

外皮・躯体と設備・機器の総合エネルギーシミュレーションツール「BEST」の開発（その154）  
平成25年省エネ基準対応ツールによる届出事例の実績と分析

Development of an Integrated Energy Simulation Tool for Buildings and MEP Systems, the BEST(Part 154)  
Analysis of authority application using BEST for Energy Conservation Standard 2013

技術フェロー○長谷川 巖（日建設計） 特別会員 村上 周三（建築環境・省エネルギー機構）

技術フェロー 石野 久彌（首都大学東京名誉教授）正会員 小林 達也（日本設計）

技術フェロー 野原 文男（日建設計） 正会員 飯田 玲香（日建設計）

Hasegawa IWAO \*<sup>1</sup> Shuzo MURAKAMI\*<sup>2</sup> Hisaya ISHINO\*<sup>3</sup>

Tatsuya KOBAYASHI \*<sup>4</sup> Fumio NOHARA \*<sup>1</sup> Reika IIDA\*<sup>1</sup>

\*<sup>1</sup> Nikken Sekkei Ltd. \*<sup>2</sup> Institute for Building Environment and Energy Conservation

\*<sup>3</sup> Tokyo Metropolitan University \*<sup>4</sup> Nihon Sekkei Ltd.

This paper reports the analysis energy conservation data of authority application which used the BEST program for the version of Energy Conservation Standard 2013. Total 53 data were collected from Feb 2014 to Apr 2015 around the 28 districts in Japan. The analysis were implemented from the point of view of Building Energy Index(BEI) and Building Perimeter Index(BPI) which are energy performance and façade performance of the building.

## はじめに

昨年2014年4月1日より非住宅の建築物の省エネルギー基準が本格施行され、今後、2年以内に省エネ基準の適合義務化が開始される。こうした中で、BEST平成25年省エネ基準対応ツールは省エネ基準に対応したツールとして、建物全体の一次エネルギー消費量を算出するだけでなく、BEST-PAL\*を計算出来るツールとして公開し、1年あまりが経過している。本報では、BEST省エネ基準対応ツール開発委員会で収集した実際の届出事例のデータを用いた省エネ効果の分析を報告する。

### 1. 届出事例の概要

本委員会においてBESTで届出した事例は、2014年2月～2015年4月において合計53件あり、これらの延床面積分布を図1に示す。5,000㎡以上の建物が半数以上の38件あり、100,000㎡を超える大規模建物も2件ほどあった。

用途区分を図2に示す。届出事例では12用途あり、最も多いのは主たる用途が事務所で22件あり、53件のうち12件が複合用途であった。

建物の地域区分をBESTの気象データ区分の名称で分類したものを図3に示す。全28地域で東京、大阪、神戸等の都市圏が多く、いずれの行政庁においてもBESTでの届出を受けており受理されている。BESTは全国の特定行政庁にプログラムが無償配布されており、申請者から受理したデータで再計算が可能な仕組みとなっている。備考欄に本報で紹介する届出事例を受理した行政庁の一覧を示す。

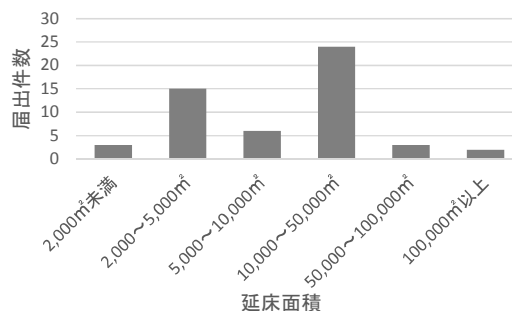


図-1 届出事例の延床面積分布

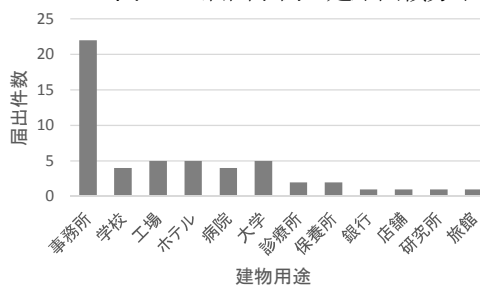


図-2 届出事例の建物用途区分

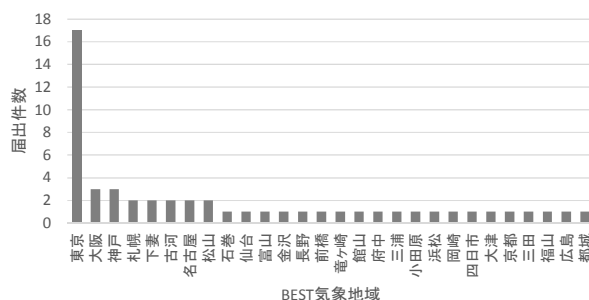


図-3 届出事例の地域区分

## 2. BEI（一次エネルギー消費比率）の分析

### 2.1 BEIの分布

BEIの分布を図4に示す。すべての建物で基準以下であり、BEIが0.9以下は50件（94%）あった。分布では、0.7~0.8及び0.8~0.9が最も多く37件（約70%）を占める。BEIが0.7以下になると省エネ率が高くなるほど少なくなり13件（25%）となる。延床面積とBEIの関係を図5に示す。20,000㎡以上ではBEIは0.7~0.8、20,000㎡以下ではばらつきが生じる傾向にある。一定規模以上の建物では採用される省エネ技術が定まっていると考えられる。

### 2.2 基準と設計一次エネルギー消費量とBEIの関係

図6に基準一次エネルギー消費量と設計一次エネルギー消費量の分布とBEIの関係を示す。一次エネルギー消費量の大きさによらずBEI=0.8の線の上に多く分布し、建物規模や地域性によるばらつきは無かった。

### 2.3 建物用途別BEIの平均

図7に12用途のBEIの平均値を示す。BEIが比較的低かったのは、工場、診療所、銀行、研究所で、高かったのは、学校、ホテル、病院、保養所、店舗、旅館であった。

### 2.4 建物用途別の一次エネルギー消費量の内訳

図8に12用途の基準及び設計一次エネルギー消費量と空調、換気、照明、給湯、昇降機、コンセントの内訳を示す。延床面積あたりの一次エネルギー消費量は保養所が最も大きく、学校が最も小さかった。保養所では、空調45%、給湯36%で大半を占める。店舗では、空調37%、照明26%、コンセント32%となり、事務所では、空調45%、照明20%、コンセント24%の構成比率である。

### 2.5 建物全体BEIに影響する要因分析

図9は建物全体BEIに影響する要因分析として、BEI全体と空調、照明、換気、給湯のBEIとの相関を示したものである。左の図より空調、照明に関しては、いずれの用途においても相関があり全体に影響していることが分かる。一方、右の図より換気に関しては、いずれの用途でもエネルギー消費量が小さく影響が少ない。給湯に関しては、給湯消費量の多い用途と少ない用途で分けると、保養所、病院、診療所、ホテル、旅館など給湯エネルギー消費の比率の高い用途で全体に影響している。

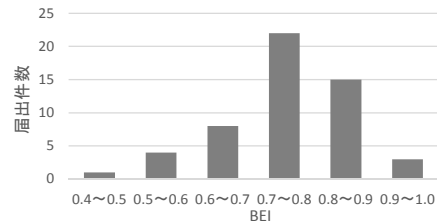


図-4 BEIの分布

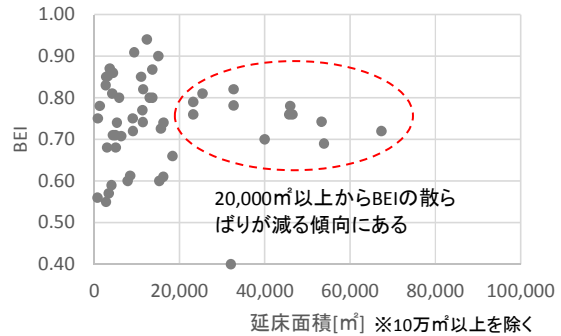


図-5 延床面積と BEI の関係

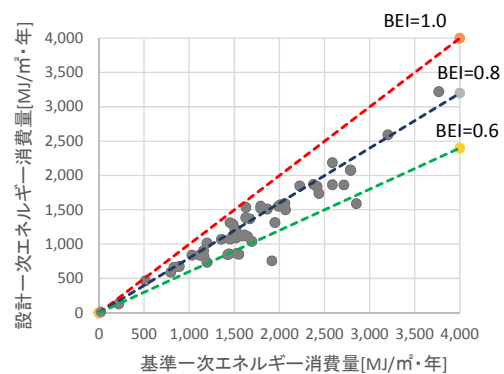


図-6 基準と設計一次エネルギー消費量の関係

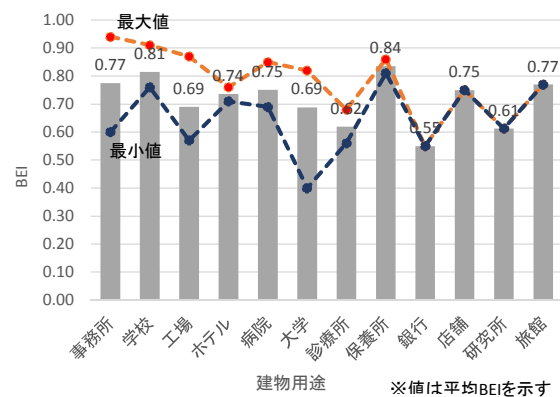


図-7 用途別の BEI の平均値

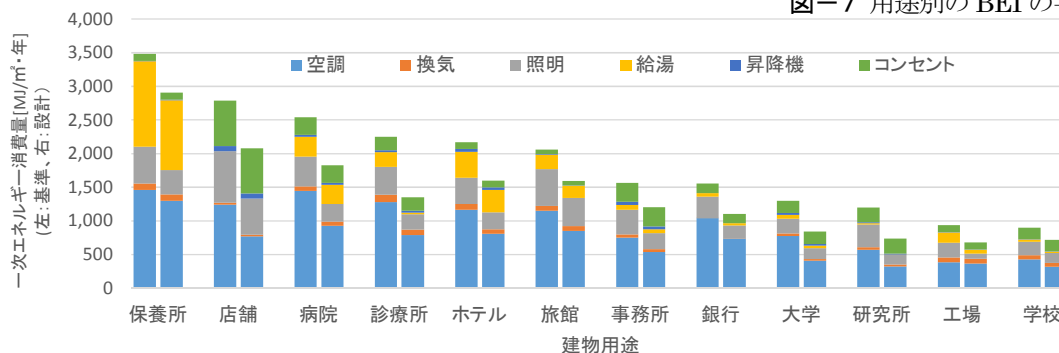


図-8 用途別の基準及び設計一次エネルギー消費量と内訳

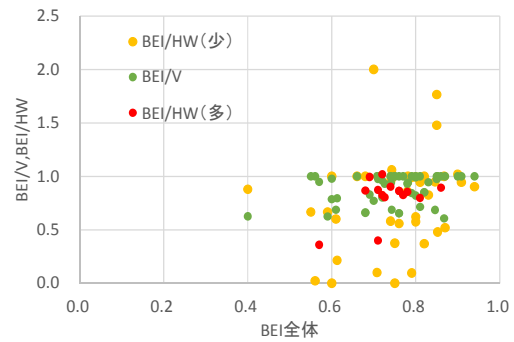
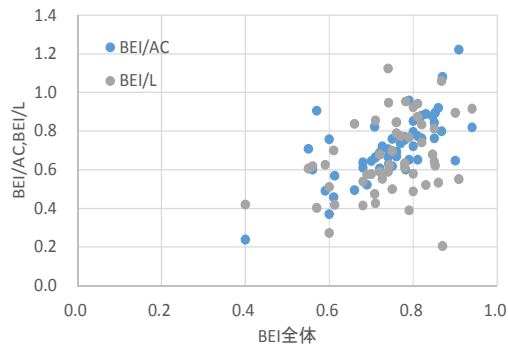


図-9 建物全体 BEI に影響する要因分析

### 3. BPI (建築物の外皮性能PAL\*) の分析

#### 3.1 BPIの分布

BPIの分布を図10に示す。届出事例のうち、旧PALで計算したものもあり、全45件がPAL\*で計算されたものとなる。すべての建物で基準以下であり、BPIが0.9以上は18件(40%)、0.8~0.9が17件(38%)、0.8~0.7が8件(18%)で、削減率30%までで96%の割合となり、通常計画される建物でBPIが0.7を下回することは難しいことが分かる。延床面積とBPIの関係を図11に示す。従来旧PALのように規模が小さくなるとPAL値が不利になる傾向はなく、延床面積に寄らない分布となっている。

#### 3.2 BPIとBEI/ACの相関

建物の外皮性能が空調エネルギー消費量に及ぼす影響を分析するため、BPIとBEI/ACの相関分布を図12に示す。BPIが高くてもBEI/ACが低い場合があるなど相関はないが、BPIが0.8以下のとき、BEI/ACが0.8を超える建物はないため、外皮性能が良ければ空調エネルギー消費量はある程度抑えられる傾向にあると考えられる。

#### 3.3 基準と設計PAL\*の関係

基準PAL\*と設計PAL\*の関係について、PAL\*全体、冷房PAL\*、暖房PAL\*についてそれぞれ図13に示す。PAL\*全体では、PAL\*の大きさによらず、BPIが0.8~1.0の範囲にある。冷房、暖房別に見ると、暖房側でBPIの値が小さく断熱性の高い建物が多い一方、冷房側でBPIの値が1.0を超えるものがあり、窓面積率を抑え、庇を設置するなど日射遮蔽性能の向上がさらに必要な建物があることが分かる。

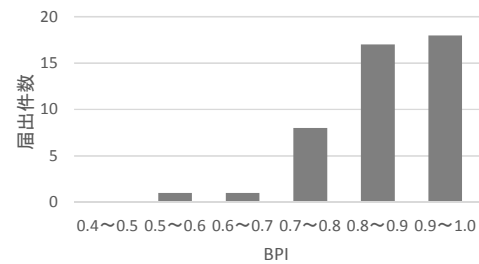


図-10 BPI の分布

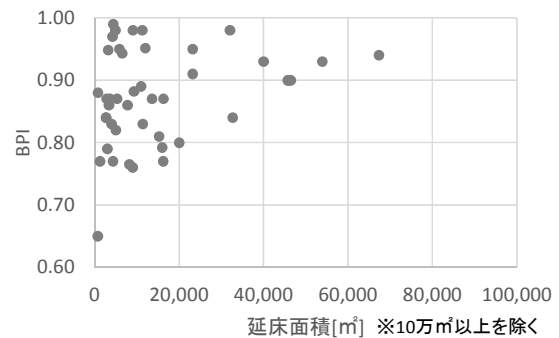


図-11 延床面積と BPI の関係

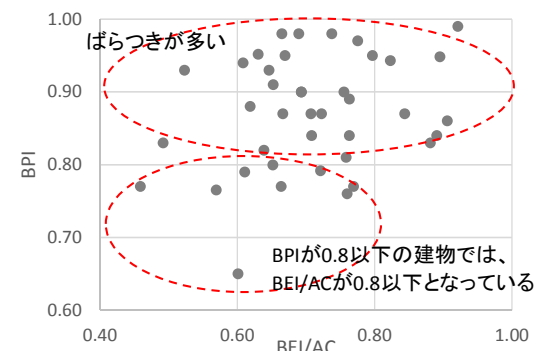


図-12 BPI と BEI/AC の関係

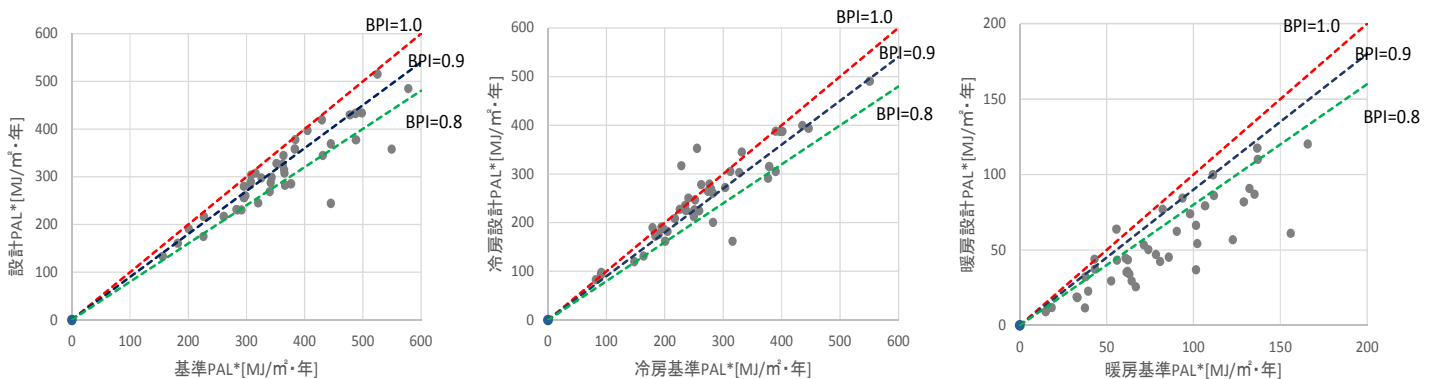


図-13 基準 PAL\* と設計 PAL\* の関係 (左から、全体、冷房、暖房、単位 : MJ/m<sup>2</sup>・年)

表一 窓面積率による BPI の分析

窓面積率*	庇あり		庇なし	
	Low-e	その他	Low-e	その他
30%未満	0.83 (3)	0.85 (6)	0.86 (2)	0.74 (2)
30~40%	0.87 (8)	0.95 (3)	0.90 (3)	— (0)
40~50%	0.86 (8)	0.91 (3)	0.98 (1)	— (0)
50%以上	0.82 (5)	— (0)	— (0)	0.98 (1)

\*窓面積率: 届出書で入力した空調室の外壁・窓面積値から、窓面積率=窓面積/(外壁面積+窓面積)を算出したもの。ただし屋根、ピロティの外壁は除く。

( )内はサンプル数を示す

#### 4. 省エネ率に影響する各種項目の分析

##### 4.1 BPIの分析

表1は窓面積率やガラス種別、庇の有無によるBPIの分析を行ったものである。ガラス種類としては、ほとんどの建物でLow-eガラスが使われている。その他のガラスはLow-e以外の複層・単層ガラスである。同一窓面積率では、Low-eガラスとした方が、また庇ありの方が、BPIが小さくなる傾向にある。窓面積率が30%未満ではBPIが小さくなるが、庇ありでは、窓面積率30%以上では窓面積率が大きくなるに従い、必ずしもBPIが大きくなっていない。このことは、逆に庇ありLow-eガラスの場合には、庇の長さを調整することで、BPIの値を窓面積率によらず0.9以下に抑えることが出来るとも言える。

##### 4.2 BEI/ACの分析

表2は空調熱源の一次COP平均値と空調制御によるBEI/ACの分析を行ったものである。パッケージの場合において一次COPが良くてもBEI/ACが良くなっていない。これは一次COP1.2~1.4の場合よりも、1.4以上のときの方がBPI (外皮性能)が悪くなっており、空調効率の良さが相殺されている可能性があるためである。空調制御に関してはパッケージ方式でほとんどの事例で全熱交換器が導入されており、導入なしに比べ6%ほど省エネとなっている。セントラルではVAV制御を導入した事例で平均7%程度の効果となっている。

##### 4.3 BEI/Lの分析

表3に照明制御によるBEI/Lの分析を示す。LEDを採用している事例は53件中48件にも及んだ。LEDで制御無し場合は省エネ率が31%、これらに便所等での在室検知制御、初期照度補正、昼光制御を行うことで最大、照明用エネルギー消費を36%削減する効果となっている。

##### 4.4 BEI/Vの分析

表4に換気制御によるBEI/Vの分析を示す。各種制御の効果を示され、駐車場等のCO・CO<sub>2</sub>濃度制御で換気用エネルギー消費を30%削減する効果となっている。

##### 4.4 BEI/HWの分析

表5に給湯方式によるBEI/HWの分析を示す。件数では電気温水器等による個別給湯方式が最も多いが、省エネ率において中央給湯の方が大きく、給湯用エネルギー消費を26%削減する効果となっている。

#### 5. おわりに

本報では、全国28地域において、2014年2月~2015年4月の間に実際に届出事例のあった建物53件を対象に、BEI及びBPIの実態把握と相関分析を行った。また省エネ項目の採用実態と、各指標値において省エネ率に影響する項目の分析を実施し、各種省エネ率の実績を算出した。今後も届出事例を収集し、データ数の拡充を実施していく予定である。

表二 一次 COP と空調制御による BEI/AC の分析  
(上段: パッケージ、下段: セントラル)

一次COP	BEI/AC	(BPI)	空調制御	BEI/AC
1.0未満	0.75 (2)	— (0)	無	0.79 (7)
1.0~1.2	0.76 (15)	0.85 (15)	全熱交換器	0.73 (32)
1.2~1.4	0.70 (13)	0.86 (12)		
1.4以上	0.78 (9)	0.88 (8)		

( )内はサンプル数を示す

一次COP	BEI/AC	(BPI)	空調制御	BEI/AC
1.0未満	0.72 (3)	— (0)	無	0.69 (6)
1.0~1.2	0.46 (1)	0.77 (1)	VAV制御	0.62 (8)
1.2~1.4	0.66 (8)	0.89 (8)		
1.4以上	0.57 (2)	0.98 (1)		

( )内はサンプル数を示す

表三 照明制御による BEI/L の分析

照明制御	BEI/L
無(LEDのみ)	0.69 (12)
在室検知制御(便所)	0.68 (14)
初期照度補正等	0.65 (8)
昼光利用制御等(居室)	0.64 (14)

( )内はサンプル数を示す

表四 換気制御による BEI/V の分析

換気制御	BEI/V
無	1.00 (20)
高効率モータ	0.93 (9)
温度制御	0.95 (5)
インバータ制御	0.76 (10)
CO <sub>2</sub> 濃度制御	0.70 (9)

( )内はサンプル数を示す

表五 給湯方式による BEI/HW の分析

給湯方式	BEI/HW
個別給湯	0.85 (38)
個別+中央給湯	0.73 (6)
中央給湯	0.64 (7)

( )内はサンプル数を示す

【謝辞】本報は、(一財)建築環境・省エネルギー機構内に設置された産官学連携による環境負荷削減のための建築物の総合的なエネルギー消費量算出ツール開発に関する「BEST コンソーシアム」・「BEST」企画委員会(村上周三委員長)、統合化WG(石野久彌主査)の活動成果の一部であり、関係各位に謝意を表するものである。BEST 省エネ基準対応ツール開発委員会名簿(順不同) 委員長: 石野久彌(首都大学東京名誉教授)、幹事: 長谷川巖(日建設計)、委員: 島岡宏秀、笠原修(大林組)、佐藤正章、菟田英晴(鹿島建設)、田岡知博(コンパス)、佐藤誠、辻丸のり(佐藤エネルギーリサーチ)、矢川明弘、新武康(清水建設)、加藤美好、横井睦己、大木泰祐(大成建設)、中里博美(ダイケンエンジニアリング)、高井啓明、芝原崇慶(竹中工務店)、柳井崇、品川浩一(小林達也(日本設計)、田中祐輔、茂呂幸雄(三菱地所設計)、野原文男、丹羽勝巳、二宮博史、小林弘造、飯田玲香(日建設計) 事務局: 生稲清久、石田真理(建築環境・省エネルギー機構)

【備考】本報で紹介する届出事例を受理した行政庁の一覧  
札幌市、宮城県仙台市、石巻市、長野県長野市、金沢市、群馬県太田市、茨城県、茨城県守谷市、東京都、東京都(中央区、港区、新宿区)、小平市、千葉県、神奈川県、横須賀市、浜松市、愛知県、愛知県名古屋、滋賀県大津市、滋賀県長浜市、大阪市、京都市、神戸市、兵庫県川西市、兵庫県芦屋市、茨木市、芦屋市、松山市、三重県、広島県広島市、広島県尾道市、伊予市、宮崎県都城市

#### 参考文献

1)野原他 外皮・躯体と設備・機器の総合エネルギーシミュレーションツール「BEST」の開発(その142) 平成25年省エネ基準対応ツールの開発概要と特徴 空気調和・衛生工学会大会学術講演論文集 2014.9