

既存建物における省エネルギー診断手法に関する研究
- 継続管理を考慮した簡易初期診断手法の検討 -

正会員 ○山中 圭悟*1 同 羽山 広文*2
同 絵内 正道*3 同 菊田 弘輝*4
同 鈴木 大隆*5 同 北谷 幸恵*6

コミッションング ファシリティマネジメント 初期診断
エネルギー消費量 継続管理,

1. はじめに

現在、環境問題を背景に温室効果ガスの排出削減は急務であり、新築時の省エネルギー化を図ると同時に、既存建物の建築・設備改修等による運用エネルギーの削減が重要な課題である。しかし、小規模な既存建物では一般的に、エネルギー消費量、室内温熱環境、設備運用等のモニタリングシステムが整っていない。そのため既存建物におけるコミッションングでは、必要なデータの収集に多くの作業と費用を要している。

そこで本研究では主に、建物の規模、竣工年、月毎の光熱費(消費量)及びその主な用途など、容易に把握できる情報から、その建物の用途別消費量を分析し、複数施設を継続して評価管理していく手法を検討する。また、それをを用いて道の保有する施設(美術館、保健施設)の2004~2006年の消費実態をまとめる。

2. ユーザーと使用目的

本手法の主なユーザー、使用目的は以下を想定する。

- (1) 個々の建物における運用改善
個々の建物における日常の設備運転や建物運用の担当者(ボイラーマン、事務所の総務担当、学校事務主任、校務補等)が運用改善のために使用する。
- (2) 個々の建物の設備更新時の省エネ化検討
設備技術者や建物管理担当者等が、設備の更新時に、導入機器の費用対効果の比較検討や、改修手法の決定に使用する。
- (3) 個々の建物の設備高効率化改修
設備技術者が高効率化を目的とした設備改修の実施効果予測、実施可能性検討を行なうための事前診断の作業効率化とそれによる費用軽減を図ることで、地域の設備事業者による中小規模建物の設備システム高効率化を支援する。
- (4) 自治体などの多数施設所有者のFM
自治体や企業の施設管理運営担当者が、多数の所有施設全体についての運用改善や改修等の運営計画の立案に使用する。

3. 省エネルギー診断手法

建物の現在の省エネ性能を把握するため、暖房や冷房等の用途別消費量を推定する。これは、主に光熱費(消費量)のデータとその主要用途、延床面積及び竣工年の情報を用いて行う。

次に、重点的に対策を講じるべき運用エネルギー項目を明確にする。これは、用途別エネルギー消費量の推定値と北海道内の建物における標準的なエネルギー消費量との比較、築年数、建築規

模(延床面積)から改善すべき点を推測し、コメントで提示する。4項に用途別エネルギー消費量の推定方法、5項に各種用途別の標準値算出方法を示す。

左下の表はこの診断手法のフローチャートで、右にある矢印は本研究によりユーザーが省略することのできる部分である。

4. 用途別エネルギー消費量の推定方法

用途別エネルギー消費量の推定方法を図1,2に示す。電力やガス、重油等の各種エネルギーをベース(年間の最低消費量)と季節変動分に分離する。電力の暖房期間の変動分は暖房動力とし、冷房期間の変動分は、冷房を行っている場合には冷房動力及び冷房熱源とし、行っていない場合にはベース電力に含める。電力以外の燃料については、暖房期間の変動分は暖房熱源とし、冷房期間の変動分は、冷房を行っている場合には冷房熱源とし、行っていない場合にはベース熱源に含める。

分離した各消費の主な用途は以下のとおりと考えられる。

- (1) 暖房熱源: 暖房用の燃料
- (2) 暖房動力: 暖房用のボイラーやポンプ等の動力
- (3) 冷房熱源: 冷房用の燃料
- (4) 冷房動力: 冷房用のボイラーやポンプ等の動力
- (5) ベース電力: 換気、空調、照明、コンセント等
- (6) ベース熱源: 給湯、厨房等の熱源等

5. 各種用途別の標準値算出方法

各建物の種類及びその消費用途別に標準値算出式を定め標準値を算出する。消費用途別の1次エネルギー消費原単位に対し、延床面積及び竣工年を説明変数として単純回帰分析を行う。標本数が多い場合はこれに加え、もう一方の説明変数によりいくつかのカテゴリーに分け、それぞれに単純回帰分析を行う(図3, 図4)。また、消費原単位を被説明変数、延床面積と竣工年を説明変数とした重回帰分析も行う(図5)。決定係数及び自由度調整済決定係数、また分散分析による回帰式の有意確率などをみながら検討し、最も良い値になる条件を算出式とする。算出式設定の優先順位は重回帰分析(図5)、カテゴリー付きの単純回帰分析(図3, 図4)、単純回帰分析の順とする。

例として、保健施設のベース熱源の算出式設定に用いたグラフなどを図3~5に示す。この例においては、図5における重回帰式の有意確率が他に比べ良好なことから、図5右上の式を標準値算出式としている。

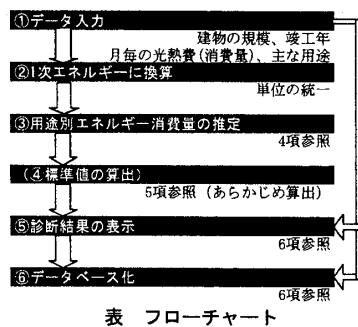


表 フローチャート

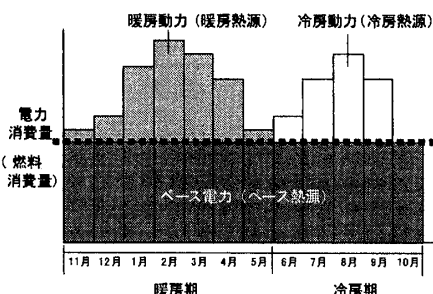


図1 冷房を行っている場合

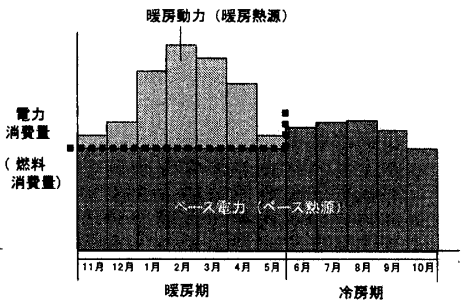


図2 冷房を行っていない場合

6. 具体的な診断概要

- (1) 診断結果について(図6に出力例を示す)
 - a. 散布図; 診断建物における I と II の関係を表示
I. 延床面積(m²) II. 年間1次エネルギー消費量(MJ)
 - b. 数値; 用途別の消費量推定値と延床面積及び築年数から算出した標準値を表示
 - c. 棒グラフ; 用途別消費量推定値を月別に表示
 - d. レーダーチャート; 用途別に標準値を100とした場合の、推定値との比較
 - e. コメント; bの数値を参考に延床面積及び築年数を考慮した建物種類ごとの簡単なコメントの表示
- (2) 複数施設を一括して管理する手法
 - a. 各施設がデータを調査シートに入力する。
 - b. 全体の管理者がそれを一括して集める。
 - c. この情報を Excel 上で1列の情報に変換して管理する。
 - d. 任意の情報を選択すると、その情報が診断表に表示され分析が行われる。
 - e. 診断後、その情報がデータベース化される。
 - f. 診断結果は必要に応じ、一度に出力することが可能で、それを用いて各施設への周知及び改善を促す。

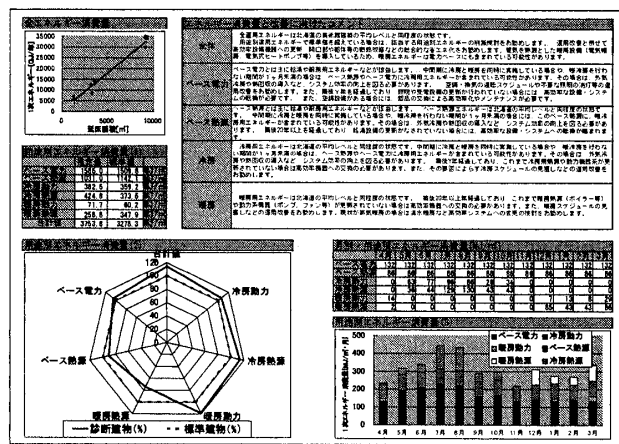


図6 診断結果出力の例

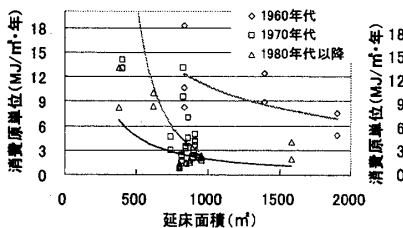


図3 年代別カテゴリ分析

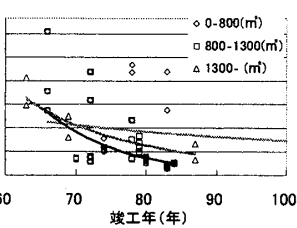
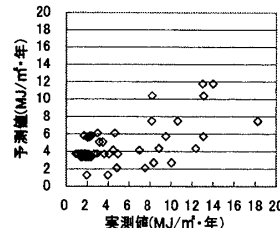


図4 規模別カテゴリ分析



$y = \text{EXP}(-1.37 \times \text{LN}(\text{延床面積}) - 3.29 \times \text{LN}(\text{竣工年}) + 24.99)$

回帰統計	
重相関 R	0.46
決定係数 R ²	0.212
自由度調整 R ²	0.178
標準誤差	0.95
観測数	49
有意水準	0.004

切片	係数	標準誤差	t 値	P 値
延床面積(対数)	-1.37	0.4179	-3.3	0.002
竣工年(対数)	-3.29	1.4557	-2.2	0.029

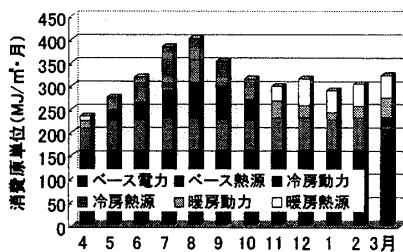


図7 美術館の月毎用途別消費原単位

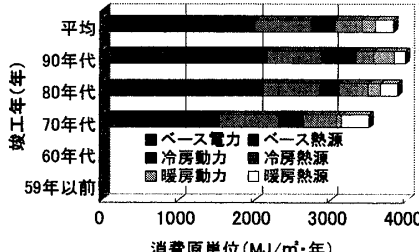


図8 美術館の年代別年間消費原単位

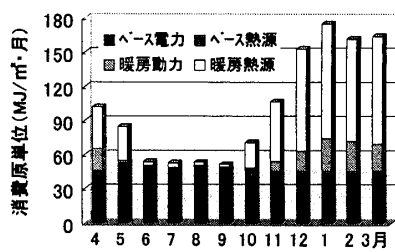


図9 保健施設の月毎用途別消費原単位

7. 各種建物におけるエネルギー消費量の実態

(1) 美術館のエネルギー消費実態

北海道の美術館建物5件、2カ年分で標本数は10である。美術館建物の特徴としては作品保管のために通年の空調などが必要であり、また天井高などにより延床面積の割に建物の容量が大きいことなどがある。

エネルギー種別にみると、電力の消費量がその他のエネルギーに比べて年間を通して非常に大きい。次に、消費用途別に分類した月別消費原単位の平均値を図7に示す。冬期の変動値よりも夏期の変動値のほうが大きい。また、竣工年代別に年間消費原単位の平均値を図8に示す。築年数が浅い建物ほど消費エネルギーが大きくなっており、年間消費原単位の平均値は、3787 MJ/m²・年であった。

(2) 保健施設のエネルギー消費実態

北海道の保健施設21件、2カ年ないし3カ年分で標本数は49である。1970年代の建物が最も多く、全ての建物の延床面積が2000 m²以下であった。

消費用途別に分類した月別消費原単位の平均値を図9に示す。暖房動力も含めた冬期の変動値がそのベース値の3倍以上になっている。また、延床面積別年間消費原単位の平均値では、400~800 m²において最も大きく、年間消費原単位の平均値は1230 MJ/m²・年であった。これは北海道の4000 m²以下における事務所建築の平均値 2000 MJ/m²・年程度に対し、その6割程度の消費量である。

8. 総括

- 1) 省エネルギー診断手法を検討した。
- 2) この診断手法を用いて北海道の美術館、保健施設におけるエネルギー消費実態を把握した。

北海道庁にてこの手法を用い、複数建物の管理運用を継続して行い、その情報を踏まえて改善を加え、より簡易で精度の高い診断手法とすることで、本研究が様々な建物の管理運用に生かされていくことを目指す。

(参考文献)

- 1) 北谷幸恵ほか、一般建築物の運用エネルギー低減を目的とした簡易コミッションシステム開発に関する研究、北海道立北方建築総合研究所、調査研究報告、No. 181
- 2) 羽山広文、田青英之：札幌市における業務用エネルギー消費実態調査-建築のエネルギー消費調査研究委員会-、日本建築学会北海道支部研究報告集、No. 75, pp. 339-346, 2002.6

- *1 北海道大学大学院工学研究科 修士課程
- *2 北海道大学大学院工学研究科 准教授・博士(工学)
- *3 北海道大学大学院工学研究科 教授・工学博士
- *4 北海道大学大学院工学研究科 助教・博士(工学)
- *5 北海道立北方建築総合研究所 博士(工学)
- *6 北海道立北方建築総合研究所 工修

Graduate Student, Graduate School of Engineering, Hokkaido Univ.
Associate Prof., Graduate School of Engineering, Hokkaido University, Dr. Eng.
Prof., Graduate School of Engineering, Hokkaido University, Dr. Eng.
Assistant Prof., Graduate School of Engineering, Hokkaido University, Dr. Eng.
Hokkaido Northern regional building research institute, Dr. Eng.
Hokkaido Northern regional building research institute, M. Eng