

「次世代高効率エネルギー利用型  
住宅システム技術開発・実証事業プロジェクト」

(DCハウスプロジェクト)

事業原簿(公開)

担当部	独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 省エネルギー部
-----	------------------------------------

— 目次 —

概要.....	i
プロジェクト基本計画 .....	iv
プログラム基本計画.....	viii
プロジェクト用語集.....	xix
<b>I 事業の位置づけ・必要性について.....</b>	<b>1</b>
<b>I.1 NEDOの関与の必要性・制度への適合性.....</b>	<b>1</b>
I.1.1 NEDOが関与することの意義.....	1
I.1.2 実施の効果.....	1
<b>I.2 事業の背景・目的・位置付け.....</b>	<b>1</b>
I.2.1 事業の背景.....	1
I.2.2 事業の目的、意義.....	2
I.2.3 事業の位置付け .....	2
<b>II 研究開発マネジメントについて.....</b>	<b>4</b>
II.1 事業の目標.....	4
II.2 事業の計画内容 .....	4
II.2.1 研究開発の内容 .....	4
II.2.2 研究開発の実施体制 .....	6
II.2.3 研究開発の運営管理.....	8
II.2.4 研究開発成果の実用化に向けたマネジメントの妥当性.....	9
II.3 情勢変化への対応.....	9
II.4 評価に関する事項.....	10
<b>III 研究開発成果について.....</b>	<b>11</b>
<b>III.1 事業全体の成果 .....</b>	<b>11</b>
III.1.1 事業の目標.....	11
III.1.2 研究開発の内容 .....	11
<b>III.2 研究開発項目毎の成果（実施機関別） .....</b>	<b>13</b>
III.2.1 パナソニック 電工株式会社.....	13
III.2.2 シャープ株式会社.....	22
III.2.3 一般社団法人 電子情報技術産業協会（JEITA） .....	54
III.2.4 アーサー D. リトル ジャパン株式会社.....	78
<b>IV 実用化の見通し.....</b>	<b>106</b>
IV.1 パナソニック 電工株式会社.....	106
IV.2 シャープ株式会社.....	106
別紙	
特許、論文等	

概 要

作成日	平成23年6月30日			
プログラム名	エネルギーイノベーションプログラム			
プロジェクト名	次世代高効率エネルギー利用型 住宅システム技術開発・実証事業 プロジェクト (DCハウスプロジェクト)	プロジェクト番号	P09017	
担当推進部/担当者	省エネルギー部/片岡・江村			
0. 事業の概要	将来、太陽光発電、燃料電池といった分散電源が広く普及することが予想される。これらが発電する直流電力を、交流に変換することなくそのまま活用することにより省エネルギーを図ることができる。このため、住宅の直流化による省エネルギーへの貢献について実証を行い、同時に交流、直流それぞれの配線システムの安全性、運用容易性、機器の使用電力仕様について技術開発を行う。また、信号を直流配線に重畳することにより、各センサからのモニタリング情報の収集、機器の制御等を容易に行うことが期待されるため、情報ネットワークの融合性についても検証する。さらに、直流化がもたらす次世代の省エネルギーの可能性を調査する。			
I. 事業の位置付け・必要性について	経済産業省によって2008年3月に策定された「Cool Earth-エネルギー革新技術計画」において、家庭、オフィスビル等について、抜本的な省エネルギー技術について検討を行う必要があるとされており、長期的視野からも電力供給の直流化は重要な研究課題である。将来、住宅内における低電圧の直流配線が普及し、既存の交流配線と併用される時代に備えて、その第一ステップとして直流システムの技術開発を、省エネルギーを目的とする「エネルギーイノベーションプログラム」の一環として実施する。			
II. 研究開発マネジメントについて				
事業の目標	住宅内における低電圧直流システムを試作し、安全性も含めた評価を行なう。実験住宅等において、設置導入の容易性、交流システムとの併用等を検証し、既存の交流システムに比べ、約10%以上の省エネルギー効果があることを実証する。平行して、将来の直流システムについて、有識者を交えた検討を行い、直流システムの導入により、従来の交流システムに比べ約20%以上の省エネルギー効果を持つ可能性を示す。			
事業の計画内容	主な実施事項	H21fy	H22fy	総額
	住宅内交流・直流併用システムの実証の研究開発 (パナ電)	—————→		101.1
	住宅内直流配線・情報ネットワーク融合可能性 (パナ電)	—————→		
	住宅内直流配線・情報ネットワーク融合可能性 (シャープ)	—————→		35
	有識者委員会等による将来の直流システムの検討 (JEITA)	—————→		10
	有識者委員会等による将来の直流システムの検討 (ADL)		—————→	16
開発予算 事業費実績額 単位：百万円	会計・勘定	H21fy	H22fy	総額
	一般会計	0	0	0
	特別会計 (需給)	100	62.1	162.1
	総予算額	100	62.1	162.1
	委託、助成別	委託/助成	委託/助成	
開発体制	経産省担当原課	商務情報政策局 情報通信機器課		
	プロジェクトリーダー (PL)	なし (助成事業が主たる事業内容であるため)		
	助成先	パナソニック電工株式会社 (共同研究：長崎大学) 株式会社シャープ		

	委託先	一般社団法人 電子情報技術産業協会 (JEITA) アーサー D. リトル ジャパン株式会社 (ADL)
情勢変化への対応	平成21年度、平成22年度の各年度で調査委託事業を実施し、住宅内直流配電の将来の導入の可能性、将来の技術動向、および、海外も含めた標準化動向、市場動向を調査し、情勢の把握に努めた。その結果、本プロジェクトについては、情勢変化への対応のための研究開発項目等の変更はとくに必要ないと判断した。	

<p>Ⅲ. 研究開発成果について</p>	<p>&lt;パナソニック電工&gt;  <u>研究開発項目①「住宅内交流・直流併用システムの実証の研究開発」</u>            (1) 低電圧(48V以下)直流配線の実住宅での設置            オール電化の実住宅を建設し、従来の交流と48V以下の直流配線を組み合わせたシステムを設計・設置した。            (2) 安全等実運用に関わる技術課題の抽出と検討            300V以上の高電圧直流を対象にしたコンセント、ブレーカー、漏電検知デバイスの試作を行い、基本機能動作を確認し、技術課題を明らかにした。            (3) 交流・低電圧直流システムによる省エネルギー可能性検討            ACアダプタにより給電される機器を対象とした直流化により、目標値である10%以上の省エネルギーを確認した。  <u>研究開発項目②「住宅内直流配線・情報ネットワーク融合可能性」</u>            (1) システム運転状態の見える化技術開発            ユーザビリティ評価結果をベースに、創蓄エネルギー連携状況、機器使用状況が視覚的に認識できる見える化システムを開発した。            (2) 直流配線と情報ネットワークの融合による省エネ制御技術開発            機器の無駄オフ制御、自然外気・外光利用制御により、エネルギー削減量を試算した。  <u>研究開発項目「家全体の創蓄エネ連携制御による実証」</u>            3季節に渡る住宅全体の電力評価を行い、創蓄エネ連携制御による目標値である10%以上のエネルギー削減量を実証実験で確認した。              &lt;シャープ&gt;  <u>研究開発項目②「住宅内直流配線・情報ネットワーク融合可能性」</u>            (1) 直流配線を用いたPLCの検討            モデル実験及び実証ハウスでの実験により、直流給電システムで30Mbps以上の伝送レートを確保できる配線ルール試案を作成した。            配線の平衡度を改善するために、両切りスイッチ配線、または片切りスイッチの平衡度改善回路技術を使う配線ルール試案を提案した。            (2) 交流配線上のPLCと直流配線上のPLCの統合の可能性の検討            PLCバイパス回路により、交流/直流併設住宅の全ての配線上の機器間でPLC通信を可能とする統合的な省エネ制御のための通信網の構築技術を確立した。            (3) 直流配線・情報ネットワークによる省エネルギー可能性の検討            交流PLC・直流PLC・ZigBeeを併用したHEMS制御技術を確立した。また直流PLCを活用し、個人ごとの快適性に合わせた省エネ制御を提案した。この省エネ制御に基づくエアコン、照明器具、テレビのモデル実験の結果、最大13.6%の消費電力の削減を達成し、直流線・情報ネットワークによる、省エネの可能性を示した。              &lt;JEITA&gt;  <u>研究開発項目③「有識者委員会等による将来の直流システムの検討」</u>            住宅内直流配電を導入することで、約20%の省エネルギー効果が見込まれるとの試算が得られた。            住宅内に直流配電を導入する上での、技術面、法規制面、普及面(経済面)のそれぞれの側面についても、最新情報や意見の収集を行った。            関連する住宅内直流配電、分散電源機器、住宅向けエネルギーマネジメントシステムなどについて現在の動向をとりまとめた。              &lt;ADL&gt;  <u>研究開発項目③「有識者委員会等による将来の直流システムの検討」</u>            直流給電による省エネルギー効果の算出のための5ステップの「シミュレーションモデル」を作り上げた。            将来技術の抽出し技術ツリーを作成することにより、有望な将来技術を見出した。それらの有望将来技術をシミュレーションモデルに当てはめ、省エネルギー効果を算出した。            標準化・市場動向の調査を行った。二次情報による情報収集をある程度実施することで仮説を構築し、海外現地ヒアリングによってその仮説の確認・修正を実施した。</p>			
	<table border="1"> <tr> <td>投稿論文</td> <td>「査読付き」0件、「その他」3件</td> </tr> <tr> <td>特許</td> <td>「出願済」0件、「登録」0件、「実施」0件(うち国際出願0件)</td> </tr> </table>	投稿論文	「査読付き」0件、「その他」3件	特許
投稿論文	「査読付き」0件、「その他」3件			
特許	「出願済」0件、「登録」0件、「実施」0件(うち国際出願0件)			

<p>IV. 実用化の見通しについて</p>	<p>助成事業の各実施機関が実用化までの大枠スケジュールを作成しており、商品開発への成果の反映、新たな市場創造や市場規模が期待される。                  パナソニック電工は、新たな給電システムである低電圧直流システムの導入を先行して進め、高電圧側の配線システムについては、安全性規格や標準構築に向け、インフラ機器（ブレーカ、コンセント、漏電検知等）の技術開発を推進。また、エネルギーマネジメントシステムについては、本事業の成果を反映することにより、更なるシステム進化として、HEMSを軸に、BEMS、CEMSのように地域レベルのソリューション開発へと展開していく予定である。事業化の大枠スケジュールは、H25年から順次を予定している。                  シャープ株式会社は、本事業の成果を交流/直流併設住宅における省エネシステム全般で利用し、さらに直流給電住宅でも利用するなどの広範囲な技術応用を検討している。直流給電が本格的に立ち上がることにより、直流PLCアダプタだけでも、5年間で累積6300百万円の市場規模の創造が期待できる。</p>	
<p>V. 評価に関する事項</p>	<p>事前評価</p>	<p>平成21年度実施 担当部 省エネルギー技術開発部                  平成21年度3月 NEDO POST3実施</p>
	<p>事後評価</p>	<p>平成23年度実施 担当部 評価部</p>
<p>VI. 基本計画に関する事項</p>	<p>作成時期</p>	<p>平成21年3月 作成</p>
	<p>変更履歴</p>	<p>平成22年3月 研究開発項目名等に軽微な変更。                  (研究開発項目②の目標に、有識者委員会と実施者との議論を踏まえ設定することとしていた内容を反映した。)</p>

## プロジェクト基本計画

P09017

(エネルギーイノベーションプログラム)

(大項目) 「次世代高効エネルギー利用型住宅システム技術開発・実証事業」

### 基本計画

エネルギー対策推進部

#### 1. 研究開発の目的・目標・内容

##### (1) 研究開発の目的

本プロジェクトは、高効率エネルギー利用社会の実現を図るため、次世代の住宅システム技術の実用化に必要な直流の活用可能性、省エネルギー可能性を平成22年度までに実証するとともに、省エネルギーを目標とする「エネルギーイノベーションプログラム」の一環として実施する。

今後、直流で発電をする太陽光発電、燃料電池といった分散電源が広く普及する可能性があり、電力を交流に変換することなく直流を直流のまま活用しようとの構想も数多く提案されつつある。これは、「直流の電圧レベルの変換ロス」と「交流から直流への変換ロス」の差だけでは無く、交流、直流それぞれの配線システムの安全性、運用容易性、そして、機器の使用電力仕様にも関わる課題であり、単に技術的な実現可能性だけではなく、社会システムとして合理的であるかどうかを含め多くの議論を必要とするところである。ただし、最近の情報関連機器は、外付けのAC/DCコンバータ(ACアダプター)によって変換された例えば24V以下のような低電圧の直流を用いていることから、住宅内での低電圧の直流配線は今現在でも十分な合理性を持っており、安全、安心のレベルを確認しつつ、直流配線の標準化の方向性の議論も見据えた、実証的な開発が望まれているところである。また、信号を直流配線に重畳できることになれば、各センサからのモニタリング情報の収集、機器の制御等を容易に行うことも期待され、より高度な省エネルギーが達成できる可能性がある。

また、経済産業省によって2008年3月に策定された「Cool Earth-エネルギー革新技術計画」において、家庭、オフィスビル等の直流化など抜本的な省エネルギー技術についても検討を行う必要があるとされており、長期的視野からも電力供給の直流化は、重要な研究課題である。

以上のような背景から、本プロジェクトでは、将来、住宅内における低電圧の直流配線が普及し、既存の交流配線と併用される時代に備え、その第一ステップとして直流システムの技術開発を行い、省エネルギー効果を実証することを目的とする。本技術の確立により、民生部門におけるエネルギー消費量削減に資する。

##### (2) 研究開発の目標

平成21年度から住宅内における低電圧直流システムを試作し安全性も含めた評価を行い、平成22年度には実験住宅等において設置導入の容易性、交流システムとの併用等を検証し、既存の交流システムに比べ約10%以上の省エネルギー効果があることを実証する。平行して、将来の直流システムについて、有識者を交えた検討を行い、直流システムが従来システムに比べ約20%以上の省エネルギー効果を持つ可能性を示す。

##### (3) 研究開発の内容

上記目標を達成するために、以下の研究開発項目について、別紙の研究開発計画に基づき研究開発を実施する。

[助成事業(助成率:1/2以内)]

- ①「住宅内交流・直流併用システムの実証」
- ②「住宅内直流配線・情報ネットワーク融合可能性」

[委託事業]

- ③「有識者委員会等による将来の直流システムの検討」

## 2. 研究開発の実施方式

### (1) 研究開発の実施体制

本研究開発は、独立政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構(以下、「NEDO」という。)が、原則本邦の企業、大学等で日本国内に研究開発拠点を有している法人から、公募によって研究開発実施者を選定し研究開発項目①、②を助成、③を委託により実施する。なお、国外の企業等(大学、研究機関を含む)の持つ特別の研究開発能力・研究施設等の活用または国際標準獲得の観点から、必要性が認められる部分に関しては国外企業等との連携により実施することができる。

また、本研究開発を実施する各研究開発者の有する研究開発ポテンシャルを最大限に引き出すことにより効率的な研究開発の実施を図る観点から、NEDOが指名するアドバイザー等を置き、効果的な研究開発を実施する。

## 3. 研究開発の実施期間

本研究開発の期間は、平成21年度から平成22年度までの2年間とする。

## 4. 評価に関する事項

NEDOは、技術的及び政策的観点から、研究開発の意義、目標達成度、成果の技術的意義並びに将来の産業への波及効果等について、外部有識者による研究開発の事後評価を平成23年度に実施する。

## 5. その他の重要事項

### (1) 基本計画の変更

NEDOは、研究開発内容の妥当性を確保するため、社会・経済的状況、国内外の研究開発動向、政策動向、プログラム基本計画の変更、評価結果、研究開発費の確保状況、当該研究開発の進捗状況等を総合的に勘案し、達成目標、実施期間、研究開発体制等、基本計画の見直しを弾力的に行うものとする。

### (2) 研究開発の運営管理

研究開発全体の管理・執行に責任を有するNEDOは、経済産業省等と密接な関係を維持しつつ、プログラムの目的及び目標並びに本研究開発の目的及び目標に照らして、適切な運営管理を実施する。具体的には、必要に応じて設置される技術委員会等における外部有識者の意見を運営管理に反映させるほか、四半期に一回程度実施者を通じてプロジェクトの進捗について報告を受けること等を行う。



(3)根拠法

本プロジェクトは、独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構法第15条第1項第三号及び同条同項第六号に基づき実施する。

(4)その他

事業期間中又は事業終了時に成果発表会等を行い、次世代高効率エネルギー利用型住宅システムの社会受容性の向上に努める。

6. 基本計画の改訂履歴

- (1) 平成21年3月、制定。
- (2) 平成22年3月、平成21年度に有識者委員会と実施者との議論を踏まえ設定することとしていた研究開発項目②の目標を反映。

## (別紙) 研究開発計画

### 研究開発項目①住宅内交流・直流併用システムの実証

#### 1. 研究開発の必要性

既存の交流システムは、電力会社、電設メーカ、電気工事会社、住宅建設会社等の持つ非常に合理的な形で完成された技術を前提として、成立している。一方、低電圧直流システムに関しては省エネルギーになり合理性が高いと言われているが、安全、安心のレベルを確認しつつ、直流システムの標準化の方向性の議論も見据えた、実証的な開発が望まれているところである。

#### 2. 研究開発の具体的内容

##### (1) 低電圧(48V以下)直流配線の実住宅での設置

実験住宅等を使い、実生活に近い形で直流システムを交流システムと併設することにより、インターフェースの課題を検討し、住宅への設置導入の容易性を実証する。

##### (2) 安全等実運用に関わる技術課題の抽出と検討

一般家庭等に導入されるにあたり、例えば濡れた手で接続端子の挿抜を行う場合等の安全性、交流・直流の配線工事、運用、ノイズ、アース等の課題を明らかにし、具体的に配線、遮断器、コンセント形状等の規格などの検討を行う。

##### (3) 交流・低電圧直流システムによる省エネルギー可能性検討

交流・低電圧直流システムが既存の交流システムに比べ約10%以上の省エネルギー効果があることを、対象機器・システムの必要電力容量、運用カーブに対する使用電圧、安全保護機器の配置等の組合せを考慮しつつ少なくとも2種類以上の典型的と考えられるパターンを想定し、実証する。

#### 3. 達成目標

住宅に導入される際の安全等に関わる基準を具体的に提案し、省エネルギー効果が10%以上であることを明らかにする。

### 研究開発項目②住宅内直流配線・情報ネットワーク融合可能性

#### 1. 研究開発の必要性

現在、住宅内に、有線/無線の情報ネットワークが導入されつつあり、直流配線と情報ネットワークの融合を視野に入れると、直流システムの普及促進につながるものと考えられる。特に低電圧の直流電源との直結が期待されている機器には、センサ、LED照明器具等があり、モニタリング情報の収集、機器の制御等を住宅内で統合的に行うことも期待できる。

#### 2. 研究開発の具体的内容

直流配線、交流配線等ネットワークの融合の検討及び直流接続機器の統括制御の可能性の検討を行う。

### 3. 達成目標

直流配線と情報ネットワークの融合可能性が示され、接続機器の制御を含め将来価値が示されることとする。なお、具体的な目標は、直流配線と情報ネットワークの融合により、直流配線上での接続機器の稼働状況の把握や制御を行う技術の確立に目処をつけること、将来の付加価値(省エネルギーや高速通信等)の検討および試行を行うこととする。

## 研究開発項目③有識者委員会等による将来の直流システムの検討

### 1. 研究開発の必要性

現在、住宅内直流システムに関して、学識経験者、住宅メーカー、配線器具メーカー、家庭・情報機器メーカー、電力会社等多様な主体を巻き込んだ議論が待たれており、今後多様な電源も導入される住宅内配線の将来あるべき姿に関して議論が必要である。

### 2. 研究開発の具体的内容

有識者の衆智を集め、研究開発項目①、②の中間報告等も活用し、住宅内配線の将来あるべき姿及び事業性に関して調査・検討を行い、20%以上の省エネルギー効果を発揮する可能性を示す。

### 3. 達成目標

将来の直流システムが既存の交流システムに比べ約20%以上の省エネルギー効果を発揮する可能性を示す。また、今後必要となる、より先導的な技術開発、標準化や市場展開等の方向性の礎となる具体的提言をまとめる。

## プログラム基本計画

平成21・03・26産局第1号

平成21年4月1日

### エネルギーイノベーションプログラム基本計画

#### 1. 目的

資源に乏しい我が国が、将来にわたり持続的発展を達成するためには、革新的なエネルギー技術の開発、導入・普及によって、各国に先んじて次世代型のエネルギー利用社会の構築に取り組んでいくことが不可欠である。他方、エネルギー技術開発は、長期間を要するとともに大規模投資を伴う一方で将来の不確実性が大きいことから、民間企業が持続的な取組を行うことは必ずしも容易ではない。このため、政府が長期を見据えた将来の技術進展の方向性を示し、官民双方がこの方向性を共有することで、長期にわたり軸のぶれない取組の実施が可能となる。

エネルギー安全保障の確立や、世界全体の温室効果ガスを2050年までに半減するという長期目標を達成するため、以下に政策の柱毎に目的を示す。

#### 1-I. 総合エネルギー効率の向上

1970年代以来、官民をあげて省エネルギーに取り組み、産業構造の転換や新たな製造技術の導入、民生機器の効率改善等により世界最高水準の省エネルギーを達成している。今後、「新・国家エネルギー戦略」に掲げる、2030年までにGDPあたりのエネルギー利用効率を約30%向上を実現していくためには、産業部門はもとより、全部門において、総合エネルギー効率の向上に資する技術開発とその成果の導入を促進する。

#### 1-II. 運輸部門の燃料多様化

ほぼ100%を石油に依存する運輸部門は、我が国エネルギー需給構造上、最も脆弱性が高く、その需給構造の次世代化は、将来に向けた早急な対策が不可欠な課題となっている。

「新・国家エネルギー戦略」に掲げる目標（2030年に向け、運輸部門の石油依存度が80%程度となることを目指す）の実現のためにも、官民が中長期的な展望・方向性を共有しつつ、技術開発と関連施策を推進する。

#### 1-III. 新エネルギー等の開発・導入促進

太陽光、風力、バイオマスなどの新エネルギーは、エネルギー源の多様化や地球温暖化対策の観点から重要である。しかし、現時点では経済性や出力安定性といった普及へ向けての課題が存在する。

そのため、これらの課題解決に向けた技術開発の推進及び新エネルギーの導入促進のための関連施策の実施により、更なる新エネルギーの普及を推進する。

#### 1-IV. 原子力等利用の推進とその大前提となる安全の確保

原子力発電は供給安定性に優れ、運用時にCO<sub>2</sub>を排出しないクリーンなエネルギー

源である。安全確保を大前提に核燃料サイクルを含む原子力発電を着実に推進する。

#### 1-V. 化石燃料の安定供給確保と有効かつクリーンな利用

化石燃料資源の大半を輸入に依存する我が国にとって、その安定供給の確保は国家安全保障に直結する課題である。このため、石油・天然ガス等の安定供給確保を目指し、我が国企業による資源国における資源開発等に対する支援等の施策を進めるとともに、その有効かつクリーンな利用を図る。

#### 2. 政策的位置付け

##### ○ 低炭素社会づくり行動計画（2008年7月閣議決定）

2008年6月の福田総理（当時）のスピーチ「福田ビジョン」等を受け、我が国が低炭素社会へ移行していくための具体的な道筋を示すため、国全体を低炭素化へ動かす仕組みや革新的な技術開発、国民一人ひとりの行動を促すための取組について策定。

「環境エネルギー技術革新計画」や「Cool Earth-エネルギー革新技術計画」等に示された革新的技術の開発に5年間で300億ドル程度を投入するという具体的な目標が示された。

##### ○ 環境エネルギー技術革新計画（2008年5月）

温室効果ガスの大幅な削減を目指すだけでなく、エネルギー安全保障、環境と経済の両立、開発途上国への貢献等を考慮し、以下の戦略等を策定。

1. 低炭素社会実現に向けた我が国の技術戦略
2. 国際的な温室効果ガス削減策への貢献策
3. 革新的環境エネルギー技術開発の推進方策

##### ○ Cool Earth-エネルギー革新技術計画（2008年3月）

2007年5月の総理イニシアティブ「クールアース50」を受け、世界全体の温室効果ガスの排出量を現状に比して2050年までに半減するという長期目標を達成するため、エネルギー分野における革新的な技術開発について検討をおこない、21の技術を選定。

##### ○ エネルギー基本計画（2007年3月閣議決定）

重点的に研究開発のための施策を講ずべきエネルギーに関する技術及びその施策として、

1. 総合エネルギー効率の向上に資する技術
2. 原子力利用の推進とその大前提となる安全の確保に資する技術
3. 運輸部門のエネルギー多様化に資する技術
4. 新エネルギーに関する技術
5. 化石燃料の安定供給確保と有効かつクリーンな利用に資する技術

以上が位置づけられている。

##### ○ 新・国家エネルギー戦略（2006年5月）

世界最先端のエネルギー需給構造の実現を図るため

1. 省エネルギーフロントランナー計画

2. 運輸エネルギーの次世代化計画
3. 新エネルギーイノベーション計画
4. 原子力立国計画

以上の計画が位置づけられている。また、資源外交、エネルギー環境協力の総合的な強化を図るため、「総合資源確保戦略」が位置づけられている。

○ 第3期科学技術基本計画（2006年3月閣議決定）

国の存立にとって基盤的であり国として取り組むことが不可欠な研究開発課題を重視して研究開発を推進する「推進4分野」であるエネルギー分野、分野別推進戦略（2006年3月総合科学技術会議）における「推進4分野」であるエネルギー分野に位置づけられている。

○ 経済成長戦略大綱（2006年7月財政・経済一体改革会議）

資源・エネルギー政策の戦略的展開として

1. 省エネルギーフロントランナー計画
2. 次世代自動車・燃料イニシアティブ等による運輸エネルギー次世代化
3. 新エネルギーイノベーション計画
4. 原子力立国計画
5. 資源外交、環境・エネルギー協力等の総合的な強化

以上が位置づけられている。

○ 京都議定書目標達成計画（2005年4月閣議決定）

「京都議定書の約束を達成するとともに、更に「脱温暖化社会」に向けて長期的・継続的な排出削減を進めるには、究極的には化石燃料への依存を減らすことが必要である。環境と経済の両立を図りつつ、これらの目標を達成するため、省エネルギー、未利用エネルギーの利用等の技術革新を加速し、効率的な機器や先進的なシステムの普及を図り、世界をリードする環境立国を目指す。」とされている。

### 3. 達成目標

#### 3-I. 総合エネルギー効率の向上

転換部門における「エネルギー転換効率向上」、産業部門における「製造プロセス効率向上」、民生・運輸部門における「省エネルギー」などにより、GDP当たりのエネルギー消費指数を2030年度までに少なくとも30%改善することを目指す。

#### 3-II. 運輸部門の燃料多様化

バイオマス由来燃料、GTL、BTL、CTLなどの新燃料、電気自動車や燃料電池自動車などの導入により、現在ほぼ100%の運輸部門の石油依存度を2030年までに80%程度とすることを目指す。

#### 3-III. 新エネルギー等の開発・導入促進

太陽光、風力、バイオマスなどの新エネルギーの技術開発や燃料電池など革新的なエネルギー高度利用を促進することにより、新エネルギー等の自立的な普及を目指すことで、エネルギー源の多様化及び地球温暖化対策に貢献する。

### 3-IV. 原子力等利用の推進とその大前提となる安全の確保

2030年以降においても、発電電力量に占める比率を30～40%程度以上とすることを旨とするため、高速増殖炉サイクルの早期実用化、既設軽水炉代替へ対応する次世代軽水炉の開発、軽水炉技術を前提とした核燃料サイクルの確立、放射性廃棄物対策などの技術開発を推進する。

### 3-V. 化石燃料の安定供給確保と有効かつクリーンな利用

石油・天然ガスの化石燃料の安定供給確保を目指し、資源獲得能力の強化に資する先進的な技術開発を推進するとともに、環境負荷低減のために化石燃料の効率的かつクリーンな利用を促進するための技術開発・導入を目指す。

## 4. 研究開発内容

### 4-I. 総合エネルギー効率の向上

(中略)

#### 4-I-iv. 省エネ型情報生活空間創生技術

##### (1) グリーンITプロジェクト (運営費交付金)

###### ①概要

情報化社会の進展に伴うIT機器の消費電力の大幅な増大に対応し、抜本的な省エネを実現するため、サーバ、ネットワーク機器等の各装置の省エネに加え、省エネ型の巨大コンピューティング技術(グリーン・クラウドコンピューティング技術)、パワーエレクトロニクス技術を開発する。

###### ②技術目標及び達成時期

2012年度までに、IT機器・システムのエネルギー消費効率を2倍に向上させる基盤技術を開発する。

###### ③研究開発期間

2008年度～2012年度

##### (2) 次世代高効率ネットワークデバイス技術開発 (運営費交付金)

###### ①概要

エネルギー需給構造の高度化を図る観点から行うものであり、ネットワークで伝送されるデータ量の爆発的増加に伴い、関連機器の消費エネルギーが増大している中で、ネットワーク全体の消費電力量を抑制することが喫緊の課題であり、消費エネルギーの低減に大きく貢献するルータ・スイッチの高速化のための研究開発を実施するとともに、機器そのものの消費エネルギーを低減するための研究開発を実施する。

###### ②技術的目標及び達成時期

2011年度までに、1チャンネルあたり40Gbps超の通信速度に対応するトラフィック計測・分析・管理技術や40Gbpsのインターフェース、さら

なる通信速度向上(100Gbps超)を実現するハードウェア技術、SFQ(単一磁束量子)スイッチに関する実現を可能とするための基盤技術を開発する。

③研究開発期間

2007年度～2011年度

(中略)

6. 研究開発の実施に当たっての留意事項

事業の全部又は一部について独立行政法人の運営費交付金による実施されるもの(事業名に(運営費交付金)と記載したもの)は、中期目標、中期計画等に基づき、運営費交付金の総額の範囲内で当該独立行政法人の裁量によって実施されるものである。

また、事業名に(採択テーマ)と記載された事業は、提案公募事業により採択されたテーマを記載したものであり、その採択や評価等は、提案公募事業の実施機関の責任の下、実施されるものである。

7. 改訂履歴

(1) 平成16年7月7日付け、省エネルギー技術開発プログラム基本計画、新エネルギー技術開発プログラム基本計画、燃料技術開発プログラム基本計画、電力技術開発プログラム基本計画、原子力技術開発プログラム基本計画制定。固体高分子形燃料電池/水素エネルギー利用プログラム基本計画(平成16・02・03産局第6号)は、新エネルギー技術開発プログラム基本計画に統合することとし、廃止。

(2) 平成17年3月31日付け制定。省エネルギー技術開発プログラム基本計画(平成16・06・04産局第8号)、新エネルギー技術開発プログラム基本計画(平成16・06・04産局第10号)、燃料技術開発プログラム基本計画(平成16・06・04産局第12号)、電力技術開発プログラム基本計画(平成16・06・04産局第11号)、原子力技術開発プログラム基本計画(平成16・06・04産局第13号)は、廃止。

(3) 平成18年3月31日付け制定。省エネルギー技術開発プログラム基本計画(平成17・03・25産局第14号)、新エネルギー技術開発プログラム基本計画(平成17・03・25産局第9号)、燃料技術開発プログラム基本計画(平成17・03・25産局第17号)、電力技術開発プログラム基本計画(平成17・03・25産局第12号)、原子力技術開発プログラム基本計画(平成17・03・25産局第13号)は、廃止。また、次世代低公害車技術開発プログラム基本計画(平成17・03・29産局第2号)は、省エネルギー技術開発プログラム基本計画及び燃料技術開発プログラム基本計画に統合することとし、廃止。

(4) 平成19年4月2日付け制定。省エネルギー技術開発プログラム基本計画(平成17・03・31産局第19号)、新エネルギー技術開発プログラム基本計画(平成18・03・31産局第15号)、燃料技術開発プログラム基本計画(平成18・03・31産局第18号)、電力技術開発プログラム基本計画(平成18・03・31産局第17



号)、原子力技術開発プログラム基本計画(平成18・03・31産局第16号)は、廃止。

- (5) 平成20年4月1日付け、エネルギーイノベーションプログラム基本計画制定。省エネルギー技術開発プログラム基本計画(平成19・03・26産局第1号)、新エネルギー技術開発プログラム基本計画(平成19・03・20産局第4号)、燃料技術開発プログラム基本計画(平成19・03・19産局第7号)、電力技術開発プログラム基本計画(平成19・03・16産局第3号)、原子力技術開発プログラム基本計画(平成19・03・23産局第2号)は、本プログラム基本計画に統合することとし、廃止。
- (6) 平成21年4月1日付け制定。エネルギーイノベーションプログラム基本計画(平成20・03・25産局第5号)は廃止。

プロジェクト用語集

	用語	説明
A	ACアダプタ	商用電源より交流 (AC) 電力を入力し、それぞれの機器に合わせた形式の電力を出力する装置。小型家電製品等で用いられ、内部にAD/DC変換回路を持ち直流電力を出力するAC-DCアダプタが一般的である
	AC/DC 変換回路	AC(交流)の電力をDC(直流)に変換する回路。コンバータとも言う
B	BACNet	インテリジェントビル用ネットワークのための通信プロトコル規格
	BEMS	Building Energy Management System. ビルの機器・設備等の運転管理によってエネルギー消費量の削減を図るためのシステム
	bps	bit per second。通信性能を表す単位で1秒間にやり取りされるビット数を表す
C	CENELEC	ヨーロッパ圏の電気分野の標準化を行っている組織の名称で、ヨーロッパにおける電気・電子技術分野の統一規格である欧州規格(EN)の制定を担当している
	Cool Earth 50	世界全体の温室効果ガス排出量を2050年までに半減するという長期目標を、当時の安倍総理が「美しい星50(クールアース50)」として提案したもの(平成19年5月)。これを受けて経済産業省が、平成20年「Cool Earth-エネルギー革新技術計画」を策定し、重点的に取り組むべき革新技術として「21」技術を選定し、各技術ロードマップとして提示したもの
	CT	Current Transformerの略。一次電流を、これに比例する二次電流に変成するための、計器用変成器をいう。
D	DC/AC 変換回路	DC(直流)の電力をAC(交流)に変換する回路。インバータとも言う
	DC/DC 変換回路	DC(直流)の電力を別の電圧のDC(直流)に変換する回路。DC/DCコンバータとも言う
	D.O.E.	United States Department of Energy。米国エネルギー省の略
E	ECHONET	日本の大手電機メーカーなどが設立したエコーネットコンソーシアムが提唱している、家庭内の電灯線や無線を利用したネットワークの規格。通信速度が9,600bpsと遅いため、家電機器の制御を行うためのネットワークとして位置づけられている
	EMerge	直流給電を推進する世界的な勢力の一つとなっている団体。オフィスの天井用設備に関する米国の団体から出発したもの
	EPRI	Electric Power Research Instituteの略称。米国の電気事業に関連する研究開発を行う研究機関。
	Ethernet	コンピュータネットワークの規格のひとつで、世界中のオフィスや家庭で一般的に使用されているLAN(Local Area Network)の技術規格。現在のLANは、主に物理的な規格である「イーサネット」と、通信内容の取り決めを決めた「TCP/IPプロトコル」の組合せからなる
	ETSI	European Telecommunications Standards Institute(欧州電気通信標準化機構)の略称。ヨーロッパの電気通信の全般にかかわる標準化組織
G	GUI画面	画像を主体にしたユーザーインターフェイスのこと。画面にはグラフィカルな表示がなされ、マウスなどを利用して、表示されている絵を突いたり、ボタンを押したりすることで操作する。タッチパネルによる操作もこのジャンルとなる

H	HEMS	Home Energy Management System。住宅内のエネルギー消費機器や発電装置を、ICT技術の活用によりネットワークでつなぎ、各機器の運転を最適な状態に制御して、省エネルギーをトータルで実現するためのシステム
	HF 蛍光灯	高周波点灯蛍光灯とも呼ばれ、電子安定器により電球を高周波に変換し ランプを点灯させる事により、ランプ自体の性能アップが見込めるほか、省電力化なども 臨むことができる新しい方式の蛍光灯
I	IEC	International Electrotechnical Commission(国際電気標準会議)の略称。電気工学、電子工学、および関連した技術を扱う国際的な標準化団体。その標準の一部は国際標準化機構(ISO)と共同で開発されている
	ITU-T	International Telecommunication Union Telecommunication Standardization Sectorの略称。国際電気通信連合の部門の一つで、通信分野の標準策定を担当する「電気通信標準化部門」。旧CCITT (Comite Consultatif International Telegraphique et Telephonique、国際電信電話諮問委員会)
K	KONNEX(KNX)	欧欧州のHEMS/BEMS標準規格。州のHEMS/BEMS標準規格
L	LBNL	Ernest Orlando Lawrence Berkeley National Laboratoryの略称。アメリカ合衆国カリフォルニア州にある、米国エネルギー省(Department of Energy, 略名 DOE)の研究所。物理、化学、生命科学、コンピュータ・サイエンス、エネルギー工学、ナノテクノロジー、環境工学などの広い分野にわたって研究を行っている
L	LED	Light Emitting Diodeの略称。発光ダイオードとも呼ばれる。順方向に電圧を加えた際に発光する半導体素子のこと。発光原理はエレクトロルミネセンス (EL) 効果を利用している
	LONWORKS	米国のEchelon社によって開発されたインテリジェント分散型のオープンなネットワークシステム規格。BEMS/HEMSの制御用プロトコルとして、広く普及している
M	MPPT 制御	最大電力点追従制御といわれ、太陽電池を常に最大電力点で動作させるように太陽電池と負荷の間に入って双方のバランスを取り双方に都合の良いポイントを制御する方法をいう
	NAS 電池	ナトリウム・硫黄電池。負極にナトリウムを、正極に硫黄を、電解質にβ -アルミナを利用した高温作動型二次電池。特に大規模の電力貯蔵用に作られ、昼夜の負荷平準などに用いられる。300°C以上の高温で動作
	NIST	National Institute of Standards and Technology。 連邦政府の機関で、工業技術の標準化を支援している。1988年にNBS(National Bureau of Standards)が改組して誕生した
P	PLC	Power Line Communication。 電力線を通信回線として利用する技術。450kHz以下の周波数を用いるものを低速PLC、2MHz～30MHzを用いるものを高速PLCと呼ぶこともある。電気のコンセントに通信用のアダプタ(PLCモデム)を設置してパソコンなどをつなぐことにより、数Mbps～数百Mbpsのデータ通信が可能となる
	PMV	Predicted Mean Vote。人間が感じる温冷感の快適性を表す指数。快適さを+3から-3までの7段階に数値化
	PoE	Power over Ethernet。Ethernetの配線に使うケーブルを利用して電力を供給する技術。2003年6月にIEEE 802.3afとして標準化された。48Vで15.4Wの電力が給電でき、電源を

		取りにくい場所に置く機器や、従来電源が必要なかった機器を Ethernet 対応にする場合などに使う。具体的にはVoIP対応の電話機(IP電話)や無線LANのアクセスポイント、Webカメラなどへの応用が期待されている
S	SiC	炭素(C)とケイ素(Si)の1:1の化合物。天然では、隕石中にわずかに存在が確認される。ダイヤモンドとシリコンの両面の性質を持ち、硬度、耐熱性、化学的安定性に優れることから、研磨材、耐火物、発熱体などに使われ、また半導体でもあることから、電子素子の素材にもなる
T	Twist Pair	電線を2本対でより合わせたケーブルである。単なる平行線よりノイズの影響を受けにくい
U	UDP	User Datagram Protocol。インターネットでデータ転送に使われるプロトコルのひとつ
V	VVF	ビニル絶縁ビニルシース平型ケーブル。屋内の交流配線に使われる低圧用電線ケーブル
Z	ZCT	漏電を検出する電気機器。零相変流器ともいわれ、漏電を検出する電気機器で、ZCTを貫通している電線に流れている電流のベクトル和がゼロになるかならないかを検出する方式である
	ZigBee	ジグビー。家電向けの短距離無線通信規格のひとつ。低速で通信距離が短い代わりに、消費電力が少なく長期間の電池駆動が可能である
あ	アーク放電	電極に電位差が生じることにより、電極間にある気体に持続的に発生する絶縁破壊(放電)の一種。負極・正極間の気体分子が電離イオン化が起こり、プラズマを生み出しその上を電流が走る。結果的にももとは伝導性のない気体中を電流が流れることになる。この途中の空間では気体が励起状態になり高温と閃光を伴う。大気中のアーク放電では放電路が弧状(アーク)になるため、弧光放電、または、単にアークともいわれる
	アッテネータ	減衰器。減衰するためのスイッチや可変抵抗器のこと
い	異相コンセントペア	交流波形の位相が180°異なる関係となるコンセントペア
	インピーダンス	交流回路における抵抗値
	インピーダンス整合	電気信号の伝送路において、送信側回路の出力インピーダンスと受信側回路の入力インピーダンスを複素共役の関係にすること。受信側回路からの反射がなくなる
え	遠未来型住宅	当プロジェクトで定義した住宅型の一つ。電力源として、商用交流と太陽電池と燃料電池と二次電池を用いている
か	回生	DC(直流)からAC(交流)へ電力を変換する方向
	カプセル接点	リレー等の開閉接点を水素ガス中に封止したもので、磁界によりアークを引き伸ばし、これを冷却効果の大きい水素ガスにより冷却することによってアークを消弧させる機能を有する機構のこと
	感電	感電は電撃とも呼ばれ、電気設備、電気製品の不適切な使用や、漏電、落雷などの要因によって人体に電流が流れ、傷害を受けることである。人体は電気抵抗が低く、特に水に濡れている場合は電流が流れやすいため危険性が高い
き	給電システム	当プロジェクトでは住宅用電気機器と電力源をつなぐものと定義している。分電盤や給電線が含まれている

	近未来型住宅	当プロジェクトで定義した住宅型の一つ。電力源として商用交流と太陽電池と燃料電池を用いている
け	現在型住宅	当プロジェクトで定義した住宅型の一つ。電力源として商用交流のみを用いている
こ	高電圧直流	特に明示がない限り、当プロジェクトにおいては60Vを超える直流電力を指すものとした
	交番磁界	こうばんじかい。時間と共に大きさと方向が変化を繰り返す磁界。導体に電流を流すと、その周りには流れた電流の大きさに応じた強さの磁界が生じる。導体に流す電流が交流の場合には、時間と共にその大きさと方向が変化するので、それによってできる磁界の大きさと方向も合わせて変化する。このような磁界を交番磁界という
	コモンモード電流	大地とループを構成するケーブルの2本の信号線に、同じ方向の電流成分ができ、大地を帰路として流れる電流のこと
	コンバータ	交流を直流に変換する装置、整流器とも言われる
し	システム自動制御	システムが自動的に各住宅用電気機器や電力源を最適に制御することで、省電力を実現するシステムである
	次世代省エネ基準	「次世代省エネ基準(平成11年省エネ基準)」は、日本の住宅の省エネルギー性を高めるために、断熱や気密、冷暖房に関する基準を定めたもの(「住宅に係る建築主等および特定建築物の所有者の判断基準」と「設計、施行及び維持保全の指針」の2からなる
	住宅用電気機器	当プロジェクトでは、住宅内において用いられる電気機器として定義している。洗濯機・電子レンジ・電気炊飯器等がある。太陽電池や二次電池は住宅内で用いられるものでも住宅用電気機器には含まない
	省エネルギー率	当プロジェクトではベースシナリオを分母、比較対象の給電技術シナリオを分子として定義している。省エネルギー効果は給電システムによる効果を対象とするため、機器と電力源については、分母・分子で同一とする。なお、消費エネルギーの計算に関しては、住宅内で消費される全電力量で算出する。近未来型や遠未来型では太陽光発電からの売電も考えられるが、この分は計算対象には含めない
	消費電力マネジメント	当プロジェクトでは、電力見える化とシステム自動制御を含む電力管理として定義している
	シールド線	金属箔・金属製ブレードなどで内部の導線を覆ったケーブル。外部からのノイズの干渉を受けにくい
す	スイッチング電源	入力電力から希望の出力電力を得る電力変換装置において、電力を変換・調整するためにスイッチング素子(電気回路の一部をON/OFFできる素子)を用いた電源装置。その中で特に、直流電力を別の直流電力に変換するDC-DCコンバータ、および交流電力を一定の直流電力に変換する整流装置によって構成された電源装置を指すことが多い。
そ	ソフトスイッチング	高周波共振現象を利用して、スイッチング素子の印加電圧が 0V(ゼロボルト)、あるいは導通電流が 0A(ゼロアンペア)になってから、スイッチ素子のON/OFFを行うスイッチング方式。スイッチング損失、電磁干渉(EMI)ノイズの低減に対し、従来のハードスイッチング方式に比べ、数々の優れた特徴がある
た	待機電力	コンセントに接続された家電製品が、電源の切れている状態(待機時)で消費する電力。代表的な例として、リモコン入力等の操作に備えて待機するオーディオ・ビデオ製品や、給湯器、

		エアコンなどがある
ち	GaN	窒化ガリウム。ガリウム(Ga)と窒素(N)で構成する化合物半導体。主に青色発光ダイオード(青色LED)の材料として用いられる半導体である。ガリウムナイトライド(gallium nitride)とも呼ばれる。
ち	地絡火災	地絡(ちらく)は、電気回路と大地が相対的に低いインピーダンスで電氣的に接続される状態。地絡により引き起こされる火災を地絡火災という。事故による異常電流の大きさは、短絡事故時に比べれば小さい。短絡事故時とは異なり電気回路には零相電流や零相電圧が発生する。送電線路の保護継電器は、これらを零相変流器(ZCT)や接地形計器用変圧器(EVT)によって検出し、動作する。
	直流配電	当プロジェクトでは、省エネのため、オフィスや家庭への電力供給を、現在の交流ではなく、直流で行うこと。
つ	ツイストペア線	2本の信号線を撚ってツイストペア状にしたケーブル。ケーブルを貫通するノイズ(磁束)が、互いに打ち消しあうように作用するので、ケーブル内へのノイズの侵入を抑えることができる
て	抵抗ブリッジ	ある導線からの電流が、抵抗が接続された2つの並列回路に分かれたあと、別の1つの導線で再結合し、閉回路を形成している電気回路のこと
	低電圧直流	当プロジェクトにおいては、60V以下の直流電流を指すものとした
	電食	地下埋設金属(水道管・各種ケーブルなど)が電気化学作用により、腐食する現象
	電力源	当プロジェクトでは住宅に電力を供給するものとして定義している。系統電力・太陽電池・燃料電池・二次電池等がある
	電力見える化	電力使用者に使用中の電力や電力量を示すことで、電力使用者に電気の使いすぎを意識させ、自発的節電を促すシステム
と	同相コンセントペア	交流波形の位相が同じになるコンセントペア
	特性インピーダンス	伝送線路を交流信号が伝播するときの電圧と電流の比。伝送線路に固有のパラメータ
	トラッキング	コンセントやテーブルタップなどの電源に、長期間、プラグを差し込んでいたため、コンセントとプラグとの隙間に徐々にほこりが溜まり、このほこりが湿気を呼ぶことによって、プラグ両極間で火花放電が繰り返されます。そして、絶縁状態が悪くなり、プラグ両極間に電気が流れて発熱し、ついには発火する。これを「トラッキング現象」という
	トリップフリー	ブレーカーを遮断した場合、リセットするまで復帰しない機能
は	配電盤	変電設備や電力系統の監視と制御を行うために設ける装置。監視のための計器や表示灯、制御のための各種のスイッチが設けてある
	パッシブ制御	自然の外気や外光を積極的に利用して省エネに貢献しようとする制御方法のこと
ふ	フルブリッジ方式	4つのスイッチング素子をブリッジ状に構成する方式で、耐圧の低い素子が使え、効率が良く、大容量の電源に使用される
	分散電源機器	電力供給の一形態であり、比較的小規模な発電装置を消費地近くに分散配置して電力の供給を行なう機械そのものや、その方式のことである

ほ	ホール素子	ホール効果を利用して磁界を検出する素子。ホール効果(Hall effect)とは、電流の流れているものに対し、電流に垂直に磁場をかけると、電流と磁場の両方に直交する方向に起電力が現れる現象。主に半導体素子で応用される。1879年、米国の物理学者エドウィン・ホール(Edwin Herbert Hall, 1855-1938)によって発見されたことから、このように呼ばれる
	マイグレーション	電界の影響で、金属成分が非金属媒体の上や中を横切って移動する現象である。結果として、電極間の絶縁抵抗値が低下した為に故障が発生することがある
ゆ	ユニバーサルデザイン	Universal Design、UDと略記することもある。文化・言語・国籍の違い、老若男女といった、差異、障害・能力の如何を問わずに利用することができる施設・製品・情報の設計(デザイン)をいう
り	力行	りきこう。AC(交流)からDC(直流)へ電力を変換する方向
れ	レドックスフロー電池	設備型二次電池の一種で、イオンの酸化還元反応を溶液のポンプ循環によって進行させて、充電と放電を行う。エネルギー密度が低く小型化に向かない反面、構造が単純で大型化に適するため、電力用設備として実用化されている

## I 事業の位置づけ・必要性について

### I.1 NEDOの関与の必要性・制度への適合性

#### I.1.1 NEDOが関与することの意義

経済産業省によって2008年3月に策定された「Cool Earth・エネルギー革新技術計画」において、家庭、オフィスビル等の直流化など抜本的な省エネルギー技術についても検討を行う必要があるとされており、長期的視野からも電力供給の直流化は、重要な研究課題である。

本プロジェクトでは、将来、住宅内における低電圧の直流配線が普及し、既存の交流配線と併用される時代に備え、その第一ステップとして直流システムの技術開発を行い、省エネルギー効果を実証することを目的とする。本技術の確立により、民生部門におけるエネルギー消費量削減に資するため、産学官の共同研究体制を構築しNEDO事業として実施することは、英知の結集を必要とする地球温暖化防止への貢献、および消費電力削減を新たな競争軸とする国際的競争力向上の両面において非常に大きな意義がある。

#### I.1.2 実施の効果

本研究開発への国の支援は、次世代高効率エネルギー住宅の実現と社会への普及を通じて、省エネルギー社会の早期実現に繋がる効果をもたらす。

NEDOは、研究開発内容の妥当性を確保するため、社会・経済的状況、国内外の研究開発動向、政策動向、プログラム基本計画の変更、評価結果、研究開発費の確保状況、当該研究開発の進捗状況等を総合的に勘案し、達成目標、実施期間、研究開発体制等、基本計画の見直しを弾力的に行うものとする。さらに、経済産業省等と密接な関係を維持しつつ、プログラムの目的及び目標並びに本研究開発の目的及び目標に照らして、適切な運営管理を実施する。

### I.2 事業の背景・目的・位置付け

#### I.2.1 事業の背景

本事業は、高効率エネルギー利用社会の実現を図るため、次世代の住宅システム技術の実用化に必要な直流の活用可能性、省エネルギー可能性を平成22年度までに実証するとともに、省エネルギーを目標とする「エネルギーイノベーションプログラム」の一環として実施する。

今後、直流で発電をする太陽光発電、燃料電池といった分散電源が広く普及する可能性があり、電力を交流に変換することなく直流を直流のまま活用しようとの構想も数多く提案されつつある。これは、「直流の電圧レベルの変換ロス」と「交流から直流への変換ロス」の差だけでは無く、交流、直流それぞれの配線システムの安全性、運用容易性、そして、機器の使用電力仕様にも関わる課題であり、単に技術的な実現可能性だけではなく、社会システムとして合理的であるかどうかを含め多くの議論を必要とするところである。ただし、最近の情報関連機器は、外付けのAC/DCコンバータ（ACアダプター）によって変換された例えば24V以下のような低電圧の直流を用いていることから、住宅内での低電圧の直流配線は今現在でも十分な合理性を持っており、安全、安心のレベルを確認しつつ、直流配線の標準化の方向性の議論も見据えた、実



証的な開発が望まれているところである。また、信号を直流配線に重畳できることになれば、各センサからのモニタリング情報の収集、機器の制御等を容易に行うことも期待され、より高度な省エネルギーが達成できる可能性がある。

### 1.2.2 事業の目的、意義

経済産業省によって2008年3月に策定された「Cool Earth-エネルギー革新技術計画」において、家庭、オフィスビル等の直流化など抜本的な省エネルギー技術についても検討を行う必要があるとされており、長期的視野からも電力供給の直流化は、重要な研究課題である。

本プロジェクトでは、将来、住宅内における低電圧の直流配線が普及し、既存の交流配線と併用される時代に備え、その第一ステップとして直流システムの技術開発を行い、省エネルギー効果を実証することを目的とする。本技術の確立により、民生部門におけるエネルギー消費量削減に資するため、本研究開発への国の支援は、次世代高効率エネルギー住宅の実現と社会への普及を通じて、省エネルギー社会の早期実現に繋がる効果をもたらす。

### 1.2.3 事業の位置付け

新・国家エネルギー戦略（2006年5月）では、30%以上のエネルギー消費効率を改善していくための方策として、長期的視点に立った省エネルギー技術戦略を策定し、省エネルギー技術開発及び支援の重点化を行うことが示され、2030年に向けて、省エネルギー技術戦略2007がとりまとめられている。本事業は、高効率エネルギー利用社会の実現を図るため、次世代の住宅システム技術の実用化に必要な直流の活用可能性、省エネルギー可能性を平成22年度までに実証するとともに、省エネルギーを目標とする「エネルギーイノベーションプログラム」の一環として実施する。今後、直流で発電をする太陽光発電、燃料電池といった分散電源が広く普及する可能性があり、電力を交流に変換することなく直流を直流のまま活用しようとの構想も数多く提案されつつある。これは、「直流の電圧レベルの変換ロス」と「交流から直流への変換ロス」の差だけでは無く、交流、直流それぞれの配線システムの安全性、運用容易性、そして、機器の使用電力仕様にも関わる課題であり、単に技術的な実現可能性だけではなく、社会システムとして合理的であるかどうかを含め多くの議論を必要とするところである。ただし、最近の情報関連機器は、外付けのAC/DCコンバータ（ACアダプター）によって変換された例えば24V以下のような低電圧の直流を用いていることから、住宅内での低電圧の直流配線は今現在でも十分な合理性を持っており、安全、安心のレベルを確認しつつ、直流配線の標準化の方向性の議論も見据えた、実証的な開発が望まれているところである。また、信号を直流配線に重畳できることになれば、各センサからのモニタリング情報の収集、機器の制御等を容易に行うことも期待され、より高度な省エネルギーが達成できる可能性がある。

また、経済産業省によって2008年3月に策定された「Cool Earth-エネルギー革新技術計画」において、家庭、オフィスビル等の直流化など抜本的な省エネルギー技術についても検討を行う必要があるとされており、長期的視野からも電力供給の直流化は、重要な研究課題である。

以上のような背景から、本プロジェクトでは、将来、住宅内における低電圧の直流配線が普及し、既存の交流配線と併用される時代に備え、その第一ステップとして直流システムの技術開発

を行い、省エネルギー効果を実証することを目的とする。

## II 研究開発マネジメントについて

### II.1 事業の目標

本プロジェクトにおける事業の目標は、

1. 平成21年度から住宅内における低電圧直流システムを試作し安全性も含めた評価を行い、平成22年度には実験住宅等において設置導入の容易性、交流システムとの併用等を検証し、既存の交流システムに比べ約10%以上の省エネルギー効果があることを実証する。
2. 平行して、将来の直流システムについて、有識者を交えた検討を行い、直流システムが従来システムに比べ約20%以上の省エネルギー効果を持つ可能性を示す。

### II.2 事業の計画内容

#### II.2.1 研究開発の内容

上記目標を達成するため、以下の研究開発項目について実施機関を公募し、1.を助成事業として、2.を委託事業として実施する。

[助成事業(助成率:1/2以内)]

- ①「住宅内交流・直流併用システムの実証」
- ②「住宅内直流配線・情報ネットワーク融合可能性」

[委託事業]

- ③「有識者委員会等による将来の直流システムの検討」

#### 研究開発項目 ①住宅内交流・直流併用システムの実証

##### 1. 研究開発の必要性

既存の交流システムは、電力会社、電設メーカー、電気工事会社、住宅建設会社等の持つ非常に合理的な形で完成された技術を前提として、成立している。一方、低電圧直流システムに関しては省エネルギーになり合理性が高いと言われているが、安全、安心のレベルを確認しつつ、直流システムの標準化の方向性の議論も見据えた、実証的な開発が望まれているところである。

##### 2. 研究開発の具体的内容

###### (1)低電圧(48V以下)直流配線の実住宅での設置

実験住宅等を使い、実生活に近い形で直流システムを交流システムと併設することにより、インターフェースの課題を検討し、住宅への設置導入の容易性を実証する。

###### (2)安全等実運用に関わる技術課題の抽出と検討

一般家庭等に導入されるにあたり、例えば濡れた手で接続端子の挿抜を行う場合等の安全性、交流・直流の配線工事、運用、ノイズ、アース等の課題を明らかにし、具体的に配線、遮断器、コンセント形状等の規格などの検討を行う。

### (3) 交流・低電圧直流システムによる省エネルギー可能性検討

交流・低電圧直流システムが既存の交流システムに比べ約10%以上の省エネルギー効果があることを、対象機器・システムの必要電力容量、運用カーブに対する使用電圧、安全保護機器の配置等の組合せを考慮しつつ少なくとも2種類以上の典型的と考えられるパターンを想定し、実証する。

### 3. 達成目標

住宅に導入される際の安全等に関わる基準を具体的に提案し、省エネルギー効果が10%以上であることを明らかにする。

## 研究開発項目 ②住宅内直流配線・情報ネットワーク融合可能性

### 1. 研究開発の必要性

現在、住宅内に、有線/無線の情報ネットワークが導入されつつあり、直流配線と情報ネットワークの融合を視野に入れると、直流システムの普及促進につながるものと考えられる。特に低圧の直流電源との直結が期待されている機器には、センサ、LED照明器具等があり、モニタリング情報の収集、機器の制御等を住宅内で統合的に行うことも期待できる。

### 2. 研究開発の具体的内容

直流配線、交流配線等ネットワークの融合の検討及び直流接続機器の統括制御の可能性の検討を行う。

### 3. 達成目標

直流配線と情報ネットワークの融合可能性が示され、接続機器の制御を含め将来価値が示されることとする。なお、具体的な目標は、直流配線と情報ネットワークの融合により、直流配線上での接続機器の稼働状況の把握や制御を行う技術の確立に目処をつけること、将来の付加価値(省エネルギーや高速通信等)の検討および試行を行うこととする。

## 研究開発項目 ③有識者委員会等による将来の直流システムの検討

### 1. 研究開発の必要性

現在、住宅内直流システムに関して、学識経験者、住宅メーカ、配線器具メーカ、家庭・情報機器メーカ、電力会社等多様な主体を巻き込んだ議論が待たれており、今後多様な電源も導入される住宅内配線の将来あるべき姿に関して議論が必要である。

## 2. 研究開発の具体的内容

有識者の衆智を集め、研究開発項目①、②の中間報告等も活用し、住宅内配線の将来あるべき姿及び事業性に関して調査・検討を行い、20%以上の省エネルギー効果を発揮する可能性を示す。

## 3. 達成目標

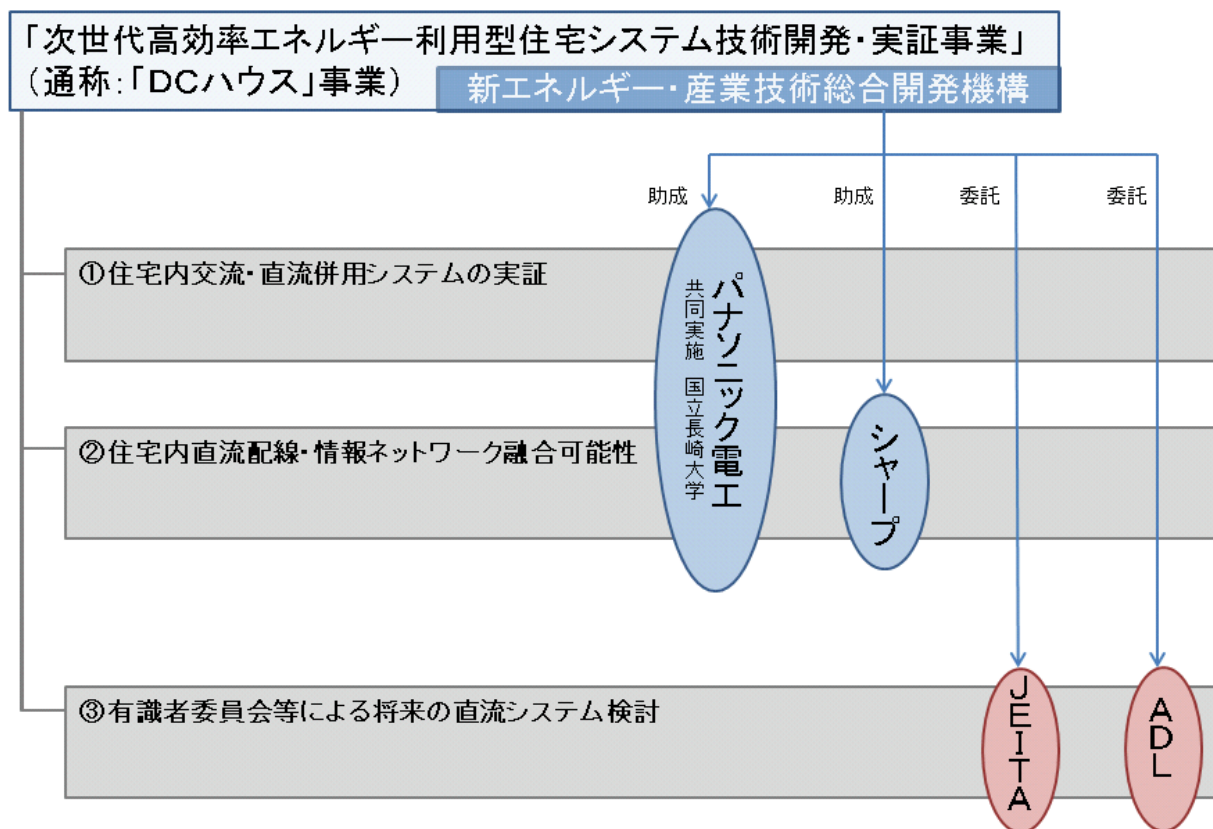
将来の直流システムが既存の交流システムに比べ約20%以上の省エネルギー効果を発揮する可能性を示す。また、今後必要となる、より先導的な技術開発、標準化や市場展開等の方向性の礎となる具体的提言をまとめる。

### 11.2.2 研究開発の実施体制

本プロジェクトは、NEDOが、企業、民間研究機関、独立行政法人、大学等（原則、国内に研究開発拠点を有していること。ただし、国外企業の特別の研究開発能力、研究施設等の活用あるいは国際標準獲得の観点から国外企業との連携が必要な部分はこの限りではない。）から公募によって研究開発の実施機関を選定後、助成、あるいは委託して実施する。各実施機関はそれぞれの強みを生かした最適な共同研究体制を構築するとともに、必要に応じて再委託先を設定する。

各研究開発項目における実施テーマ名と実施機関および具体的な研究項目について次ページ以降に実施体制図として纏める。

【実施体制図】



研究開発課題	H21	H22	事業規模
<p>①「住宅内交流・直流システムの実証」10%以上の省エネ効果を実証する。</p> <p>(1) 低電圧(48V以下)直流配線の実住宅での設置 (2) 安全等実運用に関わる技術課題の抽出と検討 (3) 交流・低電圧直流システムによる省エネルギー可能性検討</p>	<p>パナソニック電工株式会社</p> <p>共同実施:長崎大学</p>	<p>パナソニック電工株式会社</p> <p>共同実施:長崎大学</p>	<p>助成(補助率 50%)</p> <p>H21. 7,000万円 X 2 H22. 3,100万円 X 2</p>
<p>②「住宅内直流システム・情報ネットワーク融合可能性」</p> <p>(1) 直流配線、交流配線等ネットワークの融合の検討 (2) 直流通続機器の統括制御の可能性の検討</p>	<p>シャープ株式会社</p>	<p>シャープ株式会社</p>	<p>助成(補助率 50%)</p> <p>H21. 2,000万円 X 2 H22. 1,500万円 X 2</p>
<p>③「有識者委員会等による次世代直流システムの検討」</p> <p>有識者の衆智を集め、研究開発項目①、②の中間報告等も活用し、住宅内配線の将来あるべき姿に関して調査・検討を行い、20%以上の省エネルギー効果を発揮する可能性を示す。</p> <p>公募プロジェクト名: 「次世代高効率エネルギー利用型住宅システム技術開発・実証事業」における将来の省エネルギー効果の可能性に関する調査」 H21、H22 「将来の省エネルギー住宅システムを実現するための技術についての調査」 H22</p>	<p>JEITA ＝(社)電子情報技術産業協会</p> <p>ベース調査を行った。 ①関連技術に関する調査 ②電力供給の直流化に関する動向調査 ③関連法規 ④今後の方向性、市場展開について</p> <p>詳しくは成果報告書をご覧ください。</p>	<p>A.D.L. ＝アーサー・D・リトルJapan 株式会社</p> <p>20%省エネに向けての技術シナリオを、体系的に示した。</p>	<p>委託(補助率 100%)</p> <p>H21. 1,000万円 H22. 1,600万円</p>

### II.2.3 研究開発の運営管理

研究開発全体の管理・執行に責任を有するNEDOは、経済産業省及び技術委員等と密接な関係を維持しつつ、プログラムの目的及び目標並びに本研究開発の目的及び目標に照らして、実施期間、研究開発項目及び実施体制の見直しを含めて適切な運営管理を実施する。

#### (技術委員会の設置)

本プロジェクトにおいて外部有識者からなる技術委員会を設置し、各実施機関からプロジェクト進捗状況について適時、報告を受けるほか、結果をプロジェクトの運営管理に反映させる。また、外部有識者の意見を各研究開発の実施に反映させるほか、開発技術や成果の評価などに活用する。

表2 DCハウスプロジェクト技術委員

委員	所属	委員期間
松山隆司	京都大学大学院 情報学研究科 知能情報学 教授	2009.05～2011.03
引原隆士	京都大学大学院 工学研究科 電機工学 教授	2009.05～2011.03
岡部寿男	京都大学 学術情報メディアセンター ネットワーク 教授	2009.05～2011.03
伊瀬敏史	大阪大学大学院 工学研究科 電気電子情報工学 教授	2009.05～2011.03
神本正行	(独)産業技術総合研究所 関西センター所長	2009.05～2011.03
丹康雄	北陸先端科学技術大学院大学 情報科学研究科 教授	2009.11～2011.03
高橋健彦	関東学院大学 工学部 建築学科 建築電気設備 教授	2009.11～2011.03

開発項目の着実な実施と確実な達成に向け、適時、技術委員会（含、現地委員会）を開催し、NEDOおよび実施者で実施内容や目標設定を修正、検討する会議を設けた。

表3 技術委員会

開催日	委員会名	場所	内容
2009.08.03	第1回パナ電・技術委員会	京都大学	キックオフ、目標及び実施内容の検討
2009.08.03	第1回シャープ・技術委員会	京都大学	キックオフ、目標及び実施内容の検討
2009.11.30	第2回シャープ・技術委員会	シャープ	研究計画・進捗状況の確認
2010.02.04	第2回パナ電・技術委員会	NEDO	研究計画・進捗状況の確認

2010. 02. 04	第3回シャープ・技術委員会	NEDO	研究計画・進捗状況の確認
2010. 03. 31	J E I T A ・技術委員会	NEDO	調査報告
2010. 05. 21	第3回パナ電・技術委員会	パナ電	平成22年度実施計画の確認
2010. 07. 15	第4回シャープ・技術委員会	京都大学	平成22年度実施計画の確認
2010. 07. 26	第1回ADL・技術委員会	京都大学	研究計画の確認
2010. 08. 06	第4回パナ電・技術委員会	パナ電	研究計画・進捗状況の確認
2010. 09. 29	第5回パナ電・技術委員会	MET I	研究成果報告
2010. 11. 17	第5回シャープ・技術委員会	京都大学	研究成果報告
2010. 11. 26	第2回ADL・技術委員会	ADL	調査報告

#### （知的財産権等の取り扱い）

開発成果に対する取り扱いとして、委託事業の成果に関わる知的財産権等については原則として、すべて実施機関に帰属させることとする。実施機関においては、我が国の省エネルギー技術を基盤とする産業競争力の強化に資するべく、開発した技術や成果の特徴を踏まえた知的財産マネジメントを実施する。知的財産マネジメントとして、例えば、技術成果の公開や権利化を通して安定的に省エネルギー効果を普及させるためのマネジメントや、開発技術や研究成果をオープンソースとして公開し技術の普及や浸透を目指すマネジメントなど、各実施機関のマネジメント戦略に基づく取り扱いを行う。

#### II.2.4 研究開発成果の実用化に向けたマネジメントの妥当性

本プロジェクトで得られた開発成果を普及および促進させるため、各実施機関は本プロジェクト終了後あるいは本プロジェクトと並行して実用化検討に向けた取り組みを実施する。実用化検討への取り組みは、NEDOと各実施機関それぞれの役割を十分に考慮したものとし、例えば、NEDOは開発技術や成果について標準情報（TR）制度への提案やISO等の国際標準の提案など、必要に応じて知的基盤整備又は標準化等との連携を図るためのマネジメントを実施する。また、我が国が優位にある省エネルギー技術を基盤とするITサービス・プロダクト産業の国際的産業競争力の強化や環境負荷を低減させる社会システム全体の効率化など、社会的に必要とされる施策を行うため実用化検討のマネジメントを実施する。

#### II.3 情勢変化への対応

##### （調査研究の実施）

平成21年度3月策定のプロジェクト基本計画において、ますます強まる低消費電力化への要請に対応していくため、調査研究を平成21年度、および、平成22年度の2度に渡って実



施した。海外調査も含めて、広く国内外の標準化動向と市場動向に関する情報を取得し、将来的な技術シナリオを体系的に調査委託研究を実施した。調査項目、調査概要、実施機関は以下の通りである。

調査項目「次世代高効率エネルギー利用型住宅システム技術開発・実証事業」における、将来の省エネルギーの可能性に関する調査」平成21年度

- ①関連技術に関する調査 ②電力供給の直流化に関する動向調査
  - ③関連法規 ④今後の方向性、市場展開について、のベース調査を行った。
- （実施機関） J E I T A

調査項目「次世代高効率エネルギー利用型住宅システム技術開発・実証事業」における、将来の省エネルギーの可能性に関する調査」平成22年度  
20%省エネに向けての技術シナリオを、体系的に示した。

（実施機関） ADL

調査項目「将来の省エネルギー住宅システムを実現するための技術についての調査」  
平成22年度  
高電圧直流給電の可能性と Power over Ethernet の有効性を調査した。

（実施機関） ADL

#### II.4 評価に関する事項

NEDOは技術的及び政策的観点から、研究開発の意義、目標達成度、成果の技術的意義並びに将来の産業への波及効果等について、外部有識者による研究開発の事後評価を平成23年度に実施する。

### III 研究開発成果について

#### III.1 事業全体の成果

##### III.1.1 事業の目標（再掲）

本プロジェクトにおける事業の目標は、

3. 平成21年度から住宅内における低電圧直流システムを試作し安全性も含めた評価を行い、平成22年度には実験住宅等において設置導入の容易性、交流システムとの併用等を検証し、既存の交流システムに比べ約10%以上の省エネルギー効果があることを実証する。
4. 平行して、将来の直流システムについて、有識者を交えた検討を行い、直流システムが従来システムに比べ約20%以上の省エネルギー効果を持つ可能性を示す。

##### III.1.2 研究開発の内容

各研究開発項目の開発概要は以下の通りである。詳細内容については、「III.2 研究開発項目毎の成果(実施者別)」の章で記述する。

[助成事業（助成率：1／2以内）]

- ①「住宅内交流・直流併用システムの実証」：パナソニック電工
- ②「住宅内直流配線・情報ネットワーク融合可能性」：パナソニック電工、シャープ

[委託事業]

- ②「有識者委員会等による将来の直流システムの検討」：JEITA、A. D. L. Japan

#### 研究開発項目①「住宅内交流・直流併用システムの実証」

##### (1) 低電圧（48V以下）直流配線の実住宅での設置

実験住宅等を使い、実生活に近い形で直流システムを交流システムと併設することにより、インターフェースの課題を検討し、住宅への設置導入の容易性を実証する。

##### (2) 安全等実運用に関わる技術課題の抽出と検討

一般家庭等に導入されるにあたり、例えば濡れた手で接続端子の挿抜を行う場合等の安全性、交流・直流の配線工事、運用、ノイズ、アース等の課題を明らかにし、具体的に配線、遮断器、コンセント形状等の規格などの検討を行う。

##### (3) 交流・低電圧直流システムによる省エネルギー可能性検討

交流・低電圧直流システムが既存の交流システムに比べ約10%以上の省エネルギー効果があることを、対象機器・システムの必要電力容量、運用カーブに対する使用電圧、安全保護機器の配置等の組合せを考慮しつつ少なくとも2種類以上の典型的と考えられるパターンを想定し、実証する。

#### 研究開発項目②「住宅内直流配線・情報ネットワーク融合可能性」

直流配線、交流配線等ネットワークの融合の検討及び直流接続機器の統括制御の可能性の検討を

行う。

研究開発項目 ③「有識者委員会等による将来の直流システムの検討」

有識者の衆智を集め、研究開発項目①、②の中間報告等も活用し、住宅内配線の将来あるべき姿及び事業性に関して調査・検討を行い、20%以上の省エネルギー効果を発揮する可能性を示す。

## III.2 研究開発項目毎の成果（実施機関別）

### III.2.1 パナソニック電気株式会社

（目標）

- ・実証住宅における 10%以上のエネルギー削減量の実証
- ・安全等実運用に関わる技術の機能実現および課題の抽出
- ・直流配線と情報ネットワークの融合による省エネ効果の評価

より具体的には、以下のような目標を設定している。

- ①実証用の低電圧（48V 以下）直流・交流配線システムの設計試作を行い、実証住宅に施工設置し、消費機器のエネルギー消費状態を逐次計測する計測環境の構築を行い、エネルギー削減量 10%以上を実証する。
- ②将来の本格的直流高電圧（DC300V）直流電流を切断する際には、アークの問題が大きな課題となり、コンセント等アーク対策を施す必要がある。直流用コンセントについて技術的検討を行い、構造モデルの設計試作を実施する。
- ③見える化アプリを搭載した表示機の機能モデルの試作を実施する。
- ④更なる省エネルギーを図るため、機器の統括制御の可能性を検討し、省エネルギー制御アルゴリズムの試作実装を実施する。

（開発成果の要約）

#### 「① 住宅内交流・直流併用システムの実証の研究開発」

##### （1）低電圧（48V 以下）直流配線の実住宅での設置

###### a) 交流・低電圧直流システムの設計

交流・電圧（DC48V）併用の配線システムの基本機能評価用システムの設計を完了した。図 1 に低電圧直流配線システムの構成の概念図を示す。電力エネルギー評価を中心とする実証実験のために、住宅内の負荷機器を自動制御、及び負荷機器の消費電力量計測が可能な構成とした。

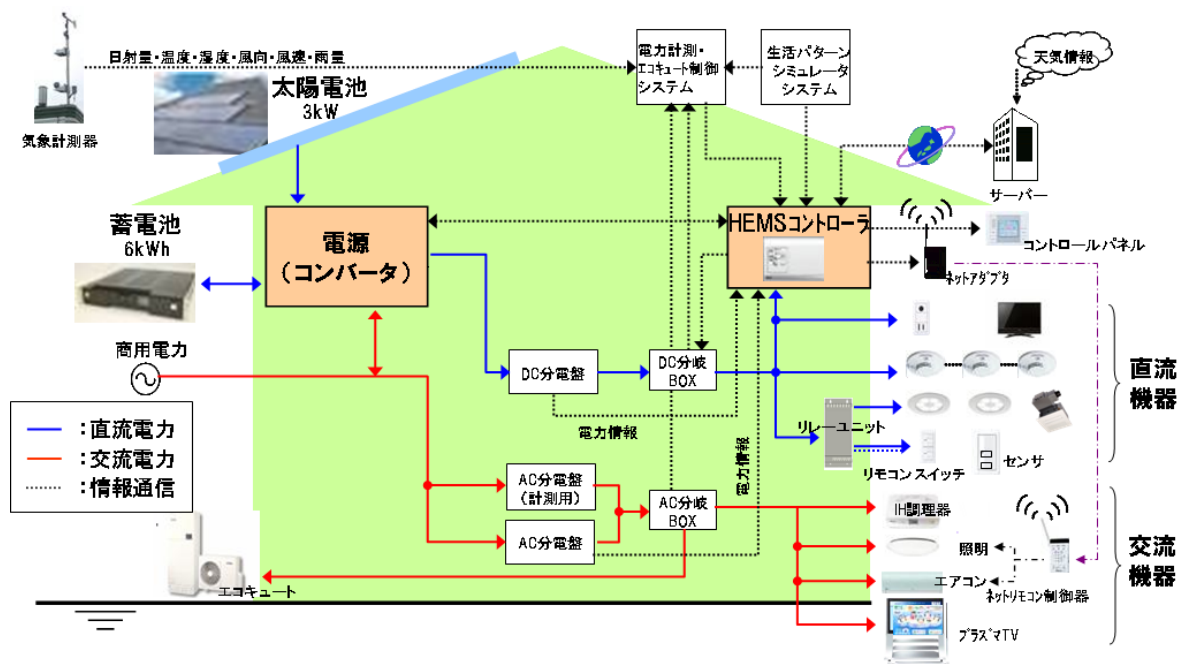


図1 実証住宅のシステム構成

b) 交流・低電圧直流システムの試作・設置・施工

設計したシステムを実際に試作し、実住宅への設置・施工を完了した。住宅の間取りは、一般的な世帯の一般的な住宅相当を想定している。実証住宅の主な仕様を表1に、間取り、設備配置図を図2に示す。また、建設完了した実証住宅の外観写真を図3に示す。

表1 実証住宅の仕様

項目	内容	備考
用途、間取り、階	一戸建て専用、4LDK、二階建	大人2人、子供2人を想定
敷地、延床面積	127.18 m <sup>2</sup> (38.54 坪)、127.43 m <sup>2</sup>	4人家族の誘導居住面積水準は125 m <sup>2</sup>
省エネ基準	次世代省エネ基準 III地域相当	国策：2020年 新築70~80%
屋根形状	切妻屋根	設置場所による太陽光発電への影響を極小化するため、全パネを南向きに設置できる形状を選
電化対応（付帯設	オール電化（太陽電池3kW、エコキュート）	エコキュート：床暖房機能付
遠隔制御可能な設	照明、エアコン、温水床暖房、電動電動ブラインド、シャッター、換気システム、	住宅内直流配線・情報ネットワーク融合可能性検討
その他	統合センサ（合計31台）	室内26、屋根裏1、床下1、外壁面1、玄関
	DC48Vコンセント	24箇所

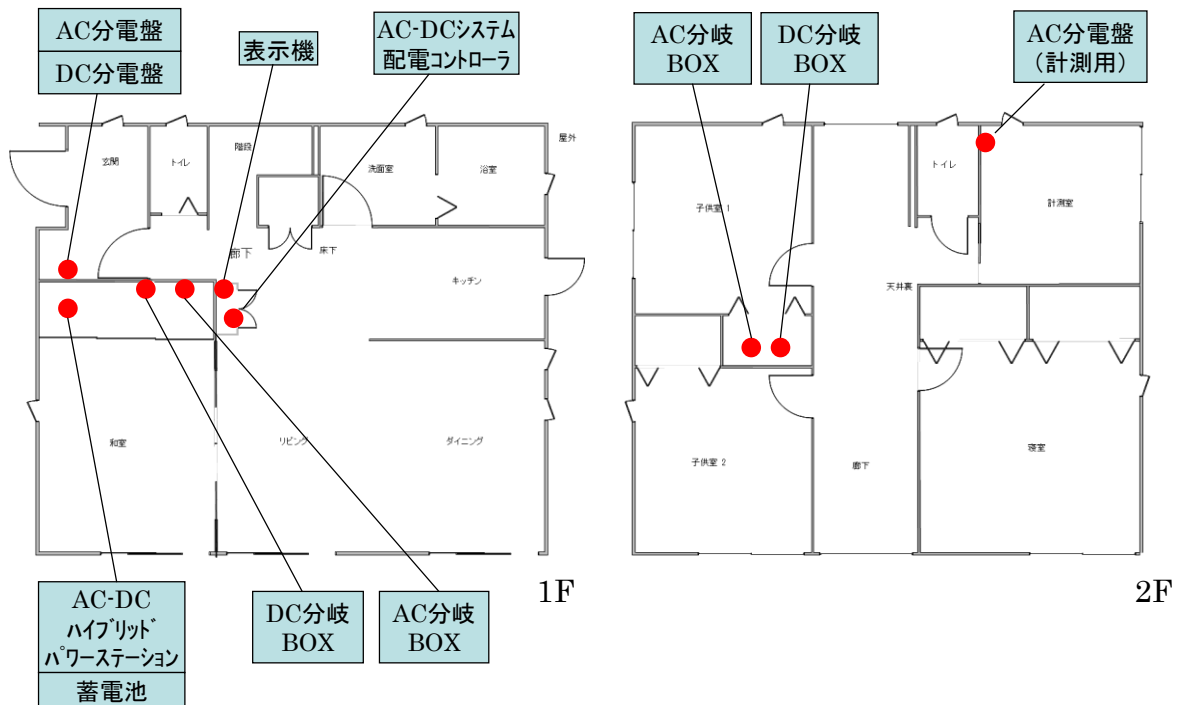


図2 実証住宅の間取りと設備配置



図3 実証住宅の外観

(2) 安全等実運用に関わる技術課題の抽出と検討

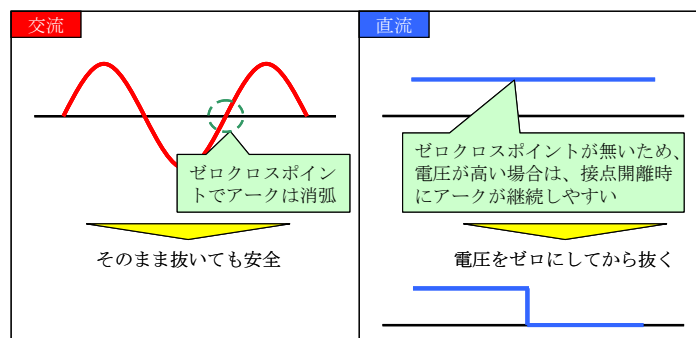


図4 電力のゼロクロスポイントの概念図

図4に示すように交流でコンセントを挿抜する場合はゼロクロスポイントでアークは消弧するため、通常に挿抜しても安全性に問題はないが、直流の場合はゼロクロス部分が無く、電圧が

高い場合は接点開離時にアークが継続しやすいため、非常に危険である。よって、安全性を確保するためには無電圧の状態コンセントを挿抜しなければならない。

無電圧で挿抜するためには、コンセントを挿抜する前に事前に機械的接点または電子的スイッチ（半導体）等を用いて電源との導通を断たなければならない。

半導体と機械接点の組合せによるハイブリッド式の DC コンセントの機能モデル（図 7 及び図 8）を構築した。図 5 に回路の基本構成を示す。アークを発生させることなく、無電圧でのコンセントの挿抜を可能とした。

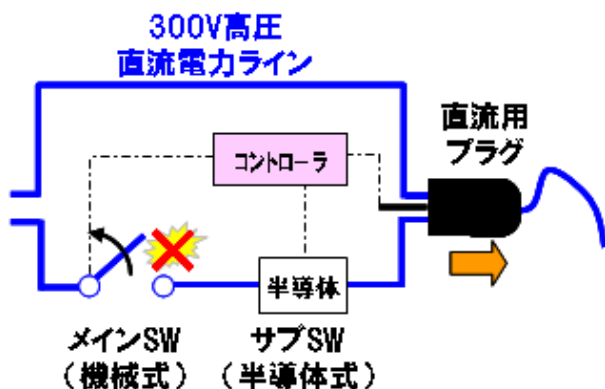


図 5 回路ブロック図

- 1st. サブSW(半導体式)を切る。
- ↓
- 2nd. 直流給電を一時的に断つ。
- ↓
- 3rd. メインSW(機械式)を切る。  
(アークは生じない)
- ↓
- 4th. プラグを抜く。

図 6 プラグ抜去時の動作



図 7 高容量コンセント機能モデル



図 8 プラグ機能モデル

(3) 交流・低電圧直流システムによる省エネルギー可能性検討

a) 省エネルギー効果の評価

パソコン、電話、モデム、ゲーム機などの AC アダプタ給電方式の最新の市販情報機器を選定し、交流を一括で直流化した給電方式による省エネ性評価実施した。その結果、表 2 に示すように従来の交流給電に比べ、10.8%の省エネルギー性があることを確認した。

表 2 情報機器の直流化による省エネ性評価結果

給電方式	一日当たりの積算電力量 (Wh/Day)	省エネ率 (%)	備考
交流給電 (ACアダプタ)	759.8	—	省エネ比較基準
直流給電	677.8	10.8	実証実験結果

また、交流・低電圧直流システムの住宅全体のエネルギー削減量の効果を別途評価した。

図 9 は、交流・低電圧直流システム、及びエネルギー評価の比較基準である従来システムの配線システムの概略を示したものである。

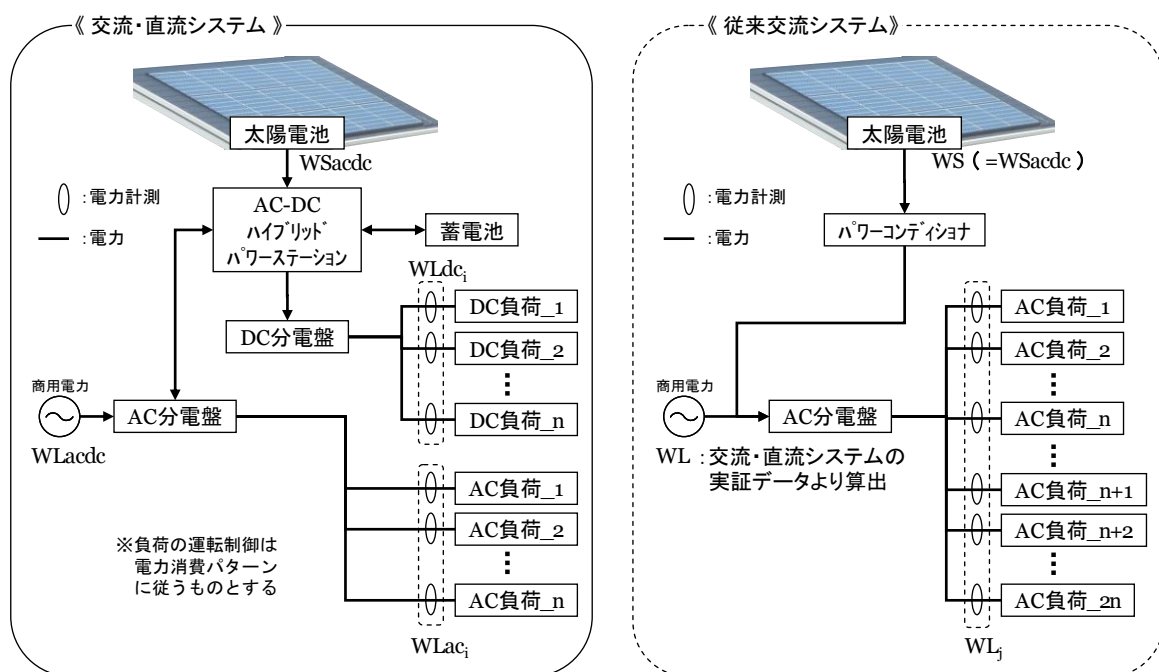


図 9 配線システムの概略

夏季、中間季、冬季の3季節に渡り、電力計測を行い、表 3 に示すように、従来の太陽電池付き交流システムに比べて、年間平均で 17.0%のエネルギー削減効果があることを確認した。



表3 住宅全体のエネルギー削減効果

住宅種	一日当たりの買電量 (kWh/day) 〔削減比率〕				備 考
	夏季平均	中間季平均	冬季平均	年間平均	
太陽電池付き オール電化住宅	20.90 〔－〕	17.70 〔－〕	32.17 〔－〕	23.32 〔－〕	エネルギー削減 比較基準
実証住宅	16.96 〔18.9%〕	13.98 〔21.0%〕	27.84 〔13.5%〕	19.35 〔17.0%〕	実証実験結果

## ② 住宅内直流配線・情報ネットワーク融合可能性の研究開発

### (1) システム運転状態の見える化技術開発

見える化アプリは、エネルギーの発電・利用状況を収集、加工し、一体型コントロールパネルの GUI 画面を通じてユーザに対して提示（見える化）することで、ユーザが自発的に省エネを実践するように、ユーザの省エネ意識を喚起することを狙うものである。

本開発では、見える化アプリの試作開発を行い実証住宅でのシステム検証を行うことで、エネルギーの見える化による利便性、省エネ効果の見極め、及び課題抽出を実施する。

具体的には、AC-DC システム配電コントローラへ見える化アプリを搭載し、通信機能、データ処理機能、及び表示機能を備えた表示器の機能モデルを試作した。

今回見える化アプリ試作実装に向け、まず見える化アプリの要求項目を整理・検討し、画面上でのエネルギーの見せ方、方式の定義を行った（図 20、21）。次に、これら要件項目から基本機能の仕様設定を行い、見える化アプリ試作実装・単体評価、及び AC-DC システム配電コントローラとの結合評価を完了した。また、見える化画面についてはユニバーサルデザイン評価を実施し、本画面にて一般ユーザへの見える化が適切に実現できているかを見極め、課題を検討した。

エネルギーの瞬時使用量・創出量（太陽電池発電）・蓄積量（蓄電池）を円の大きさに示したが、評価の結果は概ね良好であった。



図 10 見える化画面例（電力瞬時値）

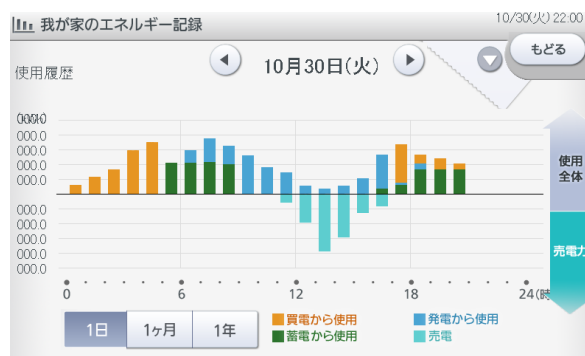


図 11 見える化画面例（電力積算値グラフ）

## (2) 直流配線と情報ネットワークの融合による省エネ制御技術開発

直流配線と情報ネットワークの融合の可能性、及び、直流接続機器の統括制御の可能性を検討する。具体的には、

- ① システム制御装置と各負荷機器を制御する各制御装置の間を通信線で接続し、換気ファンや天窓を制御して外気を利用することによる空調エネルギー削減、カーテンやシャッターを制御して外光を利用することによる空調・照明エネルギー削減等の省エネルギー制御技術の開発
- ② 宅内に設置した人体検知センサにより人の在不在状態を検出し、不在検知後一定時間動作している機器（照明、テレビ、エアコン）に対してOFF制御を行うことによる無駄電力削減の省エネルギー制御技術の評価

を通して、上述の可能性を検討する。以下、結果を示す。

## ① パッシブ制御

省エネルギーアプリケーションを実現する省エネルギー制御アルゴリズムとして、パッシブ制御アルゴリズムを開発した。本制御アルゴリズムは、屋外気温センサ、室内温度センサ、屋外照度センサ等の情報を基に、外気利用と外光利用の両方が効果的に実行できることを考慮しながら、換気ファン、窓、電動カーテン、電動シャッターを制御し、照明および空調の省エネルギーを達成するものである。図12に、実証住宅における省エネルギー制御アルゴリズムの制御対象機器を示す。

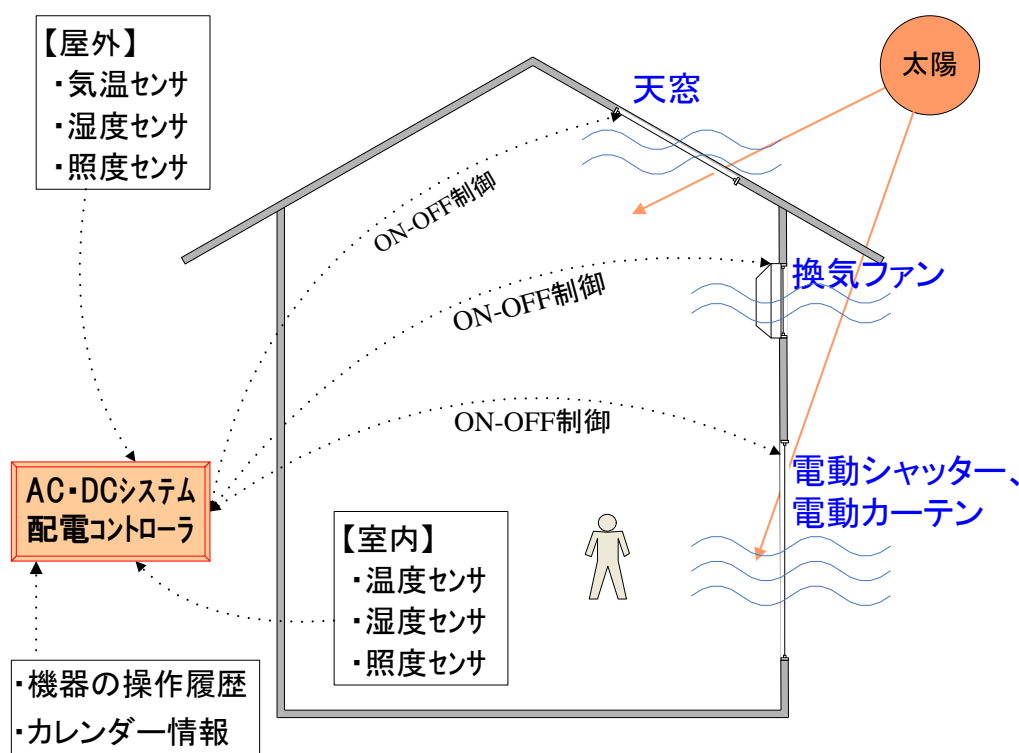


図12 パッシブ制御アルゴリズムの制御対象機器

## ② 無駄電力 OFF 制御

図 13 にシステム概要を示す。実験住宅において被験者による無駄電力 OFF 制御実施時の利便性・快適性に関する主観評価を実施し、無駄 OFF 制御に必要な条件を導出した。さらに、実験住宅にて計測した機器の電力消費データに基づいて、無駄電力 OFF 制御を実行した時の電力消費量を推定することで、省エネ効果を定量化した。その結果、本制御の対象機器とした照明、テレビ、エアコンの総電力量について、人によるバラツキはあるが、省エネ効果があることが定量化できた。

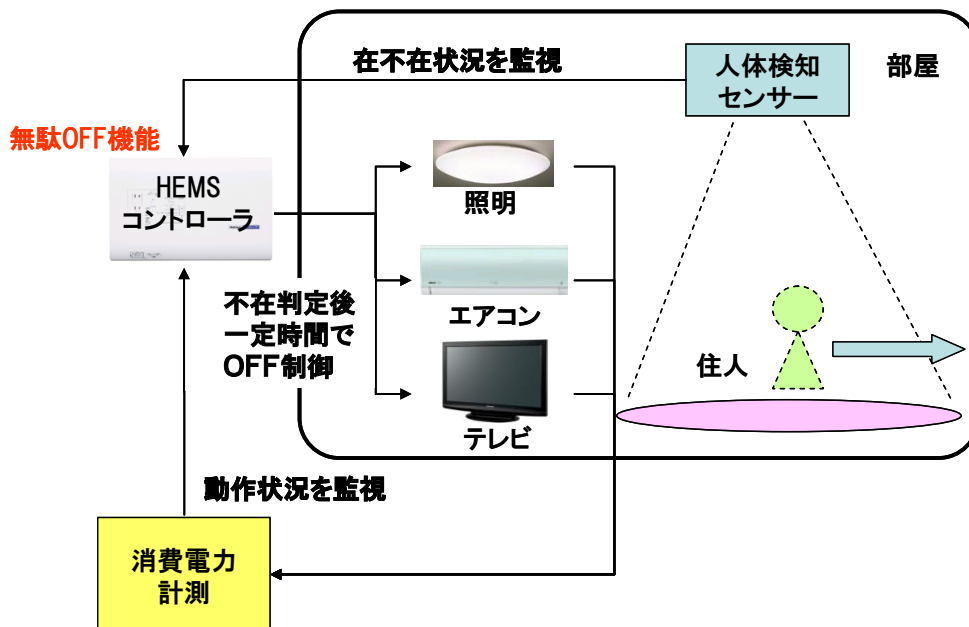


図 13 無駄電力 OFF 制御システム概要

## 3. 目標の達成度

目標の達成度は以下の通りである。

	項目	目標	成果	達成度
基本計画の目標	①住宅内交流・直流併用システムの実証			
	(1) 低電圧（48V以下）直流配線の実住宅での配置	—	オール電化の実住宅を建設し、従来の交流と48V以下の直流配線を組み合わせたシステムを設計・設置した。	○
	(2) 安全等実運用に関わる技術課題の抽出と検討	—	300V以上の高電圧直流を対象にしたコンセント、ブレーカー、漏電検知デバイスの試作を行い、基本機能動作を確認し、技術課題を明らかにした。	○
	(3) 交流・低電圧直流システムによる省エネルギー可能性検討	交流給電方式と比較して、10%以上の省エネルギーを達成する。	ACアダプタにより給電される機器を対象とした直流化により、目標値である10%以上の省エネルギーを確認した。	○
	②住宅内直流配線・直流ネットワーク融合可能性			
	(1) システム運転状態の見える化技術開発	—	ユーザビリティ評価結果をベースに、創蓄エネルギー連携状況、機器使用状況が視覚的に認識できる見える化システムを開発した。	○
(2) 直流配線と情報ネットワークの融合による省エネ制御技術開発	省エネの見込みを抽出する。	機器の無駄オフ制御、自然外気・外光利用制御により、エネルギー削減量を試算した。	○	
自主目標	家全体の創蓄エネ連携制御による実証	太陽電池付きオール電化住宅と比較して10%以上のエネルギーの削減	3季節に渡る住宅全体の電力評価を行い、創蓄エネ連携制御による目標値である10%以上のエネルギー削減量を実証実験で確認した。	○

## 4. 成果の意義

本成果は、直流という新たな給電方式の配線システムをベースとした高機能分電盤シリーズ、高機能ライフィニティ ECO マネシステムの商品開発への反映が期待でき、さらなる高度のエネルギーシステムソリューションの開発が可能となる。

### III.2.2 シャープ株式会社

（目標）

住宅内で各電気機器を統合制御するにあたり、新規通信線の追加が招く配線の複雑化を回避するため、通信線を増設することなく HEMS ネットワークを構築することが求められている。本課題を解消するための通信手段としては、電力線通信(PLC)や ZigBee などの無線通信が挙げられる。

PLCは、家庭内で交流電力線(商用電源)に信号を重畳することにより、電力線を通信回線としても利用可能とする技術であり既に実用化の実績があるが、直流電力線を用いた場合の通信回線としての実用例は少ない。このような背景を踏まえ、本事業では、住宅内の直流配線における情報ネットワークの融合の可能性について検討を行なった。

図1に示すように、PLCによる電力配線や無線通信を使った情報ネットワークの融合が行われると、低圧の直流電源との接続が期待されているテレビ、LED 照明器具、センサ等と、交流電源と接続される白物家電等、家屋内家電が互いに通信可能となる。それにより、モニタリング情報の収集、機器の制御等を統合的に行うことで、省エネルギー効果が期待でき、低電圧直流システムの普及促進にもつながるものと考えられる。

直流配線と情報ネットワークの融合の検討を実施するにあたり、実際の実証ハウスにおいて、直流配線を用いた PLC の品質向上を実証し、交流配線上の PLC と直流配線上の PLC の統合し、直流配線・情報ネットワークによる省エネルギー化を実現することを課題とし、下記目標を掲げた。

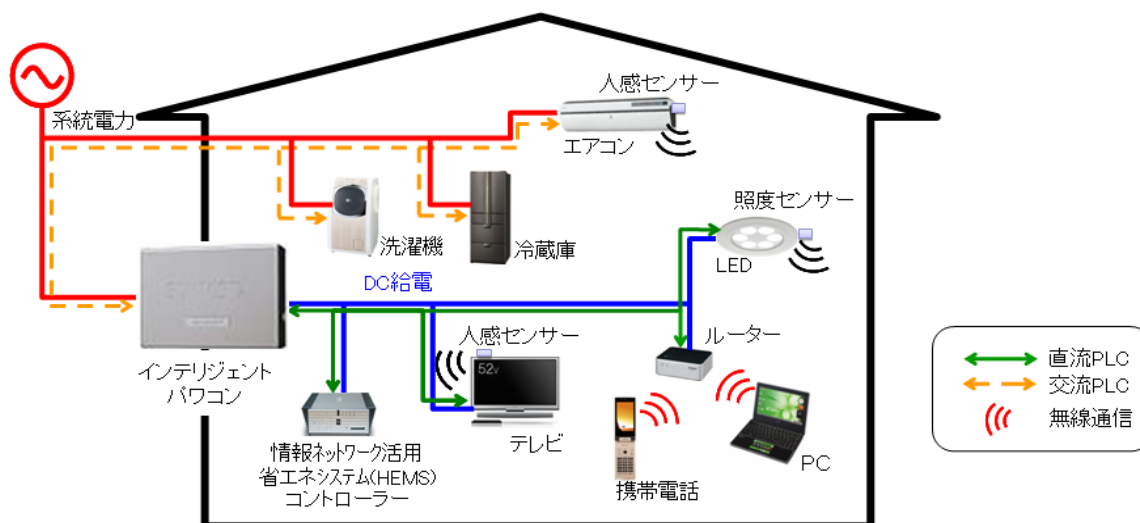


図1 交流・低電圧直流・無線通信併設システムのネットワーク

(1) 直流配線を用いた PLC の検討

直流給電配線を用いた PLC においては、次の 3 つの主要課題が考えられる。課題の検証と同時に電力と通信信号の伝送を両立させ、従来の交流配線に比べ、電磁波の発生量が少なく、全ての機器間で家電の省エネ制御に必要となる一定以上の伝送レートを確保できる配線仕様提案を行うことを目標とした。電力情報・家電の故障検出・家電機器を特定し、生活パターンデータの詳細な情報を取得するには、480kbps(12bits, 20kHz のサンプリング、電流および電圧)×50 箇所程度の伝送レートが必要であり、また個人毎制御のための個人認証用の動画像の伝送には 1Mbps×20 箇所程度の伝送レートが必要であるため、30Mbps の伝送レート確保を目標とする。

#### a) 通信品質劣化の改善

従来の電力線通信は通信を行う機器間の配線材の特性や設置状況によっては通信速度/スループットが変化し、最悪、通信が全く行えない機器が発生することもある。電力線通信の信号は各配線分岐の先端で反射するが、どのコンセントの組み合わせを選択するかにより、その間の配線分岐数、各配線分岐長さ、配線のインピーダンス整合などの状況が変わるために伝達特性や通信性能に対して影響を及ぼす。直流配線を設計する際には、電力を送るだけでなく、通信も行うということを考慮した配線設計仕様提案を行い、接続する直流家電機器の入力インピーダンスの指針を示し、家電の省エネ制御に必要となる一定の伝送レート(30Mbps)を確保できる配線仕様提案を行うことを目標とした。

#### b) 磁環境適合性の確認

直流電力線通信を行う場合に、電磁環境の適合性を満たしている必要がある。さらには直流電力線通信配線から外部に放射される妨害波レベルがより低減されれば、それだけ多くの信号電力を重畳できるため、将来的には更なる超高速電力線通信が構築できる可能性がある。このため、直流電力線通信配線の平衡度を改善し、外部に放射される電磁波レベルをより低減させることができる配線仕様提案を行うことを目標とした。

#### c) DC/DC コンバータ、AC/DC コンバータ等のノイズ抑制

PLC 通信の性能を劣化させる大きな要因の一つに、電力線に重畳されるノイズの課題がある。ノイズは、配線上に接続された機器に搭載された DC/DC コンバータや AC/DC コンバータが主要原因である。ノイズが PLC に及ぼす影響を低減可能な機器及び配線仕様提案を行うことを目標とした。

### (2) 交流配線上の PLC と直流配線上の PLC の統合の可能性の検討

直流で動作する家電機器が直ぐに普及し、家庭内の機器を直流ですべて動作させることができる環境が直ぐに整うことは難しいと考えられる。このため当初は、電力線通信を行う機器は全てが直流配線上に存在することはなく、一部の機器は従来の交流配線上に存在すると考えられる。そこで機器間の PLC 通信としては、交流配線上の機器間通信、直流配線上の機器間通信、交流配線上の機器と直流配線上の機器の間での通信が必須となる。そこで、全ての配線上の機器間で通信を可能とするための回路構成を検討し提案することを目標とした。

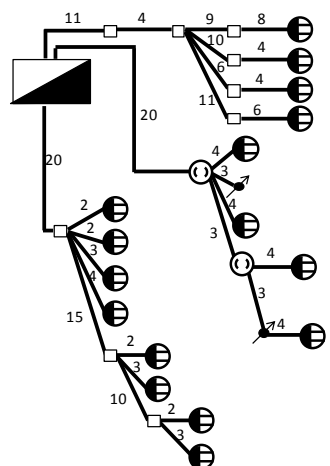
(3) 直流配線・情報ネットワークによる省エネルギー可能性の検討

前記した直流 PLC の通信網を活用することで可能になる、家庭内の情報ネットワーク活用省エネシステム(HEMS)を構築し、省エネ・快適な住環境を実現し、個人の好みを考慮し、快適性を維持した省エネ効果の実証を行い、次世代高効率エネルギー利用住宅における省エネの可能性を示すことを目標とした

(開発成果の要約)

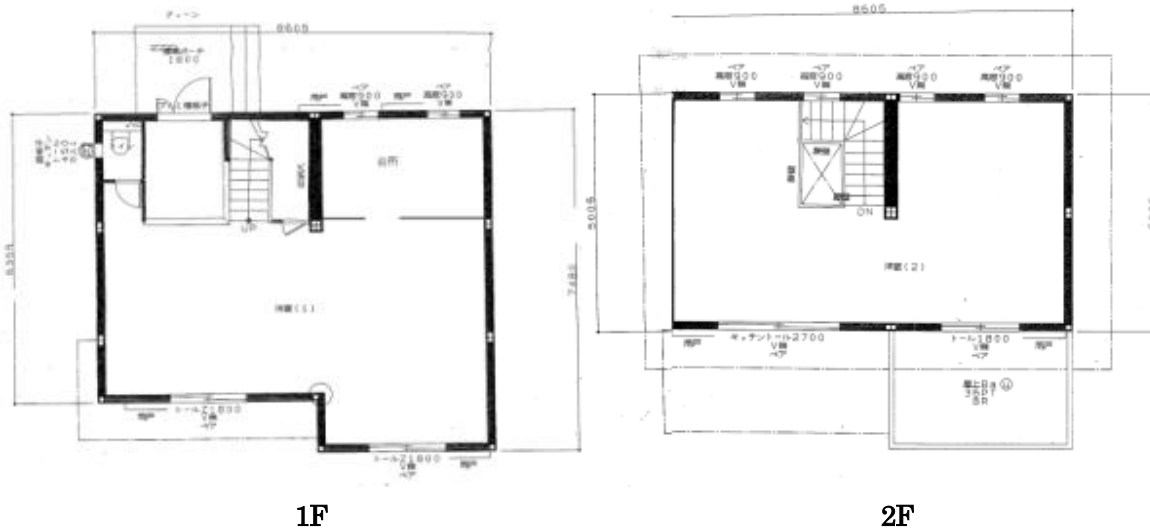
(1) 通信品質の改善

通信品質の改善に関して、実際の 3LDK マンションの配線を模擬した実験室モデル図 2、及び実際の住宅 (実証ハウス、図 3) を使って実証検討した。



(接続機器)  
接続機器はなく、配線内ノイズほとんどない状態

図 2 実験のため作成した 3LDK マンションモデル



(接続機器)

一部の配線に、FAX、冷蔵庫、ルーター、ADSL モデム、パソコンが接続されており、配線にはノイズが存在する。

図 3. 実証ハウスの間取り

a) 終端インピーダンスの影響



電力線に接続された機器のインピーダンスが、配線ケーブルのインピーダンスと整合していない場合、信号の反射、吸収により干渉が起こり、PLC 信号が劣化する。

マンションモデルを用い、PLC を接続しないコンセント端を整合終端した場合とオープン終端にした場合の、コンセントペア間の UDP 伝送レートを調べた。コンセントペア間の伝送レートの累積頻度を求めた結果を図 4 に示す。終端の整合を取ることで、最低伝送レートが 15Mbps から 70Mbps へ向上することが示され、全てのコンセントペア間で伝送レート 30Mbps を確保できるようになった。

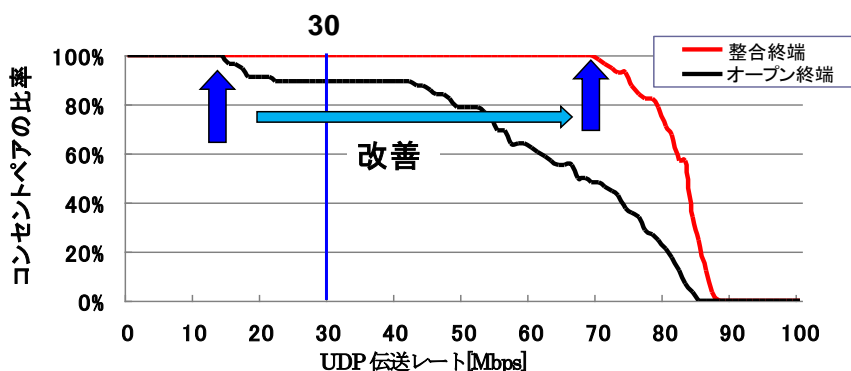
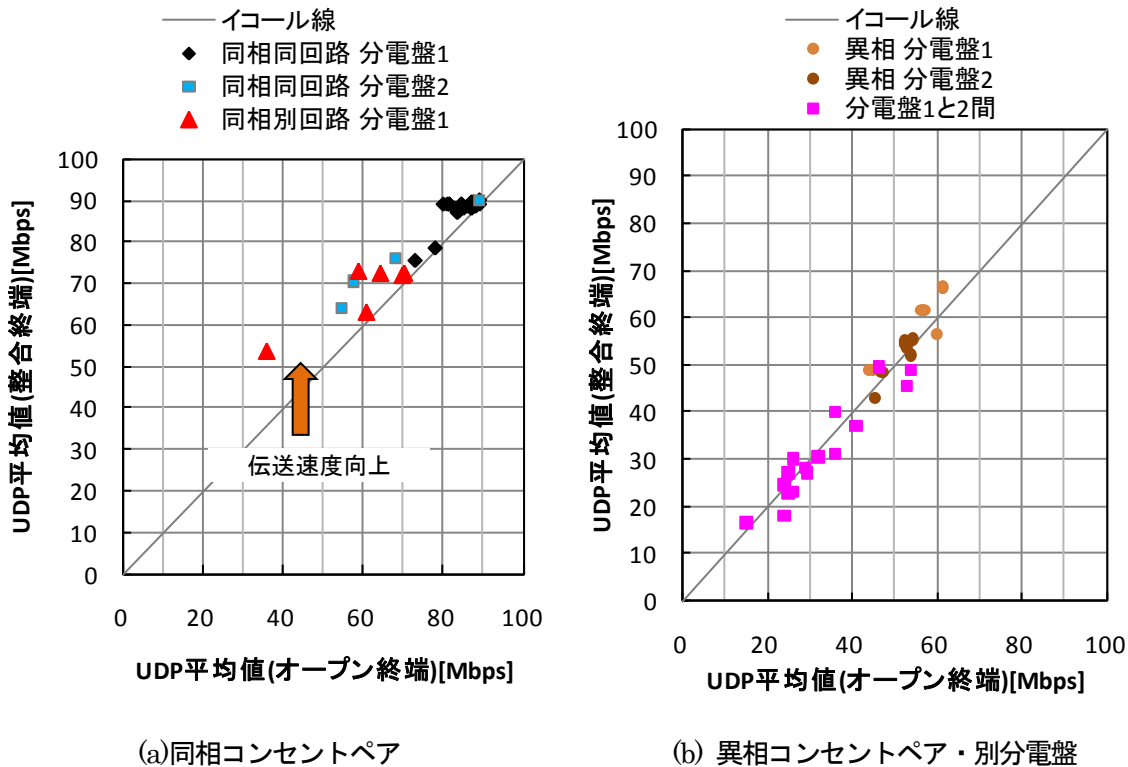


図 4.1 マンションモデルでの終端インピーダンス整合の効果

次に、実証ハウスで終端インピーダンス整合の効果を検証した。任意のコンセントペアの伝送レートを測定した結果を図 5 (a) に示す。実証ハウスの配線は、交流向けの配線であるため交流では異相コンセントペアとなる配線も存在し、また分電盤が 2 つあるので別分電盤となるコンセントペアも存在する。その場合を図 5 (b) に示す。異相コンセントペアでは、異相間での信号伝達による信号減衰の影響が大きいことに起因して、終端インピーダンス整合の効果が見られないが、同相コンセントペアにおいては、マンションモデルと同様に、整合終端することで伝送レート向上が確認できた。低圧直流給電の場合は、異相コンセントペアは存在せず同相コンセントペアのみで構成されるため、整合終端により確実に伝送レートの向上を図ることができる。

以上の実験結果から、PLC の通信品質の確保には、コンセントの終端インピーダンス整合を取ることが必要であることが分かった。



※ 同回路：同一ブレーカー、別回路：異なるブレーカー

図5 実証ハウスでの終端インピーダンス整合の効果

b) 分岐配線長が短い配線の影響

分岐配線の終端部に携帯電話の充電器のようなものが存在した場合のように、終端インピーダンスが極端に低く分岐の配線長が短くなるに従って PLC 信号が分岐配線に吸収され、PLC 経路の減衰量は大きくなる。マンションモデルに分岐配線を付加し、その分岐配線長を短くしていった場合の伝送レートへの影響を、シミュレーションを使って検討した結果を図6.に示す。

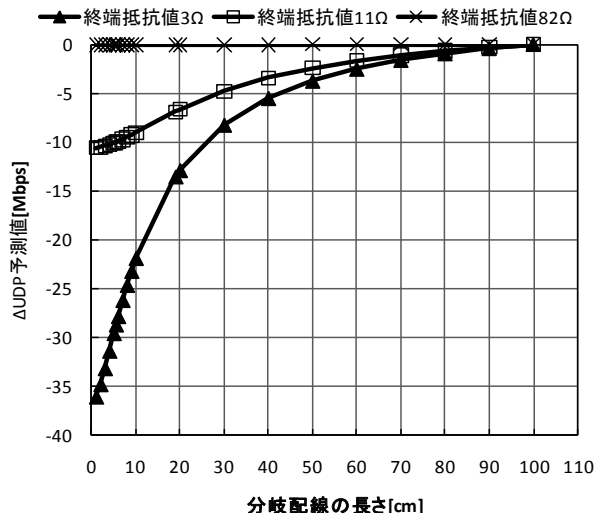


図6 分岐配線の長さとの関係

電力線が低インピーダンス終端されている場合、分岐配線の長さが 20~30cm 以下になると伝送レートは急減する。終端抵抗値をケーブルの特性インピーダンスに近づけると伝送レートの分岐配線長への依存性は平坦になってくるが、終端抵抗が特性インピーダンスからはずれており、低インピーダンスの機器が接続される場合も想定すると、伝送レートの低下量を 5Mbps 以下に抑えるためには分岐配線の長さは少なくとも 50cm 以上は必要である。

c) 分岐数依存

前項より、コンセントを整合終端することが通信品質向上に有効であることがわかった。この場合に、実証ハウスで伝送レートの PLC 経路ロスへの依存性を測定した結果を図7に示す。伝送レートは PLC 経路ロスと強い直線相関をもつことがわかった。なお、低ロスで伝送レートが飽和しているのは、PLC モデムの速度限界によるものである。

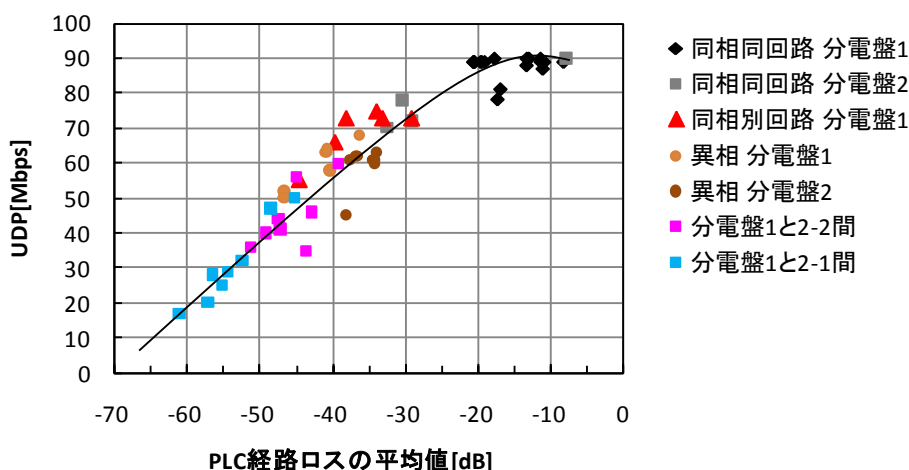


図7 PLC 経路伝送ロス対伝送レート(実証ハウス)

PLC 経路ロスは、PLC のコンセントペア間の配線分岐数、分岐配線長、ケーブルロスなどに

依存する。特に配線分岐があるたびに PLC 信号には分岐ロスが発生し、PLC 経路ロスが増大していく。図7を分岐数と伝送レートの関係に解析し直した図を図8に示す。マンションモデルの場合も併せて示す。配線内ノイズの無いマンションモデルに比べて、実証ハウスには配線内ノイズ存在するため、同一分岐数でマンションモデルよりやや伝送レートが低くなっている。

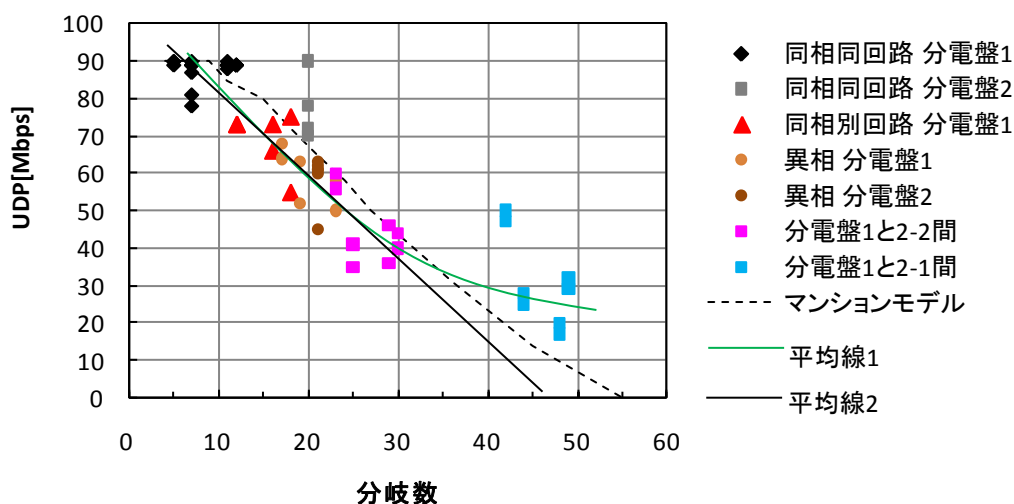


図8 伝送レートの分岐数への依存

平均線1は伝送レートの分岐数への依存性が、分岐数増大につれて減少してきていることを考慮した場合であり、平均線2は考慮しない場合の平均線である。分岐点1箇所における分岐数と伝送ロスの関係は、

$$\text{伝送ロス} = 2 / (\text{分岐数} + 1)$$

で示されるが、コンセントペアの配線経路に複数の分岐点がある場合は、各分岐点が多段接続された回路網として扱うことになる。分岐数とロスの関係を図9に示す。実線(a)はコンセントペア間の分岐が1箇所の場合、点線(b)は多数の2分岐が多段存在する場合である。実証ハウスでは、1箇所で20分岐している箇所が存在しているため、実線(a)の傾向に近くなり、図8の平均線1のような傾向となる。一方マンションモデルは1箇所での分岐数は多くても5分岐なので、点線(b)の傾向に近くなる。1箇所での多数分岐配線が存在しない住宅の場合は、マンションモデルと同様に点線(b)の傾向に近くなり、図8の平均線2のような傾向になると推定できる。

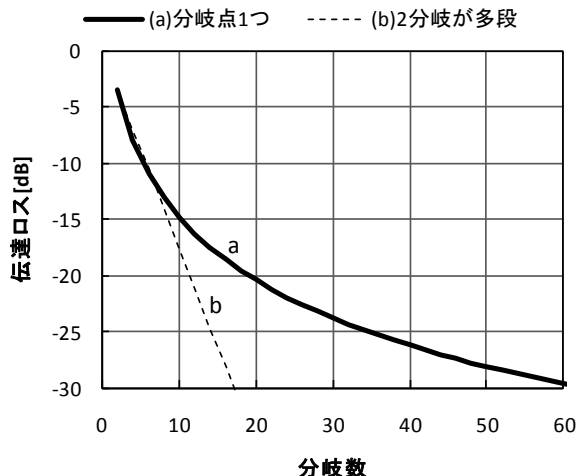


図9 分岐数とロス

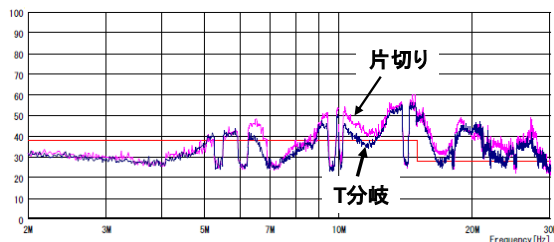
以上の実験結果から、30Mbps以上の伝送レートを確保するには、コンセントペアの分岐数を32分岐以内に収める必要があることがわかった。

(2) 電磁環境適合性の確認

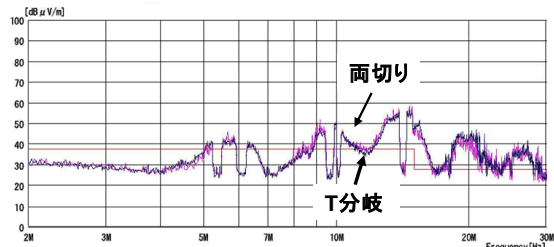
a) 両切りスイッチの効果

家屋内電力配線の中でも電灯の片切りスイッチが配線の平衡度を劣化させている大きな原因であることが知られている。

T分岐/片切り 比較



T分岐/両切り 比較



漏洩電界強度  
測定結果

片切りスイッチ：  
不要輻射は増加する  
両切りスイッチ：  
不要輻射を減少できる

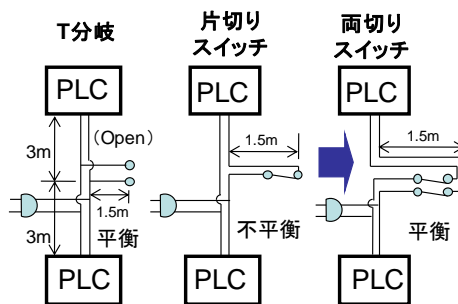


図10 不要輻射増加要因の検証（片切りスイッチ）

平衡な T 分岐、不平衡な片切りスイッチ、平衡な両切りスイッチを実際に配線し漏洩電界強度

を測定した。図10に実験系と結果を示す。片切りスイッチ配線では、T分岐に比べ不要輻射は増加するが、両切りスイッチ配線では、T分岐の漏洩電界強度と変わらないことが示された。以上の結果から、不要輻射を抑えるためには、配線の平衡度を上げることが必要で、片切りスイッチなどの不平衡な配線をやめ、両切りスイッチなどによる平衡な配線を実施する必要があることが確認できた。

b) 片切りスイッチの不均衡度改善

前項で両切りスイッチで効果が大きいことを確認したが、両切りスイッチに置き換えるためには電力線をもう一対追加する必要がある。両切りスイッチにできない場合の代替案として不平衡改善回路付片切りスイッチを創出しその効果を検証した。不平衡改善回路付片切りスイッチ配線を図11(b)に示す。C1はPLC信号の周波数帯域でショートになるようにする。またL4=L3となるようにする。不平衡改善回路を付加しない場合と付加した場合の平衡ケーブルの経路A,Bの長さを比較して表1に示す。不平衡改善回路付片切りスイッチでは、スイッチオン時・オフ時ともに経路A,Bの線路長及び終端状態に差異がなくなり、平衡にすることができる。

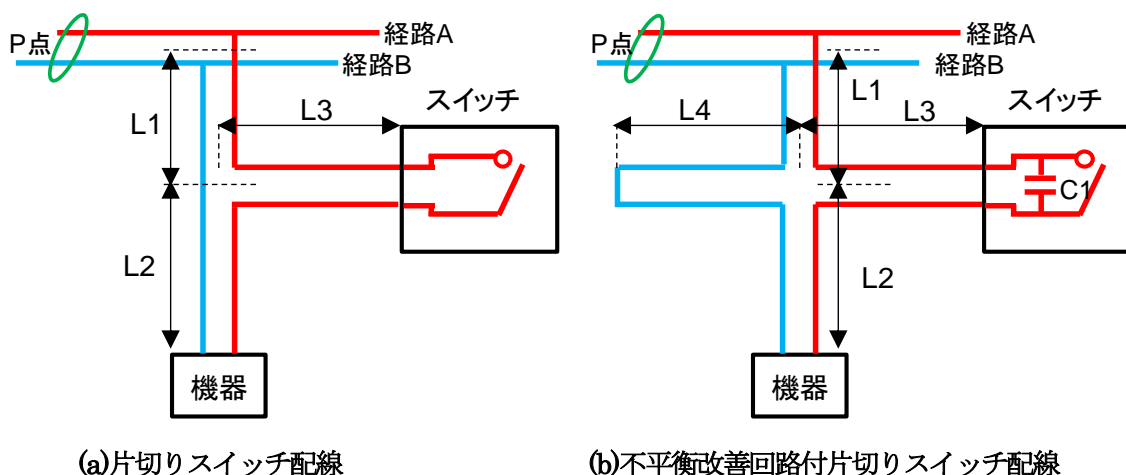


図11 片切りスイッチの不均衡度改善

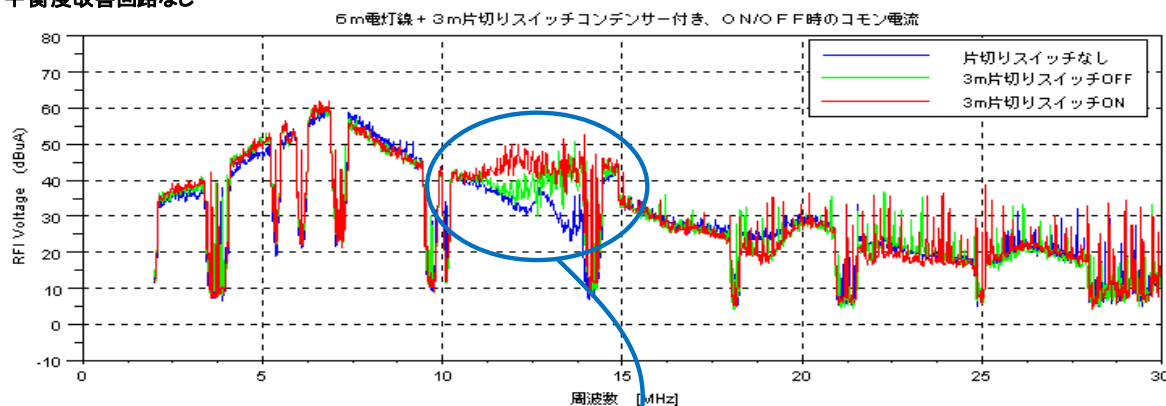
表1 片切りスイッチの配線の線路長

		片切りスイッチ		不平衡改善回路付片切りスイッチ	
		スイッチオン時	スイッチオフ時	スイッチオン時	スイッチオフ時
経路A	線路長	$L1+L2+L3 \times 2$	$L1+L3$	$L1+L2+L3 \times 2$	$L1+L2+L3 \times 2$
	終端	機器	オープン	機器	機器
経路B	線路長	$L1+L2$	$L1+L2$	$L1+L2+L3 \times 2$	$L1+L2+L3 \times 2$
	終端	機器	機器	機器	機器

基幹電力線の全長は4m、L3は3mとして、P点でのコモンモード電流を比較した結果を 図

1 2に示す。楕円で囲んだ部分が最もよく効果を確認できた箇所である。不平衡改善回路を取り付けた回路では、コモンモード電流が小さく抑えられており、平衡度が改善されている事が分かる。

#### 平衡度改善回路なし



#### 平衡度改善回路あり

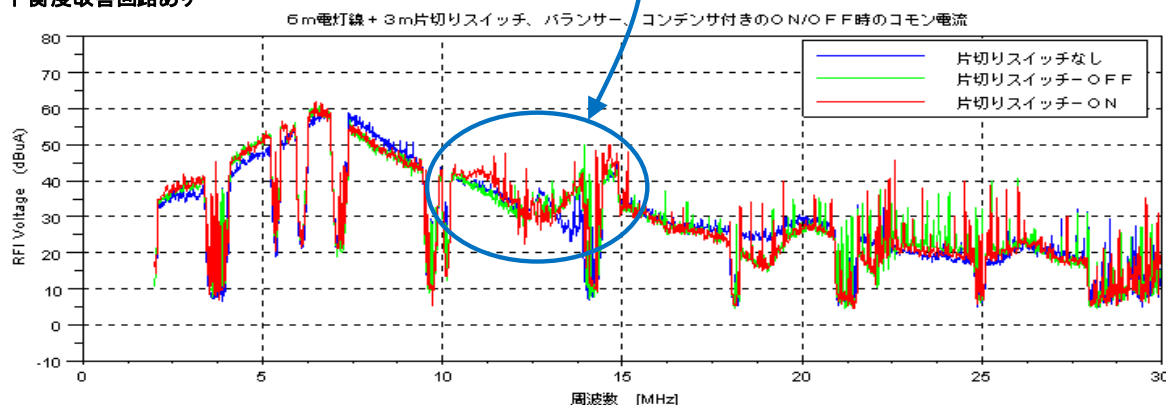


図 1 2 平衡度改善回路の効果

### (3) DC/DC コンバータ、AC/DC コンバータ等のノイズ抑制

#### a) 配線内ノイズの抑制

PLC 通信の性能を劣化させる大きな要因には、今までに検討してきた配線トポロジーの課題以外にも、電力線に重畳されるノイズの課題がある。マンションモデルにおけるノイズの影響を図 1 3 の“ノイズ無”のカーブと“ノイズ有”のカーブに示す。ノイズがない場合は、伝送ロスが 42dB で 69Mbps の伝送レートが得られているが、ノイズが重畳された場合は伝送レートは 20Mbps と大きく低下している。この結果より良好な通信品質を確保するにはノイズを除去することが不可欠であることが確認できた。この結果に基づき、PLC 通信帯域のノイズを除去するフィルタを検討し、その効果の確認を行った。

ノイズフィルタに関して、実用的には低コストであることが望まれるため、簡易な LC フィルタを作成し、効果を確認した。フィルタの回路構成と減衰特性の実測値を図 1 4 に示す。

ノイズ源とコンセント間に簡易フィルタを挿入し、フィルタの効果を実験した。マンションモデルでいくつかのコンセントペアをピックアップし、伝送レート改善効果を実験した結果を図 1

3に示す。実証ハウスで、様々なノイズ源に対する伝送レート改善効果を PLC 経路伝送ロス 47dB のコンセントペアに関して実験した結果を図 1 5に示す。いずれの PLC 経路伝送ロス、いずれのノイズ源種類においてもフィルタを挿入することによりノイズが無い場合とほぼ同じ伝送レートが回復し、効果が十分であることが実証された。

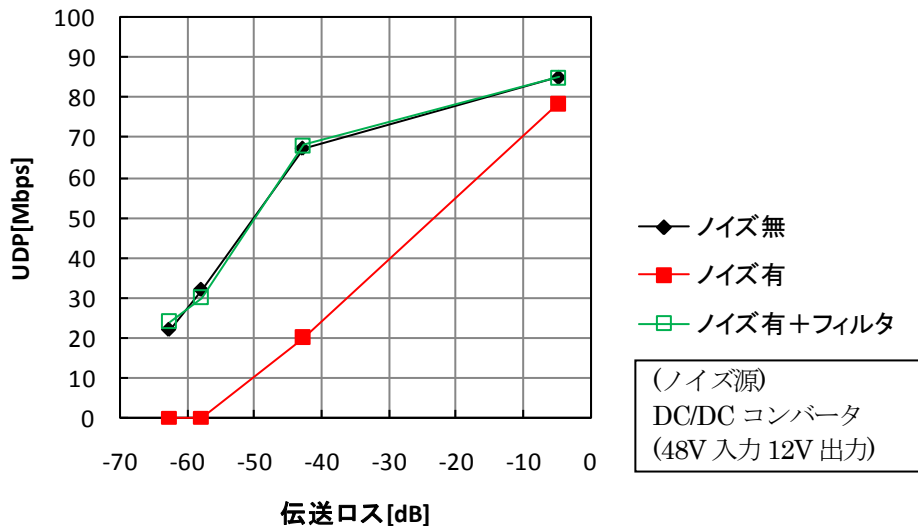


図 1 3 ノイズの影響とフィルタの効果(マンションモデル)

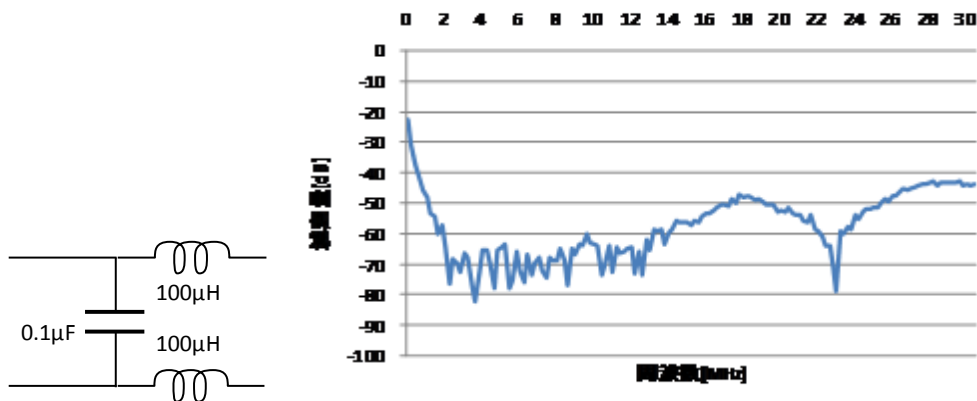


図 1 4 簡易 LC フィルタ



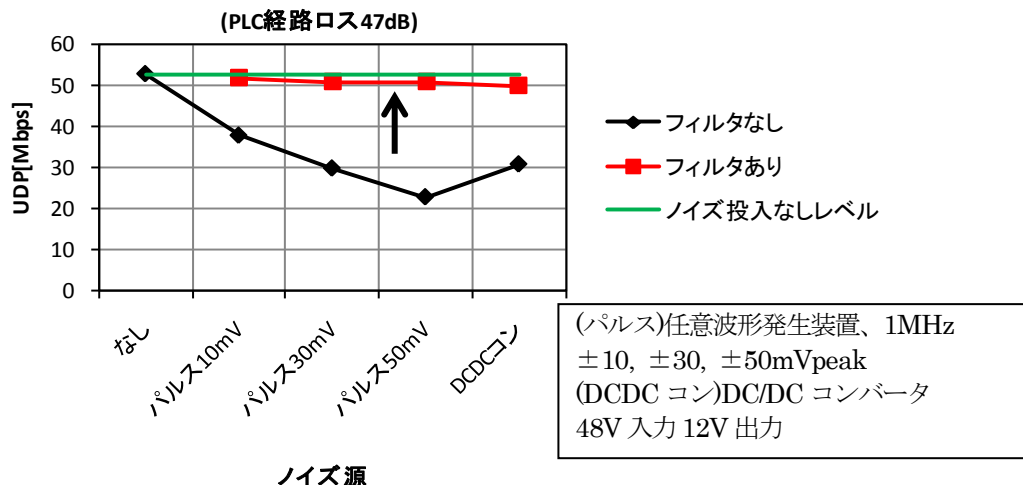


図15 様々なノイズ源種類に対するノイズフィルタの効果 (実証ハウス)

c) 外来輻射ノイズの影響の軽減

家屋において伝送路は壁や天井裏に配置されており、他の多くの線路と近接している。これら線路の中にはDC/DCコンバータなどからのノイズを重畳した線路もあり、ここから輻射されたノイズは距離も近いことから伝送路への影響が大きいと考えられる。このような輻射ノイズがPLC通信に及ぼす影響とその抑制について検討した。

輻射ノイズの影響の実験系を図16に示す。ノイズが重畳した線路としてDC/DCコンバータの出力とDC機器(負荷)をVVFケーブルで接続し駆動する。線路長は5mとし直線に配置した。伝送路の送信PLC側には分岐による信号レベルの損失に相当するロスを与えるアッテネータを挿入し、受信PLC側にノイズ源のDC/DCコンバータがくるように配置してノイズによる影響が大きくなる場合を測定した。

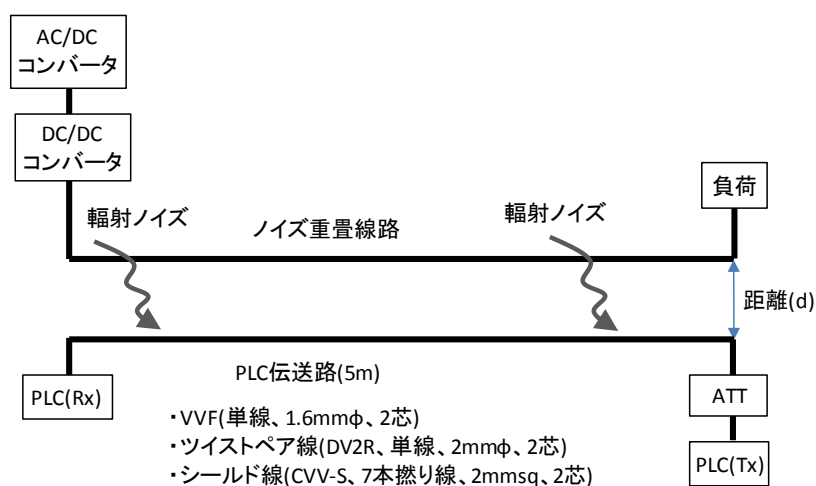


図16 輻射ノイズの影響の実験系

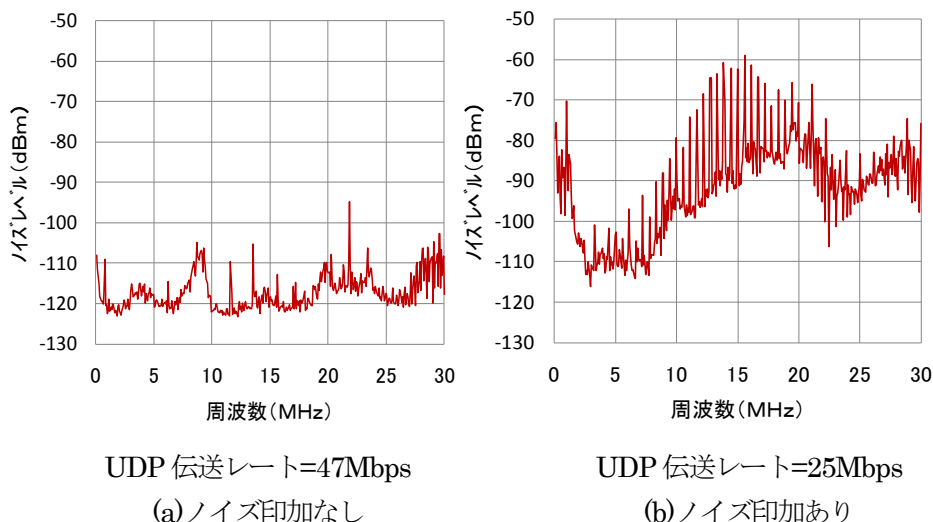


図 17 PLC ケーブル(VVF)に結合したノイズ波形と伝送レートへの影響

DC/DC コンバータからのノイズが無い場合とノイズが有る場合の伝送路上で測定されたノイズ波形と伝送レートへの影響を図 17 に示す。PLC 伝送路は VVF ケーブルで、ケーブルが束ねられて敷設されている場合を想定した距離  $d=0$  の場合である。ノイズが有る場合の波形をみると DC/DC コンバータのスパイク状のノイズが存在しており、ノイズが重畳した線路の隣のケーブルである伝送路に、結合によってノイズが現れていることが分かる。結合したノイズの影響により伝送レートが大きく低下している。PLC の周波数帯域の輻射ノイズは結合によって伝送路内に入射し、PLC の通信品質を低下させることが分かった。

輻射ノイズによる通信品質の低下を改善するため、PLC 伝送路にツイストペア線やシールド線を使った場合、及びノイズ重畳線路と PLC 伝送路の距離の影響を検討した。その結果を図 18 に示す。PLC 伝送路にツイストペア線やシールド線を使うことで、輻射ノイズの影響による伝送レートの低下が抑えられている。また、100cm 以上離れた位置においては伝送レートがほぼ飽和していることが分かる。50cm は短距離ではあるが離すことによる改善効果大きい。

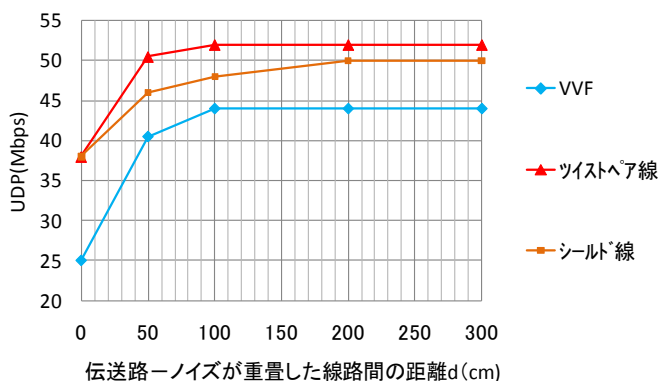


図 18 輻射ノイズの伝送レートへの影響

通信品質へ影響を与えるノイズは伝送路内を伝導するノイズ以外に外来からの輻射ノイズが伝送路に結合することによっても無視できない影響があることが分かった。この輻射ノイズからの影響の対策としてツイストペア線やシールド線を伝送路に用いたり、伝送路をノイズが重畳した線路から出来るだけ離したりすることに効果があることが分かった。

#### （4）直流接続機器の統合制御の可能性の検討

直流配線上の機器、交流配線上の機器の全ての機器間で PLC 通信を可能とするため、交流配線と直流配線のバイパス回路を検討した。バイパス回路の基本構成と作成したバイパス回路の伝送特性を図 19 に示す。この回路を挿入することにより、直流配線と交流配線が PLC 信号帯域で直結されたのと等価になるため、これらの機器間でお互いに電力線通信を行うことが可能になる。

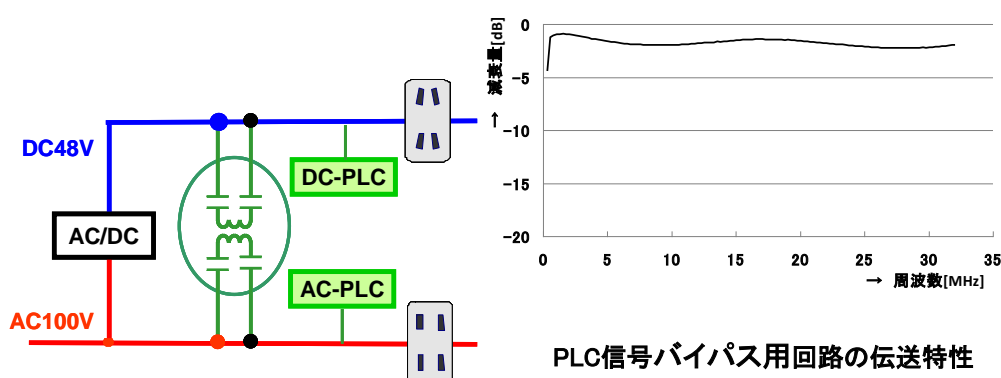
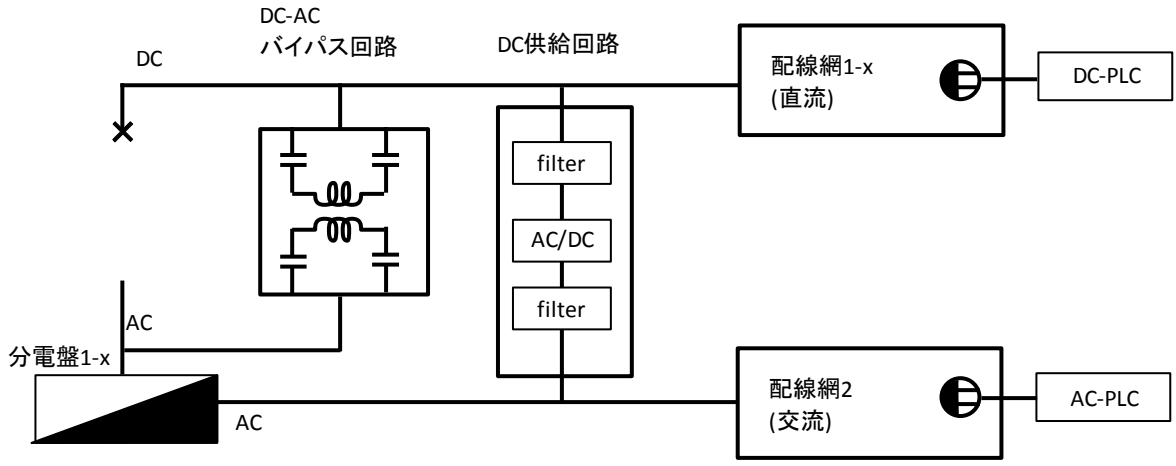


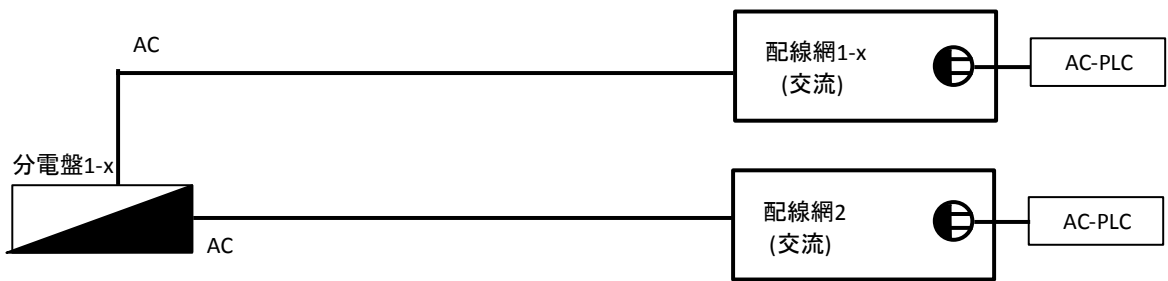
図 19 PLC 信号バイパス用回路

実証ハウスにおいて、上記バイパス用回路を用いて、交流配線網と直流配線網間通信を実証実験した。図 20 に実験した DC-AC バイパス配線網とその比較対象とした直結網を示す。実験では、実証ハウスの一部のブレーカーをオフしその配線構成を直流配線網として利用した。DC-AC バイパス配線網の場合と、直結網の場合の伝送レートを比較して図 21 に示す。またノイズ源となる機器を接続した場合の、伝送レートの S/N 比への依存性を図 22 に示す。

AC 網と DC 網はバイパス回路を経由して問題なく PLC 通信でき、バイパス回路のロス分だけ伝送レートが低下することが実証できた。バイパス用回路を用いることにより、PLC 伝送レートは、PLC 経路の伝送ロス(バイパス回路のロスを含む電力線の配線トポロジー)及び受信端 S/N 比(配線に重畳されるノイズレベル)に依存するが、バイパス接続・直結といった接続方法や配線に供給される電源が交流か直流かには依存しないことが確認でき、直流・交流併設家屋のコンセントの配線を、直流網・交流網といった給電網の違いによらず、直流給電システムと同じ統一的ルールで配線網を構築することが可能になった。

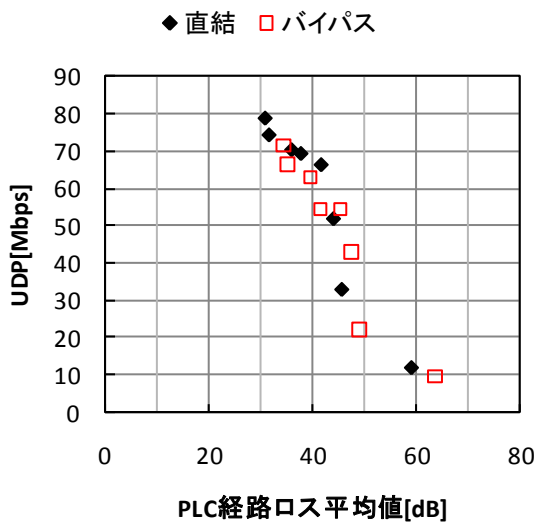


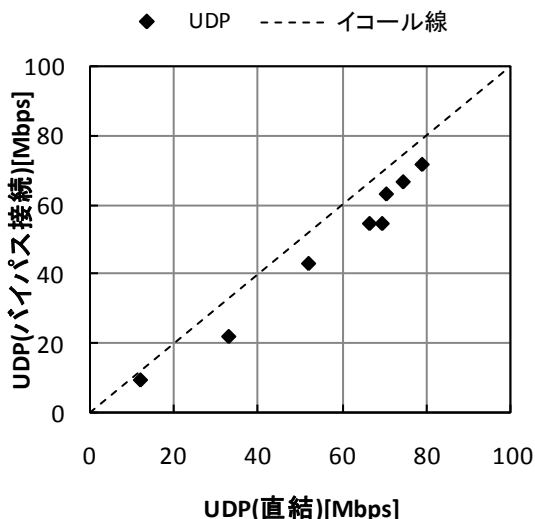
(a) DC-AC バイパス配線網の構成



(b) 直結網(AC網)の構成

図20 DC-AC バイパス回路の実証実験の構成





(a)PLC 経路伝送ロス対 UDP

(b)直結とバイパス接続の UDP 比較

図 22 1 直結とバイパス接続の比較

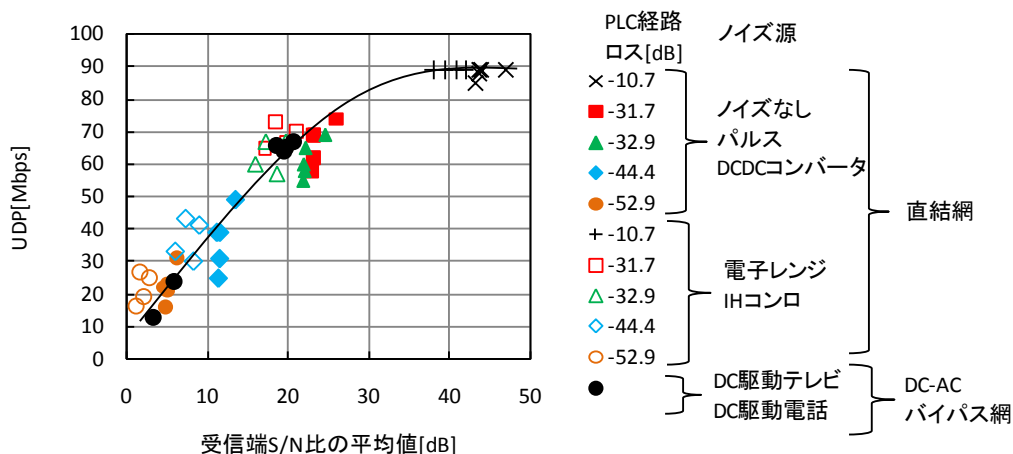


図 22 2 配線網にノイズ源機器を接続した場合

(4) 直流配線・情報ネットワークによる省エネルギー可能性の検討

本節では直流 PLC の通信網を活用することで可能になる、家庭内の情報ネットワーク活用省エネシステム(HEMS)を構築し、省エネ・快適な住環境を実現し、省エネ効果の実証を行う。

a) 情報ネットワーク制御方法

個人により快適と思える、あるいは許容できる設定値は異なることに着目し、快適性と省エネの両立のため個人毎に最適な家電機器の省エネ制御を実施する。

個人に応じた自動制御のためには、まず個人を認証する必要がある。個人認証には多数の手段が存在するが、家庭で使用することを想定するとユーザの行動を制限しない必要がある。直流

PLC では動画データを送信可能な伝送レートを確保できるので、室内にカメラを設置しカメラの動画データから顔認証を行うことで、ユーザの生活スタイルを崩すことなく個人を認証する技術を開発し、実用精度に達していることが確認できた。

省エネ制御の基本的な考え方のひとつは、使っていないにもかかわらず稼働している家電を HEMS で制御し、家電の電源オフ制御を行うことである。この場合、家電の待機電力も含めて家電への電力供給を 0 にすることが、省エネには重要である。HEMS の制御により機器と電源コンセント間の経路をカットし、待機電力を無くすることができる機器電源通信制御モジュールを開発した。機器電源通信制御モジュールのブロック図を図 2 3 に示す。このモジュールの回路構成は、電源経路をカットする手段に機械式のリレーを用い、交流用家電機器と直流用家電機器の両方の電源に対応出来るよう、コンセントや DC ジャックなどのインターフェースが用意されている。また、HEMS との通信には制御基板上に無線通信のための ZigBee モジュールと PLC 通信を行うための LAN コントローラを搭載している。

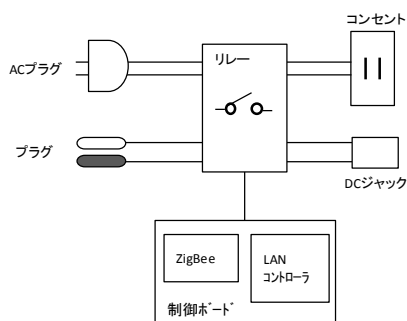


図 2 3 機器電源通信制御モジュール

#### b) 生活環境データ取得実験

一般的な生活において、家電をどのように使用するのか、またどのくらいの消費電力量なのか、明確になっていない。また、どこに無駄がありどのくらいの量なのか、はっきりわかっていない。無駄な使い方が明確になれば、無駄な使い方を無くす制御アルゴリズムを考案し、それを適用したときの省エネ効果を測ることができる。無駄な使い方を行っている部分を明確にすることを目的として、一般家庭の生活環境データを取得する実験を行った。測定は、冬季に 2 週間、奈良県及び大阪府の 8 家庭で実施した。実験を行った家庭の家主の年齢は、20 代 2 家庭、30 代 2 家庭、40 代 2 家庭、50 代 2 家庭である。測定対象の家電と測定項目を表 2 に示す。

表 2 測定項目

No	部屋	測定対象	測定項目					
			消費電力	温度	湿度	照度	PMV	在不在
1	リビング	部屋		○	○	○	○	○
2	リビング	エアコン	○					
3	キッチン	冷蔵庫	○	○				
4	リビング	照明	○			○		

5	リビング	テレビ	○					
---	------	-----	---	--	--	--	--	--

## ①エアコン

エアコンの生活環境取得実験結果の一例を図24に示す。各家庭の2週間のデータを解析し、状況別PMV値を求めた結果を表3に示す。充分快適であるcase1の状態と、不快を感じ始めたcase2の状態のPMV値は各家庭で大きく異なる。しかし各家庭で、充分快適である状態のPMV値と、不快を感じ始めるPMV値の差は、0.6程度とあまり差がなかった。本実験では、PMV値の0.6の差は室温差2°Cに相当し、どの家庭でも快適な状態と不快を感じ始める室温差は、約2°Cであることが分かった。消し忘れ時のオン・オフ制御や、PMV値を快適性の指標とし、家庭(個人)の好みに合わせたエアコン設定温度の最適制御により、快適性を維持した省エネ制御を行う。

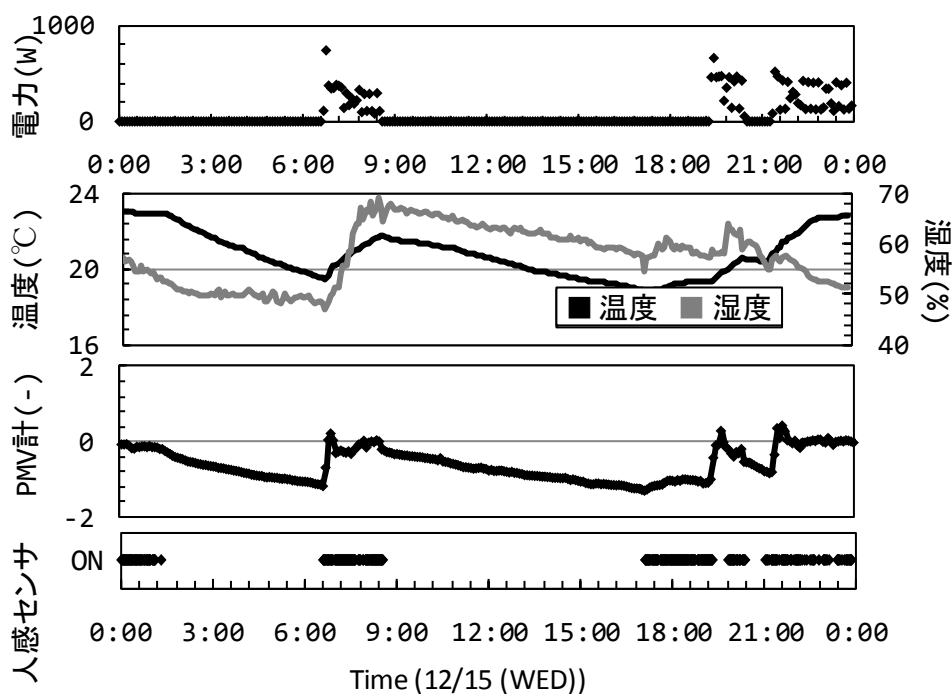


図24 生活環境取得実験(エアコン)の一例

表3 家庭別 PMV 平均値

家庭	平均 PMV 値		平均 PMV 値差	(case1)人がいる部屋で、エアコンが定常状態で稼働している状態で、人が十分に快適と感じている状況 (case2)エアコンの電源をつける時で、人が現在の環境を不快と感じ始めた状況
	case1	case2		
No1	-0.6	-1.2	0.6	
No2	-0.2	-0.8	0.6	
No3	0.0	-0.6	0.6	
No8	-1.0	-1.6	0.6	

※データが取得できなかった家庭(No.4,5,6,7)は除いた。

## ②冷蔵庫

冷蔵庫の生活環境取得実験結果の一例を図25に示す。各家庭の2週間のデータを解析し、人感センサと連携して扉の開閉が無い不在時と扉の開閉が有る在室時を検知し、それぞれの区間で測定した庫内温度から、在室時と不在時の平均温度を算出した結果を図26に示す。在室時と比較して不在時は庫内温度が0.5℃から1.5℃低いことが分かった。この結果より、不在時の庫内設定温度を標準より+1℃高めの設定とした省エネ制御をしても在室時の平均温度とほぼ同等といえる。

HEMS を使って冷蔵庫の設定をリアルタイムで自動切り替えすることで、省エネを実現する。具体的には、(type1)不在時に冷蔵庫内温度を高めに設定する上記の制御に加えて、(type2)室内の湿度が低い状況においては結露防止ヒータの通電を少なくする制御を行う。各家庭の2週間のデータを解析し、シミュレーションした結果、type1の制御では4.2%、type2の制御では9.3%、消費電力を削減することができた。

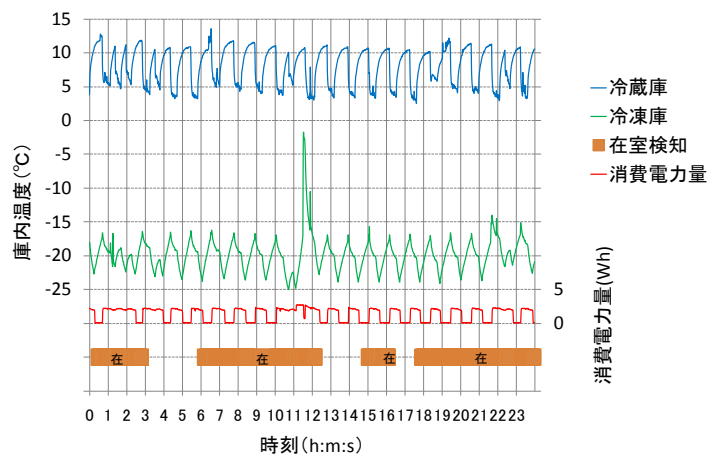


図25 生活環境取得実験(冷蔵庫)の一例



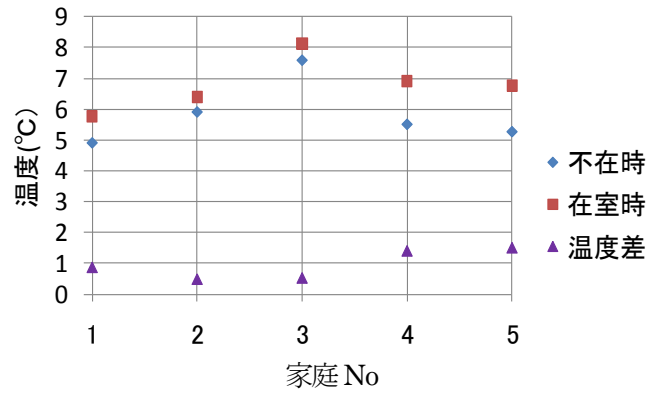


図 2 6 在室時と不在時の冷蔵庫内温度

## ③照明器具

照明器具の生活環境取得実験結果の一例を図27に示す。各家庭の2週間のデータを解析し、各家庭の夜間の照度を求めた結果を表4に示す。家庭(個人)によって室内照度は大きく異なる。消し忘れ時のオン・オフ制御や、照度を快適性の指標とし、家庭(個人)の好みに合わせた照度の最適制御により、快適性を維持した省エネ制御を行う。

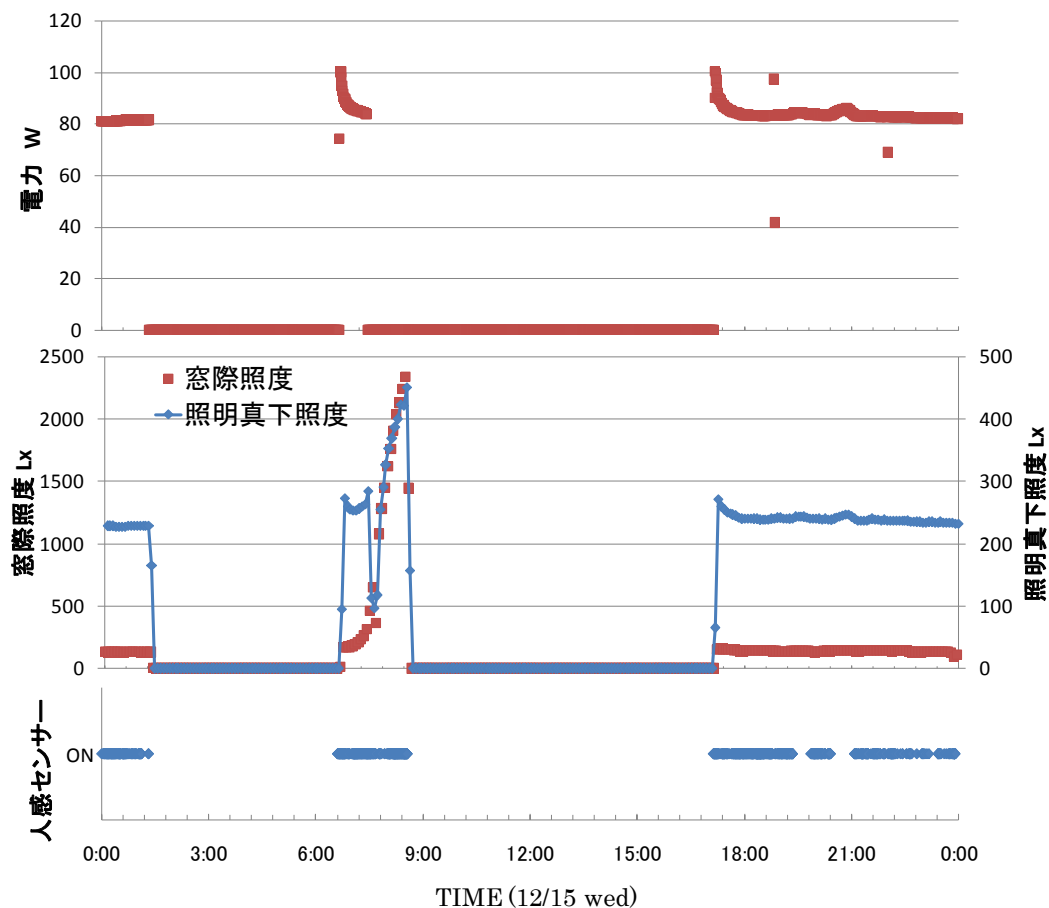


図27 生活環境取得実験(照明器具)の一例

表4 各家庭の室内照度

家庭 No	夜間の照度[lx]
No1	320
No2	270
No4	290
No5	90
No6	130
No7	165

No8	300
-----	-----

## ④テレビ

テレビの生活環境取得実験結果の一例を図28に示す。各家庭の2週間のデータを解析しテレビ視聴時の室内照度を求めた結果と、同一視聴環境での明るさ設定値の個人の好みの違いを調査した結果を表5に示す。各家庭(個人)でテレビ視聴時の室内照度は大きく異なる。さらに各家庭(個人)でのディスプレイの明るさの好みの違いがわかる。消し忘れ時のオン・オフ制御や、ディスプレイの明るさを快適性の指標とし、家庭(個人)の好みに合わせて、室内照度に比べて明るすぎるディスプレイの明るさを、コントラストを維持するように最適制御することで、快適性を維持した省エネ制御を行う。

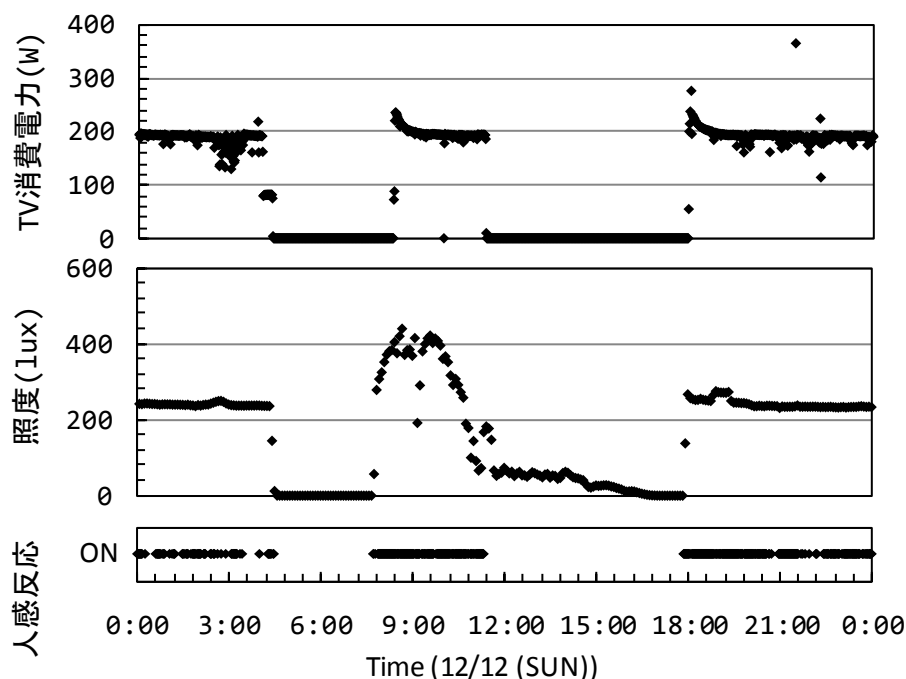


図28 生活環境取得実験(テレビ)の一例

表15 テレビ視聴時の室内照度と明るさ設定値の好み

家庭	室内照度 [lx]	明るさ設定値* (8人平均からの差)
No1	320	-5.9%
No2	240	+3.5%
No3	-	0
No4	15	-2.7%
No5	90	+3.5%
No6	-	0
No7	-	+3.5%
No8	320	0

\* 明るさ設定値は、標準値を0、最も暗い設定値が-50%、最も明るい設定値が+50%

## c) 省エネ制御実証実験

本節では、上記した技術を組み合わせ、HEMS で省エネ制御したモデル実験結果について述べる。実験室内に 4.9×5.7m の居間を構築し、図 2 9.に示すような配置でセットした。このモデル実験では、DC-PLC/AC-PLC/ZigBee の併用通信・制御の実験のため、これらの通信網を併用した通信ネットワークとなるように設計した。動画像情報取得用カメラや DC 駆動機器は DC-PLC を通信路に使い、AC 駆動機器は AC-PLC、部屋中央の一部機器は電池駆動とし ZigBee を通信路に使った。DC 電源供給線は、HEMS の駆動電圧に合わせて 18.5VDC とした。他の DC 機器(カメラ、センサ)の駆動電圧は 5VDC であるため DC 電圧変換器を通して DC ラインに接続した。100VAC ライン上の AC-PLC、18.5VDC ライン上の DC-PLC、5VDC ライン上の DC-PLC は、PLC ブリッジで相互通信し、ZigBee とは HEMS を介して通信した。HEMS は、カメラの動画像情報や各種センサ情報 (人感・照度・PMV・温湿度)などを解析し各家電の制御を行う。家電の電源供給ラインには機器電源通信制御モジュールを接続し無駄な電力のオンオフ制御の時に待機電力もカットした。

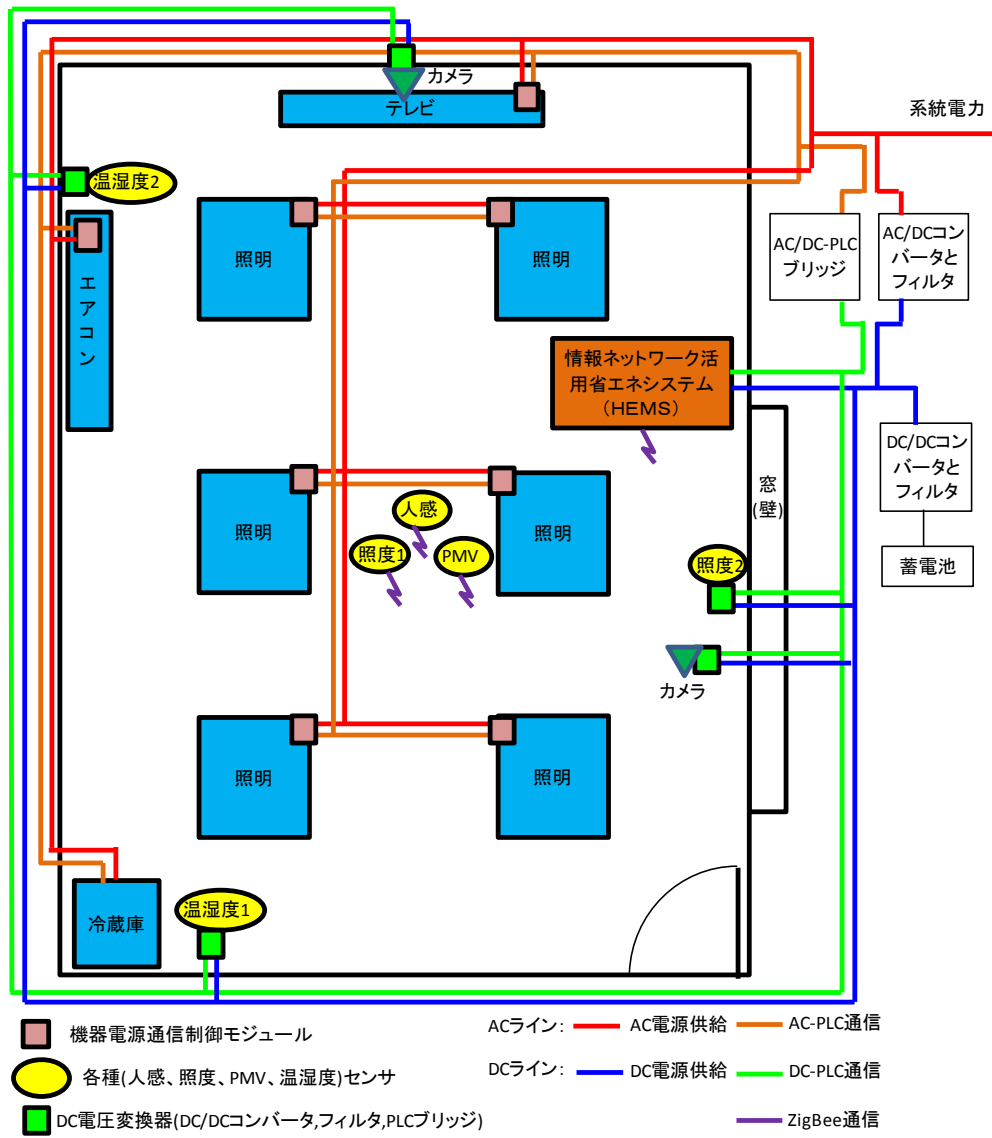


図29 モデル実験の配置図

HEMS 制御実験モデルに用いた HEMS の制御フローを図 30 に示す。また制御内容の設定は表 6 とした。制御 A は省エネ重視、制御 B は快適性重視である。HEMS は、各種センサ情報を解析し、各家電を省エネ制御する。その際、カメラの動画像情報に基づき個人認証を実施し、その個人認証結果が制御内容を登録している人物に合致すれば、その制御内容に基づいて家電の省エネ制御を行い、制御内容を登録されていない人物であれば、いずれの人にとっても快適な制御「全員快適制御」を行う。これに対し、直流 PLC が利用できず、カメラの動画像情報を伝送できない場合は、個人に合わせた制御ができないため、「全員快適制御」のみとする。

実験の結果得られた各家電の消費電力削減率の結果を表 7 に示す。直流 PLC 通信を利用しない場合は、動画像の伝送ができず、個人に最適な制御ができないため、全員が不満なく快適にすごせる条件下での消費電力削減率は 8.8% となった。しかし今回提言する直流 PLC 網を使うことで、個人の快適性に合わせた制御が可能になり、全員が不満無く快適にすごせる条件下での消費電力削減率は、平均 12.8% となった。従って、直流 PLC 網を使わない場合に比べて、さらに 4% の消費電力削減を達成することができた。

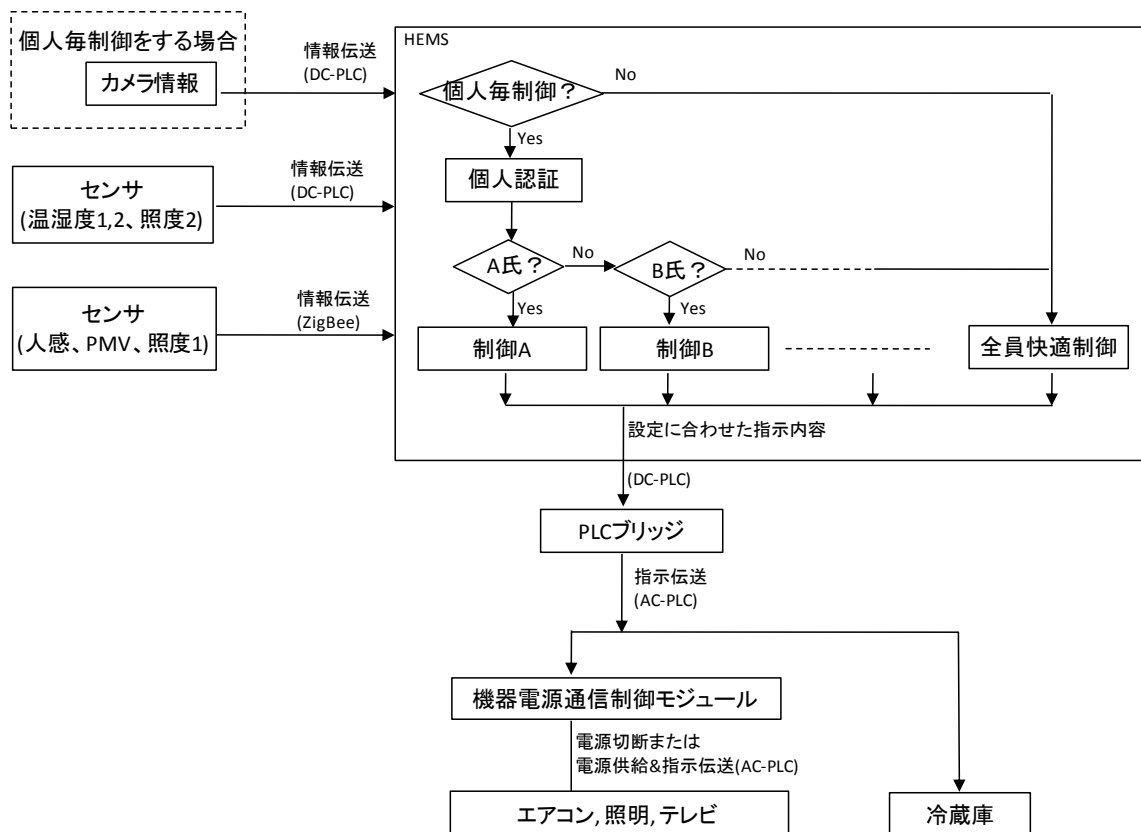


図 30 HEMS 制御フロー



表 6. 制御内容の設定値

家電	(type)制御内容	制御 A	制御 B	全員快適制御
エアコン	(1) 5 分以上消し忘れ状態の時にエアコンの持つ省エネ機能を使う	※	実施	実施
	(2) 30 分以上消し忘れの時に機器電源通信制御モジュールを使って待機電力も含めて電源をオフする	実施	※	※
	(3) 充分快適である PMV 閾値以上である場合に、エアコンの設定温度を 2℃下げる	※閾値 -0.6	閾値 0	閾値 0
	(4) 不快を感じ始める PMV 閾値以上である場合に、エアコンの設定温度を 2℃下げる	閾値 -1.2	※閾値 -0.6	※閾値 -0.6
照明	(1) 5 分以上消し忘れ時に機器電源通信制御モジュールを使って待機電力も含めて電源オフ(消灯)	実施	実施	実施
	(2) 照度が閾値を超えたとき、消費電力を 25%ダウンさせた明るさにする	閾値 170lx	閾値 390lx	閾値 390lx
テレビ	(1) 5 分以上消し忘れ時にディスプレイの明るさ設定値を最低に下げる	※	実施	実施
	(2) 5 分以上消し忘れ時に機器電源通信制御モジュールを使って待機電力も含めて電源オフ	実施	※	※
	(3) 照度が 150lx 以下である場合にディスプレイの明るさ設定値を下げる	-25%	-19% ※	-19% ※
	(4) 照度が 200lx 以下である場合にディスプレイの明るさ設定値を下げる	-25% ※	-19%	-19%
冷蔵庫	(1) 不在時に設定温度+1℃	※	※	※
	(2) 湿度の低い時に結露防止ヒーターを弱設定	※	※	※

※印は実施しない。

表 7 消費電力削減率結果

家電	個人毎制御あり			個人毎制御なし
	制御 A の人物の一例	制御 B の人物の一例	平均	全員快適制御
エアコン	14.6	9.4	11.0	7.4
照明器具	15.6	8.0	17.1	15.1
テレビ	10.4	4.2	13.8	8.0
合計	13.6	7.8	12.8	8.8

（目標の達成度）

住宅内直流配線・情報ネットワーク融合可能性を検討した結果、目標の達成度は下表の通りである。

目標の達成度

項目	目標	成果	達成度
通信品質劣化の改善	家電の省エネ制御に必要な一定の伝送レートを確保できる配線仕様提案を行う。	モデル実験及び実証ハウスでの実験により、直流給電システムで30Mbps以上の伝送レートを確保できる配線ルール試案(ケーブルを特性インピーダンスで終端、分岐数の総数を32以下、50cm以下の短い長さの分岐配線の禁止)を提案した。	○
電磁環境適合性の確認	外部に放射される電磁波レベルをより低減させることができる配線仕様提案を行う。	配線の平衡度を改善するために、両切りスイッチ配線、または片切りスイッチの平衡度改善回路技術を使う配線ルール試案を提案した。	○
DC/DC コンバータ AC/DC コンバータ 等のノイズ抑制	ノイズがPLCに及ぼす影響を低減可能な機器及び配線仕様提案を行う。	モデル実験及び実証ハウスでの実験により、ノイズのある環境でもノイズを抑圧し30Mbps以上の伝送レートを確保するために、簡易構成フィルタの配線への挿入、ツイストペア線を利用する配線ルール試案を提案した。	○
交流配線上のPLC と直流配線上の PLCの統合の 可能性の検討	交流配線及び直流配線の全ての配線上の機器間で通信を可能とするための回路構成を確立する。	PLCバイパス回路により、交流/直流併設住宅の全ての配線上の機器間でPLC通信を可能とする統合的な省エネ制御のための通信網の構築技術を確立した。	○
直流配線・情報ネットワークによる省エネルギー可能性の検討	直流PLCを活用し、個人の好みを考慮し、快適性を維持した省エネの効果を示す。	交流PLC・直流PLC・ZigBeeを併用したHEMS制御技術を確立した。また直流PLCを活用し、個人ごとの快適性に合わせた省エネ制御を提案した。この省エネ制御に基づくエアコン、照明器具、テレビのモデル実験の結果、最大13.6%の消費電力の削減を達成し、直流配線・情報ネットワークによる、省エネの可能性を示した。	○

(2) 直流配線を用いたPLCの検討

直流給電システムの構築にあたり、以下の配線ルールを試案として提言する。

この配線ルールに従うことにより、従来の交流配線に比べ、電磁波の発生量が少なく、全ての機器間で一定(30Mbps)以上の通信レートを確保するという目標が達成できた。

- 1) ケーブルの特性インピーダンスで整合終端を行う。
- 2) PLC通信を行うコンセントの分岐数の総数を32以下とする。
- 3) 短い長さ(50cm以下)の分岐配線を禁止する。
- 4) スイッチ配線は、両切りスイッチ配線とする。
- 5) ツイストペア線を配線に利用する。

a) 通信品質劣化の改善

ケーブルの特性インピーダンスで整合終端し、新規住宅の給電線の配線時に PLC 通信を行うコンセントの分岐数の総数の上限を規定するルール、短い長さの分岐配線を禁止するルールとすることで、家屋内のコンセントの通信品質を確保でき、一定(30Mbps)の通信品質を確保する目標を達成でき、省エネ制御のための通信に PLC を使うことが可能になった。

#### b) 電磁環境適合性の確認

両切りスイッチ配線、または片切りスイッチの平衡度改善回路技術を使うことによって、配線の平衡度を改善する目標を達成できた。配線の平衡度が改善され、電磁波の発生量が少なくなることにより、従来よりも多くの PLC 信号パワーを重畳できるので、将来的には更なる超高速通信や、より多くの配線分岐が存在する住宅での PLC 通信網が構築できる可能性を示した。

#### c) DC/DC コンバータ、AC/DC コンバータ等のノイズ抑制

(a)簡易な構成のフィルタの配線への挿入、(b)ツイストペア線やシールド線の PLC 配線への利用を提言し、コンバータ等が発生するノイズが PLC 通信品質に与える影響を低減させる目標を達成でき、ノイズのある環境でもノイズを抑圧し、PLC 使って省エネ制御のための通信が可能になった。

### (3) 交流配線上の PLC と直流配線上の PLC の統合の可能性の検討

PLC バイパス回路により、交流/直流電力網間で情報を伝達可能にする技術、交流/直流といった給電網の違いによらず、統一的ルールで配線網を構築可能にする技術を確立し、交流/直流併設住宅の全ての配線上の機器間で通信を可能とする統合的な省エネ制御のための通信網の構築技術を確立する目標を達成できた。

### (4) 直流配線・情報ネットワークによる省エネルギー可能性の検討

交流配線 PLC 通信網、直流配線 PLC 通信網、ZigBee 通信網を統合的に省エネ制御する情報ネットワーク活用省エネシステム(HEMS) 技術を確立し実験システムを構築した。この実験システムを用いることにより、全員が不満なく快適にすごせる条件下で、直流 PLC を使わない（個人毎の制御を行わない）場合に比べ、省エネできることを実証した。以上により、直流 PLC 網を利用した個人ごとの快適性に合わせた制御によって、次世代高効率エネルギー利用住宅における省エネの可能性を示す目標を達成できた。

#### (成果の意義)

次世代高効率エネルギー利用型住宅においては、交流給電から直流給電に変えることにより、今後ますます普及が見込まれる直流電源である太陽電池、定置用燃料電池や蓄電池における直流から交流への変換の損失の削減、あるいは交流から直流への変換の損失の削減が期待される。

本事業では、この直流給電に更なる付加価値として、1)新規通信線の追加が招く配線の複雑化を回

避するため、通信線を増設することなく住宅内の直流配線および交流配線における PLC を用いた情報ネットワークを構築できること、2)その情報ネットワークを使って省エネが実現できること、を示す実証実験を行った。次世代高効率エネルギー利用型住宅において、この成果に基づいた情報ネットワークを構築することにより、交流/直流の変換損失削減以上の更なる省エネを実現することが可能となり、直流給電システムの普及促進につながるものと考えられる。

さらに直流 PLC システムは、今後普及が見込まれる電気自動車やプラグインハイブリッド車等の車両用充電制御システムや自動車用の低電圧直流機器/部品の共有化等も期待できることから、家庭と自動車の電力ネットワーク融合/拡大に貢献でき、大規模な省エネルギーシステム技術領域の開拓が期待できる。

本プロジェクトにより、将来的に下記の市場創造につながると期待できる。

- a) 直流給電に対応する直流 PLC アダプタ
- b) 直流 PLC に対応する直流家電
- c) 直流 PLC に適した給電線に対応する配電盤等の給電機器
- d) 個々の家庭に応じた電力マネージメントを司る HEMS
- f) 交流 PLC・直流 PLC 併用住宅に応じた次世代高効率エネルギー利用住宅産業

今回提言する直流 PLC は、有線 LAN とは違って通信用配線を新たに敷設することが不要で、また ZigBee では達成できない 30Mbps 以上の通信速度を確保可能である。このため、情報量の多い、住宅内の多数の生活情報や動画像の通信が可能になり、これらと融合される家電との相互通信により、個人情報収集と、これに基づく機器の細やかな制御等を容易に行うことが可能になり、より高度な省エネルギーの達成が期待できる。

本事業で得られた成果は、交流/直流併設住宅における省エネシステム全般で利用でき、さらに直流給電住宅でも利用することによって広範囲な技術応用が期待できる。直流給電が本格的に立ち上がることにより、本プロジェクトで市場創造が期待できる直流 PLC アダプタだけでも、5年間累積 6300 百万円の市場規模が見込まれる。

### III. 2.3 一般社団法人 電子情報技術産業協会（JEITA）

#### （目標）

これまで住宅で消費される電力は、系統電源（商用電力）からのみ供給されていた。系統電源が交流で構成されていることから、住宅内の配電システムも全て交流で構成されていた。

しかし、昨今このような状況が徐々に変化しつつある。まず、太陽光発電、燃料電池などの分散電源機器は直流を発電している。さらに、住宅で用いられている家電製品や IT 機器などの負荷機器でも、駆動電力として多くが直流を用いている。このため、現在の住宅内配電では、分散電源機器と負荷機器の両方の内部で利用されている直流が、いったん交流に変換されロスが生じている。また、今後住宅内の大口負荷となることが予想される電気自動車やプラグインハイブリッド車も内部に蓄電池を持っており、同様の変換ロスが生じると考えられる。したがって、今後の住宅では必ずしも交流だけが最適な配電システムではなく、直流の役割が増大する余地があると考えられる。

そこで、本調査では、まず、連携する「次世代高効率エネルギー利用型住宅システム技術開発・実証事業」における、①住宅内交流・直流併用システムの実証、および②住宅内直流配電・情報ネットワーク融合可能性、において期待される効果を含め、住宅内直流配電システムが既存の交流システムに比べ 20%の省エネルギー効果を発揮する可能性を検討することを目標とした。

さらに、実際に住宅内に直流配電を導入するうえでは、技術面、法規制面、普及面（経済面）のそれぞれの側面で課題が存在する。そこで、今後開発・普及において考慮すべき国内外における関連分野の動向や見方についても情報を収集した。

また、今後の住宅では、住宅内直流配電だけではなく、分散電源機器、住宅向けエネルギーマネジメントシステムなどの多様なシステムが導入されていくことが見込まれる。これらのシステムはそれぞれが独立して存在するのではなく、連携して住宅の省エネルギーや再生可能エネルギー活用を実現していくと考えられる。

そこで、住宅内直流配電、分散電源機器、住宅向けエネルギーマネジメントシステム（HEMS）などのソリューションについて現在の動向調査を行った。

#### （開発成果の要約）

##### （1） 本調査の枠組み

本調査では、以下の 5 項目について調査、検討を実施した。

- ① 関連技術に関する調査
- ② 電力供給の住宅内直流化に関する動向調査
- ③ 関連する法規、規格、及び標準化に関わる調査
- ⑤ 今後の方向性、市場展開についての検討
- ⑥ 有識者委員会の設置と報告書の策定

「①関連技術に関する調査」では、直流配電システムに接続される、分散電源機器と HEMS について技術的動向を調査した。関連メーカー、関連業界・関連団体等にヒアリング調査を行うと共に、文献の提供を依頼した。また、机上調査により情報やデータを収集し整理した。

「②電力供給の住宅内直流化に関する動向調査」では、家電機器や住宅向け情報機器の直流対応と省エネルギー可能性を調査すると共に、住宅内配線直流化の動向について調べた。日本、米国、欧州、アジアからヒアリング調査（含むアンケート調査）を行った。米国、欧州へは訪問調査も実施した。

「③関連する法規、規格、及び標準化に関わる調査」では、先行調査を参考に国内の法令、条項の情報について有識者へのヒアリング調査を行い、主として住宅内直流化に関する法規制や標準の整備状況を調べた。海外訪問調査においても、関連法規制の整備状況などについてヒアリングを行った。

「④今後の方向性、市場展開についての検討」では、住宅内直流配電の省エネルギー効果について検討した。また、住宅全体の将来像の一例として「グリーン IT 住宅モデル」構築を試みた。構築したモデルの内容については、ワーキンググループを組織し、ご議論をお願いした。

最後に、「⑤有識者委員会の設置と報告書の策定」では、情報・家電機器等のメーカー、大学等の有識者、住宅メーカーを中心に構成する有識者委員会を設置し、調査の方針や結果について評価をお願いした。有識者委員会及び、次世代高効率エネルギー利用型住宅システム技術開発・実証事業の実施者とも随時、調査内容について協議した。

本調査の枠組みを図 1 に示す。

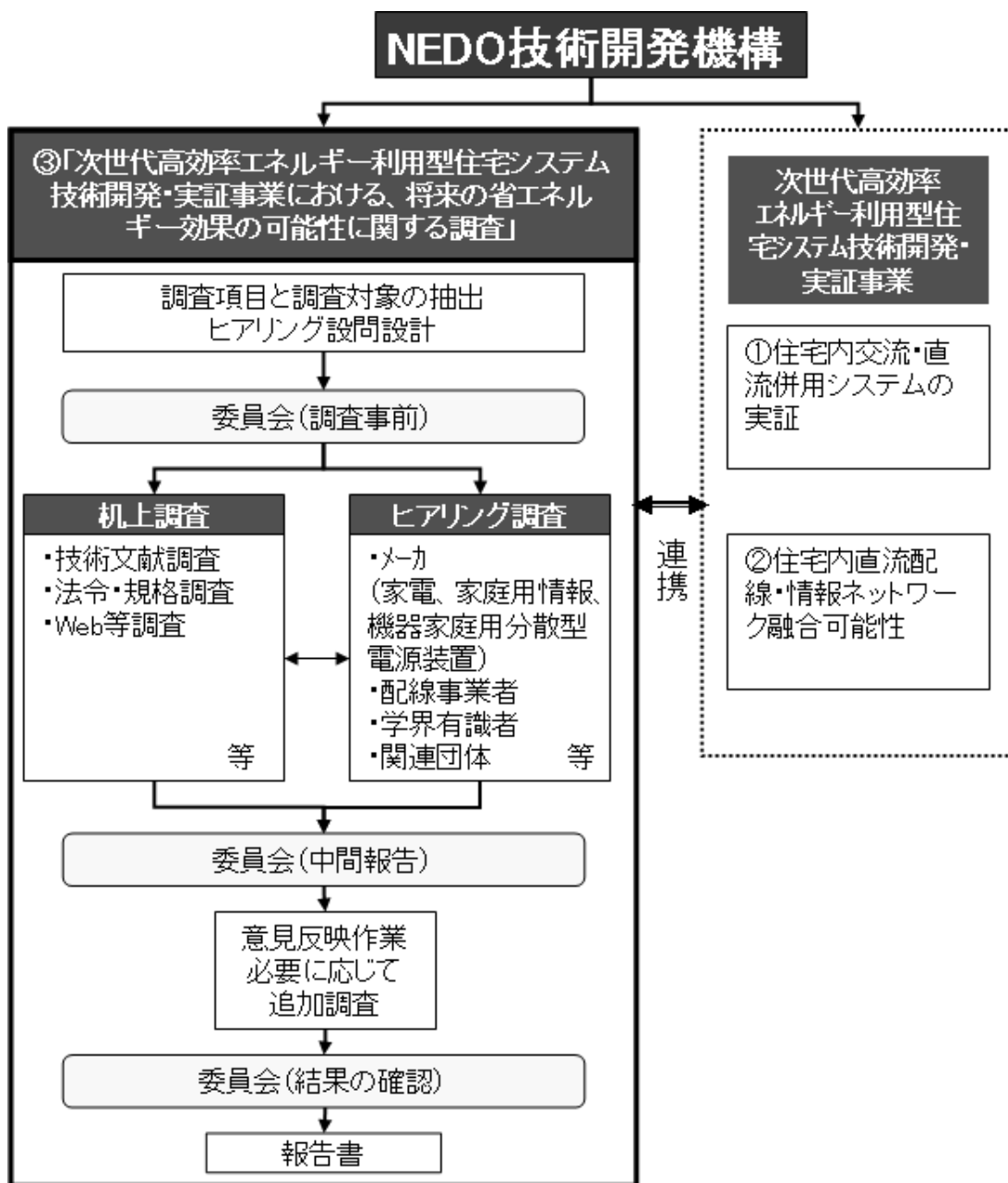


図1 調査実施の枠組み

## (2) 直流化による 20%省エネルギーの可能性

## a) 調査方法

住宅内には様々な電気機器が存在する。このうち、短期的に直流化の候補となる可能性が高いのは、外部 AC アダプタを備えた機器であると考えられる。アダプタを取り外して直流給電を行うことができるため、導入が相対的に容易と考えられるためである。そこで、住宅内直流配電の省エネルギー効果を検討するため、まず外部 AC アダプタを備える機器を中心に、直流化による省エネルギー効果が大きい機器を選択し、直流化による省エネルギー効果の試算を行った。

財団法人省エネルギーセンターでは、「平成 20 年度省エネルギー設備導入促進指導事業（機器の省エネルギー改善余地検討事業）」において、各種外部 AC アダプタの使用状況、効率の調査を実施している。このデータを用いて、現状の外部アダプタの電源効率と直流化した場合に予想される電源効率、さらに、直流化した場合の省エネルギー効果を試算した。

AC/DC 電源、DC/DC 電源の現状と将来像については、TDK ラムダ（株）へのインタビューを実施し、試算の参考とした。

## b) 比較モデルの設定

試算の対象として、外部 AC アダプタを備える機器から、インターネット通信機器（ルータ、モデム）、ゲーム機、携帯電話、固定電話（子機）、電気カミソリ、充電式掃除機を選択した。前述の先行調査によると、これらの機器の定格使用電圧は概ね 5~12V である。

直流化の導入パターンは、短期的に導入可能なもの、将来的な導入が検討されるものまで様々なバリエーションが考えられる。ここでは、実現時期が近いと考えられるものから順に、3 パターンについて検討を行った（表 1、図 2）。

表 1 試算の検討パターン一覧

	概要	配電パターン
0. 改善前	現状の交流配電	AC100V → (AC アダプタ) → DC5~12V
1. 部分直流配電	宅内配線は AC100V。機器の直前で高効率の AC/DC コンバート機能を備えた電源タップにより直流給電。	AC100V → (AC/DC コンバータ) → DC5~12V
2. 一括直流配電 (AC 前提)	AC での住宅への給電直後に一括して直流に変換し、DC48V で宅内配電。機器の直前で必要な電圧に変換。	AC100V → (AC/DC コンバータ) → DC48V → (DC/DC コンバータ) → DC5~12V
3. 一括直流 (DC 前提)	中電圧直流の商用電源、または太陽電池等から直流で供給された電力を、いったん DC48V <sup>1)</sup> に変換し宅内配電。機器の直前で必要な	DC350V → (DC/DC コンバータ) → DC48V → (DC/DC コンバータ) → DC5~12V

<sup>1)</sup> ここで示している DC350V や DC48V は、想定される電圧の組み合わせの一例であり、実際の導入時の電圧を示唆するものではない。



	電圧に変換。	
--	--------	--

導入効果の試算対象としては、稼働時の消費電力、待機時電力の両方が考えられるが、今回は稼働時の消費電力を対象とした。上記先行調査によれば、外部 AC アダプタを持つ機器の多くで待機時損失が稼働時の電力変換損失の 1/10 以下であるためである。

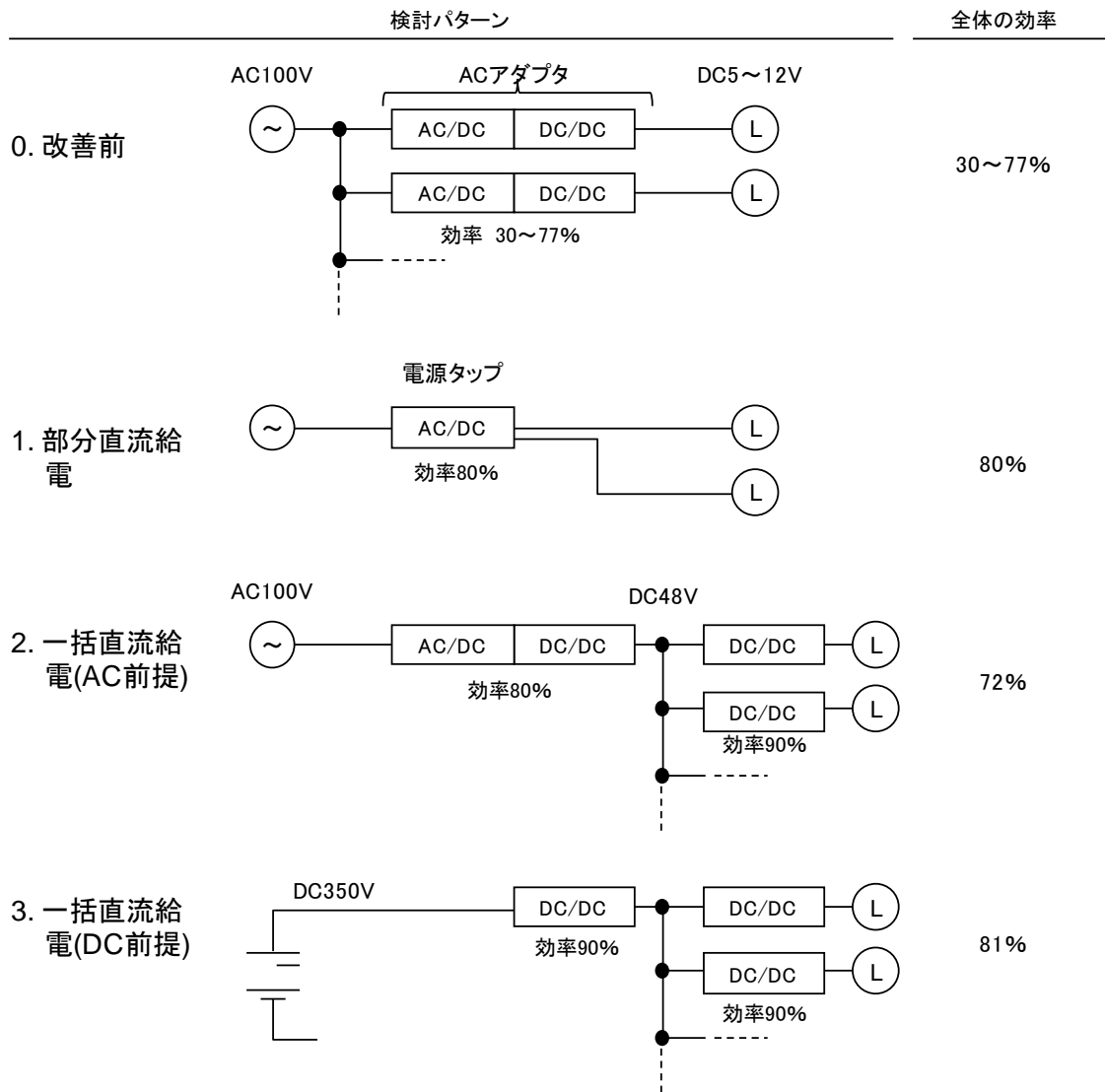


図2 試算の検討パターン一覧

## c) 省エネルギー効果

対象機器に対して、稼動時の直流化前後の効率及び改善率を試算した。

表2 直流化による省エネルギー効果割合

機器	改善前効率 (%) (a)	1.部分直流給電		2.一括直流給電 (AC 前提)		3.一括直流給電 (DC 前提)	
		改善後効率 (推定) (%)	改善率 (%)	改善後効率 (推定) (%)	改善率 (%)	改善後効率 (推定) (%) (b)	改善率 (%) (c)
インターネット 通信機器	57~77	80 (AC/DC 変換効率)	3~23	72 (AC/DC と DC/DC 変換 80x90)	-5~15	81 (DC/DC 変換 効率 90x90)	4~24
ゲーム機	63		17		9		18
携帯電話	63~75		5~17		-3~9		6~18
固定電話・FAX	30~48		32~50		24~42		33~51
電気カミソリ	51		29		21		30
充電掃除機	50		30		22		31
全体			3~50%				-5~42%

ここで、AC/DC 変換効率及び DC/DC 変換効率は、TDK ラムダ資料、JEITA「スイッチング電源の現状と動向 2010」から、高負荷時の平均的な値がそれぞれ 85%、95%である。そこで低負荷時における効率低下を考慮して、それぞれ 80%、90%の値を用いた。

また、AC アダプタの効率は出力電流の関数であるが、こちらも高負荷時と低負荷時の平均的な値を使用した。AC アダプタの効率は、出力電流が定格の 25%~100%の範囲では、対象機器のほとんどで平均効率プラスマイナス 10%程度以下の変化にとどまる。

比較モデル 1~3 を改善前と比較すると、効率は全体でそれぞれ 3~50%、-5~42%、4~51% 向上している (表 3)。

表では固定した機器に対する効率の改善度を試算しているが、比較モデル 1 に比べ、比較モデル 2、3 は、対象となる機器が増え、より効果が高くなる可能性がある。住宅内に直流配電を行っている比較モデル 2 または 3 では、比較モデル 1 では接続することが難しいと考えられる照明機器や大型 TV などでも直流配電を活用することができると期待できるためである。

さらに、比較モデル 3 について、「平成 20 年度省エネルギー設備導入促進指導事業 (機器の省エネルギー改善余地検討事業)」の検討結果を基に、省エネルギー効果の大きさを試算した。その結果、対象とした各機器で 14~42%以上、対象とする機器全体で 20%程度の省エネルギー効果が見込めるという結果が得られた (表 4)。

表3 直流化による省エネルギー効果の大きさ(3.一括直流給電の場合)

機器	直流化前消費量(A) (kWh/年)	直流化前損失量(B) (kWh/年)	一括直流給電損失量(C) (kWh/年)	省エネルギー量 (B-C) (kWh/年)	省エネルギー効果(B-C)/(A) (%)
インターネット通信機器	20.7	6.8	3.9	2.9	14
ゲーム機	4.4	1.6	0.8	0.8	18
携帯電話	8.6	2.7	1.6	1.0	12
固定電話・FAX	6.7	4.1	1.3	2.8	42
電気カミソリ	4.0	2.0	0.8	1.2	30
充電掃除機	4.7	2.4	0.9	1.5	31
合計	49.1			10.2	21

(A) 表 2(a)を割り戻して推定

(B) 省エネルギーセンター資料試算結果（表 8.1）。稼働時の損失電力

(C) (a) と表 2 (b)から推定

## (2) 住宅向けエネルギーマネジメントシステム (HEMS) の動向

住宅向けエネルギーマネジメントシステム(HEMS) は、住宅のエネルギー消費を見える化・管理することで、省エネルギーを促進するシステムである。日本に加え欧米でも、多くの研究開発や標準化の取組が進行している。

HEMS で用いられるホームネットワークに関しては、多様な製品・技術・プレーヤーが存在することと、地域性（各国のアクセス網や家電製品の仕様の違い、規制政策の違いなど）もあって、関連する規格が複数存在する。現状の主要なホームネットワーク規格について、表にまとめた。

表4 主要なホームネットワーク規格<sup>2</sup>

<sup>2</sup> エコネットワークコンソーシアムへのヒアリングを元に JEITA 作成

アプライアンス系ホームネットワーク規格					
規格名	ECHONET	KONNEX	LONWORKS (米国ECHOLON社)	ZigBee (ZigBee Pro)	HomePlug C&C
伝送媒体	電灯線・RF・より対線 IrDA Control, ETHERNET Bluetooth IEEE802.11.b	電灯線 868MHz RF より対線 ETHERNET	電灯線・より対線	IEEE802.15.4無線 2.4GHz 868/915MHz	電灯線
伝送速度	1.25Kbps ～100Mbps	9.6kbps(より対線) 7kbps(電灯線)	1.25Mbps(より対線) 5.4kbps(電灯線)	250Kbps(max)	1.25Kbps ～7.5Kbps
制御	ECHONET機器 オブジェクト	家庭から大規模ビル まで、3種類の規格	Neuron C ネットワーク変数	Smart Energy, HA など複数のプロファイル を用途により選択	Smart Energy, HA など複数のプロファイル を用途により選択
特徴	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ IEC規格、ISO/IEC規格</li> <li>▶ 76種類の家電・センサの詳細制御、状態監視可</li> <li>▶ 日本での事実上デファクト</li> <li>▶ 多彩な伝送媒体で家をカバー</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ ISO/IEC規格</li> <li>▶ シーメンス提唱EIB規格をベースに拡張</li> <li>▶ ビルオートメーション中心に製品化</li> <li>▶ 米国、中国規格承認</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ ビル用デファクト規格の一つ</li> <li>▶ 通信プロトコル詳細は非オープン</li> <li>▶ ノード毎にライセンス料必要</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ Smart Energyプロファイルは、米国AMIのデファクト規格候補</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▶ ZigBee Smart Energyプロファイル対応</li> <li>▶ 独自の機器プロファイルを提供</li> </ul>
規格種別	国際規格	国際規格	独自規格	団体規格	団体規格

### (3) 住宅向け分散電源機器・配線の動向

国内業界団体・学識者等へのヒアリング内容を中心に、住宅向け分散電源機器・配線の動向をまとめた（表6）。

**表5 分散電源機器・配線の動向まとめ**

機器	概要
太陽光発電機器	太陽光発電は、現在日本の住宅で最も普及が進んでいる分散電源である。太陽光発電は、太陽光から発電を行うという原理上、発電時に燃料供給が不要というメリットが存在する一方で、発電量が天気に依存する。このため、現在住宅に設置された太陽光発電の電力を直接住宅内で消費している割合は40%程度との試算が存在する。
燃料電池	燃料電池は化学反応の制御が必要のため、蓄電池などのストレージを備えずに電力負荷変動に機敏に追従させることは難しい。しかし、発電時間を制御することができることから、住宅ではベース電源の位置づけで導入されている。設置にあたっては、給湯器と同程度の設置スペースが必要となる。
住宅向け蓄電池	住宅用蓄電池は、今後分散電源普及に伴って重要性が高まってくるとの声が国内外で多く聞かれた。各社から太陽光発電と蓄電池を組み合わせた製品が発表されている。住宅用蓄電池としては、リチウムイオン電池が最も有望と考えられている。今後の価格については、劇的な価格低下は困難という見方がある一方で、普及が加速すれば価格は下がっていくだろうとの見方も存在し、見通しが分かれている。
住宅内直流配電	現在のところ、住宅内における直流配電の実利用は限定的であり、プラグなどの標準化も進んでいない。48V程度の電圧であれば、現在のコンセントやプラグと同程度のコストで実現可能とされる一方で、数百Vの電圧になると、住宅向け直流用配線遮断機、漏電遮断器などの機器が存在しない他、プラグやコンセントも安全対策のため

	大型となりコストアップになる可能性が考えられている。また、普及の際には、施工不良の防止が重要な課題となるとのコメントがあった。
--	---

#### （４） 法規制及び標準化の現状

NEDO 平成 18 年度調査報告書「燃料電池のための家庭用直流電力供給に関する報告書」および、平成 21 年度調査報告書「データセンタ及びサーバの電源システム最適直流化、直流を利用する上での信頼性・安全性確保に必要な要素技術」に係る調査研究報告書」をもとに、住宅の直流化に関連する主要な法規および関連規格を表 7. のとおり整理した。本調査では、これらの法規制や標準に関し、ヒアリングを行い情報のアップデートをおこなった。

表6 主要な法規制・標準の整理

対象範囲	設計・製造	施工	維持・運用
一般的工作物	電気用品安全法 IEC60950-1 JIS など	電気工事士法 IEC60364 など 電圧によって、各種の検 定試験なども存在	電気事業法 など
住宅内設備・配線	電気設備の技術基準 内線規程		
その他	住宅・建物 ・ 建築基準法、消防法など 通信関連 ・ 事業用電気通信設備規則、有線電気通信設備令 ・ ANSI、ETSI など		
広範囲を対象とする海外規格	UL 規格、73/23/EEC など		

今回再度建物内直流配電に関わる国内の法規制について国内専門家にヒアリングをおこなったところ、法規制に関する状況は上述の先行調査から大きく変化している様子はなかった。

海外の直流配電の法規制に関しては、現地（ドイツ、イギリス、アメリカ）でもヒアリングによる確認を行ったが、住宅内直流配電の検討自体が初期段階または未検討のため、関連する法律は特に存在しなかった。

一方、標準化について、国内では、平成 22 年現在、日本配線器具工業会に、直流配線の検討を行うための WG が立ち上がっている。しかし、検討には配線器具側だけではなく負荷機器側との調整が必要なため、日本配線器具工業会から、システム全体の最適解を見つけるための業界横断的な検討の枠組みが必要であるとの指摘があった。

国際的には、IEC TC64 で、直流化に関する標準の見直し作業が始まっている。見直し作業では、住宅とデータセンタが先行して検討されている。また、電池の規格化も自動車向けと据え置き型リチウムイオン電池の両面で検討が始まっている。

また、国際標準化機関の IEC（International Electrotechnical Commission：国際電気標準会議）では、電気関連の様々な標準規格を定めている。

IEC60906 が、住宅及び類似用途の電気配線のプラグ及びソケット（コンセント）に関する規格である。IEC60906 には 3 種類の規格があり、IEC60906-1 は交流 230V 用、IEC60906-2 は交流 115V 用、IEC60906-3 は 6V、12V、24V、48V（16A まで）の直流・交流用規格である。直流 48V までは、SELV（Safety Extra-Low Voltage）に分類され、直接接触しても人体に被害を及ぼさないレベルとされている（IEC60364-4 に規定）。また、PELV（Protected Extra Low Voltage）、FELV（Functional Extra Low Voltage）も SELV と同様に安全電圧とされている。

直流規格の IEC60906-3 は、1994 年に制定されたが、IEC の標準化に関するプレゼンテーション（2009 年 9 月）において、IEC60906 関連で紹介されているのは IEC60906-1 と IEC60906-2 で、IEC60906-3 については言及されていない。

このように、IEC60906-3 規格は実質的には国際標準にはなっておらず、直流プラグ・ソケットに関しては様々な規格が林立している状況である。IT 機器に関しては、交流アダプタ用の各種直流プラグや、USB（5V）、Power over Ethernet (POE)（48V）などが用いられている。また、直流家電機器に関しては、交流アダプタや自動車のシガレットライター用ソケット（12V）がよく利用されている。

このような現状が前項の IEC における直流化見直し作業につながっていると考えられる。



## (5) 住宅内直流配電実現に向けた課題

先行調査や国内・海外でのヒアリング、アンケート結果を元に、住宅内直流配電に関する点を中心に、今後実現を目指すうえで解決すべき課題を一覧にした（表7）。

課題は大きく3つの側面に分かれる。一つ目は技術の確立である。特に数百V程度の電圧を採用するためには、安全面や信頼性、普及価格での部品の提供を確立する必要がある。また、法規制や標準化の整備も課題として挙げられる。最後に、普及策の確立も課題である。住宅内直流配電は当面コスト的に高価になると考えられている。また、これまでの売電中心の分散電源利用に対し、発電したエネルギーを自家消費することを基本コンセプトとしているので、消費者からみた経済的メリットの確立が必要である。

表7 グリーンIT住宅モデル実現に向けた課題

技術の確立	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ DC対応機器・部品の普及価格での提供</li> <li>・ 安全性の確保</li> <li>・ 信頼性の確立</li> <li>・ 他の機器への悪影響の防止</li> <li>・ 技術の最適化</li> </ul>
法規制・標準化の整備	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 法規制の整備・見直し</li> <li>・ 標準・規格の整備</li> </ul>
普及策の確立	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 関連業界、政府の取り組み促進</li> <li>・ 切替過渡期対策</li> <li>・ 消費者メリットの確立</li> <li>・ 既存建築への導入</li> </ul>

## (6) 技術的課題

直流配電を住宅で実施するうえでの技術的課題については、NEDO 平成18年度調査報告書「燃料電池のための家庭用直流電力供給に関する報告書」に詳しく掲載されている。この報告書では、以下のような技術的課題が示されている。

- ・ 配電システム全体の課題
  - ①配電システムの構成、②電圧範囲、③接地構成、④電食、⑤耐電圧、⑥工事による事故
- ・ 電源システムの課題
  - ①故障時の解列、②電圧変動、③高調波、④電磁環境（EMC）、⑤単独運転、⑥負荷変動、⑦垂下特性
- ・ 負荷システムの課題
  - ① 荷系統短絡、②発振、③突入電流、④コンセント・プラグ・コネクタ等の形状

今回、新たに各企業へのアンケートやヒアリングを実施したところ、配線側の技術的課題に関しては同様の回答であった。しかし、負荷機器側の追加課題として、現在交流を前提として機能提供されているタイマーなどについて、直流配電向けの安価な代替機器を開発すること、直流機器向け

の機器の低コスト化や小型化を実現することなどがあげられた。直流機器を開発する立場からは、機器に必要な部品を低コストで調達できることが、開発するうえでの課題のひとつととらえられている（表9）。

表8 次世代モデル実現に向けた課題（特に直流給電の技術面）

分類	詳細
DC 対応機器・部品の普及価格での提供	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ AC に最適化されている機器の DC 対応、低コスト化、小型化、その規格化</li> <li>・ モーター、タイマー</li> <li>・ DC/AC 回路、DC/DC 昇降圧回路、リレー、スイッチ</li> <li>・ 他に回路の新規開発が必要な機器が存在</li> <li>・ 高圧の場合、耐圧性の高い電子部品、インバータ制御部品の開発、低コスト化</li> </ul>
安全性の確保	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 感電、過電流/短絡遮断、漏電の検知、アーク放電対策、絶縁</li> <li>・ 誤接続を防止するコンセント・プラグ形状。施工法の確立</li> </ul>
信頼性の確立	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ トラッキング、マイグレーション、電食</li> <li>・ 寿命末期の振る舞い把握</li> </ul>
他の機器への悪影響の防止	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ ノイズ、高調波、突入電流、電圧変動対応</li> <li>・ 電力線通信への対応</li> </ul>
技術の最適化	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 現在交流に最適化されている技術を直流に最適化</li> </ul>

## a) 法制度・関連企画面の課題

法規制、関連規格面の課題は大きく二つに分けることができる。1つは、これまで交流向けに整備されてきている住宅内電気設備や電気機器、工事に関する法規制を、直流向けにも整備することである。具体的には、配線器具側では電気設備技術基準や内線規程、機器側では電気用品安全法や JIS などが主要な対象と考えられる。特に、対地電圧 150V を超える電圧を対象とする場合には、関連する法規制などの整備対象が必須になる。海外の動きも視野に、今後早期に直流対応負荷機器のプロトタイプ含めて業界横断した検討が必須である。

もう1つは規格標準などの整備である。表9.に関連する課題や標準化の対象を整理した。

表9 次世代モデル実現に向けた課題（特に直流給電の法規制・標準化面）

分類	詳細
法規制の整備・見直し	配線機器側：電気設備技術基準、内線規程 など 負荷機器側：電気用品安全法 など 電気関連資格
標準・規格の整備	電圧 <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 変動範囲</li> <li>・ 機器内部で使用する電圧に応じて複数の電圧での配線が必要</li> <li>・ 電圧決定には、負荷側、配線側等関連業界の調整が必要</li> </ul> 配線、配線器具、配線材料、配線形態

	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 配線の太さ、制限電流</li> <li>・ 低電圧を採用する場合、相対的に配線定格の大電流化が必要？</li> <li>・ ノイズ、絶縁仕様</li> <li>・ 接地方式</li> </ul> 分電盤・保護機器、コンセント、プラグ（照明の接続器も含む） 通信規格(HEMS) 海外との規格の統合
--	---

## b) 普及に向けた課題

普及に向けた課題は、大きく4つに分類することができる（表10）。特に、消費者から見た経済的メリットが薄いという課題の解決が重要である。

表10 グリーンIT住宅モデル実現に向けた課題（普及面）

分類	詳細
関連業界、政府の取り組み促進	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 省エネルギー性の検証、信頼性の検証など</li> <li>・ 業界横断的な検討の促進</li> </ul>
切替過渡期対策	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 切替期には機器が高価になる可能性</li> </ul>
消費者メリットの確立	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 特に蓄電池のコストが当面高いため、消費者から見たメリットを確立する必要</li> </ul>
既存建築への導入	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 住宅の多数を占める既存建築に対するアプローチの検討</li> <li>・ 欧州では住宅の建て替えサイクルが長く、既存建築への直流配線導入への壁が高い</li> </ul>

## (7) 海外動向に関する調査

海外における住宅内直流配電の取り組みに関しては、NEDO 平成18年度報告書「燃料電池のための家庭用直流電力供給に関する調査」報告書にヨーロッパ3国（スウェーデン、ベルギー、ドイツ）での研究、開発状況が報告されている。この報告書では、主として住宅内高圧直流向けAC/DC変換装置及び電子ヒューズ、家電での利用やプラグ・ソケットの規格などの技術的検討状況が報告されている。

一方で、住宅内直流配電の普及を目指すうえでも重要な、今後の省エネルギーや再生可能エネルギー活用に配慮した住宅の在り方は、様々な形態が考えられる。例えば、住宅の在り方は、各国の電力の使用状況やスマートグリッドを含めた系統電源の方向性、気候などに依存する。

そこで、本調査では、ドイツ・イギリス・アメリカ3カ国を訪問、現地工業会や政府関係者にヒアリングを実施し、各国における住宅内直流配電やグリーンIT住宅モデルの市場性や実現可能性を調査した。

あわせて米国サンタアナで開催されたグリーンビルディングパワーフォーラム2010に出席し、直流配電の技術動向を中心とした最新動向を収集すると共に、本調査からも発表を実施し、情報交

換を促進した。

a) 訪問調査により明らかになった各国の動向

2010年1月17日～28日にかけて、ドイツ、イギリス、アメリカの3カ国を訪問した。

訪問のうち、ドイツ BITKOM、イギリス INTELLECT、アメリカローレンスバークレー国立研究所（LBNL）では、各国の住宅の省エネルギーやスマートグリッドに関する情報収集、各国の住宅配線やエネルギー消費傾向に関する情報収集を行うとともに、直流配電を考慮したグリーン IT 住宅モデルに対する意見を収集した。各国におけるヒアリング内容を表 11 にまとめた。アメリカではグリーンビルディングパワーフォーラム 2010 にも出席し、住宅・商業建築・データセンタ等の直流配電に関する技術動向を収集するとともに、本調査と連携する実証事業の紹介をおこなった。

ドイツ、イギリス、アメリカローレンスバークレー国立研究所でのヒアリングでは、全体的にモデルをどの程度の時間スケールの取り組みと見るか、コスト面などの効率性をどう考えるかで、モデルへの評価が分かれた。太陽光発電の住宅への導入促進は、どの国でも共通して取り組む方向である。しかし、短期的な取り組みと考える場合は、太陽光発電の課題はスマートグリッドによるデマンドシフティングや系統側の揚水発電で解決するため、コスト高のストレージを個々の住宅に導入するのは困難との反応が多かった。一方で、少し先を見据えた技術開発との立場からは、今後電気自動車への充電などの新しい機器登場がきっかけとなって、直流配線や小容量の蓄電池が普及していく可能性があるとのコメントが聞かれた。

一方、フォーラムでは、住宅への直流給電導入に関連するプレゼンテーションが見られた。E-merge Alliance による低電圧直流給電のオフィスへの導入では、低電圧であることを生かし、省エネルギーだけではなく、レイアウト自由な照明が消費者のメリットとしてアピールされていた。また、直流給電の電圧について、データセンタ関連が中心だが、380V と 48V を想定した発表が多く、380V 向けのプラグ等の発表もあった。さらに、台湾では、既に 380V を含む 2 系統の直流と交流を備えたハイブリッド給電の実証実験に関する発表があった。

表 11 訪問先及び訪問目的

	訪問日	訪問先	訪問目的	主要な面会者
1	1月18日	BITKOM（ドイツ・ベルリン）	各国の電力供給に関する技術開発についての政策トレンド、グリーン IT 住宅モデルの市場の可能性と関連する法規・標準の整備・見直しの近況動向について訪問調査する。	Jens Brinckmann (Federal Ministry of Economics and Technology) Raphael Winkler, Markus Hempel (Germany Trade&Invest) Juergen Arnold(HP) Holger Skurk (Bitkom) Dr. Christoph Mayer(OFFIS)
2	1月20日	INTELLECT（イギリス・ロンドン）		Mr. Laurence Harrison, Ms. Emma Fryer(Intellect) Mr. Gavin Jones(IBM) Mr. Simon Eves(Panasonic UK Ltd)

				Mr. Matthew Lockwood(DECC)
3	1月22日	ローレンスバークレー国立研究所 (米国カリフォルニア州バークレー)		Alan Meier (DOE) Hongxia Shen, Rich Brown, Steven Lanzisara 他 3名(LBNL 研究員)
4	1月25日～ 26日	グリーン・ビルディング・パワー・フォーラム 2010 (米国カリフォルニア州サンタアナ)	Green Building power forum に参加し、直流配電の最新動向について情報収集すると共に、日本側からも発表することで、出席者日本の取り組みのプレゼンスを高める。	フォーラム出席者約 70 名

表 12 各国の住宅省エネルギーに関するヒアリング内容一覧

	グリーン IT住宅モデル	ドイツ (BITKOM)	イギリス (INTELLECT)	米国 (LBNL)	
全体ポリシー	エネルギーの地産地消	住宅はスマートグリッドの一部	コストが重要		
質の良いエネルギー利用	住宅への分散電源（マイクログリッド）導入	住宅に PV などの分散電源を導入 賢く電力を生産・消費する消費者(Prosumer)を奨励 ・ 自家発電装置への補助金 ・ フィードインタリフの実施 ・ 発電した電力を自家消費する場合のボーナス制度 PV、燃料電池を促進	マイクログリッドを促進予定だが、まだ一貫していないとの自己評価 ・ フィードインタリフを導入 ・ PV が有力	マイクログリッドは必要との認識	
需要と供給のギャップへの対処	デマンドサイドマネジメント	住宅内で電力需要を PV が発電する昼間に移動（系統の状況に合わせて需要家側の負荷を制御）	スマートグリッドと接続。電力価格情報により需要をコントロール(スマートプライシング) ・ 電力市場は自由化 ・ 市場の電力価格で需要をコントロールする上で、ICT の役割が重要	スマートグリッドと接続。電力価格情報により需要をコントロール(スマートプライシング) ・ スマートプライシングでは、「価格の見える化」と「価格をインデックスとした機器の自動制御」の2通りで需要コントロール ・ 電力市場は自由化 ・ 2020 年までにスマートメータを全住宅に導入	2通りのモデル ①スマートグリッドで、電力会社が直接住宅内機器をコントロール ②価格情報を元に需要をコントロール ・ 電力市場は自由化 ・ 価格情報を用いる場合は、「価格の見える化」と「価格をインデックスとした機器の自動制御」の2通りで需要をコントロール
	ストレージの導入	住宅内に蓄電池を導入し、発電した電力を住宅内で使用	蓄電池は必要だが、1軒の住宅に閉じたモデルの検討が適しているとは思えない。設置が住宅内になるか、系統で対応するかはコストで決まる。	ストレージについても調査はしている。住宅への導入はコストが高く困難だろう。	1, 2年先ではないが、将来的には住宅に入ってくるだろう。最初の蓄電池容量は小さいと思われる。
	送電	想定せず	価格情報を元にした事業	現在は水力・ガス発電で需	系統の水力発電で対処。新技術

	網での電力融通		者間の電力融通で電力需給ギャップに対処。	給ギャップに対応。 スマートグリッドでヨーロッパ各国と電力を融通し、需給ギャップに対処。	がコスト的に優位に立つまで変わらないだろう。
変換ロスの削減	直流給電の導入	発電した電力を直流のまま消費し、変換ロスを削減	他に低コストで省エネルギー貢献できる施策は多く、そちらからはじめるべき。 ドイツでの検討は聞いたことがない。	検討はなし。 家電メーカーの負担が大きいのが問題だろう。 安全性も課題。	直流給電について研究を実施。 電気自動車などの新しい機器をきっかけに少しずつ普及する少し先の技術との認識。
全体的なモデルへの評価			コスト面で課題が多い。 1軒の住宅に閉じたモデルの検討が適しているとは思えない。	消費者から見たコストが問題。 理論的にはいいアイデアだが、マイナス面が多いので、実現が大変難しいだろう。	普及は少し先と考えるが、同様の検討をおこなっている。

## (9) 「グリーンIT住宅」モデルの検討

平成22年現在、昨今の地球温暖化対策、エネルギー需要の高まりへの対策として、住宅への再生可能エネルギー導入があげられ、「太陽光発電」の普及促進政策が進められている。

本章では、従来に比べて省エネルギーと再生可能エネルギー活用が進んだ将来の住宅として、「①蓄電・蓄熱機器、②直流・交流ハイブリッド配電、③HEMS向け住宅内通信機能を導入した住宅」を「グリーンIT住宅モデル」と定義し、その具体例と効果を検討した（図3）。

「グリーンIT住宅モデル」では、従来の分散電源を導入した住宅とは異なり、分散電源装置の導入に加え①～③の機能を追加することで、分散電源装置によって発電した電力を自家消費し、電力系統への負荷軽減の回避や、分散電源装置によって発電された電力の最大活用を行うことを目指している。



家庭での分散型電源装置の普及を受け、普及で生じる問題を回避し、かつ省エネ効果を最大化する「グリーンIT住宅モデル」を検討した

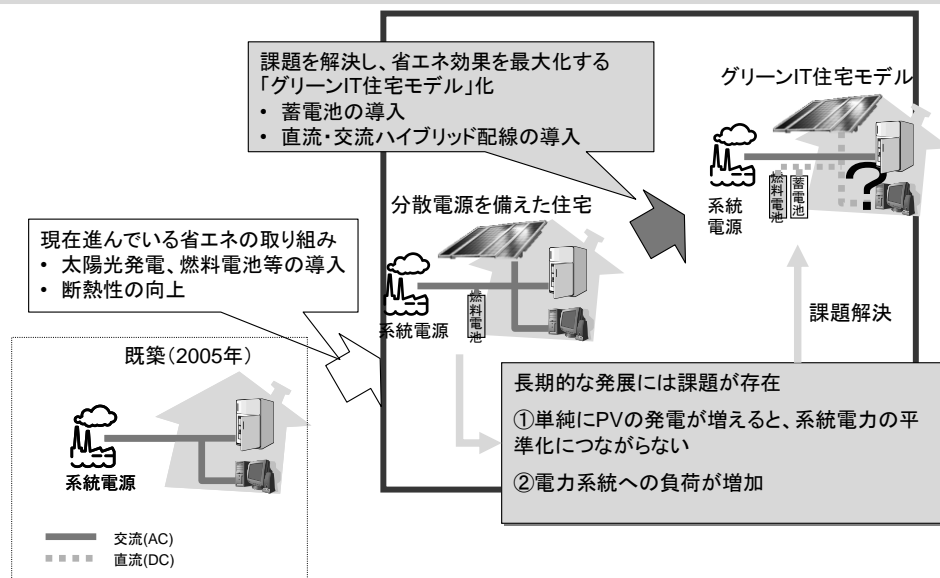


図3 グリーンIT住宅モデル検討の意義

省エネルギー・再生可能エネルギー活用が進んだ将来住宅のあるべき姿として、「①蓄電・蓄熱機器、②直流・交流ハイブリッド配電、③HEMS向け住宅内通信機能を導入した住宅」を「グリーンIT住宅」モデルとした。

グリーンIT住宅モデルでは、直流・交流ハイブリッド配電により省エネルギー・再生可能エネルギー活用を促進する。さらに、太陽光発電により発電された電力の住宅内自己消費割合を増やすため、蓄電池やデマンドシフティング機能（電力負荷の需要が発生する時間自体を移動させて需要と供給の時間的ギャップを解消する）を持つHEMSを活用する。このモデルは、長期的省エネルギー・再生可能エネルギー活用促進を実現するために必要な、系統電源平準化にも貢献すると考えられる。

図4に、「グリーンIT住宅」モデル例を示した。

- 配線にDCを導入する。
- PVの活用のため、蓄電池・蓄熱機器(ヒートポンプ式給湯器)を導入する。

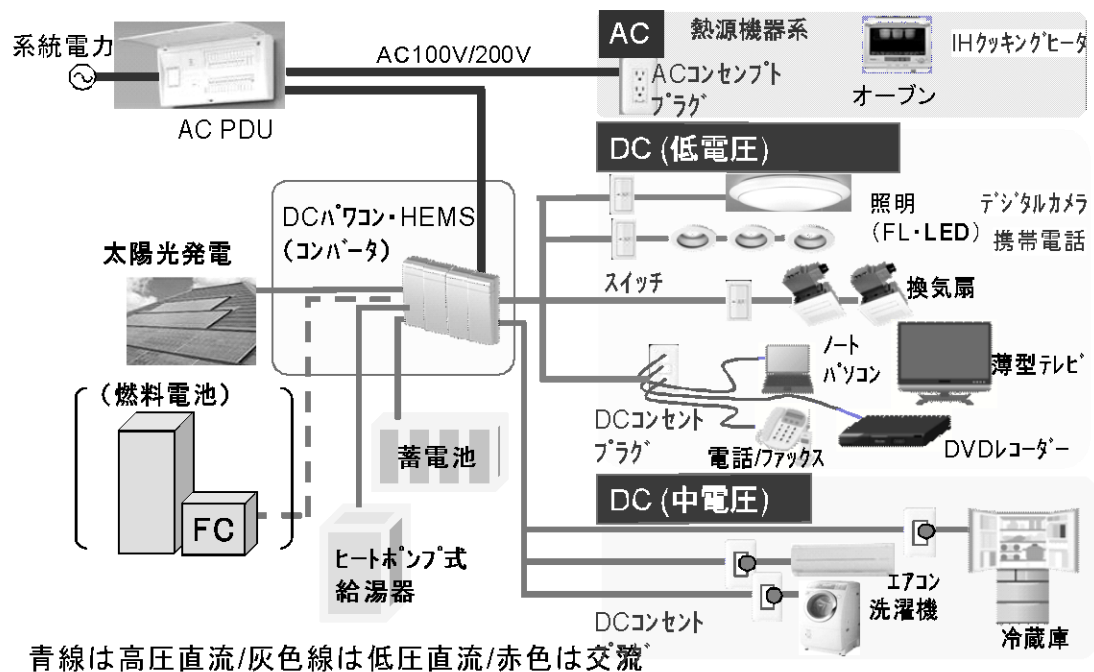


図4 グリーンIT住宅モデルの構成図

グリーン IT 住宅モデルで期待される省エネルギー・再生可能エネルギー活用効果は大きく以下の5つに分類することができる(図5)。

- ①家電・太陽光発電(PV)のAC/DC(直流/交流)変換ロス削減
- ②PV発電の蓄電による自家消費増加
- ③ヒートポンプ給湯器での蓄熱等負荷のデマンドシフト
- ④照明・エアコン等機器の制御技術の活用、見える化による省電力
- ⑤機器の省電力性能向上

■要素は5項目：①直流化、②蓄電池の活用、③蓄熱（ヒートポンプ給湯器）の活用、④HEMS（見える化・制御／デマンドシフト）、⑤機器の省エネ性能向上（省エネ法）。

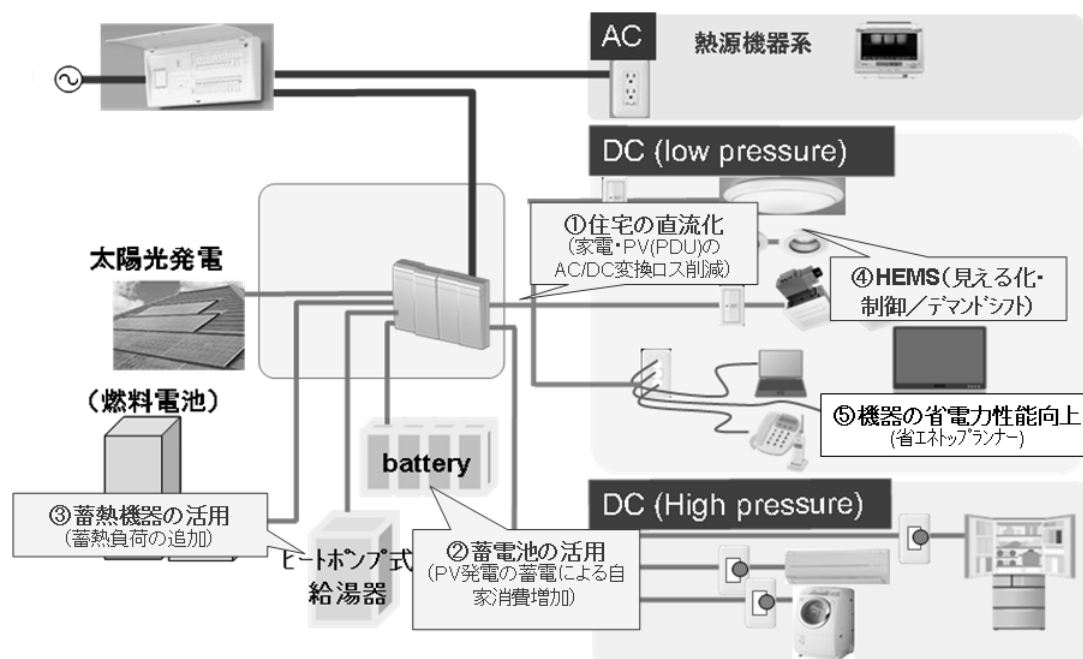


図5 グリーンIT住宅で期待される省エネルギー効果

（目標の達成度）

本調査では、住宅内直流配電による20%の省エネルギー可能性を検討するとともに、将来の住宅に関連する動向の調査をおこなった。その結果、今回検討した機器では、住宅内直流配電を導入することで、約20%の省エネルギー効果が見込まれるとの試算が得られた。

また、文献調査や国内外の有識者へのヒアリング調査を実施し、住宅内に直流配電を導入する上での、技術面、法規制面、普及面（経済面）のそれぞれの側面についても、最新情報や意見の収集を行った。

さらに、住宅内直流配電は、分散電源機器、住宅向けエネルギーマネジメントシステムなどの多様なシステムと連携して住宅の省エネルギーや再生可能エネルギー活用に寄与すると考えられることから、関連する住宅内直流配電、分散電源機器、住宅向けエネルギーマネジメントシステムなどについて現在の動向をとりまとめた。

以上から、本調査の目標は達成されたと考えられる。

（成果の意義）

本調査では、連携する「①住宅内交流・直流併用システムの実証」、「②住宅内直流配線・情報ネットワーク融合可能性」事業遂行の参考とするため、住宅内直流配電による次世代配線システムが既存の交流システムに比べて約20%以上の省エネルギー効果を発揮する可能性を示すとともに、国内外

の関連動向を調査した。

その結果、まず、住宅内直流配電を用いた次世代配線システムの開発事業推進による省エネルギーの可能性を示した。直流配電により既存の AC アダプタが不要になったと想定して試算を行ったところ、変換ロスの削減を見込むことができた。

また、国内外の文献調査、有識者へのヒアリング調査により、事業推進の参考となる、技術面、法規制面、普及面（経済面）の最新情報を収集した。例えば、住宅における省エネの考え方は、各国における住宅のエネルギー消費状況の違いや、エネルギー事情などの影響を受け、直流配電と組み合わせる分散電源機器への見方が国によって異なることが明らかになった。具体的には、日本では普及が加速している太陽光発電が、気候の違いのため英国ではあまり有力視されておらず、ドイツでは燃料電池が着目されている、等である。本調査では、今後の普及検討に資するこれらの世界各地の考え方を、現地ヒアリングにより直接取得することができた。

以上の調査は、省エネルギーの可能性検討、開発技術の普及可能性検討の両面から本事業全体の推進に寄与したと考えられる。

さらに、海外の調査を進めたところ、本事業で検討対象としている住宅内直流配電は、世界的に見ても新しく、かつ注目されている取り組みであることが明らかになった。世界的に家庭での省エネルギーには注目が集まっているものの、配電の直流化により省エネルギーを実現する取り組みは、米国の一部で実験的な取り組みがはじまっているのにとどまり、ヨーロッパでは直近の普及に向けた検討はほとんど見られなかった。一方で、米国で開催されたグリーンビルディングパワーフォーラム 2010 では、直流配電の実用化・商用化に向けて、世界的な大企業からベンチャー企業まで多様な調査・研究結果の発表が行われていた。したがって、住宅内直流配電は、まさに今後の普及に向けて世界的に研究が進められている段階であり、本事業はその最先端に位置すると考えられる。同フォーラムで本事業の主旨を紹介したところ、日本の取り組みへの関心も高く、情報提供を希望する問い合わせ等の反応が複数あった。この点も、本事業の先進性を示唆していると考えられる。

### III.2.4 アーサー D. リトル ジャパン株式会社

（目標）

Arthur D Little	
目次	
1	プロジェクトの目標
2	開発成果の要約
3	目標の達成度
4	成果の意義

1

Arthur D Little			
1.プロジェクトの目標 プロジェクトの目的と実施内容			
<p>「次世代高効率、、、」を便宜上プロジェクトA、「将来の省、、、」をプロジェクトBと呼び、互いに深く連携しつつ実施した。</p>			
正式名称	略称	目的	実施内容
「次世代高効率エネルギー利用型住宅システム技術開発・実証事業」における、将来の省エネルギーの可能性に関する調査	プロジェクトA	<ul style="list-style-type: none"> <li>住宅内配線の将来あるべき姿と事業性に関する調査・検討を行い、将来の直流システムが既存の交流システムに比べ約20%以上の省エネルギー効果を発揮する可能性を示す</li> <li>省エネルギー効果の対象は住宅内とし、「<b>低電圧直流給電技術</b>」「<b>直流配線への信号重畳技術</b>」を中心的なスコープとしつつ、それら以外の<b>将来技術</b>の可能性も探る</li> </ul> <small>（但し、「高電圧直流給電技術」と「PoE」のはプロジェクトBにて詳細検討を実施する）</small>	<ol style="list-style-type: none"> <li>住宅用機器の<b>使用シナリオ</b>と住宅用給電システムの<b>技術シナリオ</b>（直流給電が中心）を設定し、それらを掛け合わせることで、どれほどの省エネルギー効果があるか試算する</li> <li>将来技術（直流配線への信号重畳等の直流給電親和技術）を調査し、それらを織り込んだ<b>将来的な技術シナリオ</b>を描き、更なる省エネルギー効果を試算する</li> <li>前段で想定した技術の<b>国内外の標準化動向と市場動向を調査する</b></li> <li>最終的に、約20%以上の省エネルギー効果を発揮するシナリオを示すと共に、その実現のための技術課題の整理及び、標準化動向や市場性評価といった事業課題の整理を行なう</li> </ol>
将来の省エネルギー住宅システムを実現するための技術についての調査	プロジェクトB	<ul style="list-style-type: none"> <li><b>高電圧直流給電</b>の省エネルギーの可能性及び<b>PoE(Power over Ethernet)</b>の有効性を調査する</li> </ul>	<ol style="list-style-type: none"> <li>調査対象技術がもたらす効用を定性的に把握した上で、その効用が訴求するアプリケーションを整理する。次に各技術の用途可能性空間を把握し、各用途においてどれほどの省エネルギー効果が期待できるのかを把握する</li> <li>調査対象技術について、海外を含めた技術動向を調査し、技術ツリーで体系化した上で、関連プレイヤーの取組みを整理する</li> <li>調査対象技術を取り巻く標準化動向について調査する</li> <li>前段までの検討内容を整理し今後とるべきアクションを整理する</li> </ol>

2

『次世代高効率エネルギー利用型住宅システム技術開発・実証事業』における、将来の省エネルギーの可能性に関する調査』を便宜上プロジェクトAと呼ぶこととし、「将来の省エネルギー住宅システムを実現するための技術についての調査」をプロジェクトBと呼ぶこととする。両プロジェクトは深く連携をとりつつ実施した。

プロジェクトAの大目的は、

- ①低電圧直流給電での省エネルギー効果を見積もることと、②国内外の標準化・市場動向を調査することである。具体的には、
- 住宅用機器の使用シナリオと住宅用給電システムの技術シナリオ（直流給電が中心）を設定し、それらを掛け合わせることで、どれほどの省エネルギー効果があるか試算する
  - 将来技術（直流配線への信号重畳等の直流給電親和技術）を調査し、それらを織り込んだ将来的な技術シナリオを描き、更なる省エネルギー効果を試算する
  - 前段で想定した技術の国内外の標準化動向と市場動向を調査する
  - 最終的に、約20%以上の省エネルギー効果を発揮するシナリオを示すと共に、その実現のための技術課題の整理及び、標準化動向や市場性評価といった事業課題の整理を行なう

プロジェクトBの大目的は、

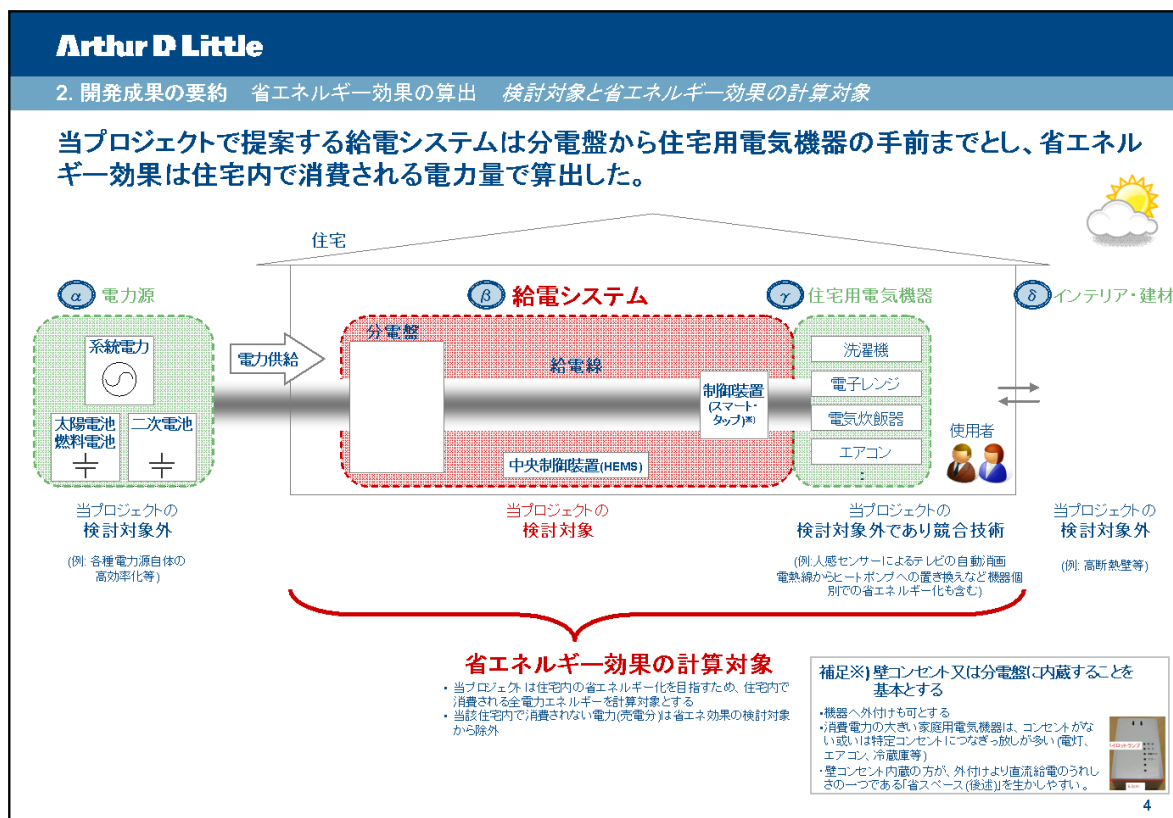
- ①高電圧直流給電での省エネルギー効果を見積もることと、②国内外の標準化・市場動向(含:PoE)を調査すること。より具体的には

- (1) 調査対象技術がもたらす効用を定性的に把握した上で、その効用が訴求するアプリケーションを整理する。次に各技術の用途可能性空間を把握し、各用途においてどれほどの省エネルギー効果が期待できるのかを把握する
- (2) 調査対象技術について、海外を含めた技術動向を調査し、技術ツリーで体系化した上で、関連プレイヤーの取組みを整理する
- (3) 調査対象技術を取り巻く標準化動向について調査する
- (4) 前段までの検討内容を整理し今後とるべきアクションを整理する

(開発成果の要約)

<b>Arthur D Little</b>	
目次	
1	プロジェクトの目標
<b>2</b>	<b>開発成果の要約</b>
3	目標の達成度
4	成果の意義





### (1) 省エネルギー効果の算出

このページからは(Step1)「省エネルギー効果算出」の要約を示す。この章では直流給電による省エネルギー効果を算出するが、その検討対象である給電システムは分電盤から住宅用電気機器の手前までとし、省エネルギー効果は住宅内で消費される電力量で算出することとした。即ち、検討対象と計算対象にはずれがあることになる。

より具体的には、まず住宅の電力に関わる部分を

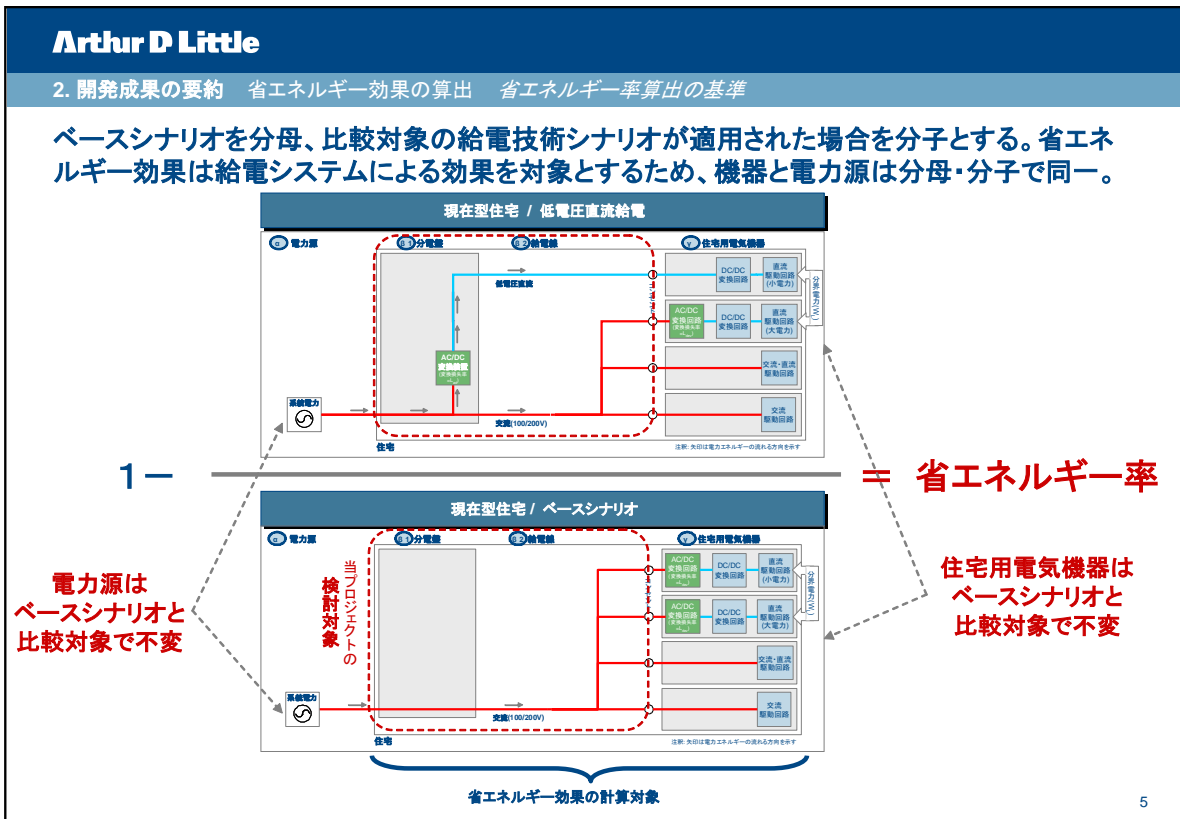
- (α) 電力源
- (β) 給電システム
- (γ) 住宅用電気機器
- (δ) インテリア・建材

に分類した。この中で当プロジェクトが検討対象とするシステムは(β)給電システムのみである。ただし、当プロジェクトは住宅内の省エネルギー化を目指すため、住宅内で消費される全電力エネルギーを計算対象とした。このため、当該住宅内で消費されない電力(売電分)は省エネ効果の検討対象から除外されることになる。

(δ)インテリア・建材に関しては、高断熱壁や遮光カーテンなどが省エネルギーの有力な打ち手として検討されているが、今回のプロジェクトの検討対象からは除外した。

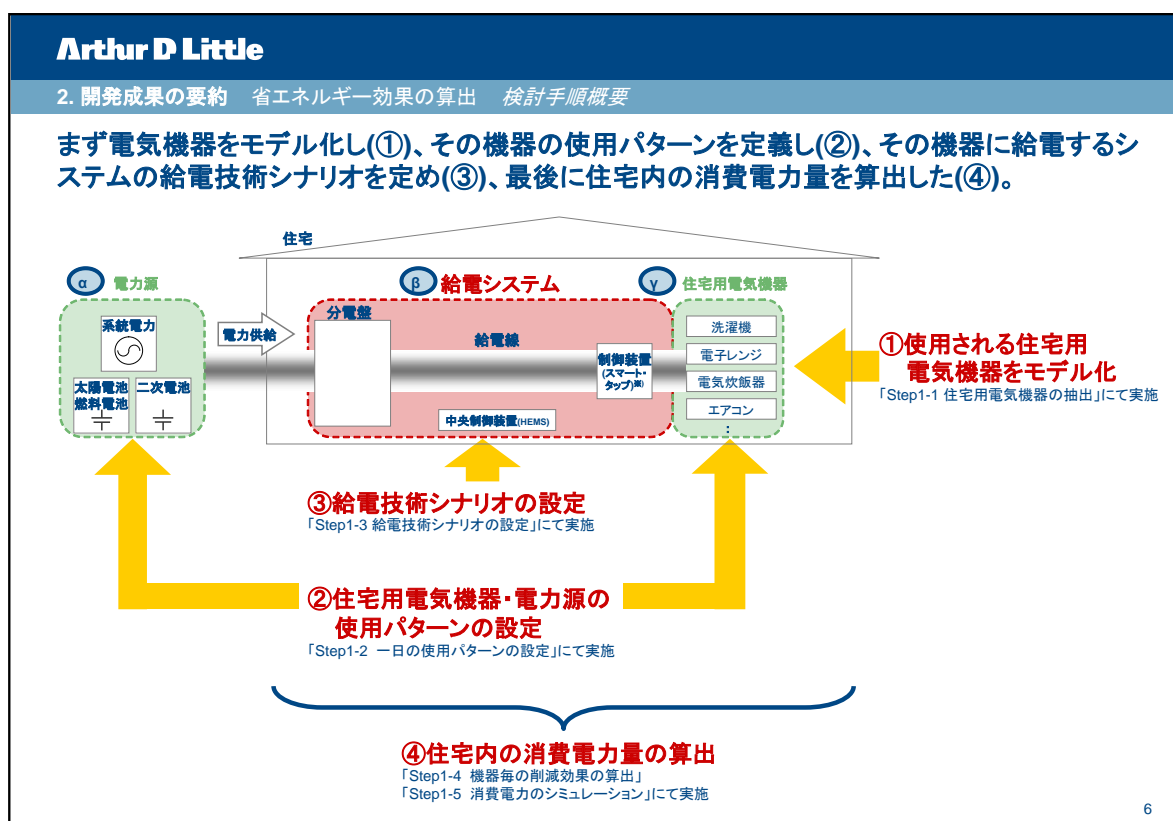
(α)電力源に関しては、高効率太陽電池やEV用電池等活発な研究開発が行なわれている分野であるが、やはり検討対象からは除外した。即ち、当プロジェクトにおいては、電力源はあくまで「与えられるもの(Given)」であり、検討の「条件」として取り扱っている。

(γ)住宅用電気機器に関しては、エコ家電や賢い家電など活発な省エネ開発の行なわれている分野であるが、やはり検討対象からは除外した(むしろ、当プロジェクトで検討する技術の対抗馬になるものとして取り扱っている)。当プロジェクトにおいて、住宅用電気機器はあくまで「与えられるもの(Given)」であり、検討の「条件」として取り扱っている。



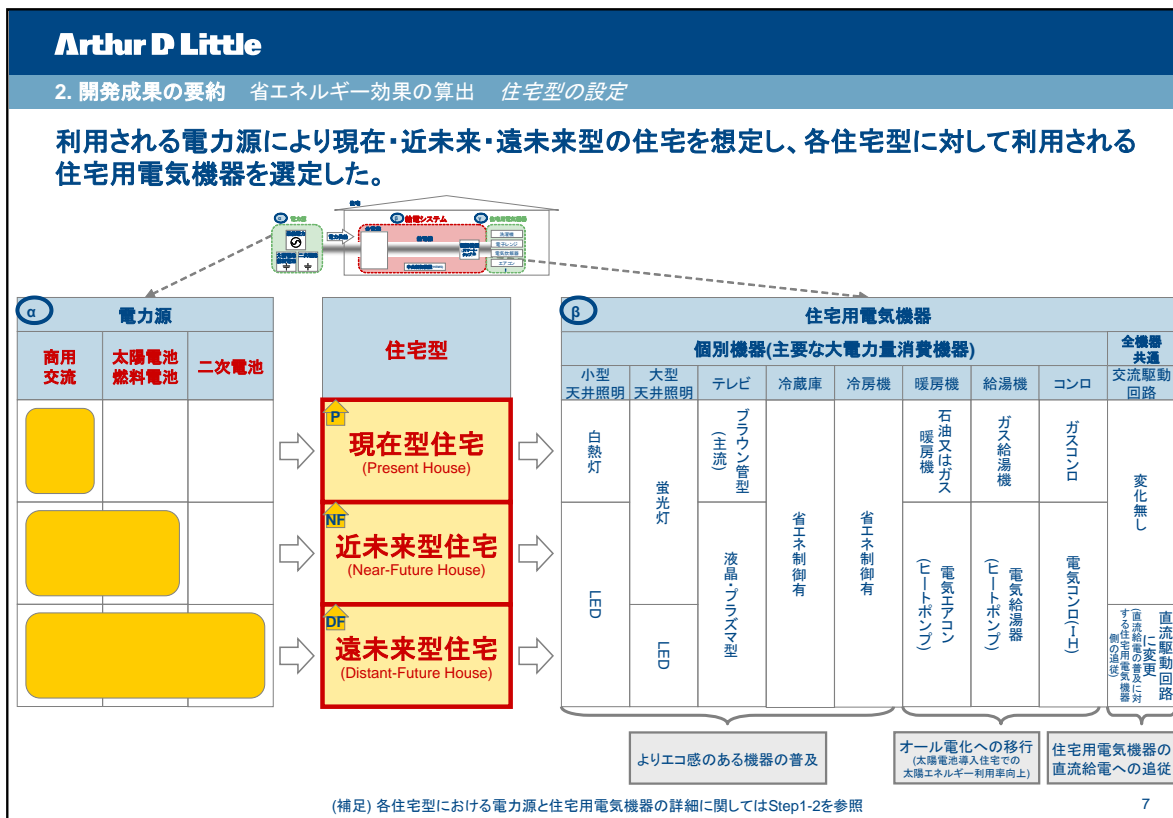
省エネルギー率の計算では、ベースシナリオを分母、比較対象の給電技術シナリオが適用された場合を分子とする。省エネルギー効果は給電システムによる効果を対象とするため、機器と電力源は分母・分子で同一とする。

なお、既に述べたように、消費エネルギーの計算に関しては、住宅内で消費される全電力量で算出する。近未来型や遠未来型では太陽光発電からの売電も考えられるが、この分は計算対象には含まない。



省エネルギー効果算出のための検討手順の概要としては、まず電気機器をモデル化し①、その機器の使用パターンを定義し②、その機器に給電するシステムの給電技術シナリオを定め③、最後に住宅内の消費電力量を算出した④。

- ①電気機器をモデル化は「Step1-1 住宅用電気機器の抽出」にて実施した。
- ②住宅用電気機器・電力源の使用パターンの設定を「Step1-2 一日の使用パターンの設定」にて実施した
- ③当プロジェクトの肝となる給電技術シナリオの設定を「Step1-3 給電技術シナリオの設定」にて実施した。
- ④最後に住宅内の消費電力量の算出を「Step1-4 機器毎の削減効果の算出」と「Step1-5 消費電力のシミュレーション」にて実施した。

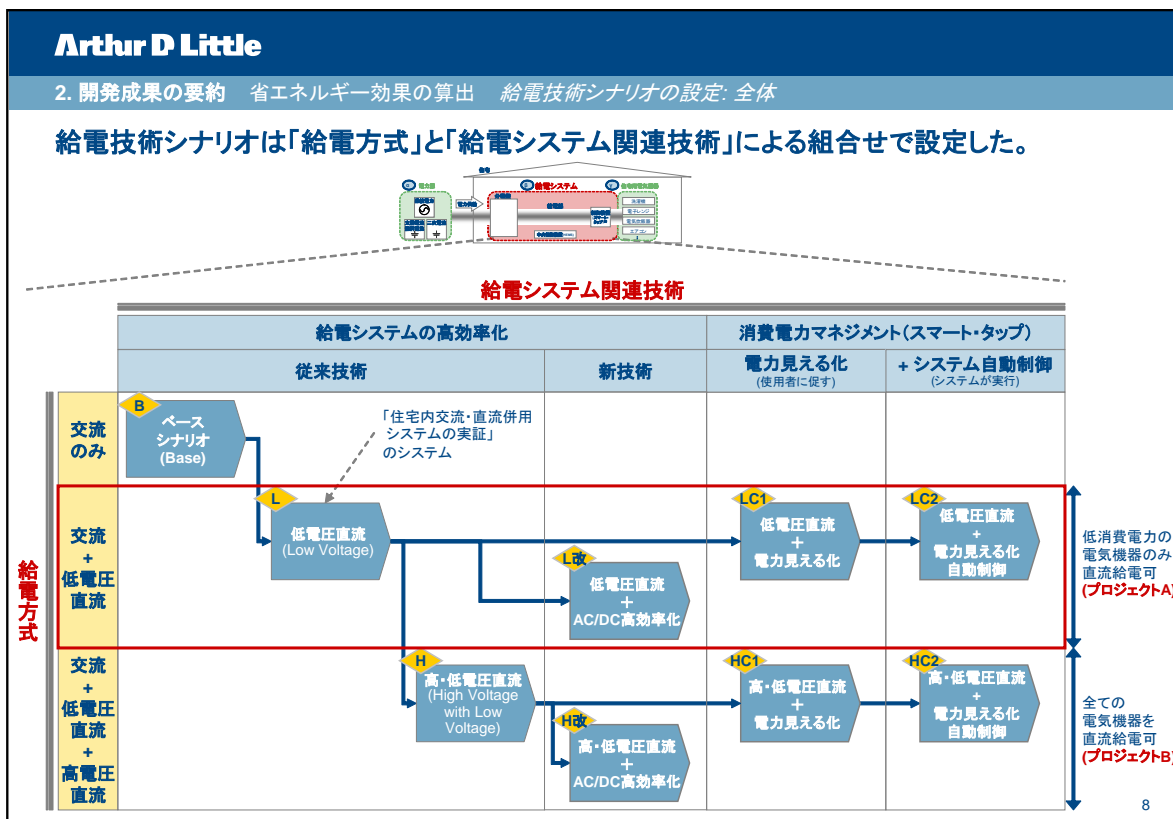


住宅型としては利用される電力源により現在型、近未来型、遠未来型を定めた。現在型は商用交流のみであるが、近未来型では太陽電池と燃料電池という直流の電力源が入ってくる。更に遠未来になれば二次電池が入ってくると考えられる。これにより、遠未来では近未来に比べて直流電力源の利用率が高くなっていると考えられる。

次に各住宅型に対して利用される住宅用電気機器を選定した。例えば天井照明に関しては現在は大型は蛍光灯、小型は白熱灯が主力であるが、今後小型はLEDに移行すると考えられる。更に遠未来になれば、大型の天井照明に関してもLEDに移行して行くと考えられる。テレビに関しては現在まだブラウン管が残っているが、これは行く行くは液晶・プラズマ型に移行していくと考えられる。

また、太陽電池を導入した住宅では設備利用効率を上げるため、石油・ガスより電力の利用を重視する傾向があると考えられるため、暖房機、給湯機、コンロ等は電気に代わって行くと考えられる。

この他、直流給電が普及することにより、住宅用電気機器が直流給電側への追従することも可能性として考えられる。この結果、現状交流で駆動している回路(換気扇の誘導電動機等)が直流駆動回路に設計変更されていくと考えられる。



前のページで触れた給電技術シナリオに関しては、「給電方式」と「給電システム関連技術」の組合せでシナリオを設定することとした。

「給電方式」に関しては「交流のみ」、「交流+低電圧直流」、「交流+低電圧直流+高電圧直流」の3つを設定した。

「給電システム関連技術」に関しては「従来型」、「新技術」、「制御装置」を設定した。「従来型」は現状ある AC/DC 変換装置を用いる方式で、「新技術」は AC/DC 変換装置を将来実現が見込まれる技術で構築したケースを想定している。「制御装置」は各機器への給電線に制御装置を設置することを想定している。

これらの制御装置は中央においた中央制御装置で制御する。各制御装置が消費電力を中央制御装置に伝達し、消費電力をユーザにリアルタイムで示すのが「電力見える化」であり、中央制御装置が各制御装置を通して各機器への供給電力を制御するものが「システム自動制御」である。

なお、これらの給電技術シナリオの中で、まず (Step1) 「省エネルギー効果の算出」で上記の (L) 低電圧直流給電を検討する。(L 改) (LC1) (LC2) に関しては、(Step2) 「将来技術の抽出」にて検討を行っているので、各シナリオの詳細な内容に関しては各章をご参照頂きたい。

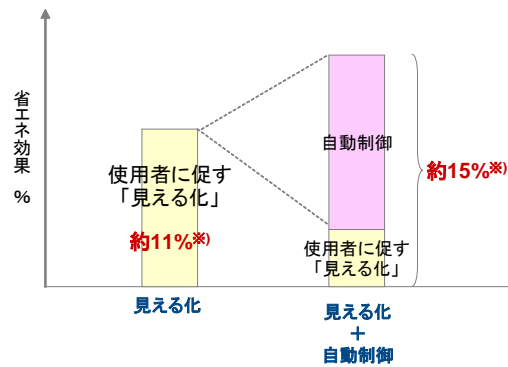
## Arthur D Little

## 2. 開発成果の要約 省エネルギー効果の算出 給電技術シナリオの設定: 電力見える化と自動制御の詳細

最新の検証実験における省エネ効果には30%に達するものもあるが、当プロジェクトの主眼は直流給電であり「見える化」及び「自動制御」は補的手段と位置付け、保守的値を採用する方針にした。

### 当プロジェクトにおける「電力見える化」「自動制御」による省エネ効果の設定

給電システムによる自動制御は「見える化」や機器での個別自動制御と競合するため、省エネ効果算出においてはカンパライゼーション分を考慮する必要がある。



### 最新の検証実験における「電力見える化」「自動制御」による省エネ効果の設定

最新の検証実験では、「電力見える化」「自動制御」で30%の省エネルギー効果が認められる例もある

機器を制御してしまう方式もあるが、現在の消費電力を「見える化」するだけでも省エネ効果はあると考えられる。更に四糸鳥丸の実験ではダイナミックプランニングも実施する予定である。それに加えて、シーリングをかける手も検討している。

四糸鳥丸で実施している我々(けいはんな情報通信オープンラボ研究推進協議会エネルギーの情報化WG)の「電力見える化」の実証実験では実際に被験者が住宅に住んで日々の生活の中で測定を行なっている。その結果、30%の省エネルギー効果が確認されている。

我々は以下のように「電力見える化」「自動制御」関係の効果を整理している

- (I) 不要電力の削減
  - (I-i) 住人の省エネ意識向上
  - (I-ii) 電力見える化
- (II) 受容範囲での更なる電力の削減

(I-i)だけで我々は5~10%の省エネルギー効果を見込んでいる。(I-ii)を加えれば、(I)の全体として10~20%の省電力効果を見込んでいる。更に(II)を加えることで全部で30%の省電力効果が実現できることを見込んでいる。これだけ削減しても人には殆ど支障が出ないと予測している。

なお、「受容範囲での更なる電力の削減」とはmp3やmp4の圧縮技術の発想に近い。Mp3では人間の耳に聞こえない帯域の音をカットすることで、ファイルサイズを圧縮できた。これによりiPodが爆発的に売れた。同様に蛍光灯だって、残像効果で点灯時間を半分にしても影響が無いという話もあり、有用な手法であると考えている。即ち、データを圧縮しても大半の人間がそれに気づかないのと同様に、大半の人間が気づかない消費電力圧縮が可能であると考える。

また、「見える化」の一步進んだ形として「見せる化」がある。これによって「見える化」の一部ユーザで予測される三日坊主を避けることができると考えられる。

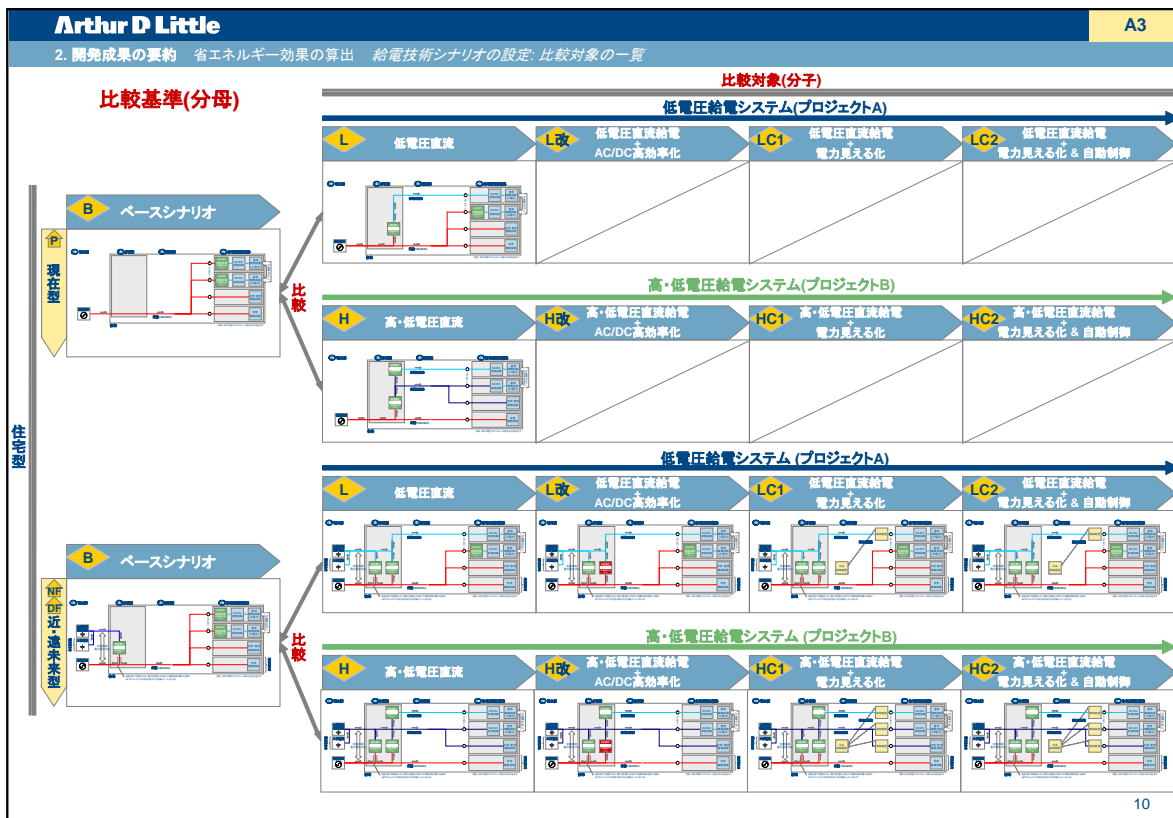
(京都大学大学院へのヒアリング、2010年10月)

出所※) 省エネナビ設置の効果(省エネルギーセンター公式ウェブサイト)、省エネルギーセンター、2010年10月に閲覧  
「エネルギー使用合理化技術戦略的開発/エネルギー使用合理化技術戦略的開発(FS事業)/人の好みや行動パターンに応じたHEMS/BEMS技術の研究開発」成果報告書、人間生活工学研究センター、2007年

9

最新の検証実験における省エネ効果には30%に達するものもある。例えばけいはんな情報通信オープンラボ研究推進協議会のエネルギーの情報化WGでは、見える化によって30%の省エネルギー効果を見込んでいる。

しかし、当プロジェクトの主眼はあくまで直流給電であり「見える化」及び「自動制御」は補的手段と位置付けている。このため、両技術による省電力効果としては、保守的値を採用することとした。即ち最新のシステムによる検証実験ではなく、過去に行なわれた検証実験の結果を用いることとした。即ち、「見える化」で約11%、「自動制御」+「見える化」で約15%の省エネルギー効果があると、当プロジェクトのモデルでは設定した。

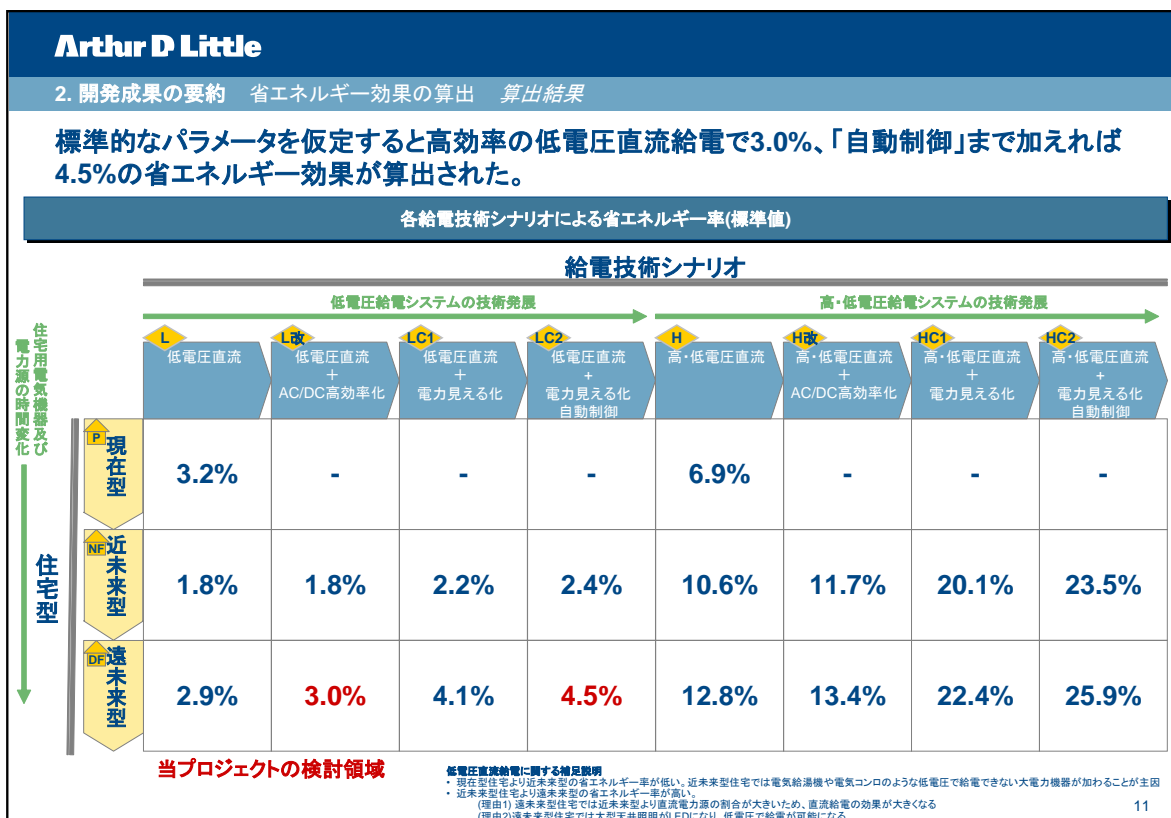


省エネルギー率の計算は各住宅型に対して、給電技術シナリオをそれぞれ適用することで実施する。これを一覧で書くと上記のようになる。

読み方としてはまず住宅型を決める(現在型、近未来型、遠未来型)。その各住宅型に対して、ベースシナリオがあり、ここでは全て交流で給電が行なわれている。この各ベースシナリオに対して高電圧直流での技術発展と、低電圧直流での技術発展のシナリオを示している。

いずれの給電技術シナリオにおいても比較基準(分母)となるのは各住宅型のベースシナリオであることに注意が必要であると考えられる。

なお、既に述べたように当プロジェクト(プロジェクトA)では低電圧の給電技術シナリオを検討する。高・低電圧の給電技術シナリオはプロジェクトBで検討されたが、当報告書では参考のために必要に応じてプロジェクトBの検討内容も記載している。



前ページまでの考え方で標準的なパラメータを仮定して省エネルギー効果を算出すると、高効率の低電圧直流給電で3.0%、「自動制御」まで加えれば4.5%の省エネルギー効果が算出された。

いずれの住宅型においても、L→L改→LC1→LC2の順に従って、省エネルギー効果が大きくなっていく。

(L)低電圧直流給電において比較すると、現在型住宅より近未来型の省エネルギー率が低い。これは、近未来型住宅では電気給湯機や電気コンロのような低電圧で給電できない大電力機器が加わることが主因であると考えられる。

(L)～(LC2)のいずれの給電技術シナリオにおいても、近未来型住宅より遠未来型の省エネルギー率が高い。主因は二つ考えられる。

(主因1) 遠未来型住宅では近未来型より直流電力源の割合が大きいため、直流給電の効果が大きくなる（近未来では太陽電池、遠未来は太陽電池に加えて二次電池を想定している）

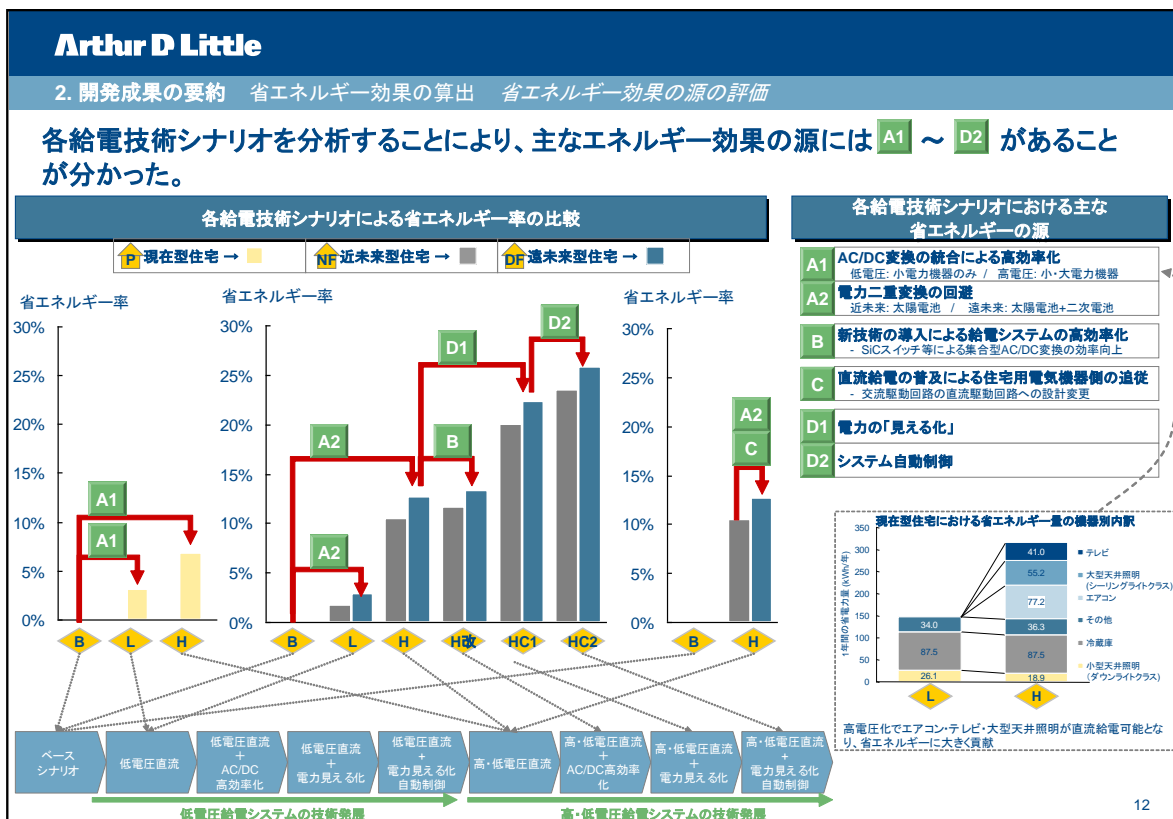
(主因2) 遠未来型住宅では大型天井照明がLEDになり、低電圧で給電が可能になる

(L)低電圧と(H)高・低電圧を比較すると、その差は現在型より近未来型が大きい  
現在型では(L)低電圧で3.2%、(H)で6.9%であるので約2.2倍

近未来型では(L)低電圧で1.8%、(H)で10.6%であるので約5.9倍

近未来型住宅では電気給湯機や電気コンロのような低電圧で給電できない大電力機器が加わることが、この差を生じさせる主因であると考えられる。





前ページで示された省エネルギー効果の源を分析すると、上記の(A1)~(D2)としてまとめることができる。以下各項目に関して詳細に記述する。

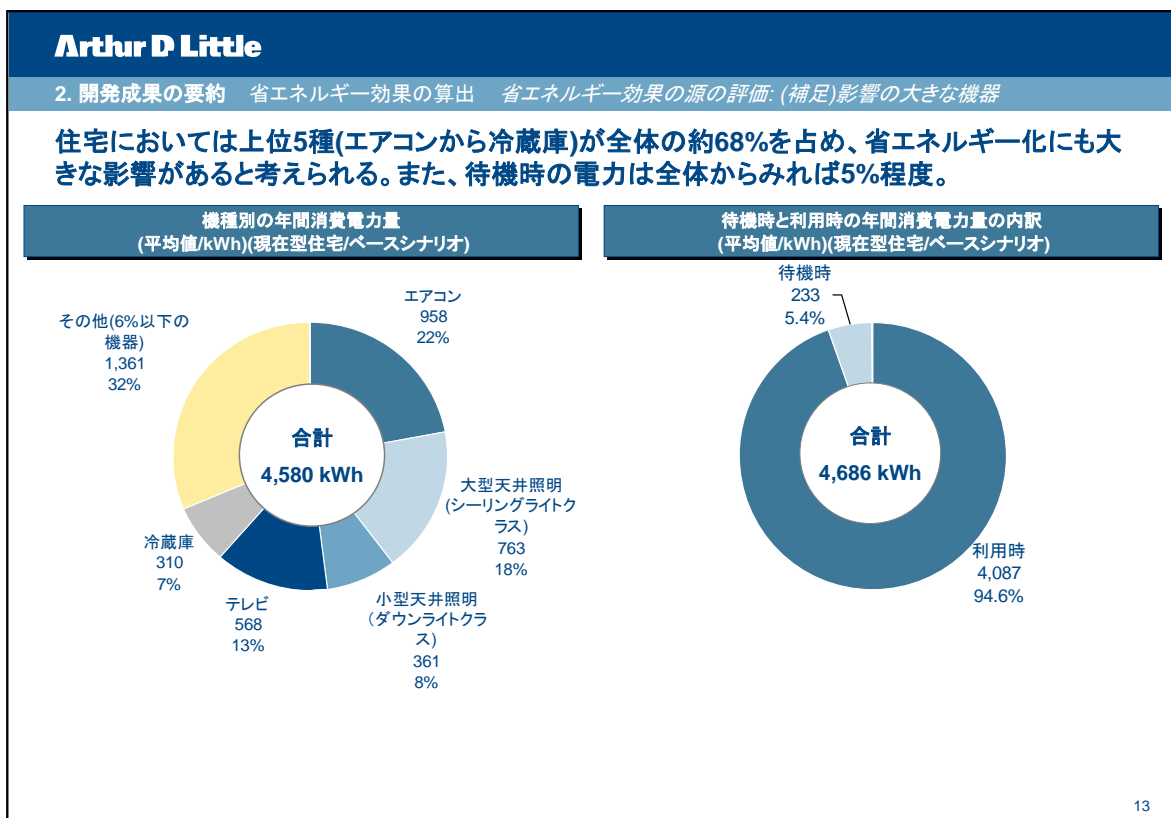
現在型住宅において直流給電を実施することで生じる省エネルギー効果は主に(A1)「AC/DC変換の統合による高効率化」によるものである。即ち、ベースシナリオにおいては各電気機器が持っているAC/DC変換を、配電盤に集約して高効率で実施することにより省エネルギー効果が生まれている。

近・遠未来型住宅において、直流給電を実施することで生じる省エネルギー効果は(A2)「電力二重変換の回避」である。ベースシナリオにおいては、直流電力源の出力に関しても一度ACに変換されてから住宅用電気機器に供給され、住宅用電気機器の方で再度直流に変換するという電力の二重変換が行なわれている。近未来型住宅ではこの二重変換を無くすことで、省エネルギー効果が生まれる。これは直流電力源が増えるほど大きくなるので、遠未来型では近未来型よりも更に効果が大きく現れている(遠未来型では二次電池があり、直流電力源によるエネルギー供給分が増えている)。

配電盤におけるAC/DC変換の高効率化によって生じる省エネルギー効果は(B)「新技術の導入による給電システムの効率化」に現れる。これは、SiCやGaNを利用することによるものである。

また、制御系の一種である「電力見える化」によって生じる省エネルギー効果が、(D1)であり、システム自動化によって生じるものが(D2)である。

また、遠未来と近未来の差に着目すると、その主な源としては前述の(A2)「電力二重変換の回避」の他に(C)「直流給電の普及による住宅用電気機器側の追従」がある。これは直流給電が普及することにより、家庭用電気機器が現行の交流給電型から直流給電型に変化していくことによる効果である。



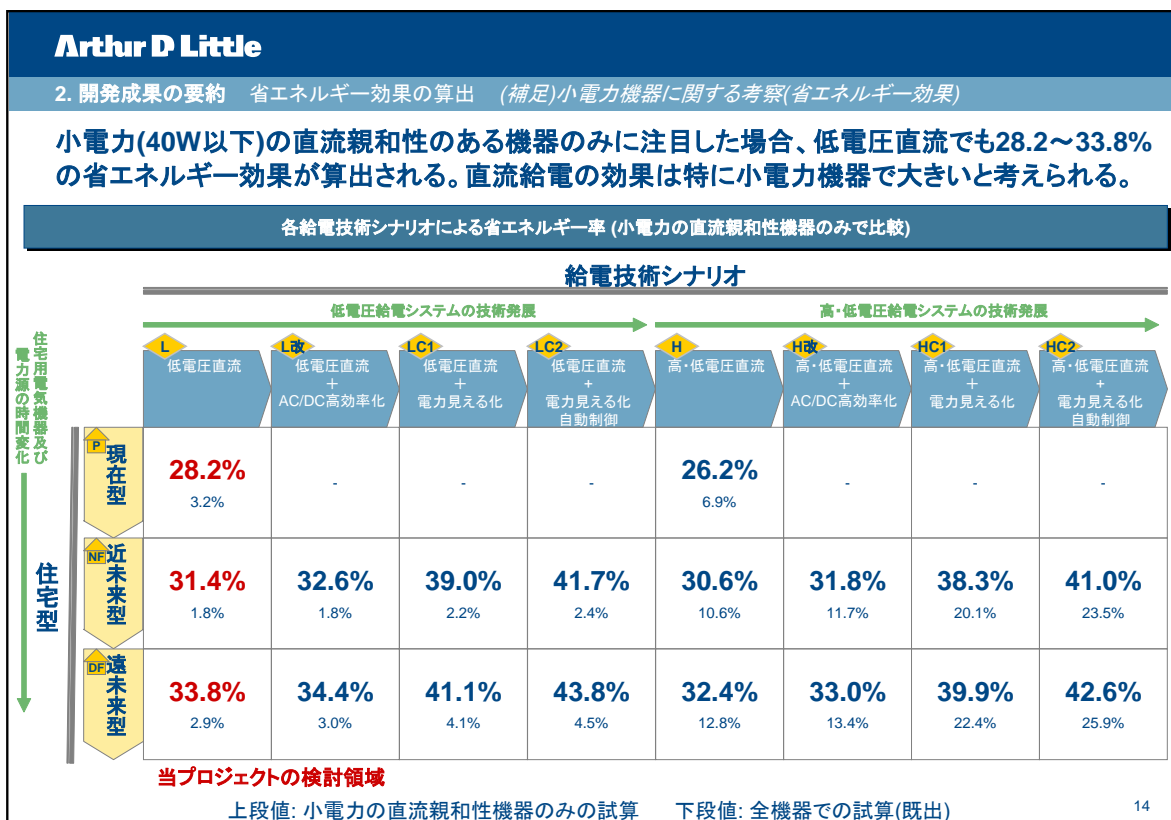
13

当ページは前ページまでの省エネルギー効果算出に関する補足説明である。

現在型住宅においては上位5種(エアコンから冷蔵庫)が全体の約68%を占め、省エネルギー化にも大きな影響があると考えられる。直流給電の具体的なシステムを考える場合にも、これらの機器を主眼において検討をする必要がある。

一方、待機時の電力は全体からみれば5%程度に留まる。これは本来ゼロであっても生活に差し支えないものであり、世間でエコの認知が深まっていることに伴い、住宅用電気機器の各メーカーは積極的に待機電力削減に取り組んでいる。この取組には待機電力の大きさ自体を小さくすることはもとより、待機中のモードを複数設定して使用状況に合わせて自動的に切り替えるようなものもある。

待機電力の削減に関しては住宅用電気機器側で積極的に取り組まれているため、むしろ給電システムとしては関与の余地が少ないとも考えられる。



当ページでは補足的検討として、小電力機器に特化して省エネルギー効果を算出してみた。この結果、低電圧直流でも28.2~33.8%の省エネルギー効果が算出される。直流給電の効果は特に小電力機器で大きいと言える。

このように小電力機器で省エネ効果が大きいのは、小電力機器はコストの観点からあまり効率の良いAC/DC変換回路が利用されない傾向にあることによると考えられる。そもそも消費電力が大きくないので、変換効率が少々低くとも、失われるエネルギー量の大きさはさほど問題にならないという設計思想があると考えられる。

一方、冷蔵庫、テレビ、エアコンのような大型機器は最近の消費者のエコブームも相まって各メーカーは様々な方法で省電力化に取り組んでいる。AC/DC変換に関しても効率化を目指していると考えられ、変換効率は高くなっていると考えられる。

いずれの住宅型においても、L→L改→LC1→LC2の順に従って、省エネルギー効果は大きくなっていく。H→H改→HC1→HC2においても同様である。

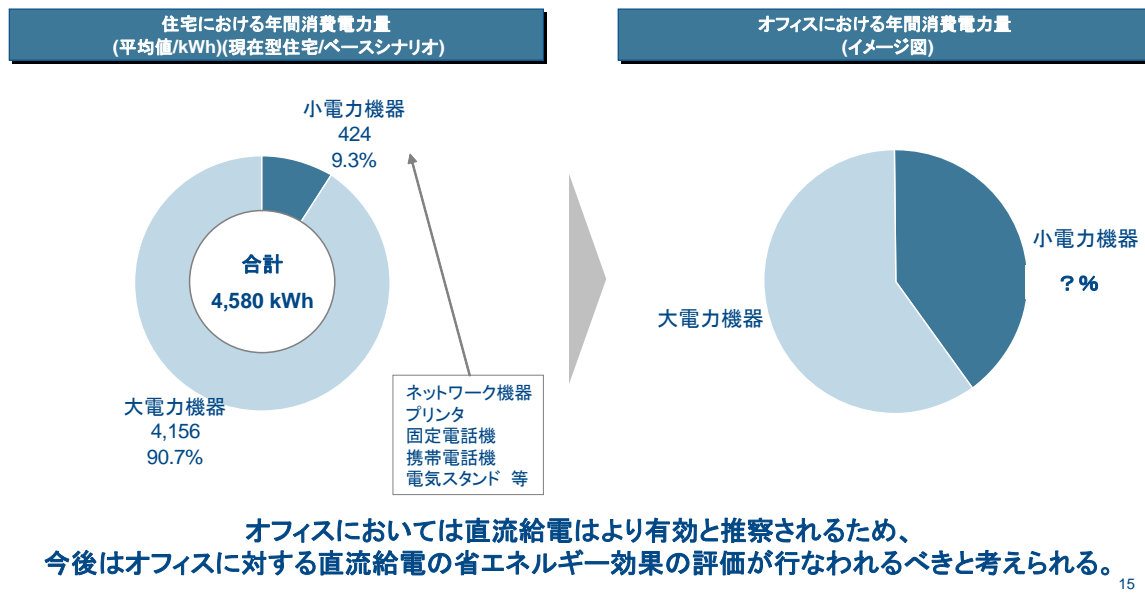
いずれの給電技術シナリオにおいても、近未来型住宅より遠未来型の省エネルギー率が高い。主因としては、遠未来型住宅では近未来型より直流電力源の割合が大きいため、直流給電の効果が大きくなることによると考えられる(近未来では太陽電池、遠未来は太陽電池に加えて二次電池を想定している)。

(L)低電圧と(H)高・低電圧を比較すると、いずれの住宅型においても(L)低電圧の方がむしろ省電力効果が大きい。この主因は、(H)高・低電圧ではバス電圧に高電圧を用い、小電力機器に対してはDC/DC変換装置を介して低電圧で給電を実施しているためである。よって、小電力機器に絞って考えれば、このDC/DC変換装置がない(L)低電圧の方が有利になる。

## Arthur D Little

## 2. 開発成果の要約 省エネルギー効果の算出（補足）小電力機器に関する考察（全体に占める電力量）

住宅においては小電力機器の消費エネルギーは小さい。しかし、該当機器を考慮すると、オフィスにおいては低電力機器の占める割合は大きいと推察される。



前ページで示したように、小電力機器では、直流給電による省電力効果が大きい。しかし、住宅においては小電力機器で消費されるエネルギー量は9.3%に過ぎない。このため、大電力機器も含めた全電気機器と比較すると省エネルギー効果としては小さく算出されてしまう。

なお、小電力機器に該当するものとしてはネットワーク機器、プリンタ、固定電話、携帯電話、電気スタンド等である。これらはオフィスにおいては住宅より多く用いられるものと考えられる。

このため、オフィスにおいては小電力機器の消費電力量の占める割合は住宅におけるより大きくなると考えられる。これにより、オフィスにおいては直流給電はより有効になると推察される。

今後はオフィスに対する直流給電の省電力効果の評価も実施に値すると考えられる。

**Arthur D Little**

2. 開発成果の要約 省エネルギー効果の算出 (ご参考)省エネルギー以外の利点: 利点の洗い出し

交流給電から直流給電に変更することによる利点には、省エネルギーの他に、省製造コスト、省スペース、廃棄物低減、低ノイズなどが考えられ、普及の後押しとなると思われる。

交流給電と比べた直流給電の利点

```

    graph LR
      Root[直流給電の利点  
(交流給電と比較した場合)] --> B1[利用する住宅用電気機器  
での利点]
      Root --> B2[利用する住宅用電気機器  
以外での利点]
      B1 --> C1[AC/DC変換が  
不要]
      C1 --> D1[AC/DC変換損失  
が無くなる]
      C1 --> D2[AC/DC変換器の  
放熱による  
室温上昇がない]
      D1 --> E1[省エネルギー]
      D2 --> E2[省エネルギー]
      B2 --> C2[交流周波数成分の  
輻射が無い]
      C2 --> E3[低ノイズ]
      C1 --> C3[AC/DC変換器の  
搭載が不要]
      C3 --> E4[省製造コスト]
      C3 --> E5[省スペース]
      C3 --> E6[廃棄物低減]
  
```

直流給電システムでは、各電気機器のACアダプターを廃するため、LCAで比較すれば更に有利になると考えられる。  
(京都大学大学院へのヒアリング、2010年9月)

16

前ページまで、当プロジェクトのメインテーマである省エネルギー効果に着目して検討を行ってきた。しかし、交流給電から直流給電に変更することによる利点には、省エネルギーの他にもあると考えられる。これを上記のツリーで見出した。

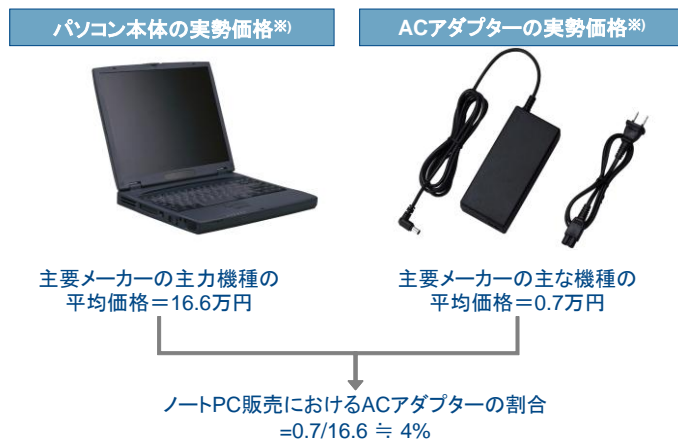
直流給電の利点としては省エネルギーの他に、省製造コスト、省スペース、廃棄物低減、低ノイズなどが考えられる。これらも直流給電の、別の面の魅力として、直流給電普及の後押しとなると思われる。

## Arthur D Little

## 2. 開発成果の要約 省エネルギー効果の算出（ご参考）省エネルギー以外の利点：省製造コストの考察

AC/DC変換器の搭載が不要になることにより、省製造コスト・省資源化が実現される。例えばノートPCの場合の試算では、約4%の節約が見込まれる。

## ノートPCにおけるACアダプターの割合



※)ノートパソコンは東芝、富士通、Dellの売れ筋上位機種の実勢価格をkakaku.comで調査  
ACアダプタは東芝、富士通、Dellの純正品の別売価格をkakaku.comで調査

17

前ページで述べた省製造コストに関して、試算を行なってみた。ノートPCを例にとった計算であるが、約4%の節約が見込まれると分かった。



(2) 標準化・市場動向の調査

このページからは第3章「標準化・市場動向調査」の要約を示す。直流給電の動きを世界的に見れば、既に摺り合わせ・標準化が進展しつつある。ただし、国際標準化(ITU-T, IEC)ではデータセンタ向けが想定されているのが現状であり、住宅向けは殆ど考慮されていないのが現状。

より詳しく述べると当ページの図のようになる。この図では縦軸に用途(アプリケーション)を設定し、横軸に商用化までの段階を設定している。

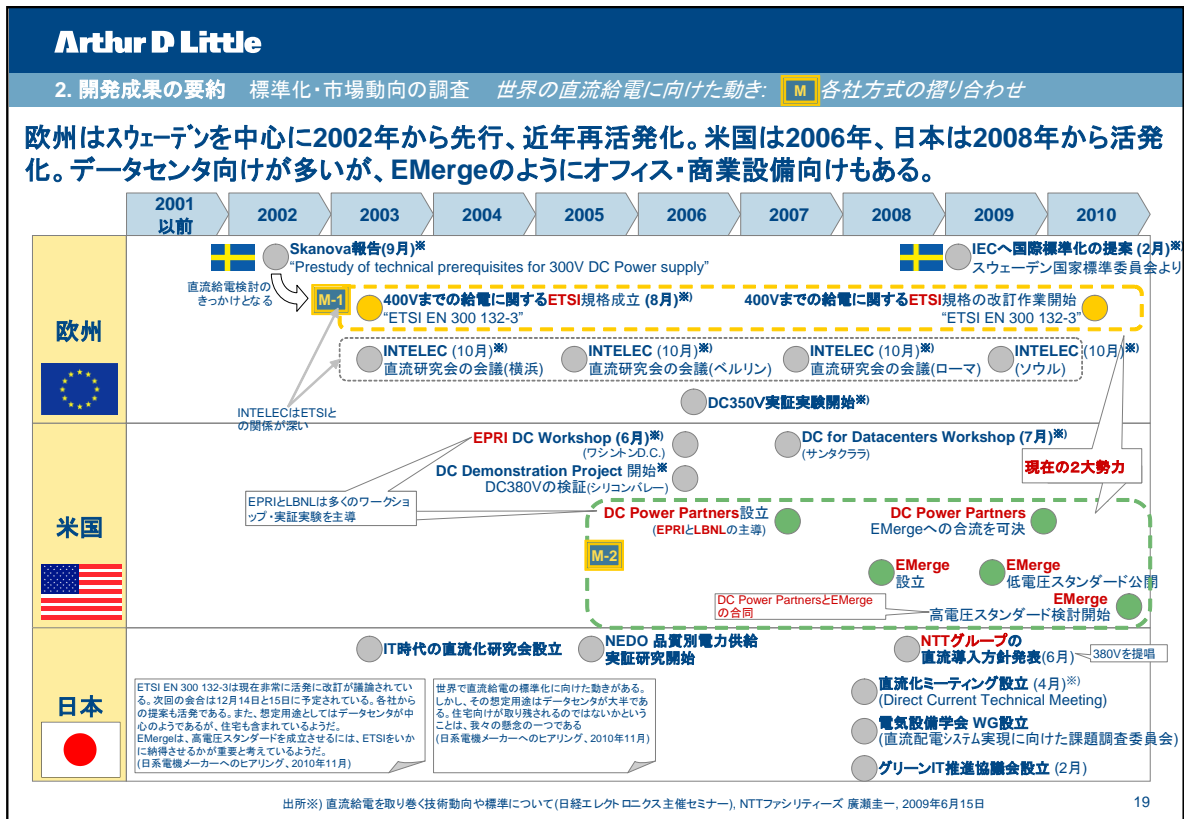
縦軸の用途(アプリケーション)としては、大きなものにはデータセンタがあると考えられる。一方小さなものには住宅や自動車があると考えられる。なお、ここで示す自動車とはキャンピングカーに用いられる電子レンジや冷蔵庫のことを指し、EVを指すものではない。

横軸の商用化に至るまでの段階に関しては、まず個社の机上検討から始まると考えられる。続いて個社は実証実験を行ない、ある程度の成果が出た時点で各社が各々の所望の仕様を提示し合い、ある程度共通の仕様を策定しようとする「各社の方式の摺り合わせ」が行われる。そして、ある程度の摺り合わせが出来た時点で、その団体は意見を国際標準に提案することになると考えられる。

データセンタ向けに関しては既に国際標準化の段階に至っていると考えられる。ITU及びIECで議論が行なわれている。一方、オフィス・商業設備に関してはEMergeの動きが活発化している。当初は取り纏めを目的としたフォーラムとしてスタートしたが、現在では”標準”を名乗るようになっていいる。住宅向けに関してはパナソニック電工が実証実験を他社に先駆け開始し、更に住宅設備(照明・分電盤・警報装置等)を自社で手がけることにより、標準化を待たずデファクトスタンダード化も視野に入れた動きをしていると考えられる。

なお、IECでの検討に関しては、適用先を限定していない。即ち、住宅向けも含まれることにはなるが、実際の参加者が意図するのはデータセンタ向けだけとなっている。

(I) 実証実験と(M) 摺り合わせに関して、次のページ以降でより詳しく記述する。



このページは世界の直流給電に向けた動きの中で「摺り合わせ」に関してより詳細に示したものである。欧州はスウェーデンを中心に2002年から先行し、その後暫く活動が停滞していたが、近年になり再び活発化している。米国は2006年、日本は2008年頃から活発な活動が行なわれている。アプリケーションとしてはデータセンタ向けが多いが、EMergeのようにオフィス・商業設備向けもある。

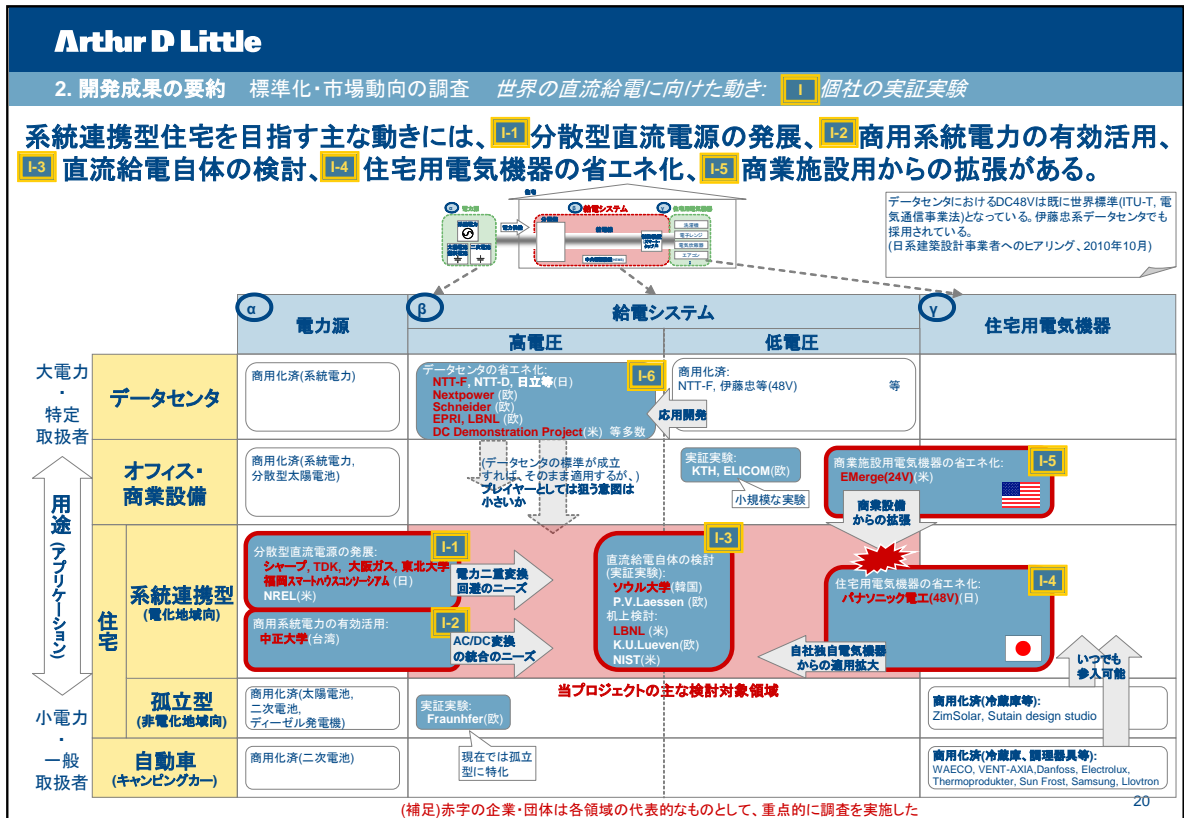
より詳しく述べると、各活動は当ページの図のように集約されると考えられる。縦軸は地域を示しており、横軸は西暦を示している。

欧州に関しては、2002年にスウェーデンでSkanova報告が出され、直流給電検討の先駆けとなった。この動きはETSIに反映され、2003年には400Vまでの給電に関するETSI規格である“ETSI EN 300 132-3”が成立している。その後はINTELECでの研究会で直流給電に関する活動が行なわれていたが、それほど活発ではなかった。しかし、2009年にスウェーデンの国家標準委員会からIECへ国際標準化の提案が出されると、再び活動が活発化し、現在“ETSI EN 300 132-3”の改訂がETSIで検討されている。いずれの動きもETSI及びその参加者に関連したものであり、ETSIは世界有数の摺り合わせの勢力の一つであると考えられる。

米国では2007年にDC Power Partnersが、2008年にEMergeがそれぞれ成立したが、2010年に両勢力が合流した。この結果EMergeは商業設備向けの低電圧とデータセンタ向けの高電圧の両方を手がける団体となり、世界有数の勢力の一つとなった。

日本では2008年にNTTグループが直流導入の方針を発表し、NTTグループがデータセンタ向けを中心とした検討を継続している。





このページは世界の直流給電に向けた動きの中で「個社の実証実験」に関してより詳細に示したものである。

非常に多くの実証実験が行なわれているが、当プロジェクトの検討対象である「系統連携型住宅」の直流給電を目指す主な動きには、分散型直流電源の発展、商用系統電力の有効活用、直流給電自体の検討、住宅用電気機器の省エネ化、商業施設用からの拡張に分類できる。

「分散型直流電源の発展」の典型例はシャープである。太陽電池の一大メーカーであるシャープは、その出力である直流を交流に変換することなくそのまま活用することを検討している。

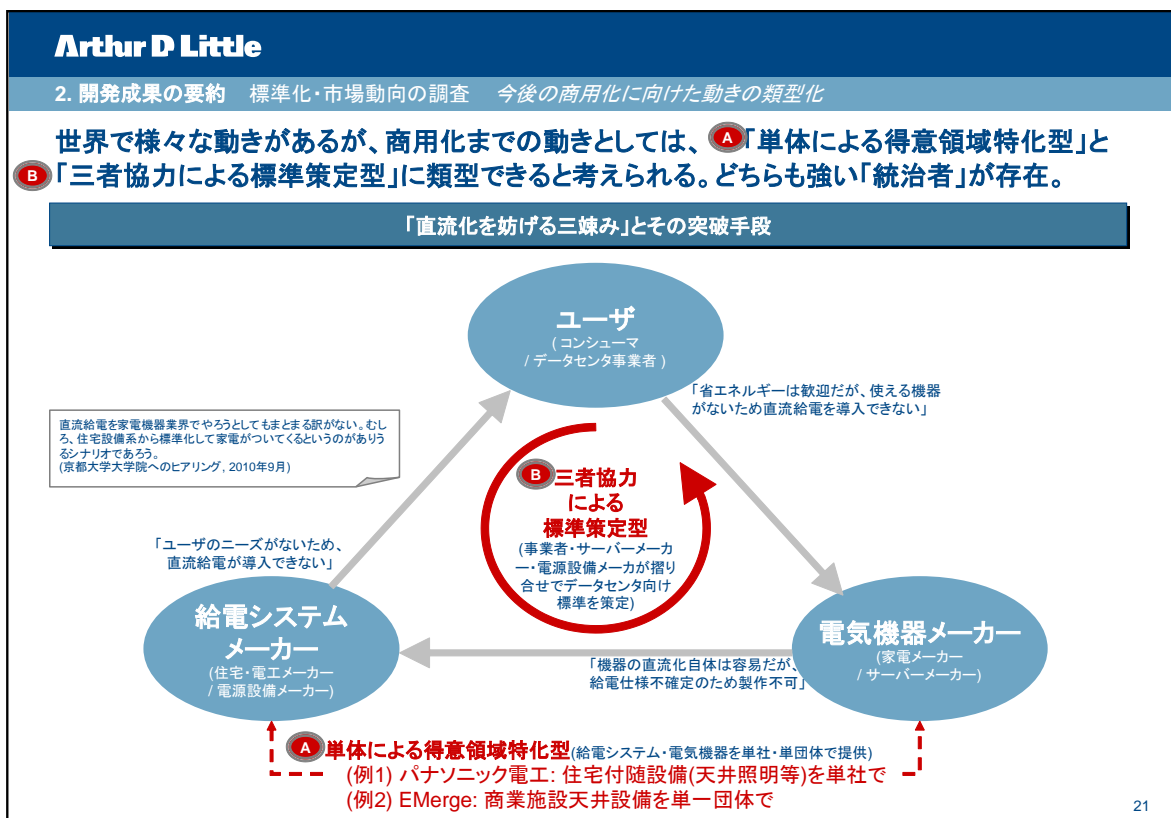
「商用系統電力の有効活用」は高効率のAC/DC変換を分電盤側に設けて、AC/DC変換の高効率化を目指す動きである。台湾の中正大学がその典型例であり、新技術によるAC/DC変換装置の開発も実施している。

「直流給電自体の検討」もソウル大学やLBNLで行なわれている。自社の何らかの製品からの発展という形態ではないため、この動きに関しては研究機関が多い。

「住宅用電気機器の省エネ化」に関しては、パナソニック電工が代表例であると考えられる。住宅用電気機器(天井照明、警報装置、分電盤)の一大メーカーであり、かつ給電システムも持つ当社は、両者を直流でつなぐための最適な製品ポートフォリオを持っている。給電を見当している。

「商業施設用からの拡張」に関してはEMergeの動きが目立つ。この団体は当初は商業設備に焦点を当てていたが、最近では直流全般を視野に入れつつある。

なお、当ページにおいて赤字で記載した企業に関しては、後のページでその内容の詳細を記述した。



前ページまで述べてきたように、直流給電に関しては世界で様々な動きがある。この中で実際に商用化に結びつく動きとしては、「単体による得意領域特化型」と「三者協力による標準策定型」に類型できると考えられる。どちらも強い「統治者」が存在していることが共通した特徴と考えられる。

「単体による得意領域特化型」は給電システムと電気機器を単社又は単団体で提供する形態である。ただし、全方位的に全てを提供するのではなく、当該単社又は単団体が得意とする領域のみに特化していることが特徴である。得意領域に特化することで、当該領域では当該単社又は単団体が強い統治者であり、交流から直流への移行を強く推し進めることができる。

「単体による得意領域特化型」の具体例としてはパナソニック電工がある。この会社は電気機器として住宅付随設備(天井照明等)で高い市場シェアを持っており、同時に住宅用給電システムも販売している。住宅付随設備に特化し、直流給電の浸透を目指している。また、もう一つの具体例としては Emerge がある。これは複数社の連合による団体であるが、商業施設天井設備に特化している。これは、この団体のメンバーに Armstrong という天井設備で世界的に高いシェアを持っている企業が含まれていることにより可能となっている。

「三者協力による標準策定型」は、ユーザ、電気機器メーカー、給電システムメーカーの三者が協力して、「直流化を妨げる三棘み」を打破しようとする動きである。具体例としてはデータセンタ向けがある。データセンタ事業者、サーバーメーカー、電源設備メーカーが ETSI や ITU 等で摺り合せてデータセンタ向け標準を策定を試みている。この場合は「ユーザ」であるデータセンタ事業者が強い統治者と考えられる。データセンタ事業者から見れば、あくまで自社の設備の中の話であるので、交流から直流への移行を進め易い。

ただし、「三者協力による標準策定型」は三者が協力しあう必要がある。よって、「ユーザ」が不特定多数の住宅においては、現実には採ることは難しいと考えられる。

Arthur D Little		
2. 開発成果の要約 当プロジェクトの示唆と提言		
<p><b>当プロジェクトでは直流給電の有効性が示された。今後は世界の標準化、有力団体(EMerge等)等の動向をより詳しく調査する必要があると考えられる。</b></p>		
	<p style="text-align: center;"><b>当プロジェクトから得られた示唆</b></p>	
	<p style="text-align: center;"><b>今後の直流給電に関する提言</b></p>	
省エネルギー効果	<p>実際の住宅を模したシミュレーションにより、直流給電の導入による20%以上の省エネルギー効果の可能性が示された</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 直流給電のみでは最大13.4%の省エネルギー効果</li> <li>・ 特に太陽電池の導入された住宅で大きな効果が予測される</li> </ul> <p>オフィスではより高い省エネルギー効果の可能性があり</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 直流給電は特に小電力機器に対して効果が大きい</li> </ul>	<p>太陽光発電の普及に併せて直流給電も積極的に検討されるべきと考えられる</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 今後は住宅における太陽電池の普及に伴い、直流給電の省エネルギー効果は更に高まると考えられる</li> </ul> <p>より高い効果の予測されるオフィスでの直流給電の効果を試算してみるべきと考えられる</p>
	技術将来	<p>住宅用直流給電に貢献する技術として、SiC等のパワーエレクトロニクス技術が見出された</p>
国内外動向	<p>直流給電実現に向けた具体的な動きとしては、「単体による得意領域特化型」と「三者協力による標準策定型」がある</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 「単体による得意領域特化型」の主な動向 <ul style="list-style-type: none"> <li>- パナソニック電工(48V): 住宅付随設備(天井照明等)を単体で</li> <li>- EMerge(24V): 商業施設天井設備を単一団体で</li> </ul> </li> <li>・ 「三者協力による標準策定型」の主な動向 <ul style="list-style-type: none"> <li>- ITU-T: 通信事業者向けデータセンターにおける高電圧直流給電</li> <li>- IEC: 一般的事業者向けデータセンターにおける高電圧直流給電</li> </ul> </li> </ul>	<p>「単体による得意領域特化型」の大きな勢力であるEMergeの動向を注視し、必要に応じて協働を図っていく必要があると考えられる</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 住宅向けとしては「単体による得意領域特化型」の動きが中心</li> <li>・ 海外ではEMergeが勢力を急速に勢力を拡大しつつある</li> <li>・ 日本ではパナソニック電工(48V)の存在感が大きい、海外では必ずしもそうではない</li> </ul>
	<p>世界各地で直流給電の標準化に向けた活発な動きが見受けられる</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 現在、世界の二大勢力としてEMergeとETSIがある</li> </ul> <p>世界の標準化では、住宅用が想定外のまま議論が進められている傾向がある</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 世界各地の直流給電の検討においては想定用途はデータセンターとされることが一般的</li> <li>・ データセンターは専門知識のある少数の者が利用するのに対し、住宅は専門知識のない多数の者が利用するため、標準化の内容は本来異なるべきであるが、実際は住宅用とデータセンター用を区別せずに標準が制定される見込み</li> </ul>	<p>世界における標準化動向を更に注視する必要がある</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 世界における標準化をより詳しく調査する(今回重点調査した項目の他に、絶縁設計等の調査も必要と考えられる)</li> <li>・ 各標準化団体に対して、必要に応じて住宅を想定用途とした提言を実施する必要がある</li> </ul>
	<p>途上国向けマイクログリッドシステムは、現在はディーゼル発電等が主な電力源であるが、将来的には太陽電池が普及することで直流配電が有利になりうる</p>	<p>途上国マイクログリッドにおける直流給電の可能性に関して、更なる調査を実施する必要があると考えられる</p>

22

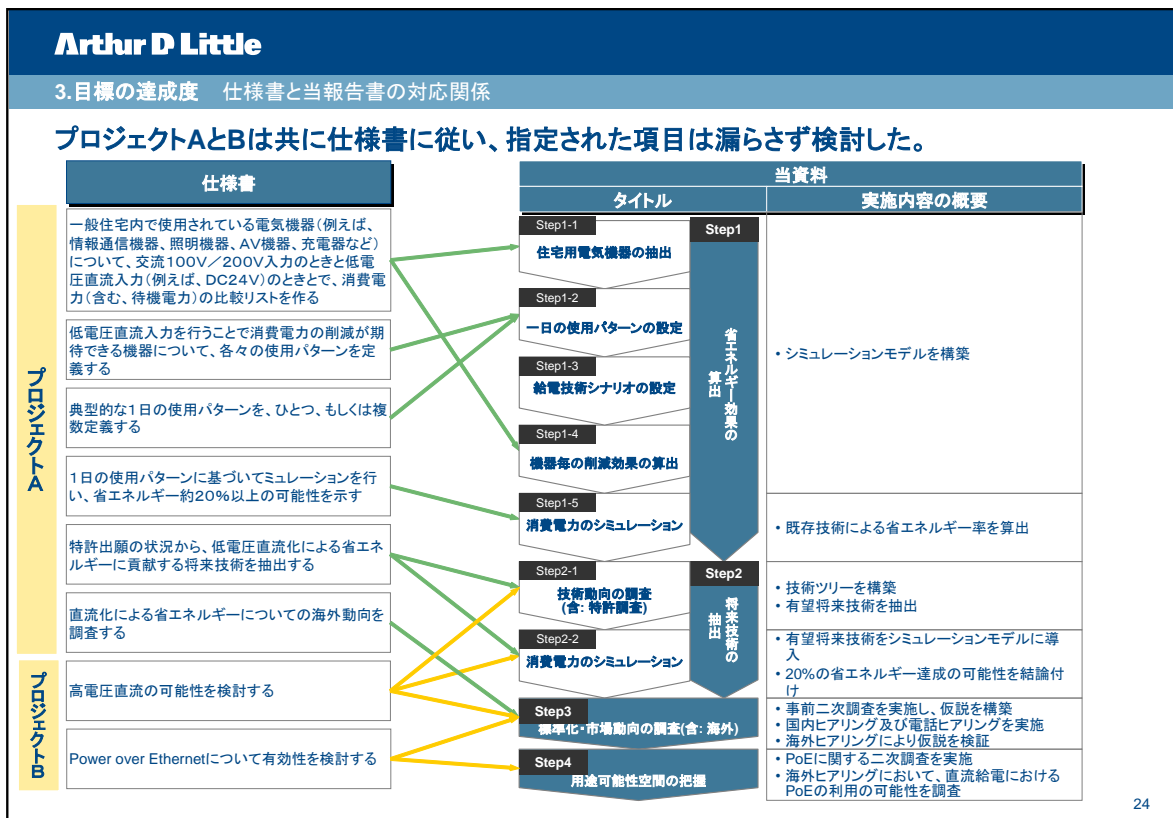
### (3) 当プロジェクトの示唆と提言

当プロジェクトにおいては、プロジェクトBとの深い連携により直流給電の有効性が示された。今後は世界の標準化、有力団体(EMerge等)等の動向をより詳しく調査する必要があると考えられる。

結論の詳細を上記のスライドに示した。仕様書において求められた項目である「省エネルギー効果」「国内外動向」「将来技術」のそれぞれに対して当プロジェクトから得られた示唆と今後の直流給電に関する提言を示した。

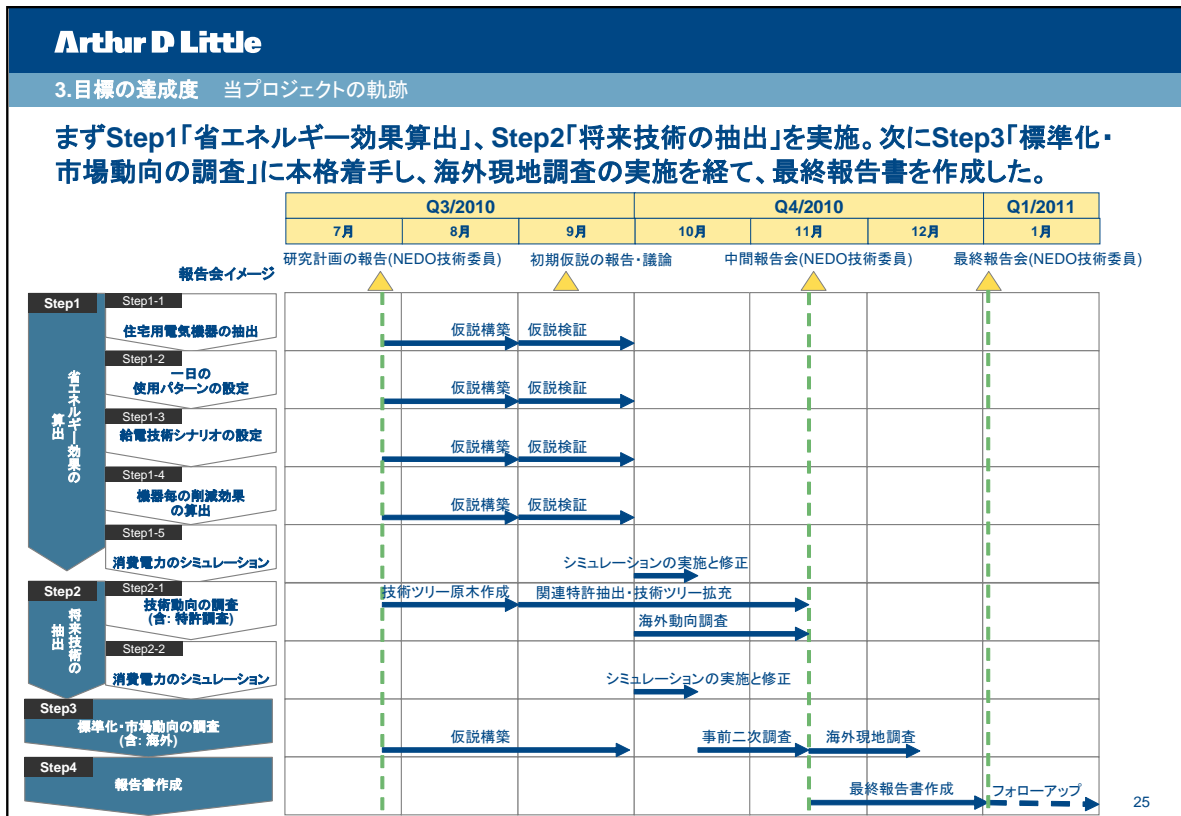
（目標の達成度）

<b>Arthur D Little</b>	
目次	
1	プロジェクトの目標
2	開発成果の要約
<b>3</b>	<b>目標の達成度</b>
4	成果の意義



(1) 仕様書と当報告書の対応関係

当プロジェクトは仕様書で指定された項目は漏らさず検討した。仕様書には大きく分けて6つの項目が指定されていたが、いずれも当報告書に盛り込んでいる。ただし、説明の順番に関しては、より読者に分かり易いように適切に変更した。



## (2) 当プロジェクトの軌跡

当プロジェクトの具体的なタスクとしては、まずStep1「省エネルギー効果算出」を実施した。これはStep1-1からStep1-5までの5つのサブ・ステップで行ない、直流給電による省エネルギー効果の算出のためのシミュレーションモデルを作り上げた。

Step1と平行してStep2「将来技術の抽出」も実施した。まずStep2-1で技術ツリーを作成し、それによって有望な将来技術を見出した。続いてStep2-2では、見出した有望将来技術をStep1で作り上げたシミュレーションモデルに当てはめ、省エネルギー効果を算出した。

Step1と2に続いてStep3「標準化・市場動向の調査」に本格着手した。二次情報による情報収集をある程度実施することで仮説を構築し、海外現地ヒアリングによってその仮説の確認・修正を実施した。

Step1から3までを完了した後、Step4にて最終報告書を作成した。

(成果の意義)

<b>Arthur D Little</b>	
目次	
1	プロジェクトの目標
2	開発成果の要約
3	目標の達成度
<b>4</b>	<b>成果の意義</b>

Arthur D Little	
4. 成果の意義	
<p><b>当プロジェクトでは直流給電の省エネルギー効果、将来技術、国内外動向を体系的にかつ説得力を持って検討したものであり、投入された予算に見合った成果が得られたと考えられる。</b></p>	
<p style="text-align: center;"><b>当プロジェクトから得られた結果(示唆)</b></p>	
<b>省エネルギー効果</b>	<p>実際の住宅を模したシミュレーションにより、直流給電の導入による20%以上の省エネルギー効果の可能性が示された</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 直流給電のみでは最大13.4%の省エネルギー効果</li> <li>・ 特に太陽電池の導入された住宅で大きな効果が予測される</li> </ul> <p>オフィスではより高い省エネルギー効果の可能性もある</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 直流給電は特に小電力機器に対して効果が大きい</li> </ul>
<b>技術将来</b>	<p>住宅用直流給電に貢献する技術として、SiC等のパワーエレクトロニクス技術が見出された</p>
<b>国内外動向</b>	<p>世界各地で直流給電の標準化に向けた活発な動きが見受けられる</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 現在、世界の二大勢力としてEMergeとETSIがある</li> </ul> <p>世界の標準化では、住宅用が想定外のまま議論が進められている傾向がある</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 世界各地の直流給電の検討においては想定用途はデータセンターとされることが一般的</li> <li>・ データセンターは専門知識のある少数の者が利用するのに対し、住宅は専門知識のない多数の者が利用するため、標準化の内容は本来異なるべきであるが、実際は住宅用とデータセンター用を区せず標準化に制定される見込み</li> </ul> <p>途上国向けマイクロ・グリッドシステムは、現在はディーゼル発電等が主な電力源であるが、将来的には太陽電池が普及することで直流配電が有利になりうる</p> <p>直流給電実現に向けた具体的動きとしては、「単体による得意領域特化型」と「三者協力による標準策定型」がある</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 「単体による得意領域特化型」の主な動向 <ul style="list-style-type: none"> <li>- パナソニック電工(48V): 住宅付随設備(天井照明等)を単体で</li> <li>- EMerge(24V): 商業施設天井設備を単一団体で</li> </ul> </li> <li>・ 「三者協力による標準策定型」の主な動向 <ul style="list-style-type: none"> <li>- ITU-T: 通信事業者向けデータセンターにおける高電圧直流給電</li> <li>- IEC: 一般的事業者向けデータセンターにおける高電圧直流給電</li> </ul> </li> </ul>
<p style="text-align: center;"><b>各結果の意義</b></p>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 住宅内での省エネルギー効果を明確な定義の上で定量的に評価したものであり、他に類を見ない画期的な示唆が得られたと考えられる</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 各要素技術自体は公知のものであるが、直流給電という視点で体系的に整理したものは当プロジェクトが初めてと考えられる</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 直流給電の視点で、世界の主要プレイヤーの動きを体系的に整理したのは当プロジェクトが初であると考えられる</li> <li>・ 当事者に直接ヒアリングを行なったことにより、確度の高い情報が収集されていると思われる</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 直流給電のプレイヤーは多数居るが、その動き体系的に分析し分かりやすく示したことに大きな意義があると考えられる</li> </ul>	

27

当プロジェクトでは直流給電の「省エネルギー効果」、「将来技術」、「国内外動向」を体系的にかつ説得力を持って検討したものであり、投入された予算に見合った成果が得られたと考えられる。

「省エネルギー効果」に関しては、住宅内での省エネルギー効果を明確な定義の上で定量的に評価したものであり、他に類を見ない画期的な示唆が得られたと考えられる。更に、「将来技術」に関しては、各要素技術自体は公知のものであるが、直流給電という視点で体系的に整理したものは当プロジェクトが初めてと考えられる。最後に「国内外動向」に関しては、直流給電の視点で、世界の主要プレイヤーの動きを体系的に整理したのは当プロジェクトが初であり、更に当事者に直接ヒアリングを行なったことにより、確度の高い情報が収集されていると思われる。加えて多数の直流給電のプレイヤーの動き体系的に分析し分かりやすく示したことに大きな意義があると考えられる。

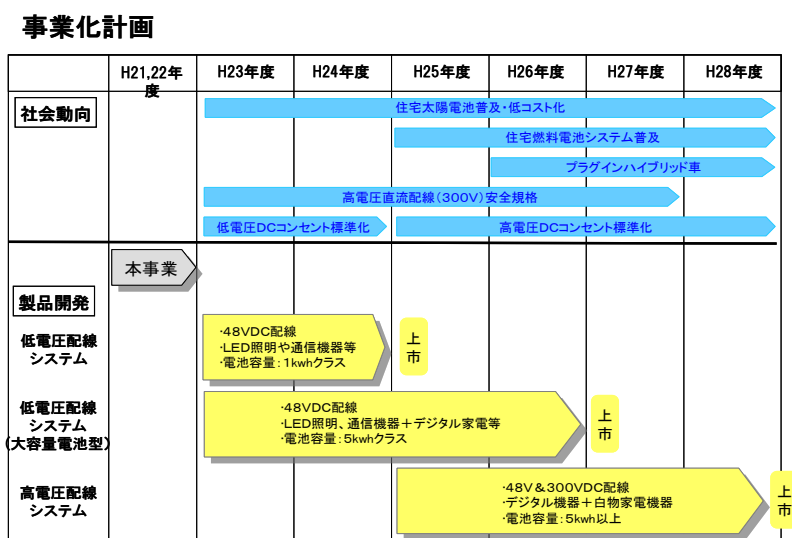


## IV 実用化の見通し

助成事業の各実施機関が、本事業の最終目標の達成具合を基本にして、それぞれ実用化検討を開始している。各実施者の（成果の意義）の中で、実用化までの大枠スケジュールについて述べており、商品開発への成果の反映、新たな市場創造や市場規模が期待される。

### IV.1 パナソニック電工株式会社（再掲）

本成果は、直流という新たな給電方式の配線システムをベースとした高機能分電盤シリーズ、高機能ライフインティ ECO マネシシステムの商品開発への反映が期待でき、さらなる高度のエネルギーシステムソリューションの開発が可能となる。事業化の大枠のスケジュールは以下の通りである。



■ AC/DCハイブリッド配線システム（研究開発段階での販売目論見）（単位：億円）

	2013	2014	2015	2016	2017
低電圧システム関連	10	25	55	65	75
高電圧システム関連	-	-	-	20	50
（合計）	10	25	55	85	125

### IV.2 シャープ株式会社（再掲）

本事業で得られた成果は、交流/直流併設住宅における省エネシステム全般で利用でき、さらに直流給電住宅でも利用することによって広範囲な技術応用が期待できる。直流給電が本格的に立ち上がることにより、本プロジェクトで市場創造が期待できる直流PLCアダプタだけでも、5年間累積6300百万円の市場規模が見込まれる。

## 別紙：特許、論文等

1. 研究開発項目「①住宅内交流・直流併用システムの実証の研究開発」、  
「②住宅内直流配線・情報ネットワーク融合可能性の研究開発」  
 実施機関：パナソニック電工株式会社

特許、論文、外部発表などの件数（実績） 2011/6/30 現在

区分	特許出願			論文		その他外部発表 (プレス発表など)
	国内	外国	PCT 出願	査読付き	その他	
年度						
H21FY	0件	0件	0件	0件	0件	0件
H22FY	0件	0件	0件	0件	0件	3件

2. 研究開発項目②「次世代高効率エネルギー利用型住宅システム技術の開発」  
 実施機関：シャープ株式会社

特許、論文、外部発表などの件数（実績） 2011/6/30 現在

区分	特許出願			論文		その他外部発表 (プレス発表など)
	国内	外国	PCT 出願	査読付き	その他	
年度						
H21FY	2件	0件	0件	0件	0件	0件
H22FY	0件	0件	0件	0件	0件	0件

## 特許リスト

番号	出願人	出願番号	国内 外国 PCT	出願日	状態	名称	発明者
1	シャープ株式会社	2010-040012	国内	2010. 2. 25	出願	屋内電力線、及び、 屋内電力線の伝送特 性改善方法	中井和広
2	シャープ株式会社	2010-040013	国内	2010. 2. 25	出願	スイッチ回路、屋内電 力線、及び、屋内電 力線の伝送特性改善	中井和広

						方法	
3							
4							

3. 研究開発項目 ③「次世代高効率エネルギー利用型住宅システム技術開発・実証事業における、  
将来の省エネルギー効果の可能性に関する調査」H21年度

実施機関：一般社団法人 電子情報技術産業協会

特許、論文、外部発表などの件数（実績）

2011/6/30 現在

区分	特許出願			論文		その他外部発表 (プレス発表など)
	国内	外国	PCT 出願	査読付き	その他	
H21FY	0件	0件	0件	0件	0件	0件

4. 研究開発項目 ③「次世代高効率エネルギー利用型住宅システム技術開発・実証事業」における、  
将来の省エネルギー効果の可能性に関する調査」H22年度

「将来の省エネルギー住宅システムを実現するための技術についての調査」H22年度

実施機関：アーサー D. リトル ジャパン株式会社

特許、論文、外部発表などの件数（実績）

2011/6/30 現在

区分	特許出願			論文		その他外部発表 (プレス発表など)
	国内	外国	PCT 出願	査読付き	その他	
H22FY	0件	0件	0件	0件	0件	1件