

大学施設における環境負荷低減手法に関する研究  
 その 18 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  
 A Study of Environmental Load Reduction Technique for University Facilities  
 Part18 Annual Utilization of Multi-split air-conditioning system at University Facilities

正会員 ○岡本 泰英 (東京大学) 技術フェロー 柳原 隆司 (東京電機大学)  
 正会員 佐藤 誠 (佐藤エネルギーリサーチ) 正会員 辻丸 のりえ (佐藤エネルギーリサーチ)  
 正会員 迫田 一昭 (東京大学) 技術フェロー 赤司 泰義 (東京大学)  
 正会員 塩地 純夫 (ダイキン工業) 正会員 長澤 浩司 (ダイキン工業)

Yasuhide OKAMOTO \*1 Ryuji YANAGIHARA \*2 Makoto SATOH\*3 Norie TSUJIMARU\*3

Kazuaki SAKODA\*1 Yasunori AKASHI\*1 Sumio SHIOCHI\*4 Koji NAGASAWA\*4

\*1 The University of Tokyo \*2 Tokyo Denki University \*3 Satoh Energy Research Co., Ltd

\*4 Daikin Industries. Ltd

This paper reports annual utilization of outdoor units and Indoor units in multi-split air-conditioning system at university facilities. This survey found that operating pattern of indoor units and integrated cooling and heating capacity of outdoor units are differed due to room applications. However, the factor that affect period average COP ratio remain less well-defined.

## はじめに

東京大学では、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。東京大学の大学施設においても個別分散空調機が採用されているが、稼働実態の把握が容易ではないため設計・運用が適切に行われているとは言えない。そこで設備更新時に計測システムを導入した 3 施設について年間運転データを収集・分析し、これまで把握できていなかった大学施設における個別分散空調機の稼働実態について調査した。本報では、各物件における室内機および室外機の運転状況に着目し、年間運転データの分析を行ったので報告する。

## 1. 調査概要

### 1.1 調査物件の概要

東京大学の大学施設で個別分散空調機が導入されている 3 物件について、個別分散空調機の年間運転データを

表-1 調査対象物件の建物概要

物件名称	所在地	延床面積	構造	室外機台数	竣工年	設備更新年
文系施設 A	本郷キャンパス	8,986 m <sup>2</sup>	地下1階、地上7階	20台	1965年	2010年
理系施設 B	柏キャンパス	24,504 m <sup>2</sup>	地下1階、地上6階	53台	2000年	2012年
理系施設 C	柏キャンパス	16,859 m <sup>2</sup>	地下1階、地上7階	31台	2003年	2012年

整理・分析した。表 1 に調査対象物件の建物概要を示す。

### 1.2 運転データの特徴

調査対象データは、個別分散空調機器メーカーの遠隔監視システムにより収集した 1 時間間隔の運転データで、計測項目は既報<sup>1)</sup>に示した通りである。能力はコンプレッサーカーブ法(室内機出入口の冷媒温度・圧力を測定しエンタルピー差と冷媒流量から空調機能力を算出する方法)を用いて算出している。

### 1.3 データ計測期間

分析対象の運転データは、2013 年 7 月 1 日～2014 年 6 月 30 日までの 1 年間のデータとした。ただし一部系統ではデータ取得開始が 2013 年 9 月となっている。

### 1.4 室用途の判定

図面等の情報を元に、室内機が設置されている室の室用途を判定した。平成 25 年省エネ基準で定義されている室用途から選択したが、室用途が特定できないものは「その他」とした。図-1 に室用途別に集計した室内機台数を示す。室内機設置室の空調面積別に集計しているが、同一室内に複数の室内機が設置されていることがあるため、室内機台数と室数は一致しない。一つの施設内に様々な室用途が混在しているが、文系施設 A では博物館、理系施設 B は研究室、理系施設 C は実験室の室用途が多く、各物件の特徴を表している。

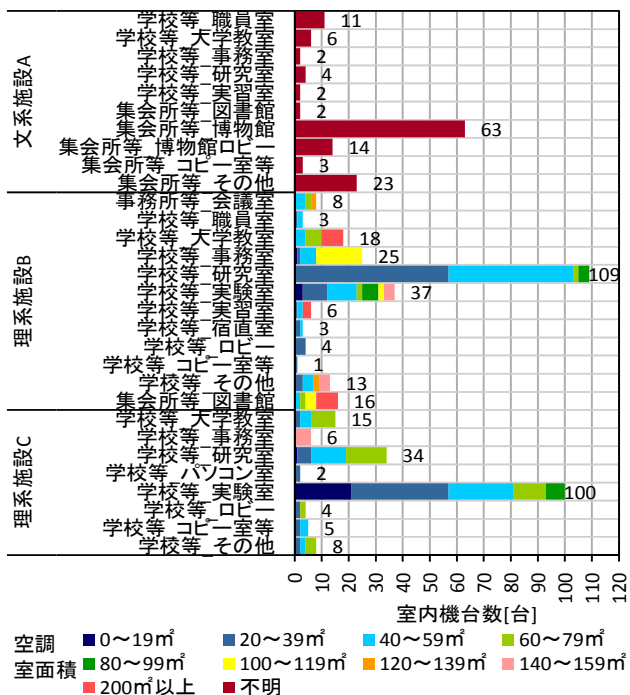


図-2 室用途別の室内機台数

## 2. 時刻別運転パターン分類

各室内機がどのようなパターンで運転しているのかを一つの指標として示すため、室内機の時刻別運転パターンをクラスター分析により分類した。なお最暑期および最寒期の運転パターンを確認するため、冷房時は7月、8月（データ取得開始が遅れた一部系統では9月）、暖房時は1、2月のデータを用いた。冷房時の結果を図-2、暖房時の結果を図-3に示す。稼働率は当該時刻におけるリモコンON運転の割合を示す。24時間高い稼働率で運転するクラスター、日中から夜間は比較的高い稼働率で運転するが早朝は稼働率が低いクラスター、8時~17時に稼働率が高く、夜間から早朝はほとんど稼働しないクラスターなど、さまざまな運転パターンに分けられた。

各室内機の時刻別運転パターンのクラスターを各物件の代表的な室用途別に集計したものを図-4、図-5に示す。

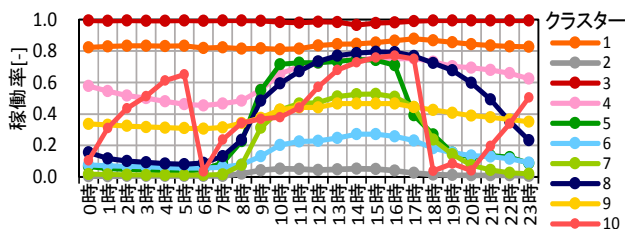


図-2 時刻別運転パターンのクラスター分析結果（冷房時）

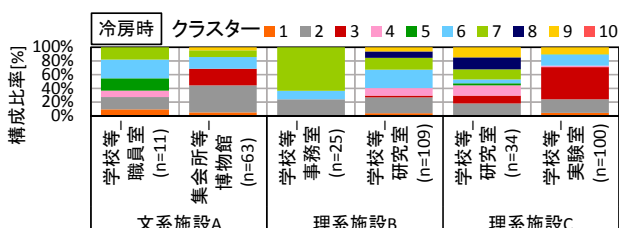


図-4 クラスター集計結果（冷房時）

事務室では夜間から早朝は稼働率が低く日中のみ稼働率が高い運転パターン（冷房時クラスター7、暖房時クラスター5）が多く、冷房時よりも暖房時の方が日中の稼働率が高い。職員室や研究室はさまざまな運転パターンが混在しているが、24時間運転で早朝に稼働率が低くなる運転パターン（冷房時、暖房時ともにクラスター4）がみられた。博物館や実験室では冷房時は稼働率が常に1に近い運転パターン（冷房時、暖房時ともにクラスター3）が多いが、暖房時は一日中稼働率が低い運転パターン（冷房時、暖房時ともにクラスター2）の割合が増える。

## 3. 室外機の運転データ分析

### 3.1 室外機系統別の運転状況

各物件の室外機系統別の運転状況を図-6（冷房時）、図-7（暖房時）に示す。各物件のグラフにおいて下段の棒グラフは室用途別に集計した系統内の室内機台数、中段は室内機の時刻別運転パターンの所属クラスター構成比率と当該室外機の年間運転時間（×印のプロット）、上段のグラフは系統内の室内機の設定温度平均値と標準偏差（60分間継続して運転している室内機の1時間間隔の運転データを集計）、および当該室外機の期間平均COP比を示している。ここでは期間平均COP比の高い系統順にソートした。理系施設B、Cでは同一の室用途で統一されている系統が多いが、複数の室用途が混在している系統もある。実験室、事務室の室用途が多い系統では、室内機の運転パターンも同じものが多い。一方、研究室が多い系統ではさまざまな運転パターンが混在している。また、多くの系統で一日中稼働率が低い運転パターンの構成比率が高く、年間運転時間は冷暖ともに2000時間未満の系統が多い。一方で実験室が多い系統では年間冷房をしているところもあり、年間運転時間が比較的最長い。系統内の時刻別運転パターンの構成比率や設定温度平均値の高低やばらつきと、期間平均COP比にはあまり明確な関係は見られなかった。

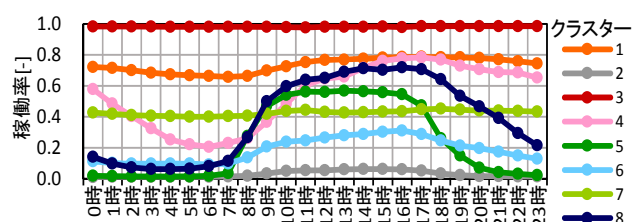


図-3 時刻別運転パターンのクラスター分析結果（暖房時）

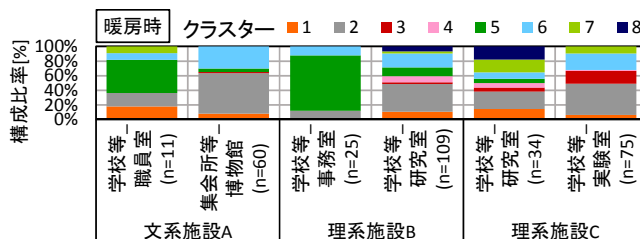


図-5 クラスター集計結果（暖房時）

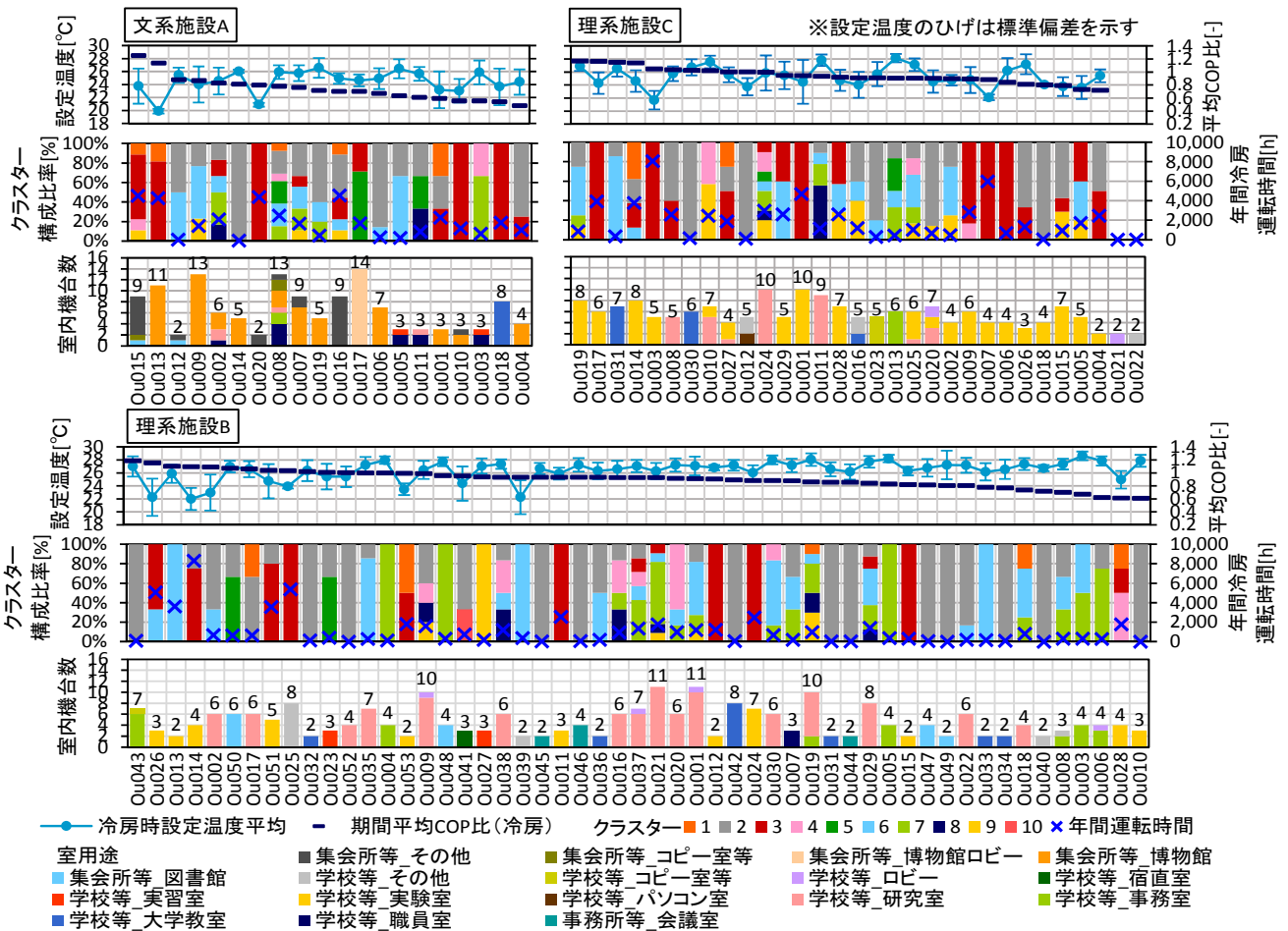


図-6 室外機系統別の時刻別運転パターンと設定温度（冷房時）

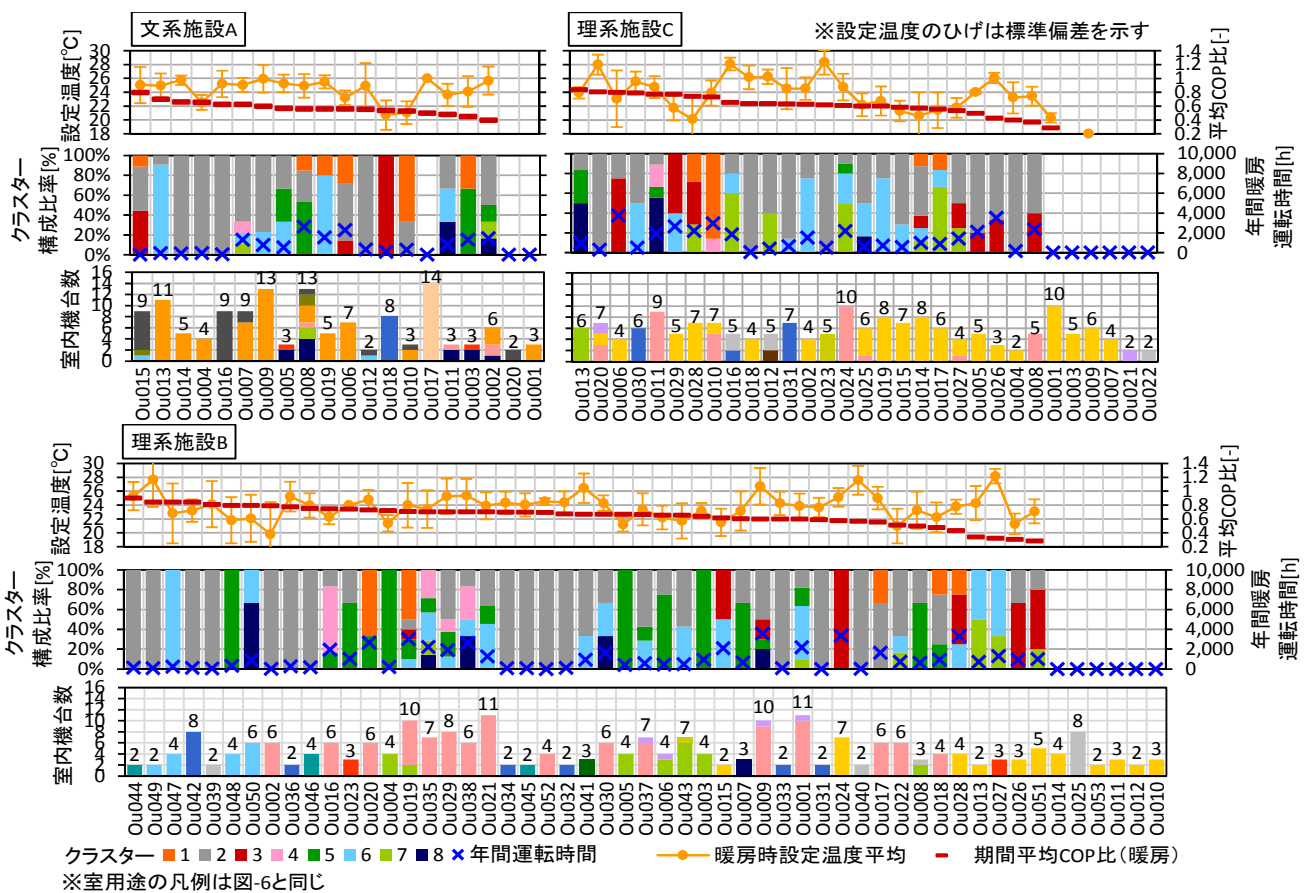


図-7 室外機系統別の時刻別運転パターンと設定温度（暖房時）

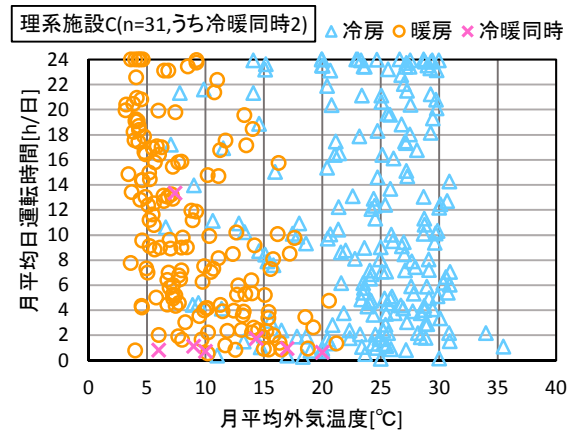
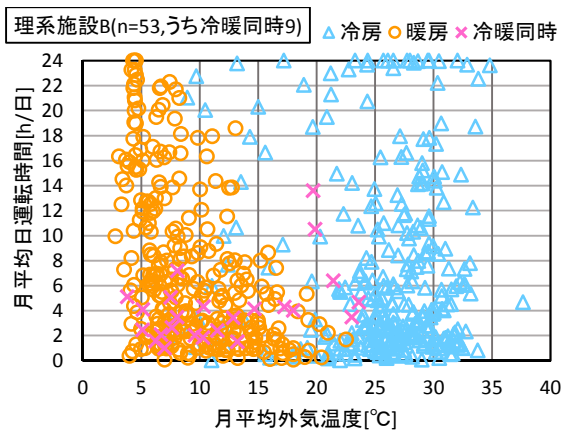


図-11 外気温度帯による室外機の稼働状況 (理系施設 B、理系施設 C)

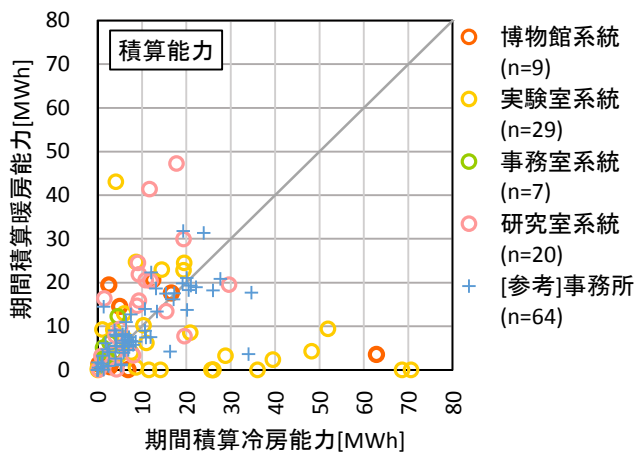


図-9 期間積算能力の比較

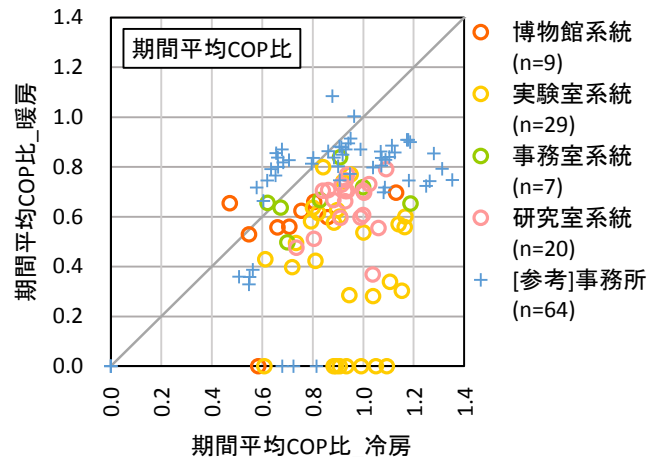


図-10 期間平均 COP 比の比較

### 3.2 外気温度帯による室外機の稼働状況

一部系統に冷暖同時機が採用されている理系施設 B、C について、月平均外気温度帯別の日運転時間の月平均値を図-11 に示す。どちらの物件でも外気温度 23°C 以下のときに暖房運転が行われているが、一部系統では年間冷房を行っているため外気温度が低い冬期においても冷房運転が行われている。冷暖同時運転は外気温度 20°C 以下の冬期に行われることが多いが、特に理系施設 C では日運転時間は 2 時間以下が多く、稼働時間は短い。

### 3.3 期間積算能力の比較

図-9 に各室外機系統の期間積算能力の比較を示す。室外機系統を系統内の主な室用途により分類し、代表的な室用途の系統についてのみプロットした。実験室系統では積算冷房能力の方が大きい系統が多いが、それ以外の室用途の系統では積算暖房能力の方が大きい傾向にあった。参考までに、同図中に既往研究<sup>2)</sup>による事務所用途の建物のデータを示す(2012 年 4 月～2013 年 3 月の年間データ、寒冷地およびテナントビルやサーバルーム等の特殊用途の物件は除く)。事務所用途の建物においても期間積算暖房能力の方が大きくなる傾向にある。

### 3.4 期間平均 COP 比の比較

図-10 に期間平均 COP 比の比較を示す。ここでも参考

までに既往研究による事務所用途の建物のデータを示す。全体的に期間平均冷房 COP 比よりも期間平均暖房 COP 比の方が低くなる傾向にあるが、室用途による期間平均 COP 比の差はあまりみられなかった。

## 4. まとめ

大学内の 3 物件に導入された個別分散空調機について、室内機および室外機の稼働状況に着目して年間運転データを分析した。室用途によって時刻別運転パターンや積算冷暖房能力に特徴があることが分かった。今回の調査では期間平均 COP 比に影響を及ぼす要因は明確にわからなかった。今後は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、大学における空調設備設計・運用の最適化に活用できるデータを整理していきたい。

### 参考文献

- 1) 柳原他：実稼働データに基づく個別分散空調システムの使用実態および効率特性に関する研究 (第 1 報) 個別分散空調システムの使用実態, 空気調和・衛生工学会大会学術講演論文集, 2013 年 9 月, PP.137-140
- 2) 佐藤他：実稼働データに基づく個別分散空調システムの使用実態および効率特性に関する研究 (第 3 報) 個別分散空調システムの東日本大震災前後の使用実態の変化, 空気調和・衛生工学会大会学術講演論文集, 2014 年 9 月, PP.89-92