

節電意識を高めるスマートコンセント

Visualization of Office Power Usage by Smart Power Strip to Encourage Energy Conservation

● 村上雅彦

● 壺井 修

● 岩川明則

● 中澤文彦

あらまし

オフィスなどにおける消費電力の削減ツールとして機器ごと・個人ごとというマイクロな単位での電力見える化を実現した。このマイクロな単位での電力見える化を実現するために、非接触タイプの電流センサを個々のコンセントに組み込んだ、小型で通信機能を有する電源タップ、スマートコンセントを新規開発した。さらに、電源タップから個々の電力データを収集して解析・見える化する「電力見える化システム」を開発した。

電力見える化システムにおいて、個人レベルの詳細な電力消費パターンを表示すること、およびオフィス内での相対的な順位を分かりやすく伝えることで、OA機器の使い方の改善意識の向上につながり、節電を実現できた。自社オフィスで社員約100人に1台ずつスマートコンセントを配布して電力見える化システムの試行を実際に行ったところ、約15%の電力削減につながった。

Abstract

As a tool to reduce the amount of electricity consumed in places such as offices, we have developed a system to visualize the power consumed on a microlevel, i.e., by each electrical device and individual. We developed a small, simple, and smart power strip for practical use with a newly designed built-in contactless current sensor for each power outlet. We also developed an electric power visualization system used to acquire data from each power outlet of the smart power strip and to detect wasted electric power. By visualizing the detailed power consumption on a personal level and an individual's ranking in the office in terms of their power consumption, we encouraged each person to improve their usage of OA equipment. A trial service of the developed system was conducted in one of Fujitsu's offices with 100 persons. As a result of this service, we measured a 15% reduction in power consumption.

ま え が き

地球温暖化対策としてのCO₂排出量の削減に加え、先般の東日本大震災を発端とする電力不足に対応するために、一層の節電が求められている。

とくに日本においては、省エネ技術の進展した産業部門ではエネルギー消費が減少傾向であるのに対し、オフィスなどの業務部門におけるエネルギー消費は1990年から年率2.1%ずつ増加しており、⁽¹⁾ オフィスでの節電に向けた取組みが急務となっている。

財団法人省エネルギーセンターの調査によれば、オフィスビルにおけるオフィス専有部分のエネルギー消費割合は、空調28%、照明40%、コンセント32%となっている。⁽²⁾ このうち空調と照明については、ビル管理システムなどによる把握がなされているが、コンセントに関しては、全体の約1/3を占めるにもかかわらず、分電盤というマクロな単位でしか消費電力を把握できていなかった。

コンセントでの消費電力を削減するには、コンセントを使う個人が節電に取り組む必要がある。しかし、個人の機器利用によって、どのようなときにどれだけの電力を使っているかが具体的に分からなければ、不要な消費電力も把握できず、節電の意識付けを行うことは難しい。一方で、コンセント単位に消費電力を一律規制するような節電では、業務に支障を来す恐れもある。

このようなオフィスでの節電における課題に対し、富士通研究所では、

- (1) 機器ごとというミクロな単位での電力の使い方把握する仕組み
- (2) 節電を意識付けするために、無駄な電力を分かりやすく見える化する仕組み

が必要と考えた。(1) に対しては、電力計測機能を内蔵しコンセントごとに電力を測定可能な小形電源タップ型のスマートコンセントを、(2) に対しては、機器ごとに収集した電力情報を人/組織ごとに集計表示する「電力見える化システム」を開発した。⁽³⁾

本稿では、今回開発したスマートコンセントと電力見える化システム、および社内での試行とその結果について述べる。

スマートコンセント

オフィスにおいて、機器ごとの電力を把握するために、電力計測機能を内蔵した小型な電源タップ型のスマートコンセントを開発した。

電力を計測するには、電流と電圧を計測する必要があるが、まず、電流を測定するために、図-1に示すような電流センサを新規開発した。新規開発した電流センサは、電流により発生した磁界を収束するフェライトと、磁気の大きさを測定するホールセンサとから構成されている。このように構成することで、交流100Vの電源線（バスバー）とは非接触で電流を測定できる。非接触であるため、万が一雷などによりサージ電流（一時的な大電流）が流れた場合でも電流センサが破壊されることはなく、オフィスで必須となる安全性を確保した。

今回開発したスマートコンセントは、この電流センサをコンセントごとに一つずつ搭載しており、計四つの電流センサを内蔵している。このように、磁気を使う複数の電流センサを搭載した場合に問題となる隣り合うコンセントからの磁界の影響についても、バスバーとフェライトの設計を最適化することで影響を最小限に抑え、一つのスマート

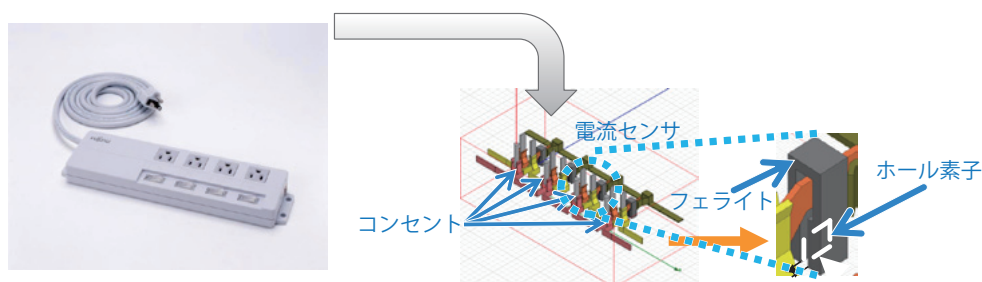


図-1 スマートコンセントの内部構造
Fig.1-Internal structure of smart power outlet.

コンセントで四つの機器の電力を測定可能としている。さらに、電圧についても、交流100 V電源とは高絶縁性を有する電圧センサを搭載し、力率や有効電力も測定可能である。

このような電流センサと電圧センサを組み込むことにより、今回開発したスマートコンセントでは、オフィスなどで業務や行動の邪魔にならないような業界最小サイズ（外部から電力情報を取得可能な電源タップとして、コンセント一口あたりの体積が最小）を実現した。

また、スマートコンセントでは電力測定のみ機能に絞ることで、集計処理や分析・表示機能は後述する電力見える化システムに委ねることにより、低消費電力（一つのコンセントあたり約0.2 W）で電力を測定できるようにした。

以上の構成により、1 Wの分解能で最大2000 Wまでの電力を高感度かつ広い測定レンジで、さらに低消費電力で機器ごとの消費電力を計測することに成功した。

電力見える化システム

電力見える化システムの全体構成を図-2に示す。4台のスマートコンセントがUSBを介してゲートウェイに接続され、測定された電力情報がゲートウェイからIPネットワークを通じて電力見える化

サーバに送られる。

電力見える化サーバでは収集された電力情報を分析して、部・プロジェクト・個人単位に集計して消費電力情報を利用者に提示する。

利用者に節電を意識付けするために、電力見える化システムは以下の二つの機能を持つ。

● 他者との比較表示

節電活動をマラソンに例え（図-3）、個々の消費電力量を基にランキング表示する。見える化対象全体での自己の相対的なランキングを分かりやすく提示することで競争心をあおり、省エネを意識した働き方に導く。

また、ランキングを決める評価軸についても、ある一つの評価軸のみの場合は、どうしても不公平感が生じる。例えば、平均消費電力を基準とした場合、デスクトップPC利用者はノートPC利用者を上回れない。このため、総電力量や平均消費電力、削減率など様々な評価軸を用意し、利用者ごとに評価軸を選べるようにすることで、利用者の節電に対するモチベーションを維持できるようにした。

● スケジューラと連携した消し忘れ警告

スケジューラと連携し、会議などにより離席する時間帯にデスクでの電力消費を検知し警告を行うようにした。

警告されるケースは、離席時に電気機器を消し

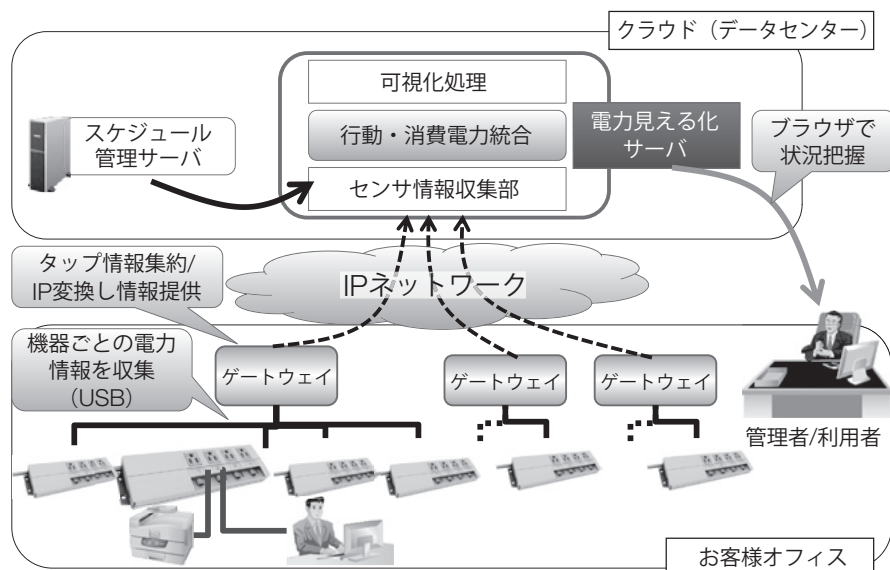


図-2 電力見える化システムの構成
Fig.2-Configuration of power visualization system.

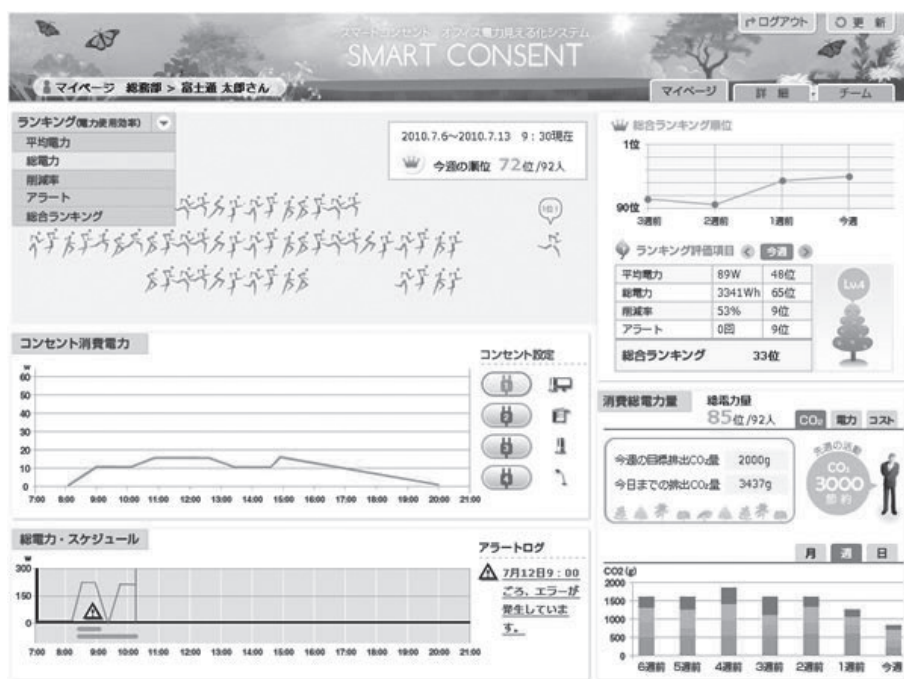


図-3 ユーザインタフェース例
Fig.3-Example user interface.

忘れていたか、またはスケジュールの予定を消し忘れていたかのいずれかである。前者では、無駄な電力を消費していることになり、後者では、チームで共有するスケジュール情報が適切ではないことになる。つまり、どちらの場合も働き方としては適切ではないため、消し忘れ警告をすることで働き方の改善につながる。

以上の機能のほかにも、機器ごとの電力を時系列でグラフ表示したり、節電量をCO₂/電気代換算で分かりやすく表示したりすることで、利用者が電力に対して強い関心を持ち続けられるようにした。

社 内 試 行

前述したスマートコンセントと見える化システムを、実際に富士通の事業所を対象として、2010年5月から試行運用した結果⁽⁴⁾について述べる。

この試行は、約100名の社員にスマートコンセントを配布し実施した。消費電力を削減する際には、機器を節電タイプに置き換えることも効果的だが(例：デスクトップPC：約100 W→ノートPC：約20 Wなど)、今回の試行では機器を置き換えず、個人の意識の改革だけでどの程度の節電が実現でき

るかを検証した。

効果を検証するに当たり、まず2010年5月の消費電力の収集開始時には、電力見える化システムを利用者に公開せず、2010年6月から利用者に公開することで、見える化システムの有無による消費電力への影響を調査した。

効 果 検 証

一日あたり、および一人あたりの総電力量を1箇月ごとに平均してプロットしたグラフを図-4に示す。5月から6月にかけて総消費電力は15%ほど減少し、その後も継続して約10%～30%削減できている。これは見える化システムの導入初期に、各自の節電意識が向上し節電活動が行われ、その後もランキング表示による競争心から節電意識が保持されたと考えられる。最大は12月の約27%削減である。12月は年末というだけでなく、業務の関係上会議などがほかの月よりも多くなり、離席する時間が多かったためである。その反動で1月は少し削減率が悪化(約10%)しているが、2月には約18%削減と改善している。

利用者が自主的に行った具体的な対策の例を以下に挙げる。

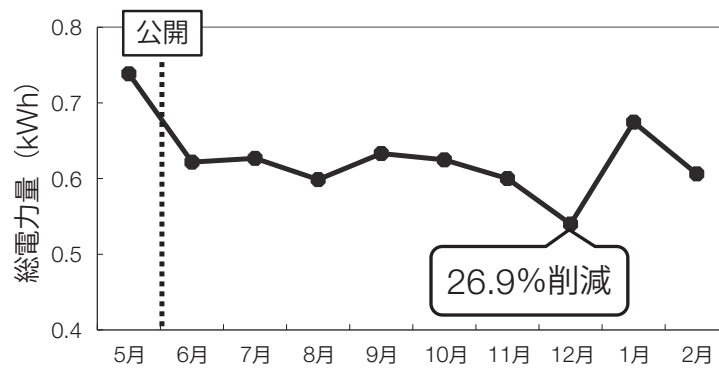


図-4 一日あたり一人あたりの総電力量比較の推移
Fig.4-Comparison of total power used per person per day.

- (1) 打合せ時（離席時）に液晶ディスプレイやPCの電源を必ず切断する。
- (2) アイドル時の自動スタンバイ移行など、PCの節電機能を積極的に活用する。
- (3) 液晶ディスプレイの輝度をできるだけ暗くする。
- (4) 帰宅時にコンセントを抜き待機電力を節減する。

打合せ時にPCの電源を切断する場合も、利用者ごとに、シャットダウンやスタンバイ・休止状態を使い分けていた。これは、例えば、シャットダウンでは、電力の削減幅が大きいものの、再起動に時間がかかり仕事効率が低下するため、個々の働き方に応じて最も効果的な方法を選択したものと考えられる。見える化により、ムリのない節電が実現できたと言える。

また、液晶ディスプレイの輝度調整は、電力が半減する場合もあるなど、設定が簡単な割には効果が大きく、多くの利用者が設定を変更していた。

このほか実際に利用者にインタビューを行ったところ、各人で有効な節電方法を考えるようになったり、より効果的な手段を利用者間で話し合うようになったり、使用PCの消費電力について調べたりと、電力に対して以前よりも強い興味を持つようになっていることが分かった。

む す び

本稿では、オフィスのエネルギーの1/3を占めるコンセント系消費電力の削減に向けて、個人ごと機器ごとの電力を把握するために開発したスマー

トコンセントと、電力見える化システムについて紹介した。また、これらを使った富士通での実証実験結果についても紹介した。

スマートコンセントは業務や通行の邪魔にならないような小型であるため、会議室など様々な場所に設置可能である。また、テナントビルなどのようにビル設備に手を加えられないケースでも、工事不要で使用できる。また、設置容易なスマートコンセントにより、個人の消費電力を見える化することで意識させ、節電を意識した働き方を促すといった効果も期待できる。

今後、今回の試行で得られた知見を基に電力見える化システムを改善していき、ムリ・ムラ・ムダのない節電に貢献していく。

なお、本スマートコンセントは、2011年3月より富士通コンポーネントで製品化されている。

参考文献

- (1) 資源エネルギー庁：エネルギー白書. 2010年6月.
<http://www.enecho.meti.go.jp/topics/hakusho/2010/index.htm>
- (2) 財団法人省エネルギーセンター：オフィスビルの省エネルギー.
http://www.eccj.or.jp/office_bldg/01.html
- (3) F. Nakazawa et al.: Smart Power Strip and Visualization Server to Motivate Energy Conservation in Office. IEEE Industrial Informatics (to be published November 2011).
- (4) 岩川明則ほか：スマートコンセントによるオフィス消費電力の見える化. 2011年電子情報通信学会総大

会, BS-10-2, p.S-170-S-171 (2011.3).

著者紹介



村上雅彦 (むらかみ まさひこ)

ヒューマンセントリックコンピューティング研究所スマートコミュニケーション研究部 所属
現在, EMS関連の研究に従事。



岩川明則 (いわかわ あきのり)

ヒューマンセントリックコンピューティング研究所スマートコミュニケーション研究部 所属
現在, EMS関連の研究に従事。



壺井 修 (つぼい おさむ)

環境・エネルギー研究センター 所属
現在, エネルギー関連デバイスの研究に従事。



中澤文彦 (なかざわ ふみひこ)

基盤技術研究所 所属
現在, デバイス, センサの研究に従事。