

School Amenity

11

Vol.34/No.404

2019

voi-x

(一社)まなびやづくり研究所 会誌

特集 京都市の学校施設整備の今、未来へ

New Face21

京都市立向島秀蓮小中学校・京都市立御所東小学校・京都市立東山泉小中学校(京都府)

日本建築学会 教育施設小委員会

連載 学校建築 タテ・ヨコ・ナナメ | No.2

アクティブ・ラーニング!? 中学校教育を支えるための建築環境
—2021年度の新学習指導要領の全面实施に向けて—

LIFE-LONG LEARNING SPACE

生涯学習空間



教室へのエアコン設置がもたらす空気質悪化とその改善策

—換気設備と外調機による教室環境改善と省エネ効果—

東京都市大学名誉教授 / (一社) 輻射冷暖房普及促進協会 会長
坊垣 和明

1. はじめに

熱中症対策等を目的として、学校の教室へのエアコン設置が進められています。これによって劣悪な温熱環境は改善されると考えられますが、換気設備が伴わないと、窓開け等による換気が減少し、空気質の悪化を招きかねません。エアコン設置の負の側面といえるでしょう。

そのような環境悪化を防止するには、換気設備の設置が不可欠です。しかし、直接外気を取り入れる換気は、冬には寒気、夏には熱気を導入することになり、省エネルギー性を損い温度むらの原因となります。したがって、換気の仕方にも配慮する

必要があります。

ここでは、教室における二酸化炭素濃度の実態を示すと同時に、換気設備と換気で導入する空気を予熱・予冷する外調機による空気質と温熱環境の改善効果、ならびに省エネルギー効果の検証結果を紹介いたします。

2. 測定対象と測定の概要

熊本市内某中学校の3階建校舎の2階2教室(A教室:在籍24人、B教室:25人)を対象としました。教室の配置・方位を図1に示しますが、南面は運動場(テニスコート)に面し、日照・通風は良好です。

両教室には、ダイキン社製マルチタイプエアコン(A教室暖房能力

16kW、B教室14kW)および換気扇(三菱電機製EX-30SC3、風量;弱620/強1190m³/h)が設置(写真1参照)されています。さらに、A教室には、供給空気の加熱冷却装置(エアコンの冷媒利用による直膨式熱交換型外調機、エコファクトリー社製)が給気口外部に設置されています。

測定は2019年1月8日~2月1日に、表1のような暖房及び換気の設定で実施しました。暖房は24℃設定風量自動を基本とし、一部条件を変えています。換気については、運転と停止を設定し、強弱の比較、換気口開閉の比較を可能とし、さらに、外調機による給気予熱の効果の比較も行っています。

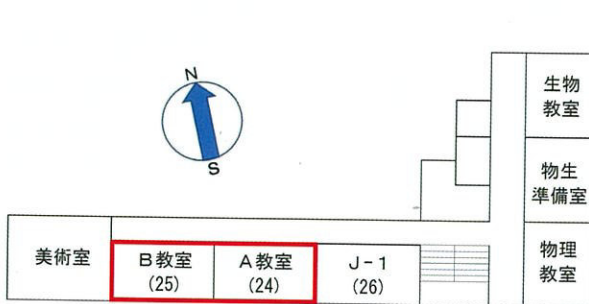


図1 対象教室配置図



写真1 対象室の機器設置状況

日程	A教室		B教室	
	暖房	換気	暖房	換気
1/8~1/11	任意自動	止	任意自動	止
1/15~16	24℃自動	止閉	24℃自動	止閉
1/17~18	24℃自動	弱	24℃自動	弱
1/21~23	24℃自動	弱	24℃自動	止閉
1/24~25	24℃自動	弱	25℃自動	弱
1/28~30	24℃自動	弱	24℃自動	弱
1/31,2/1	24℃自動	強	24℃自動	強

暖房/任意:設定温度は任意 自動:風量自動 換気/止:換気扇停止 閉:換気口閉鎖
表1 運転モード

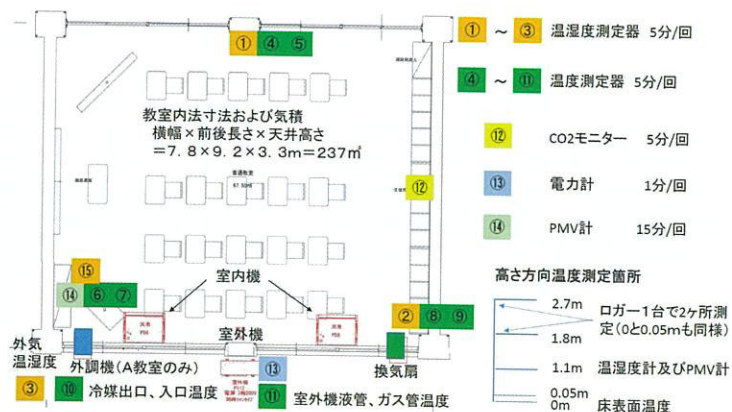


図2 対象室における測定位置と測定項目

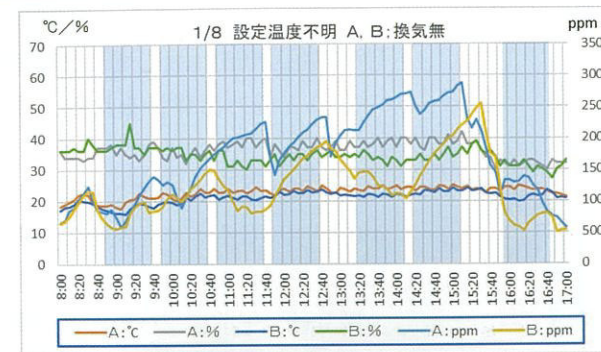


図3 二酸化炭素濃度が最も高かった日の濃度推移

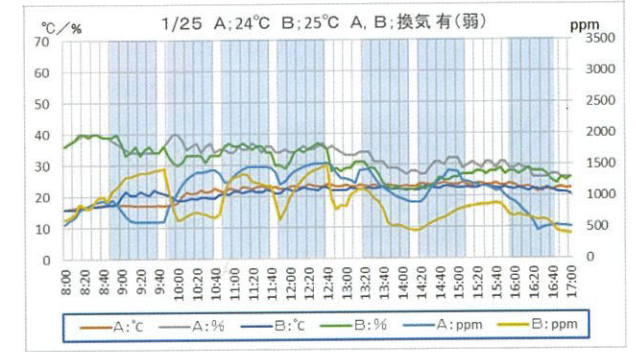


図4 換気扇弱運転の日の二酸化炭素濃度の推移

両教室での測定項目と測定位置を図2に示します。教室の窓側前後ならびに廊下側中央で垂直分布を含む温度測定、後中央で二酸化炭素濃度、窓側前方でPMV等の計測を行いました。また、エアコンの電力消費量も測定しています。

3. 換気の有無による二酸化炭素濃度の実態

図3に換気運転がなく最も二酸化炭素濃度が高くなった日の、図4に換気弱運転の日の濃度等の経時変化を示します。図中の水色帯は正規の授業時間です。

図3では、授業が進むとともに濃度は上昇し、A教室(青線)では4限目以降、二酸化炭素濃度が1500ppmを下回ることなく、6限目終了時には最大3000ppm近くに達しています。B教室(橙線)でも、授業がなかった5限目には1000ppmに低下していますが、授業が長引いた6限目終了時には2500ppmになっ

ています。およそ70分で1500ppm上昇したことになりますが、これは自然換気回数が約0.4回であった(教室の空気が1時間に約40%入れ替わった)ことを示しています。

一方、換気を弱運転した図4では両教室ともに1500ppmを上回る時間帯はなく、おおむね良好な環境が維持されています。強運転の場合にはさらに改善され、1000ppmをわずかに超える程度でした。

なお、二酸化炭素濃度の最低は約500ppmです。一般の大気濃度は約400ppmですので、これより高めで、市街地に立地することが影響していると考えられます。換気を検討する場合、郊外、市街地といった立地条件も考慮する必要があります。

4. 換気扇の効果検証

生徒が在室している時間帯において、二酸化炭素濃度が1000ppmおよび1500ppmを超える時間(5分単位)の割合と平均濃度を算出し図

5~図7に示しました。

図5は換気を運転していない場合ですが、1500ppm以上の時間割合(青)が約40%、1000ppm以上(緑)は約80%であり、平均濃度(橙線)も1400ppm前後に達しています。

一方、図6の換気弱運転の場合には、1500ppm以上の割合は確実に減少して10%程度以下となり、平均濃度も1000ppm前後に低下しています。1000ppm以上の時間については30~80%で、全体に減少傾向ですが、測定日によって差がある結果となりました。

図7は換気の強弱比較ですが、強運転時の平均濃度は1000ppm未満となり、1500ppm以上の時間は皆無、1000ppm以上の時間割合も弱の1/2ないしはそれ以下に減少し、確実な効果が認められます。

以上より、若干の基準超過時間が見られるものの、換気弱運転(620m³/h)でおおむね基準以下に維持できていることがわかりました。弱

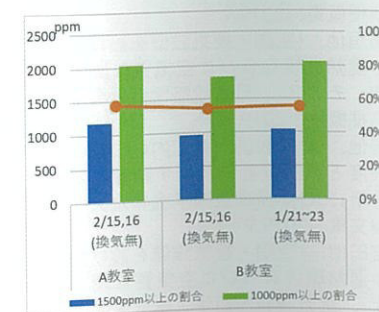


図5 換気無の場合

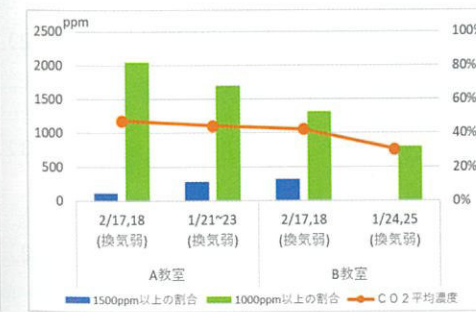


図6 換気弱の場合の比較

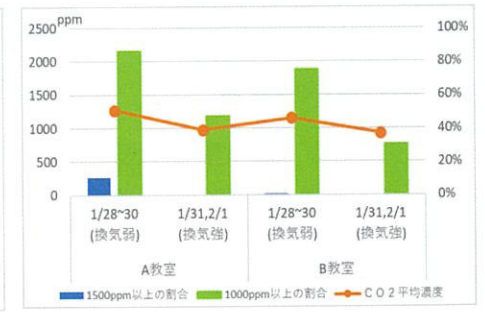


図7 換気の強弱による比較

子どもたちの学習能力向上に！



学校教室に普及が進むエアコン。
普及することは嬉しいことだが、普及が進むと窓の締め切り状態が心配。
どうしても締め切ってしまう...

締め切った教室内のCO₂濃度はあっという間に2,500ppmを超えることも...

特にこれからの季節は、インフルエンザの室内感染に要注意！！

窓を閉め切った教室は、汚れた空気嫌なニオイほこり・ウイルスなどが溜まってしまふ。CO₂濃度上昇で集中力が低下、眠気に襲われるなど...

学校教室に普及が進むエアコンへかんたんインストールするだけで、新鮮空気だけでなく、冷暖房効率まで向上！

夏 冷房運転時 エアコンの消費エネルギー **約37%削減**

1教室あたり1,200m³/hの換気量による第三種換気稼働時の数値

外気温36℃を **13℃にまで冷やして** 給気します。

新鮮な空気に満たされた涼しい教室

冷却・除湿 涼しくし 除塵して給気

夏のジメジメした暑い外気

ベランダスペース 屋外

冬 暖房運転時 エアコンの消費エネルギー **約14%削減**

1教室あたり1,200m³/hの換気量による第三種換気稼働時の数値

外気温6℃を **30℃にまで暖めて** 給気します。

新鮮な空気に満たされたポカポカ教室

加温して 暖かくし 除塵して給気

冬の冷たい外気

ベランダスペース 屋外

株式会社 アイラム ecowin® by ecofactory

TEL : 03-5577-6764 0120-539-666

MAIL : info@irham.co.jp Q エコウィン AIR

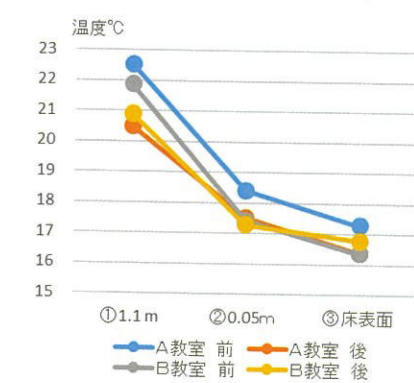


図8 1.1mまでの温度分布

運転時における平衡濃度は、計算上は約1300ppmですが、実際には少しこれを超える時間があったこととなります。外気濃度を400ppmとして計算していますが、実際の外気濃度がこれより高いことに加えて、廊下からの流入空気があることなどが原因と推測されます。

また、今回は比較的生徒が少ない条件での測定でしたが、在室者数が40人の場合の二酸化炭素濃度は弱運転で1800ppmを超え、強運転(1190m³/h)で1100ppm強と計算されます。したがって、25人を超える生徒数の場合には強運転とする必要があると言えます。

測定期間中の1月17日に生徒にアンケートを行いました(両教室で回収数=46)。換気設備運転による眠気感と学習効率について、25%が換気運転のない前週よりも改善した、5%が悪化したとの回答でした。このことから、学習環境の改善についても一定の換気効果が期待できると考えられます。

5. 温熱環境の改善

上下温度分布は温熱環境の快適性を判断する重要な要因の一つです。暖房時には換気による冷気の侵入が温度差を拡大し快適性を損ねる懸念も強く、上下温度差を評価指標とし

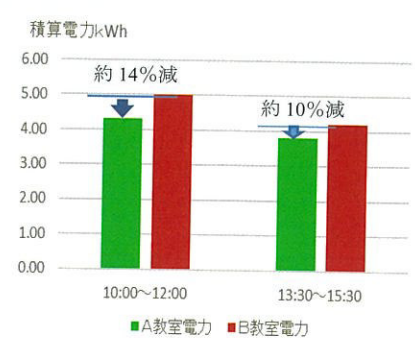


図9 外調機導入による電力量削減効果

て検討しました。図8に、床表面、床上0.05m、床上1.1mの3点の温度分布を示します。1.1mと0.05mの温度差は、A教室前方で4.1℃、後方で3.0℃、B教室では4.4℃、3.6℃であり、前方で1℃前後温度差が大きくなっています。これは給気口からの流入空気による攪拌で、教室前方の上層空気が昇温したためと考えられます。

上下温度差は、A教室の方が前方で0.3℃、後方で0.6℃小さく、A教室で温度差が縮小する効果が見受けられます。また、床表面を含む3点の全てでA教室前方が最も高温になっています。これはいずれも、A教室では、給気口から外気温(作動時平均12.1℃)より約20℃昇温した空気が外調機によって供給されたことによる効果と推測されます。さらに、換気の有無の比較では、B教室では換気運転で室温が低下していましたが、A教室では換気の有無による室温低下はみられず、これも外調機による加温効果と考えられます。

6. 省エネルギー効果

生徒の出入りなどが多い平日では、電力量に明確な差異が見出せませんでした。そこで、外乱のない日曜日(2019年2月3日)に環境条件(PMV等)が同等になるように制御

(換気量1190m³/h)して、2教室での室温と電力消費量を比較しました。

上下温度差は、やはりA教室の方が0.3~0.5℃小さく、改めて外調機による予熱効果が確認されました。

図9は、午前と午後の各2時間の電力量比較ですが、外調機のあるA教室はB教室より負荷の多い午前で約14%、外気温が上昇する午後に約10%の電力量削減となりました。これは、直膨式外調機が、エアコンの余剰エネルギーを効率よく使用したことによる効果と考えられます。

以上より、直膨式熱交換器を有する外調機導入による省エネルギーと快適性向上が確認されました。

7. おわりに

温熱環境に及ぼす換気や外調機の影響・効果を示しました。空気質(特に二酸化炭素濃度)の改善には換気が不可欠と考えられますが、温熱環境の悪化や偏在を招かないよう適切な計画と運用が求められます。換気設備に加えて外調機はそのための手法として、環境改善と省エネの両面で有用であることを示しました。

教室環境の改善に向けて参考としていただければ幸いです。

参考文献

- 1) 村上他、「空調・換気設備を設けた教室の温熱環境ならびに空気質に関する研究 その1」、日本建築学会大会学術講演梗概集、2019.9
- 2) 坊垣他、「空調・換気設備を設けた教室の温熱環境ならびに空気質に関する研究 その2」、日本建築学会大会学術講演梗概集、2019.9
- 3) 堤他、「換気設備が教室内の二酸化炭素濃度と温熱環境に及ぼす影響に関する分析」、日本冷凍空調学会年次大会講演論文集、2019.9
- 2) 吉田他、「空調・換気設備を設けた教室の温熱環境ならびに空気質に関する研究」、空気調和・衛生工学会大会学術講演論文集、2019.9

01

外気処理システム

「教室用ecowinAIR」を新発売

エコファクトリーは、普及が進む学校教室のエアコンに簡単接続で、新鮮な空気を供給する外気処理システム『教室用ecowinAIR』をecowinAIRの新シリーズとして10月より発売。同社は以前より、輻射パネルメーカーとして快適な空間づくりに努めてきたが、昨年より換気分野に参画し、住宅用のコンパクト型外気処理システム「ecowinAIR」を発売した。同製品はさらに市場を拡げ、住宅に限らず学校教室や事務所等に輻射冷暖房と換気の両輪での快適空間づくりを提案している。

【特長】

- 市販のエアコンと給気口に接続・設置するだけで温調・除湿・除塵
- 厳寒・猛暑でも快温・快湿で給気
- 導入の空調システムを補助でき省エネ
- 防塵用フィルターはPM2.5を除去できる高性能フィルター
- 耐候性・耐久性が高くシンプルで壊れにくい構造

【価格】

- 希望小売価格で50万円台後半を予定



株式会社エコファクトリー

東京支社 TEL: 03-6721-9972
 熊本本社 TEL: 096-381-7033 (代表)

02

「Wavelet」をリニューアルし

「Wavelet Progres (ウェイブレットプログレ)」として発売

オカムラは、発売開始から20年を超えるロングセラーのトイレブース「Wavelet (ウェイブレット)」をリニューアルし、静音性・意匠性を高めたトイレブース「Wavelet Progres (ウェイブレット プログレ)」として2019年10月より発売する。「Wavelet」は、ドアが弧を描くようにスライドして開閉するトイレブースシリーズで、アール型のドアが利用者を取り巻くように円周上を動かすため、ドアの開閉時に体をよけることなくスムーズにトイレブースへの出入りが可能。1997年の発売以来、多くの施設に導入している。新製品は、ドア上部のレールとローラーに改良を加え、従来品に比べて静音性の向上とドア開閉時における衝撃・反動の抑制を実現。また上部レールとドアの隙間をなくし、すっきりとしたデザインにしている。



株式会社オカムラ

広報室
 TEL: 03-6743-4512

03

プレミアム消臭「極」採用で

WZシリーズ
 コロナ史上No.1の消臭性能実現

コロナは、2019年度向け石油ファンヒーターとして、フラッグシップモデルのWZシリーズをはじめ、7シリーズ・18機種を順次発売する。同社石油ファンヒーターのフラッグシップモデルWZシリーズは、こだわりのインテリアにもマッチするデザインと同社石油ファンヒータートップの省エネ性能により好評を得ている。新商品は、消火時における火力を下げ最適制御を行うことで、ニオイを低減する新機能「NEWクリーン消火」、ニオイの元となるノズル先端の灯油を吸引し残さない「ニオイカットメカ」、わずかに残った未燃ガスを浄化する「においとり触媒」で構成される『プレミアム消臭「極」』とWZシリーズ独自の「ぴたっと消臭 気流ルーバー」「光触媒除菌・脱臭フィルター」の相乗効果により、消火時のニオイをスタンダードモデル比で約70%低減。さらに「省エネセンサー」「ぴたっと消臭 気流ルーバー」「新ecoモード」の3つの省エネ機能を搭載し、1シーズンの灯油代と電気代を最大約10,700円(36kWタイプ)節約する。



FH-WZ3619BY (KN) (W) (TU)
 一般ネット向け商品 FH-CWZ36BY (TU)

株式会社コロナ

営業本部
 TEL: 0258-32-2111
 E-mail: info@hode01.corona.co.jp