

# 事業所ビルにおけるエネルギー消費量実態調査

新潟市におけるエネルギー需要構造に関する研究 その2

## STUDY ON ENERGY CONSUMPTION IN OFFICE BUILDINGS

Study on the construction of energy consumption  
in Niigata-City Part II

赤林伸一\*, 足立直之\*\*

*Shin-ichi AKABAYASHI and Naoyuki ADACHI*

In this study, we show the type of heat-equipments, the kind of fuels, and the quantity of energy consumption of office buildings in Niigata City. And we can obtain the rate of electricity consumption and heating energy consumption of office buildings with each use in Niigata city. The obvious facts in our users investigation for managers of heating and cooling system in office buildings, are as follows. The main used fuel is gas energy in Niigata city. The main used heating and cooling equipment system is the central energy source system with the absorption and boiler. The big shopping center and city hotels have the most heavy quantity of electricity consumption and cooling energy consumption. Because in their buildings, men for shopping, and lights are heaters. In the shopping center, hotels and the calculating center in Niigata city, the cooling term is longer than the heating term. The units of energy consumption of schools, hospitals and city hotels are distinguished by the floor space.

Keywords: office buildings, energy consumption, heat equipments, the use of building

事業所ビル エネルギー消費 熱源設備 建物用途

### 1 はじめに

近年、地球温暖化現象等の地球環境問題や、化石燃料の枯渇問題がクローズアップされ、「省エネルギー」と「地球環境保護」の両面から都市におけるエネルギー需要に関する多くの検討がなされている。しかし、民生用エネルギー需要に関する調査研究例は首都圏や大阪などの大都市に限られており、日本海側の地方都市におけるエネルギー需要に関する調査研究例は少ない。

このような状況を鑑み本研究では、日本海側の地方都市である新潟市において、省エネルギーや未利用エネルギーの活用等エネルギー供給効率化の可能性を検討するための基礎資料として「新潟市における民生用エネルギー需給マップ」を作成し、新潟市におけるエネルギー需要構造を明らかにすることを目的としている。

前報その1<sup>(註1)</sup>では、新潟市の住宅における住まい方とエネルギー消費構造を明らかにし、住宅に関する二次エネルギー需要原単位を求める基礎資料を作成した。

本報では、新潟市の事業所ビルのエネルギー消費量及

び熱源設備に関する実態調査を実施し、熱源設備の保有状況や暖冷房期間及び全負荷運転相当時間を明らかにすることにより新潟市の熱源設備に関する特徴を考察する。次に、新潟市の二次エネルギー需要原単位を算出する建物用途分類の考察を行い、建物用途別二次エネルギー需要原単位を算出し、民生用エネルギー需給マップ作成の基礎資料とする。

なお、今回の実態調査においては、調査対象建物の設備担当者の協力状況やデータの整備状況等により、全ての建物用途に関して十分なサンプル数の確保が出来なかった。その結果、建物用途によってはサンプル数が少なく統計上信頼性に欠けると指摘されるデータも存在すると考えられるが、民生用エネルギー需給マップ作成のためには出来る限り幅広い建物用途に関して調査をする必要があり、本報では、あえてサンプル数の少ない調査対象建物データについても報告する。

\* 新潟大学工学部建設学科 助教授・工博

\*\* 新潟大学自然科学研究科 大学院生・工修

Associate Prof., Dept. of Architecture, Faculty of Engineering, Niigata University, Dr. Eng.

Graduate Student, Dept. of Architecture, Faculty of Engineering, Niigata University, M. Eng.

## 2 調査概要

### 2.1 調査対象建物と調査内容

新潟市に立地する竣工後3年以上の主要な事業所ビルを対象に、各ビルで採用されている熱源設備とその使用実態及びエネルギー消費量に関する調査を実施した。調査対象建物は、新潟市エネルギー需給マップの作成を考慮し、固定資産台帳において規定されている建物用途の他に、テレビ局や電算事務所ビル、ターミナルビルなどの特殊な建物と考えられる建物用途を独立用途として選定し、調査協力が得られた72棟である。調査は、平成5年10月及び平成6年6月の2回にわけて各ビルの設備担当者を訪問し、ヒアリング及び管理日報・月報の閲覧により実施した。調査対象建物数を表1に、調査内容を表2に示す。エネルギー消費量の調査対象期間は、1992年4月から1993年3月の1年間である。

## 3 単純集計結果

### 3.1 暖冷房使用時間と使用期間

代表的な建物用途分類である事務所、店舗、宿泊施設、医療施設、文化施設、教育施設の6建物用途に関する暖冷房使用期間及び使用時間を各建物用途に属する調査建物データの平均値として算出する。図1に一日の平均暖冷房使用時間を示す。事務所の暖冷房使用時間は約13時間/日である。店舗の暖冷房使用時間は殆どの店舗が午前10時開店午後8時閉店であり約10時間/日である。教育施設、文化施設は約9時間/日、医療施設、宿泊施設はほぼ一日中暖冷房を行っている。図2に年間の建物用途別平均暖冷房期間を示す。事務所は暖冷房期間とも約170日/年である。調査対象が1棟であるものの電算事務所ビルはOA機器からの発熱量が大きいため常に冷房していることがわかる。教育施設、文化施設は冷房期間が他の建物用途に比して約90日/年と短い。また、宿泊施設、店舗は他の建物用途と異なり、冷房期間のほうが暖房期間より長い。特に店舗は暖房期間が約120日/年に対して冷房期間が240日/年とその傾向が強い。

### 3.2 建物用途別熱源設備システム

熱源設備システムを表3に示すように分類し、建物用途別熱源設備の保有状況を図3に示す。熱源設備システムは、吸収式冷水発生器とボイラーによる中央熱源方式(A方式)が74%と多い。これは、低温・積雪という新潟市の冬季の気候特性に対応した温熱需要を優先する設備設計によるものと考えられる。店舗ビルは冷凍機とボイラー主体の中央熱源方式(B方式)が55%で過半数を占める。これは、店舗ビルは照明や客等による建物内部の発熱量が多く、暖房より冷房設備の充実が必要なためである。学校はA方式とF方式が50%を占める。これは、調査対象が歯科大学、総合大学、高校、小学校であり、大学は給湯設備や医療施設等があるためA方式

表1 調査対象建物数

建物用途	調査数	建物用途	調査数
事務所ビル	20	学校	4
電算事務所ビル	1	文化施設	2
大規模店舗 <sup>(1)</sup>	5	スポーツ施設	3
中規模店舗 <sup>(2)</sup>	6	テレビ局	3
シティホテル	5	JRターミナル駅	1
ビジネスホテル	4	空港	1
複合ビル(ホテル、ターミナル)	1	水族館	1
複合ビル(ホテル、店舗)	1	警察署	3
コンベンション	5	消防署	2
病院	4	合計	72

注(1)延べ床面積3000㎡以上の店舗  
 (2)延べ床面積3000㎡未満の店舗

表2 調査内容

No	調査項目	No	調査項目
1	竣工年度	9	蓄熱層有無
2	延べ床面積	10	管理日報
3	就業人数	11	管理月報
4	冷暖房期間	12	自家発電
5	就業時間	13	個別空調
6	熱源システム	14	ストレージタンク
7	契約電力	15	蒸気需要
8	給湯システム		

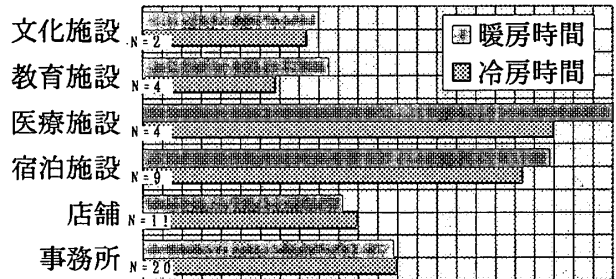


図1 建物用途別平均暖冷房使用時間

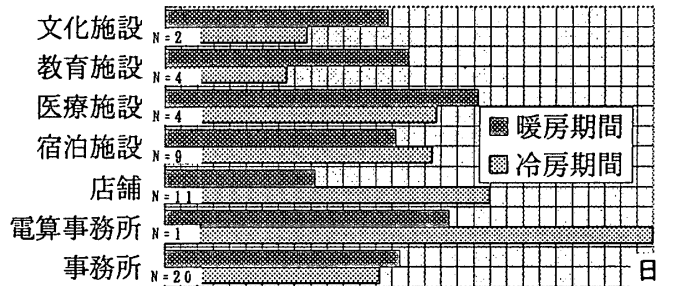


図2 建物用途別平均暖冷房期間

を採用する事が多いのに対し、高校、小学校はF方式を採用するためである。また、体育施設は、プールの有無、体育館の催し物開催の有無が熱源設備方式の相違となっている。

### 3.3 建物用途別主使用エネルギー

図4に熱源設備における主たる使用エネルギーの割合を示す。建物によっては複数の燃料を併用する場合があるが最も多く使用する燃料を主体燃料として集計した。新潟市全体では、都市ガス(G)が75%と最も多い。これは、燃料貯蔵タンクが不要等の燃料管理の容易さのためと考えられる。A重油(A)は、店舗ビルが45%、ホテルが50%、ターミナルビルが50%である。A重油を主燃料とする建物は1970年前後に竣工した大規模な建物で

あり、各ビルの設備担当者の説明からA重油は燃料費の安さにより採用されたと考えられる。また、全電化ビル(E)は全体の1%である。

#### 4 熱源設備容量調査結果

##### 4.1 熱源設備容量と延べ床面積との関係

単位床面積当たりの熱源設備容量と延べ床面積との関係を図5に示す。電力設備容量(図5(1))は、契約電力から電力熱源機器の電力規模を差し引いて算出した。電

表3 熱源システム分類

分類	熱源システムの概要
A	直燃吸収式冷温水発生装置とボイラー主体の中央方式
B	冷専電動冷凍機とボイラー主体の中央方式
C	ヒートポンプ主体の中央方式
D	直燃吸収式冷温水発生装置と冷専電動冷凍機の複合中央方式
E	ヒートポンプの個別空調方式
F	特別な空調システムは無くファンコイルやストープ等の個別暖房

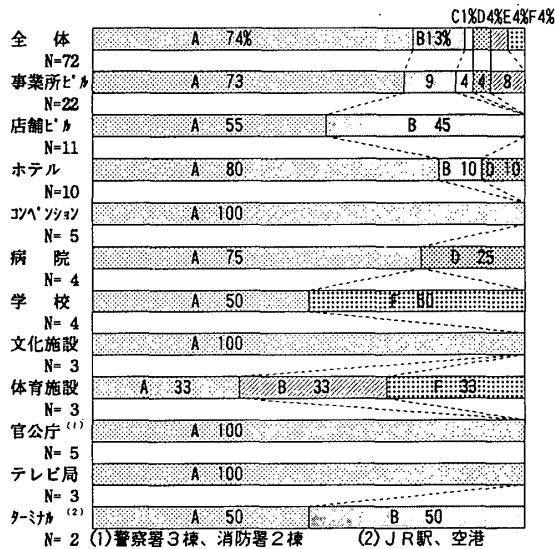


図3 建物用途別熱源設備保有状況

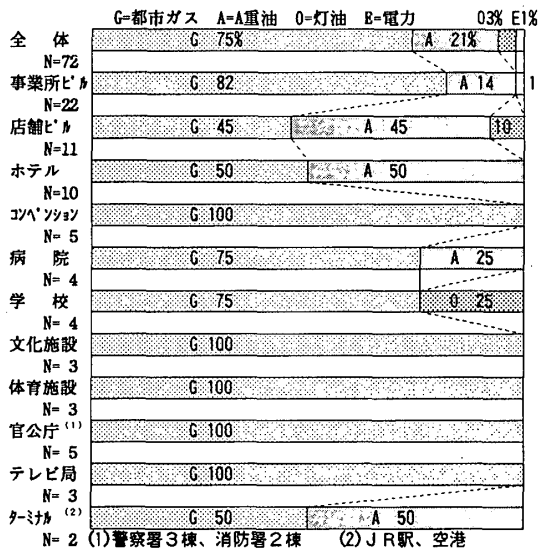
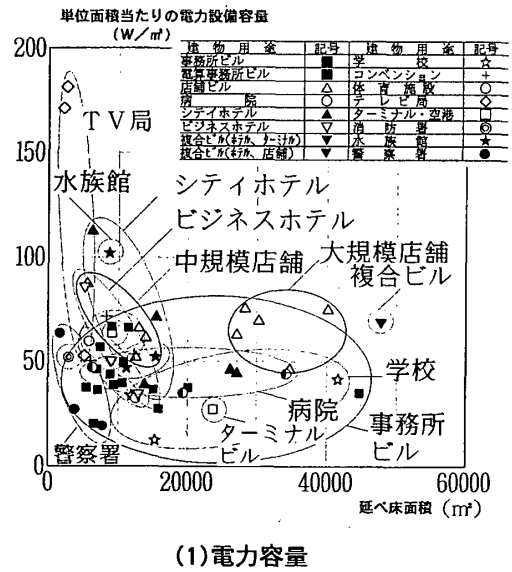
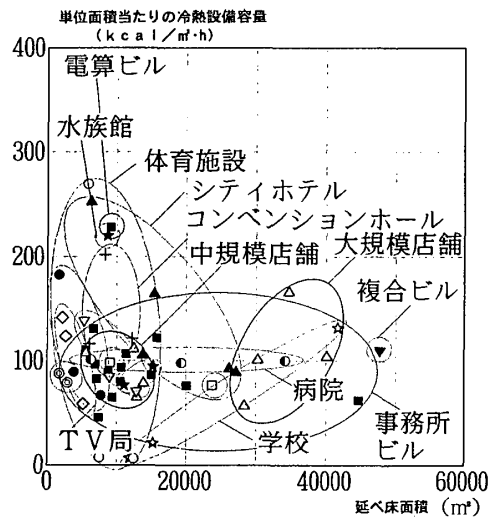


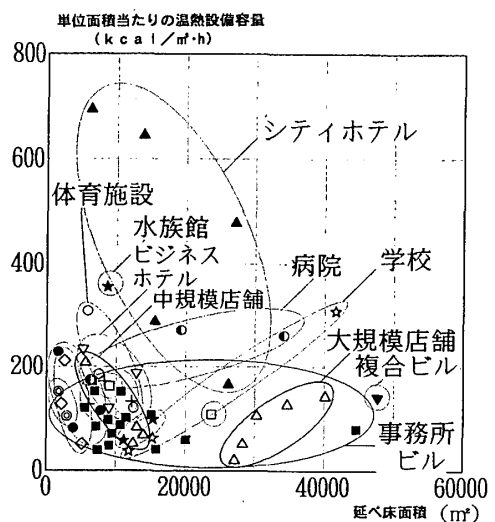
図4 建物用途別主使用エネルギー



(1) 電力容量



(2) 冷熱容量



(3) 温熱容量

図5 単位面積当たりの熱源設備容量と延べ床面積の関係

力設備容量が大きい建物は、大規模な照明設備や電気設備があるテレビ局、シティホテル、大規模店舗及び中規模店舗である。また、これらの建物の殆どが冷房を主体とした熱源システム（電動冷凍機とボイラー中央方式）を採用している。冷熱設備容量（図5(2)）は冷水製造能力（1RT=3,024kcal）として算定した。1年中O A機器の熱負荷がある電算事務所ビルや水族館等の冷熱設備容量が大きい。大規模店舗、シティホテル、コンベンション、体育施設の冷熱設備容量は、同規模にもかかわらず、ばらつきが大きい。また、病院の冷熱設備容量は約100kcal/m<sup>2</sup>・hである。学校は、大学と小学校・高校で冷房システムが異なり延べ床面積が大きくなるに伴い冷熱設備容量も大きくなる。原単位算出においては大学と小中高校分類する必要がある。温熱設備容量（図5(3)）は、温水または蒸気製造能力（蒸気1t=540Mcal）として算定した。シティホテルの温熱設備容量が非常に大きく、ばらつきも大きい。これは、給湯需要が大きいことと客室数の違いによるものと考えられる。学校及び病院の温熱設備容量は延べ床面積に比例して大きくなる傾向があり、原単位算出は延べ床面積による分類が必要である。

#### 4.2 建物用途別設備容量原単位

表4に建物用途別の電力設備容量原単位、温熱設備容量原単位、冷熱設備容量原単位及び冷温比（本報において、単位床面積当たりの冷熱設備容量に対する温熱設備容量の比率を冷温比と定義する。）を示す。電算事務所ビルは、O A機器の発熱負荷に対処するため冷熱設備容量原単位が228kcal/m<sup>2</sup>・hと極めて大きい。また、ホテル、病院、プールのある体育施設の温熱設備容量原単位が大

きい。これは、ホテルは給湯需要、病院は給湯と蒸気需要が大きいためである。冷温比は、ホテル、病院、学校、体育施設（プール有り）といった給湯需要のある建物用途で特に大きい。また、大規模店舗、複合ビル、コンベンション、文化施設、電算事務所ビルを除き、概ね、温熱設備容量原単位が冷熱設備容量原単位より大きい傾向

表4 建物用途別設備容量原単位

建物用途	調査数	単位：電力：W/m <sup>2</sup> 冷温熱：kcal/m <sup>2</sup> h			
		電力	冷熱	温熱	冷温比 <sup>(4)</sup>
事務所ビル	20	35.3	76.7	89.5	1.17
電算事務所ビル	1	66.5	228.0	47.9	0.21
大規模店舗 <sup>(1)</sup>	5	63.6	116.6	105.3	0.90
中規模店舗 <sup>(2)</sup>	6	67.6	78.3	98.6	1.26
シティホテル	5	49.5	107.1	415.2	3.88
ビジネスホテル	4	54.1	89.4	189.0	2.11
複合ビル(ホテル、ターミナル)	1	27.3	76.4	109.4	1.43
複合ビル(レジャ、店舗)	1	51.8	111.5	52.0	0.47
コンベンション	5	58.9	133.8	131.5	0.98
大規模病院 <sup>(3)</sup>	3	41.7	101.8	256.9	2.52
中規模病院	1	47.0	101.3	174.2	1.72
大学	2	21.8	33.0	151.6	4.59
高校・小中学校	2	21.8	14.9	51.8	3.48
文化施設	2	50.0	37.8	30.1	0.80
体育施設(プール有)	1	32.5	6.5	121.4	18.67
体育施設(プール無)	2	59.2	131.6	258.5	1.96
テレビ局	3	111.9	93.7	110.0	1.17
JRターミナル 駅	1	32.3	41.2	131.6	3.19
空港	1	63.5	98.2	162.1	1.65
水族館	1	102.0	220.0	355.3	1.62
警察署	3	27.3	88.1	120.3	1.37
消防署	2	36.2	45.5	82.5	1.81

- (1)大規模店舗：延べ床面積が30000m<sup>2</sup>以上の店舗とする。  
(2)中規模店舗：延べ床面積が30000m<sup>2</sup>未満の店舗とする。  
(3)大規模病院：延べ床面積が10000m<sup>2</sup>以上の病院とする。  
(4)冷熱容量に対する温熱容量の比率。

表5 建物用途別平均全負荷運転相当時間

建物用途	数	平均冷熱容量	平均温熱容量	平均(m <sup>2</sup> )延床面積	平均全負荷相当運転時間(時間)	
					冷房	暖房
事務所ビル	20	76.7	89.5	15065	581.1	438.4
電算事務所ビル	1	228.0	47.9	9019	665.0	528.0
大規模店舗 <sup>(1)</sup>	5	116.6	105.3	33007	1170.4	79.5
中規模店舗 <sup>(2)</sup>	6	78.3	98.6	10790	850.5	396.5
シティホテル	5	107.1	415.2	18354	1111.2	157.8
ビジネスホテル	4	89.4	189.0	7236	1897.0	265.0
複合ビル(ホテル、ターミナル)	1	76.4	109.4	15467	745.0	163.0
複合ビル(レジャ、店舗)	1	111.5	52.0	12468	818.0	739.0
コンベンション	5	133.8	131.5	7468	347.0	338.7
大規模病院 <sup>(3)</sup>	3	101.8	256.9	26951	979.0	364.5
中規模病院	1	101.3	174.2	6270	359.0	224.0
大学	2	33.0	151.6	102781	579.5	187.0
高校・小中学校	2	14.9	51.8	13549	175.0	328.0
文化施設	2	37.8	30.1	13199	389.0	394.5
体育施設(プール有)	1	6.5	121.4	12451	463.0	636.0
体育施設(プール無)	2	131.6	258.5	6125	935.0	124.5
テレビ局	3	93.7	110.0	3278	2241.0	715.5
JRターミナル 駅	1	41.2	131.6	83700	2426.0	1666.0
空港	1	98.2	162.1	9052	573.0	576.0
水族館	1	220.0	355.3	8627	1138.0	662.0
警察署	3	88.1	120.3	3301	254.0	752.0
消防署	2	45.5	82.5	1717	162.0	464.0

- (1)大規模店舗：延べ床面積が30000m<sup>2</sup>以上の店舗とする。(熱容量単位：kcal/m<sup>2</sup>h)  
(2)中規模店舗：延べ床面積が30000m<sup>2</sup>未満の店舗とする。  
(3)大規模病院：延べ床面積が10000m<sup>2</sup>以上の病院とする。

がある。これは、冬季に対するバックアップ率の高さと吸収式冷温水発生器用蒸気発生ボイラーの設置によるものと考えられる。

#### 4.3 建物用途別全負荷運転相当時間

各建物用途の暖冷房需要に関する特徴を明らかにするとともに、新潟市の建物用途別年間熱負荷概算資料を提供するため、冷房全負荷運転相当時間（RT）と暖房全負荷運転相当時間（DT）を算出する。RT、DTの算出方法を（1）（2）の2式に示す。

$$RT = \frac{\text{年間冷房エネルギー需要量(kcal/年)}}{\text{冷房機器容量(kcal/h)}} \quad (1)$$

$$DT = \frac{\text{年間暖房エネルギー需要量(kcal/年)}}{\text{暖房機器容量(kcal/h)}} \quad (2)$$

表5に建物用途別の平均全負荷運転相当時間を示す。電算事務所ビル、テレビ局、JRターミナル駅は殆ど一年中冷房を行っている。また、ホテル、店舗、複合ビル、大規模病院、水族館といった人が集まる建物の冷房平均全負荷運転相当時間が長い。高校・小中学校、コンベンション、警察署、消防署の冷房平均全負荷運転相当時間は短い。また、文化施設、警察署、消防署を除く殆どの建物用途で冷房平均全負荷運転相当時間のほうが暖房平均全負荷運転相当時間より若干長い傾向がみられる。これは冷房の場合は一度稼働させると連続運転を行うが、暖房の場合は余熱を利用するという運転方法の違いのため（後述 5.2(2)参照）と、温熱設備容量には冷温水発生器用蒸気発生用ボイラーの温熱容量が含まれ、暖房全負荷運転相当時間を算出した場合、実際の暖房平均全負荷運転相当時間より短く算出されるためと考えられる。

## 5 エネルギー消費量調査結果

### 5.1 二次エネルギー換算方法

今回調査した一次エネルギー消費量は、採用している熱源システムの違いや使用しているエネルギーの種別・量が異なり、建物間でエネルギー需要を直接比較することが困難であること、今後、電力、暖冷房、給湯、蒸気需要に関するエネルギー需給マップを作成する予定であることから、電力、冷房、暖房、給湯、蒸気需要の二次エネルギー消費量に変換する必要がある。現在の事業所ビルの複合化された熱源システムのもとでは、投入された燃料消費量に関する実態調査結果から直接二次エネルギー消費量を求めることは殆ど不可能であり、二次エネルギー消費量を求めるには推計するほかに有効な手段は無いと考えられる。そこで、建物毎に暖冷房期間や暖冷房使用時間、熱源設備のCOPや使用条件を明らかにし、各建物毎に採用されている熱源システムに応じて二次エ

ネルギー消費量を推計する。表6に推計に際して利用する一次エネルギー発熱量及び熱源機器の標準COP及び日報データからの二次エネルギー消費量推計手法<sup>(註2)</sup>の概略を示す。新潟市の事業所ビルで採用されている主要な熱源システム（①～⑨）毎に推計手法を設定し、これら以外の複合的なシステムを採用している場合は①から⑨のシステムの組み合わせにより算出する。

表6 二次エネルギー推計手法

一次エネルギー	
電力	実際に仕様した電力量（電力需要端熱量換算 1 kWh = 2450 kcal）
都市ガス	10000 kcal/Nm <sup>3</sup>
A重油	9300 kcal/l
灯油	8900 kcal/l
二次エネルギー	
電力	冷暖房用、給湯等の熱の製造に要した量を除く電力量 (1 kWh = 860 kcal)
熱	一次エネルギーを使用した冷凍機、ボイラーで製造された熱
二次エネルギー推計式	
①直焚冷温水機（給湯なし）のみ	冷房需要：冷房期間の冷温水機燃料消費量(cal)×1.00 暖房需要：暖房期間の冷温水機燃料消費量(cal)×0.85
②直焚冷温水機と給湯用温水ボイラー	冷房需要：冷房期間の冷温水機燃料消費量(cal)×1.00 暖房需要：暖房期間の冷温水機燃料消費量(cal)×0.85 給湯需要：年間のボイラー燃料消費量(cal)×0.70
③二重効用吸収式冷凍機と蒸気ボイラー（給湯なし）	冷房需要：冷房期間のボイラー燃料消費量(cal)×1.00 暖房需要：暖房期間のボイラー燃料消費量(cal)×0.85
④二重効用吸収式冷凍機と蒸気ボイラー（給湯あり）	給湯需要：中間期のボイラー燃料消費量(cal)×0.85が通年、存在すると仮定する。 冷房需要：冷房期間の給湯需要を除くボイラー燃料消費量(cal)×1.00 暖房需要：暖房期間の給湯需要を除くボイラー燃料消費量(cal)×0.85
⑤単効用吸収式冷凍機と蒸気ボイラー（給湯なし）	冷房需要：冷房期間のボイラー燃料消費量(cal)×0.65 暖房需要：暖房期間のボイラー燃料消費量(cal)×0.85
⑥単効用吸収式冷凍機と蒸気ボイラー（給湯あり）	給湯需要：中間期のボイラー燃料消費量(cal)×0.65が通年、存在すると仮定する。 冷房需要：冷房期間の給湯需要を除くボイラー燃料消費量(cal)×1.00 暖房需要：暖房期間の給湯需要を除くボイラー燃料消費量(cal)×0.85
⑦冷専電動冷凍機と蒸気・温水ボイラー（給湯なし）	冷房需要：冷房期間の電動冷凍機消費電力量(cal)×4.00 暖房需要：暖房期間の蒸気ボイラー燃料消費量(cal)×0.85 暖房期間の温水ボイラー燃料消費量(cal)×0.70 もし、冷凍機消費電力量が受電電力量から分離されていない場合は、中間期受電電力量を照明動力用として冷房期間の受電電力量から分離し、残りの電力量の65%（註3）にCOPを乗じて冷房需要とする。残りの35%は補機動力として照明動力用電力量に戻す。
⑧冷専電動冷凍機と蒸気・温水ボイラー（給湯あり）	給湯需要：暖房期間以外のボイラー燃料消費量(cal)×0.85（蒸気COP）または0.70（温水COP）が通年、存在すると仮定する 冷房需要：冷房期間の電動冷凍機消費電力量(cal)×4.00 暖房需要：暖房期間の給湯需要を除くボイラー燃料消費量(cal)×0.85（蒸気COP）または0.70（温水COP）
⑨ヒートポンプのみ（給湯なし）	冷房需要：冷房期間のヒートポンプ消費電力量(cal)×3.50 暖房需要：暖房期間のヒートポンプ消費電力量(cal)×2.50 もしも、ヒートポンプ消費電力量が分離されていない場合は、⑦と同様の手法にて分離する。ただし、補機動力電力の割合は2.5%（註4）とする

## 5.2 建物用途別二次エネルギー消費量変動

調査対象建物のうち、事務所ビル、大規模店舗、シティホテル、ビジネスホテルの4建物用途において、平均的事例と考えられる任意のビルを選定し、二次エネルギー消費量の年変動及び最大負荷変動に関して考察する。

### (1) 二次エネルギー消費量の年変動

図6に事務所ビル、大規模店舗、シティホテル、ビジネスホテルの二次エネルギー消費量の年変動を示す。事務所ビル(図6(1))は明確な暖冷房期間があり、冬季にも冷房需要が見られる。一方、大規模店舗(図6(2))は、夏季の冷房需要が極めて大きく暖房需要は殆ど無い。シティホテル(図6(3))は、ビジネスホテルより給湯需要が大きく、暖房需要は少ない。これは、シティホテルが宴会等の催し物開催の比率が高く建物内部の人や照明等の発熱が大きいためである。また、ビジネスホテル(図6(4))は延べ床面積に占める客室面積の割合が高く、ロビー照明等の内部発熱要素が少ないため、季節変動を反映して暖冷房期間を明確に読みとることが出来る。

### (2) 二次エネルギー消費量の最大負荷変動

図7に事務所ビル、大規模店舗、シティホテル、ビジネスホテルの二次エネルギー消費量最大負荷発生日(注5)のエネルギー消費量日変動を示す。電力需要の変動(図7(1))では、照明・搬送動力負荷が大きい大規模店舗とシティホテルの電力需要が大きい。また、大規模店舗は開店時と閉店時に急激な負荷変動が見られ、開店時間中は約60kcal/m<sup>2</sup>・hの負荷で推移する。冷房需要の変動(図7(2))は、事務所ビルでは勤務開始時間前、大規模店舗では開店時間前に急激な立ち上がりの負荷変動があり、退社、閉店時間までそれぞれ60kcal/m<sup>2</sup>・h、160kcal/m<sup>2</sup>・hの負荷で推移する。シティホテルは、宴会や催しの有無によって冷房負荷が変動している。ビジネスホテルは、宿泊客がすべて就寝する午前3時頃から減少し、起床時から増加する。暖房需要の変動(図7(3))は、事務所ビルでは始業開始前の立ち上がり時に50kcal/m<sup>2</sup>・hの負荷変動があり、その後暫減する。また、シティホテルでも同様の傾向が見られる。暖房需要は冷房需要と異なり、連続運転をせず立ち上がりで十分に暖めて余熱を利用するという制御をしていると考えられる。また、どの建物用途においても最大暖房負荷は、最大冷房負荷より小さい。給湯需要の変動(図7(4))では、催し物の開催等によりシティホテルの需要量が極めて大きく、そのピークも昼間にある。一方、ビジネスホテルは延べ床面積に占める客室面積の割合が高く、宿泊客が使用するシャワーや入浴のための給湯需要が午後8時以降に集中する。その他の建物の給湯需要は殆ど無い。

## 5.3 単位床面積当たり二次エネルギー消費量と延べ床面積の関係

図8に事務所ビル、店舗、宿泊施設における年間総エ

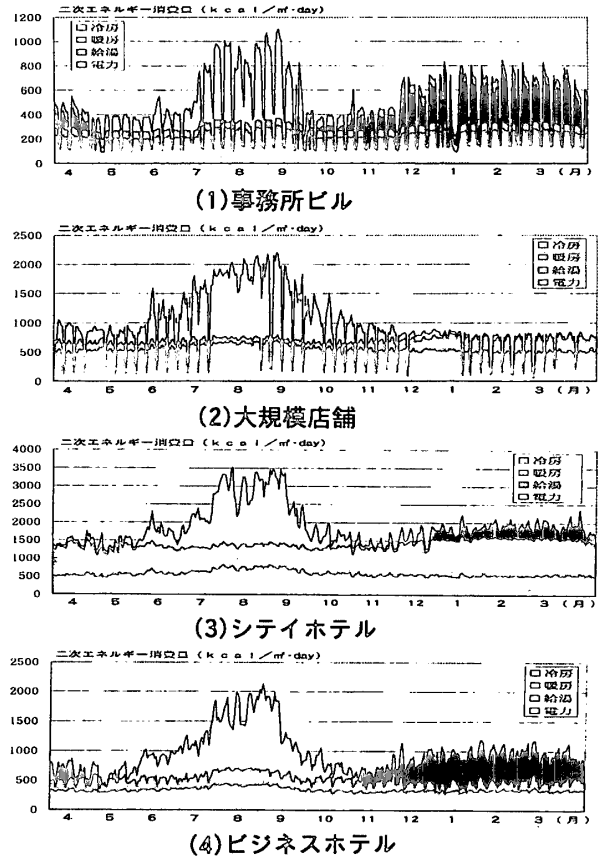


図6 二次エネルギー消費量の年変動

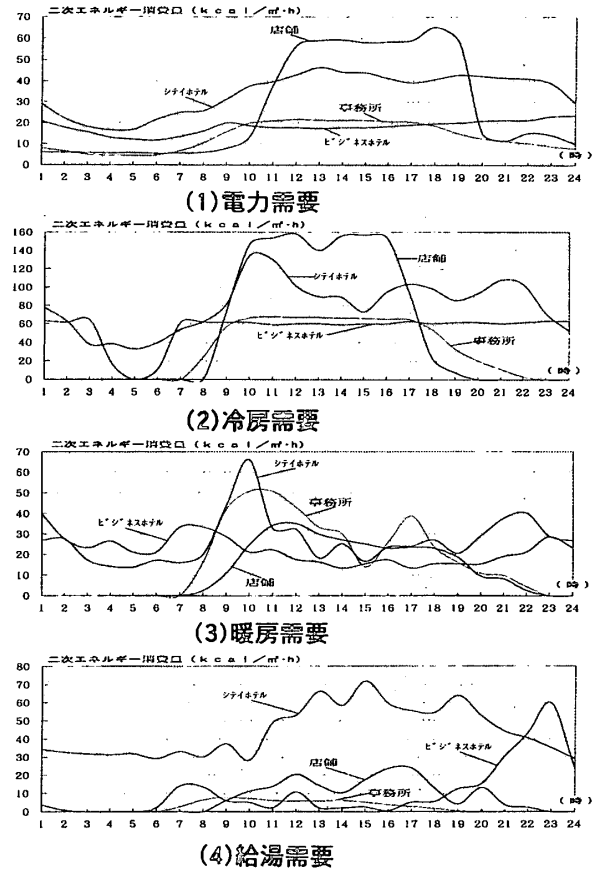
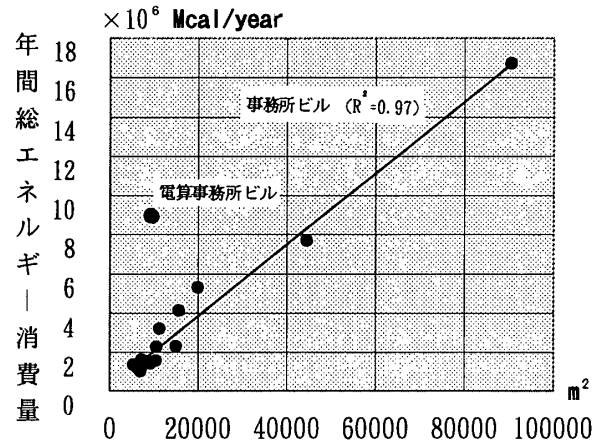


図7 二次エネルギー消費量の日変動

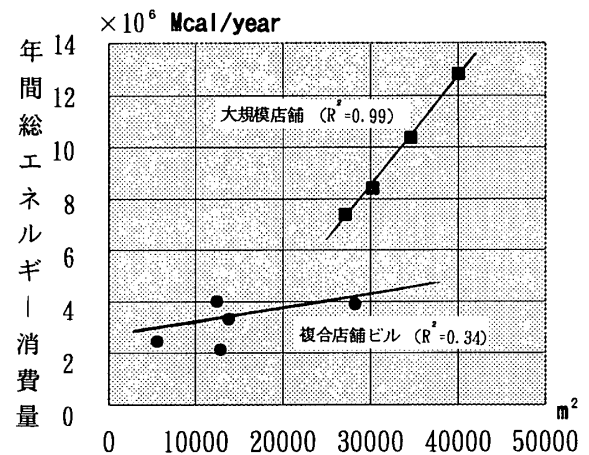
エネルギー消費量と延べ床面積との関係を示す。事務所ビル(図8(1))は電算事務所ビルを除けば、 $R^2=0.97$ と非常に高い相関が見られる。店舗ビル(図8(2))では、百貨店やスーパーマーケット等の大規模店舗で、 $R^2=0.99$ と非常に高い相関がみられるが、様々な業態の店が入居している複合店舗が多い中規模店舗では $R^2=0.35$ と相関は低い。また、宿泊施設(図8(3))では、シティホテルが $R^2=0.66$ であり、ビジネスホテルは $R^2=0.77$ である。

本来、エネルギー消費量原単位は、建物用途毎に延べ床面積との相関が高いことから平均値を便宜上使用するという値である。しかし、図8に示す通り同じ建物用途であっても、事務所ビルと電算事務所、大規模店舗と複合店舗のように業種、業態に明らかな差異がある場合は、1つの直線で回帰させることには無理があり、従来採用されている建物用途よりさらに細分化された分類が必要であると考えられる。また、新潟市におけるエネルギー需要マップを作成する事を考慮し、延べ床面積に関わりなく一定の値を示すかを検証するため図9に単位面積当たりの二次エネルギー消費量と延べ床面積の関係を示す。単位面積当たり年間電力エネルギー消費量(図9(1))においては、学校、病院で顕著な正の相関が見られ、規模別の分類が必要といえる。また、テレビ局、中規模店舗、警察署では同程度の延べ床面積の建物におけるばらつきが大きく、延べ床面積により分類することはできない。これらの建物用途は、調査対象建物の選定によっては大きく原単位が変わってしまう可能性のある建物用途といえる。単位面積当たり年間冷房エネルギー消費量(図9(2))と延べ床面積の間には、学校、病院で正の相関がみられ原単位として利用するにはさらに分類する必要があると考えられる。また、中規模店舗は同規模の建物におけるばらつきが大きい。単位面積当たり年間暖房エネルギー消費量(図9(3))と延べ床面積の間には、学校、病院で正の相関がみられる。また、テレビ局はばらつきが大きい。単位面積当たり年間給湯エネルギー消費量(図9(4))と延べ床面積では、シティホテルと病院において正の相関があり、規模別に分類する必要がある。ビジネスホテルは延べ床面積によるよりも宿泊客数の影響によるばらつきがあるものと考えられる。

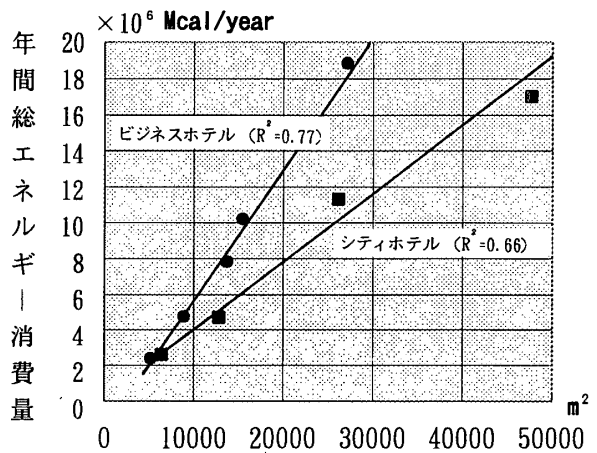
複数の調査対象がある建物用途における単位面積当たりの二次エネルギー消費量に関する平均値(M)と標準偏差( $\delta$ )及び図9の検討結果に基づく規模別分類との関係を表7に示す。ばらつきが大きく延べ床面積による分類が必要と考えられる場合は●、ばらつきが小さく平均値を原単位として使用できる場合に○、延べ床面積ではなく調査対象建物の業態によるばらつきが大きい場合は△をつける。建物規模により業態が変わるため延べ床面積別分類の必要があると考えられる建物用途は、シティホテル、教育機関、病院であり、また、雑居ビルの性



(1)事務所ビル 延べ床面積



(2)店舗ビル 延べ床面積



(3)宿泊施設 延べ床面積

図8 年間総エネルギー需要と延べ床面積の関係

格の中規模店舗、宿泊客数により給湯需要が変動するビジネスホテル、そして、テレビ局等の建物用途は調査対象建物によるばらつきが大きい傾向がある。

#### 5.4 建物用途別二次エネルギー年間需要原単位

二次エネルギー年間需要原単位は、二次エネルギー需要マップの作成を考慮し固定資産台帳コード体系に準拠し、表7の検討結果に基づき分類すべきと考えられる建物用途に関して算出する。尚、電算事務所ビル、プール

のある体育施設とない体育施設、JRターミナル駅、消防署、空港、水族館やテレビ局等特殊性の強い建物は単独で取り扱う。しかし、これらの建物用途はサンプル数が少なく原単位として妥当かどうかという点では疑問が残るものの、参考値として算出する。表8に新潟市における建物用途別二次エネルギー年間需要原単位を示す。

### 6 既往研究との比較・検討

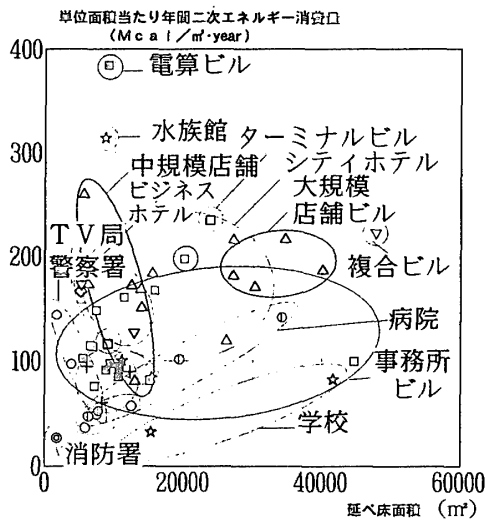
本報において求めた新潟市における建物用途別年間二次エネルギー需要原単位の妥当性を検討するため、過去3年間に日本建築学会及び空気調和・衛生工学会で報告された既往研究における建物用途別年間二次エネルギー需要原単位を表9に示す。

(1)業務施設：電力需要原単位は首都圏での値が150.5～160.0 Mcal/m<sup>2</sup>・年と大きく、新潟は札幌と同程度である。冷房需要原単位は、札幌が最も小さく、新潟は、首

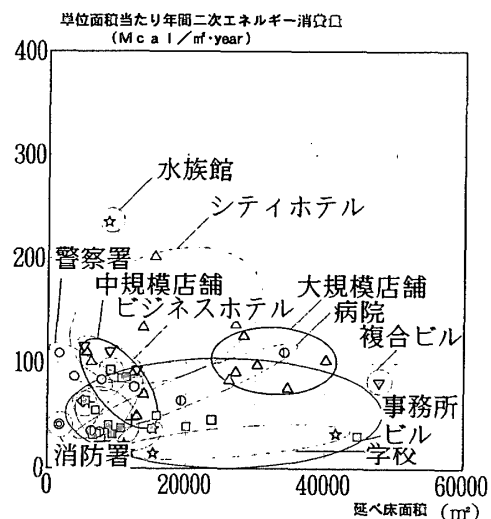
都圏と札幌の間に相当する。暖房需要原単位は、札幌が62.5Mcal/m<sup>2</sup>・年で最も大きい。北陸地方である新潟の暖房需要は、首都圏と大きな相違はない。給湯需要原単位は札幌が最も大きく19.7Mcal/m<sup>2</sup>・年である。

(2)商業施設：電力需要原単位は、各地区とも、概ね180 Mcal/m<sup>2</sup>・年前後である。また、冷房需要原単位は首都圏で110Mcal/m<sup>2</sup>・年前後と大きく、札幌が最も小さい。新潟は、その中間に位置し、90Mcal/m<sup>2</sup>・年前後で建物規模による差はない。また、暖房需要は札幌が最も大きい。新潟の中規模店舗の暖房需要原単位は首都圏の値に近いが、大規模店舗の暖房需要原単位は10.1Mcal/m<sup>2</sup>・年と小さい。これは、真冬でも暖房をしないことがあるという調査結果を反映しているものと考えられる。給湯需要は、札幌が最も大きい。

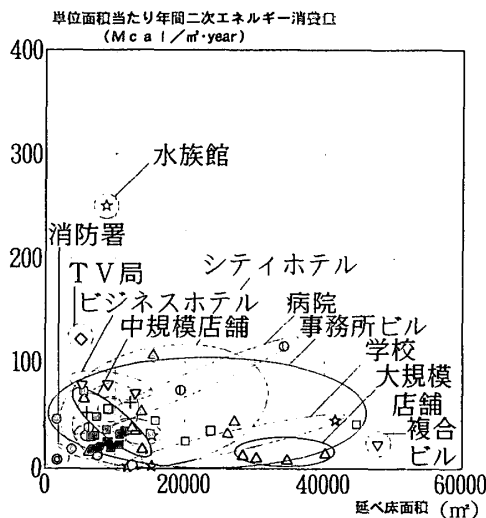
(3)宿泊施設：電力需要原単位は、各地区とも概ね150Mcal/m<sup>2</sup>・年前後である。新潟の冷房需要原単位は大規模



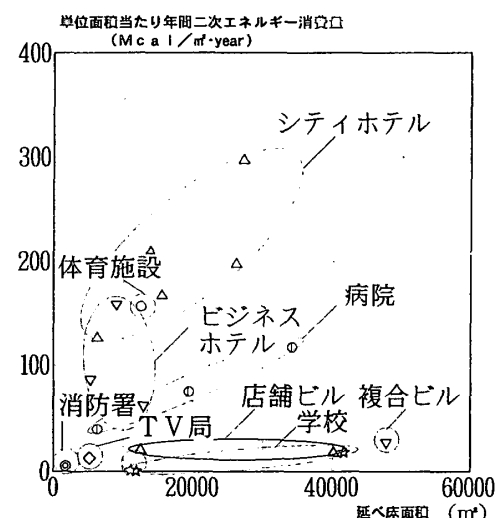
(1)電力需要



(2)冷房需要



(3)暖房需要



(4)給湯需要

図9 単位面積当たりの二次エネルギー年間需要原単位と延べ床面積の関係



シティホテル及びビジネスホテルともに110Mcal/m<sup>2</sup>・年前後であり、他の地区に比して大きい。また、新潟の暖房需要原単位は、大規模シティホテルの値が38.4Mcal/m<sup>2</sup>・年、中規模シティホテルの値が58.5Mcal/m<sup>2</sup>・年、ビジネスホテルは76.2Mcal/m<sup>2</sup>・年とホテルの種類による差が大きい。給湯需要原単位は他の地区に比して新潟の値が極めて大きい。また、大規模シティホテルの値が246.8Mcal/m<sup>2</sup>・年に対してビジネスホテルは101.6Mcal/m<sup>2</sup>・年と約半分である。

(4)医療施設：医療施設の二次エネルギー需要原単位は、それぞれの研究によってその原単位の値に大きな差が見られる。これは、病院は規模による差が大きいという本報での調査結果から推察すると、各研究において調査対象とした病院の規模が一定でなかったためではないかと考えられる。

(5)文化施設：電力需要原単位は54~92Mcal/m<sup>2</sup>・年、冷房需要原単位は、32~92Mcal/m<sup>2</sup>・年とばらついている。これは、文化施設という建物用途の範疇に含まれる建物種類のばらつきや施設の使い方に起因する問題であると考えられる。

(6)教育施設：新潟の各二次エネルギー需要原単位は、大学と高校・小中学校による差が大きい。この新潟の結果と首都圏1と3の事例結果を比較した場合、首都圏1は大学を主とした調査対象としており、首都圏3は大学、

表7 二次エネルギー消費量と建物規模分類の関係

建物用途	数	電力	冷房	暖房	給湯	備 考
事務所ビル	20	△	△	△	△	電算事務所ビルは別分類にするべき。個別給湯。
平均値	M	130.7	81.9	34.7	1.1	
標準偏差	σ	76.7	141.4	13.5	4.6	
大規模店舗	4	○	○	○	○	ビル内のテナントの種類や販売スペースが類似する為、建物毎のばらつきは少ない。
平均値	M	188.6	91.8	10.1	4.4	
標準偏差	σ	19.6	11.6	5.7	8.8	
中規模店舗	5	△	△	△	△	雑居ビルの性格が強い為、入居しているテナントの種類によるばらつきが大きい。
平均値	M	165.7	89.3	33.9	4.0	
標準偏差	σ	64.7	30.5	21.1	8.9	
シティホテル	5	○	○	○	●	宿泊より宴会等に対応する比重が大きい建物用途である為、建物規模が給湯需要を左右。
平均値	M	182.6	100.9	28.8	161.7	
標準偏差	σ	47.9	25.5	12.5	113.6	
ビジネスホテル	4	○	△	○	△	給湯需要は、宿泊客の人数により左右される為ばらつきが生じる。
平均値	M	154.7	106.6	76.2	101.6	
標準偏差	σ	23.5	42.0	18.9	60.5	
コンベンション	3	○	○	○	○	コンサート等のイベント実施。個別給湯。
平均値	M	72.1	38.0	69.1	16.5	
標準偏差	σ	10.8	25.7	16.5	16.5	
学 校	4	●	○	●	△	延べ床面積により、小中学校、高校、大学と概ね分類できる為延べ床面積による差が大きい。
平均値	M	36.3	13.2	15.9	34.3	
標準偏差	σ	18.8	17.6	15.0	44.1	
警 察 署	3	○	○	○	○	個別給湯。
平均値	M	98.0	28.4	93.3	9.2	
標準偏差	σ	4.2	62.7	59.4	9.2	
消 防 署	2	○	○	○	○	
平均値	M	45.8	14.2	70.6	9.2	
標準偏差	σ	45.8	14.2	70.6	9.2	
テ レ ビ 局	2	○	△	○	△	建物規模よりも、スタジオ数や番組制作の頻度による差がエネルギー需要に影響。
平均値	M	218.4	209.9	52.8	6.2	
標準偏差	σ	65.5	125.9	15.8	8.1	
病 院	3	●	●	●	●	延べ床面積が大きくなる程診療科目や入院設備が多くなる為延べ床面積による差が大きい。
平均値	M	58.9	51.9	61.2	57.3	
標準偏差	σ	36.6	20.3	16.3	41.2	

○：延べ床面積によって分類する必要はない。●：延べ床面積によって分類する必要がある。△：調査対象ビルによるばらつきが大きい。

高校・小中学校を含む調査結果であるように推察される。

以上に示した既往研究との比較において、今回求めた年間二次エネルギー需要原単位は、地域差はあるものの、著しくかけ離れた値ではないと考えられる。暖房需要原単位に規模の差が見られた商業施設には大規模店舗と中規模店舗の二種類の原単位を採用する。さらに、宿泊施設、医療施設、教育施設に関しては、前章の考察からも明らかなように、宿泊施設は大規模・中規模シティホテルとビジネスホテル、医療施設は大規模病院と中規模病院、教育施設は大学と高校・小中学校という分類による原単位を採用する必要があると考えられる。

## 7 まとめ

(1)新潟市の事業所ビルにおける暖冷房期間、暖冷房使用時間及び暖冷房全負荷運転相当時間を算出した。

(2)新潟市における熱源設備システムは、吸収式冷水発生器とボイラーによる中央熱源方式が74%と最も多い。主使用燃料では、燃料貯蔵タンクが不要等の燃料管理の容易さのため都市ガスが75%と最も多い。

(3)一次エネルギーから二次エネルギーへの推計手法を示し、建物用途別の二次エネルギー消費量を求め、事務所、大規模店舗、シティホテル、ビジネスホテルの二次エネルギー消費量の年変動及び日変動を示した。

(4)二次エネルギー年間需要原単位を算出する際には、

表8 建物用途別二次エネルギー年間需要原単位

建物用途	調査数	単位：Mcal/m <sup>2</sup> ・year					
		電力	冷房	暖房	給湯	蒸気	
事務所ビル	20	123.8	57.7	29.6	0.0	0.0	
電算事務所ビル	1	384.5	607.6	25.3	0.0	0.0	
大規模店舗 <sup>(1)</sup>	4	188.6	91.8	10.1	4.4	0.0	
中規模店舗 <sup>(2)</sup>	5	165.7	89.3	33.9	4.0	0.0	
シティホテル大規模 <sup>(3)</sup>	2	167.3	110.3	38.4	246.8	0.0	
中規模	3	174.9	145.5	58.5	167.2	0.0	
ビジネスホテル	4	154.7	106.6	76.2	101.6	0.0	
複合ビル(ホテル、ターミナル)	1	183.7	201.5	106.2	167.1	0.0	
複合ビル(ビル、店舗)	1	222.9	82.0	23.0	27.5	0.0	
コンベンション	3	72.1	38.0	69.1	0.0	0.0	
大規模病院 <sup>(4)</sup>	2	128.9	88.4	87.0	88.4	49.2	
中規模病院	1	47.6	36.0	39.0	39.8	24.1	
大 学	2	65.7	26.0	31.5	18.4	0.0	
高校・小中学校	2	21.1	2.0	15.3	0.3	0.0	
文化施設	2	92.3	32.9	30.8	0.6	6.3	
体育施設(プール有)	1	57.7	3.0	77.2	156.5	0.0	
体育施設(プール無)	2	43.4	22.1	27.0	0.0	0.0	
テレビ局	2	218.4	209.9	52.8	6.2	0.0	
JRターミナル 駅	1	137.3	99.9	166.7	36.2	0.0	
空 港	1	116.2	56.3	93.3	0.0	0.0	
水族館	1	314.1	250.3	235.1	0.0	33.9	
警 察 署	3	98.0	28.4	93.3	0.0	0.0	
消 防 署	2	45.8	14.2	70.6	9.2	0.0	
戸 建 て 住 宅 <sup>(5)</sup>	53	13.0	4.0	16.0	30.0	0.0	
集 合 住 宅 <sup>(5)</sup>	127	10.4	6.0	15.0	39.0	0.0	

注 (1)大規模店舗：延べ床面積が30000m<sup>2</sup>以上の店舗とする。

(2)中規模店舗：延べ床面積が30000m<sup>2</sup>未満の店舗とする。

(3)大規模シティホテル：延べ床面積が20000m<sup>2</sup>以上のホテルとする。

(4)大規模病院：延べ床面積が10000m<sup>2</sup>以上の病院とする。

(5)「新潟市における熱需要調査 その1」と参考文献(1)より算定した。

泊施設はシティホテルとビジネスホテルに、さらに、病院、店舗、学校、シティホテルは規模により業態が異なるため延べ床面積で分類する必要があると考えられる。

(5)既往研究に示されている二次エネルギー年間需要原単位との比較により、本報で算出した原単位は著しくかけ離れた値ではなく、今後展開する新潟市のエネルギー需要マップ作成の際の二次エネルギー年間需要原単位として活用することが可能と考えられる。ただし、統計的に十分な数の調査が出来なかった建物用途及び調査対象によるばらつきが大きい建物用途に関しては更なる調査が必要と考えられる。

### 8 今後の課題

前報、本報で住宅及び事業所ビルの二次エネルギー消費量についての基礎資料を蓄積した。次報以降では、二次エネルギー消費量の要因分析及び本報で求めた建物用途別二次エネルギー年間需要原単位に基づき、新潟市の民生用エネルギー需要マップ及び未利用エネルギーの賦存状況マップを作成する。さらに、新潟市において「地域暖冷房」、「コージェネレーション」の導入が見込める地域の検討と導入の「省エネルギー効果」及び「環境保全効果」の検討を行う予定である。

### 謝辞

本研究は平成5年度に新潟県が実施した新潟市地区地域供給導入調査の成果を基に追加調査を実施し、その結果をまとめたものである。本研究の深析に御協力頂いた(財)日本システム開発研究所の老松和俊氏、各調査対象ビル設備関係各位の皆様方に深く感謝の意を表します。

### 注釈

- (注1)足立直之、他：住宅におけるエネルギー消費量と住まい方に関する実態調査 日本建築学会計画系論文誌 №465号 1994
- (注2)平成5年度新潟市地区地域供給導入調査報告書 新潟県企画調査部 1994
- (注3)財団法人 日本システム開発研究所より資料提供
- (注4)財団法人 日本システム開発研究所より資料提供
- (注5)最大負荷発生日時を以下に示す通りである。

建物用途	電力	冷房	暖房	給湯
事務所	9/01 12時	9/02 11時	2/02 10時	4/01 9時
店舗	8/09 18時	9/01 11時	3/18 12時	4/05 14時
ホテル	8/26 13時	8/17 10時	3/14 10時	1/28 15時
ビジネスホテル	8/28 22時	8/23 23時	1/21 24時	8/19 23時

### 本論文に関する既発表論文

- (1)赤林伸一、足立直之、他：新潟市における未利用エネルギーを用いた地域供給に関する調査研究 その1～3 日本建築学会北陸支部研究報告集第37号 1994
- (2)赤林伸一、足立直之、他：新潟市におけるエネルギー需 要構造に関する調査研究 その1～3 日本建築学会大会学術講演要録集 4751 4752 4753 1994
- (3)足立直之、赤林伸一：未利用エネルギー及びコージェネレーションを用いたD H Cシミュレーション 空気調和・衛生工学会 学術講演会論文集 B-27 1994

### 参考文献

- (1)岡地孝男、他：住宅のエネルギー消費とライフスタイルに関する研究 (第1報) 日本建築学会計画系論文誌 №462 1994
- (2)依田浩俊、他：九州地区の未利用エネルギー活用に関する研究 日本建築学会大会学術講演要録集 1993年9月
- (3)東京都：東京都地域冷暖房推進長期計画 1993年4月
- (4)尾島俊雄、他：「空気調和・衛生工学 特異地域冷暖房の動向」第63巻第8号
- (5)藤田隆、他：札幌における業務用建物のエネルギー調査 空気調和・衛生工学会学術講演会論文集 B-36 1994
- (6)元田晃二、他：名古屋市中における未利用エネルギー活用可能性調査に関する研究 日本建築学会大会学術講演要録集 4673 1994
- (7)北山広樹、他：福岡市のエネルギー需要に関する調査解析 日本建築学会大会学術講演要録集 4246 1993
- (8)井上宇市、高田秋一：コージェネレーション技術入門 オーム社 1994
- (9)平田賢：省エネルギー論 オーム社 1994
- (10)電力空調研究会 ヒートポンプ空調システム オーム社 1993
- (11)佐土原隆、他：東京都区部におけるコージェネレーション導入地区の選定に関する研究 日本建築学会計画系論文誌 №468 1995

表9 既往研究における二次エネルギー年間需要原単位

		(単位: kcal/m <sup>2</sup> ・year)						
調査対象地域		年度	電力	冷房	暖房	給湯	給気	
県	札幌 <sup>(1)</sup>	1993	118.6	33.1	62.5	19.7	0.0	
	新潟 <sup>(2)</sup>	1993	123.8	57.7	29.6	0.0	0.0	
	首領区1 <sup>(3)</sup>	1991	-	61.0	30.0	3.7	0.0	
	首領区2 <sup>(4)</sup>	1990	160.0	75.0	37.0	3.0	0.0	
	首領区3 <sup>(5)</sup>	1991	150.5	65.0	34.0	2.0	0.0	
	名古屋 <sup>(6)</sup>	1991	-	80.0	6.8	3.2	0.0	
	福岡 <sup>(7)</sup>	1991	64.1	62.5	56.4	8.9	0.0	
	札幌	1993	185.8	83.2	63.0	27.4	0.0	
	新潟	大規模店舗 <sup>(8)</sup>	1993	188.6	91.8	10.1	4.4	0.0
		中規模店舗 <sup>(9)</sup>	1993	165.7	89.3	33.9	4.0	0.0
施設	首領区1	1990	-	120.0	32.0	0.0	0.0	
	首領区2	1991	210.0	112.0	30.0	10.0	0.0	
	首領区3	1991	180.6	108.0	23.0	4.0	0.0	
	名古屋	1991	-	70.0	18.0	4.5	0.0	
	福岡	1991	174.4	73.0	34.7	25.8	0.0	
	札幌	1993	137.4	63.0	54.4	127.6	0.0	
宿泊施設	新潟	大規模ホテル <sup>(10)</sup>	1993	167.9	110.3	38.4	246.8	0.0
		中規模ホテル	1993	174.9	145.5	58.5	167.2	0.0
		ビジネスホテル	1993	154.7	106.6	76.2	101.6	0.0
	首領区1	1990	-	106.0	150.0	20.0	0.0	
首領区2	1991	140.0	77.0	72.0	128.0	0.0		
首領区3	1991	174.6	81.0	20.0	50.0	-		
名古屋	1991	-	66.0	60.0	20.0	0.0		
福岡	1991	113.9	64.9	118.3	309.6	0.0		
医療施設	札幌	大規模病院 <sup>(11)</sup>	1993	128.9	88.4	87.0	88.4	49.2
		中規模病院 <sup>(12)</sup>	1993	47.6	36.0	39.0	39.8	24.1
	首領区1	1990	-	44.0	227	0.0	0.0	
	首領区2	1991	150.0	80.0	103.0	74.0	107.0	
首領区3	1991	77.4	47.0	114.0	200.0	-		
名古屋	1991	-	66.0	60.0	20.0	0.0		
福岡	1991	57.4	46.9	113.7	240.7	0.0		
文化施設	札幌	1993	-	-	-	-	-	
	新潟	1993	92.3	32.9	30.8	0.6	6.3	
	首領区1	1990	-	92.0	62.0	0.0	0.0	
首領区2	1991	-	-	-	-	-		
首領区3	1991	86.0	35.0	28.0	1.0	-		
名古屋	1991	-	70.0	21.0	4.5	0.0		
福岡	1991	54.0	43.1	86.0	0.0	0.0		
教育施設	札幌	1993	-	-	-	-	-	
	新潟	大学	1993	65.7	26.0	31.5	18.4	0.0
		高校・小中学校	1993	21.1	2.0	15.3	0.3	0.0
首領区1	1990	-	15.0	51.0	0.0	0.0		
首領区2	1991	-	-	-	-	-		
首領区3	1991	29.2	22.0	59.0	2.0	-		
名古屋	1991	-	-	-	-	-		
福岡	1991	31.2	0.0	61.9	0.0	0.0		

- (1)藤田隆、他：札幌における業務用建物のエネルギー調査 空気調和・衛生工学会学術講演会論文集 B-36 1994
- (2)本報で算出した年間エネルギー需要原単位。ただし、業務施設原単位は延べ床面積30000㎡以上の建物とする。
- (3)地域冷暖房推進に関する指針要綱 東京都 1990
- (4)井上宇市、高田秋一：コージェネレーション技術入門 オーム社 1994
- (5)早稲田大学工学部研究室：札幌の原単位、1991
- (6)元田晃二、他：名古屋市中における未利用エネルギー活用可能性調査に関する研究 日本建築学会大会学術講演要録集 4673 1994
- (7)北山広樹、他：福岡市のエネルギー需要に関する調査解析 日本建築学会大会学術講演要録集 4246 1993 (ただし、電力エネルギーの値は一次エネルギーの値であると推測されたため(860/2450)を掛けて二次エネルギーに修正した。)
- (8)延べ床面積30000㎡以上の建物とする。
- (9)延べ床面積30000㎡未満の建物とする。
- (10)延べ床面積20000㎡以上の建物とする。
- (11)延べ床面積10000㎡以上の建物とする。
- (12)延べ床面積10000㎡未満の建物とする。

(1995年2月8日原稿受理, 1995年11月13日採用決定)