

環境共生建築の海外における動向

Green Buildings for Sustainable Future

小 玉 祐 一 郎*

Yuichiro Kodama

1. はじめに

人と人との、あるいは人と自然との共生といった具合に、共生と言う言葉が頻繁に用いられるようになった。異なった文化、異なった考えを持つ人々が共に生きること、それが難しい時代になってきたことを反映しているのかもしれない。また、みずから自然の一部でありながら自然を資源として消費しなければ生きられない人間と自然との「あつき」が、地球環境問題とともに顕在化してきたのもこの時代であった。「共生」とは一般に、生態学(エコロジー)の用語とされるが、仏教の用語にもあるらしい。それゆえかどうか、我が国では環境共生建築という言葉が広く受け入れられているような気がする。ちなみにこれを英語で表現するとどうなるか。生物学用語の共生を意味するsymbioticやsynergyという言葉が用いられないわけではなく、たとえばF・L・ライトやB・ガフといったアメリカの有機主義建築様式の流れを汲むグループは1970年代に好んでこのような言葉を使っていた。また、フラードームの開発者として知られ、「宇宙船地球号の操縦術」などの著書もある天才的技術家、B・フラーにもsynergetic architectureという言葉がある。しかし、全体的に見ればこれらは少数派であるに過ぎない。一般的には「環境に配慮した建築」(Environment Conscious-)、「エコロジカルな建築」(Ecological-)、「低環境負荷建築」(Low Environmental Impact-)といった表現が多く用いられてきた。最近では「持続可能な建築」(Sustainable Building)という言葉も頻繁に用いられている。いうまでもないが、これはワールドウオッチ研究所のL・ブラウンが地球温暖化の傾向を具体的に示して警鐘を鳴らした著書「持続可能な社会」(1981年)以来のことである。

もっと親しみやすい用語としては「グリーンビルディング」(Green Building)がある。環境にやさしいという意味のグリーンを冠したこの言葉はきちんと定義された専門用語ではないが、低環境負荷のみならず親自然的な快適さ・健康さやライフスタイルの追求など、さまざまな意味を込めて用いられ、環境共生という日本語の融通無碍のニュアンスにもっともよく対応するように思われる。我が国の「環境共生住宅」では「低環境負荷(ロー・インパクト)」、「親自然性(ハイ・コンタクト)」、「健康・快適性(ハイ・アメニティ)」の3つの標語が掲げられている。環境負荷が小さいことを環境共生住宅のもっとも基本的な条件としながらも、住宅として満足しなければならない健康性・快適性を挙げ、それらの両立の重要性を示したものだ。その両立ために周辺自然環境との親和性が不可欠であるとした点こそ、まさにユニークで画期的なことであった。1960年代の公害問題や1970年代の自然環境保護運



北緯60度の地方中核都市の郊外に建設されたスウェーデンの最初のエコ団地。寒冷地でありながら、大きな集熱窓を持つソーラー住戸が連なる。高い断熱性・気密性と開放的なプランの組み合わせは外部の自然とのインターフェースを重視するデザインコンセプトに基づく。生活ごみ、汚水・下水は敷地内で処理され、給湯・暖房の熱源は周囲の森の間伐材で賄われる。家庭菜園からの収穫もある。住人はごく普通の市民である。

写真1 カールシュタット(スウェーデン)のエコロジー集合住宅団地

* 神戸芸術工科大学芸術工学部環境デザイン学科教授
〒651-2103 兵庫県神戸市西区学園西町8-1-1

動を通じて、さらには1980年代以降の地球温暖化問題を通じて、人々の環境に対する関心は次第に高まっていたが、それを日常生活の拠点である住宅のレベルで捉えることによって、環境問題はより身近なものとなったといえるであろう。また一方で、豊富な物質とエネルギーの供給に依存することによって成立、発展してきたこれまでの住宅づくりを見直す機会となり、改めて「住宅とは何か」、「豊かな居住環境とは何か」と人々に問いかけることにもなった。ともあれ、アメリカやカナダで使われ始めたグリーンビルディングなる言葉は、後述するように、1998年に開催された会議「グリーンビルディングチャレンジ（GBC）98」で世界中に流布した。

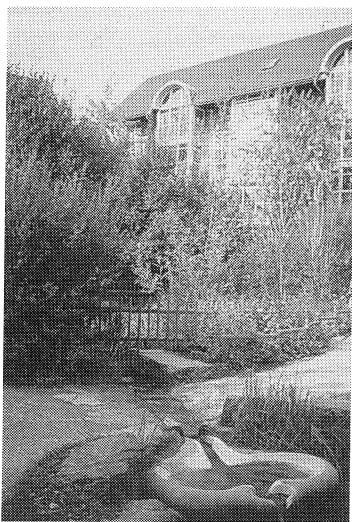
小論では、環境共生建築に関する研究の動向と、実際に設計され、建設された事例を通じて海外の事情に触れてみたい。

2. 環境共生をめぐる建築分野の研究動向

建築に関する国際的な研究・技術の情報ネットワークとしてCIB（国際建築情報会議）がある。そこで、「建築と環境」というテーマのタスク・グループ（TG8）が発足し、建築の環境に及ぼす総合的な影響をはっきりと意識して国際的な交流が始められたのは1992年であった。当時、同様の研究プロジェクト（建設省総合技術開発プロジェクト：省資源／省エネルギー

型国土建設技術の開発（1993～1997）を企画していた筆者も参加し、英国の研究者を議長とし、主としてヨーロッパ諸国から参加した10人に満たない参加メンバーが持ち回りで会合を開き、勉強会を重ねた記憶がある。もとより、建築の省エネルギーや太陽エネルギーを始めとする自然エネルギー利用の研究開発はすでに1970年代の半ばから活発に行なわれてきていたが、エネルギーに加えて物質の循環の問題を視野にいれ、建築の環境負荷発生構造を明らかにして、その成果を実際の建設に反映させることがこのグループの目標であった。1994年5月にはこの新しい分野の情報交流を活性化しようとの意図で、英国で最初の国際会議「建築と環境」が開催された。各国から200人程の参加があり、「建築と環境」にかかわるさまざまなアプローチが発表・議論され、最初の会議として大きな収穫を得た。我が国からも20数名の参加が有り、建築のライフサイクル分析手法、建築の耐用年数、都市気候などに関する基礎的な研究の報告から、実験的プロジェクト（大阪ガス：NEXT21）や都市の再開発提案プロジェクトの報告までバラエティに富んだ発表がなされた。次の第2回会議は1997年にパリで開催され、これも250人程の参加者で盛会であった。

このような会議を通じて明らかになってきたことのひとつは、建築の環境負荷の評価方法の重要性である。この課題を詰めて議論するため、小人数の専門家によるワークショップがトロントで開かれたのは1995年11月である。このときのホストが後にGBC98の議長を務めたR・コール（ブリティッシュコロンビア大学教授）であり、スポンサーとなったのがやはりGBCを主催したカナダ政府の資源局とGBIC（Green Building



戦後の住宅不足に対応して建設された中高層住宅から、接地性の大きい低層のエコ住宅へ人々の関心は大きくシフトしている。太陽熱や風の利用はもとより、ビオトープの形成、雨水利用、地下水の涵養、生活ごみの徹底した分別収集とコンポスト処理、自然素材や自然換気へのこだわりなど、ドイツの人々の環境配慮は徹底している。維持管理への住民の参加も重要なポイント。

写真2 シャフスブリュール（ドイツ）のエコロジー集合住宅団地

Information Council)であった。ブレンストーミング的な議論のテーマは「建築の環境負荷評価指標の背後にあるさまざまな価値観をどのように関連づけるか」であった。換言すれば、「建築の環境インパクトの総合的な評価指標となりうるものはなにか、もし複数の独立な評価指標があるならばそれらの間の調整はどのように可能か」である。議論の成果は、そのような評価プログラムの開発、それも国際的に共通なフレームをもつ評価プログラムの開発の必要性を相互に確認したことであった。当時はすでに地球温暖化防止のためには国際的取り決めが重要であるとの認識がされるようになっていたが、そのことも多に影響したと思われる。このワークショップの後間もなく、カナダ政府資源局を中心にGBCの組織が立ち上げられ、参加呼びかけに応じた14ヶ国のチームが参加する準備会(IFC:国際フレームワーク委員会)が発足し、日本チームも参加した。本会議に至るまでの2年間、環境評価をめぐる問題意識を共有するための熱心な議論がIFCで続けられたのもGBCのユニークな点であった。この間の1997年12月には第3回気候変動枠組条約会議(COP3)が京都で開催され、各国の発生炭酸ガス削減目標が取り決められた。これを受けて日本建築学会は、建築分野から排出される炭酸ガスの3割削減と、建物耐用年数の3倍化を行動目標として掲げたのはまだ記憶に新しい。CIBではその後、TG8を継承

するワーキンググループ「建物の環境アセスメント(W100)」が活動中であるほか、「持続可能な建設施工(TG16)」、「材料・構造技術における環境配慮設計方法論(TG22)」、「都市の持続可能性(TG38)」などの関連研究が実施されている。

このようなCIBの活動と平行して、IEA(国際エネルギー機関)においても、国際共同研究プログラム「エネルギー関連の建築環境負荷」(Annex31)が1995年にスタートする。幹事国はやはりカナダで、この分野でのカナダの熱の入れ方は特筆すべきであろう。GBCがより実践的で、新しい環境評価ツール(GBTTool)の開発に主眼を置いているのに対して、Annex31の目的は、現在の各国の環境評価ツールやエネルギー原単位などのデータベースの比較検討が中心であった。これにも日本チーム(代表者:岡建雄・宇都宮大学教授)が参加している。IEAは1998年8月に「持続可能な建築」をテーマとしてワークショップを開催し、実務家を主な対象として関連技術開発のシーズ発掘と技術の普及のための方策を議論している。また、IEAの上部機関であるOECD(経済協力開発機構)においても、低環境負荷建築を普及させるための政策研究に焦点を当てたプログラムが進行中である。1999年11月にやはり「持続可能な建築」のテーマでシンポジウムを開催し、注目を集めた。これは我が国の建設省支援プログラムでもある。



スウェーデンの10番目のエコ団地としてストックホルムの都心につくられた。都心への若年人口を呼び戻す意図もある。自然地形を温存するための工法、バイオガスを使った地域熱供給、住民参加を組み込んだ建設プロセスなどに独自の工夫がみられる。都心にありながら、都市下水インフラに依存しない個別分散型処理システムも特記に値する。長期的な維持管理コスト計算に基づく綿密な検討の結果の選択だという。

写真3 ビヨルクハーフェン(スウェーデン)のエコロジー集合住宅団地

3. GBCにおける研究開発

環境負荷を減らすための省エネルギーや物質資源のリユース、リサイクル、未利用資源の利用などそれぞれの分野での要素技術の研究や開発にはめざましいものがあるが、GBC「グリーンビルディングチャレンジ」の研究には、そのようなアプローチとは異なる画期的な特徴をもっている。建物の環境性能を明確に設定し、建築の総合的な性能のなかに組み込む方法論の開発を目的とするGBCの特徴のいくつかについて以下に述べてみることにしたい。

その第1は、建物の総合的な環境性能を評価しようとする意図である。評価の枠組みを構成している項目は、1) 資源消費、2) 環境負荷、3) 室内環境、4) 耐用性、5) 維持・管理、6) 周辺環境との適合性の6つである(表1)。仮に、相互の関連性が完璧に説明されるとすれば、環境性能の指標は容易にひとつに統合することができるはずだが、現実はそのようではない。したがって、総合的な環境指標を確立するのは頗る困難であり、そうしようとすれば大胆な仮定が必要になる。ここでは、総合的な評価の枠組みとするために、定量的な項目も定性的な項目も一括して扱う方法の確立が、敢えて試みられている。相互の項目の関連性はいずれ精緻に分析できるものとして、まずは全体の枠組みを設定しようとするのである。そのことによって、ある性能項目に関しては優れているものの他の項目については劣っている建物の総合的な評価とバランスの悪さがチェックできることになる。

6つの項目それぞれについて、項目を構成する多くの要因が階層化され、下位の要因から順次評価を重ねることによって、その項目の評価得点(基準レベルを0点とし、プラス5点を最高点、マイナス2点を最低

表1 グリーンビルディングの評価項目(GBC98)

1	資源消費	エネルギー消費, 土地利用, 水資源消費, 資材消費
2	環境汚染	大気への排出, 固体廃棄物, 液体廃棄物, その他の廃棄物
3	室内環境	空気環境, 温度環境, 視環境, 音環境, システム環境
4	長期耐用性	環境変化への適応, 維持保全
5	維持管理	設計・建設段階, 運用段階
6	近隣環境適合	立地・交通条件への適合, 近隣への環境負荷低減

点とする8段階の評価点にわかれる)が求められる(表2)。定量的に求められない要因については、その地域の一般的な建物をベースにして相対的な評価を行う。さらに、別途、割り振っておいた6つの項目の重み係数を用いてそれぞれの項目の評価に重みづけをし、その和を最終的な総合評価とする仕組みである。もっとも、重みづけは、地域の状況を反映せざるを得ない場合が多いので、世界共通というわけにはいかない。というわけで、今回のこの重み係数の設定はそれぞれの国のチームに任されている。このあたりは、今後に残された課題であるが、共通の評価枠組みが設定されたことは大きな成果である。

このような大きな枠組みを設定したうえで、評価計算を行うツールを開発したのが、特徴の第2である。ライフサイクルエネルギー(LCE)やライフサイクル炭酸ガス(LCCO₂)の計算など、先行して解析の進んでいる評価項目には、随時定量的なシミュレーションプログラムが組み込み可能であり、将来的には漸次、定量的モデルとしてツールが整備される方針だ。このあたりは、BREEAMやBEPACといった第1世代の環境評価モデルと一線を画する第2世代モデルの誕生と呼ばれるゆえんである。このようなツールによって実際の設計へフィードバックが可能になることも期待

表2 評価点の区分基準の例(建設時の廃棄物の項目)(GBC日本チーム 半沢久(竹中工務店)氏)

評点	パフォーマンス水準(共通)	パフォーマンス水準(日本)
-2	現場での建設および解体廃棄物の分別処理計画が無い。	混合廃棄物量が100(kg/延m ²)以上
-1	分別される明白な計画が作成された施工現場での建設および解体時の廃棄物は、15%以上である。	-
0	上記は25%以上である。	60(kg/延m ²)程度
1	上記は45%以上である。	-
2	上記は60%以上である。	30(kg/延m ²)程度
3	上記は75%以上である。	-
4	上記は90%以上である。	15(kg/延m ²)程度
5	建設および解体工事の現場から発生する全ての廃棄物の分別に関する明確な計画がある。	10(kg/延m ²)以下, かつ同左。

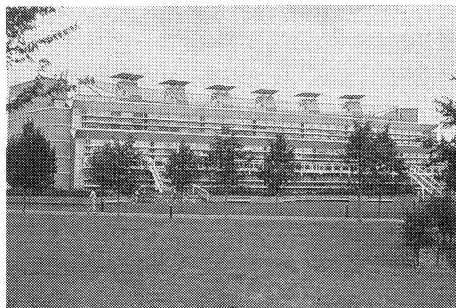
される。

GBCの第3の特徴は、IFCの作業を通じて調整し、開発したツールを、実際の建物に適用して評価のケーススタディを行い、その結果を発表したことである。各国チームが独自に選んだ建物の評価結果を見るとさまざまな発見がある。相対的ではあるがそれぞれの建物の低環境負荷の特徴が示されたこと、あるいは示されなかったこと、ツールの特性をあらかじめ周知しているゆえに、建物性能の安易な国際比較の意味がないこと、他の国がどのような価値に対して重みづけを与えたかがわかること、などなど、ツールの利点や限界が示されたことである。叩き台ともいえるツールの共有によって、共通の議論の場が設定されたことが最も大きな成果といえるであろう。

GBCの次回の会議は2000年10月に「持続可能な建築2000」という名称でオランダ・マーストリヒトで開催される予定である。地球環境問題はさらに切迫しているが、それゆえ、1998年に残された課題がどのように進展しているか、具体化されているか期待されるころは大きい。

4. 環境共生建築の実践と課題

表1に示したように、環境負荷を低減させるための技術は多岐にわたる。すべての「ものづくり」の作業がそうであるように、建築もまた、それらの技術を与



パッシブソーラー暖房、昼光利用照明、通風、夜間換気冷房（ナイトバージ）などの自然エネルギー利用技術を全面的に取り入れたオフィスビル。ケンブリッジの地元の設計グループが綿密に地域の気候特性を分析し、シミュレーションを繰り返して実現した。開放的な大部屋のオフィス空間がある南側のファサードには、冬と夏の日射熱のコントロールと自然採光のための工夫が凝縮している。

写真4 ケンブリッジ（イギリス）の研究管理施設

えられた制約条件のなかで取りまとめることが要求される。しかし、その作業は効率の良い要素技術を数多く取り込めばよいというものではない。建築は外部の環境から人間の生活にふさわしい環境を区分し、確保する「シェルター」に例えられることがあるが、どのような生活空間の質を求めるかによって、あるいはどのようなライフスタイルをイメージするかによって、シェルターの性能も導入される技術もまったく異なったものになる。この点についてはかつて本誌でも論考



オフィス空間は建物の外周部分にあり、中央部分は上から下まで中空になっている。この吹き抜け部分は、防火区画のため12階ごとにガラスの床で仕切られているが、ここに面して4階分の高さのテラスが60度ずつずれながら、らせん状につながる。それゆえ光は常にアトリウムに差し込み、溢れる。ナイトバージによる自然冷房や窓を開けての通風など、超高層でありながら、さまざまなパッシブな工夫が組み込まれている。

写真5 フランクフルト（ドイツ）の超高層オフィス

を加え（「建築物の省資源・省エネルギー」vol.19, No.4 1998および「パッシブソーラーハウス」vol.3, No.1 1982），また，他でも述べているので繰り返さないが，ひとくちに環境に配慮した建築といっても，外部環境からの遮断をもっぱらとする「閉鎖系」のものから，外部環境とのインターフェースを重視する「開放系」のものまで，また，市民参加型の「草の根建築」から先端的技術を駆使した著名な建築家の「ハイテク・エコ建築」まで，数多くのバラエティに富んだ事例がある。

建築設計者の国際的協会であるUIA（国際建築家連合）は1993年の世界大会（シカゴ）で持続可能な建築をめざすことを宣言し，その以後毎年，グローバルでかつローカルな建築をテーマにして「AOF：未来の建築」というワークショップを開催している。建築家の活動のなかで注目すべきひとつとなったのは，1996年の3月にベルリンで開かれた第4回EC建築会議である。この会議に先駆けて，ECがバックアップするプロジェクト，READ：Renewable Energies in Architecture and Design（建築とデザインにおける再生エネルギー）が実施され，R・ロジャース，N・フォスター，R・ピアノといった建築家が名を連ねていた。ベルリンの会議はその総決算でもあったのだが，とかく専門的末端技術として扱われがちな環境関連技術が，これからの建築デザインや都市づくりの基本であると認識され，エボックメーカーキングなできごとであった。環境へのまなざしが新しい建築や都市の創造につながるのと主張は，「環境への配慮」と「デザイン」とは脈絡のない別の文脈と考えている多くの建築家の偏見をぶちこわすメッセージでもあったからだ。READの成果は「建築と都市計画における太陽エネルギーのためのヨーロッパ憲章」としてまとめられ，「未来の居住環境は自然と交感し（responsive），無尽蔵の太陽エネルギーを基本とするものでなければな

らない」という文章で始まる。そこで謳われているのはデザインとエンジニアリングの統合である。ハイテクが生み出した新しい技術，材料や構法を最大限に活用し，環境負荷の低減に貢献するかと言う視点が明確だ。自然の光や風を利用するための多様なデザインの新しい切り口が示されているといえるだろう。このようなアプローチがエコロジカルな試みとの評価される一方で，技術至上主義，ハイテク過信ではないかと批判されることもある。新しい技術へのこだわりが，草の根建築グループやディープエコロジストにそのような感じさせるのだ。多様な環境共生建築の一面を示していよう。

READのキーパーソンのひとり，T・ヘルツォークは次のように述べる。「建物の基本的性能であるシェルターの機能と快適性を再確認し，…エコロジカルな意味で持続可能であるようにエネルギーの使用を考えることがこの時代の建築家の社会的役割とされるようになった。そして環境が持つエネルギーを新たに解釈し直し，環境エネルギーの活用を図ることが野心的な新しい建築コンセプトを創造しうることが明らかになってきた。」とはいえ，先端的なデザインの提案のすべてが必ずしも低環境負荷であると検証されているわけではない。また，環境負荷を低減する個々の要素技術の集合が全体として低環境負荷であるとの保証もない。さまざまな要素技術の開発，洗練はもとより必要だが，同時にその技術メニューのなかから，目標とする都市や建築のシナリオに従って選択し，計画の段階で評価しながら統合する方法論の開発も今後の課題とされるだろう。そこでは，未来のシナリオを構想する力が第1に要請されている。新しい都市や建築のモデルが求められているのだ。蛇足ながら，そのようなシナリオはそれぞれの地域の環境特性を十分に反映したものであるにちがいない。