

中・小規模施設向けビルエネルギー管理システム (BEMS) の開発

半田隆志*¹ 石田聡*² 岩崎正太*³ 小俣精一**

Development of Building Energy Management System for Medium-scale or Small-scale Facilities

HANDA Takashi*¹, ISHIDA Satoshi*², IWAZAKI Shota*³,
OMATA Seiichi**

抄録

中・小規模のビル等の施設における、省エネルギーによるCO₂排出量削減のため、安価なビルエネルギー管理システムの開発を目的とした。システムは、見える化サブシステム（使用電力量や温湿度等をモニタリングするシステム）と、制御サブシステム（照明等設備の、入/切もしくは運転強度の変更を自動化するシステム）から成るものとした。そして、実験室系においてテストシステムを構築し、当センター北部研究所物理実験室に導入した。その結果、システムの正常動作（制御システムについては一部検討を要する）を確認するとともに、次年度以降の本格稼働による、省エネルギーの達成見込みが示唆された。

キーワード：BEMS, 見える化, 制御

1 はじめに

地球温暖化防止の観点からCO₂排出量の削減が必要であると言われている。そして「産業部門」では様々な省エネルギー対策技術の導入など取組が進んでいる¹⁾。一方「民生部門」ではCO₂排出量の伸びが著しく、特に「民生（業務）部門」においては、2005年のCO₂排出量が1990年比で約45%増加してしまっている²⁾。そのため「民生（業務）部門」の取り組み強化が求められている³⁾。なお「民生（業務）部門」とは、「オフィス、店舗、学校、病院等」を指す。

民生（業務）部門での省エネルギー対策は「省エネ機器やシステムの導入」のみでは限界がある

ため、「運用段階における省エネルギー」が重要である⁴⁾。これにより、例えば90年代竣工の大規模ビルで約9.3%、60年代竣工の中規模ビルで約10.1%のエネルギー使用量の削減が可能であると言われている⁵⁾。

「運用段階における省エネルギー」のためのシステムの1つに、ビルエネルギー管理システム（Building Energy Management System。以下「BEMS」とする。）がある。これは、大規模ビル（高層ビル等）では既に導入が進んでいるのだが、中・小規模のビル等施設では、主に採算性の観点からほとんど導入されていない。建物数が圧倒的に多い、中・小規模のビル等施設でもBEMSの導入が進めば、省エネルギー及び地球温暖化防止の観点から有益であると考えられる。そこで、本研究では、中・小規模のビル等施設でも導入可能な、安価なBEMSを開発することを目的とした。

*¹ 試験研究室 戦略プロジェクト推進担当

*² 現 大久保浄水場

*³ 現 試験研究室 電子技術・電磁波測定担当

** エスコウインズ(株)

まず、実験室系において、テストシステムの構築を実施した。構築にあたっては、コスト低減の観点から、極力既存の要素技術を組み合わせることとし、また、BEMS専用に必要最小限の機能を有するものにした。システムは、見える化サブシステム（使用電力量や温湿度等をモニタリングするシステム）と、制御サブシステム（照明等を入/切するシステム）から成るものとした。

テストシステム構築の後、当センター北部研究所物理実験室に実際に導入した。

入した。

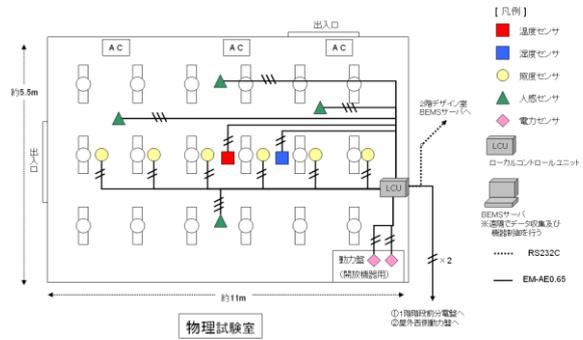


図1 センサの配置⁶⁾

2 方法

2.1 見える化サブシステムの構築

2.1.1 概要

安価かつ機能的なBEMSとするため、計測するエネルギー源は、現段階では、電力のみに特化することとした。そして、電力は、電灯、空調、動力に分けて、それぞれ使用量を計測し、合わせて、環境データとして、照度、人の有無、温度、湿度を計測することとした。これらにより、「照度やヒトの有無に応じた、適切な照明使用が実施されているか否か」及び「温度や湿度の程度に応じた、適切な空調使用が実施されているか」を見える化することとした。なお、電力のうち、動力については、設備の使用状況把握のため、参考のために見える化することとした。これらについてまとめたものを、表1に示す。

表1 見える化サブシステムの計測対象と目的

計測対象: エネルギー使用量	計測対象: 環境データ	見える化の目的
電力(照明)	・照度 ・ヒトの有無	適切な照明使用か否かの把握
電力(空調)	・温度 ・湿度	適切な空調使用か否かの把握
電力(動力)	なし	参考

上記の計測対象を計測可能とするために、まず、使用するセンサ等を、主にコストや入手容易性の観点から検討した。そして、テストシステムを構築した後、当センター北部研究所物理実験室に導

2.1.2 電力量

通信機能を内蔵した、オムロン社製電力量計「KM-100」を使用することとした。これを、当センター北部研究所の、電灯、空調、動力それぞれの配電盤内に、1個ずつ設置することで、使用電力量を計測することとした。計測する値は、平均電力量や最大電力量等とし、計測の時間幅は5分ごととした。得られた値は、シリアル通信（RS232C、RS485）により、制御用PCに自動的に送信させることとし、FINSにより自作した専用通信プログラムにより実施することとした。

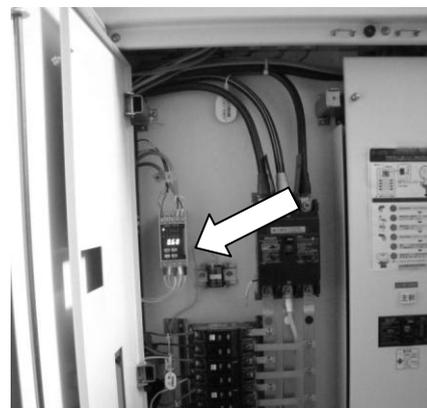


図2 設置した電力量計

2.1.3 照度

照度センサ素子として、パナソニック電工社製「NaPiCa」を使用することとし、回路及び収納ボックスは自作した。



図3 設置した照度センサ

2.1.4 人の有無

人感センサ素子として、パナソニック電工社製「NaPiOn」を使用することとし、回路及び収納ボックスは自作した。

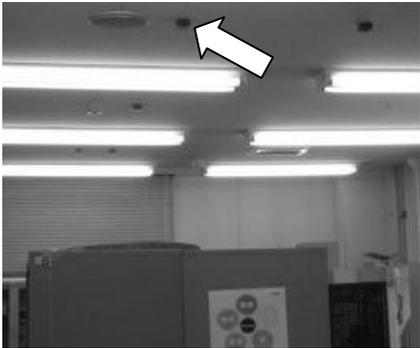


図4 設置した人感センサ

2.1.5 温度、湿度

オムロン社製温湿度センサ「EES2-THB」を使用することとした。



図5 設置した温湿度センサ

2.1.6 通信及びインターフェース

各センサからの信号は、オムロン社製 PLC (プログラマブルロジックコントローラ)

「CP1H-X40DR-A」で中継した後、PC に送ることとした。これは、システムの応答性、拡張性、堅牢性を考慮してのものである。なお、PLC と PC の通信のために、ラダー言語による専用通信プログラムを自作した。

PC 上にはインターフェース画面を自作し、計測対象エネルギー源の値を、数値及びグラフィックスにより確認できるようにした。なお、環境データの計測値は、数値表示のみとした。インターフェース画面は Microsoft 社製プログラミング言語 Visual Basic にて作成した。これを図6に示す。

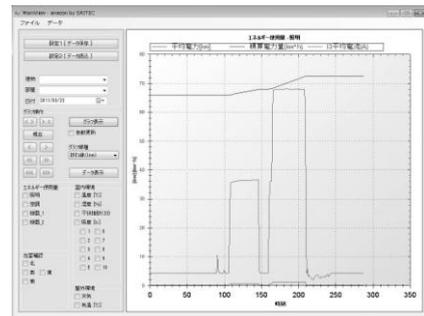


図6 作成したインターフェース画面

2.2 制御サブシステムの構築

2.2.1 概要

2.1で構築した、見える化サブシステムで得られた計測値に応じて、照明等の設備を制御することにより、省エネルギーを達成させるため、制御サブシステムを構築した。制御する設備は、以下のとおりとした。

- ・ 照明
- ・ 換気扇
- ・ 空調

2.2.2 設備の制御

電灯及び換気扇の制御は、マグネットスイッチを電力線に新規に挿入し、PC からの指令により入/切させて実施することとした。マグネットスイッチ等はボックスに収納し、切替スイッチで回路を切り替えることによって、手動制御(通常の、スイッチによる電灯及び換気扇の入/切)と自動制御(PC からの指令による入/切)を任意に変更できるようにした。リレーを動作させる D

／O プログラム及びリレーの制御回路は自作した。実際に設置した様子を図7に示す。



図7 設置したメカニカルリレーと切替スイッチ

空調の制御は、専用の制御用ボードを、空調室内機に新規に挿入し、PCからの指令により入／切させて実施することとした。制御用ボードに指令を送るD/Oプログラムは自作した。

2.2.3 制御用プログラム

PCからの、「命令に応じた設備の入／切」及び「自動制御による入／切」のためのテストプログラムを作成し、動作を確認した。テストプログラムにおける自動制御は、例えば「一定時間経過後の照明自動点灯」などとした。その結果、いずれもほぼ正常な動作であることを確認したが、空調については、堅牢性等について、さらなる検討を要することが示唆された。

2.3 アセンブリと実地試験の実施

以上のとおり構築した、見える化サブシステムと制御サブシステムのアセンブリを実施し、PCにて統合的に管理できるようにして、BEMSとして完成させた。そして、システムを稼働させ、実地試験を実施した。なお、実地試験における管理用PCは、遠方集中管理として、実地試験対象室である、当センター北部研究所物理実験室の、直上2階の部屋に設置した。

3 結果及び考察

3.1 価格

一般にBEMSのコストは、機器のコストと工事のコストの和である。機器のコスト及び工事のコストともに、諸般の条件により大きく変動する

ため、現段階での価格設定は容易ではないが、それでも本研究で開発したBEMSのコストは、工事費込みで100万円の単位であり、相対的に安価であることが示唆された。また実験用に冗長な設計としたことから、さらなる「低価格化」が可能であることも示唆された。

3.2 実地試験

実地試験の結果、計測対象エネルギー源の値を、数値及びグラフィックスにより見える化できたことを確認した。また、環境データの計測値も、数値表示により見える化できたことを確認した。

実地試験結果の一例として、2010年8月10日の、使用電力量の計測結果を図8に示す。

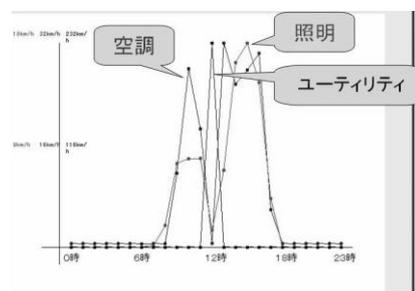


図8 実地試験結果の一例

本研究で開発したBEMSにより、エネルギー使用量の詳細な変化を明らかにすることができた。例えば、図8では、午前8:30の始業とともに空調及び照明の使用が開始され、刻々と変化しながら、昼休みの時間には、それらの使用が止められたことが分かる。一方、動力（ユーティリティ）については、昼休みの時間にのみ使用されていることが分かった。これは、本BEMSにより、「エネルギー使用のムダ」である可能性のある事象が抽出されたことを意味する。結果的に、設備の点検等によるもので、エネルギー使用のムダではないことが確認されたが、このように、本BEMSは、省エネルギーのための問題抽出とその対策に有用であることが示唆された。

エネルギー使用量を見える化するだけで、建物利用者の省エネルギー意識が高まり、結果とし

て、エネルギー使用量が削減されると言われている。そのため、本 BEMS を、次年度以降に本格稼働させることにより、省エネルギーが達成される可能性が示唆された。今後は、さらに自動制御のプログラムを発展させることで、より効果的な省エネルギーの達成が見込まれる。

参考文献

- 1) 環境省編：平成 19 年度版環境循環型社会白書，ぎょうせい，(2007)
- 2) 独立行政法人国立環境研究所：温室効果ガス排出量・吸収量データベース，(2009)
- 3) 国土交通省：オフィスビルの地球温暖化防止対策検討会中間とりまとめ，(2007)1
- 4) 平成 18 年経済産業省・国土交通省告示第 5 号：建築物に係るエネルギーの使用の合理化に関する建築主等及び特定建築物の所有者の判断の基準，(2006)
- 5) 社団法人日本ビルディング協会連合会：ビルエネルギー運用管理ガイドライン，(2008)
- 6) 半田隆志，石田聡，岩崎正太，小俣精一：中・小規模施設向けビルエネルギー管理システム(BEMS)の開発，埼玉県産業技術総合センター研究報告第 8 巻，(2009)