

# エネルギーマネジメントシステムを活用した学校空調の省エネ制御と快適性

Energy-saving control and comfort of school air conditioners using energy management systems

近年では、熱中症防止等の観点から、小中学校への空調機器の導入が増加している。感染症対策の観点から一定の換気量を確保する必要があり、エネルギー消費が増大するため、省エネルギー運用と快適性の両立が求められる。そこで、エネルギーマネジメントシステムを活用した空調制御を行い、省エネ性と快適性について中部大学と共同で評価した。



執筆者  
先端技術応用研究所  
EaaSグループ  
藤田 美和子

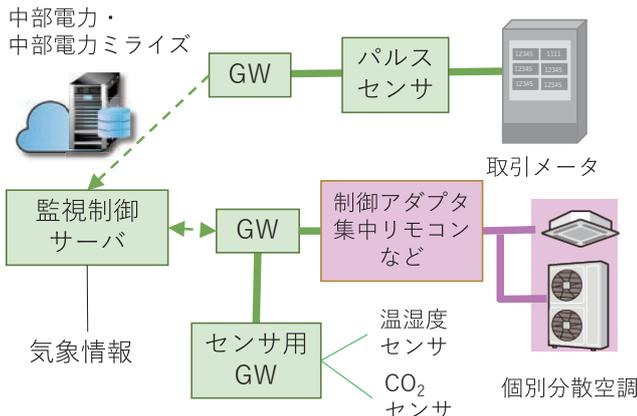
## 1 背景と目的

学校空調の運用の現状としては、教師の体感に一任されていたり、教育委員会の指針で決められた一様のものであったりするほか、教室の配置や方位等を考慮していないなどの課題がある。

本実証では愛知県T市のH、M中学校、K小学校の3校を対象として、空調の監視制御を行い、省エネルギーとなる運用方法の検証を行った。対象とした学校ではビル用マルチパッケージ型空調システムが設置されており、室内環境を損なわない範囲で、省エネ運転を実施し、詳細の実態把握、実態に応じた室内環境維持や省エネルギーとなる運用方法の導出、遠隔監視・制御装置を用いた試行、効果検証を行った。

## 2 エネルギーマネジメントシステムの概要

実証に用いたエネルギーマネジメントシステム(EMS)は、4つのメーカーの通信プロトコルに対応しており、空調運用ログのリアルタイムモニタリングを行うことができる。また、そのデータと気象状況の関係から空調負荷を予測するモデルを作成し、翌日の天気予報情報から、無理のない空調の省エネ運用計画を作成することができる。室内機のオン・オフ・設定温度・風量・風向の制御や、室外機能力抑制制御を行うことができる。第1図にシステム構成を示す。



## 3 実証試験

### (1) 対象施設

実証試験対象施設の概要を第1表に、詳細計測を行った空調システムの機器表を第2表に示す。制御対象の空調メーカーは各学校で異なっており、音楽室等の教科別教室以外の全学級教室について空調制御を行っている。

第1表 対象施設概要

学校名	契約電力	普通教室数	生徒数(2021)
H中学校	129kW	15室	288人
M中学校	120kW	13室	316人
K小学校	185kW	16室	420人

第2表 機器表(詳細計測系統)

	名称	台数	冷房能力(kW)		暖房能力(kW)	
			能力	電力	能力	電力
H中	室外/室内機	1/8	112	34.7	125	42.5
M中	室外/室内機	1/8	150	55.2	165	56.7
K小	室外/室内機	1/5	77.5	25.08	90.0	27.69

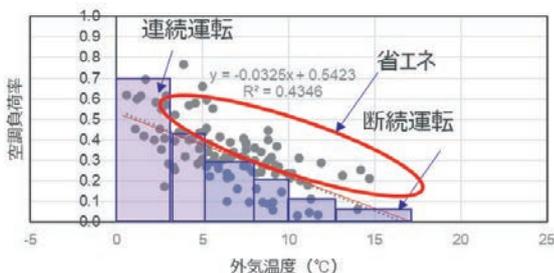
### (1) 実証内容

感染症予防のために換気量が大きい場合、冷房期の省エネ運用は熱中症防止の観点から適さない。本実証は、コロナ禍の2021～2022年度に実施したため、上記理由により冬期の省エネ運用にて評価を行った。2022年12月には通常運用、2023年1月には省エネ運用を行い、詳細計測系統にて省エネ量を評価した。また、全学級教室の省エネ運用効果は、2022年度の冬期に中部電力ミライズが実施した節電プログラムによって、1月は月間電力削減量とアンケート調査による快適性について、2月は節電プログラムのデマンドレスポンス型として評価した。(第3表)

第3表 実証スケジュールと評価内容

2022年1月	2022年12月	2023年1月	2023年2月
通常運用	通常運用	省エネ運用	デマンドレスポンス運用
詳細計測系統にて省エネ性比較			基準値との差にて比較
アンケート快適性評価・学校全体の省エネ性比較			

個別分散型空調のビルマルチエアコン（室外機1台に4～8台程度の室内機が接続される）では、運転負荷率が50%付近で最大効率となるため、50%より負荷率が高い場合は、負荷率を、やや低くなるように室外機能力抑制を行う。負荷率50%以下では、断続運転とリバウンドを防止するために50%能力抑制運転を組み合わせる。制御イメージを第2図に示す。夏期は断続運転の代りに送風運転をすることが可能であるが、冬期は送風では寒くなってしまうため、室内機の停止・再稼働が必須となる。中学校では教室移動が多く、空教室に対して空調を稼働してしまう懸念があったため、室外機能力抑制運転のみとした。小学校は能力抑制と断続運転を組み合わせた。



第2図 外気温度と空調負荷率と省エネ運用 (K小学校)



第3図 月間電力比較 (2022年；通常、2023年；省エネ)



第4図 K小学校における空調運用に伴う快適性の変化

## 4 実証結果

### (1) 詳細計測空調システムの省エネ性評価

2021～2022年度の通常運用と省エネ運用の日電力消費量を比較した(第4表)。各学校とも対象の空調システムに対して、1日平均で10～45kWhの削減率が認められたが、M中については、値のばらつきが大きく省エネの優位性が認められなかった。M中は空調稼働が当初より低く、空調運用が安定していないことが原因である。K小学校は、教室数も多く、断続運転も併用しているため削減率が高い。

第4表 詳細計測システムの省エネ量

学校	通常運転 平均値	削減 平均値	削減率	P値
H中	124kWh	108kWh	(12.9%減)	$2.63 \times 10^{-04}$
M中	153kWh	142kWh	(7.2%減)	0.176
K小	130kWh	85.6kWh	(34.2%減)	$3.12 \times 10^{-11}$

### (2) 月間電力削減量

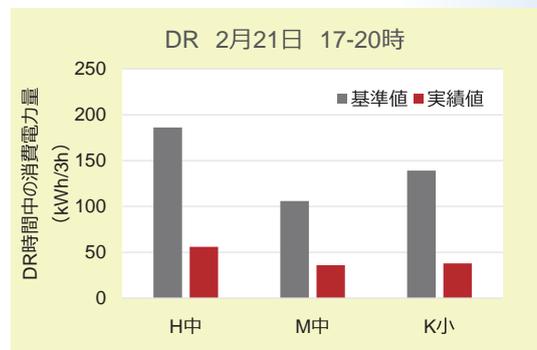
普通教室に設置されている空調をすべて制御し、月間電力削減量を2022年1月の通常運用と2023年1月の省エネ運用とを比較した(第3図)。H中は6.4%、K小は16.8%と建物全体に対しても省エネ効果が見込めたが、第4表に示すようにM中は、当初より空調稼働が低く、安定していないため、3.1%と僅かな省エネ効果に留まった。

### (3) アンケートによる快適性評価

2022年1月12日(通常)と2023年1月23日(省エネ)のアンケート結果を第4図に示す。両日は、最高気温6°C程度の外気温変化が似ている日を比較している。省エネ運用を行っても快適性が極端に低下することはなかった。

### (4) デマンドレスポンス型の実証結果

結果を第5図に示す。節電要請は前日までにミライズから連絡があるため、遠隔制御で当該時間の抑制を強めた指令を行った。その結果、基準値(過去5日の営業日の需要が大きい4日間の平均値(High4of5 当日補正あり))と比較して、実績値としては、70～130kWh/3時間の節電を実施することができた。



第5図 節電プログラム(デマンドレスポンス型)結果

## 5 まとめ

小中学校空調の制御による省エネ・デマンドレスポンスについて実証・評価し、①個室空調に関する省エネ運用手法、②メーカー毎の断続運転特性を鑑みた省エネ運用手法、③小中学校の教室使用の状況把握と断続運転の必要性、について知見を得た。

実証の結果、対象18教室以上の規模があり、冬期空調稼働率が60%以上あれば、抑制・断続運転により省エネ効果が十分見込まれ、3年程度のコスト回収が期待できることがわかった。今後は、自治体の脱炭素ニーズに対応するために空調制御に加え、学校へのPV等の導入・拠点間融通を実現するEMSへ機能を拡大していく。