

環境共生建築の現状と展望

Symbiotic Building for Sustainable Construction in Japan

松本 衛*

Mamoru Matsumoto

1. はじめに

我国の住環境は、近年整備されつつあるとはいえ、なお発展途上国並とも言われる。持続可能で、豊かな住環境、住宅とは何か。どのように整備、建設すべきか。一方、建築分野で発生している地球環境への負荷は、可成り大きく、その責任は重い。以上の問題意識で、登場したのが、環境共生建築である。その基本的な考え方は、長期間議論され、可成り整備されたと言えるが、具体的な技術体系とは、まだ未完であり、地球環境への責任を果たしていくためには、建築設計者、施工者はもとより、建築主、ユーザーを含めた共同作業で、発展させるべきものと位置づけられている。その現状について、展望する。

2. 背景

第2次大戦後、建築の分野では、貧弱な住宅や居住環境を整備すべく、先進国に追いつけ、追い越せと官民挙げて取り組んできた。その発展のプロセスは、他の分野と同様、まさに高度成長そのものであった。その結果、驚くべき発展を遂げたが、住環境として見ると、なお充分と言えるものではない。加えて、いわゆる都市問題等、困難な問題が生じてきている。一方、豊富なエネルギー、資源の供給を前提としたこの発展、それは都市化と表裏一体をなすが、都市温暖化、都市砂漠等と言われるように、各種の環境問題が生じ始めた。石油ショック後の省エネ運動や、過密住宅地等の問題から人々の「みどり」の渴望が生じ始めたが、「地球環境問題」として問題がとらえられていた訳ではなく、局所、地域整備の視点からであった。

1987年のBrundtlandレポート、将来につけを廻さない開発、成長—持続可能性社会の提言以降、地球環

境問題がサミットの議題として毎年取り上げられるようになり、建築界に於いても、重要な課題、そして責任と考えられるようになり、どのような建物をどのように造るべきかについて、1990年頃より、例えば、建築学会での地球環境特別委員会の設置等の活動がなされるようになった。但し当初に於いては、建築分野が環境負荷源として3割以上の大きなウェートを占めているという認識や、産業廃棄物として建築廃材の占めるウェートの大きさを明確に認識していた訳ではない。

この様な、状況下で「環境共生建築」の用語が用いられはじめ、徐々に指標が示されるようになった。豊かな生活、住環境を整備しつつ、将来につけを廻さない、持続可能な建築活動とは、それを満足する住環境はどうあるべきか、がテーマである。「環境共生建築」には、環境と共生した豊かな住環境を“みんな”で“工夫して”、創って行きましようとの意味が込められている。換言すれば、望ましい建築物を創るには、関係する全ての人々（建築主、設計者、建設技術者そして管理技術者等）の相互理解と共同作業が必要であるからである。また、この様な状況の中で、「豊かな住環境とは何か」を人々に問かける事にもなっている。

3. 建築分野のしめる環境負荷

日本の家庭用エネルギー消費量は、先進欧米諸国と比べて1/2~2/3程度とその値はかなり小さいが、一方その消費量は、年率4%程度と他の国、日本の他の分野に比べて、運輸部門とともに飛び抜けて高く、消費量を抑制するためになすべき役割は非常に大きい事が示されている¹⁾。その内訳は、暖冷房、給湯、照明であり、大略同程度で、約1/3ずつとされている。

これは以下のような事情による。1955年頃以前は、日本の住宅では、給湯はもとより、暖房すら全く行わ

* 大阪産業大学工学部環境デザイン学科教授
(神戸大学名誉教授)

〒574-8530 大阪府大東市中垣内3-1-1

れていなかった。先進欧米諸国に比べ比較的温暖な地域であるとはいえ、冬期の居住環境は劣悪で在ったことは、冬期死亡率の突出がこのことを如実に物語っている。以降健康、快適な居住熱環境等を目指して、急速に質を上げてきた。さらに冷房の普及、給湯生活化が行われてきた。加えて、住宅面積の拡大と個室化に伴って、1人当たりの専有面積が増大し続けており、上述の高い増加トレンドは、この背景に基づいている。しかし、室内環境の現状は、欧米先進諸国に比して現在でもなお十分とは言えず、現状のままでは、今後も増加傾向を維持すると考えなければならない。強力な省エネルギー、省資源の導入の必要な所以である。

一方、我が国の二酸化炭素排出量に占める建築分野全体（建築資材材の生産、運輸、運用、廃棄）の比率は、図1に示す様に、全排出量の約3割を占めており、非常に大きい。その内、照明、給湯、冷暖房等の運用エネルギーの比率は大きく約2/3と大きな比率を占めており、もっとも注力すべき部分であるが、残り約1/3は、建設、補修、解体に伴うものであり、可成りのウェートを占めている。従来あまり注目されなかったこの分野に対する対策が、非常に重要であることを示している。

運用エネルギーの増加傾向を考慮するとき、京都会議COP3で示された、地球温暖化ガス（二酸化炭素）排出抑制を実行するためには、建築分野のなすべき責任は非常に大きいと言える。住環境の快適性を確保しつつ、この要請をどのように満足するかが、課された課題である。

運用エネルギーの省エネルギーに関しては、70年代後半のいわゆる石油ショック以来、大規模業務用建築物に対する省エネ法の制定や基準（住宅に係るエネルギーの使用の合理化に関する建築主の判断基準）等の

施策があり、これによって新築建築物の省エネ化、運用エネルギー抑制、は可成り強力に推進され、建物の断熱の普及、設備機器の高効率化、さらには太陽熱を始め、自然エネルギーや未利用エネルギーの利用等いわゆる建物の各種省エネの要素技術は、格段の進歩を遂げ、成果を得てきているが、上述の「地球環境問題」の観点からは、なお強力な努力、施策が必要となってきた。

一方、建設、廃棄等の観点からの温暖化ガス排出の抑制に関する検討は、地球環境問題発生以降であり、関連する分野や評価の難しさ等があり、その研究、対応は、緒についたばかりの状況と言えよう。これに適切に対応するためには、運用部分も含め、ライフサイクル的視点での評価が必須であり、その算定法が提案され、評価に用いられる様になった。

4. 環境共生建築とは

「豊かな住環境を、住宅を創出したい」同時に「地球環境を損なわない」建築とは何か、どのように建設すべきかと言う問題意識のもとに、「環境共生建築」の活動が開始され、現在、建設省を中心にその普及、促進が計られている。

「環境共生」と言う言葉、「環境」+「共生」は造語である。「環境」、「共生」共、その立場によって解釈はかなり異なるが、建築分野では、現在、各種局面で、頻りに利用される様になった。上述の背景のもとで、地球環境問題に対応し、持続可能な建設活動とは、と言う議論の中で、創出された。環境共生建築についての明確な定義はないが、「環境共生住宅」については、初期には、「健康性・快適性・安全性に優れた高い水準の居住環境を確保しつつ、水環境や廃棄物のリサイクル、エネルギーの高効率の利用、地域特性に即した構工法等、環境負荷を著しく低減するための創意工夫を施した住宅」（建設白書1999年）であったが、その後各種の検討がなされ、1997年の京都で開催されたCOP3の会議以降に制定された、「環境共生住宅」認定制度（1999年）では、「地球環境を保全するという観点から、エネルギー・資源・廃棄物等の面で十分な配慮がなされ、また、周辺の自然環境と親密に美しく調和し、住み手が主体的に係わりながら、健康で快適に生活出来るように工夫された住宅及びその周辺地域」と地球環境問題を明示したものへと発展した。

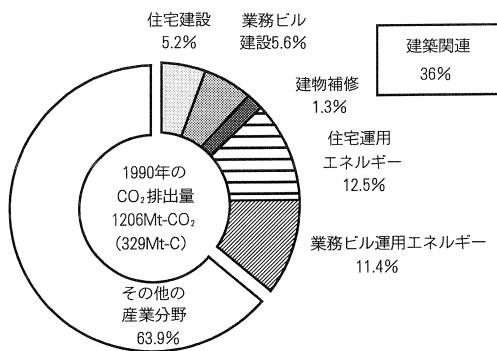


図1 我が国のCO₂排出に占める建築関連の割合²⁾

5. 環境共生住宅とグリーン庁舎建築

5.1 「環境共生住宅」

以上のような背景のもとに、1990年頃から、国民が求める質の高い住宅水準を維持しつつ、地球規模での環境問題への対応を推進するために、省エネルギー、省資源に卓越するとともに、環境負荷の著しく小さい住宅を開発、普及することを目的に、建設省のイニシアティブで調査研究が始まり、1992年「環境共生住宅事業」「市街地モデル事業」に対する割り増し融資制度が、1999年に環境共生住宅認定制度がスタートした。その特長は、地球環境の持続可能性の観点から、Ecological principleを基本原則とすることを明記したこと、資源、エネルギーに関して、その消費量等について、ライフサイクル評価（LCCO₂など）を導入したことである。この考え方は、1994年に発表され、出発点として国際的に同意された、sustainable constructionに関する「Kibertの定義」³⁾すなわち「効果的な資源利用とecological principleに基づく安全、健康な建築環境の創造と維持管理」に沿う考え方となっている。

「環境共生住宅」では、充足すべき基本要件として次の3つを掲げている。すなわち、「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」である。

ローインパクトに関しては、「環境共生住宅」の満たすべき必須条件として、新省エネ基準の満足と高耐久化（住宅金融公庫基準）を挙げ、さらに高度の提案項目を要請している。具体的には、建築物からのCO₂発生の2/3を占める運用エネルギー、冷暖房、給湯、照明の省エネルギー、省資源の徹底、地域の気象特性を充分配慮した設計、自然エネルギーの積極利用（パッシブ、アクティブ）特に太陽熱、太陽光、高効率機器の使用等を求め、建設、補修、廃棄部分についても同様に環境負荷の低減を掲げ、総合的な評価尺度として、CO₂についてのライフサイクル（LCCO₂）評価を求めている。後者については、建物の耐久性向上（物理的及び社会的）と共に、木材の再評価、輸送距離の少ない資材の利用等についてもコメントしている。さらに廃棄物の低減方策、再利用、水資源の有効利用、排水の極小化等についての提案を求めている。

ハイコンタクト性については、「環境共生住宅」の充分条件と位置づけ、周辺の自然環境や地域社会との親和性を掲げ、立地環境への充分の配慮（雨水の有効

利用や地下浸透、緑被率15%以上）を掲げ、さらに考慮すべき事項として、地域の生態環境との親和、地域の水環境への配慮（水文系の保全）、地域緑化の推進、配慮を、さらに町並み景観等社会的環境への配慮も加えている。この部分では、さらに豊かな自然環境の享受を強調し、人工的な環境と比べて、恒常的に快適とは言えないが、より高度な快適性として、複雑に変化する良好な自然環境の快適さの享受を掲げ、機械的な快適化とは違ったライフスタイルの創出を期待している。日本の気候は、気候条件が温暖で、熱的に快適な春、秋のいわゆる中間期が比較的長期であり、この特長を積極的に活用し得る住宅を造ろうということになっている。平均的には、快適ではあっても、可成り気温の変動するこの時期、適切な熱容量と自然エネルギーの利用や適当な通風換気等によって、可成りの程度実現できるが、この期間中暖冷房機を運転する事なく、想定通りにそれが行われるためには、建物の特長を生かせる賢い住い手、それに対応したライフスタイルの実現が必要であり、設計者の十分な説明と住まい手教育が必要と考えられている。

「健康快適性」に関しては、揮発性有害ガス（VOC）発生が少ない建材を用い、適切（必要最小限）な換気を保証して、カビ、ダニ等が発生しない、室内空気環境が清浄、適切に維持される様に創られたいわゆる健康住宅（健康住宅ガイドライン）であること、住宅がバリアフリーの最低基準を満足することを要件（必須条件）とし、さらにより高度の清浄室内環境（通風、換気やより安全な建材使用や施工法）や十分な遮音、バリアフリーの高度化の提案等を期待している。

以上3課題について、それぞれ最低限の必要条件を満たすとともに、さらに高度の提案を持ったものを「環境共生住宅」として認定すると規定し、既に24種（プレファブ等システム供給型23種、個別住宅1種）の住宅が認定されている。

重点の置き方にバラエティはあるが、主な手法は、ローインパクトについては、高断熱、高气密、計画換気（含む熱回収）、通風配慮（ナイトパーズを含む）、太陽電池設置、太陽熱利用等、さらに中水道や雨水利用等や耐久性のある建材（百年住宅対応）やリサイクル材の使用等であり、ハイコンタクトについては、雨水浸透、各種緑化（屋上緑化、生け垣など）、健康・快適性については、VOC発生が少ない建材、接着剤使用やバリアフリー設計等である。画期的な手法や

構法は見られず、各種要素技術の利用にとどまっている様に思われる。特にローインパクトについて、より詳細な分析とシステムの検討が必要と思われる。

5.2 グリーン庁舎計画指針

事務所建築物について、「環境共生住宅」に対応するものとして、行政の建築物を対象に、グリーン庁舎計画指針がある。1996年から建設省内に検討委員会が設立され、1998年3月にグリーン庁舎計画指針が制定された。指針は、次の原則に基づくものとしている。

(1) 新築建物について、計画時にLCCO₂評価法で環境負荷低減対策の評価を行う。(2) 既存庁舎の改善に対してもLCCO₂評価法は有効である。

「グリーン化へのアプローチ」としては、次の項目が掲げられた。すなわち「環境周辺への配慮」「運用段階の省資源、省エネルギー」「長寿命化」「エコマテリアルの採用」「建物の適正使用、適正処理」である。運用エネルギーのエネルギー有効利用を必須条件(PAL, CEC評価)とし、さらに建設、運用廃棄についてに係わるLCCO₂評価を徹底し、建設廃棄に関しては、従来比30%削減を目標としている。これらに加え、開発、検討のテーマとして、省資源、省エネルギーについて生産、管理技術の開発、リサイクル推進に加え、リノベーションを含む建物の維持管理の合理化や負荷軽減策、地域の気候、風土、景観に配慮した建物の建設と地域の建物資源として地域住民の利用を含む庁舎の高度有効利用法の開発等を行うことを挙げている。

6. 建築における省資源、省エネルギー

6.1 運用エネルギー

建築分野におけるエネルギー使用量の2/3は、運用エネルギーが占めており、環境への負荷を少なくするためには、この分野での節減の努力が最重要であることは明らかである。住宅に関して言えば、近年の新築住宅は可成りレベルがあがっているとはいえ、我が国の住宅の室内温熱環境の状態は、現在でもなお十分なレベルに達しているとは言えない。この様な状況の中で、負荷を少なくするための方策、システム設計がなされなければならない。1970年代後半の石油ショック以来、建築分野の省エネルギー技術は、格段の進歩があり、要素技術、システム設計とも多くの蓄積がなされてきた。断熱等の熱損失削減、自然エネルギーの有効利用、高効率機器、システムの利用等である。「環境共生住宅」に於いても、認定に当たっては、断熱基準のクリアーなどによってその性能を保証するこ

とになっている。大規模事務所建築に於いても、建物外皮の熱損失係数PALの上限設定や冷暖房設備のシステム効率CECの規定等によって、その質を維持するように定めている。これらの満足すべき省エネルギー基準は、「地球環境問題」が課題となって以来、一段と強化されているが、必須条件として要請されているレベルは、現在でもそれほど高いものではない。

一方、断熱化、遮断、閉鎖化の考え方に対して、これを室内の人工空間化ととらえ、周辺環境との親和、自然環境の「快適さ」の享受の考え方(ハイタッチ)が、一方で唱えられている。日本の春、秋のいわゆる(季候のよい)中間期は、具体的な対象と考えられる。この期間は、先進欧米諸国に比べて可成り長期であり、外気環境の有効利用—環境との親和の可能性は高い。また冬期の日射のパッシブ利用も、上記の視点からも有効である。しかし、一般の建築設計者や居住者に対する、自然環境の積極利用の価値についての啓蒙の意味はあるにせよ、また夏期冷房しないとする場合の解とは相違があるものの、この2つの考え方を対立概念として考えることが妥当であろうか。むしろ環境との親和性と言う響きのよい言葉に惑わされて、必要な遮断に対して安易な妥協を生む危険性がある。住宅では、現在でも冬期の暖房によるエネルギー消費が支配的であることを考えると、環境負荷を減らすためには、なお強力な断熱化、遮断化が必要であり、冷房に対しても有効である。住宅は、住み手の住まい方によって可成りバラエティのある使われ方がある。これに対して、設計者は、エネルギー使用に対して充分な対策、システム設計をしておかなければならない、断熱等、遮断性能の確保は必須と考えられる。特に、開放化を保証する、同時に熱的弱点でもある、窓等の開口部への十分な配慮が必要であり、今後の飛躍的な断熱性向上が期待されるところでもある。

日射利用をしなくても、実行可能な程度の断熱で、冬期暖房の不要な住宅を創ることは、十分可能である。室内には、人体からの発熱、照明等の室内発熱があるからである。さらに日射を利用するとすれば、容易である。但し現状では、窓等の開口部分の断熱の弱点の克服が必要である。また、換気量のコントロールと換気からの熱回収が必要となる。この様な住宅の場合、日射の適切なコントロール、特に夏期での完璧な遮断が必要となるが、これを行えば、夏期の冷房負荷も室内発熱のみとなり、画期的に減少する。

近年、各種住宅メーカーから高气密、高断熱住宅と

呼ばれる住宅が発売されるようになり、成果を得ている。一方、この種の住宅では、換気量が少ないために、建材等から発生するホルムアルデヒドなどの揮発性有害ガスの居住者の健康への影響が問題となる。材料、構法を含めて、有害ガスの発生が少ない、建材、構法の開発と使用が、ますます重要になってきている。

事務所建築等の業務用建築物全体の環境負荷は、住宅に起因するものとはほぼ同程度であり、総延べ面積から考えて、この分野については、より強力なエネルギー有効利用が必要と言える。省エネ方策については、大規模な建物では、環境負荷削減を目指して、廃熱回収、自然、未利用エネルギーの利用、夜間等での外気導入や気候条件のよい中間期の通風の利用、エネルギー管理の高度化、高効率機器の利用等、各種のエネルギーの有効利用手法が積極的に導入され、シミュレーションによる検証、総合評価が行われるようになり、エネルギー有効利用に関しては、格段の進歩を遂げ、設計技術としては、可成りのレベルに達している。一方、パソコンやコピー機に代表される大量の事務機器の導入や、室内環境の高度化等のために、エネルギー使用量は増大し、またこのため、熱負荷は冷房主導型になるなどの傾向を示している。建物からの環境負荷を適切なレベルに抑制し、持続可能性を満足するためには、業務形態の見直し等の抜本策が必要になってくるのではないだろうか。

6.2 生産、建設、廃棄に伴う環境負荷とその評価

これまで建築分野では、環境負荷抑制の対象として、主として冷暖房、給湯等の運用エネルギーを対象に省エネルギー等を考え、対応してきた。しかし、図1に示されるように、環境負荷としてLCCO₂やLCエネルギーで評価すると、生産、廃棄に伴う環境負荷は、全負荷の1/3と大きなウェイトを占めている事が明らかとなった。これだけでも、我国の総負荷の約10%にも達しており、緊急に対応すべき重要な課題として取り扱われるようになった。さらに産業廃棄物としての大量に廃棄されている建築廃材の削減、リサイクル処理もより緊急の問題として生じている。

建設に伴う低負荷化は、耐久性向上と言われるほど、この分野での長寿命化の価値は大きい。ライフサイクルの算定を行えば、維持、補修に係わる負荷の増大はあっても、総合的には長寿命化の効果は明白である。LCCO₂を算定することにより、用いる建材の最適寿命が算定できる。「環境共生建築」では、高耐久化が必須条件（百年住宅、寿命の倍増）となっている。さ

らに建材のリユース、リサイクルも負荷削減に相当の効果が見込まれるとともに、廃材等の廃棄物削減にも有効な手段となる。さらに評価を行うことにより、使用する材料について、適切な選択と評価が得られる。この評価を行えば、木材等いわゆるエコマテリアルの有効性が明らかである。

一方、当然の事ながら、建物のライフサイクルコストは、現状ではLCCO₂と比例せず、一般には高コストとなってしまう。建設地域のエコ材料の使用、廃材の適切な再利用等、経済合理主義を満足する場合もあろうが一般には困難が伴う。建設廃棄物処理の有料化等、環境負荷の経済内部化が一部で行われているが、なお十分とは言えない。単なる努力目標ではなく、この方向の建設が普及していくためには、低負荷の建物を作ることに高い社会的評価を与えると共に、環境負荷コストの更なる経済内部化の施策、あるいは法制度の整備が必要と考えられる。

長寿命化に関しては、ライフスタイル等の変化に伴う社会的寿命の長期化のために、建物の物理的寿命に対応できるよう、社会的変化に柔軟に対応できる内部の空間構成やインフィルの変化対応策—フレキシビリティを計画、設計の段階で講じておく必要がある。

7. 環境親和

「環境共生建築」の満足すべき条件として、環境親和すなわち周辺の自然環境や地域の社会環境との調和が歌われており、生態系や水文系等の保全や配慮が列記され、キーワードとして周辺緑化が挙げられている。人類は森の人と言われ、みどりの草木に安らぎを感じる。そのような意味では、緑化の価値は広く認められ、みどりの多さは環境の質の高さとして評価されているし、整備されたみどりは快適である。また樹木の炭酸ガス同化作用による二酸化炭素の固定と酸素の供給は、地球環境の成立、存立条件であるために、無条件で評価が高い。開発、建設に伴うみどりの減少の最小化、生態系の可能な限りの保全の必要性和価値は自明的であり、最大限考慮すべき事項として位置づけられている。

一方、現在の人類の活動は、ローインパクトに格段の努力を行ったとしても、圧倒的な資源、エネルギー消費者であり、またその数も多い。都市はそれを端的に示している。高密度居住、都市化は、現在の文明では避けることの出来ない、そして実行可能な人類の唯一の選択肢であろう。

人類の都市化、土地開発に伴う負荷、悪影響を代償するもの、ミーティゲーションとは何か。緑地の確保、さらにはビオトープ等の対策がなされるが、これらは局所的代償対策であり、生態系全体への影響の回避あるいは最小化になっているとは言えない⁴⁾事に配慮しておかなければならない。局所的な影響の低減に目を奪われることなく、開発そのものについて大局的な考察、配慮が必要である。例えば、生態学的に十分な広がりを持つ森林、緑地の確保とそれに対応した、適切な規模の高密度居住、人工化された緑地があまりあるいは殆どない、住宅群、都市等が1つの選択肢として考えておくべきであろう。

一方、地域環境について考えたとき、周辺緑化の効果は、それを設けない場合に比べて人工物の影響を緩和する。樹木からの潜熱移動による大気への伝熱促進と緑陰効果による熱放射の低減によって、夏期の戸外空間は、それのない裸地、人工被覆面に比べて、空気温は明らかに低くなる。一方、樹木の日射吸収率は、非常に大きく、射入する日射エネルギーの大部分は樹木周辺の空気のエンタルピーの増加に用いられる。すなわち空気中に与えられる全熱量は小さいとは言えない。例えば建物の屋根面等に日射の反射率の大きな材料を用いれば、その周辺での日射による高温化は、緑地より少なくできる可能性がある。建物内への影響についても、反射率の大きな表面と十分の壁体断熱によって、緑地よりその影響を減少できる。断熱効果についても同様である。緑化を常に正解とするのではなく、全体としての分析と評価が必要であろう。特に、住宅地内の人工化された緑化では、そのメンテナンスにエネルギー、資源が必要であり、また廃棄物の増加となる可能性もあるからでもある。

8. 室内環境の安全・快適性の維持

冒頭でも述べたように、日本の住宅環境は格段の進歩を遂げたとはいえ、全体レベルで言えば、なお十分とは言えない状況にある。さらに住宅の高気密化に伴って、仕上げ材等からの揮発性有害ガスの発生による、

室内空気の汚染が危惧されるようになってきている。環境負荷を必要なレベルに抑制すると共に、安易に環境の質を低下させることなく、健康的で快適な室内環境を実現して行くための十分の配慮が必要である。

9. おわりに

建設から運用、廃棄に至るまで、建築行為の排出する環境負荷は全エネルギーの3割以上を占め、持続可能な社会を構成していくためには、相当の努力が必要となることが明らかとなり、それに対応する方策として「環境共生建築」が提案され、昨年より制度としてスタートした。しかし建築分野特に運用時に於いて、環境負荷発生が、現在なお増加傾向を示していることを考慮すれば、COP3の宣言を充足するためには、格段の削減努力が必要である。「環境共生建築」の目標とする方向性は的確ではあるが、具体的な対応策に関しては、なお未熟成の段階と言える。室内の健康・快適性のレベルを安易に切り下げて対応するのではなく、適切な快適性を維持しつつ、周辺環境との親和性や環境保全に努めながら、この要請を実現して行くためには、単に評価された要素技術の寄せ集めではなく、目標と現象を的確に把握した上で、定量的に勘定、評価して行く、高度の工学的方法が、必須であるといえよう。知恵を出し合って更なる発展を期待したい。そしてsustainable constructionとは、との問をもう一度確認したい。

参考文献

- 1) 松尾直樹 日本の民生および運輸用エネルギー消費対策 エネルギー・資源Vol.19 No.4 317-321 (1998-7)
- 2) 日本建築学会地球環境委員会LCA指針策定小委員会 建物のLCA指針案 (1998-11)
- 3) Kibert, C the creation and responsible maintenance of health built environment based on resource efficient and ecological principle Proc. First Int. Conference on sustainable construction Tampa, (1999-11)
- 4) 宮城俊作 エコロジーとランドスケーププランニング 建築雑誌 114 1439 54-55 (1999-3)