

夏期の中学校における教室環境が授業理解・教授意欲に及ぼす影響

EFFECT OF CLASSROOM ENVIRONMENT ON UNDERSTANDING LESSONS AND PRODUCTIVITY FOR TEACHING IN JUNIOR HIGH SCHOOL IN SUMMER

須藤 美音*

Mine SUDO

The Japanese government has promoted "Eco School" as one of the measures against global warming for school facilities. On the other hand, there is another argument that it causes to decrease in the environmental quality and the productivity in classrooms to improve to Eco School. Therefore, it is necessary to establish the classroom environment which both teachers and students are satisfied with. In this study, the field survey was conducted in a junior high school in Utsunomiya, aiming to gain the basic data for the control rules in the classroom environment. This paper presents the comparison of environmental satisfaction between the teachers and the students, and the analysis of the factors that affect its productivity. Their thermal sensation votes and satisfactions were similar between the teachers and the students in the classroom. Both of them chose "thermal environment" as the most effective element for improving productivity. Their sonic environment satisfactions were different between them, because the teachers concentrated on talking but the students concentrated on listening.

Keywords: Junior high school, Classroom environment, Understanding lessons, Productivity for teaching, Field surveys

中学校、教室環境、授業理解、教授意欲、実測

1. はじめに

近年、学校施設における地球温暖化問題の対策の1つとして、文部科学省は「環境を考慮した学校施設（エコスクール）の整備推進」¹⁾を実施している。環境負荷の低減や自然との共生を考慮して学校施設の整備が進められている。しかし、その一方で、学校をエコ化することにより、教室環境の質が低下し、学力の低下を招くのではないかと懸念する声もある²⁾。2007年に日本全国の小中学校を対象とした全国学力テストが復活し、小中学生の学力向上のための取組が加速される中、教室環境の改善も求められている。

学校の教室は、教員と生徒が教授・学習を行う場であり、両者は同じ物理的環境を共有している。教員と生徒は教室での活動の目的・内容が異なっている他、体格・代謝量・着衣量といった身体的な状態も異なるため、物理的環境に対する感覚も異なる可能性もあり、両者が概ね満足する教室環境を検討する必要がある。教室環境の満足度は教員や生徒の知的生産性に影響を与える可能性があることから³⁾、

これらの科学的データを蓄積し、教育施設の計画に反映させることは、優れた人材の育成の一助になると考えられる。

本調査は、国立大学教育学部附属中学校（宇都宮市）の1年生を対象として行われた。調査対象の宇都宮は、夏期の授業期間中は比較的涼しい時間帯も多いことから、快適性・知的生産性を損なうことのない範囲で、冷房の間欠運転を行うといったような、省エネルギー性を考慮した冷房の運用が必要となる。しかし、対象とした中学校では冷房の運用ルールがなく、教員に冷房のコントロールが委ねられている。

そこで、特に夏期の冷房運用ルールを中心とした教室環境の運用方針策定のための基礎データを構築することを目的として、実測調査を実施した。一般的な教室環境で観察される室温や換気量の範囲内で、教室環境条件を意図的に変化させ、このときの教員・生徒の教室環境に対する満足度を比較した。また、教員の教授活動の生産性や生徒の学習の知的生産性に影響を与える要因について検討を行った。

* 名古屋工業大学大学院 工学研究科 助教・博士（工学）

Nagoya Institute of Technology, Assistant Prof., Dr. Eng.

本報では、教員の教授活動の生産性を代表する用語として「教授意欲」、生徒の知的生産性に対しては「授業理解」を用いることとした。

これまで、学校の教室環境の満足度に関する研究としては、坂口らは既存校舎の教室環境の実態把握を目的として、教員を対象とした教室環境に対するアンケート調査を行い、現状の教室環境の課題について明らかにしている⁴⁾。柳井らはエコ改修を行った小学校およびその周辺の複数の小学校を対象として教室環境の満足度についてアンケート調査を行っている⁵⁾。

教室環境と学習効率との関連性に関する研究については、例えば、Wyon は 9～11 歳の生徒を対象とした実験を行い、室温上昇と共にパフォーマンスが低下することを明らかにした。特に、室温の変化に対し、算術に関するタスクは作業効率に影響があり、言語に関するタスクは作業速度に影響があると考察されている^{6,7)}。また、著者は、既報⁸⁾として、中学生を対象とした教室の温熱環境と学習効率の関係性について考察を行っている。これによると、ビル管法による快適基準（17～28℃）の範囲であれば、中学生は、20代～50代と比べて、学習効率の客観評価結果（テストの点数）と室温との間の関係性が低い傾向にあった。

これまで教室の環境を共有する教員と生徒両者の満足度について比較をした研究は、ほとんど行われていない。本報は、既報⁸⁾で得られた中学校の実測データを基に、教員と生徒の教室環境に対する満足度について分析を行った。また、既報⁸⁾より客観評価と物理環境との関係性が低かったことから、主観的評価としての教授意欲・授業理解に着目し、これに影響を与える要因について考察した。

2. 教室環境調査の概要

2.1 測定対象

教室環境調査は宇都宮市のU中学校の1年生を対象として、2009年9月7日（月）～11日（金）の計5日間実施された。U中学校の全校生徒数は約480名、調査対象である1年生は4クラスあり、学年全体で男子約80名、女子約80名で約160名である。1クラスは約40名で男女比はおおよそ1:1である。

校舎はRC造3F建てで1年生の教室は全て1階に位置している。平成18～19年度に普通教室等に冷暖房設備が導入されると共に、断熱の強化やBEMSが導入され、所謂エコスクール化されている。

図1に教室概要と物理環境測定点を示す。1年生の全教室の配置条件はほぼ同じであり、南側は窓、北側は廊下、教室の西側・東側には他教室が配置されている。事前の物理環境測定の結果、1年生教室の環境条件は全てほぼ同じと見なせることを確認した。教室内にはガスヒートポンプエアコンの吹出口が天井に2ヶ所、換気扇（壁付）が2ヶ所設置されていた。

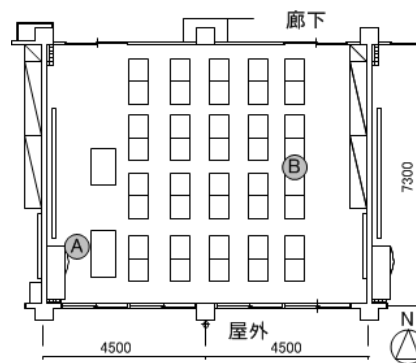


図1 教室の平面図及び測定点



図2 教室の様子

表1 教室の環境制御方法

制御方式	アクティブ制御	パッシブ制御	フリー制御
空調	常時使用 温度：26℃ 風量：弱	使用不可	使用可
換気扇	常時使用	常時使用	常時使用
窓	使用不可	使用可	使用可

表2 教室の環境制御ローテーション

クラス	1組	2組	3組	4組
環境測定	なし	あり	あり	あり
9/7（月）	アクティブ	パッシブ	フリー	アクティブ
9/8（火）	パッシブ	フリー	アクティブ	パッシブ
9/9（水）	アクティブ	アクティブ	アクティブ	アクティブ
9/10（木）	パッシブ	パッシブ	パッシブ	パッシブ
9/11（金）	アクティブ	アクティブ	パッシブ	フリー

図2に教室内の様子を示す。男子生徒・女子生徒ともに体操着が多く、clo値は約0.27cloと推定される⁹⁾。教員は男性が半袖のカッターシャツに長ズボンが多く0.70clo、女性は半袖にスカートや七分丈のズボンなどが多く0.59cloとみなした。

2.2 物理環境測定方法の概要

物理環境の測定は1組を除く2～4組の3クラスで行われた^{注1)}。教室の物理環境要素として、空気温度（5ヶ所）、相対湿度（5ヶ所）、炭酸ガス（CO₂）濃度（1ヶ所）、グローブ温度（1ヶ所）、風速（1ヶ所）について測定をした。風速測定については安全性を考慮し無人計測を控え、アン

ケート実施時のみ測定者による計測を行った(図1)。ペリメータ側とインテリア側の環境は異なるものと予想されるが、本調査では代表点として教員座席の背部(図1のA部)に測定器を設置した。これは、生徒に実験という特殊な状況を極力意識させないことや、休み時間等生徒の活動に支障を与えないための配慮である。また、教室の後方にあるエアコンの吹出口(図1のB部)に温湿度計を設置し、測定をした。また、調査期間は教育学部に所属する大学生の教育実習期間であり、常時教室には教育実習生が配置されていた(最大10名程度)。そのため、通常時と比較すると室温、グローブ温度、CO₂濃度が若干高めとなった可能性がある。

2.3 教室環境に関するアンケート調査の概要

教室環境に対するアンケート調査は中学1年生の全クラスで実施された。アンケート調査の内容は国土交通省/知的生産性研究委員会で開発されたSAP(Subjective Assessment of Productivity)¹⁰⁾の質問項目をベースに、中学1年生向けに文言を修正したオリジナルのアンケート評価票を作成した^{注2)}。アンケート項目は音、熱、空気、光の各々の環境要素に対する感覚の評価に加え、空間環境を含めた環境に対する満足度である。また、知的生産性(本報では教員の教授意欲や生徒の授業理解)の自己評価をさせた。知的生産性には物理的環境の要素の他に、人間的環境(対人関係等)・社会的環境(仕事・学習内容等)・個人的環境(モチベーションや体調等)の要素が影響を与えるといわれている³⁾。そこで、各要素が教授意欲・授業理解に与える影響の程度について評価をさせた。アンケートは、学校生活の最後の時間帯に10分程度で実施した。

また、調査対象教室で授業を行った教員にも別のアンケート調査を実施した。教員のアンケート内容は、環境要素に関する評価・満足度に加え、教員側から見た生徒の受講状態や教員自身の教授意欲についての質問で構成した。

2.4 教室環境制御方法

本調査では教室環境の環境制御条件として、特に室温に着目した。表1に教室の制御方法をまとめた。空調機を稼働させ、室温を26°C一定に制御する方法をアクティブ制御とし、空調機を停止し、窓開け換気により室温を成り行きで調節する方法をパッシブ制御とした。空調機の使用を生徒・教員の判断に委ね、自由に設定する方法をフリー制御とした。この3つの制御方法を日毎にランダムに設定した(表2)。湿度は制御対象としない。換気は全ケースで換気扇を常時使用した。また、すべてのケースにおいて、室温が著しく高くなる場合や不満が大きい場合には、空調機の制御を許可した。

3. 各教室の温熱環境測定結果

図3に外気温・室温の経時変化、図4に外気相対湿度・室内湿度の経時変化を示す。ここでは、測定期間中で最も

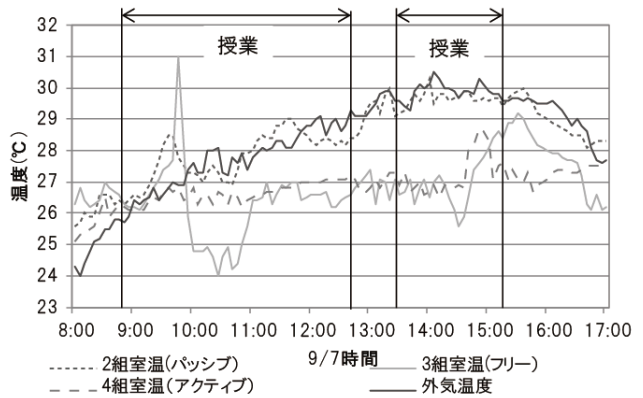


図3 制御別温度変化(9/7)

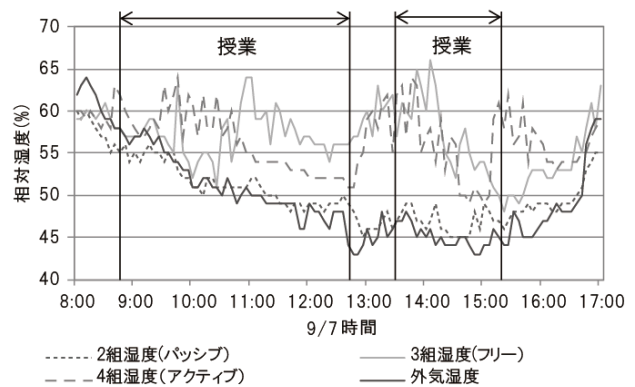


図4 制御別相対湿度変化(9/7)

表3 アンケート実施中の平均室温・相対湿度

クラス	2組		3組		4組	
	温度	湿度	温度	湿度	温度	湿度
9/7(月)	29.6°C	47.8%	28.6°C	51.0%	27.3°C	56.8%
9/8(火)	27.7°C	67.9%	27.0°C	71.8%	27.7°C	67.1%
9/9(水)	26.4°C	58.0%	26.7°C	59.2%	26.3°C	58.9%
9/10(木)	27.7°C	35.6%	27.4°C	38.2%	27.2°C	36.2%
9/11(金)	26.9°C	42.0%	27.6°C	35.0%	27.3°C	37.5%

気温の高かった9月7日の結果を代表として示す。温度変化について、パッシブ制御は外気温とほぼ同じ変動をしている。午前中は26~29°C程度を推移するが、午後には30°Cを超えることがあった。アクティブ制御はほぼ27°Cで安定している。フリー制御では、教室を観察した結果、空調を利用しながらも窓を開けている状況が多く見られており、アクティブ制御に比べて温度変化が多少高い。相対湿度の変化についても、パッシブ制御は外気とほぼ同じ変動をしており、45~60%程度を推移している。アクティブ制御とフリー制御はパッシブ制御に比べ変化が大きかった。

表3に5日間のアンケート実施中(10分間)の平均室温・相対湿度を示す。例えば、9月7日ではパッシブ制御の2組が29.6°Cと最も室温が高い。次に3組のフリー制御の室温が高く、28.6°Cとパッシブ制御と比較して1.0°C低かつ

た。最も室温が低かったのは4組のアクティブ制御で、27.3℃とパッシブ制御と比較すると2.3℃低かった。

4. 教室環境に関するアンケート調査の結果

4.1 教員・生徒の教室環境の満足度の比較

ここでは、各教室の環境制御の方法がアクティブ制御(4組)、パッシブ制御(2組)、フリー制御(3組)と横並びに比較することができる9月7日を例として、教員と生徒の室内環境満足度の比較を行った。各教室、生徒は40人、教員は1人のデータであり、教員のデータ数が少ないことから、教員と生徒との間の有意差検定は行わず、ここでは箱ひげ図による^{注3)}教員の満足度と生徒の満足度のばらつき程度の比較にとどまった。一般的な知見を得る段階にまでは至っていないため、今後更なるデータの蓄積が必要である。

図5に温熱環境満足度の結果を示す。4組(アクティブ制御)は他の制御と比較して満足度が高めであるが、ばらつきが大きい。3組(フリー制御)は2組(パッシブ制御)と比較して室温が多少低かったが、生徒は満足側の申告が少なかった。5日間を通して比較すると、特に、体育の後のパッシブ制御は満足度が低くなる傾向が見られた。

教員と生徒を比較すると、3組(フリー制御)の教員の温熱環境の満足度が高いが、2組(パッシブ制御)、4組(アクティブ制御)の教員の温熱環境の満足度は、箱(第1四分位点から第3四分位点)の内側に位置し、教員と生徒の差があまり見られない。次に、温熱環境の満足度について、より詳しく検討を行うため、アンケートで得られた温冷感申告の結果とPMVより、生徒と教員の温冷感の差異を比較した。PMVは、生徒と教員では着衣量や代謝量に違いがあるため、それらを考慮して算出をした。着衣量については、2.1節でまとめたclo値を用いた。代謝量はASHRAE¹¹⁾より、教員は立位1.2met(70W/m²)を用いるものとした。生徒は座位で筆記を行っている状態である1.0met(60W/m²)をベースとして用いるが、これは成人の数値であるため、年齢による基礎代謝^{注4)}の差異や体表面積^{注5)}の差異を考慮して、生徒は1.4metとした。

この結果を図6に示す。実測により得られた温冷感はパッシブ制御が最も高く、「やや暑い」から「暑い」の間に多く分布している。アクティブ制御は最も温冷感は低く、「ちょうどよい」から「やや暑い」の間に多く分布している。フリー制御は他の制御と比較してばらつきが大きく、「ちょうどよい」から「暑い」の間に多く分布している。

また、実測により得られた温冷感を教員と生徒とで比較すると、生徒のばらつきの範囲内に教員の温冷感が位置しており、ほとんど変わらないことがわかる。また、PMVで生徒と教員を比較すると、生徒と女性の教員はほぼ同じで、男性教員が0.2~0.3程度高い結果になった。これは、代謝量はやや生徒が高いが、着衣量が教員の方が高いため、

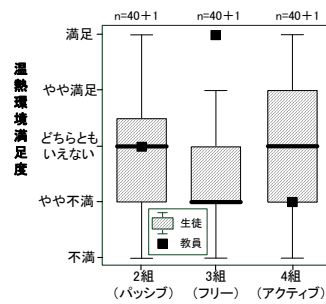


図5 温熱環境の満足度

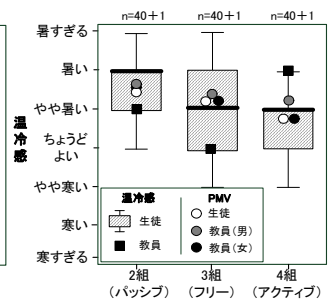


図6 温冷感・PMVの比較

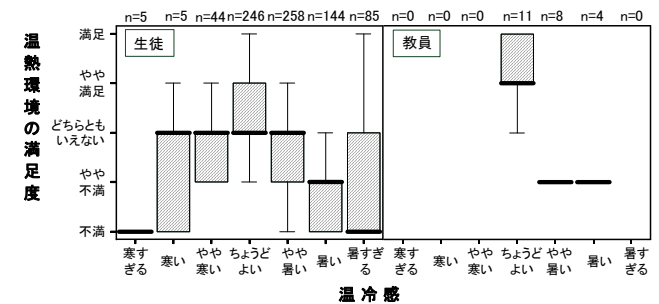


図7 温熱環境満足度と温冷感の関係

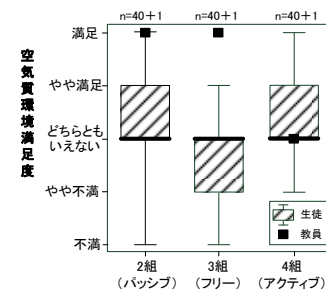


図8 空気質環境の満足度

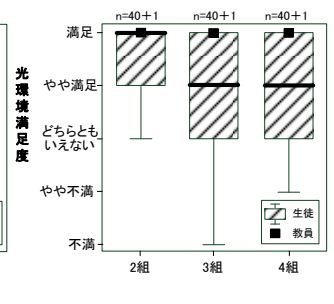


図9 光環境の満足度

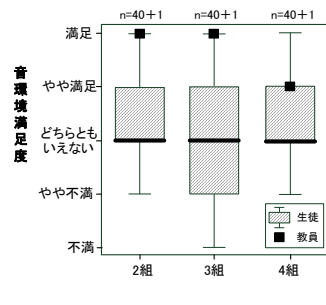


図10 音環境の満足度

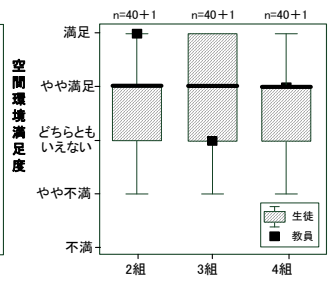


図11 空間環境の満足度

ほぼ同じになったものと考えられる。

図7に教員・生徒の温熱環境の満足度と温冷感の関係性を示す。これらの関係性をより明確に示すため、ここでは、5日間の全クラスのデータを用い、サンプル数は教員23、生徒787である。温冷感が「暑い」や「寒い」の評価の場合には温熱環境の満足度が低く、温冷感が「ちょうどよい」に近づくにつれて温熱環境の満足度も高くなっている。教員も温冷感が「暑い」場合は温熱環境の満足度が低く、「ちょうどよい」についての温熱環境満足度が高かった。

以上の温熱環境に関する分析結果から、教員と生徒の代

謝量や着衣量の差異を考慮した場合、両者の温冷感の差異はほとんどなく、冷房の運用についても教員・生徒の違いにおける特段の配慮は必要ないと考えられる。ただ、体育の後は、生徒は体に熱を蓄積したり、発汗している状態にあるため、温熱環境に対する要望を十分に考慮する必要がある。

図8に空気質環境満足度の結果を示す。生徒は全体的に4組（アクティブ制御）の空気質満足度が高い。また、パッシブ制御はばらつきが大きいものの、満足度は比較的高く、フリー制御は低かった。実際は、パッシブ制御、フリー制御、アクティブ制御の順に換気回数が多いが、生徒の空気質満足度とは異なる結果となった。一方で、教員はパッシブ制御、フリー制御の空気質環境満足度が高く、アクティブ制御が低い結果となっていたため、生徒と比較して、実態に合った評価をしていることがわかった^{注6)}。空気質は健康性や学習効率に影響がある一方で³⁾、知覚が困難であるため、教員が換気の徹底を促す必要がある。また、CO₂濃度測定値より、換気扇による換気のみとなるアクティブ制御の場合は、若干基準値（1000ppm）よりCO₂濃度が高くなることもあったため、休み時間や教室を使用しない時間帯は窓開けによる換気を行う必要がある。

図9に光環境満足度の結果を示す。教員は満足度が高く、生徒は全体的に満足度は高いものの、ばらついている。不満の原因としては、「窓側からの太陽光がまぶしい」という声が多く、座席の配置により満足度が異なる可能性がある。カーテンの利用は熱負荷の低減という観点からも有効であるため、教員がカーテンによる効果を説明し、利用を促す必要がある。

図10に音環境満足度の結果を示す。教員は比較的満足度は高いが、生徒の満足度は低い傾向にある。2組は窓を開放しているため、「外部の声・足音がうるさい」という声が多かった。3、4組は「クラスメイトがうるさい」という声が多かった。話すことに集中する教員に対し、聴くことに集中する必要のある生徒は騒音に対して感じ方が異なる結果となった。外部からの騒音が大きい場合は、多少外気温が低く自然換気に適していたとしても、窓やドアの閉鎖を促し、冷房をする必要がある。

図11に空間環境（インテリア）満足度の結果を示す。改修したばかりの校舎であるため、比較的満足度が高い結果にあった。教員と生徒の差はそれほど見られない。

4.2 教室環境の教授意欲・授業理解への影響要因

教授意欲・授業理解の妨げの要因について、教員・生徒に回答をさせた。教員には、教員自身の教授意欲に加え、教員から見た生徒の授業理解の妨げ要因についても合わせて回答をさせた。教授活動・授業理解の妨げ要因の選択肢は「温熱環境」、「空気質環境」、「光環境」、「音環境」、「空間環境（家具・レイアウト等）」の物理的環境要素に加え、「人間関係」、「授業内容」、「モチベーション（やる気）」、

表4 生徒の授業理解の妨げの要因

順位	妨げの要因	割合
1位	温熱環境	43.5%
2位	モチベーション	20.6%
3位	音環境	12.5%
4位	授業内容	11.6%
5位	その他	5.1%

表5 教員から見た生徒の授業理解の妨げの要因

順位	妨げの要因	割合
1位	モチベーション	41.7%
2位	授業内容	34.8%
3位	温熱環境	17.4%
4位	音環境	4.4%

表6 教員の教授活動の生産性（教授意欲）の妨げ要因

順位	妨げの要因	割合
1位	温熱環境	39.1%
1位	モチベーション	39.1%
3位	音環境	8.7%
3位	授業内容	8.7%
5位	空気質環境	4.4%

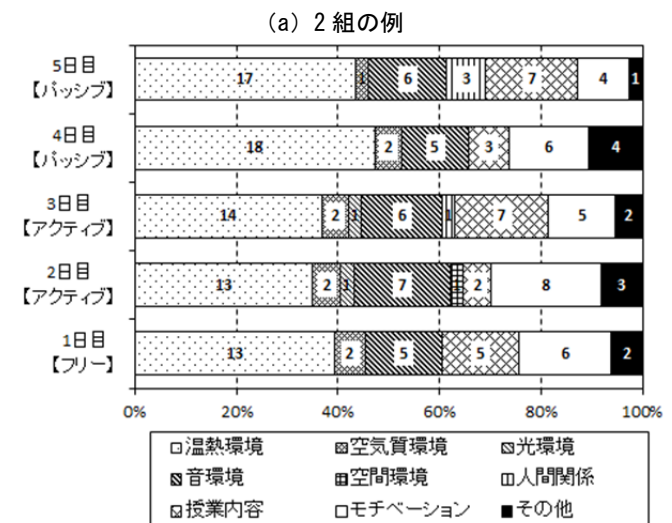
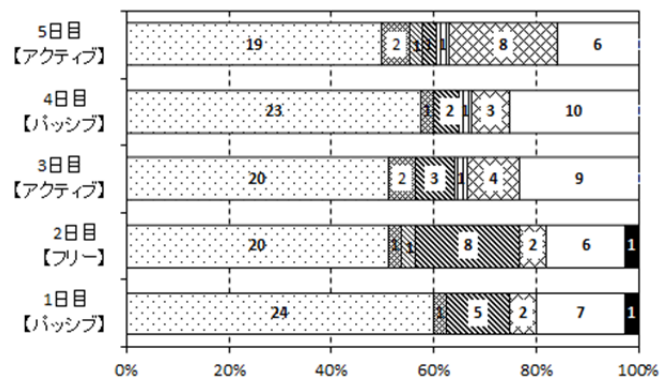


図12 生徒の授業理解の妨げの要因

「その他」とし、択一回答をさせた。ここでの「モチベーション」は、教授活動および学習活動に対するもとの（授業前からの）意欲を意味している^{注7）}。

表4に生徒の授業理解を妨げる要因の上位5つを示す。調査日・教室により環境条件が異なるが、ここでは、5日間の全クラスのデータ（サンプル数787）を用いて分析することによって、巨視的に授業理解の妨げ要因を把握する。これは、知的生産性を考慮した教室環境の運用方針における重要度となりうる。生徒の授業理解の妨げに最も大きな影響を与えているものは「温熱環境」であり、4割を占めた。次に、「モチベーション」、「音環境」、「授業内容」、「その他」と続く。「その他」については、自由記述させたところ、「疲れ」、「眠気」などの回答が多くみられた。

表5に教員から見た生徒の授業理解の妨げの要因を示す。ここでも同様に5日間のデータを用いた（サンプル数23）。「モチベーション」が4割以上を占めるという結果になった。生徒は物理的環境が授業理解を妨げる要因になると感じているのに対し、教員は個人的な環境が大きな要因になると考え、両者の間には異なる結果が得られた。なお、表に示した上位4位以外の要素は全て回答数が0であった。

表6に教員自身の教授活動の生産性（教授意欲）を妨げる要因を示す。「温熱環境」、「モチベーション」が最も影響を与えている要因となりそれぞれ4割を占めた。表4と比較すると、教授意欲・授業理解を妨げる要因がほぼ同じ要素であった。

表4～6では巨視的な教授活動の生産性（教授意欲）・授業理解の妨げの要因を示したが、その日の物理的な環境や個人的な環境（体調やモチベーション）により、これらの要因は影響を受ける可能性がある。そこで、サンプル数の多い生徒のみ、5日間それぞれの授業理解の妨げ要因についての分布を示す。図12に例として、(a)2組、(b)3組の結果を示す。5日間を通して、全体的に「温熱環境」の割合が大きく、平均的に4割程度であるが、冷房を使うことができないパッシブ制御の日については5～6割程度に増加する。その他の要素については、日により多少増減はあるものの、5日間を通してあまり割合に変化が見られない。アクティブ制御の日は換気を換気扇のみに頼ることになるため、パッシブ制御の日と比較して多少換気が悪くなるが、「空気質環境」の評価には影響がみられなかった。また、3日目、4日目は(a)2組と(b)3組は同じ制御を行っており、温熱環境も同程度ではあるが、それぞれの教室の環境により多少の差異がみられている。

次に、教授意欲・授業理解への影響が主観的に大きいとされた「温熱環境」について、その満足度と教授意欲・授業理解への影響（主観評価）について検討した。

図13に生徒・教員の温熱環境の満足度と教授意欲・授業理解への影響度の関係を示す。生徒については、温熱環境が「不満」であると授業の理解を「低下させている」側

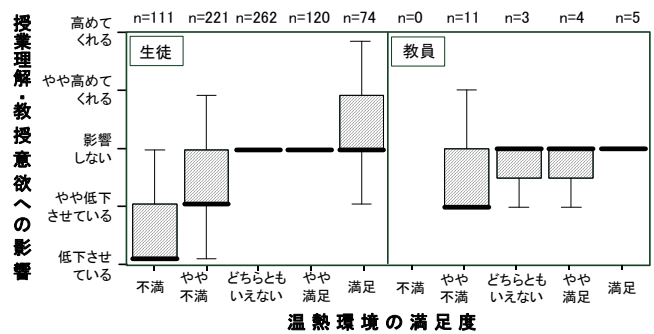


図13 温熱環境満足度と授業理解・教授意欲への影響

が多くなる一方で、「満足」と感じていても、それほど授業理解を高めるとは感じていない。温熱環境満足度が「どちらともいえない」、「やや満足」としても授業理解に対して「影響しない」と考えている。教員も生徒と同様に温熱環境の満足度が低いと教授意欲を「低下させている」と感じているが、温熱環境の満足度が高くなるにつれて「影響しない」と感じている。近年では、家庭や学校等の公共の場での空調の普及が進み、温熱環境が満足なものであることが当たり前ようになってきている。そのため、多少温熱環境が悪くなると不満を感じ、教授意欲・授業理解を妨げる原因になるが、温熱環境が満足なものとなっても、大きく教授意欲・授業理解を向上させる方向には働かない可能性が示唆された。

5. まとめ

本研究は宇都宮市の中学校1年生を対象として、夏期の冷房運用ルールを中心とした教室環境運用方針の検討を行うために実測調査を行った。一般的な教室環境で観察される室温や換気量の範囲内で、教室環境条件を意図的に変化させ、このときの教員・生徒の教室環境に対する満足度を比較し、さらに教員の教授意欲や生徒の授業理解に影響を与える要素について検討を行った。今回の実測調査の範囲では、以下の知見が得られた。

(1) 温熱環境について；

- ・ 教室内では教員と生徒両者の温冷感の差異はほとんどなく、満足度の差異も見られなかった。このため、冷房の運用についても教員・生徒の差異に対する特別な配慮は必要ないと考えられる。ただ、体育の後は、生徒は体に熱を蓄積したり、発汗している状態にあるため、生徒の温熱環境の要望を十分に考慮する必要がある。
- ・ 教員・生徒どちらも、最も教授意欲・授業理解の妨げとなる要因として、温熱環境を挙げている。
- ・ 教員・生徒はどちらも、温熱環境が不満であると教授意欲・授業理解の低下をもたらすと感じる一方で、満足だったとしても、それほど教授意欲・授業理解を高めるとは感じていない。熱的に不満を感じさせない程

度の冷房を行う必要がある。

(2) 空気質環境について；

- ・ 空気質は健康性や学習効率に影響がある一方で、特に生徒は知覚が困難なので、教員が換気の徹底を促す必要がある。
- ・ 換気扇による換気の場合、CO₂濃度の基準値を超えることがあったため、休み時間や教室を使用しない時間帯は自然換気を行う必要がある。

(3) 光環境について；

- ・ 教員・生徒ともに満足度は高いものの、一部の窓に近い生徒から太陽光のまぶしさに対する不満がある。
- ・ カーテンの利用は熱負荷の低減という観点からも有効であるため、教員がカーテンによる効果を説明し、利用を促す必要がある。

(4) 音環境について；

- ・ 音環境満足度は、教員は比較的高いが、生徒は低い傾向にあった。話すことに集中する教員に対し、聴くことに集中する生徒は騒音に対して敏感であった。
- ・ 騒音の原因は、他クラスの生徒の話し声、上階の足音、外の工事等様々であった。外部からの騒音が大きい場合は、多少外気温が低く自然換気に適していたとしても、窓やドアの閉鎖を促し、冷房をする必要がある。
- ・ 教員・生徒どちらも、教授意欲・授業理解の妨げ要因として、音環境が上位に挙がっていた。

(5) 本調査の課題と今後の研究の展望；

- ・ 教員と生徒の室内環境満足度の比較を行ったが、教員のデータ数が少ないことから、一般的な知見を得る段階にまでは至っていない。そのため、同様の実測調査や環境実験室での実験を行うことにより、更なるデータの蓄積が必要である。
- ・ 本調査は宇都宮という比較的涼しい地域で行ったものであるため、他の地域で行った場合は、異なる傾向がみられる可能性もある。暑さが厳しい地域などデータの補完が必要である。

謝辞

本研究の遂行にあたり、宇都宮大学教育学部附属中学校・副校長柏崎純一先生を始め1年生の担当の先生方及び生徒の皆さんに多大なご協力をいただきました。また、実測に際し、九州大学伊藤研究室、明治大学上の研究室、慶應義塾大学伊香賀研究室のメンバーには多大なるご協力をいただきました。関係各位に甚大なる感謝の意を表します。また、本調査は国土交通省（IBEC）/知的生産性研究委員会/応用部会/学習効率小委員会の活動の一環として実施されたものであり、委員の九州大学・伊藤一秀准教授、東京都市大学・岩下剛教授、明治大学・上野佳奈子准教授、大成建設技術センター・樋渡潔氏、鹿島建設・中江哲氏には実測調査を行うにあたり、多大なるご助言をいただきました。

ここに感謝の意を表します。また、実測データの分析の手伝いをしてくださいました研究当時・名古屋工業大学・鶴飼翔太くん、分析・論文のまとめに際しご助言をいただきました名古屋工業大学・堀越哲美教授、水谷章夫教授、仁科健教授にも深謝いたします。

注

注1) 1組は学校側の要望により測定器を設置することができなかった。そのため、1組の温熱環境は他クラスの測定値を参考にできるようにローテーションを組むこととした。フリー制御の場合、他クラスのデータを参考にできないことから、1組の制御の対象から除いた。

注2) アンケートは中学1年生にも理解できるよう文言を修正し、中学校の教員に表現の確認をした。例えば、空気質については、「教室の空気のよどみ（換気が不十分な感じ、空気の新鮮さが不足している感じ）」・「におい」とした。

注3) 図5～11、13の箱ひげ図の読み方：箱の中の太線が中央値を示し、箱の上端が第1四分位点、箱の下端が第3四分位点を示している。

注4) 生徒は12歳、教員は40歳と想定し、文献12より、各々の基礎代謝量は44.5 kcal/m²・hr、35.6 kcal/m²・hrとした。

注5) 生徒および教員の標準的な身長・体重の統計データに基づき、下記の式より体表面積を算出し、生徒1.37m²、教員1.70m²とした。

$$\text{体表面積} = 0.007184 \times (\text{体重})^{0.425} \times (\text{身長})^{0.725} \quad \text{式(1)}$$

注6) 空気質について、生徒が実態に合っていない評価をした原因は、空気質に対する感覚が弱いという可能性もあるが、設問自体を理解できなかった可能性もある。

注7) モチベーションは日々、そして時間帯によって変化するとされている³⁾。アンケートの選択肢の「モチベーション」はもともとの（授業を始める前の）教授活動に対する意欲や学習意欲を表すものとする。本論文で、教員の教授活動の生産性を代表する用語として「教授意欲」を用いているが、これは、授業中、教室の物理環境や人間環境等によって変化したものであり、もともとのモチベーションと区別して考える。今後もこれらの用語については検討の余地がある。

参考文献

- 1) 文部科学省「環境を考慮した学校施設（エコスクール）の整備推進」：http://www.mext.go.jp/a_menu/shisetu/ecoschool/index.htm, 2009.8.1
- 2) 日経アーキテクチャ「「エコ」を捨てた学校 - 理念より実利を狙った選択が問う環境配慮のあり方」：2009年4月27日号、pp68-73
- 3) 村上周三、伊藤一秀、ポールワルゴッキ：教室の環境と学習効率、建築資料研究社、2007.10
- 4) 坂口淳、小峯裕己、新保幸一、岩下剛、上野佳奈子、中野淳太：学校施設における環境配慮方策に関する調査研究（その

- 2) 教室の室内環境の現状と課題に関するアンケート調査、日本建築学会環境系論文集、第 77 巻、第 671 号、pp19-26、2012.1
- 5) 柳井悠希、伊香賀俊治、川久保俊：教室環境の質が児童の体調と集中力に与える影響に関する実態調査、日本建築学会環境系論文集、第 77 巻、第 676 号、pp533-539、2012.6
- 6) Pawel Wargocki and Olli Seppänen (editors) : Indoor Climate and Productivity in Offices, How to integrate productivity in life-cycle cost analysis, REHVA Guidebook No.6,2006
- 7) Wargocki, P., Wyon, D.P. and Fanger,P.O. :Productivity is affected by the air quality in offices, Proceedings of Healthy Buldings, Vol.1, pp635-640, 2000
- 8) 須藤美音、伊藤一秀、佐々木英幸、岩下剛、上野佳奈子、樋渡潔、中江哲、後藤伴延：中学生を対象とした教室環境が学習効率に及ぼす影響に関する研究、日本建築学会環境系論文集、第 76 巻、第 660 号、pp201-209、2011.2
- 9) 空気調和・衛生工学会：快適な温熱環境のメカニズム 豊かな環境を目指して、丸善、1997.12
- 10) 建築環境・省エネルギー機構 編集：誰でもできる知的生産性測定 SAP 入門、テツアド出版、2010
- 11) ASHRAE : ASHRAE Handbook of Fundamentals, 1993
- 12) 問田直幹、内菌耕二、伊藤正男、富田忠雄：新生理学 下巻 植物的機能編 第 5 版、1982.