冷房導入前後の小学校普通教室における夏季の温熱・空気環境の実態 に関する研究

INDOOR AIR QUALITY AND THERMAL ENVIRONMENT IN CLASSROOMS OF AN ELEMENTARY SCHOOL DURING SUMMER SEASON BEFORE/AFTER INSTALLING AIR CONDITIONER

岩下 剛*, 古賀 隆文**
Go IWASHITA and Takafumi KOGA

The number of schools, where air conditioners for cooling are equipped, has been rapidly increasing in Tokyo. Although most home has air conditioner in Tokyo, pupils do not get used to school life exposed to air conditioned space in public elementary schools. The purpose of this study is to investigate the change of pupils' behavior and corresponding indoor environmental change after installing cooling system into classrooms. Air temperature, relative humidity and CO₂ concentration were measured during summer season in twelve classrooms in an elementary school before installing cooling system and after installing. The investigated public elementary school is located in downtown Tokyo and has twelve classes, i.e., each grade has two classes. The questionnaire survey was conducted for investigating pupils' perception and learning performance after installing air conditioner. The absenteeism survey was also conducted for health effect of air conditioned classroom.

Keywords: Air conditioner, Room temperature, Carbon dioxide, Learning performance, Absenteeism

冷房, 室温, 二酸化炭素, 学習効率, 欠席率

1. はじめに

夏季の酷暑、二学期制による夏休み期間の短縮、学習効率向上への期待など様々な背景のもと、小学校、中学校の普通教室への冷房導入はすすみつつある。たとえば、朝日新聞編集部が 2006 年 6 月末に行った公立学校のクーラー設置状況調査によると、都道府県立高校の普通教室への設置率は全国で 32.3%、北海道と東北 6 県を除くと 37.3%であるという¹⁾。15ある政令指定都市の小学校は 6.4%、中学校は 12.3%であり、東京 23 区の小中学校は設置率 100%の区が多く、平均設置率は小学校が 45.6%、中学校が 67.4%であったとのことである¹⁾。

2007 年に都立高校への冷房導入を決定した東京都は冷房導入の背景の一つとして、東京における気温上昇を挙げている²⁾。都立高校の教室内温度は、気象庁発表の東京の気温に比べ約 2.3℃高い傾向にあり、28℃以上の日の出現率は 7 月で 63% (夏季休業期間中を除く)、9 月で 78%を占めるとのことである²⁾。このような状態では、「学校環境衛生の基準」で示される最も望ましい教室内温度 (夏季: 25~28℃) を保つことができないため、地域や階数にかかわらず 5℃以上の降温が可能なような教室内の温熱環境改善が求められるとしている²⁾。これは校舎構造が複雑で、風通しが良くない学校が半数以上を占めるといわれている都立高校の現状であるが、今後、都内の、そして全国の公立小学校において冷房設備が導入されてい

くのであれば、冷房導入前後の教室内温熱環境の状況を把握しておく必要がある。また、冷房機器が導入された場合、どの程度の室温降下が得られ、それが児童の知覚、健康性へどのような影響を及ぼすかを調査しておくことは重要である。そこで、2007 年夏季に冷房機器の導入が予定されている東京都内の公立小学校において、導入前年度の 2006 年夏季から冷房導入後の 2007 年にかけて温湿度の継続測定を行うことを計画した。なお、冷房導入の初年度は冷房使用開始が 7 月 1 日からであり、通常の冷房使用可能期間である 6 月初日~9 月末日になるのは 2008 年からであるため、参考として 2008 年夏季にも温湿度実測を継続した。また冷房機導入による換気量の変化を調査するために、冷房導入直前である 2007 年中間期と導入後の 2007 年夏季において室内 CO₂濃度の連続測定を行った。

Seppänen らが行ったオフィスにおける作業効率に関する文献レビュー³⁾では作業効率は室温が 22~23℃を超えると室温上昇とともに減少すると報告されている。冷房導入による室温の降下は、このように学習のしやすさ、学習効率に影響を与えと考えられる。そこで本研究では、対象小学校の児童に、室内温熱・空気環境の評価とともに学習のしやすさに関するアンケートに答えてもらうことにした。一方、冷房導入による健康影響を推測する手法として児童の欠席率調査を採用した。

* 東京都市大学工学部建築学科 教授・工博

** 東急建設㈱ 修士(工学)
(当時 武蔵工業大学 大学院生)

Prof., Dept. of Architecture, Tokyo City University, Dr. Eng.
Tokyu Construction, M. Eng.
(Former, Graduate Student, Musashi Institute of Technology)

2. 実測方法

2.1 物理測定

本研究の実測対象となったのは、東京 23 区内の公立 S 小学校であり、各学年 2 学級の計 12 学級からなる。ただし、2008 年のみ、4 年生は 3 組までであるため、13 学級ある。この普通教室において表 1 に示す期間に空気温度、相対湿度、二酸化炭素濃度の連続測定を行った。2006 年は冷房機器が各普通教室に設定されていない状態での実測であり、2007 年および 2008 年は冷房機器が導入された状態での実測である。なお、2007 年夏季の冷房設備使用可能期間は 7 月～9 月、2008 年の冷房使用可能期間は 6 月～9 月である。温湿度測定はメモリー付温湿度計（T&D 社 72U）、二酸化炭素（CO₂）濃度測定は CO₂ モニター（リオンテック社 FCDR-02）を用い、これらを各教室の黒板上部に設置した。測定間隔は 30 分である。

表 1 測定項目及び実測期間

年	実施期間	測定項目
2006	6 月 22 日～9 月 29 日	室内空気温度、相対湿度
2007	6 月 4 日～9 月 28 日	室内空気温度、相対湿度
	6 月 4 日～9 月 21 日	室内 CO ₂ 濃度
2008	6 月 2 日～9 月 30 日	室内空気温度、相対湿度

2.2 アンケート調査

実測対象学級の全ての児童に対し、冷房導入前の 2006 年夏季および 2007 年夏季にアンケート調査を行った。アンケート項目を表 2 に示す。なお、アンケート項目は当該小学校の教師と相談し、各学級で理解できるような内容にした。アンケート調査は、2006 年夏季は 7 月 11 日～7 月 20 日の期間に、2007 年夏季は 9 月 13 日～9 月 19 日の期間に行った。アンケート用紙の配布・回収は各学級の担任が行い、実施時間帯はホームルームの時間である。表 2 のうち、質問 5、6 は冷房導入後の 2007 年のみの項目である。また、質問 4 は高学年にのみ設定した質問である。

表 2 アンケート項目

1	あなたの席のまわりの温度をどう感じますか[温冷感] (2)とても暑い (1)暑い (0)ちょうどよい (-1)寒い (-2)とても寒い
2	席のまわりの空気はじめじめしていますか[湿度感] (2)とてもじめじめしている (1)じめじめしている (0)じめじめしていない
3	教室で嫌なにおいが気になることはありますか[臭気感] (2)よくある (1)時々ある (0)ない
4	暑くて授業に集中できないことはありますか[集中阻害感] (2)よくある (1)時々ある (0)ない
5	教室に冷房が入り勉強しやすくなりましたか[冷房効果] (2)とても勉強しやすくなった (1)勉強しやすくなった (0)変わらない (-1)勉強しづらくなった
6	冷房を不快に感じることはありますか[冷房不快感] (2)よくある (1)時々ある (0)ない

2.3 欠席率調査

実測対象校では、毎日、学級ごとの出欠席票が作成されているため、出欠席票に基づき、各学級の経時的な欠席率変動を求めた。欠席率とは、各学級において欠席者数を在籍児童数で除したものである。なお、欠席者数の算定には、忌引きや旅行、怪我等による長期欠席が理由とされるものは含まれていない。しかし、明確にインフルエンザや風邪が事由となっているものばかりではないため、欠席率はおおまかな健康影響をみる指標と捉えている。

3 実測結果

3.1 温度・湿度

S 小学校の 2006 年夏季、2007 年夏季、2008 年夏季の実測期間における室温・相対湿度の平均値、標準偏差、最大値、最小値を表 3 に示す。なおデータは生徒が在籍していると考えられる午前 8 時半から午後 4 時までのデータを用いている。また夏季の期間としてデータ算出に用いたのは、2006 年は 7 月 3 日～9 月 29 日、2007 年は 7 月 2 日～9 月 28 日、2008 年では 7 月 2 日～9 月 30 日であり、土日および夏休み期間は除いている。各実測年ごとの全教室平均室温を比較すると、2006 年の平均は 28.0℃、2007 年は 26.3℃、2008 年は 27.1℃であり自然室温状態である 2006 年が最も高く冷房導入直後の 2007 年が最も低い値を示している。2008 年では 2007 年より平均室温で 0.8℃上昇しているが、これは 2007 年と 2008 年の外気温の差が第一の要因として考えられる。当該地域に近い新木場の気象データを用いて実測期間の外気温を計算すると、2006 年は 23.7℃、2007 年は 24.0℃、2008 年は 24.8℃となっており、2008 年の方が最も外気温が高くなっている。冷房導入後といえども、児童がホームルーム教室に不在の授業の場合、冷房は停止されているため、室温は外気温の影響が大きいと考えられる。

図 1 S 小学校全教室の室温累積頻度分布

実測期間のどの教室においても室温の平均値は「学校環境衛生の基準」である 30℃以下の望ましい基準を満たしているが、平均室温が最も望ましい基準（25～28℃）を満たしている教室は冷房導入前の 2006 年は約半数であった。最も望ましい基準の範囲に入っていない教室における平均室温は 28℃台になっており、ビル衛生管理法の観点からは基準を超えていることになる。2006 年と 2007 年の外

表 3 夏季の各教室における室内温湿度の平均値、最大値、最小値

	階数	2006年							2007年							2008年						
		温度(°C)				相対湿度(%)			温度(°C)				相対湿度(%)			温度(°C)				相対湿度(%)		
		mean	s.d.	max	min	mean	max	min	mean	s.d.	max	min	mean	max	min	mean	s.d.	max	min	mean	max	min
1年1組	2	27.7	1.9	31.7	22.5	64.8	82	54	25.9	1.3	30.1	20.5	64.6	88	45	26.2	1.6	30	22.5	60.4	84	33
1年2組	2	27.8	2.0	32.2	23.2	64.4	83	54	26.0	1.3	30.0	22.9	67.2	91	49	27.1	1.6	31.3	23.2	61.5	83	27
2年1組	2	27.8	2.0	32	22.5	64.7	82	54	26.1	1.2	29.6	22.9	68.2	90	44	26.2	1.4	30.7	22	58.4	82	30
2年2組	2	27.9	2.0	32.7	23.2	63.6	82	56	26.0	1.3	29.6	21.7	67.6	90	48	27.0	1.5	30.5	22.4	60.8	80	26
3年1組	2	27.9	1.9	32.2	23.3	64.3	83	55	26.1	1.4	30.6	22.4	65.8	87	49	27.0	1.6	30.5	22.8	61.5	84	28
3年2組	2	28.0	1.9	32.4	24.1	63.7	81	54	26.8	1.2	30.8	23.2	66.2	86	48	27.0	1.4	30.6	23.1	60.0	82	30
4年1組	3	28.1	1.9	31.5	23.4	62.9	80	53	27.0	1.3	31.4	23.7	64.3	85	39	27.7	1.8	32.1	22.8	56.8	82	25
4年2組	3	28.1	2.3	33.1	22.9	63.0	81	53	27.1	1.3	31.1	23.3	64.7	85	37	27.5	1.6	31.6	22.8	56.1	79	26
4年3組	3															26.3	1.8	31.8	22.8	59.1	84	26
5年1組	3	28.1	2.4	33.3	22.8	62.0	88	53	25.7	2.0	31.6	21.4	65.6	86	42	26.8	2.2	31.9	21.4	59.1	80	29
5年2組	3	27.7	1.8	31.2	23.7	65.6	82	54	26.2	1.8	32.4	20.6	66.1	86	44	27.4	1.8	31.9	23	59.6	83	31
6年1組	3	28.2	2.4	33.1	23	61.2	80	50	27.0	1.1	30.8	24.2	62.9	83	45	27.7	1.9	33.5	23.3	51.4	76	27
6年2組	3	28.4	2.4	33.2	23.3	61.8	79	52	26.2	1.8	30.6	20.0	64.3	80	40	27.7	2.2	32.8	22.8	55.0	76	29
平均		28.0				63.5			26.3				65.6			27.1				58.3		

2006年、2007年の実測時には4年3組はなかった

気温を比較すると、上述のように、その差は 0.3℃と非常に小さいが、全教室平均室温では 1.7℃の差がある。表 3 は統計値として平均値等を掲載してあるが、基準を満たしていた時間帯（時間長さ）を把握するために、夏季期間の全教室の室温累積頻度分布を図 1 に示す。図 1 をみると、2006 年は教室の室温 28℃以下の時間帯が全体の 40%である一方、冷房導入直後の 2007 年は 28℃以下の時間帯が 90%、2008 年では 70%となっている。また 30℃以下の時間帯は 2006 年では 70%、2007 年では 96%以上、2008 年は 92%以上となっている。この結果をまとめると学校環境衛生の基準で望ましい温度の上限とされる 30℃を超える時間帯は、冷房導入により、30%から 4～8%へ減少したといえ、これをビル衛生管理法の室温基準の 28℃に読み替えると、室温 28℃を超える時間帯は冷房導入により、60%から 10～30%へ減少したといえる。小学校教室の場合、音楽や理科の実験など特別教室で行うものや体育など校庭・体育館・プールで行うものがあり、実際のホームルーム教室在室時間は 90%以下と考えられるため、冷房導入により、教室在室時間における室温は、学校環境衛生の基準およびビル衛生管理法の基準両方をほぼ満たすレベルになったと考えられる。

3.2 CO₂ 濃度・換気回数

実測対象教室の 2007 年夏季の冷房導入前後における CO₂ 濃度の平均値、標準偏差および最大値を表 4 に示す。冷房導入前は 2007 年 6 月 4 日～6 月 28 日の期間であり、冷房導入後は 2007 年 7 月 2 日～9 月 21 日の期間（夏休み期間除く）である。なお、統計値の計算時間帯は温湿度と同様に午前 8 時半から午後 4 時までである。冷房導入前の 6 月は中間期ということもあり、窓開放面積は大きいと考えられ、室内 CO₂ 濃度の全教室平均は 672ppm と低濃度であった。各学級ごとの平均 CO₂ 濃度を比較しても大きな差異はなく、600～744ppm の範囲に収まっている。

冷房導入後の、全教室平均 CO₂ 濃度は 1231ppm であり、学校環境衛生の基準の 1500ppm は満たしているが、ビル衛生管理法の 1000ppm は超えている。冷房導入後は冷房導入前に比べ CO₂ 濃度の標準偏差が大きいため、冷房運転/非運転による窓・扉の開閉の頻

度の多さが、CO₂ 濃度の大きな変動に影響を及ぼしていると考えられる。

表 4 2007 年冷房導入前後の平均 CO₂ 濃度

	冷房導入前			冷房導入後		
	Av.	s.d.	max	Av.	s.d.	max
1年1組	705	219	1930	940	470	2770
1年2組	627	149	1550	1231	519	2490
2年1組	628	104	1050	827	392	2490
2年2組	671	147	1390	1063	486	3450
3年1組	データ欠測			1527	1008	5000
3年2組	721	197	1430	1372	523	3300
4年1組	744	229	1630	1121	607	3340
4年2組	670	198	1870	1642	987	4480
5年1組	715	195	1260	1285	574	3750
5年2組	データ欠測			1199	488	3040
6年1組	639	114	1050	816	356	3350
6年2組	600	88	860	1753	1003	4890
平均	672			1231		

実測対象教室の 2007 年夏季の冷房導入前後における換気回数の平均値、標準偏差、最大値および最小値を表 5 に示す。換気回数は各測定時刻における CO₂ 濃度測定値から式(1)を用いて算定した。なお、在室者一人あたりの CO₂ 発生量は 0.01m³/h と仮定し、室外の CO₂ 濃度は 400ppm 一定として算定した。また、児童数は当日の出席票から求めた。

$$Q = \frac{M}{C - C_0} \quad (1)$$

ここで

Q: 換気量[m³/h] M: CO₂ 発生量[m³/h]

C: 室内 CO₂ 濃度測定値[m³/m³] C₀: 室外 CO₂ 濃度[m³/m³]

表5 2007年冷房導入前後の平均換気回数 [回/時]

	冷房導入前				冷房導入後			
	Av.	s.d.	max	min	Av.	s.d.	max	min
1年1組	7.0	3.5	16.2	1.1	5.1	3.4	14.8	0.7
1年2組	8.9	3.5	16.2	1.4	3.9	3.6	15.2	0.8
2年1組	8.1	3.3	15.7	2.2	6.2	4.0	15.1	0.7
2年2組	7.4	3.4	16.2	1.6	3.9	2.6	16.2	0.5
3年1組	データ欠測				4.8	5.2	20.6	0.4
3年2組	8.7	4.9	20.6	2.0	3.2	3.1	20.6	0.7
4年1組	6.2	3.7	14.6	1.2	4.1	3.5	14.6	0.5
4年2組	7.0	3.4	14.1	0.9	2.5	2.6	14.1	0.3
5年1組	12.4	6.7	28.0	3.2	4.7	4.8	28.0	0.8
5年2組	データ欠測				4.4	4.2	28.0	0.8
6年1組	9.2	3.9	18.4	2.7	6.8	3.9	19.2	0.6
6年2組	15.0	6.0	25.7	5.4	3.6	4.4	25.7	0.4
平均	9.0				4.4			

表5をみると、冷房導入後は冷房導入前よりも平均換気回数が半減していることがわかる。これは冷房が導入され、冷房使用時に、窓を閉め切っていることが主原因と考えられる。平均値でみると、換気回数が低下した冷房導入後ではあっても、学校環境衛生の基準である2.2回/時以上の回数が得られてはいるが、最低値(minで表示)は0.3回/時となっている教室もある。冷房導入後の換気・空気質に対する配慮が重要と考えられる。一方、冷房導入前の平均換気回数の最低値は最も少ない教室で0.9回/時であった。

3.3 アンケート調査

S小学校の生徒を対象に、2006年夏季および2007年夏季に実施したアンケート調査における温冷感(表2の質問1)申告結果を図2に示す。なお、図2に示す温冷感申告結果は3年生以上の8学級(回答者約260名)の結果である。

図2 冷房導入前後の温冷感申告(中・高学年)

2007年の申告では、「とても暑い」の回答割合が2006年より6%減少、「暑い」の回答割合は26%の減少がみられた。また「ちょうどいい」を挙げる割合が2007年夏季は2006年よりも25%増加して

おり、冷房導入の温冷感への効果がみられる。一方、2007年には「とても寒い」を申告する割合が1.5%ほど存在した。図3に、冷房導入前後の湿度感(表2の質問2)申告割合(中・高学年)を示す。2006年は、申告の中で「じめじめしている」を挙げる人が最も多く52%おり、一方、2007年では「じめじめしていない」を挙げる人が65%と最も多かった。表3の相対湿度測定値の平均をみると、2006年と2007年では大きな差異はみられないが、2007年は相対湿度の標準偏差が2006年よりも減少しており、高相対湿度の時間帯が減少したことが図5に示すような湿度感の差として現れたことが考えられる。また、冷房導入による温度の低下を湿度感の低下として捉えた可能性も考えられる。

図3 冷房導入前後の湿度感申告(中・高学年)

図4に冷房導入前後の臭気感(表2の質問3)申告分布(中・高学年)を示す。「教室でいやなにおいが気になることはありますか」という質問に対し、「よくある」の回答が冷房設備導入前は13%、導入後は10%となり、冷房設備導入による臭気知覚頻度は大幅には減少していないことが分かる。また逆に、「ない」の回答に関しても、冷房設備導入前が32%に対し、冷房設備導入後は32%と差異はない。

図4 冷房導入前後の臭気感申告(中・高学年)

図5に、冷房導入前後の集中阻害感(表2の質問4)の申告割合(高学年)を示す。2006年は、申告の中で「暑くて授業に集中できないことが時々ある」を挙げる人が最も多く53%おり、2007年では「ない」を挙げる人が63%と最も多かった。「暑くて授業に集中できない」という状態は学習パフォーマンスの低下につながると考えられ、冷房導入により「暑くて集中できないことはない」と答える割

合が34%増加したことは、学習パフォーマンスの向上に寄与するものと考えられる。2007年には具体的に冷房導入の効果を児童にきく質問（表2の質問5）を設定した。冷房導入効果の回答結果を図6に示す。冷房導入により「とても勉強しやすくなった」申告割合と「勉強しやすくなった」割合を加算すると86%の児童が冷房による学習への効果を認めていることになった。一方、図7に示す冷房時の不快感（表2の質問6）をみると、冷房時に不快感を感じる割合が「いつも」と「時々」を合わせると22%ある。冷房導入初年度ということもあり、冷房運転方法が明確に決まっていなかったことも、このような回答が得られた一因と考えられる。

図5 冷房導入前後の集中阻害感申告（高学年）

図6 冷房導入の効果（中・高学年） 図7 冷房不快感（高学年）

3.4 欠席率

2006年夏季、2007年夏季、2008年夏季の全教室における期間欠席率を表6に示す。表中の6月期間欠席率とは、当該教室における6月の、のべ欠席者数をのべ在籍児童数で除したものであり、単位は1日当たりの欠席率で表現される。なお、夏季期間欠席率とは、7月～9月（夏休みを除く）を計算対象とした1日当たりの欠席率である。最大値は教室（学級）ごとに算出した欠席率で最大を示した教室の値である。冷房設備導入前の2006年の夏季期間欠席率0.018に比べ、導入後の2007年、2008年の夏季欠席率に大きな差異は見られない。

表6 各年の全教室欠席率の変化

年度	期間	欠席率	最大値	最小値
2006年	6月	0.015	0.032	0.080
	7月	0.015	0.030	0.000
	9月	0.022	0.061	0.004
	夏季	0.018	0.045	0.005
2007年	6月	0.019	0.030	0.010
	7月	0.024	0.047	0.008
	9月	0.019	0.037	0.006
	夏季	0.021	0.035	0.007
2008年	6月	0.013	0.023	0.003
	7月	0.017	0.038	0.002
	9月	0.013	0.037	0.002
	夏季	0.015	0.032	0.004

4. 考察

冷房導入により室温が30℃を超える時間帯は大幅に減少し、児童へのアンケート調査においても温熱環境に関して冷房導入による快適感の向上がみられた。2007年は冷房開始初年度ということもあり、冷房運転法に関しては試行錯誤といった状態であった。特に開始直後の7月に23℃以下の室温が授業時間帯においてみられた。対象学校では学級担任が各々冷房の運転を行っていたが、快適性、健康性、省エネ性に配慮した合理的な運転方法の確立が必要と思われる。実際にアンケート調査では冷房を不快に関する児童が10%以上おり、単なる冷房導入ではなく、適切な冷房（さらには空調）運転について考慮すべきであろう。

一方、空気環境については冷房導入後はCO₂濃度の上昇がみられた。測定した全学級平均でみて670ppmから1230ppmへの上昇であり、これを換気回数に換算すると9回/時から4.4回/時への減少であった。学校環境衛生の基準を満たす結果となっているが、換気回数の減少が健康性、快適性、学習効果へ及ぼす影響についてはより詳細な研究が必要である。

冷房導入前後の欠席率の変動を考察するために、オッズ比を計算した。病例対照研究ではオッズ比は、曝露群のオッズを非曝露群のオッズで割った値である⁴⁾。今回の研究では式(2)のようにオッズ比は、冷房導入後の欠席のオッズを、冷房導入前の欠席のオッズで割ったものとなる。オッズ比が1から離れれば離れるほど、曝露と帰結（本研究では冷房導入と欠席）との関連は強く、正のオッズ比であれば3.01以上、負の値であれば0.4以下であると強い関連があると言われている⁴⁾。

$$OR = \frac{AR_1 / (1 - AR_1)}{AR_0 / (1 - AR_0)} \quad (2)$$

ここで

OR：冷房導入前後のオッズ比 [-]

AR₀：冷房導入前（2006年）の夏季期間欠席率 [-]

AR₁：冷房導入後（2007年もしくは2008年）の夏季期間欠席率 [-]

式(2)に基づき計算を行い、冷房導入後の2007年のオッズ比は1.17、2008年は0.83と算定された。このオッズ比から考察されることは、冷房導入と欠席率との関連は弱いということであり、本研究の実測期間において、冷房導入による欠席増加の可能性は高くないと推測される。しかし、今回の研究は3年間という比較的短期間における1つの小学校の簡易的な欠席率調査に基づくものであり、疫学的な調査結果ではないため、冷房導入の健康性への影響に関するさらなる調査が必要である。

5. まとめ

冷房導入前後の1つの小学校の普通教室において夏季の空気環境実測、アンケート調査および欠席率調査を行い、以下の知見を得た。

1) 2006年の冷房導入前と2007年の冷房導入後で平均1.7℃の室温低下がみられた。しかし、冷房設置2年目の2008年の平均室温は冷房導入前に比べ約1℃の室温低下にとどまっていた。

2) 2007年夏季の冷房導入後の全教室平均CO₂濃度は1231ppmで

あり、中間期（2007 年 6 月）の自然換気状態と比べると、CO₂ 濃度は約 1.8 倍となっていた。12 教室中 3 つ教室で平均 CO₂ 濃度が、学校環境衛生の基準である 1500ppm を超えていた。

3) 冷房導入前のアンケート調査では「暑くて授業に集中できないことが時々ある」を挙げる人が最も多く 53%おり、2007 年では「暑くて授業に集中できないことはない」を挙げる人が 63%と最も多かった。これは学習パフォーマンスの向上に寄与するものと考えることができる。

4) 本研究の実測期間において、冷房導入前後で児童の欠席率に大きな変化はみられなかった。しかし、今回の研究は 3 年間という比較的短期間における 1 つの小学校の簡易的な欠席率調査に基づくものであり、疫学的な調査結果ではないため、冷房導入の健康性への影響に関するさらなる調査が必要である。

謝辞

本研究の一部は国土交通省（IBEC）知的生産性研究委員会/応用部

会/学習環境小委員会（村上周三委員長）の活動の一環として実施したものである。実測調査の実施には当時武蔵工業大学学生の協力を得た。ここに謝意を表する。

参考文献

- 1) 朝日新聞 be : 「冷房どこまで 公立学校」, 2006. 7. 15
- 2) 都立高校教育環境改善検討委員会 : 都立高校教育環境改善検討委員会報告書, 2006. 12
- 3) Seppänen, O., Fisk, W., and Faulkner : Cost-benefit Analysis of the Night-time Ventilative Cooling in Office Building, Proc. of Healthy Buildings 2003, Vol.3, pp.394-399, 2003
- 4) W.A.Oleckno 著, 柳川洋, 萱場一則訳 : しっかり学ぶ基礎からの疫学, 南山堂, 2004

(2009 年 1 月 9 日原稿受理, 2009 年 3 月 16 日採用決定)