

学校建築における 室内環境の実態と問題点

新潟大学

飯野 由香利

構成

- 教室環境とは？
- 学校建築の特性とは？
- 冷暖房時の教室内温熱環境の実態は？
- 児童の温冷感の実態は？
- 窓や扉の開閉実態は？
- 冷暖房運転時の問題とは？
 - 教師による冷暖房設備の調節
 - 室内空気汚染問題

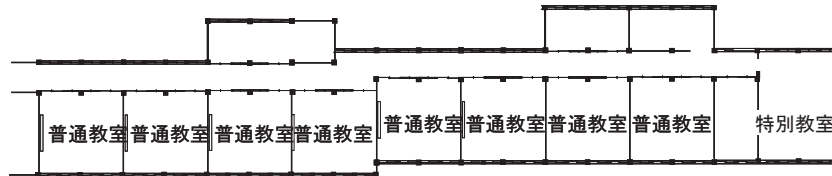
教室環境とは？

- ・児童・生徒にとって、**学習の場**であり、**生活の場**である。
 - ・教師にとって、**職場**であり、**生活の場**である。
- ・児童・生徒の成長期において、大半の時間を過ごす学校環境は、児童・生徒の心身(温冷感や熱的快適性および健康等)に及ぼす影響が大きい。
 - ・学習環境が学習への集中力や学習効率に及ぼす影響は大きい。

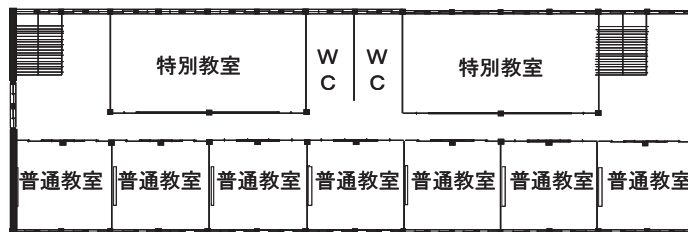
学校環境の特性とは？

戦後建てられた学校建築の校舎

- ・鉄筋コンクリート造、近年内装木質化が多い
- ・片・中廊下型校舎やオープンスクール
- ・形状は、1列・並列・L字・コ字など様々である。
- ・教室の方位や階数及び配置、庇やバルコニーの有無、屋上プール等により室内環境は異なる。



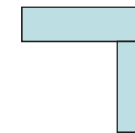
片廊下型校舎



中廊下型校舎



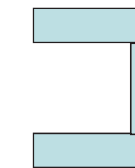
1列型



L字型



並列型

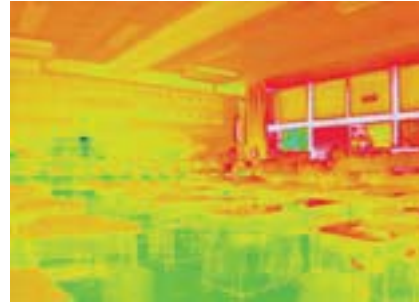


コ字型

教室内の熱環境

9/12
PM14:30

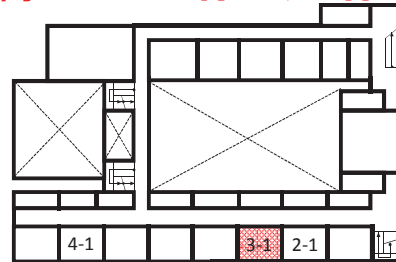
3-1
最上階
庇なし



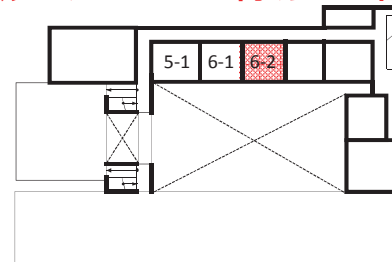
6-2
屋上にプール
庇あり



窓際での日射の入射と天井焼けこみの有無の相違

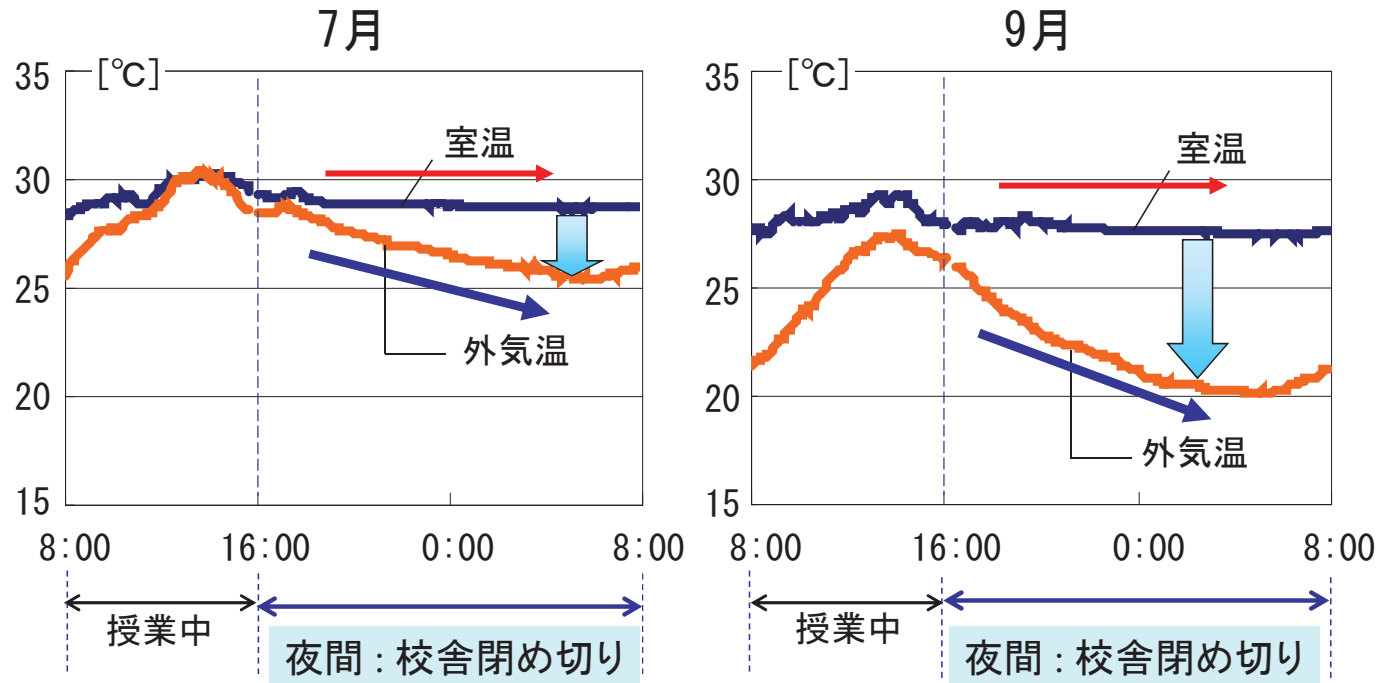


2階平面図



3階平面図

1日の温度変動



夜間に新鮮外気を積極的に取り入れる(ナイト・パージ)



翌日の温熱環境を改善できる可能性がある

学校環境の特性のまとめ

冷暖房設備により制御されていない教室内の環境は、方位や階数および配置により様々に異なる

教室内に水平・垂直温度分布が生じる

要因

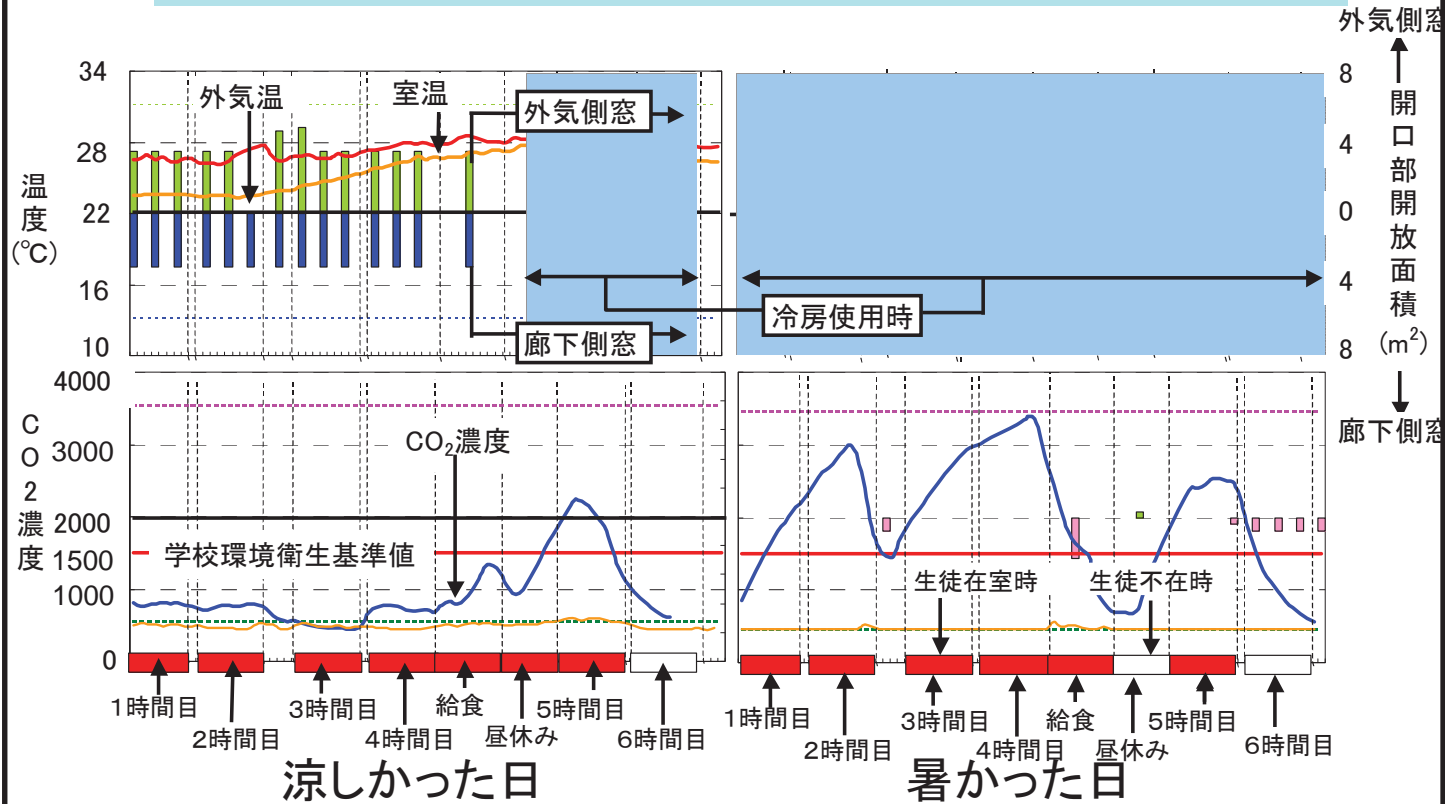
- ・日射の入射
- ・通風輪道
- ・冷暖房設備がある場合、温風や冷風の下降の有無

日中における使用が主で、在室時に照明を使用することが多い

冷暖房時の教室内 温熱環境の実態は？

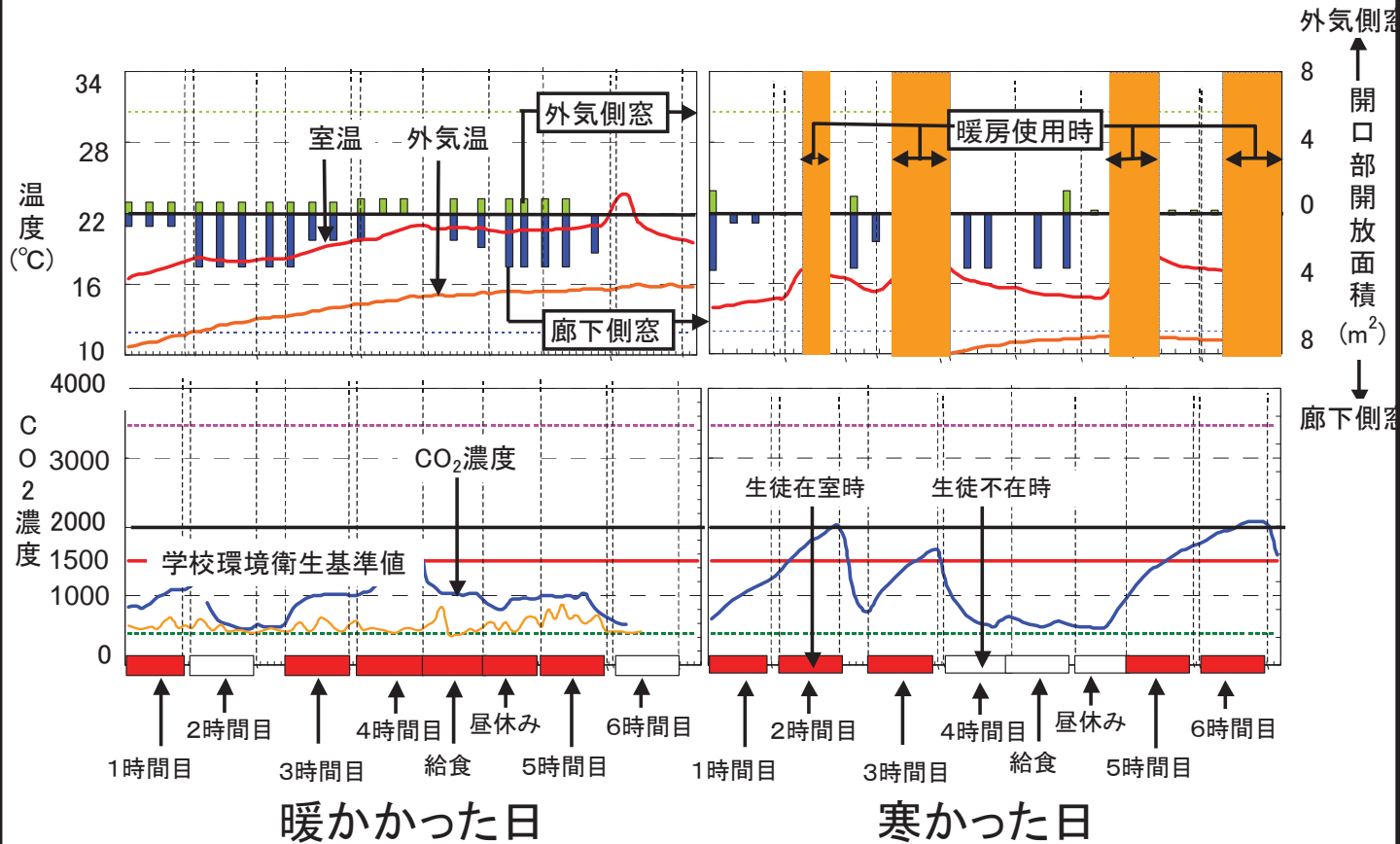
— 関東圏域における小学校教室環境に基づく調査結果 —

夏期の室内環境の経時変化の例

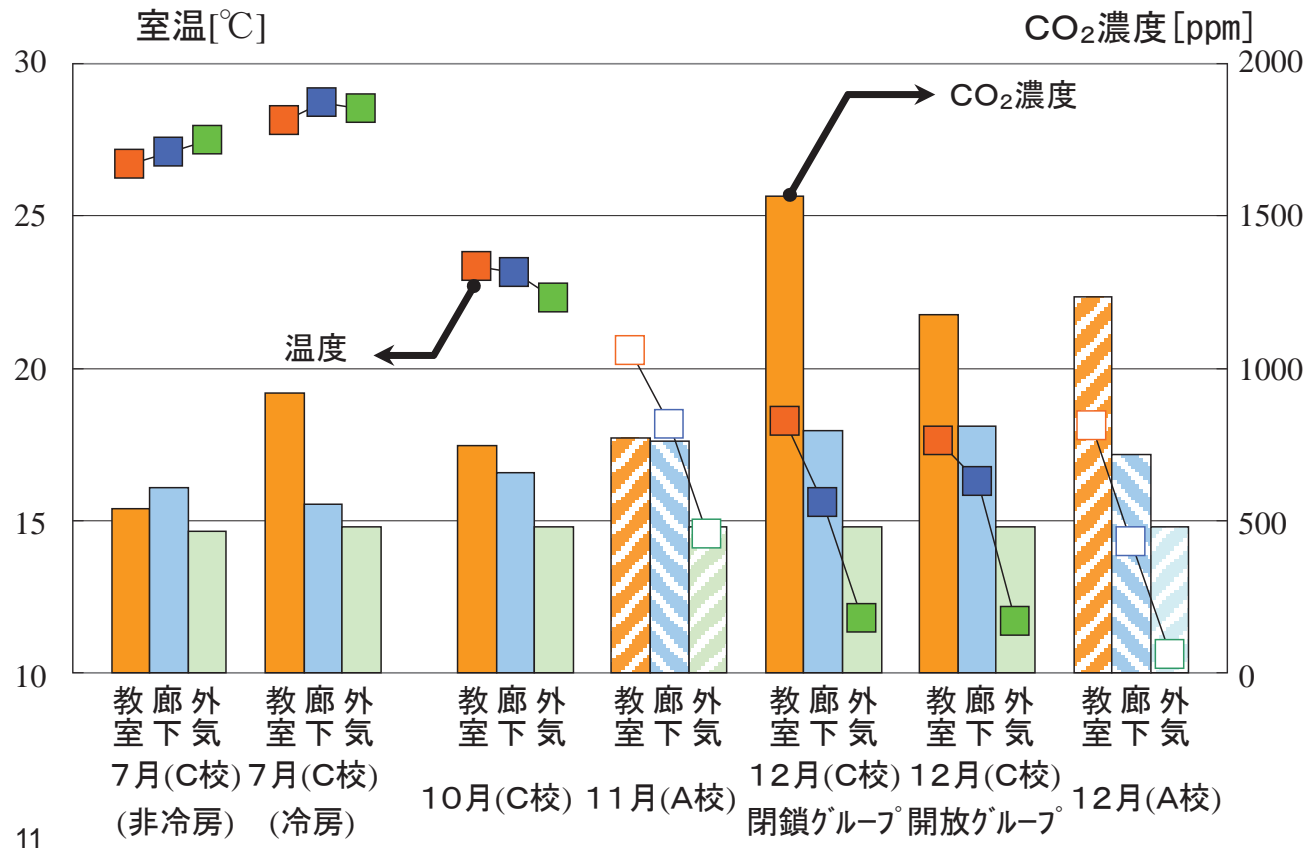


外気温が33℃近くまで上昇しているのに対して、室温は28℃前後である。
冷風が吹き降りる座席と冷風が当たらない座席での温度は異なる。

冬期室内環境の経時変化の例

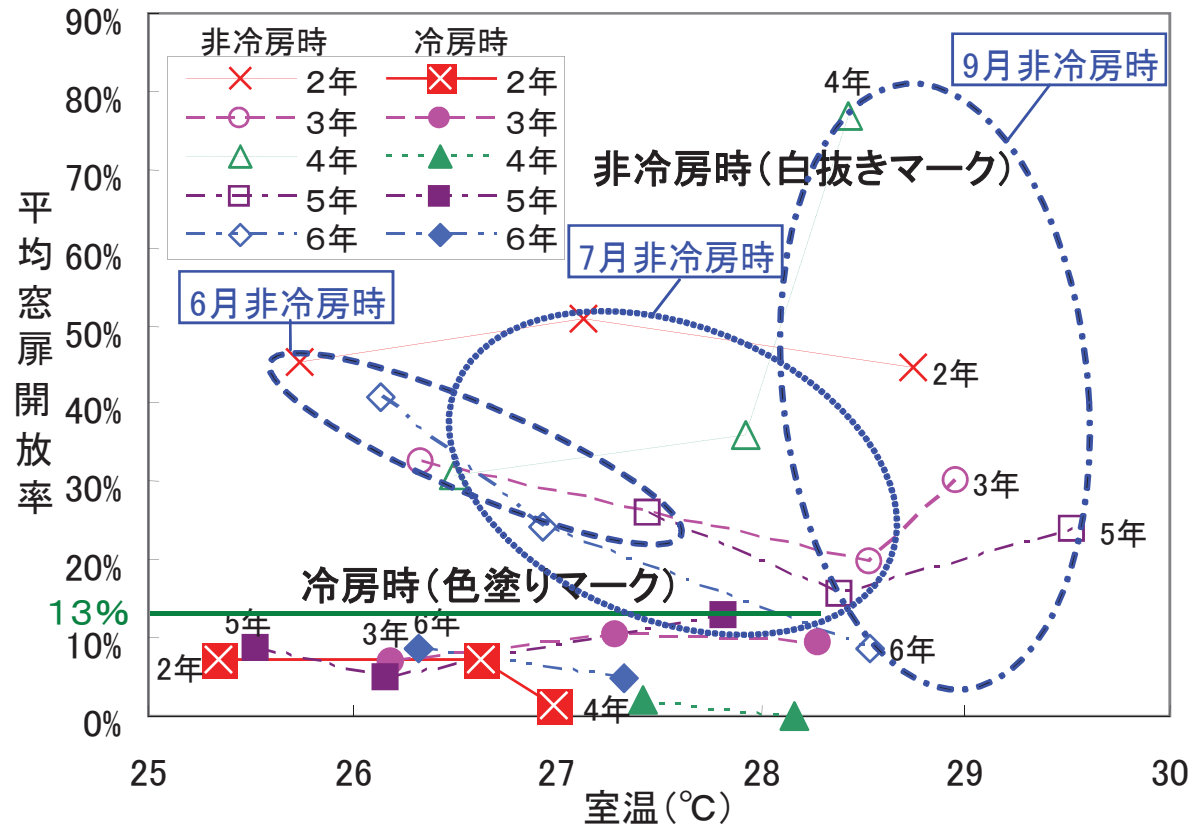


測定月別温度とCO₂濃度



冷房使用別にみたクラス毎の室温と窓扉開放率

T校 6月から9月にかけて、各クラスの開口部開放率のばらつきが大きくなる傾向



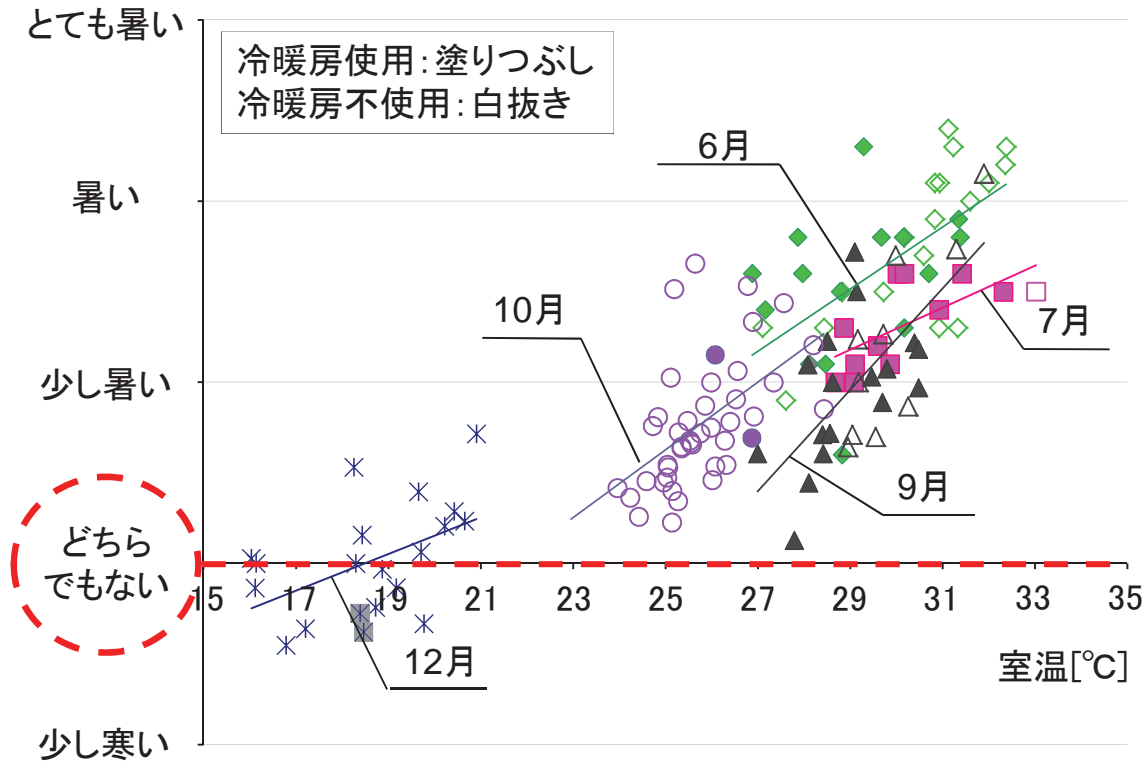
冷暖房時の教室内 温熱環境の実態のまとめ

冷暖房時において、窓扉を閉め切ると室内空気汚染の指標であるCO₂濃度が高くなり、学校環境衛生基準値の1500ppmを超えることがある

冷暖房により設定温度前後に室内温度を制御できる

児童の温冷感の実態

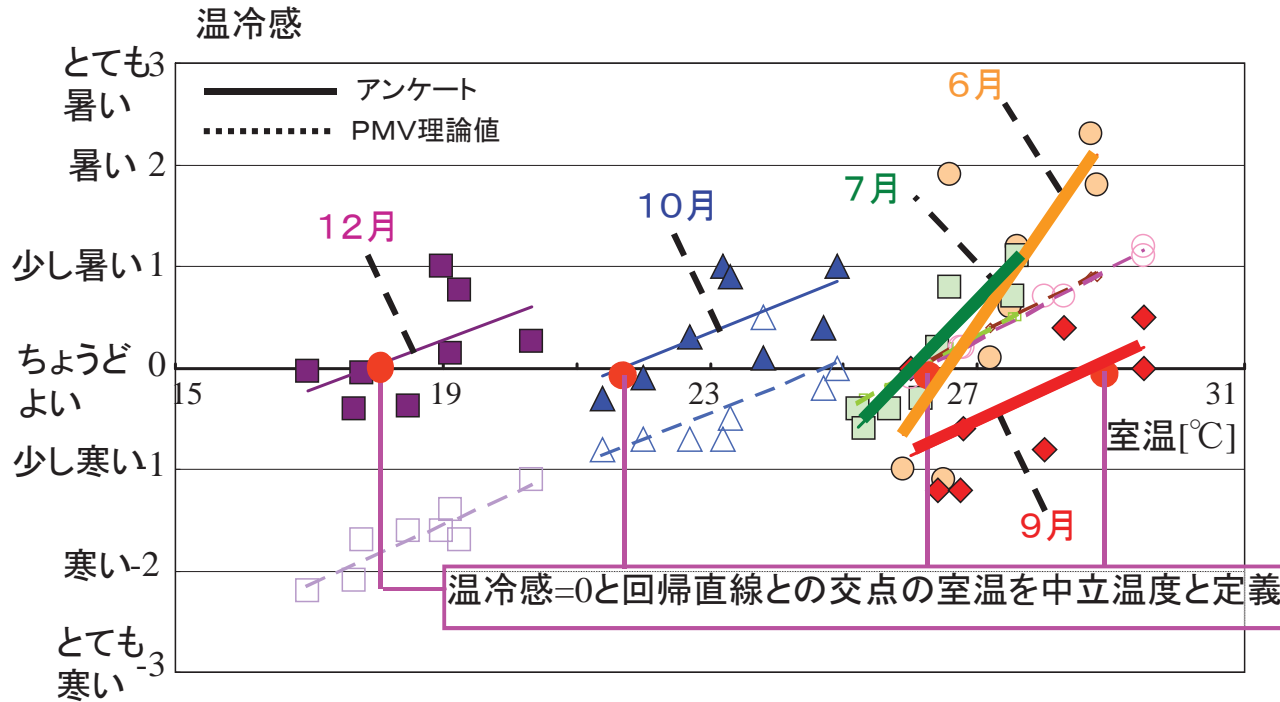
室温と児童の温冷感との関係



冷房設備の導入により温冷感が改善されているとは言い難い

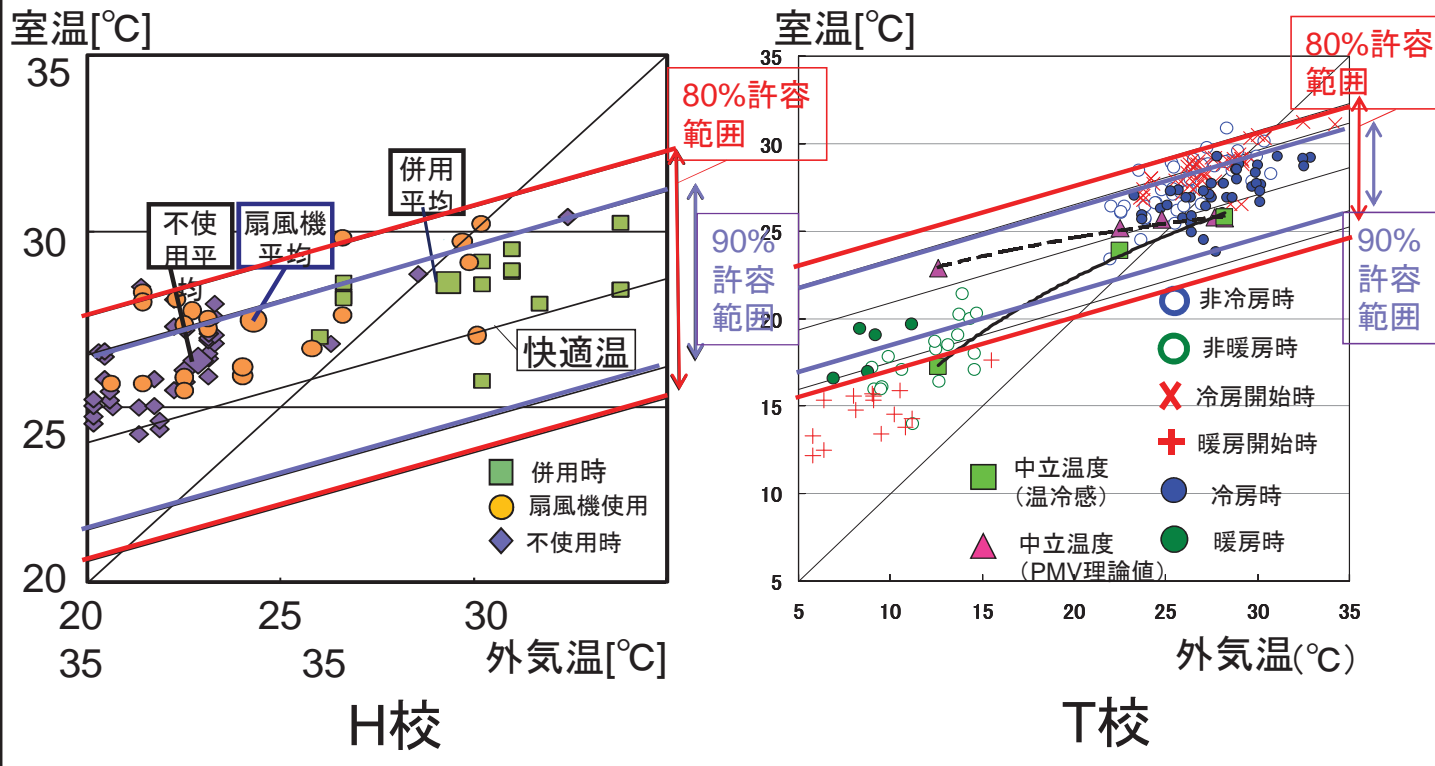
季節別に見た室温と温冷感の関係

- 6月温冷感
- 7月温冷感
- ◆ 9月温冷感
- ▲ 10月温冷感
- 12月温冷感
- 6月PMV理論値
- 7月PMV理論値
- ◇ 9月PMV理論値
- △ 10月PMV理論値
- 12月PMV理論値



設備使用別にみた許容温度の相違

- ・扇風機使用時には80%許容範囲内にほぼ収まる
- ・冷房時には90%の許容範囲内に収まる



児童の温冷感の実態

冷房設定温度が28℃の場合には、設備の導入により温冷感が改善されているとは言い難い

6月から9月にかけて、児童の暑熱環境への順応が見られ、寒い環境でも適応している

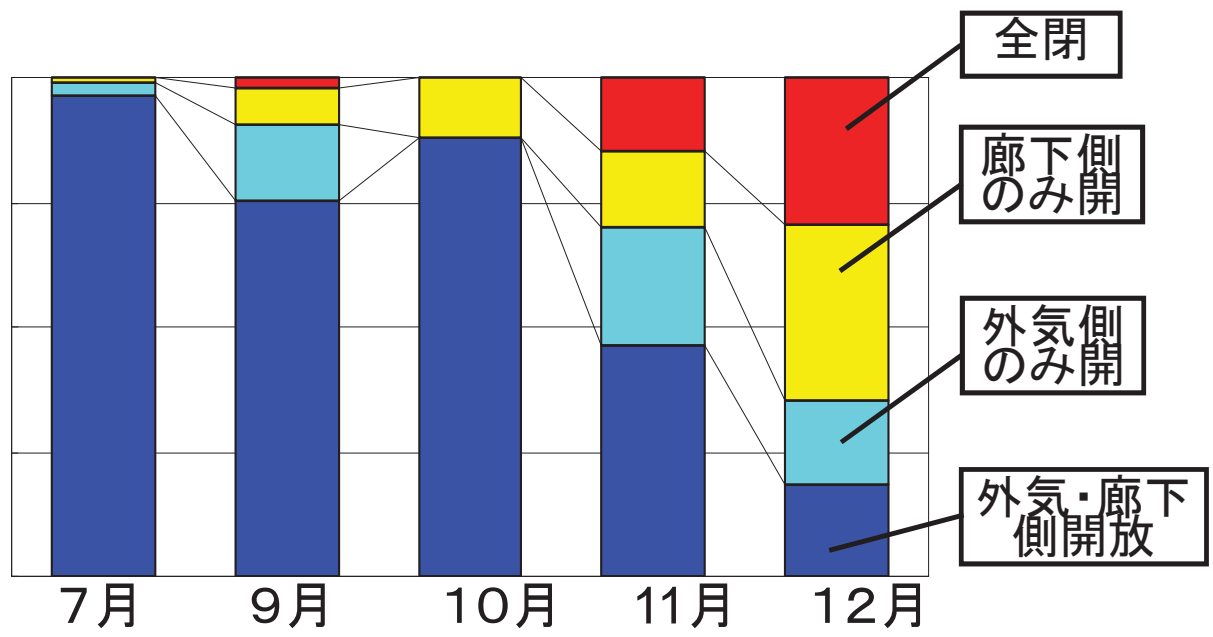
扇風機使用時には80%の在室者が環境を許容し、冷房時には90%の人が許容している

窓や扉の開閉の実態は？

— 関東圏域における小学校教室環境に基づく調査結果 —

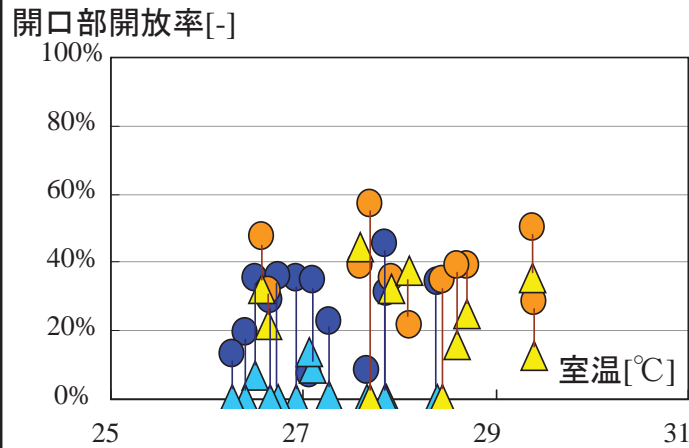
測定月別窓扉開放頻度

冷暖房を使用しない教室の窓扉の開放

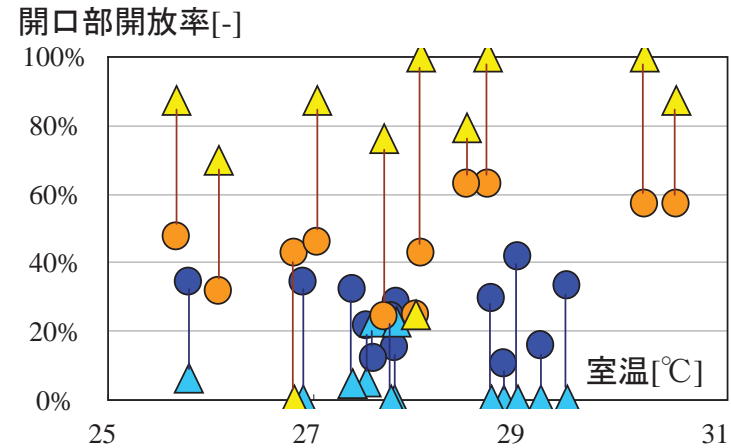


クラス別にみた冷房時の開放実態

●廊下側開口部：非冷房時 ▲外気側開口部：非冷房時 ●廊下側開口部：冷房時 ▲外気側開口部：冷房時



5年1組

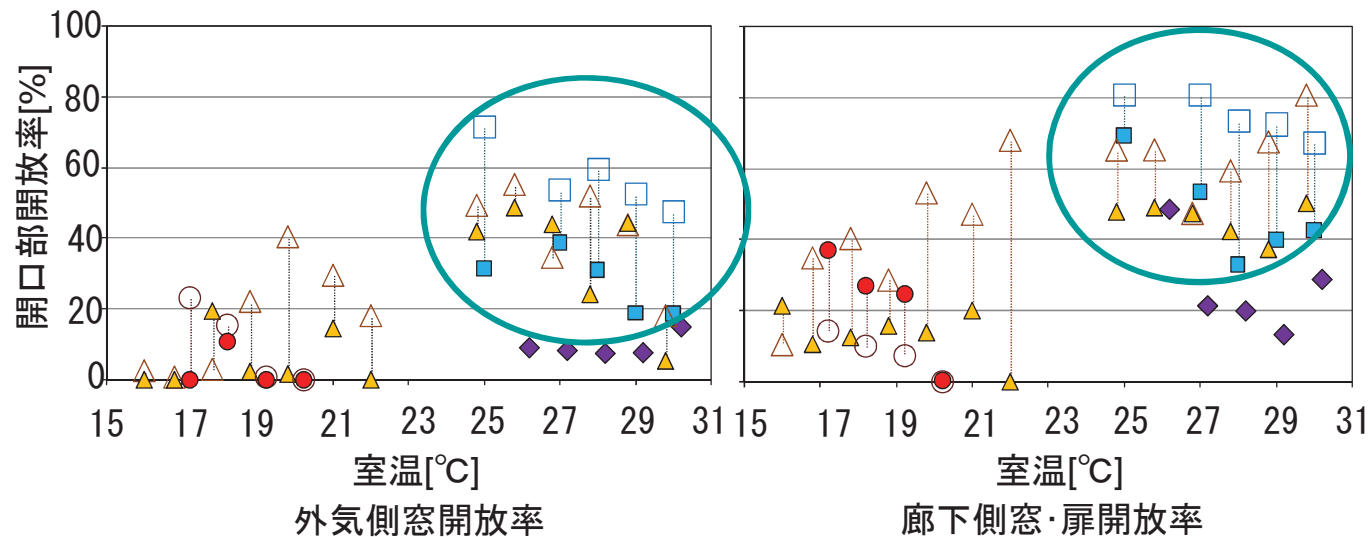


6年1組

教師により窓扉の開放状況が異なる

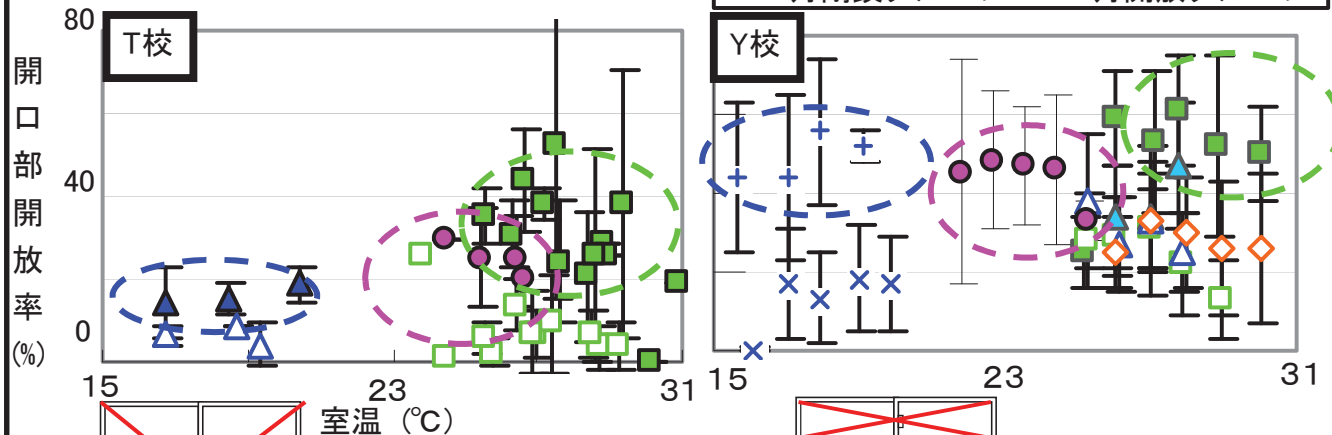
外気側窓と廊下側窓の開放状況の相違

◇ 併用 □ 扇風機 △ 不使用 ○ 暖房 白抜き:冷房非設置教室(2006) 塗りつぶし:冷房設置教室(2009)

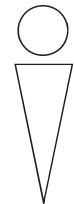
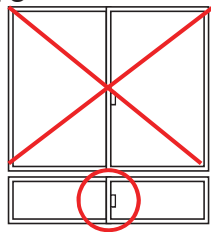


外気側窓の開放率は廊下側窓や扉の開放率より低く、特に冷房時に顕著に低い

窓の形状の違いによる開放実態

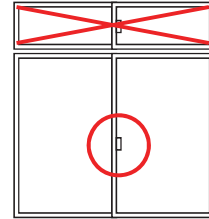


窓形状



開放できる窓は面積の小さい窓に限られる

窓形状



児童は面積の大きい窓を開けることができる

窓や扉の開閉の実態のまとめ

教師により、窓や扉の開閉状況が異なる

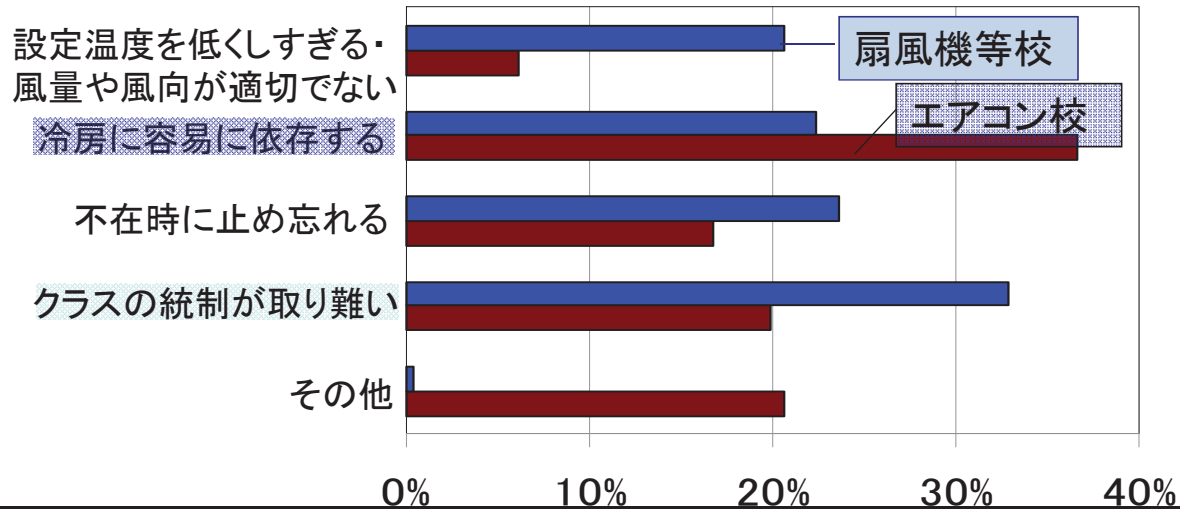
冷暖房時には、外気側窓は閉める率が高いが、廊下側窓は比較的開放されている

窓の形状により、開閉しやすさが異なるために、開放状況が異なる

冷暖房運転時の問題とは？

主な環境調節者と児童に冷房使用を認めない理由

発停者・ 開閉者	冷房機器使用		窓扉開閉	
	エアコン校	扇風機等校	エアコン校	扇風機等校
教師	91%	78%	32%	20%
児童	0%	2%	12%	13%
教師と児童	2%	20%	55%	67%
その他	7%	0%	1%	0%



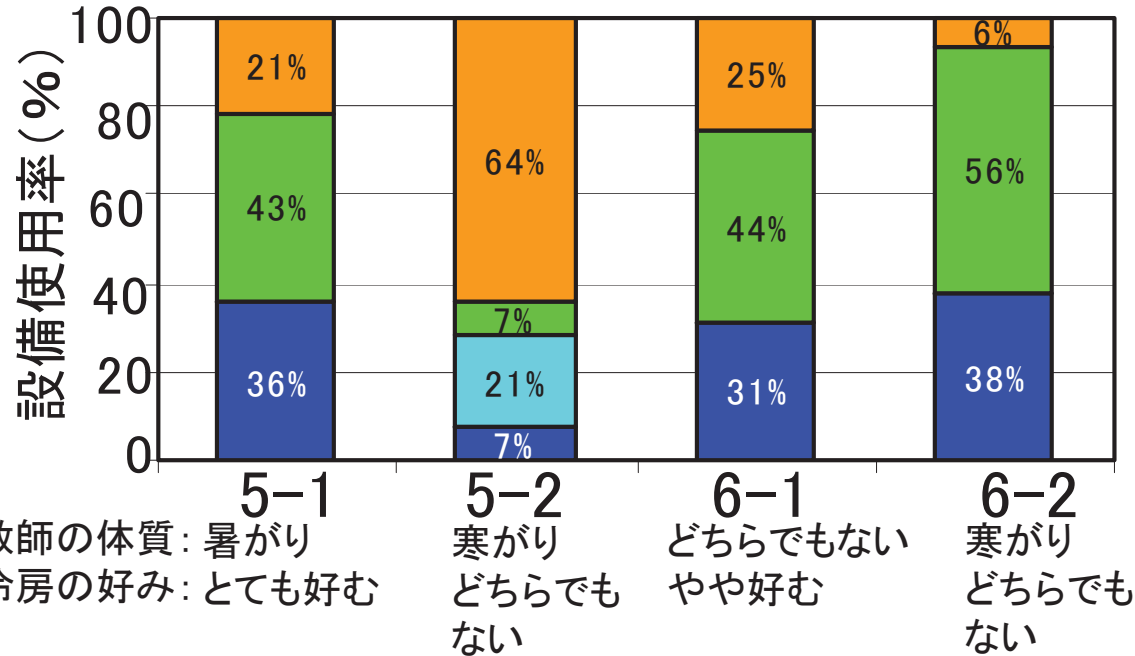
冷房と扇風機の使用実態

冷房の使用により、各クラスの室内温熱環境が異なる

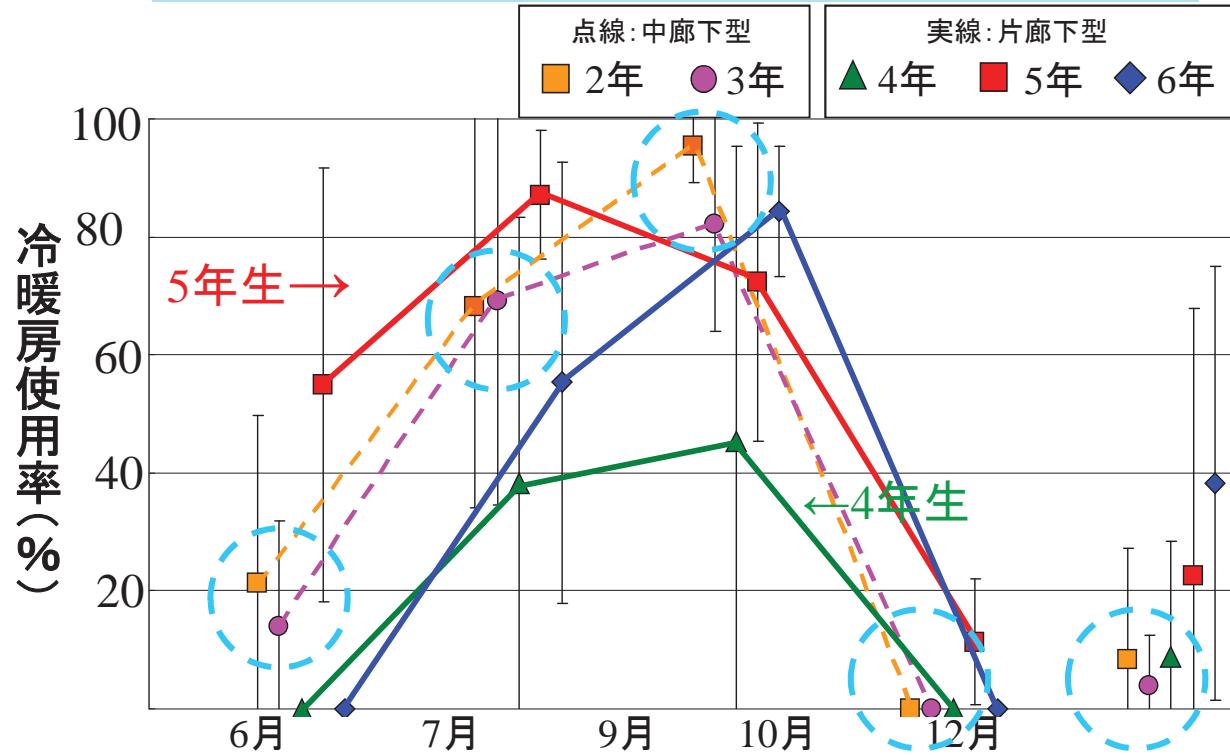
H校

2009年の
外部温湿度

6月	7月	8月
22.2°C	27.9°C	22.2°C
77.4%	72.7%	78.2%

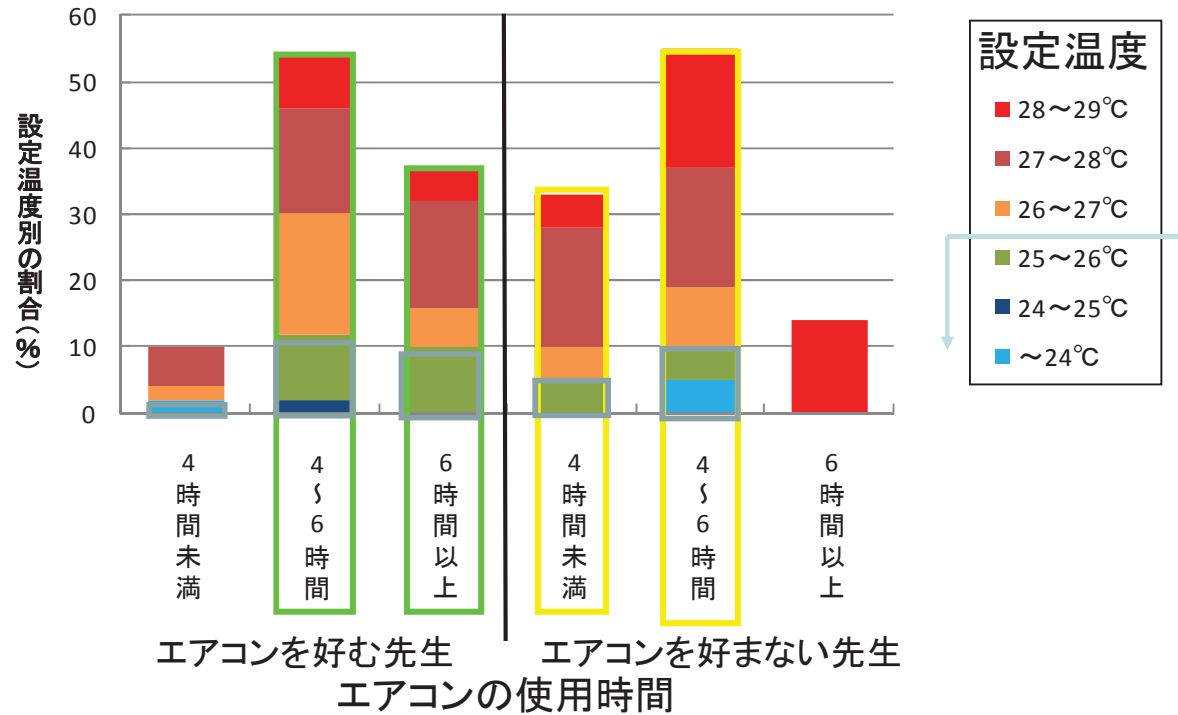


教師による冷暖房使用の実態



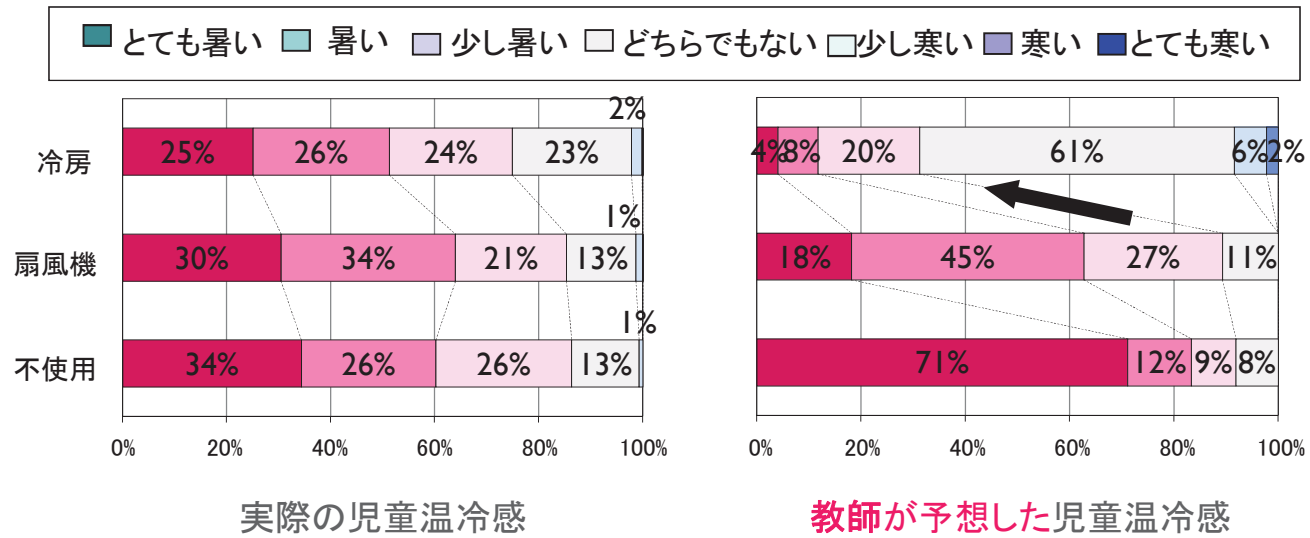
	2年	3年	4年	5年	6年
先生の体質	暑がり	暑がり	寒がり	回答無し	暑がり
冷暖房の好み	やや好む	やや好む	やや好まない	とても好む	やや好む

冷房（エアコン）使用の実態



担任教師の冷房に対する好みにより、設定温度や冷房使用時間が異なる

児童の温冷感と教師が予想した児童温冷感



夏期(6・7・9月)における児童の温冷感

冷房使用による温冷感の改善効果を過大評価している

冷暖房運転時の問題 1

窓や扉の開閉は児童と教師が行うことが多いが、冷暖房設備の操作は主に教師が行う。

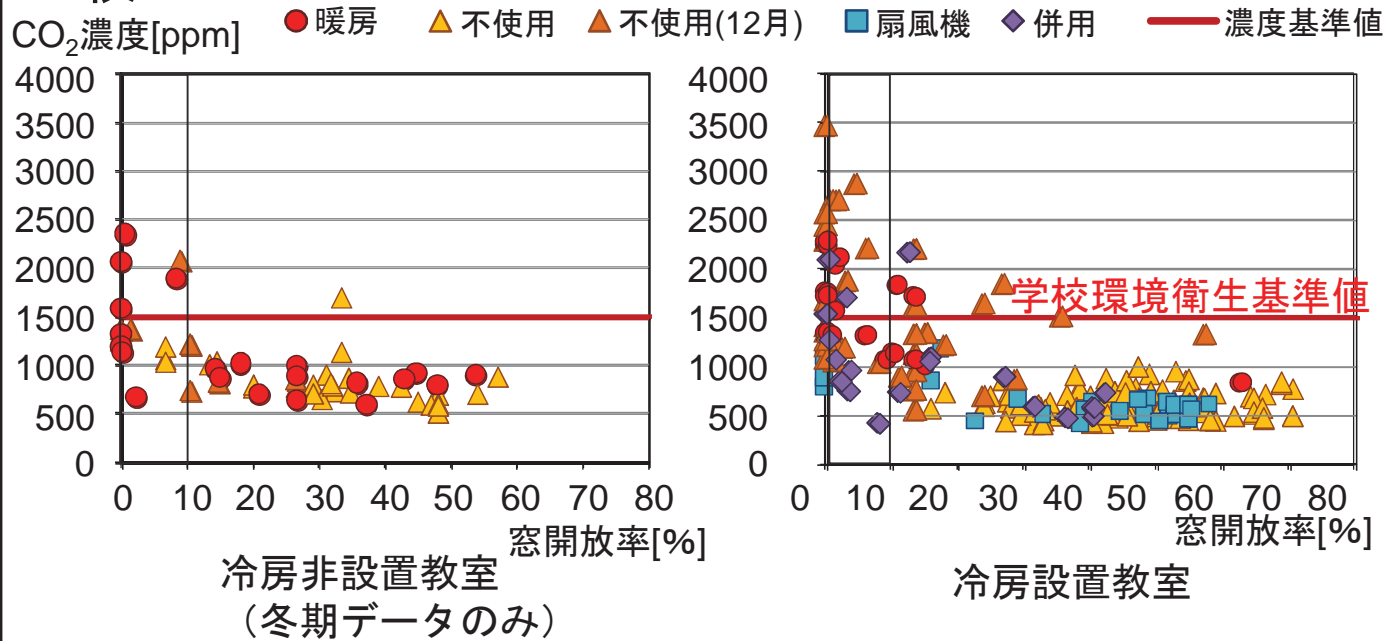
担任教師の冷房に対する好みや体質により教室内の環境は大きく異なる。

担任教師の冷房に対する好みにより、教室内の温熱環境はクラスにより異なる。

教師は冷房を使用することにより温冷感の改善効果を過大評価している。

窓開放率とCO₂濃度との関係

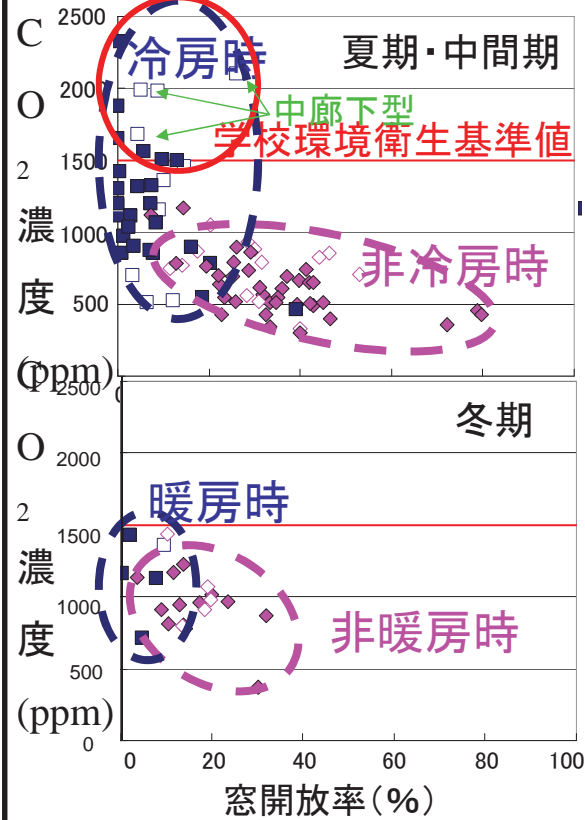
H校



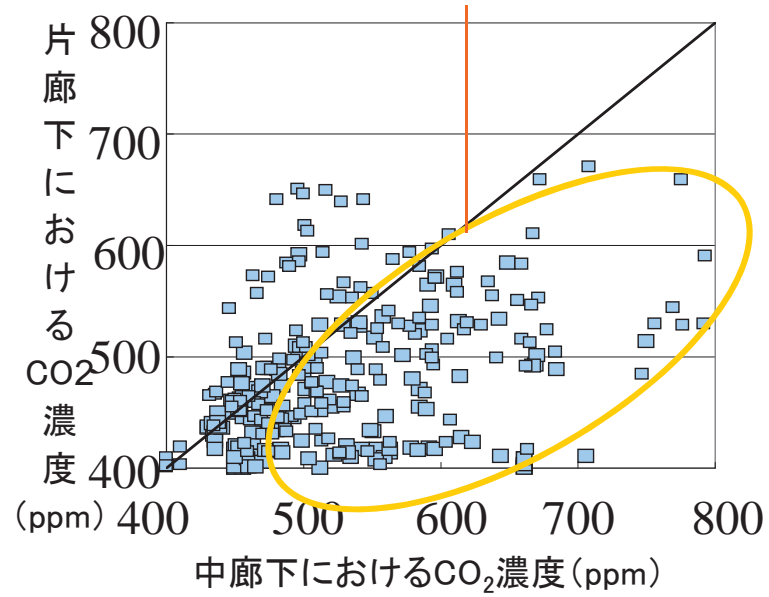
- ・夏期の「併用時」と冬期の「暖房時」や「不使用時」に、開放率が10%以下になることが多くなり、CO₂濃度が1500ppmを超えることが多くなる

廊下タイプ別にみたCO₂濃度

- ◆ 非冷暖房時(片廊下) ■ 冷暖房時(片廊下)
- ◇ 非冷暖房時(中廊下) □ 冷暖房時(中廊下)



中廊下型におけるCO₂濃度の大半は片廊下型での濃度より高い。



廊下タイプ別にみた廊下でのCO₂濃度

片・中廊下型別にみた必要開放面積

中廊下型での換気量は片廊下型教室の約半分

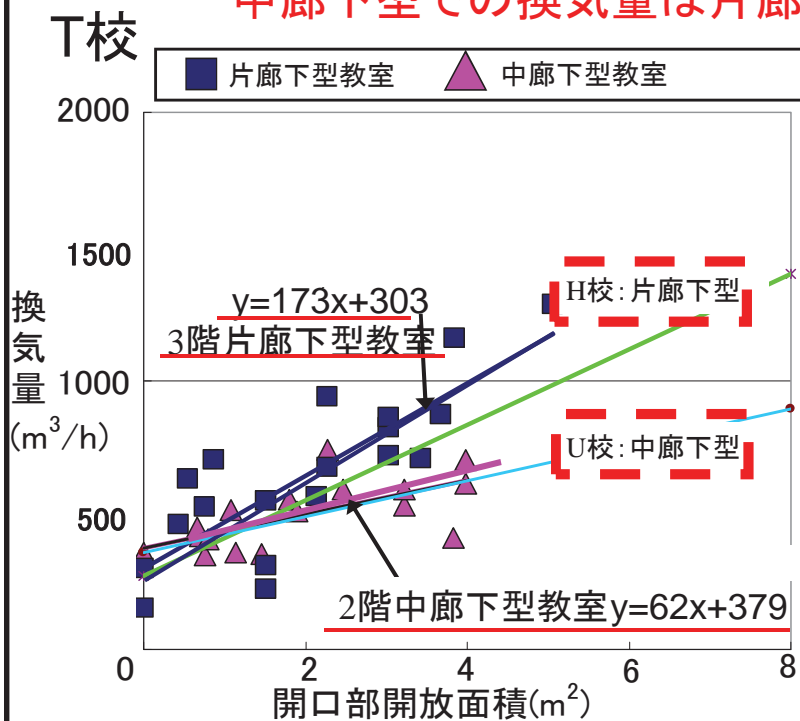


表2 必要開放面積

高学年教室(30名)の場合

1人あたりの必要換気量は

・児童 : $(0.016 \times 100) \div (0.15 - 0.04) = 15 \text{ m}^3/\text{h} \cdot \text{人}$

・教師 : $(0.022 \times 100) \div (0.15 - 0.04) = 20 \text{ m}^3/\text{h} \cdot \text{人}$

クラスの必要換気量 $15 \times 30 + 20 \times 1 = 470 \text{ m}^3/\text{h}$

必要開放面積

・中廊下型教室(換気量: $y=62x+379$)

$1.46 \text{ m}^2 \Rightarrow$ 廊下扉を48%開放

・片廊下型教室(換気量: $y=173x+303$)

$0.97 \text{ m}^2 \Rightarrow$ 廊下扉を32%開放

全開放面積に対する開放目安

・中廊下型は扉の約半分

・片廊下型は扉の約1/3

冷暖房運転時の問題2

夏期の「併用時」と冬期の「暖房時」や「不使用時」には、開放率が10%以下になることが多くなり、CO₂濃度が1500ppmを超える傾向がある。

中廊下型教室での換気量は片廊下型教室より少ないことから、大きく開放する必要がある