

2015年10月22日



学校における 温熱・空気環境の管理の手引き

後藤 伴延（東北大学）



学校空気環境改善WG

- 学校空気環境の向上
- 一般の学校教員への情報提供

学校における温熱・空気環境に関する

現状の問題点と対策

—子供たちが健康で快適に学習できる

環境づくりのために—



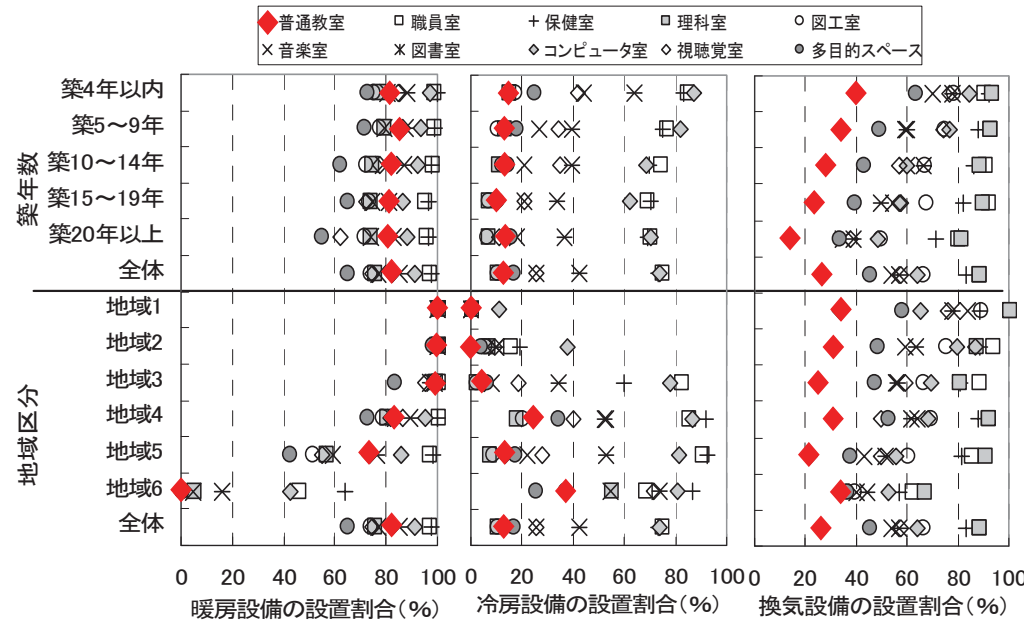
目次

1. なぜいま「学校空気環境」なのか
2. 日本の各地の学校における設備機器設置状況や関東圏域の冷房機器設置状況
3. 学校空気環境・換気の基準－日本の基準、海外の基準－
4. 学校空気環境の実測例－実測結果から学ぶもの－
 - 4.1 寒冷地域の学校における空気環境の実測例
 - 4.2 関東地域の冷房設備を有する教室内温熱・空気環境と環境調節
 - 4.3 温暖地域の小学校における空気・温熱環境
 - 4.4 蒸暑地域の小学校における空気汚染の実測例
 - 4.5 関東地域の高校における空気環境の実測と換気・空調方式の考察
5. 学校における温熱・空気環境の管理の手引き
 - 5.1 暖冷房・換気設備の方式と特徴
 - 5.2 暖冷房・換気設備の運用の要点
 - 5.3 暖冷房・換気設備の保守方法

付録 学校における温熱・空気環境の実測例

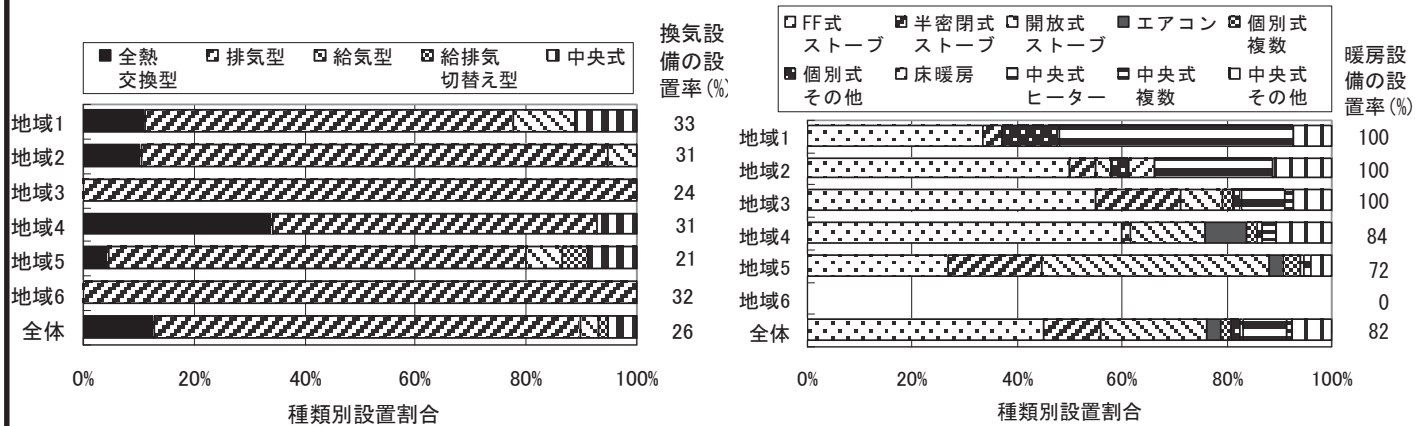
学校空気環境の実態

- 2005年公立小学校調査
- 換気設備が無い学校が多い(2003年:シックハウス法)



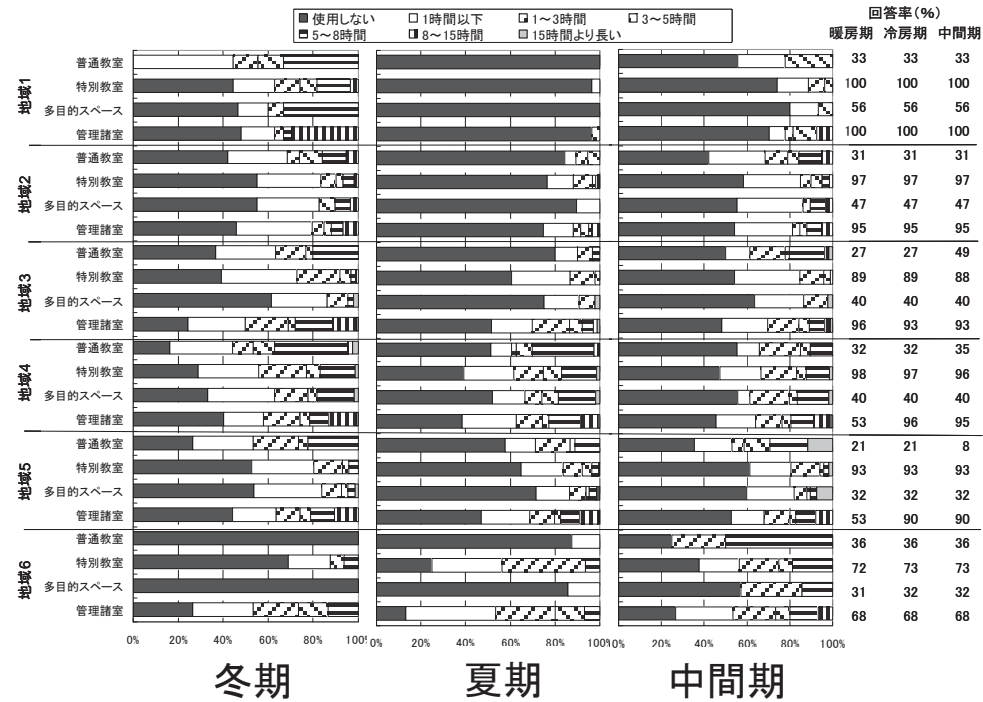
学校空気環境の実態

- 2005年公立小学校調査
- 換気設備の内訳は排気型換気扇(おそらく低性能)が多い
- 暖房はFF式ストーブが多い



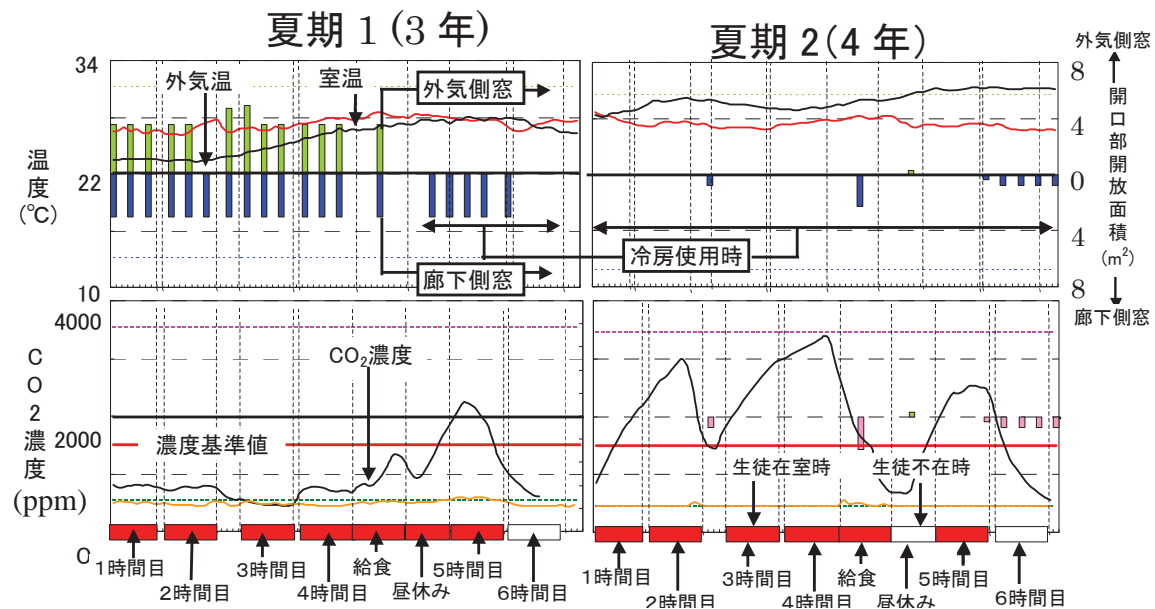
学校空気環境の実態

- 2005年公立小学校調査
- 換気設備があっても使っていない



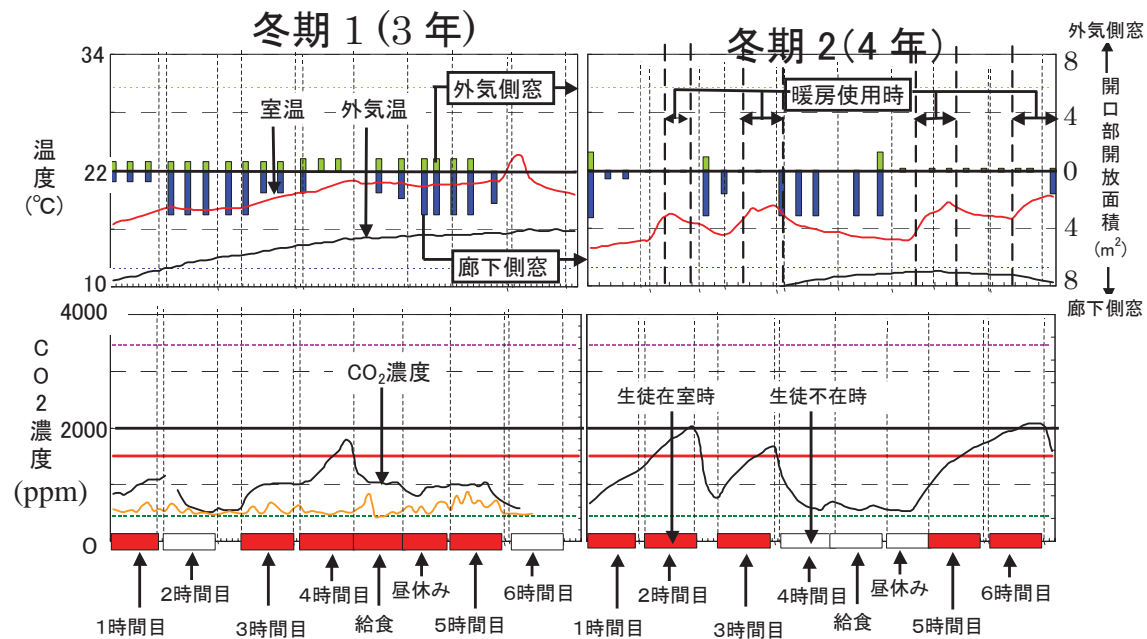
学校空気環境の実態

- 2010年 東京都23区の冷房完備
- 換気設備は主に窓開け(設備が貧弱)



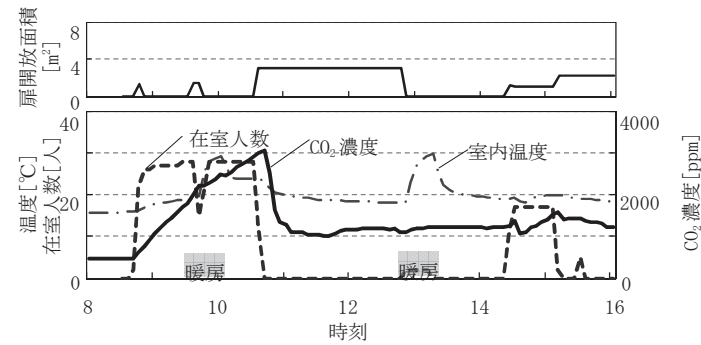
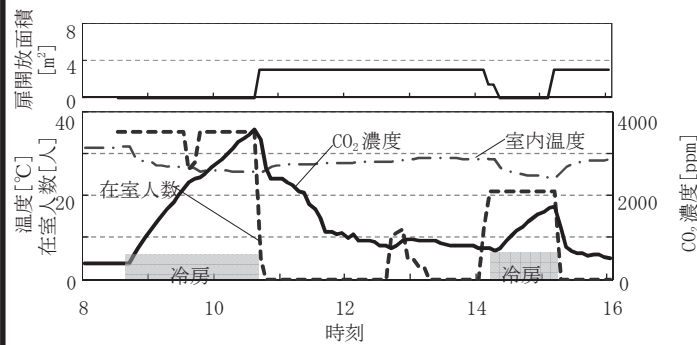
学校空気環境の実態

- 2010年 東京都23区の冷房完備
- 換気設備は主に窓開け(設備が貧弱)



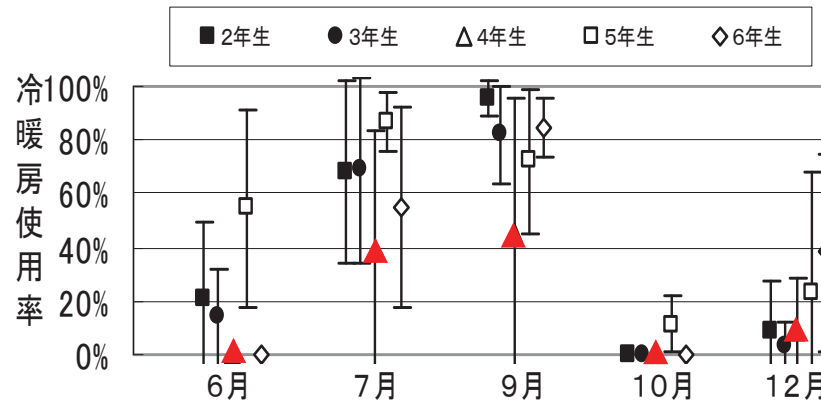
学校空気環境の実態

- 2010年 東京都23区の冷房完備
- 十分な性能の換気設備が有っても不使用



学校空気環境の実態

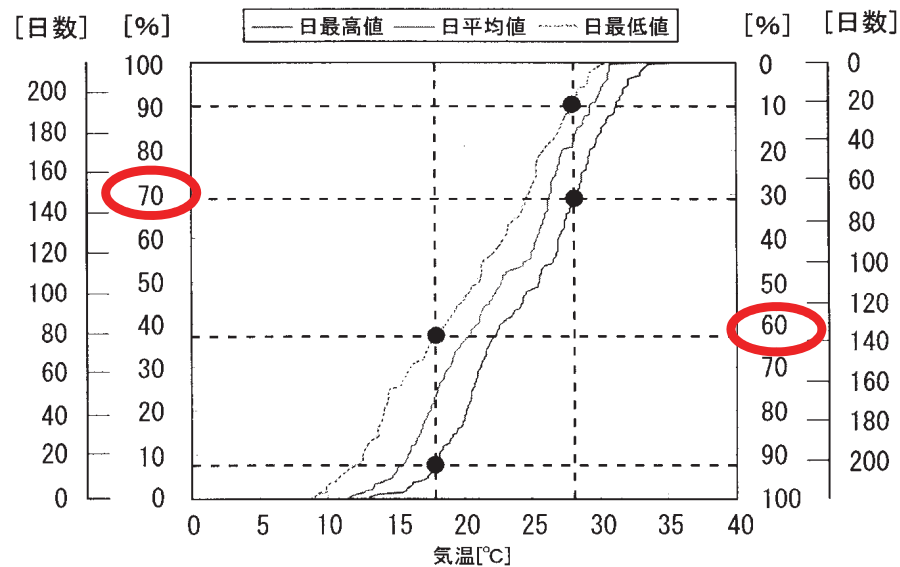
■ 冷房の使用が担任の好みに左右される



教室		2階(中廊下型)		3階(片廊下型)		
		2年	3年	4年	5年	6年
在室者	構成					
	男	15人(54%)	18人(60%)	15人(60%)	16人(73%)	7人(28%)
	女	13人(46%)	12人(40%)	10人(40%)	6人(27%)	18人(72%)
	体質					
児童	暑がり	63%	58%	42%	47%	25%
	中立	25%	32%	42%	13%	50%
	寒がり	12%	11%	16%	40%	25%
担任先生	性別、体質	女、暑がり	女、暑がり	女、寒がり	男、一	男、暑がり
	冷房の好み	やや好む	やや好む	やや嫌う	とても好む	やや好む
	暖房の好み	やや好む	—	やや嫌う	どちらでもなし	どちらでもない

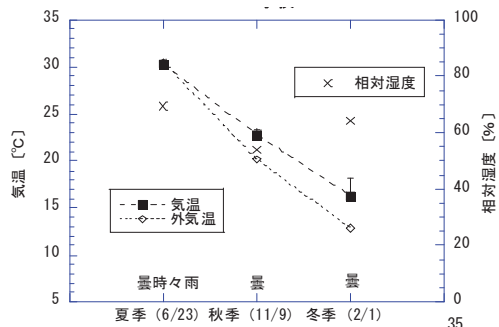
学校空気環境の実態

- 九州地域・・・原則，冷暖房無し
- 授業日の60～70%は，最も望ましい範囲(18～28℃)から外れる時間帯がある

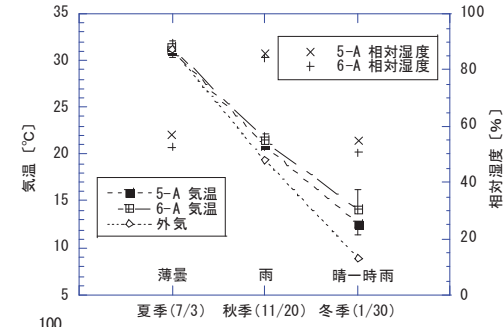


学校空気環境の実態

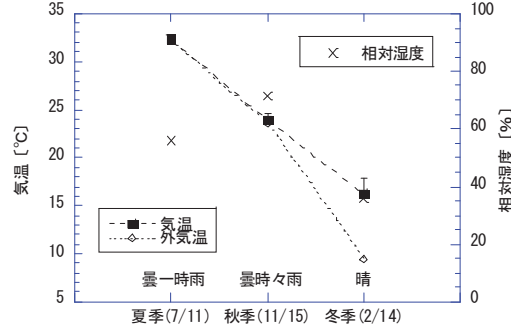
- 九州地域・・・原則，冷暖房無し
- 日平均が学校環境衛生基準(30°C)を超える



F小学校



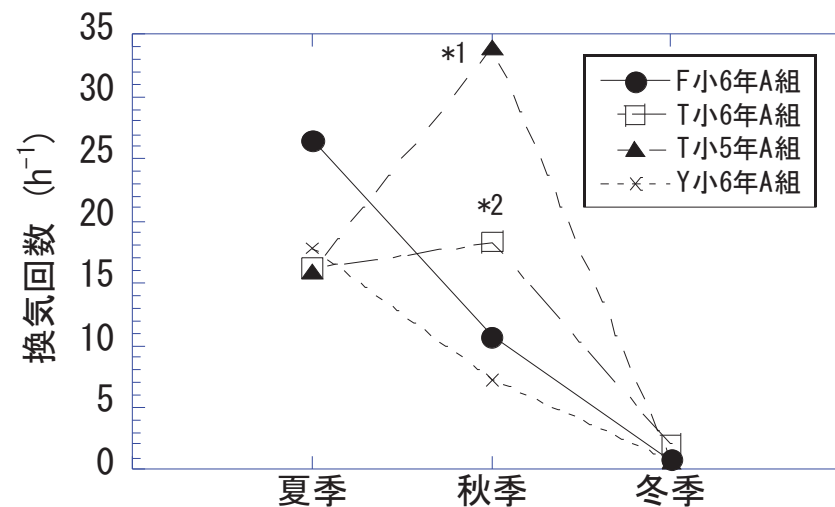
T小学校



Y小学校

学校空気環境の実態

- 九州地域・・・原則，冷暖房無し
- 冬期に窓・扉が閉鎖=>換気が過小

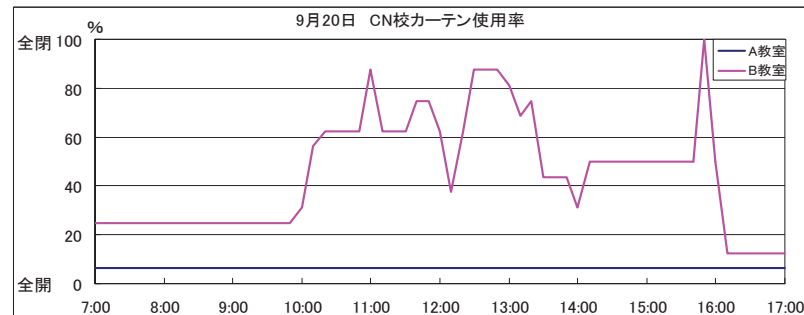
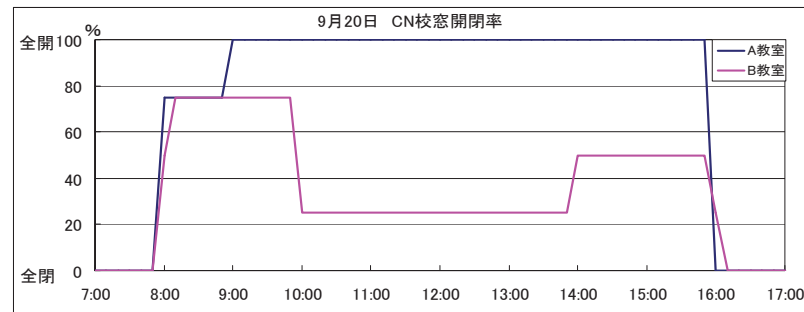


夏季・秋季においてはいずれの小学校においても児童の手が届かない上段の窓を除いた全ての開口部は開放された状態だったが、秋季のT小学校のみ一部上段の窓も開放されていた。冬季は全閉。

- *1：教室と廊下の間の、上段の窓も2ヶ所開
- *2：教室と廊下の間の、上段の窓も1ヶ所開

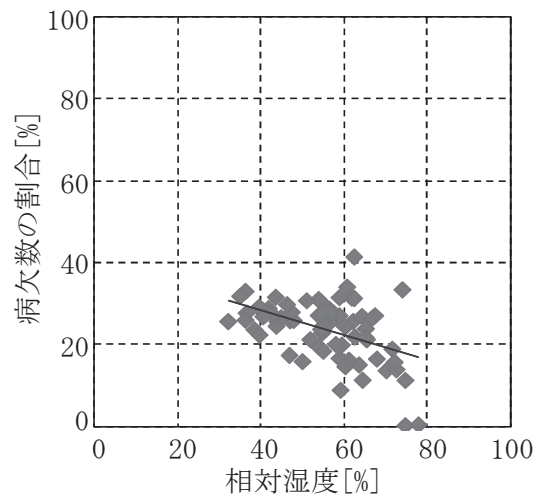
学校空気環境の実態

- 九州地域・・・バルコニーやルーバー無し
- 夏期の窓開閉 <=ルーバー・カーテン
 - A教室:ルーバー有り, B教室:ルーバー無し

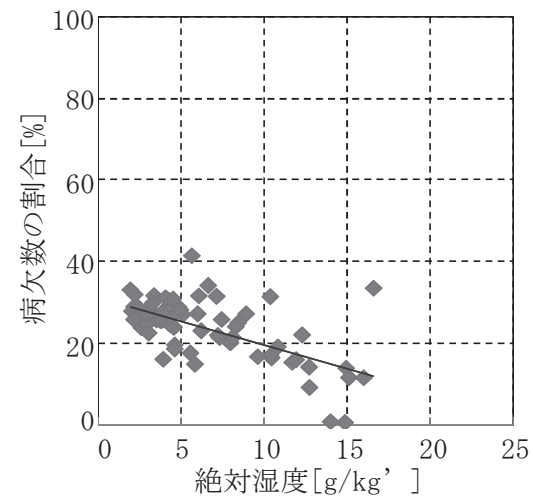


学校空気環境の実態

- 加湿設備が無い(学校環境衛生基準30~80%)
- インフルエンザ感染(東京都内の学校調査)



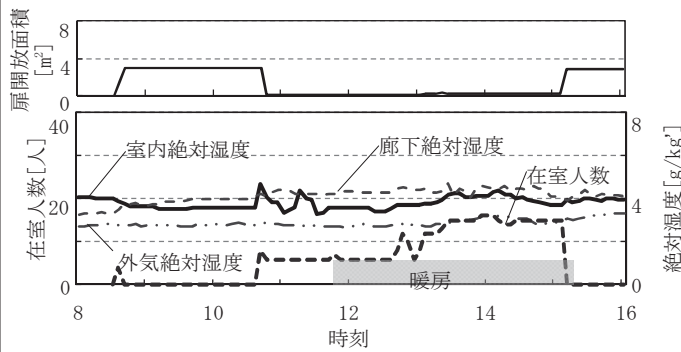
(a) 相対湿度



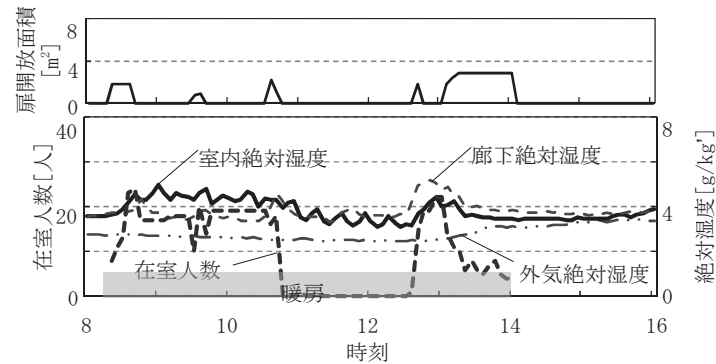
(b) 絶対湿度

学校空気環境の実態

- 加湿設備が有っても、加湿量が足りていない



T高校
換気運転有り・加湿無し



S高校
換気運転有り・加湿有り(400g/h)



目次

1. なぜいま「学校空気環境」なのか
2. 日本の各地の学校における設備機器設置状況や関東圏域の冷房機器設置状況
3. 学校空気環境・換気の基準－日本の基準、海外の基準－
4. 学校空気環境の実測例－実測結果から学ぶもの－
 - 4.1 寒冷地域の学校における空気環境の実測例
 - 4.2 関東地域の冷房設備を有する教室内温熱・空気環境と環境調節
 - 4.3 温暖地域の小学校における空気・温熱環境
 - 4.4 蒸暑地域の小学校における空気汚染の実測例
 - 4.5 関東地域の高校における空気環境の実測と換気・空調方式の考察
5. 学校における温熱・空気環境の管理の手引き
 - 5.1 暖冷房・換気設備の方式と特徴
 - 5.2 暖冷房・換気設備の運用の要点
 - 5.3 暖冷房・換気設備の保守方法

付録 学校における温熱・空気環境の実測例



温熱・空気環境の管理の手引き

- 設計者や設置者向けの「どのような設備とすべきか」ではなく,
- 主として, 一般教員向けの「あるものをどう使うか」の解説
 - 5.1 暖冷房・換気設備の方式と特徴
=> 設備への理解を深める
 - 5.2 暖冷房・換気設備の運用の要点
 - 通年・夏期・冬期に分けて整理
 - 5.3 暖冷房・換気設備の保守方法
=> 点検・清掃についての知識



通年(暖冷房設備の運用)

■ 実態・問題点

- 学校衛生基準: 10°C以上, 30°C以下
=> 暑すぎ, 寒すぎ
- 個別方式: 担任に一任
=> 担任の好みに左右
- 集中管理方式: 教育委員会の指針
=> 一律な空調温度設定
=> 教室の配置や方位によって実際の温熱環境は異なる
- 温度設定のみの管理
=> 教室内に温度ムラがある



通年(暖冷房設備の運用)

■ 実態・対策

- 学校衛生基準: 10°C以上, 30°C以下
=> [改訂版]学校環境衛生管理マニュアル
冬期: 18~20°C, 夏期: 25~28°C
- 個別方式: 担任に一任
=> 児童・生徒の体感温度を考慮
- 集中管理方式: 教育委員会の指針
=> 実際の気温や体感温度に応じて調節
- 温度設定のみの管理
=> 吹き出し風向の調節・攪拌ファンの使用



通年(暖冷房設備の運用)

- 活動量・着衣・風速・湿度・放射熱と体感温度の変化

活動量	椅子に座った状態に比べて、立位では約1°C上昇
着衣	セーターやジャケットを着ると約1.5°C上昇
風速	風速0.1 m/sに比べて、0.3 m/sでは約1°C低下 風速0.3 m/sに比べて、0.5 m/sでは約0.5°C低下
湿度	相対湿度20%の上昇で約0.5°C上昇
放射熱	壁・窓・暖房器具・什器など、教室内の全ての表面の面積重み付け平均温度が1°C上昇(低下)すると、約0.5°C上昇(低下) ただし、暖房器具や冬の冷たい窓面など、高温または低温の面からの距離が近い場所では、その面積比率以上の影響を受ける



通年（換気設備の運用）

■ 実態・問題点

- 換気設備が無い
=> 空気汚染・健康影響
- 簡易的な換気設備
=> CO2濃度基準(1500ppm以下)を満たせない
- 暖冷房時に換気を停止
=> 空気汚染・健康影響・学習効率低下
- トイレの防臭剤などの化学物質汚染源
=> 健康影響



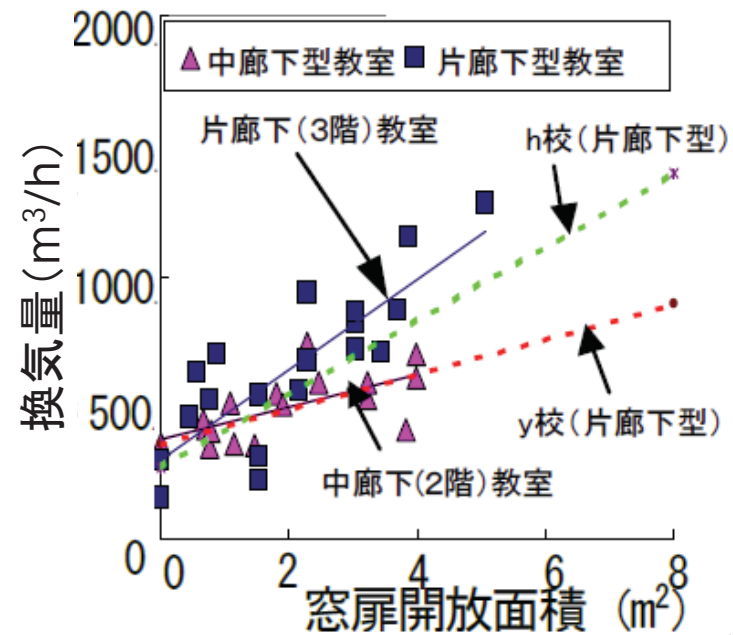
通年（換気設備の運用）

■ 実態・対策

- 換気設備が無い
⇒ 休み時間の窓開け, 開口部の必要開放面積の確保
- 簡易的な換気設備
⇒ 換気設備の置き換え, 休み時間の窓開け, 開口部の必要開放面積の確保
- 暖冷房時に換気を停止
⇒ 換気設備を停止してはいけない
- トイレの防臭剤などの化学物質汚染源
⇒ パラジクロロベンゼン使用禁止, CO₂に基づく換気の確保, 汚染超過の場合は措置を要求₂₃

通年(暖冷房設備の運用)

- 開口部の必要開口面積





夏期

■ 実態・問題点

- 多くの児童・生徒からの熱と湿気の発生
=> 高温高湿, 健康影響
- 冷房設定温度28°C
=> 実際の室温が28°Cとは限らない, 体感温度は温度だけで決まらない
- 冷房時に換気が行われない
=> 暖房に比べて空気汚染が感知され難いが, 空気は汚染されている



夏期

■ 実態・対策

- 多くの児童・生徒からの熱と湿気の発生
=> 換気・窓開放・冷房運転の励行
- 冷房設定温度28℃
=> 状況に応じて設定温度を下げる
=> 扇風機や天井扇も有効に利用(気流, 攪拌)
- 冷房時に換気が行われない
=> 換気の必要性を認識し, 暖房時と同じように換気を行う



冬期

■ 実態・問題点

- FF式暖房機, エアコン, FCUが多い
=> 温度分布が特に大きくなりがち
- 換気設備に熱交換器が付いていない
=> 直接冷気が入ってくる, 使われなくなる
- 窓のコールドドラフトの直下に児童・生徒の席がある
=> 健康影響
- 開放型や半密閉型の暖房機を使っている
=> 空気汚染, 健康影響
- 低湿度
=> 風邪やインフルエンザの感染



冬期

■ 実態・対策

- FF式暖房機, エアコン, FCUが多い
=> 扇風機などによる攪拌
- 換気設備に熱交換器が付いていない
=> 設備の置き換え, 吹き出し風向の調節
- 窓のコールドドラフトの直下に児童・生徒の席がある
=> 窓付近に暖房設備, 席を窓から離す
- 開放型や半密閉型の暖房機を使っている
=> 開放型は使用しない。万一使用するならばNO₂
・CO₂を定期的に確認。半密閉は十分な給気
- 低湿度になっている
=> 加湿器の使用(+結露対策, こまめな清掃)



まとめ

- 学校空気環境改善WGで作成した「学校における温熱・空気環境に関する現状の問題点と対策－子供たちが健康で快適に学習できる環境づくりのために－」の概要,
- 特に、**学校における温熱・空気環境の管理の手引き**の部分について紹介した