

“がまん”しない官庁施設の省エネ実現に向けて ～手掛かりとなる簡易推計法を開発～

島倉 卓也¹・中野 美智子¹

¹大臣官房官庁営繕部 設備・環境課 営繕環境対策室 (〒100-8918 東京都千代田区霞が関2-1-2)

事務庁舎等の建築物は、用途、規模等が多様であるため各施設が本来使用せざるを得ないエネルギー消費量は基本的に把握されていない。また実際に使用されたエネルギー消費量も総量のみしか把握できない。さらに官庁施設は民間施設と比較して、運用時のエネルギー消費量が少ない特徴がある。

空調、照明等の種別ごとに、適切なエネルギー消費量の削減を行うためには、エネルギー消費にかかる目標の設定と、実際の消費内訳を簡便に知る必要があり、その推計法を開発した。

キーワード 環境対策、エネルギー消費量推計、エネルギー消費量削減、建築物、政府実行計画

1. はじめに

「政府がその事務及び事業に関し温室効果ガスの排出の抑制等のため実行すべき措置について定める計画」（平成28年5月13日閣議決定）においては、「2013年度を基準として、政府の事務及び事業に伴い直接的及び間接的に排出される温室効果ガスの総排出量を2030年度までに40%削減することを目標とする。」とされている。

この計画を遵守するためには、官庁施設（国の公共建築物）の運用等にあたり、より一層の省エネルギーを推進する必要があるが、官庁施設の運用時における一次エネルギー消費量（エネルギー生成にかかったエネルギーまでを考慮したエネルギー消費量のこと）の実績は、2,000m²以上3,000m²未満の建物で目安として約523～911MJ/m²・年¹⁾であり民間の事務所建築の約1,600 MJ/m²と比較すると大変少ない。²⁾

また官庁施設においては、従前からの不断の取り組みにより、単位面積あたり2016年度において2005年度比約30%の一次エネルギー消費量削減実績³⁾がある。

施設を利用するということは、エネルギー消費を必ず伴うため、すでにエネルギー消費量の十分に少ない官庁施設において、今後、更なる省エネルギーを進めるためには、このような運用時の特徴を踏まえ、「消費せざるを得ないエネルギー量」を把握した上で、適切な削減に取り組む必要がある。そのためには、企画、設計段階から施工、運用管理段階に至るまで、エネルギー消費に関し、一貫した評価指標と評価手法で検証を行うライフサイクルエネルギーマネジメントが必要である。

官庁営繕部では、新築時のZEB（（ネット）ゼロ・エネルギー・ビル）化の検討を2016年度に、その検討結果を踏まえて、施設のライフサイクルに亘るエネルギーマネジメントについて2017年度に検討をおこなった。

2. 官庁施設のZEB（ゼロ・エネルギー・ビル）化の検討

エネルギー基本計画（平成26年4月11日閣議決定）において、「建築物については、2030年までに新築建築物の平均でZEBを実現することを目指す」とある。

ZEBの評価方法に関しては（公社）空気調和・衛生工学会やZEBロードマップ検討委員会（経済産業省資源エネルギー庁：経済産業省等によるZEB化に係る補助金事業は当該評価方法（以下「エネ庁ZEB」という。）による）等が検討等をおこなっている。

エネ庁ZEBの評価方法は、基準となるエネルギー消費量（基準一次エネルギー消費量）に対し、使用予定のエネルギー消費量（設計一次エネルギー消費量）が半減以下となることが必須条件であり、次の式(1a)、(1b)で表される。なお、「その他一次エネルギー消費量」（コンセント使用等）は評価しない。太陽光発電等による創エネルギーは必須条件を満たした上で設計一次エネルギー消費量で評価する。

$$BEI \leq 0.50 \quad (1a)$$

$$BEI = \frac{\text{設計一次エネルギー消費量}}{\text{基準一次エネルギー消費量}} \quad (1b)$$

ここで、設計一次エネルギー消費量及び基準一次エネルギー消費量はどちらも、「建築物のエネルギー消費性能の向上に関する法律（平成27年法律第53号）」に係る標準室使用条件下での一次エネルギー消費量を算出する「エネルギー消費性能プログラム」（以下「WEBプログラム」という。）により算出されるものである。各施設で採用する仕様や設備システムは設計一次エネルギー消費量に反映される。

官庁施設の現行の標準仕様（以下「現行仕様」という。）がエネ庁ZEBの概念上、どのあたりにあるのか、またどの程度のコストUPを伴う仕様UPによってZEB化となるのかについて、具体的施設をモデルにシミュレーションを行い、分析した。

(1) 実存する施設をモデルにシミュレーションを実施

小規模、大規模の実存する2つの官庁施設をモデルに、官庁施設のZEB化について検討した。

どちらの施設も現行仕様に置き換えた上で、その状態でのエネルギー使用量をWEBプログラムにより算出したものを「現行仕様」、さらに官庁施設として適切な程度に、建物外皮性能の強化や、空調・換気・照明設備等に高度な省エネ技術を採用（追加仕様）した場合を、「選択可能案」として同様にWEBプログラムにより算出した。

a) 小規模庁舎のシミュレーション

施設概要等は次の通りである。

- ・地域区分：6
- ・構造：RC造 地上3階 延べ面積約2,000㎡
- ・追加仕様：屋根/外壁断熱 100mm, EHP（トッランナー機），外気処理集中化，外気冷房制御等

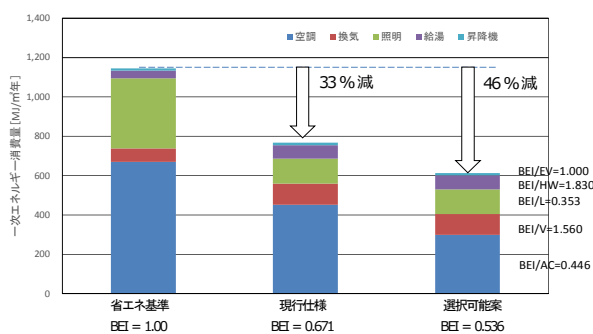


図-1 小規模庁舎のZEB化シミュレーション (BEI)

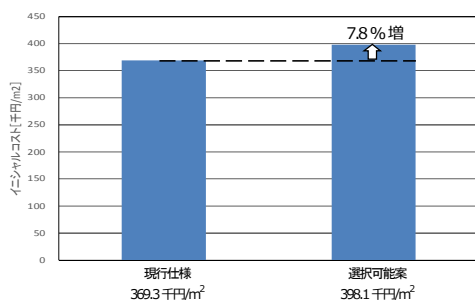


図-2 小規模庁舎のZEB化シミュレーション (コスト)

結果は図1の通り、選択可能案ではBEIが0.536であり、0.5以下とならずZEBにならなかった。また図2の通り、コストは約7.8%増加した。

b) 大規模庁舎のシミュレーション

施設概要等は次の通りである。

- ・地域区分：6
- ・構造：RC造 地上7階 延べ面積約9,500㎡
- ・追加仕様：屋根/外壁断熱 100mm, モジュール HP チラー，低風速形空調機，EHP（トッランナー機），外気処理集中化，外気冷房制御等

結果は図3の通り、選択可能案ではBEIが0.561であり、0.5以下とならずZEBにならなかった。また図4の通り、コストは約2.7%増加した。

(2) 官庁施設のZEB化に係る課題の把握

小規模庁舎、大規模庁舎共 ZEB にならなかったため、その原因を分析したところ、主に換気設備の運用が官庁施設では特徴的であること等が要因であることが分かった。

官庁施設においては、運用時におけるエネルギー消費量が十分に少ないため、評価実施が設計時となるZEB化によりオーバースペックとなったり、コストUPになることは好ましくない。

官庁施設のライフサイクルエネルギーマネジメントを効果的に実施するためには、施設毎に実際の運用条件や運用実態を考慮した、空調や照明等の種別毎の一次エネルギー消費量の把握を行い、その上でエネルギー消費量を削減すべき種別やその量の把握を行うことが有要である。

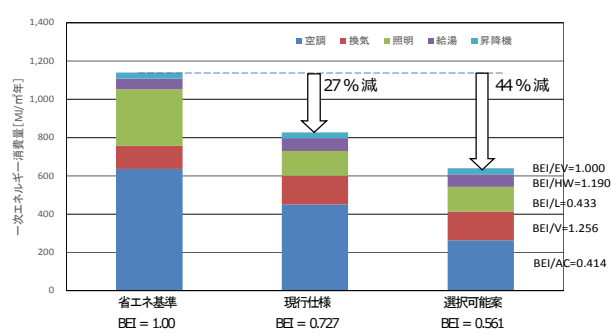


図-3 大規模庁舎のZEB化シミュレーション (BEI)

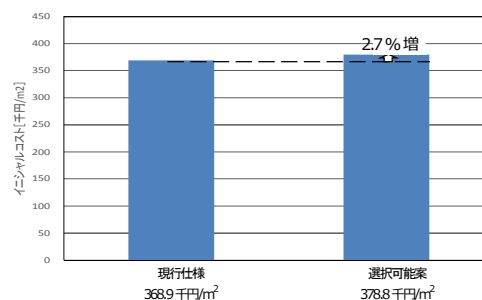


図-4 大規模庁舎のZEB化シミュレーション (コスト)

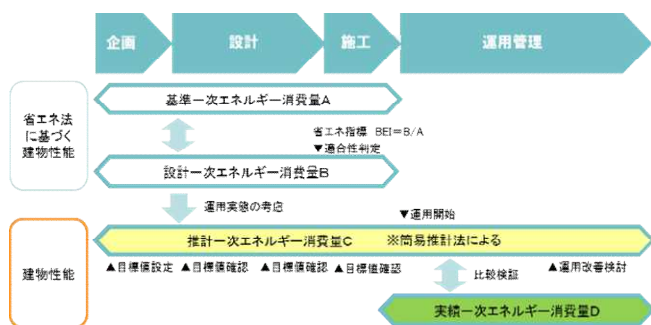


図5 ライフサイクルエネルギーマネジメントの概念図

3. ライフサイクルマネジメントの枠組み

ZEB化の検討を通じて、官庁施設においては、設計時のみならず運用時も評価できる、すなわちライフサイクルに亘ってのエネルギーマネジメントのあり方をまずは検討する必要性が確認できた。

従って2017年度においては、運用実態を考慮した、設計時の評価も含むエネルギーマネジメントの枠組みを構築し、その推計・評価手法を開発することとした。

図5に、ライフサイクルエネルギーマネジメントの概念図を示す。(WEBプログラムによる基準一次エネルギー消費量Aを基準値A、同設計一次エネルギー消費量Bを設計値Bという。)

設定された目標性能に対して、運用実態を考慮した推計一次エネルギー消費量C (以下「推計設計値C」という。)と実績一次エネルギー消費量D (以下「推計実績値D」という。)とを比較し性能検証を行うことで、推計設計値Cと推計実績値Dの差が、当初予定していた使用条件が変更されたことによるものなのか、機器劣化による効率の低下なのか等が類推でき、改めて目標性能を満足するよう適切な運用改善あるいは改修工事へとつなげていくことが可能となる。

(1) 推計設計値Cを活用した簡易推計法とは

この推計設計値Cによる簡易推計法の開発にあたって

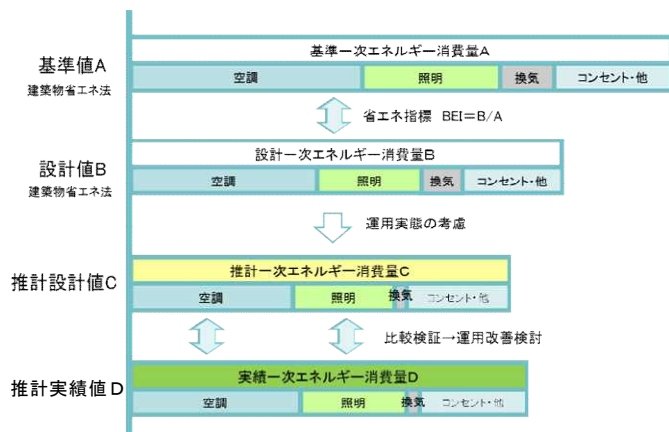


図6 エネルギー消費量の基準値A，設計値B，推計設計値C，推計実績値D

は、次を考慮した。

- ・各施設の運用実態を考慮した一次エネルギー消費量を簡便に推計できる手法であること
- ・小規模施設も含むすべての官庁施設で適用可能な手法であること
- ・基本設計段階から適用可能な手法であること
- ・設計者、発注者、施設管理者、委託業務受注者等の関係者が活用可能な手法であること

これらから、全体の一次エネルギー消費量を区分する種別として、①空調、②照明、③換気、④コンセントその他 の4種類とした。

給湯やエレベータ等については、これらの一次エネルギー消費量が全体に占める割合は比較的小さいであろうことから、④に含めることとした。

この①～④の区分が反映された基準値A，設計値B，推計設計値C，推計実績値Dの一次エネルギー消費量の関係性を図6に示す。

次に推計設計値Cの作成方法について述べる。

図7は具体の官庁施設の、1年間の時間別の一次エネルギー消費量を多い順に並べたもので、これを負荷持続曲線と呼んでいる。一次エネルギー消費量が多い時間帯ほど、空調を多用していることが分かる。この負荷持続曲線から、各種別のエネルギー消費量を、数式と共に図式化すると図8となる。(推計法I)

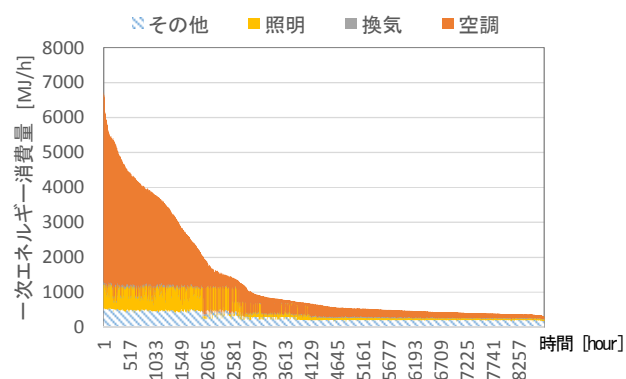


図7 具体の施設の負荷持続曲線

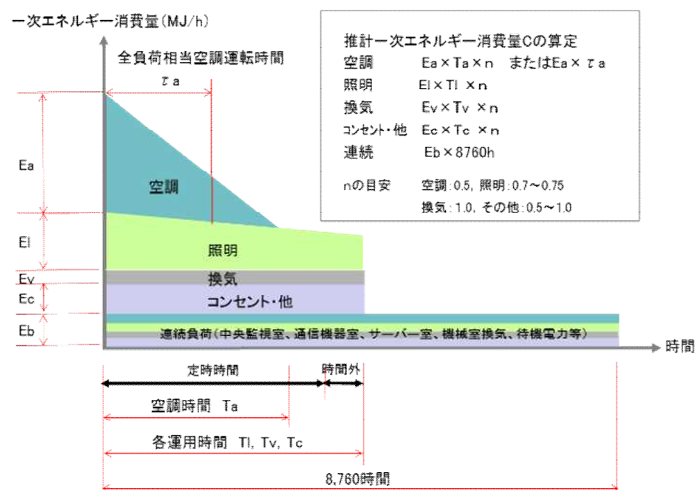


図8 推計法Iによる推計設計値Cの推計

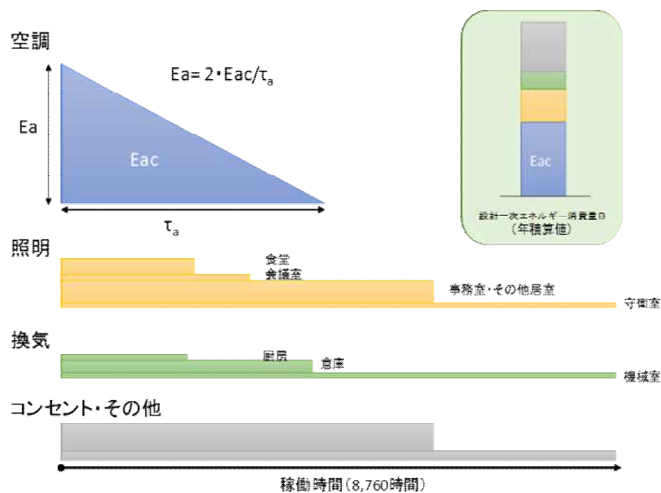


図-9 推計法Ⅱによる推計設計値Cの推計

この具体の施設のように、空調や照明等の種別毎のエネルギー消費量を計測している官庁施設はまれであり、ほとんどの庁舎は各月毎の使用電気量等から一次エネルギー消費量を建物全体として算出せざるを得ないところであるが、この考え方によれば、種別毎に類推して活用することが出来る。

また、WEBプログラムにより建築物のエネルギー消費性能を算定した建築物であれば、図9の通り、その詳細な情報を活用する方法もある。(推計法Ⅱ)

推計法Ⅱは推計法Ⅰに比較し、次の特徴がある。

- ・各施設の運用実態を考慮した一次エネルギー消費量を、高い精度で推算できる
 - ・建築物省エネ法によるエネルギー消費性能計算と別作業となる事が極力少ない
 - ・設計の一部を変更した場合の効果が評価できる
 - ・設計行為のなかで、目標達成のための繰り返し作業が可能である
 - ・用途別に加え、室別、系統別、機器別に推計できる
- なお、図7に示す具体の施設で、推計法Ⅰ及びⅡから推計設計値Cを算出した結果を図10に示す。

推計設計値C(推計法Ⅰ)と推計設計値C(推計法Ⅱ)に若干の差異があるが、いずれも、運用管理段階の目標値として活用可能である。

また設計値Bと、推計設計値Cあるいは推計実績値Dでは、主に運転時間数の差異により乖離が発生していることを確認した。

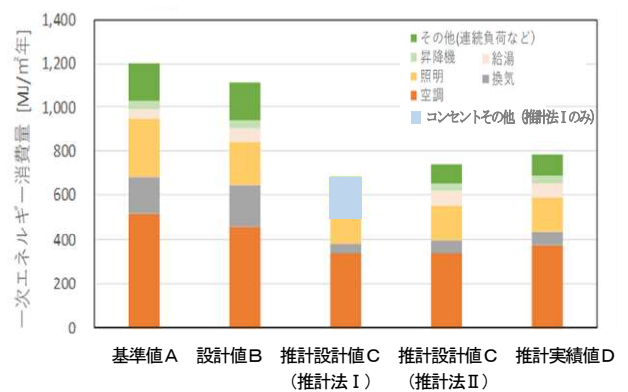


図-10 基準値A、設計値B、推計設計値C(推計法Ⅰ、Ⅱ)、実績値Dの関係

(2) 簡易推計法の活用と今後の取り組み

エネルギー消費性能の評価については、現状、設計段階での活用に留まっているが、当該推計法の活用により、目標とする環境性能を数値で設定できることに加え、運用段階において、適切なエネルギー管理を行うことができる。さらに、改修工事では、改修前後の効果把握等も行える。

ライフサイクルエネルギーマネジメントのツールとして一層活用するためにも、引き続き推計法の精度向上に取り組む予定である。

謝辞：国土交通省大臣官房官庁営繕部において設置した「環境保全性を確保するための官庁施設の整備手法に関する検討会」(座長：伊香賀 俊治(慶應義塾大学教授))において、有識者委員諸氏の協力・助言を得ました。この場を借りて謝意を表します。

参考文献

- 1) 国土交通省大臣官房官庁営繕部「国家機関の建築物等の保全の現況」(平成30年3月)
- 2) (一社)日本ビルエネルギー総合管理技術協会「建築物エネルギー消費量調査報告」(第40報)P22では加重平均で1,594MJ/m²・年
- 3) 国土交通省大臣官房官庁営繕部「官庁営繕環境報告書2018」