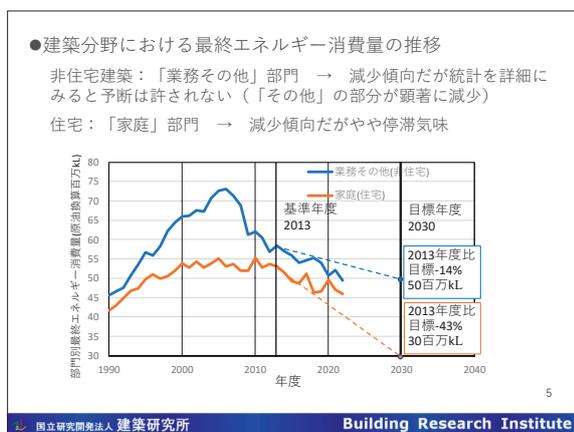


2021年10月の段階、つまり6年後には、目標値が強化されまして、業務部門では10%削減幅が増え、それから家庭は20%も増えたということです。これは、こういう計画を立てる方が、推移や統計値を見ていて、この分野だったら上乘せしてもできるだろうと、上乘せざるを得ないだろうと、関連する方々に高い目標値をのんでいただけるだろうということを決められたものと理解しています。このまま2030年まで行くかどうかはまだ分かりません。また、さらに目標が高くなることも考えられますが、現在はこういう目標値が我々に課せられている、という状況です。

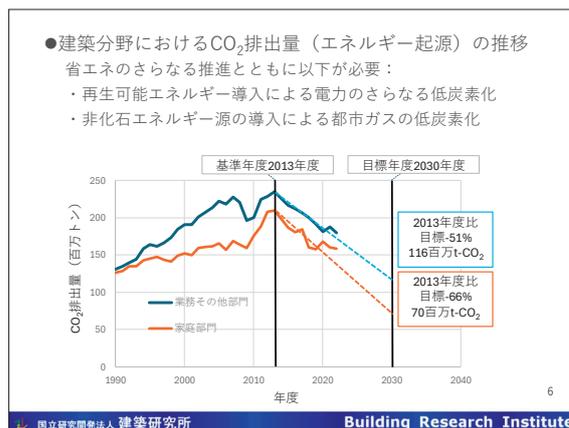


では、実態はどうなのかということですが、まずこの図は最終エネルギー消費量、即ち実際に住宅や非住宅で使われるエネルギー消費量の統計値です。この図は私が作ったものですが、元となるエクセルシートは国立環境研究所から公表されています。

スライド中、青い線が業務その他部門ということで非住宅、オレンジの線が家庭部門ということで住宅ですが、両方とも2000年代の半ばから後半にかけて頭打ちになり、減り始めています。GDPは上がっており、日本の家庭人口は若干減っていますが世帯数は増えているので、省エネにとっては不利な方向に進んでいる中で、色々な方の努力で実際、減り始めている状況になっており、大変ありがたいことです。



但し、先ほどの下の表で示した新しい目標を2030年の部分にプロットして2013年度と結んだ線を描きました。見ていただくと、業務その他部門、非住宅関連は、比較的順調に、目標値に比べて減ってきています。一方、住宅のほうは、3,000万kℓが目標値ですが、以前の3,800万kℓから目標値が下がり厳しくなった分、目標のラインより少し上に行っているという状況です。



これは、二酸化炭素排出量で示したものです。確かに減少傾向にありますが、楽観できる状況にはない、努力を継続する必要があるような状況だということだと思います。ただ、2013年度以降減り始めているというのは、いろいろな方の努力が現れつつあるのではないかと思います。

【省エネルギー性能評価法の特徴】

次に、省エネルギー性能の評価方法の特徴について、少しまとめました。

●省エネルギー性能評価は主としてウェブプログラムを用いて、適合性判定・BELS・自己評価を通して行われている

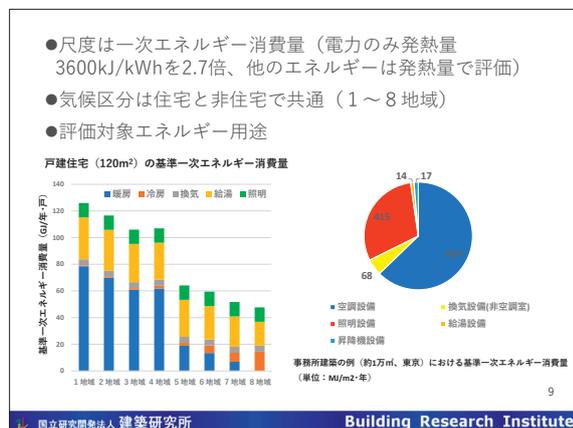
●計算ロジックはウェブサイトで完全に公開

8
国立研究開発法人 建築研究所 Building Research Institute

建築物の省エネルギー性能の評価方法は、主として、ウェブプログラムと呼ばれているオンラインプログラムで行われています。その結果を使って、適合性判定や

BELSの評価が行われています。無料ですのでインターネットさえつながっていれば何回でも使えますので、設計者が自己評価を行って、設計内容を修正したり、変更したり、緩和したり、そういうことにも使うことができるようになっていきます。

大事なこととして、計算ロジックはウェブサイトで、数式だけの資料ですが、完全に公開されています。この趣旨は、日総試さんの考え方と同じで、公正中立ということ、これが一番大事ですので、何か問題点があったらいつでも御指摘ください、というスタンスで完全に公開されています。なお、スライドの左側が住宅用のプログラムの入り口、右側が非住宅用のプログラムの入り口です。



省エネルギー性能とは何を評価しているのか、分野外の方には多分あまり馴染みがないので分からないかもしれませんが、評価の尺度は一次エネルギー消費量という、1つの建物について1つだけです。

一次エネルギー消費量が何かといいますと、消費する電力については、発電所でどれぐらいの燃料を使って発電しているかという評価をしています。電力を熱に換えたときの発熱量は1kWh当たり3,600kJです。これを2.7倍して、9,760kJ/kWhという評価をしています。その他の都市ガスや灯油は、発熱量そのもので評価して、合計しているわけです。

建物に使われるエネルギーというのは、暑いところ・寒いところなど気象条件の影響を受けますので、これを当然ながら評価しておりまして、日本全体を北海道から沖縄まで、8つの地域に分けて評価しています。

評価対象のエネルギー用途は、この図の左側において、1地域から8地域までの120m²の戸建住宅の基準一次エネルギーを単にプロットしていますが、暖房・冷房・換気・給湯・照明、これらが入っています。一方、

家電・調理器具などは入っていません。

右側は非住宅として東京に建つ10,000m²の事務所建築の例を示しています。空調設備・照明設備・換気設備、電気室・機械室・トイレの換気設備、そのほか給湯設備・昇降機設備などが評価対象になっています。OA機器やコンセントにつなげて使う機器の電力消費量は、対象にはなっていません。

- エネルギー消費量への影響力の大きい建物の使用条件（室使用条件）は詳細に規定（非住宅、住宅ともにISO 18523-1:2016及びISO18523-2:2018）
- 室使用条件（住宅：主居室、その他居室、非居室、非住宅：8建物用途、約200室用途）においては、**在室時間・在室者密度、空調・照明時間、内部発熱量、換気量、給湯使用量、照度等**を規定。
- 冷暖房/空調、給湯の熱源については**部分負荷効率や外気温を考慮してエネルギー効率を算定**（容量設計の良し悪しが評価可能）。
- 設備システム（例えば、燃料電池コージェネレーション、エコキュート、空調機のVAV制御等）の**制御ロジックの把握**が、エネルギー計算において不可欠、一般の設備設計実務者が知らない要因が重要となる可能性がある。

10

国立研究開発法人 建築研究所

Building Research Institute

これは、若干細かい話なので、あまり細部に入らないようにしたいと思いますが、評価法をつくる上で配慮されている点を示しています。1番目は建物エネルギー消費量への影響が大きい建物の使用条件は詳細に規定しています、ということです。

2番目は、使用条件に関して、住宅・非住宅でどうやってるかということですが、例えば各部屋の在室時間や在室者密度や内部発熱量や換気量などです。病院やホテルでは、給湯や照明のエネルギーも結構大きな比率を占めており、それらの条件などを規定しています。

3番目は、熱源の効率の評価、これは非常に大事な点です。ボイラーやヒートポンプの評価が非常に肝の部分です。本日は多く語る時間はありませんが1つだけ覚えておいていただきたいこととして、部分負荷効率というのが非常に重要です。これは、簡単に言えば、機器のカタログには書かれていない性能です。機器のカタログには、その熱源がフルパワーで動いたときの効率を書いてあります。建築で機器を使うときに必要な能力ぎりぎりのものを選ぶことはなく、大体、大きめに2倍～3倍ぐらいの安全率を見て選んでいるわけです。大事なものは、ちょろちょろ動いているときにどれぐらいの効率を発揮してくれるかということなんです、その辺を評価しているということです。

最後の点は、制御ロジックです。例えば、建築物の品質に影響する側面には構造だとか防火だとか材料だと

か、いろいろあると思われませんが、制御の良し悪しがこれほど性能の良し悪しに影響を及ぼす分野は、設備しかないと思います。制御ロジックの把握というのが非常に肝になります。一般の方にはほとんど知られてないし設計者もほとんど、今までは知る必要がなかったという状況です。



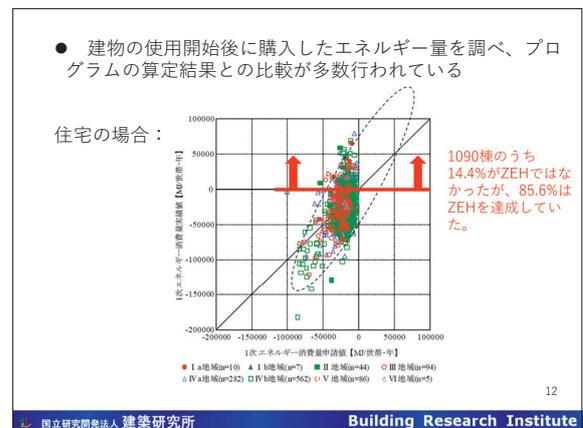
この評価プログラムをつくる段階で、我々は大学の先生などいろんな方々と協力して、カタログ値ではなく、本当の技術・製品の効率を把握するために実験を繰り返してきました。これは建築研究所の中に建てられた実験用の集合住宅です。ここに、実際に人間を住まわせるとなると、お子さんの学校をどうするかとかいろいろ大変です。また、4人家族に協力してもらえたととしても、その家族の行動パターンが典型的なのかどうか全く分かりませんし、多分、典型的なパターンなどあまりないと思われれます。

ですので、主として、4人家族の生活パターンを機械的に再現する装置を組み立てまして、ここで、住宅の場合の空調機や給湯器、冷蔵庫や暖房便座など、様々なものの性能の試験を行いました。

同じようなことを非住宅でも実施しています。実験や調査を通じて、その実効性あるいは実働効率など、実際に働いている時の効率に関する知見が、数多く入手されました。

これらから、非常に重要だと思っていることが1つあります。それは、エネルギー計算された結果が、実態値とどの程度合っているのか、ということです。これは大変重要なことであり、評価指標が、人が住んだ後、建物が使われる時のエネルギー消費量と乖離しては、大変大きな問題になります。我々はそういう問題が起きないよう、中立な観点で本当の性能を評価してきているつもりであり、これからもそうしていくつもりです。この

計算値と、建物が建って使われた後や、改修されて使われた後のエネルギー消費量との突き合わせというのは、極めて重要です。これは住宅の例ですが、横軸が計算値、縦軸が実績値、即ち実際のエネルギー消費量を示しています。「ZEH」というのは「ゼロ・エネルギー・ハウス」のことで、このZEHの補助金をもらった人たちに3年間、実績値を報告してください、ということになっています。報告いただいた実績値を縦軸に取り、横軸に計算値を取ったものです。

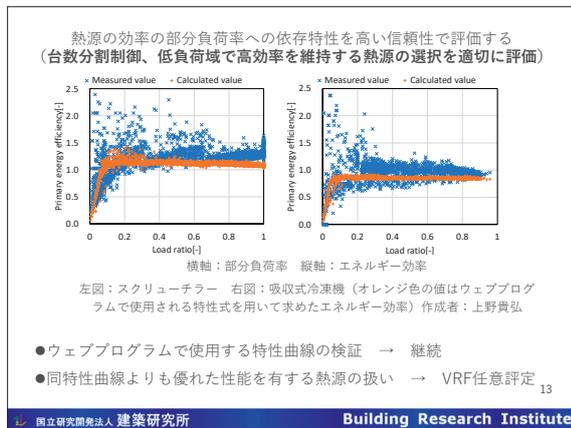


ZEHですから横軸はゼロより右側は1つもありません。すべてゼロより小さいのですが、縦軸は図のようなデータになっています。これで良いかどうかは皆さんにお考えいただければと思いますが、1,090棟のうち14.4%は残念ながらZEHではなかった、ただし、85.6%はZEHを達成していた、ということになります。

図中の楕円は私が描いたものです。予測値のバラツキは楕円の横軸方向の幅になりますが、実際の値を示す楕円の縦軸方向のバラツキの幅のほうが長くなっています。こうした結果ですが、ZEHのうちの85%が本当にZEHだったので、私は少し安心しました。



ただ、この結果だけで安心するのは良くありません。住宅も非住宅も、これから検証を行っていかねばいけません。もう既に検証がたくさん行われているのだと思いますが、検証した結果を見た方々が「まあ、いいんじゃないの」と言ってくださらないければ、ZEHもZEBもこういう補助金の制度は継続していないので、ある程度は許容範囲に入っているのかな、というように思っています。



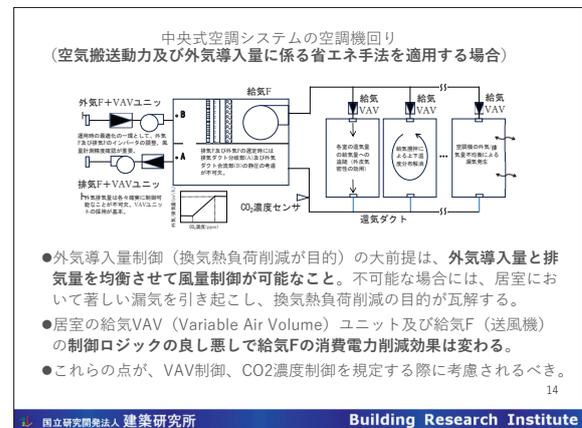
これは、あるオフィスビルの熱源で、左側がチラーといわれる電動式のもの、右側が吸収式冷凍機といわれるガス式のもの、この2種類の熱源の実際のLoad ratioすなわち「部分負荷率」を横軸に示しています。横軸の部分負荷率にはゼロから1までの範囲がありますが、1がフルパワーで動いている状態になります。

図の中で、オレンジの点がウェブプログラムで使っている特性式を用いて求めたエネルギー効率で、青い点が実際の測定値を示しています。このように比較検証された結果は少ないのですが、ここで示した結果については一応合ってるかなというように思います。

これは、中央式の空調設備の熱源です。この右下にVRFと書かれていますが、これは業界用語で、いわゆる「ビルマルチエアコン」というものです。ビルマルチエアコンの任意評定制度を、できれば来年4月から始めて、この低い負荷域での効率の評価をこれから充実させる必要があるのではないか、と思っています。

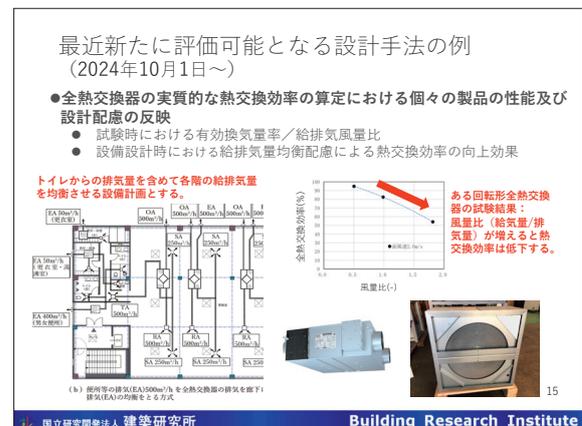
この図(右段上参照)は多分、皆さんあまり馴染みがないかなと思いますが、中央式の空調システムの空調機というものです。1つだけ言わせていただきますと、ファンの動力というのは非常にエネルギーを消費します。熱源に次いでファンの動力はエネルギーを消費します。なるべくファンは使わない方がいいのですが、換気を行わなければいけないのでファンはある程度使わざる

を得ません。



その時に、この図で言いたいことは、この左端に外気を取り入れるところと外に排気するところがありますが、この均衡を取る必要があるということです。現状では必ずしも均衡が取れている空調機ばかりではないのではと少し危惧していますが、均衡を取らないと何が起るかといいますと、この空調機が給気している右側にある居室の中の圧力が中立にならずに、漏気が生じてしまいます。空気が漏れて入ってきたり漏れて出て行ったりするので、これは、空調負荷を減らす上で避けなければいけないのです。

こういう点を要件として、この空調機の送風機のファン動力の評価というのは、これからの評価を精緻にしていく、信頼性を高めていく上で、非常に重要なポイントだと思われます。



聞いたことがなさそうな話ばかりで恐縮ですが、そもそも建築設備って、建築の分野の人たちに馴染みがなさ過ぎるんですね。一方で、ネットゼロの鍵はどう考えても設備です。外皮の重要性も論をまたないですが、住宅もそうですし、非住宅もそうですし、断熱性を高めてい

かなければいけない。これは本当に大事なことです。しかも、断熱というのは非常に信頼のできる技術です。それに比べて、設備というのはメカニズムが複雑で、しかも、見えない制御というものが影響力を持っており、非常にややこしい性質を持っています。

ちょっと脱線しましたが、全熱交換器、これは非常に良いものですが、何のためにあるかという、換気負荷を削減するためにあるものです。建物の中から外に捨てる空気と外から建物の中に入れてくる空気の間で、熱を交換させるんですね。それによって空調負荷を減らして、空調エネルギーを減らすというものです。

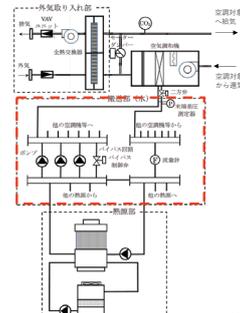
この図にも示していますが、この場合も、入れる空気と出す空気のバランスが取れないと、全熱交換器を設置した効果が半減してしまいます。こうした評価をする必要があるだろうということを我々は実証実験だとか調査をしていて気がつきまして、いろんな方と、業界の方とも協力をさせていただいています。

この評価が昨日10月1日から、適合性判定でもBELSでも使えるようになりました。設計者が、設計図書に取り入れる空気と外へ捨てる空気の量を記入してもらい、それを担保するために、例えばこの小さな建物のフロア図面のように、取り入れる空気と出す空気の配分、そのバランスを均衡させるということを図面で宣言していただきます。そして、必要なデータをウェブプログラムに入力すれば、試算では5%から10%程度、空調のエネルギー消費量を減らすことができます。

まもなく評価可能となる設計手法の例
(2025年4月1日～予定)

二次冷温水システムの可変流量(VVW)制御の設計/調整/試験によるポンプ電力消費削減手法
(BELS評価に適用可能な任意評価制度)※施工段階の試験を必要とするため適合性判定には適用できない。

- 配管の圧力損失を過大に見積もりポンプ選定した場合、施工段階のポンプ出力調整なしでは消費電力の浪費が放置される。
- 試験において、設計流量が得られる範囲でポンプ出力調整と、VVW制御に用いる流量と往還差圧の関係式を求める。



16

Building Research Institute

これは、いまだ開発中、間もなく評価可能となると書いてありますが、予定としては来年4月から、任意評定で行われる予定の内容です。なぜ任意評定かということ、設計だけでは済まない、つまり、設計した後に施工段階で試験をして各部の調整をしなければならないからです。任意評定として、この空調用のポンプのエネルギー

消費量の削減効果を、より詳細に実態に近く評価できるようになる予定です。

【今後の課題】

今後に向けての課題

- ウェブプログラム計算結果と実績値との比較検証の継続(実績値のエビデンスの確認が重要)
- 評価対象技術の追加(評価の信頼性維持が大前提)
検討中の例: 非住宅の任意評定制度におけるCO₂濃度制御、VAV制御、自然換気、高効率ビルマルチエアコン
- 評価技術の開発過程で得られた設計方法(より効果的な手法)の普及

17

国立研究開発法人 建築研究所

Building Research Institute

これが最後のシートになります。今後に向けての課題を幾つかまとめてみました。

先ほど、途中で申し上げました、ウェブプログラムの計算結果と実績値との比較検証の継続が大事だということと、それから、対象技術はなるべく追加していきたい、まだ評価できていないものがあるので追加していきたいと考えています。

ただし、やはり評価はコンサバティブにせざるを得ない面があります。検証がちゃんとできてないと、容易にウェブプログラムの中で評価できますよ、ということは言えません。これは、各方面の方からいろいろプレッシャーを受けますが、公正で中立、透明性、こうしたことが大事じゃないかなと思っています。

最後に、この評価をネガティブチェックに用いるのではなくて、設計にこれからも使っていただきたいので、どうやったら良い設計になるんですかという情報を、いろいろ研究で得られた知見を使って展開していきたいなと思っています。

ご清聴ありがとうございました。

(以上)