

駅空間における部分最適な空調方式の研究



高瀬 篤*¹



八木 秀隆*²

Study on partial optimum air conditioning system in station concourse

Atsushi TAKASE*¹ and Hidetaka YAGI*²

*¹ Researcher, Environmental Engineering Research Laboratory, Research and Development Center of JR East Group

*² Chief Manager, Machinery Section, Tohoku Construction Office (Chief Researcher, Environmental Engineering Research Laboratory)

Abstract

In the station space, there are many spaces of special conditions different from general buildings. Although various energy saving technologies have been proposed in recent years, there are some in the station space where energy conservation technologies of the market can be applied as they are or because they are for the above reasons.

Therefore, in this research, we considered providing a comfortable space while saving energy.

●**Keywords:** Spatial refinement, Dissatisfaction rate, Number of unsatisfied people, Energy Conservation

1. はじめに

近年はエキナカ店舗開発と相まって、駅構内を空調している箇所も増えており、駅の快適性向上に対する期待値は高まっている。しかし、CO₂削減などを考慮し環境負荷を増大させないためには、快適性を担保した上で省エネ性能を向上させていかなければならない。そこで、駅全体を均一に空調する方法ではなく、お客さまの密度を勘案して、快適性を維持しつつ部分的に最適となる空調をおこなう方法（以下、部分最適空調）を検討することとした。検討にあたっては、実際の駅における温熱環境を調査し、そのデータを基に利用者の快適性を評価した。

2. 調査空間の利用状況および温熱環境調査

2・1 温熱環境調査空間の概要

本研究で調査をおこなったJR池袋駅の中央改札口-南口間のコンコースを図1に示す。調査空間は利用者が主として鉄道利用のお客さまである駅のコンコースであり、1日に約56万人のお客さまが乗車される大規模ターミナル駅の半地下コンコースである。面積約3,200m²、天井高さは2.6mと低い空間である。特徴として、構内には柱がほぼ一定間隔（5.6～6m）に並んでいる。調査空間の周囲には、改札口と通路を挟んで私鉄1路線と地下鉄2路線に隣接しており、通路は周辺の商業施設へ移動する地下道も兼ねている。対象コンコースは利用者から夏季温熱環境の改善に関しての要望が寄せられている。現在は、対象コンコースにおいてフレッシュ空気の入りを目的とした換気と部分的な空調はあるが、全体空調はおこなっていない。

2・2 利用状況および温熱環境調査

2017年夏季、対象空間において、空間内外の温熱環境及び在空間人数の調査、照明設備やエスカレータ、自動販売機などの発熱機器の調査を実施した。調査結果として、対象空間は外気と比較して一日の温度変化が少なく、外気の流入がほとんど無い、風の流れが少ない環境であった。また、在空間人数は360°カメラを用いて調査対象空間の特徴である柱間ごとに計測をおこなった。在空間人数は、朝夕のラッシュ時では800人弱、昼の閑散時間帯では350人程度であった。計測結果を図2に示す。

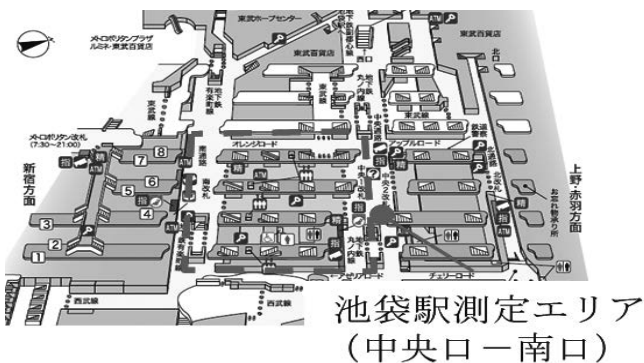


図1 JR池袋駅調査エリア

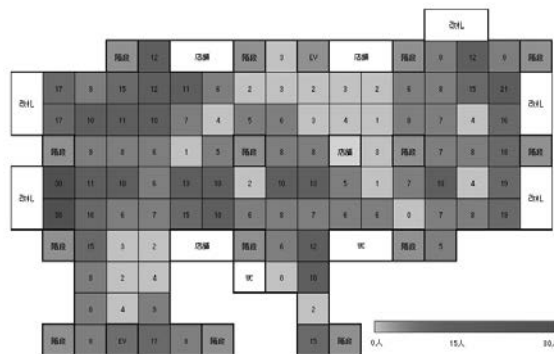


図2 人数計測結果 (8月3日18:00)

3. 部分最適な空調方式の検討

3.1 CFD解析を用いた温熱環境の詳細分析とSET*の算出

2章での温熱環境調査では、測定点や場所、時間に制限があり、駅コンコース内の空間温度と風速の分布を全て実測することは不可能である。そこで、代表的な実測結果をもとにCFD (Computational Fluid Dynamics; 数値流体力学) 解析を用いて対象空間内の温度、風速を推測し、これらに基づいてSET*の値を算出した。SET*とは、気象要素である気温、湿度、風速、放射温度と人体側要素である体重・表面積、活動量、着衣量からなる人体熱モデルによる体感温度 (熱的快適性) である。これにより対象空間での熱的改善が必要な領域を特定し、部分最適空調の導入箇所を検討した。CFD解析結果として、図3に温度の解析結果を示す。図中の四角で囲った箇所は、既設の空調設備の設置箇所を示す。

次に、CFD解析結果に基づき、温熱環境指標の一つであるSET*の値を算出し、調査空間における熱的な改善が必要な領域を特定した。算出したSET*分布図を図4に示す。SET*分布図の中央付近が数値の高い箇所となった。また、既設の空調設備付近ではSET*26℃前後と空調設備のないエリアと比較すると快適な温度帯となっていることがわかる。

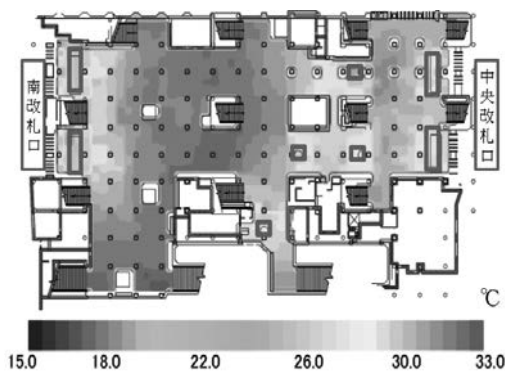


図3 CFD解析結果 (温度)

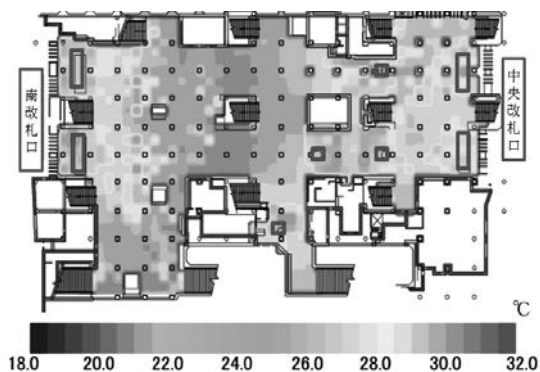


図4 SET*分布図

3.2 不満足者数の評価を用いた設計手法

調査空間における温熱環境指標の差異が判明したが、部分最適空調では、イコール温熱環境改善を実施するエリア (以下、領域) とは考えないこととした。例えば、温熱環境指標が高い (悪い) 領域であっても、駅を利用されるお客さまが通過しない領域であれば改善は必須ではない。そこで、調査を実施した空間人数と温熱環境指標結果を組み合わせることで、温熱環境改善を実施する領域を選定することとした。温熱環境改善領域の選定手順として、以下の①→②→③を考案した。

- ①空間の細分化

- ②不満足者数で評価
- ③部分空調を実施する領域の選定

まず、①空間の細分化において、在空間人数の計測同様、半地下コンコースの特徴である多数の柱間（約6×6m）を1つの領域と設定する。

次に、②不満足者数で評価において、SET*分布（図4）をSET*と空調に対しての申告率（以下、不満足者率）の関係線図（図5）を用いることで算出する。更に図5より得られた不満足者と在空間人数調査結果から、不満足数を算出することで、不満足数を視覚化することが出来る（図6）。選定した温熱環境改善領域を図6上に実線の円で示す。これらのうち除外する領域として、既存の設備を活用して容易に改善が出来るような領域と梁や既存のダクト等が配置され、新たな設備の導入が困難な箇所とした。その領域を図6上に破線の円で示す。

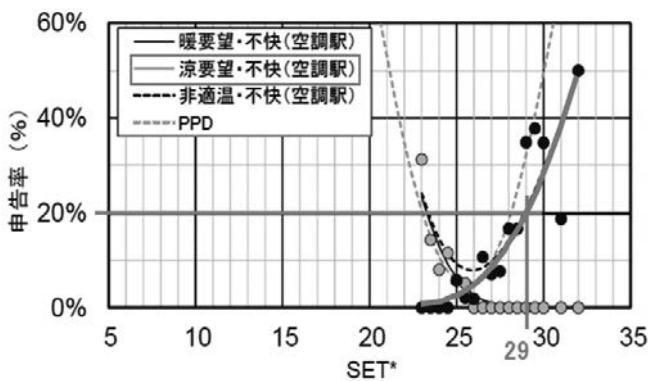


図5 SET*と不満足者率の関係線図

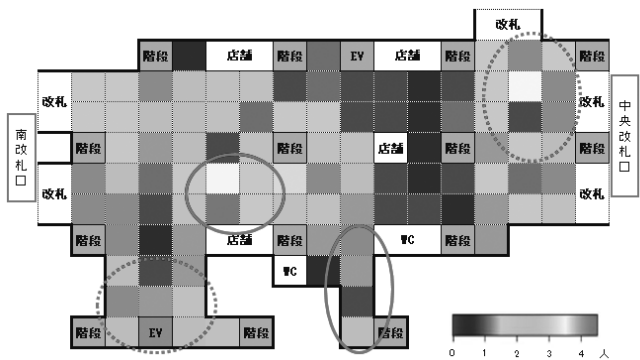


図6 領域ごとの不満足者数と改善領域

3・3 部分空調導入による温熱環境改善の効果

前項で選定した改善領域へ部分空調を導入した際の改善効果のシミュレーションを実施した。吹出条件は、床から1.5mの高さにおいて、SET*29℃とするための吹出温度と風速とした（天井面吹出温度を25℃、吹出風速を0.2 m/s）。これらの条件によりシミュレーションをおこなった2つのパターンの改善領域を図7、各面積を表1に示す。

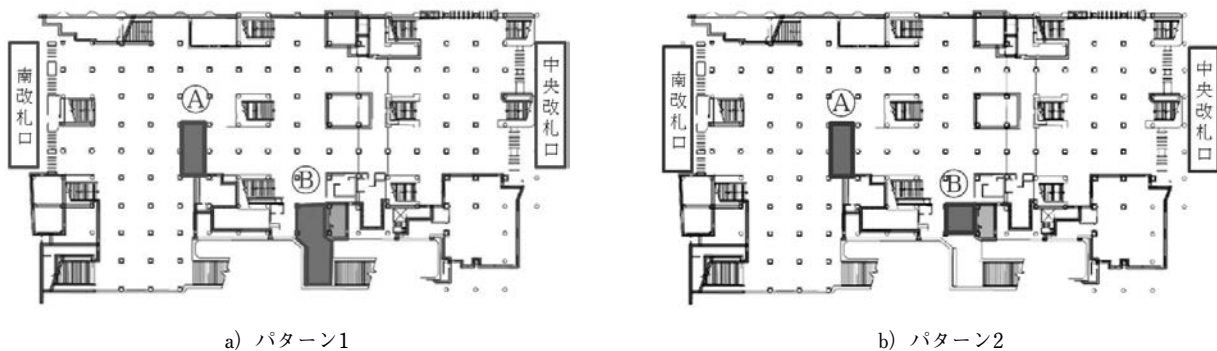


図7 パターン別天井吹出領域

表1 天井吹出面積

天井吹出し面積	Ⓐ 中央部 (m ²)	Ⓑ 埼京線階段下 (m ²)	合計 (m ²)
パターン1	36.0	90.8	126.8
パターン2	36.0	28.1	64.1

上記の2パターンにおいて、改善効果のシミュレーションを実施した。シミュレーション結果として、それぞれの不満足者率の算出結果を図8に示す。シミュレーション結果は、各パターンでの吹出口の追加により、吹出領域における不満足者率が低減しているこ

とを確認できた。また、吹出口の設置領域だけでなく、周辺へ吹出空気が拡散することで、全体の不満足者率の低減につながることも確認できた。

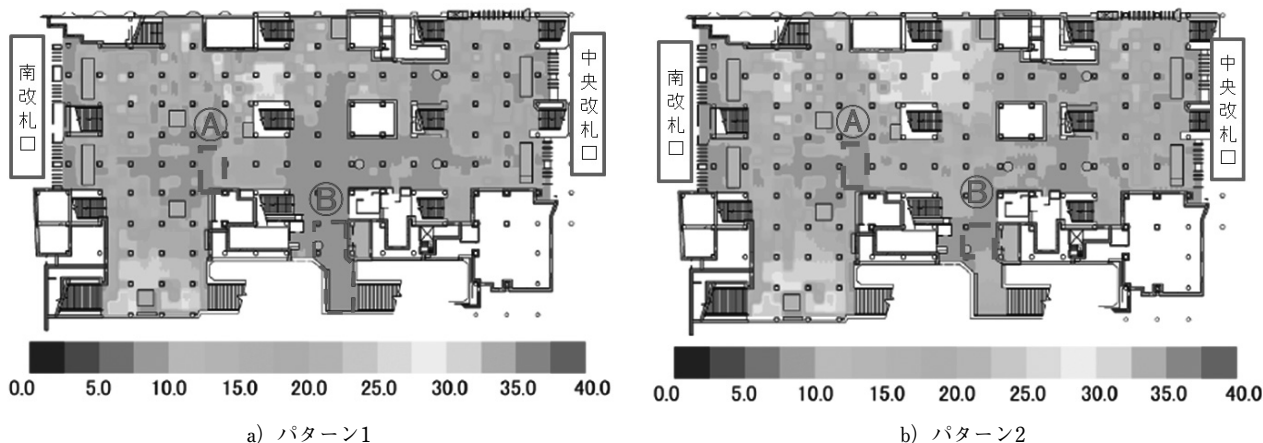


図8 不満足者率シミュレーション結果

4. 省エネルギー効果の試算

本研究の対象駅であるJR池袋駅における現状の空調設備のエネルギー消費量と全体空調を導入した場合の値および部分空調を導入した場合の値を試算した。試算条件として、エネルギー消費量は空調負荷（全熱）を算出後、システムCOPにより電力として試算した。この際、システムCOPは3.0と仮定した。試算結果を表2に示す。結果として、部分空調のパターン2において、全体空調と比較して50%以上の省エネ効果があることがわかった。

表2 空調方式による消費電力の試算結果

	現状	全体空調	部分空調	
			パターン1	パターン2
空調負荷 (kW)	299.1	1,051.4	392.2	198.3
消費電力 (kW)	99.7	350.5	230.4	165.8
比率 (%)	100.0	351.6	231.1	166.3

5. おわりに

本研究において、池袋駅の温熱環境調査を実施し、最適な部分空調方式を導入する領域を選定するための設計手法を考案した。今後は、本研究によって明らかになった改善領域において空調設置が可能な吹出装置の開発をおこない、実証試験を経て現地導入を目指す。

参考文献

坂本 圭司、空調空間を有する駅の熱的快適域に関する研究、JR EAST Technical Review SUMMER 2012 No.40