

# 簡易型エネルギーマネジメントシステム 「エネスケール」の開発

## Development of Facile Energy Management System “ENESCALE”

岩下将也\* 茂木正史\*

### 要 旨

中小規模ビル・工場でも導入可能な低コストのエネルギーマネジメントシステム「エネスケール」(商標登録)を開発した。従来の BEMS と比較し、必要な機能を絞込み、操作の簡略化を実現した。また、付加機能として通信制御機能、運用支援機能を拡張し、顧客の多様な要望に対応できるものとした。

キーワード：電力量、省エネルギー、見える化、PLC

### 1. まえがき

平成 20 年 5 月に省エネルギー法が改正され、エネルギー消費量の規制対象が、建設物単位から建設物を管理する事業者単位へと変わった。これにより、今まで規制対象外であったコンビニエンスストア、中小規模工場、支店ビルなどの建設物を管理する事業者が規制対象に加えられ、事業者ごとにエネルギー消費量(原油換算値)の把握が義務付けられることになった。また、年間のエネルギー消費量が 1500kl 以上である場合、省エネルギー計画書の提出やエネルギー管理者選任の義務が生じることとなり、建物の省エネルギー化が急務の課題となっている。

建物の省エネルギー化を行うためには、照明・空調等の建物内の設備の消費エネルギー(電力・ガス)を把握する必要がある。

一般的な方法の一つとして、電力・ガス等の請求書と、各設備の定格負荷、稼働率などから、おおよその内訳を推定する方法がある。この方法は、エネルギーを計測する専用の設備機器などが不要である反面、建物の設備や稼働状況の詳細な情報、エネルギー管理に関する知識が必要となる。また推定値のため、正確なエネルギー消費量を把握することができない。

また、別の方法として、各分電盤に専用の電力量計をつけ、電力量の消費状況を把握する方法がある。正確なエネルギー消費量を測定できるが、建物内の各分電盤に取り付けられたメーターを読むための手間がかかる。

そこで、ここ数年大規模ビル・工場では、エネルギーの測定、設備の状態監視および稼働の制御を一元的に行い、ビル全体のエネルギーを一括管理する BEMS

(Building and Energy Management System)が導入されるようになってきている。BEMS を用いることにより、建物全体の設備機器のエネルギーデータをすべて収集・管理し、単一のモニターに示すこと(見える化)ができる。加えて、それらのデータをもとに設備を遠隔制御することも可能なため、エネルギー管理の手間を減らすことができる。

しかし、BEMS は大規模ビル・工場を対象としているので、多機能・大規模な設備になることが多く、導入にも高額な費用がかかることが一般的である。図-1に、顧客が BEMS の導入に消極的な理由を調査したデータを示す。この調査結果からも、導入コストの増大が、BEMS を導入することの障害となっていることがわかる。

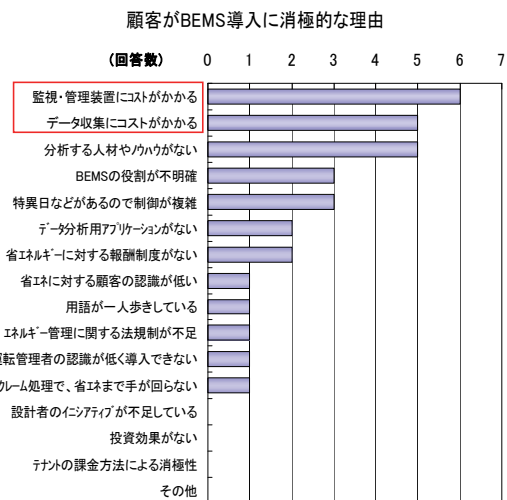


図-1 顧客が BEMS 導入に消極的な理由  
出典：BEMS 普及促進に関する調査 (2005 年 NEDO)

\* 技術研究所

そこで、中小規模ビル・工場でも導入可能な低コストの簡易型エネルギー管理システム「エネスケール」を開発した。大規模建物へ導入されることが一般的な BEMS に対し、必要な機能を絞り込み、操作の簡略化と低コスト化を実現するシステムを開発した。また、付加機能として通信制御機能、運用支援機能を加えることで、顧客の多様な要望に対応可能なものとした。

## 2. エネスケールによるエネルギー管理

### 2.1 機能

エネスケールの主な管理機能は、電力量の計測、瞬時電力の計測、室内温度の計測、照明・空調設備の状態監視・発停制御である。表-1に主な機能を示す。

#### a. 電力量の計測

照明電力量（弱電）、空調電力量（動力）は、別々に計測される。その他の設備の電力量は、受電電力量から照明、空調電力量を引くことにより、算定できる。

#### b. 瞬時電力の計測

電気の基本料金はデマンド値によって決まるため、デマンド値の管理用データとして受電の瞬時電力を計測する機能を持たせた。

#### c. 温度の計測

空調稼働の必要性を判断するため、室内温度を計測項目とした。

#### d. 状態監視・制御

照明設備の稼働スケジュールを管理をする機能、空調・照明の ON/OFF 状態の監視と、発停制御の機能を持たせた。

#### e. 電力以外のエネルギー管理について

市販品の BEMS には、ガス・水消費量の把握が可能なものもあるが、ガスは電気 비해消費方法が限定的であり、計測・管理が容易であること、水消費量についてはエネルギー消費と直接的な関係が少ないことから、エネスケールでは計測の範囲から除外した。

表-1 主な管理機能

管理機能	計測対象	目的
電力量の計測	受電	消費電力量の把握
	照明	
	空調	
瞬時電力の計測	受電	デマンド管理用データ
温度の計測	質内温度	空調稼働の必要性を判断
状態監視・制御	照明	状態監視 発停制御 スケジュール管理
	空調	

### 2.2 エネルギー管理の手順

エネスケールによるエネルギーの管理手順は、(1)計測・監視、データ収集、(2)データ分析、(3)改善計画・実施という手順をとる。図-2にエネルギー管理手順を、図-3に管理手順ごとの機器の役割を示す。

(1) タッチパネル画面付きのプログラマブルロジックコントローラ(以下、「タッチパネル PLC」)と、タッチパネル PLC に接続される PC(以下、接続 PC)で、計測・監視を行う。電力・温度センサーのデータはタッチパネル PLC に送られ、パネル上で各測定値の確認、状態監視および設備の制御を行う。タッチパネル PLC に集められたデータは、データ通信ソフト Pro Server EX を用い、リアルタイムに接続 PC へ送られるため、接続 PC 上からも計測・監視が可能である。また、タッチパネル PLC から直接 USB フラッシュメモリに計測データを保存することも可能である。

(2) 接続 PC や USB フラッシュメモリへ集められたデータをもとに、接続 PC 上でエネルギー消費量の把握(見える化)を行う。過去のデータと比較できるほか、別途作成した報告書作成ツールによる年報・月報・日報作成ツールが利用できる。

(3) 分析されたデータを基に、必要に応じた省エネルギー計画を立て実行する。エネスケールには、管理機能の一つとして照明・空調のスケジュール管理を付加した。

その他の機能として、接続 PC に、社内 LAN 端末を接続することで、複数の PC から接続 PC のデータを閲覧する機能、遠隔通信装置を用いることで、携帯電話やパソコンに E-mail により警報を発信する機能がある。

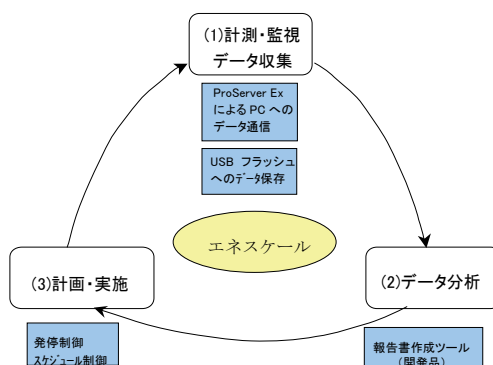


図-2 管理手順

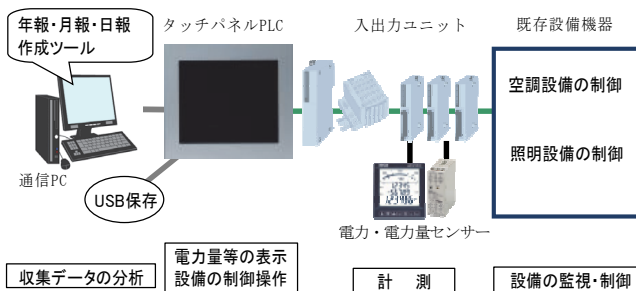


図-3 管理手順ごとの機器の役割

### 2.3 画面操作

タッチパネル PLC の収集データを、タッチパネル画面上で確認できる。また、設備機器の発停や稼働スケジュール調整などもタッチパネル上で行なわれる。

タッチパネルの画面構成や画面レイアウトは管理者の要望に対応できるようにした。主な管理画面の作成例を図-4に示す。

## 3. エネスケールの基本機器構成

### 3.1 機器構成

エネスケールの基本システム構成を図-5に示す。システムのデータ通信制御プロトコルには CANopen が用いられている。CANopen は、産業機器用通信のオープンプロトコルの一つで、工場の産業用ロボットやビルオートメーションなど、様々な分野に用いられている。

データ収集・制御の命令は、タッチパネル PLC で行う。タッチパネル PLC には、CANopen 規格のマスター機が接続されており、このマスター機を通して、各スレーブ機に命令が送られる。スレーブ機は、接続されたセンサーケーブルから機器の発停状態や、測定データの信号を受け取り、マスター機へ送る。スレーブ機にはセンサーの接続点数を拡張する「EX モジュール」が複数個接続されており、EX モジュールからもデータが収集される。

エネスケールは、種々の事務用途に対応させるため、スレーブ機と EX モジュールの構成別に、「屋上階用ユニット」、「一般階用ユニット」、「受電用ユニット」の3種類の基本ユニットを用意している。屋上階、受電用ユ

ットは1ユニット、一般階ユニットは10ユニットまで構成できる。一般階ユニットでは、電力量メータの信号を受信するほか、空調、照明設備への制御信号の送信と、状態信号の受信を行なう。

受電用ユニットでは、電力と電力量の二種類の信号を受信する。

屋上階ユニットでは、14データの電力量の受信を行なう。屋上に置かれる室外機等設備を対象としている。

入力(計測、監視)と出力(制御)の信号の上限数は、各ユニットで決められており、この信号数がエネスケールの計測、監視制御点数となる。ユニットごとの点数を表-2に示す。

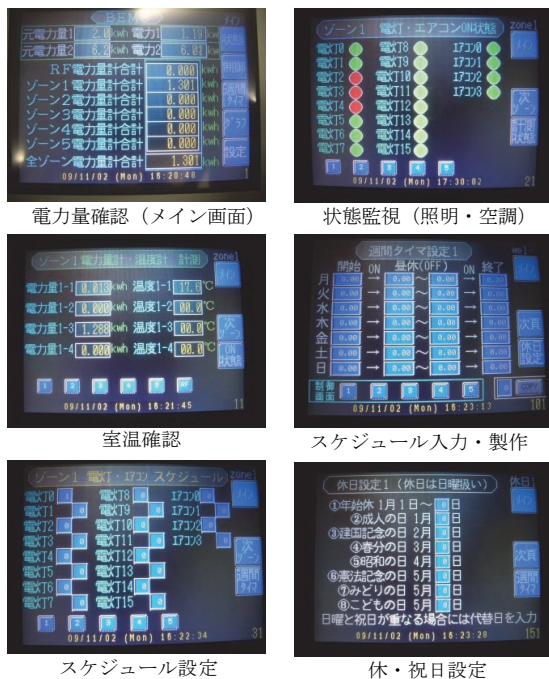
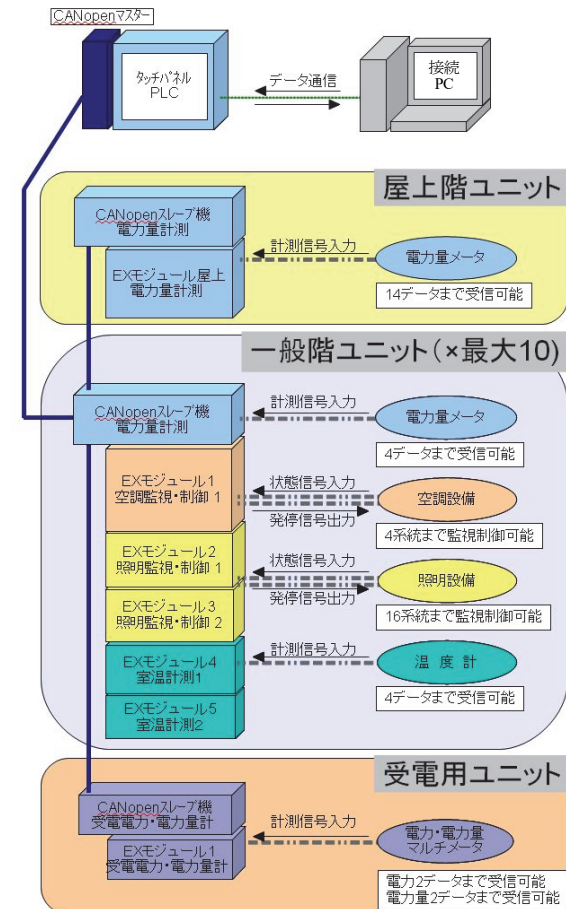


図-4 管理画面の作成例



— CANopenケーブル(最大1,000m)  
 ..... センサーケーブル(最大50m)  
 — LANケーブル

図-5 エネスケールの基本システム構成

表-2 ユニットごとの計測、監視・制御点数

ユニット	計測・監視・制御項目	点数
屋上階ユニット	電力量計測	14点
一般階ユニット	電力量計測	4点×ユニット数(最大10)
	室内温度計測	4点×ユニット数(最大10)
	空調監視・制御	4点×ユニット数(最大10)
	照明監視・制御	16点×ユニット数(最大10)
受電ユニット	瞬時電力計測	2点
	電力量計測	2点

#### 4. 付加機能の開発

基本システム構成の備える機能に加え、多様な導入パターンに対応するため、通信制御機能と運用支援機能を付加している。

##### 4.1 通信機能の拡張

###### a. 既設の中央制御システムとの接続

既に中央監視制御システムが導入されている物件へエネスケールを導入する場合、二つのシステムの制御信号が重複し、既設システムとエネスケールで制御命令間の不整合が生じることが考えられる。

そのため、エネスケールには、BACnet による通信機能を付加している。

BACnet は、Building Automation and Control Networking protocol の略で、建物内の設備のネットワークを管理するためのオープンプロトコルである。BACnet は、複数の通信制御プロトコルと互換性があることを特長としている。そのため、異なるプロトコルを持つ各システムに対し、統合的な役割を担う上位システムとして広く用いられている。BACnet による通信機能を持たせることで、既設監視制御システムとの通信が可能となるため、システム間の制御命令の不整合をなくすることができる。また、既設制御システムの制御機能を、エネスケールからも利用する事が可能となる。既設の中央監視制御システムを備えている物件に対し、エネスケールの電力量測定機能のみを追加導入することが可能となるため、適用できる物件の幅が広がる。

BACnet による既設中央監視制御システムとの接続図を図-6に示す。エネスケールと既設中央監視制御システムを接続するには、タッチパネル PLC の制御命令を BACnet へ変換する BACnet Gateway を用いる。エネスケールの制御命令は、BACnet Gateway を介することで、

BACnet 対応の既設の中央監視制御システムと通信可能となる。

###### b. 大規模システム構成

大規模な建物や工場などでは、基本システムが備える管理点以上の管理数が必要な場合がある。その場合、エネスケールを複数導入する必要があるが、一つの物件に、独立したシステムが複数あると、管理の手間が増大するというデメリットになる。そのため、基本システム構成を連結・統合させ、システムの大規模化を可能とする拡張機能を付加した。

大規模システムは、基本システムを構成する従来のタッチパネル PLC (下位機) と、下位機 of データを収集するタッチパネル PLC (上位機) で構成される。上位機は各下位機 of 持つ計測データを収集・表示させる機能と、各下位機 of 持つ監視・制御命令 of 遠隔操作機能を備える。これにより、上位機で全機能を統合制御することが可能になり、基本システム構成を複数備える大規模なシステム設計が可能となる。構成例を図-7に示す。

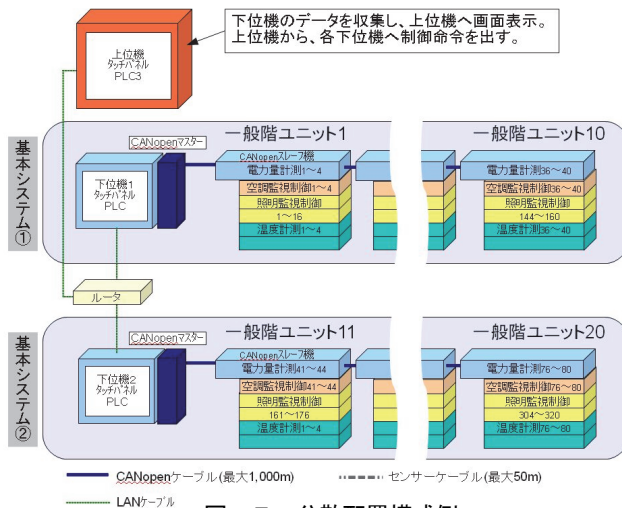


図-7 分散配置構成例

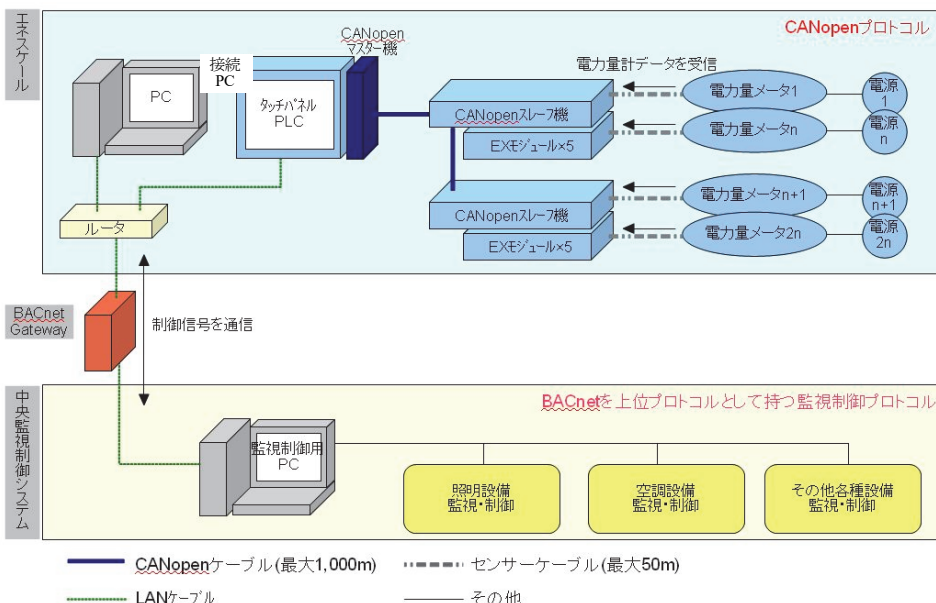


図-6 BACnet 通信による既設中央監視制御システムとの連携



## 6. 適用事例2

美術館の改修において、エネスケールを導入した。美術館には、既設の Lonworks による中央監視制御システムが導入されているため、エネスケールでは電力量の計測機能を加え、監視・制御機能は、既設の中央監視制御システムとの通信によって、一部、エネスケールからも制御が可能なシステムとした。

### 6.1 構成

システム構成図を図-12 に示す。既設の中央監視制御システムでは、様々な監視制御機能が付加されていた。照明・空調制御と温湿度計測については、エネスケールからも通信と制御できるものとしたため、新たな制御用の機器を導入する必要がなくなった。また、一方のシステムで空調・照明を ON にすると、空調照明の稼働状態は両システムで OFF から ON へ変更されるというように、相互のシステムで通信制御が連動して作動することを確認した。

### 6.2 操作画面

エネスケールの操作画面と、既設の中央監視制御システムの操作画面を図-13 に示す。操作画面は、平面プランを基にして作成した。顧客の要望を反映させるため、設計者と協議し画面構成の詳細を決めた。既設の中央監視制御システムの操作画面と比較し、シンプルで直感的な操作が可能なレイアウトとした。

### 6.3 過去電力量との比較

データ表示画面には、電力量の変化をわかり易くするため、過去の電力量の比較表およびトレンドグラフを加えた。過去電力量の比較とトレンドグラフ表示画面を図-14 に示す。

## 7. あとがき

エネスケールは、簡易型のエネルギーマネジメントシステムとして開発されている。昨今の省エネへの高い関心、顧客の要望の多様化などから、計装機の持つべき機能は今後も変わっていくことが予想される。導入実績をさらに増やし、新たな付加機能の開発や改善を行っていききたい。



図-13 エネスケールの操作画面(上)と既設中央監視制御システムの操作画面(下)



図-14 過去電力量の比較とトレンドグラフ表示画面

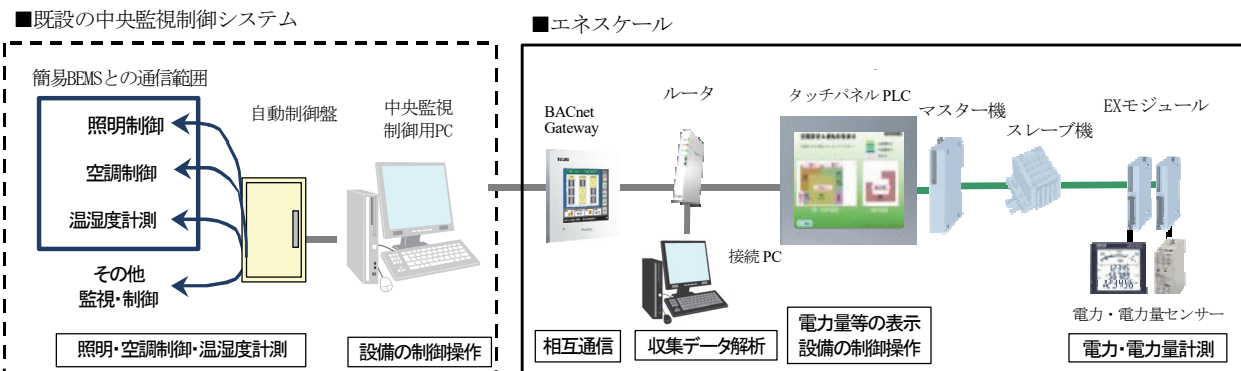


図-12 システム構成図