

エネルギー総合管理に関する調査研究

Research on Energy Management

エネルギー総合管理に関する
調査研究委員会

キーワード：環境インパクト，エネルギー，ライフサイクル，環境影響評価，電気設備

1. はじめに

近年の地球環境問題に対する意識の高まりによって、エネルギーを消費する需要家のニーズも、従来主体であった「コスト最小」から、「消費エネルギー最小」、「環境負荷最小」など多様化しつつある。そのため、エネルギー設備に関わる企業としては、これらを満足するための需要家への提案メニュー作りが必要となっている。

このような背景から、建築分野における環境影響評価に対する取り組みが、日本建築学会、空気調和衛生工学会等で行われており¹⁾²⁾、電気設備学会でも関西支部において、電気設備機器の製造時のCO₂発生量に関する調査研究が行われた³⁾。

本研究では、上記の調査結果を積極的に活用し、需要家へのエネルギー使用形態に対する具体的提案メニューを作成することを目的とし、各種エネルギー設備について、環境影響を考慮した評価を行った。またこれらの環境影響評価結果の建物用途等による差異を検討し、需要家への最適な提案のためのバックデータの整備を行った。

2. 環境影響評価に関する調査

2.1. 環境インパクトの種類と評価方法

エネルギー設備の環境影響評価を行うにあたり、地球環境問題の概要や環境影響評価方法についての基礎調査を行った。その一例として、環境インパクト（地球環境への影響要素）の概要とそれらの評価方法を表1に示す。

2.2. LCA

LCA (Life Cycle Assessment) とは、製品やサービスのライフサイクル全体を通して環境に与える影響を客観的に分析、評価する手法である。その実施手順のうち最も基本となるのがインベントリ分析（投入される資源やエネルギーと、生産または排出される製品・排出物のデータを、環境負荷項目ごとに整理し定量化する作業）であり、その方法には積み上げ

法と産業連関分析法がある。比較的容易に検討が可能であるのは産業連関分析法である。

これは、産業部門間の物資やサービスの取引（金額）を約400の部門に分類して行列の形で表した産業連関表より、部門別のエネルギー消費量、環境負荷原単位(CO₂, SO_x, NO_x排出量原単位)を算出しておき、それを用いて環境負荷を定量化する方法である。

上記のような方法で算出された原単位はLCAデータベースとして、電力中央研究所や日本建築学会等より公表されており¹⁾、CO₂, SO_x, NO_x発生量やエネルギー消費量の評価への活用が可能である。

本研究におけるエネルギー設備の環境影響評価も産業連関分析法を用いて行った。

表1 環境インパクトの種類と評価方法¹⁾²⁾

環境インパクト	評価方法
地球温暖化	二酸化炭素(CO ₂)、メタン(CH ₄)、などの温室効果ガスの排出量を地球温暖化係数(GWP)によりCO ₂ 発生量に換算して評価する。
オゾン層破壊	フロンなどのオゾン層破壊物質の排出量により評価する。
酸性雨	硫酸化物(SO _x)や窒素酸化物(NO _x)などの大気汚染物質の排出量に対して、SO ₂ =1.0、NO ₂ =0.7の重み付けを行い評価する。
エネルギー資源消費	一次エネルギー消費量により評価し、自然エネルギー（太陽光、地熱、風力等）は対象外とする。
鉱物資源消費	最も多量に使用されている鉄を基準にし、他の資源は資源係数Z _i (=鉄の埋蔵量Y _{Fe} /鉱物資源の埋蔵量Y _i)により鉄の質量に換算して評価する。
廃棄物	最終処分（埋め立て）時には廃棄物の容積が影響するため、廃棄物を細かく破碎し埋め立て廃棄すると仮定して、容積で評価する。

3. 環境影響を考慮した最適なエネルギー使用形態の検討

3.1. 検討範囲の設定

需要家における各種エネルギー設備とその使用形態について、代表的なものについて環境影響評価を行った。評価を行うにあたり、その対象範囲を次のとおり設定した。

(1)環境影響評価指標

産業連関分析法での原単位が公開されている指標であるエネルギー消費量、CO₂、SO_x、NO_x発生量とした。また、需要家の意識が最も高いと考えられるコストについても、カタログや文献等で公開されている値を用いて評価を行った。

(2)ライフサイクルステージ

エネルギー設備のライフサイクルステージは、企画・設計（設備機器の製造に係る環境負荷を含むものとし、以降製造とする）、施工、運用、維持・改修、廃棄があるが、検討範囲とするステージは、比較的容易に検討できかつ影響が大きいものとし、製造、運用（エネルギー消費）、維持・改修（係数による簡易法で実施⁴⁾）とした。

(3)エネルギー設備の範囲

需要家で使用される多種多様なエネルギー設備のうち電気設備を検討範囲とし、中でも広く普及しており、エネルギー使用量も多く環境負荷削減の可能性が高い設備と考えられる、照明器具（蛍光灯）、変圧器、誘導電動機について検討した。また、需要家の建物においては空調や給湯等の熱で利用されるエネルギーも大きいことから、熱源設備およびコージェネレーションシステム(CGS)についても検討した。

3.2 検討結果（照明設備における環境影響評価例）

検討結果の一例として、蛍光灯照明設備の環境影響評価例を示す。検討したケースは以下の3とおりである。

ケース1：銅鉄型安定器器具(FL40W3 灯)を使用

ケース2：Hf インバータ器具(HF32W2 灯)を使用

ケース3：Hf インバータ器具に

調光制御、初期照度補正制御を付加

検討条件は、FL40W3 灯の消費電力 132W、HF32W2 灯の消費電力 90W、器具台数 64 台（事務室約 300 m²で照度 750lx を確保する台数）、年間点灯時間 3000 時間（12 時間×250 日）、器具更新周期 30 年、ライフサイクル評価年数 50 年とした。また各種原単位は前述の日本建築学会が公開しているデータベース¹⁾の値を使用した。

図1にライフサイクルを通してのエネルギー消費(LCE)、CO₂発生量(LCCO₂)、およびコスト(LCC)の評価結果を示す。LCE、LCCO₂では、ほとんどすべてが運用段階における器具の電力消費によるものである。またケース1に対する削減率はケ

ース2が33%、ケース3が48%となり、環境負荷削減効果が大きいことが分かる。これに対し、LCCでは製造と維持の比率が比較的大きく、ケース1に対する削減率はケース2が24%、ケース3が32%となった。

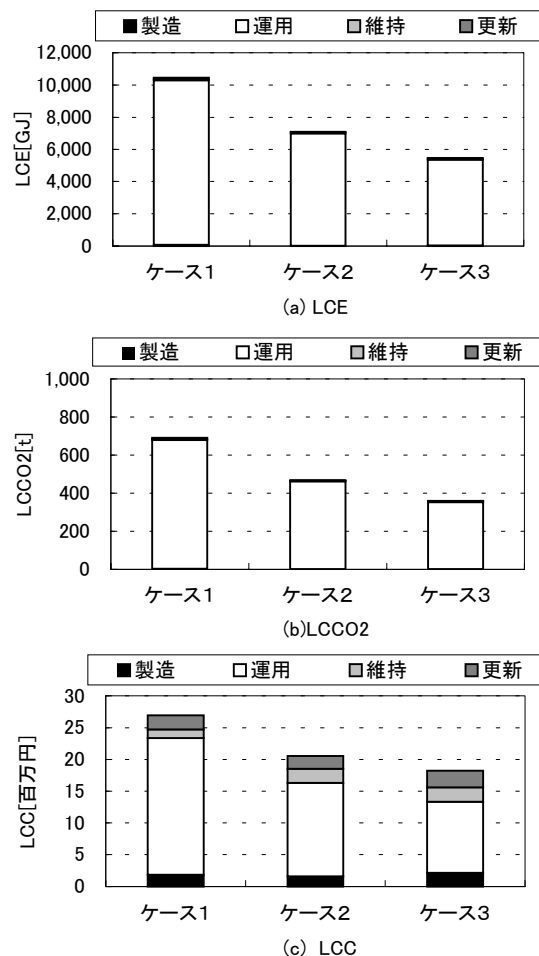


図1 蛍光灯照明設備の環境影響評価例

照明設備以外で評価を行った、変圧器、誘導電動機、熱源設備、CGSについても、ライフサイクルにおける環境影響評価では、いずれも運用時のエネルギー消費に起因する環境負荷が最も大きい結果となっており、これを少なくすることが、環境負荷削減につながる事が確認できた。

4. エネルギー使用形態の提案メニューの検討

4.1. 検討方法

前述のような環境影響評価結果は、対象とする建物の用途や規模により異なると考えられる。このため、需要家へ最適な提案を行うためには、これらを把握しておく必要がある。

そこで、業務用建物のうち事務所、病院、ホテル、店舗について、各種エネルギー設備の環境影響評価結果の違いを検討した。

検討モデルは、空気調和衛生学会のCGS評価ソフト(CASCADE)にある建物用途毎の標準的なロードカーブデータ

や、電気設備学会の新築ビルディング電気設備データベース (D&D) の統計データをもとに簡易的に構築した。

4.2. 検討結果 (変圧器設備における環境影響評価例)

検討結果の一例として、変圧器設備における建物用途毎の環境影響評価例を示す。対象業種は前述の4種類とし、建物規模は床面積で5000m²とした。

検討モデルは、次のとおり構築した。CASCADE のデータより対象業種と建物規模の電力負荷の月毎のロードカーブと年間のピーク値を作成する。作成した8月のロードカーブ例を図2に示す。次に年間ピーク値に基づいて変圧器容量を決定し、これらの条件から変圧器の負荷率を算出し、変圧器の損失を求めた。

検討したケースは次のとおりである。

ケース1: 標準タイプ (低損失タイプ) 変圧器を使用

ケース2: 高効率タイプ変圧器を使用

変圧器の損失はメーカーカタログによるものとし、設備更新周期30年、ライフサイクル評価年数50年とした。

上記条件で評価した単相変圧器設備における業種毎のライフサイクル環境影響評価結果を図3に示す。図では事務所と店舗が比較的環境影響が大きく、病院とホテルが小さくなっている。これは図2のロードカーブもわかるように事務所と店舗は病院とホテルよりもピーク負荷が大きいため、変圧器容量が大きくなっていることの影響が大きい。

そして、ケース1からケース2を引いた環境影響削減量も、事務所や店舗は他の用途よりも大きくなっている。

本研究では提案メニューの作成を目的としているため、建物用途での比較を行ったが、例えば変圧器設備では、建物用途の違いは選定される変圧器容量と年間を通した負荷率に現れていることになる。従って、検討結果より変圧器容量を過大に選定しないことが環境負荷低減につながる等がわかる。

5. 今後の課題

今後、需要家にエネルギー使用形態についての提案を行う際には、コストのみでなく環境影響の観点も積極的に盛り込み、需要家の理解を得ていくことが必要であると考えられる。このためには、環境影響についての各種資料整備とともに、評価ツールの作成が重要である。また、環境影響評価は、評価方法 (モデル化) や使用する各種原単位により結果に差が出るため、学会等で考え方を統一し、指針やガイドラインで示していきたい。

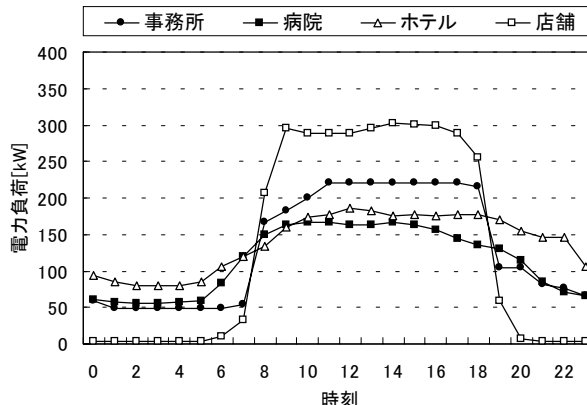
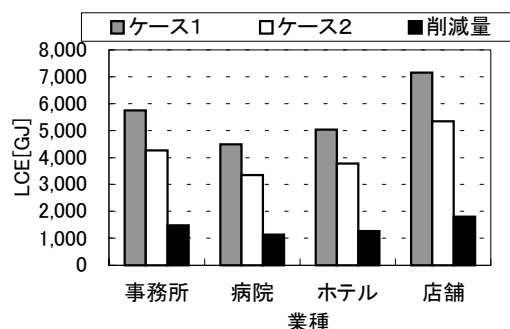
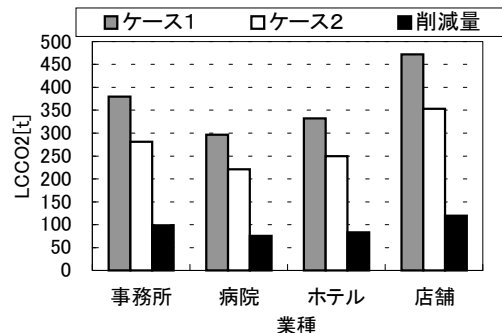


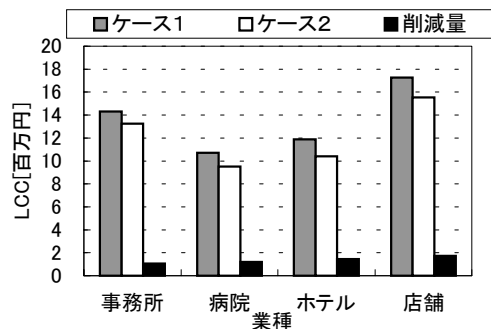
図2 業種毎の電力負荷ロードカーブ例 (8月)



(a) LCE



(b) LCCO2



(c) LCC

図3 変圧器設備の業種毎の環境影響評価例

参考文献

- 1) 建物のLCA指針(案) 日本建築学会, 1999
- 2) 環境負荷削減対策マニュアル (社)空気調和衛生工学会, 2001
- 3) ELCCO₂委員会報告書 (社)電気設備学会関西支部, 2001
- 4) 建築物のLC評価用データ集(改訂版) (社)建築設備維持保全推進協会