

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9) 温熱・空気環境の質が学習意欲,効率に及ぼす影響に関する被験者実験

学習効率 学習意欲 被験者実験

正会員 亀田健一*² 正会員 金子隆昌*³
 同 村上周三*⁴ 同 伊藤一秀*⁵
 同 深尾 仁*⁶ 同 樋渡 潔*⁶

准会員 ○内田匠子*¹

1. はじめに

本報を含む一連の学習効率向上に関する研究¹⁾では、教室の温熱・空気環境の質が学習効率に及ぼす影響を検討する。本報(その9)ならびに次報(その10)では特に学習効率を検討する際に最も重要な要素の一つである学習意欲(モチベーション)に着目した検討を行う。既往研究から各種の環境要素が学習効率に及ぼす影響を評価する際に学習意欲が大きなノイズとなることが報告されている²⁾。そのため学習効率検討の際には被験者の学習意欲を別途評価することで、学習効率に対する環境要素の影響を明確に抽出できる可能性が高い。しかしながら、学習環境ならびに学習効率と学習意欲の定量的関係は十分な解明には至っていない。

2. 研究概要

本報(その9)では、学習意欲ならびに学習効率に関する被験者実験の概要を述べ、温熱・空気環境要素が学習効率に与える影響を検討すると共に学習意欲の定量的な評価を試みるための調査法の概要を述べる。次報(その10)では学習意欲の性質の検討を行うために行った被験者実験①の結果について報告する。更に温熱・空気環境要素が学習意欲に及ぼす影響、並びに学習意欲が学習効率に与える影響を検討し、加えて学習意欲に影響を及ぼす要因を把握するために行った被験者実験②の結果について報告する。以上、学習意欲に着目することで温熱・空気環境要素が学習効率に及ぼす影響を構造的に考察すると共に、その知見から適正な学習効率評価方法の検討を行う。また学習意欲に関するデータは従来では厳密な比較が困難であった、現地実測と実験室実験の整合性を詳細に検討する際に有用なデータとなる。

3. 被験者実験の概要

被験者実験は前報(その8)で示した現地実測の温熱・空気環境測定結果を厳密に再現する。また同一の学習効率評価方法にて行う。

3.1 実験場所・期間(図1) 大成建設技術センターの空調システム実験室(2005.10.10~11.9)。実験室内のレ

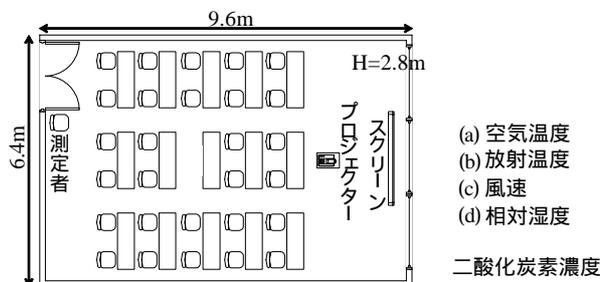


図1 実験室概要ならびに測定ポイント

表1 実験条件

		被験者群 A		被験者群 B	
		28人(女性5名)		27人(女性4名)	
第1週	被験者 実験①	換気量(大)		換気量(大)	
授業①		25.0°C45%		25.0°C45%	
第2週	被験者 実験②	比較 I	換気量(小)	換気量(大)	換気量(大)
授業②			27.3°C45%	25.0°C45%	25.0°C45%
第3週		比較 II	換気量(大)	換気量(小)	換気量(小)
授業③			25.0°C45%	27.3°C45%	27.3°C45%
第4週			換気量(大)	換気量(小)	換気量(小)
授業④	25.5°C40%	28.3°C60%	28.3°C60%		
第5週	換気量(小)	換気量(大)	換気量(大)		
授業⑤	28.3°C60%	25.5°C40%	25.5°C40%		

アウト・人員密度も日建学院^{注1)}の状況を模擬した。

3.2 実験条件(表1) 実験条件を表1に示す。換気量の変化に伴う温熱・空気環境の変化を環境条件とした。被験者実験は、環境条件と被験者群をパラメータとした2x2のクロスオーバーデザインとし、更に2x2のマトリックスを2種類設定した(比較Iと比較II)^{注2)}。また実験は、被験者のサーカディアンリズムに配慮して同一の曜日・時間帯で行った^{注3)}。

3.3 被験者 一級建築士を目指している大学生や院生を対象とし、授業に対する動機付けが現地と同程度になるよう配慮した^{注4)}。被験者数は被験者群Aが28名、被験者群Bが27名の合計55名である。

3.4 測定方法

(1)学習効率 講義内容の理解度を問うテスト^{注5)}の点数を用いた。講義内容は一級建築士試験対策である。

(2)学習意欲の定義と評価方法(表2、3) 本研究では学

表2 学習意欲の性質を問う申告票(被験者実験①)

日	学習意欲は日によって異なりますか?	【0:変わらない⇔3:大きく異なる(4スケール)】
時	最も低い日の学習意欲を1とすると最も高い日の学習意欲はその何倍ですか?	【 _____ 倍】
間	学習意欲は時間帯によって異なりますか?	【0:変わらない⇔3:大きく異なる(4スケール)】
	最も低い時間帯の学習意欲を1とすると最も高い時間帯の学習意欲はその何倍ですか?	【 _____ 倍】
	学習意欲を高めてくれる、もしくは低下させている要因は何ですか?	【いずれも自由記述】

表3 学習意欲を定量的に評価する申告票(被験者実験②)

1.	教室に入室前の学習意欲はいかがでしたか?	【 _____ %】
2.	講義中の学習意欲はいかがでしたか?(講義①、講義②、確認テスト)	【 _____ %】
3.	学習意欲を低下させている要因は何ですか?3つ選んで下さい	【①体調 ②興味度 ③空気環境 ④温熱環境 ⑤光環境 ⑥音環境 ⑦空間環境 ⑧その他】
4.	3で選んだ3つの影響を100%とすると、それぞれの要因の影響は何%になりますか?	【 _____ %、 _____ %、 _____ %】

学習意欲を「講義内容を吸収しようという意欲」と定義する。また学習意欲は、教室に入室直前の学習意欲「講義前の学習意欲」(Motivation-講義前(M_前))と、教室に入室後の講義中並びにテスト解答時の学習意欲「講義中の学習意欲」(Motivation-講義中(M_中))の2種類に分類する。両学習意欲は申告票による定量的評価を試みる^{注6)}。

①学習意欲の評価方法の検討(表 2) 被験者実験①にて、学習意欲の性質を検討するために学習意欲の日および時間変動に関する調査を行う。また学習意欲に影響を及ぼす要因を検討するために自由回答方式による、学習意欲を高めてくれる要因と低下させる要因の抽出を行う。また、定量的な学習意欲の評価方法・設問の検討・試行・作成を行う。

②学習意欲評価の検討(表 3) 被験者実験①にて回答者に誤解が生じないような学習意欲の設問文を検討し、学習意欲の評価方法を決定した(表 3)。学習意欲の申告は今までの経験から最もやる気のある状態を 100[%]、最もやる気のない状態を 0[%]として 0~100[%]のスケールで行う。被験者実験②では、温熱・空気環境の質が学習意欲に及ぼす影響並びに学習意欲が学習効率に及ぼす影響を検討するために、学習意欲の定量的な評価に加え、学習効率を低下させる要因ならびにそれぞれの要因が学習意欲を低下させる程度を回答させる。学習意欲を低下させる要因については被験者実験①で得られた知見を基に 8 つに絞りこみ、選択形式とした。

(3)室内環境の質(物理環境)

(i)空気環境 換気量(外気導入量)、CO₂濃度、化学物質濃度(揮発性有機化合物濃度)の測定をした。

(ii)温熱環境 空気温度、放射温度、風速、相対湿度を1分間隔で連続測定した。その他音・光環境も測定した。

3.5 実験手順(図 2) 実験室入室後に講義前の学習意欲 M_前の申告を課すと共に、環境順応時間を設けた。その後日建学院の授業を再現したタイムスケジュールとし、最後 15 分間で講義中の学習意欲 M_中の申告を課した^{注7)}。

3.6 統計解析方法 テスト結果の環境条件間比較には、危険率を 5%として定め対応のある t 検定を行った。申告票結果の環境条件間比較には、対応のある順位尺度の検定として Wilcoxon の符号付順位和検定を用いた。

4. 物理環境測定結果

4.1 空気環境

①換気量(表 4) 換気量の測定結果に関して表 4 に示す。換気量はほぼ設定通りであった。

②二酸化炭素濃度 比較 I (表 1)の換気量(大)では、実験中平均 980ppm のほぼ一定濃度となった。換気量(小)では約 1060ppm から上昇して授業終了時には約 3280ppm に達した。比較 II (表 1)もほぼ同様の結果となった。

③室内化学汚染物質の空気濃度 厚生労働省の室内濃度指針値を超える揮発性有機化合物は検出されなかった。

4.2 温熱環境(表 5) 温熱環境に関わる物理要素は現地実測をよく再現していた。代表し被験者群 A に関して表 5 にまとめる。被験者群 B も同様の結果となった。

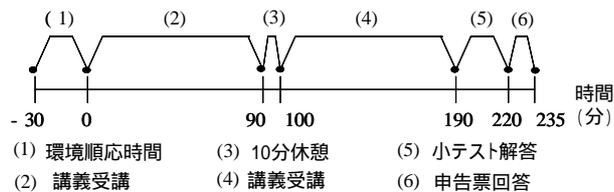


図 2 実験手順

表 4 換気量測定結果

	換気量(大)		換気量(小)	
	比較 I	比較 II	比較 I	比較 II
換気量[m ³ /h]	461	550	72	69
換気回数[回/h]	2.7	3.2	0.4	0.4

表 5 温熱環境測定結果(図 1 の⑤点)(被験者群 A)

	換気量(大)		換気量(小)	
	比較 I	比較 II	比較 I	比較 II
空気温度[°C]	25.6±0.1	25.9±0.2	27.6±0.1	28.7±0.2
相対湿度[%]	42±1	38±1	42±1	59±1
風速[m/s]	0.17±0.05	0.14±0.07	0.12±0.05	0.08±0.04
放射温度[°C]	25.7±0.1	25.9±0.2	27.8±0.1	28.8±0.1

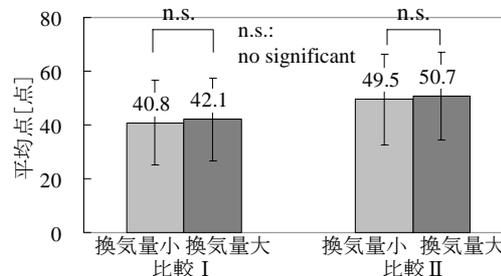


図 3. テスト平均点比較結果

5. 学習効率に関する実験結果(図 3)

比較 I (表 1)では、換気量(小)から換気量(大)に環境を変化させることでテストの平均点^{注8)}が 1.3 点向上した(n.s.)。換気量(小)を基準とした換気量(大)での学習効率向上の百分率換算は 3.2%の向上となる。比較 II では 1.2 点向上した(n.s.)。百分率換算は 2.4%の向上となった。

6. まとめ

①学習意欲に関する実験室実験の概要ならびに物理環境測定結果を示した。②温熱・空気環境に関して、換気量(小)から換気量(大)に変化することで学習効率が比較 I では 3.2%、比較 II では 2.4%向上した(いずれも n.s.)。③次報(その 10)にて学習意欲の性質に関する検討結果を示し、温熱・空気環境要素が学習意欲ならびに学習効率に及ぼす影響の検討を行う。

【謝辞】まとめて次報(その 10)に記載する。

【注】(1)日本最大級の一級建築士受験対策予備校 (2)実験の信頼性を確保するため、被験者群 A、B に対し、換気量大、小の順番を入れ換え、同様の実験を繰り返した。(3)いずれも同じ座席に着席させた。(4)被験者には全実験終了後、正当な報酬を支払った。(5)テストは五者択一形式で全 20 問 (6)大学生並びに大学院生の計 100 名に学習意欲を定義させ、それを踏まえ本研究における学習意欲の定義を行った。また、設問文も意味がわかりづらい表現がないか等よく吟味した。(7)90 分講義の途中で 5 分間の休憩を挟んだ。(8)異なる授業内容のテスト結果を比較するため、2005 年度の日建学院実施平均データを下に点数の補正を行い、全テストの難易度を統一した。

【参考文献】(文 1)金子ら、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) 室内環境の質と学習効率の関係に関する予備的実測、建築学会関東支部研究報告集、pp533-536、2005 (文 2) Guzzo ら、A Guide to Worker Productivity Experiments in the United States 1976-81、Pergamon、pp933-936、1983

*1 慶應義塾大学 Keio University *2 慶應義塾大学 大学院 Graduate Student, Keio University *3 嗣久米設計(当時慶應義塾大学 大学院) Kume Sekkei co. Ltd.
*4 慶應義塾大学 教授 工博 Prof., Keio University, Dr. Eng. *5 東京工芸大学 助教授 工博 Associate Prof., Tokyo Polytechnic University, Dr. Eng.
*6 大成建設技術センター 博士(工学) Taisei Corporation, Dr. Eng.