

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 29 年 6 月 12 日現在

機関番号：13101

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2014～2016

課題番号：26350065

研究課題名(和文) ヒューマンファクタを考慮した学校における住環境の改善と環境制御体制の構築

研究課題名(英文) Improvement of living environment at schools in consideration of human factors and establishment of environmental control systems

研究代表者

飯野 由香利 (Iino, Yukari)

新潟大学・人文社会・教育科学系・教授

研究者番号：40212477

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,600,000円

研究成果の概要(和文)：(1)教室内の熱・光・空気環境が教室の配置や方位及び階数により異なることを新潟県や東京都内の学校での実測調査で明らかにした。児童が学習に集中できる冷房時の室温は26℃であることを把握した。学習効率と最も関連する指標は集中度で、学習効率の検討方法は数独が適当である。(2)学校教員養成課程の学生や現役の教師を対象に、校舎や家庭科の物品を活用した体感型の実験方法を提案して教育実践した結果、理解度の向上等の有効性を確認した。さらに、原理や体感型授業をまとめた教材を作成して教員の意見を踏まえて改良して、新潟市と長岡市の中高校の家庭科の教師に送付した。

研究成果の概要(英文)：(1)The differences of thermal, lighting and air environments according to site, directions and floor levels were clarified by measurements in classrooms at schools in Niigata and Tokyo. It is clarified that the air temperature when pupils could concentrate on study in the cooling environment was 26℃. The suitable factor of learning efficiency was "concentration" and the proper examining method was "Sudoku". (2)The educational methods students and teachers could experiment utilizing school building and tools used in home economics lessons were proposed and conducted. Their effects were verified in the points of progressing their comprehensions. The booklets were written including principles and proposed experiments and mailed to home economics teachers at junior high schools and high schools in Niigata and Nagaoka cities.

研究分野：教育分野(家庭科の住生活)と建築分野(建築環境工学)

キーワード：教師 環境制御 体感型授業 温熱環境 空気環境 実験実習 教材 学習効率

1. 研究開始当初の背景

(1) 筆者らは、高効率の設備が設置されているいくつかの小学校で設備による環境制御について調査した。その結果、高効率な設備が整備されているにもかかわらず、設備が有効に使用されておらず効率的な環境制御がなされていないために温熱・空気環境が改善されていないことを明らかにしてきた。要因として、教師が建築設備の仕組みや制御方法を理解しておらず教室環境の形成メカニズムに関する知識がないこと、及び教育委員会は教室の配置等により教室内に形成される温熱・空気環境が異なることの認識がないこと等が挙げられる。

(2) 筆者らの調査研究において、冷房の発停や設定温度は教師自身の判断や冷房に対する嗜好により決まり、クラスによる室内温熱環境の相違が大きいことを確認している。

(3) ヒューマンファクタとは、主に教師による教室内の温熱・空気環境の環境調節のことである。問題点として、教室内の熱・光・空気等の住環境や建築設備に関する教師の知識不足が挙げられる。

(4) 教室の環境調節において、教育委員会から示される設備使用期間や冷暖房操作時の設定温度等の指針に従うことが多いが、この指針がいずれの児童にとって快適であるとは言い難い。

上記事項を背景に教室環境の改善のために教師が行う環境調節指針を示すとともに、学習効率向上のための環境調節指針を示す。

2. 研究の目的

研究目的は以下の3項目とした。

(1)教室内の住環境(温熱・空気環境)の実態把握 教室環境に大きく影響を及ぼす方位と階数及び廊下タイプが異なる教室での温熱・空気・光環境の物理環境を把握し、児童の温冷感や明るさ感及び快適性などの評価の相違を明らかにする。

(2)教師による環境制御の実態把握と環境制御方法の構築 冷暖房時における教師による環境制御方法の相違を明らかにする。また、教師が予想する冷暖房時の児童の温冷感

と実際に児童が評価した温冷感との関係を検討する。さらに、教育委員会からの冷房時の設定温度等の指針内容の妥当性を検討して、快適な環境制御方法を示す。

(3)教師に対する環境教育体制の整備 高効率な設備が設置されている学校において冷暖房や換気設備の適切な使用方法を教師に教示する環境教育を行い、室内環境の改善方法を示すことにより環境教育の有効性を示す。一方で、教育学部の教員養成課程の授業や免許更新講習等の現職教員への再教育時における授業(教室内の温熱・空気環境の現象原理や建築設備の仕組みを教える授業と建築設備の省エネな環境制御方法等の実践的授業)の構想を策定する。さらに、筆者らがこれまでの実測調査等で得た教室内温熱・空気環境の特性や現象原理を解説する教材を作成する。また、研究代表者が家庭科の住教育で校舎を利用した体感実験について試作や検証実験を行う。

3. 研究の方法

平成26年度

(1)教室内の住環境(温熱・空気環境)の実態把握 冷房設備がなく、教室が南面と北面に配置されているオープンスクールのA小学校を対象に、形成される室内の熱・光・空気環境に関する実測調査を行い、アンケート調査を実施して児童の温冷感などの評価と教師による環境調節の実態を検討した。

冷房設備を設置しているB小学校(教室窓面が南と西に面し、3階建片廊下タイプ)において、実測調査とアンケート調査を実施した。

(2)教師による環境制御の実態把握と環境制御方法の構築 B小学校における冷房時の教師による環境制御の実態を分析した。

(3)教師に対する環境教育体制の整備

涼しく住まうために、日射遮蔽と蒸発潜熱の活用及び通風の有効利用の原理を示し、5種類の窓面の前に立って涼感を体感する実験を考案して中学校で実践した。

暖かく住まうために、熱伝導の異なる床材(断熱材、カーペット、何もなしなど)の上に裸足で載り、足裏からの熱放出の相違を体感する実験と、対流や放射により体から熱を

放出することを実感できる実験を小学校で実践した。

平成 27 年度

(1)教室内の住環境（温熱・空気環境）の実態把握 冷房の設定温度を一律にした場合の室内環境の実態を把握するために、東京都 K 区 H 小学校 19 クラスで実測調査と児童と教師を対象にアンケート調査を行った。

(2)教師による環境制御の実態把握と環境制御方法の構築 東京都 K 区 H 小学校 19 クラスで実測調査と児童と教師を対象とするアンケート調査を行い、15 分毎に学生が巡回して冷房使用状況やカーテン等の開閉状況に関する調査を行った。

(3)教師に対する環境教育体制の整備

新潟県内の NI 市立の 114 小学校と 59 中学校、及び NA 市立の 60 小学校と 29 中学校の平面図を用いて、普通教室と調理室(小学校の場合、家庭科室)及び被服室の各々の階数と窓面方位に関する各教室間の相違を検討した。

O 中学 1 年生 2 クラス(75 人)を対象に、1 クラスは南側と北側に窓がある 2 階被服室のみで授業を行い、もう 1 クラスは南側に窓がある 4 階普通教室と被服室の両教室で昼光照明時の室内照度に関する授業を行った。

N 小学校の 5・6 年生 35 人を対象に教室内環境と人体との熱の授受と、暖房機器前・窓面・扉と欄間窓を同時に開放した際の開口部での気流の可視化を行った。

住環境学習プログラムを受けた東京都杉並区立 O・S 小学校出身者を含む 4 中学校(A・B・C・D 中学校)の全生徒(小学校で体感型の環境教育を受けた児童が 1~5 年後の中学生)を対象に、住環境学習プログラムで学習した内容の知識の定着状況と家庭での環境調節行為等の実践について、体験型環境教育を受けていない生徒と比較検討して、体験型環境教育の長期的な教育効果を明らかにするためにアンケート調査を行った。

平成 28 年度

(1)教室内の住環境（温熱・空気環境）の実

態把握 学習効率を検討する方法として、掛け算や数独および代数を試行した。

学習効率を分析する際の指標として、集中度と関連すると考えられる 4 つの覚醒の指標と学習効率との関係について分析した。

(2)教師に対する環境教育体制の整備

2015 年 6 月に新潟県の A・B 市における中学校と高校の家庭科教員に私共が作成した住領域に関する教材を発送し、教材に示す原理及び実験に関してアンケート調査を行った。

音環境に関する授業を考案し、2015 年 11 月に新潟県 M 市立 N 中学校 120 人を対象に音の授業を行った。身近な紙コップやつまようじ及び糸を組み合わせた糸電話を使用して音の伝搬について体感した。さらに、家庭科で使用するミシン、ボール、泡だて器、すり鉢とすり棒などを使用して発音し、音の 3 要素の可視化を行った。

4 . 研究成果

平成 26 年度

(1)教室内の住環境（温熱・空気環境）の実態把握 の A 小学校を対象とした実測調査とアンケート調査の結果から、1)南向き教室の室温は夏期・冬期ともに日射の入射により高い。2)北向き教室の児童の快適性は夏期に窓が全開できず良好な通風環境が得られないことや直達日射が入らず十分な明るさの確保が難しい。3)夏冬とも北向き教室は環境ので南向き教室より劣ることがわかった。

B 小学校を対象とした実測調査とアンケート調査の結果から、1)非冷房時における室内環境では、3 階教室の室温が 2 階教室より高く、東向き教室の室温が南向き教室より高いことが判明した。2)冷房時には、設定温度 27・28 時の室温は、2 階の教室で設定温度以下であり、3 階の教室では午後の設定温度より多少高くなり、設定温度が低いほど設定温度と室温との差は拡大することを明らかにした。

(2)教師による環境制御の実態把握と環境制御方法の構築 熱放射が大きい B 小学校の最上階教室において、教師が長時間冷房を使用し、設定温度を 26 以下に変更することに

より、児童が許容できる温冷感を維持している様相がわかった。

(3)教師に対する環境教育体制の整備 小中学校で行った実験実習の実践結果から、現象原理や体と周辺環境との熱の授受に関する興味・関心が増し、理解度が高くなった。さらに、現象原理やこれらの実験方法について解説した教材を一部作成した。

平成 27 年度

(2)教師による環境制御の実態把握と環境制御方法の構築 教員は室温よりも高い温度で冷房を設定することがあることがわかった。H 小学校における実測調査とアンケート調査から、設定温度 28 時は暑い側の評価をする児童が 53%、設定温度 24 時は寒い側の評価をする児童が 43%いた。冷房使用時の児童の温冷感の中立温度（「どちらともいえない」と回答した時の温度）は約 25 であり、この時の児童の集中度が最も高く、疲労を感じない割合が最も高い。集中度の高い設定温度は 24 と 26 であることを明らかにし、集中度が高くなるほど百ます計算の解答数が増加することがわかった。設定温度 28 時は他の設定温度時よりも、集中力が切れ始める時間、及び疲労を感じ始める時間が早いことから、冷房時の設定温度は 25 ~ 27 が妥当であると考えた。

(3)教師に対する環境教育体制の整備

学校の平面図を調査した結果、階数の相違は小学校普通教室と家庭科室で 75%と高く、中学校の普通教室と調理室で 70%以上であること、方位の相違は小学校普通教室と家庭科室、中学校普通教室と調理室で約 50%であることから、各教室の方位の相違による日射遮蔽、明るさの相違、階数による断熱性・保温性、及び 1・2 面開口による明るさや保温性の相違を利用した授業が実践できることを確認した。

0 中学 1 年生 2 クラスにおいて教室中央の南北軸の 3 地点で照度計測を行った結果、光環境に関する様々な項目の中で、室内における明るさの相違に気づいた生徒が 44%以上いた。「よくわかった」の割合を見ると、「普通教室と被服室クラス」の方が「被服室のみ」

クラスより高かった。両クラスの 80%以上の生徒が「教室の方位や階数の相違を活用した方がより理解できる」と回答した。

N 小学校における人体との熱の授受に関する実験や気流の可視化などの体感授業において、各項目で 90%以上の児童がわかった側の回答をした。

住環境学習プログラムを受けてから 2~5 年経った時点において、プログラムを受けた生徒の方が「説明できる」と回答した割合がプログラムを受けていない生徒より高いことから、知識の定着に繋がっている。さらに、家庭での環境調節行為等の実践では、プログラムの受講の有無にかかわらず、家族の行為の影響が小学校で習ったことより大きい。

平成 28 年度

(2)教師による環境制御の実態把握と環境制御方法の構築 数独は実施回数にかかわらず、比較的集中度が保たれ疲労が少ないこと、掛け算は実施回数の増加に伴い集中度や疲労及び覚醒が落ちること、及び代数は集中などがある程度の時間や回数においても保たれるがテスト終了後には疲労していることが分かった。

4 つの覚醒のうち、「ぼんやり」は集中度と疲労感と同様に学習効率の検討には適当であるが、「やる気」、「落ち着き」、「元気」の 3 つの覚醒評価は 30 以上の暑熱時に適当な指標であることを明らかにした。

(3)教師に対する環境教育体制の整備 家庭科教員からアンケート調査用紙 39 部を回収し、回収率は 29%であった。新潟県の A・B 市における中学校と高校の家庭科教員が指摘する住領域を教える上での問題点は、「家庭での実践が難しい」39%、「良い教授方法を示す資料や情報がない」32%、「住実習ができない」26%であった。一方、対策は、「興味・関心が持てるような教材」69%、「生徒が体感できる実習」59%、「身近な内容を取り入れた内容」54%、生徒が「興味・関心の持てる実験方法」46%であった。授業前の理解度を見ると「何も知らない」が 40%と最も

高く、「音速」と「音の3要素」を除く他の項目は20%以下と低かったのに対して、授業後には「空気伝搬音」と「固体伝搬音」を除くほとんどの項目の理解度は27%以上になった。また、家庭科で使用する物品の利用について生徒に尋ねたところ、90%が「身近で分かりやすい」、87%が「使った方が良い」と回答した。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文](計 5件)

広川智子、飯野由香利、1/10住宅組立模型を用いた光環境教育(1) 実験装置の開発と予備実験、新潟県生活文化研究会誌、査読有、第23号、2017年3月、pp.18~20

飯野由香利、広川智子、1/10住宅組立模型を用いた光環境教育(2) 中学生を対象とした教育実践、新潟県生活文化研究会誌、査読有、第23号、2017年3月、pp.21~23

飯野由香利、広川智子、後藤哲男、1/10組立模型を用いた断熱実験の提示と教育実態、新潟県生活文化研究会誌、査読有、第22号、2016年3月、p.32~35

広川智子、後藤哲男、飯野由香利、木造(在来軸組工法)の住宅の1/10組立模型の開発と建築教育、新潟県生活文化研究会誌、査読有、第22号、2016年3月、pp.28~31

Kanako Abe, Takashi Kurabuchi, Yukari Iino, Study on setting temperature of cooling systems and pupils' thermal sensations in the elementary school, ROOMVENT 2014, 査読有, 2014.10, pp.134-141

[学会発表](計 22件)

飯野由香利、身近な物品を用いた光・音環境の授業実践、日本家庭科教育学会第59回大会研究発表要旨集 B2-2、2016年7月10日、朱鷺メッセ(新潟県)

平野葵、倉淵 隆、飯野由香利、小学校における学習効率に関する基礎的研究 そ

の1 授業時の室内環境と児童と教師の評価の実態、2016年日本建築学会大会(九州)学術講演梗概集、2016年8月26日、福井大学(福井県)

飯野由香利、平野葵、倉淵 隆、小学校における学習効率に関する基礎的研究 その2 学習効率の評価と分析方法、2016年日本建築学会大会(九州)学術講演梗概集、2016年8月26日、福井大学(福井県) 平野葵、倉淵 隆、飯野由香利、小学校における教室環境が学習効率に与える影響に関する基礎的研究、空気調和・衛生学会大会梗概集、2016年9月15日、鹿児島大学(鹿児島県)

飯野由香利、広川智子、暖かく住まうと環境(省エネ)との横断的授業 - 1/10住宅模型を用いた断熱実験 -、日本家庭科教育学会例会、2016年12月11日、東京家政大学(東京都)

広川智子、飯野由香利、高等学校家庭科における安全な住まいに関するアクティブラーニングの提案と検証、日本家庭科教育学会例会、2016年12月11日、東京家政大学(東京都)

野池知枝美、飯野由香利、住生活に関する意識を高めるための効果的な学習方法の工夫~協働学習~と生活を科学的にとらえる「講座」の実践~、日本家庭科教育学会例会、2016年12月11日、東京家政大学(東京都)

飯野由香利、家庭科住領域の授業における校舎利用の可能性と体感型授業の有効性の検討、日本家庭科教育学会 第58回大会研究発表要旨集 A2-5、2015年6月27日、鳴門教育大学(徳島県)

飯野由香利、児童の集中度や疲労感を踏まえた冷房時の設定温度の検討、日本建築学会北陸支部報告集、第58号、2015年7月24日、福井大学(福井県)

後藤哲男、広川智子、飯野由香利、1/10組

立模型を用いた中学生を対象とした建築教育方法の検討 - 基礎教養における初期建築教育の方法に関する研究 その 2 -、日本建築学会北陸支部報告集、第 58 号、2015 年 7 月 24 日、福井大学（福井県）

飯野由香利、倉淵 隆、児童の知的生産性を踏まえた冷房時の設定温度の検討、2015 年日本建築学会大会（関東）学術講演梗概集、2015 年 9 月 4 日、東海大学（神奈川県）

広川智子、後藤哲男、飯野由香利、在来軸組工法の 1/10 組立模型の開発 基礎教養における初期建築教育の方法に関する研究 その 1、2015 年日本建築学会大会（関東）学術講演梗概集、2015 年 9 月 6 日、東海大学（神奈川県）

後藤哲男、広川智子、飯野由香利、1/10 組立模型を用いた中学生を対象とした建築教育方法の検討 基礎教養における初期建築教育の方法に関する研究 その 2、2015 年日本建築学会大会（関東）学術講演梗概集、2015 年 9 月 6 日、東海大学（神奈川県）

佐藤遥香、田中稲子、谷口 新、飯野由香利、古賀誉章、村上美奈子、小学校における体験型の住環境学習の効果に関する研究 その 1 中学生の住環境に対する知識の定着、2015 年日本建築学会大会（関東）学術講演梗概集、2015 年 9 月 5 日、東海大学（神奈川県）

田中稲子、佐藤遥香、谷口 新、飯野由香利、古賀誉章、村上美奈子、小学校における体験型の住環境学習の効果に関する研究 その 2 中学生の夏季および冬季の環境調節行動への影響、2015 年日本建築学会大会（関東）学術講演梗概集、2015 年 9 月 5 日、東海大学（神奈川県）

飯野由香利、体感型住環境教育の長期的効果、日本家庭科教育学会例会、2015年12月12日、東京学芸大学（東京都）

飯野由香利、高等学校家庭科の住教育における領域横断型授業に関する研究、日本家政学会第66回大会研究発表要旨集 2F-3、2014年5月24日、北九州国際会議（福岡県）

飯野由香利、南向き教室と北向き教室における温熱・光・空気環境の相違に関する研究、日本建築学会北陸支部報告集、第57号、2014年7月13日、富山大学（富山県）

阿部加奈子、倉淵 隆、飯野由香利、小学校における冷房設備の設定温度と児童の快適性に関する研究、空気調和・衛生学会大会梗概集、2014年9月5日、秋田大学（秋田県）

飯野由香利、南向き教室と北向き教室内の環境や児童の評価の相違、日本建築学会大会学術講演梗概集、2014年9月12日、神戸大学（兵庫県）

²¹ 阿部加奈子、倉淵 隆、飯野由香利、小学校における冷房設備の設定温度と児童の快適性に関する研究、日本建築学会大会学術講演梗概集、2014年9月13日、神戸大学（兵庫県）

²² 飯野由香利、学校建築における室内環境の問題点と課題 学校環境のサステナブルデザインと維持管理 日本建築学会 第23回空気シンポジウム、2014年9月11日、六甲山ホテル（兵庫県）

〔図書〕（計 0 件）

〔産業財産権〕

出願状況（計 0 件）

取得状況（計 0 件）

〔その他〕

ホームページ等

6. 研究組織

(1) 研究代表者

飯野 由香利 (IINO Yukari)

新潟大学・人文社会・教育科学系・教授
研究者番号：40212477

(2) 研究分担者

倉淵 隆 (KURABCHI Takashi)

東京理科大学・工学部建築学科・教授
研究者番号：70178094