

EMSとTSSの活用による 共創型環境先進ビルの実現

Leveraging EMS and TSS to Realize Co-participation System for Advanced Eco-friendly Building

● 浅倉 亮 ● 宮本晃明 ● 大島伊雄

あらまし

全世界で低炭素化社会実現に向けた温室効果ガスの排出量削減が叫ばれている中、莫大なエネルギーを消費する大型ビルにおける省エネルギー化(以下、省エネ)の推進は、地球環境保護に大きく貢献すると考えられる。また企業活動において、エネルギーコストの高騰は利益を押し下げる要因である。そのため、エネルギー消費量の削減が経営に必須の課題となっている。株式会社富士通マーケティングでは、ICTを活用したEMS (Energy Management System)によって施設のエネルギー消費量を見える化し、TSS (Tenant Service System)によってテナントビルに入居する企業の省エネへの参加を促している。更に、エネルギー消費量の分析・検証・最適化といったPDCA(Plan-Do-Check-Act)サイクルをサポートするサービスによって、全ての施設関係者とともに省エネを推進していく共創型環境先進ビルを実現する。

本稿では、EMSとTSSの活用による省エネ効果について事例を基に解説するとともに、今後の展望と構想について紹介する。

Abstract

Today, reducing greenhouse gas emissions is a global requirement to realize low-carbon cities. Economizing energy consumption in giant buildings, major energy guzzlers, would make a significant contribution towards efforts to conserve the environment. For businesses, rising energy costs lower the profit, and hence reducing energy consumption is an unavoidable issue. Fujitsu Marketing Limited visualizes energy consumption within a building through an energy management system (EMS), and offers a tenant service system (TSS) that is encouraging enterprises to participate in the energy-saving efforts. Furthermore, services that support the PDCA (Plan-Do-Check-Act) cycle (analyzing, verifying, and optimizing energy consumption) are provided to realize a co-participation system for an advanced eco-friendly building with the participating tenants. This paper describes the case of lowering energy consumption with EMS and TSS. It also presents the future prospects and visions for this project.

ま え が き

地球温暖化の一因として、人類による石油や石炭などの化石燃料の消費が挙げられる。再生可能エネルギーの導入が推進されているものの、依然としてエネルギー源の大部分は化石燃料であり、地球環境を守る上で省エネルギー化（以下、省エネ）の推進は企業活動の重要なテーマである。

2015年にパリで開催された国連気候変動枠組条約第21回締約国会議（COP21）では、地球温暖化対策の国際的な枠組みとして「パリ協定」が新たに採択された。この協定では、主要排出国を含む全ての国が削減目標を5年ごとに提出・更新し、実施状況を報告する運びとなった。⁽¹⁾ 日本では環境省を中心に政策が立案され、省庁・地方公共団体・産業界・NPOなどが連携し、更なる省エネおよび再生可能エネルギーの導入が推進されている。⁽²⁾ また、企業において省エネを推進することは、エネルギーコストを削減するだけでなく、企業価値を高める上でもますます重要となっている。

このような状況の中、株式会社富士通マーケティング（以下、富士通マーケティング）では、ICTを活用して施設を一元管理する中央監視システムやエネルギーデータを「見える化」するEMS（Energy Management System）、TSS（Tenant Service System）を提供している。これによって施設管理者や入居者が一体となり、ともに省エネを推進していく共創型環境先進ビルの実現を目指す。

本来EMSとは、ISO 50001で規定された組織のエネルギー管理体系のことを指し、温室効果ガスの排出量やエネルギーコストの削減を目的として組織のエネルギー使用量を最適化し、継続的に改善していく規格である。本稿で取り上げる事例は、建築物を対象としたBEMS（Building Energy Management System）である。これは、家庭用のHEMS（Home Energy Management System）、工場用のFEMS（Factory Energy Management System）とともに一般的にxEMSと呼ばれ、ISO 50001を実現するための具体的なソリューションのことを指す。このため、本来の意味でのEMSとは区別されるが、本稿では便宜上EMSと表現する。

本稿では、EMSとTSSを活用したエネルギーの削減事例を紹介するとともに、今後の展望と構想を述べる。

富士通マーケティングが提供する環境ソリューション

富士通マーケティングは、富士通の製品である中央監視システム（FUJITSU Security Solution 施設総合管理システムFuturic）やEMS、TSSなどの環境ソリューションを販売している（図-1）。また、設計・構築・運用までの一貫したサービスを提供している。以下に、各システムの概要を述べる。

(1) 中央監視システム

建物は電気・空調・衛生・熱源・照明・防犯・防災などの設備によって、安心・安全で快適な空

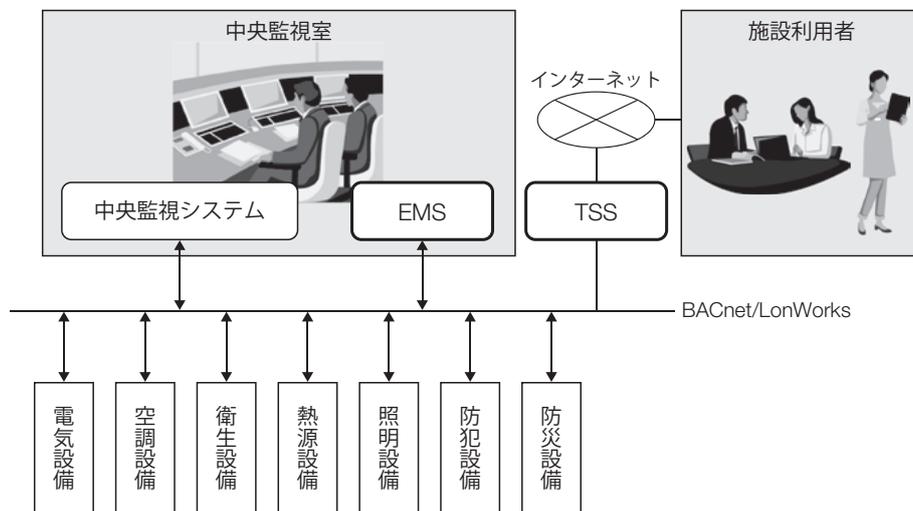


図-1 システム体系

間を創出している。中央監視システムは、BACnet (A Data Communication Protocol for Building Automation and Control Networks) やLonWorks (Local Operating Networks) といったオープンプロトコルを使用している。これらは、各設備を一括して集中監視するとともに、多様なアプリケーションを駆使し、最適かつ効率良く運用を行うシステムである。

(2) EMS

中央監視システムが収集する設備データは、先進の省エネビルを例に挙げると数万点と膨大な量となる。EMSは、この設備データの中でも省エネを実現するために必要なエネルギーデータを抽出し、見える化・分析・検証・最適化するシステムである。

(3) TSS

EMSによってアウトプットされたデータは、施設管理者など一部の関係者のみに公開されている。しかし、省エネを推進するためには施設管理者のみならず、ビルに入居する企業（以下、入居者）を含めたあらゆる関係者の環境問題意識を高める必要がある。TSSは、入居者に対してエネルギー消費量を開示するとともに、入居者自らが温度や照明照度などを最適に制御できるシステムである。

富士通マーケティングは、設計・構築・運用の三つのフェーズでEMSを提供している。事前検証において導入効果をシミュレート（ベンチマークとの比較）することにより、単にエネルギー使用量を見える化するだけではなく、個々の設備ごとに試算された低減効果の実現度合いを把握できる。また導入後は、施工者や事業者と定例会を通じて性能検証や省エネ効果を分析し、省エネに向けたPDCA (Plan-Do-Check-Act) サイクル（見える化・分析・検証・最適化）をサポートするサービスを提供している。

次章以降、EMSおよびTSSを新築テナントビルへ導入した事例を基に、各フェーズの詳細について述べる。このテナントビルは地上24階、地下4階、延床面積が約12万m²のビルであり、中央監視システムによって約6万点の設備データを収集している。なおテナントビルとは、複数の企業や飲食店などの商業施設が入居する複合ビルを指す。

EMS・TSSの導入事例

● 設計フェーズ

従来、富士通マーケティングは施工者の主導のもと、導入される設備の内容を踏まえてEMSを構築していた。そのため、設計の内容に対して十分に関与できず、施工者が作りたいものを構築するだけにとどまっていた。

本事例では、施工者や事業者、設備管理者と協業し、富士通マーケティングがEMSの導入効果をシミュレートする際に中心となれるよう、以下三つのステップを通して働きかけた。

(1) 設備情報の性能定格調査

新築テナントビルに導入される設備の性能仕様や設置台数などを調査し、想定される運用方法をEMSに反映させることでエネルギー消費量を算出する。ここで算出された消費量や設備の性能仕様をベンチマーク指標として扱い、省エネ効果の検証に利用する。

(2) エネルギー分析項目の決定

調査した設備情報から、EMSで分析する項目を定義する。新築テナントビルの場合、省エネ効果が高い設備が導入されることが多く、施工者や事業者はその効果に高い関心を持っている。一方で、施設管理者はビル全体を一元管理するために、エネルギー消費量そのものに関心を持っている。このように、関係者ごとにEMSの使用目的に違いが生じている。そこで、ビルのエネルギー分析を行う上で、関係者それぞれが自らの期待どおりの結果を得られるように分析する項目を以下の三つに分類した。

①設備（電気・空調・衛生・熱源・照明など）ごとのエネルギー消費量

建物全体や用途別・フロア別のエネルギー消費情報を把握する。

②高効率省エネ設備の導入によるエネルギー消費量の削減効果

設備を導入することで、想定どおりの削減効果を発揮しているかどうかを検証する。

③再生可能エネルギーの性能評価

太陽光や地中熱などの再生可能エネルギーを想定どおりに取り出せたかどうかを評価する。

施設管理者は①を通してビル運用に関わるエネ

ルギー消費量を把握でき、施工者は②、③を通して設備の導入効果の検証が可能となる。また、事業者は①、③を利用することで、官庁・自治体へ提出するエネルギー使用状況届出書を作成できる。

(3) 樹形図化による収集データの精査

エネルギー分析項目の決定後に使用するデータを精査する必要がある。そこで、約6万点に及ぶ膨大な収集データを1点ずつ取捨選択し、検証に必要な収集データを樹形図のように階層的な表にした(図-2)。また、収集データに不足がある場合には施工者と協議し、センサーの追加を提案するなどして必要なデータを収集した。

● 構築フェーズ

設計フェーズでは、EMSで検証と評価を行う項目を決定した。構築フェーズでは、実際に施設管理者や事業者、施工者が閲覧する帳票をEMSで作成し、入居者のためのTSSを構築する。

(1) エネルギーの見える化

見える化では、中央監視システムで設備から収集したデータを基にEMSでエネルギーデータを抽出し、グラフや図で視覚的に表現した帳票を出力する。これにより、エネルギーの使用状況や設備の運用状況をEMSで一元管理できるようになり、施設管理者の効率的な省エネ活動をサポートしている。ただし、設備単体の情報だけでは設備性能の評価を帳票では満足に表現できない。したがって、例えば冷凍機の性能評価における外気温度や

ポンプ流量、クーリングタワーの稼働状況など、設備に付随する外的要因を収集し、比較することで正確な性能評価が見える形となる。

エネルギーの見える化を行う際、一般的にEMSで使用する帳票は専用ソフトウェアで作成される。しかし、実際には帳票は設備の種別や評価内容など多様な目的に合わせて表現すべきである。また、施設管理者による独自の性能検証や、入居者や官庁自治体への報告書作成のために二次加工が容易であることが重要となる。専用ソフトウェアでは表現方法が限られており、またデータの二次加工が困難である。そのため富士通マーケティングのEMSでは、汎用性の高いMicrosoft Excelを用いて帳票を作成している。

(2) 入居者への省エネの意識付け

省エネは事業者や施工業者だけではなく、施設管理者や入居者が一体となって推進することが不可欠である。特に入居者への省エネの意識付けは、日常の運用に関連させることが有用であると考え、入居者向けサービスとしてインターネットを介してエネルギーの使用状況を見せるTSSを構築した。これは、入居者であれば誰でも電力や熱量などのエネルギー消費量を閲覧できるサービスである。また、入居している企業ごとにエネルギー消費量をランキング化することにより、競争意識を高めることができる。省エネに関心の薄い入居者に向けては、直感的にエネルギー消費量が把握できる

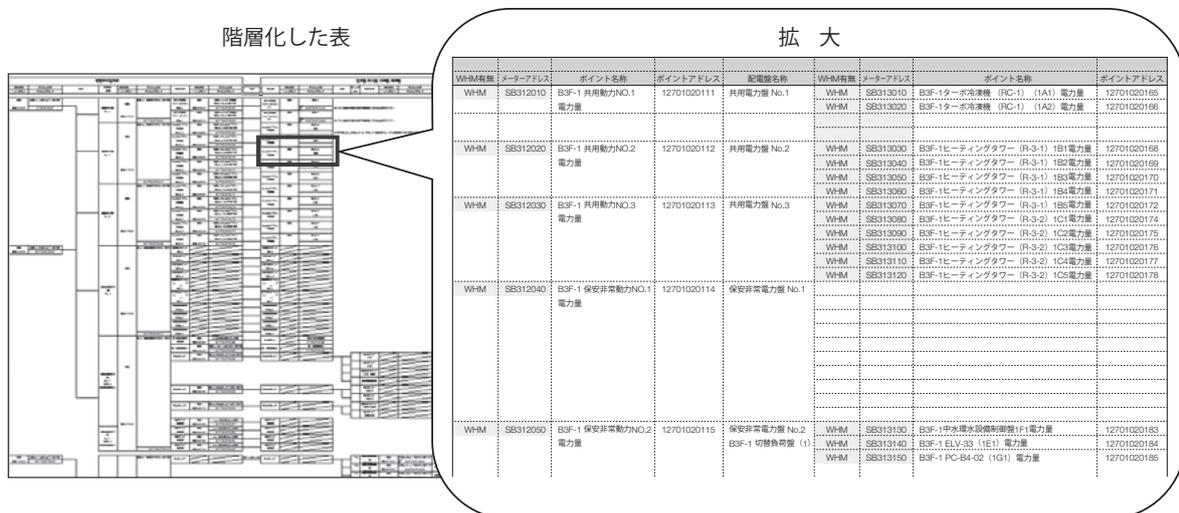


図-2 階層化した設備データの表

ように主要な情報を簡潔にまとめたダイジェストグラフを提供した(図-3)。入居者がダイジェストグラフを見て、自社が消費しているエネルギーを把握することにより、省エネに対する関心を高める効果がある。

● 運用フェーズ

構築フェーズでは、エネルギー消費状況を把握する帳票を作成し、入居者のためのTSSを構築した。本章で述べる運用フェーズでは、実際にエネルギーの消費状況を把握し、施設関係者の省エネ活動をサポートする。

(1) 継続的な省エネ活動を実現する「気付く化」

気付く化は設備が性能どおりに動作し、日常の運用で設定した省エネ目標値を達成しているかどうかを判断するものである。ここで重要となるのは、定期的なエネルギーデータの検証である。四半期に一度の割合で定例会を設け、帳票を基に現状の設備の状態やエネルギー消費状況を確認するとともに、効果的な設備の利用方法や改善案について、事業者・施設管理者・施工者を交えて協議する。これにより、時間の経過とともに形骸化する省エネへの意識に対して、全員がエネルギー削減の必要性を再度「気付く」機会を与える。

設備の運用が適切かどうかを判断する際には、評価の指標として定格値を設定する。通常は、設備の仕様書に記載されたカタログ値を定格値として設定し、実際のエネルギーデータと比較するこ

とにより性能を検証する。

しかし、本事例ではこの定格値にカタログ値ではなく設備の試運転データを用いた。試運転データは建物の引き渡し前に収集するため、入居者がいない極めて負荷が低い状態での計測値となる。一方で、運用に関する多様なパターンについて計測値を採取できるため、カタログ値よりも正確で、より実運用に近い値を採用することが可能となる。

前述の見える化で作成される帳票は、定格値に対して異常な数値を検出した場合にグラフ上で確認できる。例えば、冷凍機のCOP (Coefficient Of Performance: 空調設備などの性能を表す成績係数) と製造熱量の相関を散布図でグラフ化すると、定格値から大きくかけ離れた数値がプロットされていることが分かり、調査の結果コンプレッサの異常が発見された(図-4)。このように、設備の性能を確認できるとともに、設備の異常も検知する保全的な用途にも利用できることは施設管理者にとって大きなメリットとなる。

(2) 全ての関係者で実現するエネルギーの「減らす化」

減らす化とは、気付く化で発見した問題箇所や改善箇所に対して施策を打ち出し、エネルギー消費量を減らすことである。テナントビルにおけるエネルギー消費量は、空調・熱源・照明設備が全体の80%と大きな割合を占めている。一般的に空調機の温度設定を1℃変更する(夏場は上げる、冬

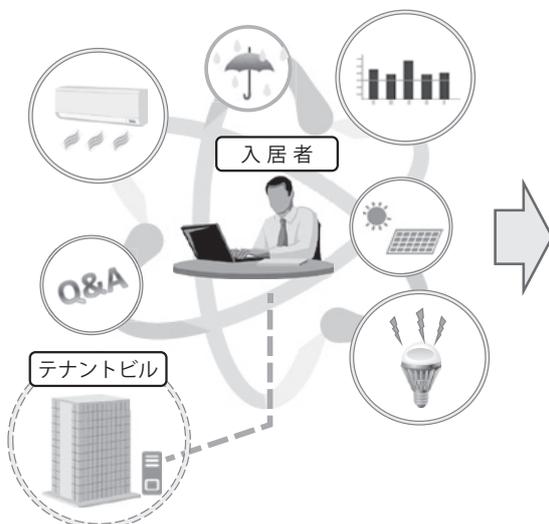


図-3 テナントサービス ダイジェストグラフ

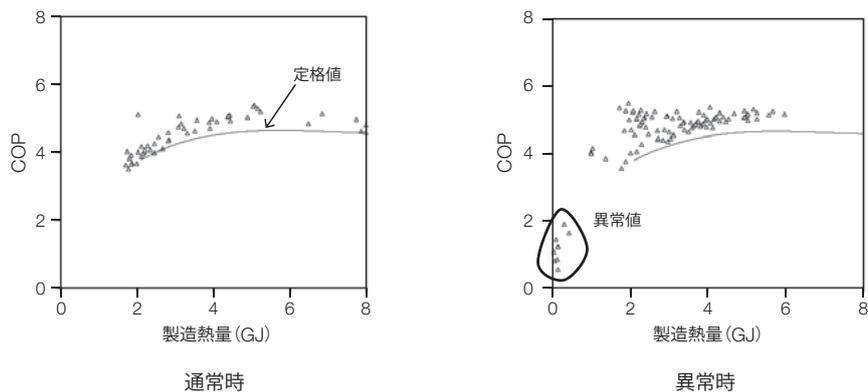


図-4 EMS帳票による異常値の検出

場は下げる)と、約10%の省エネ効果が見込まれる。そのため、間引き運転と併用して温度設定の変更を実施できれば大きな削減効果となる。

自社の施設の場合、ピークカット制御により強制的に空調機を停止させることで、エネルギー消費量を削減できる。しかし、多くの企業が同居しているテナントビルでは、一方的なピークカット制御によるエネルギー消費量の削減は困難である。そこで、入居者に対してTSSを提供することで、入居者自らによる空調機の運転や温度設定、照明照度の変更を可能とした。これにより、施設管理者は本来顧客である入居者に対してエネルギー消費量の削減への協力を仰ぐことが困難であった立場から、ともに省エネを推進する関係へと変化した。

また、掲示板を通じた施設管理者と入居者のコミュニケーションにより、設備の省エネ運営につながるアドバイスや情報交換を行うことで、双方の調和を保ちながらエネルギー消費量を「減らす」取り組みを実現している。

● 導入効果

本事例で挙げたテナントビルの場合、一次エネルギーの消費量として東京都内のオフィスビルの平均CO₂排出量(1 m²あたり107 kg-CO₂)を用い、これに対して42%の削減を目標として掲げていた。この数値は一般的なテナントビルで掲げる目標値よりも高かったが、結果としてはそれを上回る46%の削減を実現した。特に、東京都省エネルギーカルテ⁽³⁾の2010年度の平均実績値と比較すると、エネルギー消費量の割合が最も高いテナント

エリアでは56%の削減を実現した。

この中で、富士通マーケティングのEMSを用いたエネルギーの見える化と運用改善の提案、またTSSによる空調機と照明器具の運用変更による削減効果は、全体の6.6%を占めるに至った。これは、エネルギーの可視化による削減効果の代表的な試算値として挙げられている2%と比較して大幅な改善である⁽⁴⁾。

以上により、富士通マーケティングでは設備管理者向けに建物のエネルギー監視を行うEMSと、入居者に対して省エネへの啓蒙と自発的な運用を促進するTSSの二つのソリューションによって、テナントビルの省エネに貢献した(図-5)。

将来の展望と構想

IoT (Internet of Things) やセンサー技術、人工知能などのICTの発展により、今後EMSは施設単体だけでなく、地域全体の省エネ支援や設備運用の自動最適化などへの活用が見込まれている。富士通マーケティングは今後以下のサービス提供を検討している。

(1) クラウド化

本稿で紹介したEMSはオンプレミス型であり、施設ごとにサーバなどの機器を設置する必要があるため、複数施設のエネルギー使用状況を一元管理することは困難である。そこで、中央監視システムで収集したデータをクラウド上で一元管理し、EMSと連携させる仕組みを検討している。これにより、設備運用の効率化だけではなく、施設同士でのエネルギーの使用状況を比較・検証でき、更

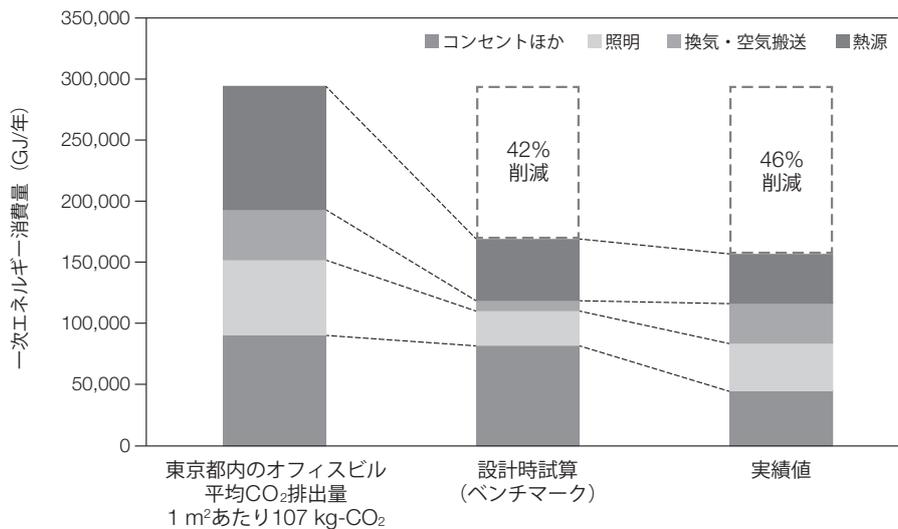


図-5 ベンチマークに対するエネルギー削減量

なる省エネへの貢献につながると考えている。

(2) 自動化

前述の「気付く化」で述べたエネルギーデータの検証は人手で行われているため、異常値検出後でなければ対処できないという問題がある。そこで、過去のエネルギーデータ、および設備稼働の傾向をシステムに機械学習させることにより、設備故障の予兆検知やエネルギー消費量の未来予測を行うシステムを検討している。更に、異常値とそれに対する施設管理会社や設備業者のノウハウを連携させることも検討している。これにより、異常値発生の予兆をシステムが捉えた段階で警報を発し、設備制御や設備業者の手配などを自動で行うことで、設備異常を予防する。

む す び

本稿では、富士通マーケティングが提供するEMSとTSSによって省エネを実現した事例について紹介した。富士通マーケティングはこれまでも多くの中堅・中小企業の施設にEMS・TSSを導入し、お客様の省エネに貢献してきた。今後、地球環境保護に向けた世界的な活動がますます活発化していくと考えられる。富士通マーケティングは、様々な環境ソリューションを通じて地球環境を守り、人類の持続可能な発展の実現に貢献していく所存である。

参考文献

- (1) COP21日本政府代表団：国連気候変動枠組条約第21回締約国会議（COP21）京都議定書第11回締約国会合（CMP11）等（概要と評価）。平成27年12月13日。
<http://www.env.go.jp/press/files/jp/28727.pdf>
- (2) 環境省：平成28年度環境省重点施策。平成27年12月。
<http://www.env.go.jp/guide/budget/h28/h28juten-2.pdf>
- (3) 東京都環境局：区分I事業所のエネルギー消費原単位の推移。
http://www.kankyo.metro.tokyo.jp/climate/large_scale/attachement/kubun_I_energy_consumption20140207.pdf
- (4) JEITAグリーンIT委員会：IT活用による省エネ効果に関する調査研究報告書～ビル、店舗へのBEMS導入による省エネ効果～。
<http://home.jeita.or.jp/greenit-pc/bems/pdf/bems2.pdf>

著者紹介



浅倉 亮 (あさくら りょう)
 (株) 富士通マーケティング
 コンストラクション事業本部
 営業統括部
 環境ビジネスの推進に従事。



宮本晃明 (みやもと てるあき)

(株) 富士通マーケティング
コンストラクション事業本部
エンジニアリング統括部
環境監視システムの設計に従事。



大島伊雄 (おおしま いさお)

(株) 富士通マーケティング
コンストラクション事業本部
営業統括部
環境ビジネスの推進に従事。