

建築物の省エネルギー設計を誘導する エネルギー消費性能予測ツールの開発

宮田 征門¹

¹ 国土技術政策総合研究所 住宅研究部 建築環境研究室（〒305-0802 茨城県つくば市立原1）

建築物のエネルギー消費量は年々増加しており、省エネルギー化が喫緊の課題となっている。実効ある省エネルギーを達成するためには、設計時にエネルギー消費性能を予測・評価し、最適な設計を誘導することが重要であるが、このような評価は現状では殆ど実施されていない。そこで、国土技術政策総合研究所では、特に使われ方の予測が難しいオフィスビル等の非住宅建築物を対象として、設計時の評価に活用可能な透明性・信頼性の高いエネルギー消費性能予測ツールを開発した。本報では、開発した性能予測ツールの狙いと概要、ツールを利用した設計評価の具体例を紹介する。

キーワード 建築物、省エネルギー、設計支援ツール、性能評価、シミュレーション

1. はじめに

我が国の民生部門の最終エネルギー消費は、図1に示すとおり家庭部門（住宅）、業務部門（非住宅建築物）とも年々増加しており、これらの省エネルギー化が喫緊の課題となっている。住宅及び非住宅建築物（以下「建築物」という。）の省エネルギー化の第一歩は、まずは、建築物がどの程度のエネルギーを消費するかを「知る」ことである。特に、設計段階から、建築主が要求する冷暖房や換気、照明、給湯などの機能を建築物に付与した結果として、その建築物のエネルギー消費量がどの程度になるかを適宜確認（予測、評価）しながら設計を行うことが重要である。しかし、情報が限定された設計段階において、煩雑な作業をせずにエネルギー消費性能を的確に予測することは現状では困難であるため、設計時の評価は殆ど実施されていない。

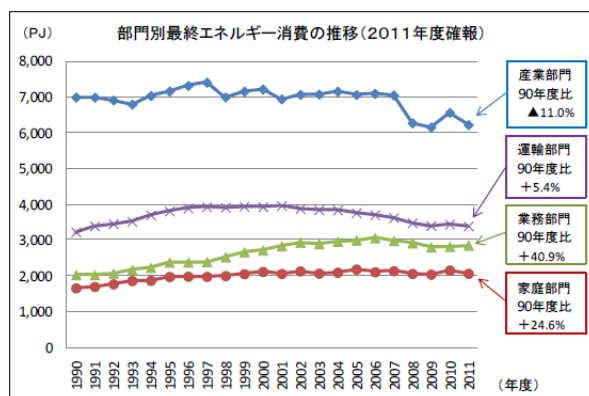


図1 我が国の最終エネルギー消費の推移¹⁾

そこで、国土技術政策総合研究所では、国立研究開発法人建築研究所と連携して、設計時の評価に活用可能な透明性・信頼性の高いエネルギー消費性能予測ツールを開発した。本報では、特に使われ方の想定が難しくエネルギー消費性能の予測が難しい非住宅建築物を対象に、現状の設計プロセスにおける課題を整理し、これを解消して省エネルギー設計を実現するために開発したエネルギー消費性能予測ツールの概要及びその適用事例を示す。

2. 現状の設計プロセスの課題

建築物のエネルギー消費性能の評価を支援するためのツールはこれまでにいくつか開発されており、ツールを活用した設計プロセスが提案されている。しかし、既往のツールを設計プロセスで利用するには、次のようなバリアが存在し、十分に活用されているとは言い難い（図2）。

- ・ バリア①：ツールを利用するためには、ツールに建物の情報をインプットする必要があるが、これは多くの場合、手作業で設計図書等から情報を抽出することになり、繁雑で時間のかかる作業となる。
- ・ バリア②：全設備を一括して解けるツールは少なく、設備毎に独立して評価を行う必要がある場合が多く、手間と時間がかかる。
- ・ バリア③：評価と法規制が連動しておらず、例えば評価を行っても、例えば省エネ法（エネルギーの使用の合理化等に関する法律）に基づく建築物の

評価に手間がかかるため、十分なフィードバックがされていない。

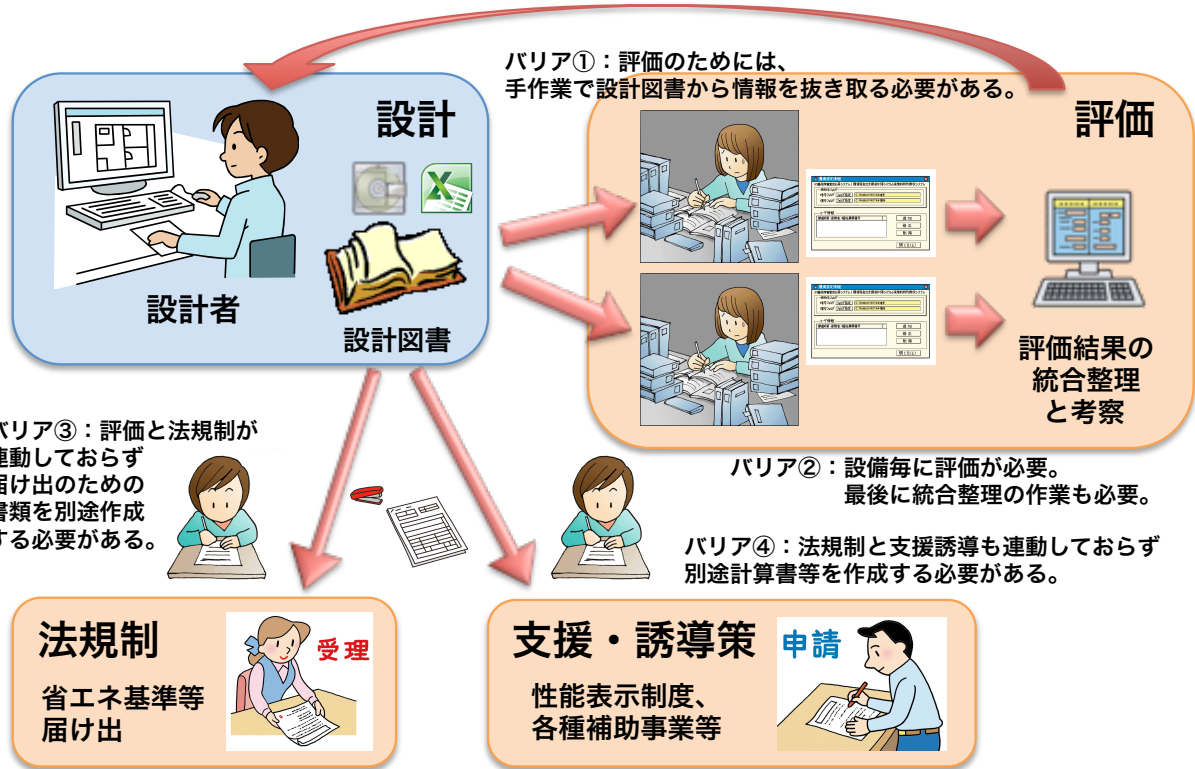


図2 現状の設計プロセスの課題

省エネルギー基準の届出のための書類は別途作成する必要がある。

- バリア④：法規制と支援誘導策も連動しておらず、各々の施策について、それぞれ独自の計算書等を作成する必要がある。

このようなバリアがあるため、適宜評価を実施しながら設計を行うというプロセスは、ハードルが高く、一部の先進的な建築物を設計する方々のみが行う特別な行為となってしまう。

3. 開発した性能予測ツールの概要

国土技術政策総合研究所では、国立研究開発法人建築研究所と連携して、特に様々な使用形態があり評価が難しい非住宅建築物を対象として、上記のバリアを解消したエネルギー消費性能予測ツールを開発した。本ツールは、1) 簡易に建物全体の性能を一括で評価可能、2) 設計過程で必ず作成する資料類のみで評価が可能、3) 建物の使われ方や機器性能に関する実態調査から得られた知見に基づき、確からしいエネルギー消費性能を予測可能、という特徴を持つ。

開発したツールのインターフェイスを図3に示す。このプログラムはWebブラウザを介して動くWebプログラムとして提供されており、Microsoft® Excel®などの表計算ソフトで編集することができる「外皮・設備仕様入力シート」に、評価対象建築物の室の構成や外皮・設備の



図3 開発した性能予測ツールのインターフェイス

仕様を入力し、これをCSVに変換してツールにアップロードすることにより、一次エネルギー消費量を算出することができる。

本性能予測ツールを設計時に活用することにより、高度な専門的知識を持たない建築主であっても、様々な設計上の選択が出来る建築物のエネルギー消費性能にどのような影響を与えるかを理解し、そのうえで決断をすることができる。建築物は大量生産される工業品ではなく、試作品を作って試行錯誤するわけにはいかないため、このようなツールの活用はとても合理的である。

プログラムの計算結果は詳細に表示され、どのように省エネ化すれば良いかが一目瞭然

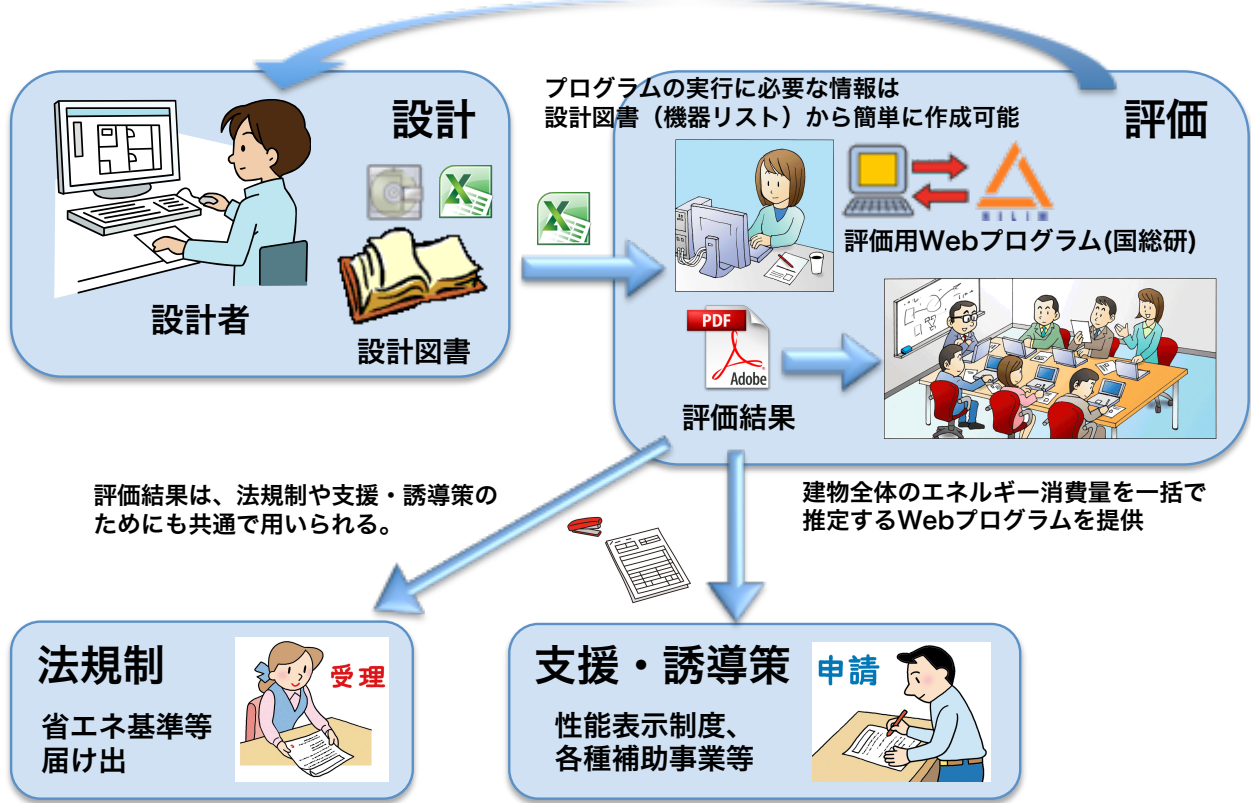


図4 ツールを活用した設計プロセス

4. 法規制との連動

本ツールは、2013年に改正された「エネルギーの使用の合理化に関する建築主等及び特定建築物の所有者の判断の基準（平成25年経済産業省・国土交通省告示第十号）」や「建築物に係るエネルギーの使用の合理化の一層の促進その他の建築物の低炭素化のために誘導すべき基準（平成26年経済産業省・国土交通省・環境省告示第十四号）」における評価ツールとして採用されている。我が国の省エネルギー基準は2020年までに適合義務化される予定であり、このような適合義務がある法規制や性能認証制度にエネルギーシミュレーションプログラムをどのようにに活用するかは、近年国際的に注目されている新しい研究分野であり、特に欧米を中心に活発に議論がされている。本ツールについては、基準適合義務化やラベリング制度への活用を踏まえ、次の点を意識して開発・運用を行った。

- ・ 計算ロジックは極力判りやすくする（簡素化、合理化）
計算結果だけではなく計算過程を丁寧に表示するようにし、どうすれば基準をクリアできるのかを使用者（申請者、設計者）が考えられるようにする（図5）。
- ・ 公平性、信頼性、透明性の確保
実態調査の結果（図6、7）を元に評価ロジックや境界条件を構築し、実態に即した一次エネルギー

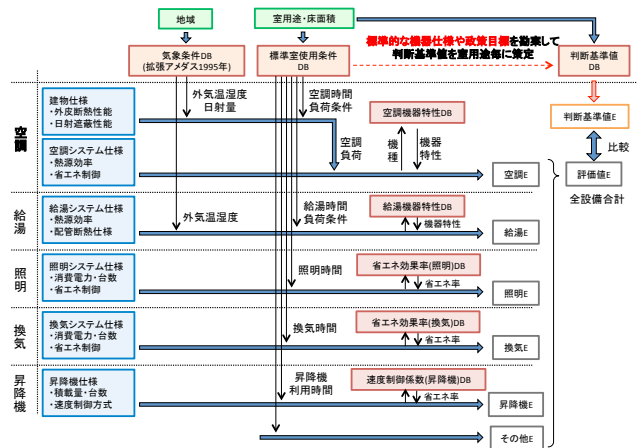


図5 性能予測ツールの評価プロセスの概要

消費量が算定されるようにする。様々な技術を横並びで比較することになるので、公平な評価となるように細心の注意を払う。

- ・ 計算を実行しなくても、ある程度結果を推測できるようにする。
省エネルギー基準の基準値自体も同じツールを利用して算出し、基準値算出時に想定した設備仕様（基準設定仕様）を公開する。基準設定仕様よりも性能の良い仕様であれば、必ず基準値を下回る結果となる。
- ・ 入力ルールの明確化、透明化

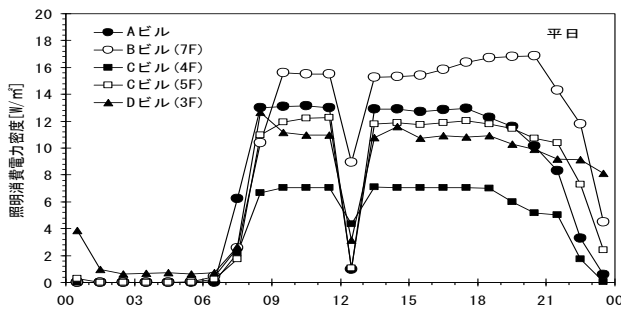


図6 建築物の使われ方に関する実態調査

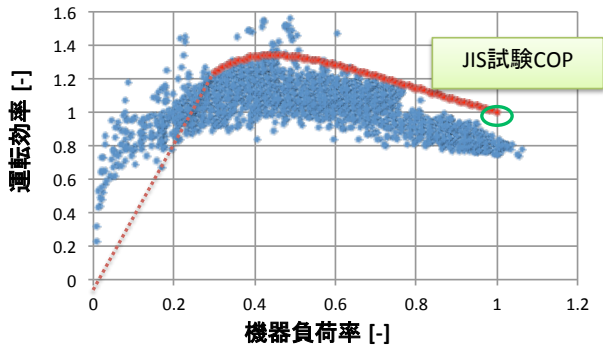


図7 空調機の実動効率に関する実態調査

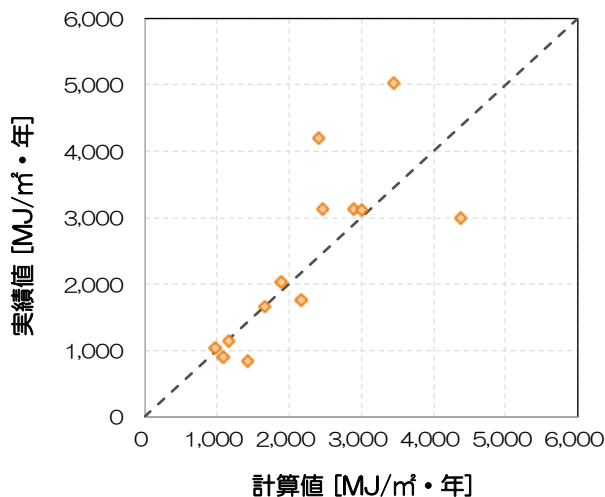


図8 ツールによる計算値と実績値の比較

誰が入力しても同じ結果に、誰が審査しても同じ結果になるように、ツールの入力方法のルールを明確にする。特に、入力する性能値と規格との紐付けを明確に行う。例えば、熱源機器の成績係数 (COP) は、カタログには様々な条件の値が記載されているが、JIS等の規格で規定された計測条件下における性能値を入力しなければいけないことを明示する。

- ・ 評価・審査の合理化、省力化
ツールの入力にはエクセルファイルで行う。これは、設計時に作成する資料 (機器リストなど) を活用 (コピー&ペースト) することを念頭においている。申請する人は入力ファイルを作りやすく、審

査する人は図面との対応が取りやすい。

- ・ ツールのバージョン管理の厳格化
配布型のツールの場合、ユーザーが使用するツールのバージョンが様々になり審査やサポートは大変になる。この問題を解消するために、配布型ではなくオンライン型のツールとして開発する。
- ・ ユーザー環境への非依存性
配布型のソフトウェアの場合はインストールできない、計算が終了しない等のユーザーの環境 (パソコンの性能や設定等) に起因するトラブルが予想される。オンライン型の場合は、ユーザー環境に大きくは依存しないため、大きなトラブルなく複雑な計算を実行することができる。

4. 実在する建築物への適用事例

本ツールを介して様々な省エネルギー技術を横並びで評価をすることになるため、本ツールには高い公平性・信頼性が求められる。そこで、本ツールの推定精度の検証として、複数の実建物に対して本プログラムによる評価を適用し、実際のエネルギー消費量との比較を行った。

関東地方のビル8件、北海道・東北地方のビル8件について、エネルギー消費量の計算値と実測値を比較した結果を図8に示す。空調の使われ方等の違いによって多少差が生じる建築物もあるが、両者の差は概ね10%程度であることが判った。

5. まとめと今後の課題

国土技術政策総合研究所が開発した、設計時の評価に活用可能な透明性・信頼性の高いエネルギー消費性能予測ツールの概要を示した。現在、本ツールは一日あたり約1500人が活用しており、我が国の喫緊の課題である建築物の省エネルギー化を達成するための重要なツールとなっている。今後も機能の拡張や精度向上のための研究開発を行う予定である。また、評価を実施しながら設計を行うことは省エネルギー設計を行う上では重要であるが、とはいえ、事あるたびにツールを動かして評価するのは過度な負担となる。今後は、単にツールを提供するだけではなく、予めツールを使って具体的な課題について検討を行い、その結果の要点を簡潔に整理して分かりやすく示す必要性があると考えている。

参考文献

- 1) 平成 23 年度エネルギー需給実績 (資源エネルギー庁)、
<http://www.enecho.meti.go.jp/info/statistics/jukyuu/result-1.htm>
- 2) 国土技術政策総合研究資料 No.762: 平成 25 年省エネルギー基準(平成 25 年 1 月公布)等 関係技術資料 ―一次エネルギー消費量算定プログラム解説(非住宅建築物編)―
- 3) 宮田征門他: 実績値に基づく一次エネルギー消費量算定用 Web プログラムの妥当性に関する検討、空気調和・衛生工学会大会学術講演論文集、第9巻、p105-108、2014.9