

ライフログデータに基づく 状況別電力量分布による節電効果の提示手法

高橋 慶多† 細澤 直人† 西本 直樹† 富井 尚志††

†横浜国立大学大学院環境情報学府情報メディア環境学専攻 ††横浜国立大学大学院環境情報研究院

1 はじめに

現在、地球温暖化や東日本大震災による電力の需給バランスの崩壊により、社会的に電力削減が要求されている。特に業務部門におけるエネルギー消費はここ30年で2.8倍に増加しており、日本全体のエネルギー消費の約20%を占めている。さらに、業務部門のエネルギー消費のうち、事業所・ビル、学校が4分の1を占めており、これらのオフィス環境での電力削減が必要である[1]。オフィス環境における電力削減対策として、節電内容を示した節電マニュアルや、電力管理システム (Building Energy Management System: BEMS) の導入などが行われている。

オフィス環境における電力は生産性に繋がっている。したがって、無闇に電力削減を行うと生産性が低下し望ましくない。そこで、仕事に使用される有効な電力は積極的に削減し、仕事に使用されない無駄な電力は生産性を落とさず削減するといったように、電化製品の状況に応じて電力削減する必要がある。

一方で、計算機の高性能化やセンシング技術の発達、多様な機能を持った情報端末の普及などによりユビキタス環境が実現し[2]、実世界における状況をライフログとして取得することが容易になった。また、大容量で低価格なストレージデバイスが普及したことにより、ユビキタス環境によって取得されるライフログを全て蓄積できるようになった。

そこで本研究では、電化製品の消費電力ログとライフログをマッシュアップすることで状況に応じた適切な節電方法を診断した。そして、ユーザにその節電方法の効果を提示することで意識が変化するかどうか実験を行った。

2 研究背景

近年の社会的な電力削減要求をきっかけに、オフィス環境における電力削減に関する様々な取り組みがなされている[3-6]。しかし、前述した研究や取り組みにおいては、電化製品ごとのミクロな状況の違いを考慮できていないのが現状である。

そこで我々は先行研究として、電力使用時の人・モノ・環境の状況と消費電力を可視化して「状況に基づく適切な消費電力診断」、「意思決定のための定量的な改善提案」といった節電に関する有用な情報を提示するシステムを設計・実装し、SEE-Conと名付けた[7]。

節電を実行してもらうためには、節電に対するユーザの動機付けが必要である。例えば、節電行動にかか

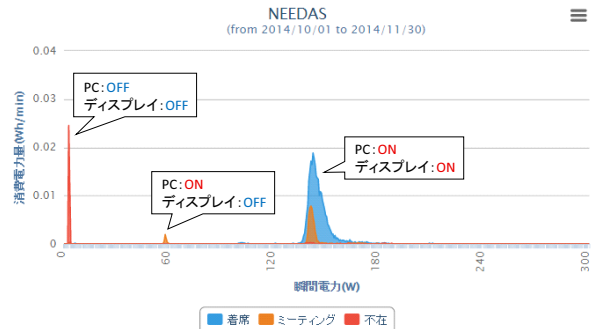


図1: NEEDAS

るコストが小さければ節電を実行する可能性は上がる。つまり、費用対効果の大きい節電方法を知らせることが有効である。また、親しい人から気付きを受けた場合も節電行動に繋がりがやすい。例えば、同じ場所で生活している親しい人の節電行動を認知させ、「自分も節電をしなければならない」という気付きを与えることが有効である[8]。まとめると、「どのような行動をすれば、どれほどの電力量を削減できるか」を示すことができれば、ユーザの節電行動の動機付けとなる。

そこで、SEE-Conで取得した電力ログとライフログをマッシュアップして、図1のようなNEEDAS (Normalized Electric Energy Distribution per Appliance and State: 単位時間に正規化された電化製品・状態ごとの電力量分布)[9]を導出し、適切な節電方法とその効果を直観的に把握できる手法を提案した。NEEDASとは、横軸に瞬間電力[W]、縦軸にその瞬間電力計測時に消費した電力量の合計[Wh]をプロットし、単位時間当たり正規化[Wh/min]したグラフである。NEEDASの特徴として、縦軸の電力量の合計、すなわちグラフの面積が電力量になる。また、電化製品の消費電力ログとライフログをマッシュアップすることでNEEDASを電化製品・ユーザの状況ごとに色分けをすることができる。さらに、正規化を行っているため異なる期間のNEEDASと比較が可能である。つまりNEEDASを用いることで、期間に関係なく電化製品がどのような状況のときに、どれほどの電力量を消費したか直観的に把握することができる。

本研究では、各電化製品のNEEDASを導出して最適な節電方法を診断し、ユーザにその節電方法の効果を提示することで意識が変化するかどうか実験し、NEEDASの提示効果の検証を行う。

3 NEEDASによる節電効果の提示実験

実装環境におけるPCのNEEDASを導出し適切な節電方法を診断する。そしてその節電効果をPCの使用ユーザに提示することで、意識が変化し節電を行うかどうか検証を行った。

3.1 実装環境

実験を行った環境を以下に示す。

Presentation Method of Energy-Saving Effect Using Normalized Electric Energy Distribution per Appliance and State Based on Life Log
Keita TAKAHASHI†, Naoto HOSOZAWA†, Naoki NISHIMOTO†, Takashi TOMII††

†Department of Information Media and Environment Sciences, Graduate School of Environment and Information Sciences, Yokohama National University

††Faculty of Environment and Information Sciences, Yokohama National University

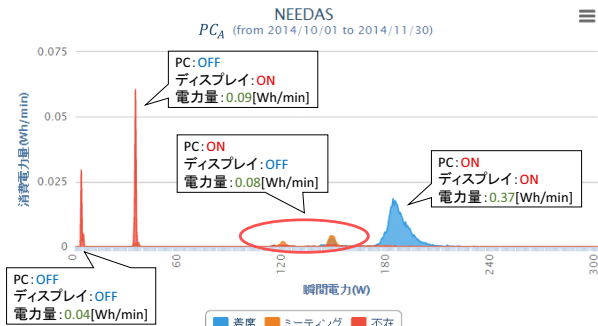


図 2: 節電効果提示前の PC_A の NEEDAS

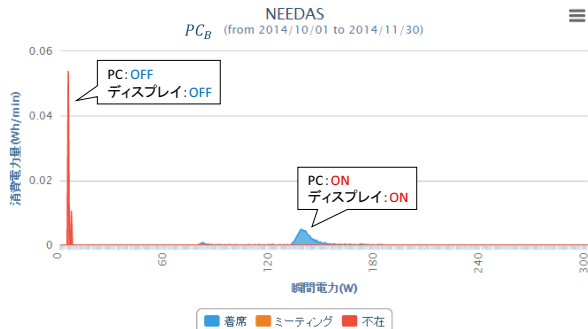


図 3: PC_B の NEEDAS

- 実験場所：情報工学系の研究を行うオフィス環境 1 部屋 (約 $164m^2$)
- 実験期間：1 週間
- ユーザ数：13 名
- 各ユーザが研究用のデスクトップ PC を所有
- 2010 年度比 10% 以上の電力量削減を達成している節電意識の高い環境

3.2 節電効果の提示例

図 2 は実装環境に存在する PC_A の NEEDAS である。この NEEDAS を実装環境の別の PC_B の NEEDAS (図 3) と比較すると、使用ユーザがミーティング・退室中に消費した無駄な電力量が存在することが分かる。実装環境におけるミーティングは自分の席を離れて行うため、その時の PC の電力量は仕事に使用されない無駄な電力量である。また PC_A の「PC・ディスプレイ:ON」の分布に注目すると、 PC_B と比較して右寄り、すなわち瞬間電力が大きいことが分かる。以上のことから、 PC_A に関しては「PC を使用していないときは PC・ディスプレイの電源は OFF にする」「消費電力の小さい PC に置き換える」ことが有効な節電であると診断できる。前者の節電を行った場合の節電効果は 1 分間で $0.16Wh$ 、1 週間 (1 日 8 時間、1 週間のうち 5 日間仕事する場合) で $1.21kWh$ の削減になると予測された。一方、後者の節電を行った場合の節電効果は 1 分間で $0.75Wh$ 、1 週間で $1.80kWh$ の削減になると予測された。そしてこれらの節電効果を PC_A の使用ユーザに提示し、どれほどの電力量が削減されるか検証を行った。

3.3 実験結果

節電効果提示から 1 週間の PC_A の NEEDAS を図 4 に示す。ミーティング・不在時にこまめに PC・ディスプレイを OFF にしたことにより、図 2 と比較して赤色・橙色の電力量が減少したことが分かる。また、消費電力の小さい PC に置き換えたことにより、図 2 と比較して「PC・ディスプレイ:ON」の分布が左に移動し電力量が減少したことが分かる。前者の節電による削減電力

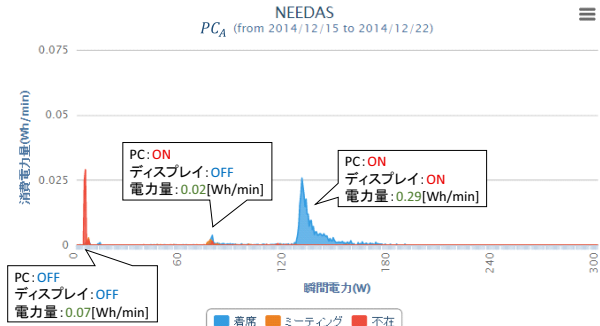


図 4: 節電効果提示後 1 週間の PC_A の NEEDAS

量は 1 分間で $0.11Wh$ 、1 週間で $0.98kWh$ となった。一方、後者の節電による削減電力量は 1 分間で $1.17Wh$ 、1 週間で $1.78kWh$ となった。このように節電効果を提示したことでユーザの意識が変化し節電を行なったことにより、電力量の削減に繋がった。

4 まとめと今後の課題

本論文ではユーザに節電方法の効果を提示することで意識が変化するかどうか実験し、提示効果の検証を行った。最適な節電方法導出の自動化、外部での評価実験を行う予定である。

参考文献

- [1] 経済産業省資源エネルギー庁, “平成 25 年度エネルギーに関する年次報告 (エネルギー白書 2014)”, <http://www.enecho.meti.go.jp/about/whitepaper/> (2015/01/08 アクセス)
- [2] 西尾信彦, 河口信夫, “実世界に広がる装着型センサを用いた行動センシングとその応用”, 情報処理学会誌, Vol.54, No.6, pp.562-599, 2013.
- [3] 江崎浩, 落合秀也, “東大グリーン ICT プロジェクト”, 電子情報通信学会論文誌, Vol.J94-B, No.10, pp.1225-1231, 2011.
- [4] Hiroaki Kawashima, Takekazu Kato, and Takashi Matsuyama, “Distributed Mode Scheduling for Coordinated Power Balancing”, SmartGridComm 2013, pp.19-24, 2013.
- [5] Keisuke Tokuda, Shinsuke Matsumoto and Masahide Nakamura, “Implementing a Mobile Application for Spontaneous Peak Shaving of Home Electricity”, STWiMob2013, pp.284-289, 2013.
- [6] 新エネルギー導入促進協議会, “Japan Smart City Portal”, <http://jscp.nepc.or.jp/> (2015/01/08 アクセス)
- [7] 藤原国久, 高橋慶多, 細澤直人, 高橋佳久, 西本直樹, 富井尚志, 本藤祐樹, “電力使用時の多様な状況組み合わせが可能な DB の構築と情報提示による評価”, DEIM2014, E1-1, 2014.
- [8] 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—”, 日本エネルギー学会誌, Vol.91, No.7, pp.563-569, 2012.
- [9] 高橋慶多, 細澤直人, 西本直樹, 富井尚志, “電力使用時の多様な状況組み合わせが可能な DB を用いた状況別電力量の置き換え効果の提示”, WebDB Forum 2014, B-6, 2014.