

ホームネットワークにおける個人適応型消費電力可視化サービス

渡邊 雄一[†] 徳田 啓介[†] 榎本 真佑[†] 中村 匡秀[†]

[†] 神戸大学 〒 657-8501 神戸市灘区六甲台町 1-1

E-mail: [†]{nabe,tokuda}@ws.cs.kobe-u.ac.jp, ^{††}{shinsuke,masa-n}@cs.kobe-u.ac.jp

あらまし 消費電力の可視化は、人による自発的な省エネ行動を促す効果的な方法として知られている。現在、多くの可視化システムが商品化されている。しかしながら、ユーザの省エネ意識や生活スタイルは千差万別であるため、ベンダ既製の可視化方法が全てのユーザを満足させることは難しい。そこで本稿では、ユーザ個人が自分の目的や嗜好に応じて好みの方法で消費電力を可視化できる個人適応型消費電力可視化サービス (Personalized Energy Visualization Service, PEVS) を提案する。PEVS は、ウィザード型式の設問を用いてユーザの可視化の要求を取得し、必要な範囲の消費電力データを適切なグラフで表示するサービスである。我々は、PEVS の設問を期間 (term)、単位 (unit)、範囲 (scope) の観点から目的指向で設計し、ユーザの回答から適切なグラフを選択する手法を考察した。開発した PEVS をユーザに使ってもらってもらう評価実験を行った。その結果、各被験者が自分の目的に応じた可視化方法を容易に達成できた。

キーワード 省エネ、消費電力、可視化、個人適応サービス、ユーザ要求

A Study on Personalized Visualization Service of Energy Consumption in Home Network System

Yuichi WATANABE[†], Keisuke TOKUDA[†], Shinsuke MATSUMOTO[†], and Masahide NAKAMURA[†]

[†] Kobe University, 1-1 Rokkodai, Nada, Kobe, Hyogo, 657-8501 Japan

E-mail: [†]{nabe,tokuda}@ws.cs.kobe-u.ac.jp, ^{††}{shinsuke,masa-n}@cs.kobe-u.ac.jp

Abstract The visualization of energy consumption is a useful method that prompts people to do energy-saving behaviors. Many systems for the energy visualization come onto the market. Since the purpose and attitude to energy saving vary among individuals, it is difficult to satisfy all users by static ready-made visualization. To cope with the problem, this paper presents *Personalized Energy Visualization Service (PEVS)*, which dynamically generates appropriate visualization for individuals based on preferences. PEVS extracts user's requirement with a questionnaire wizard. We design the questionnaire in a goal-oriented fashion, from viewpoints of term, unit and scope. We then consider how to select an appropriate graph from the answer of the questionnaire. An experimental evaluation shows that every subject was able to create a unique personalized visualization easily.

Key words energy saving, electricity consumption, visualization, personal service, user requirement

1. はじめに

エネルギー資源の枯渇や自然環境問題の増加に伴い、省エネは社会で取り組むべき重要な課題となっている。国内では家庭の消費エネルギーは総消費エネルギーの 14% を占めており [1]、省エネは産業界のみならず家庭でも取り組むべき問題であるといえる。

家庭での省エネを促進する方法として、消費電力の可視化

(見える化) が知られている [2]。可視化の利点は、様々な目的に応じて電力消費の実態を視覚的・直感的に提示出来る点にある。電力消費の実態を住人に把握させることで、自発的な省エネ行動を促すことをねらう。可視化の対象や方法は多岐にわたり、リアルタイムでの電力消費の把握や、機器同士の消費電力の比較、機器の運転モードの違いによる電力変化の確認など、その適用範囲は極めて広い。

近年市場には宅内の消費電力を可視化するシステムが多数登

場している [3] [4]。これらのシステムでは、可視化の方法は各ベンダが独自に開発し、ユーザはそれをそのまま使っている。しかしながら、省エネに取り組む動機や目的、またユーザの好みや生活スタイルは千差万別であり、ベンダ既製の可視化方法だけで全てのユーザを満足させることは難しい。

例えば、日々節約を心がけているユーザの場合、ワット単位ではなく金額単位の情報を提示した方が、より効果的な省エネ行動が期待できる。また、エアコンのつけっぱなしが常習化しているユーザには、現在の消費電力を見せるより、つけっぱなしをしていた間の消費電力量を振り返って示した方が、効果が見込まれる。大型テレビの消費電力のインパクトを知りたい場合には、様々な機器の電力を並べて見せた方が有用である。

そこで本研究では、ユーザ個人が好みの方法で消費電力を可視化できる個人適応型消費電力可視化サービス (Personalized Energy Visualization Service, PEVS) を提案する。PEVS は、宅内のユーザ個人がその時々々の目的や要求にあった形で、宅内の消費電力を可視化することを支援する。具体的には、ウィザード型式の設問を用いてユーザの可視化の要求を取得し、必要な範囲の消費電力データを適切なグラフで表示する。

本稿では、PEVS の設問を期間 (term)、単位 (unit)、範囲 (scope) の観点から目的指向で設計し、ユーザの回答から適切なグラフを選択する手法を考察する。ここで期間とは、過去、現在、未来のどの消費電力を可視化するのかを規定するものである。単位とは、消費電力をどのような単位 (ワット、金額、CO₂ 量など) で見せるのかを規定する。範囲とは、家全体、部屋毎、機器毎等、どの範囲の消費電力を可視化するのかを規定する。PEVS は、これらの設問に対するユーザの答えの組み合わせから、想定される具体的な要求の候補を列挙しユーザに提示する。ユーザが自らの目的に近いものを選ぶと、PEVS は適切なグラフ形式で消費電力を可視化する。

次に、提案する PEVS を我々の研究グループで開発しているホームネットワーク環境 (CS27-HNS) [5] 内に、Web アプリケーションとして実装する。本システムは、PEVS のウィザード部を提供する「ユーザ要求聞き取りサービス」、CS27-HNS から消費電力データを取得する「電力メータサービス」、グラフを生成する Google Chart Tools、及び、上記 3 つのサービスを連携し管理する「PEVS マネージャー」から構成される。これら 3 つのサービスを開発し、サービス指向アーキテクチャ (SOA) で統合して実現した。

有効性を評価するために、被験者に PEVS を用いて好みの消費電力のグラフを作成してもらった実験を行った。その結果、各被験者が自分の目的に応じたグラフを容易に作成できた。さらに本稿では、宅内構成情報や住宅ログとの連携や、グラフ以外での可視化等、PEVS のさらなる展開についても考察する。

2. 準備

2.1 家庭における省エネ

我々の研究グループでは、家庭における省エネのアプローチを「モノによる省エネ」と「ヒトによる省エネ」の 2 つの観点で大別している。モノによる省エネとは、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、省エネを実現するアプローチである。LED 照明や液晶テレビなどの省電力家電や、人感センサを用いて自動的に点灯する人感ライトなどは既に製品化されており、広く普及している。また高度な ICT 技術を利用して、複数の家電を連携制御し効率的な家電制御を実現するシステムも存在する。HEMS や BEMS [6]、スマートグリッド [7]、ホームネットワークシステム [5] などがある。モノによる省エネは、システムによる自動的に省エネが実現できる利点であるが、ユーザの目線に立ったきめ細かやかな制御が苦手である。快適性を確保しようとする、削減できるエネルギーが限られる。

一方、ヒトによる省エネは、機器利用の主体となるヒトの自発的な省エネ活動を促すことで、省エネを実現する方法である。例えば、使用していない家電の電源を落とす、空調機器の設定温度を緩和するなどの方法が挙げられる。また、効率的に家電を利用するための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 [8] [9]。ヒトによる省エネは、ユーザの省エネ行動次第で大幅なエネルギーを削減できる。ただし、ユーザの自助努力によるところが大きく、場合によっては生活の快適性を低減させる原因にもなり得る。その人、その時、その場に適応した無理のない継続的な実施が重要である。

2.2 消費電力の可視化と課題

消費電力の可視化 (見える化) は、ヒトによる省エネを支援する最も基本的な方法の一つである。消費電力をグラフなどの視覚情報に変換することで、家庭内の電力消費の実態を生活者に分かりやすく伝えることが出来る。そうすることで、生活者の省エネ意識を刺激し、自発的な省エネ行動を促すことをねらう。内閣官房国家戦略室の報告によると、消費電力の可視化によって消費電力を 1 割程度削減出来るとされている [10]。

最近、宅内の電力計測や電力可視化のための様々な製品が次々と販売されてきている [3] [4]。可視化の方法も様々であり、例えば毎日・毎月の消費電力を単純にグラフ化するシステムや、金額ベースに換算して可視化するシステムのほか、木が枯れる、水が汚れるといった環境負荷のメタファに置き換えて可視化するシステムもある。また宅内照明を利用して宅内環境に溶け込む形で電力消費の実態を可視化する、アンビエントディスプレイ [11] など研究されている。

現状では、こうした可視化方法は、ベンダによって開発・提供されるものの中からユーザが選んで閲覧・利用する形式が取られている。様々な可視化の工夫は見られるものの、既製の方法だけでは嗜好や生活スタイルの異なる全てのユーザを満足させることは不可能である。また、固定的なコンテンツではユーザが飽きてしまい、継続しないという問題がある。効果的かつ持続的な省エネを支援するためには、個人の性格や生活スタイル、省エネに取り組む目的や動機に合わせた可視化方法の実現が必要である。

3. 個人に適応した消費電力の可視化

3.1 キーアイデア

ユーザ個人個人に適応した消費電力の可視化を実現するため

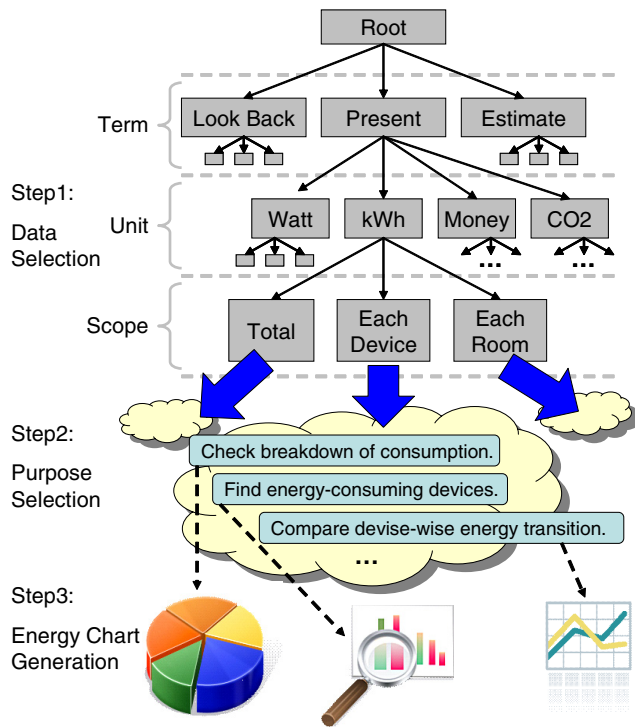


図1 提案手法のアウトライン

には、少なくともそのユーザが

- (a) どの種類・どの範囲の消費電力データを、
- (b) どのような目的で見たいのか、

という2つの要求を明らかにする必要がある。提案手法では、システムがユーザにアンケートを提示し、ユーザに設問に答えてもらうことによって、上記(a)(b)の要求を抽出を試みる。うまく要求を抽出するためには、アンケートの設問をどのように設計するかが鍵となる。

また、(a)(b)の要求からどのような可視化の手段を選ぶかも考える必要がある。本研究では、可視化の方法として一般的なグラフを用いることにする。

3.2 提案手法のアウトライン

図1に提案手法の流れを示す。提案手法は次の3つのステップから構成される。

Step 1(データの選択): ユーザがどのような種類のどのような範囲のデータを可視化したいのかを設問により選択させる。

Step 2(目的の選択): 選択したデータをどのような目的で利用するかを設問により選択させる。

Step 3(電力可視化グラフの生成): 選択した目的に対して、適切な形式の可視化するグラフを生成する。

Step 1は3.1節で述べた要求(a)を抽出するプロセス、Step 2は要求(b)を抽出するプロセスである。また、Step 3は(a)(b)に応じたグラフ形式を選択して、データを流し込んでグラフを作成するプロセスである。以降、各ステップの詳細を説明する。

3.3 Step 1: データの選択

ユーザがどのような種類・範囲のデータを可視化したいのかを設問によって選択する。本稿では次の3つの異なる観点からデータ選択を行うことを提案する。

期間 (term): 過去、現在、未来のうちどの期間の消費電力を可視化するかを選択するものである。過去を指定すると、例えば電力消費の実績がどうだったかを振り返る目的に利用出来る。現在は、現状の電力消費を知るために利用出来る。未来は、これからの電力消費がどうなるかを予測するために用いる。

単位 (unit): 消費電力をどのような単位で見せるのかを決定する。瞬間電力(W)や一時間あたりの積算消費電力量(kWh)、電気料金、CO2などが選択肢となる。将来的には電気料金から嗜好品への換算や、CO2から自然のメタファへの換算など、より抽象的な単位も考えている。

範囲 (scope): 空間的にどの範囲の消費電力を可視化するかを決定する。選択肢として、住宅全体の合計値や、家電機器単位や部屋単位などが考えられる。

図1の上部にStep 1の3つの選択枝の樹形図を示す。ルートから上記3種類の観点から順番に並んでいる。ユーザはそれぞれの観点から選択枝を一つずつ選ぶことにより、可視化すべきデータの種類の範囲が決定される。

3.4 Step 2: 目的の選択

Step 1で選択したデータをユーザがどのような目的で可視化しようとしているのかを抽出する。データの種類・範囲が確定した時点で、そのデータの用途をある程度絞り込むことができる。我々は、Step 1で選択可能な各組み合わせに対して、選択されたデータがどのような目的に使われうるかを目的指向分析によって洗い出した。

例えば(期間, 単位, 範囲)がそれぞれ(現在, kWh, 機器毎)という組み合わせ(図1のRootから真下に突き抜けるライン)に関しては、例えば次のような目的が洗い出される。

- (1) 消費電力の機器ごとの内訳が知りたい。
- (2) 消費電力が高い機器を見つけたい。
- (3) 機器毎の消費電力の推移を比較したい。

... 以下省略 ...

Step 1のデータ選択毎に洗い出された、上記のような目的の集合を、ここでは目的候補集合と呼ぶことにする。図1では中段の雲形のアイコンで表示している。

システムはユーザに対してあらかじめ用意した目的候補集合を選択枝として提示し、ユーザはその中から自分の目的に合致するものを選択する。この方法は、実際にユーザがはっきりと目的を把握していない場合や、別の選択枝を思いつかせる効果も期待できる。もし目的候補集合にユーザの目的が入っていない場合には、新たに登録するなどの仕組みが必要である。

3.5 Step 3: 電力可視化グラフの生成

Step 2で選択された目的に応じて、Step 1のデータを最も適切な方法で可視化するためのグラフを生成する。ここでの種類のグラフを用いるべきかは、各グラフ種別の長所と短所を考慮して決める必要がある[12]。以下に主要なグラフの特性を説明する。

棒グラフ: 複数ケース^(注1)間の比較に適する。基本的に棒の

(注1): データの一行のことを指す。例えば、機器別の電力グラフの場合は各機器の電力データそれぞれが1ケースに該当する

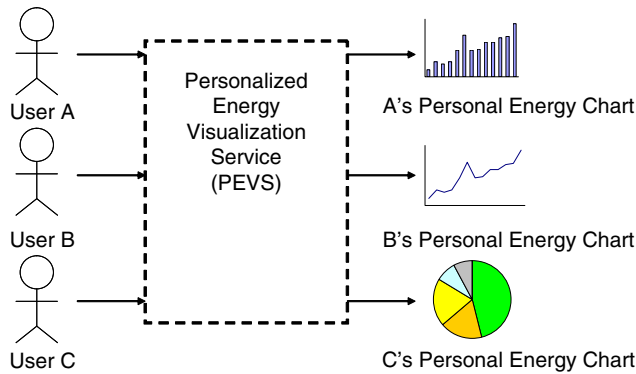


図 2 PEVS のコンテキストダイアグラム

高さが絶対値で示されるため、絶対値の把握に向いており誤解を与えにくい。しかし、絶対値が大きい場合にはケース間の差が把握しにくい。またケースの数が多い場合には視認性の低下が懸念される。特に消費電力量はパレートの法則（全体の大部分は小数の一部で構成されやすい）に従う場合が多く、消費電力量が少ないケース（使用頻度の少ない機器など）をうまく省略する必要がある。

折れ線グラフ：ケースの時間変化の把握に適する。時間範囲内でのケースの最大値や最小値、下降傾向、上昇傾向などの変化量を把握する際に有効である。しかし、ケース数が増えると表示結果に雑然とした印象を受けやすく、目的のケースを見つけることが困難になる。また、時間変化に乏しいケースでは可視化する意義を見つけることが難しくなることも短所として挙げられる。また期間の幅を適切に選択する必要もある。

円グラフ：ケース間の比較に適しており、特に相対的な比率の比較に適したグラフである。円全体に対して一つのケースがどの程度の面積を占めるかを見ることで、そのケースがどの程度の比率を占めるのかを直感的に示すことができる。しかし、ケース数が多い場合、各ケースのが占める面積が小さくなり不鮮明になってしまうため、ケースの選別が必要である。また、単純な絶対値の把握には適さない。

例として、3.4 節で述べた 3 つの目的 (1)(2)(3) を考える。(1) は内訳が知りたいことから、比率を比較する円グラフが適している。(2) は値の絶対値を比較することから、棒グラフが適している。(3) は時間経過に伴う推移が知りたいことから折れ線グラフが適しているといえる。

提案手法では、目的候補集合の各要素ごとに、適切なグラフ形式をあらかじめひもづけている。したがって、Step 2 でユーザーが目的を選択した時点で、適切なグラフ形式が選択されるようになっている。図 1 の下段、目的からグラフに伸びる破線矢印は、このひもづけを示している。

4. 個人適応型消費電力可視化サービス PEVS

4.1 概要

提案手法に基づいて、ユーザーの要求に適応した消費電力の可視化を行う個人適応型消費電力可視化サービス (Personalized Energy Visualization Service, PEVS) を実装した。PEVS は

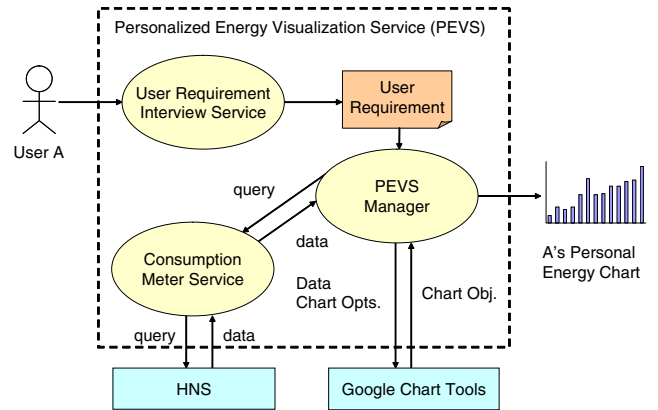


図 3 システムアーキテクチャ

我々の研究室で開発している CS27-HNS 環境内の Web アプリケーションとして実装されている。図 2 に提案サービスのコンテキスト図を示す。各ユーザはこのサービスを通して、ウィザード形式の設問に答えることにより、誰でも簡単に自身の要求に適した電力可視化グラフを得ることが出来る。

消費電力可視化による省エネ意識の改善には、繰り返し可視化結果を閲覧することで持続的な効果を期待出来る。しかし、可視化に必要なアンケートを何度も繰り返すことはユーザにとって負担になる。従って PEVS は、一度作成した電力可視化グラフを URL 形式で保持し、その URL にアクセスすることで同じグラフを動的に再現する機能を提供する。また、作成済みのグラフをプログパーツとして提供する機能も備えている。

4.2 アーキテクチャ

図 3 に PEVS のアーキテクチャを示す。この図は、ユーザ A の要求に基づいて消費電力データを棒グラフで可視化する例である。破線で囲まれた部分が開発した PEVS の範囲を表す。PEVS は以下に示す 4 つのコンポーネントから構成されている。

- ユーザ要求聞き取りサービス
- 電力メータサービス
- PEVS マネージャ
- Google Chart Tools

グラフの生成処理に関しては、Google が提供している Google Chart Tools を利用した。他 3 つのコンポーネントについては、それぞれ次節以降で説明する。

4.3 ユーザ要求聞き取りサービス

ユーザにウィザード形式の設問を提示し、提案手法の Step 1 と Step 2 を行うサービスである。図 4 にウィザードの実行例を示す。図 4(a) は Step 1 のデータ選択を行う画面である。ユーザは期間、単位、範囲をそれぞれ選択して「次へ」をクリックする。図 4(b) は Step 2 の目的選択画面である。提示される目的候補集合の一覧から、最も要求に近いものを選択する。またグラフの微調整を行うパラメータ等もここで入力する。ユーザが「見える化する」ボタンをクリックすると、ユーザの要求が抽出され PEVS マネージャに渡される。本サービスは HTML と JavaScript で実装されている。

S101電力モニタウィザード

いつのデータを見る化しますか？

現在のデータ 過去のデータ 未来のデータ

見たいデータの種類は何ですか？

電力瞬間値(W) 電力量(積算値 kWh)

見える化する範囲はどうしますか？

合計値のみ 機器ごと 部屋ごと

S101電力モニタウィザード 機器設定

機器ごとの見える化を行います 要求に合致するものを選んでください

選択した機器の消費電力が見たい
 電力が一定値以上の機器の消費電力が見たい
 選択した機器の短期間の消費電力変化を見たい
 全体の消費電力の機器別の内訳を知りたい
 消費電力のトータルに対する消費の割合を知りたい

全て 上位5 個

図 4 ウィザード実行例

4.4 電力メータサービス

CS27-HNS にアクセスし、消費電力データを取得する Web サービスである。各種家電機器の現在、及び過去の消費電力を XML 形式のデータとして取得する。Apache Axis2 環境で動作しており、現在以下の API を提供している。

- getConsumptions
- getConsumptionsGreaterThan
- getConsumptionsSmallerThan
- getConsumptionById
- getTotalConsumption
- getMaxConsumption
- getApplianceNameById

一例として、getConsumptions() は全コンセントの ID と各コンセントに接続された機器それぞれの消費電力を返す。具体的な家電機器名は getApplianceNameById() から取得出来る。これらの API を組み合わせて様々な目的での電力データが取得出来る。本サービスは Java で開発されている。

4.5 PEVS マネージャ

PEVS の核となる部分であり、PEVS を構成する 3 つのサービス連携を管理する。まず、ユーザ要求聞き取りサービスが抽出したユーザの要求を受け取り、次に、その要求に従って電力メータサービスから消費電力データを受け取る。得られたユーザ要求と消費電力データに基づいて、グラフのデータとパラメータが決定され、最終的には Google Chart Tools によってグラフが生成される。マネージャの機能の大部分は jQuery を用いて実装されている。

4.6 実行結果の例

図 5 に、図 4(b) の設問後に描画される可視化結果を示す。この例では「機器ごとのリアルタイムな電力比較を行いたい」という要求に基づいて、機器別（図中では PC 別）の消費電力量を相対的に比較可能な円グラフが生成されている。このグラフはデフォルトでは 3 秒に 1 回更新される。グラフを繰り返し閲覧することが容易となるように、グラフページの URL も記載されている。この URL をブックマーク等に保存しておくことで、再びアンケートに答えることなく直接グラフページにアクセスすることが可能である。また、作成したグラフはブログパーツとしても提供される。このコードを任意の Web ページ内に張り付けることで、作成したグラフにいつでもアクセス可能になる。

S101電力モニタ

見える化期間: 現在の消費電力
 見える化単位: 電力(Watt)
 見える化対象: 機器ごと
 見える化要求: 全体の消費電力の機器別の内訳を知りたい

このページのURL:
<http://www27.cs.kobepu.ac.jp/Trabe/CurrentConsumptionVisualization/html/visualization.html?chm=Present&dt=Power&dt=Device&dt=false&td=false&st=false&pt=5&pic=false>

プログラ�用コード:

```
<script type="text/javascript" src="https://www.google.com/jsapi"></script><div id="ccy_chart">
</div><script type="text/javascript" src="http://code.jquery.com/jquery-1.8.3.min.js"></script>
<script type="text/javascript" src="http://www27.cs.kobepu.ac.jp/Trabe/CurrentConsumptionVisualization/js/visualization/BPM.js" charset="UTF-8"></script>
<script type="text/javascript">var obj;
```

*プログラ�用コードをhtmlファイルに貼り付けることでこのグラフを参照することができます。また、コード内の width = xxx,height = yyy, の値を書き換えることでプログラ�のサイズを変更することができます

図 5 自動生成されたグラフの一例

表 1 評価実験アンケート結果 (単位: 人)

提案サービスは便利であったか		
便利だった	どちらとも言えない	積極的に使おうと思わなかった
5	2	0
可視化結果は満足行くものであったか		
満足行く結果だった	概ね満足行く結果だった	望んでいたものと食い違っていた
5	2	0
作成したグラフを繰り返し閲覧するか		
頻繁に閲覧すると思う	数回くらいは閲覧すると思う	どちらとも言えない
0	6	1
省エネ意識に影響はあったか		
省エネの必要性を感じた	特に影響を感じなかった	省エネの必要性を感じなくなった
2	5	0

5. 実験と評価

5.1 実験概要

提案システムがユーザの要求に応じて、適切にグラフを生成出来ているかを確認するための評価実験を行った。実験では、実際に被験者に PEVS を利用してもらい、提案システムの操作感や可視化結果、省エネ意識の改善効果などに対するアンケートに回答してもらう。被験者は情報科の学生が 6 名、大学教員が 1 名である。被験者のうち、省エネ行動を普段から積極的に取っている者が 2 名、そうでない者が 5 名であった。

5.2 実験結果

実験アンケートの結果を表 1 に示す。多くの被験者から提案サービスは便利であったとの意見を得られた。さらに全ての被験者から、可視化結果に対する肯定的な意見が得られた。また、ほぼ全ての被験者が数回程度は作成したグラフの閲覧を行うと述べている。一方で、提案システムの利用により省エネ意識の

改善につながると答えた被験者は2名だけであり、省エネ意識への影響はないと答えた被験者が5名と大半を占めていた。

5.3 考察

満足度に関するアンケートについては「満足」と答えた被験者が5名、「望んでいたグラフと食い違っていた」と答えた被験者が0名であった。このことから、提案システムはユーザの要求に応じた適切なグラフ生成が達成出来ていると考えられる。

提案システムの改善点としては、最終的にどのようなグラフが生成されるか予測しにくいという点が挙げられる。設問の途中でグラフのプレビューを表示し、どのようなグラフが生成されるかを容易に把握出来るように拡張する必要がある。

一方で、省エネ意識の改善効果は見られなかった。この点に関しては、現状は要求から適切なグラフを生成するにとどまっていることが原因として考えられる。より個人に適した電力可視化のためには、省エネの目的や動機、あるいは個人の嗜好に応じて見せ方を変えるような工夫が必要だと考えられる。

6. PEVSの展望

これまではユーザ個人の要求に応じて適切なグラフを生成する方法について検討したが、本節ではHNSなどの次世代の宅内環境で得られる情報を利用して、どのようにPEVSが発展出来るかを考察する。

6.1 宅内構成情報に基づくPEVS

ここでの宅内構成情報とは以下に示すような、変更頻度の少ない静的な宅内情報のことを指す。

- 個人情報：年齢や性別など。
- 世帯情報：家族構成など。
- 家電機器情報：設置されている機器の種類や数など。

宅内構成情報を用いることで、個々の家庭に応じた適切な比較対象の選択が可能になる。消費電力量は世帯構成に強く左右されるため、単純に国内の全母集団から算出された平均と比較しても省エネ意識の改善効果は見込みにくい。個々の世帯構成に似た母集団を適切に選別し、比較して可視化することでより効果的な電力可視化が実現出来る。

6.2 住宅ログに基づくPEVS

住宅ログには機器ログと環境ログの2種類が含まれる。機器ログとは、どの機器が、いつ、誰によって、どのモードで利用されたかという機器操作全般に関する履歴のことである。また環境ログとは、宅内に設置されたセンサから取得される、温度や湿度、照度などの環境情報のログのことである。これらのログから、個人の生活スタイルや利用頻度の高い(低い)機器、及び機器利用時の周辺環境が類推可能である。

これらの情報は、時間別・機器別の省エネ可視化をする際の情報の絞り込みに役立つ。例えば、使用頻度の少ない機器や時間帯をグラフから排除できれば、グラフの視認性を確保し、より直感的な形での可視化が期待出来る。また使用頻度の少ない機器の待機電力に着目して可視化することで、待機電力分の省エネを促すことも出来る。さらに環境ログと組み合わせることで、「宅外が明るいの照明がついていた」、「人がいない部屋のTVがついていた」といった無駄な機器利用を推定し、それら

を削減した場合の省エネ効果を可視化することも出来る。

7. まとめ

本稿では、ユーザの要求に応じて消費電力を可視化できる個人適応型消費電力可視化サービス(PEVS)を提案・開発した。提案サービスの有効性を評価するために、被験者にPEVSを用いて好みの消費電力のグラフを作成してもらった実験を行った。その結果、各被験者が自分の目的に応じたグラフを容易に作成できた。

今後の課題としては、まず設問途中でのグラフのプレビュー機能や、自然メタファへの換算機能などの拡張が挙げられる。さらに、PEVSへの展望として挙げたような、宅内構成情報に基づいて適切な比較対象を選択する可視化手法や、生活スタイルに応じて可視化結果を変更するといった拡張も現在検討中である。

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, “エネルギー白書2011”. <http://www.enecho.meti.go.jp/topics/hakusho/2011energyhtml/index.html>.
- [2] 本藤祐樹, “見える化がもたらす家庭における省エネの可能性 三つの見える化”. *Journal of the Japan Institute of Energy*, vol.91, no.7, pp.563-569, 2012.
- [3] “Sharp: 消費電力見える化システム visualecology”. <http://www.sharp.co.jp/sunvista/product/mieruka/>.
- [4] “Itoki:リアルタイム電力自動測定システム”. http://www.itoki.jp/company/press/2012/121018_energetic.html.
- [5] 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.
- [6] 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.
- [7] 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.
- [8] 関西電力, “Enjoy 省エネ life”. <http://www1.kepco.co.jp/sho-ene/top.html>.
- [9] 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>.
- [10] 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>.
- [11] L. Broms, C. Katzeff, M. Bång, Å. Nyblom, S.I. Hjelm, and K. Ehrnberger, “Coffee maker patterns and the design of energy feedback artefacts,” *ACM Conference on Designing Interactive Systems*, pp.93-102, 2010.
- [12] “データを有意義なものとするために パート2: 統計を表現するための手引き”. <http://www.stat.go.jp/info/mdm/pdf/part2.pdf>.