

快適さと省エネのトレードオフの発見を支援する 家電制御ユーザインタフェース

大木 浩武¹ 安本 慶一¹ 玉井 森彦¹

概要：東日本大震災以降の原発停止の影響により一般家庭でも消費電力 20% 減といった目標を達成する省エネの取組みが求められている。省エネ目標を達成するため、日々の生活での消費電力量を削減する際に、できるだけ快適性を損わない家電制御をしたい。しかし、人の快適性は個人差やその時々状況により変わりやすいこと、家電の消費電力量と得られる快適性の関係が明確でないことから、快適性をできるだけ高く保つ消費電力量の削減の仕方を見つけるのは難しい。本研究では、消費電力量と快適性の間の最適なトレードオフをユーザ自身が効率よく発見する方法として、各家電が使用する電力量の割合の決定や家電の設定を容易に行えるようにすることを目的とした家電制御インタフェースを提案する。提案するインタフェースでは、各家電の使用時間等から省エネ目標の達成状況やこのまま使い続けた時の予定消費電力量などを提示することで、どの程度使用すれば目標を達成できるか見通しを立てやすくする。ユーザが、快適性が低い、あるいは、省エネ目標を上回る消費電力量になっていると認識した際には、本インタフェースを用いることで、快適性の向上または省エネの促進に向けた家電の再設定を容易に行うことができる。さらに、ユーザが見つけた最適な設定を保存し即座に呼び出す機能を設けることで、ユーザが状況の変化に合わせて即座に最適な家電の設定を行えるようにする。

キーワード：省エネ家電制御，ユーザインタフェース，ホームネットワーク

Appliance Control User Interface for Pursuing Tradeoff between Comfort Levels and Energy-Saving Activities

HIROMU OHKI¹ KEIICHI YASUMOTO¹ MORIHIKO TAMAI¹

Abstract: Due to stop of nuclear power plants caused by 2011 Tohoku Earthquake, each household is required to reduce electric energy consumption by a target energy-saving ratio (e.g., 20%) compared to the previous year. When reducing energy consumption by the target ratio, it is desirable to keep comfort levels of inhabitants as high as possible. However, each inhabitant's comfort level varies between individuals and depends on situations. Moreover, the relationship between energy consumption by home appliances and comfort level is not clear. Thus, it is difficult to find the energy consumption plan for appliances which leads to the highest comfort level. In this paper, aiming to support users to find the best trade-off between energy consumption and comfort level, we propose a user interface for home appliances which facilitates adjustment of energy usage and settings of appliances operation modes. The proposed interface graphically shows the user the expected energy consumption for a period when the present appliance usage is continued so that the user can easily make an appliance usage plan which achieves the target energy saving ratio. When the user feels uncomfortable or recognizes the excess of energy usage against the target ratio, the user can easily adjust appliance usage for improving comfort level or saving energy with the proposed interface. The appliance settings found by the user as trade-offs can be stored and instantly restored when the user's situation changes.

Keywords: Energy-saving appliance control, user interface, home network

1. はじめに

近年、石油などのエネルギー資源の枯渇や二酸化炭素などの温室効果ガスによる地球温暖化に代表されるエネルギー問題および環境問題に対する人々の関心が高まっている [1]。この中でも電力の省エネは、エネルギー問題の直接的な解決策の一つであり、また人々が身近に取り組むことができる。しかし、省エネの関心が高いにもかかわらず、一般家庭における電力消費は増加傾向にあり、家庭での省エネが求められている。

そんな中、2011年3月の東北大地震時の原発事故に伴う原発の停止により、2011年夏季の電力需要が高い時期に、電力会社により前年比20%減などの節電が要請された [2]。このような省エネ目標を実現する際に、やみくもに節電する方法（例えば、昼間は一切照明をつけない、エアコンは常に28℃以上に設定するなど）では、ユーザの我慢を強いることになり長続きしないばかりか熱中症等健康を損なう恐れがある。

近年、家電をスマートタップに接続し、各家電の電力消費の様子を可視化する「消費電力の見える化」に関する研究やサービスの提供が活発に行われている [3][4][5]。消費電力見える化では、各家電による消費電力量が一目で把握でき、より多くの電力量を消費している家電の使用を控えるなどにより効果的に節電できる。しかし、消費電力量の大きな家電（エアコンや照明など）の利用を控える方法では、快適性を大きく損ねてしまう可能性があり、本質的な解決にはなっていない。

この課題を解決するため、著者らの研究グループでは、従来比20%減などの省エネ目標を最も少ない快適性の低下で達成するための各家電の使用電力量を算出する方法を提案している [6]。この手法は、エアコンなどの各家電の消費電力モデルと温度や湿度など各コンテキストの任意の値におけるユーザの快適度モデルに基づいて、各家電の使用電力量を決定する。しかし、この手法では、アンケートなどに基づいて快適度モデルを構築しており、個人差やその時々状況に応じた快適性の感じ方の違いを反映することは困難であった。

本研究では、この問題を解決する手段として、ユーザ自身が、自身の快適度、省エネ目標に照らし合わせて、現在の状況に合った最適な家電の設定を見つけて設定するというアプローチをとる。このアプローチを実現するには、消費電力量に関して、これまでの省エネ目標の達成状況と今後の見通しを把握したり、総消費電力量と稼働中の家電への配分割合を容易に調整できるなどの支援機能が必要である。そこで、ユーザとシステムが連携するインタフェースとして現在までの実際に消費した電力量を提示する機能、

各家電の使用時間等から消費予定電力量を提示する機能、運用中に各家電の設定を変更し、省エネプランを変更する機能、最適な省エネプランを発見するための補助機能を設計し、Android 端末上への実装を想定したアーキテクチャおよびインタフェースについて検討を行った。

以下、2章では関連研究について述べる。3章では、快適性と省エネ性のトレードオフを発見するための提案手法について述べ、4章で提案システムを設計する。最後に5章でまとめを述べる。

2. 関連研究

既存の省エネ家電制御方式として、大きく (1) 快適性を下げずに家電の制御方法を工夫して省エネを実現する方式 [7]、(2) 電力消費の状況を知らせユーザに家電の利用を抑制させる方式 [3][4][5]、(3) エネルギーを浪費する行動を検出する方式 [8] がある。以下、それぞれの方式に関して概要を述べる。

James らは、エネルギーを効率的に用いる方法として、センサで人の存在を検知、あるいは予測することで、暖房を省エネを達成しつつ稼働させる方法を提案した [7]。この方式は滞在時間に応じてエネルギー消費が増すため、定量的な省エネ効果を得ることが難しい点が課題として挙げられる。

橋詰らは、省エネを達成する方法として、電力使用量の可視化システムを提案している [3]。電力消費量を可視化することで無駄なエネルギーが使われている部分をユーザ自ら発見し省エネを試みる。このような、可視化システムは既に商用サービスが開始されている [4][5]。これらの「消費電力の見える化」では、明らかに無駄な部分の電力量を削減することは比較的容易であるが、さらなる省エネを行う際には、使用を控える家電の選択や使用時間などをユーザ自身が決定する必要がある。また、消費電力量が大きい家電が分かっている場合でも、どのようなタイミングで消費電力量を減らせば良いかの決定を支援するには至っていない。

北岡らは、省エネを実現するために、エネルギーを浪費している行動を検出するシステムを提案した [8]。このシステムは電力消費量を可視化し、さらに時間毎の各デバイスの状態、ユーザの行動をデータベースに蓄積することで、生活する上での無駄な電力消費を検出する。この方式の課題としてリアルタイム性がなく、結果としてどの行動が無駄であったかが分かるだけであり、その結果を活用した省エネ支援法は提案されていない。

今回、我々が提案する手法の先行研究として、省エネ目標を達成し、かつ快適度をできる限り下げない省エネ家電制御法が提案されている [6]。この手法はアンケートなどの結果に基づき快適度モデルを構築することで、温度や湿度などの物理量の任意の値におけるユーザの快適度を予測し、省エネ目標達成時に快適度をできる限り下げない家電

¹ 奈良先端科学技術大学院大学
Nara Institute of Science and Technology

の設定（各家電が使用して良い電力量）を求める。しかし、快適度は個人差があり、体調や気分、慣れ、状況によって変わりやすいものであり、快適度関数によって正しく快適度が求まる保証がない点が課題として挙げられる。

3. 快適度と省エネのトレードオフの発見支援手法

3.1 提案手法の概要

ユーザが自身の快適度と各家電の消費電力量を把握した上で、省エネ目標を達成するように総消費電力量および複数家電間の供給電力量の割合を快適度の変化を見ながら調整することを支援する方法を提案する。本手法を適用する環境およびユーザとして、一般家庭およびその住人を想定する。ユーザは家電の動作状況およびその時の物理量（温度や湿度、照度など）の値に応じて、快適度を判断できるものとする。また、システム側で各家電の消費電力量を取得することができるとする。

以降で使用する用語および記号を定義する。省エネ目標は、省エネ対象期間 T における目標総消費電力量であり、 E と表記する。期間 T の途中時点 t における省エネ達成指標 $Index(t)$ を、期間 T の開始から t までの電力消費量 $E(t)$ と省エネ目標に向けた標準電力量 Et/T との差の標準電力量に対する割合として以下の式で定義する。

$$Index(t) = \frac{E(t) - Et/T}{Et/T} \quad (1)$$

$Index(t)$ が 0 以下のとき、省エネ目標達成に向け順調に推移していると考えられる。0 より大きいときは、省エネ目標を上回るペースで電力量が消費されており、1 のときは、2 倍のペースで消費されていることになる。

ユーザが自身で感じている快適さの度合いを**快適度**とし、本手法では、快適である、我慢するのは苦ではない、なんとか我慢できる、我慢できない、などの直感的に判断できる数段階で表すものとする。快適度を n 段階で表す際の快適度の集合 CL を以下で表す。

$$CL = \{cl_1, cl_2, \dots, cl_n\} \quad (2)$$

ここで、 cl_1 は最も快適度が高く、 cl_n が最も快適度が低いものとする。

提案手法を実現する方法として、ユーザが省エネ達成指標 $Index(t)$ を常に監視し、これが 0 を大幅に上回らない範囲で、家電の使用と快適度のバランスを調整していくことが考えられる。しかし、監視の為の労力が大きく煩雑である。そのため、ユーザの行動を制限せずに、快適で省エネ家電制御を実現するために、快適度、省エネ達成指標それぞれに許容範囲を定めておき、許容範囲を超えたときだけ、家電の設定を変更するという方式をとる。

快適度の許容範囲は、快適度の集合 CL の部分集合 $Tolerable (\subseteq CL)$ としてユーザが定義する。 $Tolerable = \{cl_1, cl_2\}$ とした時、快適度が cl_3 以下になった時、快適度

の許容範囲から外れたことになる。

省エネ達成指標の許容範囲は $Index(t)$ の値の範囲として、ユーザが定義する。例えば、最大でも標準電力量の 2 割増し以内を保ちたい場合は、 $Index(t) \in [-1.0, 0.2]$ のように定義する。

3.1.1 省エネ家電制御システムの要件

本システムの利用シナリオから、システム要件を考える。複数の家電が稼働している時、省エネ目標を満たすためには、それら家電の消費電力量のバランスを調整し、どのように使っていくか計画を立てることが望ましい。そのため、複数家電間の消費電力量のバランスを調整する機能、今後の使用計画を立てるための支援機能が必要であると考えられる。

現時点 t から期間 T の終わりまで、快適度と省エネ達成指標が許容範囲から外れないような各家電の設定（使用時間、強度など）を**省エネプラン**と呼ぶ。省エネ目標に沿った省エネプランを立て、家電を操作したとしても、ユーザ自身が立てた省エネプランと食い違う行動をとる、ユーザに提示した情報と実際に起こった出来事が異なるなどの理由で、省エネ目標を達成できるとは限らない。その結果、定めた許容範囲から外れてしまった場合、ユーザはそれに気づき、省エネプランを見直す必要がある。

提案手法では、ユーザは自身が設定している快適度の許容範囲を外れた場合は、それに気づき自発的に省エネプランを変更し、また、省エネ達成指標が許容範囲から外れた場合は、システムがユーザに省エネプランを変更するよう促すというアプローチを採用する。よって、快適度、省エネ達成指標が許容範囲から外れた場合、速やかに省エネプランを変更できる機能が必要である。

しかし、試行錯誤的に何度も省エネプランの変更を強要するのはユーザの負担になる。繰り返し省エネプランを変更しても、満足の行く快適度を得られない場合や、指定した省エネ達成指標の許容範囲に収まらないといった事態が発生する可能性がある。こういった事態を防ぐため、できるだけ快適度、省エネ達成指標の許容範囲を超えないようにユーザを支援する必要がある。

システムの要件を整理すると、**[要件 1]** ある期間 T における目標消費電力量である省エネ目標を設定できること、**[要件 2]** ユーザが快適度、省エネ達成指標ともに許容範囲から外れないように家電の設定を調整できること、**[要件 3]** 快適度が許容範囲から外れた場合、そのことをユーザにすぐ気付かせること、**[要件 4]** 省エネ達成指標が許容範囲から外れた場合、そのことをユーザにすぐ気付かせること、**[要件 5]** 快適度が許容範囲から外れないようユーザを支援すること、**[要件 6]** 省エネ達成指標が許容範囲から外れないようユーザを支援すること、となる。以下では、この 6 つの要件を満たすために必要な省エネ家電制御支援機能を検討する。

3.2 提案する省エネ家電制御支援機能

上記で述べた [要件 1]-[要件 2], [要件 4]-[要件 6] を満たす支援機能として, 提案手法では, 省エネ目標設定機能, 家電設定機能, 消費電力量状況確認機能, 通知機能, 効率的な家電設定支援機能が必要だと考えた. なお, 本稿では, [要件 3] は, ユーザが自身の感覚で判断するものとする. 以下, これらの支援機能の詳細を述べる.

3.2.1 省エネ目標設定

[要件 1] の目標期間とその期間内で使用する電力消費量を定め入力する機能である. これは, システム要件の省エネ目標の許容範囲を定めるために必要である. 具体的には 450kWh/月, 15kWh/日等のような情報を, システムに設定する機能である.

3.2.2 家電設定

[要件 2] の各家電の使用電力量を調節する機能である. これは, システム要件としてユーザが快適度, 省エネ達成指標ともに許容範囲から外れないよう調整するために必要である. また, ユーザの快適度が許容範囲から外れた場合, 速やかに再設定するためにも必要である. 家電の使用電力量を変更することによって, 現状より快適な環境を提供できるようにする. 省エネ目標を達成していない場合, 使用量を削減することによって, 目標を達成できるようにする.

例えば, 目標消費電力量が 450kWh/月であり, 設置家電がエアコン, 電灯, 冷蔵庫だった場合, エアコン 210kWh/月, 電灯 120kWh/月, 冷蔵庫 120kWh/月のように各家電に対し使用電力量を割り当てる.

更に各家電に設定した電力量から, 稼働時間, 動作モード等の家電の使用方法を提示する必要がある. 例えば, エアコンの場合, 温度, 使用時間, 強度の設定に応じて消費予定電力量が計算され, 提示される. ユーザは提示された情報から家電に割り当てた電力量に収まる範囲で使用方法を設定する.

3.2.3 消費電力量確認

使用電力量の見える化に相当する機能であり, [要件 6] の省エネ達成指標が許容範囲から出来るだけ外れないようにユーザを支援するために必要である. 省エネ目標の達成のため, これまでの電力量使用状況が順調であるかどうか確認をする機能が必要となる. 期間毎の消費電力量, 家電毎の消費電力量等ユーザが求めている情報をわかりやすく提示しなければならない.

3.2.4 通知機能

[要件 4] を実現するための機能であり, 省エネ達成指標の許容範囲から外れた場合, 速やかにユーザに再設定を促すために必要である. 通知が速やかに行われない場合, 現状と目標とのギャップがどんどん広がってしまうため, 速やかにかつ確実に通知する必要がある.

3.2.5 効率的な家電設定支援

[要件 5] の快適度が許容範囲から出来るだけ外れないようにする支援機能として必要である. 快適度と省エネの最適なトレードオフを発見しやすくするために, 快適度の許

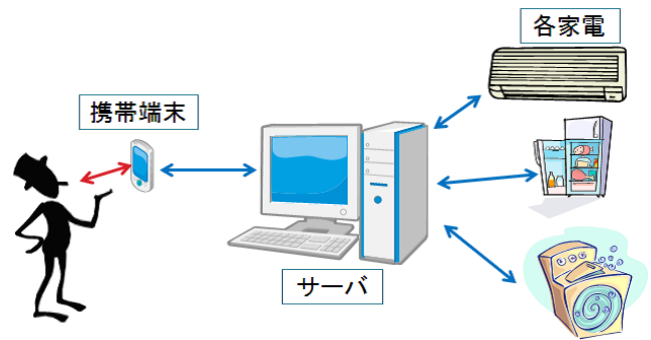


図 1 提案する省エネ家電制御システムの構成

容範囲を外れるような家電の設定を変更する際に, 変更前の家電設定とユーザの快適度を記録し, 次回以降の家電設定変更の際の参考に出来るようにする. 変更前の家電設定は, 快適度の許容範囲を外れている「快適でない」状態を表わしているため, 将来, ユーザが省エネのため, 同じような家電設定に変更しようとする時に, 参考情報として表示する.

4. 省エネ家電制御インターフェースの設計

本章では, 3章で説明した機能の設計について記述する.

4.1 システム構成

提案する省エネ家電制御システムの構成を図 1 に示す. 各家電の情報や設定をサーバが収集し, 収集したデータを携帯端末に送ることで, ユーザは目標に向けた現在の消費電力量の状況等必要な情報を確認することができる. 携帯端末をユーザインタフェースとして用いて省エネ目標や家電設定を入力し, サーバを介して, 各家電に設定を反映する.

4.2 想定環境

各家電はスマートタップに接続されており, スマートタップを介して時間毎の消費電力量を測定し, サーバに消費電力量の情報が送信される. また, 各家電は UPnP に対応しており, 家電の現在の設定 (電源のオン・オフ, 動作モードなど) はサーバ側で把握および変更することができる. 文献 [6] の方法などを用いて, 各家電に対し, 任意の設定に対する消費電力量を予測する予測モデルが構築されているものとする (例えば, エアコンを 26 度の冷房で 3 時間つけた場合, 何 Wh 消費するか推定できる). サーバは家電から消費電力の測定データを定期的に受信し, 消費電力量の合計と省エネ達成指標を計算する. 省エネ達成指標が許容範囲に入っているかを確認し, 入っていない場合, その事実を携帯端末に送信する. 消費電力量等ユーザに提示する情報の更新, 通知機能のために携帯端末とサーバは一定期間ごとに TCP で通信を行う.

4.3 ユーザインタフェース

3.2 節で提案した支援機能を提供するユーザインタフェースを設計する. 本稿では, Android 端末を想定した設計を行う.

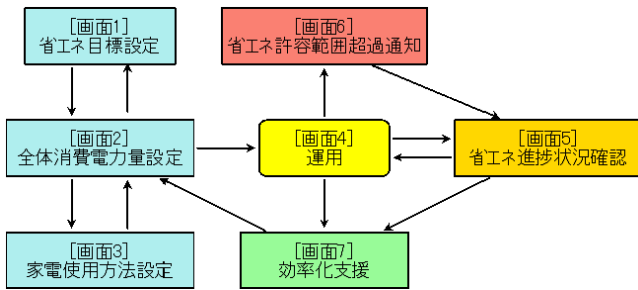


図 2 快適省エネ家電制御における画面遷移

4.3.1 画面遷移

ユーザインタフェースの画面遷移図を図 2 に示す。[画面 1] は省エネ目標を設定する画面である。この画面では、[要件 1] を満たすために必要な機能を提供する。[画面 2] は全使用可能電力量のうち各家電に割り当てる消費電力量を決定する画面である。この画面では、[要件 2][要件 3][要件 6] を満たすために必要な機能を提供する。[画面 3] は各家電に割り当てた消費電力量をどのように使用するか決定する画面である。この画面では、[要件 5] を満たすために必要な機能を提供する。[画面 4] は家電の設定後、その設定のまま運用している間に表示される画面である。問題が発生しなければ [画面 4] の状態を維持する。[画面 5] はユーザが現在の消費電力量を確認する画面である。[要件 6] を満たすために必要な機能を提供する。[画面 6] は省エネ達成指標が許容範囲から外れたときに、その事実をユーザに通知する画面であり、[要件 4] を満たすために必要な機能を提供する。[画面 7] は省エネプランを再設定する際に、ユーザ自身の快適度に対する感覚の記録としてアンケートを取る画面であり、[要件 5][要件 6] を満たすために必要な機能を提供する。

次節以降で各画面および提供する機能を説明する。

4.3.2 省エネ目標設定

省エネ目標を設定するインタフェースを図 3 に示す。省エネ対象期間を図 3 の①省エネ日数入力欄へ入力すると、以前の消費電力量が②消費電力量情報に表示される。ユーザは、その情報を参考にしながら、③省エネ目標入力欄へ目標電力量を入力し、④省エネ目標の設定を行う。省エネ目標を設定したら、⑤省エネ目標決定ボタンを押し、消費電力量設定画面へ遷移する。

4.3.3 消費電力量設定

定めた省エネ目標から省エネプランを図 4 に示すインタフェースで設定する。省エネ目標は長期的な目標であり、計画を立てようとしてもイメージがわきにくいいため、ユーザにとって適切な期間で家電利用計画をたてられるようにする（例えば、省エネ目標が 30 日で 400kWh だったとしても、1 日で 13kWh、1 時間で 5000Wh 等の方が計画を立てやすい）。計画を立てる期間を①プラン期間入力欄へ入力すると、②プラン内の目標電力量にどれだけの電力量を

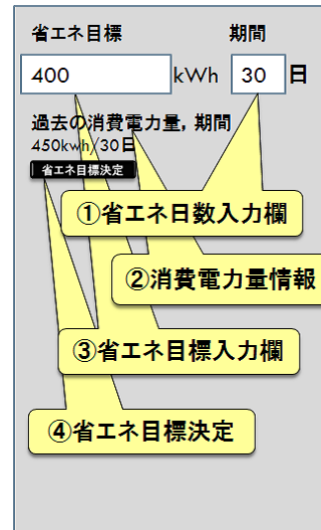


図 3 省エネ目標設定画面

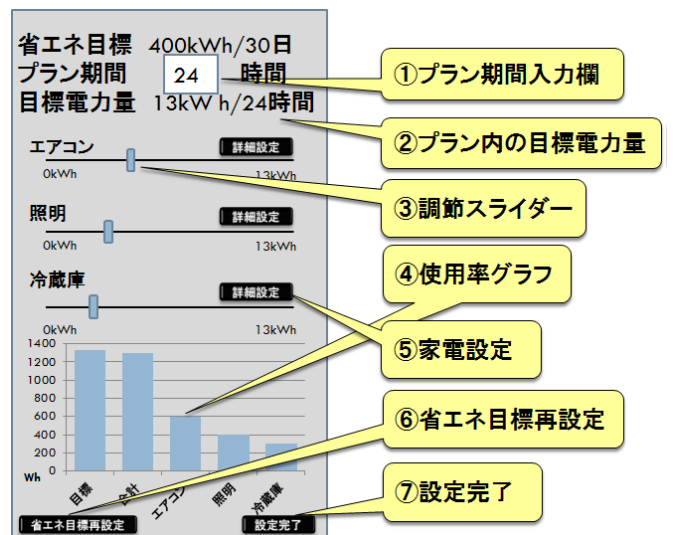


図 4 省エネプラン設定画面

使用できるかを表す目標電力量が表示される。ユーザは目標電力量を見て、③調節スライダーを左右に動かすことで各家電の消費電力量を決定する。また、③調節スライダーで電力量をより多く配分する家電を決める場合、その家電単体での調節だと家電間の電力量の配分がわかりにくいいため、④使用率グラフを用いて直観的に複数家電間の配分がわかるようにする。例えば、図 5(a) に示すような電力量配分時、エアコンのスライダーを右に動かすことによって、図 5(b) のようにグラフが変化する。これによりユーザは直観的に家電間の電力量の配分を決めることができる。電力量配分を設定したら、⑤家電設定ボタンを押し、家電使用方法設定画面へ遷移する。省エネ目標を達成できないと感じた場合、⑥省エネ目標再設定ボタンを押し、省エネ目標画面へ遷移し、省エネ目標を再設定する。全ての家電設定が終了したら、⑦設定完了ボタンを押し運用画面へ遷移する。

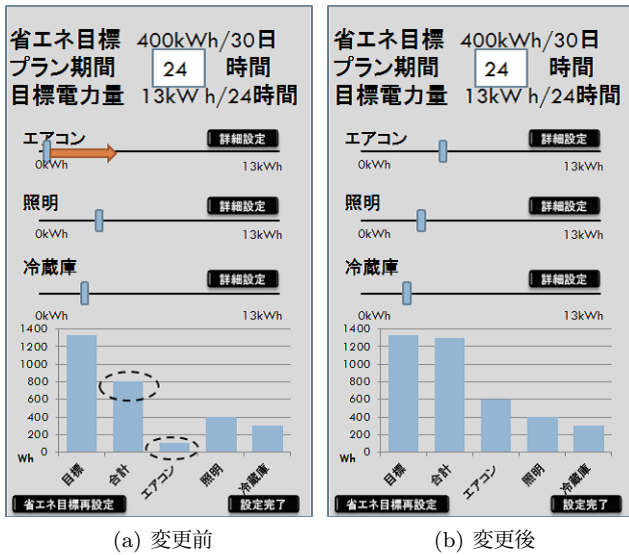


図 5 配分電力量の変更例

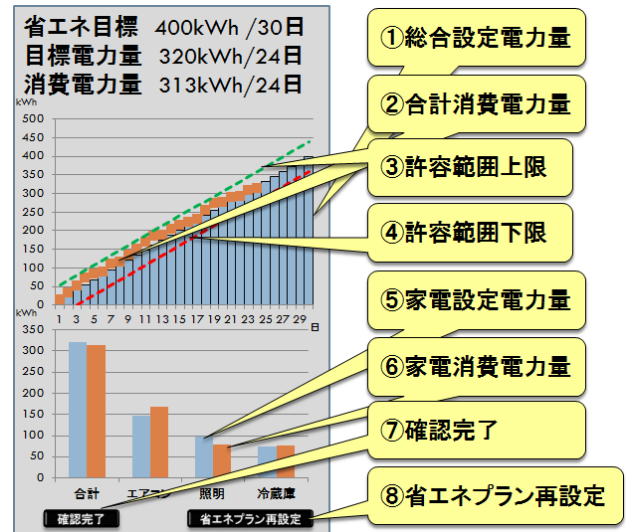


図 7 省エネ達成度確認画面

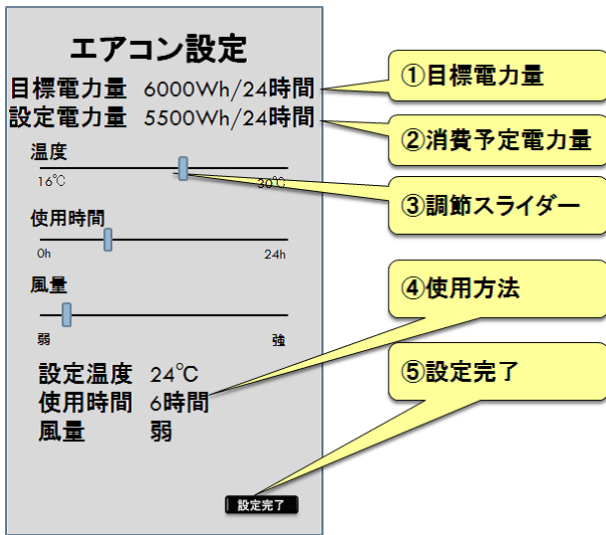


図 6 家電用途設定画面

4.3.4 家電使用方法設定

家電の電力量配分を決めたとしても、ユーザは家電をどのように使えば設定電力量の範囲内に収まるかわからない。そのため、図 6 に示すインタフェースでユーザに家電の使用法を示す。図 2 の②消費電力量設定で割り当てた電力量が①目標電力量として表示され、前節と同様に③調節スライダーで各項目のパラメータを調整することにより、④使用方法を提示し、その使用方法での②消費予定電力量が提示される。消費予定電力量が目標電力量以下に収まり、かつ、ユーザが納得の行く家電の使用法を決めることができる。家電の使用法が決定したら、⑤設定完了ボタンを押し、消費電力量設定画面へ遷移する。

4.3.5 省エネ進捗状況確認

各家電毎に過去にどれだけ電力量を使ったのか、今後どれだけの電力量を使っているのかを図 7 に示すインタフェースで提示する。図 7 は省エネ目標を 400kWh/30 日として定めた 24 日目の状況を表している。省エネ目標を

提示し、現在までに使用するよう設定した目標電力量と実際に使用した消費電力量を示す。消費電力量の時間による推移を上側のグラフで提示している。①目標消費電力量に対して、②に実際の消費電力量の推移を比較して提示し、ユーザが確認できる。また③④の許容範囲の上限、下限を表すラインを参照することで、許容範囲を超えそうだったのはいつだったかも確認する。更に下側のグラフで家電毎の消費電力量を確認することができる。⑤設定電力量と⑥消費電力量を比較することで、予定より多く使っている家電や少なく使っている家電をユーザが確認できる。確認できたら、⑦確認完了ボタンを押し、運用画面へ遷移する。確認し、省エネプランの変更が必要だとユーザが感じた場合、⑧省エネプラン再設定ボタンを押し、効率化支援画面へ遷移する。

4.3.6 通知機能

Android 端末のアラーム機能と図 8 のインタフェースを用いて通知することで、ユーザは問題が発生している事実を速やかに知り確認することができる。①通知連絡の内容を確認した後、②省エネ進捗状況確認ボタンを押し、省エネ進捗状況確認画面へ遷移する。

4.3.7 効率的な家電設定のための支援

ユーザは家電の設定を変更する際に、現在の家電設定に対する感想、快適度を図 9 に示すようなアンケートとして記入する。記入したアンケートをリスト化して図 10 のように整理することで、有用な家電設定の情報が増えていき、時間がたつにつれユーザは以前より快適で省エネな設定をしやすくなる。①アンケートを入力したら、②アンケート入力完了ボタンを押し、消費電力量設定画面へ遷移する。

4.4 実装例

設計した画面の Android 上での実装例を図 11、図 12 に示す。図 11 は図 5(a) に対応しており、プラン期間を入力、スライダーを調節することで図 12(図 5(b) に対応) のように家電の電力量配分を定めることができる。

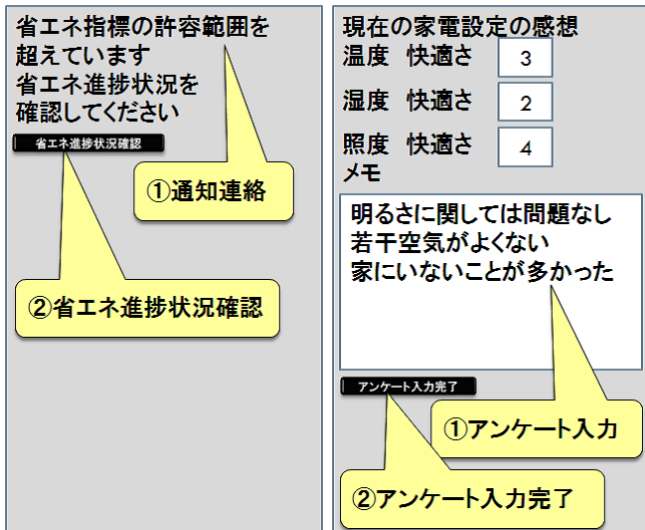


図 8 省エネ許容範囲超過通知画面

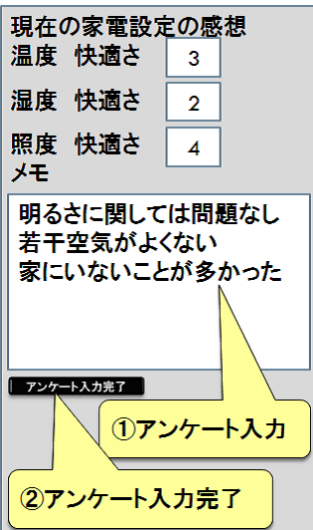


図 9 家電設定効率化支援アンケート

日付 5/18~20 消費電力量 38kWh/3日 設定電力量 40kWh/3日 エアコン 20kWh/3日 照明 10kWh/3日 冷蔵庫 8kWh/3日 温度 快適さ 3 湿度 快適さ 2 照度 快適さ 4 一言メモ ちょっと辛かった	日付 5/21~23 消費電力量 50kWh/3日 設定電力量 45kWh/3日 エアコン 25kWh/3日 照明 15kWh/3日 冷蔵庫 10kWh/3日 温度 快適さ 4 湿度 快適さ 3 照度 快適さ 4 一言メモ もう少しなら我慢できそう
---	--

図 10 快適環境発見のためのログ

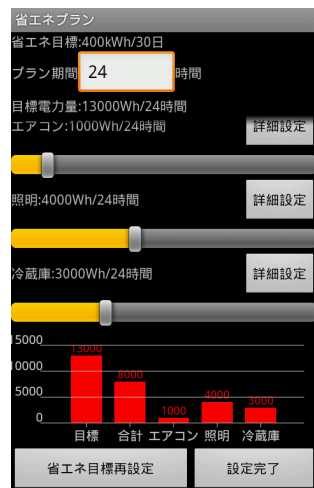


図 11 図 5(a) の実装例

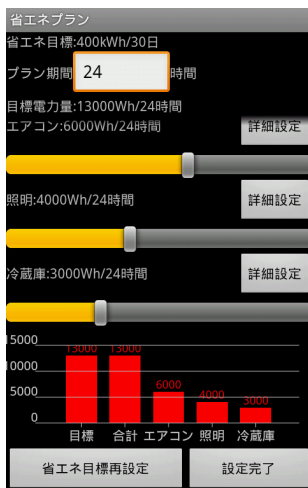


図 12 図 5(b) の実装例

5. 評価方法についての検討

本章では、提案システムの評価方法を検討する。今回提案するのはインタフェースであるため、快適度に対するユーザによる主観評価と省エネ目標達成率に対する定量的な評価の二つが必要となる。

評価方法として、実際の生活の中で家電を操作してもら

い、省エネ達成率と快適度を比較する実験を行うことを検討している。システムを導入していない環境、消費電力量だけに見える化するシステムを導入した環境、提案システムを導入した環境の3つの環境でユーザに家電の操作をもらい、それぞれの比較を行う。実験期間を通して快適度維持の容易さ、省エネ目標に向けた家電設定の容易さといった項目に対する5段階評価でアンケートに記入してもらい比較することで主観評価をする。また、実験期間中の消費電力量の推移を比較することで定量的な評価を得る。この二つの評価方法によって提案手法の有効性を検証できると考えている。

6. まとめ

本稿では、快適度と省エネのトレードオフの発見を支援する家電制御システムおよびユーザインタフェースを提案した。提案システムは先行研究の課題であった快適性を数値化し機械的に判断することが難しいという問題に対し、ユーザ自身が、自身の快適度、省エネ目標に照らし合わせて、自身の現在の状況に合った最適な家電の設定を見つけることを支援することによって解決する。本稿では、最適な家電の設定を発見するために省エネに関する情報をユーザに提供するユーザインタフェースの部分に焦点を当て、Android 端末を対象プラットフォームとして機能設計を行った。

今後は、提案システムおよびインタフェースの実装を行い、数名の被験者による提案インターフェースの評価実験を行う予定である。

参考文献

- [1] エネルギー総合工学研究所:エネルギーに関する公衆の意識調査, エネルギー総合工学研究所 (オンライン), 入手先 (<http://www.iae.or.jp/research/result/koshu.html>)(参照 2012-06-15).
- [2] 電力中央研究所:家庭における 2011 年夏の節電の実態, 電力中央研究所 (オンライン), 入手先 (<http://criepi.denken.or.jp/jp/kenkikaku/report/detail/Y11014.html>)(参照 2012-06-15).
- [3] Hashizume,A, Mizuno,T, and Mineno,H: Energy Monitoring System using Sensor Networks in Residential Houses, *Proc. of IEEE AINA 2012*,p595-600(2012).
- [4] NTT 西日本: “フレッツ・エコめがね”, NTT 西日本 (オンライン) <http://flets-w.com/flets-ecomegane/>(参照 2012-06-27)
- [5] 東芝ソリューション: “使用電力見える化クラウドサービス”, 東芝ソリューション (オンライン) http://www.toshiba-sol.co.jp/sol/power_monitor/(参照 2012-06-27)
- [6] 安本慶一, 小倉和也, 山本真也, 伊藤 実: 快適度の低下を最小限に抑える省エネデバイス制御手法, *情報処理学会研究報告*, Vol.2011-DPS-149 No.9, pp. 1-8 (2011).
- [7] Scott,J, Bernheim Brush,A,J, Krumm,J, Meyers,B, et al.: PreHeat: Controlling Home Heating Using Occupancy Prediction in *Proc. of UbiComp 2011*(2011).
- [8] 北岡賢人, 瀬戸英晴, まつ本真佑, 中村匡秀: ホームネットワークシステムにおける機器状態ログからのエネルギー浪費行動の検出, *電子情報通信学会技術研究報告*, LOIS, 110(450), 37-42, (2011).