

テーマ：既存公共建築物の ZEB 化に向けた省エネ手法の有効性に関する分析
 ～実務担当の目線からみた効果検証～

所 属：国立市 行政管理部 建築営繕課

1. はじめに

近年、建設コストが急激な高騰を続けており、財政面から公共建築物の長期修繕計画の修正を迫られている自治体も多い。一方、地球温暖化対策として、公共施設は省エネ建築とする必要性から、ZEB を達成する設計仕様とすること等が求められ、初期投資額の増加は不可避となっている。施設の設計を行う場合、それらのバランスを考慮しつつ、最小コストで最大の効果を得るため、限られた設計期間内に多数の検討を行う必要がある。

一方、それら検討を担う多くの設計業者は、働き方改革、担い手減少により多忙となっている。加えて、竣工後の運営実態までは把握しておらず、各施設の事情には精通していない。設計者との円滑な調整を行うため、発注者として指示や検討の方向性を整理しておくことは施設計画の合理化、及び施設の最適化につながると考える。

本調査では、自治体職員であることを生かし、運用後の実態を加味した調査分析により、省エネ手法の効果を検証し、ZEB を達成するための知見を蓄積する。そして、その結果を指示や検討の参考とし、検討項目をスリム化することで、今後の既存施設の大規模改修等工事に生かすことを目標とした。分析調査の手法として、実施設を対象に標準入力法を使用した竣工後の省エネ計算を実施し、施設の再評価を行った。加えて、その計算を元にケーススタディを行うことで省エネ手法の効果を検証した。

○分析実施施設の概要

くにたち未来共創拠点矢川プラス(以下、矢川プラス)は令和 5 年 4 月にオープンした、2 階建て延床面積約 1900 m²の複合建築物である。主な仕様は以下の通り。

- ・所在地：東京都国立市富士見台四丁目 1 7 番地の 6 5
- ・建築面積：1232 m²
- ・構造：鉄骨造
- ・階数：地上 2 階建(地下無)
- ・延床面積：1902 m²
- ・空調方式：個別空調 (EHP)
- ・照明方式：全館 LED
- ・給湯方式：電気温水器 (トイレ(一部),事務室給湯)+ガス給湯器(ミニキッチン)
- ・EV 設備：1 台
- ・その他設備：太陽光発電 (定格 10kW)
- ・外皮性能：吹付けウレタンフォーム A 種 1 類 t=30 (外壁)/ フェノールフォーム t=25(屋根)/ 複層ガラス (主要部)



施設写真

2. 計算時の入力条件(建物用途)の変更による結果の比較

省エネ計算では建物用途及び部屋用途により標準モデル(以下、モデル)が設定されている。モデル毎に運用時間等のパラメータが設定されており、計画時に部屋ごとに用途を設定する。標準入力法入力マニュアルでは、建物用途は建築基準法に準じた設定とする原則としつつ、「建築物の使用条件と設計した建築物の想定条件を照らし合わせて」選択するとされている。今回は、モデルの変更による結果変動を分析するため、建物用途を変更した場合の BPI 計算結果を図 1 に、BEI 計算結果を図 2 に示す。なお、試算では開館日数や開館時間の実績に基づき、主要室の建物用途を「事務所等」からより実運用に近い「ホテル等」(日中利用)と変更した(注 1)。変更により、BEI の数値は 0.60 から 0.33 へと大きく改善され、ZEB Ready を達成する試算となった。

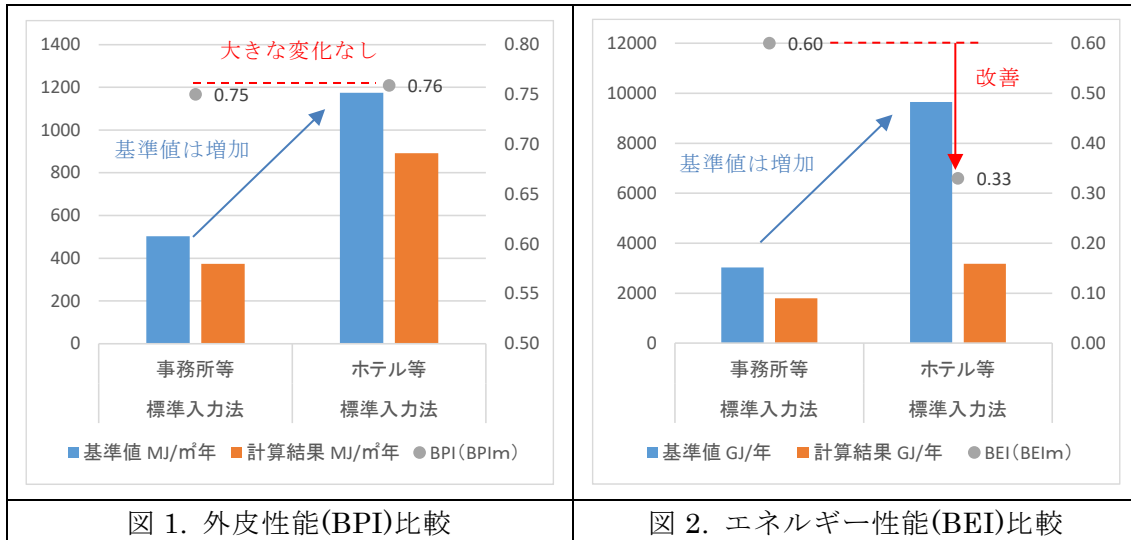


図 1. 外皮性能(BPI)比較

図 2. エネルギー性能(BEI)比較

このことから、同じ建物計画でも、採用モデルにより BEI の評価が大きく変化することが確認できた。既存施設の有効活用を推進するうえで、複数用途化や民間貸出により施設を用途の変更を伴うケースも考える。利用する用途の選択によっては、ZEB 施設として計画できる可能性がある。

なお、以降の検討は建物用途を事務所等として分析を行う。

3. 施設のエネルギー使用量実績値と計算結果の比較

エネルギー使用量について、運用実績と計算結果、標準建物を比較した。結果を図 3 に示す。モデルよりも年間利用日数が多い(注 1)ため、消費エネルギーも増えると予想したが、運用実績(2年平均)は計算結果の約 72%であった。これは計算より給湯利用が少ないこと(ガス給湯の利用がイベント時のみ)、空調や照明のこまめな停止を実施していることが要因と考えられる。

この不整合を補正するため、後述するランニングコストの検討については、補正率として実運用の結果による変化割合を考慮した(注 2)。

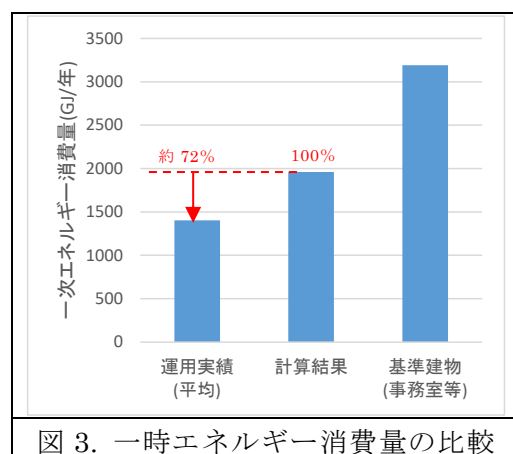


図 3. 一時エネルギー消費量の比較

(注 1) 実運用開館日数 337 日(閉館日も職員利用有り)/事務所等モデル(事務室) 想定開館日数(241 日)/ホテル等モデル(日中利用する事務室) 想定開館日 365 日

(注 2) 省エネ計算による計算結果×72%≒実際のエネルギー消費量

4. 省エネ技術の採用による省エネ効果の比較

今後、公共施設の ZEB 化を目指すにあたり、課内にて①BEI の改善に効果的と思われる変更項目、②採用時の BEI への影響を確認したい項目についてヒヤリングを実施し、要望の強かった項目について、試算にてその効果を比較した。その結果を図 4 に示す。

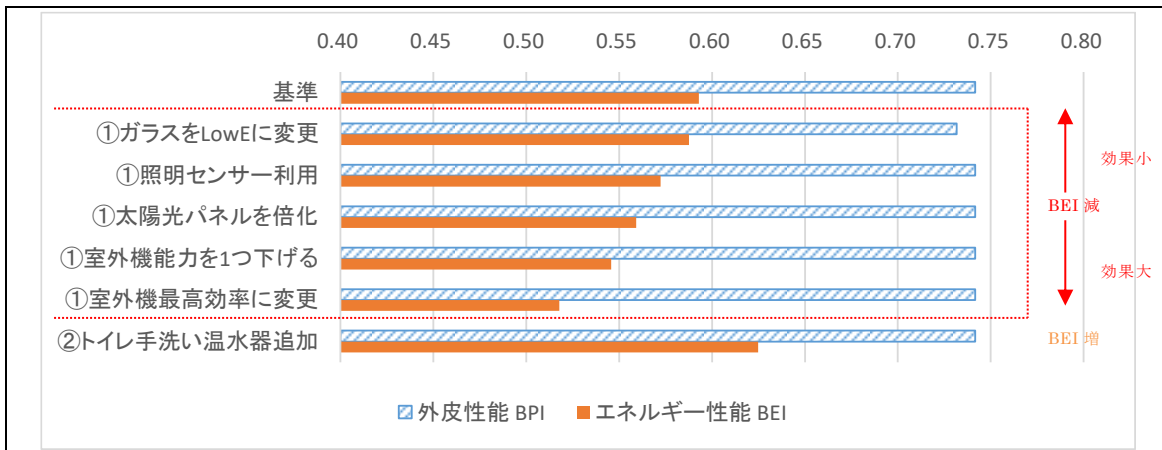


図 4. 外皮性能、エネルギー性能試算結果比較

検討した事例の中で特に BEI の改善効果が高かったのは、空調室外機の高効率化である。本案件では空調機の設置場所が狭く、省スペースで設置可能な店舗用マルチを採用しており、機器効率を示す COP は高くない。検討では、主要機器を高効率 COP 機種に変更している（注 3）。設置場所の拡張を要するため、企画段階で十分な室外機及び配線の設置スペースを確保することが省エネに大きく資する手段となりうることが示唆された。

高い効果を期待したが、BEI の改善効果が低いのは、窓ガラスの Low-E 化である。現状で多くの窓面へペアガラスを採用していることも要因の一つと考えられるが、空調(換気)機器選定の変更を伴わない外壁の高断熱化は ZEB 化(BEI の改善)に寄与しにくい。比較すると、室外機能力を 1 つ下げる項目では BEI の改善効果が高い。単に外皮の断熱(遮熱)性能を向上するだけでは効果が低く、空調機能力の低減を伴う外壁仕様の決定が ZEB 化に資する手段となることが示唆された。

なお、トイレの温水利用についても ZEB 化への影響を評価した。一般的な電気温水器による手洗いへの温水利用を想定したが、電気温水器は熱効率が悪く、BEI の数値を悪化させる要因となることが確認された。さらに、省エネルギー計算の仕様で設置数ではなく、使用されるエリアで評価するため、特に設置場所をトイレなど全館で利用する部屋とした場合に影響が大きく算出され、より一層 BEI の改悪につながった。採用する際は、温水の使用範囲を限定するなどの注意が必要である。

5. 省エネ技術の採用にかかるコストとその効果の比較

前章にて比較した各項目について、設備の更新までに削減される金額、概算した初期投資額、加えてその合計となるコストメリット(マイナスが削減額)を図 5 に示す。

設備の更新までに削減される金額は、標準入力法で算出された一次消費エネルギーを基に計算消費電力量を算出、前述した補正率をかけて消費電力量を推定した。電力単価は、実運用時の電力料金を利用電力量で割ることで設定した。各設備の耐用年数はガラス 40 年、照明設備 10 年、その他設備は 15 年と仮定した。初期投資額は、建設時の内訳書及び契約時の落札比率を考慮し算出した。なお、本試算では改修費用は案件により大きく変動すると思われるため、本試算では計上していない。

(注 3) 代表機器 COP 変更例 冷房時 3.13→4.01

ガラスを Low-E に変更の項目では、各年あたりのランニングコストの削減効果は低いものの、設備の耐用年数が長い。長期的にコストメリットは出るが、大きくはない。

室外機最高効率へ変更の項目では、初期費用の増額が大きいですが、エネルギーの削減効果も大きい。長期的にコストメリットは出るが、大きくはない。

太陽光パネルの数量を倍加、照明センサーを利用の項目では、試算結果としてコストメリットが生じない結果であった。今回の試算では、契約電力量の削減効果や自動化による人件費の削減効果は見込めておらず、採用にはより詳細な検討が必要と思われる。

室外機能力を一つ下げる項目では、初期費用、ランニング費用共にコスト削減効果があり、積極的な採用が望ましい。一方、実務的には冷媒配管距離の削減などロス削減、建物の断熱や日射遮蔽効果の向上等の建築的対応を要する。単なる断熱能力の向上では ZEB 化への影響が少ないため、建物の外皮仕様の決定、室外機置場の設定時には室外機能力の削減という目的を持つことが重要となる。

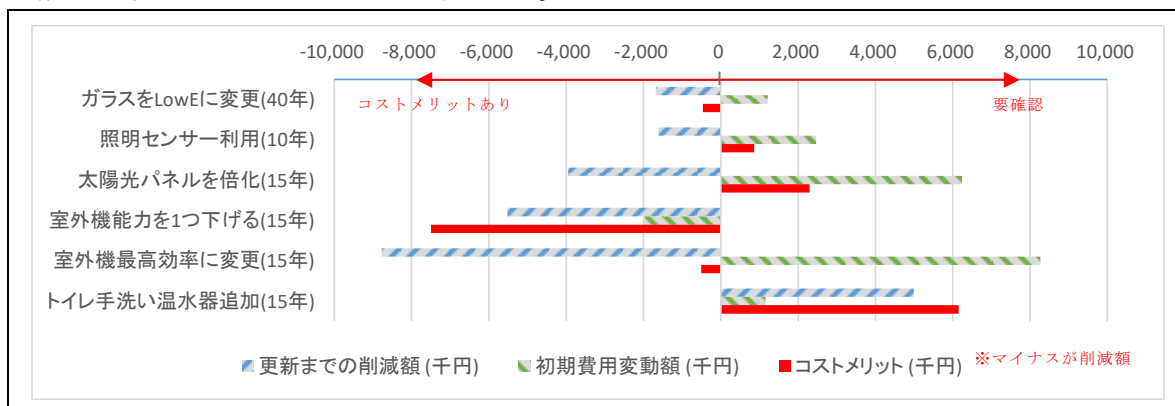


図 5. 費用効果の試算結果比較

6. 終わりに

竣工後の「矢川プラス」にて、より詳細な評価が可能な標準入力法により、施設の評価をおこない、省エネ性能の評価を実施した。加えて、その評価結果を用いて分析を行った結果として、以下のことが推察される。

①入力条件としてモデルの決定が BEI の評価結果に大きく影響することが確認でき、運用時間が長いモデルを設定すると BEI の評価が改善された。同一の建築仕様でも利用方法によっては ZEB 施設として計画できる可能性がある。

②標準入力法で算出されるエネルギー使用量と実績値には差異が生じた。計算値を参照して検討する場合、省エネ効果を過大に評価する可能性があるため、注意が必要である。

③省エネ手法毎に BEI に与える影響は異なる。外皮性能の向上は効果が低く、空調の効率改善や能力低減は効果が高い。トイレの電気温水器利用は BEI の数値に悪影響を与えることを考慮して設置の要否を判断する必要がある。

④改修費用を考慮しない試算だが、1案を除きコストメリットは大きくない。空調機能力の低減は大きな効果を望めるため、改修時には熱負荷や機器損失の削減に注視して対応したい。修繕サイクルの長い建築的要素による改善は、長期的に利益となる可能性があるが、未計上の改修費が高額となるため、建物寿命を考慮した対応が望ましい。室外機高効率化は最終的に費用を回収できる結果だが、近年のコスト上昇を考慮し、慎重に対応したい。

個別性の高い建築計画において、検討結果が同じとなるとは限らない。だが、今回得た知見を参考とし、少しでも効率的に計画、設計ができれば、より適切な施設となると信じている。今回の発表を機に、他団体とも意見交換や情報共有ができると幸いである。

おわりに、今回ご協力いただいた関係各位に心からの感謝の意を表す。