

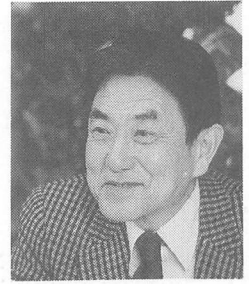
■ 論 説 ■

建築のライフサイクルアセスメント

Life Cycle Assessment for Buildings

石 福 昭*

Akira Ishifuku



1. 今なぜLCCO₂なのか

現在、地球環境問題の中で、最大の課題は地球温暖化である。図-1に、IPCC（気候変動に関する政府間パネル）による地球温暖化の進行を示す。

IPCCは、この地球温暖化の主要因を大気中の温室効果ガスの増加としている。IPCCによる各種温室効果ガスの増加による温暖化寄与率を図-2に示す。各種

温室効果ガスの中で、CO₂は最大の寄与率を示し、その値は55%にも達する。

最近の調査によると、図-3に示すように、わが国の全CO₂放出量の1/3は建築に関連したものである。したがって、地球温暖化に対する建築分野の責任は大きい。

大気中のCO₂増加による地球温暖化は緩慢に進行する。地球の平均気温が現在より3℃上昇するのは100

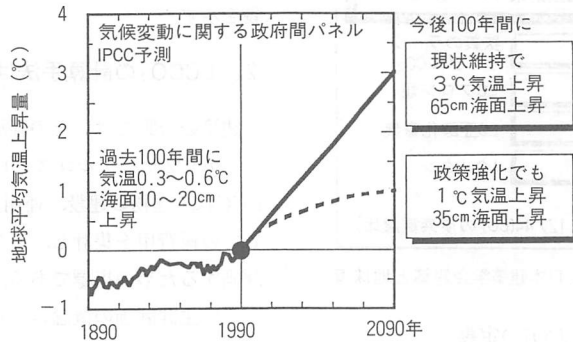


図-1 地球温暖化の進行 (IPCC予測)

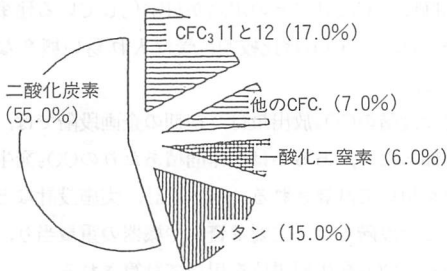
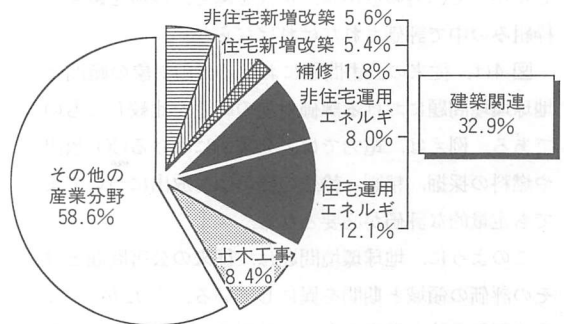


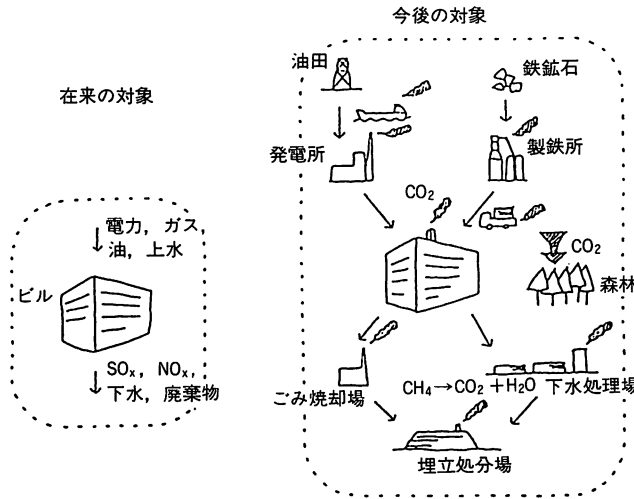
図-2 温暖化原因ガスの温暖化寄与率



(ライフサイクルCO₂で建物を測る：(財)日本建築学会地球環境委員会LCCO₂小委員会1996. 2)

図-3 1985年産業連関表分析による建築関連誘発CO₂

* 早稲田大学大学院理工学研究科客員教授
〒169 東京都新宿区大久保 3-4-1



(日本建築学会1993年度環境工学部門研究協議会資料)

図-4 拡大する環境保全の対象範囲

| | |
|--|--|
| LCCO ₂ (ライフサイクル温室効果ガス) kg-C | |
| = 1 | × LCCO ₂ (kg-C) 狭義のライフサイクルCO ₂ |
| + β _{CFC₂} | × LCCFC ₂ (kg-CFC ₂) LCフロン類 |
| + β _{N₂O} | × LCN ₂ O (kg-N ₂ O) LC亜酸化窒素 |
| + β _{CH₄} | × LCCH ₄ (kg-CH ₄) LCメタン |
| ⋮ | ⋮ |
| ここに、β=地球温暖化係数GWP×12/44(CO ₂ の炭素重量比) | |

(建築が地球環境に与える影響：日本建築学会建築と地球環境特別研究委員会1992.6)

図-5 広義のLCCO₂の定義

年先のことである。また、その原因としてのCO₂放出と結果としての気温上昇は、地球規模で展開される。したがってCO₂の放出は、世代を越え、地域を越えた枠組みの中で評価されなければならない。

図-4は、従来の公害問題における評価対象の範囲と地球環境問題における評価対象の範囲を比較したものである。例えば、電力では、発電所におけるCO₂放出や燃料の採掘、精製、輸送の際のCO₂放出についてまでも定量的な評価が必要となる。

このように、地球環境問題は、従来の公害問題とはその評価の領域と期間を異にしている。したがって、その評価手法も従来のものとは異なる。このような評価をLCA (ライフサイクルアセスメント) という。

このLCAの中で、温暖化寄与率の高いCO₂についての評価指標がLCCO₂である。図-5に、CO₂以外の

温室効果ガスをも含めた広義の評価指標LCCO₂の定義を示す。

2. LCCO₂の計算手法は

建築の分野では、その経済性評価手法として、LCC (ライフサイクルコスト) が広く利用されてきた。LCCは、建物の建設、運用、廃棄に到る全生涯を通じた総費用を集計し、その経済性や投資効果などを評価するための指標である。

この生涯評価の概念は、省エネルギー時代には、LCE (ライフサイクルエネルギー) として利用された。そして、地球環境時代を迎え、LCEのE (エネルギー) をCO₂に変えたものがLCCO₂である。したがって、LC評価、LC設計などの用語が日常化している建築の分野では、LCCO₂は比較的に入れやすい概念なのである。

建設段階のCO₂放出量は、初期の企画段階では、工事金額あたり、あるいは、床面積あたりのCO₂発生原単位を用いて計算される。基本設計、実施設計などの完了した段階では、主要な資材や機器の重量当り、容量当りのCO₂発生原単位を用いて計算される。

運用時のCO₂放出量は、その使用エネルギー量と、CO₂発生原単位を用いて計算される。この場合、使用エネルギー量は、建築分野では行政的にも利用され、すでに定着したPAL/CEC分析手法などが用いられる。エネルギー系のCO₂発生原単位も、他の原単位と同様に生産段階にまでさかのぼった評価が必要である。

改修時のCO₂放出量は、建築仕上げ材や設備機器の耐用年数、修繕率などの資料を利用して計算される。
 廃棄時のCO₂放出量は、解体、運搬、廃棄処分などのCO₂放出原単位を利用して計算される。

3. CO₂放出原単位の推定法は

LCCO₂の計算にあたっては、CO₂放出原単位が重要な地位を占めている。したがって、その値が信頼性の高いものであると同時に、その算出手順が、一貫性のあるものでなければならない。

現在発表されているCO₂放出原単位には、積み上げ法によるものと産業連関表によるものがある。

積み上げ法は、各種資材や製品の製造プロセスに投入される燃料を積み上げ、それに燃料のCO₂放出係数を乗じたものである。したがって、個別の資材や製品の製造プロセスを細かく積み上げている点では正確であるが、多産業からの資材の流れの把握には限界がある。基礎材から二次工業製品、さらにはサービス産業までが複雑に関連する建築の評価に応える全産業の統一的な原単位は、現時点ではいまだ整備されていない。

産業連関表は、財貨、サービスの産業間の取り引きを一覧表にして示したものである。総務庁を中心とした各省庁により5年毎に作成される。

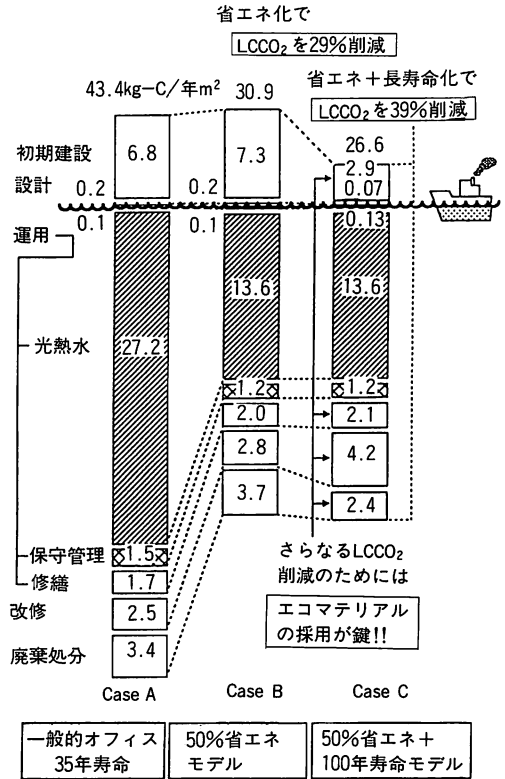
全産業間の取り引き関係を網羅した唯一の統計資料である。したがって、誘発CO₂放出量を推定するには、現在、最も有効な資料となっている。しかし、産業連関表は元来が経済活動の波及効果分析を目的としたものであり、その分類も406部門にとどまっている。そのため設備方式などの詳細な分析を行うには適さない。

現在、この産業連関表による分析手法と、積み上げ手法による分析手法を折衷した、より有効な原単位の整備が進められている。

4. LCCO₂はどう使われるのか

ここでは、LCCO₂利用の一例を示す。図-6は、従来の設計による一般的なオフィスビルに、省エネルギー手法、長寿命手法を加えた場合のLCCO₂の変化を示したものである。

一般的なオフィスビルでは、運用に伴う光、熱、水関係のCO₂放出量が最大で、27.2kg-c/年m²となっている。この建物に断熱性向上、高効率空調などの省エネルギー手法を加え、50%の省エネルギーを達成すると、光、熱、水関係のCO₂放出量を13.6kg-c/年m²にまで削減することができる。しかし、断熱材の



(建築設備分野のLCCO₂による地球環境評価：日本学術会議第10回環境工学連合講演会講演論文集1995.1)

図-6 オフィスビルのLCCO₂試算

使用、高効率機器の採用などにより建設に伴うCO₂放出量は多少増加する。その結果、省エネルギーモデルビルは、従来の一般モデルビルに比較して、LCCO₂は29%削減されることになる。

もし、この省エネルギーモデルビルを長寿命化し、その耐用年数を35年から100年まで延長すると、建設に伴うCO₂放出量が低減され、省エネ長寿命モデルビルでは、LCCO₂を39%削減することが可能となる。

このように、LCCO₂を利用して建物の地球環境負荷を各手法毎、各部位毎に定量的に評価することが可能になる。そして、この定量的な評価から、適切な設計指針を得ることができる。

5. LCCO₂からLCAへ向けて

ISO (国際標準化機構) では1993年1月にTC207 (環境管理委員会) を設置し、図-7に示すように6分科会、1作業部会により環境管理の規格標準化の検討を開始した。この6分科会の一つSC5は、LCAに関する分科会で、5作業部会により検討を進め、1998年

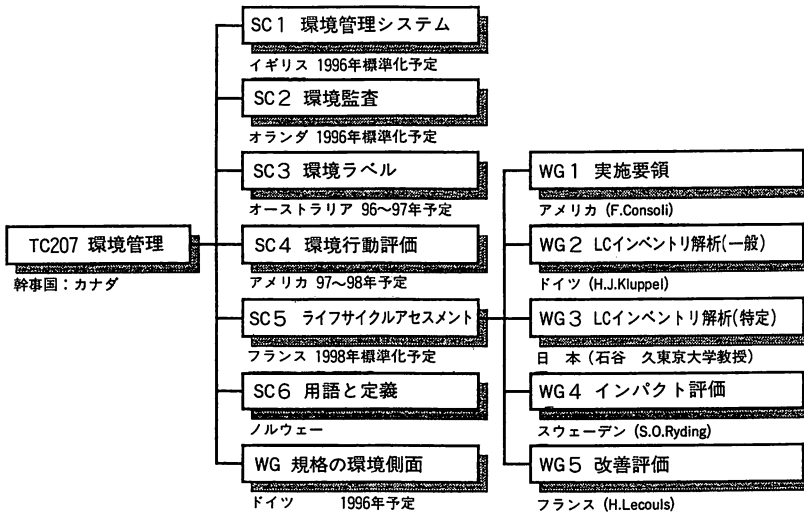


図-7 ISOにおける環境管理規格標準化の検討体制

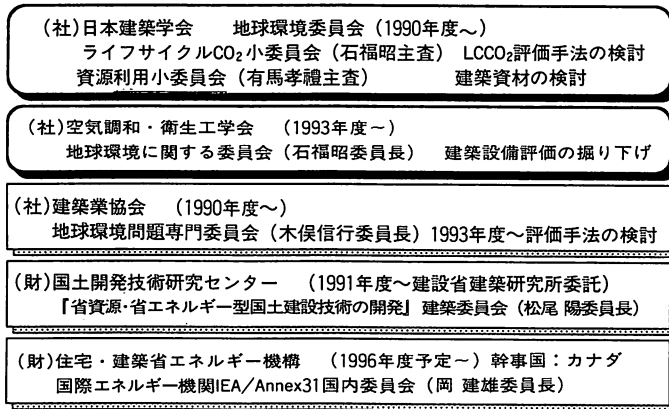


図-8 建築分野のLCA的研究に関する学協会の取り組み

の標準化を予定している。

わが国の建築分野では、図-8に示すような学協会により、LCAに関連した研究が組織的に進められている。その他、各大学、企業などでも意欲的な研究が進められている。

ISOのLCAは、イベントリー分析評価、インパクト分析評価、改善分析評価などの作業部会により、その検討が進められている。LCCO₂は、LCAの一分野であり、将来、LCAとしての展開が期待される。