

## 大空間における空調機器の最適制御に向けた、講義室の温熱環境の測定と解析 Measurements and Analysis of Thermal Environment of University Class Room for Optimal Control of Air Conditioning Equipment in Large Space

○学 鹿山 和真<sup>\*1</sup>, 松尾 智仁<sup>\*1</sup>, 嶋寺 光<sup>\*1</sup>, 正 近藤 明<sup>\*1</sup>

Kazumasa SHIKAYAMA<sup>\*1</sup>, Tomohito MATSUO<sup>\*1</sup>, Hikari SHIMADERA<sup>\*1</sup> and Akira KONDO<sup>\*1</sup>

<sup>\*1</sup> 大阪大学 Osaka University

The authors conducted in the previous study that numerical experiments to inversely estimate the optimal air conditioning outlet temperature according to the target temperature. Numerical experiments showed the usefulness of the air conditioner control method using the SR method. However, when applying the SR method in real space, the accuracy of the SR method depends on the accuracy of CFD calculation. Therefore, in this study, as a preliminary step to the application of the SR method to the real space, the thermal environment of the real space was measured and compared with the CFD calculation results. Almost no horizontal temperature distribution was seen in the real space. From this result, it was found that there is a problem in creating the indoor space temperature distribution.

**Key Words** : Air conditioning, Demonstration experiment, SR method, Thermal comfort

### 1. 緒 言

人々は平均して生活の90%を屋内環境で過ごしている<sup>(1)</sup>。良好な屋内環境は、優れた生産性、空室率の低下、健康の向上に不可欠である<sup>(2)</sup>。そのため快適な室内環境を構築する必要がある。従来は室内全体の温度分布を均一にする室内温熱環境の制御が一般的であった。しかし、二酸化炭素排出規制や人が快適と感じる温冷感には若干の個人差があることなどから、タスクアンビエント空調やパーソナル空調のように室内に空間温度分布をつけ、快適性と省エネルギーを同時に実現する手法が開発されている。しかし、どのように空調機器を制御すればよいかは自明ではない。

室内温熱環境の制御のために、熱源とある場所での温度との線形関係を仮定した手法が用いられることがある。加藤らはCRI (Contribution Ration of Indoor Climate: 室内温熱環境形成寄与率)を開発した<sup>(3)</sup>。これは該当する熱源の発熱量から空間の温度分布がどれほど上昇・下降するかをデータとし保持し、それぞれの熱源が複数同時に発熱・吸熱をした際に室内の温度分布を推定する手法である。松尾らはデータ同化法の一つであるSR法 (Source-Receptor 法)を利用して室内温熱環境の推定を行った<sup>(4)</sup>。上記の加藤らが熱源分布から室内温度分布を予測するのに対し、SR法は観測された温度から室内の熱源分布を推定する、いわゆる逆解析である。室内環境の制御においては熱源となる空調吹き出し温度の推定を行うので、このSR法を空調制御に利用する。筆者らはこれまで、数値流体力学 (CFD)による数値実験を行い、任意の点での目標温度に応じた空調の吹き出し温度の逆推定を行った。そして、数値実験においては、SR法を用いた空調機器の制御手法の有用性を示すことができた<sup>(5)</sup>。しかし、実空間でSR法を適用する場合、SR法の精度はCFD計算の精度に依存する。そこで本研究では、SR法の実空間への適用の前段階として、実空間の温熱環境を測定し、CFD計算結果との比較を行う。ただし、本要旨では測定結果のみ示し、CFD計算結果は発表時に示す。

### 2. 実験条件

実験領域および観測点位置を Fig.1 に示す。実験領域は縦 12.3m、横 10.2m、高さ 2.9m である。東西を X 方向、南北を Y 方向、鉛直方向を Z 方向とし、床面南西端に原点を取った。実験領域南側、西側については屋外、北側は廊下、東側は隣室の面している。室内には天井に 1m 四方の 4 方向吹き出しの空調機が 4 つ、全熱交換器が吹き出し口、吸い込み口それぞれ 4 つずつある。また、観測点は Fig.2 のように合計 90 点配置した。

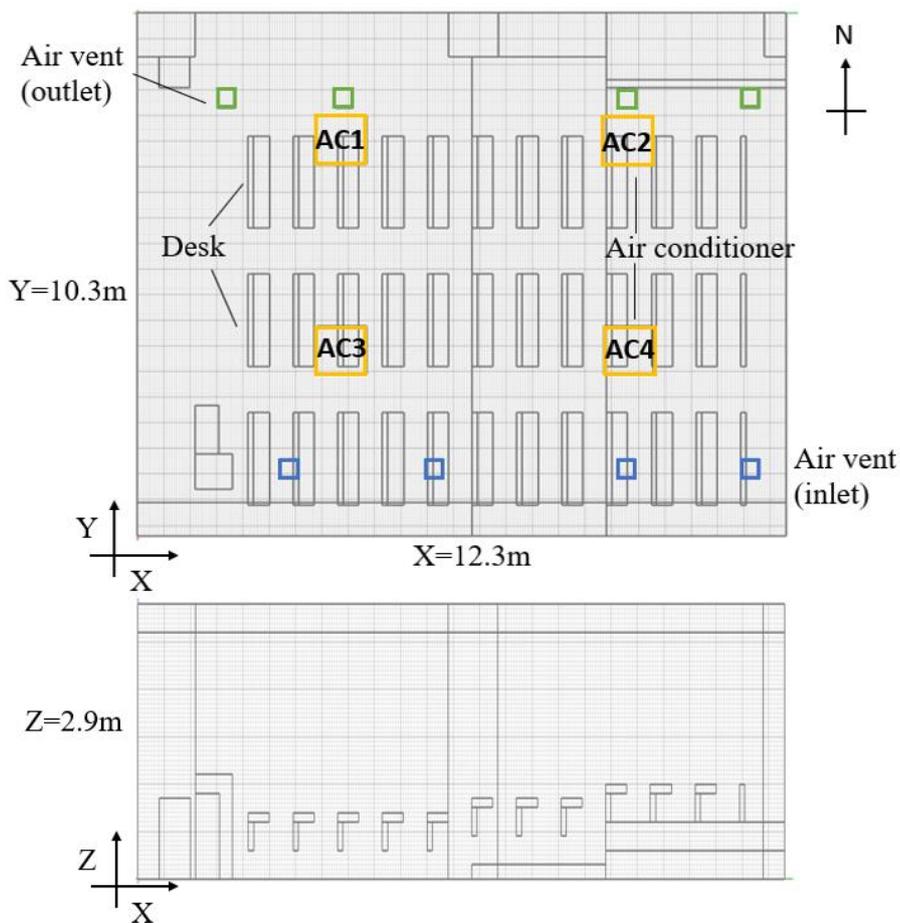


Fig1 Experimental area

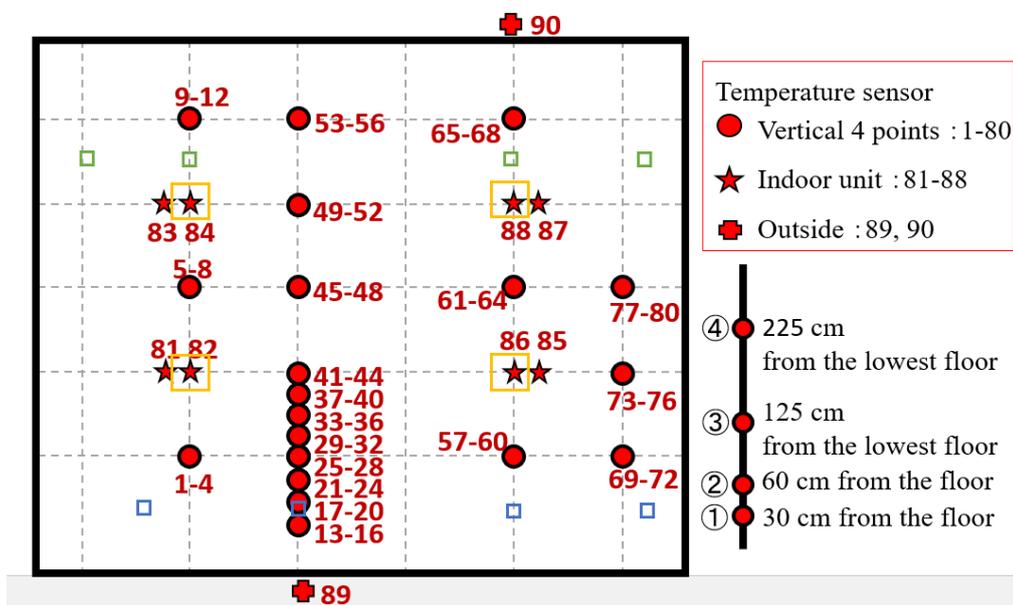


Fig2 Observation point

空調機器の設定条件を Table 1 に示す。吹出風の風量は  $18.5 \text{ m}^3/\text{min}$ 、天井に平行な向きを  $0^\circ$  として  $60^\circ$  の角度で下向きに吹き出す設定とした。また、北側 2 つの空調の設定温度は  $28^\circ\text{C}$ 、南側 2 つについては  $20^\circ\text{C}$  とした。全熱交換器については普通換気モードで作動させた。また、実験日時としては 3/12 13:00~3/13 1:00 の 12 時間とした。

Table1 Experimental condition

	control settings
AC1,2	Volume:18.5m <sup>2</sup> /min Direction: 60° Temperature: 28°C
AC3,4	Volume:18.5m <sup>2</sup> /min Direction: 60° Temperature: 20°C

### 3. 結果と考察

本研究では, Fig.1 に示す実験領域において, Table.1 の基に観測点における温度測定を行った. 測定結果から定常状態とみなすことができる 23:40~24:00 におけるそれぞれの高さにおける観測点温度を Fig.3 に示す. また, 同じ時刻における X=5.7m の断面図を Fig.4 に示す.

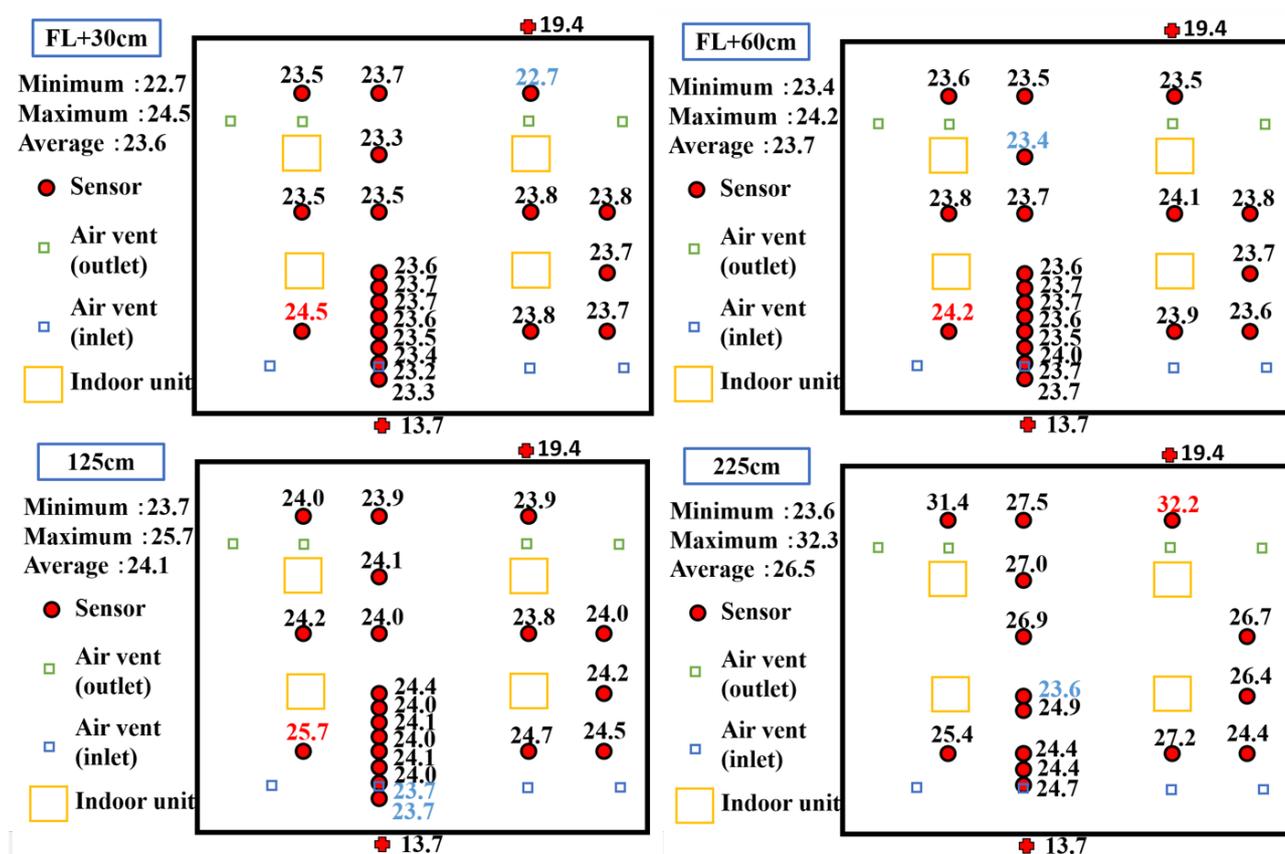


Fig.3 Observation point temperature



Fig.4 Observation point temperature(X=5.7m)

Fig.3 からそれぞれの高さにおける水平分布をみると、水平方向において温度分布はほとんどなく均一であるといえる。それぞれの高さにおいて、温度が著しく高い観測点も見られるが、これは空調吹き出し風が直接当たっているからである。北側と南側の空調設定温度は 28℃と 20℃であり 8℃の差があるが、実際の水平温度分布についてはほとんど差がないことから、室内機の制御で水平温度分布の制御は難しいことが分かった。室内機、全熱交換器の吹き出し風により、部屋全体の気流が速やかに混合しているからであると考えられる。室内機の風量を小さくする、全熱交換器の運転停止などの実験による検証が必要である。上記のようにそれぞれの高さにおいて水平方向の温度分布はほとんどなかったが、Fig. 4 から分かるように鉛直方向についてはなだらかな温度分布がみられ、概ね高さに相関した温度成層が形成されていることがわかる。

#### 4. 結 語

本研究では、北側、南側の空調機器の設定温度に大きな差をつけて運転を行ったが、水平方向の温度分布はほとんど見られなかった。この結果は、単に空調室内機の設定温度を操作するだけでは室内に温度分布を作り出すことが難しいことを示唆する。したがって、水平方向の温度分布を作り出すための手法・工夫が必要である。

#### 文 献

- (1) Yang, L., Ye, M., and He, B. J. . "CFD simulation research on residential indoor air quality." Sci. Total Environ., 472, 1137–1144,2014
- (2) Lajoie,P.,Aubin,D.b,Gingras,V.a,Daigneault,P.c, "The IVAIRE project—A randomized controlled study of the impact of ventilation on indoor air quality and the respiratory symptoms of asthmatic children in single family homes." Indoor Air, 25(6), 582–597.2015
- (3) 加藤信介, 小林光, 村上周三. 不完全混合室内における換気効率・温熱環境形成効率評価指標に関する研究 第2報—CFD に基づく局所領域の温熱環境形成寄与率評価指標の開発. 空気調和・衛生工学論文集, Vol.69, pp.39-47, 1998
- (4) 松尾智仁, 近藤明, 嶋寺光, 塩地純夫, 小松明. 連続的データ同化法 (VCA 法) を用いた室内環境推定手法の開発 (第7報) ソース・レセプター関係を用いた初期推定場の作成. 平成 29 年度空気調和衛生工学会大会, 名古屋, 2018
- (5) 鹿山和真, 松尾智仁, 米村裕馬, 嶋寺光, 近藤明, ソース・レセプター関係を用いたデータ同化法による空調制御, 令和 2 年度空気調和衛生工学会大会, 福井