

# 空気調和衛生工学会シンポジウム

— 地球環境時代における建築設備の課題に関する研修 —

建設・機械系（建設システム工学科） 佐藤 之紀

## 1. 研修日時・場所

日 時 平成7年7月13日  
会 場 愛知県名古屋市熱田区「名古屋国際会議場」

## 2. 研修目的

地球環境問題は、全人類共通の重要かつ緊急な課題である。このシンポジウムは、その中でも建築設備が地球環境に関わる問題についてとりあげたものである。

## 3. 研修内容

### 3-1. 建築設備の環境負荷評価手法

建築設備は、フロン・温室効果ガス・水環境など地球環境問題に深く関係している。空気調和・衛生工学会では、平成5年4月より「地球環境に関する委員会」を設置し、「建築設備が地球環境にかかわる問題」の枠組みについて、また建築設備における環境負荷の削減に関して検討した。今回のシンポジウムはその成果を「地球環境時代における建築設備の課題」と題する報告書にまとめられたものについて報告し、討論の結果を今後の「建築設備の環境負荷削減対策指針」づくりに生かすために開催されたものである。

建築設備の環境負荷評価として従来は、システム機能（快適性・信頼性等）と経済性（設備費・運転費等）を主体とし、経済性に関してはLCC（Life Cycle Cost）の検討もなされてきた。一方、環境への影響に関しては、公害問題と関連した事項についてのみ評価をしているに過ぎず、地球環境という広い視野で評価をすることが求められている。

地球環境問題に関しては、既に多くの分野で検討がなされており、評価手法についても各種の方法が発表されている。その一つであるLCCO<sub>2</sub>（Life Cycle CO<sub>2</sub>）は、地球環境問題のうち、地球温暖化の原因となる温室効果ガス排出量について評価するものである。建物の建設から運用、改修、廃棄に至るライフサイクルの各段階において排出される温室効果ガスを二酸化炭素の量に換算したものの総量として定義されている。建築設備が与える地球環境負荷のうち、地球温暖化ガスは大きなウェイトを占め、地球環境負荷のうち現時点で定量的な評価を行えるのは、これら限られた因子しかない。そこで、LCCO<sub>2</sub>を建築設備の地球環境負荷評価の重要な要素の一つと考え、基

本設計段階における設備のLCCO<sub>2</sub>の算出方法および計算に必要な各種原単位を整備することとした。

### 3-2. 建築設備のライフサイクル温室効果ガス排出量(LCCO<sub>2</sub>)算出方法

#### 3-2-1. 定義

LCCO<sub>2</sub>は建築設備がそのライフサイクル(設備の設計、建設、運用、維持、解体撤去まで)にわたって大気中に排出する温室効果ガスの総量を定量的に評価しようとするものである。地球の温暖化に關与するガスはCO<sub>2</sub>のみでなく、冷凍機や断熱材に用いられるフロンガスやメタンなどもCO<sub>2</sub>より大きな温暖化要素を持っている。しかし、建築設備の建設や運用において排出される温室効果ガスのうちCO<sub>2</sub>が大きなウェイトを占めているため、CO<sub>2</sub>を中心に検討し、それ以外はGWP(地球温暖化係数)を用いてCO<sub>2</sub>量への換算を行う。故に温室効果ガス排出量の単位をkg-C(炭素換算)とする。

建築設備のライフサイクルの中で各種のエネルギーを消費することによって温室効果ガスを排出するが、それは燃料の燃焼によってのみでなく、燃料資源の採掘から供給までのエネルギー消費や、資材の製造時にも温室効果ガスを排出する。また、CO<sub>2</sub>等のガスは国内で発生したのも地球規模で広がるため、発生源が国内でも国外でも地球環境への影響は同じである。つまり、海外で生産されて輸入される物資については、生産し日本へ輸送する時のCO<sub>2</sub>等も含めて計算する。ところで、その場合必ず人間が關与するが、人間の生活に伴って発生するCO<sub>2</sub>は人間が生きている限り発生するものであり、建築設備に關与しなくても発生するから、評価対象とはしない。

建築設備の寿命は機器や設備の内容によって異なり、必要に応じて機器の交換や改修工事も行われるため、建築設備の評価には年あたりのCO<sub>2</sub>排出量を用いる。よって単位はkg-C/年を用いる。

#### 3-2-2. 算出法の考え方

LCCO<sub>2</sub>は建築設備のライフサイクル全体にわたって評価するから、建設-運搬-廃棄の全期間中に排出される温室効果ガスの総量を積分する。この値を設備の耐用年数で割れば年間の排出量が求められ、耐用年数の異なる設備間の比較が行える。

建設時に使用する機材はその材料のもととなる資源の採掘から製品化までの間に排出されるCO<sub>2</sub>およびその他の温室効果ガスを計上する。運用時に消費されるエネルギーもそのエネルギーのもととなる資源の採掘から需要端までの供給の間に排出されるCO<sub>2</sub>等の全量と需要端での燃焼によって発生するCO<sub>2</sub>との和を計上する。なお、建築設備はその機能を維持するために定期的な部品交換や補修が必要であるが、現状ではデータが十分に揃っていないため、この算出法では計算の範囲に含まれていない。また、解体撤去時にもエネルギー消費に伴ってCO<sub>2</sub>を排出するが、後述のように建設

現場での作業によるCO<sub>2</sub>の排出をこの算出法では対象外としたので、これは計算上CO<sub>2</sub>を排出していないことになっている。ただし、解体撤去時に機器等の保有フロンを適切に処理しないと温室効果ガスの排出量が著しく増えるため、解体時のフロン漏出量は運用時のそれと一緒にして計上する。それ故、建築設備のLCCO<sub>2</sub>は建設時に排出されるCO<sub>2</sub>によるものと運用時の年間排出量との和として表すことが出来る。

### (1) 建設時のCO<sub>2</sub>排出量

建築設備の建設時に排出されるCO<sub>2</sub>は、大別すると「使用される材料・機器の製造に伴って排出されるもの」「機器・装置等を現場に設置する作業に伴い排出されるもの」に分けられる。現時点では後者に関するデータが不足し、後者は前者より小さいことが予想されるので、前者のみを対象としている。よって建設時のCO<sub>2</sub>排出量は、建築設備に用いられる各種機材のCO<sub>2</sub>排出量の総和として求められる。

設計が完了し、積算のための物量の計算ができていれば、CO<sub>2</sub>排出量の積算も可能である。しかし、計画時に与えられる情報のみによって全資材量を材料別に算出することは困難である。また、この指標の用途がシステム間の相対比較であることを考慮すると、設備工事全体のうちでCO<sub>2</sub>排出量のウェイトの大きいもののみを計上すればよいことになる。

そこで、空調設備を次の5つのサブシステムに分け、これらについてはそれぞれ機器容量あたり、配管重量あたり、ダクト面積あたり、延床面積あたりの各CO<sub>2</sub>排出量を二次原単位として整備する。

- ・主要熱源機器（含 周辺機器）
- ・主要空調機器
- ・配管設備
- ・ダクト設備
- ・自動制御設備

機器は架台や基礎を含めて1ユニットとして取り扱う。主要熱源機器については標準的な周辺機器を組み合わせた複合原単位も作成する。配管設備については管材の他、継手、弁類、支持材、保温材等を含めた原単位を作成し、管材のみの重量から配管設備全体の計算をできるようにする。ダクト設備については、ダクト本体の材料のほか、継手、ダンパ類、制気口、支持材、保温材等を含めた原単位を作成し、ダクトの面積からダクト設備全体の計算をできるようにする。自動制御設備は自動制御機器、盤類、配線等を一括して取り扱うこととし、設備のグレードと建物規模によってCO<sub>2</sub>排出量を算出することにした。設計者は、空調設備の内容に関して次の情報を用意すれば設備の建設に伴うCO<sub>2</sub>排出量を算出できる。①主要機器の機器単体容量、②配管設備の管材重量、③ダクトの面積、④自動制御設備のグレードと建物規模、⑤機器・設備の耐用年数。

これらの数値等と各CO<sub>2</sub>排出量原単位との積が各機器・サブシステムの建設時に排出されるCO<sub>2</sub>量である。これを各機器・サブシステムの耐用年数で割った値を合計すれば設備の建設に伴うLCCO<sub>2</sub>が求められる。

設備のLCCO<sub>2</sub>は建設に伴うものと運用に伴うものに分けられる。実際の計算手順は省略するが、この二つの合計が設備のLCCO<sub>2</sub>である。

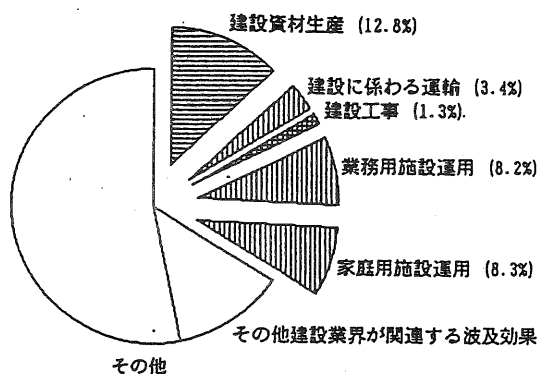
#### 4. 感想

この研修は、直接的には研究室で実施している実験には今は関係ないが、空調設備の実験をする以上、程度の大小はあるがLCCO<sub>2</sub>（ライフサイクル地球温暖化ガス）等地球環境負荷（地球に及ぼす影響）に関与するものである。

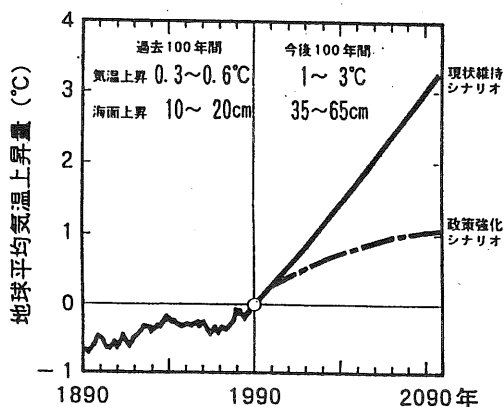
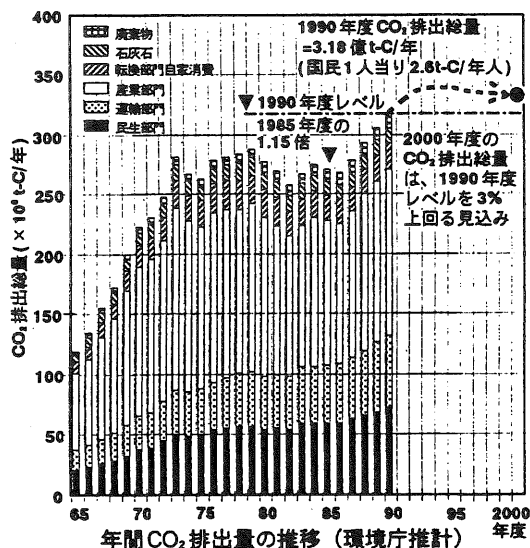
現在の地球環境を見つめ、これからの地球を考えた場合、例え小さな地球環境負荷と言えども疎かにはできない。そのため、冷房一つを考えてもLCCO<sub>2</sub>等の発生を最小限に、つまり省エネルギーに努めることが重要である。

実際の対策としては、例えば冷房の場合、それがアトリウムや工場などの大空間になると、その空間を冷やすにはかなりのエネルギーが必要である。しかし、実際に冷房が必要なのは人間のいる居住空間や作業空間等であり、そこだけ冷やせばいいはずである。そこで、現在は局所冷暖房の技術が開発されつつあり、他方面でも地球環境負荷削減がすすめられている。

地球環境負荷削減には、関係者各位の注意や研究等はもちろん必要であるが、地球人一人一人の自覚が最も大切である。



1995年(1~12月)の産業連関表に基づく分析結果  
建設分野が排出するCO<sub>2</sub>の割合



IPCCによる地球の平均気温上昇の予測

\* IPCC (The Intergovernmental Panel on Climate Change): 各国政府が政府の資格で参加し、地球の温暖化問題について議論を行う唯一公式の場として、国連環境計画 (UNEP) 及び世界気象機関 (WMO) の共催により1988年に設置された。