

学校建築における室内環境の実態と問題点

東京都市大学 岩下 剛

- 1) 学校化学物質濃度実測から見られる問題点
- 2) 行政の化学物質検査結果から見られる問題点
- 3) 学校環境衛生基準に基づく空気検査の実施状況
- 4) 学校環境衛生基準の概要
- 5) 学校環境衛生基準に基づく空気検査の検査結果
- 6) 特定建築物規模の学校における空気環境衛生調査
- 7) 今後の課題

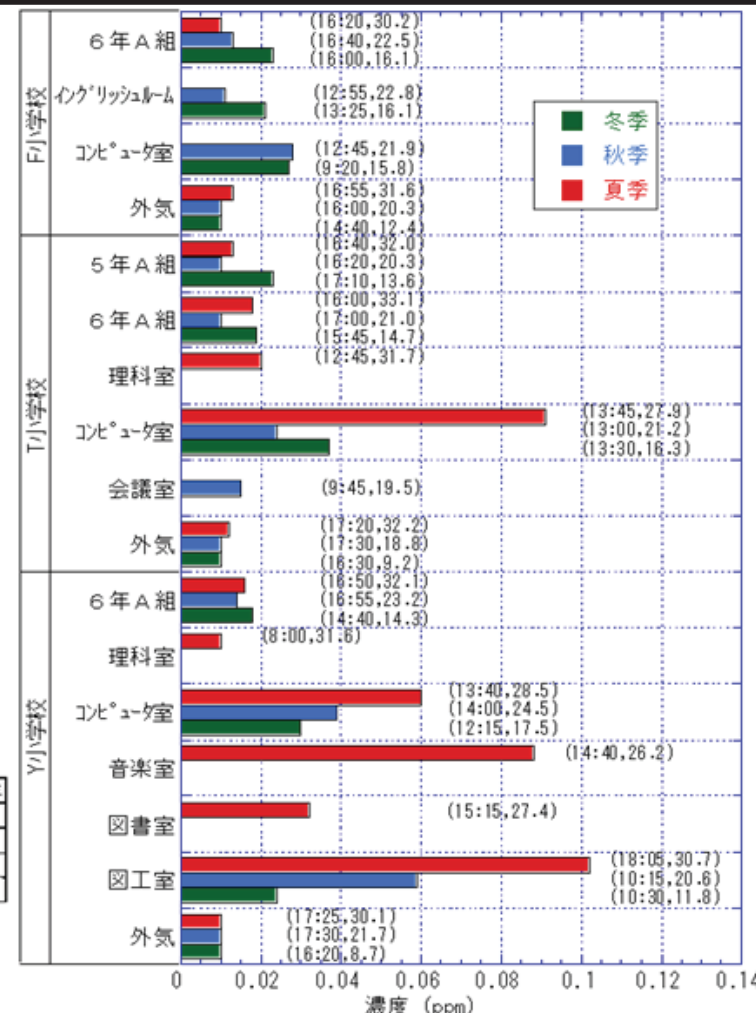
1) 学校化学物質濃度実測から見られる
問題点

小学校における ホルムアルデヒド濃度 実測結果

コンピューター室、音楽室、図 工室

	夏季実測	秋季実測	冬季実測	築年数	改修工事	工事終了後経過年
F小学校	6/23 (44*)	11/9 (39)	2/1 (41)	41年	未	0~1年
T小学校	7/3 (36) (40)	11/20 (37) (37)	1/30 (35) (39)	33年	済	0~1年
Y小学校	7/11 (33)	11/15 (38)	2/14 (35)	33年	済	2~3年

夏季、秋季実測は2000年、冬季実測は2001年
* ()内の数字は測定普通教室の在室児童数を示す。
但し、T小学校では、上段が6年A組、下段が5年A組の児童数

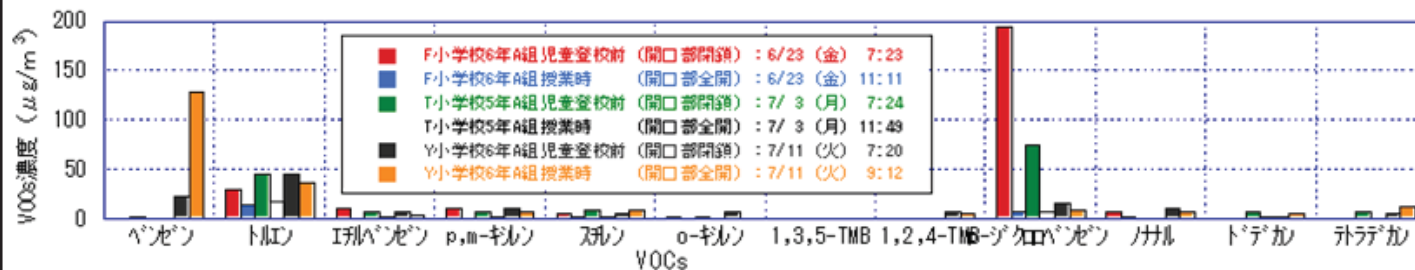


図中 () 内は (時刻, 温度 (°C)) を示す。
時刻: HCHO濃度測定に要した時間は30分間である。
図中には測定開始後15分経過時の時刻を示す

1) 学校化学物質濃度実測から見られる問題点

小学校における VOC濃度実測結果

屋外からのベンゼン、トイレからのp-ジクロロベンゼンの侵入



	夏季実測	秋季実測	冬季実測	築年数	改修工事	工事終了後経過年
F小学校	6/23 (44*)	11/9 (39)	2/1 (41)	41年	未	
T小学校	7/3 (36) (40)	11/20 (37) (37)	1/30 (35) (39)	33年	済 未	0~1年
Y小学校	7/11 (33)	11/15 (38)	2/14 (35)	33年	済	2~3年

夏季、秋季実測は2000年、冬季実測は2001年

* ()内の数字は測定普通教室の在室児童数を示す。

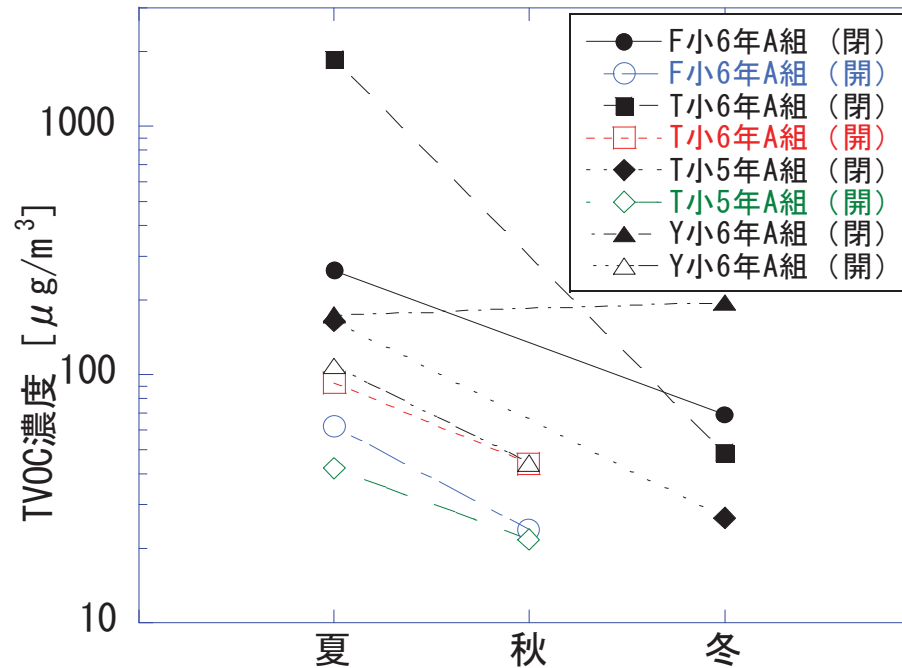
但し、T小学校では、上段が6年A組、下段が5年A組の児童数

1) 学校化学物質濃度実測から見られる問題点

小学校における TVOC濃度実測結果

改築直後のT小学校
のTVOC濃度の高さ

夏→秋→冬の外気
温低下に対応し、
TVOC発生量が
低下か



	夏季実測	秋季実測	冬季実測	築年数	改修工事	工事終了後経過年
F小学校	6/23 (44*)	11/9 (39)	2/1 (41)	41年	未	0~1年
T小学校	7/3 (36) (40)	11/20 (37) (37)	1/30 (35) (39)	33年	済	
Y小学校	7/11 (33)	11/15 (38)	2/14 (35)	33年	済	2~3年

夏季、秋季実測は2000年、冬季実測は2001年

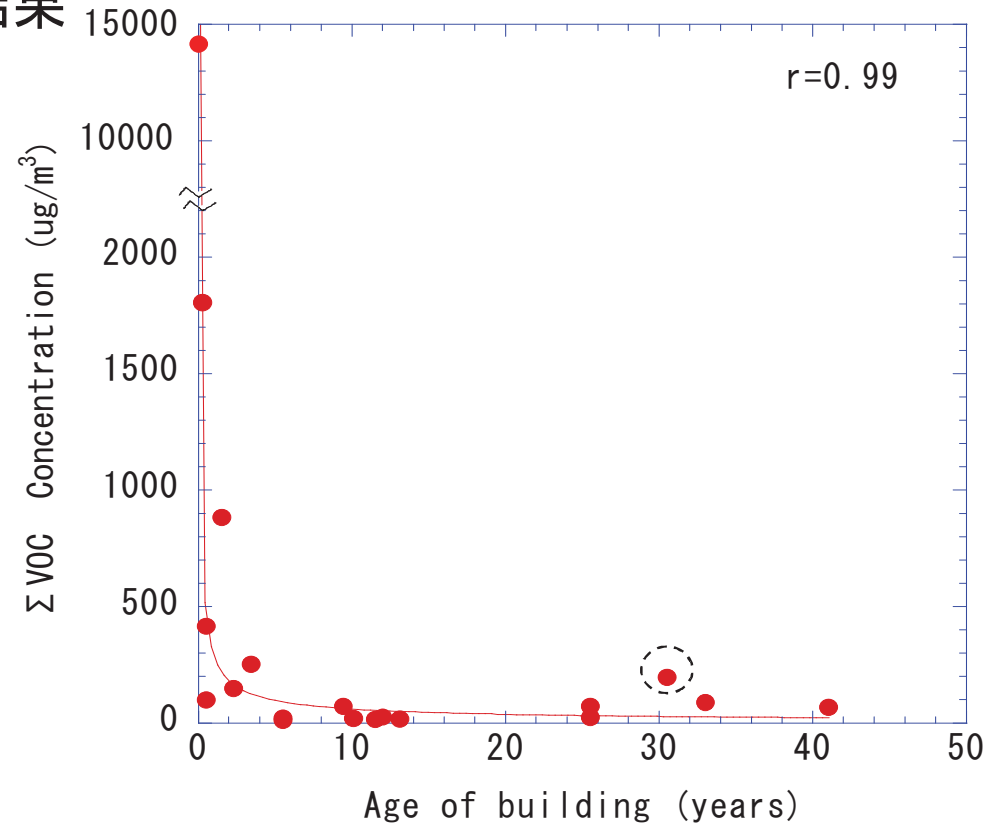
* ()内の数字は測定普通教室の在室児童数を示す。

但し、T小学校では、上段が6年A組、下段が5年A組の児童数

1) 学校化学物質濃度実測から見られる問題点

小学校における TVOC濃度実測結果

新築・改修から
の年数とTVOC
濃度との関係
→指数関数的
減衰



2) 行政の化学物質検査結果から見られる問題点

小学校におけるホルムアルデヒド濃度簡易
検査結果(東京都A市、学校薬剤師による悉皆検査)

教室		
	室温(℃)	ホルムアルデヒド ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
データ数	296	296
平均	30.8	68.7
最大値	38.0	220.9
最小値	21.0	12.3
SD	3.0	35.7
中央値	31.0	63.8
25%タイル	29.0	46.9
50%タイル	31.0	63.8
75%タイル	33.0	84.7
不適合率 (%)	65.9	13.9

H21～H25 n=301

2) 行政の化学物質検査結果から見られる問題点

小学校におけるホルムアルデヒド濃度簡易
検査結果(東京都A市、学校薬剤師による悉皆検査)

音楽室		
	室温(℃)	ホルムアルデヒド ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
データ数	492	492
平均	30.9	91.1
最大値	38.5	355.8
最小値	22.0	7.4
SD	2.8	43.5
中央値	31.0	84.7
25%タイル	29.0	61.4
50%タイル	31.0	84.7
75%タイル	33.0	121.5
不適合率 (%)	70.9	30.3

H21～H25 n=496

2) 行政の化学物質検査結果から見られる問題点

小学校におけるホルムアルデヒド濃度簡易
検査結果(東京都A市、学校薬剤師による悉皆検査)

パソコン室		
	室温(℃)	ホルムアルデヒド ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
データ数	475	475
平均	30.5	82.1
最大値	41.0	233.1
最小値	19.0	12.3
SD	3.1	36.3
中央値	30.5	78.5
25%タイル	29.0	61.4
50%タイル	30.5	78.5
75%タイル	33.0	95.7
不適合率 (%)	64.2	18.7

H21～H25 n=481

2) 行政の化学物質検査結果から見られる問題点

小学校におけるホルムアルデヒド濃度簡易
検査結果(東京都A市、学校薬剤師による悉皆検査)

図工室		
	室温(℃)	ホルムアルデヒド ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
データ数	156	156
平均	29.9	72.2
最大値	37.0	171.8
最小値	25.0	12.3
SD	2.4	33.4
中央値	30.0	73.0
25%タイル	28.0	49.1
50%タイル	30.0	73.6
75%タイル	32.0	85.9
不適合率 (%)	52.9	10.2

H21～H25 n=161

2) 行政の化学物質検査結果から見られる問題点

小学校におけるホルムアルデヒド濃度簡易
検査結果(東京都A市、学校薬剤師による悉皆検査)

理科室		
	室温(℃)	ホルムアルデヒド ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
データ数	64	64
平均	30.1	74.0
最大値	35.0	169.3
最小値	25.0	12.3
SD	2.6	36.0
中央値	30.0	73.6
25%タイル	28.0	49.1
50%タイル	30.0	73.6
75%タイル	33.0	85.9
不適合率 (%)	50.8	15.4

H21～H25 n=63

2) 行政の化学物質検査結果から見られる問題点

新築・改修小学校におけるホルムアルデヒド濃度精密
検査結果(東京都X区、専門業者による抽出検査)

普通教室

	室温(°C)	ホルムアルデヒド ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
データ数	68	68
平均	29.4	65.4
中央値	29.7	54.5
最小値	21.3	13.0
最大値	34.8	174.7
SD	3.0	37.7
25%タイル	28.0	35.3
50%タイル	29.7	54.5
75%タイル	31.8	92.7
不適合率(%)	44.1	13.2

H19~H22 n=68

2) 行政の化学物質検査結果から見られる問題点

新築・改修小学校におけるホルムアルデヒド濃度精密
検査結果(東京都X区、専門業者による抽出検査)

音楽室

	室温(°C)	ホルムアルデヒド ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
データ数	124	124
平均	28.5	117.7
中央値	28.2	97.0
最小値	21.6	14.0
最大値	36.2	615.5
SD	3.4	84.2
25%タイル	26.2	70.5
50%タイル	28.2	97.0
75%タイル	30.7	144.0
不適合率(%)	31.5	47.6

H19～H22 n=124

2) 行政の化学物質検査結果から見られる問題点

新築・改修小学校におけるホルムアルデヒド濃度精密
検査結果(東京都X区、専門業者による抽出検査)

パソコン室

	室温(℃)	ホルムアルデヒド ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
データ数	88	88
平均	28.2	93.3
中央値	28.1	81.7
最小値	20.0	13.0
最大値	34.2	299.2
SD	3.4	57.3
25%タイル	25.9	49.5
50%タイル	28.1	81.7
75%タイル	31.0	122.2
不適合率(%)	30.7	42.0

H19～H22 n=88

2) 行政の化学物質検査結果から見られる問題点

新築・改修小学校におけるホルムアルデヒド濃度精密
検査結果(東京都X区、専門業者による抽出検査)

図工室

	室温(°C)	ホルムアルデヒド ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
データ数	82	82
平均	28.3	98.3
中央値	28.0	75.5
最小値	21.4	14.0
最大値	36.2	406.4
SD	3.2	73.1
25%タイル	26.4	50.0
50%タイル	28.0	75.5
75%タイル	30.9	125.8
不適合率(%)	30.5	31.7

H19～H22 n=83

2) 行政の化学物質検査結果から見られる問題点

新築・改修小学校におけるホルムアルデヒド濃度精密
検査結果(東京都X区、専門業者による抽出検査)

体育館

	室温(°C)	ホルムアルデヒド ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
データ数	12	12
平均	29.7	53.0
中央値	32.0	36.9
最小値	23.0	8.0
最大値	34.9	240.1
SD	3.5	60.8
25%タイル	27.3	13.8
50%タイル	30.4	36.9
75%タイル	32.3	69.9
不適合率(%)	50.0	8.3

H19～H22 n=12

2) 行政の化学物質検査結果から見られる問題点

抽出検査と悉皆検査のホルムアルデヒド濃度不適合率の比較

	抽出検査(X区) [%]	悉皆検査(A市) [%]	不適合率比(X/A)
普通教室	13.2	13.9	0.95
音楽室	47.6	30.3	1.57
パソコン室	42.0	18.7	2.25
図工室	31.3	10.2	3.07

※不適合率比...ホルムアルデヒド濃度不適合率における、悉皆検査に対する抽出検査の比。

普通教室のホルムアルデヒド濃度不適合率
抽出検査÷悉皆検査

特別教室のホルムアルデヒド濃度不適合率
抽出検査＞悉皆検査

3) 学校環境衛生基準に基づく空気検査の実施状況

「学校環境衛生基準」空気定期検査の実施状況調査 日本学校薬剤師会の報告(H23年度) 31532校

○換気及び保温等の検査項目の実施率

CO₂ (66.8%)、温度 (62.5%)、相対湿度 (41.7%)、HCHO・ダニ・
ダニアレルゲン (30%)、CO (20%)、浮遊粉塵・気流・SO₂・VOC
(10%) ※全く実施しなかったのが全体の二割

○換気及び保温等の検査項目で基準に不適合の項目

CO₂ (23.7%)、その他 (7%未満)

3) 学校環境衛生基準に基づく空気検査の実施状況

限定された予算で、どのような化学物質検査を行うか？

新築・改修時および問題のある学校を抽出し、専門業者がHPLC、GC法によるホルムアルデヒド、トルエン濃度調査を行う。

たとえば、全学校を5分割し、毎年全体の1/5の学校を抽出して専門業者がホルムアルデヒド濃度精密調査を行う。

全学校を毎年、学校薬剤師がホルムアルデヒド簡易測定を行う。

.....

..

3) 学校環境衛生基準に基づく空気検査の実施状況

「学校環境衛生基準」空気定期検査の検査項目と検査回数

揮発性有機化合物^{*4} 毎学年1回教室等内の温度が高い時期に
定期に行う^{*5}。

^{*4}ホルムアルデヒド^{*7}、トルエン^{*8}、キシレン^{*8}、p-ジクロロベンゼン^{*8}、エチルベンゼン^{*8}、スチレン^{*8}

^{*5}キシレン、パラジクロロベンゼン、エチルベンゼン、スチレンについては、必要と認める場合に毎学年1回定期に行う。なお、必要と認める場合とは、キシレン、パラジクロロベンゼン、エチルベンゼン、スチレンの使用が疑われる場合を指す。

^{*7}児童生徒等がいない教室等において、30分以上換気の後5時間以上密閉してから採取し、ホルムアルデヒドにあつては、高速液体クロマトグラフ法(HPLC)により測定した場合に限り、その結果が著しく基準値を下回る場合には、以後教室等の環境に変化が認められない限り、次回からの検査を省略することができる。なお、著しく基準値を下回る場合とは、基準値の1/2以下とする。

^{*8}児童生徒等がいない教室等において、30分以上換気の後5時間以上密閉してから採取し、トルエン、キシレン、パラジクロロベンゼン、エチルベンゼン、スチレンにあつてはガスクロマトグラフ-質量分析(GC-MS)法により測定した場合に限り、その結果が著しく基準値を下回る場合には、以後教室等の環境に変化が認められない限り、次回からの検査を省略することができる。なお、著しく基準値を下回る場合とは、基準値の1/2以下とする。

3) 学校環境衛生基準に基づく空気検査の実施状況

温度、湿度、CO₂濃度検査実施状況（自治体A以外は冬季のみの実施。Aは夏・冬）

項目\自治体	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
空気温度	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
相対湿度	○	○	○	×	○	○	○	○	○	○	○
CO ₂	○	○	○	○	○	○	×	○	○	○	○
CO ₂ 検査回数	3	1	3	1	2	4	×	1	2	1	1~5 ^{*1}
在室人数	○	○	○	○	○	○	×	○	×	×	○
暖房使用状況	○	○	○	○	○	△ ^{*1}	×	○	×	×	×
教室容積	○	×	×	×	○	○	×	×	×	×	○

*1 検査した学校薬剤師により異なる

4) 学校環境衛生基準の概要

学校環境衛生のあゆみ

明治6年6月「学区巡視事務章程」学校位置の考慮

明治16年6月「小学校教員心得」校舎の清潔、温度、大気の流通

明治20年3月 学校衛生顧問に対して「学校清潔方法の標準」

明治28年4月「学校衛生取調復命書」に基づく「学校建築図説明及設計大要」(三島通良): 中廊下禁止、校庭位置、南教室、窓面積等

明治30年9月「学校幼稚園伝染病予防および消毒方法」

明治30年10月「学校清潔方法」

大正15年12月「学校清潔方法」の改正

昭和2年 全国学校衛生技師会議による「校舎の適当な設備標準」

… そして、学校環境衛生の基準

4) 学校環境衛生基準の概要

学校環境衛生基準の歴史(1)

現在、「学校環境衛生基準」と呼んでいる基準は、「学校環境衛生 基準,解説および検査指針」として、昭和34年に発行された。これは当初、学校薬剤師の間では「青本」と呼ばれていたようである。これは、昭和34年に「学校保健法」が制定されたことと無関係ではない。昭和34年版の青本では、室内二酸化炭素濃度は、「常に1000ppm以下であることが望ましい、いかなる場合にも1500ppm以上に及ぶことがあってはならない」と記述されている。2014年現在、二酸化炭素濃度基準について学会等でいろいろと検討されているが、昭和34年(執筆時は33年)に1000ppm以下を謳っているのは注目に値する。

4) 学校環境衛生基準の概要

学校環境衛生基準の歴史(2)

青本は昭和43年に改訂されることになる。この版では、執筆者に建築衛生学者が参加することにより、換気・空気の章の頁数が増え、以降、みることのないほどの充実ぶりとなっている。ここでは従来の二酸化炭素汚染指標濃度を1000ppmから1500ppmに緩和するいきさつがくわしく書かれている。ただ、当時の設定が児童数50名となっているので、現在の30名で再検討する必要がある。二酸化炭素だけでなく、体臭の観点から換気量を検討しているのも昭和43年版の特徴である。体臭の観点からみると児童対象の方が成人の場合よりも換気量が多く必要とのことである。

4) 学校環境衛生基準の概要

〔基準〕

1 検査項目

教室の空気

2 検査時期

定期検査は、毎学年最も暑い時期（7月～9月上旬）および最も寒い時期（1月～2月）にそれぞれ行なう。

臨時検査は、必要に応じて行なう。

日常検査は、毎授業日に行なう。

3 検査事項

(1) 定期検査は、次のア～オの事項について行ない、カおよびキの事項については、特に必要と認める場合に行なうものとする。

ア 温度、湿度、気流

イ 感覚温度

ウ 二酸化炭素

エ じんあい

オ 落下細菌

カ 熱輻射

キ 一酸化炭素

(2) 臨時検査は、状況に応じて必要な事項について行なう。

(3) 日常検査は、温度および湿度について行なう。

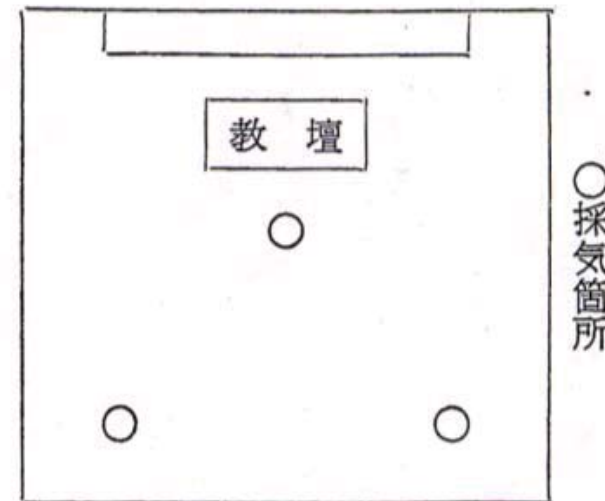
4) 学校環境衛生基準の概要

4 検 査 方 法

- (1) 定期検査は、日常検査の結果に基づき原則として外気静穏で、内外温度差 5°C 以下のときに、二、三の教室を選び、閉窓時に次のア～ウに示すいずれかの方法によって、二酸化炭素の蓄積または減衰状況を調べ、換気回数を求める。

二酸化炭素は、第2図に示す3か所の児童生徒の腰掛け時の呼吸面より30cm高い場所で、15分間隔で3回換気し測定する。この場合、換気は、室外からとることが望ましいが、採気者1名程度の在室はさしつかえない。（授業終了時のみで算定する方法も記述されている）

第2図



4) 学校環境衛生基準の概要

〔基準〕

- (2) 二酸化炭素：換気の基準として、教室内の二酸化炭素の濃度が1500ppm (0.15%) 以下であることが望ましい。

換気量判定の基準について

教室空気汚染を何を指標としてはかり、必要最小限の換気量を決定するかは、従来いろいろと論議されてきたことである。その代表的なものに2説ある。

一つは呼気による二酸化炭素濃度を空気全般の汚染の指標とするもので、古くから本邦でも採用され、濃度0.1%をその指標濃度としている。(もう1つは体臭による評価である)

これを根拠として換気量を計算すると1人当りの必要新鮮空気量は定常換気として1時間当り約33m³となり、今日の本邦の機械換気の場合の基準値となっている。

4) 学校環境衛生基準の概要

学校環境衛生基準の歴史(3)

「学校環境衛生の基準」は、その後、1982年に改訂され、この改訂時の執筆陣には建築関係の研究者は含まれていないが、内容は1968年版を踏襲している箇所が多い。「換気の基準として、教室内の二酸化炭素濃度が1500ppm以下であることが望ましい」という記述も変わっていない。→ 現在に至る(しかし、現行基準では二酸化炭素濃度は「換気」の項目で扱われている)。

シックハウス・シックスクール問題

2008年に「学校保健法」が「学校保健安全法」に改められ、「学校環境衛生基準」を定めることが新たに明記されるとともに、「学校の設置者」及び「校長」の責務が明確となった。旧基準の「学校環境衛生の基準」は文部科学省の「**通知**」であるが、「学校環境衛生基準」は文部科学省の「**告示**」であり、法規範としての階層は上がっている。

5) 学校環境衛生基準に基づく空気検査の検査結果

学校薬剤師による空気検査(東京X区の場合)

○各学校長が測定場所を2か所指定。指定箇所を学校薬剤師が測定。

○測定手順: 児童在室状態にて、①授業開始5～15分後、②15～25分後、③30～40分後の計3回、測定する(15分おきが多い)。①～③の教室における計測の前、もしくは後に近接する廊下で1回、測定を行うが、外気における測定は外気温、風速のみ。

○主な記録項目: 学校名、日時、対象教室階数、学年組名、教室名、授業内容、容積、天気、教師数、児童生徒数、検査者数、暖房使用の有無、暖房の種類、戸外側/廊下側開口部の開度(cm)

○測定機器: CO₂濃度(北川式検知管)、気温・湿度(温湿度ロガー)

(自治体によっては、授業中2回の二酸化炭素濃度測定、1回の測定もある。)

5) 学校環境衛生基準に基づく空気検査の検査結果

H19～21年度のX区における冬期空気検査結果の基本統計

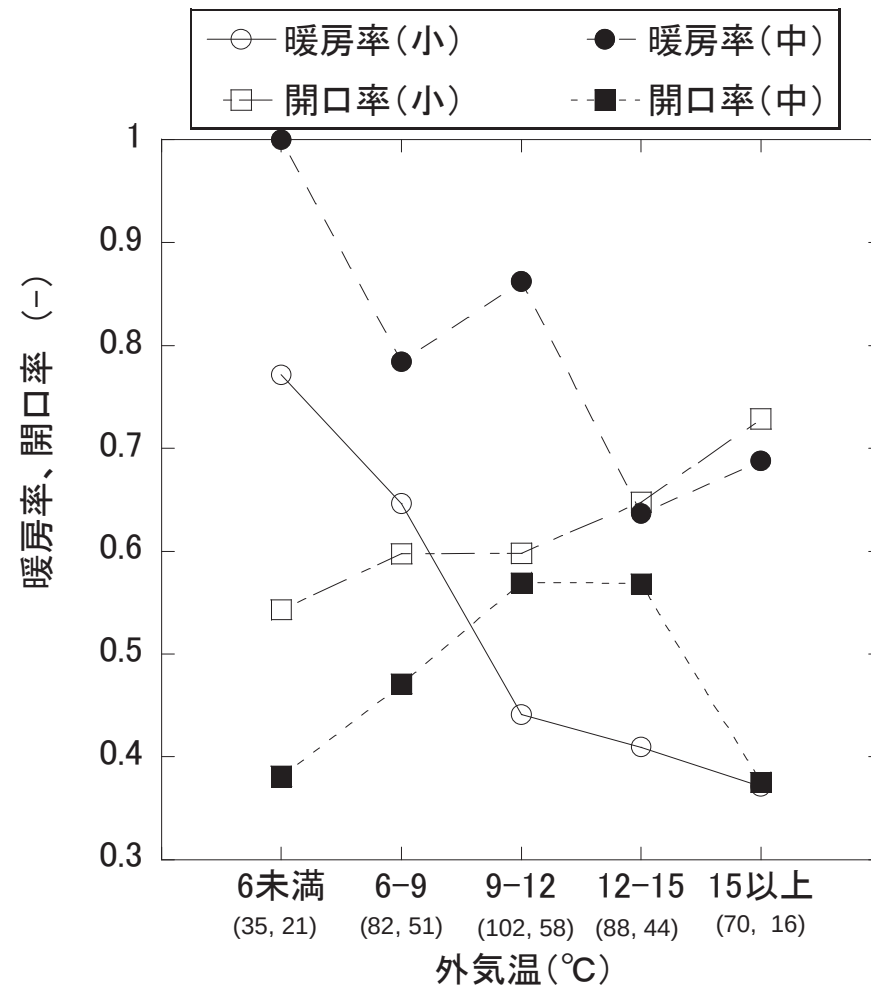
	小学校教室 ^a						中学校教室 ^b					
	外気 温 (℃)	空気 温度 (℃)	相対 湿度 (%)	CO ₂ 濃 度(%)	換気 回数 ¹ (h ⁻¹)	換気 回数 ² (h ⁻¹)	外気 温 (℃)	空気 温度 (℃)	相対 湿度 (%)	CO ₂ 濃 度(%)	換気 回数 ¹ (h ⁻¹)	換気 回数 ² (h ⁻¹)
n	266	269	269	269	268	268	145	147	147	147	147	147
平均	10.8	18.9	38.3	0.133	4.3	3.1	9.7	21.0	39.9	0.169	4.4	2.9
SD	3.9	2.6	11.1	0.060	3.5	3.1	3.7	3.0	10.8	0.066	4.0	3.0
min	0.0	11.0	13.0	0.030	0.6	0.7	0.0	13.1	17.0	0.040	1.0	0.6
max	21.0	27.5	78.0	0.360	24.4	24.4	25.4	29.6	73.0	0.400	23.7	23.8
25%タイル	8.0	17.1	31.0	0.090	2.1	1.5	7.0	19.4	33.3	0.120	2.3	1.5
50%タイル	10.0	18.8	37.0	0.120	3.0	2.1	9.3	21.1	39.0	0.160	3.2	2.1
75%タイル	13.6	20.3	45.3	0.180	5.1	3.3	12.0	22.9	45.0	0.200	4.9	2.9
¹ 1～3回のCO ₂ 濃度変化から算定					² 3回目のCO ₂ 濃度を定常濃度として算定							
^{1,2} 一人当たりのCO ₂ 呼出量は大人22L/h、中学生16L/h、小学生11L/hとしている。												
^{1,2} 外気のCO ₂ 濃度を廊下CO ₂ 濃度の最低値の0.03%としている												
^a 95%が普通教室				^b 93%が普通教室								

5)学校環境衛生基準に基づく空気検査の検査結果

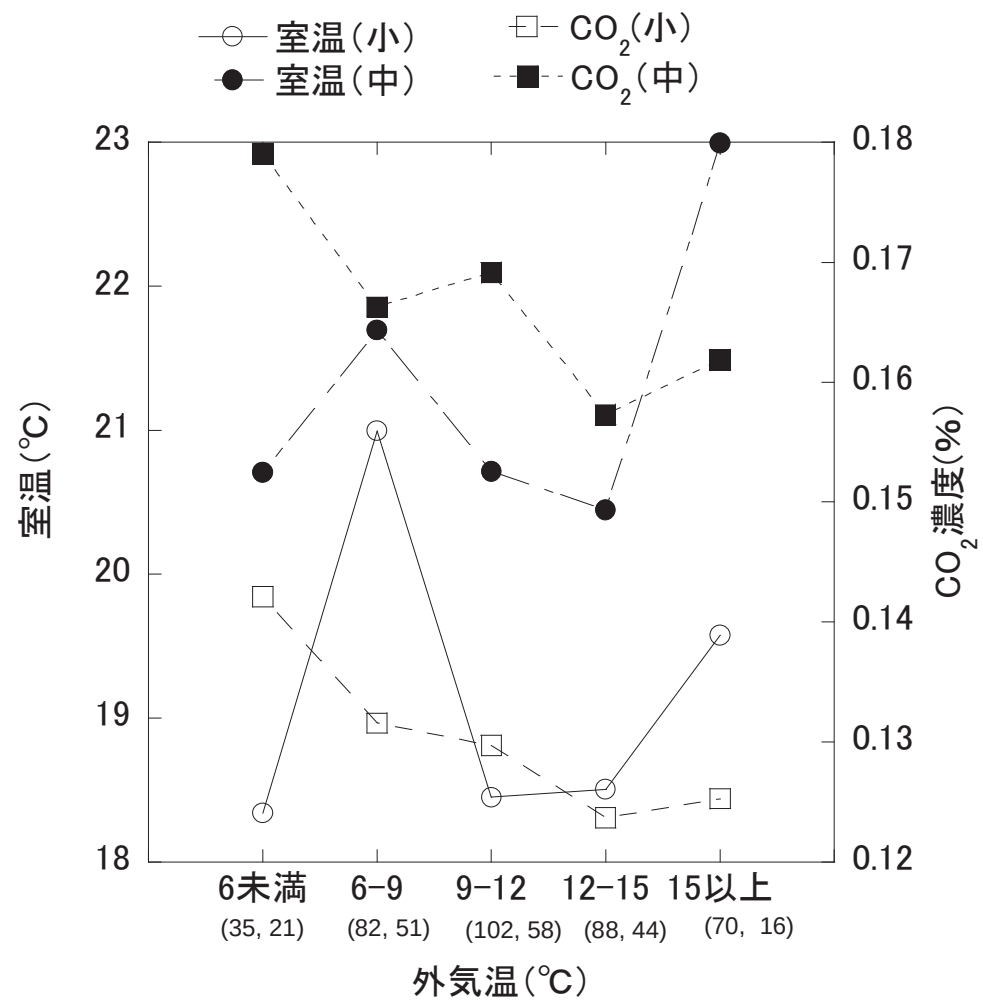
換気回数の計測結果と算定結果との比較(1)

	小学校教室				中学校教室			
	CO ₂ 濃度(%)	換気回数 ⁰ (h ⁻¹)	換気回数 ¹ (h ⁻¹)	換気回数 ² (h ⁻¹)	CO ₂ 濃度(%)	換気回数 ⁰ (h ⁻¹)	換気回数 ¹ (h ⁻¹)	換気回数 ² (h ⁻¹)
n	269	269	268	268	147	147	147	147
平均	0.133	3.5	4.3	3.1	0.169	3.2	4.4	2.9
SD	0.060	3.8	3.5	3.1	0.066	2.6	4.0	3.0
min	0.030	0.1	0.6	0.7	0.040	0.6	1.0	0.6
max	0.360	34.0	24.4	24.4	0.400	18.0	23.7	23.8
25%タイル	0.090	1.6	2.1	1.5	0.120	1.7	2.3	1.5
50%タイル	0.120	2.2	3.0	2.1	0.160	2.4	3.2	2.1
75%タイル	0.180	3.9	5.1	3.3	0.200	3.8	4.9	2.9
⁰ 学校薬剤師の検査記録による値								
¹ 1～3回のCO ₂ 濃度変化から算定				² 3回目のCO ₂ 濃度を定常濃度として算定				
^{1,2} 一人当たりのCO ₂ 呼出量は大人22L/h、中学生16L/h、小学生11L/hとしている。								
^{1,2} 外気のCO ₂ 濃度を廊下CO ₂ 濃度の最低値の0.03%としている								

5) 学校環境衛生基準に基づく空気検査の検査結果



5) 学校環境衛生基準に基づく空気検査の検査結果



6) 特定建築物規模の学校における空気環境衛生調査

東京都X区の延床8000m²超の特定建築物相当小中学校の
「建築物衛生法」に基づく空気環境衛生調査結果

調査対象期間：平成19年度～22年度の4年間

調査対象校：公立小学校10校，公立中学校5校

調査項目：専門業者によりCO₂濃度，CO濃度，粉塵濃度，
気流速，空気温度，相対湿度の空気検査項目が年6回，二
か月ごとに測定された。

検査方法：対象校舎の各階につき2教室を対象教室として
選定し，同一年度は原則，同一教室を年を通して計測する。
各対象教室に対し午前と午後の2回測定する。外気について
も午前・午後に1回ずつ測定する。

6) 特定建築物規模の学校における空気環境衛生調査

小学校における夏期測定結果

	外気温 (°C)	外気相 対湿度 (%)	外気 CO ₂ 濃 度(ppm)	室内温 度(°C)	室内相 対湿度 (%)	室内CO ₂ 濃度 ¹ (ppm)	室内CO ₂ 濃度 ² (ppm)
n数	98	98	98	573	575	575	431
平均	26.5	62.0	460.3	26.8	62.0	758.6	777.8
SD	3.3	14.6	78.8	3.3	11.4	314.7	321.2
最小値	16.9	31.1	370.0	16.9	32.8	380.0	380.0
最大値	32.8	90.0	644.0	32.8	91.0	2200.0	2200.0
25%タイル	25.2	50.0	400.0	25.3	53.3	560.0	576.5
50%タイル	26.8	64.2	426.0	27.6	62.0	659.0	680.0
75%タイル	28.7	72.3	513.3	29.0	70.4	833.0	896.3

室内CO₂¹: 在室人数が1名以上のデータで算出

室内CO₂²: 室在室人数が20名以上のデータで算出

6) 特定建築物規模の学校における空気環境衛生調査

中学校における夏期測定結果

	外気 温 (°C)	外気相 対湿度 (%)	外気 CO ₂ 濃 度(ppm)	室内温 度(°C)	室内相 対湿度 (%)	室内 CO ₂ 濃 度 ¹ (ppm)	室内 CO ₂ 濃 度 ² (ppm)
n数	54	54	54	240	240	238	146
平均	25.7	66.2	473.0	26.1	61.9	1041.2	1229.8
SD	3.1	16.3	80.7	1.8	10.8	627.8	672.2
最小値	18.0	26.6	370.0	22.1	32.9	400.0	522.0
最大値	31.4	92.0	640.0	31.7	84.1	4352.0	4352.0
25%タイル	23.4	52.3	420.0	24.9	54.0	601.0	767.0
50%タイル	26.0	70.0	429.5	26.0	63.0	804.5	1004.5
75%タイル	28.1	78.9	538.5	27.3	70.7	1242.5	1407.5

室内CO₂¹: 在室人数が1名以上のデータで算出

室内CO₂²: 在室人数が20名以上のデータで算出

6) 特定建築物規模の学校における空気環境衛生調査

小学校における中間期測定結果

	外気温 (°C)	外気相 対湿度 (%)	外気 CO ₂ 濃 度(ppm)	室内温 度(°C)	室内相 対湿度 (%)	室内CO ₂ 濃度 ¹ (ppm)	室内CO ₂ 濃度 ² (ppm)
n数	86	86	86	566	566	566	379
平均	18.6	51.1	432.8	21.8	52.4	865.0	939.7
SD	3.7	15.0	35.4	2.7	11.6	410.1	434.9
最小値	10.5	24.8	370.0	14.2	24.0	370.0	410.0
最大値	26.8	85.0	569.0	27.3	87.0	3600.0	3600.0
25%タイル	15.8	39.0	409.3	19.7	45.0	600.0	648.0
50%タイル	19.3	50.8	429.0	21.7	53.0	785.5	805.0
75%タイル	21.1	58.2	450.0	24.2	60.0	1000.0	1100.0

室内CO₂¹: 在室人数が1名以上のデータで算出

室内CO₂²: 室在室人数が20名以上のデータで算出

6) 特定建築物規模の学校における空気環境衛生調査

中学校における中間期測定結果

	外気温 (°C)	外気相 対湿度 (%)	外気 CO ₂ 濃 度(ppm)	室内温 度(°C)	室内相 対湿度 (%)	室内CO ₂ 濃度 ¹ (ppm)	室内CO ₂ 濃度 ² (ppm)
n数	47	47	47	243	243	243	148
平均	19.6	53.4	438.4	22.4	53.8	932.1	1075.9
SD	3.6	16.8	33.0	2.8	11.9	552.2	599.2
最小値	11.6	22.0	380.0	15.0	16.0	370.0	370.0
最大値	26.2	91.5	518.0	28.8	85.0	2800.0	2800.0
25%タイル	17.1	42.9	422.0	20.1	48.0	569.0	658.3
50%タイル	19.4	51.0	427.0	23.0	55.0	745.0	861.0
75%タイル	22.4	62.2	452.5	24.5	61.0	1143.0	1312.5

室内CO₂¹: 在室人数が1名以上のデータで算出

室内CO₂²: 室在室人数が20名以上のデータで算出

6) 特定建築物規模の学校における空気環境衛生調査

小学校における冬期測定結果

	外気温 (°C)	外気相 対湿度 (%)	外気 CO ₂ 濃 度(ppm)	室内温 度(°C)	室内相 対湿度 (%)	室内CO ₂ 濃度 ¹ (ppm)	室内CO ₂ 濃度 ² (ppm)
n数	93	93	93	564	564	564	354
平均	11.3	46.6	430.3	18.9	39.0	974.4	1081.6
SD	3.6	15.9	24.1	2.1	10.2	415.0	417.7
最小値	3.6	17.0	380.0	6.8	22.2	390.0	487.0
最大値	21.2	85.0	520.0	25.0	73.0	3000.0	3000.0
25%タイル	9.2	33.3	422.0	17.8	31.0	668.8	800.0
50%タイル	11.1	45.2	426.0	19.0	37.0	878.0	993.5
75%タイル	13.4	59.5	434.0	20.2	45.6	1200.0	1292.3

室内CO₂¹: 在室人数が1名以上のデータで算出

室内CO₂²: 室在室人数が20名以上のデータで算出

6) 特定建築物規模の学校における空気環境衛生調査

中学校における冬期測定結果

	外気温 (°C)	外気相 対湿度 (%)	外気 CO ₂ 濃 度(ppm)	室内温 度(°C)	室内相 対湿度 (%)	室内CO ₂ 濃度 ¹ (ppm)	室内CO ₂ 濃度 ² (ppm)
n数	48	47	48	239	239	239	144
平均	11.4	46.7	435.6	20.3	39.8	1091.9	1327.0
SD	3.7	13.2	18.2	2.3	10.3	587.2	615.8
最小値	5.0	20.5	400.0	13.7	18.0	400.0	500.0
最大値	19.5	70.0	490.0	25.4	80.0	3600.0	3600.0
25%タイル	8.8	35.2	424.0	18.8	32.7	640.5	895.3
50%タイル	11.0	48.0	433.0	20.3	39.0	940.0	1210.5
75%タイル	13.7	57.0	440.0	21.9	47.4	1352.5	1626.0

室内CO₂¹: 在室人数が1名以上のデータで算出

室内CO₂²: 室在室人数が20名以上のデータで算出

6) 特定建築物規模の学校における空気環境衛生調査

小中学校の基準不適率(%)

	小学校			中学校		
夏季						
	室温	相对湿度	CO ₂ 濃度	室温	相对湿度	CO ₂ 濃度
基準1	6.1	6.1	4.9	3.3	2.5	24.0
基準2	27.1	28.2	14.2	15.4	29.2	50.0
中間期						
	室温	相对湿度	CO ₂ 濃度	室温	相对湿度	CO ₂ 濃度
基準1	0.0	3.9	7.7	0.0	3.7	18.9
基準2	3.5	20.3	29.8	4.5	19.8	38.5
冬期						
	室温	相对湿度	CO ₂ 濃度	室温	相对湿度	CO ₂ 濃度
基準1	0.0	17.9	13.0	0.0	16.3	31.9
基準2	14.0	59.6	45.5	6.3	54.0	58.3
(基準1)室温: 10℃以上30℃以下、相对湿度: 30%以上80%以下、CO ₂ : 1500ppm以下						
(基準2)室温: 17℃以上28℃以下、相对湿度: 40%以上70%以下、CO ₂ : 1000ppm以下						

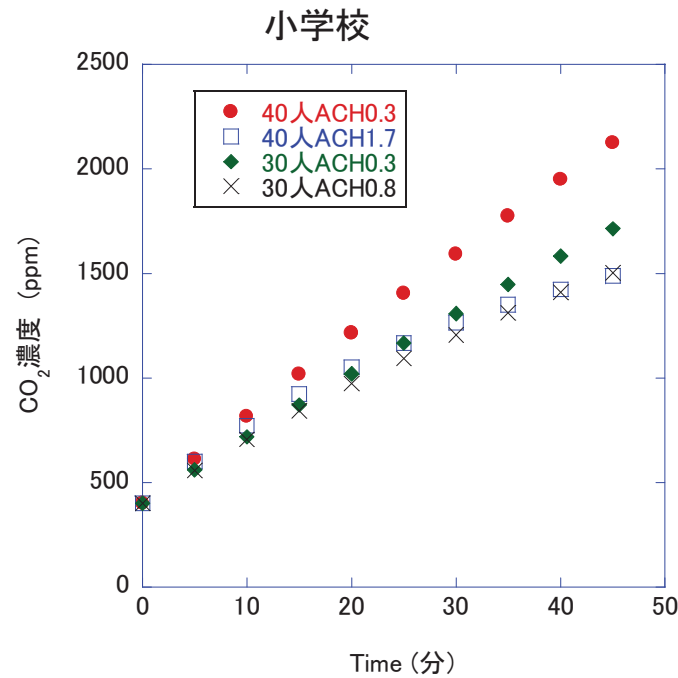
6) 特定建築物規模の学校における空気環境衛生調査

冬期空気検査結果における学校規模の違い(学校薬剤師検査H19-H21)

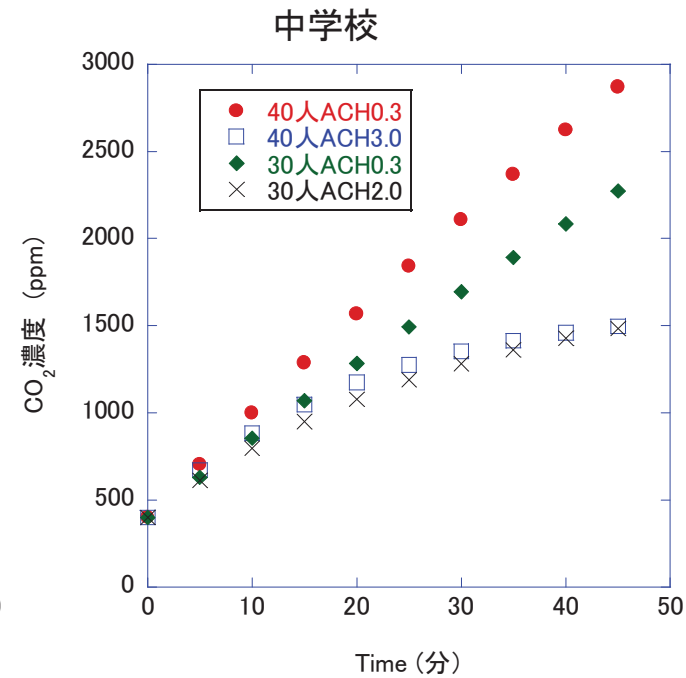
	小学校(特定建築物除)					小学校(特定建築物)			
	温度(°C)	湿度(%)	CO ₂ (%)	児童数		温度(°C)	湿度(%)	CO ₂ (%)	児童数
平均	19.1	41.9	0.1284	28.7		19.9	36.2	0.1203	29.8
SD	10.3	33.8	0.0759	6.5		2.7	10.7	0.0514	6.0
n	324	324	324	323		60	60	60	156
25%タイル	17	32	0.08	26		18.775	29.9	0.07	27
50%タイル	18.45	38	0.12	30		19.55	36.25	0.12	31
75%タイル	20	48	0.17	33		21.225	42.625	0.1525	34
	中学校(特定建築物除)					中学校(特定建築物)			
	温度(°C)	湿度(%)	CO ₂ (%)	生徒数		温度(°C)	湿度(%)	CO ₂ (%)	生徒数
平均	20.8	39.0	0.1679	31.3		22.5	39.4	0.1581	28.4
SD	2.8	10.8	0.0693	4.7		3.0698	9.8996	0.0527	9.5
n	156	156	156	60		36	36	36	36
25%タイル	19.2	32.925	0.12	28		20.475	33	0.12	27.5
50%タイル	21	38	0.16	32		21.95	39	0.155	32
75%タイル	22.425	44.25	0.2	35		24.475	43.75	0.2	34

6) 特定建築物規模の学校における空気環境衛生調査

在室人数と換気回数の差異によるCO₂濃度経時変化(1500ppm)



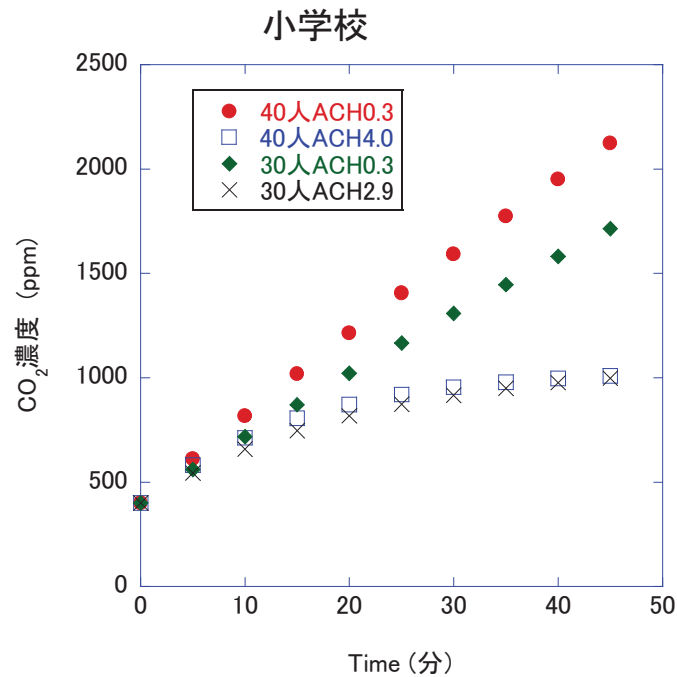
凡例 上から
 1.4、7.7、1.8、4.8 m³/h・人
 定常 10.5 m³/h・人



凡例 上から
 1.4、18、1.8、12 m³/h・人
 定常 15.2 m³/h・人

6) 特定建築物規模の学校における空気環境衛生調査

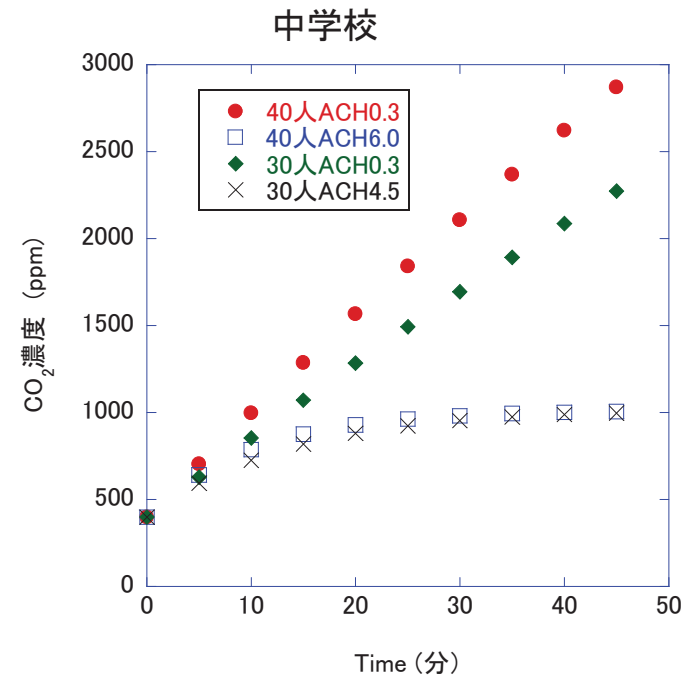
在室人数と換気回数の差異によるCO₂濃度経時変化(1000ppm)



凡例 上から

1.4、18、1.8、17.4 m³/h・人

定常 19.6 m³/h・人



凡例 上から

1.4、27、1.8、27 m³/h・人

定常 27.9 m³/h・人

7) 今後の課題

- 実施された空気検査の結果を解析し、現状を把握することが重要
- 各組織が、均一の測定方法で検査を行う必要がある
- 検査結果が不適合だった場合の対応を明確にする
- 情報の共有とフィードバック
- 暑さ・寒さと比べ知覚しにくい換気・空気質の状況を教師や生徒に知覚させる工夫。