

各種既存資料に基づく民生業務部門 エネルギー消費量の分析

平野 勇二郎¹・井村秀文²

¹正会員 名古屋大学研究員 大学院環境学研究科都市環境学専攻 (〒464-8603 名古屋市千種区不老町)

E-mail: hirano@urban.env.nagoya-u.ac.jp

²正会員 名古屋大学教授 大学院環境学研究科都市環境学専攻 (〒464-8603 名古屋市千種区不老町)

本研究の目的は、多数の民生業務部門のエネルギー消費量の調査資料を分析することにより、エネルギー消費実態について一般的な知見を得ることと、既存資料の信頼性や誤差要因を明らかにすることである。本研究では個別建物の情報が利用できる建築設備技術者協会による竣工設備データ (ELPACデータ) を併用してさらに詳細な分析を加えた。これらの分析の結果、地域の気候条件の影響や調査年次の違いといった変動要因によりどの程度の差異が生じるかについては概ね明らかにすることができた。しかしながら、やはり各資料のばらつきはこうした一般的な変動要因では説明できない大きさで生じているため、今後、データを用いる際には各資料の信頼性についてそのつど検討することが必要である。

Key Words : unit energy consumption, commercial sector, literature survey

1. はじめに

京都議定書の第一約束期間が始まった。従前より省エネルギーは重要課題であったが、現状においてなお増え続けている民生部門については、詳細な実態把握と適切な対策がますます急務となっている。とくに民生業務部門は用途・建物用途が多様であるため、家庭部門と比較して実態把握が困難である。業務部門についてのエネルギー消費量の調査は数多く行われているが^{1)~39)}、断片的な調査も多く、他の資料との値の乖離が大きい資料や、利用事例が見当たらない資料などが散在している状況である。このため著者らは業務部門の省エネルギーおよびCO₂排出抑制を推進する上での基礎資料を提供することを目的とし、既存の実態調査事例について体系的な資料収集と分析を進めている⁴⁰⁾。本研究は著者らがこれまでに入手した資料^{1)~39)}に基づき、民生業務部門のエネルギー消費実態について分析した結果を報告するものである。従来の研究では実態調査の事例は数多いが、調査結果は概してばらつきが大きく、資料間比較や変動要因の分析については十分に行われてきたとは言えない。これに対し本研究では、類似した調査事例をさらに増やすことではなく、多数の既存の調査資料を再評価することにより、さらに一般的な知見を得ることと、既存資料の信頼性や誤差

要因を明らかにすることを目的としている点に特徴がある。また、集計された原単位のみでは種々の詳細な情報が失われているため、本研究では個別建物の情報が利用できる建築設備技術者協会による竣工設備データ (ELPACデータ) を併用してさらに詳細な分析を加えた。

2. 研究概要

本研究では、エネルギー消費原単位に影響すると考えられる要因として(1)気候条件、(2)経年変化、(3)地域熱供給、(4)電力の一次換算係数、(5)調査サンプル数の5つについて分析した。

本研究で評価対象とした建物用途はELPACデータに継続的な調査データが含まれている事務所、商業施設、宿泊施設、病院の4つである。ただし前報において一般事務所ビルとは明らかに値が異なった庁舎ビルや高層ビルは本研究では除外した。その他、建物用途や設備によって細分化されているデータは他の資料と比較しうる形で適宜集計した。調査が複数年にわたる資料は、煩雑になることを避けるため、経年変化の解析以外では平均値のみを用いた。長期間の経年のデータがある資料は最近の10年間の平均値とした。文献2は元の報告書は膨大であるが、他

の資料と比較しやすくするため、ここでは今枝・柳⁴¹⁾により報告された集計値を用いた。

本研究では前報での検討結果を参考に、一次エネルギーでの分析を行なった。電力を一次換算する際の換算係数は9.83[MJ/kWh]とした。他の係数で換算された資料についても、電力/燃料の比率が読み取れるものは9.83[MJ/kWh]で換算し直した。換算係数や電力/燃料の比率が明記されていない資料は換算係数を統一できないが、後述する通り換算係数の影響は資料によるばらつきと比較して相対的に小さいと判断できるため、本研究ではそのまま用いた。また、前報⁴⁰⁾で評価対象とした資料のうち、二次エネルギーのみが記されており、電力/燃料の比率が記されていない資料^{38),39)}は一次換算して比較することができない。しかしこれらについても有益な情報が含まれていると考えられるため、本研究では便宜的に電力依存率を二次エネルギー換算で、事務所で70.7%、商業施設で73.4%、宿泊施設で36.4%、病院で33.7%と仮定して換算した。この電力依存率の値は後述の図-7において各資料平均の電力/燃料比率に基づいて算出した値である。

3. 解析結果

(1) 気候条件

地域の気候条件がエネルギー消費量に影響していると考えられる。これについて検討するため、図-1に事務所ビルの地域別のエネルギー消費原単位データを概ね地域区分ごとに並べ替えて図化した例を示す。しかしながら、図-1から分かる通り主に資料により地域区分や調査年次が異なっており、資料によるばらつきが非常に大きく生じている。図-1において文献11はいずれの地域も値が大きい、これは延べ床面積あたりではなくエネルギー消費に影響を及ぼす要因を考慮した有効面積あたりの原単位であるためである。他の資料について、地域特性という観点では図-1からは明確な傾向は読み取れない。とくに気候条件の影響は主に空調・給湯用エネルギーに現れると予想されたが、図-1から分かる通り用途分類を含む資料はごく限られているため、傾向を読み取ることができなかった。他の建物用途についても結果は同様であった(図省略)。

そこで次にエネルギー消費量から気温の影響のみを取り出すため、ELPACデータに含まれる月別のデータと気象庁により観測された月別平均気温のデータから、季節変化パターンに基づいて分析を行

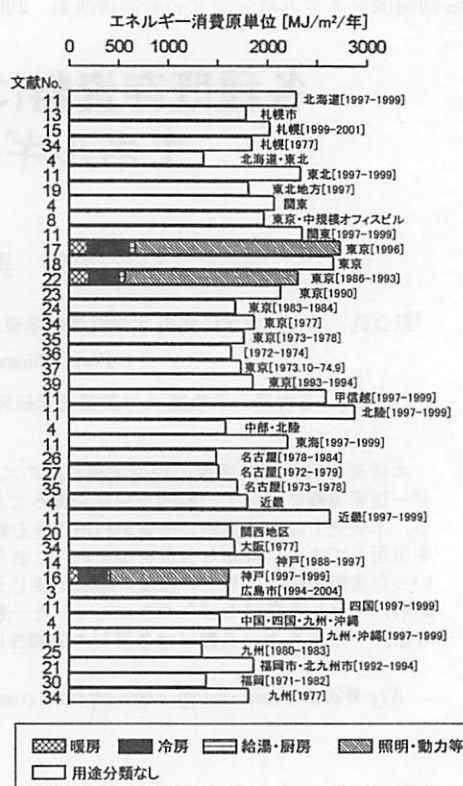


図-1 地域別エネルギー消費原単位 (事務所の例)

なった。ELPACデータにおいても個別建物のエネルギー消費量と地域の気温との関係の解析は試みているが、やはり個別建物によるばらつきが大きく、明確な関係は読み取れなかった。これに対し、季節変化パターンに基づいた気温感応度の解析ならば、同じサンプルの気温とエネルギー消費の変動パターンに基づくため、両者の関係を抽出しやすい。ただし、時間変化から算出した気温感応度は、地域の気候条件の影響とは異なり、気候条件による建物の断熱性能や空調設備の差異が含まれていないため、解釈する上では注意する必要がある。

まず、各建物について月別データでエネルギー消費量が最小であった月のエネルギー消費量をベース需要とした。次に他の月について、エネルギー消費量が最小であった月よりも気温が高ければその月のエネルギー消費量とベース需要の差を夏季の増分、最小であったよりも気温が低ければその月のエネルギー消費量とベース需要の差を冬季の増分とした。当然ながら、夏季増分は主に冷房用、冬季増分は主に暖房用のエネルギーであると推察される。ただし、給湯や冷蔵庫なども気温感応度があるため、厳密な用途分解とは言えないので、ここでは冷房用・暖房

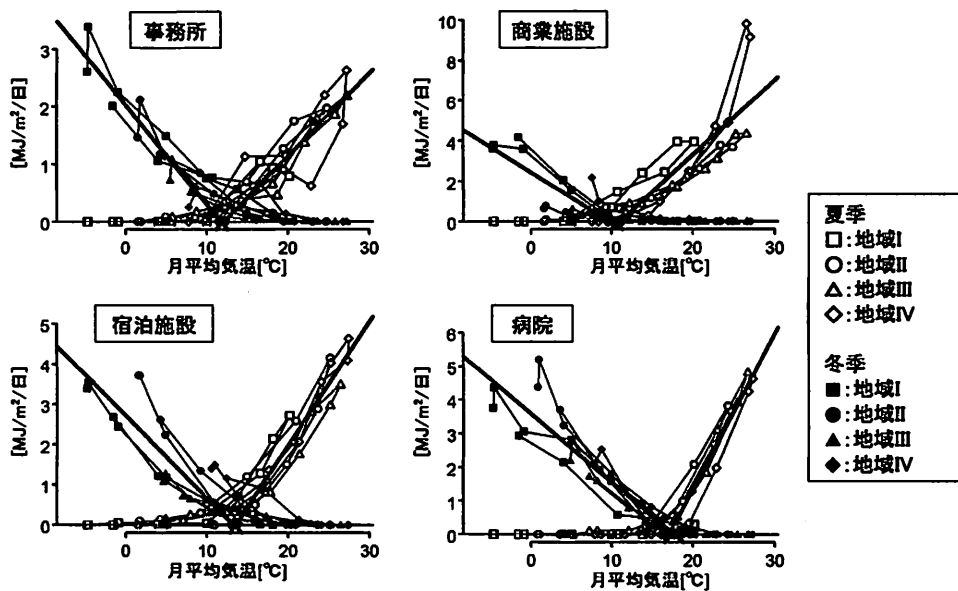


図2 エネルギー消費原単位の季節変化成分と月別平均気温の関係

用と明記することは避けた。

次に図-2の通りに各地域における月別平均気温とエネルギー消費原単位の季節変化成分との関係を図化した。なお、個別建物データではばらつきが大きいので、ここでは「建築物に係わるエネルギーの使用の合理化に関する建築主の判断の基準」で定められた4地域区分に従い平均した。平均する際には、まず各建物の気温データとELPACデータを都道府県レベルに対応させた上で、両者のデータをそれぞれ地域区分ごとに集計した。

この図から、横軸で示した気温の変動範囲は気候区分によって異なるものの、建物用途別・季節別に見れば気温とエネルギー消費量の関係は気候区分によらずに概ね同一直線で表現できることが分かる。もし気候条件による断熱性能や設備の違いが大きく影響していれば、直線の位置や傾きに違いが生じるはずであるが、図-2から判断する限りそうした影響は小さいと推察される。そこで次に、気温とエネルギー消費量の関係を気候区分によらずに同一直線で近似し、気温の変動範囲の違いのみで気候条件の影響を表現した。

図-2に太線で示した通りに夏季・冬季のそれぞれについて建物用途別に回帰式を作成した。得られた回帰式は次の通りである。

・夏季

$$\text{事務所} : E = -1.74 + 0.144 T \quad (T > 12.11) \quad (1)$$

$$\text{商業施設} : E = -4.07 + 0.368 T \quad (T > 11.05) \quad (2)$$

$$\text{宿泊施設} : E = -4.15 + 0.307 T \quad (T > 13.52) \quad (3)$$

$$\text{病院} : E = -7.85 + 0.460 T \quad (T > 17.07) \quad (4)$$

・冬季

$$\text{事務所} : E = 2.03 - 0.173 T \quad (T < 11.71) \quad (5)$$

$$\text{商業施設} : E = 2.44 - 0.250 T \quad (T < 9.75) \quad (6)$$

$$\text{宿泊施設} : E = 2.71 - 0.205 T \quad (T < 13.24) \quad (7)$$

$$\text{病院} : E = 3.58 - 0.202 T \quad (T < 17.71) \quad (8)$$

E : エネルギー消費原単位の季節変化成分[MJ/m²/日]

T : 月平均気温[°C]

式(1)~(8)と各地域の月別平均気温を用いて夏季・冬季のエネルギー消費量の増分を算出し、これをベース需要に加算することで、気候条件を考慮した地域別のエネルギー消費原単位を算出した(図-3)。ここでは地域Ⅰ~Ⅳの代表地域として札幌、仙台、東京、鹿児島を選択した。なお、ここでは気温の影響のみを取り出すことを目的としているため、ベース需要については地域別に集計せず、全地域の平均値を用いた。

図-3から、夏季増分と冬季増分の比率は気候条件により大きく異なるが、通年のエネルギー消費量ではほぼ相殺されており、地域差はほとんど生じていないことが分かる。一般に業務部門は暖房よりも冷房が多いことはよく知られているが、これは膨大な建物数が含まれる地域Ⅲにおいて冬季よりも夏季の増分の方が大きく生じていることと整合性がある。

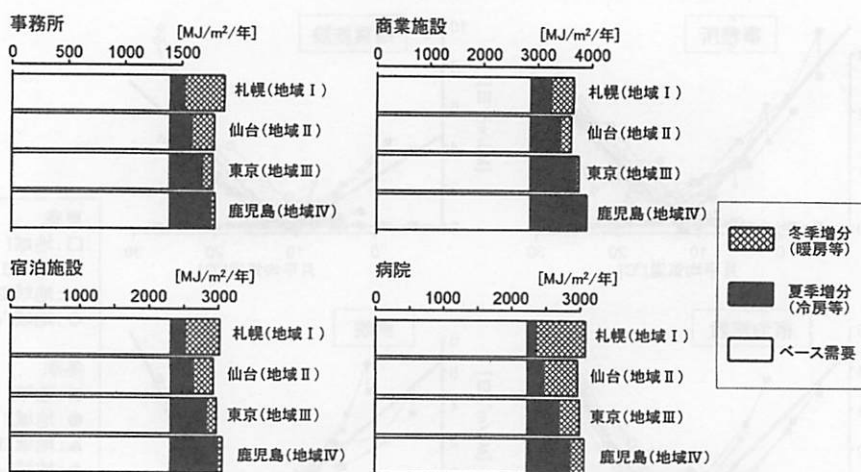


図-3 各地域の気候条件を反映したエネルギー消費原単位の算定結果

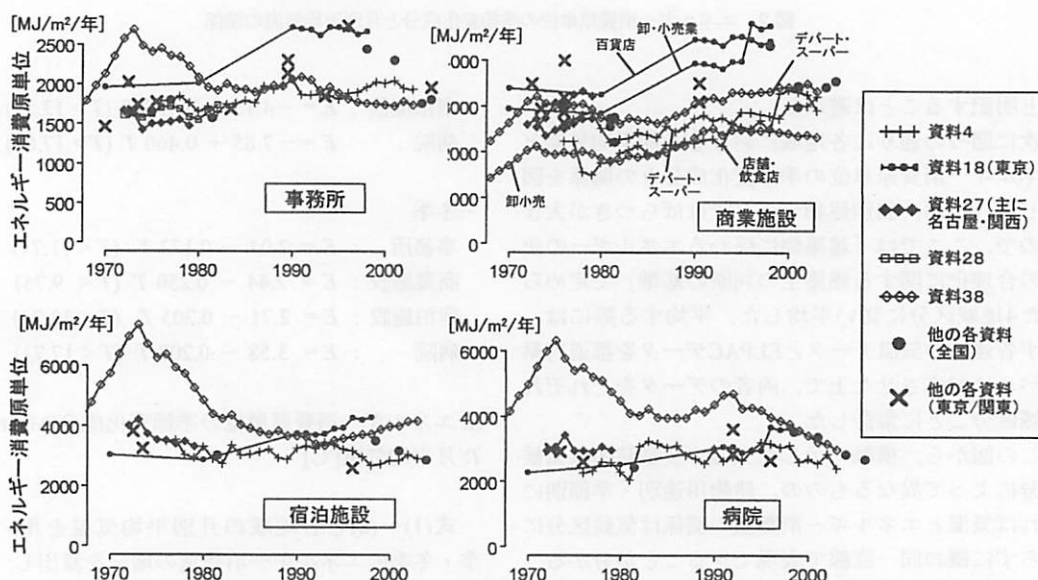


図-4 各資料によるエネルギー消費原単位の経年変化

ただし、寒冷地であっても暖房等による冬季の増分により相殺されており、必ずしもエネルギー消費量が少ないとは言えないという点は注意が必要である。暖房が多い家庭部門では温暖地の方がエネルギー消費量が少ないことがよく知られているが、それと逆の傾向にはならないことは興味深い。

(2) 経年変化

エネルギー消費原単位の経年変化を明らかにし、また調査年次の差異による資料のばらつきについて

考察するため、各資料のデータを時系列で図化した(図-4)。ただし調査年度の差異と地域差とを区別するため、全国のデータと東京付近のデータを記号を区別してプロットし、他の地方都市のデータについては経年変化が読み取れる文献27以外は除外した。著者らは前報⁴⁰⁾において二次エネルギーベースで類似した考察を行なっているが、傾向はほぼ同じであるため、ここではその概要のみを述べる。

まず図-4から、最近10～20年程度の範囲では資料によるばらつきの幅は経年変化の幅よりも大きいこ

とが分かる。したがって、原単位データを用いる際には新しい資料を用いることよりも、調査の信頼性を優先して資料を選択することが望ましいと言える。

資料38は宿泊施設や病院などにおいて1970年代にエネルギー消費原単位が非常に大きくなっており、明らかに他の資料と異なる変動を示している。これについては、オイルショックの影響によるものとも解釈できるが⁴²⁾、他の資料とは明らかに傾向が異なっている。資料38は利用事例が比較的多いが、過去のデータを用いる時は留意する必要がある。

他の資料についてもばらつきは非常に大きい、事務所ビルや商業施設では1980年代には漸増傾向があるように思われる。その後、1990年以降は明確な変動は読み取れず、前報⁴⁰⁾でも述べた通り近年の業務部門の著しいエネルギー消費量の増大は、エネルギー消費原単位の増加ではなく床面積の増加で説明できる。

(3) 地域熱供給

多くのエネルギー消費量調査では電力やガス・油などの燃料を対象として行なっているが、ほとんどの資料では地域熱供給（地域冷暖房）について言及されていない。ごく限られた資料（例えば文献1、9など）で、地域熱供給の熱消費量の値が掲載されているが、他の大半の資料において地域熱供給の扱いは不明である。また、文献1では地域供給熱量を熱量ベースで他のエネルギーと対等に扱っているが、電力を燃料と対等に比較するために一次換算することが一般に行なわれていることを考えれば、地域熱供給についてもプラントで使用した一次エネルギー消費量に換算すべきであると考えられる。こうしたことから、既存のエネルギー消費原単位の資料において地域熱供給を利用している建物が調査対象に含まれた場合の影響について、ELPACデータに基づいて検討した。ただし、ELPACデータでは事務所ビル以外では地域熱供給を利用している建物が非常に少ないため、ここでは事務所ビルのみを分析対象とした。また、ELPACデータは小規模ビルを調査対象として含んでいないことから、地域熱供給の普及率は過大評価している可能性があるため、注意が必要である。

まず現状の各熱供給プラントの熱効率を算出するため、熱供給事業便覧⁴³⁾により、各熱供給プラントにおける原・燃料使用量と販売熱量の関係を調べた（図-5）。ここで原点を通る回帰式の傾きから熱効率69.5%を得た。

この熱効率に基づき、地域供給熱量を文献1と同

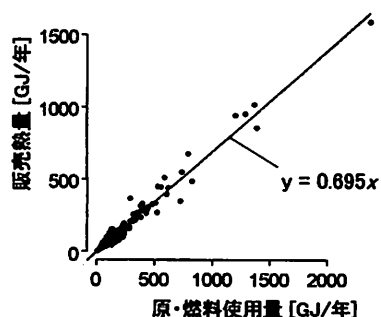


図-5 地域熱供給プラントにおける原・燃料使用量と販売熱量の関係

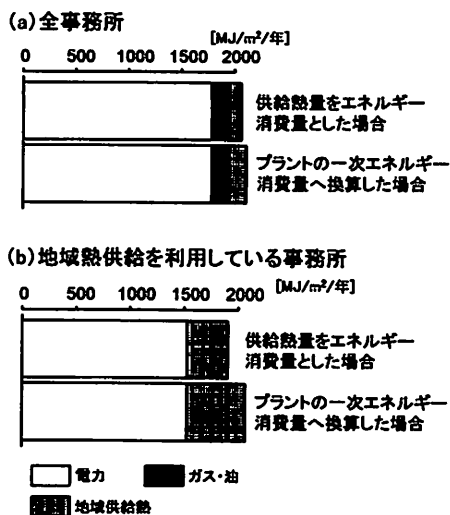


図-6 地域熱供給に関する検討結果（事務所の例）

様に熱量ベースで加えた場合と、熱供給プラントの一次エネルギー消費量に換算した場合について、ELPACの事務所ビルのデータを用いて比較した（図-6上段）。この結果、ELPACに含まれた全事務所ビルを対象とした場合、この差は2.3%程度であり、資料によるばらつきと比較して小さな値となった。もし地域熱供給について言及していない既存資料において供給熱量を完全に無視しているとすれば、その差は7.7%となる。ただし、前述の通りこの解析では地域熱供給の普及率を過大評価している可能性があるため、実際にはこれよりも小さいことが予想される。

次にELPACに含まれた地域熱供給を導入している事務所ビルのみを抜き出して同様の解析を行なった（図-6下段）。この結果、供給熱量をプラントの一次エネルギー消費量に換算すると約7.9%の差となった。この値は資料によるばらつきと比較し、無

値である.

ここで一次換算係数の設定値の違いがエネルギー消費原単位へ及ぼす影響について検討した。まず電力/燃料の比率が読み取れる資料について、図-7にエネルギー消費原単位を棒グラフで示し、また全資料の平均値を棒グラフの最下段に示した。次にこの全資料の平均値を用い、換算係数を変化させてエネルギー消費原単位の変化を確認した(図-8)。この結果から、今回対象とした資料の多くは $9.76 \sim 10.3$ [MJ/kWh]なので、この範囲では換算係数の影響は前報⁴⁰⁾で示した資料によるばらつきと比較すれば、大きいとは言えない。電力消費量が最大である商業施設において、変化幅は 158.0 [MJ/m²/年] (4.7%)であった。しかしながら、地球温暖化対策推進法に基づく 9.0 [MJ/kWh]ならばその差は 380.3 [MJ/m²/年] (11.2%)となり、より大きな差異となる。 9.0 [MJ/kWh]という値は最近の発電効率を反映していると考えられるため重要である。前述の通り、換算係数を変化させるべきか固定するべきかは利用目的により異なるが、今後の発電効率の向上によりますます両者の乖離が大きくなることが予想されるため、設定値については今後さらなる検討が必要である。

(4) 電力の一次換算係数

既存資料では電力を一次換算する際の換算係数が統一されていないため、換算係数の設定値の違いにより値のばらつきが生じていると考えられる。本研究で検討対象とした資料のうち換算係数が明記されたものの中では、文献5が9.0[MJ/kWh]、文献1が9.40~9.42[MJ/kWh]と小さな値であったが、他は全て9.76~10.3[MJ/kWh]の範囲であった。今回対象とした範囲で比較的古い資料では2450[kcal/kWh] (=10.26[MJ/kWh])を用いた資料が多いが、最近の資料ではこれより小さな値を用いたものが多い。これは近年の発電効率の向上に伴い、値が変化したものと考えられる。文献5の9.0[MJ/kWh]は他の資料と比較して小さいが、これは地球温暖化対策推進法に基づいた値を用いたためである。どの値を用いることが適切かは利用目的によるが、現実的な一次エネルギー消費量を推計することが目的ならば発電効率の変化により換算係数は変化するべきであるが、需要側のエネルギー消費動向の分析ならば固定すべきである。なお、ガス・油と比較するためには前者の目的が重要であるが、実際にはこれは季節・時刻や電力会社による違い、原子力を含むかどうかなどによっても値は大きく変わるので、いずれにせよ概算

(5) 調査サンプル数

多くの既存の実態調査はサンプル調査に基づいている。もちろん母集団となる全建物を調査することは現実的ではないため、限られたサンプルで全体を代表して推計や予測をすることはやむを得ないが、

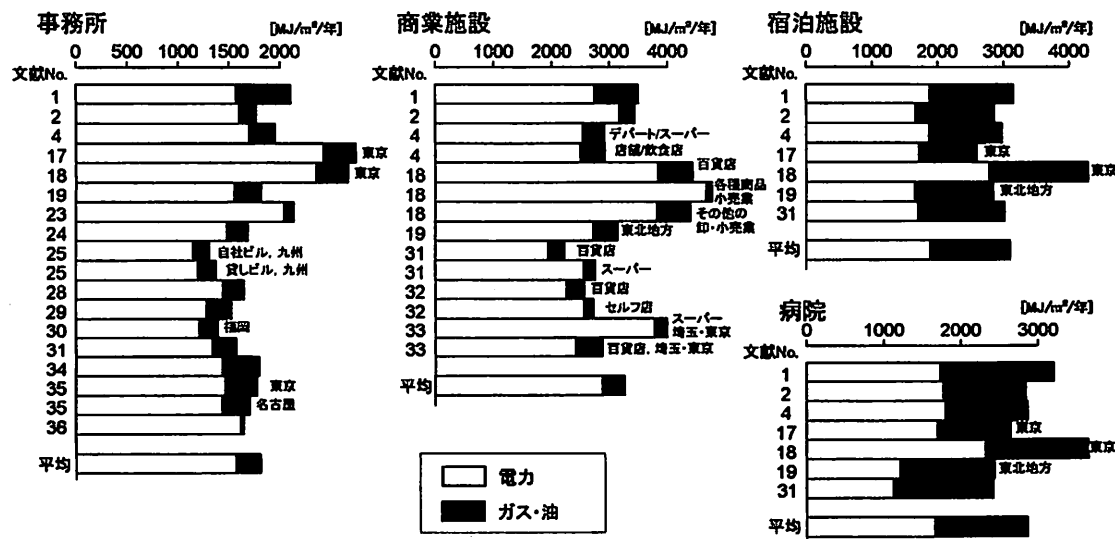


図-7 各資料における電力/燃料消費量

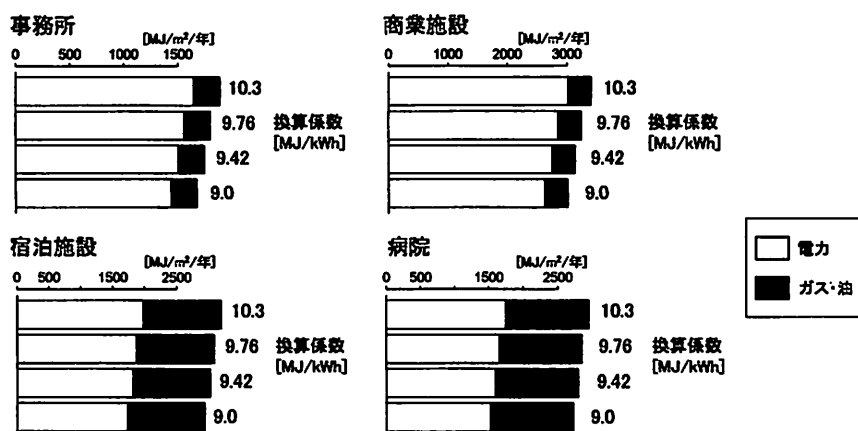


図-8 一次換算係数によるエネルギー消費原単位の変化

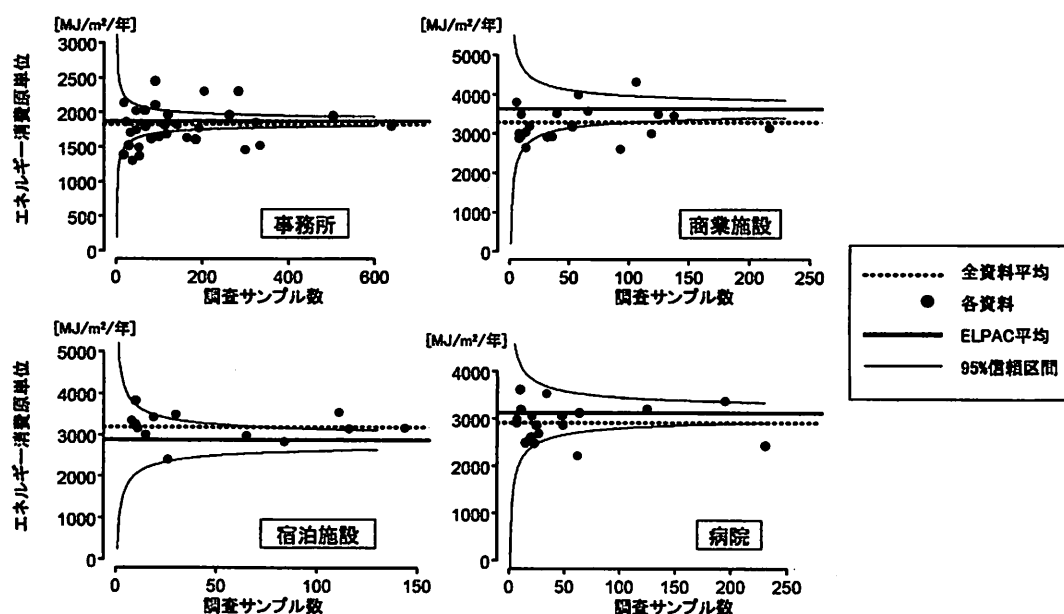


図-9 各資料の調査サンプル数とエネルギー消費原単位の関係

調査サンプル数の不足が資料のばらつきの要因となりうるため、その影響の大きさについては把握する必要がある。

そこで、まず各調査資料から調査サンプル数が読み取れたものについて、調査サンプル数とその調査結果であるエネルギー消費原単位の関係を調べた(図-9)。もし資料のばらつきの主要因がサンプリングの際の確率的な変動であるとすれば、サンプル数が少ない資料ではばらつきが大きく、サンプル数が多い資料ほど値がまとまっているという傾向が生じることが考えられる。しかしながら、図-9では、

定性的には宿泊施設などでそうした傾向が若干あるように思われるが、他の多くの建物用途ではそうした傾向は必ずしも明確ではない。ただし、いずれの建物用途もサンプル数が多い調査事例は数が限られるため、この点についての定量的な解析は困難である。そこで次に調査サンプル数と統計的な信頼区間との関係について検討した。ここでは母集団の平均・標準偏差はELPACの平均・標準偏差で代用し、95%信頼区間の上端・下端境界を図-9に細線で示した。この図においてサンプル数が多くなると信頼区間は平均値へ漸近するが、この平均値はELPACの平

均値であるから、調査資料が信頼区間の中へ入らないことは十分に生じ得る。しかし事務所や商業施設などにおいて、サンプル数が一定以上になると、資料によるばらつきの大きさが信頼区間の幅よりも明らかに大きいことは、重要である。これは95%の確率で各資料が同一の母集団からのランダムサンプリングとは見なせないことを意味しており、サンプリングの際の偶発的な変動では資料のばらつきを説明できないことを示唆する結果である。

この要因として、もちろん調査地域や調査年などの母集団の違いがあることも一つには考えられるが、調査方法によるバイアスが含まれていることも考えられる。例えば、特定のビル管理会社が管理している建物を対象とした調査ならば、当然ランダムサンプリングとは言えないので、そのデータで一般のビルを代表してよいかどうかは検討が必要である。あるいは的確にランダムサンプリングによりアンケート用紙を配布しても、その回答率が低ければバイアスが生じうる。例えばアンケート調査に回答したビル管理者と回答しなかったビル管理者では、省エネルギー意識に違いがある可能性がある。または、エネルギー消費量を詳細に把握できるBEMS導入建物の方が回答率が高いことなども十分に考えられることである。

したがって原単位データを用いる上では、ある程度のサンプル数がある資料を選択することはもちろん必要であるが、必ずしもサンプル数が多い資料が信頼性が高いとは限らないため、資料選択の際には留意する必要がある。

4. まとめ

本研究では、民生業務部門のエネルギー消費実態について一般的な知見を得ることと、既存資料の信頼性や誤差要因を明らかにすることを目的とし、著者らが収集した既存の調査資料を対象とした分析を行なった。この結果、次の知見が得られた。

- (1) 地域の気候条件とエネルギー消費原単位の関係について検討した。この結果、既存の原単位データからは気候条件の影響を読み取ることができなかったが、ELPACデータによる月別変動パターンの分析から、気温の影響を概ね明らかにすることができた。
- (2) 経年変化について検討した結果、建物用途によっては1980年代には若干の増加傾向が読み取れ

るものの、最近10～20年ではそうした傾向は見られず、経年変化の幅よりも資料によるばらつきの幅の方が大きいことが示された。したがって利用データを選択する上では、新しいデータを用いることよりも調査の信頼性を重視してデータを選択することが望ましいと言える。

- (3) 地域熱供給を利用している建物が調査対象に含まれた場合の影響について、ELPACデータと熱供給事業便覧⁽⁴³⁾を用いて検討した。この結果、地域熱供給を利用している事務所ビルにおいて供給熱量をプラントの燃料消費量に換算すると、約7.9%の差が生じることなどの知見が得られた。
- (4) 一次換算する際の換算係数の設定値の違いの影響について検討した。この結果、現状の多くの資料において用いられている設定値の範囲であれば、この影響は資料によるばらつきに対して大きいとは言えないが、近年の発電効率の向上を考慮すれば無視できない要因となり得ることが示された。
- (5) 調査サンプル数とエネルギー消費原単位の関係を調べた。またELPACデータを用いて統計的な信頼区間と調査サンプル数の関係を示した。この結果、サンプリングの際の確率的な変動では資料のばらつきを説明できず、必ずしもサンプル数が多い資料が信頼性が高いとは限らないという結果となった。

本研究の分析の結果、種々の要因によりどの程度のエネルギー消費原単位が変動し得るかについては概ね明らかにすることができた。ただし、ここで言う種々の要因には、実際のエネルギー消費量へ影響を及ぼす要因と、調査や推計の際に生じる誤差要因との二つがある。このうち、とくに後者の要因については本研究において一応の定量化は行なったが、前報⁽⁴⁰⁾で示した各資料のばらつきはこうした一般的な変動要因では説明できない大きさで生じている。したがってエネルギー消費原単位データを用いる際には、各資料の信頼性についてそのつど検討し、適切な資料選択を行なうことは今後なお不可欠である。

謝辞:本研究を進めるにあたり埼玉大学の外岡豊教授、大阪大学の下田吉之教授、慶應義塾大学の伊香賀俊治教授、明星大学の亀卦川幸浩准教授にご指導を頂きました。ここに記して感謝の意を表します。

本研究は、環境省地球環境研究総合推進費「低炭素型都市づくり施策の効果とその評価に関する研究」(代表者:井村秀文)の支援により実施された。

参考文献

- 1) 社団法人 建築設備技術者協会：建築設備情報年鑑（機関誌「建築設備士」12月号）。
- 2) 新エネルギー・産業技術総合開発機構：民生部門エネルギー消費実態調査，委託先 財団法人 日本エネルギー経済研究所エネルギー計量分析センター。
- 3) 植村義幸，村川三郎，西名大作，坂本和彦：広島市内の事務所ビルを対象としたエネルギー消費量の影響要因に関する解析，空気調和・衛生工学会論文集，No.125，pp.29-36，2007。
- 4) 社団法人 日本ビルエネルギー総合管理技術協会：平成18年度版 建築物エネルギー消費量調査報告書（調査A 第29報），2007。
- 5) 環境自治体会議：環境自治体白書 2006年版，生活社，2006。
- 6) 財団法人 省エネルギーセンター：ビルの省エネルギーガイドブック 平成18年版，2006。
- 7) 早川 智，小峯裕己：百貨店に関する解析結果 業務用建築物におけるエネルギー消費原単位に関する研究 その2，日本建築学会環境系論文集，No.600，pp.67-73，2006。
- 8) 小山智子，藤木洋徳，原 英嗣，尾島俊雄：都心部における中規模オフィスビルのエネルギー消費量調査及び属性分析 その1 アンケート結果によるエネルギー消費量原単位分析，日本建築学会大会学術講演梗概集，pp.355-356，2005。
- 9) 財団法人 省エネルギーセンター：オフィスビルの省エネルギー，省エネルギーセンター技術部ビル調査グループ，2005。
- 10) 財団法人 省エネルギーセンター：商業ビルの省エネルギー，省エネルギーセンター技術部ビル調査グループ，2005。
- 11) 早川 智，小峯裕己：事務所ビルに関する解析結果 業務用建築物におけるエネルギー消費原単位に関する研究 その1，日本建築学会環境系論文集，No.578，pp.85-90，2004。
- 12) 早川 智，小峯裕己：業務用建築物におけるエネルギー消費原単位に関する研究－（その2） 病院およびホテルに関する解析結果－，空気調和・衛生工学会学術講演会講演論文集，pp.597-600，2002。
- 13) 日本建築学会北海道支部 建築のエネルギー消費調査研究委員会（主査：羽山広文，幹事：田甫英之）：札幌市における業務用建物の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報告－，日本建築学会北海道支部研究報告集，No.75，pp.339-346，2002。
- 14) 高西茂彰，宋 小華，北沢 綾，森山正和：神戸市のエネルギー使用実態調査報告書，神戸大学森山研究室，2001。
- 15) 田甫英之，羽山広文，繪内正道，森 太郎：北海道における事務所建物のエネルギー消費実態調査～第1報 札幌市におけるエネルギー調査結果～，空気調和・衛生工学会学術講演会講演論文集，pp.1745-1748，2001。
- 16) 高西茂彰，森山正和：事務所建物における冷暖房・給湯用エネルギー消費量の推定，空気調和・衛生工学会学術講演会講演論文集，pp.101-104，2001。
- 17) 亀卦川幸浩：熱環境と空調エネルギー需要の相互作用を考慮した都市高温化対策の評価，東京大学博士論文，2001。
- 18) 東京都環境局：都におけるエネルギー需給構造調査報告書，2001。
- 19) 須藤 諭，三浦秀一，渡辺浩文：東北地方における業務用建築のエネルギー消費実態調査＜第2版＞，東北都市環境研究グループ発行，2000。
- 20) 空気調和・衛生工学会近畿支部：関西地区建物エネルギー消費実態調査報告書，1997。
- 21) 陳 超，渡辺俊行，龍 有二，赤司泰義：福岡市と北九州市における各種建物のエネルギー消費特性に関する調査研究，日本建築学会計画系論文集，No.485，pp.41-49，1996。
- 22) 尾島俊雄研究室：建築の光熱水原単位[東京版]，早稲田大学理工総研シリーズ3，1995。
- 23) 竹林良純，村上處直，佐土原 聡：都心部の業務施設（事務所ビル）のエネルギー消費量の実態調査，日本建築学会大会学術講演梗概集，pp.1421-1422，1991。
- 24) 松本敏男：事務所ビルにおけるエネルギー消費量の実態（その1），空気調和・衛生工学，Vol.64，No.1，p7-11，1990。
- 25) 片山忠久，石井昭夫，浦野良美：九州地域における事務所ビルのエネルギー消費量に関する調査と解析，空気調和・衛生工学会論文集，No.39，pp.87-99，1989。
- 26) 相良和伸，中原信生：名古屋地区の事務所建物のエネルギー消費量に関する調査研究，空気調和・衛生工学会論文集，No.34，pp.23-34，1987。
- 27) 中原信生，島貫 崇，後藤達雄，相良和伸：各種建物のエネルギー消費量など調査結果，空気調和・衛生工学，Vol.58，No.11，pp.57-67，1984。
- 28) 三菱地所（株）管理部，事務所ビルの省エネルギーと今後の課題，IBEC，No.21，pp.23-29，1984。
- 29) 中島康幸：既存建物における省エネルギー診断手法とその結果の検討，IBEC，No.21，pp.30-36，1984。
- 30) 南里弘義，和田真佐人，浦野良美：福岡市事務所ビルにおける空調熱源用エネルギー消費量の推定，空気調和・衛生工学会論文集，No.23，pp.81-88，1983。
- 31) 早川一也，藤井修二，垂水弘夫，金 信道，海蔵寺博史，伊藤公一：コ・ジェネレーションシステムの導入に関

- する研究：第3報 エネルギー消費特性について，日本建築学会大会学術講演梗概集，pp.943-944，1983.
- 32) 尾島俊雄，外岡 豊，石岡英明：都市別に見た商業建築のエネルギー消費実態，日本建築学会大会学術講演梗概集，pp.435-436，1982.
 - 33) 中島康孝，大橋一正，柿沼整三，太刀川三郎，佐藤 洋，西源一郎：工場・商店冷房の省エネルギー研究（その1）実態調査報告，日本建築学会大会学術講演梗概集，pp.345-346，1979.
 - 34) 木村 宏，猪股 亀三郎，田島 守，藤巻 浩，箱崎 淳：事務所建築におけるエネルギー使用量に関する調査，日本建築学会大会学術講演梗概集，pp.441-442，1979.
 - 35) 空気調和・衛生工学会 空調設備基準委員会省エネルギー小委員会環境・エネルギー消費量調査ワーキンググループ：事務所建物におけるエネルギー消費量の実態，空気調和・衛生工学，Vol.53，No.6，pp.27-43，1979.
 - 36) 松尾 陽，赤坂 裕，射場本忠彦：事務所ビルにおけるエネルギー使用実態調査とその分析（その1），日本建築学会大会学術講演梗概集，pp.199-200，1975.
 - 37) 東京電力株式会社営業部地域開発課：大型ビルにおけるエネルギー使用の実態，地域開発ニュース，No.94，pp.26-32，1975.
 - 38) 財団法人日本エネルギー経済研究所計量分析部：EDMC/エネルギー経済統計要覧，財団法人省エネルギーセンター発行.
 - 39) 村越千春，室田泰弘，茅 陽一，石坂匡史：首都圏における業務用エネルギー消費構造分析，エネルギー・資源学会 第15回研究発表会講演論文集，1996.
 - 40) 平野勇二郎，外岡 豊，伊香賀俊治，亀井川幸浩，藤沼康実：民生業務部門エネルギー消費原単位に関する各種資料の比較，第34回環境システム研究論文発表会講演集，pp.37-44，2006.
 - 41) 今枝寿哉，柳 美樹：民生部門のエネルギー消費実態調査について，第20回エネルギーシステム・経済・環境コンファレンス講演論文集，pp.263-266，2004.
 - 42) 守田 優：都市の人工熱排出構造について－日本の8大都市を対象として－，Vol.21，pp.19-26，1993.
 - 43) 社団法人 日本熱供給事業協会：地域熱供給便覧 平成17年版，2005.

AN ANALYSIS OF ENERGY CONSUMPTION IN THE COMMERCIAL SECTOR BASED ON VARIOUS PREVIOUS SURVEYS

Yujiro HIRANO and Hidefumi IMURA

The purpose of this research is to clarify the actual state of the energy consumption and to evaluate the consistency and variation of existing surveys by analyzing various previous surveys containing unit energy consumption data in the commercial sector. To determine the factors causing the variation, we used a dataset on completed buildings, compiled by the Japan Building Mechanical and Electrical Engineers Association. The results revealed the influence of various factors such as the climatic-condition, the year-to-year increase and adoption of district heating and cooling.