

## これからの建築と省エネルギー

京都大学名誉教授（現・岡山理科大学教授） 吉田 治典

福島原発の事故のあと「節電」が新たなキーワードになっている。本来、節電は、電気が不足するため電気エネルギーを節約することなのだが、エネルギーの自給ができていない我が国では、原発事故に起因する節電がトリガーとなって、再生可能エネルギーの買取り制度やスマートシティ構想まで含めたエネルギー需給問題全般に議論がおよんでいる。日本のエネルギー消費の1/3は建築関連であることから、節電を始めとするエネルギー問題は建築にも多くの変化をもたらしている。すでに太陽光発電は一般住宅にまで普及しているし、住宅、非住宅に関わらず照明ランプのLED化も急速に進展している。そこで、本報では建築とエネルギーについて自論を交えて考えて見たい。

### 建築と省エネルギー

読者は建築が省エネルギー的であることは昔から当然の要求であったはずと思われているのではないだろうか。しかし、我が国の建築基準法による省エネルギーの要求は、1979年制定の「エネルギーの使用の合理化に関する法律（通称、省エネ法）」に沿って1980年に初めて定められた。実に、たった30数年前のことである。しかも注意しなくてはならないのは、省エネルギー性能の届出は義務であるが、性能を満たす義務はなく努力目標という位置づけに留まっていることである。もともと、この法律の主旨は燃料資源の有効な利用を目指すことであって、総量規制的に省エネルギーを義務化するのではなく、効率的にエネルギーを利用して欲しいという、一步控えた要求（努力目標）としてスタートした。この主旨は今も変わっていない。

1990年代になると、世界では温暖化効果ガスの排出増加によって地球の気候が変わるといふ人類の存亡に関わる地球環境問題が登場する。これは、エネルギー問題とは全く次元が異なるのであるが、エネルギーの多くを化石燃料に依存しそれが温暖化の元凶であるCO<sub>2</sub>排出につながるため、建築の省エネルギーも旧来の主旨に上乘せする形で地球環境問題に対処し現在に至っている。日本は世界に冠たる省エネルギー国であると自負し、1997年には第3回気候変動枠組条約締約国会議（地球温暖化防止京都会議、COP3）を招致し、そこで京都議定書が採択された国としての自負があるのだが、世界標準からすれば建築の省エネルギー性能すら義務化されていないと、その後進性を揶揄されることもある

のはこうした事情によるものと思われる。実際、10年前では、住宅で省エネルギー基準に合致しているのは12%、非住宅で70%と低率であった。最近、届け出義務を強化したり住宅のエコポイントによる効果などで向上し、住宅で48%、非住宅で85%程度となったがまだ達成率は低く、今からゼロ・エネルギー建築を目指すとなれば、努力目標という要請では目標達成は危ういものとなるだろう。

上記した、いわゆる省エネ法は経済産業省と国土交通省が所管しており、建築基準法による省エネルギーもその枠組みの中で展開されている。一方、地球環境問題に対処するため「地球温暖化対策の推進に関する法律（通称、温暖化対策推進法）」が1988年に制定され、これは環境省が所管している。ここでは主に CO<sub>2</sub>排出の削減が主題になる。福島原発の事故以前は、原発が CO<sub>2</sub>をほぼ排出しないことから省 CO<sub>2</sub>のためには原発という構図があり、電力会社対ガス会社のビジネス戦争は苛烈であった。省エネルギーと省 CO<sub>2</sub>とが整理されない中で、エネルギーのユーザーサイドである建築がエネルギーのサプライサイドの戦争に常に巻き込まれるという不幸な事態は、当面鳴りを潜めているが解決はしていない。前記したように、再生可能エネルギーの促進は省エネルギーではなく温暖化防止が主旨であるが、省エネ法でも地球環境問題に対処する方向性を加味させたため種々の施策には類似の部分がある。そのため、報告義務が伴う施策では、建築のオーナーは国土交通省、経済産業省、環境省が統括する部局に別々に似たような届出や報告を出さねばならない。こうしたバラバラ行政も環境や省エネルギーにおける先進性を誇る我が国としては少々心もとない実情である。

そこで、昨年、建築の省エネルギーを2020年までに「義務化」しようという大きな法改正がなされた。さらにこの法改正では、義務化だけではなく、エネルギー消費の「効率を高める」という立場から、エネルギー消費の「絶対量を規制」するという改正も盛り込まれている。これは非常に大きな変革であって、ようやく時代に即した考え方に施策が移行し始めたと感じている。

## 省エネルギーにおける設計と運用

20年近く前から、筆者は実際のビルの省エネルギーを設計性能と運用性能の両面から調査分析することに興味を抱いてきた。多くのビルでは設計で達成されるはずの性能と実性能とが異なることが多い。その不具合の原因を探るために運転記録データを分析し、更にもその解決方法を見出すなかから興味ある研究課題がどんどん見つかる。設計性能が達成されない原因となる不具合は多岐にわたる。生産プロセスの流れのなかでいえば、設計、施工から運用にまでおよび、対象範囲でいえばハードにもソフトにも関係する。従って不具

合の分析と対処には多くの経験と知見に基づく分析能力が必要となる。近年、このような、設計から運用に亘って性能を監視し高めるための一連の業務が重要になっている。これはコミショニングプロセスと呼ばれ新たなビジネスモデルになりつつある。

我が国の建築の省エネルギー設計が義務化されてこなかったことは既に指摘したが、省エネ法のもう一つの問題点は、設計性能を設計図書で確認するに留まり実際の運用性能は問わないという特殊性にある。つまり建物の完成時に、その省エネルギー性能を調べ検証することはなされず、大改修でもない限り未来永劫「省エネルギーであるはず」というレッテルが貼られる仕組みになっている。

建築の省エネルギーは、外皮の性能と、空調や給湯設備などの設備システムの効率という2つの指標で性能を規定しているが、建物の完成時に外皮の性能である断熱・気密性能や窓の日射制御性能の実測による検証は実施されていない。設備システムは少しされているが原則はほぼ同じである。このように、実際の省エネルギー性能は検証されていないし、その義務もない。

近年、欧米で実運用性能を明確にすることが重要であるという認識が高まりつつある。例えばEUでは、CO<sub>2</sub>削減には建物の省エネルギーが最も重要であるとの認識から、10年ほど前にEPBD (Energy Performance of Buildings Directive) という建築の省エネルギーに関する指令を策定し、2010年にはそれがより詳細にかつ実効があるように改訂された<sup>1)</sup>。その中では、資格を有する独立した専門家が建物のエネルギー性能の診断及び認証を行い、その結果を証明書として発行することを加盟国に求めている。この証明書は建物の売買や貸借の際に必要な不可欠のものとされ、建物のエネルギー性能を建物の不動産価値と結びつけることを目指している。また空調システムなど、建物に付随するエネルギー関連設備も、資格を有する専門家により定期的にその性能を検査するよう法制化を義務づけている。

筆者も、設計性能と実性能に乖離があることが多いことから、数年前から空気調和衛生工学会近畿支部において、低炭素社会の実現に向けた既存建築物の評価方法を開発する委員会を主導し、設計性能と運用性能の2軸で省エネルギー性能を評価する新しいシステムを開発した(図1)<sup>2)</sup>。ここでいう設計性能は設計図書に基づいて算出し、運用性能は実際のエネルギー消費量から求めることにしている。図1(左)に示すように、本来は設計性能も運用性能も高くありたい。これを「優等生」とすれば、設計性能は高いのに運用性能が低い建物は、本来はできる能力があるのに「不精」をしていると位置付けられる。筆者の経験ではこの種の建物が結構みられる。一方、設計性能はさほどでもないが運用性能が高い場合もあり、これは「努力家」と呼んでいい。確かに、冷房設定室温を異常に高め

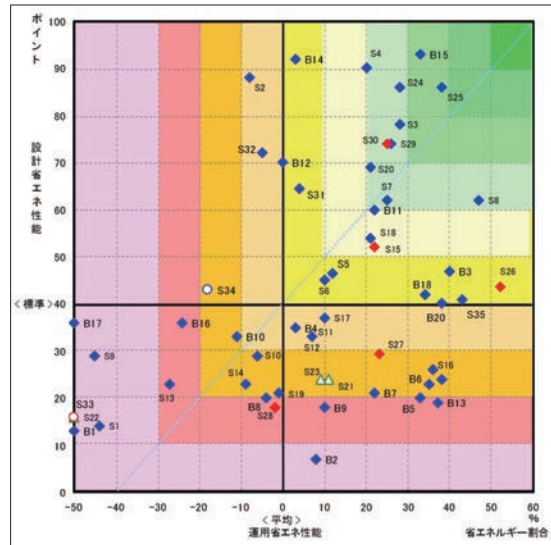
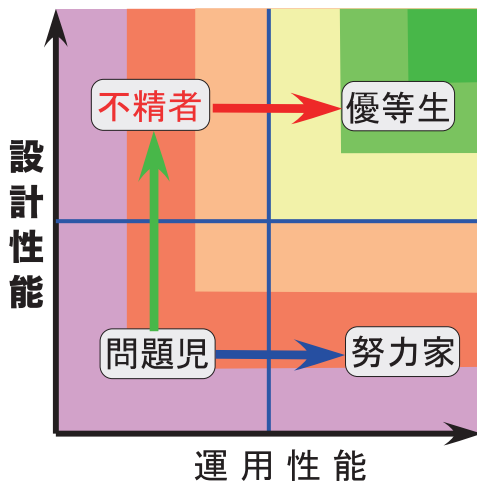


図1 設計性能と運用性能による2軸評価法

たり、照度が異常に低かったりと、環境条件が悪いことで省エネルギーになっている建物もあることから、この評価は公平ではないのではという議論はあったが、そういう建物は、いずれ借り手もなくなり存続し得ないので、こういう事情は考えなくてもいいだろうとされた。

図1（右）は、この評価システムを用いて実際の建物を評価しプロットした例である。不精者が比較的少なく努力家が多いという結果になっているが、サンプル評価で選ばれた建物は管理がいい建物が多いこと、ならびに最近の節電要求で短期的には環境条件を低下した少し無理な削減をしていることも関係しているものと思われる。評価の結果、両性能とも低い「問題児」とされた建築を改善するには、断熱を強化したり、照明をLEDに換えたり、効率のよい最新の空調機器に更新したりして省エネルギー改修をし優等生に近づけるか、非効率な運転の原因、つまり不具合を検知して、それを解消することが必要である。こうした設計性能と運用性能の両方を用いた評価法はいままでにないユニークなもので、これにより省エネ改善をするにはどういう方向性の努力が必要になるのかという、その建物の立ち位置が見えてくる。

### コミッションングの必要性

コミッションングはもともと英国で生まれた性能検証過程であるが、最近、米国での導入が進んでいる。コミッションングは日本語で「性能検証」と訳されることもあるが、本来の主旨が明瞭に表せないため、最近ではコミッションング（以後Cxと略す）が技術用

語として定着し出している。当初、Cxは、竣工後、設計の意図通りに完成しているかどうかを第三者が検証することとして始まり、その後色々なフェーズのCxが提案されるに至ったが、最近では大きく2つのフェーズのCxに集約されてきた。

一つは新築建物のCx過程である。これは、建物のオーナーと使用者が求める室内環境、ならびに省エネルギー・省CO<sub>2</sub>性などに関する要求性能をOwner's Project Requirement (OPR)として明文化し、これを実現するために下記を実施する。

- ・企画、設計・施工・引渡しの各フェーズで関係者に対して助言と確認を行う。
- ・独自に設計内容や実システムを検証して意見を述べる。
- ・引渡し時には機能性能試験を実施する。
- ・運用段階で要求性能が達成されるように運転マニュアルを整備する。
- ・管理オペレータの教育訓練を実施する。

Cxにおいては、要求性能を明文化することだけではなく、その要求性能をどのように達成したかを記録文書として残し、要求性能実現の過程を関係者全員で共有することが重要視されている。今までの日本の建築施工では、これらは大なり小なり施工者によって実施されてきたのだが、近年、契約では明確にされないこうしたケアが費用削減のあおりでどんどん消滅している。そのため、こういうケアがもともと存在せず、性能確保のためにCxを採用した英国や米国の手法が我が国でも必要になり出したとあっていい。こうした展開は、我が国とよく似た業態構造のドイツでも生じているようであり、世界標準の動きといえる。確かに、性能をOPRという文書で明文化し、性能の検証過程を第三者が文書に残してエビデンス化するというのは、今までとは異なるガラス貼りの現代的プロセスとあっていい。

もう一つは既存建物のCx過程である。既存建物は大概、建物の使われ方が当初の設計と条件とは異なるため、設計条件をそのまま当てはめた環境性能やエネルギー性能の達成は現実的ではない。また、通常、システムの一部が改修されたり制御設定値が変更されたりしていて、竣工時の状態がそのまま維持されている建物は希である。そのため既存建物で運用時の省エネを図るCxには、次のような作業が必要となる。

- ・現時点で求められる要求性能を新たに作る。
- ・それを達成するための調査・提案と調整・改修を行う。
- ・その後、機能性能試験をして引き渡す。

既存建物のストックは膨大であることから、世界的にこのCxの重要さは年々増している。というより、既存建物のCxのほうが新築建物のCxより重要になりつつあるとあってよい。実際、米国では、環境共生建築のレベルを評価し認定するLEED(Leadership in Energy

and Environmental Design) という仕組みがあり、Cx を実施することが条件になっている。また日本に建設される米軍の施設でも Cx が要求され、技術者が遙々米国からやってきて実施している。先に述べた欧州の EPBD のエネルギー性能証明書の発行も Cx の一部とあってよい。最近、我が国では、東京都条例でトップレベル事業所の認定に Cx が評価項目として導入されたが、残念ながらまだ認知度は低い。このように Cx は世界的に徐々に浸透しつつある。

## まとめ

本稿では建築と省エネルギーの現状や評価法の課題、ならびに実性能の達成には今後コミッショニング (Cx) が重要になるであろうことを述べた。我が国も建築の省エネルギー性能を義務化する方向で走り出したが、その達成には Cx が重要な役割を果たすものと信じている。世界では地球環境保護の観点からゼロ・エネルギービルをターゲットとして、IT 技術を使ってビッグデータを省エネルギーに活かすなどの工夫を折り込んだスマートシティー構想などが次世代を担うビジョンとして華々しくもてはやされている。しかし、計画した性能を実際に達成するには Cx という地道なアプローチが不可欠であろう。そのためには Cx の技術だけではなく、それを担う技術者の資質も重要である。すでに米国では全米 Cx 協会が学会とも連携して Cx を実施する資格者作りの動き始め、それを国際的な資格認証として広めようとしている。

筆者は、この10年間ほど、研究として Cx に関与してきたが、昨年からは NPO 法人建築設備コミッショニング協会<sup>3)</sup>の理事長として、Cx を社会に広めるために海外動向を含めた様々な情報提供を行っている。そんな中、我が国は全てにおいてグローバルな動きに対する対応が他国より遅いという危機感を禁じ得ない。世界の動きに遅れをとらず、旧時代の慣習が詰まったガラパゴスにならないように、変革が不可欠であろう。

## 参考文献

- 1) 荻原愛一、建物のエネルギー性能に関する EU の指令—ゼロ・エネルギーを目指して—、外国の立法、国立国会図書館調査及び立法考査局、2010。
- 2) 特別委員会報告、「低炭素社会の実現に向けた既存建築物の環境評価システムの精度向上に関する検討」、空気調和衛生工学会近畿支部、2012。
- 3) 建築設備コミッショニング協会ホームページ、<http://www.bsca.or.jp/>