

中小規模事業所の省エネ深度化に資する分析ツールの開発
 (第1報) 公共データベース活用のための DBMS 構築及びエネルギー評価
 Development of the analysis tool for contribution to
 energy-saving at mid-sized buildings

正 会 員 ○梶井 聡 (首都大学東京) 正 会 員 金 政秀 (首都大学東京)
 正 会 員 山本 康友 (首都大学東京)

Satoshi KAJII*¹ Jeongsoo KIM*¹ Yasutomo YAMAMOTO*¹

*¹ Tokyo Metropolitan University

The periodic report document data to Tokyo is utilized as energy data of a minor scale, and it aims at performing the construction and energy evaluation of a database management system used as the foundation of a system. The database of Tokyo consists of energy data for every type of industry of 30,849 buildings, and enforcement energy-saving technique data. Comparison of the energy consumption rate of large-scale and a minor scale, evaluation by energy classification, etc. were performed.

はじめに

低炭素社会の実現に向けて、省エネルギー・省 CO₂ はすべての事業者にとって喫緊の課題である。行政庁および地方自治体では、大規模事業者が先行してエネルギー使用量の把握からはじめるべく、定期報告の義務付けを法制化しており、さらに報告データを集計、公表することによって、事業者が自身の相対的な位置付けの把握、省エネ意識の向上を図っている。また、家庭部門での HEMS、民生業務部門の BEMS、見える化システムの導入など、エネルギーデータ把握のすそ野が広がっている。

一方で、エネルギーデータを収集分析して効果的な省エネルギー手法を探る研究は従来から多くあったが、比較研究が行いやすい中規模から大規模ビルが中心であった。収集データ数は多くて1千棟前後だが、収集データ項目の違いや公開範囲の相違のために、データの相互乗り入れは困難である¹⁾。

しかし、DECC (Data-base for Energy Consumption of Commercial building)²⁾ ではこれらの問題を解決し、全国で統一された手法によって様々な用途や規模の1万棟を超えるデータ収集を平成19年～21年に掛けて行った。その後、日本最大級のデータベースとして公開している。

次に、これらのエネルギーデータベースの分析結果に基づいて、実際の省エネルギー行動に結びつけるには、現状では、コミッションングに代表される専門家による事業所ごとでの判断によるところが大きい。事業所数が非常に多い中小規模では労力やコストに見合う効果が得られにくいものの、空調用熱源をはじめとする設備システムや省エネ手法の選択肢は中小規模ではそう多くないと考えられるため、パターン化できれば専門家によらな

い展開も期待できる。

例えば、下田ら³⁾ は、法人建物調査データにより、全ストックに対して、5,000 m²未満の業務建築は棟数で95%、延床面積で57%を占めるため、中小規模を対象とすることは、大きな省エネ効果を生み出す可能性があるとして述べている。以上より、継続性があり、共通プラットフォームによるエネルギーデータベースの構築及び、誰でも参照および利活用が可能な分析システムを開発することは意義が大きいと考えられる。

本報では、中小規模事業所のエネルギーデータとして、東京都への定期報告書データを活用し、システムの基礎となるデータベース管理システム(DBMS:database management system)の構築およびエネルギー評価を行うことを目的とする。

1. 東京都地球温暖化対策報告書制度の概要

国や多くの地方自治体で導入されている報告義務のほとんどでは、全事業所の合計原油換算エネルギー使用量で1,500kL以上の大規模事業者が対象である。

環境省の場合は、全国に約600万ある事業者⁴⁾のうち、対象は約1万⁵⁾であるが、総排出量では約5割を占めており、さらにその約8割は製造業である。

一方で、東京都の場合、大規模事業所については2002年度から報告制度を導入、都内の約69万事業所中約1,400事業所に適用され、環境省に比較して数での比率は高いが、東京都全体の排出量に対し約2割にとどまる⁶⁾。このため、東京都では、2010年度からエネルギー使用量が一定以上の中小規模事業者に対しても報告を義務付けることによって、より効果的な制度運用を図っている。

1.1 報告書データの概要

データは、東京都環境局より事業所・事業者が特定されないデータとして提供を受けた。本報では、平成 22 年度報告データを対象とする。実施省エネ手法データについては分析対象外とした。

(1)規模……同一事業者が都内に設置している事業所等（前年度の原油換算エネルギー使用量が 30kL 以上 1,500kL 未満の事業所等）の前年度の原油換算エネルギー使用量の合計が年間 3,000kL 以上になる場合は、義務提出が必要。また、任意提出も可能である。

(2)項目

- a 事業所属性……業種（日本産業分類基準）、所有形態、利用形態、連鎖化区分
- b 建物属性……延床面積
- c 光熱水データ……月間使用量（一部年間のみ）
- d 対策の実施状況……省エネメニューなど

(3)期間……2009 年度（2009 年 4 月～2010 年 3 月）

(4)データ数……事業所数 30,849、光熱水データ数 109,855（平成 22 年度データ）

1.2 データの特徴

本エネルギーデータの特徴は、①信頼性が高い、②中小規模対象のためデータ数が多い、③法制度化されているため今後データ収集の持続性がある、ことである。

本分析は事業所単位であることから、ビルオーナーのみではなくテナントとなる事業者にも有効となる。

エクセルからデータベースのテーブルデータとして整備する上で、単位の整理・月別値と年間値の整合性などの再調整を行うことでデータ精度を高めた。データ件数が多くなるほど、これらを発見し、校正するのが困難になるが、データベースでは、正規化し入力規則を必ず定めるために、データの精度が高い。

提供時期数の違い等により、東京都環境局より公開されている報告書等と若干の相違がある。

2. データベース管理システム (DBMS) 構築

2.1 DBMS⁷⁾の特徴

一般的なデータ分析では、データの抽出に表計算ソフトのフィルター機能により、データを選別してから入力・集計を行う。しかし、データ件数が多くなると、①表形式でのデータ記載のために不必要なデータの入力や

省略が生じ、冗長性が高くなる、①数値や数式の入力ミスの発生とその確認、修正の手間が増える、②必要なデータの抽出に手間と時間がかかる、などの問題が出てくる（表 1 参照）。したがって、本報では、約 3.1 万事業所のデータを扱うため、表計算ソフトではなく、データベース管理システムの構築を行った。DBMS の概念図を図 1 に示す。

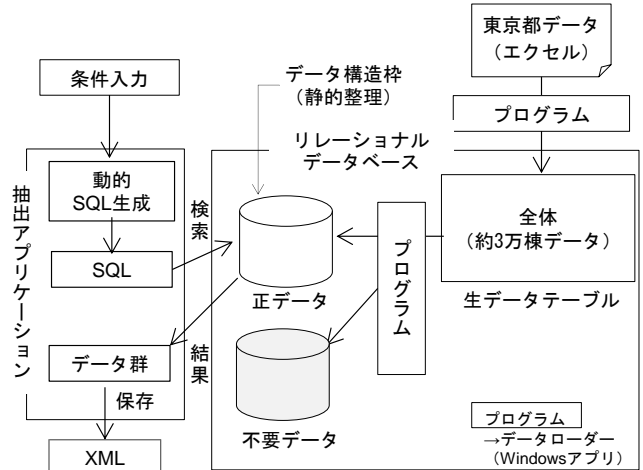


図 1 データベース管理システムの概念図

表 1 データベースとエクセルの比較表

	データベース	エクセル
テーブル	定義あり 冗長性 低	定義なし 冗長性 高
分析の信頼性	SQL 高	マクロ、フィルター 低 (テーブル定義なしのため)
対応可能データ数	無限	目視 1,000 件程度 機能 100 万件程度 } 1 万件程度が可能

2.2 既存データベースとの仕様比較

既往のデータベースの中でも、代表的なものとしては前述の DECC がある。DECC は、国土交通省の支援を受けて、財団法人建築環境・省エネルギー機構が構築したデータベースで、全国の大学が中心になってデータ収集、分析を行っている。最大の特徴は、分析目的に応じて基礎（レベル 1）、標準（レベル 2）、詳細（レベル 3）の 3 段階を設定して、データ収集項目を定めていることである（表 2 参照¹⁾）。これにより、それまでのデータベースとは異なる汎用性の高いデータ整備が可能となった。

また、本データベースは、建築属性情報は少ないものの、DECC のレベル 2 に相当する月別エネルギーデータが多く、また省エネ対策などの実施状況データを有することが特徴となる。

表 2 データベースの仕様比較

	東京都地球温暖化対策報告書	DECC (Data-base for Energy Consumption of Commercial building)		
	収集件数 (DECC は目標値) 約 3 万件 (平成 22 年度提出) 月別データあり (約 1 万件)	基礎 (レベル 1) データベース 約 10 万件	標準 (レベル 2) データベース 数百件/用途	詳細 (レベル 3) データベース 数百件
建物属性情報	所在地、延床面積、所有形態など	地域、建物用途、竣工年月 延床面積、建築面積 建物使用時間、冷暖房期間など	基礎 (レベル 1) データベースの情報 届出値 (PAL、CEC、BEE など) 設備容量、熱源種別 省エネルギー対策など	標準 (レベル 2) データベースの情報
環境関連データ	年間燃料消費量 (電力、ガスなど) (上記データを、月別として提出可) 年間原油換算エネルギー使用量 年間二酸化炭素排出量 年間水道・下水道使用量 地球温暖化の対策の実施状況 (省エネ対策など)	年間燃料消費量 (電力、ガスなど) 年間一次エネルギー消費量 年間 CO ₂ 排出量 年間水消費量	基礎 (レベル 1) データベースの情報 月別燃料消費量 (電力、ガスなど) 月別一次エネルギー消費量 月別 CO ₂ 排出量 月別消費先別エネルギー消費量	標準 (レベル 2) データベースの情報 時刻別燃料消費量 時刻別一次エネルギー消費量 時刻別 CO ₂ 排出量 時刻別消費先別エネルギー消費量

3. 分析結果

3.1 全体の割合

東京都の分析⁸⁾で使用された13分類に、比較的件数の多い分類として金融業と小売業を新たに追加し、計15分類とした。本データベースの総計で約126[PJ/年]であった。図2に、業種別の一次エネルギー消費量の割合を示す。飲食店、コンビニエンスストアは、件数が多く総一次エネルギー消費量も非常に多い。なお、業種は自己申告による日本産業分類を用いており、例えばテナントビルは「賃事務所業」であり、事務所や飲食店、小売店などが含まれる。

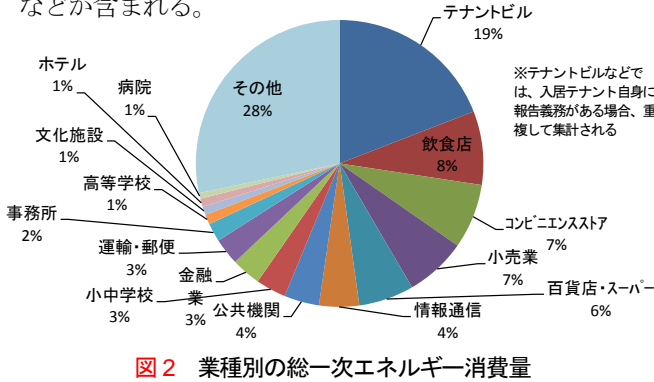


図2 業種別の総一次エネルギー消費量

3.2 大規模と中小規模の比較

それぞれの業種別で原単位を算出し、東京都の大規模事業所が対象となる「地球温暖化対策計画書制度」データおよびDECC（関東データ）と比較した（表3参照）。

百貨店・スーパーのみ、中小規模の方が大規模よりCO₂排出量原単位が大きい。また、小中、高等学校は一次エネルギーの原単位が小さく、ZEB化の可能性が比較的高いと考えられる。図3より、中小規模の割合が32%であったが、都内の中小事業所は約69万あり、本報はその内、約3万が対象であるため、実際はさらに割合は高いと予想される。

表3 主要業種の原単位の比較

用途	平均延床面積 [m ²]	東京都						DECC (関東)	
		中小規模 (本件)			大規模			件数	一次E
事務所	3,869	370	1,821	78	145	2,369	98	356	2,121
テナントビル	5,366	2,296	1,927	78	307	2,527	106	-	-
金融業	1,875	1,251	1,769	71	-	-	-	-	-
情報通信	3,335	410	4,044	159	-	-	-	-	-
飲食店	226	4,763	9,624	408	-	-	-	28	15,589
コンビニエンスストア	142	5,893	10,934	430	-	-	-	1,056	13,804
百貨店・スーパー	2,994	830	4,115	164	164	3,403	142	180	6,586
小売業	1,169	1,962	3,739	150	-	-	-	-	-
ホテル	4,240	125	2,198	98	45	3,107	138	179	2,820
小中学校	6,218	1,458	465	21	-	-	-	691	371
高等学校	14,666	208	449	19	-	-	-	38	472
病院	6,742	43	2,705	122	77	3,219	145	226	2,745
文化施設	2,695	260	1,695	70	19	2,610	111	85	1,585
運輸郵便	1,899	1,293	1,514	61	-	-	-	-	-
公共機関	1,537	2,290	1,379	58	-	-	-	260	1,224

※文化施設：映画館、劇場、興行場、図書館、博物館、美術館 ※一次EはMJ/m²年、CO₂はkg/m²年 ※公共機関：行政機関、都道府県機関、市町村機関

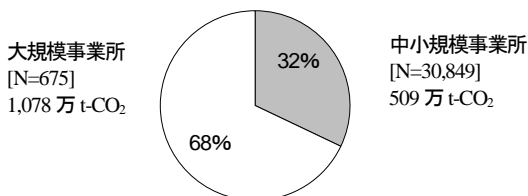


図3 中小と大規模の総CO₂排出量の比較

3.3 延床面積と一次エネルギー消費量

図4に、主な業種における、延床面積と一次エネルギー消費量のグラフを示す。相関係数が低いものも多く、さらなる分析には、エネルギー消費量に係わる設備機器の熱源種別などの場合分けが必要であると考えられる。同業種の中でも、一次エネルギー消費量の極端に多いものもあり、省エネ余地があると考えられる。

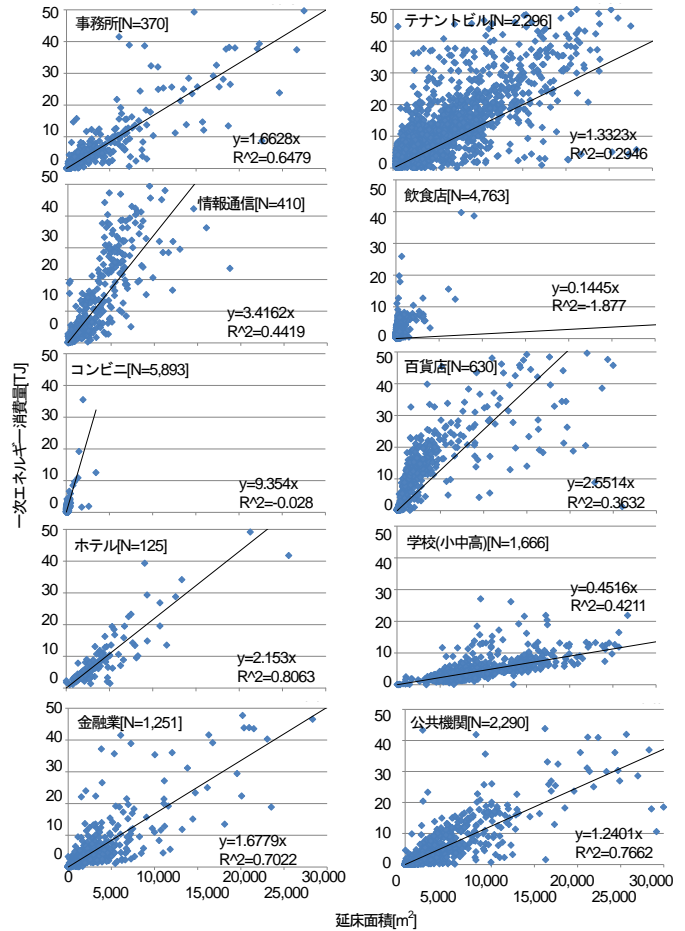


図4 延床面積と一次エネルギー消費量

3.4 月別変動

月別一次エネルギー消費量の変化と変動分の割合を図5に示す。ピーク月は8月で次に2月、8月の内訳でテナントビル27.4%に次いで飲食店11.4%の割合が高い。また、変動分の5月と8月の差の内、最も割合が大きいのは、テナントビルで28.8%、次いで公共機関の12.4%であった。ピークを抑えるには、テナントビルや公共機関の変動分を抑える必要がある。

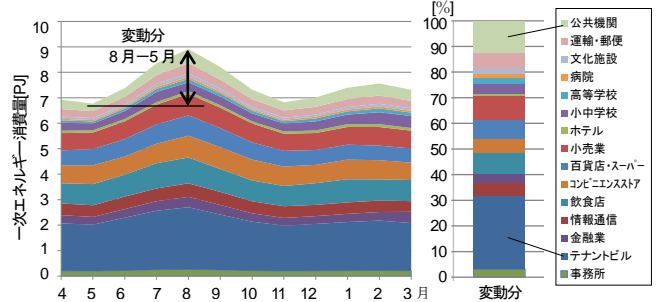


図5 業種毎の月別一次エネルギー消費量

3.5 年間上水使用量

相関係数が高い文化施設の延床面積と年間上水使用量の関係を図6に示す。飲食店が、延床面積当たりの年間上水使用量の原単位が8.76m³/m²と一番高かった。

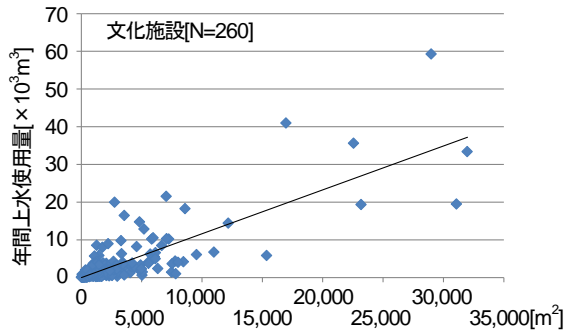


図6 延床面積と年間上水使用量

表4 業種毎の近似曲線他

	近似曲線		相関係数 R ²	原単位 [m ³ /m ²]
	y年間使用量[m ³]	x延床面積[m ²]		
文化施設	y=1.1638x		0.66	1.09
金融業	y=0.8537x		0.59	0.89
ホテル	y=3.5523x		0.58	3.95
事務所	y=0.98x		0.56	0.90
運輸郵便	y=0.624x		0.54	0.60
小売業	y=1.4046x		0.46	1.26
情報通信	y=0.5634x		0.39	0.49
百貨店・スーパー	y=1.3626x		0.29	1.58
公共機関	y=1.4638x		0.24	1.34
テナントビル	y=0.9178x		0.21	0.99
高等学校	y=0.498x		0.18	0.49
小中学校	y=1.2128x		0.02	1.25
飲食店	y=6.1423x		-0.20	8.76
コンビニエンスストア	y=2.7641x		-0.33	2.94
病院	y=1.21x		-0.48	2.44

3.6 電気・ガスの比率

図7に、電気とガス使用量及びその他の一次エネルギー消費量比率を示す。全ての用途で、電気の割合が65%を越えている。コンビニエンスストアは99.9%電気である。小中学校のガス比率が高い。図8に、小中学校の5月分の一次エネルギー消費量をベースと捉え、夏季分(5-10月)から5月分を差し引いた変動分のみで、電気・ガス比率毎の、エネルギー量を示す。比較的、電気の比

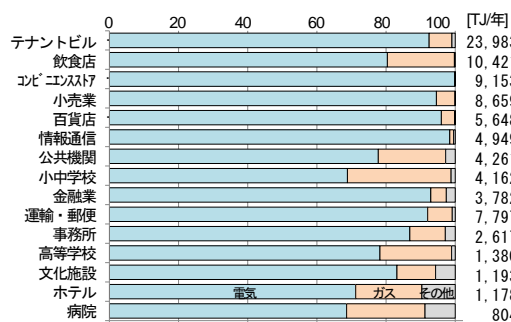


図7 業種毎の電気・ガス消費量比率

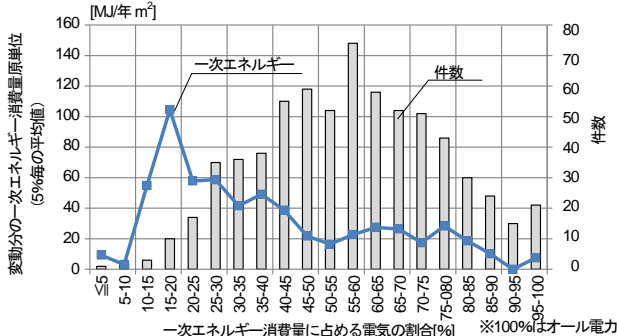


図8 小中学校の変動分における電気・ガス比率(夏季分)

率が下がる程、一次エネルギー消費量原単位が増加する傾向が伺えることから、ガスの用途による違いなど使用実態も考慮した分析が必要と考えられる。

3.7 省エネ技術の波及効果

図9に、ポートフォリオ分析を示す。各軸は用途別分布の標準偏差を平均値で割り戻し、ばらつき指数とした。一次エネルギー消費量と延床面積の偏差が共に小さい、中学校、高等学校、コンビニエンスストアなどは、効果的な省エネ技術が確認されれば、同じ用途内に広く適用出来ることになるため、波及効果が高いと言える。

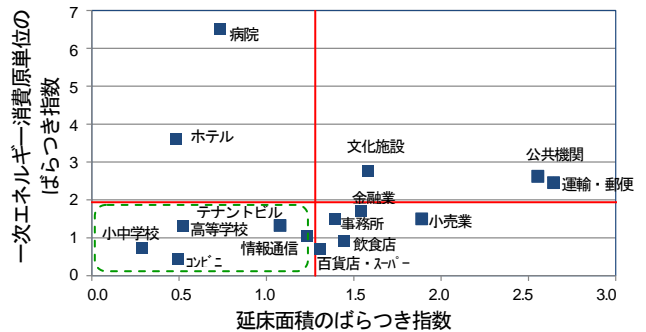


図9 ポートフォリオ分析

4. まとめ、今後の予定

中小規模事業所を対象とし、平成22年度提出された東京都「地球温暖化対策報告書」データを活用するためのデータベース管理システム(DBMS)の構築およびエネルギー分析を行った。今後は、対策メニューの分析および平成23年度データの分析を行う予定である。

謝辞

東京都環境局より、地球温暖化対策報告書のデータ提供など貴重な研究機会を頂いた。ここに、謝意を示す。

本研究は、東京都リーディングプロジェクトの「環境負荷低減に資する都市建築ストック活用型社会の構築技術」の一環として行ったものである。

参考文献

- 1) (財)建築環境・省エネルギー機構: IBEC No.168 Vol.29-3, 2008.9
- 2) 日本サステナブル建築協会: 非住宅建築物の環境関連データベース、<http://www.jsbc.or.jp/decc/index.html>
- 3) 空衛学会近畿支部シンポジウム「中小規模建物を対象としたエネルギーマネジメント」2011.9
- 4) 総務省統計局: 明日への統計 2011
- 5) 環境省: 平成21年度温室効果ガス排出量の集計結果
- 6) 東京都: 地球温暖化対策報告書作成ハンドブック、2011.3
- 7) 増永良文: リレーショナルデータベース入門、サイエンス社
- 8) 東京都: 地球温暖化対策セミナーテキスト、2012.3

注意

※「3.4 月別変動」で、月別データがない場合は、当該年間データと他の同一業種のデータより、月別データ合計と年間データ合計を一致させるように補正した。