

# 空調システムのライフサイクルでのエネルギー管理とシミュレーション

名古屋大学 大学院環境学研究科 都市環境学専攻 教授 奥宮 正哉

Professor Masaya Okumiya  
Department of Environmental Engineering and Architecture  
Graduate School of Environmental Studies  
Nagoya University



## 建物のエネルギー消費量

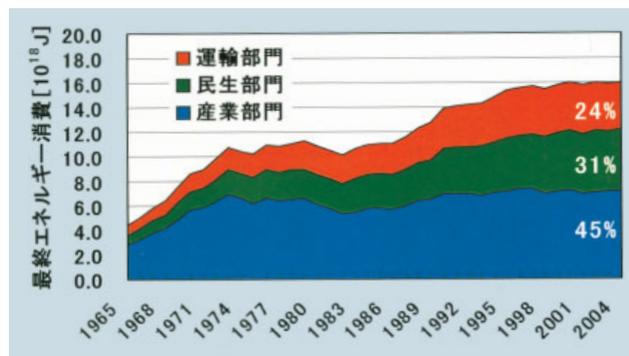
日本の最終エネルギー消費量は、第1図に示すように年々増加してきている。そして2004年度には産業部門45%、民生部門31%、運輸部門24%というシェアになっている。また、これを1990年比で見ると、産業部門は3%、民生部門35%、運輸部門20%の増となっており、民生部門のエネルギー利用の最適化、そしてそれによるCO<sub>2</sub>をはじめとする温室効果ガスの排出抑制が非常に重要になっている。

第2図は事務所ビルのエネルギー消費、CO<sub>2</sub>排出量のライフサイクル解析(LCA)の例である<sup>1)</sup>。尚、対象は延床面積が約7500m<sup>2</sup>のRC造であり、建物寿命は35年としている。図からライフサイクルエネルギーにおいて運用時の占める割合は約80%、CO<sub>2</sub>では約70%である。またこの運用時のエネルギー、CO<sub>2</sub>の多くの部分はエネルギー使用そのものによるものである。

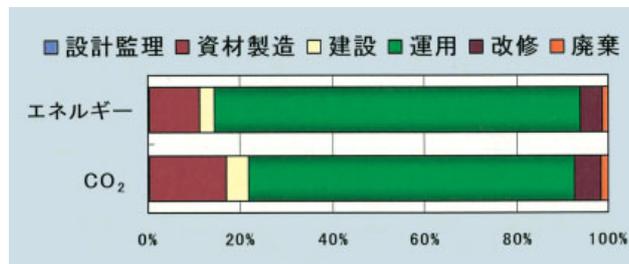
さらに各種建物において、空調用エネルギー(熱源用と熱搬送用エネルギーの合計)消費は、建物全体のエネルギー消費の40~50%を占めており<sup>2)</sup>、これらのことから建物における空調用エネルギー消費を削減することは大きな意味があることがわかる。

## IPCCレポートにおける建築物からの温室効果ガス排出の抑制策

2007年5月のIPCC第4次レポートにおいてWG3では建築物からの温室効果ガス排出の緩和策についても述べている。そして冷暖房・空調に関しては、建物外皮の性能向上による熱負荷抑制、パッシブ手法による冷暖房システムなどとともに、空調システム内の機器の適正な容量設計、変流量(風量)システムの採用などによるエネルギー効率の良い空調システムの設計、放射冷房の利用、置換換気の利用が重要であるとしている。一方BEMS(Building Energy Management System)さらに適切なコミショニングが効率的な運用の鍵であるとしている。ここでは建物のコミショニングを「設計の初



第1図 日本の最終エネルギー消費の変化



第2図 事務所ビルにおけるLCAの例

期段階から行われる質のコントロールプロセスであり、設計意図の明確化と受け渡し前の現場での容易な検証を保証するものである」としており、米国での実績では平均で最大30%程度の冷暖房エネルギーの削減ができるとしている。さらにコミショニングによって運用開始後も性能検証が行われ、エネルギー管理や不具合検知などが可能になる。

コミショニングは企画段階におけるOPR(Owners Project Requirement)の作成に始まり生産過程の種々のフェーズやステップにおいて行われる。そしてコミショニングを確実にを行うためには作業に要求される事項や手続きをまとめたマニュアルやチェックリスト、その他文書や、運用時にはBEMSを活用した方法などが考えられる。そしてどのフェーズやステップにおいても、システムの挙動やエネルギー消費量をシミュレートできる、またそれらを評価できるツール(シミュレーションツール)が必要である。

空調システムのライフサイクルエネルギー・マネジメントとシミュレーションツール

建築物の環境・エネルギー関連のマネジメントツールとしては、マクロな観点から建物の質と環境負荷を包括的かつ定性的に評価することができるCASBEEやシステムの動的挙動までを再現できるHVACSIM+がある。第1表はシステム挙動やエネルギー消費量などを予測するシミュレーションツールを分類したものである。

第2表に建築物の空気調和システムを対象とし、ライフサイクルCO<sub>2</sub>排出量の低減を目的としたライフサイクルエネルギー・マネジメントにおけるシミュレーションツール利用のフローを示す。このフローが示すようにライフサイクルエネルギー・マネジメントを実現するためには企画段階から運用・改修段階までにわたって一貫し、そして機器単体レベルからシステム全体までを扱えるツールが必要である。

このような要求に応えるべく国土交通省では建築物の空調シミュレーションを行うことができるLCEM(ライフサイクルエネルギー・マネジメント)ツール\*注を公開した。本ツールはExcelをベースとした簡易なツールでありながら、機器単体からシステム全体までのエネルギー性能評価を行えるものである。詳細は国土交通省のホームページならびに参考文献を参照願いたい。

\*注：本ツールは、「公共建築物におけるライフサイクルエネルギー・マネジメント委員会(委員長：村上周三 慶応義塾大学教授)」において開発されたものである。

【参考文献】

- 1) (社)日本建築学会編：建物のLCA指針、環境適合設計・環境ラベリング・環境会計への応用に向けて
- 2) (財)省エネルギーセンター：業務用ビルにおける省エネ推進の手引き
- 3) 時田繁ほか：ライフサイクルエネルギー・マネジメントのための空調システムシミュレーション開発 第1報～第7報、平成17年度、平成18年度空気調和衛生工学会学術講演会

奥宮 正哉(おくみや まさや)氏 略歴

昭和58年3月 名古屋大学大学院工学研究科博士課程修了  
 昭和58年7月 名古屋大学助手  
 平成元年 4月 中部大学講師  
 平成 4年 4月 中部大学助教授  
 平成 7年 4月 名古屋大学助教授  
 平成16年4月 名古屋大学教授  
 主として、空気調和システムの最適設計・制御、建築における自然エネルギー利用に関する研究に従事

第1表 シミュレーションツールの分類

	マクロなツール	マクロとミクロをつなぐツール	ミクロなツール
建物全体	<ul style="list-style-type: none"> <li>建築物総合環境性能評価ツール(CASBEE)</li> <li>建物全体の環境性能効率を定性評価</li> <li>容易に扱える</li> <li>主に計画・設計段階で利用</li> </ul>		
システム		<ul style="list-style-type: none"> <li>空調システムを対象としたエネルギーシミュレーションツール(LCEM)</li> <li>エネルギー性能を定量的に評価</li> <li>機器・サブシステムの挙動確認</li> <li>オフビークの機器挙動確認</li> <li>基本設計から運用段階まで利用できる</li> <li>容易に扱える</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>静的システムシミュレーション(ACSS、DOE2など)</li> <li>エネルギー消費量の予測評価</li> <li>サブシステムの詳細挙動評価</li> <li>扱いがやや高度</li> <li>主に詳細設計段階で利用</li> </ul>
機器			<ul style="list-style-type: none"> <li>動的システムシミュレーション(HVACSIM+など)</li> <li>機器レベルの詳細挙動確認</li> <li>室内環境の動的な評価</li> <li>扱いが極めて高度</li> <li>現状では主に研究レベルで利用</li> </ul>

第2表 ライフサイクルエネルギー・マネジメントにおけるシミュレーションツールの利用フロー

段階	企画		設計		工事発注	施工			運転管理		改修	
	企画	計画	基本設計	実施設計		機器承認	試運転調整	引渡し前 検査・引渡し	引渡し後	定常運転		
												実施内容
実施内容	管理指標・管理指標値を設定	用途別・モード別負荷などに対して管理指標値を算出し評価	基本設計時の負荷または年間負荷計算負荷により管理指標値を評価	施工段階において管理すべき指標と指標値の設定	承認を受ける機器の特性を用いた管理指標値の評価	試運転条件での管理指標値の評価		実際の負荷に対して管理指標値を算出し、実測値と比較・評価	実際の負荷に対して管理指標値を算出し、実測値と比較・評価	運用改善、劣化診断などを行う	劣化改善、改修などの検討を行う	
管理指標	システム全体	年間一次換算エネルギー消費量および空調システムCOP										
	サブシステム	年間一次換算エネルギー消費量およびサブシステムCOP、ATF、WTF										
	機器単体	年間一次換算エネルギー消費量および機器単体COP										
評価条件	熱負荷条件		計算負荷	計算負荷	計算負荷	特定条件下での実測負荷または計算負荷		実測負荷(1年目)	実測負荷	実測負荷	実測負荷	
	運転・制御条件		設計条件	設計条件	設計条件	設計条件		実際の条件	実際の条件	実際の条件	実際の条件	
評価の判断基準	機器特性		設計機器特性	設計機器特性	承認機器特性	納入機器の初期特性		納入機器の初期特性	経年劣化を考慮した機器特性		改修後の機器特性	
			企画・計画段階での管理指標値	基本設計段階で設定した管理指標値	実施設計時に設定した管理指標値	設計指標値		実負荷をもとに計算した管理指標値の実測値とLCEMによる計算値の比較			設定指標値	