

第3章 「テーマ 2-2：エネルギー機器（太陽電池・燃料電池・蓄電池）と負荷機器を融合した次世代エネルギーシステムの最適制御技術に関する実証」および「テーマ 3-2：家庭内機器の計測・管理・制御に係る標準化及び通信制御 I/F 装置の開発」

大阪ガス株式会社
積水ハウス株式会社
三菱電機株式会社

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3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3章 「テーマ2-2：エネルギー機器（太陽電池・燃料電池・蓄電池）と負荷機器を融合した次世代エネルギーシステムの最適制御技術に関する実証」および「テーマ3-2：家庭内機器の計測・管理・制御に係る標準化及び通信制御 I/F 装置の開発」 1

3.1. 事業概要	3-1
3.1.1. 想定する事業環境および社会的背景	3-1
3.1.2. テーマ2とテーマ3の進め方	3-4
3.1.3. 検討すべき課題	3-5
3.1.4. 実証実験の具体的な進め方	3-7
3.2. 実証実験で想定したサービスについて	3-9
3.2.1. 前提とする社会環境	3-9
3.2.2. ビジネス形態と規模	3-10
3.2.2.1. ビジネス形態	3-10
3.2.2.2. サービスの規模	3-11
3.2.3. 提供サービスの要件及び機能	3-12
3.3. 「テーマ2-2：エネルギー機器（太陽電池・燃料電池・蓄電池）と負荷機器を融合した次世代エネルギーシステムの最適制御技術に関する実証」の実施	3-15
3.3.1. 実証実験の目的	3-15
3.3.2. 実証実験の背景	3-15
3.3.2.1. 環境負荷低減効果の試算	3-15
3.3.3. 実証実験の概要	3-18
3.3.4. 実施項目	3-18
3.3.5. 実施場所	3-19
3.3.6. 実施体制	3-20
3.3.7. 実施方法	3-20
3.3.8. 実証実験結果	3-28
3.3.8.1. ホームサーバを介したエネルギー機器と負荷機器の協調制御技術	3-28
3.3.8.2. エコサーバ、サービスプロバイダ層を介した遠隔制御技術の実証	3-37
3.3.8.3. ユーザの嗜好を反映したエネルギー負荷への品質別供給サービス実証	3-42
3.3.9. 実証実験に対するユーザ視点の評価	3-62
3.3.10. 実験結果の考察	3-73
3.4. 「テーマ3-2：家庭内機器の計測・管理・制御に係る標準化及び通信制御 I/F 装置の開発」の実施	3-77

3.4.1. 実証実験の目的.....	3-77
3.4.2. 実証実験の概要.....	3-80
3.4.3. 実施場所.....	3-101
3.4.4. 実施方法.....	3-101
3.4.5. 実証実験の結果.....	3-123
3.4.6. 実証試験結果の考察と共通化標準化の課題・提言.....	3-134
3.5. 事業全体の評価.....	3-138
3.5.1. 実験結果の考察.....	3-138
3.5.1.2. 環境負荷削減効果(CO ₂ 削減効果、省エネ、省コストなどを含む).....	3-139
3.5.1.3. ユーザへの新サービス創出の可能性.....	3-140
3.5.2. 今後の取り組むべき課題と解決方法.....	3-141
3.5.2.1. 低炭素化社会実現に向けた課題と解決方法.....	3-141
3.5.2.2. 開発・普及に向けた課題.....	3-141
3.5.3. まとめ.....	3-144

3. 1. 事業概要

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

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

具体的には、ユーザの多様なライフスタイルに応じ、家庭用太陽電池や蓄電池等のエネルギー機器、家電、住宅機器等について外部コントロールを可能にすることによって、住宅全体におけるエネルギーマネジメントを実現し家庭から排出される CO₂ を半減するとともに、接続された機器から得られる利用情報やユーザが入力する好みの情報を活用した新たなサービス創出の可能性を検証する。

3. 1. 1. 想定する事業環境および社会的背景

2050 年に社会全体で CO₂ 半減という低炭素化社会を実現する目標を達成するためには、特にエネルギー需要の伸びの高い部門でのエネルギー使用量を削減してゆくことが重要である。中でも家庭用部門では、生活の利便性・快適性を追求するライフスタイルの変化や核家族化による世帯数の増加などの社会的な構造の変化を受け、エネルギー需要が増加している状態にある(図 3-1)。

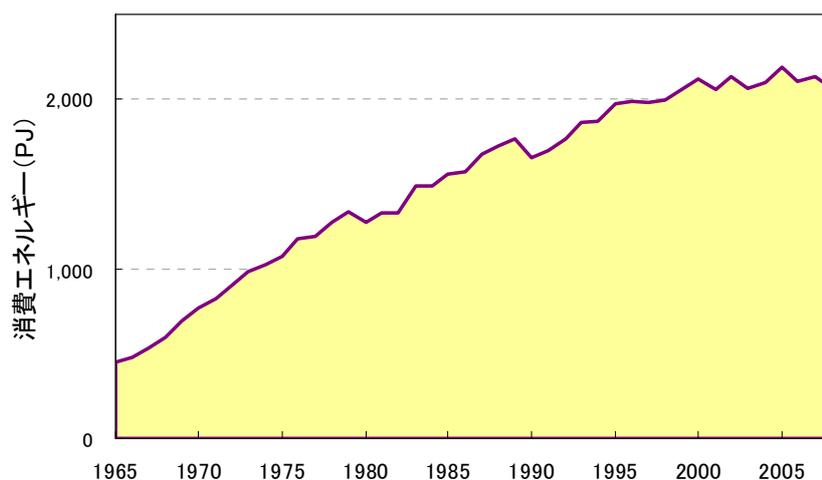


図 3-1 家庭用部門のエネルギー需要 (1965-2008)

資料：エネルギー・経済統計要覧（日本エネルギー経済研究所 計量分析ユニット 編）より作成

近年、発電時の発生 CO₂がゼロである太陽電池の有効活用に対して注目が集められており、家庭向け太陽電池の余剰電力の固定買取制度に対する法案が 2009 年 7 月 1 日に可決、2009 年 8 月に出された「長期エネルギー見通し」でも 2020 年には 2800 万 kW(現状規模の約 20 倍)という規模の普及が想定されており、家庭に太陽電池を設置する動きはますます加速してゆくものと考えられる。

一方、資源エネルギー庁のエネルギー統計データによればその内訳はエネルギー消費の内訳の半分を超える約 60%近くが熱利用目的で占められており(図 3-2)、この熱利用目的での消費を考慮した CO₂削減手段を考えることが極めて重要である。この熱利用目的のエネルギー消費量を減らすための具体的な手段として、大規模火力発電所に比べ廃熱を有効利用可能な家庭用コージェネレーションシステムを利用することで、熱利用を含めた家庭用のエネルギーの削減に大きく寄与できるものとする。

そこで、CO₂ 排出量を削減するには電力と熱の両方のエネルギー利用形態に合わせ、CO₂ 排出量ゼロの太陽電池の利用促進を図りながら、総合効率の高い家庭用コージェネ等を組み合わせる熱と電気の両方を考慮したエネルギーシステムが次世代の低炭素化社会における核となるエネルギーシステムといえる¹。

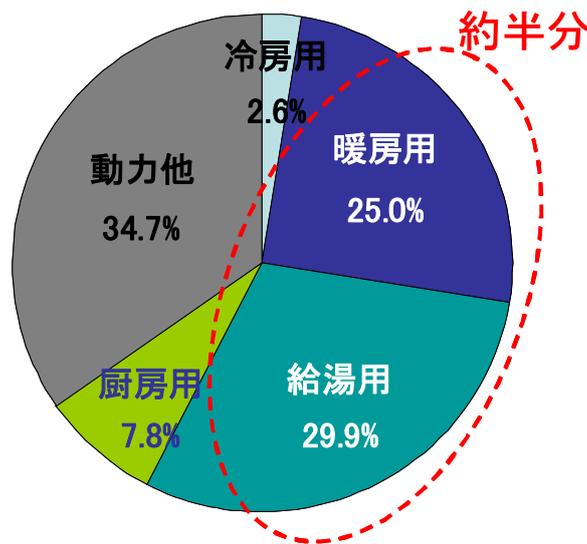


図 3-2 家庭部門におけるエネルギー消費量の内訳

資料：エネルギー・経済統計要覧（日本エネルギー経済研究所 計量分析ユニット 編）より作成

本実証実験では CO₂ 排出量を社会全体で半減という高い目標を現実的のものとするためには、エネルギー発生側だけの高効率化には限界があるため、ユーザの利便性を犠牲にしない範囲でエネルギー消費機器の使い方に踏み込んだ制御に対する社会ニーズが高まると想定した。そこで、W 発電システム（太陽電池と家庭用コージェネ）に蓄電池を組み合わせ運用する

¹大阪ガスでは既に家庭用コージェネと太陽電池を組み合わせた W 発電システムを発売。積水ハウスでは W 発電設備と住宅設備の効果を含めた CO₂ オフ住宅を販売しており、熱と電気の両方を考慮したエネルギーシステムは既に現実のものとなっている。

ことで、更に高い総合効率で電気と熱の同時発生を行いながら、利便性を損なわない範囲で家庭用機器の制御を行うことでエネルギー消費を減らすことを想定したエネルギーサービスとそれを実現するための技術実証を行う（図 3-3）。



図 3-3 当チームが実証するスマートハウスの基本イメージ

また、今後 5～10 年先の低炭素化社会における事業環境を想定すると、現在のエネルギー供給事情とは違った社会となっていることが想定でき、社会全体の中でスマートハウスが果たすべき役割も変化してくると思われる。

例えば、太陽電池の余剰電力買取制度の施行され続ける期間(少なくとも 2020 年まで)においては、太陽電池を設置したユーザは余剰電力の販売量を最大化し、経済メリットを享受しようとすると考えられる。ユーザがこのような考え方をするようになると、太陽電池の普及が促進されるとともに太陽電池の余剰電力が電力系統に供給され系統電源(主に火力発電)の燃料削減による CO₂削減効果が期待できるようになる。しかし、電力系統の運用の観点から考えると天候に大きく依存する太陽電池の大量普及が進むと系統運用の対応課題が問題となってくる。本課題を解決する方法としてスマートグリッド(電力系統側)とスマートハウス(需要家側)を連系させて制御することも考えられる。

すなわち、情報技術で接続されるスマートハウスには、家庭内の機器を制御することで住宅のエネルギー消費を減らすエネルギーマネジメント機能とエネルギー供給者あるいはコミュニティ運用者等からの外部制御を受け付けて、コミュニティでのエネルギー消費を低減する機能の 2 つが求められるようになると思われる。

そこで、本実証実験ではスマートハウスに対する上記の 2 つの制御サービスに関わる実証実験を行いその実現可能性を探るため、2 つのテーマを設定して実証実験を行う。

- (a) テーマ 2: 「エネルギー機器 (太陽電池・燃料電池などのコジェネレーションシステム・

蓄電池) と負荷機器を融合した次世代エネルギーシステムの最適制御技術に関する実証」

本テーマは制御サービスそのものに対する評価を行うテーマであり、スマートハウス内のエネルギーマネジメント制御、スマートハウスに対する外部制御の 2 つのサービスを実現するにあたり、実現技術に対する性能評価および機能評価を行うとともに、具現化したサービスそのものに対する評価を行うもの。

(b) テーマ 3 : 「家庭内機器の計測・管理・制御に関わる標準化及び通信制御装置の開発」

テーマ 2 を実現するための実装システムとしての設計、及び関連装置の製作、単体評価を行う

3.1.2. テーマ 2 とテーマ 3 の進め方

実証実験ではテーマ 2 とテーマ 3 での取組みを効率的に進めるため、図 3-4 に示した流れで実証実験を進める。具体的なステップは次のとおり。

ステップ 1) テーマ 2、テーマ 3 それぞれの視点からサービスに関する要件定義、システムの標準化設計要件を定める。

ステップ 2) で両者を合わせてシステム構築に関わる基本設計、機能設計を進めてシステムの基本構成を机上検討で決定する。

ステップ 3) 実証実験でサービスそのものに対する評価と、エネルギーシステムとしての制御機能評価を定量的に行うために 2 つの実証実験サイトを準備して実証実験を行う。居住可能な実験住宅（積水ハウス 木津川）と模擬負荷装置を有する実験環境（大阪ガス 西島）の 2 つのサイトにシステムを設置して実験を行う。

- ・ 居住可能な実験住宅（積水ハウス：木津川）ではサービスとしての評価を進めるための実住宅環境での制御実験を行い客観的な評価を行う。[積水ハウス]
- ・ 模擬負荷装置を有する実験設備（大阪ガス 西島）ではサービスを実施する上での制御機能そのものを評価するために、制御条件を変更した性能評価を行う。[大阪ガス]
- ・ システムそのものの評価を標準設計の妥当性、性能の限界点を探るため、2 つのサイトでのシステム稼動データを利用して検証を行う。[三菱電機]

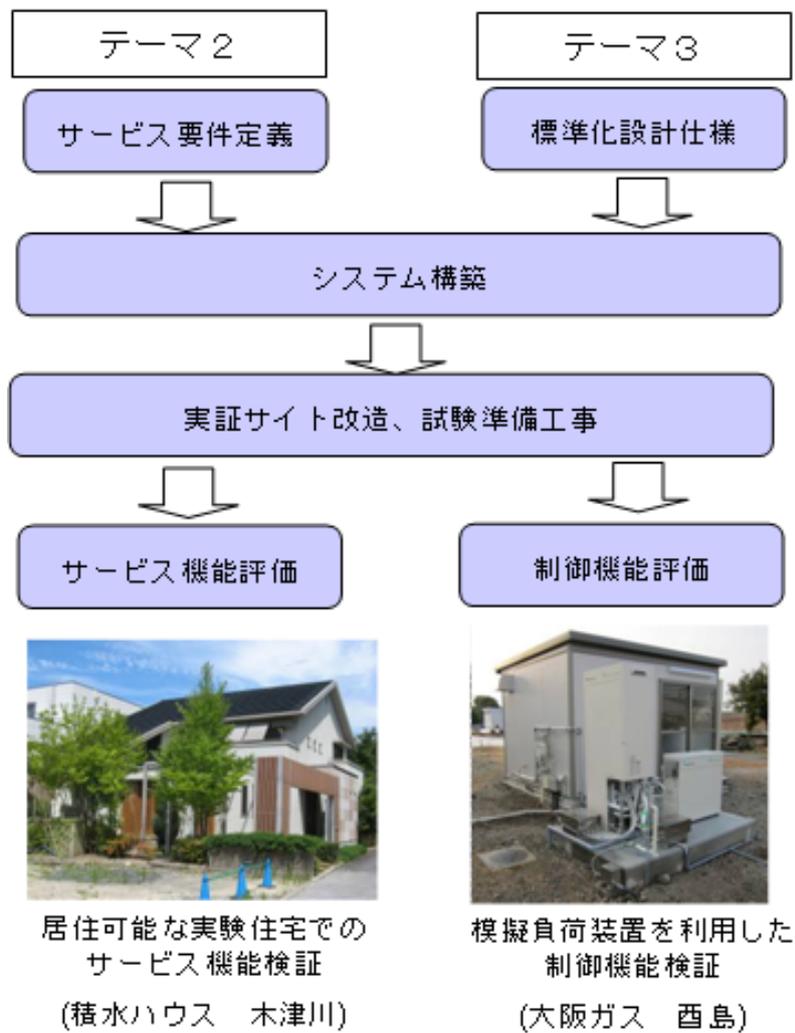


図 3-4 実証試験の進め方と実証サイト

3.1.3. 検討すべき課題

公募要件では「スマートハウスシステム構成イメージ」で記載のあった三位一体のシステム構成図（図 3-5）を参考に動作するシステムを実際に構築して実証実験を行うことが指定されていた。そこで本構成でシステム構築を行うことを最終目的とした場合、システム構築を行う前に整理すべき課題とシステム構築を行って実証実験を通じて明らかになる課題に分けて検討を行う必要があるのでここで一度整理することとする。

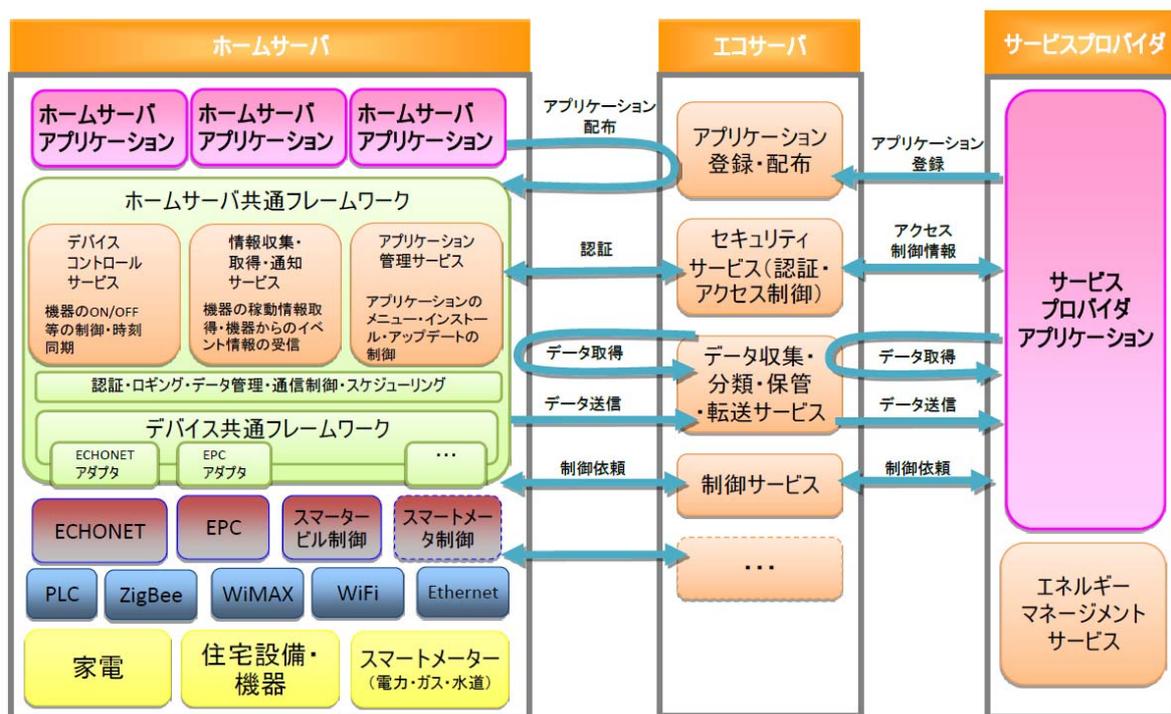


図 3-5 スマートハウス構成システム イメージ (公募資料より抜粋)

(1) システム構築を行う前に整理すべき前提条件と課題設定 (3.2 節に記載)

本実証実験で行うサービスについての社会的な位置づけと本サービスの実施事業者の規模イメージを明確にすることで、そのサービス要件と必要機能を予め定義する。これを受けて 3.3 節で行うテーマ 2 の実証実験および 3.4 節に記載する実証実験で利用する標準化システムでの設計条件を規定する。

- (a) 前提とする社会環境
- (b) サービス実施者のビジネス形態と規模
- (c) 提供サービスの要件と必要機能

(2) 実証実験を通じて明らかにする課題 (3.3 節、3.4 節に記載)

当チームの想定するサービスはサービスプロバイダを含めた三位一体構造で、かつ標準化されたネットワークを利用して機器の制御を行うこととなるため、情報収集及び制御情報の伝達を仲介するエコサーバを中間に介在させることで、制御上の伝送遅延が発生することは明確である。それには、システム設計上の工夫としてエコサーバを含めた制御サービスを行うための設計上での工夫が不可欠となる。そこで実証実験を通じてこの問題を回避するための機能配置の工夫を加えたシステムを実際に構築し、最終的にユーザに提供可能なサービスとして制御サービスと必要な情報提供をあわせて行うことが可能かどうかを検証する必要がある。

従って、サービス事業全体としての評価を行うために次の視点での評価を加えることで、本実証環境における本サービスを行うことで実現したシステムについて、実証実験を通じた課題抽出と考察を加える。

- (a) テーマ 2 に係る「エネルギー視点での評価」と「サービス視点での評価」(3.3 節)
- (b) テーマ 3 に係る「システム視点での評価」(3.4 節)

3.1.4. 実証実験の具体的な進め方

一般的に「制御サービス」と情報提供を目的とした「見える化サービス」を比較した場合、サービス提供者と機器の間に求められる通信ネットワークへの要求仕様は異なる。これを直感的に理解しやすいようにイメージを整理した(表 3-1)。

表 3-1 見える化サービスと制御サービスの要求性能の違い(イメージ)

	リアルタイム要求性能(収集頻度)		
	高(~数秒)	中	(30分/1時間~) 低
見える化(表示)	設備・機器の運転状態、警報等の状態通知	設備・機器への設定情報	使用実績レポート(日報、月報など)
制御サービス	機器、機器全体の集中監視制御	設備・機器に対する操作、制御目標値の設定情報	機器系の予防保全的なメンテナンスに利用する情報

制御サービスを実現する場合はリアルタイム性を求めるため、情報をどの程度まで迅速に伝達すべきかによって、サービス要件と照らし合わせてホームサーバ、エコサーバ、サービスプロバイダの搭載機能の分担設計を進める。

今回の 3 階層システムにおいては、それぞれが通信ネットワークで結ばれていること。間に標準化された通信方式が介在することから、それぞれの影響が最終的なサービスとしてどのように影響しているかを評価するため、実証項目はその分解点で 3 つに分けて評価できるように構成している。全てテーマ 3 で実施する家庭内で構築した標準化されたネットワークを利用して実システムを利用して実験を行った。

以下に本プロジェクトにおける実証内容を示す。実証内容の詳細は実証試験で想定されるサービス内容と共に 1.2 節にて記載することとする。

(1) ホームサーバを介したエネルギー機器と負荷機器の協調制御技術の実証

負荷機器と太陽電池・燃料電池・蓄電池を組み合わせ、家庭における電力利用・熱利用を「最適化」することで、さらなる家庭における省 CO₂の実現を図る実証を行う。

ホームサーバ上の実装したアプリケーションにより、家庭内の標準化されたネットワークを利用して、エネルギー機器の制御が可能かどうかを実証するもので、次の 2 つの実験を実施した。

- (a) 経済性・省 CO₂ 両立のための不安定な太陽電池逆潮電力の安定化の実証
- (b) CO₂ 排出量最小化のための燃料電池・蓄電池の協調制御の実証

(2) エコサーバ、サービスプロバイダ層を介した遠隔制御技術の実証

将来、面的な広がりをもつスマートグリッドが普及することを想定し、電力系統側で電力供給量が不足している場合において、系統側から余剰電力の割増要求に対応して家庭内の燃料電池や蓄電池などが応答して動作することを確認する機能実証試験を行う。さらに遠隔からの操作要求に対応してエネルギー消費機器が動作することを確認する試験を行う。

サービスプロバイダからエコサーバを仲介してホームサーバに制御指令を伝達することを前提としたサービスを想定した実験であり、ここで遠隔からの制御サービスにおけるエコサーバの位置づけを明確にした実証実験を行う。

(3) ユーザの嗜好を反映したエネルギー負荷への品質別供給サービス実現に向けた実証

家庭内の機器の組み合わせ制御に関して、ユーザとサービスプロバイダが双方向に通信を行いながら、運転方法の選択に対するアドバイスサービス、計測データを利用した省エネ喚起、喚起メッセージに対応した省エネ行動（機器操作）を一連のサイクルとして実現可能なサービスとして具現化したものとして実証実験を行ったもので、次の3つの項目を実施した。

- (a) ユーザ嗜好を反映する品質別エネルギー供給システムの実証
- (b) 品質別エネルギー供給に対応した省エネ喚起型 HEMS サービスの実証
- (c) 品質別エネルギー供給に対応した省エネ指南サービスの実証

3. 2. 実証実験で想定したサービスについて

3. 2. 1. 前提とする社会環境

当チームでは 2020 年以降の低炭素化社会の姿について想定することからはじめ、その事業環境において求められるサービスを念頭において設計を進め実証実験を行った。本章では、実証実験で利用したサービスに関わる要求機能を明確にすることで、実証実験で利用したシステムの基本設計、及び実証実験の評価につなげることを目的としている。

まず、低炭素社会のあり方について想定を行う。本実証事業で行うサービスは 2050 年に社会全体で CO₂半減という目標（未来開拓戦略：J リカバリープラン）達成に向けて、フラッグシップモデルとして位置づけられるのがスマートハウスであり以下の機能を有するものと位置づけた。

[スマートハウスの基本要件]

- ・ エネルギーを消費するだけでなくエネルギーを作り出すことが可能であること
- ・ 太陽電池、燃料電池、蓄電池を装備し電気と熱の両面で CO₂削減に寄与できること
- ・ 家庭内の機器は消費機器を含め統合的に結合されており、ホームサーバを介して監視制御が可能であること
- ・ 機器の運転制御はユーザの嗜好に合わせて柔軟に変更できること

さらに、取り巻く外部環境についても次の想定をおいた。

[スマートハウスを取り巻く外部環境]

- ・ 太陽電池の大量普及期は既実現しており、スマートグリッドはその不安定な電力を調整する機能の一部をスマートハウスが担うものとして普及している。
- ・ スマートハウスはスマートグリッドと接続することで、エネルギーの相互融通による低炭素コミュニティの一員としての役割を果たすことが可能となる。
- ・ 低炭素コミュニティは地域分散的に結合されたスマートグリッドをベースに構築されており、この単位で CO₂排出量の見える化、エネルギー利用量の把握が行われ地域ごとにその管理運営を行うエネルギーサービス事業者が出現している。

この事業環境を踏まえると、スマートハウスに居住するユーザは所有する太陽電池・燃料電池・蓄電池を利用しながら、自宅内の機器を賢く制御して省エネ・省 CO₂を達成しようとする。その一方で、利便性を損なわない範囲でユーザの嗜好にあわせた運転方法を自由を選択するのはもちろんのこと、場合によっては低炭素コミュニティでの需給状況に合わせた需給調整機能の一部を支援する行動を取ることが要求されるようになる。これらの行動をユーザ単独で行うには限界があると考えられ、スマートグリッドを運用するエネルギー事業者はユーザへの付加価値サービスを提供するために以下の制御サービスを実施するようになると想定した。

- (a) エネルギー機器と負荷機器の協調制御装置の導入サービス
- (b) エネルギー事業者を介した遠隔制御サービス
- (c) ユーザの嗜好を反映したエネルギー負荷への品質別供給サービス

3.2.2. ビジネス形態と規模

3.2.2.1. ビジネス形態

低炭素化社会を構成するにはエネルギーを譲り合うためのインフラが不可欠であると考え、スマートグリッドを起点としたコミュニティが形成されていることを想定した。エネルギー事業者がスマートグリッドの運用を行い、その需給状態において場合によっては需要家にその調整機能を依頼することも想定している。エネルギーサービス事業者は消費者に対して、制御サービス及び情報サービスを行うためにエコサーバ運用者を介してデータ取得、及び制御サービスを行うことを前提としている。その関係を図 3-6 に記載した。

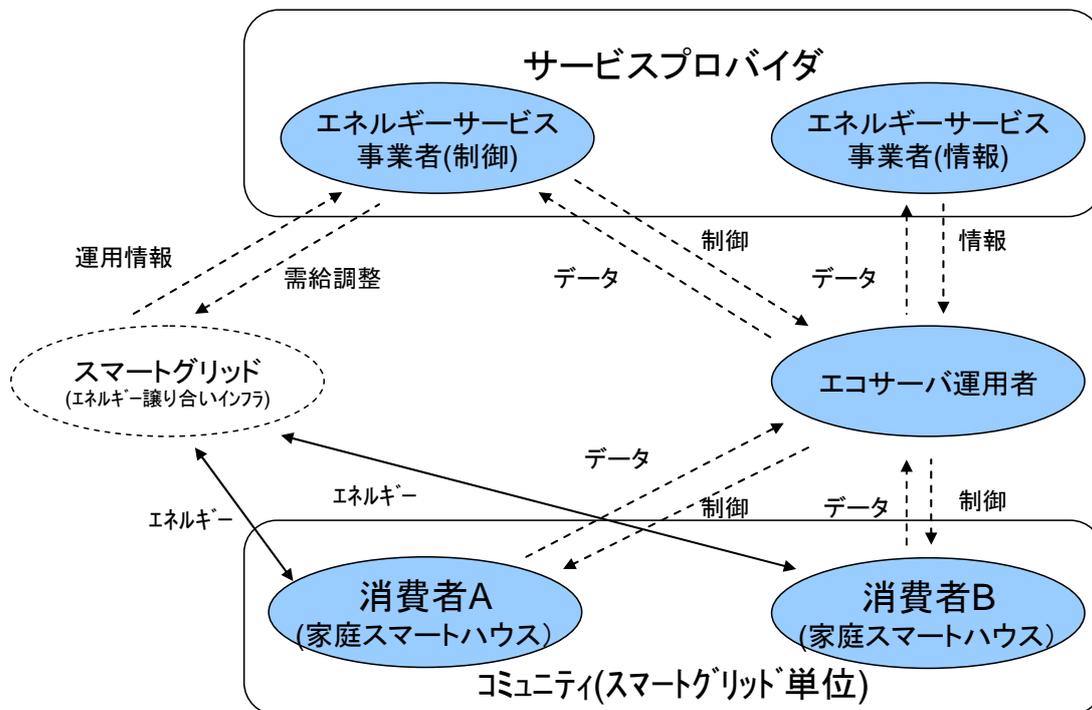


図 3-6 ユーザとサービスプロバイダとの関係

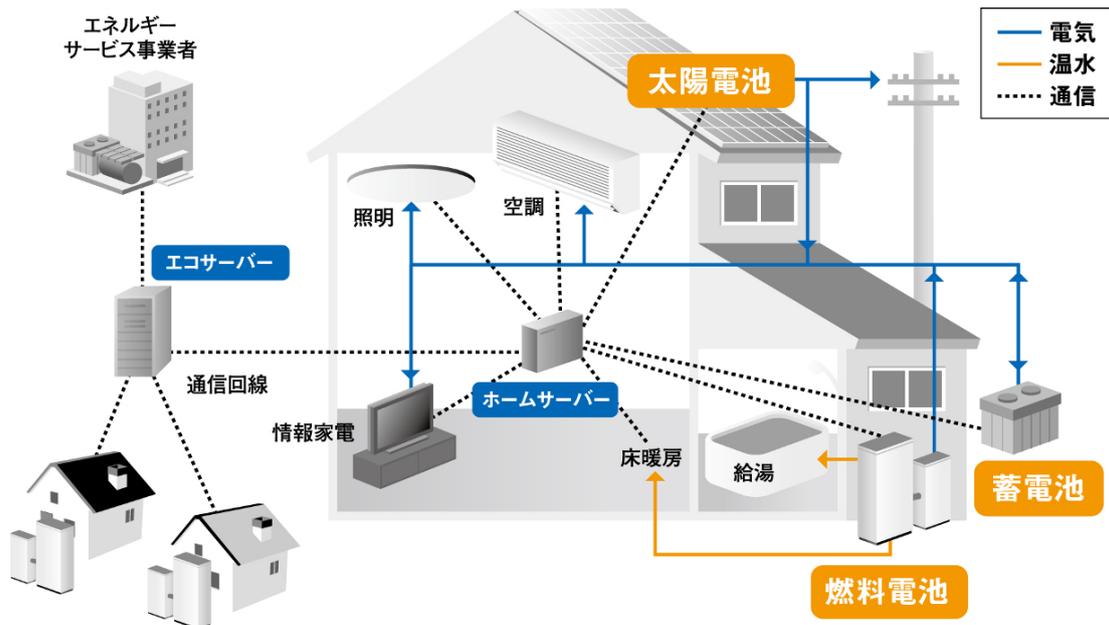


図 3-7 スマートハウスとエネルギーサービス事業者

3.2.2.2. サービスの規模

低炭素コミュニティの形成にはスマートグリッドが基本要素となると考え、その規模と構成範囲は次のようになると考えた (図 3-8)。

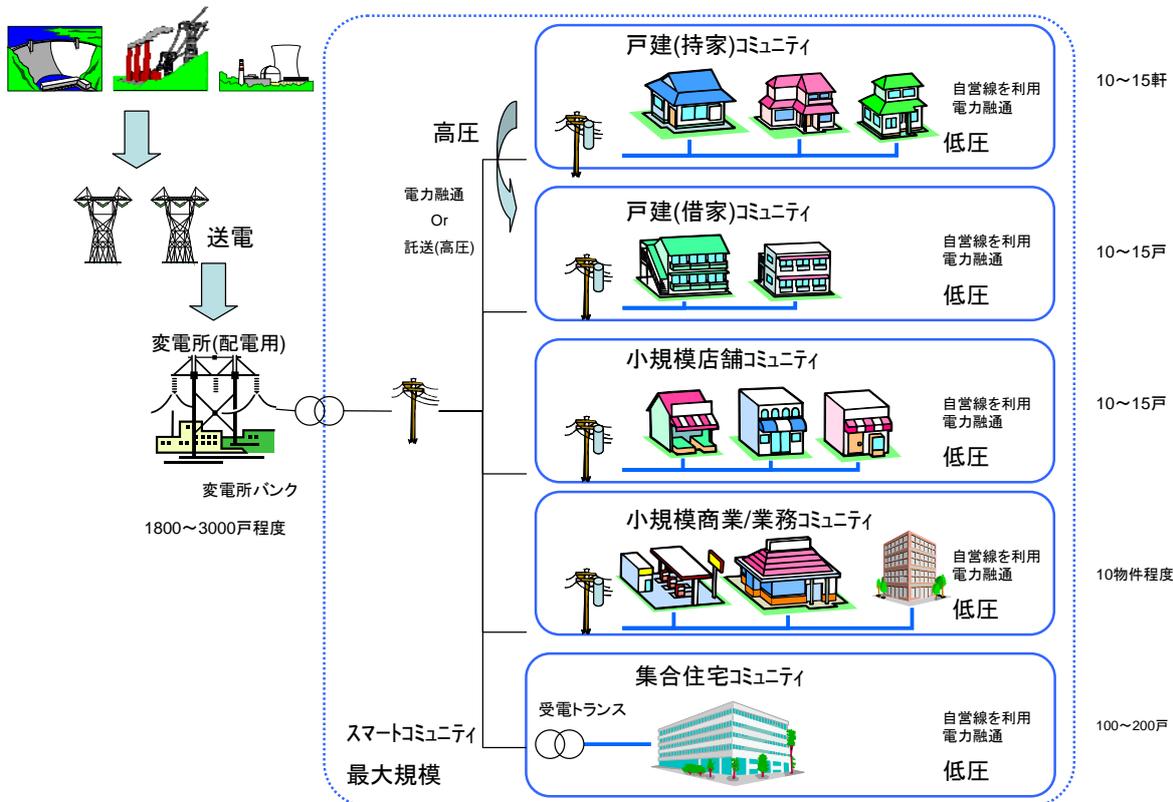


図 3-8 低炭素コミュニティの形成規模

すなわち、コミュニティの単位としては最小単位として 10~15 戸単位 (柱状トランス単

位)とし、最大規模で配電用変電所の1バンク辺りの1800~3000戸程度を想定する。このコミュニティ単位にエネルギー供給事業者が存在してそのコミュニティのスマートグリッドを運用していると考えた(検討の詳細条件については1.4節に記載)。

想定する規模についてはNEDOの実証実験「太陽電池の集中連系実証試験」(実施期間:平成14年度~平成19年度:規模553軒)、および電協研第54巻第2号住宅地域C1の系統連系要件を参考にしている。

3.2.3. 提供サービスの要件及び機能

実証実験を行う上での前提条件は3.3節に記載しているが、前節までに記載した事業環境において、以下のサービスを想定して(1)~(3)の実証試験を行った。

(1) ホームサーバを介したエネルギー機器と負荷機器の協調制御技術の実証

負荷機器と太陽電池・燃料電池・蓄電池を組み合わせ、家庭における電力利用・熱利用を「最適化」することで、さらなる家庭における省CO₂の実現を図る実証を行う。

(a) 経済性・省CO₂両立のための不安定な太陽電池逆潮流電力の安定化サービス

燃料電池や蓄電池の出力変更や、負荷の制御を組み合わせることで太陽電池の出力変動を抑制するサービスを行う。

(b) CO₂排出量最小化のための燃料電池・蓄電池の協調制御サービス

蓄電池と燃料電池を組み合わせ、燃料電池の排熱の有効利用を促進し、CO₂排出量の最小化を実現するサービスを行う。

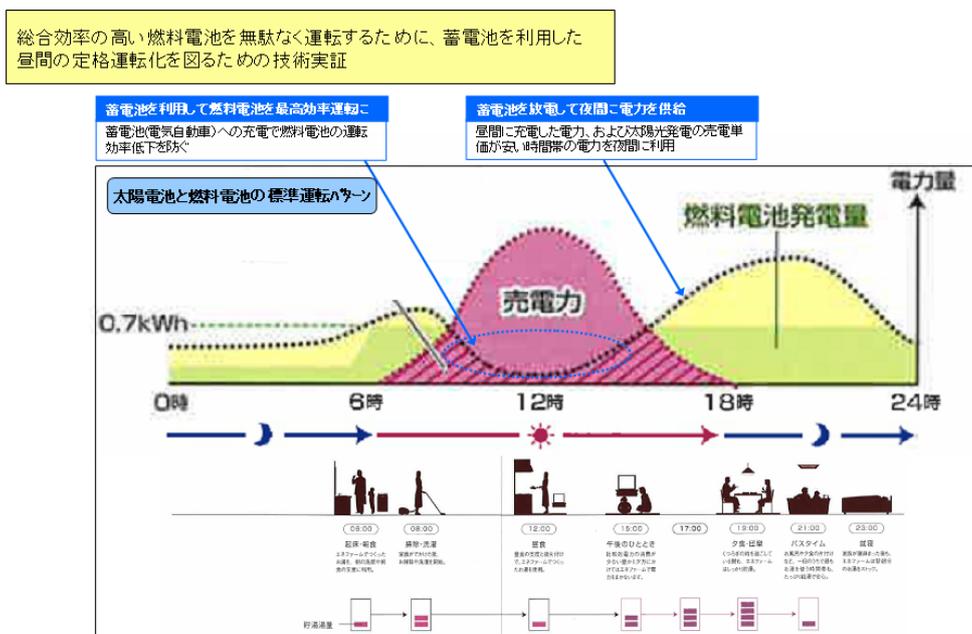


図 3-9 エネルギー機器と負荷機器の制御例

(2) エコサーバ、サービスプロバイダ層を介した遠隔制御技術の実証

将来、面的な広がりをもつスマートグリッドが普及することを想定し、電力系統側で電力供給量が不足している場合においてユーザに対して余剰電力の割増要求を行うことを想定した。要請を受けたユーザはホームサーバに予め搭載したロジックに基づき家庭内の燃料電池や蓄電池などを制御し、受電点の電力を制御することでスマートグリッドへの電力調整機能の一部を支援させることを想定した。

1. 燃料電池、蓄電池に対する遠隔制御
2. エネルギー消費機器(電気機器とガス機器)の遠隔制御

また、本実証内容は下記(3)の(a)の実証と内容が重複するため、実証試験自体は(3)の(a)と併せて行うこととする。

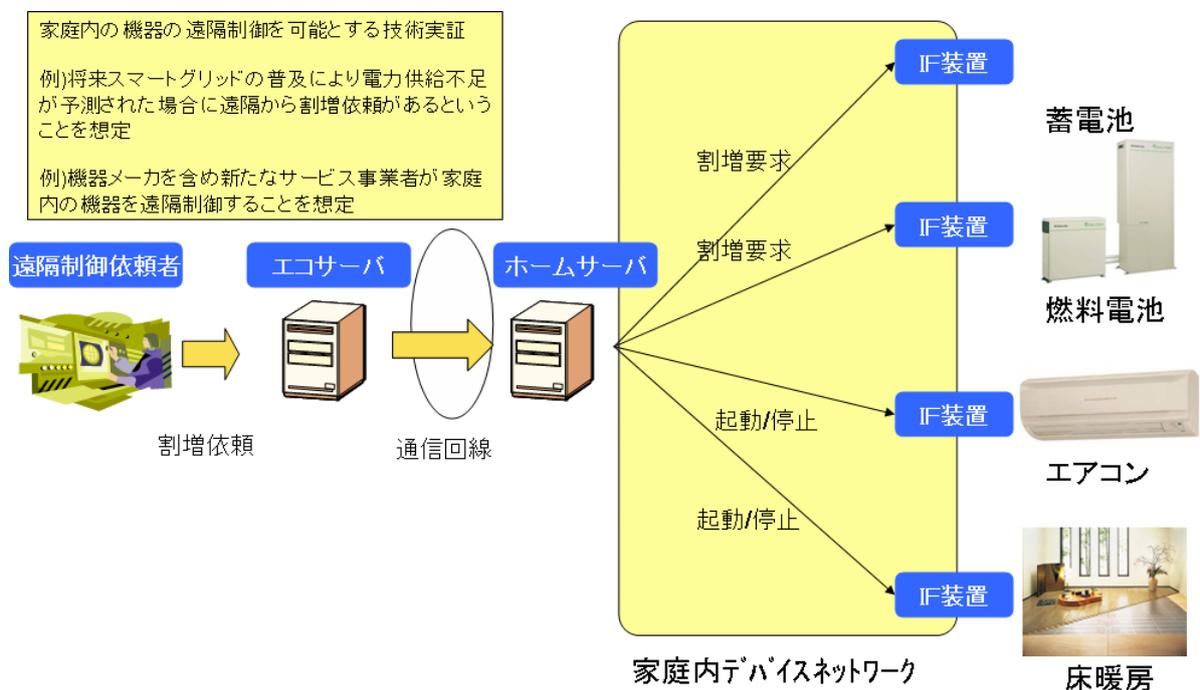


図 3-10 エネルギー事業者からの割増依頼の流れとイメージ

(3) ユーザの嗜好を反映したエネルギー負荷への品質別供給サービス実現に向けた実証

ユーザの嗜好に合わせた品質別供給によるエネルギー利用方法の提案まで含めた「見える化」と、遠隔からの最適運転計画の指令まで含めた CO₂ 削減を実現する制御サービスの実証を行う。コンセプトと実現イメージは図 3-11 および図 3-12 に示す。

- (a) ユーザの嗜好を反映する品質別エネルギー供給システムの実証
- (b) 品質別エネルギー供給に対応した省エネ喚起型 HEMS サービスの実証
- (c) 品質別エネルギー供給に対応した省エネ指南サービスの実証

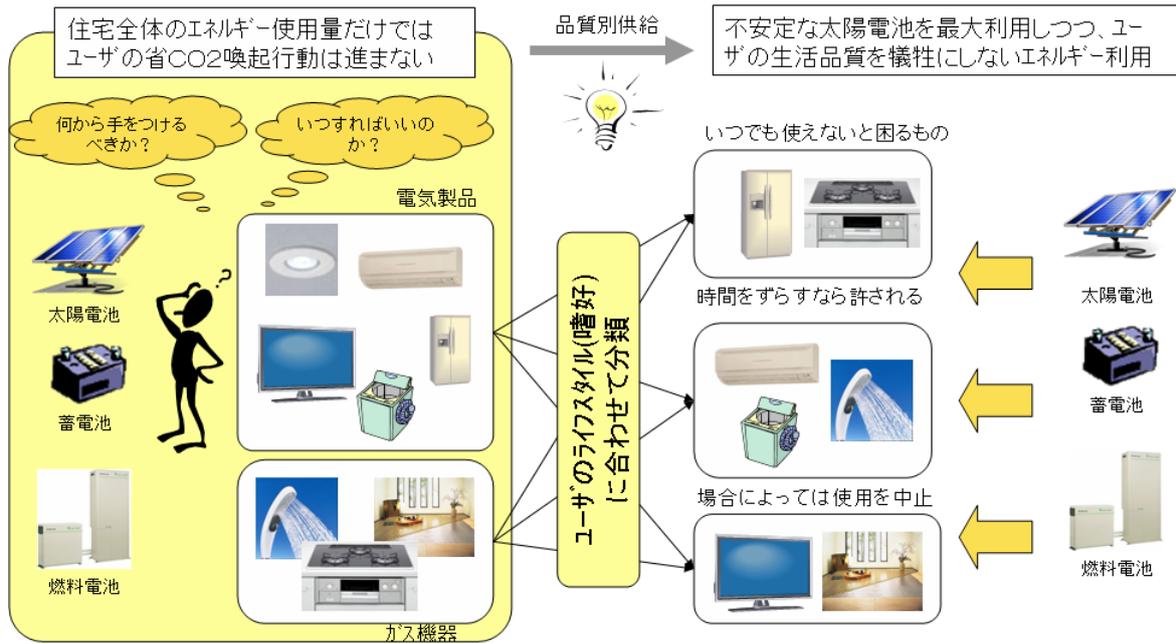
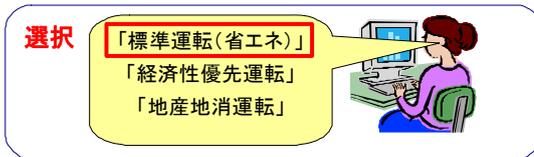


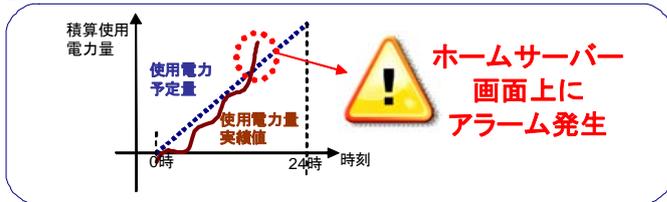
図 3-11 品質別エネルギー供給サービスのコンセプトイメージ

①モード選択（目標値の決定）



- ①モード選択(目標値の決定)
 - ・ユーザーが運転モードを選択
 - ・選択した運転モードに合わせ、その日の時刻別目標電力使用量が設定される
- ②省エネ喚起(アラームの発生)
 - ・目標電力使用量を実績値が超えるとホームサーバー画面上にアラームが発生
- ③ユーザーによる省エネ行動(遠隔負荷遮断)
 - ・アラームを確認したユーザーは、遠隔操作画面により、機器の運転状況を確認し、不要な電力消費を遠隔遮断

②省エネ喚起（アラームの発生）



③ユーザーによる省エネ行動（遠隔負荷遮断）



図 3-12 品質別エネルギー供給サービスの全体像および実現イメージ

3.3. 「テーマ 2-2：エネルギー機器（太陽電池・燃料電池・蓄電池）と 負荷機器を融合した次世代エネルギーシステムの最適制御技術に 関する実証」の実施

3.3.1. 実証実験の目的

本章の目的は、家庭用太陽電池や蓄電池等のエネルギー機器、家電、住宅機器等について外部コントロールを可能にすることによって、住宅全体におけるエネルギーマネジメントを実現し、家庭から排出される CO₂ を大幅に削減するとともに、接続された機器から得られる利用情報やユーザが入力する嗜好に関する情報を活用した新たなサービス創出の可能性を検証することである。

近年、住居内の機器は各種センサーなどを用いた省エネ化が進みつつあり、「高効率化」「機器間の連携」の進化により、同じ機器構成であってもユーザ（住まい手）の使用方法によってエネルギー消費量が変わるようになることが予想される。またユーザ側の省エネ・環境意識が向上しつつあり、快適性は維持・向上させつつも、エネルギー消費はより少なくしていきたい、という要望が、全体としては強くなっていくと考えられる。一方で各個人のユーザのニーズは多様化しつつあり、エネルギーの使い方においても、個人の嗜好が強く反映されることも予想される。

そこで、本章では、複数のサーバを介したエネルギー機器とエネルギー消費機器（負荷機器）の最適な省エネ運用を目指す協調制御を行うと共に、ユーザの嗜好にあわせたエネルギー機器の使い方を提案するような、「エネルギーサービス」の技術的可能性を実験によって実証し、これらに対するユーザ評価も行う事で、「エネルギーサービス」の実現可能性を検証する。

3.3.2. 実証実験の背景

3.3.2.1. 環境負荷低減効果の試算

(1) 省 CO₂ を目的とした運転モードにおける CO₂ 低減効果

燃料電池・太陽電池・蓄電池といったエネルギー機器により、省 CO₂ を目的とした運用を行った際に、年間で得られる CO₂ 削減量に関する試算結果を以下に示す。

本試算では、従来の給湯暖房機のみを導入されている家庭と比較して、燃料電池（SOFC）のみを導入した家庭、燃料電池（SOFC）と太陽電池を導入した家庭、燃料電池（SOFC）と太陽電池と蓄電池を導入した家庭のそれぞれにおいてどの程度の省 CO₂ が可能になるかを算出している。

(a) シミュレーションの前提

表 3-2 シミュレーションの前提

住宅	150 m ² 、戸建て住宅、4 人家族
燃料電池	SOFC (700W、発電効率：LHV 45% (定格運転時))
太陽電池	定格 4kW
蓄電池	5kWh (インバータ容量 2kW)
電力負荷	5,390kWh/年 (一般 4,207、冷房 440、暖房 743)
温熱負荷	7,685Mcal/年 (給湯 3,264、暖房 3,322、厨房 1,099)
暖房設備	リビングー床暖房 (温水式)、その他室ーHP エアコン
冷房設備	全室ーHP エアコン
原単位(1 次エネルギー消費)	2.38Mcal/kWh (電気)、10.75Mcal/m ³ (ガス)
原単位(CO ₂ 排出量)	0.69kg-CO ₂ /kWh (電気)、2.29kg-CO ₂ /m ³ (ガス)

(b) 本運転モードにおける CO₂ 削減手法

燃料電池が部分負荷運転を行っている際は、熱負荷の発生量まで考慮したうえで、燃料電池の余剰電力分を蓄電池に充電し、燃料電池の運転の定格化による発電効率の上昇や、さらなる燃料電池の排熱の有効利用を図る。

本モードでの各時間帯における機器の具体的な動きとしては、深夜時間帯に燃料電池の余剰電力を蓄電池に充電し、夕方以降の電力需要の大きい時間帯にその充電分を放電することとなる。

(c) シミュレーション結果

上記の前提・運用により 1 年を通じた CO₂ 排出量を計算した結果を図 3-13 に示す。従来のエネルギーシステムと比較して、燃料電池のみ導入により 28%、太陽電池を追加すると 78%、さらに蓄電池を加えることで 84%削減できる。蓄電池がない場合は SOFC はローカルな電主運転を行っており、複数のエネルギー機器を制御する効果は、蓄電池導入効果(-6%)の一部に含まれる。

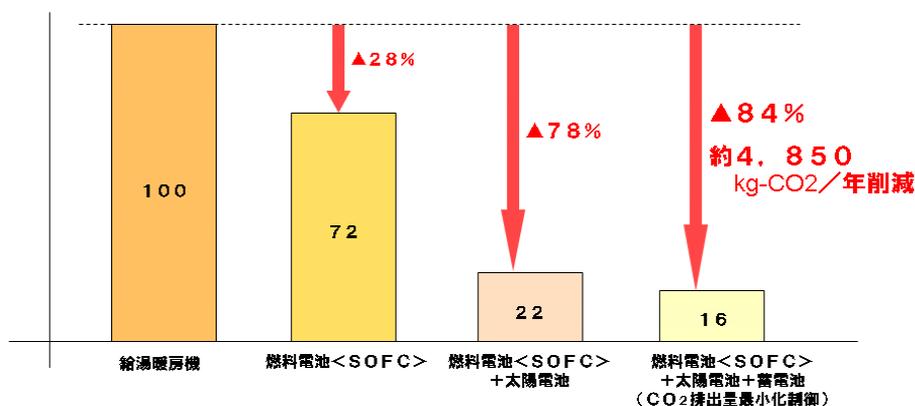


図 3-13 各エネルギーシステムにおける CO₂ 削減量の比較

(2) 各運転モードにおける CO₂ 削減効果

本実証試験では、ユーザの嗜好を反映した品質別供給サービスの実証を行うため、前述の省 CO₂ を目的とした運転モードを「通常モード」とし、それ以外に 2 つのモードを用意した。1 つ目は省コストを目的とした「経済性重視モード」であり、2 つ目は自宅で得られた自然エネルギーを可能な限り宅内で消費することを目指す「地産地消モード」である。以下に 3 つのモードの運用の考え方を時間帯別に示す。

表 3-3 ユーザ嗜好に合わせた 3 つの運転モードの考え方

時間帯	通常モード	経済性重視モード	地産地消モード
深夜	<ul style="list-style-type: none"> FC は定格運転 余剰電力のみ蓄電池に充電 	<ul style="list-style-type: none"> FC は定格運転 余剰電力に加えて夜間電力も蓄電池に充電 	<ul style="list-style-type: none"> FC は定格で運転 余剰電力のみ蓄電池に充電
日中	<ul style="list-style-type: none"> 蓄電池の充放電停止 	<ul style="list-style-type: none"> FC は定格で運転 蓄電池は FC 出力 > 需要ならば FC 余剰電力を蓄電池に充電 FC 出力 < 需要ならば蓄電池から放電 (ただし夜間使う分は残す) 制御対象負荷の電源が ON の場合、負荷遮断実施 	<ul style="list-style-type: none"> PV+FC 出力 > 電力需要ならば FC 出力を最小 PV 余剰電力を蓄電池に充電 (蓄電容量の範囲内で) 制御対象負荷の電源が ON の場合は負荷遮断実施
夕方 ～夜間	<ul style="list-style-type: none"> 電力需要 > FC 出力ならば不足分を蓄電池から放電 	<ul style="list-style-type: none"> 同左 	<ul style="list-style-type: none"> 同左

前項では、通常モードにおいて年間を通じた CO₂ 削減量の試算を行ったが、本項では各モードにおける CO₂ 削減効果の比較のため、1 年の中で電力負荷・熱負荷の偏りの小さい中間期での 1 日あたりの CO₂ 削減量に関する試算を行った。

前項と同様な前提条件でシミュレーションした結果、CO₂ 削減量は従来システムと比較して通常モードで 100%、経済性重視モードで 92%、地産地消モードで 82% である。経済性重視モードでは、深夜に商用電力も充電するため充放電ロスにより CO₂ 発生量が増加し、地産地消モードでは昼間に PV 出力を充電するために FC の稼働率が低下するために CO₂ 発生量が増加している。目的関数が異なるにも関わらず、モードの違いによる CO₂ 削減量の変化は 20% 弱であり、制御ロジックによる CO₂ 削減量の差は、FC・PV 導入による効果より小さいことがわかる。

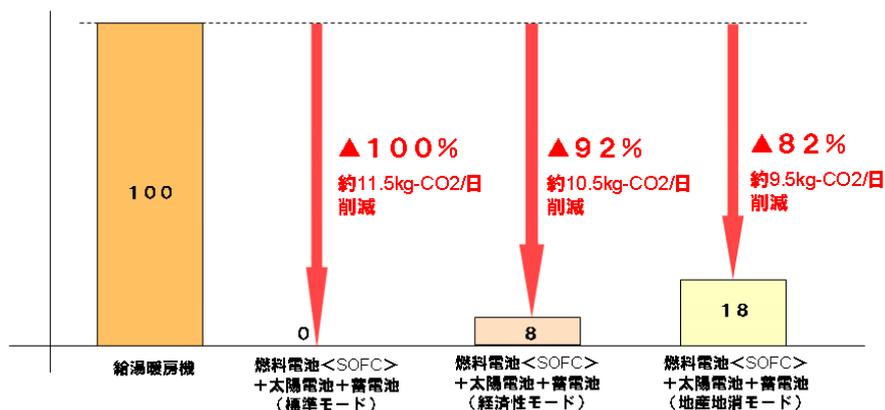


図 3-14 各モードにおける CO₂削減量の比較

3.3.3. 実証実験の概要

本章では、サービスプロバイダを含めた 3 階層構造を用いて、スマートハウス内のエネルギーマネジメント制御、スマートハウスに対する外部制御の 2 つのサービスを実現するにあたり、実現技術に対するエネルギー的な性能評価および機能評価を行う。

次に、これらの「エネルギーサービス」がユーザ側に受け入れられるかどうか評価をするため、実際に導入されるサービスを体験できる環境を、居住可能な実験住宅に再現し、アンケート調査を実施する。この結果等からエネルギーサービスの実現可能性について検証する。

3.3.4. 実施項目

本章における実施項目を以下に示す。

表 3-4 テーマ 2 における実証試験実施項目

分類	実施項目
A: ホームサーバを介したエネルギー機器と負荷機器の協調制御技術	①PV(太陽電池)逆潮流電力の安定化実証 ②CO ₂ 排出量最小化のための燃料電池・蓄電池の協調制御実証
B: エコサーバ、サービスプロバイダ層を介した遠隔制御技術の実証	③家電機器・燃料電池・蓄電池等の遠隔制御実証
C: ユーザの嗜好を反映した品質別供給サービス実証	④ユーザの嗜好を反映した品質別供給サービス実証 ⑤品質別エネルギー供給に対応した省エネ喚起型 HEMS サービスの実証 ⑥品質別エネルギー供給に対応した省エネ指南サービスの実証

3.3.5. 実施場所

本章の実験は以下の2カ所のサイトで行う。各サイトでの実験内容は表 3-5 に示す。

・サイト 1	・サイト 2
大阪ガス 電力実験場	積水ハウス実験住宅 アネックスラボ
大阪市此花区西島 5-11-61	京都府木津川市 兜台 6-6-4 積水ハウス 総合研究所内



図 3-15 電力実験場実証ハウス全景(大阪市此花区) 図 3-16 アネックスラボ全景(木津川市)

表 3-5 実施場所と実施項目

実施項目	大阪ガス 電力実験場 (大阪市此花区西島)	積水ハウス アネックスラボ (木津川市)
①PV(太陽電池)逆潮電力の安定化実証	○	×
②CO ₂ 排出量最小化のための燃料電池・蓄電池の協調制御	○	×
③家電機器・燃料電池・蓄電池等の遠隔制御実証	△ 事前組合せ試験のみ	○
④ユーザの嗜好を反映した品質別供給サービス実証	△ 同上	○ (ユーザ視点評価含む)
⑤品質別エネルギー供給に対応した省エネ喚起型 HEMS サービスの実証	○	△ (ユーザ視点評価のみ)
⑥品質別エネルギー供給に対応した省エネ指南サービスの実証	○	○ (ユーザ視点評価含む)

3.3.6. 実施体制

本章の実験における3社の役割分担は下の表の通りである。

表 3-6 テーマ2における3社の役割分担

担当会社	担当項目
大阪ガス	エネルギーサービスを実現するシステムとしての性能評価(机上検討) 実証システムのエネルギーシステムとしての要件定義 実証システムの機能評価および課題抽出
積水ハウス	エネルギーサービス(遠隔制御、および品質別供給サービス)に対するユーザ視点での機能評価および課題抽出
三菱電機	3階層システムを意識したシステム設計の実施 エネルギーサービスを実現するシステムのスマートコミュニティへの拡張性に関する課題整理および機能評価

3.3.7. 実施方法

エネルギーシステムとしての評価を行うために次の2つのサイトを利用して評価を行う。それぞれのサイトに、テーマ3で設計した同一機能構成のホームサーバ(HS)、エコサーバ(ES)、サービスプロバイダ(またはASPサーバ)の3階層システムを設置して評価を行うことで、テーマ2とテーマ3の両面での技術評価を行う。

(1) 大阪ガス 電力実験場

大阪ガス保有の模擬負荷装置を用いることで家庭の消費電力パターンを発生させ、実際の電力・熱負荷のもと、今回製作するエネルギーシステムの実証実験を行う。

実証実験では大阪ガスの住宅の想定負荷データを利用し、机上検討で得られた動作通りの制御が1日を通じて実現されているかどうかという点と、ホームサーバからの燃料電池や蓄電池に対する制御性の評価を実施する。

(2) 積水ハウス アネックスラボ

居住可能な住宅実験設備へエネルギーシステムを設置し、実住宅設備の中でエネルギーサービスの実証実験とユーザ視点からの評価を行う。特にユーザ視点からの評価については、定量的に進めるためアンケート調査を実施した。

各サイトでの操作対象機器を表 3-7 に、システム全体構成図を図 3-17 に、ホームサーバ以下の通信対象機器と製作した測定機器類を図 3-18 に示す。また、図 3-19～図 3-25 に電力実験場における配置図や機器の写真を、図 3-26～図 3-35 にアネックスラボにおける配置図や機器の写真を示す。

表 3-7 各サイトにおける評価項目と操作対象・測定対象機器

試験項目	操作対象機器								測定対象機器			
	電力 実験場	ア ネ ッ ク ス ラ ボ	蓄 電 池	F C	A C	照 明	加 湿 器	床 暖 房	お 風 呂	電 力 計	ガ ス メ ー タ	貯 湯 熱 量
①PV 逆潮流電力の安定化実証	○	×	○	○	○					○	○	○
②CO ₂ 排出量最小化のための燃料電池と蓄電池の協調制御	○	×	○	○						○	○	○
③家電・FC・蓄電池等の遠隔制御実証	△	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
④ユーザの嗜好を反映した品質別供給サービス実証	△	○	○	○	○	○	○			○	○	○
⑤品質別エネルギー供給に対応した省エネ喚起型 HEMS サービスの実証	○	△	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
⑥品質別エネルギー供給に対応した省エネ指南サービスの実証	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○

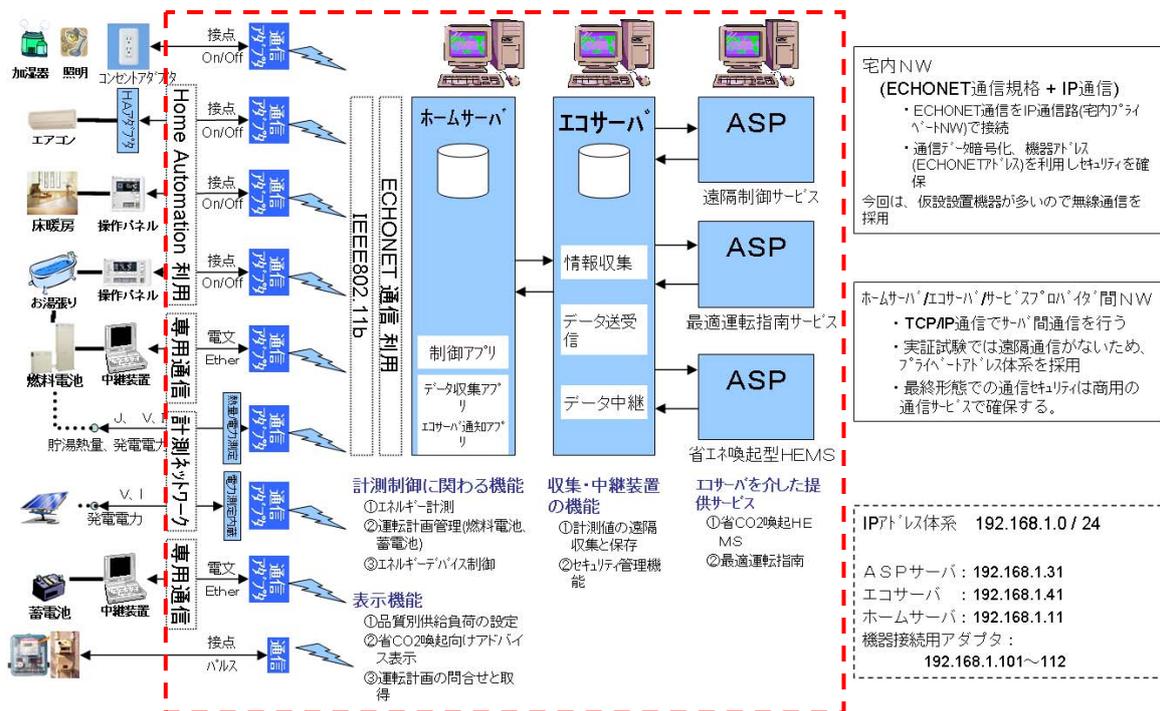


図 3-17 システム構成図 (赤点線内が本PJ製作範囲・詳細な予算区分は次ページ)

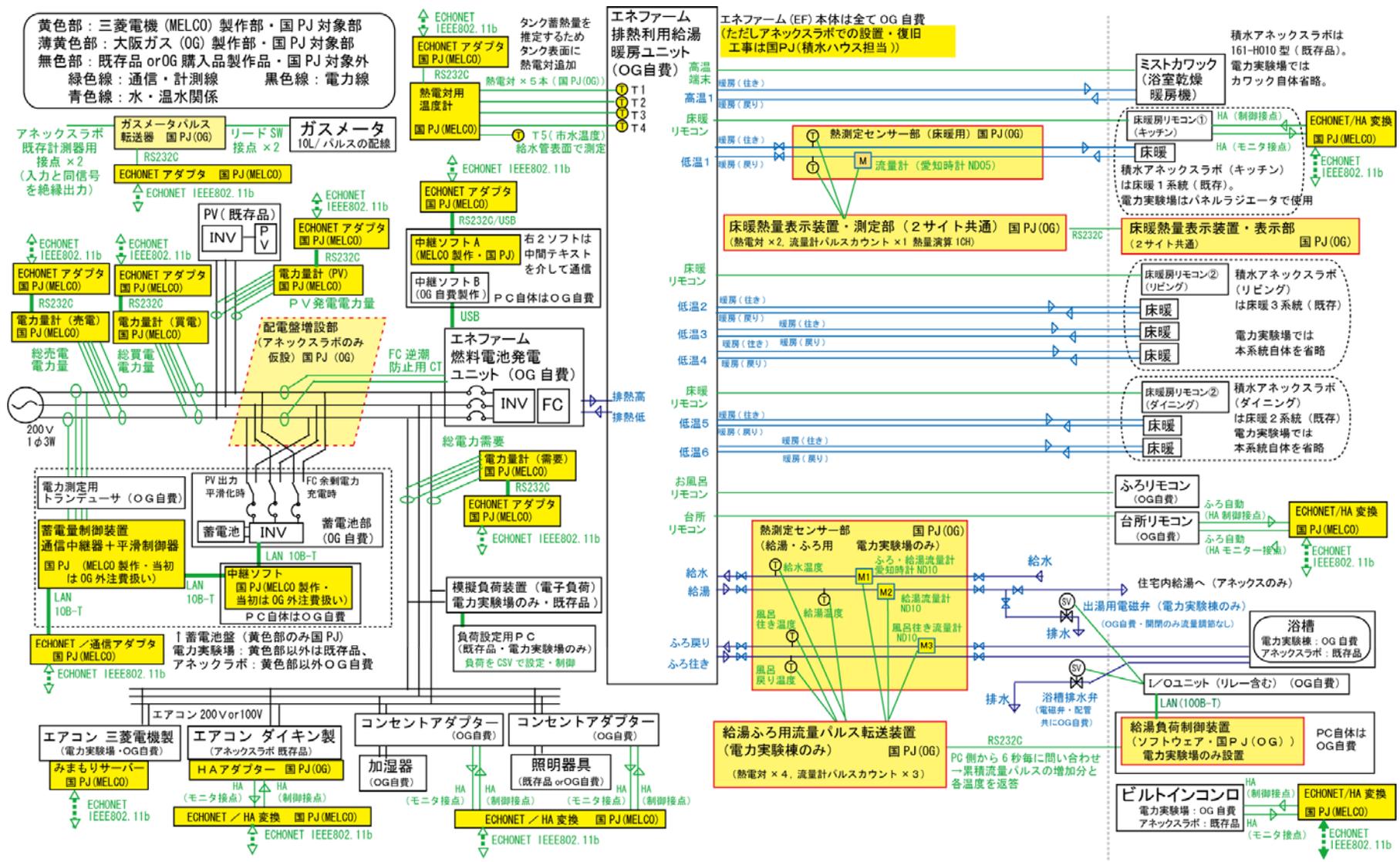


図 3-18 実証試験における家庭内の通信対象機器および製作測定装置 (黄色・薄黄色部を本PJで製作)

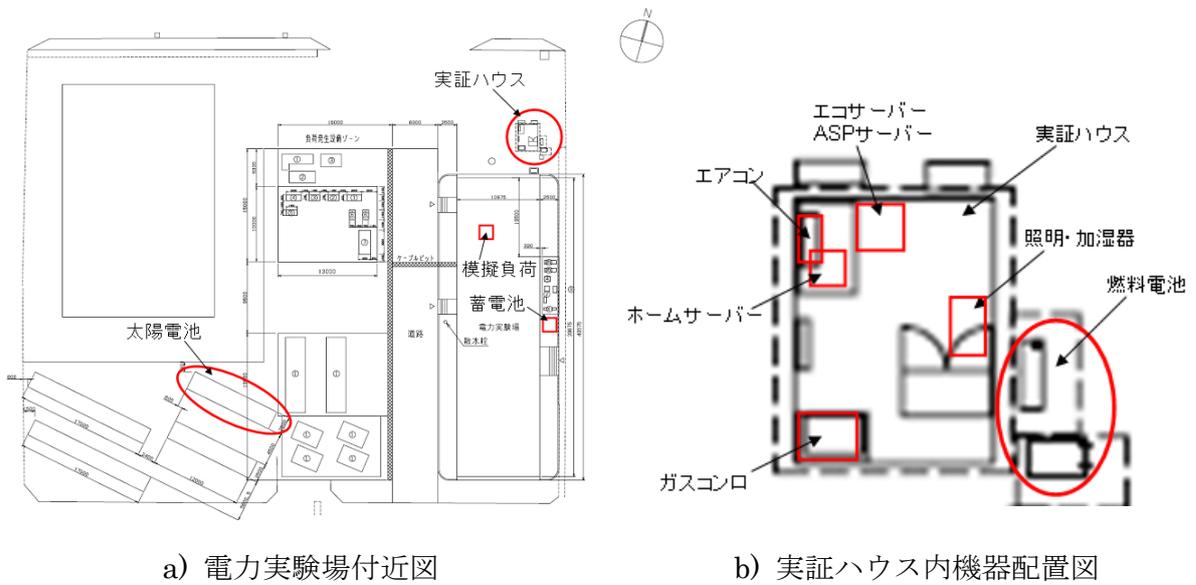


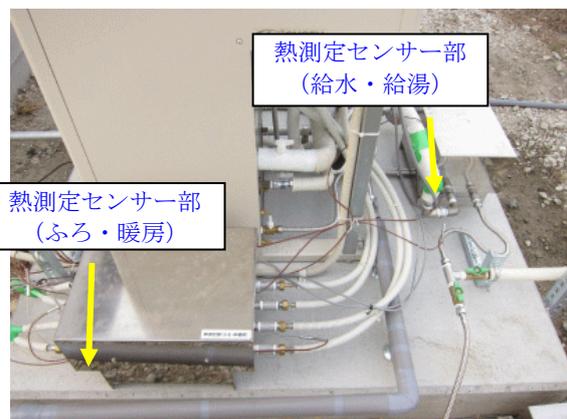
図 3-19 電力実験場実証ハウス 上面図

表 3-8 電力実験場実証ハウス仕様

場所	大阪ガス（株）西島電力実験場横・大阪市此花区
構造	組立型プレハブ
延床面積	9.9 m ²
燃料電池	0.7kW（固体高分子型燃料電池（PEFC））
太陽電池	3kW（化合物型（CIGS 型）太陽電池）
蓄電池	5.7kWh（インバータ容量：2kW）



a) エネファーム全体



b) エネファームの給湯・暖房熱負荷測定部

図 3-20 電力実験場・エネファーム（PEFC）



a) 蓄電池盤全景



b)蓄電池盤内部



c) 蓄電池制御装置図

図 3-21 電力実験場・蓄電池（蓄電池容量 5.7kWh、インバータ容量 2kW）



図 3-22 電力実験場・太陽電池（3kW）



図 3-23 電力実験場・模擬負荷（電子負荷）



a) 3つのサーバ

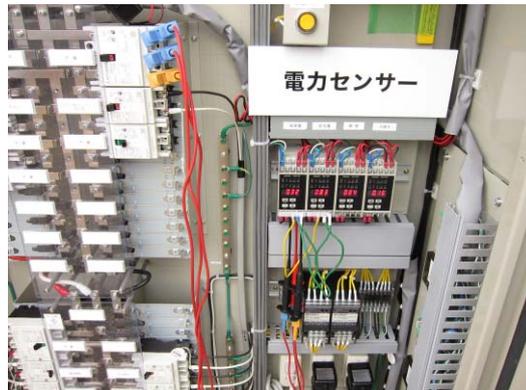


b)各種エコーネット端末、通信中継 PC 他

図 3-24 電力実験場・各種サーバ類



a) 分電盤全景



b) 分電盤内電力量計部

図 3-25 電力実験場・分電盤

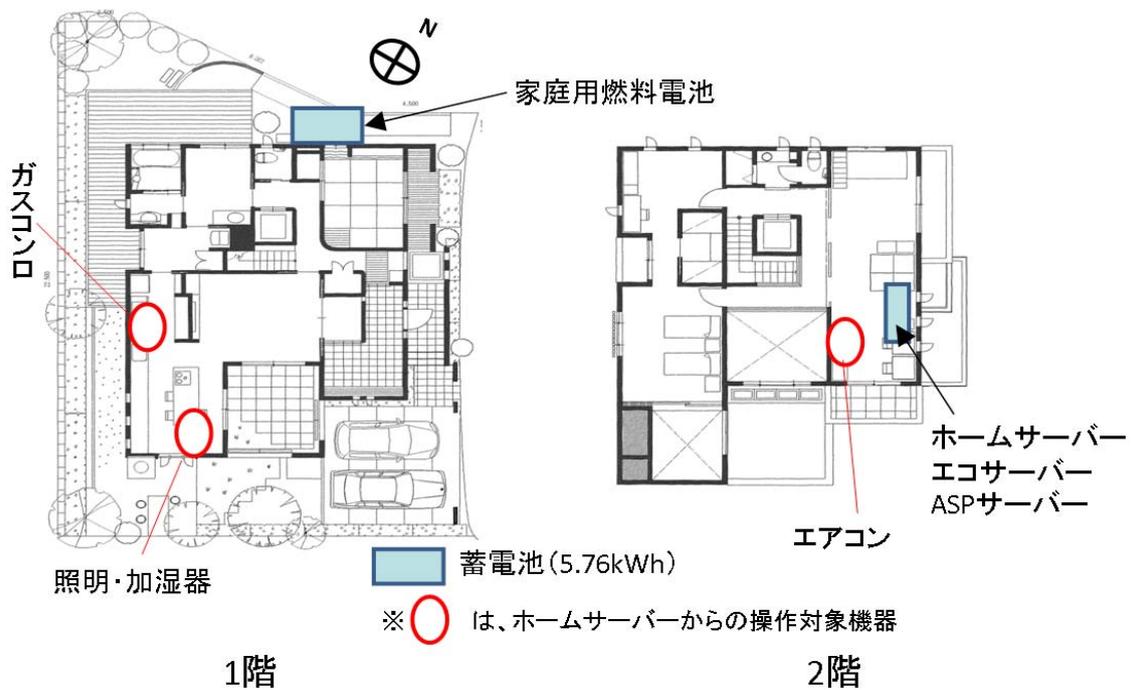


図 3-26 アネックスラボ上面図と実験装置配置図

表 3-9 アネックスラボ仕様

場所	積水ハウス（株）総合住宅研究所内・木津川市
構造	軽量鉄骨造 2 階建て戸建住宅
延床面積	205.22 m ² (1 階床面積：114.03 m ² 、2 階床面積：91.19 m ²)
燃料電池	0.7kW (固体高分子型燃料電池 (PEFC))
太陽電池	8.16kW
蓄電池	5.7kWh (インバータ容量：2kW)



図 3-27 アネックスラボ・燃料電池 (PEFC)



図 3-28 燃料電池貯湯槽熱量把握のための温度センサー取り付け状況



a) 蓄電池盤全景 b)蓄電池盤内部 c) 蓄電池制御装置

図 3-29 アネックスラボ・蓄電池 (蓄電池容量 5.7kWh、インバータ容量 2kW)



図 3-30 アネックスラボ・仮設配電盤



図 3-31 アネックスラボ・エアコン



図 3-32 加湿器・照明・コンロ (アダプタ込み)



図 3-33 台所リモコン (右)・床暖房リモコン (中央、左)
(ケーブルは ECHONET/HA 変換アダプタからの HA 線)



図 3-34 右からサービスプロバイダ（ASP）サーバ、エコサーバ



図 3-35 ホームサーバ2台（左が測定用、右が操作画面表示用）

3. 3. 8. 実証実験結果

3. 3. 8. 1. ホームサーバを介したエネルギー機器と負荷機器の協調制御技術

(1) 経済性・省 CO₂ 両立のための不安定な PV 逆潮電力の安定化の実証

(a) 実証の目的

太陽電池を設置した家庭において、天候や負荷の変化に関わらず、電力系統へ安定した逆潮電力を供給するため、蓄電池や燃料電池の出力制御や負荷制御を行う。

将来、スマートグリッドが普及し、エネルギー事業者等が太陽電池等を設置した家庭から電源調達を行う場合を想定すると、エネルギー事業者等が家庭からの電力を自らの需給バランス運用に組み入れるためには、家庭にも安定した電力供給を求められると考えられる。このため 30 分単位での逆潮電力量を評価基準とした評価を行う。

(b) 実証内容

今回の実験では、蓄電池の充放電制御と燃料電池の出力制御により逆潮電力量の安定化を行う。制御に当たっては 30 分単位の逆潮電力量の実績値を、予め設定する目標値の±3%

以内に収めることを目標とした。この±3%という基準は、現在の PPS 接続供給における余剰電力買取制度における、ペナルティが発生しない-3%以上、かつ目標電力を大幅に超えない+3%以下という値を参考に設定した。

逆潮電力を安定的かつ継続的に系統に供給するためには、その逆潮電力安定化の主体である蓄電池の残量 (SOC) の調整が重要となる。様々なトラブルを防ぐため、蓄電池は SOC 0%から 100%に至る全領域を用いる事は希であり、事前に計画された SOC の範囲中で運用するのが一般的である。蓄電池残量の調整が不十分なまま、逆潮安定化を行うと、充放電に伴って予め決められた SOC の範囲を逸脱する可能性がある。ここでは、逆潮電力の安定化を継続して行うため、蓄電池の残量調整まで含めた逆潮電力の安定化制御を行う。

(c) 制御概要

逆潮安定化制御において、蓄電池は高速充放電制御により PV の早い出力変動成分を吸収し、燃料電池は蓄電池の調整力を考慮したうえで、PV の遅い変動成分を吸収する。このような制御により、受電点の潮流（電力）を目標値と一致させ、それにより 30 分間の逆潮電力量（電力の積算値）を目標値と一致させる。本制御の考え方を図 3-36 に示す。

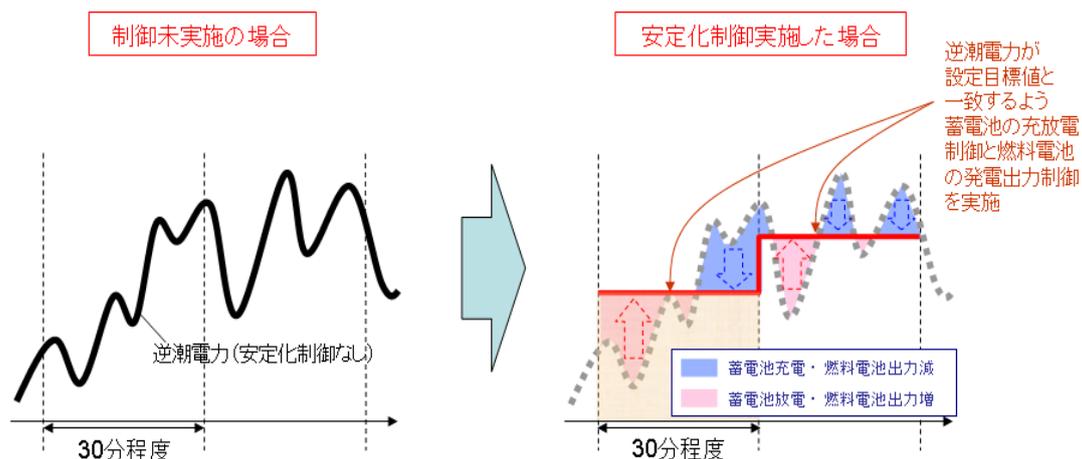


図 3-36 逆潮安定化制御の考え方

また、蓄電池の SOC の運用下限値（今回の実験では 50%）以下になった場合は、HS の制御対象となっている電力負荷を遮断し、蓄電池の放電側の負担を軽減して SOC を大きくする事で、継続的な逆潮安定化実現を目指す。制御ロジックの詳細は 1.4 節に示す。

逆潮安定化制御における制御の流れの全体像を以下の図 3-37 に、また各機器の役割を以下の表 3-10 に示す。

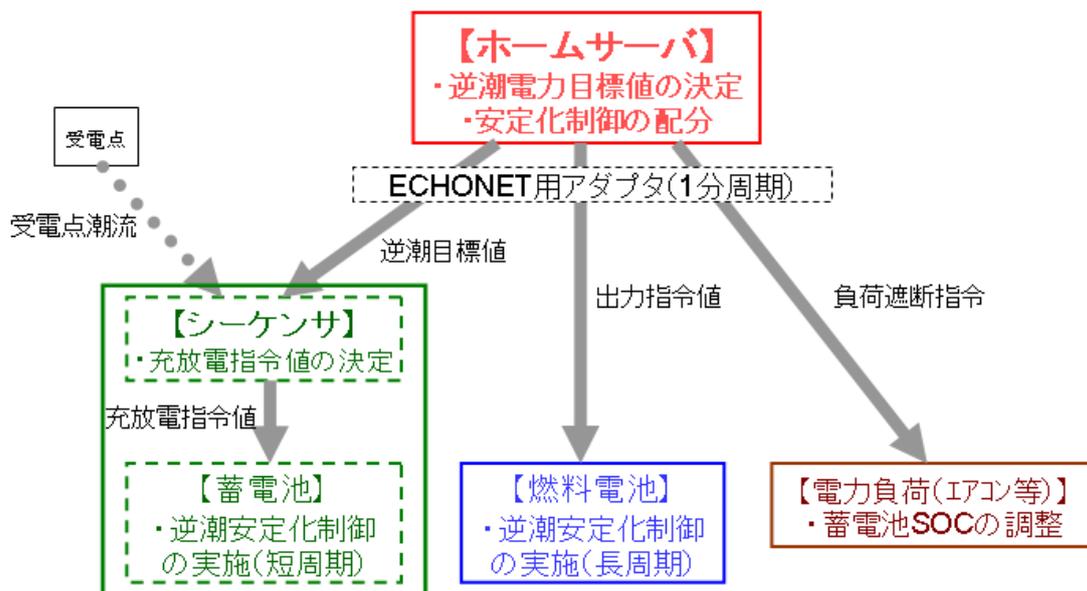


図 3-37 逆潮安定化における各機器の役割

表 3-10 逆潮安定化制御における各機器の役割

機器	役割	制御対象	周期
ホームサーバ	<ul style="list-style-type: none"> 逆潮電力目標値の決定 PV や負荷の予測値等から受電点逆潮電力の目標値を 30 分おきに決定し、シーケンサに送信 燃料電池出力指令値の決定 蓄電池のみでの逆潮安定化が不可能と判断した際は、燃料電池に逆潮安定化を目的とした出力制御指令を送信 	蓄電池 (シーケンサ) 燃料電池	1 分 1 分
シーケンサ	<ul style="list-style-type: none"> 充放電指令値の決定 ホームサーバから受信した逆潮電力の目標値と実際の受電点潮流を比較し、その差分を蓄電池に充放電指令値として送信 	蓄電池	約 1 秒
蓄電池	<ul style="list-style-type: none"> 逆潮安定化制御の実施 (短周期) シーケンサからの充放電指令値に従い充放電を実施 	なし	約 1 秒
燃料電池	<ul style="list-style-type: none"> 逆潮安定化制御の実施 (長周期) 蓄電池のみでの逆潮安定化が不可能な場合、HS からの出力制御指令値に従い発電を実施 	なし	1 分
電力負荷	<ul style="list-style-type: none"> 安定化制御を継続させるための蓄電池残量の確保 蓄電池の残量 (SOC) が低下した場合に負荷遮断指令を受け電源を落とす 	なし	1 分

(d) 実証試験結果と考察

本実証では、以下の 2 つの段階に分けて実証試験を行うことで逆潮安定化制御に関する評価を行う。

【実証試験①】：蓄電池 SOC が運用範囲から逸脱しない条件での逆潮安定化 (SOC 調整のための負荷遮断を行わない)

【実証試験②】：蓄電池 SOC < 運用下限値 となる場合を含む逆潮安定化 (SOC 調整のための負荷遮断を行う)

【実証試験①】

蓄電池 SOC が運用範囲から逸脱しない条件での、逆潮電力安定化試験結果を図 3-38 に示す。また、30 分間単位での逆潮電力量の目標値と実績値の比較結果を表 3-11 に示す。

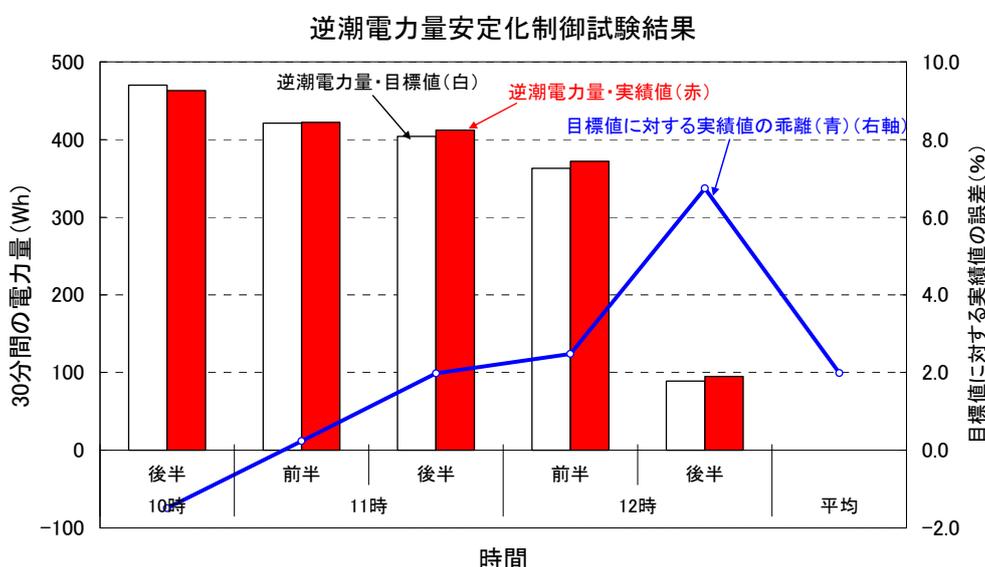


図 3-38 各時間帯における逆潮電力量の目標値と実績値の比較

表 3-11 各時間帯における逆潮電力量の目標値と実績値の比較

	10時	11時		12時		平均
	後半	前半	後半	前半	後半	
逆潮電力量目標値(Wh)	470	421	404	363	89	-
逆潮電力量実績値(Wh)	463	422	412	372	95	-
目標値に対する実績の誤差(Wh)	-7	1	8	9	6	3.4
目標値に対する実績の誤差(%)	-1.5	0.2	2.0	2.5	6.7	2.0

試験期間の逆潮電力量の実績値は目標値に対して誤差を 3%以下にできている。12 時台後半のみ目標値に対する誤差の比率が大きいが、誤差の絶対値 (Wh) は他の時間帯と同程度であり、逆潮電力目標値の絶対値が小さいことが原因と考えられる。

また、1 分周期の各機器の出力 (W) を図 3-39 に示す。PV の出力が大きく変動し

ているにもかかわらず、受電点潮流の実績値は、ほぼ目標値に近い値になっており、30分毎の電力量だけでなく、瞬時の電力変動もうまく吸収できていることがわかる。

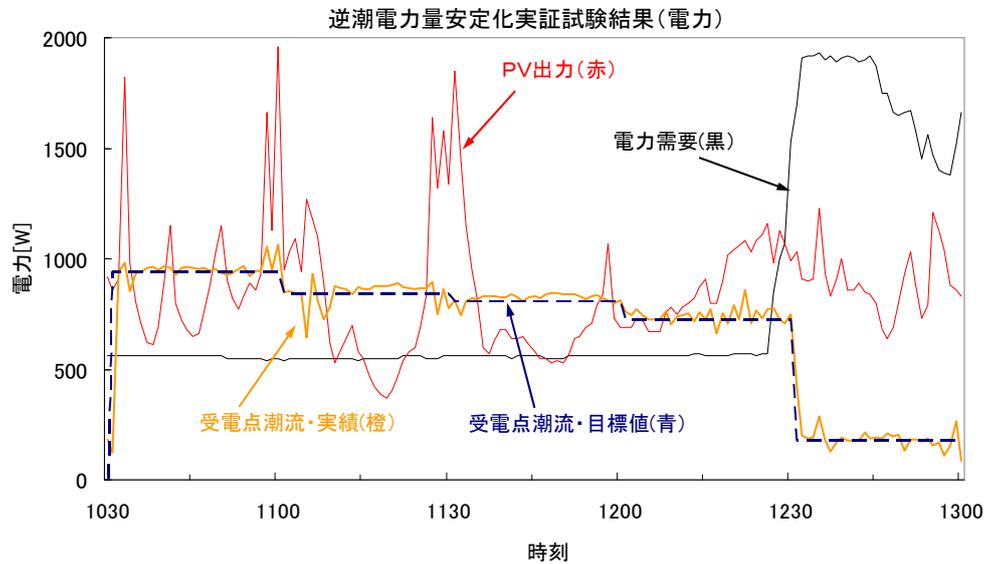


図 3-39 逆潮安定化制御の実験結果（実証試験①）

実証実験①において、燃料電池と蓄電池の組み合わせ制御がどのように動作しているかの例を図 3-40 に示す。電気負荷の急増（12：30 頃エアコン ON）により電力負荷が急増し、減少した逆潮流電力量を確保すべく、蓄電池の放電出力だけでなく燃料電池の発電出力も増加していることが分かる。このように急激な需要の変動に対しても、蓄電池と燃料電池の協調制御により逆潮流電力を安定化することができた。

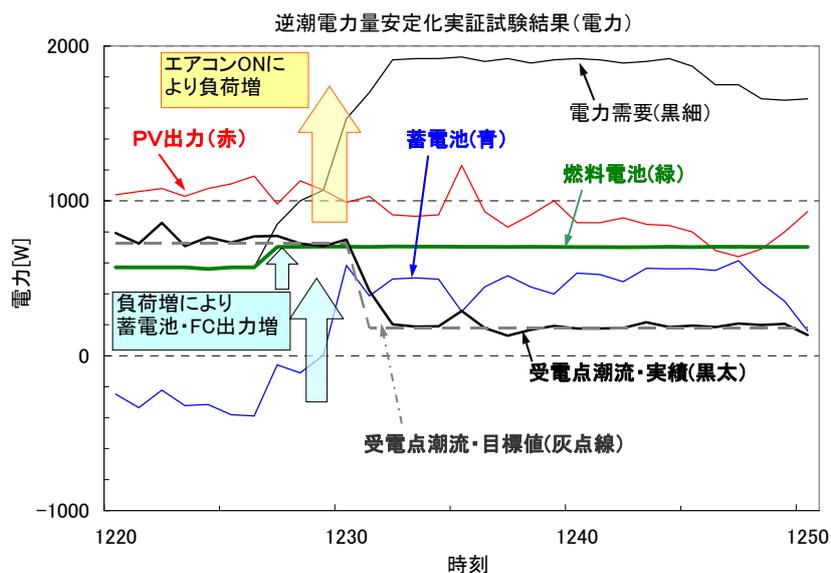


図 3-40 燃料電池と蓄電池の組み合わせ制御実施例

【実証試験②】

本実験では、HS の運転計画にない電力負荷を発生させ、意図的に蓄電池 SOC が運用下限値を下回るようにする。そして、蓄電池の SOC が運用下限値を下回った後、負荷遮断によって、SOC が運用範囲に戻り、安定化制御が継続できることを確認する。

実験では、蓄電池 SOC が運用範囲を 50%～80%とした。予定外の負荷を生じさせる家電製品としてはエアコンを用いる。1 分周期の測定結果を図 3-41 に示す。

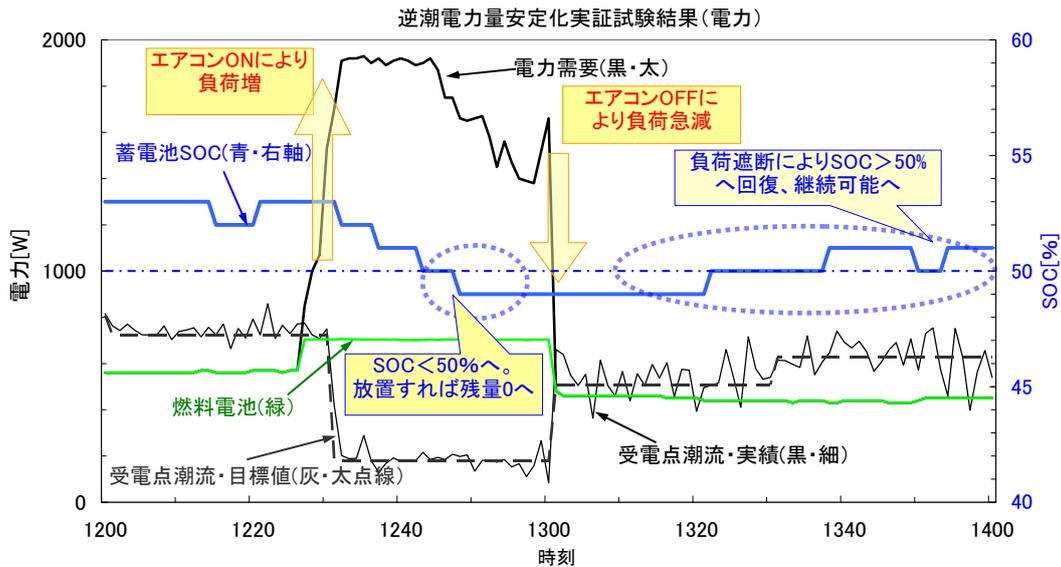


図 3-41 負荷遮断を伴う逆潮安定化制御の実験結果

12 時 30 分前後に、手動でエアコンを ON にした事で、燃料電池は最大出力 (700W) に達し、蓄電池も放電量が増えたため SOC は急激に低下した。

12 時台後半の期間内に SOC が運用範囲下限 (50%) 以下となったため、13 時に負荷遮断機能が動作し、エアコンは停止した。負荷遮断した事で、安定化制御目標値に対して電力が余剰になり、燃料電池の出力低下と共に蓄電池の充電が行われ、SOC>50%以上に復帰した。次に 30 分間単位の逆潮電力量の目標値と実績値の比較を図 3-42 と表 3-12 に示す。

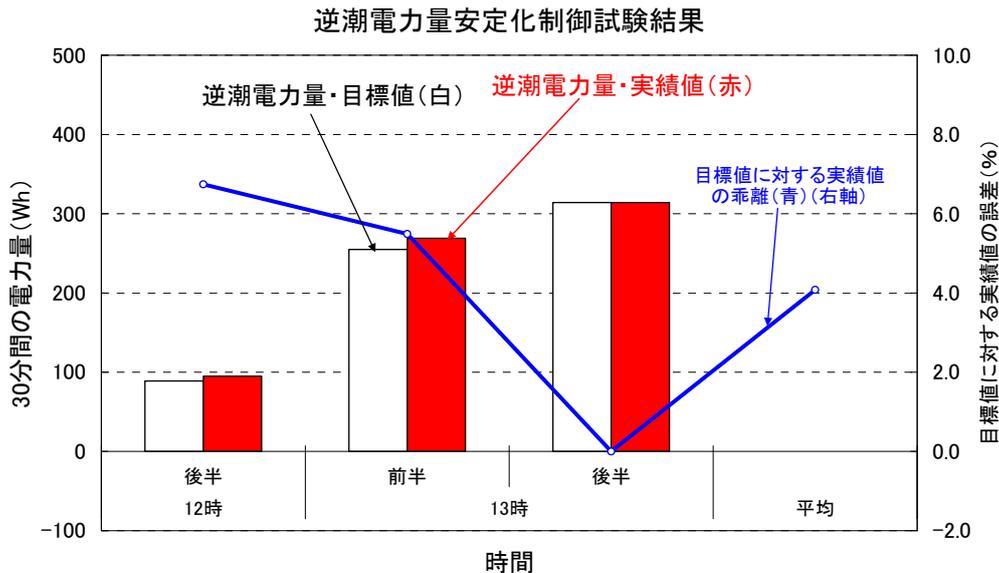


図 3-42 各時間帯における逆潮電力量の目標値と実績値の比較

表 3-12 各時間帯における逆潮電力量の目標値と実績値の比較

	12時		13時		平均
	後半	前半	後半	前半	
逆潮電力量目標値 (Wh)	89	255	314	-	-
逆潮電力量実績値 (Wh)	95	269	314	-	-
目標値に対する実績の誤差 (Wh)	6	14	0	6.7	6.7
目標値に対する実績の誤差 (%)	6.7	5.5	0.0	4.1	4.1

本試験期間における、逆潮電力量実績値の目標値に対する誤差は、12 時台後半 (6.7%) と、13 時台前半 (5.5%) でやや大きい。12 時台後半は、前述と同様、逆潮電力の絶対値が小さいためと考えられる。13 時台前半については、負荷遮断による負荷減少量が非常に大きく、蓄電池と燃料電池の出力制御だけでは変動を完全に吸収できなかったためと考えられる。逆潮電力目標値が修正された 13 時台後半になると、実績値の目標値に対する誤差はほとんどなく、以後は蓄電池の運用範囲内に戻ったことで安定化制御が継続して精度良く動作している。

以上のように、遮断を伴う制御により、家庭からの逆潮電力の安定化制御を、より長い時間継続できることを実証できた。負荷遮断前後の誤差低減のための課題としては、負荷遮断対象の消費電力を取得して予測手法を改善することにより制御精度を向上する事が期待できる。

(2) CO₂ 排出量最小化のための燃料電池・蓄電池の協調制御の実証

燃料電池が部分負荷運転になった際、それを HS で検知し、あらかじめ決められた制御アルゴリズムに則り、HS から FC へ定格運転指令を、電池には充電指令が送信され、その信号にもとづき燃料電池および蓄電池の動作が行われることを確認する。

運転モードとしては、シミュレーション結果に示した「通常モード」を用いる。このモードでは深夜の電力負荷が小さい時間帯に、燃料電池（FC）の部分負荷運転になるのを避けるため、FC の余剰電力を蓄電池に吸収する。蓄電池は日中は充放電せず、夕方以降の電力需要の大きい時間帯に放電する。

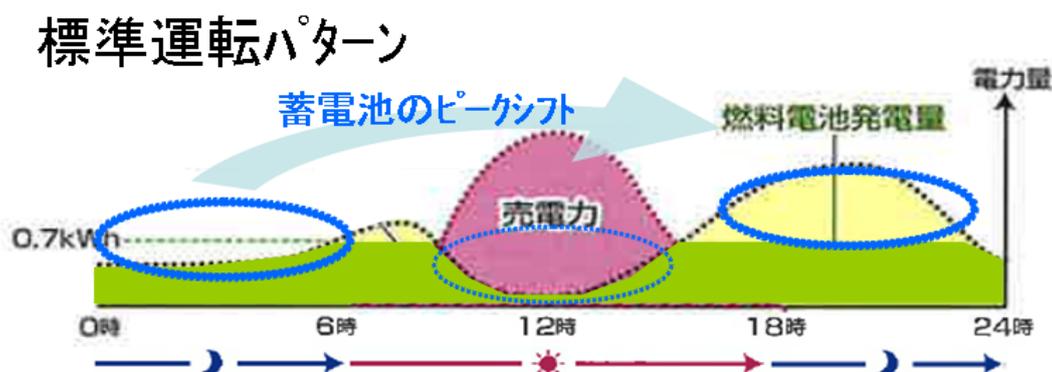
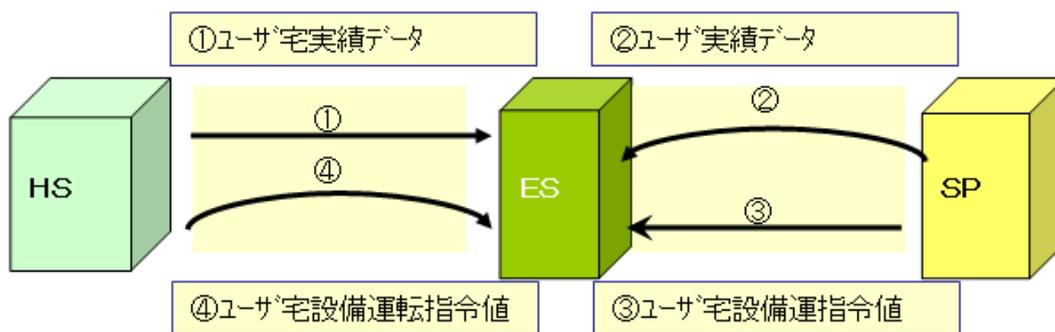


図 3-43 標準運転モードにおける蓄電池と燃料電池の運転法概略

上述の運転は、「通常モード」における各時刻の運転計画に基づいて、HS から燃料電池・蓄電池に出力を指令する事により実現する。計画作成にあたり、必要となる需要予測データは、HS から ES に送られ ES に蓄積されたデータを基に、ASP サーバが作成する。

今回の実験では、蓄電池・燃料電池その他の家庭内機器の運転情報は 1 分毎に HS を介して ES に送られ、ASP サーバは 3 時間に 1 回、最適運転計画を作成する計算を行う。そしてその計算結果の計画値が ES に保存され、HS は ES 上の計画値に基づいて、毎分の指令値を各機器（燃料電池や蓄電池等）に送信する。



- ①一定周期でHSにて収集している実績データ(電力使用量、発電量、蓄電量など)をESに送信してES上にDBとして蓄積する
- ②ASPから必要なタイミングでESのDBに蓄積されているユーザ実績データ(必要な分)、ESに要求し、収集する。
- ③ASPで演算した結果(運転指令値)をESに送信する
- ④ASPからESに通知されている運転指令値をHSから要求して取りに行く。

図 3-44 CGS・蓄電池協調制御の実行手順

(②③は一連の流れで実行①④は、それぞれのタイミングで実行する)

実際に本システムによって実験した結果を図 3-45 に示す。

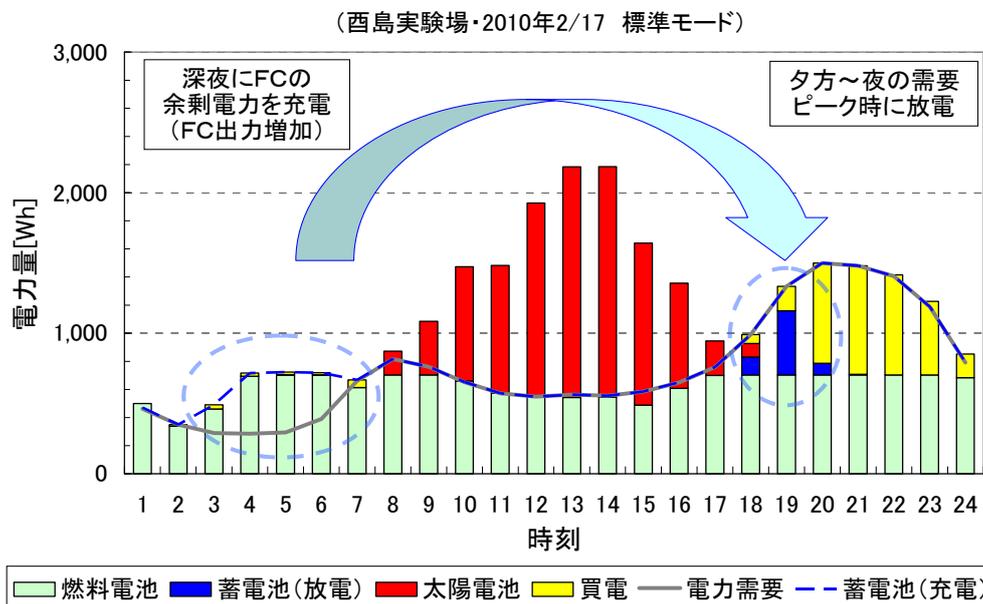
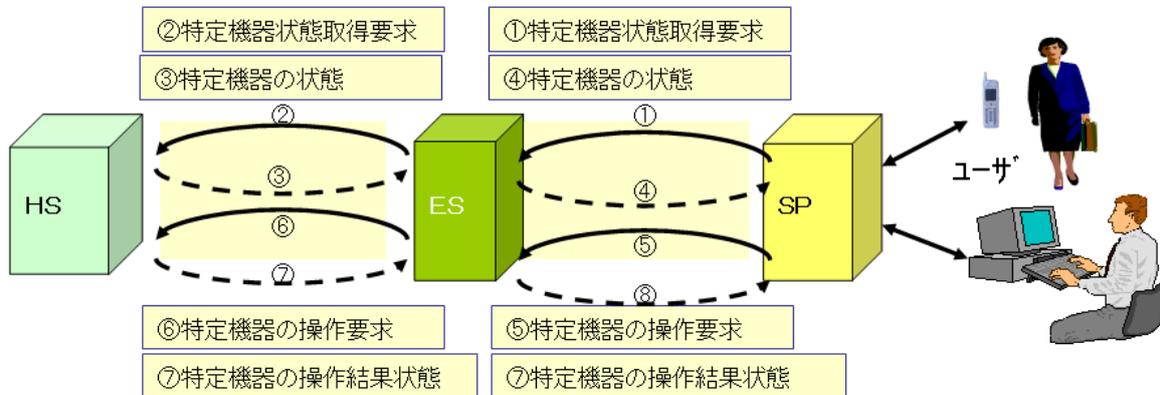


図 3-45 「通常モード」における運転結果

ホームサーバからの指令により、計画された熱需要の範囲内で深夜のFCの出力が増加し、蓄電した部分を夕方以降に放電できている。蓄電量に比べて放電量が小さいのは、今回の使用した鉛蓄電池の充放電効率とインバータ効率が、シミュレーションでの想定値に比べて低いためである。

3.3.8.2. エコサーバ、サービスプロバイダ層を介した遠隔制御技術の実証

遠隔制御機能は、ユーザが外出先から自宅の設備の稼動状態を確認したり、ホームサーバ画面を通じて、運転停止操作をする場面を想定している。



- ①ユーザの携帯電話やPCからの特定機器の状態取得要求をASPからESに行う。
- ②ASPからの要求に応じてESからHSに状態取得要求を行う
- ③ESから指定されて機器の状態をHSからESに通知する
- ④ESに通知された特定機器の状態をASPIに通知する
- ⑤ユーザの携帯電話やPCからの特定機器の操作要求をASPからESに行う。
- ⑥ASPからの要求に応じてESからHSに操作要求を行う
- ⑦ESから指定されて機器の操作結果の状態をHSからESに通知する
- ⑧ESに通知された特定機器の状態をASPIに通知する

図 3-46 遠隔操作サービスの実行手順 (①→⑧の順に実行する)

まず、FC や蓄電池に対する遠隔制御の動作確認および、エネルギー消費機器(電気機器とガス機器)の遠隔制御の動作確認を行い、予定していた全機器について動作を確認した。その結果を以下の表 3-13 に示す。

表 3-13 エネルギー消費機器(電気機器とガス機器)の遠隔制御の動作結果

制御対象	制御可否	制御内容	備考
蓄電池	○	充電 2000W～ 放電 2000W の 任意出力	今回用いた蓄電池用インバータは ECHONET に対応していないため、シーケンサと PC を用いて通信を中継した。なお左記は最大値であり、電池状態によって蓄電池用インバータが出力制限する事がある。
FC	○	250～700W の 任意出力 (目標値)	FC 現行品は ECHONET に対応していないため、PC を用いて通信を中継した。なお、左記は制御目標値であり、各時刻の出力は FC 自身の制御によって制限される。
AC	○	ON/OFF	西島実験場は三菱電機製エアコンに搭載した ECHONET 通信アダプタに直接通信した。 アネックスラボでは、HA 対応エアコンを用い、ECHONET の ON/OFF 信号を「ECHONET/HA アダプタ」により HA に変換して制御した。
照明	○	ON/OFF	ECHONET の ON/OFF 信号を「ECHONET/HA 変換アダプタ」により HA に変換し、HA によりコンセント出力を ON/OFF するリレーボックスを用いた。
加湿器	○	ON/OFF	同上。 なお加湿器はソフト SW のため自動で ON はできない。
床暖房	○	ON/OFF	ECHONET の ON/OFF 信号を「ECHONET/HA 変換アダプタ」により HA に変換し、HA 端子に接続。
お風呂	○	自動お湯張り ON/OFF	同上。
コンロ	○	OFF のみ	同上。使用中に OFF のみ可能。(自動 ON 不可)

ホームサーバからの動作は次のように行われる。ホームサーバの機器操作画面で、各機器に対応したボタンを押すと、ボタンが「操作中 (オレンジ色)」に変わる。



図 3-47 ホームサーバ (HS) の機器操作画面 (操作前)



図 3-48 ホームサーバ (HS) の機器操作画面 (「照明」操作中)



図 3-49 ホームサーバ (HS) の機器操作画面 (左 : 「照明」 OFF 完了)

そして操作が完了した事をホームサーバで確認すると、使用中 (緑)、停止中 (灰色) に変化する。ただし、ホームサーバからの通信速度と通信間隔の問題から、画面操作から機器の制御までには最長 30 秒、画面上の機器情報が更新されるまでには最長 2 分を要する (操作時間の詳細については 1.4 節を参照)。



図 3-50 HS を介した機器操作例 (左 : 「照明」 ON、右 : OFF)



図 3-51 HS を介した機器操作・加湿器（左:ON、右:OFF。遠隔 ON は不可。）



図 3-52 HS を介した機器操作・エアコン（左:ON 時、右:OFF）



図 3-53 HS を介した機器操作・お湯張り（左：自動お湯張り開始、右：完了）



図 3-54 HS を介した機器操作・コンロ（左:ON、右:OFF。遠隔 ON は不可。）



図 3-55 HS を介した機器操作・床暖房（温水流量「ml/分」、左:ON 時、右:OFF）

さらにこの遠隔操作機能を用いて、電力系統側で電力供給量が不足している場合に、外部から余剰電力の割増要求に対応して家庭内の FC 等や蓄電池、負荷機器などが応答して動作可能なことを示す実験を行った。これについては次項で述べる。

3.3.8.3. ユーザの嗜好を反映したエネルギー負荷への品質別供給サービス実証

従来からエネルギーの「見える化」だけでは、ユーザは何を操作すれば省エネになるのか十分理解するのが難しく、しばらくすると飽きてしまい、大きな省エネ効果は得るのは困難であるとされている。また、ユーザのニーズは様々であり、「先月までは CO₂ 削減最優先だったが、今月は苦しいので経済性を優先したい」「今日は来客があるので、経済性優先運転では困る」というように、日々・月々変化する事も考えられる。

また、将来、スマートグリッドが広く普及した暁には、系統側の電力供給が不足気味の際、蓄電池・燃料電池を保有するユーザ側から、メリットがあれば積極的に電力供給に貢献したい、という要望も考えられる。

そこで、ここではこうしたユーザの多様な嗜好に合わせた品質別供給によるエネルギー利用方法の提案まで含めた「見える化」と、遠隔からの最適運転計画の指令まで含めた CO₂ 削

減サービスの実証を行う。具体的には以下の3項目を実証する。

- ・ユーザの嗜好を反映する品質別エネルギー供給システム実証
- ・品質別エネルギー供給に対応した省エネ喚起サービス実証
- ・品質別エネルギー供給に対応した省エネ指南サービスの実証

(1) ユーザの嗜好を反映する品質別エネルギー供給システムの実証

ここでは将来、面的な広がりをもつスマートグリッドが普及することを想定し、電力系統側で電力供給量が不足している場合において、系統側から余剰電力の割増要求に対応して家庭内のFC等や蓄電池などが応答して動作し、さらに遠隔からの操作要求に対応してエネルギー消費機器が動作可能なことを示す実験を行う。

想定した運転シナリオを表 3-14 に示す。ASP サーバ (サービスプロバイダ層) からの割増依頼は2段階あり、第1段階では、ユーザが逆潮割増依頼に対応すると事前に登録する事で、自動的に蓄電池からの放電とFCの出力増加を行う。さらに、電力不足が考えられる場合には、第2段階の逆潮割増依頼を行う。第2段階ではユーザに負荷遮断の可否を確認した上で、事前に登録した負荷を遮断する。いずれも日射や家電機器の使用状況などにより逆潮できない場合も考えられるが、その場合でも上記の動作により負荷を軽減する。



図 3-56 想定する逆潮割増依頼サービス

表 3-14 遠隔制御による家庭内の発電・蓄電装置・電力需要の操作実験

運転モード	蓄電池	FC	負荷遮断	備考
標準運転	充放電なし	自動運転	なし	
逆潮割増依頼 レベル 1	事前に設定した出力で放電	自動的に出力増加	なし	ユーザが逆潮割増依頼に対応すると事前に登録する事で、自動的に対応
逆潮割増依頼 レベル 2	同上	同上	ユーザに可否確認の上で遮断	遮断対象機器は事前にユーザが登録。可否確認時に個別解除も可能。

逆潮割増依頼開始前のホームサーバの運転状況画面を下に示す。この時点では「通常モード」のため、蓄電池は充放電しておらず、燃料電池は、「通常モード」に対応した運転計画に基づいて発電している。



(C) 2009-2010 SEKISUI HOUSE

図 3-57 遠隔操作前の運転状況（通常モード）

ASP サーバから逆潮割増依頼レベル 1 を送信する。事前に依頼に対応する事を登録している、という想定であるため、送信と同時にホームサーバを介して蓄電池から放電を開始する。燃料電池も出力を増加開始する。



(C) 2009-2010 SEKISUI HOUSE

図 3-58 逆潮割増依頼レベル 1 蓄電池から放電、FC 出力増加開始

次に、ASP サーバから逆潮割増依頼レベル 2 を送信する。レベル 2 の場合は、負荷遮断を伴うため、ユーザに対応するか否か確認を求める。

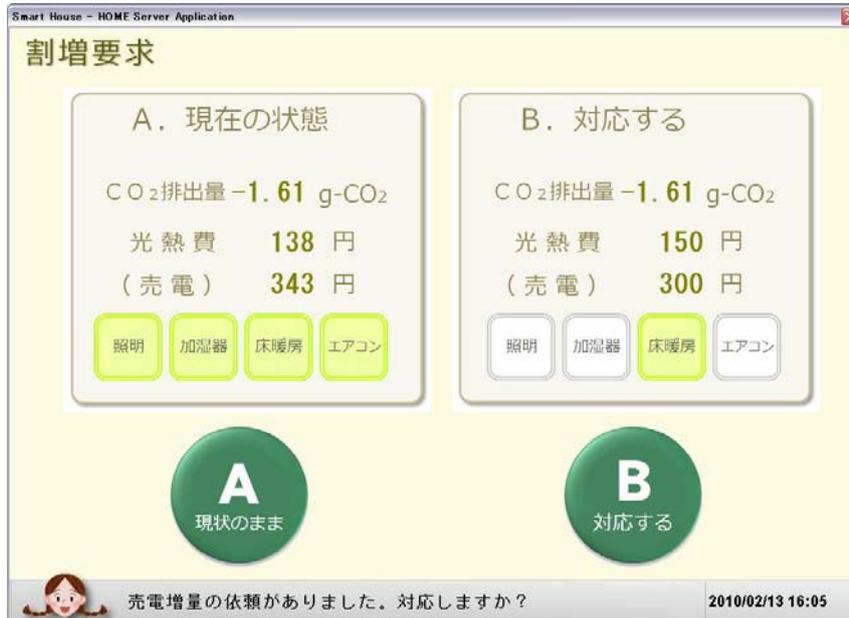
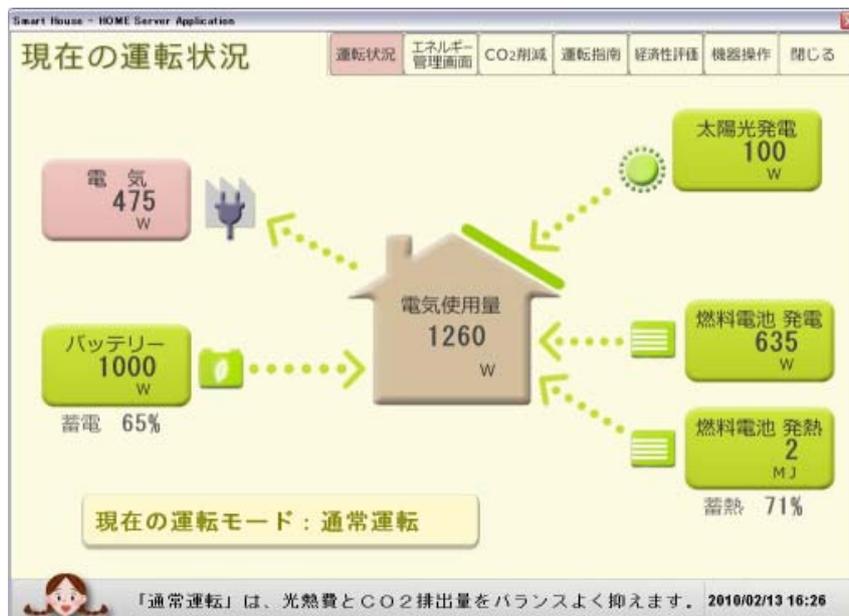


図 3-59 逆潮割増依頼レベル 2 ユーザに遮断可否の確認画面

ユーザがボタン B により「対応する」と回答すると、設定した負荷がホームサーバを介して遮断される。今回の実験ではエアコン、加湿器、照明などを遮断した。ホームサーバの運転状況画面を下に示す。負荷遮断により、電気使用量は大きく減少し、太陽電池の発電量が低下しているにもかかわらず、系統に売電（逆潮）できていることがわかる。また燃料電池の発電出力も増加している。



(C) 2009-2010 SEKISUI HOUSE

図 3-60 逆潮割増依頼レベル 2 ユーザ確認の上で家電機器遮断

以上の実験における、PV 発電出力、蓄電池出力、FC 出力、電力需要の変化を次の図に示す。逆潮レベルの増加に応じて、余剰電力が増加している事がわかる。

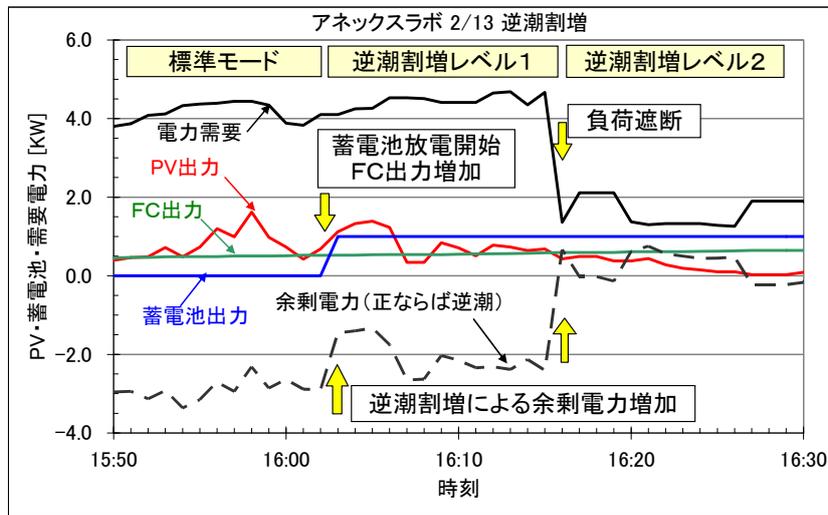


図 3-61 遠隔制御による余剰電力の変化（余剰電力>0 は逆潮を示す）

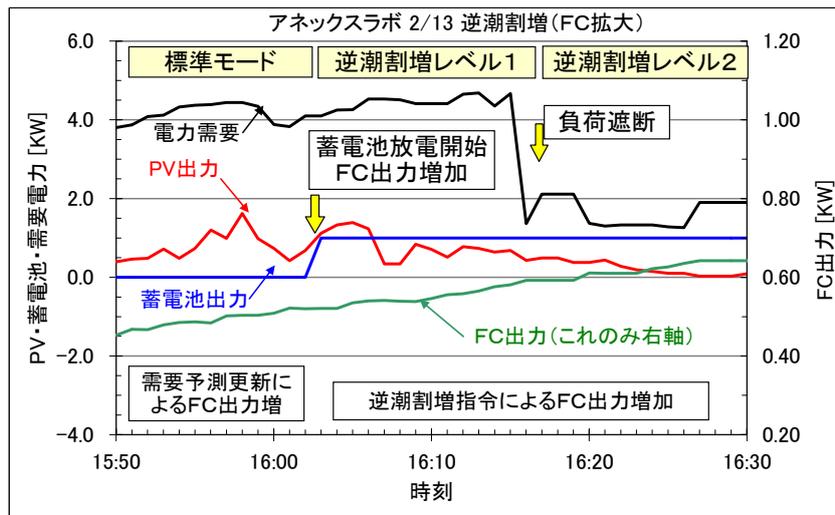


図 3-62 遠隔制御による FC 出力変化（FC 出力のみ右軸）

なお、FC の出力は図（上図）に示すように、逆潮割増前から最大 15W/分の割合で漸増しているが、これは試験開始前に ASP サーバからの需要予測値が更新され目標発電出力が増加したためである。

「逆潮割増」を行った 16:02 時以降は、需要予測による目標発電出力値と関係なく、「逆潮割増」に基づき最大出力に向け 15W/分で増加している。さらに 16:28 時以降は FC との通信途絶発生により、642W で一定出力となった。これは、ホームサーバから FC に約 1 分毎に送られる指令値は、現在の出力+15W（1 分後に出せる最大出力）で与えており、発電出力の実績値（この場合 637W）が更新されないと、発電出力の指令値も一定の値のままになるためである。

この問題を回避するには、「逆潮割増」の場合は、途中で少々の通信途絶が発生しても最大出力に向かうよう、現在の FC 発電出力と無関係に、最大出力を指令値として与えるか、ホームサーバから FC へ、「目標発電出力」ではなく、「逆潮割増」モードを示す信号のみを送り、発電出力は FC 側で決定する（FC が可能な範囲で出力増加）事が考えられる。

以上のように、将来のスマートグリッドが普及した場合を想定して、外部からの余剰電力の割増要求に対応して家庭内の FC 等や蓄電池などが応答して動作し、さらに遠隔からの操作要求に対応してエネルギー消費機器が動作できることを実証した。ただし現在の法制度上は、家庭に設置した蓄電池や発電機の出力を逆潮することは認められていない等、実用化への課題も多い。これについては本節末で触れる。

(2) 品質別エネルギー供給に対応した省エネ喚起型 HEMS サービスの実証

現状では、通常のユーザは、自宅のエネルギー消費については、月毎の電気代・ガス代などのご利用通知を受け取るまで把握できず、毎日の省エネルギー行動に結びつけることが難しい。また近年エネルギーの「見える化」による実験も行われているが、電力計やガス流量を逐次表示しても、数字を見て、その意味を把握して省エネルギー行動に移すことができるユーザは限られていると言われている。このため、今回は、ユーザに自然に、省エネ喚起を促すためのサービスとして、毎日のエネルギー使用量がある値を超過すると、アラームを発報し、さらにユーザに現在使用中の機器を示し、遠隔で負荷遮断する事を提案した。

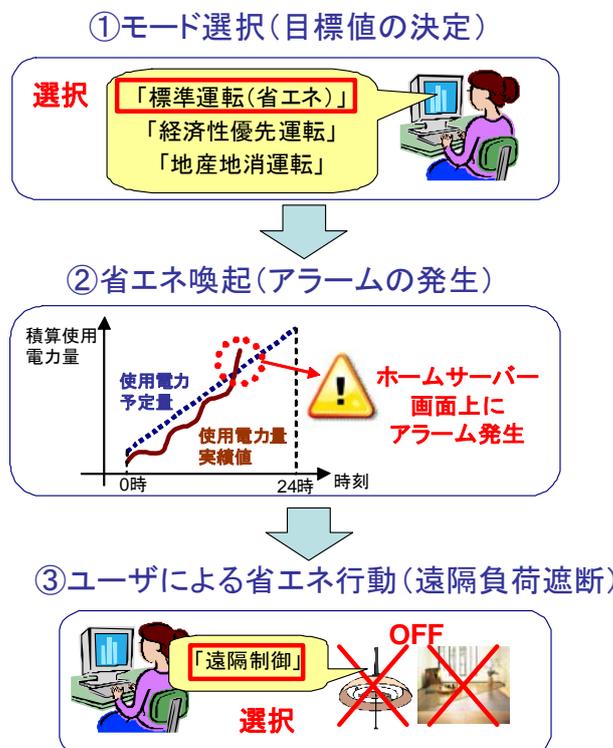


図 3-63 想定する省エネ喚起サービス

ユーザが事前を選択したモードにおいて、毎日のエネルギー使用量が予定量（ASP サーバで作成した計画値）を一定比率超過すると、アラームを発報し、さらにユーザに現在使用中の機器を示して、遠隔で負荷遮断する。

ホームサーバはアラームを受信すると「省エネ喚起画面」を表示する。



図 3-64 ホームサーバに省エネ喚起画面が現れた所

ユーザは現在使用中の機器の一覧を見ることで、OFF すべき機器を選択する事ができる。OFF にする機器を選択すると、遠隔で該当機器が停止される。



図 3-65 省エネ喚起画面上にて照明・エアコンを OFF
(左 OFF 操作中、右 OFF 完了)

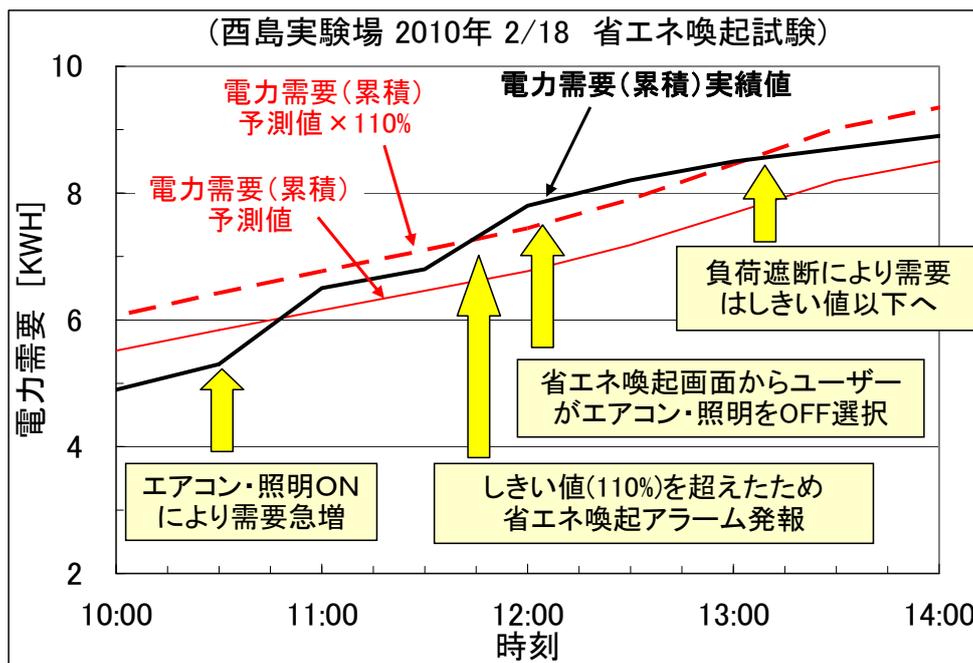


図 3-66 省エネ喚起実験結果

今回の実験では、当日の累積電力需要が予測値の 110%を超過すると、アラームが発報されるようにした。上の実験では午前中にエアコン、照明を ON にしたために急激に消費電力が増加、12 時過ぎにアラームが発報された。ユーザは省エネ喚起画面を確認して、エアコン・照明を OFF にすることで、午後には規定内の需要に収まっている。

なお実際の生活においては、来客など機器を OFF にする事が難しい事も考えられるため、ユーザは機器を OFF にする事なく画面を閉じる事もできる。

このようにする事で、毎日の生活の中から自然にユーザに省エネ喚起を促すことができると考えられる。

(3) 品質別エネルギー供給に対応した省エネ指南サービスの実証

ユーザの嗜好に合わせた品質別エネルギー供給システム実証のため、3つの運転モードを選択できるように準備した。各モードのエネルギー機器の運転方法については、既に 3.1.7.2 に述べたが、基本的な考え方を表 3-15 に示す。

表 3-15 ユーザ嗜好に合わせた3つの運転モードの考え方（再掲）

時間帯	通常モード	経済性重視モード	地産地消モード
深夜	<ul style="list-style-type: none"> FC は定格運転 余剰電力のみ蓄電池に充電 	<ul style="list-style-type: none"> FC は定格運転 余剰電力に加え夜間電力も蓄電池に充電 	<ul style="list-style-type: none"> FC は定格運転 余剰電力のみ蓄電池に充電
日中	<ul style="list-style-type: none"> 蓄電池の充放電停止 	<ul style="list-style-type: none"> FC は定格運転 FC 出力 > 電力需要ならば FC 余剰分を蓄電池に充電 FC 出力 < 電力需要ならば蓄電池から放電（ただし夜間使う分は残す） 制御対象負荷の電源が ON の場合は遮断 	<ul style="list-style-type: none"> PV+FC 出力 > 電力需要ならば FC 出力を最小に PV 余剰電力を蓄電池に充電（蓄電容量の範囲内で） 制御対象負荷の電源が ON の場合は遮断
夕方～夜間	<ul style="list-style-type: none"> 電力需要 > FC 出力ならば不足分を蓄電池から放電 	<ul style="list-style-type: none"> 同左 	<ul style="list-style-type: none"> 同左

ユーザは、ホームサーバ画面上で、嗜好に合わせて毎日、任意時刻に各モードを選択することができる。この際、CO₂排出量と光熱費はサービスプロバイダサーバにより再計算される。なお、各モードにおける、光熱費および CO₂ 発生量のシミュレーション結果については 3.1.7.2 に示している。



図 3-67 ユーザによる運転モードの選択画面
（左：晴天の例、右：雨天の例）

アネックスラボでは、ユーザ視点評価のため、モード選択により、蓄電池・燃料電池等の運転状況は変化する事を実証した。短時間に3つのモード変更を行った例を下図に示す。モ

ード選択により蓄電池の動作が、サーバからの指令値（日中の場合、充電 1kW、放電 1kW のいずれか）に従って約 1 分で変化していることがわかる。なお、アネックスラボでは蓄電池の出力を充放電共に 1kW に制限している。

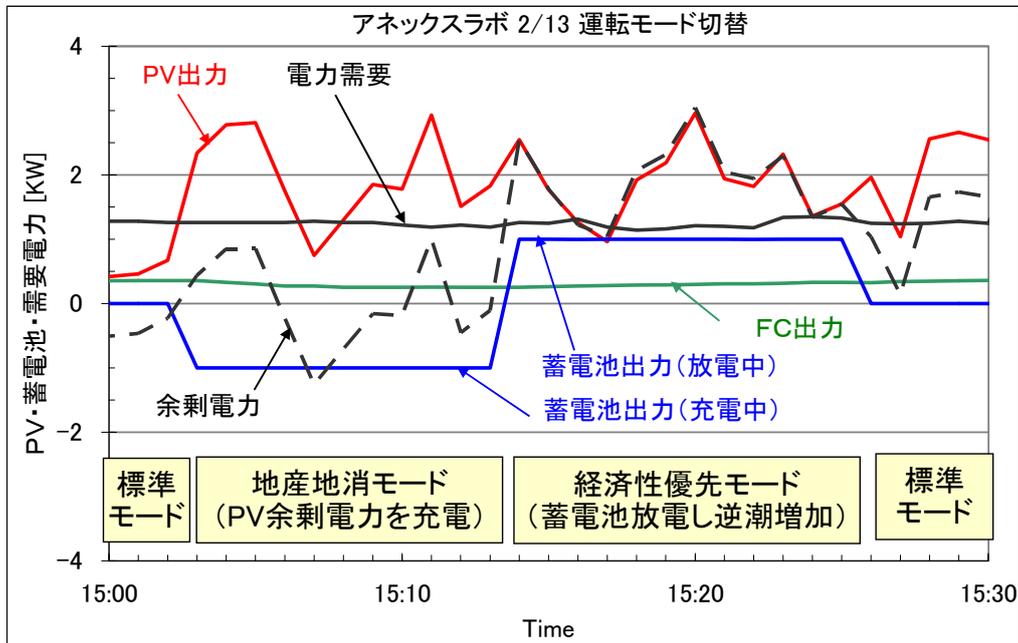


図 3-68 モード切替によるエネルギー機器の動作変化

西島実験場では、アネックスラボのような短時間でのモード切替における機器の動作状況の確認ではなく、以下の評価を通じて、1 日を通じた同一モードでの機器動作状況の確認を行った。なお電力実験場でも蓄電池の充放電出力は最大 1kW に制限している。

- ・ 1 日を通じた各機器の運転パターンの確認

表 3-15 中の各モードにおける各機器の運転の考え方が、実証試験で実現できているかを、1 日を通じた実験結果から確認する。

- ・ ホームサーバから各機器への制御性の評価

ホームサーバから各機器（燃料電池、蓄電池）に送信される制御指令値と各機器の実績値を比較することで、ホームサーバから各機器への制御性の評価を行う。

各モードにおける試験結果と考察を以下に示す。

(a) 通常モード

- ・ 1 日を通じた各機器の運転パターンの確認

通常モードでは、深夜に FC の発電出力が低下すると、2 時以降に発電出力を増加させ、余剰電力を蓄電池へ充電している。そして夕方以降の電力需要ピーク時に放電する。シミュレーション結果と異なり、蓄電池への充電量に対して放電量が小さいがこれは、今回使用した蓄電池インバータの変換効率や鉛蓄電池の充放電効率が低いこと

や、インバータ損失や制御回路の消費電力が大きいことが理由と考えられる。

図 3-69 に通常モードにおけるシミュレーション上の運用モデル図を示し、図 3-70 に今回の実証結果を示す。

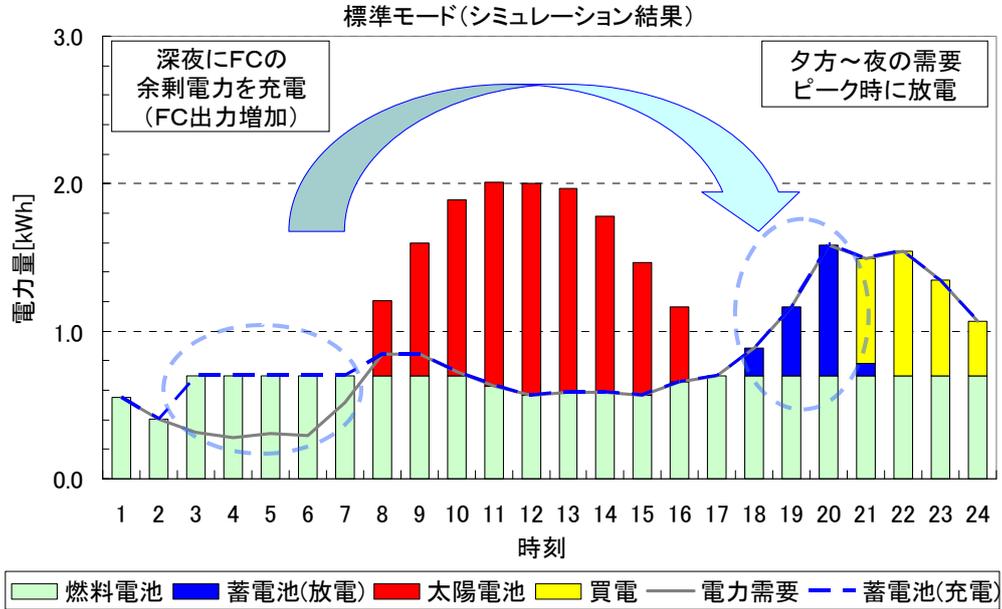


図 3-69 「通常モード」でのシミュレーションによる運用モデル図

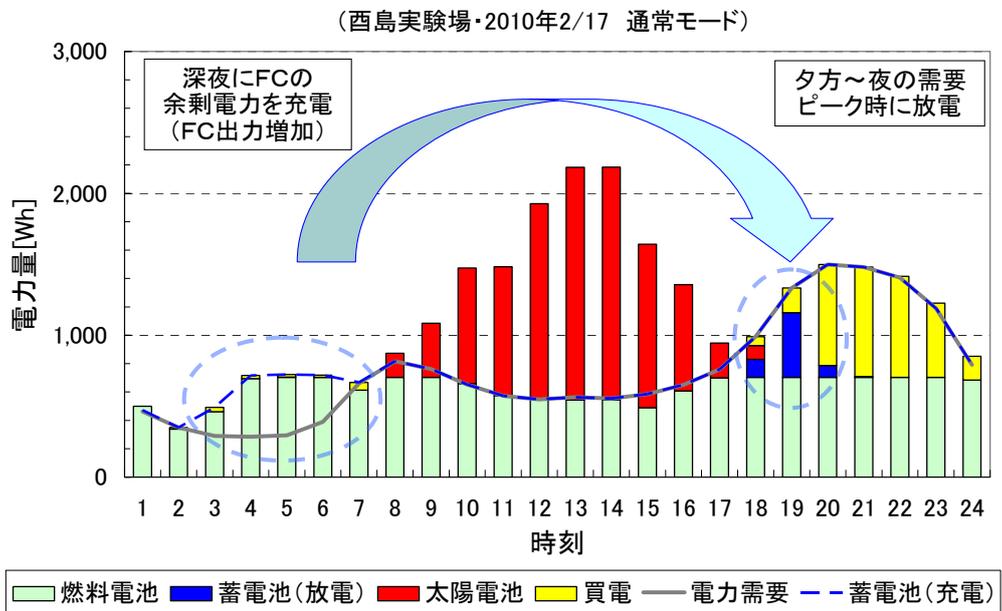


図 3-70 「通常モード」実験結果

- ・ホームサーバ (HS) から各機器への制御性の評価

HS から燃料電池への発電出力の制御指令値の実績値の比較を図 3-71 に、HS から

蓄電池への充放電制御指令値と実績値の比較を図 3-72 示す。なお放電側が正の値である。

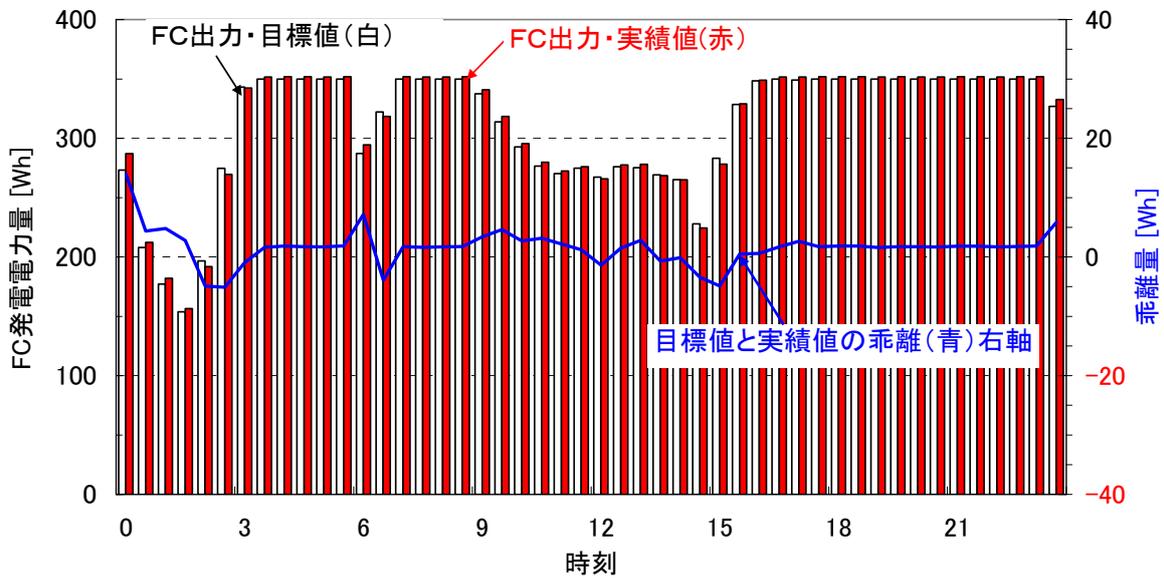


図 3-71 燃料電池への発電出力制御目標値と実績値 (通常モード)

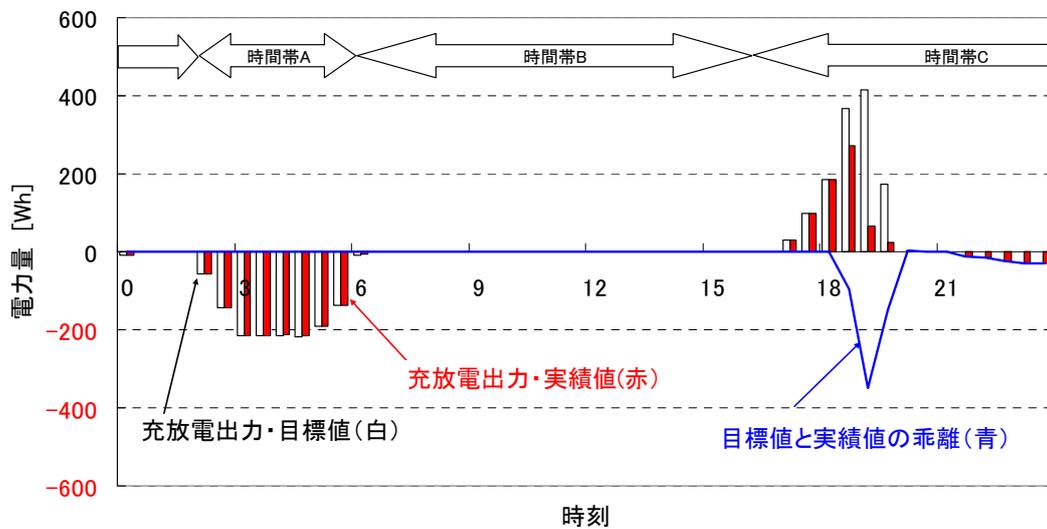


図 3-72 蓄電池への充放電制御目標値と実績値 (通常モード・放電が正の値)

表 3-16 通常運転モードにおける制御目標と実績

			時間帯A 2:00~6:00	時間帯B 6:00~16:00	時間帯C 16:00~2:00	全日 0:00~24:00
全体	制御目標	Wh	1,772	6,056	6,947	14,775
	実績	Wh	1,777	6,077	6,300	14,153
	実績-目標	Wh	5	21	-647	-622
	誤差	(%)	0.28%	0.34%	-9.32%	-4.21%
燃料電池	制御目標	Wh	3,174	6,056	5,688	14,918
	実績	Wh	3,175	6,077	5,743	14,995
	実績-目標	Wh	1	21	55	77
	誤差	(%)	0.03%	0.34%	0.97%	0.52%
蓄電池	制御目標	Wh	-1,402	0	1,259	-143
	実績	Wh	-1,398	0	556	-842
	実績-目標	Wh	4	0	-703	-699
	誤差	(%)	-0.27%	-	-55.81%	489.20%

終日の計算結果において運転制御目標に対する誤差は-4.21%である。機器別に見ると燃料電池は目標値と実績値の差が全ての時間で1%以下だが、蓄電池は時間帯Cで大きな誤差を生じている。この原因としては以下の2点が考えられる。

- ・今回用いた鉛蓄電池の充放電効率とインバータの変換効率が低いため、必要な放電量を確保できなかったこと
- ・蓄電池の電圧低下により蓄電池保護のためインバータが放電電流を制限したこと

上記の問題を解決するには、変換効率の高い蓄電池用インバータやLiイオン電池のような充放電効率の高い2次電池を用いることが有効であろう。

また、蓄電池電圧の低下については、例えば低SOC時は大出力放電を避け、小出力でより長時間放電する等、放電時の蓄電池内部抵抗による電圧降下を考慮した蓄電池の運用計画を作成する事が望まれる。その際には、出力を下げることによるインバータ効率の低下や、充放電電力量が制限を受ける事等も考慮した検討が必要となる。つまり、HSにおいて、蓄電池を管理する際に、SOCを精度よく管理するだけでなく、充放電中の蓄電池電圧変化や充放電可能な電力の値を把握し、それらを運転計画に組み込むことで、上記の問題は改善されると考えられる。

参考までに実験結果から蓄電池の充放電損失の影響を取り除くと下表のようになり、本システムを利用することで、机上シミュレーションで示したのと同様な運転制御が可能であることが確認できる。

表 3-17 通常運転モードにおける制御目標と実績想定値（修正後）

			時間帯A 2:00~6:00	時間帯B 6:00~16:00	時間帯C 16:00~2:00	全日 0:00~24:00
全体	制御目標	Wh	1,772	6,056	6,947	14,775
	実績	Wh	1,777	6,077	6,876	14,729
	実績-目標	Wh	5	21	-71	-46
	誤差	(%)	0.28%	0.34%	-1.03%	-0.31%
燃料電池	制御目標	Wh	3,174	6,056	5,688	14,918
	実績	Wh	3,175	6,077	5,743	14,995
	実績-目標	Wh	1	21	55	77
	誤差	(%)	0.03%	0.34%	0.97%	0.52%
蓄電池	制御目標	Wh	-1,402	0	1,259	-143
	実績	Wh	-1,398	0	1,133	-266
	実績-目標	Wh	4	0	-127	-123
	誤差	(%)	-0.27%	-	-10.06%	85.94%

※時間帯 C の放電電力量は時間帯 A の充電量に充放電効率 0.81 を考慮して計算をし直した

(b) 経済性重視モード

- ・ 1 日を通じた各機器の運転パターンの確認

経済性重視モードでは、深夜に FC の余剰電力だけでなく、系統から購入した電力も充電する。日中は PV 発電出力を最大限に売電するため、熱需要予測の範囲内で FC 発電出力が増加する。アネックスラボでの実験結果と異なり、電力需要が FC の定格発電出力（700W）以下であるため、蓄電池からの放電は行わず、むしろ FC の余剰電力を充電している。そして通常モードと同様、夕方以降の電力需要が大きい時間帯に放電する。蓄電池への充電量に対して放電量が小さいが、これは通常モードで述べたことと同じ理由と考えられる。通常モードにおけるシミュレーション上の運用モデルを図 3-73 に、今回の実証結果を図 3-74 に示す。

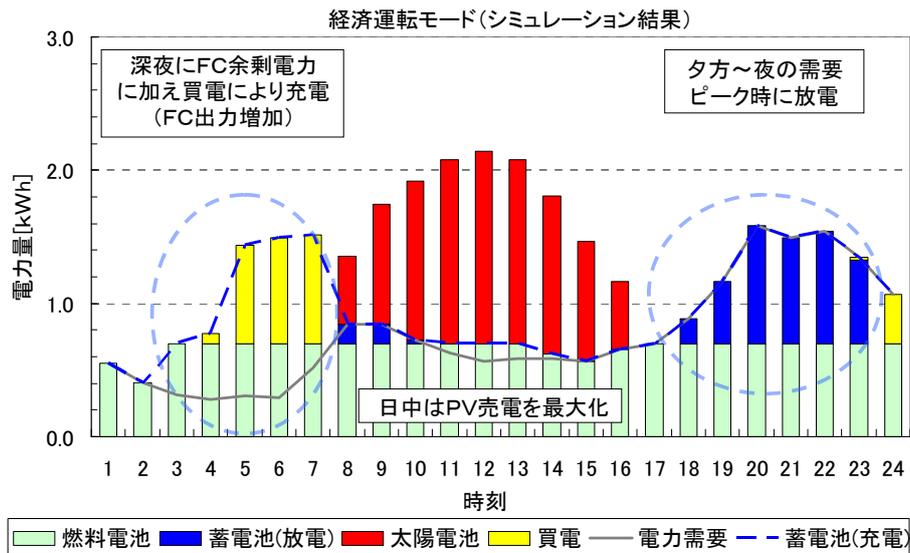


図 3-73 「経済性重視モード」でのシミュレーションによる運用モデル図

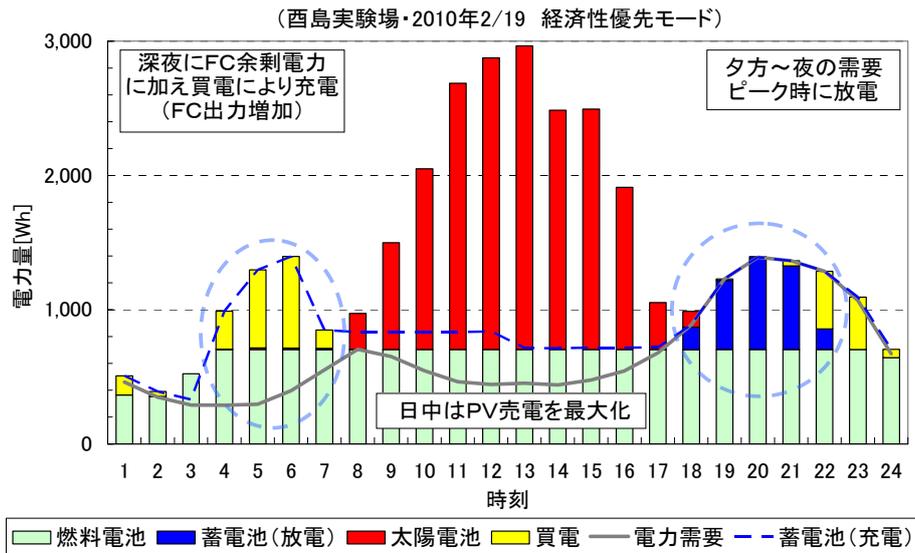


図 3-74 経済性重視モード実験結果

・ホームサーバ (HS) から各機器への制御性の評価

HS から燃料電池への発電出力制御指令値と実績値の比較を図 3-75 に、HS から蓄電池への充放電指令値と実績値の比較を図 3-76 に示す (放電側が正)。

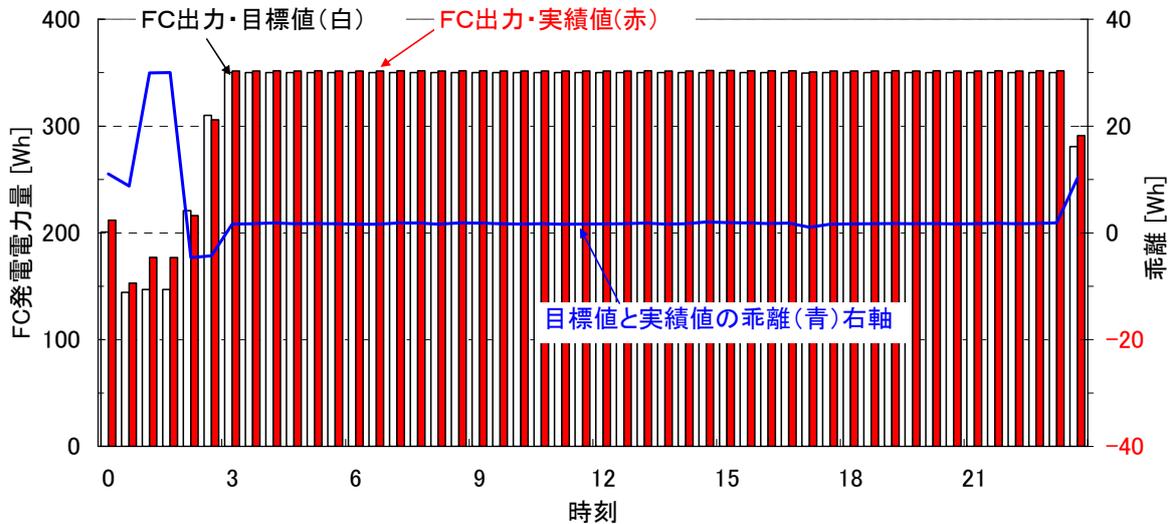


図 3-75 燃料電池への発電出力の制御目標値と実績値 (経済性重視モード)

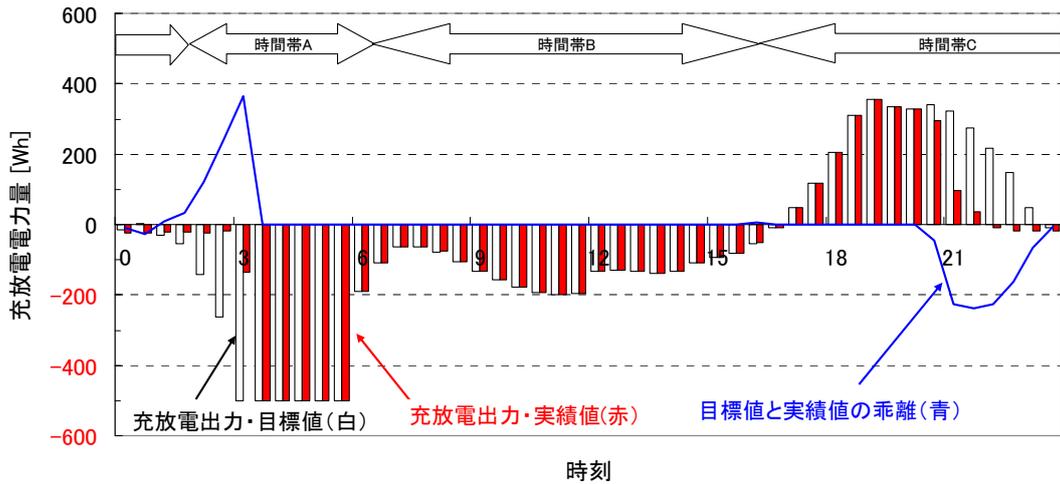


図 3-76 蓄電池への充放電制御目標値と実績値（経済性重視モード）

表 3-18 経済追求モードにおける制御目標と実績

			時間帯A 2:00~6:00	時間帯B 6:00~16:00	時間帯C 16:00~2:00	終日 0:00~24:00
全体	制御目標	Wh	-371	4,617	8,420	12,665
	実績	Wh	362	4,664	7,565	12,592
	実績-目標	Wh	734	48	-855	-74
	誤差	(%)	-197.57%	1.03%	-10.16%	-0.58%
燃料電池	制御目標	Wh	3,331	7,000	5,470	15,801
	実績	Wh	3,336	7,035	5,582	15,953
	実績-目標	Wh	5	35	112	152
	誤差	(%)	0.14%	0.51%	2.05%	0.96%
蓄電池	制御目標	Wh	-3,702	-2,383	2,951	-3,135
	実績	Wh	-2,974	-2,371	1,983	-3,361
	実績-目標	Wh	729	12	-967	-226
	誤差	(%)	-19.68%	-0.52%	-32.78%	7.20%

制御目標と実績値の誤差は終日で-0.58%であった。機器別に見ると、燃料電池は制御目標に対して終日1%以下の誤差で運転できているのに対し、蓄電池は特に時間帯A、Cで制御目標と大きなずれが生じている。時間帯Aについては、前日に蓄電池電圧が大きく低下し、充電開始時間を遅くせざるを得なかった事に原因があり、時間帯Cでは、通常モードと同様、充放電損失や蓄電池電圧低下による出力制限が主な原因である。既に「通常運転」の頁で述べたように、これらの課題は、現在の技術で十分改善できる可能性がある。

「通常運転」と同様、蓄電池の充放電損失の影響を取り除いた結果を下表に示す。

表 3-19 通常運転モードにおける制御目標と実績想定値（修正後）

			時間帯A 2:00～6:00	時間帯B 6:00～16:00	時間帯C 16:00～2:00	全日 0:00～24:00
全体	制御目標	Wh	-371	4,617	8,420	12,665
	実績	Wh	-348	4,664	8,532	12,848
	実績-目標	Wh	23	48	112	183
	誤差	(%)	-6.27%	1.03%	1.33%	1.44%
燃料電池	制御目標	Wh	3,331	7,000	5,470	15,801
	実績	Wh	3,336	7,035	5,582	15,953
	実績-目標	Wh	5	35	112	152
	誤差	(%)	0.14%	0.51%	2.05%	0.96%
蓄電池	制御目標	Wh	-3,702	-2,383	2,951	-3,135
	実績	Wh	-3,684	-2,371	2,951	-3,104
	実績-目標	Wh	19	12	0	31
	誤差	(%)	-0.50%	-0.52%	0.00%	-0.99%

※時間帯 A の充電量を時間帯 B 並みの 0.50%、時間帯 C の放電電力量は時間帯 A の充電量に充放電効率 0.81 を考慮して計算をし直したものの

(c) 地産地消モード

- ・ 1 日を通じた各機器の運転パターンの確認

地産地消モードの実験結果を以下に示す。14-15 時のみ無線通信の障害等に伴う調整作業のため記録はない。通常モードと同様、深夜に FC の余剰電力を充電する。日中は PV を夕方まで備えて充電する。このため FC 出力は需要と同程度に低下させる。そして通常モードと同様、夕方以降の電力需要が大きい時間帯に放電する。PV 出力を蓄電するため、夕方の買電力が小さい代わりに、日中の売電力も小さくなっている。図 3-77 に通常モードにおけるシミュレーション上の運用モデル図を示し、図 3-78 に今回の実証結果を示す。

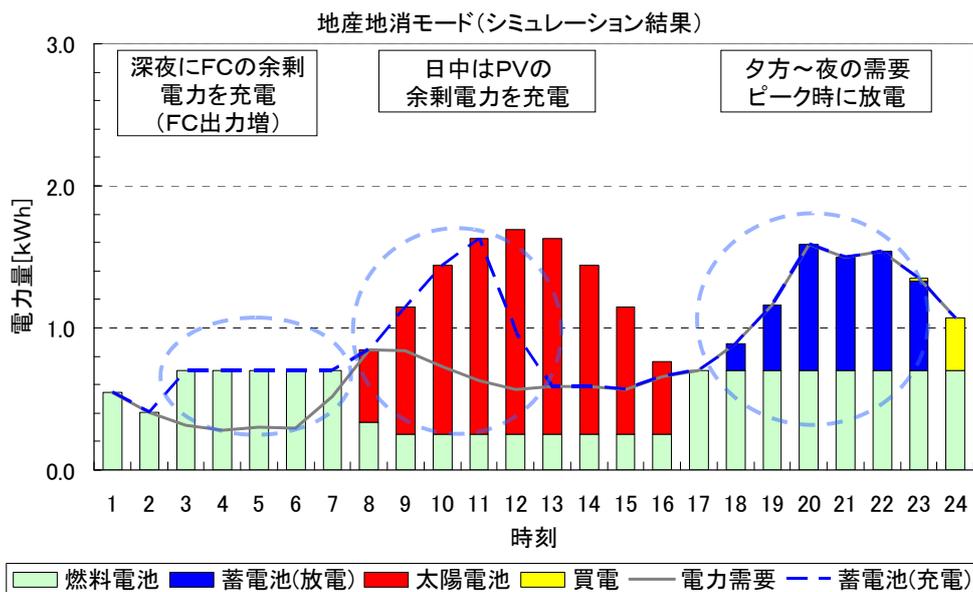


図 3-77 「地産地消モード」でのシミュレーションによる運用モデル図

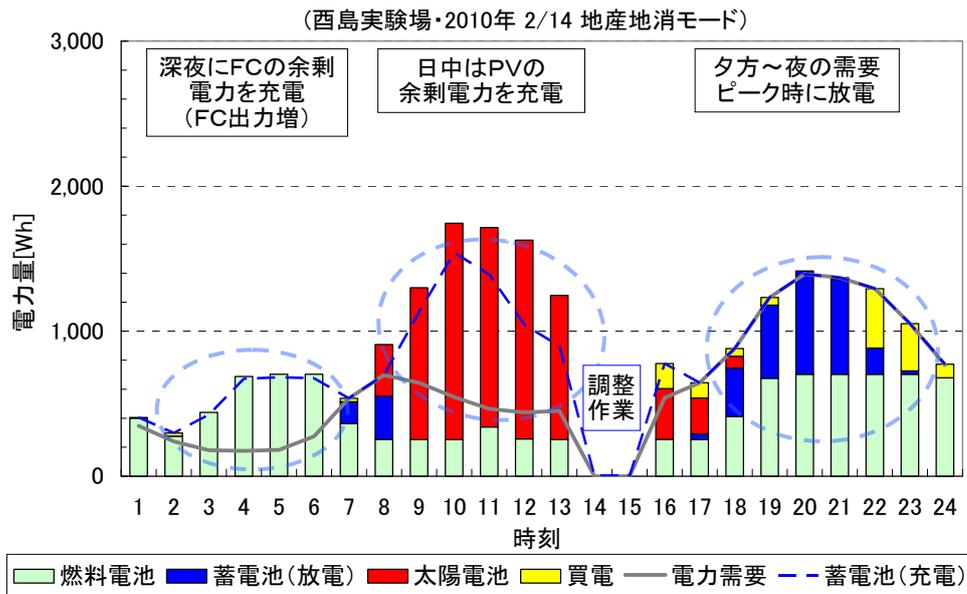


図 3-78 地産地消モード実験結果

・ホームサーバ(HS)から各機器への制御性の評価

HS から燃料電池への発電出力の制御指令値と実績値の比較を図 3-79 に、HS から蓄電池への充放電指令値と実績値の比較を図 3-80 に示す。充放電はプラスが放電側である。

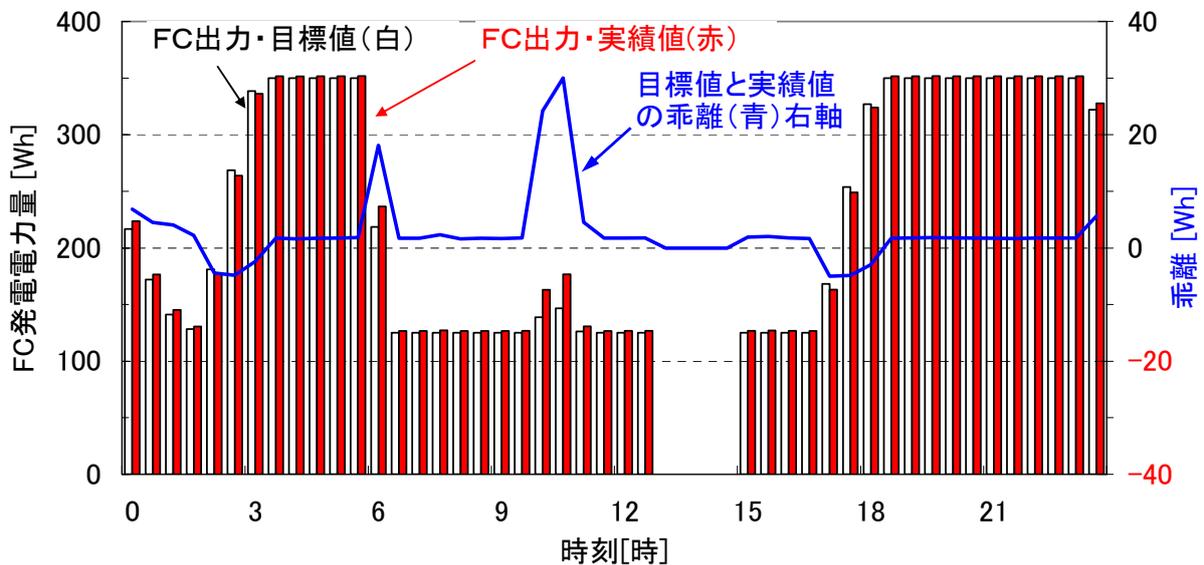


図 3-79 燃料電池への発電出力制御目標値と実績値 (地産地消モード)

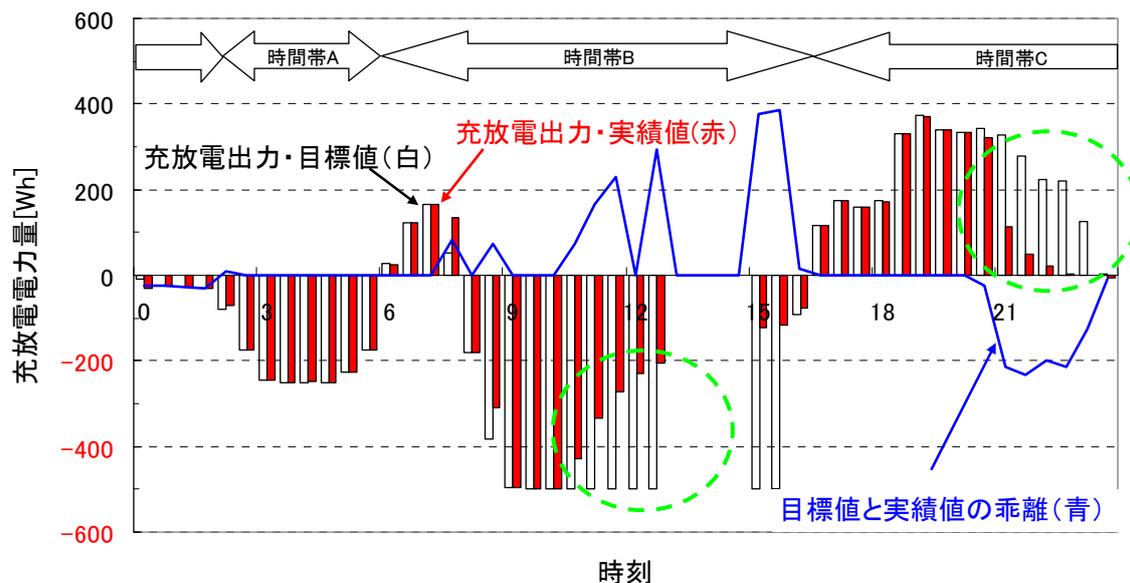


図 3-80 蓄電池の充放電制御目標値と実績値の比較（地産地消モード）

表 3-20 地産地消モードにおける制御目標と実績値

			時間帯A 2:00~6:00	時間帯B 6:00~16:00	時間帯C 16:00~2:00	終日 0:00~24:00
全体	制御目標	Wh	1,378	-3,284	8,625	6,719
	実績	Wh	1,405	-1,237	7,523	7,523
	実績-目標	Wh	27	2,047	-1,102	804
	誤差	(%)	1.99%	-62.33%	-12.78%	11.97%
燃料電池	制御目標	Wh	2,882	2,037	5,229	10,148
	実績	Wh	2,899	2,119	5,257	10,275
	実績-目標	Wh	17	82	28	127
	誤差	(%)	0.58%	4.04%	0.53%	1.25%
蓄電池	制御目標	Wh	-1,504	-5,321	3,396	-3,429
	実績	Wh	-1,493	-3,356	2,266	-2,584
	実績-目標	Wh	11	1,965	-1,130	845
	誤差	(%)	-0.71%	-36.92%	-33.28%	-24.65%

制御目標に対する実績値の誤差は終日で 11.97%と「通常モード」、「経済性重視モード」に比べて大きくなっている。この理由としては、まず、他の 2 モードとは異なり、時間帯 C（放電）だけでなく、時間帯 B（充電）についても、蓄電池電圧が管理制限値（充電時は下限値）に達したため、インバータが充電電流を制限したことが挙げられる。

さらに、下表に示すように無線通信上の通信エラーが頻発したことにより、制御上の誤差が発生したことも原因の 1 つと考えられる。

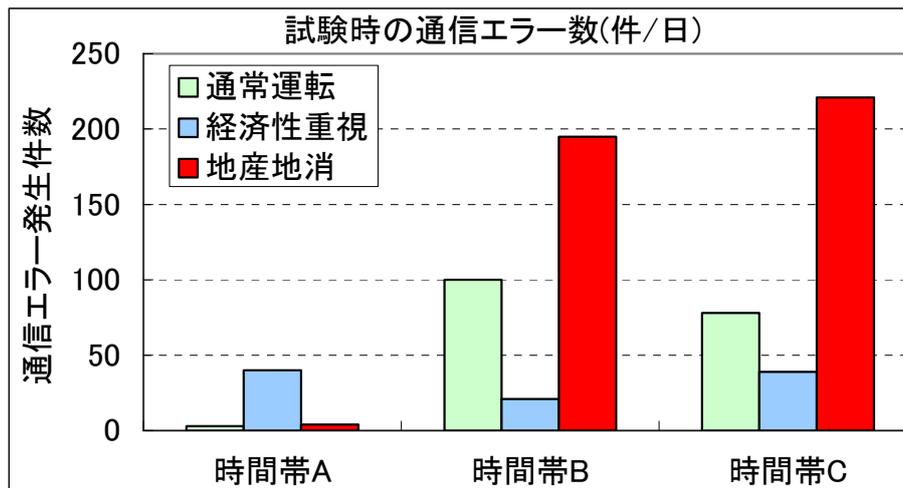


図 3-81 運転試験時の通信エラー発生頻度

他のモードと同様、蓄電池の充放電ロス等の影響を除外して再計算すると、制御目標に対する実績値の誤差は 2.6%まで小さくなる（次表）。

表 3-21 通常運転モードにおける制御目標と実績想定値（修正後）

			時間帯A 2:00~6:00	時間帯B 6:00~16:00	時間帯C 16:00~2:00	全日 0:00~24:00
全体	制御目標	Wh	1,378	-3,284	8,625	6,719
	実績	Wh	1,405	-3,165	8,653	6,894
	実績-目標	Wh	27	120	28	175
	誤差	(%)	1.99%	-3.64%	0.32%	2.60%
燃料電池	制御目標	Wh	2,882	2,037	5,229	10,148
	実績	Wh	2,899	2,119	5,257	10,275
	実績-目標	Wh	17	82	28	127
	誤差	(%)	0.58%	4.04%	0.53%	1.25%
蓄電池	制御目標	Wh	-1,504	-5,321	3,396	-3,429
	実績	Wh	-1,493	-5,284	3,396	-3,381
	実績-目標	Wh	11	37	0	48
	誤差	(%)	-0.71%	-0.70%	0.00%	-1.40%

※時間帯 B の充電量を時間帯 A 並みの 0.71%、時間帯 C の放電電力量は時間帯 A の充電量に充放電効率 0.81 を考慮して計算をし直したもの

以上の実験により、複数種の運転計画を ASP サーバで作成し、ホームサーバ画面からユーザの嗜好に合わせて選択し、それぞれのモードで、運転計画に従って蓄電池・燃料電池を運用できることを実証できた。

それぞれのモードにおける蓄電池の充放電量は制御目標値とは若干異なるものの、これは大きく以下の 2 点が原因と考えられる。

- ・蓄電池インバータの変換効率や鉛蓄電池の充放電効率が低かったこと。
- ・蓄電池電圧が管理範囲の上下限に達したため、充放電電流が制限されたこと。

第1の課題に対しては、変換効率の高いインバータやLiイオン電池のような充放電効率の高い2次電池を用いることが有効と考えられる。

また、第2の課題については、HSにて蓄電池電圧を管理し、インバータ効率や想定される充放電の総量、充放電に伴うの電池電圧変化まで考慮に入れた運転計画を策定することで改善されると考えられる。これらの課題は、現在の技術でも十分改善できるであろう。

3.3.9. 実証実験に対するユーザ視点の評価

将来訪れるとされる低炭素社会において提供されると想定している「エネルギーサービス」について実施したアンケート調査を行った。調査対象とするエネルギーサービスは下記の通りである。

- 品質別エネルギー供給に対応した省エネ喚起型 HEMS サービス
 - ・省エネ喚起サービス
 - ・売電割増要求サービス
- 品質別エネルギー供給に対応した省エネ指南サービスの実証
 - ・ユーザ嗜好を反映した品質別供給サービス

サービスの検証は、サービスを受けるユーザ視点で評価を行う。そのため、評価者は居住可能な実験住宅内にて、ホームサーバの画面を見ながらアンケートに回答する方法とした。また、これまでにない機器やサービスであるため、回答者に対して想定している住宅像やサービスのイメージを説明しながら、回答する形式とした。適切に説明ができるように、アンケートは少人数のグループに分けて実施した。

□ アンケート回答者

下記にアンケート回答者の男女比率、年代比率を示す。アンケート回答者は、積水ハウス(株)総合住宅研究所に勤務する20代～50代の15名。構成は下図の通り。男女の人数構成は、ほぼ同じ人数である。年代は、30代～40代を合わせると73%と、実際の住宅購入のメインターゲットが中心となっている。

表 3-22

	男性	女性	計
第1回	4名	3名	7名
第2回	3名	5名	8名
計	7名	8名	15名

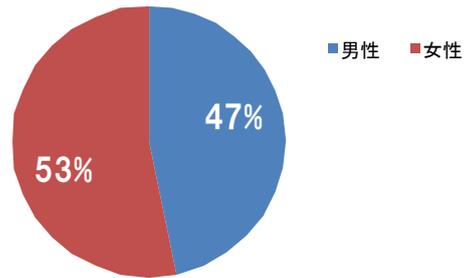


図 3-82 男女構成比

表 3-23

年代	人数
20代	3名
30代	5名
40代	6名
50代	1名
計	15名

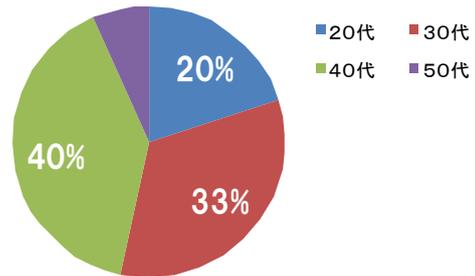


図 3-83 年代構成比

アンケートは、数名のアンケート回答者に対し、ホームサーバ画面を表示して調査を実施(右写真参照)。



図 3-84 アンケート調査の様子

- 品質別エネルギー供給に対応した省エネ喚起型 HEMS サービスの検証
品質別エネルギー供給に対応した省エネ喚起型 HEMS サービスとして、「省エネ喚起サービス」と「売電割増要求サービス」について評価を行った。

(1) 省エネ喚起サービス

説明内容

●サービスの目的

住まいにおけるエネルギー使用量の計画利用をサポートする。

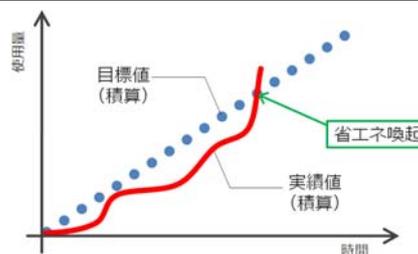
●サービスの内容

通常、住まい手が毎月の電気・ガスの使用量の目標値を設定したとしても、月の途中ではどれだけ使用しているかどうか分からない。このサービスでは、設定した目標値を超えてエネルギーを使用した際に、住まい手に知らせる。目標値を超えたことを知ることで、住まい手は目標値を達成するために、省エネ行動などを行うことができ、最終的には、エネルギーを計画的に利用できるようになる。

●サービスフロー図

1. 目標値を決める

2. 使用量が、目標値を超える

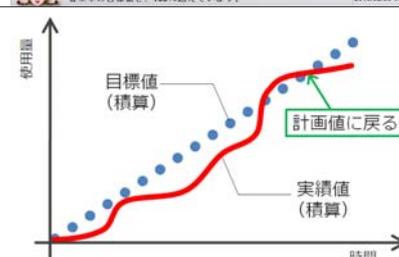


3. 省エネ喚起画面表示



4. 機器の電源 OFF

5. 当初の計画値に戻る →目標の達成へ



(a) サービスに対する評価

図 3-85 に、省エネ喚起サービスが実用化された場合に利用したいかどうかについての回答結果を示す。その結果、3/4 は「利用したい」との回答と、サービス自身の評価は良好だった。

利用したい理由としては、「使い過ぎ防止」「事前に（使い過ぎを）分かるのが良い」「知らずに使っていることもあるので」など、通常エネルギーの使用量は、使用後の検針でしか分からないため、リアルタイムで使用量が分かり、目標を超えた時にアラームが出るのが評価されたと考えられる。

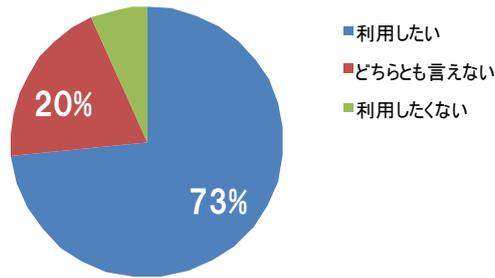


図 3-85 省エネ喚起サービスの評価

(b) 省エネへの貢献

図 3-86 に、省エネ喚起サービスが省エネに有効かどうかについての回答結果を示す。なお、この回答は前設問にて「サービスを利用したい」と回答したサービスに関して前向きなものだけを抽出している。その結果、半数あまりがサービス利用をしたいが、省エネ効果には懐疑的な回答であった。

これら効果に対して懐疑的な回答者の、サービスを利用したい理由には、「省エネに対する意識の向上」や「使用量の把握・コントロール」が挙げられていた。通常、知ることができない日々のエネルギー使用量について知りたいというニーズについては存在すると考えられる。

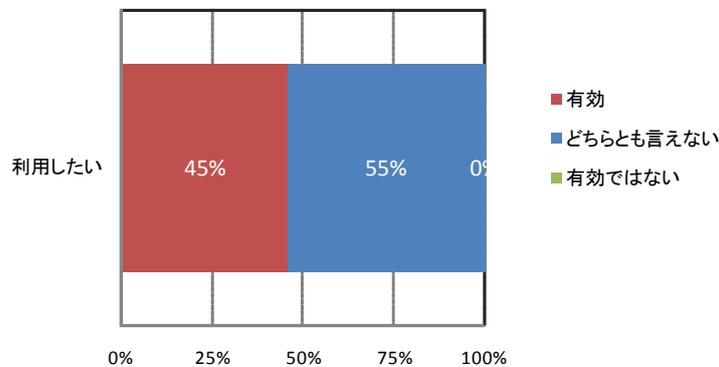


図 3-86 省エネへの貢献

(c) 機器操作の反応速度

ホームサーバから照明等の機器の ON/OFF の操作機能について、操作～機器動作までの反応時間に対する満足度を、図 3-87 に示す。

今回、実験住宅へ設置した機器は、機器制御まで最長 1 分間（画面上の更新に最長 2 分）かかる仕様であったため、満足度は低いものであった。

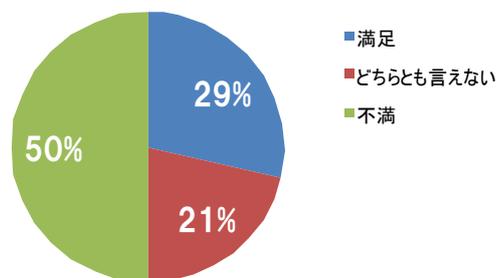


図 3-87 機器動作までの反応時間

(2) 売電割増要求サービス

説明内容

●サービスの目的

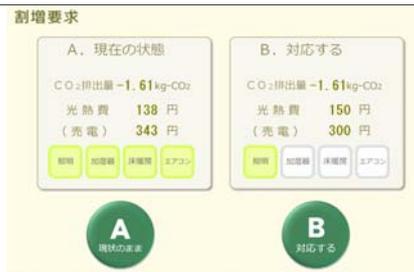
売電量を、より大きくすることをサポートする。

●サービスの内容

戸建住宅における売電は、太陽電池による発電の余剰電力のみを対象としている。売電量アップのため稼働中している機器を提示し、電源が容易に落とせることができるサービス。電源を落とすことによって、家庭内の電力需要量が下がり、売電量アップにつながる。

● サービスフロー図

1. 割増要求が届く



2. 割増要求に対応 (回答)
→機器電源が OFF



3. 売電量がアップ
運転状況画面で確認可



(C) 2009-2010 SEKISUI HOUSE

(a) サービスに対する評価

図 3-88 に、売電割増要求サービスが実用化された場合に利用したいかどうかについての回答結果を示す。その結果 80%が「利用したい」との回答しておりサービスの評価は良好だった。

利用したい理由としては、「家計負担を軽減できる」などを始めとした経済性を挙げている。環境性や電力会社の負担軽減なども理由に挙げられていたが、サービス利用の動機づけとしては、経済性が最も重視されているといえる。

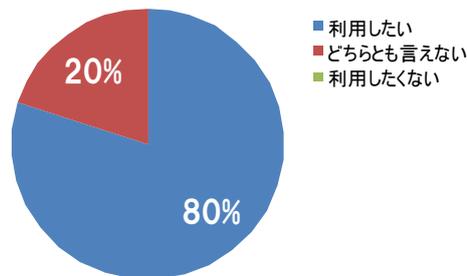


図 3-88 売電割増要求サービスの評価

(b) 「環境性」と「快適性（利便性）」のバランス

売電量を増加させるためには、まず、燃料電池発電量またはバッテリー放電量アップなど機器による対応が考えられる。その次に、住戸内で稼働している機器の電源 OFF によって使用量削減による売電量アップがある。この稼働中機器の電源 OFF は、快適性・利便性の低下を伴うため、どの程度なら許容できるか回答結果を、図 3-89 に示す。

その結果、テレビとパソコンの電源 OFF が難しく、照明・暖房・加湿器の電源 OFF、設定温度変更が容易となった。今回、調査した機器に限られているため、一概に決めつけることはできないが、今回の結果からは、テレビとパソコンといった娯楽性や趣味的の高い機器については、積極的に電源を切ることが難しいという傾向が見られた。

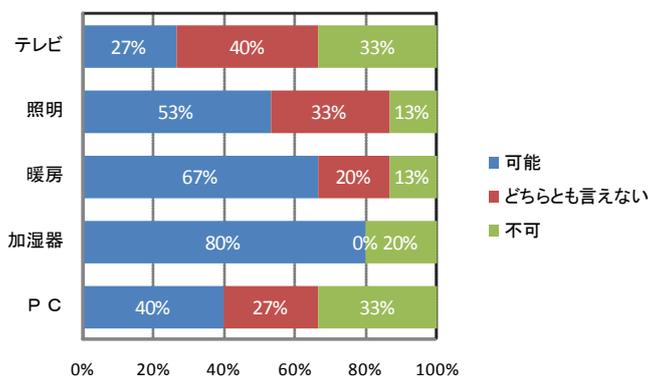


図 3-89 家電別 売電量増加のための電源 OFF の可否

(c) ホームサーバに表示される情報内容・分かり易さ

図 3-90 に、ホームサーバ「割増要求」の画面に表示される項目が十分であるかどうかの結果を示す。この画面には、割増要求に対応「する」／「しない」場合の、CO₂ 排出量と光熱費（売電金額を含）を表示している。その結果、ほとんどが、十分と回答であった。その他の要望としては、「発電量」や「電力不足の度合いや必要性」が挙げられていた。

表示項目は概ね問題がなかったが、画面の分かり易さについては、半数は「分かり易い」との回答であったが、40%は「どちらともない」との回答で、改善の余地を残す結果となった。

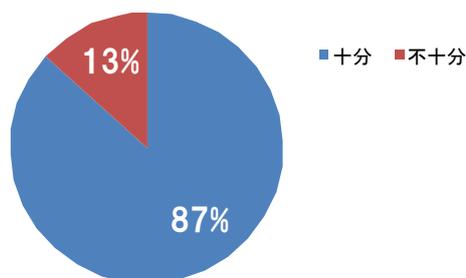


図 3-90 割増要求画面に掲載される情報項目



図 3-91 割増要求画面

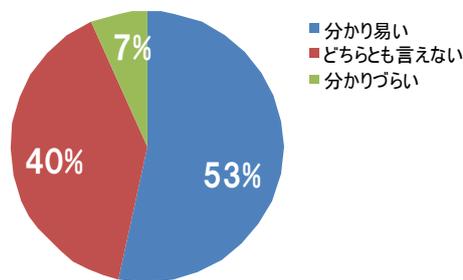


図 3-92 割増要求画面の分かり易さ

(d) 機器制御の自動化の可能性の検証

割増要求時の対応方法として、「割増要求の都度、回答する」方法と、「予め設定した内容によって回答（自動対応）」がある。図 3-93 に、どちらの手法がよいかについての回答結果を示す。

その結果、それぞれの方法が約半数ずつであった。一概にどちらの手法がよいとは言えない結果となり、実サービスを提供する際は、複数の対応手法を用意した方がよいと考えられる。

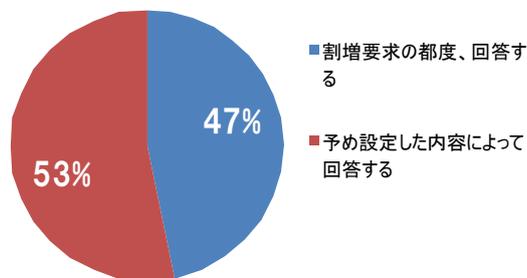


図 3-93 割増要求時の回答方法

(e) 機器制御の強制制御

図 3-94 に、売電割増要求に対応して機器の電源 OFF を実施した後、再度、この機器を使用（電源 ON）できた方がいいかどうかの回答結果を示す。

その結果、全員が各機器を利用できた方がいいとの回答であった。割増要求を行う電力会社等の立場からは、回答された通りの売電量が確保できた方がいいが、ユーザの立場としては、急な来客や天候の急変などもあり、照明機器をはじめとする機器が使えなくなることは容認しがたい事が明確となった。

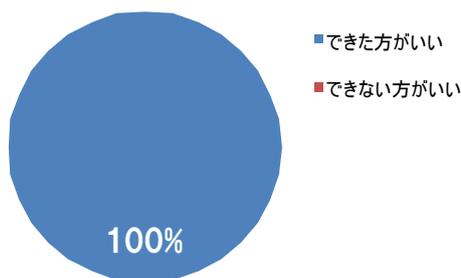


図 3-94 割増要求対応後の、機器再稼働の可否

(3) 品質別エネルギー供給に対応した省エネ指南サービスの実証

次に、品質別エネルギー供給に対応した省エネ指南サービスについて評価を行った。

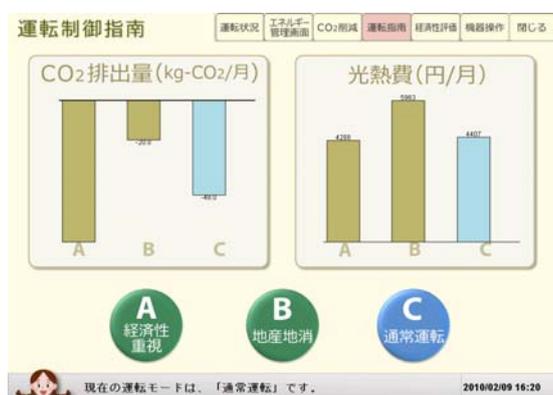
説明内容

●サービスの概要

通常、エネルギーは必要な時に購入、発電により余剰となった電力は売電するしかなかったが、燃料電池、蓄電池、太陽電池を組み合わせることで、「電気をあまり買わない」、「経済メリットの最大化」などユーザの意志で選択できるようになる。

●サービスフロー図

操作は、「運転指南画面」にて、各モードのボタンを選択（変更）するだけ。



(a) サービスに対する評価

図 3-95 に、省エネ指南サービスが実用化された場合に利用したいかどうかについての回答結果を示す。その結果、2/3 は「利用したい」と概ね良好な結果であった。

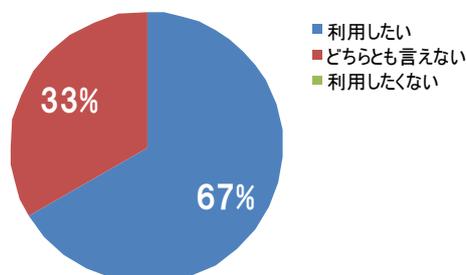


図 3-95 省エネ指南サービスの評価

(b) 選択される運転モード

図 3-96 は、「通常」「地産地消」「経済性重視」の 3 つの運転モードが提示された場合、どのモードが選択されたかを示している。その結果、3/4 は「経済性重視」であった。選択理由も、モードの名称通りに光熱費が最も安くなることが多く挙げられていた。「通常」モードを選択理由は、「普通の生活がしたい」「選択肢が多いと分かりづらい」と、CO₂ 排出量や光熱費とは違った観点から選択されていた。

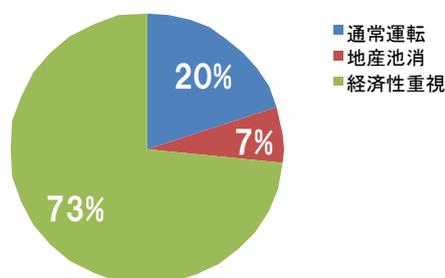


図 3-96 選択される運転モード

(c) ホームサーバに表示される情報内容・分かり易さ

図 3-97 に、ホームサーバ「運転制御指南」の画面に表示される項目が十分であるかどうかの結果を示す。この画面には、運転モードごとの、CO₂ 排出量と光熱費を表示している。その結果、2/3 が十分と回答であった。その他の要望としては、売電条件など光熱費をもっと掘り下げての情報提供が欲しいという意見もあった。

表示項目に対し、画面の分かり易さについては、「分かり易い」との回答は 0 であった。これは、CO₂ の排出量表示が、マイナス表示（グラフが下にいくほど削減する）という表記が非常に分かりづらい評価結果となってしまった。

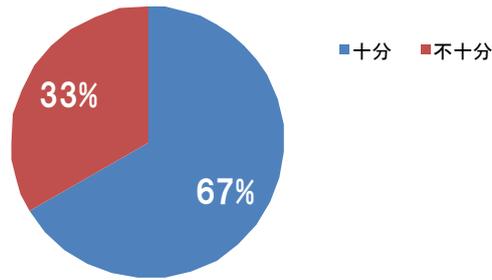


図 3-97 運転制御指南画面に掲載される情報項目

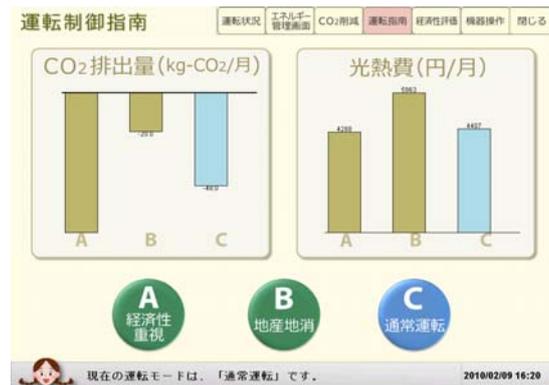


図 3-98 運転制御指南画面

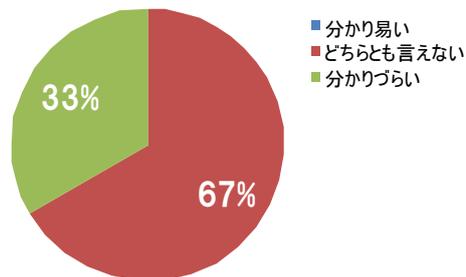


図 3-99 運転制御指南画面の分かり易さ

(4) エネルギーサービスの実現の可能性

(a) サービスの実現性

図 3-100 に、エネルギーサービスが有料でも利用しようとするかどうかの結果を表示した。その結果、有料サービスでも前向きであることが分かった。

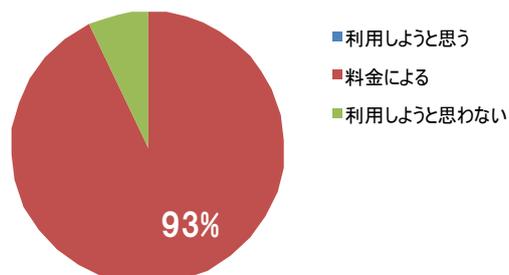


図 3-100 有料サービス化の実現性

(b) サービス料金の水準

現状では、イニシャルコストやランニングコストが不明であるため、サービスの料金水準については、「回収年数」にて回答をしてもらった。料金水準としては、図 3-101 に示すとおり、イニシャルコストの回収が 5 年以内であれば、実現の可能性が高い結果となった。

$$\text{回収年数} = \text{イニシャルコスト} \div \text{経済メリット (光熱費節約金額 - 利用料金)}$$

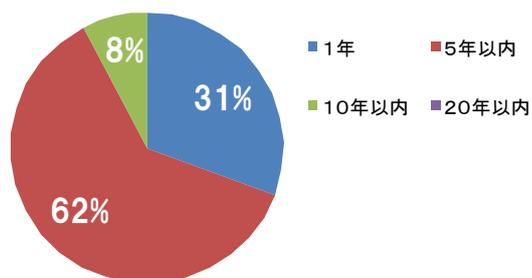


図 3-101 サービスの料金水準

(c) サービスの継続性

図 3-102 に、サービスが継続的に利用されるかどうかについて調査結果を示す。1) の 9 割の回答から比較すると、やや小さくなるが 2/3 が継続して利用されると回答している。CO₂ 排出量削減や光熱費削減の効果が不明確であるため、実際の継続の有無は不明であるが、エネルギーサービスについては概ね前向きに捉えられていると考えられる。

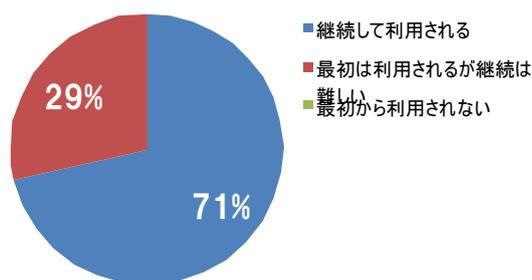


図 3-102 サービスの継続的利用

3.3.10. 実験結果の考察

(1) 新規サービス創出の可能性

エネルギーサービスに関するアンケート調査結果より、「省エネ喚起サービス」や「売電割増要求サービス」などについては、概ね「利用したい」との回答を得ることができ、サー

ビス内容としては、ユーザに受け入れられる可能性がある。

しかし、サービス実現を考えた場合、ユーザ側がどれだけの費用を許容できるかどうかを考えると、新規サービスの実現にはハードルが高いといえる。

ユーザがサービスを受ける大きな要因が「経済メリット」であることは疑う余地が少ない。そのため、新規サービスの創出には、イニシャルコストとランニングコストを上回る経済メリットがあるサービスであることが要求されている。アンケートの結果からは、5年間で、これら費用が回収できることが望まれていた。太陽光発電と燃料電池を搭載した住宅の光熱費は、約10万円/年*である。省エネ喚起サービスや運転指南サービスなど、光熱費削減だけでは、この「5年で回収」は困難といえる。

新規サービスの実用化に向けては、既存光熱費の削減に加え、売電促進ができる施策などにより、収入アップの仕組みが必要といえる。

※積水ハウス試算 155m² 4人家族 太陽光発電3kW 燃料電池 床暖房
固定買取制度やガス会社のW発電ポイントは非考慮

(2) 実用化、普及に向けた問題点、課題

(a) 機器制御と反応速度

3.1.8で示したように、蓄電池とFCは制御に高速性が求められることから、ホームサーバ(HS)は目標値を示すのみでローカルで制御する必要があった。電力センサーについてもHSの測定頻度(1分程度)よりも高速で処理を行うことで、瞬時に変動する電力制御に追従可能な蓄電池・FC制御を利用した高精度な制御が期待できる。さらに、既に蓄電池、FCでは個別に電力制御を行うための電力センサーが設置されていること、熱関係の計測については熱制御のために貯湯槽で熱関係のセンサーが設置されていることを考えると、今後は、既に学習制御機能を利用して熱と電気の情報を管理しているFCユニットの制御機能を高度化することで対応してゆくことが妥当であると考えられる。

また3.1.8.3の「品質別エネルギー供給に対応した省エネ指南サービスの実証」において生じたような、蓄電池の充放電電力量の目標値と実際の値との乖離を防ぐためには、HSにて蓄電池の残量だけでなく、蓄電池電圧や充放電可能な電力の情報まで含めた蓄電池の管理方法の検討や、SOC精度を向上するための制御(例:回復充電モード)の追加が必要であると考えられる。

従って実用化を想定すると、HSに期待できる機能は、家電製品の監視・遮断、エネルギー消費実績などの記録・表示等になる。このうち「家電機器の監視・遮断機能」については、操作時にホームサーバ→エコサーバを経由すると、操作してから機器が反応するまでの時間が長くなってしまい、アンケート結果でも満足度が低い。外出時に利用する場合は、反応時間の長さの問題は多少緩和されるが、既存のHA端子を利用した携帯電話などによるエアコンやお風呂・床暖などの遠隔制御サービスは、使用頻度が高いとはいえないのが現状である。また、「PV逆潮電力安定化」、「逆潮割増」であれば、多少反応時間がかかっても実用可能性があるが、後述するように制度的な課題があるため、現在の日本では実施可能なのは負荷遮断のみである。

次に「エネルギー消費実績記録」であるが、家全体の現在の消費電力、あるいは1日単位のガス・電力記録は既にPEFC等の家庭用CGSのリモコンでも表示は可能である。従って、家の外にエコサーバやASPサーバ等を置く意味が出てくるのは、過去の実績を詳細・大量に記録・利用するサービスを行う場合であると考えられる。

(b) CO₂削減効果

生活水準を落とすことなくCO₂を削減するには、まず同じ効能で電力需要・熱需要を小さくする事が望ましい。従って、まずは家電製品・ガス機器あるいは住宅の性能を向上する事で、効能を維持しつつ需要の削減を図るべきであると考えられる。

本章冒頭で紹介したシミュレーションは、現在の住宅および機器を前提として、電力需要・熱需要についても現行通りと仮定して行ったが、算出されたCO₂削減量の大半はPVおよびSOFC等のエネルギー機器自体によるものであり、制御の違いによるCO₂削減効果の違いは、目的関数をCO₂以外に変更した場合を考慮しても限定的なものであった。

次に制御対象機器について考えると、今回は、ホームサーバからの制御対象は負荷遮断を除けばFC・蓄電池の2つだけである。しかし現在市販されているPEFC等の家庭用CGSは過去の熱需要と電力需要を把握し、その値をもとに学習制御により発電運転を行っており、将来的には、本章で行ったのと同様な制御は、簡易な形であれば、外部のES・ASPサーバを介さずとも、蓄電池・FCのみ、あるいはそれらにHSを追加した、家の中で閉じた形態で実現できる可能性がある。

従って、CO₂削減を目的として今回のような3段階のサーバ構成を導入する場合、ASPサーバ+ESを用いた制御が、FC+蓄電池(あるいは+HS)のローカルで行う制御に対して、各サーバの運営・通信に伴うCO₂発生を考慮しても有意なCO₂削減効果が得られるか否かが大きな課題である。

(c) コスト

新規サービスが広く普及するためには、ユーザがコストメリットを感じられる必要がある。今回のアンケート結果を参考にすれば、外部サーバによる制御が、FC・蓄電池(+HS)ローカルで行う制御と比較して、5年以内にイニシャルコストを回収できるような、イニシャル・ランニングコストでサービスを提供できる事が望ましい。

現在は家庭用のガス・電気料金は季節・時間帯で料金が異なることはあっても、料金設定が頻繁に大きく変化することはない。このため光熱費の単価を固定してローカルな制御を行う場合に比べ、外部サーバを用いた制御が、サーバ運営・通信コストを考慮した上で、コスト面で有利になるのは容易でない(外部のサーバは、長期にわたる大量のデータを蓄積・計算する上ではHSに対して有利だが、光熱費の削減量はデータ蓄積量・計算量に比例するわけではない)。従って、実用化にあたっては、単なる光熱費等とは別の付加価値が求められると考えられる。

ただし、将来エネルギー価格の自由化が進み、家庭用の時間帯あるいは需給状況等により頻繁に変化するようになった場合は、各戸ローカル制御で光熱費計算法を逐次変更する

のはコストがかかるため、ASP サーバ側で運転計画作成作業を集約するメリットが出てくる可能性がある。この場合、制度変更によってユーザの支払う光熱費とサービス提供価格の合計が、現行制度に比べてメリットがあるか否かが1つのポイントとなる。

(d) 制度的課題

「PV 逆潮電力安定化」、「逆潮割増」については、現在、家庭用の PV や FC の出力を一旦蓄電池に蓄えた上で系統に逆潮させる事はできない。また、PV 出力の逆潮電力を安定化させる場合、蓄電池の充放電ロスがあるため、安定化しない場合と比べて売電量は必ず減少する。逆潮割増については、ユーザの運転計画が乱される上に、負荷遮断等による利便性低下を伴う。このため、ユーザ側から見ると、逆潮電力の安定化、あるいは逆潮割増により、これらのデメリットを超えるメリットがある事が望ましいが、現時点ではコスト面でのメリットは全くない。

将来、電力取引等により負荷遮断・逆潮割増等に付加価値を設ける場合、逆潮電力量を確約する事を求められる可能性があるが、今回のアンケート結果では、ユーザはいったん遮断した家電製品を必要に応じて再度 ON できる事を要望しており、このままでは個々のユーザが逆潮量を確約する事は難しい。

このように今回提案した実験内容を系統側・ユーザ側の双方にメリットのあるサービスとして行うには制度的にも課題が大きいことがわかる。

(e) エネルギー機器の課題

最後に、今回使用したエネルギー機器について実用化への課題を述べる。CO₂ 削減効果については 3.3.8.3 で述べたように、鉛蓄電池の充放電およびインバータ損失、待機電力による損失が大きく、これらの損失を小さくする必要がある。またコスト面では蓄電池や燃料電池、太陽電池はまだまだ高価であり、これらのコスト低減が大きな課題である。

ホームサーバ画像の著作権に関する取り扱いに関する留意事項について

- ・本章で記載した「(C) 2009-2010 SEKISUI HOUSE」と記載のある画面については今回の実証実験を行う際に積水ハウス株式会社「CO₂ バランスモニタ」のデザインを流用したものです。
- ・「CO₂ バランスモニタ」に関するデザインの著作権は積水ハウス株式会社が有しています。

3. 4. 「テーマ 3-2：家庭内機器の計測・管理・制御に係る標準化及び通信制御 I/F 装置の開発」の実施

3. 4. 1. 実証実験の目的

テーマ：家庭内の計測・管理・制御に関わる標準化および通信制御 IF 装置の開発

(1) 実証実験システムの全体システム設計方針

本プロジェクトの実証実験システムは、家庭内に設置された太陽電池（以下 PV）、燃料電池（以下 FC）などの創エネ設備、蓄電池などの蓄エネ設備、家庭で使用されているエアコンなどの家電機器を対象に、本プロジェクトが実証実験を行うエネルギーマネジメント機能をエネルギーサービス事業者が提供するビジネスモデルを想定して構成する。

システムの構築にあたっては、将来、収集・蓄積した家庭内の設備稼働状況のデータに、付加価値を付けて新たなサービスを提供するサービス事業者（アプリケーションサービスプロバイダ）に、情報サービスインフラを提供するという情報サービスインフラビジネスモデルにも適用できることを想定し、本事業が目指す SP サーバ、エコサーバ、ホームサーバの 3 階層（三位一体）の構成を前提として、それぞれのサーバの機能分担、情報流通の方法を検討し、それに基づいて実証実験システムを構築することを設計方針とする。

(2) 全体システム構築の前提条件の設定

実証実験システムは、以下に示すように、本システムが提供するサービスが対象とする住宅の個数とその収容の考え方、および、それに基づく SP サーバ、エコサーバ、ホームサーバの機能分担と配置の考え方に基づいて構築する。

(a) 三位一体構成における各設備の機能分担

本プロジェクトのシステム構成は、SP サーバ、エコサーバ、ホームサーバの 3 階層の構成による三位一体の構成を基本とされており、それぞれの設備の主な役割と機能分担を以下に示した内容に基づいてシステムの構築を行う。

1) ホームサーバ

三位一体のうちのホームサーバは、PV、FC、蓄電池、家電機器や電力量計測などのセンサーをネットワークで接続し、それらの設備からの情報収集や設備に対して制御操作を行うとともに、上位に位置するエコサーバと情報連携を行うもので、需要家 1 軒 1 台（戸建ての場合は 1 軒ごと、集合住宅の場合は、1 住戸ごと）に配置されるものとする。

2) エコサーバ

三位一体のうちのエコサーバは、各需要家に設置されたホームサーバをネットワークで接続し、ホームサーバから送信される設備の稼働情報や計測情報の登録・蓄積 (DB構築) や、更に上位に位置する SP サーバに対し、SP サーバが必要とする情報の提供や、SP サーバからホームサーバへのサービス実行のための情報中継などを行うものである。

エコサーバは、ホームサーバ群を束ねる役目を持ち、複数のホームサーバに対して 1 台配置されるものとする。

3) SP サーバ

エネルギーマネジメントサービスなど需要家に設置された各設備の効率的な運用を行うとか、需要家が希望するサービスを提供するためのサーバで、全てのサービスは、エコサーバを介して、ホームサーバに伝えられて、サービスを実現する。

SP サーバは、サービス提供事業者ごとに 1 台配置され、サービスを受ける需要家のホームサーバを収容している複数のエコサーバと接続されるものとする。

(b) 設備の配置の考え方 (図 3-103)

前述のように、ホームサーバは、1 住戸あたり 1 台配置されることとするが、エコサーバは、以下に述べた内容に基づいて配置するものとする。

1) 日本の電力系統

国内の電力系統は、発電所 (原子力、火力、水力など) で発電された電力は、数 50 万 V、25 万 V など (特別高圧) の特別降圧送電系統にて送電され、順次変電所にて降圧され、需要家に近い配電変電所にて更に、6600 V (高圧) に降圧され、電柱で構成された高圧配電系統にて需要家近辺まで送電され、柱上に設置されたトランス (柱上トランス) にて、200 V / 100 V の低圧に降圧され引き込み線 (低圧配電系統) にて各需要家に送られる。

配電変電所には、通常 3 台程度の変圧器 (1 台ごとをバンクと称す) が設置され、それぞれの変圧器から配電線が張り巡らされている。

従って、需要家に設置された PV など発電した電力は、その需要家で消費しきれない場合、その配電系統に逆流 (逆潮と称す) してくる。逆潮する程度によっては、その需要家の低圧配電系統内の他の需要家にて消費されるが、消費できない場合、高圧配電系統を経由して、近隣の他の低圧配電系統へ、更には、上流の系統へと逆潮することになる。

2) エコサーバの配置の考え方

本実証実験システムでは、PV や FC、蓄電池、負荷機器により需給制御を行うものであるが、本項 1) で示したように、受電や逆潮による需給の変動は、その需要家の低圧配電系統内でのバランス調整、近隣の他低圧配電系統、さらには、範囲を拡大した高圧配電系統内でのバランス調整を行うことになることから、低圧配電系統の塊を最小単位として需要家のホームサーバを同一のエコサーバで収容する方が望ましいと考える。

この考えに基づいて、需要家の収容戸数の考え方を以下の想定をもとに示す。

①戸建て低圧需要家数：10から15軒

柱上変圧器は50kVA、75kVAが多く使われていると考え、需要家負荷を5kVA/低圧需要家とすると「10～15低圧需要家/柱上変圧器」と想定する。

②配電変電所変圧器1バンクあたりの需要家数；1800～3000軒

一般容量の配電線(3,000kVA/回線)の場合は、高圧需要家の負荷と低圧需要家の負荷の比率を半々と想定して、1,500kVA/回線+5kVA/低圧需要家→300低圧需要家/回線1バンク6回線と想定して、300低圧需要家/回線×6回線で、1バンクあたり1,800低圧需要家と想定する。

大容量配電線(5,000kVA)の場合は、一般容量(3,000kVA)の約1.66倍となるので、1バンクあたり約3,000軒と想定する。

上記のような想定から、エコサーバは、10から15需要家(10から15台のホームサーバ)を最小単位として、エコサーバの性能に応じて収容する需要家数を設定することになるが、現実には、全需要家にはホームサーバが設置されるとは限らないのと、高圧配電系統には、低圧需要家以外にも存在すること、エコサーバの設置スペースなどを考慮すると、配電変電所1バンクごと、収容需要家数2,000軒程度に対し、エコサーバ1台を配置する構成が、妥当と考えられる。

また、規模の大きな集合住宅の場合は、集合住宅内に高圧から低圧に降圧する配電設備を設置するケースが多いことから、集合住宅1棟または複数棟に1台のエコサーバを設置することが考えられる。(図3-103参照)

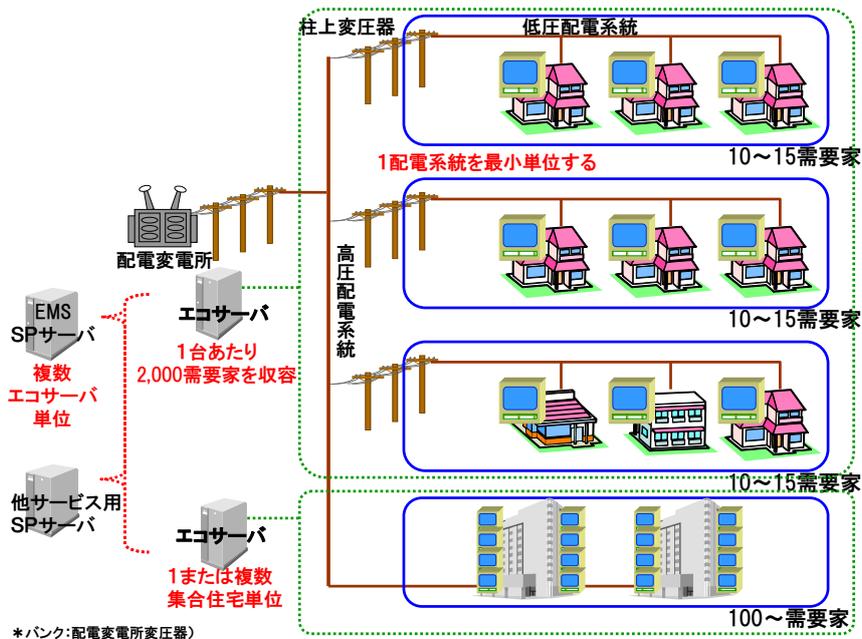


図 3-103 設備配置の考え方

SP サーバは、1 サービス単位で 1 台（性能による複数台に分散）とし、1 台または複数台のエコサーバを収容するものとする。

異なるサービスや他のサービス事業者が同じエコサーバ群に対し、サービスを提供する場合、別に SP サーバを設置し、エコサーバを接続することが通常と考えられる。

エコサーバは、複数の SP サーバと接続することを考慮することが必要となる。

3.4.2. 実証実験の概要

(1) 実証実験システムの機能概要

本実証実験システムは、エネルギーマネジメント機能と需要家とのインタフェースを提供する表示機能を実現する。

(a) エネルギーマネジメント機能概要

本実証実験におけるエネルギーマネジメントでは、コスト、エネルギー使用量および CO₂ 排出量の削減を促進するために、エネルギー機器（PV、FC、蓄電池）と負荷機器を融合した次世代エネルギーシステムの最適制御を行う。具体的に、予測した電力および給湯需要の発生時間帯と量を考慮したうえで、FC の発電電力、蓄電池の充放電電力および負荷機器の自動遮断の組み合わせ制御を行う。

エネルギーマネジメントは、以下のように 3 つの運転モードを用意し消費者はこれらの中から選択して運転を行う。

1) 通常運転：

消費者の生活における快適性を優先させるために負荷機器の自動遮断は行わないものの、その中で可能な限りのコスト・CO₂ 最小化を実施する。具体的な運用方法としては、PV は天候に合わせて発電させる。FC および蓄電池に関しては、早朝・夜間の給湯需要に合わせて深夜の低電力需要時間帯でも燃料電池が定格運転し、余剰電力を蓄電池に充電し、夕方から夜間の電力需要ピーク時間帯に充電した電力を放電することで、高い総合効率を持つ燃料電池の稼働率と発電効率の向上を図る。一方、昼間は、蓄電池を充放電せず、FC が電力需要に追従して運転する。

2) 経済性重視運転：

コスト最小化を目的として、エネルギー機器と負荷機器の両方の制御を行う。具体的な運用方法としては、PV は天候に合わせて発電させる。FC に関しては、深夜と夜間に早朝・夜間給湯需要に合わせて運転する。昼間に PV の売電が最大となるように、定格で運転する。蓄電池に関しては、深夜に燃料電池および安価な深夜電力を充電し、昼間の PV の売電が最大となるように放電する。余っている充電した電力は、夕方から夜間の電力需要ピーク時間帯に放電する。利用しない負荷機器は自動的に遮断し、売電を最大化する。

3) 地産地消運転：

低炭素社会づくりの要件の一つである自律分散型エネルギーシステムを目指して、家庭内で作ったエネルギーをできるだけ家庭内で利用するように、エネルギー機器と負荷機器の両方の制御を行う。具体的な運用方法としては、PV は天候に合わせて発電させる。FC に関しては、深夜と夜間に早朝・夜間給湯需要に合わせて運転する。FC は、PV が発電する昼間に最低出力で運転し、天候状況によって PV の発電電力が不足した場合、電力需要に追従して運転する。蓄電池に関しては、夜間・昼間に FC および PV の余剰電力を充電し、夕方から夜間に放電する。昼間に利用しない負荷機器は自動的に遮断し、充電電力を最大化する。

なお、各運転モードにおける制御は、1 分周期で行われるが、モードを切り替える際に各運転モードの運転計画が立てられ、24 時間先の CO₂ 排出量および光熱費の目安値を消費者へ知らせる。また、予測電力需要および給湯需要は 3 時間ごとに更新される。

各運転モードにおける機器制御の考え方は表 3-24 に示す。

表 3-24 各運転モードにおける機器制御の考え方

		運転モード		
		通常	経済性重視	地産地消
深夜	PV	出力なし		
	FC	早朝の給湯需要に合わせて定格運転		
	蓄電池	FC の余剰電力を充電	FC と深夜電力を充電	FC の余剰電力を充電
	負荷機器	制御しない		
昼間	PV	天候に合わせて発電		
	FC	電力需要に追従して運転（電主）	PV 出力を全て売電となるように定格運転	PV で自家消費となるように最低出力で運転。 PV 出力が不足した場合は電力需要に追従して運転（電主）
	蓄電池	充放電しない	PV 出力を全て売電となるように放電 FC の余剰電力が発生した場合は充電	PV と FC の余剰電力を充電 PV と FC の出力が不足した場合は放電
	負荷機器	制御しない	負荷遮断	負荷遮断
夜間	PV	出力なし		
	FC	夜間の給湯需要に合わせて運転（熱主）		
	蓄電池	FC の余剰電力を放電	深夜・昼間の充電電力を放電	深夜・昼間の充電電力を放電
	負荷機器	制御しない		

PV 自然エネルギーを利用するため、気候状況によって出力が不安定である。PV の出力の安定化を目的として、PV 出力の変動を、FC と蓄電池の出力制御さらには負荷制御を用いることで安定的な電力を供給することが可能となる。また、面的な広がりを持つスマートグリッドが普及するにつれ、PV の出力の安定化を行うだけでなく、将来的には、電力系統側で電力供給量が不足している場合において、系統側から余剰電力の割増電力要求が出された際に、家庭内の FC や蓄電池を利用し、住宅からの追加の電力供給を行うことにより系統における電力供給不足の回避を図ることが想定される。

従って、上記の 3 つの運転モードに加えて、本実証実験のエネルギーマネジメントは以下の機能を追加する。

4) 受電点一定制御：

PV の出力の安定化を目的として、電力系統との連系点（受電点）における潮流を一定となるように制御する。具体的な運用方法としては、蓄電池の高速充放電制御で PV の早い変動成分を吸収する。FC は蓄電池の調整力を考慮したうえで、PV の遅い変動成分を吸収しながら、蓄電池の残容量を調整する。また、蓄電池の残容量が低下続けると負荷が自動的に遮断される。なお、受電点における目標潮流は、30 分毎に計算する。

5) 割増要求に追従して運転：

系統安定化への貢献を目的として、電力系統側で需給調整力が不足している場合において、グリッド運用者による逆潮の割増・削減要求に従う制御する。グリッド運用者の要求は 3 レベルに分けて、消費者が事前に登録したレベルに応じて、蓄電池、FC、負荷の順で段階的に制御を行う。逆潮割増要求の場合は、蓄電池の放電電力と FC の発電電力が最大となるように制御する。負荷は自動的に遮断する。一方、逆潮削減要求の場合は、蓄電池の充電電力が最大、燃料電池の発電電力が最小となるように制御する。なお、割増要求制御は、電力需要が最も多い昼間のみに行う。

(b) 表示機能

本実証システムでは、需要家（スマートハウス居住者）に現在の消費エネルギーや発電電力を知らせたり、需要家自身が CO₂削減量の管理し、機器を操作する事を実現するための画面表示機能を有する。需要家は主にホームサーバを利用することを想定しており、ホームサーバの表示機能は表 3-25 に示した画面によって構成される。

表 3-25 表示画面一覧

	画面名称	表示内容
1	運転状況画面	PV 発電電力、FC 発電電力、蓄電池の充放電電力、購入電力、消費電力をリアルタイムで表示することにより、現時点のエネルギーの流れを把握できる。 定周期（30 秒周期）で各種データは更新される。
2	エネルギー管理画面	1 日単位の電力収支、熱収支を表示する。どの設備によってエネルギー供給が行われ、どの設備によってエネルギー消費が行われているかを管理できる。
3	CO ₂ 削減画面	1 日単位の CO ₂ 排出量と削減量の内訳を表示する。CO ₂ 削減率を 25%単位で図示しており、当該日の CO ₂ 削減状況を管理できる。
4	運転制御指南画面	3 つの運転モード（通常運転、経済性重視、地産地消）を継続した場合の CO ₂ 排出量、光熱費の予測値を表示する。CO ₂ 排出量、光熱費の比較を行い、同時に表示される運転モード切替ボタンで需要家が望む運転モードへの変更を可能とする。
5	経済性評価画面	1 日単位の光熱費の内訳を表示する。収入と支出を比較し、当該日の経済性を評価できる。
6	機器操作画面	制御可能な機器の状態を表示する。本画面上で機器の ON/OFF 操作を可能とする。
7	省エネ喚起画面	エネルギーを予測値より多く消費した際に需要家へ省エネ行動を喚起するために表示される。本画面上で省エネに繋がる機器の OFF 操作を可能とする。
8	割増要求画面	エネルギー管理事業者から売電力増加の要求が発生したときに表示される。本画面上で要求を受け付けた際の CO ₂ 排出量と光熱費がどのように変わるかの数値表示が有り、また、要求を受け付けるか否かの操作を可能とする。

また、本システムに参画するサービスプロバイダも以下の画面を有する。

	画面名称	表示内容
1	需給計画画面	指定した需要家（スマートハウス居住者）の消費電力予測値、各設備の発電計画値を 1 日単位で表示する。需要家単位で 1 日のエネルギー需給計画を管理できる。
2	総売買電力量管理画面	指定した需要家の 1 日単位の光熱費の内訳を表示する。収入と支出を比較し、当該日の経済性を評価できる。
3	遠隔操作画面	指定した需要家が保有する制御可能な機器の状態を表示する。本画面上から遠隔での機器の ON/OFF 操作を可能とする。

ホームサーバ画像の著作権に関する取り扱いに関する留意事項について

- ・本章で記載した「(C) 2009-2010 SEKISUI HOUSE」と記載のある画面については今回の実証実験を行う際に積水ハウス株式会社「CO₂/バランスモニタ」のデザインを流用したものです。
- ・「CO₂/バランスモニタ」に関するデザインの著作権は積水ハウス株式会社が有しています。

1) 運転状況画面

運転状況画面はホームサーバ上で以下のデータを表示する。

	データ名称	データ内容
1	PV 発電電力	PV の発電電力 (瞬時値)
2	FC 発電電力	FC の発電電力 (瞬時値)
3	FC 発熱量と蓄熱量	FC の発電電力を元にした発熱量と貯湯槽の情報に基づく蓄熱量
4	蓄電池充放電量と蓄電量	蓄電池の充放電電力と蓄電量 (SOC)
5	電気使用量	スマートハウス全体の消費電力
6	売買電力	スマートハウスからの売電電力 (逆潮電力) または電力系統からの買電電力 (購入電力)
7	運転モード	本システムの運転モード (通常/経済性重視/地産地消)

画面イメージを以下に示す。



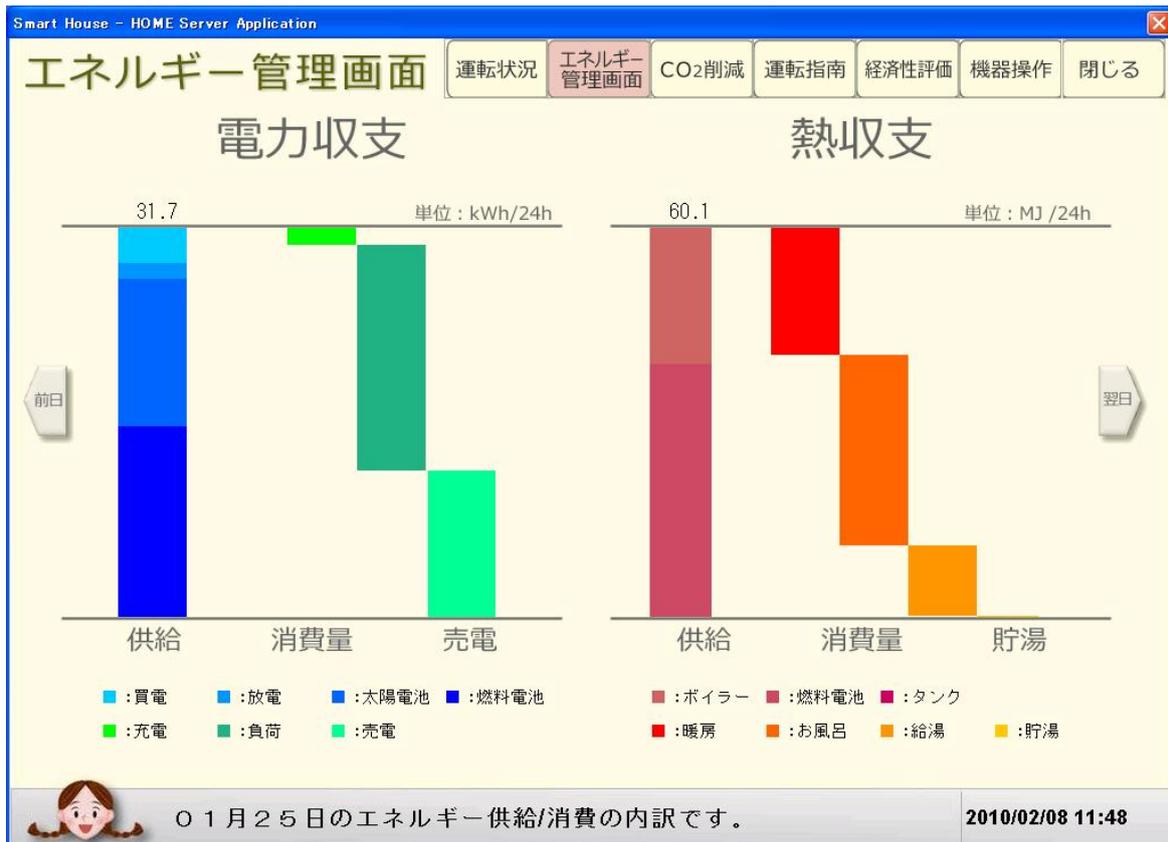
(C) 2009-2010 SEKISUI HOUSE

2) エネルギー管理画面

エネルギー管理画面はホームサーバ上で以下のデータを表示する。

	データ名称	データ内容
1	電力供給	電力系統からの買電電力量、蓄電池の放電電力量、PVの発電電力量、FCの発電電力量
2	電力消費量	蓄電池の充電電力量、スマートハウスの消費電力量
3	売電電力量	スマートハウスからの売電電力量
4	熱供給	ボイラーでの熱供給量、燃料電池からの熱供給量、貯湯槽からの熱供給量
5	熱消費量	暖房に利用した熱消費量、風呂のお湯張りに要した熱消費量、給湯に用いた熱消費量
6	貯湯量	貯湯槽に蓄えた熱量

画面イメージを以下に示す。



3) CO₂削減画面

CO₂削減画面はホームサーバ上で以下のデータを表示する。

	データ名称	データ内容
1	CO ₂ 排出量	消費した電力、ガスの量から計算したCO ₂ 排出量
2	CO ₂ 削減量	FC、PVの発電量から計算したCO ₂ 削減量
3	CO ₂ 削減率	CO ₂ 排出量と削減量から計算したCO ₂ 削減率

画面イメージを以下に示す。

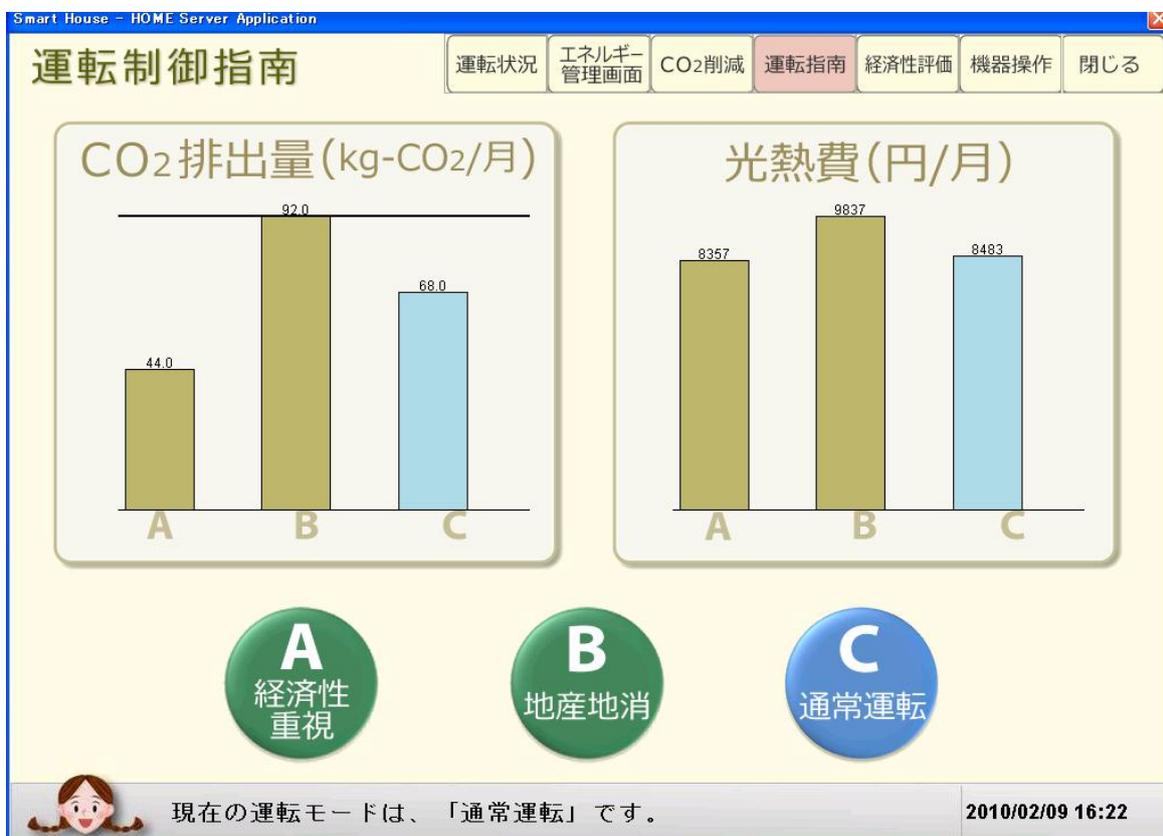


4) 運転制御指南画面

運転制御指南画面はホームサーバ上で以下のデータを表示する。

	データ名称	データ内容
1	CO ₂ 排出量	3つのモード（通常／経済性重視／地産地消）をそれぞれ1ヶ月継続した際のCO ₂ 排出量の予測値
2	光熱費	3つのモード（通常／経済性重視／地産地消）をそれぞれ1ヶ月継続した際の光熱費の予測値
3	運転モード切替ボタン	3つのモード（通常／経済性重視／地産地消）を切り替えるためのボタン

画面イメージを以下に示す。



5) 経済性評価画面

経済性評価画面はホームサーバ上で以下のデータを表示する。

	データ名称	データ内容
1	支出金額	電力消費量、ガス使用量から計算
2	収入金額	FC、PV の発電電力量から計算
3	収支バランス	支出と収入から算出した収支バランス

画面イメージを以下に示す。



(C) 2009-2010 SEKISUI HOUSE

6) 機器操作画面

機器操作画面はホームサーバ上で以下のデータを表示する。

	データ名称	データ内容
1	照明	照明の動作状態表示、および、ON/OFF 操作ボタン
2	加湿器	加湿器の動作状態表示、および、ON/OFF 操作ボタン
3	エアコン	エアコンの動作状態表示、および、ON/OFF 操作ボタン
4	お湯張	風呂用のお湯張の動作状態表示、および、ON/OFF 操作ボタン
5	コンロ	コンロの動作状態表示、および、OFF 操作ボタン (ON 操作は無しとする)
6	床暖房	床暖房の動作状態表示、および、ON/OFF 操作ボタン

画面イメージを以下に示す。

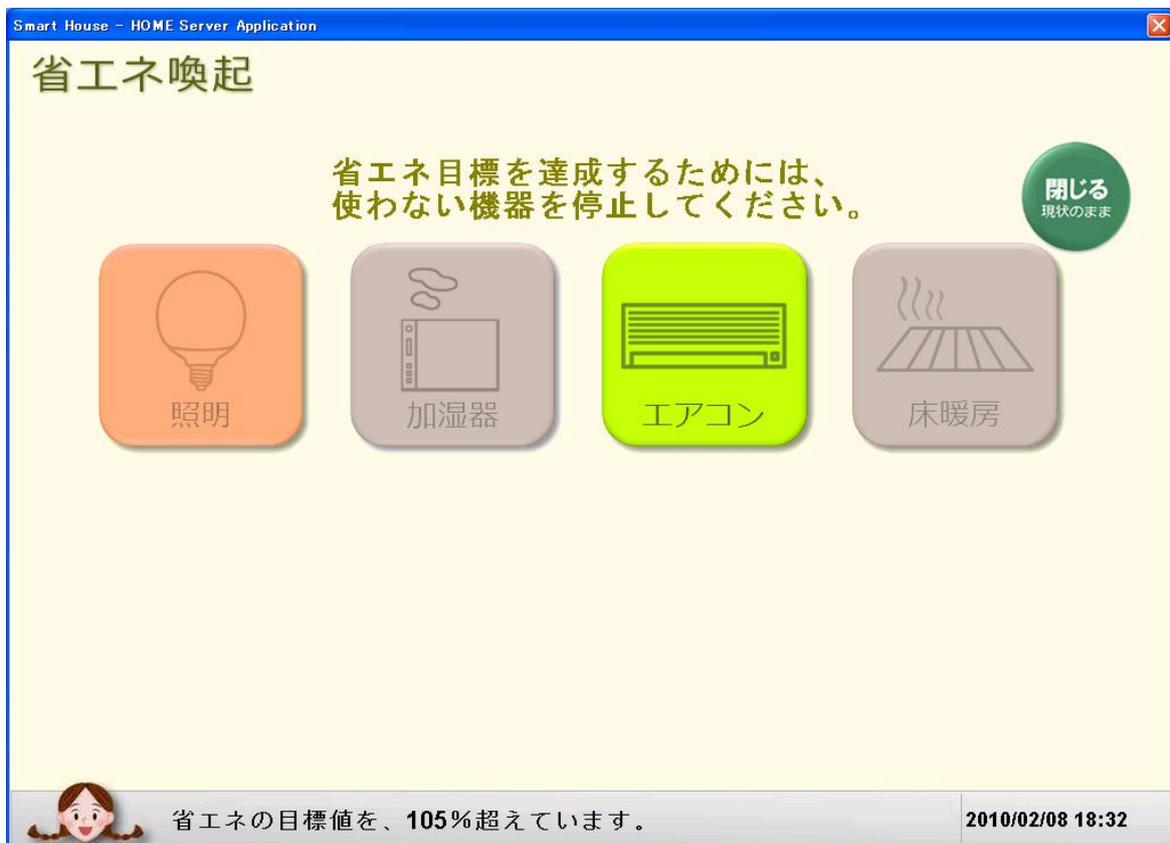


7) 省エネ喚起画面

省エネ喚起画面はホームサーバ上で以下のデータを表示する。

	データ名称	データ内容
1	省エネ目標逸脱値	需要家の消費電力実績が消費電力予測値に対して、需要家が設定した省エネ目標値 (%) を超えたときに比較し、目標からの逸脱した数値を表示
2	照明	照明の動作状態表示、および、OFF 操作ボタン
3	加湿器	加湿器の動作状態表示、および、OFF 操作ボタン
4	エアコン	エアコンの動作状態表示、および、OFF 操作ボタン
5	床暖房	床暖房の動作状態表示、および、OFF 操作ボタン

画面イメージを以下に示す。



8) 割増要求画面

割増要求画面はホームサーバ上で以下のデータを表示する。

	データ名称	データ内容
1	CO ₂ 排出量	7時から現在までのCO ₂ 排出量実績と現在から17時までのCO ₂ 排出量予測値を割増要求受付時と受けなかった場合で比較表示
2	光熱費	7時から現在までの光熱費実績と現在から17時までの光熱費予測値を割増要求受付時と受けなかった場合で比較表示
3	売電	7時から現在までの売電実績と現在から17時までの売電予測値を割増要求受付時と受けなかった場合で比較表示
4	機器状態	現在の機器使用状況と割増要求受け付け後の機器使用状況
5	割増要求受付ボタン	割増要求を受け付けるか否かの操作ボタン

画面イメージを以下に示す。

Smart House - HOME Server Application

割増要求

A. 現在の状態

CO₂排出量 **-1.61**kg-CO₂

光熱費 **138** 円

(売電) **343** 円

照明
加湿器
床暖房
エアコン

B. 対応する

CO₂排出量 **-1.61**kg-CO₂

光熱費 **150** 円

(売電) **300** 円

照明
加湿器
床暖房
エアコン

A

現状のまま

B

対応する

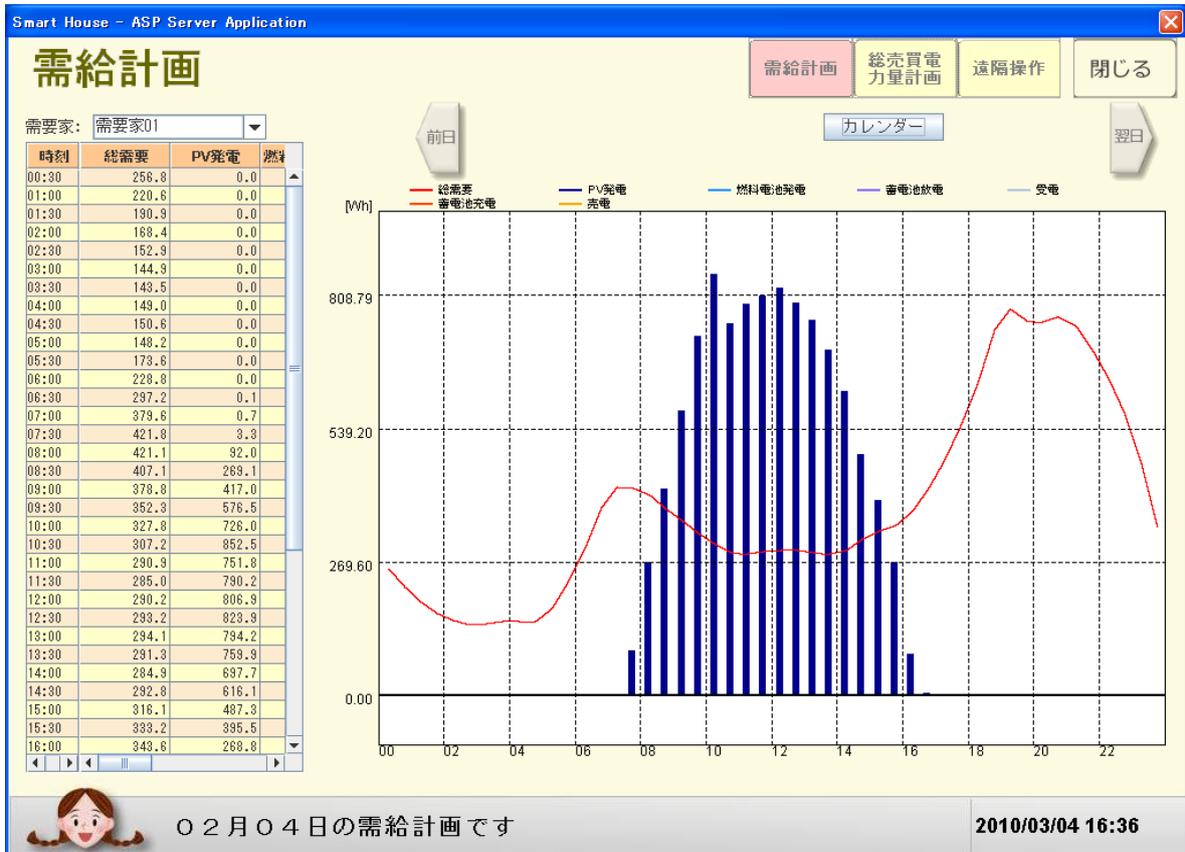
売電増量の依頼がありました。対応しますか？
2010/02/09 17:59

9) 需給計画画面

需給計画画面はサービスプロバイダサーバ上で以下のデータを表示する。

	データ名称	データ内容
1	需要家	需給計画を実施するスマートハウス居住者を指定
2	予測情報	指定した需要家の消費電力量予測値、太陽光発電予測値
3	発電計画情報	指定した需要家の 2 に対応する蓄電池充放電電力量、燃料電池発電量、買電電力量、売電電力量の計画値

画面イメージを以下に示す。



10) 総売買電力量管理画面

総売買電力量管理画面はサービスプロバイダサーバ上で以下のデータを表示する。

	データ名称	データ内容
1	需要家	総売買電力量の計画値を表示するスマートハウス居住者を指定
2	支出金額	指定した需要家の電力消費量、ガス使用量から計算
3	収入金額	指定した需要家の燃料電池、太陽電池の発電電力量から計算
4	収支バランス	指定した需要家の支出と収入から算出した収支バランス

画面イメージを以下に示す。



(C) 2009-2010 SEKISUI HOUSE

11) 遠隔操作画面

遠隔操作画面はサービスプロバイダサーバ上で以下のデータを表示する。

	データ名称	データ内容
1	需要家	機器の遠隔操作を実施するスマートハウス居住者を指定
2	照明	指定した需要家の照明の動作状態表示、および、ON/OFF 操作ボタン
3	加湿器	指定した需要家の加湿器の動作状態表示、および、ON/OFF 操作ボタン
4	エアコン	指定した需要家のエアコンの動作状態表示、および、ON/OFF 操作ボタン
5	お湯張	指定した需要家の風呂用のお湯張の動作状態表示、および、ON/OFF 操作ボタン
6	コンロ	指定した需要家のコンロの動作状態表示、および、OFF 操作ボタン (ON 操作は無しとする)
7	床暖房	指定した需要家の床暖房の動作状態表示、および、ON/OFF 操作ボタン

画面イメージを以下に示す。



(2) 実証実験システム構築における共通化・標準化の方針

本実証実験システムは、4.1.1 項の前提条件で述べたように SP サーバ、エコサーバ、ホームサーバの三位一体の階層構造、およびホームネットワークによって構成されることとして、共通化・標準化への提案に向けて、以下の内容を基本方針としてシステム構築を行う。

(a) 基本的な考え方

三位一体構成のうち、エコサーバとホームサーバが、携帯電話の iMode サービスの iMode センターと携帯電話の関係のような、情報サービスインフラの主要素となると考えられる。従って、エコサーバは、ホームサーバと情報連携を司るだけでなく、ホームサーバおよびそれ以下の需要家宅設備の管理、需要家の管理、ネットワークおよびセキュリティ管理、更には、サービスを提供するサービスプロバイダの管理（主に認証）、サービスの提供の課金管理等々、情報サービスインフラの中核として重要な役割を持つ。即ち、エコサーバ、ホームサーバ間は、強固なセキュリティに守られたクローズなシステム構築とし、エコサーバから上位の SP サーバへのオープンなシステムとすることとする。

また、ホームネットワークは、創エネ機器、蓄エネ機器、家電機器など多種多様かつ異なる製造メーカーの機器を対象に構築することが必要となることから、システムを構成する要素に対し、汎用性、マルチベンダー性、オープン性などのニーズがある。

これらのニーズを満足する機器、方式を採用することが、実用性のあるホームネットワークを構築する上で重要なポイントである。

本実証実験システムは、極力、ニーズを満足する技術、方式を採用するとともに、必要に応じて、実証実験システムの構築で得られた知見を共通化・標準化へ提案していくものである。

(b) ホームサーバの共通化・標準化に向けた考え方

将来のサービスの実現性を担保する一つの要素として、各需要家に設置するホームサーバには、下記の課題を解決する必要がある。

- ①低コストで実現できること
- ②省スペースであること
- ③リアルタイム性に優れていること
- ④連続運転が可能なこと

これらを満足するものとして、家電機器や種々のコントローラに使用され、実績が豊富であり、コスト面でも優位にある組み込み系のマイコン（能力的には、32 ビットクラス）が望ましい。

(c) ホームネットワークの共通化・標準化に向けた考え方

ホームネットワークシステムは、宅内に設置される機器類やセンサー類が多種多様かつ複数のメーカーが製造している。さらに、既存の住戸などへの設置工事の容易性などから電

灯線通信や無線通信の採用が求められる。特にセンサーなどは、壁や天井など電源を供給しにくい箇所に設置するケースが多く、電池駆動という条件はあるが、無線通信の方が使いやすいという事情もある。

このような事情を考慮し、以下の条件を満足できるような通信方式を採用することが望ましい。

- ①低コストであること
- ②マルチベンダー性に優れていること
- ③多種多様な機器の収容の仕組みが整っていること
- ④用途に応じて最適な通信手段が適用できること
- ⑤国際、国内、業界などでオープンかつ標準的な方式として認知されていること

(3) 実証実験システムの全体構成

実証実験システムの全体構成は、本項(2)項で示した共通化・標準化の設計方針に基づいて構築する。

(a) 設備の機能分担

本実証実験システムでは、ホームサーバを2つの機能に分割して実現している。

実用化を想定した場合、需要家設備を接続して、設備からの稼働情報収集や設備への制御操作を司る機能は、前述のように低コストでの実現が必要となる。一方、需要家への情報提供などの表示機能を実現するには、液晶表示器などのモニタが必要となり、両機能を一つのホームサーバで実現するとコスト増の大きな要因となる。また、表示の機能としては、需要家宅で利用されるPCや、昨今、普及が進み始めたブラウザ機能付デジタルテレビなどを表示する端末として活用するとか、ドアフォンなど表示機能を標準的に有している設備で表示機能を兼ねるといった可能性があることから、本実証実験システムでは、機能分割した形で、ホームサーバを構成することとした。

1) 計測制御用ホームサーバ

計測制御用ホームサーバは、以下の機能を実現する。

- ①PV、FC、蓄電池、家電機器、センサーなどをネットワークで接続し、これらの設備の稼働情報や計測情報を収集する
- ②収集した情報を広域に設置されたエコサーバに収集した情報を送信する
- ③エコサーバから送信された機器への制御指示（コマンド）を設備に送信する
- ④設備を制御するためのアルゴリズムを実行するプログラムに対する制御目標など（データ）を受信し、その制御目標に従って、設備ごとの制御指示（コマンド）を演算する機能、および設備に制御指示を送信する（本システムでは最適制御と称す）

2) 表示用ホームサーバ

表示用ホームサーバは、以下の機能を実現する。

- ①需要家の要求に応じて、現在の設備の稼働状況や使用電力量などの計測情報の表示

- ②エネルギーの利用状況、CO₂の排出状況などエネルギーマネジメント関係の情報の表示
- ③天候の状況や、電力の需給状況に応じて設備を最適に稼働させるための運転モードの選択操作
- ④遠隔からの需要家宅内機器の運転状況の表示や遠隔操作

3) エコサーバ

エコサーバは、ホームサーバを束ねる機能と SP サーバへの情報サービス、SP サーバとホームサーバ間の中継を行う役割を持つもので、以下の機能を実現する。

- ①ホームサーバから送信される設備の稼働情報や計測情報を DB として蓄積する
- ②ホームサーバに接続された設備の仕様（設備能力など）を DB として管理する
- ③SP サーバからの要求に対して指定された情報を DB から検索して提供する
- ④SP サーバからホームサーバに送信する情報を中継する

その他、本実証実験システムでは、対象外としているが、実用化を想定した場合、更に以下の機能が搭載される。

- ⑤ホームサーバを所有する需要家情報を管理する
- ⑥ホームサーバを含むネットワーク機器の情報と稼働状況を管理する
- ⑦ホームサーバとエコサーバ間のネットワークのセキュリティを管理する
- ⑧ホームサーバ上で動作するサービスプログラムを管理する
- ⑨サービスを提供するプロバイダの情報を管理する
- ⑩SP サーバなど他サービス事業者からの要求に対する認証管理を行う
- ⑪有償サービスの場合、課金情報管理および料金収集代行などを行う

4) SP サーバ

需要家に設置された各設備の効率的な運用を行うとか、その他需要家が希望するサービスを提供するためのサーバで、以下の機能を実現する。

- ①PVの発電量の予測に基づいて、各種の運転モード別に FC や蓄電池および家電機器などの負荷設備の投入遮断などの運転計画（本システムでは最適計画と称する）を立案し、エコサーバに DB として登録する。

注：ホームサーバは、この運転計画をエコサーバから取得して最適制御の内容を決定する。

- ②最適計画・最適制御による設備に運転結果に基づくエネルギーの利用状況や、CO₂の排出、削減状況などのエネルギーマネジメントサービス情報を提供する
- ③携帯電話などからの遠隔操作を模擬して、エコサーバ経由でホームサーバに接続された設備の稼働状況表示や運転操作を行う

(4) 実証実験システムのホームネットワークの構成

(a) ホームネットワークの通信方式

将来の実用化も考慮し、前述の共通化・標準化の基本方針に基づき、実証実験システムのホームネットワークを以下の方式にて実現した。

ホームネットワークの通信方式として国内で適用可能な標準規格（含む業界規格）として、ECHONET と ZigBee の 2 方式が有力と考えられる。両者について、本システムへの適用性を表 3-26 にて示す。

比較表で示したように、ホームネットワークに採用する方式は、コストももちろんであるが、マルチベンダー性や追加機器の容易性が重要であることから、その観点で優位性の高い ECHONET 規格を採用することとした。

表 3-26 ECHONET と ZigBee の 2 方式比較

比較項目	ECHONET	ZigBee	備考
目的	家庭内に設置された白物家電やセンサーを収容する設備系ネットワークの規格	宅内宅外などセンサー類を収容するために策定されたもので、家庭内の白物家電なども収容可能	
規格化の範囲	OSI モデルの 0 層なら 7 層までを対象	同左	
伝送媒体	低周波帯 PLC、特小無線、専用線、IP 系など適材適所に使用可。将来技術も収容可能な構成	IEEE802.15.4 に限定	
国際規格	IIEC、SO/IEC の国際標準として承認	業界標準	
接続対象設備の拡張性	ECHONET にて設備の属性情報（プロパティ）の標準化推進。現在 73 種のプロパティを規格化済み（マルチベンダー性） 必要に応じて業界で共通化作業を行い追加する仕組みがある（コンソーシアム内に活動する WG がある）	ZigBee 標準とプライベートの 2 段階あり、独自で提案要。現状は、照明やエアコンなど数機種のみ。追加する場合、業界としての仕組みはなく、必要メンバーを募って組織化が必要	
設備との接続	ミドルウェアアダプタ I/F として規格化されており、この規格に従って、設備側の I/F を用意すれば接続可	設備との接続仕様は規定されていない	
AV 機器との接続性	UPnP との GW 仕様を規格化済み。TV などとの接続容易	UPnP との接続の独自規格あり	

(b) ホームネットワークの通信媒体

ホームネットワークの通信媒体に何を選択するかは重要なポイントであるが、現在、世の中に存在する通信技術で、ベストなものはないのが現実である。

- ①有線通信では、イーサネット、メタル線（RS232C、RS485 などなど）などの有線通信は、通信の信頼性やコスト面では優位であるが、既設の住宅での設置工事が劣る。
- ②無線通信では、無線 LAN、Bluetooth、特定小電力無線などは、設置工事に優れているが、建物の構造によって通りにくいところがあり、通信の信頼性が十分でない。
- ③電力線通信は、既存の屋内配線網を使用できるという利点があるが、高周波帯では、高速タイプの製品が殆どでコストが高い。低周波帯は比較的成本が安い、日本国内ではインバータを内蔵した家電が殆どで、使用している低周波帯にインバータノイズや低インピーダンスの影響で、通信の信頼性が十分でない。

このような中で、本実証実験システムでは、実証実験の場所が既設の住宅であること、汎用製品として普及していること、コスト面で有利なことなどから無線 LAN（IEEE802.11b）を採用することとした。

(5) SP サーバ、エコサーバ、ホームサーバ間のネットワーク

エコサーバとホームサーバを接続するネットワークは、広域に分散している需要家に設置されたホームサーバを収容するので、専用のネットワークの敷設では膨大な費用を要することになることから、既に提供されている公共的なネットワークを採用することが望ましい。

代表的なネットワークとしては、光、ADSL、無線、CATV などを利用したインターネットアクセス網、携帯電話を利用したモバイルアクセス網（i モードなど）が考えられるがホームサーバは、各需要家に固定的に設置されること、普及が進み、既に導入されている設備の流用などを考慮し、インターネットアクセス網の利用が有力と考える。

このことから、本実証実験システムでは、標準的な TCP/IP での接続を採用した。

また、SP サーバとエコサーバ間のネットワークは、BtoB の関係となる情報システムを実現するもので、安定性、セキュリティ面の信頼性などに優れたネットワーク方式を採用する必要がある。その方式としては、企業間のネットワークとして採用されている専用線や、インターネットアクセス網などが考えられるが、いずれにしても IP 網であることから、本実証実験システムでも標準的な TCP/IP を採用した。

(6) 実証実験システムの構成概要

図 3-104 に本実証実験システムの構成概要を示す。

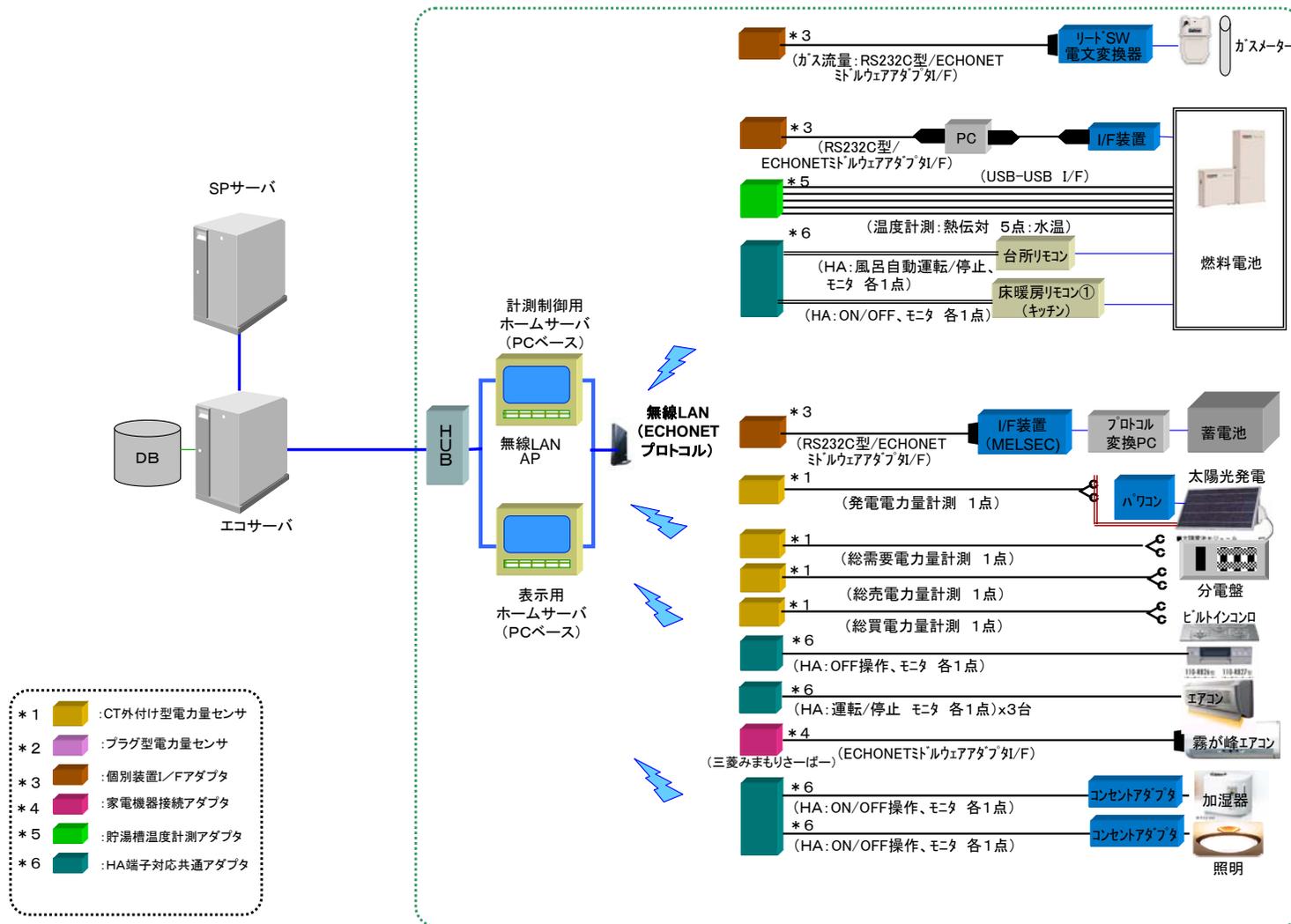


図 3-104 実証実験システム構成

3.4.3. 実施場所

(1) 実施場所と実験の目的

本実証PJでは、大阪ガス西島電力実験場と積水ハウスアネックスラボの2箇所に実証実験システムを構築し、3.4.2節で述べた機能試験をそれぞれの場所に応じて実施したが、システム構築の観点からは、下記に示す目的をそれぞれに設定した。

尚、2箇所に設置したシステムは、HA 端子接続型エアコン（アネックスラボ）とECHONET 対応エアコン（西島実験場）の違いを除いて、同一のシステム構成としている。

(a) 大阪ガス西島電力実験場

本PJの実証実験用に建築されたプレハブ（9.9m²）の実証実験ハウスに実証実験対象の設備、およびネットワークシステムを構築した。

ここでの実証実験の目的は、計画している各種の運転モード試験の有効性・実用性を評価するための機器の制御機能の確認、制御結果の評価のためのデータ収集などを連続的に実施することを目的とするため、作業性を考慮して各設備を集約して設置した。

システム構築上の評価よりも、制約を受けずに種々の実験を行うことを目的にしたものである

(b) 積水ハウスアネックスラボ

住宅に関する種々の実験を行うために建築された戸建て住宅（2階建て）で、通常の居住環境を備えたもので、居住環境におけるシステムの設置性、ホームネットワークを敷設する際の適応性、課題などの実証を行った。

3.4.4. 実施方法

(1) 実証実験システムの機能分担と情報伝送の内容

(a) 実証実験システムの機能分担

本実証実験システムで実証する機能は、図 3-105 の機能分担と情報の流れに示したように配置する。

1) 計測制御用ホームサーバの機能

計測制御用ホームサーバは、SP サーバからの最適計画による制御目標値に従って、最適制御機能を実行するとともに、需要家の設備との接続機能（計測データ、稼動情報データの収集と、設備への制御操作）などリアルタイム処理に徹し、収集した情報は、エコサーバに送信することで、ホームサーバに蓄積機能を持たせない構造とした。

2) 表示用ホームサーバの機能

表示用ホームサーバは、需要家の表示要求に対し、表示画面の表示項目を設備から収集したり、エコサーバやSPサーバに要求して取得し、表示する。

3) エコサーバの機能

エコサーバは、ホームサーバが収集したデータの管理（DB 構築）のみでなく、需要家設備の仕様情報も DB として管理する。

また、SP サーバの最適計画にて生成された制御目標値も DB として管理する。

これらのデータは、SP サーバやホームサーバからの要求に対してデータを供給する。

4) SP サーバの機能

SP サーバは、エネルギーサービス事業者として、需要家の設備を効率的に動かすための最適計画を立案し、それによる制御目標値を算出し、エコサーバに送信する。

(b) 実証実験システムの情報の流れ

実証実験システムの各設備間の情報の流れを図 3-105 で示す。

実証実験システムでは、各運転モードの評価の精度向上を目的に、情報の収集、制御を 1 分周期で実行している。

- ①計測制御用ホームサーバは、設備の情報（稼動情報、計測データ）を 1 分周期で収集する。
- ②収集した情報は、更に 1 分周期でエコサーバに送信し、エコサーバにて DB に登録する。
- ③SP サーバでは、3 時間ごと（0 時、3 時、6 時・・・）に、エコサーバから、設備の仕様情報、計測情報を検索し、その時刻以降 30 分ごと 24 時間分の運転計画を算出し、30 分ごとの設備の制御指令値（30 分ごと 24 時間分計 48 項目）をエコサーバの DB に登録する。
- ④ホームサーバは、30 分周期で、エコサーバから制御指令値を取得し、各設備への最適制御演算を行い、設備に対して制御指示を出力する。
ホームサーバから設備に対する制御指令は、前述のとおり、1 分周期で実行するが、制御指示内容が変化した場合のみ出力する。
- ⑤運転モードの変更が、需要家から行われた場合、変更された運転モードに基づく最適制御演算を行い、制御指令値の変更をエコサーバに対して実施する。

ホームサーバが、設備に対する制御指令値の出力を 1 分周期としているのは、運転モードの変更が行われた際、即座に対応するためとしている。

SPサーバ/エコサーバ/ホームサーバの機能分担と情報の流れ

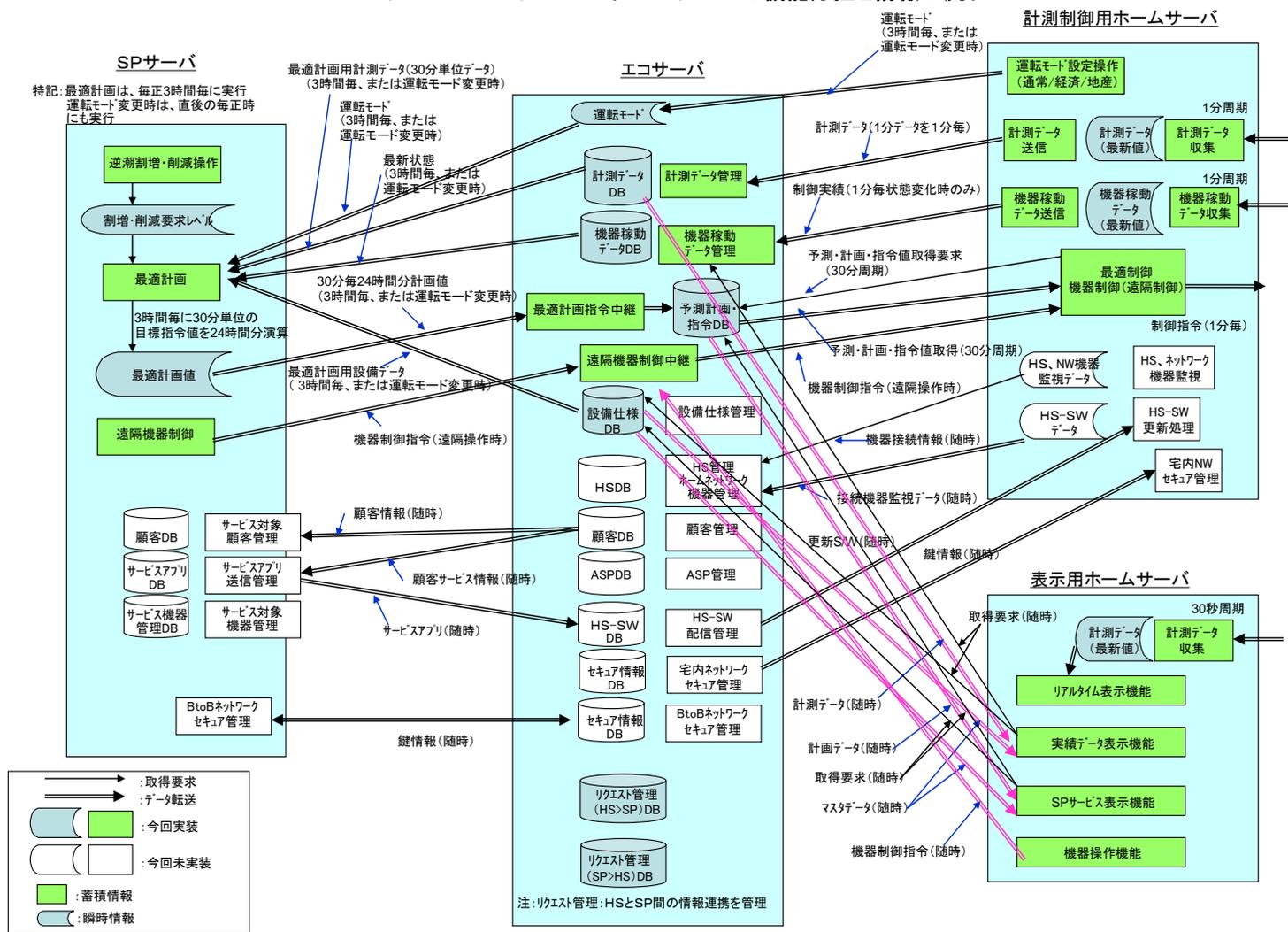


図 3-105 実証実験システムにおける情報の流れ

(2) エネルギーマネジメント機能の処理内容

(a) 最適計画機能の計算方法

逆潮割増/削減または計画運転の要求のない場合は（逆潮割増/削減要求=0）、最適計画機能では、予測値（太陽電池出力、電力需要、温水需要、機器の On/Off 状態）および運転モード（通常運転、経済性重視運転、地産地消運転）に基づいて、以下のルールに基づいて計画開始時刻から 30 分単位の 24 時間先の燃料電池、蓄電池、機器の On/Off 計画を立てる。

表 3-27 各運転モードにおける機器制御の考え方（再掲）

		運転モード		
		通常	経済性重視	地産地消
深夜	PV	出力なし		
	FC	早朝の給湯需要に合わせて定格運転		
	蓄電池	FC の余剰電力を充電	FC と深夜電力を充電	FC の余剰電力を充電
	負荷機器	制御しない		
昼間	PV	天候に合わせて発電		
	FC	電力需要に追従して運転（電主）	PV 出力を全て売電となるように定格運転	PV で自家消費となるように最低出力で運転。 PV 出力が不足した場合は電力需要に追従して運転（電主）
	蓄電池	充放電しない	PV 出力を全て売電となるように放電 FC の余剰電力が発生した場合は充電	PV と FC の余剰電力を充電 PV と FC の出力が不足した場合は放電
	負荷機器	制御しない	負荷遮断	負荷遮断
夜間	PV	出力なし		
	FC	夜間の給湯需要に合わせて運転（熱主）		
	蓄電池	FC の余剰電力を放電	深夜・昼間の充電電力を放電	深夜・昼間の充電電力を放電
	負荷機器	制御しない		

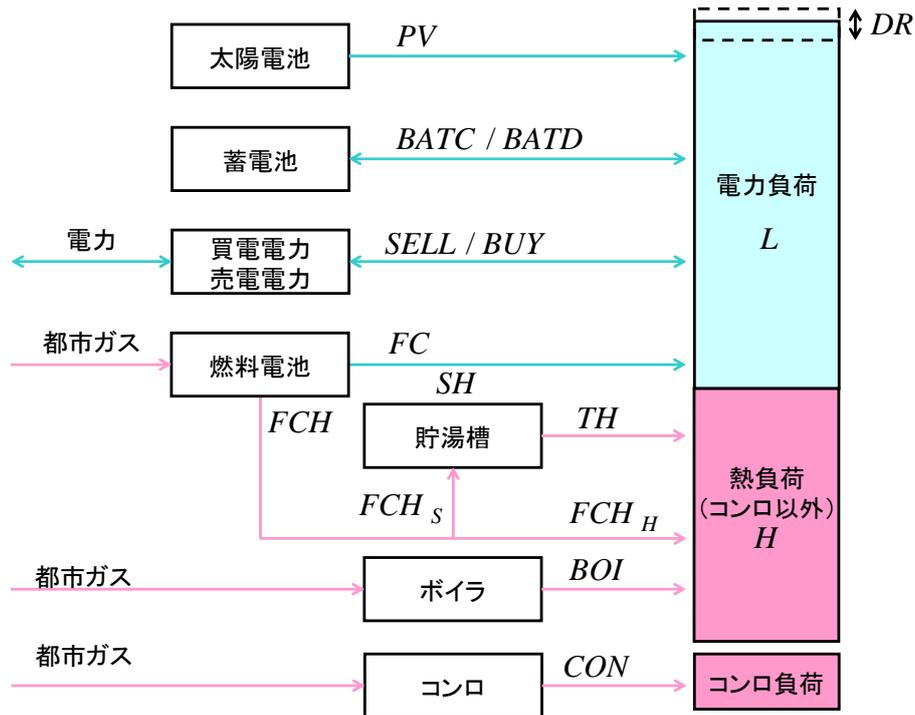


図 3-106 電力・熱の供給イメージ

なお、以下の制約条件を満たさなければならない。

電力需給バランス：

$$PV_i + FC_i + BATD_i - BATC_i - L_i + DR_i - SELL_i + BUY_i = 0 \quad \forall i = 1, 48$$

熱需給バランス：

$$FCH_{Hi} + TH_i + BOI_i = H_i \quad \forall i = 1, 48$$

燃料電池の発電上下限：

$$FC_i^{\min} \leq FC_i \leq FC_i^{\max} \quad \forall i = 1, 48$$

燃料電池の変化速度：

$$FCH_{i-1} - FCH_i \leq FCH_i^{\text{down}} \quad \forall i = 1, 48$$

$$FCH_i - FCH_{i-1} \leq FCH_i^{\text{up}} \quad \forall i = 1, 48$$

蓄電池の充放電電力上下限：

$$0 \leq BATD_i \leq BATD_i^{\max} \quad \forall i = 1, 48$$

$$0 \leq BATC_i \leq BATC_i^{\max} \quad \forall i = 1, 48$$

蓄電量に関する制約：

$$\frac{\Delta t \text{分}}{60 \text{分}} \frac{BATD_i}{\gamma} \leq BATE_i \quad \forall i = 1, 48$$

$$BATE_i + \frac{\Delta t \text{分}}{60 \text{分}} \eta \cdot BATC_i \leq BATCAP \quad \forall i = 1, 48$$

$$BATE_i = BATE_{i-1} + \frac{\Delta t \text{分}}{60 \text{分}} \eta \cdot BATC_i - \frac{\Delta t \text{分}}{60 \text{分}} \frac{BATD_i}{\gamma} \quad \forall i = 1, 48$$

蓄熱量に関する制約 :

$$\begin{aligned} SH_i &\leq SHCAP \quad \forall i = 1, 48 \\ \sigma \cdot SH_{i-1} + FCH_{Si} &\leq SHCAP \quad \forall i = 1, 48 \end{aligned}$$

制御可能の負荷の制約条件 :

$$0 \leq DR_{i,j} \leq DR_{i,j}^{\max} \quad \forall i = 1, T \quad \forall j = 1, M$$

最大充電の制約条件 :

$$0 \leq SELL_i \leq PV_i \quad \forall i = 1, 48$$

ここで、

L_i : 電力負荷(kW)

H_i : 温水負荷 (コンロ以外の熱負荷) (MJ)

BUY_i : 買電電力(kW)

$SELL_i$: 売電電力(kW)

PV_i : 太陽電池の出力(kW)

FC_i : 燃料電池の発電出力(kW)

FCH_i : 燃料電池の発熱出力(MJ)

$BATD_i$: 蓄電池の放電出力(kW)

$BATC_i$: 蓄電池の充電出力(kW)

$BATD_i^{\max}$: 蓄電池の最大放電電力(kW)

$BATC_i^{\max}$: 蓄電池の最大充電電力(kW)

$BATE_i$: 蓄電池残容量(kWh)

$BATCAP$: 蓄電池の容量(kWh)

η : 蓄電池の充電効率 (%)

γ : 蓄電池の放電効率 (%)

$DR_{i,j}$: 制御可能負荷(kW)

$DR_{i,j}^{\max}$: 制御可能負荷の容量(kW)

BOI_i : 燃料電池の発熱出力(MJ)

SH_i : 貯湯槽の蓄熱量(MJ)

$SHCAP$: 貯湯槽の蓄熱容量(MJ)

σ : 放熱ロス (%)

TH_i : 貯湯槽の排出熱量(MJ)

CON_i : ビルトインコンロの熱量(MJ)

Δt : 計算の刻み(30分)

M : 制御可能負荷の数

なお、逆潮割増/削減要求があった場合は、要求レベルおよび要求内容に応じて以下のとおり燃料電池、蓄電池、機器の On/Off 計画を立てる。

表 3-28 逆潮割増/削減要求レベルと装置の動作

レベル	蓄電池	FC	負荷
-1	最大出力で充電	運転モードに従って発電	運転モードに従う
-2	最大出力で充電	最低出力で発電	運転モードに従う
1	最大出力で放電	運転モードに従って発電	運転モードに従う
2	最大出力で放電	最大出力で発電	運転モードに従う
3	最大出力で放電	最大出力で発電	要求内容に従って自動遮断
9	残量量 > 目標残容量は放電 残量量 > 目標残容量は充電	目標発電電力で発電	運転モードに従う

(b) 最適制御機能の計算方法

制御開始時刻が逆潮安定化開始時刻と逆潮安定化終了時刻の間ではなく、かつ逆潮割増/削減または計画運転の要求のない場合は（逆潮割増/削減要求=0）、最適制御機能では、予測値（太陽電池出力、電力需要、温水需要）、機器の On/Off 計画および運転モード（通常運転、経済性重視運転、地産地消運転）に基づいて、最適計画と同じルールに基づいて制御開始時刻から 1 分単位の 30 分先の燃料電池、蓄電池、機器の On/Off の指令値を計算する。また、遠隔制御がある場合（0 または 1）は、加湿器、エアコン、照明、お湯張り、床暖房、ビルトインコンロの順で各機器の自動遮断を行う。

なお、制御開始時刻が逆潮安定化開始時刻と逆潮安定化終了時刻の間の場合は、最適制御機能では、以下の受電点潮流の目標値に従って、蓄電池を制御する。

$$EXT = \left(\frac{1}{30} \right) \sum_{i=1}^{30} (PV_i + FC_i - L_i)$$

ここで、 EXT は受電点潮流の目標値 (kW)、 PV_i は太陽電池の予測出力(kW)、 FC_i は燃料電池の発電出力(kW)、 L_i は電力負荷(kW)

なお、燃料電池の発電出力は蓄電池の残容量に基づいて決定する。

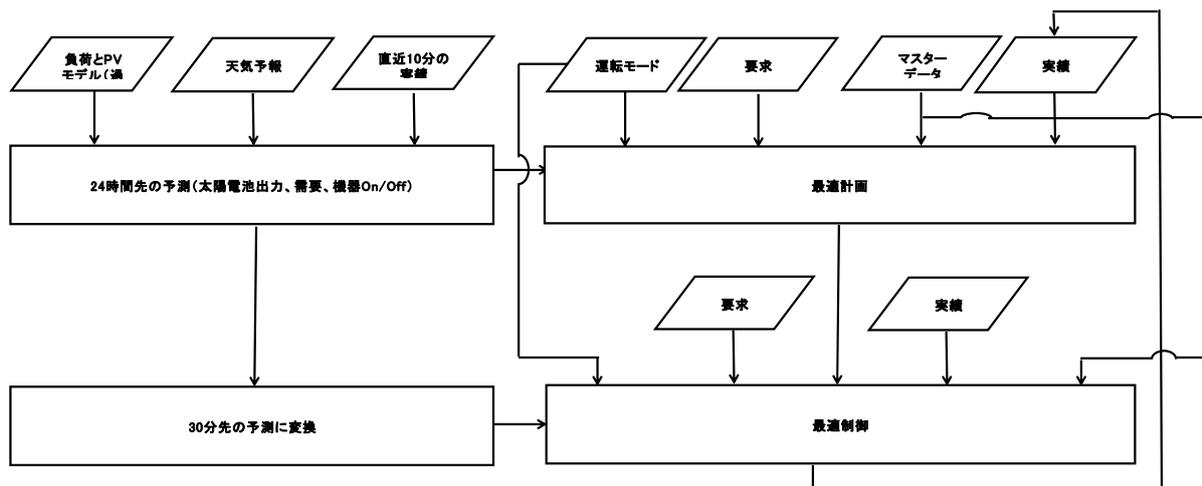


図 3-107 最適計画と最適制御の連携

(3) 宅内ネットワークの詳細構成

各種機器の通信項目・標記方法・手順の標準化にあたっては ECHONET 通信規格に準拠した設計を行った。ECHONET 規格にはない蓄電池、燃料電池、家電機器などの通信項目を明らかにし、規格に準拠して設計を行った。

(a) 設備との H/W 接続仕様の共通化

ECHONET 規格では、ホームサーバ側に搭載する通信機能、設備と接続する ECHONET アダプタ（以下アダプタ）に搭載する通信機能間で通信処理を行うが、アダプタと家電機器間の接続方法もミドルウェアアダプタ I/F 規格として規定されている。

本来であれば、この規格に準拠して設備との接続を行うことが理想であるが、今回の実証実験システムの場合、設備側にその規定に従った I/F を実装することは、開発期間的にも難しいことから、設備側の開発負担を抑える方針で接続仕様を規定した。

尚、規定した接続仕様で汎用的なものについては、ECHONET 規格に提案を予定している。

本実証実験システムでは、製品化された下記⑤を除いて、表 3-29 に示した 4 種類のタイプに共通化して接続仕様を規定した。それぞれのタイプの接続仕様を図 3-108、図 3-109 図、図 3-110 に示す。

表 3-29 アダプタの種類

タイプ	対象設備	備考
電力量計測タイプ	①総需要電力量 ②総売電電力量 ③総買電電力量 ④PV 発電電力量	①では総需要電力(瞬時値)も計測
熱電対接続タイプ	①貯湯槽温度計測	
RS232C 接続タイプ	①FC ②ガス流量計測 ③蓄電池	
HA 端子接続タイプ	①風呂リモコン ②床暖房リモコン ③加湿器 ④照明 ⑤ビルトインコンロ ⑥HA 端子型エアコン	1 台あたり 2 台の機器を接続可
ECHONET ミドルウェア アダプタ I/F タイプ	ECHONET 対応エアコン (霧が峰)	ECHONET 規格準拠製品

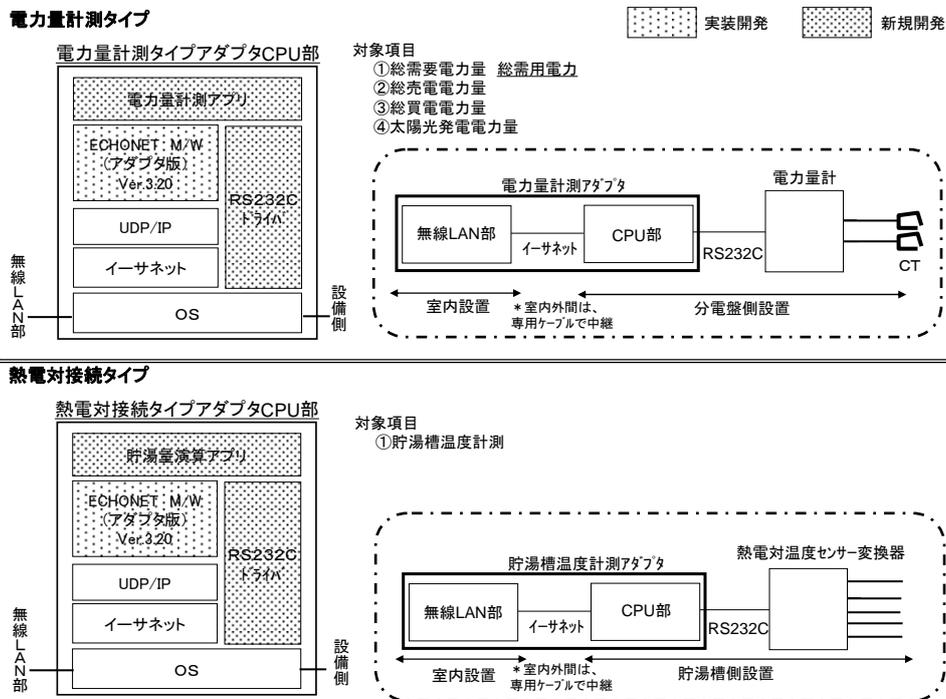


図 3-108 アダプタ構成図 (1/3)

一般的に家庭で使用されている家電機器やセンサーは、ECHONETにて機器オブジェクトが規定されており、そのまま使用できるが、今回の実証実験システムでは、蓄電池、燃料電池、貯湯槽貯湯量、HA（JEMA規格）端子形エアコンなどECHONET規格で規定されていない設備がある。

これらの設備については、ECHONET規格に倣って、機器オブジェクトを規定している。本実証実験システムの対象の設備の機器オブジェクトの一覧を表 3-30 に示す。

表 3-30 実証実験設備の機器オブジェクト一覧

番号	機器名称 (オブジェクト名)	ECHONET 規格 クラスコード	備考
1	総需要電力量計	電力量センサー	既存規格流用
2	総買電電力量計	電力量センサー	既存規格流用
3	総売電電力量計	電力量センサー	既存規格流用
4	太陽光発電電力量計	電力量センサー	既存規格流用
5	総ガス使用量計	ガスメータ	既存規格流用
6	燃料電池	燃料電池	新規に定義
7	貯湯槽温度計測計	貯湯槽	新規に定義
8	台所リモコン	燃料電池用温水器	新規に定義（お湯はりのみ）
9	床暖房リモコン	床暖房	既存規格流用（on/offのみ）
10	蓄電池	蓄電池	新規に定義
11	ビルトインコンロ	ガスコンロ	新規に定義（offのみ）
12	エアコン	HA型エアコン	新規に定義（on/offのみ）
13	エアコン	ECHONET規格 エアコン	既存規格流用
14	加湿器	加湿器	既存規格流用（on/offのみ）
15	スタンド照明	一般照明	既存規格流用（on/off）

また、次ページ以降に実証実験システムで規定した機器オブジェクトの規定内容を示す。尚、新たに規定した機器オブジェクトの内容は、別途ECHONETコンソーシアムに提案する予定である。

機器名称	総需要電力量計	クラスグループコード	0x00	クラスコード	0x22(電力量センサー)	インスタンスコード	0x01
------	---------	------------	------	--------	---------------	-----------	------

機器オブジェクトスーパークラス

プロパティ名称	EPC	プロパティ内容	データ型	データサイズ (Byte)	アクセス ルール	必須	情変時 アナウンス	備考
		値域(10進表記)						
動作状態	0x80	ON/OFF 状態を示す	Unsigned	1	Set		○	ON=正常動作中を示す (ネットワークに接続されれば ON)
		ON=0x30、OFF=0x31	Char					

機器クラスグループオブジェクト

プロパティ名称	EPC	プロパティ内容	データ型	データ サイズ (Byte)	単位	アクセス ルール	必須	情変時 アナウンス	備考
		値域(10進表記)							
積算電力量	0xE0	0~999,999,999 初期値 : 0x00000000	Unsigned long	4	0.1Wh	Get	○		1 分間最大:170.0wh 1 日最大:240,000,0wh
大容量瞬時電力値	0xE3	-32767~32766 初期値 : 0x0000	signed short	2	w	Get			最大:10,000w

機器名称	総買電電力量計	クラスグループコード	0x00	クラスコード	0x22(電力量センサー)	インスタンスコード	0x02
------	---------	------------	------	--------	---------------	-----------	------

機器オブジェクトスーパークラス

プロパティ名称	EPC	プロパティ内容	データ型	データ サイズ (Byte)	アクセス ルール	必須	情変時 アナウンス	備考
		値域(10進表記)						
動作状態	0x80	ON/OFF 状態を示す	Unsigned	1	Set		○	ON=正常動作中を示す (ネットワークに接続されれば ON)
		ON=0x30、OFF=0x31	Char					

機器クラスグループオブジェクト

プロパティ名称	EPC	プロパティ内容	データ型	データ サイズ (Byte)	単位	アクセス ルール	必須	情変時 アナウンス	備考
		値域(10進表記)							
積算電力量	0xE0	0~999,999,999 初期値 : 0x00000000	Unsigned long	4	0.1Wh	Get	○		1 分間最大:170.0wh 1 日最大:120,000,0wh

機器名称	総売電電力量計	クラスグループコード	0x00	クラスコード	0x22(電力量センサー)	インスタンスコード	0x03
------	---------	------------	------	--------	---------------	-----------	------

機器オブジェクトスーパークラス

プロパティ名称	EPC	プロパティ内容	データ型	データサイズ (Byte)	アクセス ルール	必須	情変時 アナウンス	備考
		値域(10進表記)						
動作状態	0x80	ON/OFF 状態を示す	Unsigned	1	Set		○	ON=正常動作中を示す (ネットワークに接続されれば ON)
		ON=0x30、OFF=0X31	Char					

機器クラスグループオブジェクト

プロパティ名称	EPC	プロパティ内容	データ型	データ サイズ (Byte)	単位	アクセス ルール	必須	情変時 アナウンス	備考
		値域(10進表記)							
積算電力量	0xE0	0~999.999.999 初期値 : 0x00000000	Unsigned long	4	0.1Wh	Get	○		1 分間最大:80.0wh 1 日最大:5,000.0wh

機器名称	太陽光発電電力量計	クラスグループコード	0x00	クラスコード	0x22(電力量センサー)	インスタンスコード	0x04
------	-----------	------------	------	--------	---------------	-----------	------

機器オブジェクトスーパークラス

プロパティ名称	EPC	プロパティ内容	データ型	データ サイズ (Byte)	アクセス ルール	必須	情変時 アナウンス	備考
		値域(10進表記)						
動作状態	0x80	ON/OFF 状態を示す	Unsigned	1	Set		○	ON=正常動作中を示す (ネットワークに接続されれば ON)
		ON=0x30、OFF=0X31	Char					

機器クラスグループオブジェクト

プロパティ名称	EPC	プロパティ内容	データ型	データ サイズ (Byte)	単位	アクセス ルール	必須	情変時 アナウンス	備考
		値域(10進表記)							
積算電力量	0xE0	0~999.999.999 初期値 : 0x00000000	Unsigned long	4	0.1Wh	Get	○		1 分間最大:67.0wh 1 日最大:80,000.0wh
大容量瞬時電力値	0xE3	-32767~32766 初期値 : 0x0000	signed short	2	w	Get			最大:5000w

機器名称	総ガス使用量	クラスグループコード	0x02	クラスコード	0x82(ガスメータ)	インスタンスコード	0x01
------	--------	------------	------	--------	-------------	-----------	------

機器オブジェクトスーパークラス

プロパティ名称	EPC	プロパティ内容	データ型	データ サイズ (Byte)	アクセ ス ルール	必 須	情変時 アナウンス	備考
		値域(10進表記)						
動作状態	0x80	ON/OFF 状態を示す	Unsigned	1	Set		○	ON=正常動作中を示す (ネットワークに接続されれば ON)
		ON=0x30、OFF=0x31	Char		Get			

機器クラスグループオブジェクト

プロパティ名称	EPC	プロパティ内容	データ型	データ サイズ (Byte)	単位	アクセ ス ルール	必 須	情変時 アナウンス	備考
		値域(10進表記)							
積算ガス消費量	0xE0	0~999.999.999 初期値 : 0x00000000	Unsigned long	4	L	Get	○		1日最大:6000L

機器名称	燃料電池	クラスグループコード	0x02	クラスコード	0xE0(燃料電池)	インスタンスコード	0x01
------	------	------------	------	--------	------------	-----------	------

機器オブジェクトスーパークラス

プロパティ名称	EPC	プロパティ内容	データ型	データ サイズ (Byte)	アクセ ス ルール	必 須	情変時 アナウンス	備考
		値域(10進表記)						
動作状態	0x80	ON/OFF 状態を示す	Unsigned	1	Set		○	燃料電池本体の運転・停止操作
		ON=0x30、OFF=0x31	Char		Get	○		

機器クラスグループオブジェクト

プロパティ名称	EPC	プロパティ内容	データ型	データ サイズ (Byte)	単位	アクセ ス ルール	必 須	情変時 アナウンス	備考
		値域(10進表記)							
瞬時発電電力	0xE0	0~65533 初期値 : 0x0000	Unsigned short	2	w	Get	○		最大: 700w
積算発電電力量	0xE1	0~999,999,999 初期値 : 0x00000000	Unsigned long	4	0.1wh	Get	○		1 分間最大: 11.7wh 1 日最大: 16,800.0wh
発電電力指令値	0xE5	0~65533 初期値 : 0x0000	Unsigned short	2	w	Set	○		最大 700w

機器名称	貯湯槽温度計測計	クラスグループコード	0x02	クラスコード	0xE1(貯湯槽)	インスタンスコード	0x01
------	----------	------------	------	--------	-----------	-----------	------

機器オブジェクトスーパークラス

プロパティ名称	EPC	プロパティ内容	データ型	データサイズ (Byte)	アクセス ルール	必須	情変時 アナウンス	備考
		値域(10進表記)						
動作状態	0x80	ON/OFF 状態を示す	Unsigned	1	Set		○	不使用
		ON=0x30、OFF=0x31	Char					

機器クラスグループオブジェクト

プロパティ名称	EPC	プロパティ内容	データ型	データ サイズ (Byte)	単位	アクセス ルール	必須	情変時 アナウンス	備考
		値域(10進表記)							
貯湯槽貯湯量	0xEF	0~65533 初期値 : 0x0000	Unsigned short	2	MJ	Get	○		最大 50MJ

機器名称	台所リモコン	クラスグループコード	0x02	クラスコード	0xE2(燃料電池用温水器)	インスタンスコード	0x01
------	--------	------------	------	--------	----------------	-----------	------

機器オブジェクトスーパークラス

プロパティ名称	EPC	プロパティ内容	データ型	データ サイズ (Byte)	アクセス ルール	必須	情変時 アナウンス	備考
		値域(10進表記)						
動作状態	0x80	ON/OFF 状態を示す	Unsigned	1	Set	○	○	風呂自動モード入/切 (お湯はり開始を示す)
		ON=0x30、OFF=0x31	Char					

機器クラスグループオブジェクト...定義不要

機器名称	床暖房リモコン	クラスグループコード	0x02	クラスコード	0x7B(床暖房)	インスタンスコード	0x01
------	---------	------------	------	--------	-----------	-----------	------

機器オブジェクトスーパークラス

プロパティ名称	EPC	プロパティ内容	データ型	データ サイズ (Byte)	アクセ ス ルール	必 須	情変時 アナウンス	備考
		値域(10進表記)						
動作状態	0x80	ON/OFF 状態を示す	Unsigned	1	Set	○	○	床暖房入/切
		ON=0x30、OFF=0x31	Char		Get	○		

機器クラスグループオブジェクト…定義不要

機器名称	蓄電池	クラスグループコード	0x02	クラスコード	0xE3(蓄電池)	インスタンスコード	0x01
------	-----	------------	------	--------	-----------	-----------	------

機器オブジェクトスーパークラス

プロパティ名称	EPC	プロパティ内容	データ型	データ サイズ (Byte)	アクセ ス ルール	必 須	情変時 アナウンス	備考
		値域(10進表記)						
動作状態	0x80	ON/OFF 状態を示す	Unsigned	1	Set		○	運転/停止
		ON=0x30、OFF=0x31	Char		Get	○		

機器クラスグループオブジェクト

プロパティ名称	EPC	プロパティ内容	データ型	データ サイズ (Byte)	単位	アクセ ス ルール	必 須	情変時 アナウンス	備考
		値域(10進表記)							
充放電電力	0xE0	-32767~0~32768 初期値 : 0x0000	Signed short	2	w	Set	⊖		-2000~2000w (-): 充電、(+): 放電 (0): 待機
						Get	○		
蓄電池残量	0xE1	0~100 初期値 : 0x0000	Unsigned short	2	%	Get	○		SOC
モード情報	0xE7	一定電力制御=0x30 受電点一定制御=0x31	Unsigned Char	1	-	Set			
						Get			
受電点目標値	0xE8	-32767~0~32768 初期値 : 0x0000	Signed short	2	w	Set			-2000~2000w
						Get			
出力点切替情報	0xE9	xx=0x30 yy=0x31 zz=0x32	Unsigned Char	1	-	Set			
						Get			
充放電電力指令値	0xEA	-32767~0~32768 初期値 : 0x0000	Signed short	2	w	Set			-2000~2000w (-): 充電、(+): 放電 (0): 待機

機器名称	ビルトインコンロ	クラスグループコード	0x03	クラスコード	0xE4(ガスコンロ)	インスタンスコード	0x01
------	----------	------------	------	--------	-------------	-----------	------

機器オブジェクトスーパークラス

プロパティ名称	EPC	プロパティ内容	データ型	データサイズ (Byte)	アクセス ルール	必須	情変時 アナウンス	備考
		値域(10進表記)						
動作状態	0x80	ON/OFF 状態を示す	Unsigned	1	Set	○	○	OFF 操作のみ
		(ON=0x30)、OFF=0x31	Char		Get			

機器クラスグループオブジェクト…定義不要

機器名称	エアコン(西島実験場用)	クラスグループコード	0x01	クラスコード	0x30(霧が峰エアコン)	インスタンスコード	0x01
------	--------------	------------	------	--------	---------------	-----------	------

機器オブジェクトスーパークラス

プロパティ名称	EPC	プロパティ内容	データ型	データサイズ (Byte)	アクセス ルール	必須	情変時 アナウンス	備考
		値域(10進表記)						
動作状態	0x80	ON/OFF 状態を示す	Unsigned	1	Set	○	○	運転/停止
		ON=0x30、OFF=0x31	Char		Get			

機器クラスグループオブジェクト: ECHONET 規格書 V3.60a 家庭内エアコンクラス規定に準じる(以下省略)

機器名称	エアコン(アネックスラボ用)	クラスグループコード	0x01	クラスコード	0xD8(HA 型エアコン)	インスタンスコード	0x01
------	----------------	------------	------	--------	----------------	-----------	------

機器オブジェクトスーパークラス

プロパティ名称	EPC	プロパティ内容	データ型	データサイズ (Byte)	アクセス ルール	必須	情変時 アナウンス	備考
		値域(10進表記)						
動作状態	0x80	ON/OFF 状態を示す	Unsigned	1	Set	○	○	運転/停止
		ON=0x30、OFF=0x31	Char		Get			

機器クラスグループオブジェクト…定義不要

機器名称	加湿器	クラスグループコード	0x01	クラスコード	0x39(加湿器)	インスタンスコード	0x01
------	-----	------------	------	--------	-----------	-----------	------

機器オブジェクトスーパークラス

プロパティ名称	EPC	プロパティ内容	データ型	データ サイズ (Byte)	アクセス ルール	必須	情変時 アナウンス	備考
		値域(10進表記)						
動作状態	0x80	ON/OFF 状態を示す	Unsigned	1	Set	○	○	
		ON=0x30、OFF=0x31	Char		Get	○		

機器クラスグループオブジェクト…定義不要

機器名称	スタンド照明	クラスグループコード	0x02	クラスコード	0x90(一般照明)	インスタンスコード	0x01
------	--------	------------	------	--------	------------	-----------	------

機器オブジェクトスーパークラス

プロパティ名称	EPC	プロパティ内容	データ型	データ サイズ (Byte)	アクセス ルール	必須	情変時 アナウンス	備考
		値域(10進表記)						
動作状態	0x80	ON/OFF 状態を示す	Unsigned	1	Set	○	○	
		ON=0x30、OFF=0x31	Char		Get	○		

機器クラスグループオブジェクト…定義不要

(4) 実施場所別システムの構成

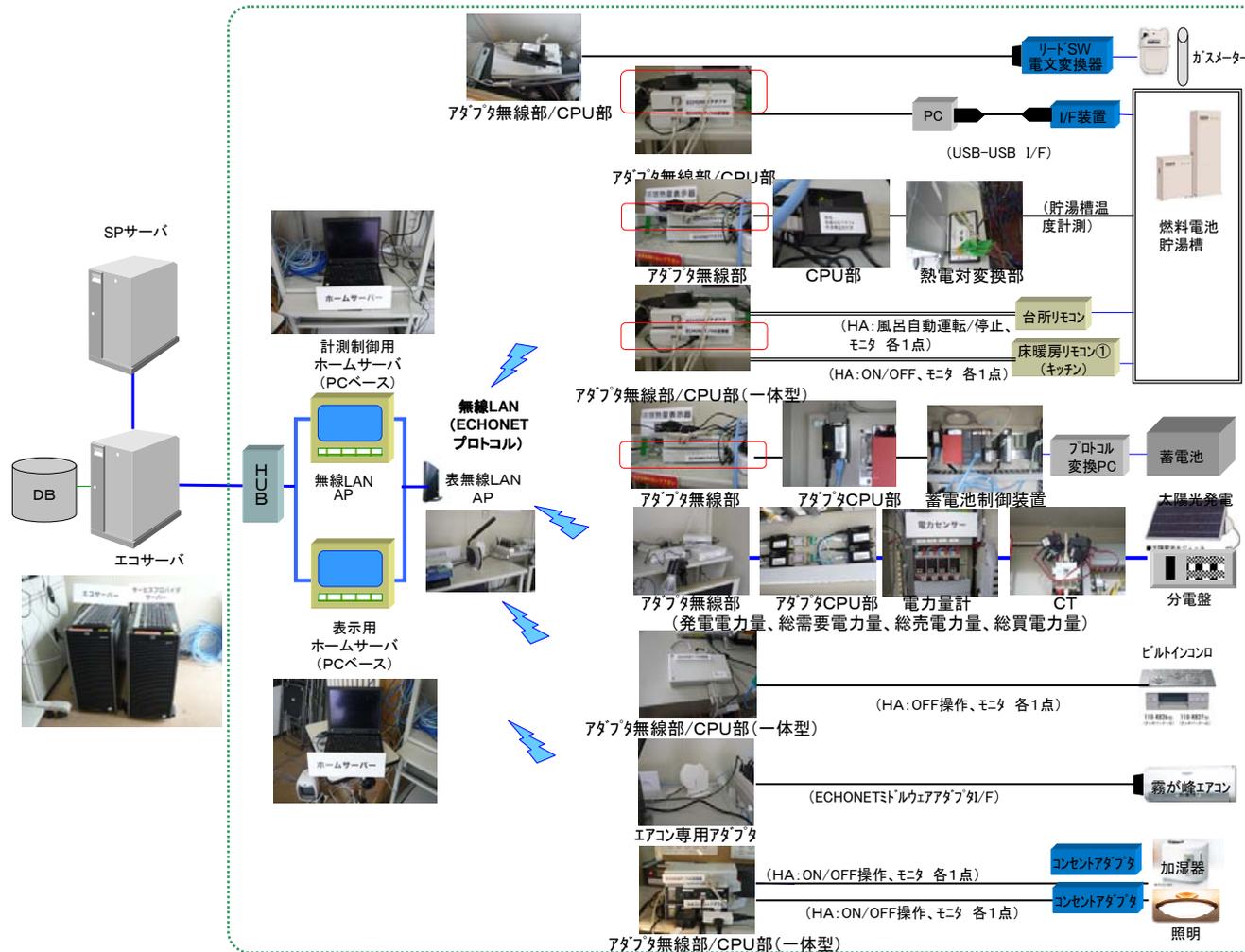


図 3-111 大阪ガス西島電力実験場のシステムの構成

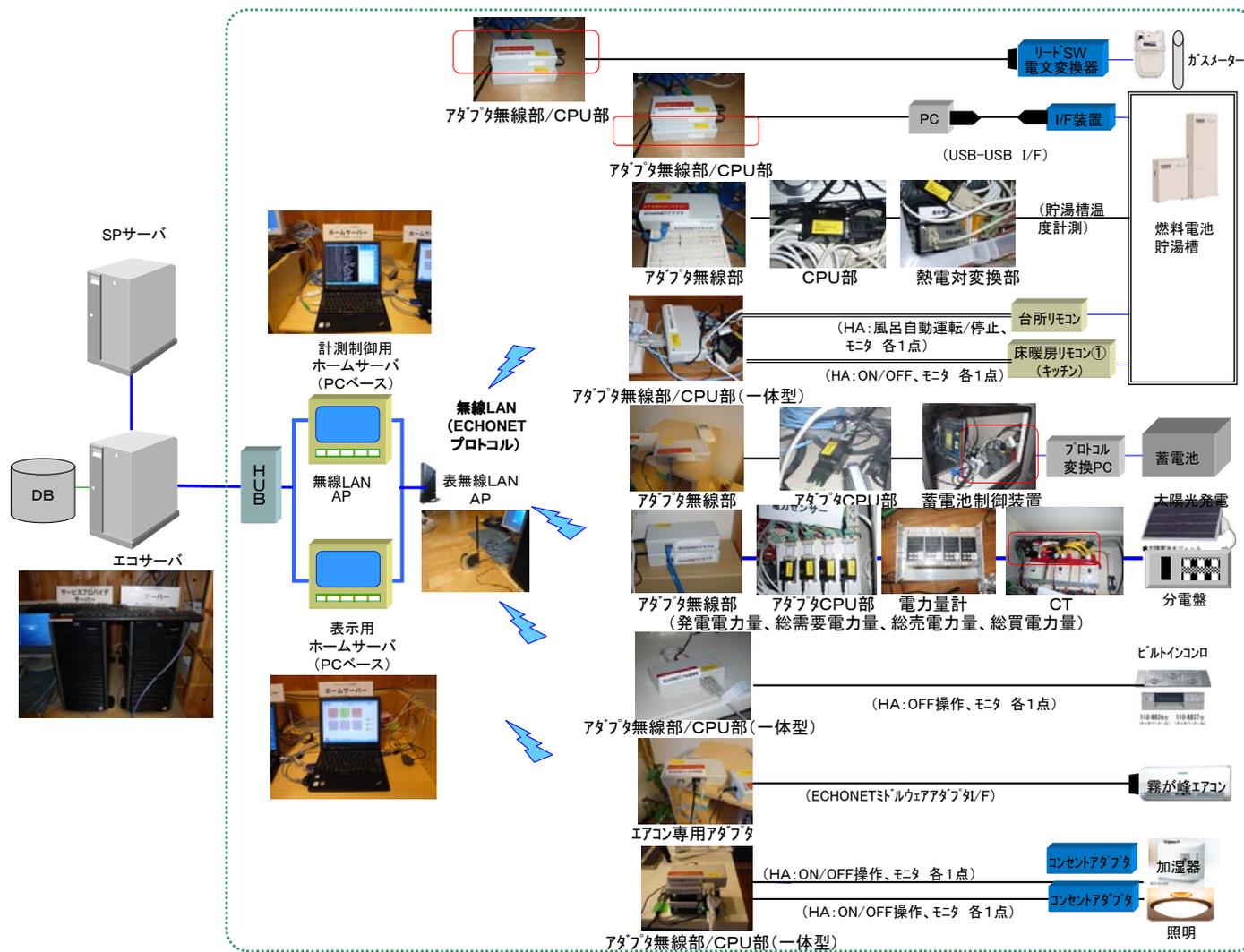


図 3-112 積水ハウスアネックスラボのシステムの構成

3.4.5. 実証実験の結果

(1) 宅内ネットワークの通信媒体の実験結果と考察

本実証実験システムでは、積水ハウスのアネックスラボでの実際の居住環境での実証実験を行ったが、システム的な観点では、このアネックスラボの居住環境の中で、ホームネットワークで採用した無線 LAN の動作性能について、評価を行った。

今回の評価実験で採用した機材一覧を表 3-31 に示す。

表 3-31 使用機材一覧

項目	説明	備考
アクセスポイント	BUFFALO 11Mbps 無線 LAN エアステーション Air Station WLAR-L11G-L	
無線 LAN カード	BUFFALO 11Mbps ワイヤレス LAN カード Air Station WLI-CF-S11G	屋外 : 160[m](見通し) 屋内① : 50[m](見通し)※1 屋内② : 25[m](見通し)※2
無線モジュール	コンテック社製 FX-DS540-STB-ML	実証実験のアダプタの無線モジュールに採用
その他	アクセスポイント接続用ノート PC 1台 無線 LAN カード/無線モジュール接続用ノート PC 1台	

※1 : 障害物の少ない屋内

※2 : 障害物の多い屋内

(a) 無線導通確認結果

無線導通確認結果を以下に示す。

尚、導通確認には無線 LAN カード、及び無線モジュール付属のユーティリティを使用し、パケットの送受信を 100 回繰り返した際の、送受信成功率を記載している。

①導通確認パターン 1

アクセスポイント : 2 階廊下設置、無線 LAN カード使用時

アクセスポイント設置場所と導通確認実施場所の関係を以下に示す。

注 : アネックスラボの間取りは、部屋間の関係を示したもので、実際とは若干異なる

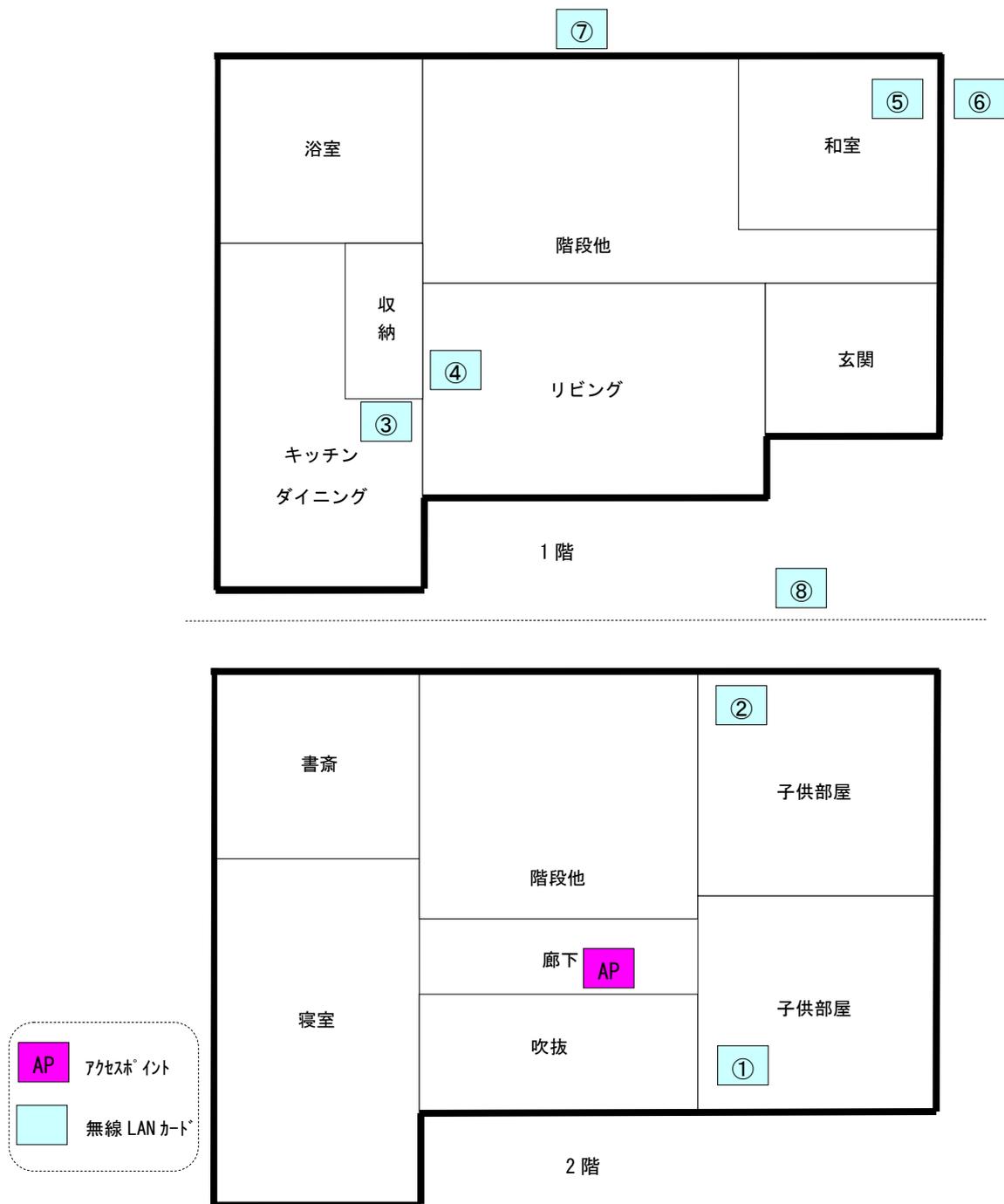


図 3-113 導通確認パターン 1(アクセスポイント:2 階廊下設置、無線 LAN カード使用時)

パターン 1 による導通確認結果を以下に示す。

表 3-32 導通確認結果一覧（アクセスポイント:2 階廊下設置、無線 LAN カード使用時）

アクセスポイント 設置場所	計測場所	番号	導通確認結果 (パケット送受 信成功率 [%])	備考
2 階廊下	2 階子供部屋エアコン 1	①	92	
	2 階子供部屋エアコン 2	②	89	
	1 階キッチンリモコン設置柱	③	86	
	1 階リビングテレビ台収納中	④	44	
	1 階和室内	⑤	1	
	1 階和室外	⑥	圏外	
	1 階浴室側テラス	⑦	圏外	
	屋外蓄電池設置予定箇所	⑧	圏外	

②導通確認パターン 2

アクセスポイント:2 階子供部屋設置、無線 LAN カード使用時

アクセスポイント設置場所と導通確認実施場所の関係を以下に示す。

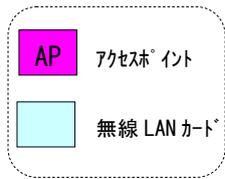
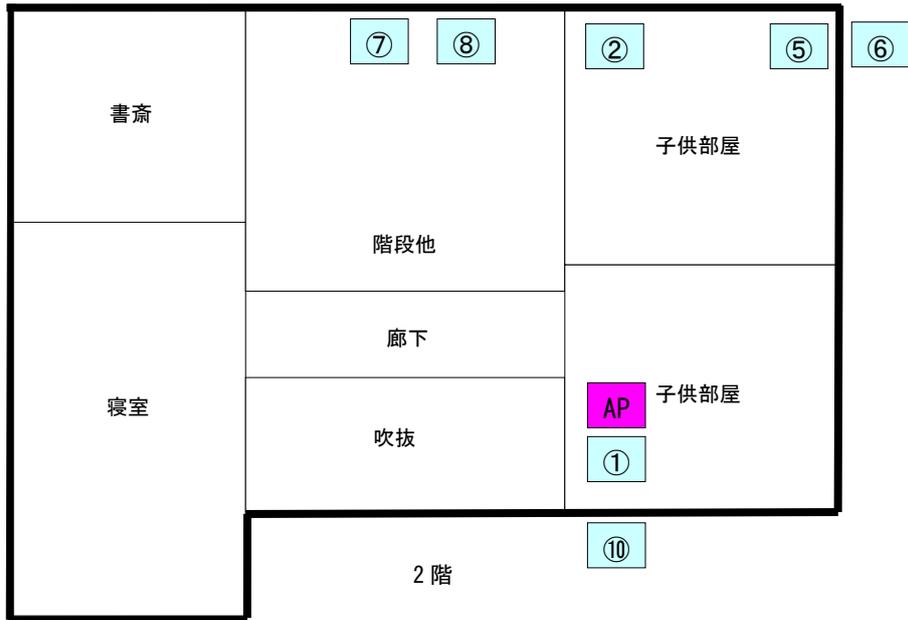
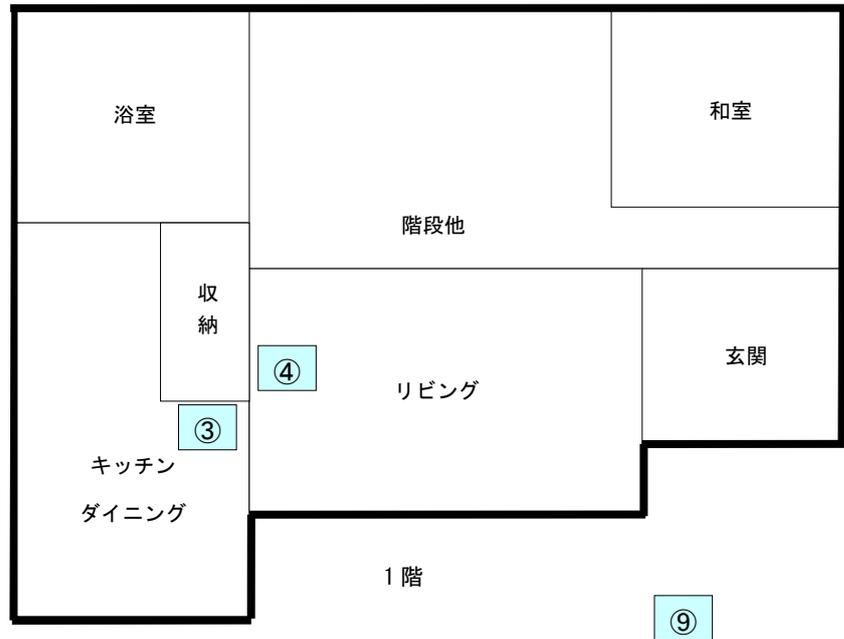


図 3-114 導通確認パターン 2
 (アクセスポイント:2 階子供部屋設置、無線 LAN カード使用時)

パターン 2 による導通確認結果を以下に示す。

表 3-33 導通確認結果一覧（アクセスポイント:2 階子供部屋設置、無線 LAN カード使用時）

アクセスポイント 設置場所	計測場所	番号	導通確認結果 (パケット送受 信成功率 [%])	備考
2 階子供部屋	2 階子供部屋エアコン 1	①	94	
	2 階子供部屋エアコン 2	②	91	
	1 階キッチンリモコン設置柱	③	80	
	1 階リビングテレビ台収納中	④	80	
	2 階子供部屋ベランダ 1 入口(内)	⑤	71	
	2 階子供部屋ベランダ 1(外)	⑥	30	窓閉状態
	2 階洗面台左側	⑦	77	
	2 階洗面台右側	⑧	57	
	屋外蓄電池設置予定箇所	⑨	圏外	
	2 階子供部屋ベランダ 2(外)	⑩	60	窓閉状態

③導通確認パターン 3

アクセスポイント:2 階子供部屋設置、無線モジュール使用時

アクセスポイント設置場所と導通確認実施場所の関係を以下に示す。

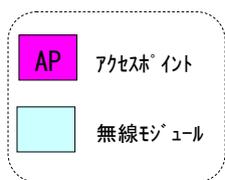
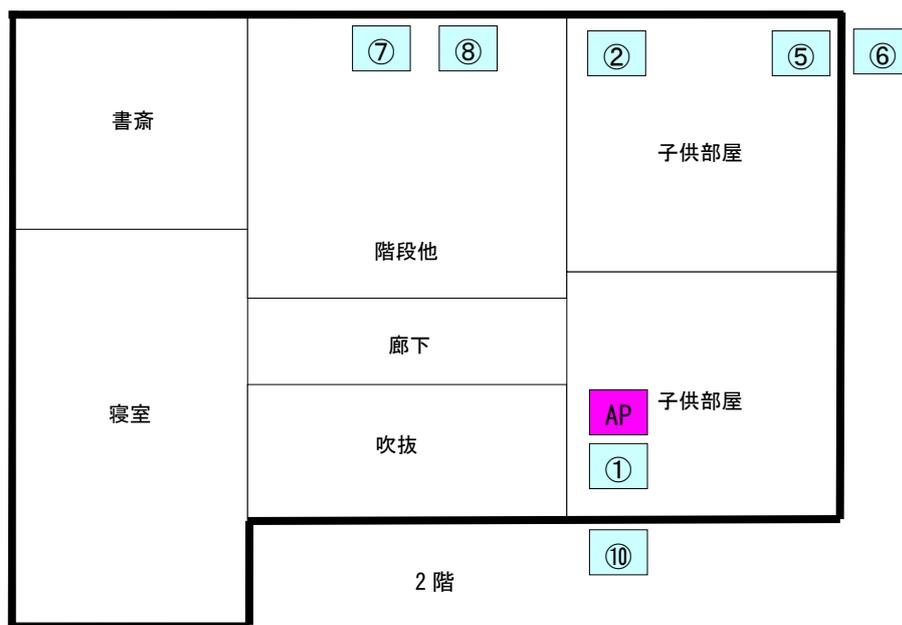
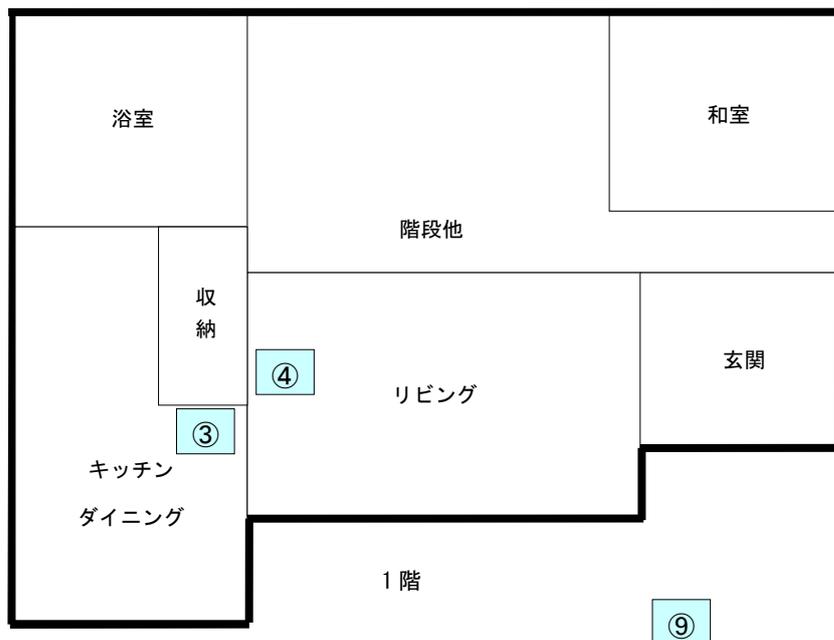


図 3-115 導通確認パターン 3
 (アクセスポイント:2階子供部屋設置、無線モジュール使用時)

パターン 3 による導通確認結果を以下に示す。

表 3-34 導通確認結果一覧（アクセスポイント:2 階子供部屋設置、無線モジュール使用時）

アクセスポイント 設置場所	計測場所	番号	導通確認結果 (パケット送受 信成功率 [%])	備考	
2 階子供部屋	2 階子供部屋エアコン 1	①	89		
	2 階子供部屋エアコン 2	②	88		
	1 階キッチンリモコン設置柱	③	84		
	1 階リビングテレビ台収納中	④	80		
	2 階子供部屋ベランダ 1 入口(内)	⑤	67		
	2 階子供部屋ベランダ 1(外)			22	窓閉
				56	窓明
	2 階洗面台左側	⑦	78		
	2 階洗面台右側	⑧	46		
	屋外蓄電池設置予定箇所			圏外	窓閉
				33	窓明
	2 階子供部屋ベランダ 2(外)			22	窓閉
				68	窓明

(b) 無線導通確認結果の考察

無線 LAN の導通確認を行った積水ハウス・アネックスラボの実験住宅は、下記の構造で建築されている。

- 外壁構造：塗り壁、外壁材(下地。裏面に鉄板あり)、空気層、断熱材、石膏ボード
内装仕上材（クロス、木製仕上げ材、珪藻土、等）
- 間仕切壁：内装仕上材（クロス、木製仕上げ材、珪藻土、等）、石膏ボード、間仕切りスタッド（空間）、石膏ボード、内装仕上材（クロス、木製仕上げ材、珪藻土、等）、
今回無線 LAN のアクセスポイントを設置した子供部屋の間仕切り（廊下側）は、鋼板内蔵の間仕切りパネルを使用
- 窓ガラス：ペアガラスの内側に、特殊金属膜のコーティング

無線導通確認で、屋外設備（蓄電池設置箇所）や窓ガラスで仕切られたベランダと室内間では、圏外または導通確立 30%以下が殆どで、外壁の材質や窓ガラスの材質による遮蔽効果が多きことがわかる。また、屋内においても、1 階と 2 階の間（天井を挟んで）や仕切り壁が 2 箇所以上などの箇所も 60%前後ということで、無線 LAN を使用するにあたっては、仕切り壁 1 箇所程度または見通しのいい箇所に対象機器を設置することが必要であ

ることがわかった。

従って、本実証実験システムは、無線 LAN の導通性能が確認できている位置まで、アダプタを移動させて設置することとした。

今回のアダプタは、設備と接続する部分（CPU 部と称している）と無線 LAN 部間がイーサネット接続の機器を採用しており、CPU 部は設備近傍に設置し、無線 LAN 部を無線 LAN アクセスポイント近傍に設置し、その間は有線のイーサネットで接続する方式とした。

アネックスラボの外壁や窓ガラス、内壁仕切り壁の材質は、断熱性などの要求から今後増える可能性があり、ホームネットワークの通信媒体を選択する場合、壁の材質などを考慮して選択することが必要であるが、先にも述べたように、ベストな技術が現時点でない状態では、設置機器や設置箇所により無線や有線の使い分け考慮して選定することが必要である。

使い方の例としては、無線がとおりにくい箇所の設備の収容は、電力線通信にて接続するか、電力線通信にて無線のアクセスポイントを延長して接続するかなどの対策が考えられる。

今回の実証実験システムでの、アダプタの設置箇所を以下に示す。

④実証実験時の無線アダプタ設置場所検討結果

無線導通確認の結果から、実証実験時の無線アダプタ全 12 個の設置場所を以下の通りとするように検討を行った。

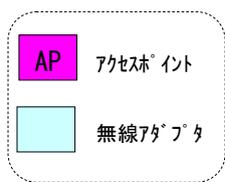
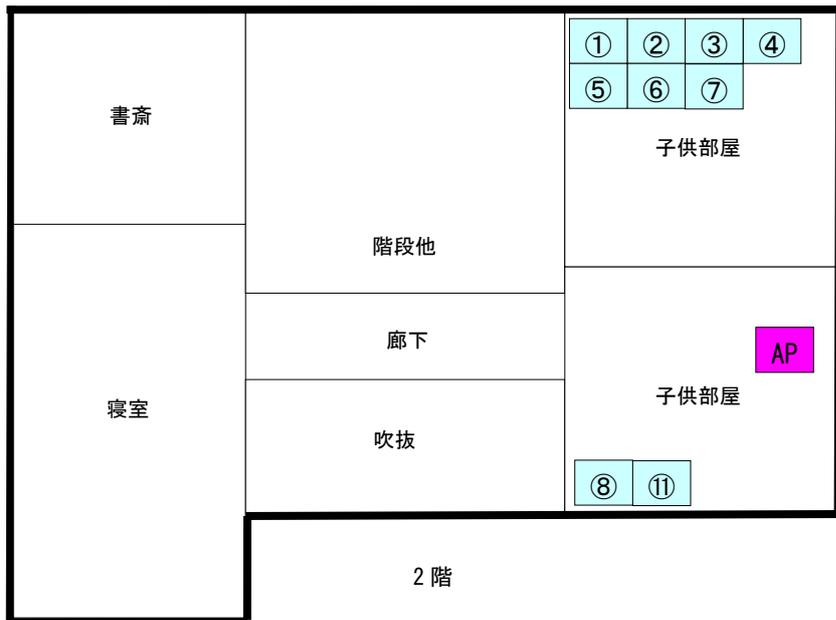
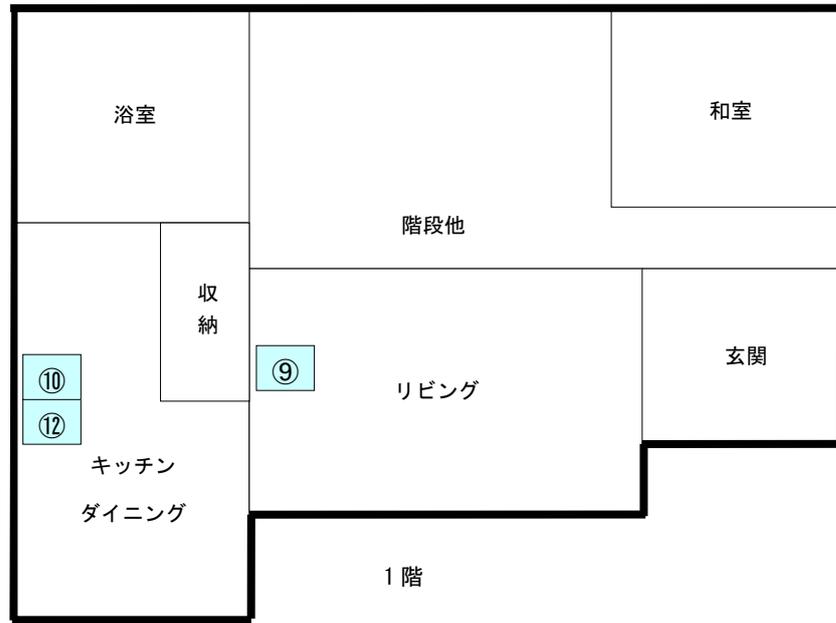


図 3-116 実証実験時のアクセスポイント／無線アダプタ設置検討場所

(2) 宅内ネットワークの通信方式（ECHONET）の性能評価と考察

(a) 性能評価

本実証実験システムでは、設備との通信方式は、ECHONET を使用しているが、ECHONET による稼動情報、計測情報の収集性能について、調査した。

性能評価については、計測制御の処理プログラムが出力しているログより、算定した。

下記ログから算定すると、一部通信不調で計測失敗を含めて、12 機器（計測項目は 17

項目) の計測を 17.75 秒で終了している。1 項目あたり平均 1 秒となる。

他のログでも 1 項目あたり 0.8 から 0.9 秒が殆どで、計測開始後の条件設定などの前処理などを含めると、ホームサーバやアダプタの処理性能、通信速度にも依存するが、概ね、1 項目あたり 1 秒を目安にすることができる。

また、制御処理についても、設備側の動作にもよるが、概ね 1 秒程度で動作していることから、ECHONET を使った計測・制御性能は 1 項目 1 秒を設計の目安とすることができる。

```
2010-02-09 16:14:00,015 INFO NeededTask - 計測/制御タスク開始
2010-02-09 16:14:00,015 INFO NeededTask - 計測処理開始
2010-02-09 16:14:00,015 DEBUG MeasurementProc - EchonetMW インスタンス取得
2010-02-09 16:14:00,015 INFO MeasurementProc - EchonetMW 機器実績取得開始
2010-02-09 16:14:00,437 ERROR EnDemand - 総需要電力計測処理失敗
2010-02-09 16:14:00,437 ERROR EnDemand - エラーコード: -30
2010-02-09 16:14:01,218 DEBUG EnDemand - ガス消費量計測成功
2010-02-09 16:14:01,765 DEBUG EnTrade - 総売電電力計測成功
2010-02-09 16:14:02,812 DEBUG EnTrade - 総買電電力計測成功
2010-02-09 16:14:03,031 ERROR EnAirCon - エアコンの計測処理失敗
2010-02-09 16:14:03,031 ERROR EnAirCon - エラーコード: -68
2010-02-09 16:14:04,375 DEBUG EnEquipment - 加湿器 01 計測成功
2010-02-09 16:14:04,375 DEBUG EnEquipment - 動作状態: 0
2010-02-09 16:14:04,609 DEBUG EnEquipment - 湯張り 01 計測成功
2010-02-09 16:14:04,609 DEBUG EnEquipment - 動作状態: 0
2010-02-09 16:14:05,437 DEBUG EnEquipment - 照明 01 計測成功
2010-02-09 16:14:05,437 DEBUG EnEquipment - 動作状態: 0
2010-02-09 16:14:05,984 DEBUG EnEquipment - ビルトインコンロ 01 計測成功
2010-02-09 16:14:05,984 DEBUG EnEquipment - 動作状態: 0
2010-02-09 16:14:07,031 DEBUG EnEquipment - 床暖房 01 計測成功
2010-02-09 16:14:07,031 DEBUG EnEquipment - 動作状態: 0
2010-02-09 16:14:09,125 DEBUG EnEquipment - 太陽電池 01 計測成功
2010-02-09 16:14:17,984 DEBUG EnEquipment - 蓄電池 01 計測成功
```

図 3-117 ECHONET 通信ログ

(b) 考察

本実証実験システムでは、実験精度の向上もあり、1 分周期で、全設備全項目の稼動状況や計測を行った。結果として、1 分の内の約 15 秒が設備からの情報収集に占められている。この収集時間終了後に最適制御の処理が行われ、その後に設備への制御処理が行われる。これに表示用ホームサーバからの計測が加わると、ネットワークの負荷は、更に増え

ることになる。特に、表示系では、需要家へのサービス性から、リアルタイムに近い情報の更新が求められるので、表示機能との共存の間は、相当の負荷になると考えられる。

実用化にあたっての改善点として、以下の項目が考えられる。

- ①設備の稼働情報（運転停止や ON/OFF など）は、アダプタ側で常時、設備をモニタリングし、状態変化を検知したときのみ、ホームサーバに通知する
- ②計測項目では、対象の設備の動作が緩やかで計測値の変化が少ない項目と制御動作などで変化の頻度が高い項目とを分類して、それぞれに適した計測周期にて計測するような方式をとる

(3) 遠隔機器操作の応答性能の評価と考察

本実証実験では、遠隔機器操作機能を実現しているが、この機能は、サービスプロバイダか、エコサーバを運営する情報サービスインフラ事業者が、需要家に対して、外出先から自宅の設備の稼働状態を確認したり、運転停止操作をするサービスを想定している。

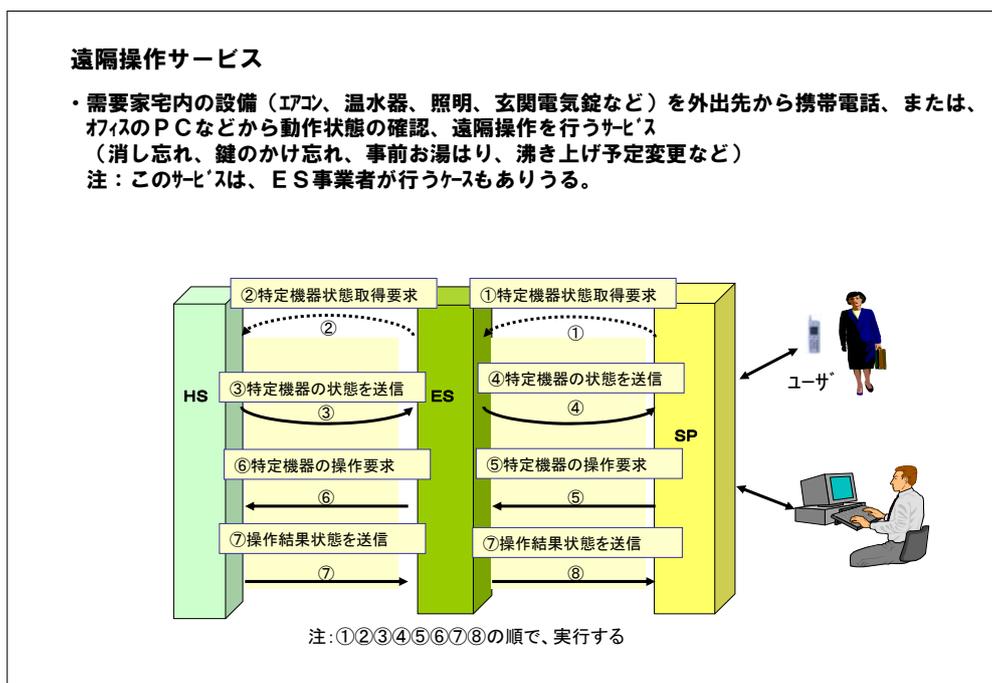


図 3-118 想定した遠隔操作サービス

本実証実験システムでは、表示用ホームサーバが、携帯電話またはオフィスのPCに相当するもので、今回のシステムでは、機器の動作状態の確認や機器操作は、計測制御ホームサーバで実行している1分周期の処理にて実行している。

そのために、表示要求して最大1分の待ち時間、制御要求して同様に最大1分の待ち時間が発生する。

実用化を考えた場合、需要家の待ち時間短縮を考慮する必要があるが、エコサーバとホームサーバ間の情報連携によるネットワークの負荷を考慮すると、一概に、リアルタイムな処

理を行うことは得策ではないと考えられる。

対応策としては、操作要求を受け付けた後、一旦、サービスは終了し、SP サーバ以下で処理が完了した後に、需要家端末に対し、電子メール等で通知するような仕組みをとることで、需要家の待ち時間の負担を削減するような方法も考えられる。

3. 4. 6. 実証試験結果の考察と共通化標準化の課題・提言

(1) 全体システムの構成

実証実験システムは、本事業の目標である三位一体の階層構造に従って、システム構築を行った。

エコサーバとホームサーバにて、情報サービスインフラを構成し、エコサーバが蓄積している需要家の情報を様々なサービスプロバイダに提供し、サービスプロバイダが付加価値をつけて新たなサービスを需要家に提供したり、他の事業者提供するビジネスモデルを考えた場合、本実証実験システムの機能分担を含めた構成は、妥当と考える。

但し、今後、実用化システムを構築する場合、以下の項目について、検討する必要があると考える。

(a) 需要家設備の仕様管理

実証実験システムでは、設備の最適計画を演算する際に必要な需要家設備の仕様（発電能力など）をエコサーバにて DB として管理する方法を採用したが、これらの情報は需要家にとって個人情報に該当するものである。また、サービス提供事業者が提供するサービスのために必要な情報でもある。これらの情報をどこで保有し、管理するかについては、下記の項目を考慮して決める必要がある。

1) ホームサーバで管理する場合

需要家自身が管理することになり、仕様情報の登録手段の提供、情報を保持しておくためのメモリ（不揮発性）の確保、ホームサーバの不具合時のバックアップなどの対策を講じたホームサーバにする必要があり、ホームサーバのコスト増を考慮する必要がある。

2) エコサーバで管理する場合

需要家の個人情報であることから、エコサーバで管理する場合、需要家の了承（サービス契約など）を得ることが必要である。また、仕様に関わる情報については、需要家からの情報提供の仕組みを用意することも必要である。

3) SP サーバで管理する場合

提供するサービスに必要な情報であることから、SP サーバで管理するとして、サービスを受ける需要家との契約等の手段でサービスプロバイダとの信頼関係のもとで管理する仕組みを用意することが必要である。

いずれにしても、サービスの内容、需要家との関係などからサービスビジネスの応じた最適な管理方法を選択することが必要である。

(b) 情報の伝送の周期

実証実験システムでは、エコサーバとホームサーバ間の情報伝送周期を1分で行ったが、実用化の場合、前述のように2000軒のユーザを1台のエコサーバで管理することを想定すると、情報伝送周期をより長時間に設定する必要がある。

電力エネルギーの場合、電力会社と新規電力サービス事業者間で30分同時同量という規定で運用されていることを考えると最長でも30分周期とすることが望ましい。

これを前提に、実際の送受信の情報量や最適制御機能の精度に基づいて、周期を設定することになるが、需要家の感覚も考慮すると、概ね、10分から15分周期が妥当であると考えられる。

この周期を前提に最適計画の演算方法、制御指示方法を考えることが必要である。

(2) ホームネットワークシステム

(a) 通信方式

実証実験システムのホームネットワークは、全ての設備をECHONET規格に準拠して構築した。

これによって、設備との接続方法（H/W、通信処理など）については、規格に倣って構成することができ、製作に大きな負担はなかったと言える。

また、全設備を同じ方式で接続したことで、サービスアプリケーションからは、同一のアクセス方法で実施できたことから、サービスアプリケーションの製作負担の軽減につながっていることから、実用化する場合、現時点では、ECHONET規格の採用を推奨できる。

(b) 伝送媒体

実証実験システムでは、無線LAN（IEEE802.11b）を採用したが、建物の構造の影響で、安定した通信環境を得るのに工夫している。

現時点では、ベストな伝送媒体の選択は難しいが、無線と有線（イーサネットや電力線通信）とのハイブリッドなネットワークの構築をせざるを得ない状況である。

新築時に、予めイーサネットなど有線通信を敷設しておくことが推奨されるが、既築の場合、電力線通信など既存の線を使う方法が有効である。

但し、低周波帯域の電力線通信は、家電のノイズ等の影響などで性能面に限界があり、実力値としては数kbps程度と考えた方が得策である。

一方、電波法の規制緩和で使用できるようになった高周波帯域の電力線通信では、主に、映像情報を送ることを主眼にした高速（数100Mbps）の製品が多く、価格的にも高価なものにとどまっており、実証実験システムが対象にしている用途に対してはコスト的に適用が難しい。将来的にコストが下がるか否かは不透明である。

しかしながら、高周波帯域は、家電のノイズの影響が少なく、IP 通信を適用しやすい通信速度の確保も得られやすいので、数Mbps 程度でかつ、コストの安い中低速の製品が開発されること期待する。

(c) 新規設備の共通規格化

実証実験システムでは、燃料電池や蓄電池など従来家庭になかった設備を使用したので、ECHONET 規格での規定がなく、今回新たに規定を行った。

業界として共通化することが必要で、規格化を担当する ECHONET コンソーシアムに提案するとの、コンソーシアムでの活動を期待する。

(ECHONET コンソーシアムでは、既に、09 年度から規格化作業に着手している)

(3) サービス事業のビジネス化への課題

実証実験システムの結果から、エコサーバ以下の情報サービスインフラ事業とエネルギーマネジメント事業の二つが考えられる。

それぞれのビジネス化への課題を以下に述べる。

(a) 情報サービスインフラ事業

携帯電話の iMode と同様に、需要家がメリットと感じるサービス（コンテンツ）を導き出すのが、最大の課題と考える。インターネットや携帯電話などコンテンツサービスが普及している段階では、単なるコンテンツサービスでは競争力はなく、やはり、喫緊の課題である地球環境対策に的を絞るのは、適切である。

しかしながら、省エネや CO₂ 排出量削減に関わるサービスは、需要家の関心は高いが、利用料を払ってまでそのサービスを受けるほどの意識は低いと思われる。

コンテンツサービス事業者からみると、情報サービスインフラが構築されると、インターネット、携帯電話に続く新たな情報サービスインフラになり得るとの見方も多く、魅力的との意見もある。

情報サービスインフラの構築を促す、省エネや CO₂ 排出量削減に関する需要家の意識を変革する対策が望まれる。

(b) エネルギーサービス事業

エネルギーサービス事業者にとって、燃料電池や蓄電池など新たな設備の家庭への普及は、大きなビジネスであるが、それらの設備の有効な使い方のアドバイスとか、保守運用などを兼ねてエネルギーサービス事業者自身でエネルギーサービス事業に対応した情報サービスインフラを構築する考え方もある。需要家が導入した設備のさらなる付加価値向上が需要家にとってもメリットをなる。

従って、第 1 ステップは、自社設備導入の需要家を対象としたサービスビジネスを展開し、第 2 ステップで、取得した情報を他サービスプロバイダに提供するビジネスに発展させるという進め方も一方法である。

(4) テーマ 3 受託者による共通化活動

テーマ 3 の受託者 3 チームでの共通化活動については、使用する言葉の定義や通信のやり方などについて、技術検討に参加した。また、連携実験については、実証実験システムで収集したデータの提供 (IBM 殿システムで検証)、新規設備との接続の規定の共通化のために、仕様情報を提供した。

3. 5. 事業全体の評価

3. 5. 1. 実験結果の考察

本実証実験では、家庭内の機器との通信ネットワークとして ECHONET を利用し、低炭素化社会におけるスマートハウスに対するサービスを構築して実証実験を行った。本実証実験で得られた結果を要約すると次のとおり。

(1) エネルギーシステムとしての実現可能性

標準化されたネットワークを利用し機器の協調制御を行うことについては、規定した性能どおりの動作をすることが確認できており、共通化されたネットワークを利用しても十分な制御ができる結果が得られた。

ただし、今回の制御が出来たのは共通化されたネットワークおよび 3 階層のシステム(ホームサーバ、エコサーバ、サービスプロバイダ)を利用したから故に実現可能であったのではなく、本構成でも同等機能が実現できたと捉えるほうが正しい。また、3.3 節の考察でも記載したように省エネ・省 CO₂ の効果のほとんどは住宅に設置したエネルギー機器およびホームサーバに接続された機器の組み合わせ制御で完結しており、エコサーバ、サービスプロバイダの階層を利用したことによる効果はわずかである。従って、システムトータルでは 3 階層のシステム構成を採用することで、中間に介在する装置のエネルギー消費量まで含めると逆に消費エネルギー量が増加してしまう可能性がある。

本システム構成が本当に社会的に有効かどうかを図るには、まずコミュニティ全体で考えた場合に、コミュニティでのエネルギーと CO₂ のマネジメント(見える化および全体での制御効果)とそれを実現するためのインフラ(エコサーバ、サービスプロバイダ)が消費するエネルギー量及び CO₂ 発生量とのバランスで決まるので、今後はコミュニティでエコサーバを配置して運営する意義と効果に対する検討を進めるとともに、真の低炭素化社会を実現する仕組みのあり方に対する検討も進め、両輪での評価が必要と考えられる。

(2) サービスとしての受容性、及び市場への導入可能性

今回の実証したサービスでは予め用意した運転モードの選択に対する指南から始まり、省エネ喚起から機器操作に至る一連のサービスを提供することを行った。

それを客観的に評価するためにアンケート調査を実施し、ユーザは低炭素社会実現に貢献しようとする意欲は決して低くなく、今後取るべき行動が正しく指南して制御してもらえるのであれば制御サービスは十分有効であるという可能性を得た。

その一方で、現段階では当該サービスを受けることで得られる経済メリットについては回収年数で 5 年程度でなければ採用できないという意見が最も多い。一方、今回実証実験で利用した太陽電池、燃料電池、蓄電池のエネルギーシステムは別途行った試算では年間 6~10 万円の光熱費²となる見込みである。したがって制御サービス単体の効果はその削減された

² 一般的な住宅 150m²~200m² の住宅について、別途大阪ガスにて年間シミュレーションを行ったもの。住宅ごとのエネルギー需要の想定の違いにより幅がある。

光熱費を更に削減することでサービス対価を得ることが必要である。その効果を仮に約 2 万円/年×5 年=10 万円と仮定しても、通信コスト、ホームサーバ設置・保守費、エコサーバ運用費、サービス運営費が捻出できるかと考えると困難である。すなわち、現状のエネルギー料金、制度の中でサービスが生み出す経済メリットはわずかであり、サービスとしてのユーザへの価格面での訴求力は乏しい。

従って、サービスプロバイダからスマートハウスへ提供するサービスとして市場投入の時期については、将来のスマートグリッドおよび低炭素コミュニティが、CO₂削減行動が新たな価値生むような料金体系と制度が整備されることを期待せざるを得ない。

(3) 情報システムとしての実現可能性

システム全体構成については事業目的である 3 階層の構造（ホームサーバ、エコサーバ、サービスプロバイダ）に従って、制御サービスを行うための機能分担配置した実システムを通じてその妥当性が確認できた。具体的にはエコサーバが介在することを考慮して、制御目標となる最適運転計画処理をサービスプロバイダに設置し、制御目標値をエコサーバで管理、ホームサーバから制御目標値を取得する形とすることで、分散設置されかつ通信回線を介する 3 階層の構造を考慮した制御サービスの機能実現を行っている。

またホームサーバを介して ECHONET 規格に準拠したホームネットワークシステムを構築して実際に家庭内の機器を制御することも実現した。実現には現時点では規格になかった燃料電池や蓄電池などの設備についても暫定的な規定を作って比較的容易に対応できることが確認できた。将来、新たな機器の登場により通信規格に定義の無い設備が登場しても ECHONET 通信規格を利用すれば柔軟に拡張可能である可能性を示した。

また実証実験を通じて、制御サービスを行う情報システムとしての構築課題とその具体的な解決策に対する示唆を導くことができたことは実用化システム開発に向けた大きな一歩であった。ただし、実験を通じて家庭内外の通信に対する課題も明らかになった。1 つは標準化されたホームネットワークが利用するための通信媒体として無線を利用したが、その安定性・確実性の観点から未だ最適な手段ではないこと。もうひとつはエコサーバ及びホームサーバの規模が増大すると情報伝送周期を長く取らざるを得ず、制御サービスの応答性に大きな制約を受けることである。この点は最終的なシステムとして構築する際には、提供可能なサービスに制約を与えるため設計上注意が必要である。

3.5.1.2. 環境負荷削減効果 (CO₂削減効果、省エネ、省コストなどを含む)

まず、論点を整理して環境負荷削減効果について述べる。

環境負荷削減効果については、ユーザ宅にエネルギー機器(太陽電池、燃料電池、蓄電池)を組み合わせ、これらを制御できる装置を利用した効果がほとんどであった。(詳細は 3.3 節のシミュレーション結果を参照のこと)

すなわち、サービスプロバイダから与える高度な運転計画アルゴリズムによって実現できたものと考え得る効果の部分は燃料電池の出力制御および蓄電池の充放電制御および負荷遮断の部分である。特に蓄電池の活用方法と負荷遮断についてはその CO₂削減効果について定量的に推し量る手段が無いとため、その削減効果については定量的に推し量ることができな

った。

まず、蓄電池に蓄電して効果が期待できるのは、現状の系統連系要件により運転に制約を受けている燃料電池の部分負荷運転を回避することで定格化することで得られる高効率化の部分のみであり、系統電力を充電すると蓄電池の充放電ロスにより逆に 1 次エネルギー消費量は増加してしまうことになる。これは電力系統を蓄電池のように利用して売買すると充放電ロスがない使い方ができること、電力系統と売買する電気の CO₂ 原単位を 24 時間一定の値で評価するからである。このあたりはスマートグリッド出現により評価方法が変わる可能性もあるので、今後の動向に期待するところである。

さらに負荷遮断については、そもそも負荷を遮断(抑制)したエネルギー削減量を定量的に評価する際の考え方は複数ある。例えば運転プロファイルの利用、遮断直前の実績値からの変化を利用する方法などが提案されている。いずれもその効果を計量できるものではなく、規定したルールに従って削減量を推定して対応することになる。今後は負荷遮断(抑制)効果については、その計量方法が困難であることを踏まえたうえで、その効果を社会的な価値として認知させるかの方策と手段について別途検討が必要である⁸。

従って今回、実証実験を行うにあたり 3 社で議論を尽くしたものの、蓄電池、負荷遮断の効果を適切に評価する方法がなく、表示・計算上は対象外として実験を行った。

結論として、当面はその削減量を推し量る方法として、エネルギーシステム導入の有無による比較を行う方法や、日々の運用でエネルギー発生機器が代替したことで得られた削減量を表示する方法があり、この 2 つの方法がユーザには理解しやすいと考えられる。当面の評価方法についてはこれらを両立して評価するしくみ作りとあわせて進めてゆくことになるであろう。

3.5.1.3. ユーザへの新サービス創出の可能性

前の節でも述べたが、新サービスそのものに対する受容性としてはアンケート調査により、新規サービスとして受け入れられる可能性は高いことが判明した。しかしながら、本当に事業として成立するかどうかについては、エネルギー削減と CO₂ 削減の両方が生み出す経済価値をユーザが享受できる仕組みづくりが不可欠である。今回、CO₂ 削減に対する経済価値が明確に定義できていない現状制度の上で、経済メリットを重視するユーザに訴求するサービスを構築したところが、サービスそのものを提供する事業者の立場からすると収益性を圧迫していることは否めない。

この点は、スマートハウスの拡張形であるコミュニティの観点でも同様であり、CO₂ の見える化そのものが社会的価値、及び経済価値を持つような仕組みづくりも整備することも不可欠であると考えられる。ユーザが低炭素コミュニティの一員としてその削減効果を体感し、その経済メリットを体感できる仕組みづくりの整備が待たれるところである。

このような社会を形成しようとするならば、例えばエネルギー価格及び CO₂ の削減量が、そのエネルギー供給構造によりスマートグリッドによりユーザが把握できる社会システム構

⁸ 国内で実施されている排出権取引でいくつか計算方法が例示されているものの、家庭部門においてはまだ存在しない。

造の出現が一つの構造となりえるかもしれない。例えばエネルギー価格およびその CO₂削減目標に応じた CO₂削減価値が時間帯別に変動するようリアルタイムプライシングが整備されるなどといった市場環境の整備などが考えられる。

3.5.2. 今後の取り組むべき課題と解決方法

3.5.2.1. 低炭素化社会実現に向けた課題と解決方法

今回の実証実験は太陽電池の大量普及が進んだ低炭素化社会を前提として、スマートグリッドと接続されて、熱と電気の賢い利用を進めるスマートハウスが重要であると考えて実証実験を進めた。

低炭素化社会のあり方については、現在もなお様々な検討会を通じて議論が進められている状況にあり、日本型スマートグリッドの姿、低炭素化社会における家庭用部門における CO₂の計量方法(使用量及び削減行動など)については、今後様々な形で明らかになると予想される。一方、スマートハウスは10年以上前から情報技術で統合された住宅ということでホームオートメーション、ユビキタス等キーワードは変わりつつあるものの情報技術で住宅の住まい手に対する利便性を向上するという点から検討が行われてきた。しかしながら、普及を本格的に後押しする決め手となるキラーコンテンツの出現が今もなお待たれている状況にある。

今回新たに、スマートハウスに低炭素というキーワードを追加し、当グループでは3電池(太陽電池、燃料電池、蓄電池)を装備した住宅を想定し、情報技術を利用した制御という観点で実証実験を進め、機能的にはホームサーバを利用した制御を行うことが可能と言う結論を得た。その効果についても組み合わせ運用により CO₂85%以上の削減可能であるという試算結果に近い運用を実現できた。

しかしながら、スマートハウスへの新たなサービスとして展開してゆくにはエネルギーシステムそのものの低コスト化が待たれる状況である。また、制御サービスそのものが成立するための社会構造と事業環境(市場、規制、制度、スマートハウスの社会的役割など)の行方が不透明な現段階では、本サービス自体がスマートハウスを牽引するキラーコンテンツになるには技術面もさることながら、本サービスが受容されるための経済的な支援策(設備導入、エネルギー価格・CO₂そのものに対する経済価値、運用時のメリットの与え方など)を抜きにして、サービス実現が実現するとは一足飛びに判断できない状況でもある。

また、制御サービスそのもの以外でも、家庭用分野での CO₂の見える化の分野でも無駄な使用を削減することに焦点があたる中で、削減した量の計量方法の検討及び社会的に認知される仕組みづくりをもつ日本型低炭素コミュニティをまず定義して構築することが重要ではないかと考えられる。H22年度からは別プロジェクトとして実証実験が進められる予定なので成果に期待したいところである。

3.5.2.2. 開発・普及に向けた課題

今回、実際にサービスとして実システムを利用して実証実験を行ったことで得られた知見

は次のとおりである。

(1) 家庭内のネットワークの標準化およびホームサーバに関わる課題

将来、様々なサービスプロバイダが統制なしにさまざまな観点から家庭内の機器に対して制御を行うようになると、家庭内機器の制御に関わる優先順位、制御情報の食い違い処理、計測情報の取得要求とデータ輻輳による通信の混雑回避に関わる問題に対処しながら、確実に優先順位の高い制御情報、データ取得要求を処理してゆくことが必要である。

(a) 家庭内のネットワーク（標準化、媒体）について

今回の実証実験で使用した ECHONET については実証実験向けに新規に製作したものも含まれるので最終判断できる段階にはなかったが、標準化された通信手段として 1 分周期の制御なら十分機能を発揮できることが確認できた。本通信規格を今後の家庭内の標準的な通信規格として採用することに問題はなさそうである。

ただし、現時点では家庭内の機器全てが ECHONET 規格に対応した商品として発売されておらず、ホームオートメーション端子(HA)を持つもの、電源コンセント端子しか持たないものなどが多数である。計測センサー内蔵型の低価格、低コストのアダプタを含め市場に出てくるのが待たれるところである。

また、注目すべき課題として認識しておく点は家庭内の通信媒体である。近年無線系(IEEE802.11b、Zigbee、BlueTooth、赤外線など)や PLC(Power Line Communication)などに注目が当たりつつあるが、無線系は気象条件、人体や壁、間取りの影響を受けることから、安定した通信を行うには中継ポイントを多数設置することとなる。中継ポイントを多数設置することは 1 次エネルギー消費量が増加につながるため、すべて無線系で構築するには限界がある。また、有線系として期待の寄せられるものとして PLC も挙げられるが送受信用のモデムが高価格(数万円)であることから、基幹通信ラインとしては検討の余地があるが全測定・制御箇所に設置することは現在ほぼ不可能である。今後は安定した通信を実現する低コストの通信機器の出現が期待される。

(b) ホームサーバで制御を行うロジックを搭載することについて

エネルギー機器のうち蓄電池、燃料電池の電気出力の制御については現状の系統連系要件では逆潮流が許されていないことから、電気需要の急変に対応するためにも高速で処理可能な自立的制御機能を持つコントローラの搭載が必要である。今回は全ての処理をホームサーバからの一元指令に基づいて制御する実験を行ったが、将来ホームサーバへ数々のサービスアプリケーションが搭載されて稼動することを前提とすると、制御に対する安全性と信頼性を確保するためにも本制御機能は単一のホームサーバとは別置きにして、制御を行う装置として開発を進めてゆくほうが望ましいと考えられる。

また、燃料電池の制御については高精度の制御が実現できたが、蓄電池については充放電可能量の情報交換を行い、その状態に合わせた制御方法を追加するなどの対応で制御精度を向上させる技術検討とあわせ、ホームサーバへ搭載すべき機能を再整理することも必要であろう。

今後の一つのあり方としては、エネルギー機器の統合制御装置を別置きにしてホームサ

サーバはホームネットワークの機器と通信するための通信 GW として利用することを前提とし、ホームサーバからはその制御装置に対する運転モードの設定、もしくはその運転状態に関わる最低限の情報のやり取りに限定した設計とする設計も考えられる。

(2) ホームサーバ、エコサーバ、サービスプロバイダの標準化について課題

標準化にかかる議論に入る前に、情報インフラサービス事業者が単独で事業可能な環境が整備されることが大前提である。それにはここで最も必要となるものは、サービスプロバイダとして省エネ・省 CO₂ を実現しつつ、ユーザから対価の取れるキラーコンテンツでサービスを展開できる、エネルギー事業者以外のサービスプロバイダの出現ではないかと考えられる。

なぜエネルギー事業者を除外するかというと、エネルギー事業者は自事業の範囲内での課金・検針目的、およびユーザの囲い込みの観点から自主的に垂直統合型のシステムとして独自展開を図ることが十分考えられ、他事業を進めるサービスプロバイダからデータ収集・制御に関わる共同運用、あるいはデータ利用に対する強力なニーズが表明されない限り、エコサーバをわざわざ独立させて運用を行うことはありえないからである。

従って、今回のように低炭素コミュニティをつなぐエコサーバが存在する社会を想定して、当チームの考える制御サービスに当てはめて 3 階層の構成を検討してみたものの、エコサーバは全てのデータを中継するための仲介役としての機能を果たすのみであり CO₂ 削減行動に直接寄与はしていない。今後はエコサーバを運用する事業者が独立して運用をすることを前提に事業イメージを固め、その事業構造およびデータ運用委託を行うことで、CO₂ 削減価値と経済メリットが本当に得られるのかを議論することも重要ではないかと考えられる。

ただし、将来には情報サービスインフラビジネスの提供者が出現するための事業環境が整っていることを前提に置くのであれば、エコサーバを含む構成を考えることもできる。その出現要件を整理してみたもの次の表である（表 3-35）。

表 3-35 スマートハウス（戸建）における情報サービスインフラ事業者出現要件

	当チームの実証実験の範囲		今後成果に期待する範囲
	デマンドサイドマネジ メント対応メニュー	低炭素コミュニティ 対応メニュー (エネルギー消費の削減)	低炭素コミュニティ 対応メニュー (CO ₂ 価値・付加価値)
スマート ハウスの役割	省エネ・省 CO ₂ に対応 した見える化、制御を 実践するための情報機 器を活用したサービス を享受	コミュニティ形成のために スマートグリッドで結合さ れ、情報技術を有した省エ ネ・省 CO ₂ を実現する装置で 効果を発揮	CO ₂ 削減行動そのものが価 値を持ち、その価値を交換す るためのコミュニティを形 成
コミュニティの 要件		エネルギー融通による省エ ネ・省 CO ₂ 削減効果を図る環 境が整備されること	CO ₂ 削減そのものに根ざし た価値を交換する市場環境 が整備されていること
ホームサーバ	家庭内のネットワークにかかわる汎用の通信規格を利用できること。 サービスプロバイダ等と直接外部通信を行うための IF を備えること		
サービスプロバ イダの要件	エネルギーの見える化 機器の運転に関わるサ ービス等を提供できる こと	スマートグリッドに対応し たエネルギー融通による運 営、管理などが需要家参加型 の仕組みとして提供できる こと	低炭素化社会に対応した新 たな経済価値をもたらす事 業者が多数出現すること
エコサーバ出現 可能性	なし	なし(エネルギーサービス事 業者が統合運用)	可能性あり(ただし、多数のサ ービスプロバイダ出現が大 前提)

3.5.3. まとめ

今回の実証実験では太陽電池、燃料電池、蓄電池を利用したエネルギーシステムをベースに、三位一体構造(ホームサーバ、エコサーバ、サービスプロバイダ)をふまえ、制御サービスの実現可能性について検討する実験を行い、システムの機能としての妥当性、エネルギーシステムとしての妥当性、サービス提供の可能性を検討した。

一番の課題は、現段階の事業環境においてはこのエコサーバを常に介在させることで、「データ収集・制御を行うための伝送遅延が発生し、応答性等においてサービスの品質を低下させる可能性があること」および「省エネルギー・省 CO₂ の観点からでもデータの中継機能が中心となるエコサーバ配置する意義が明確にできていないこと」から、エコサーバの存在が本当に有効な社会構造とその存在意義について更なる検討が必要である。

当チームの実証したサービスとしても、当面の事業環境においては、エコサーバをサービスプロバイダに統合させ、ホームサーバと直接双方向通信させるたほうが効率的と考えられ

た。今後の展開においてもエコサーバは過去実績の収集のみに特化したものとし、エネルギーの制御および機器の制御のような現在の運用状況および制御応答を求めるようなサービスについてはサービスプロバイダとホームサーバが直接通信する形態で行うことが現実的である。

また、今回家庭内の標準化された通信規格(ECHONET)を利用することで比較的容易にホームサーバを介した機器の制御実験も行った。これにより家庭内の機器を比較的容易に接続できることが確認でき、将来様々な機器が接続できるようになるポテンシャルをもつことが確認できた。しかしながら、家庭内の通信ネットワーク媒体としてはイニシャル価格、施工性、通信の安定性の全てを兼ね備えた通信媒体には、無線、有線のどちらも最適と言えるものはなく今後の技術開発に期待するところである。

さらに、当チームで実証したサービスそのものについても、そもそも住宅内の設備を含めた機器それぞれが高効率化、省エネルギー化を進めることで得られる効果のほうが大きく、制御による効果が小さいことから、スマートグリッドの出現に伴う新たな価値が創出されるのを待たざるを得ないことから、当面は住宅の中での閉じたシステムとしての実現可能性を別途検討してゆくことも必要と考える。