

# 人流データ等を利用した空調換気制御システムの開発

Development of air conditioning and ventilation control system using data on the flow of people, etc.

商業施設の既存の安全カメラを利用して、フロア人数を把握・予測することで適正な換気量に制御する空調制御システムを試作し実証試験を行った。換気量を低減した結果、夏期の店内の温度・湿度を低下させることができ、制御対象の空調制御システムの省エネに加えて、冷蔵ショーケース室外機の消費電力削減にもつながった。本研究の分析については愛知工業大学との共同研究にて実施した。



執筆者

先端技術応用研究所

EaaSグループ

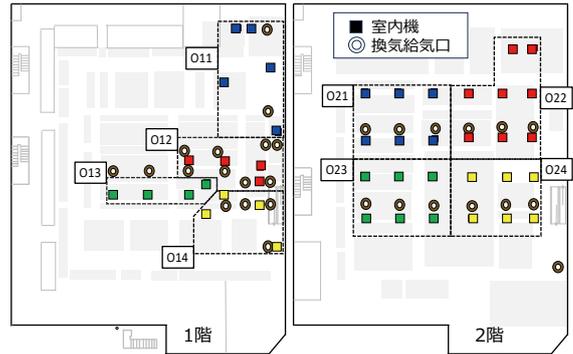
藤田 美和子

先端技術ソリューショングループ

中山 浩

## 1 背景と目的

商業施設ではエネルギー費用の削減や地球環境保全のための省エネルギーが求められている。また、空調負荷に大きな影響を与える換気量については、コロナ禍において増大したが、現在では省エネを図るために必要十分な換気量に抑制するニーズが高くなっている。換気量制御には、給排気ファンの還気のCO<sub>2</sub>センサによる制御が一般的であるが、還気位置は店舗の隅に偏っていることが多く、必ずしも店舗の代表CO<sub>2</sub>濃度ではない。そこで、本研究では、店舗内の安全カメラによって把握された人流データを利用・予測し、必要換気量を計算して換気量制御を行った。また、室内負荷を処理する個別分散空調については、天気予報と連動させた省エネ運用を行った。



第1図 各階空調・換気設備平面図

第1表 空調設備能力

記号	階数	型式	冷房能力	暖房能力	台数
O21,23,24	2	マルチエアコン 室外機	100.0kW	112.0kW	1台×3系統
	2	マルチエアコン 室内機	16.0kW	18.0kW	6台×3系統
O22	2	マルチエアコン 室外機	122.0kW	140.0kW	1台
	2	マルチエアコン 室内機	16.0kW	18.0kW	6台
	2	マルチエアコン 室内機	14.0kW	16.0kW	1台
	2	マルチエアコン 室内機	11.2kW	12.5kW	1台

第2表 外調機仕様

型式	冷房能力	暖房能力	加湿量	外気量	台数
空冷ヒートポンプ式 立形ルーフトップ外調機	94.5kW	78.1kW	41.9Kg/h	13,200CMH	2台

第3表 外調機設定別比較項目

番号	日付	設定	日積算消費電力量 (kWh)
①	2022/8/25	冷却100%風量運転	287
②	2022/9/21	冷却100%風量運転(昼3h停止)	94
③	2023/8/28	送風100%風量運転	112
④	2023/9/4	平常日(平日)制御	17
⑤	2023/9/3	平常日(休日)制御	20
⑥	2023/9/20	特売日(平日)制御	18
⑦	2023/9/30	特売日(休日)制御	25

## 2 対象建物と設備概要

### 2.1 対象建物概要

対象建物は、愛知県名古屋市北区に建設された「そよら上飯田」である。地上2階建てであり、敷地面積は13,925㎡、延べ床面積は9,550㎡、売場面積は6,300㎡、建築面積は5,678㎡である。飲食店や診療所等も入居している。

### 2.2 対象建物設備概要

第1図に室内機、換気給気口の配置と室外機の対応エリアを示す。第1図に対応する2階の空調設備能力を第1表、外調機仕様を第2表に示す。対象建物はビルマルチエアコンで空調しており、系統数は1階、2階ともに4系統である。換気は、1階は外調機からの給気と生外気の給気があり、2階は生外気のみである。

## 3 夏期試験の内容と結果

### 3.1 外調機の制御内容

休日とお客様感謝デーに人流が特に多く、他の特売日は平常日と比べて顕著な変化はないため、傾向が異なる4ケース(以降、case)の時間別人流変化により外調機の制御パターン(以降、ptn)を決定した。

### 3.2 ビルマルチエアコンの制御内容

日別最高外気温をパラメータに、各室外機毎の電流値と定格電流から計算した負荷率を1時間毎に散布図、回帰式を作成し、傾向を確認した。最高外気温が高くなるにつれ負荷率が上昇する傾向が見られたため、回帰式を使用し、最高外気温に対する負荷率を算出した。その負荷率×0.6から算出した値が40%未満であれば40%制限、40%以上70%未満であれば70%制限、70%以上は100%制限とした。

### 3.3 外調機制御結果

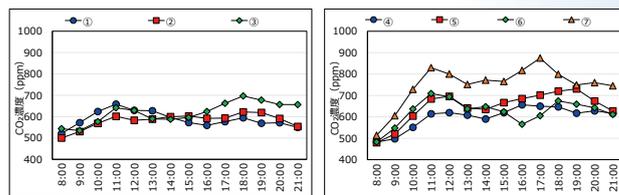
4つの制御ptnを実行した場合の消費電力削減効果を検討する。第3表に外調機設定別比較項目を示す。①～③は制御前、④～⑦は制御後である。また①と②は、2022年の平常日(平日)である。第2図の左、右に制御前、制御

後の特別CO<sub>2</sub>濃度変化、第3図の左、右に制御前、制御後の特別消費電力を示す。制御後は特売日(休日)に僅かに社内のCO<sub>2</sub>濃度基準値である800ppmを超える以外は、基準値内に抑えながら消費電力は大きく削減できていることを確認できた。

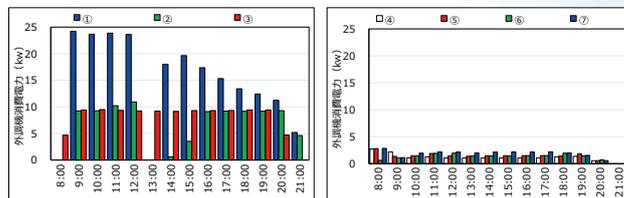
### 3.4 ビルマルチエアコン制御結果

第4図の左、右に29℃の最高気温時の比較として、制御前後の室外機別4系統の負荷率と消費電力を示す。制御後は負荷率40%制限の条件である。4系統すべてにおいて大幅に消費電力が削減されていることがわかる。第5図に同一日の室温変動を示す。負荷率の高いO24エリアのみ少し上昇する時間もあるが、全体を通して変化は小さい。

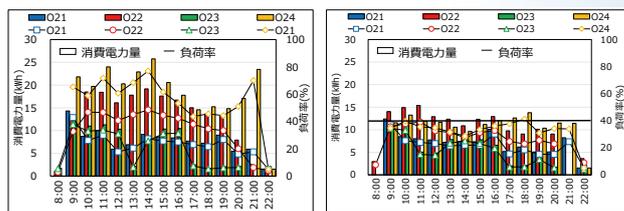
第6図に夏季の制御前後の時間別外気温と受電電力量の関係を示す。いずれも外気温変動が近い日を抽出している。外気温と受電電力量には相関が確認でき、受電電力量は制御後が全体を通して小さい。これより外調機とビルマルに適用した制御は、省エネルギー効果があると考えられる。



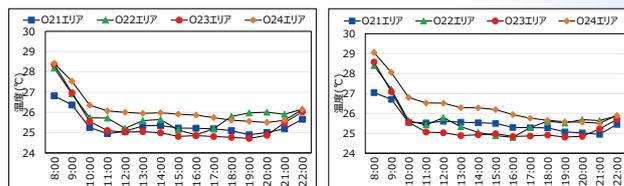
第2図 CO<sub>2</sub>濃度 (左:外調機制御前 右:制御後)



第3図 消費電力 (左:外調機制御前 右:制御後)



第4図 消費電力と負荷率 (左:ビルマルチ制御前 右:制御後)



第5図 室温の比較 (左:ビルマルチ制御前 右:制御後)

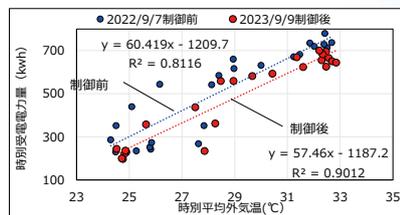
## 4 冬期試験の内容と結果

### 4.1 外調機の制御と結果

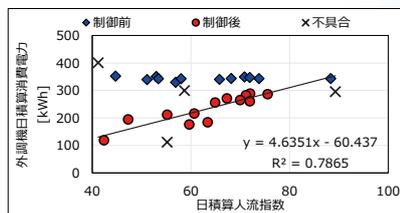
冬期には人流を気象情報なども用いた機械学習で予測し、その人流を基に時間別に必要な外調機風量を決定する方法とした。CO<sub>2</sub>センサ濃度が高くなりやすい地点のデータが700ppmを超えた場合には、100%風量とする歯止め制御も追加した。第7図に外調機日積算消費電力量と日積算人流指数との関係を示す。制御前は人流に関係なく、約350kWh/日であるが、制御後は人流に応じて変化していることが分かる。制御後の直線回帰式と人流実績値から求めた一ヶ月間の外調機消費電力量の削減効果は約30%となった。

### 4.2 ビルマルチエアコンの制御と結果

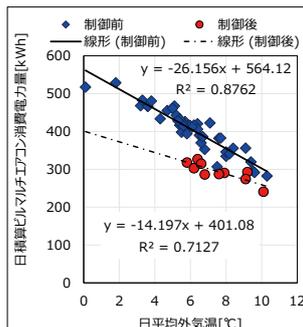
夏期と同様な制御を行い、エリアの平均室温が17℃を下回った場合に、抑制制御を解除する歯止め制御も追加した。第8図には、日平均外気温と日積算のビルマルチエアコンの消費電力量の関係を示す。また、外気温の出現状況によっても効果量に差が生じるため、第9図には2022年～2024年と平年値の1、2月の気象データを利用し、第8図に示した式を利用したビルマルチエアコンの消費電力量削減予測値の結果を示す。削減量は、一ヶ月のビルマルチ空調電力消費量に対しては、20～30%程度の割合である。



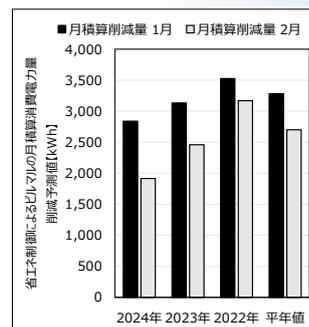
第6図 特別外気温と受電電力量の関係



第7図 日積算人流と外調機電力量



第8図 日平均外気温と日積算ビルマルチ消費電力量関係



第9図 省エネ制御によるビルマルチ消費電力量削減予測値

## 5 まとめ

食品小売店を含む商業施設において、空調・換気マネジメントシステムの実証を行った結果、換気量を含めたショーケース省エネにも効果があり、費用対効果を見込める結果を得た。今後は本成果を活用したシステムの社会実装をすすめていく。