

建築物環境衛生管理における空気調和設備等の適切な運用管理手法の研究
竣工設備データベース「ELPAC」を用いた事務所建築の
空調設備とエネルギー消費量の動向分析

研究分担者 長谷川 兼一 秋田県立大学 システム科学技術学部 教授

研究要旨

空調方式に着目した延床面積や空調設備、エネルギー消費量等の動向を把握するために、建築設備情報年鑑・竣工設備データベース「ELPAC」（一般社団法人 建築設備技術者協会）を用いて分析した。本研究では建築物データが多い6地域の事務所建築についても着目した。その結果、以下のことがわかった。①竣工年度が新しくなるにつれて「個別空調方式」「個別空調方式＋中央管理方式」の空調設備を導入する建築物が増加している。②加湿方式は「気化式」のものが大半である。「未導入」の割合は不明であるが、「個別空調方式」の方が相対的には「データなし・未導入」の割合が高いため、冬期の低湿度環境の形成の要因になっている可能性がある。③「年代を経るに従って原単位の中央値が小さくなる傾向が見られる。これは、設備機器の高効率化が進んでいることと整合していると推察できる。また、空調方式で比較すると、「中央管理方式」の方が原単位は若干小さい。

A. 研究目的

建築物の中で人は、1日の9割の時間を過ごすといわれる¹⁾。従って、不適切な室内環境に暴露されることによる健康への悪影響を防除するために、建築物の維持・管理が極めて重要となる。我が国では、1970年に「建築物衛生法」が施行されて以降、建築物における衛生的な環境の確保が優先事項とされている。2003年4月には建築物衛生法関連政省令が一部改正され、滞在者の暴露環境要因の一つである空気環境において、より一層の管理が求められるようになった。この改正により、空調設備において「中央管理方式」を導入している特定建築物のみならず、「個別空調方式」も維持・管理の対象となった。

また、建築物の運用時のエネルギー消費量の削減を目的として、「建築物のエネルギー消費性能の向上に関する法律」（以下、省エネ法）が制定されている。特に、カーボンニュートラル社会の実現に向けて、これらの法律や関連する政令・告示

を基に、建築設備の性能向上やエネルギー消費量の削減が必須の課題となっている。

そこで本研究では、事務所建築物を対象に、空調方式に着目した延床面積や空調設備、エネルギー消費量等の動向を把握することを目的とする。なお、本研究で用いる竣工設備データベース「ELPAC」には1,000件程度の情報がまとめられているが、地域による偏りが大きく、省エネルギー地域区分・6地域に位置する建築物の割合が高い。そこで、ここでは6地域の事務所建築のみを抽出したデータも示す。

B. 研究方法

一般社団法人 建築設備技術者協会が提供している、建築設備情報年鑑・竣工設備データベース「ELPAC」を用いた。これは、47都道府県の建築物の管理者等を対象にアンケート用紙を配布して行われた独自調査データである。分析にあたり、非住宅建築物の省エネルギー基準の変遷²⁾から竣

工年度に基づき、建築物を 1984~1998 年度、1999~2012 年度、2013~2018 年度の 3 つのグループに分類した。

本研究で用いるデータは、空調設備の冷熱源・温熱源それぞれの主熱源方式が記載されており、空調方式の分類が可能な 966 件である。表 1 に地域区分と建物種別、工事種類におけるデータの内訳を示す。地域区分で見ると「関東・中部」「近畿以西」の割合が高く、建物種別では貸しビルが多い。また、工事種類で見ると、全体では新築の建築物の件数が多いことがわかる。このうち 6 地域の建物を分析対象とする際には、798 件を抽出した。

表 2 に空調方式の分類を示す。各建築物の空調設備の冷熱源、温熱源の主熱源方式のデータに着目し、厚生労働省が発表している「建築物における維持管理マニュアル³⁾」等を参考に、導入されている空調設備を「個別空調方式」「中央管理方式」「個別空調方式+中央管理方式」^{注)}の 3 種類に分類した。

表 1 データの内訳

a) 地域区分

竣工年度	寒冷地	関東・中部	近畿以西	計
1984~1998 ^{※)}	29	376	157	562
1999~2012	29	187	77	293
2013~2018	10	69	32	111
計	68	632	266	966

※) 不明2件

b) 工事種類

竣工年度	新築	増築	改築	計
1984~1998 ^{※)}	325	3	11	339
1999~2012	261	5	27	293
2013~2018	101	6	4	111
計	687	14	42	743

※) 不明225件

表 2 空調方式の分類

熱源	空調方式	地域熱供給	電動式		ガス・油燃焼式
			冷熱源	温熱源	
冷熱源	中央管理方式	冷水	冷専チラー(水冷・空冷)		吸収式冷凍機(温水・蒸気・排熱利用)
	個別空調方式		冷専パッケージ(水冷・空冷)		
温熱源	中央管理方式	温水 蒸気	電気ボイラー		ボイラー(温水・蒸気)
	個別空調方式		電気ヒーター		ファンヒーター
冷温熱源	中央管理方式		ヒートポンプチラー(水冷・空冷)		冷温水発生機(直燃吸収式・排熱投入型)
	個別空調方式		空冷ヒートポンプマルチパッケージ 小型水冷パッケージ		ガスエンジン駆動 ディーゼルエンジン駆動 ヒートポンプパッケージ

C. 研究結果

1) 空調方式の動向

図 1 に空調方式の動向を示す。1984~1998 年度に竣工した建築物は「中央管理方式」が導入されている割合が高いが、竣工年度が新しくなるにつれてその割合は減少している。「個別空調方式」「個別空調方式+中央管理方式」を導入している建築物の割合は、竣工年度を経るにつれて増加する傾向が顕著に現れている。図 2 に示す 6 地域での動向についても同様であり、2013 年度以降に「個別空調方式」を採用する割合が高くなっていることが確認できる。

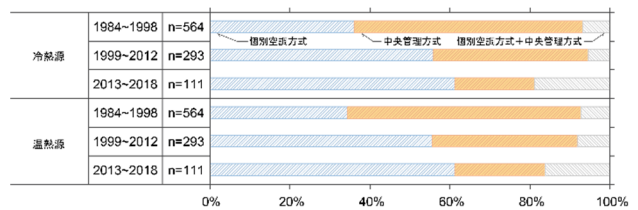


図 1 空調方式の動向

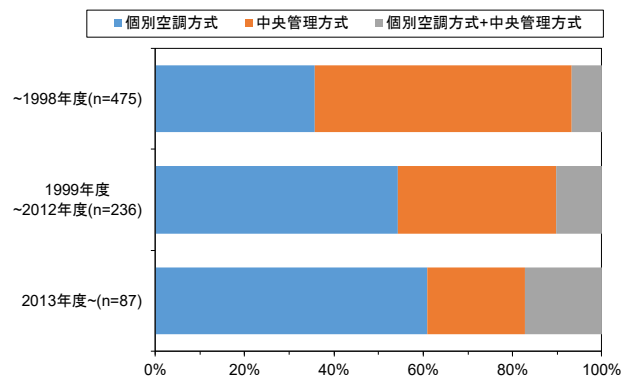


図 2 空調方式の動向(6 地域)

2) 延床面積の動向

図 3 に延床面積の動向を示す。全ての年代における各空調方式の延床面積の中央値は、「中央管理方式」が 18,799m²、「個別方式」が 5,482m²、「個別空調方式+中央管理方式」が 13,755m²となっている。図に示す各年代においても、「個別空調方式」を導入している建築物の多くが、事務所建築の特定建築物の要件である延床面積 3,000m²を超過しており、竣工年度が新しくなるにつれ、より大きな延床面積の建築物でも「個別空調方式」が

導入されるようになってきていることが確認できる。

「中央管理方式」には年代に変動があるが、全体としては大きな変化はないと考えられる。「個別空調方式+中央管理方式」は「個別空調方式」と同様に、竣工年度が新しくなるにつれて延床面積が大きくなる傾向が見られる。

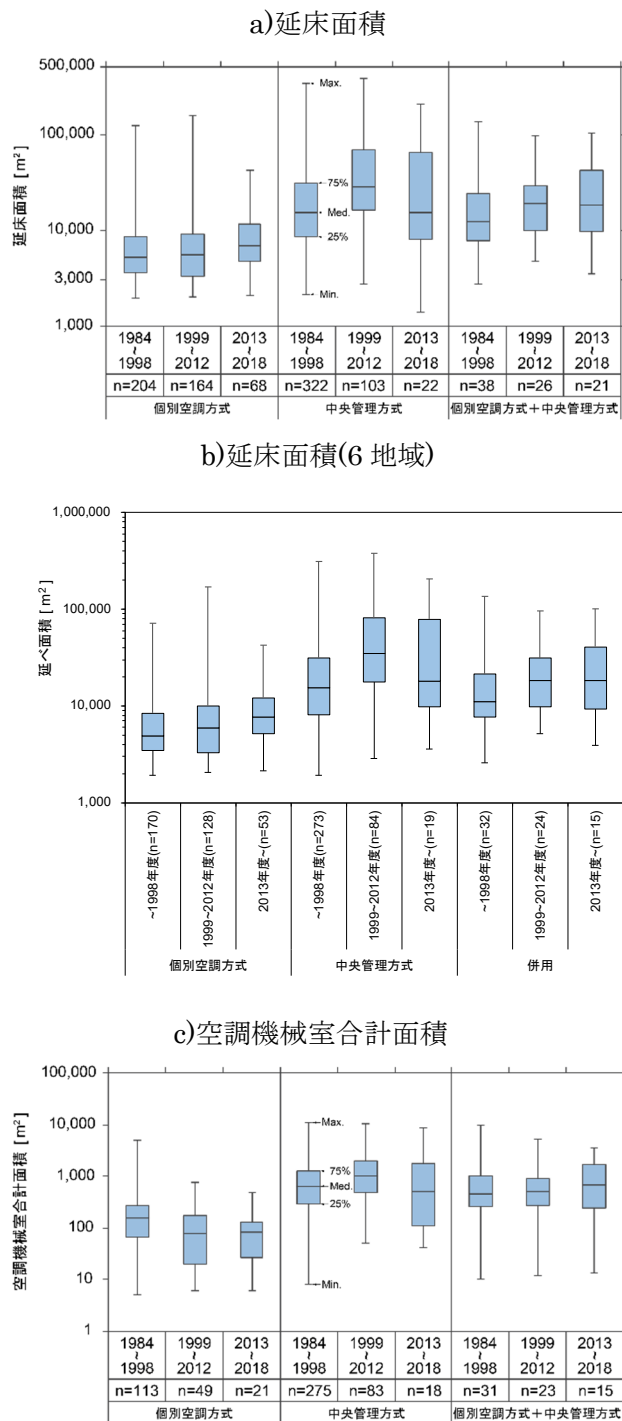


図3 延床面積・空調機械室合計面積の動向

3) 加湿方式の動向

図3、図4にペリメータゾーン・インテリアゾーンそれぞれの加湿方式の動向を示す。すべての空調方式、竣工年度の建物においても「気化式」が大半を占めている。

データの記載が無く「データなし・未導入」とした割合は、ペリメータゾーンにおいて半分以上、インテリアゾーンでは1~5割程度を占めている。ペリメータゾーンの方が「データなし・未導入」とする割合が高いが、加湿に対する意識が低いことも反映されている可能性がある。また、「未導入」の割合は不明であるが、「個別空調方式」の方が相対的には「データなし・未導入」の割合が高いため、冬期の低湿度環境の形成の要因になっている可能性がある。

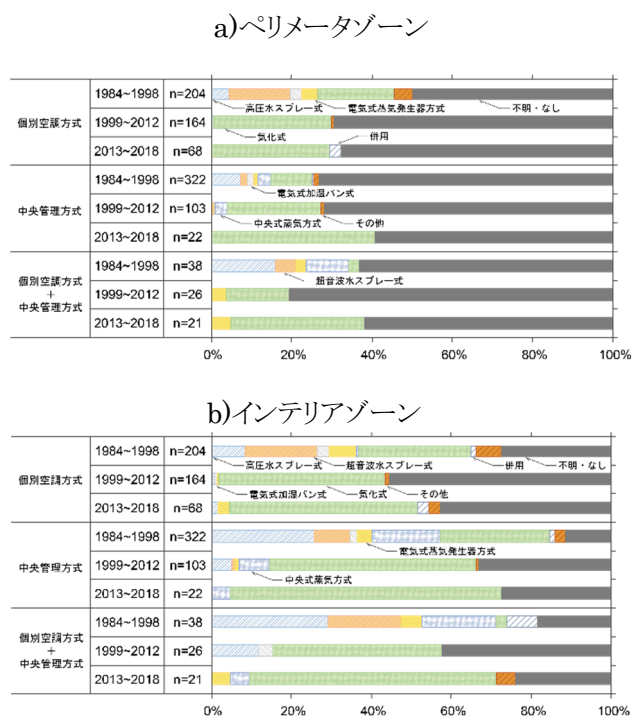
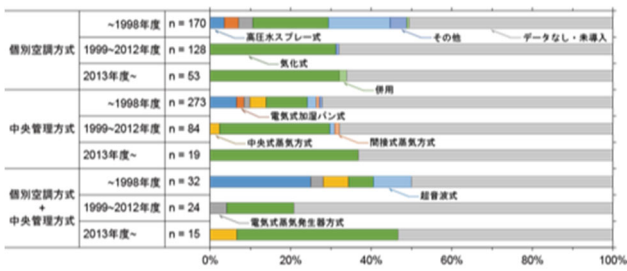


図4 加湿方式の動向

a)ペリメータゾーン



b)インテリアゾーン

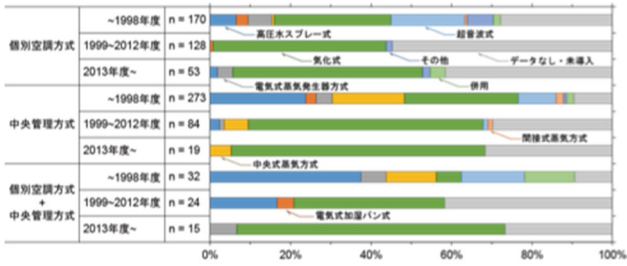


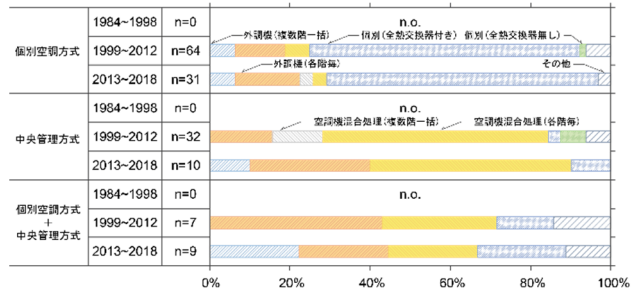
図5 加湿方式の動向(6地域)

4) 外気供給関連の動向

図6にペリメータゾーン・インテリアゾーンそれぞれの外気供給方式、図7に外気処理フィルターの動向を示す。外気供給方式において、「個別空調方式」で「個別(全熱交換器付き)」、「中央管理方式」では「空調機混合処理(各階毎)」、「個別空調方式+中央管理方式」では「外調機(各階毎)」の割合が高い。外気処理フィルターにおいては、「個別空調方式」で「粗塵のみ」、「中央管理方式」では「中性能(比色法50~80%)」、「個別空調方式+中央管理方式」では「粗塵のみ」の割合が高くなった。「中央管理方式」のデータに着目すると、「中性能(比色法50~80%)」の割合はペリメータゾーンよりもインテリアゾーンにおけるデータの方が年度を問わず高く、「粗塵のみ」の割合は低くなっている。

図8に竣工年度別に、インテリアゾーンにおける延床面積と外気供給割合の関係を示す。多くは外気供給割合が10~40%となり、100%に近い建築物もあった。外気供給割合が100%に近いデータを除くと、「中央管理方式」において40%を超過するデータが比較的多く見られた。また、延床面積との明確な関係、竣工年度ごとの特徴も見られなかった。

a)ペリメータゾーン



b)インテリアゾーン

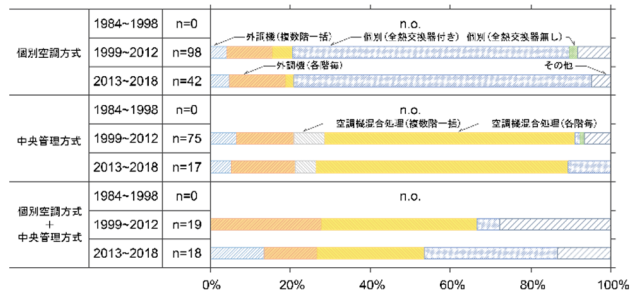
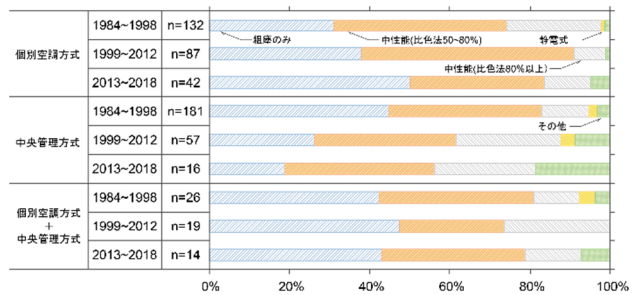


図6 外気供給方式の動向

a)ペリメータゾーン



b)インテリアゾーン

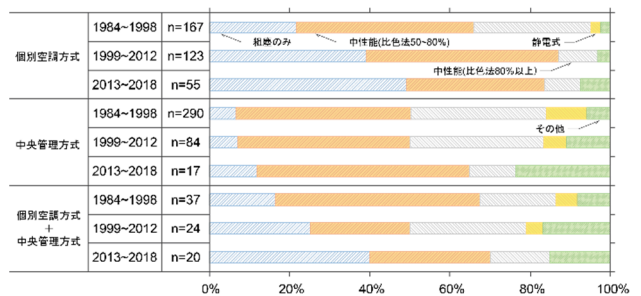


図7 外気処理フィルターの動向

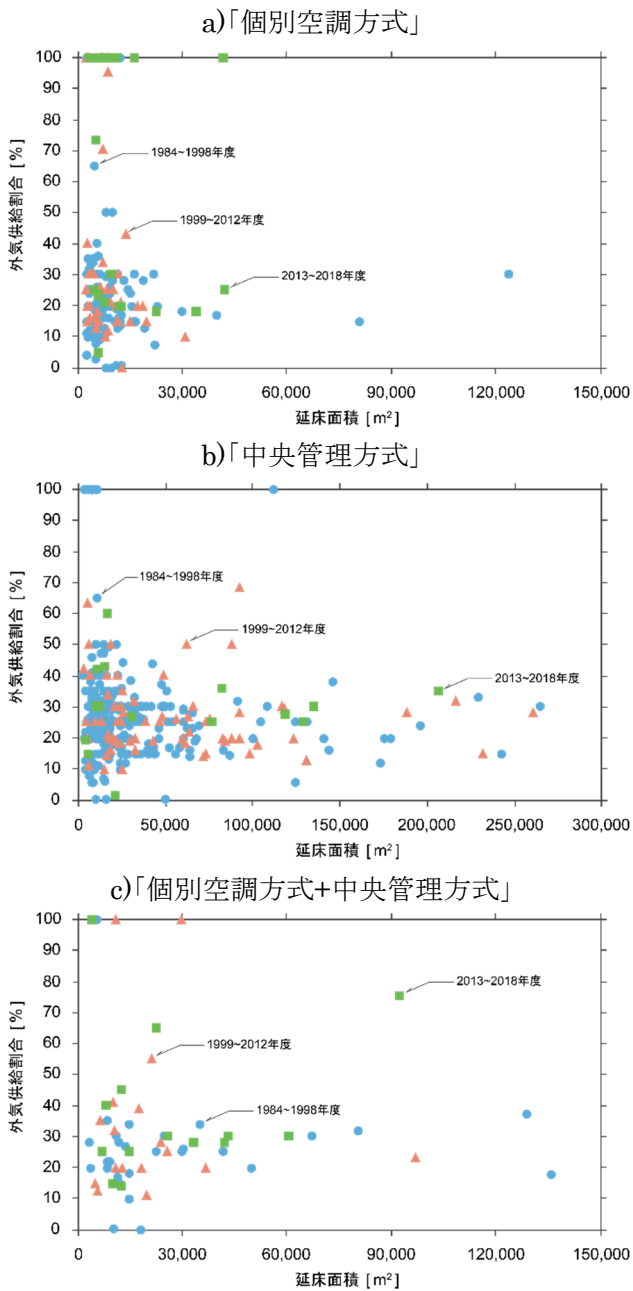


図8 外気供給割合の動向(インテリアゾーン)

5) エネルギー消費量の動向

「ELPAC」に収められているエネルギーデータは各月の熱源別に記載されるとともに、年間合計値としてもまとめられている。年間エネルギー消費量が得られた建築物の件数を表3に示す。これを見ると、必ずしも全ての建築物に対してデータが整っている訳ではなく、エネルギーデータが欠落している事例が多いことがわかる。なお、エネ

ルギーデータは一次エネルギー消費量として熱量換算する。

表3 エネルギー消費量データの内訳

空調方式	寒冷地	関東・中部	近畿以西	計
個別式	2	57	31	90
中央式	13	107	52	172
個別式+中央式	3	17	9	29
計	18	181	92	291

図9に空調方式別に、延床面積と年間一次エネルギー消費量の関係を、図10に空調方式別に示す。分析に用いた年間一次エネルギー消費量は、建築物全体で年間に消費されたものである。すべての空調方式のデータにおいて強い正の相関がみられ、延床面積が大きい建築物ほど多くのエネルギーを消費している結果となった。同規模の建築物のデータに着目すると、「中央管理方式」を導入している建築物のエネルギー消費量が「個別空調方式」「個別空調方式+中央管理方式」を導入している建築物のものよりも大きくなる傾向が把握できた。また、空調方式ごとの詳細を見ると、同規模でも竣工年度が新しい建築物ほどエネルギー消費量が小さくなる傾向が把握できた。

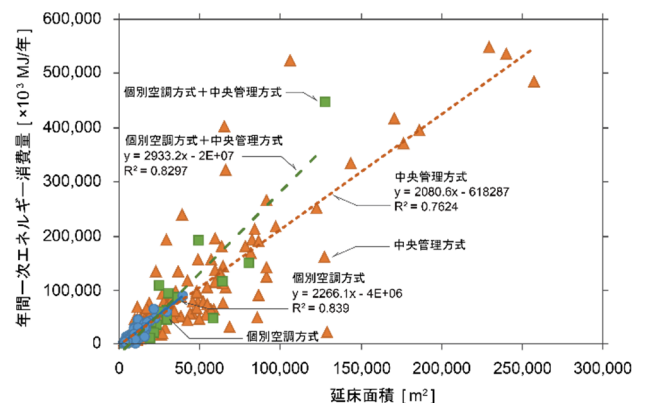
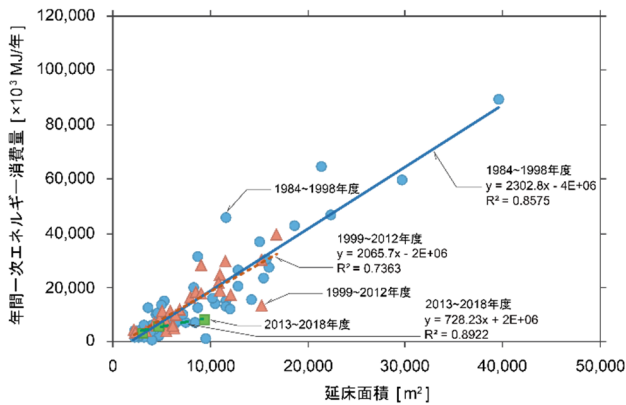
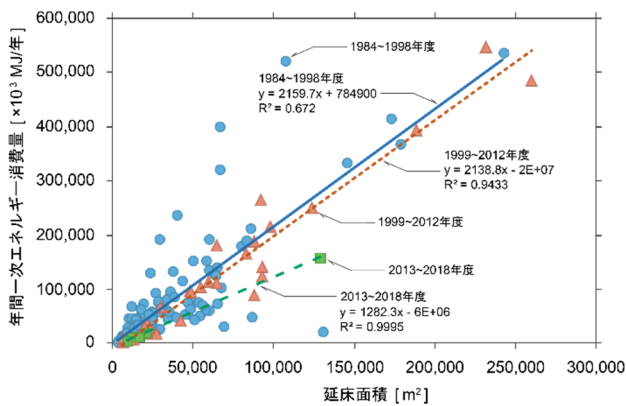


図9 年間一次エネルギー消費量の動向(全体)

a)「個別空調方式」



b)「中央管理方式」



c)「個別空調方式+中央管理方式」

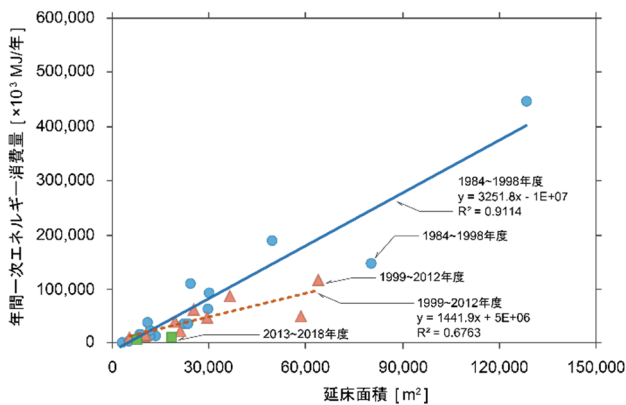
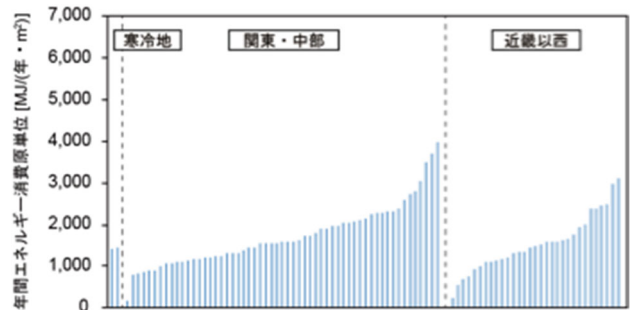


図 10 年間一次エネルギー消費量の動向
(空調方式別)

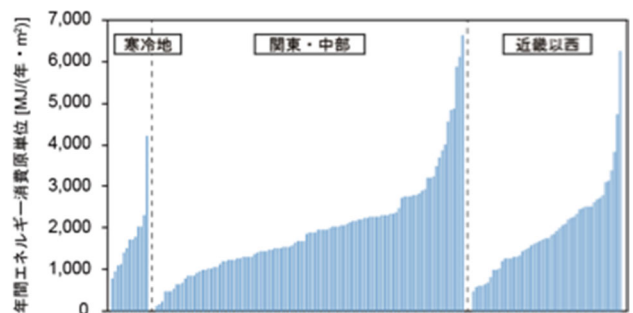
図 11 には、空調方式別に全ての建築物の年間エネルギー消費原単位を小さいものから順に並べている。寒冷地のデータは極端に少なく、ここで取り上げている 6 地域のデータが相対的に多いことがわかる。また、「個別空調方式」「中央管理方式」のデータが多いが、「中央管理方式」の方が原

単位は大きい事例の割合が高い傾向が窺える。これらの建築物それぞれを事例的に捉えて、エネルギー消費量の大小に及ぼす要因を考察することも重要である。

a)個別空調方式



b)中央管理方式



c)個別空調方式+中央管理方式

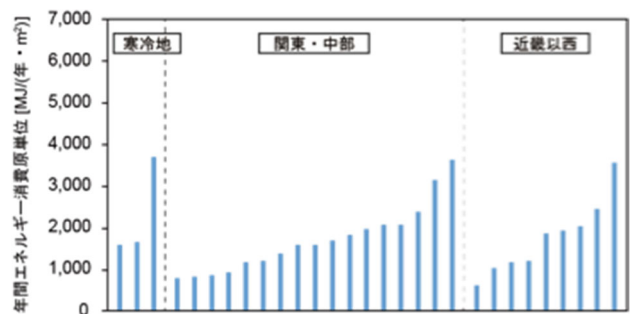


図 11 年間エネルギー消費原単位の分布

図 12 に、空調方式別・年代別の年間エネルギー消費原単位を示す。「個別空調方式」「個別空調方式+中央管理方式」では年代を経るに従って原単位の中央値が小さくなる傾向が確認できるが、「2013 年度以降」は数件のみのサンプルであるため、今後のデータ蓄積が必要である。原単位が小さくなることは、設備機器の高効率化が進んでいることと整合していると推察できる。また、「中央管理方式」においても新しい竣工年の建築物群の

方が原単位は小さい。空調方式で比較すると、中央値においては大きな差は認められないが、「中央管理方式」の方が原単位は若干小さくなるようである。

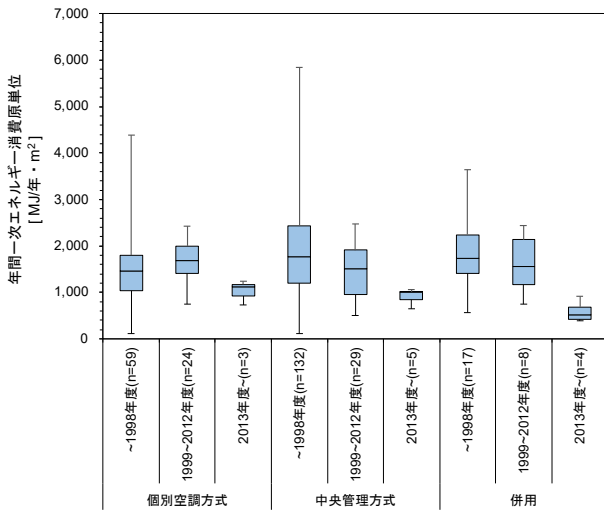


図 12 年間エネルギー消費原単位の動向(6 地域)

D. 結論

6 地域の事務所建築を対象として、各空調方式の延床面積や空調設備、エネルギー消費量等の動向の把握を行い、以下を把握することができた。

- ① 竣工年度が新しくなるにつれて「個別空調方式」「個別空調方式+中央管理方式」の空調設備を導入する建築物が増加している。
- ② 加湿方式は「気化式」のものが大半である。「未導入」の割合は不明であるが、「個別空調方式」の方が相対的には「データなし・未導入」の割合が高いため、冬期の低湿度環境の形成の要因になっている可能性がある。
- ③ 年代を経るに従って原単位の中央値が小さくなる傾向が見られる。これは、設備機器の高効率化が進んでいることと整合していると推察できる。また、空調方式で比較すると、「中央管理方式」の方が原単位は若干小さい。

今後は、採用件数が増加している「個別空調方式」を導入している建築物に着目した、室内空気環境やエネルギー消費量等に関するさらなる分析に取り組む必要がある。

<注釈>

注)「個別空調方式」は、中央熱源を持たずに熱源と空気調和機とが一体となっているか、室内ユニットと熱源ユニットが冷媒配管で接続されているかのいずれかの場合で、各々の機器単体での運転制御が可能な方式とされている。「中央管理方式」は、各居室に供給する空気を中央管理室等で一元的に制御可能な方式である。「個別空調方式+中央管理方式」は、「個別空調方式」と「中央管理方式」を併用している場合の空調方式を指す。

F. 研究発表

1. 論文発表

なし

2. 学会発表

- 1) 小原豪太, 長谷川兼一, 松本真一, 竹内仁哉: 竣工設備データベース「ELPAC」を用いた事務所建築の空調設備とエネルギー消費量の動向に関する考察, 空気調和・衛生工学会東北支部第 10 回学術・技術報告会論文集, pp.9-12, 2021 年 3 月.
- 2) 小原豪太, 長谷川兼一, 松本真一, 竹内仁哉: 竣工設備データベース「ELPAC」を用いた事務所建築の空調設備とエネルギー消費量の動向に関する考察, 日本建築学会大会学術講演梗概集, 環境工学, pp.1633-1634, 2021 年 9 月.
- 3) 小原豪太, 長谷川兼一, 松本真一, 竹内仁哉: 竣工設備データベース「ELPAC」を用いた事務所建築の空調設備とエネルギー消費量の動向に関する考察, 日本建築学会東北支部研究報告集, 計画系, 第 84 号, pp.41-44, 2021 年 6 月.

G. 知的財産権の出願・登録状況（予定を含む）

1. 特許取得

なし

2. 実用新案登録

なし

3. その他

なし

<参考文献>

- 1) 塩津弥佳, 吉澤晋, 池田耕一, 野崎淳夫: 生活時間調査による屋内滞在時間量と活動量 室内空気汚染物質に対する曝露量評価に関する基礎的研究 その 1, 日本建築学会計画系論文集第 63 巻 第 511 号, 45-52, 1998 年.
- 2) 国土交通省: 省エネルギー基準改正の概要,
<https://www.mlit.go.jp/common/001012880.pdf>
- 3) 厚生労働省: 建築物における維持管理マニュアル,
<https://www.mhlw.go.jp/bunya/kenkou/seikatsu-eisei09/03.html>