

低炭素社会の実現に向けた  
技術および経済・社会の定量的シナリオに基づく  
イノベーション政策立案のための提案書

社会システム編

民生家庭部門の省エネルギー促進からの  
低炭素社会実現 (Vol.3)

平成 29 年 3 月

“Policy Recommendation toward Low Carbon Society  
on Promotion of Energy Saving in Household Sector (vol.3)”

Strategy for Social System

Proposal Paper for Policy Making and Governmental Action  
toward Low Carbon Societies

国立研究開発法人科学技術振興機構  
低炭素社会戦略センター

LCS-FY2016-PP-17

## 概要

本報では、生活の質を落とさずに家庭部門の低炭素化を実現するための方策を検討した。

家庭への省エネ情報の提供は、新たに設備機器を導入することなく実施できる低炭素化策として有望である。LCS では社会心理学に基づき、“Nudge”の概念や目標値の設定 (Goal/Target Setting) を取り入れた節電アドバイス機能を開発し、i-cosmos に実装した。さらに、本機能が家庭の行動変容にもたらす効果を検証するための予備的実験を冬期に実施し、本機能により節電が促される傾向を確認した。また、複数の家庭をグループ化して、グループ全体の目標値も表示した方が、より高い節電効果を得られるとの結果を得た。

太陽光発電や燃料電池など新たな設備機器の導入も、生活の質に影響を及ぼさない家庭の低炭素化策として有望である。低炭素化設備 (太陽電池、蓄電池、燃料電池) の導入効果を、実データに基づき検証した結果、一般的な住宅と比べて約 68% の CO<sub>2</sub> 削減効果 (年間約 2.5t-CO<sub>2</sub> 削減相当) があり、光熱費 (水道代を除く) に関しては年間約 11 万円削減される、との推計結果を得た。調査対象住宅における 3 電池の導入費用は、年経費換算で現状の 21 万円前後から、2030 年には 3 万円前後まで低下すると予想されることから、3 電池の導入は CO<sub>2</sub> 削減に貢献するほか、将来的には既存住宅においても、経済的な導入メリットが生じ得ると推測された。

## Summary

This paper aims to propose a strategy for realizing a low carbon society by suggesting energy efficiency improvements in the household sector without deterioration of quality of life (QOL).

Providing practical energy-saving information to households can be an effective strategy for promoting a low carbon society without additional investment. Based on social psychology, we have developed an energy saving advisory system incorporating the concepts of “Nudge” and target value setting (Goal/Target Setting) and implemented it on “i-cosmos”. Preliminary experiments were carried out to examine how the advisory system actually changed household behavior. The results showed that households that checked the advisory system every week in winter tended to save energy more compared with households that never checked in the same time duration. The Goal/Target Setting was more effective for group energy saving of more than two families and display of the target value of the whole group also produced a higher power saving effect.

Installing facilities such as photovoltaic power cells and fuel cells can also be effective strategies for CO<sub>2</sub> reduction in the household sector. According to analysis based on actual energy data from households that installed new facilities (solar cells, fuel cells and storage batteries), about 2.5 ton of CO<sub>2</sub> (equaling 68% reduction of CO<sub>2</sub> emission) and 110,000 yen in utility expenses were saved per year. LCS research shows that the installation cost of these facilities is estimated to decrease to around 30,000 yen in 2030 from their 2015 cost of around 210,000 yen. These facilities have been installed mainly in new houses; however, it is speculated that not only because of CO<sub>2</sub> reduction, but also other economic advantages will promote their future installation in existing households too.

## 目次

### 概要

1. 提案の背景.....	1
2. 情報提供による低炭素化に向けた家庭の行動変容.....	1
2.1 実験方法.....	2
2.2 実験結果.....	3
2.3 情報提供による家庭の低炭素化に向けた考察.....	6
3. 低炭素設備導入による家庭の低炭素化.....	7
3.1 分析対象データ.....	7
3.2 エネルギー生産・消費実績.....	8
3.3 各設備機器の時刻別稼動状況.....	11
3.4 3 電池導入効果の算定.....	12
3.5 低炭素化設備導入による家庭の低炭素化に向けた考察.....	14
4. 家庭の低炭素化に向けた政策提言.....	14
参考文献.....	15

## 1. 提案の背景

低炭素社会戦略センター(LCS)では、生活の質を落とさずに家庭部門の低炭素化を実現するための方策を検討している。

方策の一つとして、新たに設備機器を導入することなく実施できる省エネ対策について、家庭に情報提供することが有効であると考えられる。白熱灯や古い冷蔵庫の買い替えなど家庭にとって経済的メリットの生じる省エネ対策や、テレビの明るさ設定や冷蔵庫の温度設定の調整など簡単に実施できる省エネ対策の認知度を向上させることで、行動変容による家庭の低炭素化が期待できる。前 LCS 提案書<sup>1)</sup>[1]では、LCS が構築した電力使用量見える化 WEB サービス “i-cosmos (アイコスモス)”<sup>2)</sup>に対して、社会心理学や人間行動学における最新の知見に基づいて設計した「節電アドバイス機能」や「節電目標表示機能」を追加したことを報告したが、追加機能による省エネ効果を検証する必要がある。

また、太陽光発電や燃料電池など新たな設備機器の導入も、生活の質に影響を及ぼさない家庭の低炭素化策として有望である。2020 年には全新築に対して平成 25 年省エネルギー基準が適用されるほか、政府の方針として 2020 年までに新築戸建住宅の半数を ZEH (ゼロエネルギーハウス) にする目標が掲げられており、今後も新築住宅においては太陽光発電等の設備機器は導入が進むと考えられる。しかしながらこれらの設備機器は高額であるため、現時点では既存住宅における普及速度が緩やかである。既存住宅における普及を促進させるためには、導入による省エネポテンシャルと将来的な設備機器の価格動向を踏まえた費用対効果を算定し、家庭にとっての経済的メリットを明らかにすることが有効であると考えられる。

## 2. 情報提供による低炭素化に向けた家庭の行動変容

前 LCS 提案書[1]では、社会心理学や人間行動学における最新の知見に基づいて設計した以下 2 つのシステムを、LCS が構築した電力使用量見える化 WEB サービス “i-cosmos”<sup>2)</sup>に搭載したことを報告した。LCS では、2016 年 1 月よりこれらの追加システムの運用を開始し、本システムが家庭の行動変容にもたらす効果を検証するための予備的実験[2]を行った。

- 実際の電力計測データに基づき自動選択された個々の家庭に最適な節電アドバイスを、他者との比較を取り入れてわかりやすく簡潔に (“Nudge (ナッジ)”<sup>2)</sup>の概念) を導入) 表示するシステム (図 1 参照)
- 翌週の電力消費量目標値を、実際の電力計測データや気温予報に基づき自動算出・表示するシステム (図 2 参照)

<sup>1)</sup> 低炭素社会の実現に向けた技術および経済・社会の定量的シナリオに基づくイノベーション政策立案のための提案書、科学技術振興機構低炭素社会戦略センター (以下、LCS 提案書)。

<sup>2)</sup> Nudge とは、「(注意を引くためひじで) そっと突く、(ひじで) そっと (横に) 押して動かす、そっと動かす。」等を意味する。すなわち、Nudge の概念は、情報の提供量を絞り、その家庭にとって必要な最小限の情報を提供することが、行動を促すのに有効であるという概念である。

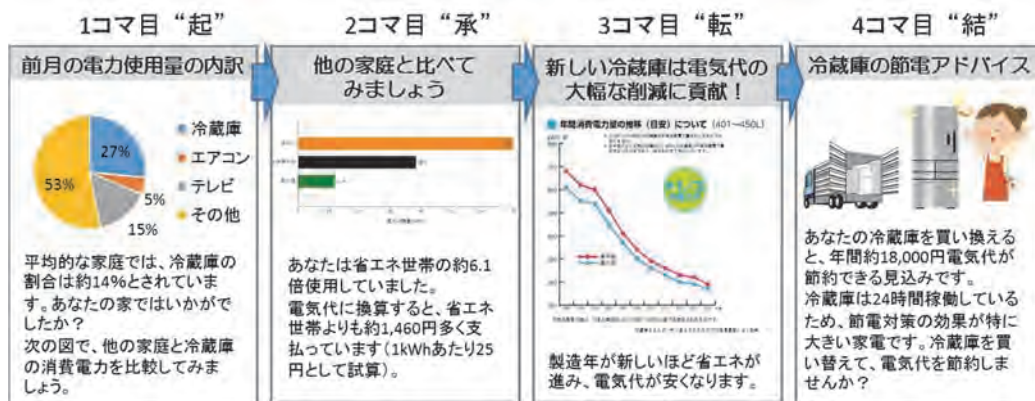


図 1 節電アドバイスの表示例

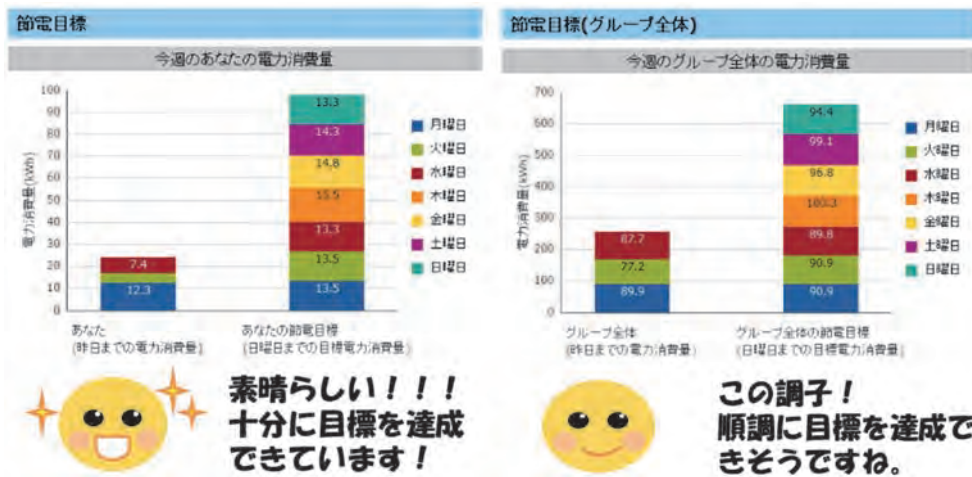


図 2 節電目標の表示例

## 2.1 実験方法

実験は、2016年2月1日～3月20日（以下「実験期間」と呼ぶ）にかけて7週間実施した。少なくとも週に1度はi-cosmosの閲覧を依頼する介入群として、「電気の使用量見える化実験」に参加している世帯（以下「i-cosmos世帯」と呼ぶ）の中から、足立区在住の7世帯を抽出した。また対照群として、i-cosmos世帯のうち介入群と似た住宅設備分類に属し、かつ、期間中一度もi-cosmosを閲覧しなかった70世帯を抽出した。介入群と対照群の主な世帯属性を表1に、2015年における月別電力消費量の世帯平均値を図3に示す。

介入群は対照群と比べて年間を通して若干電力消費量が多い傾向にあるが、これは世帯人数の差が影響していると思われる。また、夏期・冬期の電力消費量については、介入群の方が、夏期（7、8月）は平均約9%、冬期（12～3月）は平均約5%程度多い傾向にあった。冬期の電力消費量については暖房電化率の違いが影響していると考えられるが、夏期についてはどちらもエアコンを使用している点は変わらないため、生活スタイルの違いや保有エアコンの性能の違いなどが影響していると思われる。

表 1 実験家庭と i-cosmos 非閲覧世帯の世帯属性概要

項目名	介入群	対照群
サンプル数	7	70
平均世帯人数(人)	3.6	3.3
戸建住宅居住世帯の割合(%)	14%	61%
平均延床面積(平米)	81	89
オール電化または電気給湯の保有 一般(暖房電化)世帯の割合(%)	無	無
2015年(1~12月)年間電力消費量 世帯平均値(kWh/世帯/年)	4,168	3,929

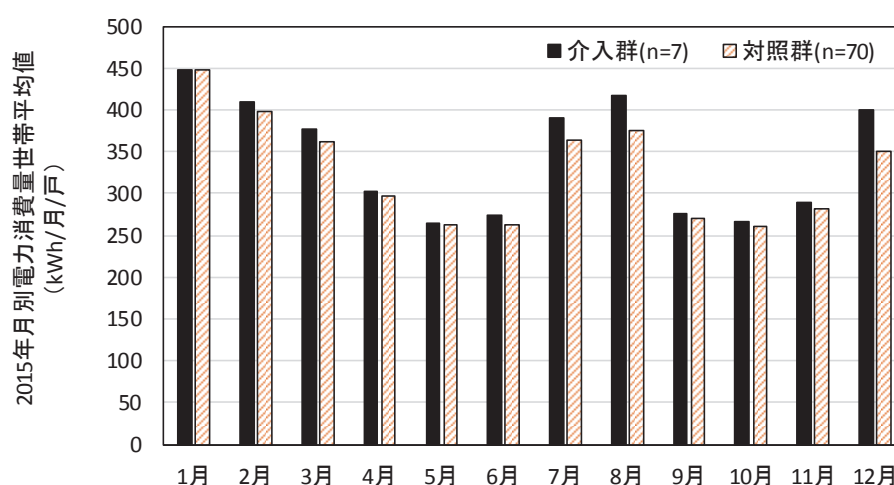


図 3 実介入群・対照群の 2015 年月別電力消費量世帯平均

介入群に対して、1~2 週目は個人の目標値のみを表示し、3~5 週目は個人の目標値に加えて介入群全体の目標値（「グループ目標」と呼ぶ）を表示した。6~7 週目は再び個人の目標値のみを表示した。なお、節電アドバイスは節電目標の達成支援が目的であるため、7 週間表示し続けた。また、厳しすぎる目標を設定することによる節電意欲の低下を防ぐため、1~3 週目の節電率は 0% (予想電力消費量をそのまま目標値として表示) を、4~7 週目の節電率は 10%を設定した。

## 2.2 実験結果

### (1) 介入群と対照群の電力消費量比較による節電効果の推定

実験前後における介入群と対照群の週電力消費量結果を図 4 に示す。節電アドバイス・節電目標の閲覧ログを調べたところ、実験開始前は表示開始日に実験家庭 7 世帯のうち 4 世帯が一度閲覧したのみであったが、実験開始日以降は、全員が毎日閲覧したことが確認された。実験を開始した 2 月 1 日以降の 7 週間における、介入群の平均週電力消費量は 87.8 (kWh/週) となり、対照群の 88.8 (kWh/週) と比べて約 1%の削減効果が確認された。ここで、2.1 章で述べた実験前における介入群と対照群の冬期電力消費量差 (平均約 5%) を考慮すると、計約 6%の節電効果になる。

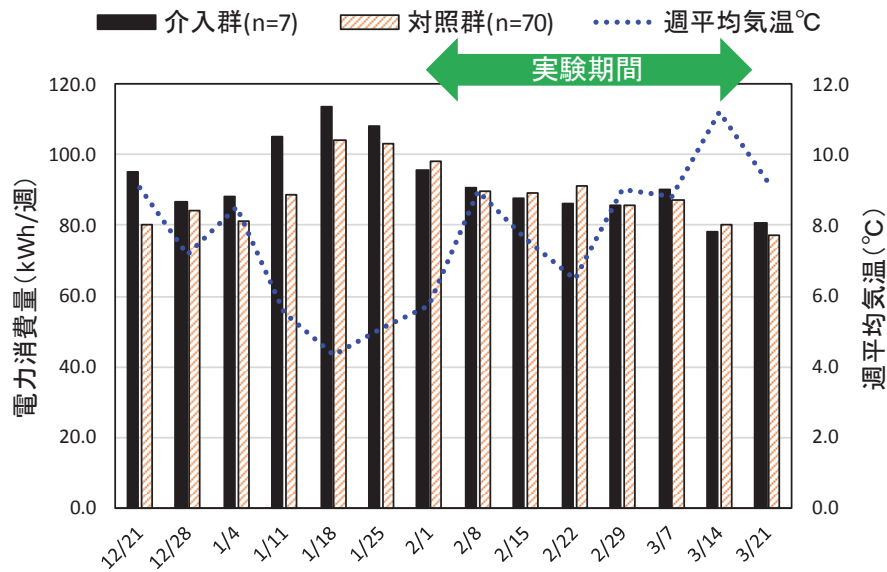


図 4 介入群・対照群の実験前後期間における電力消費量

グループ目標表示期間中 (3~5 週目) における介入群の削減率 (対照群の電力消費量を 1 とする) は平均約 3% となり、個人目標のみを表示した期間の削減率 (平均約 0%) よりも高い結果となった。また、目標値の算出において節電率 10% を設定した 4~7 週目に限ってグループ目標表示効果を算定しても、やはり個人目標のみの場合 (平均削減率約 -1%) よりもグループ目標を合わせて表示した期間の方が高い削減率が得られた (平均削減率約 3%)。

## (2) ベースライン法による節電効果の推定

2.2 (1) 章に示した節電効果には介入群と対照群の世帯属性差による推定誤差が内在する。表 1 に示した項目のほか、各世帯が保有するエアコンの COP や住宅性能、生活行動の違いに起因する気温感応度 (気温 1°C の変化に対する電力消費量の変化量) の世帯差も節電効果の推定誤差要因として挙げられる。

そこで、世帯毎に節電効果を推定できるベースライン法についても合わせて検討を行った。電力消費量は気温との相関が強いため、一般的に電力会社では気温等を説明変数とする回帰式を用いて翌日の電力消費量を予測している。同様の方法で、世帯別に節電アドバイスおよび節電目標を提示しなかった場合に消費されたであろう電力消費量 (以下「ベースライン」と呼ぶ) を推定することができれば、世帯属性差による推定誤差を回避することができる。ただし、ベースライン法には予測誤差が含まれる点にも留意されたい。

本報では、節電アドバイス・節電目標の表示開始 (1 月 18 日) 直前までの過去 8 週間データを用いた回帰式 (以下「1/18 回帰式」と呼ぶ) をベースラインの推定に用いた。ベースラインは家庭毎に算出し、節電効果の算定に用いた。なお、ベースラインの算出元データとなった 2015 年 11 月 23 日~2016 年 1 月 17 日における気温は実験期間の気温変動幅をほぼ網羅した。また、電力消費量予測に用いた予想気温は、実際の気温にほぼ一致した (図 5)。

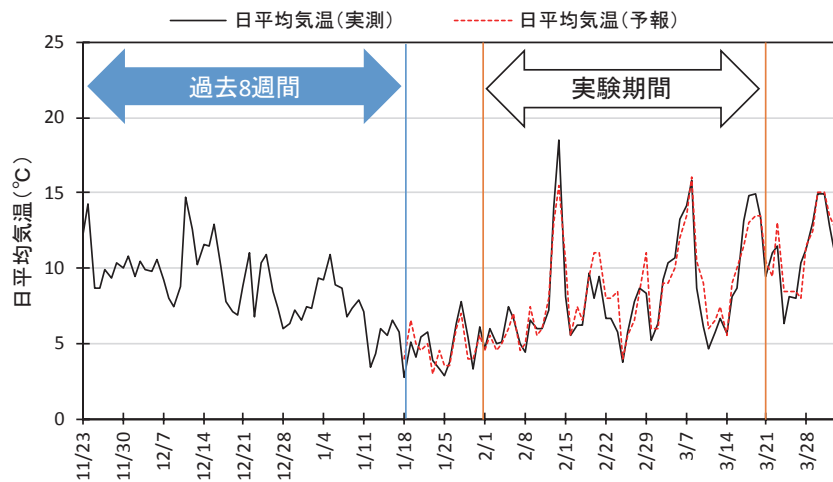


図5 日平均気温の推移と予想気温の比較

各介入世帯における 1/18 回帰式を用いたベースライン（週合計値）を 1（100%）とした時の電力消費量実績（週合計値）および介入群平均を図 6 に示す。実験期間における介入群の平均節電率は約 7%であった。

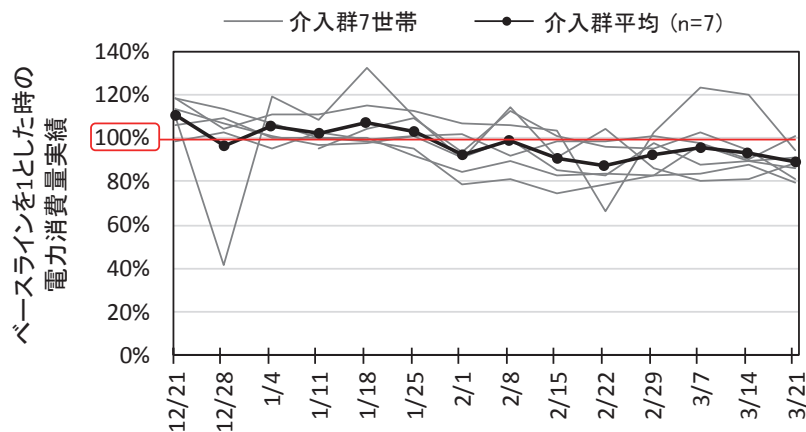


図6 介入群における節電状況

次に、2.2（1）章と同様に、節電目標の提示方法による節電効果の違いについて推計した。その結果、介入群 7 世帯中 5 世帯において、グループ目標を表示した方が、個人目標のみ表示よりも平均節電率が高かった。介入群平均においても、個人目標のみ表示期間中平均節電率（約 5%）よりも、グループ目標表示期間中平均節電率（約 10%）の方が高い結果が得られた。なお、目標値の算出において節電率 10%を設定した 4～7 週目に限ってグループ目標表示効果を算定しても、やはり個人目標のみの場合（平均節電率約 5%）よりもグループ目標を合わせて表示した期間の方が高い節電率が得られた（平均節電率約 10%）。

また、ベースライン（1 週間単位）の予測精度に関する参考情報として、対照群について、同様に 1/18 回帰式を用いたベースライン（週合計値）を 1（100%）とした時の電力消費量実績（週合計値）の平均を算出した結果、実験期間平均で約 107%となり（理想的には 100%であるべきだ



が、1/18 回帰式の算定元データには、気温が非常に低い日の電力消費量サンプルが十分含まれてはおらず、寒さが本格化した 2 月 1 日前後の推定精度が悪化したことが原因と考えられる)、介入群平均 (約 93%) との間に差が生じたことが確認された (図 7)。実験期間における両者の差が統計的に意味のある差かどうか検定するため、片側 t 検定を行った結果、2/1、2/8、2/22、3/7 週において介入群の節電率の方が有意に大きいことが確認された (有意水準 5%)。今後の課題として、統計的な有意性を向上させるためには、節電アドバイス・節電目標の閲覧家庭数を増やす必要がある。

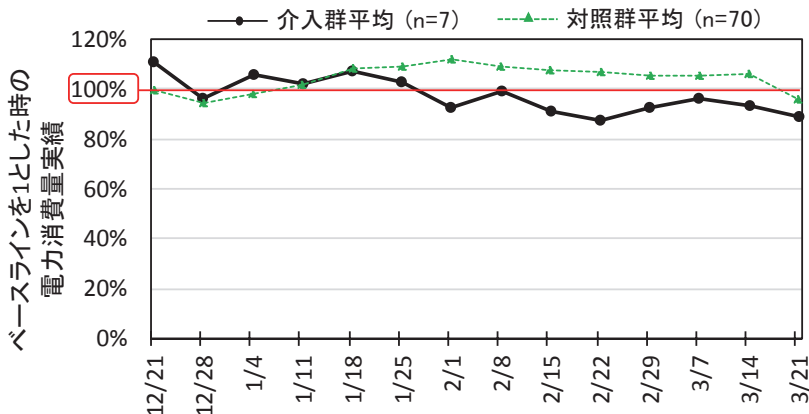


図 7 i-cosmos 閲覧の有無による節電率の比較

### 2.3 情報提供による家庭の低炭素化に向けた考察

スマートメータ (次世代電力量計) の普及により、家庭においても電力消費量情報が提供されるようになった。従来のように月単位の電力消費量ではなく、30 分単位の電力消費量を把握できるようになり、家庭における省エネの促進が期待されている。

しかしながら、LCS が実施してきた「家庭の電力使用量見える化実験」により、継続的な節電行動を促すためには、単に電力使用量を表示するのではなく、他者との比較による社会規範評価の刺激や、必要最低限の情報を効果的に提供する“Nudge”の概念を取り入れることで、低炭素化行動を支援する必要があることが明らかとなった。

また、“Nudge”と同様に家庭の省エネを促す手法として、目標値の設定 (Goal/Target Setting) が挙げられる<sup>3)</sup>。目標値の設定効果については、数理モデルにより説明しようと試みる研究や実証実験も含めると、多数の研究事例[5]がある。これらの研究事例では、個々の家庭に対する目標値の設定を対象としており、複数家庭をグループ化して目標設定を行った場合の効果については、Hsiaw(2013)[6]が数理モデルを用いて言及しているものの、実証研究はみられない。グループもしくはコミュニティレベルで省エネに取り組んだ事例自体は、数多く報告されており[7]、いずれの場合も社会規範意識が省エネ行動を促すほか、省エネ行動の動機付けを長期的に維持することが示唆されている。グループレベルで目標値を設定することで更なる省エネ行動の促進が期待できる。

そこで LCS では“Nudge”の概念や目標値の設定を可能とするシステムを i-cosmos に搭載し、情

<sup>3)</sup> Becker(1978)[3]や McCalley & Midden(2002)[4]は、目標値を設定することにより家庭の省エネ行動が促進されることを示したほか、目標値として設定する節電率の度合いや目標達成状況のフィードバックの有無が、省エネ行動に影響を及ぼすことを示した。

報提供による家庭の節電効果を検証するための予備的実験を行った。冬期に実施した本実験の結果、本システムにより平均約 6~7%の節電効果が確認された。本実験のサンプル数は非常に少ないため、節電量については今後サンプル数を増やして検証する必要があるものの、情報提供により節電が促される傾向は確認できた。さらに、複数の家庭をグループ化してグループ全体の目標値も表示した方が、より高い節電効果を得られることが示唆された。

目標値の設定や複数家庭のアグリゲーションは、低炭素社会の実現に向けて不可欠となる再生可能エネルギーの導入拡大や、既設発電設備の効率的な運転を目指す上で、需要家による柔軟な電力消費量制御に貢献し得る有効な手段であると考えられる。今後も統計的検証に耐えうる多くのサンプル数を集めた実証実験を行い、日本全国に展開する必要がある。

### 3. 低炭素設備導入による家庭の低炭素化

太陽光発電や燃料電池など新たな設備機器の導入も、生活の質に影響を及ぼさない家庭の低炭素化策として有望である。しかしながらこれらの設備機器は高額であるため、現時点では既存住宅における普及速度が緩やかである。既存住宅における普及を促進させるためには、導入による省エネポテンシャルと、将来的な設備機器の価格動向を踏まえた費用対効果を算定し、家庭にとっての経済的メリットを明らかにすることが有効であると考えられる。

LCS では、低炭素設備の導入による CO<sub>2</sub> 削減効果を検証するために、3 電池（太陽光電池・蓄電池・燃料電池）が導入された家庭における 2015 年実績データの分析を行った。

#### 3.1 分析対象データ

分析には、茨城県つくば市が保有する環境データ（つくば環境スタイル“SMILE”におけるモデル街区エリアのエネルギーデータ）の中から、2015 年 1 月から 12 月までの期間においてデータ欠損がなく、世帯人員数などの世帯属性データが得られた 27 世帯の環境データを抽出して用いた。なお、当該モデル街区は戸建分譲住宅 175 戸と集合住宅約 230 戸で構成されており、抽出した 27 世帯は全て戸建住宅である（平均世帯人数は 3.2 人）。また、全ての分析対象世帯には、家庭用リチウムイオン蓄電池（6.2kWh）、燃料電池（0.7kW）、太陽光発電システム（約 3.5kW）、LED 照明、HEMS が装備されている。

### 3.2 エネルギー生産・消費実績

#### (1) 太陽光発電 (PV) システム

太陽光発電システムにおける、月別の合計発電量および合計売電量の推移を図 8 に示す（発電量は、売電量と自家消費量の合計値に相当）。発電量は 5 月に最大となったが、自家消費量は 7、8 月の夏に多い傾向が見られた。一世帯あたりの年間総発電量は平均約 4,310kWh であり、うち 3,627kWh（発電量の約 84%に相当）は電力会社へ売電している結果となった。この現象は、対象街区における太陽光発電買取価格（1kWh あたり約 32 円）が契約している電気料金（東京電力ピークシフトプラン）よりも高額であるため、全家庭の HEMS において売電を優先する設定となっていたことに起因する。

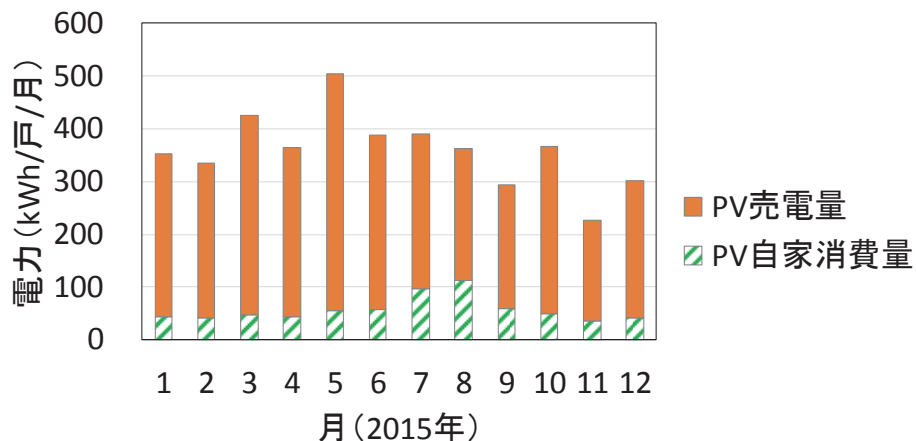


図 8 月別の太陽光発電（発電・売電）の推移

#### (2) 燃料電池 (FC)

燃料電池の月別の合計発電量およびガス購入量（ただし燃料電池以外の用途も含む）の推移を図 9 に示す。給湯需要が多くなる冬期において、燃料電池の発電量も増加した。燃料電池による一世帯あたりの年間総発電量は平均約 2,150kWh となった（定格出力で常時運転した場合の年間発電可能量の約 35%に相当）。

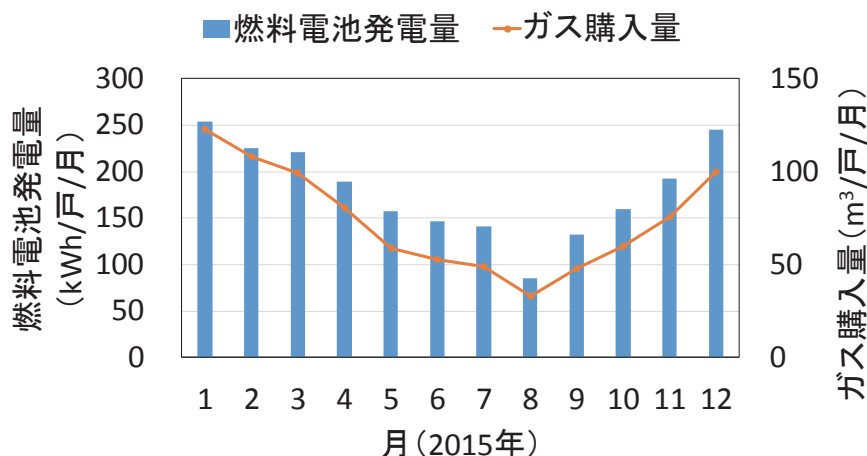


図 9 月別の燃料電池発電量およびガス購入量の推移

### (3) 蓄電池

蓄電池の月別の充電量および放電量の推移を図 10 に示す（充電量は、放電量と充放電ロス量の合計値に相当）。冬期における充放電量が多い一方で、中間期は利用率が低い。一世帯あたりの年間総充電量は平均約 563kWh（1 日 1 回フル充電した場合の年間総充電可能量の約 25%に相当）であるのに対して、総放電量は 371kWh となった。よって年平均充放電効率は約 66%となった。なお、1 日あたりの平均充電量は 0.6kWh（中間期）～3.1kWh（冬期）であった。

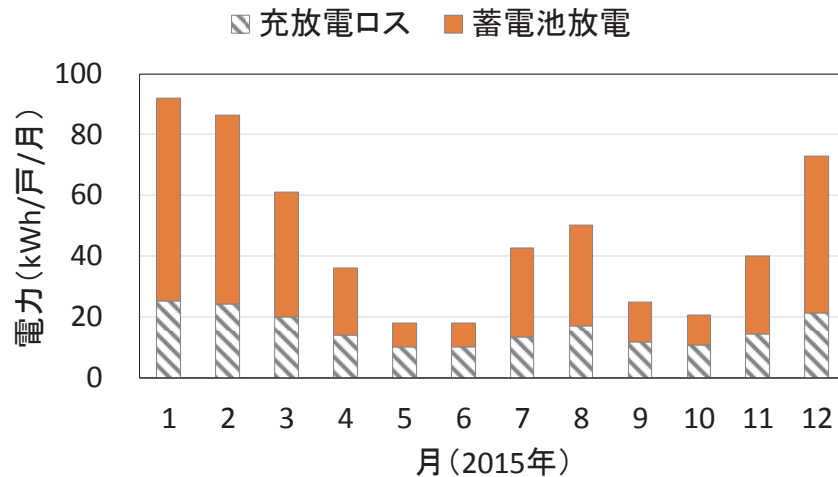


図 10 月別の蓄電池充電量および放電量の推移

### (4) 系統電力購入量

電力会社からの月別の買電量およびその内訳の推移を図 11 に示す（買電量は、蓄電池への充電量とそれ以外の用途のため購入した電力の合計値に相当）。蓄電池への充電は、深夜（1 時～4 時）の電力料金が安い時間帯に行われている（深夜は 1kWh あたり約 12 円で買電）。特に中間期においては、より蓄電池を活用することで深夜電力以外の時間帯に購入する電力を減らせる可能性がある。

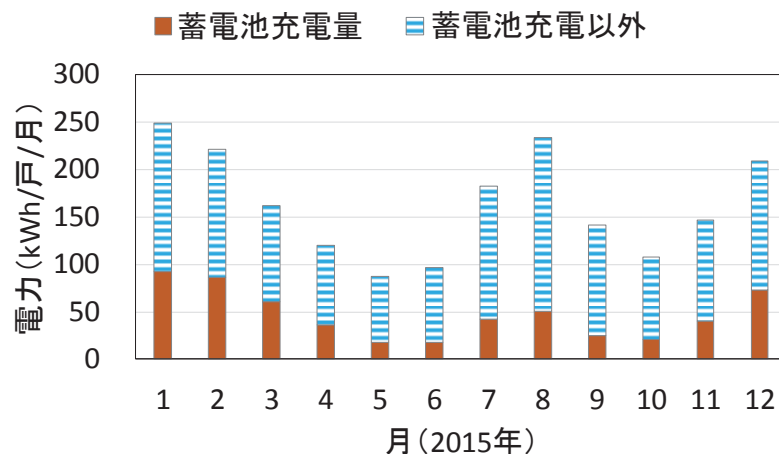


図 11 月別の買電量およびその内訳の推移

(5) 年間の電力需給バランス

(1) ~ (4) の結果を、年間の電力需給バランスにまとめた (図 12)。その結果、家庭内で実質的に必要とする電力は年間約 4,594kWh であり、太陽光発電量とほぼ同量であった。また、HEMS において電気代を最小化する設定となっている現状では、実質電力需要の 47%を燃料電池から調達していることが明らかとなった (図 13)。

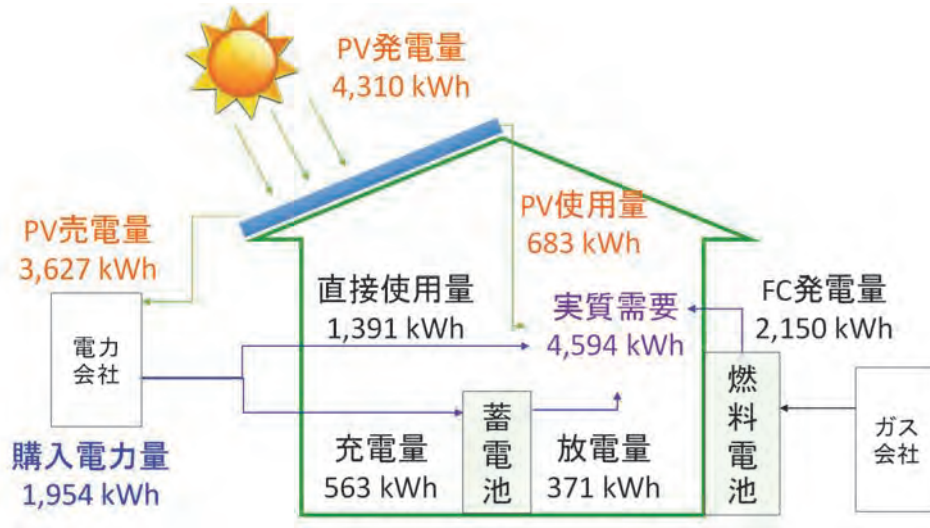


図 12 年間の一世帯あたりの電力需給バランス

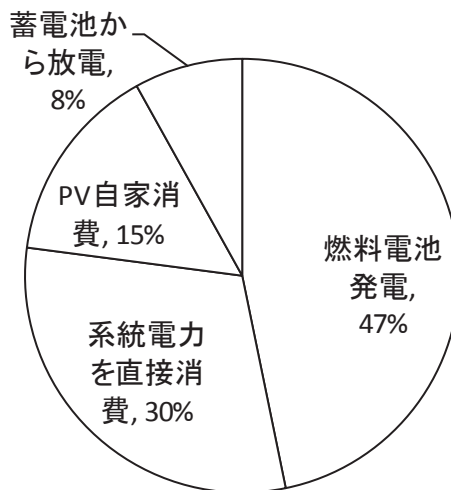


図 13 実質電力需要の供給内訳

(6) 年間のエネルギー需給バランス

(1) ~ (4) の結果を、ガスも含めた年間のエネルギー需給バランスにまとめた (図 14)。その結果、3 電池搭載家庭における平均的な年間最終エネルギー消費量は約 34GJ (購入ガス量と購入電力量に、PV 売電量を考慮した正味の値) となり、ガスによるエネルギー消費量が大半を占めることが示された。

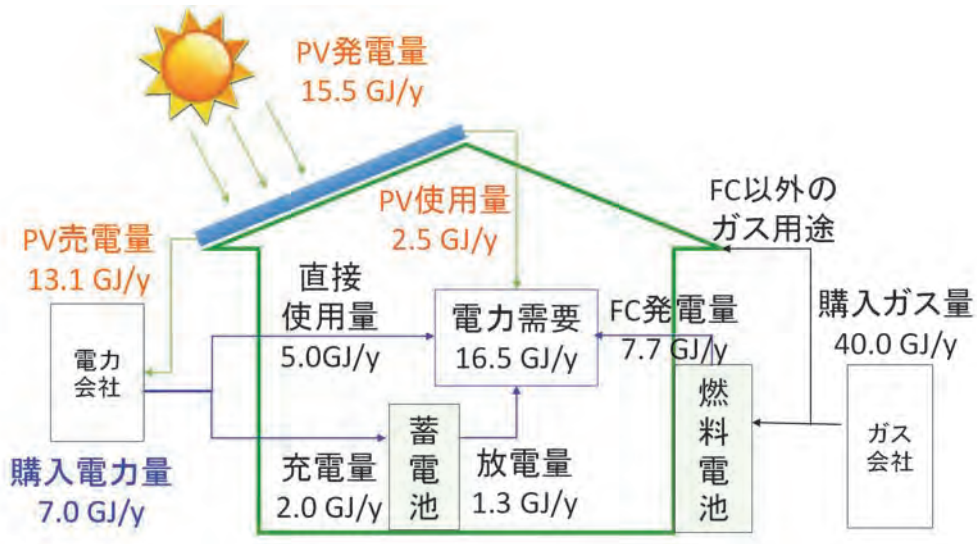


図 14 年間の一世帯あたりのエネルギー需給バランス

3.3 各設備機器の時刻別稼働状況

冬期 (2015 年 1 月平均値)、中間期 (2015 年 5 月平均値)、夏期 (2015 年 8 月平均値) における各設備機器の稼働状況を図 15~図 17 に示す。HEMS において電気代を最小化する設定となっている現状では、中間期や夏期に蓄電池をより活用することで、太陽光発電の売電量を増加させることができると考えられた。今後は 3 電池の更なる最適な制御に向けた検討が必要である。

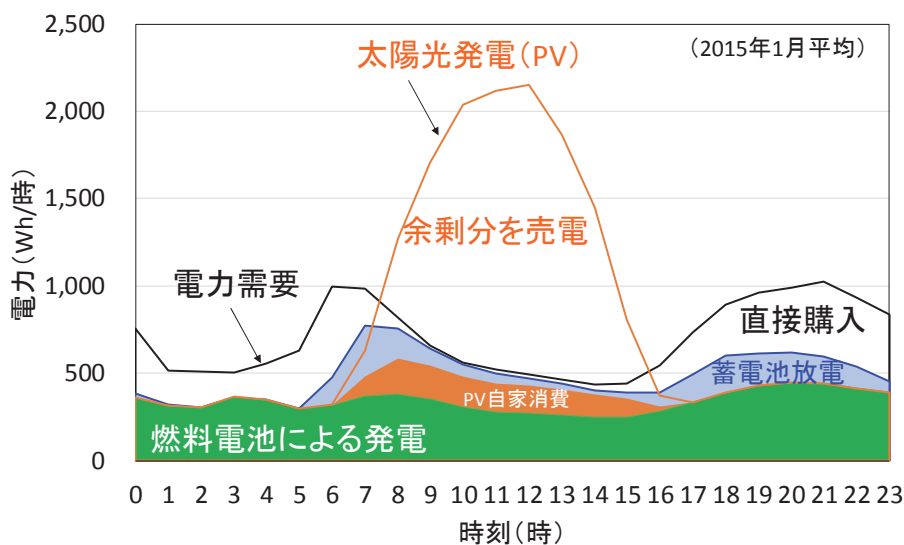


図 15 各設備機器の季節別稼働状況 (冬期)

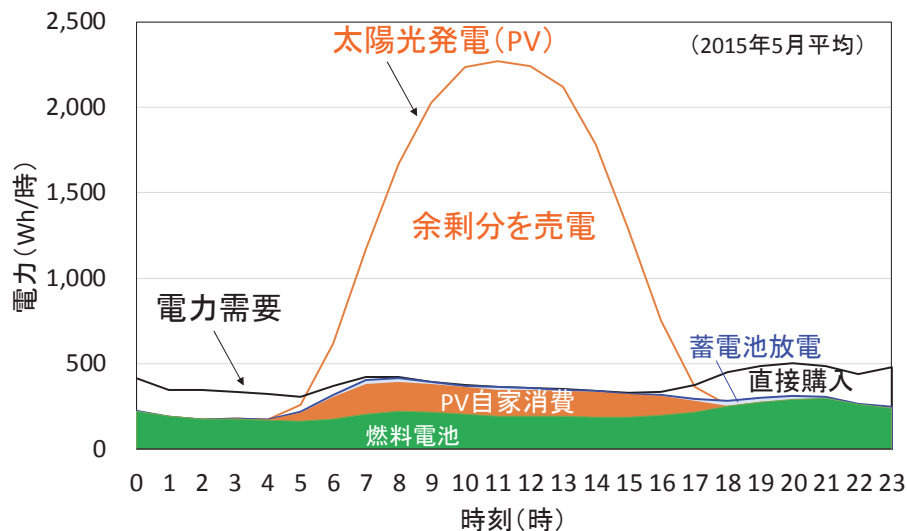


図 16 各設備機器の季節別稼働状況 (中間期)

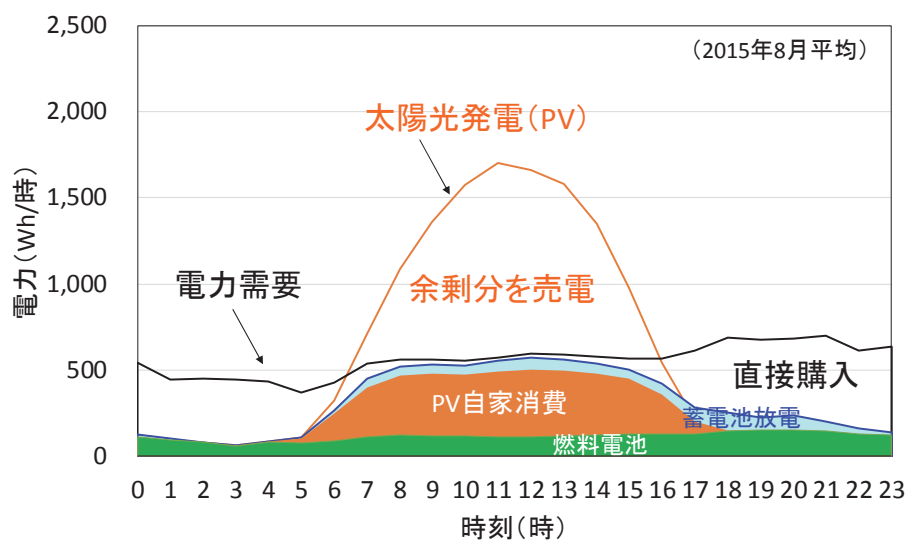


図 17 各設備機器の季節別稼働状況 (夏期)

### 3.4 3 電池導入効果の算定

3 電池導入住宅における最終エネルギー消費量、CO<sub>2</sub> 排出量および光熱費（水道代を除く）について、統計データ[8]と比較した。

#### (1) 最終エネルギー消費量

3 電池導入住宅における省エネ量は年間約 2.3(GJ)、省エネ率は 6.4%となった (図 18 左)。

#### (2) CO<sub>2</sub> 排出量

3 電池導入住宅における CO<sub>2</sub> 排出量は年間約 1,186(kg-CO<sub>2</sub>)、CO<sub>2</sub> 削減率は約 68%となった (図 18 右)。なお、電力の CO<sub>2</sub> 排出原単位は 0.500(kg-CO<sub>2</sub>/kWh)[9]、ガスの CO<sub>2</sub> 排出原単位は 50.59(kg-CO<sub>2</sub>/kJ)[10] (約 0.182(kg-CO<sub>2</sub>/kWh)に相当) として算出した。

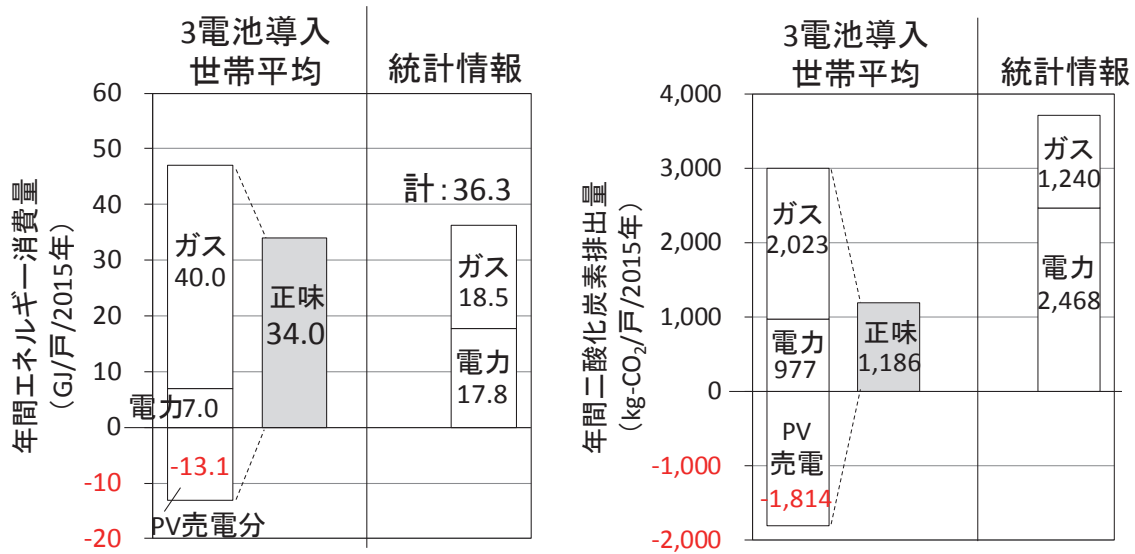


図 18 最終エネルギー消費量 (左) および CO<sub>2</sub> 排出量 (右) の比較結果

(3) 光熱費 (水道代を除く)

3 電池導入住宅における電気料金は、ヒアリングに基づいて東京電力のピークシフトプラン[11]を適用した (契約容量は 10kVA、契約アンペアは 50A、燃料費調整額は 2014 年 4 月から 2015 年 1 月の平均値 2.5 円/kWh[12]、再エネ賦課金は 0.75 円/kWh[13]とした)。また、太陽光発電の売電単価は分析対象世帯における売電単価の平均値 31 円/kWh とした。3 電池導入住宅におけるガス料金は、筑波学園ガスの得トクエコプラン[14] (燃料電池導入世帯向けのプラン) を適用した。

比較に用いた統計データには、総務省統計局「家計調査 (家計収支編) 4. 詳細結果表」(二人以上の世帯、月別、関東) [15]の品目分類 4-1 表を用いた。

両者を比較した結果、3 電池導入住宅における光熱費 (水道代を除く) は年間約 9 万円となり、一般世帯と比べて年間約 11 万円削減されるとの結果を得た (図 19)。

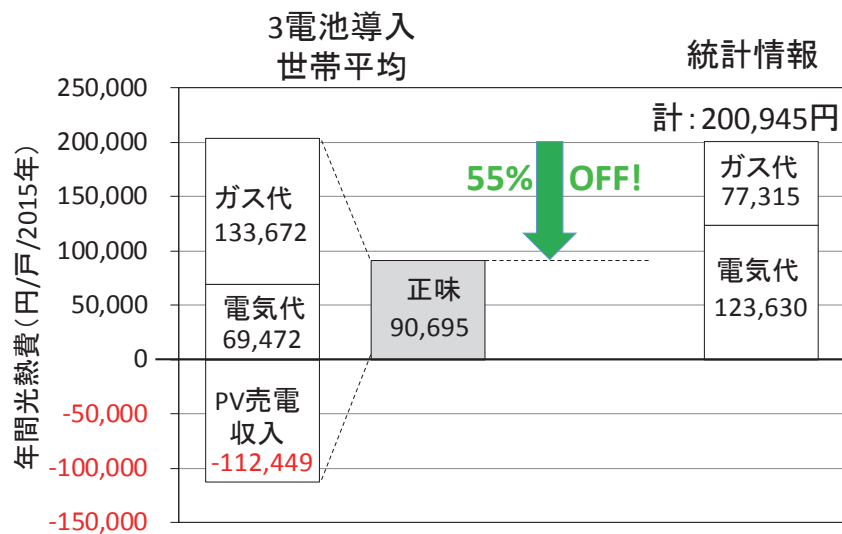


図 19 光熱費 (水道代を除く) の比較結果



### 3.5 低炭素化設備導入による家庭の低炭素化に向けた考察

生活の質に影響を及ぼさない家庭の低炭素化策として、太陽光発電や燃料電池など新たな設備機器の導入は有望である一方、導入費用が高額であるため、現時点では既存住宅における普及速度が緩やかである。既存住宅における普及を促進させるためには、導入による省エネポテンシャルと、将来的な設備機器の価格動向を踏まえた費用対効果を算定し、家庭にとっての経済的メリットを明らかにすることが有効であると考えられた。

LCS では低炭素化設備機器の導入による省エネポテンシャルを把握するために、3 電池（太陽光発電システム、燃料電池、蓄電池）が導入された住宅のエネルギー消費実態を調査した。

その結果、一般的な住宅と比べて約 68%の CO<sub>2</sub> 削減効果（年間約 2.5t-CO<sub>2</sub> 削減相当）があることが明らかとなった。また、光熱費（水道代を除く）に関しては年間約 11 万円削減されるとの推計結果を得た。LCS の政策提案書[16]-[18]に基づく、太陽光発電は 2015 年時点で約 200 円/W（実装価格）であるのに対して、2030 年には約 57 円/W（システム原価）まで低下すると予想される。同様に、2030 年には蓄電池は 100 円/Wh（2015 年時点の実装価格）から 6 円/Wh（システム原価）に、燃料電池は 3,300 円/W（2015 年時点の実装価格）から 322 円/W（システム原価）に低下すると予想される。実装価格をシステム原価の 1.3 倍程度と仮定すると、調査対象住宅における 3 電池の導入費用は、年経費換算で現状の 21 万円前後から 2030 年には 3 万円前後まで低下すると予想される。以上の結果から、3 電池の導入は CO<sub>2</sub> 削減に貢献するほか、将来的には既存住宅においても経済的な導入メリットが生じ得るとの結論を得た。

## 4. 家庭の低炭素化に向けた政策提言

生活の質を落とさずに家庭部門の低炭素化を実現するための方策の一つとして、新たに設備機器を導入することなく実施できる省エネ対策について、家庭に情報提供することによる効果の検証を行った。LCS が実施してきた「家庭の電力使用量見える化実験」により、継続的な節電行動を促すためには、単に電力使用量を表示するだけでは不十分であることが明らかとなっている。

そこで、他者との比較による社会規範評価の刺激や、必要最低限の情報を効果的に提供する“Nudge”の概念、目標値の設定（Goal/Target Setting）など、社会心理学や人間行動学における最新の知見に基づいた情報提供を行い、その効果を検証するための予備的実験を行った。冬期に実施した本実験の結果、情報提供により平均約 6~7%の節電効果が確認された。本実験のサンプル数は非常に少ないため、節電量については今後サンプル数を増やして検証する必要があるものの、情報提供により節電が促される傾向は確認できた。さらに、複数の家庭をグループ化してグループ全体の目標値も表示した方が、より高い節電効果を得られることが示唆された。

目標値の設定や複数家庭のアグリゲーションは、低炭素社会の実現に向けて不可欠となる再生可能エネルギーの導入拡大や、既設発電設備の効率的な運転を目指す上で、需要家による柔軟な電力消費量制御に貢献し得る有効な手段であると考えられる。今後も統計的検証に耐えうる多くのサンプル数を集めた実証実験を行い、日本全国に展開する必要がある。（2.3 項に詳述）

また、生活の質を落とさずに家庭部門の低炭素化を実現するための方策として、太陽光発電や燃料電池など新たな設備機器の導入について検討した。具体的には、太陽光発電システム、燃料電池、蓄電池が導入された家庭の実際のエネルギーデータに基づいて、低炭素化設備機器の費用対効果を算定した。

その結果、一般的な住宅と比べて約 68%の CO<sub>2</sub> 削減効果（年間約 2.5t-CO<sub>2</sub> 削減相当）があり、光熱費（水道代を除く）に関しては年間約 11 万円削減されるとの推計結果を得た。3 電池の導入費用は、年経費換算で現状の 21 万円前後から 2030 年には 3 万円前後まで低下すると予想されることから、将来的には既存住宅においても普及が進むと考えられた。一方で、夏期・中間期にお

ける蓄電池の一層の活用により、経済的な利益を得られる余地が残されている結果が得られたことから、今後は 3 電池の更なる最適な制御にむけた検討が必要である。(3.5 項に詳述)

## 参考文献

- [1] 低炭素社会の実現に向けた技術および経済・社会の定量的シナリオに基づくイノベーション政策立案のための提案書, 社会システム編, “民生家庭部門の省エネルギー促進からの低炭素社会実現 (Vol.2)”, 科学技術振興機構低炭素社会戦略センター, 2016 年 3 月.
- [2] 磐田朋子, 野村昇, 田中加奈子, 松橋隆治, “節電アドバイスおよび節電目標表示システムの開発と実装”, エネルギー・資源学会誌, Vol.38, No.1, pp52, 2017.
- [3] Harding M. & Hsiaw A., “Goal Setting and Energy Conservation”, *Journal of Economic Behavior & Organization*, 107, pp.209-227, 2014.
- [4] Alice Hsiaw, “Goal-setting and self-control”, *Journal of Economic Theory*, 148, pp.601-626, 2013.
- [5] European Environment Agency, “Achieving energy efficiency through behavior change: what does it take?”, EEA Technical report, No.5, 2013.
- [6] Becker L., “Joint effect of feedback and goal setting on performance: a field study of residential energy conservation”, *J Applied Psychology* 63, 428-433, 1978.
- [7] McCalley L. T. & Midden C. J. H., “Energy conservation through product-integrated feedback: The roles of goal-setting and social orientation”, *Journal of Economic Psychology*, 23, 589-603, 2002.
- [8] “EDMC/エネルギー・経済統計要覧 (2016 年版)”, 日本エネルギー経済研究所, 2014 年度値.
- [9] 東京電力エナジーパートナー株式会社, プレスリリース, 2015 年度値,  
[http://www.tepco.co.jp/ep/notice/pressrelease/2016/1314951\\_8661.html](http://www.tepco.co.jp/ep/notice/pressrelease/2016/1314951_8661.html) (2017 年 2 月アクセス).
- [10] “EDMC/エネルギー・経済統計要覧 (2015 年版)”, 日本エネルギー経済研究所, エネルギー源別炭素排出係数.
- [11] 東京電力エナジーパートナー株式会社, <http://www.tepco.co.jp/ep/private/plan2/old06.html> (2017 年 2 月アクセス).
- [12] 東京電力エナジーパートナー株式会社,  
<http://www.tepco.co.jp/ep/private/fuelcost/backnumber/index-j.html> (2017 年 2 月アクセス).
- [13] 東京電力エナジーパートナー株式会社, 平成 26 年度値,  
<http://www.tepco.co.jp/e-rates/individual/shin-ene/saiene/pdf/20140331.pdf> (2017 年 2 月アクセス).
- [14] 筑波学園ガス (現、東京ガス) ホームページ (現在閲覧不可。冬期 (12 月~4 月) の基本料金が 3,672 円/月、その他 (5 月~11 月) の基本料金が 2,052 円/月、従量単位料金が 113.61 円/m<sup>3</sup> という得トクエコプラン料金設定を引用。)。
- [15] 総務省統計局「家計調査 (家計収支編) 4. 詳細結果表」(二人以上の世帯、月別、関東), <http://www.e-stat.go.jp/SG1/estat/OtherList.do?bid=000000330002&cycode=1> (2017 年 2 月アクセス).
- [16] 低炭素社会の実現に向けた技術および経済・社会の定量的シナリオに基づくイノベーション政策立案のための提案書, 技術開発編, “太陽光発電システムー要素技術の構造化に基づく定量的技術シナリオと科学・技術ロードマップ”, 科学技術振興機構低炭素社会戦略センター, 2014 年 3 月.
- [17] 低炭素社会の実現に向けた技術および経済・社会の定量的シナリオに基づくイノベーション政策立案のための提案書, 技術開発編, “蓄電池システムー要素技術の構造化に基づく定量的技術シナリオと科学・技術ロードマップ”, 科学技術振興機構低炭素社会戦略センター, 2014 年 3 月.

- [18] 低炭素社会の実現に向けた技術および経済・社会の定量的シナリオに基づくイノベーション政策立案のための提案書, 技術開発編, “固体酸化物燃料電池システム (Vol.3) –将来の電源構成における SOFC の役割と技術開発課題–”, 科学技術振興機構低炭素社会戦略センター, 2016 年 3 月.

---

---

低炭素社会の実現に向けた  
技術および経済・社会の定量的シナリオに基づく  
イノベーション政策立案のための提案書

社会システム編

民生家庭部門の省エネルギー促進からの  
低炭素社会実現 (Vol.3)

平成 29 年 3 月

“Policy Recommendation toward Low Carbon Society  
on Promotion of Energy Saving in Household Sector (vol.3)”

Strategy for Social System,

Proposal Paper for Policy Making and Governmental Action

toward Low Carbon Societies,

Center for Low Carbon Society Strategy,

Japan Science and Technology Agency,

2017.3

国立研究開発法人科学技術振興機構 低炭素社会戦略センター

---

本提案書に関するお問い合わせ先

- 提案内容について・・・低炭素社会戦略センター 研究員 磐田 朋子 (Tomoko IWATA)
- 低炭素社会戦略センターの取り組みについて・・・低炭素社会戦略センター 企画運営室

〒102-8666 東京都千代田区四番町5-3 サイエンスプラザ4階  
TEL : 03-6272-9270 FAX : 03-6272-9273 E-mail : lcs@jst.go.jp  
<http://www.jst.go.jp/lcs/>

© 2017 JST/LCS

許可無く複写・複製することを禁じます。  
引用を行う際は、必ず出典を記述願います。

---

---