

# 個人に適応した宅内ピークカット促進アプリケーションの考察

徳田 啓介<sup>†</sup> 榎本 真佑<sup>†</sup> 中村 匡秀<sup>†</sup>

<sup>†</sup> 神戸大学 〒657-8501 神戸市灘区六甲台町 1-1

E-mail: <sup>†</sup>tokuda@ws.cs.kobe-u.ac.jp, <sup>††</sup>{shinsuke,masa-n}@cs.kobe-u.ac.jp

あらまし 我々は、ユーザによる宅内消費電力の削減を促進する個人用モバイルアプリケーション「ピークカッター」を開発している。しかしながら、ユーザの省エネに対する意識には個人差があり、全てのユーザの省エネ行動を適切にサポートするのは難しい。そこで本研究では、ユーザの省エネ意識に応じてピーク時における省エネ手法を設定できるように、ピークカッターの機能を拡張した。また、実家庭での使用を想定し、実際の利用における問題点とその対処法について考察する。拡張した個人適応化機能の効果を確認するため、被験者実験を行った。

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

## Towards Personalization of Home Electricity Peak Shaving Application

Keisuke TOKUDA<sup>†</sup>, Shinsuke MATSUMOTO<sup>†</sup>, and Masahide NAKAMURA<sup>†</sup>

<sup>†</sup> Kobe University Rokkoudaityou 1-1, Nada-ku, Kobe, Hyogo, 657-8501 Japan

E-mail: <sup>†</sup>tokuda@ws.cs.kobe-u.ac.jp, <sup>††</sup>{shinsuke,masa-n}@cs.kobe-u.ac.jp

**Abstract** We have previously proposed a smartphone application, named *Peak Cutter*. Collaborating with a home network system (HNS), *Peak Cutter* visualizes the current electric consumption, and encourages electric peak shaving. However, it is difficult to satisfy all users, since individual preferences on appliances and energy-saving vary. In this paper, we extend *Peak Cutter* so that it allows users to customize energy-saving methods based on their preferences. We also conduct an experimental evaluation, where the five subjects customize *Peak Cutter*.

**Key words** 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。

省エネの手法としては、消費電力全体を削減する手法と電力需要ピークの時間帯の消費を抑える方法が挙げられる。また、本稿において我々は、省エネ行動を「モノによる省エネ」と「ヒトによる省エネ」に大別する。モノによる省エネは家電機器の効率化や高性能化によって機器自体の消費電力を削減する手法で、持続的な効果が望める。ヒトによる省エネは生活者自らが生活に影響にない範囲で省エネ行動を行う手法である。ヒトによる省エネは、高い効果が見込める場合が多いが、生活者の行動に依存し、生活の負担になるという問題点がある。よって、ピーク時の消費電力削減は、ピーク時のみに省エネ行動を行えばよい。ヒトによる省エネと相性が良い。

そこで、我々は先行研究において、ヒトによるピークカットの支援手法として、生活者個々人の省エネ意識を向上し、ヒトによる持続的な省エネ行動を実現するためのスマートフォンアプリケーション、ピークカッターを開発した [8]。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、宅内の家電や設備の消費電力を監視する。トータル消費電力量がピークを超えると住人のスマートフォンに通知を行う。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。

ピークカッターの評価実験を行った結果、実際の省エネに対して効果があること、被験者の省エネ意識を向上できることが確認できた。一方で、「通知方法を変更したい」、「もっと手動/自動で省エネしたい」などのコメントが得られた。より幅広い生活者に対して省エネ支援を行うためには、個人が自らの省エネ意識や生活スタイルに応じて通知方法および省エネサポートを設定できる仕組みが必要である。

そこで本稿では、ピークカッターの機能を拡張し、ユーザが自らの生活スタイルや省エネ意識に合わせて容易かつ持続的にピークカットを行えるようにする。具体的には、ユーザは自ら

の生活スタイルや省エネ意識に応じて、通知方法や省エネ支援の内容を設定できるようにする。これにより、省エネに対して積極的なユーザはピーク時に手動で省エネを、消極的なユーザは自動で省エネを実行できるようになる。

拡張機能の有効性を確認するため、機能拡張前のピークカット利用経験のある被験者5名に自らに合わせてピークカットをカスタマイズしてもらって評価実験を行った。実験の結果、個人適応機能によってユーザはより積極的にピークカットを行えること、ほぼ全ての被験者が個人適応機能を便利だと感じたことを示せた。さらに本稿では、実験の結果と被験者のコメントから、実家庭での利用における問題点を想定し、解決策を考察する。

## 2. 準備

### 2.1 ホームネットワークシステム (HNS)

ホームネットワークシステム (HNS) は、様々な家電やセンサをネットワークに接続し、計算機による制御を可能とすることで新たな付加価値を提供するシステムである。HNSにより、宅外からの遠隔操作や複数の家電の連携動作 [3] や機器状態や環境変化に応じて電源を切るといった自動的な省エネなどの付加価値サービスを生み出すことができる。

我々の研究グループは、実際の家電機器を用いて HNS (CS27-HNS と呼ぶ) を構築している。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 [4] を実現している。

### 2.2 家庭における省エネ

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。

本稿では省エネ行動を「総消費・ピーク時消費の削減」と、「ヒト・モノによる省エネ」の 2 つの観点から捉える。

### 2.3 総消費の削減とピークカット・ピークシフト

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である。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、その需要ピークの時間帯の消費を抑える方法も有効である。これは電力の蓄電が難しいこと、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。

ピーク消費を抑える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に無駄な機器や家電の運転を停止することで、消費エネルギーを低く抑える方法である。ピークシフトは夜間などの比較的需要の少ない時間帯にエネルギー利用をずらす方法である。これら



図 1 ピークカッターのスクリーンショット

の手法は、ピーク時のみに省エネ行動をすればよいため、生活者による省エネと相性が良いといえる。

### 2.4 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。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 [5]、スマートグリッド [6]、HNS などがその代用的な例である。「モノによる省エネ」の特徴は、生活者の生活に影響のない範囲で、持続的な省エネの実現が期待できることである。

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。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 [7]。

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」の効果は生活者一人一人の継続的な努力に依るところが大きく、生活者の生活の質を少なからず低減させる原因となり得る。よって、「ヒトによる省エネ」を促進するためには、生活者の省エネ意識を向上し、かつ負担のない範囲で持続的に実行できるような支援方法が課題となる。

### 2.5 先行研究：ピークカッター [8]

我々は上記の課題に対応すべく、生活者が自ら、ピークカット行動を容易かつ持続的に実行できるように支援するモバイルアプリケーション、ピークカッターを開発している。

図 1 にピークカッターのスクリーンショットを示す。ピークカッターは CS27-HNS と連携し、宅内の家電や機器ごとの消費電力を監視する。また、計測した電力をスマートフォン上に図 1(a) に示されるようにグラフ化し、生活者に提示する。総消費電力が設定されたピーク値を超えた場合、ピークカッターは生活者に対してその旨を図 1(c) に示される通知画面や音声などで通知する。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探し、

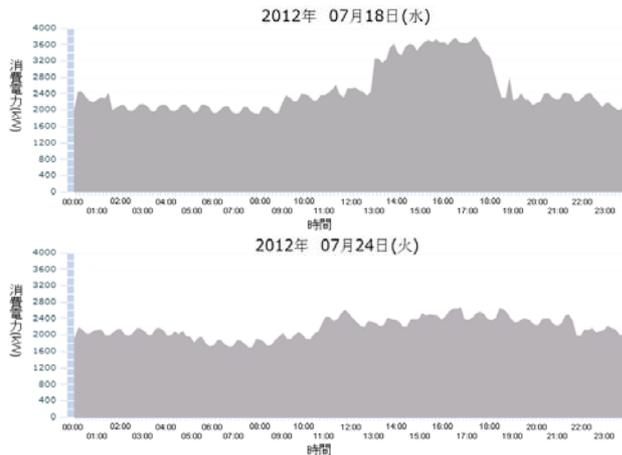


図2 ピークカッター導入前(上)と導入後(下)の消費電力の変化

図1(b)に示される家電操作画面からHNS経由で遠隔オフする。スマートフォンによる手軽な消費電力の確認、省エネ行動によって、生活者の省エネ意識の向上をねらう。

### 2.6 個人適応への要求

ピークカッターを実際に利用して、CS27-HNSが導入された実験室において、5人の被験者にピークカットおよび省エネ行動をしてもらう評価実験を行った。実験の結果、図2に示すとおり、気温、湿度、在室人数等の環境要因が類似した日における最大消費電力を削減できたことを確認できた。実験後に行ったインタビューの結果、被験者ほぼ全員の省エネ行動を促進できたこと、被験者はピークカッターを便利だと感じて省エネ行動に取り組めたことが確認できた。

一方で、「通知方法を変更したい」、「もっと自動/手動にした方が良い」といったコメントが得られたことから、省エネのサポートの満足度は個人差があり、より幅広い生活者の省エネ行動を促進するためには、個人の生活スタイルや省エネ意識に適応したサポートが必要であることが示された。

そこで、我々はピークカッターを利用した実家庭における生活者の省エネサポートを行うための要求を以下の2つに定める。

要求 R1: 全ての生活者が、自らの生活スタイルや省エネ意識に合わせて、容易かつ持続的にピークカットおよび省エネを行えるようにすること。

要求 R2: 実家庭での利用における問題点を想定、解決策を考察すること。

本稿では要求 R1 を満たすためにピークカッターの機能を拡張する。また、要求 R2 を満たすために実家庭における問題点を洗い出し、その解決策について考察を行う。

## 3. ピークカッターの機能拡張

### 3.1 機能要求

幅広い生活者をサポートするためには、ユーザ自らが生活スタイルや宅内環境等に応じてピークカッターの省エネサポート内容を設定できるようにすることが必要である。また、ピークカッターは生活者の所有するスマートフォンにインストールするため、通知方法に関してもユーザの負担にならないよう自分

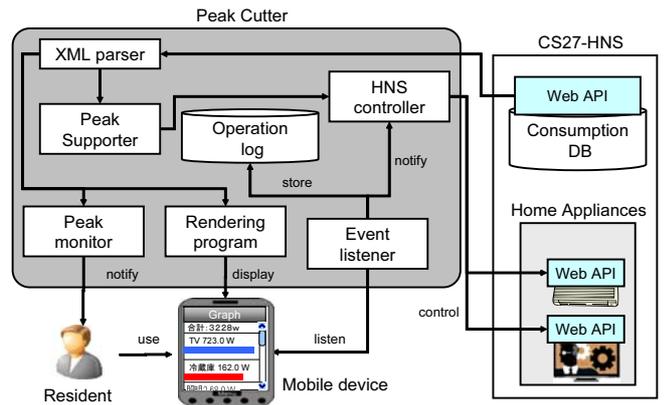


図3 ピークカッターのアーキテクチャ

の状態に合わせて自由に設定できるようにする必要がある。

以上より、我々はピークカッターの機能拡張の要件を以下の2つに定めた。

機能 F1: 省エネサポートレベル設定機能

機能 F2: ピーク通知方法設定機能

### 3.2 システムアーキテクチャ

拡張機能 F1, F2 を導入したピークカッターのアーキテクチャを図3に示す。まずピークカッターは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。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、生活者の設定に応じてサウンドあるいはバイブレーションで通知を行う。同時に、Peak Supporterは生活者の設定したサポートレベルに応じて、HNS controllerを介して家電OFF制御を行う。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。同時に、Event listenerは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。

以下の節で機能 F1, F2 について詳しく解説する。

### 3.3 省エネサポートレベル設定機能

省エネサポートレベル設定機能は、ピークカッターによる省エネ行動支援の内容を変更できる機能である。図5にサポートレベルの利用例を示す。ユーザは自らの省エネに対する意識や積極性に応じて、図4(a)のユーザ設定画面でサポートレベルを3段階に設定できる。レベルが高いほどピークカッターによる支援が自動的に、レベルが低いほど生活者は自ら手動で省エネを行う。レベル別の支援内容を以下に記述する。

サポートレベル1: 手動で省エネを実行したいユーザ向けの設定である。ユーザはピーク通知を受けると、無駄な家電を図1(a)の消費電力グラフなどから探し、図1(b)の家電制御画面



図 4 ピークカッターの操作画面

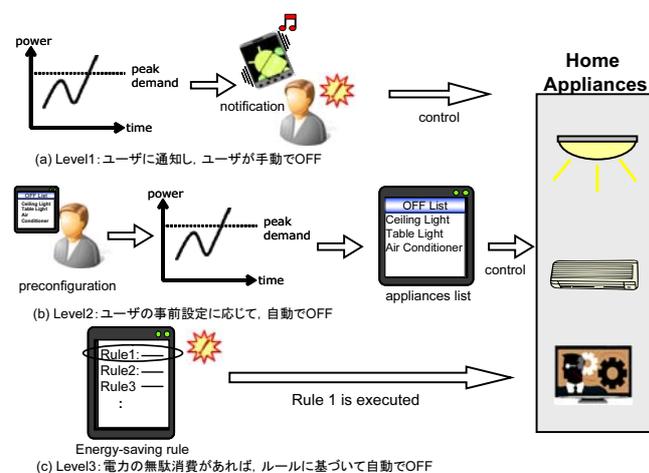


図 5 サポートレベルの利用シナリオ

から家電制御 OFF をするなど、自分自身で省エネを行う。

サポートレベル 2：自動で省エネを実行して欲しいが、ある程度は自分でも行動できるユーザー向けである。ユーザーは図 4(b) に示す家電選択画面で家電をあらかじめ選択しておく。ピークカッターはピーク時に、選択された家電の電源を自動で OFF にする。

サポートレベル 3：省エネを自動でして欲しいと考えているユーザー向けの設定である。レベル 2 の機能に加え、宅内に人がいないときは自動で家電を OFF にするなど、電力の無駄消費があれば、ピークカットに限らず省エネを自動的にを行う。

### 3.4 ピーク通知設定機能

ピーク時の通知を、設定に応じてスマートフォンあるいはユーザーの状態に応じて変更する機能である。通知方法について説明する。まず、消費電力が閾値を超えると、図 1(c) に示される通知画面をスマートフォンに表示する。次に以下に解説する設定に応じて、バイブレーションあるいはサウンドを利用してユーザーに対して通知を行う。ユーザーは図 4(a) で通知方法を仕事、移動、休憩、自動の 4 つから選択できる。この 4 つの状態の通知方法を以下に記す。

仕事：通知画面のみで通知を行う。

移動：バイブレーションで通知を行う。

休憩：サウンドとバイブレーションで通知を行う。

自動：スマートフォンの状態に応じて通知を行う。具体的には、通常状態ならばバイブレーションとサウンド、バイブレーション状態ならばバイブレーション、サイレントマナー状態ならば通知画面のみで通知を行う。

ユーザーは、この機能を利用することで、自分の状態に応じて通知方法を設定できる。

### 3.5 利用シナリオ

生活者はまず、ユーザー情報設定画面で自分のプリファレンスを登録する。図 4(a) にユーザー情報設定画面を示す。この画面では、名前、年齢、性、言語、省エネ意識(エコタイプ)からなる個人プロフィールを入力する。エコタイプの値に応じて、通知されるピーク値が設定される。節約型だと低め、浪費型だと高めのピーク値が決定される。

次に、提案する 3 つの支援レベルの設定と通知方法から、もっとも自分の生活スタイルにあったものを選択する。省エネに対して積極的な生活者はレベルを 1 に設定し、ピークカッターのピーク通知機能、消費電力グラフ化機能、家電操作履歴振り返り機能を活用して省エネ行動を行う。少しは省エネ行動をしても良いと考えている生活者はレベル 2 に設定し、図 4(b) の画面でピーク時に自動的に切つて良い家電を選択しておく。省エネに対して消極的な生活者はレベル 3 に設定し、ピークカッターによる自動省エネに任せる。

設定が完了すると、ピークカッターは消費電力の監視をはじめ、図 1(a) のグラフ画面に移行する。消費電力がピークを超えると通知される。生活者は家電を選択し、図 1(b) の画面で電源を OFF にする。

### 3.6 実装

ピークカッターの実装に利用した技術を以下に示す。

開発言語：Java JDK 7

対象 OS：Android 1.6, 3.2, 4.0.3

操作端末：Android dev phone1, ICONIA TAB A100, CH-AND7000, REGZA Tablet A570

なお、開発工数は約 60 人日、クラス数は 20、プログラム総行数は 3,347 行であった。

## 4. 評価実験

### 4.1 実験概要

ピークカッターの拡張機能の評価実験を行った。実験では、個人適応機能によって生活者の省エネ意識をより向上できるか、現在の機能で個人に適応できるかといった観点から評価を行う。はじめに、ピークカッターのサポート設定機能と通知設定機能について説明を行う。その後、自由にピークカッターをカスタマイズしてもらい、拡張機能についてインタビューを実施した。被験者は、先行研究において実験に参加したピークカッター利用経験のある 5 名の学生であり、省エネを日頃から積極的に行うタイプ、行わないタイプ、どちらでもないタイプがそれぞれ 2 人、2 人、1 人である。

### 4.2 実験環境

本実験は、CS27-HNS が稼動中である本研究室で行った。生

表 1 アンケート結果 (単位: 人)

Q1: サポートレベルの設定はどうか.		
レベル 1 1	レベル 2 3	レベル 3 1
Q2: 個人適応機能は便利だと思うか.		
便利 5	わからない 0	便利ではない 0
Q3: 個人適応機能によって, 省エネに対してより積極的になれるか.		
なれる 4	わからない 1	なれない 0
Q4: 個人適応のためのカスタマイズにどう思うか.		
自動で欲しい 2	自分でしたい 2	特になにも感じない 1

表 2 個人適応機能に対する被験者のコメント

肯定	自動的に節電してくれるのが便利.
肯定	ピーク時に優先度の高いものを設定して OFF にできるのが便利.
否定	勝手に消えたら他の人が困る時がある.
改善	レベル 2 の OFF にする機器に優先順位をつけたい.
改善	OFF にする機器を推薦するようなレベル 1 と 2 の間のような設定が欲しい.
その他	家族との操作の衝突が起こりそう.
その他	ピーク時以外にも睡眠中や食事中にも家電操作を設定したい.

活者が図 4(b) に示す家電選択画面で実際に電源 OFF できる家電は, TV, 扇風機, フロアライト, シーリングライト, アロマ, エアコンである. 一方, PC と電子レンジは OFF 制御できない. 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. 今後サービスの拡張次第で, これらの家電も自動 OFF 制御可能となる.

#### 4.3 実験結果

表 1, 2 はピークカッターの個人適応機能に対するインタビューの結果である. 表 1, 2 にある通り, ピークカッターの個人適応の機能に関しては, 肯定的なコメントが得られた. さらに, サポートレベルの設定やカスタマイズの自動化に対する質問などに関しては個人差が見られた. 一方で, 表 2 に示されるように, 改善要望なども多く見受けられ, 全員が要望意見を述べた. さらに, 実際に家庭において利用する際に起こりうる問題点の指摘などの意見も得られた.

### 5. 考察

#### 5.1 ピークカッターの個人適応機能の評価

表 1, 表 2 に示されるとおり, 被験者が設定したサポートレベルの設定はレベル 1, 2, 3 がそれぞれ 1 人, 3 人, 1 人であり, 各被験者は自分に合ったサポートレベルを設定していた. 個人適応機能に関して被験者は全員便利だと答えた. 被験者のほぼ全員が, 個人適応する機能を利用することで, より積極的に省エネを実行できると答えた. 積極的に省エネを実行できる

ようになるか分からないと答えた被験者は「サポートレベル設定が便利で, それに頼りすぎようになり, 省エネ意識が下がる可能性がある」とコメントしており, 個人設定の機能そのものに対しては肯定的な意見を持っている. 以上のことから, 個人適応機能は有効であると示せたと考える.

一方で, より自分が使いやすいようにするための拡張機能の要望はあるかといった質問に対して, 「OFF にする機器に優先順位をつけたい」「エアコンの温度を下げるなど OFF 以外の操作も設定できるようにしたい」「OFF にする家電を推薦するようなレベル 1 と 2 の間のようなサポートが欲しい」など, 被験者全員が要望を答えた. より個人に適応した省エネ推進アプリケーションを実現するためには, ピークカッターの個人適応機能を拡張する事が必須である.

また「アラームの音やバイブレーションの振動を自分で決めたい」「アプリケーション画面の背景を設定したい」など, 純粋な省エネ支援機能以外の意見も得られた. これも個人適応の 1 種であるが, 本研究で想定している省エネ推進のための個人適応とは異なる. 我々の研究グループでは, ユーザが自ら好みのインタフェースを作成する研究を行っている [9]. この研究を取り入れることで, インタフェースの個人適応に関する要望は満たせると考えられる.

#### 5.2 実家庭での運用における課題と対策

ピークカッターを実際の家庭で運用する際に, 想定される 3 つの課題とその対策について考察する.

##### 5.2.1 家族間の複数同時使用による家電操作の衝突

現在は 1 人が利用することしか想定されていない. 生活者が省エネのために OFF 制御した家電が他の家族にとって消しては困る家電である可能性がある. 具体的には, TV を見ているのに省エネのために TV を消してしまう, まだ起きている人がいるのに消灯してしまうといった事が挙げられる. この問題を解決するためには, 家族一人一人に優先度をつけ, 優先度の高い家族の操作を優先する方法が考えられる. この方法の実現には, 家電操作の衝突を検出するシステムが必要となる. 本研究室ではこのような衝突をサービス競合として定式化し, 競合を検出・解消するサービスを実装している [10]. この成果を取り入れることで家族間との操作衝突も解決できると考えている.

##### 5.2.2 自動 OFF 制御できない機器

家庭内には, パソコンなど自動で OFF 制御を行うと問題が生じる家電も多く存在する. 具体的には作業をしているパソコンが勝手に消えるとデータが消える可能性がある. こういった家電に対しては自動 OFF 制御を行うのではなく, 「消費電力がピークです, PC の電源を OFF にしてください」といった音声警告を行うべきだと考えられる.

##### 5.2.3 スマートフォンの電池消耗

ピークカッターは, スマートフォンでの利用を想定している. しかしながら, ピークカッターは常駐型アプリケーションであり, 利用には常に電池を消耗する. 生活者に利用してもらうためには, 電池消耗を意識せず利用できる事が必須である. この問題の対処としては, スマートフォンの電池消耗を改善する事が挙げられる. スマートフォンなどモバイル機器の電力消費を

削減する研究も報告されている。圖子 [11] らは、キャッシュメモリの消費電力削減法である Self-Invalidation をアプリケーションおよび OS に適用する手法を提案している。この手法は、無効となったキャッシュブロックに対して供給電力を断つことでスマートフォンの消費電力を削減する。この研究成果はアプリケーションに取り入れることも想定されており、実際にアプリケーションに取り入れることにより消費電力を削減できたという成果も出ている。こういった手法を取り入れることによって、スマートフォンの電池消費問題にも対応できると考えられる。

### 5.3 スマートシティにおけるピークカッターの活用

近年、スマートシティと呼ばれる次世代都市計画が注目を集めている。そこでは、都市内に配置された多種多様なセンサや機器から情報を収集し、都市単位での省エネサービスや新たな付加価値サービスが実現される。

本稿では、家庭毎のピークカットを想定していたが、将来的に地域単位で導入することで効果的に省エネ行動を実現できると考えている。その場合、単一家庭の消費電力ピークを抑えるのではなく、地域の全体の電力需要ピーク時間において消費電力を削減することが重要である。スマートシティで収集される地域の電力需要情報を活用して、電力需要が多くなる時間帯に通知を促すことで、地域全体での省エネ行動が可能となり、より効果的な省エネが実現できる。我々の研究グループでは、スマートシティにおける大規模住宅ログを活用するデータプラットフォームを開発している [12]。現在ピークカッターとの連携を検討している。

### 5.4 関連研究

個人適応化インタフェースに関する研究は、他にも報告されている。例えば、Jiming Liu [13] らは、ユーザが実行しようとする操作の自動実行や支援を行うインタフェースを提案している。提案システムは、ユーザの操作を解析し、データベースに登録する。データベースに情報が蓄積された後、ユーザが操作を実行しようとする時、データベースを利用して、過去の操作履歴からユーザが行うであろう操作を推薦あるいは自動実行する。この研究は、ユーザに適応したインタフェースを提供するという点で本研究と共通点を持つ。一方で、Jiming らの研究は自動で個人適応化を行う手法であり、本研究とはユーザ自らによる個人適応化を目指すものであるという点で異なる。

## 6. おわりに

本稿では、宅内消費電力の削減を促進する個人用モバイルアプリケーション ピークカッターを拡張した。具体的には、まず「ユーザによる個人適応化」、「実家庭の利用を想定した問題点の解決」という2つの課題を整理した。これらを解決するために、ピークカッターの機能を拡張し、省エネ支援内容の設定を行う機能や通知方法を設定する機能を実装した。さらに、評価実験としてピークカッター利用経験のある被験者5名に拡張機能を利用してもらい、インタビューを行った。実験の結果、個人適応化機能は有効であること、被験者の省エネ意識をより向上できることが確認できた。また、実家庭における利用の実現に向けた課題とその対策を考察した。

今後の課題は、個人適応のため、インタビューでユーザから得られた要望を満たすためにピークカッターの省エネサポートをより細かく設定できるよう機能を拡張することが挙げられる。また、ピークカッターの実家庭導入に向けた課題を解決するべく、関連技術を積極的に取り入れていきたい。

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、関西エネルギー・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。

## 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] M. Nakamura, A. Tanaka, H. Igaki, H. Tamada, and K. Matsumoto, “Constructing home network systems and integrated services using legacy home appliances and web services,” *Int'l J. of Web Services Research*, vol.5, no.1, pp.82-98, 2008.
- [4] 井垣 宏, 瀬戸英晴, 福田将之, 松本真佑, 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*, vol.J95-D, no.4, pp.778-789, 2012.
- [5] 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,” *DPS Tech. Reports*, vol.2009, no.6, pp.1-8, 2009.
- [6] S.M. Amin and B. Wollenberg, “Toward a smart grid: power delivery for the 21st century power and energymagazine,” *IEEE Power and Energy Magazine*, vol.3, no.5, pp.34-41, 2005.
- [7] 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/shiryos3.pdf>.
- [8] 徳田啓介, 松本真佑, 中村匡秀, “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,” *電子情報通信学会技術研究報告*, vol.2012-MBL-63, no.4, 2012.
- [9] K. Tokuda, S. Matsumoto, and M. Nakamura, “Implementing personal home controllers on smartphones for service-oriented home network,” *Int'l Conf. Wireless and Mobile Computing, Networking and Communications (Wimob 2012)*, pp.777-784, 2012.
- [10] 稲田卓也, 吉村悠平, 池上弘祐, 井垣 宏, 中村匡秀, 中北賢二, 竹原清隆, “サービス競合検出・解消システムを用いたホームネットワーク連携サービスの開発,” *電子情報通信学会技術研究報告*, vol.IEICE-109, no.IEICE-SS-456, pp.25-30, 2010.
- [11] 圖子弘記, 田中清史, “消費電力の削減を支援する組込み os に関する研究,” 未刊行, 2009.
- [12] 山本晋太郎, 松本真佑, 中村匡秀, “スマートシティにおける大規模住宅ログ活用プラットフォームのための api 実装,” *電子情報通信学会技術研究報告*, vol.112, no.305, pp.27-32, 2012.
- [13] J. Liu, C.K. Wong, and K.K. Hui, “An adaptive user interface based on personalized learning,” *IEEE Intelligent Systems*, vol.18, pp.52-57, 2003.