

テーマ： 「省エネ・再エネ東京仕様」の効果検証について

所 属：財務局建築保全部技術管理課

1 調査概要

財務局では、都有建築物の新築・改築等において、「省エネ・再エネ東京仕様*」を適用し、建物の省エネルギー化・低炭素化を図るとともに、太陽光発電設備等、再生可能エネルギーの利用を推進し、エネルギーの使用の合理化に取り組んでいる。平成 26 年に改正した本仕様を適用した建築物がしゅん功、運用段階に入ってきたため、その効果について検証するとともに、妥当性を確認した上で、取り組みを進める必要がある。そこで、本仕様を適用した主用途が異なる 3 施設（A 事務所、B 図書館、C 高等学校）について、平成 30 年度にエネルギー性能調査を実施し、その効果を検証した。エネルギー性能調査は、基準一次エネルギー消費量、設計一次エネルギー消費量及び運用時の一次エネルギー消費量を算出して、比較した。

本稿は、効果検証から得られた成果を報告するものである。

*省エネ・再エネ東京仕様：庁舎、学校及び病院など用途別に、導入すべき省エネ再エネ技術を基準化したもの

2 基準一次エネルギー消費量及び設計一次エネルギー消費量の算出

建築物の省エネに関しては、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がある。この 2 つの消費量の算出には、「エネルギー消費計算プログラム（以降、WEB プログラムという。）」（国立研究開発法人建築研究所）を用いることとなっている。基準一次エネルギー消費量とは、空調・換気・照明・給湯・昇降機において、標準的な使用条件のもとで使用されるエネルギー消費量のことをいう。設計一次エネルギー消費量とは、設計した設備機器の出力値などから算出するエネルギー消費量のことをいい、太陽光発電設備等による創エネ量を減じることができる。

（設計一次エネルギー消費量）／（基準一次エネルギー消費量）＝BEI と定義し、建築物省エネ性能の目安としているほか、 $BEI \leq 1.0$ を建築物省エネ法の省エネ適合性判定条件としている。また、東京都建築物環境計画書制度では、設備システムのエネルギー利用の低減率（ $ERR=1-BEI$ ）を用いて省エネ性能を評価している。

本検証では、WEB プログラムの標準入力法を用いて基準一次エネルギー消費量及び設計一次エネルギー消費量を算出した。WEB プログラムの入力に用いた建物情報（設備含む）は、しゅん功図面等をもとに入力した。

3 運用時の一次エネルギー算出

運用時の一次エネルギー消費量については、検針票データや BEMS データから算出した。空調や照明などの用途別一次エネルギー消費量については、機器数及び機器能力等はしゅん功図を参照し、設備稼働時間は現地調査や施設へのヒアリングをもとに算出した。

A 事務所については、BEMS データをもとに算出し、その他の 2 施設は、以下の 3-2. に示す算出方法を用いて用途別の一次エネルギー消費量を求めた。

3-1 年間一次エネルギー消費量の算出方法

平成 29 年度の検針票データ及び BEMS データをもとに、以下の式から年間の一次エネルギー消費量を算出した。

年間一次エネルギー消費量＝都市ガス消費量一次エネルギー換算値（GJ/年）

＋買電量一次エネルギー換算値（GJ/年）＋太陽光発電量一次エネルギー換算値（GJ/年）

3-2 用途別の一次エネルギー消費量の算出方法

- ① **機械換気** 電動機入力(kW) × 年間使用時間(h) × 年間稼働率 × 9.76GJ/千 kWh
 ② **照明** 照明入力(kW) × 在室検知係数 × 明るさ検知係数 × タイムスケジュール制御係数 × 初期照度補正係数 × 年間点灯時間(h) × 年間稼働率 × 9.76GJ/千 kWh
 (注) 係数は、制御方式によって異なり、制御が該当する場合のみ適用した。

③ 給湯

電力消費量：定格入力(kW) × 年間稼働時間(h) × 年間稼働率 × 9.76GJ/千 kWh
 ガス消費量：検針票による

④ 昇降機

積載量(kg) × 速度(m/min) × 係数(※) × 年間運転時間(h) × 9.76GJ/千 kWh
 ※係数は速度制御方式によって異なる。

⑤ その他

その他における一次エネルギー消費量は、PC やプリンターといった OA 機器等によるエネルギー消費量が想定されている。ヒアリングや現地調査にて判明した OA 機器を含む電化製品等による電力消費量を加算し算出した。

PC・電化製品等：定格消費電力(kW) × 年間使用時間(h) × 年間稼働率

プリンター：週間消費電力量(カタログ値)(kWh) × 51 週

複合機：年間消費電力量(カタログ値)(kWh)

なお、B図書館では、サーバ、冷蔵庫、電気ポットによる電力消費量を、C高等学校においては、OA 機器のほかに、プール水ろ過ポンプ、冷蔵庫、ウォータークーラー、サーバを、加算している。

⑥ 空調：年間一次エネルギー消費量－Σ①～⑤

空調機は室内負荷の状況により、定格運転から低負荷運転の状況が時々刻々と変化するため、計算による算出が困難であり、上式に基づき空調一次エネルギー消費量を求めた。

4 施設概要

各施設の主な設備等を表 1 に示す。A 事務所及び C 高等学校は、個別パッケージ方式(EHP と GHP 併用)が主である。換気方式、照明方式、給湯方式について、主たる設備は共通しているが、一部異なる設備が導入されている。

表 1 各施設の設備等概要

施設名	A事務所	B図書館	C高等学校
しゅん功年	平成26年	平成28年	平成29年
省エネ基準	平成21年	平成25年	平成25年
空調方式	個別	中央	個別
換気方式 (下段共通)	デンカント外調機、 自然換気システム	空調機(機械室)	給気送風機
	排気送風機型、全熱交換ユニット		
照明方式 (下段共通)	ライトシェルフ	－	－
	LED、一部Hf蛍光灯		
給湯設備 (下段共通)	－	－	ガス給湯器
	貯湯式電気温水器		
太陽光発電設備	30kW	25.5kW	26.5kW
昇降機設備	可変電圧可変周波数制御方式(回生なし)		

5 結果

5-1 A事務所

算出結果を表2に示す。当該建築物設計時は平成25年基準であったが、現行平成28年基準においても、BEI 0.51となり、良好なエネルギー低減を達成できている。これは、東京都建築物環境計画書制度の省エネルギーシステム「段階3」を達成している。

運用時は、基準と比べ、約72%の一次エネルギー消費量が低減できており、設計時の一次エネルギー消費量を大幅に上回る結果となった。主な要因としては、下記の3点が挙げられる。

- ① 空調面積占有率の高い事務室において、基準よりも良い機器（高効率）が導入されていることや稼働時間が少なくなっていることから、空調において大幅な低減を達成したと考えられる。稼働時間の低減は、デシカント外調機や自然換気システムによる効果も想定される（表3参照）。
- ② 照明設備をほぼLED化し、エネルギー消費量が低減できている。また、エネルギー占有率の大きい事務室において、照明の点灯時間の低減が図られている。これは、ライトシェルフによる効果と必要な箇所のみを点灯する意識の徹底の成果と考えられる。
- ③ BEMSによる空調集中管理による稼働時間や設定温度の一元管理、照明点灯時間の管理、換気設備の稼働制御など人の操作に任せない中央監視制御もエネルギー消費量低減に寄与したと考えられる。

表2 A事務所の一次エネルギー消費量算出結果

	基準一次エネルギー消費量 (GJ/年)	設計一次エネルギー消費量 (GJ/年)	設計時のERR ()内BEI	運用一次エネルギー消費量 (GJ/年)	運用時のERR ()内BEI
① 空調設備	2,075.60	1,135.35	0.45(0.55)	709.09	0.66(0.34)
② 換気設備	289.23	209.79	0.27(0.73)	142.34	0.51(0.49)
③ 照明設備	1,104.58	619.80	0.44(0.56)	455.01	0.59(0.41)
④ 給湯設備	28.40	74.72	-1.63(2.63)	31.44	-0.11(1.11)
⑤ 昇降機	80.00	71.11	0.11(0.89)	26.66	0.67(0.33)
⑥ 効率化設備 (太陽光発電)	0.00	- 293.14	-	- 357.25	-
⑦ その他	538.07	538.07	-	643.94	-0.2(1.2)
⑧ 合計 (①～⑥)	3,577.81	1,817.63	0.49(0.51)	1,007.3	0.72(0.28)

表3 A事務所（空調設備の評価）

	空調面積 占有率	稼働時間(h/年)			定格冷房能力(kW)			冷房COP		
		基準	運用	運用/基準	基準	運用	運用/基準	基準	運用	運用/基準
事務室	53.4%	3,374	2,052	60.8%	148.8	114.4	76.9%	3.24	3.29	101.5%
ロビー	18.0%	3,133	1,387	44.3%	35.8	23.9	66.8%	3.24	3.87	119.4%
会議室	16.8%	2,410	99	4.1%	69.1	46.0	66.6%	3.24	3.48	107.4%
廊下	5.3%	3,133	1,387	44.3%	10.5	5.8	55.2%	3.24	3.79	117.0%
更衣室又は倉庫	5.8%	3,374	277	8.2%	13.5	15.0	111.1%	3.24	3.17	97.8%
電子計算機室	0.7%	3,374	8,760	259.6%	2.3	4.0	173.9%	3.24	3.57	110.2%
全体	-	18,798	13,962	74.3%	280	209	74.7%	3.24	3.53	108.9%

*各空調方式において、EHPと比較するために、COPを換算した。

5-2 B図書館

当該建築物設計時は平成25年基準であったが、現行平成28年基準においても、BEI 0.86となり、エネルギー性能基準を満たしている。換気が基準より悪くなっている理由は、機械室に設置されている空調設備（パッケージエアコン）が標準入力法用WEBプログラムでは換気設備となっているためである。

また、運用時は、基準と比べ、約 25%の一次エネルギー消費量を低減できている。これは、設計時のエネルギー性能を大幅に上回る結果である。主な要因としては、下記の点が挙げられる。

- ① 空調面積占有率の高い図書室において、定格冷房能力が少なくなっていることによって、運用時のエネルギー消費量が低減できたと考えられる。これは、建物構造が二重壁になっており、保温効果に優れていることによるものと考えられる。運用において、室内環境に苦情がなく運用できていることから、二重壁による断熱は一定の効果があると考えられる。

5-3 C 高等学校

設計 BEI は 0.58 であり、運用時の一次エネルギー低減率は、基準と比較して 65%の低減であった。C 高等学校にて空調の運用一次エネルギー消費量が基準一次エネルギー消費量よりも大幅に低減されたのは、空調稼働時間の差によるものが大きいと考えられ、空調面積占有率の大きい室用途に対して、基準よりも能力の小さい機器を設置していることも要因と考えられる。

6 まとめ

「省エネ・再エネ東京仕様」適用の 3 施設において、現行の平成 28 年エネルギー性能基準を適用しても、BEI は A 事務所 0.51、B 図書館 0.14、C 高等学校 0.58 と良好なエネルギー性能を示す数値となっており、十分基準を満たしている。

運用時における電気使用量等の実データからエネルギー検証したところ、基準一次エネルギー消費量と比較してエネルギー低減率(ERR)が A 事務所 72%、B 図書館 24%、C 高等学校 65%という高い結果が得られ、運用面からも「省エネ・再エネ東京仕様」の効果を確認することができた。

さらに、運用面において、以下の 3 点のことが確認できた。

- ① 太陽光発電による創エネの運用一次エネルギー消費量に占める割合は、A 事務所 10%、B 図書館 2%、C 高等学校 5%であり、太陽光発電設備の導入は効果的である。
- ② A 事務所のライトシェルフや自然換気、B 図書館の 2 重壁構造など WEB プログラムに反映されない設備や建築計画も、運用時においてエネルギー消費量を低減できる可能性がある。
- ③ BEMS が導入されている A 事務所及び B 図書館においては、今後 BEMS データを有効に活用し、運用面のチューニングを行うことによってさらなる省エネルギー化が可能と考えられる。

建築物省エネ法が改正され、適合義務の建築物は 300 m²以上（非住宅）となる。また、都の条例も改正され、建築物環境計画書制度の適用が 2,000 m²以上の建築物に拡大されることや、ZEB（Zero-Energy-Building）評価を記載できるようになること、さらに BEMS 運用の規定が追加される等、一層の省エネ化が求められていくことは必須である。

今後、このような情勢を踏まえ、必要な個所は見直しを行い、本仕様を都府県建築物に適用していくことにより、環境負荷の低減に引き続き取り組んでいく。