

スマートフォンを利用したピークカット促進 アプリケーションの提案と実装

徳田 啓介^{1,a)} 松本 真佑¹ 中村 匡秀¹

概要: 本研究では、家庭内での省エネを実現方法として、生活者によるピークカットを目指し、個人の省エネ意識を向上するアプリケーション、**ピークカッター**を提案、実装する。ピークカッターはホームネットワークシステム (HNS) と連携し、消費電力がピークを超えると住人のスマートフォンに通知する。生活者は機器毎の使用電力を画面で確認し、つけっぱなしや無駄な使用があれば、遠隔で機器の電源を制御する。

キーワード: 省エネ, ピークカット, ヒューマンインターフェイス, スマートフォン, ホームネットワークシステム

Implementing Electricity Peak-Cut Application Using Smartphones

KEISUKE TOKUDA^{1,a)} SHINSUKE MATSUMOTO¹ MASAHIDE NAKAMURA¹

Abstract: To encourage residents to reduce peak demand of electricity, we propose and implement a smartphone application, named *Peak Cutter*. This application works within a home network system (HNS), and notices a peak electricity demand via their smartphone. Residents can confirm power consumptions for each home appliance, and can remotely control the home appliances.

Keywords: energy-saving, peak-cut, human interface, smartphone, home network system

1. はじめに

近年、国内の消費エネルギーは増大している [1]。特に、家庭の消費エネルギーは 2009 年の国内総消費エネルギーの 14.2% を占めている。さらに、家庭消費エネルギーはここ 30 年で 2 倍以上になっている [2]。これは、世帯数の増加と家電機器の普及・大型化などによる消費電力増加が要因となっている。以上の背景より、各家庭における省エネが重要な課題となっている。

現在、家庭内での省エネを実現するために様々な研究・開発が進められている。例えば、建築物の断熱性能の向上により冷暖房の使用を抑制する省エネ住宅 [1] や、宅内の家電を連携制御し効率の良い機器稼働を実行するスマートハウス [3], [4]、機器の小型化や高性能化によって自動的に

省エネを実行する省エネ家電などが挙げられる。これらの方法は機器やシステムなどの「モノ」が主体となって自動的に省エネを行うという点で、「モノによる省エネ」と呼ぶことができる。

一方で、「ヒト」が自発的に省エネ行動を進める「ヒトによる省エネ」も有効であると考えられる。積水ハウスの調べによると、スマートハウス環境下での自動制御による消費電力削減効果は 6% 程度とわずかであることが報告されている [5]。これに対し、内閣官房国家戦略室は時間帯別に電気料金を設定し、住民が主体となって電力使用を押さえる方法を取ることで、最大需要を約 15% 削減できたことを報告している [6]。以上のことから、機器主体の自動的な省エネ制御に限らず、「ヒト」が主体となった省エネ行動も高い効果が望めることが分かる。

この「ヒトによる省エネ」を普及させるためにはいくつかの達成すべき課題がある。「モノによる省エネ」は機器

¹ Kobe University Rokkoudai 1-1, Nada, Kobe, Hyogo 657-8501 Japan

^{a)} tokuda@ws.cs.kobe-u.ac.jp

主体の自動制御が基本であるため、住民の生活の質を下げずに、かつ持続的に省エネ行動を実現できる。一方、「ヒトによる省エネ」は住民の自制に強く依存しており、また少なからず生活の負担となる可能性がある。「ヒトによる省エネ」を促進するためには、住民に負担のない範囲で、かつ持続的にできるような省エネの支援方法が課題となる。

また、電力に対する省エネの実現方法として、需要ピーク時の消費電力を抑制、あるいは移行させる手法（ピークカット、ピークシフト）も有効である。このピークカットとピークシフトは、「ヒトによる省エネ」を実現するにあたって効果的な手法であると考えられる。これは需要ピーク時のみに省エネ行動を要求する方法であり、ヒトへの負担が小さく、継続しやすいと考えられるためである。

本稿では省エネの推進を目的として、ヒトによるピークカットの支援手法として、生活者個人個人の省エネ意識を向上するためのスマートフォンアプリケーション、**ピークカッター**を提案する。ピークカッターは家電ごとの消費電力をグラフ化して、生活者にとって分かりやすいものにする。生活者はスマートフォンでいつでも・どこでも消費電力を確認できる。そして、消費電力が設定されたピークを超えた場合に、ピークカッターは生活者に対してその旨を通知する。通知を受けた生活者は、ピークカッターを利用して、つけっぱなしなどの無駄に稼働している家電を遠隔制御する。スマートフォンによる手軽な消費電力の確認によって省エネ意識は向上できると考える。また、ピーク時に通知を行い生活者の家電制御を要請することにより、ヒトによる積極的なピークカットを実現する。

提案システムの評価実験として、実際の HNS 環境下でピークカッターを利用した省エネ活動の実証実験を行う。実験により得られた実際のエネルギー削減効果とピークカッターの操作ログ、及び被験者へのアンケートの結果に基づき、提案システムの有用性とその限界について考察する。

2. 準備

2.1 ホームネットワークシステム (HNS)

近年、TV や DVD、エアコンなどの家電や、温度計、照度計などのセンサをネットワークに接続し、高い付加価値サービスを提供するホームネットワークシステム (HNS) の研究開発がさかんである。我々の研究室では、様々な家電やセンサを用いて実際の HNS (CS27-HNS) を構築している [7]。CS27-HNS では家電を操作するための API を Web サービスとして公開している。また、各家電の消費電力を 3 秒ごとに取得し、XML 形式でデータベースに蓄積している。我々は CS27-HNS の環境下で、各家電の消費電力を監視して月間の電力料金や日・月別の消費電力を見える化する消費電力振り返りサービス [8] を実現している。

2.2 省エネに対するアプローチ

本節では省エネ行動を「ヒト・モノによる省エネ」と、「総消費・ピーク時消費の削減」の 2 つの観点から大別する。

2.2.1 モノによる省エネとヒトによる省エネ

家電機器などの「モノ」が主体となって機器の稼働効率を改善し、省エネを実現する手法を、本稿では「モノによる省エネ」と呼ぶ。その具体的な方法としては、機器の効率化や高性能化により機器自体のエネルギー消費効率 (COP: Coefficient Of Performance) を改善する手法が広く知られている。LED 照明や液晶テレビなどの低消費電力家電や、自発的に省エネ稼働を行う省エネ家電などはその一例である。また、近年では機器の高性能化と ICT 技術の発展により、複数の家電を連携制御し効率的な家電制御を実現する手法も存在する。HEMS や BEMS[9]、スマートグリッド [10]、ホームネットワークシステム [7] などがその代用的な例である。これら「モノによる省エネ」の特徴は、モノが主体となって自動的に省エネを実現する点にある。そのため生活者の生活に影響のない範囲で、かつ持続的な省エネの実現が期待できる。

一方、「ヒトによる省エネ」とは、個々人の自発的な省エネ行動を促すことで、社会全体での省エネを実現する方法である。消費電力の見える化により生活者のエネルギー消費に対する意識を改善する方法や、省エネガイドラインに基づいて省エネ行動を促進するといった方法が一般的である。実際に、効率の良い家電の使い方に関する省エネガイドラインが様々な機関や一般企業によって公開されている [11], [12]。また、内閣官房国家戦略室の報告によると、消費電力の見える化によって消費電力を 1 割程度削減できるとされている [6]。

この「ヒトによる省エネ」は「モノによる省エネ」と両立させることが可能であり、両者をうまく実現することで効果的な省エネの実現が期待できる。しかしながら、「ヒトによる省エネ」の効果は生活者の自制に頼るところが大きく、また少なからず生活者の生活の質を低減させる原因となり得る。「ヒトによる省エネ」を促進するためには、生活者に負担のない範囲で、かつ持続的にできるような支援方法が課題となる。

2.2.2 総消費の削減とピーク時消費の削減

一般的な資源エネルギー (水道、ガス、電気等) を節約する方法としては、そのトータルの消費量を削減する方法が最も一般的かつ効果的である。COP 効率の改善や、自動的な省エネ稼働、前述の省エネガイドラインに示されるほとんどの方法は、この総消費の削減方法に該当する。

一方で、本稿で取り扱う電力エネルギー (以降では単にエネルギーと略す) に限った場合、その需要のピーク時間帯の消費を抑える方法も有効である。これは電力は蓄電が難しいこと、及び最大需要の見積に基づいて多めに総発電量を供給していることが原因である。この方法はピークカッ

トとピークシフトの2つに分類することが出来る。ピークカットとは需要ピーク時の消費エネルギーを低く抑える方法であり、ピークシフトとは夜間などの比較的需要の少ない時間帯にエネルギーの利用時間帯をずらす方法である。

2.3 研究の目的

本稿では家庭単位での省エネの実現を目的として、「ヒトによる省エネ」と「ピーク時消費の削減」を組み合わせた省エネ行動に着目する。この省エネ行動は、生活者が需要ピーク時のみに省エネ行動を意識すればよいため、生活の負担になりにくく、持続的かつ自発的な省エネ行動を促進できると考えたためである。また、この省エネ行動を通じてエネルギー消費に対する意識を改善することができれば、ピーク時消費の削減のみならず総消費の削減に対する効果も得られると期待できる。

この目的を達成するために、本稿では以下の2つの要求の達成を目指す。

- **要求 R1：生活者の省エネ意識を向上させる。** 生活者が自発的に省エネ行動に取り組むには、生活者の省エネ意識を向上させる必要がある。生活者の省エネ意識の向上の手法としては、生活者に対して現在の消費電力や消費電力削減の効果などを数値やグラフなどで見える化する、生活者に省エネを促す通知を行うといったものが挙げられる。
- **要求 R2：生活者が容易にピークカットができる。** 生活者が持続的にピークカットを実施するためには、自動的なピーク時通知と、容易な家電制御の支援が必須である。この家電制御は場所に制限されることなく、短時間で実行できるものでなくてはならない。

本稿では要求 R1, R2 を満たすスマートフォンアプリケーション、ピークカッターを提案する。ピークカッターによって生活者の省エネ意識を向上し、生活者による自発的かつ持続的なピークカットを実現する。

3. 提案システム

3.1 システム要求

我々は、要求 R1, R2 を満たすために必要な機能を以下の4つに定めた。

- 機能 F1：消費電力見える化機能。
- 機能 F2：電力消費のピーク時通知機能
- 機能 F3：家電機器の遠隔制御機能。

機能 F1, F2 によって要求 R1 を満たし、機能 F2, F3 によって要求 R2 を満たす。

3.2 ピークカッター

本研究では、上記の機能を持つアプリケーション、ピークカッターを Android アプリケーションとして実装した。図1にピークカッターのアーキテクチャを示す。まずピー

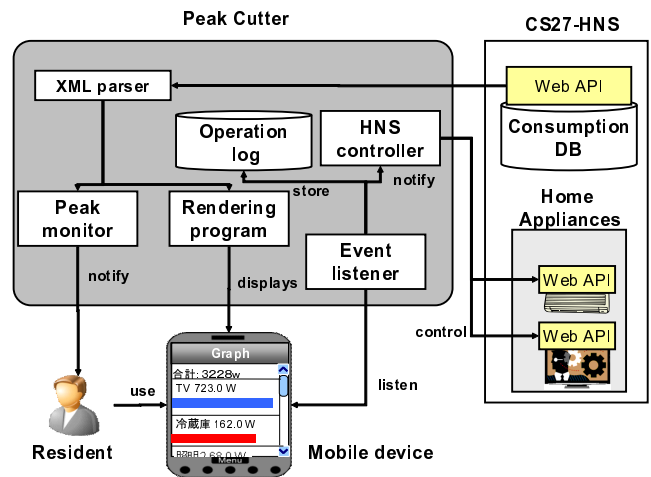


図1 ピークカッターのアーキテクチャ

クカッターは CS27-HNS に蓄積された各家電の消費電力を Web-API を利用して XML 形式のデータとして取得する。Rendering program は取得した各家電と家庭内合計の消費電力を Mobile device 上にグラフ化して表示する。このグラフは消費電力量の降順で提示されるため、消費電力の大きな家電がすぐ目につくようになっている。これにより、生活者は、どの家電を制御すると大きな効果が望めるかすぐに把握できる。また、各家電のグラフを押下することで、家電を制御する画面へ移行可能であり、消費電力グラフを確認してからすぐに家電を制御可能である。Peak monitor は合計消費電力が一定量を上回っている場合、音とバイブレーションで生活者に通知を行う。この通知によって、生活者のピークカットに対する意欲を促進できると考える。通知を受けた生活者は、消費電力グラフから無駄に稼働していて、かつ消費電力の大きい家電から優先的に制御する。Event listener は生活者のモバイル端末操作を検知し HNS controller に通知を行う。通知を受けた HNS controller は該当する家電を Web-API を利用してネットワーク越しに遠隔制御する。Event listener は同時に、生活者のピークカッター操作をログに蓄積する。生活者はこのログを見ることで、自身の省エネ活動を振り返ることができる。以下の節では、ピークカッターの機能をより詳しく解説する。

3.2.1 ピークカッターの操作画面

ピークカッターを起動すると図2(a)に示されるユーザ設定画面が表示される。ここで、生活者は名前、年齢、性別、節約型あるいは浪費型といった省エネタイプ、日英の言語選択などを設定する。ユーザ設定が終了すると、図2(c)に示される各家電の消費電力グラフが表示される。一度ユーザ設定をすると、次のピークカッター起動の際には、この消費電力グラフ画面が始めに表示される。生活者は、2回目の起動以降は即座に消費電力グラフを確認できる。この画面には、各家電の消費電力が横棒グラフで表示されている。さらに、現在の合計消費電力、省エネタイプ、目標



図 2 ピークカッターの操作画面

上限消費電力、消費電力を読み込んだ時間が表示されている。生活者は、各家電の消費電力グラフ、現在の消費電力と目標上限消費電力を確認し、ピークを越える前に無駄な電力をなくす省エネ行動を取ることも可能である。このように、生活者はこの消費電力見える化で、家庭内の各家電の稼働状態と消費電力を容易に把握できる。これにより、生活者の省エネ意識を向上できると考える。

また、各家電のグラフを押下することで、図 2 の (d) で示される家電制御画面に遷移する。消費電力グラフ画面と家電制御画面への行き来はワンタッチで容易にできるようになっている。よって、生活者は消費電力グラフで無駄な稼働状態にある家電を確認した場合、すぐに家電制御画面へ移行して家電を制御できる。外出時でもこの操作はできるため、生活者はどこからでも容易に省エネに取り組めると考える。

生活者は、自分が見やすいようにグラフをカスタマイズすることが可能である。具体的には、消費電力グラフ画面で以下の操作ができる。

- 消費電力グラフを昇順あるいは降順に変更できる。
- 消費電力グラフの手動更新を行える。
- 消費電力がない家電をグラフから除外できる。

3.2.2 消費電力ピークの通知

ピークカッターは、図 2(c) の下部に表示された現在の消費電力が目標上限消費電力を超過した際に、図 2(b) に示される画面を表示して生活者に通知を行う。同時に、音とバイブレーションでも通知を行う。生活者はこの通知を受け

ると、消費電力の大きい家電機器の併用、あるいは無駄な稼働機器を探し、家電の制御を行う。ピークカッターを一度起動すれば、終了しない限りは実行画面を開いていなくても通知は発生する。ピークカッターを利用することで、生活者はピーク時のみ省エネ行動を行えば良いため、生活の負担になりにくいと考えられる。

3.2.3 家電の遠隔操作

本研究で利用している CS27-HNS 環境では家電の操作を Web サービスとして公開している。よって、ネットワークにつながる場所ならいつでも、どこからでも家電を制御できる。ピークカッターによる家電制御画面は、図 2(d) に示す通りである。また、別の生活者が利用している家電に対して、遠隔操作を行いたい場合には、単純に OFF 制御を行うのではなく CS27-HNS の音声通知サービスを使用して「パソコンの電源を切りましょう」といった警告音声を流すこともできる。この遠隔操作と警告機能によって、生活者はピーク時の通知を受け取った時にどこからでもピークカットができる。

3.3 実装

実際に利用した技術を以下に示す。

- 開発言語 : Java
- 対象 OS : Android1.6, 3.2, 4.03
- 操作端末 : Android dev phone1, ICONIA TAB A100, CH-AND7000, REGZA Tablet A570

なお、ピークカッターの開発工数は約 60 人日である。クラス数は 20 であり、プログラム総行数は 3,347 行である。

4. 実験

4.1 実験概要

提案システムの評価実験として、実際の HNS 環境下でピークカッターを利用した省エネ活動の実証実験を行った。実験では、生活者の省エネ意識を改善できるか、エネルギー消費のピークをカットできるか、総消費電力の削減に貢献できるか、といった観点からピークカッターの評価を行う。2012年7月23日～29日の1週間ピークカッターを利用して省エネ行動に取り組んでもらい、その省エネ効果を測定した。さらに実験後にアンケートを実施し、ピークカッター利用前後での生活者の省エネに対する意識改善について確認を行った。被験者は5人の学生であり、省エネを日頃から積極的に行うタイプと行わないタイプ、どちらでもないタイプのそれぞれが2人、2人、1人である。

4.2 実験環境

本実験は、CS27-HNS が稼働中である本研究室で行った。生活者が ON・OFF 制御できる家電は、TV、照明機器、アロマである。一方、ピークカッターから ON・OFF 制御できない機器は、エアコン、PC、電子レンジである。こ



図 3 実験室における消費電力 単位：kWh

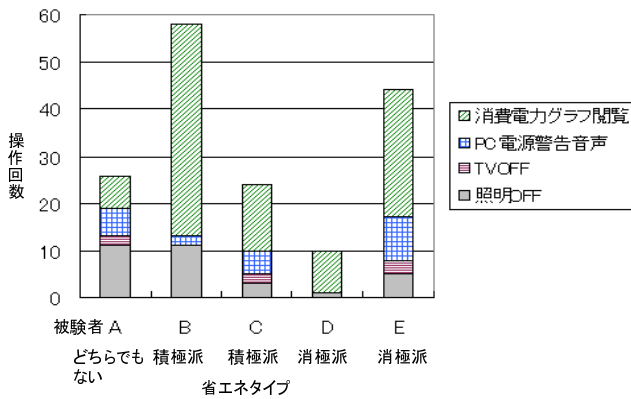


図 4 被験者のピークカッター操作ログ 単位：回数

これは、CS27-HNS の遠隔制御サービスにこれらの機器が組み込まれていないためである。ピークカッターを実装する端末は、Android1.6 を搭載した Android dev phone1 が 2 台、Android 3.2 を搭載した ICONIA TAB A100 が 1 台、android 4.03 を搭載した CH-AND7000 が 1 台と REGZA Tablet AT570 が 1 台である。

4.3 実験結果

実験期間前後を含む 2012 年 7 月の消費電力を見える化した結果が図 3 である。図 3 において、色のついた 7 月 23～29 日の期間が実験の実施日である。実施日の合計消費電力 387kWh に対し、実施日外の 7 月 16 日～22 日の合計消費電力は 376kWh である。よって、約 10kWh の削減ができておりと分かる。実験場所である神戸市の 7 月の 4 人以上世帯一般家庭の平均月間消費電力が 480kWh[13] であることから考えると、1 週間で 10kWh 削減という結果は一定の効果が得られていると考えられる。しかしながら、比較対照とした週と実験の実施週は、気温・人数・ミーティングの有無などの様々な環境要因が異なるため、単純に比較できない。そこで、これらの環境要因が類似した、実験実施内と実施外の 1 日間を取り上げ詳細に比較した。その結果、実験実施外である 7 月 18 日の消費電力 53kWh に対して、実施内である 7 月 24 日は 60kWh である。よって、

表 1 アンケート結果 (単位：人)

Q1：ピークカッターを利用した省エネに関して どう取り組めるか		
気が向いたら	持続的に	自発的に
2	2	1
Q2：省エネ行動が負担に感じたか		
感じた	感じなかった	どちらでもない
1	2	2
Q3：通知方法は効果的だったか		
効果的だった	どちらでもない	別の通知方法が良い
2	1	2
Q4：ピークカッターの省エネ行動サポートに関して どう思ったか		
自動でして欲しい	自分でしたい	このままでよい
4	1	0
Q5：遠隔操作に関して		
便利	外で使わない	便利でない
4	1	0
Q6：ピークカッターに関して		
便利	便利でない	どちらでもない
3	1	1
Q7：実験で不快感があったか		
特になかった	通知で感じた	他で感じた
3	2	0

表 2 被験者のコメント

ピークカッターに対する評価	
肯定	どこからでも容易に家電制御できて便利。
肯定	消費電力を手軽かつ常に監視できるため、習慣がつく。
肯定	ボタンをタッチするだけで簡単に省エネができる。
否定	電源 OFF にできる家電がないときの通知が煩わしい。
改善	消費電力の目標を自由に設定できたら良い。
改善	制御できない家電は一目で分かるようにしてほしい。
その他	制御できる家電が少ないため、省エネ行動が難しい。

一定の電力削減の効果はあったことが確認できた。以上より、実験の目的の 1 つである、ピークカッターによる省エネ効果が実証できたと考える。

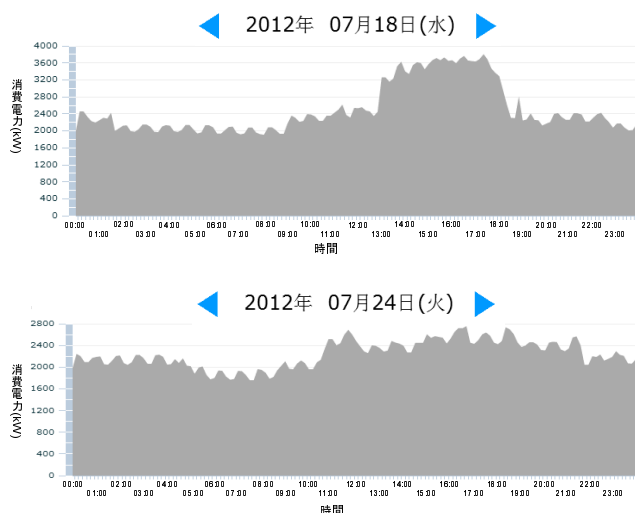


図5 環境要因が類似した2日間の消費電力 単位: kW

また、ピークカットができていたかに関して、上記と同様に環境要因が類似した2日間を比べた。図5が、7月18日と7月24日のそれぞれ1日の消費電力の推移を示している。図5を見ると、7月18日の最大消費電力約3,800kWと比べて、7月24日の最大消費電力は約2,700kWであり、約1,100kW削減されていることがわかる。このことから、ピークカッターは生活者によるピークカットの効果が得られていると考えられる。

図4は、被験者のピークカッター操作ログを整理し被験者毎の操作内容をグラフ化したものである。家電のON操作は各被験者で1回程度しか確認できなかったため、省エネ操作を見やすくするために図4からは除去している。この図より、被験者が操作したのは照明、TVのOFFとPC電源OFFを促す警告音声のみであり、アロマの操作機能は使用されなかった。被験者B、Eはピークカッター合計操作回数が多い。特に、被験者Bは何度も消費電力を確認しており、省エネ意識が高いと見れる。一方で、被験者Eを見ると省エネタイプが消極派にも関わらず、積極的に省エネ行動をしていた。被験者A、Cは、被験者B、Eに比べると省エネ行動が少ない。しかしながら、被験者Aを見ると、家電OFF制御回数は被験者の中で最も多かった。一方、被験者CはPC警告音声回数は多いものの、省エネに直接つながる家電OFF制御回数は多くなかった。被験者Dは、消費電力確認回数も少なく家電制御回数も1回しかないため、ほとんど省エネ行動をしていないことが分かる。

実験後に行ったアンケート結果が表1、表2である。この表から見られるように、ピークカッターの利便性に関しては肯定的な意見が多い。しかしながら、通知方法や不快感を感じたか否かなどの質問では個人差が見られる。このことから、積極派・消極派といった省エネタイプに関わらず、なにが不快あるいは負担に感じるのか、省エネ行動の

システムサポートはどの程度必要なのかなどに関して個人の嗜好が出ていることが分かる。

4.4 考察

4.4.1 ピークカッターについての考察

表1より、省エネの取り組みに関しては、Q1から分かるようにピークカッターを利用すれば、持続的あるいは自発的に省エネをできると答えた被験者が多かった。Q2の省エネが負担だったと答えた被験者も1名だった。さらに表2より肯定的な意見として、「消費電力を手軽かつ常に監視できるため習慣がつく」、「どこからでも容易に家電制御できて便利」、「ボタンをタッチするだけで簡単に省エネができる」といった意見も得られた。また、図4を見ると、被験者A、B、C、Eは1日の平均操作回数は3~8回程度である。特に、被験者Eは、省エネ消極派であるにも関わらず、ピークカッター操作回数が44回と2番目に多い。よって、ピークカッターは被験者A、B、C、Eの4名の省エネ意識を向上し、被験者によるピークカットをある程度促進できたと考えられる。以上の結果より、要求R1、R2を満たせたと考える。

4.4.2 ピークカッターによる省エネ効果についての考察

実験から、ピークカッターは生活者による省エネあるいはピークカットに関して、一定の効果があると分かった。しかしながら、図4の被験者Dから分かるように、省エネ行動を全く行っていない被験者もいる。さらに、表2を見ると、Q2、Q7から消費電力ピーク時の通知に不快感を感じた被験者や省エネ行動が負担だと思った被験者がいることも分かる。よって、より長期間の生活者によるピークカットを実現するためには、生活者それぞれに不快や負担を感じさせないサポートが必須であると分かった。具体的には、被験者それぞれが不快に感じない通知方法を設定できたり、システムによる省エネあるいはピークカットのアシストの程度を被験者が設定できたりといった個人の嗜好に適応したサポートが必要だと思われる。こういった機能の拡張によって、より多くの生活者が持続的かつ自発的にピークカットを実行し、省エネができると考える。

5. 関連研究

HEMSを利用した消費電力を削減する研究は数多く報告されている。Ying-Xun[14]らは、家電の見える化を行い省エネ意識を向上させるシステムを提案している。提案システムは、スマートメーターを利用して家庭の消費電力を見える化している。生活者は、提案システムによって宅内の家電を写真で監視し、誰もいない部屋の家電の電源を切るなどの省エネ行動ができる。実際の写真を利用しているため、ヒトが不在時の無駄に稼働している家電の区別が容易につく。そのため、つけっぱなしなどの省エネに取り組みやすくなる。この研究はヒトによる省エネを促進すると

いう点で本研究と共通点を持つ。一方で、Ying-Xun らの研究は機器の総消費を削減する手法であり、本研究は需要ピークの削減を目指すものであるという点で異なる。

Jinsoo[15]らは、近距離無線通信規格である ZigBee を利用して消費電力の見える化や家電の遠隔制御を実現している。さらに、電源の待機電力を削減するシステムを構築している。具体的には、電源に ZigBee hub を取り付け、赤外線遠隔操作によって、電源を待機電力を削減する状態への遷移と家電の遠隔制御を行う。この研究は、HNS の 1 種である HEMS を利用して消費電力の見える化や家電の遠隔制御を実現して省エネを推進するという点で、本研究と類似している。しかしながら、本研究では、生活者が中心となって省エネを進めるという方針を取っている。そのため、生活者のタイプ別で目標消費電力を設定したり、目標消費電力超過の通知を行うなど、生活者の省エネ意識向上と省エネ行動推進のための機能を持っている。

近年、上記のような最大消費電力を削減する研究だけでなく、ピークシフトの研究も盛んである。Sean [16]らは、生活者に影響しない自動ピークシフトシステム、“Least Slack First (LSF)” を提案している。LSF はエアコンや加湿器などの機器の利用タイミングをシステムが自動でずらすことでピークシフトを実現するものである。本研究でも、こういった生活者に影響しない家電の自動制御を導入することでさらなる省エネ効果が期待できる。

これまで紹介した研究は、それぞれアプローチが異なるものの、すべて省エネに結びつく研究であり、互いに排他的なものではない。それぞれの研究の特徴を相互に取り入れることで、モノ・ヒト両方による、より効率的な省エネ行動の推進ができると考えられる。

6. おわりに

本稿では HNS を利用して、生活者の省エネ意識を向上し、生活者によるピークカットを促すスマートフォンアプリケーション、ピークカッターを実装した。ピークカッターの有効性を確認する評価実験の結果、被験者によるピークカットの促進とピークカッター導入による省エネ効果の実証ができた。また、実験で行ったアンケートの結果、ピークカッターによって被験者の省エネ意識は向上できた事が分かった。一方で、通知方法が適切か否か、システムによるサポートが妥当であるか、省エネが負担に感じたかなどの質問で、被験者の回答が偏らなかつたことから生活者の省エネ嗜好には大きな個人差があることが分かった。

今後の課題としては、生活者がより自発的・持続的かつ負担なくピークカットに取り組めるようにするために、個人の嗜好に適応した省エネ行動をサポートするシステムを開発する事が挙げられる。

謝辞 この研究の一部は、科学技術研究費（基盤研究 C 24500079, 基盤研究 B 23300009）、および、関西エネ

ギー・リサイクル科学研究振興財団の助成を受けて行われている。

参考文献

- [1] 経済産業省資源エネルギー庁：我が国の省エネルギー政策について、<http://www.enecho.meti.go.jp/policy/saveenergy/save01/genjo.pdf>
- [2] 経済産業省資源エネルギー庁：エネルギー白書 2011、<http://www.enecho.meti.go.jp/topics/hakusho/2011energyhtml/index.html>
- [3] 経済産業省：HEMS およびスマートメーターに関する IF などの標準化に向けた現状と課題について、<http://www.meti.go.jp/press/2011/12/20111216003/20111216003-3.pdf>
- [4] 経済産業省：スマートメーターの最近の動向について、http://www.meti.go.jp/committee/summary/0004668/011_03_00.pdf
- [5] 石田 建一：電力を使う住宅から電力を供給する住宅へ、センシング技術応用研究会 エコロジー社会を支える先端技術、Pages.19-24 June 2012.
- [6] 国家戦略室：需給ギャップ解消の対策について、<http://www.npu.go.jp/policy/policy09/pdf/20120502/shiryo3.pdf>
- [7] Masahide Nakamura, Akihiro Tanaka, Hiroshi Igaki, Haruaki Tamada, and Ken-ichi Matsumoto : Constructing Home Network Systems and Integrated Services Using Legacy Home Appliances and Web Services International Journal of Web Services Research, Volume 5, Number 1, Pages 82-98, January 2008.
- [8] 井垣 宏, 瀬戸 英晴, 福田将之, 枡本真佑, 中村匡秀 : 家庭における省エネ促進のための電力消費振り返りサービスの実装と評価, 電子情報通信学会論文誌, Volume J95-D, Number 4, Pages 778-789, April 2012.
- [9] 峰野 博史, 水野 忠則 : オーバレイセンサネットワークによる適応型 BEMS/HEMS の実現に向けて情報処理学会研究報告. マルチメディア通信と分散処理研究会報告, Volume 2009, Number 6, Pages 1-8, June 2009.
- [10] S. Massoud Amin and B. Wollenberg : Toward a smart grid: power delivery for the 21st century Power and Energy Magazine, IEEE, Volume 3, Number 5, Pages 34-41, 2005.
- [11] 関西電力 : ENJOY 省エネ LIFE, <http://www1.kepco.co.jp/sho-ene/top.html>
- [12] 一般財団法人省エネルギーセンター : 家庭の省エネ大辞典, <http://www.eccj.or.jp/dict/index.html>
- [13] 神戸市 : 家庭版エコマニュアル, <http://www.city.kobe.lg.jp/>
- [14] Ying-Xun Lai, Joel Jose Puga Coelho Rodrigues, Yueh-Min Huang, Hong-Gang Wang and Chin-Feng Lai : An Intercommunication Home Energy Management System with Appliance Recognition in Home Network, Mobile Networks and Applications, Volume 17 Issue 1, Pages 132-142, 2012.
- [15] Jinsoo Han, Chang-Sic Choi and Ilwoo Lee : More efficient home energy management system based on ZigBee communication and infrared remote controls International Conference on Consumer Electronics, Pages 631-632, 2011.
- [16] Sean Barker, Aditya Mishra, David Irwin, Prashant Shenoy and Jeannie Albrecht : SmartCap: Flattening Peak Electricity Demand in Smart Homes International Conference on Pervasive Computing and Communications, Pages 67-75, 2012.