

## 省エネルギー提案のための簡易 BEMS の開発 病院の空調熱源システムへの省エネルギー提案事例の概要

田中幸彦<sup>\*1</sup> 西原祥雅<sup>\*2</sup>  
関原 弦 石川光祥

### 概 要

省エネルギー提案をする上でエネルギー消費の現状を把握することは非常に重要である。建物のエネルギー消費を把握する上で、ビルエネルギー管理システム(以下 BEMS)のデータは非常に有用である。しかしながら、実際の運用の中では建設当初には想定していなかった測定項目が発生する場合や、コストの都合で運転制御に直接必要な最低限の項目以外のデータがないなどエネルギー消費を把握するために十分なデータが得られない場合が多いのが現状である。そこで、省エネルギー提案のためのエネルギー消費の現状把握を目的として簡易に短期間で既設の BEMS を補完するデータを得ることを目的とした簡易 BEMS を開発した。本報では、この簡易 BEMS を使用して病院の熱源システムに対する省エネルギー提案を行った事例について報告する。

### Development of Simplified BEMS used for a Proposal on Building Energy Conservation Outline of Heat Source System for Energy Conservation in a Hospital Building

### Abstract

When proposing energy conservation, it is very important to understand the current situation of energy consumption. In order to understand the energy consumption of the building, it is useful to analyze data from the building energy management system (BEMS). However, in actual operations, it is sometimes difficult to get comprehensive data about current energy consumption as not all properties will have been incorporated into the BEMS during design and construction through oversight and/or lack of budget. Therefore, we have developed a simple additional BEMS aimed at understanding the current energy consumption to obtain the data that compliments the existing BEMS for energy saving proposals. In this paper, we report on energy saving proposals for hospital heat source system made using the simplified BEMS.

キーワード: BEMS、省エネルギー、熱源

\*1 建設本部 環境エンジニアリングセンター

\*2 フジタビルメンテナンス株式会社

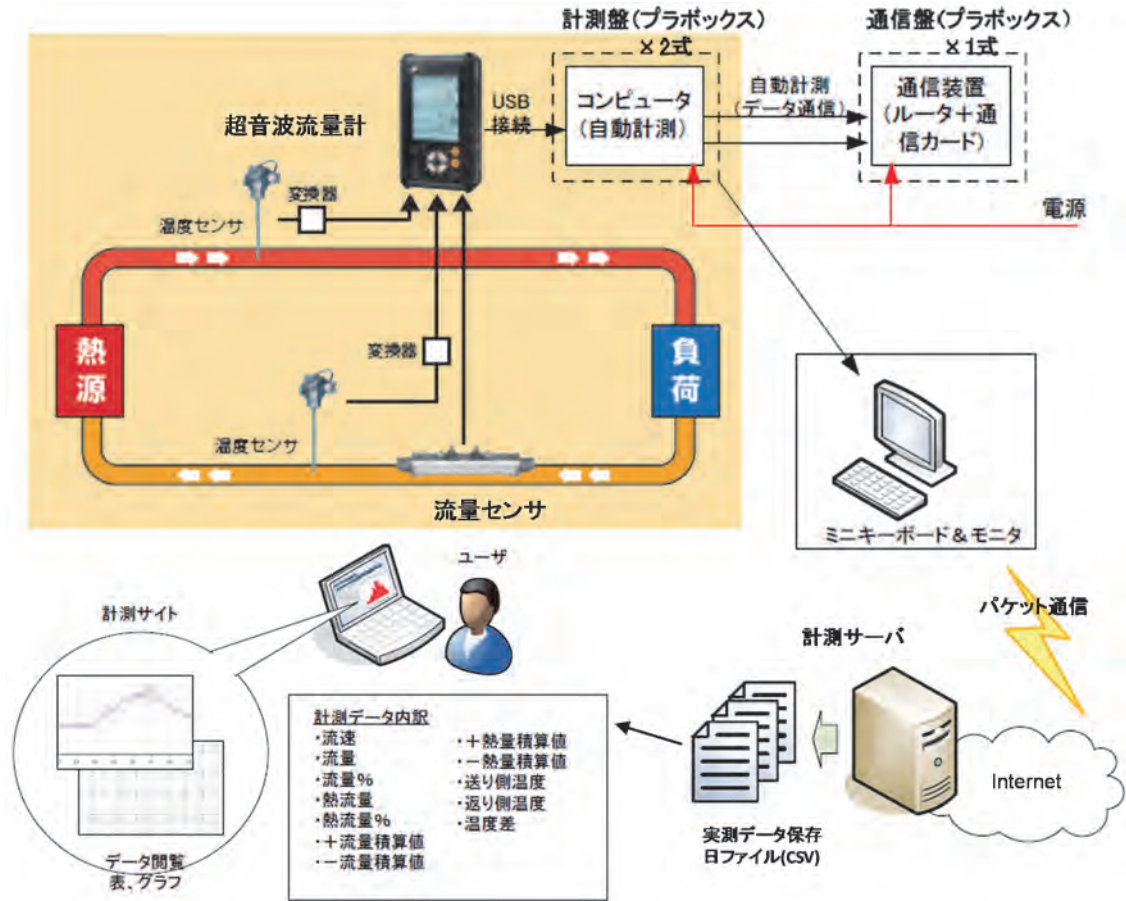


図1 熱量計測用簡易BEMSの概要

## §1. はじめに

省エネルギー提案をする上でエネルギー消費の現状を把握することは非常に重要である。建物のエネルギー消費を把握する上で、ビルエネルギー管理システム（以下BEMS）のデータは非常に有用である。しかしながら、実際の運用の中では建設当初には想定していなかった測定項目が発生した場合や、運転制御に直接必要な最低限の項目以外のデータがない場合や、BEMSそのものが設置されていないなど、エネルギー消費を把握するために十分なデータが得られないことが多い。

そこで、筆者らは省エネルギー提案のためのエネルギー消費の現状把握をするために、簡便に短時間で既設のBEMSを補完するデータを得ることを目的とした簡易BEMSシステムを開発した。本システムには、主に空調用の水熱源システムの熱量計測を目的とするものと、系統毎の電力量計測を目的とするものの2種類のタイプがある。

本報では、熱量計測を目的とする簡易BEMSを使用し

て病院の熱源システムに対する省エネルギー提案を行った事例について、その概要を報告する。

## §2. 簡易BEMSの概要

簡易BEMSの概略のシステム図を図1に示す。

本システムでは、超音波流量計と温度センサで計測した熱源水の行き還りの温度差と流量の値を、計測盤のコンピュータに送り供給熱量を算出する。そのデータを通信盤からパケット通信、インターネットを介して計測サーバに蓄積される。蓄積されたデータは、イントラネットを介して閲覧ダウンロードが可能であり、熱源システムの供給熱量をリアルタイムで解析することが可能となる。

## §3. 測定結果と省エネ提案事例

### 3.1 対象熱源システムの概要

簡易BEMSを設置し、計測・省エネ提案の対象となった熱源システムの概要を図2および表1に示す。今回対象

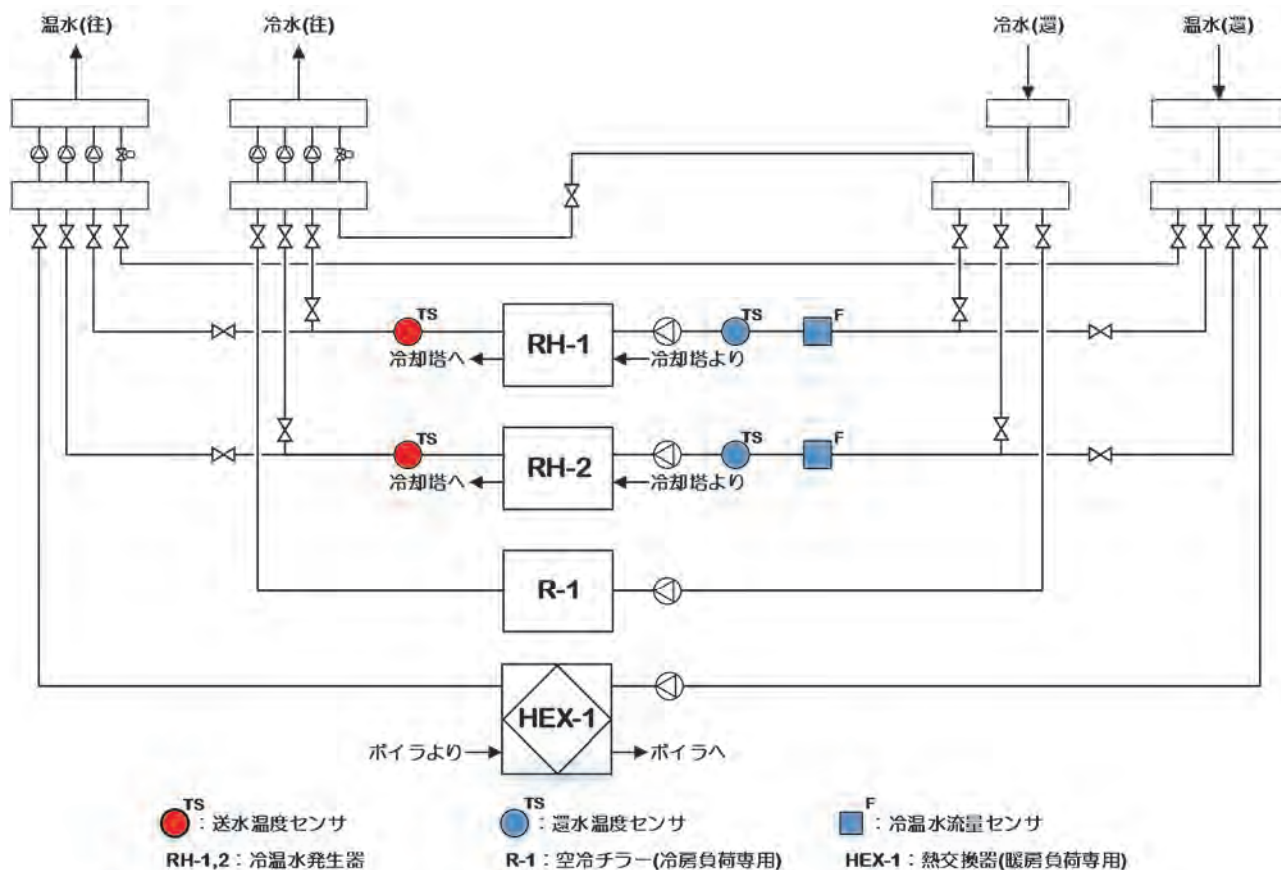


図2 熱源システムの概要

となった熱源システムは、冷温水発生器2台(RH1,2)と冷房専用空冷チラー1台(R-1)と蒸気ボイラで作られた蒸気と熱交換をして温水を作る熱交換器1台(HEX-1)で構成されている。この熱源システムの供給熱量は冷水温水それぞれの合計としてエネルギー管理システム(BEMS)で計測されているが、個々の熱源機器の供給熱量を個別に把握することはできない。

### 3.2 計測の概要

供給熱量の計測は、各熱源機器の送水と還水の温度差に送水量を乗じることにより求める。簡易測定が趣旨であるので、送水温度および還水温度の測定は、保温材の内側の配管表面に白金測温体を貼り付けて測定している。この方法に関しては、事前にフジタ技術センターの熱源機械室で同様の方法で想定を行い、挿入型のセンサを用いた熱量計測値と概ね差の無い値であることを確認した。

### 3.3 省エネ検討例

#### 1) 冷温水発生器の台数運転制御値の変更

2012年8月の冷温水発生器 RH-1,2 の定格能力に対する供給熱量の割合(以下負荷率)の計測結果を図3に示す。

表1 熱源システムの仕様

名称	仕様	
RH-1 冷温水発生器	直焚(油・ガス切替式;非常時のみ油焚)	
	冷房能力	1,055 kW
	暖房能力	883 kW
	冷温水量	2,160 l/min
	冷却水量	5,100 l/min
	燃料消費量(ガス)	冷房時 75.0 Nm <sup>3</sup> /h 暖房時 81.9 Nm <sup>3</sup> /h
	電力	17.2 kW
RH-2 冷温水発生器	直焚(ガス)	
	冷房能力	1,055 kW
	暖房能力	883 kW
	冷温水量	2,160 l/min
	冷却水量	5,100 l/min
	燃料消費量(ガス)	冷房時 75.0 Nm <sup>3</sup> /h 暖房時 81.9 Nm <sup>3</sup> /h
	電力	9.5 kW
R-1 空冷チラー	冷房専用	
	冷房能力	355 kW
	冷水量	730 l/min
HEX-1 熱交換器	暖房専用	
	交換熱量	623 kW
	一次側蒸気量	1,063 kg/h
	二次側温水量	1,267 l/min

なお、2 台の冷温水発生器が同時に運転している場合の負荷率は合計の供給熱量との対応を確保するため、各々の負荷率の和を全体の負荷率としている。

夜間の負荷率は、おおむね 40~60%程度で推移しており、日中のピーク負荷率は高いときで 115%程度、低いときで 60%程度となっている。また、2 台目運転開始の負荷率の設定値は 85%となっており、負荷率の低い日を除いておおむね日中 2 台運転、夜間 1 台運転の状態になっている。

これらの計測結果を踏まえて、2 台目の冷温水発生器が運転開始する負荷率を 95%に変更し冷温水発生器が 2 台運転する時間を少なくする省エネ案を提案し 2013 年から実施した。2010~2013 年の 7 月と 8 月の省エネ効果の検証結果を図 4 に示す。なお、2011 年は震災の影響もあり特異なデータなので今回の検証からは除外した。

2013 年の 7 月の平均外気温は 2012 年より 2.2℃高く、2010 年より 1.6℃高い。また、8 月は 2012 年より 1.7℃高く、2010 年より 0.2℃低い。冷温水発生器が 2 台運転する時間は、7 月が 2012 年より 98 時間少なく、8 月が 32 時間少なく、合計で 130 時間の運転時間削減となる。同様に 2010 年と比較すると、7 月が 45 時間削減、8 月が 37 時間削減合計で 82 時間の削減となっている。

この変更では、供給熱量の削減ではないためガスの消費量は変わらないが、2 台の冷温水発生器のうちの 1 台を停止することにより補機類も含め 76.5kW の電力が削減できる。これに 2 台運転削減時間を乗じると、2010 年と比べて 6,273kWh、2012 年と比べて 9,945kWh の消費電力量削減となる。これらの削減量は決して大きいものではないが、運転制御の設定値の変更のみで、まったくコストをかけるこ

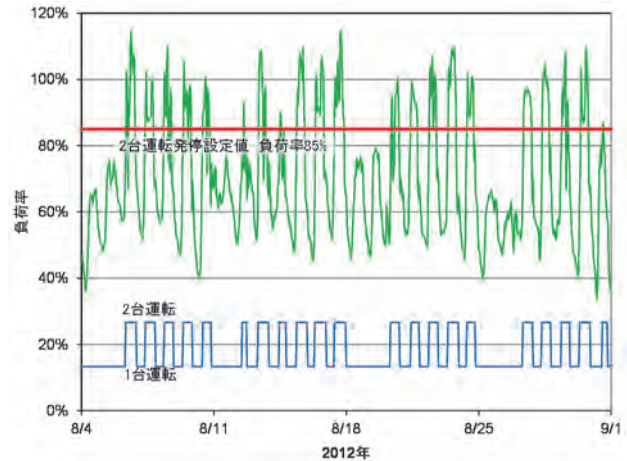
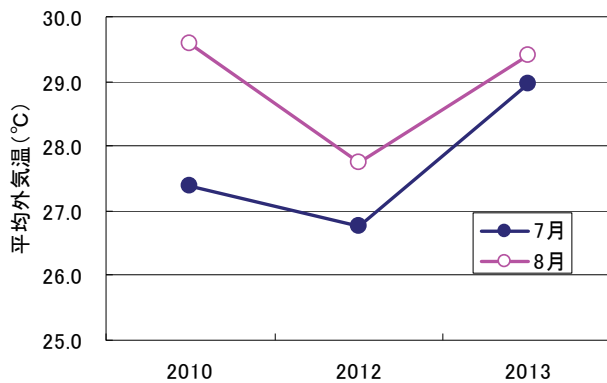
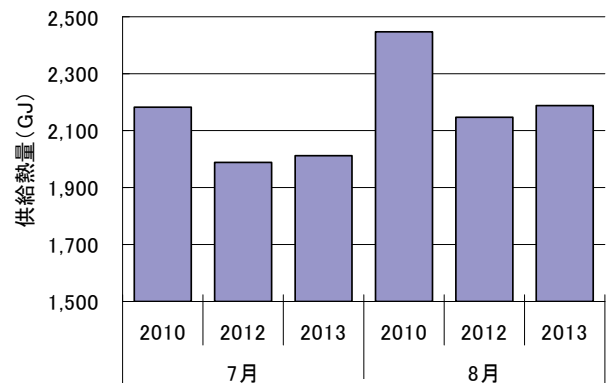


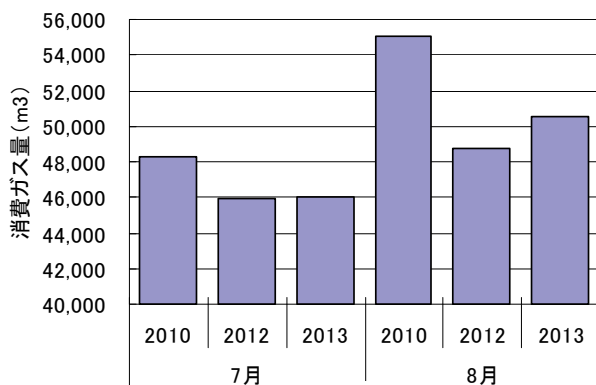
図 3 冷温水発生器の負荷率の測定結果



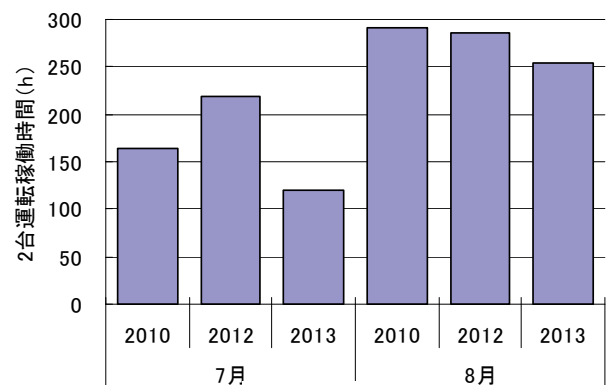
(a) 平均外気



(b) 供給熱量



(c) ガス消費量



(d) 2台運転時間

図 4 省エネ効果の検証

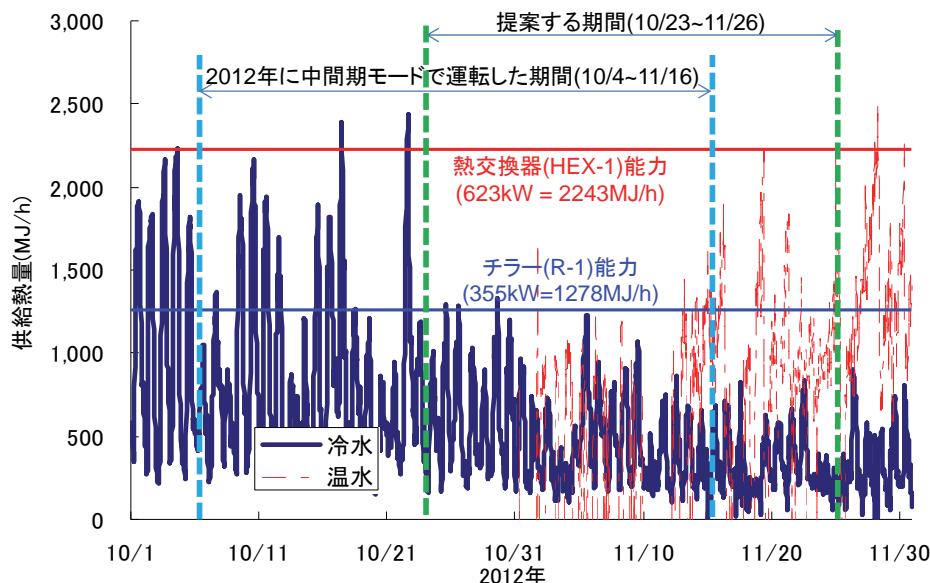


図 5 中間期の熱源機器の供給熱量の計測値

表 2 変更前の熱源機器運転順位

運転順位		1	2	3
夏期 (冷房期)	冷水	冷温水発生器 RH-1(1,055kW)	冷温水発生器 RH-2(1,055kW)	空冷チラー R-1(355kW)
	温水	熱交換器 HEX-1(623kW)		
秋期 (中間期)	冷水	冷温水発生器 RH-1(1,055kW)	空冷チラー R-1(355kW)	
	温水	冷温水発生器 RH-2(883kW)	熱交換器 HEX-1(623kW)	
冬期 (暖房期)	冷水	空冷チラー R-1(355kW)		
	温水	冷温水発生器 RH-1(883kW)	冷温水発生器 RH-2(883kW)	熱交換器 HEX-1(623kW)
春期 (中間期)	冷水	冷温水発生器 RH-2(1,055kW)	空冷チラー R-1(355kW)	
	温水	冷温水発生器 RH-1(883kW)	熱交換器 HEX-1(623kW)	

表 3 変更後の熱源機器運転順位

運転順位		1	2	3
夏期 (冷房期)	冷水	冷温水発生器 RH-1(1,055kW)	冷温水発生器 RH-2(1,055kW)	空冷チラー R-1(355kW)
	温水	熱交換器 HEX-1(623kW)		
秋期 (中間期)	冷水	空冷チラー R-1(355kW)	冷温水発生器 RH-1(1,055kW)	
	温水	熱交換器 HEX-1(623kW)	冷温水発生器 RH-2(883kW)	
冬期 (暖房期)	冷水	空冷チラー R-1(355kW)		
	温水	冷温水発生器 RH-1(883kW)	熱交換器 HEX-1(623kW)	冷温水発生器 RH-2(883kW)
春期 (中間期)	冷水	空冷チラー R-1(355kW)	冷温水発生器 RH-1(1,055kW)	
	温水	熱交換器 HEX-1(623kW)	冷温水発生器 RH-2(883kW)	

となく実施できるので、有効な省エネ施策といえる。

2) 熱源機器の運転順位の変更

2012年10月1日～11月30日の熱源機器の供給熱量の計測のグラフを図5に示す。このときには、10/4～11/16の間、中間期(秋期)モードで運転されたが、実際の熱負荷は10/23～11/26の間がその前後に比べて、冷水温水とも小さい値を示していることがわかる。中間期モードをこの期間に変更することにより、より能力の小さい機器を優先させて運転することができるようになり、負荷率を高めることにより熱源のより効率の高いところでの運転の可能性がある。

以上の検討に基づき、熱源機器の運転順位を表2に示す従来の運転順位から、表3に示す運転順位に変更する提案をした。

表 4 2013年省エネ効果の実績値

省エネ提案項目	実施内容	季節	効果	
			省エネルギー量	金額
冷温水発生器の台数 運転制御値の変更	2台運転開始負荷率を 85%から95%に変更	夏期	35.8 GJ/年	105 千円/年
熱源機器運転 順位の変更	中間期の暖房負荷を 熱交換器で対応	春期	65.0 GJ/年	191 千円/年
		秋期	25.7 GJ/年	78 千円/年
	中間期の冷房負荷を 空冷チラーで対応	春期	471 GJ/年	1,048 千円/年
		秋期	356 GJ/年	642 千円/年
	暖房負荷に熱交換器を 優先して使用	冬期	1.08 GJ/年	3 千円/年
合計			918 GJ/年	1,963 千円/年
合計			954 GJ/年	2,068 千円/年

3) 効果の検証

上記の提案を2013年度に実施し、その効果をまとめた結果を表4に示す。これらの提案による、エネルギー削減量は一次エネルギー換算で年間954GJ、金額換算で年間

206.8 万円であった。それに対して投入コストは冷温水発生器の台数運転制御値の変更は、設定値の変更のみのため 0 円であり、熱源運転順位の変更については制御プログラムの変更となるため数十万円程度であった。

#### §4. おわりに

既設の BEMS で計測していない内容について簡易な測定装置を設置しその計測値をオンラインで遠隔でデータ収集を行う簡易 BEMS を開発し、その計測データをもとに省エネルギー提案を行い、効果があることを確認した。今回の報告では熱量計測用の簡易 BEMS に関するものであるが、同様に電力計測用簡易 BEMS も開発したので別の機会に報告する。

建築物のエネルギー消費を、計画設計施工時に正確に予測することは非常に難しいので、建物の環境や利便性を維持しながら更なる省エネルギーを推進するためには、運用時の対応が非常に重要であり、そのためには現状把握が必要である。しかしながら、詳細な現状把握をするための計測等のシステムのすべてを常設とすることはコストパフォーマンスの面からも難しい。常設システムに無い計測ポイントを一時的に設置し現状を把握する簡易 BEMS が、建築物のエネルギー管理と省エネルギー検討の有効なツールである。また、1 台のシステムを必要に応じて移設することにより多くに建築物のエネルギー管理に貢献できることも簡易 BEMS の大きな利点の一つである。

地球温暖化対策の重要な要素として民生用エネルギー消費の削減に注目が集まってなかで、簡易 BEMS が有効なツールとしてさらに普及していくことを期待している。



#### ひとこと

省エネは人類永遠のテーマです。