

平成 21 年度 委託研究
「情報通信・エネルギー統合技術の研究開発」
研究計画書

1. 研究開発課題

「情報通信・エネルギー統合技術の研究開発」

2. 研究開発の目的

2005年2月16日に、わが国の二酸化炭素排出量を1990年比で2008年から2012年の間に6%削減することを約した京都議定書が発効し、二酸化炭素(CO₂)排出量削減は国民全体の社会的問題として認識されている。さらに、2008年6月9日に公表された「福田ビジョン」では、地球温暖化防止のためには、京都議定書は活動の第一歩に過ぎず、2050年までに世界全体でCO₂排出量の半減を目指す必要のあることと、途上国以上の貢献が求められる先進国としてわが国が現状から60~80%の削減を目指す長期目標とが示されている。大幅なCO₂の排出削減を実現するためには、革新技術の開発と既存先進技術の普及、国全体を低炭素社会へ転換していくための仕組み等が重要とされている。このような背景の下、ICT(情報通信技術)によるCO₂の削減にも大きな期待が寄せられている。

わが国の最終エネルギー消費を、産業部門・民生部門(家庭・事務所)・運輸部門別に見てみると、近年は産業部門におけるエネルギー消費は省エネルギーの取り組みが進展した結果、一定の水準で推移しており、運輸部門は増加傾向にあるが増加率はさほど大きくはない。その一方で民生部門ではライフスタイルの変化に伴いエネルギー消費が増加してきている。例えば、家庭において、カラーテレビの一般世帯普及率は100%を近くに達しており、平成2年頃には60%強であったエアコンの普及率は平成20年には90%近くになっている。また、平成2年頃には10%程度に過ぎなかったパソコンは平成10年には70%程度の普及率に達している。このように、現在は、電力を消費する多くの負荷機器によって利便性の高い快適な生活が実現されている時代であり、家庭における電力消費量は、個別機器の省エネが進んでいるにも係らず、全体として増加する傾向にある。一方で、家庭では現在のところエネルギー需要の制御を行う仕組みの導入が遅れており、生活者がCO₂排出量削減に貢献しようとしても、なかなか実施が困難な状況にある。京都議定書で約された削減目標達成のためにも、長期的なCO₂排出削減のためにも、家庭において生活者がエネルギーの流れを実感し、容易に制御できる仕組みが不可欠である。

現在、家庭における省エネルギー化は、人の不在を検知して消灯する対策や、電力量の局所的な可視化による生活者の自主的な省エネ行動に留まり、CO₂排出削減量は頭打ちとなっている。省エネルギー効果をより向上させるためには、電力ネットワークと情報ネットワークの統合により、実世界の人間の行動パターンに応じて

プロアクティブ (proactive) にエネルギーを制御し、管理していくことが必要となる。プロアクティブ制御とは、例えば、ある家庭において、平日の朝、洗面所の使用電力が一時的に急上昇する習慣がある場合、蓄電池等に蓄積された電力を優先的に洗面所に供給し、その他の居室の照明は通常レベルよりも暗くする、ダイニングルームの温度は通常よりも一度高く (あるいは低く) するなど、他の居室の消費電力を家族に気付かれないうちに低減し、家族の利便性や快適性を損なうことなく、消費電力量を一定のレベル以下に抑制するといった、人間の行動パターンを学習・予測しつつ需給バランスをとりながら、消費電力量の削減を図る制御方式である (図 1 参照)。

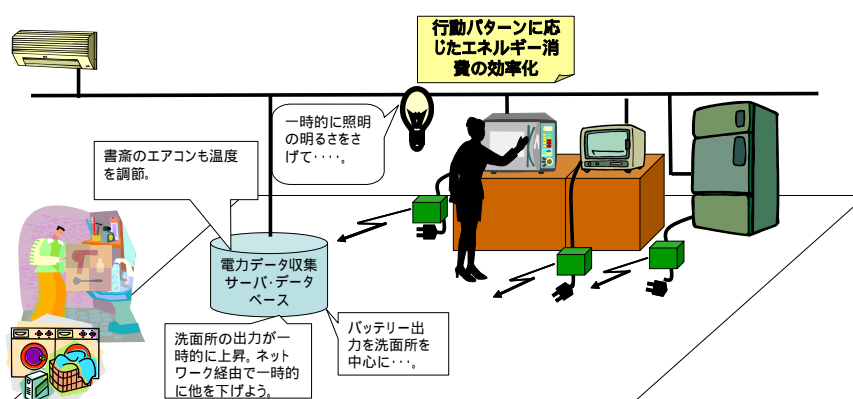


図 1 プロアクティブ制御のイメージ

プロアクティブ制御を実現するためには、環境側からより多くの情報を収集し、機器の過度な電力消費を削減するように制御できるシステムの構築が必要となる。さらに、ホームネットワークにつながる発電機器や蓄電機器も管理の対象とし、発電量や電力消費量の変化をリアルタイムで監視・制御することにより、家庭におけるエネルギーのトータルマネジメントを実現した上で、将来的には地域内の家庭間のシステムが協調し、地域全体のエネルギーの需給バランスを保持するという、地域コミュニティレベルのエネルギーマネジメントへの対応も必要である。

本委託研究では、上記のようなシステムを構築することにより、ICTを活用して生活者の利便性を失わず、かつ生活者が意識することなく、確実にCO₂排出量の削減を達成できる技術を確立するため、「電力の流れの情報化」と「供給電力の最適割り当て」に基づく電力管理・制御技術を確立することを目的とする。

3. 研究開発期間及び平成21年度予算

平成 21 年度から平成 25 年度までの 5 年間とする。

予算：平成 21 年度は総額 177 百万円程度を上限とする。

なお、平成 22 年度以降の予算については、対前年度比で 6%減額した金額を上限として提案を行うこと。

4. 個別研究開発課題

1) 背景：CO₂ 削減長期目標達成のための主要技術

現在でも民生家庭部門の省エネ化・省電力化を進めるため、OA 機器や個々の家電機器等の消費電力量の可視化が進められている。しかし、可視化の対象は消費電力量が中心で、供給されている電力の種類まで区分したものは存在しない。一方で、2050 年における CO₂ 排出量を現状から 60~80%削減するためには、単に消費エネルギーや消費電力量の削減を行うだけでなく、供給電力の CO₂ 排出量も勘案して、可能な限りの低炭素化を実現することが求められる。そのためには供給される電力の流れの情報化、特に電力を CO₂ 排出量により区分可能な形での情報化を進め、CO₂ 排出量を組み込んだ電力の需給制御を実現していくための技術の開発・実用化・普及が求められる。この長期目標を達成するためには、以下の 4 つの主要技術の開発・実用化・普及が必要である。

a. 電力流を情報化する技術

供給電力の CO₂ 排出量までも勘案した制御等を行っていくためには、個々の家電機器等の消費電力量だけでなく、家電機器等に供給される電力の流れ（CO₂ 排出量の異なる電力についてはそれを区分する）を情報化し、個々の家電機器等に供給される電力とその時間変化を明確化する技術を開発することが必要である。

b. 電力量を把握し、供給量を制御する技術

需要側の情報である個々の家電機器等の消費電力量を把握した上で、a の技術により情報化された電力の供給量を制御する技術を開発することが必要である。

c. 生活者の行動を予測しながら、供給電力量を割り当てる技術

生活者の利便性を損なうシステムは普及が難しいことから、2050 年における大幅な CO₂ の排出削減を実現するためには、生活者の利便性や快適性を大幅に損なうことなく低炭素化を実現していく技術を開発・実用化していく必要

がある。そのためには、生活者の行動を予測する技術、同予測結果に基づいて CO2 排出量も勘案した供給可能な電力量を割り当てる技術を開発することが必要である。

d. 地域コミュニティレベルで、CO2 の排出削減を実現する技術

2050 年における大幅な CO2 排出量の削減を実現するためには、単に一家庭において CO2 排出量の削減が実現されるだけでなく、地域全体において CO2 排出量の削減が実現され、その仕組みが全国各地に拡大していくことが不可欠である。

そのため、上記の a から c の方法を地域ネットワークに拡張し、地域コミュニティレベルで、人々の行動パターンを予測し電力供給を制御可能とする技術の開発が必要である。

2) 本委託研究の個別課題：上記 1) の主要技術実現への中間マイルストーン

上記の 4 つの主要技術は 2050 年における大幅な CO2 排出量の削減のために期待される技術であるが、その実用化や普及のためには、温暖化対策のための長期目標に加えて中期目標の設定が求められているのと同様、技術開発についても長期目標に加えて中期目標を設定することが重要である。現在、ポスト京都として議論されている中期目標は 2020～2030 年頃を想定したものが多く、今回の技術開発についても、2020 年頃の普及を目指すためには、個別技術の開発はその前に完了していることが望ましい。

そこで、長期的には 2050 年における大幅な CO2 削減を視野に入れつつ、当面は、2013 年頃までに個別技術の開発を目指すものとする。上記の 4 つの主要技術の実現に向けて、求められる個別技術開発課題は次のとおりである。

課題ア エネルギー需要予測のためのデータベース構築とエネルギー最適割り当てプロトコルの研究開発

(研究開発要素 1)

各種の白物家電、AV 機器、ICT 機器、住設機器等(以下、「負荷機器」とする)の特徴量抽出とデータベース化及びデータベースを用いたエネルギー需要予測手法の開発

(研究開発要素 2)

ホームネットワーク上でのエネルギー最適割り当てプロトコルの開発

(研究開発要素 3)

地域コミュニティレベルでのエネルギー最適割り当てプロトコルの開発

課題イ エネルギーの最適割り当てを実現するための通信インタフェース及

び同インタフェース対応ハードウェアの開発

(研究開発要素 1)

負荷機器用通信インタフェース及び同インタフェース対応ハードウェアの開発

(研究開発要素 2)

電池、発電装置用通信インタフェース及び同インタフェース対応ハードウェアの開発

個別課題の具体的な内容

以上に示した個別課題の具体的な内容は次のとおりである。

課題ア エネルギー需要予測のためのデータベース構築とエネルギー最適割り当てプロトコルの研究開発

(研究開発要素 1) 負荷機器の特徴量抽出とデータベース化及びデータベースを用いたエネルギー需要予測手法の開発

家庭内の負荷機器の電力消費パターンや特性を類別し、共通のデータベースとして構築するとともに、同データベースをもとに負荷機器のエネルギー需要予測を行う手法を開発する。

(研究開発要素 2) ホームネットワーク上でのエネルギー最適割り当てプロトコルの開発

研究開発要素 1 の成果を踏まえ、負荷機器の電力消費に対する要求や条件をネットワークで集約し、最適な給電源（太陽光発電、2 次電池など）との間で需給関係を調整するプロトコル（「オンデマンド型電力ネットワークプロトコル」EOD: Energy on Demand Protocol）およびソフトウェアの研究開発を推進する。

なお、ホームネットワーク上でエネルギーの最適割り当てを行った場合の電力系統への影響、特に電力系統の安定性への影響には十分配慮し、ある機器の ON/OFF による電圧低下やサージ電流の制御など、系全体の物理的、電氣的安定性を保証するアルゴリズム等についても検討を行う。

プロトコルについては、基盤構築が終了した段階で単独家庭を対象とした実証実験を行い、完成度を高める。

(研究開発要素 3) 地域コミュニティレベルでのエネルギー最適割り当てプロトコルの開発

研究開発要素 2 の研究開発成果をさらに発展させ、CO₂ 排出量削減効果を拡大するため、“個別家庭におけるエネルギー最適割り当てプロトコル

(「家庭内オンデマンド型電力ネットワークプロトコル」Home EOD)”を拡張し、地域全体において電力消費要求、給電状況を把握し、需給バランスを最適化するプロトコル(「地域内オンデマンド型電力ネットワークプロトコル」Local Area EOD)およびソフトウェアへと発展させるための研究開発を推進する。

地域全体を対象とした場合、異なった世帯間でのエネルギーの授受に伴う金銭のやり取りの発生が想定されることから、そのためのプロトコルの研究開発が必要となる。

また、地域ネットワークでは、他の地域ネットワークとの相互接続プロトコルの研究開発も推進する。

なお、地域コミュニティレベルでエネルギーの最適割り当てを行った場合にも、電力系統への影響、特に電力系統の安定性への影響には十分配慮し、大電力への対応が可能で、系全体の物理的、電氣的安定性を保証するアルゴリズム等について検討を行う。

本プロトコルについても、基盤構築が終了した段階で実証実験を行い、完成度を高める。プロトコルについては地域コミュニティレベルのもの開発を行い、実証実験については最低限でも複数家庭を対象にした需要電力と供給電力の制御(エネルギーの最適割り当て)に関する検証を行う。

課題イ エネルギーの最適割り当てを実現するための通信インタフェース及び同インタフェース対応ハードウェアの開発

(研究開発要素1) 負荷機器用通信インタフェース及び同インタフェース対応ハードウェアの開発

電力の負荷機器に対して、電力消費・制御方式を統一的に管理できる通信インタフェース及び同インタフェースに対応したハードウェアを開発し、インタフェースの標準化に向けた道筋をつける。

インタフェースは、分散型電源(太陽電池・燃料電池・蓄電池など)の直流電源を活用することが不可欠であることから、直流電力ネットワークの構築が可能で、かつ交流電力ネットワークとの間での電力授受制御機能を有したものとする。

また、開発するハードウェアは、課題アで記載した実証実験において活用するもので、実験を踏まえてその完成度を高める必要がある。

(研究開発要素2) 蓄電池、発電装置用通信インタフェース及び同インタフェース対応ハードウェアの開発

ネットワーク経由で状態監視、モード切り換えのできる蓄電池、発電装置

に適した通信インタフェース及び同インタフェースに対応したハードウェアを開発（蓄電池、発電装置の通信インタフェース部分を開発）し、標準化を目指す。

インタフェースは、分散型電源（太陽電池・燃料電池・蓄電池など）の直流電源を活用することが不可欠であることから、直流電力ネットワークの構築が可能で、かつ交流電力ネットワークとの間での電力授受制御機能を有したものとする。

なお、電力供給側である蓄電池、発電装置と上記で開発した電力需要側の負荷機器等のインタフェースは、連携して機能可能なものとし、課題アで記載した実証実験において活用し、実験を踏まえてその完成度を高めるものとする。

また、蓄電池、発電装置は、家庭内および地域コミュニティの2レベルにおいて利用されることが考えられるため、両レベルに適したインターフェース及び同インターフェース対応ハードウェアの開発が必要となる。本研究開発は、蓄電池等の有効活用により、電力事業者における発電電力量のピークカットにもつながることから、電力負荷の平準化にも貢献し得るものである。

以上の開発の例示を以下に行う。

例 1) 個別の負荷機器毎にリアルタイムで消費電力データをモニタリング可能で、そのデータを通信ネットワークを介してホームサーバに送信し、かつ、家庭内のエネルギー需給バランスを考慮して個別に消費電力の制御を可能とするアダプターで構成されるシステム。

開発するアダプターやシステムは、直流電力ネットワークの構築が可能で、かつ交流電力ネットワークとの間での電力授受制御機能を有したものとする（図 2 参照、図 2 では、アダプター型のインタフェースと無線による情報通信のケースを例示。）

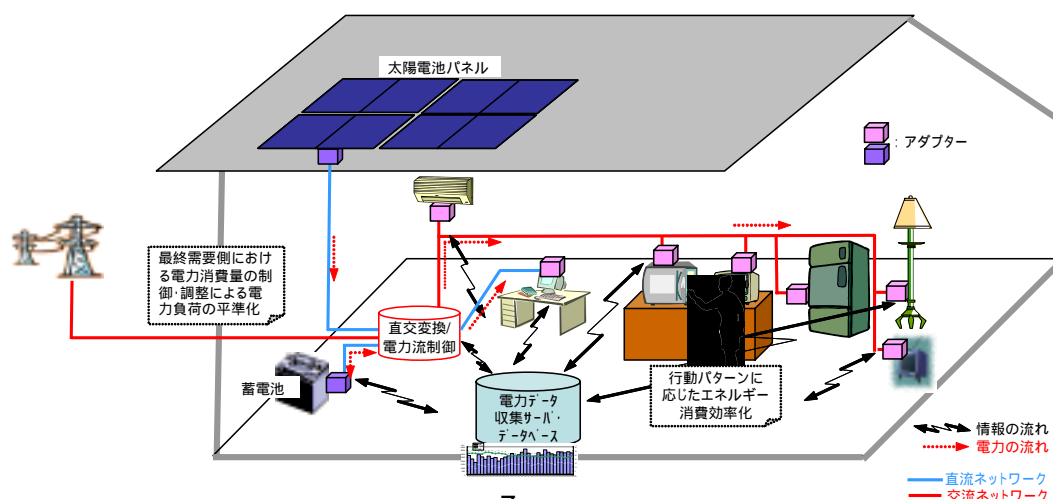


図 2 開発するハードウェアのイメージ (例 1)

例 2) リアルタイムで消費電力データをモニタリングし、そのデータを通信ネットワークを介してホームサーバに送信し、かつ、組込インタフェースを内蔵した負荷機器、および、それらの通信プロトコルの相互接続を行うためのゲートウェイ機器から構成されるシステム。開発するシステムは、直流電力ネットワークの構築が可能で、かつ交流電力ネットワークとの間での電力授受制御機能を有したものとする (図 3 参照 図 3 では、組込型のインタフェースと電力線による情報通信のケースを例示)。 等

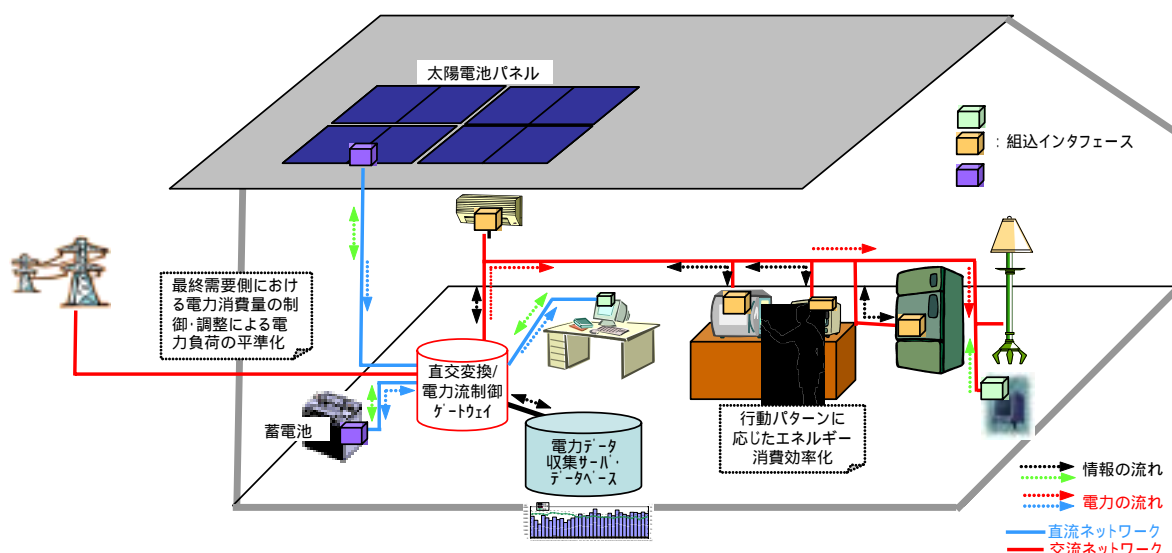


図 3 開発するハードウェアのイメージ (例 2)

なお、上記は、例示であり、インタフェースをアダプター型とするか組込型とするか、あるいは、情報のやり取りを無線で行うか、電力線で行うかなどの手法については、例示の内容にこだわるわけではない。

以上の内容を表 1 及び図 4 に整理して示す。

表 1 個別課題の概要

	課題ア	課題イ
	エネルギー需要予測のためのデータベース構築とエネルギー最適割り当てプロトコルの研究開発	エネルギーの最適割り当てを実現するための通信インタフェース及び同インタフェース対応ハードウェアの開発
単独家庭レベル	<ul style="list-style-type: none"> 負荷機器の特徴量抽出とデータベース化 ホームネットワーク上でのエネルギー最適割り当てプロトコルの開発 ホームネットワーク上でエネルギーの最適割り当てを行った場合の電力系統への影響に配慮し、機器のON/OFFによる電圧降下やサージ電流を制御するなど、系全体を物理的に、あるいは、電気的に安定性を保証するアルゴリズム等の検討 開発成果をふまえた、単独の家庭を対象とした実証実験の実施 	<ul style="list-style-type: none"> 直流電力ネットワークの構築が可能で、かつ交流電力ネットワークとの間での電力授受制御機能を有した負荷機器用通信インタフェース及び同インタフェース対応ハードウェアの開発 直流電力ネットワークの構築が可能で、かつ交流電力ネットワークとの間での電力授受制御機能を有した電池、発電装置用通信インタフェース及び同インタフェース対応ハードウェアの開発 開発成果を踏まえた、単独の家庭を対象とした実証実験の実施
地域コミュニティレベル	<ul style="list-style-type: none"> 地域コミュニティレベルでのエネルギー最適割り当てプロトコルの開発 異なった世帯間でのエネルギーの授受に伴う金銭のやり取りのプロトコル及び他の地域ネットワークとの相互接続プロトコルの研究開発 ホームネットワーク上でエネルギーの最適割り当てを行った場合の電力系統への影響に配慮し、大電力への対応が可能で、系全体を物理的に、あるいは、電気的に安定性を保証するアルゴリズム等の検討 開発成果を踏まえた、複数の家庭を対象とした実証実験の実施 	<ul style="list-style-type: none"> 地域内での電力授受に対応できる電池、発電装置用通信インタフェース及び同インタフェース対応ハードウェアの開発 開発成果を踏まえた、複数の家庭を対象とした実証実験の実施

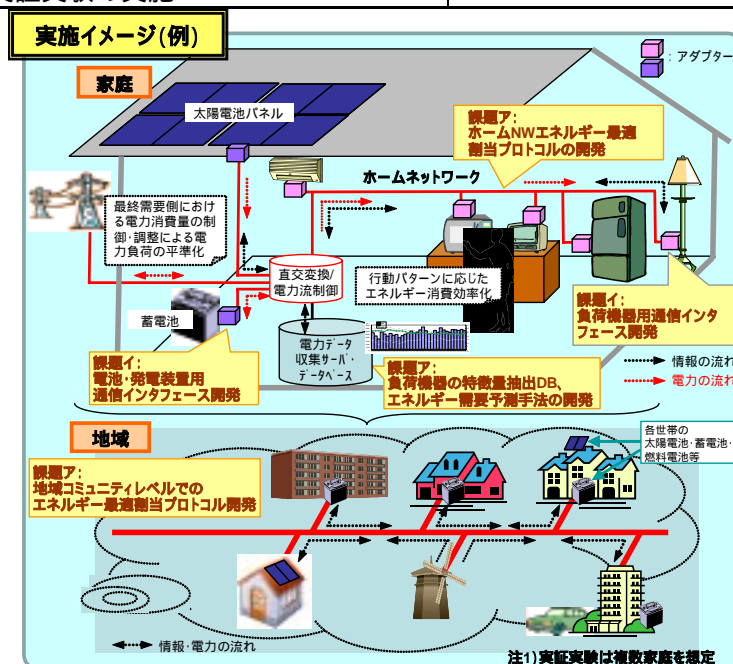


図 4 研究開発の実施イメージ

なお、長期目標である生活者の利便性や快適性を大幅に損なうことなく低炭素化を実現していくためには、生活の質（QOL: Quality of Life）を下げずに（利用者に気付かれずに）エネルギー消費を下げるのがどこまで許容されるのかを見極めることが重要であり、上記の個別技術の研究開発成果を、例えば、QOL のセンシングを行い生活パターン又は行動パターンの分析を行う研究開発の成果と組み合わせることが不可欠である。同様に、電力ネットワークを利用して多様な負荷機器への電力供給の最適化を図ることにより CO2 排出量の最小化を図る場合、各種センサーやブロードバンドネットワークと家電等の連携を図るホームネットワーク技術は不可欠であり、個別技術の研究開発成果をホームネットワーク技術に関する研究開発成果と連携させることが重要である。また、電力の需給バランスの最適化を図るためには、電力会社等との連携も重要である。

このように、本研究の推進に当たっては、次項 5 . の 3) に記載したとおり、他の研究との連携を図ることが必須の条件となる。

5 . 研究開発課題選定の背景、研究開発の必要性及び他で実施されている関連研究との切り分け、標準化の動向

1) 研究開発課題を取り巻く現状

平成20年5月に総合科学技術会議より発表された「環境エネルギー技術革新計画」では、わが国が既に世界全体の温室効果ガスの排出を2050年までに半減するという目標を内外に表明していること、さらに、地球温暖化問題を根本的に解決するには、フローとしての温室効果ガスの排出を大幅に低減し、ストックとしての温室効果ガスの大気中濃度を安定化させ、低炭素社会を実現する必要があることを示している。また、同計画では、温室効果ガス排出削減のためには、当面、既存技術の向上と普及を政策的に推進するものの、2050年のエネルギー起源のCO2排出半減に要する削減量の約6割は革新的な技術の開発とその導入によるとの試算もあり、革新的な技術の研究開発が不可欠であることも提示されている。

革新技術のうち、地域全体で温室効果ガスの削減を図るための技術として、エネルギー需要を大幅に減少させるために、個々の機器レベルだけでなく、ICT等の活用により住宅、オフィス、交通機関及びライフラインを含む地域レベルでのエネルギー効率の一層の向上に努めることが示されている。特に、住宅やオフィスにとどまらず地域レベルでのエネルギー効率の評価・可視化手法とエ

エネルギー管理技術を開発・確立し、環境モデル都市などの構想の下にそれら技術の開発と普及を押し進めることとされている。また、社会システムやライフスタイルの変革を通して温室効果ガスの削減を図るため、高度道路交通システム（ITS）による交通や物流の効率化、テレワークを可能とするICTの高度利用等の技術の開発と普及を進めることも記載されている。

このように、ICTは地球温暖化防止のための重要な技術の一つとして位置づけられており、特に、地域レベルという面的な広がりをもったエリアにおけるエネルギー効率の評価・可視化手法とエネルギー管理技術や社会システムやライフスタイルの変革を支える技術として期待されている。

こうした期待に応えるべく、既に、単独の家庭やオフィスビルにおけるエネルギー消費量の可視化手法は開発済みである。ただし、価格の制約もあり、普及には至っていない。また、エネルギーの可視化を行うことは可能でも、可視化データから類推される生活者等の行動パターンを踏まえたエネルギー利用の制御等を行う技術は開発されていない。さらに、エネルギー利用の制御を行うために、電力の流れそのものを情報化する技術や生活者等の行動パターンを踏まえ利便性や快適性を損なわない範囲で供給電力の最適割り当てを行う技術も開発されていない。「環境エネルギー技術革新計画」においても記載されているように、エネルギー需要側における地球温暖化対策を推進していくためには、生活の質（QOL）を維持しつつエネルギー需要を削減していくことが重要である。しかしながら、現状では、QOLを計測する技術も未開発である。

また、わが国では、エコネット（ECHONET）・コンソーシアムにより、白物家電機器とセンサーを連携させたホームネットワーク用通信プロトコル（ミドルウェア）の開発が進められてきたが、本研究開発で提案されているような省エネルギーアプリケーションは同規格の対象外である。NEDOの「エネルギー需要最適マネジメント事業」（平成13年度～17年度）において、エコネットをベースに家庭の省エネルギーに関する複数の実証実験が行われたが、いずれも、人感センサーとエアコン、照明を連動させるなどの試みであり、電力の流れの情報化や供給電力の最適割り当ては行っていない。

関連する研究開発は海外でも進められている。例えば、米国では、CERTSというコンソーシアムが1999年から、分散型電源と需要家からなる小規模系統のテストベッドMicro Grid（マイクログリッド）を提唱し、実験を行っているが、電力の流れの情報化や供給電力の最適割り当て等にまで踏み込んだ研究開発は行われていない。またMIT（マサチューセッツ工科大学）のメディア・ラボのResponsive Environments Groupでは、2005年より各電気機器のコンセントレベルでパワーセンシングを行う研究開発を行っているが、コンセントレベルでの可視化に留まっており、生活者等の行動パターンを踏まえたエネ

ルギー利用の制御等を行う技術開発にまでは至っていない。

2) 研究開発の必要性

既述のとおり、2050年における大幅なCO₂排出量の削減のためには、既存技術の更なる改良のみでは限界があり、抜本的な削減を可能とする革新的な技術の開発が必要である。また、技術開発のみならず、技術の社会への普及も、重要になっている。すなわち、短中期的には既存技術の向上と社会への普及が、中長期的には革新的な技術の開発が重要な鍵となる。

携帯電話の普及により、世の中のコミュニケーション手法に大きな変化が生じたのと同様、ICTを利用した地球温暖化対策手法は、社会に深く浸透することにより、抜本的なCO₂排出量の削減を実現できる可能性を秘めている。特に家庭部門は、生活者のライフスタイルの転換もあり、エネルギー消費量が増大しており、CO₂排出量の削減が難しい。従って、ICTを利用し、各家庭の家電機器等の電力消費特性、生活者の行動予測を学習しながら、生活者の利便性を損なわずに、家庭内および地域全体で最適な電力エネルギー供給を実現する制御技術は、ユビキタス技術としてもチャレンジングであるとともに、最もCO₂排出量削減が難しい家庭部門における大きなポテンシャルを有しており、社会的意義も大きい。

世界でもトップクラスの省エネ大国であるわが国においては、既存技術による省エネポテンシャルは必ずしも大きいものではない。一方、ユビキタス技術を用いた省エネ手法は、これまでの実績がほとんどなく、生活者に浸透することができれば数の効果も大きく、省エネポテンシャルはかなり大きくなることが期待される。エネルギー消費量の削減は、世界的に見ても重要な課題であり、ユビキタス技術によるエネルギー消費量の削減は、国際的にも広く期待されている分野であり、わが国のICT関連産業の国際競争力の強化にも役立つことが期待される。

本研究開発課題は以上の点を踏まえ、生活者の利便性を損なわずに、家庭内および地域全体で最適な電力エネルギー供給を実現する制御技術の開発を進め、CO₂排出量削減が難しい家庭部門におけるCO₂排出量の削減等の要件を研究開発課題に取り込むことにより、研究開発の必要性を満たすものとする。

3) NICT 及び他で実施されている類似研究との切り分けと NICT 委託研究における本研究開発課題の位置づけ

通信ネットワーク、エネルギーマネジメント、環境問題が関係する分野であるので、省庁横断の連携施策として、産学官が一体になって研究開発を行う戦略が必要である。また、センサー技術やホームネットワーク関係の技術が関係

し、応用まで視野に入れた活動が必要なことより、既存のあるいはこれから開始されるセンサー技術やホームネットワーク技術関係の研究開発組織等と連携し、産学官が連携して戦略的な活動を行っていく必要がある。

図5にわが国における情報通信・エネルギー統合技術の研究開発の全体像を示す。既述のとおり、生活の質(QOL)を維持しつつエネルギー需要を削減していくためには、QOLのセンシングを行い生活パターン又は行動パターンの分析を行うことが必要である。NICTけいはんな研究所では、研究所独自の「ホームセンシングネットワークによる生活パターン把握に関する研究」として、QOLのセンシングを行い、生活パターンや行動パターンを学習する研究を進めている。一方で、本委託研究の対象は、QOLを下げずにエネルギー制御を行うこと、換言すれば、生活者に気付かれることなく、エネルギー消費を下げることがどこまで許容されるのかを見極めることであり、上記の研究との連携が不可欠である。

また、既述のとおり、多様な負荷機器の電力消費に対する要求や条件をネットワークで集約し、最適な給電源との間で需給関係を構築することにより、CO2排出量最小化を検討する場合、各種センサーやブロードバンドネットワークと家電等の連携を図るホームネットワーク技術は不可欠であり、本研究開発の成果を生かすためには、ホームネットワーク技術に関する研究開発との連携が必要である。総務省では、消費エネルギー抑制ホームネットワーク技術に関する研究開発を計画中であり、各種センサーやブロードバンドネットワークと家電等が連携し、家庭内の消費電力を最小限に抑制する技術の確立を目指した活動が予定されている。

さらに、本委託研究の実施・普及等を円滑化するためには、何らかの形で家電メーカー、住宅メーカー及び電力会社やエネルギー関連企業との協力が不可欠である。NICTでは、産学官連携の仕組みとしてけいはんな情報通信オープンラボ研究推進協議会を有しており、同協議会に「情報通信・電力ネットワーク統合技術WG(仮称)」(2009年5月設置予定)を立ち上げる予定となっている。

このように、本委託研究の受託機関は関連する研究開発等を行っている組織等と密接に連携しながら研究開発を進めることとする。

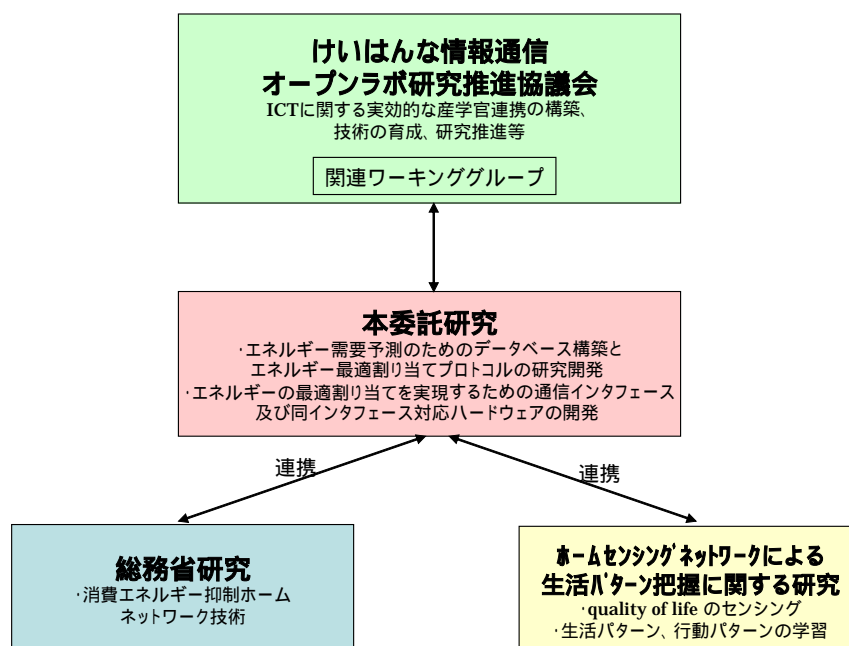


図5 情報通信・エネルギー統合技術の研究開発の全体像

4) 標準化の動向

ホームネットワークにおいては、マルチベンダー環境下で複数の家電機器等がネットワークを介して連携し、省エネを図るために、通信方式の標準化は必須である。ホームネットワーク用の通信ミドルウェアに関しては、わが国及び諸外国において標準化が進められてきた。例えば、わが国のエコーネット規格は国際標準（ISO/IEC 14543-4-1, ISO/IEC 14543-4-2, IEC62840, IEC62394, IEC62457）となっている。但し、国際標準となっているのはわが国の規格だけでなく、欧州のKNX規格（EN 50090, ISO/IEC 14543）など他の規格も国際標準となっている。

しかしながら、これらの標準化された通信ミドルウェアには電力の流れを情報化する機能はない。省エネルギー効果をより向上させるためには、電力ネットワークと情報ネットワークを統合した新たな標準化の確立が必要となる。

また、関連する標準化の動向として、上述したCERTSでは、マイクログリッド内のプラグアンドプレイの機器接続規格を開発中である。さらに、National Renewable Energy Laboratoryでは、グリッドの相互接続規格を策定している。加えて、IEEE P1547.4でもマイクログリッドの標準を策定中である。

このように幾つかの関連する分野において標準化に向けた活動が進展しつつあるものも存在することから、本委託研究の推進に当たっても、各地における標準化動向に配慮し、必要に応じてわが国から標準化に向けた働きかけを行

うなど、状況にあわせた柔軟な活動を展開する必要がある。

6. 研究開発の到達目標

当該研究分野は、エネルギーの流れを情報化しエネルギーの最適割り当てによる電力制御を行うというこれまでにないコンセプトの実現を目指すものであることから、まず基盤技術の開発に重点を置き、その後、実用性を重視した研究へと移行する。初年度から最終年度に至るまで、継続的な調査研究を実施して、研究成果の優位点をなるべく多く維持し、開発成果が実用化に繋がる見込みを確かなものにするべく努める。

なお、各個別課題において以下のような全体目標と個別課題目標を目安として設定する。提案に際しては、これらの目標への計画と根拠を示すこと。また、当該目標は、本委託研究に関する技術や利用動向を勘案しつつ、必要に応じて計画実施の途中でも見直しを行うものとする。

全体目標

「電力の流れの情報化」と「供給電力の最適割り当て」に基づいて、QOLを維持しつつ、確実にCO₂排出削減を達成する技術を開発することを全体目標とする。まず、単独の家庭において、多様な家電機器等に供給される電力の使用パターンを蓄積・学習した上で、ネットワークを通じて全機器の最適制御を行うことを可能とする。その上で、複数の家庭を組み合わせた場合にも、電力の消費パターンを認識した上でネットワークを通じた最適制御を可能とする基盤を確立する。

個別課題における到達目標

課題A エネルギー需要予測のためのデータベース構築とエネルギー最適割り当て プロトコルの研究開発

(研究開発要素1) 負荷機器の特徴量抽出とデータベース化及びデータベースを用いたエネルギー需要予測手法の開発

- ・家庭内で活用されている負荷機器に関する電力消費パターンや特性を把握した上で、その類型化を図り、共通のデータベースを構築すること。なお、最低限、負荷機器(白物家電、AV機器、ICT機器、住設機器それぞれについて1種類以上、かつ、)10種類以上を対象に、30名以上のモニターについて特性把握、類型化等を行うこと。
- ・データベースを利用してエネルギー需要予測を行う手法を開発すること。

(研究開発要素 2) ホームネットワーク上でのエネルギー最適割り当てプロトコルの開発

- ・ 負荷機器の電力消費に対する要求や条件をネットワークで集約し、最適な給電源（太陽光発電、2次電池など）との間で需給関係を構築するプロトコルおよびソフトウェアを開発すること。
- ・ ホームネットワーク上でエネルギーの最適割り当てを行った場合の電力系統への影響、特に電力系統の安定性への影響には十分配慮し、系全体を物理的に、あるいは、電氣的に安定性を保証するアルゴリズム等について検討を行うこと。
- ・ 開発成果をもとに、単独の家庭を対象とした実証実験を実施すること。なお、実証実験は、QOL を維持しつつ、最大限のエネルギー削減を実現する主旨を踏まえたものとし、NICT けいはんな研究所における「ホームセンシングネットワークによる生活パターン把握に関する研究」で検討されている QOL 指標、あるいは、独自の QOL 指標を提案し、実証実験を通じて、QOL 指標のレベルと削減可能な最大エネルギー量の相関データを示すこと。

(研究開発要素 3) 地域コミュニティレベルでのエネルギー最適割り当てプロトコルの開発

- ・ 地域全体を対象に、地域電力ネットワーク上で電力消費要求、給電状況を把握し、需給バランスを最適化するプロトコルおよびソフトウェアを開発すること。
- ・ 対象となる「地域」の定義及び対応可能な家庭数を示すこと。
- ・ 異なった世帯間でのエネルギーの授受に伴う金銭のやり取りの発生が想定されることから、そのためのプロトコルを開発すること。また、他の地域ネットワークとの相互接続プロトコルの研究開発も推進すること。
- ・ 電力系統への影響、特に電力系統の安定性への影響には十分配慮し、大電力に対応可能で、系全体の物理的、電氣的安定性を保証するアルゴリズム等について検討を行うこと。
- ・ 開発成果をもとに、複数の家庭を対象とした実証実験を実施すること。実験の実施に際しては、実証実験の対象となる家庭数を、理由も含めて提案すること。また、実証実験結果を踏まえ、削減可能なエネルギー量、CO₂ 量を提示すること。さらに、実証実験においては、エネルギー供給源の種別の区分を行うこと。

課題イ エネルギーの最適割り当てを実現するための通信インタフェース及び同インタフェース対応ハードウェアの開発

(研究開発要素 1) 負荷機器用通信インタフェース及び同インタフェース対応ハ

ードウェアの開発

- ・多様な負荷機器に対して電力消費・制御方式を統一的に管理できる通信インタフェース及び同インタフェースに対応したハードウェアを開発すること(開発するハードウェアについては、4.2)の課題イを参照のこと)なお、開発するハードウェアは、直流電力ネットワークの構築(センシング、制御等)及び交流電力ネットワークとの間での電力授受制御機能を有したものとすること。また、ハードウェアは2種類以上の比較検討を行い、比較検討結果を明示した上で必要な開発を行うこと。
- ・実証実験において開発したハードウェアを活用し、その完成度を高めること。

(研究開発要素2) 電池、発電装置用通信インタフェース及び同インタフェース対応ハードウェアの開発

- ・ネットワーク経由で状態監視、モード切り換えのできる蓄電池、発電装置に適した通信インタフェース及び同インタフェースに対応したハードウェアを開発(蓄電池、発電装置の通信インタフェース部分を開発)すること(電力供給側である蓄電池、発電装置と電力需要側の負荷機器のインタフェースは、連携して機能可能なものとすること)。なお、開発するハードウェアは、直流電力ネットワークの構築(センシング、制御等)及び交流電力ネットワークとの間での電力授受制御機能を有したものとすること。蓄電池、発電装置は、家庭内および地域コミュニティの2レベルにおいて利用されることが考えられるため、両レベルに適したインターフェース及び同インターフェース対応ハードウェアの開発が必要となる。また、ハードウェアは2種類以上の設計方式の比較検討を行い、比較検討結果を明示した上で必要な開発を行うこと。
- ・蓄電池等の利用は供給電源のピークカットにもつながる可能性が高いことから、電力負荷平準化効果についても検証を行うこと。
- ・実証実験において開発したハードウェアを活用し、その完成度を高めること。

留意事項

なお、既述のとおり、研究開発の推進にあたっては、他の関連研究との連携を図ること(図5参照)。また、研究開発の円滑化、研究開発成果の波及効果の向上等のため、家電メーカー、住宅メーカー及び電力会社やエネルギー関連企業等との連携を図ること。このため、連携を図るための具体的な計画等の提案を行うこと。特に、実証実験の実施に当たっては、関連機関との綿密な調整を行い、実験遂行の円滑化を図り、問題のない様に進めること。

さらに、NICT けいはんな研究所が独自に行っている「ホームセンシングネットワークによる生活パターン把握に関する研究」では、関連技術に関する特許出願を行

っている（発明の内容については添付資料を参照）。提案者は添付資料に記載の技術を生かした提案を行うこと。なお、技術は、本委託研究においては無償で使用できるものとし、委託研究終了後は、別途、協議とする。

7. 期待される波及効果

1) 関連研究開発面に期待する波及効果

既述のとおり、NICTけいはんな研究所では、研究所独自の「ホームセンシングネットワークによる生活パターン把握に関する研究」として、生活パターンや行動パターンを学習する研究を進めている。本委託研究成果をこの研究と組み合わせることで、QOLを下げずにエネルギー制御を行うことが可能となり、CO2削減が難しい家庭における地球温暖化防止活動に貢献することが可能となる。

また、総務省で展開されている消費エネルギー抑制ホームネットワーク技術に関する研究開発（電力の需要予測や総量管理は行わない）成果を電力消費状況から需要予測等を行う学習機能および電力の総量管理を行う本委託研究成果とを組み合わせることにより、効果的に多様な負荷機器のCO2排出量を最小化することができる。

以上のとおり、本委託研究については、その他の関連する研究開発と連携・協調することで、シナジー効果を生み出し、それぞれの研究開発成果を高めることが期待される。

2) 実用化面に期待する波及効果

本委託研究については、プロトコルやインタフェースの開発等の研究開発の推進段階においても、また、基礎的な研究開発が終了し実証実験を行う段階においても、家電メーカー、住宅メーカー、電力会社やエネルギー関連企業等との連携・協力が不可欠である。逆に、研究開発段階から家電メーカー、住宅メーカー、電力会社やエネルギー関連企業等と連携することで、研究開発成果の早期実用化の可能性は高まり、結果的に地球温暖化防止に大きく貢献することも可能となる。

一方、家電メーカー、住宅メーカー、電力会社やエネルギー関連企業等は、研究開発成果を利用したサービス提供者となる可能性を秘めている。将来の商業化の担い手候補者と連携することで、研究開発成果の商品化スピードの向上が期待される。

さらに、本委託研究の成果は、ピーク需要と平均需要の乖離が大きく、過大な電力供給設備を保有しなくてはならない電力会社にとって、最終需要側における電力消費量の制御・調整を通じて電力負荷の平準化の有効な手段となるものであり、負荷平準化を通じた設備稼働率の向上にもつながるものである。研究開発の推進に当たっては、こうしたメリットの共有化を進め、電力会社と連携し、効果的・効率的な活動が期待される。

3) 標準化活動面に期待する波及効果

本委託研究は、エネルギーの流れを情報化しエネルギーの最適割り当てによる電力制御を行うというこれまでにないコンセプトの実現を目指すものであることから、開発されるプロトコルやソフトウェアなどの多くのものが新たな標準化の対象となりえる可能性がある。

諸外国における関連分野における標準化の動向を把握しつつ、タイミングを図り標準化に向けた活動を推進することで、わが国主導で標準化を進められる可能性がある。

8 . 研究開発スケジュール

研究開発は、基盤構築フェーズと実証フェーズの大きく 2 段階に分けて推進する。各フェーズにおける主な活動内容は次のとおり（図 6 参照）。

尚、本研究開発課題では、図 5 に示した連携体制のもと、情報通信研究機構プログラムコーディネーターによる進捗確認と、研究開発の方向性に関する助言がなされることとなっている。そのため、「ホームセンシングネットワークによる生活パターン把握に関する研究」を進める NICT けいはんな研究所を含め、関係者による年に複数回の会合の開催を想定しておくこと。

1) 基盤構築フェーズ

研究開発の基礎として、エネルギー需要予測のためのデータベース構築とエネルギー最適割り当てプロトコルの開発のため、各種家電の特徴量抽出とデータベース化及びデータベースを用いたエネルギー需要予測手法の開発、ホームネットワーク上でのエネルギー最適割り当てプロトコルの開発、地域コミュニティレベルでのエネルギー最適割り当てプロトコルの設計、実装、プロトタイプ評価等を行う。

また、 エネルギーの最適割り当てを実現するための通信インタフェース及び同インタフェース対応ハードウェアの開発として、負荷機器用通信インタフェース及び同インタフェース対応ハードウェアの設計・開発、電池、発電装置用通信インタフェース及び同インタフェース対応ハードウェアの設計・開発等を行う。

2) 実証フェーズ

単独の家庭及び複数の家庭を対象として、実証実験を行い、プロトコルやソフトウェア・機器等の改良を行う。なお、9.に記載したとおり、実証フェーズの前に中間評価を行う。

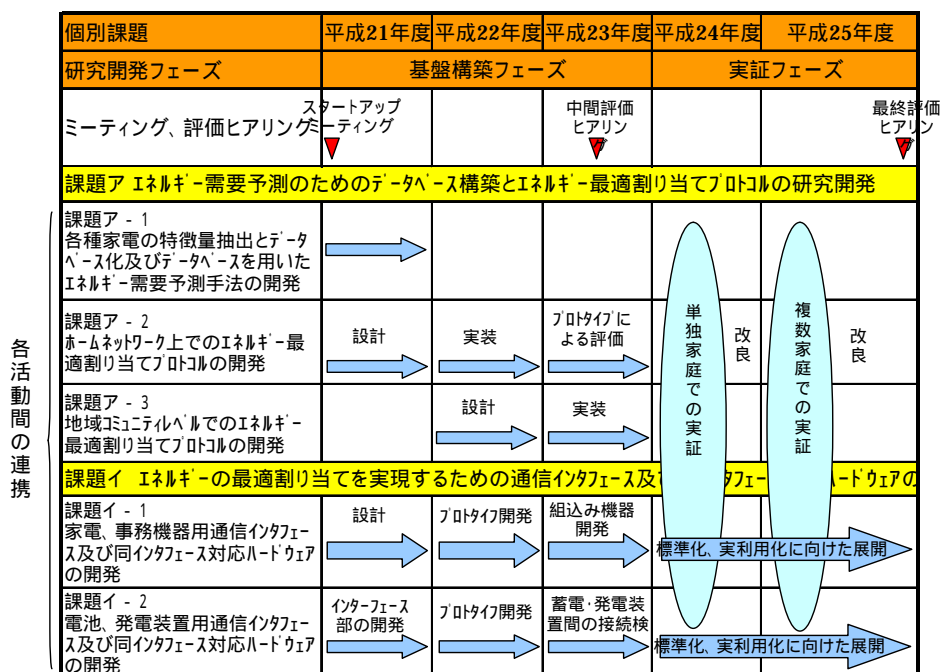


図6 研究開発スケジュール

9. 研究開発の運営管理及び評価に関する事項

NICTは、総務省と密接な関係のもと、プログラムコーディネーターの助言を受けつつ、本委託研究の適切な運営管理を実施する。外部有識者（評価委員）、プログラムコーディネーターの意見を運営管理に適宜反映させるほか、必要に応じて、本委託研究の進捗状況について報告を受ける等を行う。

中間評価を平成23年度に、最終評価を平成25年度に行う。本研究開発については制度の影響も大きいことから、中間評価の段階で、それまでの成果に加えて社

会的な状況を勘案した上で、研究計画について必要な見直しを行い、研究計画書にその結果を反映させることとする。さらに、中間評価の時点において、実施を計画している実証実験の詳細な内容を提示して、説明すること。特に、実証実験については、関連機関との綿密な調整を行い、実験遂行の円滑化を図ることが重要であり、関連機関との調整状況についても説明を行うこと。また、評価の時期については、本委託研究に係る技術動向、政策動向や本委託研究の進捗状況等に応じて、追加の評価の実施、前倒しする等、適宜見直すものとする。

10. 特記事項

受託者は、本委託研究から得られる研究開発成果の産業面での着実な活用を図るため、本委託研究の終了後に実施すべき取組みのあり方や研究開発成果の産業面での活用方策について、家電メーカー、住宅メーカーや電力会社等の要望を把握しつつ、立案するとともに、立案した取組みのあり方や産業面での活用方策について、研究開発の進捗状況等を考慮して、本委託研究期間中に必要な見直しを行うこととする。

発明の内容

1. 発明の目的

本発明は、商用電源以外に太陽電池などの家庭内電源を保有し、かつ多数の家電製品を使用する一般家庭における最適の電力供給状況を確保しようとすることを目的とする。

家庭に設置された太陽電池などの商用電源以外の電力源による発電電力を有効に消費するようにすると共に、商用電源以外の電力源による発電電力に見合っただ家電製品を使用せしめることによって、消費電力を平準化して環境負荷の低減を図る。

2. 従来技術

(1) 従来技術とその問題点

一般家庭における家電製品の駆動は商用電源によるものが殆どで、一部に太陽電池などの商用電源以外の電力源によるケースもみられるものの、商用電源と商用電源以外の電力源との使分けを行って効率的に双方の電力源からの電力を使用しようとする試みは為されていなかった。

(2) 先行特許・公知文献

特開平 7 - 281774 号公報

3. 発明等の構成および作用・効果

添付図面に示すように、家庭には電力源として、商用電源 Mother-line と、太陽電池などの商用電源以外の電力源 Generator と、蓄電池 Storage とが存在し、また家庭内の家電製品 Consumer # 1、Consumer # 2、Consumer # 3...への供給電力を制御する電力制御装置 Modulator とが設けられており、電力制御装置 Modulator は、商用電源 Mother-line 以外の電力源 Generator の発電状況を勘案しながら、家電製品 Consumer # 1、Consumer # 2、Consumer # 3...全体の稼動を制御している。

4. 発明等の具体例

太陽電池 Generator からの電力によって、照明 Consumer # 1 と洗濯機 Consumer # 2 とを駆動している状況で、見たい TV Consumer # 3 の番組の時刻になった場合、不足する電力を商用電源 Mother-line から供給を受けることも考えられ、また洗濯の仕上がりが格別急がないときは、洗濯機 Consumer # 2 の稼動を一時的に中断し、TV Consumer # 3 の番組終了後に改めて洗濯を再開するなどの制御を電力制御装置 Modulator が行う。

ネットワーク構成

Consumer nodeは n 台, Storage node, Generator node, Mother-line node, Modulator nodeを各1台としているが, Generator nodeが複数の場合もあり得る.

