

ZEB-Readyを目指したある庁舎の改修計画において、BESTを活用して省エネの達成度を確認するとともに、室内温熱環境や室温変動の把握、エネルギー多消費箇所における省エネ対策の効果、あるいは省エネ運用の大切さを定量的に評価している。省エネ改修計画・設計時の参考にして欲しい。

## 建築エネルギー・環境シミュレーションツール BEST の開発 第 101 報 ZEB 化を目指した改修案件における BEST の活用例

正会員 ○野原文男\*1 正会員 石野久彌\*2  
正会員 村上周三\*3 正会員 長谷川巖\*4

BEST ZEB 化改修 脱炭素

### はじめに

建築や設備の設計者にとって、これまで改修は新築と比較すると地味な存在のように思われてきた。しかしながら、2050 年の脱炭素社会実現に向けて、既に我が国には 30 億㎡近い非住宅建築があることから、その ZEB 化は極めて重要な政策課題であり、我々建築設計に携わる者への期待と責任はとて大きい。そこでここでは、寒冷地（地域区分Ⅳ）に建つある大型ビル（延面積約 36,000 ㎡）の改修案件における BEST の活用例を紹介する。これにより、今後の改修案件におけるシミュレーションの大切さや面白さ、ヒントを感じて頂ければ幸いである。

### 1. 熱源設備容量の最小化

この改修案件では外壁やサッシの老朽化が著しく、また寒冷地でありながら窓ガラスは単層で外壁には断熱材が使用されていない。屋根だけは改修履歴が残されていて断熱が施されていた。そこで今回は窓と外壁の断熱改修を優先的に行うこととした。

次に照明は FRL 蛍光灯が未だ使用されていたのでこれを LED に改修する方針をたてた。改修案の空調方式は、セントラル外調機+インテリア各階 AHU+ペリメータ FCU とし、全熱交換器のスペースを確保する計画とした。既存と改修案の主な比較を表 1 に示す。なお、表中の冷熱源容量と温熱源容量は、これらの改修方針と実情をもとに人員密度やコンセント負荷を想定して算出した。

表 1 既存と改修案の主な比較

	既存	改修案
窓*	単層+ブラインド	Low-e 複層+ブラインド
外壁*	断熱なし	断熱⑦50 mm
屋根	断熱⑦50 mm	同左（既存のまま）
照明*	FRL : 7.3W/㎡	LED : 4.3W/㎡
空調方式*	各階 AHU 北側ペリのみセントラル AHU	セントラル外調機+ インテリア各階 AHU+ ペリメータ FCU
全熱交換器*	なし	あり (η=50%)
冷熱源容量	4,000kW (100%)	2,614kW (65%)
温熱源容量	4,944kW (100%)	2,603kW (53%)

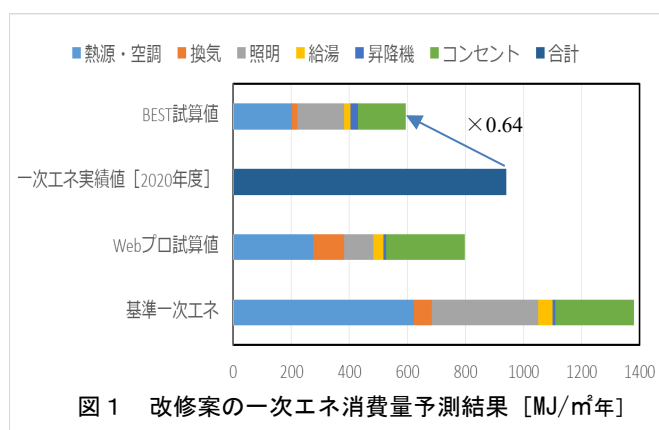
※相違点を代表的な基準階事務室で示している

表 1 を見ると既存は窓や外壁の断熱性能が劣るため温熱源容量の方が冷熱源のそれよりも 20%以上も大きくなっ

ている。また、改修案の冷熱源や温熱源の容量は既存に比べて大きく減少しており、これは窓や外壁の断熱強化、照明改修や全熱交換器の効果と言える。

### 2. 年間一次エネルギー消費量

図 1 に年間一次エネルギー消費量の BEST 試算値 [594MJ/㎡年] を示す。図中には 2020 年度の一次エネ実績値 [941MJ/㎡年]、ならびに参考までに Web プログラム試算値 [796MJ/㎡年] と基準一次エネ [1,380MJ/㎡年] を示している。



改修の場合には既存建物のエネルギー消費量の実績値が存在する。また、運用時間などの建物の使い方も定まっており、改修前の設備仕様、建築仕様も明確である。したがって ZEB 化の目標となる基準値としては、これらの実態や実際とは違う条件で求めた基準一次エネを当て嵌めることにやや違和感を覚えた。そこで今回は一次エネ実績値と BEST 試算値を較べることとした。その結果を図中に示す。なお、ZEB の定義からコンセントは除かれるが、脱炭素の目標や意義からみればコンセントは含むべきと考えた。このため、図中のグラフはすべてコンセントを含む数値で表現した。因みに実績値と比較した改修案の一次エネルギー削減率は 0.64 となり ZEB-Ready の目標値 0.5 にやや届かない結果となった。

### 3. 室内温熱環境の検証

表 1 にあるとおり、温熱源の容量をほぼ半減する予定にしている。その結果、本当に室温が維持できるのか、あるいは断熱を強化したために冬の晴れた日の南側のペリメータゾーンは 2 管式のままで大丈夫なのか、といった疑問が生じる。これらの疑問について、BEST の室内環境

の計算結果を調べて検証した。結果を図2、図3に示す。

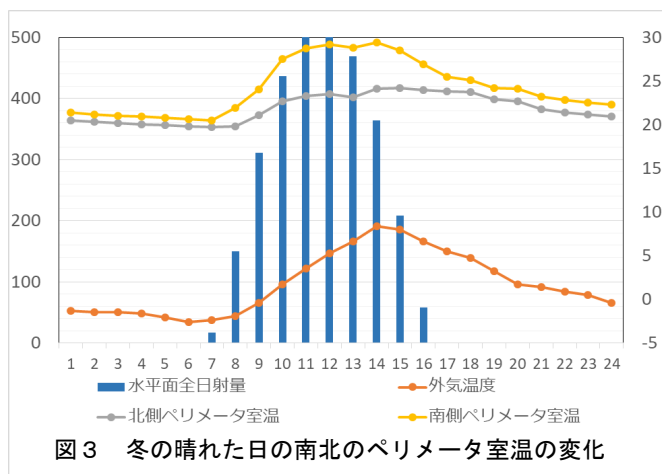
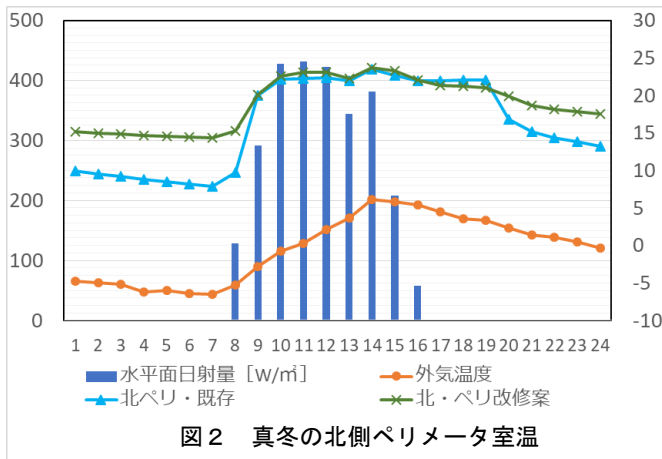


図2を見ると、厳冬期の北側ペリメータ室温は空調停止後に急激に低下し朝方には7℃程度まで低下していたものが、外壁・窓の断熱強化によって室温の降下速度は遅くなり朝方も15℃を下回らなくなっている。断熱強化の効果が空調停止後の室内環境にも表れている。

次に図3を見ると、外壁・窓の断熱強化によって冬の晴れた日には南側のペリメータ室温が29℃近くまで上昇しているのが分かる。このような日には窓開けによって凌ぐのか、この程度であれば許容範囲と考えるのか、それとも4管式を採用すべきかなどを検討することになる。

#### 4. 既存の食堂・厨房の空調換気方式

既存の食堂と厨房は図4のようなシステムになっている。厨房の排気量に見合う新鮮空気を食堂用の定風量の空調機に常に導入し送風している。この方式だと膨大なエネルギーの浪費を招くだけでなく、梅雨時などは食堂の湿度が上がるか、これを防ぐには寒すぎるくらいに冷房しなければならない。そこで、厨房専用の外気調和機を設け厨房に給気し、厨房の給排気量をガス消費量に比例させると同時に、給気温度を年間20℃一定（中間期を

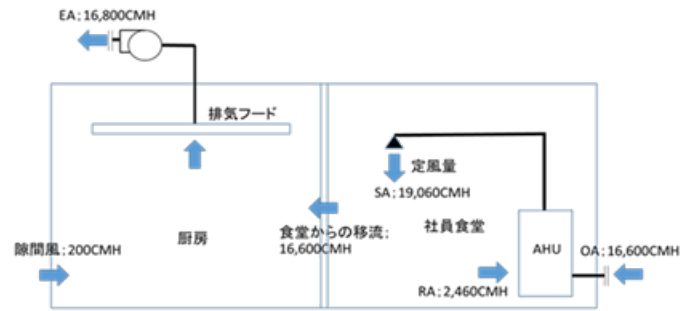


図4 食堂・厨房の空調換気方式

除く)としてエネルギー消費量を計算したところ、建物全体に均しておよそ12 [MJ/m²年]の削減効果のあることが分かった。

#### 5. 電気室の冷房によるエネルギー消費量

既存の電気室には図5のような給排気ファンと床置きPAC空調がある。この建物の電力消費量の実績値から銅

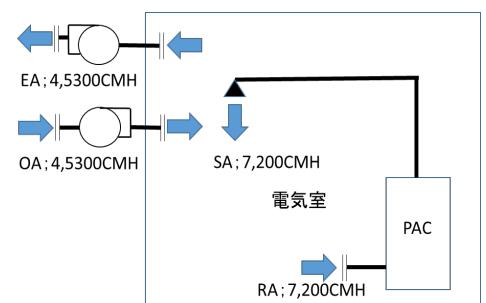


図5 既存の電気室の空調換気方式

損・鉄損を推定すると外気温度30℃までは給排気ファンだけで電気室の冷房が可能であることが推測された。また、時間帯によって電気室の発熱が変動するため給排気ファンの変風量制御が省エネに有効であることも分かった。そこで、給排気ファンにインバータを搭載し変風量制御し、さらに、30℃を超える時のみにPACを運転するとして電気室の冷房、即ち、給排気ファンとPACの運転に必要な年間一次エネルギー消費量を調べたところ建物全体に均しておよそ1.1 [MJ/m²年]で足りることが分かった。因みにWebプログラムにおいては電気室の冷房機は換気代替空調機として計算することになっており、その方法で計算するとこの建物の場合180 [MJ/m²年]となり極めて大きな違いのあることが分かった。

#### おわりに

先述したように脱炭素社会の実現は改修プロジェクトのZEB化が鍵を握っている。改修プロジェクトは、建築面積や階高、床荷重、そして斜線制限などの法的な制約もあり設計の自由度が小さい。反面、実測も可能で実績データもあることから省エネや室内環境の改善点をあきらかにすることが比較的容易で、しかもその効果が目に見えて分かるという面白さがある。エネルギーシミュレーションを味方にZEB化の実現を目指して欲しい。

\*1 日建設計総合研究所

\*2 東京都立大学名誉教授 工博

\*3 建築環境・省エネルギー機構 工博

\*4 日建設計

\*1 NIKKEN SEKKEI RESEARCH INSTITUTE

\*2 Emeritus Prof., Tokyo Metropolitan Univ., Dr. Eng.

\*3 Institute of Building Environment and Energy Conservation, Dr. Eng.

\*4 NIKKEN SEKKEI, Ltd