

インテリジェント BEMS が拓くこれからのエネルギーマネジメント

Further Energy Management promoted by Intelligent BEMS

日建設計総合研究所

Nikken Sekkei Research Institute

岡垣 晃

Akira OKAGAKI

キーワード：BEMS (Building Energy Management System)、ZEB (net Zero Energy Building)、LCEM (Life Cycle Energy Management)、インターネット (Internet)、ライフサイクルサポート (Life Cycle Support)

1. はじめに

ビルのエネルギー消費は、地球温暖化防止・資源の有効利用の観点から大幅な削減が求められており、2030年にはすべての新築ビルで ZEB (ネット・エネルギー・ゼロ建築) を目指すという政策目標が掲げられている。

ZEB の実現のためには、建物の断熱や設備性能といったハード面の対策だけでなく、運用面での対策も必要である。すなわち、建物のエネルギー使用状態を把握し、非効率な運転や無駄を発見して改善するといった、エネルギーマネジメントを的確に実施することが不可欠と言える。

その一方で、建物に設置した BEMS が使用されないまま放置されている事例も多く、単に装置を導入しただけでは不十分であることも課題として挙げられている。

本報では、建物の運用も含めた実効性のある BEMS (インテリジェント BEMS) を紹介し、これからのエネルギーマネジメントのあり方について述べたい。

2. BEMS 導入の背景と課題

2.1 運用段階のエネルギー削減

1979年に制定された省エネ法^{*1}は、2002年の京都議定書の締結などを受けて段階的に規制が強化されている。現在では、年間のエネルギー使用量が原油換算 1500kL/年以上の事業者 (特定事業者) および事業所 (エネルギー管理指定工場) は、定期報告等が義務付けられるとともに、目標として年平均 1%以上のエネルギーを削減することとされている。

また東京都では、条例^{*2}によって大規模事業所

に対し CO₂ 排出量の総量削減義務を課している。これは基準排出量に対し、第一計画期間 (2010~2014 年度) で 5 年平均 8%、第二計画期間 (2015~2019 年度) で 17%の削減を義務付けるもので、達成できない場合は排出量取引制度により他から CO₂ を購入する等の措置が必要になる (図 1)。

2010 年度にこの制度がスタートすると、都内の大規模事業所は運用エネルギー削減に本腰を入れるようになった。

2011 年の東日本大震災の影響もあり、2009 年度以前に比

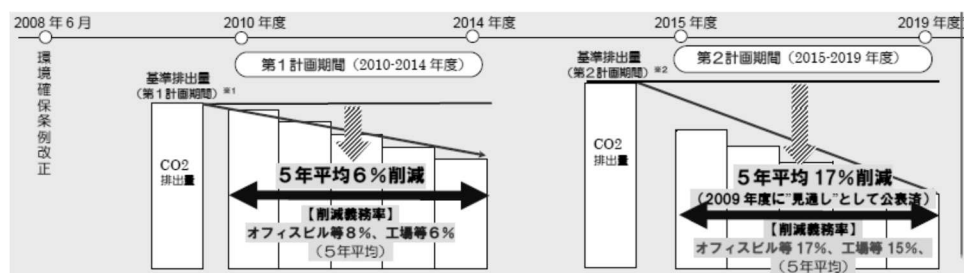


図 1 CO₂ 排出量総量削減義務 (東京都) ¹⁾

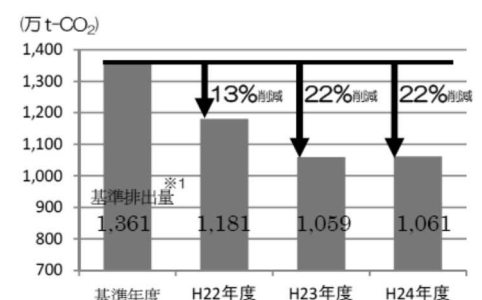


図 2 CO₂ 排出量の推移 (東京都) ²⁾

べ、大幅な削減を達成している（図 2）。こうした事例からも、建物の運用段階におけるエネルギー削減の余地はまだあることがうかがえる。

- *1 エネルギーの使用の合理化に関する法律
- *2 都民の健康と安全を確保する環境に関する条例（環境確保条例）

2.2 BEMS の導入状況

こうした運用段階のエネルギー削減には、エネルギー消費量を把握し、削減の余地を発見するといったエネルギーマネジメントが欠かせない。そのためツールとして期待されている BEMS の設置状況を見ると、東京都で着工した延床面積 5,000 m²以上の建物のうち、BEMS 導入は約 30%程度で伸び悩みを見せている（図 3）。

一方、中小規模ビルの場合、単独で BEMS を設置し運用することは経済的にも人材の面からも難しいことが多い。このため 2012 年度に、国が BEMS アグリゲータ制度を導入した。これは、クラウド等による集中管理システムを中小規模ビルに導入し、エネルギー管理支援サービスを行う事業者（BEMS アグリゲータ）を支援する制度である（図 4）。しかし、2013 年度の事業終了時点で、事業者による目標設置件数約 64,000 件に対し、実際の設置件数が約 6,700 件と、達成率は 10.6%に過ぎず、普及にはほど遠い状況である。

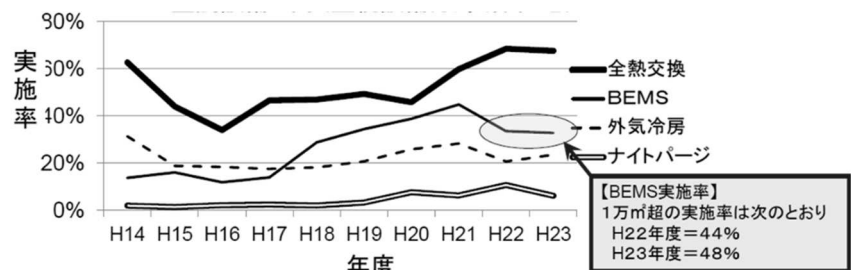


図 3 省エネ設備の導入状況（東京都）³⁾

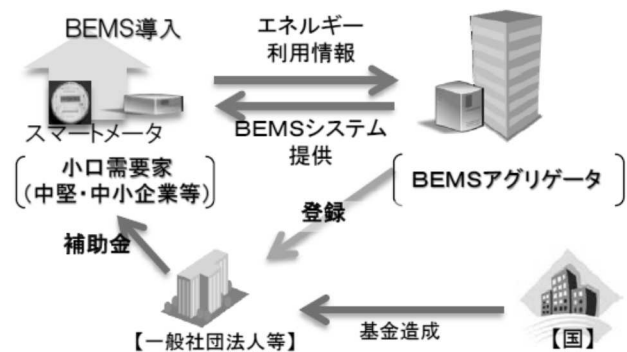


図 4 BEMS アグリゲータ制度（経済産業省）⁴⁾

2.3 BEMS 導入の課題

運用段階のエネルギー削減が求められているにもかかわらず、現状は BEMS が普及しているとは言えず、また設置されても使用されていないことが多いという状況である。その原因として、以下のような点が考えられる。

- ① エネルギー管理の専門家が身近にいないため、使い方がわからない。あるいはデータをどう読み取ったらよいかわからない。
- ② 必要なメータが設置されていないため、知りたいデータが得られず、どこに問題があるかわからない。
- ③ BEMS を導入しても目に見える効果が得にくいいため、投資する気になれない。

現状、多くのビルでは BEMS を用いなくてもある程度の省エネを達成している。そのほとんどは室温変更や照度の緩和など、データを用いずに実施可能な項目であり、さらに突っ込んだ省エネを行うには、データの収集と分析が必須となる。

多くのビルでは、BEMS の利用を現場のビル管理者任せにしているが、ビル管理者にエネルギー分析・評価を行う専門知識がなかったり、他の業務に追われて実行できないというのが実態である。BEMS が現場で活用されていない最大の原因はそこにあると考える。

3. インテリジェント BEMS

3.1 インテリジェント BEMS の概要

こうした BEMS の課題を解決する方策として、より実効性のあるインテリジェント BEMS を開発した。インテリジェント BEMS の特徴は以下の点にある。

- ① 設計段階における綿密な計量計画に基づき、必要箇所にてメータを設置
- ② インターネットを利用してエネルギーデータを収集し、エキスパートが遠隔でデータを分析・評価
- ③ エネルギーシミュレータを用いて理論値と実測値を比較し、運転上のフォールトを発見

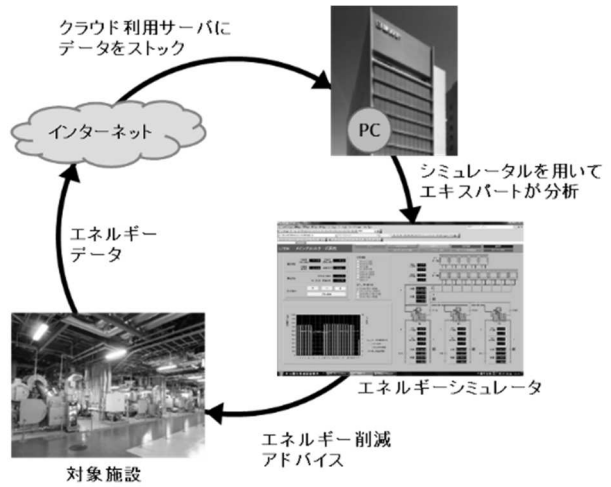


図 5 インテリジェント BEMS 概要

インテリジェント BEMS の概要を図 5 に示す。従来の BEMS と違い、遠隔でデータ分析を行うため、エキスパートが介入しやすい。また、空調エネルギーについてはシミュレータを用いて、経験や勘だけに頼らない分析・評価を行うところに大きな特徴がある。

シミュレータとしては、国土交通省の LCEM ツール⁵⁾を用いている。これは、建物負荷や供給熱量などの情報をもとにエネルギーシミュレーションを行い、計算値（理論値）と実績値とを比較することによって、運転上のフォールトを発見したり、より効率的な運転方法を検討するためのツールである（図 6）。

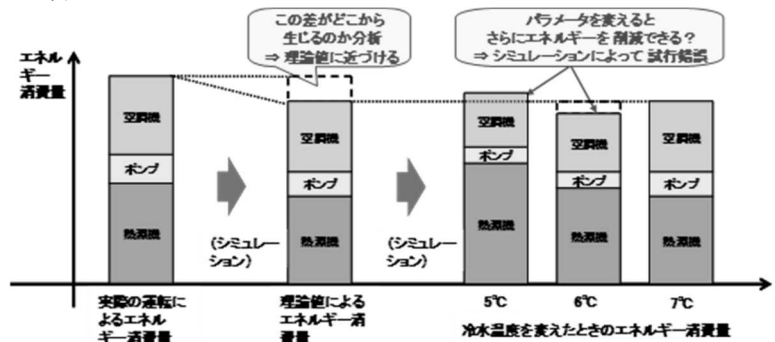


図 6 LCEM ツールによる空調エネルギー分析

LCEM ツールの分析画面例を図 7 に示す。理論値と実績値との比較が一目でわかるように工夫している。

LCEM ツールによる分析結果を用いて、現場での改善提案⇒効果予測⇒改善実施⇒効果検証といった PDCA サイクルに活用することができる（図 8）。

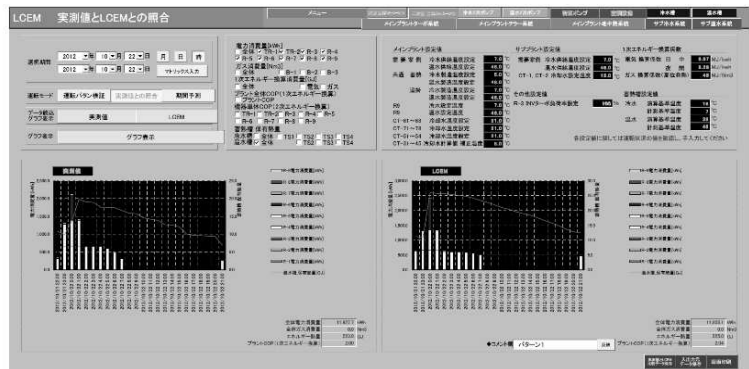


図 7 LCEM の分析画面例

3.2 インテリジェント BEMS の活用事例⁶⁾

インテリジェント BEMS を現場での省エネに活用している事例として、東京スカイツリータウン[®](以下、

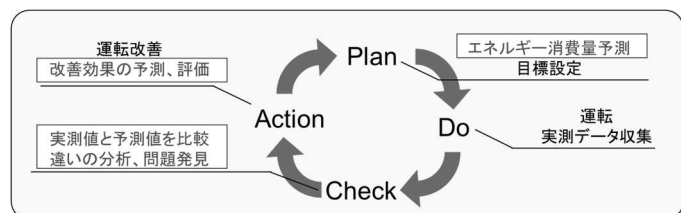


図 8 LCEM ツールを用いた PDCA サイクルの実施

「本地域」という)を紹介する(写真1)。

本地域では地域冷暖房(DHC)を採用しており、DHCと需要家の双方でLCEMツールを活用している。DHCの供給範囲を図9に示す。メインプラントとサブプラントで構成され、両者を地域配管で連結し、一体的に運転管理を行っている。

本地域では、インターネットを利用した遠隔データ管理システムを導入している(図10)。すなわち、街区およびDHCのエネルギーデータを外部サーバに保管し、本地域外でのデータ分析に活用したり、テナントがパソコンで自分たちのエネルギー消費量を確認できるようにしている。



写真1 東京スカイツリータウン全景

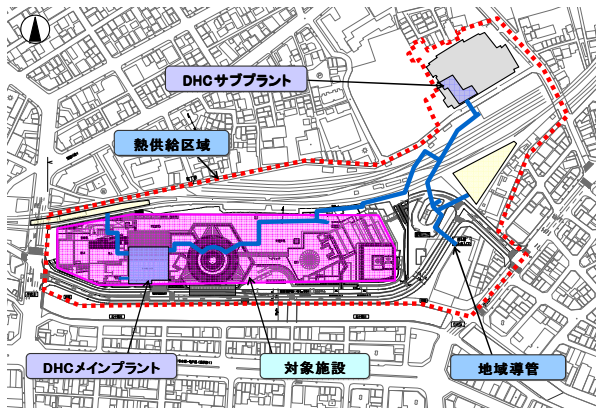


図9 東京スカイツリー地区DHC配置図

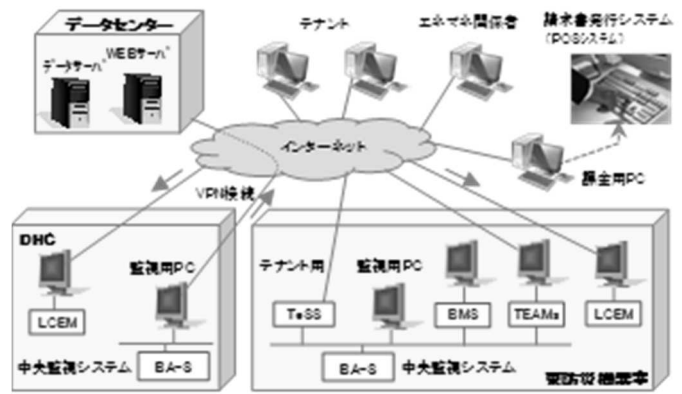


図10 データ管理システム

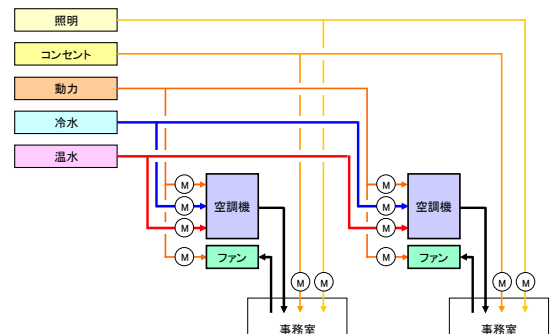
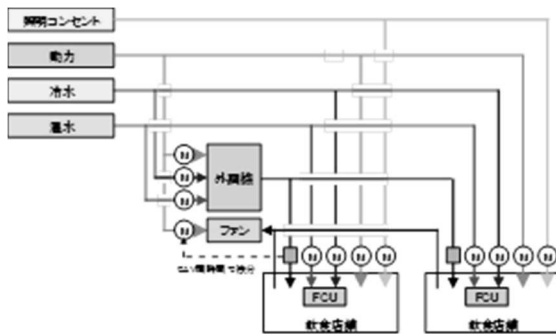


図11 テナント計量課金システム

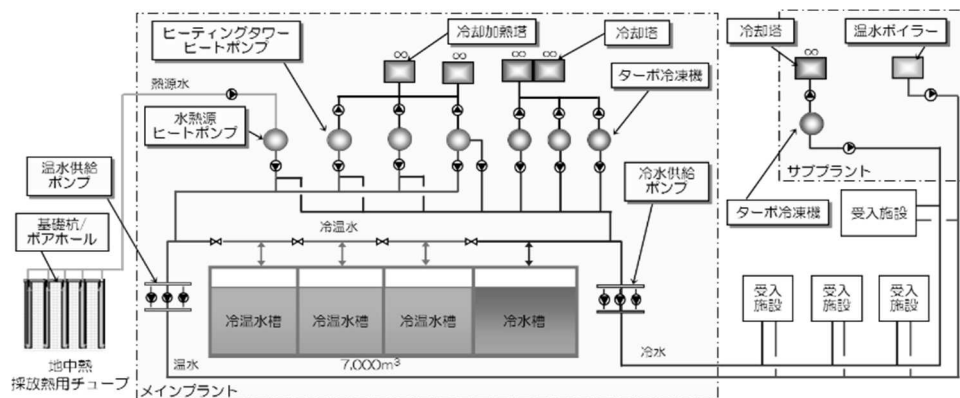


図12 東京スカイツリー地区DHC熱源構成

また、徹底したエネルギー管理を行うために、設計段階からきめ細かい計測計量計画を立て、すべての飲食・物販テナントおよび事務所テナントの電力量と熱量の計量を行っている（図 11）。さらに、電気と熱の使用量に応じて料金を請求する、従量課金方式を採用し、テナントの省エネ努力が料金に反映できるようにしている。

DHC の熱源システム構成を図 12 に示す。熱源システムは、電動ターボ冷凍機、ヒーティングタワーヒートポンプおよび大容量水蓄熱槽で構成されている。また、地中熱利用ヒートポンプを一部採用している。

LCEM ツールを用いて、ターボ冷凍機の冷却水の最適温度を求めた事例を図 13 に示す。冷却水温度を現状よりも下げると、冷却塔ファン動力が増加するが、冷凍機の COP が下がるため、トータルの COP が向上することがわかり、実行した。

上段が実績値、下段が LCEM による理論値を表す。両者はよく一致していることがわかる。

2012 年度における DHC の一次エネルギー COP を図 14 に示す。高効率熱源システムおよび運用改善の効果により、全国トップクラスの COP を達成している。

4. ライフサイクルマネジメントへ

インターネットを利用したデータ管理システムは、エネルギーだけにとどまらず、建物の基本システムや部材データなどの登録によって、改修工事や資産管理を含めたトータルなマネジメントへと発展させることが可能になる。

すなわち、設計段階における計測計量計画や部材管理から始まり、運用段階のエネルギーマネジメントや維持管理費の適正管理、改修計画・建替計画へとつながるライフサイクルサポートによって、地球環境にやさしく資産価値の高い建物づくりができると確信している（図 15）。

参考文献

- 1) 東京都環境局：第 2 計画期間の主な事項等、2014.5.30
- 2) 東京都環境局：報道資料、2014.3.12
- 3) 東京都環境局：平成 25 年度 東京都環境建築フォーラム、2012.3.17
- 4) 資源エネルギー庁：BEMS アグリゲータ事業者の採択結果について、2012.4
- 5) 時田・松縄・丹羽・杉原他：ライフサイクルエネルギー管理のための空調システムシミュレーション開発（第 1 報～第 26 報）、空気調和・衛生工学会大会論文集、2005～2009
- 6) 岡垣・李他：大規模複合開発におけるエネルギー管理の実践（第 1 報、第 2 報）、空気調和・衛生工学会大会論文集、2013

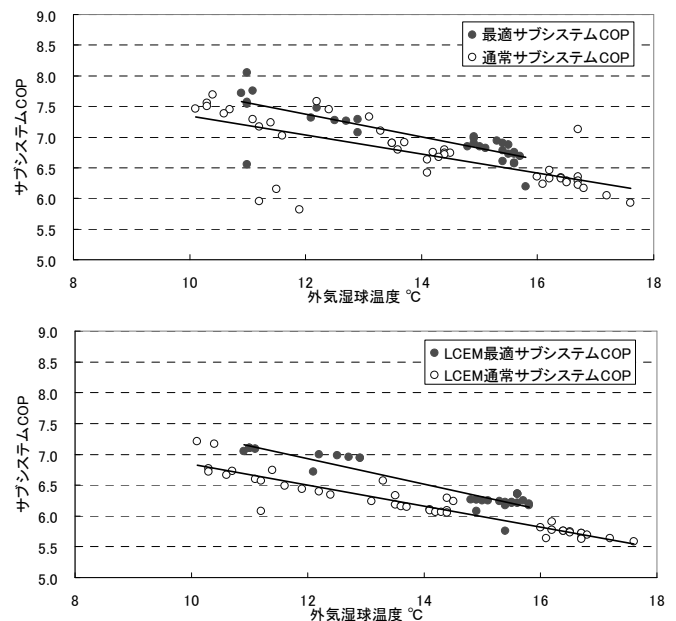


図 13 ターボ冷凍機の冷却水温度とシステム COP
（上段：実績値、下段：LCEM 理論値）

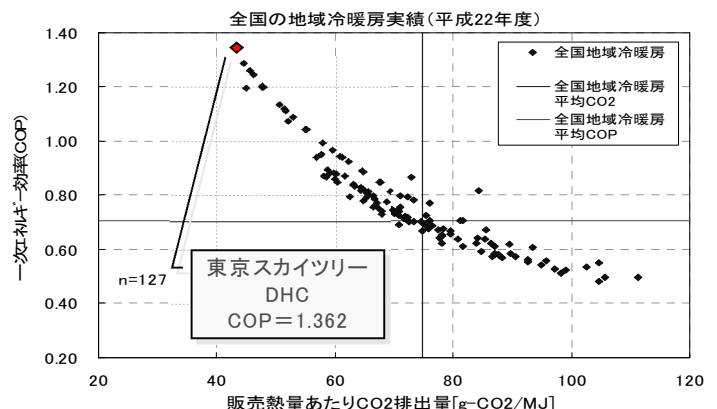


図 14 DHC 一次エネルギーCOP

NSi²サービスの位置づけ

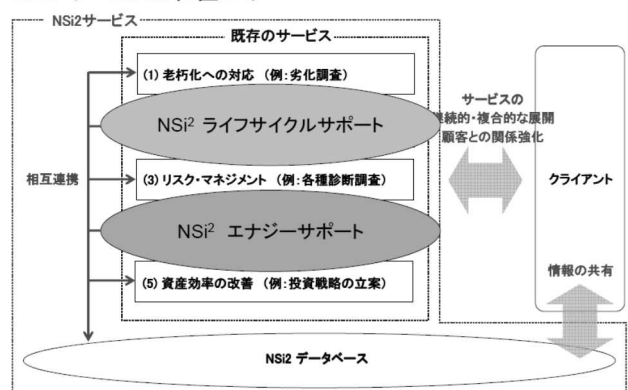


図 15 建物ライフサイクルサポート (NSi2)