	13,018 Wh	15,711 Wh	18,852 Wh	15,852 Wh	17,842 Wh	117,977 Wh
6564 さん	10,197 Wh	7,397 Wh	9,321 Wh	7,823 Wh	7,383 Wh	7,281 Wh	6,952 Wh	56,354 Wh
7195 さん	12,004 Wh	8,159 Wh	8,380 Wh	9,682 Wh	9,680 Wh	9,748 Wh	13,021 Wh	70,674 Wh
7482 さん	9,377 Wh	8,617 Wh	8,346 Wh	8,182 Wh	7,774 Wh	15,121 Wh	11,968 Wh	69,385 Wh
7681 さん	11,075 Wh	11,679 Wh	9,674 Wh	12,195 Wh	8,842 Wh	7,215 Wh	7,061 Wh	67,741 Wh
8145 さん	14,718 Wh	12,774 Wh	13,333 Wh	10,177 Wh	9,787 Wh	11,511 Wh	11,001 Wh	83,301 Wh
8204 さん	11,460 Wh	11,607 Wh	8,842 Wh	9,164 Wh	7,817 Wh	7,617 Wh	10,009 Wh	66,516 Wh

● 1月25日～1月31日：第2週

	1/25(月)	1/26(火)	1/27(水)	1/28(木)	1/29(金)	1/30(土)	1/31(日)	総計
4130 さん	21,724 Wh	21,200 Wh	15,255 Wh	17,682 Wh	21,816 Wh	17,456 Wh	22,623 Wh	137,756 Wh
4815 さん	13,319 Wh	12,270 Wh	13,487 Wh	11,550 Wh	10,471 Wh	7,690 Wh	11,623 Wh	80,410 Wh
4842 さん	12,695 Wh	14,518 Wh	13,442 Wh	22,390 Wh	23,666 Wh	20,237 Wh	20,356 Wh	127,304 Wh
5451 さん	7,823 Wh	6,624 Wh	7,440 Wh	5,978 Wh	8,102 Wh	7,555 Wh	7,706 Wh	51,228 Wh
6096 さん	12,664 Wh	18,837 Wh	18,805 Wh	18,354 Wh	17,884 Wh	17,569 Wh	15,815 Wh	119,928 Wh
6564 さん	9,023 Wh	10,216 Wh	7,763 Wh	9,594 Wh	8,941 Wh	8,380 Wh	8,176 Wh	62,093 Wh
7195 さん	10,350 Wh	8,542 Wh	9,604 Wh	7,267 Wh	8,771 Wh	9,177 Wh	13,239 Wh	66,950 Wh
7482 さん	7,828 Wh	7,970 Wh	7,640 Wh	7,170 Wh	9,181 Wh	11,205 Wh	14,199 Wh	65,193 Wh
7681 さん	10,531 Wh	11,453 Wh	7,616 Wh	9,686 Wh	10,096 Wh	9,585 Wh	7,561 Wh	66,528 Wh
8145 さん	11,745 Wh	13,526 Wh	14,139 Wh	12,667 Wh	13,886 Wh	6,959 Wh	6,834 Wh	79,756 Wh
8204 さん	7,444 Wh	9,351 Wh	5,395 Wh	8,980 Wh	8,348 Wh	6,408 Wh	8,015 Wh	53,941 Wh

● 2月1日～2月7日：第3週

	2/1(月)	2/2(火)	2/3(水)	2/4(木)	2/5(金)	2/6(土)	2/7(日)	総計
4130 さん	21,295 Wh	23,324 Wh	21,722 Wh	21,556 Wh	20,893 Wh	20,753 Wh	20,663 Wh	150,206 Wh
4815 さん	16,999 Wh	16,340 Wh	14,099 Wh	15,781 Wh	14,440 Wh	15,911 Wh	9,627 Wh	103,197 Wh
4842 さん	21,771 Wh	12,786 Wh	7,868 Wh	28,647 Wh	21,811 Wh	24,608 Wh	22,579 Wh	140,070 Wh
5451 さん	7,597 Wh	8,688 Wh	8,555 Wh	6,546 Wh	5,881 Wh	8,725 Wh	8,323 Wh	54,315 Wh
6096 さん	17,077 Wh	19,118 Wh	18,352 Wh	19,775 Wh	17,709 Wh	21,206 Wh	15,970 Wh	129,207 Wh
6564 さん	11,679 Wh	9,386 Wh	9,616 Wh	7,288 Wh	14,020 Wh	7,383 Wh	10,021 Wh	69,393 Wh
7195 さん	9,994 Wh	8,702 Wh	6,360 Wh	6,710 Wh	9,769 Wh	10,998 Wh	13,248 Wh	65,781 Wh
7482 さん	8,643 Wh	8,936 Wh	8,148 Wh	8,443 Wh	8,016 Wh	14,635 Wh	15,496 Wh	72,317 Wh
7681 さん	12,492 Wh	9,325 Wh	8,199 Wh	11,182 Wh	7,464 Wh	9,519 Wh	10,603 Wh	68,784 Wh
8145 さん	13,590 Wh	16,421 Wh	14,220 Wh	14,014 Wh	8,292 Wh	13,989 Wh	12,269 Wh	92,795 Wh
8204 さん	9,361 Wh	7,636 Wh	7,437 Wh	7,824 Wh	8,857 Wh	6,344 Wh	9,869 Wh	57,328 Wh

● 2月8日～2月14日：第4週

	2/8(月)	2/9(火)	2/10(水)	2/11(木)	2/12(金)	2/13(土)	2/14(日)	総計
4130 さん	24,993 Wh	21,877 Wh	17,973 Wh	20,591 Wh	29,925 Wh	22,904 Wh	31,968 Wh	170,231 Wh
4815 さん	13,549 Wh	9,771 Wh	14,176 Wh	14,429 Wh	19,170 Wh	16,640 Wh	12,923 Wh	100,658 Wh
4842 さん	24,249 Wh	22,115 Wh	21,966 Wh	24,009 Wh	22,200 Wh	20,532 Wh	30,281 Wh	165,352 Wh
5451 さん	9,656 Wh	8,419 Wh	5,832 Wh	8,524 Wh	7,397 Wh	7,971 Wh	8,008 Wh	55,807 Wh
6096 さん	15,921 Wh	14,479 Wh	13,502 Wh	19,817 Wh	23,057 Wh	20,458 Wh	19,083 Wh	126,317 Wh
6564 さん	9,124 Wh	10,046 Wh	9,907 Wh	19,400 Wh	7,159 Wh	10,937 Wh	11,593 Wh	78,166 Wh
7195 さん	10,137 Wh	8,023 Wh	7,414 Wh	9,888 Wh	8,509 Wh	11,280 Wh	12,953 Wh	68,204 Wh
7482 さん	9,477 Wh	8,842 Wh	7,791 Wh	14,695 Wh	9,378 Wh	9,889 Wh	14,788 Wh	74,860 Wh
7681 さん	8,838 Wh	9,370 Wh	11,971 Wh	11,523 Wh	10,780 Wh	7,578 Wh	8,837 Wh	68,897 Wh
8145 さん	11,162 Wh	12,442 Wh	13,686 Wh	17,603 Wh	16,643 Wh	15,170 Wh	13,289 Wh	99,995 Wh
8204 さん	9,076 Wh	9,152 Wh	5,628 Wh	8,562 Wh	8,530 Wh	9,098 Wh	7,349 Wh	57,395 Wh

③【気候変動による外的要因について】

日付	曜日	天気	最高 気温	最低 気温	平均	最高 気温	最低 気温	日付	曜日	天気	最高 気温	最低 気温
2009/1/19 (月)		晴れ	15.0	4.9	1月18日	9.5	2.0	2010/1/18 (月)		晴れ	8.6	2.1
2009/1/20 (火)		曇り	9.0	5.9	1月19日	9.5	1.9	2010/1/19 (火)		晴れ	12.9	1.7
2009/1/21 (水)		晴れ	8.9	5.3	1月20日	9.5	1.9	2010/1/20 (水)		晴れ	16.9	6.0
2009/1/22 (木)		曇り	7.1	4.6	1月21日	9.5	1.8	2010/1/21 (木)		晴れ	17.5	7.2
2009/1/23 (金)		晴れ	14.4	6.9	1月22日	9.4	1.8	2010/1/22 (金)		晴れ	9.6	4.0
2009/1/24 (土)		晴れ	11.3	4.2	1月23日	9.4	1.8	2010/1/23 (土)		晴れ	9.2	2.8
2009/1/25 (日)		晴れ	9.8	2.3	1月24日	9.4	1.8	2010/1/24 (日)		晴れ	10.0	2.6
第1週平均			10.8	4.9		9.5	1.9				12.1	3.8
2009/1/26 (月)		晴れ	10.6	1.4	1月25日	9.4	1.7	2010/1/25 (月)		晴れ	14.5	2.6
2009/1/27 (火)		晴れ	10.7	4.2	1月26日	9.4	1.7	2010/1/26 (火)		晴れ	10.1	4.5
2009/1/28 (水)		晴れ	9.0	4.7	1月27日	9.4	1.7	2010/1/27 (水)		曇り	12.3	1.6
2009/1/29 (木)		晴れ	10.8	7.2	1月28日	9.4	1.7	2010/1/28 (木)		晴れ	15.2	5.6
2009/1/30 (金)		雨	10.9	8.3	1月29日	9.3	1.7	2010/1/29 (金)		晴れ	11.6	6.9
2009/1/31 (土)		曇り	8.9	5.9	1月30日	9.3	1.7	2010/1/30 (土)		晴れ	12.2	5.1
2009/2/1 (日)		晴れ	10.5	5.4	1月31日	9.3	1.7	2010/1/31 (日)		晴れ	12.0	7.0
第2週平均			10.2	5.3		9.4	1.7				12.6	4.8
2009/2/2 (月)		晴れ	8.0	3.6	2月1日	9.3	1.7	2010/2/1 (月)		雨	9.1	0.6
2009/2/3 (火)		晴れ	13.8	4.2	2月2日	9.3	1.7	2010/2/2 (火)		曇り	7.5	1.0
2009/2/4 (水)		晴れ	9.8	6.0	2月3日	9.4	1.8	2010/2/3 (水)		晴れ	6.5	0.6
2009/2/5 (木)		晴れ	9.4	4.8	2月4日	9.4	1.8	2010/2/4 (木)		晴れ	6.5	-0.3
2009/2/6 (金)		晴れ	11.5	5.2	2月5日	9.5	1.9	2010/2/5 (金)		晴れ	9.1	0.6
2009/2/7 (土)		晴れ	10.1	4.2	2月6日	9.5	1.9	2010/2/6 (土)		晴れ	6.9	0.2
2009/2/8 (日)		晴れ	11.3	4.2	2月7日	9.6	2.0	2010/2/7 (日)		晴れ	8.8	0.5
第3週平均			10.6	4.6		9.4	1.8				7.8	0.5
2009/2/9 (月)		曇り	7.7	4.0	2月8日	9.7	2.1	2010/2/8 (月)		晴れ	9.7	2.3
2009/2/10 (火)		晴れ	14.0	4.6	2月9日	9.8	2.1	2010/2/9 (火)		晴れ	19.7	5.1
2009/2/11 (水)		曇り	8.2	5.6	2月10日	9.8	2.2	2010/2/10 (水)		曇り	13.1	5.6
2009/2/12 (木)		晴れ	14.5	4.4	2月11日	9.9	2.3	2010/2/11 (木)		曇り	5.7	2.1
2009/2/13 (金)		曇り	17.2	5.8	2月12日	10.0	2.4	2010/2/12 (金)		曇り	4.7	2.1
2009/2/14 (土)		晴れ	23.7	14.4	2月13日	10.0	2.4	2010/2/13 (土)		曇り	3.8	1.3
2009/2/15 (日)		曇り	14.9	11.0	2月14日	10.0	2.5	2010/2/14 (日)		晴れ	7.5	0.6
第4週平均			14.3	7.1		9.9	2.3				9.2	2.7
日本気象協会「過去の天気(東京)」資料より					気象庁資料より(東京)			日本気象協会「過去の天気(東京)」資料より				

省エネ行動の指針として有効そうな面もあるが、下記の問題点も把握された。

- a) ③の表から、第1週平均と第2週平均の気温に関する外的要因の効果により、住宅内で使用される電気量が相対的に減っているが、第3週以降の気温の大幅な変動により、電気使用量の増大が確認できる(②の表参照)。気温の大幅な変動があった為、見える化の効果の縮小、及びポイントランキングや他の住戸の使用量比較の効果に関する検証が不十分な結果となった。
- b) 事前ヒアリングで7195さんは、昨年までは、共働きであった家庭が、子供が生まれたため、見える化の行動は非常に大きかったにもかかわらず、目標値に達することができなかった。また、事後ヒアリングで4130さんは、今年子供が高校受験のため、日中から勉強のために在宅し、夜遅くまでも勉強していたため、エコ行動の意識をもっていても、目標値に達することができなかった。

上記、a)、b)の内容より、使用エネルギー削減の目標を立てたとしてもライフスタイルの変化により、目標値設定や予測が役に立たないことが確認できる。

(c) 前日、前月との電力削減量の比較が可能

全戸比較画面とは別に、参加世帯毎の専用ページで、(図 6-38) のように前日・前月の電力使用量を Web 画面より比較を自ら行うことができた。

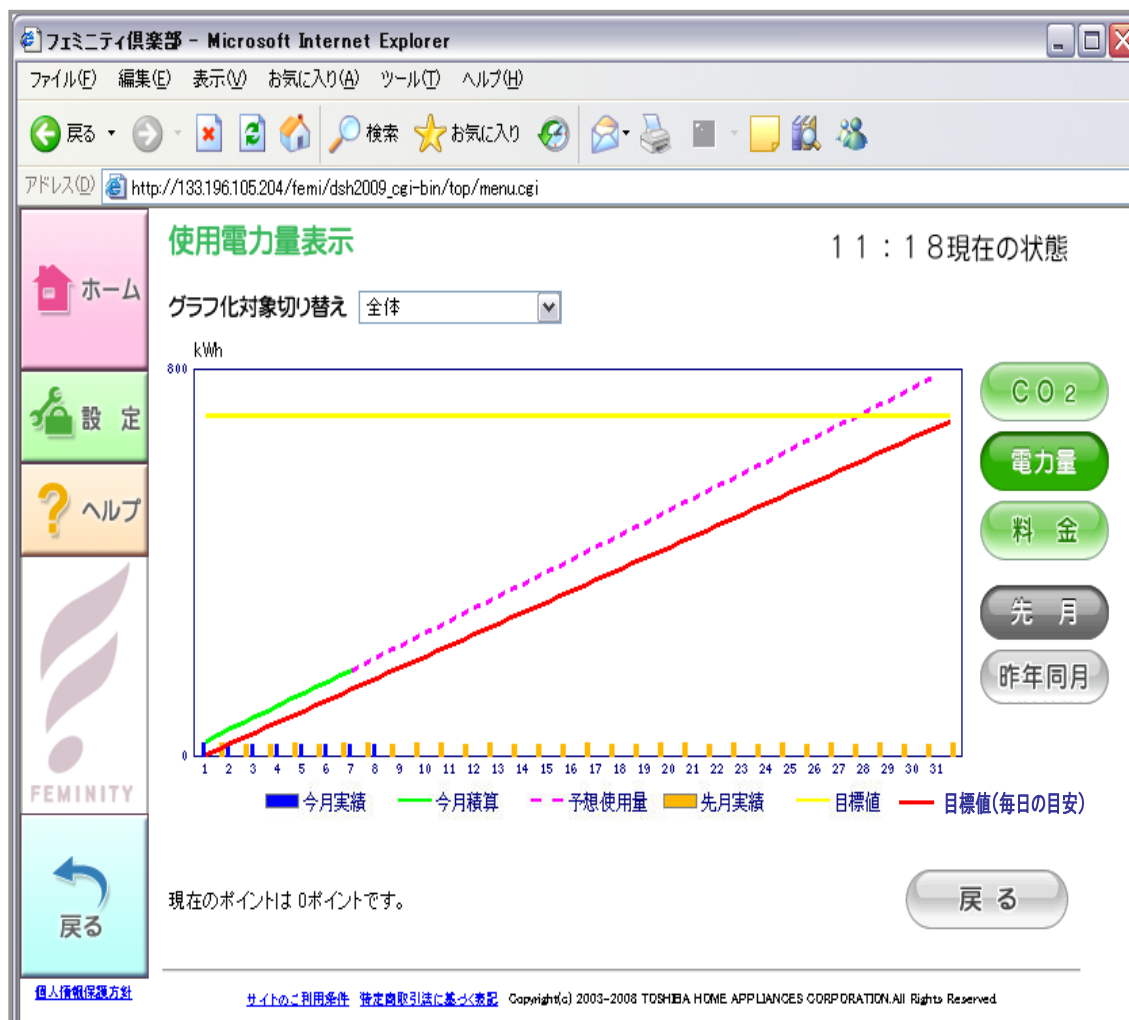


図 6-38 電力使用量比較画面

実証参加者の画面について、先月実績・今月実績（本実証での先月実績は、昨年同月の電気使用量を元に 1 月分の電気使用量を 1 日ごとに均等分配した数値とした。）のグラフメモリが小さすぎる為、ほとんど利用することはなかったとの参加者の回答を得た。先月・今月の実績データは、比較し易い画面であることが重要であり、比較が確認できない場合は有効でないことが確認できた。

(d) 物件のポータルサイト（専有住戸内の IT ゲートウェイ装置）を利用したマンション
入居者間の電力見える化に付随したサービスの検証

① IT エアコンの設置に関する検証

順位	ニックネーム	削減率	見える化のみの ポイント総数	付与ポイント 総数	前年度電力 使用量	実証期間中電力 使用量
1	7681 さん	12%	204 pt	1104 pt	308.0	272.0
2	6564 さん	16%	9 pt	909 pt	318.5	266.0
3	4842 さん	15%	3 pt	903 pt	620.0	529.9
4	5451 さん	18%	1 pt	901 pt	262.5	216.5
4	4815 さん	13%	1 pt	901 pt	436.5	379.8
6	7195 さん	9%	65 pt	465 pt	298.0	271.6
7	7482 さん	9%	29 pt	429 pt	310.0	281.8
8	8145 さん	1%	7 pt	407 pt	359.5	355.8
9	4130 さん	6%	4 pt	404 pt	638.5	601.8
10	8204 さん	3%	2 pt	402 pt	242.5	235.2
11	6096 さん	-5%	0 pt	400 pt	470.5	493.4

※上記の□ が IT エアコン設置住戸。

上表のように IT エアコンが設置されている実証参加住戸では、見える化のための行動が多いような印象があるが、IT エアコンを作動させたログは一切確認できなかった。また、ヒアリングから、実証参加のために唯一実証のために IT エアコンを設置した住戸では、エアコンを一切利用しないで実証に参加したとの回答があった。実証の結果から判断できることは、自ら省エネのための行動を PC 経由ないし携帯電話を利用したの制御は実施することはない。また、気候変動の影響を受けたにも関わらず、ほとんどの実証参加住戸で、目標値に近い削減率を達成できていることを考えると、エアコン本体のリモコン等で行動することの方が多いと想定される。

② 実証参加中のエコアドバイスに関する検証

「実証対象世帯のエネルギー利用実態を踏まえたアドバイスで、省エネが進むかどうか」を検証した。

アドバイスは、2 回実施している。

a) 1 回目のアドバイスは、1 月 21 日に実証参加ごとのアドバイス。

事前調査時に現在使用している家電製品の詳細を把握し、それらの家電を中心に、アドバイスを実施。

(以下、実際のアドバイス内容の抜粋参照。)

〇〇様

今回、グランフォート洗足池スマートハウス実証プロジェクトにおいて個別の住戸内実証実験にご参加・ご協力いただきありがとうございます。

本メールは、実証実験開始前にアンケートにご回答いただいた中で、現在利用されている機器について、簡単ではありますが、参考の試算結果をお送りさせていただいております。

今後のご参考にご利用ください。

対象の機器は、エアコン・冷蔵庫・テレビとなっております。

今お使いのエアコン、冷蔵庫、テレビを、最新の省エネタイプのものに買い替えた場合の効果を試算した結果です。

数字は左から、年間の削減消費電力量、削減電気代、削減 CO2 排出量

エアコン（三菱電機製） 85kWh、1,870 円、38kg

エアコン（ダイキン製） 240kWh、5,280 円、108kg

エアコン（シャープ製） 590kWh、12,980 円、267kg

冷蔵庫 513～623kWh、11,286～13,706 円、232～282kg

テレビ 180kWh、3,960 円、82kg

合計 1,608～1,718kWh、35,376～37,796 円、727～777kg

○エアコン三菱電機製 MSZ-28LM-W 及びシャープ製 AY-P22XC の登録がデータベースになかったため、それぞれ 2007 年三菱電機製 2.8kW・品番不明、2001 年シャープ製 2.2kW・品番不明にて試算

○テレビは、品番 RM-543 の登録がデータベースになかったため、また、画面サイズ不明のため、ブラウン管 26 型以上・品番不明にて試算
また、液晶テレビ 26V 型に買替として試算

* 一定の条件を想定した値のため、実際とは異なる場合があります

* 買い替える機器の大きさは、現在と同じとして試算

* 省エネ製品買換ナビゲーション“しんきゅうさん”による試算

買換えの際は、店頭やカタログに表示されている「統一省エネラベル」の星の数をチェックしてください。星の数が多い機種ほど省エネタイプです。

上記のアドバイスを確認したのは、11 戸中、5 戸。ヒアリングの結果から、アドバイスとグラフで目標値に達成したいとの思いから、実際にテレビを買い換えた参加者がいた。実際使用している家電製品の具体的なアドバイスと見える化の効果によるエコ賞品への買換え需要が存在することが確認できた。

b) 2 回目のアドバイスは、1 月 28 日に共通のアドバイス。

事前調査時に現在使用している家電製品の詳細を把握し、それらの家電を中心に、アドバイスを実施。

本アドバイスでは、エコ行動を中心としたものを実施。

(以下、実際のアドバイス内容。)

グランフォート洗足池スマートハウス実証PJにおいて住戸内実証実験にご参加・ご協力頂きありがとうございます。

今回、電力の消費量が多い家庭内機器等についてそれぞれ 2 つの省エネの方法をお伝えします。是非、やってみて下さい。

冷蔵庫とテレビの 2 番目の省エネ方法は、一度設定するだけでずっと省エネができる方法です。毎日こまめにやるのは面倒だという方にもお勧めです。

エアコン

①スイッチを、出かける直前、寝る直前ではなく、15 分前にオフにする。

②フィルターを掃除する。

(掃除機でほこりを吸い取ってください。汚れがひどい時はシャワー水で流し、よく乾かしてから取り付けて下さい)

冷蔵庫

①庫内の設定温度を「中」または「弱」にする。

(冬場は「中」または「低」の設定で問題ありません。設定温度のスイッチは、庫内の側面、奥、扉等にありますが)

②冷蔵庫の両側が壁にぴったり付いている場合は、少し壁から離す。

テレビ

①できるだけつけている時間を減らす。

(家に帰るととりあえずつける、時計代わり、音だけ聞いている、なんとなくつけてある、をやめてみては如何でしょうか?)

②画面の明るさを少し暗くする、節電機能を設定する。

(画面は明るいと消費電力が増えます。また最近購入されたテレビには、多くの節電機能があります。取扱説明書の「省エネ設定」「節電設定」等をご覧ください)

その他

①温水洗浄便座：便座暖房と温水の設定温度を下げる、節電設定が出来る機種は設定する等。

②昼間と夜間の電力：利用目的により電気を使う時間帯をシフトする。

上記のアドバイスを確認したのは、11 戸中、3 戸。

本アドバイスは、期間中の 1 月終わりに実施し、2 月以降の使用エネルギー量を確認することでアドバイスによるエコ行動を検証しようとしたが、前述の通り、気候変動の外的要因による使用電気量の大幅な増大したため確認ができなかった。

③ ワンクリックアンケートに関する検証

実証期間中のポータルサイトにおいて、環境に関するアンケートを8回実施した。
以下、アンケート結果および回答数の推移等を確認した。

期間： 2010年1月18日(月)～1月24日(日)

テーマ： 2020年までに、1990年に比べてCO2 25%削減は、達成できると思いますか。

no	回答	回答数	%
1	達成できると思う	58	40%
2	達成できないと思う	57	39%
3	どちらともいえない	30	21%
合計		145	100%

期間： 2010年1月25日(月)～1月28日(木)

テーマ： CO2 25%削減目標達成のために、どのように努力をしますか。

no	回答	回答数	%
1	今の生活に変化があっても、努力する	27	34%
2	今の生活は変えない範囲で、できることを行う。	48	60%
3	何も行わない。	5	6%
合計		80	100%

期間： 2010年1月29日(金)～1月31日(日)

テーマ： CO2 25%削減目標達成のために、どのような努力が必要だと思いますか？

no	回答	回答数	%
1	こまめに消灯やコンセントを抜く	13	25%
2	多少値段が高くても、省エネ型の製品を購入	14	27%
3	暖(冷)房を低(高)く設定	16	31%
4	電気機器のタイマー機能をよく使用	2	4%
5	冷蔵庫の扉をすぐ閉める	3	6%
6	極力夜間電力を使用	4	8%
7	何も行う必要がない	0	0%
合計		52	100%

期間： 2010年2月1日(月)～2月4日(木)

テーマ： CO2 25%削減目標達成のために、エコポイントは有用だと思いますか？

no	回答	回答数	%
1	とても有用である	4	17%
2	有用である	13	57%
3	どちらともいえない	4	17%
4	あまり有用でない	2	9%
5	有用でない	0	0%
合計		23	100%

期間： 2010年2月5日(金)～2月7日(日)

テーマ： 自然エネルギーを使うとしたら、何がよいですか。

no	回答	回答数	%
1	太陽光発電	22	76%
2	太陽熱利用	0	0%
3	風力発電	1	3%
4	水力発電	0	0%
5	地熱発電	0	0%
6	燃料電池	4	14%
7	天然ガスコージェネレーション	2	7%
合計		29	100%

期間： 2010年2月8日(月)～2月9日(火)

テーマ： 電力使用量の「見える化」に対しお金を払う場合、どのような支払形態がよいですか。

no	回答	回答数	%
1	機器の初期費用を支払い、月々の利用が無料の形態	14	39%
2	機器をレンタルし、月々の利用料を支払う形態	7	19%
3	機器の初期費用を一部支払い、月々の利用料を支払う形態	3	8%
4	支払いたくない	12	33%
合計		36	100%

期間： 2010年2月10日(水)～2月11日(木)

テーマ： エアコン以外の機器について、省エネ運転ができるとしたら、どの機器がよいですか。

no	回答	回答数	%
1	冷蔵庫	4	29%
2	照明	2	14%
3	テレビ	5	36%
4	洗濯機	1	7%
5	エアコンのみでよい	2	14%
合計		14	100%

期間： 2010年2月12日(金)～2月14日(日)

テーマ： いくらくらいであれば、電気自動車を購入したいと思いますか。

no	回答	回答数	%
1	200万円未満	52	58%
2	200万円以上～300万円未満	23	26%
3	300万円以上～500万円未満	0	0%
4	いくらでも購入したい	2	2%
5	いくらでも購入したくない	5	6%
6	ハイブリット自動車を購入したい	7	8%
合計		89	100%

本アンケートは、ポータルサイトへのリピーターを獲得するための手法として導入したが、アンケート実施期間がテーマによってばらつきがあり、断定はできないが、アンケートの回答数から、アンケートのテーマ（すなわち回答者の興味）によって回答の可否が決定されていると考えられる。

④ エコ知恵袋に関する検証

**知って得するeco知恵袋**<更新:02/06 17:10>

エコに関して盛り上がりましょう！皆さんの思うエコに「役立つ」「知ると得する」質問や回答をお待ちしております。



どう違うのでしょうか

➡ 農薬をあまり使わないっていう意味で有機栽培、有機農作物、オーガニック野菜というし...

ネクタイっていらないのでは

➡ 夏はネクタイ等のクールビズが習慣化されてきたのですが、夏以外でもやってみたら思う...

油のついた皿の処理

➡ 油のついた皿をそのまま洗うとその油が下水に流れてしまいエコには良くないと思うので...

以下、質問タイトルを一覧表示する。

表 6-11 質問タイトル

書込み日時	No	区分	質問タイトル	回答数
2010/1/17 13:35	1	省エネ家電	PCの消費電力	2
2010/1/17 13:36	2	補助金	エコカー減税	5
2010/1/18 19:05	3	エコ材料	エコなんだとは思いますが...	2
2010/1/18 19:19	4	エコ食材	オーガニック野菜を使ってエコにつなげたい	3
2010/1/18 19:21	5	省エネ家電	エコ電化製品教えて	2
2010/1/18 19:29	6	省エネ家電	パソコンを買い換えたいのですが	2
2010/1/18 19:58	7	エコ食材	もったいないパスタの茹で汁	2
2010/1/19 13:03	8	空調器具	身体に優しい暖房法を教えてください！	1
2010/1/22 10:35	9	給湯	ガス給湯器の温度設定	3
2010/1/22 11:43	10	エコポイント	エコポイント手続き	1
2010/1/23 18:00	11	エコ材料	「エコ箸」実際どう思いますか？	5
2010/1/26 11:16	12	エネルギー媒体	オール電化...迷ってます	1
2010/1/27 11:54	13	エコ材料	ペットボトルや缶ジュース、普段の飲みもの	3
2010/1/27 17:39	14	その他	ecoかどうか分からないと	1
2010/1/28 9:20	15	エコ材料	私のエコ活動...たいそうなものではないですが	1
2010/1/28 9:29	16	エコ材料	エコタイヤって...？	3
2010/1/28 9:43	17	空調器具	ずばり！冬場の暖房器具で一番省エネになるのは？	1
2010/1/28 12:02	18	LED	LED電球の明るさは蛍光灯と比べるとどの程度違うのですか？	1
2010/1/28 13:52	19	省エネ家電	待機電力って皆さん意識していますか？	1
2010/1/28 15:41	20	リサイクル	放置自転車減らすと	2
2010/1/28 16:48	21	LED	電気型蛍光灯ってエコにつながらないの？	1
2010/1/28 20:57	22	CO2削減	なぜ二酸化炭素は悪玉？	2
2010/1/28 20:58	23	エコ食材	マーガリンとバター	3
2010/1/28 21:00	24	CO2削減	どっちも花粉には悪いけど	2
2010/1/28 21:03	25	エコ材料	食べられるお皿	1
2010/1/28 21:05	26	エコ材料	介護施設ではどうしてるの？	2
2010/1/28 21:06	27	リサイクル	肥料	2
2010/1/31 3:03	28	その他	製造エネルギーの「kcal」と、食品のエネルギー「kcal」と、体力の消費エネルギー「kcal」は何が違うのでしょうか？	2
2010/2/4 18:40	29	その他	ミミズって	1
2010/2/4 18:42	30	その他	ワンコを飼うと	1
2010/2/4 18:45	31	エコ材料	哺乳瓶について	1
2010/2/4 18:48	32	エコ材料	花粉症患者です	1
2010/2/5 10:28	33	その他	糞虫はどうしていなくなったの	1
2010/2/5 10:32	34	エコ食材	旬の野菜を食べるとエコにつながるのでは	2
2010/2/5 10:35	35	エコ食材	おいしいトマトを食べたい	1
2010/2/5 10:40	36	その他	ワンコのペットフード	2
2010/2/5 10:45	37	エコ食材	家庭菜園	0
2010/2/5 11:02	38	家庭菜園	家庭菜園	1
2010/2/5 17:01	39	リサイクル	生ゴミの処理って...	2
2010/2/5 17:03	40	エコ材料	皆様のご意見を伺いたいのですが	2
2010/2/5 17:05	41	リサイクル	ペットボトルの行き先は	2
2010/2/5 17:06	42	エコ材料	油のついた皿の処理	2
2010/2/5 17:09	43	クールビズ	ネクタイっていららないのでは	3
2010/2/5 17:10	44	エコ食材	どう違うのでしょうか	1

実証期間中に、質問した総数は、43（カウントは 44 であるが質問の重複があるため。）

上表の通り、ほとんどの質問についても回答され、コミュニケーションがとれていることが確認できた。

表 6-12 質問内容項目

区 分	質 問 数
エ コ 材 料	11
エ コ 食 材	7
省 エ ネ 家 電	4
リ サ イ ク ル	4
空 調 器 具	2
C O 2 削 減	2
L E D	2
補 助 金	1
エ コ ポ イ ン ト	1
エ ネ ル ギ ー 媒 体	1
給 湯	1
ク ー ル ビ ズ	1
そ の 他	6

上表の通り、質問する内容は、材料、食材、リサイクルなど、電気やエネルギーに関係ないものが半数を占めた。家電関連は、全体の 1/5 程度となった。食材や材料などについてのサービスについても可能性が確認できた。

6.3.3. 環境負荷低減効果の試算

新技術及び新サービス連携による CO2 排出量の半減

(1) 見える化による削減効果の試算

今回の実証では、前年同月比▲10%の省エネ目標値を当初から設定し、電力使用量の確認や削減量の達成度に応じてインセンティブを付与する方法で省エネ行動を実践いただいた。

この結果、11 世帯中 10 世帯が前年同月比より削減でき、全世帯平均 8%の省エネが達成され、今回のような電力使用量の見える化とインセンティブの組み合わせによる省エネ（CO2 排出削減）の効果が現実的であることが確認できた。

表 6-13 実証参加者電力削減結果

省エネ ランキング	実証参加者	前年電力使用量	実証期間中 電力使用量	削減率
1	7681	308.0	272.0	12%
2	6564	318.5	266.0	16%
3	4842	620.0	529.9	15%
4	5451	262.5	216.5	18%
4	4815	436.5	379.8	13%
5	7195	298.0	271.6	9%
6	7482	310.0	281.8	9%
7	8145	359.5	355.8	1%
8	4130	638.5	601.8	6%
9	8204	242.5	235.2	3%
10	6096	470.5	493.4	-5%
		4264.5	3903.8	8%

前年電力使用量は、2009 年の 1 月と 2 月の平均値より算出

(補足) 外部要因を排除した補正による削減効果の試算

本プロジェクトの実証期間における外部要因として気候の昨年比低下があった。

仮に気温による外部要因を排除した場合の補正数値を算出し、エコポイントの付与においての補正も勘案した場合。

実証順位	補正順位	実証参加者ID	補正電気使用量 (kwh)	前年電力 使用量 (kwh)	削減率	補正付与 ポイント数
1	1	7681	268.5	308.0	12.8%	1104pt
7	2	7482	269.2	310.0	13.2%	929pt
2	3	6564	236.9	318.5	25.6%	909pt
9	4	4130	562.7	638.5	11.9%	904pt
3	5	4842	449.0	620.0	27.6%	903pt
4	6	4815	351.9	436.5	19.4%	901pt
4	6	5451	212.7	262.5	19.0%	901pt
6	8	7195	275.2	298.0	7.6%	465pt
8	9	8145	326.1	359.5	9.3%	407pt
10	10	8204	240.9	242.5	0.7%	402pt
11	11	6096	475.8	470.5	-1.1%	400pt

※補正電気使用量の算出方法

1 月期間の第 1 週目・2 週目の電気使用量の和を 2 倍する。

補正付与ポイントは 10%削減者に 500 ポイント付与する。それに応じて順位も補正する。

補正による、削減率の平均は 13.3%となり、目標達成者の削減率平均は 18.5%となった。

(2) 集合住宅と戸建て住宅のエネルギー消費量の差異

マンション（集合住宅）は、従来の戸建て住宅に比べてエネルギー消費量が 2/3 程度といわれており、戸建て住宅を基準とした場合、マンションに居住しているだけで 30%以上の省エネ（平均比 36%）となることになる。下図参照

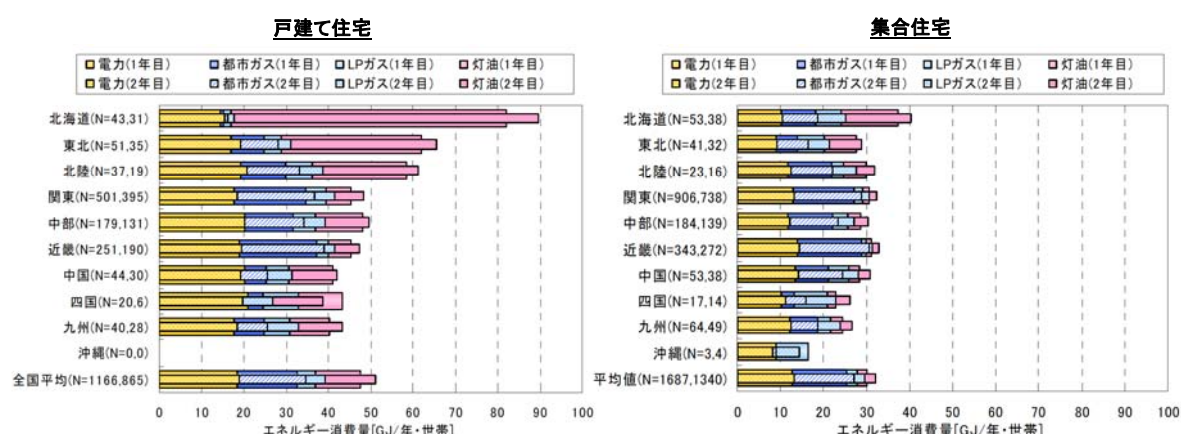


図 6-39 エネルギー種別・地域別の年間エネルギー消費量

アンケートによる住宅内エネルギー消費の実態と住まい方等に関する調査より集合住宅の形態的・構造的特性の他に世帯人数や延床面積などが影響し、全国平均では、戸建住宅が1年目 48GJ/世帯・年、2年目 49.4GJ/世帯・年、集合住宅が1年目 30.4 GJ/世帯・年、2年目 31.7GJ/世帯・年と、集合住宅が戸建住宅と比較し、6割程度となった。

(3) 共用部の電力削減量の試算

CO₂排出の半減には、さらに、太陽光発電や蓄電池、LED照明、高効率機器の活用による省エネも必要になる。本プロジェクトにおいては、共用照明の一部をLED照明に変更する事で、変更した部分において、約35%の電力使用量削減が実現できた。仮に共用部の全照明をLEDに変更した場合従来より約69%の電力使用量が実現できる試算となる。

(1)・(2)・(3)により見える化および、省エネが実現できる集合住宅への居住、共用部に太陽光発電や蓄電池の設置とLED照明化により、CO₂を半減できる試算となる。

6.3.4. サービスの市場性評価

(1) 利用者によるシステム・サービスの評価

電力使用量の見える化と Web サイト、2 つのシステム・サービスに対して、実証実験対象世帯および一般対象者に対して、アンケートを実施し市場性評価を行った。

(a) 見える化

①関心度

一般対象者においては、約 65%の対象者が、電力の見える化について関心があり、実証実験対象世帯においては、ほぼ全てのユーザーが関心を持っているとの結果が得られた。また、実証実験対象世帯においては、実証参加後も継続したいと考えていることがわかった。

②コスト負担

実証実験対象世帯において、約 90%のユーザーは見える化に対して、費用負担をしたくないと考えている。また、費用負担が必要な場合でも、低額な初期費用のみまたは、電気料金の削減可能額以下に設定することが必要との結果が得られた。

③表示機器

一般対象者のアンケート結果においては、表示機器としてパソコン約 34%、テレビ約 23%、専用モニター約 23%、携帯電話約 19%、という結果が得られた。

しかし、実証実験対象世帯の実証後アンケート及びグループインタビューでは、パソコンのみへの表示では、電気使用量の確認頻度が低くなるとの結果が得られた、

こまめな確認行為を促すためには、テレビや携帯電話、専用モニターなど、随時に簡単に確認できる表示機器が必要と考えられる。

④電力使用量以外の確認数値

一般対象者においては約 80%のユーザーが、電力以外にガス、水道、もしくは両方の使用量を確認したいとの結果が得られた。

実証実験対象世帯の事前アンケートにおいても、同様の結果が得られた。

しかし実証後のアンケートでは、ほぼ 100%の世帯がガスおよび水道両方の使用量確認を行いたいとの結果が得られた。

また、グループインタビューでも、電力使用量のみの表示では電力使用量の削減のために、ガス等のエネルギーが増える可能性が高いため、電力以外の数値を把握することにより、エネルギーの使い分けを行うことが可能との結果が得られた。

これは、電力使用量が数値として確認できたことにより、ユーザーの他数値への感心が高まったと考えられる。

⑤データの提供

約 70%の世帯は、信頼のおける事業者への提供を許容するとの結果が得られた。

提供先としては、電力・ガス・水道会社や国・地方自治体、警備会社などに加えて、家電メーカーやマンション管理会社も許容するとの結果が得られた。

一方で、金融機関や通信事業者、宅配会社などへの提供を許容する意見は少ないとの結果が得られた。

⑥自動制御

実証実験対象世帯の実証前アンケートにおいては、約 90%以上の世帯が、日常の快適性が損なわなければ機器の自動制御を受け入れられると回答。

一方実証後アンケートでは、約 50%の世帯が少しくらいであれば、日常の快適性が損なわれても、機器の自動制御を受け入れられると回答。

本実証により、機器の自動制御に対する意識変化が確認できた。

これは、電力使用量が確認できたことにより、ユーザーがどのような行動を行う必要があるのかわからないため、アドバイスや機器自身の行動が求められていると考えられる。

⑦外部からの操作（フェミニティ）

実証実験対象世帯において、外部からの様々の機能操作に関して、セキュリティチェックとしての使用はあるが、照明やエアコンの on/off の利用は、ユーザーにとってあまり必要でないとの結果が得られた。

⑧データの利用によるサービスの展開

データの 2 次利用としては、個別に最適の料金体系をアドバイスすることやエネルギー最適使用方法がわかるなどといった、個別アドバイスサービスの需要が見受けられる。しかし、各サービスへのランニングコストは無料であることが望まれている。

⑨表示内容

今回の実証実験においては、基本として電力使用量の表示をしていたが、実証参加者の約 80%は、実際に支払う事となる電気利用料金を確認することが、最も省エネ行動への意欲に繋がるとの結果が得られた。

⑩本実証実験への評価

実証参加者の 82%は、今回の実証に参加して省エネに繋がったと実感し、「見える化」による効果があると確認できた。

表 6-14 本実証実験への評価

参加する前よりも、省エネを意識するようになった	82%
電力使用量の「見える化」によって省エネ行動をしようと思った	91%

出所) 実証実験参加者を対象とする事前、事後アンケート

(b) Web サイト

①他の世帯との比較

他の世帯との比較については、実証参加者 8 割が賛成・反対の判断ができないとの結果が得られた。

また、グループインタビューでは、比較だけでなくどうしたら省エネになるかというアドバイスが必要との意見を得た。

②コンテンツ

WEB のコンテンツとしては、実証参加世帯 70%の世帯が省エネ達成度ランキングに興味を持ったのに対して、Web コミュニティ参加者の 60%の世帯はエコ知恵袋に興味を示したとの結果が得られた。

実際の実証参加者にとって、他世帯の利用状況を確認したいとの欲求があるためと考えられる。

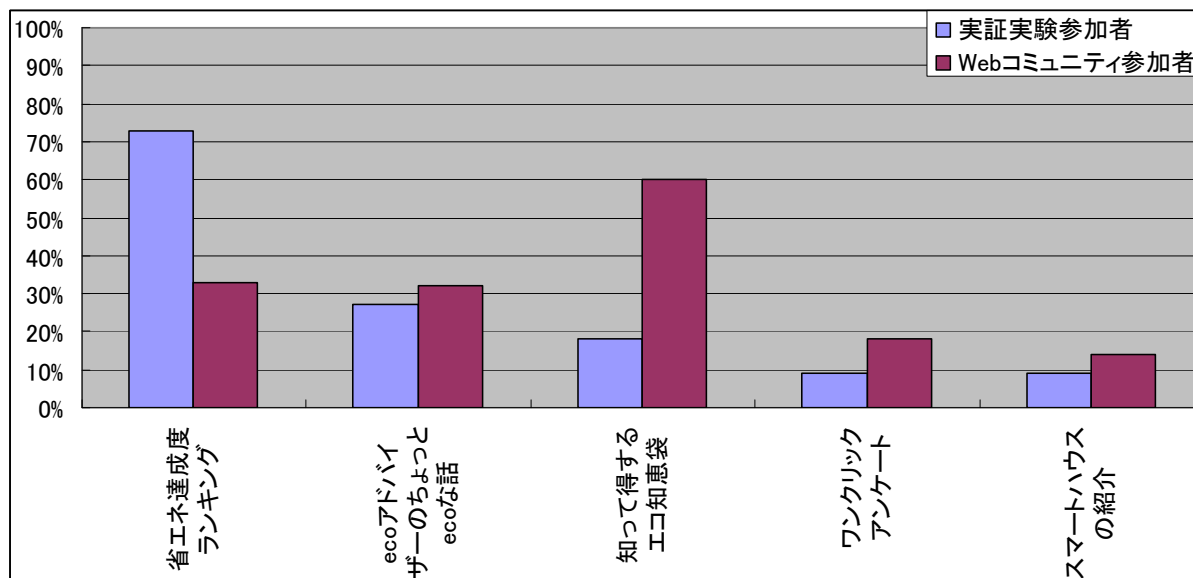


図 6-40 コンテンツの評価結果

(出所) 実証実験参加者を対象とする事前、事後アンケートおよび Web コミュニティ参加者(ファミリーネットジャパン提供サービス会員および外部ユーザ)を対象とするアンケート

6. 4. 実験結果の考察

6. 4. 1. アーキテクチャの適正性評価

(1) 実証システムの技術的な検証・評価

実証実験に必要な機器、システム一式の設置、稼動確認は、予定期間内に完了したが、下記の点を抜け漏れなく実施することが、既築マンションへの新エネ設備設置の際に重要かつ非常に労力のかかる業務であることが分かった。

(a) 機器の設置に関する規制のクリア（建築基準、消防法等）

- ① 太陽光パネルを設置することによる、日影規制の問題。
- ② 露出配線・配管が発生するため、消防法上の防火区画の問題があり、既存のPS等を有効活用するための、配線・配管ルート計画が重要となってくる。

(b) 組合の合意形成の手順

- ① 今回は、組合負担のない実証プロジェクトであったため、合意取得に困難を要さなかった。
- ② 通常は、組合の3/4合意取得の必要性があり、また、組合は、費用対効果を求めるため、初期費用に対しての回収率を重要視し、その合意形成には非常に時間と労力が必要となる。

(c) 設置時の問題（停電手配、お知らせ等）

- ① 既存の設備に機能を加えるため、その工事期間中における、既存設備への影響(設備導入工事に伴う停電による影響等)の可能性がある。
- ② 実際に今回の場合でも、数件、設備設置後に、既存機器の故障、トラブルが発生している。

6. 4. 2. 新規サービス創出の可能性

(1) 現有設備と新技術の連携による新しいサービスの創出

(a) データ利用について

フェミニティで収集した回路別のロードサーベイデータの扱いについて、70%の世帯は、信頼のおける事業者への提供を許容するとの結果が得られた。

このことは、世帯の属性を把握し、ヒット率を上げるといった新たなマーケティングへのロードサーベイデータの活用可能性を示すものと考えられる。

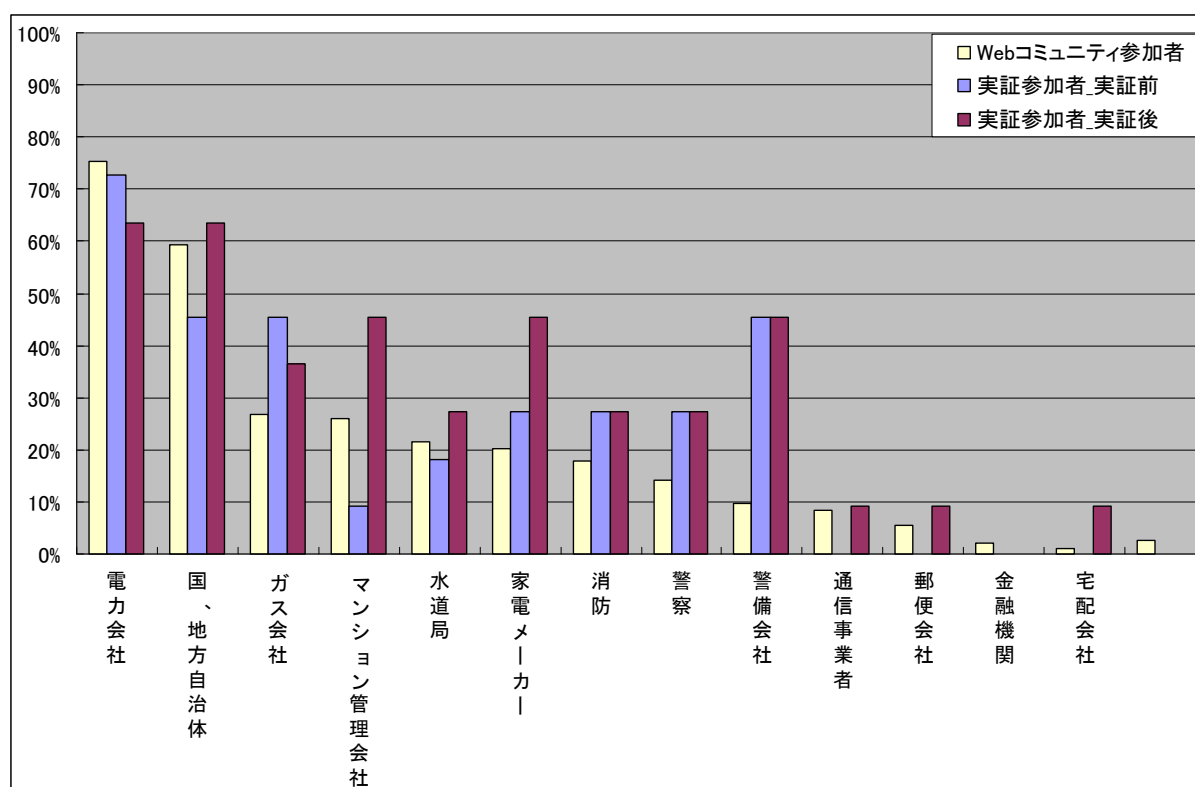


図 6-41 ロードサーベイデータの提供先として許容可能な事業者

(出所) 実証実験参加者を対象とする事前、事後アンケートおよび Web コミュニティ参加者(ファミリーネットジャパン提供サービス会員および外部ユーザ)を対象とするアンケート

(b) Web コンテンツについての示唆

電気使用量の見える化に付随して、どのような行動をすればいいかのアドバイスに対する要望・期待が非常に高かった。

ただし、このアンケートの対象者には偏りがある可能性があるため、他の割付をきちんとしているアンケート結果で検定する必要がある。

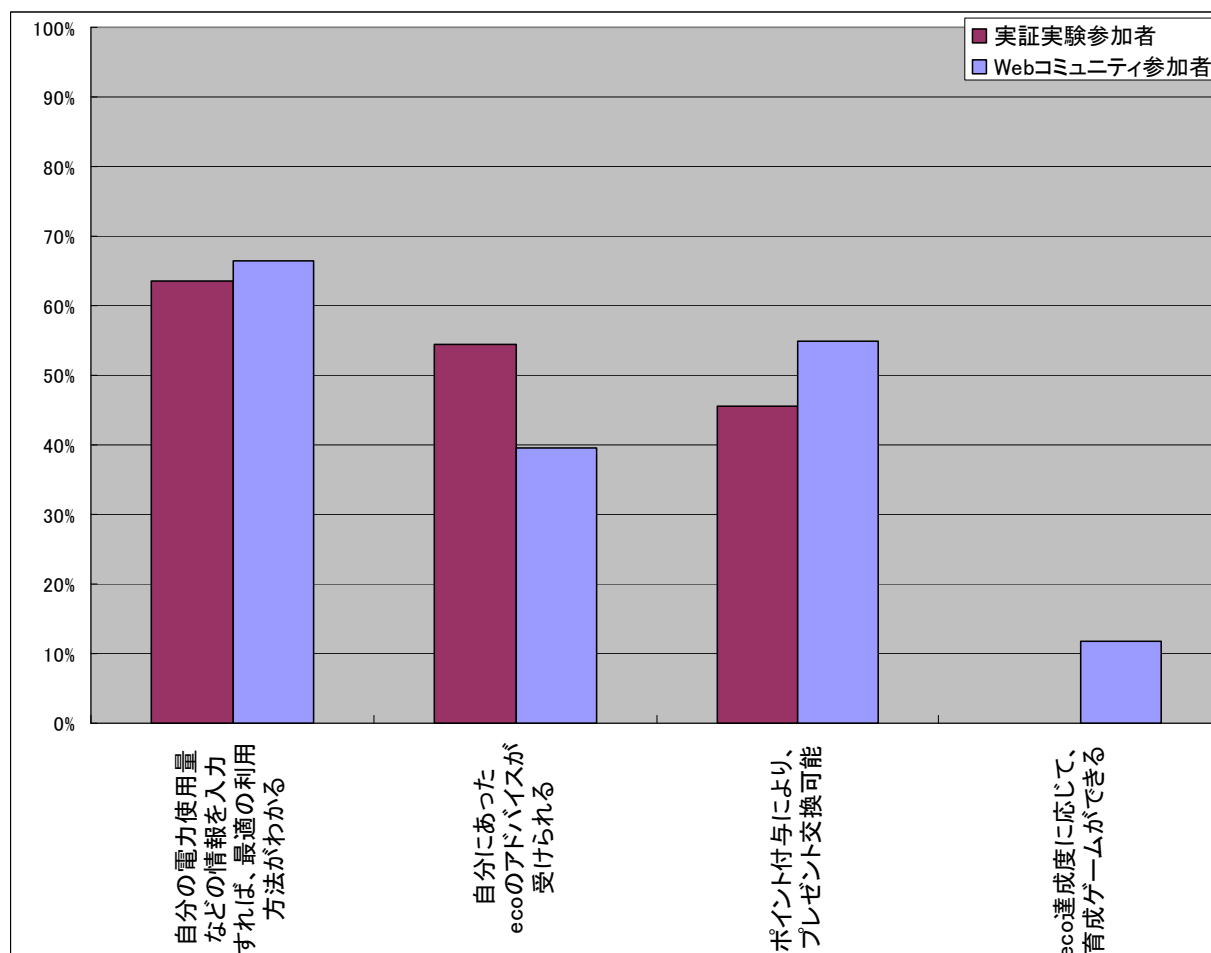


図 6-42 Webコンテンツの評価

(出所) 実証実験参加者を対象とする事前、事後アンケートおよびWebコミュニティ参加者(ファミリーネットジャパン提供サービス会員および外部ユーザ)を対象とするアンケート

6. 4. 3. 実用化、普及に向けた問題点、課題

(1) 建物共用部照明点灯における他の建物内電灯の連携(PVの電力の共用部照明への利用)の課題

(a) マンションにおける太陽光発電設備に関する問題点、課題

- 既築建物における太陽光発電設備の設置場所の問題点

⇒屋上設置のための防水保証に関する制約(設置のために防水部分の詳細な取決めが必要。

本実証対象の場合、防水層を保護するコンクリートを打設された部位があった為、検証の結果、設置できたが、通常は、防水材が露出されているケースが多いため、太陽発電の設置のために防水部分の施工を伴うことが確認できた。

- 太陽光発電の重量に関する問題点

⇒今回設置した太陽光発電設備は産業向けを使用しており、太陽光パネルを乗せる架台を含めて 40kg/m^2 の荷重がある。一般的なマンションの屋上床面の耐荷重設計は、 $100\sim 150\text{kg/m}^2$ であり、屋上に将来荷重のある設備等乗せる想定していない。今回の実証にあたり、構造計算を実施した結果、問題なしとの結論がでたので設置できた。既築建物においては、物件毎の構造計算が必須であることが確認できたが、いわゆる旧耐震設計で建築された建物においては、建物全体の構造補強が必要であり、その点が解決されなければマンションに対する太陽光発電普及できないという問題点が浮き彫りとなった。

- 中高層建物における途中階設置における影に関する問題点

⇒今回の設置場所は、上述の通り、防水を考慮して途中階(8階建ての建物の5階部分)となった。実証の数値等からも確認できる通り、午前中までは10時まで建物の影の影響を受けて発電されなかった。既築建物では、設置場所の制限により、実際に設置できる屋上部分がさらに狭められるという問題点が確認できた。

- 設置場所に関する問題点

⇒マンションは戸建てと比較すると太陽光が設置できる屋上部分が圧倒的に少ない。実証対象である本建物では、 22.5KW 出力までの太陽光発電設備しか設置できない可能性が高い。本物件は51戸なので、1戸当たりの出力は、 0.44KW であり、戸建て(3KW 出力と想定)と比較すると約14%程度となる。本問題は、全てのマンションに当てはまり、これを解決する方法は、太陽光発電の効率UPでしか想定できない。しかし、少ない設置面積で戸建てと同程度の出力能力をもった太陽光発電設備の開発可能かどうか、本実証では判断できない。

(b) 共用電力配線等に関する問題点、課題

- マンション内幹線の問題

⇒マンションは、敷地に対し、幹線引込みが1本しかできない。そのため、幹線から分岐されて、住宅用、共用電灯用、共用動力用と3つに分岐される。住宅用はさらに各住戸分に分岐され複雑な配線計画の設計となる。マンションにおいて太陽光発電を連携させ

る場合、各分岐への連携は系統連携の問題および逆潮流の問題になることが想定される。

- 共用電灯回路と共用動力回路の問題

⇒一般的なマンションでは、照明は共用電灯回路となっているが、上述のとおり、共用動力回路もマンションの配線が存在する。本実証では、LED 照明のみ、すなわち、電灯回路にのみ、太陽光発電および蓄電池を連携させなかったが、省エネルギー動力回路への連携も。特に共用動力回路に太陽光発電を連携させる場合は、動力で稼働せる設備は、エレベーターや機械式駐車設備など、短時間に高出力を必要とすることが多く、太陽光発電設備を直接連携させることには課題がある。

- マンション内住戸間連携の問題

⇒戸建て住宅のように住戸ごとに太陽光発電設備を設置することは、既築マンションにおいてほぼ不可能と想定される。また、区分所有として太陽光発電設備を設置した場合においても、発電された電力を各住戸に均等（区分所有法の概念で言えば、専有面積按分）に分配することは、現有設備では存在しない。住戸間に均等に分配させるには、住戸間の系統連携を解決するという課題がある。一つの太陽光設備と全住戸に対する均等分配を可能にするためには、電力メーターを含めた抜本的な技術革新が必要である。

(2) モニタリング、フィードバック上の課題

世帯のライフスタイルの変化や気温といった外部環境の変化により省エネ努力が不明確になるという課題も発見された。

モニタリングのみでは、利用者が情報を持て余すこととなり、適切に情報に対するアドバイスが必要であることが課題として確認された。

また、利用者にとっては電力使用量のような数値のデータでは実感がしにくく、電気料金など金額ベースの表示が必要である。そのため、正確な電気料金プランやタイムリーな電力使用量の情報が必要である。また、電力のみならず、ガスや水道も同様な数値および表示が、求められる。

そのため、各機関における情報開示手法が課題であることが確認できた。

(3) 専有部および共用部の見える化に付随したサービスの更なる充実

エネルギーモニタリングデータの可能な限りのリアルタイム性がサービス充実の課題である。

エネルギーモニタリングデータのフィードバックは、パソコンではアクセスする障壁が高すぎる。このため、居間のテレビ、時計といった普段目に付く場所に表示されるべきである。

実証実験参加者の 90%が専有部の見える化に関心を持っているのに対して、共用部への関心は 50%を以下である。

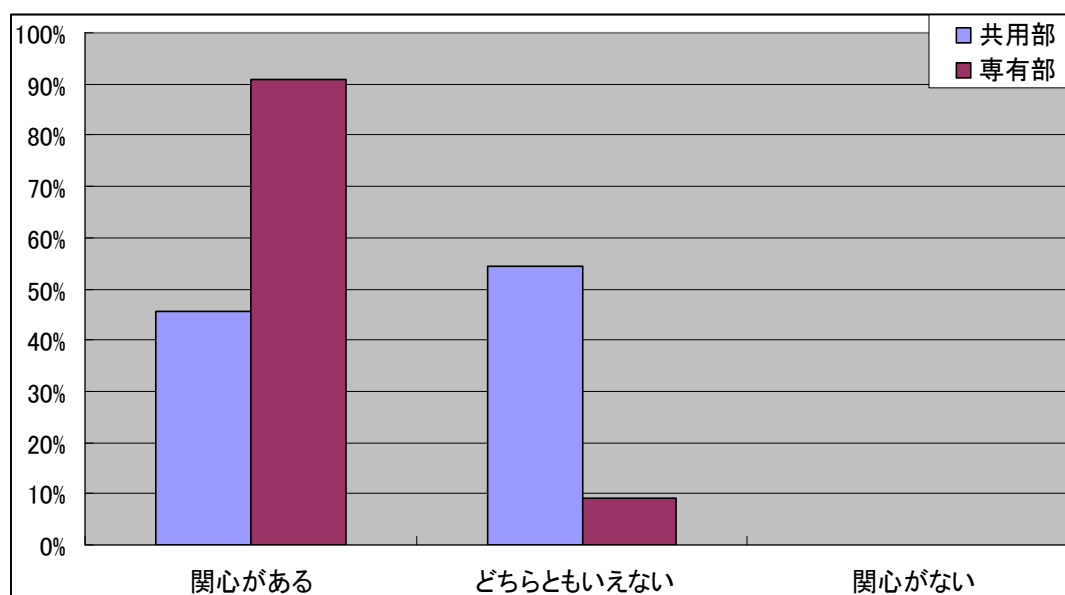


図 6-43 専有部および共用部の見える化に対する関心

(出所) 実証実験参加者を対象とする事前、事後アンケート

また、共用部で節約できた金額についても、修繕積立金として管理組合で運用するとの意見が 90%以上あり、専有部と共用部の考え方の違いが明らかとなった。

表 6-15 共用部で節約できた資金の運用

修繕積立金として管理組合で運用する	91%
各世帯へ均等に分配する	9%
省エネ達成度をランキング化し、順位に応じて各世帯に分配する	0%

(出所) 実証実験参加者を対象とする事前、事後アンケート

(4) 通信インフラ上の課題

警備会社は自社のネットワークのみに信頼性をおいているため、他のネットワークを利用できないため、ネットワークのラインが住戸内に複数混在する可能性を秘めている。

前記【6.4.2(1)(a)データ利用について】のマンション管理会社へのデータ提供を許容できるとの記述および、【(3)専有部および共用部の見える化に付随したサービスの更なる充実】の共用部に対する意識における記述からわかる通り、マンション管理会社のサービス提供が必要と考えられる。

しかし、現状マンション管理会社はネットワーク整備ができていないため、情報取得およびサービス提供ができない。今後サービスを提案する上でも、ネットワーク整備が必要である。

第7章 テーマ 2-6：集合住宅を対象としたスマートハウ ス機能の活用によるサービス創出の可能性分析

株式会社野村総合研究所

目 次

第7章 テーマ2-6：集合住宅を対象としたスマートハウス機能の活用によるサービス創出の可能性分析	1
7.1. 実証実験の目的	7-1
7.2. 実証実験の概要	7-2
7.2.1.1. スマートハウスの機能を活用したサービス仮説の検討.....	7-2
7.2.1.2. マンション居住者における実際のエネルギー使用データを用いたエネルギー利用 形態による世帯分類の可能性分析	7-6
7.2.2. 実施場所.....	7-7
7.2.3. 実施体制.....	7-8
7.2.4. 実施方法.....	7-9
7.2.4.1. スマートハウスの機能を活用したサービス仮説の検討.....	7-9
7.2.4.2. マンション居住者における実際のエネルギー使用データを用いたエネルギー利用 形態による世帯分類の可能性分析	7-10
7.2.5. 実施シナリオ	7-20
7.3. 実証実験の結果	7-21
7.3.1. 事前準備.....	7-21
7.3.1.1. スマートハウスの機能を活用したサービス仮説の検討.....	7-21
7.3.1.2. マンション居住者における実際のエネルギー使用データを用いたエネルギー利用 形態による世帯分類の可能性分析	7-21
7.3.2. 実験結果.....	7-26
7.3.2.1. スマートハウスの機能を活用したサービス仮説の検討.....	7-26
7.3.2.2. マンション居住者における実際のエネルギー使用データを用いたエネルギー利用 形態による世帯分類の可能性分析	7-53
7.3.3. サービスの市場性評価	7-94
7.3.3.1. 生活者から見た市場性の評価	7-94
7.4. 実験結果の考察	7-97
7.4.1. 新規サービス創出の可能性.....	7-97
7.4.2. 実用化、普及に向けた問題点、課題	7-97

7.1. 実証実験の目的

スマートハウスは、世帯のエネルギーデータを短時間間隔で収集、可視化し、生活者にフィードバックすることにより、生活者の行動を省エネ型にシフトさせるか、既往の機器を高効率機器に更新するといった行動を促進させる機能を持つと想定する。

世帯に暮らす人の行動を省エネ型へと促していくためには、単にその世帯のエネルギー使用量をフィードバックするだけでなく、時系列での変化や他の世帯との比較といった分析情報が必要となる。

この分析情報は、合理的であり、かつ生活者の納得の得られるものでなければならない。

例えば、世帯人員数の差を無視した世帯あたりのエネルギー使用量の比較を行っても、ライフステージの変化による変動が考慮されず、生活者の省エネ行動の実践と成果の把握としての意味は薄れてしまう。

そこで、野村総合研究所では、世帯における 1 日のうちのエネルギー使用量推移のパターンに生活者の”暮らしぶり”が色濃く反映される¹ことに着目し、上述のように、省エネ型の行動を継続的に促進していく上で不可欠な、合理性と納得性を備えたパターン分類の可能性を検証する。併せて、暮らし向きを反映した電力使用量のパターン情報を活用したサービスのモデル仮説を踏まえて、生活者のニーズ分析を踏まえて、将来のサービス創出の可能性を分析する。

¹ NRI では、実際の世帯の電力使用量を 30 分ごとにモニタリングし、分析するプロトタイプシステムを既に開発し、継続的なモニタリングと分析を行っている。この経験から、エネルギー使用量推移のパターンがライフスタイルに関する情報を豊富に含むことを把握している。

7.2. 実証実験の概要

スマートハウスの機能を活用したサービス創出の可能性分析に向けて、株式会社 NTT ファシリティーズ殿が実施するモニター世帯から取得されたデータ、株式会社大京殿が実施するモニター世帯から取得されたデータ、および野村総合研究所が独自に実施したインターネット・アンケート結果から、以下の2点の検証を行う。

- ① スマートハウスの機能を活用したサービス仮説の検討
- ② マンション居住者における実際のエネルギー使用データを用いたエネルギー利用形態による世帯分類の可能性分析

7.2.1.1. スマートハウスの機能を活用したサービス仮説の検討

(1) 一般世帯の電力使用量の見える化に関するニーズ等の把握を通じてCO2排出の低減を促すサービスに関する分析（デマンドサイドの分析）

世帯が省エネルギーを実現するためには、現在の住宅設備環境の下でエネルギー使用量を削減（省エネルギー）する行動をとるか、あるいは住宅の断熱性能を高めたりエネルギー機器をより高効率なものに更新していく必要がある。

このうち、ほぼリアルタイムで把握できる電力使用量の“見える化”は、これらの対策のうち、省エネルギー行動と、住宅設備機器の更新という行動を促すものである必要がある。いずれの場合も、世帯でのCO2排出の低減を促すためには、エネルギー使用量を認識し、現在よりも省エネルギーを実現する生活スタイルを考え、行動し、その結果を確認するという一連の行動が必要になる。

したがって、エネルギー使用量の“見える化”では、単に現在の自宅のエネルギー使用量が見えるということだけではなく、他の世帯や過去の実績との比較情報を生活者にフィードバックし、気付きを与えるしくみでなくてはならない。

そこで、本実証プロジェクトでは、全国4,000軒を対象としたアンケート」を実施し、電力使用量の見える化について、生活者が魅力的に感じるフィードバック情報、他世帯との比較、省エネアドバイス、機器の更新時期や故障予兆診断情報に対する関心、サービス事業者への電量使用量データの提供に関する意向等を把握するアンケートを実施した。

表 7-1 アンケート設問一覧

・ 回答者・世帯主および世帯の概要	
回答者・世帯主および世帯の概要	回答者の性別、年齢、職業、居住地域
	世帯主の性別、年齢、職業
	世帯人数
	世帯構成
	先月(2009 年 11 月)の電力料金
	省エネ意識
電力使用量の確認、見える化への関心、インタフェース)	毎月の電力使用量の確認状況
	電力使用量が自動で表示される機器への関心度
	電力使用量が表示される機器のインタフェースに関するニーズ
	確認したいと思う電力使用量に関する情報
電力使用量の他世帯との比較	他の世帯との電力使用量の比較に関するニーズ
	他の世帯との電力使用量の比較における条件
電力使用量の見える化サービスに対する支払い)	電力使用量の見える化サービスに対する支払い意思額
	電力使用量の見える化に関する支払い形態のニーズ
	電力使用量の見える化に関する機器の初期費用の支払い意思額
	電力使用量の見える化に関する月々の利用料の支払い意思額
電力使用量の見える化の付帯サービスに対するニーズ・支払い意思)	電力使用量の見える化の付帯サービスに対するニーズ
	電力使用量の見える化の付帯サービスに対する支払い意思額
	電力使用量の見える化の付帯サービスに対する月々のサービス料の支払い意思額
	電力使用量の見える化に関する専用ホームページ機能に対するニーズ
電力使用量データのサービス事業者への提供	電力使用量データのサービス事業者への提供に対する考え
	電力使用量データのサービス事業者への提供の条件
	電力使用量データを提供してもよいと考える機関または企業

(2) 世帯のロードサーベイデータの集積を活かし、社会活動の効率化、利便性を促すサービスに関する分析

世帯のエネルギー使用データは、世帯の“暮らしぶり”を色濃く反映するため、生活者向けサービスを提供している事業者にとっても価値の高い情報でと考える。本実証プロジェクトにおいては、“暮らしぶり”を反映するエネルギー使用パターンの分析と並行して、アンケート結果を踏まえて、野村総合研究所の持つスマートハウスにおけるエネルギーデータモニタリング情報を活用した新サービス創出の仮説とその可能性について検討した。

a) 新サービス創出仮説：エネルギーデータモニタリング情報を活用したエネルギー機器、生活者向けサービス支援

収集した世帯のエネルギー使用量データを可視化し、他の世帯との比較分析などをフィードバックすることは、各世帯での省エネや高効率機器への買換え効果について明確な認識を与えることになる。

高効率機器への家電などの更新による効果が期待されれば、世帯において旧型機器の更新意欲が生まれ、具体的な購入機器の比較への欲求が生まれる可能性が高まる。この時点で当該世帯に適した具体的な製品と性能などの情報を伝えられれば、その製品の販売機会は高くなる。

エネルギーの使用パターンに基づく世帯の属性分類は、生活者向けサービス提供者にとって貴重な顧客アプローチのための情報ともなり得る。高効率機器と同様に、世帯属性とその変化を捉えることにより、生活者向けサービスの販売効率は高まることが見込まれる。

このように、エネルギー使用情報を世帯から収集するだけでなく、世帯の省エネに繋がる情報を伝えたり、属性分析を踏まえた顧客アプローチを可能にすることで、世帯の省エネの効果、機器販売、サービス提供面での効率化という付加価値が生じる。

また、生活者にとっても、生活にフィットした適切な商品情報・サービスと購入意思決定に必要な情報がタイムリーに得られることによるメリットを提供できる。

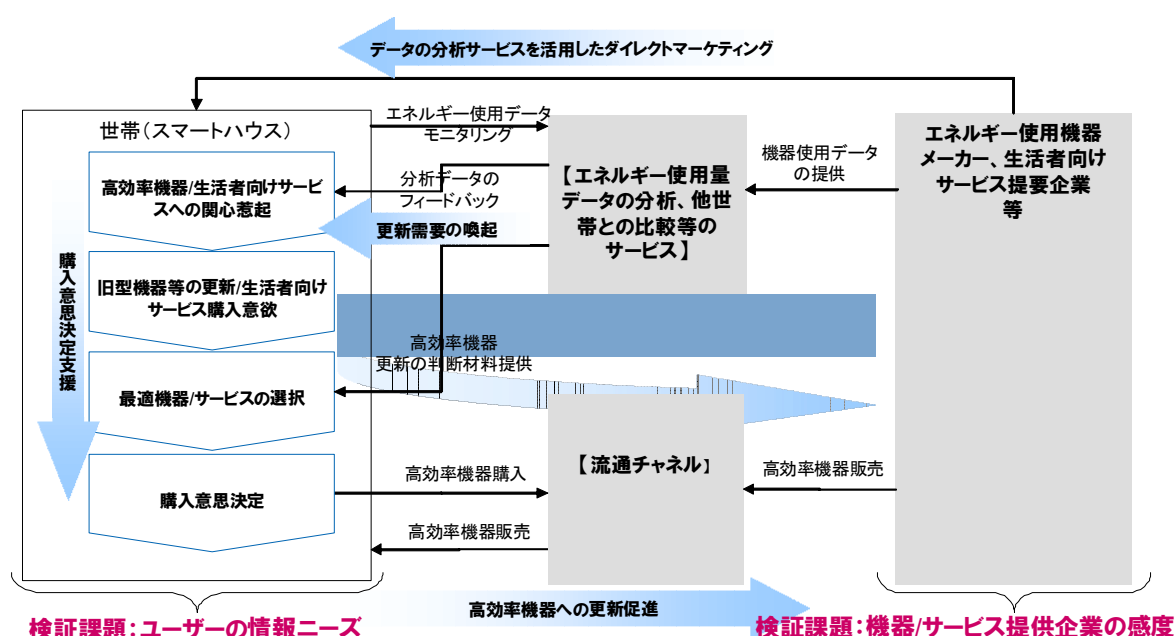


図 7-1 エネルギーデータモニタリング情報を活用したエネルギー機器市場高度化

7.2.1.2. マンション居住者における実際のエネルギー使用データを用いたエネルギー利用形態による世帯分類の可能性分析

(電力使用量ロードカーブのパターン分類に基づく、省エネ評価の必要性)

家庭の省エネを促進するためには、家庭の電力使用状況を把握し、需要家に対して適切な電力利用方法のフィードバックや、高効率機器への買い替えを促すことが求められる。

また、コミュニティ単位での省エネについては、家庭と系統との協調が不可欠であり、電力使用量に応じて、電力使用の抑制や制御を図ることが検討されている。

このような施策を実現するには、省エネの度合いを相対的に比較し評価する必要があるが、暮らしぶりの異なる全ての世帯を一様に比較する方法では、公平性が無く合理的でないため需要家の納得が得られない可能性がある。

そこで、野村総合研究所は、これまでの知見により、電力使用量ロードカーブを、世帯の暮らしぶりを反映したデータとして捉え、省エネの評価への利用可能性について検討を行ってきた。電力使用量ロードカーブのパターンが似ているもの同士をグルーピングし、そのグループ内で比較すれば、同じような暮らしぶりの世帯ごとに、合理的な評価が可能である。

しかしながら、世帯を取り巻く外形的な基準や生活に基づく行動など、暮らしぶりと言っても様々あるはずであり、暮らしぶりの中でも、需要家が重要と考えるものが反映されていなければ、受け入れられないという懸念がある。

需要家が重要視する暮らしぶりがパターン分類に反映されていれば、納得性が高い省エネ評価を実現できる。

(検証する内容)

本実証では、このパターン分類に基づく省エネの評価方法の妥当性を検証するため、まずパターン分析によるグルーピングが、世帯の“暮らしぶり”を反映した合理的な分類であるか検証する。

そして、反映されている“暮らしぶり”が、需要家にとって納得性の高い分類であるかを検証する。具体的には、以下の2点について検証を行う。

(1) “暮らしぶり”を反映した合理的な分類であることの検証

- 電力使用量ロードカーブのパターン形状によって分類されたグループと、各グループに属する世帯の暮らしぶりの関係の分析を行った。
- NTT ファシリティーズ殿、大京殿の実証世帯に対し、電力使用量のロードカーブによる分類が、アンケートから得られた世帯の暮らしぶりをどのように反映しているかを分析した。

(2) 需要家にとって納得性のある分類であることの検証

- (a)の分析において、各パターンに反映されている暮らしぶりの属性が、需要家が他の世帯と比較する上で、重要と考える暮らしぶりの属性と一致しているかを検証することで、パターン分類による省エネ評価に対する需要家の納得性を把握する。

7. 2. 2. 実施場所

本プロジェクトの検討は、株式会社 NTT ファシリティーズ殿、株式会社大京殿による世帯の電力ロードサーバイデータ（30 分毎の使用量）を、個人情報につながる情報を削除し、ランダムなレコード番号を振りなおした上で送付いただき、野村総合研究所本社オフィスにて分析作業を行った。

7. 2. 3. 実施体制

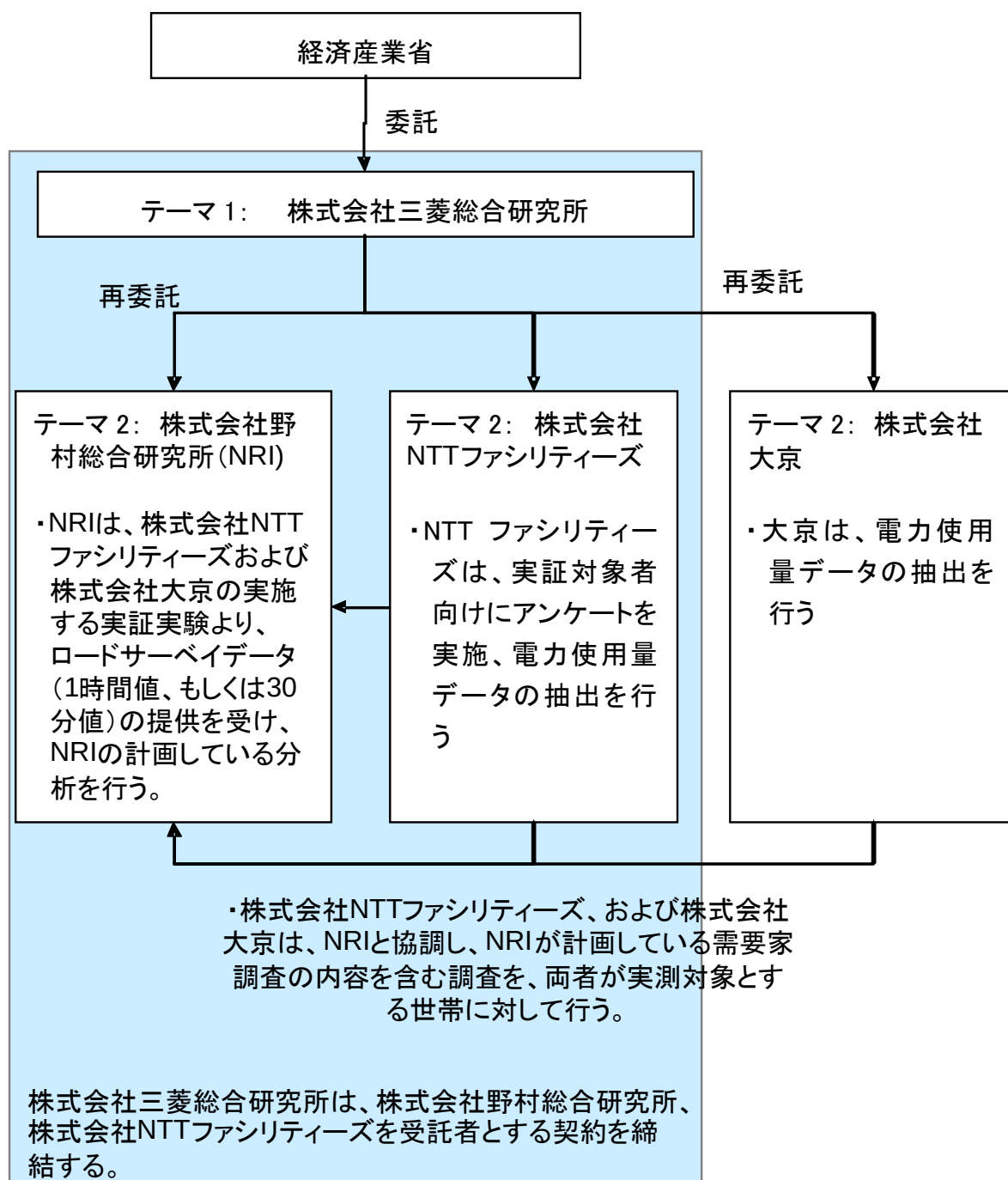


図 7-2 実施体制図

7. 2. 4. 実施方法

7. 2. 4. 1. スマートハウスの機能を活用したサービス仮説の検討

(1) 一般世帯（需要家）向けアンケート調査の実施

生活者のサービスニーズ仮説の検証、および電力使用量推移のパターンの納得性を評価するための基礎データをアンケート（一般世帯向けアンケート）と、株式会社 NTT ファシリティーズ殿および株式会社大京殿が電力使用量を計測する世帯（計測実施世帯）向けのアンケートを実施した。

(a) 一般世帯向けアンケートの実施方法

実施した一般世帯（需要家）向けアンケート調査の実施方法を以下に示す。

表 7-2 アンケート調査の実施概要（一般世帯向けアンケート）

アンケート調査	仕様
調査方法	- インターネット・アンケート（NRI True Navi） - 事前スクリーニングにより本アンケートでのサンプル割付を実施（全国約 46 万人のモニターに対して、事前質問を送付し、調査対象に該当するモニターに対して本調査を実施）。 - 割付は、世帯主の年齢と世帯人数の観点から、平成 17 年度国勢調査の世帯主の年齢別、世帯人員数別の分布に即して割付。ただし、70 歳代以上の 1 人世帯、5 人以上の世帯については、サンプルが不足したことから、60 歳代の 1 人世帯、5 人以上の世帯で補完
アンケート対象	全国に居住する 20 歳以上の世帯主またはその配偶者
件数	回収サンプル数：4000 件
実施期間	2009 年 12 月 11 日（金）～15 日（火）

(b) 計測実施世帯向けアンケートの実施方法

アンケートの設計については、野村総合研究所が素案を作成し、両社よりご示唆を頂き、それぞれと調整しながら作成した。（※配布～回収に至る方法は各社の報告を参照のこと）

(2) 有識者とのディスカッションの実施

サービス仮説の検証にあたり、アンケートによるユーザーニーズの把握に加え、

家庭向け機器、サービスを提供している企業の有識者とのディスカッションを行い、さらに野村総合研究所内の知見による情報収集を行った。

本プロジェクトにおいては、下記の業種の企業の方々と NRI チャンネルでの通常のコミュニケーションの中で知見を活用した。

カテゴリー	業種
メーカー	・ 家電 ・ PV 関連 等
生活者向けサービス	・ 金融サービス ・ 自治体 等

7.2.4.2. マンション居住者における実際のエネルギー使用データを用いたエネルギー利用形態による世帯分類の可能性分析

(1) “暮らしぶり”を反映した合理的な分類であることの検証

i) 電力使用量ロードカーブデータのパターン分析

① パターン分析の方法

- ・ NTT ファシリティーズ殿、大京殿が実証世帯から取得した電力使用量ロードカーブデータを検証の対象とする。
- ・ パターン分類ツールを用いて、類似した電力使用量ロードカーブをグルーピングすることで、実証世帯进行分类する

② パターン分類ツールの概要

以下に、パターン分類ツールの計算手法を示す。

パターン分類ツールは、自己組織化マップ (SOM : Self-Organizing Map) という、人間脳の仕組みを模倣した情報処理機構を用いて計算を行う。

自己組織化マップは、多次元の入力層と出力層からなる 2 層のネットワークで、入力データに対して特徴を抽出し、その特徴を反映した特徴マップを生成する。

出力層のマップは 2 次元平面に表示されるため、同じような特徴を持つ入力データは、マップ上の近い位置に出力される。よって、データがマップのどの位置の出力されたかにより、どのデータと類似した特徴を持つか把握し易く、視覚的な理解が容易である。

出力層は、出力ノードが 2 次元平面状に格子状に並べられており、入力層の入力ノードは、すべての出力ノードと結合している。入力ノードと出力ノードの間には、結合荷重という重みがかけられており、1 つの出力ノードに対する結合荷重を結合荷重

ベクトルとみなせる。

学習方法として、入力を与えられると、入力ベクトルと荷重ベクトルのユークリッド距離と呼ばれるデータ間の類似度を計算する。このユークリッド距離の最も小さくなる結合荷重ベクトルを持つ出力ノードを勝利ノードとする。そして、勝利ノードとその近傍にある出力ノードの結合荷重ベクトルを入力ベクトルに近づけるように修正する。これらの作業を繰り返すことにより、次第に特徴的に似ているデータ同士が集まった領域が作られる。すなわち、マップが自己組織化されて行き、入力ベクトルの特徴を反映したマップが形成される。

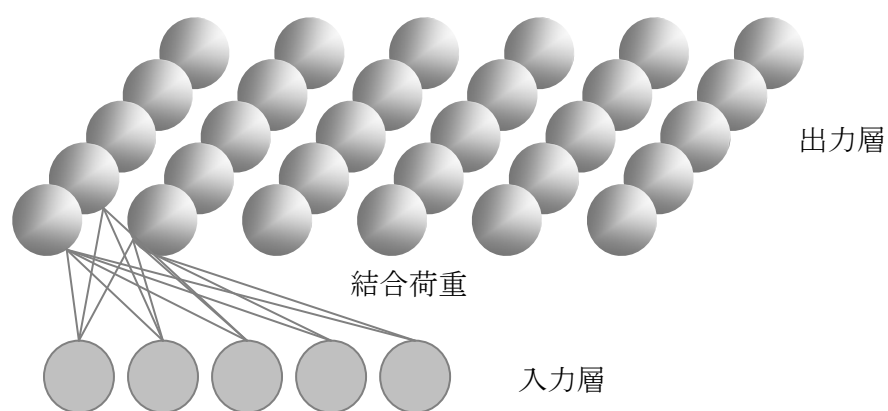


図 7-3 自己組織化マップの基本構造

本プログラムでは、自己組織化マップ (SOM) を用いて、入力データを 2 次元の $m \times m$ のグリッドに対応付け (マッピング) を行い、その結果に対して、K-mean 法を用いて K 個のグループに分類 (クラスタリング) している。

以下に K-mean 法の説明を示す。

K-mean 法は、非階層クラスタリング手法の 1 つで、クラスタの平均を用い、与えられたクラスタの数を K 個に分類する方法である。

手順は、以下となる。

(手順①)

K 個のパターンを適当に定め、それぞれのクラスタ $C_1 \sim C_K$ の標準パターンとみなす。

NP=1、NC=K とする。

(手順②)

次式が成り立つとき、パターン P_{NP} をクラスタ C_j に帰属させる。

$$d(P_{NP}, C_j) < d(P_{NP}, C_i)$$

ただし、 $i=1,2,\dots,K$ かつ $i \neq j$

NP の値を 1 だけ増やす。 $NP > N$ のときは $NP=1$ とする。

(手順③)

クラスタ C_j の新しい標準パターン p_j を次式に示す量 S を最小にするようなパターンとして決定する。

$$S = \sum_{P_i \in C_j} |d(p_j, P_i)|^2$$

これは新しい標準パターン p_j を次のようにクラスタ C_j に属する全てのパターン P_i ($\in C_j$) の平均として求めることと等価である。

$$p_j = \frac{1}{N_j} \sum_{P_i \in C_j} P_i$$

ただし、 N_j は C_j に属するパターン総数である。

(手順④)

すべてのクラスタについて、手順③で求めた新しい標準パターンが、前回の標準パターンに等しくなったとき、すべての処理を終了する。それ以外の場合は、手順②に戻る。

③ パターン数の決定

本実証で使用するパターン分類ツールでは、最大 16 パターンまで分類が可能である。

これまでの野村総合研究所の検討において、5 分類程度が妥当と見ている。

本実証では、サンプル数が少数である点と、パターンの類似性を考慮して、検証に妥当な分類パターン数を決定する。

パターン分類ツールによって、3 分類、4 分類、5 分類にした場合、それぞれにケースについてパターン分類を行い、波形の収束と、分類の変化によるサンプルの移動状況を分析する。

ii) パターン分類と世帯の暮らしぶり相関分析

① 分析の方法

- NTT ファシリティーズ殿、大京殿の実証世帯に対しアンケート調査をお行い、各世帯の属性情報を、世帯の暮らしぶりを表すパラメータとして設定する。
- パターン類ツールによって分類された各パターンについて、暮らしぶりのパラメータから、パターンを予測する回帰モデルを構築することで、各パターンの判別に寄与度が大きいパラメータを抽出する。
- 回帰モデルには、多項ロジットモデルを用いる。この回帰モデルは、質的なデータである電力使用のパターンが目的関数であり、暮らしぶりを反映するパラメータが、質的データ、数値データが混在した説明変数である。このような分析においては、説明変数の種別に関わらず適用可能な多項ロジットモデルが有効である。
- 多項ロジットモデルの概要については、次節で説明する。
- 求めた多項ロジットモデルが、有意であり適合率が高ければ、各パターンは、世帯の暮らしぶりを反映しているといえる。
- また、多項ロジットモデルにおいて、他のパターンとの判別に有意であり、かつパターンの決定に影響が大きいパラメータを特定することで、そのパラメータの情報により各パターンに属する世帯が、どのような特徴を持った暮らしぶりであるかを把握できる。

② 多項ロジットモデルによる分析手順

(多項ロジット分析の説明)

- パターン分類ツールにより分類されたパターンを目的変数とし、暮らしぶりパラメータを説明変数として、多項ロジット分析を行う。
- 分析は以下の手順で行った。

①多項ロジットモデルのベースカテゴリーをパターン 2 として、多項ロジット推定を行う

②その係数を元に、パターン全体の限界効果を計算する

③ベースカテゴリーを 1, 3, 4 として、それぞれ多項ロジット推定を行い、各カテゴリー間の差の有意性を検証する

(多項ロジットモデル分析全体の流れ)

まず、多項ロジット推定を行い、ある程度の精度が担保できるモデルを特定し係数を算出する。

次に、そのモデルから得られた係数を元に、限界効果を計算する。

限界効果は、全サンプルの平均に対する効果であり、より細かいカテゴリー間では

個別に影響がある可能性があるため、カテゴリーごとの係数を見て、有意性を検証を行う。

(多項ロジットモデルの概要)

本分析では、各カテゴリーの特徴を把握するためのモデルとして、多項ロジット推定を用い、その限界効果を比較している。

多項ロジット推定とは、複数の離散的な選択肢に合致する確率を計算するモデルであり、選択に影響を与える事が想定される要素が、具体的にどの程度の影響を選択確率に与えるかを推定するモデルである。

二値変数の選択確率の分析において一般に行われるロジスティック回帰、あるいはロジット推定は多項ロジット推定の特殊系(選択肢が 2 つの場合)であり、ロジット推定を複数の選択肢に一般化・拡張した手法が多項ロジット推定である。

具体的には、ロジスティック分布を仮定した元で、各選択肢 $j=1,...,J$ の選択される確率は

$$p_j = \frac{\exp(x\beta_j)}{1 + \sum_{m=0}^J \exp(x\beta_m)}$$

で表される。ここで、 p は選択確率、 x は説明変数、 β はその係数である。ただし、確率は全てを足して 1 にならなければならないため、全部で $J+1$ 個の選択肢がある場合、最後の 1 つの選択肢の確率は、他の全ての確率の和を 1 からひく形で求められる。この最後の 1 つの選択肢の番号を 0 とおくと、その確率は

$$p_0 = 1 - \sum_{m=1}^J p_m = \frac{1}{1 + \sum_{m=0}^J \exp(x\beta_m)}$$

で表される。

ここで、データセットから x が得られれば、任意の β に対して各選択肢の選択確率が計算できることになる。どのような β に対しても確率は計算できるが、現実には各 x が選択確率に与える影響 β は、現実のデータセットが再現される確率が最も高いものになるはずである。現実のデータセットが再現される確率は、ある所与の β に対して得られる確率 p の積であり、

$$L = \prod_{y=0} p_0 \prod_{y=1} p_2 \cdots \prod_{y=J} p_J$$

で求められる。この関数を尤度関数と呼び、この関数の値がもっとも大きくなる β が、現実のデータセットが再現される確率をもっとも大きくする β であり、現実の影響に最も近いと考えられる β である。

こうして推定された β を元に、限界効果を計算する。

限界効果とは、その説明変数が限界的に変化したときに、選択確率が変化する変分を表したものである。計算自体は確率を説明変数で偏微分してやれば良く、上述の選

択確率を微分すれば次の式が得られる。

$$\frac{\partial p_j}{\partial X_i} = p_j \left(\beta_{ji} - \sum_{i=0}^C p_i \beta_{ji} \right)$$

ここで、 p は確率、 β は前述の多項ロジット推定によって得られた係数であり、ベースカテゴリーの係数は 0 として計算される。

式自体は単純に偏微分することで得られるが、この含意は次のものとなる。

ある変数の変化は、当該選択肢の選択確率のみならず、他の選択肢の選択確率にも、当然変化を及ぼす。しかし、前述の手法で得られた β は、あくまで当該カテゴリーのみの影響を考慮したものである。故に、直接 β を変分として考えるのではなく、その変化分から、全ての選択肢に対する平均的な変化分をひいてやる必要がある。0 内の第 2 項はそのすべての選択肢に対する平均的な変化分であり、0 内は平均的な影響を超えてその選択肢が受ける影響を表している。

次に、上の分析で得られた係数の有意性について論じる。

係数の有意性とは、一般に、その係数が 0 である確率で示される。現実のデータセットには個人の好みなど観察できない要素に起因する測定誤差が含まれる。従って、推定で何らかの係数が得られたとしても、そのばらつきは測定誤差に起因するものであり、対象となる変数の真の影響を捉えていない可能性がある。その可能性を考慮するのが、有意性の検証である。

直接真の値を計測することは困難であるため、絶対的な係数の有意性を論じることとは不可能である。しかし、データのばらつきから分散を計算することが可能であり、分散と推定された係数の値の関係から、真の値が 0 であるにもかかわらず、その係数を何らかの値をとるものと計算してしまう確率が計算できる。その確率が一定以下であれば、許容できる範囲内の誤りの確率を認めた上で、係数の有効性を論じることが出来る。

さて、上述の限界効果は、他の選択肢全体の効果を超えて、当該選択肢にどの程度対称となる変数の変化が影響を及ぼすかというものを計算したものである。従って、この効果の分散を用いて有意性を論じた場合、それは他の全てから十分に異なる効果を持つかどうかを論じていることになる。故に、ここでは 0 と有意に異なるか、ではなく、平均的な効果と有意に異なるかを分析していることになる。

しかし、変数の中には、ある選択肢間の選択確率には影響を及ぼすものの、他の選択肢との間の選択確率には影響しないようなものが存在する。そのような場合に、全体に対する効果をみる限界効果の有意性のみを論じた場合、必ずしもその変数が影響を及ぼしているとは見えない可能性がある。

例えば本分析におけるロードカーブの場合、ある要素が、フラットなロードカーブかスパイクのあるロードカーブかの識別には役に立つが、スパイクのあるロードカー

ブ間での選択確率にはあまり影響を及ぼさないでしょう。この時、全体効果からの差で有意性を捉えると、スパイクのあるロードカーブとの差があまり顕著でないため、有意ではないと判定される可能性がある。しかし、この変数は、フラットなロードカーブかスパイクのあるロードカーブかの識別には有効であるため、全く意味のない変数ではない。

このような問題に対処するため、本分析では、限界効果を用いた平均的な効果に対する有意性ととともに、各カテゴリー間の識別に対する有意性も併せて計算して、議論を行っている。

(多項ロジットによる推定方法)

計算手順としては、ロジスティック分布を仮定した元で、各カテゴリーの確率は

$$p_j = \frac{\exp(x\beta_j)}{1 + \sum_{m=0}^J \exp(x\beta_m)}$$

ただし、確率の和は 1 にならなければならないので、ベースカテゴリーの確率は

$$p_0 = 1 - \sum_{m=1}^J p_m = \frac{1}{1 + \sum_{m=0}^J \exp(x\beta_m)}$$

この時、ある β が与えられれば各サンプルの各カテゴリーの確率が上の式から求まる。現実をもっとも説明するのは、現実に行き起きている結果が起きる確率が最も高いモデルであるため、現実に行き起きている結果が起きる確率

$$L = \prod_{y=0} p_0 \prod_{y=1} p_2 \cdots \prod_{y=J} p_J$$

が最大になるような β を求めればよい。

手順や考え方自体は通常の 2 項変数のロジットモデルと同じであり、通常のロジットモデルはカテゴリーが 2 つしかないため、より単純な形(1-P)で表されるだけである。

そのように求められた β のイメージとしては、「ベースとなるカテゴリーから、その他のカテゴリーへの遷移確率」を計算していることになる(ベースカテゴリーの確率を、他の全ての確率の和を 1 からひいたものとして求めているため)。従って、ベースカテゴリーと各カテゴリーの間関係を見ることはできるが、ベース以外のカテゴリー間関係は、直ちに知ることは出来ない。

例えば、カテゴリーAをベースとしたときに、カテゴリーBとカテゴリーCそれぞれに対して有意に異なる係数が得られたとしても、カテゴリーBとカテゴリーCを比較したときに、そのカテゴリー間関係として有意な差があるかどうかはわからない。

具体的な例として、カテゴリーB、カテゴリーCそれぞれに対する係数が有意に負であったとして、それはすなわちその変数が大きくなればそれだけカテゴリーAにな

りやすいと言うことを意味する。しかし、カテゴリーBの変数の方がカテゴリーCの変数より大きかったとしても、そのことからカテゴリーBの方がカテゴリーCよりも影響を受けるとはならない。なぜなら、カテゴリーAから離れている事は統計的に有意だが、両者の離れている方向が同じため、カテゴリーBとカテゴリーCの間に統計的に有意な差があるかどうかは保証されないためである。

(限界効果の算出)

多項ロジット推定の結果得られた係数は、あくまでベースカテゴリーに対する効果であるため、全体の効果を直接知ることは出来ない。その、全体に対する効果を計算したものが限界効果である。

$$\frac{\partial p_j}{\partial X_i} = p_j \left(\beta_{ji} - \sum_{i=0}^C p_i \beta_{ji} \right)$$

限界効果は式としては

で表される。ここで、jがカテゴリー番号、Iが効果を見たい説明変数を表し、pは確率、βは各カテゴリーにおける説明変数Iの係数である。

式自体は上述の確率式をXで微分してやれば良い。

イメージとしては、次のようなものとなる。

ある説明変数が変化すると、当該カテゴリーに落ちる確率だけではなく、他のカテゴリーに落ちる確率も総合的に変化する。

あるカテゴリーに落ちる確率の変化の指標がβなので、まず、βの平均をとり、平均的な確率の変化を計算する(Σpβの所)。ただし、全体の確率の動きに与える影響は、元々の発生確率の大きさによって異なるため、確率で加重平均をとっている。例えば、3カテゴリーで、元々の確率が10%、20%、70%だったとする。係数が1、2、3だとすると、10%の確率で1変化し、20%の確率で2変化し、70%の確率で3変化することになるため、全体的な確率の動きは70%のカテゴリーの影響が強くなるはずであり、確率の加重和が影響となる。

仮にあるカテゴリーの選択確率に与える影響は、そのカテゴリー自体に与える影響から、全体の動きをひいたものとなる。従って、0内が、全体の動きを考慮した元での、そのカテゴリーの動きとなる。上の例だと、確率の加重和は2.6になり、カテゴリー1について考えると、全体が2.6上昇するところ、自身は1しか上昇しないので、トータルでは-1.6の変化となる。

元々の確率が、その分だけ変化することになるので、最後に元々の確率をかけることで限界的な効果が導出される。

全体の加重平均で基準化しているため、カテゴリー間・変数間の比較が可能であり、この係数が大きいほどその説明変数があるカテゴリーの選択確率に与える影響が大きい事を意味する。また、この効果が有意に出れば、それはサンプル全体の平均に対す

る有意な差なので、カテゴリー横断的な有意性があることを意味する。

なお、限界効果は評価点によって大きさが変わることが知られており、今回はサンプル全体の平均を評価点として計算している(つまり、全ての説明変数が平均値であるサンプルが、他の全てを一定として、ひとつの説明変数だけ変化させたときの限界効果を計算している)。従って、重み付けに利用する確率は、全ての変数がサンプルの平均値であったときに、各カテゴリーに落ちる確率となる。

(ベースカテゴリーを変更してカテゴリー間の比較)

限界効果は上述のようにサンプル全体に対する乖離を意味しているため、各カテゴリー間の有意な差を意味するわけではない。つまり、限界効果が統計的に有意であれば、勿論その係数は他の全てのカテゴリーに対して有意であるが、仮に有意でなかったとしても、あるカテゴリー間では有意な差を生じている可能性がある。

例えば、ある説明変数の係数について、カテゴリーA とカテゴリーB には有意な差があるが、カテゴリーA とカテゴリーC は類似性が高く統計的に有意な差が得にくいでしょう。この時、全体に対する効果である限界効果は、他の全ての平均の中にカテゴリーC が含まれるため、統計的に有意でなくなる可能性がある。しかし、そうした変数は確かに全体の切り分けに対しては有効でないかもしれないが、カテゴリーA とカテゴリーB の切り分けには有効である可能性がある。また、確率で重み付けした加重平均をとっているため、サンプル数の多いカテゴリーが他のカテゴリーと類似性が高い場合、全体的に有意な差が出にくい傾向にある。

この点を検証するために、ベースカテゴリーを変更して多項ロジット推定を行い、各係数の有意性を検証した。

iii) 需要家にとって納得性のある分類であることの検証

①需要家が重要視する暮らしぶりパラメータの抽出

- Web アンケート調査によって、需要家が、他の世帯との比較で重視する項目を特定する。
- アンケートでは、以下の設問によって調査した。

(参考)

Q ご自宅の電力使用量を他の世帯と比較する場合、どのような世帯と比較したいと思いますか。
当てはまる選択肢の番号を、重要と考えるものから順に5つまで回答欄にお書きください。

(5つまで)

1. 世帯人数が同じ
2. 世帯構成が同じ
3. 外出時間や就寝時間などの生活パターンが似ている
4. 世帯年収が近い
5. 居住環境（市街地、郊外、農山村など）が似ている
6. 住宅のタイプ（戸建て、集合等）が似ている
7. 同じぐらいの広さの住宅に住んでいる
8. 部屋の数と同じ住宅に住んでいる
9. 同じぐらいの築年数の住宅に住んでいる
10. 同じ地域に住んでいる
11. 同じ種類の電気機器を使用している（太陽光発電、エコキュートなど）
12. 環境保全や省エネルギーに対して同じ様な考えを持っている

②パターン分類を裏付ける暮らしぶりパラメータと、需要家が重視する項目の合致性

- 多項ロジット分析によって抽出された各グループの暮らしぶりパラメータと、アンケートで需要家が高世帯との比較において重要と考えるランクが高い項目と比較し、合致しているかを見る。
- 合致していれば、需要家の納得が得られる可能性が高いといえる

7.2.5. 実施シナリオ

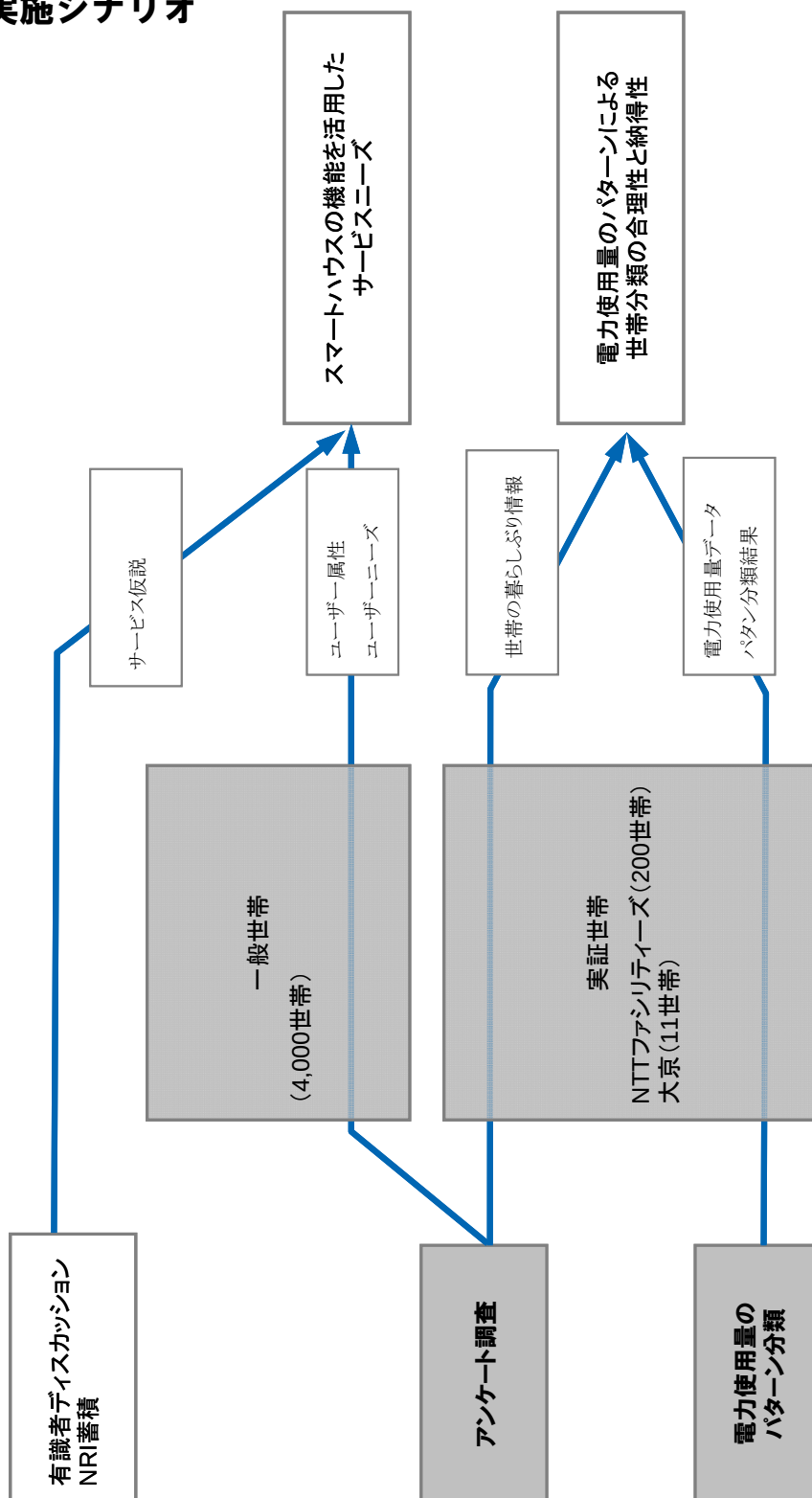


図 7-4 実証の実施シナリオ

7. 3. 実証実験の結果

7. 3. 1. 事前準備

7. 3. 1. 1. スマートハウスの機能を活用したサービス仮説の検討

(1) 一般世帯（需要家）向けアンケート調査の事前準備

このアンケート調査では、スクリーニング後、世帯主（またはその配偶者）の年齢と世帯人数が、平成 17 年度国勢調査の分布と概ね同様となるようサンプル数を割付け、本番アンケートを実施した。ただし、70 歳代以上の 1 人世帯、5 人以上の世帯については、サンプルが不足することから、60 歳代の 1 人世帯、5 人以上の世帯で補完している。

表 7-3 サンプルの割付条件

(単位: 世帯数)

		世帯人数					
			1人	2人	3人	4人	5人以上
実数	世帯主の年齢 20～29 歳		3,361,601	685,428	484,194	240,309	51,605
	30～39		2,345,248	1,413,585	1,550,525	1,764,427	640,737
	40～49		1,513,286	1,123,069	1,377,831	2,229,972	1,326,633
	50～59		1,997,132	2,408,783	2,440,352	2,117,297	1,198,042
	60～69		1,860,760	3,525,443	2,117,618	884,179	646,720
	70歳以上		2,943,551	3,858,314	1,222,343	470,468	814,574
割付	世帯主の年齢 20～29 歳		6.9%	1.4%	1.0%	0.5%	0.1%
	30～39		4.8%	2.9%	3.2%	3.6%	1.3%
	40～49		3.1%	2.3%	2.8%	4.6%	2.7%
	50～59		4.1%	5.0%	5.0%	4.4%	2.5%
	60～69		3.8%	7.3%	4.4%	1.8%	1.3%
	70歳以上		6.1%	7.9%	2.5%	1.0%	1.7%

7. 3. 1. 2. マンション居住者における実際のエネルギー使用データを用いたエネルギー利用形態による世帯分類の可能性分析

(1) 実証対象者向けアンケート調査による暮らしぶりを反映したパラメータの抽出

i) 電力使用量ロードカーブデータの受渡し

- 野村総合研究所は、NTT ファシリティーズ殿、大京殿が実証世帯から取得した電力使用量データを受領し、そのデータを利用して検証を行った。
- 両社から受領したデータは、下記の通りである。

- ・ 尚、受領したデータは、電力使用量と ID（新たに設定）についてのみであり、個人を特定する情報の受渡しは一切行っていない。

表 7-4 電力使用量データの概要

	NTT ファシリティーズ	大京
データ項目	✓ ID ✓ 日付、時間 ✓ 30 分電力値	✓ ID ✓ 日付、時間 ✓ 30 分電力値
データ形式	CSV ファイル	CSV ファイル

ii) 実証対象者に対するアンケート調査結果からの暮らしぶりパラメータの抽出
(世帯の暮らしぶりを表すパラメータの状況)

- ・ NTT ファシリティーズ殿、大京殿が実証世帯に対し、実施したアンケート調査より、世帯の暮らしぶりを表すパラメータを設定した。
- ・ パラメータの設定に使用した設問については、参考資料に示す。
- ・ アンケートの概要については、NTT ファシリティーズ殿、大京殿の該当箇所を参照して頂きたい。
- ・ 設定した暮らしぶりパラメータは、世帯の外形基準と行動を表すデータを使用した。

表 7-5 電力使用量データの概要

	質的データ	数値データ
外形基準	・ 土日休み ・ 高齢者の有無 ・ 子供の有無 ・ 専業主婦の有無 ・ 居住地域	・ 平日の時間帯別在宅人数 ・ 部屋の広さ ・ 自宅の部屋数 ・ 世帯主年齢 ・ 世帯人員数 ・ 成人男性の人数 ・ 成人女性の人数
行動	・ 省エネ意識 ・ 省エネ行動 ・ 主な暖房エネルギー	・ 電気機器Aの使用状況 ・ 電気機器Bの使用数 ・ つけっぱなしの電気機器Bの数 ・ 電気料金 ・ ガス料金

※電気機器 A：(一時的に電力使用量を急激に上昇させる効果が高い機器)

IH コンロ、電子レンジ、食器洗浄器、電気ポット、炊飯器、洗濯機、衣類乾燥機、ヘアドライヤー、アイロン、布団乾燥機、トースター、コーヒーメーカー

※電気機器 B：(長時間に渡り使用する場合が多く、電力使用のベースを押し上げる効果が高い機器)
テレビ、エアコン、パソコン、電気暖房器具、加湿器、除湿器、電気浴室乾燥器

- ・ 表に示すように、質的変数として P0 ～ P7 と数値変数として P8 ～ P24 の合計

25 のパラメータを設定した。

- また、分析に用いた電力使用量ロードカーブは、1月の平日の平均データを用いているため、平日に世帯主の休日がある世帯が含まれる事を考慮して、土日が休日であるかを示す P0 と平日の各時間帯における在宅人数を表す P8~P13 を複合化した指標を設定した。この複合指標は、統計学において一般的に交差項と呼ばれるものである。
- さらに、世帯の構成を表すパラメータとして、高齢者の有無を表す P3 および子供の有無を表す P4 を、それぞれ世帯人員数を表す P20 との交差項を設定した。
- 下記に設定した各パラメータの平均値、標準偏差、最大値、最小値の一覧を示す。

表 7-6 暮らしぶりパラメータの概要

① 質的パラメータ

パラメータ	カテゴリ	度数	割合	備考
P0 土日休み	平日に休日あり 土日が休日	68 125	35.2 64.8	
P1 省エネ意識	常には、省エネを意識していない 常に省エネを意識している	83 110	43.0 57.0	
P2 省エネ行動	実践している省エネ行動が少ない 実践している省エネ行動が多い	125 68	64.8 35.2	省エネ行動を6以上実践しているか (電力使用量の削減効果がある行動のみ)
P3 高齢者の有無	高齢者がいない 高齢者がいる	180 13	93.3 6.7	高齢者は、65歳以上
P4 子供の有無	子供がいない 子供がいる	98 95	50.8 49.2	子供は、15歳以下
P5 専業主婦の有無	専業主婦がいる 専業主婦がいない	103 90	53.4 46.6	
P6 主な暖房エネルギー	主に電気暖房以外を使用 主に電気暖房を使用	68 125	35.2 64.8	
P7 居住地域	北海道以外に在住 北海道に在住	174 19	90.2 9.8	

② 数的パラメータ

パラメータ	単位	平均値	標準偏差	最小値	最大値	備考
P8 平日9時の在宅人数	人	1.4	1.1	0	4	
P9 平日12時の在宅人数	人	1.1	1.1	0	5	
P10 平日15時の在宅人数	人	1.2	1.2	0	7	
P11 平日18時の在宅人数	人	1.7	1.3	0	5	
P12 平日21時の在宅人数	人	2.4	1.2	0	5	
P13 平日24時の在宅人数	人	2.7	1.3	0	6	
P14 電気機器Aの使用状況		6.8	3.1	1.0	14.2	機器の使用台数に消費電力を反映
P15 電気機器Bの使用数		2.8	1.2	0.2	4.3	機器の使用台数に使用頻度と消費電力を反映
P16 つけばなしの電気機器Bの数		0.4	0.5	0	2.24	機器の使用台数に消費電力を反映
P17 部屋の広さ	m ²	79.1	13.4	14	110.21	
P18 自宅の部屋数	部屋	4.1	0.7	1	5	
P19 世帯主年齢	歳	44.2	9.6	26	76	
P20 世帯人員数	人	2.9	1.1	1	6	
P21 成人男性の人数	人	1.0	0.3	0	2	
P22 成人女性の人数	人	1.0	0.5	0	3	
P23 電気料金	円	7,401.6	3,395.9	1500	32500	
P24 ガス料金	円	5,924.9	2,744.0	1500	12500	

③ 交差項

パラメータ	
P0xP8	土日休み x 平日9時の在宅人数
P0xP9	土日休み x 平日12時の在宅人数
P0xP10	土日休み x 平日15時の在宅人数
P0xP11	土日休み x 平日18時の在宅人数
P0xP12	土日休み x 平日21時の在宅人数
P0xP13	土日休み x 平日24時の在宅人数
P3xP20	高齢者の有無 x 世帯人員数
P4xP20	子供の有無 x 世帯人員数

(解説：交差項について)

イメージとしては、両方の性質がそろってはじめて効果を発揮するもの。

具体的には、特にダミー変数との交差項において、傾きに差を許す手法としての側面が強い。

簡単な例を挙げて説明する。今、子供の有無と所得で書籍代を回帰するような例を考える。子供の有無はダミー変数であり、書籍代および所得は連続変数となる

被説明変数は書籍代、説明変数は子供の有無および所得となる。

例えば、次のような定式を考える。

書籍代=子供の有無+所得

この式の意味するところは、子供の有無によってベースとなる書籍代が決まり、所得によって書籍代が線形に増えていくということである。この時、子供の有無はベースとなる書籍代のみに影響し、所得と書籍代の関係には影響しないことになる。

しかし、現実には、子供の有無と所得に対する反応とは関連があり、子供の有無によって書籍代に対する所得の反応が変わってくる可能性がある。

そこで、交差項を考える。交差項を含めた式は

書籍代 = $\alpha + \beta_1$ 子供の有無 + β_2 所得 + β_3 (子供の有無×所得)

これを、子供のいるグループ、いないグループで書き直すと、子供のいるグループは

書籍代 = $\alpha + \beta_1 + (\beta_2 + \beta_3)$ 所得

いないグループは

書籍代 = $\alpha + \beta_2$ 所得

となる(子供がいれば子供の有無=1 となるため)

つまり、各係数の解釈としては、

β_1 =子供の有無によるベースとなる書籍代の差

β_2 =所得に対するベースとなる書籍代の反応(傾き)

β_3 =子供がいる場合にベースとなる傾きに追加される所得に対する書籍代の反応となる。より具体的には、

$\beta 1$ が正 $\rightarrow$ 子供がいると書籍代が $\beta 1$ 上がる

$\beta 2$ が正 $\rightarrow$ 所得が 1 上がると書籍代が $\beta 2$ 増える

$\beta 3$ が正 $\rightarrow$ 子供がいる場合、所得の傾きが $\beta 3$ だけ $\beta 2$ に追加される。

$\beta 1$ と $\beta 2$ の正・負が直接 $\beta 3$ の正・負に直結しない点に注意が必要である。すなわち、子供がいるとベースとなる書籍代が増え($\beta 1$ が正)、所得が増えると書籍代が増える($\beta 2$ が正)としても、子供がいる場合は教育費などが別にかかり、書籍代と所得の関係が子供がいない場合に比べて小さくなる(所得が増えても書籍代が増えないなど)場合には、 $\beta 3$ は負となることもある。

また、どちらかの係数が有意ではないとしても、交差項の係数が有意になることはある。例えば、 $\beta 2$ が有意ではない場合、書籍代と所得には統計的に有意な関係はないことになる。しかし、子供がいる場合には、書籍代と所得の間に関係が生じるような場合には、 $\beta 3$ だけ有意になることもある。

今回の例だと、例えば高齢者の有無・世帯人数・その交差項の関係は、

高齢者の有無 $\rightarrow$ 高齢者がいると確率が $\beta 1$ に応じて変化する

世帯人数 $\rightarrow$ 世帯人数が 1 人増えると、確率が $\beta 2$ に応じて変化する

交差項 $\rightarrow$ 高齢者がいると、世帯人数による変化が $\beta 3$ 変化し、 $\beta 2 + \beta 3$ になる

例えば、高齢者の有無の係数が正で、交差項が負だとすると、高齢者がいる場合、ベースとして確率が上がるが、世帯人数に応じた確率の変化は減少する事になる。

7.3.2. 実験結果

7.3.2.1. スマートハウスの機能を活用したサービス仮説の検討

i) 一般世帯（需要家）向けアンケート調査の結果

ここでは、一般世帯（需要家）向けアンケート調査を踏まえて、以下の 5 つの観点から、スマートハウスの機能を活用したサービス仮説について分析・検討する。

- ① 電力使用量の見える化に関するニーズ
- ② 電力使用量の他世帯との比較
- ③ 電力使用量の見える化サービスに対する支払い意思
- ④ 電力使用量の付帯サービスに関するニーズ
- ⑤ 電力使用量データのサービス事業者への提供

分析結果の要点を以下に整理する。

- ① 電力使用量の見える化に関するニーズ
 - ・ 電力使用量が自動で表示される機器は、現在市場にない機器であるにも関わらず、5 割以上が関心を示しており、一般世帯からのニーズは高い。
 - ・ 毎月の電力使用量を確認している人はもちろんのこと、電力使用量をまったく確認していない人でも 4 割弱が電力使用量の見える化に関心を持っている。
 - ・ そのため、電力使用量の見える化サービスが実現されれば、一般世帯の関心という観点からは、市場に受け入れられる可能性は高いと考えられる。
- ② 電力使用量の他世帯との比較
 - ・ 電力使用量の見える化において、確認したいと思う情報としては、まずは自宅の電力使用量の過去との比較や、機器別の電力使用量、1 日の時系列変化など、自宅の電力使用状況の把握に対する優先順位が高い。
 - ・ 一方で、他の世帯の電力使用量との比較についても、5 割弱が比較したいと回答しており、ニーズはある。特に若年層（20～40 歳代）でのニーズが高い。
 - ・ 他世帯との比較においては、世帯構成、世帯人数が同じであることを条件として挙げる人が多い。
- ③ 電力使用量の見える化サービスに対する支払い意思
 - ・ 電力使用量の見える化サービスに対しては、全体の 25%程度が料金の支払いを許容する可能性がある。
 - ・ 支払い形態としては、初期費用を支払い、月々の利用が無料の形態を希望する人が半分強を占める。その場合の支払い意思額は、平均 7,000 円程度であ

る。

- 機器をレンタルし（初期費用はゼロ）、月々の利用料を支払う形態を希望する人も4割弱を占め、その場合の支払い意思額は、月平均600円程度で、使用期間を5年と想定すると、計36,000円程度となる。

④ 電力使用量の付帯サービスに関するニーズ

- 電力使用量の見える化の付帯サービスとしては、省エネポイントの付与（49.4%）や、電気料金メニューに関するアドバイス（43.6%）等の、直接的な経済メリットが期待されるサービスへのニーズが高い。
- 一方、高齢者の生活状況の確認（19.5%）、家族の帰宅状況のお知らせ（7.0%）に対するニーズは低い。
- 年齢別に見ると、省エネポイントの付与、電気料金メニューに関するアドバイス、エネルギーの最適な使用方法に関するアドバイスに関しては若年層（20～40歳代）の方がニーズが高く、家電製品の故障の予兆お知らせや高齢者の生活状況の確認については高齢層（50～70歳代以上）の方がニーズが高い。

⑤ 電力使用量データのサービス事業者への提供

- 電力使用量データのサービス事業者への提供に関しては、全体の6割強が有用なサービスが受けられるなら提供しても良いと回答しており、サービス事業者への提供に対する一般世帯の抵抗はそれほど大きくないと考えられる。
- ただし、サービス事業者に提供する場合には、条件を明確に示す必要がある。若年層ほど、電量使用量データの提供に関する条件が厳しい傾向が見られる。
- データの提供先としては、電力会社を指定する回答が圧倒的に多く（68.5%）、次いで、国、地方自治体（51.9%）となっている。公共または公共性の高い事業者で、管理責任が明確になっている機関を希望する人が多い。

一般世帯（需要家）向けアンケート調査の結果を以下に示す。

① 電力使用量の見える化に関するニーズ

ア) 毎月の電力使用量の確認状況

- 毎月の電力使用量を必ず確認しているのは、全体の 45%弱。
- 「時々確認している」の 35%弱を併せて、8 割弱の人は電力使用量を確認しているが、残りの 20%強は「まったく確認していない」。

あなたは、毎月の電力使用量を確認していますか。（ひとつだけ）[SA] (N=4000)

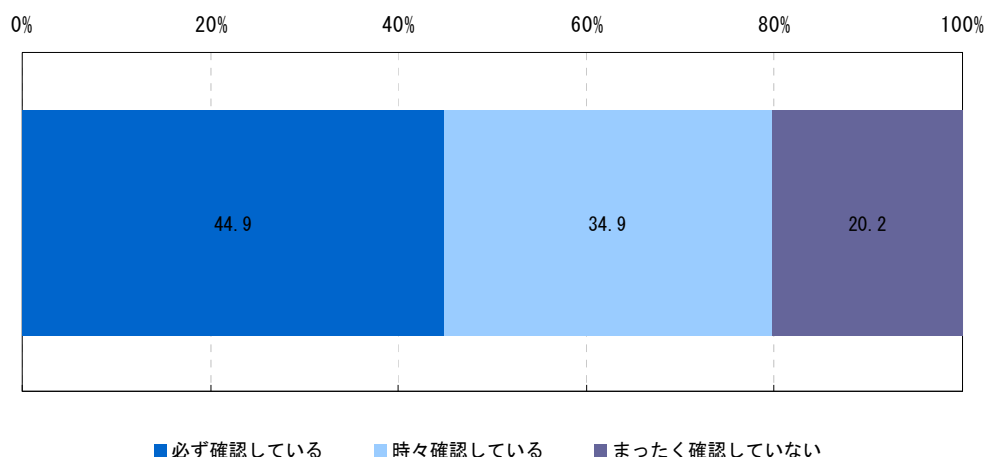


図 7-5 毎月の電力使用量の確認状況

- 普段の生活における省エネ意識の高い人ほど電力使用量を確認している人が多く、省エネを「常に意識している」と回答した人の 65%弱が、毎月の電力使用量を必ず確認している。
- 一方、省エネを「まったく意識していない」と回答した人の 65%弱は、毎月の電力使用量をまったく確認していない。

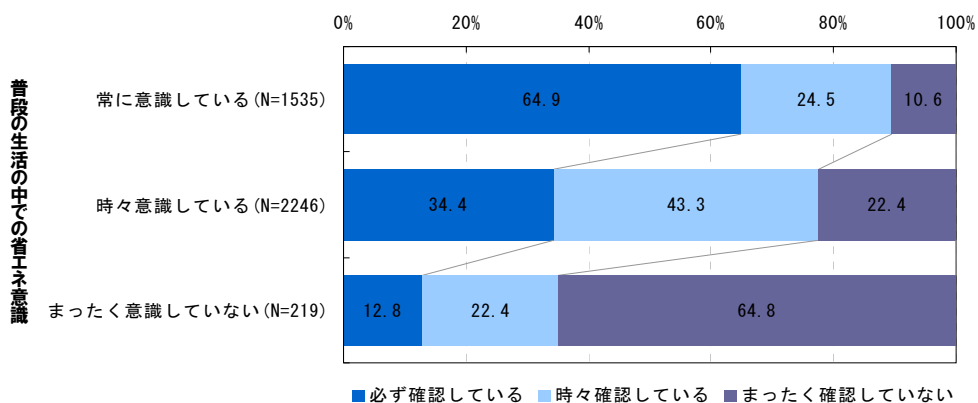


図 7-6 省エネ意識と毎月の電力使用量の確認状況

- 2009 年 11 月の電力料金と毎月の電力使用量の確認状況の関係をみると、「必ず確認している」人と「時々確認している」人の和は電力料金によらず 8 割

強を占めるが、「必ず確認している」人に限定すると、電力料金の低い人ほど毎月の電力使用量を「必ず確認する」人が多い。

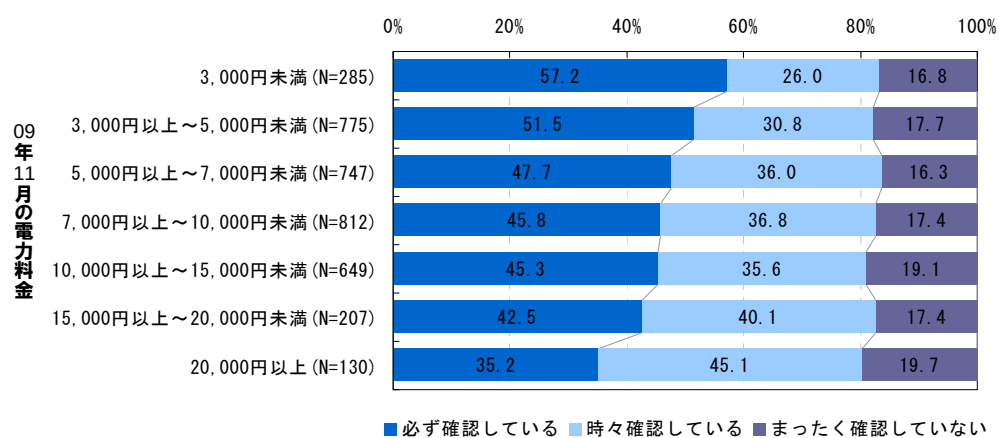


図 7-7 2009 年 11 月の電力料金と毎月の電力使用量の確認状況

イ) 電力使用量が自動で表示される機器への関心度

- 55%弱の人が、電力使用量が自動で表示される機器に関心を持っている。
- 電力使用量が自動で表示される機器について、1 割弱は関心がない。

あなたは、ご自宅の電力使用量が自動で表示される機器に関心がありますか。
(ひとつだけ) [SA] (N=4000)

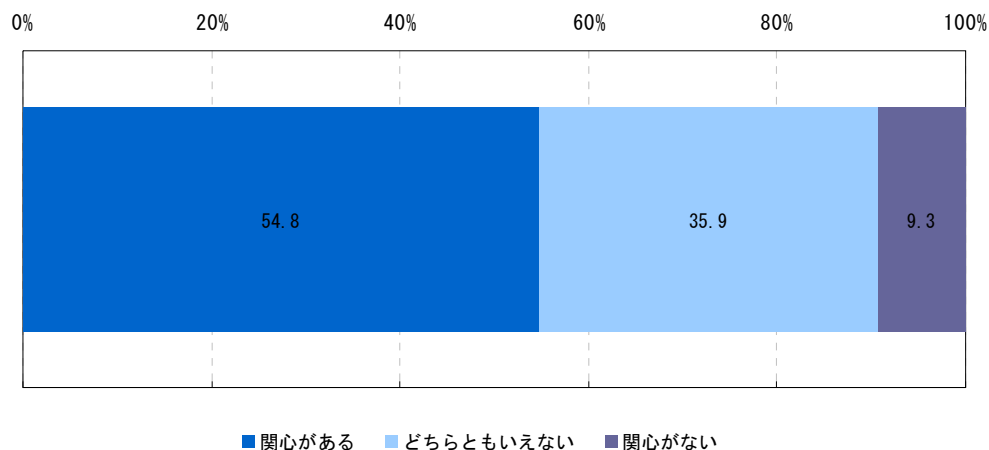


図 7-8 電力使用量が自動で表示される機器への関心度

- 毎月の電力使用量を確認している人ほど、電力使用量が自動で表示される機器への関心度が高く、「必ず確認している」と回答した人の 65%強が関心を示している。
- また、毎月の電力使用量を「時々確認している」人の 5 割弱、「まったく確認していない」人の 4 割弱が、電力使用量が自動で表示される機器に関心を持っており、電力使用量の確認をあまりしていない人でも、電力使用量が自動で表示される機器への関心度はある程度存在する。
- 電力使用量の確認に関しては、電力料金の支払いが低い人ほど毎月の電力使用量を「必ず確認する」人が多い傾向が見られたが、電力使用量が自動で表示される機器への関心度との相関は見られない。

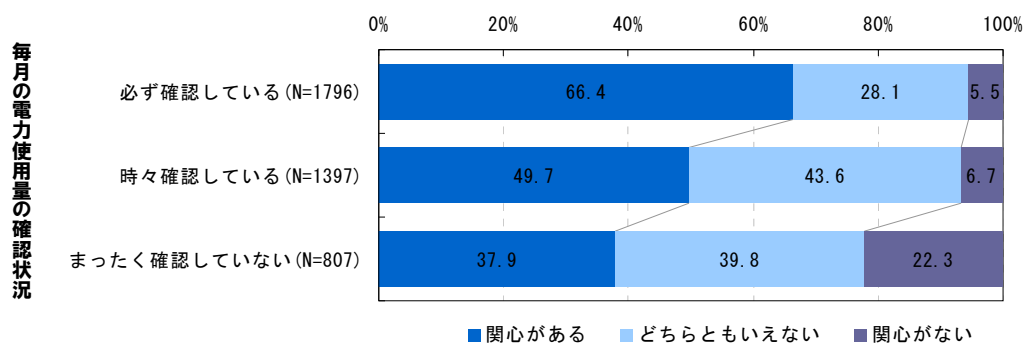


図 7-9 毎月の電力使用量の確認状況と電力使用量が自動で表示される機器への関心度

ウ) 電力使用量が表示される機器のインタフェースに関するニーズ

- 電力使用量がパソコンに表示されれば確認すると回答した人が、全体の 7 割強を占める。次いで、専用のモニター、テレビ、携帯電話の順にニーズが高い。
- 上記の順位は、電力使用量が自動で表示される機器への関心度によらない。

あなたは、もし電力使用量が表示される機器があった場合、どの機器であれば確認すると思いますか。あてはまるものをすべてお知らせください。(いくつでも)
[MA] (N=4000)

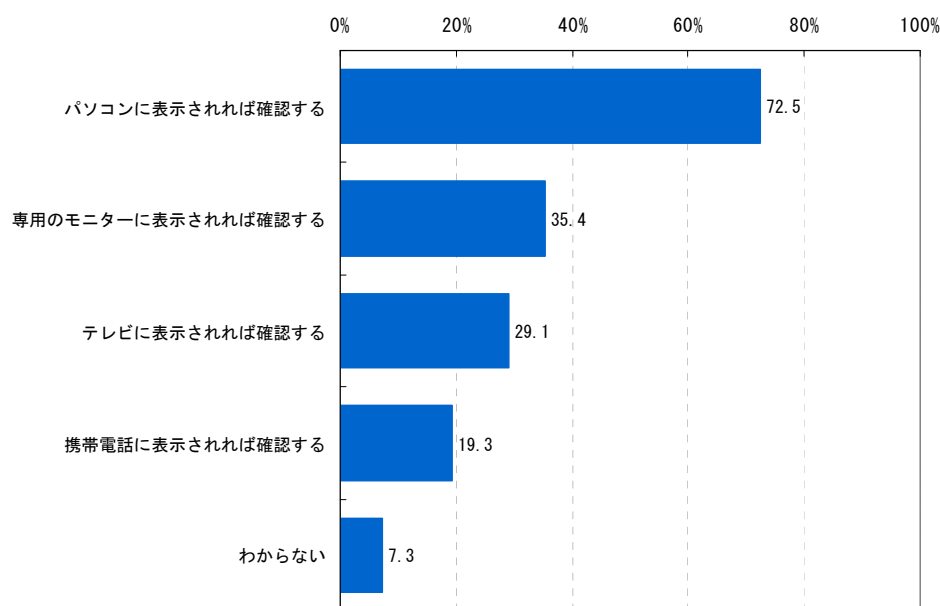


図 7-10 電力使用量が表示される機器のインタフェースに関するニーズ

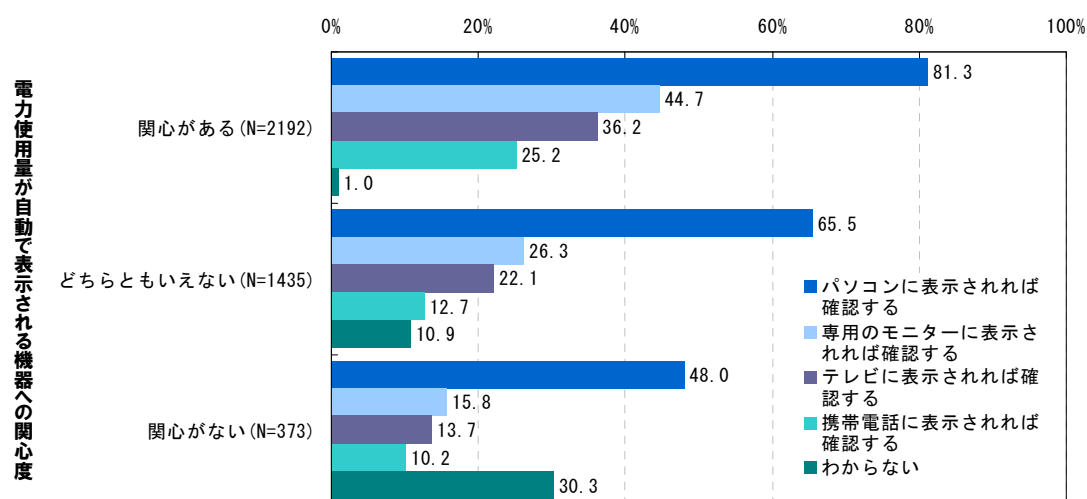


図 7-11 電力使用量が自動で表示される機器への関心度と電力使用量が表示される機器のインタフェースに関するニーズ

エ) 確認したいと思う電力使用量に関する情報

- 確認したいと思う電力使用量に関する情報としては、「前日や前年の同じ月など、過去の電力使用量との比較」、「テレビ、冷暖房機器など使用している機器のそれぞれの電力使用量」、「1日の電力使用量の時系列変化」の3つに対するニーズが高い。
- 自宅の電力使用量の実態把握に関するニーズが高く、電力使用量の他世帯との比較は、自宅の電力使用量の実態把握に比べて優先順位が低い。
- 上記の傾向は、電力使用量が自動で表示される機器への関心度によらない。

次の画面イメージのうち、あなたが確認したいと思うものはどれですか。あてはまるものをすべてお知らせください。（いくつでも）[MA] (N=4000)

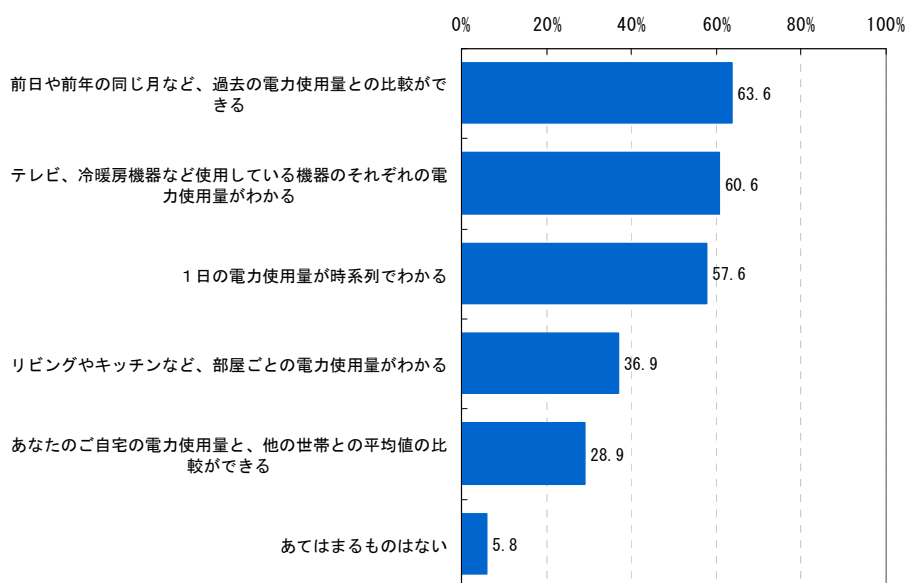


図 7-12 確認したいと思う電力使用量に関する情報

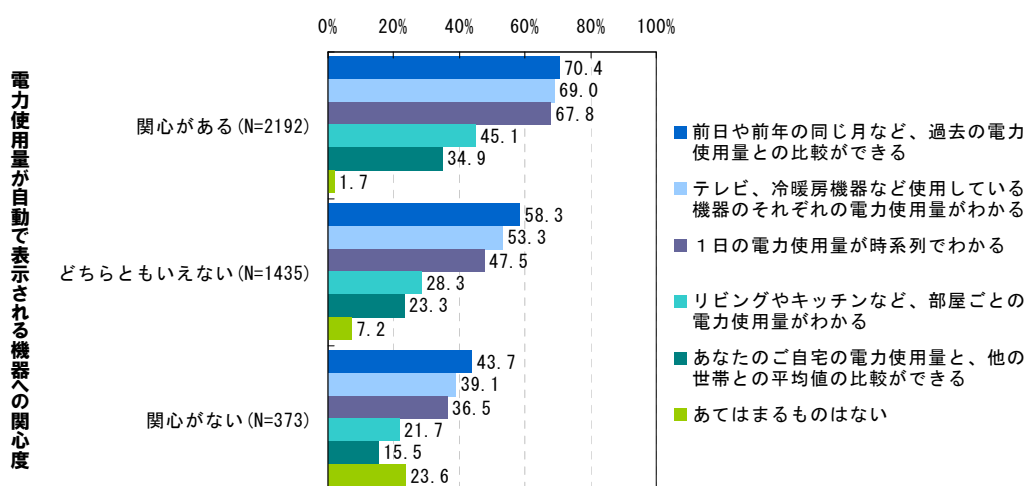


図 7-13 電力使用量が自動で表示される機器への関心度と確認したいと思う電力使用量に関する情報

② 電力使用量の他世帯との比較

ア) 他の世帯との電力使用量の比較に関するニーズ

- 他の世帯の電力使用量との比較ができるならば比較したいと考える人は全体の 5 割弱。一方、比較したいと思わない人も 4 割弱おり、世帯によって意見が分かれる。

あなたは、もし他の世帯の電力使用量とご自宅の電力使用量とを比較できるならば、比較したいと思いますか。(ひとつだけ) [SA] (N=4000)

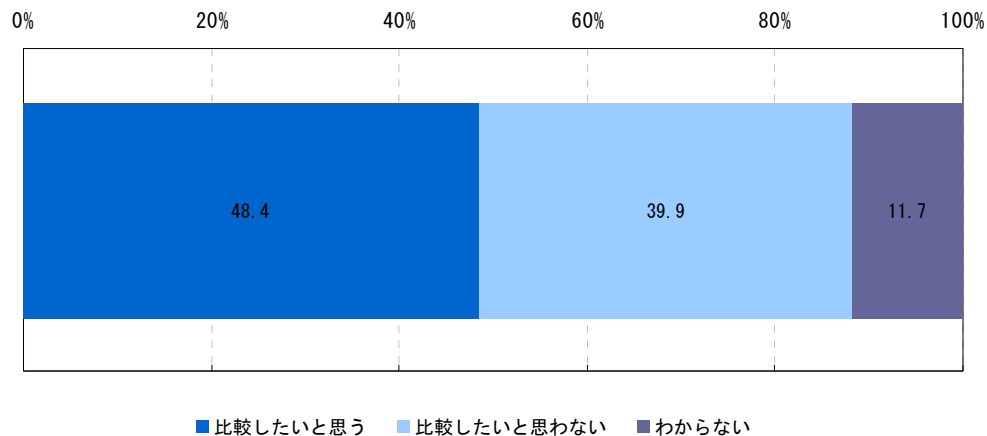


図 7-14 他の世帯との電力使用量の比較に関するニーズ

- 電力使用量が自動で表示される機器について「関心がある」人の 6 割弱が、他の世帯と電力使用量を比較したいと回答している。

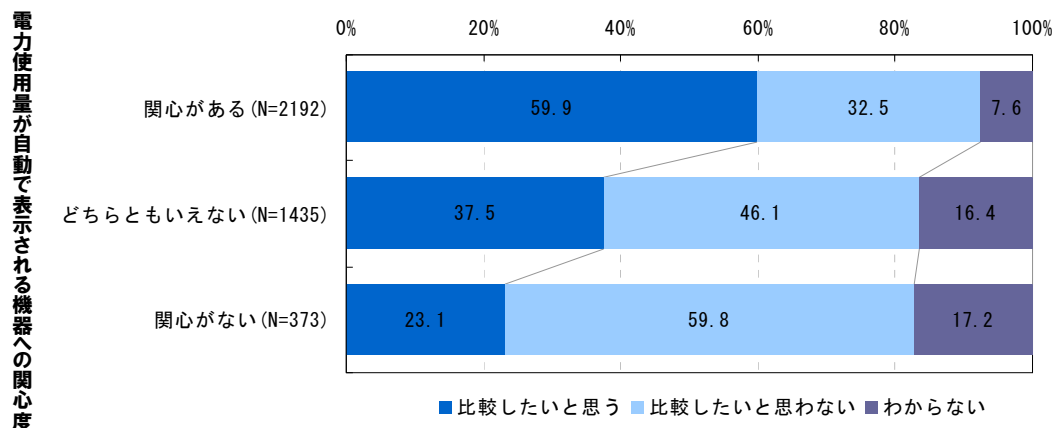


図 7-15 電力使用量が自動で表示される機器への関心度と他の世帯との電力使用量の比較に関するニーズ

- 回答者の年齢別に見ると、20～40 歳代では「比較したいと思う」人が 5～6 割程度を占めるのに対して、50 歳代以上では「比較したいと思う」人は 4 割程度となっており、高年層ほど他の世帯との電力使用量の比較に対するニーズは低い。

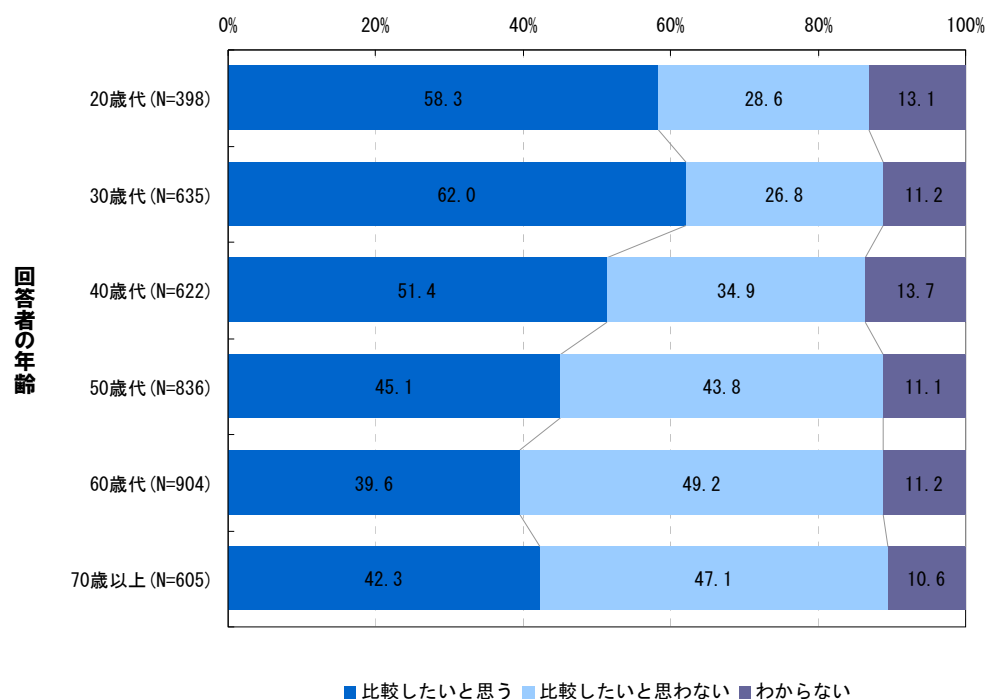


図 7-16 回答者の年齢と他の世帯との電力使用量の比較に関するニーズ

イ) 他の世帯との電力使用量の比較における条件

- 他の世帯との電力使用量の比較に関して、「比較したいと思う」または「わからない」と回答した人（2,403 サンプル）に対して、比較の条件として最もあてはまるものを聞いたところ、「世帯構成」（28.1%）、「世帯人数」（27.5%）という回答が多く、次いで、「住宅の広さ」（10.0%）、「住宅のタイプ（戸建て、集合等）」（7.7%）と続く。
- 「世帯年収」や「使用している電気機器」、「居住環境」、「省エネ意識」に関しては、他世帯の電力使用量との比較において関心はそれほど高くない。
- 比較条件の上位3つ及び5つの回答結果を見ても、同様の傾向が見られる。

ご自宅の電力使用量を他の世帯と比較する場合、どのような世帯と比較したいと思いますか。
最もあてはまるものをひとつだけお知らせください。（ひとつだけ）[SA] (N=2403)

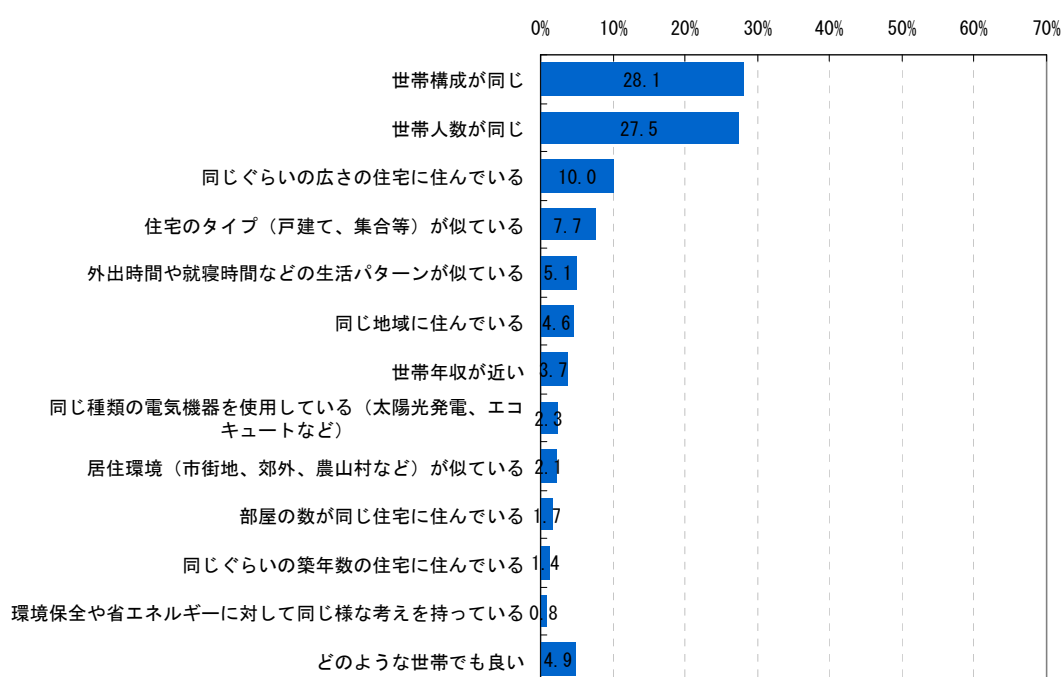


図 7-17 他の世帯との電力使用量の比較における条件（1 番目）

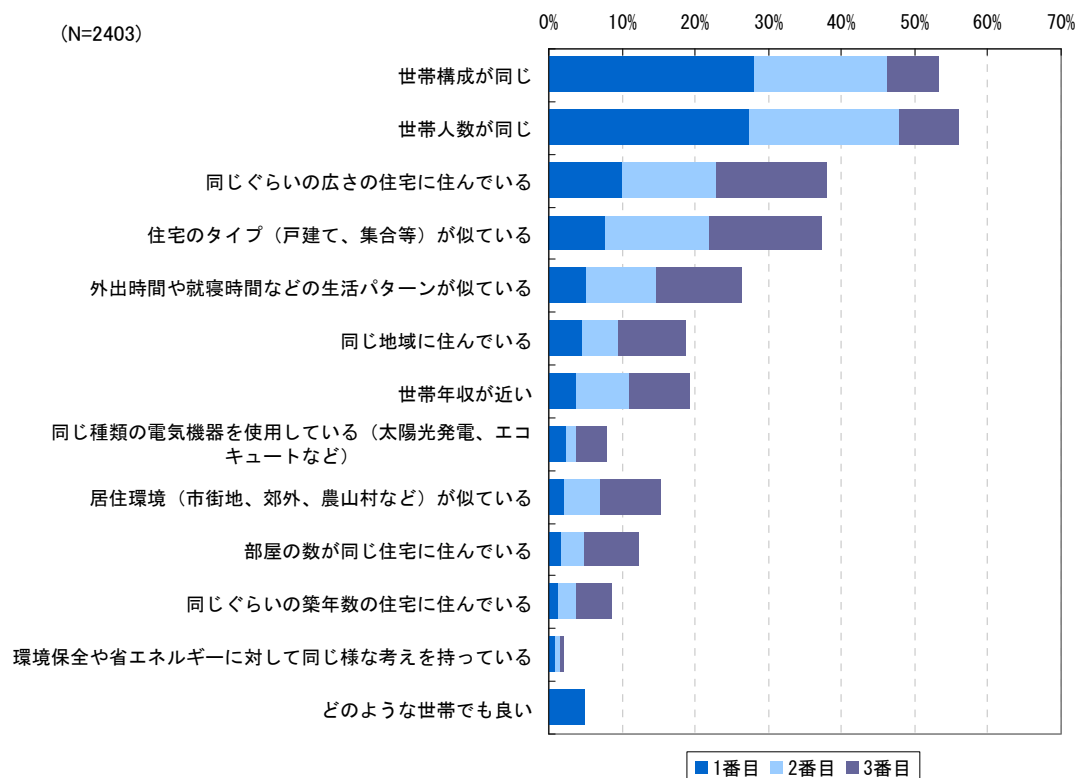


図 7-18 他の世帯との電力使用量の比較における条件（上位 3 つ）

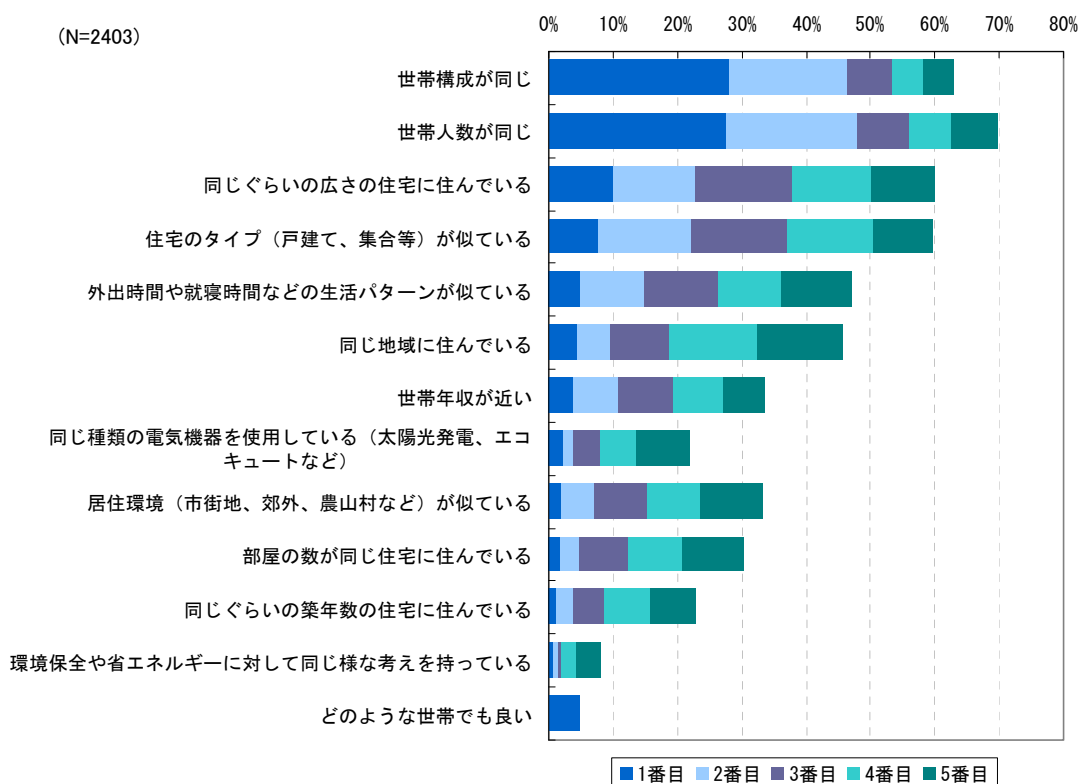


図 7-19 他の世帯との電力使用量の比較における条件（上位 5 つ）

③ 電力使用量の見える化サービスに対する支払い意思

ア) 電力使用量の見える化サービスに対する支払い意思

- 電力使用量の見える化サービスに対して、「有用であればお金を払っても良い」と考える人は全体の 15%弱であり、「わからない」と回答した 10%強と合わせて、25%強が電力使用量の見える化に対してお金を支払う可能性がある。
- 一方、75%弱の人は「有用であってもお金を払いたくない」と考えている。

あなたは、電力使用量の「見える化」のしくみを利用することについてどう思いますか。
(ひとつだけ) [SA] (N=4000)

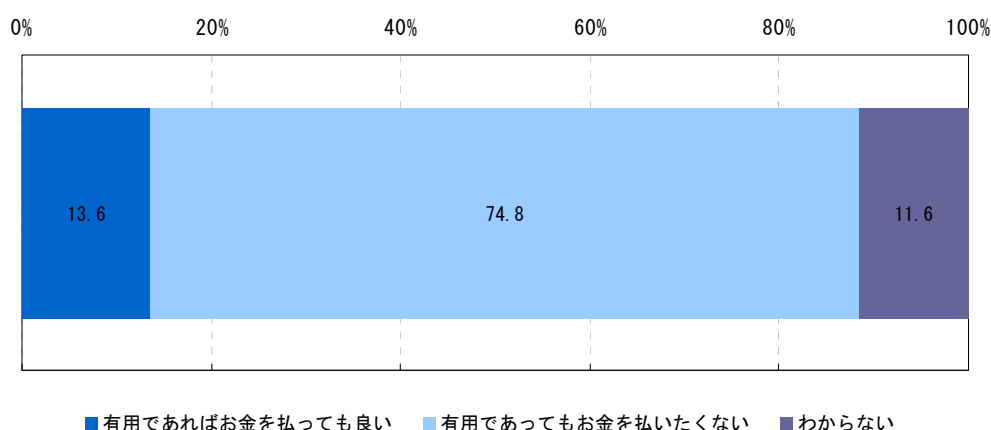


図 7-20 電力使用量の見える化サービスに対する支払い意思

- 電力使用量が自動で表示される機器に「関心がある」人については、2 割強が電力使用量の見える化サービスに対して、「有用であればお金を払っても良い」と回答しているが、「わからない」または「関心がない」人については、お金を払ってもよいと考える人は数%に留まる。

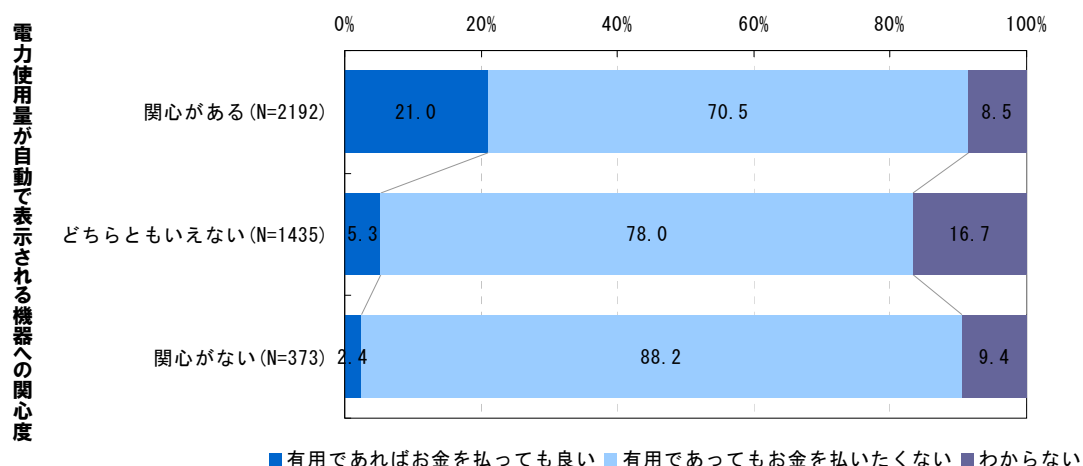


図 7-21 電力使用量が自動で表示される機器への関心度と電力使用量の見える化サービスに対する支払い意思

イ) 電力使用量の見える化サービスに関する支払い形態のニーズ

- 電力使用量の見える化サービスについて、「有用であればお金を払っても良い」、または「わからない」と回答した人のうち、半分強が「機器の初期費用を支払い、月々の利用が無料」の支払い形態を希望し、4割弱が「機器をレンタルし（初期費用はゼロ）、月々の利用料を支払う形態」を希望している。
- 「機器の初期費用を一部支払い、月々の利用料を支払う形態」を希望する人は10%強に留まる。

電力使用量の「見える化」に対してお金を払う場合、どのような支払い形態が妥当だと思いますか。
(ひとつだけ) [SA] (N=1007)

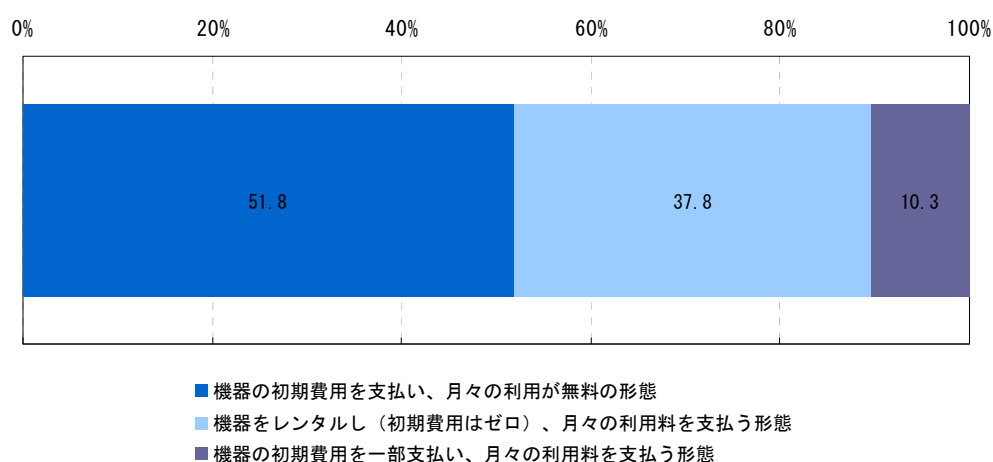


図 7-22 電力使用量の見える化サービスに関する支払い形態のニーズ

ウ) 電力使用量の見える化サービスに関する機器の初期費用の支払い意思額

- 支払い形態として、「機器の初期費用を支払い、月々の利用が無料の形態」を希望する人では、「1,000 円以上 3,000 円未満」(25.1%)、「5,000 円以上 10,000 万円未満」(24.5%) といった回答が多く、平均は約 7,000 円。
- 一方、「機器の初期費用を一部支払い、月々の利用料を支払う形態」を希望する人では、「1,000 円以上 3,000 円未満」が 3 割弱を占め、平均は約 3,800 円。

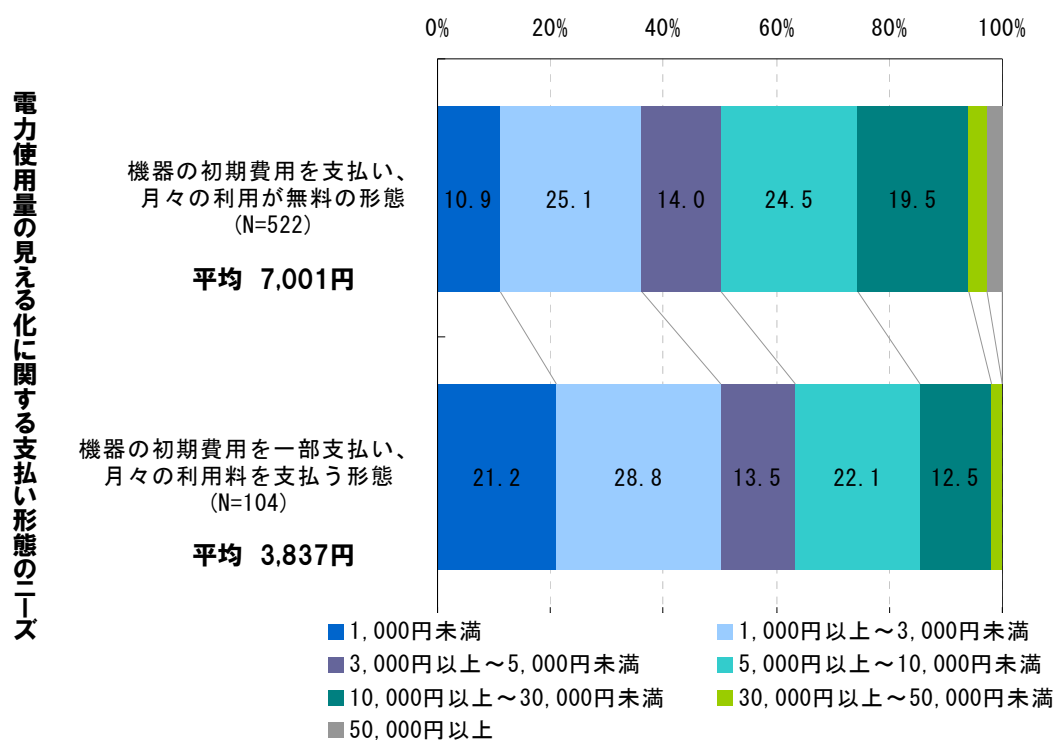


図 7-23 電力使用量の見える化サービスに関する機器の初期費用の支払い意思額

エ) 電力使用量の見える化サービスに関する月々の利用料の支払い意思額

- 支払い形態として、「機器をレンタルし、月々の利用料を支払う形態」を希望する人、「機器の初期費用を一部支払い、月々の利用料を支払う形態」を希望する人ともに、支払い意思額は「100 円以上 1,000 円未満」という回答が 8 割程度を占め、平均は月 600 円程度となっている。

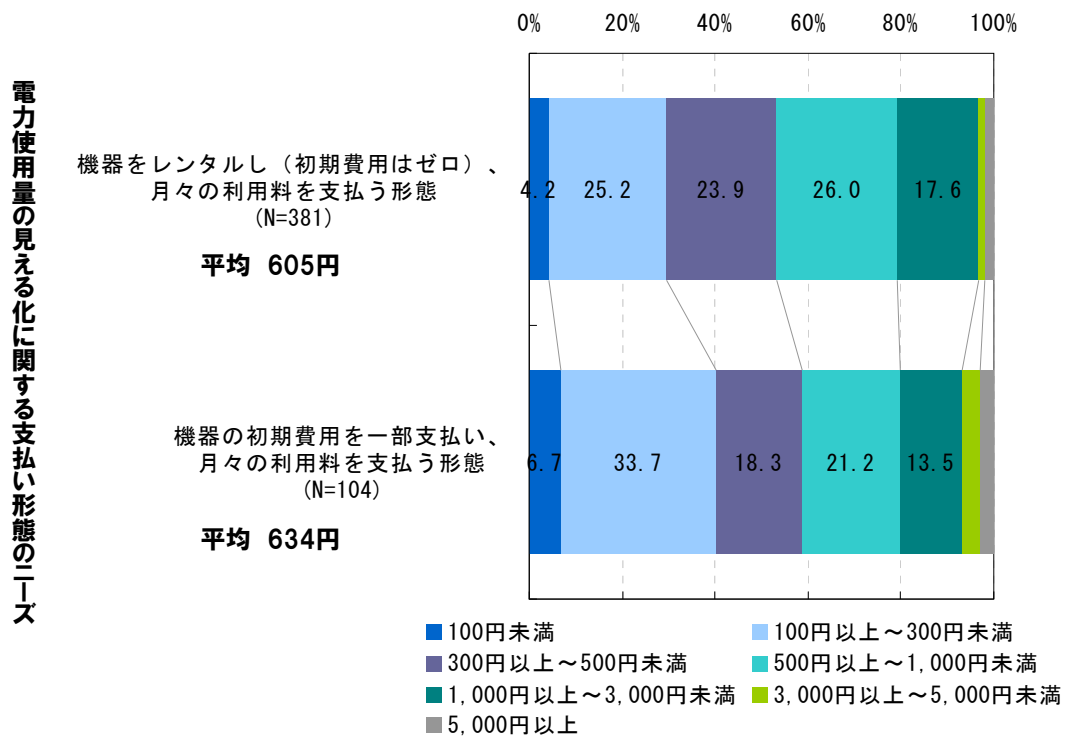


図 7-24 電力使用量の見える化サービスに関する月々の利用料の支払い意思額

④ 電力使用量の見える化の付帯サービスに関するニーズ

ア) 電力使用量の見える化の付帯サービスに対するニーズ

- 電力使用量の見える化の付帯サービスとして最もニーズが高いのは、「省エネをした分のポイントが付与され、ポイントを集めると電気機器などの製品と交換できる」で全体の 5 割弱を占める。
- 次いで、「ご自宅の電気使用状況に最も適した電気料金メニューについてアドバイスがもらえる」(43.6%)、「冷蔵庫やエアコン、給湯器の故障の予兆を知らせてもらえる」(32.7%)、「ご自宅のエネルギーの最適な使用方法についてアドバイスをもらえる」(31.2%) に対するニーズが高い。
- ポイントの付与や最適な電気料金メニューのアドバイスなど、経済的なメリットが期待される付帯サービスに対するニーズが高く、高齢者の生活状況や家族の帰宅状況の確認に対するニーズは低い。
- 「利用したいサービスはない」と回答した人も、全体の 15%強を占める。

あなたは、もし電力使用量の「見える化」以外にご自宅の電力使用量のデータに基づいて受けられるサービスがあるとしたら、どのようなサービスを利用したいと思いますか。あてはまるものをすべてお知らせください。(いくつでも)

[MA] (N=4000)

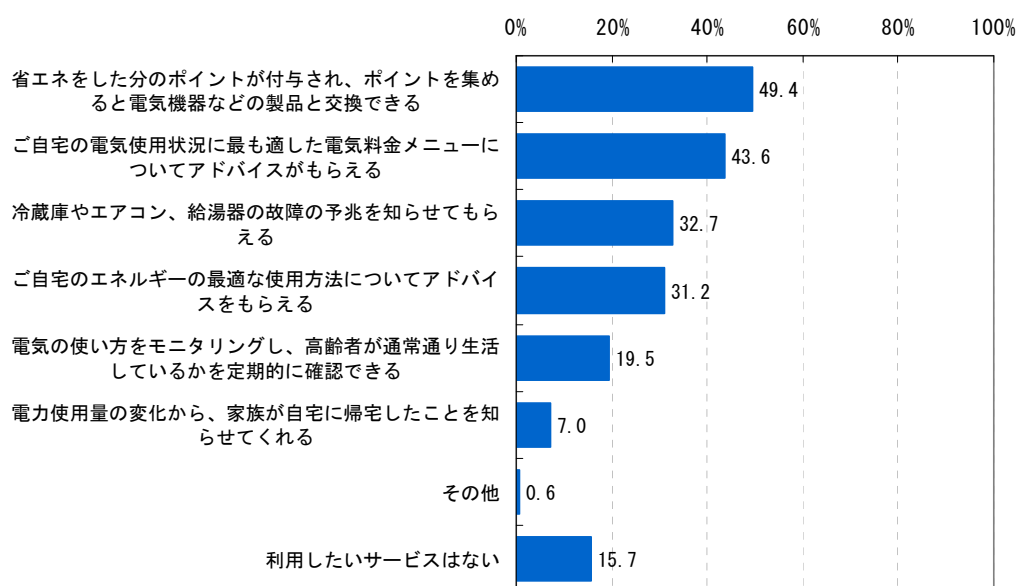


図 7-25 電力使用量の見える化の付帯サービスに対するニーズ

- 電力使用量が自動で表示される機器に関心がある人は、各付帯サービスに対するニーズも高い。
- ポイントの付与や最適な電力料金メニューのアドバイスは、関心の有無によらずニーズが高いが、関心のある人はエネルギーの最適な使用方法に関するアドバイスへのニーズも高い。

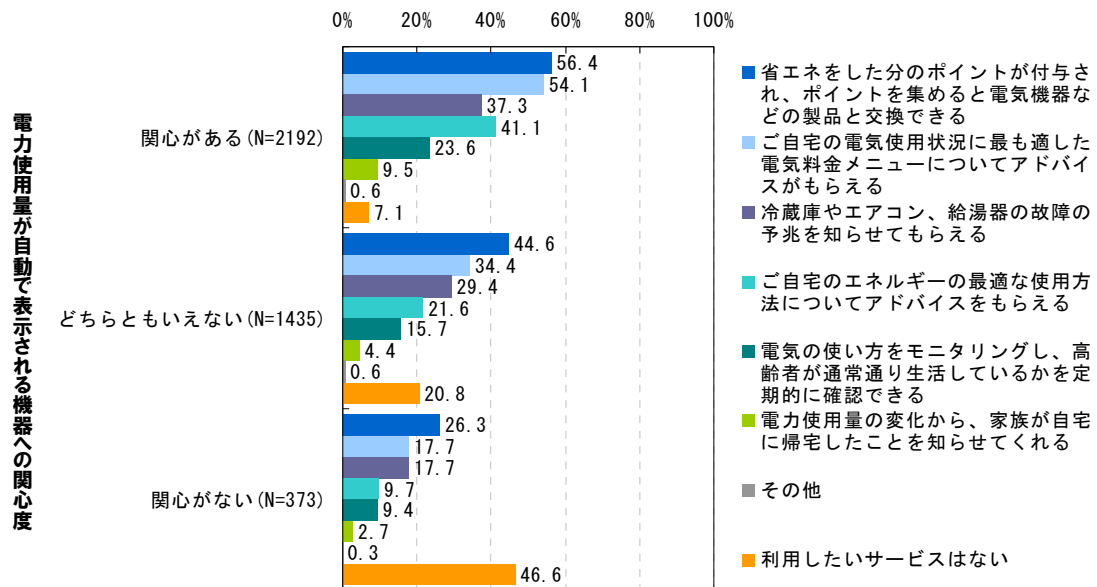


図 7-26 電力使用量が自動で表示される機器への関心度と電力使用量の見える化の付帯サービスに対するニーズ

- 年齢別に見ると、ポイントの付与や電気料金メニュー、エネルギーの最適な使用方法に関するアドバイスについては20～40歳代でのニーズが高い。
- 一方、家電製品等の故障の予兆や高齢者の生活状況の確認に関しては、高年齢層ほどニーズが高く、70歳代以上では35%弱が高齢者の生活状況の確認サービスに関心を示している。

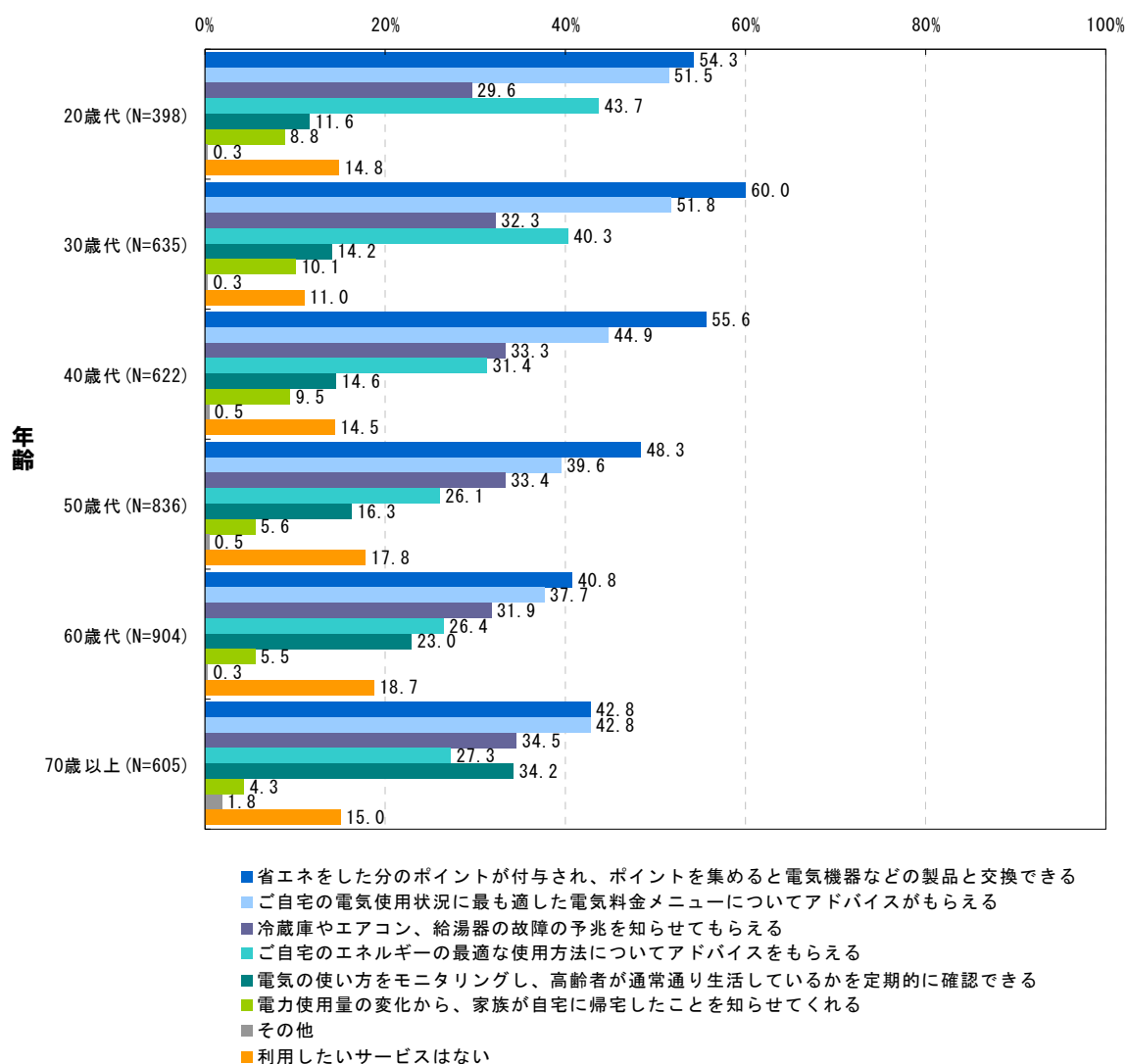


図 7-27 回答者の年齢と電力使用量の見える化の付帯サービスに対するニーズ

イ) 電力使用量の見える化の付帯サービスに対する支払い意思

- 電力使用量の見える化以外の付帯サービスについてニーズがある人（3,372 サンプル）を対象に、それらの付帯サービスを得るための料金の支払い意思を聞いた結果、25%弱が「料金を支払ってもよい」と回答。残りの 75%強は「料金は支払いたくない」と回答。
- 電力使用量の見える化サービスに対して「料金を支払ってもよい」と回答した人が 15%弱、「わからない」と回答した人が 10%強であり、電力使用量の見える化サービスやその付帯サービスに対して料金を支払ってもよいと考える人は、概ね 25%であるといえる。

あなたが利用したいと回答した電力使用量のデータに基づいて受けられるサービスをすべて利用できる場合、料金を支払っても良いと思いますか。（ひとつだけ）[SA] (N=3372)

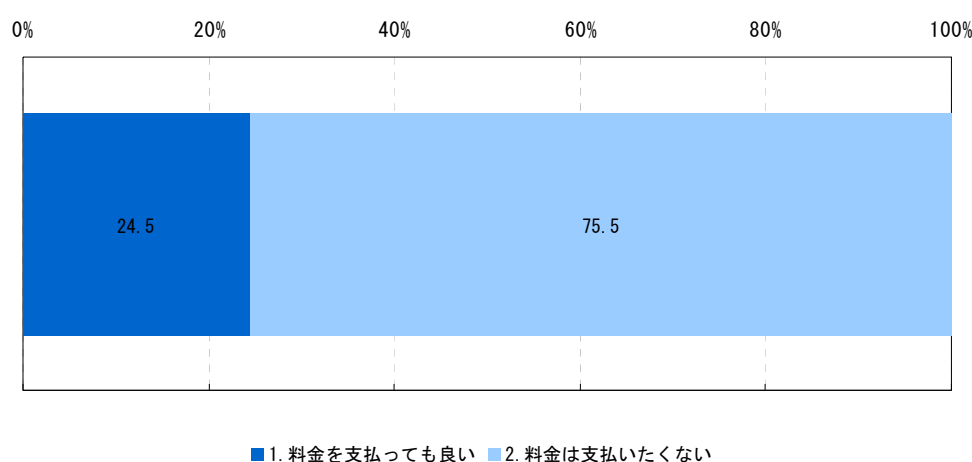


図 7-28 電力使用量の見える化の付帯サービスに対する支払い意思

- 電力使用量が自動で表示される機器に関心がある人は、付帯サービスに対して「料金を支払ってもよい」と考える人が多い（3 割弱）。

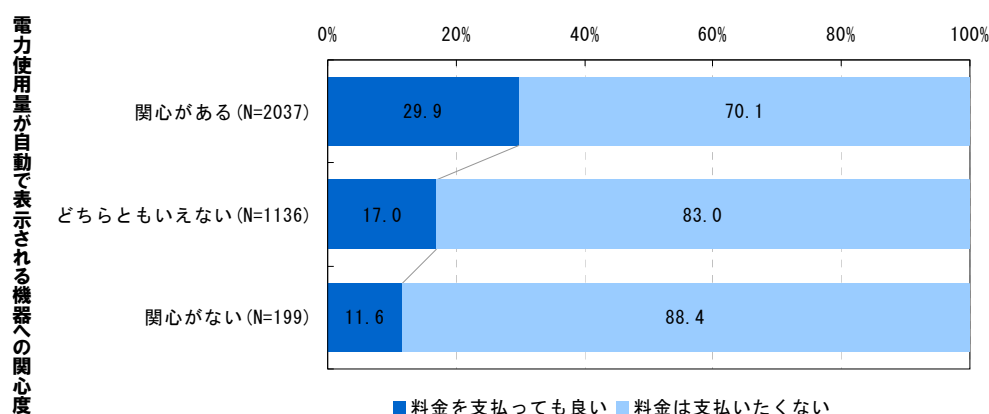


図 7-29 電力使用量が自動で表示される機器への関心度と電力使用量の見える化の付帯サービスに対する支払い意思

- 電力使用量の見える化に対して、「有用であればお金を払っても良い」と回答した人の 75%弱は、付帯サービスに関しても料金を支払ってもよいと回答。
- 一方、電力使用量の見える化に対して、「有用であってもお金を支払いたくない」と回答した人の 9 割弱は、付帯サービスに関しても料金は支払いたくないと考えている。

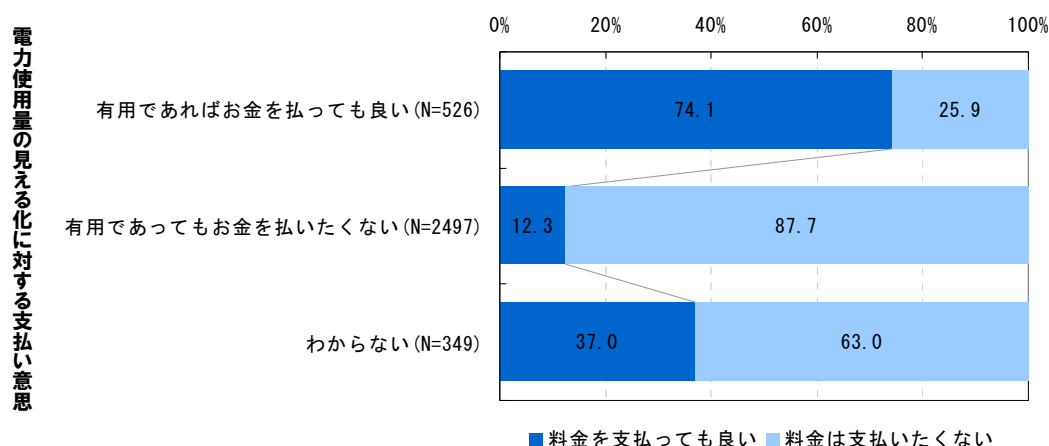


図 7-30 電力使用量の見える化に対する支払い意思
電力使用量の見える化の付帯サービスに対する支払い意思

- 付帯サービス別に見ると、ニーズの高いポイントの付与や電気料金メニューに関するアドバイスに関して料金を支払っても良いと考える人は 25～30% 程度で、ニーズは低いものの、高齢者の生活状況や家族の帰宅状況の確認については、4 割強が料金を支払ってもよいと回答している。
- 高齢者の生活状況や家族の帰宅状況の確認については、これらのサービスを希望する人の必要性が特に高いと考えられる。

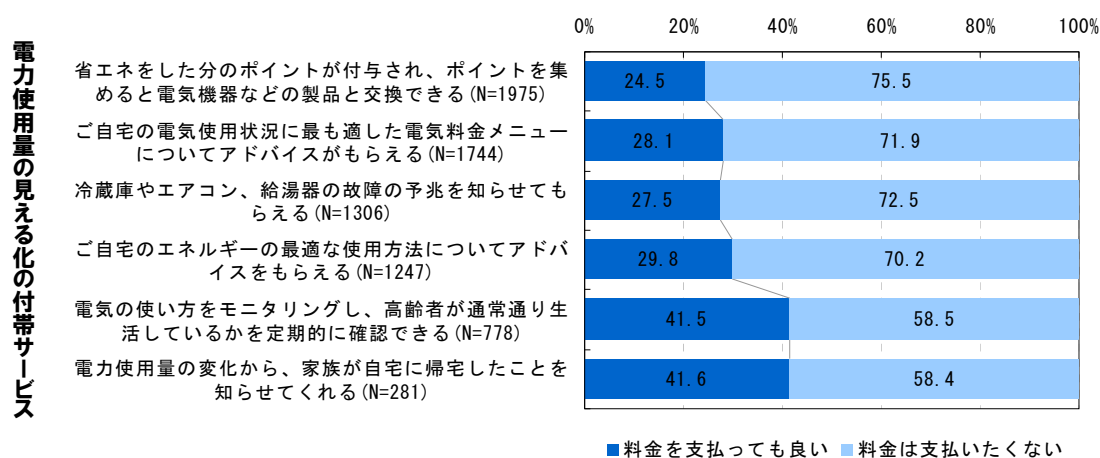
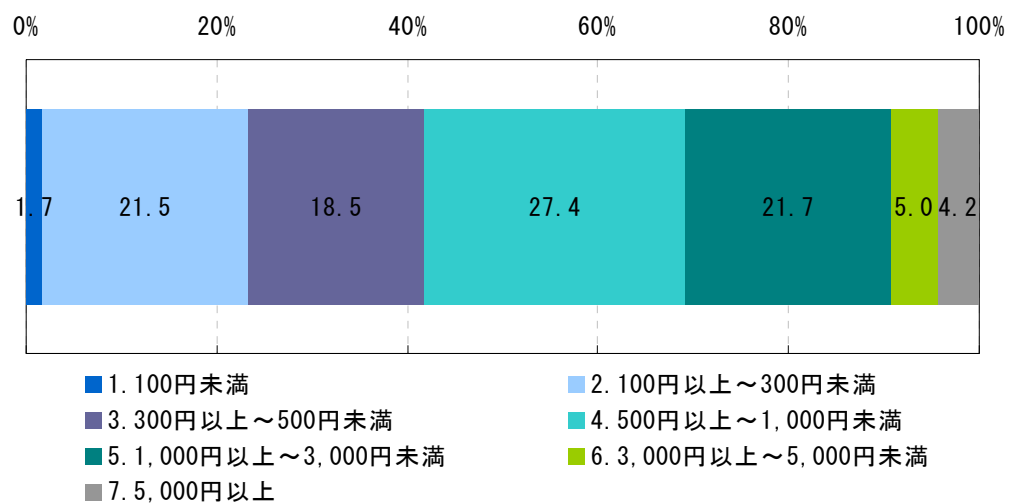


図 7-31 電力使用量の見える化の付帯サービスごとの支払い意思

ウ) 電力使用量の見える化の付帯サービスに対する月々のサービス料の支払い意思額

- 電力使用量の見える化の付帯サービスに対して、「料金を支払っても良い」と回答した人の3割弱は、月々のサービス料として「500円以上1,000円未満」程度であれば料金を支払ってもよいと考えている。
- 回答者全員の支払い意思額の平均は1,100円程度であり、10,000円以上の回答（1.5%、12サンプル）を除くと約810円、5,000円以上の回答（4.2%、35サンプル）を除くと約680円となる。

(N=826)



全平均	1,144円
10,000円以上の回答を除く	814円
5,000円以上の回答を除く	676円

図 7-32 電力使用量の見える化の付帯サービスに対する月々のサービス料の支払い意思額

⑤ 電力使用量データのサービス事業者への提供

ア) 電力使用量データのサービス事業者への提供に対する考え

- 電力使用量データのサービス事業者への提供に関して、「有用なサービスを受けられるなら提供しても良い」と考える人は全体の 6 割強を占める。
- 「有用なサービスを受けられても提供したくない」と考える人は 2 割強、「わからない」と回答した人が 2 割弱。

あなたは、ご自宅の電力使用量のデータを、サービス事業者に提供しても良いと思いますか。
(ひとつだけ) [SA] (N=4000)

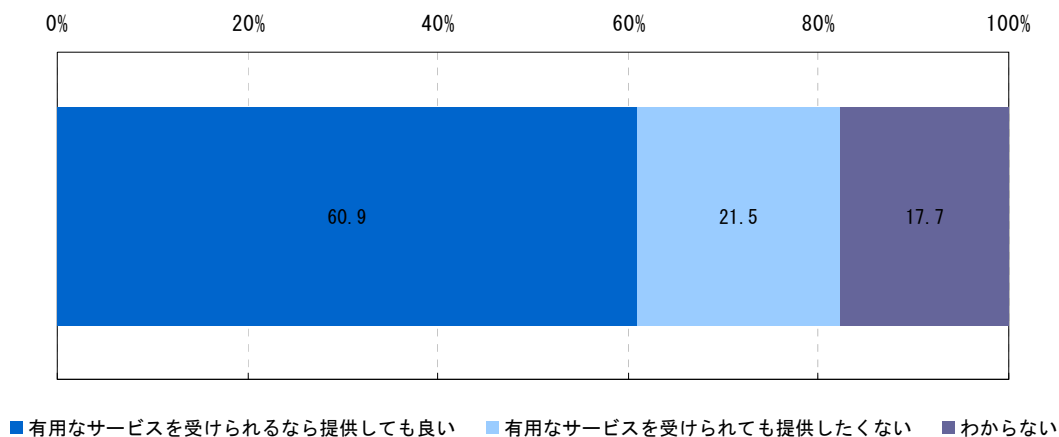


図 7-33 電力使用量データのサービス事業者への提供に対する考え

- 電力使用量が自動で表示される機器への関心がある人は、7 割強が「有用なサービスを受けられるなら提供しても良い」と考えている。

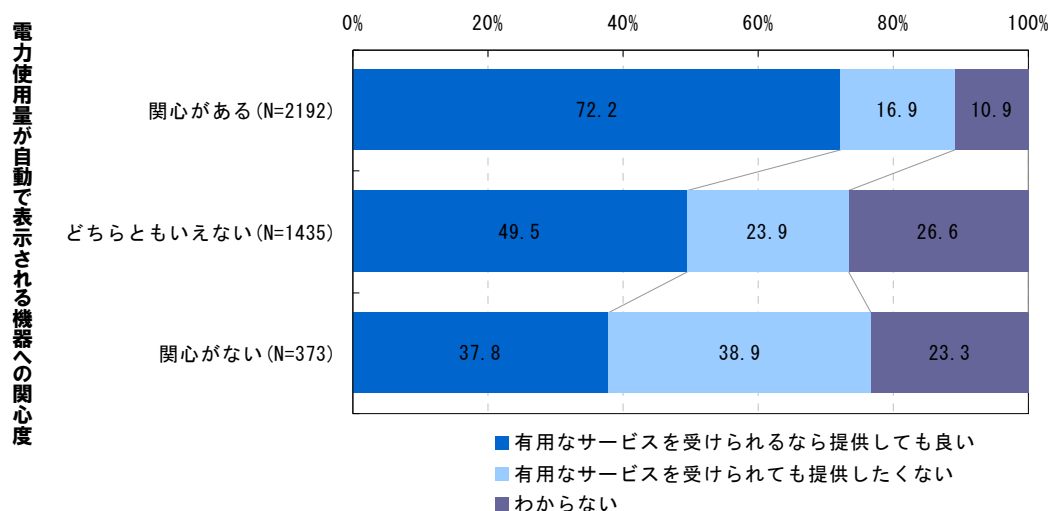


図 7-34 電力使用量が自動で表示される機器への関心度と電力使用量データのサービス事業者への提供に対する考え

- 電力使用量データのサービス事業者への提供に対する考えは、回答者の年齢によらず、ほぼ一定である。

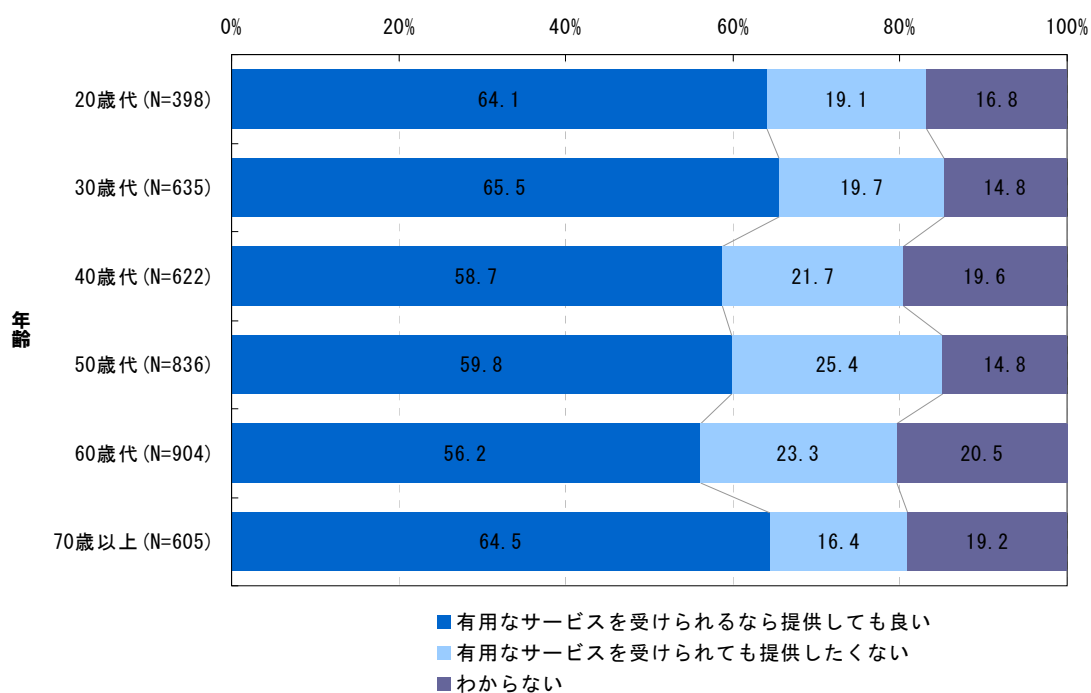


図 7-35 回答者の年齢と電力使用量データのサービス事業者への提供に対する考え

イ) 電力使用量データのサービス事業者への提供の条件

- 電有用なサービスを受けられるなら電力使用量データをサービス事業者に提供しても良いと回答した人（2,434 サンプル）のうち、45%強が「提供先が都度示され、判断の上、提供を許すことができること」と回答。
- 「契約する際に、提供の可能性のある事業者がわかっていること」と回答した人が 4 割弱で、「データの提供について特に条件はない」と回答した人も 10%強を占める。

自宅の電力使用量のデータを、複数のサービス事業者に提供することについて、どのような条件であれば提供しても良いと思いますか。（ひとつだけ）[SA] (N=2434)

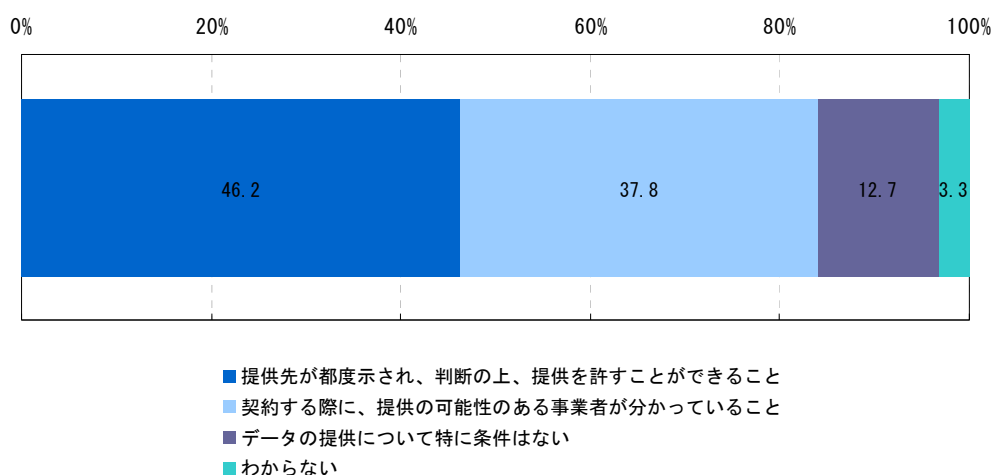


図 7-36 電力使用量データのサービス事業者への提供の条件

- 年齢別に見ると、30 歳代においてサービス事業者への提供の条件が最も厳しく、高年層ほど条件が緩くなる傾向が見られる。

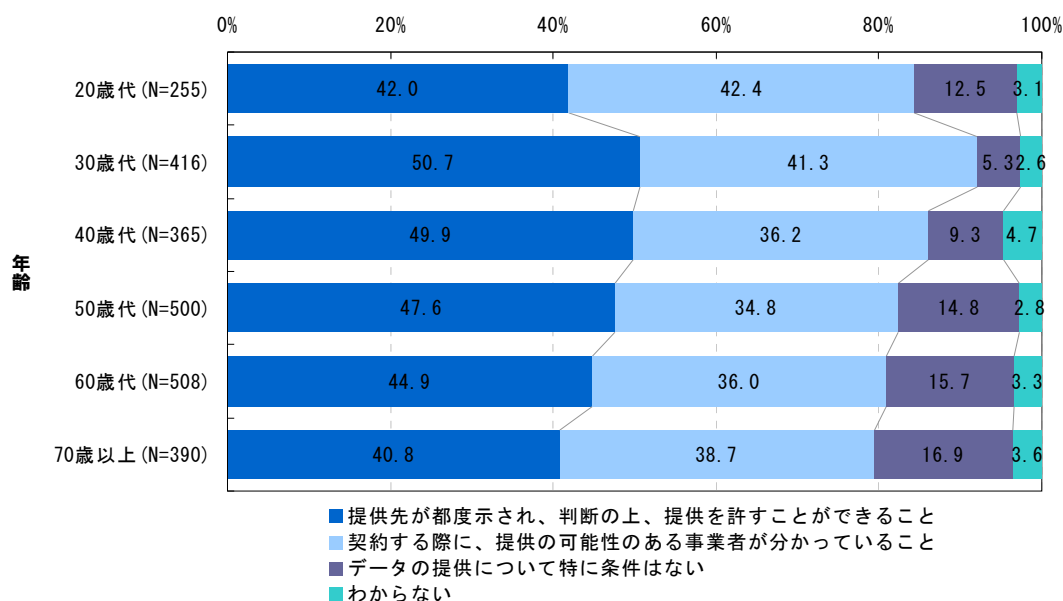


図 7-37 回答者の年齢と電力使用量データのサービス事業者への提供の条件

ウ) 電力使用量データを提供してもよいと考える機関または企業

- 電力使用量データを提供してもよいと考える機関または企業として、全体の7割弱が「電力会社」と回答している。
- 次いで、「国、地方自治体」(51.9%)、「ガス会社」(18.8%)、「消防」(18.0%)、「水道局」(14.7%)、「警察」(13.0%)、「家電メーカー」(12.6%)となっている。
- 公共機関または公共性の高い事業を行っている民間企業に対する許容性が高い。

あなたは、どのような機関または企業であれば、サービスのためにご自宅の電力使用量のデータを提供しても良いと考えますか。あてはまるものをすべてお知らせください。(いくつでも) [MA] (N=4000)

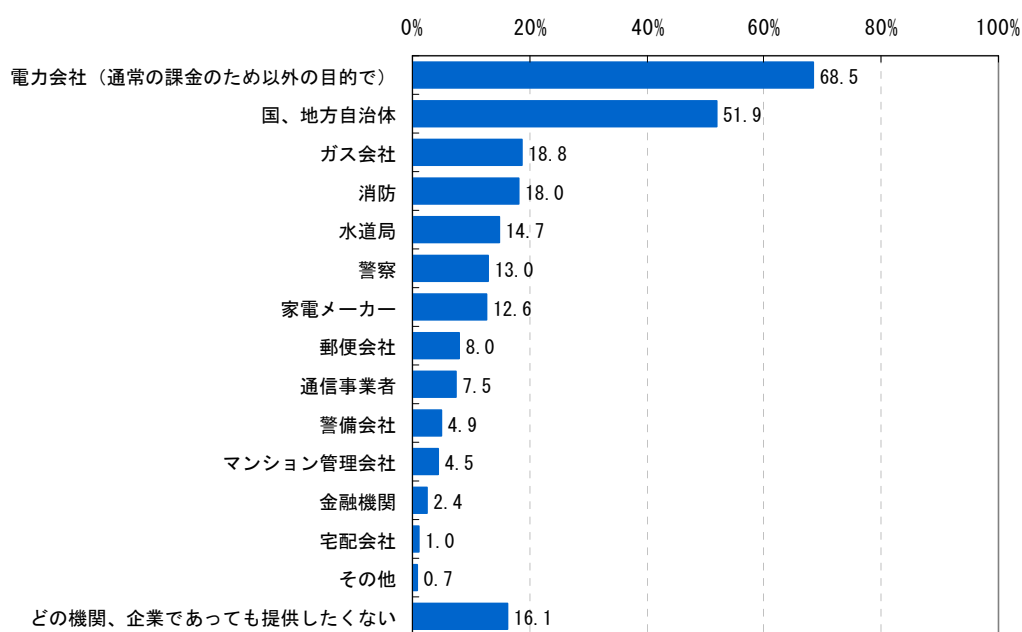


図 7-38 電力使用量データを提供してもよいと考える機関または企業

- 年齢別に見ても、上位 5 機関の傾向に大きな差は見られないが、高年層ほど電力会社を選定する割合が高く、逆に若年層ほど国、地方自治体を選択する割合が高いという傾向が見られる。

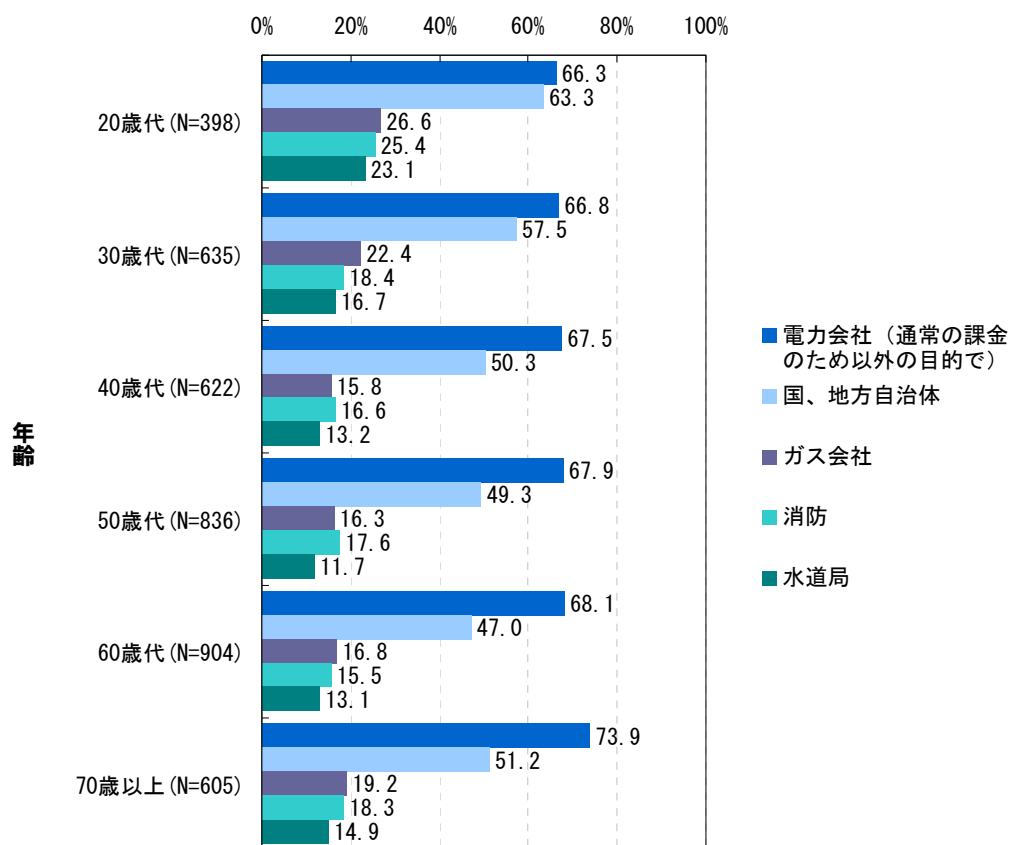


図 7-39 回答者の年齢と電力使用量データを提供してもよいと考える機関または企業（上位 5 つ）

ii) 業界有識者ディスカッションの結果

ディスカッションから得られた示唆を以下に示す。

表 7-7 ディスカッションの結果

カテゴリー	ディスカッションからの示唆
メーカー	・介護やセキュリティといった分野では、顧客のデータ使用許諾も得られやすいのではないか。 ・ライフステージの変化が捉えられることには意味がある。 ・スマートハウスの機能を利用した顧客への高効率機器の紹介は、顧客からの引き合いを増加させると期待できる。 ・メーカーからの直販チャネルの充実に繋がる可能性がある。 ・機器の故障の予兆の分析ができれば、ユーザーに迷惑をかけずに聞きの更新ができるとともに、自社の販売効率も大きく向上すると考えられえ。 ・宅内データのモニタリングは、世帯の全体消費量を把握するだけでなく、機器や回路別の消費量が分かるとさらに良い。 ・消費者安全保護法の指定機器の稼動状況が分かると、これはメーカーにとって意味がある。 ・フィールドサービス会社の高機能化にも繋がりメリットがあると思う。
生活者向けサービス	・継続的に電力使用量のパタンを分析すると、ライフステージの変化を把握することができるという点については共感できる。 ・顧客のこうした変化が分かれば、ライフステージ商品の販売コスト低減に繋がる可能性がある。 ・既存顧客の状況は継続的にウォッチできるが、潜在顧客への提案先選定は弱いため、“暮らし向き”分析結果からポテンシャル顧客が把握できるととても良い。 ・ただし、個人情報としての扱いに注意する必要がある。 ・営業の現場でこうしたデータを直接扱うことは不可能。 ・事業者の視点からはかなり面白いと感じる。 ・一方、消費者の視点からは、セキュリティーの確保が大きな課題だと感じる。 ・こうしたデータの分析結果を顧客と共有することで、顧客とのコミュニケーション頻度が高まるならば、これも意味がある。 ・介護やセキュリティといった分野では、顧客のデータ使用許諾も得られやすいのではないか。 ・ライフステージの変化が捉えられることには意味がある。

7.3.2.2. マンション居住者における実際のエネルギー使用データを用いたエネルギー利用形態による世帯分類の可能性分析

i) 電力使用量のパターン分析結果 (パターン分類数の決定)

- パターン分類ツールによって、3 分類、4 分類、5 分類にした場合の波形の収束、サンプルの移動を示す。

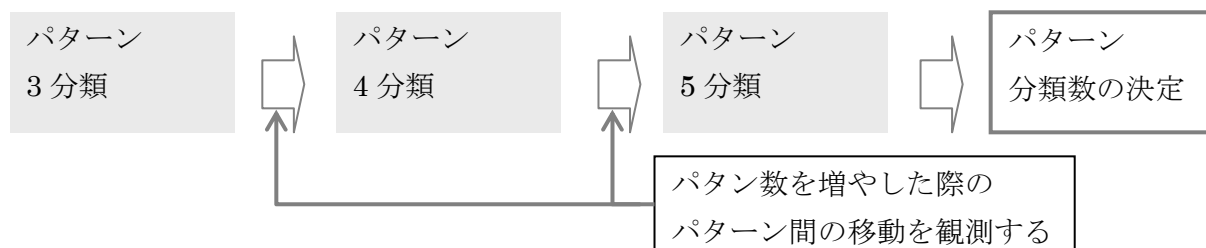


図 7-40 電力使用量のパターン数決定フロー

- パターン 3 分類とパターン 4 分類を比較すると、パターン 3 分類のパターン 1 の 35 %、パターン 3 の 64 %は、パターン 4 分類ではパターン 4 に分類される。
- つまり、パターン 3 分類では、パターン 1 とパターン 3 に類似するサンプルが含まれていると言える。

表 7-8 パターン分類数の変化によるサンプルの移動
(パターン 3 分類 → パターン 4 分類)

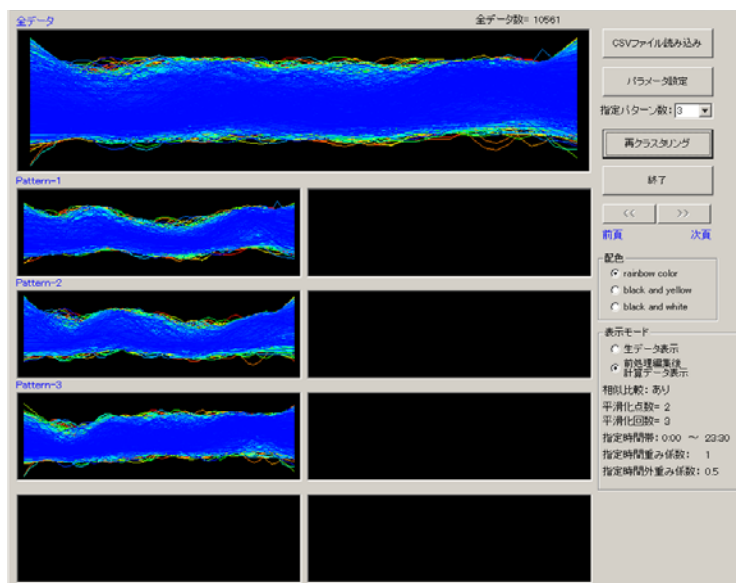
		パターン4分類			
		1	2	3	4
パターン3分類	1	34	57	46	56
	2	52	34 65%	0	18 35%
	3	64	0	57 89%	7 11%
	4	77	0	0	28 36%
		1	2	3	4
		34	57	46	56
		52	34 65%	0	18 35%
		64	0	57 89%	7 11%
		77	0	0	28 36%
					49 64%

- パターン 4 分類とパターン 5 分類を比較すると、パターン 4 分類のパターン 1、パターン 3 は、5 分類にしても、それぞれ全てのサンプルが同じパターンに分類されている。
- 4 分類でのパターン 2 についても、91 %のサンプルが、5 分類でも同じパターンに分類されている。
- つまり、4 分類から 5 分類にパターン数を変化させた場合に、サンプルの移動があるのはパターン 4 だけであり、パターン 5 分類にするとは、パターン 4 分類のパターン 4 を 2 分割したことになる。
- よって、本実証において、類似したサンプルが含まれないようにするパターン分類の最小区分は、パターン 4 分類となる。

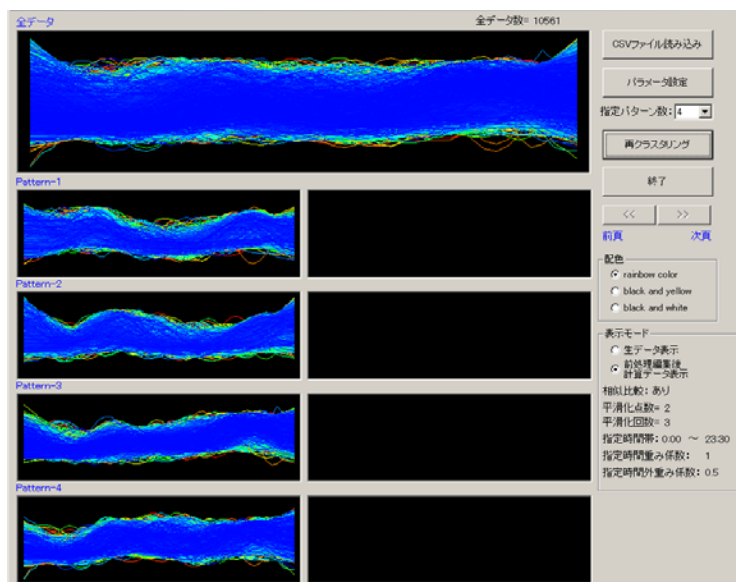
表 7-9 パターン分類数の変化によるサンプルの移動
(パターン 4 分類 → パターン 5 分類)

		パターン5分類				
		1	2	3	4	5
パターン4分類		34	52	49	26	32
	1	34 100%	0	0	0	0
	2	57	52 91%	0	0	5 9%
	3	46	0	46 100%	0	0
	4	56	0	3 5%	21 38%	32 57%

(a) パターン 3 分類



(b) パターン 4 分類



(c) パターン 5 分類

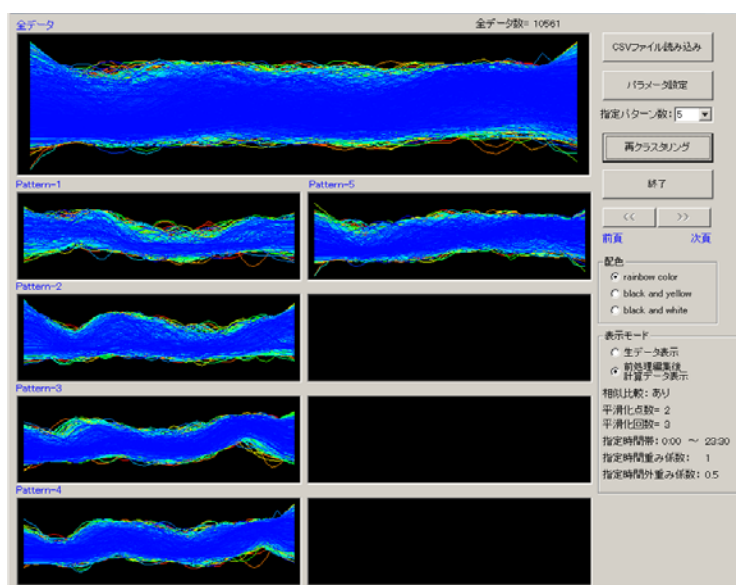
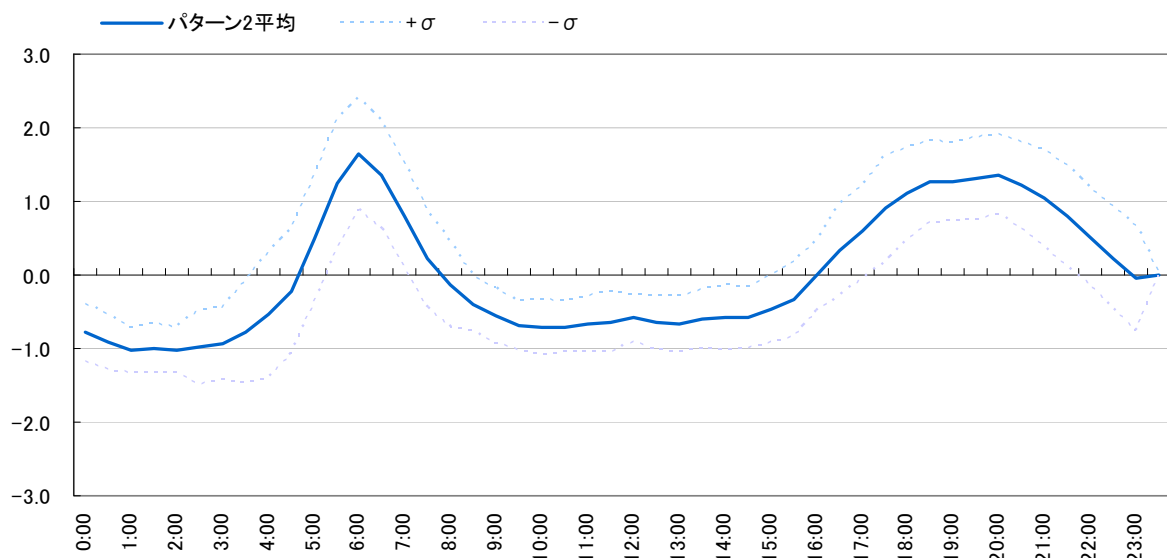
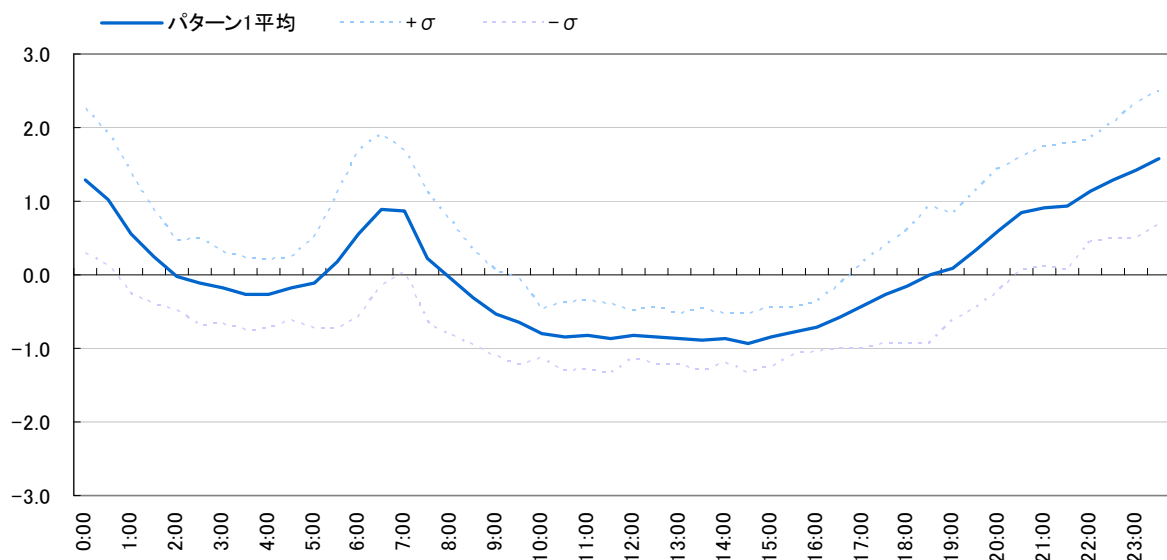
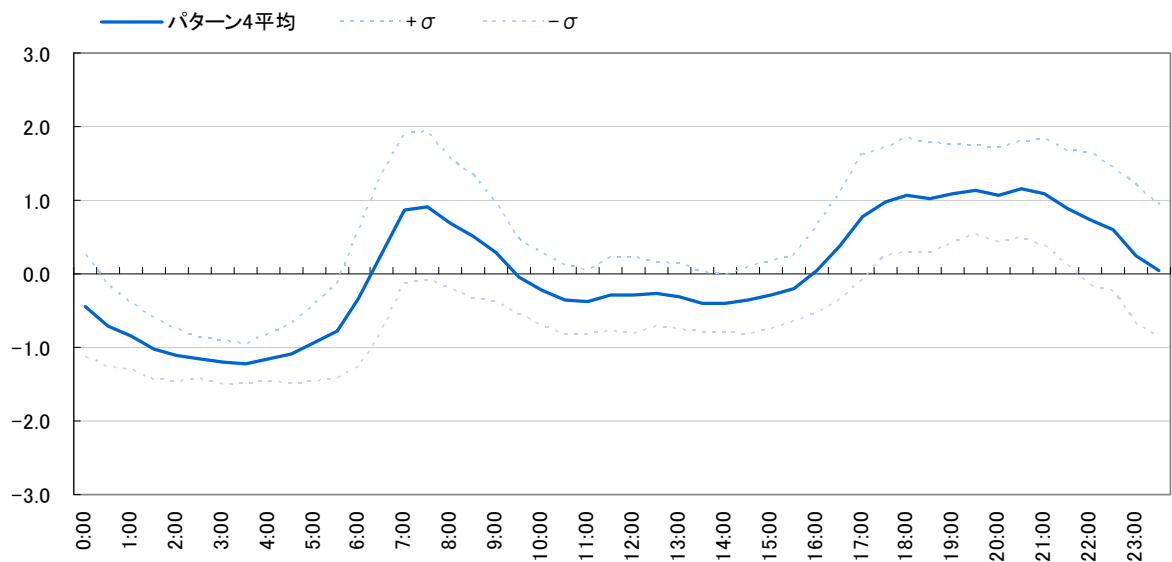
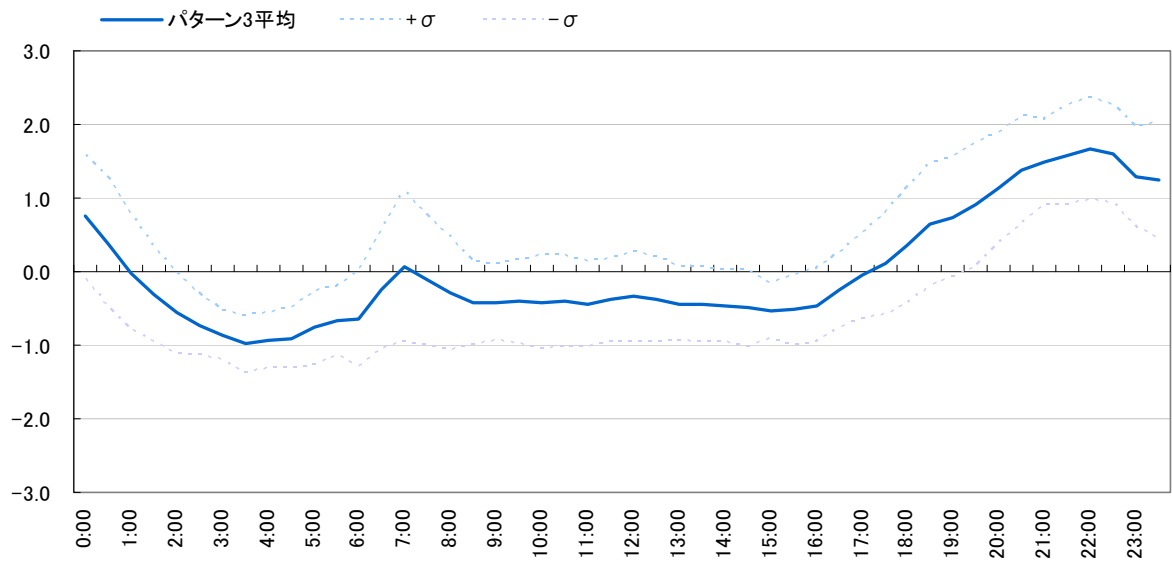


図 7-41 パターン分類数ごとの分類結果

(パターンごとの波形)

- パターン 4 分類にした場合の、各パターンにおける 1 ヶ月間の平日の平均電力使用量ロードカーブを示す。
- 平均のロードカーブは、各サンプルの 1 ヶ月平均の平日 24 時間ロードカーブを計算し、そのロードカーブを基準化した数値を、パターンごとに平均化した。
- 各パターンのロードカーブを比較すると、それぞれ異なるパターンに分類されていることが確認できる。
- 朝の時間帯に電力使用が多いのは、パターン 2 であり、パターン 1 は、昼間の電気使用量が少ない。
- パターン 2、パターン 4 は、18 時~20 時の夕食の時間帯にピークがあるが、パターン 1、パターン 3 は、21 時以降の遅い時間にピークがある。





※ σ = 標準偏差

図 7-42 パターン別平日の平均ロードカーブ

(全ユーザーのパターンの推移)

- NTTファシリティーズ殿の実証世帯の1月~2月のパターン分類結果の推移を示す。
- 各パターンは、それぞれ平日と休日の電力使用が異なっていることが明らかである。
- よって、分析においては、平日と休日のロードカーブデータを分けて分析するべきである。

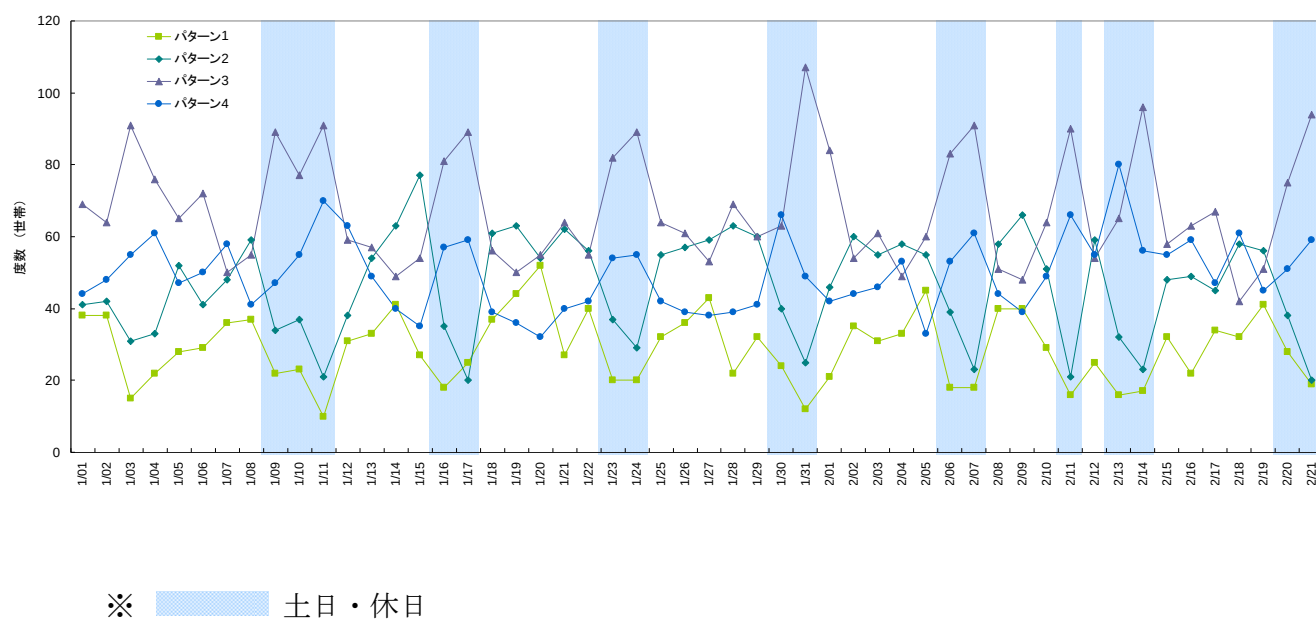


図 7-43 パターン別平日の平均ロードカーブ

ii) パターン分類と世帯の暮らしぶり相関分析結果
(分析のフロー)

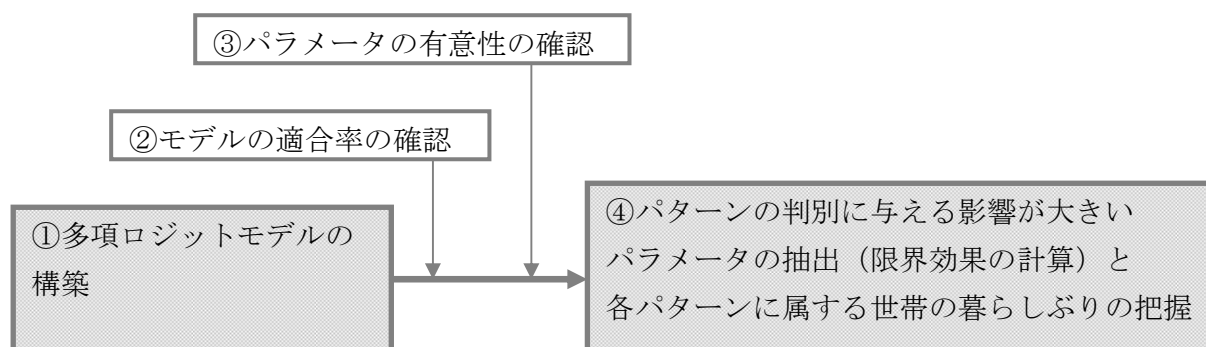


図 7-44 パターン分類と暮らしぶりの相関分析フロー

① 多項ロジットモデルの構築

- 多項ロジット分析によって、暮らしぶりパラメータから、各パターンに判別される確率を求める回帰式を構築した。

② モデルの適合率の確認

- 多項ロジットモデルによって、予測したパターンと実際のパターンの適合率を表に示す。
- 各パターンの適合率は全て 50 %を超えており、モデル全体で約 58 %の適合率が得られた。
- 必ずしも精度が高いとは言えないが、それほど悪い精度ではなく、モデルとしての有効性はある。
- パターン 1 の適合率は、50 %で最も悪くなっているが、これはパターン 1 に属するサンプル数が少ないことが影響している。
- サンプル数を増やせば、モデル全体の精度を上げることが可能である。

表 7-10 モデルの適合率

		モデルによる予測パターン				計	適合率
		1	2	3	4		
パターン分類ツール によるパターン	1	17	3	9	5	34	50.0%
	2	4	35	3	15	57	61.4%
	3	9	5	28	6	48	58.3%
	4	2	14	8	32	56	57.1%
モデル全体の適合率							57.44%

凡例 パターン分類によるパターンとモデルによる予測パターンが一致しているセル

③ パラメータの有意性の確認

- P0～P24のパラメータと交差項について、各パターンが、他のパターンとの比較において有意な差があるかを検定した結果を示す。
- 有意であるかの判断は、10 %以下であれば有意であるとした。
- 各パターンと、その他のパターン全体に対する有意性および、いずれかのパターンに対する有意性を求めた。
- 例えば、パターン1では、パターン1以外との比較においては、P3：高齢者の有無、P3×P20：子供の有無×世帯人員数が有意なパラメータである。
- パターン1以外いずれかのパターンとの比較においては、パターン2に対しては、P2、P9、P15、P19、P24、P0×P11、P3×P20について有意であり、パターン3に対しては、P7のパラメータのみが有意となっている。

表 7-11 モデルの有意性

凡例  当該パターン以外のパターン全体に対する有意性が 10 %以下
 当該パターン以外のいずれかのパターンに対する有意性が 10 %以下

パターン1		パターン1以外に 対する有意確率	パターン2に 対する有意確率	パターン3に 対する有意確率	パターン4に 対する有意確率
パラメータ					
P0	土日休み	85.1%	79.0%	38.7%	50.5%
P1	省エネ意識	87.3%	27.2%	91.9%	59.0%
P2	省エネ行動	19.6%	0.8%	71.3%	36.5%
P3	高齢者の有無	0.7%	11.0%	50.2%	16.0%
P4	子供の有無	92.3%	47.3%	30.6%	78.9%
P5	専業主婦の有無	21.0%	13.5%	51.2%	17.2%
P6	主な暖房エネルギー	41.3%	67.4%	35.8%	25.4%
P7	居住地域	17.4%	55.2%	7.3%	22.6%
P8	平日9時の在宅人数	70.2%	11.8%	89.5%	51.5%
P9	平日12時の在宅人数	16.7%	5.1%	35.4%	48.0%
P10	平日15時の在宅人数	53.7%	61.0%	56.3%	56.0%
P11	平日18時の在宅人数	43.0%	28.9%	26.9%	99.3%
P12	平日21時の在宅人数	53.7%	59.0%	32.3%	83.8%
P13	平日24時の在宅人数	60.1%	19.8%	64.0%	80.4%
P14	電気機器Aの使用状況	64.5%	91.4%	65.2%	14.2%
P15	電気機器Bの使用数	45.3%	6.4%	90.4%	82.9%
P16	つけっぱなしの電気機器Bの数	43.6%	23.4%	38.3%	98.7%
P17	部屋の広さ	60.7%	20.2%	72.8%	70.9%
P18	自宅の部屋数	84.5%	66.6%	37.8%	42.8%
P19	世帯主年齢	24.0%	6.1%	52.6%	58.4%
P20	世帯人員数	48.9%	66.2%	78.4%	29.4%
P21	成人男性の人数	79.0%	88.0%	71.9%	83.4%
P22	成人女性の人数	19.6%	15.4%	27.5%	30.8%
P23	電気料金	61.8%	77.5%	60.6%	31.7%
P24	ガス料金	13.7%	2.8%	10.3%	61.2%
P0xP8	土日休み x 平日9時の在宅人数	85.4%	35.7%	89.3%	27.2%
P0xP9	土日休み x 平日12時の在宅人数	47.7%	12.2%	63.0%	94.2%
P0xP10	土日休み x 平日15時の在宅人数	76.6%	85.9%	82.9%	70.0%
P0xP11	土日休み x 平日18時の在宅人数	19.2%	8.2%	21.3%	63.1%
P0xP12	土日休み x 平日21時の在宅人数	37.9%	65.6%	11.7%	67.5%
P0xP13	土日休み x 平日24時の在宅人数	98.3%	66.5%	95.6%	72.6%
P3xP20	高齢者の有無 x 世帯人員数	8.9%	6.8%	45.2%	12.4%
P4xP20	子供の有無 x 世帯人員数	82.3%	49.3%	68.9%	74.1%

パターン2

パラメータ	パターン2以外に 対する有意確率	パターン1に 対する有意確率	パターン3に 対する有意確率	パターン4に 対する有意確率
P0 土日休み	81.0%	79.0%	25.1%	72.8%
P1 省エネ意識	6.5%	27.2%	17.8%	5.4%
P2 省エネ行動	0.1%	0.8%	1.1%	3.2%
P3 高齢者の有無	1.2%	11.0%	17.5%	51.8%
P4 子供の有無	8.7%	47.3%	2.7%	52.2%
P5 専業主婦の有無	33.3%	13.5%	34.8%	83.4%
P6 主な暖房エネルギー	86.3%	67.4%	13.5%	38.1%
P7 居住地域	41.8%	55.2%	19.3%	51.3%
P8 平日9時の在宅人数	1.6%	11.8%	7.5%	1.4%
P9 平日12時の在宅人数	1.6%	5.1%	7.8%	3.2%
P10 平日15時の在宅人数	89.4%	61.0%	98.3%	99.6%
P11 平日18時の在宅人数	35.8%	28.9%	98.6%	22.1%
P12 平日21時の在宅人数	87.2%	59.0%	62.3%	66.9%
P13 平日24時の在宅人数	6.2%	19.8%	28.6%	4.4%
P14 電気機器Aの使用状況	43.2%	91.4%	74.3%	7.2%
P15 電気機器Bの使用数	1.6%	6.4%	3.1%	5.3%
P16 つけっぱなしの電気機器Bの数	26.9%	23.4%	76.7%	15.7%
P17 部屋の広さ	8.2%	20.2%	6.1%	22.3%
P18 自宅の部屋数	56.1%	66.6%	16.1%	67.6%
P19 世帯主年齢	6.6%	6.1%	13.6%	13.7%
P20 世帯人員数	82.3%	66.2%	81.5%	41.2%
P21 成人男性の人数	92.8%	88.0%	83.0%	94.5%
P22 成人女性の人数	39.0%	15.4%	71.4%	58.1%
P23 電気料金	11.7%	77.5%	30.8%	4.4%
P24 ガス料金	3.7%	2.8%	46.1%	2.5%
P0xP8 土日休み x 平日9時の在宅人数	4.7%	35.7%	22.7%	2.2%
P0xP9 土日休み x 平日12時の在宅人数	2.3%	12.2%	15.0%	1.8%
P0xP10 土日休み x 平日15時の在宅人数	92.1%	85.9%	96.3%	80.1%
P0xP11 土日休み x 平日18時の在宅人数	13.0%	8.2%	54.2%	12.6%
P0xP12 土日休み x 平日21時の在宅人数	67.4%	65.6%	19.9%	96.1%
P0xP13 土日休み x 平日24時の在宅人数	33.2%	66.5%	51.8%	29.0%
P3xP20 高齢者の有無 x 世帯人員数	13.4%	6.8%	11.7%	35.4%
P4xP20 子供の有無 x 世帯人員数	24.4%	49.3%	13.7%	60.2%

パターン3

パラメータ	パターン3以外に 対する有意確率	パターン1に 対する有意確率	パターン2に 対する有意確率	パターン3に 対する有意確率
P0 土日休み	4.4%	38.7%	25.1%	8.6%
P1 省エネ意識	68.8%	91.9%	17.8%	61.8%
P2 省エネ行動	19.9%	71.3%	1.1%	55.2%
P3 高齢者の有無	0.0%	50.2%	17.5%	26.1%
P4 子供の有無	0.0%	30.6%	2.7%	8.4%
P5 専業主婦の有無	53.0%	51.2%	34.8%	44.2%
P6 主な暖房エネルギー	0.0%	35.8%	13.5%	1.5%
P7 居住地域	16.5%	7.3%	19.3%	44.7%
P8 平日9時の在宅人数	69.3%	89.5%	7.5%	28.0%
P9 平日12時の在宅人数	70.1%	35.4%	7.8%	61.1%
P10 平日15時の在宅人数	83.0%	56.3%	98.3%	98.4%
P11 平日18時の在宅人数	32.4%	26.9%	98.6%	20.3%
P12 平日21時の在宅人数	31.7%	32.3%	62.3%	34.7%
P13 平日24時の在宅人数	87.9%	64.0%	28.6%	37.2%
P14 電気機器Aの使用状況	17.2%	65.2%	74.3%	3.7%
P15 電気機器Bの使用数	22.3%	90.4%	3.1%	71.7%
P16 つけっぱなしの電気機器Bの数	60.0%	38.3%	76.7%	35.5%
P17 部屋の広さ	12.9%	72.8%	6.1%	33.7%
P18 自宅の部屋数	7.3%	37.8%	16.1%	6.0%
P19 世帯主年齢	59.6%	52.6%	13.6%	96.9%
P20 世帯人員数	53.9%	78.4%	81.5%	28.4%
P21 成人男性の人数	78.6%	71.9%	83.0%	87.9%
P22 成人女性の人数	82.8%	27.5%	71.4%	88.2%
P23 電気料金	81.0%	60.6%	30.8%	50.5%
P24 ガス料金	41.7%	10.3%	46.1%	18.7%
P0xP8 土日休み x 平日9時の在宅人数	98.8%	89.3%	22.7%	24.4%
P0xP9 土日休み x 平日12時の在宅人数	90.9%	63.0%	15.0%	40.2%
P0xP10 土日休み x 平日15時の在宅人数	98.2%	82.9%	96.3%	84.0%
P0xP11 土日休み x 平日18時の在宅人数	60.4%	21.3%	54.2%	38.2%
P0xP12 土日休み x 平日21時の在宅人数	8.5%	11.7%	19.9%	17.5%
P0xP13 土日休み x 平日24時の在宅人数	93.5%	95.6%	51.8%	71.8%
P3xP20 高齢者の有無 x 世帯人員数	17.1%	45.2%	11.7%	22.1%
P4xP20 子供の有無 x 世帯人員数	20.1%	68.9%	13.7%	30.6%

パターン4

パラメータ	パターン4以外に 対する有意確率	パターン1に 対する有意確率	パターン2に 対する有意確率	パターン3に 対する有意確率
P0 土日休み	27.6%	50.5%	72.8%	8.6%
P1 省エネ意識	16.0%	59.0%	5.4%	61.8%
P2 省エネ行動	69.1%	36.5%	3.2%	55.2%
P3 高齢者の有無	38.2%	16.0%	51.8%	26.1%
P4 子供の有無	51.0%	78.9%	52.2%	8.4%
P5 専業主婦の有無	46.6%	17.2%	83.4%	44.2%
P6 主な暖房エネルギー	6.1%	25.4%	38.1%	1.5%
P7 居住地域	82.3%	22.6%	51.3%	44.7%
P8 平日9時の在宅人数	3.4%	51.5%	1.4%	28.0%
P9 平日12時の在宅人数	20.2%	48.0%	3.2%	61.1%
P10 平日15時の在宅人数	83.6%	56.0%	99.6%	98.4%
P11 平日18時の在宅人数	21.4%	99.3%	22.1%	20.3%
P12 平日21時の在宅人数	54.5%	83.8%	66.9%	34.7%
P13 平日24時の在宅人数	12.6%	80.4%	4.4%	37.2%
P14 電気機器Aの使用状況	1.7%	14.2%	7.2%	3.7%
P15 電気機器Bの使用数	47.5%	82.9%	5.3%	71.7%
P16 つけっぱなしの電気機器Bの数	22.4%	98.7%	15.7%	35.5%
P17 部屋の広さ	91.6%	70.9%	22.3%	33.7%
P18 自宅の部屋数	13.8%	42.8%	67.6%	6.0%
P19 世帯主年齢	53.2%	58.4%	13.7%	96.9%
P20 世帯人員数	21.2%	29.4%	41.2%	28.4%
P21 成人男性の人数	98.4%	83.4%	94.5%	87.9%
P22 成人女性の人数	98.2%	30.8%	58.1%	88.2%
P23 電気料金	10.1%	31.7%	4.4%	50.5%
P24 ガス料金	12.1%	61.2%	2.5%	18.7%
P0xP8 土日休み x 平日9時の在宅人数	3.7%	27.2%	2.2%	24.4%
P0xP9 土日休み x 平日12時の在宅人数	8.0%	94.2%	1.8%	40.2%
P0xP10 土日休み x 平日15時の在宅人数	71.8%	70.0%	80.1%	84.0%
P0xP11 土日休み x 平日18時の在宅人数	29.1%	63.1%	12.6%	38.2%
P0xP12 土日休み x 平日21時の在宅人数	56.3%	67.5%	96.1%	17.5%
P0xP13 土日休み x 平日24時の在宅人数	43.4%	72.6%	29.0%	71.8%
P3xP20 高齢者の有無 x 世帯人員数	72.3%	12.4%	35.4%	22.1%
P4xP20 子供の有無 x 世帯人員数	70.2%	74.1%	60.2%	30.6%

④ パターンの判別に与える影響が大きいパラメータの抽出（限界効果の計算）と各パターンに属する世帯の暮らしぶりの把握

- ③で有意性があつたパラメータについて、限界効果を求めた。
- 当該パターンと、そのパターン以外の全体について、限界効果の絶対値が大きい順にパラメータ並べ、絶対値が 0.1 以上のパラメータを赤字で示した。
- 限界効果の絶対値が大きいパラメータが、サンプルが、そのパターンになる確率を高める効果が高い。
- 以下にパターンごとの特徴を分析する。

【パターン 1 に分類された世帯の暮らしぶり】

- パターン 1 の 1 以外のパターンに対する有意な限界効果を示す。

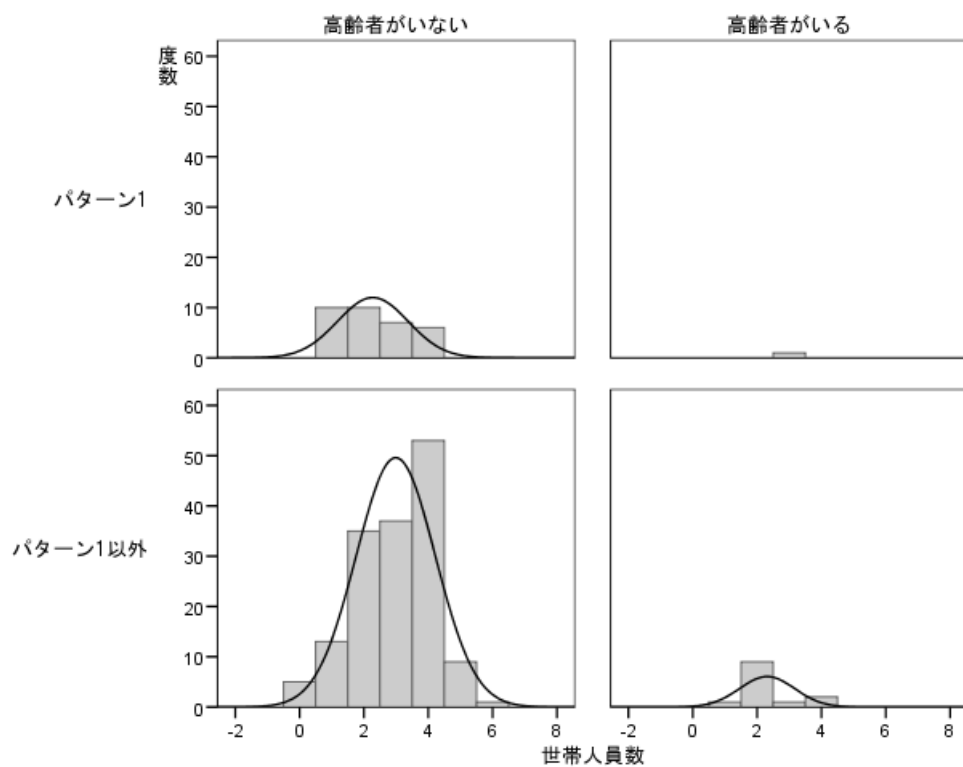
表 7-12 パターン 1 の 1 以外のパターンに対する限界効果

パターン1		限界効果			
パターン1以外のパターンに対し有意なパラメータ		パターン1	パターン2	パターン3	パターン4
P3xP20	高齢者の有無 x 世帯人員数	0.366	-0.641	0.380	-0.105
P3	高齢者の有無	-0.199	0.766	-0.321	-0.247

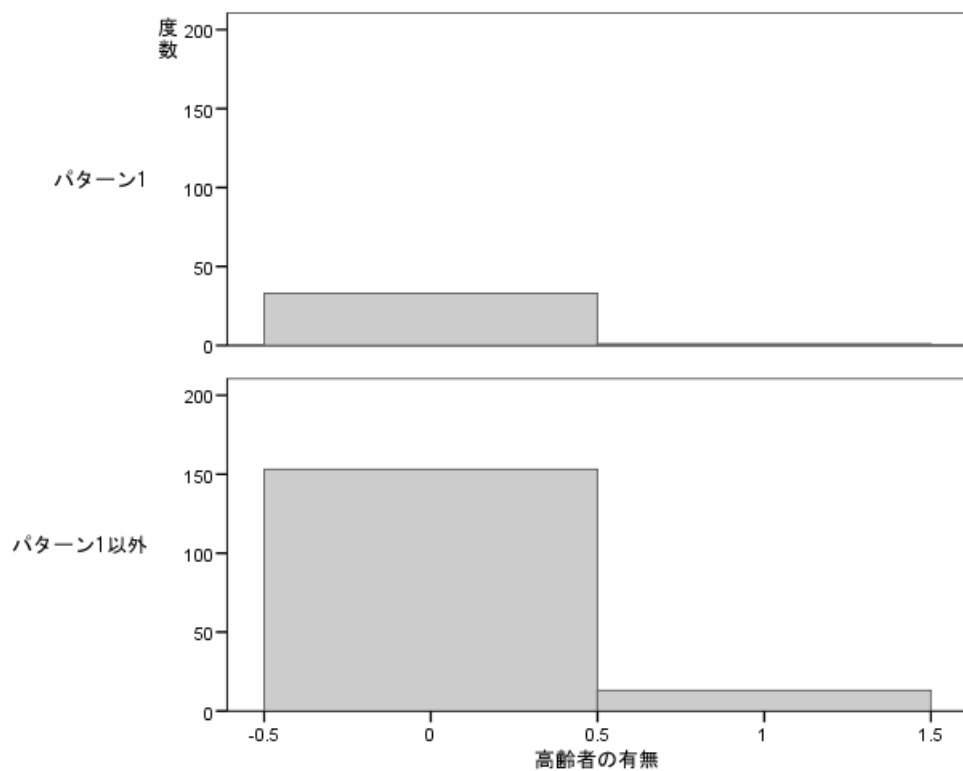
- 最も影響の大きいパラメータは、世帯構成を表す高齢者の有無 × 世帯人員数の交差項となった。
- 2 番目に影響が大きい高齢者の有無については、係数がマイナスであることから、高齢者と同居していない世帯の可能性が高い。
- しかし、高齢者と同居していない場合に、パターンが選択される確率の上昇に、パラメータが最も寄与しているのは、限界効果の絶対値が－0.321 のパターン 3 である。
- パターン 1 は、サンプル数が少ないこともあり、他のパターンとの判別について、有意性が低い。
- パターン 1 以外のパターンとの比較において、有意性があり限界効果の高いパラメータについての分布を示す。
- パターン 1 に属する世帯は、その他のパターンと比較して以下の特徴を持つ
 - 高齢者がいない場合、世帯人員数が少ない
 - 高齢者のいない世帯の割合が大きい

表 7-13 パターン 1 に属する世帯を特徴づけるパラメータの記述統計

パターン1			パターン1			パターン1以外		
			度数	割合 (%)	平均値	度数	割合 (%)	平均値
P3 高齢者の有無	高齢者がいない	P20 世帯人員数			2.3			3.1
	高齢者がいる	P20 世帯人員数			3.0			2.3
P3 高齢者の有無	高齢者がいない		33	97.1		147	92.5	
	高齢者がいる		1	2.9		12	7.5	



(1-1a) 高齢者の有無×世帯人員数



(1-2a) 高齢者の有無×世帯人員数

図 7-45 パターン 1 とそれ以外のパターンとの比較

- パターン 1 のパターン 1 以外のパターンのいずれかに対する有意な限界効果を示す。
- パターン 1 は、平日の 12 時の在宅人数について、パターン 2 に対し有意である。
- パターン 1 は、平日 12 時の在宅人数の係数がマイナスであるため、在宅人数が少ない特性を持っている。

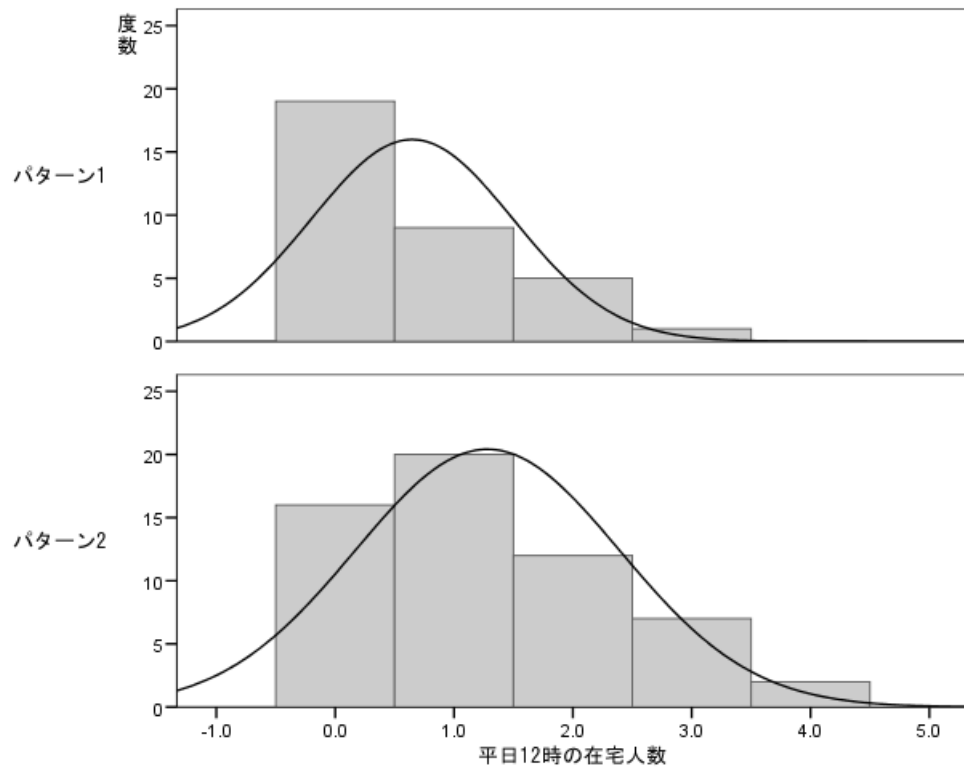
表 7-14 パターン 1 の 1 以外のいずれかのパターンに対する限界効果

パターン1		限界効果			
パターン2,3,4のいずれかに対し有意なパラメータ		パターン1	パターン2	パターン3	パターン4
P9	平日12時の在宅人数	-0.128	0.280		
P2	省エネ行動	0.099	-0.276		
P0xP11	土日休み x 平日18時の在宅人数	-0.098	0.172		
P7	居住地域	-0.094		0.150	
P15	電気機器Bの使用数	-0.019	0.099		
P19	世帯主年齢	-0.005	0.014		
P24	ガス料金	0.000	0.000		

- 平日 12 時の在宅人数について、パターン 2 とパターン 1 の分布を比較する。
- パターン 1 に属する世帯は、パターン 2 と比較して以下の特徴を持つ
 - 平日 12 時の在宅人数が少ない

表 7-15 パターン 1 とパターン 2 の比較に有意なパラメータの記述統計

		パターン1	パターン2	パターン3	パターン4
		平均値	平均値	平均値	平均値
P9	平日12時の在宅人数	0.6	1.3	0.9	1.3



(1-1b) 高齢者の有無×世帯人員数

図 7-46 パターン1 とそれ以外のいずれかのパターンとの比較

【パターン2に分類された世帯の暮らしぶり】

- パターン2の2以外のパターンに対する有意な限界効果を示す。

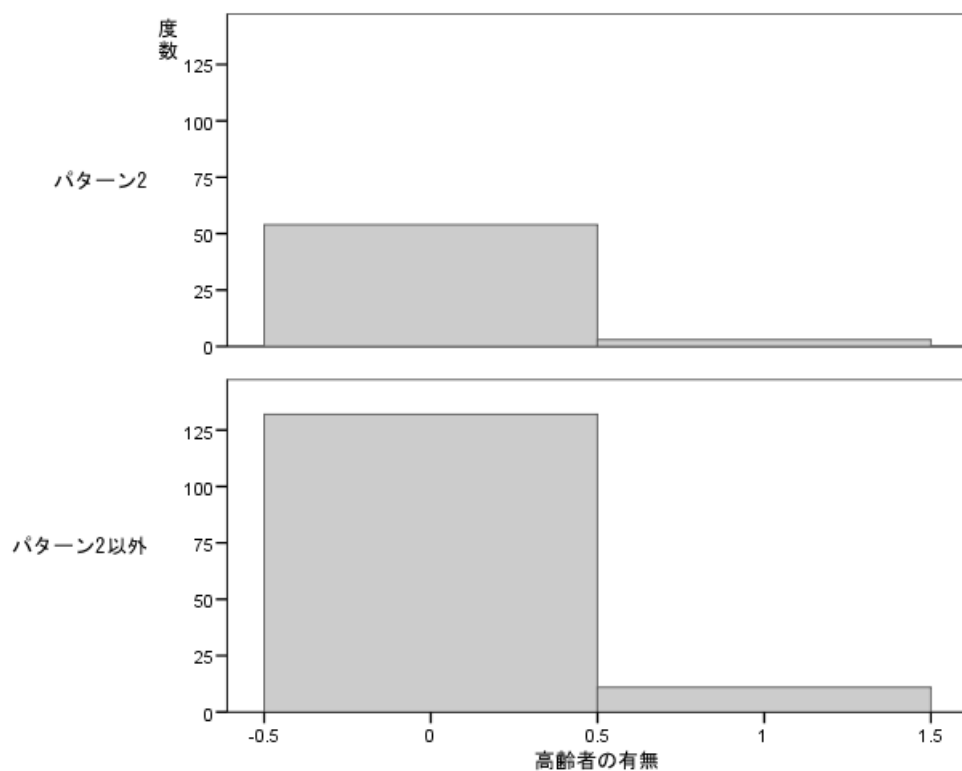
表 7-16 パターン2の2以外のパターンに対する限界効果

パターン2		限界効果			
パターン2以外のパターンに対し有意なパラメータ		パターン1	パターン2	パターン3	パターン4
P3	高齢者の有無	-0.199	0.766	-0.321	-0.247
P4	子供の有無	0.019	0.582	-0.832	0.231
P0xP9	土日休み x 平日12時の在宅人数	0.077	-0.324	0.015	0.232
P13	平日24時の在宅人数	-0.060	0.292	0.024	-0.256
P9	平日12時の在宅人数	-0.128	0.280	-0.033	-0.120
P2	省エネ行動	0.099	-0.276	0.134	0.043
P8	平日9時の在宅人数	0.026	-0.276	0.032	0.218
P0xP8	土日休み x 平日9時の在宅人数	0.016	0.261	0.002	-0.278
P1	省エネ意識	0.010	-0.188	0.038	0.141
P15	電気機器Bの使用数	-0.019	0.099	-0.048	-0.032
P19	世帯主年齢	-0.005	0.014	-0.004	-0.005
P17	部屋の広さ	-0.002	0.008	-0.006	0.000
P24	ガス料金	0.000	0.000	0.000	0.000

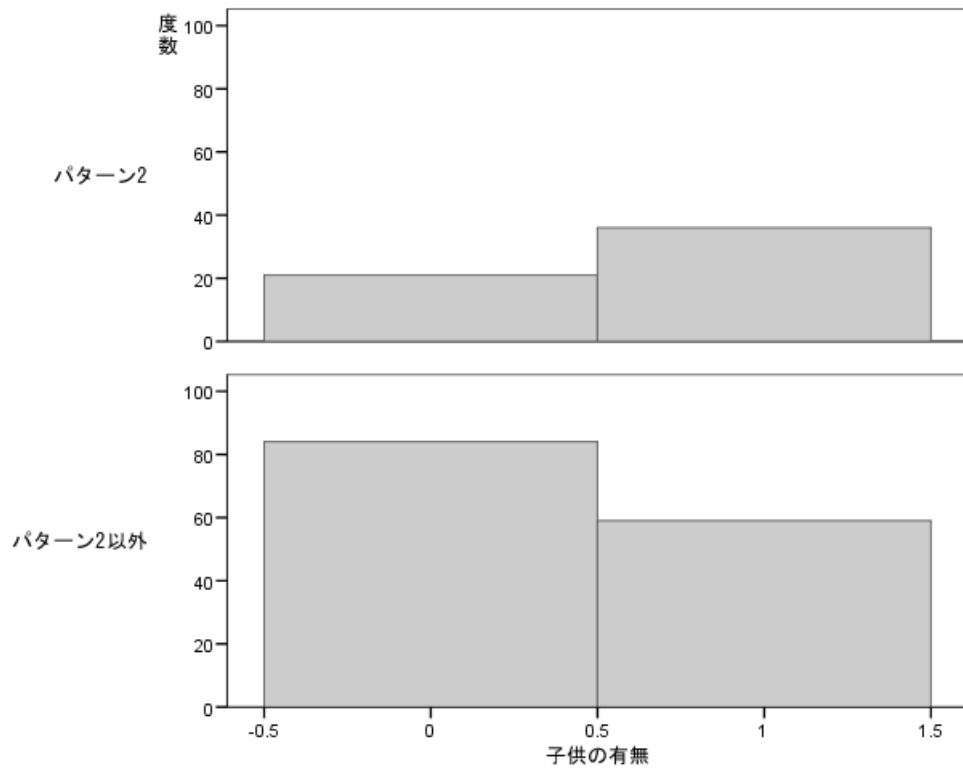
- パラメータ2とそれ以外のパラメータとの判別に、最も寄与しているパラメータは、高齢者の有無であり、他のパターンと比較して、高齢者と同居している場合、パターン2になる確率が高いと言える。
- 限界効果の絶対値が大きい順にパラメータの係数を見ると、パターン2は高齢者、子供と同居しており、平日24時の在宅人数が多く、平日12時の在宅人数が多く、実施している省エネ行動が少なく、平日9時の在宅人数が少なく、常には省エネを意識していない傾向となっている。
- パターン2以外のパターンとの比較において、有意性があり限界効果の高いパラメータについての分布を示す。
- パターン2に属する世帯は、その他のパターンと比較して以下の特徴を持つ。
 - 高齢者がいない割合が高い
 - 6割以上は子供がいる
 - 平日12時の在宅率が高く
 - 平日24時の在宅人数が多い（平均3.3人）
 - 実践している省エネ行動が少ない世帯の割合が多い
 - 平日9時の在宅人数が多い（平均1.6人）
 - 常に省エネを意識している世帯の割合が少ない

表 7-17 パターン2に属する世帯を特徴づけるパラメータの記述統計

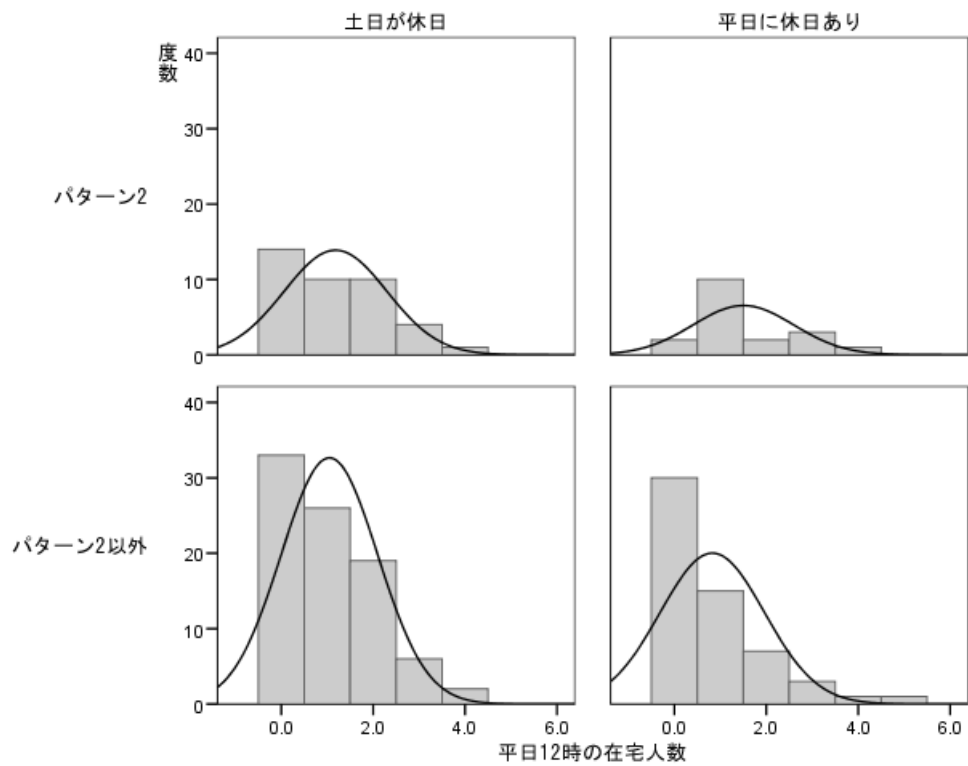
パターン2			パターン2			パターン2以外		
			度数	割合 (%)	平均値	度数	割合 (%)	平均値
P3 高齢者の有無	高齢者がいない		54	94.7		126	92.6	
	高齢者がいる		3	5.3		10	7.4	
P4 子供の有無	子供がいない		21	36.8		77	56.6	
	子供がいる		36	63.2		59	43.4	
P0 土日休み	平日に休日あり	P9 平日12時の在宅人数			1.5			0.9
	土日が休日	P9 平日12時の在宅人数			1.2			1.0
P13 平日24時の在宅人数					3.3			2.5
P9 平日12時の在宅人数					1.3			1.0
P2 省エネ行動	実践している省エネ行動が少ない		42	73.7		83	61.0	
	実践している省エネ行動が多い		15	26.3		53	39.0	
P8 平日9時の在宅人数					1.5			1.3
P0 土日休み	平日に休日あり	P8 平日9時の在宅人数			1.4			1.6
	土日が休日	P8 平日9時の在宅人数			1.5			1.2
P1 省エネ意識	常には、省エネを意識していない		29	50.9		54	39.7	
	常に省エネを意識している		28	49.1		82	60.3	



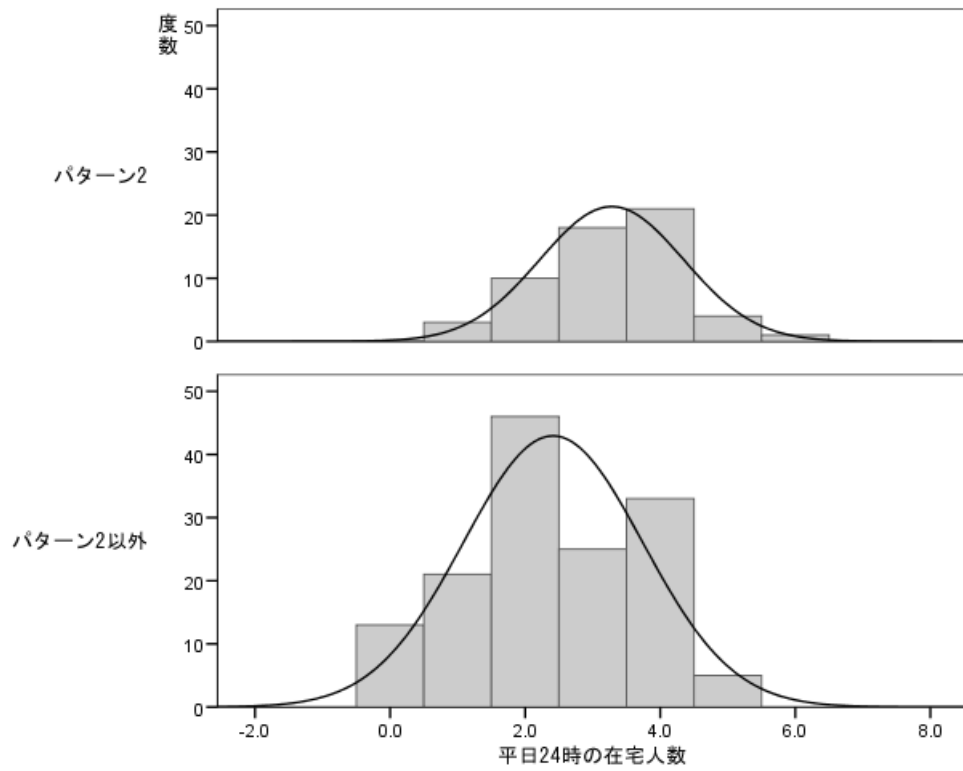
(2-1a) 高齢者の有無



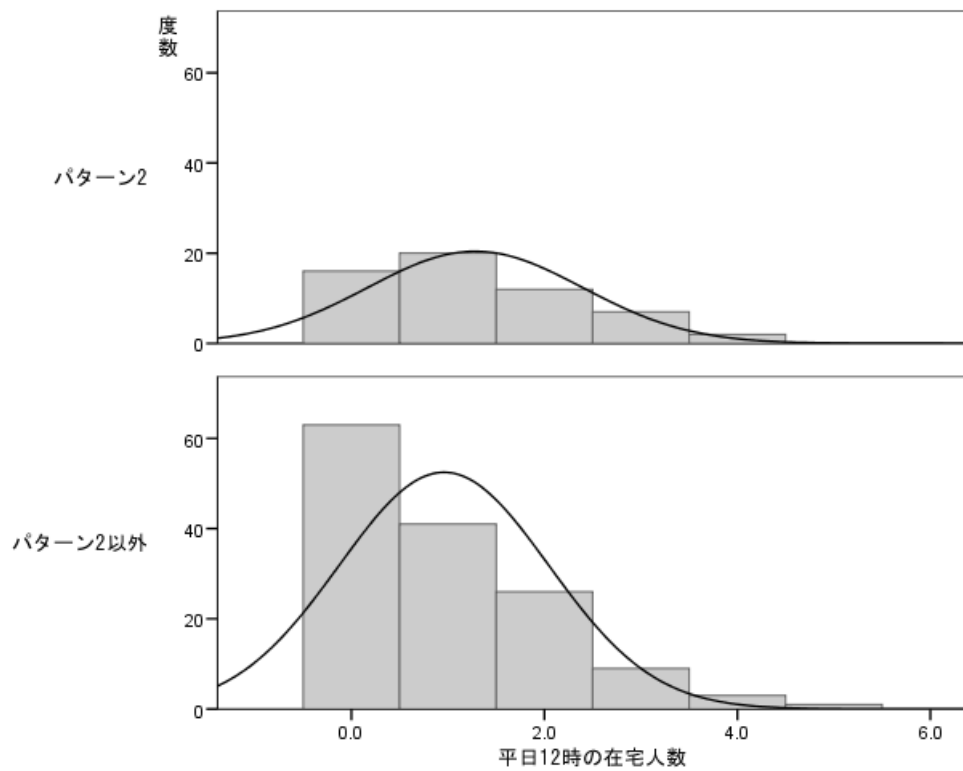
(2-2a) 子供の有無



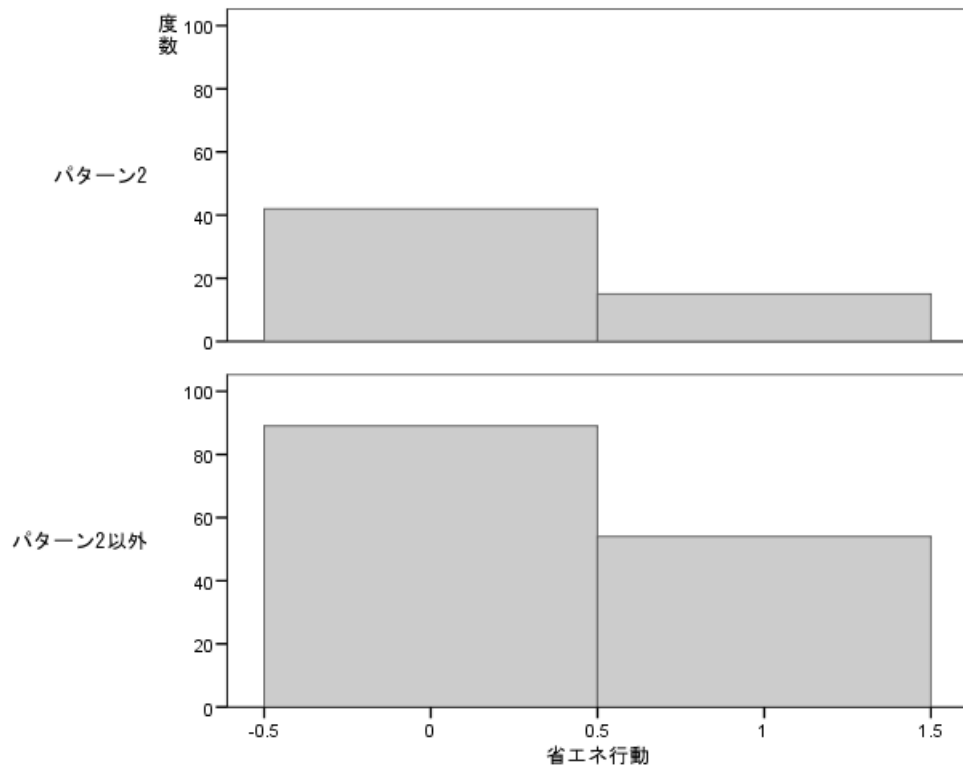
(2-3a) 土日休み×平日 12 時の在宅人数



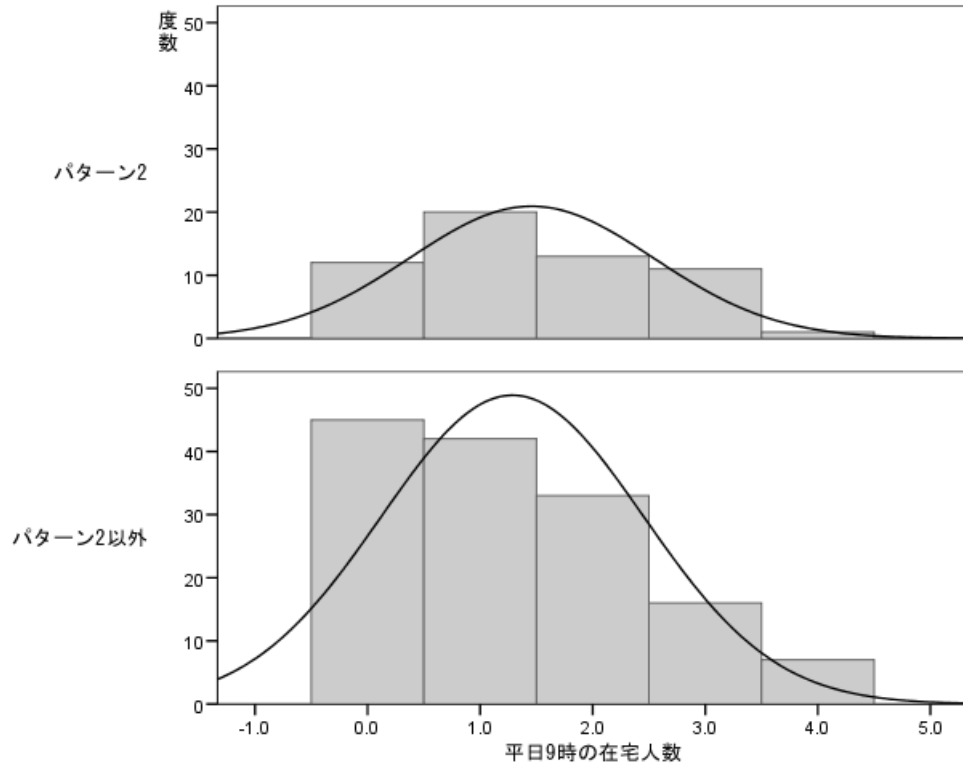
(2-4a) 平日 24 時の在宅人数



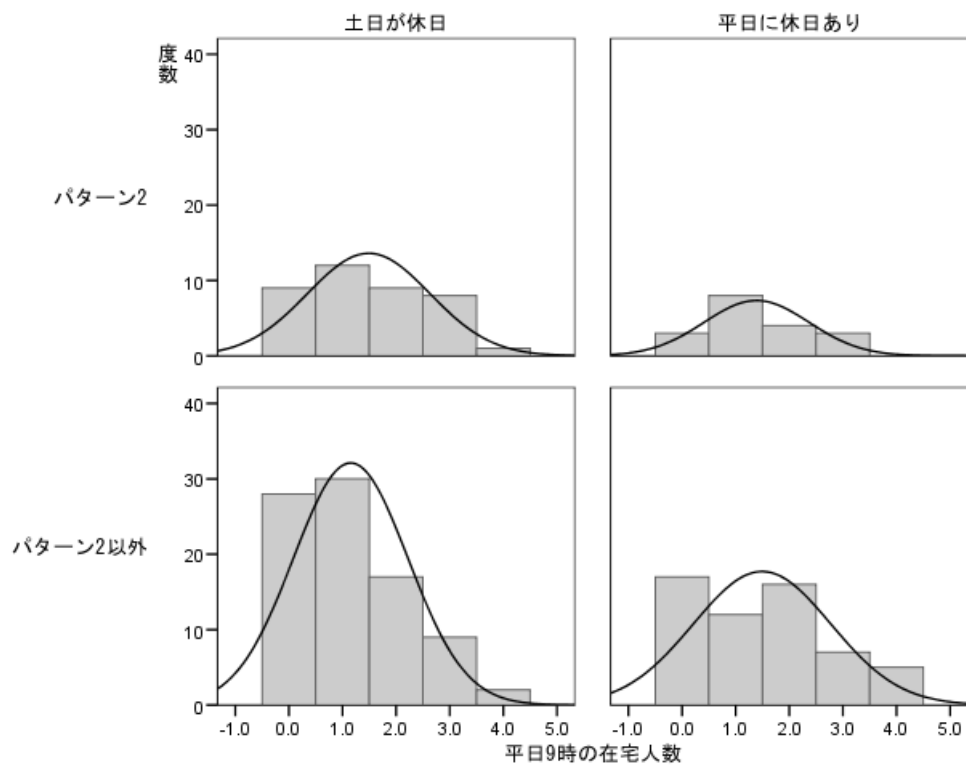
(2-5a) 平日 12 時の在宅人数



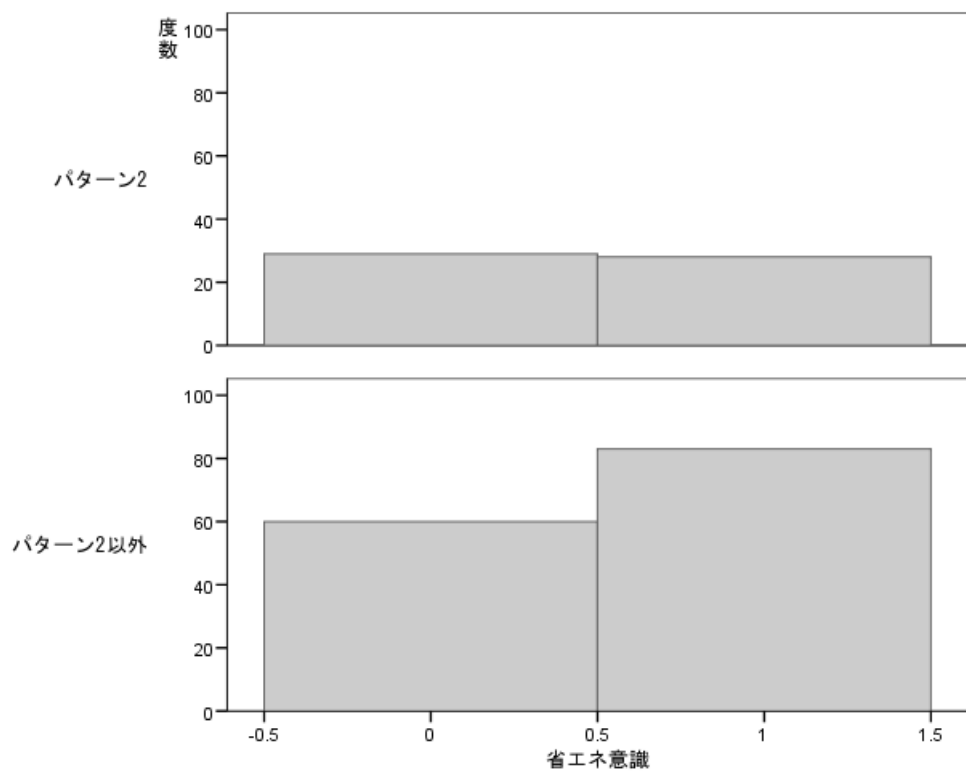
(2-6a) 省エネ行動



(2-7a) 平日 9 時の在宅人数



(2-8a) 土日休み×平日 9 時の在宅人数



(2-9a) 省エネ意識

図 7-47 パターン 2 とパターン 2 以外との比較

- パターン 2 のパターン 2 以外のパターンのいずれかに対する有意な限界効果を示す。
- パターン 2 は、パターン 1 に対して高齢者の有無×世帯人員数の交差項の限界効果が高い。
- パターン 2 は、パターン 1 に対して土日休み×平日 18 時の在宅人数の交差項の限界効果が高い。

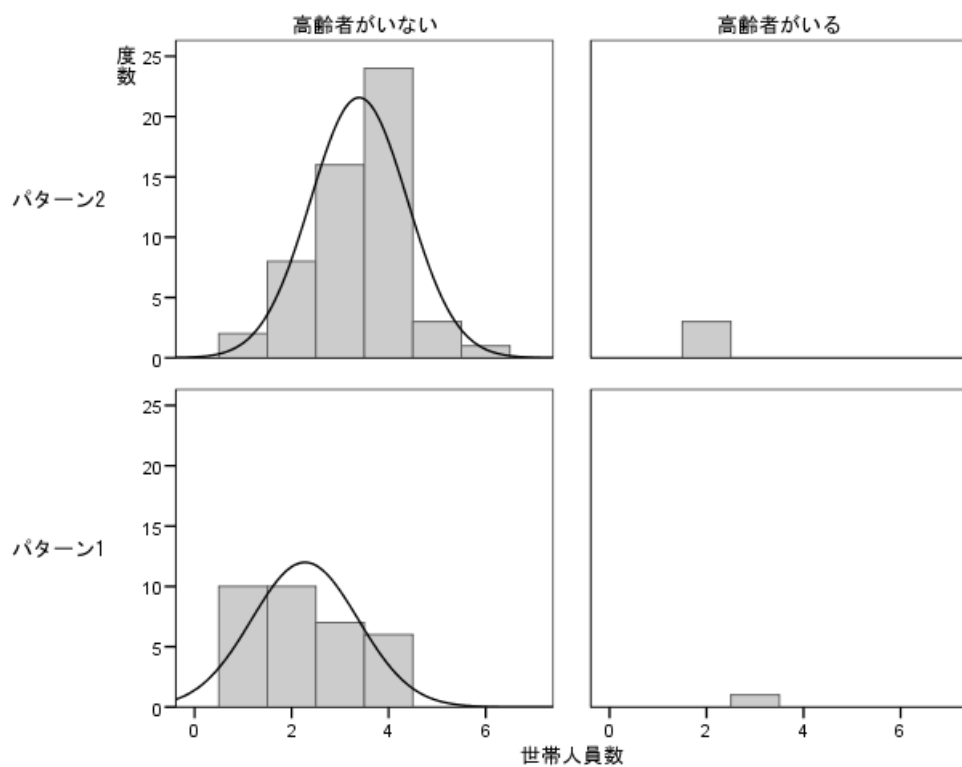
表 7-18 パターン 2 とパターン 1 の比較に有意な限界効率

パターン2		限界効果			
パターン1,3,4のいずれかに対し有意なパラメータ		パターン1	パターン2	パターン3	パターン4
P3xP20	高齢者の有無 x 世帯人員数	0.366	-0.641		
P0xP11	土日休み x 平日18時の在宅人数	-0.098	0.172		
P23	電気料金		0.000		0.000

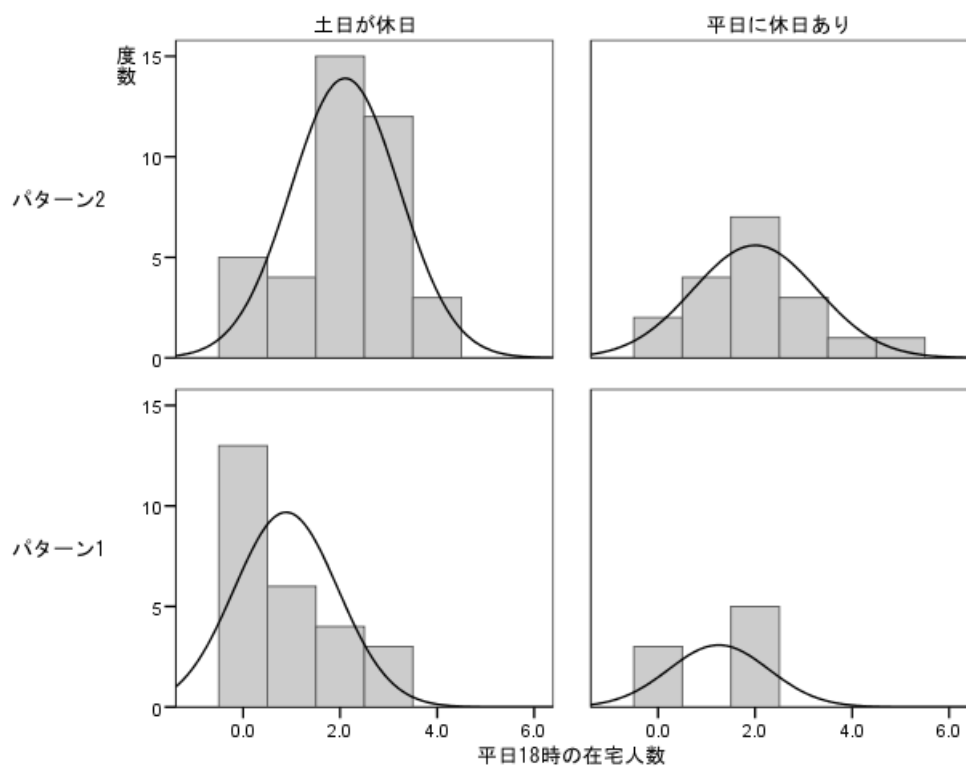
- 高齢者の有無×世帯人員数の交差項および、土日休み×平日 18 時の在宅人数の交差項について、パターン 2 とパターン 1 の分布を比較する。
- パターン 2 に属する世帯は、パターン 1 と比較して以下の特徴を持つ
 - 高齢者がいない場合、世帯人員数が多い（平均 3.4 人）
 - 土日が休日の場合、平日 18 時の在宅人数が多い

表 7-19 パターン 2 とパターン 1 の比較に有意なパラメータの記述統計

				パターン1 平均値	パターン2 平均値	パターン3 平均値	パターン4 平均値
P3 高齢者の有無	高齢者がいない	P20 世帯人員数		2.3	3.4	2.5	3.3
	高齢者がいる	P20 世帯人員数		3.0	2.0	3.0	2.2
P0 土日休み	平日に休日あり	P11 平日18時の在宅人数		1.3	2.0	1.7	2.2
	土日が休日	P11 平日18時の在宅人数		0.9	2.1	0.9	1.9



(2-1b) 高齢者の有無×世帯人員数



(2-2b) 土日休み×平日 18 時在宅人数

図 7-48 パターン 2 とパターン 1 との比較

【パターン 3 に分類された世帯の暮らしぶり】

- パターン 3 の、3 以外のパターンに対する有意な限界効果を示す。

表 7-20 パターン 3 の以外 3 以外のパターンに対する限界効果

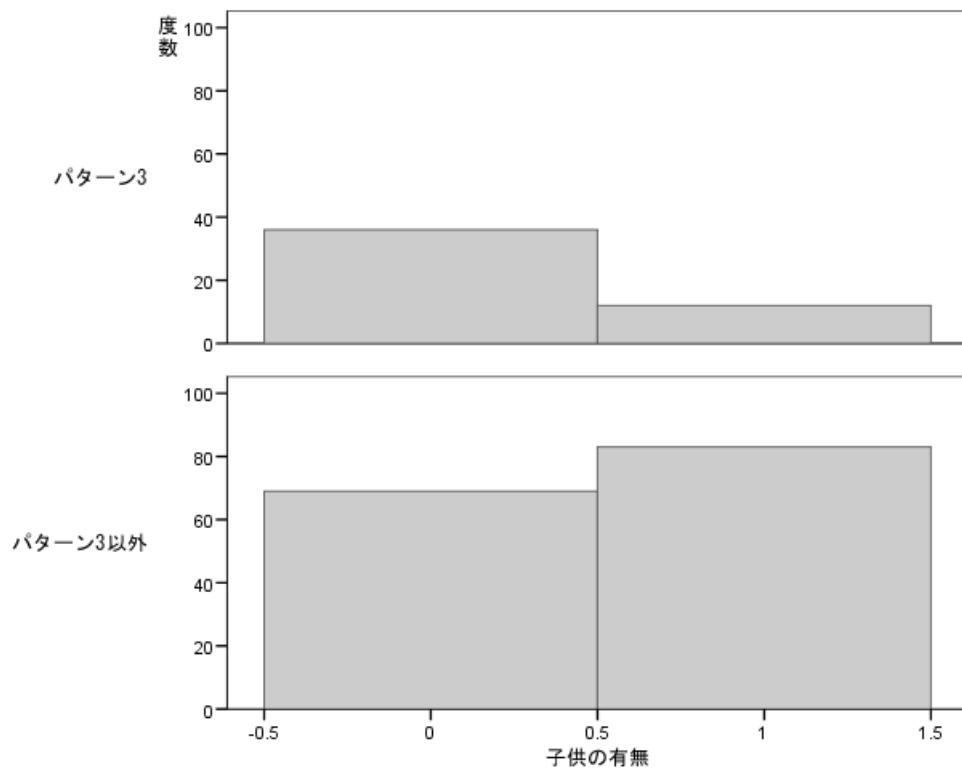
パターン3		限界効果			
パターン3以外のパターンに対し有意なパラメータ		パターン1	パターン2	パターン3	パターン4
P4	子供の有無	0.019	0.582	-0.832	0.231
P0	土日休み	0.027	-0.067	0.342	-0.301
P3	高齢者の有無	-0.199	0.766	-0.321	-0.247
P0xP12	土日休み x 平日21時の在宅人数	0.109	0.071	-0.291	0.111
P6	主な暖房エネルギー	-0.068	-0.030	-0.266	0.363
P18	自宅の部屋数	0.011	-0.046	0.157	-0.122

- パラメータ 3 とそれ以外のパラメータとの判別に、最も寄与しているパラメータは、子供の有無であり、他のパターンと比較して、子供がいない場合、パターン 3 になる確率が高いと言える。
- 限界効果の絶対値が大きい順にパラメータの係数を見ると、パターン 3 は子供がおらず、土日が休みであり、高齢者がおらず、土日が休みの場合は、平日 21 時の在宅人数が少なく、主に電気以外の暖房を利用しており、自宅の部屋数が多い傾向がある。
- パターン 3 以外のパターンとの比較において、有意性があり限界効果の高いパラメータについての分布を示す。
- パターン 3 に属する世帯は、その他のパターンと比較して以下の特徴を持つ
 - 子供のいない世帯の割合が大きい
 - 平日に世帯主の休みがある世帯の割合が大きい
 - 高齢者のいない世帯の割合が大きい(※)
 - 土日が休日の場合、平日 21 時の在宅人数が少ない
 - 主に電気暖房以外を利用している世帯の割合が大きい
 - 自宅の部屋数が多い(※)

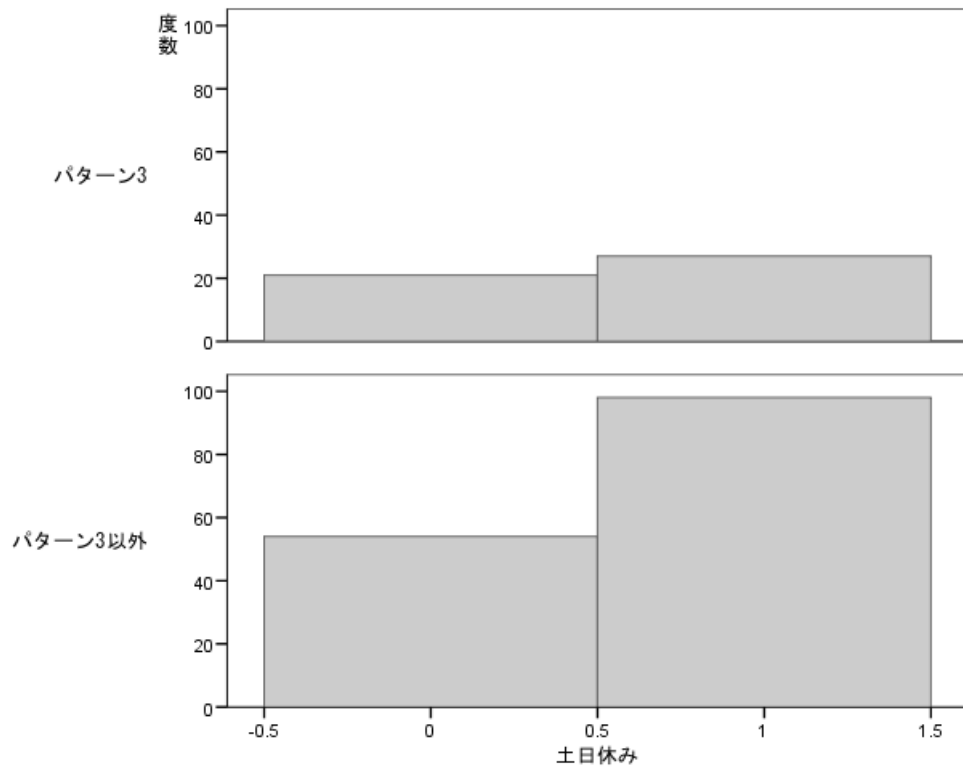
※分析の結果は、有意性が認められたが、サンプル数が少ないため、安定的でない。

表 7-21 パターン3に属する世帯を特徴づけるパラメータの記述統計

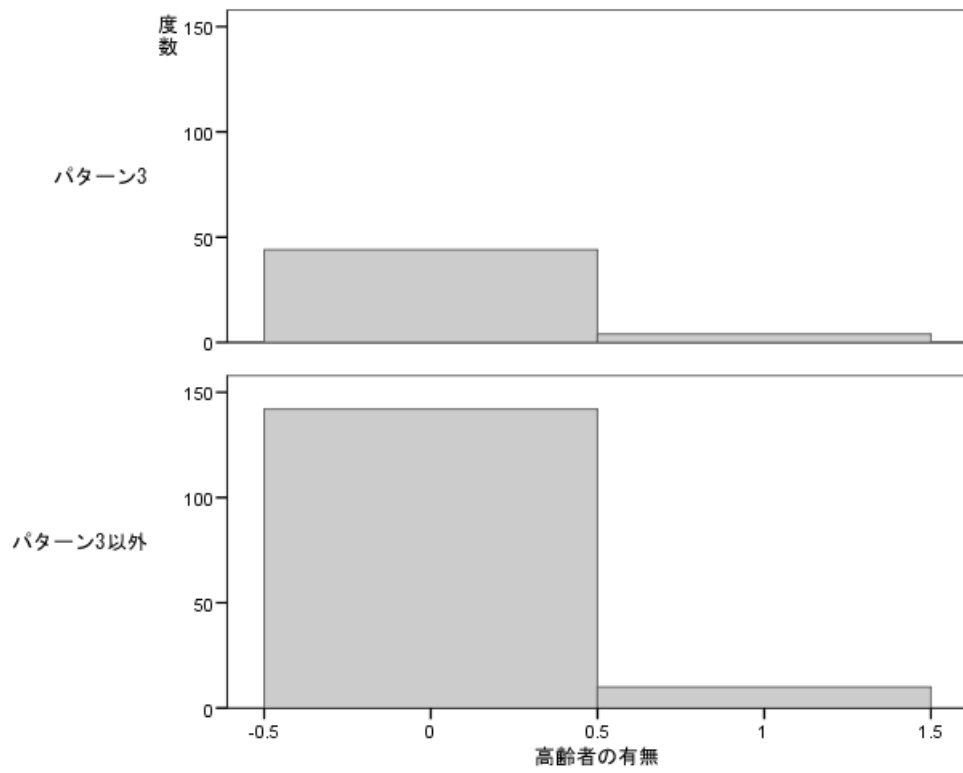
パターン3			パターン3			パターン3以外		
			度数	割合 (%)	平均値	度数	割合 (%)	平均値
P4 子供の有無	子供がいない		34	73.9		64	43.5	
	子供がいる		12	26.1		83	56.5	
P0 土日休み	平日に休日あり		19	41.3		49	33.3	
	土日が休日		27	58.7		98	66.7	
P3 高齢者の有無	高齢者がいない		43	93.5		137	93.2	
	高齢者がいる		3	6.5		10	6.8	
P0 土日休み	平日に休日あり	P12 平日21時の在宅人数			2.6			2.3
	土日が休日	P12 平日21時の在宅人数			1.6			2.7
P6 主な暖房エネルギー	主に電気暖房以外を使用		18	39.1		50	34.0	
	主に電気暖房を使用		28	60.9		97	66.0	
P18 自宅の部屋数					4.0			4.1



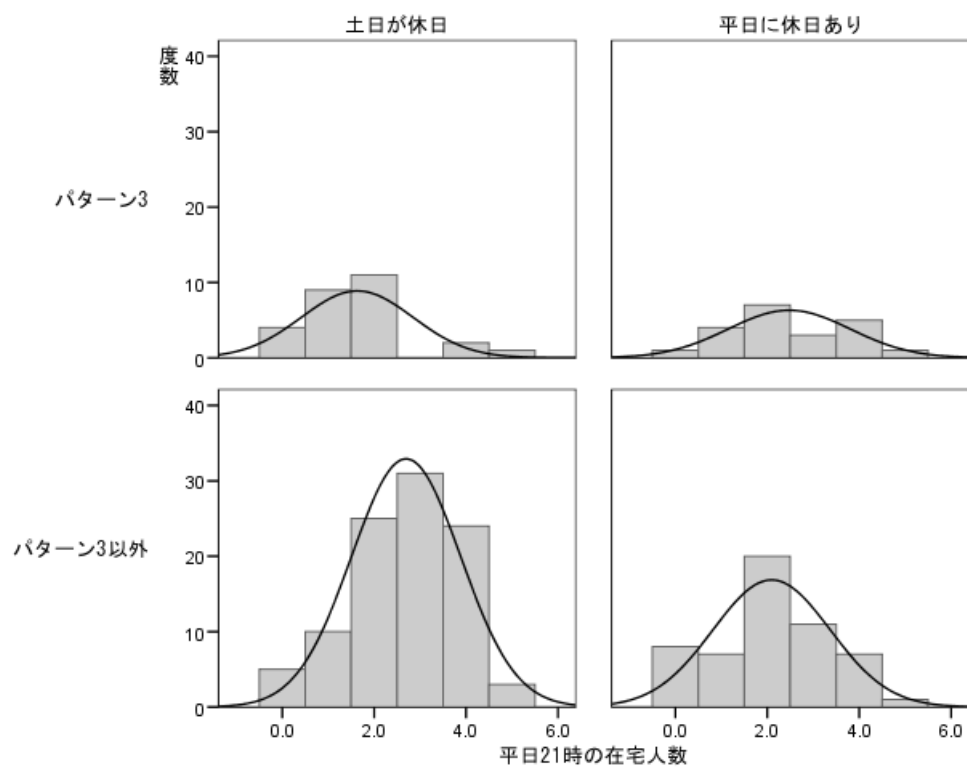
(3-1a) 子供の有無



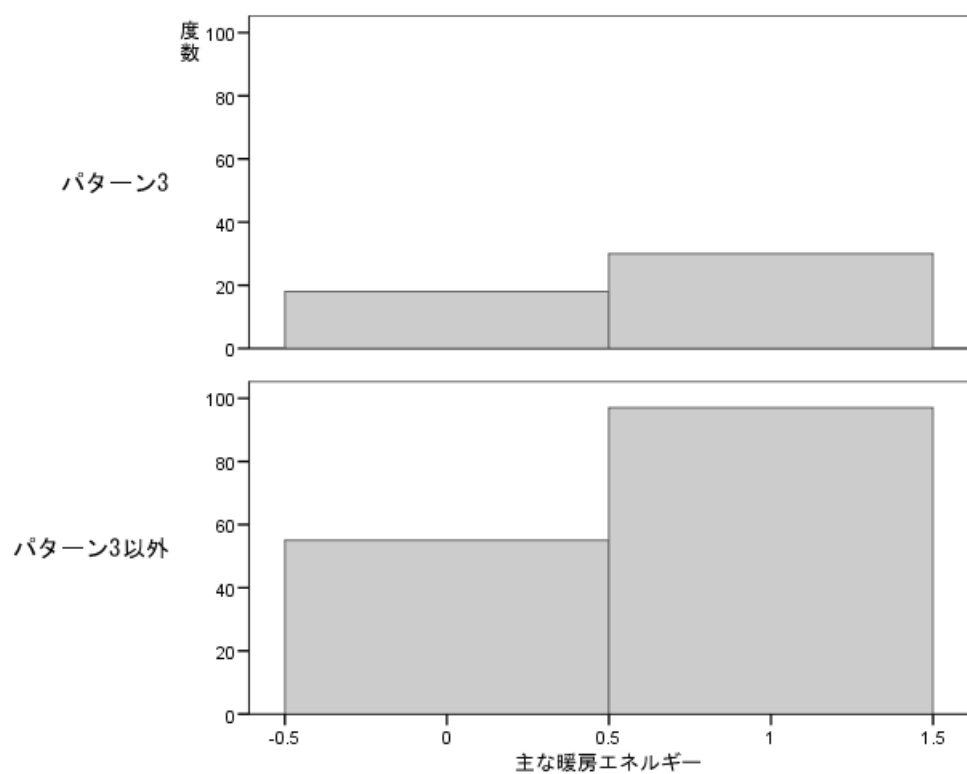
(3-2a) 土日休み



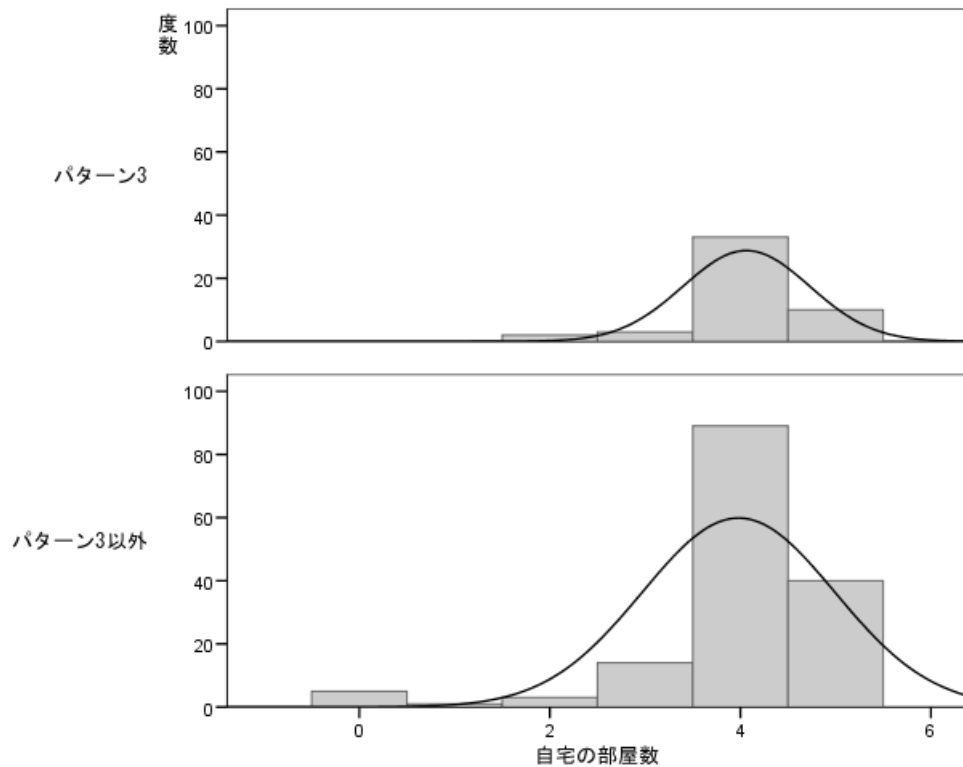
(3-3a) 高齢者の有無



(3-4a) 土日が休日×平日 21 時の在宅人数



(3-5a) 主な暖房エネルギー



(3-6a) 自宅の部屋数

図 7-49 パターン 3 とパターン 3 以外との比較

- パターン 3 のパターン 3 以外のパターンのいずれかに対する有意な限界効果を示す。
- パターン 3 は、パターン 1 に対して居住地域の限界効果が高い。
- パターン 3 は、パターン 2 に対して省エネ行動の限界効果が高い。

表 7-22 パターン 3 とパターン 1、パターン 2 の比較に有意なパラメータの限界効果

パターン3		限界効果			
パターン1,2,4のいずれかに対し有意なパラメータ		パターン1	パターン2	パターン3	パターン4
P7	居住地域	-0.094		0.150	
P2	省エネ行動		-0.276	0.134	
P15	電気機器Bの使用数		0.099	-0.048	
P9	平日12時の在宅人数		0.280	-0.033	
P8	平日9時の在宅人数		-0.276	0.032	
P14	電気機器Aの使用状況			-0.022	0.039
P17	部屋の広さ		0.008	-0.006	

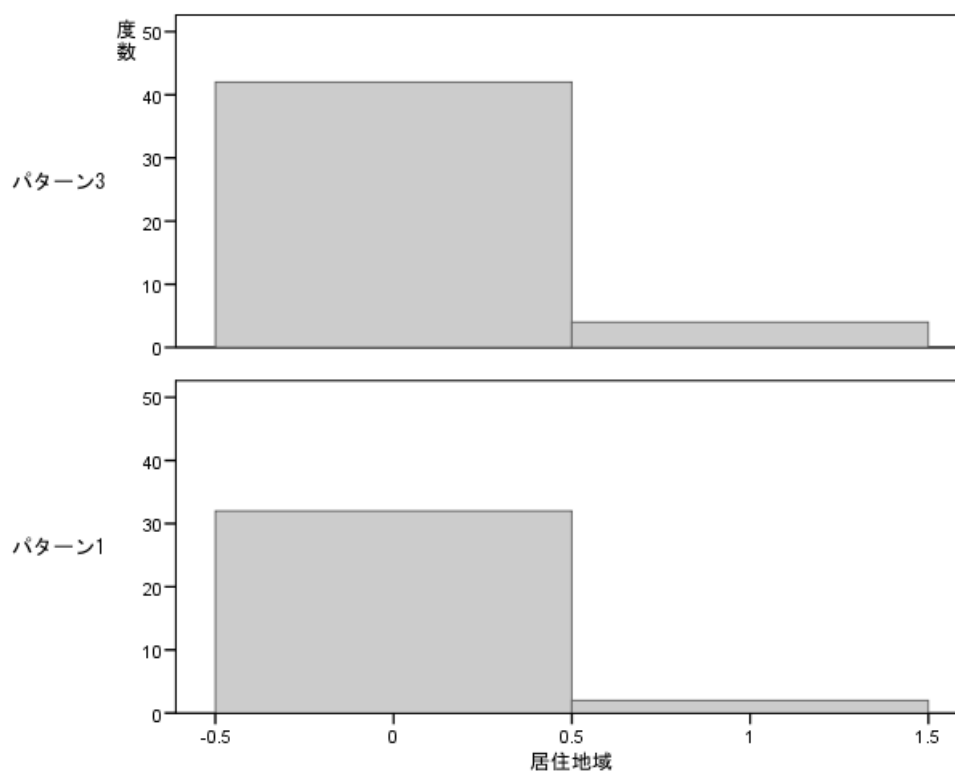
- 居住地域については、パターン 1 と省エネ行動については、パターン 2 と分布

を比較する。

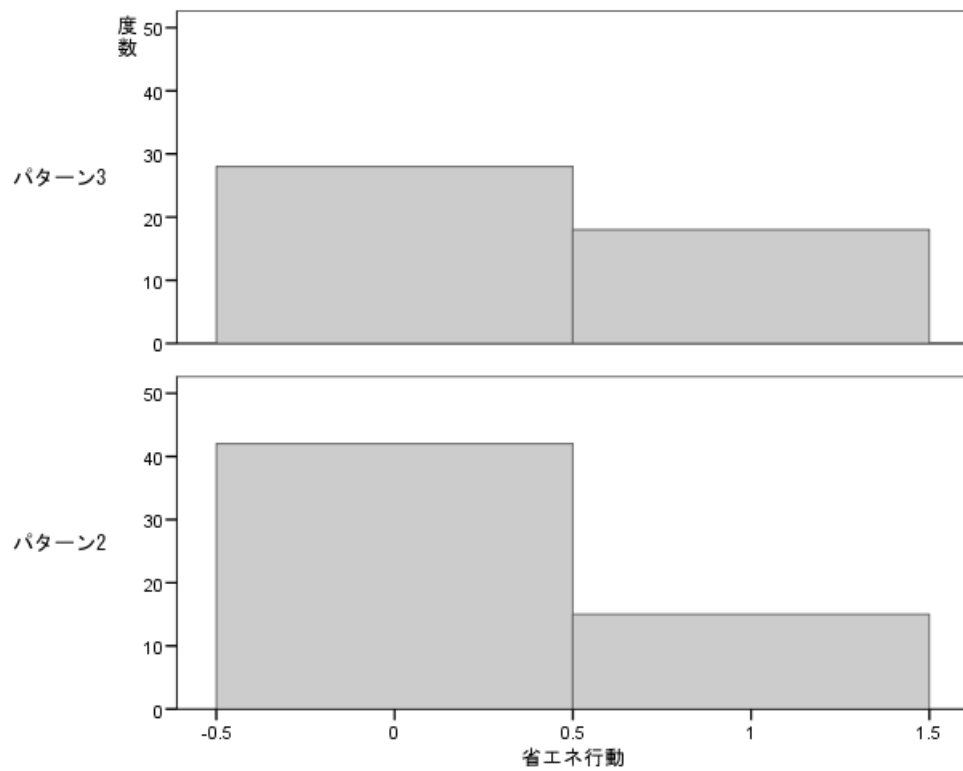
- パターン 3 に属する世帯は、パターン 1 と比較して以下の特徴を持つ
 - 北海道に住んでいる世帯の割合が大きい
-
- パターン 3 に属する世帯は、パターン 2 と比較して以下の特徴を持つ
 - 実践している省エネ行動が多い世帯の割合が大きい

表 7-23 パターン 3 とパターン 1 またはパターン 2 の比較に有意なパラメータの記述統計

		パターン1		パターン2		パターン3		パターン4	
		度数	割合 (%)	度数	割合 (%)	度数	割合 (%)	度数	割合 (%)
P7 居住地域	北海道以外に在住	32	94.1	52	91.2	42	91.3	48	85.7
	北海道に在住	2	5.9	5	8.8	4	8.7	8	14.3
P2 省エネ行動	実践している省エネ行動が少ない	19	55.9	42	73.7	28	60.9	36	64.3
	実践している省エネ行動が多い	15	44.1	15	26.3	18	39.1	20	35.7



(3-1b) 居住地域



(3-7b) 省エネ行動

図 7-50 パターン 3 とパターン 1 またはパターン 2 との比較

【 パターン 4 に分類された世帯の暮らしぶり 】

- パターン 4 の、4 以外のパターンに対する有意な限界効果を示す。

表 7-24 パターン 4 の 4 以外のパターンに対する限界効果

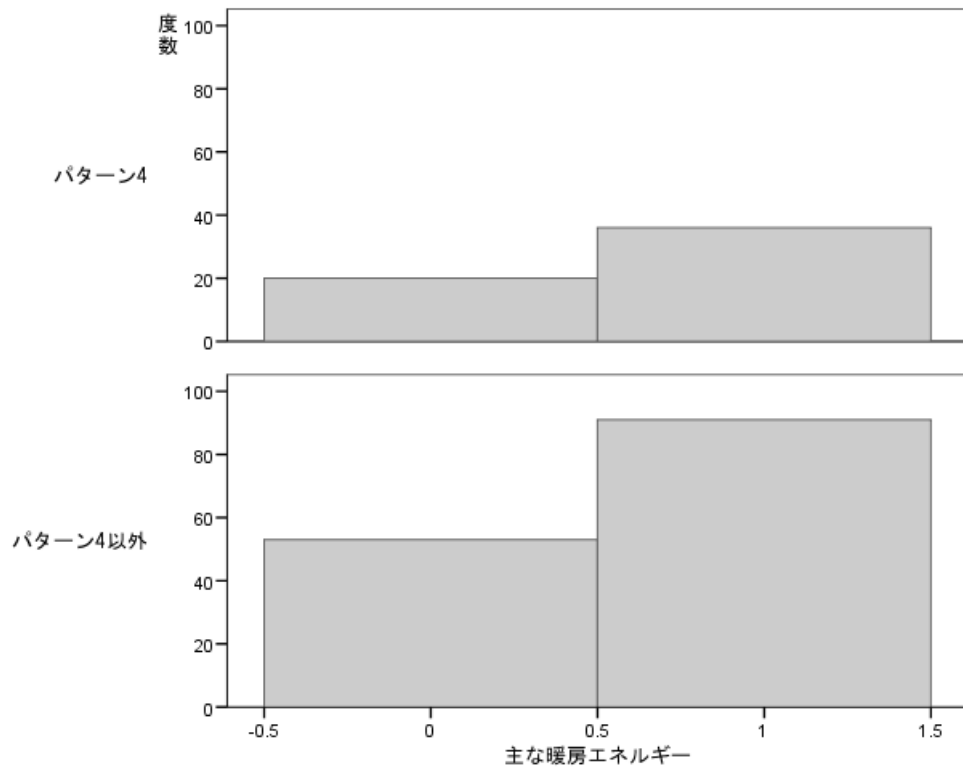
パターン4		限界効果			
パターン4以外のパターンに対し有意なパラメータ		パターン1	パターン2	パターン3	パターン4
P6	主な暖房エネルギー	-0.068	-0.030	-0.266	0.363
P0xP8	土日休み x 平日9時の在宅人数	0.016	0.261	0.002	-0.278
P0xP9	土日休み x 平日12時の在宅人数	0.077	-0.324	0.015	0.232
P8	平日9時の在宅人数	0.026	-0.276	0.032	0.218
P14	電気機器Aの使用状況	-0.005	-0.012	-0.022	0.039

- パラメータ 4 とそれ以外のパラメータとの判別に、最も寄与しているパラメータは、主な暖房エネルギーであり、他のパターンと比較して、主な暖房エネルギーとして電気を使用している場合、パターン 3 になる確率が高いと言える。
- 限界効果の絶対値が大きい順にパラメータの係数を見ると、パターン 4 は、主な暖房エネルギーに電気を使用しており、土日が休みの場合は、平日 9 時の在宅人数が少なく、平日 12 時の在宅人数が多く、平日 9 時の在宅人数が多い傾向がある。
- パターン 4 以外のパターンとの比較において、有意性があり限界効果の高いパラメータについての分布を示す。
- パターン 4 に属する世帯は、その他のパターンと比較して以下の特徴を持つ
 - 主な暖房エネルギーとして電気を使っている。(※)
 - 平日に休日がある場合、平日 9 時の在宅人数が多い (平均 2 人)
 - 土日が休みの場合、平日 12 時の在宅人数が多い
 - 平日 9 時の在宅人数が多い

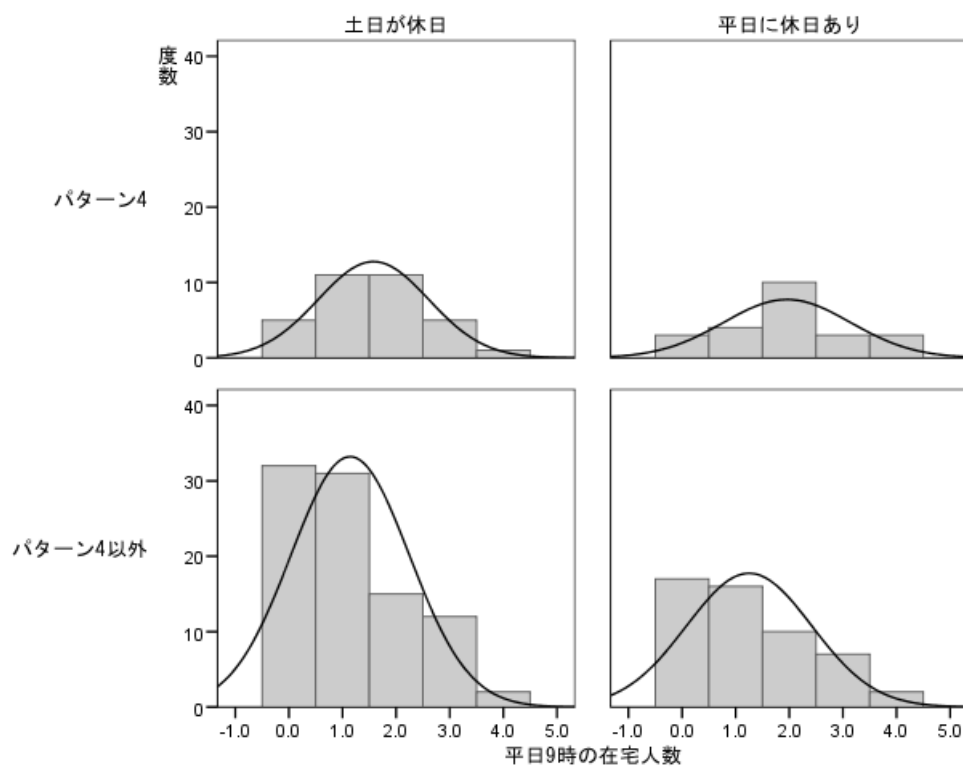
※分析の結果は、有意性が認められたが、サンプル数が少ないため、安定的でない。

表 7-25 パターン 4 に属する世帯を特徴づけるパラメータの記述統計

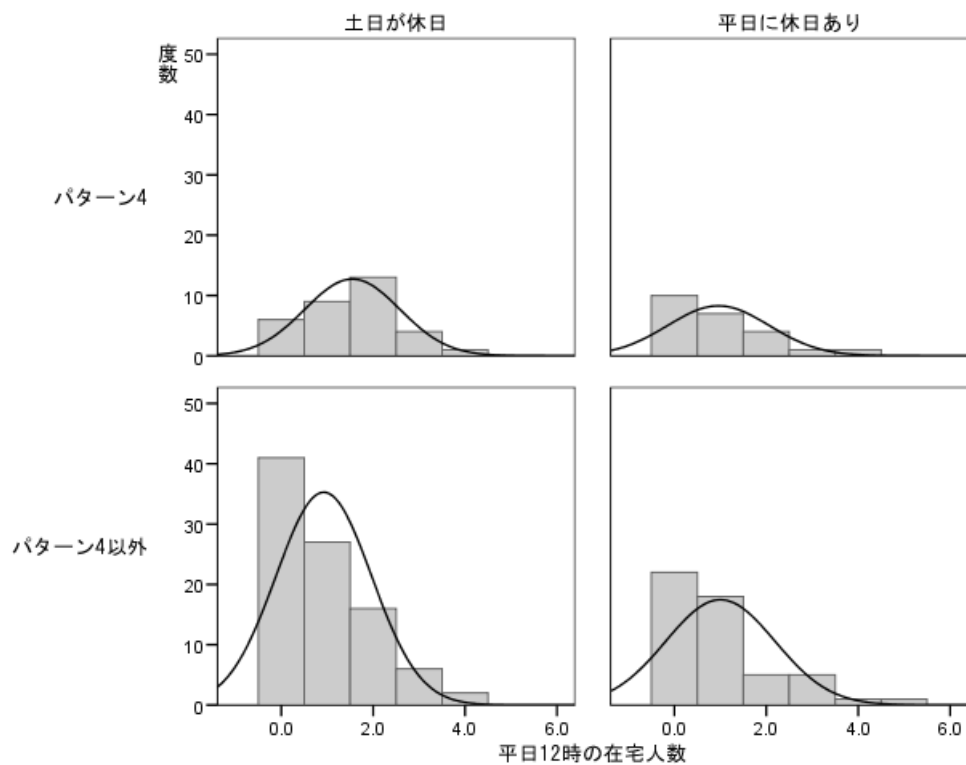
パターン4			パターン4			パターン4以外		
			度数	割合 (%)	平均値	度数	割合 (%)	平均値
P6 主な暖房エネルギー	主に電気暖房以外を使用		20	35.7		48	35.0	
	主に電気暖房を使用		36	64.3		89	65.0	
P0 土日休み	平日に休日あり	P8 平日9時の在宅人数			2.0			1.4
	土日が休日	P8 平日9時の在宅人数			1.6			1.1
P0 土日休み	平日に休日あり	P9 平日12時の在宅人数			1.0			1.1
	土日が休日	P9 平日12時の在宅人数			1.5			0.9
P8 平日9時の在宅人数					1.7			1.2



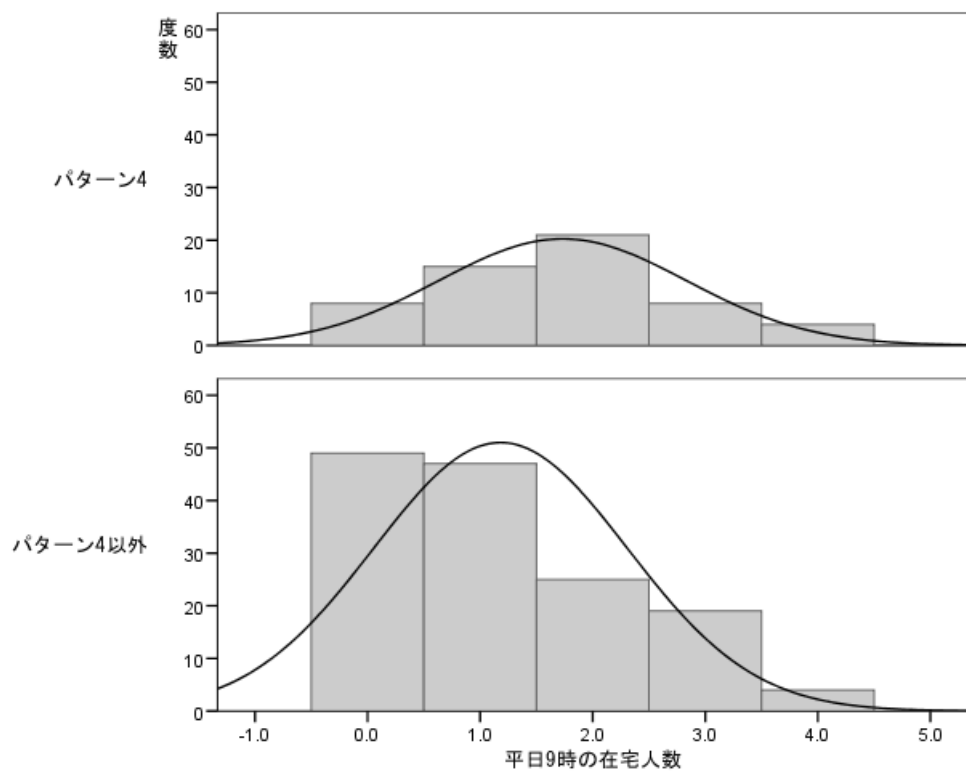
(4-1a) 主な暖房エネルギー



(4-2a) 土日休み×平日 9 時の在宅人数



(4-3a) 土日休み×平日 12 時の在宅人数



(4-4a) 平日 9 時の在宅人数

図 7-51 パターン 4 とパターン 4 以外との比較

- パターン 4 のパターン 4 以外のパターンのいずれかに対する有意な限界効果を示す。
- パターン 4 は、パターン 3 に対して土日休み、子供の有無、自宅の部屋数の限界効果が高い。
- パターン 4 は、パターン 2 に対して平日 24 時の在宅人数、自宅の部屋数の限界効果が高い。

表 7-26 パターン 4 とパターン 1、パターン 3 の比較に有意なパラメータの限界効果

パターン4		限界効果			
パターン1,2,3のいずれかに対し有意なパラメータ		パターン1	パターン2	パターン3	パターン4
P0	土日休み			0.342	-0.301
P13	平日24時の在宅人数		0.292		-0.256
P4	子供の有無			-0.832	0.231
P1	省エネ意識		-0.188		0.141
P18	自宅の部屋数			0.157	-0.122
P9	平日12時の在宅人数		0.280		-0.120
P2	省エネ行動		-0.276		0.043
P15	電気機器Bの使用数		0.099		-0.032
P24	ガス料金		0.000		0.000
P23	電気料金		0.000		0.000

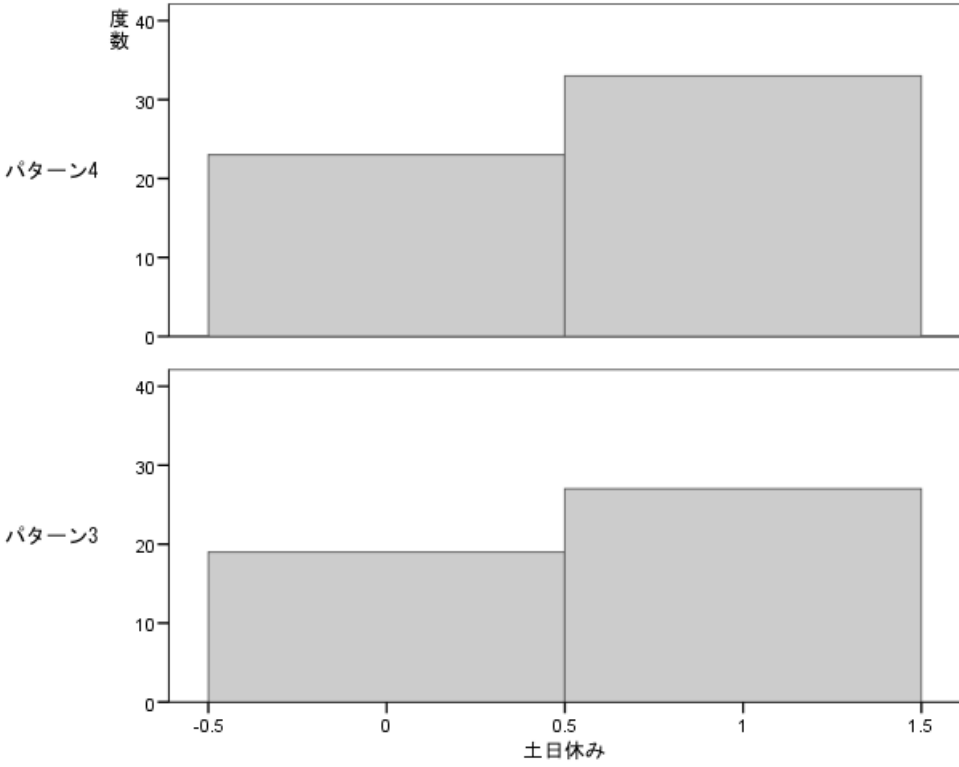
- 土日休み、子供の有無、自宅の部屋数については、パターン 3 と、平日 24 時の在宅人数省エネ意識、平日 12 時の在宅人数については、パターン 2 と分布を比較する。
- パターン 4 に属する世帯は、パターン 3 と比較して以下の特徴を持つ
 - 平日に世帯主の休みがある世帯の割合が大きい (※)
 - 子供がいる世帯の割合が大きい (64%は子供あり)
 - 自宅の部屋数が少ない

※分析の結果は、有意性が認められたが、サンプル数が少ないため、安定的でない。

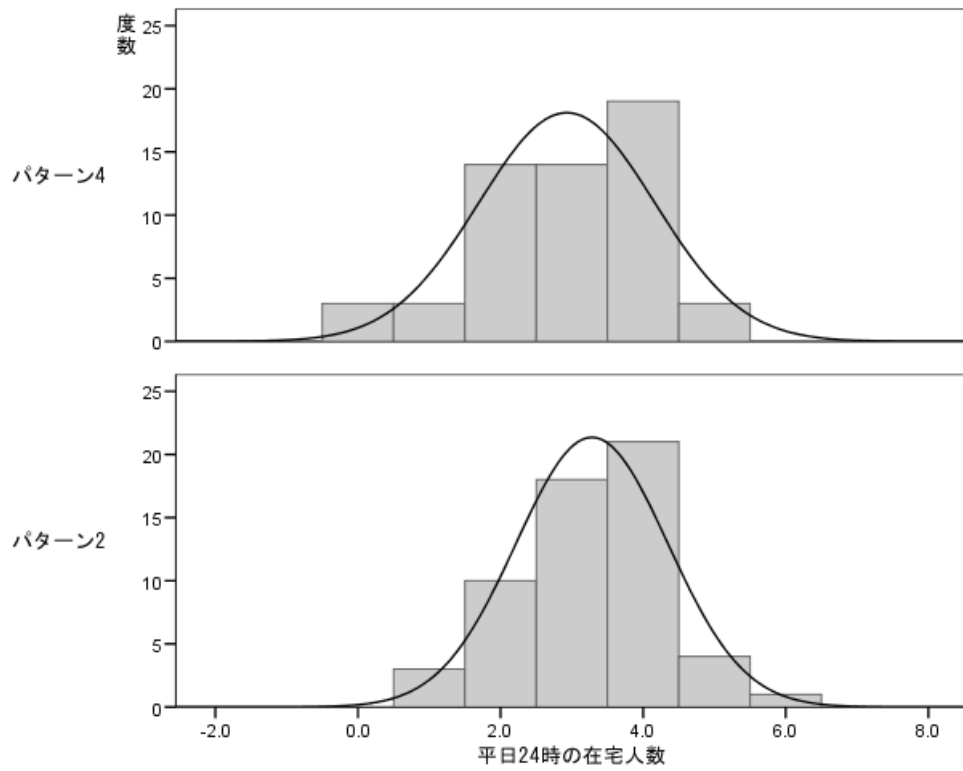
- パターン 4 に属する世帯は、パターン 2 と比較して以下の特徴を持つ
 - 平日 24 時の在宅人数が少ない
 - 常に省エネを意識している世帯の割合が大きい
 - 平日 12 時の在宅人数が少ない

表 7-27 パターン4 とパターン2 またはパターン3 の比較に有意なパラメータの記述統計

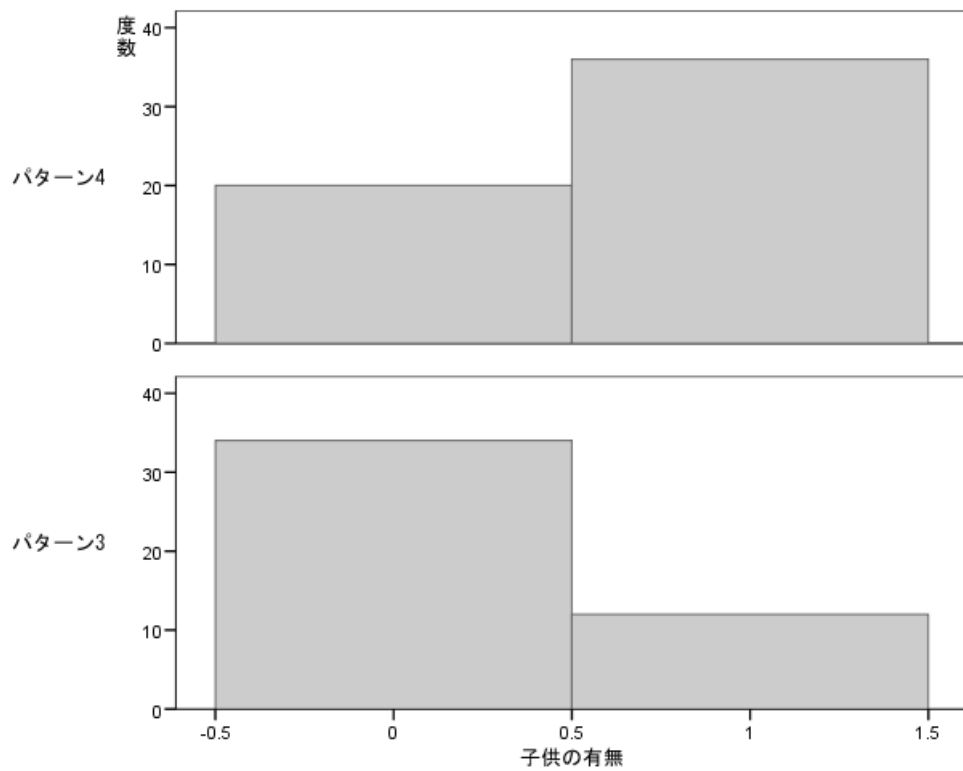
		パターン1			パターン2			パターン3			パターン4		
		度数	割合 (%)	平均値	度数	割合 (%)	平均値	度数	割合 (%)	平均値	度数	割合 (%)	平均値
P0	土日休み	8	23.5		18	31.6		19	41.3		23	41.1	
	平日に休日あり 土日が休日	26	76.5		39	68.4		27	58.7		33	58.9	
P13	平日24時の在宅人数			2.1			3.3			2.3			2.9
P4	子供の有無	23	67.6		21	36.8		34	73.9		20	35.7	
	子供がいない 子供がいる	11	32.4		36	63.2		12	26.1		36	64.3	
P1	省エネ意識	16	47.1		29	50.9		19	41.3		19	33.9	
	常には、省エネを意識していない 常に省エネを意識している	18	52.9		28	49.1		27	58.7		37	66.1	
P18	自宅の部屋数			3.9			4.3			4.0			4.1
P9	平日12時の在宅人数			0.6			1.3			0.9			1.3



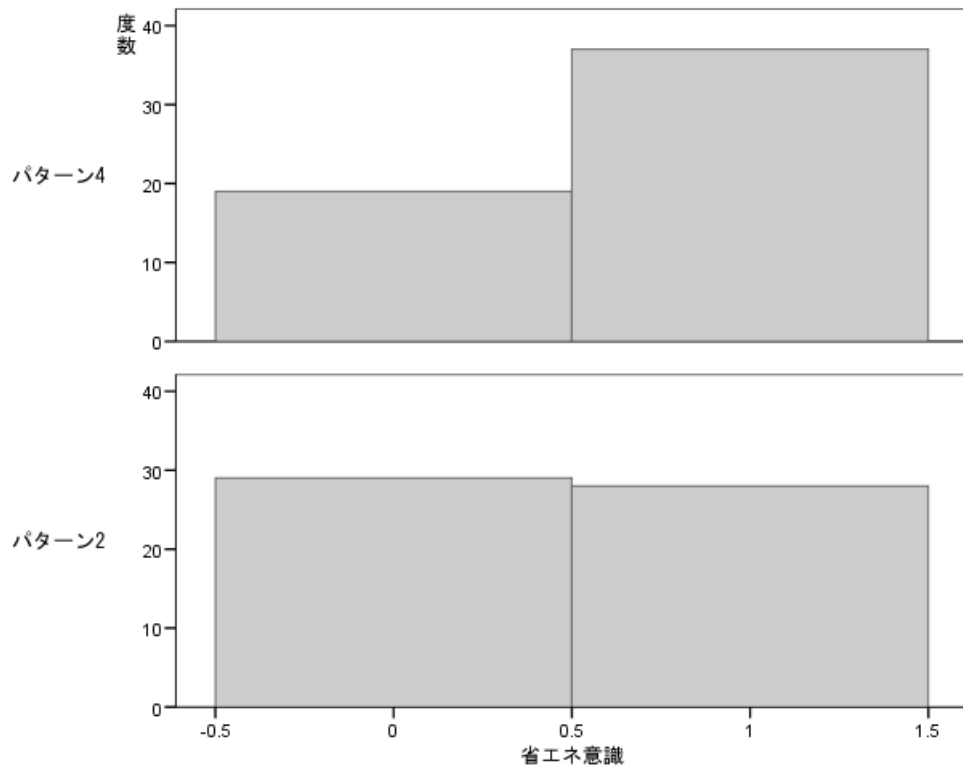
(4-1b) 土日休み



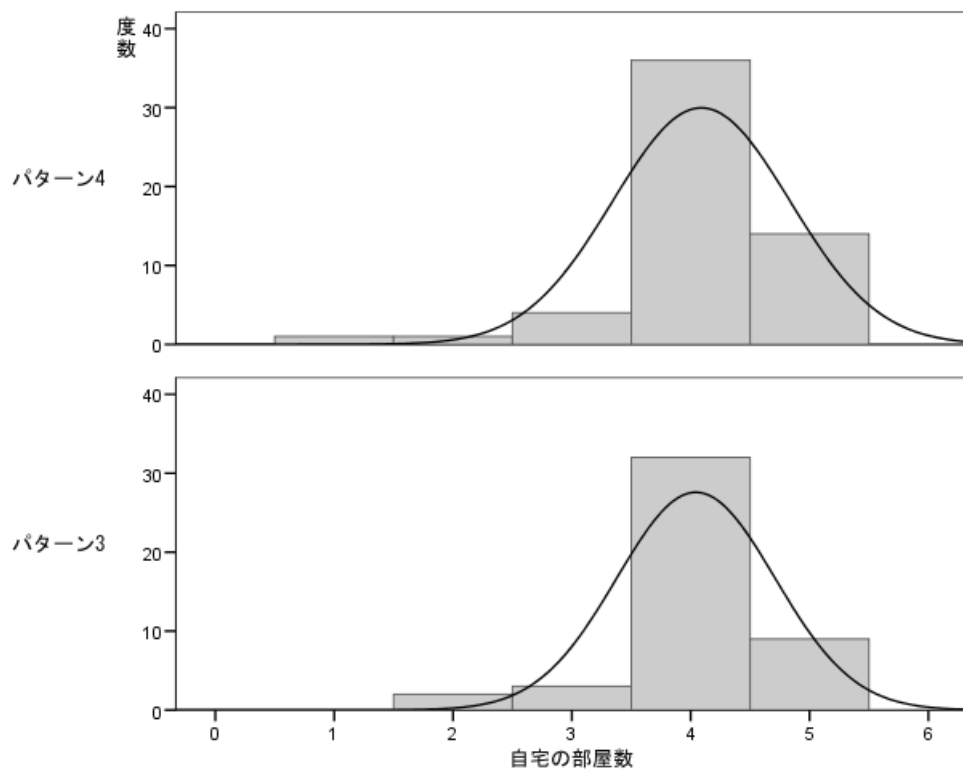
(4-2b) 平日以 24 時の在宅人数



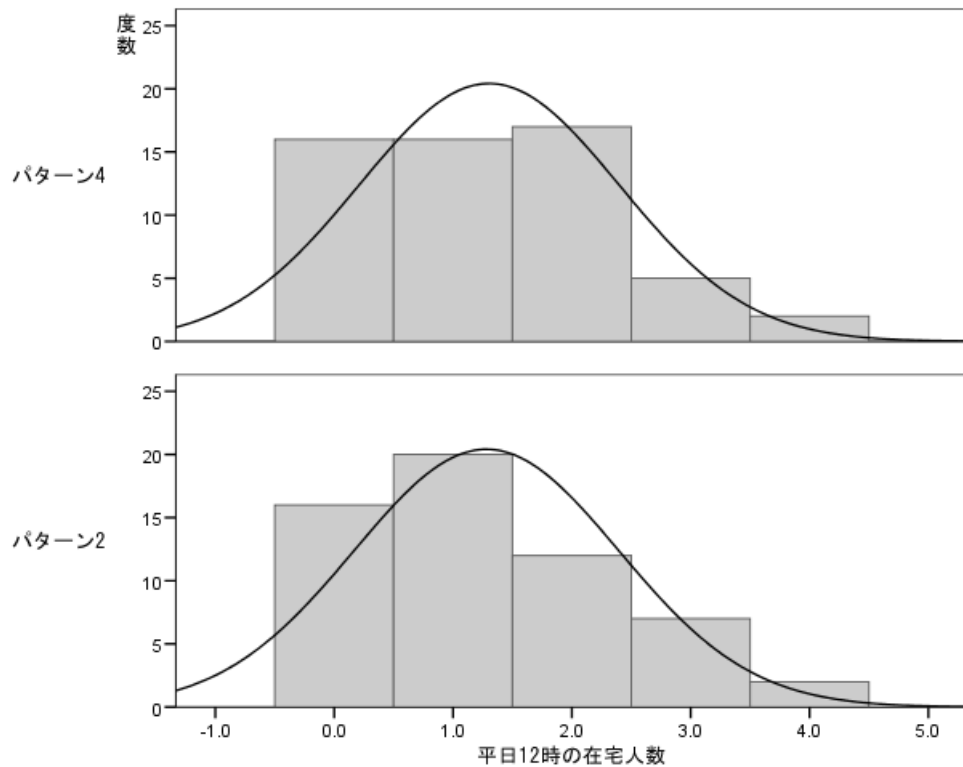
(4-3b) 子供に有無 j



(4-4b) 省エネ意識



(4-4b) 自宅の部屋数



(4-5b) 平日 12 時の在宅人数

図 7-52 パターン 4 とパターン 2 またはパターン 3 との比較

表 7-28 多項ロジットモデルによる各パターンに属する世帯の暮らしぶり

パターン	他のパターン全体に有意な特徴	他のパターンのいずれかに有意な特徴
パターン 1	■ 高齢者がいない場合、世帯人員数が少ない ■ 高齢者のいない世帯の割合が大きい	(パターン 2 に対し) ■ 平日 12 時の在宅人数が少ない
パターン 2	■ 高齢者がいない割合が高い ■ 6 割以上は子供がいる ■ 平日 12 時の在宅率が高く ■ 平日 24 時の在宅人数が多い (平均 3.3 人) ■ 実践している省エネ行動が少ない世帯の割合が多い ■ 平日 9 時の在宅人数が多い (平均 1.6 人) ■ 常に省エネを意識している世帯の割合が少ない	(パターン 1 に対し) ■ 高齢者がいない場合、世帯人員数が多い (平均 3.4 人) ■ 土日が休日の場合、平日 18 時の在宅人数が多い
パターン 3	■ 子供のいない世帯の割合が大きい ■ 平日に世帯主の休みがある世帯の割合が	(パターン 1 に対し) ■ 北海道に住んでいる世帯の割合が大きい

	大きい ■ 高齢者のいない世帯の割合が大きい ■ 土日が休日の場合、平日 21 時の在宅人数が少ない ■ 主に電気暖房以外を利用している世帯の割合が大きい ■ 自宅の部屋数が多い	(パターン 2 に対し) ■ 実践している省エネ行動が多い世帯の割合が大きい
パターン 4	■ 主な暖房エネルギーとして電気を使っている。 ■ 平日に休日がある場合、平日 9 時の在宅人数が多い (平均 2 人) ■ 土日が休みの場合、平日 12 時の在宅人数が多い ■ 平日 9 時の在宅人数が多い	(パターン 3 に対し) ■ 平日に世帯主の休みがある世帯の割合が大きい ■ 子供がいる世帯の割合が大きい (64%は子供あり) ■ 自宅の部屋数が少ない (パターン 2 に対し) ■ 平日 24 時の在宅人数が少ない ■ 常に省エネを意識している世帯の割合が大きい ■ 平日 12 時の在宅人数が少ない

iii) パターン分類による省エネ評価に対する受容性分析結果

(需要家が重要と考える暮らしぶりパラメータ)

- Web アンケートの結果得られた、需要家が他の世帯との比較において重要と考える項目を示す。
- 重要度を反映するため、1 位を 5 点、2 位を 4 点、3 位を 3 点、4 位を 2 点、5 位を 1 点として、スコア化し、その得点のランキング順にリスト化した。
- 最も重要とされている項目は、世帯人数についての項目であった。

表 7-29 需要家が他の世帯との比較において重要とする項目

ランク	パラメータ	度数					得点
		1位	2位	3位	4位	5位	
1	世帯人数が同じ	661	461	176	135	133	6080
2	世帯構成が同じ	676	411	155	99	89	5776
3	同じぐらいの広さの住宅に住んでいる	241	288	333	249	182	4036
4	住宅のタイプ（戸建て、集合等）が似ている	184	323	335	271	170	3929
5	外出時間や就寝時間などの生活パターンが似ている	123	218	254	199	205	2852
6	同じ地域に住んでいる	111	109	203	280	244	2404
7	世帯年収が近い	88	163	187	157	121	2088
8	居住環境（市街地、郊外、農山村など）が似ている	51	113	180	171	179	1768
9	部屋の数が同じ住宅に住んでいる	42	71	163	176	175	1510
10	どのような世帯でも良い	117	26	67	145	200	1380
11	同じぐらいの築年数の住宅に住んでいる	33	54	106	146	132	1123
12	同じ種類の電気機器を使用している（太陽光発電、エコキュートなど）	56	34	91	116	149	1070
13	環境保全や省エネルギーに対して同じ様な考えを持っている	20	15	10	49	69	357

（各パターンを表す暮らしぶりパラメータとの比較）

- 需要家が、他世帯との比較において重要と考える項目と、多項ロジット分析の結果、パターンの判別に与える影響が大きいパラメータが合致しているかを分析する。
- 世帯の構成をはじめ、外出時間や就寝時間などの生活パターンなど、需要家が重要と考える項目を概ね反映できている。
- △となっている項目については、サンプル数を増やし、モデルの精度を高めれば、パターンの判別に対する影響度が増加すると考えられる。
- 最も重要とされた世帯の人員数については、高齢者の有無との交差項として反映されている。
- また、世帯人員数と在宅人数は、共線性の要素が含まれていると見られ、本分析では、在宅人数として選択されていると考えることができる。
- 尚、パターンごとの世帯人員数の分布を示しているが、その結果をみれば、パターンごとに世帯人員数の分布が異なっていることは、明らかである。

表 7-30 需要家が重要視する項目と各パターンを反映するパラメータの合致性

ランク	需要家が重要と考える項目	多項ロジットモデルで使用したパラメータ	暮らしぶりの反映
1	世帯人数が同じ	P20 世帯人員数	
		P21 成人男性の人数	
		P22 成人女性の人数	
2	世帯構成が同じ	P3xP20 高齢者の有無 x 世帯人員数	○
		P4xP20 子供の有無 x 世帯人員数	
		P3 高齢者の有無	○
		P4 子供の有無	○
		P5 専業主婦の有無	
3	同じぐらいの広さの住宅に住んでいる	P17 部屋の広さ	△
4	住宅のタイプ（戸建て、集合等）が似ている	本実証がマンション対象であるため、該当無し	
5	外出時間や就寝時間などの生活パターンが似ている	P8 平日9時の在宅人数	○
		P9 平日12時の在宅人数	○
		P10 平日15時の在宅人数	
		P11 平日18時の在宅人数	
		P12 平日21時の在宅人数	
		P13 平日24時の在宅人数	○
		P0xP8 土日休み x 平日9時の在宅人数	○
		P0xP9 土日休み x 平日12時の在宅人数	○
		P0xP10 土日休み x 平日15時の在宅人数	
		P0xP11 土日休み x 平日18時の在宅人数	○
		P0xP12 土日休み x 平日21時の在宅人数	○
		P0xP13 土日休み x 平日24時の在宅人数	
		P0 土日休み	○
6	同じ地域に住んでいる	P7 居住地域	○
7	世帯年収が近い	アンケート調査が困難なため、該当せず	
8	居住環境（市街地、郊外、農山村など）が似ている	実証対象世帯の居住環境に分散がないため、該当せず	
9	部屋の数が同じ住宅に住んでいる	P18 自宅の部屋数	○
10	どのような世帯でも良い	該当なし	
11	同じぐらいの築年数の住宅に住んでいる	該当なし	
12	同じ種類の電気機器を使用している （太陽光発電、エコキュートなど）	該当なし	
13	環境保全や省エネルギーに対して 同じ様な考えを持っている	P1 省エネ意識	
		P2 省エネ行動	○
		P6 主な暖房エネルギー	○
		P14 電気機器Aの使用状況	△
		P15 電気機器Bの使用数	△
		P16 つけばなしの電気機器Bの数	
		P23 電気料金	
		P24 ガス料金	
		P19 世帯主年齢	△

※△は限界効果の絶対値が 0.1 未満であるが、有意性があったパラメータ

(参考) 世帯人員数のパターン別分布状況

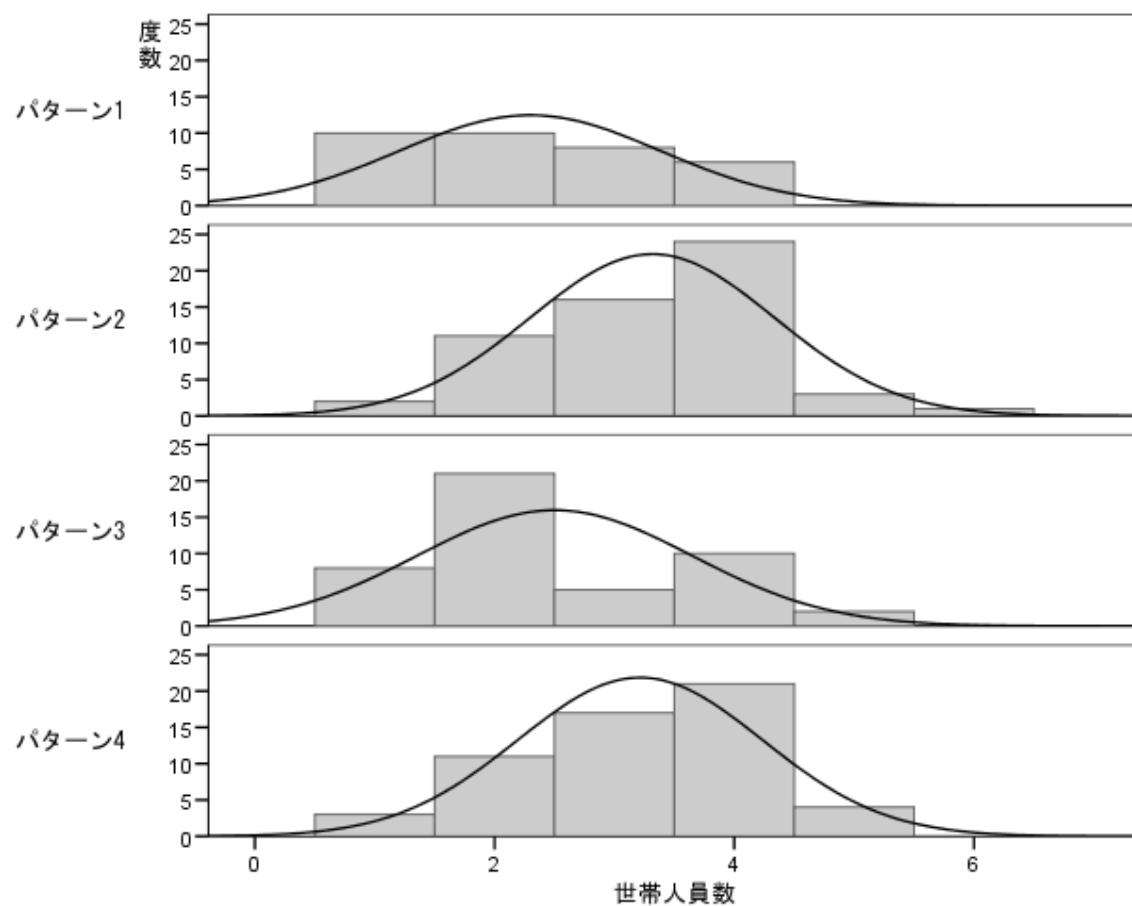


図 7-53 パターン別世帯人員数の分布

7.3.3. サービスの市場性評価

7.3.3.1. 生活者から見た市場性の評価

生活者アンケートの結果からは、世帯のエネルギー使用量の”見える化”は、これまでには無いしくみであるにもかかわらず、関心が高く、サービスの付加価値に関する見方についても、1/4の世帯が”見える化”や省エネアドバイスといったサービスに対して対価を支払うことに違和感をあまり感じないという結果が得られた。

また、エネルギーデータを活用した他世帯との比較分析や介護や見守りなどの付加サービスについても、一定の認知が既にある様子が伺えた。

こうしたことから、スマートハウスによる世帯でのエネルギー使用モニタリングデータのフィードバックや、データを活用したサービスについて、世帯受容性は潜在的に高いと見られる。

		電力使用量の見える化に関するニーズ	電力使用量の他世帯との比較	電力使用量の見える化サービスに対する支払い意思	電力使用量の付帯サービスに関するニーズ	電力使用量データのサービス事業者への提供
アンケート結果からの示唆		- 電力使用量が自動で表示される機器は、現在市場にない機器であるにも関わらず、5割以上が関心を示している。 - 電力使用量を全く確認していない人でも4割弱が電力使用量の見える化に関心を持っている。	- まずは自宅の電力使用量の過去との比較や、機器別の電力使用量、1日の時系列変化など、自宅の電力使用状況の把握に対する優先順位が高い。 - 一方で、5割弱が比較したいとも回答しており、ニーズはある。 (これは特に若年層(20～40歳代)でのニーズが高い)	- 全体の25%程度が料金の支払いを許容する可能性がある。 - イニシャルのみの月々負担無しのイメージでは、支払い意思額は、平均7,000円程度。 - イニシャル無しの機器レンタル料のみでは、(4割弱が選択)、支払い意思額は、月平均600円程度で、年間7200円となる。	- 省エネポイントの付与(49.4%)や、電気料金メニューに関するアドバイス(43.6%)等の、直接的な経済メリットが期待されるサービスへのニーズが高い。 - 概して経済性に着目するのは若年層(20～40歳代)であり、安全安心の支援に関心を持つのは高齢層(50～70歳代以上)のニーズが高い結果となった。	- 全体の6割強が有用なサービスが受けられるなら提供しても良いと回答。事業者へのデータ提供に対する一般世帯の抵抗はさほど大きくないとの結果。 - ただし、サービス事業者に提供する場合には、条件を明確に示す必要がある。若年層ほど、電量使用量データの提供に関する条件が厳しい傾向が見られる。 - データの提供先としては、公共または公共性の高い事業者で、管理責任が明確になっている機関を希望する人が多い。
市場性の評価(需要)	可能性	電力使用量の見える化は、一般世帯の関心を引きやすい。	保安、安全、安心といったテーマでは付加価値を発揮できる。	サービス市場の可能性が伺える。	経済メリットが訴求できれば関心が高まる。 高付加価値サービスの可能性もある。	公的な管理体制があれば利用促進が図りやすい。
	市場創出の課題	無関心な残り5割を惹きつける認知向上策が必要	生活者全般で見ると、自宅のエネルギー使用と省エネへの示唆が必須	現物による機能の認知拡大が必要	事業者のサービス提供や精度と連携したサービスの提供スキームが必要(ポイント制度など)	データセキュリティ確保、データ利用に関するルール、制度の充実が不可欠

1) 事業者の視点からの評価

世帯のエネルギー使用データの分析の活用について、メーカーおよび生活サービス提供事業者（金融）とのディスカッションおよび NRI の知見を踏まえると、下記のような示唆が得られた。

この結果、このような世帯属性分析の活用の潜在的な可能性は大きく、活用のインフラが整えば、社会的に大きな効果を発揮することが示唆されている。

一方、業種によらず共通の課題認識として、セキュリティの確保あるいは、データ管理者の設定が挙げられている。

このことから、世帯の“暮らしぶり” ごとの属性分析を活用することの効果を発揮するためには、しっかりとしたセキュリティ管理の制度設計が不可欠であるとの認識が日常的に顧客接点業務を行っている事業者側でも共有されていることが分かる。

表 ディスカッションを通じて得られた示唆

	実現可能性に関する評価	実現に際しての留意点の指摘
業界有識者とのディスカッションからの示唆	・介護やセキュリティといった分野では、顧客のデータ使用許諾も得られやすいのではないか。 ・ライフステージの変化が捉えられることには意味がある。 ・スマートハウスの機能を利用した顧客への高効率機器の紹介は、顧客からの引き合いを増加させると期待できる。 ・メーカーからの直販チャネルの充実に繋がる可能性がある。 ・機器の故障の予兆の分析ができれば、ユーザーに迷惑をかけずに聞きの更新ができるとともに、自社の販売効率も大きく向上すると考えられる。 ・宅内データのモニタリングは、世帯の全体消費量を把握するだけでなく、機器や回路別の消費量が分かるとさらに良い。 ・消費者安全保護法の指定機器の稼動状況が分かると、これはメーカーにとって意味がある。 ・フィールドサービス会社の高機能化にも繋がりメリットがあると思う。 ・継続的に電力使用量のボタンを分析すると、ライフステージの変化を把握することができるということについては共感できる。 ・顧客のこうした変化が分かれば、ライフステージ商品の販売コスト低減に繋がる可能性がある。 ・既存顧客の状況は継続的にウォッチできるが、潜在顧客への提案先選定は弱いため、“暮らし向き”分析結果からポテンシャル顧客が把握できるととても良い。 ・家庭向けサービス事業者の視点からはかなり面白いと感じる。 ・こうしたデータの分析結果を顧客と共有することで、顧客とのコミュニケーション頻度が高まるならば、これも意味がある。 ・介護やセキュリティといった分野では、顧客のデータ使用許諾も得られやすいのではないか。 ・ライフステージの変化が捉えられることには意味がある。	・個人情報としての扱いに注意する必要がある。 ・営業の現場でこうしたデータを直接扱うことは不可能。 ・消費者の視点からは、セキュリティの確保が大きな課題だと感じる。 ・個別に許諾を得るのは難しいと考えられるが、こうしたことをクリアした上でデータが活用できるインフラがあれば良い。

市場性の評価 (需要)	可能性	・家電メーカーや家庭向けサービス事業者から見ると、顧客アプローチの精度が上がることには関心が高い。 ・メーカーの場合、機器の故障情報の把握など、メンテナンスでも顧客と繋がりがつけられるインフラへは、販売機会拡大、販売コストの低減・高効率化への期待があった。
	市場創出の課題	・家電メーカー、家庭向けサービス事業者ともに、個人情報の扱いについて、制度やルールの確立が課題である。

7. 4. 実験結果の考察

7. 4. 1. 新規サービス創出の可能性

- 生活者のエネルギー使用量の”見える化“への関心、事業者から見たモニタリングデータの活用価値の両面ともに、スマートハウスの普及に伴うエネルギーデータの扱い方次第で新たなサービスが創出されるポテンシャルを感じさせる結果となった。
- また、生活者世帯のリアルな電力モニタリングデータのパターン分析の結果、上述のように生活者の“暮らしぶり”をあらわすことが検証された。
- 生活者の納得が得られるこうしたしきみを基盤とすれば、将来、エネルギーモニタリングデータに基づくさまざまなサービス、制度に対しても、生活者の受容性の下で適正に普及していくことができる。

7. 4. 2. 実用化、普及に向けた問題点、課題

以上の検討を踏まえると、下記の3点が極めて優先度の高い課題であると指摘できる。

①新サービス、制度検討のための十分なエネルギーモニタリングデータ・解析の蓄積

- 本実証では、電力使用量データのパターン分析が、合理的かつ納得性の高いものであることが検証された。しかし、今回の対象世帯は集合住宅のみであり、サンプル数も約200世帯、計測期間は1ヶ月程度と、世帯のバリエーション、期間ともに充分とはいえない。
- スマートハウスの拡大と新サービスの創出を目指すのであれば、戸建て住宅を含んだ、各地域での四季を通じたモニタリング実証と解析、検証が不可欠である。

②電力、ガス、自然エネルギーを含む世帯の使用エネルギー全体の把握システム

- 今後は、家庭への自然エネルギー発電や蓄電池などの普及拡大などに伴って、世帯の電力使用量のみならず、エネルギー全般の計測が必要になる。(アプリ)

③データセキュリティの確保、制度の整備

- 世帯のエネルギーモニタリングデータを活用した新たなサービスについては、生活者、生活サービス事業者ともに関心が高く、その価値を認めるところであった。
- しかし同時に、データの提供先、データ管理主体、データそのものの扱い、セキュリティの確保は共通の課題として認識されている。
- データの扱い方に関するルール、必要な制度の整備、社会インフラとして責任を持つ管理主体の設定などの基盤を形成することが、今後、スマートハウスの機能を活用した新たなサービスを形成する上での必須課題となると考えられる。

第8章 テーマ 2-7：時間帯別使用電力量の見える化および電力使用を昼間から夜間へシフトするインセンティブの付与による CO2 削減効果の検証

株式会社 NTT ファシリティーズ

目 次

第8章 テーマ2-7：時間帯別使用電力量の見える化および電力使用を昼間から夜間へシフトするインセンティブの付与によるCO₂削減効果の検証 1

8.1. 実証実験の目的.....	8-1
8.2. 実証実験の概要.....	8-2
8.2.1. 実施内容.....	8-2
8.2.1.1. 概要.....	8-2
8.2.1.2. 実証実験実施にあたっての調査・検討.....	8-3
8.2.1.3. 実施にあたり必要なシステムの開発	8-3
8.2.1.4. 実証実験の実施、検証.....	8-6
8.2.1.5. 実証実験結果の評価・分析.....	8-7
8.2.2. 実施場所.....	8-8
8.2.3. 実施体制.....	8-9
8.2.4. 実施スケジュール	8-10
8.3. 実証実験の結果.....	8-11
8.3.1. 事前準備.....	8-11
8.3.1.1. 構築システム	8-11
8.3.1.2. モニター選定の考え方および選定結果.....	8-20
8.3.1.3. 実証前アンケート、実証中アンケートの内容および集計結果.....	8-24
8.3.1.4. 使用電力量の分析方法.....	8-90
8.3.1.5. CO ₂ 削減に貢献する需要負荷シフト時間帯の考え方	8-92
8.3.1.6. 付与するインセンティブの考え方	8-93
8.3.2. 実験結果.....	8-94
8.3.2.1. 気温の影響.....	8-94
8.3.2.2.	8-99
8.3.2.3. 見える化による実証実験結果	8-100
8.3.2.4. インセンティブ付与に伴う需要負荷シフトによる実証実験結果	8-106
8.3.3. 環境負荷低減効果の試算	8-116
8.3.3.1. 見える化によるCO ₂ 排出量削減効果	8-116
8.3.3.2. インセンティブ付与に伴う需要負荷シフトによるCO ₂ 排出量削減効果	8-117
8.4. 実験結果の考察.....	8-118
8.4.1. 実用化、普及に向けた問題点、課題	8-118
8.4.1.1. イニシャルコスト	8-118
8.4.1.2. 電力会社メーターの有効活用	8-119

8.4.1.3. インセンティブの与え方について	8-121
--------------------------------	-------

8.1. 実証実験の目的

未来開拓戦略（Jリカバリー・プラン）（平成21年4月17日）（内閣府・経済産業省）において、2050年にCO₂を少なくとも50%削減するという目標に向け、積極的にライフスタイルやインフラを転換させていくことで、経済成長への制約を逆に新たな需要の創出源とすることが求められている。

そこで、家電製品の省エネ技術については、我が国が世界を牽引しているところであるが、機器単体における性能向上には限度があることから、エネルギー等についての需要情報と供給情報を活用することによって最適制御された住宅（スマートハウス）を実証し、その効果を検証する。

具体的には、時間帯別電気使用量の見える化によるCO₂削減効果、および将来CO₂排出量に連動するインセンティブを付与した料金制度が適用されるようになった際のCO₂削減効果の有効性について、多様な生活形態のある実生活データを基に検証し、全テーマトータルで2050年におけるCO₂排出量の半減に向けて検討課題等を抽出するとともに、テーマ2採択者である株式会社野村総合研究所と連携し需要家の心理行動を踏まえた政策提言を行う。

8. 2. 実証実験の概要

8. 2. 1. 実施内容

8. 2. 1. 1. 概要

2050 年に CO₂ を少なくとも 50%削減するという目標達成に向け、「マンション向け電力提供サービス¹」を提供しているマンション入居者の多様な生活形態の家庭を対象に、以下の二つの実証実験を実施する。

(A)使用電力量の見える化による CO₂ 削減効果の検証

(B)インセンティブを付与することによる CO₂ 削減効果の検証

実施手順について図 8-1 に示し、次頁より手順ごとの実施内容を具体的に説明する。

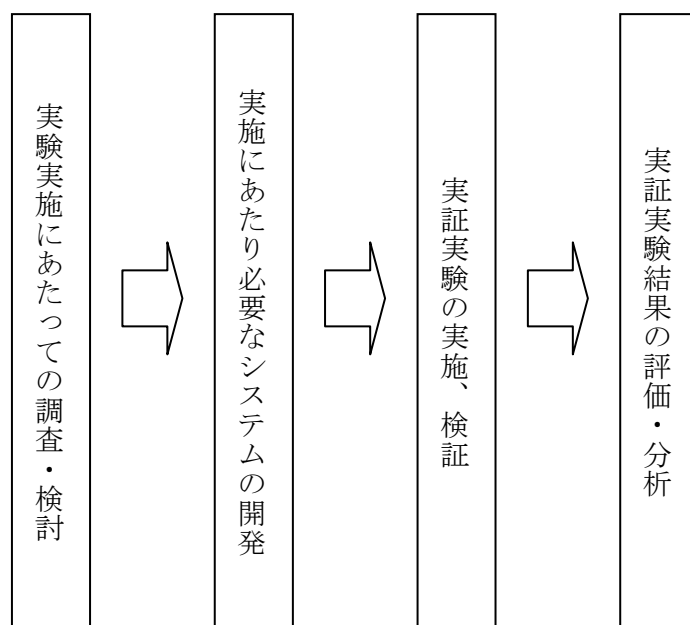
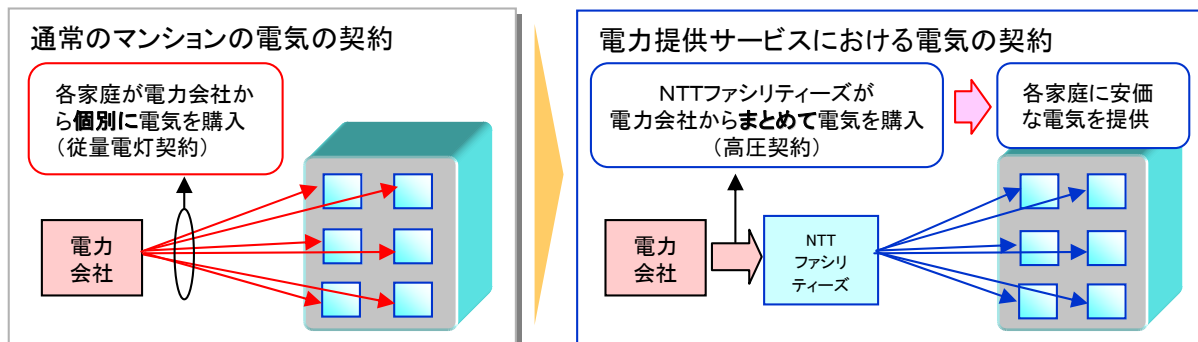


図 8-1 実施手順

¹ マンション向け電力提供サービス：NTT ファシリティーズが電力会社からまとめて高圧で一括受電してマンションの各家庭へ電気を提供することにより、電気料金の削減を実現するサービス。全戸に遠隔自動検針システムを採用している。



8.2.1.2. 実証実験実施にあたっての調査・検討

CO2 削減効果の検証に向けて、以下の内容について調査検討を行う。

- ・ 多種多様な生活形態の入居者の中から実証実験に協力いただけるモニターの募集および選定を実施する。本実証実験におけるモニター選定数については表 8-1 に示す。

表 8-1 実証(A)と実証(B)におけるモニター選定数

項目	モニター選定数
実証(A)	200 世帯程度
実証(B)	実証(A)の半数にあたる 100 世帯程度

- ・ CO2 削減効果の検証方法、データ分析方法、アンケート実施方法および実施内容について検討する。
- ・ CO2 削減効果の検証にあたって開発が必要なシステムの詳細仕様を検討する。
- ・ 需要家ヘインセンティブを付与する方法を検討する。

8.2.1.3. 実施にあたり必要なシステムの開発

本実証実験の実施にあたり、短期間で必要なシステムを構築するために、計測については NTT ファシリティーズの「マンション向け電力提供サービス」で使用している既設の遠隔自動検針システムを、見える化システムについては NTT ファシリティーズのモニタリングサービス “Remoni²” のシステムをベースとして、システム開発を行った。

システム開発概略図を図 8-2 に示し、開発項目概要を表 8-2 に示す。

² Remoni : さまざまなエネルギーの使用量や環境データなどをインターネットを利用して収集し、ASP 方式で提供する NTT ファシリティーズのサービス。“Remoni” は NTT ファシリティーズの登録商標である。
http://www.ntt-f.co.jp/service/mon_remoni/

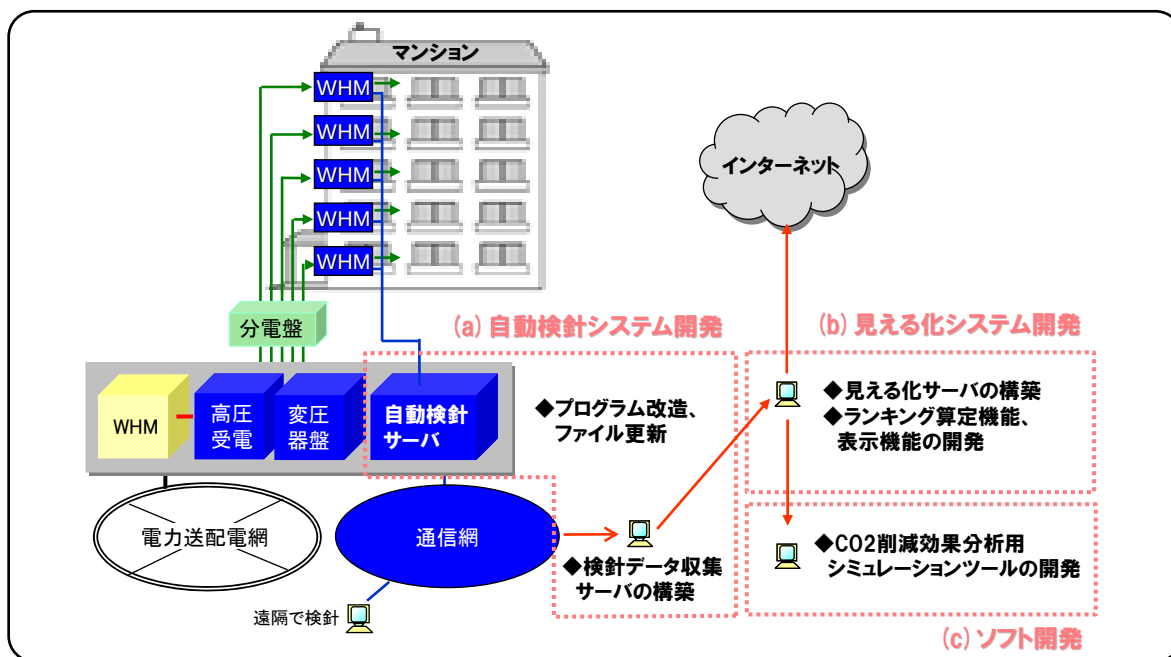


図 8-2 システム開発概略図

表 8-2 システム開発概要

項目名	内 容
(a)自動検針システム開発	・遠隔で自動検針する最小電力量単位の細分化に向けた、既設自動検針サーバのプログラム改造。 (改造内容： 現在 1kWh ⇒ 改造：0.1kWh) ・タイムリーな見える化の実現に向けた、定期的な検針データ自動収集が可能となる検針データ収集サーバの構築。
(b)見える化システム開発	・モニタリングサービス Remoni のシステムをベースとした、タイムリーな時間帯毎の使用電力量、気温など、CO2 削減に有用な情報提供を実現する見える化サーバの構築。 ・CO2 削減効果ランキング情報の提供に向けた、ランキング自動算定機能やランキング表示機能を開発。 ・多様な生活形態のマンション入居者の視点を踏まえた見やすい画面構成の開発。
(c)ソフト開発	・EUC (End User Computing) により CO2 削減効果を定量的かつ効率的に分析できるソフトウェアを開発。 (主な分析内容) - 使用電力量の期間毎の傾向や増減 - 使用電力量のユーザ間やグループ間の傾向や増減 - 気温変動の影響 - CO2 排出量算定 など

8.2.1.4. 実証実験の実施、検証

(1) 使用電力量の見える化による CO2 削減効果の検証

モニター（200 世帯程度）に対し、実生活における時間帯別使用電力量等の CO2 削減に有用な情報の見える化をするため、遠隔検針により収集したデータの対象者への情報提供を PC や携帯電話等を利用して実施する。見える化を実施していない期間における使用電力量等との比較に基づき、省エネ効果を検証する。見える化による CO2 削減効果イメージを図 8-3 に示す。

なお、使用電力量以外の検証に必要な情報についての調査はアンケート等により行うこととし、協力いただいた対象者には協力金を支払う。

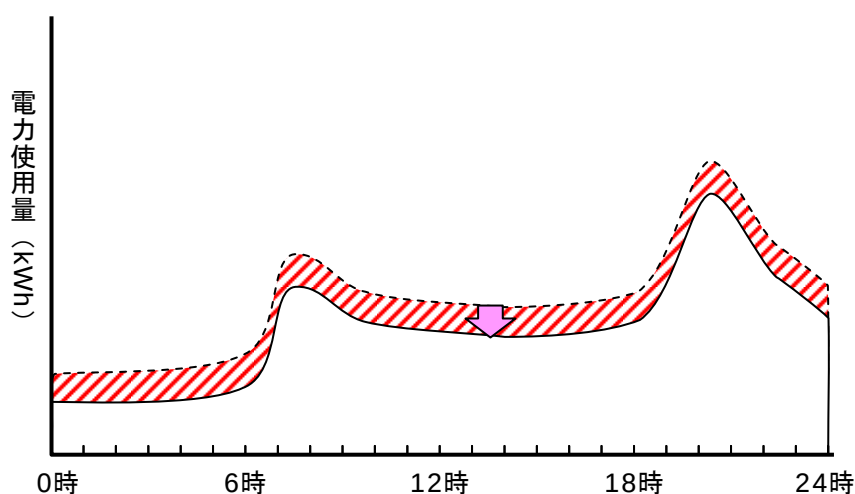


図 8-3 見える化による CO2 削減効果イメージ

(2) インセンティブを付与することによる CO2 削減効果の検証

モニター（実証(A)の対象者の半数にあたる 100 世帯程度）に対し、インセンティブを付与することによって CO2 排出量の多い昼間時間帯（9 時～18 時）から CO2 排出量の少ない時間帯へ、使用電力量がどの程度シフトするかを検証する。インセンティブの付与がない期間における月別昼夜比率等との比較に基づき、CO2 削減効果を検証する。インセンティブ付与による CO2 削減効果イメージを図 8-4 に示す。

なお、使用電力量以外の検証に必要な情報についての調査はアンケート等により行うこととし、協力いただいた対象者には協力金を支払う。

協力いただくモニター内で CO2 削減効果について順位付けを行い、ランキング上位者へは報奨金を支払うこととする。つまり、モニターは、昼間の使用電力量を夜間へシフトする競争を行うことにより、努力に応じた報奨金をインセンティブとして受領することとなる。

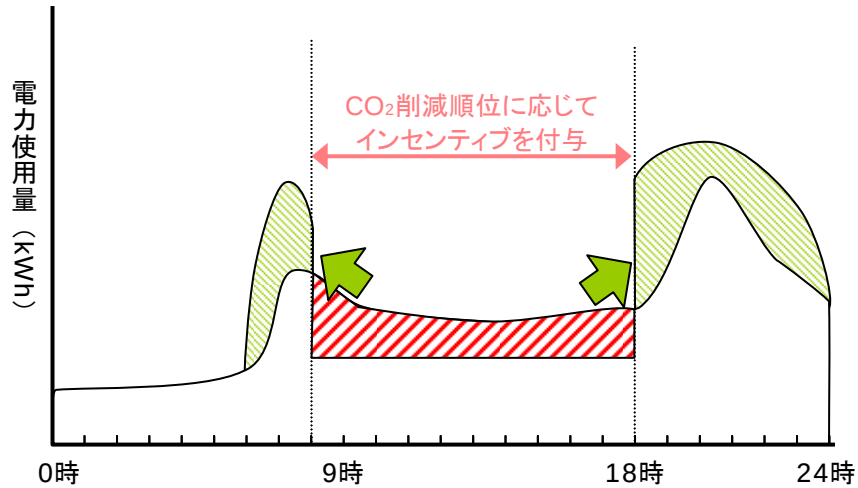


図 8-4 インセンティブ付与による CO2 削減効果イメージ

8.2.1.5. 実証実験結果の評価・分析

多種多様な世帯構成、年齢構成、生活形態を含む実際の使用電力量データを基に、使用電力量の見える化による CO2 削減効果、およびインセンティブを付与することによる CO2 削減効果の検証を行い、将来 CO2 排出量に連動するインセンティブを付与した料金制度が適用されるようになった際の環境負荷低減効果について検証する。

また、本実証実験のシステム構成や実証実験結果から、今後の実用化、普及に向けた検討課題等を抽出するとともに、需要家の心理行動を踏まえた提言を行う。

8. 2. 2. 実施場所

実際の使用電力量データを取得するために、NTT ファシリティーズが「マンション向け電力提供サービス」を提供しているマンションにおいて実証実験を行った。

なお、本実証実験では多種多様な世帯構成、年齢構成、生活形態を含む実際の使用電力量データを取得するため、「マンション向け電力提供サービス」を提供中のマンション 42 物件（提案時公表値）内で立地が分散するように配慮し、また気候の異なる北海道を加え、首都圏 9 マンションと北海道 1 マンションの合計 10 マンションにおいて実証実験を実施した。本実証実験の実施場所を図 8-5 に示す。

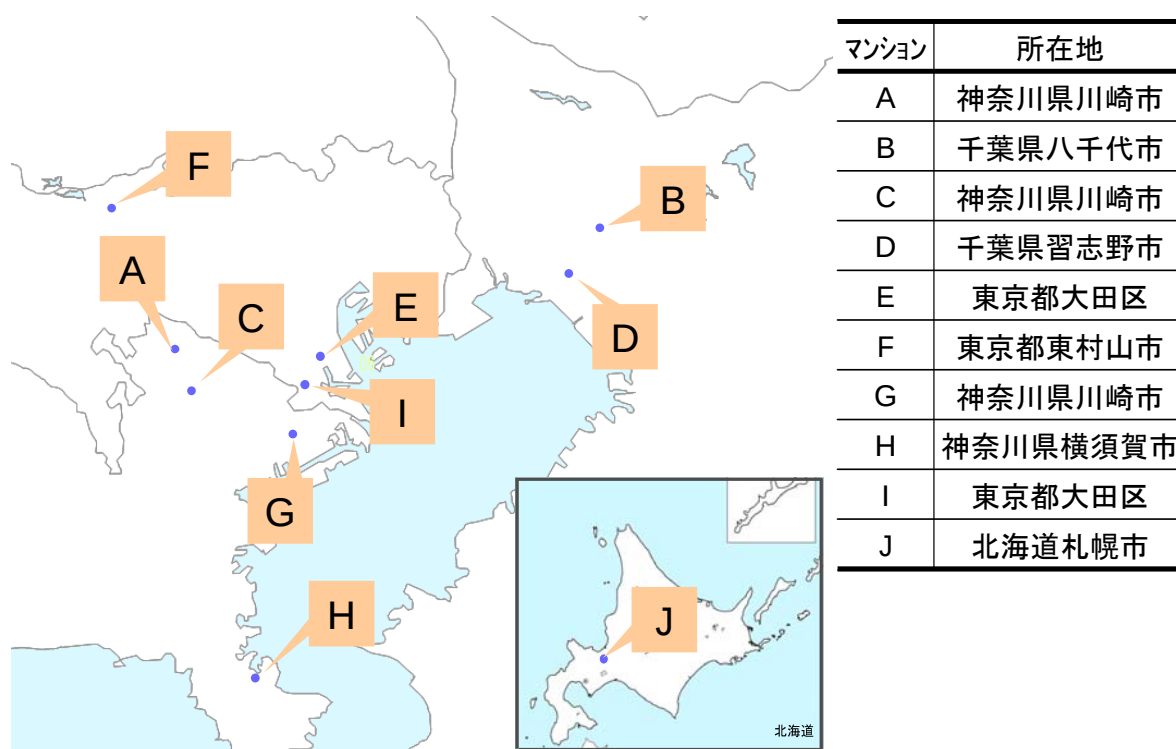


図 8-5 実施場所

8.2.3. 実施体制

実証実験による有用なデータや検証結果を用いて、テーマ1採択者であり「スマートハウスプロジェクトマネジメント事業」を行う株式会社三菱総合研究所とともに、見える化および将来のCO₂排出量削減に向けたインセンティブを付与した料金制度の検討を行う。

また、テーマ2採択者であり「集合住宅を対象としたスマートハウス機能の活用によるサービス創出の可能性分析」を行う株式会社野村総合研究所と、モニターへのアンケート調査項目のすりあわせや、収集した使用電力量データを個人情報の特典ができないように加工した上で共有を行い、各テーマの検証内容について連携して検討を行う。

実施体制や検証内容について図8-6に示す。

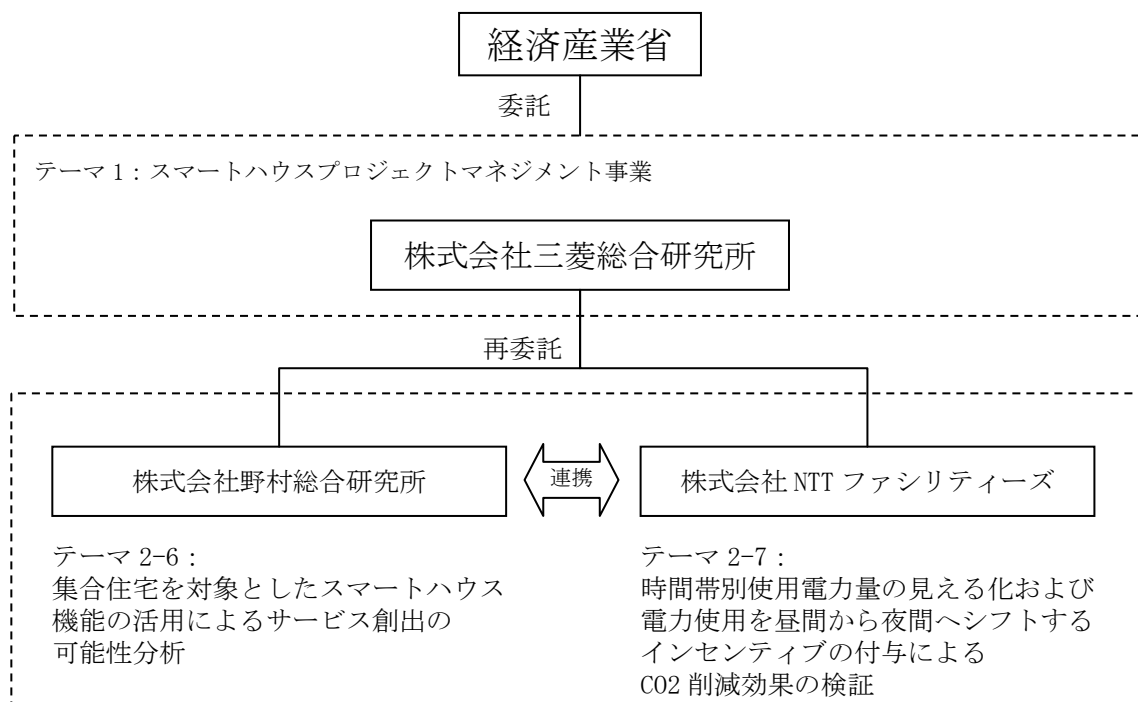


図 8-6 実施体制・検証内容

8. 2. 4. 実施スケジュール

2009 年 10 月末から実証実験の調査・検討およびシステム開発を開始し、1 月から使用電力量データ計測を行った。なお、1 月は見える化を伴わないデータ計測期間、2 月を見える化やピークシフトを伴う実証データ収集期間とする。実施スケジュールを図 8-7 に示す。

実施項目	10月	11月	12月	1月	2月	3月
実証実験実施にあたっての調査・検討		▲実証開始 各種調査検討 モニター募集 モニター選定				
実施にあたり必要なシステム開発		自動検針システム 見える化システム CO2削減効果シミュレーションツール				
実証実験の実施検証			実証前アンケート	データ計測	実証中アンケート 実証(A)、(B)	
実証実験結果の評価・分析					評価分析	▲報告

図 8-7 実施スケジュール

8. 3. 実証実験の結果

8. 3. 1. 事前準備

8. 3. 1. 1. 構築システム

本実証実験において開発・構築するシステムを以下に示す。なお、システム開発概略図を図 8-8 に示す（開発該当部は赤色で表示）。

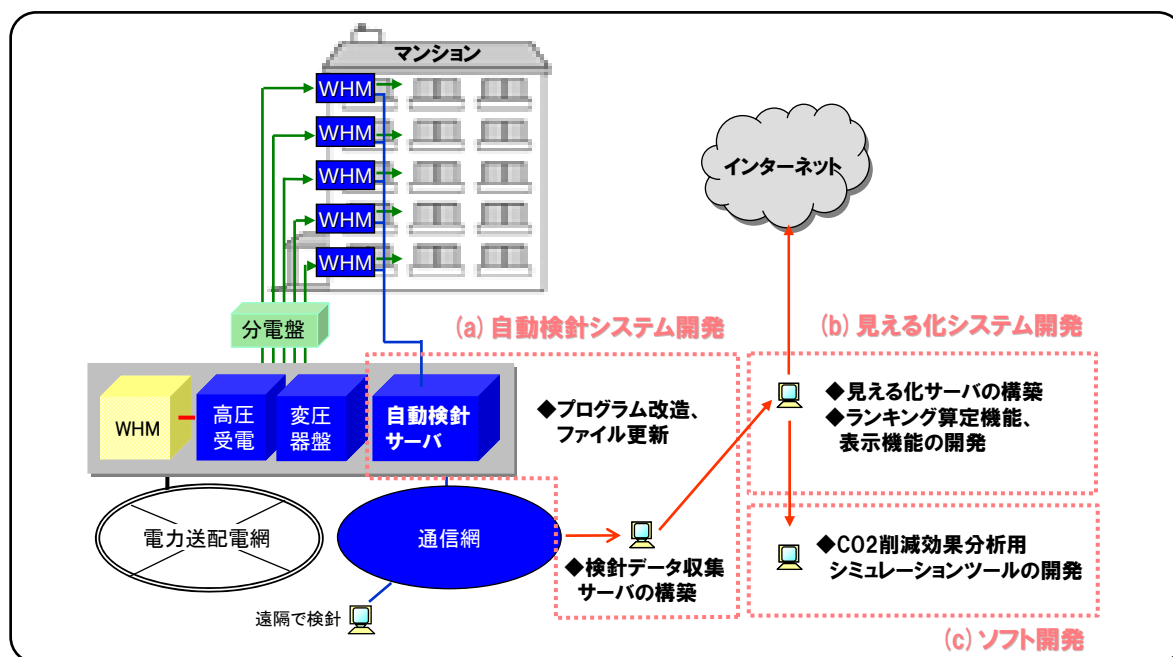


図 8-8 システム開発概略図（再掲）

(1) 自動検針システム

(a) 開発目的

自動検針システムの改造、現地ファイル更新およびデータ収集サーバ構築を行う。

(b) 開発要件

- ・ 自動検針サーバの検針機能に 0.1kWh 単位で電力量の自動検針ができるよう自動検針サーバの改造を行い、10 マンション分の現地自動検針サーバのファイル更新を行う。
- ・ 既存自動検針システムに影響を与えることなく運用が可能なシステム構成となるデータ収集サーバを構築する。

(c) システム概要

本実証実験で使用する自動検針システム全体図を図 8-9 に示す。なお、青点線にて囲まれた箇所が今回の開発該当部分である。

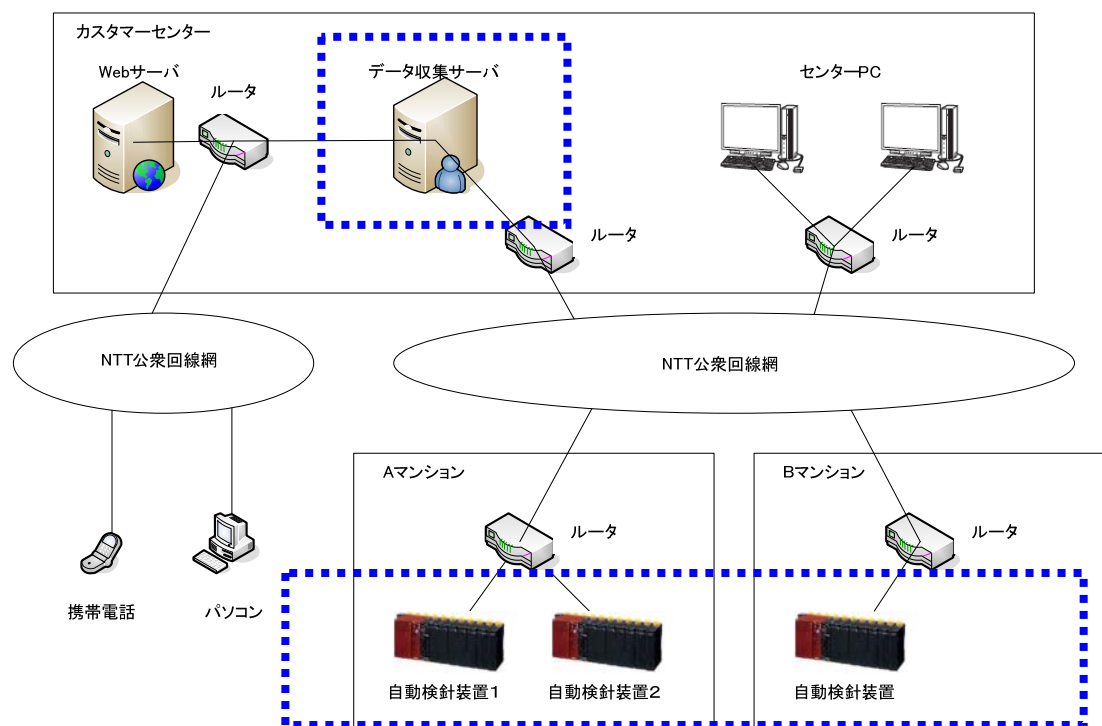


図 8-9 自動検針システム全体図

(d) 開発項目一覧

本実証実験における自動検針システム開発項目一覧を表 8-3 に示す。

表 8-3 自動検針システム開発項目一覧

項 目	概 要
1.自動検針サーバ改造	・ 0.1kWh 単位の電力量検針 ・ 10 マンションの自動検針サーバ改造・現地ファイル更新
2.データ収集サーバ構築	・ 自動データ収集機能 ・ データ保存機能 ・ 時刻同期機能

(2) 見える化システム

(a) 開発目的

時間帯別使用電力量や CO2 削減効果順位付け機能、その他検討結果に基づく CO2 削減効果の検証に有用な情報の見える化等に関わるソフト開発およびシステム構築を行う。

(b) 開発要件

- ・ 1 台のサーバに仮想的な計測ユニット（以下、GMU）を最大 20 台構築することを想定し、それぞれ独立して動作可能な送信用ソフトウェアを作成する。
- ・ 天候情報をデータベースへ格納し、データの分析やユーザインタフェースへ活用できる仕組みを作成する。
- ・ 利用者がパソコン操作で使用電力量情報および過去と比較した使用電力量情報を容易に把握できるユーザインタフェース、および携帯電話を利用して使用電力量情報を確認できるユーザインタフェースを作成する。

(c) システム概要

本実証実験で使用する見える化システム全体図を図 8-10 に示す。なお、水色で着色した箇所が今回の開発該当部分である。

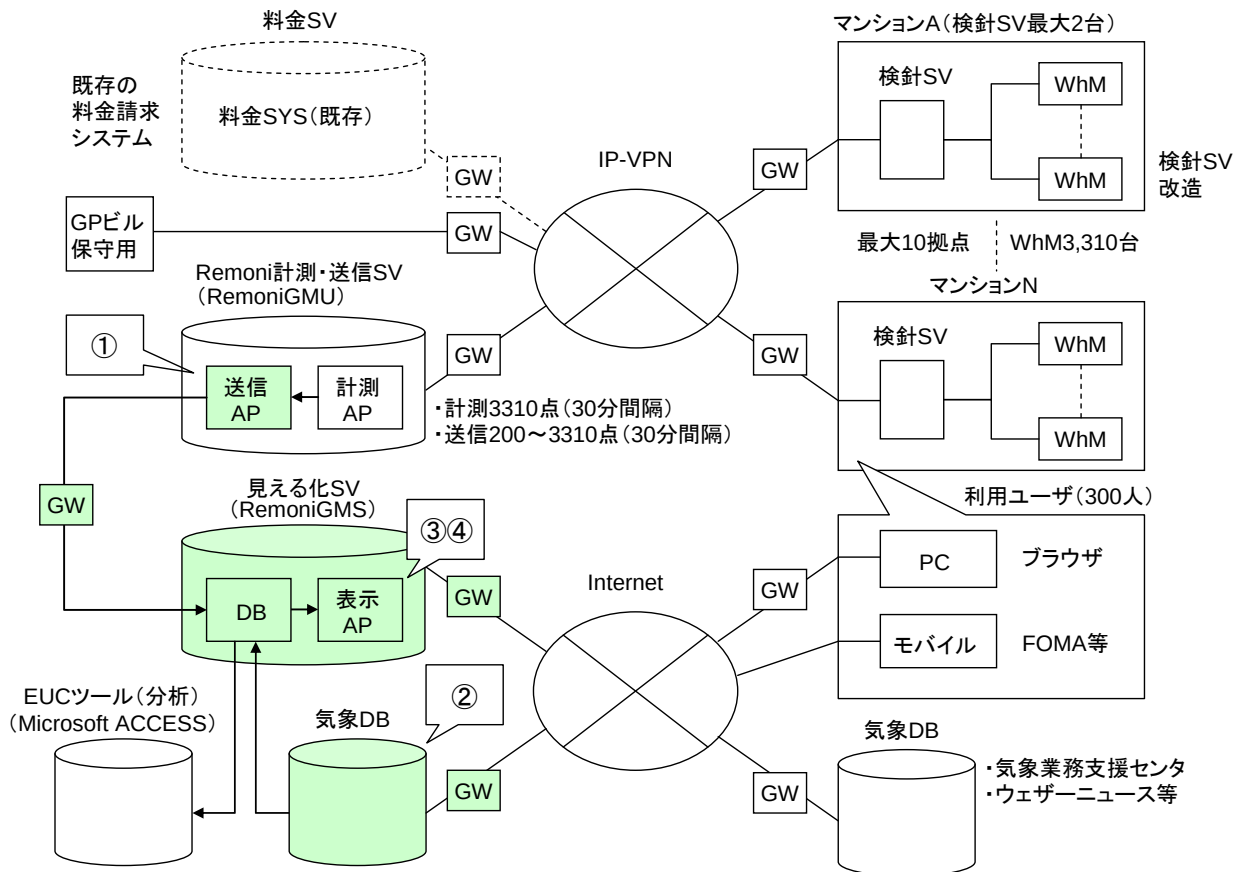


図 8-10 見える化システム全体図

(d) 追加機能一覧

本実証実験において見える化システムに追加した機能一覧と概要を表 8-4 に示す。

表 8-4 見える化システム追加機能一覧

項 目	概 要
1.送信 AP 並列処理機能	1 つのサーバ内で仮想的な GMU を構成し、個別に送信処理を並列して動作させる機能
2.気象データ収集機能	天気や気温等の気象情報を収集するための機能
3.気象データ DB 格納機能	取得した気象データを Remoni のデータベースへ格納し、Remoni データとして扱う機能
4.データ表示機能 (WEB)	収集した計測データおよび気象情報を抽出し、Web ブラウザを利用して閲覧するためのユーザインタフェース群
5.データ表示機能 (モバイル)	収集した計測データを抽出し、モバイル (FOMA 等) を利用して閲覧するためのユーザインタフェース群

(e) 画面構成

本実証実験における見える化の画面構成を図 8-11～図 8-14 に示す。



図 8-11 見える化サンプル画面（日間表示）



図 8-12 見える化サンプル画面（月刊表示（日別））



図 8-13 見える化サンプル画面（月刊表示（累積））



図 8-14 見える化サンプル画面（ランキング表示）

(3) シミュレーションツール

(a) 開発目的

計測データから、気温感度、使用電力量の増減や傾向、および CO2 削減効果等の分析がパソコン上で可能なソフトウェアの開発を行う。

(b) 開発要件

- ・ 電力量データおよび気温データから、気温感度、使用電力量の増減や傾向、および CO2 削減効果等を分析するソフトウェアを作成する。
- ・ 電力量データについては Remoni サーバのデータベースから、気温データについては csv ファイルからデータを取り込める仕組みを構築する。
- ・ パソコン上での使用可能となるようマイクロソフト社 Access ベースで開発を行う。

(c) システム概要

本実証実験で使用するデータベース全体図を図 8-15 に示す。なお、橙色で着色した箇所が今回の開発したシミュレーションツール該当部分である。

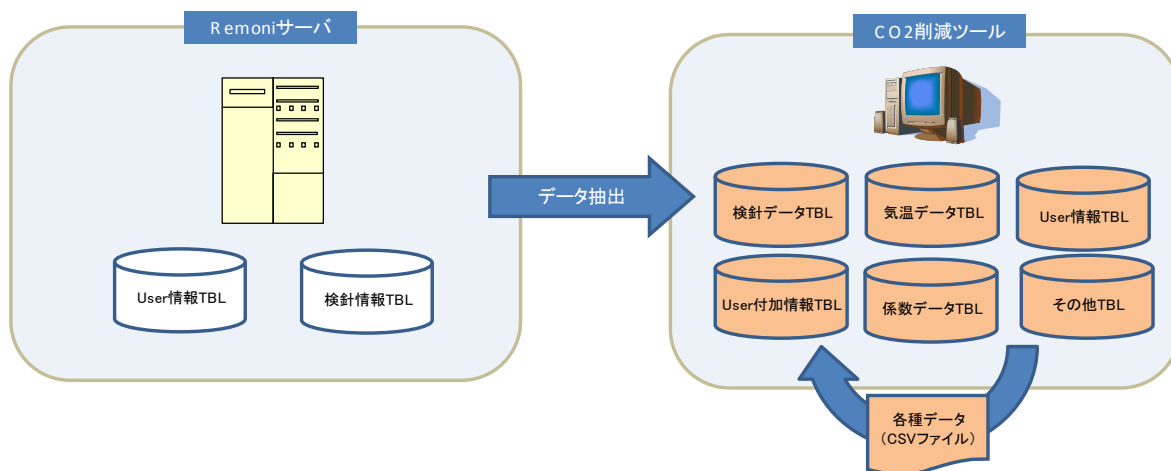


図 8-15 データベース全体図

(d) 開発機能一覧

本実証実験において開発した CO2 削減シミュレーションツールの機能一覧を表 8-5 に示す。

表 8-5 シミュレーションツール開発機能一覧

項 目	概 要
1. 気温感度分析機能	使用電力量データと気温データから、気温に対する使用電力量の傾向感度を分析する機能
2. 使用電力量集計機能	指定したユーザや期間における使用電力量の集計およびグラフ化する機能
3. 使用電力量増減比較機能	ユーザ間や指定期間毎の使用電力量増減比較ができる機能
4. CO2 削減効果分析機能	使用電力量および CO2 排出係数から算出される CO2 排出量の算定および増減比較ができる機能

(e) 画面構成

シミュレーションツールの画面構成を図 8-16～図 8-17 に示す。

Microsoft Access - [Co2削減効果シミュレーター フォーム]

メニュー: 分析・帳票作成, マスタメンテナンス

■ 保持データ期間 (FROM~TO) ~ 最終更新日: 2010/03/01
 ・ 統計データ: 2010/01/01 ~ 2010/02/28 ・ 気温データ: 2010/01/01 ~ 2010/02/28

メッセージ: 分析・帳票作成

分析方法:
☐ 気温感度(時間帯毎、日毎の平均気温) ☐ 気温感度(日毎の最高気温) ☐ 気温感度(日毎の最低気温)
☒ 使用電力量 ☐ 使用電力量増減比較 ☐ Co2排出量増減比較

条件指定:
 ・ 期間1: 2010/01/01 ~ 2010/02/28 ・ 期間2: 2010/01/01 ~ 2010/02/28
 ・ 対象: グループ 休日区分: 平日 データ種類: 時間毎 気温補正: 所与(最高気温) 補正温度(℃): 10

グループ一覧:

グループ名称	所属ユーザー数
東京A	0
東京B	0
北海道A	0
北海道B	0
①	9
②	14

全選択 全選択解除 実行

ユーザー一覧:

ユーザーID	ユーザー名称	所属グループ	観測所コード	所属エリア	係統名称	世帯人数	付加情報設定
1352	b159F	①	1	未所属	東京電力	4	無
1578	b146E	①	1	未所属	東京電力	3	無
1597	a045E	①	1	未所属	東京電力	5	無
1900	b190I	①	1	未所属	東京電力	1	無
2880	a014A	①	2	未所属	東京電力	4	無
3410	b175H	①	2	未所属	東京電力	4	無
3430	a002H	①	2	未所属	東京電力	2	無
3431	a061H	①	2	未所属	東京電力	3	無
4048	b166G	①	2	未所属	東京電力	3	無

全選択 全選択解除

検索条件指定:
 ・ ユーザーID: 検索条件指定
 ・ ユーザー名称: 検索条件指定
 ・ 所属エリア: 検索条件指定
 ・ 付加情報設定: 検索条件指定
 検索

結果表示 統計データ取出 気温データ CSV取込 グラフデータ CSV出力

レコード: 1 / 1

図 8-16 シミュレーションツールサンプル画面（条件選択画面）

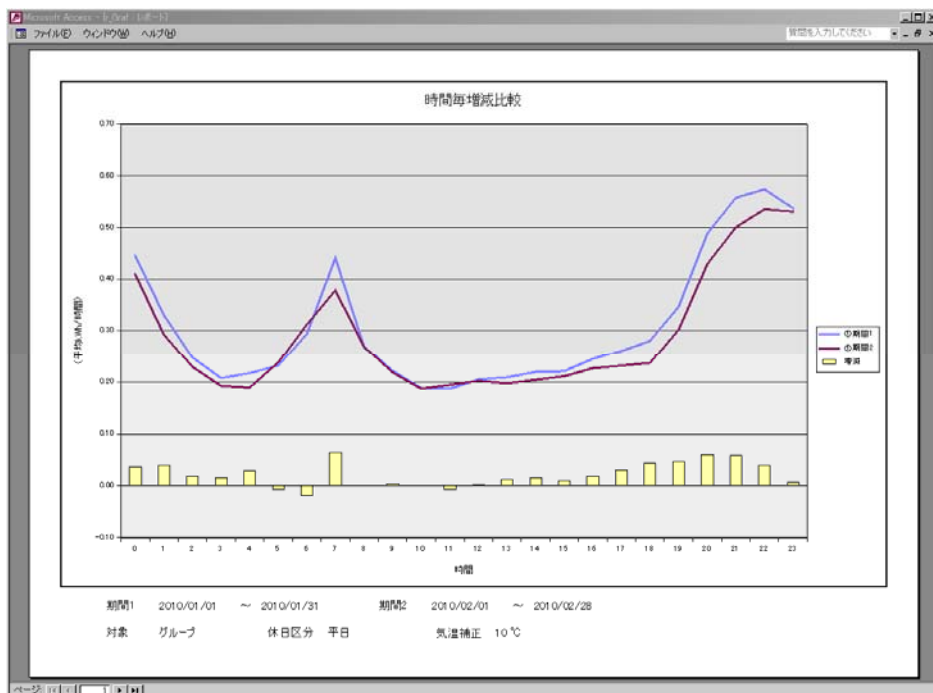


図 8-17 シミュレーションツールサンプル画面（結果画面）

8.3.1.2. モニター選定の考え方および選定結果

(1) モニターの募集と応募総数

8.2.4 で示した実施スケジュールに従い、NTT ファシリティーズが電力供給を行う 10 マンション、3,300 世帯にモニター募集を行った。

本実証では、使用電力量の見える化を行うためにインターネットへのアクセスが可能であることが必須の条件となる。そこで、モニター申込書に「パソコンによるインターネット閲覧が可能か」または「インターネットを閲覧できる携帯電話を所有しているか」を事前に確認する欄をモニター申込書に設けた。その他、応募者多数となった際にモニター選定を行う指標として、世帯構成に偏りが生じないこと、住居の規模や契約電力量に偏りが生じないこと、継続的に電力を消費するため見える化による節減が行いやすい機器や瞬間的に電力を消費するためピークシフトを行いやすい機器の所有の有無を確認する欄もモニター申込書に設けた。モニター選定に使用した質問項目を以下に示す。

Q.1 世帯人数（同居している人数）

Q.2 世帯構成

Q.3 世帯の方の職業

Q.4 世帯の方の年齢

Q.5 占有面積

Q.6 契約電力量

Q.7 所有設備

1. IH コンロ 2. 床暖房（電気） 3. ホットカーペット 4. 食洗器

5. 浴室乾燥機 6. アイロン 7. 電子レンジまたはオーブン（電気）

Q.8 環境意識の高さ

Q.9 具体的な環境貢献に関する行動

モニター募集への応募総数は 541 世帯であった。ただし、「希望する協力内容」や「インターネットへのアクセスの可否」が書かれていない等の記入漏れがあるモニター申込書が含まれており、それらの申込書をスクリーニングした結果、有効応募モニター候補数は 489 世帯となった。それらを世帯主の年齢と世帯人数による分類を表 8-6 に示す。

表 8-6 有効応募モニター候補の分布

		世帯人数				
		1人	2人	3人	4人以上	合計
世帯主の年齢	40歳未満	11	95	115	100	321
	40～59歳	12	36	48	51	147
	60歳以上	2	13	4	2	21
	合計	25	144	167	153	489

本実証では、使用電力量の見える化による省エネの実践をするモニターを 100 件、使用電力量の見える化による省エネの実践および昼間使用の電気を夜間に移行して使用するモニターを 100 件の合計 200 件程度のモニターを選定する必要があるため、野村総合研究所と協力して、以下の手順で選定を行った。

(2) 国勢調査との比較による抽出

本実証検証の有効性を高めるために、選定するモニターの分布と全国平均分布を可能な限り近づけることとする。最新の国勢調査による日本全体の世帯主の年齢と世帯人員数の分布と今回の有効応募モニターの分布を比較する。平成 17 年国勢調査による世帯主の年齢と世帯人員数の分布を表 8-7 に示す。総数 49,062,530 世帯の分布を元に、本実証におけるモニター数の上限である総数を 200 件にするための各セグメントの割付表を表 8-8 に示す。なお、各セグメントのモニター数を 10～20 世帯程度とするために、国勢調査よりもセグメント数を減らした。

表 8-7 平成 17 年国勢調査による世帯主の年齢と世帯人員数の分布³

		世帯人数						
		1人	2人	3人	4人	5人	6人	7人以上
世帯主の年齢	20歳未満	435,505	9,040	3,221	564	115	45	14
	20～29歳	3,361,601	685,428	484,194	240,309	41,216	7,734	2,655
	30～39歳	2,345,248	1,413,585	1,550,525	1,764,427	496,682	109,546	34,509
	40～49歳	1,513,286	1,123,069	1,377,831	2,229,972	933,267	292,138	101,228
	50～59歳	1,997,132	2,408,783	2,440,352	2,117,297	793,036	275,140	129,866
	60～69歳	1,860,760	3,525,443	2,117,618	884,179	278,489	209,017	159,214
	70～79歳	1,880,701	2,900,089	947,616	324,495	207,253	243,345	154,675
	80歳以上	1,062,850	958,225	274,727	145,973	97,641	70,812	40,848
合計		14,457,083	13,023,662	9,196,084	7,707,216	2,847,699	1,207,777	623,009
		49,062,530						

³ 総務省 平成 17 年国勢調査, <http://www.stat.go.jp/DATA/kokusei/2005/>

表 8-8 平成 17 年国勢調査による世帯主の年齢と世帯人員数に基づいた割付

		世帯人数				
		1人	2人	3人	4人以上	合計
世帯主の年齢	40歳未満	25	9	8	11	53
	40～59歳	14	14	16	28	72
	60歳以上	20	30	14	11	75
	合計	59	53	37	50	200

表 8-6 と表 8-8 を比較すると、本実証に応募いただいたモニター候補は全国平均に比べて、単身世帯および世帯主年齢が 60 歳以上の世帯が少ないことが分かる。本実証において選定するモニターの分布を、国勢調査による日本の世帯主の年齢と世帯人員数の分布に近づけるために、単身世帯および世帯主年齢が 60 歳以上の世帯を優先的にモニターとして抽出した。

表 8-9 モニター抽出作業における当選確定世帯
(水色：確定、ピンク色：追加抽出が必要)

		世帯人数				
		1人	2人	3人	4人以上	合計
世帯主の年齢	40歳未満	11	95	115	100	321
	40～59歳	12	36	48	51	147
	60歳以上	2	13	4	2	21
	合計	25	144	167	153	489

続いて、世帯人数が 2 人以上および世帯主の年齢が 60 歳未満のモニター候補の追加抽出を行う。この際も、可能な限り全国平均に近づけるため、最新国勢調査による世帯主年齢と世帯人員数の分布から、各セグメントの上限を決めた追加抽出割付表を表 8-11 を示す。

表 8-10 平成 17 年国勢調査による世帯主の年齢と世帯人員数のうち
世帯人数が 2 人以上および世帯主年齢 60 歳未満の世帯分布割合

		世帯人数				
		1人	2人	3人	4人以上	合計
世帯主の年齢	40歳未満		10.0%	9.7%	12.8%	
	40～59歳		16.8%	18.1%	32.6%	
	60歳以上					
	合計					100%

表 8-11 追加抽出割付

		世帯人数				
		1人	2人	3人	4人以上	合計
世帯主の年齢	40歳未満		16	15	20	
	40～59歳		26	28	51	
	60歳以上					
	合計					156

(3) 所有機器による抽出

(2)項に示した追加抽出割付表に基づいてモニター選定を行う際、選定されたモニター申込書に記入いただいた内容を踏まえ、以下の点に注意して最終選定を行った。

- ・ 継続的に電力を消費するため見える化による節減が行いやすい機器（床暖房（電気）、ホットカーペット、浴室乾燥機）の有無による比較が行えるようにすること
- ・ 瞬間的に電力を消費するためピークシフトを行いやすい機器（IH コンロ、食洗器、アイロン、電子レンジまたはオーブン（電気））の所有の有無による比較が行えるようにすること
- ・ 選定されたモニターがお住まいのマンションに極端な偏りが生じないこと
- ・ 各マンションで、使用電力量の見える化による省エネの実践いただくモニター数と使用電力量の見える化による省エネの実践および昼間使用の電気を夜間に移行して使用いただくモニター数に偏りが生じないこと

最終的に選定されたモニターの分布を表 8-12、表 8-13 に示す。

表 8-12 本実証モニターの世帯主年齢と世帯人数の分布

		世帯人数								
		1人		2人		3人		4人以上		合計
		A	B	A	B	A	B	A	B	
世帯主の年齢	40歳未満	4	7	9	7	7	8	7	13	62
	40～60歳未満	6	6	14	12	15	13	27	24	117
	60歳以上	1	1	8	5	1	3	1	1	21
	合計	11	14	31	24	23	24	35	38	200

A:見える化 B:見える化&ピークシフト

表 8-13 本実証モニターの種別と所有機器数の分布

		床暖房、ホットカーペット、浴室乾燥機の所有数					IHコンロ、食洗器、アイロン、電子レンジの所有数				
		0	1	2	3	合計	1	2	3	4	合計
モニター種別	A	10	50	38	2	100	10	29	49	12	100
	B	11	48	38	3	100	4	29	46	21	100
	合計	21	98	76	5	200	14	58	95	33	200

A:見える化 B:見える化&ピークシフト

8.3.1.3. 実証前アンケート、実証中アンケートの内容および集計結果

(1) 実証前アンケートの内容および集計結果

前項で選定したモニターに対して行った実証前アンケートの内容と集計結果を示す。なお、アンケート内容については野村総合研究所と協力して作成した。選定したモニターは200世帯であるが、実証前アンケートの回答に辞退された方、書類未返送の方がおり、協力いただいたモニターは195世帯である。（有効回答数195件、総設問数31問）

在宅のパターンに関する設問

あなたとあなたの世帯の方（同居されている方）の生活パターンについてお伺いします。

《全員》

【Q.1】 先週の火曜日に、それぞれの時間帯で在宅されていた方は何人ですか。

人数を回答欄にお書きください。

また、先週の日曜日に、それぞれの時間帯で在宅されていた方は何人ですか。

人数を、回答欄にお書きください。

回答欄

（先週の火曜日）

時間	午前9時頃	午後12時頃	午後3時頃	午後6時頃	午後9時頃	午前0時頃
人数	人	人	人	人	人	人

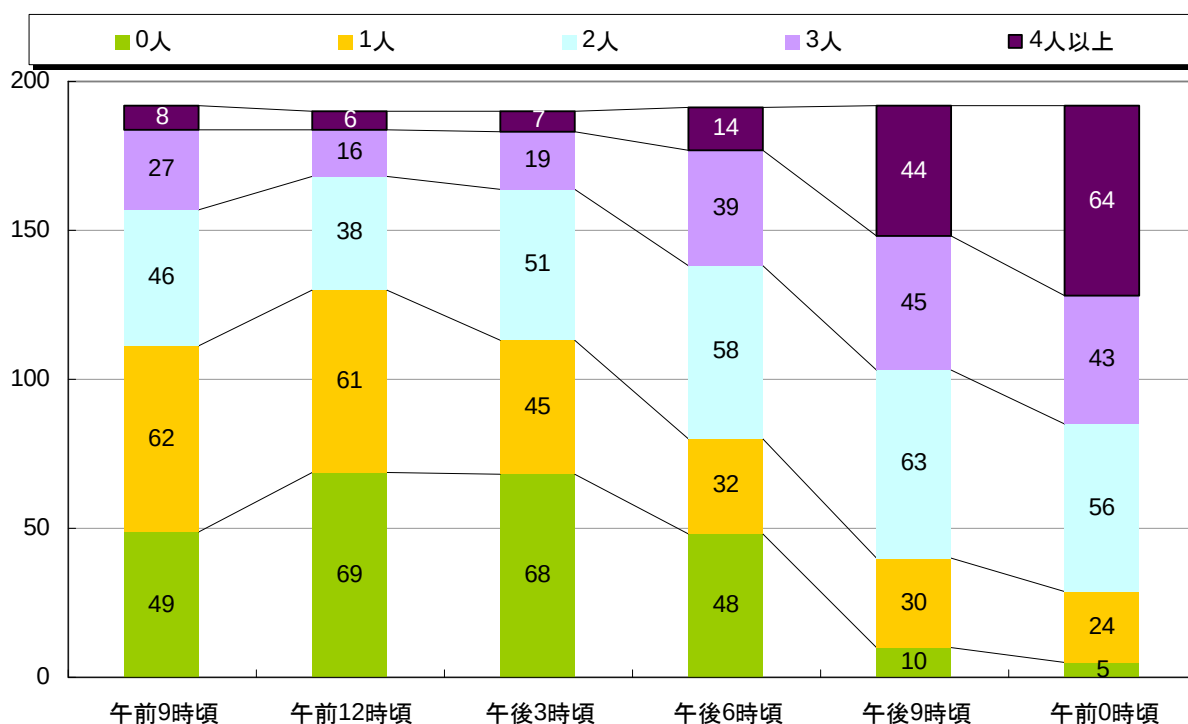


図 8-18 実証前アンケート Q.1 の回答結果（火曜日）

回答欄

(先週の日曜日)

時間	午前 9 時頃	午後 12 時頃	午後 3 時頃	午後 6 時頃	午後 9 時頃	午前 0 時頃
人数	人	人	人	人	人	人

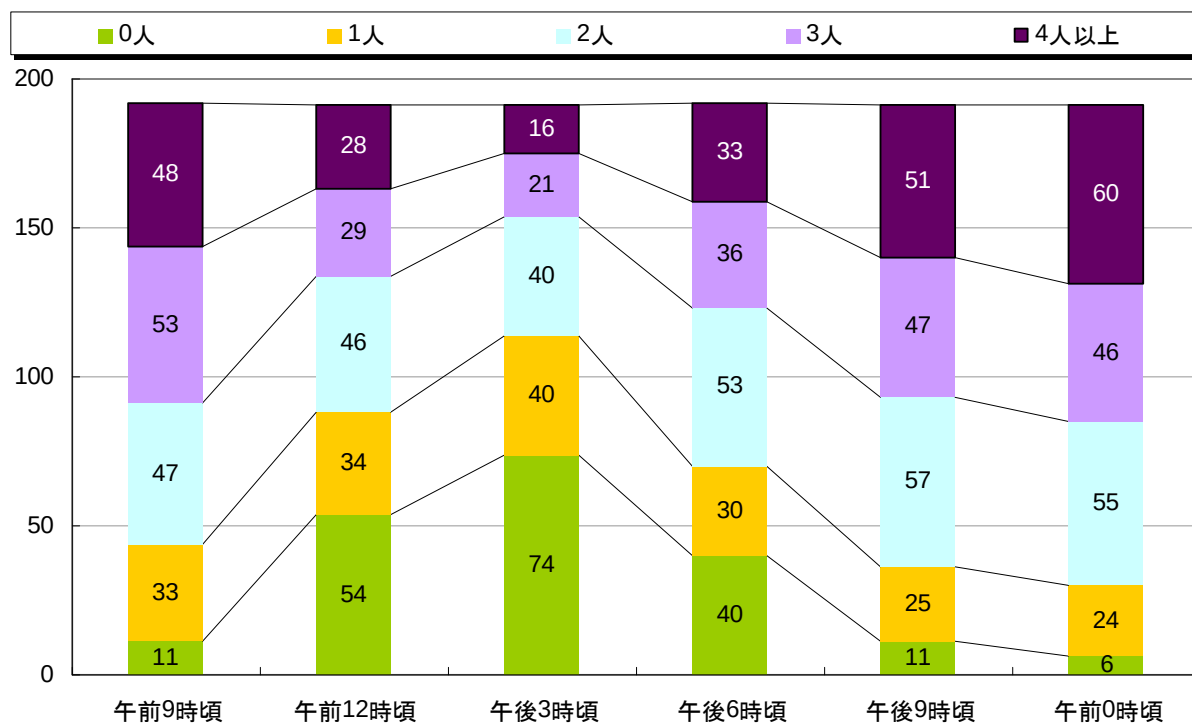


図 8-19 実証前アンケート Q.1 の回答結果（日曜日）

《全員》

【Q.2】 あなたのご家庭は、普段どのように休日を過ごしていますか。
当てはまる選択肢の番号を、○で囲んでください。(ひとつだけ)

1. 外出で家を空けることが多い
2. 来客があることが多い
3. 家族で、家で過ごすことが多い
4. その他

(具体的にお書きください _____)

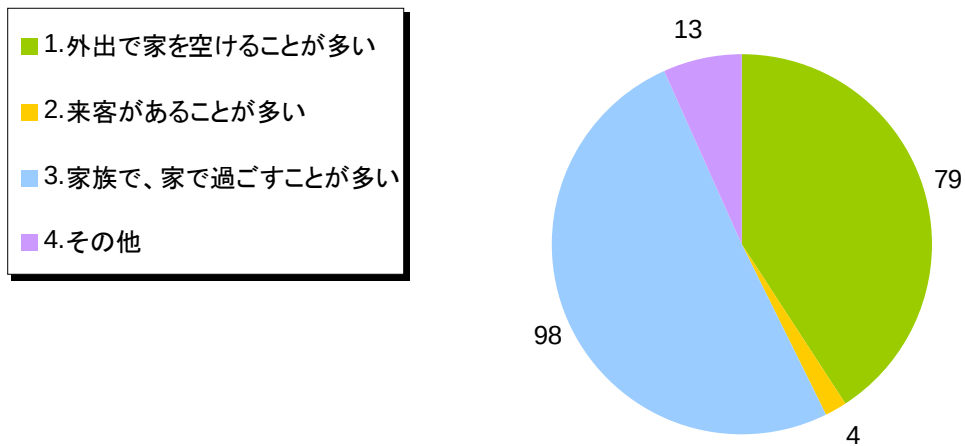


図 8-20 実証前アンケート Q.2 の回答結果

使用している電気機器に関する設問

《全員》

【Q.3】 下記の表に示す電気機器について、お伺いします。

次の(i)、(ii)の設問について、当てはまる選択肢の番号を、○で囲んでください。

電気機器名	(i)機器を保有していますか。 ※選択肢 1 を選んだ機器については、 設問(ii)も回答してください。	(ii)どのくらいの頻度で、使用していますか。
IH コンロ	1. 保有している 2. 保有していない	1. 家族が、ほぼ毎日使用している 2. 家族が、2、3日に1回、使用している 3. 家族が、1週間に1回、使用している 4. 誰も使用していない
電子レンジ	1. 保有している 2. 保有していない	1. 家族が、ほぼ毎日使用している 2. 家族が、2、3日に1回、使用している 3. 家族が、1週間に1回、使用している 4. 誰も使用していない
食器洗浄器	1. 保有している 2. 保有していない	1. 家族が、ほぼ毎日使用している 2. 家族が、2、3日に1回、使用している 3. 家族が、1週間に1回、使用している 4. 誰も使用していない
電気ポット	1. 保有している 2. 保有していない	1. 家族が、ほぼ毎日使用している 2. 家族が、2、3日に1回、使用している 3. 家族が、1週間に1回、使用している 4. 誰も使用していない
炊飯器	1. 保有している 2. 保有していない	1. 家族が、ほぼ毎日使用している 2. 家族が、2、3日に1回、使用している 3. 家族が、1週間に1回、使用している 4. 誰も使用していない
洗濯機	1. 保有している 2. 保有していない	1. 家族が、ほぼ毎日使用している 2. 家族が、2、3日に1回、使用している 3. 家族が、1週間に1回、使用している 4. 誰も使用していない
衣類乾燥機	1. 保有している 2. 保有していない	1. 家族が、ほぼ毎日使用している 2. 家族が、2、3日に1回、使用している 3. 家族が、1週間に1回、使用している 4. 誰も使用していない

(次のページに続く)

電気機器名	(i)機器を保有していますか。 ※選択肢1を選んだ機器については、 設問(ii)も回答してください。	(ii)どのくらいの頻度で、使用していますか。
ヘアードライヤー	1. 保有している 2. 保有していない	1. 家族が、ほぼ毎日使用している 2. 家族が、2、3日に1回、使用している 3. 家族が、1週間に1回、使用している 4. 誰も使用していない
アイロン	1. 保有している 2. 保有していない	1. 家族が、ほぼ毎日使用している 2. 家族が、2、3日に1回、使用している 3. 家族が、1週間に1回、使用している 4. 誰も使用していない
布団乾燥機	1. 保有している 2. 保有していない	1. 家族が、ほぼ毎日使用している 2. 家族が、2、3日に1回、使用している 3. 家族が、1週間に1回、使用している 4. 誰も使用していない
トースター	1. 保有している 2. 保有していない	1. 家族が、ほぼ毎日使用している 2. 家族が、2、3日に1回、使用している 3. 家族が、1週間に1回、使用している 4. 誰も使用していない
コーヒーメーカー	1. 保有している 2. 保有していない	1. 家族が、ほぼ毎日使用している 2. 家族が、2、3日に1回、使用している 3. 家族が、1週間に1回、使用している 4. 誰も使用していない

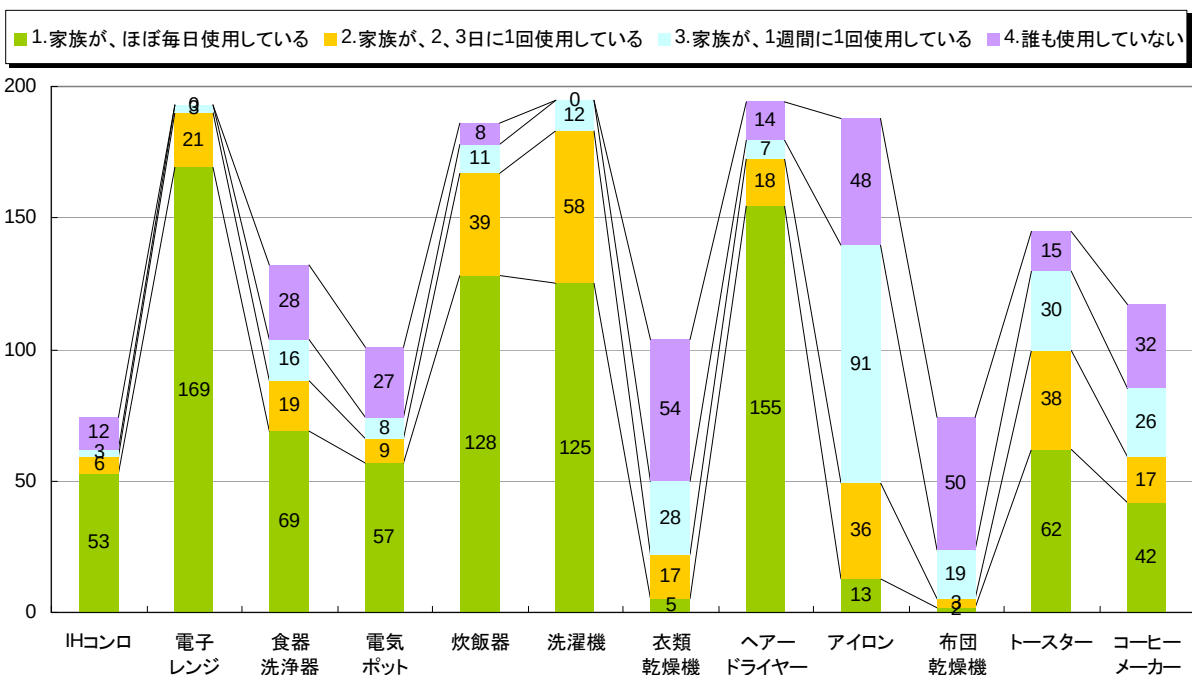


図 8-21 実証前アンケート Q.3 の回答結果

《全員》

【Q.4】 下記の表に示す電気機器について、お伺いします。

次の(i)、(ii)の設問について、当てはまる選択肢の番号を、○で囲んでください。

電気機器名	(i) 機器を保有していますか。 ※選択肢1を選んだ機器については、設問(ii)も回答してください。	(ii) どのように使用していますか。
テレビ	1. 保有している 2. 保有していない	1. 必要なだけ最低限で使用する事が多い 2. スイッチをオンにしたままにする事が多い 3. 誰も使用していない
エアコン	1. 保有している 2. 保有していない	1. 必要なだけ最低限で使用する事が多い 2. スイッチをオンにしたままにする事が多い 3. 誰も使用していない
パソコン	1. 保有している 2. 保有していない	1. 必要なだけ最低限で使用する事が多い 2. スイッチをオンにしたままにする事が多い 3. 誰も使用していない
電気暖房器具 (注)	1. 保有している 2. 保有していない	1. 必要なだけ最低限で使用する事が多い 2. スイッチをオンにしたままにする事が多い 3. 誰も使用していない
加湿器	1. 保有している 2. 保有していない	1. 必要なだけ最低限で使用する事が多い 2. スイッチをオンにしたままにする事が多い 3. 誰も使用していない
除湿器	1. 保有している 2. 保有していない	1. 必要なだけ最低限で使用する事が多い 2. スイッチをオンにしたままにする事が多い 3. 誰も使用していない
電気浴室乾燥器	1. 保有している 2. 保有していない	1. 必要なだけ最低限で使用する事が多い 2. スイッチをオンにしたままにする事が多い 3. 誰も使用していない

(注) 電気コタツ、電気カーペット、電気ヒーター、電気毛布、電気床暖房など

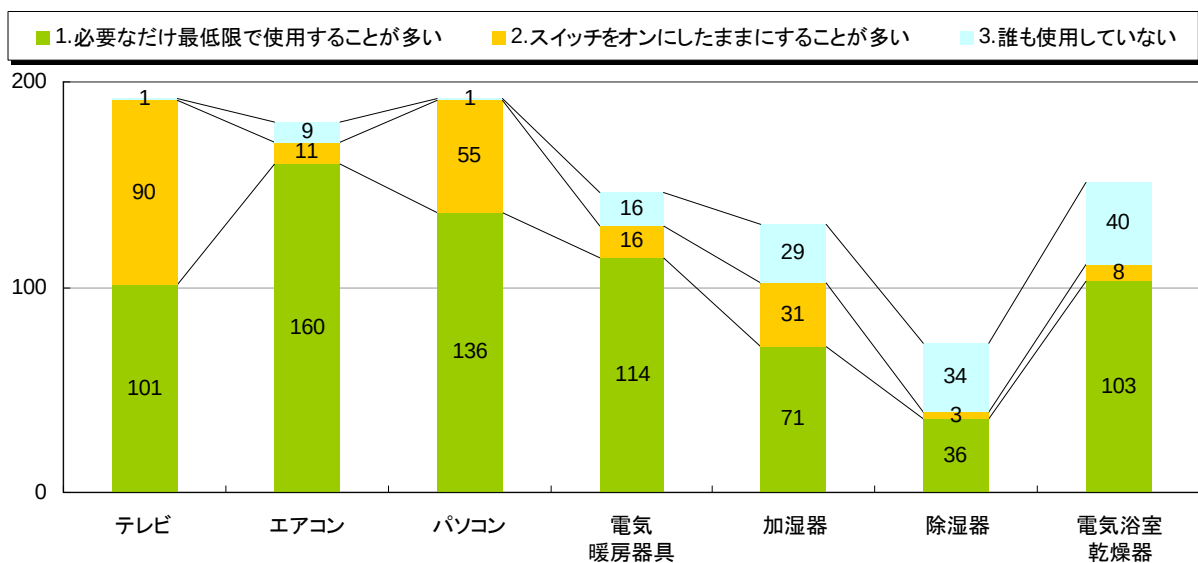


図 8-22 実証前アンケート Q.4 の回答結果

家の広さに関する設問

《全員》

【Q.5】 あなたのご自宅の広さはどのくらいですか。

占有面積（ベランダは除く）を、回答欄にお書きください。

回答欄

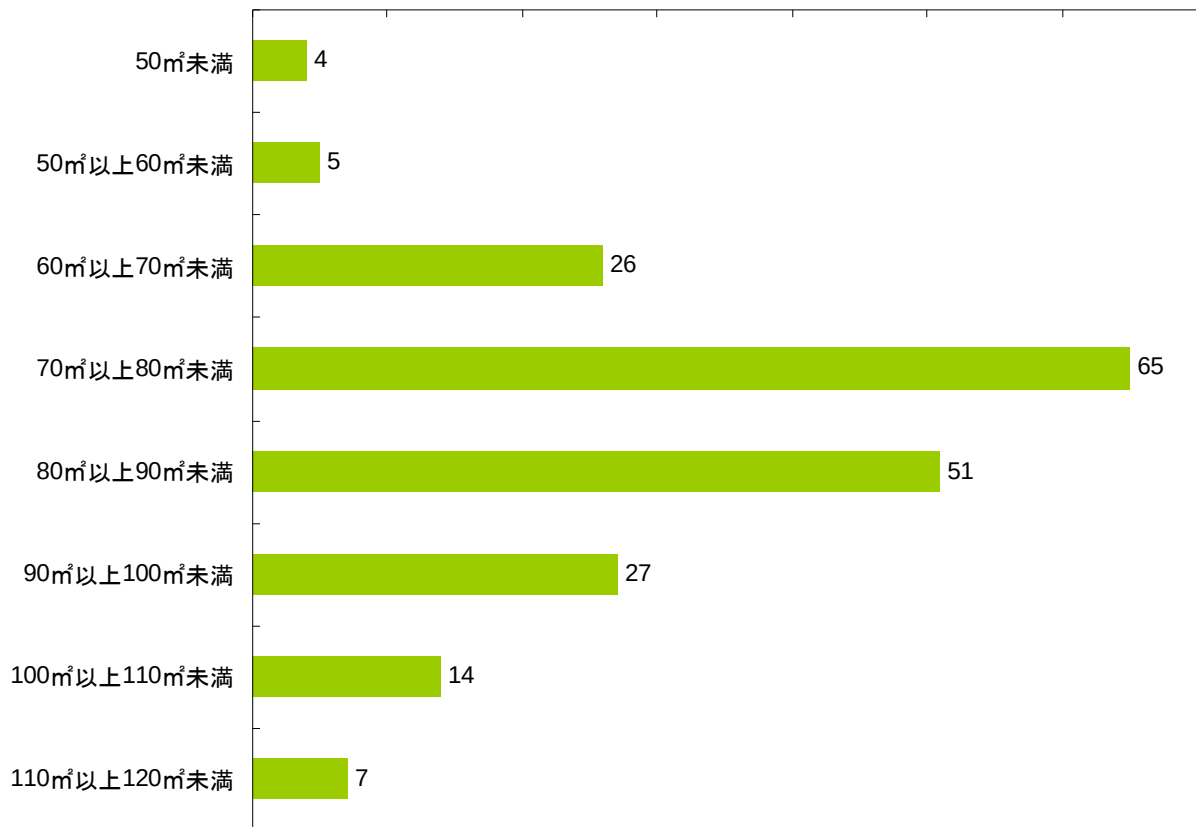
 m²

図 8-23 実証前アンケート Q.5 の回答結果

《全員》

【Q.6】 あなたのご自宅の間取りは何ですか。

当てはまる選択肢の番号を、○で囲んでください。(ひとつだけ)

1. 1K
2. 1(L)DK
3. 2(L)DK
4. 3(L)DK
5. 4(L)DK
6. 5(L)DK
7. 6(L)DK
8. その他 (_____ (L)DK)

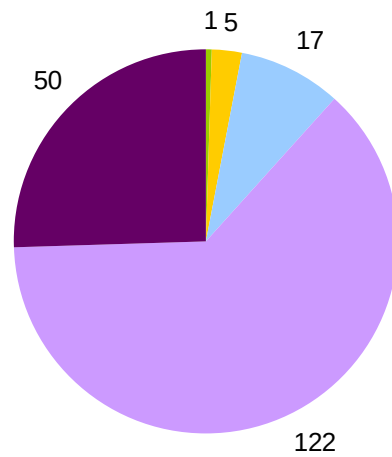
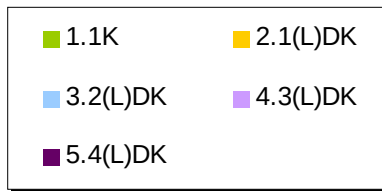


図 8-24 実証前アンケート Q.6 の回答結果

《全員》

【Q.7】 あなたのご自宅は何階建てのマンションの何階にありますか。
マンションの階数とお住まいの階を、回答欄にお書きください。

回答欄

階建てのマンションの

階

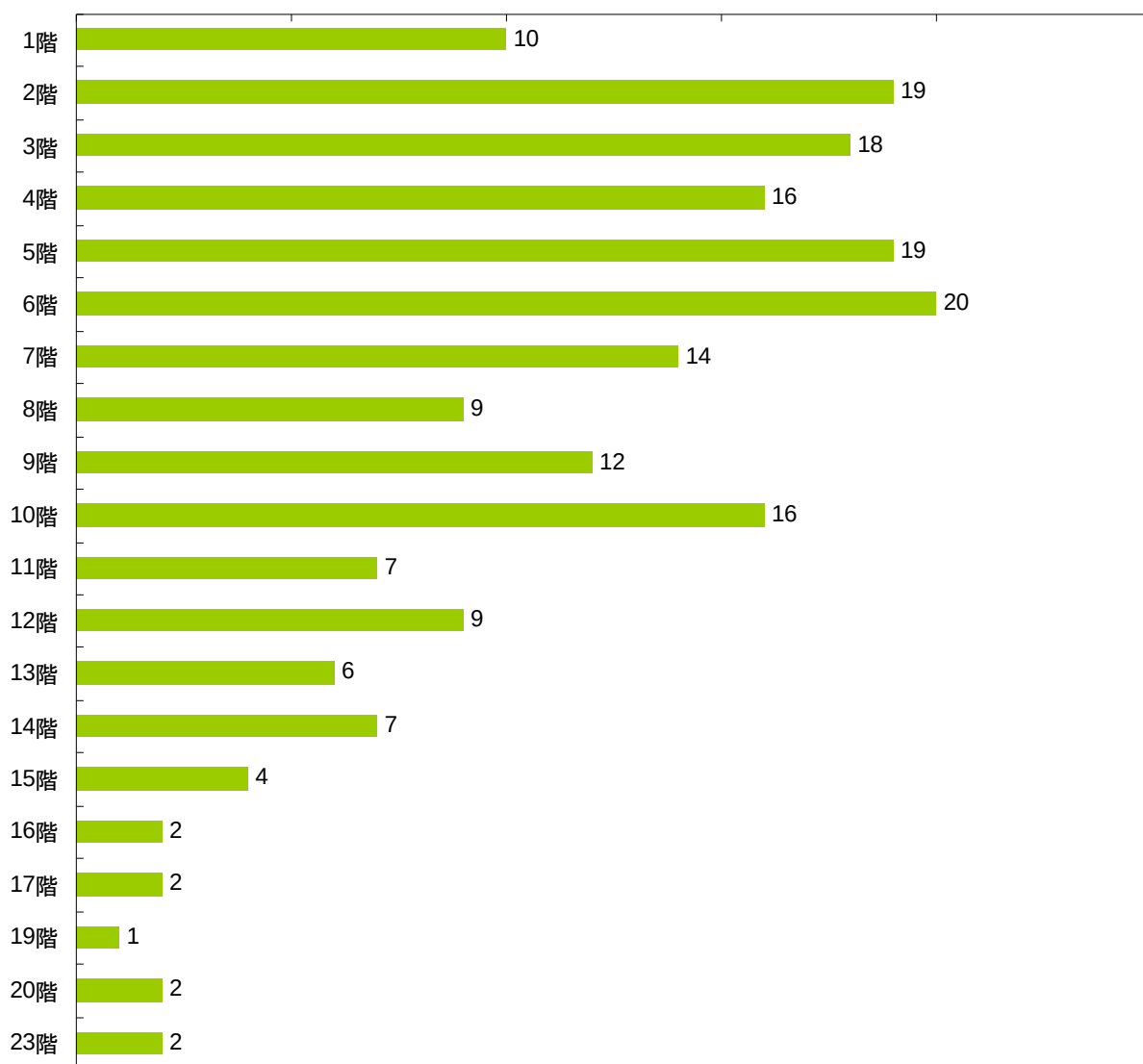


図 8-25 実証前アンケート Q.7 の回答結果

電力使用量データの利用に関する設問

電力使用量の「見える化」についてお伺いします。

電力使用量の「見える化」とは、家庭の電力使用量をパソコンや携帯電話などの機器で、リアルタイムに把握できることを意味します。

《全員》

【Q.8】 あなたは、毎月の電力使用量を料金内訳書などで確認していますか。

当てはまる選択肢の番号を、○で囲んでください。（ひとつだけ）

1. 必ず確認している
2. 時々確認している
3. 全く確認していない

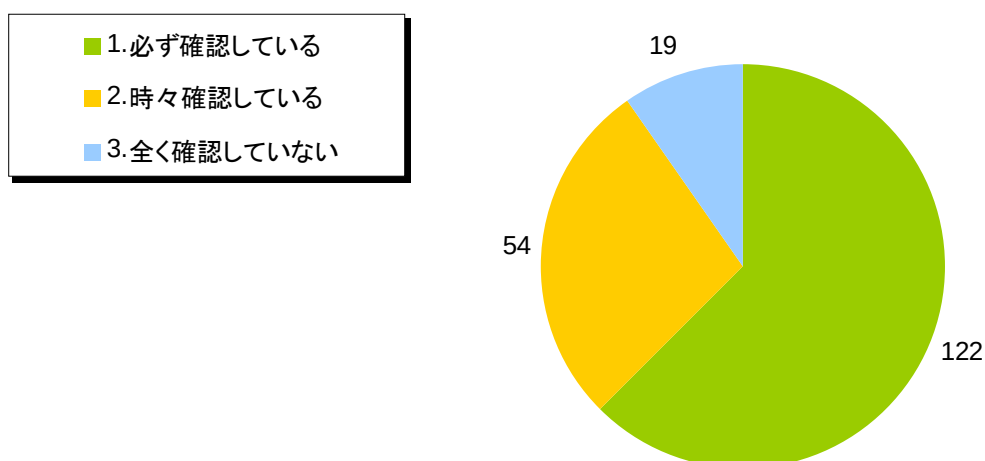


図 8-26 実証前アンケート Q.8 の回答結果

《全員》

【Q.9】 あなたは、ご自宅の電力使用量が自動で表示される機器に関心がありますか。
当てはまる選択肢の番号を、○で囲んでください。(ひとつだけ)

1. 関心がある
2. 関心がない
3. どちらともいえない

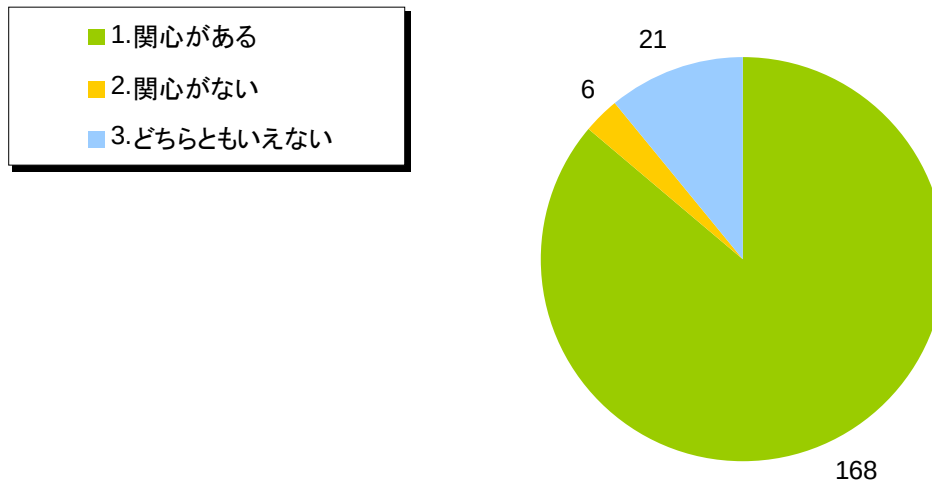


図 8-27 実証前アンケート Q.9 の回答結果

《全員》

【Q.10】 あなたは、もし電力使用量が表示される機器があった場合、どの機器であれば確認すると思いますか。

当てはまる選択肢の番号を、○で囲んでください。(いくつでも)

1. パソコンに表示されれば確認する
2. 携帯電話に表示されれば確認する
3. テレビに表示されれば確認する
4. 専用のモニターに表示されれば確認する
5. わからない

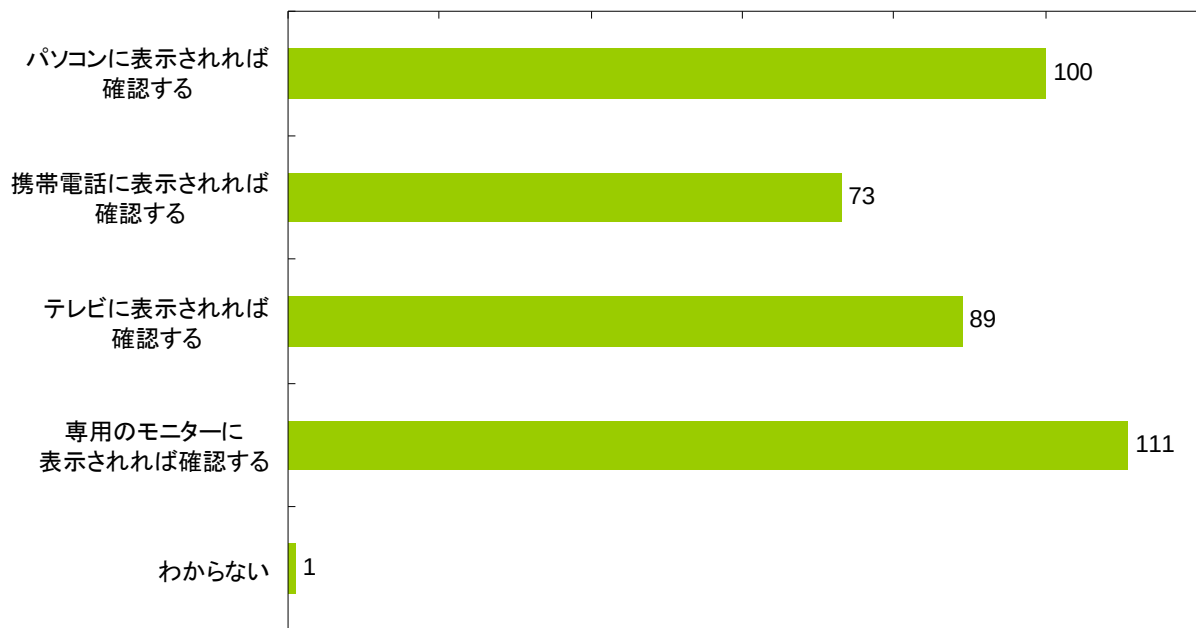
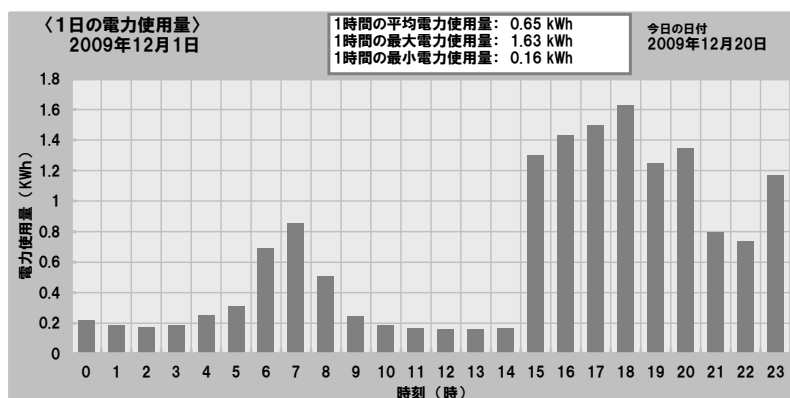


図 8-28 実証前アンケート Q.10 の回答結果

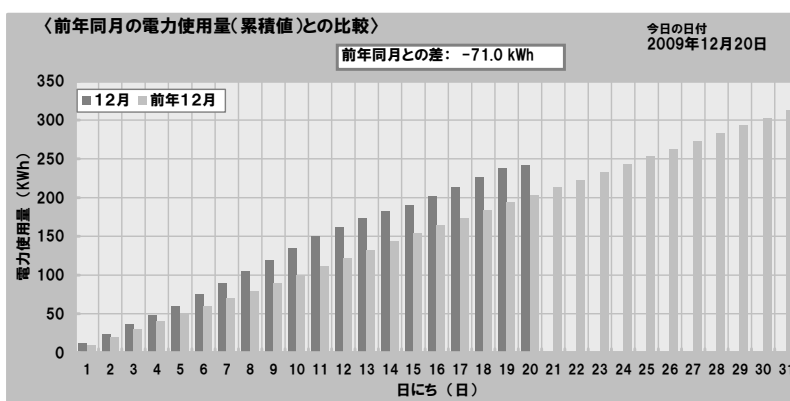
《全員》

【Q.11】あなたのご自宅の電力使用量を、確認できる情報についてお伺いします。
次の画面イメージのうち、あなたが確認したいと思うものは、どれですか。
当てはまる選択肢の番号を、○で囲んでください。(いくつでも)

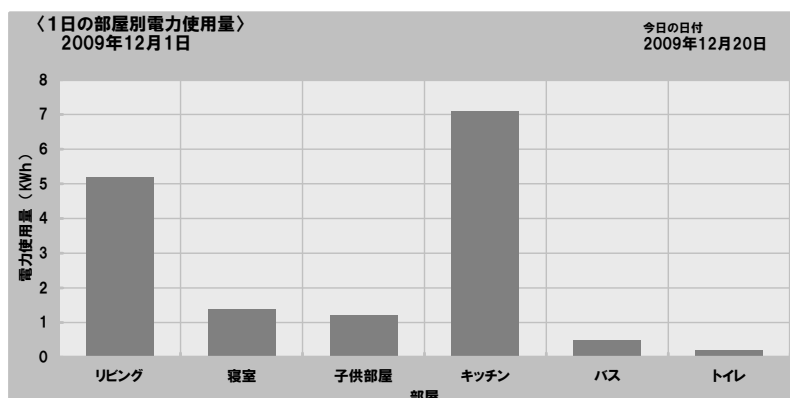
1. 1日の電力使用量が時系列でわかる



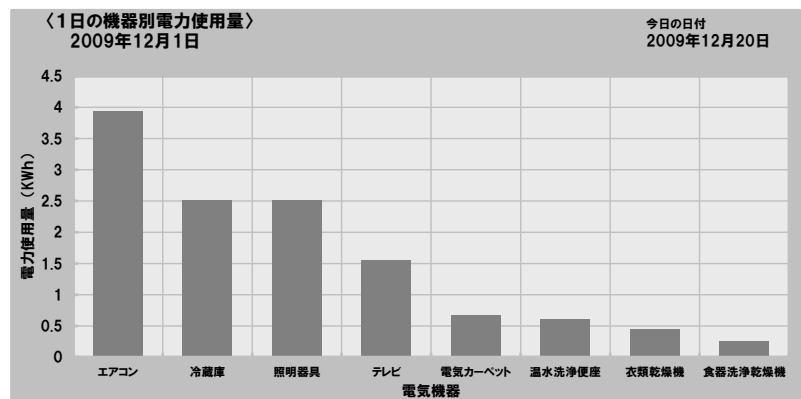
2. 前日や前年の同じ月など、過去の電力使用量との比較ができる



3. リビングやキッチンなど、お部屋ごとの電力使用量がわかる



4. テレビ、冷暖房機器など使用している機器のそれぞれの電力使用量がわかる



5. あなたのご自宅の電力使用量と、他の世帯との平均値の比較がわかる

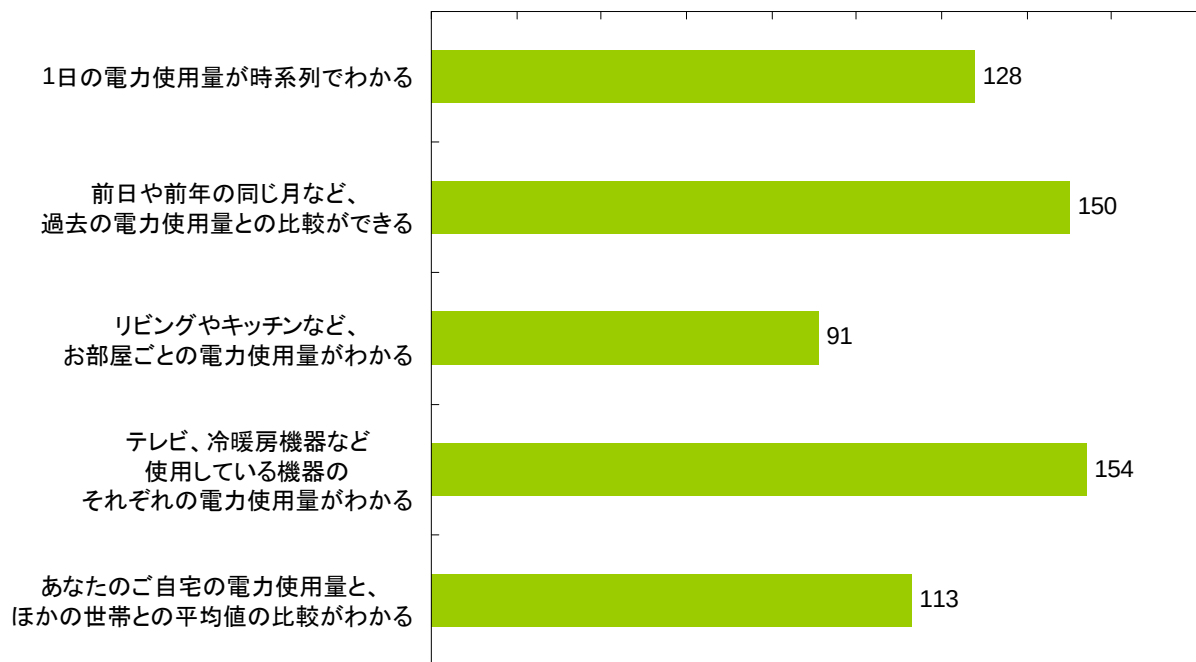
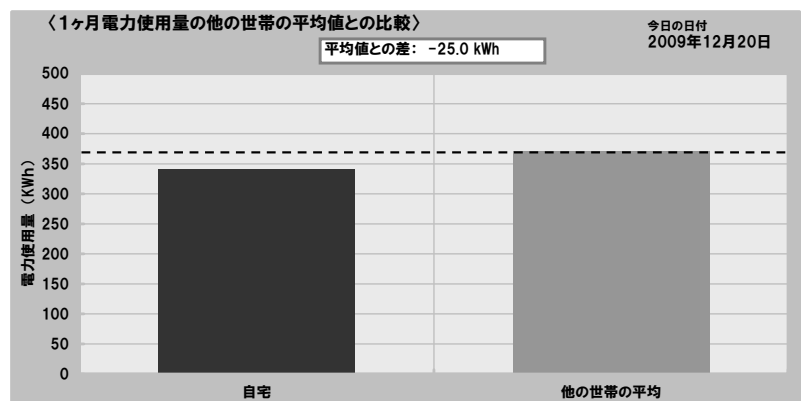


図 8-29 実証前アンケート Q.11 の回答結果

《全員》

【Q.12】 あなたは、もし他の世帯の電力使用量とご自宅の電力使用量とを比較できるならば、比較したいと思いますか。

当てはまる選択肢の番号を、○で囲んでください。(ひとつだけ)

1. 比較したいと思う
2. 比較したいと思わない
3. わからない

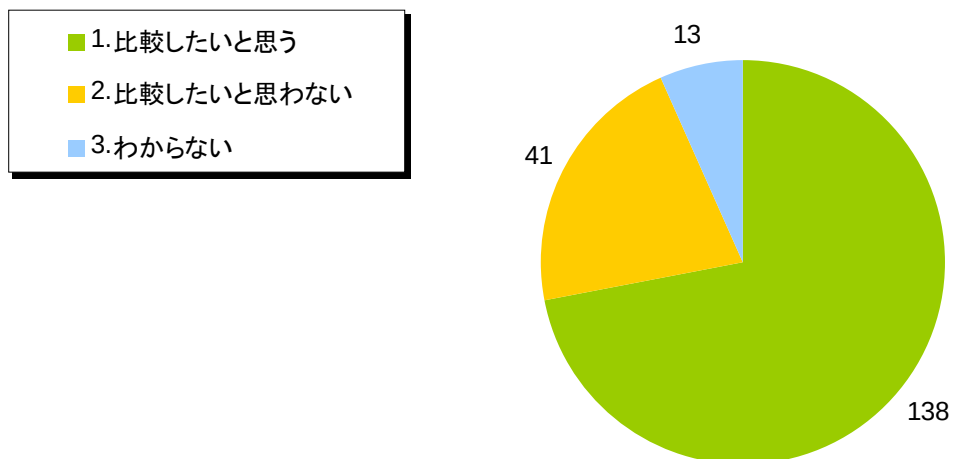


図 8-30 実証前アンケート Q.12 の回答結果

《Q.12 で 1 または 3 を選択した方のみ、お答えください》

【Q.13】 ご自宅の電力使用量を他の世帯と比較する場合、どのような世帯と比較したいと思いますか。

当てはまる選択肢の番号を、重要と考えるものから順に 5 つまで回答欄にお書きください。

(5 つまで)

1. 世帯人数が同じ
2. 世帯構成が同じ
3. 外出時間や就寝時間などの生活パターンが似ている
4. 世帯年収が近い
5. 居住環境（市街地、郊外、農山村など）が似ている
6. 住宅のタイプ（戸建て、集合等）が似ている
7. 同じぐらいの広さの住宅に住んでいる
8. 部屋の数と同じ住宅に住んでいる
9. 同じぐらいの築年数の住宅に住んでいる
10. 同じ地域に住んでいる
11. 同じ種類の電気機器を使用している
(太陽光発電、エコキュートなど)
12. 環境保全や省エネルギーに対して同じ様な考えを持っている

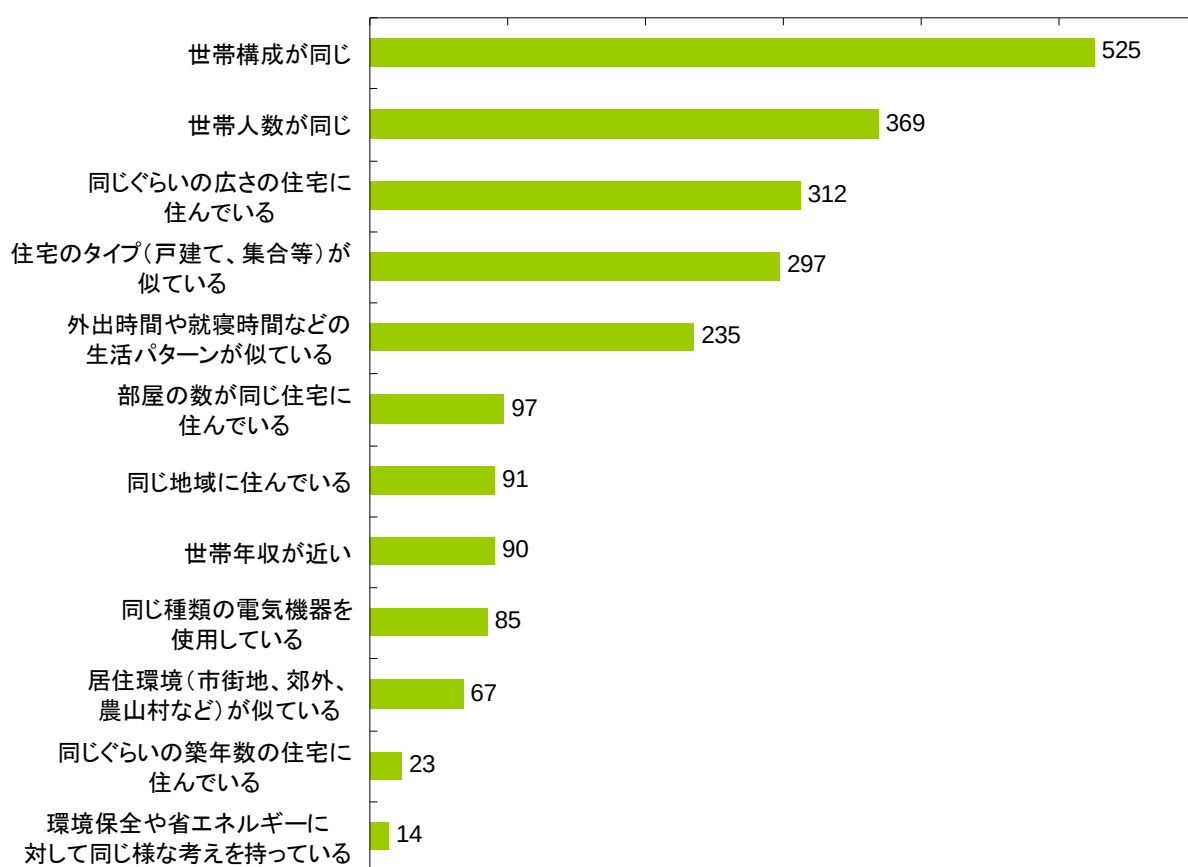


図 8-31 実証前アンケート Q.13 の回答結果

《全員》

【Q.14】 あなたは、電力使用量の「見える化」のしくみを利用することについてどう思いますか。
当てはまる選択肢の番号を、○で囲んでください。(ひとつだけ)

1. 有用であればお金を払っても良い
2. 有用であってもお金を払いたくない
3. わからない

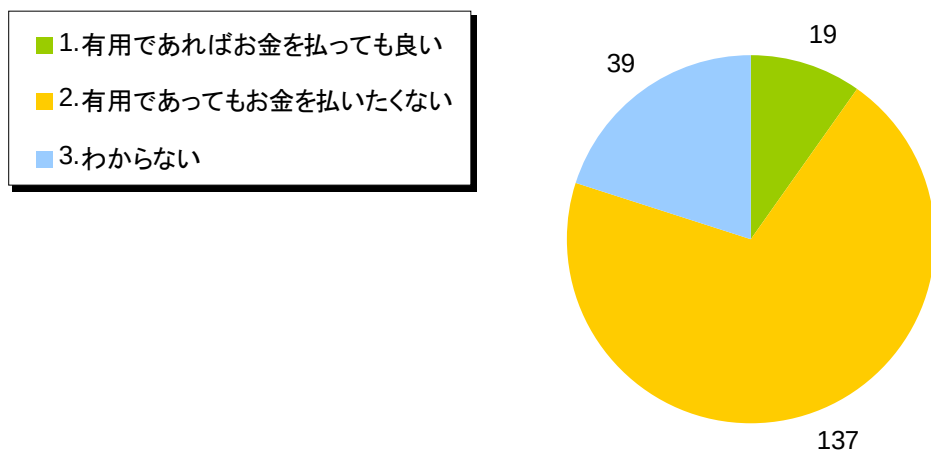


図 8-32 実証前アンケート Q.14 の回答結果

《Q.14 で 1 または 3 を選択した方のみ、お答えください》

【Q.15】 電力使用量の「見える化」に対してお金を払う場合、どのような支払い形態が妥当だと思いますか。
当てはまる選択肢の番号を、○で囲んでください。(ひとつだけ)

1. 機器の初期費用を支払い、月々の利用が無料の形態
2. 機器をレンタルし、月々の利用料を支払う形態
3. 機器の初期費用を一部支払い、月々の利用料を支払う形態

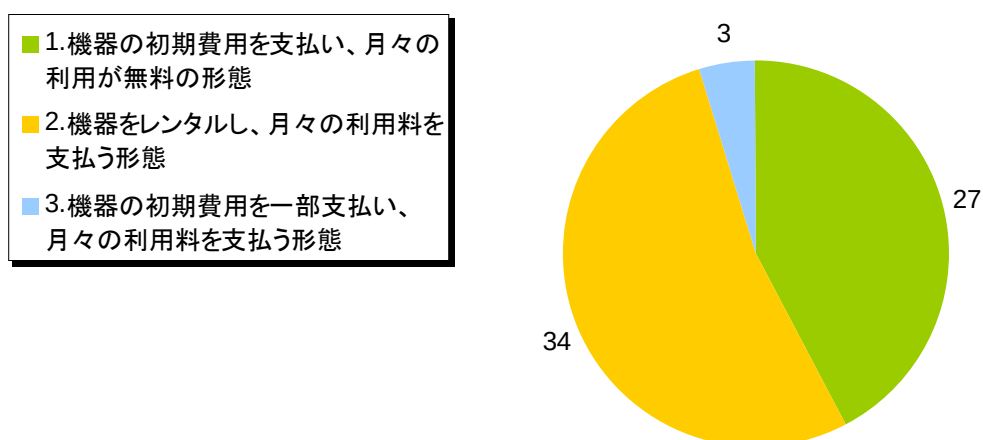


図 8-33 実証前アンケート Q.15 の回答結果

《全員》

【Q.16】 機器の初期費用として、いくらまでであれば支払っても良いと思いますか。

金額を、回答欄にお書きください。(お金を払いたくない場合は「0 (ゼロ)」とご記入ください。)

回答欄

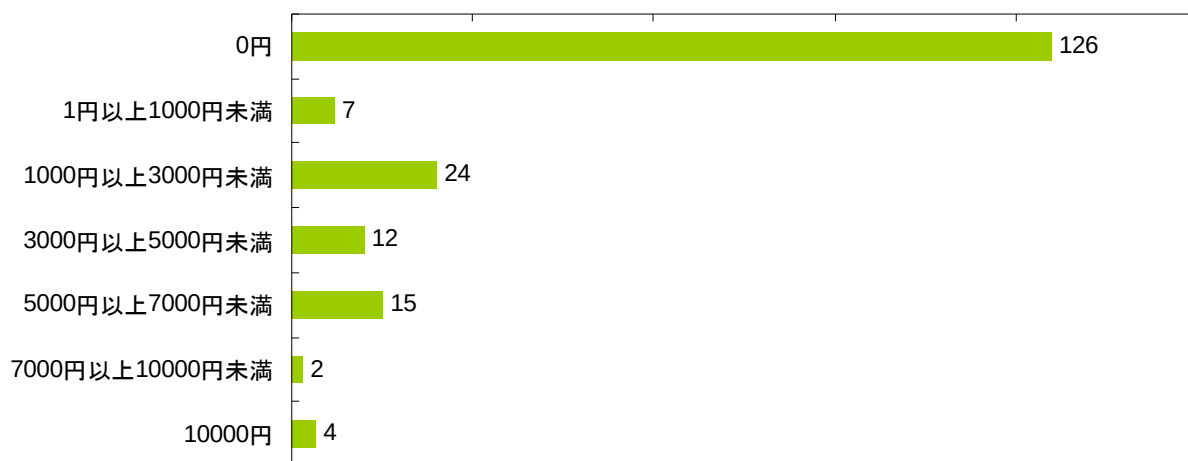
 円

図 8-34 実証前アンケート Q.16 の回答結果

《全員》

【Q.17】 月々の利用料として、いくらまでであれば支払っても良いと思いますか。

金額を、回答欄にお書きください。(お金を払いたくない場合は「0 (ゼロ)」とご記入ください。)

回答欄

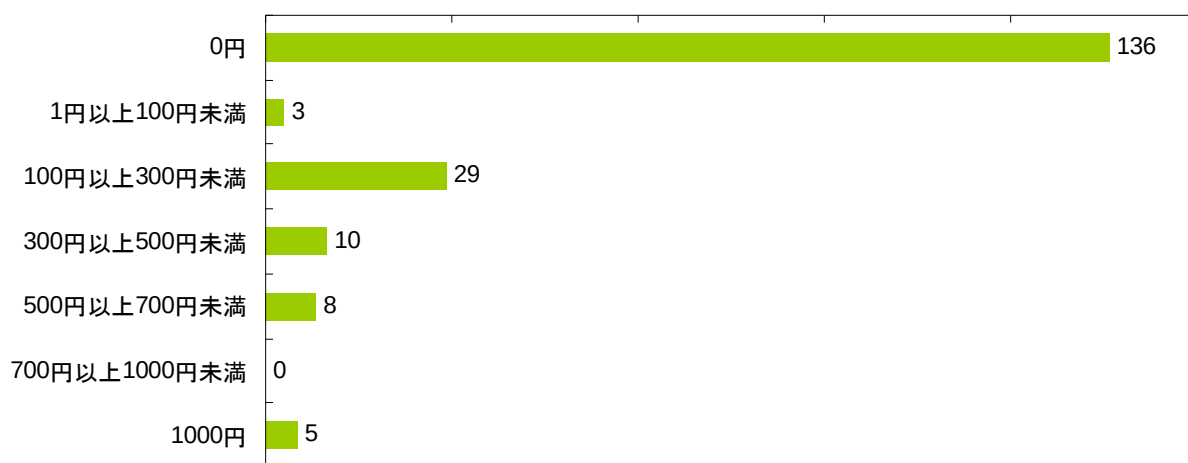
 円

図 8-35 実証前アンケート Q.17 の回答結果

《全員》

【Q.18】 あなたは、もし電力使用量の「見える化」以外に、ご自宅の電力使用量のデータに基づいて受けられるサービスがあるとしたら、どのようなサービスを利用したいと思いますか。当てはまる選択肢の番号を、○で囲んでください。(いくつでも)

1. ご自宅のエネルギーの最適な使用方法についてアドバイスもらえる
2. ご自宅の電気使用状況に最も適した電気料金メニューについてアドバイスもらえる
3. 冷蔵庫やエアコン、給湯器の故障の予兆を知らせてもらえる
4. 省エネをした分のポイントが付与され、ポイントを集めると電気機器などの製品と交換できる
5. 電力使用量の変化から、家族が自宅に帰宅したことを知らせてくれる
6. 電気の使い方をモニタリングし、高齢者が通常通り生活しているかを定期的に確認できる
7. 利用したいサービスはない
8. その他
(具体的にお書きください _____)

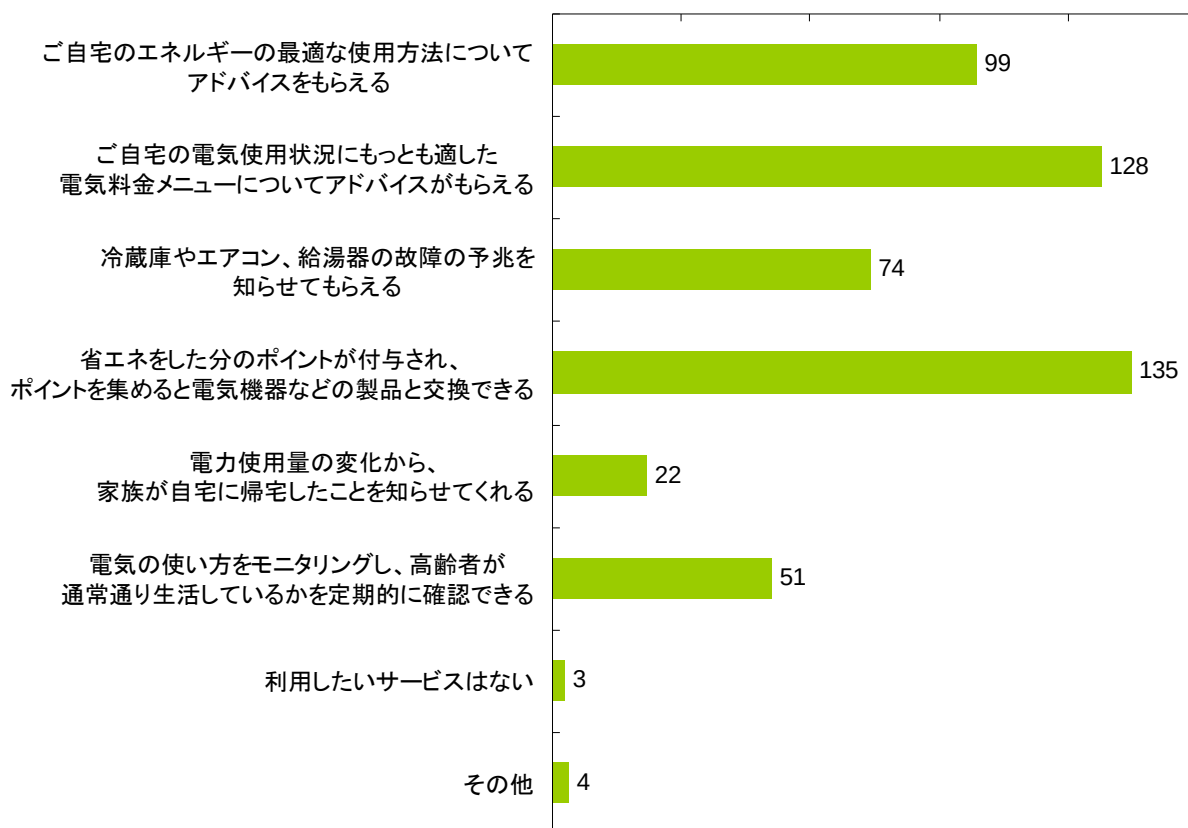


図 8-36 実証前アンケート Q.18 の回答結果

《Q.18 で 7 以外を選択した方のみ、お答えください》

【Q.19】あなたは、【Q.18】で利用したいと答えた電力使用量のデータに基づいて受けられるサービスを全て利用できる場合、料金を支払っても良いと思いますか。
当てはまる選択肢の番号を、○で囲んでください。(ひとつだけ)

1. 料金を支払っても良い
2. 料金は支払いたくない

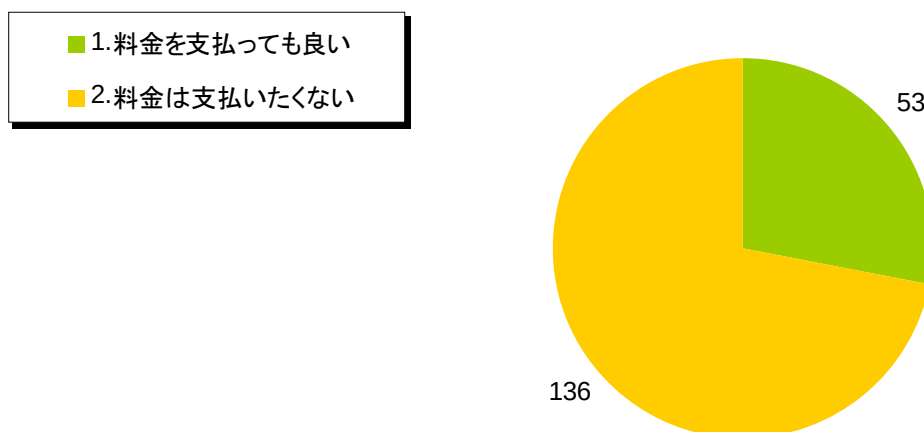


図 8-37 実証前アンケート Q.19 の回答結果

《Q.19 で 1 を選択した方のみ、お答えください》

【Q.20】月々のサービス料金として、いくらまでであれば支払っても良いと思いますか。
金額を、回答欄にお書きください。

回答欄

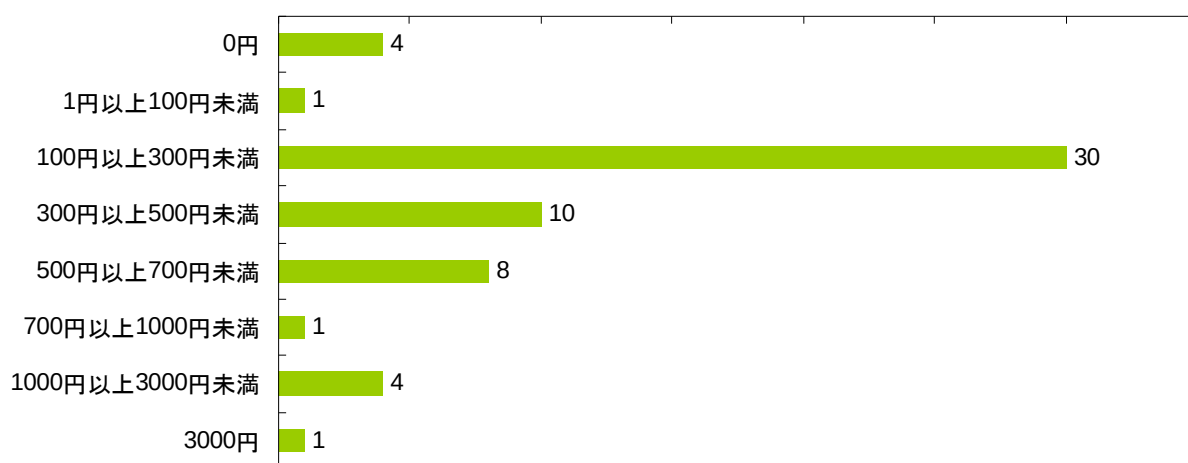
 円

図 8-38 実証前アンケート Q.20 の回答結果

《全員》

【Q.21】 あなたは、ご自宅の電力使用量のデータを、サービス事業者に提供しても良いと思いますか。
当てはまる選択肢の番号を、○で囲んでください。(ひとつだけ)

1. 有用なサービスを受けられるなら、提供しても良い
2. 有用なサービスを受けられても、提供したくない
3. わからない

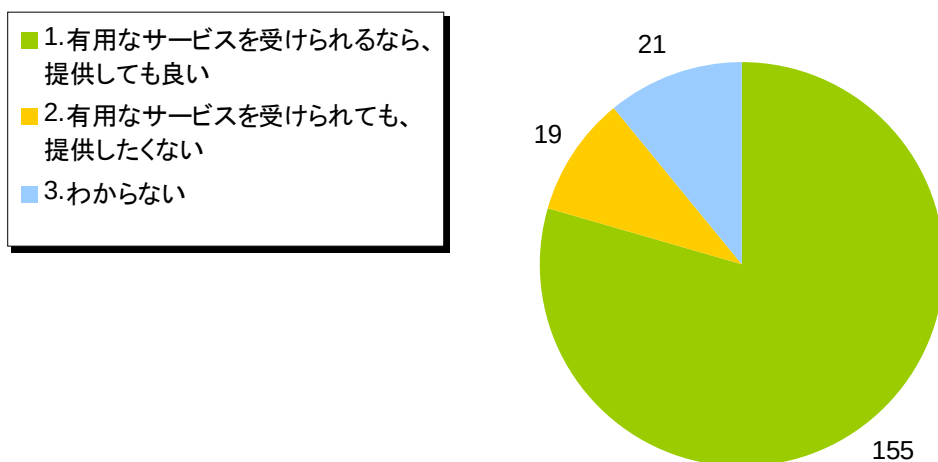


図 8-39 実証前アンケート Q.21 の回答結果

《Q.21 で 1 または 3 を選択した方のみ、お答えください》

【Q.22】 自宅の電力使用量のデータを、複数のサービス事業者に提供することについて、
どのような条件であれば提供しても良いと思いますか。

当てはまる選択肢の番号を、○で囲んでください。(ひとつだけ)

1. 契約する際に提供の可能性のある事業者が分かっていること
2. 提供先が都度示され、判断の上、提供を許すことができること
3. どのような場合でも複数の事業者に自宅のデータを提供したくない
4. データの提供について特に条件はない
5. わからない

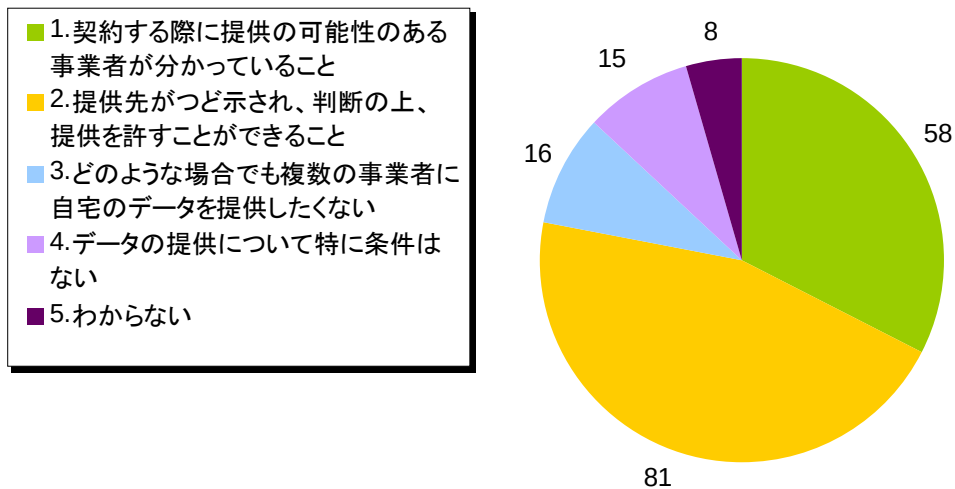


図 8-40 実証前アンケート Q.22 の回答結果

《全員》

【Q.23】あなたは、どのような機関または企業であればサービスのために、ご自宅の電力使用量のデータを提供しても良いと考えますか。

当てはまる選択肢の番号を、○で囲んでください。(いくつでも)

1. 国、地方自治体
2. 郵便会社
3. 警察
4. 消防
5. 通信事業者
6. 電力会社（通常の課金のため以外の目的で）
7. ガス会社
8. 水道局
9. マンション管理会社
10. 警備会社
11. 金融機関
12. 家電メーカー
13. 宅配会社
14. その他

(具体的にお書きください _____)

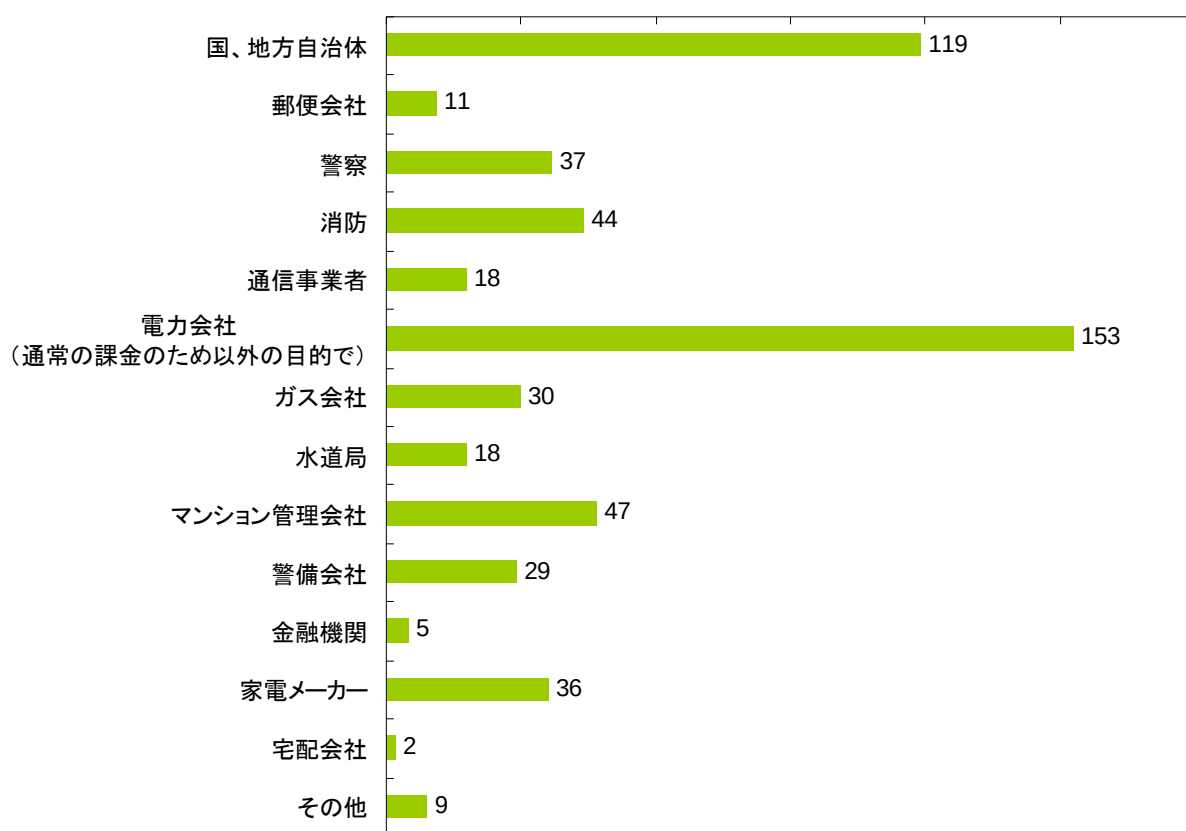


図 8-41 実証前アンケート Q.23 の回答結果

省エネルギーに対する意識・行動に関する設問

《全員》

【Q.24】あなたは、普段の生活の中で省エネルギーを意識していますか。

当てはまる選択肢の番号を、○で囲んでください。(ひとつだけ)

- | | |
|--------------|------------------|
| 1. 常に意識している | ⇒ 【Q.25】へお進みください |
| 2. 時々意識している | ⇒ 【Q.25】へお進みください |
| 3. 全く意識していない | ⇒ 【Q.26】へお進みください |

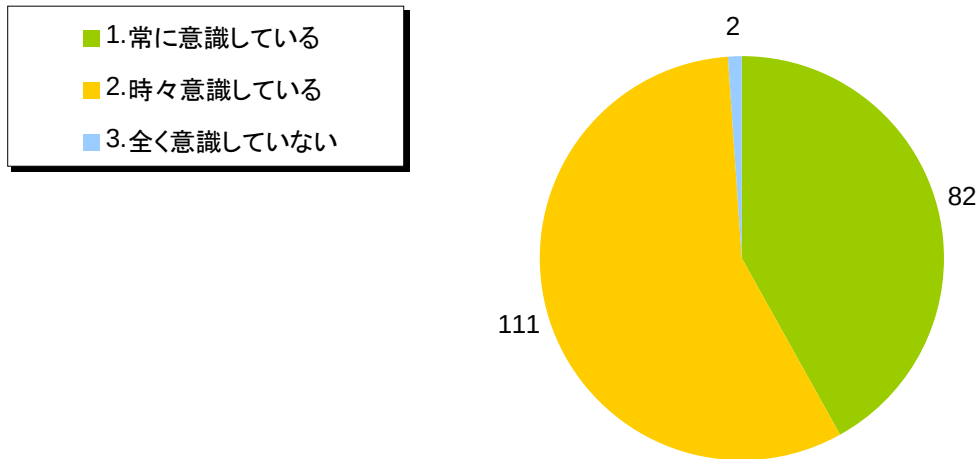


図 8-42 実証前アンケート Q.24 の回答結果

《Q.24 で 1 または 2 を選択した方のみ、お答えください》

【Q.25】あなたが省エネルギーを意識する理由は何ですか。

当てはまる選択肢の番号を、○で囲んでください。(いくつでも)

1. エネルギー使用料金を安くするため
2. 環境保全に貢献するため
3. 機器を長持ちさせるため
4. 子供の教育のため
5. 家族に省エネを気にする人がいるため
6. その他

(具体的にお書きください _____)

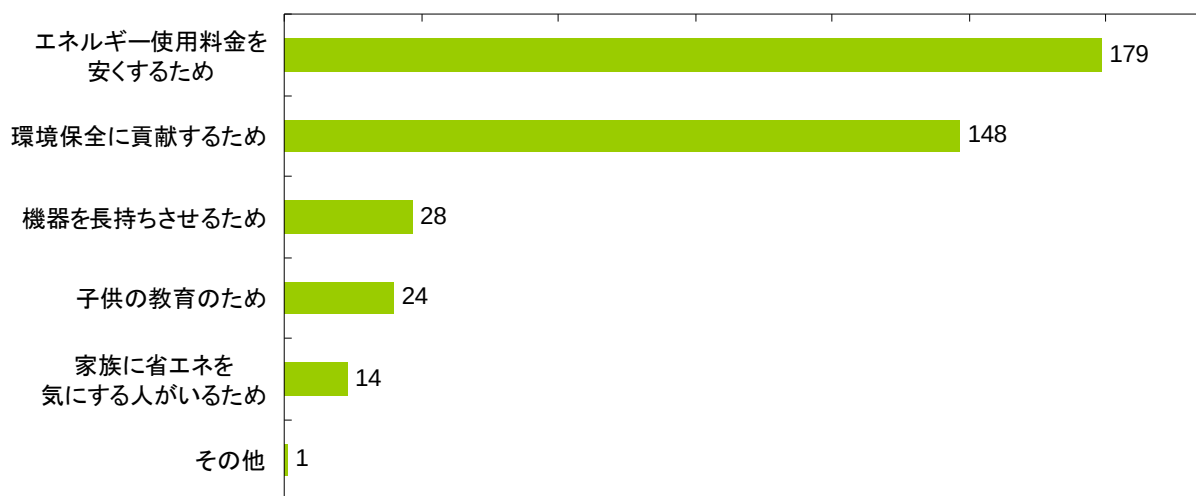


図 8-43 実証前アンケート Q.25 の回答結果

《全員》

【Q.26】あなたが、ご家庭で実際に行っている省エネ行動は何ですか。

当てはまる選択肢の番号を、○で囲んでください。(いくつでも)

1. 電気をこまめに消灯している
2. 省エネ型の電球を使用している
3. 待機電力削減のため、コンセントを抜いたりしている
4. 暖房（冷房）の設定温度を低め（高め）にしている
5. 電気機器を使用する際は、タイマー機能をよく使用する
6. テレビは、見ていない時は消すようにしている
7. 冷蔵庫の扉は、すぐに閉める
8. シャワーの時間を短縮したり、入浴の回数を減らしたりしている
9. お風呂の残り湯を洗濯に再利用している
10. 多少値段が高くても省エネルギー型の家電や製品を優先的に購買している
11. ハイブリッド自動車を利用している
12. 高気密・高断熱住宅に住んでいる
13. その他

(具体的にお書きください _____)

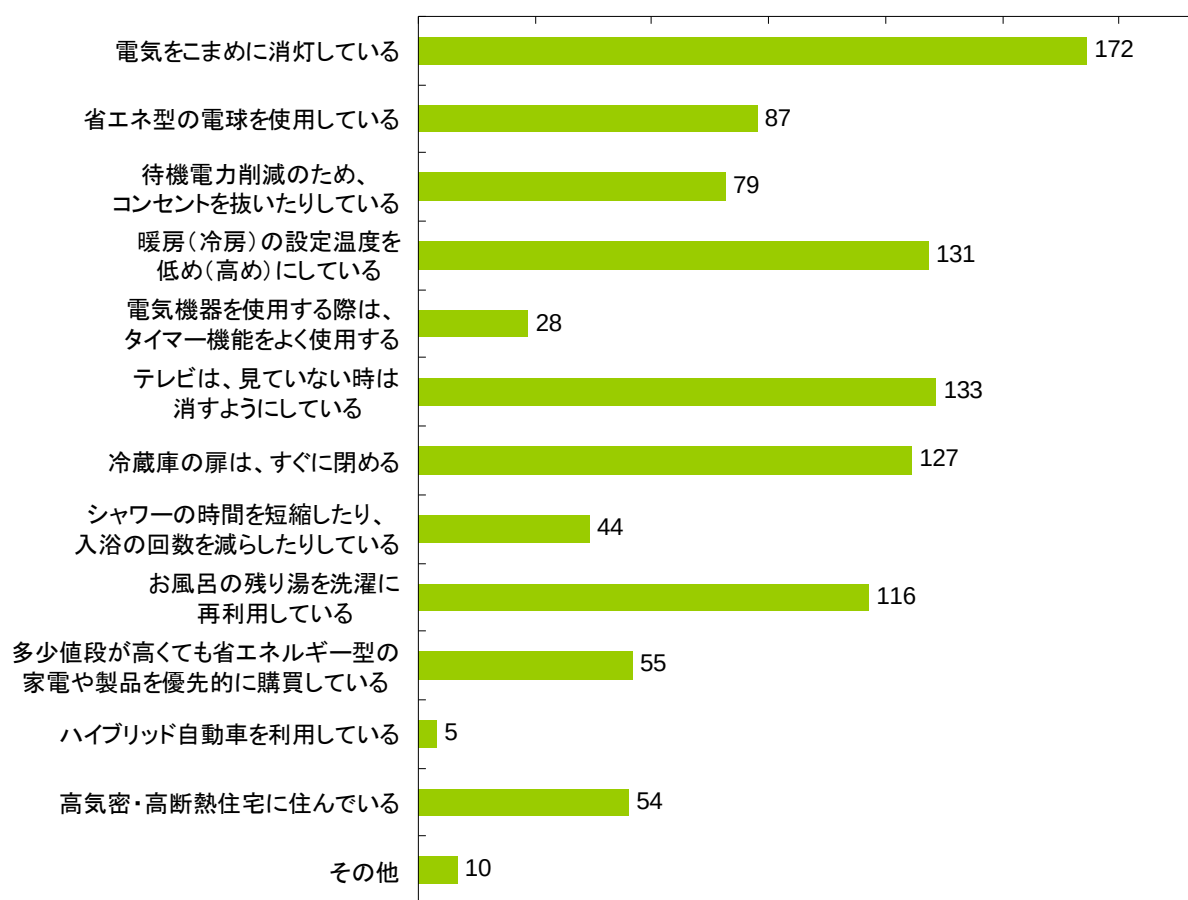


図 8-44 実証前アンケート Q.26 の回答結果

世帯に関する設問

回答を統計的に処理するために、あなたの世帯についてお伺いします。

《全員》

【Q.27】あなたは世帯主ですか。

当てはまる選択肢の番号を、○で囲んでください。

1. 世帯主
2. 世帯主の配偶者

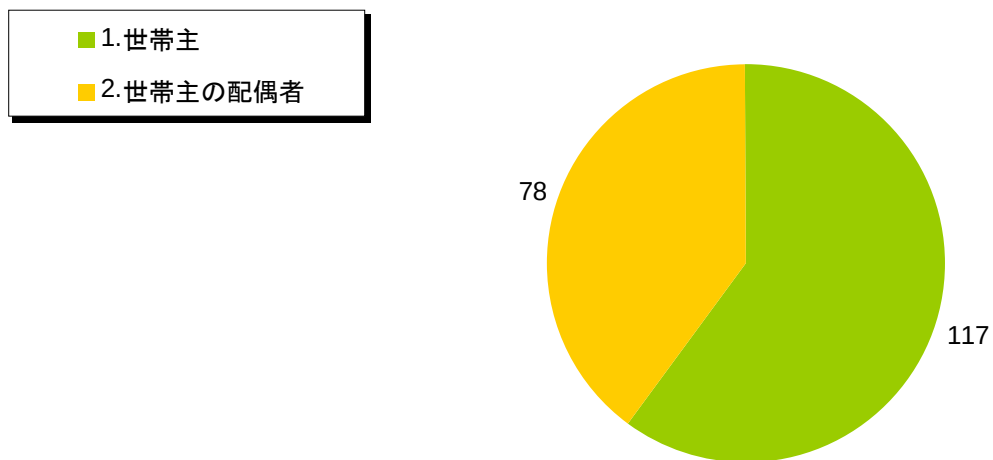


図 8-45 実証前アンケート Q.27 の回答結果

《全員》

【Q.28】 あなたの世帯の方の年齢をお書きください。また性別を○で囲んでください。

回答欄

世帯主		歳、	男・女
2人目		歳、	男・女
3人目		歳、	男・女
4人目		歳、	男・女
5人目		歳、	男・女
6人目		歳、	男・女
7人目		歳、	男・女
8人目		歳、	男・女

(裏面にも設問があります)

表 8-14 実証前アンケート Q.28 の回答結果

世帯主の年齢	世帯人数				
	1	2	3	4以上	合計
30歳未満	1	0	1	1	3
30歳以上40歳未満	10	14	15	20	59
40歳以上50歳未満	9	17	23	41	90
50歳以上60歳未満	2	10	3	8	23
60歳以上	2	13	4	1	20
合計	24	54	46	71	195

《全員》

【Q.29】あなたのご家庭では、暖房のため、主にどのタイプのエネルギーを使用していますか。
当てはまる選択肢の番号を、○で囲んでください。（ひとつだけ）

1. 電気
2. ガス
3. 灯油

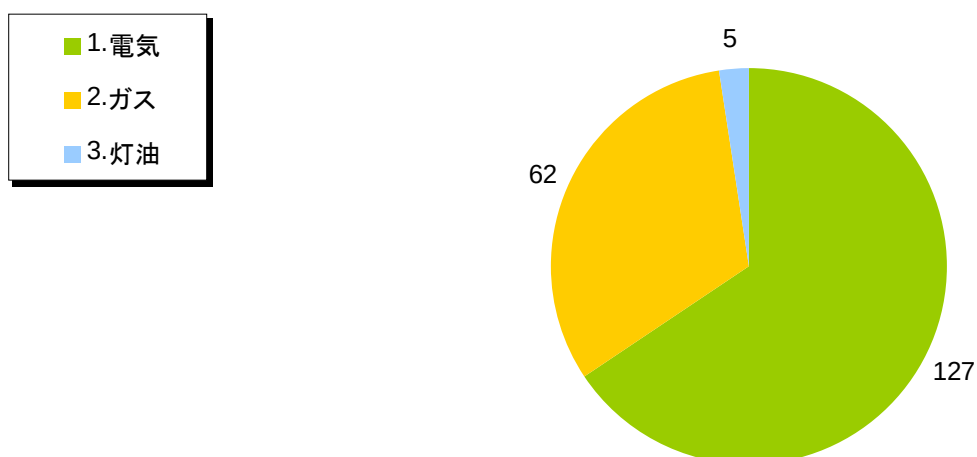


図 8-46 実証前アンケート Q.29 の回答結果

《全員》

【Q.30】あなたのご家庭で、先月に支払った電気料金は、いくらですか。
当てはまる選択肢の番号を、○で囲んでください。(ひとつだけ)

1. 3,000 円未満
2. 3,000 円以上～5,000 円未満
3. 5,000 円以上～7,000 円未満
4. 7,000 円以上～10,000 円未満
5. 10,000 円以上～15,000 円未満
6. 15,000 円以上～20,000 円未満
7. 20,000 円以上～25,000 円未満
8. 25,000 円以上～30,000 円未満
9. 30,000 円以上

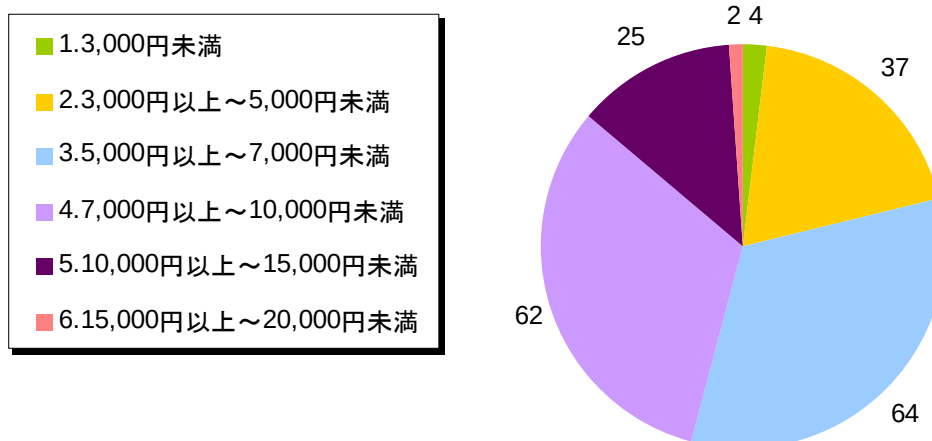


図 8-47 実証前アンケート Q.30 の回答結果

《全員》

【Q.31】あなたのご家庭で、先月に支払ったガス料金は、いくらですか。
当てはまる選択肢の番号を、○で囲んでください。(ひとつだけ)

1. 3,000 円未満
2. 3,000 円以上～5,000 円未満
3. 5,000 円以上～7,000 円未満
4. 7,000 円以上～10,000 円未満
5. 10,000 円以上～15,000 円未満
6. 15,000 円以上～20,000 円未満
7. 20,000 円以上～25,000 円未満
8. 25,000 円以上～30,000 円未満
9. 30,000 円以上

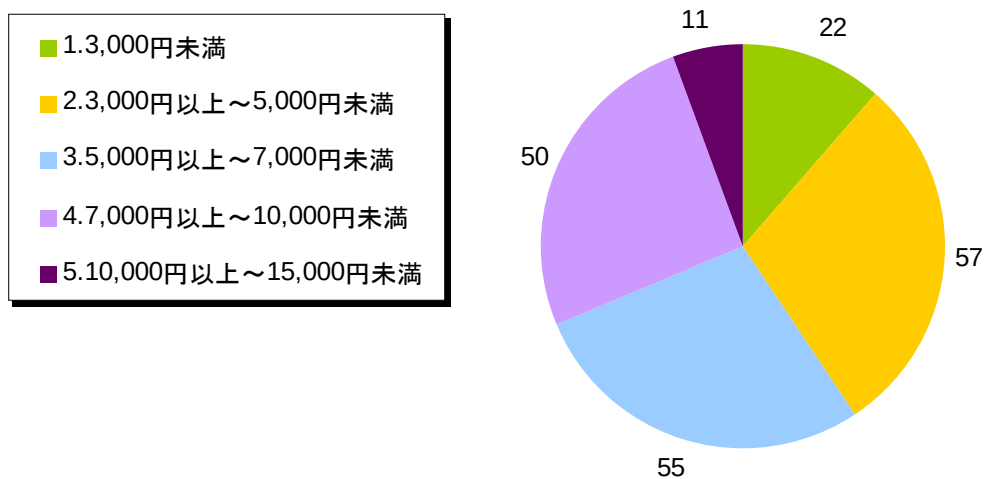


図 8-48 実証前アンケート Q.31 の回答結果

(2) 実証中アンケート(A)の内容および集計結果

実証(A)に協力いただいたモニター100 世帯に対して行った実証中アンケート(A)の内容と集計結果を示す。なお、アンケートを配布したモニターは 100 世帯であるが、回答を辞退された方、書類未返送の方がおり、協力いただけたモニターは 96 世帯である。(有効回答数 96 件、総設問数 20 問)

スマートハウス実証試プロジェクトの参加による省エネ意識、行動の変化

《全員》

【Q.1】 あなたは、現在、電力使用量をどのくらいの頻度で確認していますか。
当てはまる選択肢の番号を、○で囲んでください。(ひとつだけ)

1. 毎日 2 回以上、確認している
2. 毎日 1 回、確認している
3. 2、3 日に 1 回程度、確認している
4. 1 週間に 1 回程度、確認している
5. 2 週間に 1 回程度、確認している
6. 1 度も確認していないが、今後確認するつもりである
7. 1 度も確認しておらず、今後も確認するつもりはない

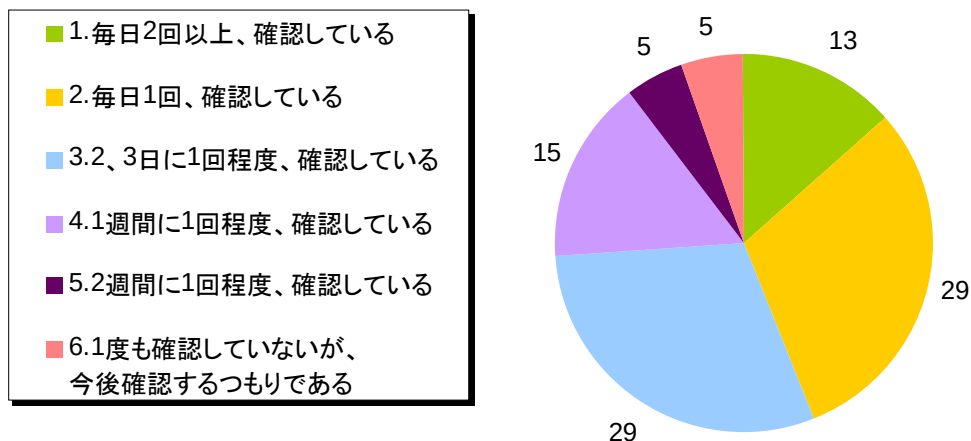


図 8-49 実証中アンケート(A) Q.1 の回答結果

《【Q.1】で6または7を選択した方のみ、お答えください》

【Q.2】 あなたが、電力使用量を確認していない理由は何ですか。

当てはまる選択肢の番号を、○で囲んでください。(いくつでも)

1. どのように見ればよいか、使い方がわからないから
2. 忙しくて確認する時間がないから
3. 確認するのを忘れてしまったから
4. 面倒だから
5. その他

(具体的にお書きください _____)

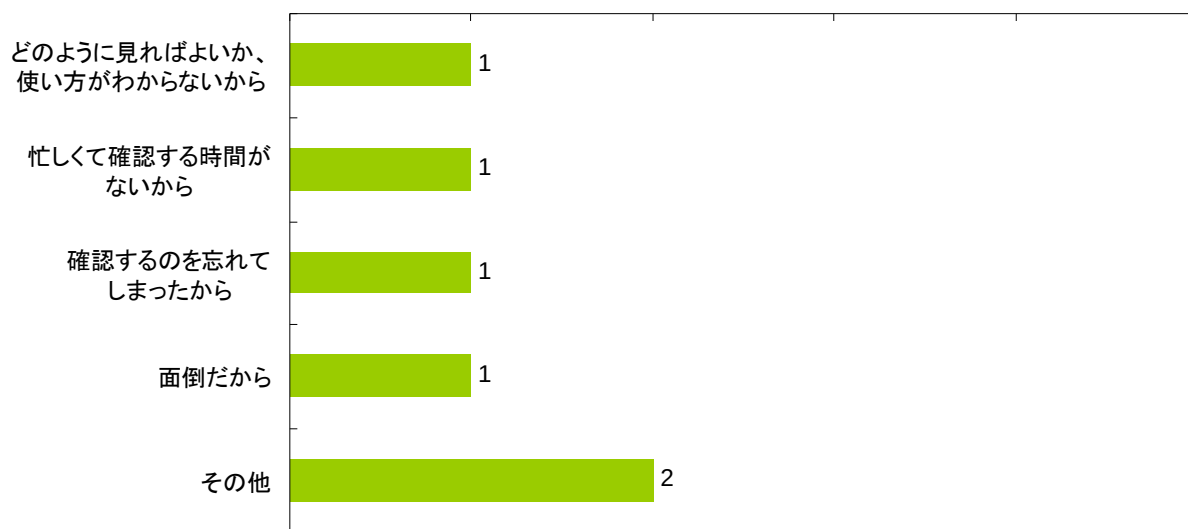


図 8-50 実証中アンケート(A) Q.2 の回答結果

《全員》

【Q.3】 あなたの省エネルギーに対する意識は、当スマートハウス実証プロジェクトへの参加によって変化しましたか。

当てはまる選択肢の番号を、○で囲んでください。(ひとつだけ)

1. 参加する前よりも、強く意識するようになった
2. 参加する前よりも、少し意識するようになった
3. 参加する前と特に変化はない
4. 参加する前よりも、意識しなくなった

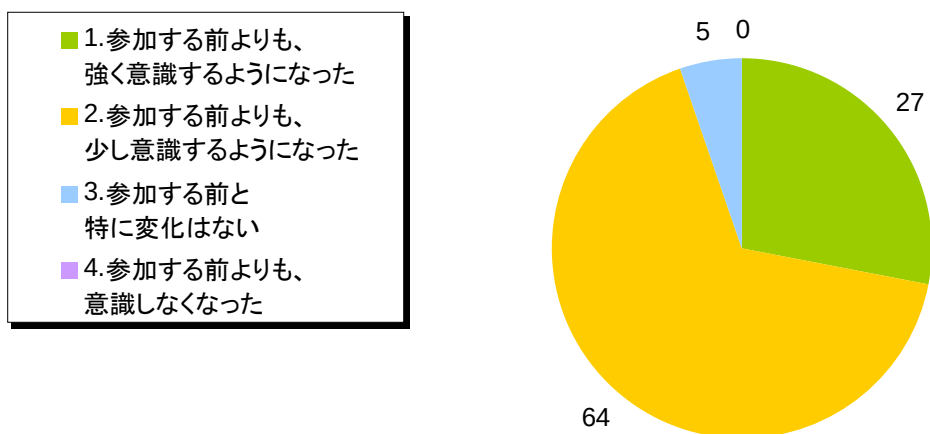


図 8-51 実証中アンケート(A) Q.3 の回答結果

《全員》

【Q.4】 あなたは、主にどの機器で電力使用量を確認していますか。
当てはまる選択肢の番号を、○で囲んでください。(いくつでも)

1. パソコン
2. 携帯電話
3. どの機器でも確認していない

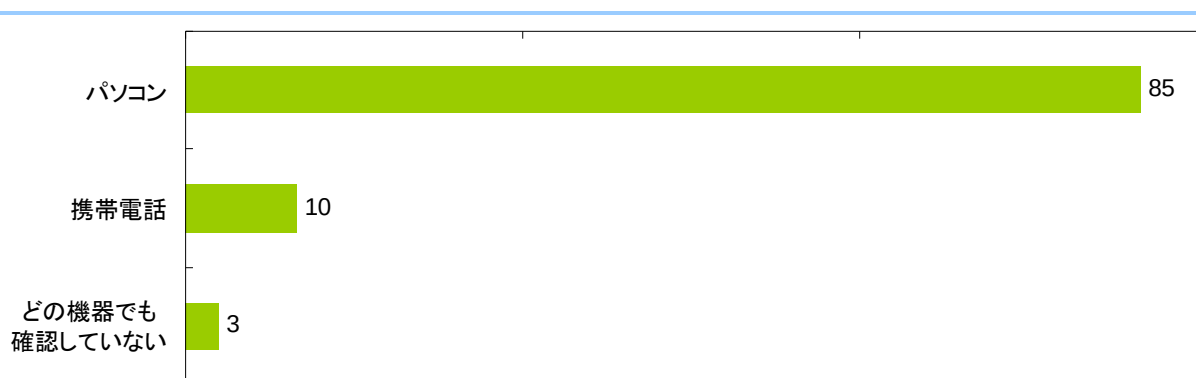


図 8-52 実証中アンケート(A) Q.4 の回答結果

《全員》

【Q.5】 あなたは、電力使用量が「見える化」されたことで、省エネ行動しようと思いましたか。
当てはまる選択肢の番号を、○で囲んでください。(ひとつだけ)
※電力使用量の「見える化」とは、家庭の電力使用量をパソコンや携帯電話などの機器で、リアルタイムに把握できることを意味します。

1. 省エネ行動をしようと思った
2. 省エネ行動をしようと思わなかった

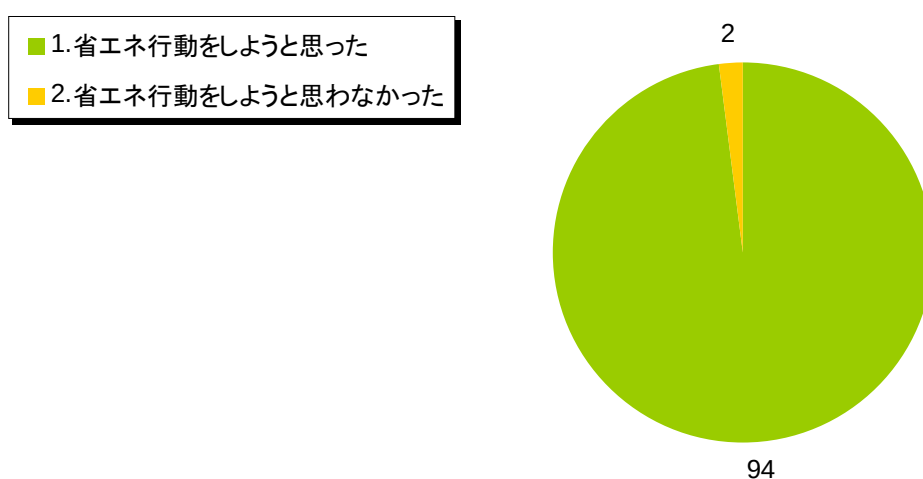


図 8-53 実証中アンケート(A) Q.5 の回答結果

《【Q.5】で1を選択した方のみ、お答えください》

【Q.6】 電力使用量が「見える化」されたことで、あなたが実践した省エネ行動は何ですか。
当てはまる選択肢の番号を、○で囲んでください。(いくつでも)

1. 電気をこまめに消灯した
2. 待機電力削減のため、コンセントを抜くようにした
3. 暖房（冷房）の設定温度を低め（高め）にするようにした
4. 電気機器を使用する際は、タイマー機能を使用するようにした
5. テレビは、見ていない時は消すようにした
6. 冷蔵庫の扉は、すぐに閉めるようにした
7. シャワーの時間を短縮したり、入浴の回数を減らしたりした
8. お風呂の残り湯を洗濯に再利用するようにした
9. 省エネ型の電球に買い換えた
10. 省エネルギー型の家電や製品に買い換えた
11. その他

(具体的にお書きください_____)

12. 「見える化」によって実践した省エネ行動は、特にない

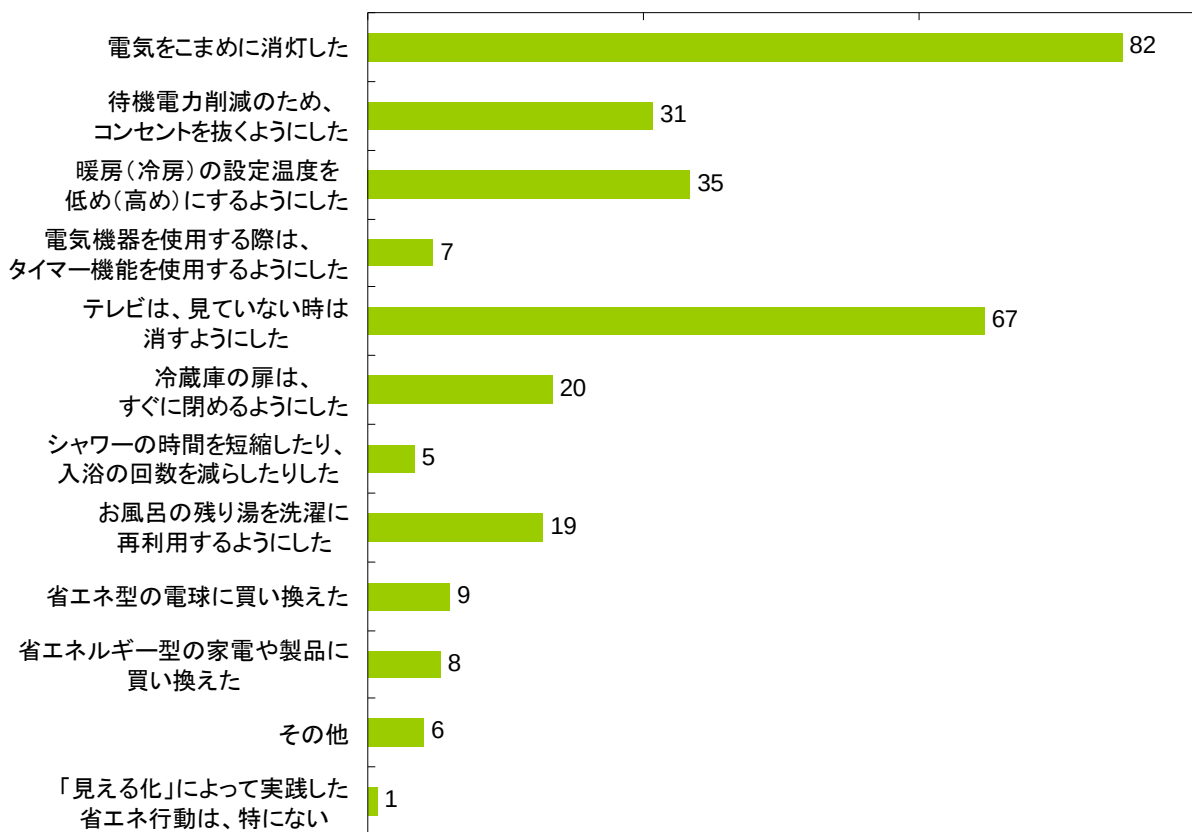


図 8-54 実証中アンケート(A) Q.6 の回答結果

《【Q.5】で1を選択した方のみ、お答えください》

【Q.7】 あなたが、省エネのために節電した電気機器は何ですか。

当てはまる選択肢の番号を、○で囲んでください。(いくつでも)

1. IH コンロ
2. 電子レンジ
3. 食器洗浄器
4. 電気ポット
5. 炊飯器
6. 洗濯機
7. 衣類乾燥器
8. ヘアードライヤー
9. アイロン
10. 布団乾燥機
11. トースター
12. コーヒーメーカー
13. テレビ
14. エアコン
15. パソコン
16. 電気暖房器具（電気コタツ、電気カーペット、電気ヒーター、電気毛布、電気床暖房など）
17. 加湿器
18. 除湿器
19. 電気浴室乾燥器
20. その他
(具体的にお書きください_____)
21. 節電した電気機器は、特にない

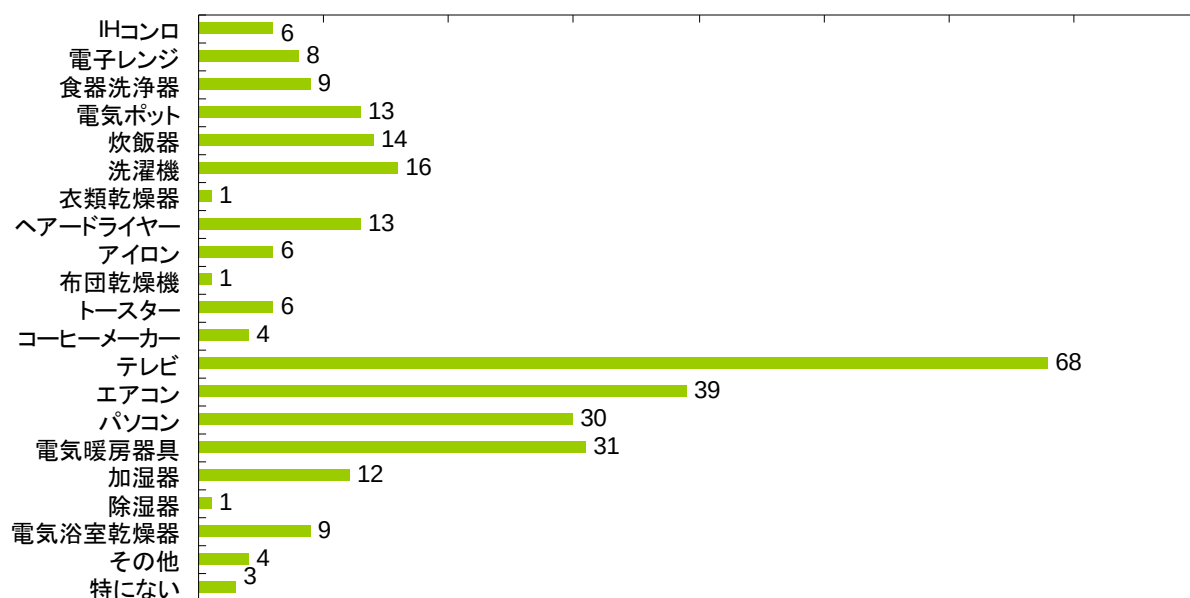


図 8-55 実証中アンケート(A) Q.7 の回答結果

スマートハウスに対する関心度、許容の変化

《全員》

【Q.8】 あなたは、現時点で、本スマートハウス実証プロジェクトの電力使用量の「見える化」に対し、お金を支払っても利用したいと思いますか。

当てはまる選択肢の番号を、○で囲んでください。(ひとつだけ)

1. お金を払っても良い
2. お金を払いたくない
3. わからない

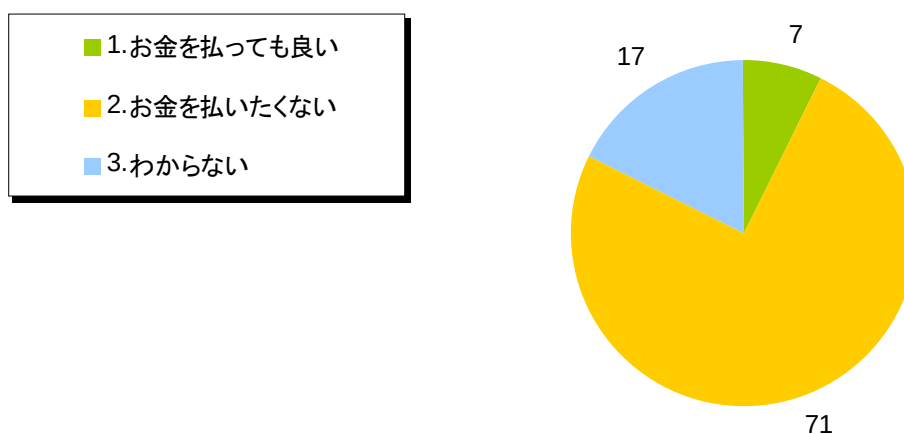


図 8-56 実証中アンケート(A) Q.8 の回答結果

《【Q.8】で1または3を選択した方のみ、お答えください》

【Q.9】 電力使用量の「見える化」に対してお金を払う場合、どのような支払い形態が妥当だと思いますか。

当てはまる選択肢の番号を、○で囲んでください。(ひとつだけ)

1. 機器の初期費用を支払い、月々の利用が無料の形態
2. 機器をレンタルし、月々の利用料を支払う形態
3. 機器の初期費用を一部支払い、月々の利用料を支払う形態

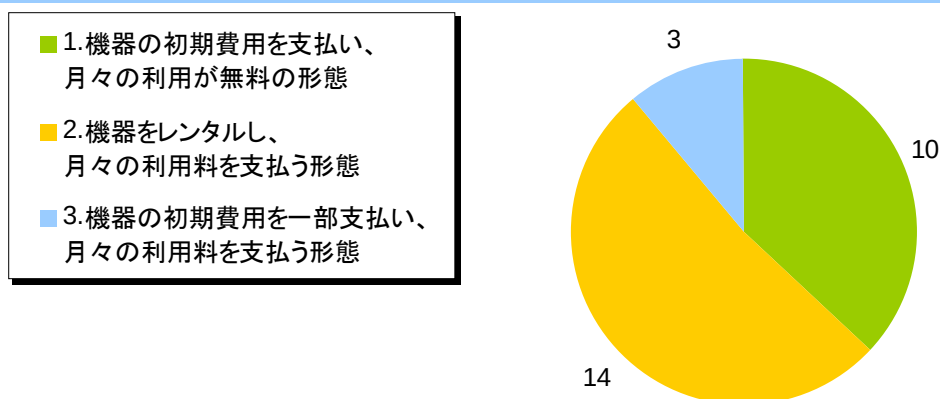


図 8-57 実証中アンケート(A) Q.9 の回答結果

《【Q.9】で1または3を選択した方のみ、お答えください》

【Q.10】 機器の初期費用として、いくらまでであれば支払っても良いと思いますか。
金額を、回答欄にお書きください。

回答欄

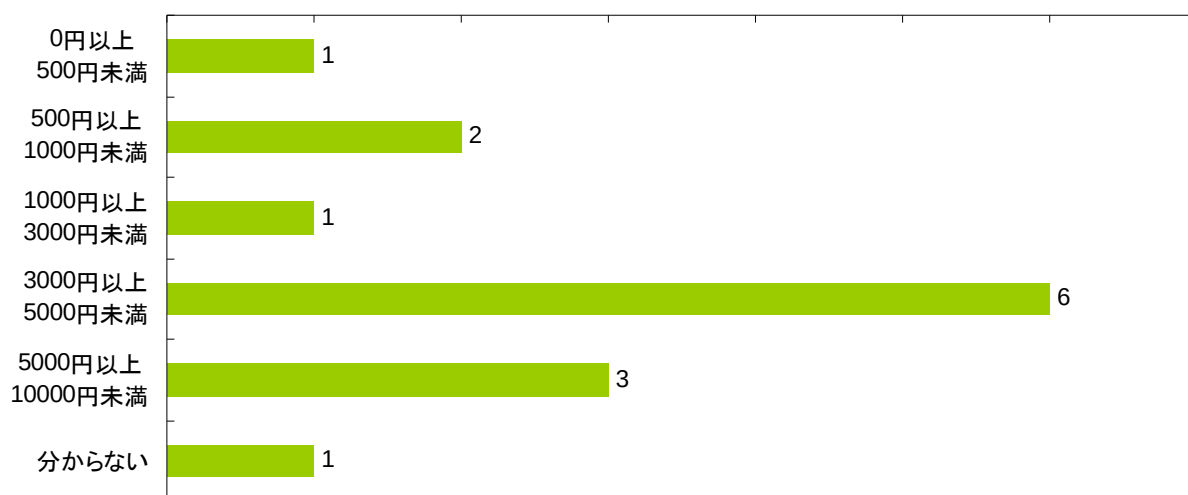
 円

図 8-58 実証中アンケート(A) Q.10 の回答結果

《【Q.9】で2または3を選択した方のみ、お答えください》

【Q.11】 月々の利用料として、いくらまでであれば支払っても良いと思いますか。
金額を、回答欄にお書きください。

回答欄

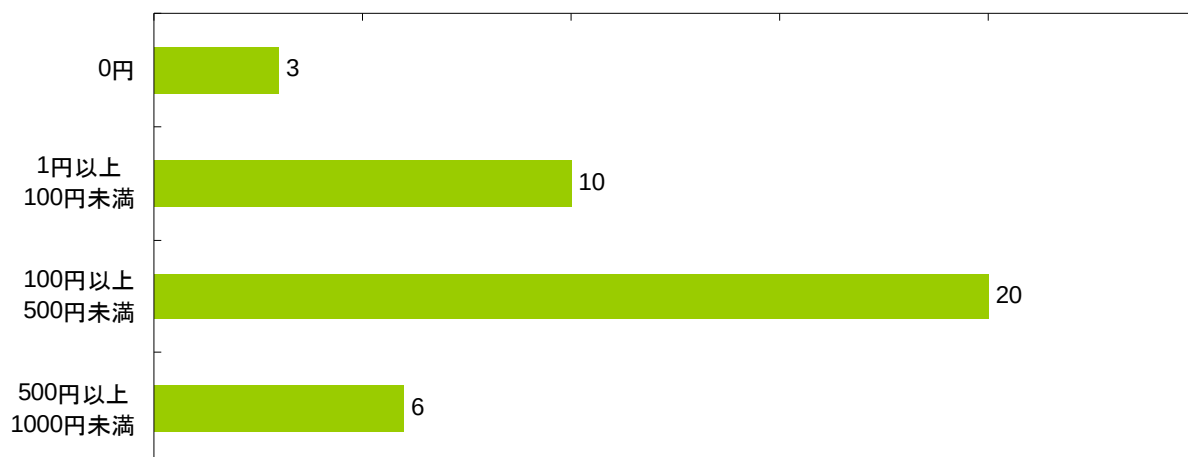
 円

図 8-59 実証中アンケート(A) Q.11 の回答結果

《全員》

【Q.12】 あなたは、電力使用量の「見える化」のためご自宅の電力使用量のデータを、サービス事業者に提供しても良いと思いますか。

当てはまる選択肢の番号を、○で囲んでください。(ひとつだけ)

1. 提供しても良い
2. 提供したくない
3. わからない

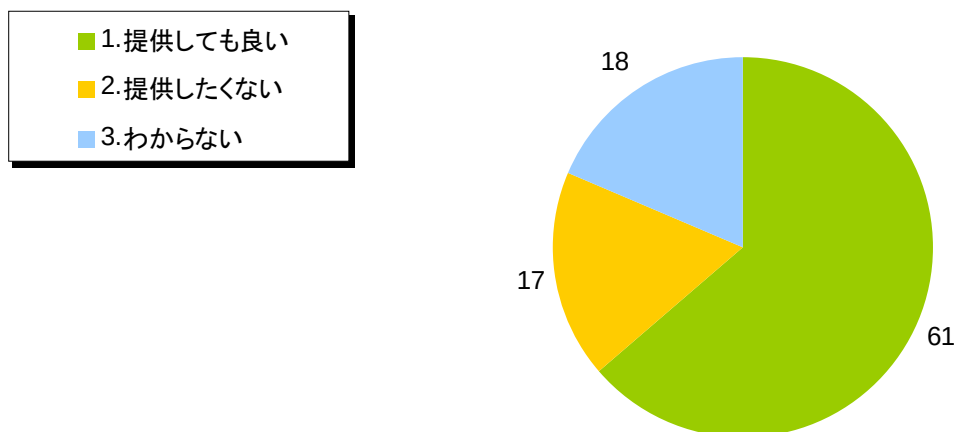


図 8-60 実証中アンケート(A) Q.12 の回答結果

《全員》

【Q.13】あなたは、現時点で、どのような機関または企業であれば、サービスのためにご自宅の電力使用量のデータを提供しても良いと考えますか。

当てはまる選択肢の番号を、○で囲んでください。(いくつでも)

1. 国、地方自治体
2. 郵便会社
3. 警察
4. 消防
5. 通信事業者
6. 電力会社（通常の課金のため以外の目的で）
7. ガス会社
8. 水道局
9. マンション管理会社
10. 警備会社
11. 金融機関
12. 家電メーカー
13. 宅配会社
14. その他

(具体的にお書きください _____)

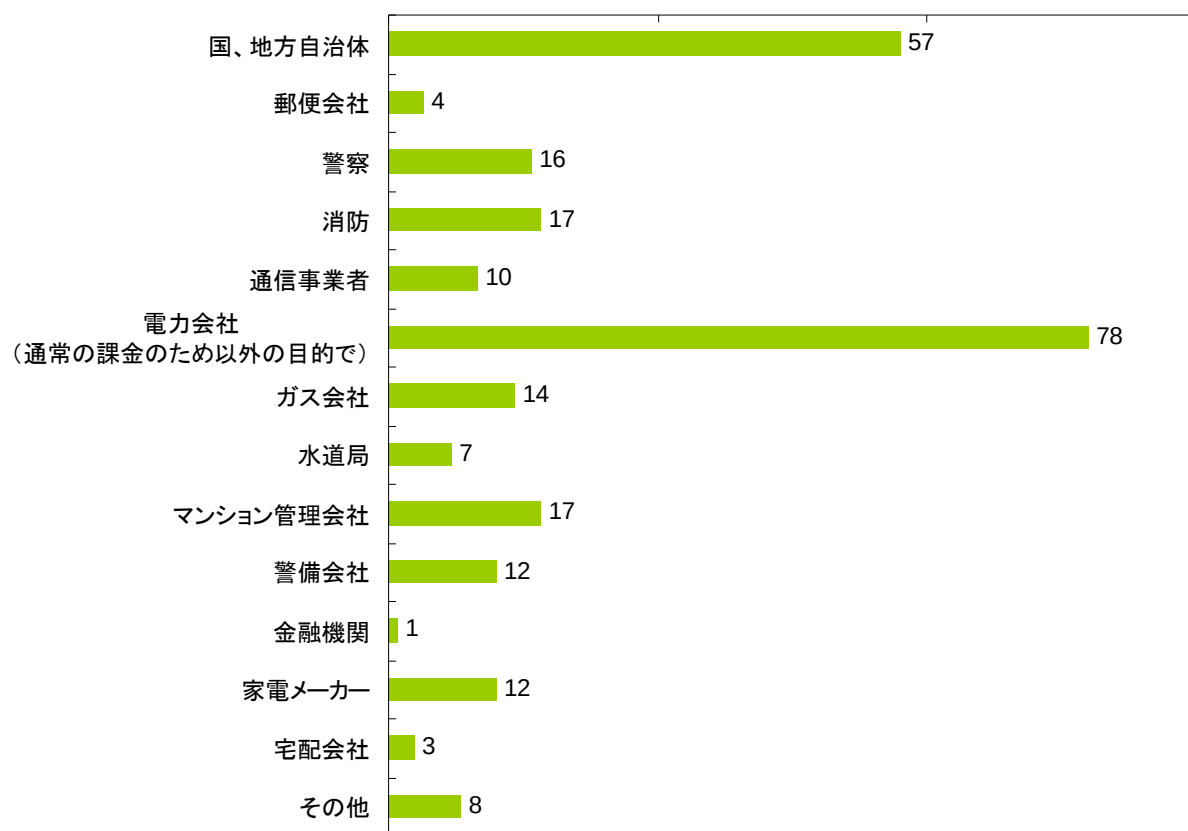


図 8-61 実証中アンケート(A) Q.13 の回答結果

スマートハウス実証試プロジェクトに参加した感想

《全員》

【Q.14】 あなたが、本スマートハウス実証プロジェクトのモニターに応募した理由は何ですか。

当てはまる選択肢の番号を、○で囲んでください。(いくつでも)

1. スマートハウスに関心があるから
2. 自宅の電力使用量の見える化に関心があるから
3. 家庭の省エネルギーに関心があるから
4. 社会貢献に繋がると思ったから
5. 協力金がもらえるから
6. その他

(具体的にお書きください _____)

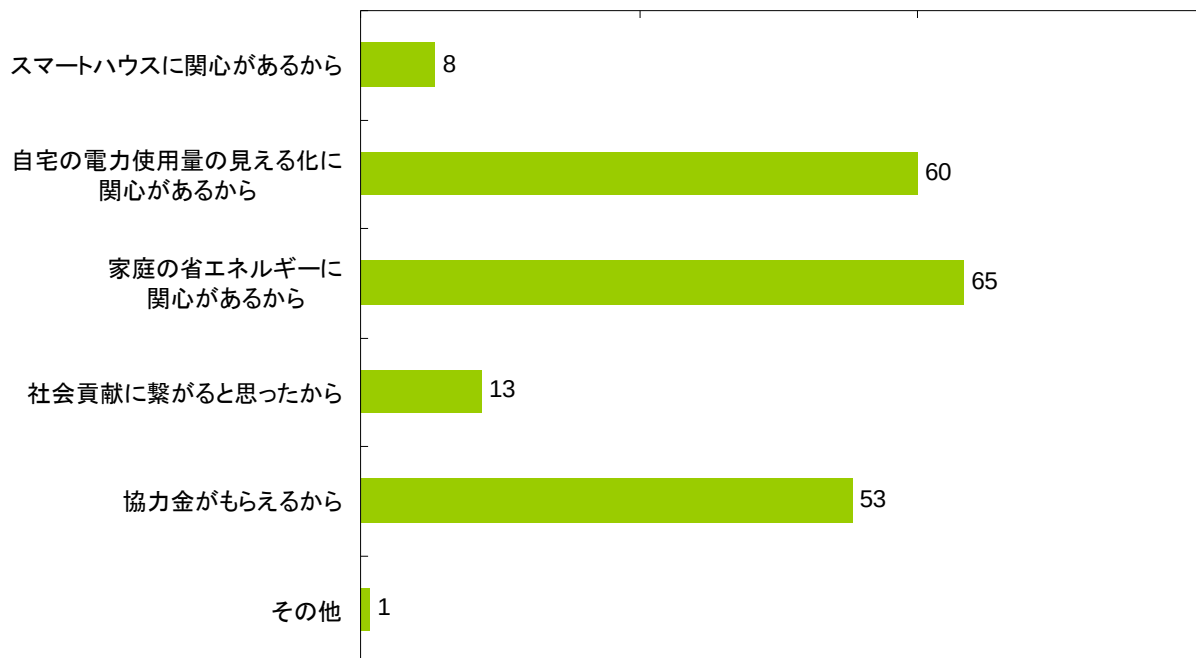


図 8-62 実証中アンケート(A) Q.14 の回答結果

《全員》

【Q.15】 あなたは、今回の実証実験に参加して、ご自宅の省エネルギーに繋がった実感はありましたか。
当てはまる選択肢の番号を、○で囲んでください。(ひとつだけ)

1. 省エネルギーに繋がったと大いに実感している
2. 少しは省エネルギーに繋がったと実感している
3. あまり省エネルギーに繋がった実感はない
4. 省エネルギーに繋がった実感は全くない

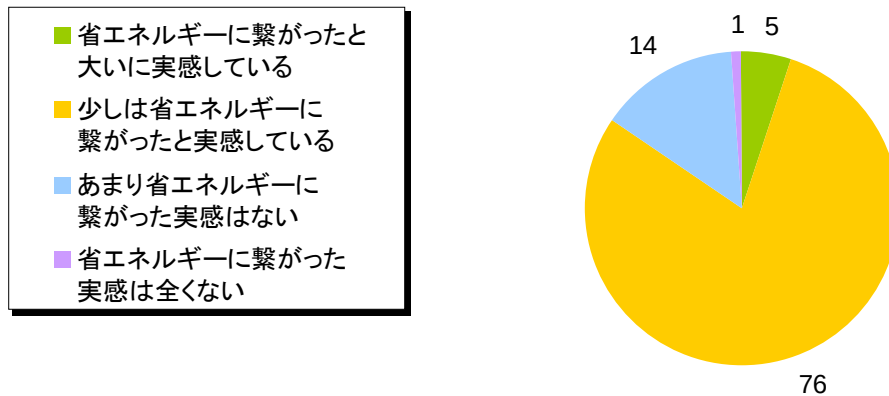


図 8-63 実証中アンケート(A) Q.15 の回答結果

《全員》

【Q.16】 あなたは、本スマートハウス実証プロジェクトの電力使用量の「見える化」を、今後も継続して利用したいと思いますか。
当てはまる選択肢の番号を、○で囲んでください。(ひとつだけ)

1. 継続したい
2. 継続したくない
3. どちらともいえない

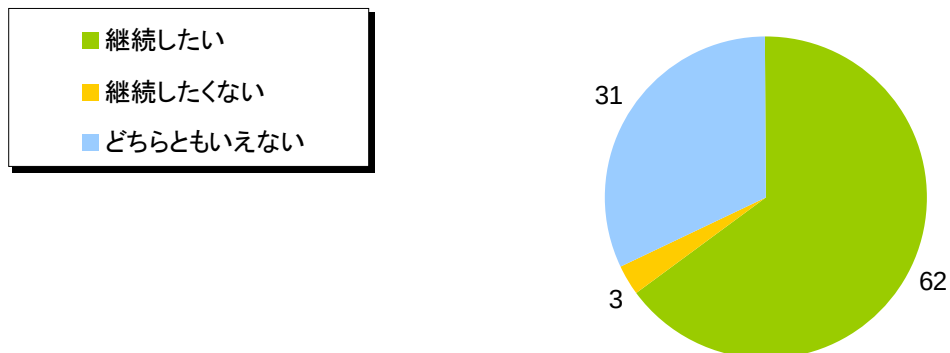


図 8-64 実証中アンケート(A) Q.16 の回答結果

《【Q.16】で1を選択した方のみ、お答えください》

【Q.17】あなたが電力使用量の「見える化」を、継続したいと考える理由は何ですか。

当てはまる選択肢の番号を、○で囲んでください。(いくつでも)

1. 省エネに対する意識を高めることができるから
2. 電気機器のつけっぱなしを防止できるから
3. 自宅の待機電力を把握できるから
4. 「見える化」された電力使用量を確認することが楽しいから
5. 省エネルギーにより CO2 排出削減に貢献したいから
6. 子供の環境教育に役立つから
7. その他

(具体的にお書きください _____)

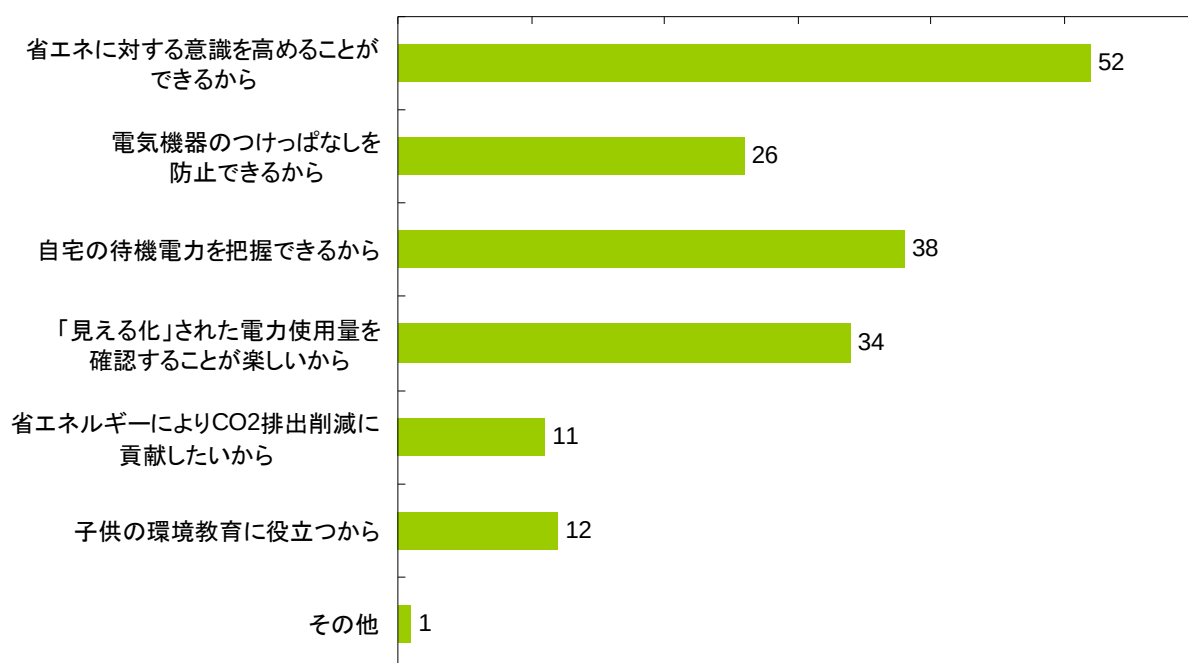


図 8-65 実証中アンケート(A) Q.17 の回答結果

《【Q.16】で2または3を選択した方のみ、お答えください》

【Q.18】あなたは、「見える化」の他に、どのようなサービスが加われば、継続したいと思いますか。
当てはまる選択肢の番号を、○で囲んでください。(いくつでも)

1. ご自宅のエネルギーの最適な使用方法についてアドバイスもらえる
2. ご自宅の電気使用状況に最も適した電気料金メニューについてアドバイスもらえる
3. 冷蔵庫やエアコン、給湯器の故障の予兆を知らせてもらえる
4. 省エネをした分のポイントが付与され、ポイントを集めると電気機器などの製品と交換できる
5. 電力使用量の変化から、家族が自宅に帰宅したことを知らせてくれる
6. 電気の使い方をモニタリングし、高齢者が通常通り生活しているかを定期的に確認できる
7. 電気料金請求額や電気料金明細を見ることができる
8. その他
(具体的にお書きください _____)
9. 他にどのようなサービスが加わっても継続したくない

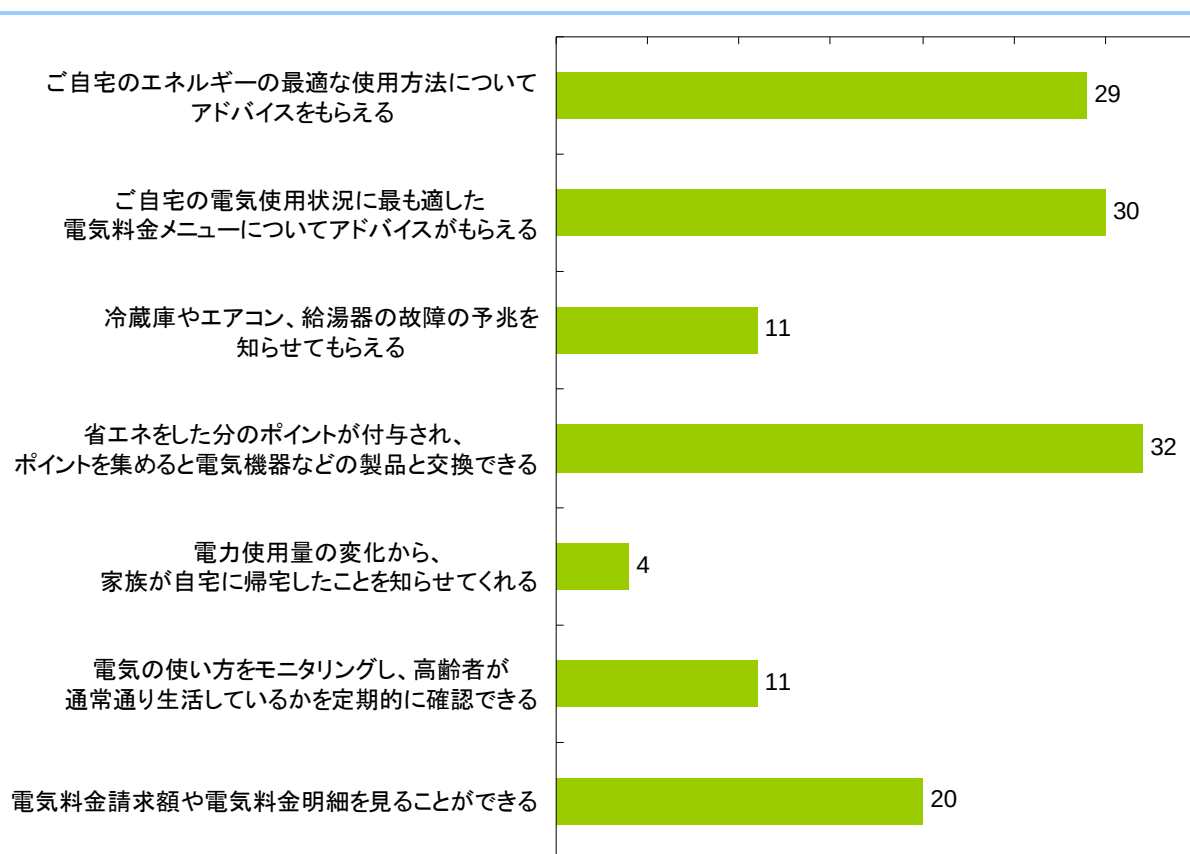


図 8-66 実証中アンケート(A) Q.18 の回答結果

家族の外出、不在に関する設問

《全員》

【Q.19】世帯主の方の休日は、何曜日ですか。

当てはまる選択肢の番号を、○で囲んでください。(いくつでも)

1. 月曜日
2. 火曜日
3. 水曜日
4. 木曜日
5. 金曜日
6. 土曜日
7. 日曜日
8. 不定休

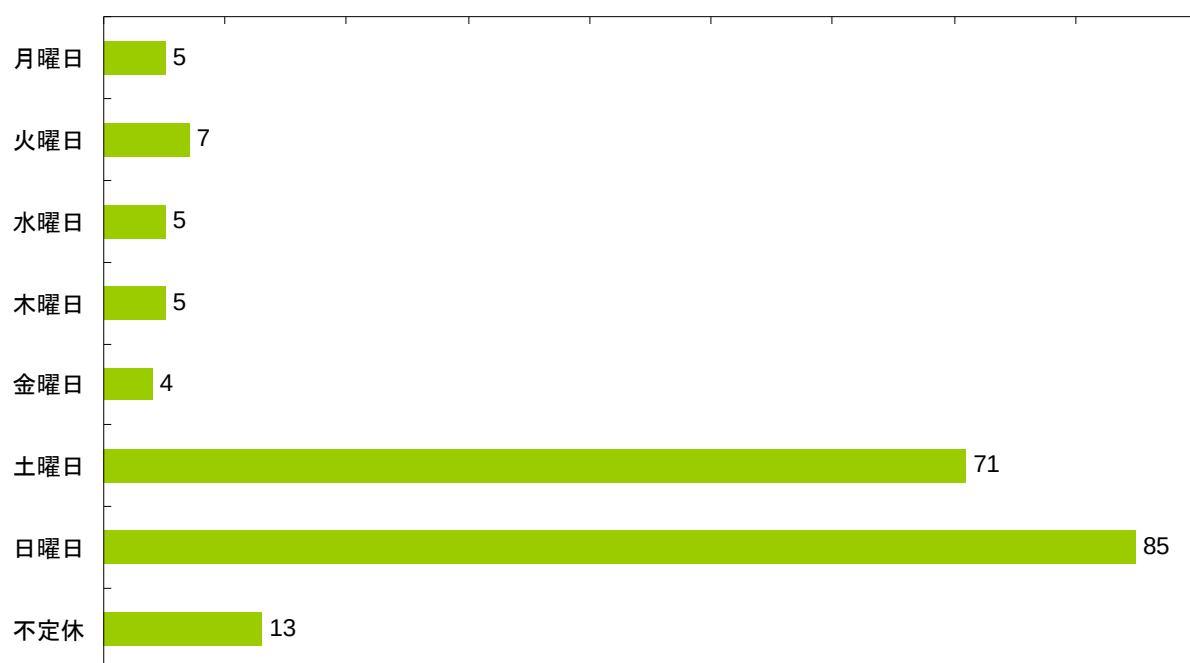


図 8-67 実証中アンケート(A) Q.19 の回答結果

《全員》

【Q.20】 本スマートハウス実証プロジェクトが開始されてから、長期（3 日以上）の出張や旅行などによって、あなた自身、またはあなたのご家族の外出時間が大きく変化しましたか。
当てはまる選択肢の番号を、○で囲んでください。（ひとつだけ）

1. 特に大きな変化はない
2. 外出時間が大幅に増えている
3. 外出時間が大幅に減っている

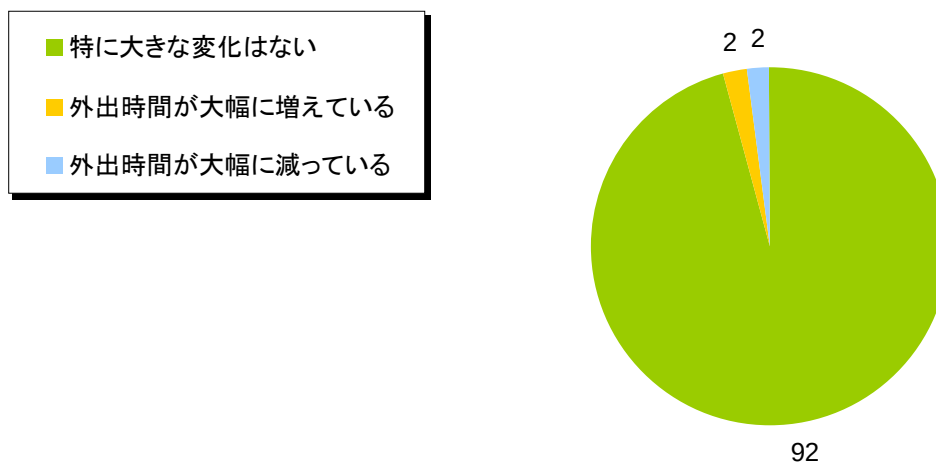


図 8-68 実証中アンケート(A) Q.20 の回答結果

(3) 実証中アンケート(B)の内容および集計結果

実証(B)に協力いただいたモニター100 世帯に対して行った実証中アンケート(B)の内容と集計結果を示す。なお、アンケートを配布したモニターは 100 世帯であるが、回答を辞退された方、書類未返送の方がおり、協力いただけたモニターは 96 世帯である。(有効回答数 96 件、総設問数 21 問)

スマートハウス実証試プロジェクトの参加による省エネ意識、行動の変化

《全員》

【Q.1】 あなたは、現在、電力使用量をどのくらいの頻度で確認していますか。
当てはまる選択肢の番号を、○で囲んでください。(ひとつだけ)

1. 毎日 2 回以上、確認している
2. 毎日 1 回、確認している
3. 2、3 日に 1 回程度、確認している
4. 1 週間に 1 回程度、確認している
5. 2 週間に 1 回程度、確認している
6. 1 度も確認していないが、今後確認するつもりである
7. 1 度も確認しておらず、今後も確認するつもりはない

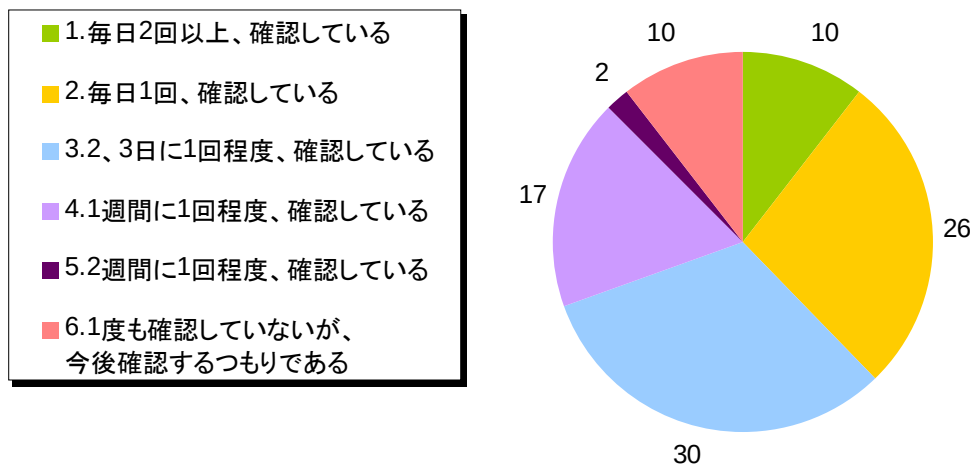


図 8-69 実証中アンケート(B) Q.1 の回答結果

《【Q.1】で6または7を選択した方のみ、お答えください》

【Q.2】 あなたが、電力使用量を確認していない理由は何ですか。

当てはまる選択肢の番号を、○で囲んでください。(いくつでも)

1. どのように見ればよいか、使い方がわからないから
2. 忙しくて確認する時間がないから
3. 確認するのを忘れてしまったから
4. 面倒だから
5. その他

(具体的にお書きください _____)

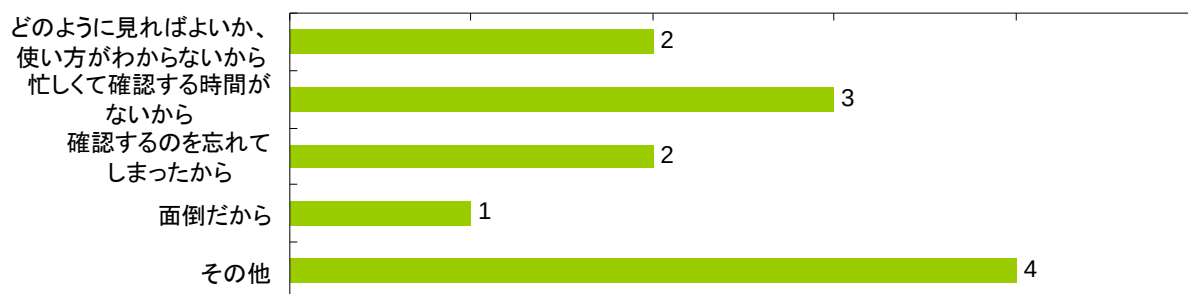


図 8-70 実証中アンケート(B) Q.2 の回答結果

《全員》

【Q.3】 あなたの省エネルギーに対する意識は、当スマートハウス実証プロジェクトへの参加によって変化しましたか。

当てはまる選択肢の番号を、○で囲んでください。(ひとつだけ)

1. 参加する前よりも、強く意識するようになった
2. 参加する前よりも、少し意識するようになった
3. 参加する前と特に変化はない
4. 参加する前よりも、意識しなくなった

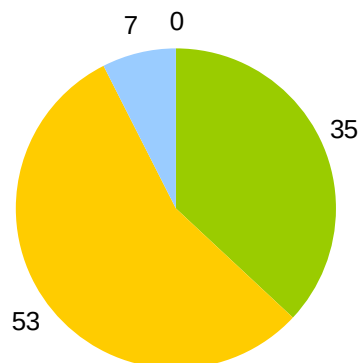
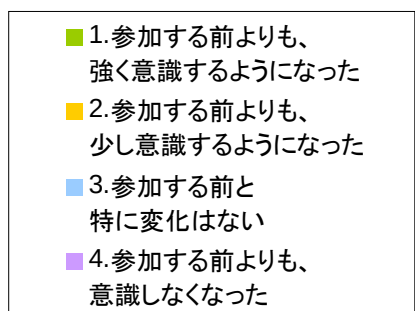


図 8-71 実証中アンケート(B) Q.3 の回答結果

《全員》

【Q.4】 あなたは、主にどの機器で電力使用量を確認していますか。
当てはまる選択肢の番号を、○で囲んでください。(いくつでも)

1. パソコン
2. 携帯電話
3. どの機器でも確認していない

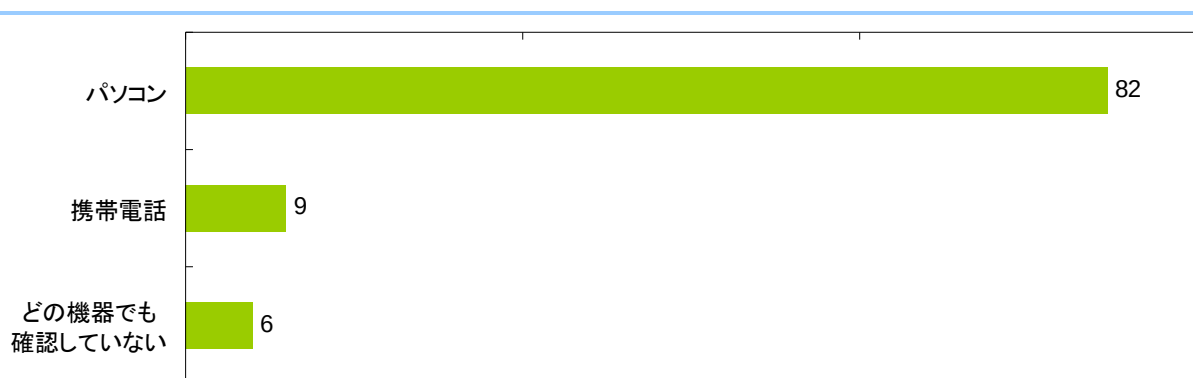


図 8-72 実証中アンケート(B) Q.4 の回答結果

《全員》

【Q.5】 あなたは、電力使用量が「見える化」されたことで、省エネ行動しようと思いましたか。
当てはまる選択肢の番号を、○で囲んでください。(ひとつだけ)
※電力使用量の「見える化」とは、家庭の電力使用量をパソコンや携帯電話などの機器で、リアルタイムに把握できることを意味します。

1. 省エネ行動をしようと思った
2. 省エネ行動をしようと思わなかった

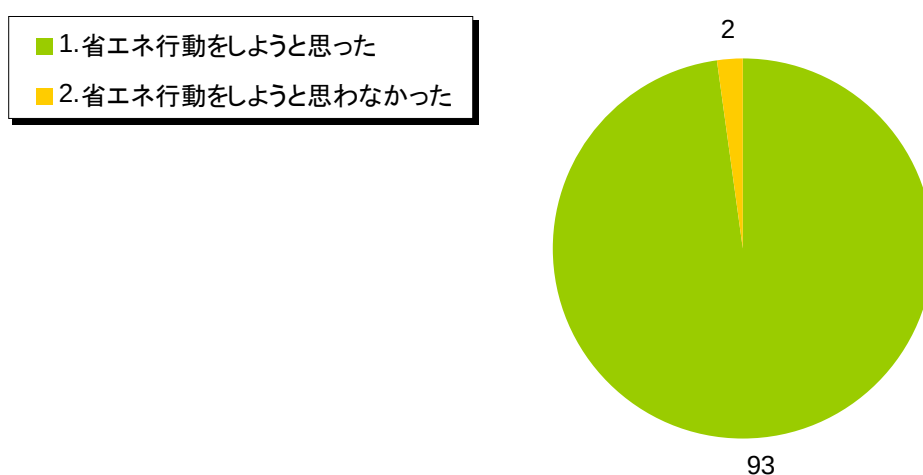


図 8-73 実証中アンケート(B) Q.5 の回答結果

《【Q.5】で1を選択した方のみ、お答えください》

【Q.6】 電力使用量が「見える化」されたことで、あなたが実践した省エネ行動は何ですか。

当てはまる選択肢の番号を、○で囲んでください。(いくつでも)

1. 電気をこまめに消灯した
2. 待機電力削減のため、コンセントを抜くようにした
3. 暖房（冷房）の設定温度を低め（高め）にするようにした
4. 電気機器を使用する際は、タイマー機能を使用するようにした
5. テレビは、見ていない時は消すようにした
6. 冷蔵庫の扉は、すぐに閉めるようにした
7. シャワーの時間を短縮したり、入浴の回数を減らしたりした
8. お風呂の残り湯を洗濯に再利用するようにした
9. 省エネ型の電球に買い換えた
10. 省エネルギー型の家電や製品に買い換えた
11. その他

(具体的にお書きください_____)

12. 「見える化」によって実践した省エネ行動は、特にない

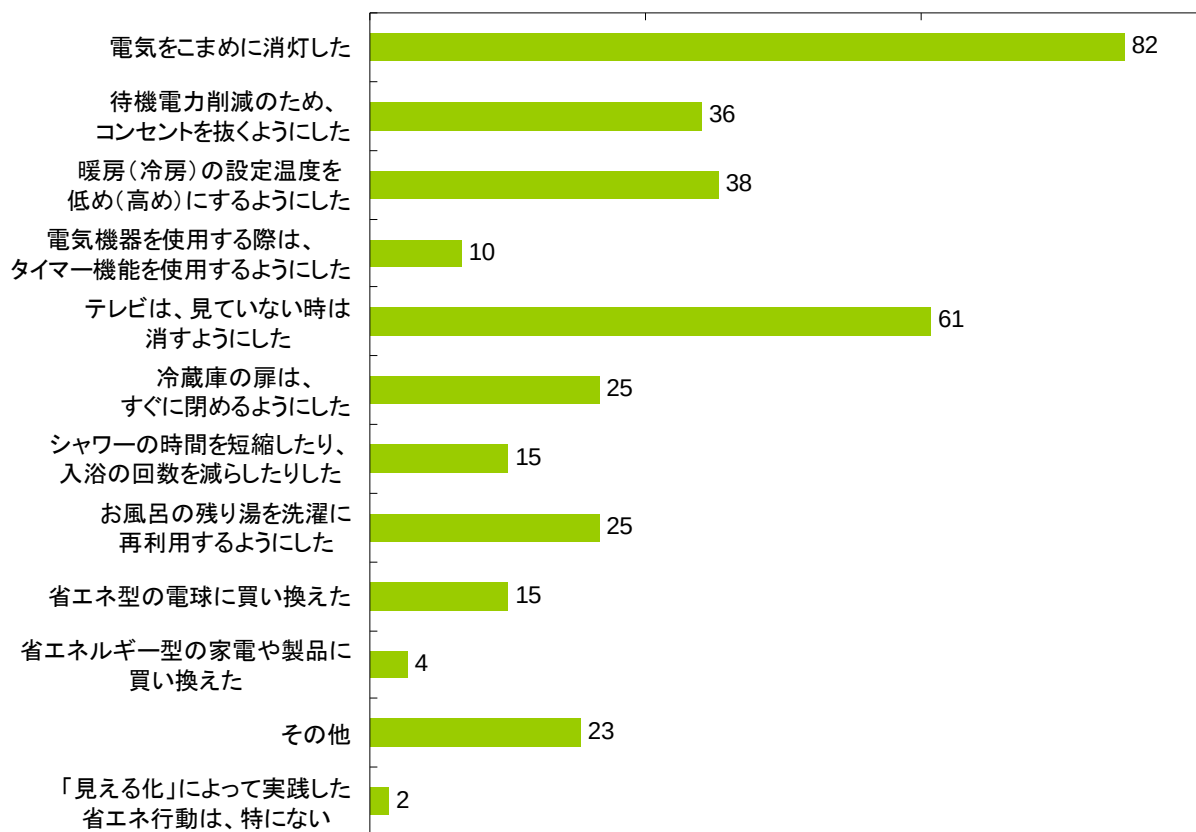


図 8-74 実証中アンケート(B) Q.6 の回答結果

《【Q.5】で1を選択した方のみ、お答えください》

【Q.7】 あなたが、省エネのために節電した電気機器は何ですか。

当てはまる選択肢の番号を、○で囲んでください。(いくつでも)

1. IH コンロ
2. 電子レンジ
3. 食器洗浄器
4. 電気ポット
5. 炊飯器
6. 洗濯機
7. 衣類乾燥器
8. ヘアードライヤー
9. アイロン
10. 布団乾燥機
11. トースター
12. コーヒーメーカー
13. テレビ
14. エアコン
15. パソコン
16. 電気暖房器具（電気コタツ、電気カーペット、電気ヒーター、電気毛布、電気床暖房など）
17. 加湿器
18. 除湿器
19. 電気浴室乾燥器
20. その他
(具体的にお書きください_____)
21. 節電した電気機器は、特にない

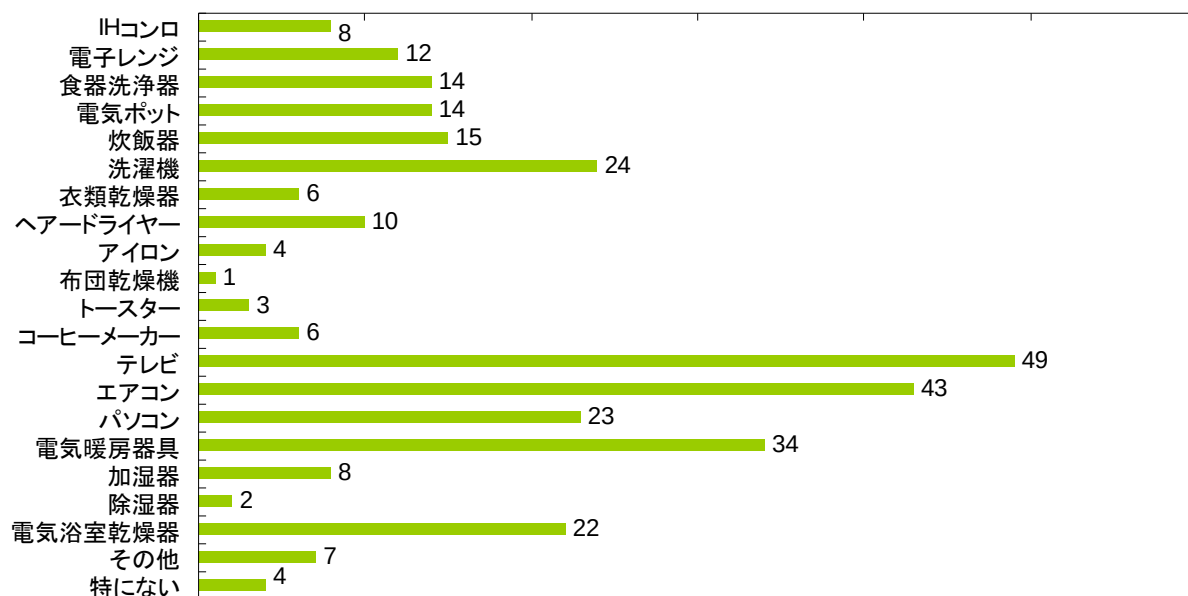


図 8-75 実証中アンケート(B) Q.7 の回答結果

スマートハウスに対する関心度、許容の変化

《全員》

【Q.8】 あなたは、現時点で、本スマートハウス実証プロジェクトの電力使用量の「見える化」に対し、お金を支払っても利用したいと思いますか。

当てはまる選択肢の番号を、○で囲んでください。(ひとつだけ)

1. お金を払っても良い
2. お金を払いたくない
3. わからない

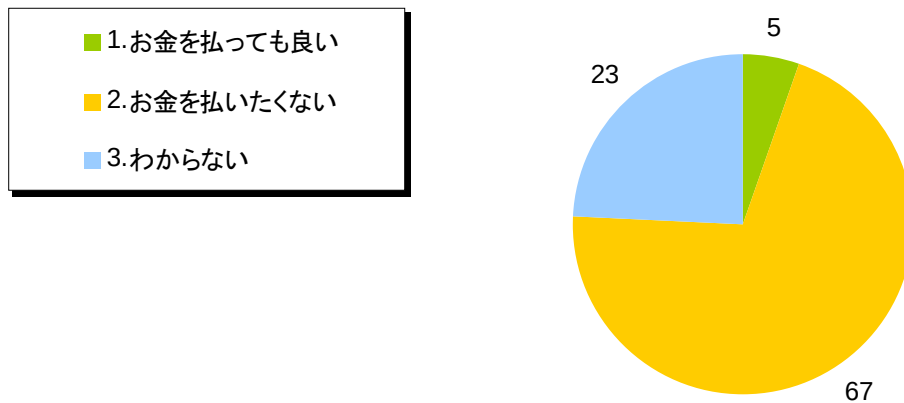


図 8-76 実証中アンケート(B) Q.8 の回答結果

《【Q.8】で1または3を選択した方のみ、お答えください》

【Q.9】 電力使用量の「見える化」に対してお金を払う場合、どのような支払い形態が妥当だと思いますか。

当てはまる選択肢の番号を、○で囲んでください。(ひとつだけ)

1. 機器の初期費用を支払い、月々の利用が無料の形態
2. 機器をレンタルし、月々の利用料を支払う形態
3. 機器の初期費用を一部支払い、月々の利用料を支払う形態

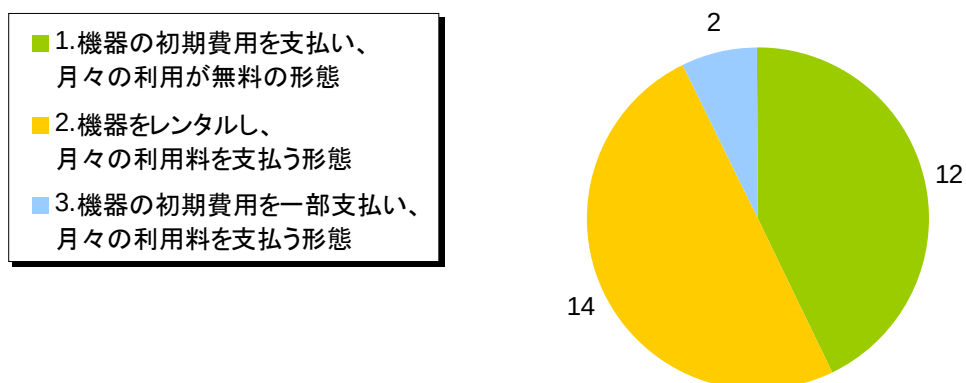


図 8-77 実証中アンケート(B) Q.9 の回答結果

《【Q.9】で1または3を選択した方のみ、お答えください》

【Q.10】 機器の初期費用として、いくらまでであれば支払っても良いと思いますか。
金額を、回答欄にお書きください。

回答欄

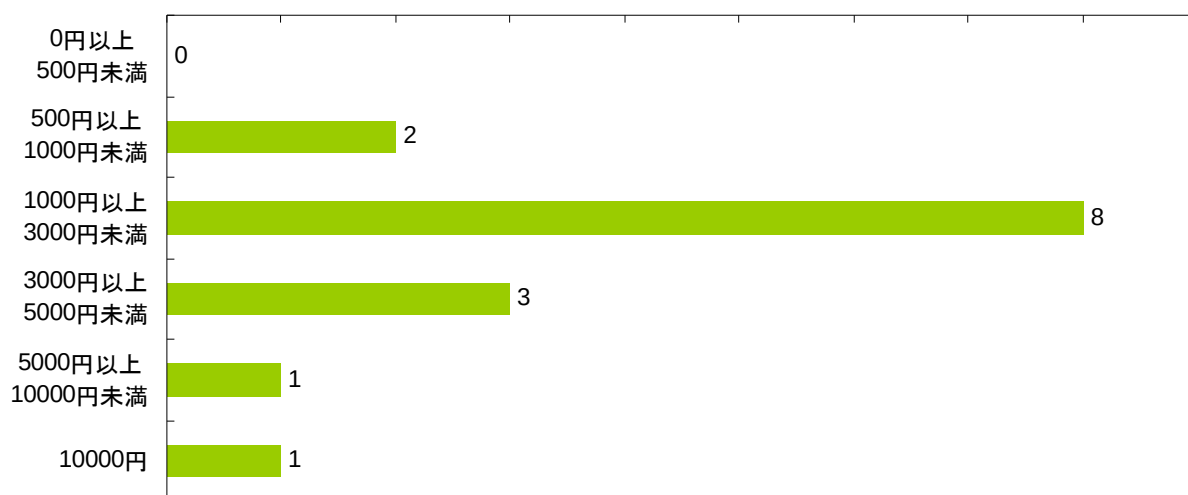
 円

図 8-78 実証中アンケート(B) Q.10 の回答結果

《【Q.9】で2または3を選択した方のみ、お答えください》

【Q.11】 月々の利用料として、いくらまでであれば支払っても良いと思いますか。
金額を、回答欄にお書きください。

回答欄

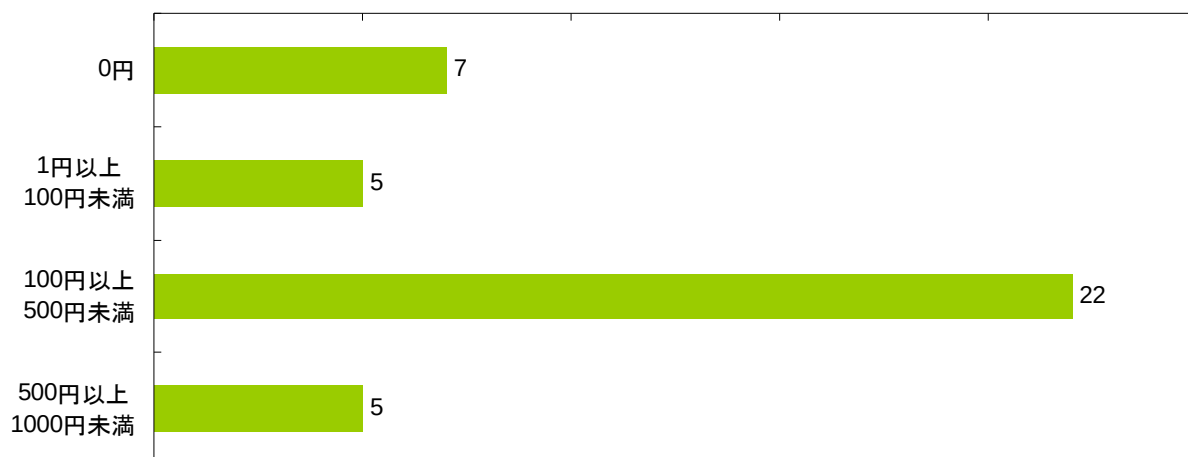
 円

図 8-79 実証中アンケート(B) Q.11 の回答結果

《全員》

【Q.12】 あなたは、電力使用量の「見える化」のためご自宅の電力使用量のデータを、サービス事業者に提供しても良いと思いますか。

当てはまる選択肢の番号を、○で囲んでください。(ひとつだけ)

1. 提供しても良い
2. 提供したくない
3. わからない

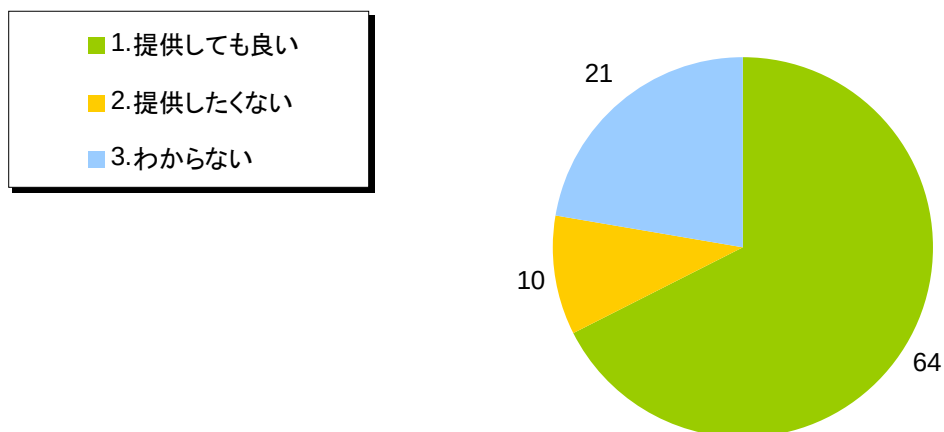


図 8-80 実証中アンケート(B) Q.12 の回答結果

《全員》

【Q.13】あなたは、現時点で、どのような機関または企業であれば、サービスのためにご自宅の電力使用量のデータを提供しても良いと考えますか。

当てはまる選択肢の番号を、○で囲んでください。(いくつでも)

1. 国、地方自治体
2. 郵便会社
3. 警察
4. 消防
5. 通信事業者
6. 電力会社（通常の課金のため以外の目的で）
7. ガス会社
8. 水道局
9. マンション管理会社
10. 警備会社
11. 金融機関
12. 家電メーカー
13. 宅配会社
14. その他

(具体的にお書きください _____)

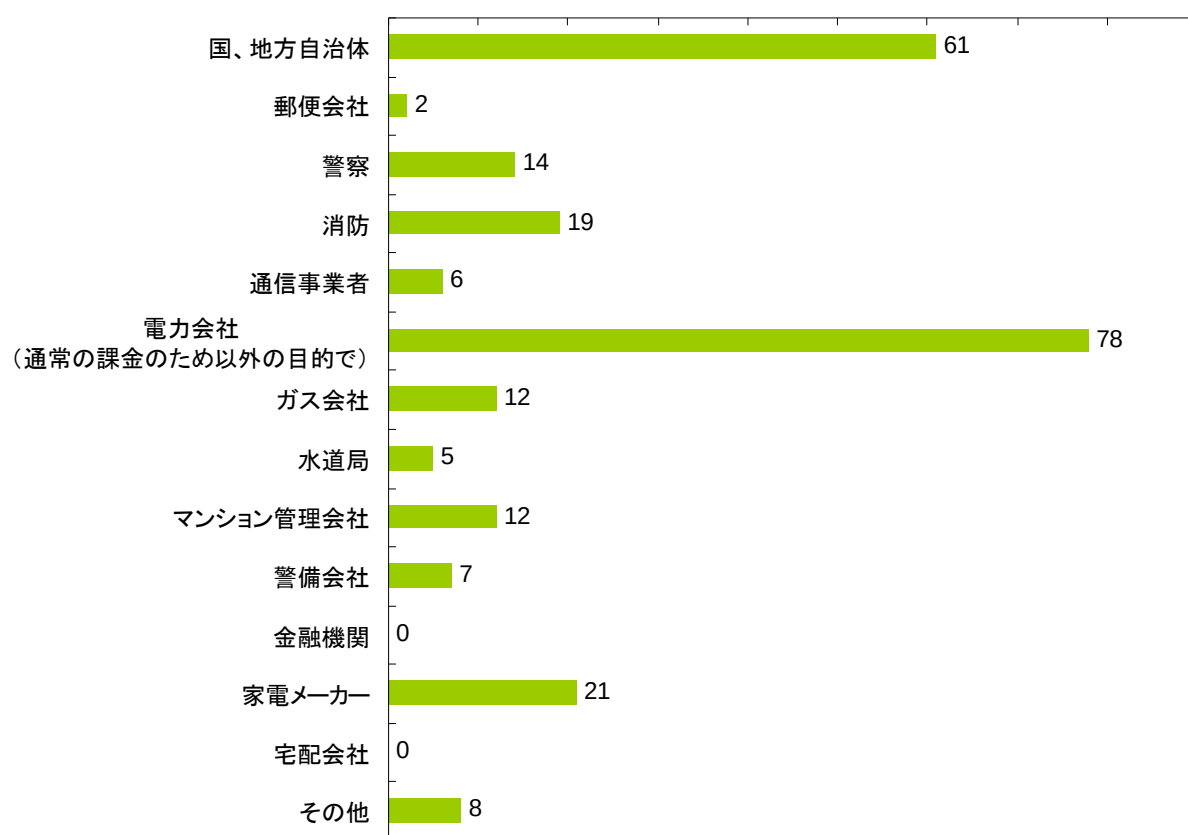


図 8-81 実証中アンケート(B) Q.13 の回答結果

《全員》

【Q.14】 あなたは、現在、「CO₂削減効果ランキング」をどのくらいの頻度で確認していますか。当てはまる選択肢の番号を、○で囲んでください。(ひとつだけ)

1. 毎日2回以上、確認している
2. 毎日1回、確認している
3. 2、3日に1回程度、確認している
4. 1週間に1回程度、確認している
5. 2週間に1回程度、確認している
6. 1度も確認していないが、今後確認するつもりである
7. 1度も確認しておらず、今後も確認するつもりはない

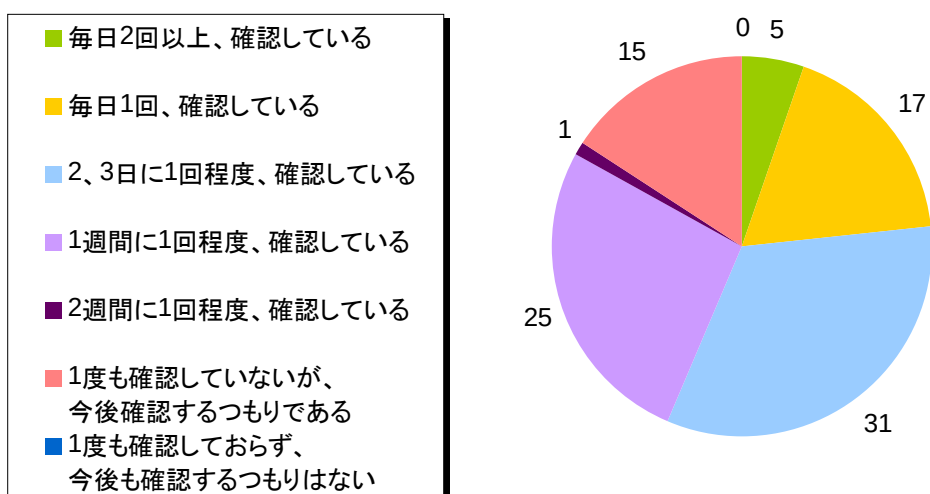


図 8-82 実証中アンケート(B) Q.14 の回答結果

《【Q.14】で6または7を選択した方のみ、お答えください》

【Q.15】あなたが、「CO₂削減効果ランキング」をあまり確認していない理由は何ですか。

当てはまる選択肢の番号を、○で囲んでください。(いくつでも)

1. どのように見ればよいか使い方が、わからないから
2. 忙しくて確認する時間がないから
3. 確認するのを忘れてしまったから
4. 面倒であるから
5. 「CO₂削減効果ランキング」に特に関心が無いから
6. その他

(具体的にお書きください _____)

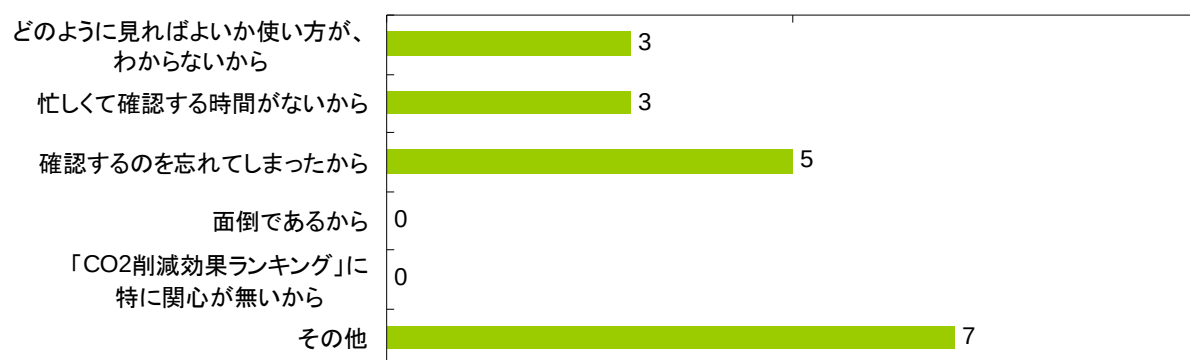


図 8-83 実証中アンケート(B) Q.15 の回答結果

《全員》

【Q.16】「CO₂削減効果ランキング」を見たことによって、あなたは昼間ご使用になる電気を夜間に移行させようと思いましたか

当てはまる選択肢の番号を、○で囲んでください。(ひとつだけ)

1. 移行させようと思った
2. 移行させようと思わなかった

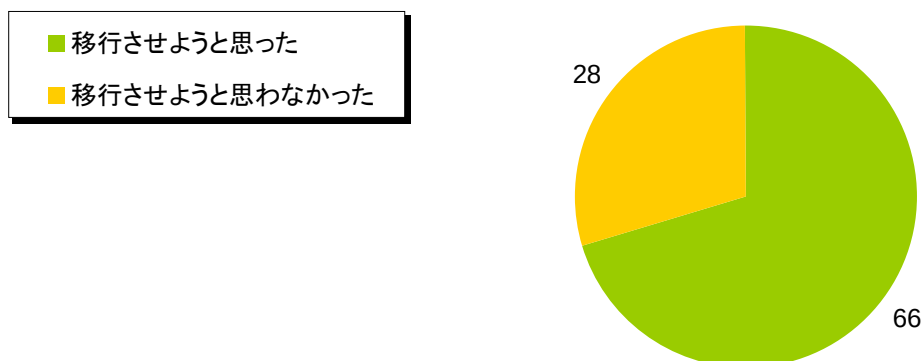


図 8-84 実証中アンケート(B) Q.16 の回答結果

《【Q.16】で1を選択した方のみ》

【Q.17】あなたが、CO₂削減効果ランキングを見て昼間の電気使用を夜間に移行させようと思った理由は何ですか。

当てはまる選択肢の番号を、○で囲んでください。(いくつでも)

1. 順位を競うのが楽しかったから
2. 報償金が欲しかったから
3. 環境貢献のためにCO₂を人よりたくさん削減したかったから
4. 子供が興味を持ったから
5. その他

(具体的にお書きください _____)

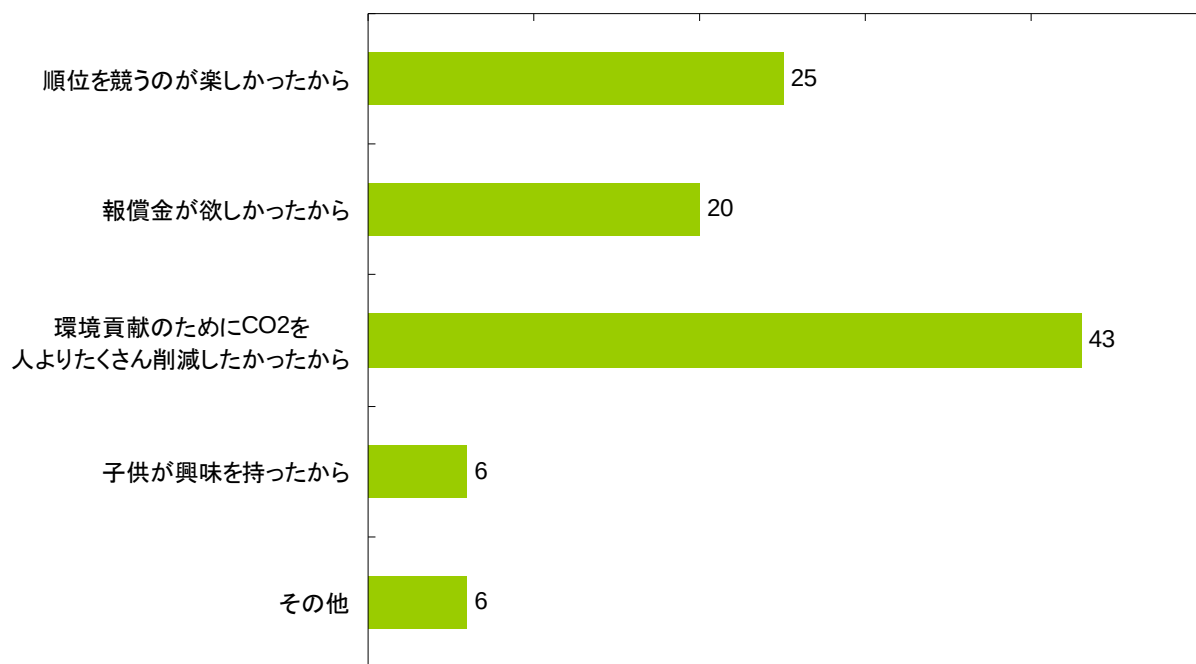


図 8-85 実証中アンケート(B) Q.17 の回答結果

《【Q.16】で1を選択した方のみ》

【Q.18】あなたはCO₂削減効果ランキングを見て、昼間の電気使用を夜間に移行させるためにどんな取り組みを実践しましたか。

使用する時間を夜間に移行した電気機器として、当てはまる選択肢の番号を、○で囲んでください。
(いくつでも)

1. IH コンロ
2. 電子レンジ
3. 食器洗浄器
4. 電気ポット
5. 炊飯器
6. 洗濯機
7. 衣類乾燥器
8. ヘアードライヤー
9. アイロン
10. 布団乾燥機
11. トースター
12. コーヒーメーカー
13. テレビ
14. エアコン
15. パソコン
16. 電気暖房器具（電気コタツ、電気カーペット、電気ヒーター、電気毛布、電気床暖房など）
17. 加湿器
18. 除湿器
19. 電気浴室乾燥器
20. その他（具体的にお書きください）
21. 使用する時間を夜間に移行した電気機器はない

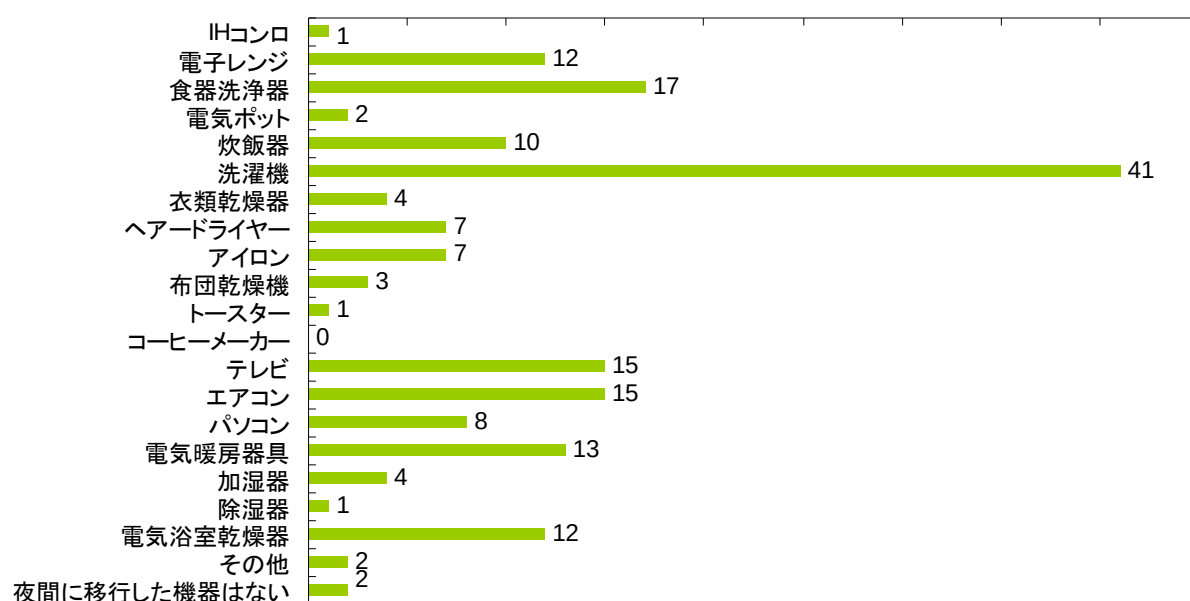


図 8-86 実証中アンケート(B) Q.18 の回答結果

スマートハウス実証試プロジェクトに参加した感想

《全員》

【Q.19】あなたが、本スマートハウス実証プロジェクトのモニターに応募した理由は何ですか。

当てはまる選択肢の番号を、○で囲んでください。(いくつでも)

1. スマートハウスに関心があるから
2. 自宅の電力使用量の見える化に関心があるから
3. 家庭の省エネルギーに関心があるから
4. 社会貢献に繋がると思ったから
5. 協力金がもらえるから
6. その他

(具体的にお書きください _____)

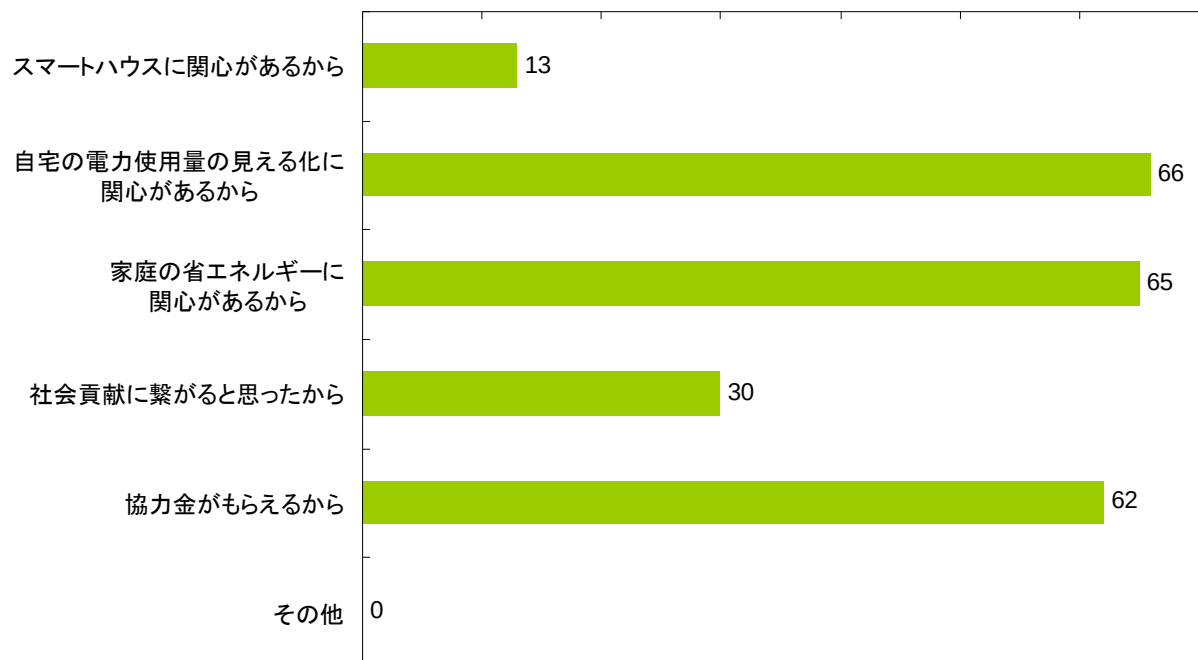


図 8-87 実証中アンケート(B) Q.19 の回答結果

《全員》

【Q.20】 あなたは、今回の実証実験に参加して、ご自宅の省エネルギーに繋がった実感はありましたか。
当てはまる選択肢の番号を、○で囲んでください。(ひとつだけ)

1. 省エネルギーに繋がったと大いに実感している
2. 少しは省エネルギーに繋がったと実感している
3. あまり省エネルギーに繋がった実感はない
4. 省エネルギーに繋がった実感は全くない

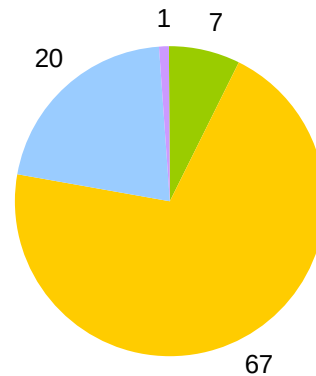
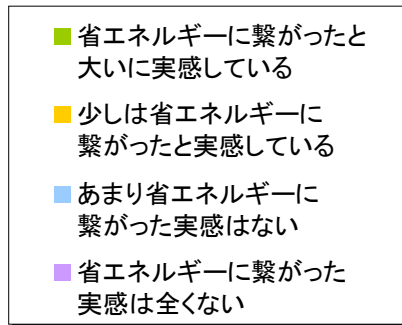


図 8-88 実証中アンケート(B) Q.20 の回答結果

《全員》

【Q.21】 あなたは、本スマートハウス実証プロジェクトの電力使用量の「見える化」を、今後も継続して利用したいと思いますか。
当てはまる選択肢の番号を、○で囲んでください。(ひとつだけ)

1. 継続したい
2. 継続したくない
3. どちらともいえない

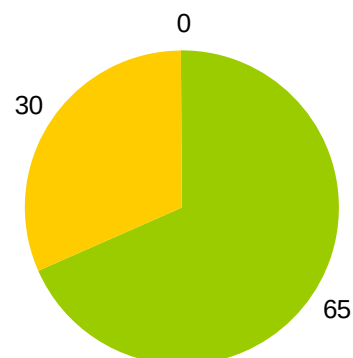
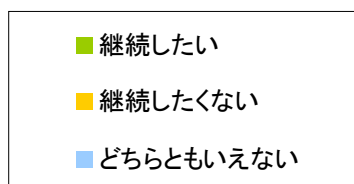


図 8-89 実証中アンケート(B) Q.21 の回答結果

《【Q.21】で1を選択した方のみ、お答えください》

【Q.22】あなたが電力使用量の「見える化」を、継続したいと考える理由は何ですか。

当てはまる選択肢の番号を、○で囲んでください。(いくつでも)

1. 省エネに対する意識を高めることができるから
2. 電気機器のつけっぱなしを防止できるから
3. 自宅の待機電力を把握できるから
4. 「見える化」された電力使用量を確認することが楽しいから
5. 省エネルギーにより CO2 排出削減に貢献したいから
6. 子供の環境教育に役立つから
7. その他

(具体的にお書きください _____)

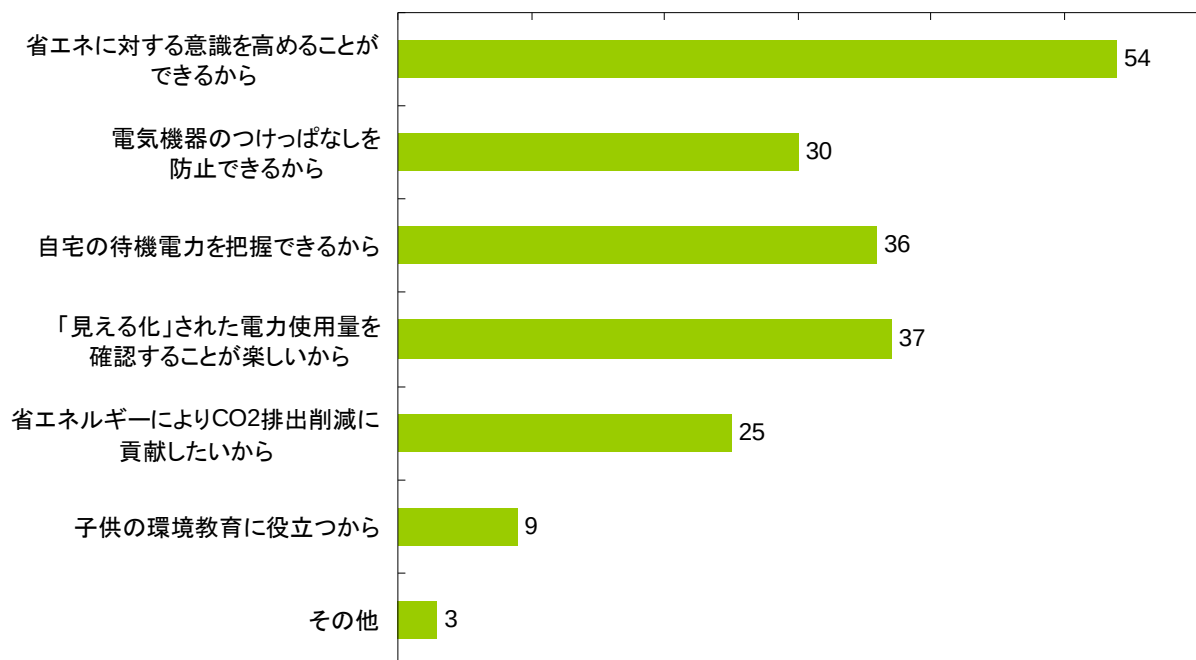


図 8-90 実証中アンケート(B) Q.22 の回答結果

《【Q.21】で2または3を選択した方のみ、お答えください》

【Q.23】あなたは、「見える化」の他に、どのようなサービスが加われば、継続したいと思いますか。
当てはまる選択肢の番号を、○で囲んでください。(いくつでも)

1. ご自宅のエネルギーの最適な使用方法についてアドバイスもらえる
2. ご自宅の電気使用状況に最も適した電気料金メニューについてアドバイスもらえる
3. 冷蔵庫やエアコン、給湯器の故障の予兆を知らせてもらえる
4. 省エネをした分のポイントが付与され、ポイントを集めると電気機器などの製品と交換できる
5. 電力使用量の変化から、家族が自宅に帰宅したことを知らせてくれる
6. 電気の使い方をモニタリングし、高齢者が通常通り生活しているかを定期的に確認できる
7. 電気料金請求額や電気料金明細を見ることができる
8. その他
(具体的にお書きください _____)
9. 他にどのようなサービスが加わっても継続したくない

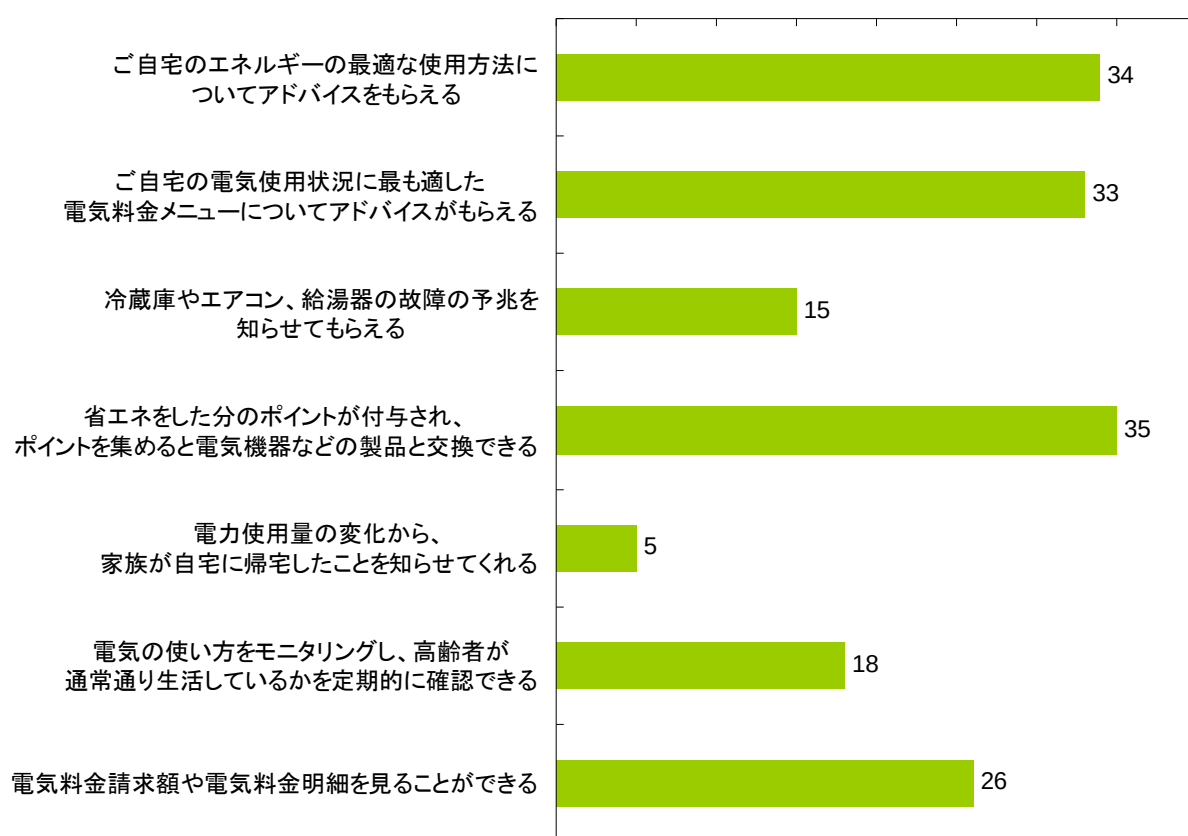


図 8-91 実証中アンケート(B) Q.23 の回答結果

家族の外出、不在に関する設問

《全員》

【Q.24】世帯主の方の休日は、何曜日ですか。

当てはまる選択肢の番号を、○で囲んでください。(いくつでも)

1. 月曜日
2. 火曜日
3. 水曜日
4. 木曜日
5. 金曜日
6. 土曜日
7. 日曜日
8. 不定休

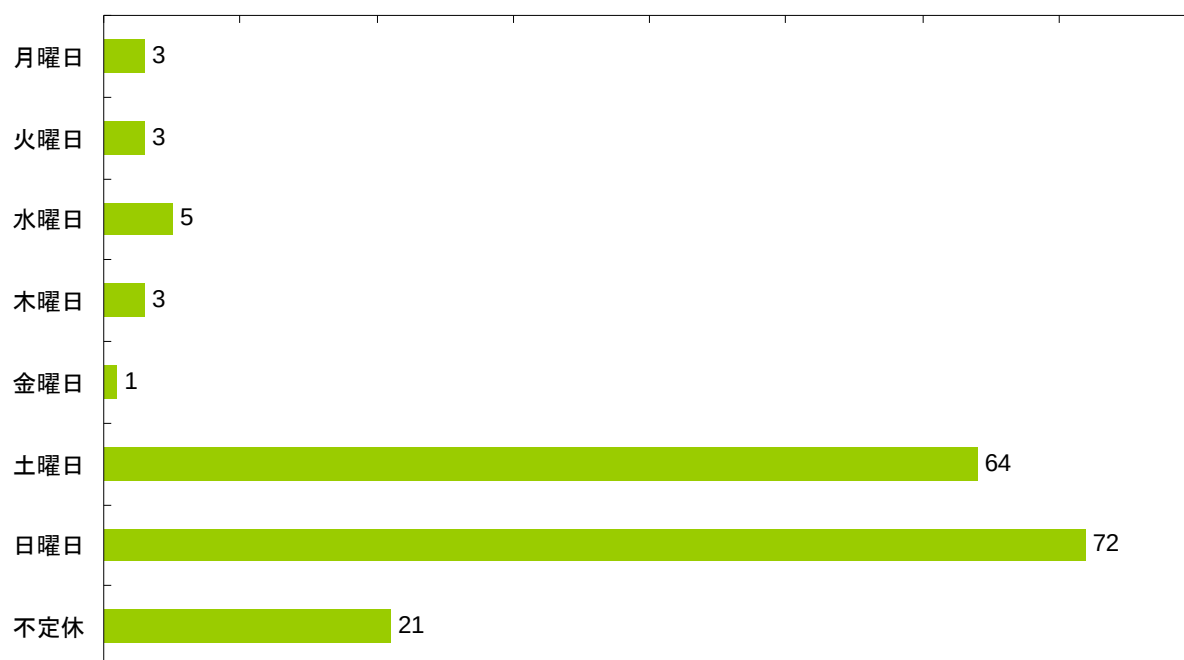


図 8-92 実証中アンケート(B) Q.24 の回答結果

《全員》

【Q.25】 本スマートハウス実証プロジェクトが開始されてから、長期（3 日以上）の出張や旅行などによって、あなた自身、またはあなたのご家族の外出時間が大きく変化しましたか。
当てはまる選択肢の番号を、○で囲んでください。（ひとつだけ）

1. 特に大きな変化はない
2. 外出時間が大幅に増えている
3. 外出時間が大幅に減っている

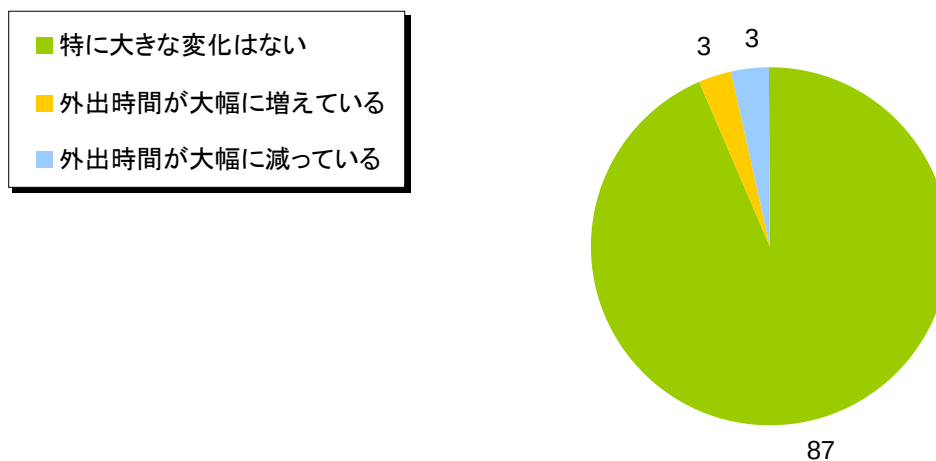


図 8-93 実証中アンケート(B) Q.26 の回答結果

8.3.1.4. 使用電力量の分析方法

(1) 使用電力量と気温の相関関係分析

気温変動により使用電力量が影響を受ける場合、実証実験による CO2 低減効果が正確に評価分析できないことが予想される。

そこで、本実証実験においては、実証期間における気温と使用電力量の相関関係を分析し、気温の変動による影響を分析する。そして、影響が確認できた場合は、CO2 低減効果の評価分析にあたっては、実証実験結果に基づく相関関係近似式を用いて同一気温条件だった場合を推測し分析を行う。

(2) 評価分析の比較対象期間

実証(A)(B)の CO2 削減効果を評価分析するにあたっては、使用電力量および CO2 削減ランキングの見える化を実施している期間と未実施の期間の計測データ比較を行うことにより CO2 削減評価する。

本実証実験時期（2 月）の比較対象期間としては、前年同月、同年前月が考えられるが、以下の理由から、実証未実施の計測データ期間である同年前月（1 月）と実証データ計測期間（2 月）の比較を行い、評価分析を行うこととする。

- ・ 前年同月の場合、家族構成や家電製品構成などの変動により既に生活スタイルが変わっている可能性があるが、同年前月の場合はその可能性は低いいため、CO2 削減に向けた取り組みや需要家心理の検証においては適している。
- ・ 前年同月の場合、システム開発以前のため計測データは 1kWh 単位となるが、同年前月の場合はシステム開発後のため、実証データ計測期間と同じ 0.1kWh 単位のデータであり、比較対象期間として適している。

(3) 評価分析グループ

首都圏エリアの実証実験対象モニターについては、世帯年齢および世帯人数毎にグループ分けを行ない評価分析することとする。ただし、60 歳以上の世帯についてはモニター数が少ないため、世帯人数毎のグループ分けを行わず 1 グループとする。

また、気候条件が異なる北海道エリアの実証実験対象モニターについては、モニター数が少ないため、グループ分けを行わず 1 グループとする。グループ内訳を表 8-15 に示す。

表 8-15 評価分析におけるグループ分け

		首都圏エリア・世帯人数				北海道エリア
		1人	2人	3人	4人以上	
世帯主の年齢	40未満	グループ① (9世帯)	グループ② (14世帯)	グループ③ (15世帯)	グループ④ (20世帯)	北海道 (19世帯)
	40～60歳	グループ⑤ (9世帯)	グループ⑥ (23世帯)	グループ⑦ (25世帯)	グループ⑧ (41世帯)	
	60歳以上	グループ⑨ (17世帯)				

8.3.1.5. CO2 削減に貢献する需要負荷シフト時間帯の考え方

需要の変化に対応した電源の組合せ例を図 8-94 に示す。この図に示すとおり、日本の電力事情は昼のピークを、需要変化に素早く対応し出力調整が可能な火力発電と揚水式水力発電でまかなっていることが分かる。また、別資料からの引用となるが、一日の時間帯別電源の組合せを図 8-95 に示す。需要のピークとなる 9 時～18 時は、石油火力などの CO2 排出量の高い電源が稼動するため、時間帯別の CO2 排出量を考えると、夜間に比べて昼間の方が推測される。そこで、需要を夜間へピークシフトすることにより使用電力量が同程度であったとしても、CO2 排出量を削減することにつながると考え、昼間時間帯を 9 時～18 時と設定した。

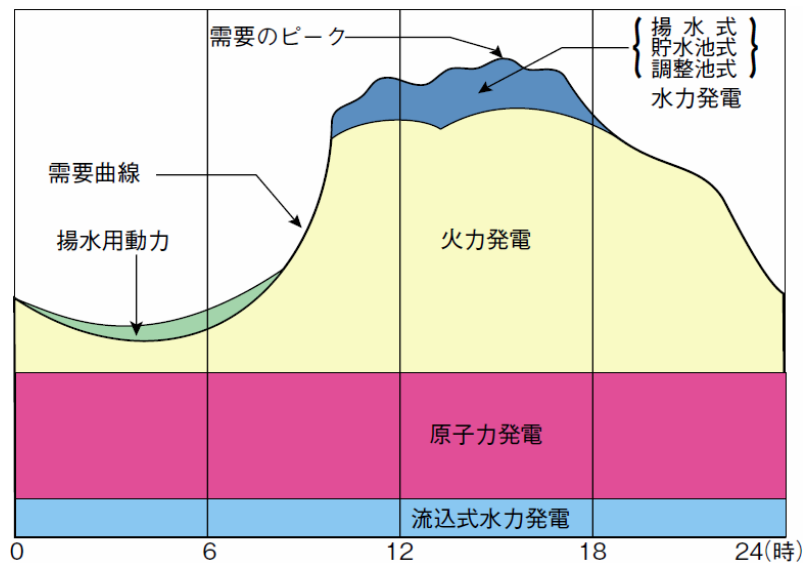


図 8-94 需要の変化に対応した電源の組合せ（ベストミックス）⁴

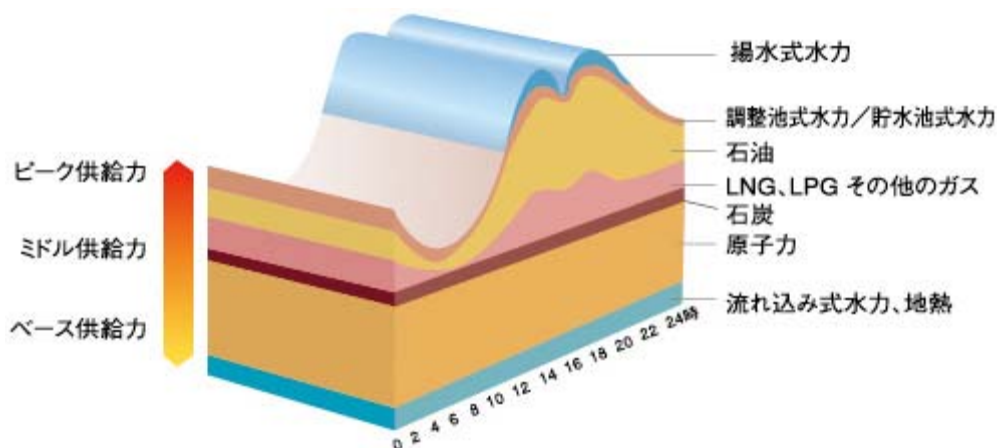


図 8-95 一日の時間帯別の電源の組合せ⁵

⁴ 電気事業連合会，原子力・エネルギー図面集，
<http://www.fepc.or.jp/library/publication/pamphlet/nuclear/zumenshu/>

⁵ 資源エネルギー庁，<http://www.enecho.meti.go.jp/topics/energy-in-japan/energy2008html/policy/>

8.3.1.6. 付与するインセンティブの考え方

前項で設定した昼間時間帯からその他の時間帯へ需要負荷をシフトすることにより、昼間の需要負荷のピークカットが実現できた場合の発電コスト削減相当額を、需要負荷シフトに貢献した需要家がインセンティブとして享受するモデルを検証する。

本実証実験における昼間率および削減効果ポイントの定義を表 8-16 に示す。

表 8-16 昼間率および削減効果ポイントの定義

項 目	内 容
昼間率	昼間（9～18 時）の使用電力量／全日の使用電力量
基準昼間率	1/1～1/31 までの昼間率
実績昼間率	2/1～前日までの昼間率
削減効果ポイント	（基準昼間率×100）－（実績昼間率×100）

インセンティブとして付与するコスト削減相当額は、需要負荷のピークカットによる電気需給契約における契約電力抑制効果と同等であると考え、電気需給契約の基本料金における契約電力抑制効果を発電コスト削減相当額とする。

本実証実験においては、昼間時間帯の平均需要負荷が 1 世帯あたり 0.2kW/世帯減少した場合の契約電力抑制による発電コスト削減相当額を、インセンティブとして需要家へ付与するものとする。タイムリーな CO2 削減ランキング情報の見える化を行い、競争により上位になった者のみインセンティブを享受できる仕組みにすることにより CO2 排出量削減を促進する。なお、CO2 削減ランキングは、見える化未実施期間（1 月）の昼間率実績と見える化実施期間（2 月）の閲覧前日までの昼間率実績を比較し、削減率の大きい世帯を上位とする。インセンティブの算定式、付与額を表 8-17 に示す。

表 8-17 インセンティブの算定式、付与額

項 目	内 容
算定式	発電コスト削減相当額 $= \text{昼間低減契約電力} \times \text{高圧業務用電力基本料金}$ $= 0.2\text{kW/世帯} \times 100 \text{ 世帯} \times 1638 \text{ 円/kW} \cdot \text{月}^6 \times \text{力率割引}^7$ $= 27,846 \text{ 円/月}$ $\simeq 30,000 \text{ 円/月}$
付与額	・上位 20 世帯にはインセンティブとして以下金額を支払う。 1～5 位： 3,000 円/世帯・月 6～20 位： 1,000 円/世帯・月 （合計：30,000 円）

⁶ 東京電力株式会社の高圧業務用電力の基本料金を適用した場合を想定

⁷ 力率 100%の場合の力率割引を適用

8.3.2. 実験結果

8.3.2.1. 気温の影響

(1) 実証実験対象の都道府県における最高気温および最高気温

実証実験対象エリアの都道府県における実証実験期間（1月、2月）の最高気温、最低気温について、正月（1/1～1/3の3日間）、平日（月～金の祝日・正月を除く日）、土日祝日（正月を除く）別に、表 8-18、表 8-19 に示す。

見える化未実施のデータ計測期間である1月に比べ、見える化を実施している実証期間の2月は、平均最高気温および平均最低気温ともに概ね1～2℃程度低かった。

表 8-18 実証実験期間の正月・平日・土日祝日別の平均最高気温

エリア	1月			2月	
	正月	平日	土日祝	平日	土日祝
	9.5	11.2	9.6	10.1	8.3
東京都	9.5	11.2	9.6	10.1	8.3
神奈川県	9.9	11.5	9.6	10.1	8.7
千葉県	9.5	11.1	9.9	10.6	8.5
北海道	1.8	0.5	-0.3	-0.5	-0.8

表 8-19 実証実験期間の正月・平日・土日祝日別の平均最低気温

	1月			2月	
	正月	平日	土日祝	平日	土日祝
	1.1	3.5	3.5	3.7	2.6
東京都	1.1	3.5	3.5	3.7	2.6
神奈川県	2.2	3.7	3.4	3.7	2.6
千葉県	2.6	3.6	2.6	3.6	1.9
北海道	-1.7	-4.7	-5.0	-5.9	-6.1

(2) 実証実験対象の都道府県別の実証実験対象モニター諸条件

都道府県別の実証実験対象モニターの諸条件を表 8-20 に示す。千葉県は平均世帯人数がやや多く、専有部面積については東京都がやや狭く、北海道がやや広い実証実験対象モニターの構成となっている。

表 8-20 実証実験対象モニター情報

	実証実験対象モニター情報				
	マンション数	モニター数 〔世帯〕	世帯主 平均年齢 〔歳〕	世帯人数 平均 (人/世帯)	専有部 平均面積 〔m2〕
東京都	3	54	44.3	2.8	74.3
神奈川県	4	81	44.2	2.9	79.1
千葉県	2	38	42.5	3.2	81.5
北海道	1	19	45.9	2.9	87.4
合計	10	192	44.1	2.9	79.0

(3) 最高気温に対する 1 世帯あたりの 1 日の平均使用電力量分布状況

最高気温に対する 1 世帯あたりの 1 日の平均使用電力量分布状況を図 8-96 に示す。

東京・神奈川エリアにおいては、最高気温が低下すると概ね同等の割合で使用電力量の増加する結果となった。ただ、正月については、平日・土日祝日の分布から独立した相関関係のない値となった。

千葉エリアにおいては、東京・神奈川エリアより使用電力量が全体的に多いものの、東京・神奈川エリアと同様に、最高気温が低下すると概ね同等の割合で使用電力量の増加する結果となった。ただ、正月については、平日・土日祝日の分布から独立した相関関係のない値となった。

北海道エリアにおいては、東京・神奈川・千葉エリアと最高気温と平均使用電力量の分布状況は異なるものの、最高気温が低下すると使用電力量が増加する結果となった。

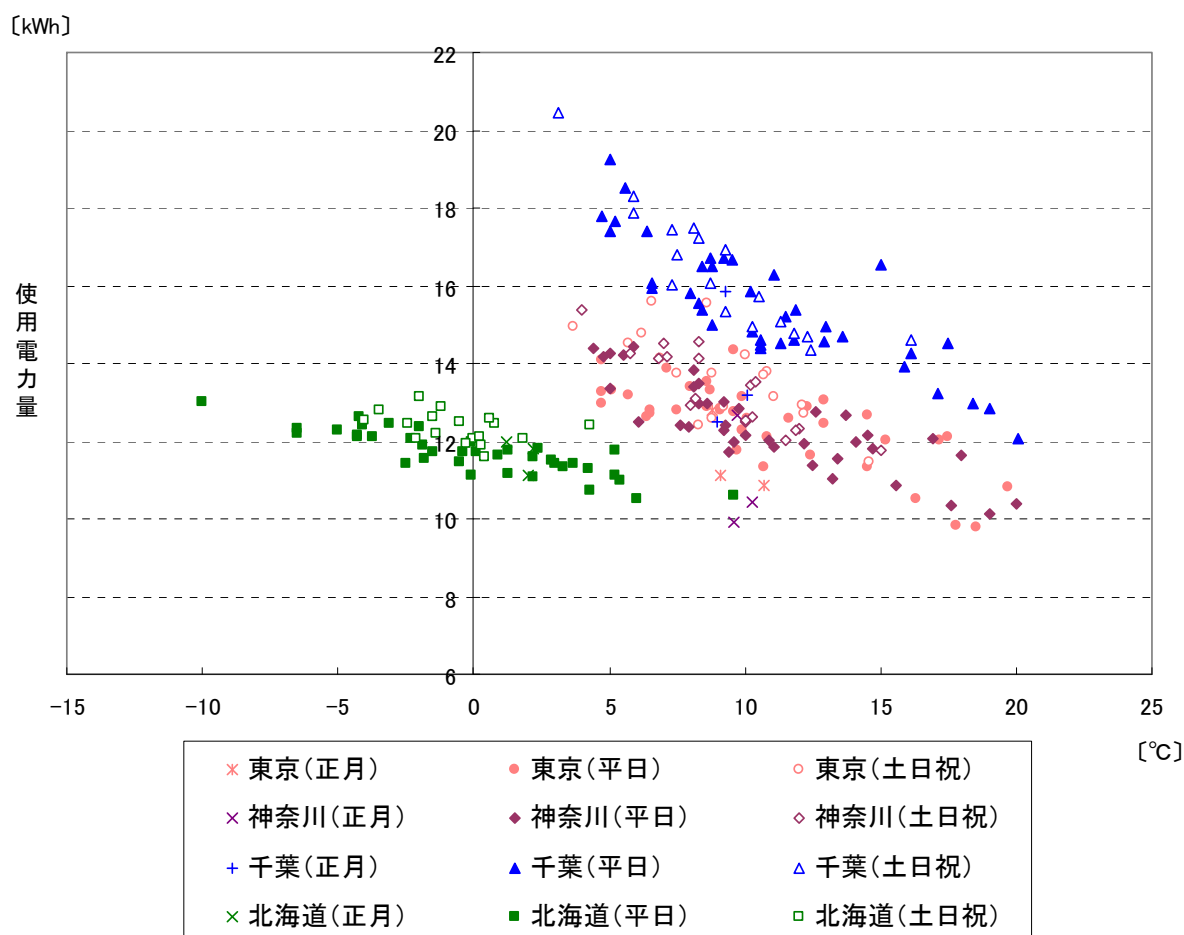


図 8-96 最高気温に対する曜日別 1 世帯あたりの 1 日の平均使用電力量

(4) 最低気温に対する平日休日別 1 世帯あたりの 1 日の平均使用電力量分布状況

最低気温に対する 1 世帯あたりの 1 日の平均使用電力量分布状況を図 8-97 に示す。

東京・神奈川・千葉エリアにおいては、最低気温の変動に対する使用電力量の規則性は確認できなかった。北海道エリアにおいては、最低気温の変動に関わらず概ね一定の平均使用電力量であった。

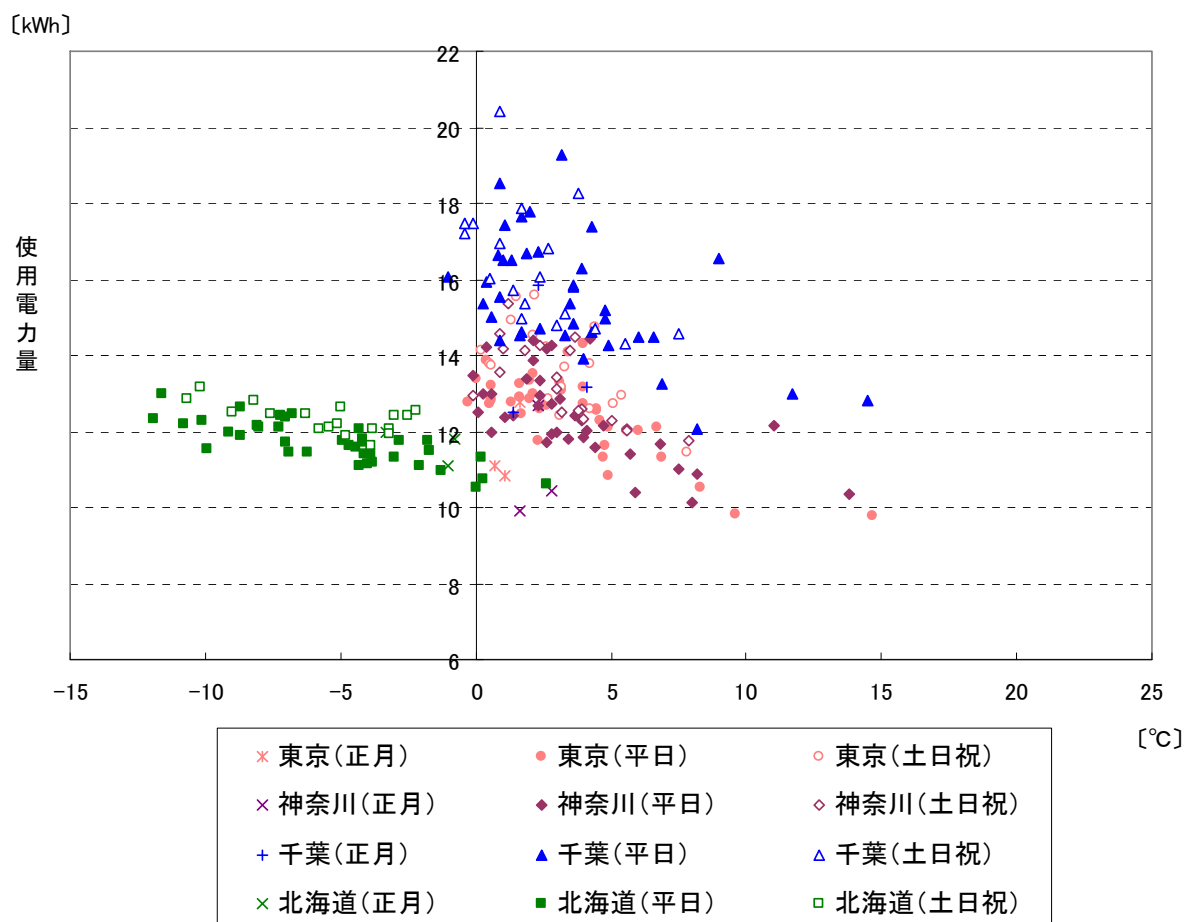


図 8-97 最低気温に対する曜日別 1 世帯あたりの 1 日の平均使用電力量分布

(5) 気温の変動による影響について

実証実験結果より、実証期間においては最高気温が低下すると使用電力量の増加する傾向があった。これは、暖房に電気を使用しているモニターが過半数いることから（実証前アンケート Q.29 結果より）、気温低下に伴ってエアコンなどの暖房器具の使用が増え、使用電力量の増加につながったと考えられる。

そこで、本実証における CO2 削減効果の評価分析においては、気温の変動による影響と本実証実験による CO2 削減効果を分けて評価分析を行うものとする。

具体的には、本実証実験結果における最高気温に対する使用電力量の相関関係近似式から算定される気温補正算出式を用いて、同一気温条件における CO2 削減効果の評価分析を行うものとし、正月については実証実験の比較対象期間から除くものとする。

最高気温に対する使用電力量の相関関係近似式を図 8-98、気温補正算定式を表 8-21 に示す。

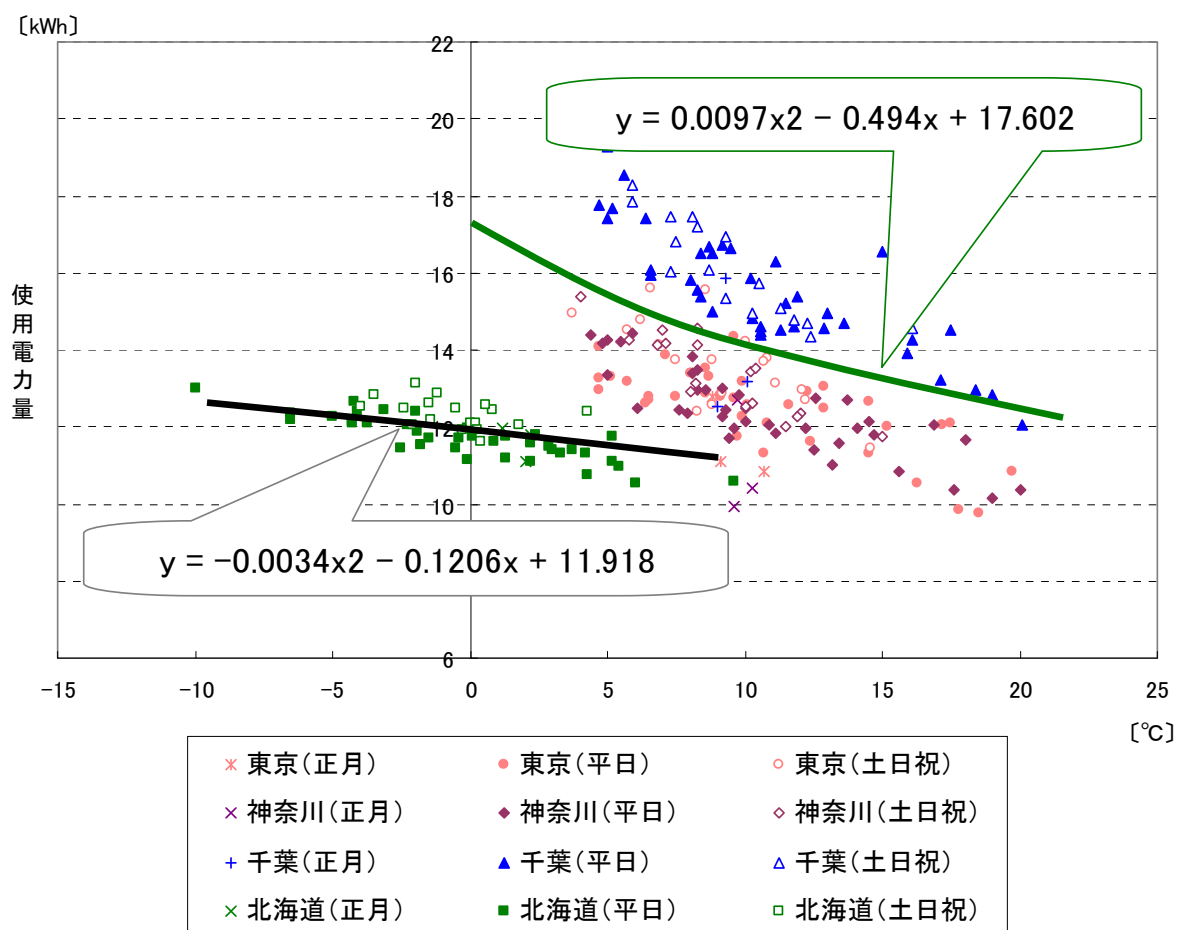


図 8-98 最高気温に対する相関関係近似式

表 8-21 気温補正算定式

エリア	気温補正算定式
東京 神奈川 千葉	使用電力量(気温補正後) = 使用電力量(実績値) + Δy $\Delta y = f(\text{気温補正基準値}) - f(\text{最高気温実績値})$ $f(x) = 0.0097x^2 - 0.494x + 17.602$
北海道	使用電力量(気温補正後) = 使用電力量(実績) + Δy $\Delta y = f(\text{気温補正基準値}) - f(\text{最高気温実績値})$ $f(x) = -0.0034x^2 - 0.1202x + 11.918$

8.3.2.2.

8.3.2.3. 見える化による実証実験結果

(1) 実証実験の対象モニター諸条件

実証(A)見える化による CO2 削減効果を検証するにあたって、実証実験対象モニターのグループ分けを行って評価分析することとし、グループ分け内容を表 8-22、各グループの実証対象モニターの諸条件を表 8-23 に示す。

表 8-22 グループ分け

		首都圏エリア・世帯人数				北海道エリア
		1人	2人	3人	4人以上	
世帯主の年齢	40未満	グループ①	グループ②	グループ③	グループ④	北海道
	40～60歳	グループ⑤	グループ⑥	グループ⑦	グループ⑧	
	60歳以上	グループ⑨				

表 8-23 実証対象モニター諸条件

	モニター数 〔世帯〕	世帯主 平均年齢 〔歳〕	世帯人数 平均 〔人/世帯〕	専有部 平均面積 〔m2〕
首都圏エリア	173	43.9	2.9	78.1
グループ①	9	34.1	1.0	61.7
グループ②	14	35.7	2.0	71.8
グループ③	15	34.7	3.0	75.4
グループ④	20	36.2	4.1	76.9
グループ⑤	9	45.9	1.0	66.7
グループ⑥	23	46.8	2.0	78.3
グループ⑦	25	44.4	3.0	79.9
グループ⑧	41	44.3	4.2	83.2
グループ⑨	17	66.1	2.4	86.8
北海道エリア	19	45.9	2.9	87.4
合計	192	44.1	2.9	79.0

(2) 1 世帯あたりの 1 日の使用電力量（全体）

各グループ、首都圏エリア平均および北海道エリアの実証実験における 1 世帯あたりの 1 日の平均使用電力量の計測結果を図 8-99 に示す。

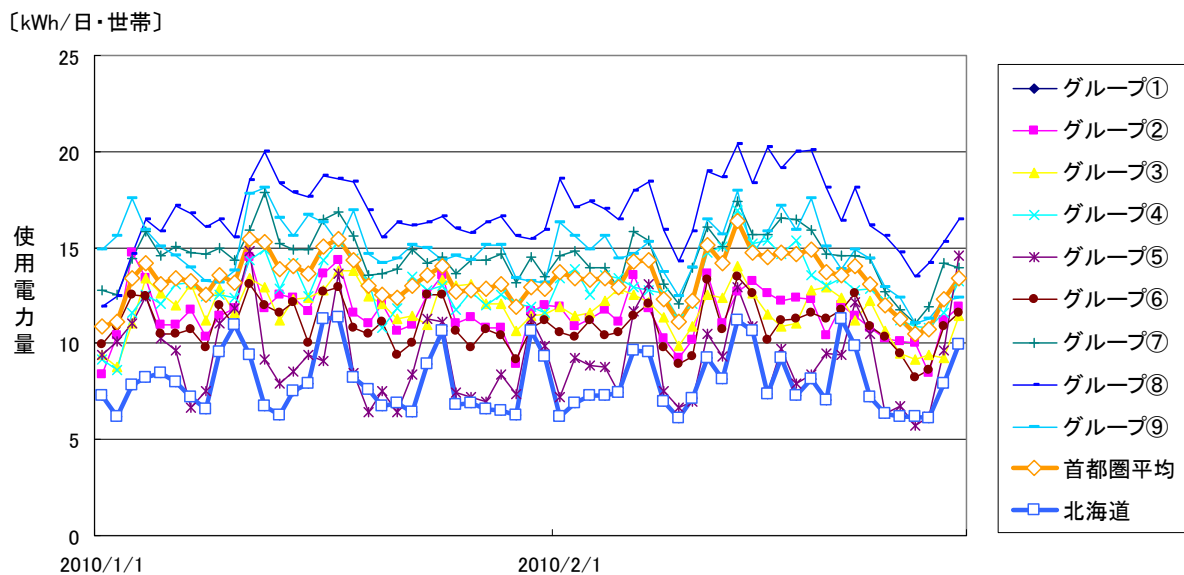


図 8-99 グループ毎の 1 世帯あたりの 1 日の平均使用電力量実績

(3) 1世帯あたりの1日の使用電力量（首都圏エリア・グループ①～⑨）

首都圏エリアにおける平日の1世帯あたりの1日の使用電力量の実験結果を図 8-100 に示す。見える化の実施により、実測値で増減率は-2.1%、気温条件を同一（10℃換算）にした見える化の実施による影響を算定した増減率は-5.3%となった。

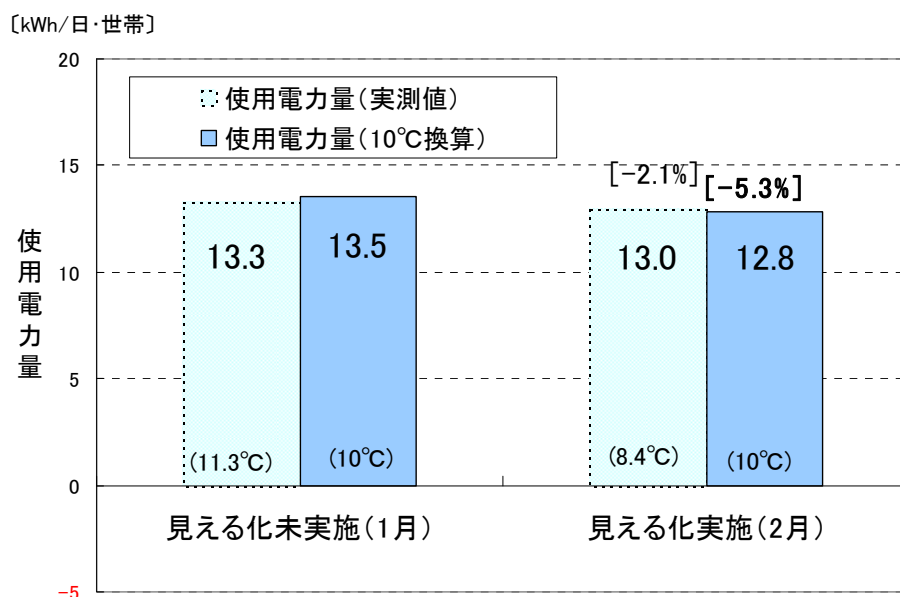


図 8-100 平日の1世帯あたりの1日の使用電力量（首都圏エリア）

首都圏エリアにおける土日祝日の1世帯あたりの1日の使用電力量の実験結果を図 8-101 に示す。見える化の実施により、実測値で増減率は+1.9%、気温条件を同一（10℃換算）にして見える化の実施による影響を算定した増減率は-1.0%となった。

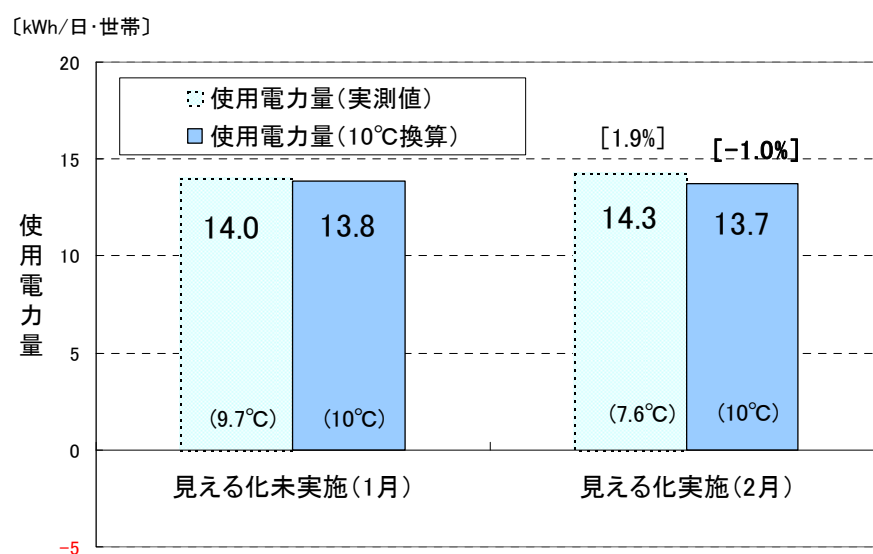


図 8-101 土日祝日の1世帯あたりの1日の使用電力量（首都圏エリア）

グループ①～⑨毎の平日および土日祝日の1世帯あたりの1日の使用電力量の実験結果を表 8-24、表 8-25 に示す。増減率は気温条件を同一（10℃換算）にして算定するものとする。

グループ毎の見える化の実施による増減率は、-1.4%～-11.2%とグループ毎にばらつきがあるものの、平日、土日祝日共にグループ④とグループ⑧は増減率が低く、見える化によるCO2削減効果が低い傾向があった。

表 8-24 平日の1世帯あたりの1日の使用電力量（グループ①～⑨）

[kWh/日・世帯]

	見える化未実施(1月)		見える化実施(2月)		増減率
	使用電力量 (実測値)	使用電力量 (10℃補正)	使用電力量 (実測値)	使用電力量 (10℃補正)	
グループ①	7.1	7.4	7.1	6.9	-7.0%
グループ②	11.3	11.6	10.9	10.7	-7.7%
グループ③	12.3	12.5	11.3	11.1	-11.0%
グループ④	12.8	13.0	13.0	12.9	-1.2%
グループ⑤	8.2	8.5	7.9	7.7	-8.9%
グループ⑥	10.7	10.9	10.3	10.1	-7.7%
グループ⑦	14.7	15.0	14.0	13.8	-7.5%
グループ⑧	16.8	17.1	17.0	16.8	-1.6%
グループ⑨	15.1	15.4	14.5	14.4	-6.8%
平均	13.3	13.5	13.0	12.8	-5.3%

表 8-25 土日祝日の1世帯あたりの1日の使用電力量（グループ①～⑨）

	見える化未実施(1月)		見える化実施(2月)		増減率
	使用電力量 (実測値)	使用電力量 (10℃補正)	使用電力量 (実測値)	使用電力量 (10℃補正)	
	使用電力量 (実測値)	使用電力量 (10℃補正)	使用電力量 (実測値)	使用電力量 (10℃補正)	
グループ①	10.2	10.1	9.9	9.4	-6.9%
グループ②	12.8	12.7	12.4	11.9	-6.2%
グループ③	12.4	12.3	12.0	11.4	-6.8%
グループ④	13.1	13.0	13.7	13.2	1.5%
グループ⑤	11.5	11.4	11.7	11.1	-2.4%
グループ⑥	12.1	11.9	12.2	11.7	-2.3%
グループ⑦	15.0	14.9	15.3	14.7	-1.1%
グループ⑧	16.9	16.8	17.8	17.3	3.1%
グループ⑨	14.7	14.5	14.7	14.2	-2.4%
平均	14.0	13.8	14.3	13.7	-1.0%

首都圏エリアの世帯人数別の増減率を表 8-26 に示す。世帯人数が 3 人未満の世帯は、世帯人数が 4 人以上の世帯より増減率が低く、見える化による削減効果が大きかった。土日祝日は平日に比べて増減率が高く見える化による削減効果は小さく、また 4 人以上の世帯においては見える化による削減効果がなく、増加する結果となった。

表 8-26 世帯人数別のモニター世帯数および増減率（首都圏エリア）

[kWh/日・世帯]

		モニター数 〔世帯〕	平日			土日祝日		
			見える化 未実施 (1月)	見える化 実施 (2月)	増減率	見える化 未実施 (1月)	見える化 実施 (2月)	増減率
世帯人数	1人	19	8.5	7.6	-10.6%	11.0	10.3	-6.6%
	2人	47	12.0	11.2	-6.2%	12.6	12.2	-2.9%
	3人	44	14.2	13.0	-8.6%	14.1	13.6	-3.2%
	4人以上	63	15.8	15.5	-1.8%	15.5	15.9	2.8%
	全体	173	13.5	12.8	-5.3%	13.8	13.7	-1.0%

次に、世帯主年齢構成別の増減率を表 8-27 に示す。平日は全ての年齢帯で削減効果がみられた。また土日祝日については、平日に比べて削減効果が低く、また 40～60 歳の世帯においては見える化による削減効果がなく、増加する結果となった。

表 8-27 世帯人数別のモニター世帯数および削減率

[kWh/日・世帯]

		モニター数 〔世帯〕	平日			土日祝日		
			見える化 未実施 (1月)	見える化 実施 (2月)	増減率	見える化 未実施 (1月)	見える化 実施 (2月)	増減率
世帯主年齢	40歳未満	58	11.7	11.0	-6.1%	12.3	11.8	-3.6%
	40～60歳	98	14.3	13.6	-4.6%	14.7	14.7	0.6%
	60歳以上	17	15.4	14.4	-6.8%	14.5	14.2	-2.4%
	全体	173	13.5	12.8	-5.3%	13.8	13.7	-1.0%

(4) 北海道における見える化による使用電力量への影響

北海道における平日の1世帯あたりの1日の使用電力量を図8-102に示す。見える化を実施したものの、実測値では0.7%の増加、気温条件を同一(0℃換算)にして見える化の実施による影響を算定した増減率も0.1%と削減効果は見られなかった。

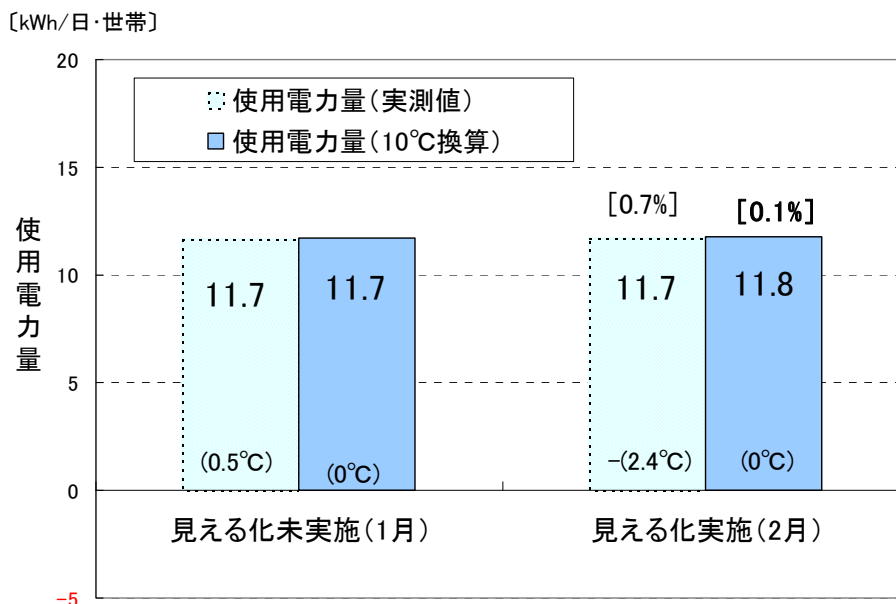


図 8-102 平日の1世帯あたりの1日の使用電力量（北海道）

北海道における土日祝日の1世帯あたりの1日の使用電力量を図8-103に示す。見える化を実施したものの、実測値では0.7%増加し、気温条件を同一(0℃換算)にして見える化の実施による影響を算定した増減率も0.1%と削減効果はみられなかった。

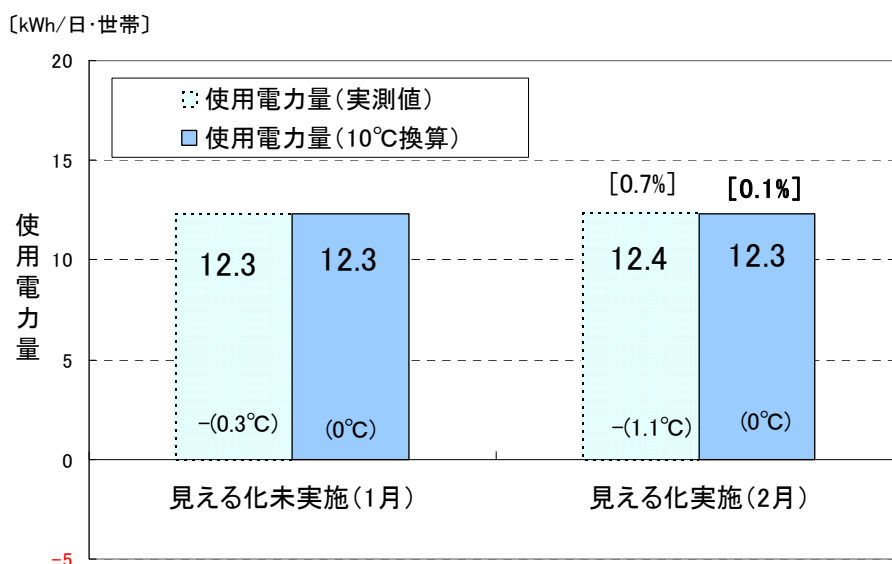


図 8-103 土日祝日の1世帯あたりの1日の使用電力量（北海道）

8.3.2.4. インセンティブ付与に伴う需要負荷シフトによる実証実験結果

(1) 実証対象モニターの諸条件

実証(B) インセンティブを付与することによる CO2 削減効果を検証するにあたって、実証実験対象モニターのグループ分けを行ない、評価分析を行う。グループ分け内訳を表 8-28、各グループの実証対象モニターの諸条件を表 8-29 に示す。

表 8-28 グループ内訳

		首都圏エリア・世帯人数				北海道エリア
		1人	2人	3人	4人以上	
世帯主の年齢	40未満	グループ①	グループ②	グループ③	グループ④	北海道
	40～60歳	グループ⑤	グループ⑥	グループ⑦	グループ⑧	
	60歳以上	グループ⑨				

表 8-29 実証対象モニター諸条件

	モニター数 〔世帯〕	世帯主 平均年齢 〔歳〕	世帯人数 平均 〔人/世帯〕	専有部 平均面積 〔m2〕
首都圏エリア	87	43.3	3.0	78.7
グループ①	5	31.8	1.0	57.5
グループ②	6	35.3	2.0	70.8
グループ③	9	34.0	3.0	76.4
グループ④	13	36.2	4.1	75.8
グループ⑤	4	45.8	1.0	64.5
グループ⑥	9	44.4	2.0	77.9
グループ⑦	11	45.3	3.0	79.3
グループ⑧	20	43.9	4.2	85.2
グループ⑨	10	66.2	2.4	92.3
北海道エリア	9	43.7	2.8	79.6
合計	96	43.4	3.0	78.7

(2) 実証対象モニターの需要負荷パターン平均

首都圏エリア平均および北海道のモニターの平日および土日祝日における気温条件を同一にした場合の平均需要負荷パターンを図 8-104 に示す。北海道は首都圏平均に比べて全体的に使用電力量が少ない。また、休日の昼間は首都圏、北海道ともに平日より使用電力量が多い傾向があった。

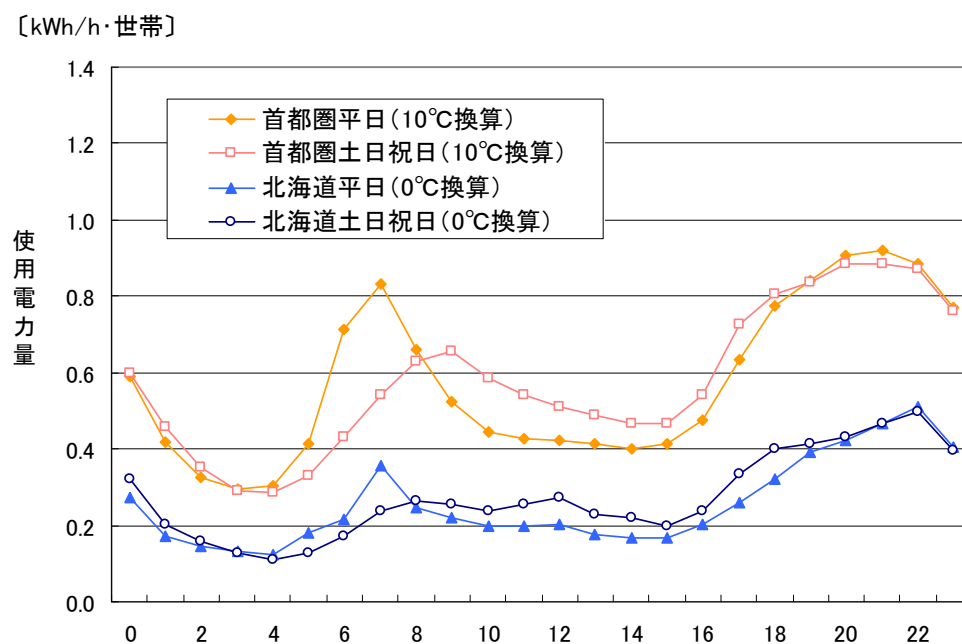


図 8-104 平均需要負荷パターン（需要負荷シフト実証前）

(3) 需要負荷シフトの評価方法

需要負荷シフトの評価分析にあたっては、実証前と実証後の気温などの比較条件を同一にし、見える化による省エネ効果を除いた後に、それぞれの需要負荷パターンで比較し需要負荷シフトを評価分析する。評価方法の概要を図 8-105 に示す。

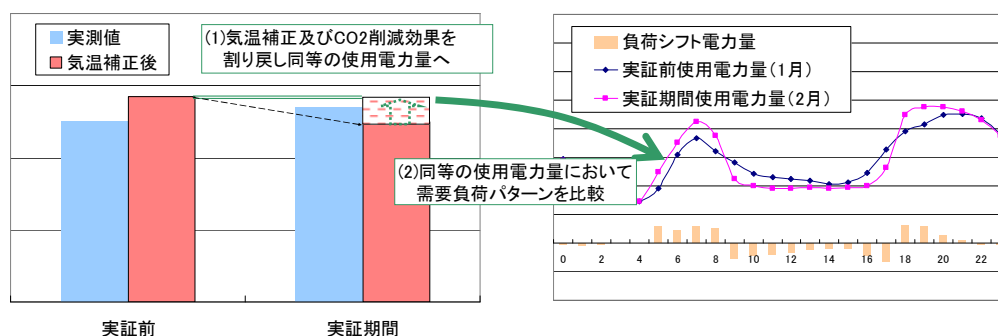


図 8-105 評価方法概要

(4) 首都圏エリアにおける需要負荷シフト状況

首都圏エリアにおける平日の需要負荷シフト状況を図 8-106、土日祝日の需要負荷シフト状況を図 8-107 に示す。平日は、9～10 時台から 6～8 時台、16～17 時台から 19～20 時台へ負荷シフトしていることが確認できた。ただ、12 時台の需要への需要負荷シフトもみられた。土日祝日については、昼間時間帯への需要負荷シフトする結果となった。

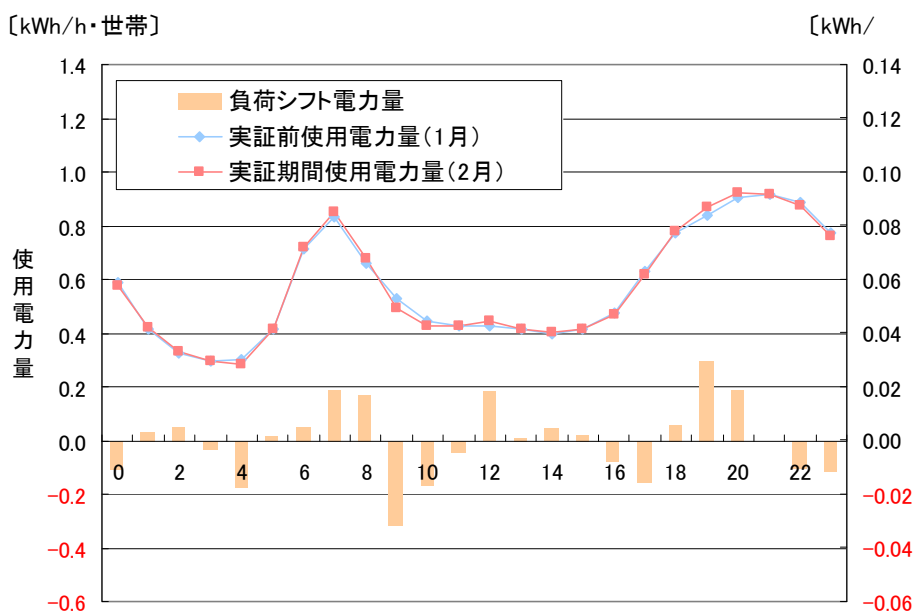


図 8-106 平日の需要負荷パターン使用電力量と負荷シフト電力量（首都圏エリア）

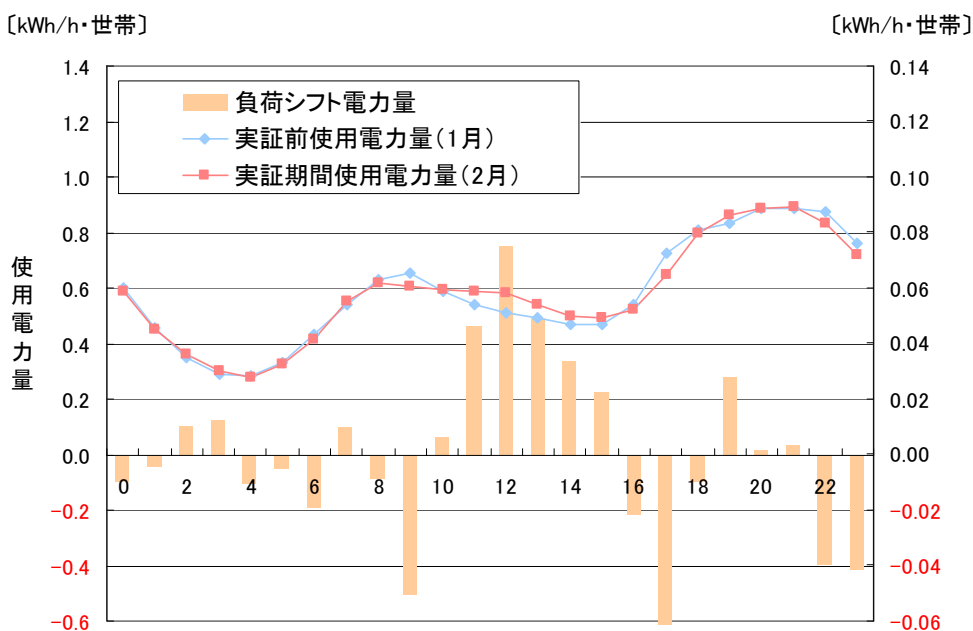


図 8-107 土日祝日の需要負荷パターン使用電力量と負荷シフト電力量（首都圏エリア）

平日および土日祝日の昼間率および平均需要負荷シフト結果を表 8-30 に示す。平日においては、朝夕の需要負荷シフトにより、昼間率の増減ポイントは-0.3 ポイント、平均需要負荷の増減率は-1.3%と、需要負荷シフトが確認された。休日においては逆に増加した。

表 8-30 需要負荷シフト結果（首都圏エリア）

	昼間率			昼間の1世帯あたりの1時間平均需要負荷			
	実証前	実証期間	増減ポイント	実証前 (kWh/h)	実証期間 (kWh/h)	移行負荷 (kWh/h)	増減率
平日	30.1%	29.8%	-0.3	0.462	0.456	-0.006	-1.3%
土日祝日	35.7%	36.3%	0.6	0.554	0.563	0.009	1.6%

グループ①～⑨毎の平日の昼間率及び平均需要負荷シフト結果を表 8-31、休日を表 8-32 に示す。平日、土日祝日ともに、世帯人数が1人のグループ①⑤は需要負荷シフトが少なく、世帯人数が3人のグループ③⑦の需要負荷シフトが多い傾向があった。

表 8-31 平日の需要負荷シフト結果（グループ①～⑨）

	昼間率			昼間の1世帯あたりの1時間平均需要負荷			
	実証前	実証期間	増減ポイント	実証前 (kWh/h)	実証期間 (kWh/h)	移行負荷 (kWh/h)	増減率
グループ①	30.3%	32.2%	1.9	0.235	0.250	0.015	6.4%
グループ②	25.6%	25.9%	0.3	0.333	0.337	0.004	1.2%
グループ③	33.9%	30.4%	-3.5	0.474	0.425	-0.049	-10.3%
グループ④	30.3%	29.7%	-0.6	0.421	0.412	-0.009	-2.1%
グループ⑤	26.0%	26.4%	0.4	0.336	0.340	0.004	1.2%
グループ⑥	25.3%	23.9%	-1.4	0.327	0.308	-0.019	-5.8%
グループ⑦	31.5%	28.2%	-3.3	0.498	0.445	-0.053	-10.6%
グループ⑧	30.0%	32.0%	2.0	0.577	0.616	0.039	6.8%
グループ⑨	32.6%	31.4%	-1.2	0.614	0.592	-0.022	-3.6%
首都圏平均	30.1%	29.8%	-0.3	0.462	0.456	-0.006	-1.3%

表 8-32 土日祝日の需要負荷シフト結果（グループ①～⑨）

	昼間率			昼間の1世帯あたりの1時間平均需要負荷			
	実証前	実証期間	増減ポイント	実証前 (kWh/h)	実証期間 (kWh/h)	移行負荷 (kWh/h)	増減率
グループ①	38.3%	42.3%	4.0	0.350	0.386	0.036	10.3%
グループ②	32.9%	34.4%	1.5	0.481	0.503	0.022	4.6%
グループ③	36.5%	36.0%	-0.5	0.490	0.482	-0.008	-1.6%
グループ④	36.4%	36.1%	-0.3	0.499	0.495	-0.004	-0.8%
グループ⑤	37.3%	38.6%	1.3	0.637	0.658	0.021	3.3%
グループ⑥	30.9%	30.6%	-0.3	0.401	0.397	-0.004	-1.0%
グループ⑦	38.0%	36.3%	-1.7	0.621	0.594	-0.027	-4.3%
グループ⑧	36.0%	38.7%	2.7	0.679	0.731	0.052	7.7%
グループ⑨	35.0%	33.5%	-1.5	0.613	0.587	-0.026	-4.2%
首都圏平均	35.7%	36.3%	0.6	0.554	0.563	0.009	1.6%

世帯主年齢毎の平日の昼間率及び平均需要負荷のシフト結果を表 8-33、休日を表 8-34 に示す。平日、土日祝日ともに、60 歳以上の世帯について、需要負荷シフトが多い傾向があった。

表 8-33 平日の需要負荷シフト結果（世帯主年齢別）

	昼間率			昼間の1世帯あたりの1時間平均需要負荷			
	実証前	実証期間	増減ポイント	実証前 (kWh/h)	実証期間 (kWh/h)	移行負荷 (kWh/h)	増減率
40歳未満	30.5%	29.4%	-1.1	0.391	0.377	-0.014	-3.6%
40～60歳	29.3%	29.4%	0.1	0.484	0.486	0.002	0.4%
60歳以上	32.6%	31.4%	-1.2	0.614	0.592	-0.022	-3.6%

表 8-34 土日祝日の需要負荷シフト結果（世帯主年齢別）

	昼間率			昼間の1世帯あたりの1時間平均需要負荷			
	実証前	実証期間	増減ポイント	実証前 (kWh/h)	実証期間 (kWh/h)	移行負荷 (kWh/h)	増減率
40歳未満	35.9%	36.4%	0.5	0.470	0.477	0.007	1.5%
40～60歳	35.8%	36.8%	1.0	0.604	0.622	0.018	3.0%
60歳以上	35.0%	33.5%	-1.5	0.613	0.587	-0.026	-4.2%

(5) 北海道における需要負荷シフト状況

北海道における平日の需要負荷シフト状況を図 8-108、土日祝日の需要負荷シフト状況を図 8-109 に示す。平日、土日祝日ともに、16～17 時台の需要負荷が低減し、6～8 時台へ需要負荷シフトする結果となった。

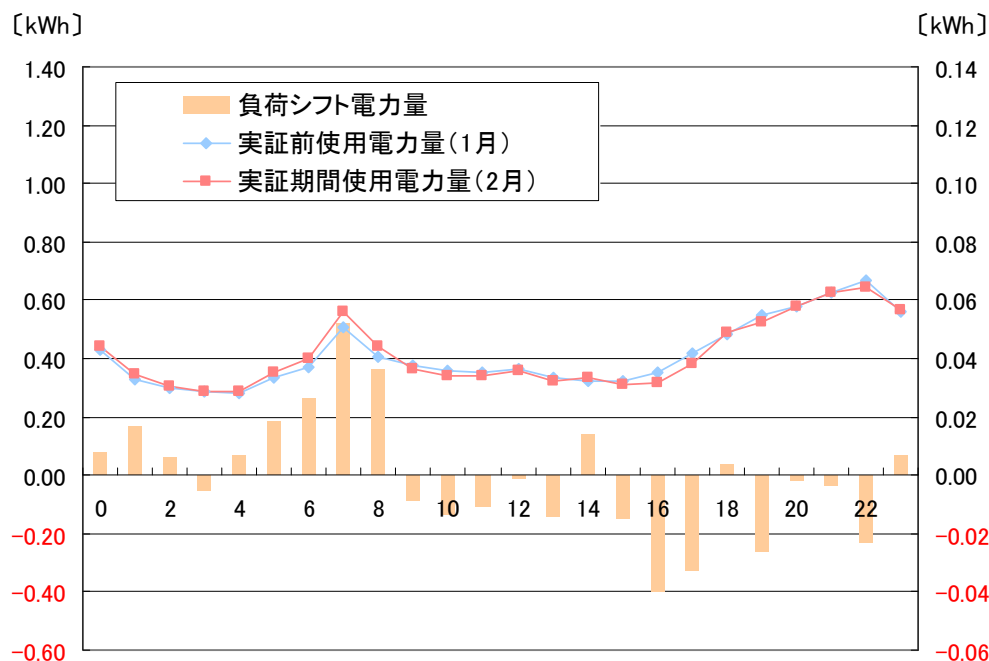


図 8-108 平日の需要負荷パターンと負荷シフト電力量（北海道）

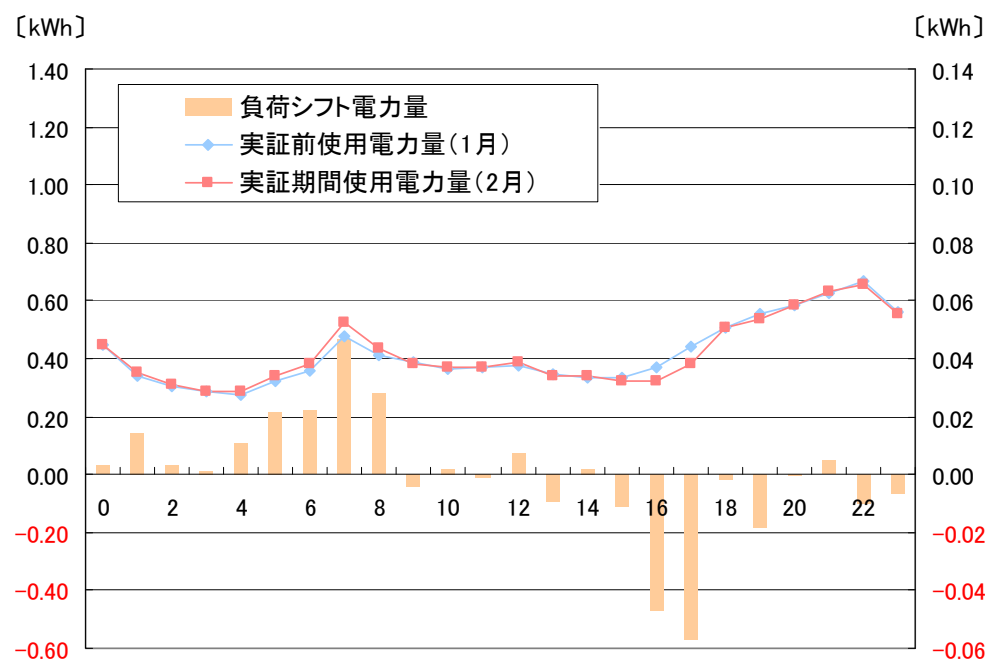


図 8-109 土日祝日の需要負荷パターンと負荷シフト電力量（北海道）

平日および土日祝日の平均需要負荷シフト効果を表 8-35 に示す。平日、土日祝日ともに、昼間率および平均需要負荷のシフトがみられた。増減ポイントは-0.9 ポイント、-1.1 ポイントとなり、平均需要負荷の増減率は-2.4%および-3.4%となり、平均需要負荷の低減がみられた。

表 8-35 需要負荷シフト効果

	昼間率			昼間の1世帯あたりの1時間平均需要負荷			
	実証前	実証期間	増減ポイント	実証前 (kWh/h)	実証期間 (kWh/h)	移行負荷 (kWh/h)	増減率
平日	29.1%	27.1%	-2.0	0.199	0.186	-0.013	-6.5%
休日	34.1%	32.6%	-1.5	0.249	0.238	-0.011	-4.4%

(6) インセンティブ付与および昼間率ランキング状況

本実証実験における需要負荷シフトによる CO2 削減効果ポイントのランキング分布を図 8-110 に示す。上位者 5 名までは 10%を越す昼間率の削減を実現し、インセンティブを享受できる 20 位のモニターは 3.0%の昼間率の削減であった。また、53 位以降の世帯は昼間率が悪化した。

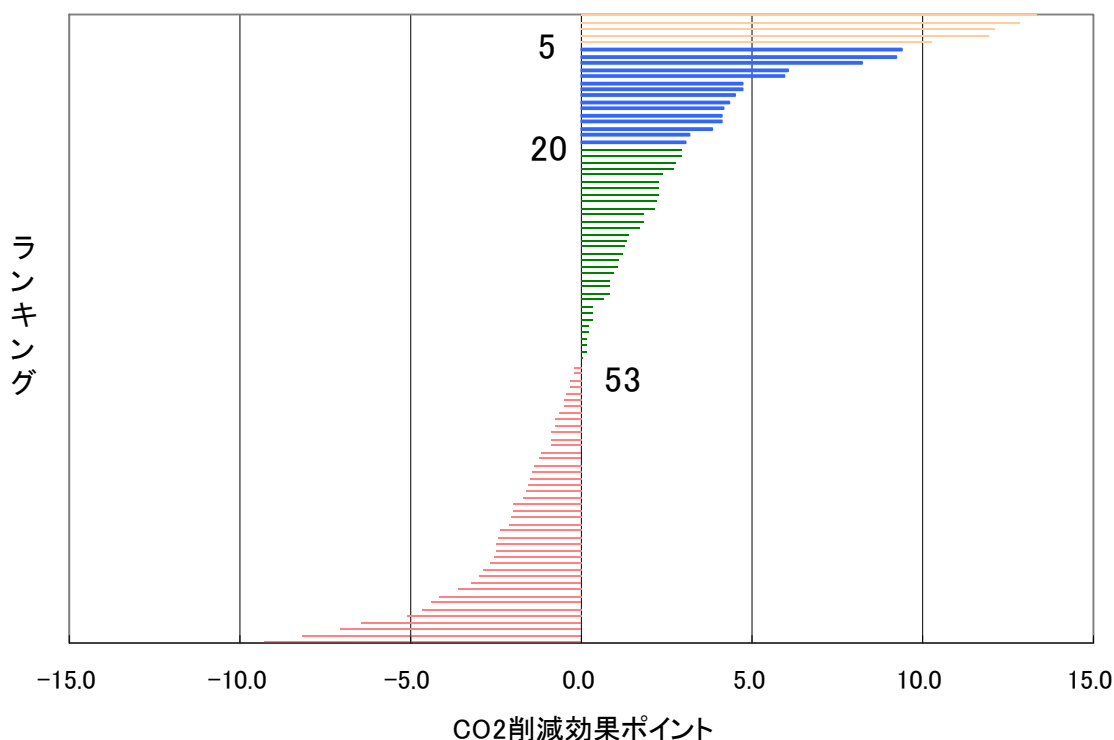


図 8-110 CO2 削減効果ポイントランキング分布

(7) CO2 削減ランキング上位者の需要負荷シフト状況

インセンティブを享受できた CO2 削減ランキング上位者の実証実験対象モニターの諸条件を表 8-36 に示す。なお、気候条件の異なる北海道エリアの世帯については検証対象から除く。

表 8-36 CO2 削減ランキング上位者の諸条件

	実証実験対象モニター情報				
	マンション数	モニター数 〔世帯〕	世帯主 平均年齢 〔歳〕	世帯人数 平均 (人/世帯)	専有部 平均面積 〔m2〕
首都圏CO2削減ランキング 上位者	7	19	41.9	2.8	77.7
(参考:首都圏平均)	(9)	(87)	(43.3)	(3.0)	(78.7)

CO2 削減ランキング上位者の平日の需要負荷シフト状況を図 8-111、土日祝日を図 8-112 に示す。需要負荷のシフトが実現できているものの、土日祝日の 12 時、14 時の時間帯は他の昼間時間帯に比べて需要負荷シフトが少ない傾向があった。

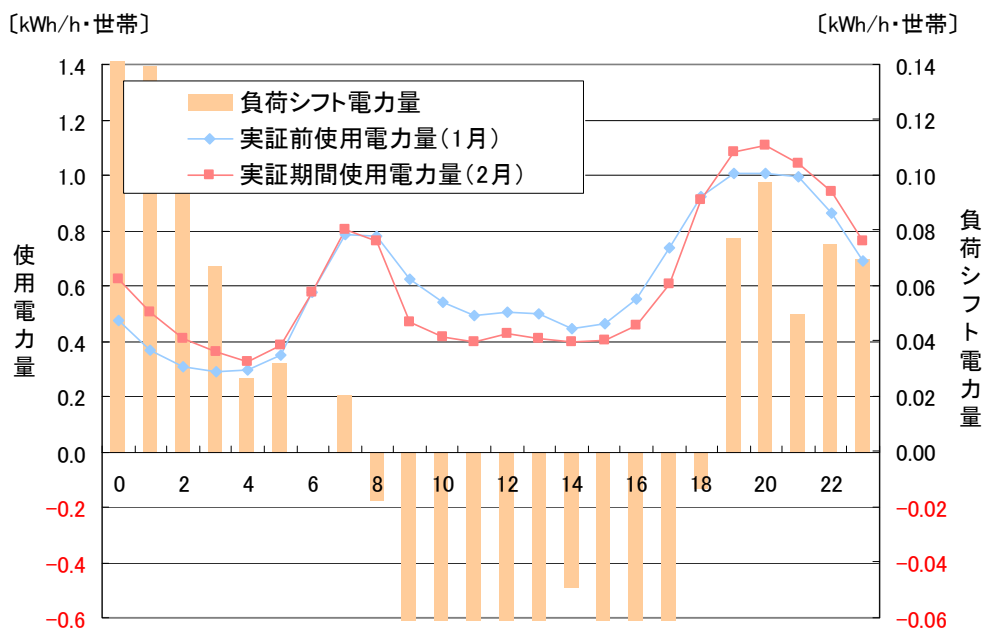


図 8-111 CO2 削減ランキング上位 20 世帯の平日の需要負荷シフト状況

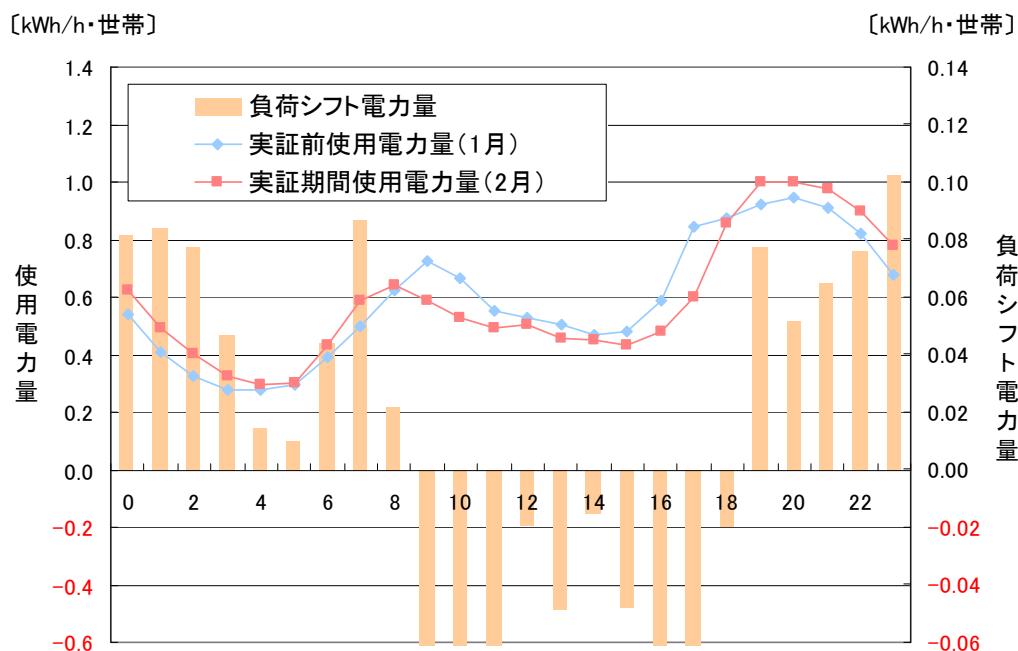


図 8-112 CO2 削減ランキング上位 20 世帯の土日祝日の需要負荷シフト状況

上位 20 世帯と下位 20 世帯の夜間に移行した家電機器に関する調査結果を図 8-113 に示す。下位者に比べて上位者は、食器洗浄器、炊飯器、洗濯機、エアコン、電気暖房器具について、昼間から夜間へ移行した傾向があった。主に熱を発する家電機器の使用時間の工夫により、需要負荷のシフトを実現したことがわかった。

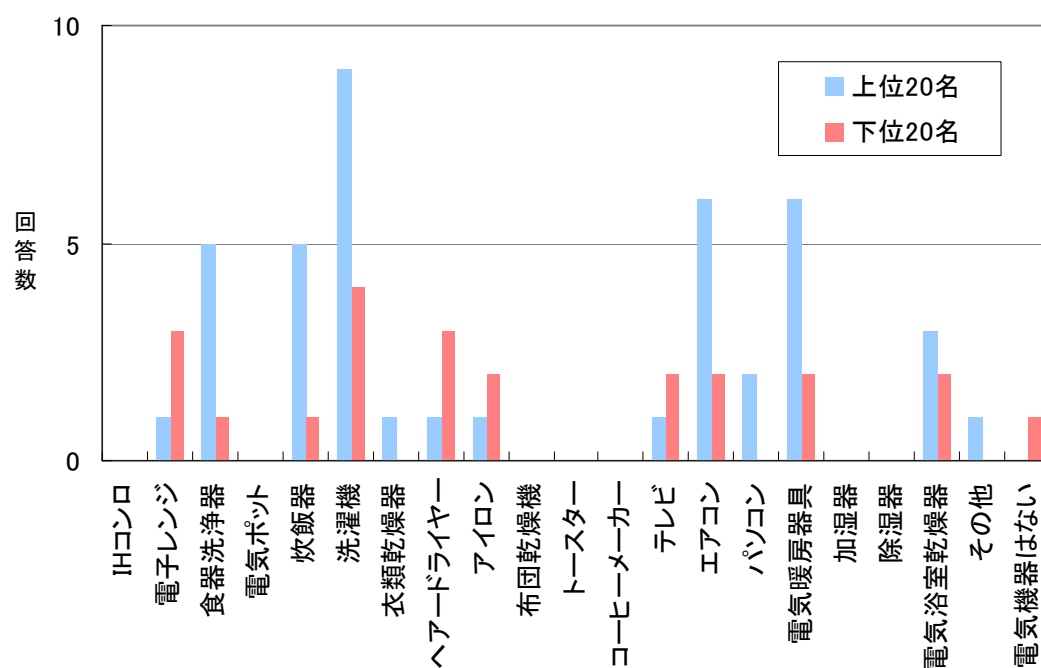


図 8-113 上位 20 名と下位 20 名の需要負荷シフトに取り組んだ家電機器

インセンティブを享受できた対象モニターの昼間率および平均需要負荷シフト結果を表 8-37 に示す。昼間率の削減および需要負荷の削減が実現できている。

表 8-37 インセンティブを享受できた対象モニターの昼間率および需要負荷シフト結果

	昼間率			昼間の1世帯あたりの1時間平均需要負荷			
	実証前	実証期間	増減ポイント	実証前 (kWh/h)	実証期間 (kWh/h)	移行負荷 (kWh/h)	増減率
平日	33.4%	27.3%	-6.1	0.540	0.442	-0.098	-18.1%
土日祝日	37.9%	32.1%	-5.8	0.595	0.504	-0.091	-15.3%

8.3.3. 環境負荷低減効果の試算

8.3.3.1. 見える化による CO2 排出量削減効果

本実証実験における見える化の実施による使用電力量の増減率を表 8-38 に示す。

表 8-38 見える化による使用電力量増減率

	平日	土日祝日	年間平均
首都圏	-5.3%	-1.0%	-3.9%
北海道	0.1%	0.1%	0.1%
全国平均	-	-	-3.7%

本実証実験で実施した見える化を全国で実施した場合、全国世帯数を 4 千 9 百万世帯⁸、1 世帯あたりの使用電力量を 300kWh/月⁹、CO2 排出係数を 2010 年度の目標平均係数である 0.34 kgCO₂/kWh¹⁰として算定すると、年間約 2,200 万 t-CO₂ の排出量削減効果がある。

⁸ 平成 17 年国勢調査, <http://www.stat.go.jp/DATA/kokusei/2005/>

⁹ 電気事業連合会：1 世帯あたりの電力消費量の推移, <http://www.fepc.or.jp/present/jigyoku/japan/>

¹⁰ 電気事業連合会：2008～2012 年度における使用端 CO₂ 排出原単位
http://www.fepc.or.jp/future/warming/taisaku/co2_mokuhyou/

8.3.3.2. インセンティブ付与に伴う需要負荷シフトによる CO2 排出量削減効果

本実証実験によるインセンティブ付与による需要負荷シフトによる昼間率の増減ポイントを表 8-39 に示す。

表 8-39 需要負荷シフトによる増減ポイント

	平日	土日祝日	年間平均
首都圏	-0.3	0.6	-0.0
北海道	-2.0	-1.5	-1.8
全国平均	-	-	-0.1
ランキング上位者	-6.1	-5.8	-6.0

昼間率の低減によって石油火力などの CO2 排出係数の高い火力電源の発電量を減らすことによる CO2 排出量の削減効果を試算するものとし、具体的には昼間時間帯の CO2 排出係数とその他時間帯の CO2 排出係数の差と、昼間率の低減により負荷シフトした電力量から CO2 排出量削減効果を算出する。

CO2 排出係数については、昼間の係数を火力発電平均の 0.69 kg-CO2/kWh、昼間時間帯以外の CO2 排出係数を 2010 年度の目標平均係数である 0.34 kg-CO2/kWh とし、CO2 排出量削減効果を算定するものとする。

昼間率の低減により負荷シフトした電力量については、北海道は北海道の実証実験結果の増減ポイント、北海道以外のエリアは首都圏の増減ポイントを用いて全国平均増減率を算出した全国平均の昼間率の増減ポイント-0.1 とする。

上記 CO2 排出係数と昼間率の増減ポイントから、本実証実験のインセンティブ付与方法を全国で実践すると、年間約 6.2 万 t-CO2 の排出量削減効果が見込まれる結果となった。

また、インセンティブを享受したランキング上位者は増減ポイント-6.0 を実現していることから、インセンティブの付与方法の工夫などにより全ての世帯がランキング上位者と同等の需要負荷シフトできた場合、最大で年間約 370 万 t-CO2 排出量削減効果が期待できる。

8. 4. 実験結果の考察

8. 4. 1. 実用化、普及に向けた問題点、課題

本実証では 8.3 の結果に示したとおり、使用電力量の見える化で使用電力量が 3.7%削減された。既存の研究結果（見える化によるエネルギー削減効果 5.2%¹¹⁾）と比較しても、同等程度の効果が得られたことから、家庭における CO2 排出量削減に使用電力量の見える化は効果があることが確認された。

100 世帯程度のモニターに実施いただいたピークシフトの実証では、昼間から夜間への増減ポイントは-0.1 と大きな効果は得られなかったが、ランキング上位 20 名の削減ポイントは-6.0 であり、インセンティブの与え方を工夫することにより更なる CO2 削減も期待できる。

以上のように、見える化やインセンティブ付与によるピークシフトのシステム（以下、本システムとする）は、増加が続く家庭部門における CO2 削減に効果があることが確認された。本システムをスマートハウスの機能の一つとして広く普及させるための課題を挙げ、解決に向けた政策提言を行う。

8. 4. 1. 1. イニシャルコスト

今回の実証においては、NTT ファシリティーズの「マンション向け電力提供サービス」で使用している電力メーターや自動検針システムを活用した。また、一般家庭に広く普及しているパソコンや携帯電話を利用した見える化を実現したため、物品購入や住居内での工事が発生せず、需要家の負担がなく本システムを導入することができた。その結果、192 世帯のモニターに参加いただく事ができ、3.7%の使用電力量削減が行われた。この削減量は、電気料金に割り戻すと約 328 円/月・世帯（ $=369.0\text{kWh}/\text{月}$ （192 世帯の 2 月の平均使用電力量） $\times 3.7\% \times 24$ 円/kWh（東京電力従量電灯料金））であり、この金額が、需要家の負担なく本システムを導入するための月額使用料金の上限ともいえる。新たに宅内へホームサーバを導入して、本システムの実現をする場合も、初期投資額を 3 年程度で回収すると仮定して 13,000 円程度の価格での販売が要求される。

一方、見える化に対して支払える価格に関する実証期間中に行ったモニターアンケートからも、本システムに対して需要家に受け入れていただける価格と同程度であることが分かる。（実証中アンケート(A)Q.10、Q.11、実証中アンケート Q.10、Q.11 の回答結果より）

CO2 削減に効果がある本システムではあるが、マンション向け電力提供サービスの提供先であることが必要条件となる。低炭素社会実現のため、マンション向け電力提供サービス提供中のマンションへのサービス展開を検討する共に、あらゆる家庭に導入可能なホームサ

¹¹ NEDO 技術開発機構，エネルギー需要最適マネジメント推進事業，
http://www.nedo.go.jp/kankobutsu/pamphlets/shouene_taisaku/saiteki.pdf

サーバによる本システムの実現方法も検討する必要がある。ここでは、ホームサーバの機能面ではなく、普及に向けたイニシャルコスト低減策の一つとして、通信事業者が提供する通信機器（ホームゲートウェイ：HGW）の活用を提案する。

現在、通信事業者にインターネット利用の申込をすると、通信機器が有償レンタルされる。毎月の利用料金は申し込むサービスによって異なるが、技術革新の激しい分野であることから、購入ではなく有償レンタルという制度が広く受け入れられている。この通信機器に、本システムの機能や、その他のホームサーバ機能を搭載することができれば、需要家にとってのホームサーバ導入に関するイニシャルコストを抑えることができ、広く普及させることが可能なのではないかと考えられる。

8.4.1.2. 電力会社メーターの有効活用

既築マンションに専用の電力メーターや自動検針システムを導入することは、物品費や工事費が発生するため、事業者と需要家のどちらが負担するとしても、コスト的に困難である。また、低圧電力が自由化されていないため戸建住宅においては電力会社以外の事業者が電力供給することそのものが不可能である。このような理由から、既築マンションや戸建住宅には、当社は電力提供サービスを行っておらず、本実証にて開発したシステムの導入は難しい。

前頁で述べたように、ホームサーバ機能搭載のホームゲートウェイを普及させることは、可能かもしれないが、必ず使用電力量計測器が必要となる。この計測器を需要家またはサービス提供者が準備しようとする場合、設置コストがかかってしまうが、既築マンションや戸建住宅には電力会社の電力メーターが必ず設置されている。この電力メーターおよび使用電力量データは電力会社の資産であり、電気事業における課金に使用するという目的以外では使用されていないのが現状である。電力会社により、徐々に普及が進められているスマートメーターでは、30分に一度程度の使用電力量データが収集可能であると言われており¹²、家庭のCO2排出量削減に大きな効果を示す使用電力量見える化実現に向けた社会的投資コストを最小化するために、電力会社メーターの有効活用が必要ではないかと考えられる。

図 8-114 に電力メーターを活用した見える化システムの構成案を示す。使用電力量見える化のみを実現するのであれば、電力会社の電力メーターから通信事業者が提供するホームゲートウェイに使用電力量データの情報提供を行い、ホームゲートウェイに接続された家庭用機器（パソコンやテレビ、フォトフレーム等）に表示することができれば、家庭での追加投資は最小限で済む。また、インセンティブを与え、コミュニティ内での競争を促すためには、各戸の使用電力量データを個人が特定できない形式に加工し、通信ネットワークを通じて、特定のサービスプロバイダへの開示やインターネットを利用して提示することができればよいのではないだろうか。

¹² 関西電力株式会社、新計量システムの導入について、平成 22 年 2 月 19 日

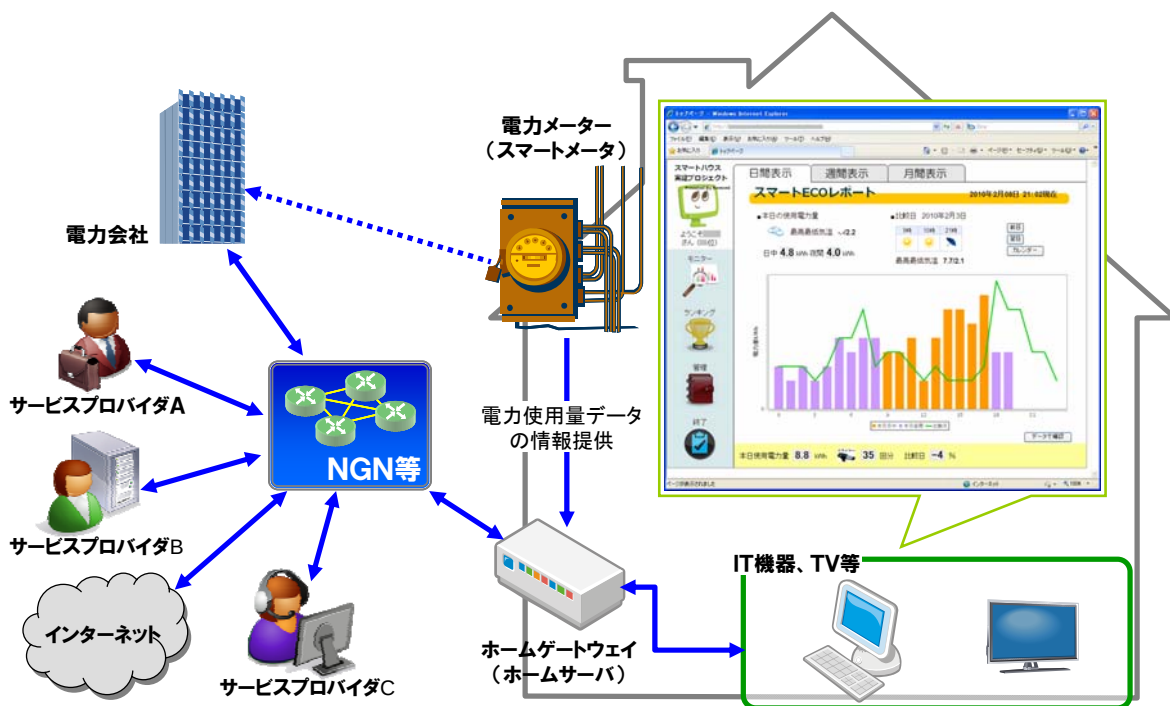


図 8-114 電力メーターを活用した見える化実現の構成案

この通信ネットワークには以下のような要求条件が考えられる。

- 高度なセキュリティ

使用電力量や使用時間等の情報によって家庭内の状況（在宅、留守等）を特定できるため、高いセキュリティが必要。
- 高品質・高信頼

課金情報などの重要な情報を扱うため、正確な情報の流通と災害時や混雑時でも通信が途切れないことが必要。
- 開かれたネットワーク

電力会社の基幹系通信網と接続が容易で、サービス提供事業者がアクセスしやすいオープン性が必要。
- 経済性

利用しやすく、社会的にもコストミニマムとなることが必要。

8.4.1.3. インセンティブの与え方について

図 8-115 に示すような昼間電力需要のピークを CO2 排出量の高い石油火力発電でまかなっている電力会社の発電構成に着目し、報奨金というインセンティブ付与により昼間から夜間へのピークシフトを促進することで、CO2 排出量削減を促進することが可能かを実証実験により確認した。

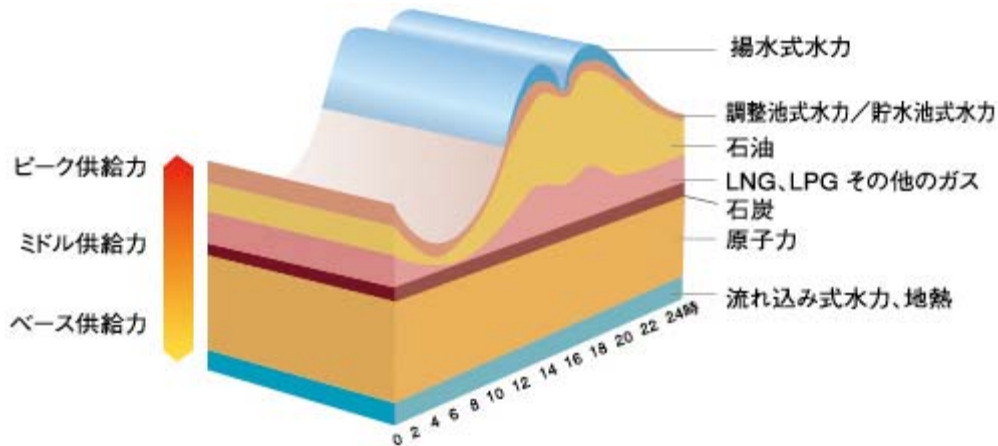


図 8-115 一日の時間帯別の電源の組合せ（再掲）

しかし、今回の実証実験では、ピークシフトによる CO2 排出量削減は約 $0.13\text{kg-CO}_2/\text{月} \cdot \text{世帯}$ （ $=368.5\text{kWh}/\text{月}$ （実証(B)96 世帯の 2 月の平均使用電力量） $\times 0.1\%$ （増減ポイント） $\times 0.35\text{kg-CO}_2/\text{kWh}$ （昼間の CO2 排出係数 0.69 と夜間の CO2 排出係数の差分）にとどまり、大きな効果が確認できなかった。原因を考える際に、CO2 削減効果ポイントランキング分布を再掲する。

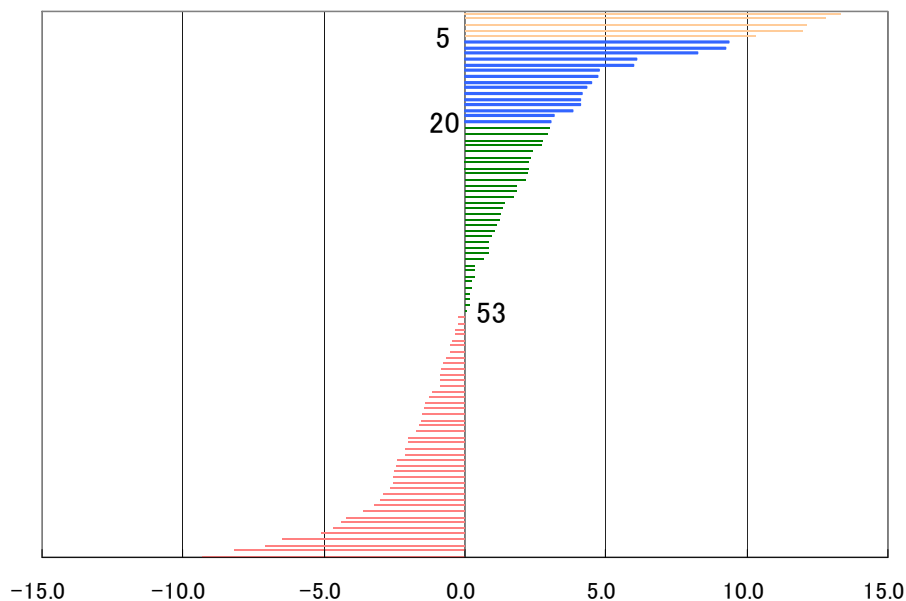


図 8-116 CO2 削減効果ポイントランキング分布（再掲）

報奨金を受け取ったランキング上位 20 名のピークシフトによる CO₂ 削減量は約 7.64kg-CO₂/年・世帯 (=364.0kWh/月 (実証(B)ランキング上位 20 世帯の 2 月の平均使用電力量) × 6.0% (増減ポイント) × 0.35kg-CO₂/kWh (昼間の CO₂ 排出係数 0.69 と夜間の CO₂ 排出係数の差分) であり、積極的にピークシフトに取り組めば、CO₂ 排出量が削減されることも確認されているが、ランキング上位 20 名のみには報奨金を与えるというインセンティブの与え方では、半数近くのモニターがピークシフトを行うことができず、逆に昼間の使用電力量が増えてしまうモニターも確認された。

ランキング下位となってしまったモニターを積極的にピークシフトさせるためには、インセンティブの与え方に以下のような工夫が必要である。

- ・ 報奨金を高額に設定する
- ・ 一定基準をクリアしたピークシフト実施者全てに報奨金を与える
- ・ 自動制御・遠隔制御が可能な家電機器の導入促進補助金を与える
- ・ CO₂ 排出量に連動した時間帯別電気料金を導入する

先に示したアンケート結果からも分かるように、需要家行動を効果的に促進するためには、金銭的なインセンティブが最も有効である。本実証で行ったようなコミュニティ内での競争を行い、上位者に報奨金を与えるという方法の他に、電力使用を抑制したい時間帯の料金を高くする、または発電所の稼働状況と連動した料金体系が需要家行動を効果的に促進すると考えられる。

**第9章 テーマ 3-3 : 「エコサーバ」、「ホームサーバ共通
フレームワーク」及び「エネルギーマネジメン
トサービス」を対象とした共通システム開発事
業**

日本アイ・ビー・エム株式会社

目次

第9章 テーマ3-3:「エコサーバ」、「ホームサーバ共通フレームワーク」及び「エネルギーマネジメントサービス」を対象とした共通システム開発事業..... 1

9.1.	はじめに.....	9-1
9.1.1.	事業の背景.....	9-1
9.1.2.	スマートハウスの取り組み.....	9-2
9.1.3.	エネルギーマネジメントの技術動向	9-4
9.1.3.1.	スマートグリッドの標準化動向	9-5
9.1.3.2.	HEMS（ホームエネルギーマネジメントシステム）	9-10
9.1.4.	標準仕様の必要性.....	9-11
9.1.5.	実証実験の必要性.....	9-13
9.2.	事業の目的と概要	9-14
9.2.1.	目的.....	9-14
9.2.2.	事業の概要.....	9-14
9.2.3.	仕様策定	9-17
9.2.3.2.	IBM 想定仕様.....	9-18
9.2.3.3.	実装仕様	9-19
9.2.3.4.	共通仕様	9-19
9.2.4.	実験の実施.....	9-20
9.2.4.1.	シナリオによる検証	9-20
9.2.4.2.	他の実証実験事業者とのデータ連携（連携実験）	9-22
9.2.4.3.	調査	9-23
9.2.5.	実施スケジュール	9-23
9.3.	仕様策定.....	9-24
9.3.1.	IBM 想定仕様.....	9-24
9.3.1.1.	IBM 想定仕様の策定方法.....	9-24
9.3.1.2.	IBM 想定仕様の策定結果.....	9-30
9.3.2.	実装仕様	9-39
9.3.2.1.	実装仕様の策定方法	9-39
9.3.2.2.	実装仕様の策定結果	9-40
9.3.3.	共通仕様	9-41
9.3.3.1.	共通仕様の策定方法	9-41
9.3.3.2.	共通仕様の策定結果	9-44

9.3.4.	仕様策定に関する考察	9-56
9.3.4.1.	ホームサーバ、エコサーバ間の通信プロトコルに関する考察	9-56
9.3.4.2.	共通仕様の考察	9-57
9.4.	実験・調査	9-60
9.4.1.	実証実験シナリオ 1	9-60
9.4.1.1.	実証実験シナリオ 1 の内容	9-60
9.4.1.2.	検証項目	9-60
9.4.1.3.	評価	9-61
9.4.2.	実証実験シナリオ 2	9-63
9.4.2.1.	実証実験シナリオ 2 の内容	9-63
9.4.2.2.	検証項目	9-64
9.4.2.3.	評価	9-65
9.4.3.	実証実験シナリオ 3	9-68
9.4.3.1.	実証実験シナリオ 3 の内容	9-68
9.4.3.2.	検証項目	9-69
9.4.3.3.	評価	9-70
9.4.3.4.	自治体との連携	9-71
9.4.4.	連携実験	9-81
9.4.4.1.	連携実験の内容	9-81
9.4.4.2.	検証項目	9-82
9.4.4.3.	連携実験の方法	9-83
9.4.4.4.	検証結果	9-84
9.4.4.5.	評価	9-92
9.4.5.	実験を通じての考察	9-93
9.4.5.1.	サービスプロバイダの参入	9-93
9.4.5.2.	消費者の参加	9-94
9.4.5.3.	実装上の考慮すべき非機能面の制約	9-94
9.4.5.4.	データ仕様の標準化について	9-94
9.5.	総括	9-96
9.5.1.	スマートハウスに求められる仕様策定と妥当性確認	9-96
9.5.2.	重要機能の試作によるスマートハウスの実現性確認	9-96
9.5.3.	共通仕様の策定を通じた共通システム化の実現性確認	9-97
9.5.4.	自治体におけるエネルギー見える化の実現	9-97
9.6.	提言	9-98
9.6.1.	スマートハウス構想のシステム化に向けた重要ポイント	9-98
9.6.1.1.	「ねらい」やビジネス要件の重要性	9-98
9.6.1.2.	非機能要件の重要性	9-98
9.6.2.	提言	9-99

9.6.2.1.	協業社間での共通言語による「ねらい」の共有	9-99
9.6.2.2.	「ねらい」を明確化した形での標準化とソリューション開発	9-103
9.6.2.3.	「ねらい」を達成するための実フィールドでの実証.....	9-104
9.7.	おわりに.....	9-105

9. 1. はじめに

9. 1. 1. 事業の背景

未来開拓戦略（J リカバリープラン）の目標である「2050 年に CO2 排出量を少なくとも 50%削減すること」を達成するためには、これまでの取り組みの中心であったエネルギーの供給者（サプライサイド）の企業努力や機器単体の省エネ性能向上に頼るメーカ主導のモデルには限界があり、エネルギーを消費する需要者（デマンドサイド）の省エネ意識の醸成及び動機付け並びにライフスタイルを変革するといった新たな価値創出のモデルが求められている。

CO2 排出量の削減に向けては、多様なニーズを持つ消費者、様々なメーカ及びサービスプロバイダ並びに行政機関（国や地方自治体）が一体となりエコシステムを構築することで、個々の家庭単位に加えて地域単位でエネルギー消費特性等を把握し、エネルギーの需要と供給のバランスを最適化することが重要である。

このような推進には、グローバル経済の進展、ニーズや多様性の高まりの加速、構築すべき新たな社会システムの規模を踏まえると、メーカ固有の技術に加えて、オープンな環境で多くの参加者による知見と協働によってこそ成し得るものと考えられる。そのためには、多くの関係者の参加を促す枠組み（スキーム）が必要であり、次世代電子商取引推進協議会（ECOM）近未来バリューチェーン整備グループ スマートハウス整備 WG が提唱するホームサーバ、エコサーバ、サービスプロバイダが各々の役割を果たす参加型のオープンな活動が現実的かつ有効であると考えている。

これまでの、一部のメーカのみしか実現できない「単一企業が提供するサービスをそのメーカの利用者が利用するモデル」から、多くの参加者が自らの能力や体力に応じて参加し貢献可能な「利用者が主体的に省エネルギー・創エネルギー活動に参加するモデル」に発展させた、ホームサーバ、エコサーバ及びサービスプロバイダの協働スキームは、実現性の高い枠組みといえる。

スマートハウスプロジェクトでは、これまでの機器とサービス事業者の閉ざされた関係から、開かれた参加型の関係に発展させてエネルギー最適化を実現することを目指している。このエコシステムの構造を図 9-1 に示す。

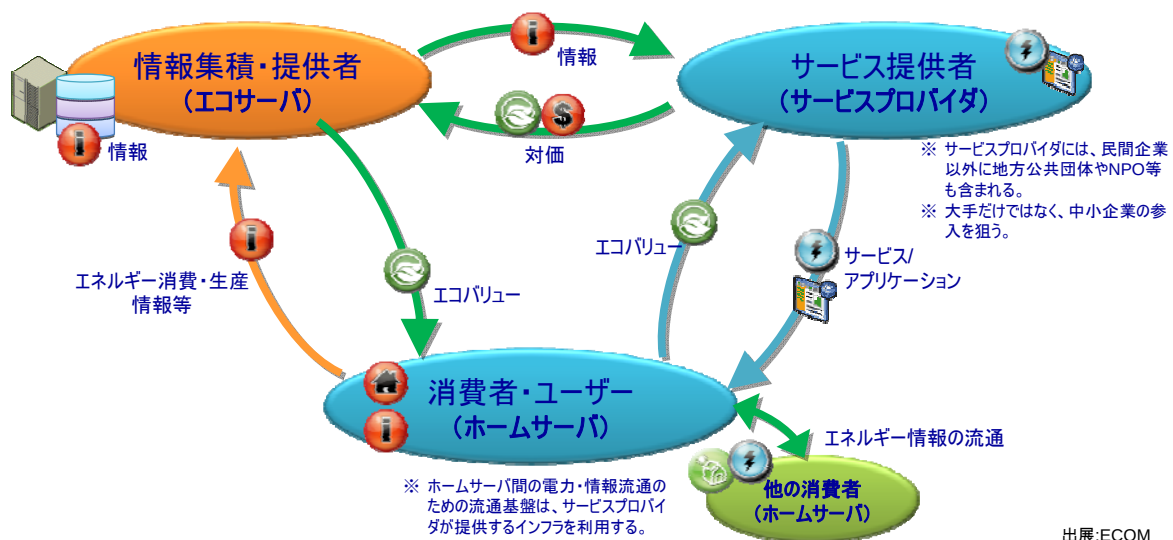


図 9-1 エネルギー最適化を実現するエコシステムの構造

この枠組みの構築・運営を通じて、国内外において個別に取り組まれてきたエネルギーマネジメントの標準化をグローバルに展開し、日本発の新たなエネルギーマネジメントのベストプラクティスを提案していくことが期待されている。

9.1.2. スマートハウスの取り組み

我が国においては、温室効果ガスの排出量を、2020年までに1990年比25%削減することが目標としている。多くの日本企業の努力により、温室効果ガス削減を実現する個々の要素技術（省エネ、創エネ、蓄エネ）は数多く製品化され、省エネ家電、住宅、太陽光発電、風力発電、電気自動車（EV）、蓄電池など、多分野で世界をリードしている。

しかし、前述の目標達成のためには、例えば以下の課題に代表されるように、個別の要素技術だけでは必要十分であるとは言えない。

- 効果が見えない、測れない、比較できない
- 発電、蓄電、利用の効率化・同期化ができない
- 個人へのインセンティブがない
- 供給者やメーカ主導の創エネ省エネモデルだけでは限界がある
- 個別要素が組み合わさって機能する社会システム化に対応できない
- 海外でも通用する共通の枠組みの構築ができない

このような認識の下、多くの様々な専門分野における参加者の知見と協業によって消費者のライフスタイルを変革することを目的として、スマートハウスプロジェクトが開始された。住宅は、エネルギー利用にかかわる構成要素を多く有する最小単位であり、本取り組みを開始するに際して、まず家単位での構成要素の連携性を高めた上で、コミュニティ単位に広げる展開を想定すると、住宅（ハウス）が最も適切な単位であると考えられる。

スマートハウスは、消費者・ユーザに対して事業者がサービスを提供する一対一の従来型POU（Point Of Use）の枠組みではなく、消費者・ユーザと事業者の間に情報収集・蓄積の役割を担うエコサーバを介在させることで三者の役割を明確化する、参加型の社会インフラを目指す新時代の新たな枠組みである。

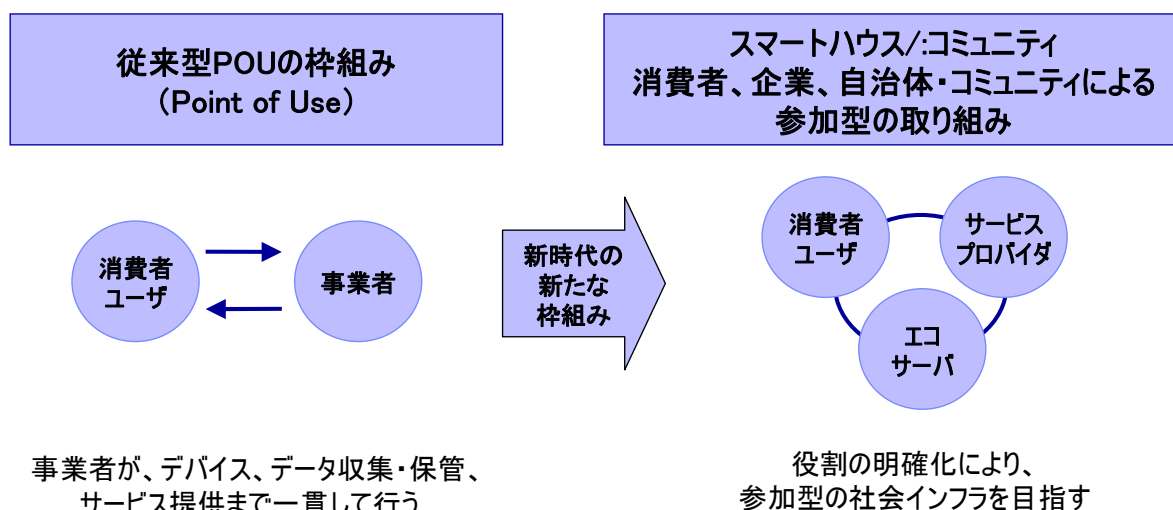


図 9-2 スマートハウス構想の枠組み

従来型の POU の枠組みには、以下のようなデメリットがある。

- 多くの場合、事業者は、デバイスの設計・製造・導入・運用、ユーザやデータの登録、データの収集・蓄積・保管、データの利用やサービス提供まで一貫して維持・運営を行う役割を果たす必要がある。事業への参入を目指す事業者にとっては、立ち上げから継続的な運営まで負担とリスクの高い枠組みとなりやすく、事業の開始・成功の敷居が非常に高い。企画した企業の特定目的に最適化された閉鎖的な枠組みとなりやすく、他の価値を提供可能なプレーヤの参画がしづらい。
- 消費者・ユーザは、利用価値を見極め、利用判断とそれに伴う対価を支払うが、サービスの追加は、事業者の事業計画やリスクに依存し、ユーザが参加することはほとんどできない。

それに対して、スマートハウスの参加型の取り組みでは、消費者・ユーザ、エコサーバ及びサービスプロバイダの三者の役割を明確化することで、各プレーヤのねらいや能力、体力に応じて限定的な役割のみでも参加できる、参加の容易な参加型の社会インフラを目指している。

スマートハウスのメリットとして次の点が挙げられる。

- 消費者・ユーザ、エコサーバ、サービスプロバイダ各々の果たすべき負担が軽減されることで、各事業者は事業の採算ラインとビジネスリスク、システム品質を高くするための負担が下がる。また、事業の開始スピードが速くなり、追加サービスが行いやすくなる。

- 消費者・ユーザは、サービスの利用並びにデータの提供及び活用が容易になる。また、多種多様なサービスが提供されるため、ライフスタイルに合ったサービスを選択できる。そして、提供されたデータやサービスにより、積極的な役割を果たす行動を起こすことができる。

この新たな枠組みでは、消費者・ユーザに対して魅力あるサービスを提供していくことが最も重要であり、そのためには新たな構成要素であるエコサーバが提供する家庭内の機器や設備から取得される情報を収集代行・保管・蓄積・提供することで、サービスプロバイダがサービス内容の提供に集中できるような環境を実現できるものと考えている。ホームサーバ、エコサーバの役割や機能を明確化することで、各企業がホームサーバ、エコサーバ及びサービスプロバイダからなる三位一体型の取り組みに参加を可能にし、製品やサービスの開発・導入がしやすくなるだけではなく、世界に通用する枠組みを日本発で世に出していくことで、世界を主導する立場になることが期待できる。

9.1.3. エネルギーマネジメントの技術動向

スマートハウスの取り組みを推進するに際して、世界におけるエネルギーマネジメントの動向を把握することは極めて重要である。

我が国のみならず世界において、再生可能エネルギーの大量導入や、エネルギーの安定的供給を実現するための手段として、情報技術（IT）を活用し、供給者や需要者側の情報をも管理することでエネルギー需給を電力網全体で最適化するスマートグリッドに関する関心が高まっている。

一般的に、スマートグリッドには、図 9-3 に示すような大きく 2 方向からの取り組みがある。

まず 1 つ目は、従来の電力網をデジタル制御することにより、供給者（サプライサイド）にとっての課題を、IT の活用や新たな製品・技術の導入により解決することを目指すものである。2 つ目は、需要者（デマンドサイド）の積極的な参画を促し、エネルギー利用の見直しや、太陽光発電に代表される再生可能エネルギーの導入により、電力需要の削減を目指すものである。

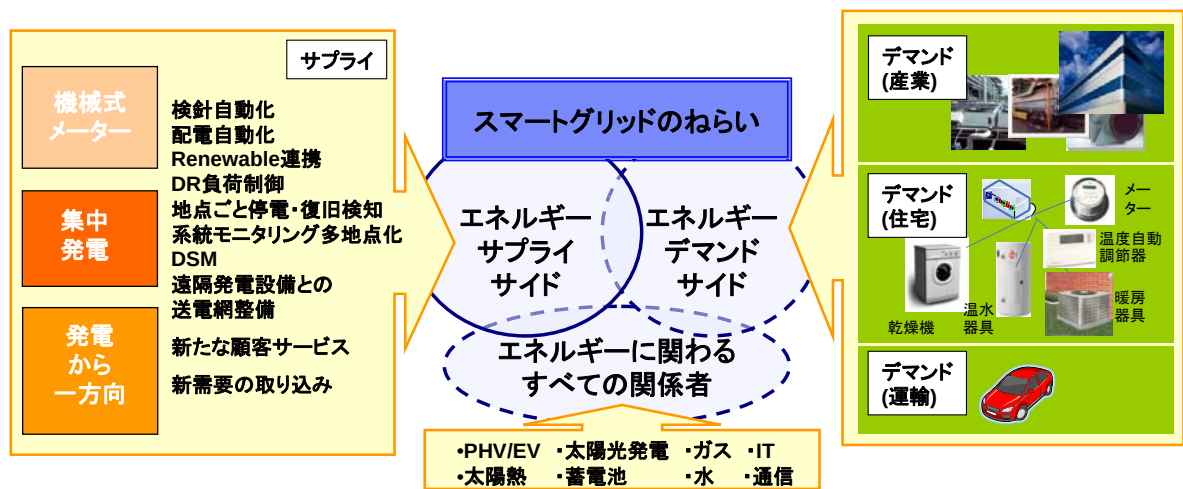


図 9-3 スマートグリッドのねらい

スマートグリッドの取り組みを把握する上では、それぞれの取り組みの「ねらい」が、米国・欧州・日本などの国によって異なるだけでなく、地域の特徴や電力会社の置かれた環境によっても大きく異なってくる点に留意が必要である。一般的に、地域特性、インフラの整備状況などを踏まえた上で、スマートグリッドの取り組みの「ねらい」が設定される。

ここで、本スマートハウス実証事業の「ねらい」を整理する。スマートハウス実証事業は、従来から住宅を対象として取り組まれてきたホームオートメーションやホームネットワーキングの延長であると同時に、スマートグリッドやエネルギーの観点からは、住宅やコミュニティというデマンドサイドからのエネルギーマネジメントを「ねらい」とした取り組みであると言える。また、住宅内の構成要素を最小単位としたデバイスと外部サービスの連携を実現するための基盤を共通にすることになれば、様々なサービスの迅速な実現が容易となる。

このようなスマートハウス実証事業の「ねらい」を踏まえ、スマートグリッドやホームオートメーション等の、スマートハウス実証事業に関連する取り組みや技術について、以下に概観する。

- スマートグリッドの標準化動向
- HEMS (ホームエネルギーマネジメントシステム)

9.1.3.1. スマートグリッドの標準化動向

スマートグリッドは、広範な技術や事業を包含するシステムであり、それらが相互に「つながる」ためのルールとしての標準作りは極めて重要であると言える。米国においては2010年1月にスマートグリッドに関する標準化に向けたロードマップが公表され、並行して米国や欧州の多くの標準化団体や、ISO (国際標準化機構) / IEC (国際電気標準会議) においても議論が活発に進められている。

(1) 日本における標準化動向とスマートハウスの関連

我が国では、経済産業省における「次世代エネルギーシステムに係る国際標準化に関する

研究会」を通じて、スマートグリッドの国際標準化戦略のロードマップが描かれている。本研究会の成果として、2010 年 1 月に「次世代エネルギーシステムに係る国際標準化に向けて」が公表されている。

本研究会では、NIST のユースケースをベースとし、特に、海外のスマートグリッド関連市場を念頭におき、将来の社会の絵姿、ビジネスモデルを想定し、マクロ的な視点を持ちつつ、具体的に個別のアイテムについてミクロまで一貫した検討した結果、7 つの事業分野、26 の重要アイテムについて、国際標準化戦略を検討することとしている。

定められた 26 の重要アイテムの中で、スマートハウスの取り組みと深く関係するのは、HEMS である。HEMS の標準化の対象としては、HEMS 用データフォーマット、通信方式、コントローラのインタフェース等であり、ISO IEC 62480 (ECHONET)、ZigBee、PLC、WLAN、RS485、Ether、IR 等の規格を採用することとされている。

HEMS は、スマートハウスの取り組みにおいても、サービスプロバイダが実現する主要なアプリケーションであると想定されている。また、ECHONET 等の通信規格は、スマートハウスのホームサーバを実現するための主要技術であり、連携して活動を進めることが重要である。

(2) 米国における標準化動向とスマートハウスの関連

米国では NIST (国立標準技術研究所 (National Institute of Standards and Technology, NIST)) から、2010 年 1 月に「NIST スマートグリッドの相互運用性に関する規格のフレームワーク及びロードマップ (第 1 版)」(NIST Framework and Roadmap for Smart Grid Interoperability Standards) が公表されている。

米国では、スマートグリッドは非常に複雑な「System of Systems」であり、スマートグリッドの利用形態、標準化が必要なインタフェースを分析するためには、スマートグリッドの主要な構成要素、その構成要素間の関係性について共通認識を有することが極めて重要なテーマであると認識されている。そのため、このような文書が作成されている。

NIST では、このようなスマートグリッドの全体像を共有するためのフレームワークとして、図 9-4 に示す NIST スマートグリッド概念モデルを定義している。本モデルは、7 つのドメイン (同じ役割を有する、組織・個人・機器・システム等をグループ化した概念)、プレーヤ (登場人物) 及び、ドメインに含まれる機能を、概念レベルで明示することで、スマートグリッドの全体フレームワークを具体化することを目的としている。

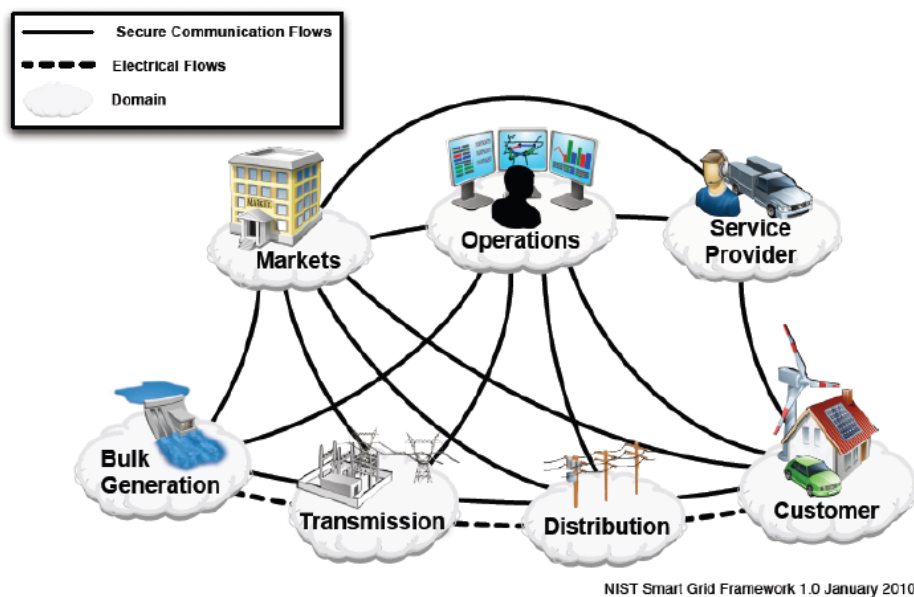


図 9-4 NIST スマートグリッド概念モデル

次に、NIST フレームワークとスマートハウスの取り組みの関連について、分析を行う。スマートハウスでは、その対象領域を、消費者、エコサーバ及びサービスプロバイダで構成されるフレームワークでとらえている。それに対して、NIST の概念モデルでは、全部で 7 個のドメインでとらえており、その中でスマートハウスと関連するのは、主として、顧客 (Customer) ドメインと、サービスプロバイダ (Service Provider) ドメインの 2 個である。概念モデルを具体化した、NIST スマートグリッドリファレンス概念図を図 9-5 に示す。

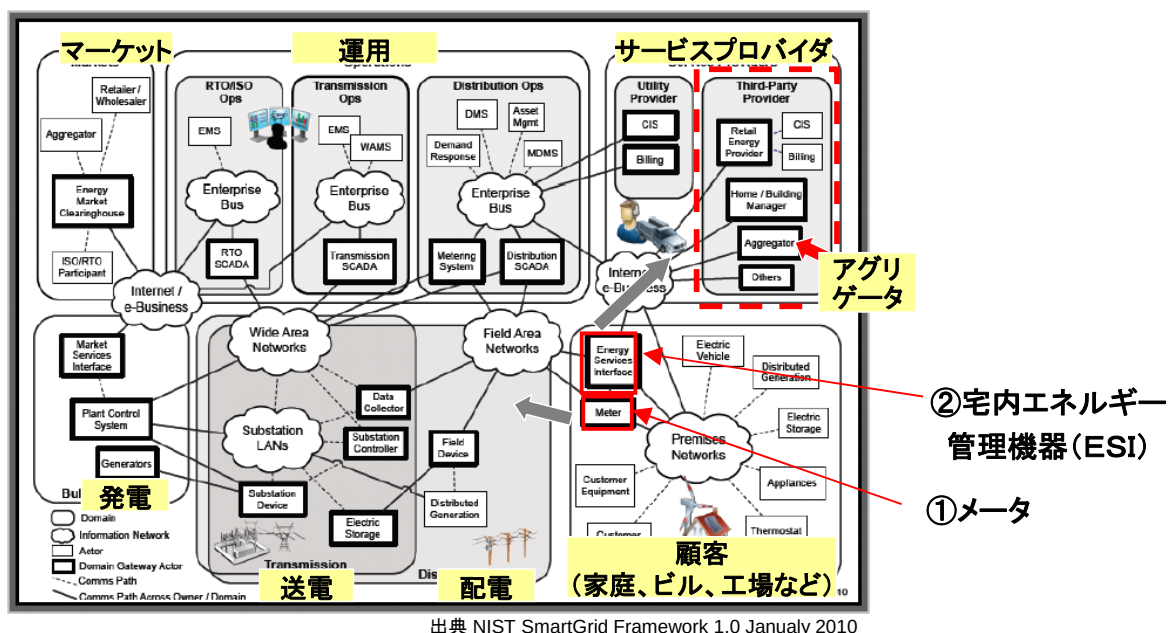


図 9-5 NIST スマートグリッドリファレンス概念図

顧客ドメインには、ホームエリアネットワークと、スマートグリッドのネットワークを中継する機器として、論理的にメータとエネルギーサービスインタフェース (ESI) の 2 種類

が定義されている。前者のメータが旧来の電力量計が発展した、電力ネットワークにおいて使用電力量を計測・記録・通信する目的で電力会社によって所有され、極めて長期間に渡って利用される機器として定義されている。これに対して、後者の ESI は、情報ネットワークを通じて、顧客がエネルギーサービスプロバイダとの間でデータ交換を行うためのゲートウェイ機器として定義されている。ここでは、メータと ESI が論理的に区別されているが、スマートグリッドのビジョンを実現するために求められる柔軟性と拡張性を実現するために、物理的に一体として提供することを妨げるものではない（現実的にはコストの観点からほぼ一体的に提供されているが）。スマートグリッドの環境下で、革新的なサービスを実現していくためには、このような論理的な区分けが重要であると考えられている。

また、サービスプロバイダは必ずしも電力会社である必要はなく、競争下でサードパーティが提供するデマンドレスポンスサービスや、エネルギーマネジメントサービスを顧客が選択して利用することが想定されている。ESI と通信し連携するサービスプロバイダとしては、リテールエネルギープロバイダ、住宅・ビル管理者、Aggregator 他が定義されているが、このようなサードパーティが提供するエネルギーサービスは、無限の可能性のあることから、ESI に関連する規格は、高い柔軟性と拡張性を要することが求められている。

このように、NIST のフレームワークでは、消費者・グリッド・サービスプロバイダ間で、ESI を介して消費者のエネルギーデータを流通させることで、新たなサービス事業が創出されることが見込んでいる。また、サービスプロバイダドメインにある Aggregator を介して、エネルギーデータ（電力、ガス）の収集を代行するサービスも想定されている。家庭とグリッド・サービスプロバイダ間の双方向データ交換によりエネルギー利用の最適化を図る点で、スマートハウスの取り組みと類似している。各構成要素の役割をスマートハウスに当てはめると、図 9-6 に示すとおりであり、エコサーバは Aggregator、ホームサーバは ESI に相当すると考えられる。

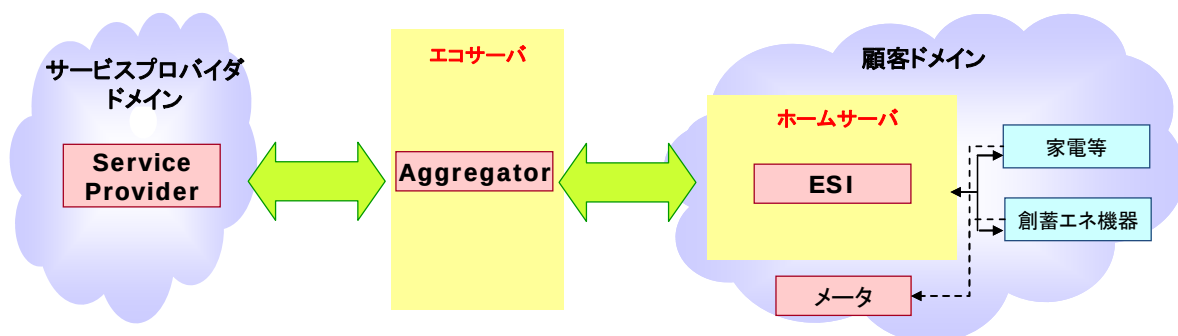


図 9-6 NIST フレームワークにおけるスマートハウスの位置づけ

(3) スマートハウスに関連する標準化の取り組み・標準規格等

現在、世界では、スマートグリッドに関する市場の拡大や獲得を目指して、多くの標準化団体が標準規格の策定に向けて様々な取り組みを行っている。

その中で、スマートハウスと関連した、スマートグリッドのデマンドサイドにおける、情報インフラやデータモデルに関する取り組みや標準規格は以下のものが挙げられる。

表 9-1 スマートハウスに関連する標準化の取り組み・標準規格等

観点	標準化の取り組み・標準規格等	概要
(1) NIST 優先動向計画		
	優先行動計画 05 (PAP05)	メータの標準データ形式を定めることを目的とした行動計画
	優先行動計画 10 (PAP10)	エネルギー使用量に関する標準データ標準を定めることを目的とした行動計画
(2) データに関する標準化の取り組み・標準規格		
	ANSI C12 Suite	電力料金計算用計器（電力計）の規格集であり、これら装置自体と通信プロトコルの両方を規定している。
	IEC 61850 - Application integration at electric utilities – System interfaces for distribution management	変電所内で使われる機器間の情報交換を標準化し、相互運用を達成するために制定された標準である。情報モデル、情報交換モデル並びに通信プロトコルが規定されている。
	IEC 61970	制御所の機器間の情報交換を標準化し、相互運用を達成するために制定された標準である。情報モデル、情報交換のインタフェース及び通信プロトコルが規定されている。 IEC61970 で定義される情報モデルは、CIM (Common Information Model) と呼ばれる情報のモデル化手法により定義されている。スマートハウスの取り組みにおいても、CIM に代表される情報モデル化手法や、CIM を用いて定義された情報モデル、情報交換モデル及び通信プロトコルは参考になるものと考えられる。
(3) 情報システムに関する標準化の取り組み・標準規格		
	OpenADE	電力会社等のエネルギー会社が、顧客からの要求と指示のもとで、幅広いエネルギー使用量に関するデータを、指定されたサードパーティのサービスプロバイダに対して開示し、共有するためのインタフェースを標準化することを目的とした取り組み。
	OpenADR	デマンドレスポンスシステムに関するオープン標準として、電力会社と商業・工業の顧客間の料金表示及び直接負荷制御のためのメッセージ交換の標準化を目指している。

観点	標準化の取り組み・標準規格等	概要
	ZigBee/HomePlug Smart Energy Profile	ZigBee は ZigBee Alliance Inc.で規格化が進められている省電力、低コストを追求した無線センサネットワークの通信規格であり、HomePlug は、米国における電力線搬送通信のための標準規格である。Zigbee Smart Energy Profile は、宅内における家電等の機器からの情報収集を行うために主要な無線通信技術に加えて、家電等に対応したデータ交換方法を定義しており、広範囲に普及する可能性が高いと考えられている。
	OpenHAN	家庭内のエネルギー利用を取り扱う情報インフラを整備することを目的として、電力業界の観点からの家庭用ネットワークにかかわる標準化を行っている。
	GridWise	スマートグリッドに関係のある公的団体・企業により組織されたコンソーシアムである Gridwise Alliance と、米国 DOE がスマートグリッドの概念フレームワークの検討を目的として有識者を集めて設立した産学連携の諮問機関である GWAC (GridWise Architecture Council) を通じて、スマートグリッドシステムの最終目標である電力伝送の双方向・相互運用性の実現に向けた、システム像の研究や行動計画を策定している。

9.1.3.2. HEMS（ホームエネルギーマネジメントシステム）

家庭内の省エネ実現に向けては、スマートグリッドとは別に、従来から、HEMS（Home Energy Management System）の取り組みが行われてきた。HEMS は、スマートグリッドの観点からは、デマンドサイドである住宅内における取り組みと位置づけられており、スマートハウスを利用して実現が見込まれる主要なアプリケーションである。

HEMS は、住宅のエネルギー消費機器である複数の家電機器や給湯機器を、IT 技術の活用によりネットワークでつなぎ、自動制御するシステムである。HEMS では、民生部門における省エネルギーと地球温暖化への対策技術として、家庭でのエネルギー使用量や機器の動作を計測・表示して、住人に省エネルギーを喚起する他、機器の使用量などを制限して省エネを図ることを目的とし、国内外で多くの取り組みがなされてきた。

HEMS には、大きく分けて表示系と制御系の 2 種類がある。表示系は、表示装置を通じた情報提供により省エネ行動を喚起させることを目的とするのに対し、制御系は、家電機器の自動制御により省エネを図ることを目的としている。表示系の HEMS では、電力だけをモニタする商品や、ガス給湯器やソーラーシステムと組み合わせた商品などがある。一方、制御

系の HEMS では、エアコンや給湯器など機器単独で省エネルギー運転や学習制御を行う機能を持つ技術がある。

NEDO のエネルギー需要最適マネジメント事業では、HEMS 導入により、エネルギー消費量 5.8%～17.9%削減が報告されている。また、某家電メーカーの報告では、エネルギーを表示し省エネルギーを意識させることで 5%程度、さらに省エネを意識させない自動制御機能で 1～3%程度の削減が期待できるとされている。

このような活動により、HEMS が、省エネに有効であることは実証されている。表示系 HEMS によりユーザに気づきを与えることが、省エネ行動につながり、電気だけでなくガス、灯油等他のエネルギーにも波及する。制御系 HEMS の省エネ効果は、地域の特性やライフスタイル、利用者の受け入れ度を考慮した効果的なユースケース（利用シーン）を設計し実証することで、効果に対価を測定していくべきである。

9.1.4. 標準仕様の必要性

日本は、省エネ家電、住宅、太陽光発電、風力発電、電気自動車（EV）、蓄電池など、個々の要素技術については、世界をリードする非常に優れた技術力を有している。しかし、個々の要素技術を組み合わせてさらに価値が高められるか、つまり個々の要素技術を組み合わせたソリューションが、顧客にとってのどのような価値があるのかが明確でない。

このような背景のもと、スマートハウス構想は、多くの参加者による知見と協働によって、開かれた参加型でのエネルギー最適化を実現することを基本理念としている。このような環境の実現に向けては、ホームサーバ、エコサーバ、サービスプロバイダから成るスマートハウスの全体像を共有したうえで、各構成要素が容易に連携するための必要な標準仕様を定義することが欠かせない。

今回の実証実験では、スマートハウスの全体像を、エコサーバにホームサーバからの情報収集を行う機能とホームサーバの管理を行う機能が存在し、1 台のホームサーバを管理する事業者が特定されるモデルを標準とする仕様検討を行った（図 9-7）。

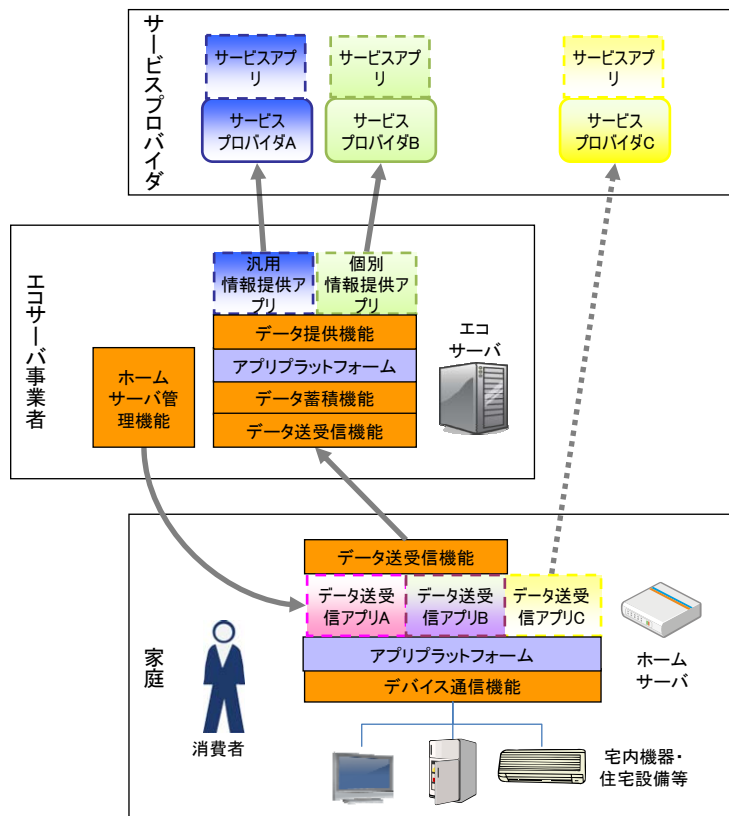


図 9-7 スマートハウスの全体像

本構成において、それぞれの登場人物は、以下の役割を有する。

- ホームサーバは、家庭内の宅内機器や住宅設備、エネルギー機器等からのデータの収集や、これら機器に対するサービスプロバイダ及びエコサーバからの制御指示を、実際の機器へ中継する役割を担う。
- エコサーバは、情報集積・提供機能と、ホームサーバ管理機能の2つの役割を担う。
- 情報集積・提供機能は、標準的なインタフェースによってホームサーバから家庭内のデータを収集・蓄積し、サービスプロバイダからの要求に応じてデータを提供するとともに、サービスプロバイダから家庭内の家電や住宅設備、エネルギー機器等に対する制御指示を、ホームサーバに中継する役割を担う。
- ホームサーバ管理機能は、ホームサーバ自体の管理や、ホームサーバに搭載されるアプリケーションを管理する役割を担う。
- サービスプロバイダは、エコサーバを介して受け取ったデータを利用し、消費者に対して価値あるサービスを提供する役割を担う。

このような全体像及び役割分担を想定することで、ホームサーバ、エコサーバ、サービスプロバイダから成る三位一体型のシステムについて、その主要な構成要素や、その構成要素間の関係性について関係者が共通認識を有することが可能となることを確認していくことが求められる。

次に重要となるのは、三者間で家庭内の機器や設備から取得されるデータの集積・提供に必要なシステム仕様の標準化である。このシステム仕様を定義し標準化することで、家庭内の機器や設備から取得されるデータを利用して、複数のサービスプロバイダが、より消費者にとって価値のあるサービスを生み出すことが可能であり、逆にこのような標準がなければ、サービスプロバイダは、家庭内から取得可能なデータの利用について個別に調整を行う必要があり、大規模な普及に向けては非現実的であると言わざるを得ない。また、このように標準的なシステム仕様に基づきデータ集積・提供が可能な環境が実現されると、対応した住宅や設備等の導入も促進されるものと考えられる。

以上から、本実証実験においては、特に、ホームサーバ、エコサーバ、サービスプロバイダ間での情報連携に求められる標準仕様を定義することとした。

9.1.5. 実証実験の必要性

本実証実験において定義する、ホームサーバ、エコサーバ、サービスプロバイダ間での情報連携に求められる標準仕様は、従来型 POU の枠組みでは参加したくてもできない（又は困難な）サービスプロバイダが迅速かつ低コストで価値あるサービスを消費者・ユーザに提供できる環境を実現することを目的としている。

したがって、サービスプロバイダの事業化という観点からは、その事業者の参入容易性の高い仕様であることを確認する必要がある、利便性、セキュリティ、プライバシーなど多方面からの課題の検証が必要である。加えて、業者の参入を促すためには、標準仕様に基づき実現されたシステムが、複数の事業者の参加による相互接続可能なシステムとして構築できることを実証し示す必要があると考える。

一方、消費者にとっては、価値あるサービスやソフトウェアが生み出されることで、消費者の参加を促進するものである必要がある、提供されるサービスそのものの利便性の他に、情報を提供する役割を担うホームサーバの設置、管理、プライバシー、セキュリティ等、多方面から課題を検証する必要があると考える。

前述の必要性を踏まえ、本実証実験においては、今後の事業化に向け、策定された仕様に対して、机上と試作の両面から、三位一体型の取り組みに関する検証を実施することとした。

9. 2. 事業の目的と概要

9. 2. 1. 目的

1 章で述べたように、従来型のモデルにおいては、家庭内に設置する機器及び機器からのデータ収集の仕組みを構築する技術を持たない事業者にとって、家庭から収集されるデータを用いたサービスを構築することが困難であった。これを受けたスマートハウスプロジェクト共通の仮説としては、三位一体の枠組みが普及することで、家庭内からのエネルギー情報を利用した様々なサービスプロバイダが登場し、これらの新たなサービスを利用することで、消費者にとっては、省エネや CO2 削減に寄与することが期待されている。

このような仮説を受け、本実証実験では、三位一体の枠組みを実現するために必要な、ホームサーバ、エコサーバ、サービスプロバイダ間の仕様を策定し、その評価を行うことを主目的とする。策定した仕様の評価は、サービスプロバイダ及びサービスを受ける消費者の参加を促す市場有効性の観点、その枠組みが実際に構築可能であるという実現性の観点の両面からおこなうこととした。

三位一体の枠組みを実現するための仕様は、様々なサービスのニーズに対応できる汎用的なものでなければならない。そのため、一般的に必要なと思われる機能を元に仕様を策定するだけではこの点を十分に評価することは難しい。エコサーバを中心とした、三位一体の枠組みを実現するための仕様の策定を行うとともに、その妥当性について、具体的なサービスプロバイダが参入する複数のシナリオを用い評価することを目的に実施した。さらに、汎用的な仕様を考えるという目的に対しては、一社単独の取り組みではその妥当性の確認が不十分であるため、他の実証実験参加事業者と連携の上、仕様の共通点について議論し模索することも目的に加えた。

9. 2. 2. 事業の概要

本実証実験では、家庭におけるエネルギー最適消費の取り組みの普及策として、ホームサーバ、エコサーバ、サービスプロバイダによる三位一体のモデルが有効であるという仮説を検証するとともに、その実現のために必要な仕様の策定とその妥当性の検証を目的に実施したものである。実施に当たっては、様々な目的に対応できる汎用的な仕様の策定を目指す一方で、策定された仕様がその具体的な利用ニーズにこたえられるものであるかの検証についても実施できるように計画した。

具体的には、「仕様策定」については、汎用的な仕様の策定を目標とし、そのために必要な試作等の作業を計画し実施した。「実験実施」については、仕様の妥当性を検証することで仕様の不足を補完する目的で、具体的なシナリオを用意し実施した。想定したシナリオは、サービスプロバイダが、エコサーバから提供されるインタフェースを利用してサービス提供を

試みる具体例を 3 例用意し、これらのシナリオを基に妥当性を検証する実験を計画した。

実験実施に際しての検証観点は、将来における事業化を想定し、そのために重要と考えられる「市場有効性」と「実現性」のテーマから設定したものである。

(a) 市場有効性

三位一体の枠組みの普及には、そのサービスの提供者であるサービスプロバイダの参入及びサービス利用者である消費者の利用を促進するものが求められる。また、サービスプロバイダの普及を加速するためには、標準化された枠組みが広く、共通に使われる可能性のあるものでなければならないと考えられる。このような市場有効性の観点から、以下の a)、b)及び c)のテーマを選定した。

a) サービスプロバイダの参入

新たなサービスの創出のためには、その担い手となるサービスプロバイダの参入が容易でなければならない。本実証実験では、三位一体の枠組みが、サービス提供を行う事業者の参入を容易にするものであるかについて、着眼点を設け、それぞれに対する詳細な検証項目を定めた。着眼点については、サービスプロバイダが事業に参入したいと思えるような三位一体の枠組みの「将来性」、事業化し事業を継続する上での負担がどの程度で従来の枠組みに比べどの程度軽減されるかなどの「運用負担」、従来の枠組みではすべての技術を有する事業者でなければ困難であると考えられてきた「データの収集と活用」及び「機器の制御」の 4 つの着眼点を設け、これらの着眼点から詳細な検証項目を導出した。

b) 消費者の参加

新たなサービスの普及のためには、そのサービスが利用者である消費者にとってメリットのあるもので、消費者により積極的に利用されるものでなければならない。個々のサービスの使い勝手についても、利用の普及に占める大きな要素であるが、本実証実験では、共通システムをテーマとするものであるため、共通システムの範囲において、サービスの普及の観点から重要と考えられる検証項目を対象とした。具体的には、普及環境やホームサーバの管理に関するもの、省エネルギーをテーマとしたアプリケーションにとって共通と考えられるエネルギーマネジメントシステムに関するもの、利用時のセキュリティ、プライバシー又は安全性に関するものに注目し、これらの着眼点から詳細な検証項目を導出した。

c) 世界標準としての可能性

日本発の省エネモデルを世界に向けて発信できるためには、本実証実験で策定する仕様等が、国外での既存の事例（既存の標準及び規格を含む）と比較して共通性、互換性のあるものでなければならない。この観点に対しては、既存の海外事例の調査による検

証を行った。

(b) 実現性

参加者にとって有効性のある枠組みの実現に向けて策定した仕様の実現性についても重要である。具体的には、策定した仕様等が、実ビジネスにおける必要な機能を提供すること、既に存在する周辺の規格や仕様と親和性のあるものであること、実際のビジネスの規模と整合のとれたものであること、等の実現性という観点で検証されたものでなければならない。このような実現性の観点から、以下の d)、e)、f)及び g)のテーマを選定した。

d) 実ビジネスのライフサイクルから必要な機能の充足

実ビジネスとして事業を展開するためには事業のライフサイクルを踏まえた、必要な機能を開発する必要がある。本実証実験では将来の事業化を想定し求められる機能について、実ビジネスとしてのライフサイクルを想定し必要な業務を導き出すことで網羅性を確認した。具体的には、消費者、サービスプロバイダ及びエコサーバ事業者それぞれのライフサイクルに着目してこの検証を行った。その詳細な検証項目を導出した。

e) 既存の標準や世界各国における事例との共通性

三位一体の枠組みの上でサービスを構築するためには、策定された仕様が既存の標準や規格に準拠したデバイスを容易に取り込める柔軟性が求められる。この観点において、既存の仕様や既に実施された各国での取り組みと比較して、策定した仕様が柔軟性のあるものであるか検証を行った。

f) 実装上の考慮すべき非機能面の制約

策定された仕様が前提とする非機能上の制約が実際のビジネスの規模に合ったものであることは、システムを実装する上での重要事項である。特に、システムの実装や運用に大きな影響を与える、パフォーマンス、キャパシティ等の制約について、策定された仕様の妥当性を確認する必要があると考え、これらの観点の検証を本実証実験の範囲に含め実施した。

g) 実証実験各社の仕様の共通性

本実証実験以外にもスマートハウス実証プロジェクトに参加する他の企業による取り組みが並行して行われていた。三位一体の枠組み上で、相互に接続可能なシステムを構築するためには、これらの参加企業が想定する仕様との共通性を検証し、将来の仕様の共通化に向けた課題を抽出することが重要である。本実証実験では、他の実証実験参加企業と連携の上、共通システムの可能性について模索するための検証項目も設定した。具体的には、各社が定める仕様の共通性、各社が想定する仕様の相互接続性に着目し、詳細な検証項目を導出した。

9. 2. 3. 仕様策定

スマートハウス構想では、これまでの家庭内の機器とサービスプロバイダに閉ざされた環境を改め、多くの参加者による知見と協業を以って低炭素社会を実現するオープンな環境を提供することを目的とする。その主要な構成要素であるエコサーバとホームサーバの仕様は、参画するサービスプロバイダ及びホームサーバベンダが開発し展開するサービスと機器が相互に接続可能であるだけでなく、新しいサービスの創出や市場の活性化を促進するものでなければならない。

特に、ホームネットワークや家電制御に代表される既存技術を活用し、グローバルで進められているスマートグリッド構想の仕様と齟齬のないものであることで、これらの項目を効果的に達成できる。そのため、スマートハウス構想においては、新たな需要の創出源となり、市場の活性化を実現し、既存技術や標準を基点とした仕様を策定することが重要である。

本実証実験では、以下の3種類の仕様を策定した。

(a) IBM 想定仕様

- エコサーバ事業者としての事業化に必要な機能に関する仕様
- 机上における定義も含め、エコサーバの事業化に向け優先度の高いものを対象に策定

(b) 実装仕様

- IBM 想定仕様のうち特に実現性の観点から実装による検証の対象とした機能の仕様
- データの送受信やデバイス制御の基本的な機能を対象

(c) 共通仕様

- スマートハウスの構成要素である、エコサーバ、ホームサーバ、サービスプロバイダ間の連携に必要な、基本的な仕様
- 平成21年度スマートハウス実証プロジェクト参加企業間で議論を行い検討したもの

これらの仕様の関係は図 9-8 のとおりである。IBM 想定仕様は、本実証実験において事業化を前提に策定したものであり、実装仕様はその一部を実装したものである。それぞれ、目的に応じて策定レベルは異なっている。

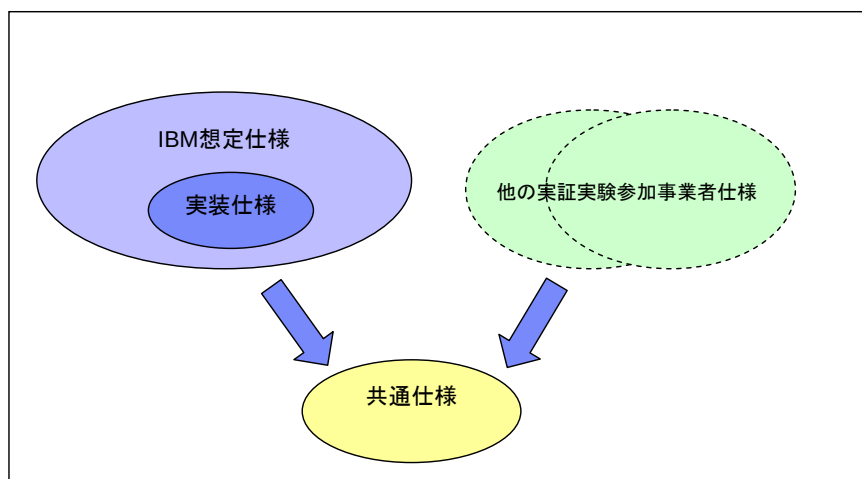


図 9-8 本実証実験における仕様の関係

9.2.3.2. IBM 想定仕様

IBM 想定仕様はスマートハウス構想の基盤となる部分について、実装の考慮を含まない、概念あるいは仕様のレベルで定義するものである。

IBM 想定仕様で定義する機能範囲としては、スマートハウス構想の基盤となるエコサーバとホームサーバ共通フレームワークを対象とする。対象範囲を青枠で囲って図示したものを図 9-9 に示す。

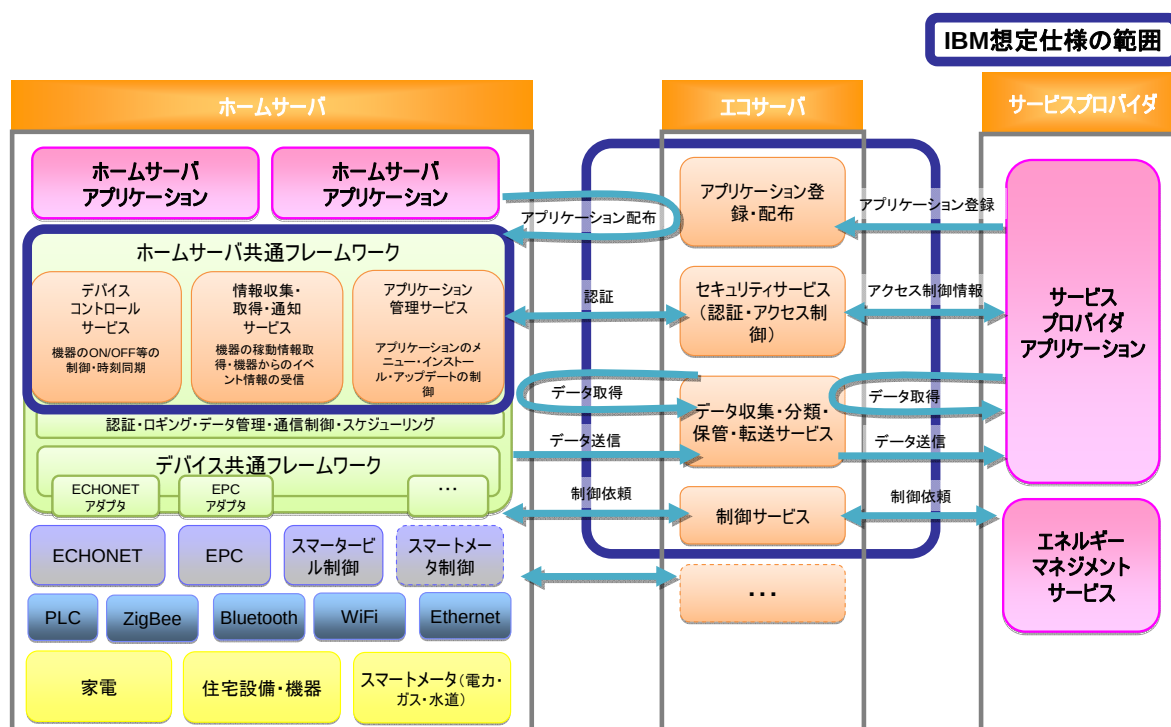


図 9-9 IBM 想定仕様の範囲

IT システムを表現する方法には、概念レベル、仕様レベル及び実装レベルの 3 つの段階が

考えられる。各レベルの特徴を表 9-2 に示す。通常、IT システムの実装には様々な方法があり、それを定義することは仕様の検証を行うことが目的である本実証実験の範疇外と考える。そのため、IBM 想定仕様においては概念レベルあるいは仕様レベルまでを考慮の対象とし、実装レベルに関してはその考慮点を挙げるまでにとどめる。

表 9-2 IT システムの表現レベル

レベル	内容
概念	IT システムの機能要件を取り込んだレベル 要件を実現するための機能的な側面が反映されている。
仕様	IT システムの機能要件に加えて運用を考慮したレベル 非機能要件が反映されている。
実装	物理的に実装が可能なレベル 実装する際の詳細な設計ができる。

9.2.3.3. 実装仕様

実装仕様は、特に、スマートハウス構想において特徴となる以下の機能について、実際に試作するために必要な実装のレベルで定義する仕様である。

- データ収集・分類・保管・転送機能
- 制御サービス

9.2.3.4. 共通仕様

共通仕様は、ホームサーバ、エコサーバ、サービスプロバイダ間の基本的なインタフェース（データ送受信や機器制御など）について、インタフェースの種類・用途や、取り扱うデータの種類及び意味について、論理レベル、つまり、インタフェースの種類や用途を定義し、そのインタフェースで運ばれるデータや制御命令の種類を定義するものである。

本実証実験では、スマートハウス構想を実現するために必要な中心的な機能として、実装仕様と同様に、データ取得及びデータ送信並びに制御依頼に関連するインタフェースを対象とした。

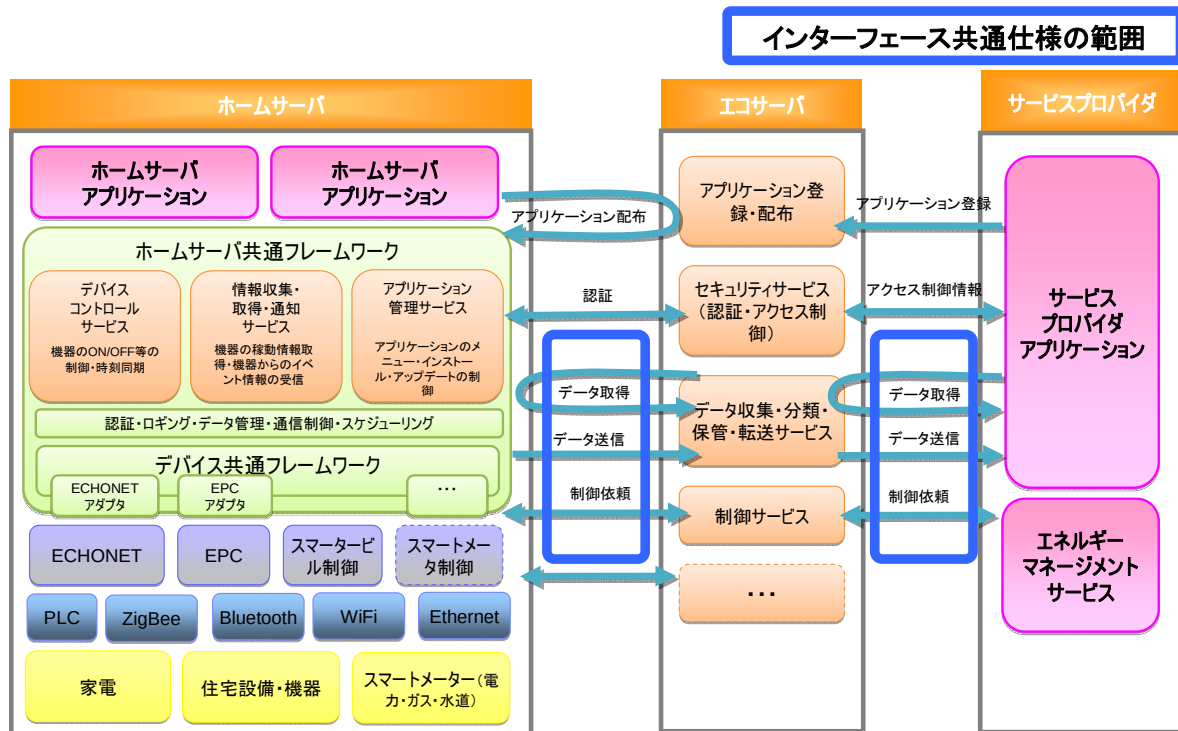


図 9-10 共通仕様の範囲

9.2.4. 実験の実施

仮説の検証及び策定した仕様の妥当性検証のための実証実験として、シナリオによる検証、他事業者との連携実験を実施した。シナリオによる検証は、策定された仕様を対象にシナリオを用いて仮説の検証と仕様の妥当性の検証を行うために実施した。他事業者との連携実験は、各社が想定した仕様により開発された、ホームサーバとの相互接続の可能性を検証するために実施した。

9.2.4.1. シナリオによる検証

将来の事業化を前提に策定された IBM 想定仕様及びその実装仕様に対する検証として実施した。実施に当たっては、汎用的な用途を想定して策定された仕様が、具体的な利用シーンに対応できるものかを検証するために、3つのシナリオを想定し、このシナリオから具体的な検証方法を導出し実施した。

(a) 実証実験シナリオ 1

実証実験シナリオ 1（以下、シナリオ 1）は、ホームサーバ・エコサーバ間及びエコサーバ・サービスプロバイダ間のインターフェース仕様並びにエコサーバの機能仕様及びデータ仕様を検証するため、将来、図 9-11 に示すような家庭及び地域単位でのエアコンの効率的な利用を実現するサービスが提供されることを想定し、消費者からエアコンの稼働状況（運

転モード、設定温度等）の情報を収集し、家庭及び地域単位にエアコンの温度調節を行うシナリオを策定することによって、エコサーバが提供するインタフェースを利用してサービスプロバイダが容易にデバイス制御可能であることを検証するとともに、検証を通じて次年度以降に解決すべき課題を明らかにすることを目的とする。

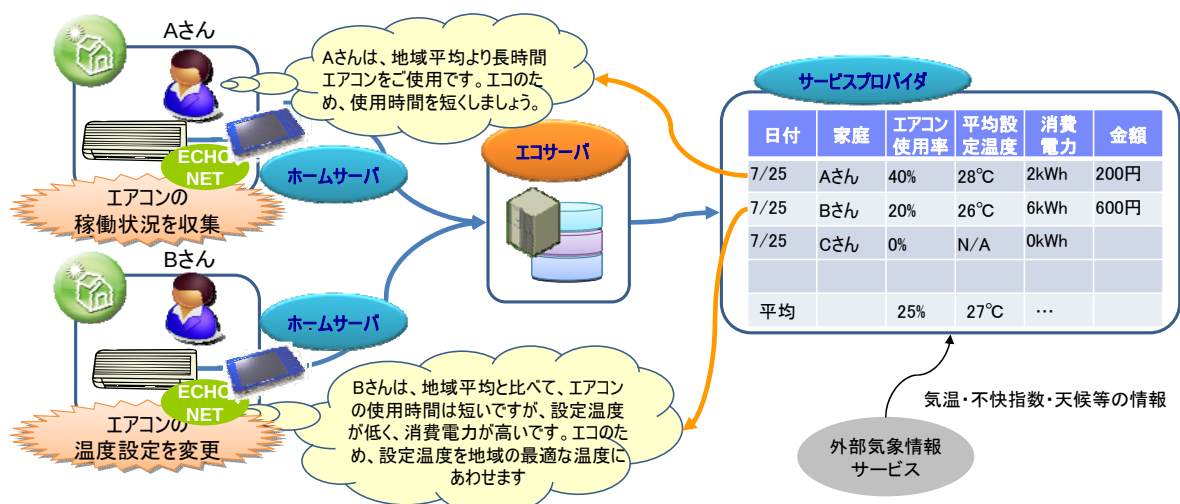


図 9-11 実証実験シナリオ 1 の想定

(b) 実証実験シナリオ 2

実証実験シナリオ 2（以下、シナリオ 2）は、IBM 想定仕様におけるホームサーバ・エコサーバ・サービスプロバイダ間のインタフェース仕様の妥当性について、サービスプロバイダがエコサーバの提供する機能を利用し新たな家庭向けサービスを開始するために必要な共通機能が提供されているかの検証を目的とする。また、検証を通じて次年度以降に解決すべき課題を明らかにする。

検証のために、将来、図 9-12 に示すような灯油タンクに取り付けたセンサからの灯油残量情報をサービスプロバイダがエコサーバを通じて取得して、それを利用して効率的な配送計画を立てる灯油配送業者のサービスが行われるシナリオを想定する。このサービスを行うサービスプロバイダのシステムの作成を通じ、家庭向けに新たなサービスを開始するために必要な機能をエコサーバが提供しているか、各検証項目を通じて検証する。

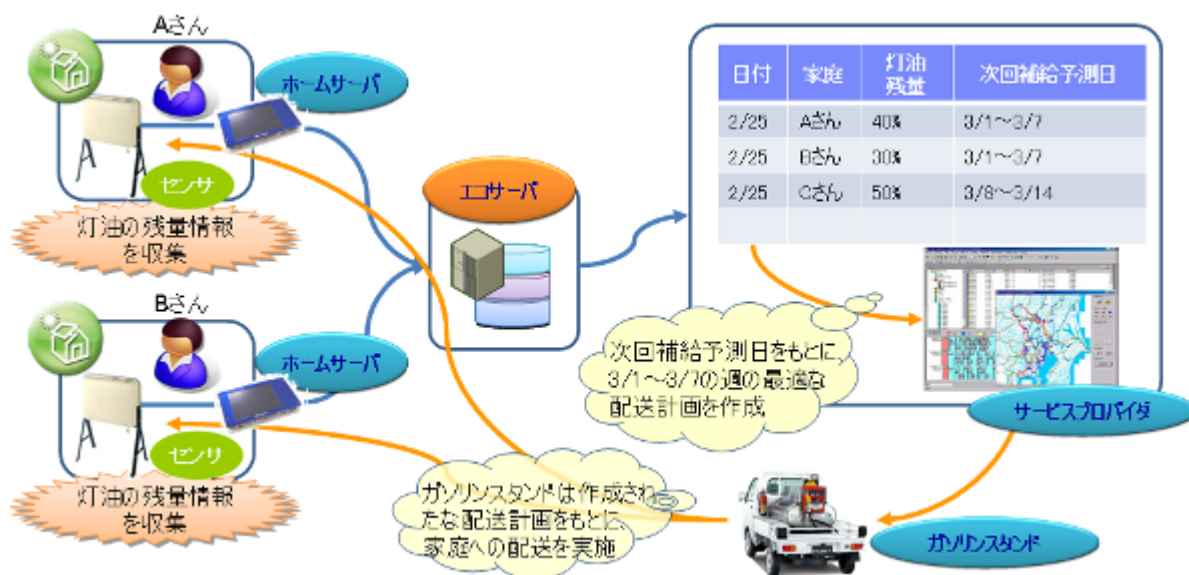


図 9-12 実証実験シナリオ 2 の想定

(c) 実証実験シナリオ 3

実証実験シナリオ 3（以下シナリオ 3）は、「消費者（家庭～地域）と自治体の協働によるエネルギーマネジメントのための家庭及び地域単位でのエネルギー消費・生産量の見える化」が実現できることの検証を目的とする。

検証対象として、エネルギーの見える化システムをサービスプロバイダとして実装することを想定し、試作や IBM 想定仕様の仕様検証によってシステムの実現可能性を検証する。

また試作においては青森県及び青森県六ヶ所村と協業し、試作した見える化システムによって自治体のエネルギー施策に活用できる情報を提供可能か検証する。ホームサーバから収集されたデータを元にエネルギーの見える化を行い、自治体の施策に反映させるまでの流れを図 9-13 に示す。

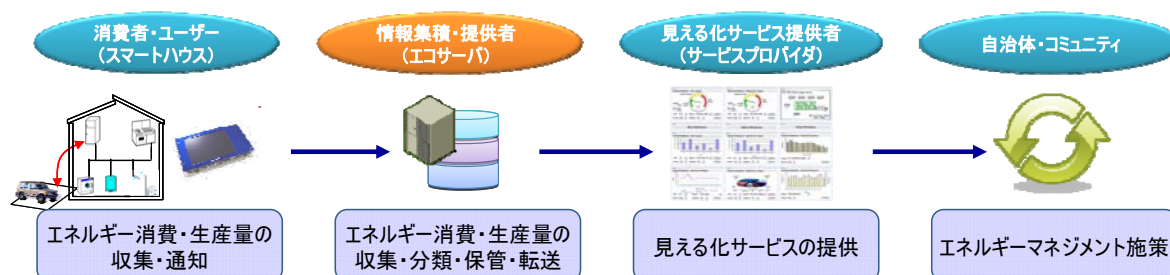


図 9-13 実証実験シナリオ 3 の想定

9.2.4.2. 他の実証実験事業者とのデータ連携（連携実験）

三位一体の枠組みにおいて、異なる事業者が開発したシステムが相互接続できるということは、重要な実証テーマである。データ及び機器の制御を伴う相互接続が可能な標準の策定を将来目標に想定し、本実証実験の実施範囲としては、その基礎となる情報の流通について検証を行い、今後の仕様の共通化に向けた課題を抽出する目的で実施した。具体的には、本

実証実験において開発した実験環境に対し、他の実証実験事業者が提供する実データを取り込むことで、三位一体の枠組みを前提に構築された、異なる実装によるシステムのデータが流通可能であることを検証した。

9.2.4.3. 調査

既存の技術、事例、標準及び規格などの調査を通して検討すべき項目については個別に調査を行い、調査結果を基に検討及び考察を行った。

9.2.5. 実施スケジュール

本実証事業は、図 9-14 に示すスケジュールで実施した。

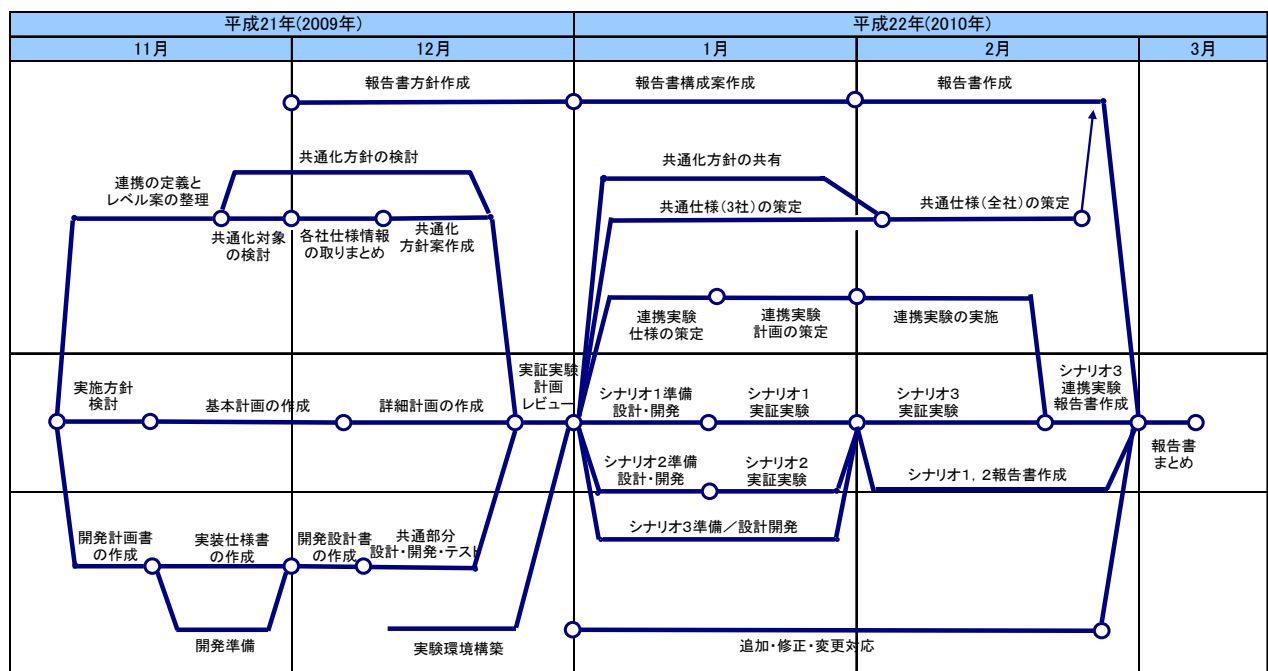


図 9-14 実施スケジュール

9.3. 仕様策定

9.3.1. IBM 想定仕様

9.3.1.1. IBM 想定仕様の策定方法

(a) 概要

IBM 想定仕様の策定においては、スマートハウス構想の目的に合致したシステムの仕様を定義することが重要である。しかし、エコサーバ事業者の既存の業務が存在しておらず、参照できる既存システムも存在しないため要件の定義が困難であった。それを解決するために、業務の目的から要求分析やアーキテクチャを構築すること重視した IT システムを実現するための手法であるシステムズエンジニアリングの考え方を適用した。さらに、経済産業省 ソフトウェア開発力強化推進タスクフォース 要求工学・設計開発技術研究部会 非機能要求とアーキテクチャ WG が策定した「非機能要件記述ガイド」を参照した。

今回採用した仕様化の手法に関しては、システムズエンジニアリング¹の考え方に基づいている。システムズエンジニアリングは欧米では広く使われているシステム化の手法であり、SYSTEMS ENGINEERING GUIDEBOOK FOR ITS（米国）、SmartHouse/SmartGrid High-Level System Requirements（欧州）等の報告書でも、同様の手法を採用している。複数の事業者により実現するスマートハウス構想においては、ビジネスモデル、ニーズ、要求が複雑になると想定された。本実証実験では、このようなシステム化の課題を解決するため手法として考案されたシステムズエンジニアリングの手法は有効であると考え IBM 想定仕様に採用した。

計画した目的から業務要件を抽出する手順を図 9-15 に示す。

¹ システムズエンジニアリング：システムズ・エンジニアリングとは、1950 年代に発祥した、主に軍事や航空宇宙など、高度な技術が求められる複雑な製品の開発分野で確立されたディシプリン（Discipline）である。現在はシステムズエンジニアリングを推進する国際組織「INCOSSE（The International Council on Systems Engineering）」（<http://www.incose.org/>）を中心に、大規模なビジネス系 IT システム開発への適用が推進されている。

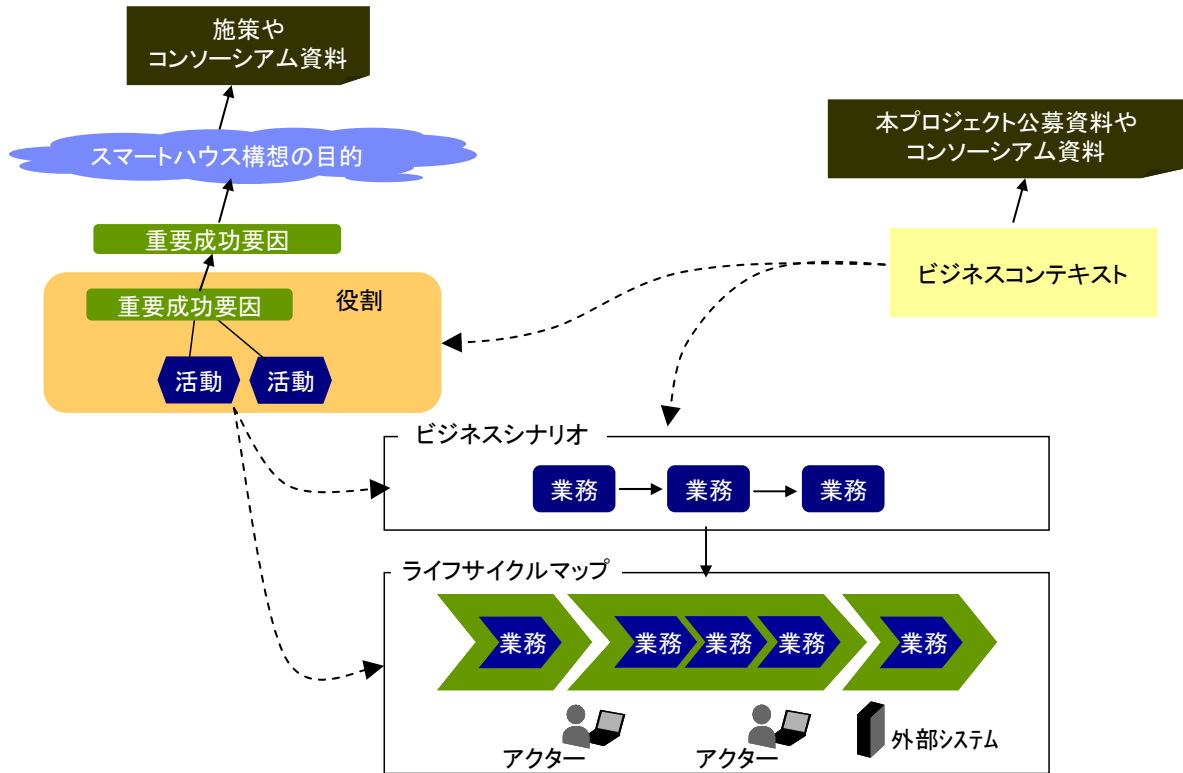


図 9-15 目的の分析による業務要件の抽出

(b) 目的の分析

十分に目的に合致したシステムを構築するためには、まず関連する業務の目的を明確にする必要がある。そこで、スマートハウス実証プロジェクトの範囲だけではなく、前段にある構想自体の目的を低炭素技術・社会システムによる低炭層社会実現プロジェクト等の施策やコンソーシアム資料から抽出する。さらに、その目的を達成するための重要な成功要因を分析し、その目的を達成するための活動を抽出する。

(c) ビジネスコンテキストの理解

最初に想定するスマートハウス構想に関連する業務、すなわちビジネスコンテキストをコンソーシアムや本実証実験公募資料等から抽出して明確にし、さらに関連する役割抽出する。

次に、業務の一連の流れをシナリオとして定義する。業務の関連性を明確にする。

さらに、スマートハウス構想に関連する業務を網羅的に抽出するために、スマートハウス構想において各アクターの想定される業務のライフサイクルを使って、各ライフサイクルの場面で必要となる業務を抽出する。抽出される業務はスマートハウス構想全体に関連するものであり、IT システムが全く関連しない部分も含まれる。

ライフサイクルマップの例を図 9-16 示す。ライフサイクルマップは横軸に特定アクターの業務的なライフサイクルを表現し、縦軸にそれに関連するアクターを表現することで、

あるアクターが目的を達成するために必要な業務を網羅的に把握することができる。さらに、IT システムが重要となる部分について IBM 想定仕様の対象として抽出する。

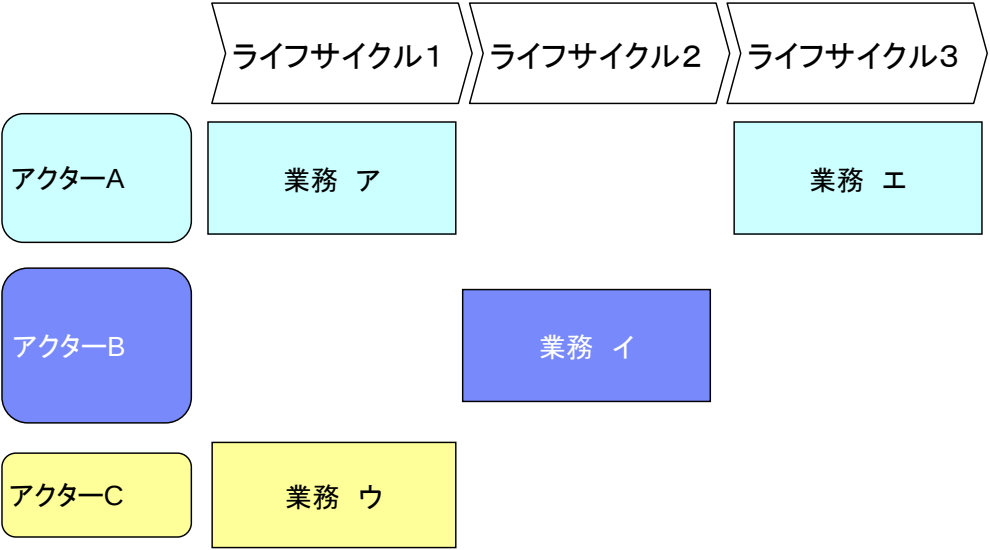


図 9-16 ライフサイクルマップの例

抽出された業務について業務の詳細を記述したビジネスユースケースを定義する。定義したビジネスユースケースには、前提や制約の他に図 9-15 の手順で検討したスマートハウス構想の目的を参照し、本実証実験で想定し判断した内容が含まれる。

ビジネスユースケース一覧の例を表 9-3 に示す。ビジネスユースケースグループは、ライフサイクルマップにおいては業務として表現した作業の単位をビジネスユースケースグループと呼ぶ。ビジネスユースケースはビジネスユースケースグループに含まれる。また、ビジネスユースケースは複数のビジネスプロセスを含む。このビジネスプロセスについてのビジネス機能要件を定義する。ビジネスユースケースグループ、ビジネスユースケース及びビジネスプロセスの関係を表現した図を図 9-17 に示す。

表 9-3 ビジネスユースケース一覧の例

ライフサイクル・マップ					ビジネス・ユースケース		ビジネス・プロセス	
対象ライフ サイクル ライフサイクル 主アクター BG# BUC Group					BUC#	BUC	アクター (Lane)	BT# ビジネス・タスク
アクターAのライフサイクル								
	ライフサイクル	アクターA	BGxxx	業務 ア				
					BUCxxx-xxx ビジネスユースケース 1			
					アクターA BTxxx-xxx-xxx xxxxxxxxxxxx			
					アクターB BTxxx-xxx-xxx xxxxxxxxxxxx			

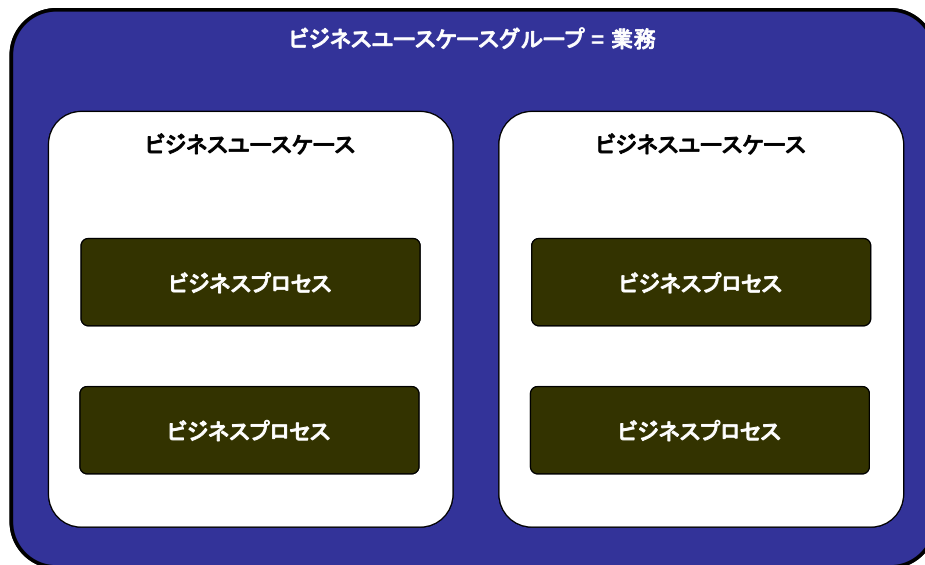
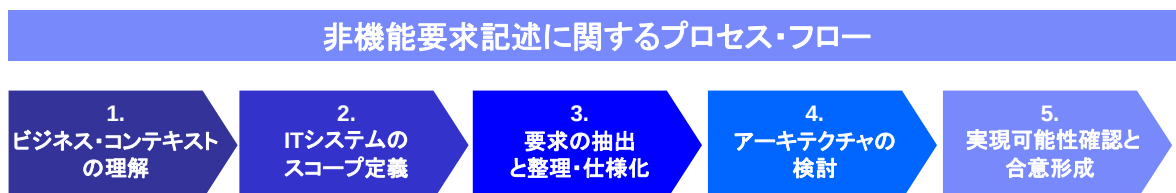


図 9-17 ビジネスユースケース一覧の説明

同時に概念データモデルを作成し、関連する概念の関係を明確にする。これによってスマートハウス構想に関連する概念を整理し、あるいはスマートハウスに特有の新しい概念を定義する。概念データモデルを共有することは、関連するステークホルダー間でコミュニケーションを図るために重要となる。

(d) 業務要件から IBM 想定仕様の抽出

定義された業務要件から IT システムの要件を抽出する。業務要件から IBM 想定仕様を抽出する手順を図 9-18 に示す。



*IPA SEC 「非機能要求記述ガイド」より参照

図 9-18 業務要件から IBM 想定仕様抽出の手順

(e) IT システムのスコープ定義

効果的にスマートハウス構想の目的を達成するために、IT システムが担うべき部分を明確にする。IT システムが実現する部分と対象外の境界を明らかにし、それを表現したシステムコンテキスト図を作成する。

システムコンテキスト図の例を図 9-19 に示す。この例では、IT システムが実現する範囲に機能 A、B の 2 つの機能があることと、アクター A、B 及び外部システムがその機能を利用していることを表現している。またそれら機能と情報フローでやりとりをしていることとその方向を表現している。

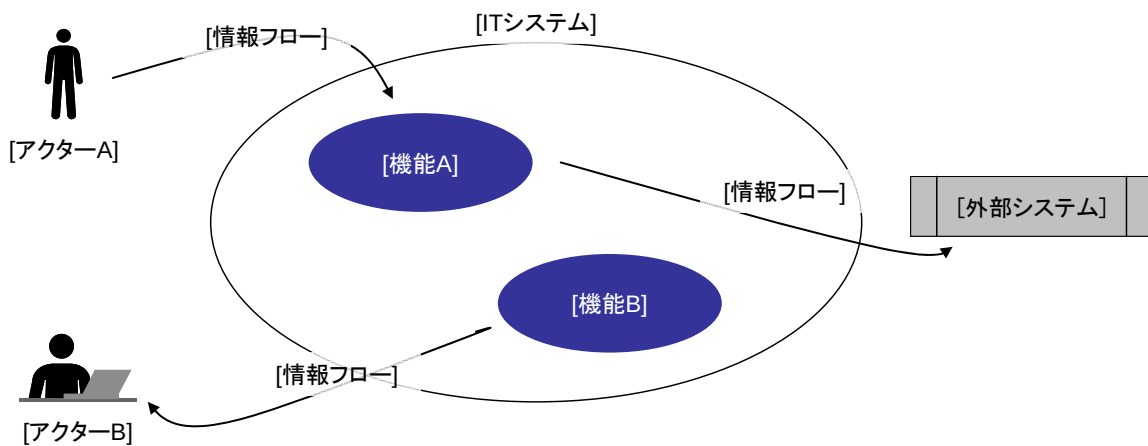


図 9-19 システムコンテキスト図の例

(f) 要求の抽出と整理

アクターとエコサーバ及びホームサーバのやりとりをシステムユースケースとして定義する。さらに、エコサーバ及びホームサーバが実現すべき要求を明確にする。その結果として挙げられたシステムに求められる機能を抽出して、システム構造の概要をアーキテクチャオーバービューとして明示する。システムユースケースで記述する項目とその内容の説明を表 9-4 に示す。

表 9-4 システムユースケースの項目

項目	説明
ユースケースの名称	システムユースケースを識別する名称 ビジネスユースケースと関連付けられる
ユースケースの概要	ユースケースによって実現される事項
主アクター	ユースケースによって目的を達成するアクター
支援アクター	協調して動作することが必要なアクター
トリガー	ユースケースが開始する際のきっかけになる事象
頻度	ユースケースが開始する頻度
事前条件	ユースケースが成功するために開始する前に達成されているべき事項
事後条件	想定されたとおりに正常に完了した際に達成されているべき事項
基本シナリオ	想定されたとおりに正常に動作する場合の手順
代替シナリオ	想定できる異常が発生した場合の手順
備考	そのほか考慮されるべき事項や、他のユースケースとの関係

同時に、エコサーバ及びホームサーバの以下に挙げる品質特性である非機能要件を制約、仮定と前提、ビジネスコンテキスト及びスマートハウス構想の目的分析からビジネスユースケースを踏まえて抽出して明確にする。さらに、エコサーバやホームサーバのアーキテクチャに影響が大きいものを選択して非機能要件を定義する。非機能要件項目の一覧を表 9-5 に示す。

表 9-5 非機能要件項目の説明

非機能要件項目	内容
性能とキャパシティ	エコサーバが提供するサービスの応答時間、スループット等を定義する
可用性	サービスがどの程度、継続して利用可能であることを定義する
最新性・適時性	関連するイベントが発生してから、サービス利用者がサービスを提供されるまでにかかる時間と提供されるデータの鮮度を定義する
セキュリティ	セキュリティに関連するリスクを考慮して、必要な保護・制御を定義する
機能拡張性	どのような機能の拡張が必要であるのかを定義する
性能拡張性	どのように性能が拡張されるべきであるのかを定義する

また、非機能要件の抽出の際には、その入力となる項目として以下の事項の内容を想定して定義する。非機能要件の入力項目を表 9-6 に示す。

表 9-6 非機能要件の入力項目

入力項目	内容
ビジネス基礎数値	スマートハウス構想に関連する業務の規模を定義した数値
将来要件	エコサーバが将来に求められると思われる要件
情報資産評価表	スマートハウス構想において扱う情報あるいはデータの機密性、完全性及び可用性の定義

(g) アーキテクチャの検討

抽出された要件を満たすアーキテクチャモデルを検討する。検討した結果の仕様をコンポーネントモデルと配置モデルの 2 つのモデルを使って表現する。それぞれのモデルの特徴について表 9-7 に示す。これによって IT システムがどのような機能を実現するのかという側面だけでなく、どのように品質の要件を満たすのかを表現する。

表 9-7 アーキテクチャモデルの種類

モデル	説明
-----	----

モデル	説明
コンポーネントモデル	機能要件を実現するために必要なコンポーネントとその責務及び関連を表したモデル
配置モデル	事業化を想定し、IT システムのノードの配置や定義された非機能要件を考慮してコンポーネントを各ノードに配置したモデル

同時に検討項目となる部分について、アーキテクチャ上の検討項目として記録する。これによって、IBM 想定仕様として選択した理由を明確にする。さらに仕様とその前提となった項目を明らかにし、前提が変化した場合や業務の環境が変化した場合に考慮すべき仕様の項目を明確にする。

(h) 実現可能性確認

完成したアーキテクチャモデルを持って、ユースケースが実現可能であることを場面や、手順を追うことで確認する。これによって、作成したアーキテクチャモデルを洗練する。

9.3.1.2. IBM 想定仕様の策定結果

本事業では、IBM 想定仕様として、表 9-8 に示す成果物を作成した。

表 9-8 IBM 想定仕様・作成物の一覧

作成物	業務又は IT の別
スマートハウス構想の目的分析	業務
ビジネスコンテキスト	業務
アクター一覧	業務
ライフサイクルマップ	業務
ビジネスユースケース	業務
概念データモデル	業務
システムコンテキスト	IT
機能情報関連図	IT
システムユースケース	IT
インタフェース	IT
非機能要件	IT
アーキテクチャオーバービュー	IT
コンポーネントモデル	IT
配置モデル	IT
アーキテクチャ上の検討項目	IT

(1) 目的の分析

IBM 想定仕様におけるシステム要件を策定するに当たっては、本実証実験の目的よりさらに上位の目的である未来開拓戦略（J リカバリー・プラン）から敷衍し、目標及び目標を達成する為の要因を識別することで、スマートハウス構想を成功させる重要な要因（重要成功要因）を抽出した。

J リカバリー・プランから本実証実験の目的に至る目標の展開構造及びスマートハウス構想の重要成功要因の抽出結果を図 9-20 に示す。

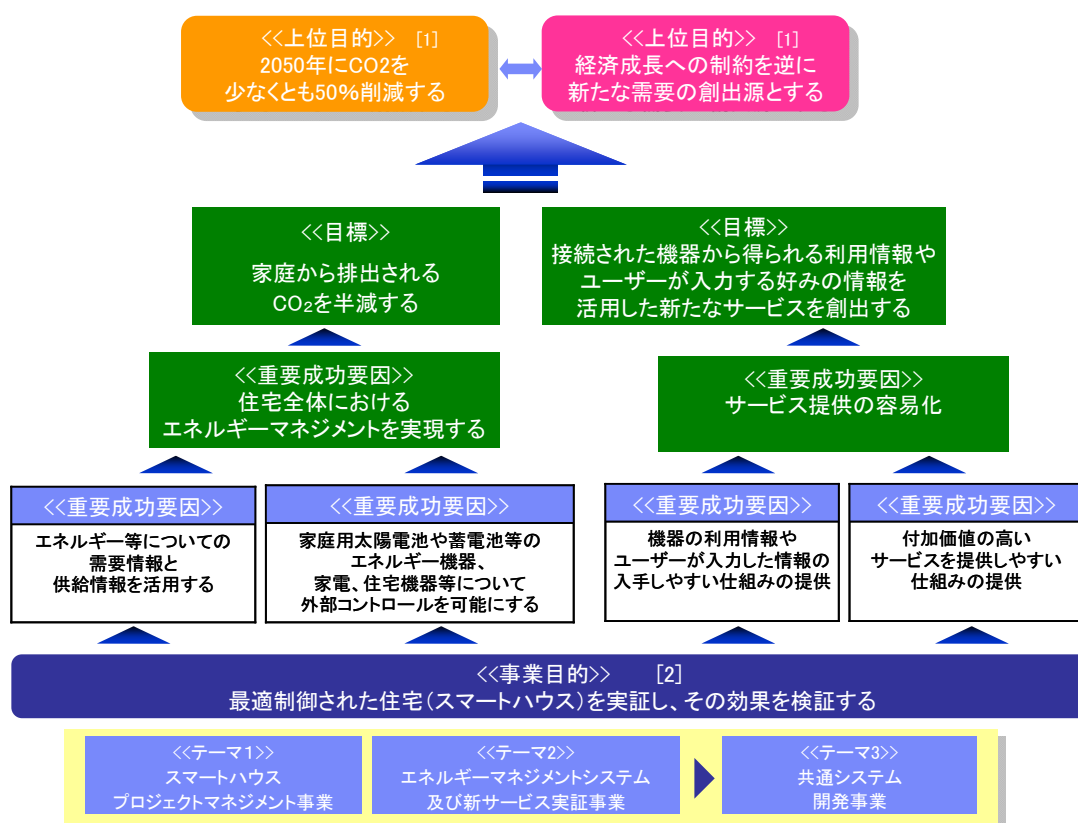


図 9-20 スマートハウス構想の目的分析

[1] 未来開拓戦略（J リカバリー・プラン） 平成 21 年 4 月 17 日 内閣府・経済産業省
<http://www.keizai-shimon.go.jp/minutes/2009/0417/item7.pdf>

[2] 公募要領 「スマートハウス実証プロジェクト」 経済産業省
「スマートハウス実証プロジェクト」基本計画 商務情報政策局情報経済課

目的の分析によって得られた、スマートハウス構想の重要成功要因を表 9-9 に示す。

表 9-9 重要成功要因の一覧

#	重要成功要因
重要成功要因-1	エネルギー等についての需要情報と供給情報を活用する
重要成功要因-2	家庭用太陽電池や蓄電池等のエネルギー機器、家電、住宅機器等について外部コントロールを可能にする
重要成功要因-3	機器の利用情報やユーザが入力した情報の入手しやすい仕組みの提供
重要成功要因-4	付加価値の高いサービスを提供しやすい仕組みの提供

重要成功要因のうち、“エネルギー等についての需要情報と供給情報を活用する”（重要成功要因-1）と“家庭用太陽電池や蓄電池等のエネルギー機器、家電、住宅機器等について外部コントロールを可能にする”（重要成功要因-2）は、いずれも“住宅全体におけるエネルギーマネジメントを実現”し、“家庭から排出される CO2 を半減する”ことにより、“2050 年に CO2 を少なくとも 50%削減する“ために必要となる重要な成功要因である。

同様に、“機器の利用情報やユーザが入力した情報の入手しやすい仕組みの提供”（重要成功要因-3）と“付加価値の高いサービスを提供しやすい仕組みの提供”（重要成功要因-4）は、サービスプロバイダによる“サービス提供の容易化“を促進することで、ひいては“経済成長への制約を逆に新たな需要の創出源とする”ことに寄与するために必要な重要成功要因である。目的の分析によって得られたこれら 4 つの重要成功要因を、IBM 想定仕様におけるシステム要件策定における重要度の判断基準とした。

(2) ビジネスコンテキスト

スマートハウス構想の特徴である、消費者、エコサーバ事業者及びサービスプロバイダが構成する三位一体の枠組みと、他の事業者等を含む、三位一体の枠組みを取り巻く環境を、各々の役割間を流通するサービス、情報及び対価とともにビジネスコンテキストとして定義した。

策定したビジネスコンテキストを図 9-21 に示す。主要な価値の流れの源流となるのは消費者から提供されるデータであり、エコサーバ事業者はそのデータを蓄積、整理し、サービスプロバイダに提供することで対価を得る。サービスプロバイダは得られたデータを使ってサービスを展開することで価値を提供する。そのサービスの利用者となるアクターは、消費者自身や、自治体、ESCO 事業者等多岐にわたる。

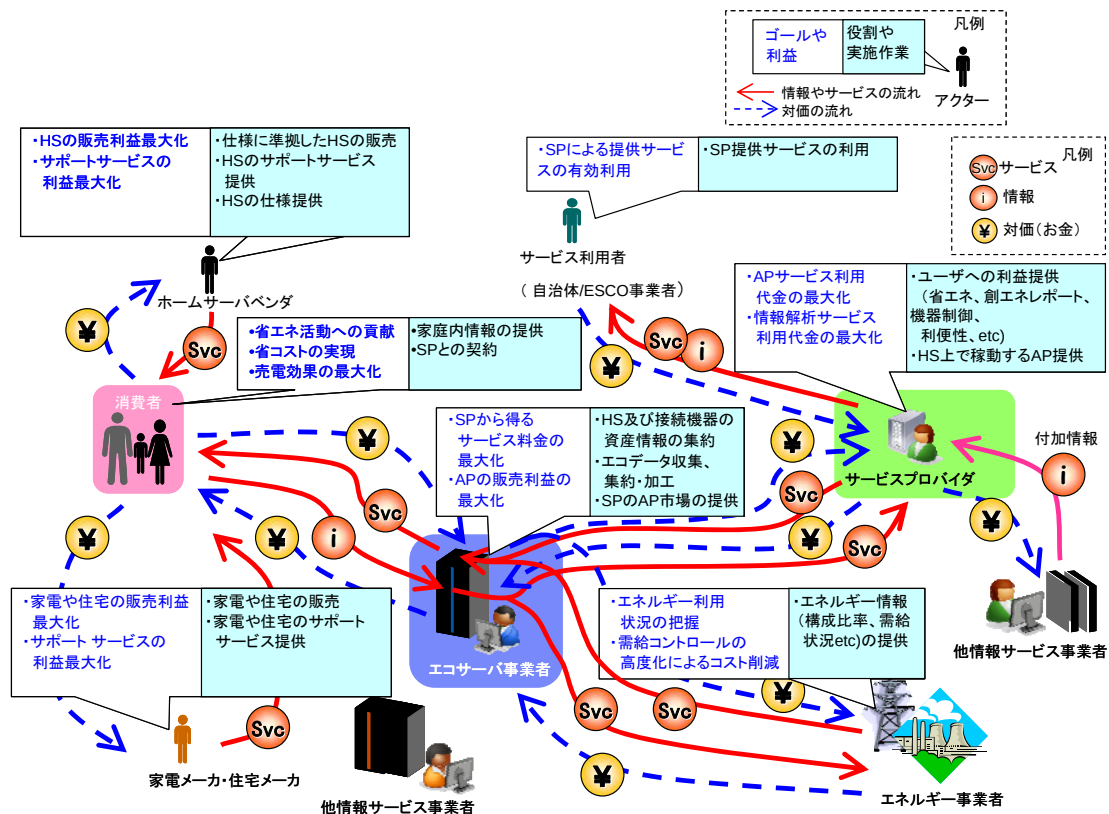


図 9-21 ビジネスコンテキスト

(3) システムコンテキスト

スマートハウス構想におけるシステムコンテキストを定義した。大きく分けて 4 つの IT システムが提供する機能を定義した。それら機能について分割してシステムコンテキスト図を説明する。IT システムが実現する機能にはエコサーバに配置される機能だけではなく、ホームサーバに配置されるホームサーバ共通アプリケーションが挙げられる。このホームサーバ共通アプリケーションはホームサーバ上のサービスプロバイダによって提供されたアプリケーションやホームサーバ基盤とのインタフェースをつかさどる。ホームサーバの機能の概要を図 9-22 に示す。

その説明を表 9-10 に示す。エコサーバ事業者が責任を持ち、提供するのはホームサーバ共通アプリケーションであり、ホームサーバ基盤はホームサーバベンダの責任範囲、サービスプロバイダ提供アプリケーションはサービスプロバイダの責任範囲と考える。ホームサーバの詳細な構造については(4)アーキテクチャオーバービューで後述する。

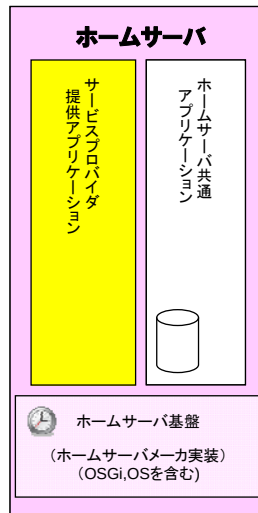


図 9-22 ホームサーバの機能の概要

表 9-10 ホームサーバの機能説明

ノード	コンポーネント名	説明
ホームサーバ	ホームサーバ共通アプリケーション	エコサーバ事業者によって提供されるホームサーバに共通のアプリケーション エコサーバ事業者の責任範囲
	サービスプロバイダ提供アプリケーション	サービスプロバイダによって提供され、エコサーバから配布されてホームサーバに配置されるアプリケーション サービスプロバイダの責任範囲
	ホームサーバ基盤	ホームサーバベンダによって提供されるホームサーバの基盤部分であり、OSGi やスケジューリング機能を持つ ホームサーバベンダの責任範囲

(a) 消費者提供データ収集・保管・集約・提供サービス機能

消費者提供データ収集・保管・集約・提供サービス機能は、消費者がホームサーバを介して提供するデータを取扱い、サービスプロバイダからのデータの要求に応答したり、デバイスからデータを要求したりする。消費者提供データ収集・保管・集約・提供サービス機能を中心としたシステムコンテキスト図を図 9-23 に示す。

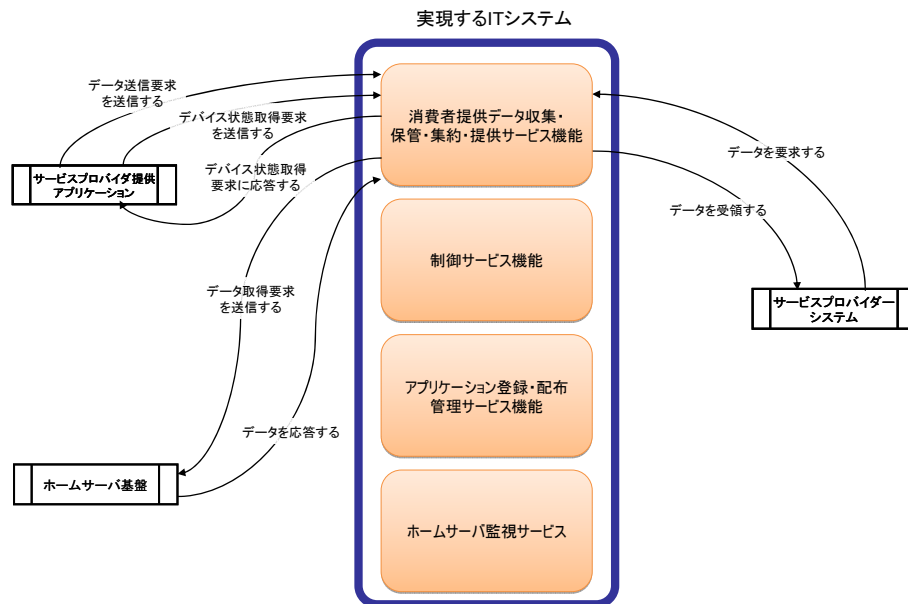


図 9-23 システムコンテキスト（消費者提供データ収集・保管・集約・提供サービス機能）

(b) デバイス制御サービス機能

デバイス制御サービス機能は、サービスプロバイダからのデバイス制御要求を中継してホームサーバに接続されたデバイスを制御する。デバイス制御サービス機能を中心としたシステムコンテキスト図を図 9-24 に示す。

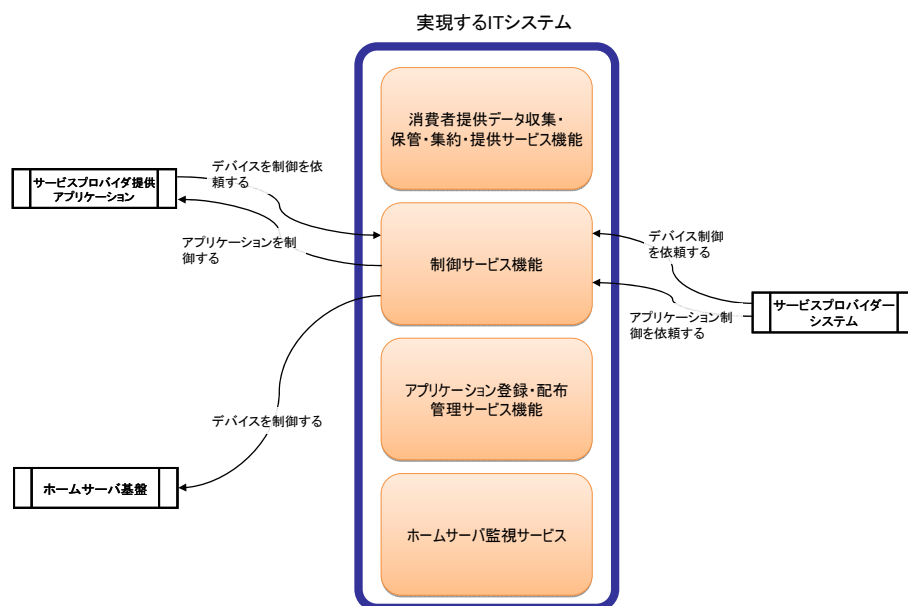


図 9-24 システムコンテキスト（デバイス制御サービス機能）

(c) アプリケーション登録・配布管理サービス機能

アプリケーション登録・配布管理サービス機能は、サービスプロバイダから提供されたアプリケーションのホームサーバへの登録や配布を管理する。アプリケーション登録・配布管理サービス機能を中心としたシステムコンテキスト図を図 9-25 に示す。

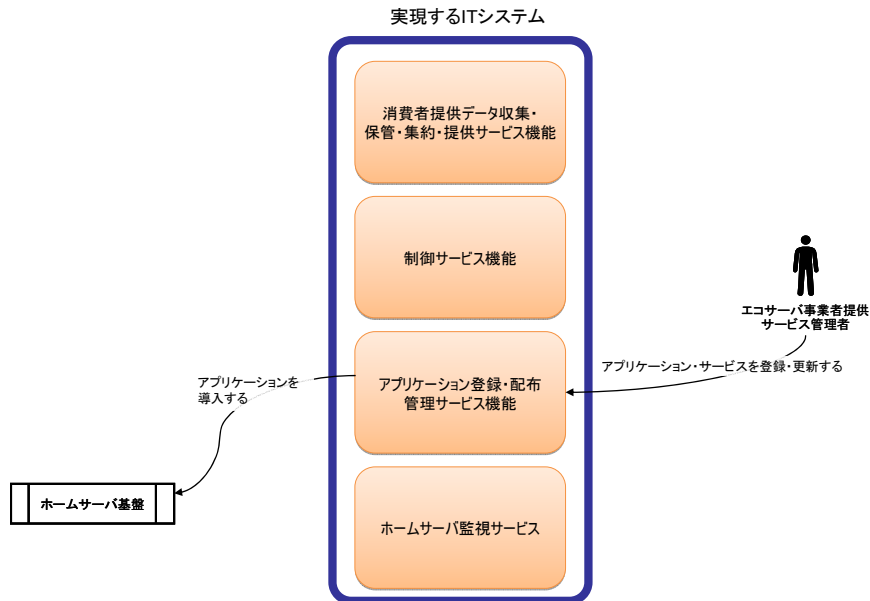


図 9-25 システムコンテキスト（アプリケーション登録・配布管理サービス機能）

(d) ホームサーバ監視サービス機能

ホームサーバ監視サービス機能は、ホームサーバの稼働状況を監視する。ホームサーバ監視サービス機能を中心としたシステムコンテキスト図を図 9-26 に示す。

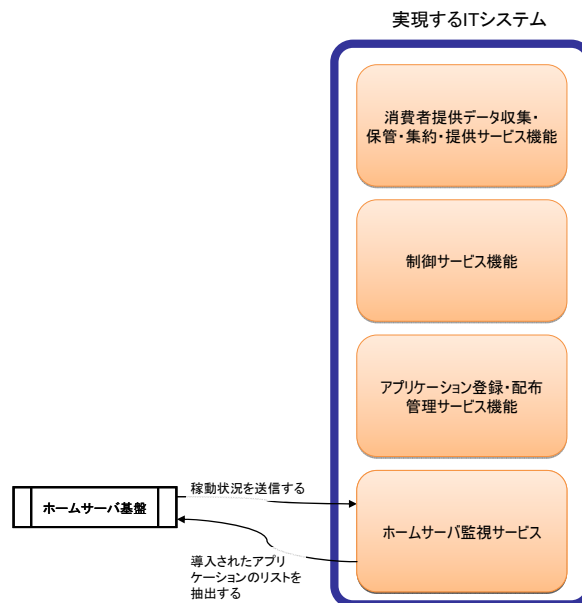


図 9-26 システムコンテキスト（ホームサーバ監視サービス機能）

(4) アーキテクチャオーバービュー

(a) アーキテクチャオーバービュー

IBM 想定仕様における IT システム構造の概要を図 9-27 に示す。図中に表現されているコンポーネントの説明を表 9-11 に示す。

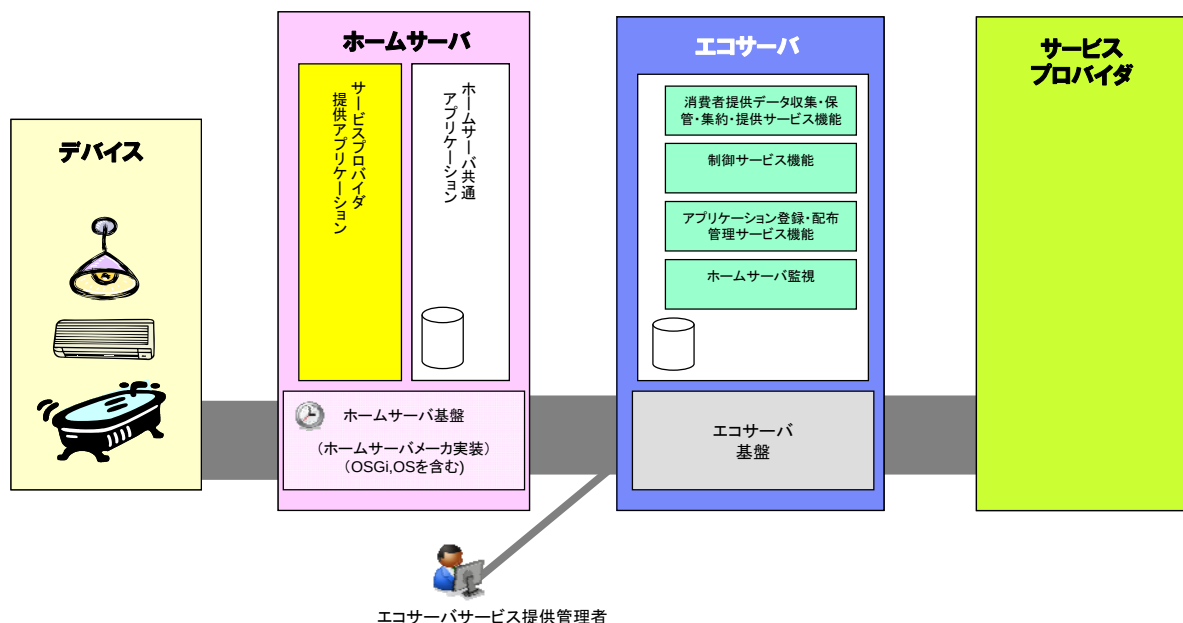


図 9-27 アーキテクチャオーバービュー

表 9-11 アーキテクチャオーバービューのコンポーネント一覧

ノード	コンポーネント名	説明
エコサーバ	消費者提供データ収集・保管・集約・提供サービス機能	消費者からホームサーバを介して提供されるデータを収集し、保管して、サービスプロバイダに提供する機能
	制御サービス機能	ホームサーバに接続されているデバイスや、ホームサーバに導入されているサービスプロバイダによって提供されているアプリケーションを制御する機能
	アプリケーション登録・配布管理サービス機能	ホームサーバにサービスプロバイダが提供するアプリケーションを配布する、あるいは更新する機能
	ホームサーバ監視	ホームサーバの稼働状況を監視し、その情報をサービスプロバイダに提供する機能
ホームサーバ	ホームサーバ共通アプリケーション	エコサーバ事業者によって提供されるホームサーバに共通のアプリケーション エコサーバ事業者の責任範囲
	サービスプロバイダ提供アプリケーション	サービスプロバイダによって提供され、エコサーバから配布されてホームサーバに配置されるアプリケーション。サービスプロバイダの責任範囲

ノード	コンポーネント名	説明
	ホームサーバ基盤	ホームサーバベンダによって提供されるホームサーバの基盤部分であり、OSGi やスケジューリング機能を持つ。ホームサーバベンダの責任範囲

(b) ホームサーバの構造

ホームサーバのより詳細な構造を図 9-28 に示す。アーキテクチャオーバービューで示したように、ホームサーバはエコサーバ事業者の責任範囲である「ホームサーバ共通アプリケーション」、サービスプロバイダの責任範囲である「サービスプロバイダ提供アプリケーション」及びホームサーバベンダの責任範囲である「ホームサーバ基盤」から構成される。既にシステムコンテキストで示したようにそれぞれの責任分界点となるコンポーネント間のインタフェースを明確とする目的で、ホームサーバ共通アプリケーション以外のコンポーネントを外部システムと想定した。

ホームサーバ共通アプリケーションは、サービスプロバイダ提供アプリケーション、スマートハウス機器制御対応層、OSGi フレームワーク及び Java ランタイムと通信しあるいは利用する。

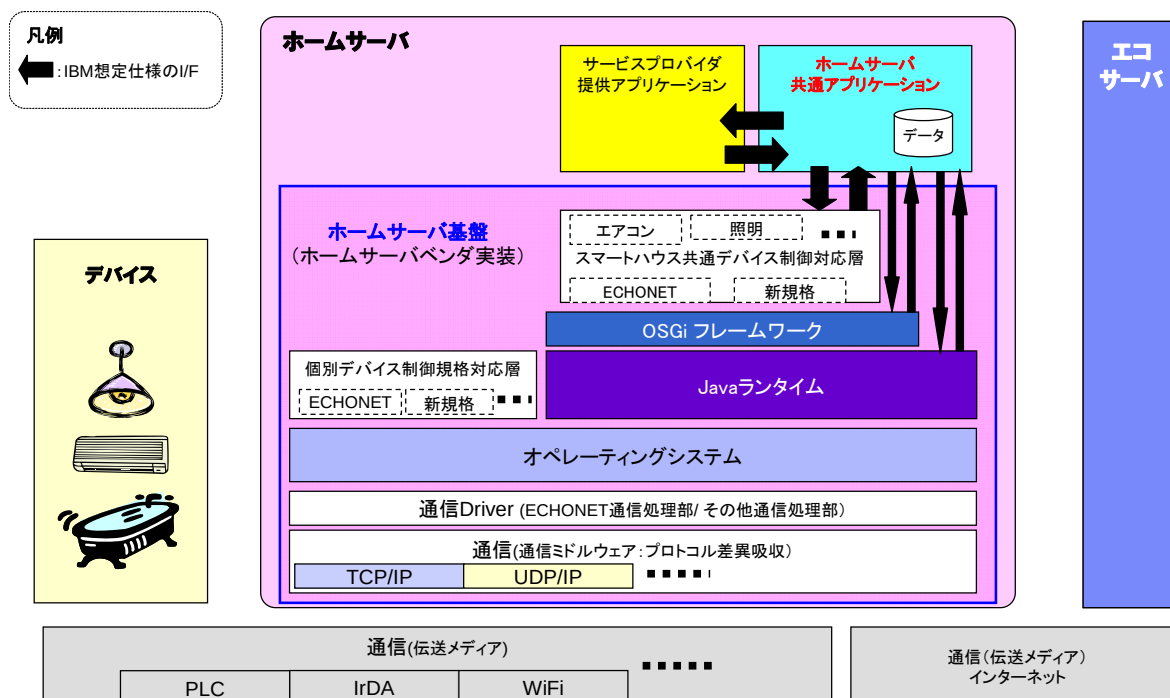


図 9-28 ホームサーバの構造

ホームサーバ基盤を実現する想定したコンポーネントの説明を表 9-12 に示す。このような構造を持つことで、前提である OSGi 規格を実現し、かつ様々な機器制御規格に対応した機能を実現することを想定した。また、ホームサーバ基盤が実現すると想定した機能を表 9-13 に示す。

表 9-12 ホームサーバ基盤のコンポーネント一覧

機能	説明
スマートハウス共通 デバイス制御対応層	共通の API でデバイスへのアクセスを提供する機能
OSGi フレームワーク	OSGi 規格を実現する実装で、バンドルの管理やアプリケーションの認可を実現する機能
個別デバイス制御規格対応層	ECHONET 等の複数あるデバイス制御規格に対応する機能
Java ランタイム	Java の実行環境
オペレーティングシステム	各機能が動作する基本ソフトウェア
通信ドライバー	デバイスやエコサーバとの通信を実現する機能
通信	プロトコルや通信媒体の差異を吸収する機能

表 9-13 ホームサーバ基盤が実現することを想定する機能一覧

機能	説明
規格に依存しないデバイス制御	規格に依存せず、デバイスにも依存しない API によってデバイス制御を実現機能
Java の実行環境	Java のコードが動作する環境
OSGi の実装	OSGi 規格の実装されたミドルウェアが導入されており、バンドルの管理やアプリケーションの認可を実現する機能
スケジューリング機能	開始条件（決められた時刻や処理の依存関係）を定義された処理をその条件に従って起動する機能
インターネット接続	インターネットに接続し TCP/IP 接続が可能であること
タイマ機能	時刻を所得できる機能
時刻合わせ機能	正確な時刻にあわせる機能（NTP 等による）

9.3.2. 実装仕様

9.3.2.1. 実装仕様の策定方法

実証実験基本計画に定められたシナリオ及び策定された IBM 想定仕様に基づき、実装仕様に求められる要件を抽出し、その要件を入力として設計、開発、テストを実施した。

また、開発に取り掛かる前に開発準備期間を設け、その中で開発標準の策定、環境の構築及び実装基盤として使用する技術要素の評価・検証（テクニカルアセスメント）を実施し、開発作業計画として策定した。

実装仕様の策定に当たっては、IBM がグローバルに展開するスマートグリッド関連のプロジェクトにかかる実績・知見を盛り込んだ参照可能なアーキテクチャ（リファレンスアーキテクチャ）である SAFE を参照し、実装アーキテクチャの素案を策定した。

ただし、SAFE はスマートグリッド関連より策定されたリファレンスアーキテクチャであり、スマートハウス構想への全面的な適用は行えないものであり、構想実証実験シナリオと IBM 想定仕様の観点より、SAFE 由来の実装アーキテクチャの素案とスマートハウス構想のフィット・アンド・ギャップ分析を行い、実装アーキテクチャを洗練させた。

なお、実装基盤技術の各技術要素に複数の実装技術案が考えられる場合には、それぞれの技術要素について本実証実験の目的に沿う技術を比較・評価し、採用技術の選定を行った。

上記のアプローチにより実装仕様をアーキテクチャの観点より評価・策定することにより、IBM における類似ソリューションからのグローバルな実績・知見を含みつつ、スマートハウス構想及び本実証実験の目的に沿った技術基盤を実現した。

9.3.2.2. 実装仕様の策定結果

本事業において、実装仕様としては、表 9-14 に示す作成物を作成した。

表 9-14 実装仕様・試作作成物の一覧

分類	実装仕様策定・試作 作成物	説明
共通	システムユースケースモデル	IBM 想定仕様にて策定したビジネスユースケースのうち、本実証実験シナリオ 1、2 及び 3 に必要となるシステム上のユースケースを表現したユースケース図及びユースケース記述。
	インタフェース定義	IBM 想定仕様にて策定したビジネスユースケースを IT の側面より分析し、ホームサーバ、エコサーバ及びサービスプロバイダ間で必要と考えられるインタフェースの一覧及びその内容。
エコサーバ	データモデル	IBM 想定仕様にて策定した概念データモデルに基づき、エコサーバが管理する必要がある情報を表現した論理データモデル及び論理データモデルを試作対象システム上に実装するための物理データモデル。

分類	実装仕様策定・試作 作成物	説明
	コンポーネントモデル	システムユースケース分析及びエコサーバ実装仕様データモデルに基づき、試作対象システム上にエコサーバ機能を実装するためのコンポーネントモデル。
	シーケンス図	システムユースケースモデル分析及びコンポーネントモデルに基づき、エコサーバ・コンポーネント間の協調動作を表現するシーケンス図。
ホームサーバ	データモデル	実証実験シナリオ 1、2 及び 3 の機能要件に基づき、ホームサーバシミュレータを実装するために必要となる情報を表現した論理データモデル並びに論理データモデルを試作対象システム上に実装するための物理データモデル。
	コンポーネントモデル	IBM 想定仕様にて策定したコンポーネントモデルに基づき、試作対象システム上にホームサーバシミュレータ機能を実装するためのコンポーネントモデル。
	シーケンス図	システムユースケースモデル分析及びコンポーネントモデルに基づき、ホームサーバ・シミュレータ・コンポーネント間の協調動作を表現するシーケンス図。

9.3.3. 共通仕様

以下に、共通仕様策定の目的・対象・アプローチを述べる。

9.3.3.1. 共通仕様の策定方法

スマートハウス事業に参画する事業者間で透過的なデータの送受信を可能とし、スマートハウス事業への参加が容易になるよう、ホームサーバ、エコサーバ、サービスプロバイダ間で送受信される電文について共通とすべき事項を決定することを目的とした。

(1) 対象

ホームサーバ・エコサーバ・サービスプロバイダ間で送受信する電文のインタフェースを対象とする。

なお、セキュリティ、ホームサーバ上のアプリケーション導入、認証などの管理系電文の

送受信は対象外とする。対象を、図 9-29 に示す。

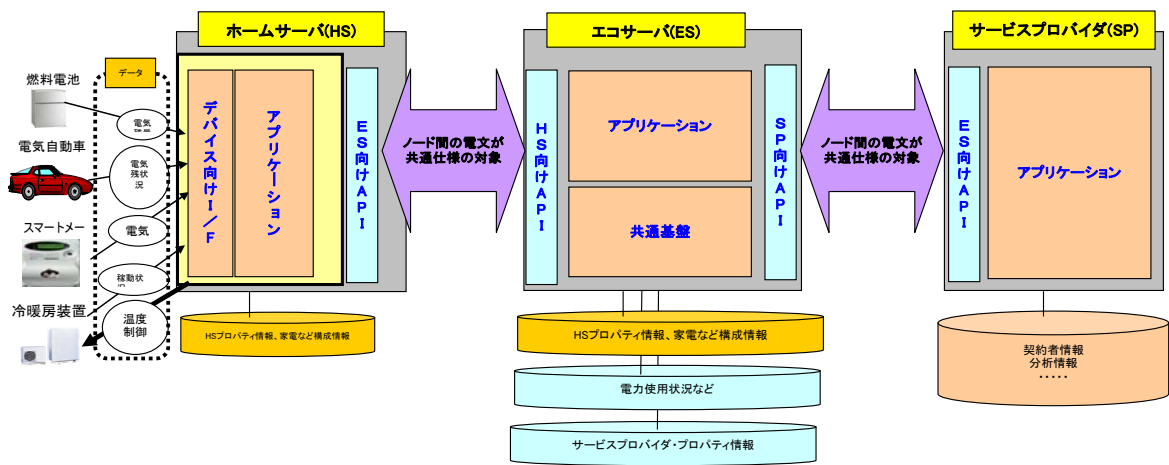


図 9-29 共通仕様の対象

(2) アプローチ

テーマ 3 事業者が想定している利用シーンから、各社がそれぞれ想定しているインタフェース及び各インタフェースで必要と考えるデータを明らかにし、取りまとめを行う。テーマ 2 事業者には、利用シーンを確認し、定義したインタフェース種類に対する使用状況を確認する。策定方法を、図 9-30 に示す。

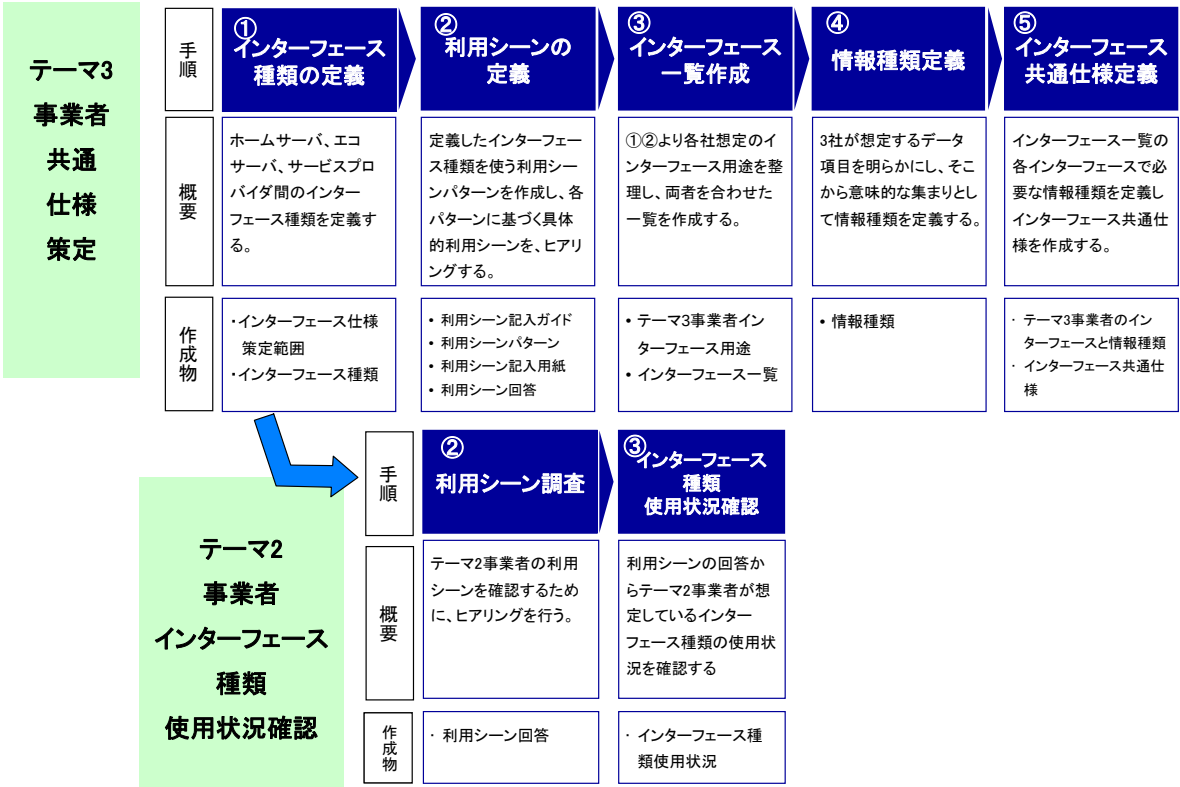


図 9-30 共通仕様策定方法

(3) 作業手順

(a) 共通仕様の策定

テーマ 3 事業者にて、次の(a)から(e)の 5 つの手順で共通仕様の策定を行った。

a) インタフェース種類の定義

テーマ 3 事業者とインタフェースにおいて共通化可能な対象について検討し、共通仕様の策定範囲を定義した。

ホームサーバ・エコサーバ・サービスプロバイダ間のインタフェース種類を定義した。

b) 利用シーンの作成

ホームサーバ・エコサーバ・サービスプロバイダと連動してサービスを実施する利用者の一連の動きを「利用シーン」と定義し、テーマ 3 事業者それぞれが想定する利用シーンを取りまとめた。

c) インタフェース一覧の作成

テーマ 3 事業者の利用シーンより各社想定 of インタフェース用途を整理し、両者を合わせた一覧を作成した。

d) 情報種類の定義

テーマ 3 事業者が想定するインタフェース上を流れる情報（データ・コマンド）を洗い出し、意味の観点からグループ化した情報種類を明らかにした。

e) インタフェース共通仕様の定義

d) で定義した情報種類をインタフェースごとに対応付けた資料をインタフェース共通仕様と定義した。

利用シーンから洗い出すインタフェース種類と情報種類を関係付けし、この共通仕様を作成した。

(b) インタフェース種類使用状況の確認

ここでは、テーマ 2 事業者が想定するホームサーバ、エコサーバ及びサービスプロバイダの利用シーンでのインタフェース種類の使用状況確認を以下の通り実施した。

a) 利用シーン調査

テーマ 3 事業者での利用シーンを利用シーン・パターンとして設定し、テーマ 2 事業者には、各パターンにあてはまる利用シーンとあてはまらない利用シーンと区別し、各事業者が想定する具体的な利用シーンの記載を依頼した。

回収した利用シーンに関する内容を確認するために、各事業者に対して個別にヒアリングを行った。

b) インタフェース種類の使用状況確認

テーマ 2 事業者が想定する利用シーンから、各インタフェース種類の各社での利用状況を整理した。

9.3.3.2. 共通仕様の策定結果

本事業では、共通仕様として、表 9-15 に示す作成物を作成した。

表 9-15 共通仕様の作成物一覧

作成物
インタフェース仕様策定範囲
インタフェース種類
利用シーン
インタフェース一覧
情報種類
インタフェース共通仕様
テーマ 2 事業者の想定する利用シーン
インタフェース種類使用状況

(1) インタフェース種類の定義

(a) 定義方法

ホームサーバ・エコサーバ・サービスプロバイダ間のインタフェースで送受信されるメッセージの種類と、送受信する方式を定義した。

(b) インタフェース種類

ホームサーバ・エコサーバ・サービスプロバイダ間のインタフェースで送受信されるメッセージの種類には、“データ型メッセージ”と“コマンド型メッセージ”に分類した。
それぞれの定義は下記の通り。

表 9-16 メッセージ種類

メッセージ種類	定義
データ型メッセージ	情報を転送するためのメッセージ
コマンド型メッセージ	デバイスに命令するためのメッセージ

また、インタフェースは、メッセージ送受信の方式で分類すると、“同期型”と“非同期型”がある。それぞれの定義は下記の通り。

表 9-17 メッセージ送受信方式

メッセージ送受信方式	定義
同期型	要求または命令を送信し、データまたは結果を受け取る方式
非同期型	命令やデータを送信する方式（応答がない）

上記で定義したメッセージの種類と送受信方式を組み合わせると、以下のインタフェースの基本パターンが考えられる。

a) インタフェースの基本パターン

7) データ型メッセージ

i) 同期型

当インタフェースは、“サーバ B がサーバ A にデータを要求し受け取る” 方式である。イメージを図 9-31 に示す。

当インタフェースは、サーバ B 主導で、必要な時にデータの取得要求を送信してデータを受け取るようなケースの場合に使用する。

<インタフェース利用例>

エコサーバがホームサーバへデータ（特定機器状態）を要求し、受け取る。

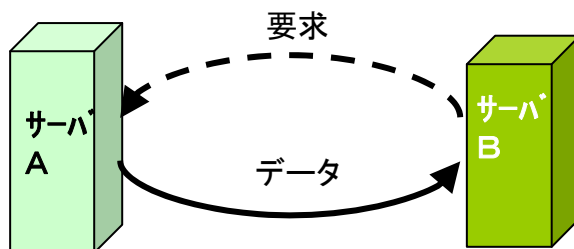


図 9-31 同期型のデータ型メッセージ

ii) 非同期型

当インタフェースは、“サーバ B からの要求なしに、サーバ A がサーバ B にデータを送信する” 方式である。イメージを図 9-32 に示す。

当インタフェースは、予めデータの送信周期が決められている場合や、サーバ A 主導でイベントを検知した際に送信するケースの場合に使用する。

<インタフェース利用例>

ホームサーバがエコサーバへデータ（計測データ）を送信する。

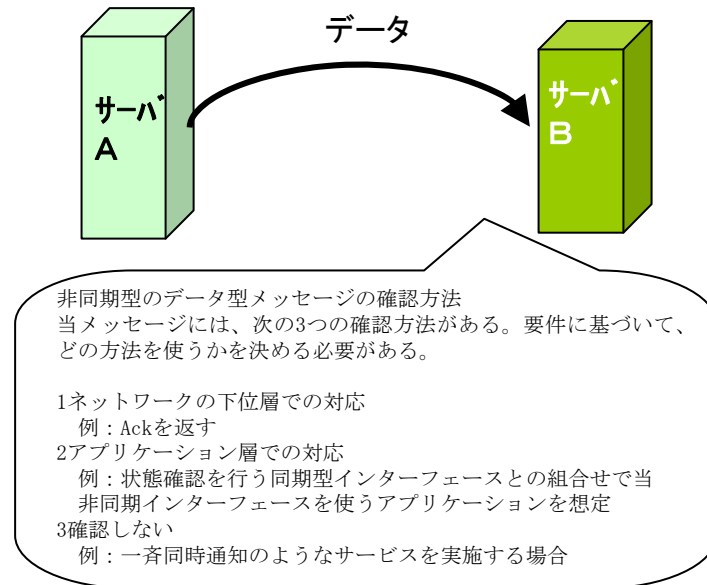


図 9-32 非同期型のデータ型メッセージ

1) コマンド型メッセージ

i) 同期型

当インタフェースは、“サーバ B がサーバ A に制御を命令し、その動作結果を受け取る”方式である。イメージを図 9-33 に示す。

当インタフェースは、制御結果が、すぐに必要なものに使用する。

<インタフェース利用例>

エコサーバがホームサーバに玄関を施錠する命令を送り、施錠結果を受け取る。

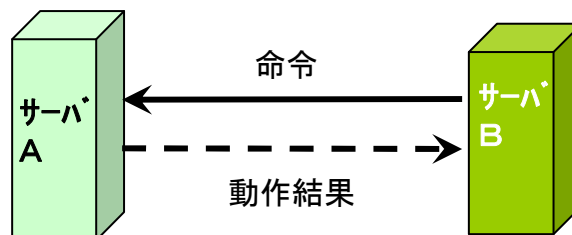


図 9-33 同期型のコマンド型メッセージ

ii) 非同期型

当インタフェースは、“サーバ B がサーバ A に制御を命令し、いったん処理を終える”方式である。イメージを図 9-34 に示す。

当インタフェースは、制御結果は必要ないもの、又は、後でいいものに使用する。

命令の実行時間がかかる場合は、実行完了推定時間に同期型インタフェースと組み合わせて状態を取得する。当処理のイメージを図 9-35 に示す。

<インタフェース利用例>

エコサーバがホームサーバにステータス（監視中／監視停止）の変更を命令する。

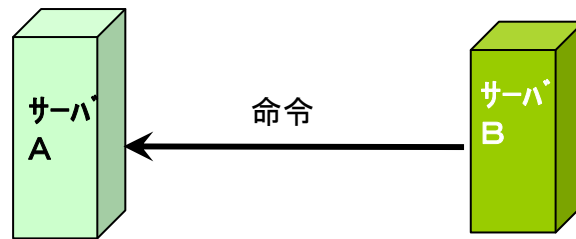


図 9-34 非同期型のコマンド型メッセージ

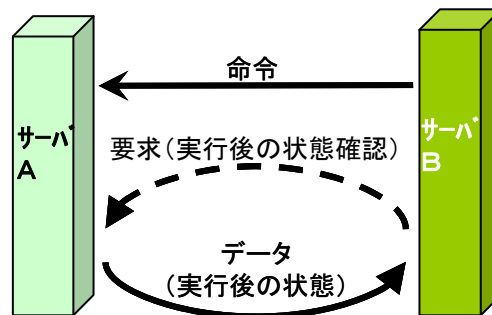


図 9-35 非同期型のコマンド型メッセージと同期型のデータ型メッセージの組合せ

b) インタフェース種類

上記の基本パターンをホームサーバ・エコサーバ・サービスプロバイダ間のインタフェースに適用すると、12 種類のインタフェースが定義できる。以下の表 9-18 に示す。

表 9-18 インタフェース種類

パターン		送信元	相手	ID	パターン
データ型メッセージ	非同期型	HS	ES	IF-1-1	
		ES	SP	IF-1-2	
		ES	HS	IF-1-3	
		SP	ES	IF-1-4	
	同期型	HS	ES	IF-1-5	
		ES	SP	IF-1-6	
		ES	HS	IF-1-7	
		SP	ES	IF-1-8	
コマンド型メッセージ	非同期型	SP	ES	IF-2-1	
		ES	HS	IF-2-2	
	同期型	SP	ES	IF-2-3	
		ES	HS	IF-2-4	

(2) 利用シーンの定義

(a) 定義方法

IBM にて、サーバと連動してサービスを実施する一連の利用者の動きを想定して、利用シーンをパターン化した。テーマ 3 事業者对各パターンに対する具体的な利用シーンの記述を依頼した。

(b) 利用シーン

以下に、テーマ 3 事業者の利用シーンの例を示す。

a) 大和ハウス社の利用シーンの例

玄関錠施錠確認／施錠シナリオ

宅外から玄関錠の確認、及び施錠を行う。

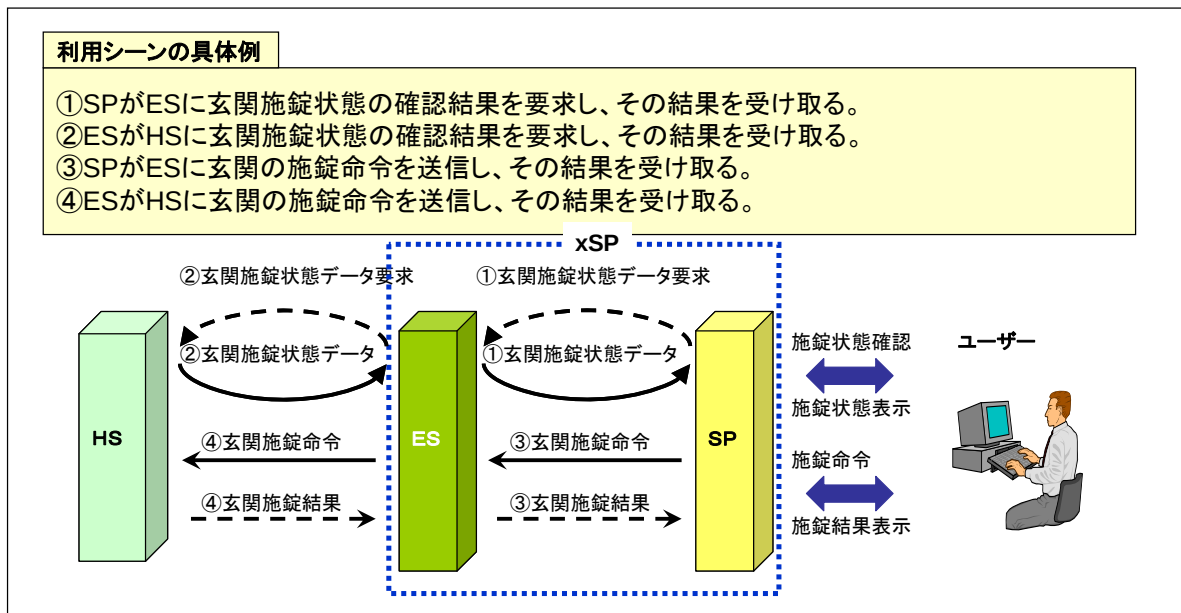


図 9-36 大和ハウス社の利用シーンの例

b) 大阪ガス社の利用シーンの例

宅内設備最適運転シナリオ

利用シーンの具体例：宅内設備最適運転サービス 今回実施

・エネルギーサービス事業者(ASP)が、契約しているユーザーの実績データに基づいて、ユーザー宅内の燃料電池や蓄電池の最適運転制御を行うことで、ユーザーのエネルギーコスト(買電、ガス使用量)の削減を図るサービスを行う。

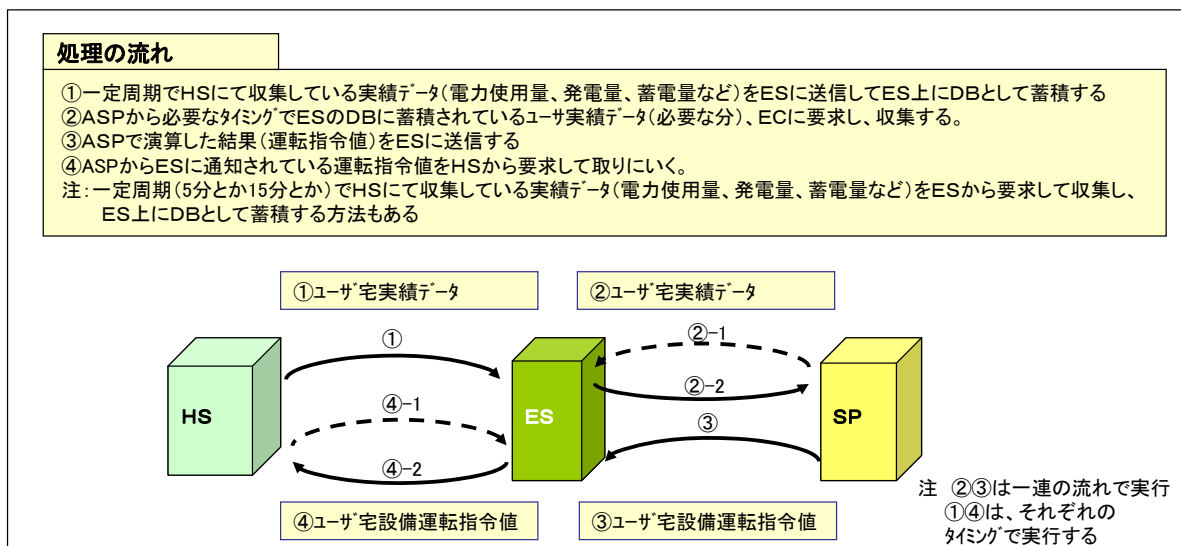


図 9-37 大阪ガス社の利用シーンの例

c) IBM の利用シーンの例

家庭内の電力使用量を参照するシナリオ

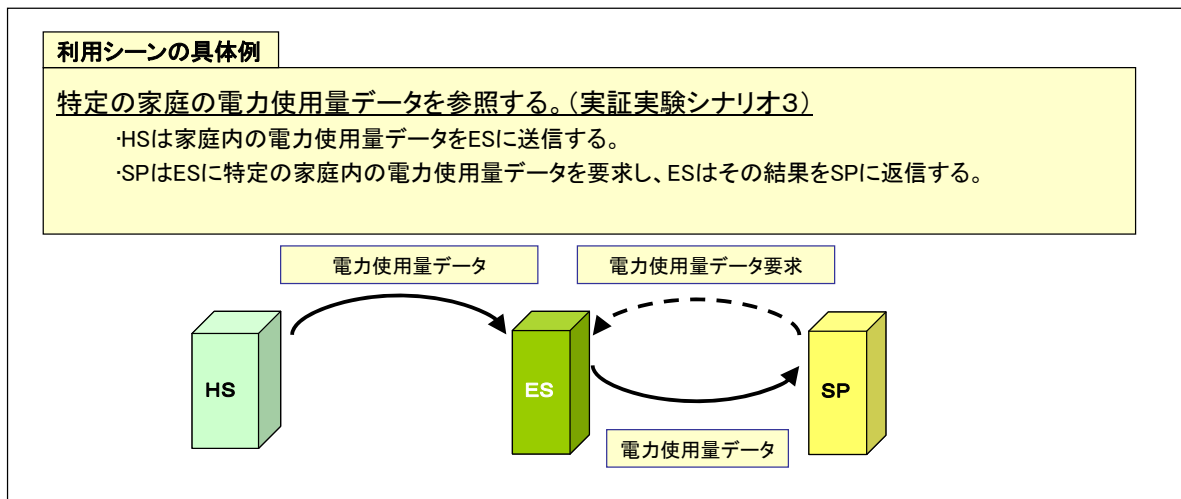


図 9-38 IBM の利用シーンの例

(3) インタフェース一覧の定義

(a) 定義方法

テーマ3事業者の利用シーンを基にインタフェース種類の素案を作成し、ヒアリングシートを準備した。このヒアリングシートを利用して、大和ハウス社、大阪ガス社が想定する利用シーンがどのインタフェース種類のパターンであるかを調査した。また本実証実験で実証するシナリオ1から3のシナリオからもインタフェースの種類のパターンを洗い出した。これらの情報からインタフェース定義を実施した。

(b) インタフェース一覧

定義したインタフェースを表 9-19 に示す。

参考として本実証実験と並行して IBM が参加して実施されているスマートビル関連プロジェクトで使用しているインタフェースも比較のために参考として表に記載した。

表 9-19 インタフェース一覧

凡例：○ 想定あり — 想定なし									
パターン	送信元	相手	ID	IF種類	事業者			参考	共通仕様
					大阪ガス	大和ハウス	IBM		
データ型メッセージ	非同期型	HS	ES	IF-1-1		○	○	○	○
		ES	SP	IF-1-2		—	○	○	○
		ES	HS	IF-1-3		—	○	—	○
		SP	ES	IF-1-4		○	○	—	○
	同期型	HS	ES	IF-1-5		○	—	—	○
		ES	SP	IF-1-6		—	—	—	3社想定なし
		ES	HS	IF-1-7		○	○	○	○
		SP	ES	IF-1-8		○	○	○	○
コマンド型メッセージ	非同期型	SP	ES	IF-2-1		—	○	—	○
		ES	HS	IF-2-2		—	○	—	○
	同期型	SP	ES	IF-2-3		○	○	○	○
		ES	HS	IF-2-4		○	○	○	○

(4) 情報種類の定義

(a) 定義方法

テーマ3 事業者が想定するデータ項目から、データ型メッセージ及びコマンド型メッセージのインタフェースを流れる情報種類を洗い出した。

(b) 情報種類

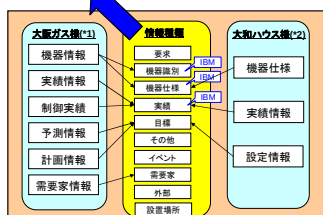
テーマ3 事業者が想定しているデータ項目を意味的に同じものを分類することでデータ型メッセージの情報種類を作成した。

コマンド型メッセージの情報種類は、ECHONET 規格の機器オブジェクトスーパークラスに制御できるプロパティとして定義されたものを抽出した。

データ型メッセージの情報種類を図 9-39 に、コマンド型メッセージの情報種類を図 9-40 に示す。

情報種類	説明	例	要求 ^(注)	データ ^(注)
①要求	データの要求を扱う情報種類である。	発電量実績値の取得要求	○	
②機器識別	機器を特定する際の情報を扱う情報種類である。	機器ID、機器種別、機器名称、メーカー名	○	○
③機器仕様	機器の仕様を扱う情報種類である。	発電機の最大発電量、最大消費電力	△	○
④実績	機器が計測した値や、機器の状態を扱う情報種類など、HSから受信するような計測データであり、またそれらを時系列データとしてまとめて扱う。	部屋の温度、発電量、機器の状態（ON/OFF、運転モードなど）	△	○
⑤目標	機器を制御するための演算機能に対する指示値、目標値などを扱う情報種類である。	計画値、省エネ運転目標値	△	○
⑥その他	機器識別情報、機器仕様情報に含まれない機器情報や、実績情報、目標情報に含まれない値情報を扱う情報種類である。	IPアドレス、加工データ	△	○
⑦イベント	障害などイベント情報を扱う情報種類である。	異常値検知、故障発生	△	○
⑧需要家	機器の所有者や、その機器の利用者の情報を扱う情報種類である。	所有者のIDや名前、利用者のIDや名前	△	○
⑨外部	HS、ES、SPが利用する情報であるが、これらのサーバ以外の外部から提供される情報を扱う情報種類である。	売電価格、天気予報、地域情報		○
⑩設置場所	機器の設置場所を扱う情報種類である。	機器の設置場所	△	○

同期型の場合に使用する。

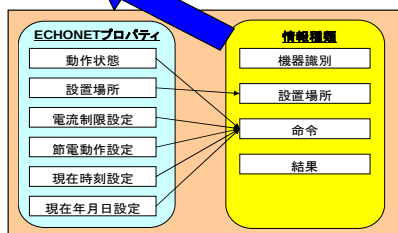


(1)大和ガス社管理資料から抜粋。
(2)大和ハウス社管理資料から抜粋

図 9-39 データ型メッセージの情報種類

情報種類	説明	例	命令 ^(注)	結果 ^(注)
①機器識別	機器を特定する際の情報を扱う情報種類である。	機器ID、機器種別、機器名称、メーカー名	○	○
②設置場所	機器の設置場所を扱う情報種類である。	機器の設置場所	○	△
③命令	機器を制御する為の動作命令情報を扱う情報種類である。	動作指令+指令値(引数)	○	
④結果	コマンドの応答結果を扱う情報種類である。非同期型コマンドでは使用しない。	施錠命令に対する実行結果		○

同期型の場合に使用する。



(注)・同期型(命令、結果)、非同期型(命令)に含まれる情報種類を○と△で分類した。
・「命令」「結果」を含む情報種類として必要なものを○とした。ただし、全ての情報種類を含めることは必須ではない。
・「結果」の情報種類に成り得ると思われるものを△とした。

図 9-40 コマンド型メッセージの情報種類

(5) インタフェース共通仕様の定義

(a) 定義方法

エラー! 参照元が見つかりません。で定義したインタフェースごとに、情報種類を対応づけた。

(b) インタフェース共通仕様

定義したデータ型メッセージのインタフェース共通仕様を表 9-20 に、コマンド型メッセージのインタフェース共通仕様を表 9-21 に示す。

表中のインタフェース番号は、表 9-19 で定義したインタフェース ID を表す。

データ型メッセージにおいて、IF-1-6 はテーマ 3 事業者において、想定する利用シーンのシナリオは存在しなかった。

表 9-20 インタフェース共通仕様（データ型メッセージ）

情報種類 (データ型 メッセージ)	インタフェースID											
	非同期型				同期型							
	IF-1-1	IF-1-2	IF-1-3	IF-1-4	IF-1-5		IF-1-6		IF-1-7		IF-1-8	
	データ	データ	データ	データ	要求	データ	要求	データ	要求	データ	要求	データ
①要求					○		三社 想定なし		○		○	
②機器識別	○	○	○	○	○	○			○	○	○	○
③機器仕様											○	○
④実績	○	○							○	○	○	○
⑤目標			○	○	○	○						
⑥その他												
⑦イベント												
⑧需要家												
⑨外部	○	○	○	○								
⑩設置場所	○	○	○	○	○	○			○	○	○	○

表 9-21 インタフェース共通仕様（コマンド型メッセージ）

情報種類 (コマンド型 メッセージ)	インタフェースID					
	非同期型		同期型			
	IF-2-1	IF-2-2	IF-2-3		IF-2-4	
	命令	命令	命令	結果	命令	結果
①機器種別	○	○	○	○	○	○
②設置場所	○	○	○	○	○	○
③コマンド	○	○	○		○	
④結果				○		○

(6) インタフェース種類の使用状況確認

共通仕様の妥当性は、テーマ 2 事業者の利用シーンをもとに確認をおこなった。

以下に、テーマ 2 事業者（大阪ガス社、大和ハウス社以外）の利用シーンの例を示す。

(a) NTT ファシリティーズ社の利用シーンの例

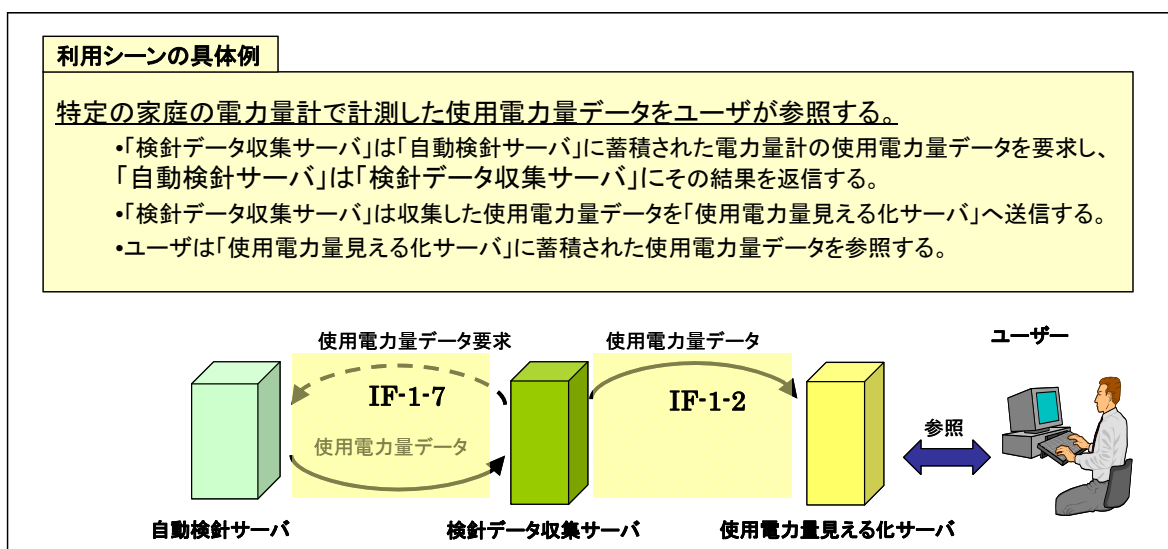


図 9-41 NTT ファシリティーズ社の利用シーンの例

(b) ミサワホーム総合研究所の利用シーンの例

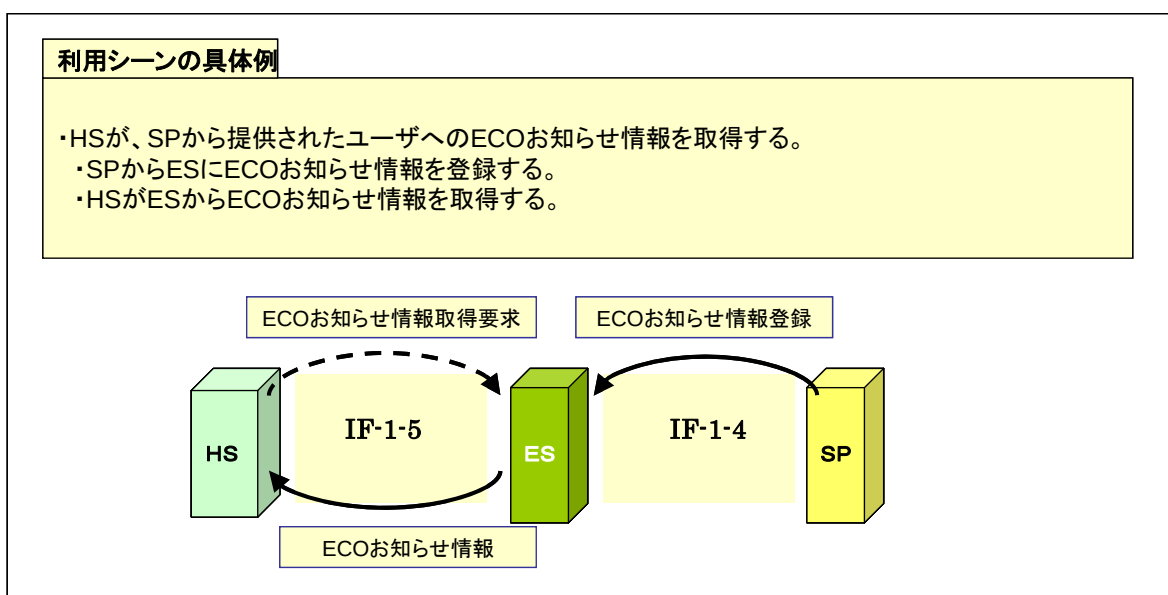
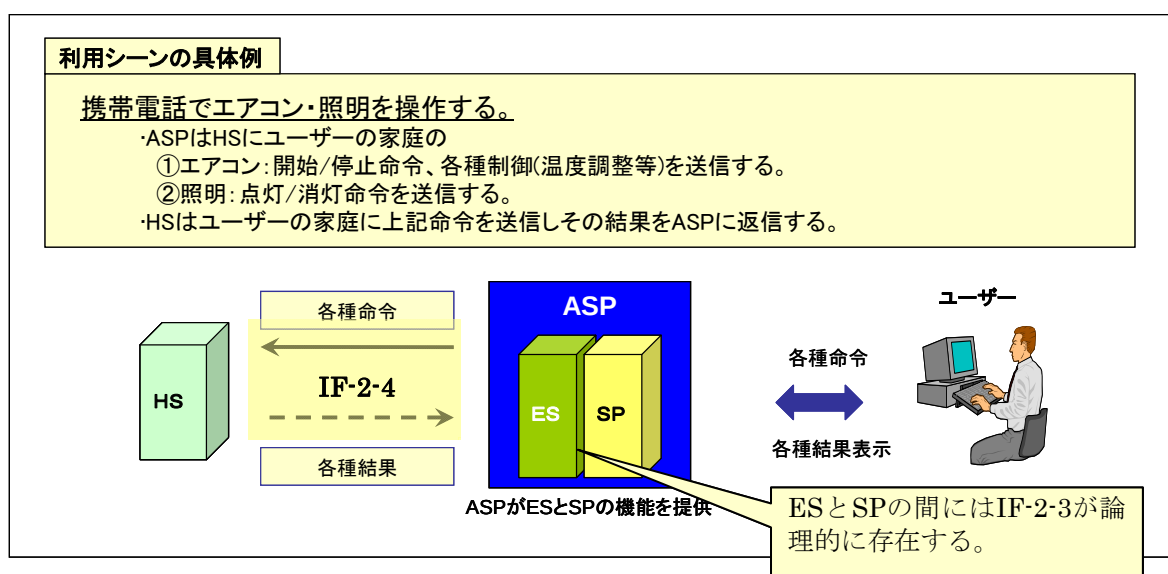
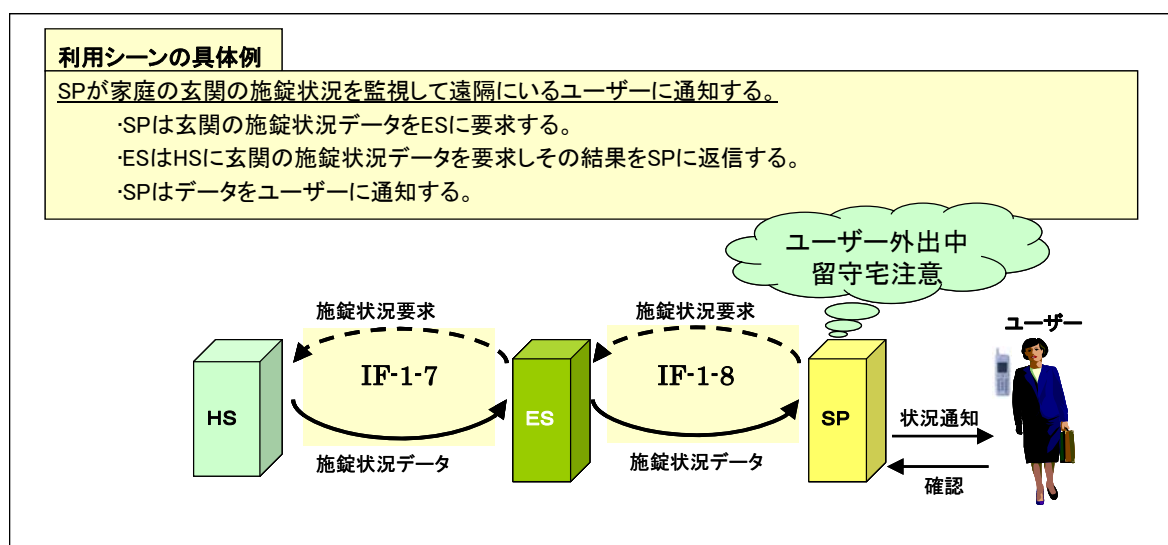


図 9-42 ミサワホーム総合研究所の利用シーンの例

(c) 大京社の利用シーンの例



(d) シャープ社の利用シーンの例



(7) テーマ2事業者のインタフェース種類使用状況

テーマ2事業者の利用シーンから、テーマ2事業者で定めた共通インタフェースの使用状況を表9-22に示す。テーマ2事業者の利用シーンでは、IF-1-6を使う想定はなかったが、シャープ社の利用シーン(「利用シーン回答を参照」)では当インタフェースを利用していた。

インタフェース共通仕様として、定義したIF-1-1からIF-2-4の12種類は、テーマ2事業者の想定する利用シーンを満足するものであった。

テーマ3事業者とインタフェース共通仕様は、表9-22で黄色に網掛けしている。

表 9-22 インタフェース種類使用状況

パターン					事業者							共通仕様
					大阪ガス	大和ハウス	NTTアパレル タイズ	ミサワホーム株式会社 開発所	大東	シャープ	IBM	
データ型メッセージ	非同期型	HS	ES	IF-1-1		○	○		○	○	○	○
		ES	SP	IF-1-2			○	○	○*	○	○	○
		ES	HS	IF-1-3			○					○
		SP	ES	IF-1-4		○	○		○			○
	同期型	HS	ES	IF-1-5		○			○		○	○
		ES	SP	IF-1-6						○		データ送信者側 でなし
		ES	HS	IF-1-7		○	○	○		○	○	○
		SP	ES	IF-1-8		○	○		○	○*	○	○
コマンド型メッセージ	非同期型	SP	ES	IF-2-1			○			○		○
		ES	HS	IF-2-2			○					○
	同期型	SP	ES	IF-2-3		○	○			○*	○	○
		ES	HS	IF-2-4		○	○			○	○	○

※ESとSPの間に論理的に存在する。

9.3.4. 仕様策定に関する考察

9.3.4.1. ホームサーバ、エコサーバ間の通信プロトコルに関する考察

本実証実験においては広く一般に使用されており、構築の容易な HTTP プロトコルに基づいてエコサーバとホームサーバ間の通信基盤を実装している。

本実証実験の実証範囲に限定するならば、HTTP プロトコルに基づいた通信基盤は妥当な選択であったが、実装仕様の検討段階においては代替選択肢としてメッセージングプロトコルに基づいた通信基盤の検討も行った。例えば、IBM 想定仕様にて仕様を策定したアプリケーション登録・配信サービスに関しては、パブリッシュ・サブスクライブモデルに基づいた同報通信をサポートするメッセージングプロトコルは有効な選択肢であり、メッセージングプロトコルの適用可能性についてより詳細に検討することは有用であると考えられる。

なお、メッセージングプロトコルはグローバルで IBM が推進する複数のスマートグリッド関連プロジェクトにおいてもスマートメーターからの情報収集などに実績があり、スマートグリッドに類似するスマートハウス構想においても有効であろうと推測できる。

一方、複数のホームサーバベンダが提供する様々なスペックのホームサーバが接続することとなるスマートハウス構想においては、ホームサーバのスペックに制限を加えないために、ホームサーバとエコサーバ間の通信には複数のプロトコルを許容すべきである。このことは、エコサーバは複数の通信プロトコルを許容する枠組みを持つ必要があることを示しており、異なる通信プロトコルの混在環境におけるエコサーバの有効性を検証することも有用であろうと考えられる。

9.3.4.2. 共通仕様の考察

今回、共通仕様策定の活動では、インタフェースの種類と、情報種類については論理的な分類を行った。将来、実装レベルの標準化を行うに当たっては、これらの論理的な情報種類を構造化も含めて具体化していく必要があると考えられる。つまり今回の分類はあくまでも一次元の情報種類の分類であり、情報種類を列挙したのみの基本的なベースラインを提示したところにとどまっている。今後は、この結果を踏まえ、具体的な標準化を進めていくべきである。

具体的な標準化を進めるに当たっては、スマートハウス構想実現に関連する要素技術や動向、拡張性や互換性を考慮していく必要がある。多数の異業種が参入する場合、オープン化されたサービスを構築する上で、Web サービス等の利用が考えられる。また、その基礎技術として SOAP や XML ベースの WSDL が必要となってくると考えられるため、それらを総括したインフラ技術にも目を向けておく必要がある。

(1) インタフェース種類

今回の個別ヒアリングでテーマ 2 事業者と IBM の利用シーンを収集した結果、定義したインタフェース種類はすべて利用されることが分かった。よって、定義したインタフェース種類は、有効であると判断できる。

収集した利用シーンから、各社の想定している利用シーンを分類すると、表 9-23 に示すとおりに大別することができた。

表 9-23 スマートハウス構想の利用タイプ

タイプ	概要	例
「見える化」タイプ	家庭におけるエネルギー使用量や発電システムの発電量の履歴を可視化しユーザに見せる（提供）するタイプ。 多くの場合、予めデータの送信周期が決められている。	電力・ガス・水道使用量の見える化 太陽光発電システムの発電電力
「状況確認」タイプ	家庭に設置したデバイスの状況を確認し、サービス事業者若しくはユーザに知らせるタイプ。 多くの場合、サービス事業者若しくはユーザからの要求により実施され、その結果に基づきデバイスのスイッチ ON/OFF といった制御命令につながる。	玄関施錠状況確認 エアコン運転状況確認

タイプ	概要	例
「イベント通知」タイプ	家庭に設置したデバイスに異常が発生、若しくはデバイスが異常を感知した場合、サービス事業者若しくはユーザに知らせるタイプ。	異常値検知 デバイスの故障発生 防犯センサ起動（不審者の侵入など）
「情報配信」タイプ	サービス事業者が作成した情報をユーザが受動的に受け取るタイプ。	エコアイデア情報配信 （サービス事業者からユーザーへの定期配信）
「情報取得」タイプ	サービス事業者が提供している情報をユーザが能動的に取得するタイプ。	ECO お知らせ情報配信 （複数のサービス事業者が配信している情報をユーザが必要に応じ取得） 売電価格情報取得
「コマンド型デバイス制御」タイプ	デバイスを起動/停止し、デバイスの設定温度を変更させるタイプ。 何らかの事由により即時（若しくは決められた時間経過後）に結果を求める場合に使用されることが多い。そのため、幾つかのテーマ2事業者では「状況確認」タイプと組み合わせたサービスを実施している。	エアコンや照明のON/OFF 玄関施錠
「データ型デバイス制御」タイプ	将来のデバイスの動きを設定するタイプ。	蓄電池運転スケジュール制御

（注）上記タイプに当てはまらない利用シーンも存在する。

ホームサーバ主導で情報を発信する利用シーンを、「見える化」タイプ、「状況確認」タイプ、「イベント通知」タイプに分類した。

サービスプロバイダ主導で、情報の配信・収集する観点で分類したのが、「情報配信」タイプ、「情報取得」タイプである。

また、デバイス制御の観点で分類したのが、「コマンド型デバイス制御」タイプ、「データ型デバイス制御」タイプである。

テーマ2事業者の想定する利用シーンをボトムアップの分析で進めた結果、上述の利用タイプに分類できることが分かった。今後はこの分類を基に、ユースケースを定義し、より詳細な共通仕様の定義を検討するとよいと考える。

また、これらのユースケースを使用し、ホームサーバ・エコサーバ・サービスプロバイダの三位一体の共通アーキテクチャを策定できると考える。

(2) 情報種類

今回インタフェース共通仕様を策定するに当たり、サービスプロバイダとエコサーバ間及びエコサーバとホームサーバ間のインタフェース上に乗る情報の種類を分類した。情報種類としては、主にデータの送受信で使用される①データ型メッセージインタフェースが対象とする情報と、デバイスの制御で使用される②コマンド型メッセージインタフェースが対象とする情報の2つに分けられる。ここでは、それぞれの情報種類について考察する。

(a) データ型メッセージの情報種類

データ型メッセージの情報種類を策定するに当たっては、各サーバ間でやり取りされる情報種類を想定し、そこにテーマ3参加事業者が想定する利用シーンや使用するデータセットからボトムアップで情報を整理し、予め想定した情報種類に分類した。その際、想定されていなかった情報種類については新たに種類を追加することで、より実際の運用に近い分類を行うことができる。

現段階での参加事業者の利用シーンは結果として比較的似たものが多く、その観点から今回の情報種類の分類は大多数の事業者の要求を満たすものと考えられる。ただし、将来対象となるデバイスの多様化や見せたい情報の種類の多様化によって、情報種類の拡張などの更新が必要となる可能性もある。

今回はデータを論理レベルで定義した。ホームサーバ・エコサーバ・サービスプロバイダの実装標準を定義するために、今後は、情報種類に含まれるデータ項目を定義し、さらに各データ項目の物理的な属性（けた数、数値・文字属性など）を決める必要があると考える。

(b) コマンド型メッセージの情報種類

今回の検討では、論理的な「コマンド」の分類を行った。今後、ホームサーバ・エコサーバ・サービスプロバイダの実装標準を定義するために、デバイスを制御する実装レベルの「コマンド」を標準として定義する必要がある。各社は、ECHONETなどの既存規格を参考にしていたため、今後実施する実装レベルの「コマンド」の定義検討では、ECHONET等の既存規格を参照して進めるべきと考える。

9. 4. 実験・調査

9. 4. 1. 実証実験シナリオ 1

9. 4. 1. 1. 実証実験シナリオ 1 の内容

実証実験シナリオ 1（以下、シナリオ 1）は、ホームサーバ・エコサーバ間及びエコサーバ・サービスプロバイダ間のインタフェース仕様並びにエコサーバの機能仕様及びデータ仕様を検証するため、将来、図 9-45 に示すような家庭及び地域単位でのエアコンの効率的な利用を実現するサービスが提供されることを想定し、消費者からエアコンの稼働状況（運転モード、設定温度等）の情報を収集し、家庭及び地域単位にエアコンの温度調節を行うシナリオを策定することによって、エコサーバが提供するインタフェースを利用してサービスプロバイダが容易にデバイス制御可能であることを検証するとともに、検証を通じて次年度以降に解決すべき課題を明らかにすることを目的とする。

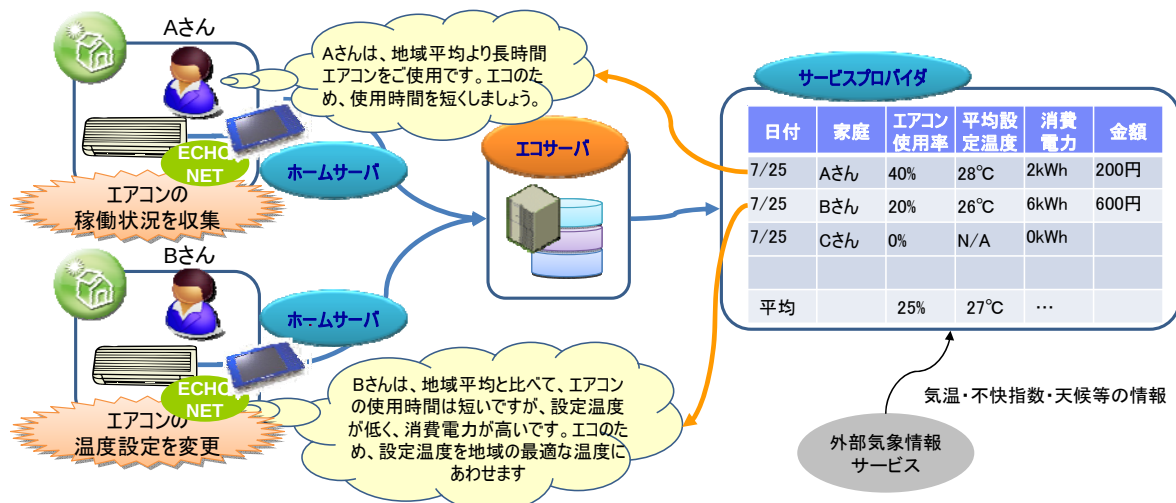


図 9-45 実証実験シナリオ 1 の想定

9. 4. 1. 2. 検証項目

シナリオ 1 にて検証する項目の概要及び目的を表 9-24 に示す。

表 9-24 シナリオ 1 検証項目一覧

検証項目 ID	名称	概要	目的
1-01	既存機器との データ互換性 検証	想定した既存の機器がそのま ま使用できることを検証す る。	ECHONET 対応機器が提供 する情報とエコサーバが取得 又は制御する情報のデー タ互換性を確認する。

検証項目 ID	名称	概要	目的
1-23	機器制御検証	インタフェース経由で家電・住宅機器の制御ができることを検証する。	エコサーバから提供されるインタフェースにより容易に機器制御が可能であるか確認する。
2-02	HS メンテナンス容易性検証	ホームサーバのメンテナンスが容易となるエコサーバの機能が整っていることを検証する。	ホームサーバを使用する消費者が、ホームサーバのメンテナンス作業に煩わされないように考慮されているか確認する。
2-03	HS ステータス変更容易性検証	引越しや家電の買い替え、サービスの追加変更などへの対応が容易であることを検証する。	ホームサーバを使用する消費者が、ホームサーバのステータス変更作業に煩わされないように考慮されているか確認する。
7-01	非機能要件検証	IBM 想定仕様における非機能要件「性能とキャパシティ」の仮定・前提が妥当性を検証する。	策定した IBM 想定仕様の非機能面において、特に本モデルの特性上、実装に大きな影響を与える非機能要件の仮定・前提についておける妥当性を確認する。

9.4.1.3. 評価

実証実験シナリオ 1 では、上述の試作検証及び仕様検証のとおり、消費者からエアコンの稼働状況（運転モード、設定温度等）の情報を収集し、家庭及び地域単位にエアコンの温度調節を行うシナリオを用いた検証を行った。その結果、エコサーバを実現するための入出力インタフェースや機能の評価として、エコサーバが提供するインタフェースを利用してサービスプロバイダが容易にデバイス制御可能であることを検証できた。各検証項目の評価結果について以下に述べる。

表 9-25 検証項目の評価結果

検証項目	目的	評価結果
1-01 既存機器とのデータ互換性検証	ECHONET対応機器が提供する情報とエコサーバが取得又は制御する情報のデータ互換性を検証する。	実施した以下の検証結果に基づき、目的は達成できたと評価する。 ・ECHONET 機器の接続にかかるアーキテクチャオーバービューの整合性が ECHONET 規格書 Ver3.21 との比較により確認できた。 ・1-23 デバイス制御検証、2-02 HS メンテナンス容易性検証及び 2-03 HS ステータス変更容易性検証のビジネスユースケースで想定された、エコデータの収集並びにデバイス制御にかかるデータ互換性が ECHONET 規格書 Ver3.21 との比較により確認できた。 ・さらに、今後実用化に向けて検討すべき点について、次年度以降の検討課題候補として整理した。
1-23 機器制御検証	エコサーバから提供されるインタフェースにより容易にデバイス制御が可能であるか検証する。	実施した以下の検証結果に基づき、目的は達成できたと評価する。 ・サービスプロバイダ事業者の立場で、本報告書 5.2 にて策定した実装仕様にに基づくホームサーバ、エコサーバを利用することによって、エアコン特有の製品知識を必要とすることなく、短期間にエアコン温度制御サービスを構築することができた。 ・構築したエアコン温度制御サービスの稼働検証を行い、デバイス制御が可能であることが確認できた。 ・試作検証の作業過程に気づいた IBM 想定仕様の変更が有効と考えられる点について、今回定めた範囲で必要な点において仕様の改訂を行い、より容易かつ安全にデバイス制御が可能になるよう反映した。さらに、今後実用化に向けて検討すべき点について、次年度以降の検討課題候補として整理した。
2-02 HS メンテナンス容易性検証	ホームサーバを使用する消費者が、ホームサーバのメンテナンス作業に煩わされないように考慮されているか検証する。	実施した以下の検証結果に基づき、目的は達成できたと評価する。 ・ライフサイクルマップ（消費者）に基づき、ホームサーバのメンテナンスにかかるビジネスユースケース、機能要件及び非機能要件を抽出し、ほぼすべての要件について、IBM 想定仕様に含まれていることが確認できた。 ・一部の IBM 想定仕様に含まれていなかった要件及び仕様検証の作業過程に気づいた IBM 想定仕様の変更が有効と考えられる点について、今回定めた範囲で必要な点において仕様の改訂を行い、ホームサーバのメンテナンス作業に煩わされない仕様の実現できるよう反映した。さらに、今後実用化に向けて検討すべき点について、次年度以降の検討課題候補として整理した。

検証項目	目的	評価結果
2-03 HS ステータス変更容易性検証	ホームサーバを使用する消費者が、ホームサーバのステータス変更作業に煩わされないように考慮されているか検証する。	実施した以下の検証結果に基づき、目的は達成できたと評価する。 ・ライフサイクルマップ（消費者）に基づき、ホームサーバのステータス変更にかかるビジネスユースケース、機能要件及び非機能要件を抽出する作業過程に気づいた点について IBM 想定仕様を評価し、今回定めた範囲で必要な点においては、ホームサーバのステータス変更作業に煩わされない仕様の実現できていることが確認できた。 ・ホームサーバのステータス変更は、IBM 想定仕様のビジネススコープ外のため、抽出した機能要件及び非機能要件による評価は対象外としたが、各要件及び作業過程に気づいた今後実用化に向けて検討すべき点について、次年度以降の検討課題候補として整理した。
7-01 非機能要件検証	IBM 想定仕様の非機能要件の妥当性を検証する。	実施した以下の検証結果に基づき、目的は達成できたと評価する。 ・IBM 想定仕様の非機能要件のうち、試作の実測値を用いて比較検証することが有効な、性能とキャパシティの仮定・前提の一部について、試作の実測値によりその妥当性を検証できた。 ・上記のうち、試作の実測値と比較して妥当な値でなかった仮定・前提について、試作の実測値に基づき妥当な値に見直しを行った。 ・仕様検証の作業過程に気づいた IBM 想定仕様の変更が有効と考えられる点について、今回定めた範囲で必要な点において仕様の改訂を行い、より妥当な非機能要件を定義可能になるよう反映した。さらに、今後実用化に向けて検討すべき点について、次年度以降の検討課題候補として整理した。

9.4.2. 実証実験シナリオ 2

9.4.2.1. 実証実験シナリオ 2 の内容

実証実験シナリオ 2（以下、シナリオ 2）は、IBM 想定仕様におけるホームサーバ・エコサーバ・サービスプロバイダ間のインタフェース仕様の妥当性について、サービスプロバイダがエコサーバの提供する機能を利用し新たな家庭向けサービスを開始するために必要な共通機能が提供されているかの検証を目的とする。また、検証を通じて次年度以降に解決すべき課題を明らかにする。

検証のために、将来、図 9-46 に示すような灯油タンクに取り付けたセンサからの灯油残量情報をサービスプロバイダがエコサーバを通じて取得して、それを利用して効率的な配送計画を立てる灯油配送業者のサービスが行われるシナリオを想定する。このサービスを行うサービスプロバイダのシステムの作成を通じ、家庭向けに新たなサービスを開始するために必要な機能をエコサーバが提供しているか、各検証項目を通じて検証する。

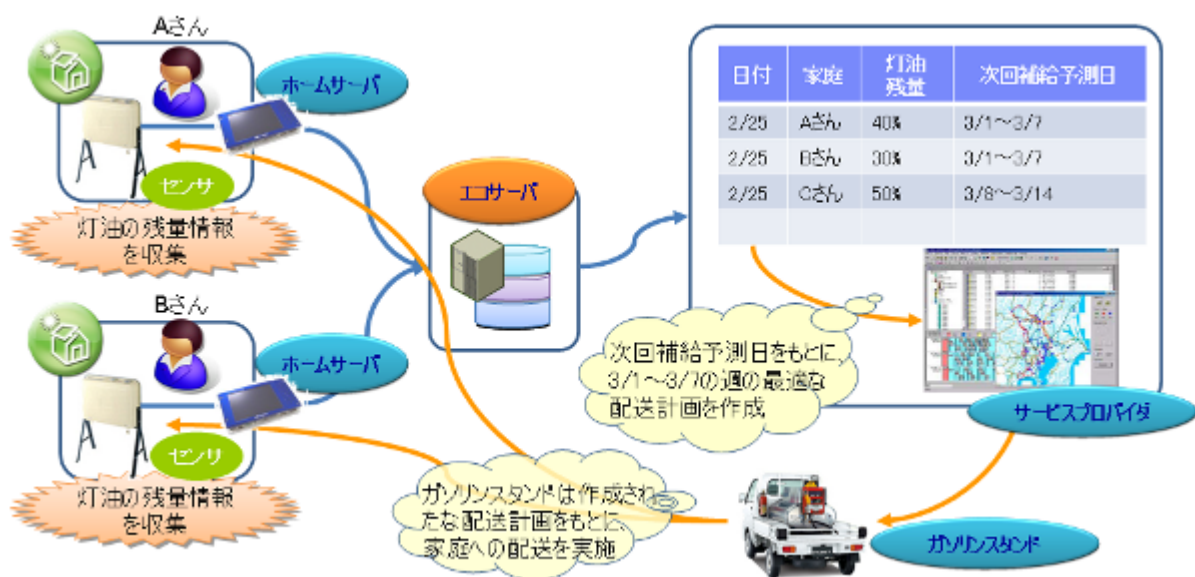


図 9-46 実証実験シナリオ 2 の想定

9.4.2.2. 検証項目

シナリオ 2 で検証する項目の概要及び目的を表 9-26 に示す。

表 9-26 シナリオ 2 検証項目一覧

検証項目 ID	名称	概要	目的
1-11	システム運用容易性検証	システム運用に掛かる負担が軽いことを検証する。	サービスプロバイダから見てシステム運用が軽減される仕様となっているかを確認する。
1-12	アプリケーション保守容易性検証	アプリケーション保守に掛かる負担が軽いことを検証する。	サービスプロバイダから見てアプリケーション保守が軽減される仕様となっていることを確認する。
1-21	データ連携検証	サービスプロバイダからの要求に合ったデータ提供が可能であることを検証する。	本シナリオにおいてサービスプロバイダが必要とする情報が取得可能となる機能を提供しているか試作エコサーバを通じて確認する。
1-22	ビジネスプロセス検証	サービスプロバイダによる申請～データ収集・活用プロセスが明らかになっていることを検証する。	IBM 想定仕様のビジネスプロセスの妥当性を確認する。

9.4.2.3. 評価

検証項目の評価結果を表 9-27 に示す。

本実証実験シナリオ 2 では、上述の試作検証及び仕様検証を通じ、サービスプロバイダによる新たな家庭向けサービスの開始を想定し検証を行った。

IBM 想定仕様におけるホームサーバ・エコサーバ・サービスプロバイダ間のインタフェース仕様の妥当性について、サービスプロバイダがエコサーバの提供する機能を利用し新たな家庭向けサービスを開始するために必要な共通機能が提供されていることを確認した。

各検証項目の評価結果について以下に述べる。

表 9-27 検証項目の評価結果

検証項目	目的	評価結果
1-11	サービスプロバイダから見てシステム運用が軽減される仕様となっているかを検証する。	実施した以下の検証結果に基づき、目的は達成できたと評価する。 【仕様検証】 ライフサイクルマップ(サービスプロバイダシステム運用者)に基づき、サービスプロバイダのシステム運用にかかわる、ビジネスユースケースを抽出した。 作業課程での気づきについて、機能面と非機能面においてシステム運用を軽減させるために有効と考える項目について考察を行った。 その結果抽出されたビジネスユースケースは IBM 想定仕様に含まれていることが確認できた。 今後実用化に向けて検討すべき点について、次年度以降の検討課題候補として整理した。

検証項目	目的	評価結果
1-12	サービスプロバイダから見てアプリケーション保守が軽減される仕様となっているかを検証する。	実施した以下の検証結果に基づき、目的は達成できたと評価する。 【試作検証】 検証項目 1-21 で作成したアプリケーションに対して、SP 事業者の立場でアプリケーション保守の企画～運用までを想定した作業を実施した。 保守作業の過程での気づきについて、アプリケーション保守軽減のため有効と考える項目について検証・考察を実施した。 その結果、SP 事業者で実施するアプリケーション保守の作業は IBM 想定仕様に含まれていることが確認できた。 【仕様検証】 保守に関しての作業手順について、ユースケース、作業内容、ES 事業者との想定コミュニケーションを導き出し、機能面での検証を行った。 作業課程での気づきについて、機能面でアプリケーション保守軽減のため有効と考える項目について考察を行った。 その結果、導き出されたユースケース、作業内容、ES 事業者との想定コミュニケーションは IBM 想定仕様に含まれていることが確認できた。 今後実用化に向けて検討すべき点について、次年度以降の検討課題候補として整理した。

検証項目	目的	評価結果
1-21	本シナリオにおいてサービスプロバイダが必要とする情報が取得可能となる機能を提供しているか試作エコサーバを通じて検証する。	実施した以下の検証結果に基づき、目的は達成できたと評価する。 【試作検証】 新規にエコサーバ事業者の提供する機能を利用したサービス事業を開始する SP 事業者の立場でシステム開発を行った。 ES 事業者から SP 事業者へ情報提供をする場合に、情報取得のために必要な機能が提供されているかについて検証・考察を行った。 その結果、ES 事業者から SP 事業者へ情報提供時に必要となる機能は、IBM 想定仕様に含まれていることが確認できた。 【仕様検証】 シナリオ 2 の事業について企業から廃業までのライフサイクルでのビジネスユースケースを想定・記述し、ライフサイクルマップ（サービスプロバイダ）と比較を実施した。 ライフサイクルマップ（サービスプロバイダ）に基づき、ビジネスユースケースを抽出した。 作業課程での気づきについて、機能面で SP が ES から情報を取得する際に、必要となる機能が ES より提供されているかを検証・考察を起こった。 その結果、導き出されたビジネスユースケースとライフサイクルマップ（サービスプロバイダ）の比較から考慮漏れが判明しライフサイクルマップ（サービスプロバイダ）を更新した。 今後実用化に向けて検討すべき点について、次年度以降の検討課題候補として整理した。

検証項目	目的	評価結果
1-22	IBM 想定仕様のビジネスプロセスの妥当性を検証する。	実施した以下の検証結果に基づき、目的は達成できたと評価する。 【仕様検証】 シナリオ 2 の事業について企業から廃業までのライフサイクルでのビジネスユースケースを想定・記述し、ライフサイクルマップ（サービスプロバイダ）と比較を実施した。 ライフサイクルマップ（サービスプロバイダ）に基づき、ビジネスユースケースを抽出した。 作業課程での気づきについて、機能面で IBM 想定仕様のビジネスプロセスが妥当性であるかの検証・考察を行った。 その結果、導き出されたビジネスユースケースとライフサイクルマップ（サービスプロバイダ）の比較から考慮漏れが判明しライフサイクルマップ（サービスプロバイダ）を更新した。 今後実用化に向けて検討すべき点について、次年度以降の検討課題候補として整理した。

9.4.3. 実証実験シナリオ 3

9.4.3.1. 実証実験シナリオ 3 の内容

実証実験シナリオ 3（以下シナリオ 3）は、「消費者（家庭～地域）と自治体の協働によるエネルギーマネジメントのための家庭及び地域単位でのエネルギー消費・生産量の見える化」が実現できることの検証を目的とする。

検証対象として、エネルギーの見える化システムをサービスプロバイダとして実装することを想定し、試作や IBM 想定仕様の仕様検証によってシステムの実現可能性を検証する。

また試作においては青森県及び青森県六ヶ所村と協業し、試作した見える化システムによって自治体のエネルギー施策に活用できる情報を提供可能か検証する。ホームサーバから収集されたデータを元にエネルギーの見える化を行い、自治体の施策に反映させるまでの流れを図 9-48 に示す。

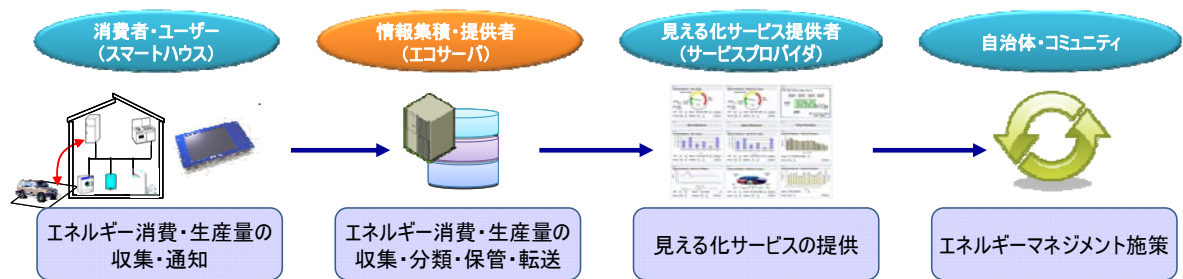


図 9-47 実証実験シナリオ 3 の想定

9.4.3.2. 検証項目

本項では、シナリオ 3 にて検証する項目の概要、及び目的について述べる。

見える化システムの実現可能性を検証するに当たり、本実証実験全体の観点から、サービスプロバイダと消費者の 2 つの観点を選定した。検証の観点を表 9-28 に示す。

表 9-28 シナリオ 3 検証の観点

観点	名称	目的
1	サービスプロバイダの参加のしやすさを高めるものであるか	サービスプロバイダの観点から見える化システムをサービスプロバイダとして実装するに当たり、問題が無いことを検証する。
2	消費者の参加のしやすさを高めるものであるか	消費者の観点から見える化システムを評価し、見える化システムによって省エネルギーに有効な情報を示すことが可能かを検証する。

次に上記の観点を具体化した詳細な検証項目の中から検証対象を選定した。消費者の観点から評価を行う評価者としては消費者の代表として自治体（青森県及び青森県六ヶ所村）のエネルギー施策担当者を選定した。シナリオ 3 の検証項目を表 9-29 に示す。

表 9-29 検証項目

検証項目 ID	名称	概要	目的
1-02	機器拡張性検証	発電機（電力計、スマートメータなど以外）や他の機器からのデータ受信などへの対応が可能であることを検証する。	追加の機器への拡張が行えることを確認する。 複数のサービスプロバイダシステム間でエコサーバの情報が共有可能であることを確認する。
1-21	データ連携検証	サービスプロバイダからの要求に合ったデータ提供が可能であることを検証する。	ES・SP 間のデータ連携が行えることを確認する。

検証項目ID	名称	概要	目的
2-11	家庭用EMS検証	家庭に対して理解しやすいデータの見せ方になっていることを検証する。	自治体のニーズにあったデータの見せ方が可能であることを確認する。
2-12	コミュニティ用EMS検証	地域・コミュニティに対して理解しやすいデータの見せ方になっていることを検証する。	評価者として青森県及び青森県六ヶ所村と協業し、検証を行う。

9.4.3.3. 評価

実証実験シナリオ3では、上述の試作検証及び仕様検証のとおり、自治体のエネルギー施策に活用できるエネルギーの見える化システムをサービスプロバイダとして提供するシナリオを用い、エコサーバを実現するための入出力インタフェースや機能の評価として、消費者（家庭～地域）と自治体の協業によるエネルギーマネジメントのための家庭及び地域単位でのエネルギー消費・生産量の見える化が実現できることを検証できた。

各検証項目の評価結果について以下に述べる。

表 9-30 検証項目の評価結果

検証項目	目的	評価結果
1-02 機器拡張性検証	追加の機器への拡張が行なえることを確認する。 複数のサービスプロバイダシステム間でエコサーバの情報が共有可能であることを確認する。	実施した以下の検証結果に基づき、目的は達成できたと評価する。 ・実証実験環境にて見える化システムに対する機器の追加の検証シナリオを実施し、機器追加が可能なことを確認した。 ・実証実験環境にて既存のサービスプロバイダシステムと並列に新規サービスプロバイダシステムを追加する検証シナリオを実施し、エコサーバの情報が共有可能なことを確認した。 ・今後実用化に向けて検討すべき点について、次年度以降の検討課題候補として整理した。
1-21 データ連携検証	ES-SP 間のデータ連携が行えることを確認する。	実施した以下の検証結果に基づき、目的は達成できたと評価する。 ・実証実験環境にて ES-SP 間のデータ連携を行うシナリオを実施した。 ・機能面及び非機能面の仕様検証を行い、ES-SP 間のデータ連携に必要な要件を明らかにした。 ・今後実用化に向けて検討すべき点について、次年度以降の検討課題候補として整理した。

検証項目	目的	評価結果
2-11 家庭用 EMS 検証	自治体のニーズにあったデータの見せ方が可能であることを確認する。 評価者として青森県及び青森県六ヶ所村と協業し、検証を行う。	実施した以下の検証結果に基づき、目的は達成できたと評価する。 ・自治体担当者とのヒアリングによって、導き出された要件に合ったエネルギー見える化システムを試作した。 ・試作したエネルギー見える化システムのデモを行い、自治体担当者の評価を受けた。 ・今後実用化に向けて検討すべき点について、次年度以降の検討課題候補として整理した。
2-12 コミュニティ用 EMS 検証		

9.4.3.4. 自治体との連携

家庭用及びコミュニティ用 EMS の試作検証は自治体（青森県及び青森県六ヶ所村）との協業によって自治体からのエネルギー見える化システムに対する要件をヒアリングし、要件に合った試作を行うことでエネルギー見える化システムの実現性を検証した。また試作したエネルギー見える化システムのデモを青森県庁にて行い、自治体の施策への応用の可能性について議論を行った。実際の自治体との協業の手順を図 9-48 に示す。

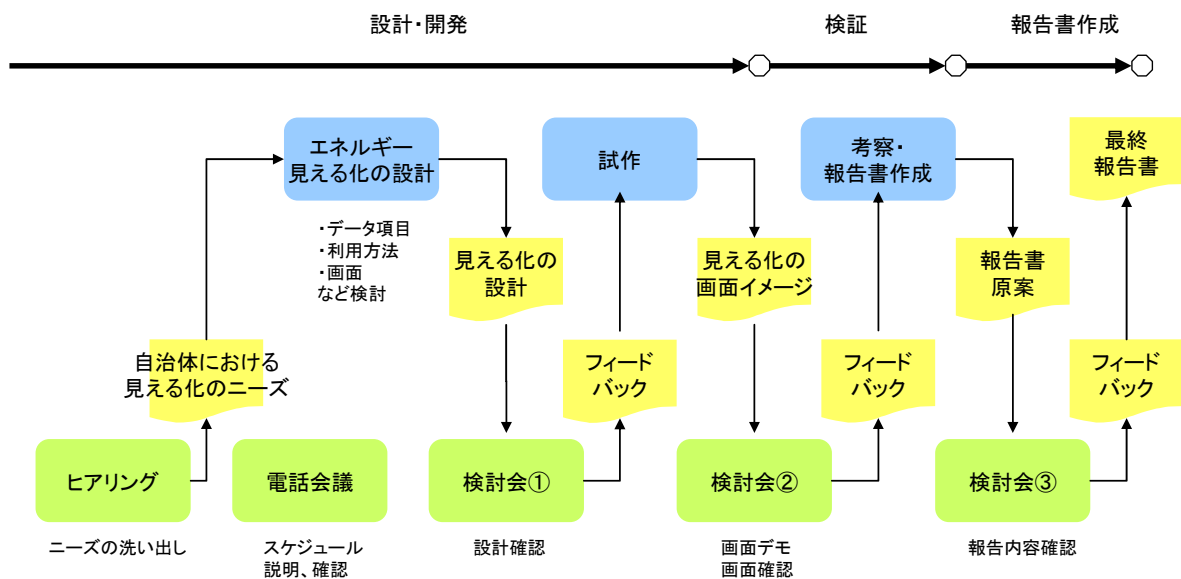


図 9-48 自治体との協業手順

- ・ヒアリング：見える化システムに対する自治体の要件をヒアリングし、試作テーマを決定する。洗い出された自治体のニーズを受けて見える化の画面、利用方法、データ項目などの設計を行う。
- ・電話会議：全体の進め方の流れや会議のスケジュールを決定する。
- ・検討会①：見える化の画面、利用方法などについて議論し、設計を決定した。決定した設計に従って試作を開始する。
- ・検討会②：試作した見える化システムのデモを行い、コメントを試作に反映させる。最

終的なデモでは評価シートを作成し、見える化システムへの評価、利用方法のアイデアを収集する。集まった評価を元に結果をまとめ、最終報告書を作成する。

- 検討会③：最終報告書の原案を自治体に送付し、内容を確認する。コメントを最終報告書へ反映する。

(1) 自治体ニーズの洗い出し

自治体へのヒアリングでは自治体が行いたい省 CO2 活動についていくつかの実験テーマを挙げ、想定利用シーンや前提条件などを洗い出した。結果として表 9-31 に示す 3 つのテーマを実証実験の対象として選定した。

表 9-31 自治体ニーズ

番号	テーマ	目的
001	自治体施設での省 CO2 活動の実践	自治体の管理する施設（役所、学校、図書館、病院等）において、省 CO2 活動の PDCA プロセスを定義し、CO2 排出量及び排出者（部・課・担当者など）を見える化することで、CO2 削減に向けた PDCA 活動を促し、CO2 削減に向けた有効な施策は何かを確認する。
002	住宅での CO2 削減効果の検証	住宅において、エネルギー情報を見える化することで、家庭での行動や意識の変革を促す。
003	コミュニティレベルでの見える化効果の測定	地域コミュニティ内のエネルギー利用を見える化し、コミュニティレベルでの比較や分析をできるようにすることで、行動や意識の変革を促す。

試作においてはこの 3 つのテーマに従ったダッシュボード画面を開発した。

(2) 見える化システムの開発

(1)で試作の対象として選定した 3 つのテーマに基づき、具体的な省 CO2 活動のシナリオとダッシュボード画面に対する要件の整理を行った。要件を確認するため、自治体との間で検討会を実施した。

その結果、各テーマにおける省 CO2 活動の具体的なシナリオの作成とダッシュボード画面の設計を行った。各テーマにおけるシナリオを表 9-32 に示す。

表 9-32 試作シナリオ

番号	テーマ	シナリオ
001	自治体施設での省 CO2 活動の実践	対象者：青森県庁の施設担当者 シナリオ： 県庁全体の日毎の電力消費量のグラフから、問題となる特定の日を選択する（比較データとして平均気温を用いる） 県庁内の棟及びフロア別の電力消費量を表示する。施設担当者が問題のあるフロアを選択する（比較データとして過去データを表示する）。 フロア内の部門別、機器別の電力消費量を表示する。施設担当者が問題のある部門及び機器を発見し、実際の省 CO2 活動に反映させる（比較データとして過去データを表示する）。
002	住宅での CO2 削減効果の検証	対象者：一般住宅入居者 シナリオ：入居者が住宅内の電力使用量について以下の情報を参照し、目的・目標を持って省 CO2 活動を行う。 当日の総電力消費量 時間毎の電力消費量（比較データとして地域の平均値を表示する） 当日の機器別電力消費量
003	コミュニティレベルでの見える化効果の測定	対象者：自治体担当者 シナリオ：自治体担当者が以下の基準で分類された地域の電力消費量を参照し、省 CO2 活動の施策につながる分析・比較や、実際の施策の効果を確認する。 青森 6 地域による分類 特定の実証実験の対象者・非対象者による分類

エネルギー見える化システムにおいては単純にデータをグラフとして見せるだけでなく、ウェブ・アプリケーションの特性（画面リンク）を利用した画面遷移による問題の絞り込み（全体から詳細へ）が可能になる。この機能を試作において実装し、自治体担当者に対して紹介するため、テーマ 001 において画面遷移を伴うシナリオを設定した。テーマ 001 における画面遷移を図 9-49 に示す。

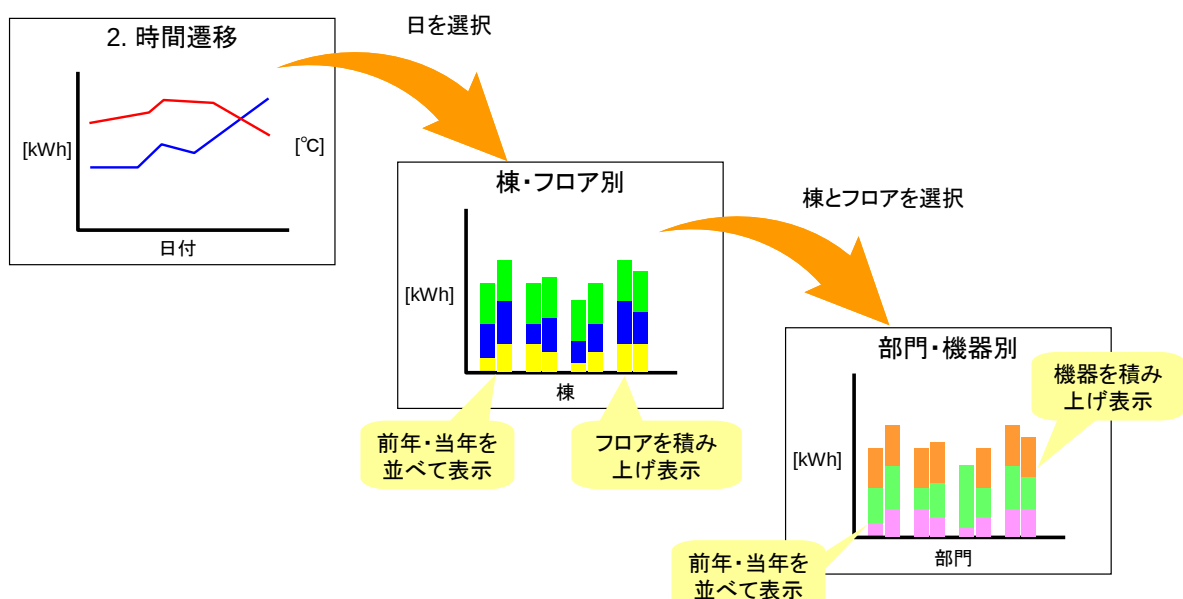


図 9-49 画面遷移を伴うシナリオ

次に上記のシナリオに従って必要な画面の設計・開発を行った。開発した画面の詳細を表 9-33 に示す。

表 9-33 試作画面一覧

番号	テーマ	説明
1	001 自治体施設での省CO2活動の実践	県庁施設担当者向けトップページ ・当日の青森県庁全体のエコデータを表示する。 ・日付を切り替えて表示可能とする。 ・エコデータを切り替えて表示可能とする。 ・以下のグラフを表示する。 ①総量（メータ） ②時間遷移（当月の日毎の遷移、棒グラフ） - 比較データとして平均気温を表示する（折れ線グラフ）。 - 棒グラフの特定の日を選択（クリック）する事で棟及びフロア別詳細画面へ移動する。 ③機器別合計（円グラフ） ④棟別合計（棒グラフ）
2		県庁内、棟及びフロア別詳細 ・青森県庁の棟毎の当日のエコデータを表示する（棒グラフ）。 ・棟別の棒グラフにフロア別の詳細を積み上げ表示する。 ・比較データとして前年同月の平均値を隣接した棒グラフとして表示する。 ・棒グラフのフロアを選択（クリック）する事で部門及び機器別詳細画面へ移動する。

番号	テーマ	説明
3		フロア内、部門及び機器別詳細 ・フロア内の部門毎のエコデータを表示する（棒グラフ）。 ・部門別の棒グラフに機器別の詳細を積み上げ表示する。 ・比較データとして前年同月の平均値を隣接した棒グラフとして表示する。
4	002 住宅でのCO2削減効果の検証	一般住宅入居者向けトップページ ・一般住宅内の当日のエコデータを表示する。 ・以下のグラフを表示する。 ・総量（メータ） ・時間遷移（棒グラフ） ・当日の時間毎の遷移を表示する。 ・比較データとして地域全体の平均値を表示する（折れ線グラフ）。 ・機器別合計（円グラフ）
5	002 コミュニティレベルでの見える化効果の測定	自治体担当者向けトップページ ・青森県内のグループ分けされたコミュニティ毎のエコデータを表示する。 ・以下の2種類のグループ分けを行い、それぞれについて比較用のグラフを表示する。 ・青森県6地域区分毎 - 青森県の地図上に各地域の総量を表示する（棒グラフ）。 - 選択された地域について、以下のグラフを表示する。 ・総量（メータ） ・時間遷移（棒グラフ） ・当月の日毎のエコデータを表示する。 ・比較データとして青森県全体の平均値を表示する（折れ線グラフ）。 ・実証実験対象者・非対象者（棒グラフ）

今回試作した画面は過度な画面作成は行うことなく、BI ソフトウェアの持つ機能を分かり易く紹介するレベルに留め、実際の施策へつながるアイデアを広く収集することに徹した。試作した各画面のイメージを、図 9-50 から図 9-56 に示す。

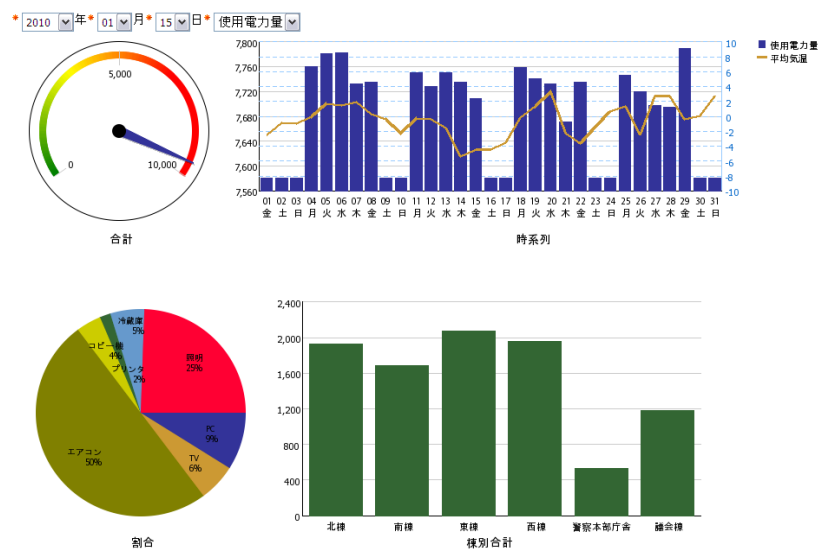


図 9-50 画面 1 県庁施設担当者向けトップページ

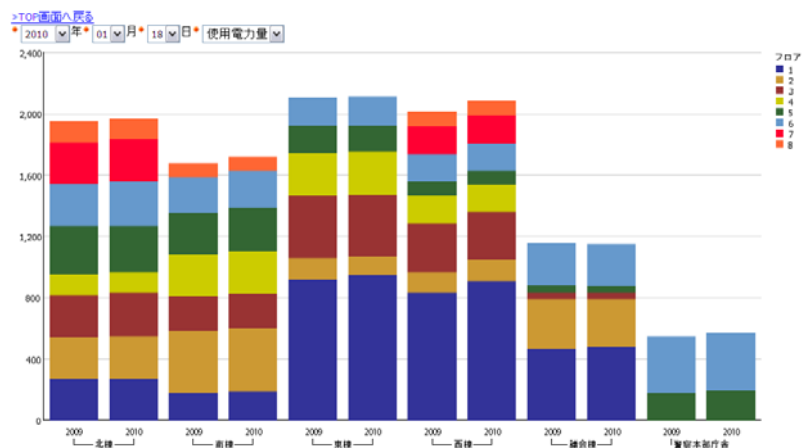


図 9-51 画面 2 棟別及びフロア別詳細

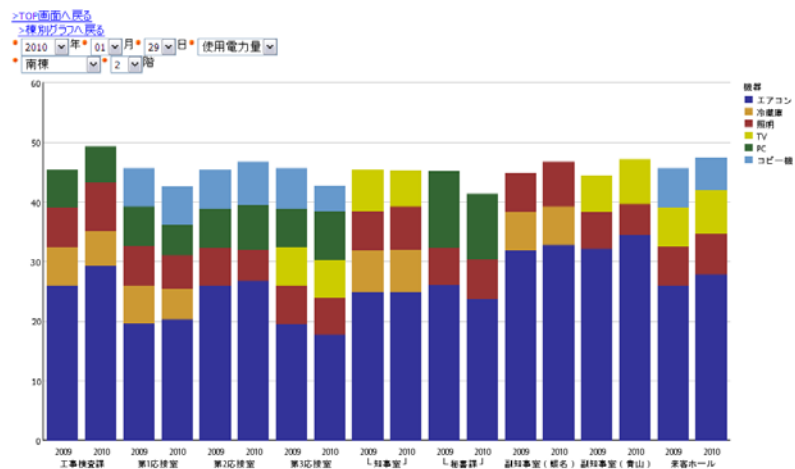


図 9-52 画面 3 部門別及び機器別詳細

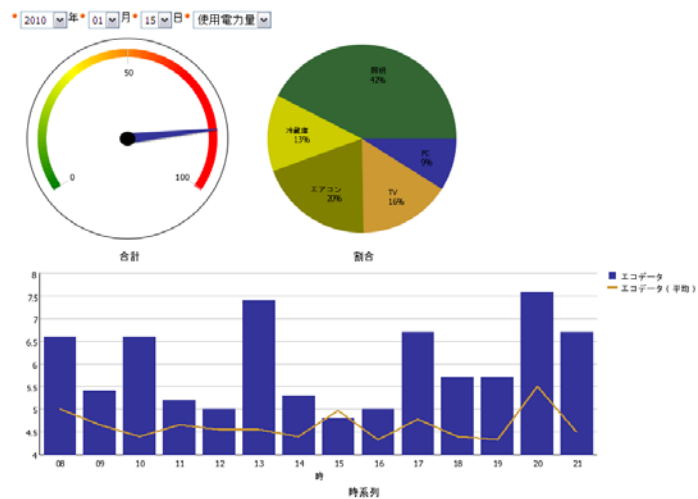


図 9-53 画面 4 一般住宅入居者向けトップページ

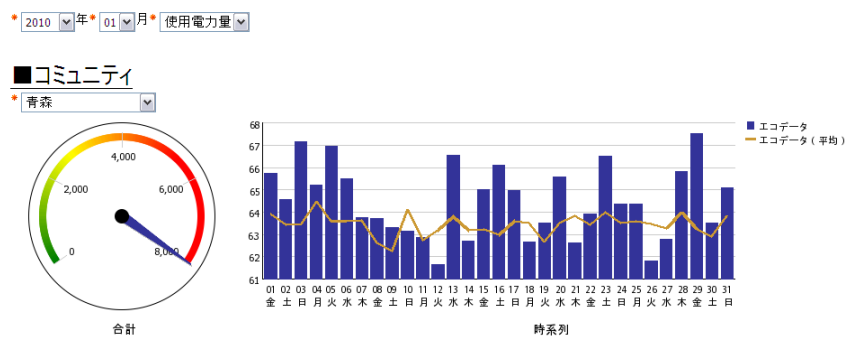


図 9-54 画面 5 自治体担当者向けトップページ（コミュニティ毎）

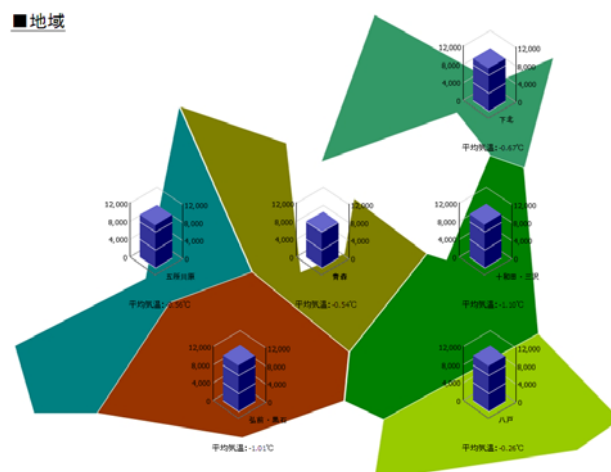


図 9-55 画面 5 自治体担当者向けトップページ（地域別）

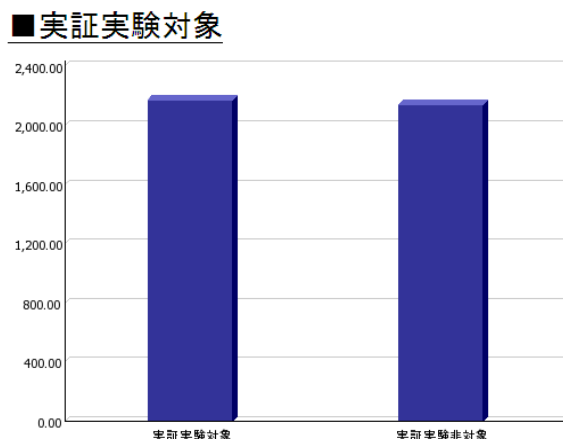


図 9-56 画面 5 自治体担当者向けトップページ（実証実験対象者別）

(3) 見える化システムの評価

試作の評価を行うに当たり、青森県庁の施設担当者及びエネルギー担当者（17 名）を集め、青森県庁にて試作したエネルギー見える化システムのデモを行った。デモの手順を以下に示す。

- デモの趣旨説明
- スマートハウスシステムの紹介
- 試作における省エネルギーのテーマとシナリオの説明
- 試作した見える化システム全体像の説明
- 各テーマのシナリオと試作した画面の紹介
- 質疑応答及びディスカッション
- 評価シートの説明（評価の観点及び記入方法）

デモの目的として、選定したシナリオや試作したエネルギー見える化システムを今後の県の環境、省エネルギー、及び施設管理の施策に応用可能か、地域の特徴を生かしたコミュニティの分類やデータの見せ方、及び問題発見のシナリオがあるか、ディスカッション及び評価シートによるアイデアの収集を行う事とした。評価シートでは上記の目的に従い、表 9-34 に示す設問を実施し、表 9-35 に示す回答を得た。

表 9-34 評価シートの設問

番号	設問内容
1	今回の試作内容について、より良いデータの見せ方、問題絞込みのシナリオ、比較データなどのアイデアがあれば教えてください。
2	既存の、もしくは将来のエコ活動、省エネ活動に対して今回デモを行った見える化システムや BI ソフトウェアを活用できるアイデアがあれば教えてください（今回のデモのようにデータが取得できる環境が整った事で実現可能になる省エネのための PDCA 活動、入手したいデータ、行いたい分析、実施したい施策等具体的に）。

番号	設問内容
3	エネルギーの見える化を行うにあたり、青森県としての地域の特色を踏まえたデータの見せ方、比較データ（過去のデータ、気象データなど）として表示すべきデータのアイデアがあれば教えてください。
4	コミュニティにおけるエネルギーの見える化を行うにあたり、青森県としての地域の特色を踏まえたグループ分け（青森 6 地区など）のアイデアがあれば教えてください。
5	コミュニティにおけるエネルギーの見える化を行うにあたり、対象（企業、個人など）や見せ方（インターネット、回覧など）のアイデアがあれば教えてください。
6	その他、ご意見など

表 9-35 評価シートへの回答内容

質問番号	回答内容（要約）
1	一般家庭に対しては電気料金を主に表示するべきである。
	一般家庭に対しては、どの機器に関して省エネを実施すべきかを分かりやすく表示することが重要である。
	県の施設に対しては、所属をセクション単位まで細分化して表示できればよい。
	理想値、目標値及び基準値との比較があればよい。
	機器当り、人員当り、面積当り又は時間当たりなどの表示があればよい。
	県の施設に対してはスケジュール（行事など）との比較があればよい。
	電力のみではなく、灯油又はガスなどのエネルギー把握も必要になる。
2	エネルギー削減量に応じた活動（植樹など）を行う。
	エネルギー削減量を競争、予算などへの反映を行う（インセンティブとペナルティ）。
	見える化システムにアクセスした分、料金を安くする。
	携帯電話やテレビなどと連携して表示及び警告を行う。
	省エネの目標値を定め、クリアした団体や企業を優良認定する。
	最新の省エネ機器と既存の機器との比較を行う。
	省エネの見地から県施設の削減を行うための見える化を行う。
3	エネルギー供給県として、発電量と消費量のバランスを比較したい。
	積雪量（ロードヒーティングやルーフヒーティングとの関係）を見たい。
	太陽光発電又は地中熱利用などの設置状況との比較をしたい。
	比較データ（気温など）については観測場所や時間を適切に設定しないとデータとして意味がなくなるので注意が必要である。
	気象データについては過去のデータの蓄積及び同一の気象条件におけるエネルギー消費の分析が必要である。
	比較データの考え方・精度が肝要。

質問 番号	回答内容（要約）
4	県民局単位、津軽と南部の比較、又は棟とフロア別（建物を外から見た図）があるとよい。
	電力のネットワーク（住宅、施設、変電所及び発電所の繋り）を視覚化できればよい。
	発電所からの距離での電気料金設定及び地域・ピークを考慮した料金設定に活用できればよい。
	発電所が存在する地域、それらの周辺地域、及びその他の地域に分ける。
	コミュニティ大でのユーザ属性と取組成果を得ることで、自治体の省エネ施策（高断熱化への助成、機器のリプレースへの助成、その他ソフト事業）への反映が可能となる。
5	インターネットでのリアルタイムな閲覧、メール配信、twitter 配信、県のデジタルサイネージとの連動、庁内ワンセグ配信を行う。
	結果の公表、顕彰及びランキングによるインセンティブ及びペナルティを行う。
	翌日の省エネ活動を喚起する見せ方であるべき。
	将来的なインセンティブとの連動に際し、「明日何をすればポイントが貰えるのか？」の動機付けをする見せ方であること。
	テレビを活用したデマンドの可視化を行う。
	例えばローカル局とタイアップし、夕方のニュースで「翌日の省エネアドバイス」を実践。（自治体における分析結果に基づき、「明日は〇〇なので〇〇をすれば省エネになるでしょう」などのメッセージを配信。毎日の省エネアドバイスとフォロー結果を毎日公表する。この際、コスト削減（電気代）にダイレクトにつながる取組であることが重要。単なる満足度向上だけだとダメ。）
	例えば県のメルマガで、「あなたのお家の省エネアドバイス」をメール配信。自治体の省エネ活動の一環として取り組む。
6	省エネは個人の意識の問題なので、データを生かした啓発が重要である。
	単身高齢者の見守りなどに活用できないか。
	将来的なビジネスモデルを念頭において、データ取りや見える化の意義を考えることが必要。
	データ取り・見える化にかかる費用負担について、我が国のスマートグリッドの将来像を見据え、責任の所在の明確化や助成制度のあり方を議論することが必要。

(4) 結果

試作検証によって自治体が想定する基本的なエネルギー見える化システムを、ホームサーバ、エコサーバ、及びサービスプロバイダという本実証実験の枠組みの中で実現可能であることが確認できた。

データに関してはエネルギー見える化システムを実現するために有用なデータをホームサーバから収集し、エコサーバ経由で提供可能であることが確認できた。また自治体との連

携によって将来エネルギー見える化サービスを実装するに当たって必要とされる様々なデータ（気象データ、電力以外のデータなど）を明らかにすることができた。

試作したエネルギー見える化システムのデモ及び評価によって、自治体を持つエネルギーの見える化に対する多くのニーズや今後の課題を収集した。青森県及び青森県六ヶ所村との協業により、地域特有のニーズ（冬の暖房費、電気以外の燃料などのエネルギー消費及びエネルギー生産県としての見地など）を収集することができた。また既存の限られた範囲のホームオートメーション及びビルオートメーションなどと異なり、地域全体の情報を収集することにより可能になる施策のアイデア（発電所周辺地域と遠隔地域との比較など）やニーズが存在することが確認できた。

結果として自治体との協業により、自治体担当者が地域のエネルギー状況を把握し、将来の施策に反映させるためのアイデア、及び消費者が家庭内のエネルギー状況を把握することで電源断などの活動によるエネルギー利用の適正化を行うためのアイデア（集めるデータの種類、データの見せ方、消費者への周知方法など）を集めることができた。また今後見える化システムを拡大し、三位一体のモデルによる地域全体のデータを用いたエネルギープランナーやアドバイザ等のサービスを、サービスプロバイダとして提供することへつながる自治体のエネルギー施策のアイデア（コミュニティ分類方法、消費者への見せ方など）も集めることができた。

9.4.4. 連携実験

9.4.4.1. 連携実験の内容

三位一体の枠組みにおいて、異なる事業者が開発したシステムが相互接続できるということは、重要な実証テーマである。データ及び機器の制御を伴う相互接続が可能な標準の策定を将来目標に想定し、本実証実験の実施範囲としては、その基礎となる情報の流通について検証を行い、今後の仕様の共通化に向けた課題を抽出する目的で実施した。具体的には、本実証実験において開発した実験環境に対し、他の実証実験事業者が提供する実データを取り込むことで、三位一体の枠組みを前提に構築された、異なる実装によるシステムのデータが流通可能であることを検証した。

本連携実験では、以下の2パターンの動作検証を行った。

(a) データ送信

実証実験データ仕様資料（連携各社提供）とインタフェース実装仕様資料（IBM 作成）を突き合わせて、データ変換機能を作成する。その後、実証実験データ（連携各社提供）を用いて、データ送信を実施する。「データ送信」の連携イメージを図 9-57 に示す。

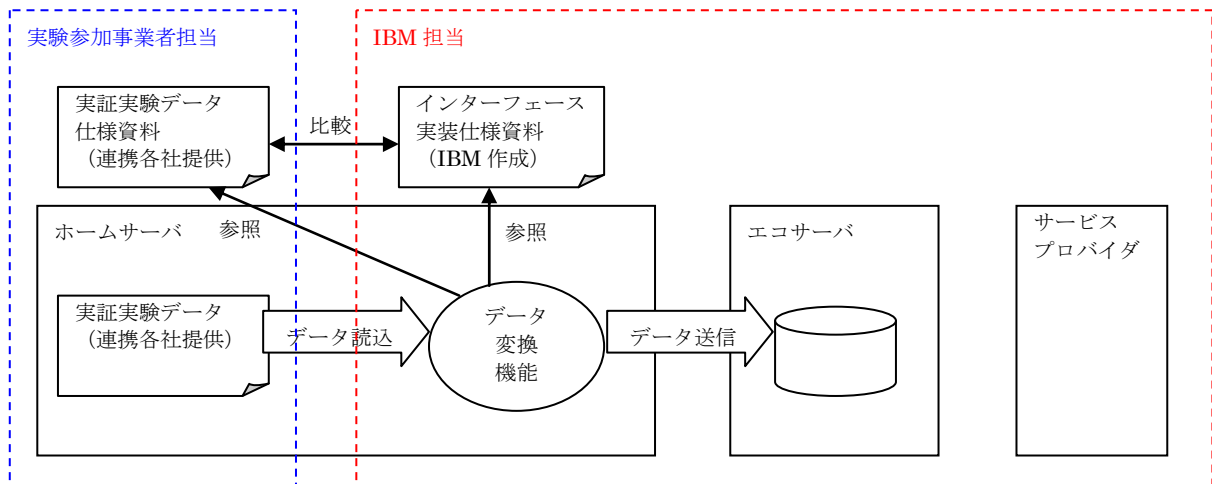


図 9-57 「データ送信」の連携イメージ

(b) デバイス制御

実証実験データ仕様資料（連携各社提供）とインターフェース実装仕様資料（IBM 作成）を突き合わせて、制御命令送信機能を作成する。その後、実証実験データ（連携各社提供）を用いて、デバイス制御を実施する。「デバイス制御」の連携イメージを図 9-58 に示す。

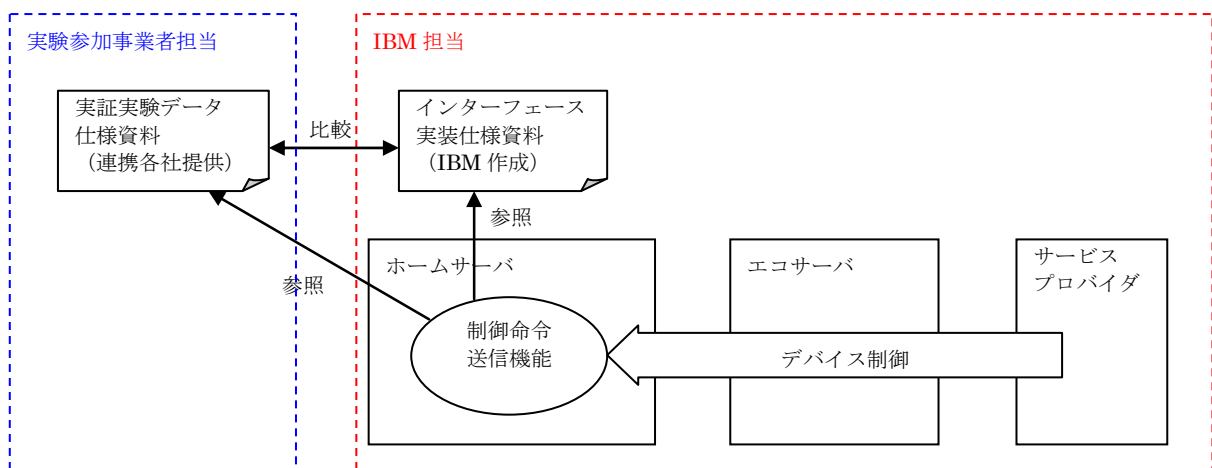


図 9-58 「デバイス制御」の連携イメージ

9.4.4.2. 検証項目

連携実験では、接続性に関する検証を実施することとなる。接続性を検証するため、テーマ2事業者間のデータ仕様を参考に IBM 実装仕様のデータ仕様に関して以下の観点で検証を実施した。

- データ仕様の比較

テーマ2事業者から提供を受けたデータ仕様と IBM 実装仕様を比較する。データ項目の過不足がないか、及びデータフォーマットについて検証を行う。現時点では、三位一体の責務について共有認識がなく、共通仕様が構想策定段階であるため、通信機能やエコサーバ独自機能などに関するデータ項目差異は、検証対象外とする。

- 実証実験環境でのデータ流通の確認

テーマ 2 事業者から提供を受けたデータが、IBM 実証実験環境上で問題なく流通することを検証する。ただし、サービスプロバイダ側で有効活用できるデータフォーマットとなっているかについては、今回の検証対象外となる。

実験パターン毎の検証の観点は、以下の通り。

(a) データ送信

データ送信の概要、実験手順、検証項目を表 9-36 に示す。

表 9-36 データ送信・データ照会

概要	テーマ 2 事業者から提供を受けたデータを使用し、IBM 実装仕様のエコサーバを使ってデータ送信を実施する。
実験手順	テーマ 2 事業者から提供を受けたデータを、データ変換機能を通して、IBM 実証実験環境に適合するデータに変換し、ホームサーバからエコサーバへのデータ送信を行う。
検証項目	テーマ 2 事業者から提供を受けたデータが、データ送信機能を使って、エコサーバ内に適切に蓄積される。

(b) デバイス制御

デバイス制御の概要、実験手順、検証項目を表 9-37 に示す。

表 9-37 デバイス制御

概要	テーマ 2 事業者から提供を受けたデータを使用し、IBM 実装仕様のエコサーバを使ってデバイス制御を実施する。
実験手順	サービスプロバイダからエコサーバ経由でデバイス制御命令を実行し、ホームサーバ内のデバイス制御バンドルへ制御命令を伝達する。
検証項目	デバイス制御命令がテーマ 2 事業者から提供を受けたデバイス制御バンドルの仕様に基づくスタブモジュールに正しく伝達される。 デバイス制御バンドルからの制御結果がサービスプロバイダに正しく伝達される。

9.4.4.3. 連携実験の方法

テーマ 2 事業者に対して、データ仕様並びにサンプルデータの提供を依頼し、提供を受けた情報に基づいた連携実験を実施した。その結果、表 9-38 で示す事業者から、データの提供を受けた。

表 9-38 データ提供を受けたテーマ 2 事業者

No.	会社名	データ形式	カテゴリ (※1)
1	大和ハウス工業株式会社	XML	デバイス制御
2	大阪ガス株式会社	DB (※2)	データ送信
3	株式会社ミサワホーム総合研究所	XML	データ送信
4	株式会社 NTT ファシリティーズ	CSV	データ送信
5	シャープ株式会社	CSV	データ送信
6	株式会社大京	CSV	データ送信

(※1) カテゴリ：提供データ種別は、IBM 実装仕様での種別を指す。

(※2) DB：大阪ガス株式会社による実証実験では JDBC によるデータ通信を行っていたため、DB データを受領し、IBM 内で電文仕様へ解釈を行った。

これらの提供データを、IBM 実装仕様で実装された実験環境で稼動させるため、IBM 実装仕様でのデータ項目（設計書「エコサーバ_インタフェース記述」）との突き合わせ作業を実施する。突き合わせ作業を実施する中で、テーマ 2 事業者のデータ仕様と IBM 実装仕様との間で認識差異が生じるため、IBM 実装仕様のインタフェースのデータ項目に過不足が生じると考えられる。

本実証実験では、これらデータを IBM 実装仕様の実験環境に取り込むために、データ項目の突き合わせと提供データ・ユーティリティ機能を開発し、検証をおこなった。

9.4.4.4. 検証結果

(1) 提供データ仕様と IBM 実装仕様の突き合わせ結果

テーマ 2 事業者から提供を受けたデータ仕様と IBM 実装データ仕様の突き合わせ結果についての概要を表 9-39 に示す。今回の突き合わせ結果で、連携実験の実施に影響はなかった。

表 9-39 突き合わせ結果概要

No.	結果
1	IBM 実装仕様のデータ項目は、テーマ 2 事業者のデータ仕様を包含する関係となっており、不足するデータ項目はなかった。
2	IBM 実装データ仕様のヘッダ部に相当するデータ項目を定義しているテーマ 2 事業者は少なかった。
3	時刻データの精度に違い（テーマ 2 事業者は秒未満データがない）が確認された。
4	テーマ 2 事業者から提供を受けたデータ仕様のデータ形式が、CSV と XML と 2 通りの送信形式が確認されたが、IBM 実装仕様である XML 形式へは可換であった。
5	XML スキーマ構成に違いが確認でき、1 つのデバイス要素に含まれるエコデータ情報個数に単数・複数の違いが確認された。

以下にテーマ2 事業者毎のデータ突き合わせ結果について報告する。突き合わせ結果表の説明については、表 9-40 に示す。

表 9-40 突き合わせ結果表の説明

項目列名		内容説明
No.		データ項目の項番
項目名		IBM 実装仕様のデータ項目名
(データ名)	突き合わせ	テーマ 2 事業者から提供を受けたデータ仕様との突き合わせ結果 記号に関する凡例は、以下の通りである。 ◎：項目/型があっている ○：項目があっているが、型が異なっている。 (小数值、タイムスタンプなど) △：一致するデータ項目が見つからない。 (IBM 実証実験環境での実施に当たり必要な項目)
	備考	突き合わせ結果での、比較内容の補足を記載

(a) 大和ハウス工業株式会社

大和ハウス工業株式会社（以下、大和ハウスと呼ぶ）から提供を受けたデータは、デバイス制御に関するデータ仕様のものであった。そのため、IBM 実装仕様におけるデバイス制御インタフェースの応答部との突き合わせを実施した。突き合わせ結果を表 9-41 及び表 9-42 に示す。今回の突き合わせ結果で、連携実験の実施に問題はなかった。

表 9-41 突き合わせ結果表（大和ハウス）

			共通、エアコン、照明	
	No.	項目名	突き合わせ	備考
ヘッダ部	1	応答共通部		
	1	戻り値	△	
	2	メッセージ・バージョン	△	
	3	スマートハウス・バージョン	△	
	4	応答時タイムスタンプ	△	
	5	メッセージID	△	
	6	エラー・コード	△	
データ部	7	エラー情報	△	
	2	リクエストID	△	
	3	結果コード	△	
	4	デバイス固有情報	◎	デバイス制御の応答を格納する。共通、エアコン、照明

表 9-42 結果概要（大和ハウス）

No.	結果	実験実施のための変更
1	ヘッダ部に相当するデータ項目が見当たらなかった。	現状の検証において通信を想定されていないだけと想定されるため、IBM 側でデータを付加する。

No.	結果	実験実施のための変更
2	データ部の「リクエスト ID」、「結果コード」に相当するデータ項目が見当たらなかった。	エコサーバのデバイス制御管理機能で使用するデータのため、IBM 側でデータを付加する。
3	「デバイス固有情報」は、デバイス制御固有の結果を受けるデータ項目と定義しているため、大和ハウスのデータ仕様と一致している。	N/A

(b) 大阪ガス株式会社

大阪ガス株式会社（以下、大阪ガスと呼ぶ）から提供を受けたデータは、DB に蓄積されたレコードであった。電文仕様に関しては、大阪ガスの DB 仕様から IBM 内で想定されるデータ仕様を想定し、IBM 実装仕様におけるエコデータ送信との突き合わせを実施した。突き合わせ結果を表 9-43 及び表 9-44 に示す。今回の突き合わせ結果で、連携実験の実施に問題はなかった。

表 9-43 突き合わせ結果表（大阪ガス）

	No.	項目名	実績情報	
			突き合わせ	備考
船 タ ン ク	1	ホームサーバ共通部		
	1	デポID	◎	需要家ID
	2	物理ホームサーバID	△	
	3	ホームサーバ連番	△	
	4	メッセージ・バージョン	△	
	5	スマートハウス・バージョン	△	
	6	送信タイムスタンプ	△	
	7	メッセージID	△	
	2	シーケンス番号	△	
	3	エコデータ		
船 タ ン ク	1	エコデータ基本の繰り返し部分		
	1	エコデータコード	◎	総需要電力、総需要電力量、都市ガス消費量、熱負荷
	2	ホームサーバ収集タイムスタンプ	○	YYYY/MM/DD hh:mm (分単位まで定義)
	3	シーケンス番号	△	
	4	数量	◎	
	5	エコデータ単位コード	◎	[W]、[Wh]、[m3]、[MJ]
	6	エコデータ種別コード	△	
	7	エコデータ固有情報	◎	欠測フラグ
	2	デバイス情報の繰り返し部分		
	1	エコデータコード		
	2	デバイス種別コード		
	3	デバイスID		
	4	ホームサーバ収集タイムスタンプ		
	5	シーケンス番号		
	6	数量		
	7	エコデータ単位コード		
	8	エコデータ種別コード		
	9	デバイス固有情報		

表 9-44 結果概要（大阪ガス）

No.	結果	実験実施のための変更
1	ヘッダ部に相当するデータ項目としては、ユーザを一意に指定する「デポ ID」のみ一致した。	現状の検証において通信を詳細に考慮されていないだけと想定されるため、IBM 側でデータを付加する。

No.	結果	実験実施のための変更
2	「ホームサーバ収集タイムスタンプ」の時刻精度に違いが確認された。 ・大阪ガス：分単位まで定義 ・IBM：秒以下まで定義	時刻に関しては、大阪ガスの時刻データの秒単位以下をゼロとする。
3	欠測フラグは、送信されてくるエコデータの情報精度を保証するためのデータであるため、「エコデータ固有情報」と一致した。	N/A
4	「エコデータコード」は、各データ分類を表すコード値であるため、今回提供を受けたデータ種別と一致するとする。	コードを IBM 側で任意に定める。
5	「シーケンス番号」、「エコデータ種別コード」に一致するデータ項目が見当たらなかった。	IBM 実装仕様においてデータを定義した際に必要なデータとしているため、IBM 側でデータを付加する。

(c) シャープ株式会社

シャープ株式会社（以下、シャープと呼ぶ）から提供を受けたデータは、データ送信に関するデータ仕様のものであった。そのため、IBM 実装仕様におけるエコデータ送信との突き合わせを行った。突き合わせ結果を表 9-45 及び

表 9-46 に示す。今回の突き合わせ結果で、連携実験の実施に問題はなかった。

表 9-45 突き合わせ結果表（シャープ）

	No.	項目名	家電		各種センサ	
			突き合わせ	備考	突き合わせ	備考
ヘッダ部	1	ホームサーバ共通部				
	1	デボID	△		△	
	2	物理ホームサーバID	△		△	
	3	ホームサーバ連番	△		△	
	4	メッセージバージョン	△		△	
	5	スマートハウスバージョン	△		△	
	6	送信タイムスタンプ	△		△	
	7	メッセージID	△		△	
	2	シーケンス番号	△		△	
	3	エコデータ				
ボディ部	1	エコデータ基本の繰り返し部分				
	1	エコデータコード				
	2	ホームサーバ収集タイムスタンプ				
	3	シーケンス番号				
	4	数量				
	5	エコデータ単位コード				
	6	エコデータ種別コード				
	7	エコデータ固有情報				
	2	デバイス情報の繰り返し部分				
	1	エコデータコード	◎	液晶テレビ、エアコン	◎	各種センサ
	2	デバイス種別コード	△		△	
	3	デバイスID	△		△	
	4	ホームサーバ収集タイムスタンプ	○	YYYY/MM/DD hh:mm (分単位まで定義)	○	YYYY/MM/DD hh:mm (分単位まで定義)
	5	シーケンス番号	△		△	
	6	数量	◎		◎	
	7	エコデータ単位コード	◎	[W]、[Wh]	◎	[deg]/[%]/[hPa]
	8	エコデータ種別コード	◎	瞬時電力、積算電力	◎	温度/湿度/大気圧
	9	デバイス固有情報	△		△	

表 9-46 突き合わせ結果表（シャープ）

	No.	項目名	電力		ガス水道	
			突き合わせ	備考	突き合わせ	備考
ヘッダ部	1	ホームサーバ共通部				
	1	デバイスID	△		△	
	2	物理ホームサーバID	△		△	
	3	ホームサーバ連番	△		△	
	4	メッセージバージョン	△		△	
	5	スマートハウスバージョン	△		△	
	6	送信タイムスタンプ	△		△	
	7	メッセージID	△		△	
	2	シーケンス番号	△		△	
	3	エコデータ				
データ部	1	エコデータ基本の繰り返し部分				
	1	エコデータコード	△	消費電力量、発電量、蓄電量	△	ガス・水道などの区分
	2	ホームサーバ収集タイムスタンプ	○	YYYY/MM/DD hh:mm (分単位まで定義)	○	YYYY/MM/DD hh:mm (分単位まで定義)
	3	シーケンス番号	△		△	
	4	数量	◎		◎	
	5	エコデータ単位コード	◎	[W]、[Wh]	◎	[L/m]/[L] ※積算量は10L単位
	6	エコデータ種別コード	◎	瞬時電力、積算電力	◎	瞬時電力/積算電力
	7	エコデータ固有情報	△		△	
	2	デバイス情報の繰り返し部分				
	1	エコデータコード				
	2	デバイス種別コード				
	3	デバイスID				
	4	ホームサーバ収集タイムスタンプ				
	5	シーケンス番号				
	6	数量				
	7	エコデータ単位コード				
	8	エコデータ種別コード				

表 9-47 結果概要（シャープ）

No.	結果	実験実施のための変更
1	ヘッダ部に相当するデータ項目が見当たらなかった。	現状の検証において通信を想定されていないだけと想定されるため、IBM 側でデータを付加する。
2	「ホームサーバ収集タイムスタンプ」の時刻精度に違いが確認された。 シャープ：分単位まで定義 IBM：秒以下まで定義	時刻に関しては、シャープの時刻データの秒単位以下をゼロとする。
3	「エコデータコード」は、各データ分類を表すコード値であるため、今回提供を受けたデータ種別と一致するとする。	コードを IBM 側で任意に定める。
4	「シーケンス番号」、「デバイス種別コード」、「デバイス ID」に一致するデータ項目が見当たらなかった。	IBM 実装仕様においてデータを定義した際に必要なデータとしているため、IBM 側でデータを付加する。

(d) 株式会社 NTT ファシリティーズ

株式会社 NTT ファシリティーズ（以下、NTT ファシリティーズと呼ぶ）から提供を受けたデータは、データ送信に関するデータ仕様のものであった。そのため、IBM 実装仕様におけるエコデータ送信との突き合わせを行った。突き合わせ結果を表 9-48 及び表 9-49 に示す。今回の突き合わせ結果で、連携実験の実施に問題はなかった。

表 9-48 突き合わせ結果表（NTT ファシリティーズ）

		各戸情報		
	No.	項目名	突き合わせ	備考
ヘッダ部	1	ホームサーバ共通部		
	1	デボID	△	
	2	物理ホームサーバID	△	
	3	ホームサーバ連番	△	
	4	メッセージ・バージョン	△	
	5	スマートハウス・バージョン	△	
	6	送信タイムスタンプ	△	
	7	メッセージID	△	
	2	シーケンス番号	△	
	3	エコデータ		
データ部	1	エコデータ基本の繰り返し部分		
	1	エコデータコード		
	2	ホームサーバ収集タイムスタンプ		
	3	シーケンス番号		
	4	数量		
	5	エコデータ単位コード		
	6	エコデータ種別コード		
	7	エコデータ固有情報		
	2	デバイス情報の繰り返し部分		
	1	エコデータコード	△	
	2	デバイス種別コード	△	
	3	デバイスID	△	
	4	ホームサーバ収集タイムスタンプ	○	YYYY/MM/DD hh:mm:ss (秒単位まで定義)
	5	シーケンス番号	△	
	6	数量	◎	
	7	エコデータ単位コード	◎	[kWh]
	8	エコデータ種別コード	◎	積算電力
	9	デバイス固有情報	○	部屋番号/その他情報

表 9-49 突き合わせ結果（NTT ファシリティーズ）

No.	結果	実験実施のための変更
1	ヘッダ部に相当するデータ項目が見当たらなかった。	現状の検証において通信を想定されていないだけと想定されるため、IBM 側でデータを付加する。
2	「ホームサーバ収集タイムスタンプ」の時刻精度に違いが確認された。 NTT ファシリティーズ：秒単位まで定義 IBM：秒未満まで定義	時刻に関しては、シャープの時刻データの秒単位以下をゼロとする。
3	「エコデータコード」は、各データ分類を表すコード値であるため、今回提供を受けたデータ種別と一致するとする。	コードを IBM 側で任意に定める。
4	「シーケンス番号」、「デバイス種別コード」、「デバイス ID」に一致するデータ項目が見当たらなかった。	IBM 実装仕様においてデータを定義した際に必要なデータとしているため、IBM 側でデータを付加する。
5	部屋番号/その他情報は、「デバイス固有情報」と一致するものとする。	N/A

(e) 株式会社ミサワホーム総合研究所

株式会社ミサワホーム総合研究所（以下、ミサワホームと呼ぶ）から提供を受けたデータは、データ送信に関するデータ仕様のものであった。そのため、IBM 実装仕様におけるエコデータ送信との突き合わせを行った。突き合わせ結果を表 9-50 及び表 9-51 に示す。今回の突き合わせ結果で、連携実験の実施に問題はなかった。

表 9-50 突き合わせ結果表（ミサワホーム）

	No.	項目名	ガス、水道		センサ、分電盤	
			突き合わせ	備考	突き合わせ	備考
ヘッダ部	1	ホームサーバ共通部				
	1	デポID	◎	SmarthouseId	◎	SmarthouseId
	2	物理ホームサーバID	△		△	
	3	ホームサーバ連番	△		△	
	4	メッセージバージョン	△		△	
	5	スマートハウスバージョン	△		△	
	6	送信タイムスタンプ	◎	PublishedDate	◎	PublishedDate
データ部	7	メッセージID	△		△	
	2	シーケンス番号	△		△	
	3	エコデータ				
	1	エコデータ基本の繰り返し部分				
	1	エコデータコード	△			
	2	ホームサーバ収集タイムスタンプ	○	ins_date/yyyy-mm-dd hh:mm:ss		
	3	シーケンス番号	△			
	4	数量	◎	current/accum		
	5	エコデータ単位コード	△			
	6	エコデータ種別コード	△			
	7	エコデータ固有情報	△			
	2	デバイス情報の繰り返し部分				
	1	エコデータコード			△	温度湿度センサ、分電盤
	2	デバイス種別コード			△	
	3	デバイスID			◎	product code/name
	4	ホームサーバ収集タイムスタンプ			○	ins_date/yyyy-mm-dd hh:mm:ss
	5	シーケンス番号			△	
	6	数量			◎	power/centigrade/humidity, current/accum
	7	エコデータ単位コード			△	
	8	エコデータ種別コード			△	
	9	デバイス固有情報			△	

表 9-51 突き合わせ結果（ミサワホーム）

No.	結果	実験実施のための変更
1	ヘッダ部に相当するデータ項目が「デポID」、「送信タイムスタンプ」のみ対応させることができた。	対応できなかったデータ項目は、現状の検証において通信を想定されていないだけであると想定されるため、IBM 側でデータを付加する。
2	「ホームサーバ収集タイムスタンプ」の時刻精度に違いが確認された。 ミサワホーム：秒単位まで定義 IBM：秒未満まで定義	時刻に関しては、ミサワホームの時刻データの秒単位以下をゼロとする。
3	「エコデータコード」は、各データ分類を表すコード値であるため、今回提供を受けたデータ種別と一致するとする。	コードを IBM 側で任意に定める。
4	「シーケンス番号」、「デバイス種別コード」に一致するデータ項目が見当たらなかった。	IBM 実装仕様においてデータを定義した際に必要なデータとしているため、IBM 側でデータを付加する。

No.	結果	実験実施のための変更
5	XML スキーマ構成に違いが確認でき、1つのデバイス要素に含まれるエコデータ情報個数に単数・複数の違いが確認された。 ミサワホーム：1つのデバイス要素の中に複数のエコデータ（分単位データ）が含まれる。 IBM：1つのデバイス要素の中に単一のエコデータが含まれる。	ミサワホームのデバイス要素を分割し、IBM 実装仕様に合わせる。

(f) 株式会社大京

株式会社大京（以下、大京と呼ぶ）から提供を受けたデータは、データ送信に関するデータ仕様のものではあった。そのため、IBM 実装仕様におけるエコデータ送信との突き合わせを行った。突き合わせ結果を表 9-52 及び表 9-53 に示す。今回の突き合わせ結果で、連携実験の実施に問題はなかった。

表 9-52 突き合わせ結果表（大京）

	No.	項目名	主管		分岐	
			突き合わせ	備考	突き合わせ	備考
ヘッダ部	1	ホームサーバ共通部				
	1	デバイスID	◎	ユーザーID	◎	ユーザーID
	2	物理ホームサーバID	△		△	
	3	ホームサーバ連番	△		△	
	4	メッセージバージョン	△		△	
	5	スマートハウスバージョン	△		△	
	6	送信タイムスタンプ	△		△	
	7	メッセージID	△		△	
	2	シーケンス番号	△		△	
	3	エコデータ				
データ部	1	エコデータ基本の繰り返し部分				
	1	エコデータコード	△	主管		
	2	ホームサーバ収集タイムスタンプ	◎	日付、時間		
	3	シーケンス番号	△			
	4	数量	◎	電力量		
	5	エコデータ単位コード	△	[Wh]で評価する。		
	6	エコデータ種別コード	△			
	7	エコデータ固有情報	△			
	2	デバイス情報の繰り返し部分				
	1	エコデータコード			△	
	2	デバイス種別コード			△	分岐
	3	デバイスID			△	分岐1-分岐10
	4	ホームサーバ収集タイムスタンプ			◎	日付、時間
	5	シーケンス番号			△	
	6	数量			◎	電力量
	7	エコデータ単位コード			△	[Wh]で評価する。
	8	エコデータ種別コード			△	
	9	デバイス固有情報			△	

表 9-53 突き合わせ結果（大京）

No.	結果	実験実施のための変更
1	ヘッダ部に相当するデータ項目が「デバイスID」のみ対応させることができた。	対応できなかったデータ項目は、現状の検証において通信を想定されていないだけであると想定されるため、IBM 側でデータを付加する。

No.	結果	実験実施のための変更
2	「ホームサーバ収集タイムスタンプ」の時刻精度に違いが確認された。 大京：秒単位まで定義 IBM：秒未満まで定義	時刻に関しては、大京の時刻データの秒単位以下をゼロとする。
3	「エコデータコード」は、各データ分類を表すコード値であるため、今回提供を受けたデータ種別と一致するとする。	コードを IBM 側で任意に定める。
4	「シーケンス番号」、「デバイス種別コード」に一致するデータ項目が見当たらなかった。	IBM 実装仕様においてデータを定義した際に必要なデータとしているため、IBM 側でデータを付加する。

(2) 実証実験環境での連携実験結果

実証実験環境で実施した連携実験の結果は「連携実験結果」に記載した。以下に連携実験結果の概要をまとめる。

(a) データ送信

エコサーバへのデータ収集については、提供データ仕様と IBM 実装仕様のつき合わせ結果に基づき提供データを IBM 実装仕様データに変換を行い、ホームサーバシミュレータからエコサーバへデータを送信しエコサーバの DB に蓄積した。

実証実験環境において、ホームサーバシミュレータで各社から提供頂いたデータを IBM 実装仕様データに変換しエコサーバへ送信した。エコサーバの DB に蓄積されたデータを確認し提供データがエコサーバに蓄積されていることを確認した。

(b) デバイス制御

デバイス制御については、サービスプロバイダからエコサーバ経由でホームサーバへ送信し、デバイス制御バンドル (OSGi) によりデバイスの制御を行う。今回は、提供頂いた仕様に基づきホームサーバシミュレータ及び仮想のデバイスを作成し検証した。

実証実験環境において、サービスプロバイダからエコサーバ経由で送信したデバイス制御命令でホームサーバシミュレータがエアコンを想定した仮想デバイスの制御が行えることを確認した。

9.4.4.5. 評価

(1) 提供データ仕様と IBM 実装仕様の突き合わせ結果の評価

データ項目を比較した結果、IBM 実装仕様のデータ項目に対して、テーマ 2 事業者のデータ項目を対応させることができた。テーマ 2 事業者のデータ項目には存在せず、IBM 実装仕様には存在するデータ項目は、ヘッダ部及びデータ部の中でエコサーバ特有のデータ（エコサーバデータに関する分類コード）や機能（デバイス制御命令の管理機能）となって

いた。この差異については、三位一体の責務について共通認識を持っていないことが原因であり、評価対象とはしない。

(2) 実証実験環境での連携実験結果の評価

実証実験環境で、テーマ 2 事業者から提供を受けたデータを使った実験シナリオを実施することができた。実験結果に問題がなかったことから、IBM 実装仕様による実証実験環境でのシナリオ実施は妥当であると評価できる。

9.4.5. 実験を通じての考察

9.4.5.1. サービスプロバイダの参入

実証実験では 3 種類のサービスプロバイダを想定し、模擬的に要件の企画からサービスの開始提供までを実施した。その中でサービスそのものの開発はエコサーバが提供するインタフェースを利用して容易に行うことができ、エコサーバの有効性が示された。容易にエネルギー情報の取得やデバイス制御をできることが確認できたことから、エネルギープランナーやアドバイザによるコンサルティングビジネス事業にスマートハウス構想は有効に機能すると考えられる。ただし、サービスプロバイダ事業への参入に当たっては、事業のライフサイクルにおける契約・決済等のサービス実施機能以外の項目についても負荷を軽減する仕組みを構築することが重要である。そのことは多数のアプリケーション事業者が参入し活況を呈している米国 Apple 社の App Store の例を見ても明らかである。事業全体の負荷軽減のためには対象とするビジネスモデルの形態とそれにかかわるユースケースを更に明確化し、サービスプロバイダ、エコサーバ事業者の事業者としての役割分担、責任を規定していくことが今後求められる。その際には本実証実験で行った要件の洗い出しのアプローチを参考に、想定するサービスプロバイダの分析やエコサーバのロードマップの定義などを行うことが有効であると考えられる。

システム面においても複数の事業者で構成するモデルであることを考慮する必要がある。開発だけではなく、試験、運用面も含めたサービスプロバイダへの支援の充実を図ることがより容易な参入を可能とすると言える。例としてサービスプロバイダのシステムそのものをエコサーバ事業者が資源提供、及び運用管理を行う形態もサービスプロバイダにとっての初期投資、技術面での負担を下げるものとして検討に値する。

また、サービスプロバイダが価値あるサービスを提供するためには、データモデルの標準化を図り、サービスプロバイダがデータを活用したアプリケーションを提供しやすい環境を整備することが必要である。スマートハウス構想で、データを流通させることで新たなサービスやアプリケーションを創出していくためには、データモデルの標準化が欠かせない。例えば、米国 NIST（国立標準技術研究所）や ANSI 等の活動においては、CIM（Common Information Model）と呼ばれる技術をベースに、データモデルの標準化に関する取り組みが進行している。

データモデルの標準化とともに、データの取得形態の標準化も欠かせない。データの取得

形態とは、たとえば消費電力の場合、積算電力量と瞬時電力を 15 分間隔で、指定された有効精度で取得する等の方針であり、今後のインセンティブの適用や、地域・社会レベルでの比較等を行うに際して、重要となってくる。

9.4.5.2. 消費者の参加

消費者にスマートハウス構想への参画を促すには、その価値を示すとともに懸念点を取り除くことが重要である。ECOM で議論されているように、スマートハウスで収集されるデータからは、ある程度の生活が推測されることから、セキュリティやプライバシーに関しては極めて厳格な管理が求められる一方、日本全体での見える化のような公共的な利用も想定されていることから、適切なセキュリティやプライバシーに関するポリシーを定義していく必要がある。

また、今回の実証実験を通じて明確となった消費者観点の懸念として、機器設置やサービス用に伴う「めんどくささ」の回避があげられる。ホームサーバ導入時や、引っ越しや家電の買い換え、新たな家電の購入などの際にホームサーバを正しく設定する必要があるが、きわめて煩雑で「めんどくさい」ものとなる可能性がある。家庭における利用者の IT リテラシーは様々であることから、プラグアンドプレイ等の自動設定・自動構成の技術が普及に向けて欠かせない。

また、自治体との協業により、自治体も主要なスマートハウスの利用主体であることがわかった。各消費者から収集した情報を、地域内の任意にコミュニティ（グループ）に分けて比較・分析することで、自治体の施策立案に活用することが可能である。自治体の内部においても役職や担当部門によって視点が異なり、タイプの異なるニーズが存在する。気象や産業といった地域の特性を取り込むことで、より地域に密着した形で情報を活用することができる。

9.4.5.3. 実装上の考慮すべき非機能面の制約

本実証実験では機能面の検証に重点をおいたため、非機能面の制約については作業中の気付きを中心としている。

想定したシナリオの中であっても求められる非機能要件には大きな幅が認められた。モデルの特性上、多くのデバイス・家庭からの情報収集、制御には特にパフォーマンス・キャパシティへの考慮が重要となる。今後スケーラブルな技術を検討するのはもちろんではあるが、考え得るすべてのシーンへの対応を検討することはビジネスモデルによっては過剰品質となる恐れが出てくる。ビジネスモデルと非機能要件には密接な関連があることを、スマートハウス実現に向けては十分に考慮すべきである。

9.4.5.4. データ仕様の標準化について

接続性検証の第 1 段階として、テーマ 2 事業者のデータ仕様を基に IBM 実装データ仕様の妥当性を検証するため、データ項目及びデータ形式についてのデータ仕様を比較した。

まず、データ項目については、テーマ2事業者から提供を受けたデータ全項目をIBM実装データ仕様のデータ項目に対応させ、IBM実証実験環境でのデータ流通を確認することができた。データ全項目が対応できた理由としては、IBM実装データ仕様が最小単位のエコデータで構成されており、テーマ2事業者のデータを適切に分割することができたためであると考えられる。よって、テーマ2事業者が想定するデータ仕様の範囲で、IBM実装仕様のデータ仕様がスマートハウス構想仕様として有効なものであると考えられ、三位一体のシステム構成が実現可能性を裏づけるものとなっていると言える。

次に、データ形式については、テーマ2事業者から提供を受けたデータ仕様は、XML及びCSVと2通りのデータ形式に分類される。データ形式については、標準化する必要があり、データ冗長性の観点から、XMLで統一していくことが望まれる。ただし、スマートハウス構想においては、非常に大量のデータ送受信が行われるものと想定されるため、より軽量なデータ形式をスマートハウス構想におけるデータ仕様標準として模索していく必要がある。現在の技術では、JSON（JavaScript Object Notation）が候補の一つとして挙げられる。

今後は、実用化に向けたデータモデルの標準化と併せて、データ項目やデータ形式を洗練していく必要がある。優先度が高いのはデータモデルやデータ項目であり、ベンダーの独自性を発揮できるよう独自部分を拡張可能としつつ、標準化を進めていくべきである。

データ形式やその下位で利用される通信プロトコルについては、利用形態にあわせて適切な形式を選択できるよう、必ずしも単一の仕様に統一するのではなく、その差違を吸収し、多様な仕様に対応可能なアーキテクチャを検討していくべきである。

9. 5. 総括

本章では、本実証実験での達成事項についてその要点をまとめる。

9. 5. 1. スマートハウスに求められる仕様策定と妥当性確認

今回の実証実験では、スマートハウスの枠組みを実現するために必要な機能を IBM 想定仕様及び実装仕様として定義した。また、これらの仕様について、3 つのシナリオに基づき検証を行うことで、その妥当性を確認した。

その結果、スマートハウスの枠組みを実現するために必要な、ホームサーバ、エコサーバ、サービスプロバイダに求められる機能を明確にすることができ、エコサーバが提供する機能を利用することで、サービスプロバイダが早く簡単にサービスを実現できることが分かった。

また、策定した各種仕様は、実証実験各社との活動を通じて、共通性が高く、有効な内容である。

今回は、ホームサーバ、エコサーバ、サービスプロバイダが連携するために欠かせない機能を中心に検討をおこなったが、これら以外にも、開発支援、運用支援、契約管理、決済機能などのビジネス遂行に欠かせない機能を果たす事業者がより多く登場していくことで、サービスプロバイダがサービスの実現に専念でき、その価値で競争する環境が安価に実現でき、これによって、さらにより多くのサービスプロバイダの参入が期待でき、消費者にとっては、より多くの価値あるサービスを利用できるようになることが分かった。今後、求められる追加機能と役割の検討を進めていくべきである。

また、ホームサーバについては、共通のアプリケーションプラットフォームが必要であると定義したが、その目的は、エネルギーに限らず、消費者にとって価値ある多様なアプリケーションやサービスを同一のホームサーバ環境で動作させることにある。多様なアプリケーションやサービスをホームサーバで稼動することも、普及やコスト低減に大きく寄与するため、検討・推進をすべきである。

9. 5. 2. 重要機能の試作によるスマートハウスの実現性確認

本実証実験では、ホームサーバ、エコサーバ、サービスプロバイダが連携するために欠かせない、データ送受信とデバイス制御にかかわる機能を試作し、スマートハウス構想の枠組みを実現可能であることを確認した。

また、試作を通して、以下に示すサービスプロバイダの参入を容易にする機能が実現できることを確認した。

- 複数のサービス事業者によるエコサーバの共同利用
- 新たな種類の機器への対応
- 個人から地域やコミュニティにおける利用への対応

この重要機能の試作活用により、多くのサービスプロバイダがこの枠組みを支持し、採用することで、実際の開発・テスト・運用・展開上での課題解決を図り、実ビジネスを早期に推進していくことを期待する。

9.5.3. 共通仕様の策定を通じた共通システム化の実現性確認

実証実験参加各社との連携により、データ送受信及び機器制御に関するインタフェース項目と、インタフェースが扱うデータ項目の共通仕様を取りまとめた。また、実証実験参加各社との連携実験を通じて、各社の想定するデータ項目と共通仕様に大きな差がないことが確認できた。つまり、参加企業間で必要と想定されるインタフェース種類やデータ項目に大きな違いがないということであり、今後のスマートハウス構想が目指す共通システム化が実現可能であると考えられる。

今回は、データ送受信と制御に関するインタフェースについて検討をおこなったが、今後は、検討の範囲をセキュリティ等の共通化が求められるテーマに拡大していくとともに、今回定義した共通仕様について、より検討を深めていくべきである。

9.5.4. 自治体におけるエネルギー見える化の実現

青森県及び青森県六ヶ所村との連携により、自治体施設におけるエネルギーマネジメントのニーズを確認し、スマートハウスの三位一体の枠組みやシステムを適用したエネルギー見える化システムを実現した。これにより、自治体のような地域色が反映されたニーズにも、スマートハウスの三位一体の枠組みが有効で、効果的に機能することがわかった。

また、サービスの利用者である自治体にとっては、収集できる具体的なデータが提示されることで、自治体における施策検討に活用できることがわかった。スマートハウスの普及に向けては、実際のサービスの利用者に対して、どのようなデータやサービスが利用できるのかを早期に提示していくことにより、各自治体の検討を促進すべきである。

9.6. 提言

本章では、実証実験を実施する中で得られた、今後スマートハウス構想のシステム化を進めていく上での重要なポイントと、このポイントの解決に向けた提言について述べる。

9.6.1. スマートハウス構想のシステム化に向けた重要ポイント

9.6.1.1. 「ねらい」やビジネス要件の重要性

IBM 想定仕様においてはエコサーバ事業者・サービスプロバイダ、及び消費者の汎用的なライフサイクルを想定し、その中の基盤となる業務領域を選んでビジネスユースケースから検討を行った。

しかし、実証実験各社の「ねらい」が多岐に渡っていたことも事実である。

- 家庭や集合住宅での見える化
- 家庭内でのホームネットワーク・ホームオートメーション
- 家庭や集合住宅でのエネルギーマネジメント
- デマンド・サプライと連携した地域エネルギーマネジメント

今回は、多様な「ねらい」に対して、包括的かつ汎用的な仕様検討をおこなったが、今後それぞれの「ねらい」を実現していくためには、それぞれの「ねらい」に求められるビジネス要件やビジネス目標を分析し、今回定義した汎用的な要件をもとに、必要なシステム要件やデータモデルを具体化していく必要がある。

多様な「ねらい」に対して、このような個別の要件抽出を積み重ね、必要な共通仕様の策定を進めていくことで、スマートコミュニティを実現するための共通システム像がより具体化していくものと考えられる。

9.6.1.2. 非機能要件の重要性

今回の実証実験を通じて明確になったこととして、非機能要件の重大性があげられる。スマートハウスに求められるシステムを実装するためには、情報のセキュリティ・プライバシー、大量データを処理するシステムとしての性能、拡張性及び可用性の各非機能要件を具体的に定義する必要がある。

情報のセキュリティ・プライバシーについては、具体的な「ねらい」やビジネス要件にあわせて、保護すべき情報資産と機密レベルを定義し、これら情報資産に対して想定される脅威を特定し、それぞれの脅威によるリスクを低減するための対抗策を、IT システムやセキュリティ技術の側面からだけでなく、人的・運用的側面や、法制度の観点から、包括的に検討を行っていく必要がある。認証や暗号技術のような個別の要素技術の積み重ねでは、主スマートハウスやスマートグリッドのような複合システムのセキュリティやプライバシーを網羅的に確保することは非現実的であり、前述のようなトップダウンのアプローチが有効である。

大量データを処理するシステムとしての性能、拡張性及び可用性については、ハードウェア

ア、ソフトウェア及びネットワークのようなシステムインフラの設計や規模、コストに対して、甚大な影響がある。エネルギー見える化サービスの場合で、15 分間隔で 1 軒当たり 30 台の機器の稼働データを 250 万軒から収集したとすると、秒あたり 2800 トランザクションで、1 台の稼働データが 1KB とすると、5 年間で蓄積されるデータ量が 100 ペタバイトを超える極めて膨大な量となる。このようなシステムを実現し、安定的に稼働させることはチャレンジングな課題である。

しかし、スマートハウスの場合、多様な関係者が、多様な「ねらい」をもって参加するための IT インフラであり、このようなビジネスモデルに依存する要件を具体化することは難しいことも事実である。そのため、当初から、高い性能、高い拡張性及び高い可用性を、低コストで達成できるような、優れたアーキテクチャ設計が極めて重要となってくる。

9.6.2. 提言

9.6.2.1. 協業社間での共通言語による「ねらい」の共有

本実証実験の対象であるスマートハウス構想は、家庭内に設置される家電機器、家庭内から情報を収集するホームサーバ、その情報を集約しサービス提供事業者提供するエコサーバ及び情報に付加価値を加え様々なサービスを提供するサービスプロバイダにより実現されるものである。このような複数のシステムから構成されるスマートハウスのシステムは、System of Systems あるいは Network of Networks と称されるべき複雑なものであるといえるのではないだろうか。スマートグリッド関連の文献においても System of Systems という表現が用いられる場合がある。

本実証実験では共通仕様の議論を通して、事業者間の共通認識を得るための共通言語の必要性を感じる場面が多かった。また本実証実験と並行して議論を行ってきた、次世代電子商取引推進協議会（ECOM）近未来バリューチェーン整備グループ スマートハウス整備 WG でも共通認識を形成するための取り組みのなかで、同様の認識を持った関係者も多かったのではないだろうか。世界標準としての採用を働きかける上でも、海外とも理解を共有できる IT システムを定義するためにも共通言語を考える必要がある。本章では、今後のスマートハウス構想における協業の進め方に関する提言を述べたい。

(1) スマートハウス構想における協業のあり方

スマートグリッドの取り組みでは、従来のエネルギー産業と IT 関係者及び必要な構成要素の関係者が協力し社会システムの構築を目指している。

スマートハウスも同様に、従来の住宅メーカーや住宅設備メーカーだけでなく、エネルギーや IT、機器装置など、多くの関係者が共同で取り組むことで、各事業者の個別の技術展開ではなく、各事業者が持つ強みを取り込まれた社会システムとしての海外展開を目指している。

本実証実験において我々が異業種の事業者とのコミュニケーションを通じ痛感したことは、異なる背景を有する事業者間で理解を共有するための共通言語が必要ということである。

スマートハウス構想の実現は個別の企業の取り組みにより実現できるものではなく、様々

な強みを有する企業による役割分担と協業が重要である。各社で個別の取り組みを行うことにより異なる製品やサービスが乱立することは避けなければならない。図 9-59 はその懸念点を示したものである。



図 9-59 避けるべきシナリオ

特に、「日本企業にはハードウェア（製品・部品）は何でもあるのに、何ができるのかわからない」と海外から見られていることが指摘されており、個別要素技術や部品ではなく、ソリューションやサービスとしてそのねらいを明確にし、トータルなシステムとして国内外海外での展開を図る必要がある。

そのためにも、まず参加企業が協力する必要がある、囲い込みやプロプライエタリーから脱却し、“オープン・スタンダード”、“オープン&イノベーション”により、自ら生み出すことのできる力、規模、スピード、インパクトを超えるイノベーションを創造することを提言したい。

企業の中での真の強みを活かした分解が促進され、新しいバリューネットの中で再構成される
⇒ 本当に強い集まりでこそ、国際的な競争に勝ち、ねらいの実現が可能

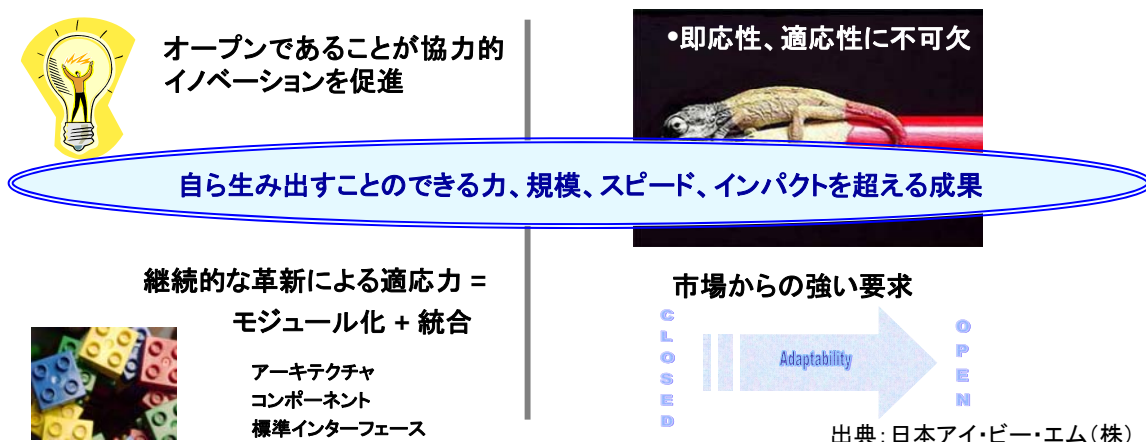


図 9-60 なぜオープンが必要か

オープンによる大きな成果を実現していく上で協力していくためには各々が理解を共有できることが重要である。共有のための共通言語として、共通の設計手法と成果物、さらに協力を促進するための協業の推進役が必要であると考えている。スマートハウスの次年度以降の取り組みにおいても共通言語を用いて、多くの企業による協業を通じたソリューションやサービス化の実現、国際競争力強化を目指して取り組んでいくことを提言する。

(2) 共通の設計手法 ～ システムズエンジニアリング手法

複数の事業者の協力により社会システムを構築しようと試みるスマートハウス構想は、前述のとおり多くのシステムとネットワークが統合された複雑なシステムになると想定される。そして未だ構想の段階にある。さらに、日本発のシステムとして世界展開を目指している。このような構想を進めるための共通の設計手法としての要件は以下のとおりと考える。

- 複雑なシステム開発の実績に基づくエンジニアリング手法であること
- 複雑なシステム構築の上流工程の意思決定に有効なものであること
- 海外で同様の取り組みを行うグループの思考形態にも対応できること

このような要件を満たす手法として、システムズエンジニアリング手法が有効である。システムズエンジニアリング手法は、近年のシステムの複雑化にともない、その複雑さを管理する必要の高まりから生まれてきたものである。複雑なシステム構築を管理することを目的とした手法である。

(3) 共通の成果物

9.6.2.1(2)では構想段階のコンセプトをまとめる共通言語の重要性について述べ、その候補としてシステムズエンジニアリング手法について提案をしたが、その実践のためには、目的に応じたカスタマイズが必要である。ここではシステムズエンジニアリング手法をスマー

トハウス構想に合わせどのように適用すべきかについて提言をしたい。

システムズエンジニアリングでは、複雑なシステムの概念を文書化する手法としてモデリングという手法を挙げている。モデルは知識やシステムの情報を構造化したもので、そのモデリングに用いられる言語はモデリング言語と呼ばれ、関係者間の共通言語として用いることができる。アプリケーション開発の領域においては UML などがモデリング言語として広く知られるところである。

スマートハウス構想における事業者間の共通理解を構築するために、このようなモデルを共通の成果物とし、その上での議論を進めるべきである。システムズエンジニアリングの体系に位置づけられているモデルとモデリング言語によりシステムの概念をあらわすことで、海外への情報発信も容易になると考えられる。

スマートハウス構想では、特にビジネスモデルや役割分担などの極めて上位の概念をモデル化することが求められている。その具体的な作成対象とモデリング言語を定め、今後の協業を推進することを提案したい。

今後、これら取り組みを発展させ、事業化につなげていくためには、関連する企業が協力し、アーキテクチャを構築し、そのアーキテクチャをリファレンスアーキテクチャ、若しくはテンプレートとして、標準化していく活動に取り組むことが有効であるとする。世界展開時も受け入れられやすい体系となるはずである。

(4) 協業の推進役 ～ インテグレータ

スマートハウス構想における協業の実践の手法として、システムズエンジニアリングの考え方を提案し、その実践に共通の成果物を定義することを提案した。

今後のフィールド実証及びその先の事業化に当たっては、この手法を用い、共通化された成果物定義に従い、複数の参加企業の共通認識を醸成し、システム構築を推進する役割が必要である。今後のスマートハウス構想の実現に向けては、このような役割を担うインテグレータが必要であると提案したい。

(2)及び(3)共通のシステムズエンジニアリング手法と共通の成果物により、プロジェクトに参加する各社間の共通認識を醸成すべきであることを説明した。そのエンジニアリング手法を適用して複雑なシステムを構築するには、それを推進する役割が必要である。その役割としてインテグレータを提案したい。

今後のスマートハウス構想におけるプロジェクトオーナーとしては、地域、国、自治体又は企業等が想定される。また、その参加者として、関連技術を有する多くの企業又は団体が想定される。このような枠組みにおいて、プロジェクトオーナーのビジョン、グランドデザイン及びねらいと、参加企業の期待や貢献の仲立ちをする役割が求められる。プロジェクト全体の運営にかかわる管理については PMO を組織し対応することが一般的であるが、複雑なシステムの統合については、それに適したエンジニアリング手法を有し、システムの実現を技術面から推進し一貫した技術上の整合性を管理する役割が必要である。その役割を担うインテグレータが必要である。

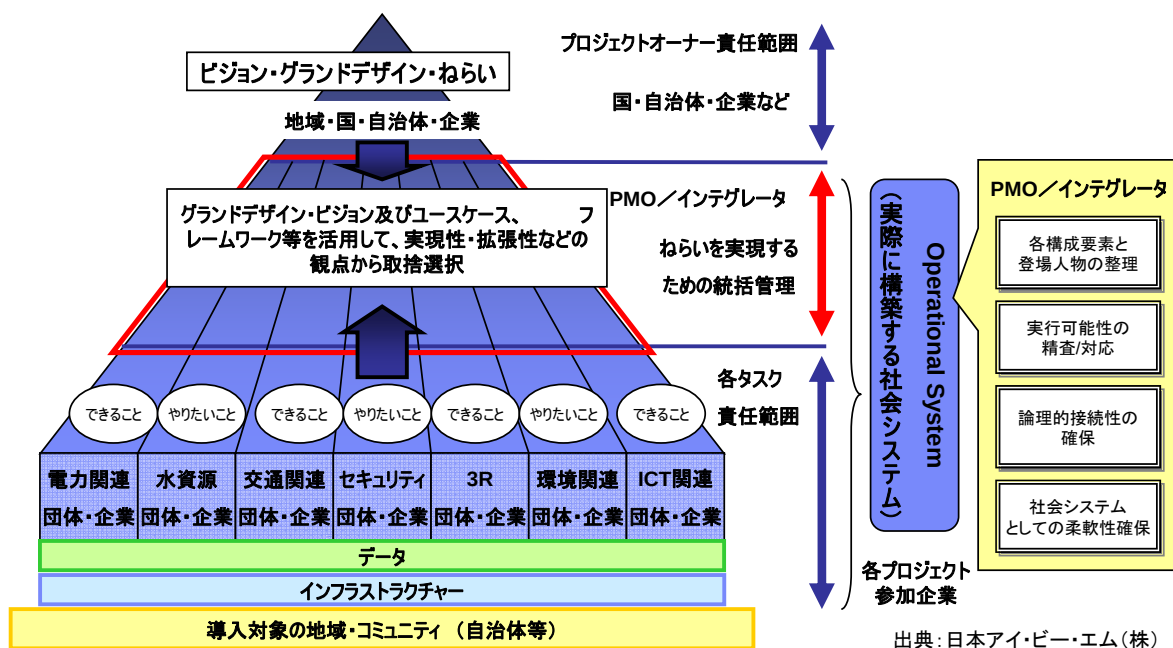


図 9-61 インテグレータの役割

9.6.2.2. 「ねらい」を明確化した形での標準化とソリューション開発

本年度の他社及び自治体との協業により、スマートハウス構想における、実ビジネスの対象ユーザとしては、以下の3つの種類があるということが見えてきた。

- ・ 個人や家庭を対象としたサービス（B2C）
- ・ 企業を対象としたサービス（B2B）
- ・ 地域や自治体などのコミュニティを対象としたサービス（B2G）

また、エネルギーマネジメントだけををとっても、多様な実ビジネスの種類が想定される。

- ・ 家庭や集合住宅での見える化
- ・ 地域や自治体レベルでの見える化
- ・ 家庭や集合住宅内での家電・住宅設備等と連携した省エネ制御
- ・ 家庭や集合住宅内での創エネ・蓄エネ機器やEV間での電力制御
- ・ デマンド・サプライと連携した地域エネルギーマネジメント 等

これらのエネルギーマネジメント以外にも、安全・安心、健康、エンターテインメントなど、家庭向けのサービスは極めて多様である。個人や家庭にとっては、たとえ十分なインセンティブがあったとしても、省エネだけでは、システムを大規模に展開できるだけの魅力あるサービスとなり得るかは、現時点では不明確と言わざるを得ない。システムの普及という観点では、省エネに特化した仕組みではなく、快適な生活を提供できる機能を付加したサービスを、より安価に提供することが、大規模な普及に向けて重要であると考えられる。

より安価なサービス提供という面では、システムの標準化や、機器単価の低減のほかに、スマートハウスが目指す三位一体での役割分担、共通言語を通じた協業が極めて有効である。

今後のスマートコミュニティの取り組みでは、どのような「ねらい」でどのようなユーザを対象にどのようにビジネスを提供していくのかを明確にした上で、標準化の活動と、ソリューション開発をすすめていくべきである。

標準化については、スマートハウスの三位一体型の枠組みを日本発のベストプラクティスとして情報発信していくとともに、技術的な仕様については、「ねらい」に沿ったデータモデルやデータ仕様の標準化を優先に活動していくことが効果的であると考え。各ベンダーにとって独自性を発揮できる余地を残しつつも、可能な限りデータモデルやデータ仕様を標準化することで、データを活用したサービス提供はより容易となるとともに、データの社会全体での利用が可能となる。データモデルについては、米国において、スマートメーターやエネルギー使用量に関するデータモデルの標準化が進められているため、これらの活動を考慮しつつ、「ねらい」やビジネス形態に沿った最適な仕様を定めていきたい。

ソリューション開発については、スマートコミュニティの全体像や、標準化活動の方針に基づき、多数の「ねらい」を実現するために必要な共通システムと、個々の「ねらい」を実現するための個別サービス・アプリケーションを区別して取り組んで行くことが有効である。個別のサービスやアプリケーションについて、求められるビジネス要件やシステム要件に合致したソリューションの開発をすすめる。つまり、各取り組みは、目指すスマートコミュニティの全体像を意識した上で、個別最適を図るのではなく、社会インフラとしての共通基盤上で実現するという意識をもって進めていくことが極めて重要である。

9.6.2.3. 「ねらい」を達成するための実フィールドでの実証

協業社間で共通言語を用いて、各々の「ねらい」にあわせたソリューションを実現した後は、その「ねらい」が実現できているかを実際に検証し、必要に応じて見直しをかけていくことが必要である。特にスマートコミュニティが実現するソリューションは、新たな社会システムであることから、消費者の意識、生活や行動次第で、その効果に大きな変動が生じる可能性が高い。

新たな社会システムであることは、前例のないソリューションであり、ソリューション開発時に想定したビジネス要件やシステム要件（機能要件及び非機能要件）が不十分である可能性も高く、確実性を段階的に高めていけるよう取り組む必要がある。また、求められる要素技術が未熟である可能性も高い。

しかし、特に公共性の高い省エネに向けた個人向け、地域・自治体向け見える化ソリューションは、消費者の意識や行動次第で、普及やインセンティブの効果に多大な影響が生じるにも係わらず、社会システムとしての継続性も重要であり、機器等の導入も伴うことから段階的なアップグレードが難しい。

また、未成熟な要素技術を、十分な経験の蓄積がない状態で、実環境で運用することは、極めてリスクが高いことは言うまでもない。

そのため、このような公共性の高いソリューションについては、その要素技術が十分に成熟し、その「ねらい」が十分に達成できることを担保できるまで、段階的に実フィールドで社会システムとして実証していくことが必須であると考えている。また、このような公共性

の高い取り組みは、民間だけでは投資対効果が不明確である点も考慮すべきである。

以上から、特に公共性の高いソリューションについては、その公共性や必要性を公平に評価した上で、実フィールドでの実証を実施していくことを提言する。実フィールドでの実証により、その効果を検証し、原因を分析することで、ビジネス要件やシステム要件の改善を図り、継続的にソリューションを見直していくことで、社会システムとしてより洗練していくことができるものとする。

9.7. おわりに

現在の世界各国の環境問題を解決するためには、強いリーダーシップを持って世界をリードしていくことが今こそ必要となっている。世界をリードしていくためには自らの国、地域において積極的に環境問題への取り組みが行ない、その取り組みが有効であることを示すことで世界からの信頼を得られる。

スマートハウス構想の取り組みは、需要者をはじめとして多くの参加を促す意味で非常に重要である。本構想に基づいた高い安全性と容易な接続性を実現した社会インフラ共通基盤を構築すること、コミュニティがひとつとなって環境問題の解決に取り組んでいける環境を提供することが急務である。このためにもインフラ構築を通してスマートハウス構想のアーキテクチャの有効性を検証するテーマ 3 の結果は将来の社会インフラ基盤構築の方向性を示す重要な道標になると考える。

本実証実験の結果がスマートハウス構想の実現に貢献できれば幸いである。

第 10 章 事業全体の評価と今後の課題

株式会社三菱総合研究所

- 目 次 -

第 10 章 事業全体の評価と今後の課題	10-1
10.1. 実証実験結果の評価、考察	10-1
10.1.1. CO2 削減効果の評価	10-1
10.1.1.1. “制御”、“見える化”による CO2 削減効果の評価（実証シナリオの評価） ..	10-1
10.1.1.2. スマートハウスの CO2 削減効果の評価（シミュレーションによる評価）	10-20
10.1.1.3. 導入推奨パターン、段階的な導入イメージ.....	10-44
10.1.2. アーキテクチャの適正性評価	10-55
10.1.2.1. アーキテクチャ	10-56
10.1.2.2. 共通仕様.....	10-61
10.1.2.3. エコサーバ	10-70
10.1.2.4. ホームサーバ	10-74
10.1.2.5. ホームネットワーク	10-80
10.1.2.6. 国際標準との整合	10-92
10.1.3. 新たなサービスモデル創出の可能性評価	10-93
10.1.3.1. エネルギーサービスとしての実現可能性評価	10-93
10.1.3.2. その他の付加価値サービス創出の可能性評価（費用対効果を含む）	10-103
10.1.3.3. ビジネスモデル	10-107
10.2. スマートハウス・コミュニティの普及に向けた今後の取り組み（ロードマップ）	
10-109	
10.2.1. 国際動向調査	10-109
10.2.1.1. スマートハウス関連プロジェクトの動向	10-109
10.2.1.2. 国際標準化の動向	10-127
10.2.1.3. スマートグリッドの主要プレーヤの動向	10-133
10.2.1.4. スマートグリッドの方針	10-145
10.2.2. スマートハウス・コミュニティの普及ロードマップ	10-152
10.2.2.1. スマートハウス・コミュニティ形成のための要件.....	10-152
10.2.2.2. ロードマップの考え方	10-155
10.3. 実用化、普及推進に向けた問題点、課題	10-157
10.3.1. 安全性、セキュリティの確保に向けた課題.....	10-157
10.3.1.1. 自動制御の問題.....	10-157
10.3.1.2. セキュリティ対策	10-157

10.3.2. 技術、共通基盤、標準化に向けた課題.....	10-158
10.3.2.1. アーキテクチャに係る課題.....	10-158
10.3.2.2. 開発環境、運用試験環境の整備.....	10-160
10.3.2.3. 通信に係る改善.....	10-162
10.3.2.4. 住宅内への設置における問題点、課題.....	10-165
10.3.3. 新サービスの創出に向けた課題.....	10-166
10.3.4. 法制度上の課題.....	10-168
10.3.4.1. 電力買取制度	10-168
10.3.4.2. 機器導入支援	10-169
10.3.5. 国際競争力の強化	10-171

第10章 事業全体の評価と今後の課題

10.1. 実証実験結果の評価、考察

10.1.1. CO₂ 削減効果の評価

10.1.1.1. “制御”、“見える化”による CO₂ 削減効果の評価（実証シナリオの評価）

(1) 大阪ガスチーム

(a) シミュレーションによる CO₂ 削減効果

燃料電池・太陽電池・蓄電池といったエネルギー機器により、省 CO₂ を目的とした運用を行った際に、年間で得られる CO₂ 削減量に関するシミュレーションを実施した。エネルギー機器の基本的な運転方針は以下の通り。

- 燃料電池：基本的には運転の定格化による発電効率の上昇や、燃料電池の排熱の有効利用を図る。
- 蓄電池：深夜時間帯に燃料電池の余剰電力を蓄電池に充電し、夕方以降の電力需要の大きい時間帯にその充電分を放電する。

表 10-1 シミュレーションの前提

住宅	150 m ² 、戸建て住宅、4 人家族
燃料電池	SOFC(700W、発電効率:LHV 45%(定格運転時))
太陽電池	定格 4kW
蓄電池	5kWh(インバータ容量 2kW)
電力負荷	5,390kWh/年(一般 4,207、冷房 440、暖房 743)
温熱負荷	7,685Mcal/年(給湯 3,264、暖房 3,322、厨房 1,099)
暖房設備	リビングー床暖房(温水式)、その他室ーHP エアコン
冷房設備	全室ーHP エアコン
原単位(1 次エネルギー消費)	2.38Mcal/kWh(電気)、10.75Mcal/m ³ (ガス)
原単位(CO ₂ 排出量)	0.69kg-CO ₂ /kWh(電気)、2.29kg-CO ₂ /m ³ (ガス)

上記の前提・運用により 1 年を通じた CO₂ 排出量を計算した結果を示す。

- 比較対象(従来の給湯暖房機のみを導入): 100
- 燃料電池(SOFC)のみを導入: 72(CO₂ 排出量を 28%削減)
- 燃料電池(SOFC)と太陽電池を導入: 22(CO₂ 排出量を 78%削減)
- 燃料電池(SOFC)と太陽電池と蓄電池を導入: 16(CO₂ 排出量を 84%削減)

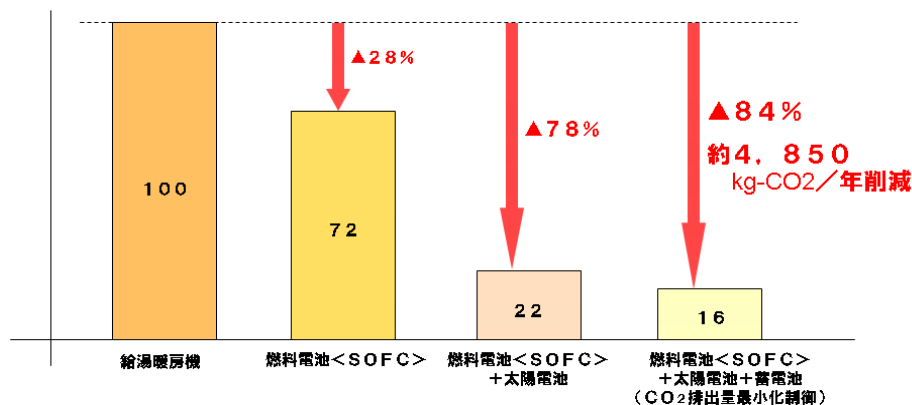


図 10-1 各エネルギーシステムにおける CO₂削減量の比較

(b) 各運転モードによる CO₂ 削減効果

本実証試験では、前述の運転モードを「通常モード」とし、それ以外に2つのモードを用意した。1つ目は省コストを目的とした「経済性重視モード」であり、2つ目は自宅で得られた自然エネルギーを可能な限り宅内で消費することを目指す「地産地消モード」である。以下に3つのモードの運用の考え方を時間帯別に示す。

表 10-2 3つの運転モードにおける機器制御の考え方

		運転モード		
		通常	経済性重視	地産地消
深夜	PV	出力なし		
	FC	早期の給湯需要に合わせて定格運転		
	蓄電池	FCの余剰電力を充電	FCと深夜電力を充電	FCの余剰電力を充電
	負荷機器	制御しない		
昼間	PV	天候に合わせて発電		
	FC	電力需要に追従して運転(電主)	PV出力を全て売電となるように定格運転	PVで自家消費となるように最低出力で運転。PV出力が不足した場合は電力需要に追従して運転(電主)
	蓄電池	充放電しない	PV出力を全て売電となるように放電 FCの余剰電力が発生した場合は充電	PVとFCの余剰電力を充電 PVとFCの出力が不足した場合は放電
	負荷機器	制御しない	負荷遮断	負荷遮断
夜間	PV	出力なし		
	FC	夜間の給湯需要に合わせて運転(熱主)		
	蓄電池	FCの余剰電力を放電	深夜・昼間の充電電力を放電	深夜・昼間の充電電力を放電
	負荷機器	制御しない		

各モードにおける CO₂ 削減効果の比較のため、1年の中で電力負荷・熱負荷の偏りの小さい中間期での1日あたりの CO₂ 削減量に関する試算を行った。

通常モードと比較して、経済性モードでは深夜に商用電力も充電するため充放電ロスにより CO2 発生量が増加する。さらに、地産地消モードでは、充放電ロスに加えて、昼間に PV 出力を充電するために FC の稼働率低下によって CO2 発生量が増加する傾向にある。

- 比較対象（従来の給湯暖房機のみを導入）：100
- 通常モード：0(CO2 排出量を 100%削減)
- 経済性重視モードで：8(CO2 排出量を 92%削減)
- 地産地消モード：18 (CO2 排出量を 82%削減)

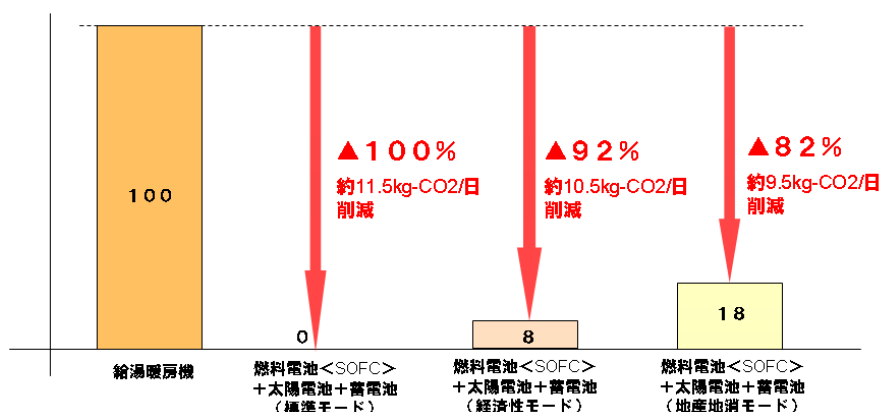


図 10-2 各モードにおける CO₂ 削減量の比較

(c) シミュレーション結果のまとめ

燃料電池・太陽電池等のエネルギー機器導入による CO2 削減効果は非常に大きい一方で、運転モード（制御ロジック）の違いによる CO2 削減効果は小さいことがわかる。制御ロジックの違いによる CO2 削減効果の差は小さいことから、制御改良による削減効果は限定的と捉えることができる。

(d) 実証実験による実施内容（サービス内容）

大阪ガスチームにおける実施項目を以下に示す。

表 10-3 大阪ガスチームにおける実証試験実施項目

分類	実施項目
A:ホームサーバを介したエネルギー機器と負荷機器の協調制御技術	①PV (太陽電池) 逆潮流電力の安定化実証 ②CO2 排出量最小化のための燃料電池・蓄電池の協調制御実証
B:エコサーバ、サービスプロバイダ層を介した遠隔制御技術の実証	③家電機器・燃料電池・蓄電池等の遠隔制御実証

C: ユーザの嗜好を反映した品質別供給サービス実証	④ ユーザの嗜好を反映した品質別供給サービス実証【売電割増要求サービス】 ⑤ 品質別エネルギー供給に対応した省エネ喚起型 HEMS サービスの実証【省エネ喚起サービス】 ⑥ 品質別エネルギー供給に対応した省エネ指南サービスの実証
---------------------------	---

①PV(太陽電池)逆潮電力の安定化実証

逆潮電力安定化制御として、PV、燃料電池、蓄電池等のエネルギー機器の自動制御として以下の2つを実施した。

その結果、急な需要の変動に対しても蓄電池と燃料電池の協調制御及びエアコンや照明等の負荷制御により逆潮を安定化できることを検証した。

1) 逆潮電力の安定化制御

天候や負荷の変化に関わらず、電力系統へ逆潮する電力量が安定化するように、蓄電池の充放電制御と燃料電池の出力制御を実施した。

2) 蓄電池 SOC の調整

逆潮電力量の安定化制御を実現するためにはその主な役割を果たす蓄電池の残量(SOC)を一定の範囲内に収める必要がある。そのような蓄電池の残量調整を燃料電池の出力調整と負荷制御により実施した。

②CO₂ 排出量最小化のための燃料電池・蓄電池の協調制御実証

燃料電池が部分負荷運転になると発電効率が低下することから、HS で燃料電池の運転状況を検知し、あらかじめ決められた制御アルゴリズムに則り、HS から FC へ定格運転指令を、電池には充電指令を送信して、その信号にもとづき燃料電池および蓄電池の動作が行われることを検証した。

③家電機器・燃料電池・蓄電池等の遠隔制御実証

ユーザが外出先から自宅の設備の稼働状態を確認したり、ホームサーバ画面を通じて運転停止操作をする遠隔制御の動作を検証した。

④ユーザの嗜好を反映した品質別供給サービス実証【売電割増要求サービス】

将来、面的な広がりをもつスマートグリッドが普及することを想定し、電力系統側で電力供給量が不足している場合において、系統側から余剰電力の割増要求に対応して家庭内の FC 等や蓄電池などが応答して動作し、さらに遠隔からの操作要求に対応してエネルギー消費機器が動作可能なことを示す実験を行った。

想定した運転シナリオは、サービスプロバイダからの割増依頼は2段階あり、

- 第1段階として、ユーザが逆潮割増依頼に対応すると事前登録している場合。サービスプロバイダが自動的に蓄電池からの放電と FC の出力増加を行う。

- 加えて、電力不足が考えられる場合には、第 2 段階の逆潮割増依頼を行う。第 2 段階ではユーザーに負荷遮断の可否を確認した上で、事前に登録した負荷(エアコン、加湿器、照明等)を遮断する。いずれも日射や家電機器の使用状況などにより逆潮できない場合も考えられるが、その場合でも上記の動作により負荷を軽減する。

Smart House - HOME Server Application

割増要求

A. 現在の状態	B. 対応する
CO ₂ 排出量 -1.61 g-CO ₂	CO ₂ 排出量 -1.61 g-CO ₂
光熱費 138 円	光熱費 150 円
(売電) 343 円	(売電) 300 円
照明 加湿器 床暖房 エアコン	照明 加湿器 床暖房 エアコン
A 現状のまま	B 対応する

売電増量の依頼がありました。対応しますか？ 2010/02/13 16:05

図 10-3 逆潮割増依頼レベル 2 ユーザーに遮断可否の確認画面

将来のスマートグリッドが普及した場合を想定して、外部からの余剰電力の割増要求に対応して家庭内の FC 等や蓄電池などが応答して動作し、さらに遠隔からの操作要求に対応してエネルギー消費機器が動作できることを実証した。ただし現在の法制度上は、家庭に設置した蓄電池や発電機の出力を逆潮することは認められていない等、実用化への課題も大きい。



図 10-4 想定する逆潮割増依頼サービス

表 10-4 遠隔制御による家庭内の発電・蓄電装置・電力需要を操作実験

運転モード	蓄電池	FC	負荷遮断	備考
標準運転	充放電なし	自動運転	なし	
逆潮割増依頼 レベル 1	事前に設定 した出力で 放電	自動的に 出力増加	なし	ユーザが逆潮割増依頼に対応すると事前に登録する事で、自動的に対応
逆潮割増依頼 レベル 2	同上	同上	ユーザに 可否確認の 上で遮断	遮断対象機器は事前にユーザが登録。可否確認時に個別解除も可能。

⑤品質別エネルギー供給に対応した省エネ喚起型 HEMS サービスの実証【省エネ喚起サービス】

ユーザに自然に、省エネ喚起を促すためのサービスとして、毎日のエネルギー使用量がある値を超過すると、アラームを発報し、さらにユーザに現在使用中の機器を示し、遠隔で負荷遮断する実証を実施した。

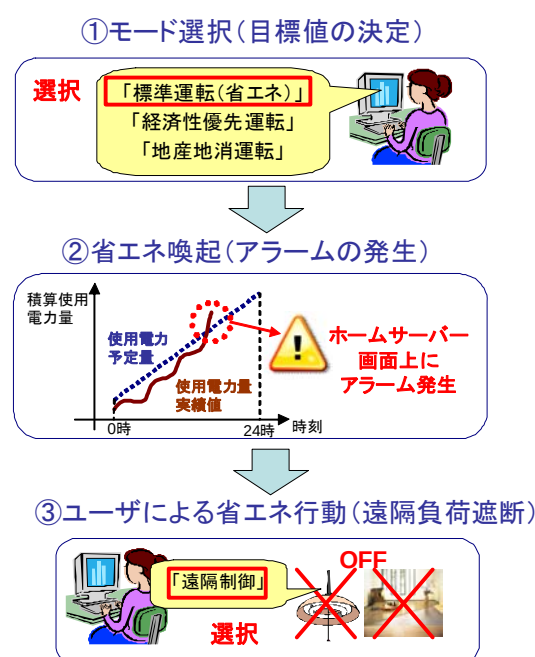


図 10-5 想定する省エネ喚起サービス

今回の実験では、当日の累積電力需要が予測値の 110%を超過すると、アラームが発報されるようにした。上の実験では午前中にエアコン、照明を ON にしたために急激に消費電力が増加、12 時過ぎにアラームが発報された。ユーザは省エネ喚起画面を確認して、エアコン・照明を OFF にすることで、午後には規定内の需要に収まっている。

なお実際の生活においては、来客など機器を OFF にする事が難しい事も考えられるため、ユーザは機器を OFF にする事なく画面を閉じる事もできる。

⑥品質別エネルギー供給に対応した省エネ指南サービスの実証

複数種類(本実証では、標準、経済性、地産地消)の運転計画を ASP サーバで作成し、ホームサーバ画面からユーザの嗜好に合わせて選択し、それぞれのモードで、運転計画に従って蓄電池・燃料電池を運用できることを検証した。

(e) 実証実験による各種サービスとユーザの評価

今回の実証での各種サービスに対して、ユーザアンケート調査を実施した。ユーザは低炭素社会実現に貢献しようとする意欲は決して低くなく、今後取るべき行動が正しく指南して制御してもらえるのであれば制御サービスは十分有効であるという可能性を得ている。

表 10-5 各種サービスとユーザの評価

サービス内容	サービスに関する評価	その他
売電割増要求サービス	・利用したい (80%)	・負荷機器の電源 OFF の許容度は、テレビと PC 等の娯楽性や趣味性の高い機器は積極的に電源を切ることは難しい ・割増要求画面がわかりやすい (50%) ・機器制御は、「都度、モニターの確認が必要」と「予め設定した内容によって自動制御」の 2 通りがあるが、ほぼ同程度であり、複数の手法を用意する方がよい
省エネ喚起サービス	・利用したい (73%)	・省エネに有効 (45%) ・機器操作の反応速度は不満 (50%)
運転制御(省エネ)指南サービス	・利用したい (67%)	・選択される運転モードは「経済性重視 (73%)」 ・運転制御指南画面がわかりやすい (67%)

(f) 実証実験による CO2 削減効果のまとめ

環境負荷削減効果は、設置したエネルギー機器(太陽電池、燃料電池、蓄電池) 自体によるものが大きい。また、サービスプロバイダから与える高度な運転計画アルゴリズムによって実現できたものと考え得る効果部分は、燃料電池の出力制御および蓄電池の充放電制御および負荷遮断の部分であるが、これらの制御の違いによる CO2 削減効果は限定的と考えられる。

システムトータルでは 3 階層のシステム構成を採用することで、中間に介在する装置のエネルギー消費量まで含めると逆に消費エネルギー量が増加してしまう可能性があるため、今後はこの部分の検証を進めていく必要がある。

(2) ミサワホーム総合研究所チーム

(a) 省エネ機器導入による省エネ効果

本実証実験では照明器具の一部を前半は既存のままの白熱電球、後半はそれを LED 電球に置き換えて検証を行っている。白熱電球を用いている 2 月 10 日の照明の消費電力は約 250 W、LED 電球を用いている 2 月 17 日の消費電力は約 43W で、明らかな想定通りの省エネ、省 CO₂ 効果が認められた。

照明の消費エネルギーは住宅の消費エネルギーの約 10% 程度だが、それが LED の様な省エネ機器の利用により最大で 8 割程度削減されと考えられ、住宅全体に置き換えると最大で約 8% の削減効果に相当する。

(b) 断熱ブラインドの開閉制御による省エネ効果

実証期間中、日射のない夜間で外気温度・室内温度が似通った条件で断熱ブラインドの状態が異なる時間帯を選んで、エアコンの消費電力の比較を行った。実証期間が限られていることからピンポイントの比較になるが、ブラインド無し(屋内温度 24℃、屋外温度 0℃)の時の消費エネルギーが 950W 程度、ブラインド有り(屋内温度 23℃、屋外温度 2.5℃)の時の消費エネルギーが 750W 程度。消費エネルギーを温度差で除算して数値で比較すると、それぞれ 40W/℃、36W/℃と約 1 割の省エネ効果が見られた。

(c) エネルギー機器による省エネ効果

消費電力削減効果は太陽光発電のみの場合約 25%、燃料電池システムの場合約 25%、太陽光発電+燃料電池の場合約 51%、太陽光発電+燃料電池+蓄電池の場合は約 47%である(充放電ロス約 72%と大きい)。

蓄電システムは充放電ロスもあり、CO₂ 削減効果がある訳ではないが、昼間に較べて CO₂ 排出原単位が低いと考えられる深夜電力を蓄えて昼間に使用する事による CO₂ 削減効果が期待される他、負荷平準化効果を有し、様々な電力消費パターンを有するコミュニティにおける電力マネジメントの重要な設備装置と位置付けられる。

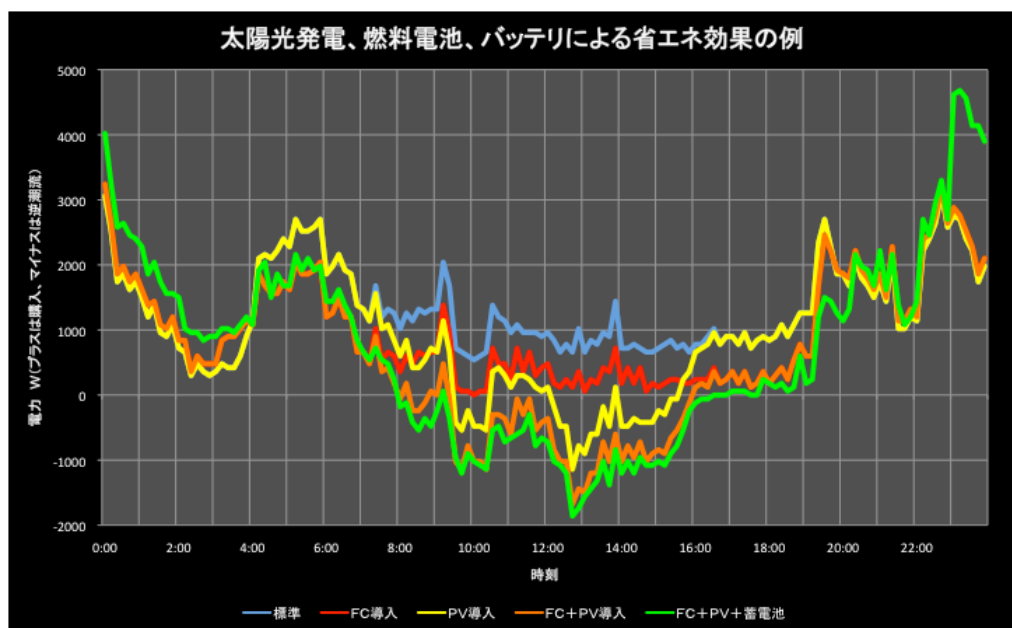


図 10-6 新エネルギー導入の省エネ効果比較 (2010 年 2 月 19 日)

(d) PDCA コンテンツの効果

今回開発したコンテンツを、テレビを通してスマートハウスの家族が利用した。1 週目 (2 月 7-13 日) は通常通りの生活をし、2 週目 (2 月 14-20 日) はテレビ画面の省エネアドバイスを受けて省エネ的に生活するという行動が行われた。

2 週間の短期間ではあるが、電気は約 10%以上の省エネ効果があったことが確認された。つまり、今回開発のエネルギーマネジメントシステム導入により、約 10%以上の CO2 削減効果が期待できることを意味している。ただ、この数字は、今後より多くの家庭で長期間に渡って実験を行うことで、信頼性を高めていく必要がある。

表 10-6 気温、電気使用量、ガス使用量の比較

	気温		電気			ガス		
			使用量 (W)		変化率	使用量 (L)		変化率
	第1週 (7-13日)	第2週 (14-20日)	第1週 (7-13日)	第2週 (14-20日)		第1週 (7-13日)	第2週 (14-20日)	
日曜日	3.6	2.9	63,520	48,510	-24%		185	
月曜日	3.7	4.3	52,820	39,610	-25%		221	
火曜日	9.4	3.2	40,210	33,730	-16%	147	130	-12%
水曜日	7.4	2.1	37,960	42,040	11%	127	174	37%
木曜日	3.9	2.1		40,290			137	
金曜日	2.5	2.9	36,400			63		
土曜日	1.2	4.4	54,030			81		
平均値	4.5	3.1	47,490	40,836		105	169	

(3) シャープ

ユーザに従来の浪費型の生活スタイルを実践してもらった対称実験期間 (2 月 6 日から 2 月 12 日) と、本実験システムの ECO ナビサービスおよび HEMS を使用して生活しても

らった本実験期間（2月13日から2月19日）の、それぞれの期間における家全体、各部屋、及び各機器の消費電力データを比較分析することによって、以下の知見が得られた。

- 本実験システムの ECO ナビサービスおよび HEMS による行動喚起効果における消費電力の削減率は、22.5%であった。
- 家族が一部屋に集まってテレビや食事を楽しむ生活スタイルを実践することは、消費電力削減に大きな効果を持つことが確認された。生活の場となった部屋の消費電力は微増するが、その他の部屋の消費電力が大幅に減少することによって、家全体では大きな削減効果となって現れる。ECO ナビサービスによりユーザをこのような生活スタイルに誘導することは有効である。
- 冬期においては、家全体のエネルギー消費の中で暖房器具が占めるエネルギー消費の割合は大きい（本実験住宅ではエアコンだけで約 3 分の 2 を占めた）。ECO ナビサービスや HEMS を通して、暖房器具（または夏季における冷房器具）の消費電力を抑えるようアドバイスや制御を行うことが有効である。また断熱ブラインド等の代替手段の使用も効果的と考えられる。

また、本実験システムの ECO ナビサービスおよび HEMS をユーザが操作した際の履歴情報を分析することによって、以下の知見が得られた。

- ECO ナビサービスにおける間取り図を用いた見える化 UI（我が家のエネルギーモニタリング画面）は、本実験期間中を通してユーザに継続的に利用された。一方、HEMS による機器制御の利用頻度は少なかった。エネルギーの見える化によって、ユーザに気付きを与え、省エネを指向した生活スタイルへの行動喚起を促すことによる削減効果が大きいといえる。



図 10-7 我が家のエネルギーモニタリング画面の画面例

参考

我が家のエネルギーモニタリング画面の左側には、実験住宅のエネルギー関係の数値を一覧表示する。画面の右側には、実験住宅の間取りと各部屋の設置機器とにより、部屋ごとの電力使用状況と各機器の運転状況とを表示する。部屋ごとの電力使用量は、間取りに合わせて、使用量が大きい／中程度／小さい等にあわせて色分け表示をする。

この表示により、どの部屋の電気使用量が多いか、どの部屋のどの機器が動作したままになっているかを、ユーザは直感的に理解することができる。

間取り図を使つての表示は、ユーザにとってわかりやすい。ただし、各家庭に合わせた間取り図を作成するのは実際には困難であり、住宅メーカーと家電メーカーが協力して、実現方法を検討する必要がある。

(4) 大京

(a) 共用部

本実証では再生エネルギーの利用は全体の電気使用量の約 29%程度であった。また、蓄電池に充電された電気は、全て太陽光発電によるものである。

変更前の照明から LED 照明への変更で約 80%の照明の電気使用量が削減された。太陽光発電及び蓄電池を利用することによる効果を加味すれば、変更前の電気使用量から約 86%の CO2 排出抑制に繋がった。

本実証では共用照明の一部を LED 照明に変更する事で、共用部の約 35%の電力使用量削減が実現できた。仮に共用部の全照明を LED に変更した場合は、共用部の約 69%の電力使用量が実現できる試算となる。

(b) インセンティブとなるポイント付与

本実証実験では、エコ行動のランキングシステムを構築し、実測期間中のエコ行動ランクが上位であるほど、省エネ率が高いのではないかという仮説を検証した。

下表の通り、付与ポイント総数と削減率の関係においては、付与ポイント数が多い方が、削減率が高いことが確認できた。

見える化の効果は、11 世帯中 10 世帯が前年同月比より削減でき、全世帯平均 8%の省エネが達成され、今回のような電力使用量の見える化とインセンティブの組み合わせによる省エネ（CO2 排出削減）の効果が現実的であることが確認された。

表 10-7 11 世帯の電力使用量の削減結果

2010年1月18日(月)～2月14日(日)最終結果

順位	ニックネーム	削減率	付与ポイント総数	前年度電力 使用量	実証期間中電力 使用量
1	7681 さん	12%	1104 pt	308.0	272.0
2	6564 さん	16%	909 pt	318.5	266.0
3	4842 さん	15%	903 pt	620.0	529.9
4	5451 さん	18%	901 pt	262.5	216.5
4	4815 さん	13%	901 pt	436.5	379.8
6	7195 さん	9%	465 pt	298.0	271.6
7	7482 さん	9%	429 pt	310.0	281.8
8	8145 さん	1%	407 pt	359.5	355.8
9	4130 さん	6%	404 pt	638.5	601.8
10	8204 さん	3%	402 pt	242.5	235.2
11	6096 さん	-5%	400 pt	470.5	493.4

※「削減率」は、実証プロジェクト期間(1/18～2/14)の電気使用量合計と目標値より算出

(c) エアコンの遠隔制御

IT エアコンが設置されている実証参加住戸では、見える化のための行動が多いような印象があるが、IT エアコンを作動させたログは一切確認できなかった。

実証の結果として、自ら省エネのための行動を PC 経由ないし携帯電話を利用したの制御は実施することはない。また、気候変動の影響を受けたにも関わらず、ほとんどの実証参加住戸で、目標値に近い削減率を達成できていることを考えると、エアコン本体のリモコン等で行動することの方が多いと想定される。

表 10-8 ポイント総数と電力使用量の削減の関係

順位	ニックネーム	削減率	見える化のみの ポイント総数	付与ポイント 総数	前年度電力 使用量	実証期間中電力 使用量
1	7681 さん	12%	204 pt	1104 pt	308.0	272.0
2	6564 さん	16%	9 pt	909 pt	318.5	266.0
3	4842 さん	15%	3 pt	903 pt	620.0	529.9
4	5451 さん	18%	1 pt	901 pt	262.5	216.5
4	4815 さん	13%	1 pt	901 pt	436.5	379.8
6	7195 さん	9%	65 pt	465 pt	298.0	271.6
7	7482 さん	9%	29 pt	429 pt	310.0	281.8
8	8145 さん	1%	7 pt	407 pt	359.5	355.8
9	4130 さん	6%	4 pt	404 pt	638.5	601.8
10	8204 さん	3%	2 pt	402 pt	242.5	235.2
11	6096 さん	-5%	0 pt	400 pt	470.5	493.4

※上記の が IT エアコン設置住戸。

(d) まとめ

見える化による CO2 削減効果、省エネが実現できる集合住宅への居住、及び共用部に太

陽光発電や蓄電池の設置と LED 照明化により、CO₂ を半減できる試算となった。

(e) 課題

<需要家のライフスタイル変化等の扱い>

使用エネルギー削減の目標を立てたとしても以下のようなライフスタイルの変化により、目標値設定や予測が役にたたないことが確認できる。

- 家庭 A では、昨年まで共働きであった家庭が、子供が生まれたため、見える化の行動は非常に大きかったにもかかわらず、目標値に達することができなかった。
- 家庭 B では、今年子供が高校受験のため、日中から勉強のために在宅し、夜遅くまでも勉強していたため、エコ行動の意識をもっていても、目標値に達することができなかった。

また、第 3 週以降の気温の大幅な変動により、電気使用量の増大が確認できる。気温の大幅な変動があったため、見える化の効果の縮小、及びポイントランキングや他の住戸の使用量比較の効果に関する検証が不十分な結果となった。

<集合住宅における共用部の扱い>

集合住宅においては、実証実験参加者の 90%が専有部の見える化に関心を持っているのに対して、共用部への関心は 50%を以下である。また、共用部で節約できた金額についても、修繕積立金として管理組合で運用するとの意見が 90%以上あり、専有部と共用部の考え方の違いが明らかとなった。

(5) NTT ファシリティーズ

「マンション向け電力提供サービス¹」を提供しているマンション入居者の多様な生活形態の家庭を対象に、以下の二つの実証実験を実施した。

- 使用電力量の見える化による CO₂ 削減効果の検証
- インセンティブを付与することによる CO₂ 削減効果の検証

(a) 使用電力量の見える化による CO₂ 削減効果

使用電力量の見える化の実施による使用電力量の増減率は下表のようにまとめられる。

本実証実験で実施した見える化を全国で実施した場合、全国世帯数を 4 千 9 百万世帯、1 世帯あたりの使用電力量を 300kWh/月、CO₂ 排出係数を 2010 年度の目標平均係数である 0.34 kgCO₂/kWh として算定すると、年間約 2,200 万 t-CO₂ の排出量削減効果があると想定される。

¹ マンション向け電力提供サービス：NTT ファシリティーズが電力会社からまとめて高圧で一括受電してマンションの各家庭へ電気を提供することにより、電気料金の削減を実現するサービス。全戸に遠隔自動検針システムを採用している。

表 10-9 見える化による使用電力量増減率

	平日	土日祝日	年間平均
首都圏	-5.3%	-1.0%	-3.9%
北海道	0.1%	0.1%	0.1%
全国平均	-	-	-3.7%

首都圏エリアの世帯人数別の使用電力量の増減率を見ると、世帯人数 1 人が最も省エネ効果が出ている一方で、世帯人数 4 人以上では最も省エネ効果が低くなっている。世帯人数が少ない方が各種電気製品等の効率的な利用が可能であるが、家族人数が多いほど効率的な利用が難しくなると考えられる。

表 10-10 世帯人数別のモニター世帯数および増減率（首都圏エリア）

〔kWh/日・世帯〕

		モニター数 〔世帯〕	平日			土日祝日		
			見える化 未実施 (1月)	見える化 実施 (2月)	増減率	見える化 未実施 (1月)	見える化 実施 (2月)	増減率
世帯人数	1人	19	8.5	7.6	-10.6%	11.0	10.3	-6.6%
	2人	47	12.0	11.2	-6.2%	12.6	12.2	-2.9%
	3人	44	14.2	13.0	-8.6%	14.1	13.6	-3.2%
	4人以上	63	15.8	15.5	-1.8%	15.5	15.9	2.8%
	全体	173	13.5	12.8	-5.3%	13.8	13.7	-1.0%

(b) インセンティブを付与することによる CO2 削減効果の検証

前項で設定した昼間時間帯からその他の時間帯へ需要負荷をシフトすることより、昼間の需要負荷のピークカットが実現できた場合の発電コスト削減相当額を、需要負荷シフトに貢献した需要家がインセンティブとして享受するモデルを検証する。本実証実験における昼間率および削減効果ポイントの定義を表 10-11 に示す。

表 10-11 昼間率および削減効果ポイントの定義

項 目	内 容
昼間率	昼間（9～18 時）の使用電力量／全日の使用電力量
基準昼間率	1/1～1/31 までの昼間率
実績昼間率	2/1～前日までの昼間率
削減効果ポイント	（基準昼間率×100）－（実績昼間率×100）

インセンティブとして付与するコスト削減相当額は、需要負荷のピークカットによる電気需給契約における契約電力抑制効果と同等であると考え、電気需給契約の基本料金にお

ける契約電力抑制効果を発電コスト削減相当額とする。

本実証実験においては、昼間時間帯の平均需要負荷が1世帯あたり0.2kW/世帯減少した場合の契約電力抑制による発電コスト削減相当額を、インセンティブとして需要家へ付与するものとする。タイムリーなCO₂削減ランキング情報の見える化を行い、競争により上位になった者のみインセンティブを享受できる仕組みにすることによりCO₂排出量削減を促進する。なお、CO₂削減ランキングは、見える化未実施期間（1月）の昼間率実績と見える化実施期間（2月）の閲覧前日までの昼間率実績を比較し、削減率の大きい世帯を上位とする。インセンティブの算定式、付与額を表10-12に示す。

表 10-12 インセンティブの算定式、付与額

項 目	内 容
算定式	発電コスト削減相当額 = 昼間低減契約電力 × 高圧業務用電力基本料金 = 0.2kW/世帯 × 100 世帯 × 1638 円/kW・月 ² × 力率割引 ³ = 27,846 円/月 ≒ 30,000 円/月
付与額	・ 上位 20 世帯にはインセンティブとして以下金額を支払う。 1～5 位： 3,000 円/世帯・月 6～20 位： 1,000 円/世帯・月 （合計：30,000 円）

本実証実験によるインセンティブ付与による需要負荷シフトによる昼間率の増減は下表の通りである。

表 10-13 需要負荷シフトによる昼間率の増減

	平日	土日祝日	年間平均
首都圏	-0.3	0.6	-0.0
北海道	-2.0	-1.5	-1.8
全国平均	-	-	-0.1
ランキング上位者	-6.1	-5.8	-6.0

北海道と首都圏の昼間率の増減から、全国平均の昼間率の増減ポイントは-0.1と推計される。仮にCO₂排出係数を、昼間の係数を火力発電平均の0.69 kg-CO₂/kWh、昼間時間帯以外のCO₂排出係数を2010年度の目標平均係数である0.34 kg-CO₂/kWhとした場合、本実証実験のインセンティブ付与方法を全国で実践すると、年間約6.2万t-CO₂の排出量削減効果が見込まれる。

² 東京電力株式会社の高圧業務用電力の基本料金を適用した場合を想定

³ 力率100%の場合の力率割引を適用

また、インセンティブを享受したランキング上位者は、昼間率の増減ポイント-6.0 であることから、インセンティブの付与方法の工夫などにより全ての世帯がランキング上位者と同等の需要負荷シフトできた場合、最大で年間約 370 万 t-CO₂ 排出量削減効果が期待できる。

本実証実験における需要負荷シフトによる CO₂ 削減効果ポイントのランキング分布を以下に示す。上位者 5 名までは 10%を越す昼間率の削減を実現し、インセンティブを享受できる 20 位のモニターは 3.0%の昼間率の削減であった。また、53 位以降の世帯は昼間率が悪化した。

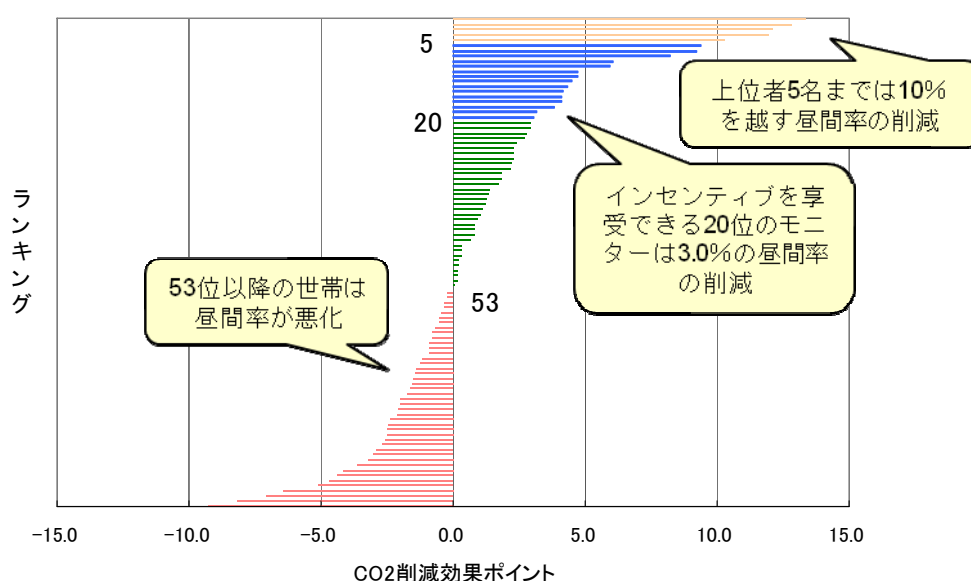


図 10-8 CO₂ 削減効果ポイントランキング分布

(c) まとめ

使用電力量の見える化で使用電力量が 3.7%削減された。既存の研究結果（見える化によるエネルギー削減効果 5.2%⁴）と比較しても、同等程度の効果が得られたことから、家庭における CO₂ 排出量削減に使用電力量の見える化は効果があることが確認された。

100 世帯程度のモニターに実施いただいたピークシフトの実証では、昼間から夜間への増減ポイントは-0.1 と大きな効果は得られなかった。ただし、報奨金を受け取ったランキング上位 20 名のピークシフトによる CO₂ 削減量は約 7.64kg-CO₂/年・世帯であり、積極的にピークシフトに取り組めば、CO₂ 排出量が削減されることも確認された。

(d) 課題

ランキング上位 20 名のみに報奨金を与えるというインセンティブの与え方では、半数近

⁴ NEDO 技術開発機構，エネルギー需要最適マネジメント推進事業，
http://www.nedo.go.jp/kankobutsu/pamphlets/shouene_taisaku/saiteki.pdf

くのモニターがピークシフトを行うことができず、逆に昼間の使用電力量が増えてしまうモニターも確認された。ランキング下位となってしまったモニターを積極的にピークシフトさせるためには、インセンティブの与え方に以下のような工夫が必要である。

- 報奨金を高額に設定する
- 一定基準をクリアしたピークシフト実施者全てに報奨金を与える
- 自動制御・遠隔制御が可能な家電機器の導入促進補助金を与える
- CO2 排出量に連動した時間帯別電気料金を導入する

モニターへのアンケート結果からも分かるように、需要家行動を効果的に促進するためには、金銭的なインセンティブが最も有効である。

また、コミュニティ内での競争を行い、上位者に報奨金を与えるという方法の他に、電力使用を抑制したい時間帯の料金を高くする等の料金体系の検証が重要と考えられる。

(6) 各チームの CO2 削減効果のまとめ

- エネルギー機器（創エネ、蓄エネ）として、PV・蓄電池・燃料電池を導入したチームが 2 つあり、これらの創エネ機器導入による CO2 削減効果は非常に大きいことが改めて実証された。ミサワホーム総研チームの実証結果では、消費電力削減効果は PV のみの場合 25%、FC システムの場合 25%、PV+FC の場合 51%、PV+FC+蓄電池の場合 47%となっている。なお、現状の蓄電池は充放電ロスが大きいことから、蓄電池の利用が多い場合には CO2 削減効果が低下する傾向にある。
- 省エネ機器として、LED の利用で照明は 8 割程度の削減効果が見込まれる。照明の消費エネルギーは住宅の消費エネルギーの約 10%程度だが、LED の様な省エネ機器の利用により、住宅全体に置き換えると最大で約 8%の削減効果に相当する。
- マンションの共用部に限定してみると、大京の実証結果では、PV、蓄電池、LED の導入で、CO2 排出量 86%削減が見込まれる。
- 見える化の効果は、NTT ファシリティーズの実証結果では全国平均 3.7%の使用電力量の削減、大京の実証結果では全世帯平均約 8%の使用電力量の削減、ミサワホーム総研チームの実証結果では電気は約10%以上の省エネ効果が検証された。
- 制御の効果は、ミサワホーム総研チームの実証結果では断熱ブラインドの開閉制御で約 1 割の省エネ効果が確認されている。省エネを喚起して制御を遠隔で実施できる「遠隔制御」は PC(大阪ガスチーム、大京)、テレビ(シャープ)で実施されたが、大京とシャープの実証では需要家の利用があまり無かった。その理由としては、省エネ喚起として PC やテレビで「使いすぎ情報」表示するのは有効であるが、操作性(スピード等)の問題もあり、需要家はリモコンでのエアコン等の制御を選択したものと考えられる。なお、大阪ガスチームでは、売電割増要求サービス・省エネ喚起サービス・運転制御指南サービス等に対する需要家の評価は高く、ある程度の CO2 削減効果が見込まれると判断している。
- また、エネルギー機器（創エネ、蓄エネ）の制御については、大阪ガスチームが①通常モード、②経済性優先モード、③地産地消の 3 モードで実証した。経済性モードでは深夜に商用電力も充電するため充放電ロスにより CO2 発生量が増加し、地産地消モードでは充放電ロスに加えて、昼間に PV 出力を充電するために FC の稼働率低下によって CO2 発生量が増加する結果となった。ただし、燃料電池・太陽電池等のエネルギー機器導入による CO2 削減効果は非常に大きい一方で、運転モード（制御ロジック）の違いによる CO2 削減効果は 10%程度と小さい。

表 10-14 各チームの CO2 排出抑制効果一覧

	エネルギー機器(含む省エネ機器)の効果	見える化の効果	制御の効果	見える化と制御の比較
大阪ガスチーム	FC のみ導入:CO2 排出量 28%削減 FC と PV 導入:CO2 排出量 78%削減 FC と PV と蓄電池導入:CO2 排出量 84%削減(事前シミュレーション結果)	全てのサービスは制御を前提とした見える化(見える化+制御) 下記サービス毎の CO2 削減効果は検証していないが、需要家の評価は高く、ある程度の CO2 削減効果が見込まれる ・売電割増要求サービス ・省エネ喚起サービス ・運転制御指南サービス		
ミサワホーム総研チーム	消費電力削減効果は PV のみの場合 25%、FC システムの場合 25%、PV+FC の場合 51%、PV+FC+蓄電池の場合 47% LED の利用で照明は 8 割程度削減	今回開発した PDCA コンテンツは、テレビ画面の省エネアドバイスを受けて、電気は約 10%以上の省エネ効果があった。	断熱ブラインドの開閉制御で約 1 割の省エネ効果	見える化効果は、今後より多くの家庭で長期間に渡って実験を実施して、信頼性を高める必要がある
シャープ	消費電力の削減率 22.5%(ただし、ミサワホーム総研チームとの合算効果のため、参考情報として記載)	ECO ナビサービスで、家族が一部屋に集まる生活スタイルを実践し、消費電力削減に効果大 特に家の間取り図を用いた見える化ユーザーインターフェースは効果的	HEMS による機器制御(テレビ画面上で遠隔制御)の利用頻度は少なかった。	テレビを利用した機器制御はスピードが遅い等の問題もあり、見える化の方が効果的
大京	共用部は PV、蓄電池、LED の導入で、CO2 排出量 86%削減	見える化効果で全世帯平均約 8%の使用電力量の削減	エアコンの遠隔制御は利用されなかった。	PC や携帯電話を利用した制御よりもリモコン制御行動をとることが多い
NTT ファシリティーズ		使用量の見える化で、全国平均 3.7%の使用電力量の削減 インセンティブを付与した負荷移行(昼間負荷の移行)では、全国平均 0.1%の負荷移行が確認された。なお、ランキング上位者だけでは 6%の負荷移行。		

10.1.1.2. スマートハウスの CO2 削減効果の評価（シミュレーションによる評価）

スマートハウスが本格導入された場合の CO2 削減効果を検証するために、①全国的な標準負荷による試算、②実証実験(大阪ガスチーム、ミサワホーム総研チーム)の前提条件変更による試算の 2 つの試算を実施した。

試算に当たって、住宅のエネルギー機器の運転方法(容量、組み合わせ)の検討に用いる「省エネ効果検証シミュレーションモデル・ツール」を構築した。さらに、同ツールを用いて、実証実験条件をベースに更なる省エネ化（CO2 削減）に繋がる機器仕様、及び容量について検討した。

(1) 解析モデルの概要

「省エネ効果検証シミュレーションモデル・ツール」は、2 つの汎用ツール（TRNSYS と MATLAB/Simulink）をベースに構築した。適用したツール、住宅の電力、熱需要に応えるためのエネルギー機器群を組み合わせた統合モデルと運転モードの考え方を示す。

(a) 適用ツール

統合モデルは、電気や熱の流れを解く機器・システムモデルと、これらの機器の運転操作を司る制御モデルから構成される。これら 2 つのうち、システムモデル構築には TRNSYS を、制御モデルには Matlab/Simulink を適用した。

TRNSYS は、各要素機器モデルがエネルギー収支と質量収支からなる物理モデル群で構成された汎用解析ソフトウェアで、1975 年、Wisconsin 大学のソーラーエネルギー研究所で開発された太陽熱集熱器の計算プログラムを起源とするツールである。主に建築物を対象にした全般的なエネルギーシステムの動的シミュレーションに適用可能であり、各要素機器モデルが TYPE と呼ばれるモジュール単位にまとめられ、これらのモジュールを GUI 上でリンクさせることにより、システム全系のモデルを構築することができる。さらに、モジュールは、Fortran や C++等の言語を用いてユーザが自由に構築、登録することができ、これまでに多くの研究者から様々な要素機器モデルが提供されている。「省エネ効果検証シミュレーションモデル・ツール」では、太陽電池と蓄電池は、TRNSYS が保有するライブラリーモデルを、その他の機器は、ユーザサブルーチン機能を利用した新たなモデルを構築した。

一方、MATLAB/Simulink は、数値計算/データ解析/可視化/アルゴリズム開発を行うためのテクニカルコンピューティング言語と対話型環境を提供する汎用ツールで、Simulink と合わせて用いることで制御モデルをブロック線図のイメージで GUI 上に構築できる。本検討では、MATLAB 言語（M ファイル）を用いて、電力や熱負荷を複数のエネルギー機器で分担する制御モデルを構築した。

(b) システムモデルの概要

複数のエネルギー機器からなるシステムモデルのイメージを以下に示す。青色は電力量(W)、

黄色は日射量 (W/m²)、緑色はガスの熱量 (J/s)、橙色は温水の熱量 (J/s)、水色は空調機器の負荷 (J/s)、赤色は調理器具の負荷 (J/s) の流れを示す。

システムモデルは、住宅向けエネルギー機器として、太陽電池、燃料電池、太陽熱集積装置、これらの機器より発生した電気や熱を蓄えるための蓄電池と温水タンク、さらに給湯、空調、調理負荷に応えるためのエコキュート、ガス給湯器、エアコン、ガス空調機、電磁調理器やガス調理器から構成される。

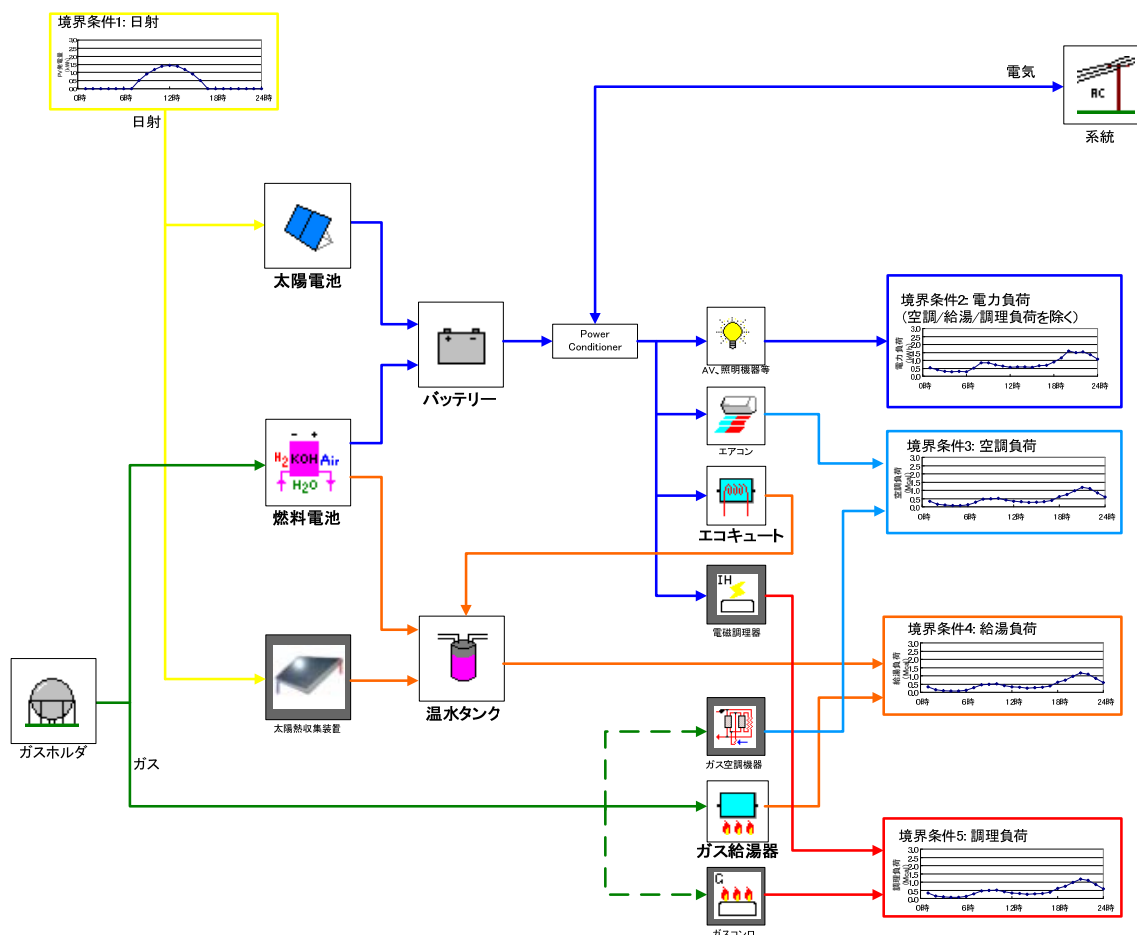


図 10-9 システムモデル

(c) 運転モードの考え方

運転モードによる CO2 削減効果を評価するため、蓄電せずに余剰分は売電する「経済性優先」モードと、太陽電池による発電電力を蓄電池に蓄電し夜間に家庭内で自家消費する「地産地消」モードの 2 つの運転モードを想定した。以下に 2 つの運転モードの考え方を示す。

表 10-15 運転モード (PV/FC/蓄電池タイプ)

			深夜～早朝	日中	夕方～夜間
			電力需要小 熱需要小(ほぼ0)	電力需要中 熱需要小	電力需要大 熱需要大
経済性優先	FC	発電	定格運転 (余剰分は蓄電池に充電)	電力負荷追従運転	熱負荷追従運転 (定格運転)
		発熱	余剰分を蓄熱	蓄熱タンクを優先使用	蓄熱タンクを優先使用
	PV		無	有 (余剰分は売電)	無
	蓄電池		FC余剰分を充電	充放電停止	放電
地産地消	FC	発電	定格運転 (余剰分は蓄電池に充電)	最小出力運転	熱負荷追従運転 (定格運転)
		発熱	余剰分を蓄熱	蓄熱タンクを優先使用	蓄熱タンクを優先使用
	PV		無	有	無
	蓄電池		FC余剰分を充電	FC+PV余剰分を充電	放電

表 10-16 運転モード (PV/エコキュート/蓄電池タイプ)

		深夜～早朝	日中	夕方～夜間
		電力需要小 熱需要小(ほぼ0)	電力需要中 熱需要小	電力需要大 熱需要大
経済性優先	エコキュート	指定出力運転 (夜間電力利用)	停止 (蓄熱タンクを優先使用不足時は運転)	停止 (蓄熱タンクを優先使用不足時は運転)
	PV	無	有 (余剰分は売電)	無
	蓄電池	無	充放電停止	放電
地産地消	エコキュート	停止 (蓄熱タンクを優先使用不足時は運転)	指定出力運転 (PV発電電力を利用、不足時は買電)	停止 (蓄熱タンクを優先使用不足時は運転)
	PV	無	有	無
	蓄電池	無	PV余剰分を充電	放電

(2) 標準負荷に基づいた試算

全国的な標準負荷によるスマートハウスの導入効果を試算するため、燃料電池と太陽電池、及び蓄電池からなる PV/FC/蓄電池タイプと、燃料電池に変えてエコキュートを用いる PV/エコキュート/蓄電池タイプの 2 つのタイプについて、エネルギーマネジメントによる CO2 削減効果を評価する。国内の標準的な電力、熱需要変動パターンに基づいた試算結果を示す。

(a) 標準負荷の設定

標準負荷の設定根拠を以下に示す。

- コージェネレーション総合マニュアル⁵にまとめられた延床面積当たりのデータをベースとし、夏期は 6～9 月、冬期は 11～4 月、左記以外を中間期として区分
- 冷房需要、暖房需要は電力需要として、熱需要は給湯需要を考慮
- 上記データベースの 1 ヶ月当たりの延床面積当たり電力量 (1.75kW/h/m²) と、電力事業連合会⁶の平均電力消費量 (300kWh) から、延床面積を設定
- 日射量は、NEDO データベース⁷の東京における日射量 (水平面日射量) を用いた。

⁵ コージェネレーション総合マニュアル 日本コージェネレーションセンター編

⁶ 電気事業連合会 http://www.fePC.or.jp/present/jigyoku/japan/sw_index_04/index.html

⁷ NEDO <http://www.nedo.go.jp/library/shiryoku.html>

- CO₂ 排出量原単位は、電力が東京電力の 2007 年度データ (0.425kgCO₂/kWh)⁸を、ガスが東京ガスのデータ (0.0509kgCO₂/MJ)⁹を用いて試算した。

下図に 3 つの期間（夏期、冬期、中間期）における電力需要、熱需要、日射量の 1 日の変動データを示す。また、電力需要はすべて東京電力からの買電で、熱需要はすべて東京ガスの都市ガス（13A）を使用した場合の CO₂ 排出量の 1 日の変動データ、及びその積算値を示す。

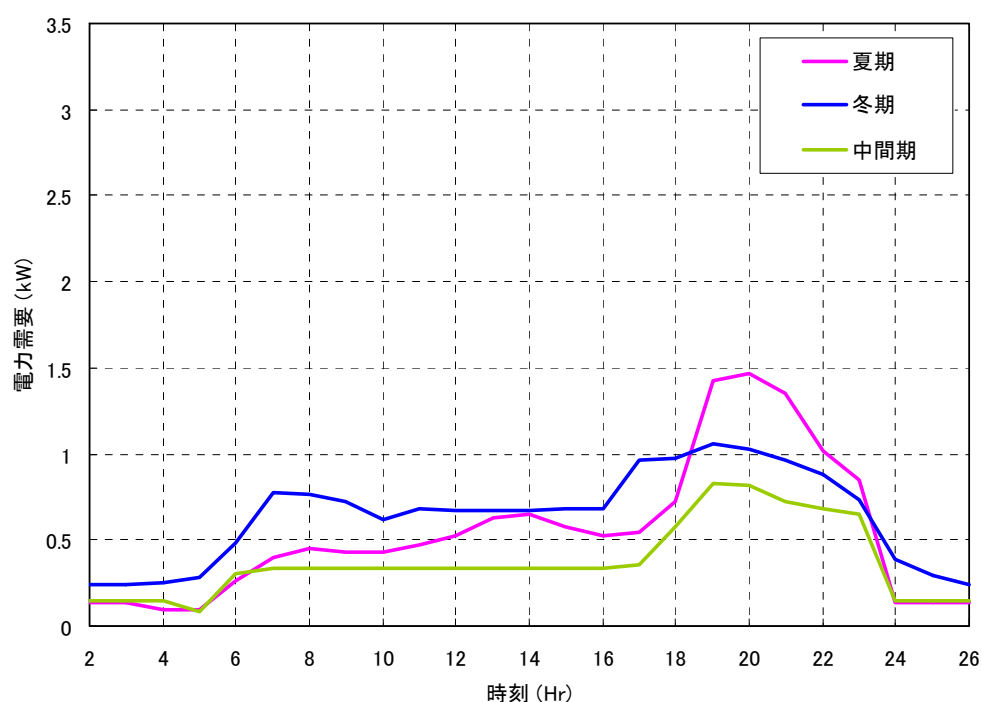


図 10-10 電力需要

⁸ 東京電力 <http://www.tePCo.co.jp/ECO/report/glb/02-j.html>

⁹ 東京ガス <http://www.tokyo-gas.co.jp/env/gas/category08.html>

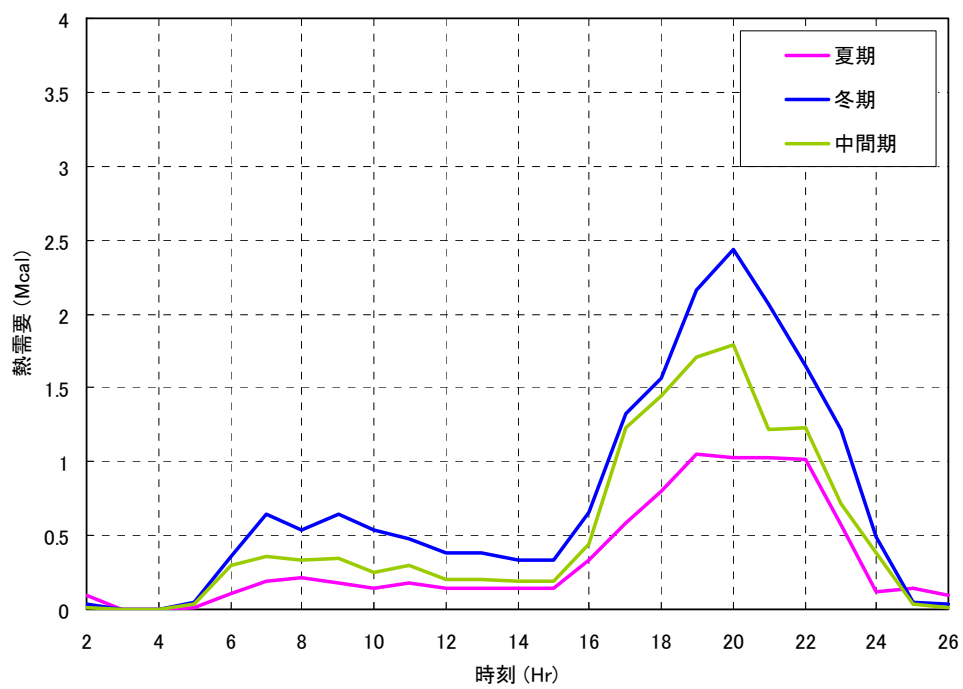


図 10-11 熱需要

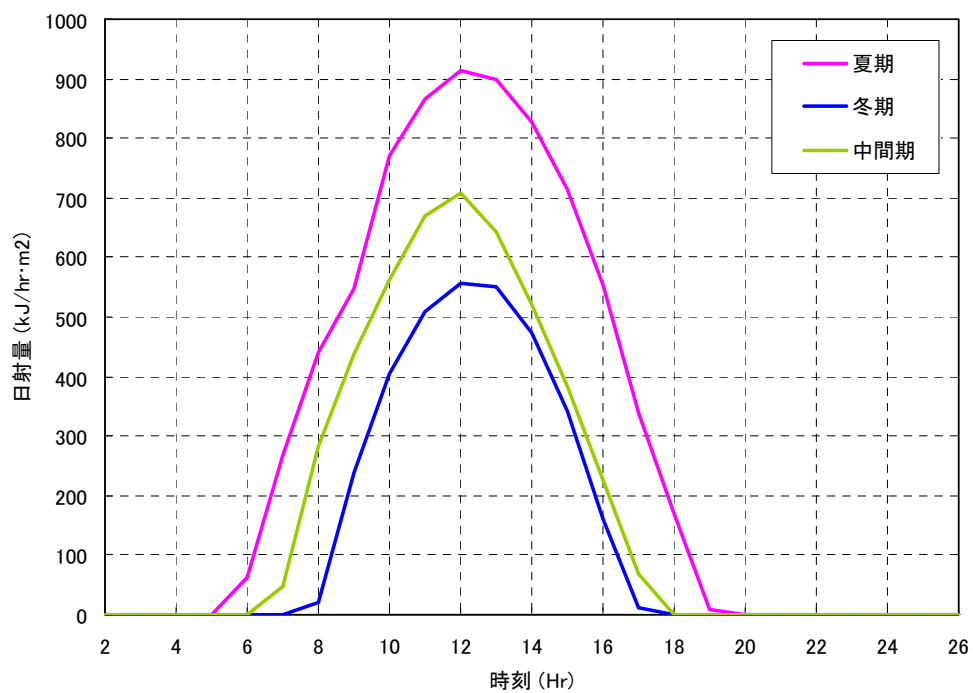


図 10-12 日射量

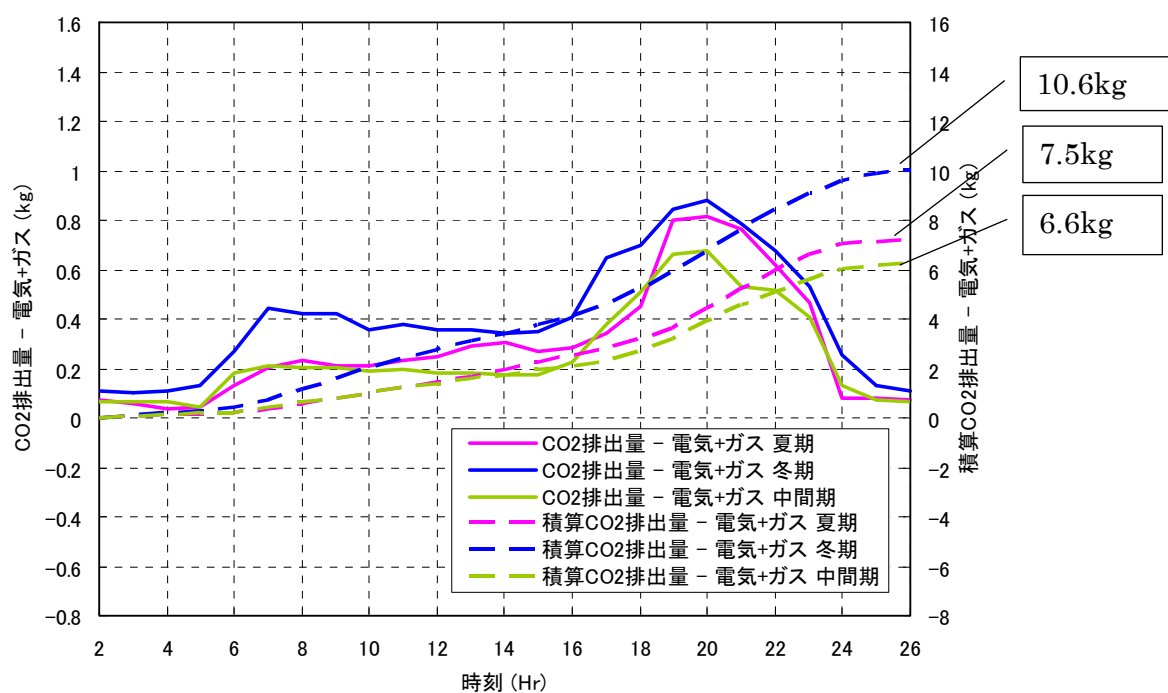


図 10-13 CO2 排出量

(b) PV/FC/蓄電池タイプの試算条件と結果

太陽電池、燃料電池、蓄電池からなる PV/FC/蓄電池タイプに関し、2つの運転モード（経済性優先と地産地消）で3つの期間（夏期、冬期、中間期）における1日のCO2排出量を算出した。以下に構成機器の容量をまとめた。

表 10-17 構成機器容量

パラメータ			値
太陽電池	容量	kW	3.0 ^{*1}
	蓄電容量	kWh	2.0 ^{*2}
蓄電池 (リチウムイオン)	充放電効率	%	95 ^{*3}
	容量	kW	0.7 ^{*4}
FC 発電 (SOFC)	発電効率	%	45 ^{*5} (0.70kW) 30 ^{*5} (0.25kW)
	熱効率	%	38 ^{*5}
	蓄熱容量	kWh	25.8 ^{*6}
エコキュート	容量	kW	なし
	COP	-	なし

*1: 一般家庭に標準的に導入される太陽電池の標準容量に設定

*2: 電力需要に合わせ設定 (PV、FC による充電電力を1日で使い切る容量に設定)

*3: NEDO 成果報告書 H17-18 年度 委託業務成果報告書

- 系統連系円滑化蓄電システム技術開発に関する調査より設定
- *4: 大阪ガス家庭用コジェネの定格発電出力 (<http://www.osakagas.co.jp/rd/sheet/206.html>) を設定
- *5: NEDO H20 年度 中間年報 固体酸化物形燃料電池実証研究
固体酸化物形燃料電池実証研究事業助成金 助成事業実施状況報告書より設定
- *6: 80℃の温水 370L を貯湯可能なタンクを想定
外気温度 20℃として $60^{\circ}\text{C} \times 1\text{kcal/kg} \times 4/186 \times 370 \div 3600 = 25.8\text{kWh}$

2つの運転モード（経済性優先と地産地消）で3つの期間（夏期、冬期、中間期）のため、以下のような6ケースの解析を実施した。ここでは参考のために、夏季の経済性優先(ケース1)について解析結果を添付する。

表 10-18 6つの解析ケース

		夏期 (6-9月)	冬期 (11-4月)	中間期 (5,10月)
池 タ イ プ	経済性 優先	ケース1	ケース2	ケース3
	地産地消	ケース4	ケース5	ケース6

次頁には、6つの解析ケースのうち、夏季の経済性優先(ケース1)の解析結果を示す。

<夏季の経済性優先(ケース1)の解析結果>

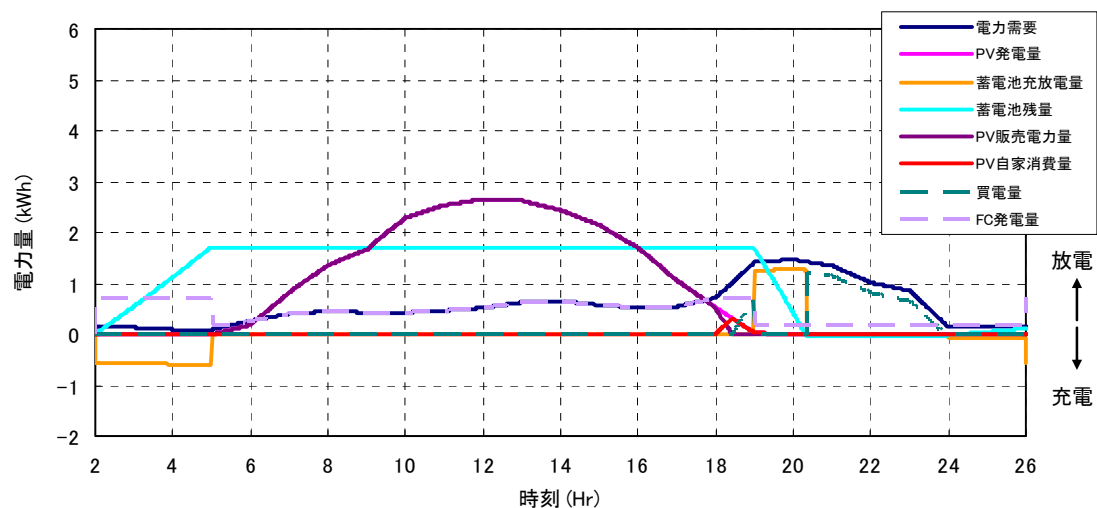


図 10-14 電力需要に対するエネルギー機器運用方法(経済性優先_夏期)

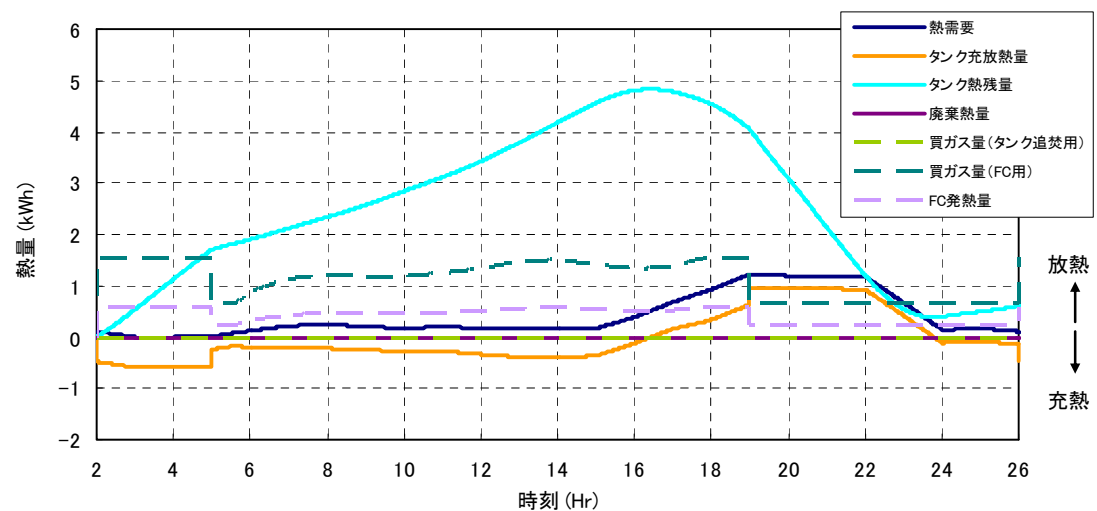


図 10-15 熱需要に対するエネルギー機器運用方法(経済性優先_夏期)

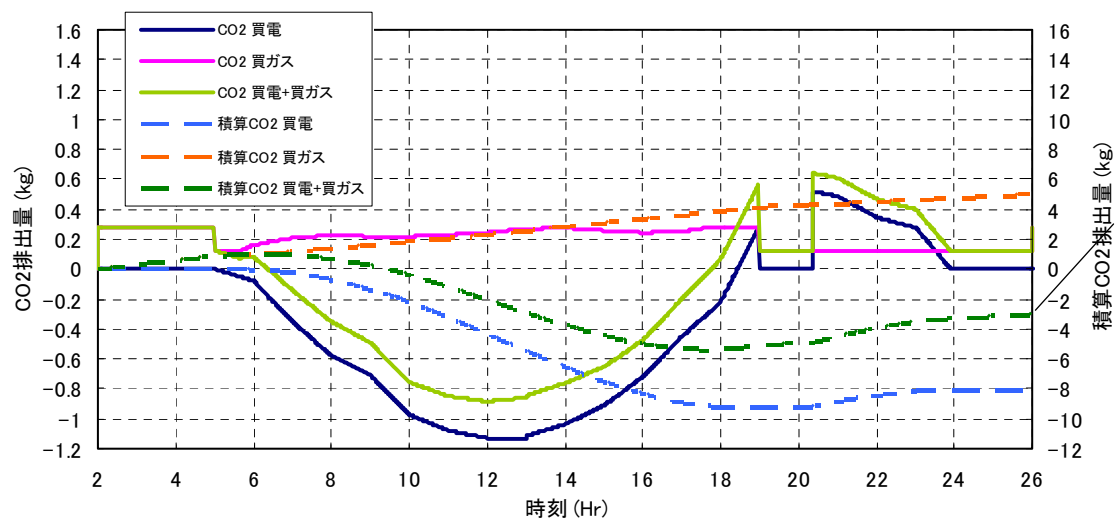


図 10-16 CO2 排出量(経済性優先_夏期)

(c) PV/エコキュート/蓄電池タイプの試算条件と結果

太陽電池、エコキュート、蓄電池からなる PV/エコキュート/蓄電池タイプに関し、2つの運転モード（経済性優先と地産地消）で3つの期間（夏期、冬期、中間期）における1日のCO2排出量を算出した。以下に構成機器の容量、及び解析ケースをまとめた。

表 10-19 構成機器容量

パラメータ			値
太陽電池	容量	kW	3.0 ^{*1}
蓄電池 (リチウムイオン)	蓄電容量	kWh	2.0 ^{*2}
	充放電効率	%	95 ^{*3}
FC 発電	容量	kW	なし
	発電効率	%	なし
	熱効率	%	なし
温水タンク	蓄熱容量	kWh	25.8 ^{*4}
エコキュート	容量	kW	4.5 ^{*5}
	COP	-	5.0 ^{*5}

*1,2,3,4: 表 3.2.1 の設定根拠に同じ

*5: エコキュート向けヒートポンプの加熱能力、COP（中間期）を設定

表 10-20 6つの解析ケース

		夏期 (6-9 月)	冬期 (11-4 月)	中間期 (5,10 月)
PV/エコキュート/ 蓄電池タイプ	経済性 優先	ケース 1	ケース 2	ケース 3
	地産地消	ケース 4	ケース 5	ケース 6

次頁には、6つの解析ケースのうち、夏季の経済性優先(ケース 1)の解析結果を示す。

<夏季の経済性優先(ケース 1)の解析結果>

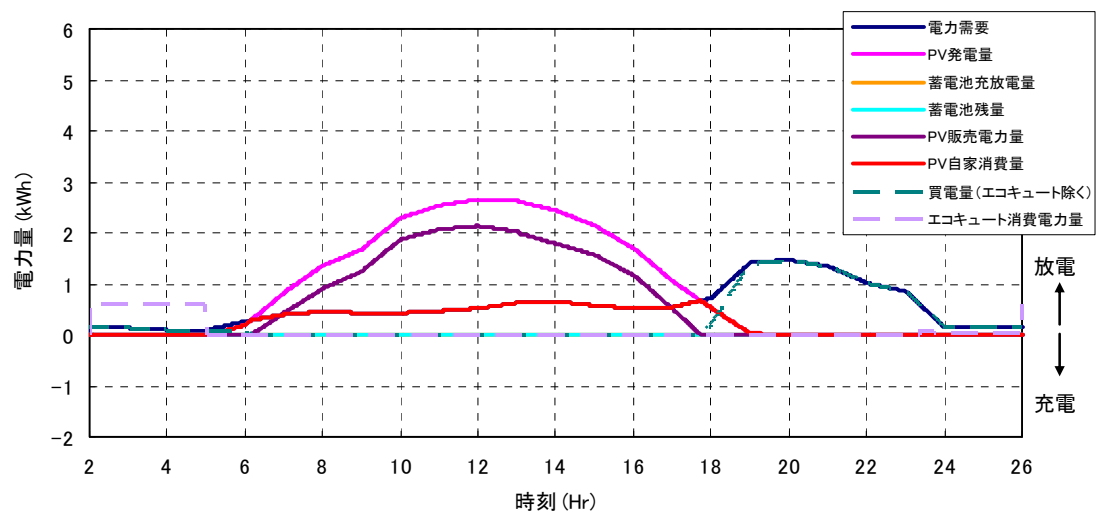


図 10-17 電力需要に対するエネルギー機器運用方法(経済性優先_夏期)

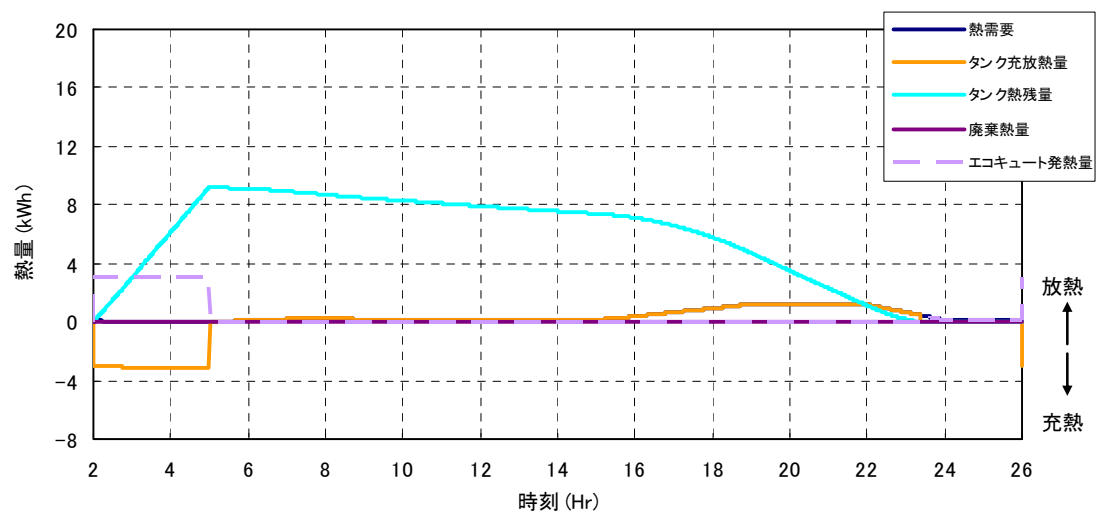


図 10-18 熱需要に対するエネルギー機器運用方法(経済性優先_夏期)

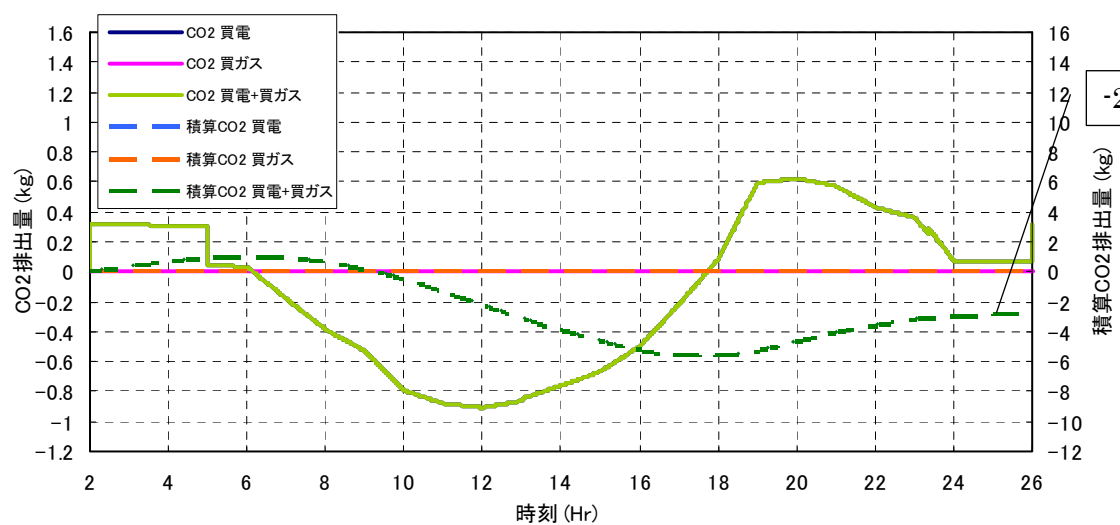


図 10-19 CO2 排出量(経済性優先_夏期)

(d) CO2 削減効果比較

電力需要と熱需要をすべて買電とガス購入で賄った場合、太陽電池、燃料電池、蓄電池からなる PV/FC/蓄電池タイプ、及び太陽電池、エコキュート、蓄電池からなる PV/エコキュート/蓄電池タイプそれぞれにおける 1 日の CO2 排出量（夏期、冬期、中間期）をまとめた。

なお、CO2 排出量は、売電による CO2 削減分を考慮する場合（オフセット考慮）と、これを考慮しない場合（オフセット未考慮）の 2 ケースを記載している。また、表の%は、従来タイプにおける CO2 排出量と各システムにおける値との比率を示す。

<売電による CO2 削減分を考慮する場合（オフセット考慮）>

- 本試算条件では、電力需要、熱需要が少ない夏期、及び中間期は、太陽電池による発電電力を売電することによる CO2 排出量削減効果が大きく、オフセットを考慮した CO2 排出量はマイナスの値となる。
- PV/FC/蓄電池タイプにおいて、オフセットを考慮する場合、夏期・中間期では地産地消モードは経済性優先モードに比べて CO2 排出量が少なく、冬期は逆に経済性優先モードが地産地消モードに比べて僅かではあるが少なくなる。これは、燃料電池の運用方法（どの出力で何時間運転したかに）が影響している。燃料電池による発電の CO2 排出量原単位を以下に示す。

定格出力時
 $(0.70\text{kW}) \ 0.0509 \times 3.6 / 0.45 = 0.4072 \text{ kgCO}_2/\text{kWh}(\text{電力}) < 0.425 \text{ kgCO}_2/\text{kWh}$
 最低出力時
 $(0.25\text{kW}) \ 0.0509 \times 3.6 / 0.45 = 0.6108 \text{ kgCO}_2/\text{kWh}(\text{電力}) > 0.425 \text{ kgCO}_2/\text{kWh}$

表 10-21 CO2 排出量の比較（オフセットを考慮）

			夏期 (6-9 月)	冬期 (11-4 月)	中間期 (5,10 月)	年間 Kg/年 ^{*1}
従来タイプ (買電・買ガス)		Kg/日	7.5	10.6	6.6	3239.3
PV/FC/蓄電池タイプ	経済性優先	Kg/日	-3.0	3.9	-0.64	299.8
		%	-40.4	37.1	-9.6	9.3
	地産地消	Kg/日	-3.8	4.1	-1.4	194.0
		%	-51.1	39.0	-20.6	6.0
蓄電池タイプ (PV/エコキュート)	経済性優先	Kg/日	-2.8	4.2	-0.75	370.9
		%	-37.7	39.9	-11.3	11.5
	地産地消	Kg/日	-2.8	4.3	-0.71	383.1
		%	-37.4	40.2	-10.7	11.8

*1: 年間の CO2 排出量は、以下式により算出している。

年間排出量 = (夏期排出量) × 122 日 + (冬期排出量) × 181 日 + (中間期排出量) × 62 日

- PV/エコキュート/蓄電池タイプにおいて、オフセットを考慮する場合は2つの運転モード間でのCO2排出量の差異は小さい。これは、電力需要と熱需要に応えるために必要な電力量が決まっており、これを太陽電池による発電電力で賄うか、買電電力を用いるかに依存するためである。蓄電池の充放電効率が低い場合は、蓄電池を利用する地産地消モードが、経済性優先モードに比べてCO2排出量が多くなるが、本検討では、蓄電池（リチウムイオン）の充放電効率を95%としているためその差異は小さい。

<売電によるCO2削減分を考慮しない場合（オフセット未考慮）>

- オフセットを考慮しない場合は、太陽電池による発電を自家消費する地産地消モードの方がCO2排出量は少ない。
- PV/エコキュート/蓄電池タイプにおいて、地産地消モードの冬期は、オフセットを考慮する場合とそうでない場合の差異が小さい。これは、冬期は太陽光の発電電力が少なく、地産地消ではすべて自家消費され売電量が少ないためである。

表 10-22 CO2 排出量の比較（オフセットを未考慮）

			夏期 (6-9月)	冬期 (11-4月)	中間期 (5,10月)	年間 Kg/年 ^{*1}
従来タイプ (買電・買ガス)		Kg/日	7.5	10.6	6.6	3239.3
PV/EC/蓄電池タイプ	経済性優先	Kg/日	6.3	8.1	5.2	2556.6
		%	83.4	76.7	79.1	78.9
	地産地消	Kg/日	3.7	6.3	3.7	1815.0
		%	49.6	59.2	55.7	56.0
蓄電池タイプ PV/HT/エコキュート	経済性優先	Kg/日	3.8	6.2	3.7	1813.6
		%	50.6	58.7	55.3	56.0
	地産地消	Kg/日	2.3	4.3	1.9	1187.7
		%	31.0	41.1	28.7	36.7

*1: 年間のCO2排出量は、以下式により算出している。

年間排出量= (夏期排出量) × 122 日 + (冬期排出量) × 181 日 + (中間期排出量) × 62 日

<2020 年における CO2 削減効果（全国）>

- これまでの試算結果を用いて、全国における 2020 年の家庭の CO2 削減効果を試算した。
- 資源エネルギー庁「長期エネルギー需給見通し」をもとにして、530 万世帯に PV が導入されるシナリオを想定した。なお、PV が導入される 530 世帯は、前節で検討した PV/FC/蓄電池タイプもしくは PV/エコキュート/蓄電池タイプのいずれかであると想定した。なお、2 タイプの内訳は、2020 年時点の HP 給湯機導入目標と燃料電池導入目標の比率を採用した。
- 2020 年時点では、PV/FC/蓄電池タイプもしくは PV/エコキュート/蓄電池タイプの導入によって、全国の家庭の CO2 排出量のうち約 9%の削減が見込まれる。

<CO2 削減コストの考察>

- PV、蓄電池、燃料電池、エコキュートについて、現状コスト、及び将来コストを設定して、1kg の CO2 を削減するためのコストを整理した。なお、将来のコストの設定に当たっては、NEDO「Cool Earth エネルギー革新技术開発ロードマップ」等を参考するとともに、業界関係者のご意見を踏まえて設定した。
- 現状コストで見ると、燃料電池のイニシャルコストが約 300 万円¹⁰と高いこともあり、PV/FC/蓄電池タイプの方が 1kg の CO2 を削減するためのコストは高い。
- 将来コストで見ると、2020～2030 年では燃料電池のイニシャルコストは 1/5 程度に低下することが想定されるため、1kg の CO2 を削減するためのコストは大幅に低下する。

表 10-23 現状の CO2 削減コスト（現状コスト）

		年間 CO2 削減 量 (Kg)（従来 タイプとの 比較） ※オフセッ ト考慮	イニシャル コスト (万 円)	CO2 削減コ スト (円 /Kg)
PV/FC/蓄電池タイプ	経済性優先	2,940	520	177
	地産地消	3,045	520	171
PV/エコキュート/蓄電池タイプ	経済性優先	2,868	280	98
	地産地消	2,856	280	98

※エネルギー機器の対応年数を 10 年と想定して試算

※PV や燃料電池の補助金は考慮していない

表 10-24 将来の CO2 削減コスト（将来コスト）

		年間 CO2 削減 量 (Kg)（従来 タイプとの 比較） ※オフセッ ト考慮	イニシャル コスト (万 円)	CO2 削減コ スト (円 /Kg)
PV/FC/蓄電池タイプ	経済性優先	2,940	128	44
	地産地消	3,045	128	42
PV/エコキュート/蓄電池タイプ	経済性優先	2,868	98	34
	地産地消	2,856	98	34

※エネルギー機器の対応年数を 10 年と想定して試算

※PV や燃料電池の補助金は考慮していない

¹⁰ 燃料電池の補助金は考慮していない。

(3) 実証実験条件に基づいた試算

実証実験(大阪ガスチーム、ミサワホーム総研チーム)の前提条件を変更した場合の CO2 削減効果を試算した。実証実験条件で得られた電力需要、および日射量変動パターンに基づき、機器仕様や運転モードの変更による CO2 削減効果を評価する。ここでは、太陽電池、燃料電池、蓄電池からなる機器構成で実験を行った 2 つのチーム（大阪ガスチーム、ミサワホーム総研チーム）の実証実験データを用いた。

(a) 実証実験負荷の設定

実証実験負荷の設定根拠を以下に示す。

- 大阪ガスチームの電力需要には 2010/02/20 の電力消費量（実績値）を、一方、熱需要は実績値がないため想定負荷（最適運転計画_CO2.xls）を用いた。
- ミサワホーム総研チームの電力需要には 2010/02/19 の電力消費量（実績値）を、一方、熱需要は実績値がないため前節の標準負荷データ（冬期）にミサワホーム総研チームでの延床面積（206m²）を乗じた値を用いた。
- 日射量に代わり 2 つのチームで共に計測されている PV 発電量（実績値）を用いた。
- CO2 排出量原単位は、標準負荷の試算で用いた同じ値を用いた。

以下に、大阪ガスチーム、ミサワホーム総研チームそれぞれの電力需要、熱需要、日射量、及び CO2 排出量の 1 日の変動データを示す。

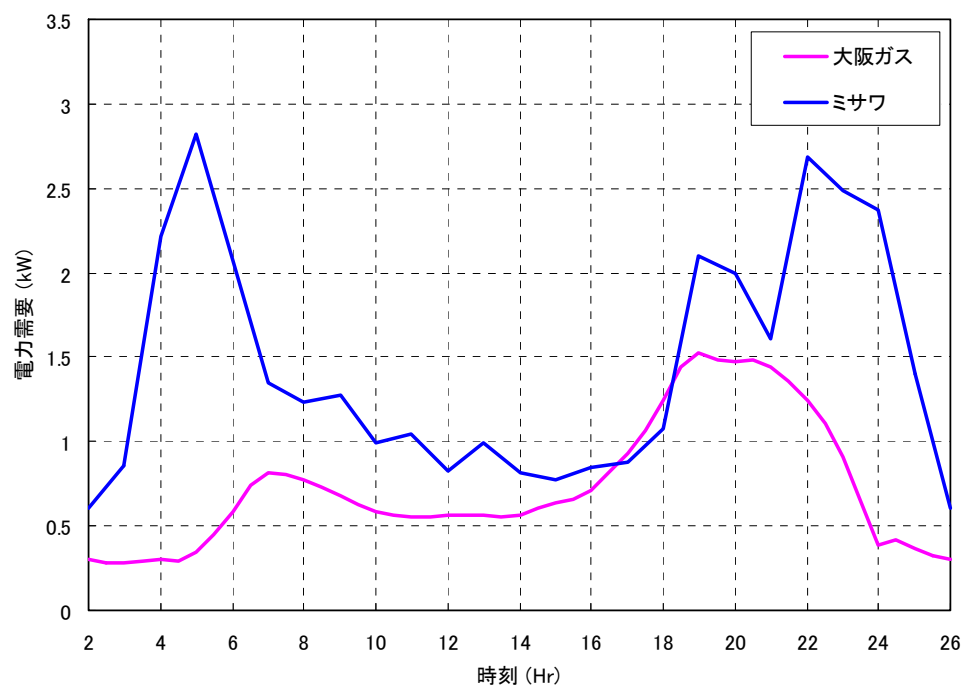


図 10-20 電力需要データ

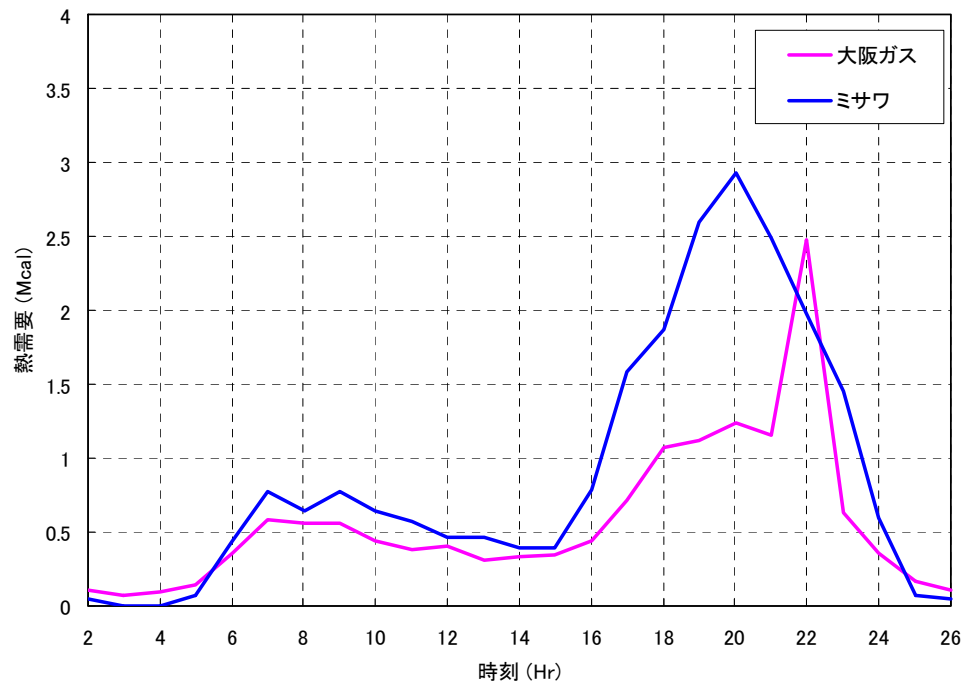


図 10-21 熱需要データ

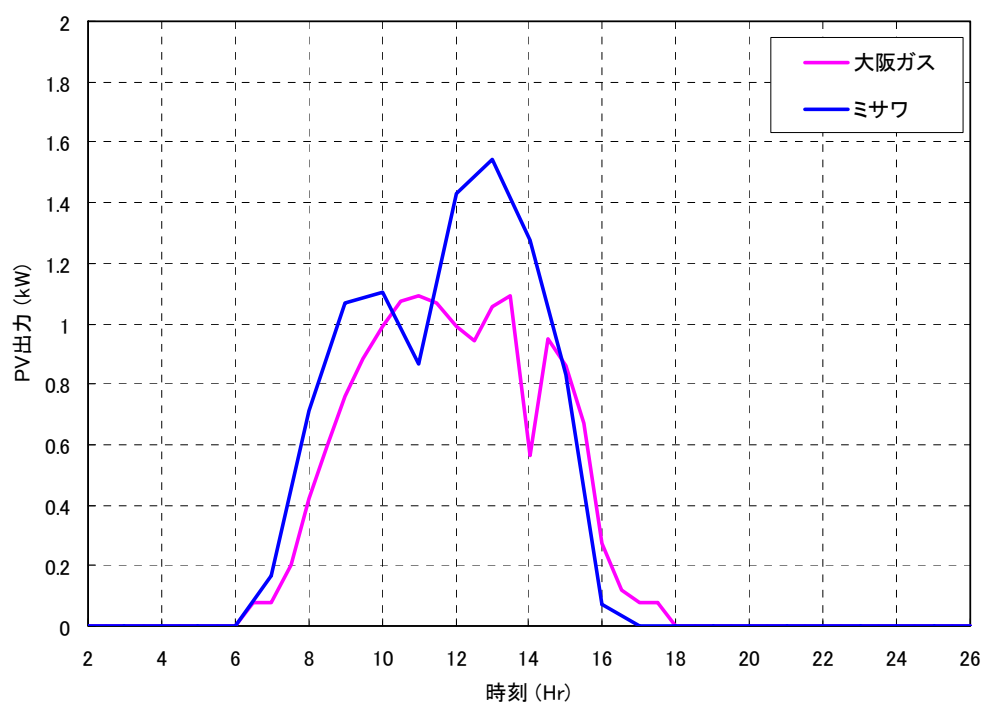


図 10-22 太陽光発電量

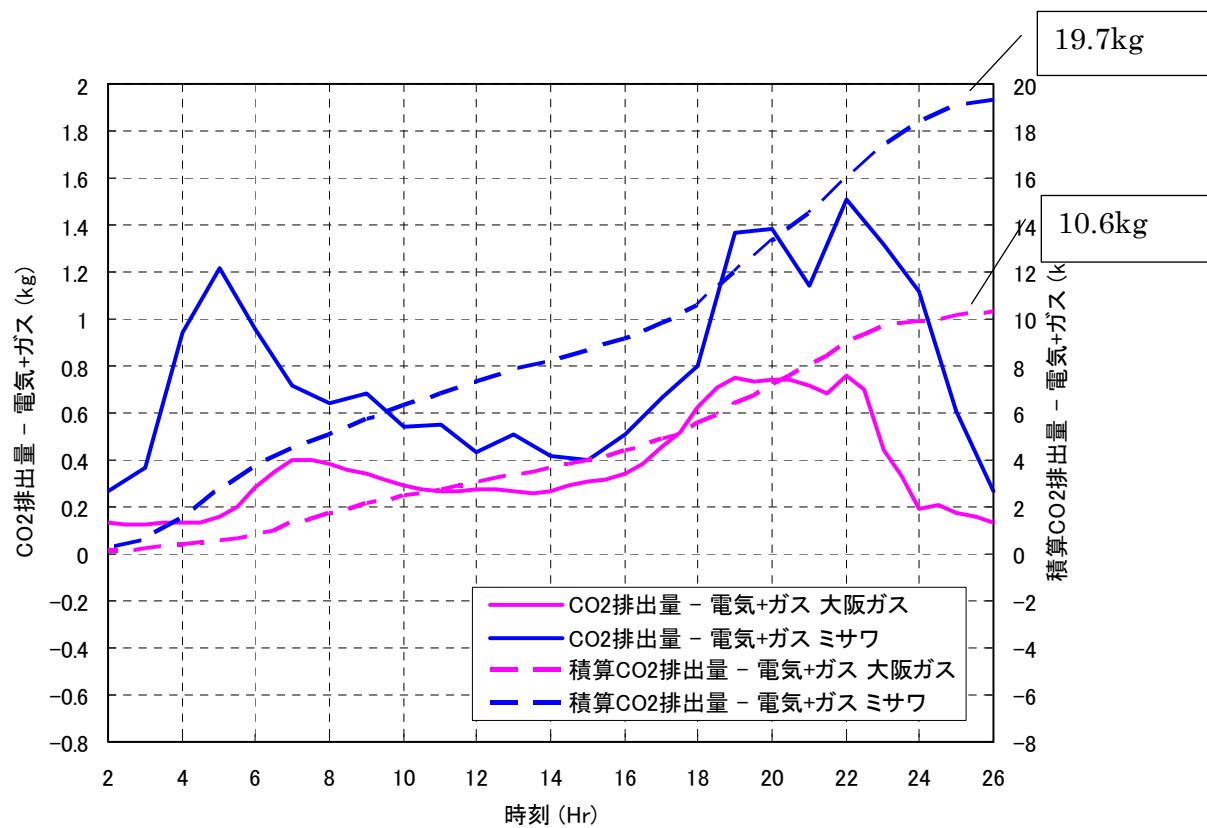


図 10-23 CO2 排出量

(b) 大阪ガスチームの試算条件と結果

以下に示す構成機器の仕様を用いて、5 ケースの解析を行い、1 日の CO2 排出量を算出した。なお、機器仕様は、実証実験条件に合わせて設定した。

- 大阪ガスチームの電力需要には 2010/02/20 の電力消費量（実績値）を、一方、熱需要は実績値がないため想定負荷（最適運転計画_CO2.xls）を用いた。
- PV 発電量は実績値を用いた。

表 10-25 構成機器仕様

パラメータ			実証実験 機器仕様	機器仕様 更新
太陽電池	容量	kW	(3.0)	(3.0)
蓄電池	蓄電容量	kWh	5.76	5.76
	充放電効率	%	85 ^{*1}	95
FC 発電	容量	kW	0.70	0.70
	発電効率	%	35(0.70kW) 30(0.25kW)	45(0.70kW) 30(0.25kW)
	熱効率	%	45(0.70kW) 30(0.25kW)	38
温水タンク	蓄熱容量	kWh	25.8	25.8

*1: NEDO 成果報告書 H17-18 年度 委託業務成果報告書

系統連系円滑化蓄電システム技術開発に関する調査より設定

表 10-26 解析ケース

		PVのみ	実証実験 機器仕様	機器仕様 更新
大阪ガス	経済性優先	ケース 1 (自家消費/余剰分 は売電)	ケース 2	ケース 3
	地産地消		ケース 4	ケース 5

次頁には、5 つの解析ケースのうち、経済性優先の機器仕様変更ケース(ケース 3)の解析結果を示す。

<経済性優先の機器仕様変更ケース(ケース3)の解析結果>

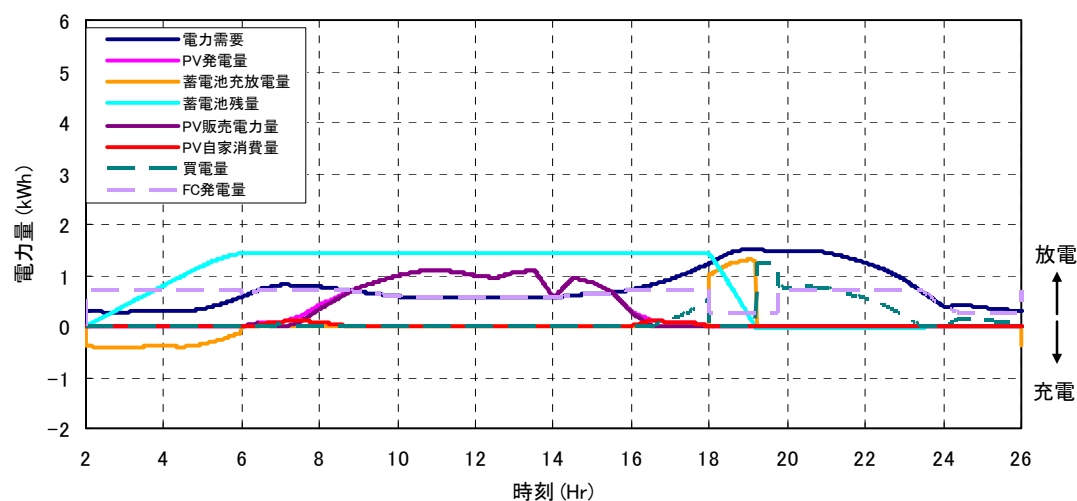


図 10-24 電力需要に対するエネルギー機器運用方法(経済性優先_機器仕様更新)

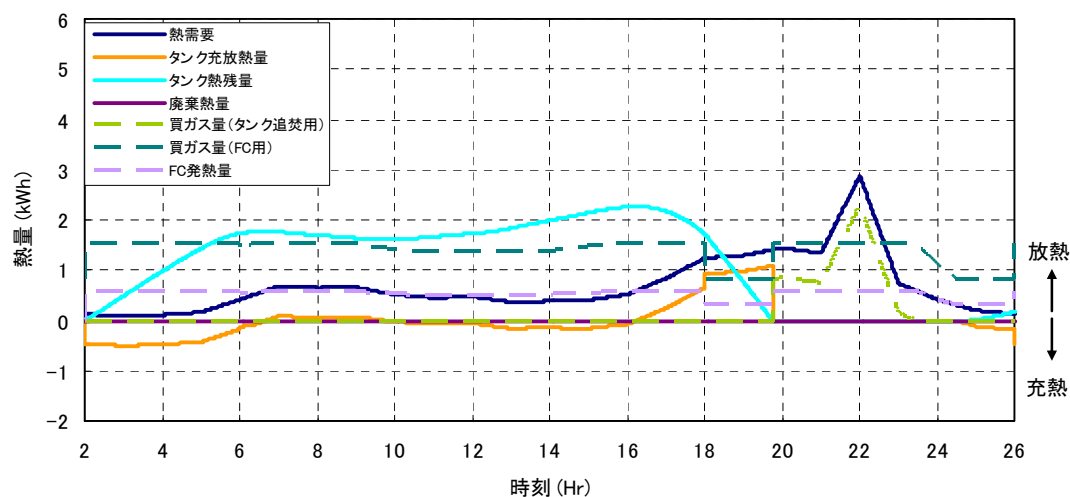


図 10-25 熱需要に対するエネルギー機器運用方法(経済性優先_機器仕様更新)

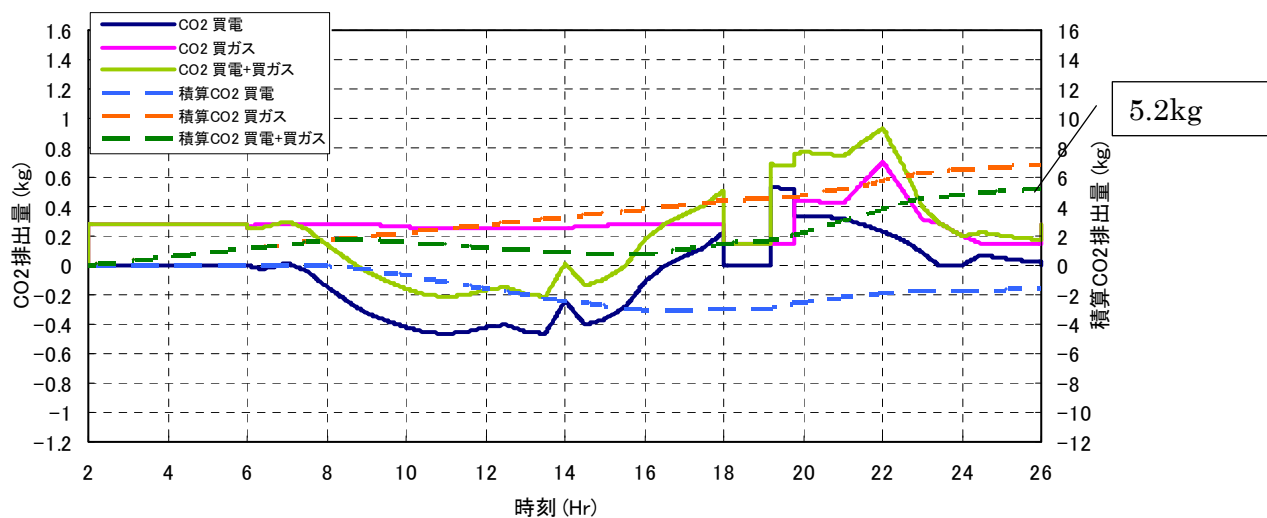


図 10-26 CO2 排出量(経済性優先_機器仕様更新)

(c) ミサワホーム総研チームの試算条件と結果

以下に示す構成機器の仕様を用いて、5 ケースの解析を行い、1 日の CO2 排出量を算出した。なお、機器仕様は、実証実験条件に合わせて設定した。

- ミサワホーム総研チームの電力需要には 2010/02/19 の電力消費量（実績値）を、一方、熱需要は実績値がないため前節の標準負荷データ（冬期）にミサワホーム総研チームでの延床面積（206m²）を乗じた値を用いた。
- PV 発電量は実績値を用いた。

表 10-27 構成機器仕様

パラメータ			実証実験 機器仕様	機器仕様 更新
太陽電池	容量	kW	(3.6)	(3.6)
蓄電池	蓄電容量	kWh	7.00	7.00
	充放電効率	%	85 ^{*1}	95
FC 発電	容量	kW	0.75	0.75
	発電効率	%	35 (0.75kW) 30 (0.25kW)	45 (0.75kW) 30 (0.25kW)
	熱効率	%	45 (0.75kW) 30 (0.25kW)	38
温水タンク	蓄熱容量	kWh	25.8	25.8

*1: NEDO 成果報告書 H17-18 年度 委託業務成果報告書

系統連系円滑化蓄電システム技術開発に関する調査より設定

表 10-28 解析ケース

		PVのみ	実証実験 機器仕様	機器仕様 更新
大阪ガス	経済性優先	ケース 1 (自家消費/余剰分 は売電)	ケース 2	ケース 3
	地産地消		ケース 4	ケース 5

次頁には、5 つの解析ケースのうち、経済性優先の機器仕様変更ケース(ケース 3)の解析結果を示す。

<経済性優先の機器仕様変更ケース(ケース3)の解析結果>

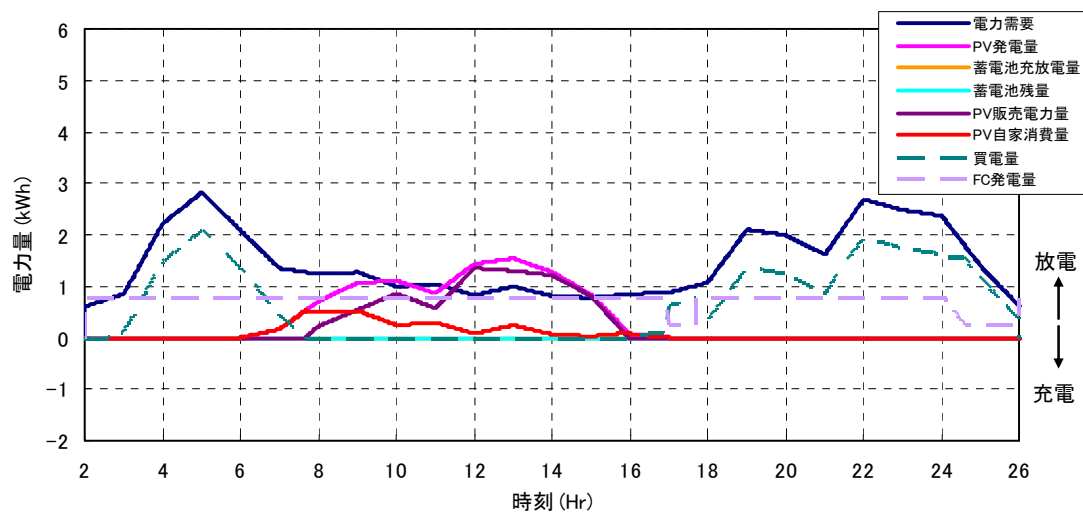


図 10-27 電力需要に対するエネルギー機器運用方法(経済性優先_機器仕様更新)

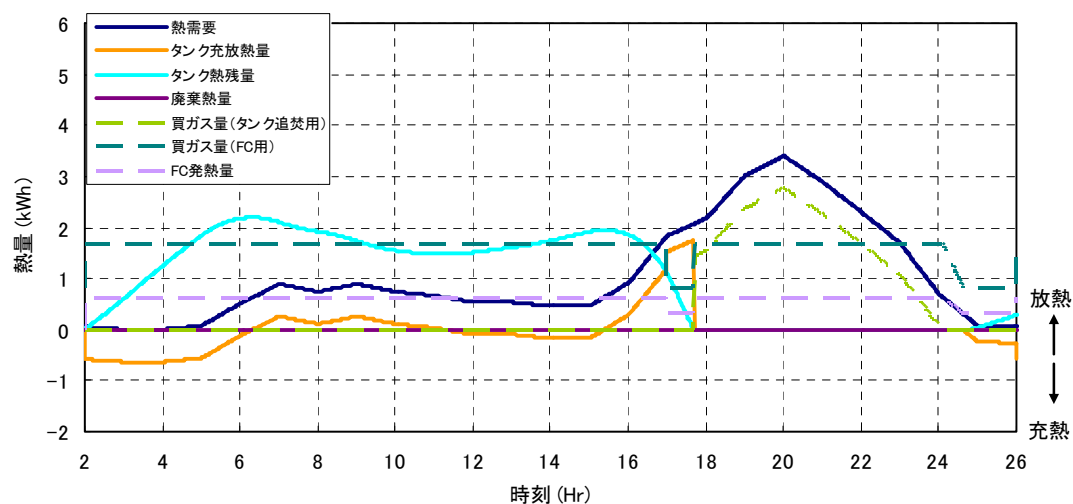


図 10-28 熱需要に対するエネルギー機器運用方法(経済性優先_機器仕様更新)

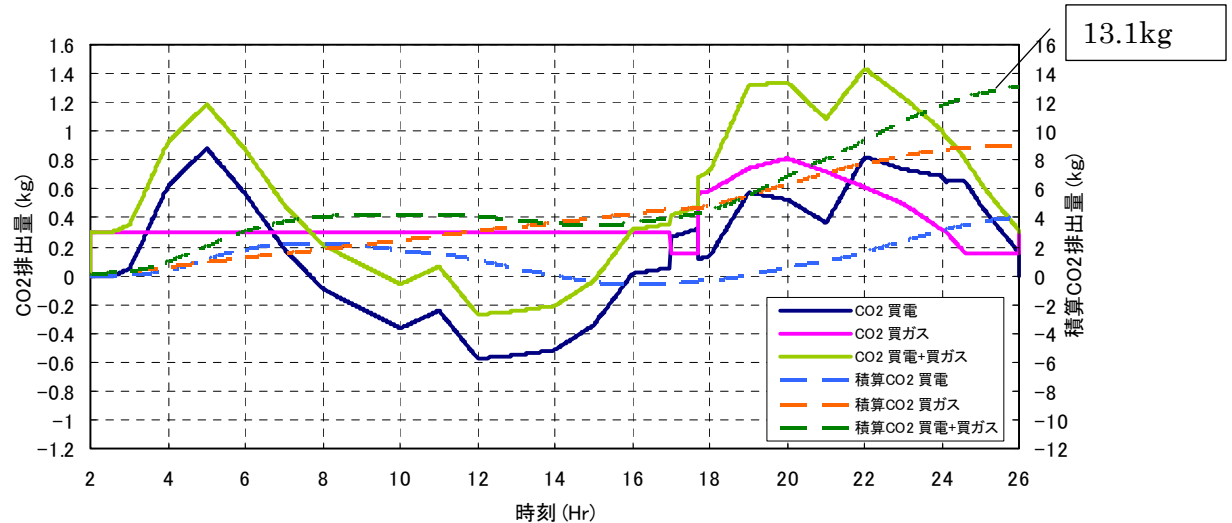


図 10-29 CO2 排出量(経済性優先_機器仕様更新)

(d) CO2 削減効果比較

大阪ガスチームとミサワホーム総研チームのそれぞれに実証実験において、電力需要と熱需要をすべて買電とガス購入で賄った場合、太陽電池による発電電力を蓄電池に蓄電し夜間に家庭内で自家消費する地産地消モード、蓄電せずに余剰分は売電する経済性優先モードの各運転モードにおける 1 日の CO2 排出量を以下にまとめて示す。なお、表の％は、買電・買ガスにおける CO2 排出量と各運転モードにおける値との比率を示す。

表 10-29 CO2 排出量の比較

				大阪ガスチーム	ミサワホーム総研チーム
従来タイプ (買電・買ガス)		Kg/日		10.6	19.7
PV のみ		Kg/日		7.4	15.8
		%		70.0	80.4
経済性優先	実証実験仕様	オフセット考慮	Kg/日	6.1	13.9
			%	57.6	70.6
		オフセット未考慮	Kg/日	9.1	16.8
			%	86.3	85.3
	機器仕様更新	オフセット考慮	Kg/日	5.2	13.1
			%	49.3	66.5
		オフセット未考慮	Kg/日	8.3	16.0
			%	78.1	81.1
地産地消	実証実験仕様	オフセット考慮	Kg/日	5.6	13.8
			%	52.9	69.9
		オフセット未考慮	Kg/日	5.6	13.8
			%	52.9	70.0
	機器仕様更新	オフセット考慮	Kg/日	5.1	13.3
			%	47.9	67.6
		オフセット未考慮	Kg/日	5.1	13.3
			%	47.9	67.6

- 2月に行われた実証実験であることから太陽電池発電電力量が少なく、電力需要の一部を太陽電池で賄った場合のCO₂排出量削減効果は、大阪ガスチームが約70%、ミサワホーム総研チームが約80%の結果となっている。大阪ガスチームの削減効果がミサワホーム総研チームに比べて大きいのは、電力需要に占める太陽電池発電電力が大きいためである。
- また、何れのケースにおいても、ミサワホーム総研チームの方の結果は、大阪ガスチームに比べてCO₂排出量削減効果が小さくなっている。これは、電力需要・熱需要がミサワホーム総研チームが大阪ガスチームに対して2倍と大きいにもかかわらず、相対的に燃料電池の容量が小さい（大阪ガスチームが0.7kW、ミサワホーム総研チームが0.75kW）ことなどが挙げられる。
- 機器仕様を現状（PEFCと鉛蓄電池）から開発が進められるSOFCとリチウムイオン蓄電池の組み合わせに変更することで、CO₂排出量は2～8%少なくなる。将来的な機器効率の向上によって、2～8%程度のCO₂排出削減効果が期待される。
- 地産池消モードでは、電力需要に対してPVの発電電力量が小さく、2つのチームともに売電量はほぼゼロである（冬季のためPV発電量が少なかった）。よって、オフセットの考慮／未考慮でCO₂排出量は同じ値となる。

(4) まとめ

住宅におけるエネルギー機器の容量とその組み合わせ、並びにこれらのエネルギー機器の運転要領の検討に用いる「省エネ効果検証シミュレーションモデル・ツール」を構築し、システムや機器仕様、及び運用条件に応じたCO₂削減量を試算した。その結果、以下の知見が得られた。

- 国内都市部（東京）の標準的な家庭から排出される一年間のCO₂量は、PV/FC/蓄電池タイプを導入することによって従来タイプ（買電・買ガス）に比べて56～79%に低減。同様に、PV/エコキュート/蓄電池タイプ導入の場合は、36～56%に低減する。
- さらに、太陽電池による発電電力の売電量をCO₂削減量として考慮（オフセット考慮）すると、PV/FC/蓄電池タイプは従来タイプの6～9%、PV/エコキュート/蓄電池タイプでは11～12%に低減する。
- 大阪ガスチーム、ミサワホーム総研チームの実証実験では、機器仕様を現状（PEFC+鉛蓄電池）からSOFC+リチウムイオン蓄電池の組み合わせに更新することで2～8%低減が見込まれる。

10.1.1.3. 導入推奨パターン、段階的な導入イメージ

(1) 家庭の省エネルギー実現手段

2050年までにCO₂排出量を1990年比50%削減するという目的を達成するためには、住宅の省エネ設計技術の活用や太陽光発電等の新エネルギーの導入、使用機器の高効率化等の施策を組み合わせる事が重要である。

家庭の省エネルギーを実現する方法として、「見える化」「設備機器の制御」「エネルギー機器の制御」「負荷設備の制御(負荷遮断)」などによるスマートハウス化が考えられるが、これらはコストが比較的にかからないものの、新エネルギーの導入等と比較すると効果は大きくない¹¹。

表 10-30 省エネルギーの手法の効果とコストの比較

スマートハウスとの関係性	エネルギーマネジメントとの関係	手法	効果	コスト	生活制限
		建物の断熱・気密性能の向上	◎	×	—
		パッシブ設計手法の導入	◎	×	—
		高効率な機器(高効率給湯機など)の導入	○	△	—
○		新エネルギーの導入(太陽光発電等)	◎	△	—
○	○	見える化(エネルギーの見える化)	△	◎	—
○	○	設備機器の制御(通風、日射遮蔽等)	○	○	—
○	○	エネルギー機器の制御(PV、蓄電池、FC等の制御)	○	△	—
○	○	負荷設備の制御(エアコン等の負荷遮断)	○	△	×

出所：ミサワホーム総研報告書をベースにMRI改定

(2) STEP1:機器効率の向上

生活水準を落とすことなくCO₂を削減するには、まず同じ効能以電力需要・熱需要を小さくする事が望ましい。つまり、家電製品・ガス機器の効率向上あるいは住宅の性能向上等により、需要自体を小さくする事がまず行われるべきであると考えられる。

¹¹ NEDOのエネルギー需要最適マネジメント事業では、HEMSの導入により、エネルギー消費量5.8%~17.9%削減が報告されている。また、あるメーカーの報告では、エネルギーを表示し省エネルギーを意識させることで5%程度、さらに省エネを意識させない自動制御機能で1~3%程度の削減が期待できるとしている。

(3) STEP2:見える化

各実証実験チームの見える化の概要を下記に示す。

表 10-31 見える化の概要

	見える化の方法	見える化の対象	モニターからの評価
大和ハウス	・iPhone、及びフォトフレームを活用した見える化 ・エコに関する情報配信	・住宅全体、部屋毎、機器毎の消費電力	・リアルタイム電力表示、エコ診断アドバイスとも「欲しい」と感じた人は8割前後
大阪ガスチーム	・PCによる見える化(ただし、単なる見える化は実施していない。制御を前提とした見える化)		
ミサワホーム総研チーム	・テレビを活用した見える化 ・子供向け画面によるカーボンオフセット情報、ポイント・ランキング表示、買換え支援、エコ授業、エコ占い等による見える化	・住宅全体、部屋毎、家電毎の消費電力量 ・太陽光発電、燃料電池の発電状況 ・給湯負荷	・テレビをユーザインタフェースとすることの受容性が高い
シャープ	・テレビを活用した見える化 ・エネルギーモニタリング(間取り図)、ECO生活への素敵なヒント(省エネアドバイス)、ECO診断、買換え提案、ECO家計簿	・住宅全体、部屋毎の消費電力量 ・太陽光発電出力、エネファーム出力	・家の間取り図を用いた見える化ユーザインタフェースは非常にわかりやすい
大京	・PCによる見える化 ・共用部の見える化、専有部の見える化(ポイントランキング、エコに関するコミュニティサイト、エコアドバイザー、エコ知恵袋)	・共用部:太陽光発電量、蓄電池の充放電量、LED照明の電気使用量 ・占有部:消費電力量、CO2排出量、電気料金の現在値、積算値、フェミニティポイント	・一般対象者においては約65%の対象者が、実証実験対象世帯ではほぼ全てのユーザが電力の見える化に関心がある。実証実験対象世帯では、実証参加後も継続して見える化を行いたい意思あり。
NTTファシリティーズ	・PCによる見える化 ・月、日、時間帯別の使用量、負荷移行状況の見える化(時間推移、累積)、ランキング表示	・家庭全体での消費電力量	・37.5%のモニターが、実証期間中、毎日消費電力量を確認していた

<見える化の効果>

- 見える化の効果は、NTT ファシリティーズの実証結果では全国平均 3.7%の使用電力量の削減、大京の実証結果では全世帯平均約 8%の使用電力量の削減、ミサワホーム総研チームの実証結果では電気は約10%以上の省エネ効果が検証された。
- 今回のスマートハウス実証においては、過去の NEDO 等での実証実験における効果と同程度の効果が検証された。

<何の見える化が効果的か>

- 一般の需要家が最も関心を寄せるのは、「CO2」ではなく「料金」。CO2 排出抑制に向けて、「料金」の見える化が最も効果的。

＜見える化の内容＞

- 見える化には、①収集・表示、②分析(評価)、③エネルギー利用方法の提案などが想定される。概要を下図に示す。

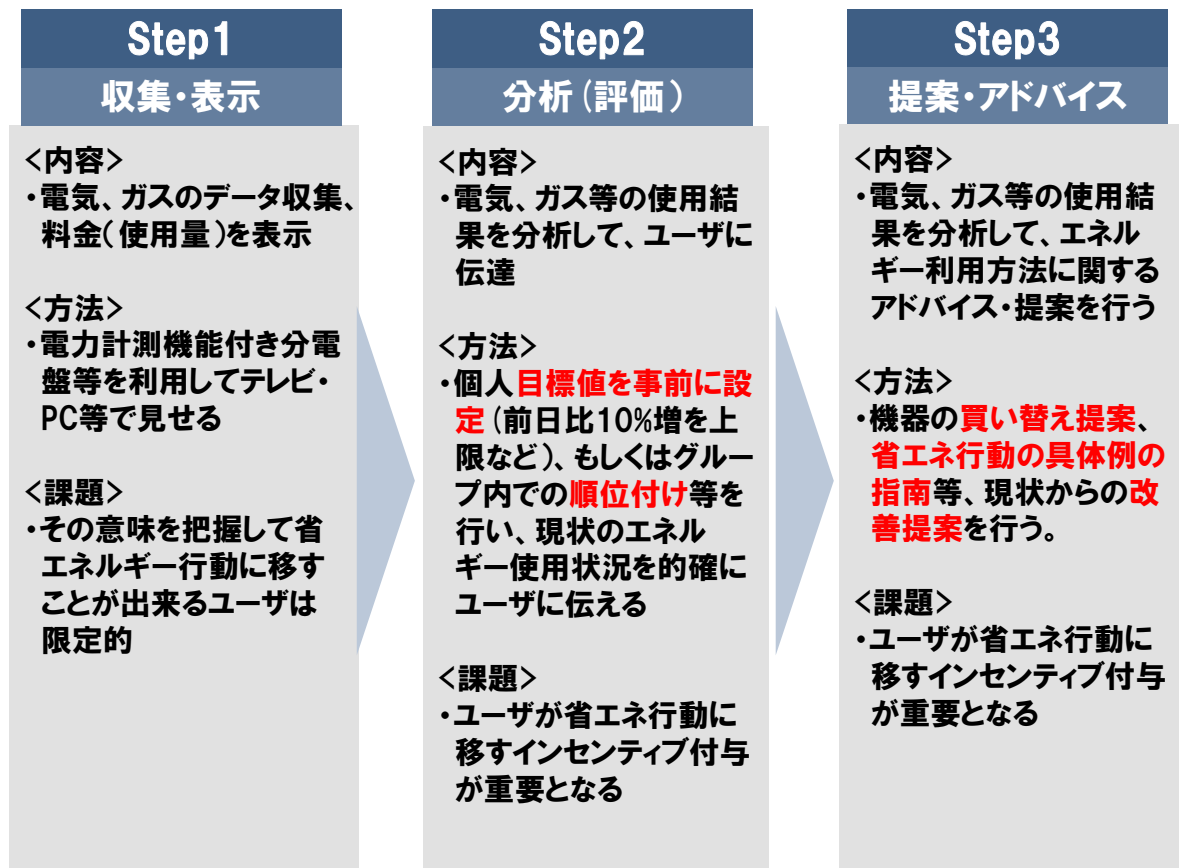


図 10-30 見える化の機能高度化フロー

- 単に宅内のエネルギー情報を「見える化」するだけではなく、データを収集・分析し、居住者の生活スタイルに合った省エネアドバイス（提案）を行い、それに基づいて需要家がエコ行動をとった結果をフィードバックするという、PDCAのサイクルを生み出すことが、省エネ行動につながる。

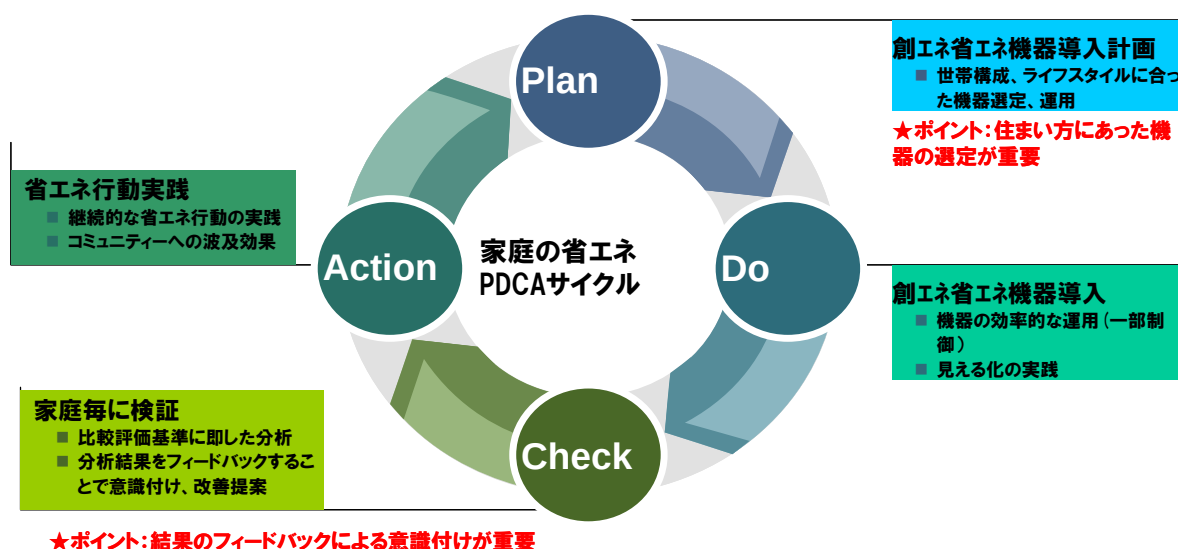


図 10-31 家庭における PDCA サイクル（機器購入を例にした場合）

<CO2 排出抑制が経済行動と直結する仕組みづくり>

- CO2 の排出抑制がお金に直結する仕組みがあると需要家は反応する。そのためにインセンティブの付与が重要となる。
- がんばった世帯がインセンティブを享受できるような設計が必要となるが、どのような設計であっても課題が残る（後述）。

<見える化の評価基準>

- エネルギーの見える化を評価する方法として、①前年同月比（もしくは先週、前日）と比較する方法、②実績に基づく予測によって目標値を設定して比較する方法、③ベンチマークを設定して比較する方法、④グループ内で順位付けをする方法などが想定される。
- ①前年同月（もしくは先週、前日）との比較は単純でわかりやすいが、家族構成の変化等に伴うエネルギー使用状況が変更になった場合には正確な評価はできない。
- ②過去実績に基づく予測によって目標値を設定して比較する場合は、家庭の状況に即した目標値設定が可能であるが、気温補正や在宅状況補正等を整備する必要がある。
- ③ベンチマークにより目標値を設定して比較する場合、グループ毎の目標値設定

が可能である。ただし、ベンチマーク作成には、家庭をグループ化し、サンプル数を確保した上で、エネルギーの使用状況のデータベースを構築する必要がある。

- ④グループ内で順位付けをする場合には、決められた基準のグループ毎に順位付けすることで、家庭の省エネ行動をコミュニティ（グループ）の中で捉え、人々の競争心などに働き掛け、コミュニティ全体の省エネを促進するという期待ができる。一方で、下位の世帯は省エネの動機付けが難しいという課題が残る。

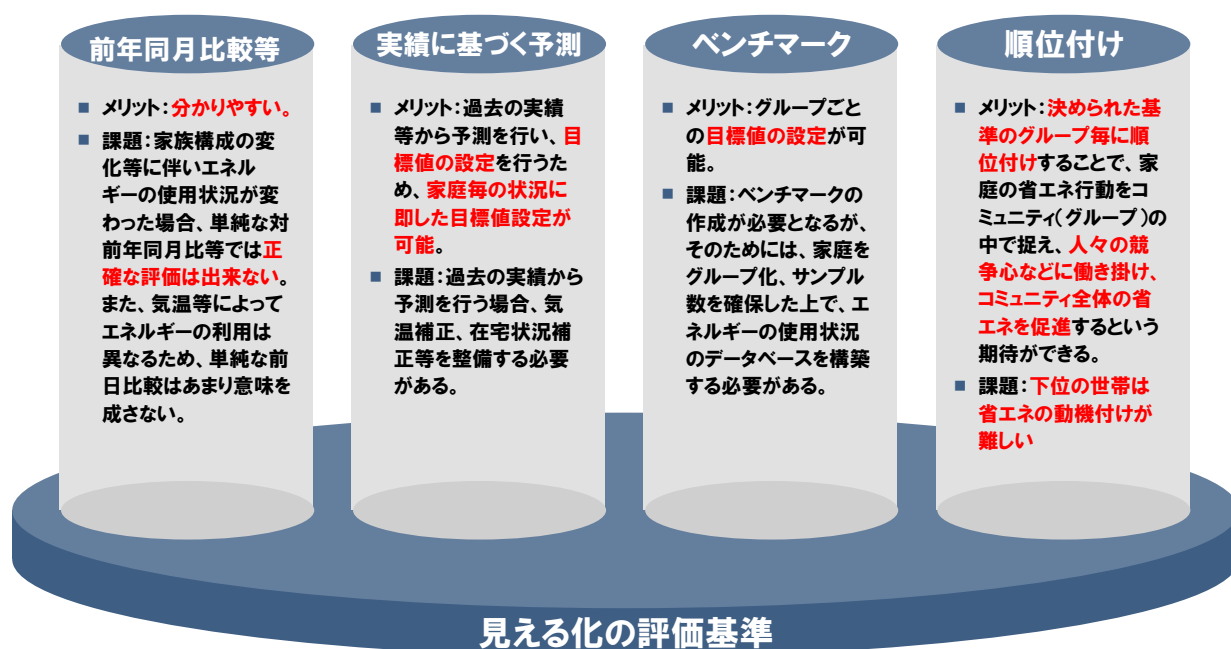


図 10-32 見える化の評価基準

表 10-32 各チームの見える化評価基準

	前年同月比較	実績に基づく予測	順位付け
大阪ガスチーム		○ 実績に基づく予測(目標値設定)を検討	
ミサワホーム総研チーム			○ 決められた基準でグループ分けし、グループにおける順位を基準にポイント付与することを検討
シャープ	○ 前日との比較	○ 実績に基づき予測	
大京	○ 前年同月との比較を基準に目標値(予測値)設定		△ 参加世帯は順位を閲覧できる(前年同月からの削減率の大きい世帯が上位になる)
NTT ファシリティーズ	△ 2010年1月(実証前)と2月(実証期間)の比較		○ 順位の上位者にポイント付与(昼間率の削減が大きい世帯が上位になる) なおグループ毎に順位付けしているのではなく、100名全体で順位付け。

<見える化評価に当たっての課題>

- 使用エネルギー削減の目標を立てたとしても以下のようなライフスタイルの変化により、目標値設定や予測が役にたたない場合がある。
 - 昨年まで共働きであった家庭が、子供が生まれた。見える化の行動は非常に大きかったにもかかわらず、目標値に達することができない場合がある。
 - 子供が受験のため、日中から勉強のために在宅し、夜遅くまでも勉強していたため、エコ行動の意識をもっているにもかかわらず、目標値に達することができない場合がある。
- 外出や旅行等で長期に家を空ける場合には、どのような評価基準であっても、結果が良くなる。長期不在がCO2排出抑制に寄与するという奇妙な結果になってしまう。

(4) STEP3:制御

各実証実験チームの制御の概要を下記に示す。

表 10-33 制御の概要

	制御手法	制御対象	制御指令場所
大和ハウス	・「もうすぐ帰宅ボタン」による、携帯電話からの遠隔操作 ・iPhoneを用いた遠隔制御	・エアコン・照明・給湯器	・ASP(遠隔制御) ・ES(携帯電話から制御) ・HS(統合リモコンから制御)
大阪ガスチーム	【エネルギー機器】 3つのエネルギーシステムの協調制御 ・通常運転 ・経済性優先運転 ・地産地消運転 【家電機器】 ユーザによる遠隔遮断(家全体の消費電力量が目標値を超える場合にアラーム発報) 【割増し要求制御】 蓄電池・・・事前に設定した出力で放電 燃料電池・・・自動的に出力増加 負荷遮断・・・ユーザに可否確認の上で遮断	【エネルギー機器】 ・太陽光発電・蓄電池・燃料電池 (協調制御) 【家電機器】 ・照明・加温器・エアコン・給湯器・コンロ ・床暖房	・HS
ミサワホーム総合研究所チーム	【エネルギー機器】(協調制御ではない) ・逆潮優先方式 ・自家消費優先方式 【家電機器】 昼間はブラインドを自動的に開き、日没後は自動的に閉じる	【エネルギー機器】 ・太陽光発電・蓄電池・燃料電池 (協調制御ではない) 【家電機器】 ・ブラインド	・ASP
シャープ	・テレビでエネルギーモニタリング画面上から個別機器を手動制御 ・あらかじめ設定されたシナリオでの制御	・エアコン・テレビ・主照明・ダウンライト ・ブラインド	・ASP
大京	【エネルギー機器】 ・共用部において、昼間に太陽光で発電した電力を蓄電池に貯め、夜間にLED照明に供給 【家電機器】 ・Web上からエアコンのON・OFFを間接的に制御(ユーザによる遠隔制御)	【共用部】 ・太陽光発電・蓄電池・共用部負荷 【専有部】 ・エアコン・照明	【共用部】 ・共用部内の制御/計測装置 【専有部】 ・ASP

<制御の内容と効果>

- 制御には、大きく分けて住まい手の生活スタイルに合わせて設備側で対応することと、住まい手の協力の2つがある。前者は①住宅設備の制御、②エネルギー機器(創エネ、蓄エネ機器)の制御、後者は③負荷制御が想定される。
- ①住宅設備の制御は、通風、日射遮蔽等の設備機器の制御のこと。ミサワホーム総研チームでの断熱ブラインドの開閉制御のように、パッシブ設計技術を活用した日射、通風の自動制御は効果が大きい(特に次世代省エネルギー基準以前の住宅では効果大)。
- ②エネルギー機器の制御は、PV、蓄電池、FC、エコキュート等の創エネ、蓄エネ機器の制御(自動制御)のこと。PVの発電にあわせて、蓄電池、FC、エコキュート等を協調制御することで、系統への影響軽減等を図る。スマートハウスに居住するユーザは、所有する太陽電池・燃料電池・蓄電池を利用しながら、自宅内の機器を賢く制御して省エネ・省CO₂を達成しようとする。課題としては、蓄電池の充放電ロス、FC部分負荷運転時は効率低下等が挙げられる。また、燃料電池・太陽電池等のエネルギー機器導入によるCO₂削減効果は非常に大きい一方で、運転モード(制御ロジック)の違いによるCO₂削減効果は小さい。

- ③負荷制御は、エアコン等の負荷遮断のこと。デマンドコントロールとしてエアコン等の負荷を遮断制御することになるが、この場合は需要家の事前承諾が必須と考えられる。需要家は負荷遮断を喚起する情報を入手した後に、自らの判断のもと、手動にて負荷を制御する。

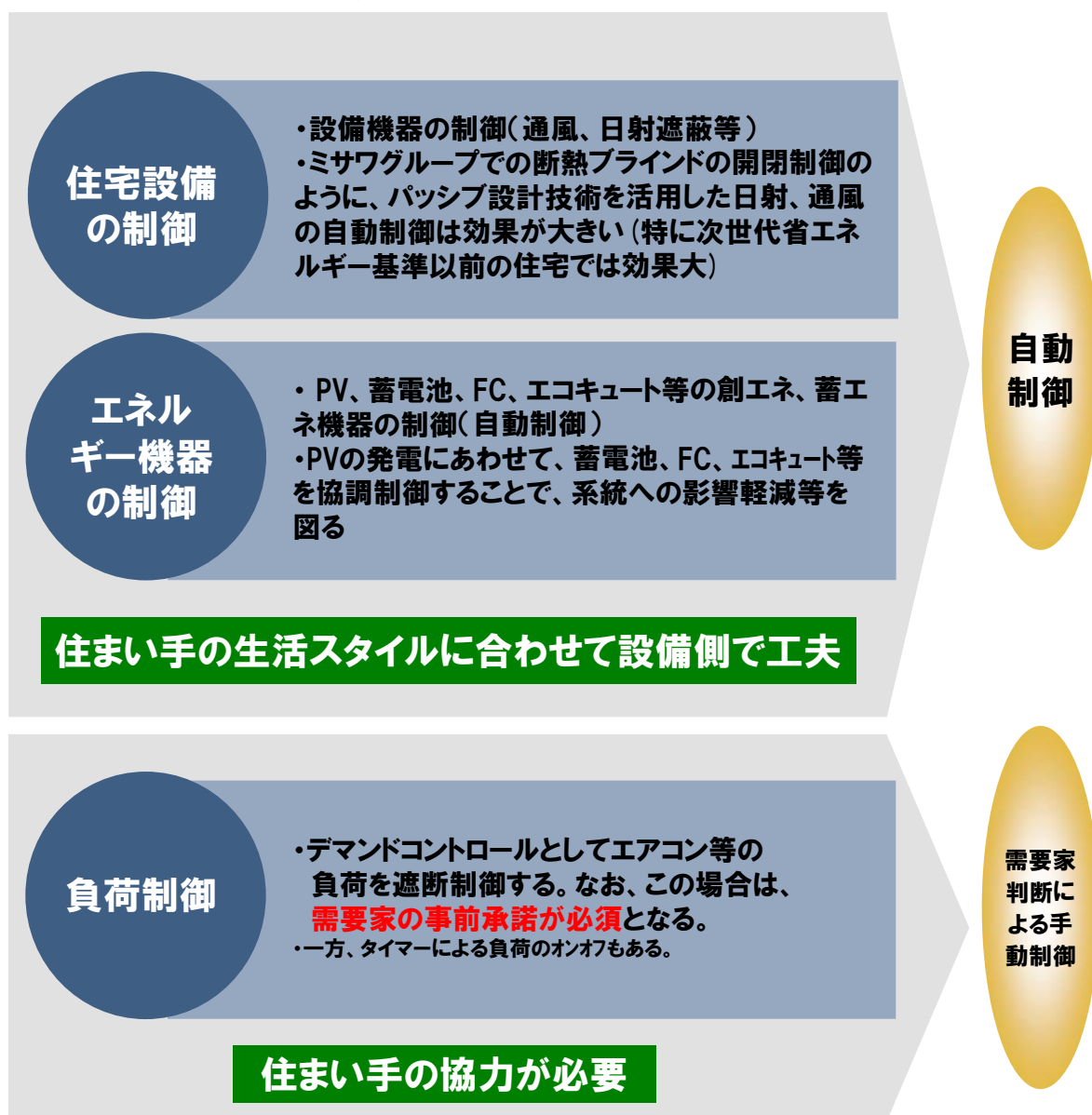


図 10-33 制御の概念整理

- なお大京とシャープの実証では、省エネを喚起して制御を遠隔で実施できる「遠隔制御」(表示系 HEMS とも言う)は、「使いすぎ情報」を省エネ喚起する点をモニタは評価しているが、操作性(スピード等)の問題もあり、需要家の利用があまり無かった。ただし、「使いすぎ情報」をアナウンスするだけでは利用者が情報を持て余すため、適切に情報に対するアドバイス(提案)が必要であること、さらに HEMS による省エネ効果を継続的に実現するためには、エネルギー情報の「見え

る化」→データの分析・提供→生活スタイルに合った省エネアドバイス（提案）→需要家の省エネ行動結果のフィードバックといった PDCA のサイクルを生み出すことが重要と考えられる。

- 一方、大阪ガスチームでは、売電割増要求サービス・省エネ喚起サービス・運転制御指南サービス等について需要家の評価は高く、ある程度の CO2 削減効果が見込まれると判断している。

<制御の受容性>

- 実際の一般家庭で制御を実施したシャープと大京では、遠隔制御（表示系 HEMS）はほとんど利用されなかった。
- 一方、モデルルームで制御を実施した大阪ガスチームでは、遠隔制御（表示系 HEMS）を受容する意見が半数を超えていた。なお、評価者は、積水ハウス総合住宅研究所に勤務している 15 名。
- 受容性の観点から、エアコン等の負荷制御ではどこかのタイミングで手動による制御が可能とすることが重要となる。

<制御に当たっての課題>

- 制御対象機器について考えると、今回の実証実験では、ホームサーバからの制御対象は負荷遮断を除けば FC・蓄電池の 2 つであった。現在市販されている家庭用燃料電池は過去の熱需要と電力需要を把握し、その値をもとに学習制御により発電運転を行っている。現在の料金体系や CO2 原単位は時間帯別の差が無いため、外部のエコサーバ・ASP サーバを介さずに、蓄電池・FC のローカル制御、あるいはそれらに HS を追加した家の中で閉じた制御で実装できる可能性がある。
- また、CO2 排出面では、中間に介在する装置のエネルギー消費量まで含めると逆に消費エネルギー量が増加してしまう可能性がある。ただし、リアルタイム料金や時間帯別 CO2 原単位等が整備される世界が登場した場合には、本実証実験の 3 階層の制御をコミュニティ単位で実施していく意義は大きいものと考えられる。

(5) 見える化・制御の課題

表 10-34 見える化・制御の課題

	見える化・制御の課題
大和ハウス	・ 今後はインターネットでも提供可能なバーチャル世界に閉じたサービスではなくリアルな空間や設備と融合したサービスを開発していくことが重要 ・ サービスに必要なソフトウェアの価格については、300 円までという意見が 7 割程度であり、一般的な携帯アプリの価格設定が一つの規準になる
大阪ガスチーム	・ 環境負荷削減効果は、設置したエネルギー機器（太陽電池、燃料電池、蓄電池）自体によるものが大きい。ただし、エネルギーシステムの低コスト化が必要 ・ サービスプロバイダから与える高度な運転計画アルゴリズムによって実現できたものと考え

	え得る効果部分は、燃料電池の出力制御および蓄電池の充放電制御および負荷遮断の部分であるが、これらの制御の違いによる CO2 削減効果は限定的 ・ システムトータルでは 3 階層のシステム構成を採用することで、中間に介在する装置のエネルギー消費量まで含めると逆に消費エネルギー量が増加してしまう可能性がある ・ CO2 削減量の計量方法の検討が必要(PV 余剰電力のカウントの仕方)
ミサワホーム総合研究所チーム	・ 窓サッシや天窓や換気扇を組み合わせた、自然な空気を取り入れた空気循環自動制御の実現 ・ ユーザ視点での家屋、部屋、機器のデータ構成(データのグループ化)の検討 ・ ユーザインターフェースとしてのテレビのブラウザの強化 ・ ホームコントローラのコスト低減 ・ 省エネ行動を持続するような継続的なインセンティブが必要
シャープ	・ 最も頻繁に使われたのが我が家のエネルギーモニタリング画面(間取り図での見える化) ・ 本実験システムは、仕様の問題で、機器の設定を変えたり電源を OFF にしたりしても表示に反映されるまでタイムラグが生じたため、被験者は正しい情報が表示されないという印象を持ってしまい、だんだん情報を見なくなった。 ・ 家族が一部屋に集まってテレビや食事を楽しむ生活スタイルを実践することは、消費電力削減に大きな効果を持つ
大京	・ モニタリングのみでは、利用者が情報を持て余すこととなり、適切に情報に対するアドバイスが必要。 ・ 今回の実証では、実証に参加した 11 世帯以外に、省エネ情報提供やアドバイス等を実施する応援団として 2 千人程度のコミュニティーサイトを開発した。 ・ 利用者にとっては電力使用量のような数値のデータでは実感がしにくく、電気料金など金額ベースの表示が必要 ・ 実証実験参加者の 90%が専有部の見える化に関心を持っているのに対して、共用部への関心は 50%を以下
NTT-F	・ 家族人数が多いほど効率的な電力利用が難しくなる ・ 需要家行動を効果的に促進には、金銭的なインセンティブが最も有効である。 ・ ランキング上位 20 名のみ報酬金を与えるというインセンティブの与え方では、半数近くのモニターがピークシフトを行うことができず、逆に昼間の使用電力量が増えてしまうモニターも存在

(6) 継続的な省エネ行動の実現に向けて

- 見える化は省エネに向けて一つの手段であることが確認された。ただし、エネルギー情報の見える化は、利用し始めた頃は効果が大きいですが、経年的に効果が薄れ、継続的な効果には疑問が残っている。したがって、効果を継続させるためには、「見える化」→「分析・伝達」→「省エネ行動の提案」→「結果フィードバック」といった PDCA のサイクルを創出する必要がある。併せて、継続的な省エネ行動の実

現のためには、制御の自動化が有効と考えられる。この場合、制御の自動化の対象となるのは、住宅設備の制御、エネルギー機器の制御と考えられる。

- なお、エアコン等の負荷制御は、需要家の事前承諾が必須と考えられる。需要家は負荷遮断を喚起する情報を入手した後に、自らの判断のもと、手動にて負荷を制御することが出来る。(受容性の観点から、エアコン等の負荷制御は全工程を自動制御することは不可能。必ず需要家の手動による制御を可能とすること)

(7) 制御を利用した将来的な可能性

- 将来的に、スマートコミュニティの普及により、エネルギーの需給安定化に需要家が参加する社会が形成されていることが想定される。その社会ではスマートコミュニティ内で需給バランスさせるという前提となっており、次のような制御が実現している可能性がある。

- エネルギーサービスプロバイダは、過去実績、気象予測等から需給バランス等を予想し、事前登録した需要家に対して、制御要求を出す。

例えば、

「EVステーションでの充電が急に増えたので、
13時～15時の2時間、1kWh/hの逆潮流」を要求

- 事前登録済みの需要家は、その要求を確認し、(a)「対応可能」、もしくは(b)「対応は不可能」を判断する。
- 「対応可能」と判断した場合には、ホームサーバを通じて、該当する需要家の創エネ・蓄エネ機器が自動制御される。(PV、FC、蓄電池、EV等を一体制御による安定出力を維持)
- その結果、2時間一定の電力量が逆潮流し、コミュニティ内のエネルギー需給が保たれる。なお、事前登録&需給安定に寄与した需要家はインセンティブ(料金割引等)が与えられる。

10.1.2. アーキテクチャの適正性評価

本実証実験を通じて、宅内機器との通信手段および通信処理速度については、一部、技術的な改善が期待されるものの、多種多様な宅内機器を接続し、ホームサーバにて一元的に計測、制御等を行う機能を、ECHONET 等の標準規格を採用することにより、比較的容易に実現できることが示された。また、ホームサーバと宅外のエコサーバやサービスプロバイダサーバとの連携についても、様々のシナリオを用いて共通仕様の検討を行い、実際の実証実験のケースとも照合を行うことで、データ項目等では概ね共通性が確認されたことから、この仕組みにより、宅内機器とホームサーバ、エコサーバ、サービスプロバイダサーバの3階層構成で、拡張性の高いシステムを構築できることが明らかとなった。

スマートハウスにおけるシステム・アーキテクチャについて、実証を通じて適正性の評価を行った結果を表 10-30 に整理した。

表 10-35 システム・アーキテクチャに係る実証実施概要および適正性評価結果概要

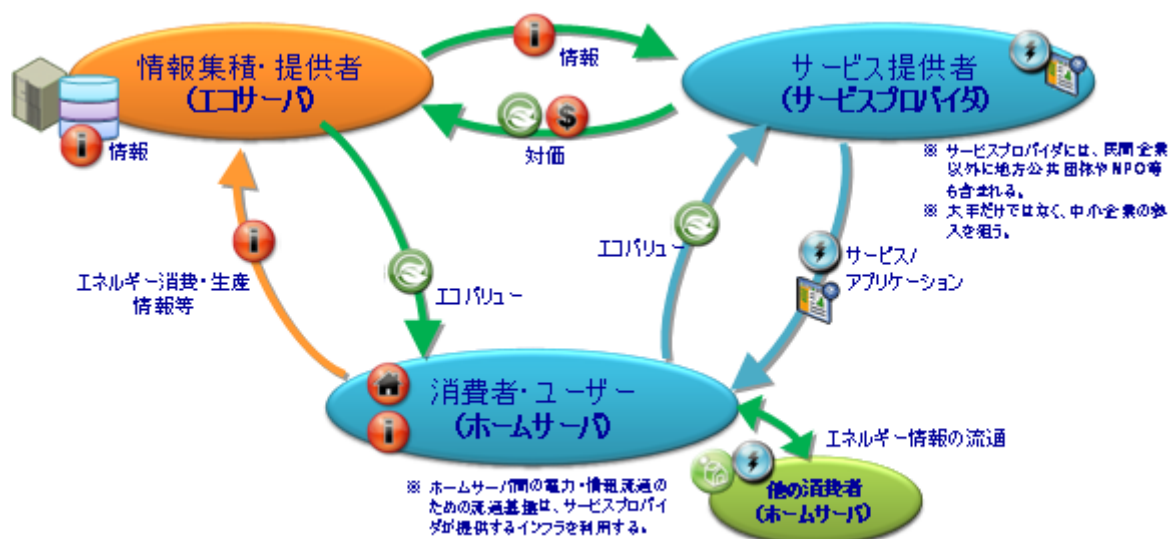
評価対象	実証実施概要および適正性評価結果概要
(1)アーキテクチャ	・ホームサーバ（以下 HS）・エコサーバ（以下 ES）・サービスプロバイダ（以下 SP）の三位一体モデルによるサンプル実装を行った。
(2)共通仕様	・各チームのユースケースや実装 I/F を抽象化したレベルで共通 I/F、共通データ項目を策定した。 ・それに基づきサンプル実装を行い、「データ交換」についての連携を確認した。
(3)ホームサーバ	・機能要件に関しては、一定の共通認識が得られた。 ・OSGi 等に基づき、共通 API、フレームワークを実装した。 ・性能要件に関しては、制御およびその結果表示において、処理速度が不十分との指摘もあり。 ・ハードウェア実装形態はセットボックス型が多数であったが、実用化に際しては組込型等の検討も必要。
(4)エコサーバ	・エコサーバ上での統合 API の動作確認を行った。 ・エコサーバの必要性等の評価に関しては、今後の地域実証等を通じた確認が必要。 ・アプリケーション登録、配布や、セキュリティサービスの検証は未実施。
(5)ホームネットワーク	・住宅内のエネルギー創蓄・消費機器、集宅設備等の様々の通信規格の機器をホームサーバに接続し、通信・制御できることを確認した。 ・各通信媒体とも一長一短あり、当面は複数の通信媒体および通信規格との接続確保が必要。

(6)住宅内機器 (エネルギー創 蓄・消費機器、住宅 設備等)	• 住宅内機器（エネルギー創蓄・消費機器、住宅設備等）の設置、設定等に係る知見の蓄積が必要。 • 住宅内機器間の協調制御や遠隔制御についても、さらなる検証、知見の蓄積が必要。
--	--

10.1.2.1. アーキテクチャ

スマートハウスプロジェクトでは、これまでの機器とサービス事業者の閉ざされた関係から、開かれた参加型の関係に発展させてエネルギー最適化を実現することを目指している。

本プロジェクトでは、スマートハウスは、消費者・ユーザに対して事業者がサービスを提供する一対一の従来型 POU（Point Of Use）の枠組みではなく、消費者・ユーザ（ホームサーバ）とサービス提供者（サービスプロバイダ）の間に情報収集・蓄積の役割を担う情報集積・提供者（エコサーバ）を介在させることで多様なビジネスモデルの展開が容易となる「三位一体」の枠組みとすることを想定している。

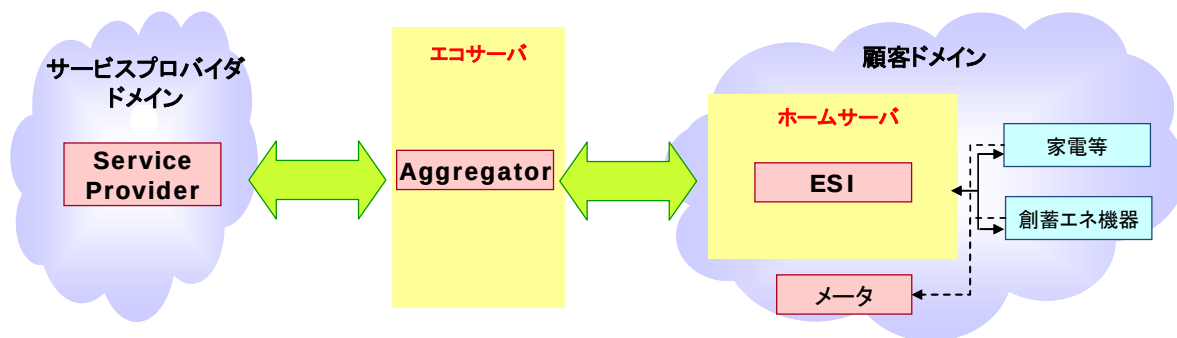


出所：ECOM 資料

図 10-34 エネルギー最適化を実現するエコシステムの構造

この枠組みの構築・運営を通じて、国内外において個別に取り組まれてきたエネルギーマネジメントの標準化をグローバルに展開し、日本発の新たなエネルギーマネジメントのベストプラクティスを提案していくことが期待されている。

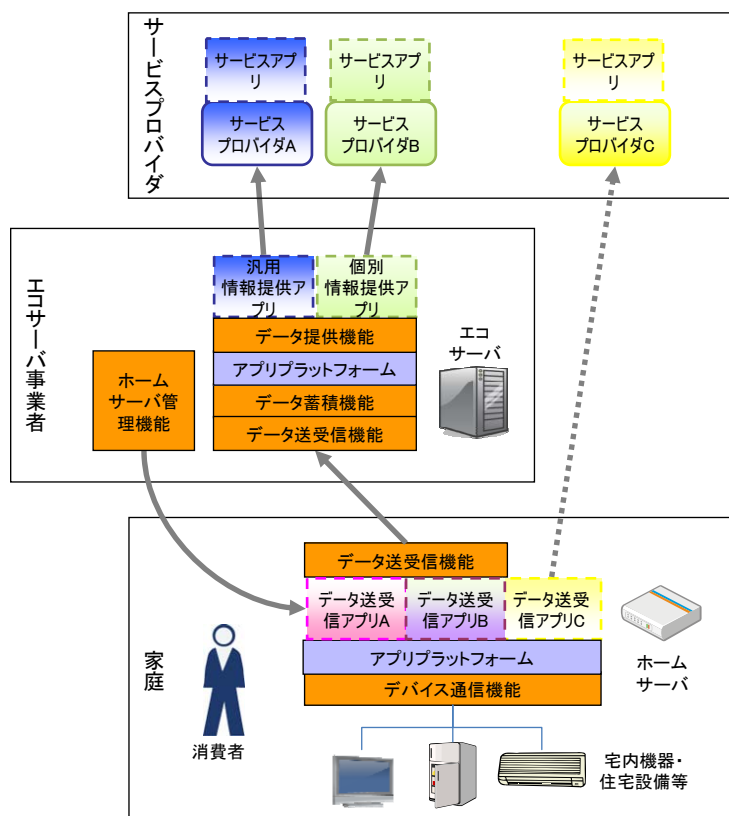
なお、先行的にスマートグリッドへの取組を積極的に進めている米国の国立標準技術研究所（National Institute of Standards and Technology, 以下 NIST）より 2010 年 1 月に公表された「NIST スマートグリッドの相互運用性に関する規格のフレームワーク及びロードマップ（第 1 版）」（NIST Framework and Roadmap for Smart Grid Interoperability Standards）において提示されたスマートグリッドの全体フレームワークにおいても、本枠組と同様の構成が採用されている。



出所：IBM 報告書

図 10-35 NIST フレームワークにおけるスマートハウスの機器構成

テーマ 3（共通システム開発事業）では、図 10-34 に示すような、家庭（ホームサーバ）からの情報収集・蓄積、サービスプロバイダへの情報提供、ホームサーバの管理といった、家庭（ホームサーバ）とサービスプロバイダの間のデータ交換をエコサーバが中継、集約するモデルをベースとする仕様検討を行った。



出所：IBM 報告書

図 10-36 スマートハウスにおける三位一体のアーキテクチャ

本構成における各サーバの主な役割を以下に示す。

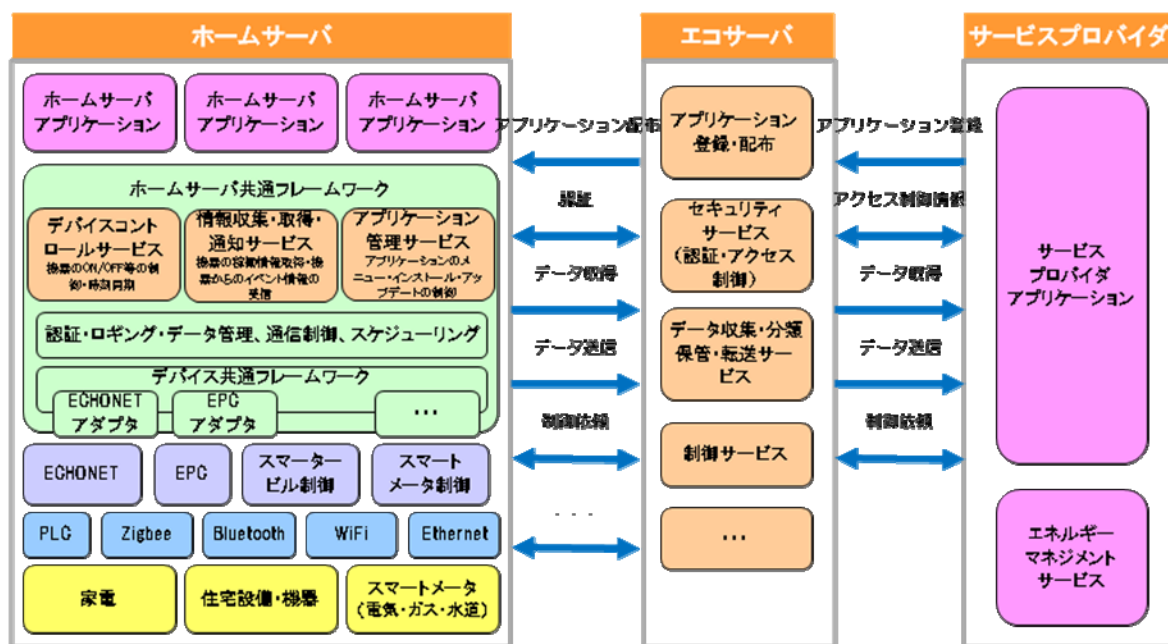
表 10-36 スマートハウス構成機器の主な役割

構成機器	主な役割
ホームサーバ	• PV、FC、蓄電池、家電機器、住宅機器、センサー等の宅内機器をネットワークで接続し、それらの機器からの情報収集や機器に対する制御操作を行うとともに、上位に位置するエコサーバと情報連携を担う。 • 需要家1軒に1台（戸建ての場合は1軒ごと、集合住宅の場合は、1住戸ごと）の配置が想定される。
エコサーバ	• 情報集積・提供機能：標準的なインタフェースによってホームサーバから家庭内のデータを収集・蓄積し、サービスプロバイダからの要求に応じてデータを提供するとともに、サービスプロバイダから家庭内の家電や住宅設備、エネルギー機器等に対する制御指示を、ホームサーバに中継する役割を担う。 • ホームサーバ管理機能：ホームサーバ自体の管理や、ホームサーバに搭載されるアプリケーションを管理する役割を担う。 • 複数のホームサーバに対して1台の配置が想定される。
サービスプロバイダサーバ	• エコサーバを介して受け取ったデータを利用し、消費者に対して価値あるサービスを提供する役割を担う。

出所：大阪ガス、IBM 作成報告書を基に作成。

本構成における各ステークホルダーが、上記の役割分担や責任範囲等について共通認識を持つとともに、相互に交換されるデータの集積・提供に必要なシステム仕様の標準化を行うことが、スマートハウスをより柔軟性、拡張性の高い仕組みとし、スマートハウスのアーキテクチャとして求められる要件を満たす上で大きく貢献すると期待される。

以下は、本構成におけるシステムの基本構成図のイメージである。



出所：スマートハウス実証プロジェクト仕様書

図 10-37 スマートハウスのアーキテクチャにおけるシステム基本構成図

なお、現状では家庭内の既存機器を含め、メーカーや製品毎に様々の規格が存在しており、本実証実験においてもこれらの多様な規格に対応したシステム構築が行われたが、ホームサーバ基盤を構築する上では、これらの異なる規格を統一化するのではなく、ホームサーバとしての枠組みを定義してデータ項目を吸収する層や通信を吸収する層を実装することで対象の異なる規格や標準を取り込むことを可能にすることが有効であると考えられる。

テーマ2（エネルギーマネジメントシステム及び新サービス実証事業）では、上記の3階層構造（ホームサーバ、エコサーバ、サービスプロバイダ）のアーキテクチャについて、制御サービスを行うための機能分担配置した実システムを通じてその妥当性を確認した。具体的にはエコサーバが介在することを考慮して、制御目標となる最適運転計画処理をサービスプロバイダに設置し、制御目標値をエコサーバで管理、ホームサーバから制御目標値を取得する形とすることで、分散設置されかつ通信回線を介する3階層の構造を考慮した制御サービスの機能実現を行った。

また、ホームサーバを介して ECHONET 規格等に準拠したホームネットワークシステムを構築して実際に家庭内の機器を制御することも実現した。この際、現行の ECHONET 規格にはない燃料電池や蓄電池などの設備についても暫定的な規定を作って比較的容易に対応できることが確認できた。将来、新たな機器の登場により通信規格に定義の無い設備が発生しても ECHONET 通信規格を応用し柔軟に拡張可能である可能性が示された。

表 10-37 各テーマにおける実装状況

テーマ	ホームサーバの実装における特徴			エコサーバ の実装における特 徴	SP サーバ の実装にお ける特徴
	ハード形 態	基本ソフト	備考		
テーマ 2-1 (大和ハウス)	コントローラ・ ボックス	Linux JavaVM OSGi を利 用	【実装機能】アプリ 実行、アプリ配信、追 加、バージョン管理等 【機能要件整理】デ バイス通信機能、デバ イス制御機能、統合機 能、外部通信機能	管理系 ES (HS と 1:1) OSGi で実装 情報系 ES (管理系 ES と 1:n)	
テーマ 2-2 (大阪ガス、他)	PC (実 験時) ※実用 時は組 込系 32 ビットマイ コン	Windows	【計測制御用 HS】 リアルタイム処理が第一。 ①機器からの稼働 情報収集、②機器へ の制御操作 【表示用 HS】需要 家への情報提供	• HS 収集データの 管理 • 需要家設備の仕 様情報の管理 • ASP からの最適 計画、制御目標値 を管理 等	本実証ではエ ネルギーサービ ス事業者とし て構築
テーマ 2-3 (ミサワホーム 総研、他)	コントローラ・ ボックス	Linux JavaVM		WebAPI を ASP に 公開	• 気象情報配 信サーバ (ウェ ブニュース) • 省エネコンサル サーバ (ヒコエイト)
テーマ 2-4 (シャープ)	PC	WindowsXP Java	IR 送信器のうち 1 台を HS、ES として 実装		今回は宅内 で実装
テーマ 2-5 (大京)	HGW コントローラ・ ボックス		フェミニティ	ファミリーネットシ ャパン (全戸一括加入型 インターネットサー ビス) に て設置	フェミニティ倶 楽部
テーマ 2-7 (NTTファ シリティーズ)	自動検 針サーバ		集合住宅個別需要 家毎	NTTファシリティーズ 商用サービス Renomi (エネルギー使用量の見える化 モニタリングサービス) をベースに開発	

表 10-38 各テーマにおける制御の実装方法

テーマ	制御内容	制御アプリケーションの実行場所				ユーザインタフェース
		ASP	ES	HS	備考	
テーマ 2-1 (大和ハウス)	個別機器のECHONETに基づく制御 統合リモコンによる一括制御	●	●	●	ASP:遠隔制御 ES:携帯電話から制御 HS:統合リモコンから制御	住宅 API を使って任意 ・ iPhone ・ TV ・ フォトフレーム ・ 携帯電話 ・ PC 上でのタッチ式
テーマ 2-2 (大阪ガス、他)	FC、PV、蓄電池の制御 電気機器、ガス機器の制御、負荷遮断等	●		(●)	ASP→ES→HSに計画情報を送信、HS から制御指令	・ PC ・ デジタル TV ・ ドアフォン
テーマ 2-3 (ミサホーム総研、他)	断熱ブラインドの自動開閉	○ (実運用時)		●	実運用時は ASP	デジタル TV ・ スーパーインポーズ ・ Web ブラウザ機能
テーマ 2-4 (シャープ)	TV からの家電、照明、ブラインドの個別制御 同上 一括制御	●				デジタル TV ・ 専用 GUI ・ Web ブラウザ
テーマ 2-5 (大京)	エアコン、照明の個別制御 (フェミニティ)	●			(フェミニティ倶楽部)	PC 携帯電話
テーマ 2-7 (NTTファシリティーズ)	無し				—	PC 携帯電話

10.1.2.2. 共通仕様

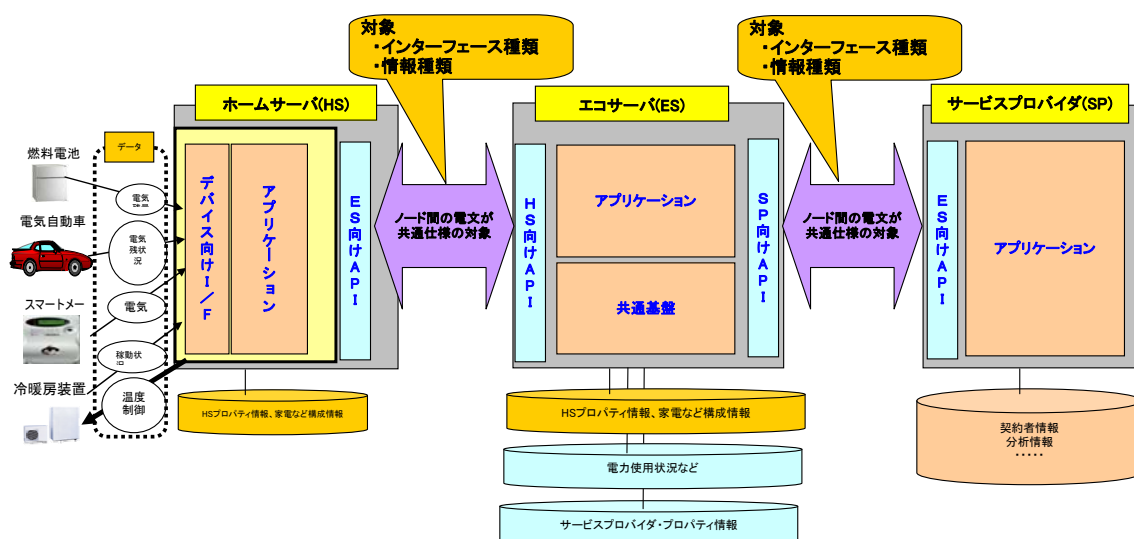
共通仕様は、ホームサーバ、エコサーバ、サービスプロバイダ間の基本的なインタフェース（データ送受信や機器制御など）について、インタフェースの種類・用途や、取り扱う扱うデータの種類及び意味について、論理レベルを定義し、そのインタフェースを介して通信されるデータや制御コマンドの種類を定義するものである。

本実証実験では、スマートハウス構想を実現するために必要な中心的な機能として、以下を対象範囲として、ホームサーバ、エコサーバ、サービスプロバイダサーバ間のメッセージ

交換におけるインターフェース種類、情報種類について、共通仕様の検討を行った。

表 10-39 本事業における共通仕様の対象範囲

ステークホルダ	対象機器	対象業務	今回、対象外とした業務
消費者	ホームサーバ	・「通常利用」時のみ	・契約や課金等
エコサーバ事業者	エコサーバ	・「サービス実施」 ・サポートのうち「アプリ 配付」のみ	・契約や課金等
サービスプロバイダ	サービスプロバイダ サーバ	・「サービス実施」のみ	・契約や課金等
システム運用者	・ホームサーバ ・エコサーバ ・サービスプロバイ ダサーバ	(なし)	・全ての業務



出所：日本 IBM 報告書

図 10-38 本事業における共通仕様の対象範囲

具体的には、テーマ 3-3 において、表 10-40 に示す共通仕様を作成した。

<実証の成果>

- ・各チームのユースケースや実装 I/F を抽象化したレベルで共通 I/F、共通データ項目を策定した。
- ・それに基づきサンプル実装を行い、「データ交換」についての連携を確認した。

＜今後の課題＞

- ・ 共通仕様（データ書式、ファイル形式等）の詳細化、対象範囲の拡張。
- ・ 共通仕様の実装、および、それを用いたサービス等の検証。

表 10-40 テーマ 3-3 において作成した共通仕様の一覧

作成した仕様	概要
インタフェース仕様策定範囲	ホームサーバ・エコサーバ・サービスプロバイダ間で送受信する電文のインタフェースを対象とした。
利用シーン	テーマ 3（テーマ 3-1（大和ハウス）およびテーマ 3-2（大阪ガス、他））における代表的なシナリオを利用シーンとして想定した。
インタフェース種類	上記の利用シーンを基にインタフェース種類を定義した。ホームサーバ・エコサーバ・サービスプロバイダ間のインタフェースで送受信されるメッセージの種類には、“データ型メッセージ”と“コマンド型メッセージ”に分類した。また、各メッセージを送受信方式により“同期型”と“非同期型”に分類した。 これら 8 種類のデータ型メッセージおよび 4 種類のコマンド型メッセージについて、インタフェース共通仕様を定義した。
情報種類	テーマ 3 において想定されるデータ項目から、データ型メッセージ及びコマンド型メッセージのインタフェースを流れる情報種類を抽出した。

出所：IBM 報告書

なお、策定した共通仕様の妥当性を確認するために、テーマ 3 の利用シーンをもとにインタフェース種類の抽出を行い、定義した 12 種類すべてのインタフェース仕様について、テーマ 2 事業者の想定する利用シーンを満足するものであることを確認した。

(1) インタフェース種類

テーマ 2 で想定した利用シーンは、概ね表 10-41 に示す制御タイプに分類することができ、今後はこの分類を基にユースケースを定義し、より詳細な共通仕様の定義を検討するとよいと考えられる。さらに、これらのユースケースを使用し、ホームサーバ・エコサーバ・サービスプロバイダサーバの三位一体の共通アーキテクチャを策定できると考えられる。

表 10-41 インタフェースの制御タイプ

制御主体	主な機能	機能の概要	実証実験における用途例
ホームサーバ 主導で情報を 発信するタイ プ	見える化	家庭におけるエネルギー使用量や発電システムの発電量の履歴を可視化しユーザに見せる（提供）するタイプ。 多くの場合、予めデータの送信周期が決められている。	電力・ガス・水道使用量の見える化 太陽光発電システムの発電電力
	状況確認	家庭に設置したデバイスの状況を確認し、サービス事業者若しくはユーザに知らせるタイプ。 多くの場合、サービス事業者若しくはユーザからの要求により実施され、その結果に基づきデバイスのスイッチ ON/OFF といった制御命令につながる。	玄関施錠状況確認 エアコン運転状況確認
	イベント通知	家庭に設置したデバイスに異常が発生、若しくはデバイスが異常を感知した場合、サービス事業者若しくはユーザに知らせるタイプ。	異常値検知 デバイスの故障発生 防犯センサ起動（不審者の侵入など）
サービスプロ バイダ主導で、 情報の配信・収 集するタイプ	情報配信	サービス事業者が作成した情報をユーザが受動的に受け取るタイプ。	エコアイデア情報配信（サービス事業者からユーザへの定期配信）
	情報取得	サービス事業者が提供している情報をユーザが能動的に取得するタイプ。	ECO お知らせ情報配信（複数のサービス事業者が配信している情報をユーザが必要に応じ取得） 売電価格情報取得
デバイス制御 するタイプ	コマンド型デバイス制御	デバイスを起動/停止し、デバイスの設定を変更させるタイプ。 即時（若しくは決められた時間経過後）に結果を求める場合に使用されることが多いため、幾つかのテーマ 2 事業者では「状況確認」タイプと組み合わせたサービスを実施している。	エアコンや照明の ON/OFF 玄関施錠
	データ型デバイス制御	将来のデバイスの動きを設定するタイプ。	蓄電池運転スケジュール制御

（注）上記タイプに当てはまらない利用シーンも存在する。

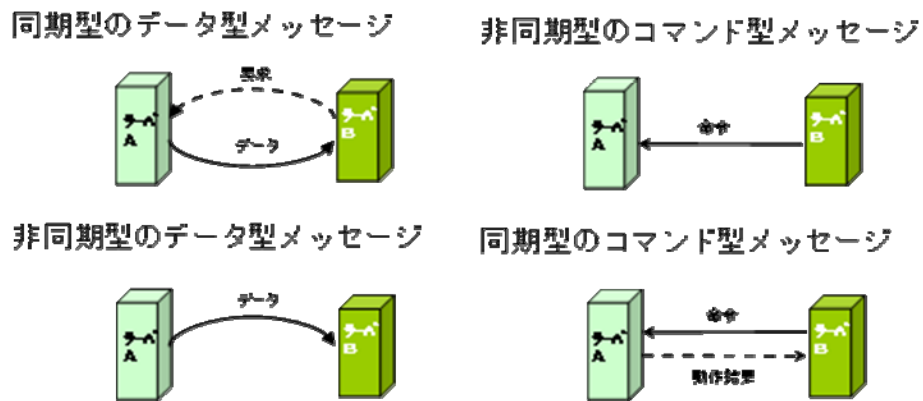
出所：IBM 報告書

また、デバイス制御に係るメッセージタイプには、表 10-42 に示すとおり、コマンド型とデータ型のメッセージがあり、各々の制御タイプに同期型と非同期型が想定される。

表 10-42 デバイス制御に係るメッセージタイプ

メッセージタイプ	制御主体	制御方法	制御タイプ	用途
コマンド型メッセージ	ホームサーバ	インタフェースで送られたデータを、ホームサーバのアプリケーションが想定するシナリオに基づいてデバイスを制御する。	同期型	「コマンド」が実行された結果（意図したステータスになったかどうか）を返すもの。主に即時実行が想定され、コマンド実行後の結果が即座に分かることを想定している。
			非同期型	コマンド送信のトリガー情報及び送信コマンドの実行結果を返すもの。コマンド実行時間に一定時間以上を要する場合にも非同期型を適用することが想定される。
データ型メッセージ	サービスプロバイダ	サービスプロバイダが、想定するシナリオに基づいてデバイス制御用のコマンド型メッセージを逐次送信する。		

出所：IBM 報告書



出所：日本 IBM 報告書

図 10-39 メッセージのパターン

これらのインタフェース制御タイプとメッセージタイプをテーマ 3 の利用シーンを基に整理し、ホームサーバ（HS）、エコサーバ（ES）及びサービスプロバイダ（SP）間あるいはホームサーバ上のコンポーネント間のインタフェースとして表 10-43 に示す 12 種類のインタフェースを定義した。これらについて、テーマ 2 の各実証において、表 10-43 に示すとおり、整合を確認した。

表 10-43 インタフェース種類

	パターン	送信元	相手	ID	パターン	事業者								透過仕様
						大気ガス	大気リボス	配管ガス	配管ガス	大気	シャープ	照明	透過仕様	
データ収集	非同期型	HS	ES	IF-1-1		0	0		0	0	0	0	0	0
		ES	SP	IF-1-2			0	0	0	0 ⁵	0	0	0	0
		ES	HS	IF-1-3			0							0
		SP	ES	IF-1-4		0	0		0					0
	同期型	HS	ES	IF-1-5		0			0		0			0
		ES	SP	IF-1-6							0			0 ⁵
		ES	HS	IF-1-7		0	0	0		0	0	0	0	0
		SP	ES	IF-1-8		0	0		0	0 ⁶	0	0	0	0
機器制御	非同期型	SP	ES	IF-2-1			0				0			0
		ES	HS	IF-2-2			0							0
	同期型	SP	ES	IF-2-3		0	0			0 ⁶	0	0	0	0
		ES	HS	IF-2-4		0	0			0	0	0	0	0

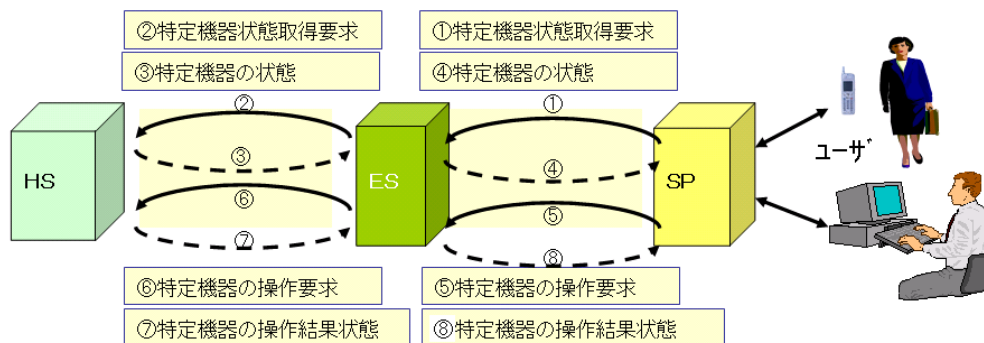
(注)制御計画データの配信は、コマンド型に分類する。

出所：日本 IBM 報告書

なお、実際の「機器制御」においては、インタフェースの各パターンを組み合わせた一連の処理として実行される。

<参考>テーマ 2-2（大阪ガス、他）での実証における機器制御フローの例

テーマ 2-2（大阪ガス、他）では、以下の機器制御フローにより、蓄電池、FC、AC、照明、加湿器、床暖房、風呂（湯沸かし）、ガスコンロ（消火）の遠隔制御を実際に行った。



遠隔操作サービスの実行手順（①→⑧の順に実行する）

- ① ユーザの携帯電話やPCからの特定機器の状態取得要求をASPからESIに行く。
- ② ASPからの要求に応じてESからHSに状態取得要求を行う
- ③ ESから指定されて機器の状態をHSからESIに通知する
- ④ ESIに通知された特定機器の状態をASPIに通知する
- ⑤ ユーザの携帯電話やPCからの特定機器の操作要求をASPからESIに行く。
- ⑥ ASPからの要求に応じてESからHSに操作要求を行う
- ⑦ ESから指定されて機器の操作結果の状態をHSからESIに通知する
- ⑧ ESIに通知された特定機器の状態をASPIに通知する

出所：大阪ガス、積水ハウス、三菱電機報告書

図 10-40 機器制御フロー例

(2) 情報種類

a) データ形式

テーマ2におけるデータ仕様は、XML及びCSVと2通りのデータ形式に分類された。データ形式については、標準化する必要があるが、データ冗長性の観点から、XMLで統一していくことが望ましいと考えられるが、一方で、スマートハウスにおいては、非常に大量のデータ送受信が行われるものと想定されるため、より軽量のデータ形式をデータ仕様標準として模索していく必要もあると考えられる。現在の技術では、JSON¹²（JavaScript Object Notation）が候補の一つとして挙げられる。

表 10-44 データ形式の比較

	CSV	XML	JSON
冗長性	×	○	○
容量	○	×	○
テーマ2での採用	あり	あり	なし

¹² JSON：構造化されたデータを記述するための、テキスト・ベースのデータ記述言語の一つ。JavaScript（ECMAScript）でオブジェクト・リテラルを記述する構文をそのまま使用するため、人間にもコンピュータにも扱いやすいという特徴を備える言語であり、この点はXMLと同様であるが、XMLより軽量なことから、XMLに代わって採用ケースが増えつつある。

また、データフォーマットについても標準化が望まれるが、早期の実用化に向けて、通信プロトコルやフォーマット変換の差異を吸収しながらアーキテクチャを構成していくことも可能であり、この差異吸収のための基盤技術の一例として、ESB¹³（Enterprise Service Bus）が挙げられる。

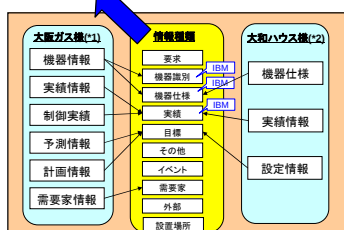
b) データ項目

テーマ3の各テーマで想定しているデータ項目を意味的に同じものを分類することでデータ型メッセージの情報種類を作成した。また、共通仕様のデータ項目とテーマ2のデータ項目を比較した結果、テーマ2のデータを用いて、共通仕様については、意味レベルでの共通性を確認することができた。このことから、電文形式よりもデータの意味の標準化を優先することで効率化が図られると考えられる。今後は、より詳細な物理レベルの検討につなげることが可能であると考えられる。

表 10-45 データ型メッセージの情報種類

情報種類	説明	例	要求 ^(注)	データ ^(注)
①要求	データの要求を扱う情報種類である。	発電量実績値の取得要求	○	
②機器識別	機器を特定する際の情報を扱う情報種類である。	機器ID、機器種別、機器名称、メーカー名	○	○
③機器仕様	機器の仕様を扱う情報種類である。	発電機の最大発電量、最大消費電力	△	○
④実績	機器が計測した値や、機器の状態を扱う情報種類など、HSから受信するような計測データであり、またそれらを時系列データとしてまとめて扱う。	部屋の温度、発電量、機器の状態（ON/OFF、運転モードなど）	△	○
⑤目標	機器を制御するための演算機能に対する指示値、目標値などを扱う情報種類である。	計画値、省エネ運転目標値	△	○
⑥その他	機器識別情報、機器仕様情報に含まれない機器情報や、実績情報、目標情報に含まれない値情報を扱う情報種類である。	IPアドレス、加工データ	△	○
⑦イベント	障害などイベント情報を扱う情報種類である。	異常値検知、故障発生	△	○
⑧需要家	機器の所有者や、その機器の利用者の情報を扱う情報種類である。	所有者のIDや名前、利用者のIDや名前	△	○
⑨外部	HS、ES、SPが利用する情報であるが、これらのサーバ以外の外部から提供される情報を扱う情報種類である。	売電価格、天気予報、地域情報		○
⑩設置場所	機器の設置場所を扱う情報種類である。	機器の設置場所	△	○

同期型の場合に使用する。



(注)・同期型(要求、データ)、非同期型(データ)に含まれる情報種類を○と△で分類した。

・「要求」「データ」に含む情報種類となるものを○とした。ただし、全ての情報種類を含めることは必須ではない。

・検索条件として「要求」の情報種類に成り得ると思われるものを△とした。

(*)大阪ガス社管理資料から抜粋。

(*)大和ハウス社管理資料から抜粋

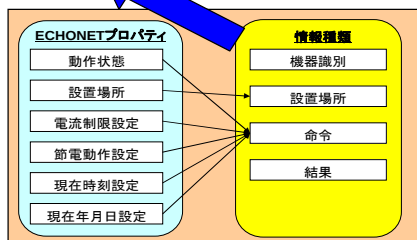
出所：日本 IBM 報告書

¹³ ESB：HTTP や SOAP、JMS（Java Message Service）等のプロトコルをサポートしており、異なる基盤の間でのデータのやりとりを行うために、データ形式の変換、データの振り分け（ルーティング）や非同期連携を行うことのできる技術、または、ミドルウェア。

表 10-46 コマンド型メッセージの情報種類

情報種類	説明	例	命令 ^(注)	結果 ^(注)
①機器識別	機器を特定する際の情報種別である。	機器ID、機器種別、機器名称、メーカー名	○	○
②設置場所	機器の設置場所を扱う情報種類である。	機器の設置場所	○	△
③命令	機器を制御する為の動作命令情報を扱う情報種類である。	動作指令+指令値(引数)	○	
④結果	コマンドの応答結果を扱う情報種類である。非同期型コマンドでは使用しない。	施錠命令に対する実行結果		○

同期型の場合に使用する。



(注)・同期型(命令、結果)、非同期型(命令)に含まれる情報種別を○と△で分類した。
 ・「命令」「結果」に含む情報種別として必要なものを○とした。ただし、全ての情報種別を含めることは必須ではない。
 ・「結果」の情報種別に成り得ると思われるものを△とした。

出所：日本 IBM 報告書

今後の方向性として、ホームサーバの管理等、ホームサーバ上で動作するアプリケーションの配布を目的とした管理機能、機器の認証や個人情報の保護などを目的としたセキュリティ機能等について、事業化を想定したより具体的な共通化を図るべきと考えられる。

(a) モデリング言語（知識やシステムの情報の構造化（モデリング）について関係者間の共通言語として用いることができる言語）

多種多様なステークホルダが想定されるスマートハウス構想においては、特にビジネスモデルや役割分担などの極めて上位の概念をモデル化することが求められ、その具体的な作成対象とモデリング言語を定め、今後の協業を推進することが望ましい。

関連する企業が協力し、アーキテクチャを構築し、そのアーキテクチャをリファレンスアーキテクチャ、若しくはテンプレートとして、標準化していく活動に取り組むことが有効であると考えられる。

アプリケーション開発の領域においては UML などがモデリング言語として広く知られるところである。スマートハウス構想における事業者間の共通理解を構築するために、このようなモデルを共通の成果物とし、その上での議論を進めるべきである。

(b) 標準化に向けて

具体的な標準化を進めるに当たっては、スマートハウス構想実現に関連する要素技術や動向、拡張性や互換性を考慮していく必要がある。多数の異業種が参入する場合、オープン化されたサービスを構築する上で、Web サービス等の利用が考えられる。また、その基

礎技術として SOAP や XML ベースの WSDL¹⁴が必要となってくると考えられるため、それらを総括したインフラ技術にも目を向けておく必要がある。

10.1.2.3. エコサーバ

(1) エコサーバの機能

三位一体のアーキテクチャにおいて、エコサーバとホームサーバは情報サービスインフラの位置付けとなることから、エコサーバには、サービスプロバイダが実現したいと望む機能の共通部分をより多く取り込むことが求められ、以下の役割を担うことが期待される。

<エコサーバの主な機能>

- ホームサーバとの情報連携
- ホームサーバおよびその配下の需要家宅設備の管理
- 需要家の管理
- ネットワークおよびセキュリティ管理
- サービスを提供するサービスプロバイダの管理（主に認証）
- サービスの提供の課金管理等

即ち、エコサーバ、ホームサーバ間は、強固なセキュリティに守られたクローズなシステム構築とし、エコサーバから上位のサービスプロバイダサーバへのオープンなシステムとすることが求められる。

エコサーバの実装に際しては、個人情報等の管理を行う管理系サーバと、各種情報収集・提供を行うサービス系サーバの 2 構成とすることが、データ管理面やセキュリティ面において効率的と考えられる。

¹⁴ WSDL (Web Services Description Language) : Web サービスを記述するための、XML をベースとした言語仕様。Web サービスの機能等を記述する方法が定義されている。データや操作を定義する部分が通信プロトコルに関する部分から分離されているため、プロトコルやエンコード形式等に関わりなくフォーマットを再利用できるという特徴を持つ。

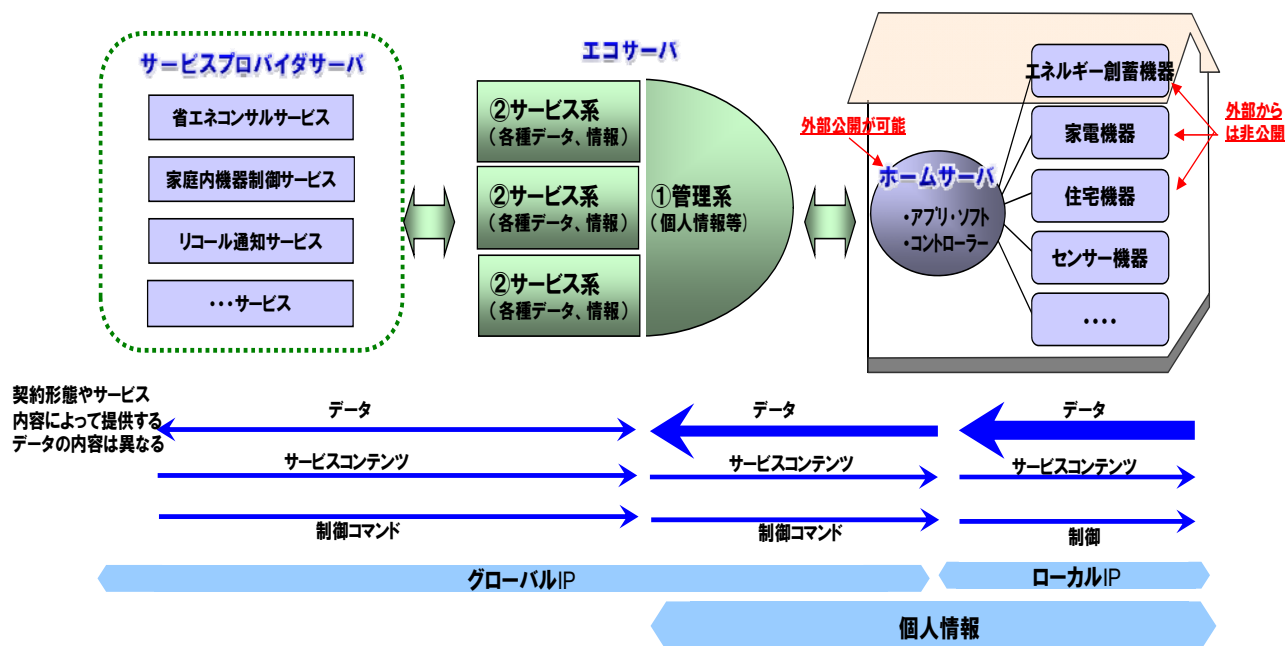


図 10-41 エコサーバの基本機能構成

表 10-47 エコサーバの機能仕様

対象領域	アーキテクチャ上の決定	機能仕様
通信プロトコル、ネットワーク	デバイス制御要求の伝達方向	ホームサーバよりエコサーバに対して接続チャネルを確立する。デバイス制御要求の発生時には、エコサーバよりその接続チャネルに対してデバイス制御要求を伝達する。
仕様配備モデル	性能要件、拡張性要件に応じたノード多重度の定義	性能要件、拡張性要件に応じてエコサーバシステムを構成するノードの多重度を定義する多重度 n を採用するノードは、認証サービス（ホームサーバ、サービスプロバイダ、Web チャンネル）、チャンネルサービス（Web、ホームサーバ、サービスプロバイダ）、エンタープライズサービスバス、エコサービス。DMZ 上のサービス状況提供サービスは多重度無し。他のノードも同様に性能とキャパシティ要件を満たすための多重化は採用しない。
	エコサーバに対する可用性要件の実現方式	エコサーバシステムの業務的に重要なノードを多重化する。 オプションとして、エコデータ収集サービスを Fail safe とするための機能を、ホームサーバ上に定義する。
	アクセス制御・認証・認可機構の配備	エコサーバでは個人より提供される要保護情報を取り扱う関係上、アクセス制御・認証の観点において以下を決定する。

		①エコサーバ・データセンタをアクセスレベルに応じて区画化（ゾーニング）する ②エコサーバ・データセンタと他のロケーションの各接点を DMZ とする ③ゾーンをまたがる通信にはアクセス制御ノードを必ず経由する ④セントラルサービスゾーンへの通信は必ず DMZ 内の認証サービスを経由する
	適時性要件に応じたサービスごとの実現方式（オンライン・バッチ）	システムコンテキストに定義するサービス機能の分類に基づき、以下のとおりとする。 ①消費者提供データ収集・保管・集約・提供サービス機能（以下、データ収集等サービス）：オンライン方式（同期） ②制御サービス機能：オンライン方式（非同期） ③アプリケーション登録・配布・管理サービス機能（以下、アプリケーション管理サービス）：バッチ方式 ④ホームサーバ監視サービス：オンライン方式（非同期）
	エコサーバでのデータ処理方式	データを取り扱う部分をリアルタイム、オンメモリ及びデータベースの 3 つに分け、ホームサーバ及びサービスプロバイダとの連携部分はリアルタイムで行い、データベースへの蓄積と同期しない。さらに、大量のデータを扱う集計や、サービスプロバイダからのデータ提供要求への応答に関してはメモリー上のデータを使って行う。これを実現する機能をエコサービス配置コンポーネント群に配置する。
デバイス制御	デバイス制御の処理プロセス	制御依頼については、 「方式 1：コールバックでデバイス御応答を待ち受け」 制御結果確認については、 「方式 2：エコサーバから結果を伝達」 を採用する。 コールバックの実装に当たっては、JAX-WS2.0 によるコールバックを使用する。

出所：日本 IBM 報告書

なお、スマートハウス構想が関連するテクノロジーやサービスの範囲は非常に広く新たなテクノロジーの登場やサービスの登場があり、エコサーバにおいては、頻繁に新しいサービスの機能要件が求められると考えられる。

(2) エコサーバの有効性評価

実証では、エコサーバを介して容易にエネルギー情報の取得やデバイス制御をできること

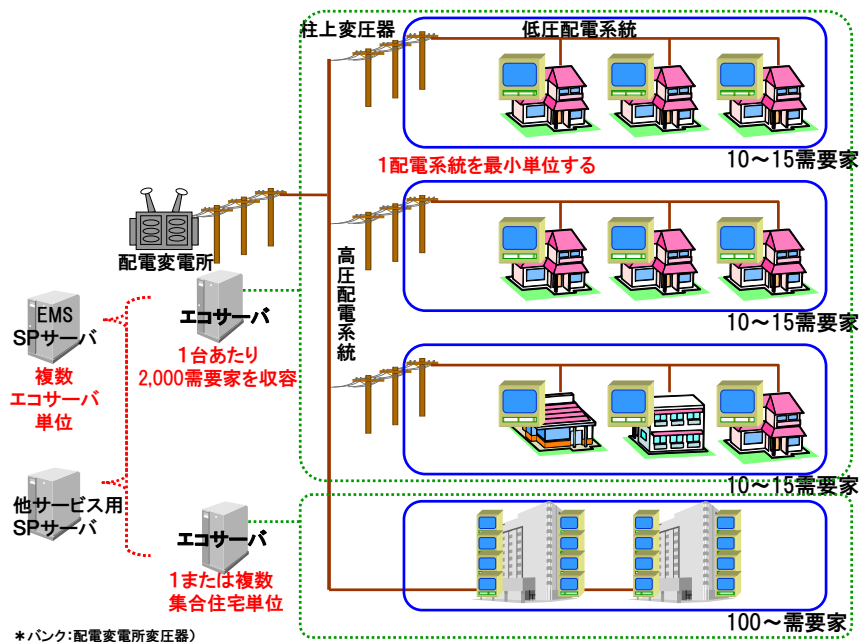
が確認できた。共通機能の集約による開発・管理運用の省力化、セキュリティ管理機能の一元化によるリスク削減等の目的から、エコサーバのような中継システムの活用が有効と考えられる。

一方で、現段階の事業環境においては、エコサーバを常に介在させることで、「データ収集・制御を行うための伝送遅延が発生し、応答性等においてサービスの品質を低下させる可能性があること」および「省エネルギー・省 CO2 の観点からでもデータの中継機能が中心となるエコサーバ配置する意義が明確にできていないこと」から、エコサーバの存在が本当に有効な社会構造とその存在意義について更なる検討が必要であるとの指摘もあった。

このため、当面の事業環境においては、エコサーバをサービスプロバイダに統合させ、ホームサーバと直接双方向通信させる方法が効率的との評価もあり、エコサーバは過去実績の収集のみに特化したものとし、エネルギーの制御および機器の制御のような運用状況および制御応答をリアルタイムに求めるようなサービスについてはサービスプロバイダとホームサーバが直接通信する形態で行うことが現実的であるとの提案もなされた。

(3) エコサーバの配置

受電や逆潮による需給の変動は、その需要家の低圧配電系統内でのバランス調整、近隣の他低圧配電系統、さらには、範囲を拡大した高圧配電系統内でのバランス調整を行うことになることから、低圧配電系統の塊を最小単位として需要家のホームサーバを同一のエコサーバで収容する方が望ましいと考えられる。日本の電力系統等を考慮すると、エコサーバは、10 から 15 需要家（10 から 15 台のホームサーバ）を最小単位として、エコサーバの性能に応じて収容する需要家数を設定することになる。現実には、当初はホームサーバを導入する需要家が一部であることと、高圧配電系統には、低圧需要家以外も存在すること、エコサーバの設置スペース等から、配電変電所 1 バンクごと、すなわち、収容需要家数 2,000 軒程度に対し、エコサーバ 1 台を配置する構成が妥当と考えられる。また、規模の大きな集合住宅の場合は、集合住宅内に高圧から低圧に降圧する配電設備を設置するケースが多いことから、集合住宅 1 棟または複数棟に 1 台のエコサーバを設置することが考えられる。※詳細は、3 章を参照。



出所：大阪ガス報告書

図 10-42 設備配置の考え方

10.1.2.4. ホームサーバ

(1) ホームサーバの機能要件

ホームネットワークは、創エネ機器、蓄エネ機器、家電機器など多種多様かつ異なる製造メーカーの機器を対象に構築することが必要となることから、ホームサーバを含む各構成要素に対して、汎用性、マルチベンダ性、オープン性などが求められる。

また、ホームサーバ上での不正アプリケーション実行防止等のセキュリティ機能も重要である。

<ホームサーバの主な役割>

- 外部との共有が必要な家庭内情報の管理（必須機能）
- 必ずしも外部と共有する必要が無い情報の家庭内での制御・管理（オプション機能）
- 上位層サーバ（エコサーバ、サービスプロバイダサーバ）との情報交換（送信、受信）
- 家庭内で利用される様々なエネルギー消費機器（家電等）、エネルギー創蓄機器、住宅設備、センサ等の統括管理
- 管理下にある機器・設備等からのデータ収集
- 管理下にある機器・設備等の制御、稼動監視
- 管理下にある機器・設備等に対する制御プログラム、サービス用アプリケーションプログラム等の実行
- 認証チェック等のアクセスコントロールの実施

表 10-48 ホームサーバの機能要件

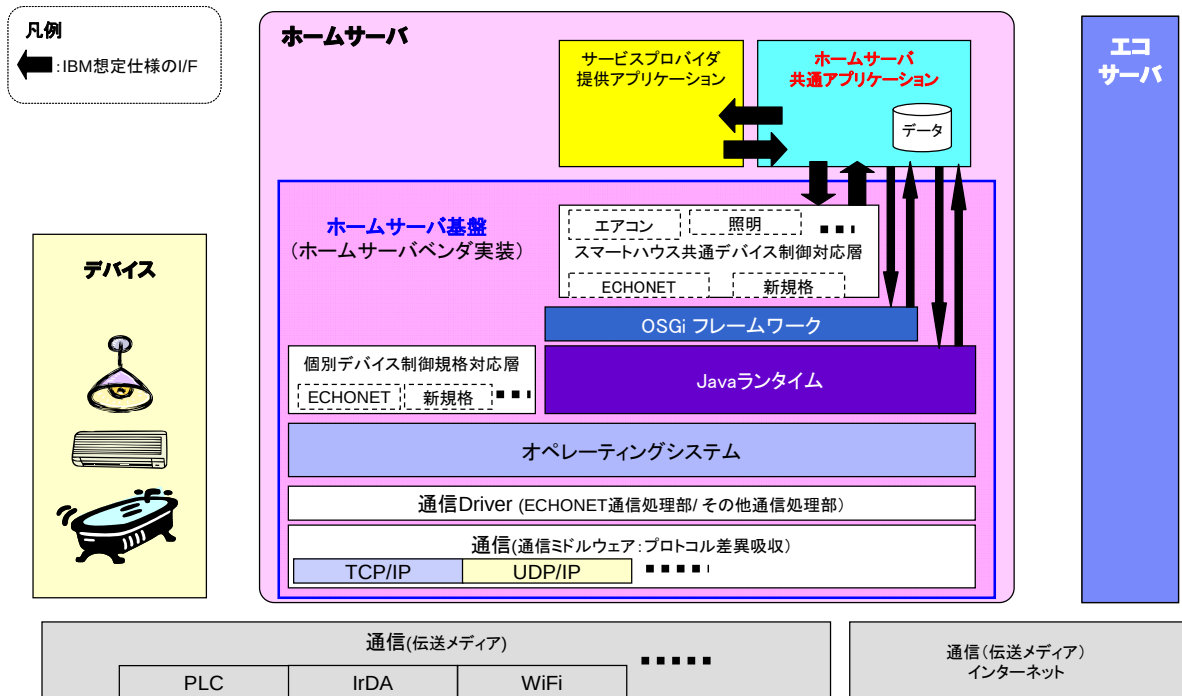
	主な機能	機能要件
デバイス 通信機能	• PV、FC、蓄電池、家電機器、センサーなどの設備の稼働情報や計測情報を収集する。	• 国際、国内、業界等でオープンかつ標準的なあらゆる通信方式に対応可能であること。
デバイス 計測機能	• 設備を制御するためのアルゴリズムを実行するプログラムに対する制御目標など（データ）を受信し、その制御目標に従って、設備ごとの制御指示（コマンド）を演算する機能、および設備に制御指示を送信する。	• 国際、国内、業界等で定められた標準データ項目を計測可能であること。 • 国際、国内、業界等で定められた標準データ書式でデータの送受信を行えること。
デバイス 制御機能	• 需要家の要求に応じて、現在の設備の稼働状況や使用電力量などの計測情報の表示 • エネルギーの利用状況、CO₂の排出状況などエネルギーマネジメント関係の情報の表示 • 天候の状況や、電力の需給状況に応じて設備を最適に稼働させるための運転モードの選択操作 • 遠隔からの需要家宅内機器の運転状況の表示や遠隔操作	• 計測情報の取得～制御指示～制御結果の取得の一連の動作を適正時間内に処理できること。 • 制御条件の登録等により、制御指示を自動化する等、制御にかかる需用者の作業負担を軽減できること。
表示機能	• デバイス計測・制御機能により取得した情報を表示機器（TV、PC、携帯電話等）へ表示する。	• 需用者毎のカスタマイズ機能等により、シンプルで分かりやすい表示や簡易な操作環境を提供できること。
外部通信 機能	• 収集した情報をエコサーバに送信する。 • エコサーバから送信された機器への制御指示（コマンド）を設備に送信する。	• インターネットに接続し TCP/IP 接続が可能であること。 • 外部からのアクセスに対してセキュリティを確保できること。
アプリ実 行機能	• 上記の各機能を実現するアプリケーションを実行する。	• Java の実行環境 • OSGi の実装 • スケジューリング機能（開始条件（決められた時刻や処理の依存関係）を定義された処理をその条件に従って起動する機能） • タイマ機能（時刻を所得できる機能）

		時刻合わせ機能（正確な時刻にあわせる機能（NTP 等による））
--	--	---

(2) ホームサーバの基本構成

宅内ネットワークからホームサーバへの接続は、基本は IP とし、IP 接続の I/F を持たない通信機器（通信規格）についても、IP 変換器等を介してホームサーバへ接続することから、ホームサーバの I/F にはプロトコル差異を吸収するための各種通信ミドルウェアを備える必要がある。

また、サービスプロバイダ等から配信され、ホームサーバ上で稼働するアプリケーションとの互換性を高めるため、OS 等は Linux、Java、OSGi 等の汎用性の高い標準を採用することが望ましい。



出所：日本 IBM 報告書

図 10-43 ホームサーバの基本構成図

(3) ホームサーバのハードウェア実装形態

ホームサーバのハードウェア実装形態としては以下が想定される。

- セットトップボックス（STB）型（コントローラ・ボックス、ホームゲートウェイ等）
- 他の機器への組込型
 - ◇ 家電機器（TV、ドアホン等）
 - ◇ エネルギー創機器（パワーコンディショナー等）

◇ メータ

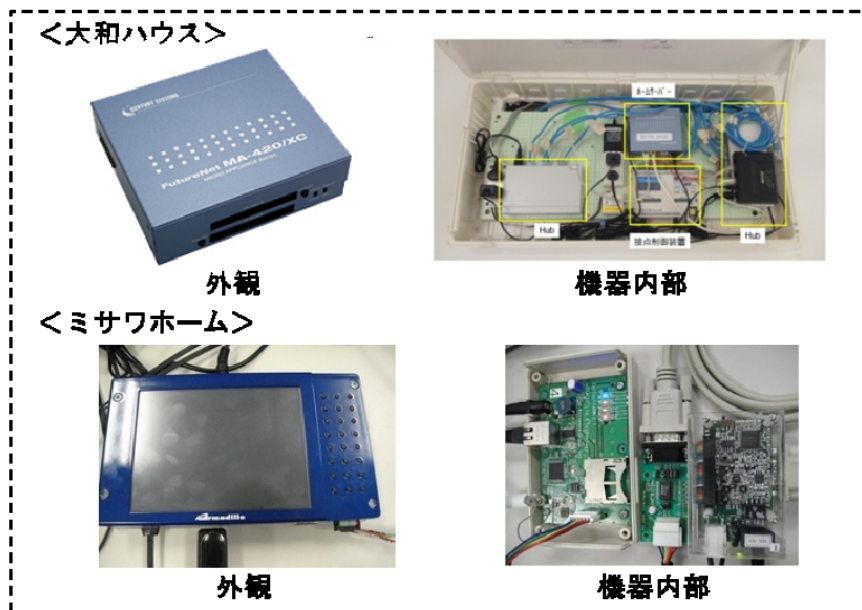
- その他

実証においては、表 10-49 に示すとおり、セットトップボックス型での実装が多かった。

表 10-49 各テーマにおけるホームサーバのハードウェア実装例

テーマ	ホームサーバのハードウェア形態
テーマ 2-1 (大和ハウス)	セットトップボックス型 (コントローラ・ボックス)
テーマ 2-2 (大阪ガス、他)	セットトップボックス型 (PC(実験時)※実用時は組込系 32 ビットマイコン)
テーマ 2-3 (ミサワホーム総研、他)	セットトップボックス型 (コントローラ・ボックス)
テーマ 2-4 (シャープ)	セットトップボックス型 (IR 送信器のうち 1 台を HS、ES として実装)
テーマ 2-5 (大京)	セットトップボックス型 (コントローラ・ボックス、ホームゲートウェイ)
テーマ 2-7 (NTT-F)	セットトップボックス型 (自動検針サーバ (集合住宅個別需要家毎))

●ホームサーバの実装例：コントローラ・ボックス



●ホームサーバの実装例：PC



図 10-44 実証におけるホームサーバの実装例

一方で、実運用時におけるホームサーバのハードウェア実装形態については、性能要件、コスト、メンテナンス性等との関連性を考慮し、他機器への組込型による実装も含めて検討していく必要がある。

特にリアルタイム性を求められる処理（制御指示～制御結果の表示を行う場合等）や、過去データや地域データ等の多くの参照データを必要とする処理（省エネ行動アドバイス等）に際しては、処理速度や容量等において一定の性能が求められるが、ホームサーバを低コストで各家庭に導入できるよう、これらの処理機能をホームサーバ、エコサーバ、サービスプロバイダサーバ間で適切に分担することが必要になると考えられる。若しくは、ホームサーバにおいて、計測機能、通信制御機能、アプリ実行機能等毎に、ホームサーバを分割（下図参照）して実装すべきとの意見もあった。

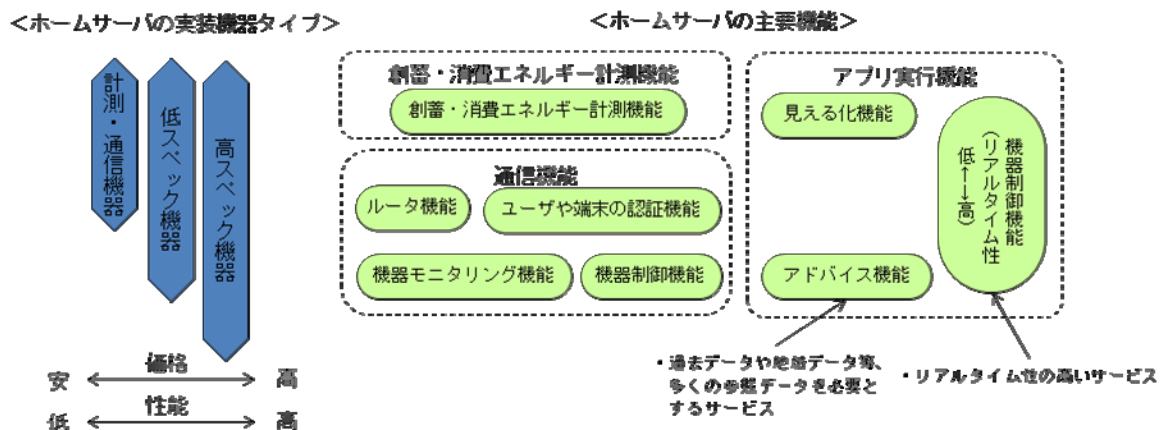


図 10-45 ホームサーバのハードウェア実装形態例

本実証においては、家庭内の多種多様な複数機器に対して、外部からのアクセスを容易化するしくみとして、ECHONET 等の標準規格に対応したホームサーバは有効であることが確認されたが、将来のサービスの実現性を担保する一つの要素として、各需要家に設置するホームサーバには、下記の要件を満たす必要がある。

- ・ 低コストで実現できること
- ・ 省スペースであること
- ・ リアルタイム性に優れていること
- ・ 連続運転が可能なこと

現時点では、上記を満たす実装の一例として、家電機器や種々のコントローラに使用され、実績が豊富であり、コスト面でも優位にある組み込み系のマイコン（能力的には、32 ビットクラス）等が考えられ、これをメータや分電盤、家庭への普及が進んでいるホームゲートウェイ等に組み込むことで、ホームサーバの導入が進むと期待される。

<参考>

ホームゲートウェイに関する調査では、2009 年度のホームゲートウェイの市場規模は 470 億円と見込まれるが、FTTH や ADSL などのブロードバンドサービスへの新規加入ペースが鈍化していることから、通信キャリア向け製品の需要が縮小すると見込まれており、2014 年度には市場規模は 300 億円に縮小すると予測されている¹⁵。一方で、ホームネットワークサービスが本格展開されて需要が高まれば、OSGi 等のホームネットワークに対応した製品への切り換え需要が拡大する可能性があると考えられる。

また、スマートハウスへの導入機器には機器自体が十分に低消費電力であることが求められることから、テーマ 2-3（ミサワホーム総研、他）の実証では、低消費電力な低スペックのボードコンピュータを使用したのが、十分な出力と安定性を示す結果が得られており（一例として、分電盤から取得する電力使用量は 1 分刻みの時間毎の情報であり、これを 1 分間隔で共通センタサーバに蓄積したが、性能上は全く問題がなかったと報告されている。）、この仕組みを実用化した場合、長期間に渡りノンストップで安定動作するホームサーバの実現が期待できると報告されている。このことから、こういった簡易な組み込み型ホームサーバによる HEMS 向け機能等の付加が、普及方策の一つになると考えられる。

¹⁵ 株式会社富士キメラ総研：「2010 次世代ホームネットワーク関連市場の将来展望 ～ホームネットワーク対応製品の普及状況、及び関連サービスの市場動向を把握～」より

(4) ホームサーバの供給者（需要家との接点）

ホームサーバの供給者としては、以下に挙げる事業者が想定されるが、前提条件として、機器の設置、家庭内機器（家電製品、エネルギー創蓄機器、センサ、メータ等）との接続設定、家庭内機器の制御等のサービス提供、ホームサーバ機器メンテナンス等における責任範囲を明確にする必要があると考えられる。

- 住宅メーカ、デベロッパ、リフォーム業者等
- 通信事業者（固定、携帯、ケーブルTV等）
- インターネット・サービス・プロバイダ
- 家電量販店
- エネルギー会社（電力、ガス）
- その他

(5) その他要件等

その他、ホームサーバの実用化および普及に向けては、以下の要件を満たす必要があると考えられる。

- 本体価格の設定は3千～1万円程度（平均的な家庭における、ライフライン支出（電力、ガス、水道）の節約相当分）
- 互換性が考慮されていること（特定の機器、メーカ、通信インフラ等に依存せず、需要家の機器選択等に制約を与えない）
- 継続的に供給できる設計であること（10年以上の長期利用に際して、その間に接続される家電・住宅機器等の追加、更新に柔軟に対応できる）
- 住宅への設置に即したハード設計、施工性、保守性が考慮されていること
- 新たなサービス開発を誘発する仕組みであること
- 適切なアクセス権付与、認証チェック、通信セキュリティが確保できること

10.1.2.5. ホームネットワーク

(1) ホームネットワークシステムの概要

ネットワーク基本構成については、ハウス外（ホームサーバ～エコサーバ～サービスプロバイダ間）の通信は各テーマともにグローバルドメインIP系であり、ID・認証・暗号化等による秘匿通信が行われた。

一方、ハウス内の通信については、各テーマで見解が異なったが、“住宅（ハウス）”のライフサイクルにわたってホームサーバに接続する各種機器の相互運用性確保や、需要家にとっての家電等の各種機器選択の自由度を担保するため、原則IP系プロトコルとし、非IP系については、今後の国際的な普及度合に応じて判断することが適切と考えられる。なお、IP系については、各テーマともにハウス内はプライベートドメインであった。

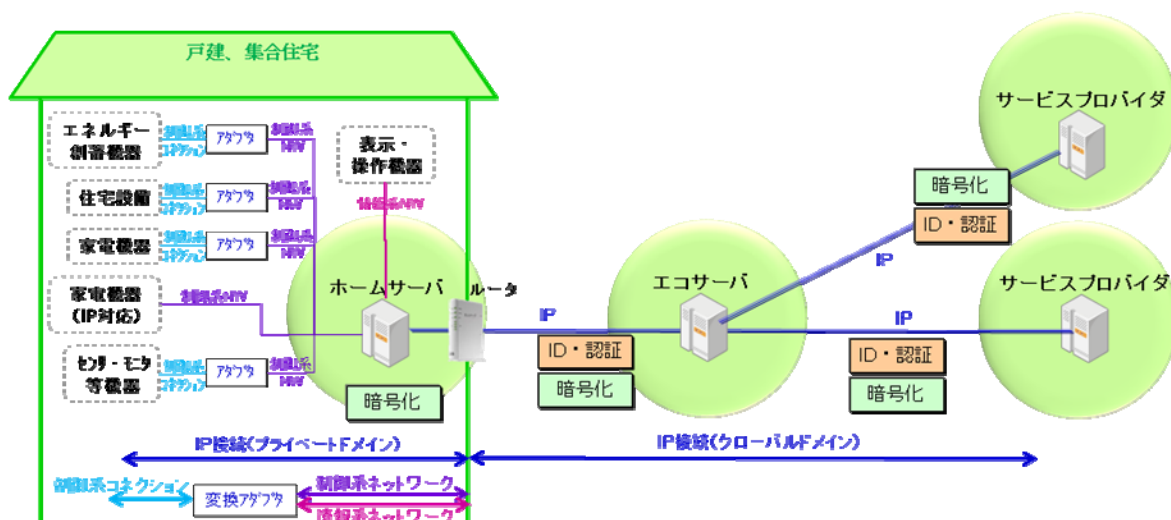


図 10-46 ホームネットワーク構成の概要

さらに、ハウス内のネットワーク・アーキテクチャは、以下の3つに分類することができる。

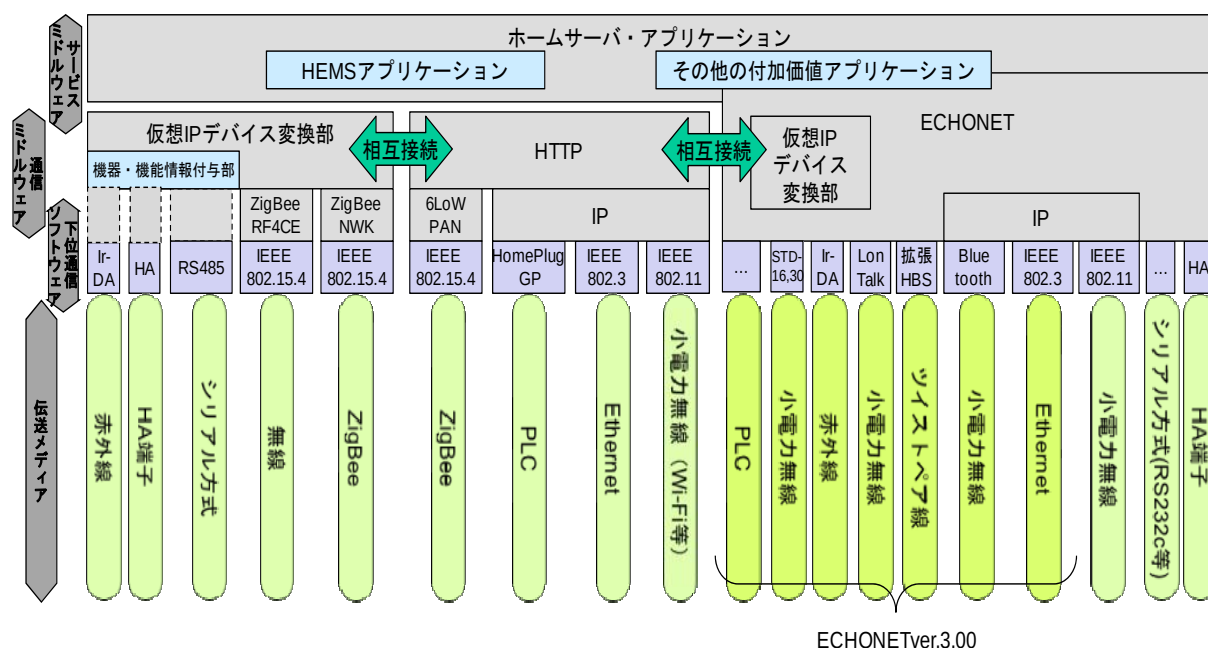
表 10-50 標準ネットワーク・アーキテクチャに用いるネットワーク分類

分類	説明
既存通信方式	従来家電機器や単純動作の機器との接続を行う。 一例として、赤外線リモコン方式、JEMA 標準 HA 端子、RS-485 シリアル接続等がある。
制御系ネットワーク	主に白物家電機器やインフラ機器との接続を行う。 一例として ZigBee Home Automation や ECHONET 規格がある。
情報系ネットワーク	主に A V 系および P C 系の情報家電機器との接続を行う。 一例として、Ethernet 規格の IEEE802.3、無線 LAN の IEEE802.11 がある。

出所：シャープ報告書

(2) ホームネットワークにおける通信規格

ホームネットワークにおける通信規格としては、表 10-51 にあげるような様々の標準規格がある。また、図 10-47 は、これらの標準規格によるネットワーク・アーキテクチャの例示である。



出所：シャープ報告書に三菱総合研究所加筆

図 10-47 ホームネットワーク・アーキテクチャの例

表 10-51 標準規格の主な通信プロトコルの概要

標準方式		特徴
既存通信方式	赤外線	相互干渉防止の標準が複数存在するが対応の既存機器を容易に接続可能。
	HA(JEM-A)端子	日本電機工業会規格（JEM）で定められた通信規格。機器のオンオフの制御とその状態モニタを行う端子。オンオフ以外の制御およびモニタはこの端子ではできない。
	シリアル方式 (RS485 など)	電力計、インバータ、Echonet レディ機器などの既存機器に接続可能なデバイス通信プロトコル。RS232C は一対一接続、RS485 は最大で 32 台までの複数対複数接続が可能。
	IEEE 802.15.4	ZigBee や 6LoWPAN で用いられている無線ネットワークの物理層規格である。物理層とMAC層のみが定められており、無線ネットワークとして使用するには上位層のプロトコルスタックを別途必要とする。上位プロトコルには ZigBee や 6LoWPAN が存在する。また、それら以外にも IEEE802.15.4 チップやモジュール製品の製造者が独自に定めた独自方式が多く存在し、それらを用いた機器も発売されている。
	ZigBee RF4CE	ZigBee Alliance が定めている無線リモコン規格。動作状態を認識可能。
ネットワーク	ECHONET	日本の大手電機メーカーなどが設立した ECHONET コンソーシアムが提唱している、家庭内の電灯線や無線を利用したネットワークの規格。通信速度が 9,600bps と遅いため、家電機器の制御を行なうためのネットワークとして位置づけられている。ECHONET は通信回線と繋がったゲートウェイを介して外部から接続できるようになっており、ECHONET 内にあるコントローラから直接機器を制御する

標準方式		特徴
		ほかに、遠隔操作による制御も可能になっている。PLC、Bluetooth、特定小電力無線等の通信方式に対応している。 ¹⁶
	ZigBee	家電向けの短距離無線通信規格の一つ。Bluetooth よりも低速で伝送距離も短い が、代わりに省電力で低コストという利点がある。 データ転送速度は最高 250kbps で、最大伝送距離は 30m、一つのネットワークに最大で 255 台の機器を 接続できる。アルカリ単 3 乾電池 2 本で約 2 年駆動するという低消費電力が最大 の特徴で、転送速度が遅くてもかまわない家電の遠隔制御などに応用される見通 し。物理層のインタフェースには IEEE 802.15.4 が使われる。 ¹⁷
	ZigBee HomeAutomation	IEEE802.15.4 の物理層上で動作する ZigBee Alliance が定めた制御ネットワーク 規格 ZigBee 用の家電機器制御プロファイルである。ZigBee はセンサーネットワ ークと分類することも出来るが、ここではセンサーネットワークは制御系ネット ワークに含まれるとする。ZigBee HomeAutomation 規格では、ZigBee HomeAutomation プロファイルによって各家電機器の管理方法および制御方法が 定められており、機器 I D やコマンド名をユーザが個別に管理することなく相手 実験システム内の機器を含む家電機器との相互接続を実現することが出来る。た だし、現在のところ、同じ ZigBee Alliance が後に定めた ZigBee RF4CE との相 互接続がない。
	ZigBee SmartEnergy	米国スマートグリッド向けの制御ネットワーク規格である。現在のところ、ZigBee HomeAutomation と同じネットワーク層、アプリケーションサブ層の構造となっ ており相互接続性は高い。しかし、米国スマートグリッド向けの規格であること から、将来的には IPv6 対応のために後述の 6LoWPAN への対応が考えられる。
	PLC	電力線を通信回線として利用する方式。
	HomePlug Command and Control (C&C)	HomePlug Powerline Alliance が定めている電力線通信規格である。今回の実証 実験においても、本技術を応用した電力線通信方式がテーマ 2・3（ミサワホーム総 研、他）の実験システム内のサーバと相互接続されている機器で使用された。 HomePlug Powerline Alliance は主に米国のスマートグリッドに向けた、 HomePlug Green PHY(GP)規格も策定中である。
	HomePlug GP	映像配信が可能な情報系的高速 PLC 規格 HomePlug AV の低速モードをベースに した規格で、2MHz～30MHz の周波数帯を使用する。そのため、100kHz～400kHz の周波数帯を使用する HomePlug C&C よりも高速化が図れるとともに、 HomePlug AV との相互接続を可能にする。
	6LoWPAN	Internet Engineering Task Force(IETF)が定める前記 IEEE802.15.4 の物理層上 で動作する IPv6 対応のネットワーク規格である。制御系ネットワークを IPv6 に 対応することで、制御系ネットワークと情報系ネットワークとのネットワーク層 における区別が不要となる。

¹⁶ 出所：IT 用語辞典 e-words

¹⁷ 出所：IT 用語辞典 e-words

標準方式		特徴
	Ethernet	IEEE 802.3 をベースとした有線 LAN 規格であり、広く普及している情報系の IP ネットワーク方式である。
	Bluetooth	短距離無線通信規格の一つ。機器間の距離が 10m 以内であれば障害物があっても接続が可能。
	Wi-Fi	Wi-Fi Alliance が相互接続の認証を行った IEEE 802.11 規格の無線 LAN 機器であり、広く普及している情報系の IP ネットワーク方式である。

出所：シャープ作成表を基に MRI 追記。

これらの通信規格のうち、制御ネットワークの通信方式については、ECHONET と ZigBee の 2 方式が有力と考えられることから、両者について、本システムへの適用性を表 10-52 にて示す。

表 10-52 ECHONET と ZigBee の 2 方式比較

比較項目	ECHONET	ZigBee
目的	家庭内に設置された白物家電やセンサを収容する設備系ネットワークの規格	宅内宅外などセンサ類を収容するために策定されたもので、家庭内の白物家電なども収容可能
規格化の範囲	OSI モデルの 0 層なら 7 層までを対象	同左
伝送媒体	低周波帯 PLC、特小無線、専用線、IP 系など適材適所に使用可。将来技術も収容可能な構成	IEEE802.15.4 に限定
国際規格	ISO/IEC の国際標準として承認	業界標準
接続対象設備の拡張性	ECHONET にて設備の属性情報（プロパティ）の標準化推進。現在 73 種のプロパティを規格化済み（マルチベンダ性） 必要に応じて業界で共通化作業を行い追加する仕組みがある（コンソーシアム内に活動する WG がある）	ZigBee 標準とプライベートの 2 段階あり、独自で提案要。現状は、照明やエアコンなど数機種のみ。 追加する場合、業界としての仕組みはなく、必要メンバを募って組織化が必要
設備との接続	ミドルウェアアダプタ I/F として規格化されており、この規格に従って、設備側の I/F を用意すれば接続可	設備との接続仕様は規定されていない
AV 機器との接続性	UPnP ¹⁸ との GW 仕様を規格化済み。 TV などとの接続容易	UPnP との接続の独自規格あり

¹⁸ UPnP (Universal Plug&Play)：ネットワークに接続された家庭内のパソコンや周辺機器、AV 機器、電話、家電製品などの機器が相互に認識し機能するための互換自動認識方式。TCP/IP ベースのホームネットワーク向けのプロトコルであり、メッセージ交換は XML 形式を採用している。

データ転送速度	9600bps	20Kbps～250kbps（使用する無線周波数帯により異なる）（日本国内で利用できるのは 2.4GHz の 250Kbps）
---------	---------	---

出所：大阪ガス、積水ハウス、三菱電機報告書

また、制御コネクションの通信方式は、大きく以下の 3 通りに分類されるが、これらの比較を表 10-53 に示す。

表 10-53 通信設備の特長

通信設備		メリット	デメリット
有線通信	Ethernet、メタル線（RS232C、RS485 などなど）	- 通信の信頼性 - コスト面	既築住宅への設置工事が困難
無線通信	無線 LAN、Bluetooth、特定小電力無線等	既築住宅への設置工事が容易	建物の構造によって通りにくいところがあり、通信の信頼性が十分
PLC（電力線）通信		既存の屋内配線網を使用できる	- 高周波帯では、高速タイプの製品が殆どでコストが高い。 - 低周波帯は比較的成本が安いですが、日本国内ではインバータを内蔵した家電が殆どで、使用している低周波帯にインバータノイズや低インピーダンスの影響で、通信の信頼性が十分でない。

(3) 実証実験において採用された通信方式／通信媒体

実証実験で採用された通信規格を表 10-54 から表 10-57 に纏めた。また、各通信規格の概要を表 10-51 に記載している。

表 10-54 各社が実証実験で使用した通信方式（制御コネクション）

通信方式／通信媒体	テマ2-1 （大和ハウス）	テマ2-2（大阪ガス、他）	テマ2-3（ミサワホーム総研、他）	テマ2-4（シャープ）	テマ2-5（大京）	テマ2-7 （NTT-F）
赤外線（IR）				●		
HA（JEM-A）端子	●	●			●	
シリアル方式 （RS232c 等）		● （RS232c）	● （RS232c,RS485）	● （RS232c）	● （RS485）	

無線 (IEEE802.11b、IEEE802.15.4 等)			● (IEEE802.15.4、Bluetooth)		● (Bluetooth)	
ZigBee						
Ethernet (IEEE 802.3)	●		●			
PLC			●			

表 10-55 各社が実証実験で利用した通信方式（制御系ネットワーク）

通信方式／通信媒体	テーマ2-1（大和ハウス）	テーマ2-2（大阪ガス、他）	テーマ2-3（ミサワホーム総研、他）	テーマ2-4（シャープ）	テーマ2-5（大京）	テーマ2-7（NTT-F）
Ethernet (IEEE 802.3)	●	●	●	●	●	
無線 (IEEE802.11b、IEEE802.15.4 等)		● (IEEE802.11b)		● (Wi-Fi)	● (Bluetooth)	
PLC			●			

表 10-56 各社が実証実験で利用した通信方式（通信ミドルウェア）

通信方式／通信媒体	テーマ2-1（大和ハウス）	テーマ2-2（大阪ガス、他）	テーマ2-3（ミサワホーム総研、他）	テーマ2-4（シャープ）	テーマ2-5（大京）	テーマ2-7（NTT-F）
ECHONET	●	●			●	
ZigBee						
HTTP	●	●	●	●	●	●

表 10-57 各社が実証実験で利用した通信方式（情報系ネットワーク）

通信方式／通信媒体	テーマ2-1（大和ハウス）	テーマ2-2（大阪ガス、他）	テーマ2-3（ミサワホーム総研、他）	テーマ2-4（シャープ）	テーマ2-5（大京）	テーマ2-7（NTT-F）
Ethernet	●	●	●	●	●	●
無線						
PLC						

実証実験では、ECHONET や OSGi 等を活用して、ホームサーバ上に構築した統合 API により、複数メーカーの機器を様々な通信方式にて接続し、計測や制御等を行うことができることを確認できた。ECHONET 等の標準規格を活用することにより、これらの開発を比較的容易に行うことも確認できた。

実証実験においては、複数メーカー間の相互接続を行なうために、各ネットワークにこれらの標準規格を採用したが、既存通信方式に関しては、被制御機器のメーカーに依存した制御方法が必要となるため、既存通信方式の機器を制御系ネットワーク機器に仮想的に変換する機能が必要である。この変換を制御系仮想ポート変換部が担っており、一例として、制御系仮想ポート変換部をホームサーバに内蔵し、ZigBee HomeAutomation や ZigBee SmartEnergy プロファイルに従った仮想デバイスに変換する等の処理が行われた。このため、制御系仮想ポート変換部には既存通信方式機器のメーカー依存のプロトコル変換を行なうための変換テーブルや、変換テーブルの内容を更新するための制御系変換テーブル更新手段も必要になる。

上記の例に留まることなく、各方式の普及や標準化の動向を見ながら必要な方式を組み合わせる必要がある。

また、伝送媒体に関しては、現時点では、ベストな伝送媒体の選択は難しく、実証においても様々の媒体が採用されており、当面は無線と有線（Ethernet や電力線通信）とのハイブリッドなネットワークの構築をせざるを得ないと考えられる。

(4) ネットワークの機能要件

ホームネットワークシステムは、宅内の家電機器、住宅機器、センサ類等の多種多様の機器かつ複数のメーカー製品で構成される。

これらの条件を考慮し、以下の要件を満たす通信方式を採用することが望ましい。

- 低コストであること
- マルチベンダ性に優れていること
- 多種多様な機器の収容の仕組みが整っていること
- 用途に応じて最適な通信手段が適用できること
- 国際、国内、業界などでオープンかつ標準的な方式として認知されていること

(a) 異なるネットワークの相互接続に必要な機能

ホームネットワークにおいては、多様な機器にて多様な既存通信方式が用いられるため、これらの異なる既存通信方式と相互接続を行うための制御系ネットワークへの変換機能が必要となる。

制御系ネットワークと情報系ネットワークの相互接続の観点から考えると、全てが IP で接続されることが望ましい。全機器を IP による情報系ネットワークに変換することにより、家庭内の全機器の情報を、宅内だけではなく、宅外との相互接続への利用も容易に実現することが出来るようになる。一方で、事業化や実用化の観点からは、制御系ネットワークに接続されるデバイスの多様性を閉ざしてしまう恐れがある。特に、デバイスの動作が単純かつ低価格なものについては、導入当初は、既存の HA 端子やシリアル方式等との接続方式にても安価に制御系ネットワークに参加できる仕組みが必須と考えられる。

また、機器間接続に関する要件として、通信エラーの検出と再送等の制御の確実性を高める仕組みが必要であり、双方向通信が可能な制御方式への移行手段を被制御機器に搭載することが求められる。

図 10-47 に示すような複数の既存通信方式やネットワーク方式を用いることで、白物家電や住設機器といった異種の機器への接続が一つのシステムで制御できるようになると考えられる。

- HA 端子(有線)：ON/OFF のみの制御だが制御と応答が可能。
- シリアル通信(有線)：各種の制御と応答が可能。
- ZigBee RF4CE：各種の制御と応答が可能。

(b) 宅外と宅内の相互接続に必要な機能

宅外と宅内の相互接続においては、以下の課題を考慮する必要があることから、必要な機能として、表 10-58 に示す項目が挙げられる。

表 10-58 宅外と宅内の相互接続に必要な機能

必要な機能	機能概要
ホームゲートウェイ機能	ホームサーバおよび情報系ネットワークを宅外と接続する手段。
物理構造	ホームサーバと一体型でも分離型でも良い。 他の被制御機器などと一体にしても良い。
屋内設置	ホームサーバおよびホームゲートウェイは屋内に設置される。
サービス API 実行機能	IT サービスに対する独自方式のサービス API。もしくは、標準 API や、標準方式と独自方式の両方を備えても良い。 独自方式のサービス API を使用する場合は、ホームゲートウェイが標準方式に変換して宅内にサービスを提供するのが望ましい。
アプリケーション更新機能	ホームサーバおよび情報系ネットワーク機器上で動作するアプリケーションのアップデート機能
セキュリティ保護機能	以下のセキュリティ保護が必須
宅内情報のセキュリティ	意図しない宅外からの不正アクセスから宅内ネットワークを保護する。一例として、独自サービス API、ファイヤーウォール、NAT など
宅外通信のセキュリティ	SSH+ポートフォワード、SSL などによる暗号化
宅内通信のセキュリティ	制御系ネットワークの通信の暗号化、屋外配線の暗号化
家族間プライバシー保護	ホームサーバの暗号化、アクセス認証

出所：シャープ報告書

(c) ホームサーバ、エコサーバ間の通信プロトコル

ホームサーバのスペックに制限を加えないために、ホームサーバとエコサーバ間の通信には複数のプロトコルを許容すべきであり、エコサーバは複数の通信プロトコルを許容す

る枠組みを持つ必要があると考えられる。

実証実験では HTTP(S) プロトコルが採用されたが、選択肢としては、メッセージングプロトコルも有用と考えられる。アプリケーション登録・配信サービスに関しては、パブリッシュ・サブスクライブモデルに基づいた同報通信をサポートするメッセージングプロトコルは有効な選択肢であり、メッセージングプロトコルの適用可能性についてより詳細に検討することは有用であると考えられる。メッセージングプロトコルは、複数の国際的なスマートグリッド関連プロジェクトにおいてもスマートメータからの情報収集等実績がある。

なお、エコサーバ及びホームサーバの規模が増大すると情報伝送周期を長く取らざるを得ず、制御サービスの応答性に大きな制約を受ける。この点は最終的なシステムとして構築する際には、提供可能なサービスに制約を与えるため、設計上注意が必要である。

(5) 各通信規格、通信媒体の評価

(a) ECHONET の評価

ECHONET に関しては、実証において以下に挙げる評価と課題が報告されている。

表 10-59 ECHONET の評価

	有用性評価	課題
通信速度	ECHONET を使った計測・制御性能は、ホームサーバやアダプタの処理性能、通信速度、設備側の動作にも依るが、1 項目 1 秒を設計の目安とすることができる。	以下の処理では時間を要したことから今後に向けては複合電文形式に対応した機器開発が必要と思われる。 ステータス情報を収集する必要がある機器（給湯器等）では 5～6 秒の時間を要した。複数台の機器を同時に操作する場合には、5～10 秒程度の時間を要した。 (注) ECHONET の通信速度：9600bps
仕様	ECHONET 規格になかった燃料電池や蓄電池などの設備についても、規格に準拠した暫定的な規定を作って比較的容易に対応できることが確認できた。	ECHONET 仕様書は、必須項目が分かり辛い、機能一覧に実装状況等がわかるような記載があれば良いとの指摘があった。
機器接続の容易性	家庭内の標準化された通信規格である ECHONET を利用することで、比較的容易にホームサーバを介した機器の開発・運用を行うことができ、将来様々な機器が接続できるようになるポテンシャルを	ECHONET は、家庭内の通信ネットワーク媒体としてはイニシャル価格、施工性、通信の安定性の全てを兼ね備えた通信媒体として、無線、有線のどちらも最適と言えるものではなく今後の技術開発が期待される。

	持つことが確認できた。	
ECHONET アドレスの 重複回避		実用化に向けては、ホームサーバ側に ECHONET の MAC アドレスを管理するサーバ機能を持たせる必要がある。

このうち、特に機器間の通信速度に関しては、次項のとおり、3 テーマにおいて改善が必要との見解が示されている。

a) 機器間の通信に要する時間、機器制御と反応速度

ON/OFF 情報のみの機器（照明機器等）ではほぼ瞬時に操作ができたが、ステータス情報を収集する必要がある機器（給湯器等）では 5～6 秒の時間を要した。9600bps と比較的低速な通信を行う ECHONET の特性とも考えられるが、機器 1 台ごとの制御であれば実用上の問題はないと思われる。一方、複数台の機器を同時に操作する場合には、5～10 秒程度の時間を要した。これは、接続された ECHONET 機器に 1 台ずつ順番に通信をかけていることによるもので、接続された機器の数に応じた制御時間となる。これはリアルタイム性の問題に加えて、タイムアウト（命令を出してから応答が返ってくるまでの時間）の時間設定が、接続機器数に応じて異なることを意味しており、エラー処理のプログラムが煩雑になる等の懸念がある。ECHONET では「複合電文形式」という、複数の機器に同時に命令を出す仕様もサポートしており、今後に向けては複合電文形式に対応した機器開発が必要と思われる。

上記のホームサーバとの間の通信速度と通信間隔の問題により、画面操作から機器の制御までに最長 30 秒、画面上の機器情報が更新されるまでに最長 2 分を要しており、消費者アンケートでも通信速度については不満との回答が半数あったことから、実用化に際しては、通信速度の改善が必要である。

HEMS 機能を利用するサービスに関しては、制御の信頼性が重要になるが、今回の実証実験では操作内容によっては、ユーザへの操作フィードバックがかなり遅れる場合があったことから、今後は機器間あるいはネットワーク間の相互接続性を考慮することも重要になると考えられる。家電機器、インターネットサービス、および住宅設備を相互接続して、全体で 1 つのサービスを構成するような異種ネットワークを接続するためのネットワーク・アーキテクチャやプロトコルの開発が今後の課題になると考えられる。

表 10-60 実証実験における機器間の通信に要する時間、機器制御と反応速度

	画面操作～機器の制御	画面操作～画面上の 機器情報の更新
テーマ 2-1（大和ハウス）	ON/OFF 情報だけの機器（照明機器等）：ほぼ瞬時 ステイタス情報を収集する必要がある 機器（給湯器等）：5～6 秒	
テーマ 2-2（大阪ガス、他）	最長 30 秒	最長 2 分
テーマ 2-3（ミサワホーム総研、他）	最長 1 分間	

(b) PLC 通信評価

テーマ 2-3（ミサワホーム総研、他）では、通信媒体として PLC を採用したが、電灯線上にノイズが多く、また、様々な条件下において安定した通信が出来ないなど 良好な通信環境とは言えないものであった。しかし、殆どが自動的に 3 分～60 分程度で復旧しているため、データ欠落率は 1.7%と小さく、実質的な運用環境においても、概ね 1%程度のエラー発生率であり、このままの品質でもほぼ問題なく使用できることが確認できたと報告されている。

今後は更に、通信品質を上げるための製品性能の向上や、設置工事の方法などのノウハウを蓄積していく必要があると考えられる。

新築住宅の場合は電力配線設計の時点で、これら PLC ネットワーク構築を念頭に置いて設計することで、分電盤の配線や室内配線が経路に合わせて制御する機器を最良の条件で配置できる。これからのスマートハウス住宅を普及し易くする要因の一つとなると考えられる。

一方、既築住宅では 配線経路の問題だけでなく、配線自体の経年変化や劣化もノイズや通信品質を落とす要因になる。これらの測定方法や調査、鑑定方法の確立も普及にあたっては必要になると考えられる。

(c) 無線通信（IEEE802.11b、IEEE802.15.4 他）

テーマ 2-2（大阪ガス、他）では、標準化されたホームネットワークが利用するための通信媒体として、無線 LAN（IEEE802.11b）を採用したが、建物の構造の影響で、安定した通信環境を得るのに工夫が必要であり、その安定性・確実性の観点から未だ最適な手段ではないとの評価であった。

一方、テーマ 2-3（ミサワホーム総研、他）では、屋外に設置されたメータから屋内のホームサーバまで中継器を介して無線（IEEE802.15.4）でデータ送信を行い、同じく安定した通信環境は得られなかったものの、データ欠落率は 0.17%と非常に低いものであり、今回

接続したメータやセンサであれば大きな問題は発生しなかったとの評価であった。

(d) 各ネットワーク媒体とその敷設費用、通信品質の比較

通信品質の点からは、有線 Ethernet が確実性、速度共に最も優れていると言えるが、特に既築住宅へのホームネットワークの敷設においては、無線や PLC が優れており、住宅環境に応じて、様々のネットワーク媒体が選択されることが考えられる。

表 10-61 ネットワーク敷設費用と通信品質の比較

ネットワーク媒体	敷設費用		通信品質	
	新築住宅	既存住宅	確実性	速度
Ethernet（有線）	△	×	◎	◎
無線 LAN	○	○	△	○
IEEE802.15.4 等の小電力な無線	○	○	△	△
PLC	○	○	△	△
その他専用ケーブル	△	×	◎	○

出所：ミサワホーム総研報告書

ネットワークの敷設に際しては、新築時に、予め Ethernet など有線通信を敷設しておくことが推奨されるが、既築の場合、設置工事の容易性等から PLC 通信や無線通信等が選択される場合があると考えられ、この場合には低周波帯域の電力線通信は、家電のノイズ等の影響などで性能面に限界があることから、これに配慮したシステム設計が必要となる。

10.1.2.6. 国際標準との整合

スマートグリッドに関しては、米国エネルギー省と NIST が公開した「NIST Framework and Roadmap for Smart Grid Interoperability Standards, Release 1.0」において既に、実績のある既存規格が多く採用されており、規格の多くが整っている。ここで採用された規格の多くはヨーロッパでのスマートグリッドでも参照されている。また、日本発の ECHONET 規格は HEMS 関連規格の一例として挙げられるが、多くの参加企業によって ECHONET 規格を採用したサービス事業や製品供給が始まっている。ECHONET 規格は多くの要素が IEC で規格化されており国際標準へと広がっている。

スマートハウスは、これらの多面的なエネルギーマネジメント関連要素を取り込む事業であるが、スマートハウスの基礎となる要素技術並びに規格が多数実用化されていることが確認されており、スマートハウスの普及環境は整っていると考察できる。

スマートグリッドあるいは HEMS 等、複数の IT 技術を活用したエネルギーマネジメント・システムについて、消費者が製品並びにサービスを選択する自由や、地域に拡大した広範囲なエネルギーマネジメント・サービス事業者の容易な参入などを支える規格として、統合インフラとしてのスマートハウスの規格化は急務である。

10.1.3. 新たなサービスモデル創出の可能性評価

10.1.3.1. エネルギーサービスとしての実現可能性評価

(1) 消費者における受容性評価

(a) 低炭素社会実現に向けた意向

テーマ 2-2（大阪ガス、他）で実施した、エネルギーサービスに関するアンケート調査結果より、「省エネ喚起サービス」や「売電割増要求サービス」などについては、概ね「利用したい」との回答を得ることができた。需要家における低炭素社会実現に貢献しようとする意欲は決して低くなく、今後取るべき行動が正しく指南して制御してもらえれば制御サービスは十分有効であるという可能性が得られた。

表 10-62 省エネルギー実現手段の効果、コスト、生活制限の比較

手法	効果	コスト	生活制限
建物の断熱・気密性能の向上（既存住宅の場合）	◎	×	○
パッシブ設計手法の導入	◎	×	○
新エネルギーの導入（太陽光発電等）	◎	×	○
高効率機器の採用、交換	○	△	○
デマンドコントロール	○	△	×
設備機器連係による省エネ（通風、日射遮蔽等）	○	○	○
エネルギー表示、省エネガイド	△	◎	△

出所：ミサワホーム総研報告書

(b) 経済性重視の傾向

テーマ 2 のうち、以下に示すとおり多くの実証実験およびアンケート調査において、スマートハウスの導入の動機として、経済性重視の傾向が伺われた。

a) テーマ 2-2（大阪ガス、他）

テーマ 2-2（大阪ガス、他）の実証実験では、「通常」「地産地消」「経済性重視」の 3 つの運転モードのうち、被験者の 3/4 が「経済性重視」を選択しており、サービス利用の動機付けとしては、経済性が最も重視されているといえる。

また、「売電割増要求サービス」が実用化された場合に利用したいかどうかについて、アンケート結果では 80%が「利用したい」との回答しておりサービスの評価は良好だった。利用したい理由としては、環境性や電力会社の負担軽減なども理由に挙げられていたが、「家計負担を軽減できる」などを始めとした経済性の回答が最も多く、サービス利用の動機付けとしては、やはり経済性が最も重視されているといえる。

b) テーマ 2-3（ミサワホーム総研、他）

テーマ 2-3（ミサワホーム総研、他）の実証実験では、省エネアドバイスのメッセージにおいて、社会性を訴えるグループと経済性を訴えるグループを設定したところ、経済性を訴えるグループへの関心が高かったことから、経済性を訴えた方が省エネ喚起効果の高いことが伺える。また、売電量の単位に関しても、CO₂ 量の単位「kg」で表示されるより、経済価値の単位「円」で表示された方がわかりやすいとの評価であったが、その理由として、社会性より経済性の方が需要家への訴求力が高いという理由の他に、経済性を表わす単位である「円」が社会性を表わす単位よりもなじみが深いことが考えられる。

c) テーマ 2-5（大京）

テーマ 2-5（大京）のアンケート調査結果（アンケート有効回答数：約 2000 人）では、省エネ行動のインセンティブはコスト削減効果との回答が 80%であった。また、需要家にとって電力使用量のような数値のデータでは実感がしにくく、電気料金など金額ベースの表示が必要とされた。

d) テーマ 2-6（野村総合研究所）

テーマ 2-6（野村総合研究所）のアンケート調査結果（アンケート有効回答数：約 4000 人）では、省エネポイント付与（約 5 割）や電気料金メニュー（約 4 割）等といった、直接的な経済メリットが期待されるサービスへのニーズが高かった。概して、経済性に着目するのは若年層（20～40 歳代）であり、安全安心の支援に関心を持つのは高齢層（50～70 歳代以上）のニーズが高い結果となった。

e) テーマ 2-7（NTT ファシリティーズ）

テーマ 2-7（NTT ファシリティーズ）のアンケート調査結果では、需要家行動を効果的に促進するためには、金銭的なインセンティブが最も有効であり、実証実験で行ったようなコミュニティ内での競争を行い、上位者に報奨金を与えるという方法の他に、電力使用を抑制したい時間帯の料金を高くする、または発電所の稼動状況と連動した料金体系が需要家行動を効果的に促進すると考えられる。

(c) コスト受容性

a) テーマ 2-2（大阪ガス、他）

サービスの提供にあたっては、イニシャルコストとランニングコストを上回る経済メリットが要求されるが、テーマ 2-2（大阪ガス、他）で実施したアンケート結果によれば、イニシャルコストの回収年数は 5 年程度でなければ採用できないという意見が最も多かった。一方、今回の実証実験で利用したような太陽光発電と燃料電池を搭載した住宅の光熱費は、約 10 万円/年¹⁹であり、省エネ喚起サービスや運転指南サービス等による光熱費削減だけでは、5 年程度での回収は困難と考えられる。新規サービスの実用化に向け

¹⁹ 一般的な住宅 150m²～200m²の住宅について、別途大阪ガスにて年間シミュレーションを行ったもの。住宅ごとのエネルギー需要の想定の違いにより幅がある。

ては、既存光熱費の削減に加え、売電促進ができる施策等により、収入アップの仕組みが必要といえる。

b) テーマ 2-5（大京）

テーマ 2-5（大京）で実施したアンケート結果では、電力使用量の見える化サービスに対する消費者におけるコスト負担の平均値は以下のとおりであった。

表 10-63 電力使用量の見える化サービスに対する消費者におけるコスト受容性

支払パターン	イニシャル	月々負担	備考
a（5割）	平均 3,800 円程度	なし	
b（4割弱）	なし	平均 280 円程度	年間 3,360 円程度

c) テーマ 2-6（野村総合研究所）

テーマ 2-6（野村総合研究所）で実施したアンケート結果では、電力使用量の見える化サービスに対する消費者におけるコスト負担の平均値は以下のとおりであった。

表 10-64 電力使用量の見える化サービスに対する消費者におけるコスト受容性

支払パターン	イニシャル	月々負担	備考
a	平均 7,000 円程度	なし	
b	なし	平均 600 円程度	年間 7,200 円程度

a) テーマ 2-7（NTT ファシリティーズ）

テーマ 2-7（NTT ファシリティーズ）で実施したアンケート結果では、電力使用量の見える化サービスに対する消費者におけるコスト負担の平均値は以下のとおりであった。

表 10-65 電力使用量の見える化サービスに対する消費者におけるコスト受容性

支払パターン	イニシャル	月額	備考
a	なし	328 円以下	- 集合住宅の場合。 - 電気代節約分の割り戻し額。
b	10000 円程度	なし	

(d) サービスのコンテンツ

スマートハウスにおける省エネの実現を目的とした主なサービスとして、HEMS（Home Energy Management System）が挙げられる。

HEMS には、大きく分けて表示系と制御系の 2 種類がある。

表 10-66 HEMS の概要

HEMS	目的	サービスの概要
表示系 HEMS	表示装置を通じた情報提供により省エネ行動を喚起させることを目的とする。	電力だけをモニタする商品や、ガス給湯器やソーラーシステムと組み合わせた商品などがある。
制御系 HEMS	家電機器の自動制御により省エネを図ることを目的とする。	エアコンや給湯器など機器単独で省エネルギー運転や学習制御を行う機能を持つ技術がある。

出所：IBM 報告書

NEDO のエネルギー需要最適マネジメント事業では、HEMS の導入により、エネルギー消費量 5.8%～17.9%削減が報告されている。また、某家電メーカーの報告では、エネルギーを表示し省エネルギーを意識させることで 5%程度、さらに省エネを意識させない自動制御機能で 1～3%程度の削減が期待できるとされている。

しかし、本実証実験では、表示系 HEMS のみでは、需要家が情報を持て余すこととなり、適切に情報に対するアドバイスが必要であることや、さらに、HEMS による省エネ効果を継続的に実現するためには、単に宅内のエネルギー情報を「見える化」するだけではなく、データを収集・分析し、居住者の生活スタイルに合った省エネアドバイスをを行い、それに基づいてエコ行動をとった結果をフィードバックするという、PDCA のサイクルを生み出すことが、エコ行動のインセンティブに繋がること等が指摘されている。

以下は、実証実験結果（テーマ 2-3（ミサワホーム総研、他））を基にした HEMS のサービスメニュー例の受容性、事業性評価の一例である。

表 10-67 各サービスの消費者受容性および事業性評価

サービスメニュー		需要家における受容性評価	事業性評価
表示系 HEMS	見える化	◎	◎
	・テレビによる見える化	◎	
	・多様なエネルギー表示	◎	
	エコ行動アドバイス	◎	◎
	・機器制御と連係した省エネ行動喚起	◎	
制御系 HEMS	自動制御	○	
	・気象情報を活用した宅内機器自動制御	○	
その他の付加サービス	エコポイントの活用	△	○
	コンテンツへの広告挿入	△	○
	買い替えアドバイス	×	
	エコ占い	×	

出所：ミサワホーム総研報告書

a) 見える化

テーマ 2-3（ミサワホーム総研、他）のアンケート結果では、自分の家でスマートメータを設置しても良いと考える人は 9 割近く占め、プライバシー保護などの理由で反対する回答はわずか 7%に留まっていることから、家計部門の省エネが必要であるとの国民的な共通認識が出来つつあるあり、家計の省エネ行動をサポートするサービスに対するニーズが存在すると考えられる。

また、テーマ 2-4（シャープ）の実証実験被験者からのヒアリング調査では、省エネ行動に目標を設定する場合には以下が有効であるとの意見があった。

- 目標は金額で表示するのがよい。
- 目標達成までの期間は 1 ヶ月程度がよい。
- 目標金額は 10 円、20 円といった小さな金額であっても、省エネ行動喚起効果が十分発揮される。

加えて、家庭内のエネルギー情報を一覧したり各部屋の機器を操作したりする場合に、間取り図を使つての表示は、ユーザにとってわかりやすいとの評価を受けているが、各家庭に合わせた間取り図を作成するのは実際には困難であり、住宅メーカーと家電メーカーが協力して、実現方法を検討する必要がある。

なお、集合住宅においては、実証実験参加者の 90%が専有部の見える化に関心を持っているのに対して、共用部への関心は 50%を以下である。また、共用部で節約できた金額についても、修繕積立金として管理組合で運用するとの意見が 90%以上あり、専有部と共用部の考え方の違いが明らかとなった。

b) 制御

継続的なエコ行動の実現のためには、制御の自動化が有効と考えられるが、各ユーザの志向が異なることから、生活シーンに合わせた機器の一括制御は、各家庭において簡単にカスタマイズできるよう留意する必要がある。最大公約数的な生活シーンの想定では結局使われなくなる恐れがある。

また、ユーザ操作に対する制御指示の結果応答については、今回の実証実験では十分な速度が得られなかった（詳細は、表 10-60 を参照）ことから、この改善は重要な課題である。

なお、自動制御に対する消費者における受容性については、テーマ 2-1（大和ハウス）で実施したアンケート結果では、半数以上が自動制御を必要と答えており、必要ないとの回答は 2 割程度であった。

(e) データ提供に係る受容性

各家庭の電力使用量等のデータのサービス事業者への提供に関する受容性については、2 つの実証実験テーマにおいてアンケート調査を実施しており、各々半数以上の消費者より、

公共または公共性が高く信頼できる事業者であれば提供してもよいとの回答を得られた。

表 10-68 データ提供に係る受容性

	データ提供を受容する世帯または消費者の割合	データ提供に係る条件等
テーマ 2-5 (大京)	70%	・信頼のおける事業者への提供であること。
テーマ 2-6 (野村総合研究所)	6割強	・有用なサービスが受けられる。 ・データ提供先が、公共または公共性の高い事業者であり、管理責任が明確になっている機関であること。

各家庭の電力使用量等のデータのサービス事業者への提供が実現されることは、機器監視によるメンテナンスサービス等への展開や、世帯の属性を把握する等の新たなマーケティングへのロードサーベイデータの活用可能性を示すものと考えられるが、公的な管理体制があれば利用促進が図り易くなると期待される。

(f) ユーザインタフェース

実証実験におけるユーザインタフェースの実装例をに示す。

表 10-69 実証におけるユーザインタフェースの実装例

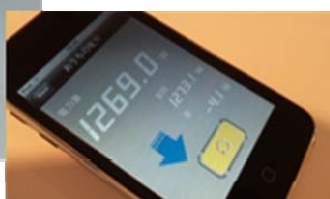
テーマ	制御内容	ユーザインタフェース
テーマ 2-1 (大和ハウス)	・個別機器の ECHONET に基づく制御 ・統合リモコンによる一括制御	住宅 API を使って任意 ・ iPhone ・ TV ・ フォトフレーム ・ 携帯電話 ・ PC 上でのタッチ式
テーマ 2-2 (大阪ガス、他)	・ 電池 3 兄弟の制御 ・ 電気機器、ガス機器の制御、負荷遮断等	PC、デジタル TV、ドアフォン
テーマ 2-3 (ミサワホーム総研、他)	・ 断熱ブラインドの自動開閉	デジタル TV ・ スーパーインポーズ ・ Web ブラウザ機能
テーマ 2-4 (シャープ)	・ TV からの家電、照明、ブラインドの個別制御 ・ 同上 一括制御	デジタル TV ・ 専用 GUI ・ Web ブラウザ

テーマ 2-5 (大京)	・エアコン、照明の個別制御（フェミニティ）	PC 携帯電話
テーマ 2-7 (NTT-ファシリ ティーズ)	なし（表示のみ）	PC 携帯電話

<iPhone>



エアコン操作時の画面



瞬時電力消費計測画面

<PC>



<TV>



<フォトフレーム>



図 10-48 実証におけるユーザインタフェースの実装例

a) テレビ画面上で家庭全体を監視・制御するユーザインタフェースの市場性評価

テレビはパソコンよりも画面が大きく画質が高い点で、家庭全体を監視・制御するユーザインタフェースデバイスとして将来性が高い。

ユーザがテレビの前にいる時間は非常に長いため、家庭全体を監視・制御するユーザインタフェースとしてテレビ画面を用いることは、ユーザに受け入れられやすく、市場性も高いと考えられる。

<参考>

- ・ テレビの一日あたりの平均視聴時間は、総務省調査では平日で 3 時間 49 分、休日で 4 時間 25 分もある²⁰。
- ・ 別の調査では、一日あたりのメディア接触時間は、テレビが 163.5 分であり、パソコンからインターネットを行う場合のメディア接触時間 67.6 分や、携帯電話からインターネットを行う場合の 18.1 分に比べて、非常に長い²¹。

²⁰ 総務省：情報通信データベース「ラジオ及びテレビジョン平均視聴時間量の推移」の、テレビジョン平均視聴時間量の平成 22 年 11 月調査データより

²¹ 株式会社博報堂 DY メディアパートナーズ：「メディア定点調査 2009」より
(<http://www.HAkuhodody-media.co.jp/newsrelease/2009/HDYnews090623.pdf>)

ただし、テレビで ECO ナビサービスや HEMS 機能を提供する場合には、できるだけリモコン操作の回数を減らす必要があり、テーマ 2-4（シャープ）の実証実験からは、目的の操作を行う際に 3 回以上の操作を必要とする仕様では、ユーザの省エネ行動への意欲を削いでしまうと指摘されている。

b) その他の操作端末

テーマ 2-1（大和ハウス）で実施したアンケート調査では、操作に適した端末（携帯電話、テレビ、フォトフレーム、タッチパネル）について、新規性も手伝って iPhone の評価が高かったが、全般にばらついており、サービスの内容により適材適所の端末を活用することが重要と考えられる。

(g) その他の留意事項等

需要家における IT リテラシは様々であることに配慮して、ホームサーバ導入時の設定、手続き等を検討する必要がある。

(2) 家庭向け省エネサービスの事業性

(a) 技術的な実現性

実証実験では、エコサーバを介して容易にエネルギー情報の取得やデバイス制御をできることが確認できたことから、エネルギープランナやアドバイザーによるコンサルティングビジネス事業にスマートハウス構想は有効に機能すると考えられる。

相互接続性確保や情報系サービスとの統合などの課題を解決することにより、HEMS 機能はさらに使い易いものとなると考えられる。

(b) 市場性

省エネアドバイス等を配信するサービスの市場性評価：家庭向け省エネサービスに関する調査では、2009 年度は家庭内にエネルギー計測器を設置してエネルギーの使用量を監視・表示するサービスを中心に市場規模が 2,000 万円と見込まれており、2014 年度には市場規模は 3 億円に拡大すると予測されている²²。今後は、環境問題や不況によるエネルギーコストの節約といった消費者の意向を受けて、市場規模が予測を上回ることも期待されるが、家庭向け省エネサービスの市場規模はそれほど大きくないと見られ、当該サービス単独での事業性は難しいと言わざるを得ない。

(c) 収益性

ホームサーバの普及に向けたイニシャルコスト低減策の一つとして、通信事業者が提供する通信機器（ホームゲートウェイ：HGW）やメータ等への組み込み等の方法が考えられ

²² 株式会社富士キメラ総研：「2010 次世代ホームネットワーク関連市場の将来展望 ～ホームネットワーク対応製品の普及状況、及び関連サービスの市場動向を把握～」より

る。

通信関連は技術革新の激しい分野であることから、インターネットの利用等においても、購入ではなく有償レンタルという制度が広く受け入れられている。この通信機器に、ホームサーバ機能を搭載することができれば、需要家にとってのホームサーバ導入に関するイニシャルコストを抑えることができ、広く普及させることが可能なのではないかと考えられる。

(d) 事業者別に見た事業性

a) サービス事業者からみた事業性（需要家メリットの観点から）

事業者向け省エネサービスは 2009 年初めに事業化したが、2009 年度は、「省エネルギー計測監視等推進事業」など制度的な後押しもあって、レストランとカラオケボックスを中心に、契約数が急増している。さらに、サービスの提供先は特養・老健福祉施設、スポーツ施設等新しい業種へも拡大しており、極めて市場性が高いサービスへと成長することが期待される。

一方、家庭向け省エネサービスに関しては、テーマ 2-3（ミサワホーム総研、他）のアンケート調査によれば、地球温暖化防止、資源枯渇の解消のため、自ら行動したいと思う人は約 8 割を占めており、省エネ・環境配慮的なライフスタイルを実践したいと回答した人も 7 割以上占めることから、ニーズはあると考えられる。ただし、業務施設の省エネサービスでは合理性、効率性への追求が一番のキーワードであるのに対し、家庭向け省エネサービスは、それぞれの家庭の状況、選好を尊重することが前提になると考えられる。

家庭向け省エネサービスを各々の家庭に対して個別に行う方法では、ビジネスとしては確立されにくいと考えられる。多様なプレイヤーが参加するコミュニティでの、家庭のユーザの生活に受け入れられる地域エネルギーマネジメントシステムの中にあるからこそ、家庭向け省エネサービスが成り立ち、市場形成が期待できると考えられる。

b) 機器メーカーから見た事業性

7) 計測部

①電力計測機能付き分電盤、②電力計測機能付き PLC アダプタ、③ガス・水道メータの 3 つを使用して行った実験によれば、一般的な省エネコンサルのサービスであれば、電力計測機能付き分電盤で取得できる消費電力の見える化だけでも十分なケースが多いのではないかと考えられる。

一方で、既築住宅にエネルギーマネジメントシステムを導入する場合には、分電盤を電力計測機能付き分電盤に入れ替える他、系統の見直し・電力線の再敷設が必要となるため、既存の住宅に更に容易に導入が可能な、分電盤に取り付ける通信機能付き電力計測計や、家電毎の電力を計測する通信機能付き電力計測計も有効である。

今後はホームサーバとの通信機能付きガス・水道メータ、あるいは既設のメータに後付けで接続できるパルスカウンタ装置、あるいはガス管・水道管に埋め込み計測するセンサの導入などの方法を検討していく必要がある。

こうした機器導入に際しての需要家の負担を軽減する社会的な仕組みが必要であると考えられる。

イ) 表示部

測定値およびアドバイスを見せる機器として、テレビやデジタルフォトフレーム等が考えられる。

実証実験で開発したテレビを用いた見える化方式は、既に普及しているデジタルテレビの殆どに対して比較的安価な通信装置を取り付けることで実現可能であり、テレビが電力見える化の表示部として非常に有望な機器と成り得る可能性を示すことが出来たのではないかと考えられる。

インターネット回線を敷設していない家庭の場合でも、電力計測機能付き分電盤や電力計測機能付き PLC アダプタから電力情報を収集する通信装置をデジタルテレビに取り付けることができる。

ウ) 制御部

継続的なエコ行動を促すためには、見える化やアドバイスだけでなく、自動化を含む制御機能が必要と考えられる。

「制御」を伴う場合、誤制御により事故に繋がる可能性が懸念されることが、制御インタフェースを持つ機器の普及が加速しない一因とも考えられる。このため、遠隔制御できる機能の選定や、安全サイドに倒す仕掛けや、また、システム全体でのアーキテクチャやセキュリティ等といった、制御にかかわる機器・システム設計のノウハウを蓄積し、後々には設計ガイドラインの作成が必要であると考えられる。

「制御」を行う際の責任分界点や連係の方式等を明確にした上で、自律分散的なシステムアーキテクチャを確立していく必要があると考えられる。

(e) サービスのコンテンツ

a) 見える化

見える化のサービスコンテンツについては、消費者の関心を高めることや継続的な効果を生み出すこと等を目的として、各テーマにて以下のような工夫を行っている。

- ・ ランキング表示（マンション内ランキング、同一家族構成内ランキング等）
- ・ PDCA サイクルによる計画、実施状況、結果、改善提案等の表示
- ・ エコポイント付与
- ・ アドバイス（エコ行動アドバイス、生活アドバイス）

(f) インセンティブ付与

a) エコポイントの有償化

目標を金額で示すことが需要家の省エネ行動を喚起する効果が高いことを実証したが、インターネットサービスと融合することにより、目標達成時の報酬を実際に金額換算できる価値として提供することが可能になる。例えば、エコポイントを家電の買い替え、レストラン、カラオケなどのサービスの代金の一部として使えるようなネットワークを提供することによって、省エネサービスの付加価値が高まり、市場形成が進むと考えられる。スポンサーとなる会社の協力により、目標を達成した需要家には対価として、品物のプレゼントや値引きサービスを提供するといったことも考えられ、スポンサーのメリットとしては、インターネットサービスを介して各需要家に広告を配信することが考えられる。

家庭で削減した CO2 を企業が買い取りこれを企業削減分として扱えるようにする制度が実現された場合、エコポイントシステムを通してその制度をサポートするなどの役割も期待される。

(g) 海外展開に向けて

生活アドバイスサービスと連携させてエネルギー可視化サービスを提供するというモデルは、日本、海外を問わずに適用できる一般性を有する。省エネと快適性・利便性との両面を考慮した真に生活に密着した統合サービスの提供にも活用でき、海外展開においても、日本企業の優位性になる。

家電・情報サービスとエネルギー支援サービスとを融合させる仕組みは、家電・情報機器と太陽電池・蓄電池などのエネルギー機器の両方の商品群を持ち、それらを統合できることを強みとした日本企業こそが提案できる内容である。これらのサービスは日本が主導的に開発を進めた上でいち早く海外展開を進めるのが望ましい。

なお、インフラ整備や制度などの影響を受ける部分は、地域による違いがあり、海外展開の課題となる。

10.1.3.2. その他の付加価値サービス創出の可能性評価（費用対効果を含む）

(1) 消費者における受容性

(a) サービスの内容

a) 宅内機器のリモートコントロールの一元化

- ・ テーマ 2-1（大和ハウス）で実施したアンケートでは、「是非欲しい」機能として宅内の統合リモコンが 5 割を越え、現在各社バラバラに設置されているスイッチやリモコン類をまとめたいというニーズが高いことが伺える結果となった。

b) 安全、安心サービス

テーマ 2-1（大和ハウス）で実施したアンケートでは、「是非欲しい」機能として、宅外からの玄関施錠確認が 5 割を超え、これに「お出かけボタン」、「簡易防犯機能（プザーで威嚇しメール通知）」が 2～3 割程度と続いており、安全、安心サービスに関心が集まった。

c) 買い替えサポートサービス

空気清浄機のフィルタ交換の時期に合わせてフィルタの販売店やフィルタ交換を行なう業者を紹介するような買い替えサポートサービスが考えられる。

d) 修理サポートサービス

エアコンの使用履歴と消費電力、内部エラー情報から経年による機器の性能の劣化を検出して修理の受診を促すようなサービスが考えられる。

(b) コスト受容性

サービスに必要なソフトウェアの価格については、300 円までという意見が 7 割程度であり、一般的な携帯アプリの価格設定が一つの規準になると思われる。ただ、統合リモコンに対しては 1000 円以上でも購入したいという意見が 3 割程度あり、ここでも操作スイッチの統合に対しては関心が高いことが伺える結果となった。

同じくランニングコストに関しても、無償が半数、300 円までが 8 割強という結果であり、これも携帯アプリの価格設定が一つの目安になる結果となった。

表 10-70 サービス価格

	イニシャル	月額	備考
テーマ 2-1（大和ハウス）	300 円まで	300 円まで（7 割）	統合リモコンについては 1000 円以上でも可。（3 割）

(2) 付加価値提供サービスの事業性

(a) 事業性（インセンティブ）

a) ハウスメーカーから見た事業性

スマートハウスの普及により設備の簡単な（リモコンレベルの）制御が可能な新しいインフラが構築され、住宅の省エネ性だけでなく利便性等を高める様々な機能を簡単に提供する新しいビジネスモデルが実現できる事が期待される。

ハードウェアである住宅を単に販売するのではなく、そこをスタートとして建物引き渡し後もメンテナンスやリフォーム等の追加工事や様々な生活サービス提供を通じて居

住者との関係を維持していきたいというのが昨今の流れであり、スマートハウスというインフラが整備される事はハウスメーカがこれまで培ってきたノウハウを基に自社販売建物だけでなく、広く既存の一般住宅への生活関連サービスや機能を提供する道を開くものとの期待は大きい。

インフラ整備を進める上では、PLC と無線によるネットワークは設備機器や家電製品の為の追加配線工事が不要であり、新築住宅だけでなく既築住宅への適用も容易で、建物側の余分な追加工事（例えば、クロスの張替え）が発生せずに導入コストが最小限に抑えられるメリットがある。

b) 家電メーカーから見た事業性

市場調査や広告効果等の点で、顧客アプローチの精度が上がることへの関心は高い。

表 10-71 顧客アプローチの精度向上への期待

	期待効果
市場調査	・ ライフステージの変化が捉えられる。
広告効果	・ スマートハウスの機能を利用した顧客への高効率機器の照会は、顧客からの引き合いを増加させると期待できる。 ・ メーカーからの直販チャネルの充実に繋がる可能性がある。

また、機器の故障情報等、メンテナンスフェーズにおいても顧客とのコンタクトを維持できるインフラは、販売機会拡大、販売コストの低減・高効率化が期待できる。

表 10-72 メンテナンスフェーズにおける期待されるサービス

サービス	サービスの概要
保守サービス	機器故障の予兆分析ができ、故障前に機器交換等の対応を行えば、サービス品質向上に繋がるとともに、事業者側でも販売効率が大きく向上すると期待される。
リコール対策	消費者安全保護法の指定機器の稼働状況が把握できると、メーカーにとってのメリットは大きい。

上記のメリットを享受するためには、宅内データのモニタリングにおいて、世帯全体の消費量だけでなく、機器や回路別の消費量や稼働状況等を把握できるようにする必要がある。

c) サービス事業者からみた事業性（事業者によるデータ活用メリットの観点から）

従来はパソコン向けに提供されていた IT 情報系のサービスは、携帯電話向け、テレビ

向け、家電機器向け等の様々の機器へ広がりを見せている。さらに、これらの機器毎（例えばテレビ）に、固有のサービス（例えば放送番組の視聴）と IT 情報系のサービス（例えばテレビ向け Web サービス）を統合的に提供する仕組みが作られつつあり、この仕組みを利用して新しいサービス（例えば健康系サービス）が、多様な機器向けに簡単に提供できるようになりつつある。この仕組みを拡張して情報収集・取得やサービス提供にも適用していくことが、今後必要となってくると考えられる。

統一した仕組みにより、生活に密着した家電機器を用いて、エネルギー管理と生活アドバイスとを連携・統合させた新しいサービスを簡単に提供できるプラットフォームが構築できると共に、エネルギー系情報と生活情報とを連携・統合した新たな付加価値の創出にも利用できる。

社会インフラとしてのスマートハウス関連ネットワークを活用していく事も重要な社会サービスである。

保安、保全、安心といったテーマでは付加価値を発揮できると考えられる。

表 10-73 今後の展開が期待されるサービス例

分野	サービス例
エネルギー系情報と生活情報とを連携・統合した新たな付加価値	• ECO 生活アドバイス • 家庭内機器リモートコントロールの一元化
社会インフラ（保安、保全、安心）	• 住宅診断 • 緊急連絡ネットワーク

また、事業者の立場からは、家電メーカから見た事業性と同じく、市場調査や広告効果等の点で、顧客アプローチの精度が上がることへの関心は高い。

d) インフラプロバイダから見た事業性

家庭内の機器を遠隔で管理することによりサービスを提供しようとする試みは、これまでも数多く取り組まれている（例：Continua HealthAlliance が取り組んでいる健康管理サービスや、高齢者見守りサービス等）が、各サービス単独で、宅内の機器を遠隔管理するシステムを構築・運用するには膨大な構築コスト・ランニングコストがかかることから、広く普及していないのが現状である。しかし、これらのサービスを共通的な機能をシステム基盤として構築・提供し、様々なサービス事業者が共有して使うことができれば、コスト負担が軽減され、サービス料金を低く設定することも可能となってくる。こうした、エネルギーマネジメントサービスのみならず様々なサービスにも適用可能な共通的なシステム基盤を提供することに、事業性があると考えられる。

(b) 市場規模

日本国内だけでも最大で 4500 万戸のネットワークに接続された PC が新たに出現し、そ

れらがリアルな設備機器や家電製品と繋がり、継続的に利用されるようになる。そうした仕組み（プラットフォーム）にソフトウェアを提供する事で様々なサービスを提供できると期待される。

10.1.3.3. ビジネスモデル

事業性に関しては、HEMS による省エネ効果のみでは十分な費用対効果が得られないことから、単独での実現は困難と考えられ、HEMS 以外のサービスプロバイダの参入が不可欠と再確認された。

そこで、より多くのサービスプロバイダの参入を促すためには、家庭（消費者）－インフラプロバイダデータプロバイダサービスプロバイダの4者のプレイヤー（複数のプレイヤーを1事業者で兼ねる場合もある）によるビジネスモデルが有効と考えられる。各プレイヤーの役割分担は下記のようになると考えられる。

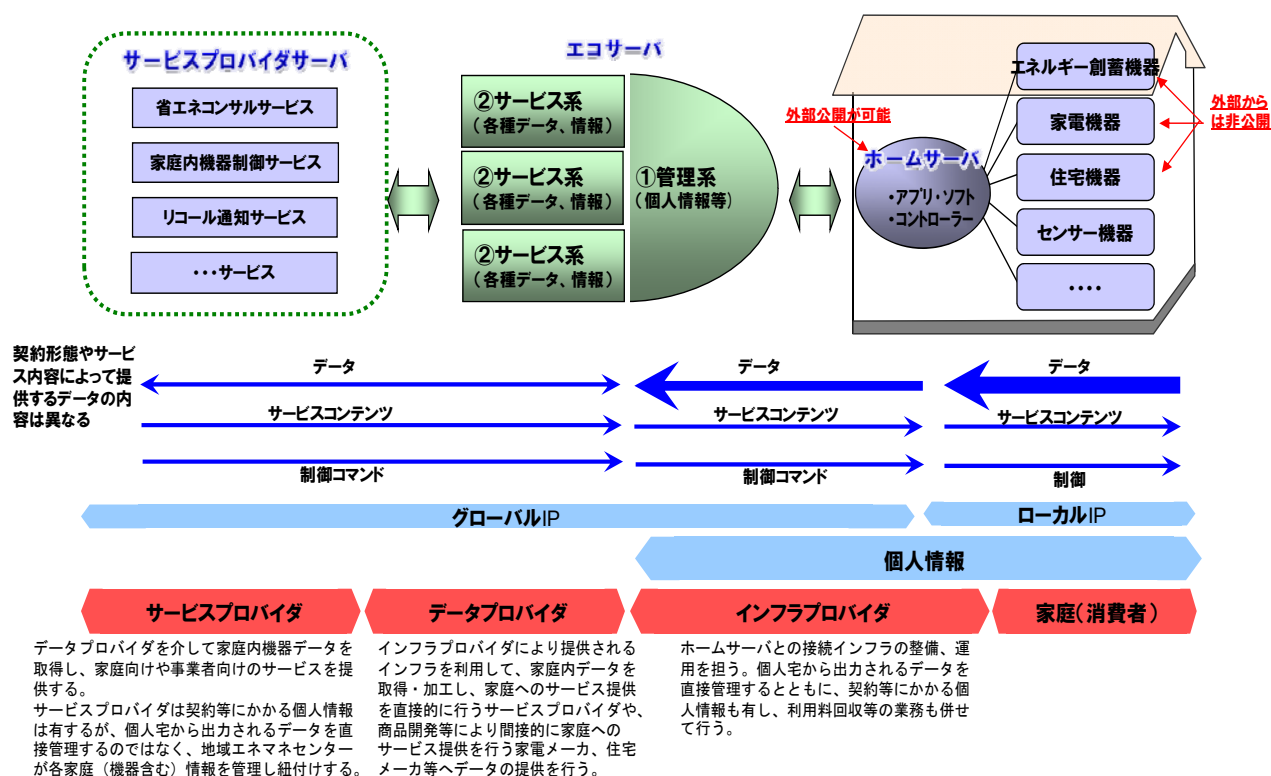


図 10-49 スマートハウスにおけるビジネスモデルの主要プレイヤー

表 10-74 スマートハウスにおけるプレイヤーの役割分担

プレイヤー	役割分担の例
インフラプロバイダ	ホームサーバとの接続インフラの整備、運用を担う。個人宅から出力されるデータを直接管理するとともに、契約等にかかる個人情報も有

	し、利用料回収等の業務も併せて行う。
データプロバイダ	インフラプロバイダにより提供されるインフラを利用して、家庭内データを取得・加工し、家庭へのサービス提供を直接的に行うサービスプロバイダや、商品開発等により間接的に家庭へのサービス提供を行う家電メーカー、住宅メーカー等へデータの提供を行う。
サービスプロバイダ	データプロバイダを介して家庭内機器データを取得し、家庭向けや事業者向けのサービスを提供する。

本実証実験で行われたアンケート結果によれば、消費者が許容できるサービス価格は概ね月額 300 円程度であり、これを実現することを必須条件と考えなければならないが、i-mode 等のビジネスモデルにも見られるように、上記のような役割分担により、サービスプロバイダにおけるインフラ整備コスト負担、個人情報管理や料金回収等のリスク等を回避あるいは軽減することができ、多くのサービスプロバイダが低価格でサービスを提供できるようになると考えられる。

また、上記のような役割分担により、一例として以下のようなビジネススキームによりスマートハウスからの収集データの多角的な活用も実現でき、幅広い事業者の参入を促すことで、商品・サービスの多様化、充実化が期待できる。

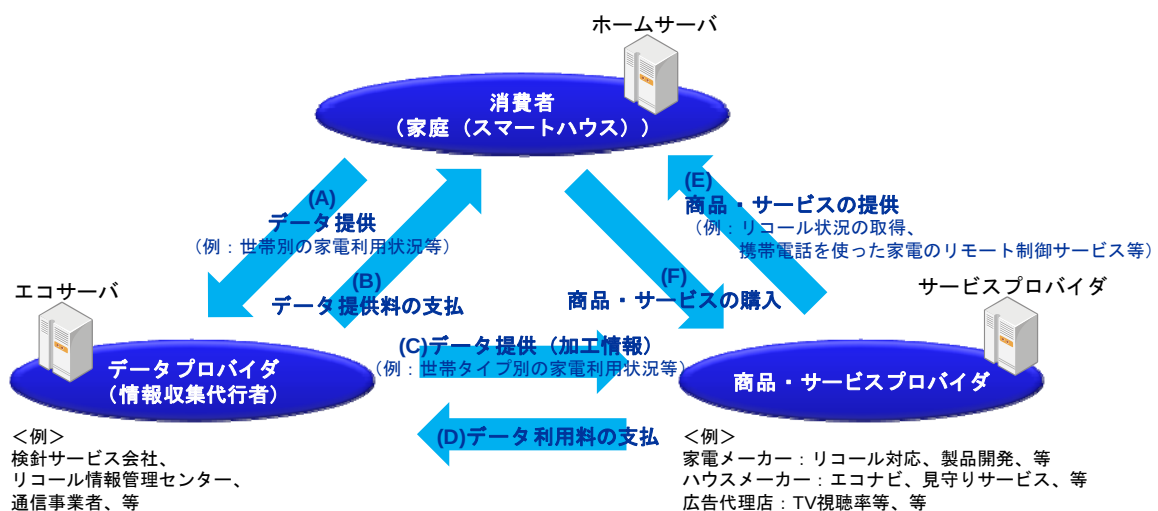


図 10-50 家庭内エネルギー消費・供給機器の情報収集・配信スキームの例

10.2. スマートハウス・コミュニティの普及に向けた今後の取り組み（ロードマップ）

10.2.1. 国際動向調査

10.2.1.1. スマートハウス関連プロジェクトの動向

(1) アメリカ

スマートグリッドに関して近年話題の多いアメリカであるが、殊に一家庭を対象としたスマートハウスを、ピンポイントで対象としたプロジェクトは少ないように見受けられる。ここではスマートハウスへの示唆となりうるプロジェクトとして、スマートグリッドに関わるパイロットプロジェクトでもとりわけ有名な Xcel Energy の「SmartGridCity」、Southern California Edison の「Smart Connect」を取り上げる。

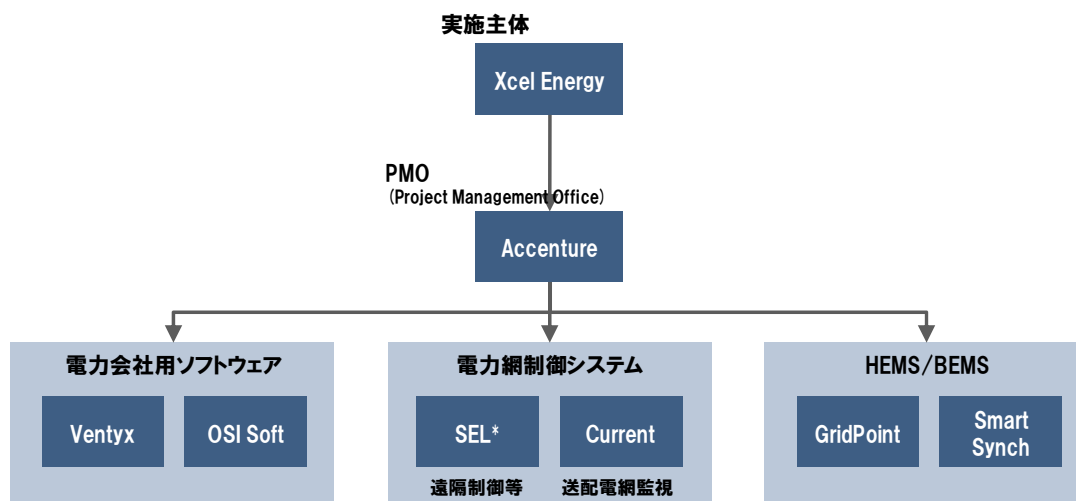
(a) Smart Grid City

米国の大手電気事業者である Xcel Energy（本拠地：ミネソタ州ミネアポリス）は、2008 年～2010 年でスマートグリッドに関するプロジェクト「Smart Grid City」を展開している。図 10-51 に本プロジェクトの実施体制を示す。PMO として Accenture が指揮をとり、ソフトウェア開発を Ventyx、OSI Soft が、電力制御システム開発を SEL(Schweitzer Engineering Laboratories)、Current が、HEMS 等のユーザインタフェースの開発を GridPoint、Smart Synch が手掛けている。プロジェクトの総予算は 1 億ドルであり、資金調達は多くの関係者による共同出資という形をとっており、Xcel Energy が 1,500 万ドルを出資している他、各プロジェクトメンバも持ち出しで技術開発に取り組んでいる。

本プロジェクトの目的は、中小規模の都市に対して集中的にスマートグリッドのシステムを導入することであり、実証試験サイトとしてコロラド州ボルダーが選ばれた。ボルダーが選出された理由として、

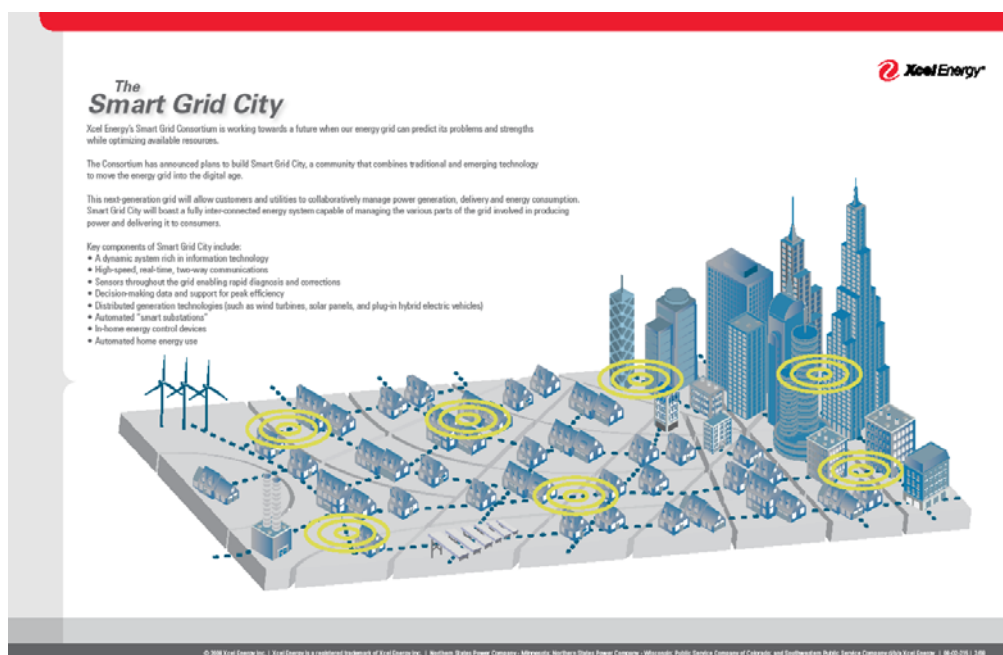
- 人口が 9.5 万人であり、中小規模の都市である
- ロッキー山脈の中間地点に位置するために、長距離送電線を敷設しておらず、自立系統である
- コロラド大学を中心に、研究者が多く在住している地域であり、住民の環境意識が高い
- コロラド大学、国立気圧研究センターや連邦の研究所等があり、共同研究の機会に恵まれている

などが挙げられる。



出所出所：SmartGridCity HP を元に MRI 作成

図 10-51 SmartGridCity の実施体制



出所出所：”SmartGridCity - A blueprint for a connected, intelligent grid community”

図 10-52 SmartGridCity のイメージ図

SmartGridCity は以下のような機能を持った中小規模の系統であると考えられている。

- 配電系統運用の効率・信頼性の向上
- 設備のエネルギー効率の向上と需要家の需要反応スキームの確立
- オンサイト再生可能エネルギー電源の高度な連系

このようなシステムを構築するために、本プロジェクトは以下の 3 つのプロセスにより、ボルダー市の電力インフラのスマート化を図っている。

- 市内の住宅・施設における既存の電力メータを 5 万台のスマートメータに変更
 - 自動検針システム、停電の検知など
- ボルダー市内の 4 つの変電所、25 か所のフィーダをスマートグリッドに対応するように改修し、双方向の電力・通信網を確立
 - 配電所業務自由化、変圧器・低圧系統のモニタリング・過負荷検知
- 電力消費者がインターネットでエネルギー使用を制御・分析できるシステムを構築
 - 見える化ツールの提供、デマンドレスポンスプログラムの構築

つまり、プロジェクトの初期段階で、スマートメータの敷設による AMR(Automated Meter Reading)と配電自動化など、ボルダー市の電力系統の先進化を図り、次のステップで各需要家へのサービス提供を行う。2009 年現在、第 1 ステップのスマートメータ設置、配電系統モニタリング、自動化に関するインフラ整備はほぼ整っており、今後需要家サービスの検討を行う予定である（表 10-75 参照）。

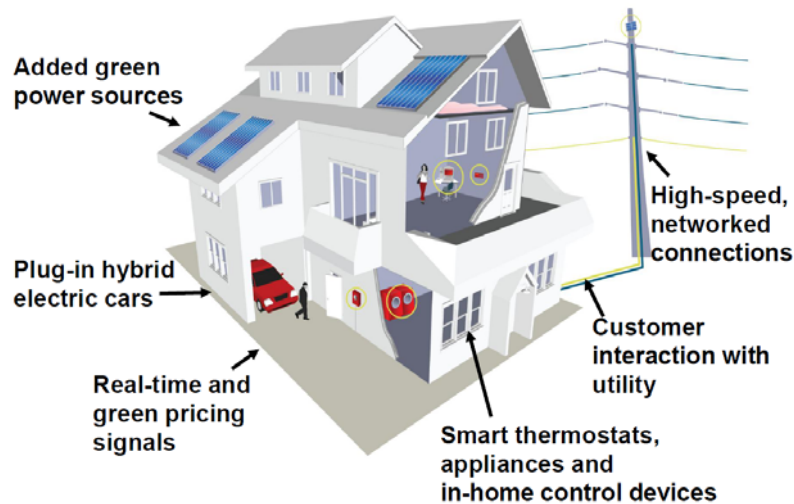
表 10-75 SmartGridCity の実施項目と 2009 年現在のステータス

導入技術	現在のステータス
IT インフラ	20 個以上のアプリケーションを開発し、統合セキュリティシステムの導入
通信ネットワーク	200 マイル以上の光ファイバーケーブルを敷設 46,000 以上が BPL (Broad-band over Power Line)
変電所・フィーダの自動化	4 つの変電所が自動化 4 本のフィーダが自動化されており、23 本が監視下に置かれている
電流・電圧センサ	約 4,500 個の変圧器を監視
スマートメータ	約 16,000 個のスマートメータを導入
In-home デバイス	試験的に 8 ヶ所設置

出所:Excel Energy 資料

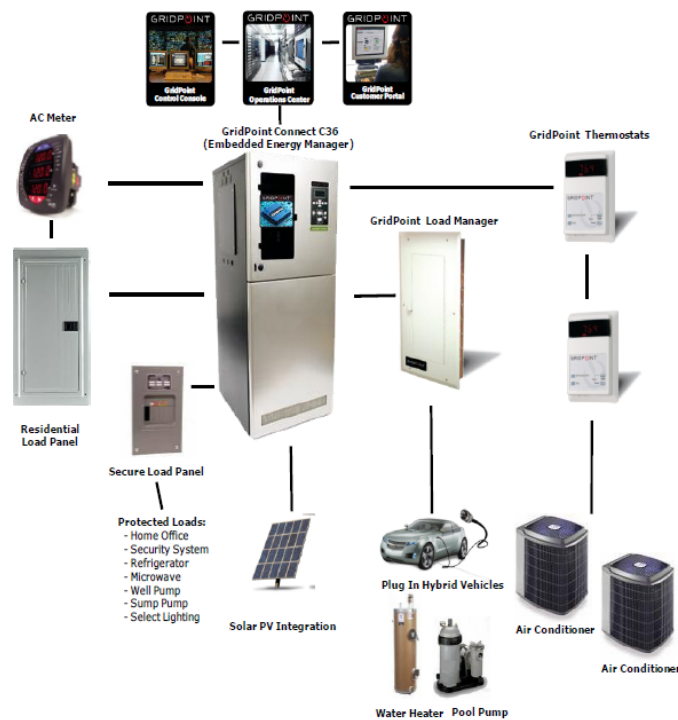
SmartGridCity の今後の開発対象となる需要家へのサービス提供に関して、Xcel Energy は図 10-53 に示すような「スマートハウス」の概念を提示している。各家庭の家電製品や分散電源、電気自動車などはホームエネルギーネットワークで結ばれ（図 10-54 参照）、家庭内の電力消費の見える化、電力消費の高効率化、家電製品の需要制御などを検討する予定である。また、消費者がニーズに応じて、家庭で利用する電力種別（クリーンなエネルギー源、安価なエネルギー源など）を選択できるような仕組みも開発する。

このようなスマートハウスの実証は、既に 2008 年 3 月～2008 年 8 月の期間において、コロラド大学の学長の住居をはじめとした数件の家庭をモデルハウスとして選定し、実証実験を行っている。



出所出所 : "SmartGridCity - A blueprint for a connected, intelligent grid community"

図 10-53 SmartGridCity で考えられているスマートハウス像



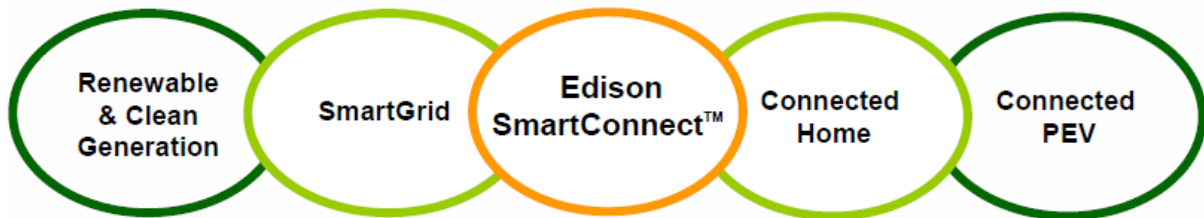
出所出所 : "SmartGridCity - A blueprint for a connected, intelligent grid community"

図 10-54 スマートハウスにおけるホームエネルギーネットワーク

(b) SCE Edison SmartConnect

カリフォルニア州の大手電気事業者である Southern California Edison 社は 2009 年より、自社の供給地域のスマートグリッド化を推進している。図 10-55 に SCE の進めるスマートグリッドの 5 つのドメインを示す。再生可能エネルギー・クリーンエネルギーによる発電や、スマートグリッド（送配電のスマート化）から電気自動車（PEV : Plug-in Electric Vehicle）

に至るまでと、SCE のバリューチェーンのすべてにおけるスマート化を図ることを目的としているが、これらの中でスマートハウスに関連するのは、需要家領域でのスマート化である「Edison SmartConnect™」である。



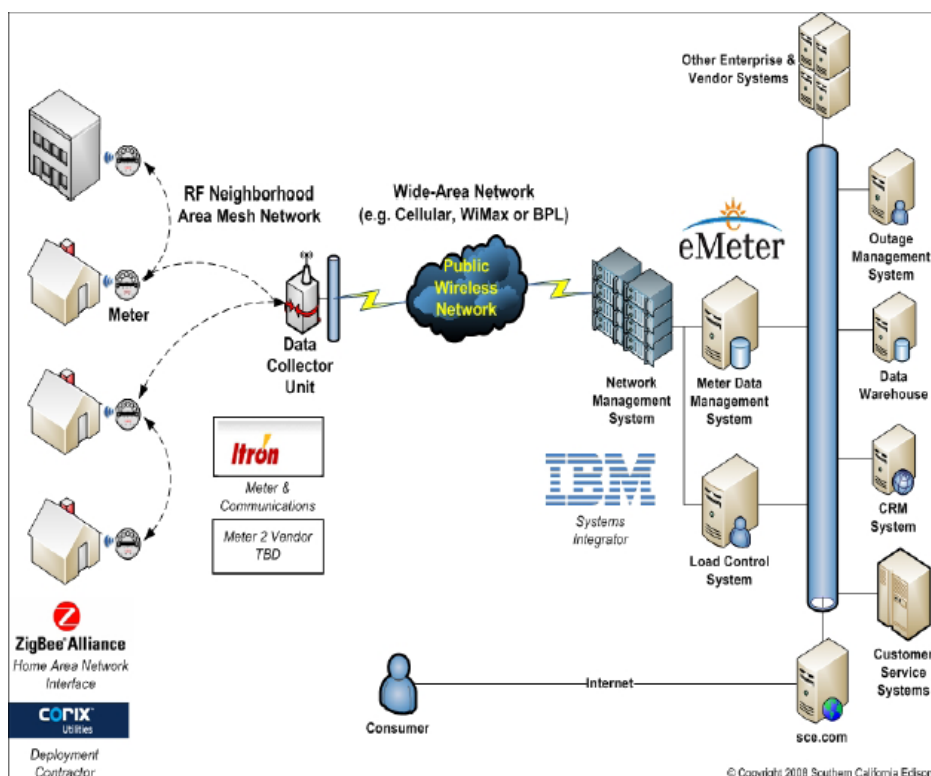
出所出所：”Edison SmartConnect Program Overview”

図 10-55 SCE のスマートグリッドに関する取組

この Edison SmartConnect™ プロジェクトの目的は、大規模なスマートメータ導入、並びに SCE と需要家との双方向の通信インフラを敷設することで、需要家の省エネルギー、電気料金節約、環境負荷低減を支援することにある。SCE は 2009 年から 2012 年までに累計で 530 万台のスマートメータを設置する予定である。Edison SmartConnect™ プロジェクトにおける AMI(Advanced Metering Infrastructure)のネットワーク構成を図 10-56 に示す。現在導入されているスマートメータは Itron 社製であり、メータデータマネジメントシステムは IBM 社が、見える化サービス・デマンドレスポンスサービスは eMeter 社が担っている。メータの情報取得は無線方式により行い、RF メッシュを用いている。

Edison SmartConnect™ では、需要家が享受するインセンティブとして、時間帯別料金を設定し、需給が逼迫するようなピーク時間帯等での電力使用量を削減すれば、月々に支払う電力料金が下がるようなデマンドレスポンスプログラムを提供している。時間帯別料金の種類には、以下のようなものが含まれる。

- TOU(time-of-use)：あらかじめ時間帯別の価格を設定している料金プログラム
- RTP(Real Time Pricing)：上記の TOU をベースとして、時間帯別の料金単価を日ごとに変化させるプログラム
- CPP(Critical Peak Pricing)：特に電力需給が逼迫する日にピーク時間帯の電気料金をさらに引き上げ、非ピーク時間帯の電気料金は下げるという料金プログラム
- PTR(Peak Time Rebates)：需要家ごとに典型的な電力使用プロファイル（ベースライン）を設定し、そこからの電力使用量の削減に対して対価を支払う



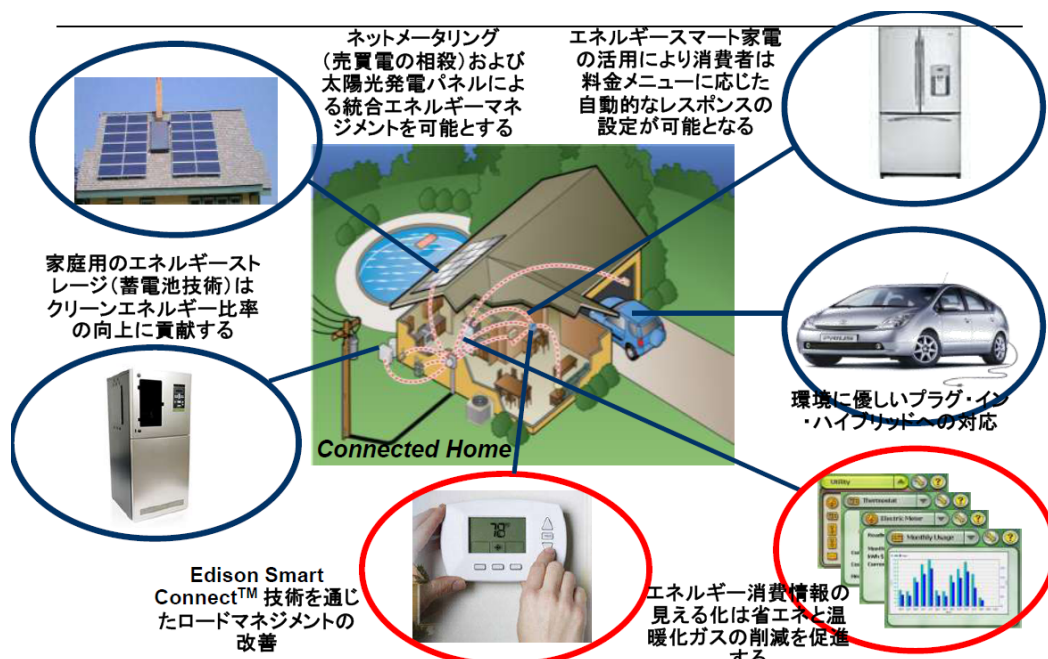
出所出所：”Edison SmartConnect Program Overview”

図 10-56 Edison SmartConnect™ の AMI ネットワーク構成

需要家は上記のような料金プログラムに応じて、自身の電力消費量について行動を起こす。例えば料金が安い時間帯にエアコンの使用を差し控える、他の時間帯に使用してもよいような家電機器（洗濯機など）は料金が安い時間帯に使用するなどである。料金によって、需要家のこれらの行動を誘発するような仕組みをデマンドレスポンスと呼ぶが、SCE ではこれに付け加え、料金が安い時間帯などに自動的に電力消費を抑えるような「スマート家電」との連携も考えている。以上のような Edison SmartConnect™ で考えられている家庭内エネルギーのスマート化は図 10-57 の図にまとめられる。

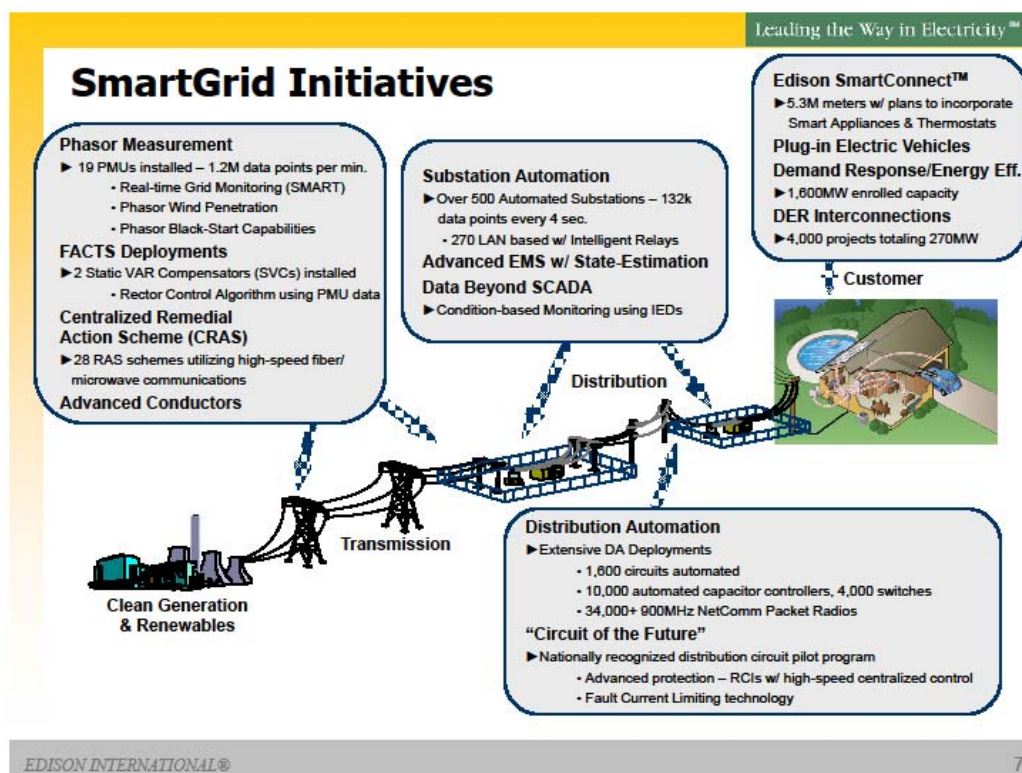
以上、SCE の Edison SmartConnect™ プロジェクトについて記述したが、SCE ではこの他にも以下のような取り組みを行っている。これらのスマートグリッドに関連する取組の概要を図 10-58 に示す。

- 配電制御・モニタリングシステム : 2,000 万ドル
- 配電自動化 : 3,930 万ドル
- 遠隔復旧スキーム : 1 億 1,120 万ドル
- フェーザ計測及び系統安定化システム : 3,400 万ドル
- 変電所のビデオ監視 : 700 万ドル
- EMS のアップグレード : 740 万ドル
- その他 : 610 万ドル



出所出所：IBM 資料

図 10-57 Edison SmartConnect™ における家庭内のインテリジェント化



出所出所：SCE’s Smart Grid Definition & Strategy

図 10-58 SCE のスマートグリッドに関連する他の取組

(2) 欧州

アメリカでは、まだスマートハウスに注目したプロジェクトというのが少ないことに対し、欧州では比較的スマートハウスに関連するパイロットプロジェクトが多い。EU 全の取り組みの中でも、代表的なものとして、スマートハウス全般に関わるプロジェクトである「SmartHouse/SmartGrid」、外部からの制御を可能としたスマート家電に関するフィージビリティスタディを行う「Smart-A」などが挙げられる。また、各国での取り組みも始まっており、ここではドイツの ICT 技術を用いたエネルギーネットワークの高度化プログラム「E-Energy」のうち、「E-Dema」を取り上げる。

(a) SmartHouse/SmartGrid

欧州におけるスマートハウス関連の代表的なパイロットプロジェクトとして、「SmartHouse/SmartGrid」プロジェクトが挙げられる。本プロジェクトは、欧州委員会(EC: European Commission)が助成する科学研究プログラムである「第7次フレームワーク計画(FP7: Framework Programme 7)」からの補助を受け、2008年9月から2011年2月まで実施されるプロジェクトである。本プロジェクトの目的は、「情報通信技術を用いたスマートハウスの統合によるエネルギー効率最大化の達成方法を実証する」ことであり、詳細な検討項目は以下のようになっている。

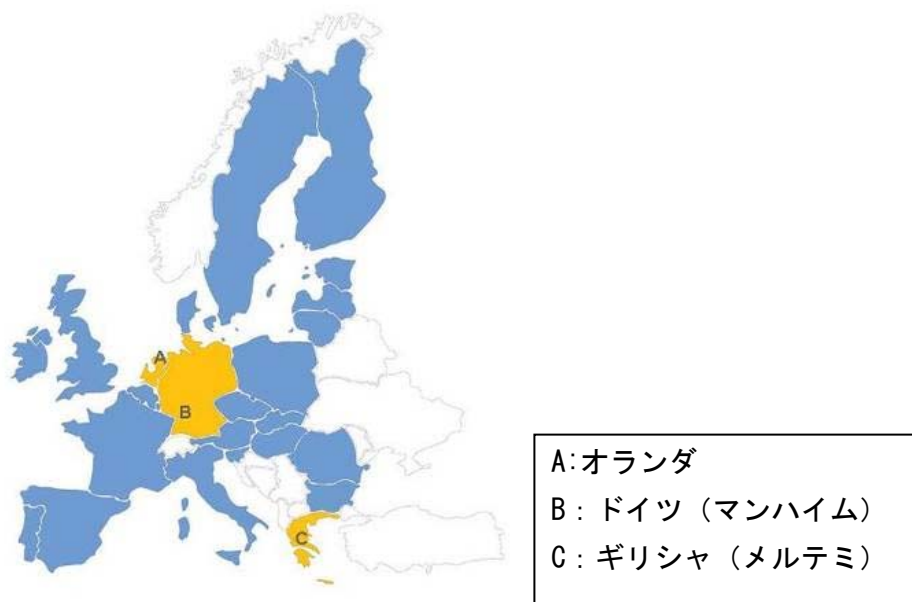
- 家庭内エネルギーマネジメントのための需要家との連携運用技術
 - リアルタイムな情報と時間変動型料金
 - 家庭内発電のシステムへの統合
- スマートグリッドとの連携
- 分散エネルギー社会における分散制御
- インテリジェントなエージェント制御
 - 電力市場整備と予測技術

本プロジェクトのメンバ組織、およびプロジェクトでの役割を表 10-76 に示す。全体のプロジェクトコーディネーターはシステム会社である SAP が引き受け、全体統括を行う。本プロジェクトは図 10-59 に示すようなオランダ、ドイツのマンハイム、ギリシャのメルテミで行われているが、オランダでは Energy Research Center、ドイツでは Institut für Solare Energieversorgungstechnik (ISET) と MVV Energie、ギリシャでは Institute of Communication and Computer Systems (ICCS), Univ. of Athens と Public Power Corporation (PPC) がそれぞれの国における実証を展開しており、SAP はすべての実証に関わっている (表 10-77 参照)。

表 10-76 SmartHouse/SmartGrid のプロジェクトメンバとその役割

プロジェクトメンバ	本拠地	プロジェクトでの役割
 SAP	ドイツ	● プロジェクトコーディネーター ● Web サービスの提供
 Institut für Solare Energieversorgungstechnik (ISET)	ドイツ	● 双方向エネルギーマネジメントインタフェースである「BEMI」の提供
 MVV Energie	ドイツ	● 「エネルギーバトラー（給仕）」というコンセプトの提供
 Energy Research Center	オランダ	● マルチエージェントシステムアーキテクチャの構築 ● 100 万世帯規模での効果の分析
 Institute of Communication and Computer Systems (ICCS), Univ. of Athens	ギリシャ	● 電力系統におけるエージェント制御の検討
 Public Power Corporation (PPC)	ギリシャ	● 再生可能エネルギーとディーゼル発電での自立運転の実施

出所出所：SmartHouse/SmartGrid HP より MRI 作成



出所：SmartHouse/SmartGrid HP

図 10-59 SmartHouse/SmartGrid の 3 つの実証実験サイト

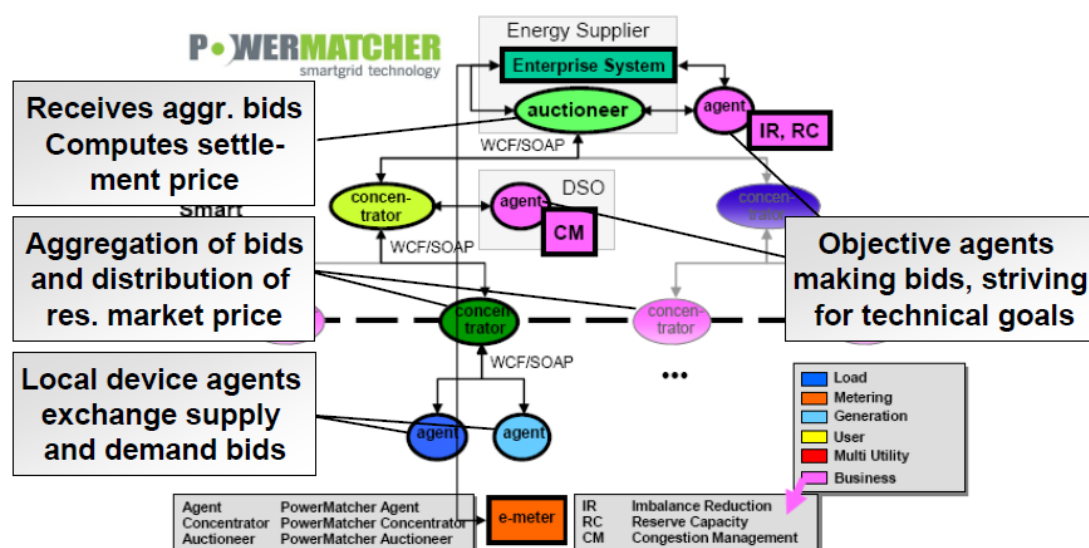
表 10-77 実証実験サイトごとの参加メンバ

メンバ名	実証試験 A (オランダ)	実証試験 B (ドイツ)	実証試験 C (ギリシャ)
SAP	○	○	○
ECN	○		
MVV Energie		○	
ISET		○	
Public Power Corporation			○
ICCS-NTUA			○

出所：SmartHouse/SmartGrid HP より MRI 作成

●実証 Aーオランダ

オランダでは、多数の負荷機器とコージェネレーションシステムを用いた場合の家庭内制御の検討を行っている。本実証で考えられているスマートハウスの統合スキームを図 10-60 に示す。各構成要素には、エージェントと呼ばれる自律分散型の制御機能を持たせ、これらの協調により、スマートハウスを統合することを考えている。これらのエージェント間には、PowerMatcher プロトコルにより接続される。



出所：Smart Houses and Smart Grid

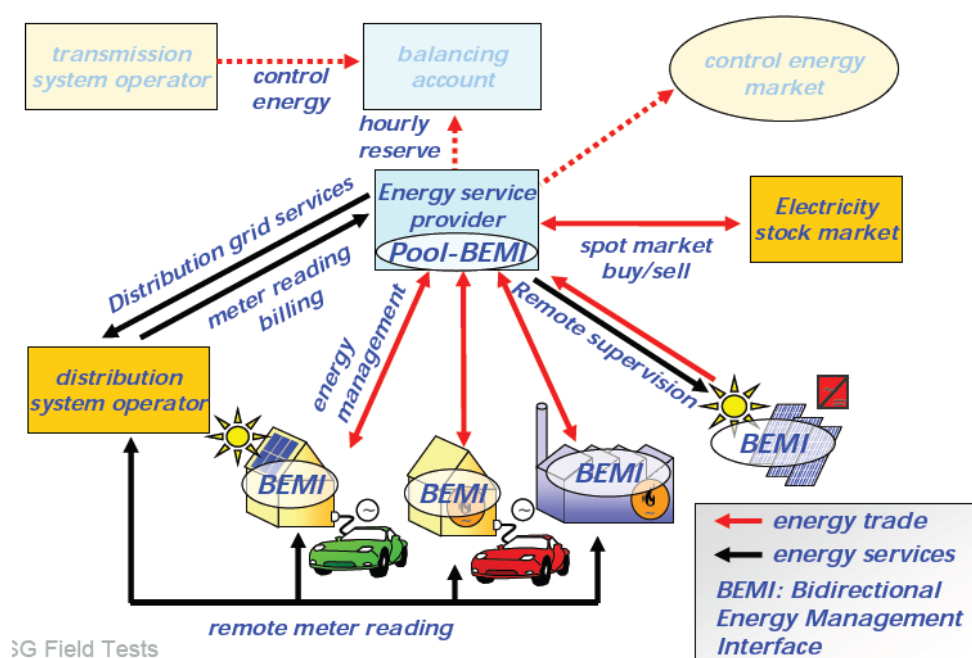
図 10-60 実証 A で考えられているスマートハウス統合スキーム

また本実証では、得られた結果をもとに、100 万世帯規模の家がスマートハウス化した時のシミュレーションを行うことにより、スマートハウスの効果の分析を行うことを予定している。

●実証 B—ドイツ

ドイツのマンハイム市では、100 軒規模の家庭にスマートハウスを導入する実証を行っている。ここで考えられているスマートハウスとは、太陽光発電、コージェネレーションシステムと可制御な負荷が統合され、電気事業者等のサービスプロバイダと需要家がリアルタイムな情報交換ができるようなシステムであるとしている。

また本実証では、スマートハウスに関する需要家インセンティブ等のビジネスアーキテクチャの検討を行っている。本実証で考えているビジネスアーキテクチャを図 10-61 に示す。ISET が開発した「BEMI」というシステムを中心に構築される。図に示されるように、DSO(Distribution System Operator：配電系統運用者)のほかに、ESP (エネルギーサービスプロバイダ) が存在し、各スマートハウスのマネジメントに当たる。DSO はスマートメータにより読み取られた情報を ESP に提供し、それをもとに ESP は各スマートハウスとの相互運用を行うことで DSO の配電業務に資するサービスを提供するというフレームワークである。

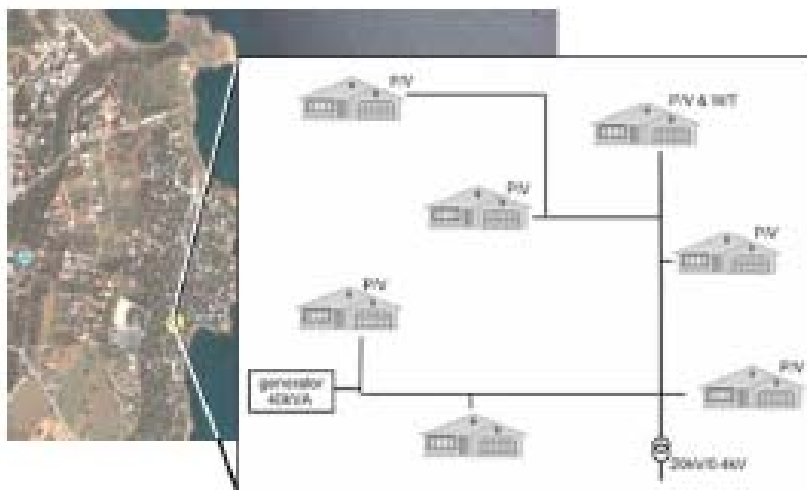


出所：Smart Houses and Smart Grid

図 10-61 実証 B で考えられているビジネスアーキテクチャ

●実証 C—ギリシャ

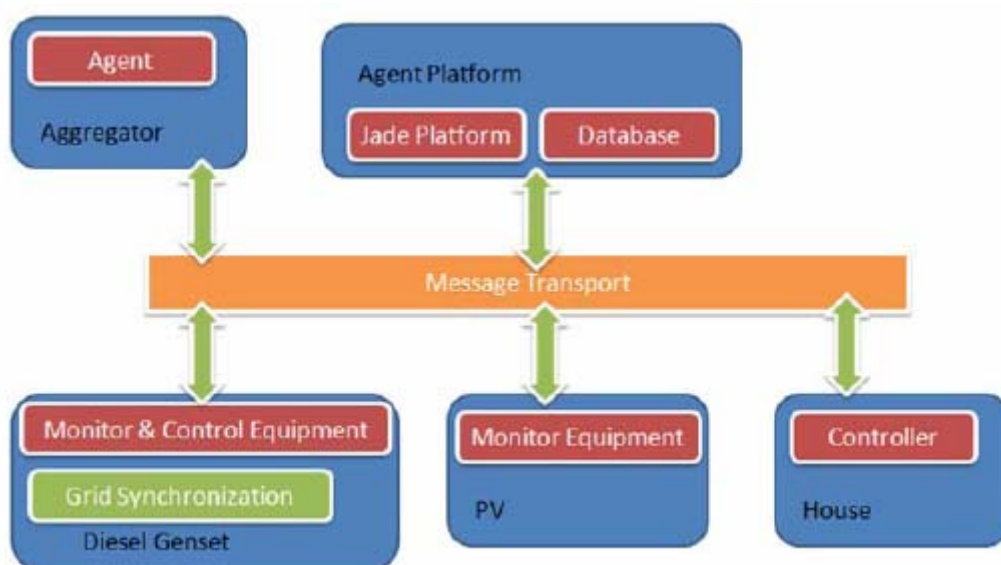
ギリシャのメルテミ（アテネ近郊の都市）において、海岸のキャンプサイトでのマイクログリッド実証試験を行っている（図 10-62 参照）。このマイクログリッドの発電設備は、太陽光発電とディーゼル発電であり、プロジェクトの大きな目的の一つに、これらの発電設備によるマイクログリッドの自立運転を行い、停電時などに自立運転に移行することで、電力品質を向上させるシステムを構築することが挙げられる。



出所 : Smart Houses in the Smart Grid

図 10-62 実証 C の試験サイトとマイクログリッドのイメージ図

本実証サイトのマイクログリッドの需給制御システムでは、図 10-63 に示すような「エージェント制御システム」を採用している。これは太陽光、ディーゼルなどの各発電機、各家庭、系統運用者など、マイクログリッドの構成要素のすべてが「エージェント」なる制御システムを持ち、各構成要素はそれぞれのエージェントの指令の元、自律的に制御される。各エージェントは互いにメッセージを出し合うことで、相手の状況を把握し、連携を行うという分散制御システムである。



出所 : Smart Houses and Smart Grid

図 10-63 実証 C の試験サイトにおけるエージェント制御システム

(b) Smart-A

EU 内で行われているスマートハウスに関連したプロジェクトとして、Smart-A が挙げられる。Smart-A の正式名称は、Smart Domestic Appliances in Sustainable Energy System であり、2007 年 1 月開始の 2 年半という期間で、総予算 135 万ユーロのプロジェクトである。事業主体はドイツの研究所である Oeko-Institut を始め、9 つの研究機関、関連企業、大学などから構成され、家電製造メーカーや電力会社の協力も得るとしている。また、IEE(Intelligent Energy Europe) Programme の 1 つとして、欧州委員会(European Commission)からの援助も受けている。

Smart-A の目的は、再生可能エネルギーの今後更なる系統連系のために、電力系統の発電、需要、そしてネットワークのより高度なマネジメントが必要であると考え、将来の電力系統において、電力系統の状態に応じて、消費電力をフレキシブルに調節できるスマート家電(Smart Domestic Appliances)が負荷マネジメントに貢献できるための方策を提案することである。このために、プロジェクトでは欧州内の様々な家電を用いた需要ピークシフトに関する方法論を評価し、これらを電力システムの広域、またはローカルな視点からのニーズによって比較検討を行う。図 10-64 に本プロジェクトの参画メンバを示す。全体の統括は Oeko-Institut が行う。参画メンバには、ドイツからの参加が多いが、Imperial College London など、他の国からの参画者も見られる。



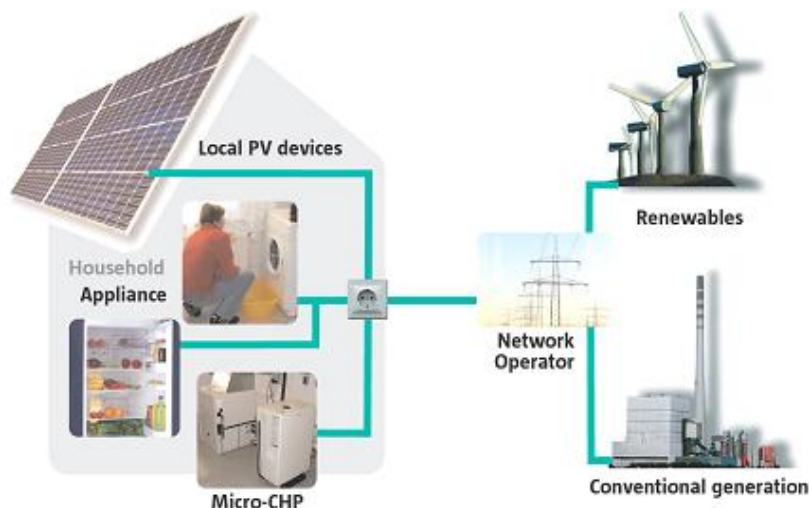
出所：“Smart Household Appliances as part of Smart Grids”

図 10-64 Smart-A プロジェクトの参画メンバ

以上の Smart-A の構想を表した将来の電力システムの概念図を図 10-65 に示す。なお、スマート家電の対象機器として、食器洗い機、冷蔵庫、冷凍庫、電気温水器、洗濯機などが考慮されている。

Smart-A プロジェクトの具体的な実施内容は次の通りである。

- ・家電機器の運転パターンを調査し、その変更の可能性を分析
- ・広域電力系統から見た、ローカルな供給と需要マネジメントの特性の把握
- ・家電機器の運転パターン変更への需要家の許容度合の調査
- ・スマート家電を可能にする制御、通信技術の評価
- ・様々な家電の使用と電力システムの状態を考慮したモデルの作成
- ・負荷需要ピークシフト効果の分析



出所：Smart-A WEB サイト (<http://www.smart-a.org>)

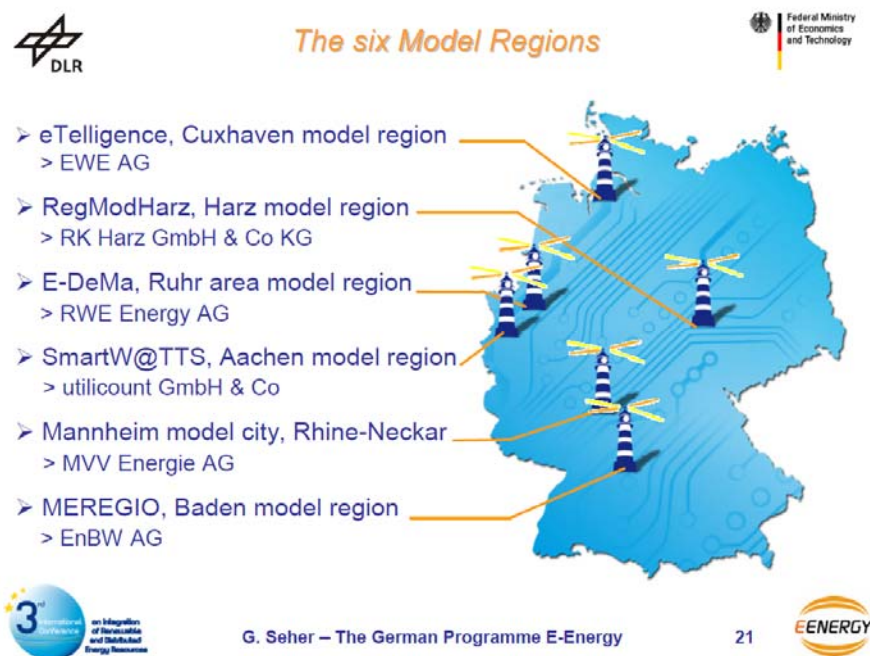
図 10-65 Smart-A で想定されている将来の電力ネットワーク

(c) E-energy（ドイツ）

以上は欧州全での取り組みを示したが、欧州では各国ごとの取り組みも盛んである。ここでは、ドイツでの取り組みを挙げる。ドイツでは、2008 年より E-Energy プログラムがスタートしている。E-Energy プログラムは、正式名称を「E-Energy: ICT-based Energy System of the Future（情報通信技術に基づいた次世代エネルギーシステム）」といい、ドイツ連邦政府の技術政策の一環として、連邦経済省(Federal Ministry of Economics and Technology :BMWi)と連邦環境省(German Federal Environment Ministry : BMU)の主導の下、遂行されているプログラムである。期間は 2008 年～2012 年、総額 6000 万ユーロの予算が割り当てており、連邦環境省は 2008 年と 2009 年で、再生可能エネルギー連系に係る複数のプログラムに対し、更に 4000 万ユーロの助成を行っている。

E-Energy プログラムは、最新の情報通信技術の導入によるエネルギーシステムの最適化を通して、高効率かつ低環境負荷なエネルギーシステムの構築、及び新規雇用・市場の開拓を目的としている。実証試験サイトとして 6 つのモデル地域を選定されており、それぞれの地域において別々の電力会社等が主体となり、プロジェクトが実施されている。

E-Energy プログラムに含まれる 6 プロジェクトの名称、モデル地区、実施主体を図 10-66 に、各プロジェクトの概要を表 10-78 に示す。



出所：Günter Seher, "The German Programme E-Energy ICT-based Energy System of the Future"
http://www.conference-on-integration.com/pres/07_Seher.pdf

図 10-66 E-Energy プロジェクトの 6 つのモデル地区

表 10-78 E-Energy のプロジェクト概要

プロジェクト名称	試験サイト	主な実施主体	プロジェクトの概要
eTelligence	クックスハーベン	EWE	地域での需給調整用エネルギーマネジメントシステムの開発
RegModHarz	ハーツ	RK Harz	インテリジェントゲートウェイの開発
E-Dema	ルール	RWE	再生可能エネルギーの余剰対策に電動車両に貯蔵する方法の開発
SmartW@TTS	アーヘン	Utilicount	スマートメータを用いた温室効果ガスの削減技術の開発
Mannheim model city	マンハイム	MVV Energie	エネルギーバトラー（給仕）と呼ぶシステムによる新たなサービスの開発（価格シグナルへの反応等）
MEREGIO	バーデン	EnBW	Web ベースの再生可能エネルギーの取引システムの開発

前述した通り、E-Energy には 6 つのプロジェクトが含まれているが、ここでは特にスマートハウスに関連したプロジェクトとして、E-DeMa²³を取り上げる。本プロジェクトは、ノルトライン＝ヴェストファーレン州のルール地方（Ruhr Area）で行われているプロジェクトであり、地方最大級の地域配電会社「RWE RheinLANd Westfalen Netz AG」が主体となり、図 10-67 に示すような企業が参画している。



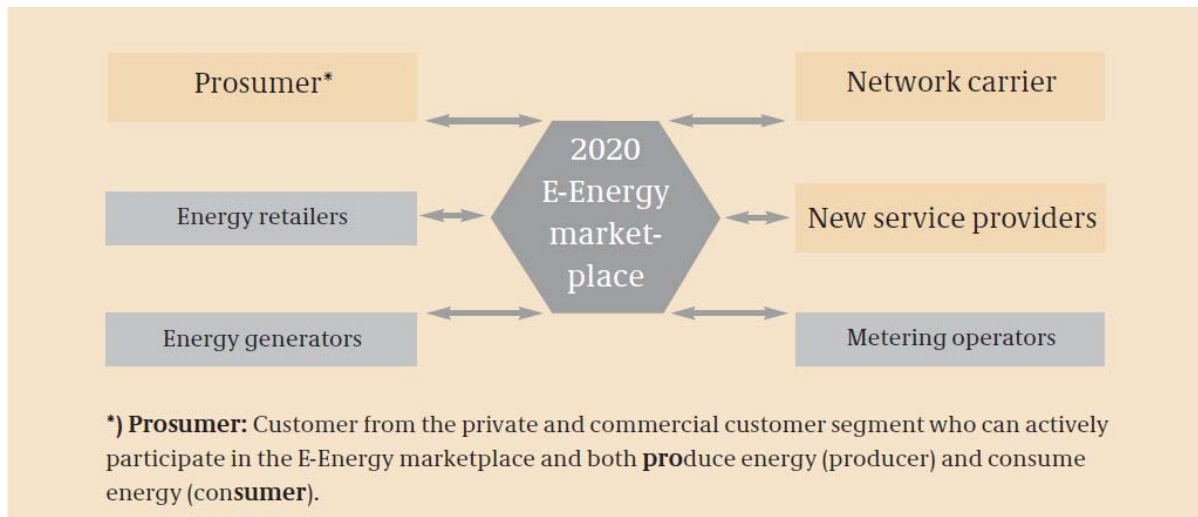
出所：E-DeMa ホームページ

<http://www.e-dema.com/en/partner.html>

図 10-67 E-DeMa の参画企業

E-DeMa プロジェクトの目標は、情報通信技術を駆使したエネルギー流通市場の新規創出と、そのアーキテクチャの開発にある。E-DeMa が考える新規市場には、エネルギーの消費者(Consumer)という概念はなく、需要家はエネルギーを消費すると同時にエネルギーを作り出す「Prosumer(Producer と Consumer を合わせた造語)」として市場に参画する。Prosumer はリアルタイムの電力消費情報や価格信号を受け取ることで、需要反応行動を起こし、その対価を受け取る。このような、需要家も一取引者として、E-Energy 市場（次世代のエネルギー市場）での取引を行うという市場・システムを可能するために、統合インフラストラクチャの設計、開発を行うのが本プロジェクトの内容である。E-DeMa の考える将来のエネルギー市場のアーキテクチャを図 10-68 に示す。

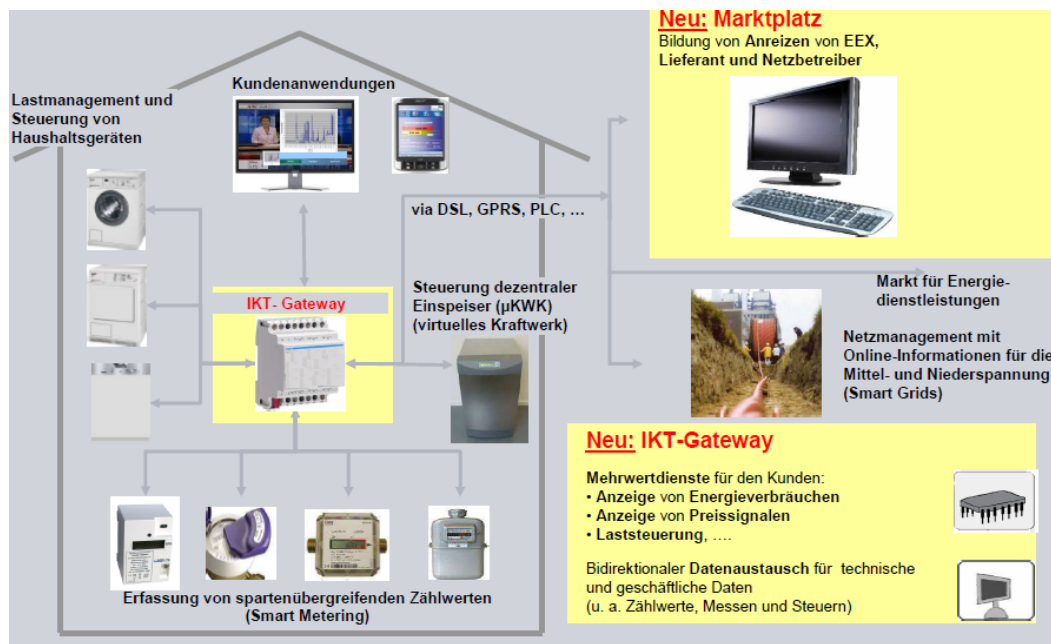
²³ 「DeMa」とは、「development and demonstration of decentralized integrated energy systems on the way towards the E-Energy marketplace of the future」の略語である。



出所：BMW, “E-Energy : ICT-based Energy System of the Future”

図 10-68 E-DeMa の考える将来のエネルギー市場

このようなスキームを可能とするために、E-DeMa では図 10-69 に示すような家庭内エネルギーマネジメントシステムを考えている。このエネルギーマネジメントは、IKT-Gateway（宅内ゲートウェイ）と呼ばれるゲートウェイを中心に、宅内機器（スマートメータやテレビ・食器洗い機の家電機器）が接続されている。IKT-Gateway を通じて、各機器の電力消費状況や、遠隔制御が可能となる。

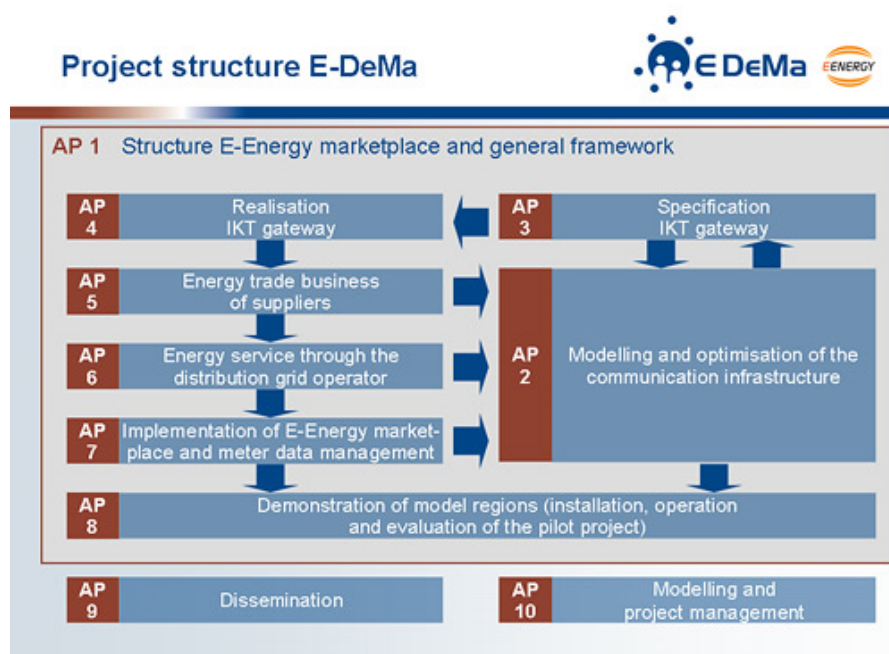


出所：“E-DeMa - Entwicklung und Demonstration dezentral vernetzter Energiesysteme hin zum E-Energy Marktplatz der Zukunft”, Konferenz: Umwelttech meets IT – Green-IT und E-Energy in der Praxis(2008)

図 10-69 E-DeMa で考えられているホームエネルギーマネジメントスキーム

以上のようなプロジェクトゴールを達成するため、E-DeMa プロジェクトでは 10 のシステム開発パッケージからなる開発スキームに沿って遂行される。10 のシステム開発パッケージは以下のとおりであり、図 10-70 のプロジェクトの構造、図 10-71 のプロジェクト工程表に示される通りに各パッケージは実現される。

- AP1. 法律・経済的な観点からの E-Energy 市場の一般的なフレームワークの定義と理論的な考察
- AP2. E-Energy 市場のプレーヤを結ぶ通信インフラのモデル化と最適化
- AP3. ICT ゲートウェイの仕様決定
- AP4. AP3 に基づいた ICT ゲートウェイの試作品作成
- AP5. 商品定義、ビジネスプロセス、市場インセンティブメカニズムの観点から、E-Energy 市場を設計
- AP6. E-Energy 市場と ICT ゲートウェイの設置が電力系統の運用のための情報通信インフラを向上させるという系統側へのインセンティブ効果の提示
- AP7. E-Energy 市場システムとメータ情報マネジメントシステムの実施
- AP8. Mülheim・Krefeld の配電系統におけるプロジェクトの実証試験の実施
- AP9. 普及・広報活動
- AP10. プロジェクト・マネジメント業務



出所：E-DeMa ホームページ

<http://www.e-dema.com/en/projekt/projektstruktur.html>

図 10-70 E-DeMa のプロジェクト構造

Development area	AP	Phase 1 2009	Phase 2		Phase 3 2012
			2010	2011	
IKT infrastructure	2	Specification, requirement specification	Modelling, simulation		Model validation
			Technology selection, realisation		Trial run, structural adjustment
IKT gateway	3, 4	Specification, requirement specification	Realisation	Provision	Area test
Technical processes, distribution grid operation	6	Specification, requirement specification	Development, realisation, control technology		Trial run, functional adjustment
			Modelling, simulation		Model validation, extrapolation
Economic processes trade & marketplace	5	Specification, requirement specification	Development business processes, products		Trial run, product adjustment
			Modelling, simulation Value creation, energy efficiency		Model validation, extrapolation
System software meter data management / marketplace	7	Specification, requirement specification	Development and test of the software system and interfaces		Software adjustments

出所：E-DeMa ホームページ

<http://www.e-dema.com/en/projekt/projektstruktur.html>

図 10-71 E-DeMa のプロジェクト工程表

10. 2. 1. 2. 国際標準化の動向

今後のスマートハウス・スマートグリッドの日本における開発を円滑に進めるためには、スマートグリッドに係る技術標準・規格を常に念頭に置くことが重要である。現在、スマートグリッドに係る標準化については、米国・欧州の二極がそれぞれ率先して検討を行っている。我が国としては、これらの動向を正確かつ迅速に把握したうえで、対応を考えていかななくてはならない。本項では、国際標準化に向けた動きを、米国・欧州に分けてその詳細を記述する。

(1) 米国

2007 年、米国において自動車の燃費向上と、米国の石油依存の低減を支援する「エネルギー自給・安全保障法(EISA: Energy Independence and Security Act of 2007)」が法律として成立し、2008 年 7 月 1 日に発効した。同法案における Title XIII では、スマートグリッドに関する各種取り決めに記述する部分であり、その一節に、国立標準技術研究所(National Institute of Standards and Technology: 以下「NIST」と表記)がスマートグリッドの相互運用性を担保するようなプロトコル・モデル等の標準化を進める義務があるという記述がある。

(a) Interoperability Framework- The Director of the National Institute of Standards and Technology sHAll HAVe primary responsibility to coordinate the development of a framework tHAt includes protocols and model standards for information management to achieve interoperability of smart grid devices and systems. Such protocols and standards sHAll further align policy, business, and technology approaches in a manner tHAt would enable all electric resources, including demand-side resources, to contribute to an efficient, reliable electricity network.

((a)相互運用性のフレームワーク – 国立標準技術研究所はスマートグリッド機器及びシステムが相互運用性を有するための情報処理プロトコル・モデル標準を含んだフレームワークの進展をコーディネートする責任を負う。これらのプロトコル・標準は、需要側電源を含んだ全ての電源が電力系統を高効率・高信頼性なものとなるように、政策・ビジネス・技術的なアプローチを連携させるものである。)

出所：EISA Title XIII – Smart Grid より抜粋

この法律に則り、米国のスマートグリッドの標準化は、NISTが中心となって進めている。

NISTはEPRI（電力研究所）の協力を得て、図 10-72 に示すような標準化への取り組みをフェーズに分け検討を行っている。

NISTは、多数のステークホルダーが参加する「Smart Grid Interoperability Standards Interim Roadmap Workshop」を2009年4月より開催し、スマートグリッド標準に係る取りまとめ案である「NIST Framework and Roadmap for Smart Grid Interoperability Standards Release 1.0 (Draft)」を2009年9月にまとめた。この取りまとめ案の中には、図 10-73 に示すようなスマートグリッドのネットワーク・アーキテクチャが示されている。以上の取組が図 10-72 におけるフェーズ1に当たる。その後、フェーズ2の官民フォーラムである「Smart Grid Interoperability Standards Panel」を2009年11月に発足し、現在フェーズ3の「標準化のための試験・認証方法のフレームワークの検討」の段階に入っている。

1st Phase
ロードマップ及び
標準第一版

2009年3月～9月

- ・ 利害関係者とのスマートグリッドに関するコンセンサスの構築
- ・ 具体的には「標準ロードマップ」と「標準第1版（Release 1）」の策定（セットは2010年1月）
- ・ スマートグリッドのアーキテクチャー
- ・ 相互運用性可能性とサイバーセキュリティに係るプライオリティ
- ・ （当面の）実行に関わる標準のセット
- ・ 残された標準へのニーズへの対応

2nd Phase :
中長期計画開発
のための官民
パートナーシップ

2009年11月

パートナーシップの構築

- ・ 残されたギャップを埋め、新たな技術と統合するための追加的標準の作成の促進
- ・ 「Smart Grid interoperability Standards Panel」を立ち上げ。その機能は、①ロードマップの更なる改訂、②引き続きの調整、③実施に向けた検討

3rdPhase :
試験・認証フレー
ムワーク

2010年

試験・認証計画の開発

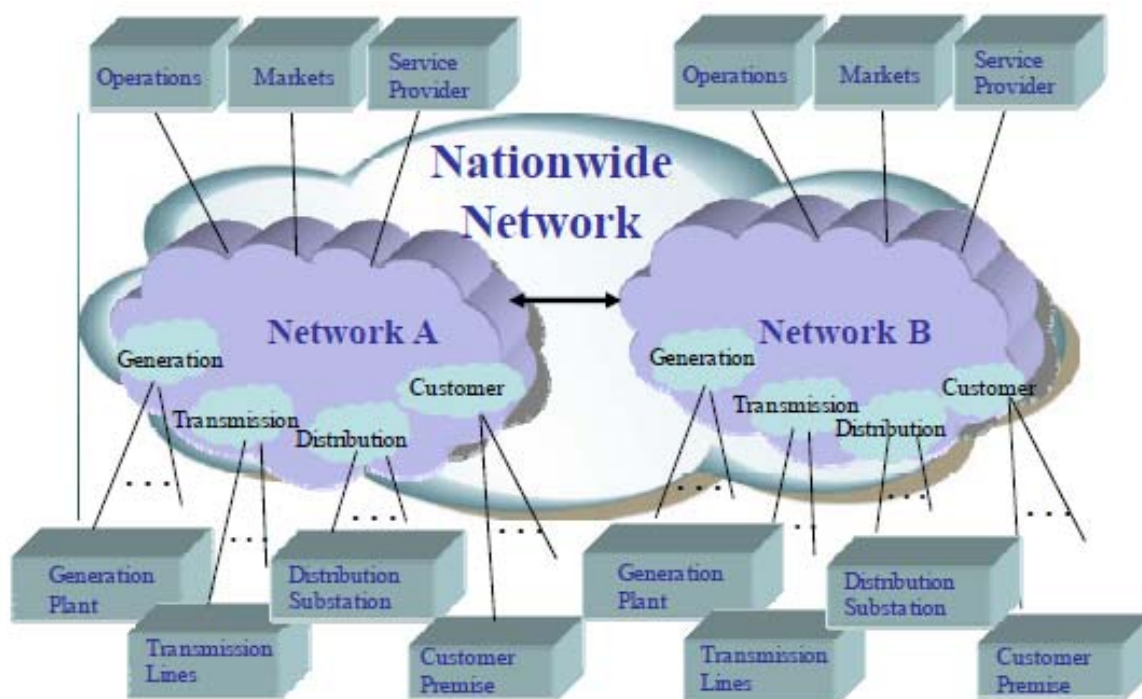
- ・ スマートグリッドに係る機器・システムが、セキュリティ、相互運用性に適合するか否かの手法の計画策定。

2010年に運用開始予定

出所：次世代エネルギーシステムに係る国際標準化に向けて

図 10-72 NIST のロードマップ策定への3段階の工程

以上のような体制で NIST はスマートグリッドの標準化に向けた取り組みを行っているが、すでに 25 の規格を特定している。それらを表 10-79 に示す。その後、新たに 50 の規格を追加すべきか、検討中である。



出所：NIST Framework and Roadmap for Smart Grid Interoperability Standards Release 1.0 (Draft)

図 10-73 NIST が示すスマートグリッドのネットワーク・アーキテクチャ

表 10-79 2009 年 5 月に発表された 16 の基本的な標準

No.	規格	アプリケーション
1	AMI-SEC システムのセキュリティ要件	高度計量インフラストラクチャ(AMI)及び SG のエンドツーエンドのセキュリティ
2	ANSI C12.19/MC1219	収益計測情報モデル
3	BACnet ANSI ASHRAE 135-2008/ISO 16484-5	ビルディングオートメーション
4	DNP3	サブステーション及びフィーダー機器の自動化
5	IEC 60870-6/TASE.2	制御センター間の通信
6	IEC 61850	サブステーションの自動化と保護
7	IEC 61968/61970	アプリケーションレベルのエネルギー管理システムのインタフェース
8	IEC 62351 第 1～8 部	電力系統制御操作に関する情報のセキュリティ
9	IEEE C37.118	位相計測装置(PMU)の通信
10	IEEE 1547	電力会社と分散型電源(DG)間の物理的・電氣的相互接続
11	IEEE 1686-2007	インテリジェント電子デバイス(IED)に関するセキュリティ
12	NERC CIP 002-009	大型電力系統に関するサイバーセキュリティの基準
13	NIST 特殊出版(SP) 800-53、NIST SP 800-82	大型電力系統を含む、連邦政府情報システムに関するサイバーセキュリティの基準とガイドライン
14	オープン・オートメテッド・デマンドレスポンス(オープン ADR)	料金表示及び直接負荷制御
15	OpenHAN	ホームエリアネットワーク(HAN)の機器の通信、計測、制御
16	ZigBee/HomePlug スマートエネルギー・プロファイル	ホームエリアネットワーク(HAN)の機器の通信及び情報モデル
17	AEIC ガイドライン バージョン 2.0	高度計量インフラストラクチャ(AMI)のソリューションのための選択肢として標準ベースの AMI(標準 AMI)の実装を希望するベンダ及び電力会社向けの電力会社が作成したフレームワーク及び試験基準

18	ANSI C12 スイート:	
	ANSI C12.1	収益メータに関する性能及び安全性の型式試験
	ANSI C12.18/IEEE P170/MC1218	測定機器に関するプロトコル及び光インタフェース
	ANSI C12.20	収益計測精度の仕様及び型式試験
	ANSI C12.21/IEEE P1702/MC1221	電話網による測定機器のデータの伝送
	ANSI C12.22-2008/IEEE P1703/MC1222	あらゆるネットワーク上のエンドデバイスステープルの通信
	ANSI C12.24	計算アルゴリズムの目録
	規格案－未承認	アクター: 測定機器、センサー、MDMS、企業アプリケーション
19	ANSI/CEA 709 及び 852.1 LON プロトコルスイート	
	ANSI/CEA 709.1-B-2002 制御ネットワークのプロトコル仕様	電気メータ、街路照明、ホームオートメーション、ビルディングオートメーションなどの様々なアプリケーションに用いられる汎用ネットワークングプロトコル
	ANSI/CEA 709.2-A R-2006 制御ネットワークの電力線(PL)のチャンネルの仕様	ANSI/CEA 709.1-B-2002 との併用のために設計された特定の物理レイヤーのプロトコル
	ANSI/CEA 709.3 R-2004 フリートポロジのツイストペアのチャンネルの仕様	ANSI/CEA 709.1-B-2002 との併用のために設計された特定の物理レイヤーのプロトコル
	ANSI/CEA 709.4:1999 光ファイバのチャンネルの仕様	ANSI/CEA 709.1-B-2002 との併用のために設計された特定の物理レイヤーのプロトコル
	CEA-852.1:2009 インターネットプロトコルのチャンネル上の拡張トンネリングデバイスエリアネットワークのプロトコル	このプロトコルはユーザ・データグラム・プロトコル(UDP)を用いる IP ネットワークによってローカルオペレーティングネットワークのメッセージをトンネルする方法を提供することにより、大規模なネットワークを構築する方法を提供する
20	CableLabs PacketCable セキュリティ監視・自動化(SMA)	エネルギー管理などの幅広いサービス
21	FIXML 金融情報交換マークアップ言語	市場のためのデータ交換
22	IEEE1588	スマートグリッド全体にわたる時間管理及び時刻同期、一貫した時間管理を必要とする装置
23	インターネットプロトコルスイート(下記のプロトコルが含まれるが、これらに限られない)	
	IETF RFC 791 (IPv4)	IETF RFC 791: このインターネットプロトコル(IPv4)は、データグラムと呼ばれるデータのブロックのソースから宛先までの送信を規定する。この場合には、ソースと宛先は固定長アドレスによって特定されるホストである。このインターネットプロトコルはまた、「小さいパケット」のネットワークによる伝送のために、必要に応じ、長いデータグラムの断片化と再組み立てを規定する
	IETF RFC768(UDP)	IETF RFC768: ユーザ・データグラム・プロトコル(UDP): このプロトコルは、アプリケーションプログラムが最小限のプロトコル機構によって他のプログラムにメッセージを送信するための手順を規定する。
	IETF RFC2460 (IPv6)	IETF RFC2460: インターネットプロトコルバージョン 6(IPv6)の仕様
24	ISO/IEC 15045、「ホーム・エレクトロニクス・システムのための住居用ゲートウェイモデル」	ホームネットワークのドメインを住居以外のネットワークのドメインに接続する住居用ゲートウェイ(RG)に関する仕様
25	ISO/IEC 15067-3、「ホーム・エレクトロニクス・システムのためのエネルギー管理システムの	一連の負荷制御戦略に対応するエネルギー管理モデル

	モデル」	
26	ISO/IEC 18012、「製品の相互運用性に関するガイドライン」	ホームオートメーションシステムやビルディングオートメーションシステムにおける製品の相互運用性に関する要件を定める。
27	ITU 勧告 G.9960 (G.hn)	電力線、電話線、同軸ケーブルによる家庭内ネットワーキング
28	マルチスピーク	運用ドメイン内のアプリケーションソフトウェアの統合：エンタプライズサービスバスに用いられるための候補
29	OPC-UA インダストリアル	内部の重要な高速データを持つ他のシステムへのプラグ・アンド・プレイのインタフェースを提供するための厳しく規定された機構に基づいた、あるシステムから他のシステムへの高速データの伝達。運用ドメインの様々なアプリケーションに用いられる。
30	オープン地理空間コンソーシアム地理情報マークアップ言語 (GML)	スマートグリッドの多数のアプリケーションに関する地理データの要件に対応するロケーションベースの情報の交換
31	米国運輸省連邦高速道路局の高度道路交通システム (ITS) の規格 NTCIP1213、「電光・管理システム (ELMS)」	電光、収益度計測などの電力資産や、遠隔通信の設置故障やアーク故障の遮断器などの電力品質・安全機器に基づいた、街路車道、高速道路のオープンプロトコル遠隔監視・制御に対応する。

出所：NIST

(2) 欧州

欧州におけるスマートグリッド標準化は、欧州における電気・電子・情報関連の標準化団体である IEC(International Electrotechnical Commission：国際電機標準会議)が進めている。IEC は 2009 年にスマートグリッドタスクフォース「SG3」を設置した。本会議には、韓国、フランス、オランダ、中国、ドイツ、イタリア、英国、スウェーデン、米国、日本、スイスなどが参加し、スマートグリッドに関連する IEC 規格の方針などを検討している。現在までに第一回会議が 2009 年 4 月、第二回会議が 2009 年 11 月に開催されている。

また、SG3 はスマートグリッド全体の方針やスコープを決定する機関であるが、具体的な規格は TC(Technical Committee：技術委員会)において議論されている。IEC において現在検討されている TC 分野を表 10-80 に示す。

表 10-80 IEC の中のスマートグリッド関連 TC

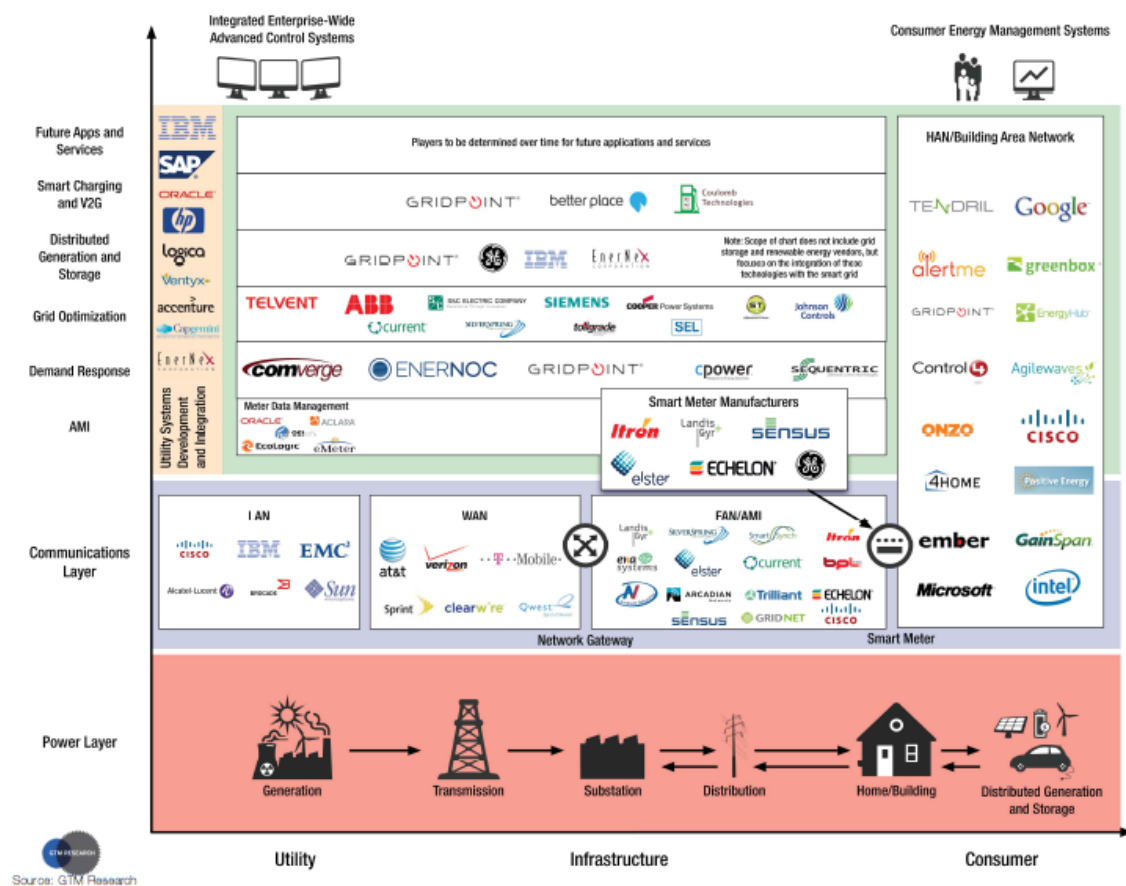
TC No.	規格
TC3	産業システム
TC8	電力供給に関わるシステムアспект
TC13	電力量計測・負荷制御装置
SC 17C	高電圧開閉器アセンブリ
TC21	蓄電池
SC22F	高圧直流送電
TC23	電気機器
TC32	ヒューズ
TC38	計器用変成器
TC57	電力システム管理および関連する情報交換
TC64	建築電気設備
TC65	工業プロセス計測制御
TC69	電気自動車用接触充電装置

TC77	電磁波
TC82	太陽光
TC86	ファイバーとケーブル
TC88	風力発電
TC95	計測系電気および保護装置
TC105	燃料電池
TC114	海洋発電

出所：IEC HP より MRI 作成

10. 2. 1. 3. スマートグリッドの主要プレーヤの動向

図 10-74 はスマートグリッドに関連する企業の俯瞰図であり、現在様々なプレーヤがスマートグリッドに関する事業展開を行っていることがわかる。ここでは、特に注目を集めているスマートグリッドの主要プレーヤの動向を示す。

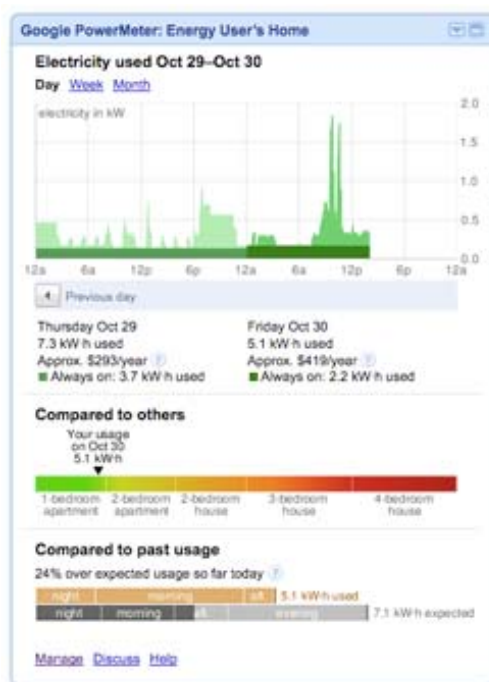


出所：THE SMART GRID IN 2010:MARKET SEGMENTS, APPLICATIONS AND INDUSTRY PLAYERS、
GTM RESEARCH JULY 2009

図 10-74 スマートグリッドにおける主要プレーヤ

(1) Google

Google は 2009 年 2 月に電力利用管理ツールである「Google PowerMeter」を発表している。このツールは Google が提供するガジェットの一つであり、家庭の電力消費量を数分単位で表示することが可能なほか、家電機器ごとの電力消費量の表示も可能である。現在、この商品の運営をおこなっているのは「Google.org (Google の慈善団体)」であり、まだ電力会社・消費者に対するサービス課金を行っていない。



出所 : <http://www.googleCom/powermeter>

図 10-75 Google PowerMeter

Google は見える化のツールのみを提供しており、需要家の電力消費データの計測はスマートメータ、ないしホームゲートウェイが担う。現在 Google PowerMeter は米国・ドイツなどの電力会社 10 社に採用されているが、データ計測機器は各社で異なるのが現状である。しかし、Google は 2009 年 10 月に TED (The Energy Detective)社と提携を行った。TED 社は分電盤に設置するホームゲートウェイ「TED 5000 (図 10-76)」を提供しており、TED 5000 によって収集された電力使用状況を Google が受け取り、Web 上で公開するというスキームが出来上がっている。この Google PowerMeter のシステムの中では、スマートメータを必要としないというのが特徴的である。

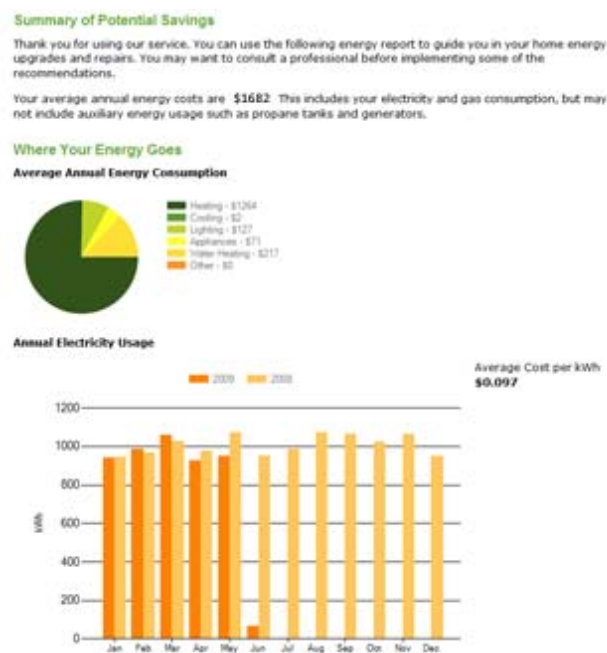


出所： <http://www.theenergydetectiveECOM/ted-5000-gateway.html>

図 10-76 TED ゲートウェイと TED 端末

(2) Microsoft

Google PowerMeter に続く形で、Microsoft は 2009 年 6 月に電力見える化ツール「Microsoft hohm」を提供している（図 10-77）。hohm の特徴は、Google PowerMeter の機能に加えて消費電力に関するアドバイス機能が加わっていることである。



出所： <http://www.theenergydetectiveECOM/ted-5000-gateway.html>

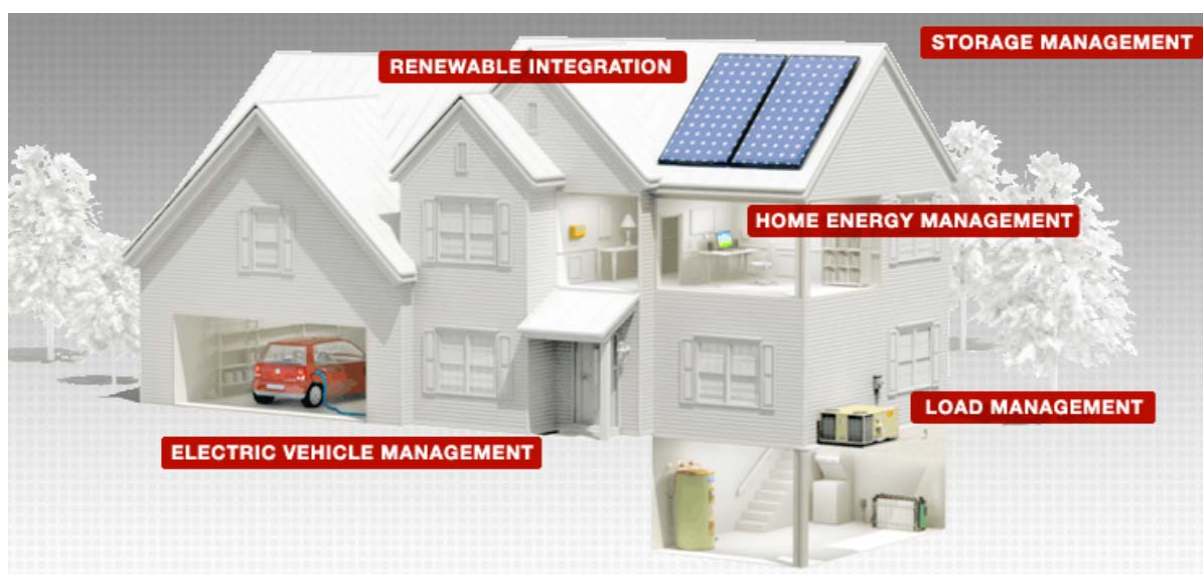
図 10-77 Microsoft hohm のイメージ

Microsoft hohm も Google PowerMeter 同様、見える化ツールのみの提供であるので、提携先として、スマートメータ、ないしホームゲートウェイ機器メーカーとの提携が必要となってくる。Google PowerMeter が TED というパートナーを見つけたのに対して、Microsoft hohm はまだパートナーが見つかっていない状況である。

(3) GridPoint

GridPoint 社は 2003 年に設立されたベンチャー企業であり、本拠地はバージニア州アーリントンに位置する。設立当初はハードウェアを中心に扱っており、家庭用の太陽光パネルの設置、系統連系サービスを手掛けていたが、2007 年より太陽光発電の発電量マネジメントや家電機器の見える化サービスの提供、及びこれらのデータを電力会社に提供するサービスにビジネスモデルを変更した。2008 年からはハードウェア関連業務からは完全に撤退し、ソフトウェア業務に専念している。

現在は家庭内エネルギーマネジメントサービス、電力貯蔵の制御システム、太陽光発電の発電量マネジメントシステム、PHEV・EV 等の次世代自動車の充電管理システムなど、スマートグリッドに関連するようなソフトウェア・ソリューション（プラットフォームシステム）を幅広く展開しており、米国の電気事業者のハードウェアに応じてシステムをカスタマイズした「Smart Grid Platform」の提供を行っている。GridPoint 社の代表的な顧客は、Austin Energy、Duke Energy、Xcel Energy、PG&E、SMUD、IPL などの電気事業者であり、近年スマートグリッドに対する注目度が高まる機運の中で、知名度を確実に上げており、まさに米国を代表するスマートグリッドサービスプロバイダと言える。



出所：GridPoint HP

図 10-78 GridPoint の提供するサービス

図 10-78 に示されるように、現在 GridPoint 社は以下の 5 つのサービスを提供している。

- ・ホームエネルギーマネジメント
- ・負荷マネジメント
- ・再生可能エネルギー連系
- ・蓄電池マネジメント
- ・電気自動車のマネジメント

これらのうち、ホームエネルギーマネジメントとは、1.2.2 で述べたような需要家に対するサービスを指し、負荷マネジメントとは、電力会社の配電・給電・検針業務等を支援するサービスを指す。これらのサービスにどのような機能が含まれているのかを示しているのが表 10-81 である。これらから読み取れる通り、GridPoint は非常にバラエティ溢れるサービスを提供しているのが特徴である。

例として「ホームエネルギーマネジメント」を取ってみれば、電気使用量や電気料金を、Web を通して確認できる通常サービスに、インタフェース画面を自分の見たい情報を取捨選択し表示させるようなカスタマイズが可能な機能や、熱負荷需要・スマート家電の制御、平日・休日などの区分による標準的なエネルギー使用モードの設定などが含まれる。この多様性こそが GridPoint のサービスが著名である理由であると考えられる。参考のために、図 10-79 にホームエネルギーマネジメントのインタフェース例、図 10-80 に負荷マネジメントのインタフェース例を示す。

表 10-81 サービス機能（ホームエネルギーマネジメント・負荷マネジメント）

大区分	小区分	サービス名	概要
ホームエネルギーマネジメントシステム	見える化	Optimizing Energy Use	電気使用量の見える化
		Customized Energy Information	見える化インターフェースをカスタマイズできる
	エネルギーマネジメント	Visualize Your Energy Use	電気使用に関するアドバイスを提供 料金システムとの連動により、自動振り込みも可能
		Thermostat Management	蓄熱など、熱負荷需要のマネジメントサービス
		Smart Devices	スマート家電制御のポータル
		Home Energy Modes	平日・休日・休暇等、エネルギー使用モードを設定
負荷マネジメントシステム		Robust Load Management	予測アルゴリズム、自動負荷スケジューリング、自動検針、負荷削減効果の検証を行う
		Localized Demand Response	変電所、フィーダ、柱上変圧器等の重負荷状態を見ながら、デマンドレスポンスプログラムを組む

GridPoint HP を参考に MRI 作成



出所：GridPoint HP

図 10-79 ホームエネルギーマネジメントのインタフェース例



出所：GridPoint HP

図 10-80 負荷マネジメントのインタフェース例

GridPoint のもう一つの特徴は、蓄電池マネジメント、電気自動車の充電マネジメントサービスを提供していることにある。これらの機能を表 10-82 に示す。GridPoint はこれらの貯蔵機器の動かし方として、以下の 3 通りのパターンを考えている。

- 電力会社から発電機制御用の信号（AGC:Automatic Generation Control）を受信し、それに応じて蓄電池の充放電を行う

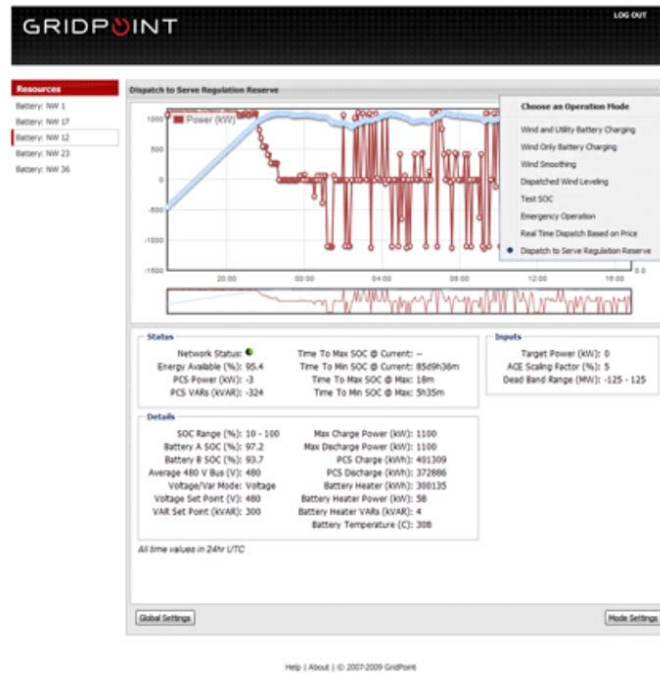
- 電力会社の設定する時間帯別料金に応じて、安い時間に充電を行い、高い時間に放電するなど、料金システムの観点から制御を行う
- 需要家が充電開始時間・充電終了時間・充放電出力などを自由に設定し、それに従って充放電を行う

このような様々な制御モードの中から、需要家は選好するモードを自由に設定できる。また電気自動車マネジメントの見える化では、電気自動車の充放電情報を様々な観点から確認できるほか、このような多様性は先に述べたホームエネルギーマネジメント、負荷マネジメントサービス同様、GridPoint の強みと言える。参考までに図 10-81 に蓄電池マネジメントのインタフェース例を、図 10-82 に電気自動車マネジメントのインタフェース例を示す。

表 10-82 サービス機能（蓄電池マネジメント・電気自動車マネジメント）

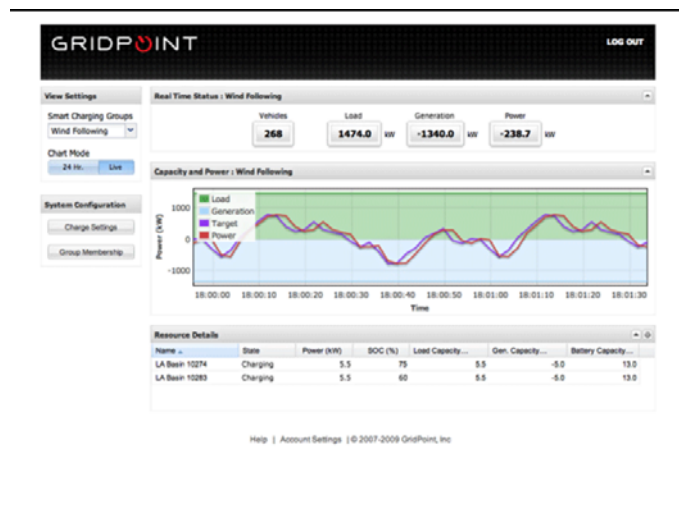
大区分	小区分	サービス名	概要
蓄電池マネジメント		Energy Storage Strategies	リアルタイムな充電方法をいくつかのパターンから選択できる
		Delivering System Regulation	電力会社からの自動制御信号指令を元に充放電を行う
		Price-Based Energy Storage	時間帯別料金に応じた充放電制御を行う
		Time-Based Load Shaping	蓄電池の充放電カーブを設定し、その通りに充放電させる
電気自動車のマネジメント	スマート充電	Dynamically Shaping Load	リアルタイムな充電方法をいくつかのパターンから選択できる
		Price-Based Charging	時間帯別料金に応じた充電制御を行う
		Shifting Vehicle Load	電気自動車の充電する時間帯を設定できる
	データマネジメント	Powerful Data Capture	充電情報の見える化
		Detailed Trip Data	乗車情報の見える化

GridPoint HP を参考に MRI 作成



出所 : GridPoint HP

図 10-81 蓄電池マネジメントのインタフェース例



出所 : GridPoint HP

図 10-82 電気自動車マネジメントのインタフェース例

(4) Tendril Network

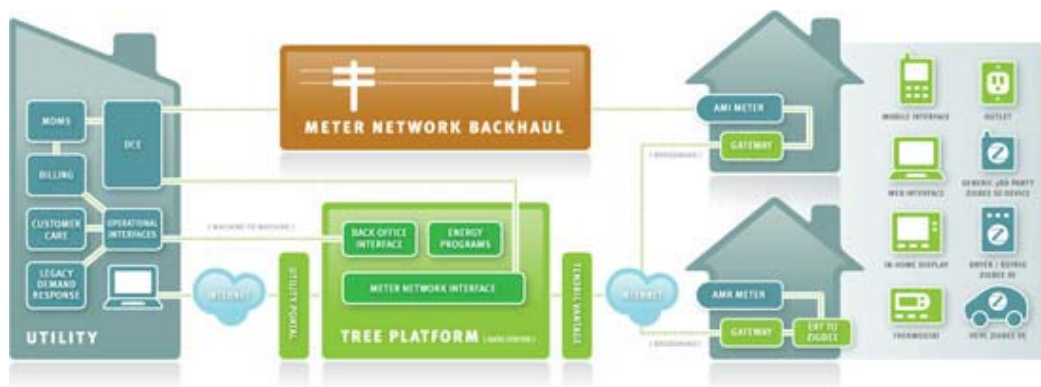
Tendril Network 社は 2003 年に設立された企業であり、本拠地はコロラド州ボルダーにある。デマンドレスポンスシステムの提供と HANS(Home Area Network System)に関連した機器の提供を主要業務として行っているが、Tendril の注目すべき点は GE の家電部門である GE Appliance の主要パートナーであることである。GE は、2009 年 7 に自動制御に対応した皿洗機、温水器、電子レンジ等などのいわゆる「スマート家電」の開発を報道したが、同時に Tendril を同分野のパートナーとして指定した。これがベンチャー企業の Tendril を一躍有名にしたきっかけである。その他、Tendril には、図 10-83 に示すようなパートナーとの技術提携を結んでいる。

電力産業 (メーター製造など)	HAN (Home Area Network)	サービス提供	その他
   	      	 	  

出所：Tendril HP を参考に MRI 作成

図 10-83 Tendril のパートナー

Tendril の主要サービスは、家庭と電力会社とを SaaS モデルによる双方向通信ネットワークを構築し、各家庭の情報を集約して家庭・電力会社双方に管理機能を提供する TREE(Tendril Residencial Energy ECOsystem)である (図 10-84 参照)。TREE によって構築されたネットワークにより、需要家は 1 時間ごとの電力消費量量の確認、ピーク時間帯の電力価格、デマンドレスポンスに関するインセンティブ等を享受、スマート家電機器の On/Off 制御などが可能となる。



出所：Tendril HP

図 10-84 TREE(Tendril Residencial Energy ECOsystem)

Tendril の主要インタフェースは、Tendril Vantage と呼ばれる Web ポータルであるが、その他に消費電力計(Tendril Insight)、iPhone などのスマートフォンを活用することもできる (図 10-85 参照)。



出所：Tendril HP

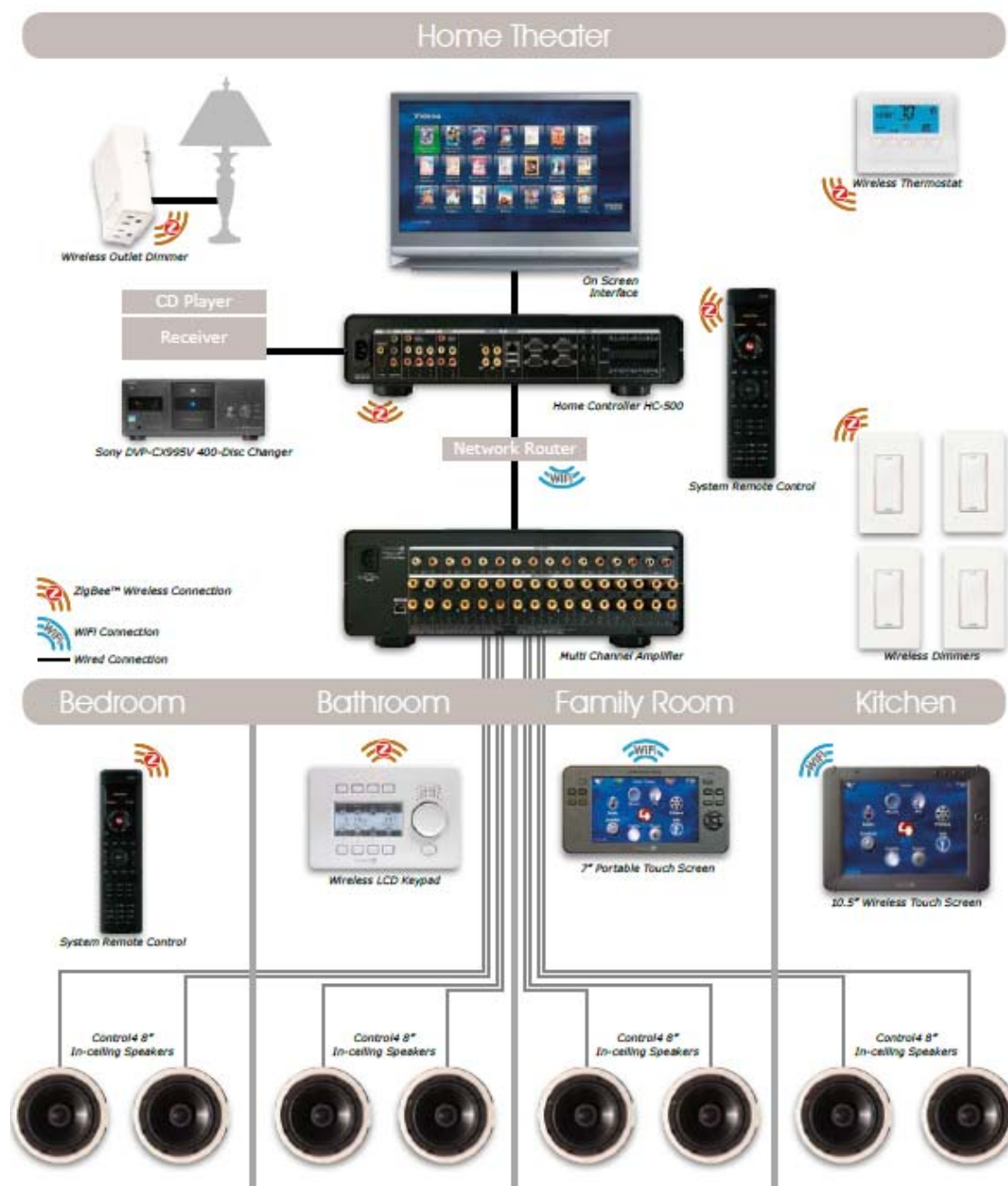
図 10-85 Tendril のユーザインタフェース

(上：Tendril Vantage、左下：Tendril Insight、右下：スマートフォン)

(5) Control4

Control4 はユタ州ソルトレイクシティに本拠地を置くベンチャー企業であり、2003 年に

設立された。Control4 のコア・コンピタンスはホームシアターやオーディオ機器、照明制御、空調制御、ホームセキュリティなどの「ホームオートメーション」サービスである。これらのサービスのうち、ユーザは趣向に合わせてサービスの組み合わせを選択することが可能であり、家全体を快適な空間として制御するシステムを構築すると同時に、省エネのメリットも享受することができるようなサービスを提供している（図 10-86 参照）。



出所：Control4 Brochure

図 10-86 Control4 のサービス例
(ホームシアター、音楽、照明、温度制御の場合)



出所：Control4 HP

図 10-87 Control4 のインターフェース

Control4 のホームエネルギーマネジメントシステムは ZigBee、Wi-Fi、Ethernet 等の通信で結ばれ、ユーザに各機器の電力消費状況に関する情報提供を行い、消費に対するアドバイス、遠隔制御などを行う。現在は一家庭で閉じたシステムであるが、スマートメータ等との連携により、電力消費の収集、分析結果を電力会社に情報提供を行い、電力流通業務支援システムとして利用する可能性も秘めたシステムである。

Control4 は、スマートグリッド市場への進展も始めており、2009 年 2 月に、先に述べた GridPoint 社と、家庭のホームエネルギーマネジメント機器と電力会社のスマートグリッドのシームレスな統合を実現するための提携を行っている。需要家は Control4 Home Energy Manager を使用し、照明等のエネルギー管理が可能となると同時に、Control4 の提供するサーモスタット・家庭内ディスプレイが統合された GridPoint Platform により需給が逼迫するような時間帯の消費電力削減、全体の省電力化及び省コスト化が可能となる。

10.2.1.4. スマートグリッドの方針

(1) アメリカ

アメリカにおけるスマートグリッドの基本方針はアメリカエネルギー省（DOE; Department of Energy）の「Grid 2030」という報告書にまとめられている。アメリカでは近年カリフォルニア大停電、北米大停電などの大規模停電を経験し、エネルギーの安定した流通を欲する動きが高まっていた。2003 年、当時のブッシュ政権はアメリカ国内のエネルギー流通を安定的かつ効率的に送るためのステートメントを発表し、これを受けて DOE 主導でエネルギー流通設備の先進化を検討した。この内容が先に出た「Grid 2030」である。

Grid 2030 では、まずアメリカの電力設備の現状分析を行っている。アメリカでは 2000 年よりアンバンドリング（電力自由化）が開始されており、それに伴って電力設備は以下のような特徴を有している。

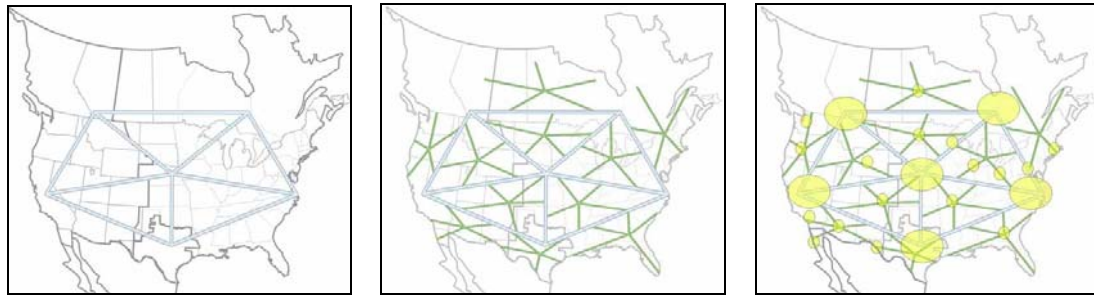
- 電力需要の増加
- 送電設備投資の落ち込み
- コンピュータ等の電力品質悪化に弱い需要家機器の導入の伸展
- 上記に伴う上質な電力品質へのニーズの高まり

この他、重要がピーク時間帯に集中している、平均負荷率が約 55%等の問題点も指摘されており、これらの課題の解決するためには、現在の電力系統の運用方法、設備から、より先進的なものへのリブレースが必要であるとしている。この電力系統先進化のための要素候補として、IT 技術、新型線材等の新しいマテリアル素材、高温超電導技術、蓄電池技術、パワーエレクトロニクス応用機器、分散型電源等を挙げられており、これらの技術の組み合わせとして、次世代電力ネットワーク（報告書のタイトル同様、Grid 2030 と呼んでいる）は以下の特徴を含むとしている。

- 全てが自動化された電力供給ネットワークであり、全ての需要家・ノードを監視・制御する
- 発電プラントと各家電機器間の全ての地点において、電力と情報のやりとりが 2 方向で往来する
- 長距離送電用には、超電導技術を応用し、高効率で電力の送電を行う
- ピーク問題削減のために、電力貯蔵や DSM を活用している

また、この次世代の電力ネットワークの構造は、基幹電力輸送路(Electricity Backbone)、地域間連系システム(Regional Interconnection)、ローカル配電システム（ミニグリッドもしくはマイクログリッド）(Local Distribution)の 3 つの構成要素から構成されている。

図 10-88、表 10-83 にこれらの構成要素の特徴を示す。



(a) 基幹電力輸送路

(b) 基幹電力輸送路
+ 地域間連系

(c) 基幹電力輸送路
+ 地域間連系
+ 地域配電

出所: DOE, "Grid 2030" (2003)

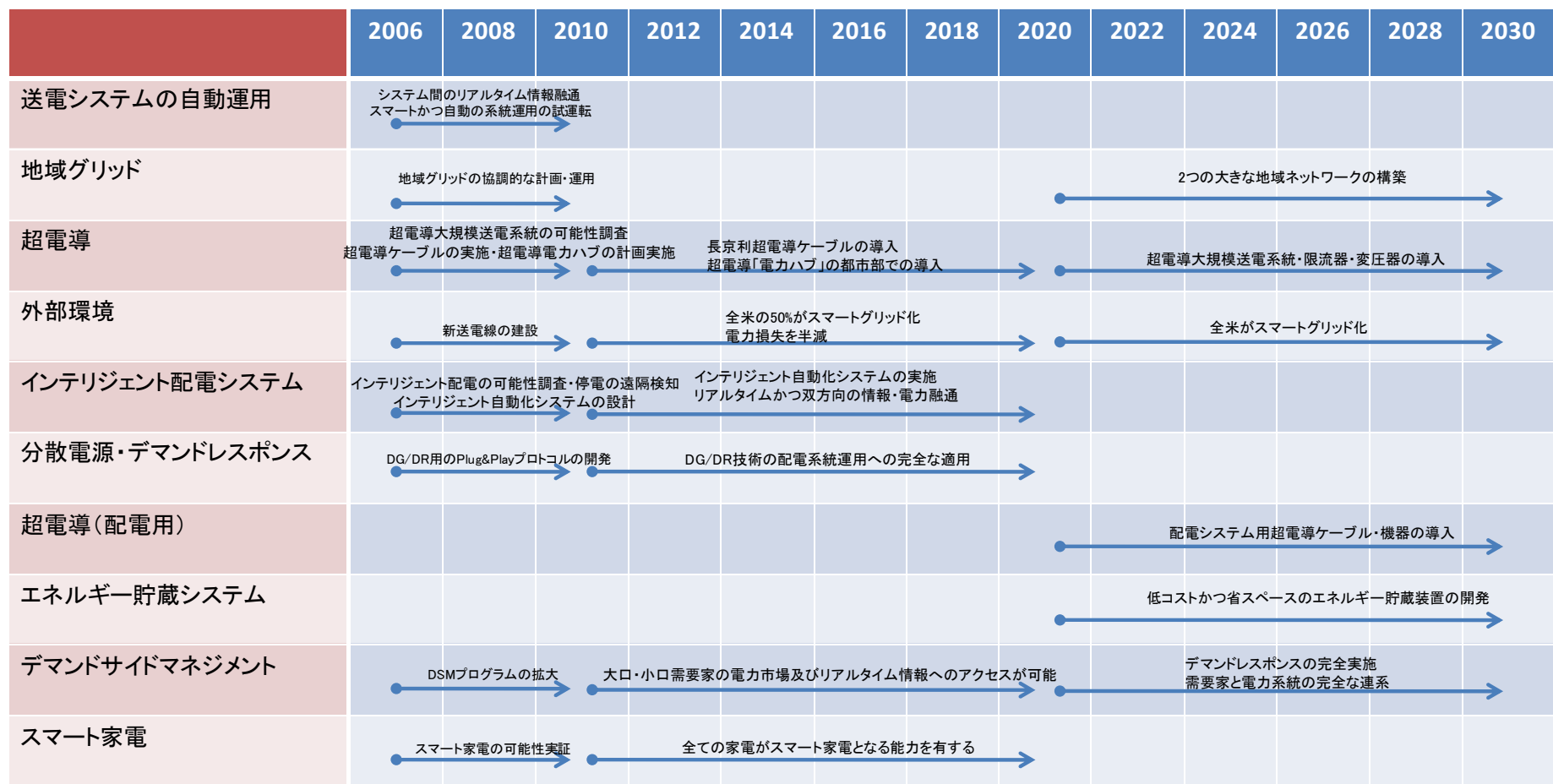
図 10-88 スマートグリッドを形成する構成要素のイメージ図

表 10-83 スマートグリッドを形成する構成要素の特徴

構成要素	特徴
基幹電力輸送路	東西の両海岸を結ぶ大容量送電線である
	需要家に、全国の電力アクセスを可能とする
	情報通信、制御技術を駆使したリアルタイム運用、国内全域での電力のやり取りがある
	コンポーネントとして、超電導ケーブル、HVDC などが考えられる
	高温ダイヤモンド素材のような新素材の利用も検討する
地域間連系	基幹電力輸送路で運ばれた電力を、各地域間に配分するネットワークである
	地域内の長距離送電には、可制御 AC 機器 (FACTS のことか?) のみならず、DC リンクなども考える
	地域システムの計画、運用には、大型発電プラント、分散電源、負荷のリアルタイム情報を盛り込む
	電力貯蔵の使用も考える
地域配電、ミニグリッド、マイクログリッド	リアルタイムの監視、情報交換により、全国ベースの電力市場が可能となる
	需要家は料金、環境性向、信頼性、品質などのニーズ別に電力を受け取ることができる
	分散電源、水素エネルギー技術も有効に利用されている

出所: DOE, "Grid 2030" (2003)

アメリカにおける次世代の電力ネットワークシステムは、以上に述べたような特徴を有し、これらのシステムイメージが、現在アメリカで議論されているスマートグリッドの下地となっている。最後に、Grid 2030 の中で議論されてきた次世代の電力ネットワークの開発ロードマップを図 10-89 に示す。



出所:DOE, "Grid 2030"(2003)より MRI 作成

図 10-89 Grid2030 構築のためのロードマップ

(2) 欧州

欧州における Smart Grid のビジョン策定組織として、2005 年に European Technology Platform for Electricity Network of the Future がある。この組織は、企業、大学、国、その他関連団体からなる、欧州テクノロジー・プラットフォーム(European Technology Platform : ETP)²⁴ ²⁵ばれる研究共同体の 1 つであり、通常 ETP SmartGrids と呼ばれている。

2020 年以降の在るべきヨーロッパの電力ネットワークは、効率、安全性、信頼性が既存のものより向上し、また分散型電源、もしくは再生可能エネルギーの大容量連系に対する障害が取り除かれたネットワークであると考え、このネットワークの開発に対するビジョンを策定し、促進していくというのが ETP SmartGrids の目的である。この「2020 年以降、在るべきヨーロッパの電力ネットワーク」を“SmartGrids”と呼ぶ。ETP SmartGrids の活動は、2007 年より開始された EU の大規模な研究開発プログラム「第 7 次フレームワーク計画(FP7)」の中で、欧州委員会(European Commission)より支援を受けている。

ETP SmartGrids の中長期的なビジョンを策定し、その技術戦略をまとめた「戦略研究アジェンダ(SRA)」は 2007 年 9 月に作成され、その中で将来の電力ネットワーク像を次のようなシステムを含むものとして定義しており、これらのシステムが図 10-90 に示すように互いに結び付いたネットワークを考えている。

- | | |
|-------------|------------------|
| ・ 低排気発電プラント | ・ 太陽光発電プラント |
| ・ 家庭太陽電池 | ・ バイオマス発電 |
| ・ 洋上風力 | ・ 波力発電 |
| ・ 小型水力発電 | ・ ヒートポンプ |
| ・ マイクログリッド | ・ 水素生成及び供給ステーション |
| ・ SMES | ・ 圧縮水素貯蔵システム |
| ・ 蓄熱技術 | ・ HVDC 連系 |
| ・ 燃料電池 | ・ 地中送変電 |
| ・ 家庭コージェネ | ・ 予測情報通信技術 |
| ・ 制御情報通信技術 | ・ デマンドサイドマネジメント |
| ・ 小型電力貯蔵装置 | |

²⁴ 欧州テクノロジー・プラットフォームの目的は、次の 6 つとされている (NEDO 海外レポート No..997, 2007.3.22 より)

①ヨーロッパの産業競争力を高める。②戦略的に重要な分野におけるヨーロッパの共通の研究開発目標を定め、効果的で整合性のある研究開発に取り組む。③人的、及び財政的な研究開発資源の結集を図る。④研究開発成果の速やかな商業化を図る。⑤透明性や開放性の確保を重視し、特定の団体・産業の利益に偏らない研究開発を進める。⑥技術革新に対し障害となる様々な規制を明らかにし、政策決定者と協力しつつ、それらを克服する。

²⁵ ETP の研究開発資金として、欧州研究開発フレームワーク計画の通常の予算計画からの資金提供のほか、産業界・国際・国内・地域、及び金融機関（特に欧州投資銀行）からの公的及び民間の資金提供を図る事が重要であると考えられている。(NEDO 海外レポート No..997, 2007.3.22 より)



出所：ETP SmartGrids Vision and Strategy

図 10-90 ETP SmartGrids が想定する将来の電力ネットワーク像

この将来の電力ネットワークを実現可能なものとするために、ETP SmartGrids が SRA 内で掲げる技術戦略を表 10-84 に示す。SmartGrids 確立のために、5 つの研究分野を定め、それぞれに対して研究課題を提示している。

表 10-84 ETP SmartGrids の掲げる技術戦略

研究分野	研究課題
RA1 スマートな配電インフラ の設計	RT1.1 将来の配電システムのための新しいアーキテクチャ
	RT1.2 将来の配電システムのための分散型電源連系に係る新コンセプトの確立
RA2 スマートな運用とエネルギー 流通、需要家の適応	RT2.1 分散型電源連系と需要家側技術のための技術的アプローチ
	RT2.2 大容量分散型電源連系のための革新的なエネルギーマネジメント戦略
	RT2.3 将来の配電システムのための需要マーケットの構築
RA3 SmartGrids のアセットマ ネジメント（送配電）	RT3.1 送配電ネットワークアセットマネジメント
	RT3.2 将来の送電システムの新アーキテクチャと新ツール
	RT3.3 長距離エネルギー輸送技術
RA4 SmartGrids の相互運用性 （送配電）	RT4.1 アンシラリーサービスと持続可能な運用
	RT4.2 持続可能な運用と供給のための予測技術の向上
	RT4.3 運用、修復、保守のためのアーキテクチャとツール
	RT4.4 超高圧システム運用の向上
	RT4.5 共通基盤研究
RA5 SmartGrids の全体に係る 課題と促進	RT5.1 需要家インタフェース技術
	RT5.2 将来の電力システムの情報通信システム
	RT5.3 多様なエネルギー輸送手段
	RT5.4 貯蔵技術とその運用方法
	RT5.5 電力調整のインセンティブと保障
	RT5.6 技術革新への支援

出所：ETP SmartGrids SRA をもとに MRI 作成

その後 2008 年 9 月に、SRA の具体的な展開を行うための優先順位付け、スケジュールなどを定めた **Strategic Deployment Document for Europe's Networks of the Future(SDD)** のドラフトを発表しており、2020、2050 年の再生可能エネルギーの利用目標やエネルギー効率目標、CO2 削減目標に貢献するための **SmartGrids** の主要課題として、以下の 9 を挙げている。

- 系統増強・・・欧州全土において、エネルギー源、特に再生可能エネルギーを系統連係するために十分な送電容量を保証する
- 沖合の利用・・・洋上風力や他の海洋技術の最効率的な連系の開発
- 分散型アーキテクチャの開発・・・トータルシステムとして調和して運用する、小規模の電力供給システムの実現
- 通信・・・潜在的な数百万の契約者が一つのマーケットで運用・トレードできる通信インフラの構築
- アクティブデマンドサイド・・・自家発電のあるなしに関わらず、すべての需要家が系統運用上、アクティブな役割を果たす
- 自然変動電源の統合・・・住宅での小規模発電を含む、自然変動電源の統合の最善策を探索する
- 発電、需要そしてとりわけ系統の一層のインテリジェント化
- 分散型電源および貯蔵の利益の獲得
- 電気自動車・・・SmartGrids はすべての需要家のニーズに応える必要がある一方で、電気自動車はその移動性と高い拡散性、そしてここ数年での大規模導入の可能性により特に重視される。

この SDD では、今後 SmartGrids が進むべき道をロードマップの形で示している。このロードマップを図 10-91 に、またここに示されている項目をまとめたものを表 10-85 に示す。



出所：ETP SmartGrids,” Strategic Deployment Document (Draft)” (2008)をもとに MRI 作成

図 10-91 SmartGrids 構築のためのロードマップ

表 10-85 SmartGrids 構築のためのロードマップ(2)

分野	優先度	スケジュール	キー技術	関連項目 (図表)	詳細
#1 系統運用と利用の最適化	高	2008～12 年 技術開発終了	WAMs(Wide Area Monitoring system) SVC リアルタイムの系統状態把握 系統運用スタッフの訓練 EU 全体でのアンシラリー協調 RE 導入時における定常状態、過渡状態のシミュレータ	RT3.2 RT4.1 RT4.2 RT4.3	エネルギー取引や供給安全保障のために引き続き増加する需要をマネージするために、既存の送配電網は欧州機能的に改良統合と協調が求められる。欧州機能的に、そして/もしくは国境機能的に電力潮流をコントロールするため、今日入手可能な先進的なアプリケーションとツールは、運用安全と取引の複雑な相互作用をマネージするため、そして障害の改善と積極的な予防を行うために、配置されるべきである。
#2 系統インフラの最適化	高	2008～20 年 技術開発中	HVDC などの高電圧送電技術 新材料の送配電線 超電導ケーブル送電 新しい送配電系統設備計画	RT3.1 RT3.3 RT4.4	すべての関係者、EU の機関、EU 加盟国は新しい送配電インフラの拡大と建設に取り組む必要がある。欧州優先連系計画からの緊急的に必要なプロジェクトの準備は、早急に実施されるべきである。EU 送配電網のための新しくして効率的なアセットマネジメントの解決手法が、系統インフラ計画と協調し、わかりやすくあることが求められている。決定論的であることよりも、協調した計画がシナリオのベースであるべきであり、発電機の場所とサイズ、そして自然変動電源の増加する不安定さと不確実性に対処するためにリスクマネジメントの必要な要素を含むべきである。
#3 大規模自然変動電源の統合	高	2007～20 年 技術開発終了	洋上風力発電技術 エネルギー貯蔵技術 需要家 DR	RT1.2 RT2.1 RT2.2 RT5.4	大規模な発電機、例えばウインドファームや将来の集中型太陽熱発電は、系統が発電電力を効果的に受取り、そしてエネルギー貯蔵や従来発電機、もしくは需要家側の参加によってシステムが平衡することを求める。洋上風力には海洋集電網が必要であり、欧州の陸上のネットワークを補強する必要がある。それ故、この展開優先はある意味経済効率を考慮しながら系統セキュリティの要求に合致するような再生可能エネルギーの大規模な統合を推進する。
#4 情報通信技術	高	2008～15 年 技術開発中 標準化継続中	スマートメータ 需要家データのオンライン収集 DG の VPP への統合 配電自動化 データマネジメント技術	RT5.1 RT5.2	今日、ICT は送電系統、二次系統レベル、そして二次系統 (110kV) / 中圧変電所の母線の終端で用いられている。様々な電圧階級で、様々な機器のために、異なる標準プロトコルが用いられている。経済的な理由から、高圧・中圧・低圧毎に、限定的な ICT によって特徴付けられている。すべての電力供給チェーンと電力供給システムのすべてのデータをやりとりするために、標準的な、オープン情報モデルとコミュニケーションサービスが必要である。
#5 アクティブ配電網	－	2010～20 年 解決策の可能性を 模索中	未開発	RT1.1 RT5.3 RT4.5	送電網はいつも電力供給チェーンにおいてバランシングとマネジメントの役割を併合してきた。一方、配電網は受動的な運用となるよう設計されてきた。課題は、送電網でみられる、たとえば潮流と制約管理、偶発性解析、バランシングのような様々なサービスを、配電網において供給することである。これは分散型電源の配置の増加だけでなく、住宅や商業建物でのインテリジェントビルサービスの出現や、メイングリッドにストレスがかかったときにローカルネットワークのサポートをするためローカル発電機を活用する必要性のため、そして将来の電気輸送乗り物の広範囲な利用可能性のためである。 配電網は、これらの課題の複雑な相互作用にリアルタイムに反応するもしくは適応することができる必要がでてくる。そして改善された情報をさまざまな主体に対して、提供される様々なサービスのリアルタイム取引を可能とするために提供する必要が出てくる。これはまた、新たな主体、例えばアグリゲーターなど、が、VPP やバランシングサービスを提供するために市場に参入することを可能とするだろう。
#6 新市場、ユーザ、 エネルギー効率	－	2010～20 年 解決策の可能性を 模索中	未開発	RT2.3 RT5.5 RT4.5	アンシラリーサービスや系統連系とアクセスのような部分での送電と配電の違いの減少だけでなく、電力品質と併合安定性は SmartGrids の全体概念の一つの重要な特徴である。同時に、民主化と分散化は改良され強化された運用とマネジメントを求める。これは系統の安全運用が必要だけでなく、適切なコントロールとマネジメント方法が、VPP や需要家のエネルギーマネジメントコンセプトのような汎山の新しい概念を成功裏にそして効果的に展開するために求められる。 将来の需要家ニーズに合致するために、例えば VPP 運用者やエネルギーサービスポートフォリオマネージャのような様々な新市場の参加者が展開される。すべての系統利用者（発電・需要家）に対して明白なそして差別のない系統アクセス・連系に加えて、この展開優先はいわゆる SmartGrids の「ラストマイル」技術の必要性に依存しており、展開優先 5 と似ている。 需要家のニーズ、興味、利益が明確にこの展開優先焦点である。 さらに、白物家電は電力網の効率化に将来貢献するかもしれない。しかし、それはもし系統とスマートメータが協調するならばである。そのためには利益の流れが必要である。

出所：ETP SmartGrids,” Strategic Deployment Document (Draft)” (2008)をもとに MRI 作成

10.2.2. スマートハウス・コミュニティの普及ロードマップ

10.2.2.1. スマートハウス・コミュニティ形成のための要件

スマートハウス・コミュニティ形成は、住宅内内及び複数住戸が連携した地域におけるエネルギー利用効率向上による二酸化炭素排出削減に資するものであることが求められる。

日本国内においては、エネルギー利用効率向上に基づく二酸化炭素排出削減のロードマップとして、長期エネルギー需給見通し（2008年5月作成、2009年8月見直し）がある。同見通しに基づき、各種省エネルギー対策技術、再生可能エネルギー技術の導入普及が図られる過程において、スマートハウス・スマートコミュニティの実現が重要なツールの一つとして機能することが期待される。

スマートハウス・コミュニティを実現していくための機能要件としては、次に示すようなものが挙げられる。

<スマートハウスの機能要件>

■ 見える化

- 住宅内の需要機器（空調、照明、給湯等）のエネルギー消費の状況を住まい手に対して表示・通知することにより、住まい手がその実態を把握し、必要に応じて機器の On-Off や利用制限（空調の温度制御等）を行うことができるインフラを提供する。
- 需要機器と同時に、エネルギー供給機器（太陽光発電、燃料電池）を具備する場合には、これらの機器からのエネルギー供給量を合わせて見える化することができれば、前述の需要反応（見える化による住まい手による需要機器の制御）と連動させ、よりエネルギー利用効率の高い使い方が可能となる。
- さらに、見える化された情報が、エネルギー利用料金と連動すれば、需要反応が経済性に結びつけられ、需要反応に対するインセンティブとさせることが可能となる。

■ 機器の制御

- 収集された需要機器、エネルギー供給機器の情報を元に、住まい手が介在することなく、機器を効率的に運用制御することが可能になれば、住まい手の便益を損なうことなく、より確実なエネルギー利用効率の実現と二酸化炭素排出削減効果をもたらすことが可能になる。
- ただし、見える化と異なり機器自身が自律的に制御を行う場合には、住まい手の便益（快適性）を損なうことなくその機能を実現する際に工夫が必要である。また、住まい手以外の第三者が制御を行う場合には、プライバシーの確保などの検討が必要になる。

<スマートコミュニティの機能要件>

■ 相乗効果

- 「見える化」、「機器制御」などの基本要件は、スマートハウスと同様であるが、これらに加えて、複数の住戸あるいは地域内の住宅以外の諸施設を連携させることによる相乗効果を得ることが必要になる。
- 具体的には、複数の住戸の見える化された情報を一定の基準に基づき、住まい手が共有することにより、競争意識や仲間意識を醸成することにより、より高い効果につなげることが期待できる。
- さらに、制御を行う場合にも、エネルギー供給機器から提供されるエネルギーが、一住戸内では消費しきれずに余剰が発生する場合にも、複数の住戸を取りまとめることによりその余剰分を最小化（＝ならし効果）が期待でき、一住戸単独でのシステム構成よりも経済的な機器構成とすることが期待される。

■ 相互接続

- エネルギー供給源を再生可能エネルギーとする場合、コミュニティレベルで需給をバランスさせることは難しいため、将来的にはエネルギー供給インフラ（電力及びガス）との相互接続を図ることが望まれる。しかし、エネルギー供給インフラにおける情報通信システムは、高いセキュリティと品質を要求されるため、現状の技術で相互接続に伴うセキュリティ問題を早期に解決するのは難しい状況にある。
 - ◇ エネルギー供給インフラとの相互接続を最終的には目指すものの、当初はコミュニティレベルでの需給制御情報とエネルギー供給インフラとの需給制御情報は相互接続を前提しないことも含めて、段階的に相互接続を図っていく可能性を検討していくものとする。

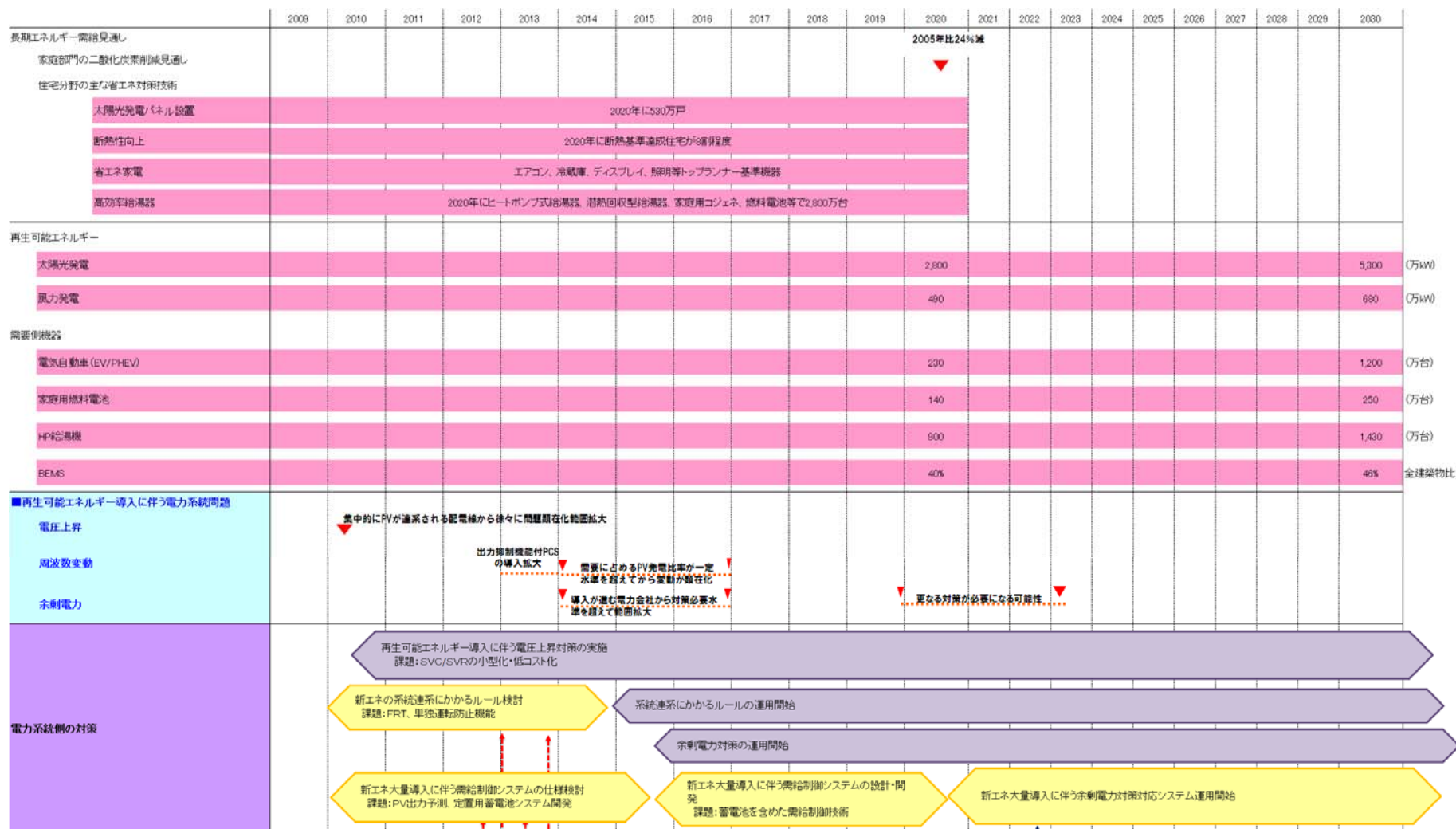


図 10-92 スマートハウス・コミュニティの前提条件

10.2.2.2. ロードマップの考え方

前出のスマートハウス・スマートコミュニティの機能要件を実現するため、次に示すような点を考慮し、その普及ロードマップを作成した。

<スマートハウス・コミュニティのロードマップ>

■ 前提条件

- 前述のように日本国内におけるエネルギー利用効率向上による二酸化炭素削減のロードマップである「長期エネルギー需給見通し」において示される、各種高効率エネルギー利用機器の導入普及目標達成を前提条件とする。
- なお、長期エネルギー需給見通しにおける再生可能エネルギーの目標達せに際し、同導入拡大に伴う課題が懸念されている。これらの課題に関しては、別途、資源エネルギー庁において「低炭素電力供給システム研究会」（平成 20 年度）、「次世代送配電ネットワーク研究会」（平成 21 年度）で詳細な検討がなされている。これらの検討成果を踏まえ、同課題解決のために今後実施される、エネルギー供給サイド（＝電力系統サイド）での対応策との連携・協調を図るものとする。
- さらに、経済産業省内で検討されるスマートグリッド関連研究会において検討される各種施策とも連携を図ることを想定した。

■ スマートハウス・コミュニティの構成要素は次の通りとし、これらの機器導入に伴う経済効果（＝導入費用）も合わせて試算を行った。

• スマートハウス構成要素

◇ 太陽光発電及び同パワーコンディショナ
メータ（電力/ガス）

配電盤

HP 給湯機

エアコン

電気冷蔵庫

• スマートハウス関連システム

エコサーバ

付加価値サービス

■ ロードマップは、スマートハウス・コミュニティの実現のために必要な他のシステム（電力系統システム、電気自動車）との連携を前提に、いつまでに何をするべきかのアクションプランを整理する。

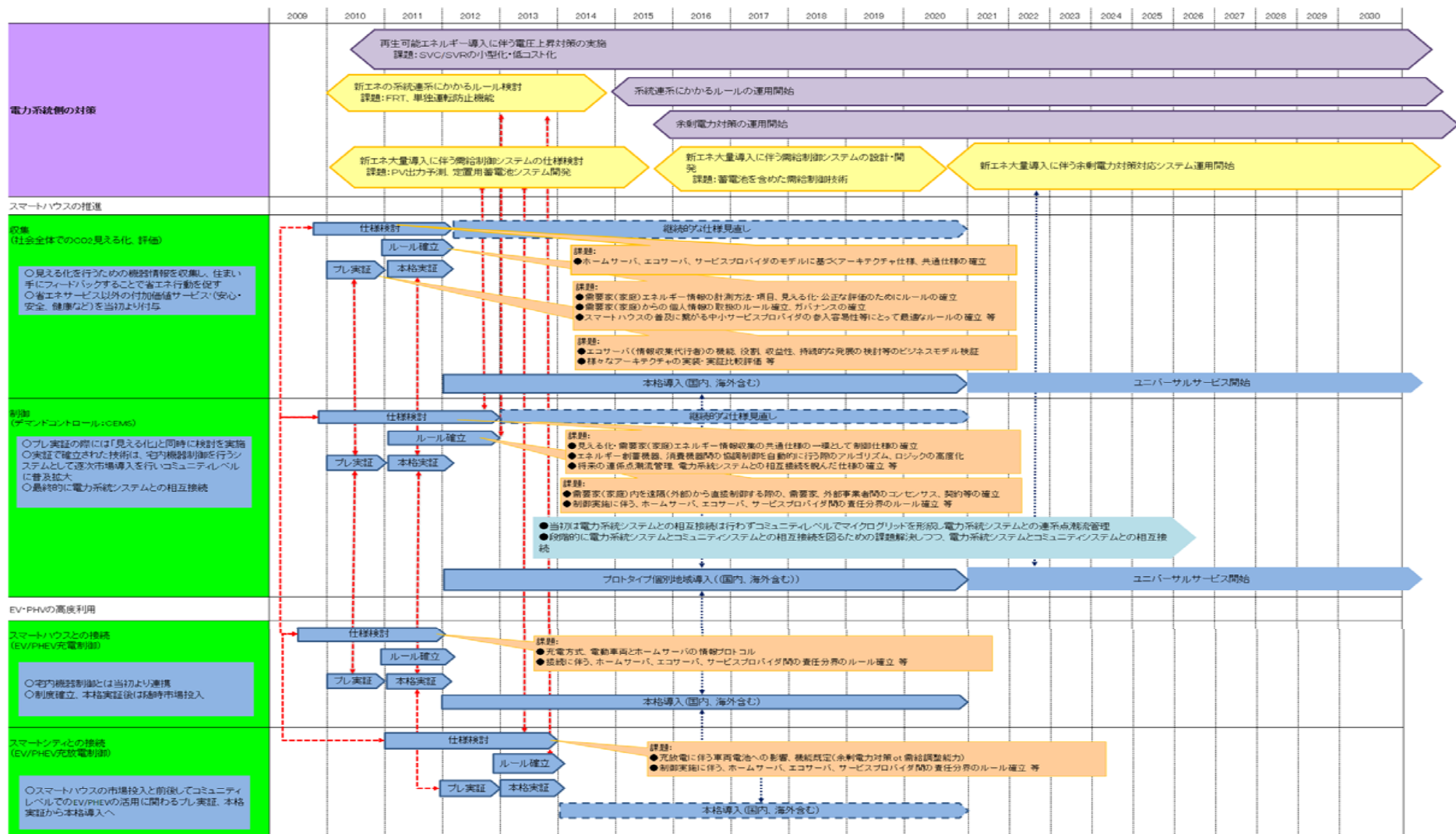


図 10-93 スマートハウス・コミュニティ ロードマップ

10.3. 実用化、普及推進に向けた問題点、課題

10.3.1. 安全性、セキュリティの確保に向けた課題

10.3.1.1. 自動制御の問題

継続的なエコ行動を促すためには、見える化やアドバイスだけでなく、ユーザによる繰り返し操作の自動化を含む制御機能が必要と考えられる。

「制御」を伴う場合、誤制御により事故に繋がる可能性が懸念されることが、制御インタフェースを持つ機器の普及が加速しない一因とも考えられることから、遠隔制御できる機能の選定、安全サイドに倒す仕掛け、システム全体でのアーキテクチャやセキュリティ等といった、制御にかかわる機器・システム設計のノウハウを蓄積し、設計ガイドラインを作成することが必要と考えられる。

また、「制御」を行う際の責任分界点や連係の方式等を明確にした上で、自律分散的な全体システムアーキテクチャを確立していく必要があると考えられる。

なお、エネルギー制御の効率性、確実性の点からは自動制御が望ましいが、居住者の快適性には個人差があり、快適性維持の観点からは自動制御が難しい面もある。

10.3.1.2. セキュリティ対策

(1) 個人情報管理

プライバシーを保護するための統一的な基準も、実運用時には不可欠である。

実証実験システムでは、設備の最適計画を演算する際に必要な需要家設備の仕様（発電能力等）をエコサーバ上のデータベースにて管理する方法を採用したが、これらの情報は需要家の個人情報に該当するものであり、また、サービス提供事業者が提供するサービスのために必要な情報でもある。これらの情報をどこで保有し、管理するかについては、下記の問題点、課題を考慮して決める必要があり、いずれにしても、サービスの内容、需要家との関係などに応じた最適な管理方法を選択することが必要である。

表 10-86 需要家設備の仕様管理に係る問題点、課題

管理場所	問題点、課題
ホームサーバの場合	需要家自身が管理することになるため、需要家設備の仕様情報の登録手段の提供、情報を保持しておくためのメモリ（不揮発性）の確保、ホームサーバの不具合時のバックアップなどの対策を講じたホームサーバとする必要があり、ホームサーバのコスト増に繋がる可能性がある。
エコサーバまたはサービスプロバイダの場合	需要家設備の仕様情報は個人情報にあたることから、これをエコサーバまたはサービスプロバイダで管理する場合には、需要家の了承（サービス契約など）を得る必要がある。また、需要家設備の仕様情報を需要家から情報提供する仕組みを用意することも必要となる。

また、買い替えサポートサービスや修理サポートサービス等の付加価値サービスの提供についても、家庭や個人の情報を扱うため、ホームサーバ、エコサーバ、サービスプロバイダサーバの間で暗号化されたセキュアな通信が必要となる。

(2) セキュリティ確保に向けた対策

スマートハウスにおけるセキュリティは、プラットフォームが変わっても同等である必要がある。このためには、セキュリティポリシーの制定と、管理体制の共通化が必要である。

管理実施は、第三者（ホームサーバでもサービスプロバイダ以外）による実施が良いと考えられる。ホームサーバメーカ又はサービス実施者ごとに実施する場合、管理者が複数存在することから、管理作業の重複や不整合が生じる恐れがある。これにより、ユーザが新たなサービスを導入する際に障害が発生するなどの支障が考えられる。ユーザ情報の管理を、社会性、公共性を有する情報収集代行者に委託することにより、プライバシー、セキュリティを保護し、ユーザからの信頼、安全性が確保されと考えられる。

管理作業の点からも、エコサーバ（管理系）の導入により、スマートハウス全体でのセキュリティ管理作業の冗長性を排除し、各社のホームサーバのセキュリティレベルを均一化することができると考えられる。

(3) 不正アプリケーション実行防止

ホームサーバ上での不正アプリケーション実行防止の仕組みとして、OSGiには署名バンドルという仕組み（バンドルに署名を入れて、OSGiフレームワークにアクセス制御をさせる機能）があるが、実運用にあたってはこういった仕組みも取り入れる必要がある。

10.3.2. 技術、共通基盤、標準化に向けた課題

スマートハウスにおけるシステム構築にあたっては、宅内の様々な機器を接続し、リアルタイムに双方向通信を行うことで、新規性や付加価値の生み出されることが期待されることから、アーキテクチャ、通信方式、機器等に関する以下の課題を解決することが、実用化に向けた重要なポイントになると考えられる。

10.3.2.1. アーキテクチャに係る課題

住宅全体で最適制御を行うためには、異なる企業間での相互接続性が必須であるが、ホームサーバ、エコサーバ、サービスプロバイダの三位一体のアーキテクチャにおいて、システム機能の妥当性やサービス提供の可能性を確認することができた。スマートハウス構想が関連するテクノロジーやサービスの範囲は非常に広く新たなテクノロジーの登場やサービスの登場があり、頻繁に求められる新しいサービスの機能要件に対して、エコサーバは柔軟に対応していくことが求められる。

表 10-87 アーキテクチャに係る今後の課題

対象	今後の課題
(1)アーキテクチャ	• HS・ES・SP の役割分担の明確化、機能要件定義 • ES の機能、役割、収益性、持続的な発展の検討等のビジネスモデル検証 • ビジネスモデルに基づくアーキテクチャの実証比較評価（複数ハウス(HS)、複数 ES、複数 SP が存在する実運用時を想定
(2)共通仕様	• 共通仕様（データ書式、ファイル形式等）の実装 • 共通仕様を用いた「制御」の検証 • 共通仕様の実装、それを用いたサービス等検証
(3)ホームサーバ	• ホームサーバのハードウェア実装形態については、性能要件、コスト、メンテナンス性等との関連が強く共通化が困難 • 機能要件については、共通化が必要かつ可能 • 競争領域と協調領域の明確化 • 実装の比較評価 • 小型化、ワンチップ化（システム LSI、オンボード等）等の追求 • 協調領域について我が国主導で国際標準化
(4)エコサーバ	• ES の実施主体、機能要件の明確化→コミュニティでの評価が必要 • スマートハウスの普及に繋がる中小 SP の参入容易化環境提供（個人情報の取扱、課金等）に向けた ES 機能要件の検討 • サービスのインストールから認証、利用、メンテナンス等の一連の流れの中での検証 • 対象需要家数、管理対象データ量、レスポンス時間等の性能要件の明確化 • 個人情報管理の検証、要件等の明確化
(5)ホームネットワーク	• スマートハウスの本質である「住宅内の情報を地域・社会と共有する」ために最適なネットワーク設計をさらに考察、検証 • 採用する標準の明確化 • 各規格の標準化動向の継続的な把握 • ECHONET の対象機器の拡大、さらなる国際標準化
(6)住宅内機器 （エネルギー創蓄・消費機器、住宅設備等）	• 系統側が導入を検討する「出力抑制付パソコン（太陽光発電）」対応 • 体系的、標準的な、データ計測・収集、評価、見える化のルールを検討、検証 • アルゴリズム、ロジックの高度化 • 計測方法のルール化（計測箇所、計測間隔等） • 評価方法のルール化（客観性の追及等） • CO2 削減効果の継続的な測定、検証

10.3.2.2. 開発環境、運用試験環境の整備

マルチベンダ化を加速するには、開発ツール・評価ツールを広く普及させ、機器メーカーが様々な試作・評価を行える環境を整える必要がある。

(1) 開発環境の整備

多数のベンダやサービスプロバイダが参入し、互いの製品を接続させることでトータルシステムとしての価値を向上させることが期待されることから、オープンに活用できる開発環境の整備が必要と考えられる。このため、事実上標準となっている規格等を多く取り入れて、仕様の標準化を図ることが有効であると考えられる。

なお、エコサーバの事業化の際にはミドルウェアを利用し、迅速な IT システムの構築や迅速な機能要求の追加及び変更を実現することも有効であると考えられる。

<有用と考えられるミドルウェアの例>

- セキュリティの世界的な標準や実績のある技術に基づいた、認証トークンの発行などの各種処理やそのログの集中した管理を実現するミドルウェア
- 迅速な大量のトランザクション処理を実現する専用のハードウェアを提供するアプリケーション製品
- 大量となるデータのライフサイクルを管理するミドルウェア
- イベント処理の分散あるいは階層化や、高速なイベント検出を実現するミドルウェア

また、各標準規格に対しても、以下の課題が挙げられている。

(a) ECHONET

a) ECHONET 仕様のオブジェクト指向化

ECHONET は、C 言語仕様がベースとなっていることから、オブジェクト指向的、サービス指向的な実装が非常に困難であったとの指摘があった。一方、OSGi は Java のプラットフォームである為、オブジェクト指向の概念はもちろんサービス指向 (SOA) の概念を用いて、プログラムの構成を決定することができ、ECHONET の仕様もオブジェクト指向やサービス指向に合わせた形に変更すべきであると思われる。

(b) OSGi

a) OSGi のバージョンによる互換性について

OSGi は現在リリース 4 まで出荷されているが、近々にリリース 5 が出荷予定である。リリース 3 までは、住宅用ホームゲートウェイ、自動車、携帯電話など、業界内での共通フレームとして仕様が策定されていたが、リリース 4 からは各技術ワーキンググループ毎での仕様策定に移行している。ホームサーバは住宅設備として長期間にわたる利用

が想定されるため、住宅向けのバージョンを定め、不用意に変更しないことが必要である。またバージョン更新の際には、遠隔でのソフト更新など、可能な限り顧客負担を下げる工夫が必要である。

b) OSGi フレームワーク開発ベンダによる互換性

OSGi フレームワークについては、現在、OSAP (NTT 社)、equinox (IBM 社)、mBS Equinox Edition (Prosyst 社)、Knopflerfish (Make wave 社) が供給されており、ホームサーバを提供する企業と OSGi ソフトウェアを提供する企業の間での開発ルールの設定や、それに基づく検証、責任区分の明確化などが必要である。

c) 同一ホームサーバ上での複数サービスの実行について

現在の OSGi の規格では優先制御の概念がないので、センター側にデータを転送している間はその他のサービスの実行ができない。現在対策も検討されているようであるが、場合によっては緊急度合いによってホームサーバを複数設置する必要性も考えられる。それだけに少なくとも機器間、企業間での差異は解消していく必要がある。

d) アプリケーション配信環境について

遠隔からアプリケーションを配信するためには、ホームサーバ上にセンターサーバとの通信を行うアプリケーションが必要である。OSGi では現状この仕様が標準化されておらず、各社の実装に委ねられている。例えば、今回使用した NTT の OSAP、Prosyst 社の mPRM という配信環境には直接的な互換性がないので、ホームサーバ上にはそれぞれのサーバに接続する通信ソフトウェアが必要であることから、配信環境の標準化が必要と思われる。

(2) 運用試験環境の整備

サービスプロバイダの参入容易性については、開発に加えて、試験、運用面も含めたサービスプロバイダへの支援の充実を図ることにより、容易な参入を可能とすると言える。

(a) 検証環境の提供

役割分担が進むことにより、サービスを提供する事業者が実際のデバイスを使った、あるいはエコサーバを使ったサービスの検証をすることが困難になる想定される。そこで、サービスプロバイダによるサービスやアプリケーション及びホームサーバベンダによるホームサーバの提供に際しては、リファレンスとなるホームサーバ仕様の策定や、様々なデバイスやエコサーバに接続できる環境を保有し接続検証のノウハウを蓄積した事業者による検証サービスの提供が有効であると考えられる。

(b) サーバ資産の保有、運用・管理等の業務支援環境整備

サービスプロバイダはサービスを提供するに際して必要に応じてサーバ資産を保有する必要があり、同時にその環境の運用や管理などの業務が必要になる。しかし、それらの業

務はサービスプロバイダにとって競争対象領域の業務ではないことが多い。そこで、サービスプロバイダが提供するアプリケーションをサービスプロバイダサイトではなく、エコサーバ上で動作させることも可能にするようなクラウド環境を提供とすることがスマートハウス構想に有効であると考えられる。

(c) 契約・決済等の業務支援環境整備

サービス事業の主要機能に付随して、事業のライフサイクルにおける契約・決済等の負荷を軽減する仕組みも併せて構築することが重要である。これは多数のアプリケーション事業者が参入し活況を呈している米国 Apple 社の App Store やドコモ社の i-mode 等のビジネスモデルからも明らかである。

(d) ビジネスモデルにおける各事業者の役割分担、責任の規定

事業全体の負荷軽減のためには対象とするビジネスモデルの形態とそれにかかわるユースケースを更に明確化し、サービスプロバイダ、エコサーバ事業者の事業者としての役割分担、責任を規定していくことが今後求められる。

- 例としてサービスプロバイダのシステムそのものをエコサーバ事業者が資源提供、及び運用管理を行う形態もサービスプロバイダにとっての初期投資、技術面での負担を下げるものとして検討に値する。
- ツール及びデータベースの設計に係る作業負荷も軽減するため、データモデルを管理しているエコサーバ事業者がサービスプロバイダに対して共通のデータモデルを提供し、データモデルのカスタマイズし、カスタマイズしたデータモデルの配布といった管理を行うアプローチが考えられる。データモデルを一元管理することでデータベースの設計及びデータを扱うツールを共通化し、開発を一元化することでデータモデル変更にかかる作業負荷を軽減することが可能になる。

10.3.2.3. 通信に係る改善

(1) リアルタイム化

エネルギーモニタリングデータの可能な限りのリアルタイム性がサービス充実の課題である。

遠隔機器操作においては、表 10-60 に示すとおり 3 つのテーマにおいて、表示要求にて最大 1 分の待ち時間、制御要求にて同様に最大 1 分の待ち時間が発生した。実用化を考えた場合、需要家の待ち時間短縮を考慮する必要があるが、エコサーバとホームサーバ間の情報連携によるネットワークの負荷を考慮すると、一概に、リアルタイムな処理を行うことは得策ではないと考えられる。対応策としては、操作要求を受け付けた後、一旦、サービスは終了し、サービスプロバイダサーバ以下で処理が完了した後に、需要家端末に対し、電子メール等で通知するような仕組みをとることで、需要家の待ち時間の負担を削減するような方法も考えられる。

また、逆潮流と電力購入が同時に発生する事はないが、10 分以下の周期で電力変動が発

生しており、将来の住宅用電源システム開発の基礎データとするにはより細かい計測を実施する必要があると考えられることから、スマートメータの電力データの用途によっては計測周期を短くとらなければならない、サーバへの負荷増大が課題となる。

(a) エコサーバ

現段階の事業環境においてはこのエコサーバを常に介在させることで、データ収集・制御を行うための伝送遅延が発生し、応答性等においてサービスの品質を低下させる可能性があることが指摘されていることから、一例として、機器制御等のリアルタイム性が求められるサービスにおいてはサービスプロバイダとホームサーバが直接通信し、エコサーバは過去実績の収集のみを行う等、通信負荷を考慮して各サーバの役割分担やスペックを決める必要がある。

(b) 通信処理フローの見直し

本実証実験システムでは、詳細なデータを収集する目的もあり、1 分周期で、全設備全項目の稼動状況や計測をサーバからのポーリング処理により行った。結果として、1 分の内の約 15 秒が設備からの情報収集に占められている。この収集時間終了後に最適制御の処理が行われ、その後に設備への制御処理が行われる。これに表示用ホームサーバからの計測が加わると、ネットワークの負荷は、更に増えることになる。特に、表示系では、需要家へのサービス性から、リアルタイムに近い情報の更新が求められるので、表示機能との共存の間は、相当の負荷になると考えられる。

実用化にあたっての改善点として、以下の項目が考えられる。

- 設備の稼動情報（運転停止や ON/OFF など）は、アダプタ側で常時、設備をモニタリングし、状態変化を検知したときのみ、ホームサーバに通知する
- 計測項目では、対象の設備の動作が緩やかで計測値の変化が少ない項目と制御動作などで変化の頻度が高い項目とを分類して、それぞれに適した計測周期にて計測するような方式をとる

(2) 計測周期

リアルタイム化に向けては、計測周期を可能な限り短くすることが求められることから、実証実験システムでは、エコサーバとホームサーバ間の情報伝送周期を 1 分で行ったが、

実用化に向けては、サーバ配置の最適化の観点から 2000 軒程度のユーザを 1 台のエコサーバで管理することが想定され、情報伝送周期をより長時間に設定する必要がある。電力エネルギーの場合、電力会社と新規電力サービス事業者間で 30 分同時同量という規定で運用されていることも踏まえ、最長でも 30 分周期とすることが望ましい。これを前提に、実際の送受信の情報量や最適制御機能の精度に基づき周期を設定することになるが、需要家の感覚も考慮して、概ね、10 分から 15 分周期が妥当であると考えられる。この周期を前提に最適計画の演算方法、制御指示方法を考えることが必要である。

(3) マルチベンダ接続

実証実験により、家庭内の標準化された通信規格である ECHONET 等を利用することで比較的容易にホームサーバを介した機器の接続、制御を行うことが確認された。しかしながら、家庭内の通信ネットワーク媒体として、イニシャル価格、施工性、通信の安定性の全てを兼ね備えた通信媒体には、無線、有線のどちらも最適と言えるものはなく今後の技術開発が期待される。

今回の実証実験で使用した ECHONET については、標準化された通信手段により 1 分周期の制御であれば十分な機能・性能を発揮できることが確認できた。本通信規格を今後の家庭内の標準的な通信規格として採用することに問題はなさそうである。ただし、現時点では家庭内の機器全てが ECHONET 規格に対応した商品として発売されておらず、ホームオートメーション端子(HA)を持つもの、電源コンセント端子しか持たないものなどが多数である。このため、何らかの中継器を介して家庭内の機器に接続する必要があるが、その際の通信媒体については各方式とも一長一短あり、今後に安定した通信を実現する低コストの通信機器の出現が期待される。

以下に、通信方式別の問題点、課題を挙げる。

(a) PLC 通信、無線

a) 設置マニュアルの整備

PLC 通信と IEEE802.15.4 無線通信は、リフォーム住宅には非常に使いやすい通信方法であり、スマートハウスシステムを普及させるのに好適な通信方式であると思われる。

PLC 通信は、既設の配線を使ってコンセントに差し込むだけでネットワークが構築できる手軽さは、大きなメリットである。ただし、今回の実証実験でもそうであったが、リフォーム住宅はやはりいろいろなノイズや通信環境の劣化が予想されるため、今後、誰でも簡単に通信環境調査や接続確認ができるツールの開発や、接続手順や対策手順をノウハウとして蓄積し業界に公開するといった対応が必要となる。

PLC 通信に関しては、電力線の経年変化の通信品質に与える影響、配線トポロジの望ましい形、相間通信品質向上の為に具体策、外部への信号漏洩を抑えるハードウェアの仕組み等、既存の建物への機器設置時に発生が予想される問題について具体的な対策の充実を期待したい。

b) PLC 通信技術の改良

電波法の規制緩和で使えるようになった高周波帯域の電力線通信では、主に、映像情報を送ることを主眼にした高速（数 100Mbps）の製品が多く、価格的にも高価なものにとどまっており、実証実験システムが対象にしている用途に対してはコスト的に適用が難しい。しかしながら、高周波帯域は、家電のノイズの影響が少なく、IP 通信を適用しやすい通信速度の確保も得られやすいので、数Mbps 程度でかつ、コストの安い中

低速の製品が開発されることが期待される。

(4) 機器制御

(a) 機器の再起動のタイミングの問題

ネットワーク接続された機器が中心になるため、再起動のタイミングではうまくアドレスが割り振られずシステムが復旧しないケースがあった。また、遠隔サポートする場合も再起動までの時間を把握しておかないと、適切なアドバイスが行いにくいということもわかった。

(b) ユーザ側機器に起因する障害との切り分け

照明であれば蛍光灯が切れたことによる操作不良であっても、遠隔から確認することは困難である。交換用のランプを常備して頂くなどの対策もあるが、根本的にはシステムの概念をユーザにも理解してもらえよう啓蒙していくこと、システム自体をもっとシンプルにしていくこと等が求められる。

10.3.2.4. 住宅内への設置における問題点、課題

(1) システム系統図の必要性

住宅の場合、平面図などの建築図面は揃っているものの、設備図や情報化配線のネットワーク系統図は添付されないのが一般的である。しかし、遠隔で障害対応を行う場合には双方が同じ図面を参照しながら対応することで圧倒的に時間や手間の削減につながる事を改めて感じた。分電盤の中に系統図を貼り付けおいたり、設置後の写真をオペレータ側で管理しておくなどの対応が必要と思われる。

(2) 住宅への設置を考慮した機器設計

ホームサーバや接点制御装置などの通信機器は、情報分電盤という奥行きが浅いボックスに横置きで設置されることが多い。よって通常の通信機器の設計であれば電源の状態やケーブルの差込口の表示が目視で確認できないことが多く、説明や現地での確認に手間取ることが多い。住宅における設置を考慮した機器の設計が必要である。

(3) 宅内機器管理のためのコード体系化

スマートハウスを対象にエネルギーマネジメントサービスを考えた場合、ユーザの視点での家屋、部屋、機器のデータ構成（データのグループ化）の検討が必要である。エネルギー消費量などの情報と機器との紐付けが簡単に出来るように、機器 ID がメーカー、型番まで把握できるコード体系化し、また、部屋と機器の紐付けも簡単にできるようなコード体系化も求められる。それを設計段階で整備されることが望ましい。

(4) 長期運用性

家電機器に比べて住宅施設・設備の継続利用期間は一般的にかなり長期間となることから、

スマートハウスの実用化にあたっては、これに合わせた長期にわたりシステムを維持できる仕組みが必要となる。

(5) コスト

広く普及させていくためには、コスト低減は必須である。特に、ホームサーバのコスト低減は希求の課題である。そのため、機能を絞り込んだマイクロゲートウェイをホームサーバとして利用する等のコスト低減方策についても、今後検討されるべきと考えられる。

10.3.3. 新サービスの創出に向けた課題

本実証事業では、エネルギーマネジメントサービスを中心に実施しており、技術的には実現可能であることを確認したが、コスト面では実現性に課題があることがわかった。

一方で、スマートハウスのインフラ基盤となる標準はほぼ出揃っており、インフラが先行整備（例えば i-mode のような先行投資）されれば、自ずと様々なサービスプロバイダによるサービス提供が展開され、マスでの費用対効果が出てくるもの（キラーアプリでなく、キラーインフラとして）と期待される。従来のインターネットは人を対象とした双方向リアル ICT ツールと位置づけられるが、スマートハウスは機器を対象とした双方向リアル ICT を実現可能な新たなツールであり、新規市場を大いに期待できると考えられる。

表 10-88 新サービスの創出に向けた今後の課題

	実証結果	今後の課題
エネルギーサービス	見える化や省エネアドバイス等の家庭内のエネルギーマネジメントサービス（以下、HEMS）の需要者における利用意向はある。 表示系 HEMS のみでは需要者の行動に結びつきにくく、的確なアドバイス（リアルタイム性、具体性等の高いリアル感のある内容）や制御系 HEMS の提供が必要である。 利用目的としては経済性重視の傾向が強く、削減量を経済価値に換算して表示することが効果的である。 継続的なエコ行動を促すため、需用者に操作の負荷をかけない工夫が必要。	省エネ行動アドバイスに具体性を持たせる上で有用とされた間取り図等とのデータ連携方法の検討。 実用化に向けては、一連の操作を登録してワンタッチで行えるカスタマイズ機能や制御の自動化等の機能の高度化が必要。
インセンティブ	インセンティブ付与の目的でランキング等を実施したが、効果がランキング	全需用者のエコ行動が評価されるしくみが必要。

	上位者に限定される等の問題があった。	経済性重視の傾向が強いことから、時間帯別電気料金制の導入やエコポイント制度（換金性のあるポイント付与）等が効果的と考えられる。
その他の付加価値サービス	宅内機器のリモートコントロール、安全・安心サービス、修理サポートサービス等の家電機器の利用・メンテナンス関連のサービスが受容性が比較的高かった。	需要者にサービス購入を動機付けるキラーアプリはなく、需要者におけるコスト受容性を前提としたビジネスモデルを優先的に検討する必要がある。
コスト受容性	サービス利用料については、①初期費4千～1万円、月額なし、②初期費なし、無料～月額600円程度のいずれかの回答が多く、携帯電話アプリサービス等を参考としたビジネスモデルの検討が必要である。	需要者におけるコスト受容性にマッチしたビジネスモデルの実現。
データ提供に係る受容性	公共性が高く信頼できる事業者であることを前提として、半数以上の需要者が、データを提供してもよいとしている。	エコサーバの資格要件の検討。
ユーザインタフェース	テレビの利用が多かった他、iPhoneの評価も高かった。 機器制御においてはリアルタイム性が求められるが、今回の実験では十分な応答速度が得られなかったところが多かった。	実用化に向けた機器制御設計の検討。

(1) サービスの価格

サービス提供価格については、本事業で実施された5つのアンケートにおいて、いずれも月額300円程度までが許容範囲との回答が多かったことから、この価格を前提条件としたビジネスモデルの構築が必要である。

(2) 信頼性確保

世帯のエネルギーモニタリングデータを活用した新たなサービスについては、生活者、生活サービス事業者ともに関心が高く、その価値を認めるところであった。しかし同時に、データの提供先、データ管理主体、データそのものの扱い、セキュリティの確保は共通の課題として認識されている。データの扱い方に関するルール、必要な制度の整備、社会インフラとして責任を持てる管理主体の設定などの基盤を形成することが、今後、スマートハウスの機能を活用した新たなサービスを形成する上での必須課題となると考えられる。

(3) マルチベンダ化推進

エネルギーマネジメントシステムの構築においては、組み込み部品メーカからサービス事業者やハウスメーカまで異分野の様々な企業が参画し、また異なるインタフェースを持つマルチベンダ機器を接続する必要がある。

このため、以下の取り組みが必要と考えられる。

- ・ ハードおよびソフトを管理監督する公的機関の擁立：ハードおよびソフトを共有財産とし、ブラッシュアップしていく仕掛け作り。
- ・ 海外展開への支援：海外市場への展開、国際標準化は今後必須となる。これに対し、国レベルでのエネルギーマネジメント事業協力の推進と日本発技術の発信、標準化に対して、国の支援をお願いする。

(4) 新サービス、制度検討のための十分なエネルギーモニタリングデータ・解析の蓄積

スマートハウスの拡大と新サービスの創出を目指すのであれば、戸建て住宅を含んだ、各地域での四季を通じたモニタリング実証と解析、検証が不可欠と考えられる。

(5) 地域エネルギーマネジメントとの関係

海外への展開を考えた場合、必ずしも潤沢な電力が供給されない地域もあり、地域のエネルギーマネジメントと関係して需要と供給のバランスが取れるシステムを提供していく必要がある。単に各家庭個々のエネルギー需給の最適化ではなく、地域全体の需給を考慮した最適化が図れることは当然のことながら、ユーザ個人の嗜好や生活が尊重されるものでなければならない。したがって、地域エネルギーマネジメントを考慮した家庭エネルギーマネジメントシステムを提供することが今後重要になると考えられる。

10.3.4. 法制度上の課題

10.3.4.1. 電力買取制度

(1) 経済メリットの創出

現状のエネルギー料金、制度の中でサービスが生み出す経済メリットはわずかであり、サービスとしてのユーザへの価格面での訴求力は乏しい。事業として成立するか否かは、エネルギー削減と CO2 削減の両方が生み出す経済価値をユーザが享受できる仕組みづくりが不可欠である。今回、CO2 削減に対する経済価値が明確に定義できていない現状制度の上で、経済メリットを重視するユーザに訴求するサービスを構築したため、サービスそのものを提供する事業者の立場からすると収益性を圧迫していることは否めない。この点は、スマートハウスの拡張形であるスマートコミュニティの観点からも同様であり、CO2 の見える化そのものが社会的価値、及び経済価値を持つような仕組みづくりを整備することも不可欠であ

ると考えられる。ユーザが低炭素コミュニティの一員としてその削減効果を体感し、その経済メリットを体感できる仕組みづくりの整備が待たれるところである。

このような社会の形成に向けては、例えばエネルギー価格及び CO2 の削減量が、そのエネルギー供給構造によりスマートグリッドによりユーザが把握できる社会システム構造の出現が一つの構造になりえると考えられる。一例として、エネルギー価格およびその CO2 削減目標に応じた CO2 削減価値が時間帯別に変動するようリアルタイムプライシングが整備される等の市場環境整備が求められる。

将来エネルギー価格の自由化が進み、家庭用の時間帯あるいは需給状況等により頻繁に変化するようになった場合は、制度変更によってユーザの支払う光熱費とサービス提供価格の合計が、現行制度に比べてメリットがあるか否かが 1 つのポイントとなろう。従って、サービスプロバイダからスマートハウスへ提供するサービスとして市場投入の時期については、将来のスマートグリッドおよび低炭素コミュニティが、CO2 削減行動が新たな価値を生むような料金体系と制度が整備されることを期待せざるを得ない。

(2) 制度運用に係る需要家における受容性

現在、家庭用の PV や FC の出力を一旦蓄電池に蓄えた上で系統に逆潮させる事はできない。電力取引等により負荷遮断・逆潮割増等に付加価値を設ける場合、逆潮電力量を確約する事を求められる可能性があるが、今回のアンケート結果では、ユーザはいったん遮断した家電製品を必要に応じて再度 ON できる事を要望しており、このままでは個々のユーザが逆潮量を確認する事は難しい。このように今回提案した実験内容を系統側・ユーザ側の双方にメリットのあるサービスとして行うには制度的にも課題が大きいことがわかる。

10.3.4.2. 機器導入支援

機器の導入に対する補助制度や、機器の認定制度への取り組みも、普及の初期段階では必要ではないかと考えられる。

(1) 電力・ガス・水道メータのスマートメータ義務化

メータにその測定値を容易に読み出せる通信インタフェースを標準的に供えることを義務化する。通信方式は、設置環境に合わせて、無線、PLC、有線などを選択できるようにする。

(2) 測定器導入に対する補助金制度創設

スマートメータへの置き換え、電力計付き分電盤への置き換え等、測定器の導入に対して政府・自治体から補助金を出し、国民負担を軽減する。

(3) テレビで知らせる化の促進

今回、既存のテレビに簡単なインタフェースを取り付けるだけで宅内エネルギーの見える

化ができることを示した。これを発展させ、スマートメータによる測定値をテレビ画面上で確認できることが当たり前となるような施策が望まれる。また、見える化だけではなく、高齢者、障害者もエコ活動に参加できるよう音声や振動等で知らせるユニバーサルデザイン化を推進する等、テレビの新しい使い方を日本発で世界に発信するようなことも考えられる。

(4) エコ行動のエコポイント化推進

本プロジェクトでは省エネコンテンツに新しい可能性を秘めたアイデアが幾つも盛り込まれた。その一つが、エコ行動に対してエコポイントを付与するという試みである。もしこれが可能になれば、ユーザのエコ行動が企業の経済活動とリンクし、新たなビジネスモデルが創出される可能性を秘めている。

(a) 家庭の CO2 削減分を企業削減分にカウントできるような制度導入

これまで各企業では工場やオフィスの CO2 削減目標に取り組んでいるが、この対象を家庭に広げ、企業が契約した家庭において削減できた CO2 は企業が削減した CO2 に換算できる制度を検討する。既に省エネが進んでいる産業部門に対して更に高いコストをかけて CO2 削減を進めるのではなく、殆ど手付かずと云ってよい家庭部門にコストをかけて、より効果的に CO2 削減が進められる。また、家庭のユーザのモチベーションも向上する。

(b) エコ行動に対してエコポイントを付与する基準作り

ポイント換算の基準作りと、不正を防止する対策の方法を産官学挙げて検討推進する。

(5) 機器の設置に関する規制のクリア（建築基準、消防法等）

露出配線・配管が発生するため、消防法上の防火区画の問題があり、既存のパイプスペース等を有効活用するための、配線・配管ルートの計画が重要となってくる。

(6) 集合住宅への導入に係る課題

組合の合意形成…組合の 3/4 合意取得の必要性があり、また、組合は、費用対効果を求めるため、初期費用に対しての回収率を重要視し、その合意形成には非常に時間と労力が必要となる。

マンションは、敷地に対し、幹線引込みが 1 本しかできない。そのため、幹線から分岐されて、住宅用、共用電灯用、共用動力用と 3 つに分岐される。住宅用はさらに各住戸分に分岐され複雑な配線計画の設計となる。マンションにおいて太陽光発電を連携させる場合、各分岐への連携は系統連携の問題および逆潮流の問題が発生すると懸念される。

住戸間に均等に分配させるには、住戸間の系統連携を解決するという課題がある。一つの太陽光設備と全住戸に対する均等分配を可能にするためには、電力メータを含めた抜本的な技術革新が必要である。

10.3.5. 国際競争力の強化

スマートハウスやスマートグリッドの国際的な進展状況に鑑み、我が国の国際競争力強化に向けて、今後取り組むべき方向性について、表 10-89 に整理した。

今後は、ホームサーバをコアとした低炭素社会実現アーキテクチャおよび I/F 部分を我が国が先導して国際標準化を図り、国際市場を拡大するとともに、ホームサーバ本体（アプリケーション、制御アルゴリズム等）については、競争領域として、我が国のアドバンテージを発揮、維持すべきと考えられる。ホームサーバに繋がる各種機器も同様に、その本体自身の国際競争力を発揮、維持できるものと期待される。

(1) 協調領域

(a) ユーザインタフェース

ユーザインタフェースについては、Windows 等の PC 環境や、iPad/ iPod/iPhone 等のツールが広く普及しており、これらの既存のデファクトスタンダードを活用すべきと考えられる。

(b) アプリケーション実行環境

アプリケーションの実行環境については、Java、OSGi 等のデファクトスタンダードが主流となっており、上位層サーバとの関係性の点からも、これらの国際標準を採用すべきと考えられる。

(c) 伝送メディア

スマートハウスにおいて接続される家庭内機器には、エネルギー創蓄機器、家電、住宅設備、メーター、センサー等、様々のものがあり、機器種別毎あるいはメーカーや型番毎に多種多様な通信規格を用いている。これらの規格の多くは既存の国際標準規格や業界標準規格等に準拠しており普及も進んでいることから、当面は規格の統一化は難しいと考えられ、IP 系、非 IP 系ともに、これらの国際標準規格等を幅広くサポートする必要があると考えられる。

(2) 我が国が主導して国際標準化を推進すべき領域

(a) アーキテクチャ上位概念

ホームサーバ、エコサーバ、サービスプロバイダの三位一体のモデル概念は、米国の NIST においても提唱されているが、さらに我が国が主導して、各サーバあるいは事業者間の責任分界を明確化する等、事業者の参入環境整備を進めると共に、これらのルール化やマニュアル化等も含めて国際標準化を展開していく必要があると考えられる。

また、同時に、これらのアーキテクチャ上位概念をベースとした、実ビジネスモデルの国際展開にも積極的に取り組むべきと考えられる。

(b) サービスミドルウェア、通信ミドルウェア

通信ミドルウェアとしては、現時点では、ECHONET および ZigBee が候補として挙げられるが、我が国としては、日本の大手家電メーカーを中心に開発された家電・設備機器制御の通信プロトコルである ECHONET を中心として、主に国内およびアジアや欧州向けに展開すべきと考えられる。一方、米国向けには既に ZigBee が国内規格として位置付けられていることから、これに対応する必要があるだろう。

ECHONET は、その名称（Energy Conservation(エネルギー節約)and Homecare(在宅介護) Network の略。）からわかるように、もともと省エネルギーや介護といった社会問題への対応を目的としており、現在のスマートグリッドの動きを先取りした取り組みと言える。規格制定は会員企業内で行われているが、2008 年 5 月には規格のコア部分が国際標準として承認、発行されており、海外への普及も目指して活動が続けられている。単なる ON/OFF のみではなく、温度制御や運転条件の変更など、省 CO₂ を実現していくためのきめ細かい制御をサポートしている。

また、同様に通信ミドルウェア上位のサービスミドルウェアについても、我が国が主導して国際標準化を図るべきと考えられる。

(3) 国際間、企業間で競争すべき領域

(a) アプリケーション

家庭内機器の見える化や制御サービス、その他の付加価値サービス等の需要家への提供サービスの内容については、個別企業間の競争領域であり、国際標準化は不要と考えられる。ただし、サービス提供に伴い必要となる機器間のデータ交換方法については、統一的なルールが必要となる。

生活アドバイスサービスと連携させてエネルギー可視化サービスを提供するというモデルは、日本、海外を問わずに適用できる一般性を有する。省エネと快適性・利便性との両面を考慮した真に生活に密着した統合サービスの提供にも活用でき、海外展開においても、日本企業の優位性になる。

(b) ハードウェア

ハードウェアの実装形態に関しては、小型化、軽量化、低コスト化、アルゴリズムの最適化等が求められるが、これらは機器供給事業者間の競争領域にすべきと考えられる。これらの機器の供給およびメンテナンスを含めて、ビジネスモデルに応じて複数のパターンが想定されるが、ハードウェア・メーカー間の自由競争が促されるよう、アーキテクチャ上位概念や通信仕様等においても配慮すべきと考えられる。

家電・情報サービスとエネルギー支援サービスを融合させる仕組みは、家電・情報機器と太陽電池・蓄電池などのエネルギー機器の両方の商品群を持ち、それらを統合できることを強みとした日本企業こそが提案できる内容である。これらのサービスは日本が主導的に開発を進めた上でいち早く海外展開を進めるのが望ましい。

表 10-89 我が国の国際競争力強化に向けた取組の方向性

対象レイヤ		規格	備考	国際標準化
アーキテクチャ上位概念		ホームサーバ、エコサーバ、サービスプロバイダが構成するモデル概念。 ホームサーバが益々必要とされる国際市場拡大を図る。		我が国が主導して国際標準化を展開
ユーザインタフェース		(供給者任意)		Windows ライク、iPad/ iPod/ iPhone ライク等デファクト
アプリケーション	機器最適制御、 エネルギーマネジメント系	(供給者任意)	制御、マネジメントの最適化、サービス内容は競争領域	国際標準化は不要 競争領域
	サービス系			
	上位層サーバとの通信系	JavaVM, OSGi, Android 等		国際標準の採用
アプリケーション実行環境 (フレームワーク)			エコサーバの機能範囲として、アプリ追加更新は実装しない形態もあり得、その場合は不要	
ハードウェア仕様	ハードウェア形状 機器コントローラ(アルゴリズム、ロジック)等	(供給者任意) (ブラックボックス)	需要家への提供形状、提供形態は、提供者のビジネスモデルに応じて複数想定。	国際標準化は不要 小型・軽量化、アルゴリズムの最適化は競争領域
通信仕様	サービスミドルウェア	データモデル、 ID・認証、暗号化ロジック		我が国が主導して国際標準化を展開
	通信ミドルウェア	ECHONET(国内、アジア欧州向)、 ZigBee(米国向)	上位サーバ(エコサーバ、サービスプロバイダ)および宅内情報系ネットワークとの接続はIP系。制御系ネットワークはIP系・非IP系を幅広くサポート(Ethernet, PLC, 無線等)	さらに我が国が主導してプロトコルの国際標準化を展開
	伝送メディア(エネルギー創 蓄機器、家電、住宅設備等 接続)	IP系、非IP系ともに、国際標準規格を幅広くサポート。		国際標準の採用

: 国際標準化(我が国が主導)
 : 協調領域
 : 競争領域(国際標準化は不要)

