

大学施設における個別分散空調方式の効率的設計法に関する基礎研究

その1 調査概要と室外機系統の運転特性

正会員 ○山田 崇司*1 正会員 辻丸 のりえ*2 正会員 佐藤 誠*3
 正会員 迫田 一昭*4 正会員 赤司 泰義*5 正会員 柳原 隆司*6
 正会員 野城 智也*7

非住宅建築物 キャンパス 個別分散熱源方式
 効率 冷媒配管 室内機運転台数

1. はじめに

東京大学では、東京大学サステナブルキャンパスプロジェクト室 (TSCP 室) を主体として低炭素キャンパス構築に向けた省エネ化を推進している。既報^{1),2)}では、1時間間隔の年間運転データを使用して大学施設に導入された個別分散空調機の使用実態を整理した。本報では、個別分散空調機の詳細な挙動を調査するため1分間隔の運転データを取得し、個別分散空調機の効率に影響を及ぼす要因について分析し、大学施設における個別分散空調機的设计・運用に資する基礎調査を行った。

2. 調査概要

2.1. 調査物件の概要

個別分散空調機が導入されている東京大学柏キャンパスの理系施設を1分間隔運転データの調査対象とした。表1に調査対象物件の建物概要を示す。

表1 調査対象物件の建物概要

所在地	東京大学柏キャンパス (千葉県柏市)
規模	延床面積 24,504 m ² (地下1階, 地上6階)
竣工年	竣工 2000年, 設備更新 2012年
空調機台数	室外機 53台, 室内機 243台 (全室外機合計)

2.2. 計測方法および計測対象

個別分散空調機メーカーが提供する機器メンテナンス用の装置 (サービスチェッカー装置) により、蒸発温度、凝縮温度、室外機吸込温度、リモコン設定温度、サーモ ON 信号等の室外機および室内機の内部データを1分間隔で取得した。室外機能力、消費電力はコンプレッサーカーブ法を用いて算出した。計測対象は表2に示すインバータ圧縮機1台構成の機種 (冷暖フリータイプを除く) の室外機20系統とした。表中で赤字の系統では、室内機リモコンと同じ位置に温湿度ロガーを設置し、室内温湿度を1分間隔で計測した。屋上および地上の2点にも温湿度ロガーを設置し、外気温度を計測した。

2.3. データ計測期間

2015年8月末から9月末までの約1ヶ月間計測を行った。計測期間中は比較的涼やかな気候の日が多かった。なお冷房運転時のデータのみを本調査の分析対象とした。

3. 計測結果

3.1. 室用途別の室内機の使用状況

計測期間中における事務室、研究室、実験室に設置さ

表2 1分間隔運転データ計測対象の室外機系統

赤字: 室内温湿度データの計測対象

室外機 ID	室用途	定格冷房能力 [kW]	室内機 接続台数	室外機 設置階	室内機 設置階	高低差 [m] ^{*1}
Ou001	研究室, ラウンジ	33.5	11	屋上	4F	-9.35
Ou002	研究室	22.4	6	屋上	4F	-9.35
Ou003	事務室	14	4	屋上	2F	-17.35
Ou004	事務室	16	4	屋上	2F	-17.35
Ou005	事務室	16	4	屋上	2F	-17.35
Ou006	事務室, 会議室	14	4	屋上	2F	-17.35
Ou007	職員室	16	3	屋上	3F	-13.35
Ou008	事務室, その他	14	3	屋上	3F	-13.35
Ou009	研究室, ラウンジ	33.5	10	屋上	3F	-13.35
Ou011	実験室	28	3	地下1F	地下1F	0
Ou012	実験室	28	2	地下1F	地下1F	0
Ou014	実験室	22.4	4	地下1F	地下1F	0
Ou015	実験室	14	2	地下1F	地下1F	0
Ou016	研究室	22.4	6	屋上	2F	-17.35
Ou017	研究室	22.4	6	屋上	4F	-9.35
Ou018	研究室	14	4	屋上	2F	-17.35
Ou019	研究室, 事務室	28	10	屋上	3F	-13.35
Ou020	研究室	22.4	6	屋上	3F	-13.35
Ou021	研究室	33.5	11	屋上	4F	-9.35
Ou022	研究室, ラウンジ	22.4	6	屋上	2F	-17.35

*1 高低差 [m]: 階高より推定した室外機と室内機の高高低差 (室内機が室外機より下にある場合は負の値)

れた室内機の日運転時間および日サーモ ON (冷媒との熱交換を行う運転) 時間の頻度分布を図1に示す。事務室では4~5時間、実験室では24時間の運転が多いが、研究室では日運転時間のばらつきが大きい。ただし日サーモ ON 時間はどの室用途でも0~2時間が最も多く、サーモ OFF 運転 (熱交換を行わずファンのみ運転している状態) が多いことが確認できる。また、室用途別のリモコン設定温度の頻度分布を図2に示す。事務室では27~28°C、研究室では低めの25~26°Cに設定されていた。実験室では機器冷却等のため20°C、22°Cなどに設定されている。

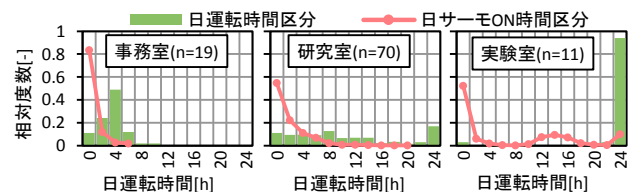


図1 日運転時間、日サーモ ON 時間の頻度分布

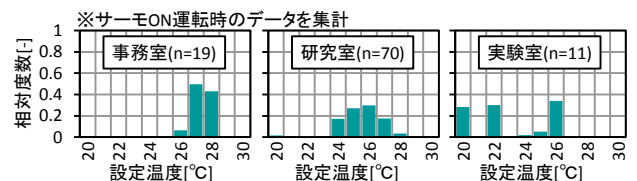


図2 室内機リモコン設定温度の頻度分布

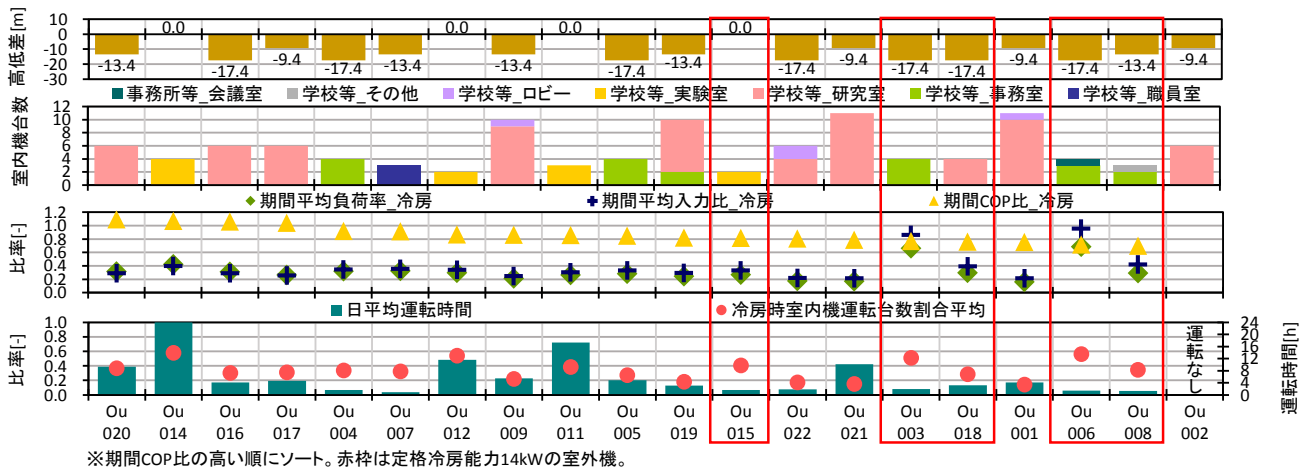


図 3 用途別の室内機台数および期間集計結果 (集計期間: 2015 年 8 月 29 日~9 月 30 日, 冷房運転時)

3.2. 期間集計結果

1 分間隔運転データの 2015 年 8 月 29 日~9 月 30 日の期間集計結果を図 3 に示す。なお図中の期間 COP 比は、期間 COP (期間中の室外機能力合計[kWh]÷期間中の稼働時室外機消費電力合計[kWh])を定格 COP で除した値とした。定格冷房能力 14kW の室外機 (図中で赤枠で囲んだ室外機) は期間 COP 比が低い傾向にあるが、本報で対象とした個別分散空調機における 14kW の機種は垂直方向の冷媒ガス側主配管径が他の機種よりも細く、圧力損失の影響を受けやすいことが分かった。Ou015 は室内機と室外機の高低差がなく、配管の圧力損失の影響を受けにくいと考えられる。冷房能力 16kW 以上の室外機では、室内機運転台数割合 (系統内でサーモ ON 運転をしている室内機の割合) 平均が低いと期間 COP 比が低い傾向がみられた。

3.3. 室内機の運転台数と COP 比

室内機運転台数割合と、外気温度別の平均 COP 比の関係を図 4 に示す。なお平均 COP 比は、COP (室外機能力÷室外機消費電力) の定格 COP に対する比率を分類別に平均した値とした。ここでは室内機接続台数 10 台未満および 10 台以上の系統でグループを分けた。室内機接続台数 10 台以上のグループでは、室内機運転台数割合が 10% 以下のとき平均 COP 比が 0.6 程度まで低下している。Ou001, Ou021 系統では、図 5 に示すように室内機運転台数割合 0~10% での運転頻度が多く、期間 COP 比が低くなっていると考えられる。

4. まとめ

室用途別の日運転時間、設定温度の頻度分布を整理し、室内機の使用状況を確認した。期間集計結果では、冷媒配管径が細い機種の期間 COP 比が低い傾向にあった。また、室内機接続台数が 10 台以上の系統では室内機運転台

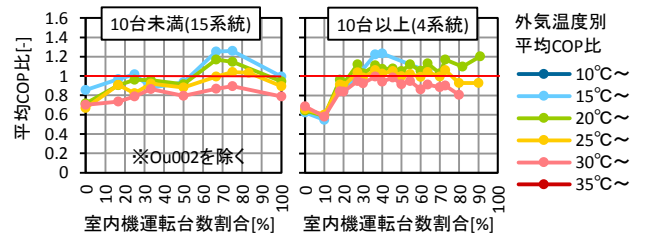


図 4 室内機運転台数割合と平均 COP 比

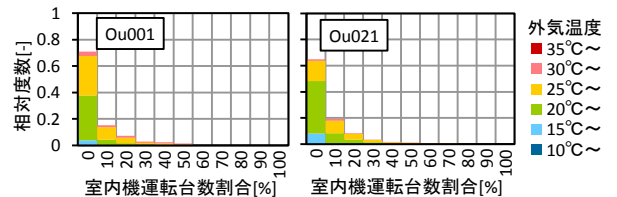


図 5 室内機運転台数割合の頻度分布

数割合が 10% 以下のときに COP 比が低下することが分かった。室内機運転台数が少ないと、室外機に要求される負荷が室外機の最低容量を下回り、効率の悪い運転になっていると考えられる。個別分散空調機の機器選定時には、冷媒配管径に留意するとともに、室内機の同時運転が少ないと想定される場合は室内機接続台数をあまり多くしないようにするのが望ましい。次報では、期間 COP 比の低い系統と高い系統の運転状況を詳細に分析し、効率のよい運転をしている系統の特徴を整理する。

参考文献

- 岡本, 辻丸, 佐藤, 迫田, 赤司, 柳原, 野城: 年間運転データに基づく大学施設における個別分散空調機の使用実態調査 その 1 調査対象物件の特徴と室内機の運転状況, 日本建築学会大会学術講演梗概集, 2015 年 9 月, pp. 1291-1292
- 辻丸, 岡本, 佐藤, 迫田, 赤司, 柳原, 野城: 年間運転データに基づく大学施設における個別分散空調機の使用実態調査 その 2 室内機の時刻別運転パターンと室温の達成状況, 日本建築学会大会学術講演梗概集, 2015 年 9 月, pp. 1293-1294

*1 東京大学 TSCP 室 室員・修士 (環境学)
 *2 佐藤エネルギーリサーチ (株)
 *3 佐藤エネルギーリサーチ (株) 博士 (工学)
 *4 東京大学 TSCP 室 室長補佐・学士 (工学)
 *5 東京大学 工学系研究科 教授・工学博士
 *6 東京電機大学 特任教授・博士 (工学)
 *7 東京大学 TSCP 室 室長・教授・工学博士

*1 Project Specialist, TSCP, The Univ. of Tokyo, M.Env.
 *2 Satoh Energy Research, Co., Ltd.
 *3 Satoh Energy Research, Co., Ltd., Ph. D
 *4 Deputy Director, TSCP, The Univ. of Tokyo, B.Eng.
 *5 Prof., Graduate School of Engineering, The Univ. of Tokyo, Dr.Eng.
 *6 Project Prof., Tokyo Denki Univ., Ph.D.
 *7 Director, TSCP, The Univ. of Tokyo, Prof., Dr.Eng.