

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

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10章のみを公開するものです。（その他の章は、別ファイルとして公開しております。）

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)

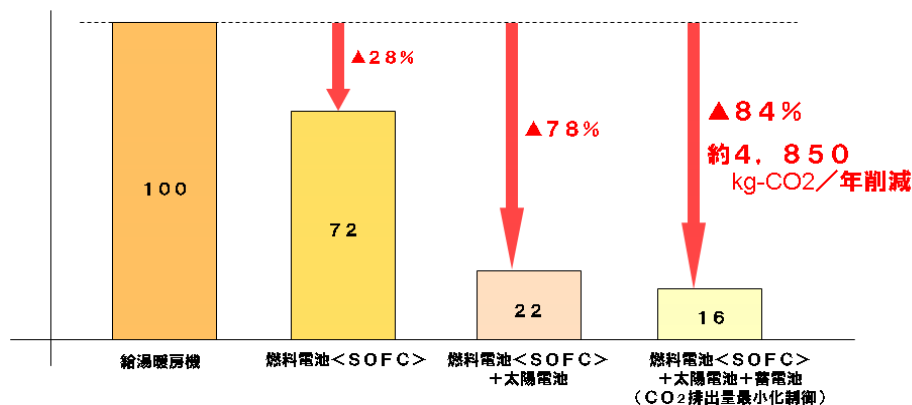


図 10-1 各エネルギーシステムにおける CO₂削減量の比較

(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	早朝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)

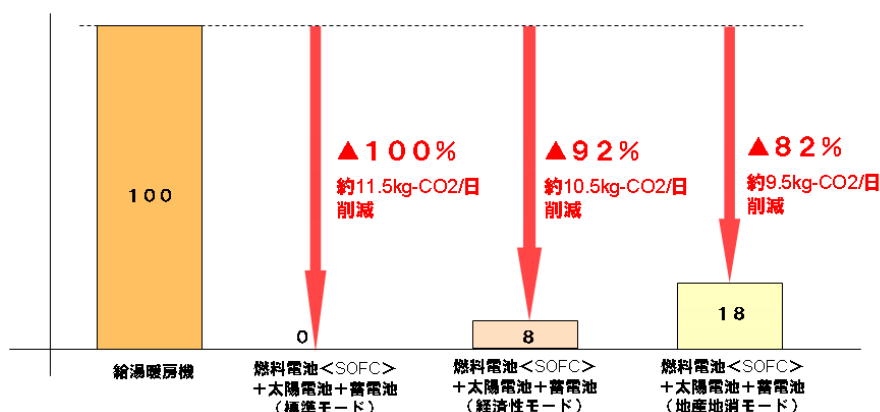


図 10-2 各モードにおける CO₂ 削減量の比較

(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。

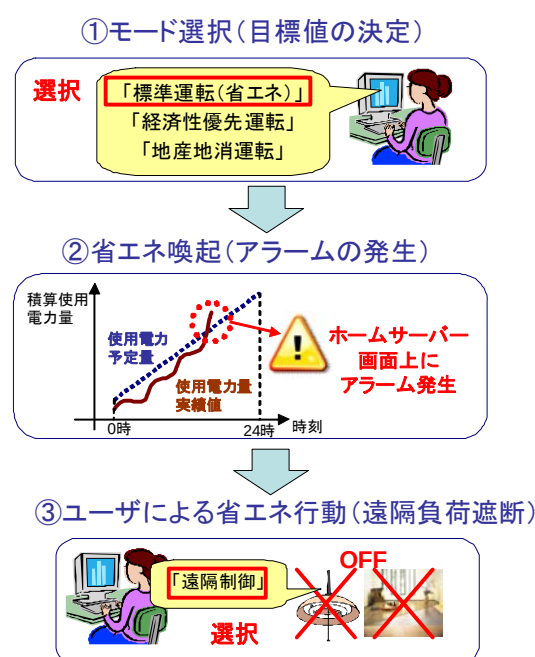


図 10-5 想定する省エネ喚起サービス

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 割程度削減され则认为られ、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さ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。

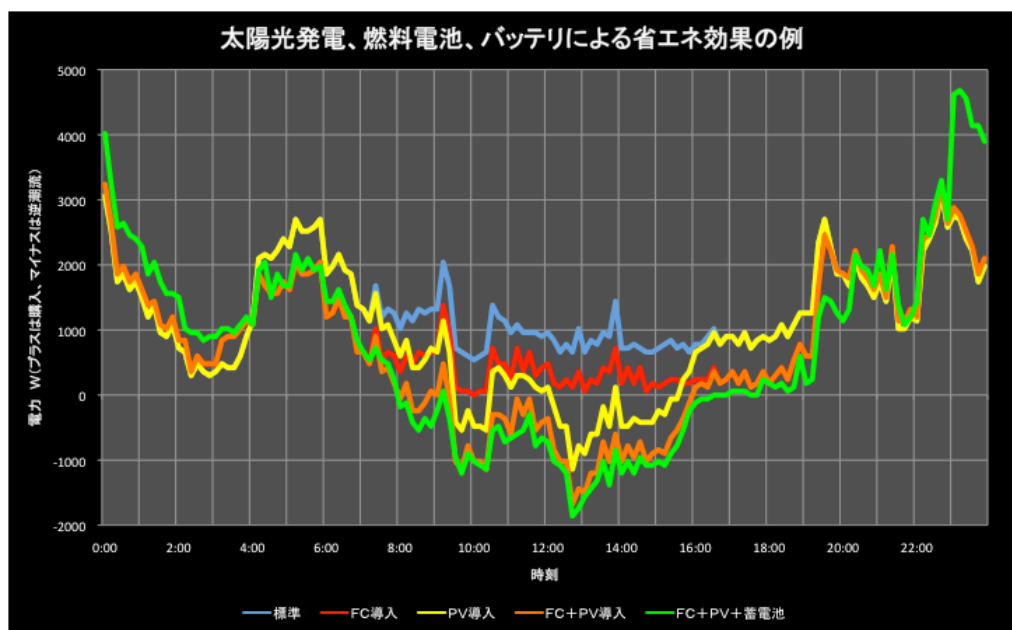


図 10-6 新エネルギー導入の省エネ効果比較（2010 年 2 月 19 日）

(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るにもかかわらず、目標値に達することができなかった。

また、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。

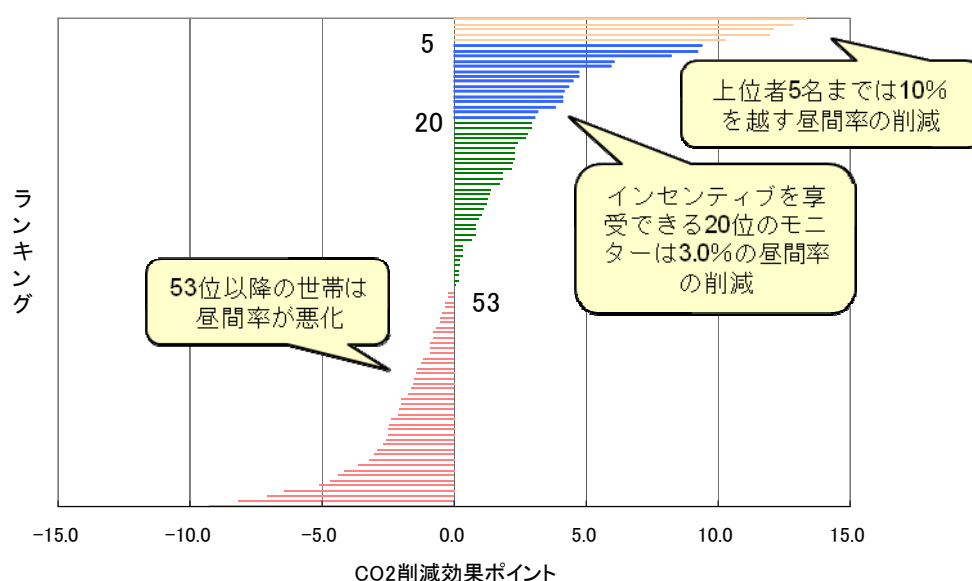


図 10-8 CO₂ 削減効果ポイントランキング分布

(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る。これまで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。

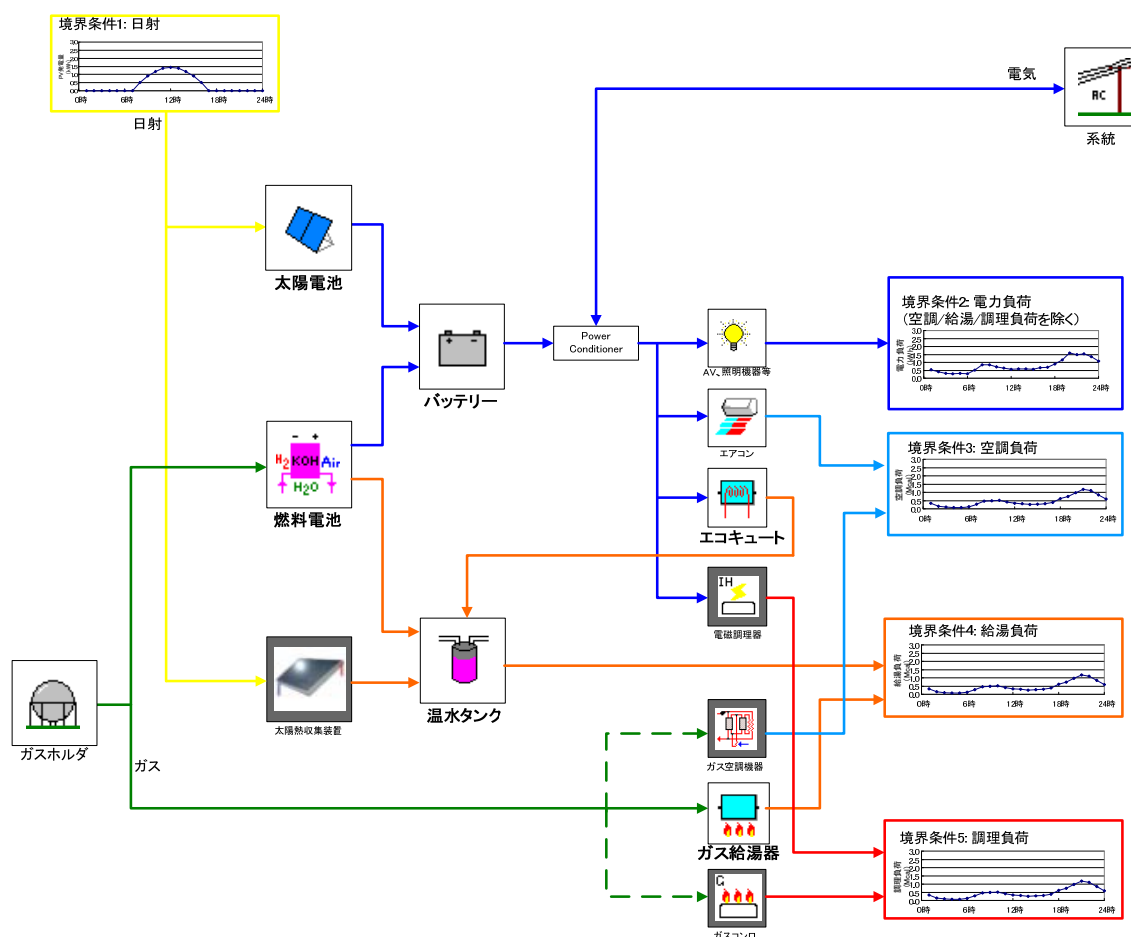


図 10-9 システムモデル

(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。

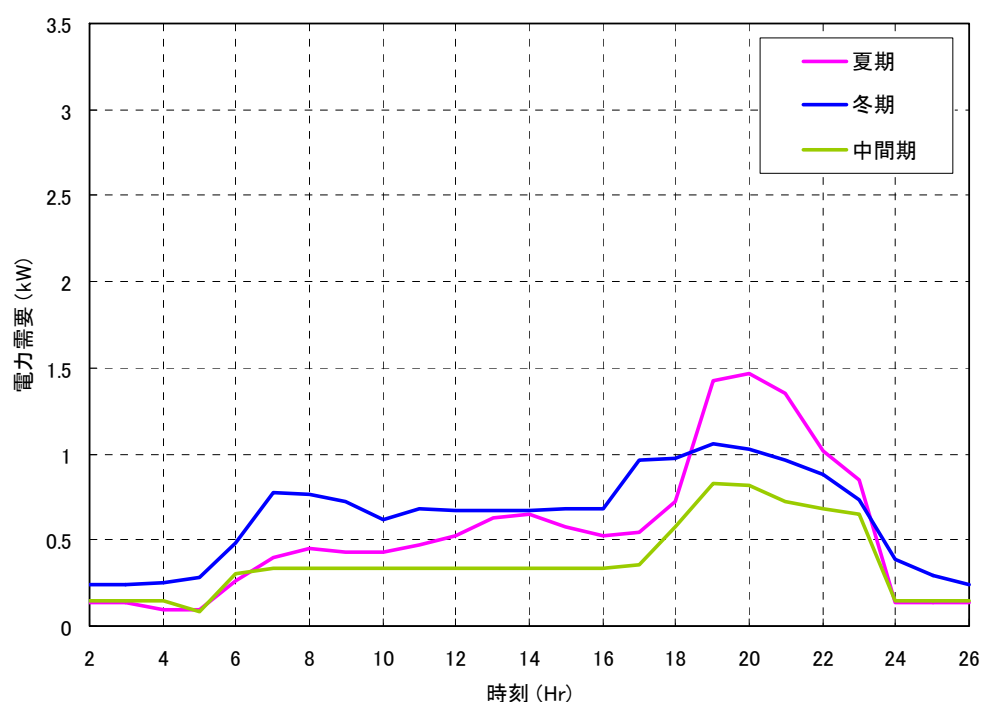


図 10-10 電力需要

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>

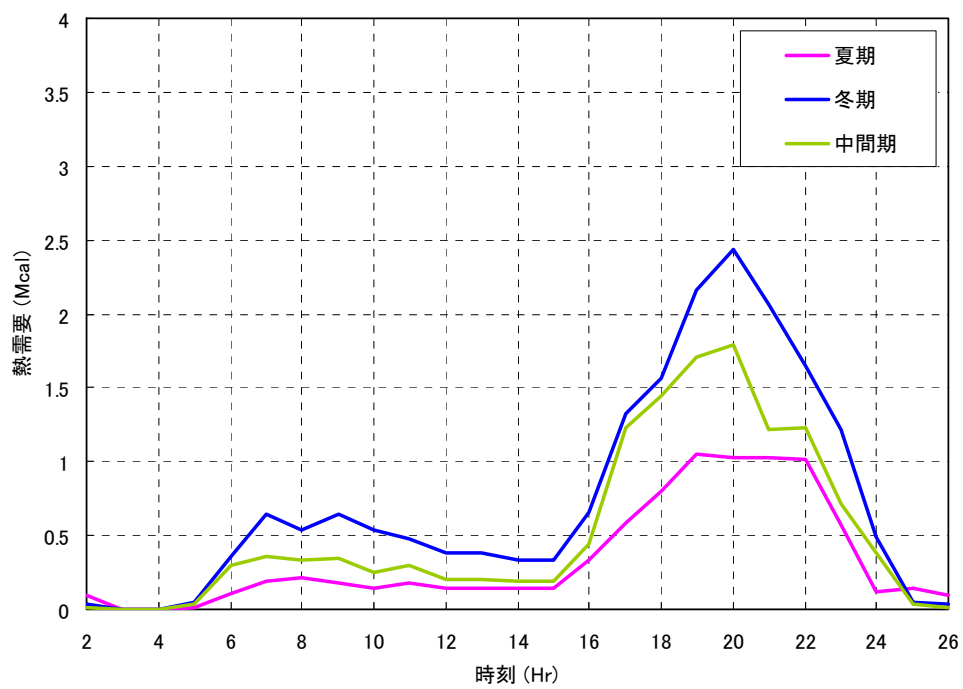


図 10-11 熱需要

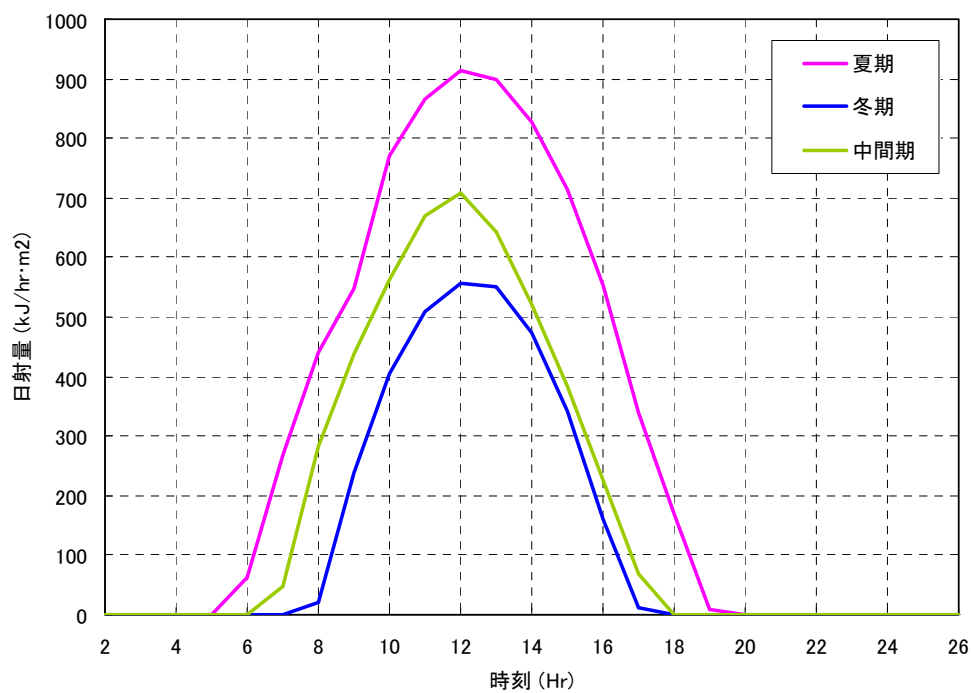


図 10-12 日射量

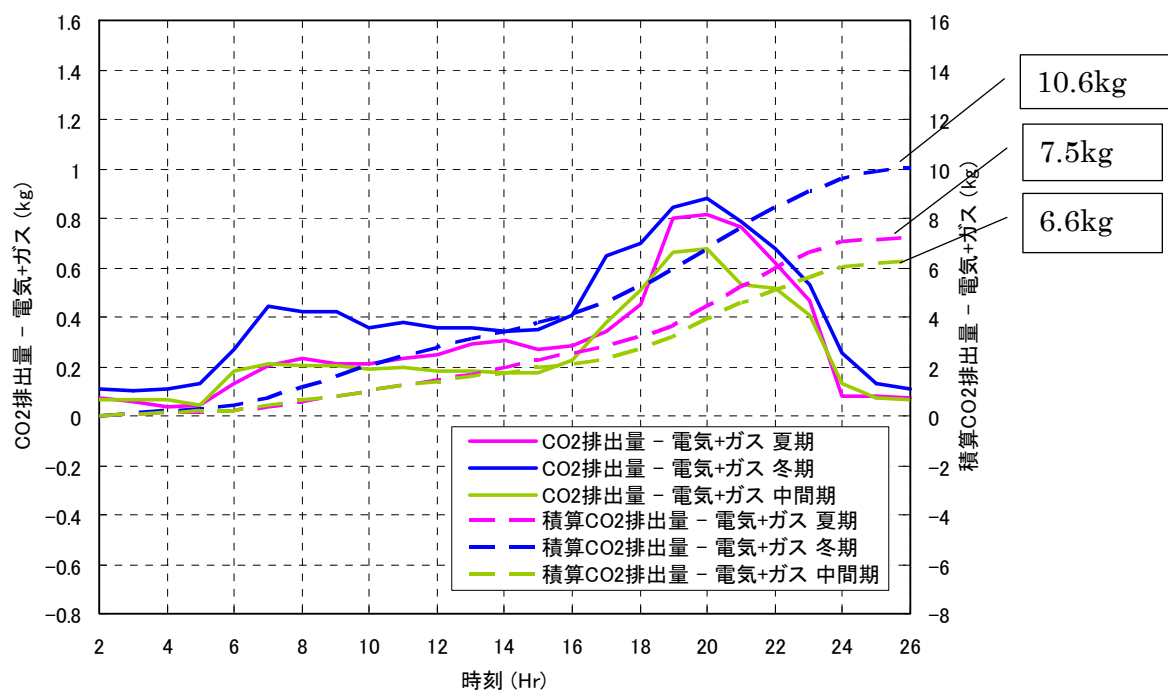


図 10-13 CO2 排出量

(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 (SOFC)	容量	kW	0.7 ^{*4}
	発電効率	%	45 ^{*5} (0.70kW) 30 ^{*5} (0.25kW)
	熱効率	%	38 ^{*5}
温水タンク	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>

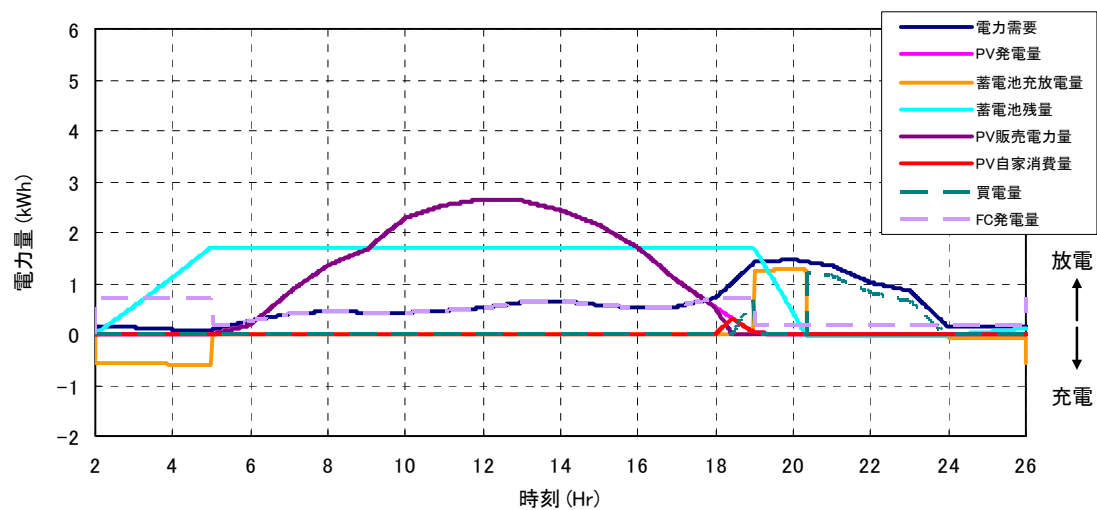


図 10-14 電力需要に対するエネルギー機器運用方法(経済性優先_夏期)

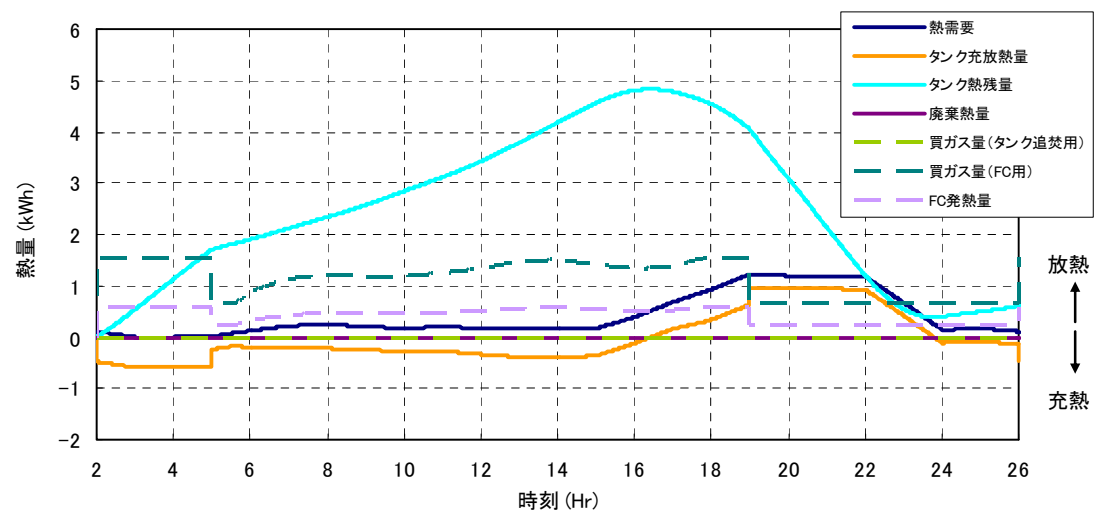


図 10-15 熱需要に対するエネルギー機器運用方法(経済性優先_夏期)

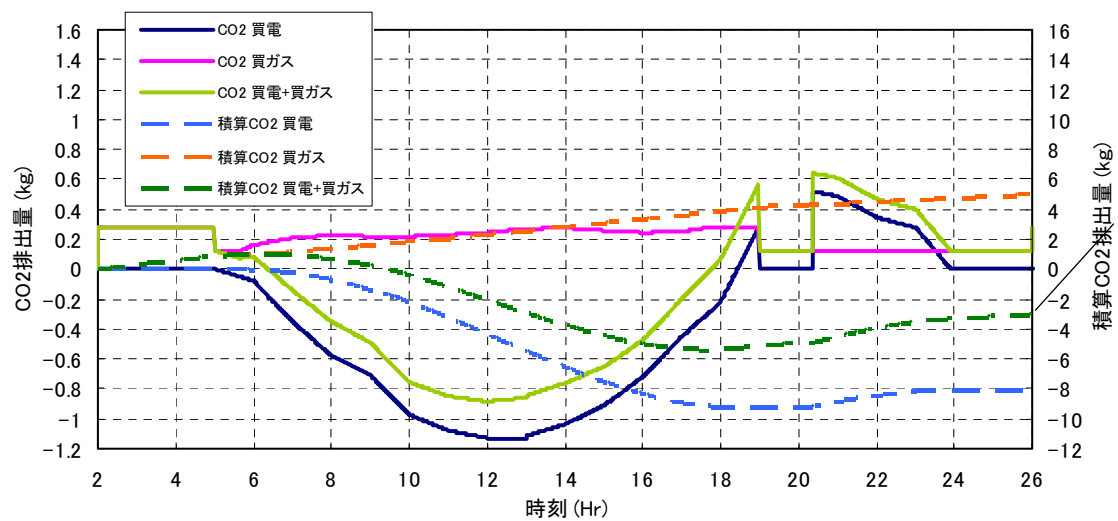


図 10-16 CO2 排出量(経済性優先_夏期)

(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>

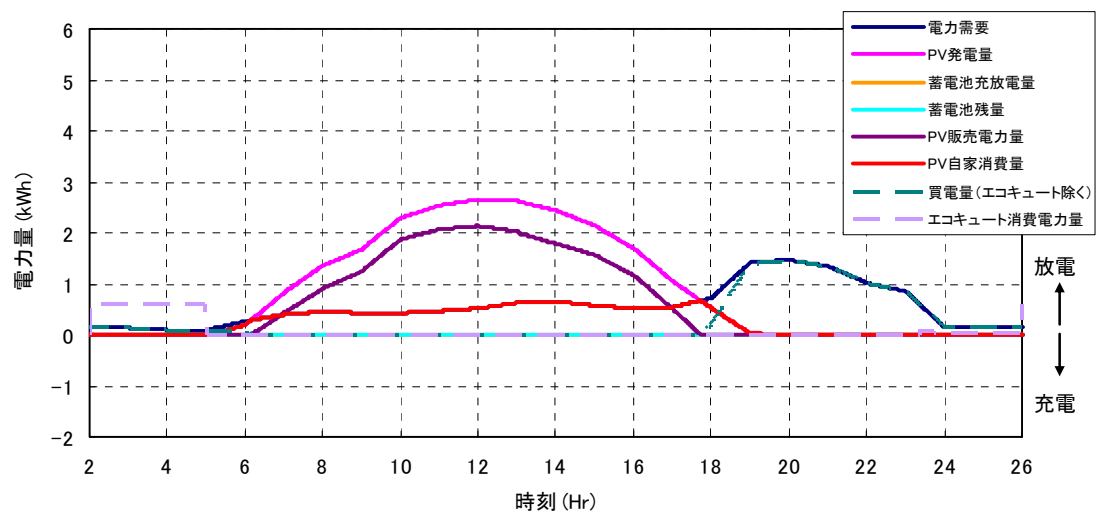


図 10-17 電力需要に対するエネルギー機器運用方法(経済性優先_夏期)

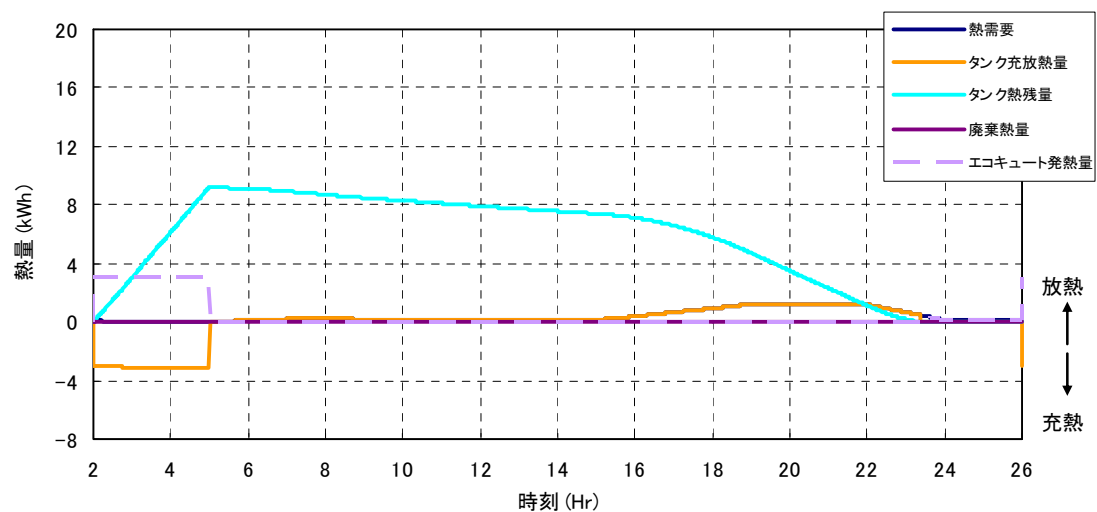


図 10-18 熱需要に対するエネルギー機器運用方法(経済性優先_夏期)

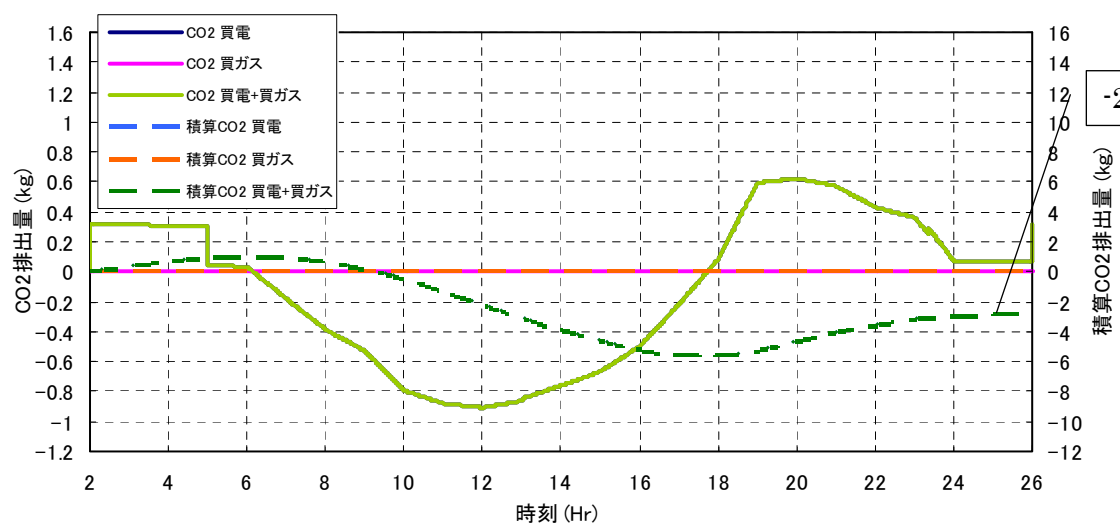


図 10-19 CO2 排出量(経済性優先_夏期)

(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。

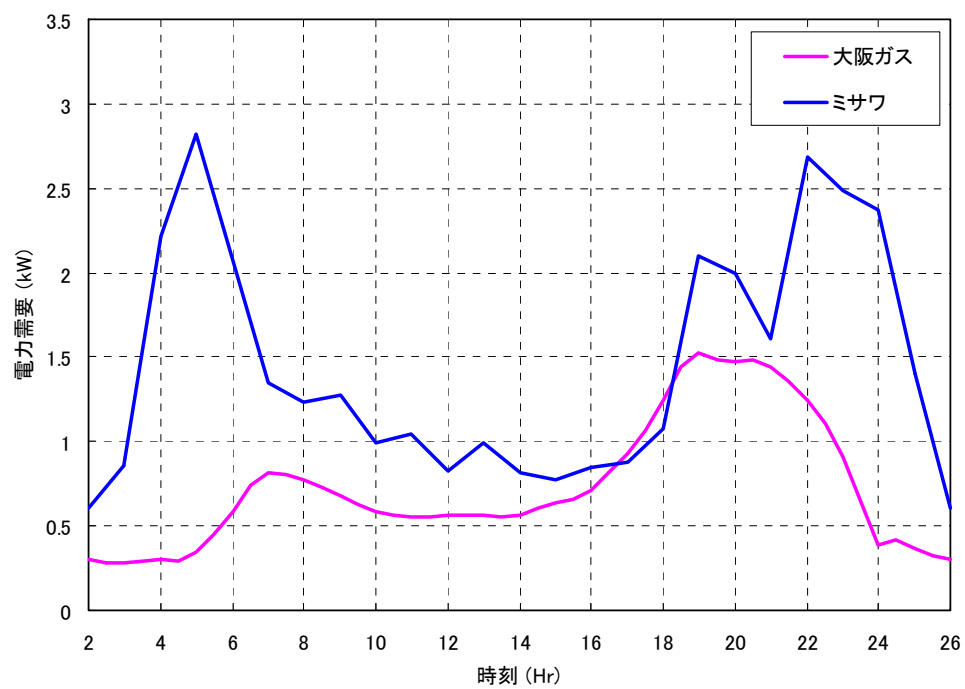


図 10-20 電力需要データ

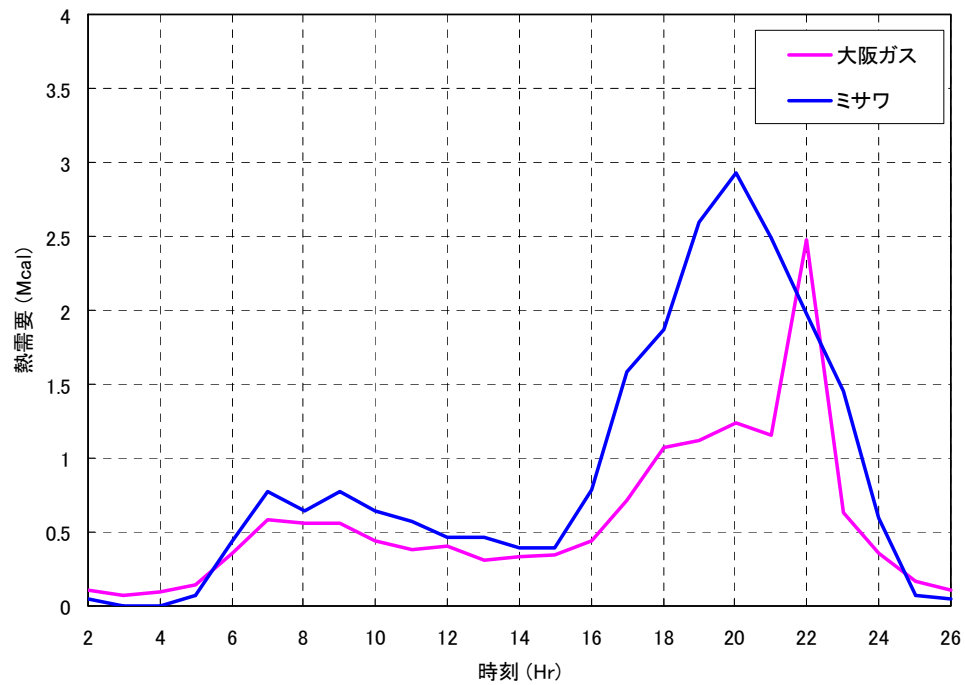


図 10-21 熱需要データ

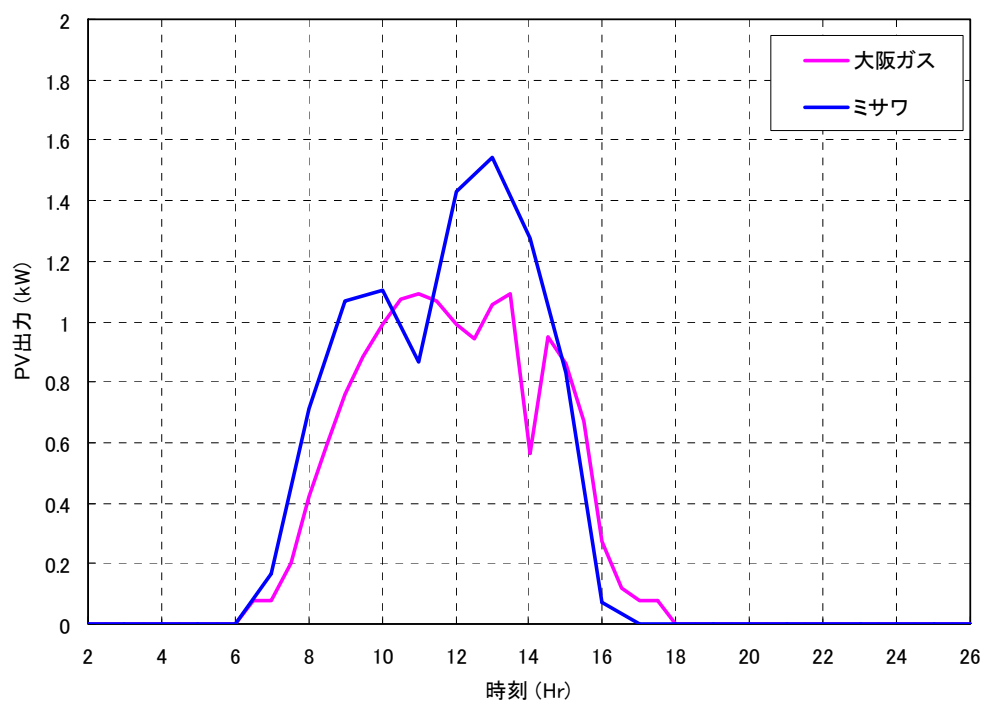


図 10-22 太陽光発電量

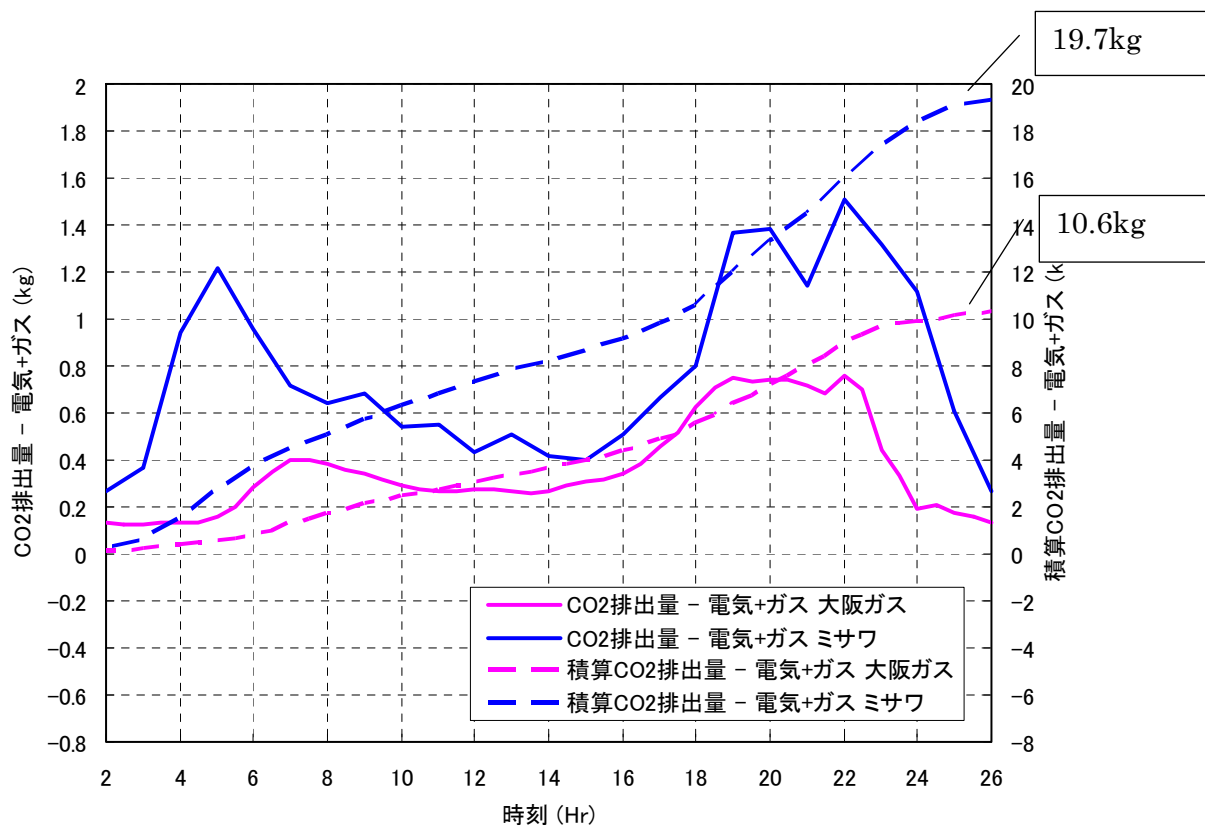


図 10-23 CO2 排出量

(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>

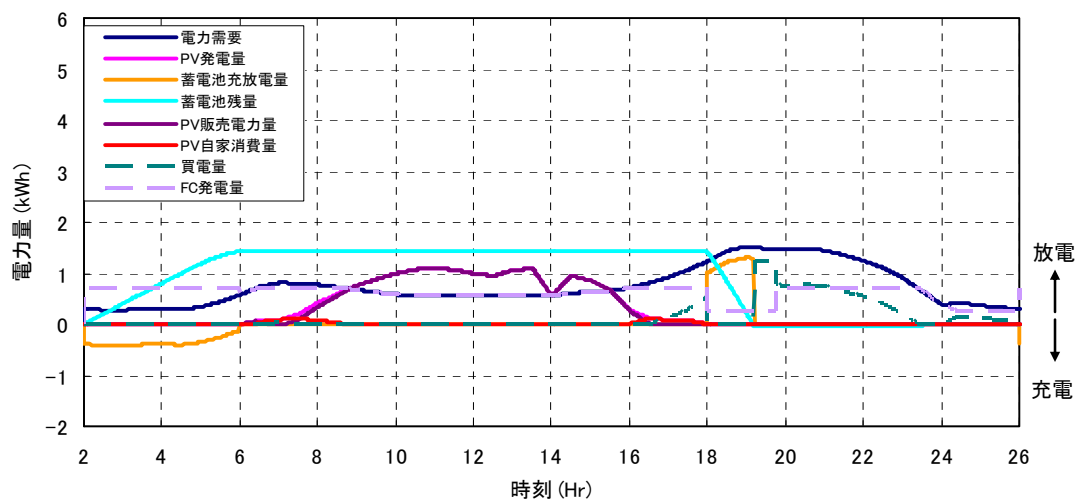


図 10-24 電力需要に対するエネルギー機器運用方法(経済性優先_機器仕様更新)

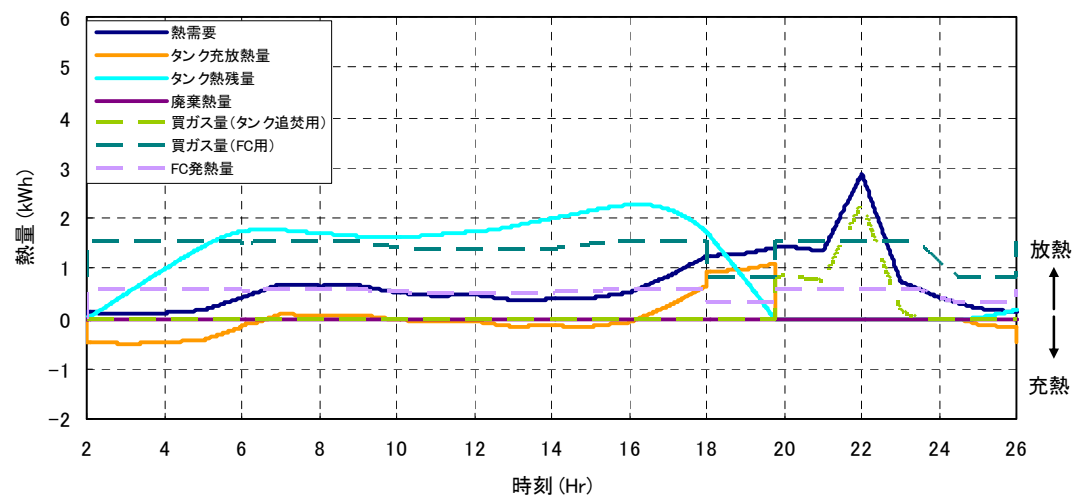


図 10-25 熱需要に対するエネルギー機器運用方法(経済性優先_機器仕様更新)

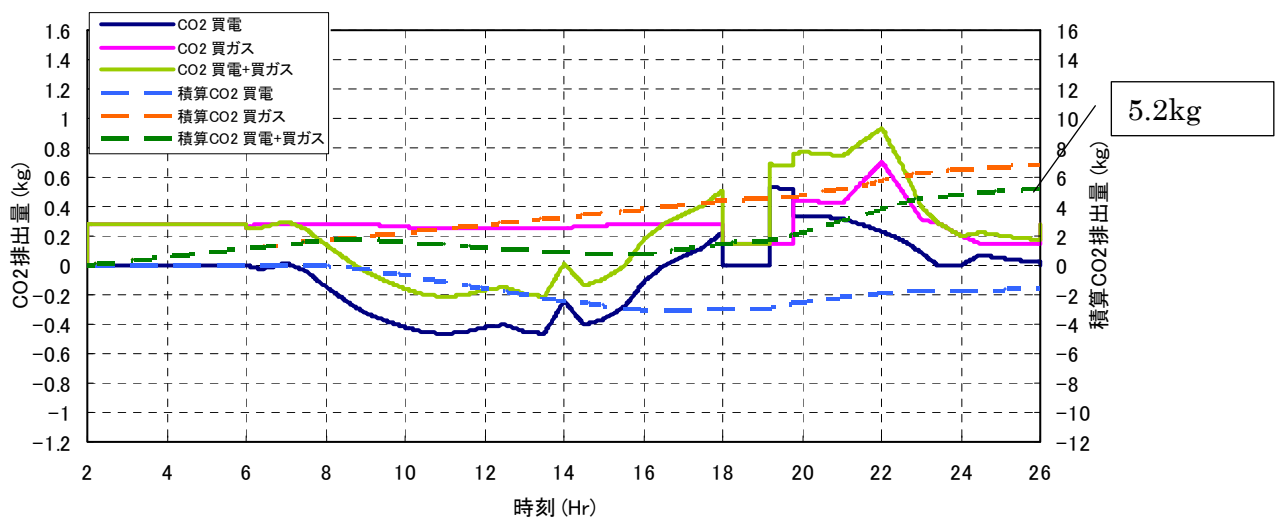


図 10-26 CO2 排出量(経済性優先_機器仕様更新)

(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>

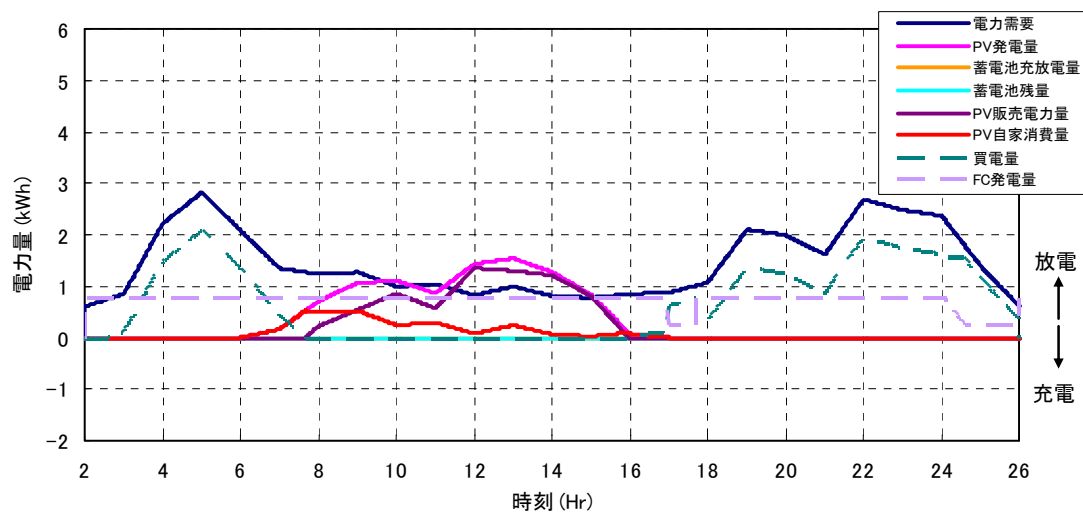


図 10-27 電力需要に対するエネルギー機器運用方法(経済性優先_機器仕様更新)

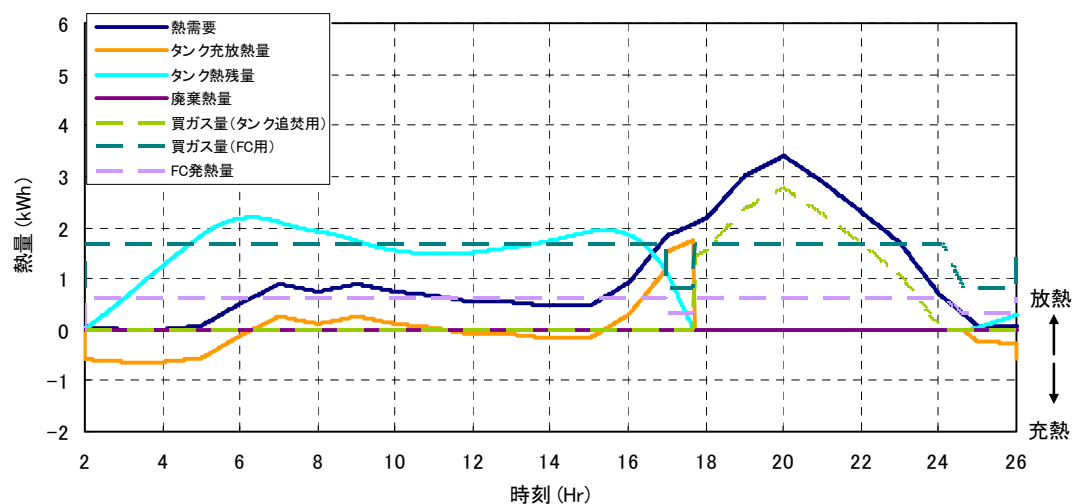


図 10-28 熱需要に対するエネルギー機器運用方法(経済性優先_機器仕様更新)

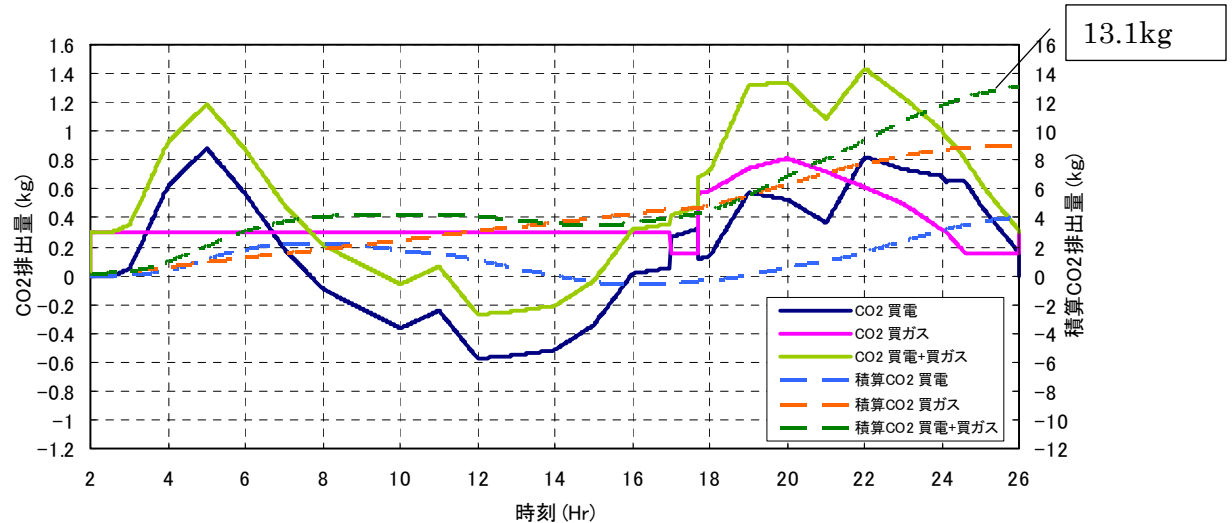


図 10-29 CO2 排出量(経済性優先_機器仕様更新)

(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。

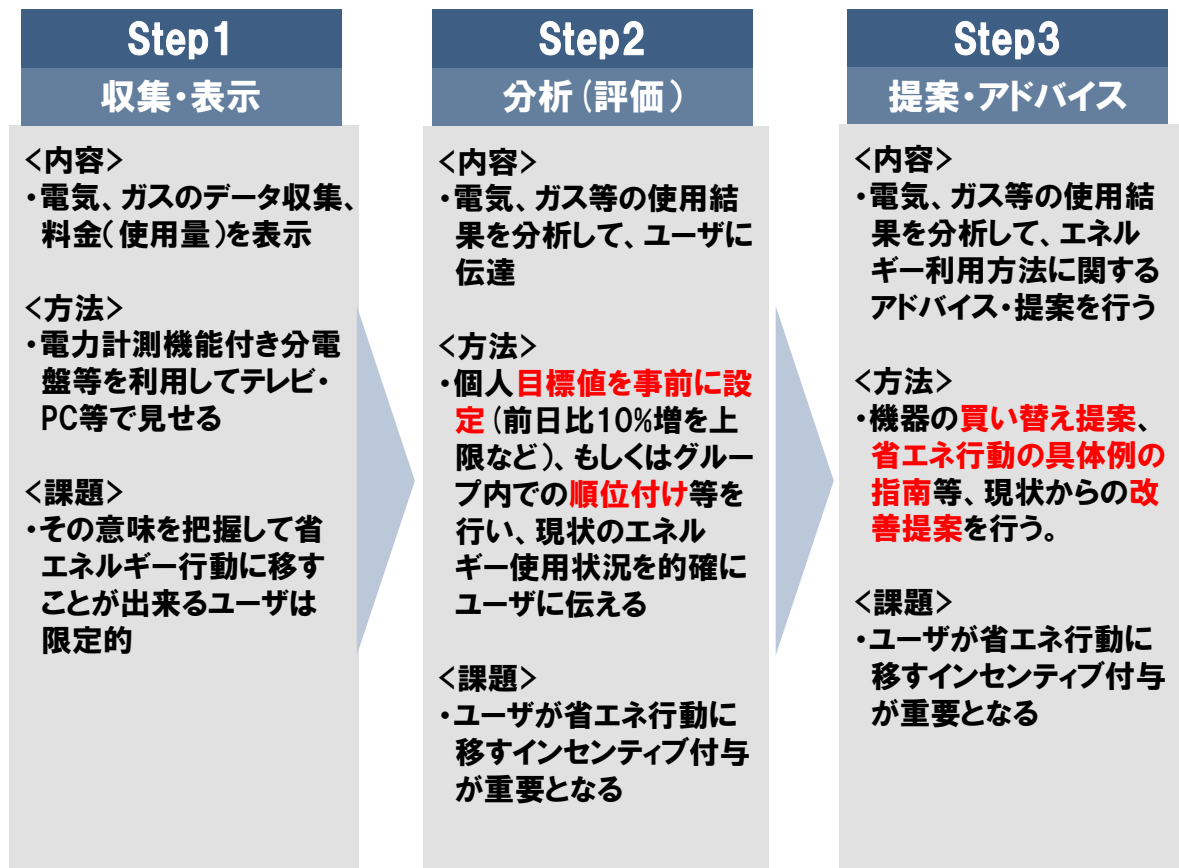


図 10-30 見える化の機能高度化フロー

- 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。

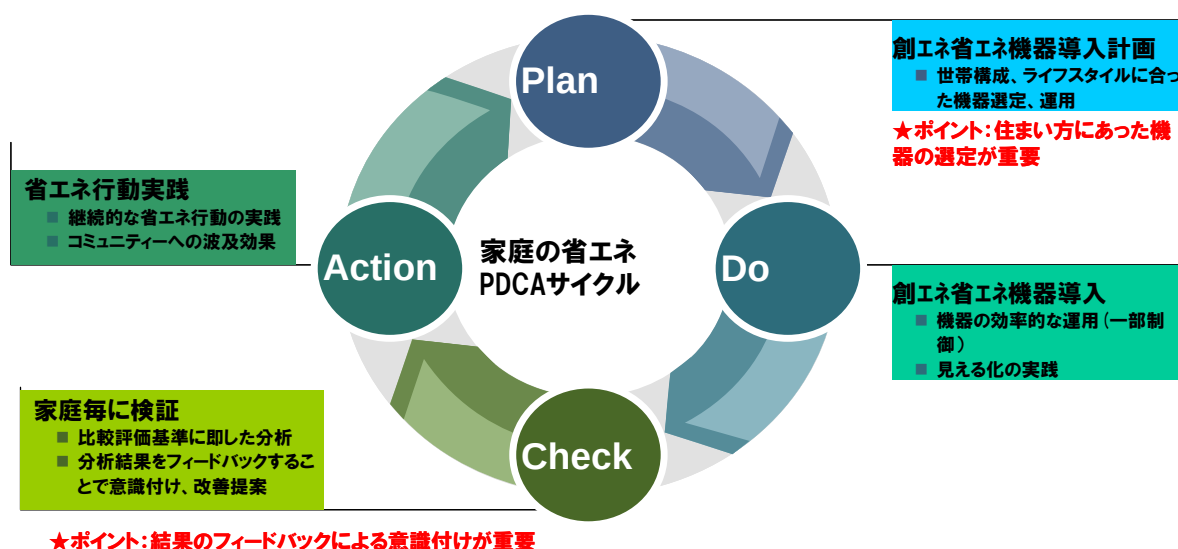


図 10-31 家庭における PDCA サイクル（機器購入を例にした場合）

<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。

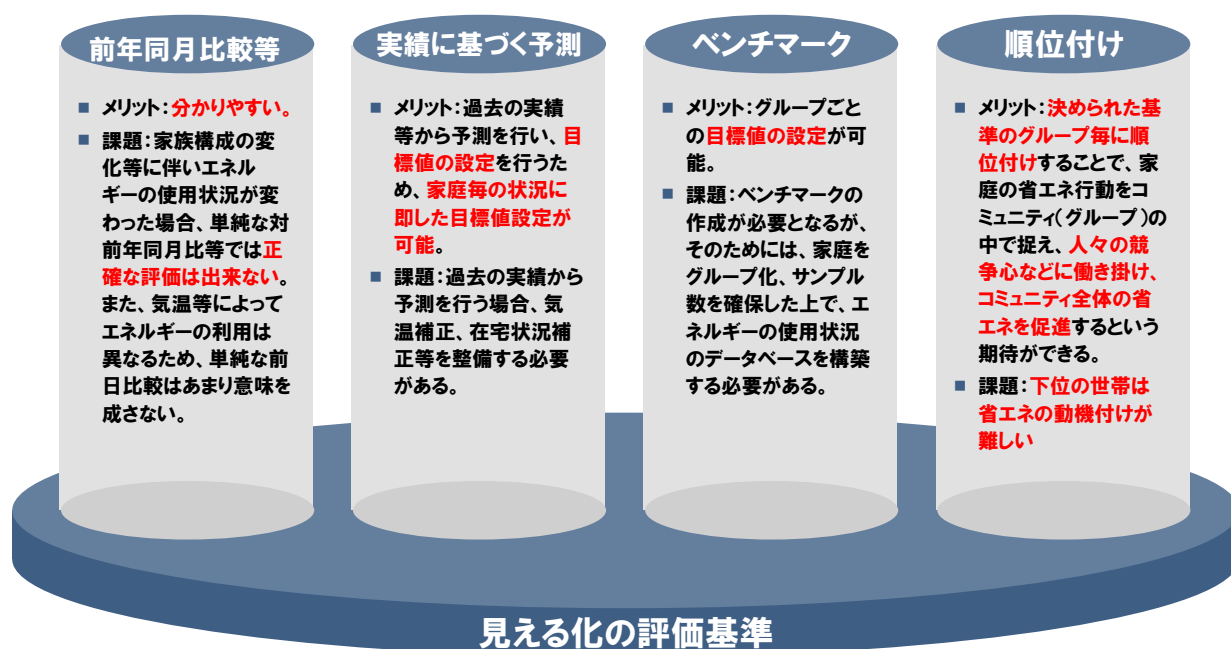


図 10-32 見える化の評価基準

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) ・逆潮流優先方式 ・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。

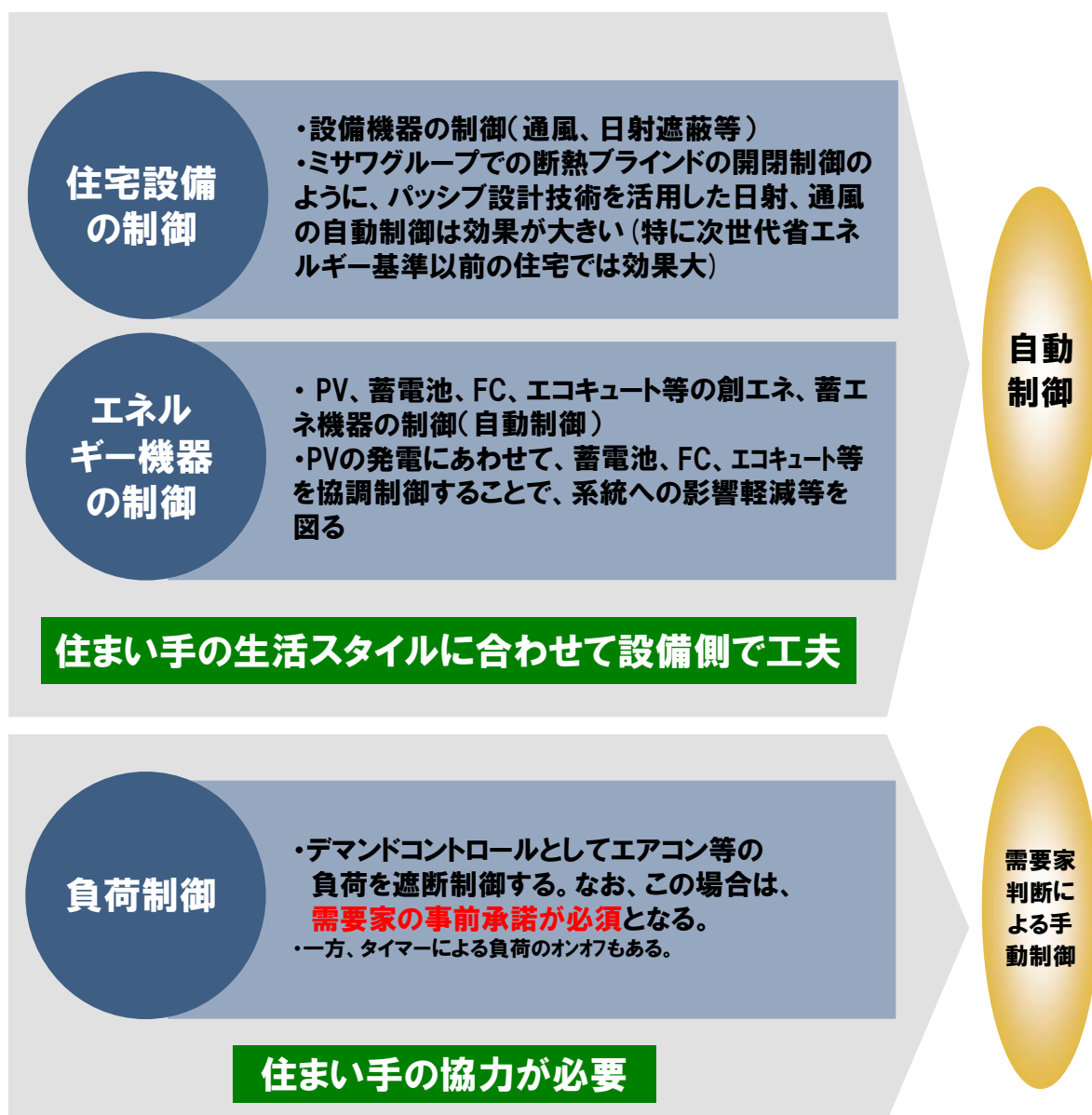


図 10-33 制御の概念整理

- 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

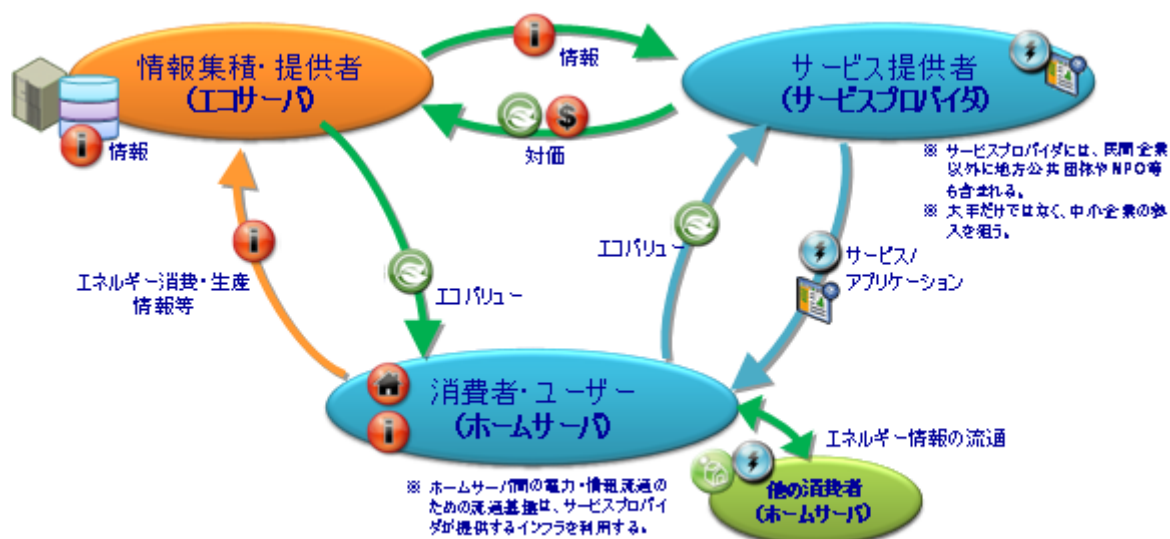
評価対象	実証実施概要および適正性評価結果概要
(1)アーキテクチャ	・ホームサーバ（以下 HS）・エコサーバ（以下 ES）・サービスプロバイダ（以下 SP）の三位一体モデルによるサンプル実装を行った。
(2)共通仕様	・各チームのユースケースや実装 I/F を抽象化したレベルで共通 I/F、共通データ項目を策定した。 ・それに基づきサンプル実装を行い、「データ交換」についての連携を確認した。
(3)ホームサーバ	・機能要件に関しては、一定の共通認識が得られた。 ・OSGi 等に基づき、共通 API、フレームワークを実装した。 ・性能要件に関しては、制御およびその結果表示において、処理速度が不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。

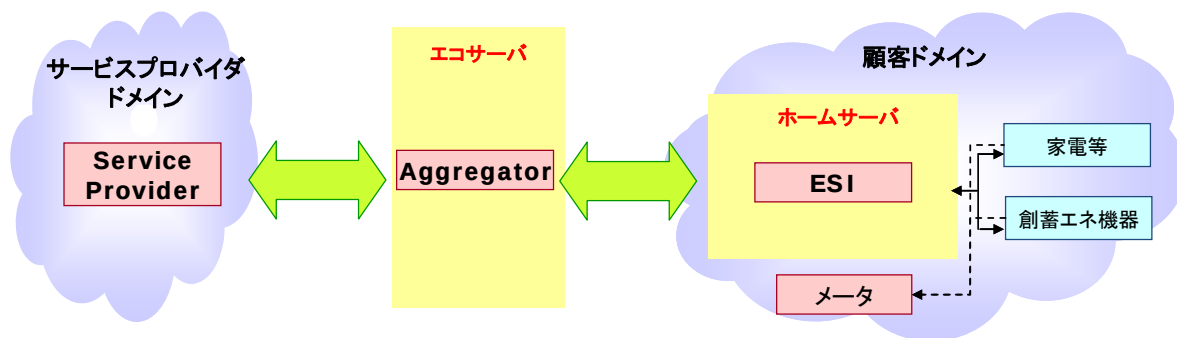


出所：ECOM 資料

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。

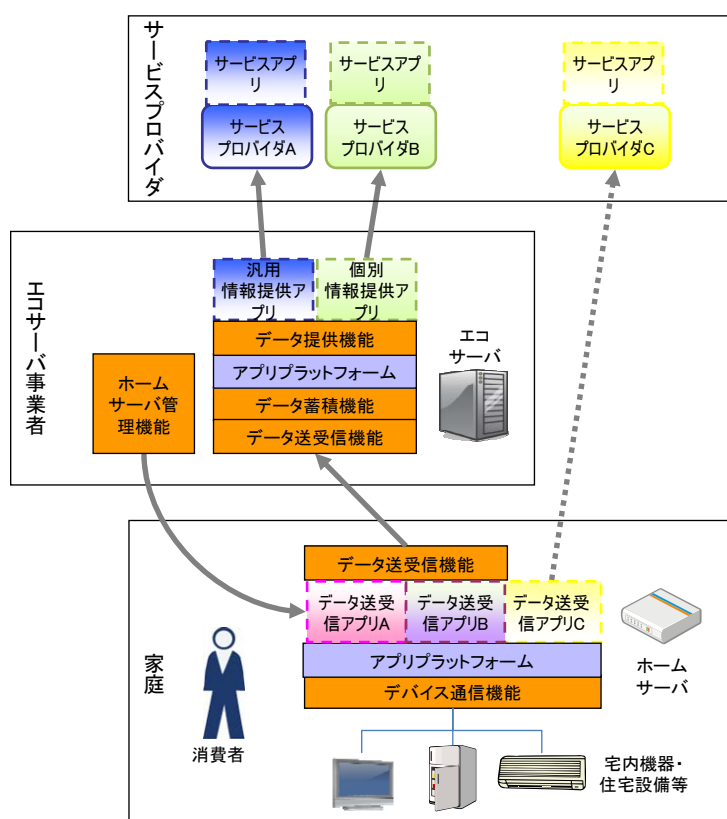
なお、先行的にスマートグリッドへの取組を積極的に進めている米国の国立標準技術研究所（National Institute of Standards and Technology, 以下 NIST）より 2010 年 1 月に公表された「NIST スマートグリッドの相互運用性に関する規格のフレームワーク及びロードマップ（第 1 版）」（NIST Framework and Roadmap for Smart Grid Interoperability Standards）において提示されたスマートグリッドの全体フレームワークにおいても、本枠組と同様の構成が採用されている。



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。

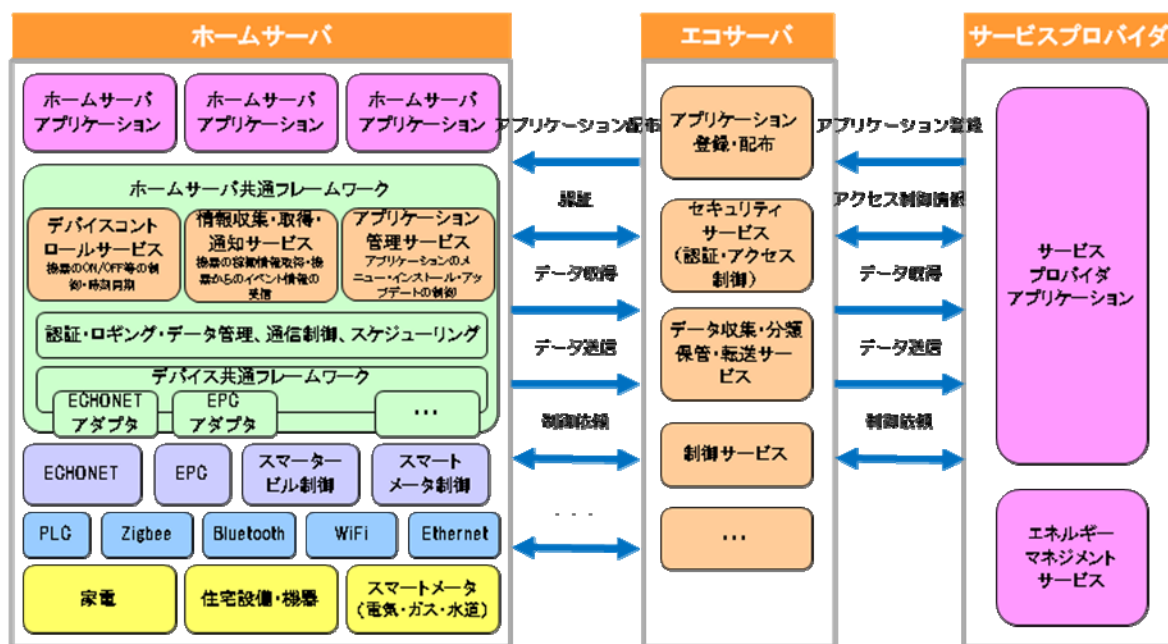
表 10-36 スマートハウス構成機器の主な役割

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ヤホン (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 (ミサワホーム総研、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

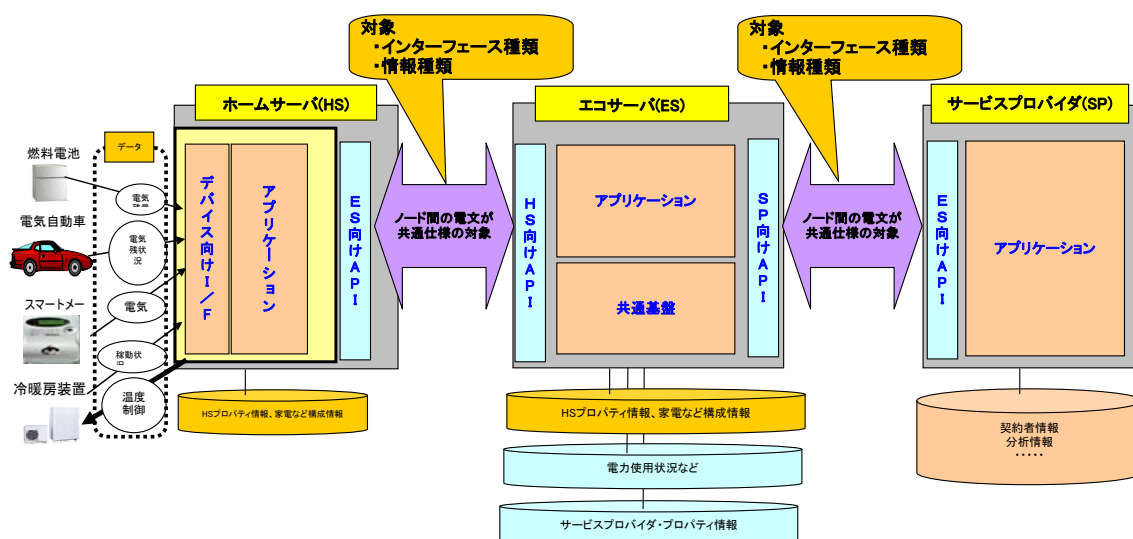
共通仕様は、ホームサーバ、エコサーバ、サービスプロバイダ間の基本的なインタフェース（データ送受信や機器制御など）について、インタフェースの種類・用途や、取り扱う扱うデータの種類及び意味について、論理レベルを定義し、そのインタフェースを介して通信されるデータや制御コマンドの種類を定義するものである。

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。

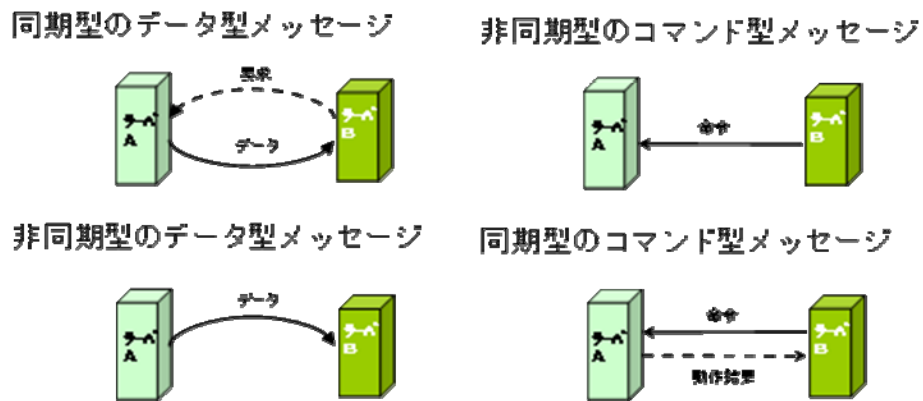
出所：IBM 報告書

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	非同調型	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
	同調型	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	非同調型	SP	ES	IF-2-1			0				0			0
		ES	HS	IF-2-2			0							0
	同調型	SP	ES	IF-2-3		0	0			0 ⁵	0	0	0	0
		ES	HS	IF-2-4		0	0			0	0	0	0	0

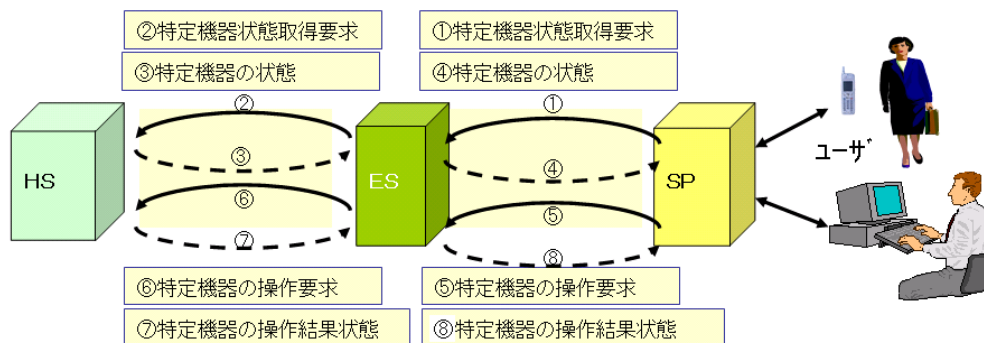
(注)制御計画データの配信は、
コマンド型に分類する。

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。

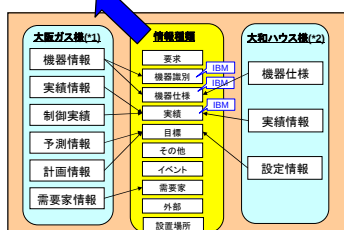
b) データ項目

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。
 (**)太和ハウス社管理資料から抜粋

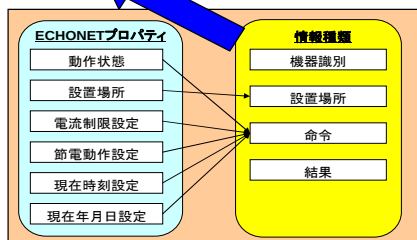
出所：日本 IBM 報告書

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」に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。

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。

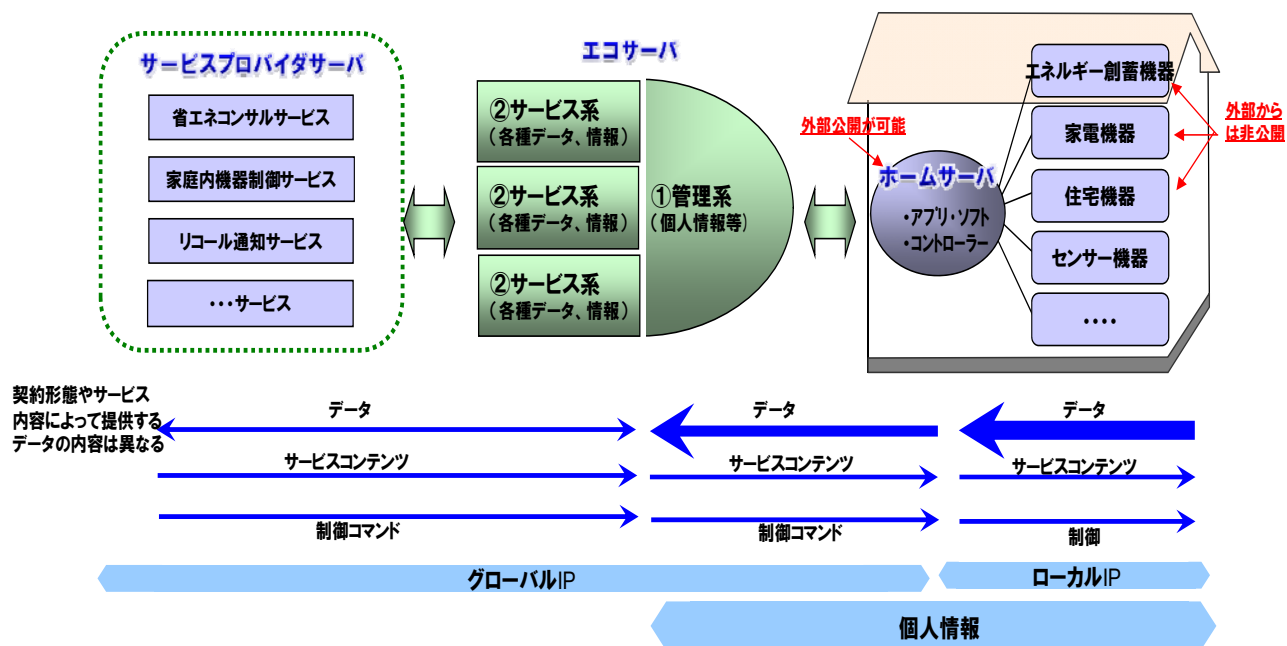


図 10-41 エコサーバの基本機能構成

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

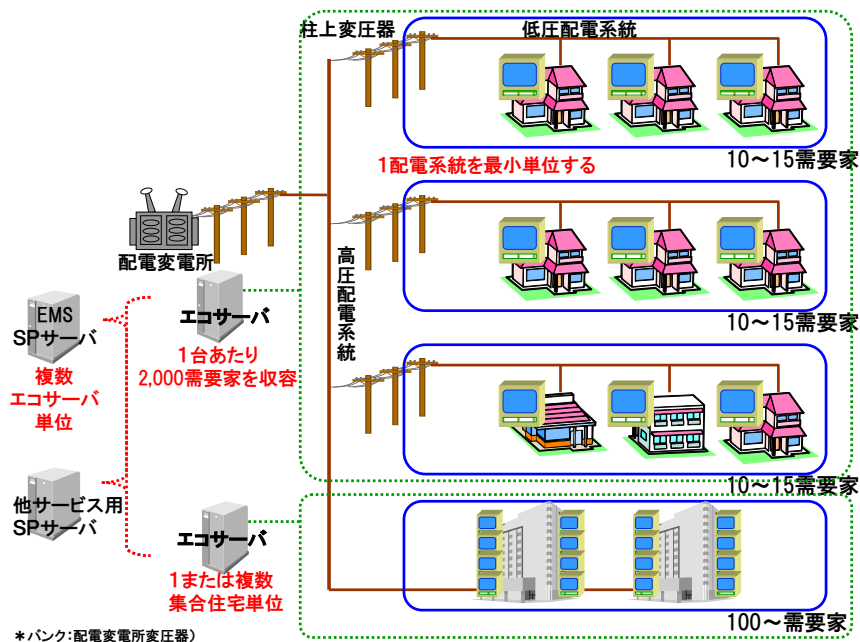
が確認できた。共通機能の集約による開発・管理運用の省力化、セキュリティ管理機能の一元化によるリスク削減等の目的から、エコサーバのような中継システムの活用が有効と考えられる。

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

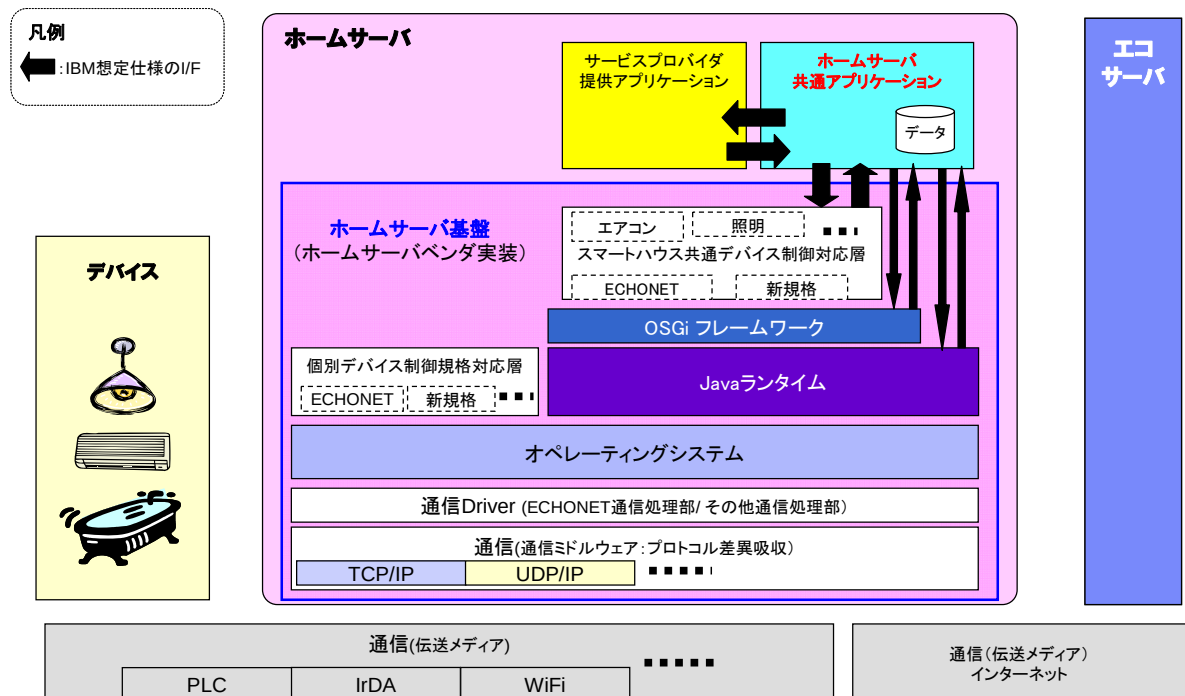
	主な機能	機能要件
デバイス 通信機能	• PV、FC、蓄電池、家電機器、センサーなどの設備の稼働情報や計測情報を収集する。	• 国際、国内、業界等でオープンかつ標準的なあらゆる通信方式に対応可能であること。
デバイス 計測機能	• 設備を制御するためのアルゴリズムを実行するプログラムに対する制御目標など（データ）を受信し、その制御目標に従って、設備ごとの制御指示（コマンド）を演算する機能、および設備に制御指示を送信する。	• 国際、国内、業界等で定められた標準データ項目を計測可能であること。 • 国際、国内、業界等で定められた標準データ書式でデータの送受信を行えること。
デバイス 制御機能	• 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

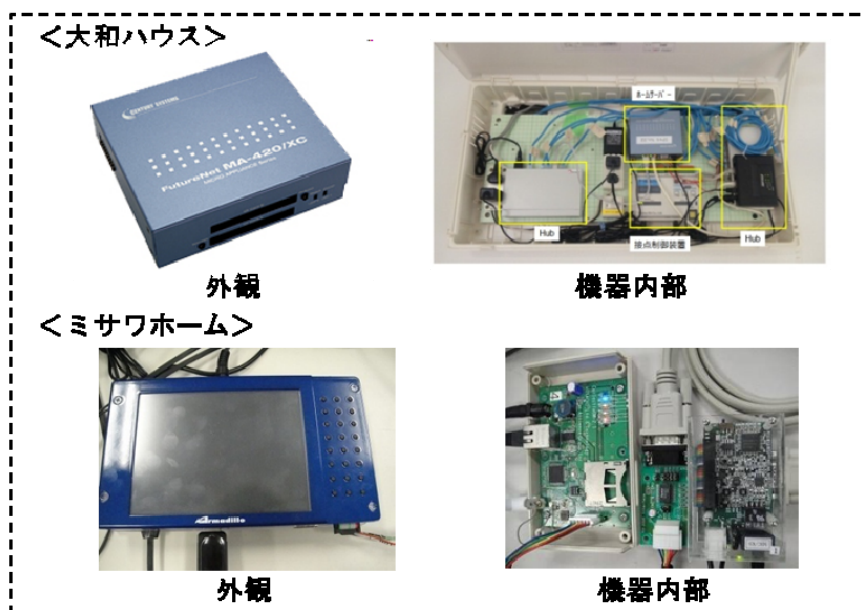
- その他

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。

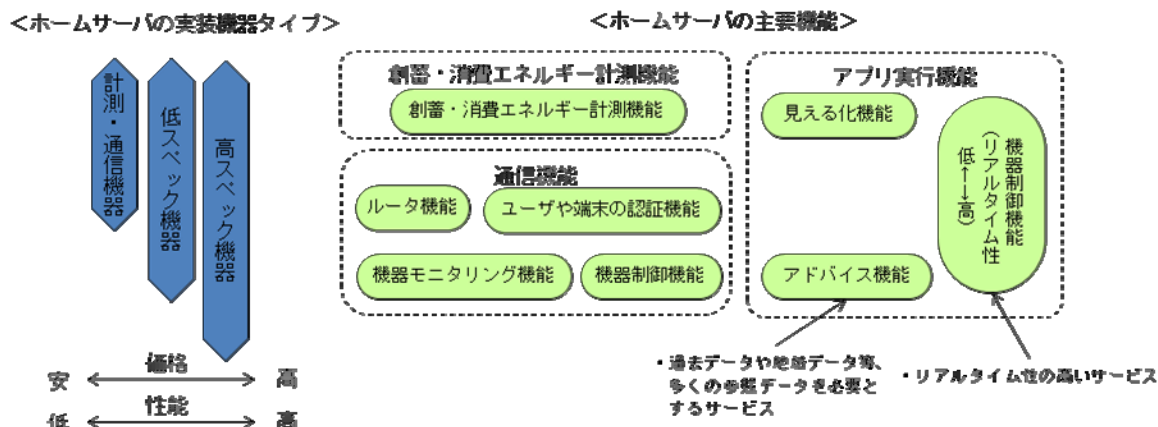


図 10-45 ホームサーバのハードウェア実装形態例

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¹⁶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。

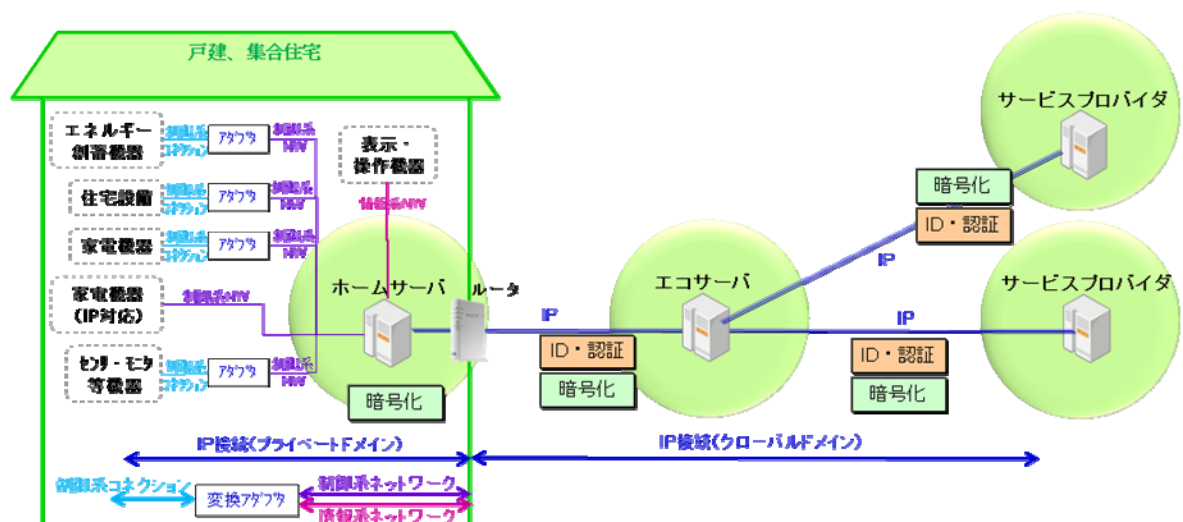


図 10-46 ホームネットワーク構成の概要

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。

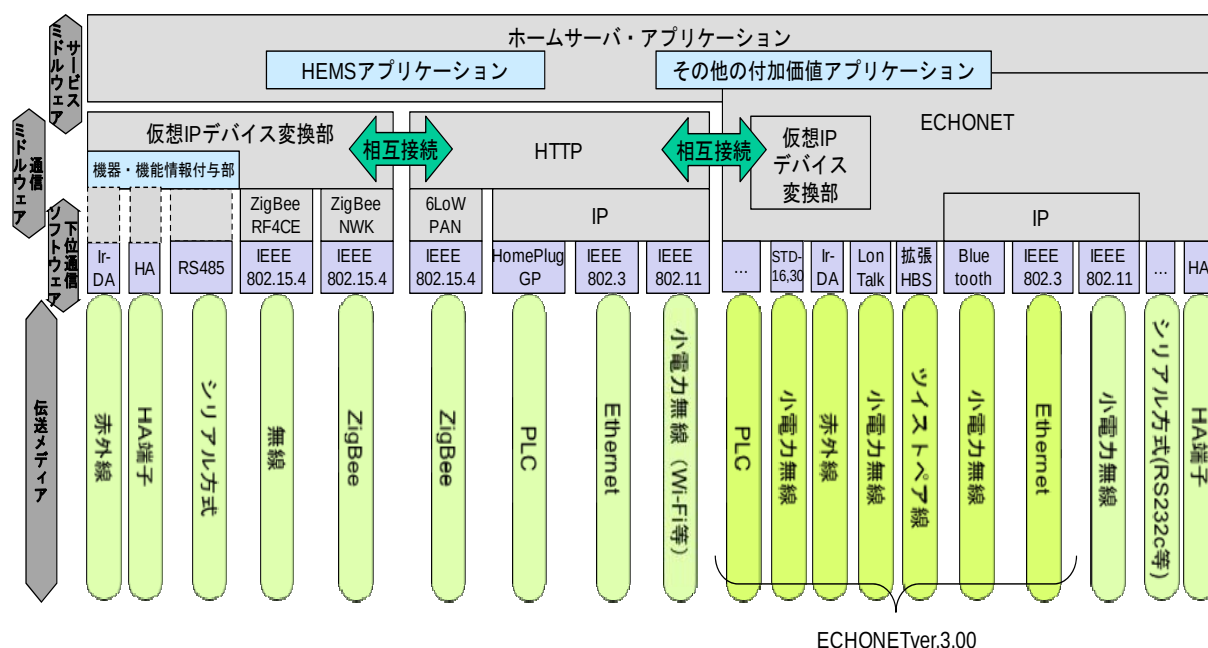
表 10-50 標準ネットワーク・アーキテクチャに用いるネットワーク分類

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 各社が実証実験で使した通信方式（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 各社が実証実験で使した通信方式（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 各社が実証実験で使した通信方式（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 ため、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

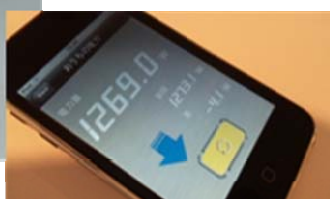
テーマ	制御内容	ユーザインタフェース
テーマ 2-1 (大和ハウス)	・個別機器の ECHONET に基づく制御 ・統合リモコンによる一括制御	住宅 API を使って任意 ・ iPhone ・ TV ・ フォトフレーム ・ 携帯電話 ・ PC 上でのタッチ式
テーマ 2-2 (大阪ガス、他)	・ 電池 3 兄弟の制御 ・ 電気機器、ガス機器の制御、負荷遮断等	PC、デジタル TV、ドアフォン
テーマ 2-3 (ミサワホーム総研、他)	・ 断熱ブラインドの自動開閉	デジタル TV ・ スーパーインポーズ ・ Web ブラウザ機能
テーマ 2-4 (シャープ)	・ TV からの家電、照明、ブラインドの個別制御 ・ 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。

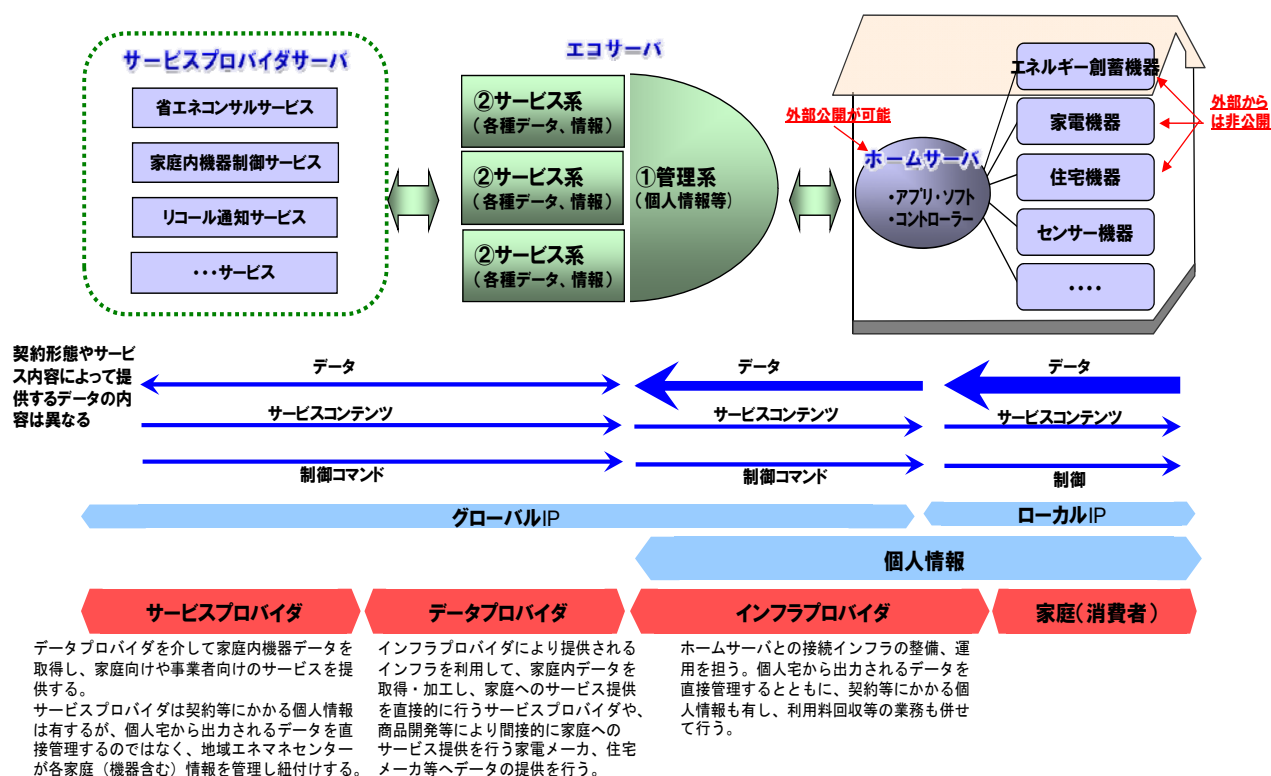


図 10-49 スマートハウスにおけるビジネスモデルの主要プレイヤー

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。

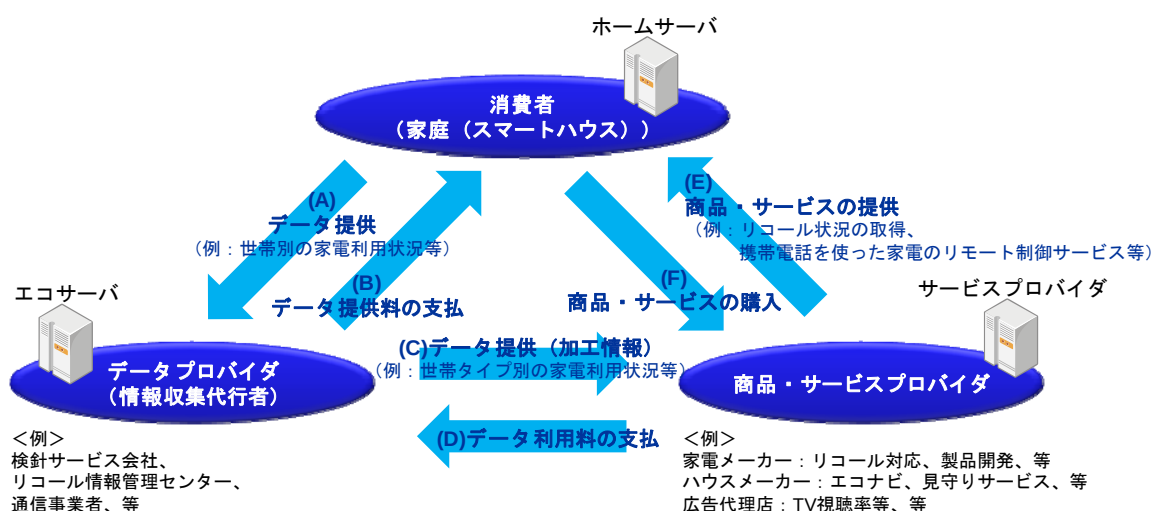


図 10-50 家庭内エネルギー消費・供給機器の情報収集・配信スキームの例

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。

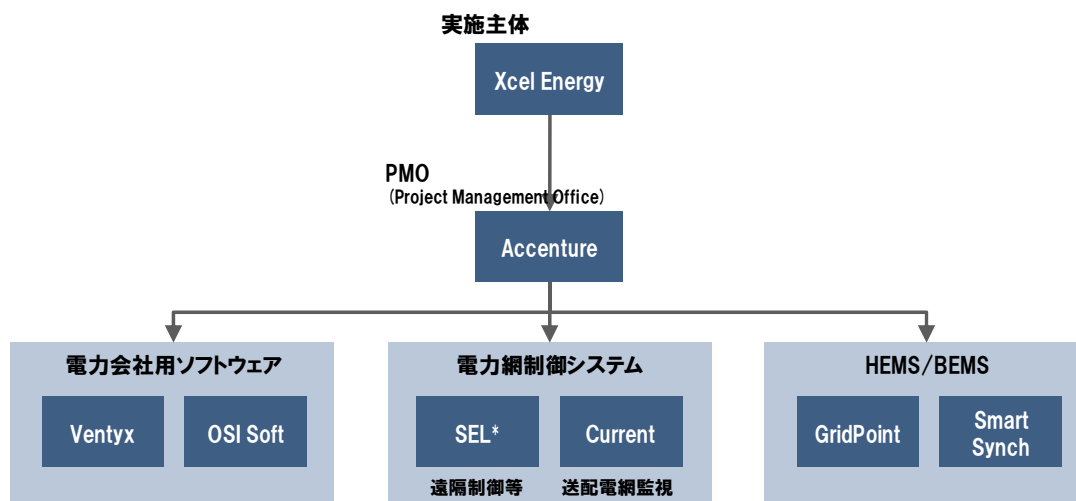
(a) Smart Grid City

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、

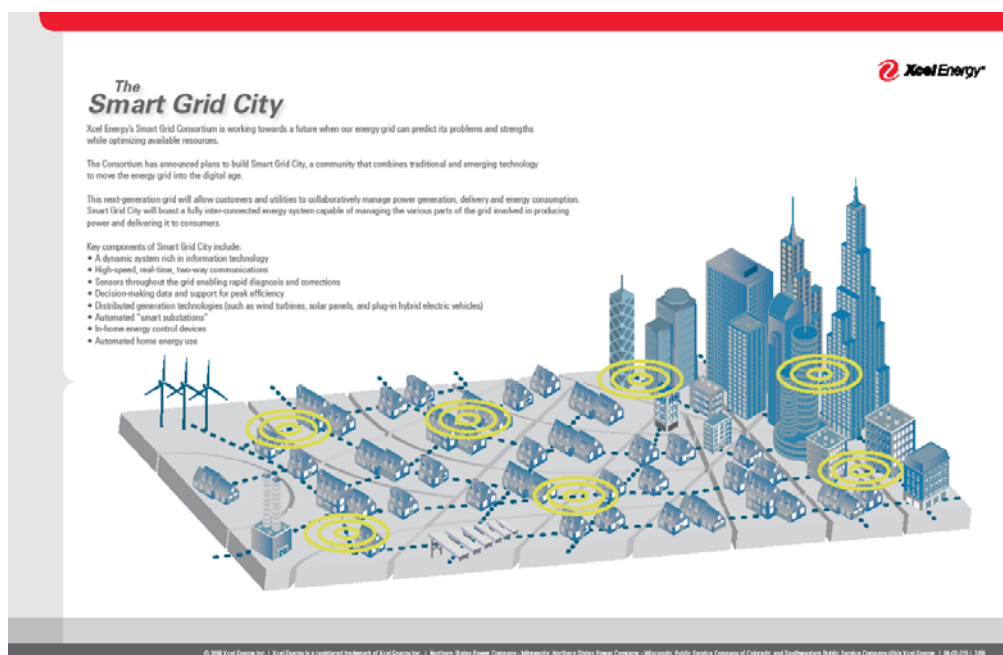
- 人口が 9.5 万人であり、中小規模の都市である
- ロッキー山脈の中間地点に位置するために、長距離送電線を敷設しておらず、自立系統である
- コロラド大学を中心に、研究者が多く在住している地域であり、住民の環境意識が高い
- コロラド大学、国立気圧研究センターや連邦の研究所等があり、共同研究の機会に恵まれている

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）。

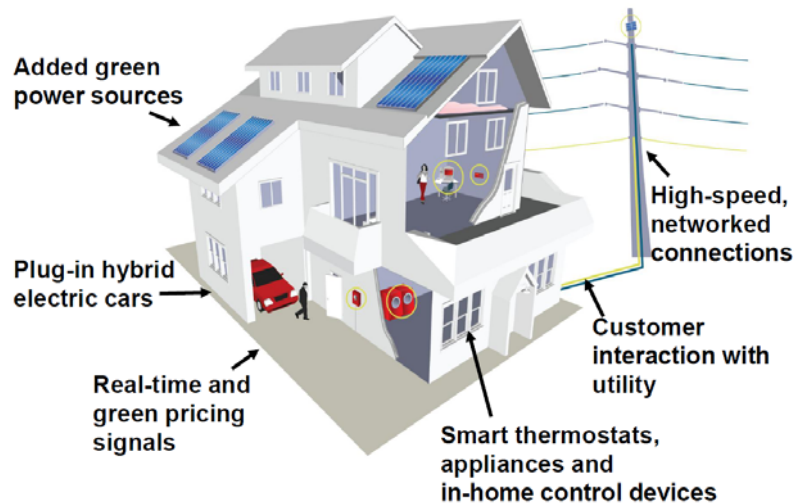
表 10-75 SmartGridCity の実施項目と 2009 年現在のステータス

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

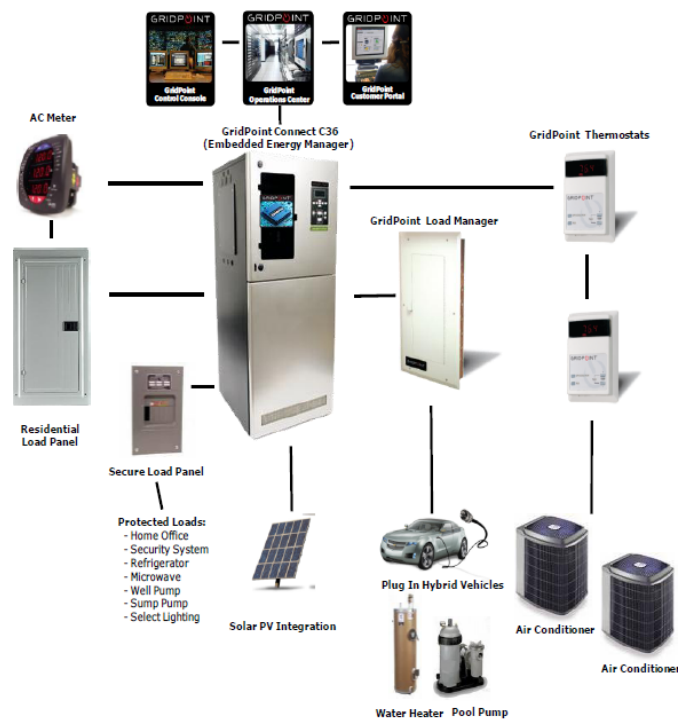
SmartGridCity の今後の開発対象となる需要家へのサービス提供に関して、Xcel Energy は図 10-53 に示すような「スマートハウス」の概念を提示している。各家庭の家電製品や分散電源、電気自動車などはホームエネルギーネットワークで結ばれ（図 10-54 参照）、家庭内の電力消費の見える化、電力消費の高効率化、家電製品の需要制御などを検討する予定である。また、消費者がニーズに応じて、家庭で利用する電力種別（クリーンなエネルギー源、安価なエネルギー源など）を選択できるような仕組みも開発する。

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



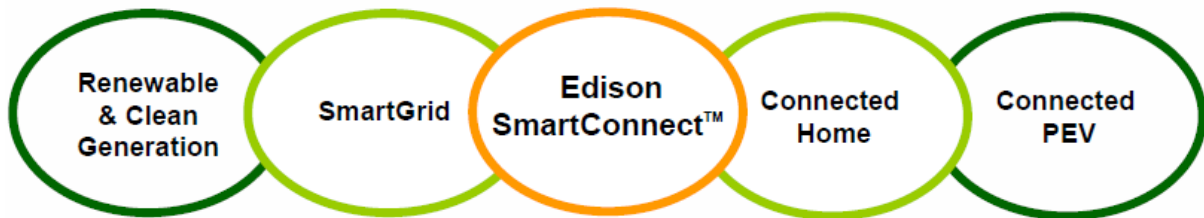
出所出所 : "SmartGridCity - A blueprint for a connected, intelligent grid community"

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。



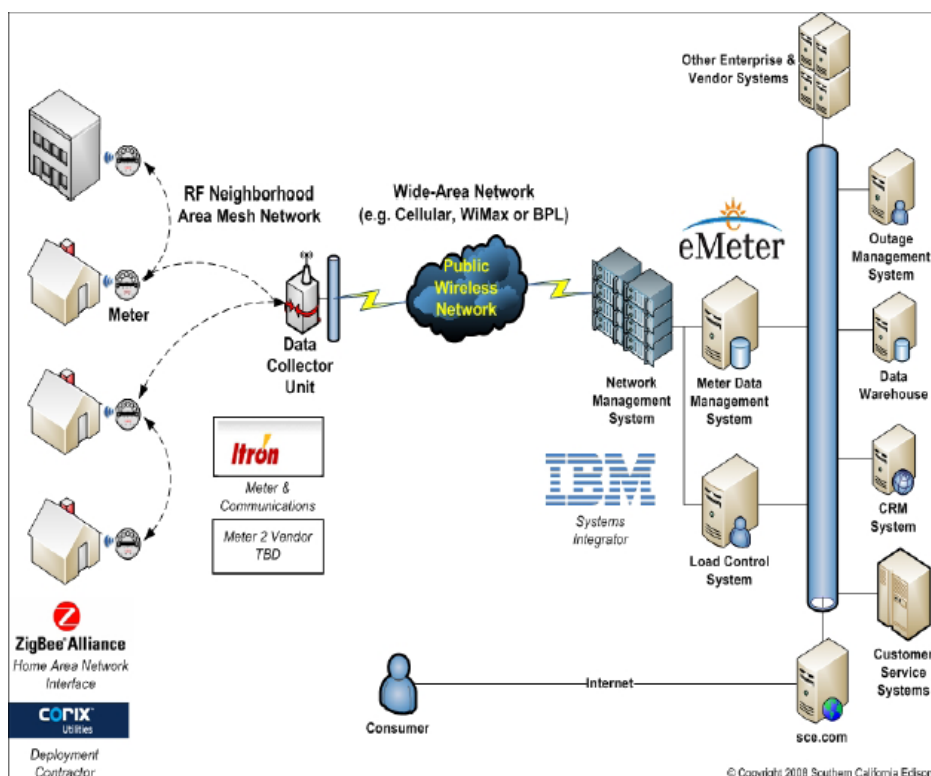
出所出所：”Edison SmartConnect Program Overview”

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



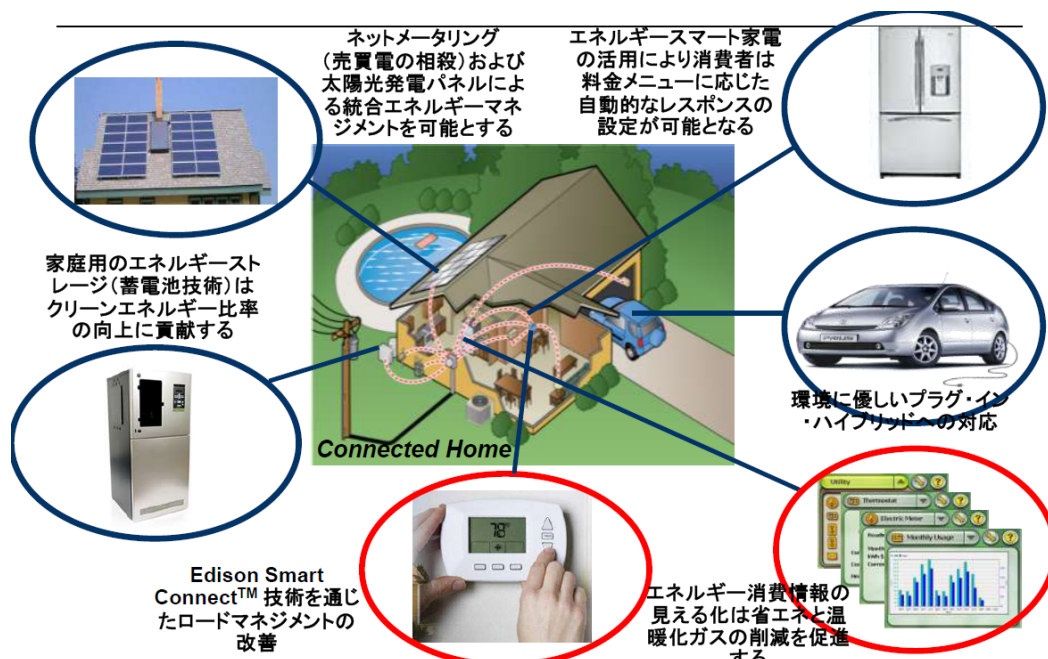
出所出所：”Edison SmartConnect Program Overview”

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。

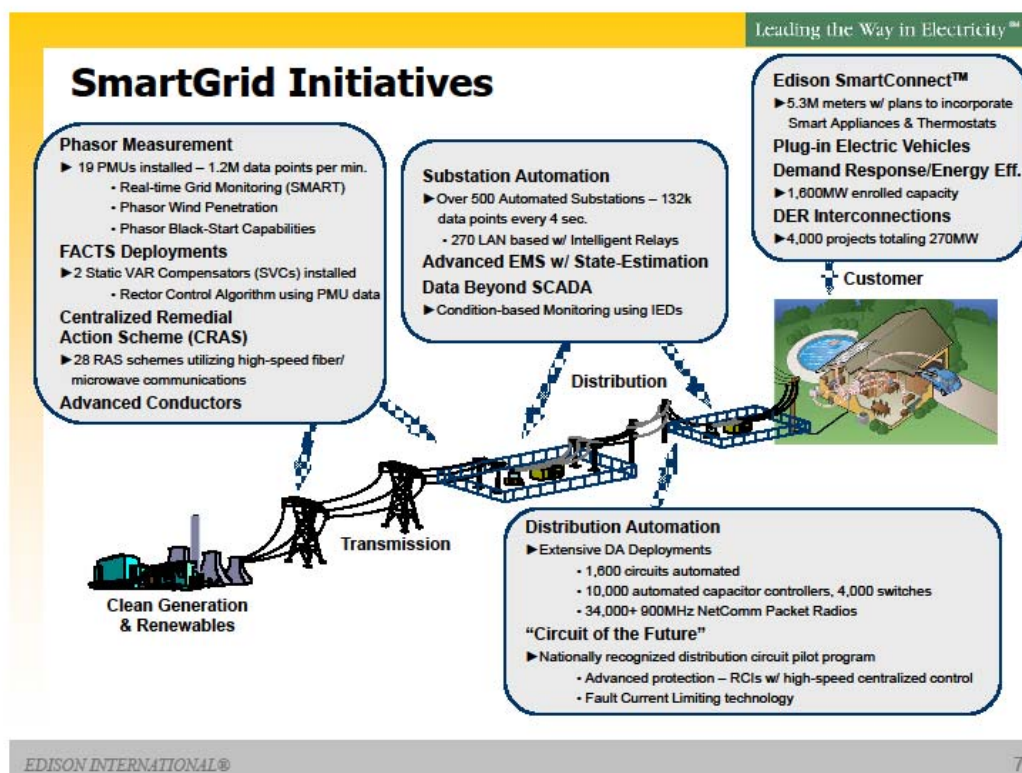
以上、SCE の Edison SmartConnect™ プロジェクトについて記述したが、SCE ではこの他にも以下のような取り組みを行っている。これらのスマートグリッドに関連する取組の概要を図 10-58 に示す。

- 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。

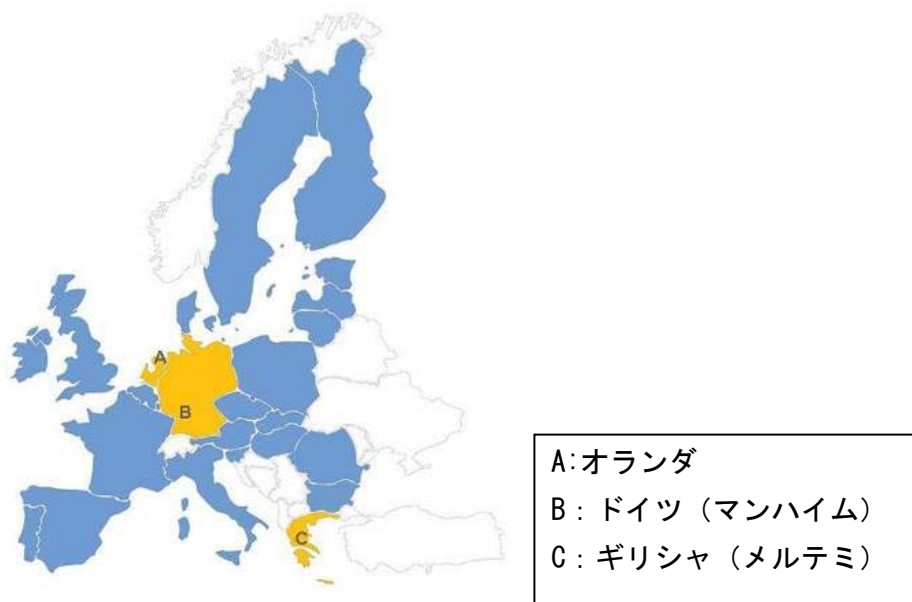
- 家庭内エネルギーマネジメントのための需要家との連携運用技術
 - リアルタイムな情報と時間変動型料金
 - 家庭内発電のシステムへの統合
- スマートグリッドとの連携
- 分散エネルギー社会における分散制御
- インテリジェントなエージェント制御
 - 電力市場整備と予測技術

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

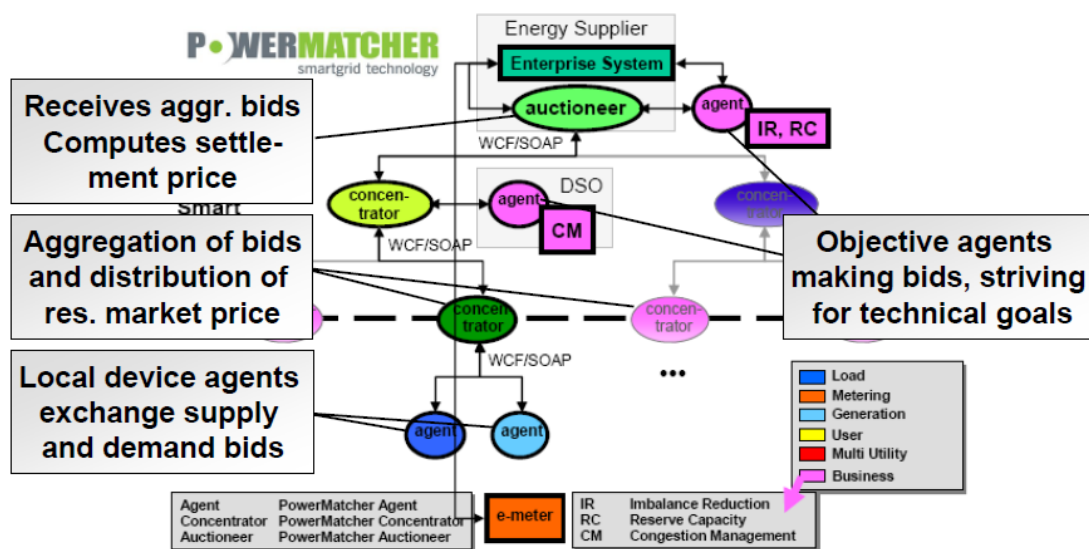
表 10-77 実証実験サイトごとの参加メンバ

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-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

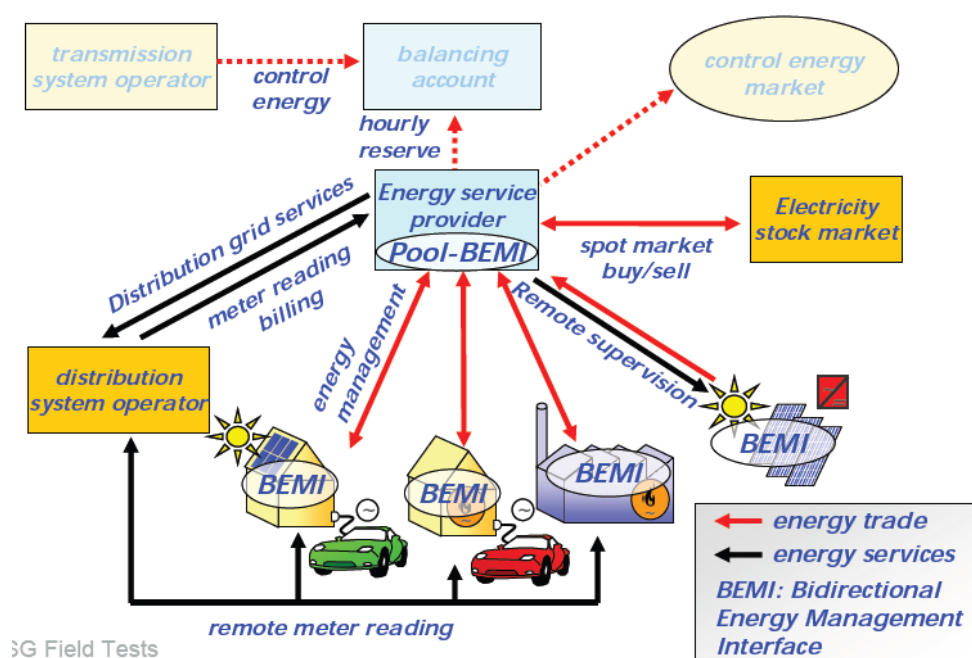
図 10-60 実証 A で考えられているスマートハウス統合スキーム

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。

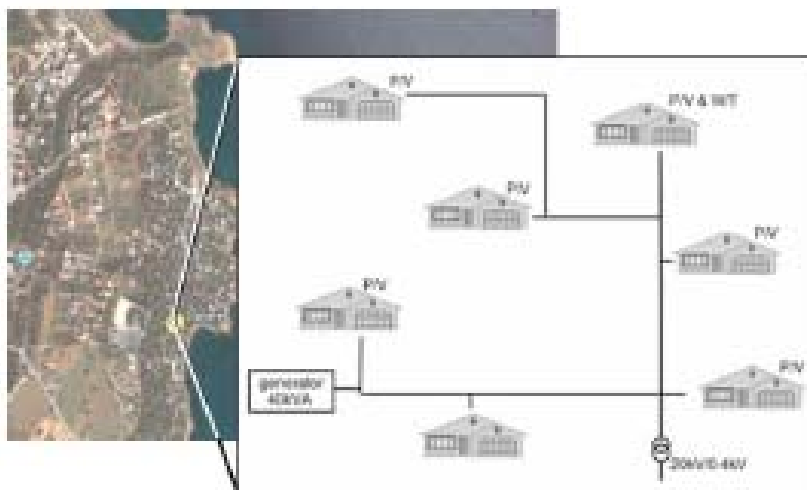


出所：Smart Houses and Smart Grid

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

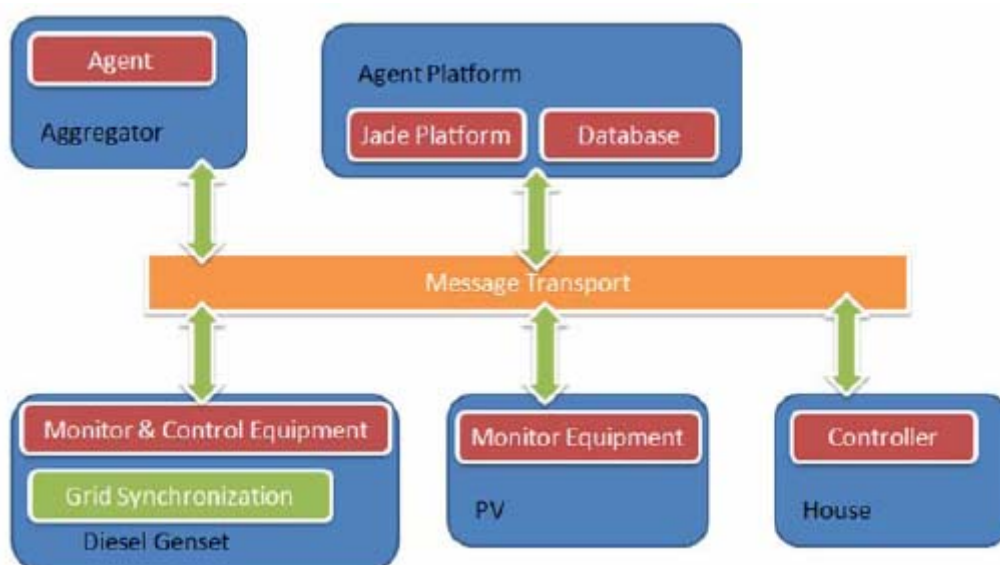
ギリシャのメルテミ（アテネ近郊の都市）において、海岸のキャンプサイトでのマイクログリッド実証試験を行っている（図 10-62 参照）。このマイクログリッドの発電設備は、太陽光発電とディーゼル発電であり、プロジェクトの大きな目的の一つに、これらの発電設備によるマイクログリッドの自立運転を行い、停電時などに自立運転に移行することで、電力品質を向上させるシステムを構築することが挙げられる。



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。



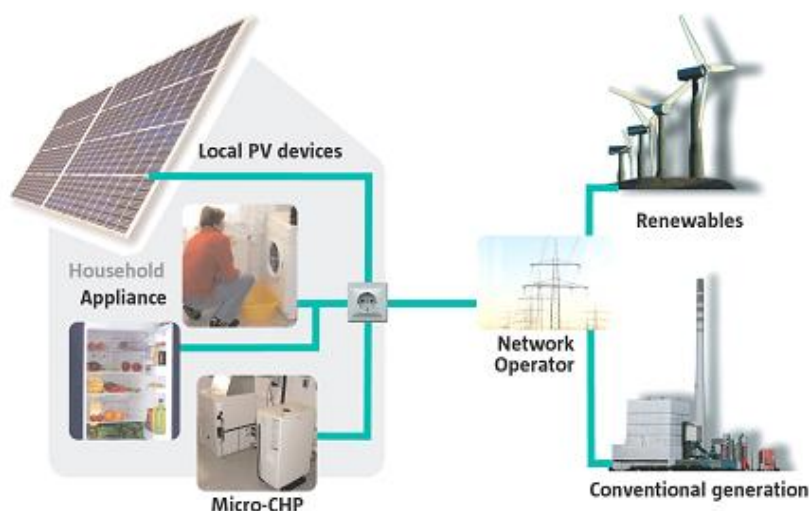
出所：“Smart Household Appliances as part of Smart Grids”

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>)

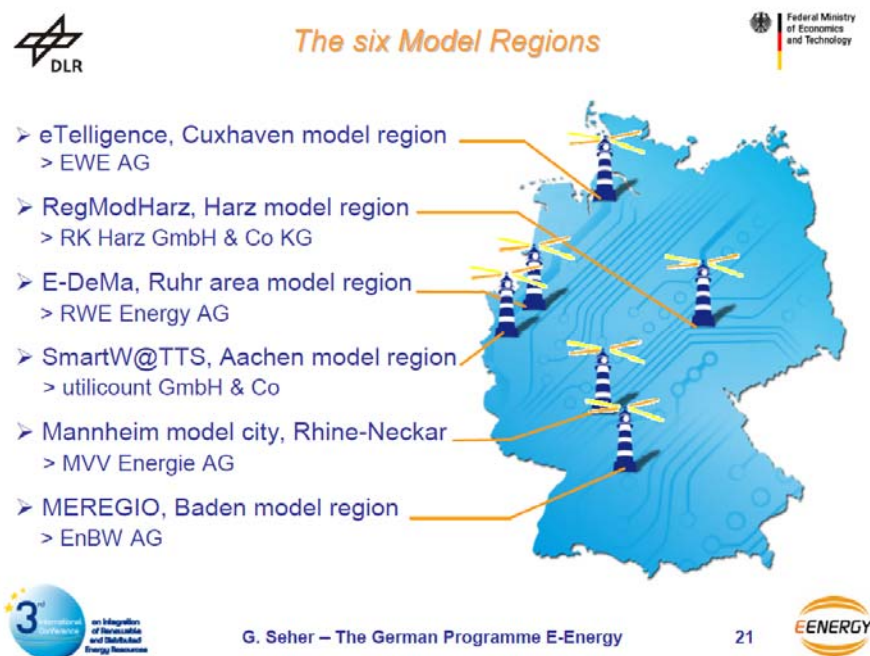
図 10-65 Smart-A で想定されている将来の電力ネットワーク

(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。



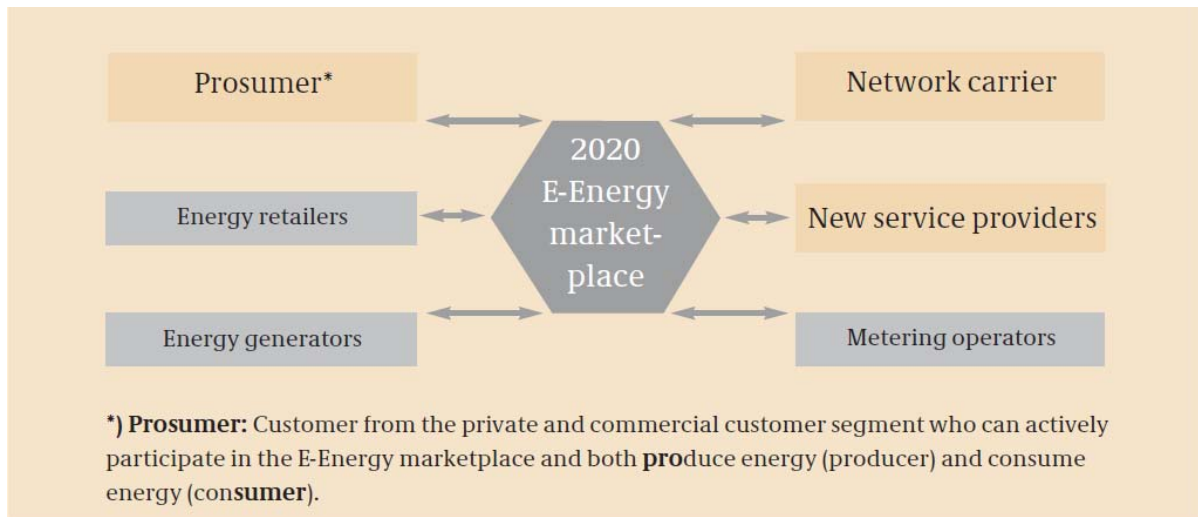
出所：E-DeMa ホームページ

<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。

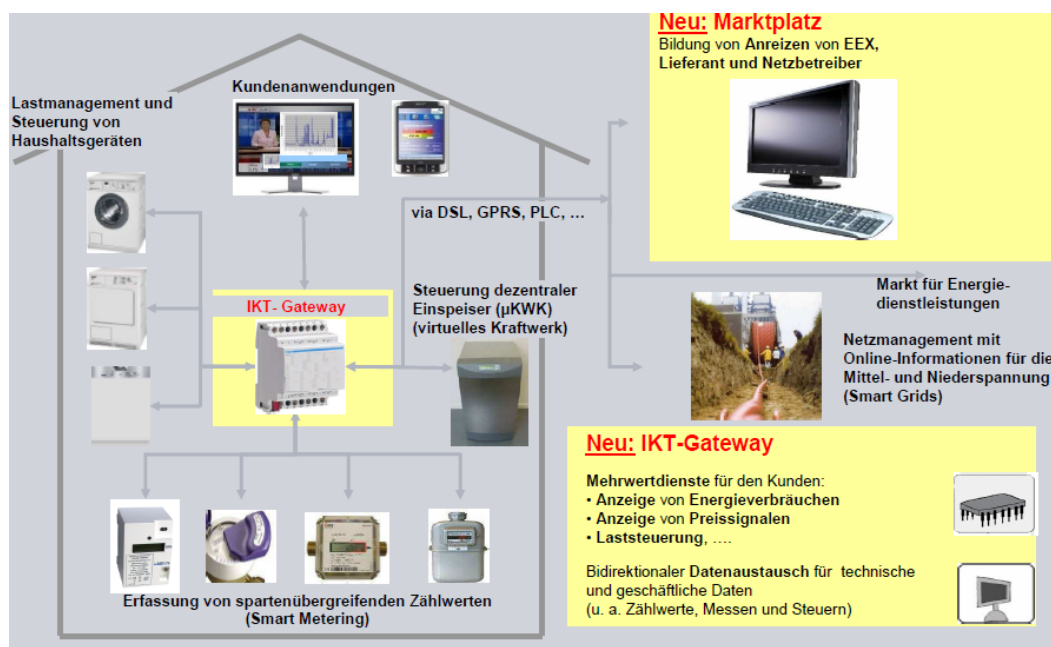
²³ 「DeMa」とは、「development and demonstration of decentralized integrated energy systems on the way towards the E-Energy marketplace of the future」の略語である。



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。

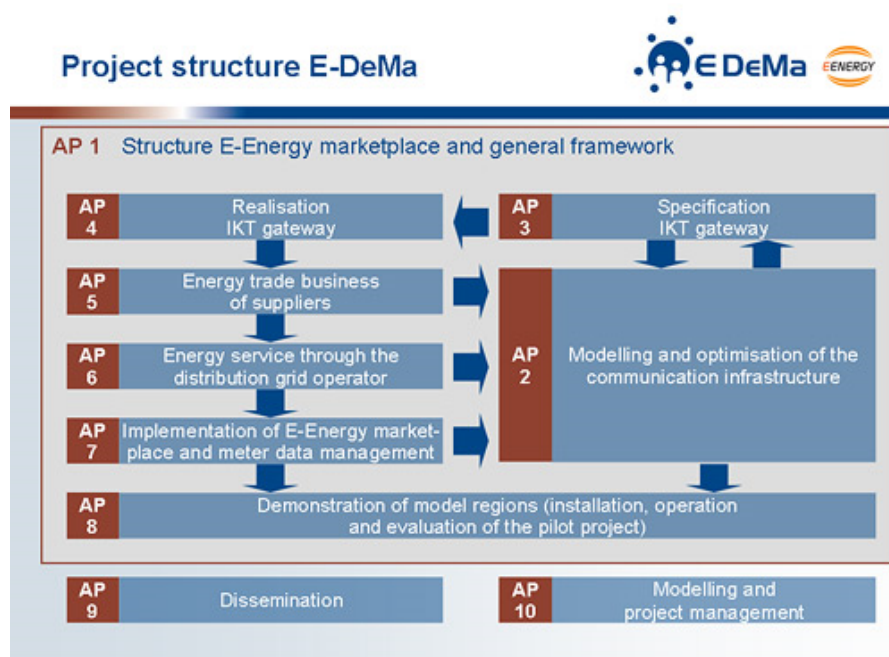


出所：“E-DeMa - Entwicklung und Demonstration dezentral vernetzter Energiesysteme hin zum E-Energy Marktplatz der Zukunft”, Konferenz: Umwelttech meets IT – Green-IT und E-Energy in der Praxis(2008)

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

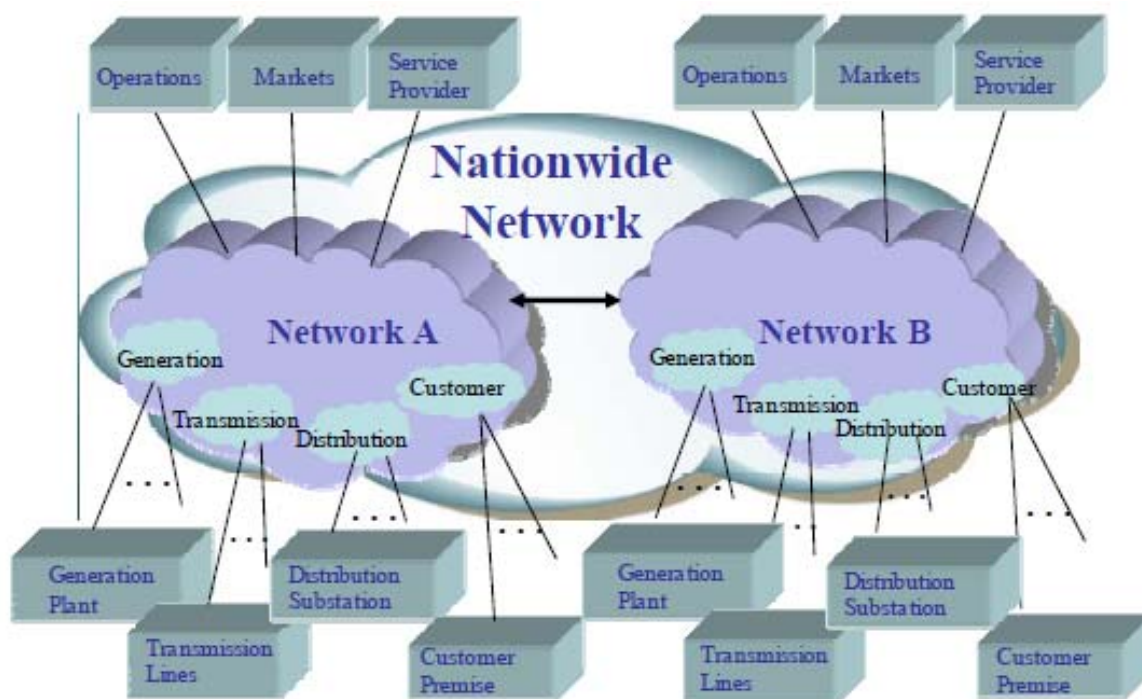
- ・ スマートグリッドに係る機器・システムが、セキュリティ、相互運用性に適合するか否かの手法の計画策定。

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ブルの通信
	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

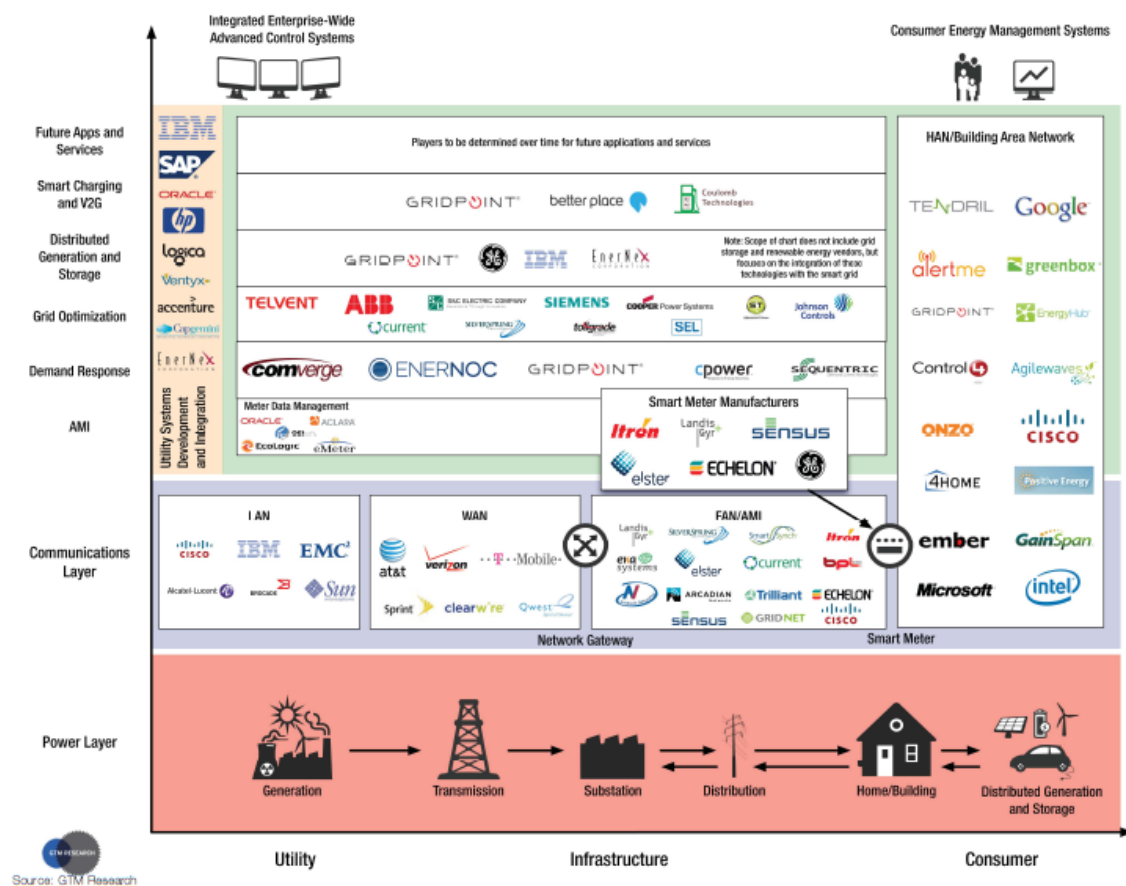
TC No.	規格
TC3	産業システム
TC8	電力供給に関わるシステムアспект
TC13	電力量計測・負荷制御装置
SC 17C	高電圧開閉器アセンブリ
TC21	蓄電池
SC22F	高圧直流送電
TC23	電気機器
TC32	ヒューズ
TC38	計器用変成器
TC57	電力システム管理および関連する情報交換
TC64	建築電気設備
TC65	工業プロセス計測制御
TC69	電気自動車用接触充電装置

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。

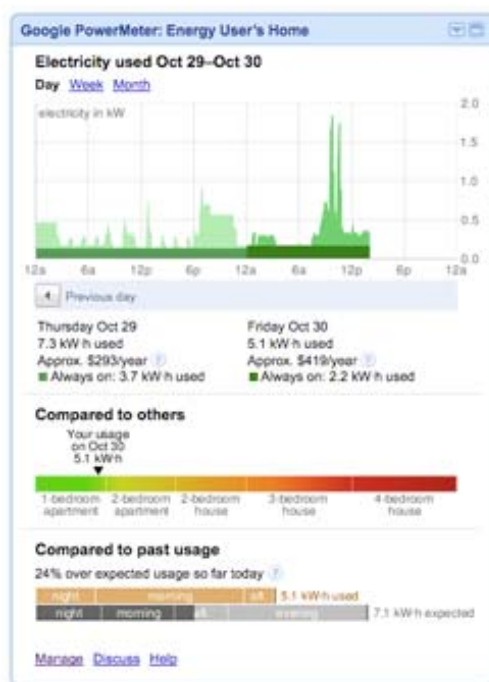


出所：THE SMART GRID IN 2010:MARKET SEGMENTS, APPLICATIONS AND INDUSTRY PLAYERS、
GTM RESEARCH JULY 2009

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.googleECOM/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。

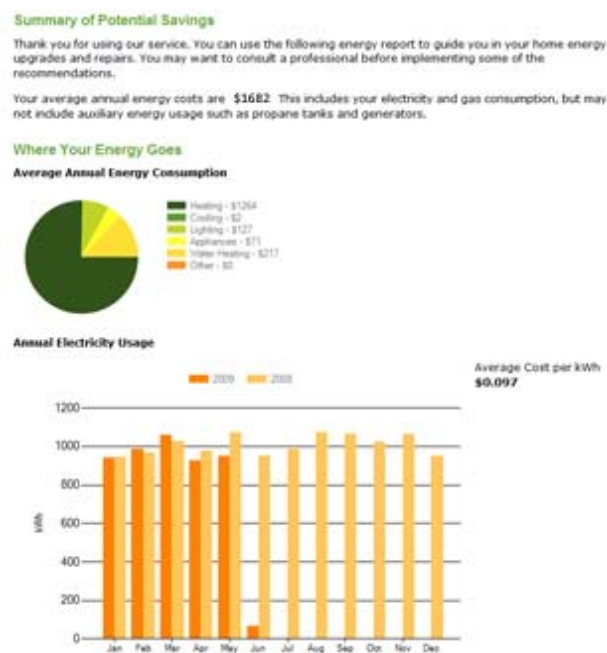


出所： <http://www.theenergydetectiveECOM/ted-5000-gateway.html>

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>

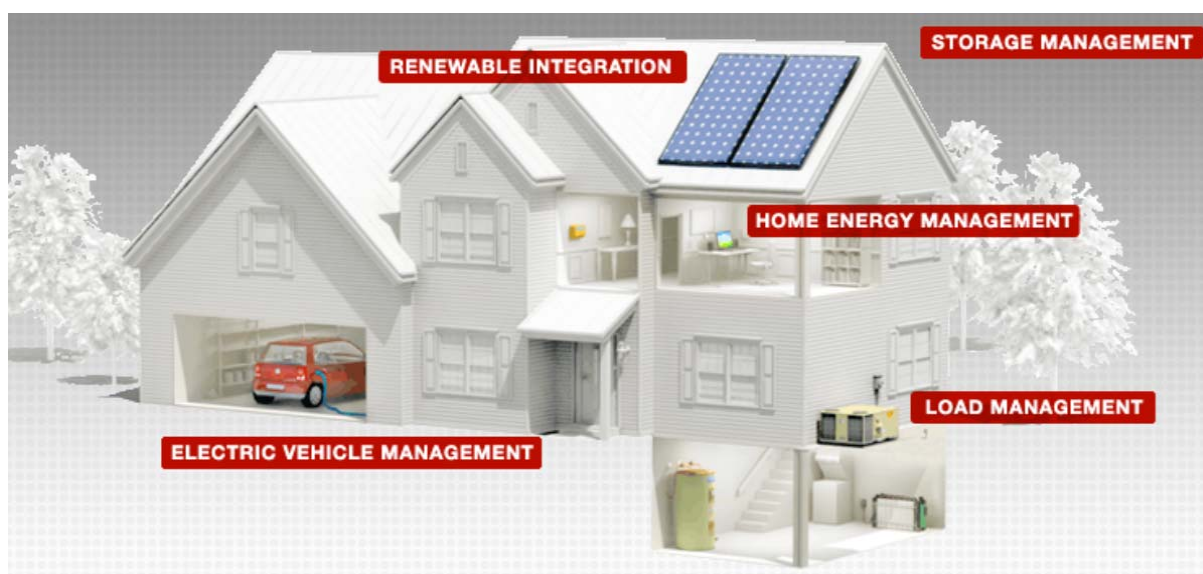
図 10-77 Microsoft hohm のイメージ

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

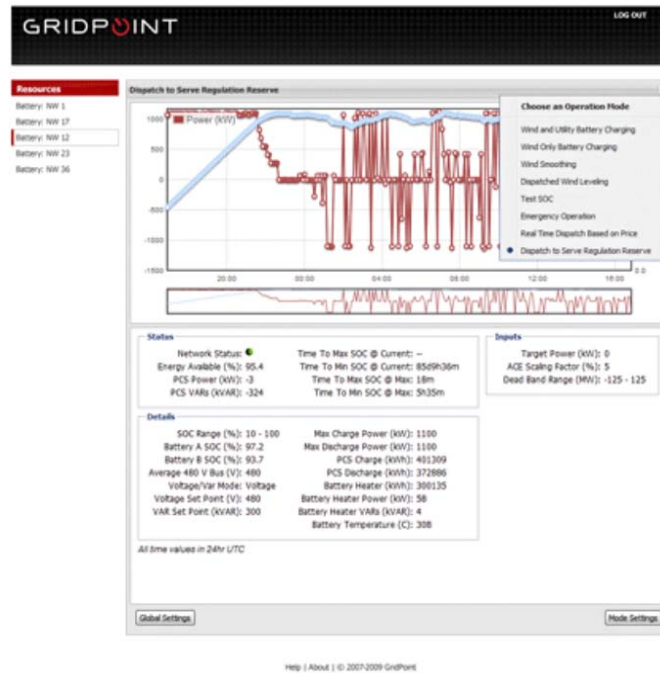
- 電力会社の設定する時間帯別料金に応じて、安い時間に充電を行い、高い時間に放電するなど、料金システムの観点から制御を行う
- 需要家が充電開始時間・充電終了時間・充放電出力などを自由に設定し、それに従って充放電を行う

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）

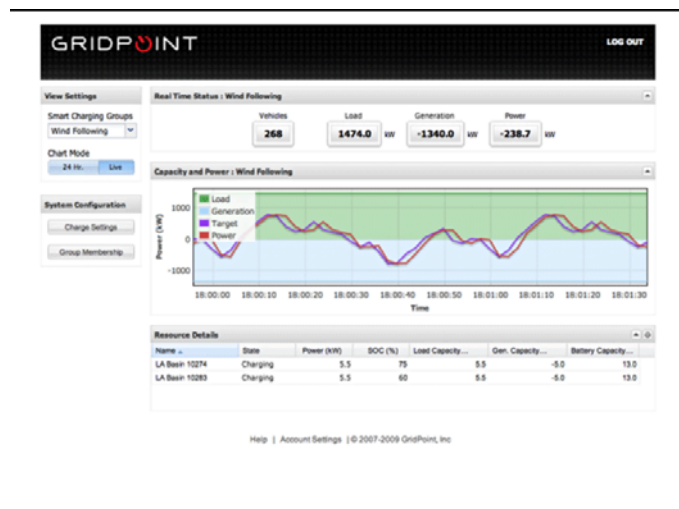
大区分	小区分	サービス名	概要
蓄電池マネジメント		Energy Storage Strategies	リアルタイムな充電方法をいくつかのパターンから選択できる
		Delivering System Regulation	電力会社からの自動制御信号指令を元に充放電を行う
		Price-Based Energy Storage	時間帯別料金に応じた充放電制御を行う
		Time-Based Load Shaping	蓄電池の充放電カーブを設定し、その通りに充放電させる
電気自動車のマネジメント	スマート充電	Dynamically Shaping Load	リアルタイムな充電方法をいくつ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

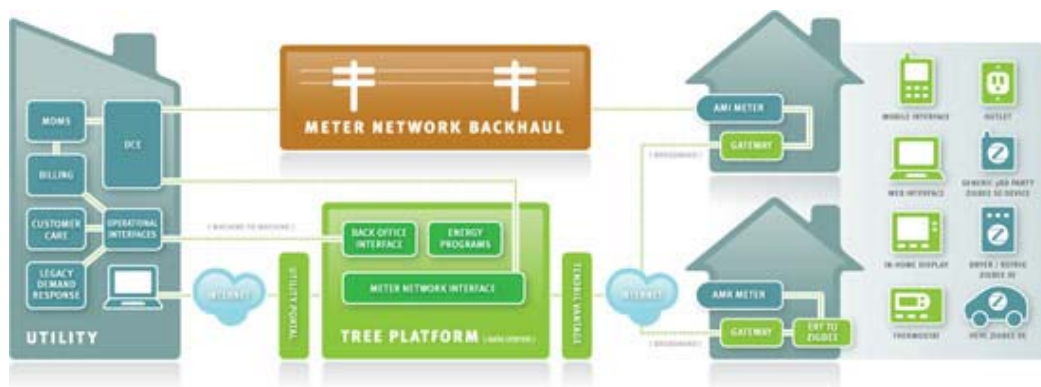
Tendril Network 社は 2003 年に設立された企業であり、本拠地はコロラド州ボルダーにある。デマンドレスポンスシステムの提供と HANS(Home Area Network System)に関連した機器の提供を主要業務として行っているが、Tendril の注目すべき点は GE の家電部門である GE Appliance の主要パートナーであることである。GE は、2009 年 7 に自動制御に対応した皿洗機、温水器、電子レンジ等などのいわゆる「スマート家電」の開発を報道したが、同時に Tendril を同分野のパートナーとして指定した。これがベンチャー企業の Tendril を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

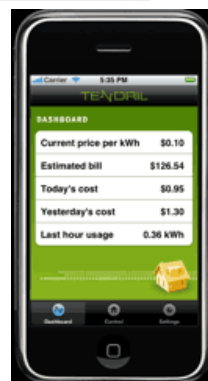
Tendril の主要サービスは、家庭と電力会社とを SaaS モデルによる双方向通信ネットワークを構築し、各家庭の情報を集約して家庭・電力会社双方に管理機能を提供する TREE(Tendril Residencial Energy ECOsystem)である (図 10-84 参照)。TREE によって構築されたネットワークにより、需要家は 1 時間ごとの電力消費量量の確認、ピーク時間帯の電力価格、デマンドレスポンスに関するインセンティブ等を享受、スマート家電機器の On/Off 制御などが可能となる。



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

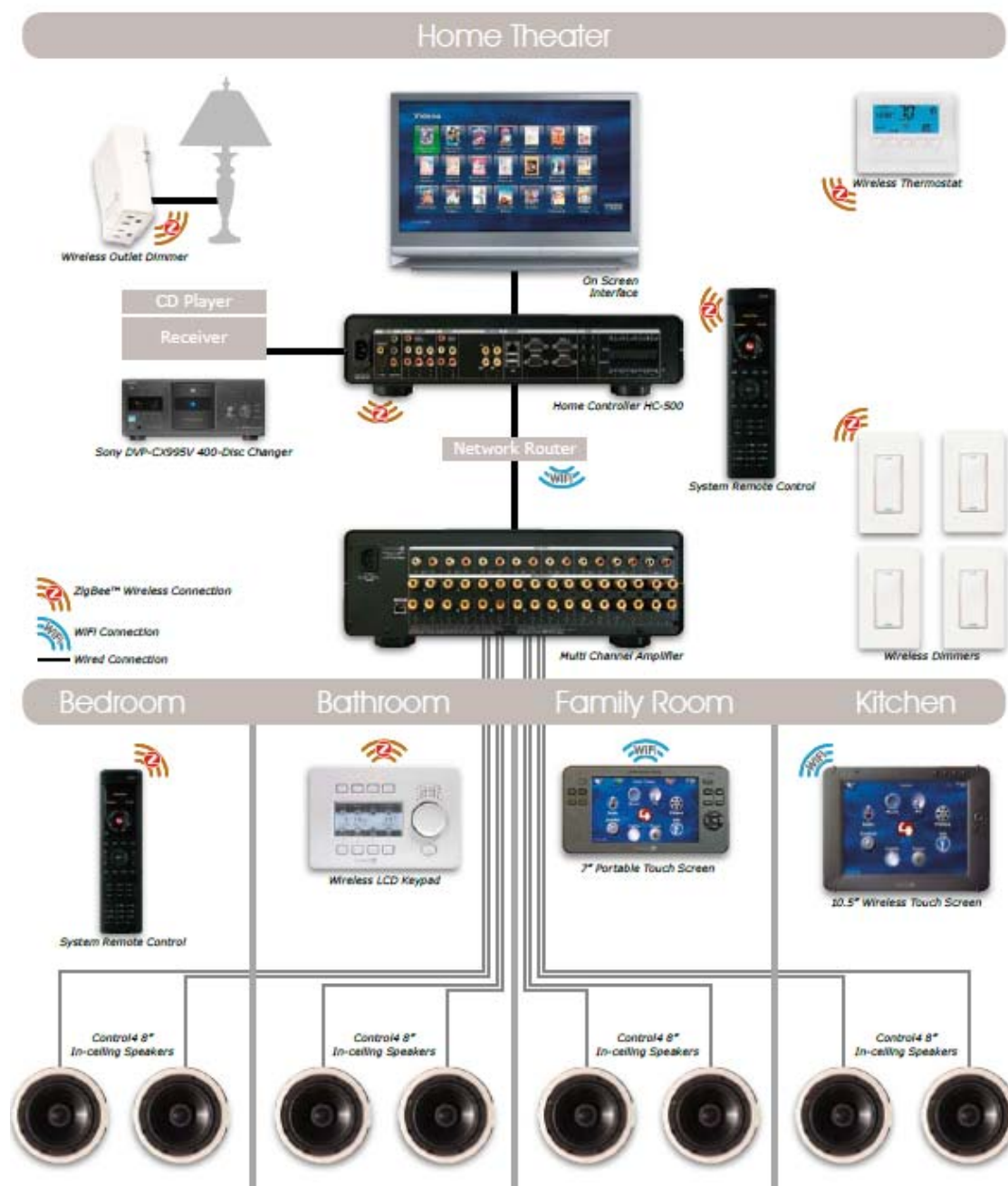
図 10-85 Tendril のユーザインタフェース

(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。

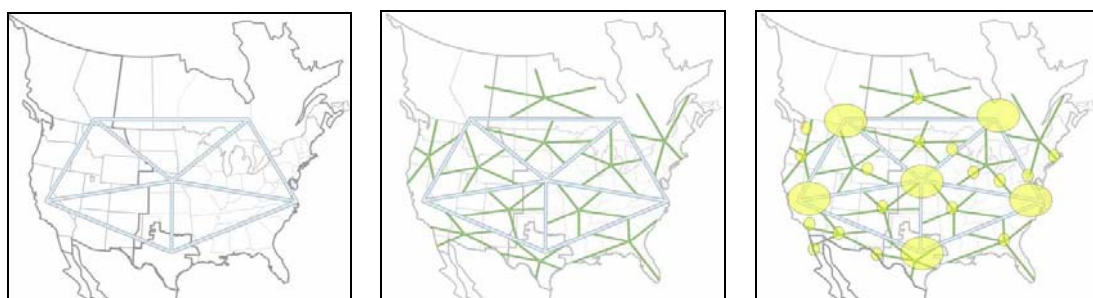
- 電力需要の増加
- 送電設備投資の落ち込み
- コンピュータ等の電力品質悪化に弱い需要家機器の導入の伸展
- 上記に伴う上質な電力品質へのニーズの高まり

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)

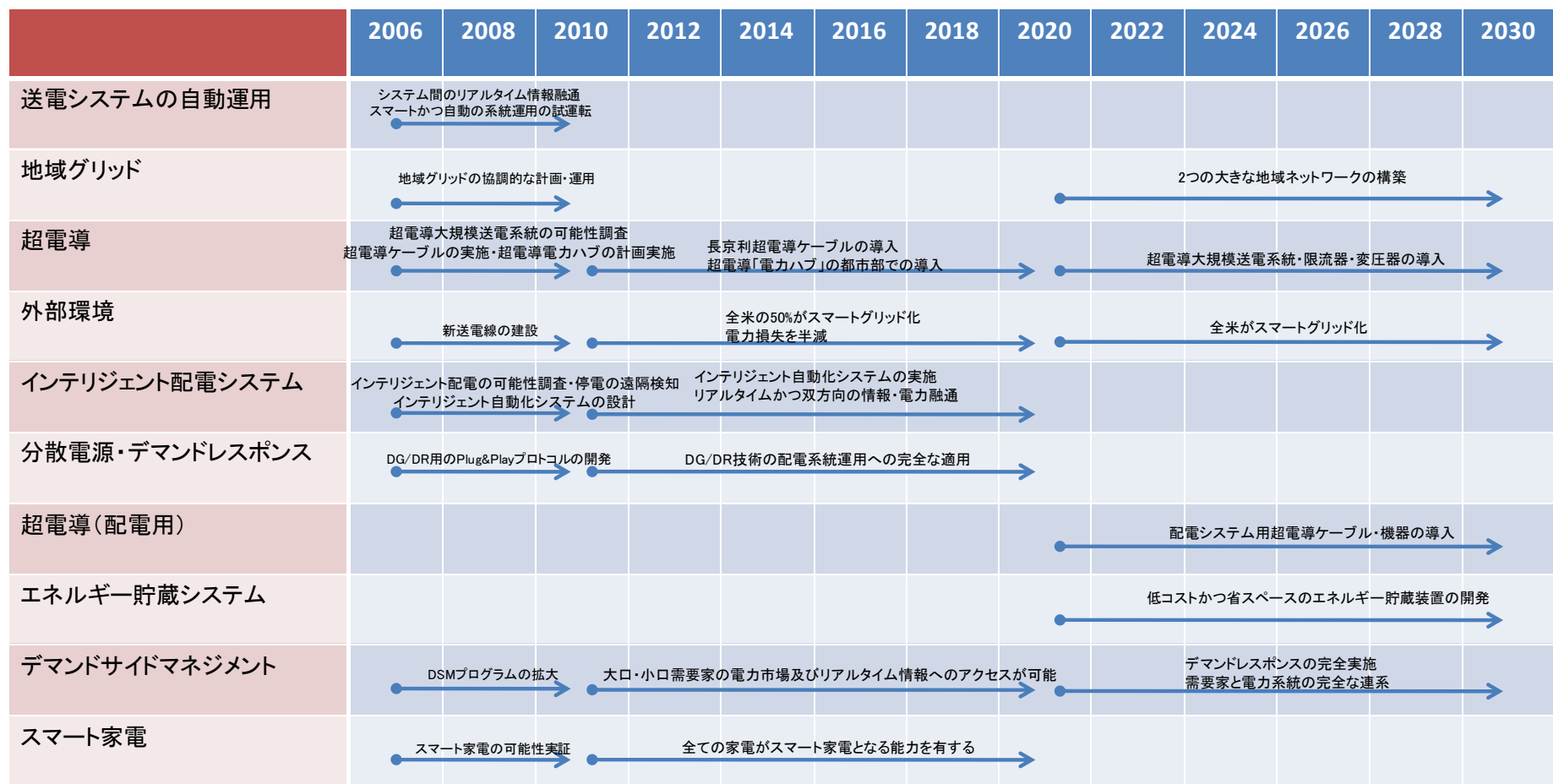
図 10-88 スマートグリッドを形成する構成要素のイメージ図

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性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。

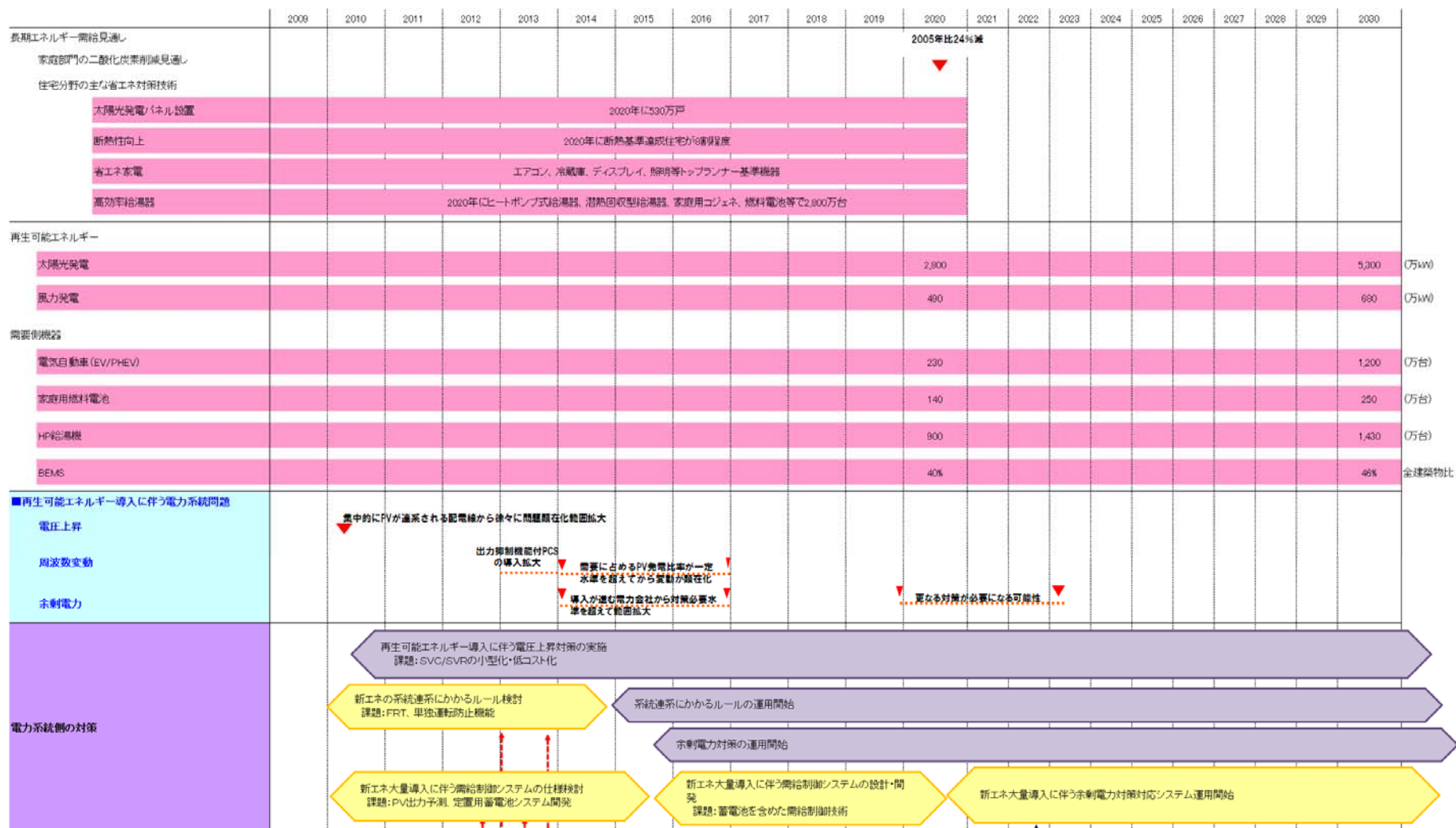


図 10-92 スマートハウス・コミュニティの前提条件

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。

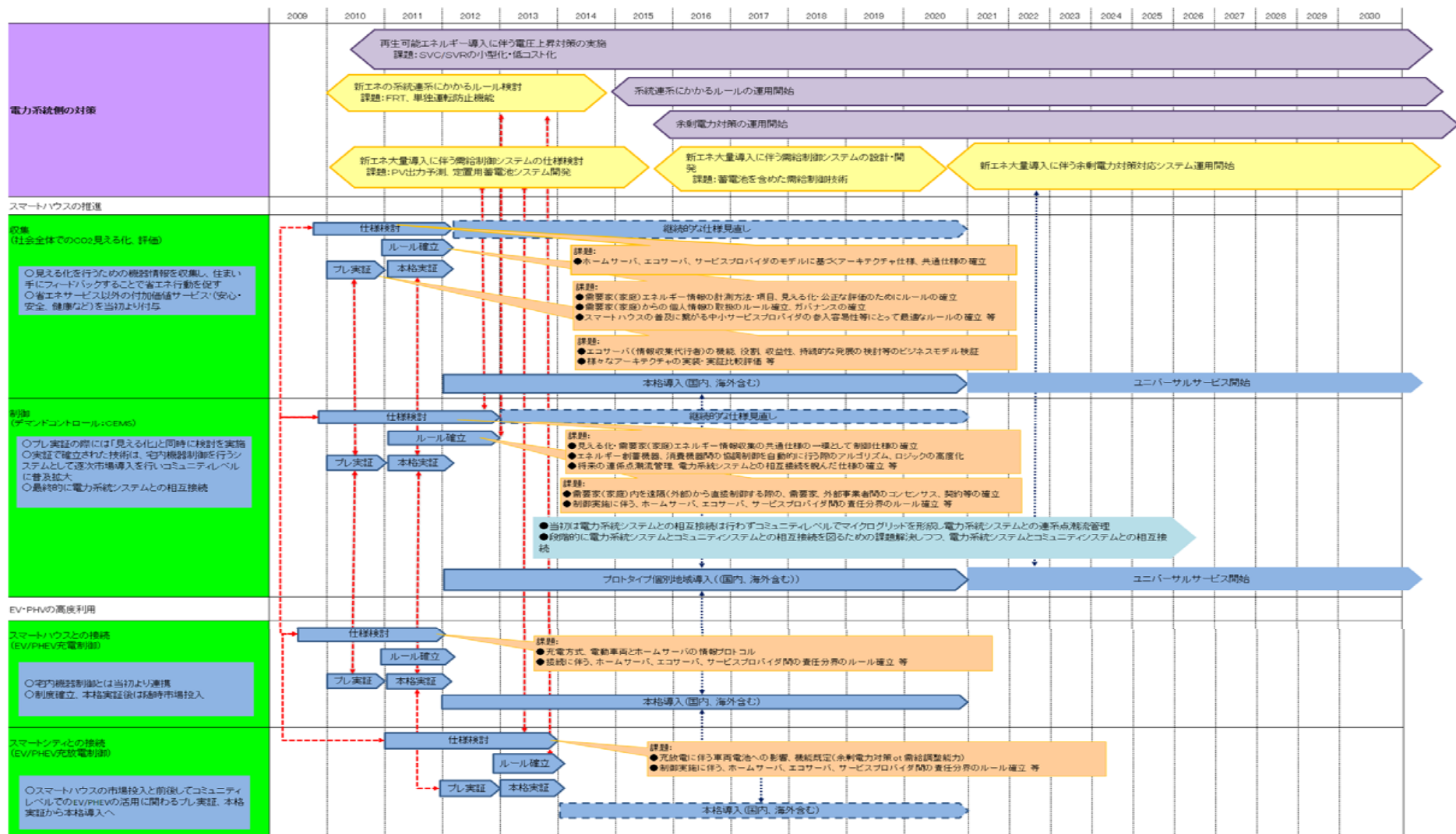


図 10-93 スマートハウス・コミュニティ ロードマップ

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「出力抑制付パワコン（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、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、殆ど手付かずとや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。

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)

