

札幌市における業務用建物のエネルギー消費実態調査  
その2 小学校のアンケート調査結果

正会員 〇一条和也\*1 同 羽山広文\*2  
同 絵内正道\*3 同 菊田弘輝\*4

小学校 給湯 電力 暖房

1. はじめに

現在、COP3の批准により民生用エネルギー消費量の削減は重要な課題である。そのため、新築建物の省エネルギー化を図ることや、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を図ることは重要な課題の一つである。しかし、既存建物では一般的に、室内温熱環境、設備運用、エネルギー消費量等の記録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ュニングは必要なデータの収集に多くの作業を要することになる。

そこで、本研究は簡易コミッシュニング手法構築を目指すものとし、既存建物でのエネルギー消費要因の実態把握を行うものとする。研究内容は札幌市の小学校における光熱費データの収集とアンケート調査によりエネルギー消費要因の分析である。

2. エネルギー消費量の実態

2.1 概要

光熱費データは2003年度(2003年4月~2004年3月)における札幌市立の小学校203校における給湯使用燃料・電力(照明、コンセント、給排水動力等)・暖房使用燃料・延床面積・体育館面積である。表1に使用燃料の概略を示す。なお、各学校で使用燃料が異なるため、二次エネルギー換算値(表2)を用いて熱量換算を行っている。

2.2 年間エネルギー消費構造

エネルギー種別ごとの内訳は203校のデータの平均の値を用いて行っている(図1)。図1より、札幌における小学校のエネルギー消費構造は給食給湯が37%を占め、最も大きくなっており、続いて、教室棟暖房、電力、体育館暖房となっている。

表1 使用燃料の概要

教室		体育館		給湯	
暖房燃料	件数	暖房燃料	件数	給湯燃料	件数
暖房電力消費	83	暖房電力消費	16	重油	90
都市ガス13A	30	都市ガス13A	23	都市ガス13A	18
都市ガス6B	19	都市ガス6B	11	都市ガス6B	10
LPG	8	LPG	7	天然ガス	7
灯油	22	灯油	82		
天然ガス	27	天然ガス	25	調理無し	78
重油	14	重油	39		
合計	203	合計	203	合計	203

表2 二次エネルギー換算値

項目	換算値	単位
電力	3.6	MJ/kWh
都市ガス13A	46.1	MJ/m <sup>3</sup>
都市ガス6B	29.3	MJ/m <sup>3</sup>
LPG	50.2	MJ/kg
灯油	37.3	MJ/L
天然ガス	46.1	MJ/m <sup>3</sup>
重油	38.9	MJ/L

2.3 各学校のエネルギー消費実態

各学校のエネルギー種別ごとに延床面積を横軸とした散布図を図2~4に示している。電力消費量は延床面積に対して正の相関をもつと言える(図2)。そして、特異な点を除くと同規模の学校で、電力消費量は2倍以内に収まることが分かる。教室棟暖房消費量も延床面積に対して正の相関をもつと言える。しかし、特異な点を除いても同規模の学校で、暖房消費量は2倍ほど開きがあることが分かる。そのため、電力消費量よりも教室棟暖房消費量はばらついていると言える。体育館暖房消費量については、延床面積に対して全く相関は見られず、特異な点を除いても2倍~3倍開きがあることが分かる。なお、給食給湯消費量については給食調理を他校へ依頼している学校があるため、散布図で示していない。

3. アンケート調査

3.1 アンケート概要

アンケート調査はエネルギー消費量に影響すると考えられる項目(施設の概要、運営方法、設備の概要)について実施した。実施方法はアンケート用紙を札幌市の小学校203校に郵送し、配布、回収という形で行った。調査項目、回答数については表3に示している。

3.2 アンケート結果

アンケート結果は図5~図10に示している。体育館の一般開放(図5)は8割ほどの学校で行われており、一週間あたりの平均をとると4.2時間と非常に多いことが分かる。使用率(図6)についてはほとんどの学校は50%~70%に推移していることが分かる。教室の窓ガラスの仕様(図7)は二重ガラス、二重窓の学校がほとんどであることが分かる。

表3 調査の項目と回答数

調査項目	内容	回答数
施設の概要	給食の有無(調理食数)	118
	児童数	87
運営方法	窓ガラスの仕様	64
	体育館の一般開放	99
設備の概要	教室暖房の種類	118
	体育館暖房の種類	118
	空調機制御の有無	87

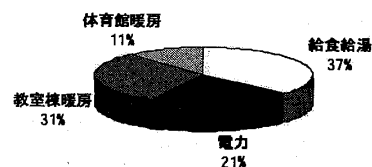


図1 エネルギー種別の内訳

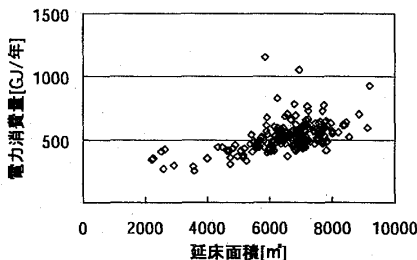


図2 延床面積と電力消費量

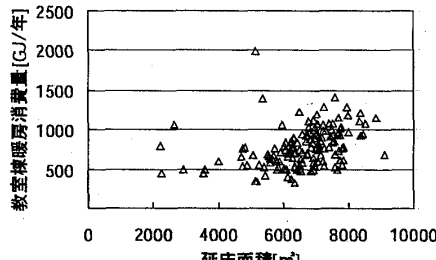


図3 延床面積と教室棟暖房消費量

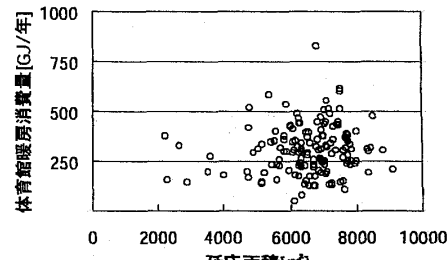


図4 延床面積と体育館暖房消費量

The Energy Consumption Survey of Building for Business Use in Sapporo

Part2 Results of the Questionnaire Survey of School

ICHUO Kazuya HAYAMA Hirofumi ENAI Masamichi KIKUTA Kouki

給食の調理食数(図8)は、他校への配給を行っている学校もあり、多い学校では一校で1000食以上も調理を行っている学校があることが分かる。暖房種別(図9、10)は教室棟ではガスストーブ、電気パネルヒーターが多く、体育館では灯油ストーブ、ガスストーブ、温風ボイラーが多い。そのため、設備による暖房消費量の差は教室棟では2つ、体育館では3つに大別できる。

#### 4. 分析

##### 4.1 給食給湯消費量の分析

アンケート結果から給食の調理を行っている学校47校を対象に消費原単位(MJ/年・食)に換算した結果を図3に示している。図12より、給湯消費原単位と調理食数には負の相関があることが分かった。そのため、一箇所で大規模調理を行う方が熱源の効率が良いと言える。

##### 4.2 電力消費の分析

電力消費量は照明、コンセント、給排水動力等、様々な要素に起因するため、アンケート結果を重回帰分析により検討した。検討方法はt-値、p-値による検定を行った。なお、空調機の有無に関しては1又は0のダミー係数を与えている。その結果(予測値・実測値・重回帰式)を図11に示す。

補正R<sup>2</sup>は0.56と高い相関を示し、相関性をもつことが分かる。そして、電力消費量と相関性がある項目は教室棟面

積・体育館面積・給食の調理食数・空調機制御の有無・使用率(学級数/教室数)となった。そのため、電力消費量では給食の調理で用いられる給排水動力、教室の使用率の違い、空調機制御の有無は無視できないと言える。

##### 4.3 暖房消費量の分析

暖房消費量も電力消費量と同じく様々な要素に起因するが、重回帰分析の結果、教室棟暖房消費量、体育館暖房消費量ともに相関性は見られなかった。教室棟暖房消費量で補正R<sup>2</sup>は0.41、体育館暖房消費量では0.02という値になった。そのため、教室棟暖房消費では教室棟面積や窓ガラスの仕様や竣工年、体育館暖房では体育館の一般開放時間や体育館面積以外に大きなエネルギー消費要因があると考えられる。その要因として考えられるものは設備の性能による差である。そこで、暖房消費量を延床面積で消費原単位(MJ/年・m<sup>2</sup>)で示したものを図13、14に示している。しかし、教室棟(図13)、体育館暖房(図14)消費量はともにばらついており、今回アンケート調査で得られた暖房器具の種類による性能の差は見られなかった。

#### 5. 総括

- ・札幌市の小学校におけるエネルギー消費実態を把握した。
- ・アンケート調査により小学校の詳細なエネルギー消費要因を把握した。
- ・電力消費に関してはエネルギーの消費要因をおおまかではあるが特定した。
- ・暖房消費に関してはエネルギーの消費要因を特定できておらずさらなる調査が必要である。

##### 参考文献

- 1) 羽山・田南ほか:札幌市における業務用建物のエネルギー消費実態調査 その1 事務所・病院・学校 日本建築学会大会要録集 p513 2002.8
- 2) 田南・羽山ほか:北海道における業務用建物のエネルギー消費実態調査その2、空調調和衛生工学会北海道支部講演論文集p161 2002.3
- 3) 石川・羽山ほか:北海道における業務用建物のエネルギー消費実態調査第3報 空調調和衛生工学会北海道支部講演論文集 2004.3
- 4) esco平成12年度調査報告書NEDO-EC-0008ウェブサイト= <http://www.eccj.or.jp/esco/report00/index.html>

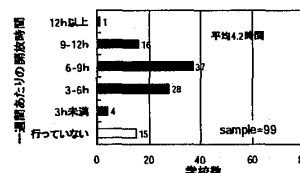


図5 体育館の一般開放

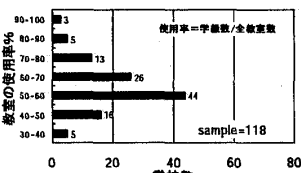


図6 教室の使用率

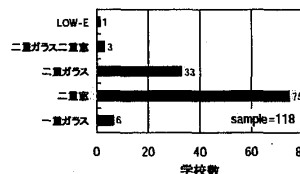


図7 窓ガラスの仕様

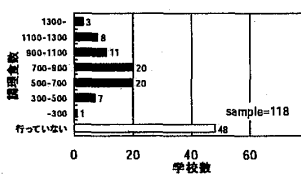


図8 給食の調理食数

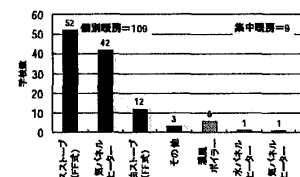


図9 教室棟暖房種別

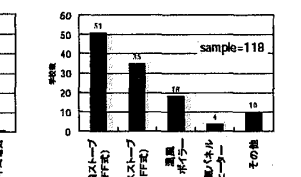


図10 体育館暖房種別

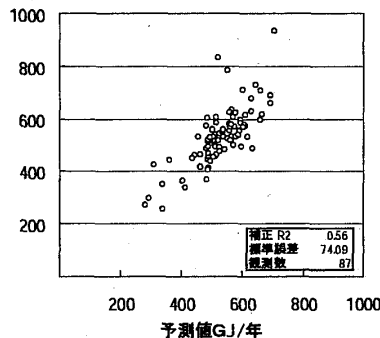


図11 電力消費量 予測値と実測値

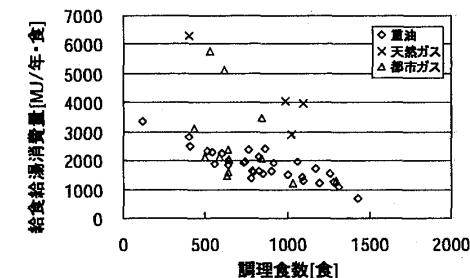


図12 給食給湯消費原単位

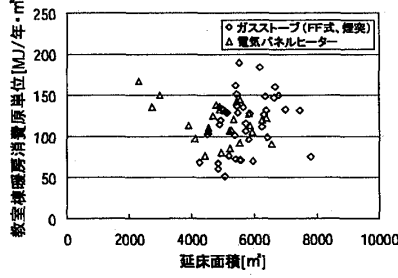


図13 教室棟暖房消費原単位

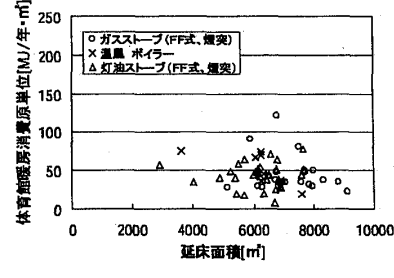


図14 体育館暖房消費原単位

\*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 助教授・博士(工学)  
 \*3北海道大学大学院工学研究科 教授・工博  
 \*4北海道大学大学院工学研究科 助手・博士(工学)

\*1 Graduate School of Eng., Hokkaido Univ.  
 \*2 Assoc. Prof., Graduate School of Ing., Hokkaido Univ., Dr. Eng  
 \*3 Prof., Graduate School of Ing., Hokkaido Univ., Dr. Eng  
 \*4 Instructor, Graduate School of Eng., Hokkaido University, Dr Eng