

オフィス環境における消費電力ログと状況ログを用いた 多様な状況組合せが可能な情報提示システム

細澤 直人† 藤原 国久† 高橋 佳久†† 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 ††横浜国立大学工学部電子情報学科
†††横浜国立大学大学院環境情報研究院

1 はじめに

近年、社会的な消費エネルギー削減要求の高まりにより、省エネに関する研究が盛んに行われている。特にオフィスなど業務部門における消費エネルギーは増加傾向にあり、対策は必須である [1]。しかし、オフィス環境においては、生産性を損なわずに効果的な電力削減を行う必要があり、適切な節電行動は電力使用時の人・モノ・環境などの状況に依存しているため、それらを考慮しなければ効果的な電力削減は難しい。実際に節電マニュアル [2] や電力管理システム [3] などが施行されているが、これらはビル1棟や部屋1つなどのマクロな単位で集約し情報提示をしているので、退席時に使われたパソコンの消費電力などのマイクロな状況まで考慮した情報を示すことはできない。

一方、センサ技術や計算機技術の発達によりユビキタス環境が現実となり、電化製品の電力ログの取得や電力使用時の状況の取得が容易となった。

そこで我々は、電力ログをタイムラインデータとして蓄積し、センサや情報端末により取得される人・モノ・環境の状況をタグ付けすることで、電力使用時の状況をキーとした検索・集約により消費電力を可視化するデータベースの構築を行った。本研究では、そのデータベースにおける多様な状況を組み合わせ消費電力を可視化する情報提示システムを実装し、実際に可視化を行ったところ、状況に応じた適切な節電方法の知見を得た。

2 研究背景

近年、センサ技術や計算機技術の発達により様々なものをデータとして蓄積することが可能となった [4]。本研究における環境では、電化製品に対しスマートタップを接続することで消費電力を電力ログとして取得し、RFID タグや NFC 搭載タブレット端末を用いて実空間の人やモノの位置や状態を取得した。また、Web 上で公開されている電力使用状況や外気温といったデータも同時に取得し、これらのデータを状況ログとして電力ログにタグ付けしデータベースに蓄積した。我々はこのシステムを SEE-Con(a visualizing System for Electric Energy Consumption with Context) と名付けた [5]。図 1 に SEE-Con の簡単な概要を示す。これにより電力使用時の状況をキーとした検索・集約が可能となった。

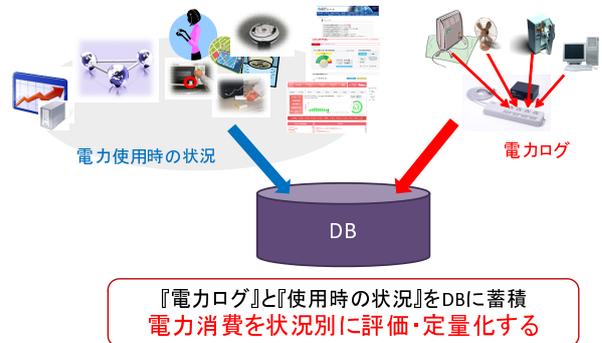


図 1: SEE-Con の概要

しかし、時間と共に増加する電力ログや状況ログをただ組み合わせただけではデータ量も多く有効な知見は得られない。そこで、適切な単位で取りまとめられたデータは分布を示すことから、本研究では状況や時間軸を組み合わせることができ、かつ、得られた統計量を総和や分布を用いて示す情報提示システムを構築する。この情報提示システムを SEE-Con Viewer と名付けた。本研究は SEE-Con Viewer を用いた「納得できる節電方法」の提示を目指す。

3 SEE-Con Viewer の設計

本章では多様な状況組み合わせが可能な情報提示システムの設計について述べる。

本システムは管理者から利用者に対し決められたものを提示する機能と、利用者が状況や時間軸を組み合わせ可視化が行える機能の2つを持つ。

3.1 管理者からの提示手法

文献 [6] により計画的行動理論を拡張した環境配慮行動モデルが提唱されており、人が環境に配慮して行動を起こすときには4つの意図、「態度」、「道徳的規範」、「主観的規範」、「行動制御感」があると述べている。「態度」は対象行動に対する自分の好み、「道徳的規範」は個人が正しいと思っている内的な規範、「主観的規範」は身近な人からの一種の圧力、「行動制御感」は対象行動が実行できそうか否かというものである。そこで本研究では、「主観的規範」と「行動制御感」の2つに着目し、「主観的規範」は他者との比較の提示とし、「行動制御感」は効果的な節電行動の提示とした。これらを管理者から利用者積極的に提示することにより、利用者が納得できる節電行動の提示に繋がると考えられる。

3.2 利用者による状況組み合わせ手法

SEE-Con のデータベースを用いて検索・集約する際に必要となる要件として時間軸、電化製品、状況、グラフの4つを定義し、これらを組み合わせることで利用者が暗黙的に感じている節電行動を数値として定量化できると考えられる。

Information Display System Combinable Various Situation using Energy Consumption Log and Situation Log in Office Environment

†Naoto Hosozawa †Kunihisa FUJIWARA ††Yoshihisa TAKA-HASHI †††Takashi TOMII

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

††Division of Electrical and Computer Engineering, School of Engineering, Yokohama National University

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



図 2: 起動画面

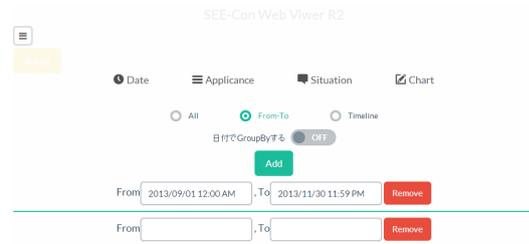


図 3: 状況組み合わせ画面

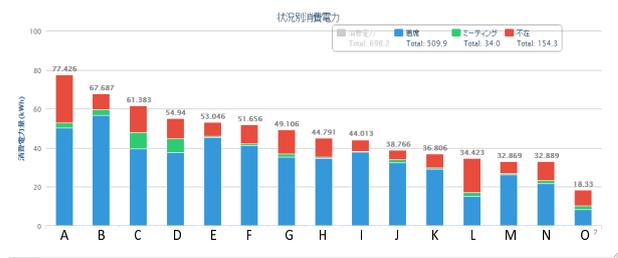


図 4: 全デスクの消費電力量

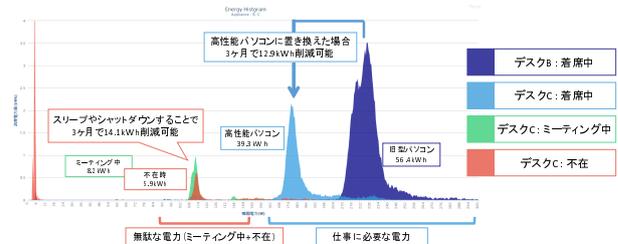


図 5: デスク B・C の頻度分布

4 実装と評価

本章では、前章の設計に基づき実装し、評価を行う。

4.1 SEE-Con Viewer の実装

SEE-Con Viewer は端末や OS に依存しない Web ブラウザで表示できるよう HTML+ASP.NET を用いて実装を行った。実際の画面を図 2, 図 3 に示す。

4.2 可視化の実例

本節では SEE-Con Viewer を用いて得られた可視化例について説明する。

図 4 は、2013 年 9 月 1 日から 2013 年 11 月 30 日までの可視化を行った環境における全デスク（パソコン+モニタ）の消費電力量をデスク利用者の以下に示す 3 つの状況別に集約し表したものである。

- 着席中
- 離席して同室内の別の場所でミーティング中
- 不在

デスク B・C を比較すると総消費電力量にあまり差は見られないが、状況の内訳に大きな差が見られる。

そこでデスク B・C について詳細な検討を行うため、状況別の瞬間電力の頻度分布（図 5）を作成した。図 5 からデスクの使用方法や消費電力量に大きな差があることがわかった。まず、デスク C は頻度分布に 2 つの傾向が現れている。デスク C の利用者にヒアリングを行ったところ、ミーティング中はパソコンが付いていてモニタのみ OFF にしている状態であり、不在時も消し忘れることが多いということがわかった。ミーティング中や不在時にパソコンをスリープ状態に変えることで 3ヶ月間で 14.1kWh 削減が可能であり、デスク C の 3ヶ月間の消費電力量の 23% に相当する。このことより、ミーティング中にスリープにする効果が意外と大きいことが示された。

また、デスク B に関してはデスク C のような傾向は見られないが瞬間電力がデスク C より大きい傾向が現れている。デスク B はデスク C のようにスリープ状態に変えることでの節電は行えないが、パソコンを高性能な消費電力量の少ないものに置き換えることで節電が行えることがわかる。もし、デスク B のパソコンをデスク C のものと同じものに置き換えた場合と仮定し 3ヶ月間仕事を行った場合の消費電力量は 12.9kWh となり、

これは実際のデスク C の 3ヶ月間の消費電力量の 19% に相当する。このことより利用者によっては積極的な置換えが節電に効果があると示された。

以上のことから、状況別に電力ログを集約し状況を考慮した可視化を行うことで適切な電力削減の方法を示せた。

5 まとめと今後

本研究では、多様な状況を組み合わせ消費電力を可視化する情報提示システムを実装した。実際に可視化を行い検証したところ、状況に応じた適切な節電方法の知見を得た。今後の課題として、本研究は節電対策を行っている特定の環境下における実験・評価であるため、より多くの環境で実験・評価を行う必要があると考えられる。また、そのために安定して動作する SEE-Con Viewer を作成していく必要がある。

参考文献

- [1] 経済産業省資源エネルギー庁, “平成 24 年度エネルギーに関する年次報告 (エネルギー白書)”, <http://www.enecho.meti.go.jp/topics/hakusho/2013/index.htm>
- [2] 経済産業省, “冬季の節電メニュー (事業者の皆様)”, <http://setsuden.go.jp/logodl/>
- [3] 東京都環境局, “オフィスビルの省エネ・節電を考える～節電の先のスマートエネルギーシティへ～”, <http://www.kankyo.metro.tokyo.jp/climate/largescale/capandtrade/meeting/cat7846>
- [4] 徳田英幸, 米澤拓郎, 伊藤昌毅, “センサネットワークによるユビキタスサービスモノのスマート化と環境の見える化—”, 人工知能学会誌, Vol.23, No.4, pp.447-452, 2008.
- [5] 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, 2014.
- [6] 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.