

大学講義室の学習環境に関する実態調査研究

宋 城基*

(平成24年10月31日受付)

Survey research on the learning environment of university lecture room

SungKi SONG

(Received Oct. 31, 2012)

Abstract

In this study, we examined the survey of indoor environment in a university lecture room is a place of intellectual production in young people, about the impact the indoor environment is given to the learning efficiency. The following findings were obtained from this measurement and questionnaire survey.

The lecture room air temperature was about 24–28°C, relative humidity was 40–80%. The concentration of carbon dioxide was less than 1000 ppm, the illuminance was about 650–1300 lx, the noise level was 50~70 dB average. Satisfaction with the thermal environment and air environment was the result of a higher level of importance than the sound environment, light environment, the space environment. Indoor thermal environment was satisfactory indoor temperature is in the range of about 19–26.5°C.

Key Words: the learning efficiency, indoor environment, measurements, questionnaire survey

1. はじめに

欧米と欧州では高気密高断熱の建物が主流で、このため生じる諸室内環境問題が注目され、関連研究も多く行われている。日本でも1970年代以来、省エネルギーの観点から住宅とオフィスなどにおいて高気密高断熱が推奨して来たため、室内環境問題に関連する改善研究が多く行われている。ところが、住宅とオフィス以外の建物において、特に大勢の人が毎日使っている大学建築では、高気密高断熱を進めてはいるが、室内環境実態についてはそれほど把握されていないのが現状である。

また、現代社会では人の知的資産を効率的に活用するという観点から、知的生産性向上に寄与する環境設計法に関する社会的必要性が高まっている。我が国では既に人口ピークを迎えており、将来の労働人口の減少が避けられない状況にある。現時点での労働資産を効率的に活用する方策の重要度は言うまでもないが、将来の労働人口となる若年層に対しても一層の配慮が求められている。大学の講義

室という空間は知的生産性を作る最前線であり、室内環境質と学習効率の関連性を検討するのは急務となっている。しかしながら若年層における知的資産の場である学校教室等の学習効率の良否が学習効率に与える直接的な影響に関する研究報告例^{1)~4)}は少なく、早急な研究実施と研究成果の蓄積が期待されている課題である。

そこで、本研究では若年層における知的生産の場である大学講義室を対象に、大学の講義室の室内環境の実態調査による評価とともに、学習効率に与える影響についての関連性を検討する。具体的には年間を通じた実測とアンケート調査を実施し、大学講義室における室内環境と学習効率の関連性を検討する。

2. 建物とシステム概要

2.1 建物概要

実測調査建物は図1に示す広島工業大学の新講義棟である。この建物は2009年1月9日に竣工し、延床面積約3万6,200 m²で、10階建て鉄骨造の高層棟と2階建て鉄筋コン

* 広島工業大学環境学部環境デザイン学科

クリアト造の低層棟となっている。新講義棟は1階に保健室、学生相談室、教員控室、防災センター、資料館があり、1階から2階には吹き抜けのエントランスと599人収容の大ホール「記念ホール」がある。2階にはCAD教室、食堂があり、3階には情報システムメディアセンター、教育学習支援センター、PC教室、学生の自学自習の場がある。4階には事務関係、売店などがある。5～10階は講義室、講演室、多目的ホールがあり、全58室、6,970人が収容可能となっている。特に、5～10階における講義室は収容人数によって各階に大、中、小の約10室の講義室がある。本研究の調査対象講義室は120席 154 m²の小講義室、160席 192 m²の中講義室、240席 372 m²の大講義室を一室ずつとしている。図2に講義とアンケート調査の様子を示す。

2.2 システム概要

新講義棟の主な空調熱源システムはガスコージェネレーションシステム2台と補助ガス冷温水発生器2台である。この熱源は講義室がある5～10階の外調機と各講義室にあるファンコイルユニットに供給され、冷暖房換気が行われる。ここで、外調機は各階に2台設置されており、外気負荷を処理し、給気温度制御により各教室に定風量装置を設け送風する仕組みとなっている。また、ファンコイルユニットは室内負荷を処理し、教室の利用人員の変動に対処できるようになっている。

3. 実測とアンケート調査

実測とアンケート調査は、2011年度の前期5/1～7/29と後期10/1～11/30において学部2・3年生を対象に専門必修科目の授業が行われている講義室で実施した。まず、物理的な環境実測調査は、表1に示すように温度、湿度、騒音、照度、二酸化炭素濃度、PMVについて行った。図3に示す



図1 広島工業大学新講義棟 北側と南側



図2 講義とアンケート調査の様子

ように室内温湿度と照度の測定位置は講義室の前後左右に4ヶ所、PMVと騒音は中央に1ヶ所、二酸化炭素濃度は通風口付近に1ヶ所である。また、室内温湿度は床上10cmと床上70cm、PMVと照度と騒音は床上70cm、二酸化炭素濃度は床上150cmである。また、室内温湿度とPMVと二酸化炭素濃度は5分間隔に測定を行い、照度と騒音は講義開始5分後と終了5分前に測定を行った。

また、アンケート調査は国土交通省・知的生産委員会が提案した、SAP (Subjective Assessment of Productivity)⁵⁾をベースに室内環境評価と学習効率評価に関するアンケート調査表を参考に作成した。アンケート質問内容は温熱環境、空気環境、光環境、音環境、空間環境に関する満足度に加えて、集中度、教室総合満足度、学習効率、講義時間、講義時間の学習影響度など学習効率に関する質問で構成した。アンケート調査実施においてはアンケート調査用紙を講義前に配布し、講義開始5分後と終了5分前にそれぞれ項目において記入してもらうようにした。

4. 実測とアンケート調査結果

4.1 気象条件

図4に測定期間中の日平均外気温湿度を示す。前期の4

表1 測定項目

項目	測定点	測定項目	測定位置	測定時間
温熱環境	★	温湿度	床上10cm, 床上70cm	5分間隔
	●	PMV	床上70cm	
空気環境	■	CO ₂ 濃度	床上150cm	講義開始・終了 5分前
光環境	×	照度	床上70cm	
音環境	☆	騒音	床上70cm	

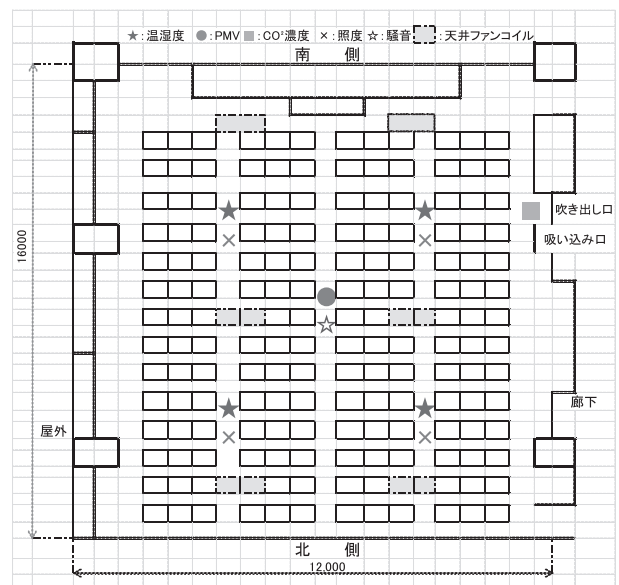


図3 測定位置 (中講義室)

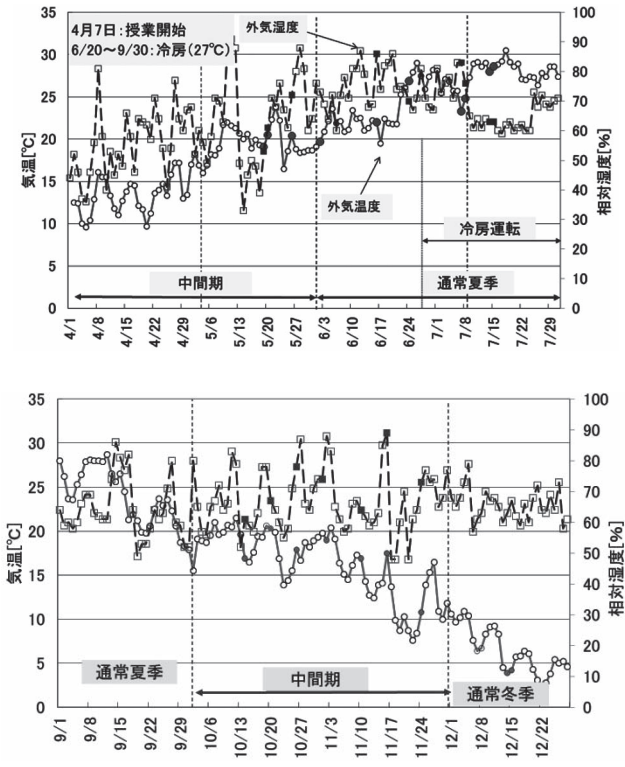


図4 日平均外気温湿度
(上：前期4/1～7/29，下：後期9/1～12/22)

月から5月では平均気温が10～23℃で、平均相対湿度は40～90%であった。また、6月1日～6月20日までは平均気温が20～24℃で、平均相対湿度は60～90%であった。6月20日以降の平均気温は24～31℃で、平均相対湿度は60～80%であり、最高気温が30℃を超える真夏日が続いていたことがわかる。後期の9月末までの日平均気温は20～28℃で、平均相対湿度は50～90%であり、9月中旬までは夏日が続いていたことがわかる。10月から11月の平均気温は7～22℃で、12月に入ってからは10℃を下回る日が続いていた。ここで、図中の黒く塗りつぶされている日がアンケート実施日である。

4.2 室内環境の実測結果

図5と図6に前期と後期における講義室の講義開始から終了までの室内温湿度を示す。ここで、室内温湿度は室内4ヶ所の平均値を用いた。前期における室内温度は5月19日と20日が29℃以上上昇し、室内相対湿度は40～50%であった。その他5月26日～6月16日までの室内温度は25.8～27℃で、室内相対湿度は60～70%であった。冷房開始の6月20日からの室内温度は25～26℃に、室内相対湿度は60～80%に保たれていた。後期における室内温度は11/25の23.5℃を除けば、24～28℃であった。同じ期間中における相対湿度も11/25の30%を除けば、40～60%であった。このことから講義室の室内温度は前期と後期ともにおおむね室内温熱環境の推奨範囲に収まっていることがわかる。ま

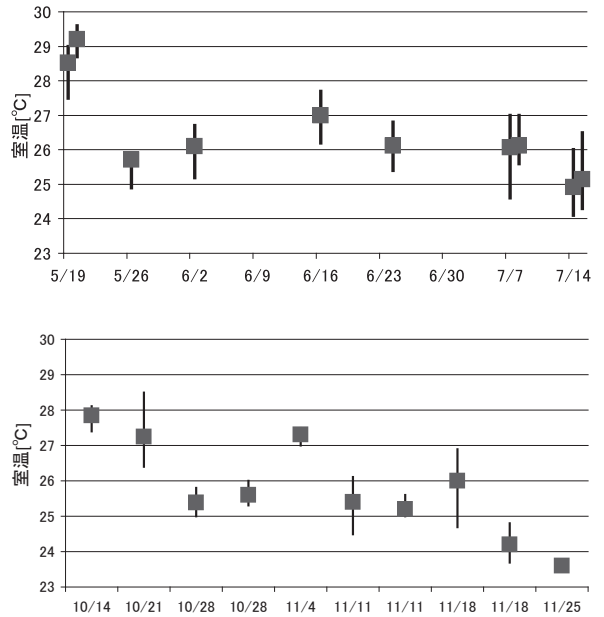


図5 講義時間の室内温度（上：前期，下：後期）

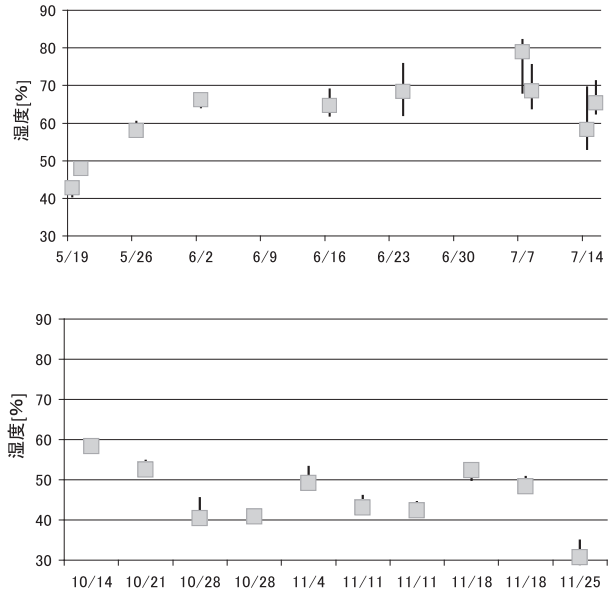


図6 講義時間の室内相対湿度（上：前期，下：後期）

た、講義室の相対湿度においては前期の冷房運転期間では65%以上がほとんどであったが、後期では推奨範囲ないでることがわかった。

図7に示す二酸化炭素濃度は5/19, 5/20, 6/16, 7/15, 10/28, 11/4, 11/11②, 11/18①, 11/25は機器の不具合により欠測している。前期の7月14日を除けば前期後期ともに二酸化炭素濃度は推奨値の1,000 ppm以下であった。従って、前期後期ともに講義室の空気質環境は良いと言える。

図8に示す講義室における室内照度は前期と後期ともに平均650～1,300 lxであった。これは、良く物が見える快適な学習環境が求められる場所における推奨照度は500 lx以上が望ましいとされていることから、講義室の照明環境

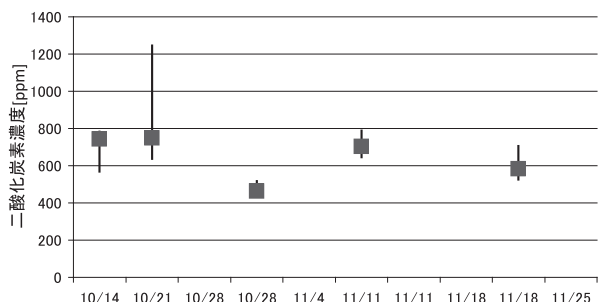
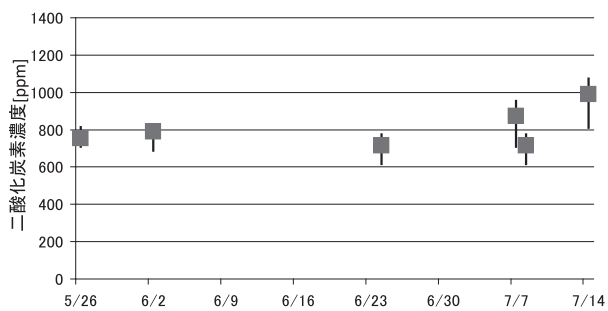


図7 講義室のCO₂濃度 (上:前期, 下:後期)

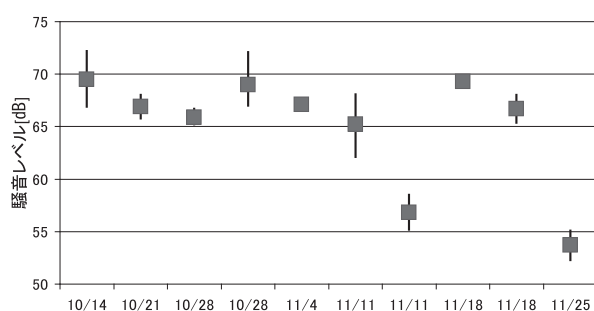
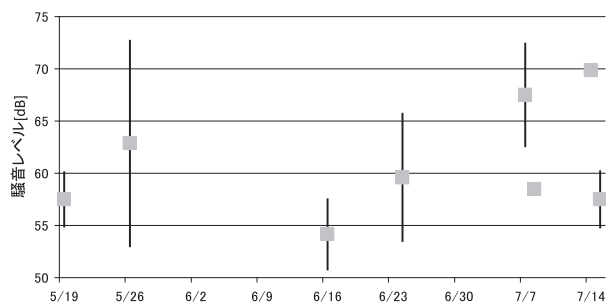


図9 講義室の騒音レベル (上:前期, 下:後期)

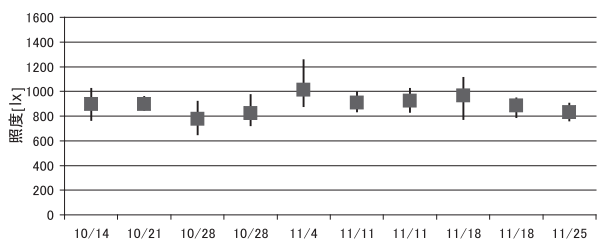
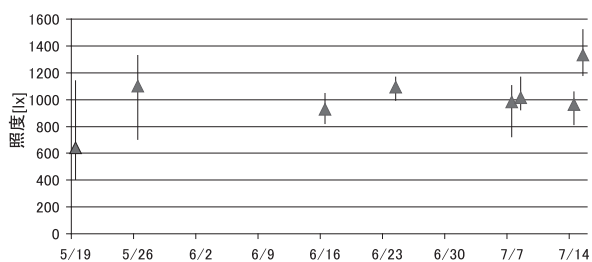


図8 講義室の照度 (上:前期, 下:後期)

は良いと言える。

図9に示す講義室における室内騒音レベルは平均50~70 dBであり、一般事務室の推奨値60 dBより大きい値であった。これはマイクを使う講義であるため、講義の音によるものと考えられる。

4.3 アンケート調査結果

表2に前期と後期のアンケート回答者の属性を示す。アンケート回答者は最大約120人、最小約15人であり、その男女比は約8:2であった。また、着衣量を示す平均clo値は前期が平均0.60、後期が平均0.67であった。

今回の調査では、アンケート回答者の中からアンケート質問「現在の体調」と「講義に対するモチベーション」が

「悪い」と答えた人を除いた全体の約60%を有効回答者とした。従って、有効回答者は最大が約90人、最小が約15人であり、有効回答者の割合は最大が約90%、最小が約40%で全体平均は約60%となった。

図10に環境要素の平均満足度を示す。環境要素の平均満足度では、前期は温熱環境、空気環境、空間環境が0をやや下回り「やや不満」という結果であった。後期は前期に満足度の低かった温熱環境、空気環境、空間環境が0をやや上回り「どちらでもない」という結果であった。光環境、音環境は前期後期とも大きな変動は見られなかった。従って前期に比べて後期の環境満足度が高いことがわかる。

図11に前期と後期の室内環境(温熱環境、空気環境、光環境、音環境、空間環境)の重要度を示す。前期において「重要」か「非常に重要」と答えた割合をみると温熱環境は65%、空気環境は60%、光環境と音環境および空間環境は50%であった。後期において「重要」と「非常に重要」と答えた割合はすべての環境において前期より高く、温熱環境と空気環境は約85%、光環境と空間環境は70%、音環境は約80%であった。以上のことからすべての環境において前期より後期の室内環境の重要度は高く、特に前期後期ともに温熱環境と空気環境が他の環境より重要であると認識していることが分かった。

図12に前期後期の室内温度に対する温熱環境満足度を示す。近似曲線から判断すると、前期では約26°C以上になると温熱環境満足度は「不満」側に移動することがわかる。また、後期では約27°C以上になると温熱環境満足度は「不満」になることがわかる。さらに、前期後期を含めた近似曲線からみると、室内温度は約19~26.5°Cの範囲であれば

表2 アンケート回答者属性 (上: 前期, 下: 後期)

人数 \ 日付	5/19	5/20	5/26	6/2	6/16	6/24	7/7	7/8	7/14	7/15
全体人数	123	61	116	121	118	54	110	48	117	52
有効人数 (男)	68	25	53	66	64	22	64	19	80	24
有効人数 (女)	13	9	8	10	11	12	12	7	13	9
有効人数割合	66	56	53	63	64	63	69	54	79	63
clo 値 (平均)	0.614	0.624	0.623	0.613	0.624	0.613	0.584	0.578	0.571	0.562

人数 \ 日付	10/14	10/21	10/28	10/28	11/4	11/11	11/11	11/18	11/18	11/25
全体人数	96	105	93	14	14	68	15	107	15	12
有効人数 (男)	49	54	45	5	5	32	9	50	8	6
有効人数 (女)	9	7	7	0	0	12	0	17	0	1
有効人数割合	61	59	57	42	42	66	69	64	61	70
clo 値 (平均)	0.672	0.7	0.749	0.686	0.632	0.719	0.627	0.685	0.67	0.617

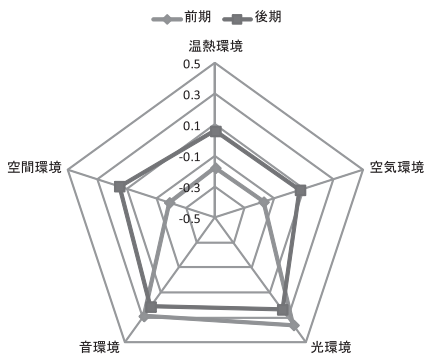


図10 環境要素の平均満足度 (-1: 不満 ~ 0: 中立 ~ 1: 満足)

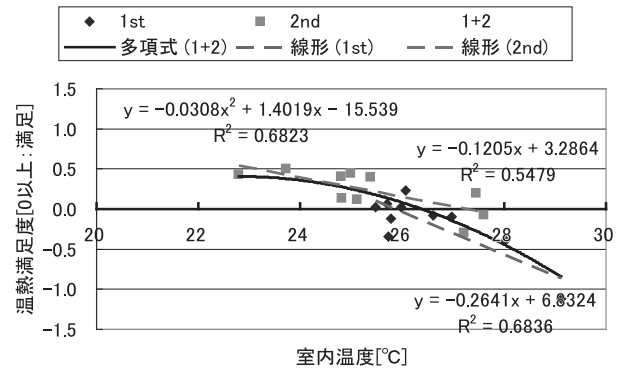


図12 室内温度に対する温熱環境満足 (-2: 不満, -1: やや不満, 0: 中立, 1: やや満足, 2: 満足)

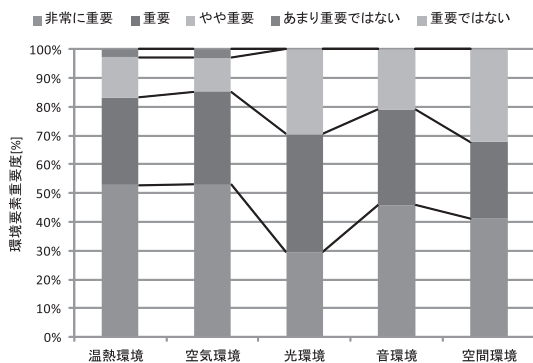
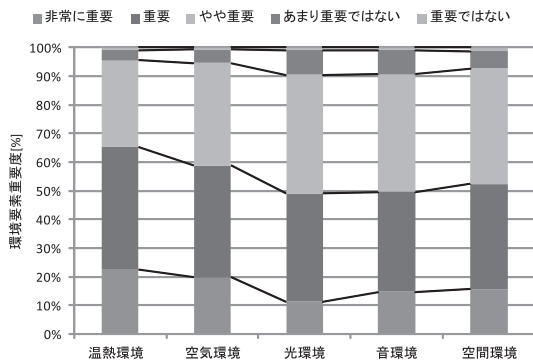


図11 室内環境の重要度

温熱環境は「満足」になることが推測できる。

図13に前期後期の室内二酸化炭素濃度に対する空気満足度を示す。二酸化炭素濃度が700~1,000 ppmであった前期の空気満足度は「どちらでもない (中立)」であった。しかし、後期は二酸化炭素濃度が約800 ppm以下であれば空気環境は「満足」となることがわかる。このことから講義室の空気環境は1,000 ppm以下ではほとんど「満足」と推定できるが、二酸化炭素濃度以外の原因も空気環境満足度に影響することがわかる。

図14に室内温度に対する学習効率の関係を示す。前期は後期ともに28°C以上になると学習効率は低下することがわかる。また、前期後期を含めた近似曲線からみると、室内温度は約17.5~27.5°Cの範囲であれば学習効率は「向上」になることが推測できる。

5. まとめ

今回の実測とアンケート調査結果から以下の知見を得た。

- 1) 講義室の室内温度は約24°C~28°Cで、相対湿度は40~80%であった。また、炭酸ガス濃度は1,000 ppm以下

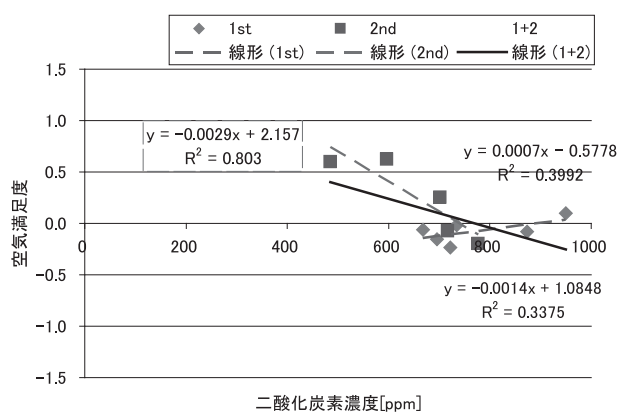


図13 二酸化炭素濃度に対する空気満足度
(-2:不満, -1:やや不満, 0:中立, 1:やや満足, 2:満足)

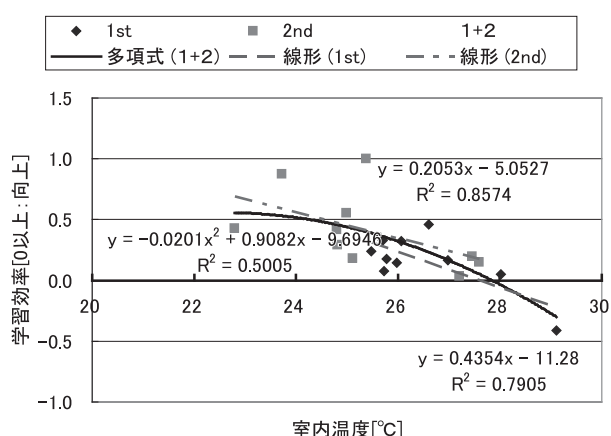


図14 室内温度に対する学習効率
(-2:低下, -1:やや低下, 0:中立, 1:やや向上, 2:向上)

で、照度は平均約 650~1,300 lx、騒音レベルは平均 50~70 dB であった。

- 2) 室内環境満足度においては、温熱環境と空気環境の満足度が音環境、光環境、空間環境より重要度割合が高い結果であった。

- 3) 室内温熱環境は室内温度が約19~26.5°Cの範囲であれば「満足」であるが、学習効率が「向上」となる室内温度範囲は約17.5~27.5°Cであった。

謝 辞

本研究を遂行するに当たり、実測とアンケート調査を率先してくれた2011年度卒業生で同研究室出身の佐伯俊宏君とアンケート調査に協力してくれた広島工業大学環境学部生にここで感謝の意を表します。

文 献

- 1) 多和田智美, 伊香賀俊治, 村上周三: オフィスの温熱環境が作業効率及び電力消費量に与える総合的な影響, 日本建築学会環境系論文集, 第648号, pp. 213-219, 2010.2
- 2) 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660号, pp. 201-209, 2011.2
- 3) 後藤伴延, 伊藤一秀: 若年層(16~22歳)を対象とした温熱・空気環境の質が学習効率に及ぼす影響の検討, 日本建築学会環境系論文集, 第75巻, 第655号, pp. 767-774, 2010.9
- 4) 金子隆昌, 村上周三, 伊藤一秀: 現地実測による温熱・空気環境の質が学習効率に及ぼす影響の検討—学習環境におけるプロダクティビティ向上に関する研究(その1)—, 日本建築学会環境系論文集, 第606号, pp. 43-50, 2006.8
- 5) 村上周三, 伊藤一秀, ポールワルゴッキ: 教室環境と学習効率, 建築資料研究社, 2007.10