第5章　テーマ 2-4： ECO ナビサービスおよび HEMS による省エネ行動喚起効果の検証

シャープ株式会社

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5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 5 章　テーマ 2-4：　ECO ナビサービスおよび HEMS による省エネ行動喚起効果の検証 1

5.1.　実証実験の目的 5-1
5.2.　実証実験の概要 5-3
5.2.1.　実施環境 5-3
5.2.2.　実験システムの構成 5-4
5.2.3.　提供するサービスと機能 5-7
5.2.4.　システム概略仕様 5-20
5.2.5.　実施シナリオ 5-36
5.3.　実証実験の結果 5-38
5.3.1.　事前準備 5-38
5.3.2.　実験結果 5-48
5.3.3.　環境負荷低減効果の試算 5-67
5.3.4.　サービスの市場性評価 5-72
5.4.　実験結果の考察 5-79
5.4.1.　ネットワーク・アーキテクチャの適正性評価 5-79
5.4.2.　新規サービス創出の可能性 5-93
5.4.3.　実用化、普及に向けた問題点、課題 5-95

5.1. 実証実験の目的

未来開拓戦略(J リカバリー・プラン)(平成 21 年 4 月 17 日)(内閣府・経済産業省）の三本柱の 1 つである「低炭素革命」（省エネルギー、新エネルギー等の地球温暖化対策、3R、水処理、資源確保等）は、2050 年に CO2 を少なくとも 50%削減するという目標に向け、単なる CO2 削減にとどまらず、積極的にライフスタイルやインフラを転換させていくことで、経済成長への制約を逆に新たな需要の創出源とすることを提言している。これは、社会においては、CO2 削減のインフラを整備することによって省エネルギーと経済成長とを両立させることが、「低炭素革命」の目的であるということを意味している。

一方、家庭においては、世界的見地で考えても我が国が家電製品の省エネ技術を牽引しているところであるが、機器単体における性能向上には限度があることから、住宅内の“情報”を消費者のコントロール下で地域・社会と共有し、その情報を基にエネルギー等の需要・供給情報を活用して、エネルギーを賢く使用・制御するスマートハウスの仕組み作りに取り組む必要がある。特に CO2 排出量の 50%削減という高い目標の達成のためには、技術的な側面からのアプローチだけでは不十分であり、ユーザの省エネ意識の向上、さらにはライフスタイルの変革を促す施策が不可欠である。その一つが“見える化”である。“見える化”の本質は、現状の姿をありのままに認知させることにより、自らが課題を認識し、解決と改善への意識を高めることにある。

具体的には、CO2 削減に向けた従来の取り組みである「省エネ」、「創エネ」および「蓄エネ」に加えて、ユーザ自身の気付きを促し意識向上を図るための「見える化」、ユーザの省エネ行動を喚起し定着を図るための「機器連携制御」および「簡単操作」などが家庭からの CO2 排出量削減のための重要な要素となる。さらに、これらをインターネットサービスと融合させた新規サービスを提供することにより、ユーザのライフスタイルの変革を加速することができる。

提供されるインターネットサービスとしては、従来からある教育・教養、出版・新聞、健康・ヘルスケア、小売・流通などの情報サービスに加え、生活アドバイス、省エネナビゲーション、電力制御等の新しいライフスタイルを提供する快適 ECO 生活ナビゲーションサービスが考えられる。これにより、ユーザの生活を幅広くカバーするサービスの展開が可能になると期待できる。電力制御サービスに関しては、ホームサーバはインターネットサービスと宅内電力制御とを統合し、家電機器向けサービスや情報提供サービスに、エネルギー制御・管理サービスを組み込む配信システムを有する。すなわち、宅内ネットワークとインターネットとのゲートウェイをなすホームサーバにおいて、ユーザの行動履歴や嗜好情報を収集分析し、インターネットサービスとして提供される家電向けサービスや情報提供サービスを、家庭ごと、ユーザごとにカスタマイズして各機器に配信する。

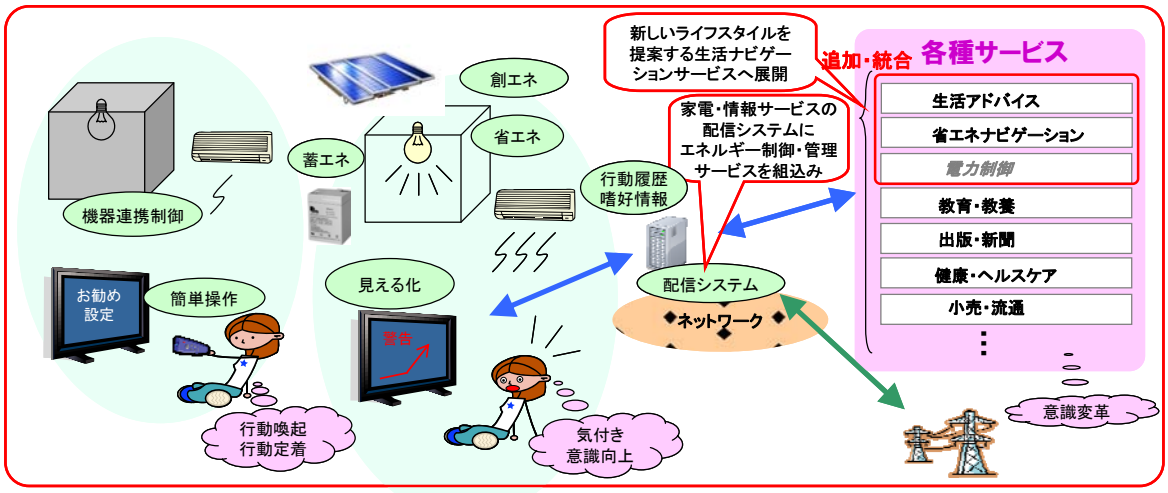

図 5-1　快適 ECO 生活ナビゲーションサービスを提供するシステム

快適 ECO 生活ナビゲーションサービスを提供するためには、以下の 2 つの要素が必要となる。1 つは、サービスを統合して提供する仕組みを構築することである。もう 1 つは、生活密着型のサービス提供・利用環境を整備することである。

快適 ECO 生活ナビゲーションサービスの提供により、家庭における省エネルギーの削減には留まらず、新規サービス展開を通じた新たな需要創出、ひいては社会全体における省エネルギーと経済成長との両立につながることが期待される。

本実証実験では、快適 ECO 生活ナビゲーションサービス実現の第 1 ステップとして、サービスを統合して提供する仕組みの上で、ECO ナビサービスと HEMS(Home Energy Management System)を実装し、それらの実用性と有効性の検証を行った。

ECO ナビサービスは、発電量や消費電力などの宅内エネルギー情報をサーバで吸い上げて分析した後に、省エネアドバイス等をテレビ向けに配信するサービスである。これらは省エネ・創エネの"見える化"であり、家庭でユーザが視聴する頻度が最も高いテレビの画面にこれらの情報を表示することによって、ユーザの意識を喚起することができると考えられる。さらに、省エネ生活、ECO 生活を提案する情報サービスと連携させることによって、ユーザの省エネ行動を、強制的な機器制御というマイナスのイメージから、革新的なライフスタイルというプラスのイメージへ転換させる効果が期待できる。

一方、HEMS としては、LED 照明・エアコン等のリモコン制御が可能な宅内機器を統合的な制御系に接続し、他の機器からの遠隔制御を実現した。これにより、宅内機器を効率的に協調させる有効性の検証を行った。

5.2. 実証実験の概要

5.2.1. 実施環境

(1) 実施場所

実証実験は、埼玉県北葛飾郡松伏町にある一般住宅（以下、「実験住宅」という。）にて行った。

(2) 実験住宅の構成

実験住宅は、築 20 年を越えたツーバイフォー住宅である。2 階建てであり、さらに屋根裏を備える。

実証実験に使用する部屋として、計 5 室を選択した。1 階のキッチン、リビング、ダイニングおよび和室、並びに 2 階の寝室である。

実証実験期間中には、被験者家族 3 名が居住した。被験者の構成は、表 5-1 の通りである。

表 5-1　被験者の構成

被験者	性別	年齢
被験者 1	男性	40 代
被験者 2	女性	40 代
被験者 3	女性	70 代

(3) 実施期間

実証実験は、平成 22 年 2 月 6 日から平成 22 年 2 月 19 日までの 2 週間に実施した。

5.2.2. 実験システムの構成

実験住宅に設置した実験システムの構成を、図 5-2 に示す。同住宅においてはテレビ、PCI エアコン、LED 照明などの機材を設置した上で、ECO ナビサービスと HEMS を実施するために、宅内サーバ（アプリケーションサーバ）および、家電機器制御 / 情報収集用のモジュール（機器制御装置）を設置した。図では省略しているがテレビは同住宅に合計 3 台、LED 照明は多くの照明器具に対して装着した。また機器制御装置は同住宅で実証実験を行った各部屋に 1 台ずつ設置した。宅内のエネルギー関連情報を吸い上げ、分析して、省エネアドバイス等をテレビに対して配信する ECO ナビサービスは最終的には宅外サーバ経由で行われる可能性が高いが、今回は実施期間の都合上、同サービスを宅内アプリケーションサーバ上で実施した。

なお実証実験は 4 章に記載のテーマ（以下、「テーマ 2-3」という）と同じ住宅を用いて実施した。同住宅には既設のソーラーシステムが設置されており、それと接続するテーマ 2-3 の実験システムとの連携も行った。テーマ 2-3 の実験システムとの連携のためのゲートウェイ機能は上記機器制御装置の中の 1 つに搭載した。

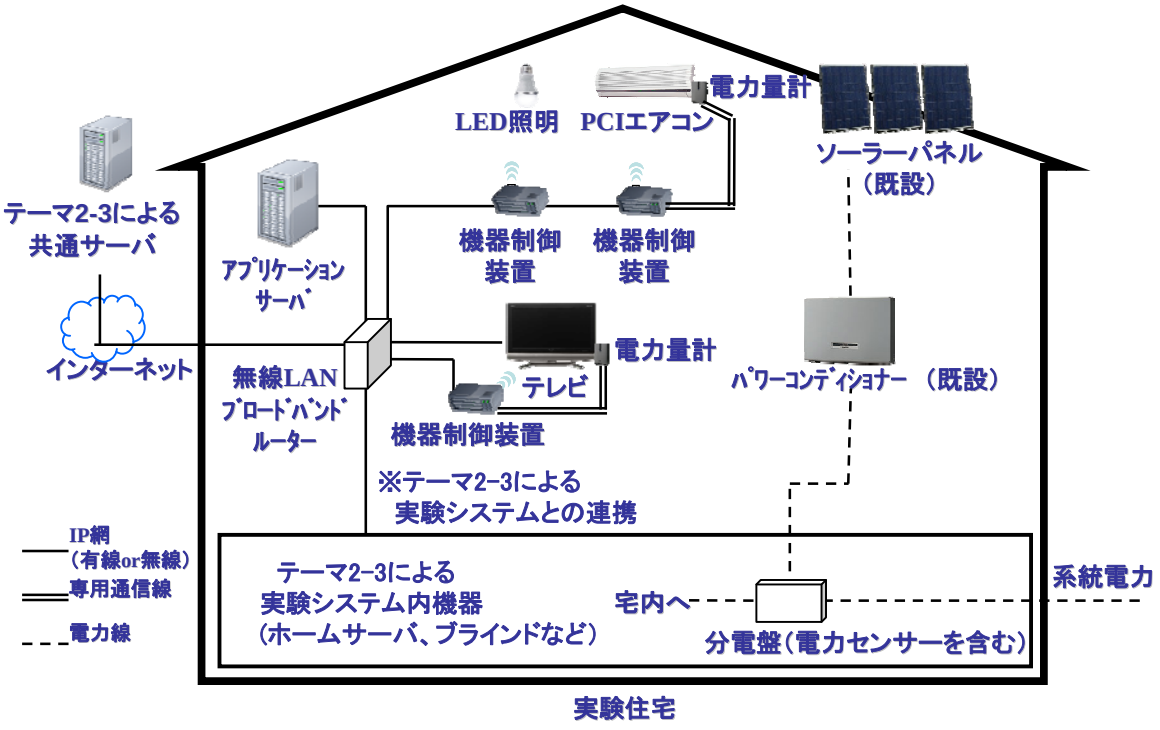

図 5-2　本実験システムの構成図

以下、本実験システムの構成要素について説明する。

(1) アプリケーションサーバ

実験住宅内から収集した各種情報をもとに ECO ナビアプリケーションを生成し テレビに配信する機能と、同アプリケーション上でユーザからの入力を受けて実験住宅内の各機器を制御する HEMS 機能を実現する。アプリケーションサーバには、テレビ向けサービス配信機能を搭載する。また、機器制御装置（後述）を介して、テーマ 2-3 の実験システムに接続されている機器の情報交換および制御を実現する。

(2) テレビ

アプリケーションサーバから家庭用ネットワーク(IP 網)を通じて配信される ECO ナビアプリケーションを表示する。また、赤外線リモコン信号によって電源の ON/OFF が制御される。

本実験システムの構成要素であるテレビ（以下、「テーマ 2-4 実証テレビ」という。）としては、シャープ株式会社製テレビ(AQUOS DX2)の使用を前提とする。

(3) エアコン

赤外線リモコン信号によって、電源 ON/OFF、自動運転、暖房運転、冷房運転、除湿運転が制御される。

(4) LED 照明

既設の照明器具に LED 電球を装着する。LED 電球を装着した LED 照明は、赤外線リモコン信号によって、ON/OFF および調光・調色機能が制御される。

(5) 機器制御装置

家庭用ネットワークを通じて伝えられたアプリケーションサーバからの指示に基づきテレビ、エアコンおよび LED 照明を制御する。また、テレビおよびエアコンに接続された電力量計から各機器の消費電力情報を取得する機能も備える。

各部屋に 1 台の機器制御装置を設ける。1 台の機器制御装置は、その部屋に設置されたテレビ、エアコンおよび LED 照明を制御する。

機器制御装置の中の 1 台（リビングの機器制御装置）は、テーマ 2-3 の実験システムとの連携のためのゲートウェイ機能も搭載し、テーマ 2-3 の実験システムから各機器の消費電力情報を取得し、またエアコンおよびブラインドを制御する。

(6) 電力量計

機器制御装置に専用通信線で接続され、AC コンセントからテレビおよびエアコンに供給される消費電力と電力量とを測定する。

テレビおよびエアコン 1 台ごとに 1 台の電力量計を設ける。

(7) 無線 LAN ブロードバンドルーター

宅内ネットワークとインターネットのゲートウェイ機能とアプリケーションサーバや機器制御装置等を無線 LAN 接続する場合のアクセスポイントとしての機能を有する。

アプリケーションサーバ、テレビおよび機器制御装置と無線 LAN ブロードバンドルーターとは、家庭用ネットワークで接続される。さらに、テーマ 2-3 による実験システム内の機器と無線 LAN ブロードバンドルーターとも、家庭用ネットワークで接続される。

(8) ソーラーパネル

実験住宅に既設の太陽電池本体である。

(9) パワーコンディショナー

ソーラーパネルと電力線で接続された実験住宅に既設の機器であり、ソーラーパネルから供給される直流電力を交流電力に変換する。

(10) 分電盤

太陽光発電システムに対応した分電盤であり、系統電力とソーラーパネルで発電した電力との連携点であり、電力を宅内の電気配線に分配する。分電盤は、パワーコンディショナー、系統電力、宅内電気配線と、それぞれ電力線で接続される。さらに、電力センサーを備え、分電盤に入出力される電力を測定する。

分電盤は、テーマ 2-3 の実験システムの 1 つとして設置される。

(11) ホームコントローラ

テーマ 2-3 の実験システムの 1 つとして設置される機器である。

テーマ 2-3 の実験システムに関連する各種情報を、インターネット上に設置された共通センターを介してアプリケーションサーバに提供するとともに、アプリケーションサーバからの指示に基づいてテーマ 2-3 の実験システムの各種機器を制御する。

また、本実験システムに関連する各種情報をアプリケーションサーバから取得し、本実験システムの各種機器の制御をアプリケーションサーバに依頼する。

(12) 共通センター

テーマ 2-3 の実験システムの 1 つとして、インターネット上に設置される機器である。

テーマ 2-3 の実験システムに関連する各種情報を、ホームコントローラから受け取って蓄積し、本実験システムのアプリケーションサーバに提供する。

(13) ブラインド

テーマ 2-3 の実験システムの 1 つとして設置される機器である。アプリケーションサーバからホームコントローラ経由で開閉操作できる。

5.2.3. 提供するサービスと機能

(1) ECO ナビサービス

本実証実験における ECO ナビサービスとは、家庭における消費電量、発電量、買電量、売電量、宅内の各家電機器の消費電量等の情報を取得しそれらを加工した情報を宅内のテレビに対して情報配信し表示することに加え、取得した情報を分析してテレビ向けに省エネアドバイス等を配信するサービスを指す。

本実験システムは、以下のテレビ向けユーザインタフェースを備えた ECO ナビサービスを提供する。

(a) 消費電量、発電量および売電量の常時表示

テレビ放送番組と同時にエネルギー関連情報を表示することにより、テレビ放送番組の視聴を中断して画面を切り替えることなく、宅内の消費電量、発電量および売電量を常時表示する機能を提供する。

テレビに常時表示するための手段として、テーマ 2-4 実証テレビで採用されている GUI「新・モーションガイド」を利用する。「新・モーションガイド」では、リモコンのボタンを押すことで、画面の上部と右側にメニューウィンドウを表示する。現在視聴中の番組やコンテンツを表示したまま、一覧表示された各種番組の中から簡単に目的の番組を選んだり、本体と接続した周辺機器の操作や各種設定も簡単に行ったりすることができる。

本実験システムでは、「新・モーションガイド」に表示されるメニューの 1 つとして、エネルギー管理の項目を設けるとともに、メニューが選択された時点での宅内の消費電量情報を表示する。さらにエネルギー管理の項目が選ばれると、「新・モーションガイド」エネルギー管理の詳細メニューが表示されるとともに、その時点での宅内の消費電量、発電量および売電量の情報を表示する。

図 5-3 は、「新・モーションガイド」を用いたメニュー表示第 1 階層の画面例である。画面の右下でテレビ放送番組の視聴を行いながら、メニューの内容を確認できる。図 5-3 では、画面の右側に、インターネットサービスの番組一覧と並べて、エネルギー管理の項目を表示している。

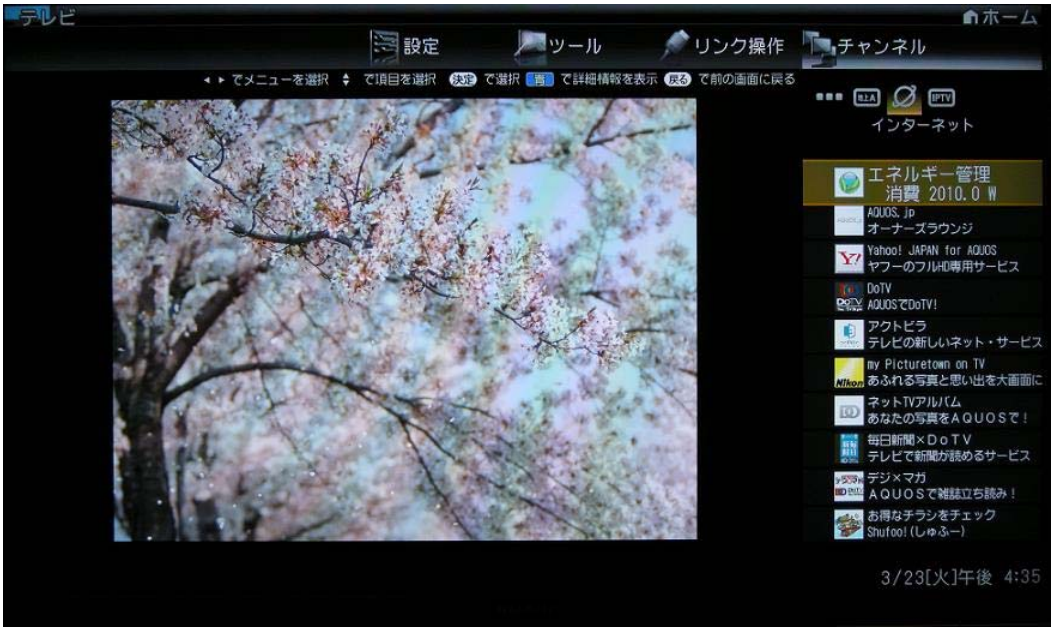

図 5-3　新・モーションガイドを用いたメニュー表示第 1 階層の画面例

図 5-4 は、「新・モーションガイド」を用いたメニュー表示第 2 階層の画面例である。メニュー表示第 2 階層の画面は、メニュー表示第 1 階層の画面でエネルギー管理の項目を選択することにより表示される。メニュー表示第 2 階層の画面でも、画面の右下でテレビ放送番組の視聴を行いながら、メニューの内容を確認できる。図 5-4 では、画面の右側に、電力モニタリング、ECO ナビサービス、おうちコントロールおよびみんなでエコの 4 つの項目を表示している。みんなでエコとは、テーマ 2-3 の実験システムが提供するサービスである。

図 5-4　新・モーションガイドを用いたメニュー表示第 2 階層の画面例

(b)　我が家のエネルギーモニタリング

メニュー表示第 2 階層のメニューにおいて、電力モニタリングの項目を選択すると、「我が家のエネルギーモニタリング」画面に遷移する。図 5-5 は、「我が家のエネルギーモニタリング」画面の画面例である。

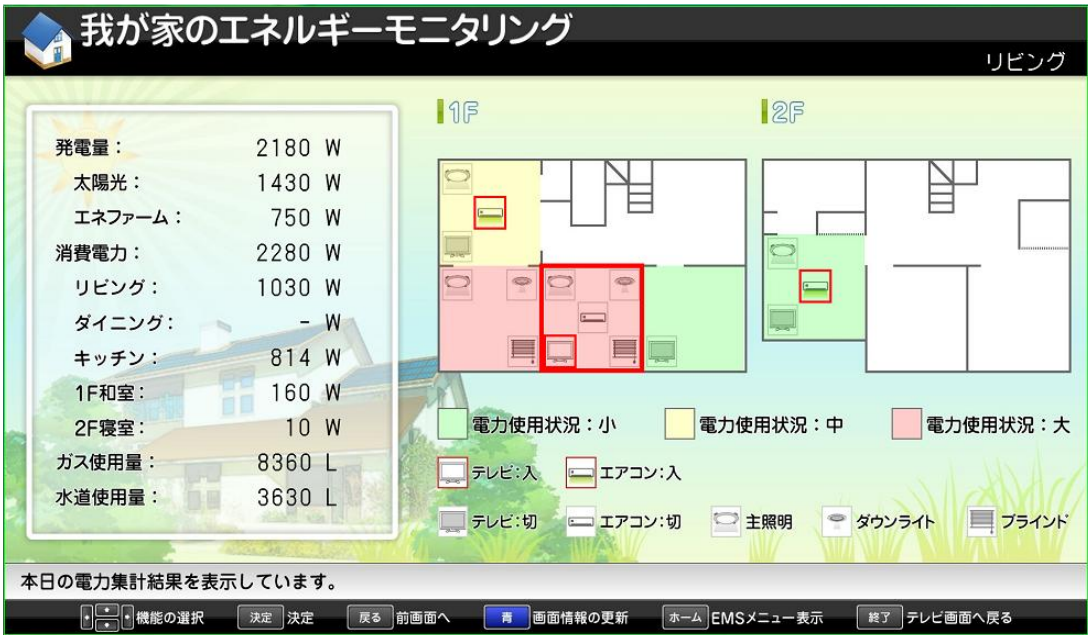

図 5-5　我が家のエネルギーモニタリング画面の画面例

「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。発電量は、実験住宅全体の総発電量と発電機器ごとの内訳とを表示する。消費電力は、実験住宅全体の総消費電力と部屋ごとの内訳とを表示する。この表示により、宅内のエネルギー関係の情報が 1 つの画面で確認できる。

「我が家のエネルギーモニタリング」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、間取りに合わせて部屋の色を半透明色で表示する。使用量が大きい場合には薄緑色、使用量が中程度の場合には薄黄色、使用量が小さい場合には薄桃色を用いて、部屋ごとの電力使用量を示す。また、各部屋に設置された機器のうち制御可能な機器をアイコン表示する。制御可能な機器のうち電力消費量の比較的大きいものに関しては、使用中状態と非使用状態とによってアイコンを変えて表示する。

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。

さらに、リモコン操作により実験住宅の間取りで部屋を選択することができる。部屋を選択することにより、個別機器の手動コントロール画面に遷移する。

(c)　ECO 生活への素敵なヒント

メニュー表示第 2 階層のメニューにおいて、ECO ナビサービスの項目を選択すると、「ECO 生活への素敵なヒント」画面に遷移する。図 5-6 は、「ECO 生活への素敵なヒント」

画面の画面例である。

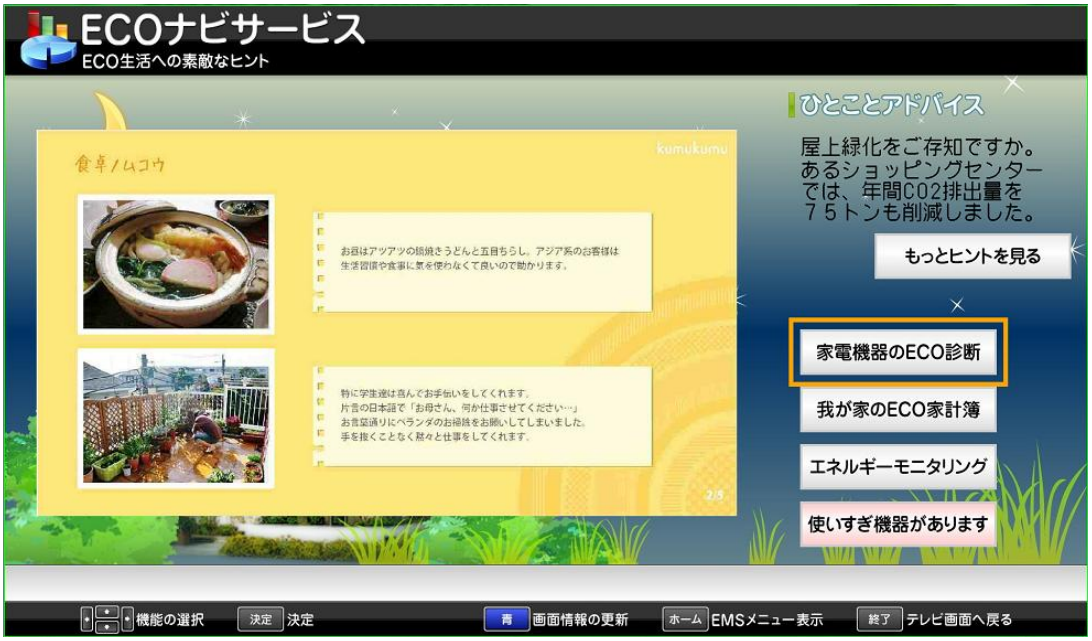

図 5-6　ECO 生活への素敵なヒント画面の画面例

「ECO 生活への素敵なヒント」画面の右上には、ひとことアドバイスとして、エコロジーな生活を提案する文を表示する。ひとことアドバイスは、「ECO 生活への素敵なヒント」画面を表示するごとに、異なる文が表示される。ひとことアドバイスにより、ユーザの自発的な省エネ活動を喚起することを目的としている。さらに、ユーザが別のアドバイスを求めた場合のために、ひとことアドバイスの右下に「もっとヒントを見る」アイコンを設けている。ユーザが「もっとヒントを見る」アイコンを選択すると、エコロジー生活を提案するインターネットサービスに画面遷移する。エコロジー生活を提案するインターネットサービスでは、ユーザに省エネ活動を促進するライフスタイルを提案する。

「ECO 生活への素敵なヒント」画面の左側には、エコロジーな生活を提案する情報をスライドショー表示する。ユーザはリモコン操作をすることなくエコロジーな生活を提案する情報を受動的に視聴することができる。

「ECO 生活への素敵なヒント」画面の右下には、「家電機器の ECO 診断」アイコン、「我が家の ECO 家計簿」アイコンおよび「エネルギーモニタリング」アイコンを配置する。

さらに、いずれかの機器の当日の稼働時間が、当該機器に対して設定された目標稼働時間を超えた場合には、「使いすぎ機器があります」アイコンを表示する。「使いすぎ機器があります」アイコンは、「ECO 生活への素敵なヒント」画面内の他のアイコンに比して強調表示し、省エネアドバイスとして当該機器の情報確認と設定見直しをユーザに促す。ユーザが「使いすぎ機器があります」アイコンを選択すると、ポップアップ画面にて、当該機器の名称と設置場所に加えて、当日の積算消費電力量、当日の稼働時間およびユーザの設定した目標稼働時間をそれぞれ表示する。さらに、ポップアップ画面上に「電源切」アイコンを表示し、ユーザに当該機器の電源を OFF にすることを促す。「電源切」アイコンを選択すると、当該機器の電源が OFF になる。「使いすぎ機器があります」アイコンを選

択したときのポップアップ画面例を図 5-7 に示す。

図 5-7　「使いすぎ機器があります」アイコンを選択したときのポップアップ画面例

(d)　家電機器の ECO 診断

「ECO 生活への素敵なヒント」画面で「家電機器の ECO 診断」アイコンを選択すると、「ECO 診断結果」画面に遷移する。図 5-8 は、「ECO 診断結果」画面の画面例である。

図 5-8　ECO 診断結果画面の画面例

「ECO 診断結果」画面では、実験住宅内の機器のうち、過去 1 週間で積算消費電力量が多かった機器の上位 3 つを表示する。各機器の名称と設置場所に加えて、1 週間の平均消費電力、1 週間の平均稼働時間およびユーザの設定した目標稼働時間をそれぞれ表示する。

さらに、リモコン操作により積算消費電力量が多かった 3 つの機器のいずれかを選択することができる。ユーザが 3 つの機器のいずれかを選択すると、ポップアップ画面にて、当該機器の目標稼働時間を 1 時間減らしたときに節約できる金額を表示する。現在設定されている目標稼働時間が 1 日のうちに占める割合を棒グラフ表示する。ユーザは、リモコン操作により目標稼働時間の数値を変更する。数値が変更されると連動して棒グラフの長さも変わる。ユーザが、設定するアイコンを選択することにより、当該機器の目標稼働時間が設定される。棒グラフによって当該機器を必要以上に使いすぎていることを知覚させ、目標稼働時間を 1 時間減らしたときに節約できる金額を表示することにより省エネの具体的な利益を示し、目標設定時間を自ら設定させることによって自主的な取り組みであることを意識づけることにより、ユーザの省エネ行動を喚起することができる。積算消費電力量の多い機器を選択したときのポップアップ画面の画面例を図 5-9 に示す。

図 5-9　積算消費電力量の多い機器を選択したときのポップアップ画面例

「ECO 診断結果」画面の左側には、「買い換え提案」アイコンを配置する。

(e)　買い換え提案

「ECO 診断結果」画面で「買い換え提案」アイコンを選択すると、「買い換え提案」画面に遷移する。図 5-10 は、「買い換え提案」画面の画面例である。

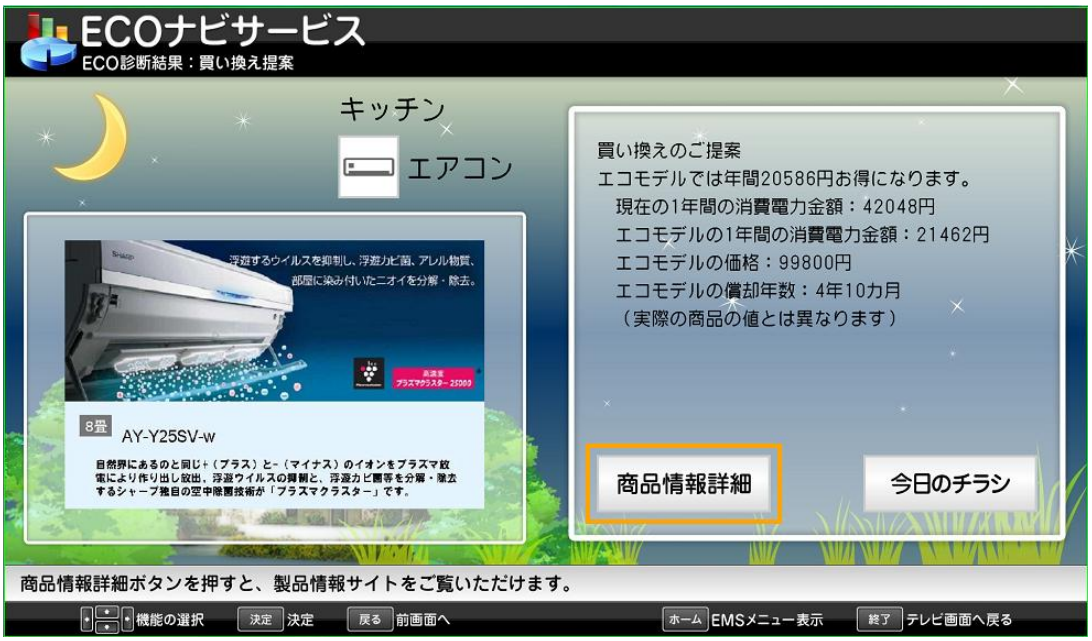

図 5-10　買い換え提案画面の画面例

「買い換え提案」画面では、「ECO 診断結果」画面において実験住宅内の機器のうち、過去 1 週間で積算消費電力量が最も多かった機器（以下、「買い換え対象機器」という。）に対する買い換えを提案する。「買い換え提案」画面の左下には、ユーザが買い換える場合に新しく導入する機器の候補（以下、「買い換え提案機器」という。）の情報をスライドショー表示する。また、「買い換え提案」画面の右上には、買い換え対象機器を買い換え提案機器に置き換えた場合のユーザのメリットの情報を表示する。ユーザのメリットの情報とは、具体的には、買い換え対象機器の 1 年間の消費電力の金額換算値（金額換算値 A)、買い換え提案機器の 1 年間の消費電力の金額換算値（金額換算値 B)、金額換算値 A と金額換算値 B との差額、買い換え提案機器の価格および買い換え提案機器の償却年数である。買い換え提案機器の償却年数は、買い換え提案機器の価格を金額換算値 A と金額換算値 B との差額で除すことにより計算する。ユーザのメリットの情報を表示する際には、ユーザに対して買い換えを促す効果が最も高いと思われる、金額換算値 A と金額換算値 B との差額情報を最も目立つようにする。

ユーザが、買い換え提案機器の購入を検討する際に必要な情報として、「商品情報詳細」アイコンと「今日のチラシ」アイコンとを表示する。ユーザが「商品情報詳細」アイコンを選択すると、買い換え提案機器の詳細情報を紹介するインターネットサービスに画面遷移する。また、ユーザが「今日のチラシ」アイコンを選択すると、実験住宅周辺の電子チラシを表示するインターネットサービスに画面遷移する。ユーザは、買い換え提案機器の詳細情報を紹介するインターネットサービスによって買い換え提案機器のスペックを検索し、電子チラシを表示するインターネットサービスによって自宅近くで販売されている買い換え提案機器の情報を知ることができる。

(f)　**我が家の ECO 家計簿**

「ECO 生活への素敵なヒント」画面で「我が家の ECO 家計簿」アイコンを選択すると、

「我が家の ECO 家計簿」画面に遷移する。図 5-11 は、「我が家の ECO 家計簿」画面の画面例である。

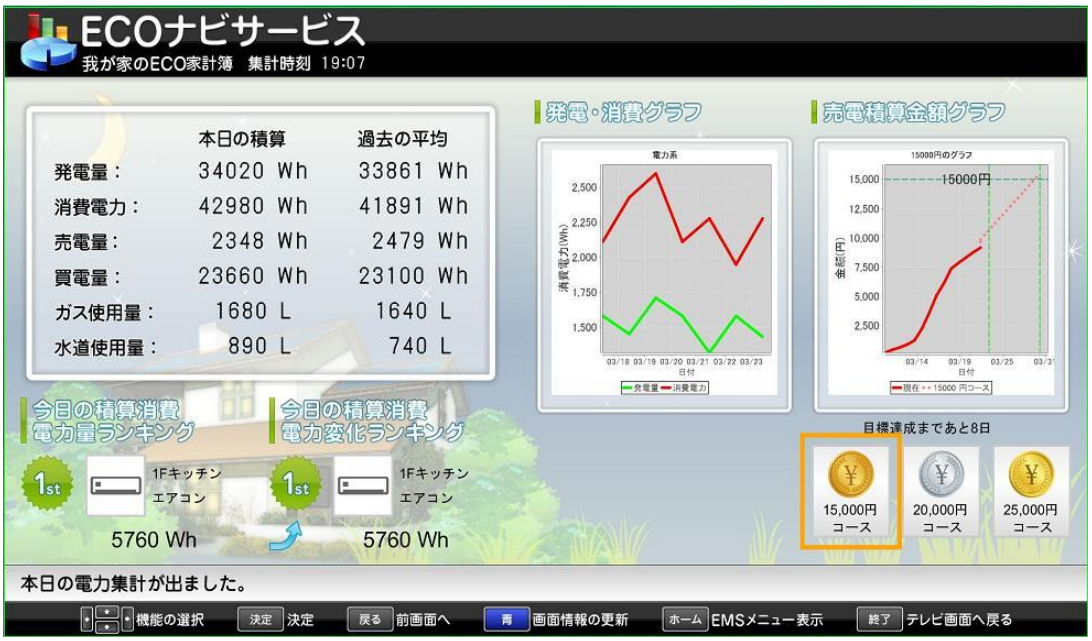

図 5-11　我が家の ECO 家計簿画面の画面例

「我が家の ECO 家計簿」画面の左半分（中央部を含む）では、実験住宅のエネルギー関係の数値をさまざまな比較を用いてユーザに提示する。

左上部では、発電量、消費電力、売電量等に関して、当日の積算値と過去の１日あたりの平均値とを並べて表示する。これによりユーザは、発電量、消費電力、売電量等が過去に比してどのように変化したかを知ることができる。

左下部では、実験住宅内の機器のうち、当日に積算消費電力量が最も多かった機器と、前日の積算消費電力量と当日の積算消費電力量との差が最も大きかった機器とを表示する。各機器の名称と設置場所に加えて、当日の積算消費電力量を表示する。さらに、前日の積算消費電力量と当日の積算消費電力量との差が最も大きかった機器には、前日よりも積算消費電力量が増えたのか減ったのかを示すアイコンを付す。これらによりユーザは、実験住宅内の消費電力量を削減するためにはどの機器を制御するのが効果的かと言うことを知ることができる。

中央部では、実験住宅全体の発電量と消費電力とを、日ごとの折れ線グラフで表示する。このグラフによりユーザは、家全体の発電量および消費電力の日ごとの変化を知ることができる。

一方、「我が家の ECO 家計簿」画面の右半分（中央部を除く）では、売電金額の累積値を日ごとの折れ線グラフで表示する。さらに、折れ線グラフの傾きを後述する規則に従って将来に向かって延長することにより、将来得られる売電金額の累積値をシミュレーションして表示する。さらにコース設定を切り替えることにより、将来得られる売電金額の累積値のシミュレーション結果を変更することができる。コース設定切り替えのため、折れ線グラフの下に、コース 1 アイコン、コース 2 アイコンおよびコース 3 アイコンを表示す

る。

コース 1 アイコンにフォーカスを設定している状態では、シミュレーションコース 1 の折れ線グラフを表示する。シミュレーションコース 1 では、累積開始日から現在までの折れ線グラフの平均的な傾きに従って、折れ線グラフを将来に向かって延長する。シミュレーションコース 1 では、シミュレーション目標金額 1 を定めておき、当日から売電金額の累積値がシミュレーション目標金額に達する日（以下、「シミュレーション目標金額達成日」という。）までの日数を表示する。

コース 2 アイコンにフォーカスを設定すると、図 5-12 に示すように、シミュレーションコース 2 の折れ線グラフに表示を切り換える。シミュレーションコース 2 のシミュレーション目標金額達成日は、シミュレーションコース 1 のシミュレーション目標金額達成日と同じとし、当日からシミュレーション目標金額達成日までの日数を表示する。シミュレーションコース 2 では、シミュレーション目標金額 1 より高いシミュレーション目標金額 2 を定めておき、シミュレーション目標金額達成日にシミュレーション目標金額 2 に達するように、折れ線グラフを将来に向かって延長する。

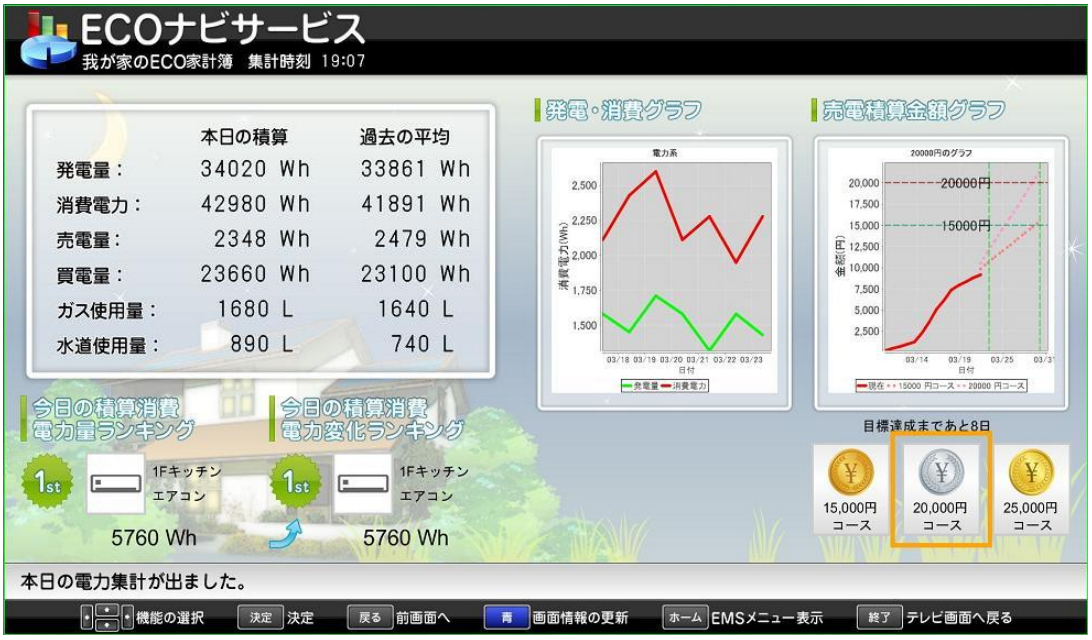

図 5-12　シミュレーションコース 2 の折れ線グラフを表示した画面例

さらに、コース 2 アイコンを選択すると、図 5-13 に示すように、シミュレーションコース 2 用のポップアップ画面を表示する。ポップアップ画面では、売電金額の累積値が目標金額達成日に目標金額 2 に達するためには、今までの使い方に比して電力消費量をどの程度削減しなければならないかという情報を表示する。また、同じポップアップ画面にて「使いすぎ機器の確認」アイコンを表示し、実験住宅内で電力消費量の多い機器の設定を確認するよう、ユーザに促す。シミュレーションコース 2 は、ユーザの自発的行動により実験住宅全体の消費電力量を抑制することを期待している。

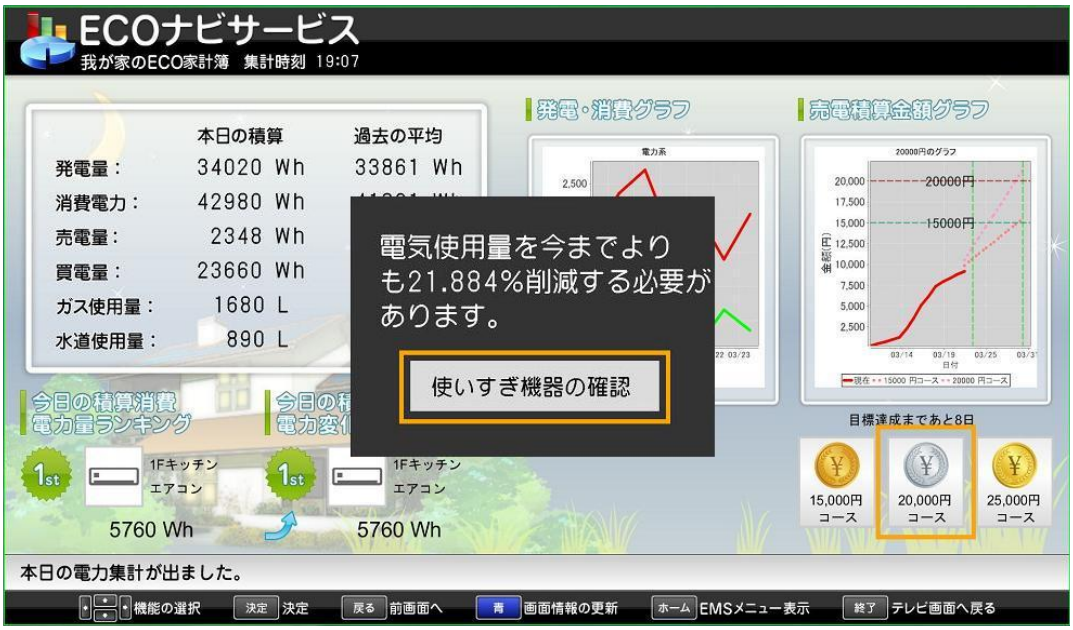

図 5-13　シミュレーションコース 2 のポップアップ画面を表示した画面例

コース 3 アイコンにフォーカスを設定すると、図 5-14 に示すように、シミュレーションコース 3 の折れ線グラフに表示を切り換える。シミュレーションコース 3 のシミュレーション目標金額達成日は、シミュレーションコース 1 のシミュレーション目標金額達成日と同じとし、当日からシミュレーション目標金額達成日までの日数を表示する。シミュレーションコース 3 では、シミュレーション目標金額 2 より高いシミュレーション目標金額 3 を定めておき、シミュレーション目標金額達成日にシミュレーション目標金額 3 に達するように、折れ線グラフを将来に向かって延長する。

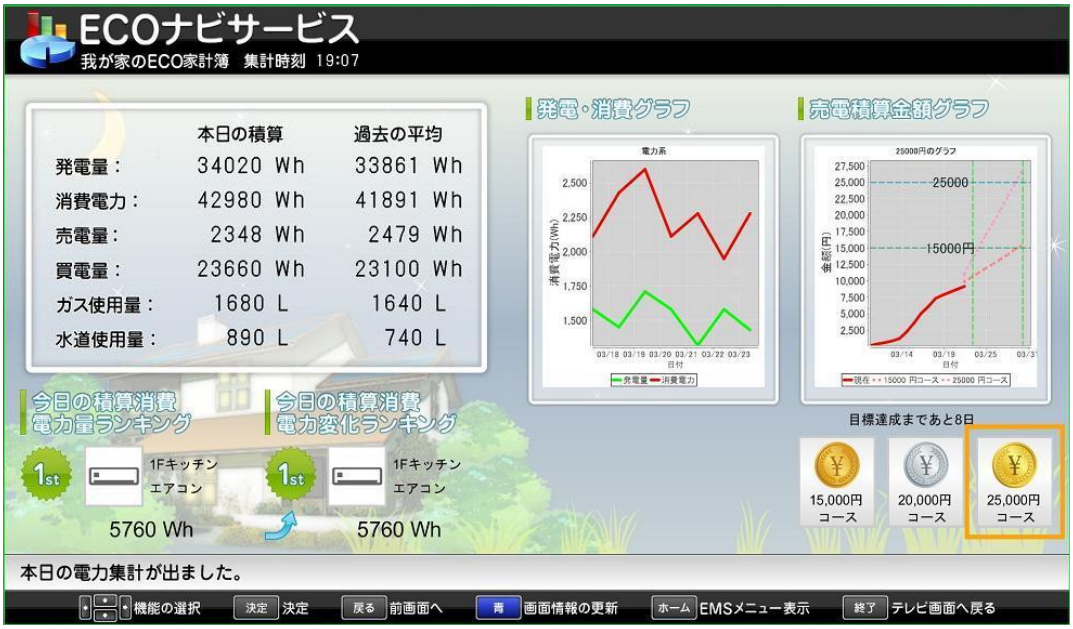

図 5-14　シミュレーションコース 3 の折れ線グラフを表示した画面例

さらに、コース 3 アイコンを選択すると、図 5-15 に示すように、シミュレーションコース 3 用のポップアップ画面を表示する。ポップアップ画面では、売電金額の累積値が目

標金額達成日に目標金額 3 に達するためには、今までの使い方に比して電力消費量をどの程度削減しなければならないかという情報を表示する。また、同じポップアップ画面にて「自動設定」アイコンを表示し、実験住宅の機器を自動設定とするよう、ユーザに促す。但し、本実験システムでは、実験住宅の機器の制御を実際に自動設定することは行わない。シミュレーションコース 3 は、ユーザが実験システムに制御を任せることにより実験住宅全体の消費電力量を抑制することを期待している。

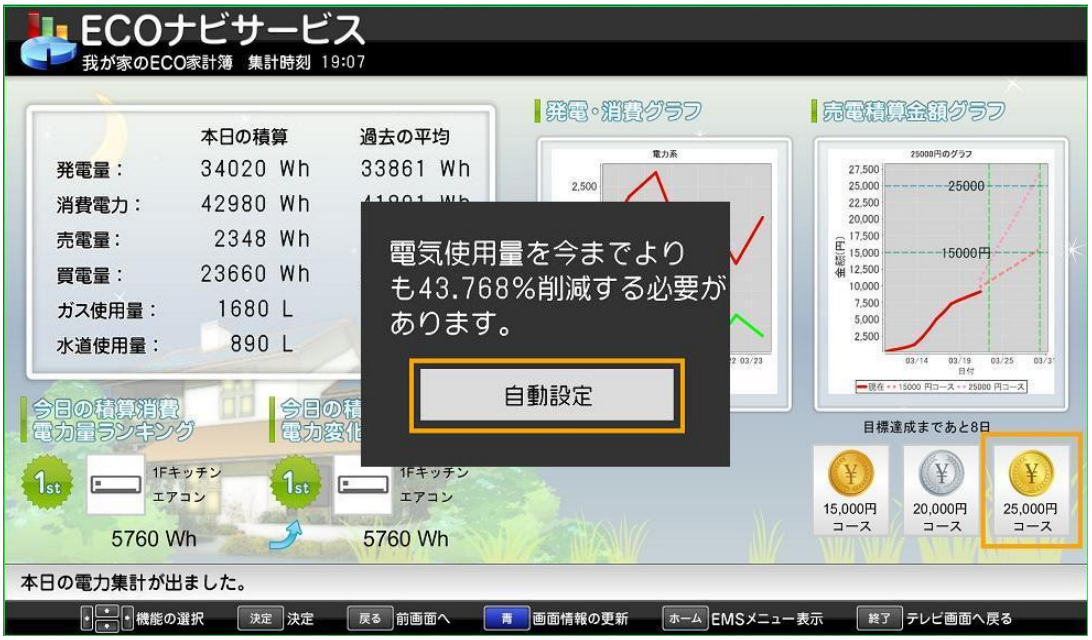

図 5-15　シミュレーションコース 3 のポップアップ画面を表示した画面例

(2) HEMS

本実証実験における HEMS とは、テレビ画面を見ながらテレビ用リモコン送信機で宅内の個々の機器を遠隔制御することに加え、外出、就寝などの生活シーンに合わせて複数の家電を一括制御する機能を指す。

本実験システムは、以下のテレビ向けユーザインタフェースを備えた HEMS を提供する。

(a)　おうちコントロール

メニュー表示第 2 階層のメニューにおいて、おうちコントロールの項目を選択すると、「おうちコントロール」画面に遷移する。図 5-16 は、「おうちコントロール」画面の画面例である。

図 5-16　おうちコントロール画面の画面例

「おうちコントロール」画面の右側には、「外出」アイコン、「起床」アイコン、「食事」アイコン、「掃除」アイコン、「帰宅」アイコン、「就寝」アイコン、「映画鑑賞」アイコンおよび「手動コントロール」アイコンを並べて表示する。これらのアイコンのうち、「手動コントロール」アイコン以外の 7 つのアイコンは、生活シーンに合わせて複数の機器を一括制御するために用いる。「映画鑑賞」アイコンが選択された場合には、複数の機器を一括制御することに加えて、テレビ向けに映画を配信するインターネットサービスに画面遷移する。ユーザは、リモコン操作を 1 回行うだけで、複数の機器を映画鑑賞用に設定するとともに、映画を配信するインターネットサービスを呼び出すことができる。なお、「手動コントロール」アイコンが選択された場合には、一旦「我が家のエネルギーモニタリング」画面に遷移して、部屋および操作対象を選択した後に機器の制御を行う。

「おうちコントロール」画面の左側には、画面右側のアイコンが示す生活シーンに関係のある情報をスライドショー表示する。生活シーンに関係のある情報は高精細な写真の上にメッセージを重ねたものである。生活シーンに関係のある情報の表示により、ユーザが次に行う生活シーンを想像し、その後複数の機器を一括制御することが期待できる。生活シーンに関係のある情報の表示は、ユーザに目的を持たせることで、より効率的かつよりエネルギー削減効果の高い制御にユーザを誘導することを目的とする。

(b)　個別機器の手動コントロール

「我が家のエネルギーモニタリング」画面で、実験住宅の間取りから部屋を選択すると、個別機器の手動コントロール画面に遷移する。図 5-17 は、個別機器の手動コントロール画面の画面例である。

図 5-17　個別機器の手動コントロール画面の画面例

個別機器の手動コントロール画面は、「我が家のエネルギーモニタリング」画面のポップアップ画面として構成される。実験住宅の間取りから選択された部屋に配置された機器のポップアップ画面が横に並べて表示される。機器のポップアップ画面には、機器の名称を表示する。さらに、稼働状態がわかる機器に関しては稼動状態情報を、現在の消費電力がわかる機器に関しては消費電力情報を合わせて表示する。

機器のポップアップ画面のうち 1 つにフォーカスを設定している状態では、当該機器のポップアップ画面を強調表示するとともに、当該機器のポップアップ画面の下部に当該機器の制御用ポップアップ画面を表示する。制御用ポップアップ画面は、当該機器のリモコン送信機を模してデザインされている、例えば、エアコンの制御用ポップアップ画面には、電源ボタン、自動運転ボタン、冷房ボタン、暖房ボタン、除湿ボタンなどが配置されている。また、例えば、テレビの制御用ポップアップ画面には、電源ボタン、チャンネルボタン、音量ボタン、選局ボタンなどが配置されている。ユーザは、テレビのリモコン操作により機器を選択し、それぞれの機器のリモコン送信機と同じ操作で各機器の遠隔制御を行うことができる。

5.2.4. システム概略仕様

本実験システムは、アプリケーションサーバ、機器制御装置、被制御実証機器から構成される。

以下に、アプリケーションサーバと機器制御装置の概略仕様を示す。

(1) アプリケーションサーバ

アプリケーションサーバは、実験住宅内のエネルギー情報を取得して見える化 UI を構築し、テレビの画面を通してユーザに提供する。更にその UI を利用して、実験住宅内の機器の制御を可能にする。

図 5-18 に、アプリケーションサーバの構成を示す。

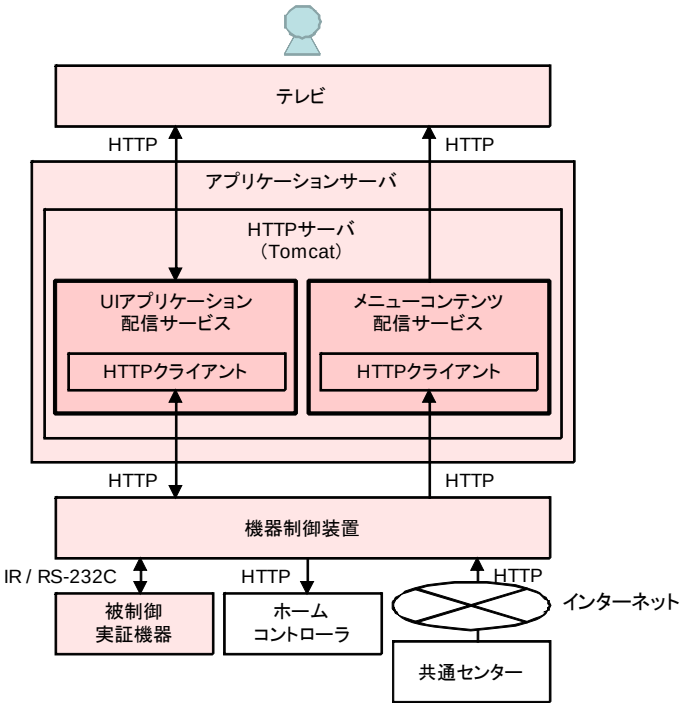

図 5-18　アプリケーションサーバ：構成

アプリケーションサーバは、Ethernet を使用してテレビと IP ネットワークで接続される。アプリケーションサーバ上では HTTP サーバ（Tomcat）が動作しており、その上で二つの Web アプリケーション（Servlet）が動作する。

まずアプリケーションサーバ上では、UI アプリケーションを配信するための仕組みとして、UI アプリケーション配信サービスが動作する。UI アプリケーション配信サービスは、Ex システムを利用して構築される。Ex システムは、テレビのインターネットブラウザ上に SVG を利用した表現力豊かな UI 画面を構築するためのフレームワークであり、Ex システムに対応するインターネットブラウザは、テーマ 2-4 実証テレビに搭載されている。

またアプリケーションサーバ上では、メニューコンテンツを配信するための仕組みとして、メニューコンテンツ配信サービスが動作する。メニューコンテンツ配信サービスは、「新・

モーションガイド」を利用して構築される。「新・モーションガイド」は、テレビ画面上から各種コンテンツへシームレスな移行を可能にするメニューであり、テーマ 2-4 実証テレビに搭載されている。本実験システムでは、「新・モーションガイド」を利用してユーザを本実験システムの見える化 UI へ誘導する。

UI アプリケーション配信サービスとメニューコンテンツ配信サービスは、HTTP サーバ（Tomcat）上の Web アプリケーション（Servlet）であると同時に、HTTP クライアントとして機器制御装置と通信を行う。機器制御装置では、HTTP サーバ（IIS）上で情報取得および機器制御のための Web アプリケーション（ASP .NET）が動作しており、アプリケーションサーバから HTTP プロトコルを使用して情報取得と機器制御を行う。機器制御装置の先には、被制御実証機器やテーマ 2-3 機器が接続される。

表 5-2 に、アプリケーションサーバのハードウェア仕様を示す。

表 5-2　アプリケーションサーバ：ハードウェア仕様

項目	内容
CPU	Intel Core2 Quad 3.00GHz
メモリ	2GB
HDD	320GB

表 5-3 に、アプリケーションサーバのソフトウェア環境を示す。

表 5-3　アプリケーションサーバ：ソフトウェア環境

項目	内容
OS	Microsoft Windows XP Professional SP3
開発環境	Java SE Development Kit（JDK）6.0 Eclipse 3.4
実行環境	Java Runtime Environment（JRE）6.0 Apache Tomcat 6.0.20

以下に、UI アプリケーション配信サービスとメニューコンテンツ配信サービスの概略仕様を示す。

(a)　UI アプリケーション配信サービス（Ex システム）

UI アプリケーション配信サービスは、Ex システムを利用して構築される。

a)　構成と動作

図 5-19 に、UI アプリケーション配信サービスの構成を示す。

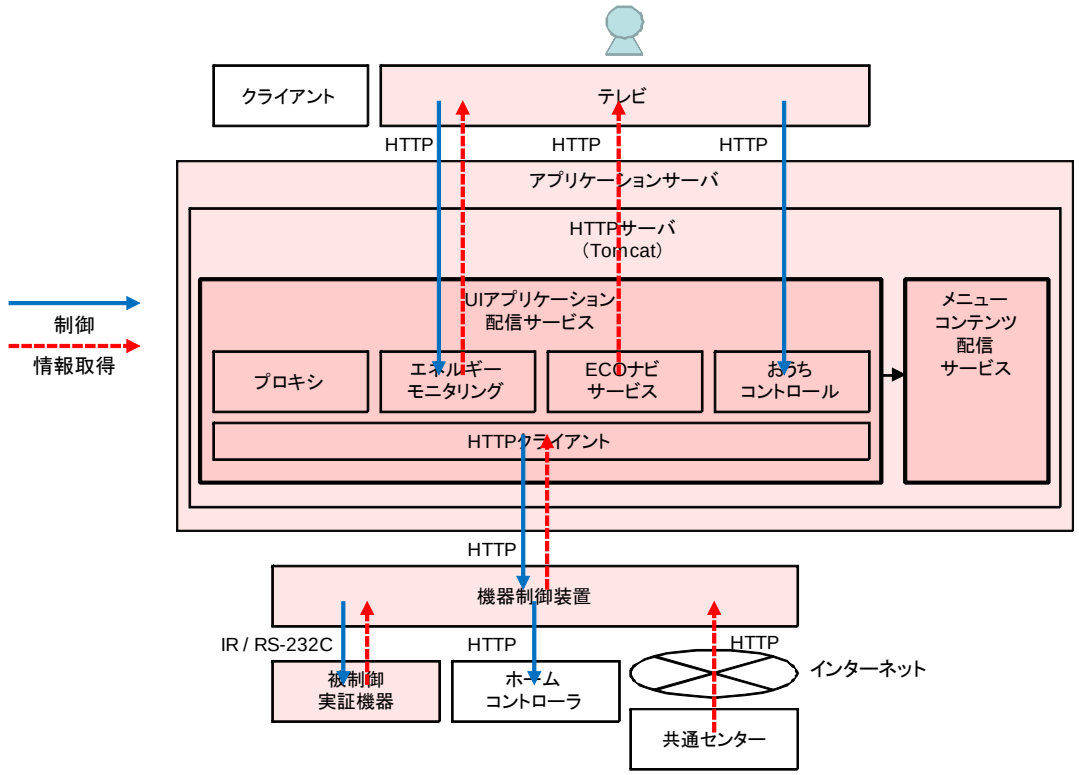

図 5-19　UI アプリケーション配信サービス：構成

Ex システムは、サービスを提供する事業者がインターネット上に用意する Ex サーバに対して、Ex システムに対応したテレビのインターネットブラウザから HTTP プロトコルを使用してアクセスし、そこに用意されている Web アプリケーション（Servlet）を実行する。Web アプリケーションは SVG で記述された UI アプリケーションをテレビに配信し、当該テレビのインターネットブラウザが内蔵する SVG 描画エンジンが、テレビ画面上に表現力豊かな UI 画面を構築する。

本実験システムではこの Ex システムの仕組みを利用するが、Ex サーバはインターネット上ではなく、本実験システム内の IP ネットワーク上にあるアプリケーションサーバにおいて動作させる。本実験システムで用意する Ex サーバのことを、UI アプリケーション配信サービスと呼ぶ。

UI アプリケーション配信サービスは、先に述べた通り、Tomcat 上の Web アプリケーション（Servlet）として構築され、テレビ画面から実験住宅内のエネルギー情報の取得と機器の制御を可能にする。本実験システムでは、テレビの見える化 UI アプリケーションとして、三つの UI アプリケーションを用意する。エネルギーモニタリング、ECO ナビサービス、おうちコントロールの三つである。各 UI アプリケーションの初期画面には、後述する「新・モーションガイド」のメニュー2 階層目から、それぞれ、「電力モニタリング」メニュー、「ECO ナビサービス」メニュー、「おうちコントロール」メニューを選択することで遷移する。

b)　画面

図 5-20 に、各 UI アプリケーションとメニューコンテンツ（後述）の画面遷移を示す。

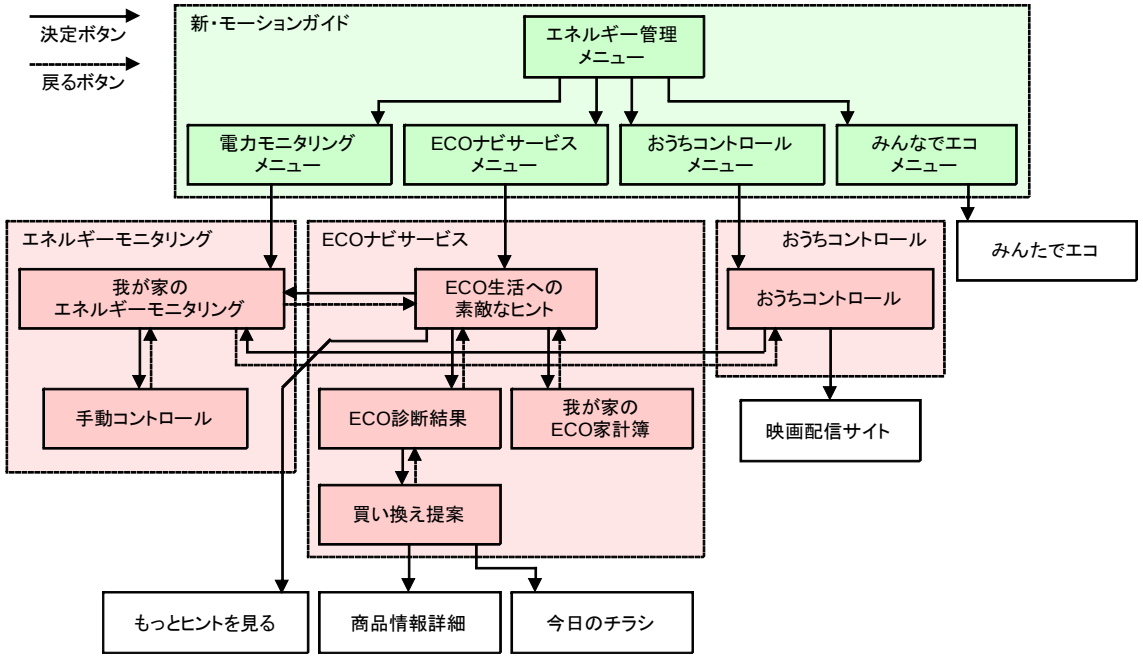

図 5-20　UI アプリケーション配信サービス：画面遷移

以下に各画面の内容を示す。

ｱ)　我が家のエネルギーモニタリング

「新・モーションガイド」から「電力モニタリング」メニューを選択すると、UI アプリケーション「エネルギーモニタリング」が起動し、「我が家のエネルギーモニタリング」画面が表示される。「我が家のエネルギーモニタリング」画面では、実験住宅の間取り図を示して、実験住宅内のエネルギー情報を表示する。「我が家のエネルギーモニタリング」画面へは、後述する「ECO 生活への素敵なヒント」画面や「おうちコントロール」画面からも遷移する。「我が家のエネルギーモニタリング」のサービス詳細は、5.2.3. 提供するサービスと機能 - (1) ECO ナビサービス - (b) 我が家のエネルギーモニタリング　で述べる。

ｲ)　手動コントロール

「我が家のエネルギーモニタリング」画面の間取り図から部屋を選択すると、「手動コントロール」画面へと遷移する。「手動コントロール」画面では、部屋に設置された各機器の制御が行える。手動コントロールのサービス詳細は、5.2.3. 提供するサービスと機能 - (2) HEMS - (b) 個別機器の手動コントロール　で述べる。

ｳ)　ECO 生活への素敵なヒント

「新・モーションガイド」から「ECO ナビサービス」メニューを選択すると、UI アプリケーション「ECO ナビサービス」が起動し、「ECO 生活への素敵なヒント」画面が表示される。「ECO 生活への素敵なヒント」画面では、様々な ECO アドバイスを提供する。この画面で「もっとヒントを見る」アイコンを選択すると、エコロジー生活を提案するインターネットサービスのサイトへ遷移する。「ECO 生活への素敵なヒント」のサービス詳細は、5.2.3. 提供するサービスと機能 - (1) ECO ナビサービス - (c) ECO 生活への素敵なヒント　で述べる。

ｴ)　ECO 診断結果

「ECO 生活への素敵なヒント」画面で「家電機器の ECO 診断」アイコンを選択すると、「ECO 診断結果」画面へと遷移する。「ECO 診断結果」画面では、使い過ぎ機器のリストが表示され、目標稼働時間の設定が行える。「ECO 診断結果」のサービス詳細は、5.2.3. 提供するサービスと機能 - (1) ECO ナビサービス - (d) 家電機器の ECO 診断　で述べる。

ｵ) 買い換え提案

「ECO 診断結果」画面で「買い換え提案」アイコンを選択すると、「買い換え提案」画面へと遷移する。「買い換え提案」画面では、使い過ぎ機器に対して ECO モデルへの買い換え提案を行う。この画面で「商品情報詳細」アイコンを選択すると、買い換え提案機器の詳細情報を紹介するインターネットサービスのサイトへ遷移する。また、「今日のチラシ」アイコンを選択すると、実験住宅周辺の電子チラシを表示するインターネットサービスのサイトへ遷移する。「買い換え提案」のサービス詳細は、5.2.3. 提供するサービスと機能 - (1) ECO ナビサービス - (e) 買い換え提案　で述べる。

ｶ) 我が家の ECO 家計簿

「ECO 生活への素敵なヒント」画面で「我が家の ECO 家計簿」アイコンを選択すると、「我が家の ECO 家計簿」画面へと遷移する。「我が家の ECO 家計簿」画面では、実験住宅内のエネルギー情報を、グラフ等を使用して表示する。「我が家の ECO 家計簿」のサービス詳細は、5.2.3. 提供するサービスと機能 - (1) ECO ナビサービス - (f) 我が家の ECO 家計簿　で述べる。

ｷ) おうちコントロール

「新・モーションガイド」から「おうちコントロール」メニューを選択すると、UI アプリケーション「おうちコントロール」が起動し、「おうちコントロール」画面が表示される。「おうちコントロール」画面では、生活シーンに合わせて実験住宅内の機器を一括制御できる。この画面で映画鑑賞シーンを選択すると、機器を一括制御した後、テレビ向けに映画を配信するインターネットサービスのサイトへ遷移する。「おうちコントロール」のサービス詳細は、5.2.3. 提供するサービスと機能 - (2) HEMS - (a) おうちコントロール　で述べる。

c) 新着通知

UI アプリケーション配信サービスは、ユーザに対する新着情報が存在する場合、メニューコンテンツ配信サービスに新着情報ありの通知を行う。

表 5-4 に、新着通知の内容を示す。

表 5-4　UI アプリケーション配信サービス：新着通知

項目	内容
電力量超過通知	機器のその日の稼働時間が、機器毎に設定される目標稼働時間を上回った場合に発生する 本実験システムでは、被制御実証機器のみが電力量超過通知の対象である

電力量超過が発生すると、「ECO 生活への素敵なヒント」画面に、「使い過ぎ機器があります」というアイコンが追加され、機器の電源を切ることができるようになる。機器の電源を切ると、その機器の電力量超過状態は終了し、翌日まで再び電力量超過状態になることはない。

d) プロキシ

UI アプリケーション配信サービスは、テーマ 2-4 実証テレビ以外のクライアントに対して、被制御実証機器の情報取得や機器制御を行うためのインタフェースを提供する。これにより、本実験システムからテーマ 2-3 機器の情報取得や機器制御が可能なのと同様に、テーマ 2-3 の実験システムから被制御実証機器の情報取得や機器制御が可能となる。

テーマ 2-4 実証テレビ以外のクライアントから UI アプリケーション配信サービスのプロキシにアクセスする際には、HTTP プロトコルを使用する。プロキシは、受信した HTTP リクエストをリクエスト URI から特定される機器制御装置に中継し、それに対する HTTP レスポンスをクライアントに中継する。

(b) メニューコンテンツ配信サービス（新・モーションガイド）

メニューコンテンツ配信サービスは、テーマ 2-4 実証テレビで採用されている「新・モーションガイド」を利用して、テレビ画面上にエネルギー情報のメニューコンテンツを表示させるサービスである。

a) 構成と動作

図 5-21 に、メニューコンテンツ配信サービスの構成を示す。

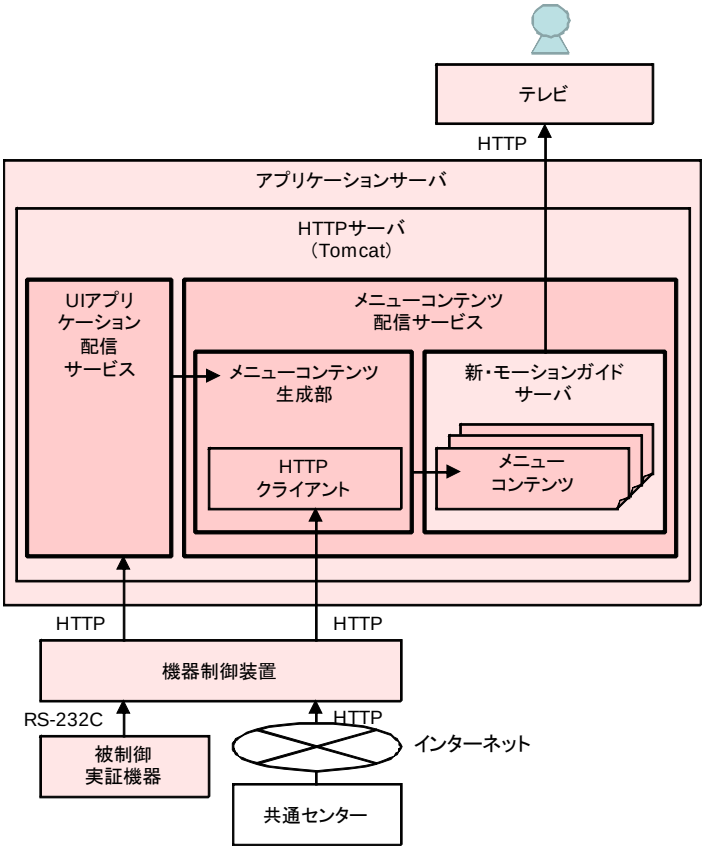

図 5-21　メニューコンテンツ配信サービス：構成

「新・モーションガイド」は、通常、インターネット上に用意する新・モーションガイドサーバに対して、「新・モーションガイド」に対応したテレビから HTTP プロトコルを使用してアクセスし、そこに用意されているメニューコンテンツを取得してテレビ画面上に表示することで実現する。メニューコンテンツとしてはサービス事業者製のコンテンツが用意されている。

本実験システムでは、新・モーションガイドサーバをアプリケーションサーバ上に用意し、テーマ 2-4 実証テレビのファームウェアを変更して、インターネット上ではなくアプリケーションサーバ上の新・モーションガイドサーバにアクセスするよう設定してある。アプリケーションサーバ上の新・モーションガイドサーバ（以後、新・モーションガイドサーバと呼ぶ場合は、特に断りの無い限り、アプリケーションサーバ上の同サーバを指すものとする）は、サービス事業者製のコンテンツに加えて、本実験システムのエネルギー情報のメニューコンテンツをテーマ 2-4 実証テレビに提供する。エネルギー情報のメニューコンテンツは、同じくアプリケーションサーバ上で動作するメニューコンテンツ生成部により生成される。このメニューコンテンツ生成部と新・モーションガイドサーバを合わせて、メニューコンテンツ配信サービスと呼ぶ。

メニューコンテンツ生成部は、Tomcat 上で動作するアプリケーションである。HTTP クライアントの機能を有しており、機器制御装置上の IIS と通信を行って、実験住宅内のエネルギー情報を取得する。また、アプリケーションサーバ上で動作する UI アプリケーション配信サービスから、ユーザに対する新着情報が存在するかを取得する。そして、

これらエネルギー情報と新着情報からメニューコンテンツを生成する。メニューコンテンツの更新は 1 分間隔で行われる。

新･モーションガイドサーバは､Tomcat 上で動作する Web アプリケーション(Servlet)である。通常のメニューコンテンツにメニューコンテンツ生成部が生成したメニューコンテンツを加えて、本実験システム内のテーマ 2-4 実証テレビにこれらメニューコンテンツを提供する。本実験システム内のテーマ 2-4 実証テレビは HTTP プロトコルを使用して新・モーションガイドサーバにアクセスし、取得したメニューコンテンツをテレビ画面上に表示する。

b) メニューコンテンツ内容

本実験システムにおける「新・モーションガイド」のメニューコンテンツは、二階層で構成される。テーマ 2-4 実証テレビのリモコン送信機でインターネットボタンを押すと､メニュー1 階層目が表示される｡メニュー1 階層目は 10 個のメニューで構成される。このうちメニュー2 からメニュー10 は、通常のインターネット上の新・モーションガイドサーバが提供するメニューコンテンツに表示されるのと同様のサービス事業者製コンテンツが表示される。メニュー1 は本実験システムのためにメニューコンテンツ生成部が生成したメニューコンテンツで､ユーザをメニュー2 階層目へと誘導する役割を持つ。

メニュー1 階層目のメニュー1 を選択して決定ボタンを押すと、メニュー2 階層目が表示される。メニュー2 階層目の各メニューは、全て本実験システムのためにメニューコンテンツ生成部が生成したメニューコンテンツで、メニュー1 からメニュー3 は、ユーザを UI アプリケーション配信サービスが提供する各画面へと誘導する役割を持つ｡またメニュー4 は、テーマ 2-3 の実験システムが提供するインターネット上のコンテンツへと誘導する役割を持つ。

以下に各メニューコンテンツの内容を示す。

ｱ) エネルギー管理メニュー

「エネルギー管理」メニューでは、家全体の消費電力と、UI アプリケーション配信サービスから取得した新着情報を表示する｡「エネルギー管理」メニューを選択して決定ボタンを押すと、メニュー2 階層目へと移行する。

ｲ) 電力モニタリングメニュー

「電力モニタリング」メニューは、家全体の消費電力、発電量、売電量を表示する。「電力モニタリング」メニューを選択して決定ボタンを押すと、UI アプリケーション配信サービスが提供する「我が家のエネルギーモニタリング」画面へと移行する。

ｳ) ECO ナビサービスメニュー

「ECO ナビサービス」メニューは、UI アプリケーション配信サービスから取得した新着情報を表示する｡「電力モニタリング」メニューを選択して決定ボタンを押すと、UI アプリケーション配信サービスが用意する「ECO 生活への素敵なヒント」画面へと移行する。

ｴ) おうちコントロールメニュー

「おうちコントロール」メニューを選択して決定ボタンを押すと、UI アプリケーション配信サービスが用意する「おうちコントロール」画面へと移行する。

オ)　みんなでエコメニュー

「みんなでエコ」メニューを選択して決定ボタンを押すと、テーマ 2-3 の実験システムが用意するインターネット上のコンテンツへと移行する。

(2) 機器制御装置

機器制御装置は各部屋に一台ずつ設置され、アプリケーションサーバからのリクエストに応じて、機器（分電盤、ガスメーター、水道メーター、エアコン、テレビ）の情報取得と、機器（エアコン、テレビ、LED 照明、ブラインド）の制御を行う。

図 5-22 に、機器制御装置の構成を示す。

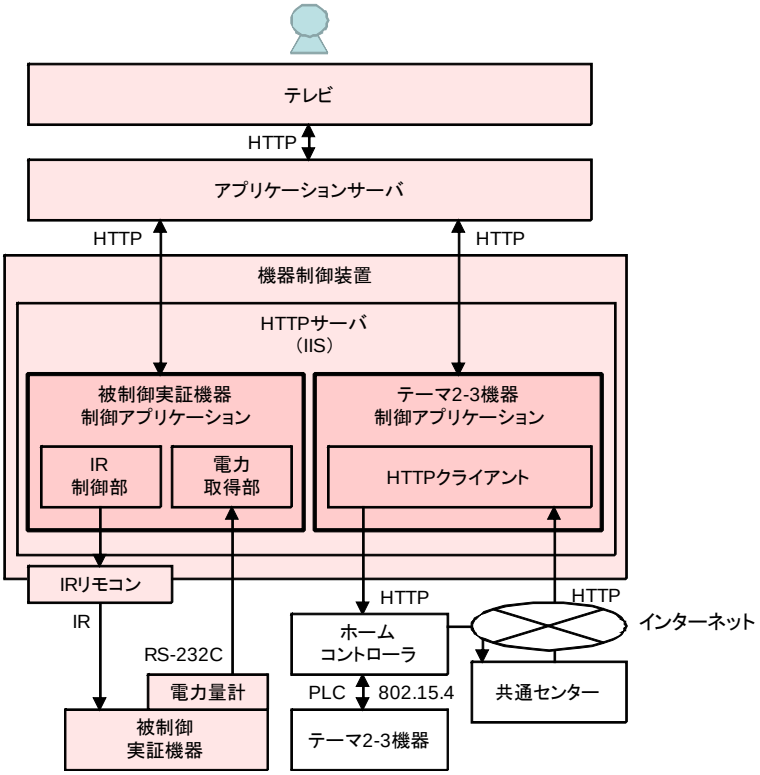

図 5-22　機器制御装置：構成

機器制御装置上では、二つのアプリケーションが動作する。一つ目は被制御実証機器制御アプリケーションで、本実験システムで用意した機器（エアコン、テレビ、LED 照明）の情報取得と機器制御を行う。二つ目はテーマ 2-3 機器制御アプリケーションで、テーマ 2-3 の実験システムで用意した機器（分電盤、ガスメーター、水道メーター、エアコン、ブラインド）の情報取得と機器制御を行う。

被制御実証機器制御アプリケーションは、全ての機器制御装置上でそれぞれ動作する。一方テーマ 2-3 機器制御アプリケーションは、機器制御装置の中のいずれか一台でだけ動作する。本実験システムでは、テーマ 2-3 機器制御アプリケーションはリビングの機器制御装置上で動作する。

表 5-5 に、機器制御装置のハードウェア仕様を示す。

表 5-5　機器制御装置：ハードウェア仕様

項目	内容
CPU	Intel Core2 Duo 2.53GHz
メモリ	2GB
HDD	250GB

表 5-6 に、機器制御装置のソフトウェア環境を示す。

表 5-6　機器制御装置：ソフトウェア環境

項目	内容
OS	Microsoft Windows XP Professional SP3
開発環境	Microsoft Visual C# 2008 Microsoft Visual Web Developer 2008
開発言語	C#
実行環境	Microsoft .NET Framework 3.5 SP1 Microsoft IIS 5.1（ASP .NET）
データベース	Microsoft Access

被制御実証機器制御アプリケーションとテーマ 2-3 機器制御アプリケーションは、Microsoft .NET Framework 上で動作する。アプリケーションサーバからのリクエストを処理するため、IIS 上の Web アプリケーション（ASP .NET）として実行される。

以下に、被制御実証機器制御アプリケーションとテーマ 2-3 機器制御アプリケーションの概略仕様を示す。

(a)　被制御実証機器制御アプリケーション

図 5-23 に、被制御実証機器制御アプリケーションの構成を示す。

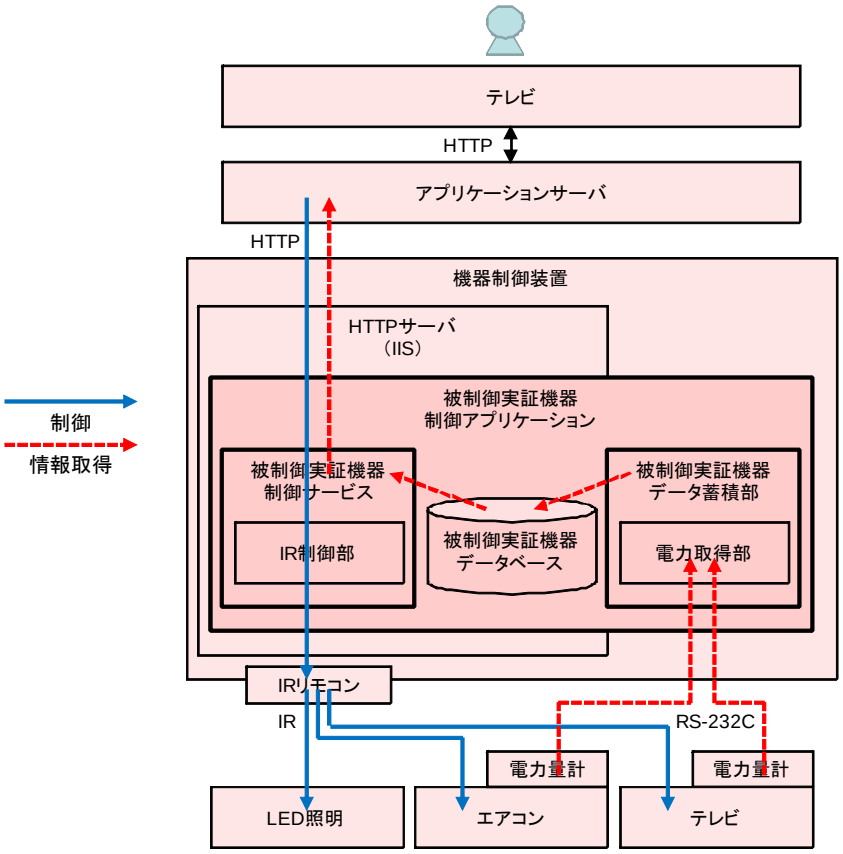

図 5-23　被制御実証機器制御アプリケーション：構成

被制御実証機器制御アプリケーションは、二つのアプリケーションで構成される。一つ目は被制御実証機器データ蓄積部で、機器（エアコン、テレビ）の電力情報を収集して被制御実証機器データベースに蓄積する。二つ目は被制御実証機器制御サービスで、アプリケーションサーバからの情報取得リクエストに応じて被制御実証機器データベースに蓄積された電力情報を返す。また、アプリケーションサーバからの機器制御リクエストに応じて機器（エアコン、テレビ、LED 照明）を制御する。被制御実証機器データ蓄積部と被制御実証機器制御サービスは、被制御実証機器データベースを共有するが、独立したプロセスとして実行される。

図 5-24 に、本実験システムにおける被制御実証機器制御アプリケーションの配置を示す。

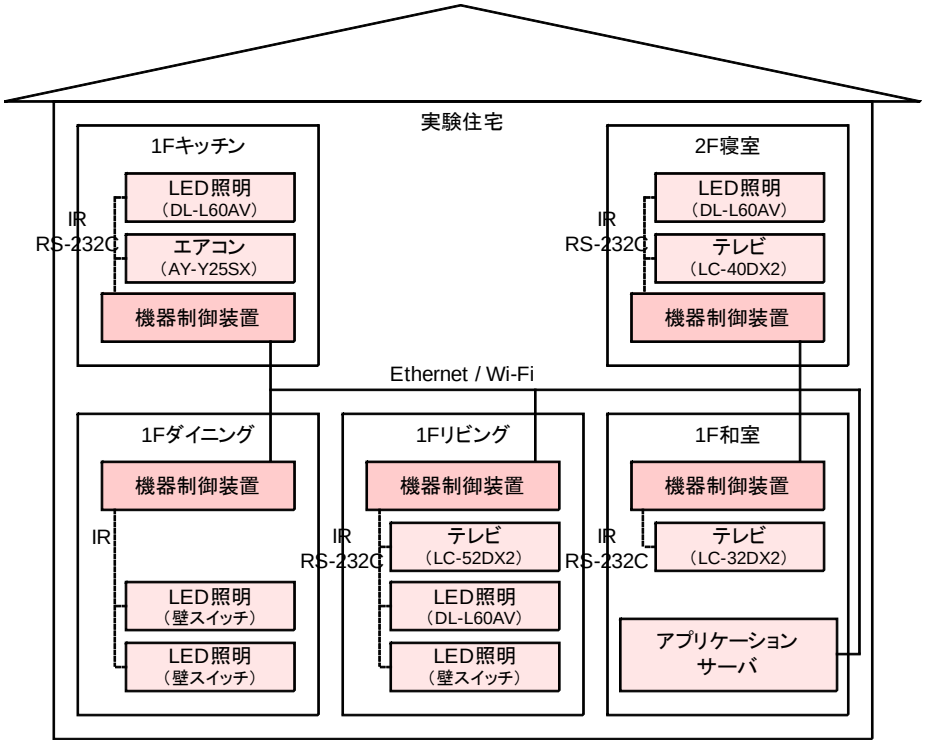

図 5-24　被制御実証機器制御アプリケーション：配置

本実験システムでは、実験住宅の五つの部屋（リビング、ダイニング、キッチン、1 階和室、2 階寝室）が実験対象となっている。各部屋には機器制御装置が一台ずつ配置され、各機器制御装置上で被制御実証機器制御アプリケーションが動作する。各被制御実証機器制御アプリケーションが情報取得や機器制御の対象としている機器は、図に示す通りである。各機器制御装置は Ethernet または無線 LAN で実験住宅内の IP ネットワークに接続され、アプリケーションサーバと通信を行う。図では省略してあるが、実際にはテレビも IP ネットワークに接続され、アプリケーションサーバやインターネット上のコンテンツにアクセスする。

a)　被制御実証機器データ蓄積部

被制御実証機器データ蓄積部は、機器制御装置に RS-232C で接続された電力量計から機器（テレビ、エアコン）の電力情報を収集して、被制御実証機器データベースに蓄積する。電力量計は、機器の AC プラグと部屋の AC コンセントの間に接続され、1 分間隔で電力情報を計測する。

表 5-7 に、本実験システムで被制御実証機器データ蓄積部が収集するデータの種類を示す。

表 5-7　被制御実証機器データ蓄積部：データの種類

部屋	機器	データの種類
リビング	テレビ	消費電力
キッチン	エアコン	消費電力

1 階和室	テレビ	消費電力
2 階寝室	テレビ	消費電力

表 5-8 に、各データベースの形式を示す。

表 5-8　被制御実証機器データ蓄積部：データベース形式

ID	時刻	経過時間（分）	積算電力量（Wh）	瞬時電力（W）
:	:	:	:	:
21212	2010/02/09 5:40:20	588:17	53155	917
21213	2010/02/09 5:41:20	588:18	53170	907
21214	2010/02/09 5:42:20	588:19	53183	758
21215	2010/02/09 5:43:20	588:20	53196	771
21216	2010/02/09 5:44:20	588:21	53208	679
:	:	:	:	:

電力情報は電力量計にて 1 分間隔で計測され、被制御実証機器データベースの 1 レコードとして記録される。1 レコード中の各カラムの意味は、それぞれ表に示した通りである。ID と経過時間はデータ蓄積開始時点からの値である。

b)　被制御実証機器制御サービス

被制御実証機器制御サービスは、IIS 上の Web アプリケーション（ASP .NET）として実行される。HTTP プロトコルを使用してアプリケーションサーバと通信を行う。アプリケーションサーバから情報取得のリクエストを受信すると、被制御実証機器データベースに蓄積されている電力情報を所定の形式に変換して返信する。また、アプリケーションサーバから機器制御のリクエストを受信すると、IR リモコン送信機を使用して、機器（エアコン、テレビ、LED 照明）に IR 信号を送信して制御を行う。

(b)　テーマ 2-3 機器制御アプリケーション

図 5-25 に、テーマ 2-3 機器制御アプリケーションの構成を示す。

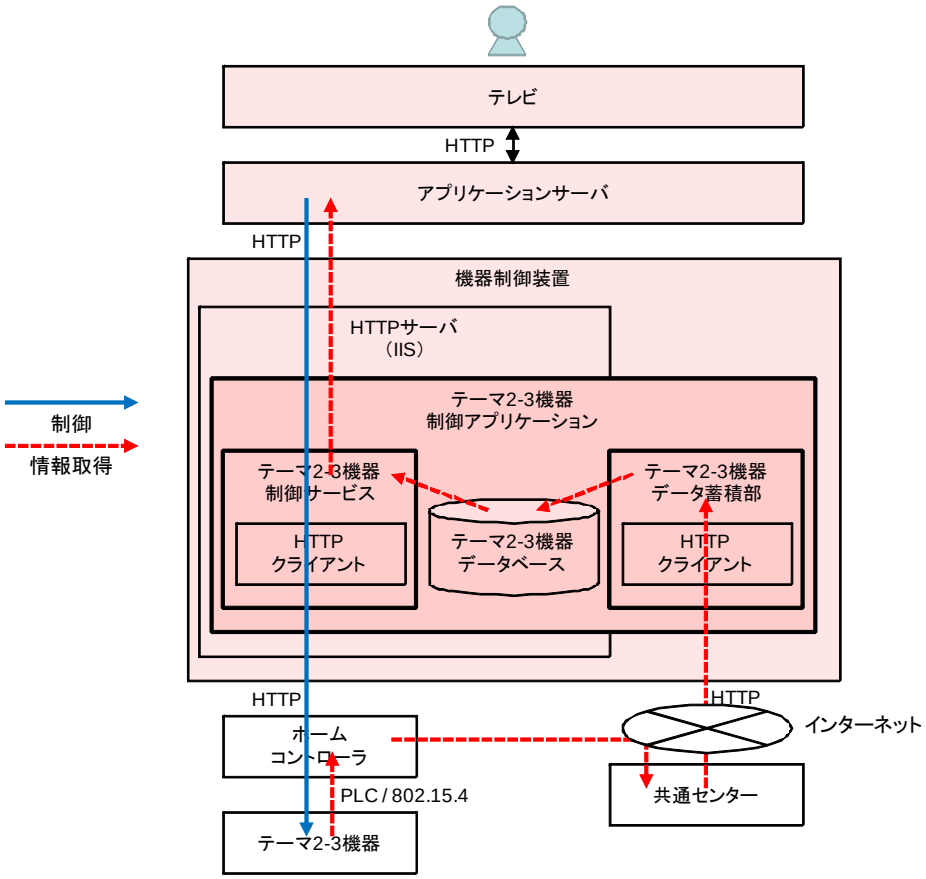

図 5-25　テーマ 2-3 機器制御アプリケーション：構成

テーマ 2-3 機器制御アプリケーションは、二つのアプリケーションで構成される。一つ目はテーマ 2-3 機器データ蓄積部で、共通センターを介して機器（分電盤、ガスメーター、水道メーター）の電力・ガス・水道情報を収集して、テーマ 2-3 機器データベースに蓄積する。二つ目はテーマ 2-3 機器制御サービスで、アプリケーションサーバからの情報取得リクエストに応じてテーマ 2-3 機器データベースに蓄積された電力情報を返す。また、アプリケーションサーバからの機器制御リクエストに応じて機器（エアコン、ブラインド）を制御する。テーマ 2-3 機器データ蓄積部とテーマ 2-3 機器制御サービスは、テーマ 2-3 機器データベースを共有するが、独立したプロセスとして実行される。

図 5-26 に、本実験システムにおけるテーマ 2-3 機器制御アプリケーションの配置を示す。

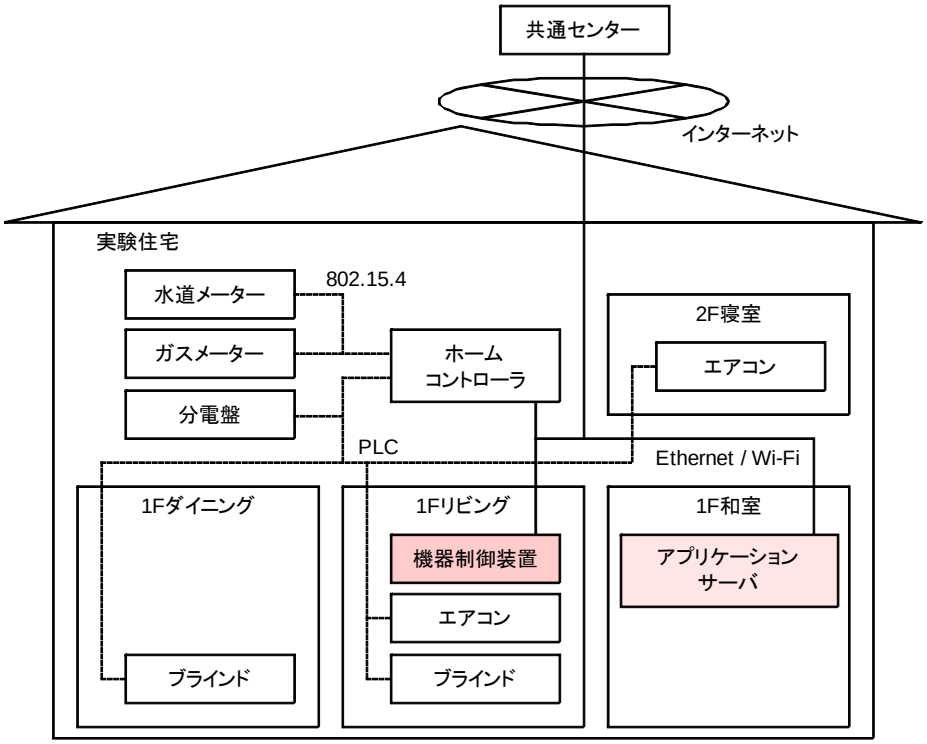

図 5-26　テーマ 2-3 機器制御アプリケーション：配置

テーマ 2-3 機器制御アプリケーションは、機器制御装置の中のいずれか一台でだけ動作すれば良い。本実験システムでは、テーマ 2-3 機器制御アプリケーションはリビングの機器制御装置上で動作する。リビングの機器制御装置上で動作してはいるが、テーマ 2-3 機器制御アプリケーションは、実験住宅に設置されている全てのテーマ 2-3 機器に対する情報取得と機器制御を受け持つこととなる。本実験システムでテーマ 2-3 機器制御アプリケーションが対象としている機器は、図に示す通りである。機器制御装置は Ethernet または無線 LAN で実験住宅内の IP ネットワークに接続され、アプリケーションサーバ、ホームコントローラ、共通センターと通信を行う。

a)　テーマ 2-3 機器データ蓄積部

テーマ 2-3 機器データ蓄積部は、インターネット上の共通センターと HTTP プロトコルを使用して通信を行い、ホームコントローラからアップロードされた機器（分電盤、ガスメーター、水道メーター）の電力・ガス・水道情報を収集して、テーマ 2-3 機器データベースに蓄積する。共通センターには 1 分間隔でアクセスして情報を収集する。

表 5-9 に、本実験システムでテーマ 2-3 機器データ蓄積部が収集するデータの種類を示す。

表 5-9　テーマ 2-3 機器データ蓄積部：データの種類

機器	対称	データの種類
分電盤	家全体	消費電力
	リビング	消費電力
	キッチン	消費電力
	1 階和室	消費電力
	2 階寝室	消費電力
	リビングエアコン	消費電力
	キッチンエアコン	消費電力
	1 階和室エアコン	消費電力
	2 階寝室エアコン	消費電力
	太陽光発電	発電量
	ガス発電	発電量
	家全体	買電量
	家全体	売電量
ガスメーター		ガス使用量
水道メーター	給湯以外	水道使用量
	給湯関係	水道使用量

表 5-10 と表 5-11 に、各エネルギー情報のデータベースの形式を示す。

表 5-10　テーマ 2-3 機器データ蓄積部：データベース形式（電力）

ID	時刻	経過時間（分）	積算電力量（Wh）	瞬時電力（W）
:	:	:	:	:
7948	2010/02/13 12:36:20	180:36	798520	2450
7949	2010/02/13 12:37:20	180:37	798570	2610
7950	2010/02/13 12:38:20	180:38	798610	2550
7951	2010/02/13 12:39:20	180:39	798650	2480
7952	2010/02/13 12:40:20	180:40	798690	2210
:	:	:	:	:

表 5-11　テーマ 2-3 機器データ蓄積部：データベース形式（ガス・水道）

ID	時刻	経過時間（分）	積算使用量（1/10L）	未使用
:	:	:	:	:
1488	2010/02/20 2:10:24	345:21	2159	0
1489	2010/02/20 2:39:25	345:50	2160	1
1490	2010/02/20 2:40:25	345:51	2161	1
1491	2010/02/20 3:09:25	346:20	2165	0
1492	2010/02/20 3:10:25	346:21	2165	0
:	:	:	:	:

1 分間隔で計測したエネルギー情報が共通センターにアップロードされている。テーマ 2-3 機器データ蓄積部は共通センターにアクセスしてエネルギー情報を収集し、テーマ 2-3 機器データベースに記録する。1 レコード中の各カラムの意味は、それぞれ表に示した通りである。ID と経過時間はデータ蓄積開始時点からの値である。

b)　テーマ 2-3 機器制御サービス

テーマ 2-3 機器制御サービスは、IIS 上の Web アプリケーション（ASP .NET）として実行される。HTTP プロトコルを使用してアプリケーションサーバと通信を行う。アプリケーションサーバから情報取得のリクエストを受信すると、テーマ 2-3 機器データベースに蓄積されている電力情報を所定の形式に変換して返信する。また、アプリケーションサーバから機器制御のリクエストを受信すると、ホームコントローラにアクセスし、PLC を経由してテーマ 2-3 機器（エアコン、ブラインド）の制御を行う。

5.2.5. 実施シナリオ

実証実験の実施期間のうち前半 1 週間は対称実験期間として、実験住宅に設置された実験システムは動かさない。照明器具には白熱電球をとりつけたままとする。被験者には、対称実験期間中は、あまり省エネにこだわらず、快適さを保ったまま生活してもらう。

実証実験の実施期間のうち後半 1 週間は本実験期間とする。実験住宅内の照明器具にとりつけられた白熱電球は LED 電球に交換する。被験者には、不便さや煩わしさを感じない範囲で、本実験システムの ECO ナビサービスや HEMS を使って生活してもらう。

対称実験期間中および本実験期間中のアプリケーションサーバおよび機器制御装置のログ情報は、アプリケーションサーバおよび機器制御装置にそれぞれ蓄積する。アプリケーションサーバに蓄積するログ情報を表 5-12 に、機器制御装置に蓄積するログ情報を表 5-13 に、それぞれ示す。

表 5-12　アプリケーションサーバに蓄積するログ情報

ログ種別	ログ詳細
テレビへの アプリケーション配信	新・モーションガイドで配信するアプリケーションの 内容および配信時刻
	Ex システムで配信するアプリケーションの 内容および配信時刻
テレビでの操作	新・モーションガイドで配信するアプリケーションでの 操作内容および操作時刻
	Ex システムで配信するアプリケーションでの 操作内容および操作時刻
	インターネットサービスへの アクセスおよびアクセス時刻
アプリケーション サーバの収集情報	機器制御装置から収集した情報および収集時刻
	ホームコントローラから収集した情報および収集時刻
	インターネットサービスから収集した情報および収集時刻
各機器への制御依頼	機器制御装置への制御依頼内容および依頼時刻
	ホームコントローラに依頼する テーマ 2-3 の実験システムの機器に対する 制御内容および依頼時刻

表 5-13　機器制御装置に蓄積するログ情報

ログ種別	ログ詳細
赤外線リモコン制御	テレビの制御の内容および配信時刻
	エアコンの制御の内容および配信時刻
	LED 照明の制御の内容および配信時刻
収集した電力量	テレビが使用する電力量および収集時刻
	エアコンが使用する電力量および収集時刻

対称実験期間中および本実験期間中は、実験システムは 1 日に 24 時間動作する。実験住宅には、保守要員、操作要員等は滞在しない。

本実験開始前と終了後には、各被験者に対してアンケートおよび聞き取り調査を実施する。

5.3. 実証実験の結果

5.3.1. 事前準備

(1) テーマ 2-3 の実験システムとの連携

本実験システムは、テーマ 2-3 の実験システムと連携して動作する。具体的には、テーマ 2-3 の実験システムの機器が収集した情報を取得し、当該情報または当該情報を加工した情報を宅内のテレビに対して情報配信し表示する。また、テレビ用リモコン送信機でテーマ 2-3 の実験システムの機器を遠隔制御する。テーマ 2-3 の実験システムの機器が収集した情報のうち本実験システムで利用する情報を表 5-14 に示す。

表 5-14　本実験システムで利用するテーマ 2-3 の実験システムで収集された情報

取得情報	備考
発電量	太陽光、ガス
消費電力	家全体 各部屋（リビング、キッチン、1 階和室、2 階寝室） 各部屋のエアコン
売電量	
買電量	
ガス使用量	
水道使用量	

また、テレビ用リモコン送信機でテーマ 2-3 の実験システムの機器を遠隔制御する。本実験システムが遠隔操作するテーマ 2-3 の実験システムの機器は、ブラインドおよびエアコンである。

(2) 実験住宅への機器の配置

実験住宅の部屋構成および被験者家族の生活パターンの情報を入手し、被験者と相談の上で、実証実験に使用する部屋および設置する機器を決めた。実験住宅の部屋構成および設置機器は、表 5-15 の通りである。

表 5-15　実験住宅の部屋構成および設置機器

階	部屋名	実験対象	設置機器	備考
1 階	キッチン	○	テレビ エアコン 主照明（LED 照明）	被験者家族は、キッチンで食事する。
	ダイニング	○	主照明（LED 照明） ダウンライト（LED 照明） ブラインド	リビングとダイニングとの間には仕切りがない。 ダイニングとリビングのブラインドは一括で制御される。
	リビング	○	テレビ エアコン 主照明（LED 照明） ダウンライト（LED 照明） ブラインド	
	和室	○	テレビ エアコン	
2 階	寝室（洋室 1）	○	テレビ エアコン 主照明（LED 照明）	被験者 1 の寝室である。
	洋室 2	×		
	洋室 3	×		
	クローゼット	×		
	書斎	×		
	浴室	×		
屋根裏	ファミリールーム	×		
	小部屋	×		

キッチンには、テレビ 1 台、エアコン 1 台および LED 照明 1 式を設置する。LED 照明は主照明として使用する。キッチンにはさらに機器制御装置 1 台を設置する。機器制御装置は、エアコンおよび主照明を制御するリモコン信号を送信し、エアコンの電力量を測定する。

ダイニングには、LED 照明 2 式を設置する。LED 照明のうち 1 式は主照明とし、もう 1 式はダウンライトとして使用する。ダイニングにはさらに機器制御装置 1 台を設置する。機器制御装置は、主照明およびダウンライトを制御するリモコン信号を送信する。

リビングには、テレビ 1 台、エアコン 1 台および LED 照明 2 式を設置する。LED 照明のうち 1 式は主照明とし、もう 1 式はダウンライトとして使用する。リビングにはさらに機器制御装置 1 台を設置する。機器制御装置は、テレビ、主照明およびダウンライトを制御す

るリモコン信号を送信し、テレビの電力量を測定する。また、テーマ 2-3 の実験システムを経由してエアコンおよびブラインドを制御し、エアコンの電力量を測定する。

和室には、テレビ 1 台およびエアコン 1 台を設置する。和室にはさらに機器制御装置 1 台を設置する。機器制御装置は、テレビを制御するリモコン信号を送信し、テレビの電力量を測定する。また、テーマ 2-3 の実験システムを経由して、エアコンの電力量を測定する。

寝室には、テレビ 1 台、エアコン 1 台および LED 照明 1 式を設置する。LED 照明は主照明として使用する。寝室にはさらに機器制御装置 1 台を設置する。機器制御装置は、テレビおよび主照明を制御するリモコン信号を送信し、テレビの電力量を測定する。また、テーマ 2-3 の実験システムを経由してエアコンを制御し、電力量を測定する。

なお、同一の部屋に 2 式以上の LED 照明を設置すると、LED 照明が同時に制御されてしまうので、それぞれで赤外線学習リモコン送信機のデータが異なる被制御機器を使用する。例えばリビングでは、主照明に赤外線リモコン対応の LED を使用し、ダウンライトには赤外線リモコンに対応した壁スイッチを使用することで、主照明とダウンライトを別々に制御する。

(3) ユーザインタフェースの調整

(a) 実験住宅の間取りおよび機器の配置に合わせた調整

実験住宅の間取りおよび機器の配置に合わせてユーザインタフェースの調整を行った。

「我が家のエネルギーモニタリング」画面の右側に描く間取りは、実際の実験住宅の間取りに合わせて作成した。実験住宅は屋根裏部屋を有しているが、実験対象の部屋に合わせて 1 階と 2 階の間取りのみを描いた。また、実験対象の部屋には、各部屋に配置された操作可能な機器をアイコン表示した。

「おうちコントロール」画面の、「外出」アイコン、「起床」アイコン、「食事」アイコン、「掃除」アイコン、「帰宅」アイコン、「就寝」アイコンおよび「映画鑑賞」アイコンのいずれかを選択したときの制御は、実験住宅の間取りおよび被験者家族の生活パターンに合わせて、表 5-16 に示すとおりとした。

表 5-16　おうちコントロール画面で実行する機器制御

アイコン種別	制御対象機器		制御内容	画面遷移先
外出	家全体の	エアコン	電源を切る	―
		テレビ	電源を切る	
		LED 照明	電源を切る	
		ブラインド	閉める	
起床	リモコン操作された部屋の	エアコン	暖房運転にする	―
		ブラインド	開ける	
食事	キッチンの	LED 照明	全灯・電球色に設定する	―
掃除	家全体の	エアコン	電源を切る	―
		テレビ	電源を切る	
		ブラインド	開ける	
帰宅	リビングの	エアコン	自動運転にする	―
	リビング／ダイニングの	LED 照明	全灯に設定する	
就寝	リモコン操作された部屋の	テレビ	電源を切る	―
		ブラインド	閉める	
映画鑑賞	リモコン操作された部屋の	LED 照明	微灯に設定する	映画を配信するインターネットサービス
		ブラインド	閉める	
手動コントロール	―			我が家のエネルギーモニタリング画面

(b)　実証実験の実施期間に合わせた調整

「我が家の ECO 家計簿」画面の右半分に表示する売電金額の累積値の折れ線グラフを、実証実験の実施期間に合わせて調整を行った。

対称実験期間中に取得した実験住宅の日ごとの売電金額の実績情報に基づき、本実験期間中の折れ線グラフの推移を予想した。シミュレーション目標金額達成日が本実験終了後になり、かつ、シミュレーション目標金額達成日が遠い将来にならないように、シミュレーション目標金額を設定した。具体的には、シミュレーション目標金額 1 を 15,000 円、シミュレーション目標金額 2 を 20.000 円、シミュレーション目標金額 3 を 25,000 円とした。

(4) コンテンツの選定

(a)　ひとことアドバイス

「ECO 生活への素敵なヒント」画面の右上には、ひとことアドバイスとして、エコロジ

ーな生活を提案する文を表示する。ひとことアドバイスは、省エネ行動喚起効果を検証するため、A群からＥ群の 5 つのカテゴリーに分けて文章を作成した。

A群およびB群のメッセージは、被験者に日常生活での省エネの工夫を提案し、数日以内の直接の省エネ行動を喚起することを目的としている。また、C群およびD群のメッセージは、被験者に将来の生活で遭遇する可能性のある場面での省エネの工夫を提案し、将来的な省エネ行動を喚起するための知識を与えることを目的としている。

A群のメッセージとB群のメッセージ、およびC群のメッセージとD群のメッセージは、各メッセージが対になっている。各メッセージの対は一部の表現のみが異なっている。A群およびC群のメッセージは経済性を強調し、省エネが被験者に直接メリットを与えることを訴求する。これに対して、B群およびD群のメッセージは社会性を強調し、省エネが地球環境に優しいことを訴求する。

なお、A群からD群に分類しないメッセージとして、Ｅ群のメッセージを設けた。これは、A群からD群のメッセージが定型的であるため、Ｅ群のメッセージを挿入することにより被験者を飽きさせないことを意図している。

表 5-17 に、ひとことアドバイスに使用するメッセージを示す。なお、ひとことアドバイスは、表 5-17 に並べた順番とは異なる順番で表示し、できるだけ同じ群のメッセージや同じ対のメッセージが連続して表示されないようにする。

表 5-17　ひとことアドバイスのメッセージ

カテゴリー	メッセージ
A 群	暖房便座のフタを閉めれば熱を逃がさず省エネに。 1 年間で約 920 円おトクです。
B 群	暖房便座のフタを閉めれば熱を逃がさず省エネに。 1 年間で約 14kg の CO2 を削減できます。
A 群	フローリング掃除は「弱」でも、取れるゴミは同じ。 掃除機の設定で 1 年間に約 950 円お得。
B 群	フローリング掃除は「弱」でも、取れるゴミは同じ。 1 年間に約 14kg の CO2 を削減できます。
A 群	冷蔵庫の開閉時間や回数を減らしましょう。 時間と回数が半分なら、1 年に約 1670 円おトク。
B 群	冷蔵庫の開閉時間や回数を減らしましょう。 時間と回数が半分なら、年間約 25kg の CO2 削減。
A 群	野菜の加熱はゆでるより電子レンジにおまかせ。 短時間調理で、なおかつ 1 回に約 5.1 円オトク。
B 群	野菜の加熱はゆでるより電子レンジにおまかせ。 短時間調理で、CO2 の削減も 1 回当り 0.1kg。
A 群	エアコンのフィルタをお掃除しましょう。

	月 2 回の掃除で、1 年間に約 730 円お得。
B 群	エアコンのフィルタをお掃除しましょう。 月 2 回の掃除で、1 年間に約 11kg の CO2 削減。
C 群	統一省エネラベルは、省エネ性能を星で表示。 テレビのエコポイントは 5 つ星で最大 36000 点。
D 群	統一省エネラベルは、省エネ性能を星で表示。 5 つ星のテレビなら省エネ基準達成度が 164%以上。
C 群	東京から大阪へ行くときは何を使っていますか？ 鉄道を使えば都心から都心へ一直線。
D 群	東京から大阪へ行くときは何を使っていますか？ 鉄道の環境負荷は飛行機の 20 分の 1 です。
C 群	屋上緑化をご存知ですか。あるショッピングセンター では、エアコンの電気代が 374 万円も下がりました。
D 群	屋上緑化をご存知ですか。あるショッピングセンター では、年間 CO2 排出量を 75 トンも削減しました。
C 群	電気自動車は普及する？本体価格は高いものの、 燃費はガソリン車の約 3 分の 1 ですみます。
D 群	電気自動車は普及する？本体価格は高いものの、 排気ガスを出さないクリーンな乗り物です。
C 群	パーク＆ライドで、公共交通機関の利用を。 駐車場代や電車代が安くなる場合があります。
D 群	パーク＆ライドで、公共交通機関の利用を。 都心の渋滞を緩和し、大気汚染を軽減します。
E 群	国民運動「チャレンジ 25 キャンペーン」は、 1990 年比温室効果ガス 25%削減をめざします。
E 群	ラムサール条約は、湿地の保存に関する国際条約。 水鳥の生息地として重要な湿地の生態系を守ります。
E 群	一家団らんで省エネ！家族が同じ部屋で、 食事やテレビを楽しめば、それだけでとってもエコ♪
E 群	地元の食材で食エコ！地産地消は、運送の エネルギーも削減するし、食料自給率アップに貢献。
E 群	ペットボトルのキャップで世界の子供にワクチンを！ キャップ 800 個でポリオワクチン 1 人分に。
E 群	暖房、給湯でも省エネを！家庭で使われるエネルギー の内訳：暖房 21%、給湯 36%、照明・家電 41%。

(b) スライドショー表示するコンテンツ

「ECO 生活への素敵なヒント」画面の左側に表示する、エコロジーな生活を提案する情報としては、株式会社インフォリーフの協力を得て、同社のテレビ向けデジタルマガジン「kumukumu」の中のブログ情報を使用した。このブログは、「食卓ノムコウ」のタイトルで、食をテーマに身近な出来事を綴ったものであり、テレビで視聴されることを意識した構成になっている。本実証実験では、「食卓ノムコウ」を構成するページの中から、特にエコロジーな生活を提案するブログを複数選定して、「ECO 生活への素敵なヒント」画面の左側に文章と写真とからなるブログをスライドショー表示した。

また、「おうちコントロール」画面右側のアイコンが示す生活シーンに関係のある情報として、「食事」シーンに関係ある情報として料理の写真および説明、「外出」シーンに関係ある情報として散歩を連想させる写真および説明、「掃除」シーンに関係ある情報として清潔さや静寂さを連想させる写真および説明を、同画面の左側にスライドショー表示した。

(c) インターネットサービスが提供するコンテンツ

「ECO 生活への素敵なヒント」画面において、被験者が「もっとヒントを見る」アイコンを選択したときには、インターネットサービスである「kumukumu」を表示するようにした。「kumukumu」は株式会社インフォリーフ社が運営するテレビ向けデジタルマガジンであり、日常の好奇心を満たす特集記事と、持続可能なエコロジーライフのための情報提供で構成されている。

「買い換え提案」画面において、被験者が「商品情報詳細」アイコンを選択したときには、シャープ株式会社のホームページの中の、商品情報を紹介するページを表示するようにした。

「買い換え提案」画面において、被験者が「今日のチラシ」アイコンを選択したときには、インターネットサービスである「Shufoo!」を表示するようにした。「Shufoo!」は凸版印刷株式会社が運営する電子チラシサービスであり、新聞の折り込みチラシを電子化してネットで見られるようにしている。

「おうちコントロール」画面において、被験者が「映画鑑賞」アイコンを選択したときには、インターネットサービスである「アクトビラ」を表示するようにした。「アクトビラ」は株式会社アクトビラが運営するポータルサイトであり、デジタルテレビを対象とした映像コンテンツ配信サービスなどを行なっている。コンテンツ配信サービスの中には映画等をビデオ・オン・デマンドとして配信するサービスも含まれる。

(5) ハードウェアの調整

(a) 機器制御装置の発光強度の増強

既設の家電製品や住設機器を制御するために、機器制御装置のハードウェアに赤外線リモコンによる制御機能を付与した。機器制御装置はパソコンとパソコンに接続可能な市販の学習リモコン送信機から構成し、学習リモコン送信機は赤外線リモコン信号を学習する機能と学習信号を送信する機能を有する市販品を使用した。しかし、当該学習リモコン送信機は、一般のテレビ用の赤外線リモコン送信機と比較して発光強度が低い仕様となって

いたため、発光強度を強化する改造を行なった。

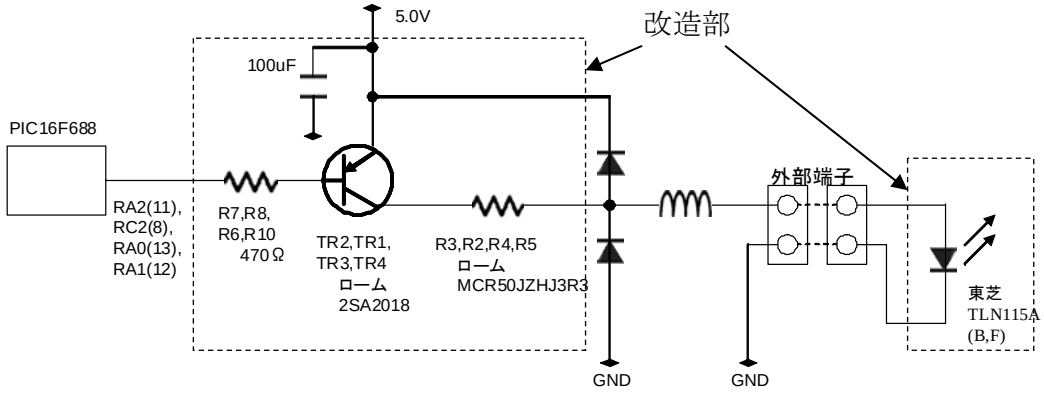

図 5-27　機器制御装置の発光強度増大化のための改造用回路図

(b)　機器制御装置の発光範囲の拡大化

通常の赤外線リモコン送信機は制御対象の方向に向けて操作することを想定しており、赤外線リモコン送信機を固定していると被制御機器の方向に赤外線が放射できない場合がある。このため、市販の全方位性発光部を図 5-28 のように接続して使用した。

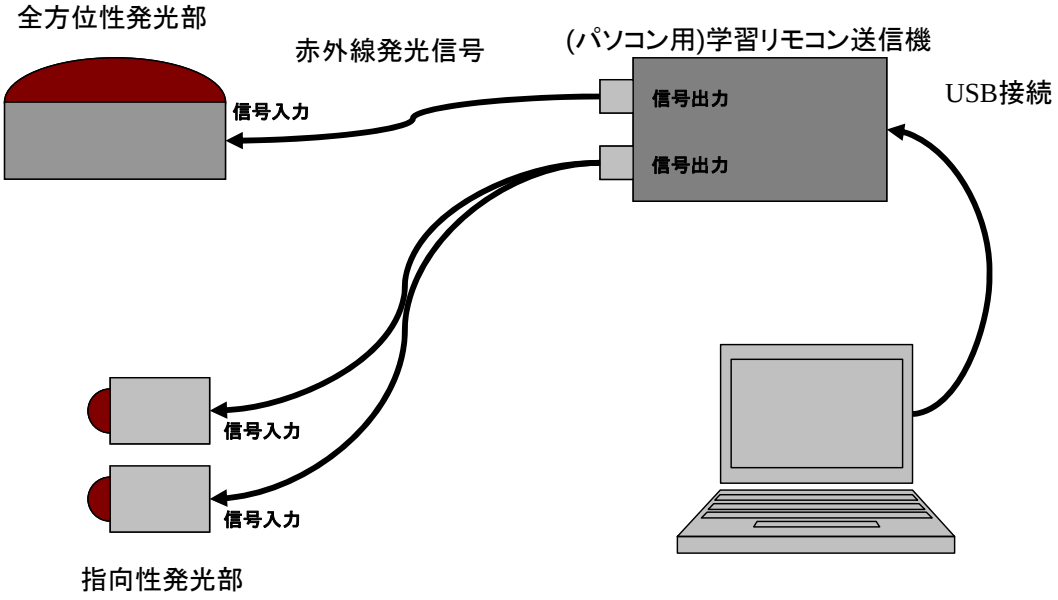

図 5-28　機器制御装置の発光範囲拡大のための全方位性発光部の接続図

(c)　機器制御装置の赤外線信号の学習方法

選定した市販の学習リモコン送信機は、学習時に赤外線の消灯区間を短めに検出してしまう傾向があった。このように学習した赤外線リモコン信号は、送信時も消灯区間が短いままで送信されてしまうため、被制御機器によっては正しく動作しなかったり、通信可能距離が短くなってしまったりする問題があった。このため、今回の実証実験では消灯区間が正しい長さになるように学習データを補正して使用した。また制御の確実性を向上させ

るために、同じデータを 2 回送信するようにした。

(d)　機器制御装置の設置方法

機器制御装置の設置は、発光部を被制御機器の方向に向け、かつ、被制御機器に近づけることが望ましい。図 5-29 に調整後の機器制御装置、発光部、そして被制御対象である赤外線リモコンに対応した壁スイッチの設置の様子を示す。また、図 5-30 は全方位性の発光部と壁スイッチの写真であり、この全方位性の発光部を用いて赤外線リモコン対応の LED 照明を制御した。

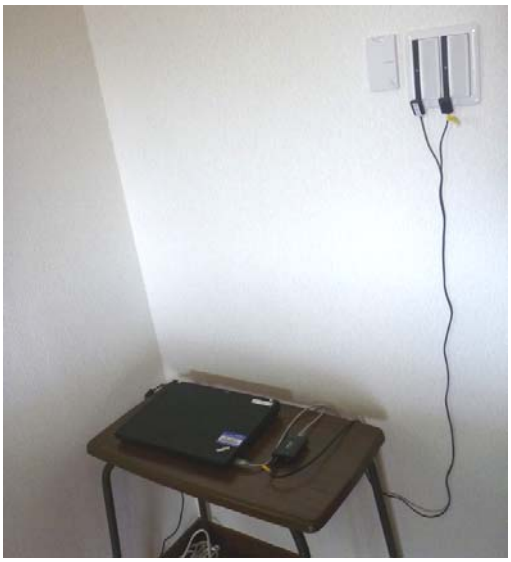

図 5-29　機器制御装置の発光部の設置の様子：機器制御装置と発光部と被制御対象

図 5-30　機器制御装置の発光部の設置の様子：全方位性の発光部

⑹ 被験者アンケートおよび聞き取り調査

実証実験開始前に、被験者に対してアンケートを実施することとした。質問項目は「省エネに関して普段はどのようなことを考えておられますか？」であり、自由記述形式とした。

実証実験終了後には、被験者からの聞き取り調査を実施することとした。まずは、実証実験開始前の被験者アンケートの質問項目に対応し、「本実験システムを使ってみて、省エネに関して考えておられることはどのように変わりましたか？」ということを聞き取り調査し、その後実験システムの表示画面ごとに、画面イメージを示しながら使用時の感想や評価を聞き出すこととした。

5.3.2. 実験結果

(1) 被験者の使用履歴情報の解析

本実証実験では、対称実験期間および本実験期間のそれぞれの期間で、被験者のエネルギー使用履歴情報（家全体、各部屋、および各機器の消費電力量）の計測を行い、その比較を行った。

図 5-31 から図 5-42 に、本実証実験で実験対象とした家全体および各部屋（リビング、キッチン、1 階和室、2 階寝室）の一日当たりの消費電力量と、各機器（エアコン、テレビ）の時間帯別消費電力を示す。

(a) 家全体

図 5-31 は、家全体の一日当たりの消費電力量の推移を示したグラフである。

対称実験期間と比較して、本実験期間で消費電力量が減少傾向にあることが分かる。週の中では、平日と比較して土日（6 日、7 日および 13 日、14 日）の消費電力量が高く、平日の中では週末にかけて消費電力が高くなる傾向にある。これは出勤日など被験者の一週間の生活サイクルに起因するものであると考えられる。一方、両実験期間の同じ曜日の消費電力を比較すると消費電力量は減少しており、本実験システムによる行動喚起が有効に働いた結果と考えられる。

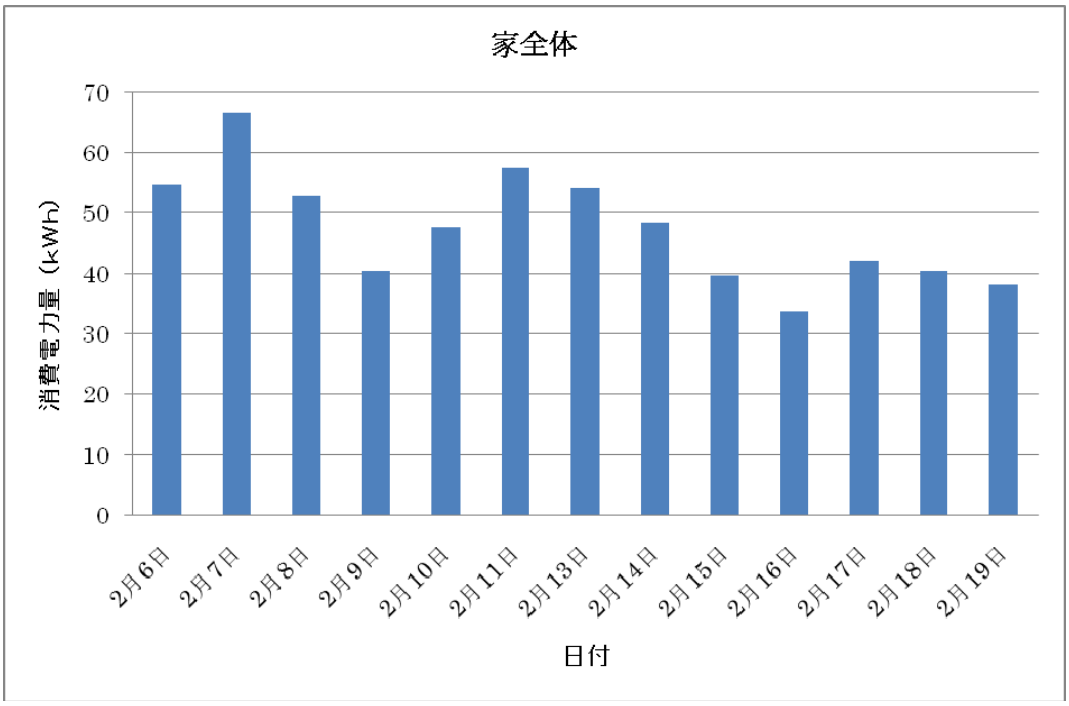

図 5-31　家全体の一日当たりの消費電力量

図 5-32 は、家全体の時間帯別の消費電力の推移を示したグラフである。

この図からも、対称実験期間と比較して本実験期間の消費電力が低くなっていることが確認できる。起床時(AM4 時から 6 時頃)および就寝前(PM8 時から 10 時頃)の消費電力がそれほど変わらないのは、この時間帯はエアコンの暖房の使用を避けられないためと考えられる。それ以外の時間帯では消費電力が減少しており、本実験システムによる行動喚起が有効に働いたことを示している。

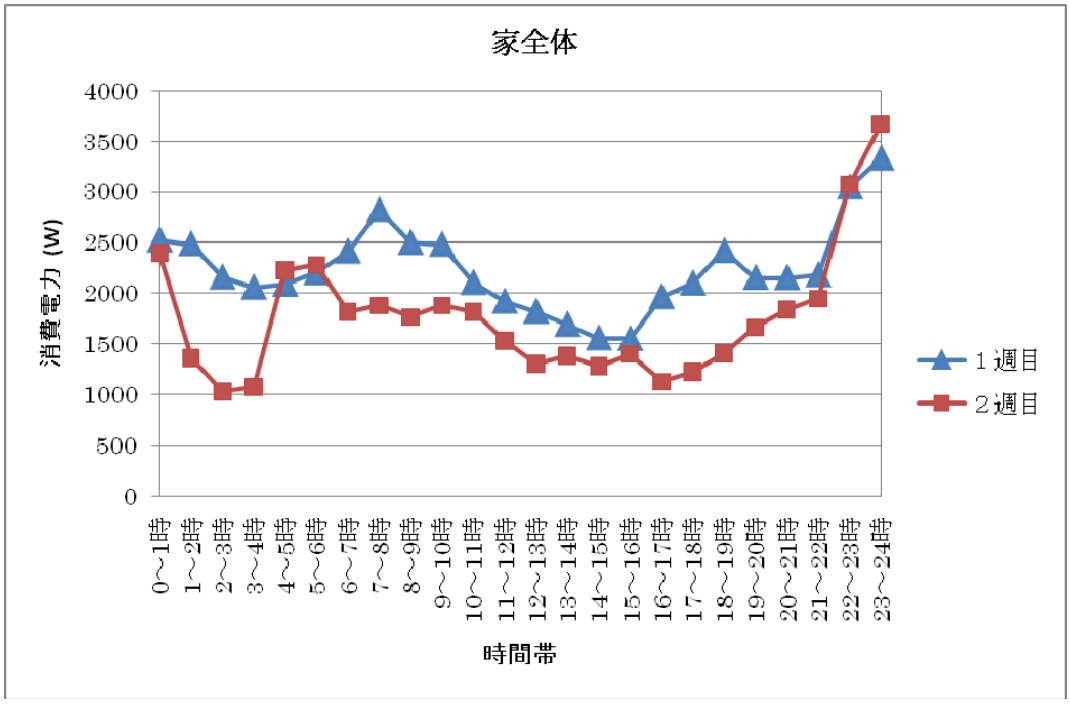

図 5-32　家全体の時間帯別消費電力

(b)　リビング

図 5-33 は、リビングの一日当たりの消費電力量の推移を示したグラフである。

対称実験期間と比較して、本実験期間で消費電力量が大きく減少していることが分かる。これは、被験者に対する聞き取り調査でも明らかになったことであるが、被験者は本実験期間中はリビングでの生活を控えて、他の部屋で生活するようになった結果である。本実験システムの見える化 UI の ECO ナビサービスでは、家族が同じ部屋で食事やテレビを楽しむことで省エネに繋がることをアドバイスしており、本実験結果は、被験者がこのアドバイスに則した生活スタイルを実践したことを示している。

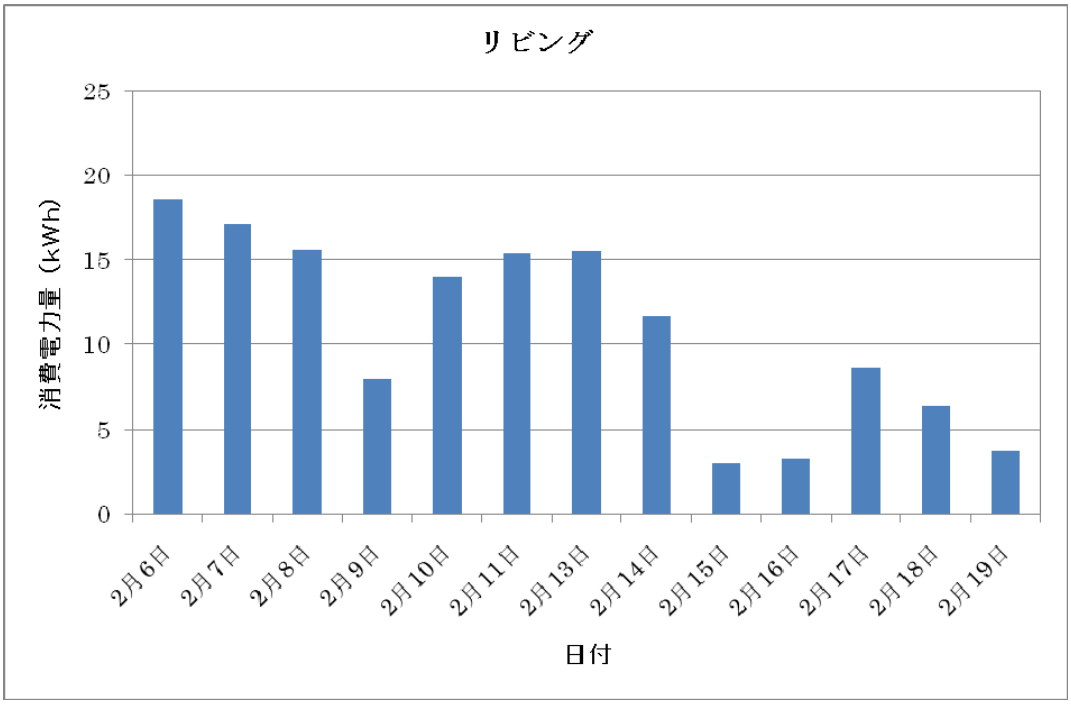

図 5-33　リビングの一日当たりの消費電力量

図 5-34 は、リビングエアコンの時間帯別の消費電力の推移を示したグラフである。

ほぼ全ての時間帯で、対称実験期間と比較して本実験期間の消費電力が低くなっている。被験者はエアコンの電源を小まめに落とす、または設定温度を低めにするなどしていたと考えられ、ここでも被験者がリビングでの生活を控えるようになったことが確認できる。特に 16 時から 21 時の間の消費電力の減少が顕著なのは、被験者がキッチンでの食事（準備や後片付けを含む）の際に、使用していないリビングの電源を落としていたためと考えられる。日中と比較して 20 時から 23 時の間の両実験期間の消費電力にあまり差がない理由については後述する。

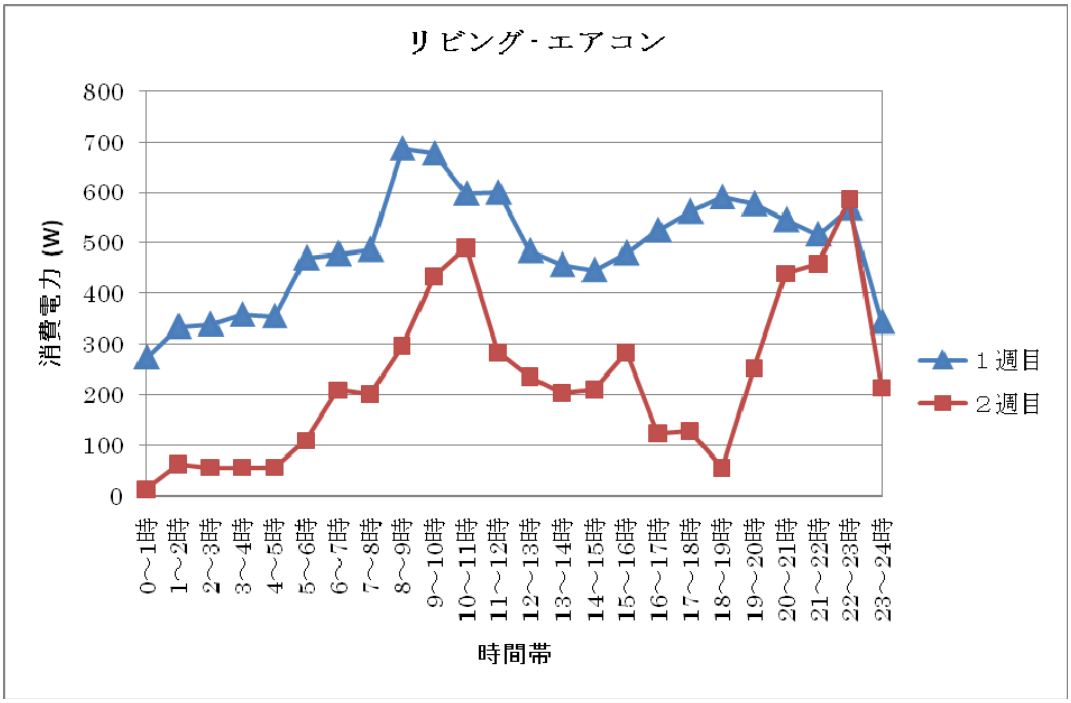

図 5-34　リビング - エアコンの時間帯別消費電力

図 5-35 は、リビングテレビの時間帯別の消費電力の推移を推定したグラフである。

対称実験期間と本実験期間を比較すると、就寝中と次に述べる例外を除いて消費電力が減少しており、本実験期間はリビングの使用が控えられていたことがここでも確認できる。例外とは 20 時から 24 時の間で、この時間帯は本実験期間の消費電力の方が高くなっている。これは、本実験期間と重なる 2 月 12 日から 2 月 28 日にかけて冬季オリンピックが開催されていたことが影響していると思われる。リビングには実験住宅で最も画面サイズが大きいテレビ（52 型）が設置されており、被験者は先の時間帯に冬季オリンピック報道番組をリビングのテレビで観賞していたと考えられる。図 5-34 によると、20 時から 23 時の間、両実験期間でリビングエアコンの消費電力にあまり差がなかったが、これは被験者が、リビングでテレビ観賞している間はその部屋のエアコンも使用していたためと推察される。

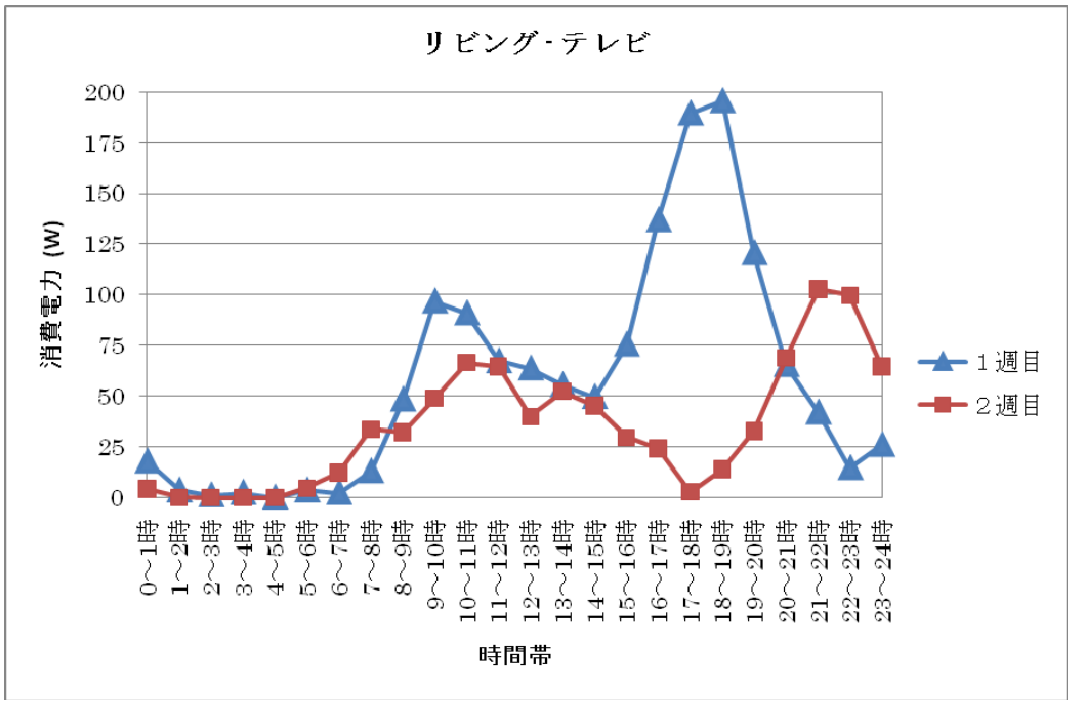

図 5-35　リビング - テレビの時間帯別消費電力

(c) キッチン

図 5-36 は、キッチンの一日当たりの消費電力量の推移を示したグラフである。

キッチンでは、対称実験期間と本実験期間の間でほとんど差異が見られない。むしろ僅かながら消費電力量が増加している。また消費電力量の値を見てみると、図 5-33 のリビングの消費電力量と比較して、両実験期間を通して高い水準で維持されていることが分かる。各実験期間別で比較すると、対称実験期間ではリビングとキッチンの消費電力量がほぼ同じ水準であるが、本実験期間ではリビングの消費電力量が大きく減少しているのに対しキッチンの消費電力量は微増している。このことから被験者は、対称実験期間はリビングとキッチンの両方を同程度に使用する浪費型の生活スタイルを取っていたが、本実験期間ではリビングの使用を控えてキッチンを主に使用する省エネ型の生活スタイルに転換したと考えられる。

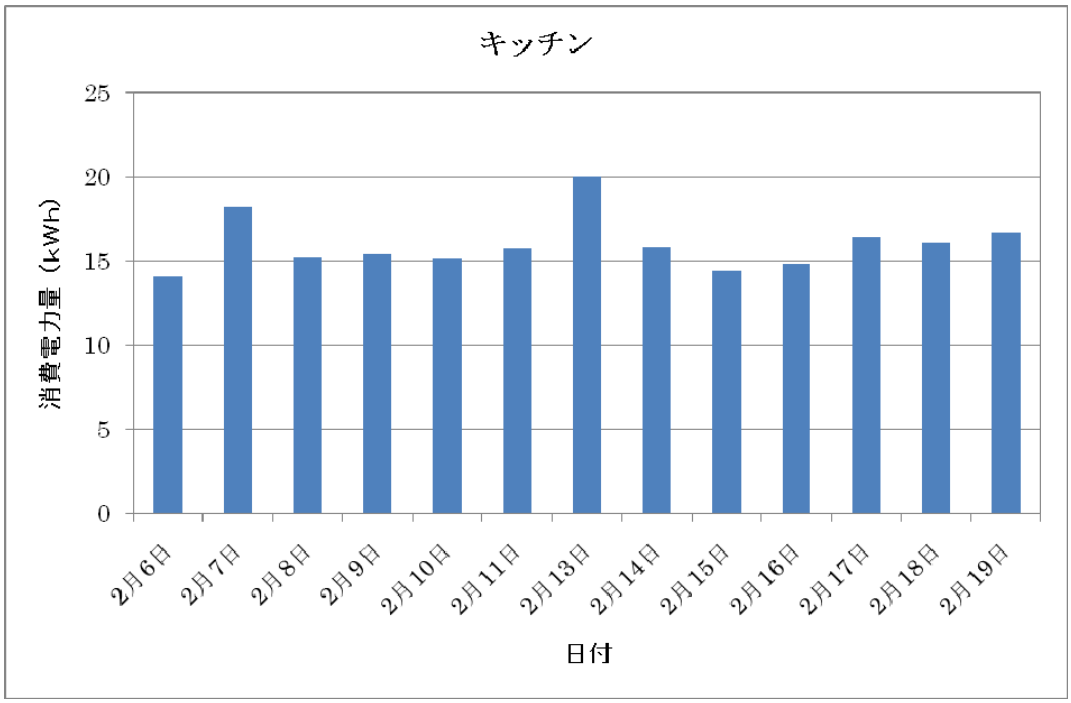

図 5-36　キッチンの一日当たりの消費電力量

図 5-37 は、キッチンエアコンの時間帯別の消費電力の推移を示したグラフである。

図 5-37 より、一日の中で見ると、対称実験期間と本実験期間で消費電力の推移に異なる傾向が見られる。まず夜間では、対称実験期間と比較して本実験期間の消費電力が減少している。これは、就寝中使用されていないキッチンエアコンの電源が落とされていたことを示している。21 時から 24 時の間の減少分については、被験者がリビングのテレビを主に使用していたことと一致しており、その間キッチンエアコンの電源は落としていたものと考えられる。一方日中では、対称実験期間と比較して本実験期間の消費電力はむしろ増加している。これは図 5-36 の結果と一致しており、図 5-33 から図 5-35 で本実験期間のリビングの消費電力が減少していたことと合わせると、被験者が、対称実験期間ではリビングとキッチンの両方に分散して生活していたものを、本実験期間ではキッチンを主な生活の場とするようになったことを裏付けるものである。

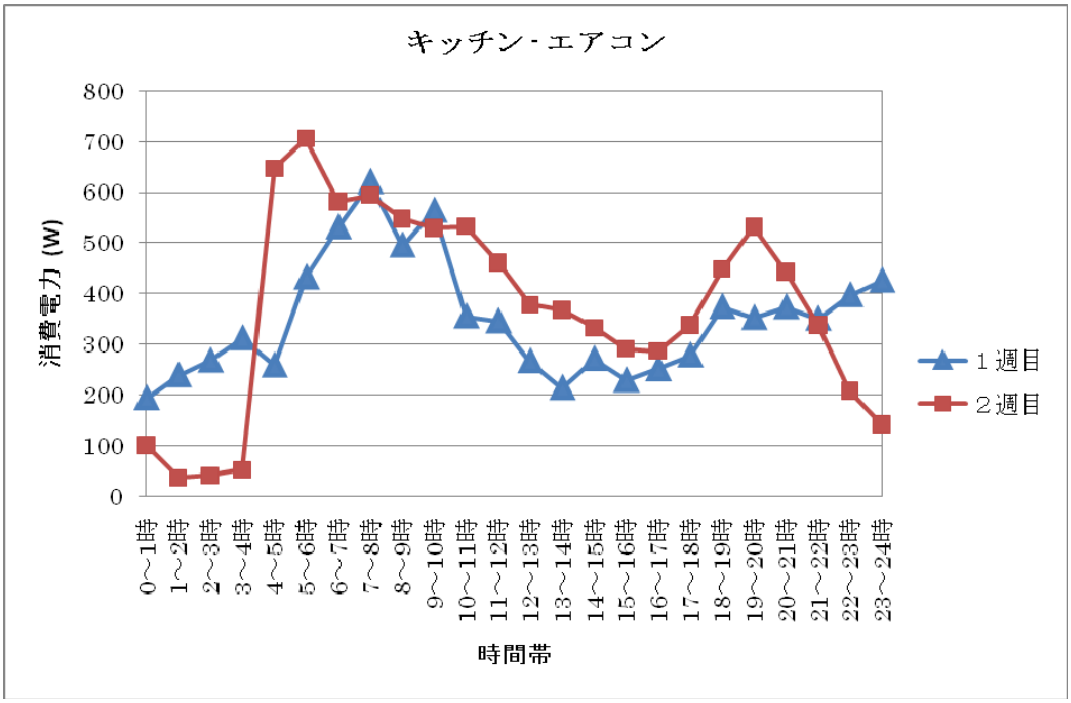

図 5-37　キッチン - エアコンの時間帯別消費電力

図 5-38 は、キッチンのテレビと照明の時間帯別の合計消費電力の推移を示したグラフである。キッチンにはテーマ 2-3 の実験システムのテレビが設置され、テレビ単体の消費電力の測定は行われなかった。そこで分電盤で測定したキッチンの部屋全体の消費電力（エアコンは除く）から夜間定常電力（冷蔵庫等の消費電力と思われる）を除き、これをテレビと照明の消費電力と見なしている。

図 5-38 からも、日中の消費電力は対称実験期間と比較して本実験期間の方が増加していることが確認でき、被験者がキッチンを主な生活の場としていたことが伺える。また 21 時から 24 時の間については、エアコン同様、テレビ・照明の消費電力が減少しており、被験者がこの間リビングのテレビを主に使用して、キッチンの電源を落としていたことを裏付ける結果となっている。

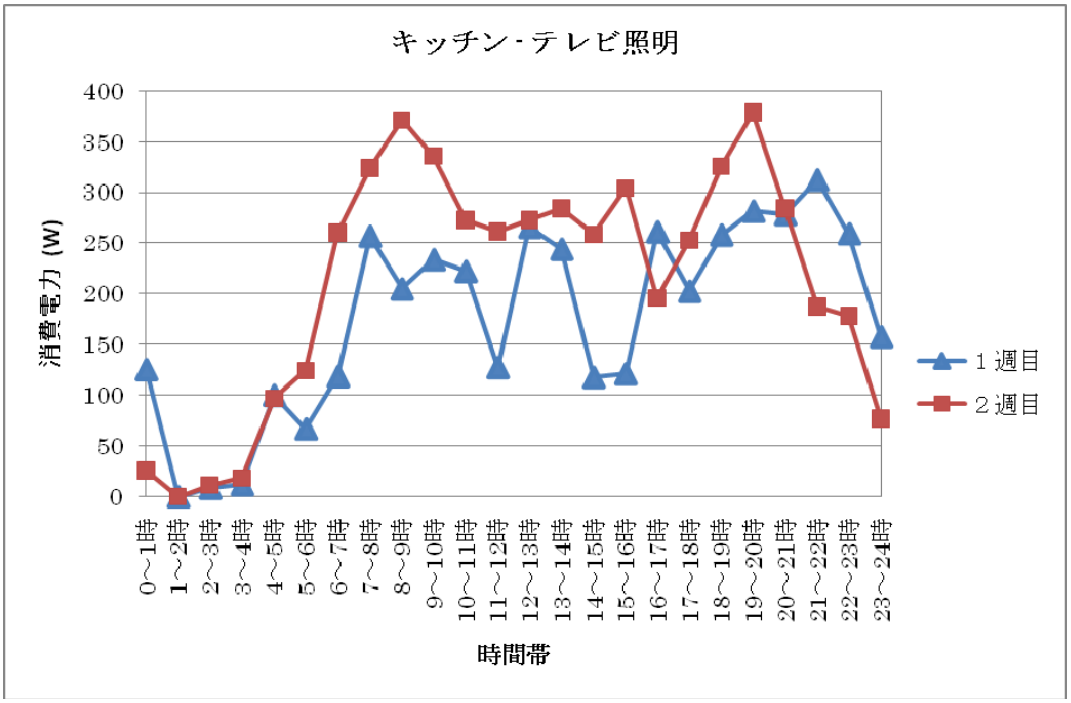

図 5-38　キッチン – テレビ照明他の時間帯別消費電力

(d)　1 階和室

図 5-39 は、1 階和室の一日当たりの消費電力量の推移を示したグラフである。

1 階和室では、対称実験期間と本実験期間の間で消費電力量にあまり違いが見られない。消費電力量の値そのものが他の部屋と比較して小さいことから、被験者は 1 階和室をあまり使用していなかったことが分かる。

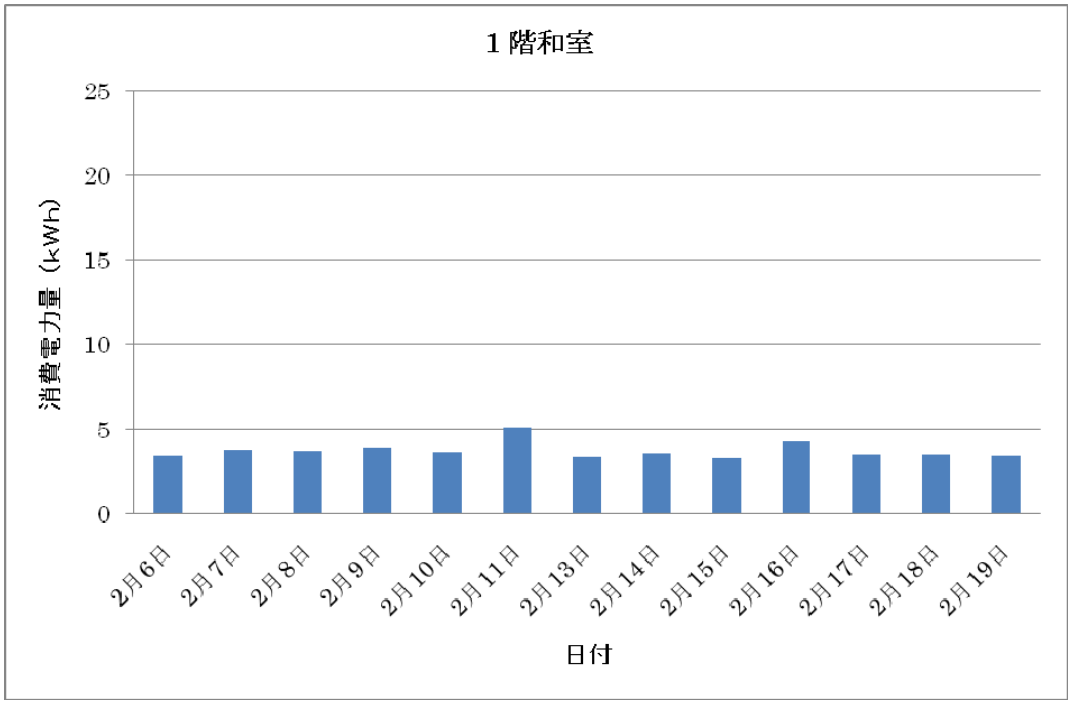

図 5-39　1 階和室の一日当たりの消費電力

図 5-40 は、1 階和室エアコンの時間帯別の消費電力の推移を示したグラフである。

図 5-39 と同様、エアコンはほとんど使用されていなかったことが分かる。ただし、消費電力の値は対称実験期間と比較して本実験期間で一日を通してほぼ一様に減少しており、使用頻度は低いものの、被験者は設定温度を低めにするなど省エネを意識した運転を行っていたと考えられる。

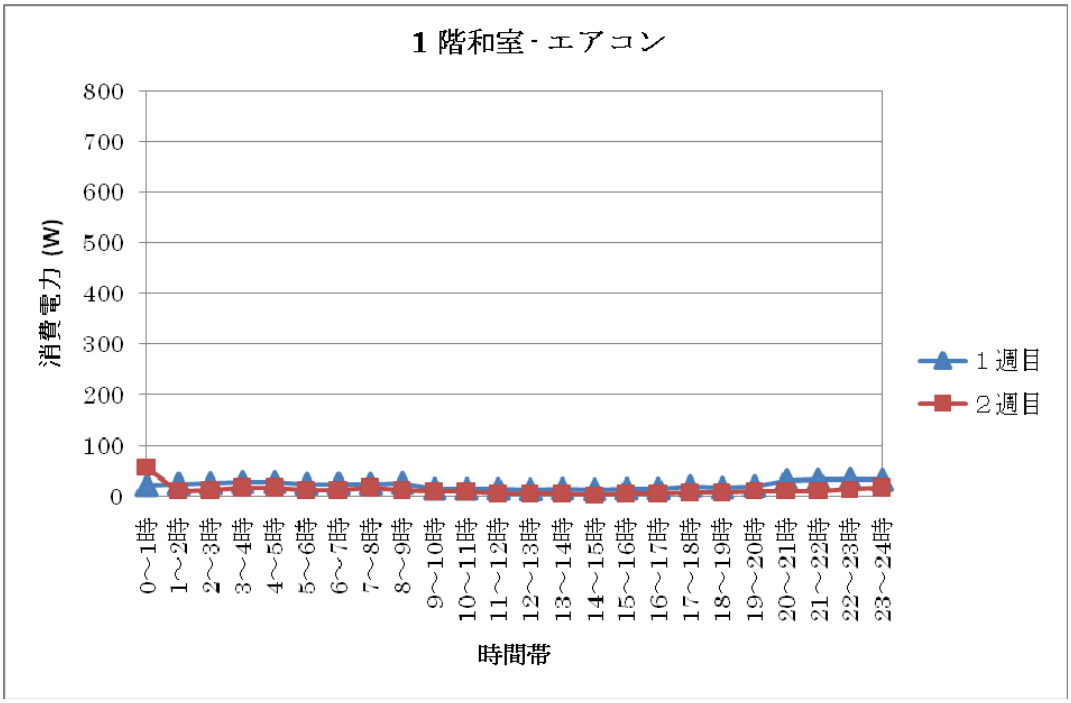

図 5-40　1 階和室 - エアコンの時間帯別消費電力

なお 1 階和室テレビについては、両実験期間でほとんど使用された形跡は見られなかった。

(e)　2 階寝室

図 5-41 は、2 階寝室の一日当たりの消費電力量の推移を示したグラフである。

2 階寝室も、対称実験期間と本実験期間の間で消費電力量にあまり違いが見られない。対称実験期間の 2 月 7 日の消費電力量が突出しているのは、この日のエアコンの消費電力量が大きかったためで、電源の切り忘れが原因と考えられる。本実験システムの ECO ナビサービスでは、使い過ぎ機器の通知や、普段の使い方と比べて違いの大きい機器の表示を行う。本実験期間では機器の電源の切り忘れが特に見られないが、このようなサービスによりユーザに気付きを与える効果は大きいと考えられる。

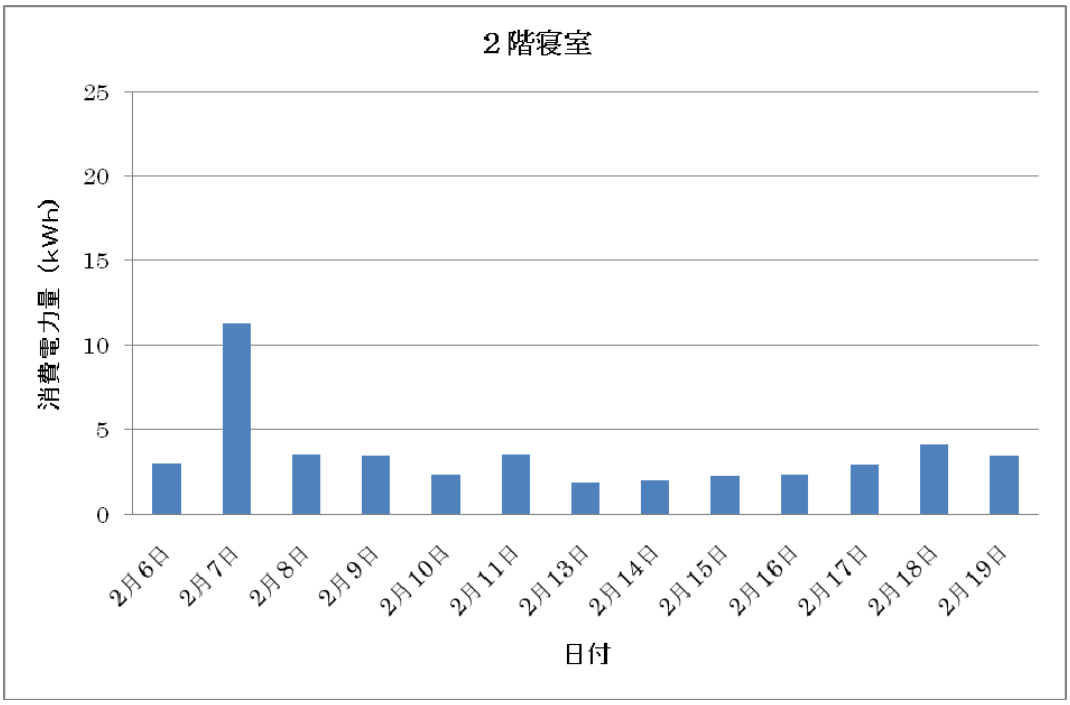

図 5-41　2 階寝室の一日当たりの消費電力

図 5-42 は、2 階寝室エアコンの時間帯別の消費電力の推移を示したグラフである。

1 階和室と同様に 2 階寝室でも、エアコンの消費電力は対称実験期間と比較して本実験期間で減少していることが分かる。特に夜間早朝の消費電力が減少しており、被験者は就寝時および起床時のエアコンの運転を、省エネを意識した設定で行っていたと考えられる。

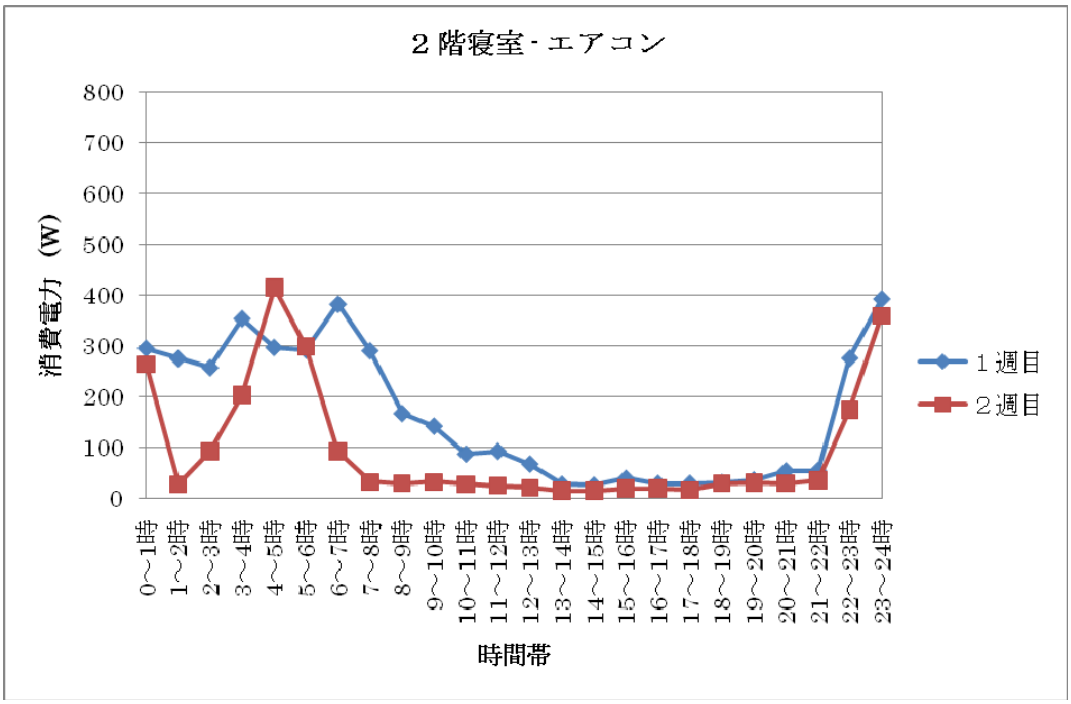

図 5-42　2 階寝室 - エアコンの時間帯別消費電力

なお 2 階寝室テレビについては、両実験期間でほとんど使用された形跡は見られなかった。

(f) テレビの操作履歴

本実験期間における、テレビの見える化 UI の機能別の操作回数の推移を、表 5-18 に示す。操作履歴の取得対象は実証実験宅のリビングに設置したテレビである。

表 5-18 見える化 UI の機能別操作回数

画面	2/13	2/14	2/15	2/16	2/17	2/18	2/19
我が家のエネルギーモニタリング	1	9	3	3	3	2	0
ECO ナビサービス	0	2	1	0	0	0	0
おうちコントロール	0	1	0	0	0	0	0

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」画面であり、次いで「ECO ナビサービス」画面、「おうちコントロール」画面の順となる。

「ECO ナビサービス」画面と「おうちコントロール」画面は、本実験期間直後の 2 日目と 3 日目に使用されている。一方、「我が家のエネルギーモニタリング」画面は、本実験期間終了までほぼ継続的に使用されている。特に「ECO ナビサービス」画面を初めて使用した 14 日には、「我が家のエネルギーモニタリング」画面を 9 回閲覧している。これは「ECO ナビサービス」画面によるアドバイスによって行動喚起が促され、使用電力の様子を繰り返し確認していたためと思われる。

以上、テレビの見える化 UI の操作履歴が示す通り、「ECO ナビサービス」画面によるアドバイスをきっかけに「我が家のエネルギーモニタリング」画面の閲覧回数が増加し、消費電力を気にしながら生活するように変化したものと考えられる。

(2) 被験者の使用感

(a) 実験開始前の被験者の省エネに対する意識

被験者に対して行った事前アンケートによると、被験者 1 は、不在時にテレビや照明を OFF にしたり、カーテンやよしずを使用して日射や放熱をコントロールしたりと、普段の生活から省エネを心がけている。また、機器の交換時期に合わせた高効率機器へのリプレースも検討している。さらに、建物の断熱、気密、日射コントロール性能の向上等にも関心がある。

被験者 2 は、聞きかじりの省エネ情報が入ってきてはいるものの、それに基づいて何かを実行したことはあまりなかったとのことである。

被験者 3 は、省エネに対しては以前から興味があったものの、普段の生活では、照明の消灯と、機器の電源をコンセントから抜くこと以外は具体的な行動には結びついていなかったとのことである。

総じて、被験者 1 は、省エネに対する関心がもともと非常に高く、かつ、省エネのために何をしなければならないかをよく理解していると言える。一方、被験者 2 および被験者 3 は、省エネに対してある程度の関心は持っているものの、実際の行動にはあまり結びつ

いていないと言える。

(b) 実験終了後の被験者の省エネに対する意識の変化

被験者 1 は、もともと省エネに対する意識が高かったため、特に本実証実験によって省エネに対する意識が向上したという回答は同被験者からは得られなかった。しかしながら、被験者 3 との会話の中で、「水道、ガスの使用量が 1 日だけすごく多い日があった。」という発言があり、テレビに表示された情報を活用していたことが伺えた。被験者 1 にとって本実験システムは、省エネ意識を向上させるためというよりは、むしろ、省エネ行動を行うかどうかの判断基準となる現在の家の中の状態を知るために役立ったと言える。

被験者 2 は、どの部屋でどのくらい電気を使っているかをテレビで具体的に表示することが、省エネ意識を高める役に立ったと回答した。どこでどのくらい電気が点いているかをテレビ画面で確認して消し忘れ等をチェックすることができ、省エネがしやすくなったと述べている。また、電気使用量等の情報を金額換算して表示したことも、省エネ行動を促す効果があったと述べている。

被験者 3 は、実験期間中に、トイレの手洗いのお湯を誤って朝まで流しっぱなしにしたことがあったが、後でテレビ画面を見て、その日の水道使用量やガス使用量に反映されていることに感心していた。また、その日の水道使用量やガス使用量に関しては、被験者 1 も、なぜこの日だけ数値が増えていたのか首をひねっていたそうである。本実験システムは見える化により、被験者が省エネに反する行動をとった場合に、その行動結果を被験者自身または他人に見せることにより、被験者に行動を反省させ、以降の省エネ行動を誘導する効果があると言える。

(c) 「新・モーションガイド」による省エネ情報表示に対する感想

「新・モーションガイド」のメニューには、宅内の消費電力、発電量および売電量を表示する機能を設けたが、被験者１、２、３はともに、これらの値をあまりチェックしておらず、ECO ナビサービスおよび HEMS を利用しようと思ったときだけ、「新・モーションガイド」を表示させていた。しかし被験者がテレビ番組を視聴している状態から ECO ナビサービスまたは HEMS を利用しようと思った場合には、少なくとも 3 回の操作を行う必要がある。すなわち、１）メニュー表示第１階層の画面を表示するための操作、２）メニュー表示第２階層の画面を表示するための操作、３）電力モニタリング、ECO ナビサービスまたはおうちコントロールのいずれかの項目を選択する操作、という 3 回の操作である。このように 3 回の操作が必要であったことに対しては、被験者１、２、３ともに操作が面倒であるという感想を持っていた。さらに、被験者１からは、電力モニタリング、ECO ナビサービスまたはおうちコントロールのいずれかの項目を選択するという仕様は、それぞれの画面へのアクセス回数を 3 分の 1 にしてしまっているとの意見を得た。

(d) 我が家のエネルギーモニタリングに対する感想

画面左側に一覧表示した実験住宅のエネルギー関係の数値に関しては、被験者 1、2、3 ともに、たまにチェックをしていた。数値情報により宅内のエネルギーの状況が理解でき、省エネ意識を高める役に立ったとのことである。

画面右側に表示した実験住宅の間取り図に関しては、被験者 1、2、3 ともに、よくチェ

ックしていた。各部屋の色で部屋ごとのエネルギーの情報は直感的に理解でき、その色を見て機器の制御をしなければならないと思ったことが、自分のいる部屋についても、他の部屋についても、ともにあったとのことである。また、間取りの絵と実際の部屋との対応付けは直感的に理解できる、とのことであった。

(e) ECO 生活への素敵なヒントに対する感想

画面左側に表示したブログ情報は、被験者 2、3 にはあまり興味をもって見てもらえなかった。被験者 1 は、最初は興味をもって見たが、同じブログ情報が繰り返し表示されることと、ブログ情報が ECO 生活と直接関係しないことから、次第に興味が薄れたようである。同じブログ情報を繰り返し表示したのは、実験システムの仕様上の制限によるが、実際のサービスを行う場合には視聴者を飽きさせないように多種類のコンテンツを提供する必要がある。また、実験システムで表示するブログ情報の内容は、「手作りケーキ」「昼食とベランダ掃除」「駅前の花屋」という直接省エネを訴えるのではなく広い意味のエコロジーに属するテーマを選択したが、被験者 1 に対しては、この画面全体の位置づけがあいまいであるという印象を与えてしまった。

画面右上に表示するひとことアドバイスに関しては、被験者 2、3 はメッセージをほとんど読まず、被験者 1 はいくつか読んだもののあまり興味をもたなかった。その理由として、被験者 2、3 は同じ内容のアドバイスしか表示されないことを、被験者 1 は少数のアドバイスが繰り返し流れるということを、それぞれあげていた。しかしながら、実験システムでは、ひとことアドバイスとして 26 種類の文章を順番に表示している。また、実際に表示された文章を示したところ、被験者 1、2、3 が見ていないアドバイスが多数見られた。このことから、同じ内容のアドバイスが繰り返し流れるというのは、被験者の先入観によるものと思われる。1 つの原因としては、ブログ情報が同じ内容で繰り返し表示されていることから、ひとことアドバイスも同じ内容が表示されていると誤解されてしまったことが考えられる。もう 1 つの原因としては、エラー等でシステムがリセットされた場合、その後に最初に表示するアドバイスは同じ文章なので、それを見て少数のアドバイスが繰り返し表示されていると誤解された可能性がある。

ひとことアドバイスの文章そのものに関しては、聞き取り調査時に実際に表示された文章を示したところ、このようなアドバイスを見ていればもっと省エネに結び付けられたのにという感想を、被験者 2、3 から聞くことができた。被験者 2、3 にとっては、社会性を強調するＢ群およびD群のメッセージよりも、経済性を強調するＡ群およびＣ群のメッセージの方が心に響くとのことである。

一方、ひとことアドバイスのメッセージを見た被験者 1 に感想を聞いたところ、A群およびＢ群のメッセージは、既に実施している活動または被験者 1 の活動に関係のないアドバイスであることがわかった。被験者 1 にとって、実験住宅のトイレは自動でフタが開閉するようになっているため暖房便座のフタに関するメッセージは関係なく、宅内で掃除を担当していないためフローリング掃除に関するメッセージも関係なく、野菜の加熱は元々電子レンジで行っているためそのメッセージも関係なかった。被験者 1 が見たＣ群およびD群のメッセージは 1 種類であり屋上緑化に関するものであるが、これも自分に関係ない

ものと思われて、省エネ行動を喚起しなかった。被験者 1 が見たＥ群のメッセージは 1 種類であり家族が同じ部屋ですごすことが省エネにつながるというものであったが、このアドバイスに対しては被験者 1 の省エネ意識が高まり、家族が同じ部屋で過ごすよう心がけたとの感想を得た。

ひとことメッセージの下部に配置された「もっとヒントを見る」アイコンに関しては、直接省エネに関係するコンテンツまたはひとことアドバイスのメッセージに関係するコンテンツが表示されることを期待して被験者 1 はアイコンを選択したが、表示されたテレビ向けデジタルマガジン「kumukumu」は広い意味のエコロジーに関するコンテンツを提供していた。被験者 1 の期待と実際に表示されたコンテンツとが食い違っていたために、被験者 1 は「もっとヒントを見る」アイコンをあまり選択しなくなってしまった。

いずれかの機器の当日の稼働時間が、当該機器に対して設定された目標稼働時間を超えた場合に画面右下に表示される「使いすぎ機器があります」アイコンに関しては、被験者 1 のみが表示されたことに気づいた。被験者 1 は、「使いすぎ機器があります」アイコンが他のアイコンよりも優先して選択すべきアイコンであることを認識して選択し、目標稼働時間の再設定を行なった。しかしながら、被験者 1 からは、現在、どのように使いすぎていて、どのように減らせばよいのかという具体的なアドバイスがないと、自分で適切な目標稼働時間を設定することは難しいとの感想を得た。

(f) 家電機器の ECO 診断に対する感想

「家電機器の ECO 診断」画面は、被験者 1 のみが表示した。

各機器の、1 週間の平均消費電力、1 週間の平均稼働時間および被験者の設定した目標稼働時間からなる数値情報に関して、被験者 1 はたまにチェックしたが、具体的な省エネ行動にはあまり結びついていない。その理由としては、省エネをした方がいいと理解していても、快適性を犠牲にしてまで省エネに取り組もうとは思わなかったことが挙げられている。実証実験は 2 月に実施しているため、いくらエアコンが使いすぎと言われても、寒いのでエアコンを OFF にする気にはなれなかったとのことである。

各機器の目標稼働時間を変更するポップアップ画面に関しては、被験者 1 はポップアップ画面を表示させ目標稼働時間を設定したことがあった。しかしながら、何を基準にして目標稼働時間を設定すればよいかがわからず、試しに目標稼働時間を減らして設定してみただけとのことであった。被験者 1 からは、目標稼働時間は時間数を設定するのではなく、例えば電力消費量を何%減らすという観点で設定できるようになっていた方が、設定がしやすかったとの感想を得た。

(g) 買い換え提案に対する感想

「買い換え提案」画面は、被験者 1 のみが表示した。

画面右側に表示した、買い換え対象機器と買い換え提案機器の 1 年間の消費電力の各金額換算値、その差額、買い換え提案機器の価格および買い換え提案機器の償却年数からなる数値情報に関しては、被験者 1 にはチェックしていただけなかった。被験者 1 によれば、実証実験の実施期間が短く、かつ実験システムを構成する機器が比較的新しく、買い換える動機に乏しかったため関心が薄かったとのことである。しかしながら、実際に買い換え

を検討する局面では、これらの数値情報は十分参考になるとの感想も得た。

被験者 1 が実際に買い換えを検討する局面では、これらの数値情報は、「商品情報詳細」アイコンや「今日のチラシ」アイコンを選択する動機に十分になるとのことである。同様に、画面左側に表示した買い換え提案機器の情報も「商品情報詳細」アイコンや「今日のチラシ」アイコンを選択する動機になるとのことである。買い換え提案機器の情報は、写真とキャッチコピーからなっているが、被験者 1 だけでなく、被験者 2、3 からもわかりやすいとの評価を得た。但し、実際に商品を検討する際には、まず数値情報で買い替えのメリットを理解し、次に買い換え提案機器の情報でどの商品にするかを決めるという手順になるとのことである。

被験者 1 からは、「商品情報詳細」アイコンや「今日のチラシ」アイコンを選択した際に表示されるコンテンツも、テレビでの表示と操作を意識したものになっている必要があるとの指摘も受けた。

(h) 我が家の ECO 家計簿に対する感想

「我が家の ECO 家計簿」画面は、被験者 1 のみが表示した。

画面左上側に表示した、発電量、消費電力、売電量等の当日の積算値と前日の積算値の数値情報に関して、被験者 1 はあまりチェックをしていない。また、被験者 2、3 にも聞き取り調査時に「我が家の ECO 家計簿」画面を見せたが、本画面左上に表示する数値情報と「我が家のエネルギーモニタリング」画面の左側に表示する数値情報との違いを、被験者 2、3 は説明なしに理解することができなかった。

画面左下部に表示した、当日に積算消費電力量が最も多かった機器と、前日の積算消費電力量と当日の積算消費電力量との差が最も大きかった機器とに関して、被験者 1 は次第にチェックしなくなった。これは、2 つの機器とも常に同じエアコンが表示され、実証実験の実施期間中に変化がなく、興味が薄れたためである。

画面中央に表示した、実験住宅全体の発電量と消費電力との折れ線グラフに関して、被験者 1 はたまにチェックしていた。しかしながら、そういうものかという感想を持ったのみで、具体的な省エネ行動には結びつかなかった。原因としては、単純なグラフだけでは、どのような情報を読み取って、どのように省エネ行動に結びつければいいかがわからなかったためである。また、グラフの各線の意味を説明する文字が小さく、離れた位置からでは読めなかったため、どちらの折れ線がどの情報に対応しているかがわかりづらかったことも一因となっている。

画面右側に表示した、売電金額の累積値を日ごとの折れ線で表示したグラフに関して、被験者 1 はたまにチェックしていた。しかしながら、15000 円、20000 円、25000 円という金額が何に対応するのかについては、実証実験開始前の説明だけでは十分に理解できなかったとのことである。また、実証実験の実施期間が短く実施期間中に目標金額に到達しないため、あまり興味をもてなかったとのことである。被験者 2、3 にも聞き取り調査時に「我が家の ECO 家計簿」画面を見せたが、被験者 2、3 ともに、このグラフは面白いと感じ、「目標達成まであと何日」と表示されたら楽しいだろうという感想をもった。被験者 2 は、本実験システムの機能のうち、売電金額の累積値を日ごとの折れ線で表示したグラフ

が一番面白そうだと述べている。ただし、「あと何日」という文字が小さいので、もっと大きく強調して表示したり、あるいはテレビの片隅に表示したりする工夫があればさらによいとのことである。

売電金額の累積値の目標値を金額として設定したことについては、被験者 1、2、3 ともに肯定的であった。被験者 1、2、3 は、電気使用量の単位「kWh」や CO2 量の単位「kg」で表示するよりも、お金の単位「円」で表示された方がわかりやすいと述べている。目標達成までの期間に関しては、被験者 2、3 にとっては、3 ヶ月でも少し長すぎて、1 ヶ月くらいがちょうどいいとのことである。目標達成までの期間が短くなるとシミュレーション目標金額も低くなってしまうが、これに対して被験者 2 は、目標金額は低くても省エネ行動の動機に十分なると答えている。例えば目標金額が 300 円程度でも大丈夫であり、極端な場合、10 円、20 円という単位でも、得をしたと感じて省エネ行動の動機になるとのことである。

(i) おうちコントロールに対する感想

「おうちコントロール」画面は、被験者 1 のみが使用した。

画面右側に表示した、生活シーンに合わせて複数の機器を一括制御するためのアイコンに関しては、被験者 1 は、機器を 1 つ 1 つ設定するのは面倒なので、この機能には非常に期待したとのことであった。但し、実際に使用しようとすると、なかなかぴったりあてはまるシーンがなかったとのことである。被験者 1 は、「就寝」アイコンは選択したことがあり、床に入ってから部屋のすべての機器の電源を OFF にすることはある程度役に立ったが、他のアイコンは生活シーンとあまり一致しなかった。被験者 2、3 にも聞き取り調査時に「おうちコントロール」画面を見せたが、被験者 1、2、3 とも「外出」アイコンは使用するかもしれないと答えたが、被験者 2 からは、他の部屋の機器の電源が確実に OFF になる状況でなければ、目視の再確認が必要となるため、使わない可能性があるとの意見が出た。

制御対象機器の組み合わせに関しては、もっとカスタマイズできるようにして欲しいとの意見を被験者 1 より得た。例えば、家の中の全ての機器の電源を OFF にする際に、暑かったり寒かったりしないようにエアコンだけは電源を ON にしたままにするとか、防犯のために一部の照明だけは点灯したままにしておく、などの例を被験者 1 は挙げた。

「映画鑑賞」アイコンを選択することにより、機器を制御するだけでなく、映画を配信するインターネットサービスに画面遷移することに関しては、被験者 1 は、ホームシアター向けの設定をした上で手軽に映画が鑑賞できそうだという感想をもった。ただ、実際にお金を払って映画配信サービスを受けることに対しては心理的な壁があり、被験者 1 は「アクトビラ」のビデオ・オン・デマンドサービスを利用して映画を視聴するには至らなかった。

画面左側に表示した、画面右側のアイコンが示す生活シーンに関係のある情報に関しては、被験者 1 には両者の関係づけを意識してもらえなかった。被験者 2、3 にも聞き取り調査時に「おうちコントロール」画面を見せたが、被験者 2 は生活シーンに関係のある情報として表示された写真のきれいさに感心し、大画面テレビで高精細な写真を見ることが非常に印象に残るとの感想を述べた。さらに、被験者 2 によれば、メッセージを単に文章と

して表示するのではなく、写真に重ねて表示した方が、おしつけがましくなくてよいとのことである。

(j)　個別機器の手動コントロールに対する感想

「我が家のエネルギーモニタリング」画面のポップアップ画面に表示された各機器の情報については、被験者 1 は、当初はチェックしていたが徐々にチェックしなくなった。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てしまう。そのため、被験者 1 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、徐々に情報を見なくなってしまった。

選択された機器のポップアップ画面の下部に表示した制御用ポップアップ画面に関しては、被験者 1、2、3 ともにどんな操作ができるか直感的に理解でき、わかりやすいと好評であった。ただ、被験者 1 は、電源 ON および OFF のような単純な操作だけでなく、機器の運転スケジュールの設定などもテレビ画面でできればよかったと述べていた。

5.3.3. 環境負荷低減効果の試算

(1) 環境負荷低減効果の内訳

5.3.2 (1) 被験者の使用履歴情報の解析では、家全体および各部屋で、対称実験期間と比較して本実験期間で消費電力が減少傾向にあることを確認した。ここではさらに、消費電力の推移の内訳を比較することで、本実験システムの見える化 UI における行動喚起効果による、環境負荷低減効果の内訳を考察する。

図 5-43 から図 5-46 に、部屋別および機器別の、平均消費電力の内訳と削減消費電力の内訳をしめす。これらの図において、まず部屋別の各図については、ダイニングの消費電力はリビングの消費電力に合算して表示している。これはテーマ 2-3 の実験システムで、リビングとダイニングの消費電力を分電盤の同じ分岐から計測しているためである。また機器別の各図については、本実験システムおよびテーマ 2-3 の実験システムで計測しなかった機器については推定値を使用している。具体的には、例えば照明の消費電力は、各部屋の消費電力からエアコン、テレビ、PC の消費電力を除いた値を使用している。またこれらの図にある PC とは、本実験システムで使用したアプリケーションサーバと機器制御装置のことである。

(a) 平均消費電力の内訳

図 5-43 は、対称実験期間から本実験期間における、部屋別の平均消費電力の内訳を示したグラフである。

まず家全体の平均消費電力を見てみると、対称実験期間の平均消費電力が 2,278W であったのに対し、本実験期間では平均消費電力が 1,765W と減少しており、家全体で 22.5%の削減効果があったことが分かる。

この 22.5%の削減率の内訳としては、以下の要因が考えられる。

- 本実験システムの使用により、被験者の省エネ行動が喚起された。
- 被験者には、対称実験期間中はあまり省エネにこだわらず快適さを保ったまま生活してもらった結果、対称実験期間中がエネルギー浪費型の生活となった。
- テーマ 2-3 の実験システムの省エネコンテンツまたは制御により省エネが実現された。
- 白熱電球を LED 電球に交換したため、照明の電力消費量が削減された。

本実験システム単独での省エネ行動喚起効果や、それによるエネルギー削減率を正確に切り分けることは難しいが、家電製品ごとの電力消費量を表示する家庭向けウェブアプリケーション「Google PowerMeter」を試作した米国 Google 社では、リアルタイムのエネルギー使用量を定期的に目に見える形で確認することがユーザの電力利用量の削減を促し、行動の変化により平均で 5%から 15%の利用量削減につながると述べている[1]。本実証実験の実験結果と米国 Google 社の主張とは矛盾するものではなく、本実験システムの使用によ

[1] CNET Japan の 2009 年 2 月 12 日付 Web 記事より
http://japan.cnet.com/marketing/story/0,3800080523,20388039,00.htm

る省エネ行動喚起効果単独でのエネルギー削減率も、ほぼ同様に 5%から 15%と推測できる。さらに、エネルギーの「見える化」により省エネ行動喚起することの方が、エネルギーを「制御」することよりも、省エネルギー効果が高いと考えられる。

平均消費電力の内訳を部屋別で見てみると、対称実験期間ではリビングとキッチンの消費電力が全体の半分以上を占めており、リビングとキッチンでほぼ同程度の電力を消費している。本実験期間では、リビングの消費電力が 626W から 311W と半減しているのに対し、キッチンの消費電力は 654W から 677 W と微増している。その他の部屋では、対称実験期間に対して本実験期間の消費電力は減少している。この傾向から推察すると、被験者は、対称実験期間ではリビングとキッチンを同程度に使用していたが、本実験期間ではキッチン主体の生活スタイルに転換し、リビングをなるべく使わないよう改めたと考えられる。その結果、キッチン単体で見ると消費電力は僅かながら増加しているものの、リビングの消費電力が劇的に減少したことと、他の部屋の消費電力も減少したことにより、家全体として大幅な消費電力の削減に繋がったと見ることができる。本実証実験では被験者はたまたまキッチンを主体で使うことを選択したが、キッチンに限らず、家族がなるべく同じ部屋に集まる生活スタイルを取ることによって、消費電力を大きく削減できることが分かる。見える化 UI で行う行動喚起も、これに即したアドバイスを行うことが効果的である。

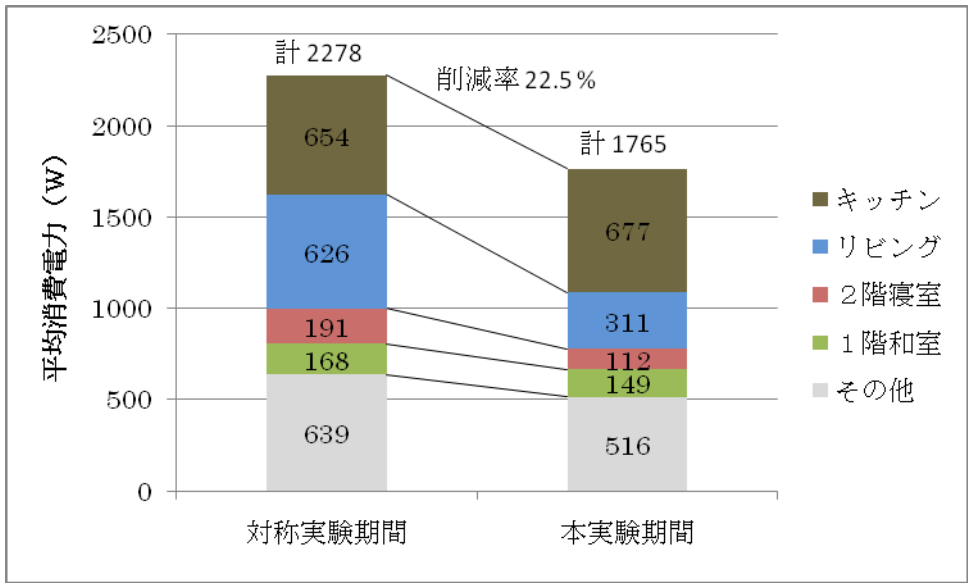

図 5-43　部屋別の平均消費電力の内訳

図 5-44 は、対称実験期間から本実験期間における、機器別の平均消費電力の内訳を示したグラフである。

平均消費電力の内訳を機器別で見てみると、対称実験期間ではエアコンの消費電力が 1,030W と全体の半分近くを占めている。本実験期間では、このエアコンの消費電力が 704W と約 3 分の 2 に減少したことにより、家全体の消費電力が大きく削減されることとなった。エアコンの消費電力が削減された理由は、電源を小まめに落とす、設定温度を低くするなど機器の使い方そのものが改善されたことに加え、先の考察にも挙げたように、

キッチンを主な生活の場としてリビングの使用を控える生活スタイルに転換したことにより、リビングのエアコンがあまり使用されなくなったためと考えられ、本実験システムの見える化 UI による行動喚起が有効に働いた結果と思われる。なお行動喚起以外にも、テーマ 2-3 の実験システムにおいてリビングの断熱ブラインドの自動制御を行ったことも、エアコンの消費電力削減に効果があったと思われる。

またその他の機器で見てみると、照明の消費電力が 137W から 26W と約 5 分の 1 以下に減少している。これは行動喚起により照明の使用時間が減少したことに加えて、対称実験期間に使用していた白熱電球を、本実験期間では消費電力の低い LED 電球に交換したことによる効果と考えられる。

以上の結果から、まず冬期においては、家全体のエネルギー消費に対して暖房器具のエネルギー消費が占める割合が、かなり大きいことが確認できる。本実証実験では、行動喚起によりエアコンの消費電力を減らすことによって、家全体の消費電力を大幅に減らすことに繋がったと言える。また、LED 照明のような低消費電力機器への置き換えを推進することにより、消費電力の削減が期待できることも確認できた。

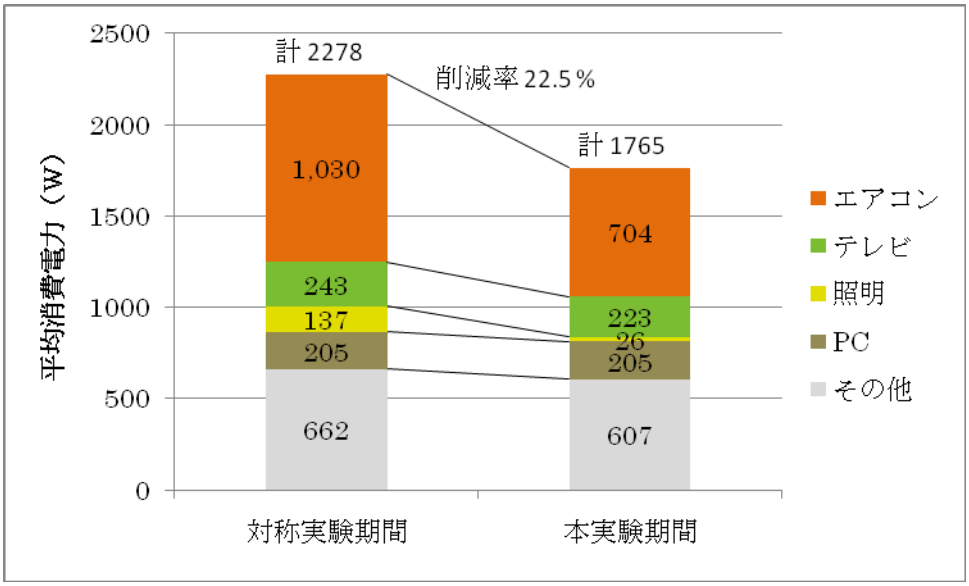

図 5-44　機器別の平均消費電力の内訳

(b)　削減消費電力の内訳

図 5-45 は、家全体の削減消費電力に占める、部屋別の削減消費電力の内訳を示したグラフである。

このグラフより、削減消費電力の約 3 分の 2 はリビングにおいて実現されたことが分かる。リビングの削減消費電力が大きかった理由は、まず対称実験期間の家全体の消費電力に占めるリビングの消費電力の割合が元々大きかったことが挙げられる。図 5-43 から、対称実験期間では家全体の消費電力が 2,278W なのに対して、リビングの消費電力は 626W と約 4 分の 1 以上を占めている。そのため、本実験システムの行動喚起により各機器の使い方が改められた結果、リビングにおける削減量は相対的に大きくなったと言える。

一方、家全体の消費電力に占める割合を更に見てみると、図 5-43 では、対称実験期間はキッチンの消費電力も 654W とリビングと同程度の割合を占めていた。しかしながらキッチンではリビングと違い本実証期間で消費電力が微増している。(図 5-45 にキッチンが記載されていないのはこのためで、キッチンの値はその他の項目に含めて記載している) これは先に述べた通り、被験者が本実験期間はキッチンを主とする生活スタイルに転換し、リビングの使用を控えていたためと推察される。

以上の結果より、部屋別の削減消費電力の内訳を見てみると、行動喚起による削減効果は、各機器の使い方が改められたことによるものと、生活スタイルの転換により部屋そのものの使用が控えられたことによるものとが考えられる。それぞれの削減効果を正確に試算することは出来なかったが、生活スタイルの転換による消費電力削減の方が、より効果が高いと考えられる。

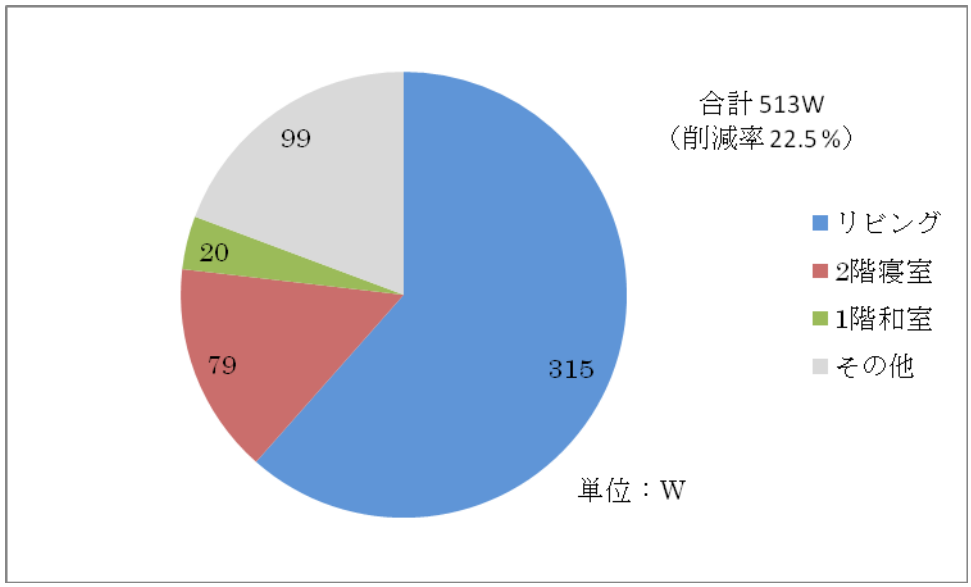

図 5-45　部屋別の削減消費電力の内訳

図 5-46 は、家全体の削減消費電力に占める、機器別の削減消費電力の内訳を示したグラフである。

このグラフより、削減された消費電力のうちの約 3 分の 2 はエアコンにおいて達成されたことが分かる。エアコンの削減消費電力が大きかった理由は、まず対称実験期間の家全体の消費電力に占めるエアコンの消費電力の割合が元々大きかったことが挙げられる。図 5-44 から、対称実験期間では家全体の消費電力が 2,278W なのに対して、エアコンの消費電力は 1,030W と半分近くを占めている。これは冬期においては暖房に費やすエネルギー消費が大きいことを示している。(同様に夏期においては冷房に費やすエネルギー消費が大きいことが予想される) そのため、本実験システムの行動喚起により、エアコンの電源を小まめに切る、設定温度を低くするなど、使い方が改められた結果、消費電力の削減に大きく寄与したと言うことができる。また本実験期間には、テーマ 2-3 の実験システムによりリビングの断熱ブラインドの自動制御も行われた。エアコンの削減消費電力の中には、断熱ブラインドによる保温効果分も含まれると思われる。

またエアコンの次には、照明による削減消費電力が大きかったことが分かる。図 5-44 によると、対称実験期間と本実験期間を比較すると、エアコンの消費電力は 1,030W から 704W と約 3 分の 2 になったのに対し、照明の消費電力は 137W から 26W と約 5 分の 1 以下に減少している。これは、行動喚起により照明の使い方が改められたことに加えて、本実験期間では白熱電球を消費電力の低い LED 電球に交換したことによる効果と考えられる。

全削減率 22.5%のうち、照明による削減率（行動喚起によるものと LED 電球交換によるものの合計）は 4.9%、照明以外の機器による削減率（行動喚起によるものと断熱ブラインドによるもののが合計）は 17.6%であった。対称実験期間と本実験期間の照明の消費電力比が、白熱電球と LED 電球のカタログ上の消費電力比にほぼ等しいことから、照明による削減効果の大部分は、LED 電球交換によるものと考えられる。また、断熱ブラインドによる消費電力削減効果は夜間のリビングにおけるエアコン使用量の削減に限定されると考えられるが、事後の聞き取り調査によると被験者は本実験期間中はリビングを極力使わない生活パターンに移行したということであったため、断熱ブラインドによる削減効果は大きくなかったと推測される。従って、照明機器以外による削減効果の大部分は行動喚起によるものと考えられる。すなわち、行動喚起による削減率は先に挙げた照明以外の機器による削減率 17.6%に近い値であり、全削減率の約 3 分の 2 を占めると推察される。

以上の結果より、機器別の削減消費電力の内訳を見てみると、消費電力の削減効果には、行動喚起によるものと、低消費電力機器（白熱電球に対する LED 電球）や代替機器（エアコンに対する断熱ブラインド）への置き換えによるものとが考えられる。それぞれの削減効果を正確に試算することは出来なかったが、行動喚起による消費電力削減の方が、より効果が高いと考えられる。機器別の削減効果の内訳を見てみると、冬期においてはエアコン等の暖房器具が占める割合が大きい。一方、照明による削減効果は暖房器具ほど顕著ではないが、一年を通してコンスタントな削減効果が期待できる。

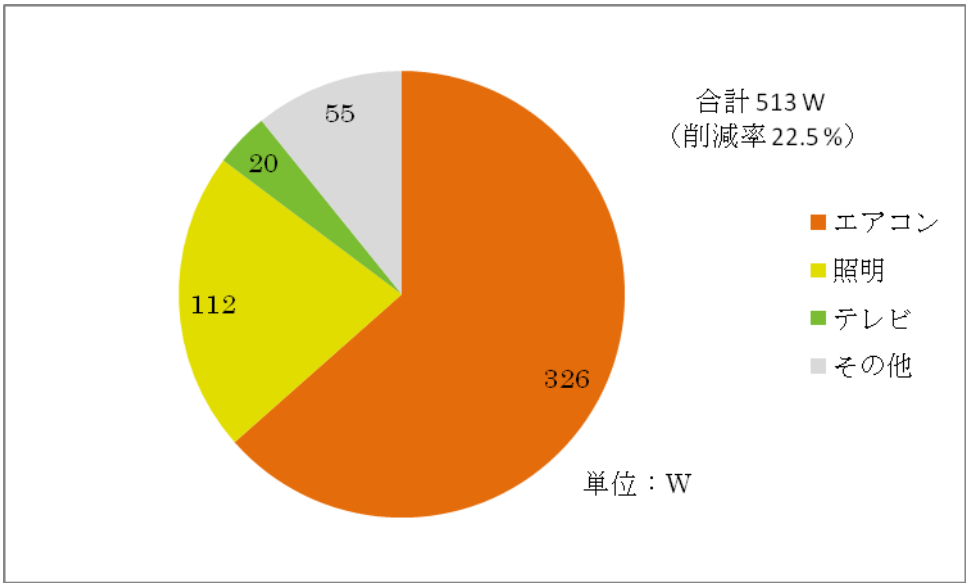

図 5-46　機器別の削減消費電力の内訳

5.3.4. サービスの市場性評価

(1) 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

本実証実験によって、テレビ画面で家庭全体を監視・制御するユーザインタフェースに関する利点や改善すべき点が明らかになった。

テレビは、家の中で家族が集まる中心となる機器であり、表示された内容を目にする機会も必然的に多くなる。そのため、表示される情報がユーザに訴えかける力も強く、ユーザに対する省エネ喚起効果も高い。今回の実証実験でも、被験者は「どの部屋でどのくらい電気を使っているかをテレビで具体的に表示することが、省エネ意識を高める役に立った」と回答している。

テレビにより監視や制御を実現しようとすると、テレビならではの見せ方や操作の仕方に工夫することが重要である。見せ方としては例えば大画面を活かした表示が考えられる。画面を区切って、放送番組やネットサービスを視聴しながら、画面の一部にエネルギー関連情報を常時表示することも可能である。但し、画面が大きいからといってやたらと情報を詰め込んでもユーザは理解できないため、メリハリをつけた表示が求められる。また、ユーザは、パソコンの画面に対する場合よりも遠い位置からテレビを視聴するため、パソコン用の画面に表示する場合よりも文字を大きく表示する必要がある。さらに、大画面を活かして高精細な写真を表示することも有効である。一方、操作の仕方としては、テレビのリモコン送信機を前提としたものが考えられる。パソコンのマウスのようにカーソル移動キーと決定キーを用いるだけでなく、リモコン送信機のチャンネルボタンや 4 色（青、赤、緑、黄）のカラーボタンなどを利用することができる。但し、機器の製造者ごとに、またはサービスや機能ごとに、ボタンの意味が異なると利用者は混乱するので、テレビのリモコン特有のボタンを操作に使う場合には、各ボタンの意味が標準化されることことが望ましい。

今回の実験システムでは、基本的にリモコン送信機のボタンを操作することにより、提供するサービスを切り換えた。しかしながら、何度もリモコン送信機のボタンを操作しないと所望のサービスや機能が選択できないと、ユーザのストレスを高め、結果的にユーザが情報を見たり操作したりする頻度が減ってしまう。そのため、サービスの選択はできるだけ少ない操作で実現できることが望ましい。また、情報を表示するだけの場合には、放送番組を視聴するかのように、受動的に視聴できるようにコンテンツを生成することも有効である。

表示する情報は、利用者が直感的に理解できるようにすることが重要である。本実験システムの例で言えば、「我が家のエネルギーモニタリング」画面の右側で用いた間取り表示や、個別機器の手動コントロールのポップアップ画面で用いた「我が家のエネルギーモニタリング」画面で用いたリモコン送信機を模したデザインである。今回の実験でもこれらのデザインは被験者にわかりやすいと好評であり、本実験システムで提供したサービスを今後提供する場合にはこれらのデザインは有効と考えられる。但し、機器の製造者ごとにまたはサービスや機能ごとに異なっていたり、特定の機器と特定の住宅との組み合わせでしか動作しなかったりすると、ユーザはサービスや機能を使いにくいため、デザインとその機能との関係は標準化されることことが望ましい。また、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、住宅メーカと家電メーカが協力して、やり方を検討する必要がある。

表示する情報をユーザに理解させるには、ビジュアルな表示を用いることが重要であるとの先入観があるが、被験者の感想から、何を意味しているかがわかりにくいグラフよりも、むしろシンプルな数値データの方が宅内の状態がわかりやすかったことが伺える。数値データよりもグラフ表示がよいと単純に決めつけるのではなく、場面に応じて使い分けることが重要である。但し、その数値が何を意味するかについて文字情報で表示しても、ユーザは文字情報を読まず、先入観に基づいて数値情報の意味を勝手に判断することが考えられる。そのため、数値データを用いる場合には、あまり凝った意味で使用せず、万人が使うであろう意味で使用することが望ましい。

テレビをユーザインタフェースとして用いる操作の最大の弱点は、テレビの電源を ON にしないと操作ができないということである。これを回避するためには、テレビの電源を ON にしてから機能を選択するまでの操作回数や時間を少なくすることが必要である。また、操作の対象を、リアルタイムの機器操作だけでなく、タイマーの設定等の非リアルタイム制御にまで広げて、そのような局面で使ってもらうことも考えられる。さらには、本実験システムのユーザインタフェースの一部を利用して、常時画面を表示して使用される別の機器をユーザインタフェースとして使用することも考えられる。

いくつか改善すべき点はあるものの、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。さらに、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[2]。また別の調査では、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[3]。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。

⑵ 省エネアドバイス等を配信するサービスの市場性評価

本実証実験によって、省エネアドバイス等を配信するサービスに関する利点や改善すべき点が明らかになった。

省エネアドバイスとしては、ひとことアドバイスで示したような一般的なメッセージよりも、消し忘れを知らせてくれるなど、それぞれの家庭に応じたメッセージを表示することが有効である。例えば、実験住宅のトイレは自動でフタが開閉するようになっているため、省エネアドバイスとして表示した暖房便座のフタに関するメッセージを、被験者は自分には関係のない情報だと感じてしまった。ユーザに直接関係のないメッセージが時おり入るくらいであれば大きな影響はないかもしれないが、自分に関係のないメッセージがしばしば表示されると、ユーザはその省エネアドバイスに対して急速に興味を失ってしまう。省エネアドバ

[2] 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

[3] 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)

イスのメッセージとしては、それぞれの家庭の事情に応じたメッセージを表示するか、さもなくば、どのユーザでもなるほどと思えるような一般的なメッセージを採用するのが望ましい。なお、それぞれの家庭の事情に応じたメッセージを表示する場合には、家庭に配置された機器情報、各機器の使用履歴情報、ユーザの好みの情報等を蓄積し、解析する必要がある。

一般的なメッセージに関しては、本実証実験ではひとことアドバイスのメッセージとして、5.3.1 (4)(a)にて示したようにA群～E群の5種類のカテゴリーに分類したメッセージを使用した。このうち、A群、B群、C群およびD群のメッセージのカテゴリーの関係を図 5-47 に示す。

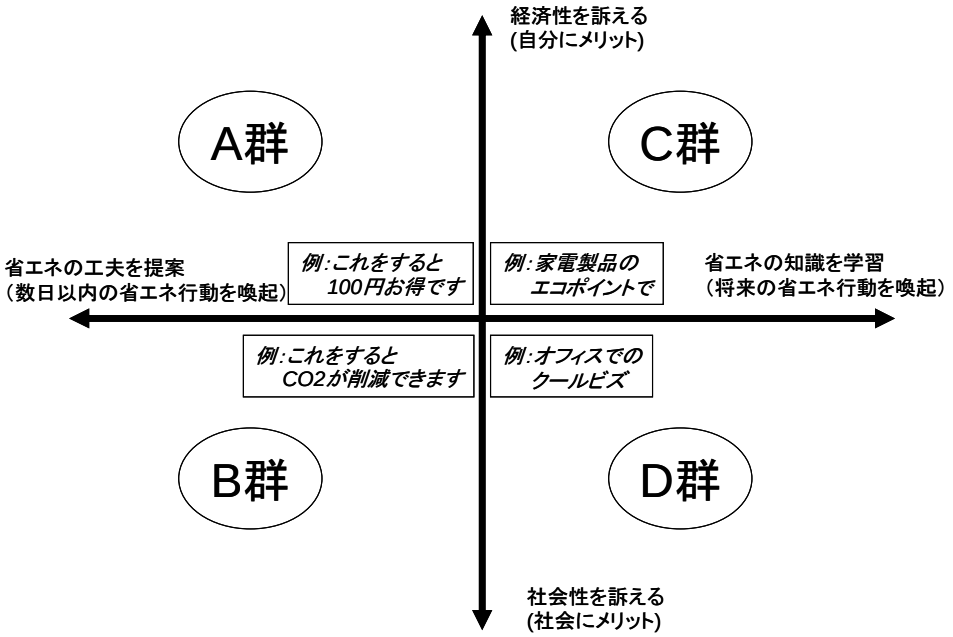

図 5-47　省エネアドバイスのメッセージのカテゴリーの関係図

本実証実験では、ひとことアドバイスのメッセージを複数視聴した被験者の感想から省エネアドバイスのメッセージのカテゴリーに関して定量的な考察を行う予定であったが、被験者があまりひとことアドバイスを見ていないことから、カテゴリーの考察は、聞き取り調査の結果に基づきユーザの傾向を示唆するにとどめることとする。

日常生活での省エネの工夫を提案するA群およびB群のメッセージは、将来的な省エネ行動を喚起するための知識を与えるC群およびD群のメッセージよりも、ユーザに身近に感じてもらえる可能性がある。今回の実証実験では、被験者は各メッセージに対して「自分には関係なかった」と述べているが、さらに詳細に検証すると、C群およびD群のメッセージは被験者に縁がないと感じられたのに対し、A群およびB群のメッセージに関しては、適用シーンは被験者に関係あるが、実際に適用することが難しいので「関係ない」と判断したようである。適用シーンが身近なメッセージの方が省エネ行動喚起効果は高いと考えられる。

経済性を訴えるA群およびC群のメッセージは、ユーザ自身にメリットがあることを強調する。一方、社会性を訴えるB群およびD群のメッセージは、ユーザ自身のメリットよりも社会に対するメリットがあることを強調する。これに対して被験者達は、売電金額の累積値の目標値の単位に関する感想として、CO2 量の単位「kg」で表示するよりも、お金の単位

「円」で表示された方がわかりやすいと述べている。このことから、社会性を訴えるＢ群およびD群のメッセージよりも、A群およびC群のメッセージの方が、省エネ喚起効果が高いことが伺える。これは、社会性よりも経済性の方がユーザに訴えかけるという理由のほかに、経済性を表わす単位である「円」が社会性を表わす単位よりもなじみが深いことが考えられる。ユーザの行動を喚起する省エネアドバイス配信サービスは、金額換算などのわかりやすさを提供する必要がある。

ユーザメリットをお金で換算して表示する場合、当初予想よりも小さなお金であっても、省エネ行動を喚起できそうであることが本実証実験で判明した。被験者は、売電金額の累積値の目標値に関して、目標金額が 300 円程度でも大丈夫であり、極端な場合、10 円、20 円という単位でも、得をしたと感じて省エネ行動の動機になると述べている。ユーザの得になる金額を目標としたメッセージを含む省エネアドバイスを配信する場合、ユーザの動機づけを継続させるために、目標金額が小額の金額であっても、頻繁に達成感が得られるようなメッセージを構成すべきである。

省エネアドバイス等をユーザに継続して見てもらうためには、メッセージ内容に関して上記のような工夫をするだけではなく、常に新しいメッセージが追加または更新されることが必要である。これは、ユーザの興味を持続させるだけではなく、省エネアドバイス等を提供するサービスがきちんと機能していることをユーザに示す意味もある。

配信された省エネアドバイス等から、別のインターネットサービスへとユーザを誘導し、さらなる省エネ行動を喚起することが考えられる。本実証実験においても、実際に機器の買い換えを検討する局面では、表示された省エネアドバイスに基づいて、引き続いて、商品情報の詳細情報が得られるインターネットサービスや、商品の購入に関する情報が得られるインターネットサービスが利用される可能性が高いことがわかった。但し、これらのインターネットサービスは、その前段として表示される省エネアドバイスと密接な関係を有して、内容の連続性に関するユーザの期待を裏切らないようにする必要がある。

いくつか改善すべき点はあるものの、省エネアドバイス等を配信するサービスはユーザの省エネ行動を喚起する効果があり、今後のサービスの普及が見込まれる。家庭向け省エネサービスに関する調査では、2009 年度は宅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[4]。市場規模はまだ小さく、前記の調査においても、家庭向け省エネサービスは普及には至っていないものの、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意識が一般コンシューマでも高まっていることから、一般コンシューマへの認知度向上と参入事業者の増加により市場は拡大基調で推移していくものと見られる、と付記している。したがって、省エネアドバイス等の配信に関して、一般ユーザが認知し、その良さを認識してくれたならば、先の調査結果の予測値を超えて市場が拡大することが予想される。

[4] 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

(3) HEMS 機能を利用するサービスの市場性評価

本実証実験によって、HEMS 機能を利用するサービスに関する利点や改善すべき点が明らかになった。

何よりも重要なのは、ユーザからシステムに対する信頼性を得ることである。例えばパソコンの場合、フリーズしたり、ネットワークがつながらなかったり、ファイルがうまく開けられなかったりするようなトラブルに対して、ユーザはある程度慣れている。しかしながら家電製品に対しては、ユーザはきちんと動いて当たり前という感覚をもっている。HEMS 機能に関しても同様に、ユーザからの信頼性に対する期待度は高いと言える。今回の実証実験でも、被験者に一度信頼性が低いと思われてしまうと、その後いくら信頼性の高いシステムを提供しても、なかなか使ってはもらえなかった。また、別の部屋の消灯をするような場合には、システムへの信頼性が低いと、本当に消灯したのかが気になり、結局直接その部屋へ行って消灯したほうが早いということを被験者は述べている。さらに、収集したデータや操作ログのうち必要なものに関しては、確実に保管しておく必要がある。これは、セキュリティやプライバシー上の問題に加えて、収集データや操作ログに基づく省エネアドバイス等を生成するためにも必要なことである。HEMS 機能を実用化するためには、確実にデータを収集および表示し、確実に制御が実現できることが必要である。

応答速度も重要な要素である。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。応答速度が遅れた原因に関しては、下記の時間がかかったことが考えられる。

- テレビ画面の情報更新の時間
- 電力量計の電力計測間隔
- テーマ 2-3 の実験システムとの情報交換の間隔

テレビ画面の情報更新の時間は、テレビからリクエストを送信し、アプリケーションサーバまたはインターネットで生成した情報を受けて表示するまでの処理を行う場合に時間がかかっている。これを解決するためには、アプリケーションサーバやインターネットで画面全てを更新するための情報を受けるのではなく、書き換える必要のある画面の差分情報のみを受けるようにするなどの工夫が必要となることが考えられる。その他、キャッシュや先読みのような、インターネットコンテンツ表示の高速化技術を活用することも考えられる。

また今回は電力量計の電力計測間隔が 1 分に 1 回の頻度であったため、ユーザによる HEMS 操作直後の機器状態を即座に反映できない場合があった。例えばユーザが HEMS 操作でエアコンの電源を切断したとしても、テレビ画面上では最長 1 分間は電源切断前の消費電力が表示され続けることとなった。

さらに本実験システムがテーマ 2-3 の実験システム側の機器状況を表示する際には次の遅延時間が加算され、機器状態が反映されるまでに更に長時間を要することになった。

- テーマ 2-3 側の機器情報がホームコントローラに反映されるまでの時間
- ホームコントローラの情報が共通センターに反映されるまでの時間
- 共通センターの情報が、テーマ 2-3 の実験システムとの連携のためのゲートウェイ機能を搭載する本実験システムの機器制御装置に反映されるまでの時間

上記の原因により、ユーザの HEMS 操作に対するフィードバックがかなり遅れるケースがあり、ユーザにとっては求める結果が表示されていないと判断されることになった。

本実験システムはテーマ 2-3 の実験システムと接続して構成したが、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である。本実証実験では、テレビ、エアコン等の家電機器、映像コンテンツ配信サービス等のインターネットサービス、およびパワーコンディショナー、ブラインド等の住宅設備を相互接続して、全体で 1 つのサービスを構成した。この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課題になってくるであろう。

おうちコントロールでは、生活シーンに合わせて複数の機器を一括制御する機能を提供した。聞き取り調査では、この考え方自体は被験者にも好評であったが、ぴったりあてはまるシーンがなかったとの感想を得ている。今回の実証実験では、生活シーンに合わせて一括制御する機器を、限られた機器の組み合わせの中から選択した。実際にサービスを提供する上では、選択できる機器の種類が増えるため、生活シーンに密接に関係した一括制御を実現できる可能性がある。逆に言えば、おうちコントロールの成否は、使用可能性の高い一括制御をどのように提案できるかにかかっている。その意味では、サービス提供側が生活シーン一括制御との組み合わせを提案するだけでなく、ユーザ自身が生活シーンを設定し、どの機器とどの機器とをどのように動かすかをカスタマイズして設定できるようにすることが望ましい。

おうちコントロールでは、さらに、複数の機器を映画鑑賞用に設定するとともに、映画を配信するインターネットサービスを呼び出す機能も設けたが、この機能も実際のサービス提供で使用される可能性が高い。映画鑑賞の場合、ユーザは必ず映画配信サービスを受けるための操作を行う必要があることから、単純な機器の一括制御よりもサービスとしての将来性が高いと言える。但し、インターネットサービスと機器の制御とを一括で操作する機能に関しても、その成否は、ユーザに受け入れられるような、インターネットサービスと機器の制御との組み合わせを提案できるかにかかっている。家庭ごとに設置されている機器は異なっているので、インターネットサービスを各家庭の機器と組み合わせるのは実際には困難であり、インターネットサービス事業者と家電メーカが協力して、実現方法を検討する必要がある。

本実験システムでは、アプリケーションサーバが HEMS 機能を実現しているが、これらのサービスが実用化された場合には、HEMS 機能はいわゆるホームゲートウェイに組み込まれる可能性がある。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、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[5]。これは、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んだためである。反面、同じ調査で、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ことも指摘している。したがって、HEMS 機能に関して、一般ユーザが認知しその良さを認

[5] 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

識してくれたならば、先の調査結果の予測値に反して市場が拡大することも考えられると言って良い。HEMS 機能については、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、使い易いものとなるであろう。

5.4. 実験結果の考察

5.4.1. ネットワーク・アーキテクチャの適正性評価

スマートハウスを構成するネットワークは一般的に(A)宅内制御系ネットワーク、(B)宅内情報系ネットワーク、(C)宅外情報系ネットワークに分類することが出来る。主に白物家電や住設機器は(A)宅内制御系ネットワークに接続され、主にパソコンや AV 機器は(B)宅内情報系ネットワークに接続される。

ここでは各ネットワークにおける相互接続について表 5-19 の 3 つに分類する。(1)の「宅内の各種通信方式間の相互接続」は(A)宅内制御系ネットワークに含まれる各種通信方式間の接続であり、(2)の「宅内の異なるネットワーク間の相互接続」は(A)宅内制御系ネットワークと(B)宅内情報系ネットワークとの接続、(3)の「宅内と宅外の相互接続」は (B)宅内情報系ネットワークと(C)宅外情報系ネットワークとの接続である。

これらの相互接続に関する課題および必要要件を今回の実証実験をふまえて抽出する。

表 5-19　ネットワーク・アーキテクチャの相互接続

接続部	内容
(1)宅内の各種通信方式間の相互接続	宅内制御系ネットワークに含まれる各種通信方式間の相互接続。
(2)宅内の異なるネットワーク間の相互接続	宅内制御系ネットワークと宅内情報系ネットワークとの相互接続。
(3)宅内と宅外の相互接続	宅内情報系ネットワークと宅外情報系ネットワークとの相互接続。

(1) 宅内の各種通信方式間の相互接続

宅内制御系ネットワークに含まれる各種通信方式間の相互接続における課題を抽出し、必要要件を洗い出す。

(a) 宅内の各種通信方式間の相互接続の課題の抽出

今回の実証実験は既設住宅にて白物家電や住設機器、情報機器といった様々な機器をネットワークに接続して実施した。既設住宅では全ての機器を新しいネットワーク方式に置き換えることは困難であるので、従来の通信方式を混在させて実験を行なった。具体的には、本実験システムおよびテーマ 2-3 の実験システム内に赤外線リモコン方式、シリアル通信方式、PLC 方式、IEE802.15.4 方式、Ethernet、Wi-Fi 規格などを使用した。

しかし、これらの規格の中には標準化されていない方式も混在していたため、各ネットワーク方式の相互接続において各機器の通信設定を行なうのに多くの手数を要した。また、計画通りに接続が出来なかった部分も存在し、宅内で収集した情報を宅外のサーバに転送して宅外サーバから情報を取得するといった複雑な相互接続方式を取り入れざるを得ない

問題も発生した。

以上より得られた宅内の各種通信方式間の相互接続の課題を、表 5-20 にまとめる。

表 5-20　宅内ネットワーク相互接続の課題

課題	内容
通信設定	標準プロトコルを用いなければ通信設定に多くの手間がかかる。
相互接続方法	標準プロトコルを用いなければ複雑な相互接続方式になる。

(b)　宅内の各種通信方式間の相互接続の必要要件

表 5-20 に抽出した課題を解決するためには、標準のネットワーク方式を用いる必要がある。ここではホームサーバを用いた宅内のネットワーク・アーキテクチャの一例を示し、制御系ネットワークに対する要件をまとめる。

各社が標準の通信方式を使用し、ネットワークに参加した機器を管理するプロファイルにも標準プロファイルを用いれば、通信設定の項目の多くを自動設定することが可能になる。

しかし、表 5-21 に示すように標準ネットワーク方式には多くの通信方式が存在し、また、それぞれの特長が異なる点から、一つの方式で統一することは困難であり、機器ごとに様々なネットワーク方式が混在することになる。これらの種々の機器との接続性を考えると一つのホームサーバが複数の制御系ネットワーク方式に対応するのが望ましい。

表 5-21　標準ネットワーク方式の一例

標準ネットワーク方式		概要
コネクション	赤外線リモコン	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
	JEMA 標準 HA 端子	電源制御用の物理規格。各 2 状態の制御と状態表示が可能
	シリアル方式(RS-485 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
	IEEE 802.15.4	ZigBee、6LoWPAN 等で用いられている無線接続の物理層規格
	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	HomePlug C&C	HomePlug Powerline Alliance が定めている PLC 規格
	HomePlug GP	同 HomePlug が定めている米国スマートグリッド向けの制御規格
	ZigBee Home Automation	ZigBee Alliance が定めている家電機器の制御規格
	ZigBee Smart Energy	ZigBee Alliance が定めている米国スマートグリッド向けの制御規格
	ECHONET	国内企業が中心となって定めたホームネットワーク規格
	6LoWPAN	IETF で定められている IPv4 および IPv6 対応の無線ネットワーク規格
	Ethernet	IEEE 802.3 をベースとした有線 LAN 規格
	Wi-Fi	Wi-Fi Alliance が認証した IEEE 802.11 規格の無線 LAN 機器

- JEMA 標準 HA 端子は電源をオンしたりオフしたりする、もしくはブラインドを開けたり閉めたりするといった 2 状態の操作が可能である。また、現在の電源の状態がオンなのかオフなのか、あるいはブラインドが開いているのか閉まっているのかといった 2 状態を検出することも出来る。
- シリアル通信は電力系や ECHONET レディ対応のエアコンなどで用いられている。赤外線リモコンが機器の制御しか行なえない片方向通信の方式なのに対して、制御に対する応答が可能な双方向通信方式が用いられている。
- IEEE802.15.4 は無線通信の物理層規格である。無線ネットワークとして使用するには上位のプロトコルスタックが必要である。上位プロトコルには ZigBee や 6LoWPAN の他、独自に定められた方式も多く存在する。
- ZigBee は ZigBee Alliance が定めた無線通信プロトコルを用いた無線ネットワーク方式である。
- ZigBee RF4CE は IEEE802.15.4 上で動作する無線リモコン向けの通信プロトコルである。
- ZigBee Home Automation は IEEE802.15.4 上で動作する ZigBee 用の家電機器制御プロファイルである。ZigBee Home Automation プロファイルでは各家電機器の機器情報や提供可能な機能情報が定められており、機器ＩＤやコマンド名をユーザが個別に管理することなく情報を交換することが出来る。
- ZigBee Smart Energy は主に米国スマートグリッド向けの ZigBee 用プロファイルである。現在のバージョンは ZigBee Home Automation と同じ ZigBee プロトコルスタック上にスマートグリッド向けのプロファイルを規定している。
- HomePlug Command and Control (C&C)は HomePlug Powerline Alliance が定めた PLC 規格であり、100kHz～400kHz の周波数帯を使用する。
- さらに、主に米国のスマートグリッドに向けた HomePlug Green PHY(GP)規格も同アライアンスにて策定中である。HomePlug GP は同アライアンスが策定した高速 PLC 規格 HomePlug AV の低速モードを基にした規格である。HomePlug AV と同じ 2MHz～30MHz の周波数帯を使用するため、100kHz～400kHz の周波数帯を使用する HomePlug C&C との互換性はない。
- 6LoWPAN は Internet Engineering Task Force(IETF)が定める IEEE802.15.4 など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のネットワーク層に同じ IPv6 のプロトコルを用いることが出来るようになる。
- Ethernet と Wi-Fi は広く普及している情報系のネットワーク方式である。Ethernet は IEEE 802.3 をベースとした有線 LAN 規格で、Wi-Fi は Wi-Fi Alliance が相互接続の認証を行った IEEE 802.11 規格の無線 LAN である。

次に、複数の標準方式に対応した制御系ネットワークを搭載したホームサーバのアーキテクチャモデルの一例を図 5-48 に示す。

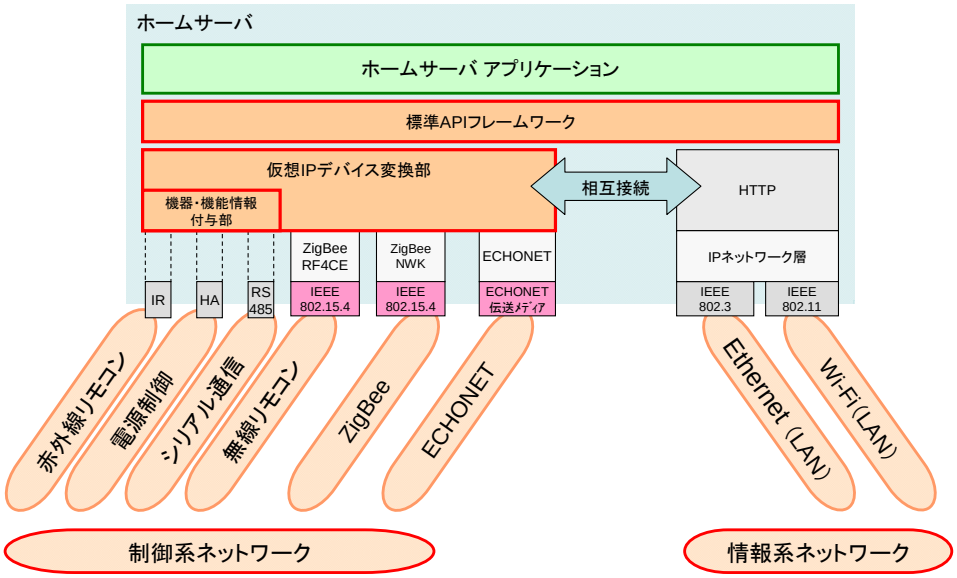

図 5-48　標準ネットワーク・アーキテクチャを用いたホームサーバのモデル例

このホームサーバの例では制御系ネットワークと情報系ネットワークの 2 種類のネットワークが仮想 IP デバイス変換部を介して相互接続されている。制御用ネットワークには、赤外線リモコン、電源制御、シリアル通信、無線リモコン、ZigBee、ECHONET が接続されており、情報系ネットワークには Ethernet や Wi-Fi 認証された無線 LAN が接続されている。制御用ネットワークに従来の機器制御方式を含むことで、白物家電や住設機器といった異種の機器との相互接続を一つのシステム内で実現することが出来る。

仮想 IP デバイス変換部は制御系ネットワーク機器を仮想的な情報機器に見せるための変換を行なう。これにより情報系ネットワーク機器から制御系ネットワーク機器への接続が可能になる。

ZigBee や ECHONET には機器情報と機能情報とを提供する機能が含まれているので、それらを仮想 IP デバイスへ変換する。しかし、既設住宅内の既設機器に搭載されている赤外線リモコン方式や HA 端子、シリアル通信などの多く場合は、そのような情報が含まれていない。したがって、機器・機能情報付与部にて機能情報を付与する必要がある。これらの機器は図 5-49 のように、変換アダプタを経由してホームサーバに接続する形態も考えられる。

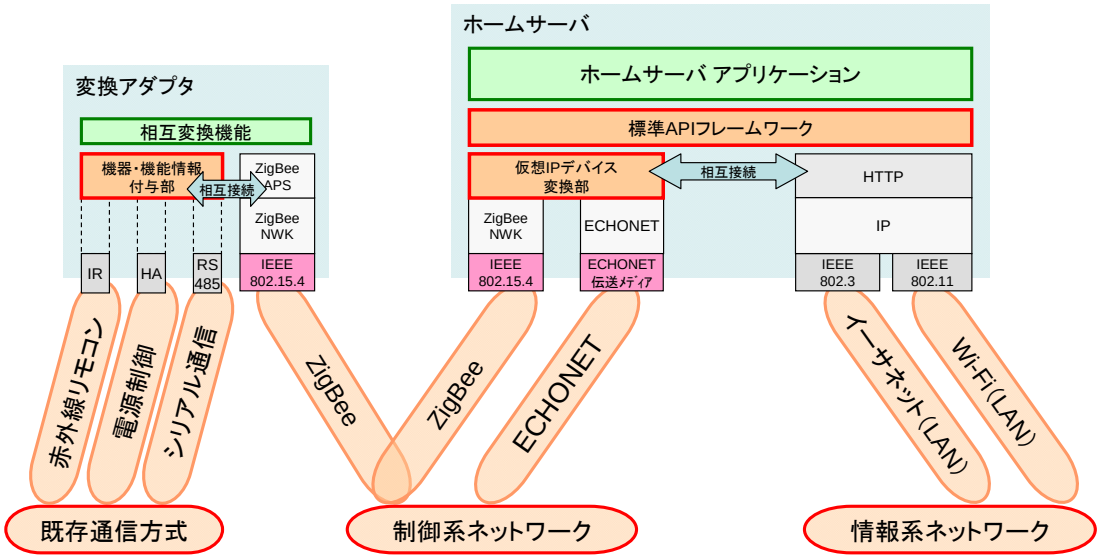

図 5-49　ホームサーバから制御系仮想ポート変換部を分離したモデル例

赤外線リモコン、電源制御の HA 端子、RS-485 のシリアル通信機器といった既存通信方式は、これらの特質上、部屋間をまたがるような通信には不向きであったり工事が必要であったりする。ところが、変換アダプタとして分離することで、既設住宅であっても比較的容易に設置することが可能になる。

以上のような標準ネットワーク・アーキテクチャを、既存通信方式、制御系ネットワーク、情報系ネットワークに分類し、表 5-22 にまとめた。

表 5-22　標準ネットワーク・アーキテクチャで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 シリアル接続などを、仮想 ZigBee Home Automation デバイスに変換して制御する方法がある。
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ＡＶ系およびＰＣ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。

なお、ここで説明した標準の既存通信方式および制御系ネットワークのアーキテクチャモデルは一例に過ぎず、この他にも数多くの方式が存在する。例えば、赤外線通信では IrDA や IEEE 802.11 等で規格化された標準方式が存在する。無線通信では Bluetooth、Z-Wave や Insteon、特定省電力無線規格 ARIB STD-30、PLC には X10、HomePlug C&C、G3-PLC、ITM1/ICM1 など様々な標準方式や標準化を意識した規格がある。したがってここで説明

した一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ていく必要がある。

以上のとおり現段階では多様な通信方式の機器が存在するため、ホームサーバはこれら複数の通信方式に対応することが望ましい。また、従来通信方式を標準ネットワーク方式に変換する方法も必要であり、一例として機器・機能情報付与部を設ける例をあげた。表 5-23 に制御系ネットワークの必要要件をまとめる。

表 5-23　宅内の各種通信方式の相互接続のための必要要件

必要な要件		説明
ホームサーバ		ホームサーバ・アプリケーションを実行する。
	標準の制御系ネットワーク	機器情報や保有機能情報が標準化されたネットワーク方式に対応する。また、複数方式に対応するのが望ましい。
	既存通信方式の対応	機器情報や保有機能情報を付与する。

(2) 宅内の異なるネットワーク間の相互接続

制御系ネットワークと高速の情報系ネットワークなどの宅内の異なるネットワーク間の相互接続についての必要要件を洗い出す。

(a) 宅内の異なるネットワーク間の相互接続を行なうための仮想 IP デバイス変換部

表 5-20 に宅内ネットワーク間の相互接続に関する課題を抽出し、図 5-48 および図 5-49 に仮想 IP デバイス変換部を設けたホームサーバのアーキテクチャモデルの一例をあげた。ここでは各図に示した仮想 IP デバイス変換部について説明する。

各図では制御系ネットワーク中の ZigBee 機器が仮想 IP デバイス変換部を経由して情報系ネットワークに接続されている。このように仮想 IP デバイス変換部は ZigBee 機器を仮想的な IP 機器へ変換し、制御系ネットワーク機器と情報系ネットワーク機器とを相互接続する役割を担っている。この仮想 IP デバイス変換部を用いることで情報系ネットワーク上の機器はホームサーバ・アプリケーションを介さずに直接的に制御系ネットワーク上の機器を制御することが可能になる。

標準 API フレームワークは、制御系や情報系、各種の通信プロトコルなどに依存しない共通のホームサーバ・アプリケーションを実行するための API を提供している。この API を用いたホームサーバ・アプリケーションはホームサーバに接続されている機器の管理や制御を行なう。

仮想 IP デバイス変換部は、以下に示すような機器管理情報と通信情報のそれぞれを相互変換する役割を担っている。

- 機器管理情報の変換は、主として制御系ネットワーク内の機器情報を情報系ネットワーク側に知らせるために用いられる。機器管理情報には、照明機器やエアコンといった機器の名称や、照明の On/Off やエアコンの温度設定といった機能情報が含まれる。

- 実際に機器を制御するためには双方のネットワークの機器間の通信情報の相互変換も必要になる。双方の通信プロトコルを相互に変換しあうことで各機器が相互に接続出来るようになる。一例として、制御系のZigBeeプロトコルをHTTPプロトコルに変換して通信を行う方法がある。

以上のような機器管理情報の変換と通信情報の相互変換によって、制御系ネットワーク内の機器を情報系ネットワーク内の IP 機器から制御することが出来るようになる。

(b) 宅内の異なるネットワーク間の相互接続のための必要要件

今回の実証実験では既設住宅の既存機器を従来通信方式で制御することの有効性を実証した。将来的には全ての機器が IP 接続される可能性も考えられるが、既設の機器や低価格な機器に対して、導入期から全てを IP 接続することは困難である。したがって、宅内には非 IP の制御系ネットワーク機器がホームサーバなどに接続されていることを考慮する必要がある。また、宅内にはパソコンや AV 機器といった情報系ネットワークも存在し、これらと相互接続するために制御系ネットワークと情報系ネットワークとを相互接続するための中継機能が必要になる。中継機能の一例として、ホームサーバに仮想 IP デバイス変換部を搭載する方法がある。

以上より各ネットワーク間の相互接続に必要な要件を表 5-24 にまとめた。

表 5-24　宅内の異なるネットワークの相互接続の必要要件

必要な要件		説明
制御系・情報系ネットワーク中継機能		IP ネットワークから制御系ネットワークのデバイスへの接続手段。(一例として、情報系 IP 機器が制御系 ZigBee 機器を制御するための ZigBee・IP 変換を行う。) 以下の制御系ネットワーク機器管理情報と、制御系ネットワーク通信情報の中継を行う。
	制御系ネットワーク機器管理情報中継	制御系ネットワーク内の機器発見、および機器管理情報を情報系ネットワーク側に提供する。 (一例として、ZigBee 管理情報を仮想 UPnP デバイスに変換する。)
	制御系ネットワーク通信情報の相互中継	制御系ネットワークと情報系ネットワークの通信情報を相互提供する。 (一例として、ZigBee 通信プロトコルを HTTP に相互変換する。)

(3) 宅内と宅外の相互接続

宅内で収集した情報を宅外からアクセスしたり、宅内の機器を宅外からの制御を行なったり、また、これらを含むインターネットサービスを宅外から提供するための宅外と宅内の相互接続について、今回の実証実験における課題を抽出し、必要要件を洗い出す。

(a) 宅内と宅外の相互接続に関する課題の抽出

今回の実証実験ではホームサーバ（本実験システムのアプリケーションサーバ）とテレビの間の配信フレームワークに独自の Ex システムを用い、ECO ナビサービスおよび

HEMS のコンテンツをテレビに配信した。Ex システムで配信した ECO ナビサービスなどよって行動喚起が促され生活の中心がリビングからキッチンへと移行することで節電に大きく寄与した。しかし、Ex システムの受信機能はシャープ株式会社製テレビにしか搭載されておらず、その他のテレビではサービスを受けることが出来ない。キッチンには Ex システムに対応していないテレビを設置していたため、行動喚起が促された以降は Ex システムのコンテンツを受信できる機会が減少してしまった。

また、今回は ECO ナビサービスや HEMS コンテンツの配信を宅内に限定し、Ex システムの配信サーバを宅内に設置したので、有線 Ethernet で伝送する部分は暗号化を講じなかった。しかし、よりユーザに有益な ECO ナビサービスの提供には Ex システムの配信サーバを宅外に設置する必要があり、この場合は情報セキュリティの確保が必要になる。

例えば、今回の実証実験の結果において、各部屋の消費電力のデータから被験者がどの時間にどの部屋に居たのかを推測することが容易であった。こいうった情報はプライバシー保護の観点から適切に扱わなければならない。しかも、情報によっては同じ家族の間でも見られたくない情報がある。一例として、今回の実証実験中の夜間にトイレの水が流しっぱなしになっていたことが明らかになった。こういった情報を家族の中で共有すべきかどうかは場合や状況などによって異なり、場合によっては家族内のプライバシー保護が必要になる。したがって、他人に対してのプライバシーは勿論のこと、家族内であってもプライバシーの保護が必要な情報が含まれることを十分に注意しなければならない。

また、新方式が登場しても対応できない課題がある。とくに、新しいサービスの中には新しいシステムが必要になる可能性もあり、その場合はシステムを交換しなければならない課題が生じる。

以上の課題を、宅内と宅外の相互接続の課題として**エラー! 参照元が見つかりません。**にまとめた。

表 5-25　宅内と宅外の相互接続の課題

課題	内容
宅外サーバとの通信区間のプライバシー保護	宅内の情報が意図しない他人に知られてはならない。
ホームサーバ内のプライバシー保護	宅内の情報が意図しない他人に知られてはならない。 しかも、家族内であっても保護しなければならない情報が存在する。
新サービスへの対応	今後登場する新サービスに柔軟に対応できることが望ましい。
独自サービス API との相互接続	汎用の機器であってもサービスが受けられることが望ましい

(b)　宅外と宅内の相互接続のための必要要件

前節の「宅内の異なるネットワーク間の相互接続」において、情報系ネットワークへは仮想 IP デバイス変換部を用いて相互接続を行うホームサーバのアーキテクチャのモデル例をあげた。このホームサーバはホームゲートウェイを経由して宅内から宅外へ相互接続される。

a) 構成と設置の要件

図 5-50 のように、ホームサーバとホームゲートウェイは情報系ネットワークで接続され、ホームゲートウェイの宅外側もまた情報系ネットワークで接続される。

本図では、ホームゲートウェイ、ホームサーバ、テレビなどのエネルギーモニタ、家電機器の４種類の機器で構成しているが、例えばホームサーバとホームゲートウェイは一体型であってもかまわないし、ホームサーバとエネルギーモニタについても一体型であってもかまわない。一例としてフォトフレームのような小型の表示端末がエネルギーモニタであってもかまわない。

ホームサーバの設置場所は宅内にあることがホームサーバ内の情報のプライバシー保護の観点から望ましい。積算電力計などにホームサーバ機能を搭載する場合は、機器の取り外しが出来ないような固定と施錠を行なうなど、宅内設置と同等のセキュリティ保護を行なう必要がある。

また、一般家庭においては、電話機やＦＡＸ送受信機、インターホン等の既存の通信機器が設置されていた場所に設置される可能性が高い。このような場所への設置を考慮し、それらの機能を含めることで、既存機器からの買い替えによる普及を促進できると思われる。

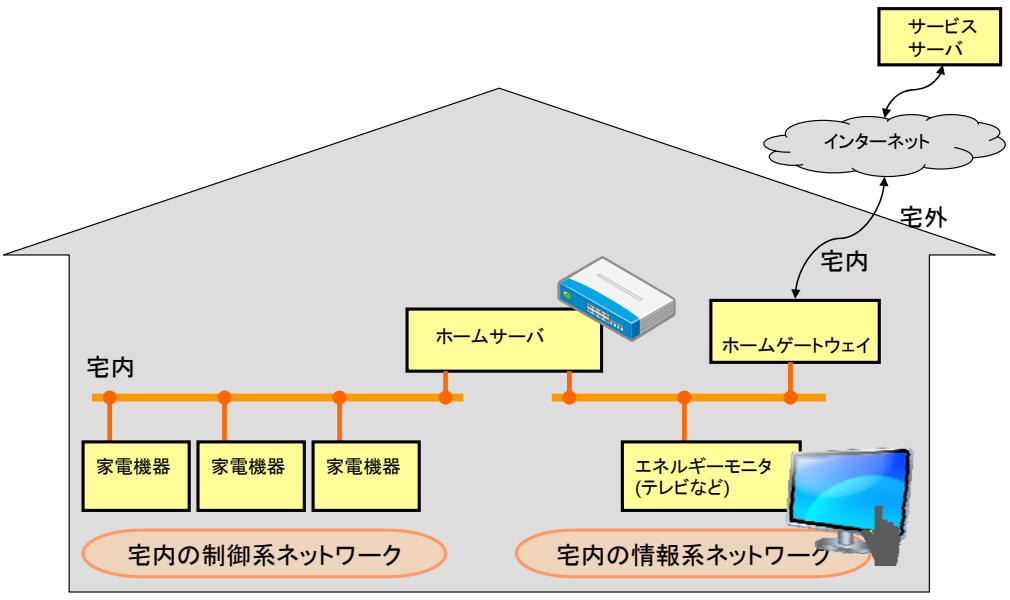

図 5-50　宅内と宅外の相互接続の一例

b) 宅内における情報セキュリティ保護

制御系ネットワークで収集した情報を保護する必要がある。セキュリティ保護の一例を図 5-51 に示す。

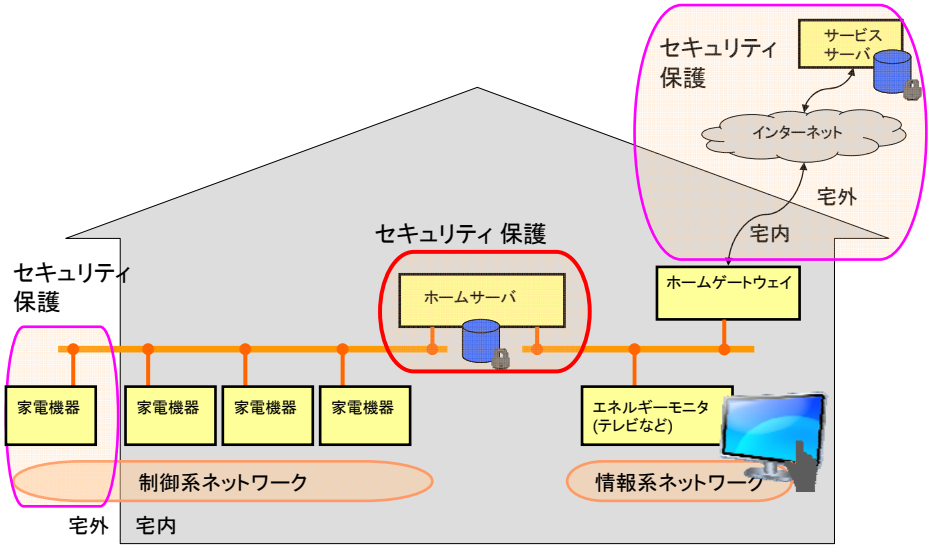

図 5-51　セキュリティ保護の一例

本例のホームサーバには制御系ネットワーク機器が収集した情報が集められているので、これらを保護するためのセキュリティ機能が必要である。制御系ネットワーク内から収集して保存している全情報について、盗難や盗聴、改ざんを防止するための保護が必須である。ネットワークからの不正なアクセスや成りすましによる盗聴についても防止しなければならない。

また、同じ家族であってもプライバシーを保護する必要がある。一例として、制御系ネットワークから収集した情報の読み出しにパスワード入力を要求する方法がある。この場合はパスワードを知らない家族からのアクセスを防止することが出来る。より望ましい例は、アクセス者もしくはアクセス端末を識別してアクセス権限を設定・認証するアクセス認証を行う方法である。

さらに、インターネット接続や積算電力計などの屋外に設置される機器内の情報や通信区間は暗号化が必須である。

その他の機器内の情報や機器間の通信も暗号化することを原則とするが、ごく短い時間の測定値などの情報は利便性や実現性に応じて適切な方法を選択する。例えば、１対１で通信を行う従来機器の一部には暗号化に対応できない方式が存在するが、屋内で配線されている有線方式や赤外線は屋外に情報が漏れにくい傾向がある。一方、無線 LAN に関しては宅外へ情報が漏れやすく、不正アクセスやなりすましによる盗聴も容易であるので、暗号化や認証が必須である。

c) セキュリティ保護のためのホームゲートウェイ

ホームゲートウェイに宅内の情報のセキュリティを保護するためのファイヤーウォール機能を搭載し、宅内をプライベートのネットワークとして分離する必要がある。これにより、意図しない宅外からの制御系ネットワーク機器へのアクセスを拒否したり、制

御系ネットワーク機器が意図せず直接的に宅外にアクセスしたりするのを防止する。

なお、IPv6 であっても宅外と宅内のネットワークを分離する必要がある。宅内には機能的に貧弱な機器が存在したり、機器をネットワークに参加させる場合の利便性を考えても宅内機器側にセキュリティ機能を付与することが非合理的になる場合があったりするからである。したがって、宅外と宅内のネットワークを分離するネットワーク・アーキテクチャは必須である。

d) 宅外との情報セキュリティ確保

宅外との情報セキュリティを確保した上で必要に応じて宅外へ情報を転送したり、宅外から情報を参照したりする仕組みを提供する必要がある。

今回の実証実験では ECO ナビサービスや HEMS コンテンツの配信を宅内に限定し、アプリケーションサーバを宅内に設置したので、有線イーサネットで伝送する部分は暗号化を講じなかった。しかし、インターネットから配信されるサービスに対応するにはアプリケーションサーバを宅外に設置する必要があるので、暗号化が必要になる。一例として、SSL などの暗号化を講じた HTTPS を用いる方法がある。

e) アプリケーションの追加およびアップデート機能

新しいインターネットサービスおよび新しいネットワーク機器が登場した場合、ホームサーバや宅内で接続される機器がそれに対応していない場合がある。したがって、これらの機器のアプリケーションソフトウェアを追加したりアップデートしたりする仕組みが必要である。

ホームゲートウェイはインターネットからのアップデート情報に基づいてアップデートを行なう機能を搭載する必要がある。また、家電機器をアップデートする仕組みとして、ホームゲートウェイやホームサーバが宅外からのアップデート情報を家電機器に受け渡す機能を搭載することが望ましい。

f) 共通ソフトウェア・プラットフォーム

インターネットサービスを様々な家電機器に容易に展開するためには、各家電機器に共通で使用可能な図 5-52 のような共通ソフトウェア・プラットフォームを標準化することが望ましい。

一例として、ECO ナビサービスや HEMS コンテンツといったアプリケーションを、宅内の情報系ネットワーク機器間で同一の共通ソフトウェア・プラットフォーム上で実行することが可能になる。これらのアプリケーションにはコンテンツを再生するための共通のソフトウェア部品が存在するので、各機器間で共通のソフトウェア部品を使用することによる開発効率向上の効果もある。

また、ホームゲートウェイから外部への相互接続には、サービス事業者向けの共通 API を用いる。共通ソフトウェア・プラットフォームで用いられるプロトコルやデータフォーマットの規定はエネルギーサービスを提供するための最小限度のものとし、サービスの提供に不足したプロトコルおよびデータフォーマットは共通ソフトウェア・プラットフォーム上のアプリケーションで定義する。

共通ソフトウェア・プラットフォームの一例として、サービスから情報系ネットワー

ク機器への相互接続に OSGi サービスプラットフォームを用いる方法が考えられる。各製造者が同一のプラットフォーム用いることが望ましい。

共通ソフトウェア・プラットフォームは、主として社会性、公共性が高いサービスに用いられる。しかし、宅内機器の特長機能については標準プロトコルの枠組みでは機能を発揮しきれない場合がある。したがって、特長機能を拡張プロトコルとして追加可能な仕組みを提供する必要がある。例えば、共通ソフトウェア・プラットフォーム上に拡張プロトコルをアプリケーションとして実行する仕組みを提供する方法が考えられる。サービス事業者が宅内機器の製造者とともに拡張プロトコルとなるアプリケーションを使用することで、より新しいサービスを展開できる可能性が出てくるメリットがある。また、お互いの得意な部分に開発リソースを集中できるメリットもある。

以上のように、社会性や公共性の高いサービスに対しては標準プロトコルを用い、かつ、宅内機器の特長を活かしたサービスに拡張プロトコルを用いることが可能な共通ソフトウェア・プラットフォームを標準化し、各機器の製造者が搭載することが望ましい。

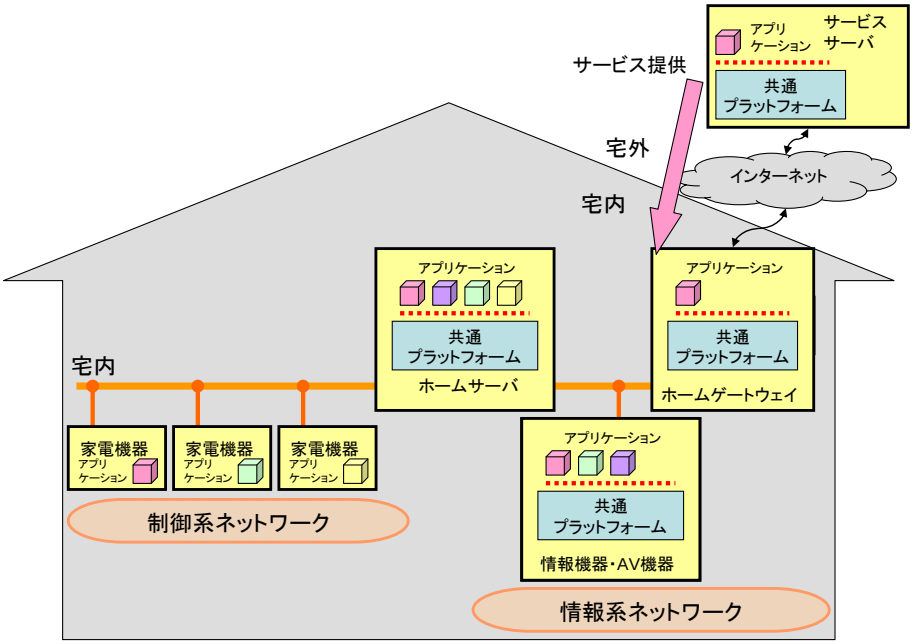

図 5-52　スマートなソフトウェア・プラットフォームの一例

以上の a)から f)にあげた宅外と宅内の相互接続のための必要要件を表 5-26 にまとめる。

表 5-26　宅外と宅内の相互接続の必要要件

必要な要件		内容
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。 ホームサーバと一体型でも分離型でも良い。
共通サービス API		ホームサーバなどの機器と宅外サービスサーバとの相互接続によってアプリケーションを実行するための共通サービス API。 望ましくは共通ソフトウェア・プラットフォーム。 独自サービスを展開可能な拡張プロトコルをアプリケーションとして実装する仕組みが必要。
アプリケーション追加・アップデート機能		ホームサーバなどの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ソフトウェアの追加およびアップデート機能。
セキュリティ保護		ホームゲートウェイもしくはホームサーバによるセキュリティ保護が必要。
	宅内情報のセキュリティ	意図しない不正アクセスから宅内ネットワークを保護するために、宅内ネットワークと宅外ネットワークを分離する。 また、ホームサーバは宅内に設置することが望ましい。
	宅外通信のセキュリティ	SSH、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とパスワード保護、望ましくはアクセス認証。

(c)　低炭素社会の実現に向けて必要な取り組み

先進国である日本における低炭素社会の実現に向けた取り組みとして、過去に消費した化石燃料排出に対する国際的責任を果たすためにも、次世代の低炭素社会に向けた技術開発は重要であると思われる。

一例として、液晶テレビや太陽光発電システムは、我が国が長年の年月をかけて未知の技術分野に多額の投資を費やして研究･開発･商用化を手がけてきた技術であると言える。そして、現在も低炭素化の取り組みの一部として貢献に寄与している。また、後発の海外製造者にとっても低リスクかつ最小限の開発投資、すなわち既存技術の改良で同事業に参入できる恩恵を受けている。引き続きの既存技術の改良が重要であることに変わりないが、既存技術の改良だけでは飛躍的な環境技術の躍進がもたらされない場合が多く、地球環境保護する取り組みとして不十分であると考えられる。

したがって、日本の得意とする未知の次世代技術を商用化し、同技術を使った商品やサービスの提供によって国内の経済を支えつつ、世界規模で考えなければならない環境技術の躍進をも支えることが望ましい。

こういった環境技術を支える技術分野は多くあるが、一例として、日本の得意な太陽光発電パネルや蓄電池、液晶やプラズマなどの表示パネルといった各デバイスを活かすことが可能な仕組みを取り入れた共通ソフトウェア・プラットフォームが考えられる。日本が

得意なデバイスとの通信インタフェースを共通ソフトウェア・プラットフォームに取り込むことで、これらのデバイス事業の発展を維持しつつ新しい環境技術の躍進が期待できる。

さらに、共通ソフトウェア・プラットフォームを用いることで、サービス提供者とともに新しいエネルギーサービスと、エネルギーサービスにとどまらない新しいインターネットサービスの展開を図っていくことも可能になる。また、インターネットサービスに競争領域を設けることで、新しいエネルギーサービスおよび新たなインターネットサービスが次々に展開されることが期待できる。

以上の総論として、標準化と共通化を図ったネットワーク・アーキテクチャおよび共通ソフトウェア・プラットフォームを用いて、エネルギー管理にとどまらない新たなインターネットサービスによる高付加価値化を図り、国内の経済を支えつつ環境技術で世界に貢献することが、望ましいエネルギーサービスの姿であると考えられる。

5.4.2. 新規サービス創出の可能性

本実証実験では、実験住宅全体および機器ごとのエネルギーの使用履歴情報や被験者の操作履歴情報を収集し、それらに基づく省エネアドバイスを提供するサービスの省エネ行動喚起効果を検証した。また、宅内の機器制御とインターネットサービスとをワンボタンで実現することにより、サービス提供と HEMS 機能との統合について検証した。

これらを拡張し、各家庭、各機器、各個人の情報を収集・分析し、分析結果に基づいて、省エネアドバイス等提供したり宅内の機器を制御したりするインターネットサービスが提供されることにより、より省エネ行動喚起効果が促進すると考えられる。

一方、サービスの供給側に関して言えば、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、家電機器向けなどに広がりを見せている。さらに、機器（例えばテレビ）ごとに、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、いろいろな機器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。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。

具体的な例としては、「ECO 生活への素敵なヒント」画面（5.2.3(1)(c)参照）の左側に表示したエコロジー生活を提案する情報や、「おうちコントロール」画面（5.2.3(2)(a)参照）の左側に表示した一括制御の対象となる生活シーンに関連する情報をインターネットサービスとして提供し、HEMS 機能と組み合わせることが考えられる。

「ECO 生活への素敵なヒント」画面では、画面左側に食をテーマとした身近な出来事を綴ったブログをスライドショー表示してエコロジー生活への関心を高め、画面右上に表示したエコロジーな生活を提案する文と合わせて、ユーザが主体的にエコロジー生活に向けた第一歩を踏み出すきっかけとして「もっとヒントを見る」アイコンを選択することを意図していた。また、「おうちコントロール」画面では、「食事」「外出」および「掃除」に関連する情報をスライドショー表示し、その情報をきっかけとして生活シーンを選択して複数の機器を一括制御するよう誘導することを意図していた。

本実証実験では、必ずしも上記意図の通りにユーザが行動したわけではないが、使用履歴情報等から推察されるユーザのライフスタイルに密接に関連した情報をエンターテイメントの形で提供し、ユーザが快適性を維持しながら省エネ行動を実施できるようにすることが重要である。

さらに、実際の省エネ行動も、単に機器の動作を停止させたり設定を変更したりするといった義務的なものでなく、「おうちコントロール」画面の「映画鑑賞」アイコンを選択した場合のような、機器制御そのものがユーザの快適性を高メーカつ省エネになるようにする必要がある。

また、本実証実験では、目標を金額で示すことがユーザ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、スポンサーとなる会社の協力により、目標を達成したユーザには対価として、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が考えられる。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ユーザに広告を配信することが考えられる。

以上に例としてあげたような快適 ECO 生活ナビゲーションサービスにより、ユーザ自身の気付きや意識向上を促進し、ユーザの行動喚起や行動定着に貢献し、もってユーザの意識変革を促しライフスタイルを低炭素社会に適合したものに変えていくことが可能となる。

このような家電・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。さらにこの強みは、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。尚、既に家電機器への組み込みやサービス化を進め始めている企業にとっては、スピーディーな実現が可能となる。

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。ただし、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。しかし、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提案するモデルは、日本、海外を問わずに適用できる一般性を有する。家電機器も連携させて統合的なサービス・アプリケーションを提供するプラットフォームとしての仕組みを利用すれば、地域によって異なる嗜好や環境に適応した地域性のあるサービスも容易に提供できるようになる。

5.4.3. 実用化、普及に向けた問題点、課題

(1) 実証実験から得られた知見

本実証実験から得られた知見についてまとめる。

(a) 消費電力削減効果に関する知見

被験者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、および、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。これは「Google PowerMeter」を試作した米国 Google 社の主張（見える化のみで平均 5%から 15%の削減）から見ても妥当な値と思われる。
- 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 を被験者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）が、本実験期間中を通して被験者に継続的に利用された。また、本実験期間において消費電力が十分削減されたことから、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を行うよう行動喚起を促すことによる削減効果が高いことが確認された。

(b) 見える化 UI に関する知見

本実験システムの ECO ナビサービスおよび HEMS を実際に操作した上での感想を、被験者からの聞き取り調査から分析することによって、以下の知見が得られた。

- 宅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

取り図を使っての表示は、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、住宅メーカと家電メーカが協力して、実現方法を検討する必要がある。

- 宅内機器に関連した情報をインターネットサービスによって提供する機能の評価が高かった。しかし、実用化を図るには、家庭ごとに設置されている機器によって提供する情報が異なってくるので、サービス事業者と家電メーカが協力して実現方法を検討する必要がある。
- 省エネ行動に目標を設定する場合には、一例として、以下が有効である。
  1）目標設定を金額で設定する。
  2）目標達成までの期間は 1 ヶ月程度とする。
  3）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場合もある。
- 生活シーンに合わせた機器の一括制御は、最大公約数的な生活シーンの想定だけではなく、各家庭において簡単にカスタマイズできるようにすることが望ましい。
- テレビで ECO ナビサービスや HEMS 機能を提供する場合には、直感的で分りやすいリモコン操作が必要である。また、操作に対する応答速度や確実な動作も重要である。複雑な操作や反応の鈍い応答、不安定な動作が、ユーザの省エネ行動への意欲を削いでしまう恐れがある。

(c) ネットワーク・アーキテクチャに関する知見

テーマ 2-3 との接続部分を製作し、実験過程で出てきた相互接続に関する必要要件を整理することで、以下の知見が得られた。

- 制御系ネットワークと情報系ネットワークとの通信プロトコルを標準化することと、制御系ネットワーク上の機器は仮想的な情報系ネットワーク機器へ変換することとによって、相互接続性を確保することが重要である。
- 宅外と宅内の相互接続についても共通プラットフォームによる標準化を行い、かつエネルギーサービスにとどまらない新しいインターネットサービスが展開可能な仕組みを提供し、サービスの高付加価値化を図っていく必要がある。

(d) 大規模システム構築に関する知見

本スマートハウス実証プロジェクトでは、一戸の住宅のみをエネルギーマネジメントの対象として実証実験を行ったが、将来的には、今回本実験システムを導入して実現したような住宅（＝スマートハウス）が複数集まって、地域単位でエネルギーマネジメントを行うことが予想される。このような地域コミュニティ（＝スマートコミュニティ）において、大規模システムをどのように構築するべきかについても、今回の実証実験から幾つかの知見が得られた。これについては次節で述べる。

(2) 大規模システム構築の要件

スマートハウスが複数集まって、地域単位でエネルギーマネジメントを行うスマートコミュニティにおいては、個々のスマートハウスから収集したエネルギー情報を利用して各種サービスを提供する、サービスプロバイダという要素が新たに加わる。複数のスマートハウスとサービスプロバイダからなるスマートコミュニティにおいて、個々のスマートハウスのエネルギー情報をどのように収集するべきか、また、収集したエネルギー情報をサービスプロバイダにどうように提供するべきか、そのモデルから検討する必要がある。

(a) ECOM スマートハウス整備 WG モデル案

図 5-53 は、次世代電子商取引推進協議会（ECOM）のスマートハウス整備 WG において検討されている、スマートハウスにおける代表的な三つのモデル案である。

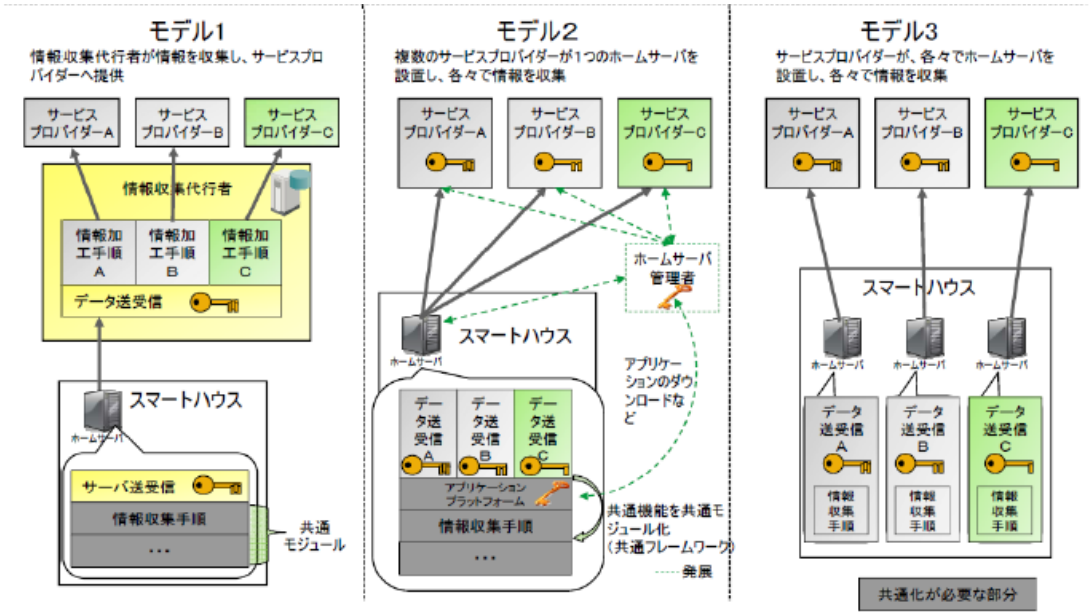

図 5-53　ECOM スマートハウス整備 WG のモデル案

モデル 1 は、情報収集代行者がエネルギー情報を収集し、サービスプロバイダへ提供する形態である。まずスマートハウス内に設置されたホームサーバが、情報収集手順で収集したエネルギー情報をインターネット上の情報収集代行者へ送信する。そして情報収集代行者が、情報加工手順で加工したエネルギー情報を各サービスプロバイダへ提供する。このモデルでは、ホームサーバは情報収集代行者との間のデータ送受信手順のみをサポートすれば良い。また各スマートハウスの個人情報に関わるデータは、情報収集代行者のみで集中管理できる。

モデル 2 は、複数のサービスプロバイダが各スマートハウス内に一つのホームサーバを設置し、各々でエネルギー情報を収集する形態である。ホームサーバには共通のアプリケーション・ソフトウェア・プラットフォームを用意し、その上に各サービスプロバイダとのデータ送受信手順が用意される。このモデルでは、一つのホームサーバの導入で様々な

サービスを享受できる。ただし、ホームサーバが高機能になり高価になる。設置後のメンテナンスやシステム変更などの管理コストも高くなる。

モデル 3 は、サービスプロバイダが各スマートハウス内に各々でホームサーバを設置し、各々でエネルギー情報を収集する形態である。モデル 2 に対して、ホームサーバの管理を各サービスプロバイダで行える利点がある。また、各サービスプロバイダがリスクに応じた独自のセキュリティの仕組みを提供できる。ただし、サービス毎にホームサーバを設置する必要があり、ユーザの負担は大きい。

(b) 実証実験から得られたモデル案に対する知見

今回の実証プロジェクトでは、一戸の住宅のみをエネルギーマネジメントの対象として実証実験を行ったが、本実験システムとテーマ 2-3 の実験システムとを接続してマルチベンダによるシステムを構築したことから、将来のスマートコミュニティのモデル案に対する知見も得られた。

今回、インターネット上に、ホームコントローラが収集したエネルギー情報を蓄積する共通センターが設置され、このデータを利用してテーマ 2-3 の実験システムの見える化 Web サービスが提供された。共通センターのデータは、本実験システムからも利用され、ECO ナビサービスにおけるテレビでの見える化 UI に使用された。また、開発段階や実験期間中の動作検証の際に、実験住宅のエネルギー情報を、遠く離れた開発拠点からモニタリングすることが可能であった。テーマ 2-3 の実験システムの見える化 Web サービスや本実験システムのテレビの見える化 UI を、それぞれ別のサービスプロバイダが提供するサービスと見た場合、共通センターの役割は、ECOM スマートハウス整備 WG モデル 1 の情報収集代行者に近いものである。実験住宅（≒スマートハウス）は共通センター（≒情報収集代行者）とのデータ送受信方法のみをサポートすれば良いというモデル 1 の利点を本実証実験でも享受することができ、モデル 1 が有効に機能することを証明するものであった。

加えて、本実証実験で用意した共通センターは、本実験システムの見える化 UI と、テーマ 2-3 の実験システムの見える化 Web サービスに対して、共通のアプリケーション・ソフトウェア・プラットフォームを利用した共通のインタフェースとして用意された。これは、ECOM スマートハウス整備 WG モデル 1 の情報収集代行者が各サービスプロバイダに対して共通のアプリケーション・ソフトウェア・プラットフォームを提供することまで言及していないことに対して、更なる利点と見ることができる。

(c) 実証実験結果を受けた修正案

以上の知見から、スマートコミュニティにおける大規模システムのモデルについて考察する。

ECOM スマートハウス整備 WG モデル案の優劣を比較した場合、モデル 1 はモデル 2、モデル 3 と比較して次に述べる利点があると考える。

まず、各スマートハウスに一つのホームサーバを設置すればよく、導入コストを低く抑えられる。ホームサーバは情報収集代行者との間のデータ送受信手順のみをサポートすれば良く、サービスに依存しない。更に、各スマートハウスの個人情報に関わるデータを、

情報収集代行者のみで集中管理できる。

しかしながらモデル１では、ホームサーバについては情報収集手段が共通モジュールとして用意されているが、情報収集代行者については共通のプラットフォームが存在しない。この場合、サービスプロバイダ毎に情報加工・サービス提供手順を一から構築しなければならなくなり、サービス創出・提供のためのコストが上がることになるという課題がある。

そこで図 5-54 に示した、ECOM スマートハウス整備 WG モデル１の修正案（＝モデル1’）を提案する。

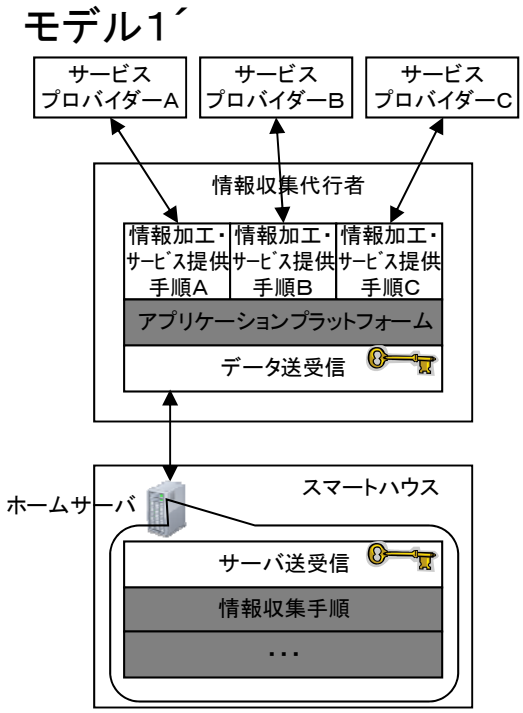

図 5-54　修正したモデル案

モデル 1’では、モデル１に対して、情報収集代行者の機能にアプリケーション・ソフトウェア・プラットフォームを追加する。この場合、新たに共通化が必要な部分は、アプリケーション・ソフトウェア・プラットフォームがサービスプロバイダに提供するサービス API である。共通のソフトウェア・プラットフォームにより、サービスプロバイダによるサービスの創出、提供が容易となる。

モデル 1’を支持する理由は以下の通りである。

まず、サービス事業者に対して共通のソフトウェア・プラットフォームを提供することによって、サービス事業者が自由かつ容易に新たなサービスを創出し、提供できる仕組みを提供できる。

次に、ホームサーバの機能を情報収集代行者に配分できるため、ホームサーバの負担を軽減できる。その結果、ホームサーバの簡易化が可能となり、システム構築コストが低減する。

最後に、ホームサーバの保守・管理を情報収集代行者に一元化できる。その結果、ホー

ムサーバと情報収集代行者間のインタフェースの拡張に柔軟性を持たせられる。また、ホームサーバの仕様決定、設置の権限を情報収集代行者が保有し、情報収集代行者が競争することで、ホームサーバが改良され続け、技術陳腐化リスクに対処できる。更に、情報収集代行者間の競争によりアプリケーション・ソフトウェア・プラットフォームで提供できる機能が強化され、提供できるサービスの幅が広がり、ユーザにとって魅力的なサービスが提供され易くなる。

モデル 1’には、以下のそれぞれに共通化領域が存在する。

- サービスプロバイダと情報収集代行者間
- 情報収集代行者とホームサーバ間
- ホームサーバと宅内機器間

ただし、アプリケーション・ソフトウェア・プラットフォームの競争を促すため、共通化領域は必要最低限にとどめるべきである。

(d) システム構成

図 5-55 に、モデル 1’に基づくスマートコミュニティの具体的なシステム構成を示す。

本システムの特徴は以下の通りである。まず、サービスの提供とユーザ情報の収集との双方向に配慮したアーキテクチャとなっている。ポータルサーバで、サービスプロバイダに共通アプリケーション･ソフトウェア･プラットフォームを提供し､ホームサーバ(HEMS サーバ) とポータルサーバの間でセキュアな通信路を確保して､収集した情報を伝送する。エネルギー情報だけでなく、宅内の機器構成、各機器の属性情報などといった拡張情報も管理する。端末の情報を含めて提供することにより、サービス事業者の利便性を向上させる。例えば、端末の属性にサービスを適合させるように、ポータルサーバで画面に合わせた表示の仕方に変換することなどが考えられる。

次に、ホームサーバとポータルサーバとで機能分担することにより、ホームサーバの負担を軽減して、低コスト化を実現する。

最後に、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点である。これにより、プライバシー、セキュリティを保護し、ユーザからの信頼、安全性が確保される。

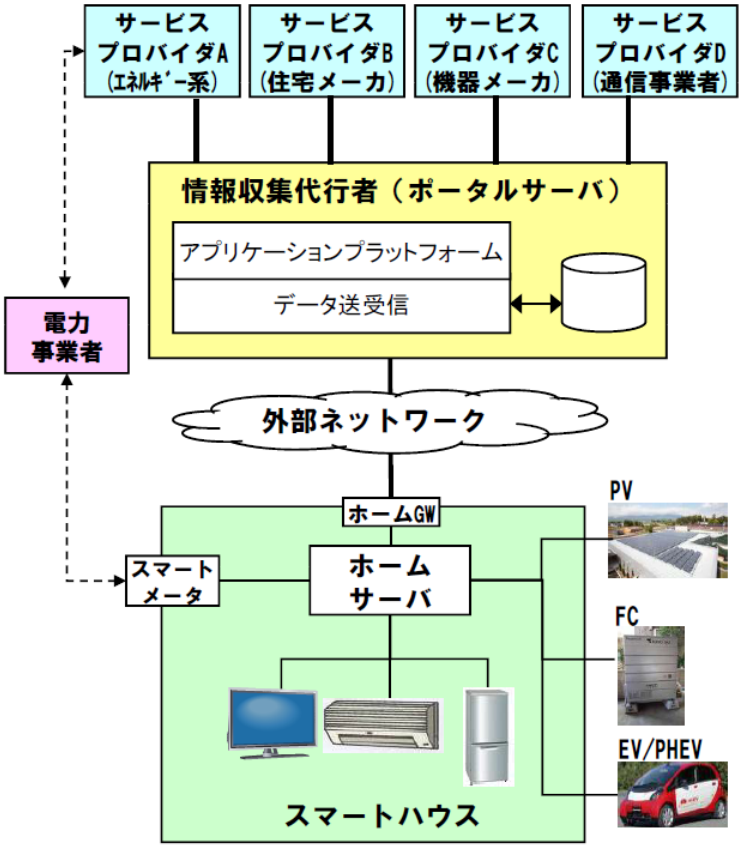

図 5-55　システム構成

(e)　通信インタフェースのデータ項目とフォーマットの一例

表 5-27 にポータルサーバとホームサーバ間で行なわれる通信インタフェースのデータ項目とデータフォーマットの一例を示す。この例では積算電力量や消費電力といった電力エネルギーに関する情報を中心に定義している。総電力に分類されているデータ項目の宅内総電力情報や宅内の機器情報については必須要件である。しかし、その他の多くの項目は拡張機能として定義している。

宅内総電力情報と宅内機器情報以外のデータ項目およびデータフォーマットは、各機器の製造者や情報収集代行者またはサービスプロバイダが定めた拡張データ項目とする。これらの拡張データ項目を日本企業間で調整して標準化し、海外企業との競争領域としてもかまわない。

一例として、機器情報の中には消耗品交換アラートや内部エラー情報、操作履歴リストといった宅内の機器の使用状況を把握するための拡張情報が含まれている。このような拡張情報のデータ項目やフォーマットによって、より付加価値の高いサービスが提供可能になる。高付加価値サービスの一例として、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うサービス業者を紹介したり、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サービスの受診を促したりといったサービスが考えられる。

このような新しいサービスを展開できるようにするためには、共通アプリケーション・ソフトウェア・プラットフォーム上で実行されるアプリケーションの中でデータ項目やフォーマットを拡張する仕組みが必要である。このような拡張性を設けることによって各サービス提供者および各製造者間もしくは海外企業の競争領域が生じ、サービス提供領域での競争によって、より特長的で利便性の高い付加サービスの開発が促されると考えられる。

これらに用いる拡張情報やエネルギー情報は家庭や個人のプライバシー情報であるため、ポータルサーバとの間で暗号化されたセキュアな通信も必要である。

さらに、ポータルサーバとホームサーバとの機器間インタフェースは、必要最小限のインタフェースに絞り込んだ共通 API を用いる。既存の標準方式の通信インタフェースは、様々な通信相手との相互接続を想定しており、普段は使わない機能も多く含まれていて非効率である。共通 API を最小限に絞り込むことで、競争領域が拡大するとともに、安価にセキュリティを強化することも出来る。

以上のように、共通プラットフォームは最小限度の機能に絞り込み、必要に応じてアプリケーションとして追加可能な仕組みとすべきである。

表 5-27　ホームサーバ・ポータルサーバ間のデータ項目とフォーマットの一例

分類	データ項目	データフォーマット	通信方式	備考
総電力 (買電)	宅内総電力(必須)	積算電力量(必須)、測定日時 温度、動作状態	定期通知	通知間隔は可変
	一定期間の電力	・平均総電力、平均電圧、平均力率 ・ピーク総電力、ピーク電圧、ピーク力率 ・測定日時、温度、湿度、動作状態	定期通知	期間＝通知間隔
	現在の総電力	総電力、電圧、力率、測定日時	要求・応答	
	電力供給制御	開始／停止	要求・応答	初期値＝開始
	停電・通電通知	供給元／供給先、停電状態、発生日時	不定期通知	
	ピーク電力超過通知		不定期通知	
	積算電力量オーバーフロー通知		不定期通知	
	積算電力量オーバーフロー復帰		要求・応答	
	電力履歴情報	期間、積算電力量、電力推移など	要求・応答	
	加入者管理情報	契約種別、加入者番号、加入日	要求・応答	情報は一例
	機器管理情報	システム名、型番、設置日	要求・応答	情報は一例
分岐電力	分岐器内総電力	積算電力量、測定日時、温度、動作状態	定期通知	通知間隔は可変
	一定期間の電力	・平均総電力、平均電圧、平均力率 ・ピーク総電力、ピーク電圧、ピーク力率 ・測定日時、温度、湿度、動作状態	定期通知	期間＝通知間隔
	…	…	…	…
	分岐器管理情報	型番、種別、容量、接続元、接続相	要求・応答	情報は一例
	接続先情報	供給先部屋種別 1,2,3…	要求・応答	情報は一例
機器情報	積算電力量	積算電力量、測定日時、温度、動作状態	定期通知	
	…	…	…	…
	バッテリ状態	電池残量、電池電圧、充電中	定期通知	
	電池残量不足アラート		不定期通知	
	消耗品交換アラート		不定期通知	
	内部エラー情報	エラー理由、発生日時	不定期通知	
	操作履歴情報	操作履歴リスト	要求・応答	
	機器情報(必須)	製造元、型番など：標準プロファイル準拠	要求・応答	
	設置場所	部屋名など：標準プロファイル準拠	要求・応答	
UI 配信	ECO ナビ情報 HEMS 情報	SVG	要求・応答	Ex システム使用

※アンダーラインは必須要件を示す

表 5-28 に、ホームサーバとポータルサーバ間の機器間インタフェースおよび、ポータルサーバとサービスプロバイダ間の機器間インタフェースの必要要件をまとめた。

表 5-28　大規模システム構築の機器間インタフェースの必要要件

項目		共通プラットフォームの要件 （必要最小限度にとどめる）	拡張のための要件
ホームサーバと ポータルサーバ間の 共通サービス API		共通プラットフォーム用 API	宅内機器の拡張プロトコルをアプリケーション毎に提供可能な仕組み
	データ項目	宅内総電力、宅内の機器情報	独自拡張サービス情報 (一例:消耗品交換アラート、内部エラー情報、操作履歴リストなど)
	セキュリティ	暗号化が必須	アプリケーション毎に設定
ポータルサーバと プロバイダ間の 共通サービス API		共通プラットフォーム用 API	サービスの拡張プロトコルをアプリケーション毎に提供可能な仕組み
	データ項目	必須要件は無し	アプリケーション毎に設定
	セキュリティ	必須要件は無し	アプリケーション毎に設定

以上のように、大規模システム構築の必要要件は、必要最小限度の機能に絞り込んだ共通プラットフォームを使用し、必要に応じてアプリケーションとして機能拡張可能な仕組みを提供することである。