

想像温度を活用した

人の熱環境適応を引き出す「働きかけ」のデザインに関する研究

Promotional Methods for Thermal Environmental Adaptation of Building
Occupants Based on Cognitive Temperature

2020年3月

札幌市立大学大学院

デザイン研究科 博士後期課程

廣谷 純子

目次

要旨（和文）	1
論文要旨（英文）	3
第1章 序章	7
1.1 研究背景、目的および手法	9
1.1.1 背景	9
1.1.2 目的	16
1.1.3 研究方法	17
1.2 既往の研究	20
1.2.1 住まい方と省エネルギーに関する既往研究	20
1.2.2 環境建築の快適性に関する研究	21
1.2.3 人の熱環境適応プロセスに関する既往研究	23
1.2.4 想像温度に関する既往研究	27
1.2.5 「働きかけ」に関する既往研究	29
1.2.6 適切な住まい方を引き出す「働きかけ」に関する類似研究	31
1.3 本論文の構成	36
参考文献	38
第2章 「情報提示」による働きかけ	45
2.1 はじめに	47
2.2 既往研究との関係	49
2.3 概要	50
2.3.1 実測対象の概要	50
2.3.2 調査の概要	51
2.4 調査Ⅰ 「内窓室」と「内窓無室」の実測調査	52
2.4.1 調査Ⅰの概要	52
2.4.2 調査Ⅰの結果と考察	55
2.5 調査Ⅱ 「内窓+情報室」、「内窓室」、および「内窓無室」の実測調査	59

2.5.1 調査Ⅱの概要.....	59
2.5.2 調査Ⅱの結果と考察.....	63
2.6 第2章のまとめ.....	67
参考文献.....	70
第3章 想像温度と熱環境適応プロセスの関係.....	73
3.1 はじめに.....	75
3.2 既往研究との関係.....	76
3.3 概要.....	77
3.3.1 調査対象校の概要.....	77
3.3.2 調査方法.....	79
3.4 調査Ⅰ、Ⅱの結果と考察.....	82
3.4.1 想像温度と物理環境の関係.....	82
3.4.2 想像温度と熱環境適応について.....	86
3.5 3章のまとめ.....	103
参考文献.....	106
第4章 「住環境教育」と「想像温度調べ」による働きかけ.....	109
4.1 はじめに.....	111
4.2 既往研究との関係.....	114
4.3 概要.....	115
4.4 風をテーマとした「住環境教育」による働きかけ.....	116
4.4.1 授業の概要.....	116
4.4.2 「ふりかえり」の分析.....	119
4.4.3 授業前後の意識変化.....	126
4.4.4 風をテーマとした「住環境教育」のまとめ.....	135
4.5 「想像温度調べ」による働きかけ.....	137
4.5.1 想像温度調べの概要.....	137
4.5.2 結果と考察.....	138
4.5.3 「想像温度調べ」のまとめ.....	142

4.6 「不快4日以上群」と「不快4日未満群」の比較	144
4.6.1 概要	144
4.6.2 「想像温度調べ」の効果検証	147
4.6.3 「住環境教育」による効果	152
4.6.4 熱環境適応	157
4.6.5 「不快4日以上群」と「不快4日未満群」の比較のまとめ	163
参考文献	165
第5章 働きかけの提案	167
5.1 目的	169
5.2 「情報提示」による働きかけの提案	169
5.3 「想像温度調べ」と「住環境教育」による働きかけの提案	172
5.4 5章のまとめ	174
参考文献	174
第6章 総括	175
6.1 結論	177
6.2 今後の展望	181
謝辞	185
参考資料	187

要旨（和文）

近年、環境配慮型建築（以下、環境建築）が普及しつつあり、環境建築の住まい手には、建築に施された工夫を活かして快適性と省エネルギー性が両立する住まい方が求められている。住まい方には、住まい手が外部条件を読みとり、窓開け等の調整をした上で、それでも不快な場合に設備で補助的に調整を行なう「パッシブ技術主導型の住まい方」と、主として省エネルギー性の優れた設備で調整を行なう「アクティブ技術主導型の住まい方」がある。「パッシブ技術主導型の住まい方」では、一般に、調整行動の選択に関わる多くの判断は、住まい手に委ねられるが、地域の気候、建物の環境性能、自らの体調、行動等によって多様な調整がなされている。また、調整方法によって得られる快の程度が異なるという特徴もある。したがって、住まい手自らが適切な判断をして、調整できるようになるための支援が必要である。特に、数ある環境要素の中で「熱環境」に関する判断とその調整は、住まい手にとって他の要素よりも難しいと考えられる。そこで本研究では、「パッシブ技術主導型の住まい方」を行なう環境建築の熱環境に対して、自らが過ごす熱環境を適切に感知し、不快でない熱環境を実現するための支援方法の確立を目的とした。

本研究では、熱環境を適切に感知し、不快でない熱環境を実現するプロセスは、人が生理・心理・行動的に適応することで快を得る「熱環境適応」によって実現できると仮定して、人の熱環境適応を引き出す3つの「働きかけ」を想定した。具体的には、「①情報提示」と「②住環境教育」に加えて、熱環境に対する心理的適応を測る「想像温度（今、何℃と想像するか?）」を活用した「③想像温度調べ」とした。以下に各章の成果を述べる。

第1章では、研究の背景と目的を述べ、本研究の位置づけを明確にした。

第2章では、「①情報提示」による「働きかけ」によって、心理的および行動的適応を引き出すことが可能か否かを検証した。調査対象は、千葉県にあるビジネスホテルの既存客室（以下、内窓無室）、樹脂アルミ複合枠で低放射複層ガラスの内窓を設けた客室（以下、内窓室）、および室温と内窓の保温効果に関する情報が提供された客室（以下、内窓+情報室）の宿泊客とした。3つの客室において、在室中の暖房使用時間（以下、暖房使用割合）を比較した。外気温10℃以下で、「内窓室」は「内窓無室」よりも暖房使用割合が22%少なく、「内窓+情報室」は「内窓室」よりさらに12%少なかった。また、「内窓+情報室」での、20℃以上の高温の吹出空気があった時間割合は、他の2室の3~4割だった。以上から、「情報提示」は、暖房を使用しないで問題ない、もしくは設定温度を高め設定する必要がないとする宿泊者の判断に基づいた心理的適応と、暖房の調整という行動的適応につ

なことが示唆された。

第3章では、「③想像温度調べ」が温度に対する意識を涵養する働きかけとして活用できるか否かを確認するために、想像温度と熱環境適応プロセスの関係を明らかにした。滋賀県の中学生（376人）を対象にした、夏の「通風室」と「冷房室」の実測調査で、想像温度が高いほど、発汗している生徒が多く、不快ではないとする生徒が少ない傾向があり、想像温度は生理・心理的適応と相関があることを確認した。また、「通風室」では、外気温が高いほど想像温度が高く、暑熱緩和行動（行動的適応）の数が多かった。さらに、「不快ではない」状態で「追加したい行動がない」場合は、想像温度が低かった。以上のような状態が、現状の熱環境に適応した状態であることを提示した。

第4章では、第3章の中学生の一部（198人）を対象に、2つの働きかけの試行と効果検証を行なった。「②住環境教育」は、環境建築への興味関心を引き出し、心理的適応や行動的適応に影響を与える効果があると考えた。「風」をテーマとした授業を行ない、「風」を刺激語とした連想法調査で頻出した語を、対数で相対化した連想マップで表し、授業の前後でマップ上の語の配置から、意識の変化を考察した。その結果、「風の様子や動き」と「エコスクール技術」に対する認識が強まったことを確認した。

また、想像温度と寒暑不快感および室温を照合する「③想像温度調べ」は、温度に対する意識を涵養し、心理的適応を引き出す効果があると考えた。「想像温度調べ」を継続すると、同じ熱環境下であっても、生徒の想像温度は、日ごとに標準偏差が小さくなりながら室温に近づき、不快申告が減少する心理的適応が見られた。空間の熱環境の状態に整合する体感尺度（想像温度尺度）が形成されたと考えられる。

最後に、教室の熱環境に対して「不快申告が多い群」と「不快申告が少ない群」に分け、「②住環境教育」と「③想像温度調べ」前後の行動的適応と心理的適応状況を検証した。2つの「働きかけ」後に、暑熱緩和行動（行動的適応）が増え、想像温度が変化して不快ではない申告が増える心理的適応は、「不快申告が少ない群」の方が顕著だった。現状の熱環境の状態を不快に感じている場合は、本研究で試みた「働きかけ」では、熱環境適応を引き出す効果が得られにくい場合があることも分かった。

第5章では、「情報提示」、「住環境教育」および「想像温度調べ」の効果的な実施方法を提案した。

第6章では、各章で明らかになったことを要約し結論とした上で、今後の課題を整理した。

論文要旨 (英文)

In the past 20 years, the number of passive and low-energy architecture (PLEA) buildings worldwide has increased considerably, and it is necessary for occupants to select appropriate environmental adjustment controls. The type of control depends on the local climate, the thermal performance of the building, and the physical condition of the occupants, and thus it is difficult for occupants to judge and adjust the thermal environment.

This research focused on the relationship between the thermal environment in PLEA and its association with occupants' thermal environmental adaptation based on their cognitive temperature. The occupants' thermal environmental adaptation consists of physiological, psychological, and behavioral adaptations, and is influenced by personal thermal history and lifestyle. The purpose of this study was to propose effective promotional methods for helping building occupants live comfortably through thermal environmental adaptation based on their cognitive temperature.

The effects of three methods for eliciting thermal environmental adaptation were investigated. The first is providing information that contributes to the decision on whether to use air-conditioned heating. The second is living environmental education, in which interest in PLEA is cultivated. The third is cognitive temperature checking. In this research, cognitive temperature refers to the self-reported temperature in response to the question "What do you think the current temperature (°C) is?" According to previous studies, cognitive temperature is based on a person's sensory information from the immediate environment, and their cognitive references to their past experiences and memories. I hypothesize that daily cognitive temperature checking may be effective in helping cultivate better perception of the thermal environment.

The thesis contains the following sections.

In Section 1, the background and purpose of this research are described, and the positioning of this research is clarified with reference to past studies.

In Section 2, I confirm that it is possible to elicit psychological and behavioral adaptation by providing information. A survey was conducted between 2016 and 2018 at a budget hotel in Chiba prefecture in which inner windows with double glazing were installed in rooms to

improve to the thermal environment. The installation of an inner window with double glazing decreased the vertical temperature difference in the room, and the period of heating utilization was 20% shorter than in rooms without the inner windows. In the rooms where information was provided via a thermometer indicating the room's air temperature and a flyer explaining the heat retention effect of the inner window, many guests decided that heating was not required or they set the thermostat temperature lower. Consequently, the guests in the room used the heater 10% less than those in the rooms without the thermometer and flyer.

Section 3 describes the relationship between the cognitive temperature and the process of adapting to the thermal environment to confirm whether cognitive temperature checking can be used to help cultivate better perception of the thermal environment. The field measurements and survey were performed at a junior high school with 377 students in September 2017 in Shiga prefecture. Examination of a room cooling by natural ventilation and a room cooling by air conditioner revealed that the higher the cognitive temperature, the more students sweated and the number of students who answered "not uncomfortable" decreased. In the room cooling by natural ventilation, the higher the outdoor air temperature, the higher the cognitive temperature, and the number of actions for thermal environment adaptation increased. The students who reported being "not uncomfortable", took "no additional actions to improve comfort" and had a lower cognitive temperature, indicating that they had adapted to the current thermal environment.

In Section 4, the effects of living environment education and cognitive temperature checking on the 198 students who participated in the experiment in Chapter 3 were verified. After living environment education on the theme of "wind", and students confirmed that awareness of "feeling of wind and movement" and "eco-school technology" had increased. When the students continued the cognitive temperature checking, even in the same thermal environment, their cognitive temperature approached room air temperature with a smaller standard deviation every day. This suggests a psychological adaptation by which the number of discomfort votes decreased.

Finally, the students were divided into two groups: one with many days on which they gave "uncomfortable" answers about the thermal environment of the classroom (group with

many uncomfortable days) in the cognitive temperature checking and other one with few days on which they gave “uncomfortable” answers (group with few uncomfortable days). The differences in the behavioral and psychological adaptations between the two groups were compared before and after living environment education and cognitive temperature checking. In the group with few uncomfortable days, the number of actions increased, the cognitive temperature changed, and the number of answers of “not uncomfortable” increased. The group with many uncomfortable days and group with few uncomfortable days showed different reactions to eliciting thermal environmental adaptation in this study. Further studies will be required to find effective ways of eliciting thermal environmental adaptation in different types of people.

Section 5 describes the promotional methods of providing information, living environment education, and cognitive temperature checking.

Section 6 summarizes and concludes the findings of each chapter and discusses future issues.

1.1 研究背景、目的および手法

1.1.1 背景

(1) 国の政策

近年、地球環境問題がこれまで以上に顕在化しつつある中で、国はパリ協定^{※1}を踏まえて、2030年度のエネルギー消費量を2013年度と比較して約2割削減する必要があるとし、住宅や建築物の省エネ性能の向上を図ることを喫緊の課題としている。そのための対策は、新築住宅や建築物の省エネルギー基準への適合義務化建物の拡大、高い省エネルギー性能を有する新築住宅、建築物の供給促進の確保、既存住宅や建築物の省エネルギー性能向上等の対策を掲げている¹⁾。

日本では、1972年と1979年のオイルショックを契機に、1979年に「エネルギーの使用の合理化に関する法律（省エネ法）」が制定され、1980年に住宅の省エネルギー基準が定められて以降、新築の建築には、高い断熱や気密性が求められるようになって久しい。

それ以外にも、夏の日射遮蔽、通風経路、および冬の日射取得を考えた間取りを計画した上で、高効率な設備機器で室内の熱環境を調整するような建物が推奨され、表1-1の認証制度や、表1-2のような設計者を支援するための仕組みの開発が進められている。

省エネルギー性能の高い建物の普及と同様に重要なのは「住まい方」であるが、環境建築に施された工夫を伝え、適切な住まい方を支援する組織や制度はない。

表 1-1 環境建築の認証制度 名称内の () は研究開発主

	名称	概要	目的
1999年 ～	環境共生住宅^{2), 3)} (一社 環境共生住宅推進協議会)	エネルギー、資源、廃棄物等の面で十分な配慮がなされ、また周辺の自然環境と親密に美しく調和し、住み手が主体的に係りながら、健康で快適に生活できるよう工夫された住宅、およびその地域環境を認証。	環境共生住宅のイメージの共有化とさらなる <u>普及</u>
2001年 ～	CASBEE⁴⁾ 建築環境総合性能評価システム (一社 日本サステナブル建築協会)	省エネルギーや環境負荷の少ない資機材の使用、室内の快適性や景観への配慮なども含めた建物の品質を環境性能として認証。	環境性能の <u>評価</u> や <u>格付け</u>
2012年 ～	LCC住宅⁵⁾ ライフサイクルカーボンマイナス住宅 (日本サステナブル建築協会)	建設時、運用時および廃棄時において、省CO2に取り組み、太陽光発電などを利用した再生可能エネルギーの創出により、住宅建設時のCO2排出量も含め生涯でのCO2の収支をマイナスにする住宅。	建築物のライフサイクルCO ₂ ランクを <u>評価格付け</u>
2012年 ～	低炭素建築物認定制度⁶⁾ (国土交通省)	都市の低炭素化の促進に関する法律に基づき、二酸化炭素の排出の抑制に資する建築物。所管行政庁が認定。	<u>都市の低炭素化の促進</u>
2015年 ～	ZEB (ゼブ)⁷⁾ Net Zero Energy Building ZEH (ゼッチ)⁸⁾ Net Zero Energy House. (経済産業省)	外皮の断熱性能等を大幅に向上させるとともに、高効率な設備システムの導入により、室内環境の質を維持しつつ大幅な省エネルギーを実現した上で、再生可能エネルギーを導入することにより、年間の一次エネルギー消費量の収支がゼロとすることを目指した建物 (ZEB) と住宅 (ZEH)。	エネルギー基本計画に基づき、 <u>エネルギー需給構造の抜本的な改善</u>

表 1-2 設計や施工技術の開発と、設計や施工を支援する団体と支援内容

	名称	概要	支援内容
1985年～	一般社団法人 新住協	新在来木造構法⁹⁾ 在来木造工法の熱性能の問題点を改良し通気層や防湿層を加えた工法。 Q1住宅¹⁰⁾ 一般的な住宅を次世代省エネ基準の暖房エネルギーの1/2～1/4となるような超省エネの高断熱住宅。	・マニュアルの制作と公開 ・計算ソフトの開発と配布 ・研修会や見学会の開催
1998年～	北海道建築 技術協会	BIS 認証^{11)、12)} (Building Insulation Specialist) 北国にふさわしい温熱環境要件を備えた住宅等の普及をはかるため、断熱施工技術者を育成するための北海道が独自に創設した認定や登録制度。	・講習会用テキストの制作 ・設計者や施工者を対象とした講習会の実施
2001年～	自立循環型住宅 開発委員会	自立循環型住宅プロジェクト¹³⁾ エネルギー消費量を削減するための要素技術や手法とその効果を組み合わせて定量的にエネルギー消費を削減するための住宅設計技術と効果推計手法。	・設計ガイドラインの制作 ・講習会の開催
2010年～	一般社団法人 パッシブ ハウス・ ジャパン	パッシブハウス¹⁴⁾ 断熱材や高性能な窓や熱ロスの少ない換気システムなどを駆使して、寒さや暑さをガマンしない、快適さを生み出す家の認定制度。年間冷暖房負荷、冷暖房、給湯、換気、照明、調理等を含む総一次エネルギー消費量の上限が認定基準。	・技術情報の発信 ・一次エネルギー消費量や冷暖房負荷の計算ソフトの開発
2018年～	一般社団法人 環境共生住宅 推進協議会	フェノロジーガイド作成ツール¹⁵⁾ 建物の建設地の気温、湿度、降水量、日照時間、風速、風向等の気象条件と、植物や生物といった自然環境や年中行事などを月ごとに重ねて示したもので、設計時の建物配置、形状、間取りや空間構成、開口部の配置、植栽の計画等の検討に活用。	・作成ツールの提供

国語辞典（新明解国語辞典，三省堂，2012年第7版）によると、『住まい』とは、動詞『住まう』の名詞用法で、住んでいる（所の）状態を表す」とあり、「方」はその方法、様を意味する。つまり、「住まい方」とは、住んでいる様、そのありさまの意を表す。

1992年に省エネルギー基準が強化されたことで建物の熱性能に注目が集まる中、「住まい方」の重要性が指摘された。1992年に松原ら¹⁶⁾は、建築環境工学の研究対象が、住宅の断熱や気密性能や暖房器具の種類、能力といったモノ中心の調査研究であることに対して、

住宅室内の熱環境と、生活や住まい方といった視点での研究の重要性を述べ、以降の実態調査から「住まい方」、「熱環境」、および「エネルギー使用量」に関係があることが明らかになっている。しかしながら現在においても、省エネルギーと快適性が両立するような、「適切な住まい方」は、確立していない状況にある。

(2) 住まい方の2つの方向性と本研究の関係

現在、環境建築の住まい方には、2つの方向性がある。室内環境の調整をエアコン、電灯照明、換気扇等の機械設備を活用して調整する住まい方（以下、アクティブ技術主導型）と、外部条件に合わせて窓を開けて換気や通風を促したり、日よけを設けたりした上で、それでも快適にならない場合に、機械設備を用いて室内環境の調整を行なう建築（以下、パッシブ技術主導型）の2つである。パッシブ技術主導型の住まい方のイメージを、小玉¹⁷⁾の快適温度を目指す環境計画の考え方を参考に図1-1に示した。

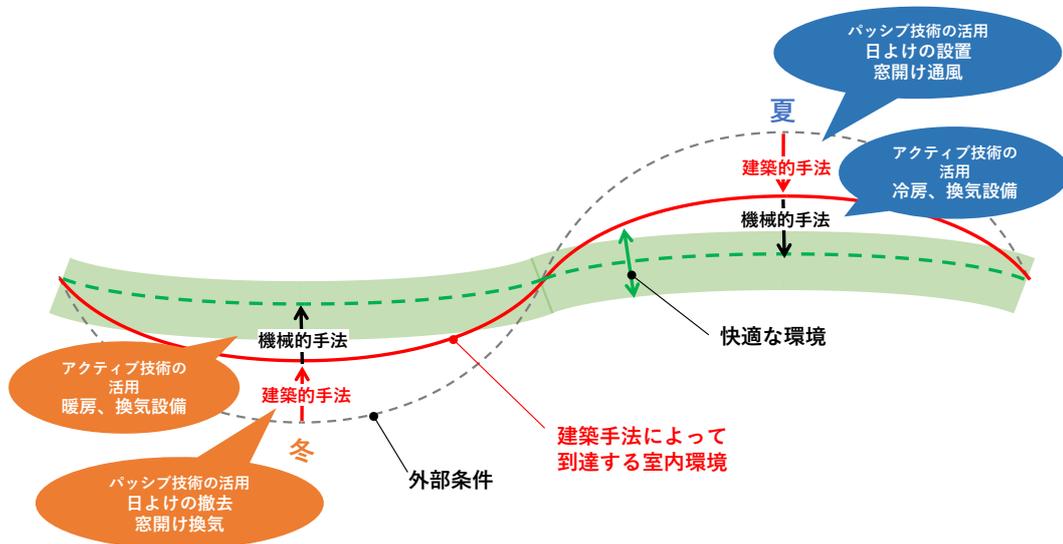


図1-1 パッシブ技術主導型の住まい方による環境調整方法の概念図

一方、アクティブ技術主導型は、商業施設、オフィスビル、および病院などの大規模な建物に多くみられる。建物の断熱や気密性能を向上した上で、高効率機器を導入して、電力使用量や室内環境を見える化するためのBEMS (Building Energy Management System)が導入されており、適切な運用を実現する研究や取り組みが進みも成果をあげている¹⁸⁾、¹⁹⁾。アクティブ技術主導型の住まい方は、2015年以降、経済産業省がZEH (Net Zero Energy

House)を推進するようになったことで、住宅にも普及しつつある。ZEH とは、高気密高断熱住宅に、太陽光発電パネルと蓄電地を搭載し、住宅用のエネルギーマネジメントシステムである HEMS (Home Energy Management System)が搭載され、設備を上手く利用して、全国どこでも同じような「快」が得られるという特徴がある。ZEH の普及率は、2017 年の時点で、年間の新築戸建てに占める割合は 15.3%程度にとどまっていることや、搭載された HEMS (Home Energy Management System)が十分に活用されていないという課題²⁰⁾もあるが、住まい方については、家電も含めた電気使用量を HEMS によって見える化し、発電と蓄電を使いながらエネルギー使用量の実質 0 を目指す⁸⁾と、明確に提示されている。

一方、パッシブ技術主導型は、古来の日本の住まい方の延長上にあり、現在もこのような住まい方をしている人は多く、変化する室内や屋外環境に合わせて窓を開閉して風を調整し、それでも暑いときには冷房を使用する、あるいは、自然の自然光に合わせて電灯照明を ON・OFF するといったように、その時々々の環境に応じた調整行動（以下、環境調整行動）が必要となる。パッシブ技術主導型の環境建築では、調整行動を住まい手もしくは使用者が自ら行なう必要があるが、吉野、長谷川²¹⁾の高気密高断熱住宅のアンケートと実測調査では、冬は熱環境が向上する一方、夏に日射遮蔽の不足、排熱の工夫がなされていないことにより室温の上昇を招きやすいことが報告されている。また、川上ら²²⁾の高性能戸建住宅の住まい方特性の調査では、高性能戸建住宅の住まい手は、一般邸にくらべて春期の空調稼働率が高いこと、暖冷房ともに使用時間が長くなる傾向があり、建物の性能を十分に活かしていない実態が明らかになっている。

以上のように、パッシブ技術主導型の住まい方では、一般に、調整行動の選択に関わる多くの判断は、住まい手に委ねられ、地域の気候および建物の環境性能によって調整方法は異なる。また、自らの体調やその時の行動によって必要とする快も異なる。さらに、住まい手にとって、地域の気候および建物の環境性能を把握した上で、不可視な熱環境を把握することは難しい²³⁾²⁴⁾。

そこでパッシブ技術主導型の住まい方の実現には、住まい手自らが適切な判断を行なえるようになる支援が必要と考えた。

(3) パッシブ技術主導型の住まい方と熱環境適応

松原、澤島²⁵⁾による、京都市近辺の冬季の住宅における居住者の住まい方の調査では、地域特有の住まい方によって形成される熱環境の実態が明らかになり、澤地ら²⁶⁾による関東近郊の住宅における調査では、暖冷房による調整行為が、その時々室温、生活行為、在室場所等に依存していることが明らかになっている。このように、人は衣服調整、窓の開閉行動、暖冷房設備の調整等、自らで環境を調整し快適と感じる室内熱環境を形成することを日常的に行なっている。

そこで本研究では、住まい手自らが適切な判断を行なうための支援方法を考えるにあたり、各人が与えられた熱環境の受動的な受信者ではなく、生理的・心理的・行動的にアクティブ技術に適応する熱環境適応²⁷⁾という考え方に着目した。これは、「人は不快な環境変化に対して、人は自ら快適性を回復しようとする」²⁸⁾という原則のもとに熱的な快適性をとらえる概念である。

図 1-2 に整理したように、人の熱環境適応は、生存のために反射的に行われる大脳皮質を介さない「生理的適応」に加えて、近年 Takaki ら²⁹⁾によってネズミの実験から存在が証明されつつある、大脳皮質を介さない「行動的適応」がある。

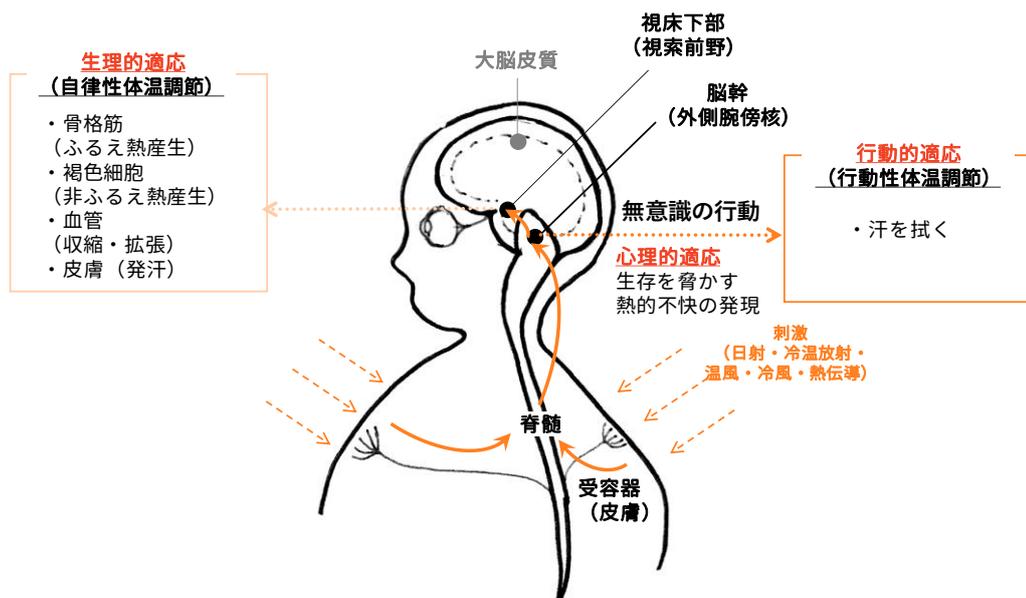


図 1-2 大脳皮質を介さない熱環境適応

もう1つのルートは、「快」を得るために、「生理的」、「心理的」、および「行動的」に適応するプロセスで、本研究では、この「生理的適応」、「心理的適応」、および「行動的適応」を伴う、熱環境適応プロセスに着目している。

図1-3は、斉藤ら^{30)、31)}の研究成果を参考にして作成した。環境からの刺激を肌で感じ、脊髄、視床下部を經由して生理的に適応し、大脳皮質で快・不快や寒暑感を判断して、心理と行動的に熱環境に適応するプロセスが、建物の性能、地域の気候、風習等の影響下で「快」が得られるまで繰り返すことを表している。「パッシブ技術主導型の住まい方」で得られる「快」の体感が分からず、かつ建物に施された工夫が分からない状態では、適切な調整行動ができず、この熱環境適応がうまく機能していないケースがあるのではないかと考えた。

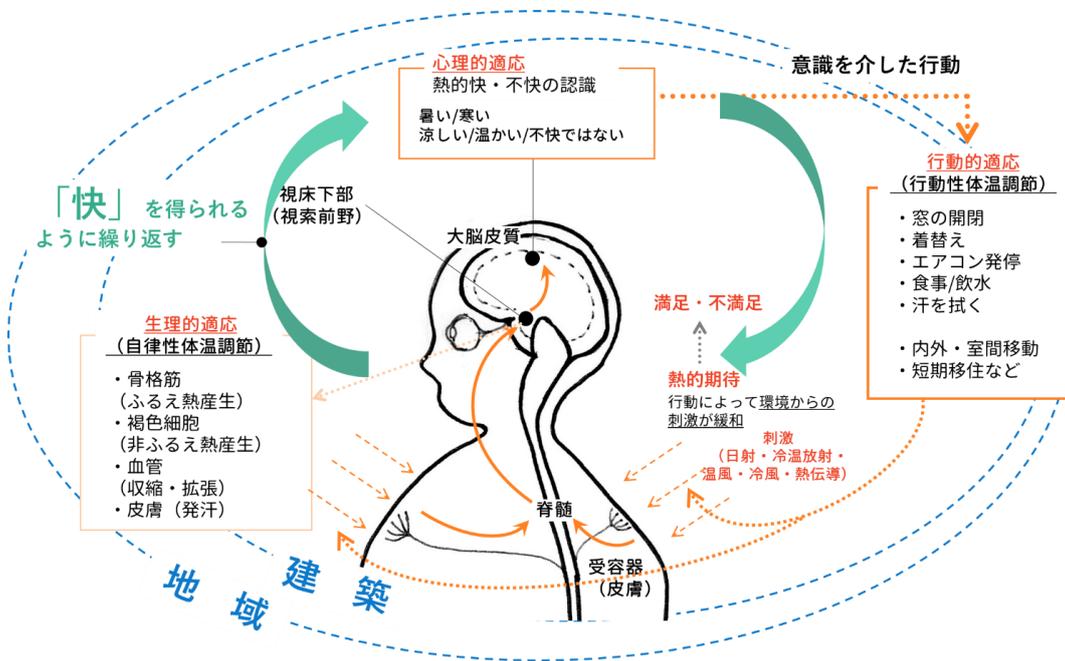


図1-3 熱環境適応のイメージ図^{28)、29)}

1.1.2 目的

(1) 目的

「パッシブ技術主導型の住まい方」を行なう環境建築の熱環境に対して、住まい手自らが適切な判断を行なえるようになる支援が必要である。そこで、自らが過ごす環境を適切に感知し、不快でない環境を実現するための支援方法を確立することを本研究の目的とした。

環境を適切に感知し、不快でない環境を実現するプロセスは、人が生理・心理・行動的に適応することで快を得る「熱環境適応」によって実現できると仮定して、人の熱環境適応を引き出す3つの「働きかけ」を想定した。(図1-4)

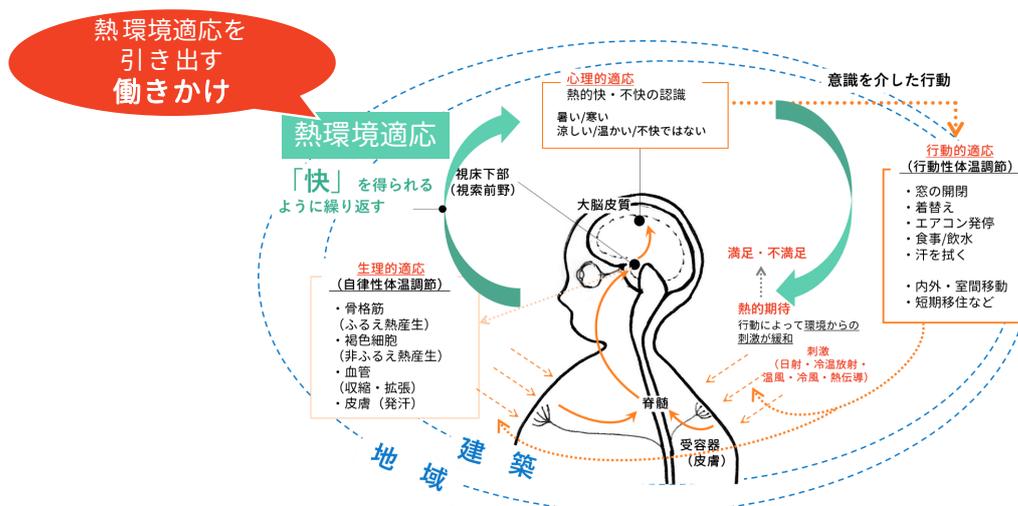


図1-4 熱環境適応と働きかけ

想定した働きかけは、「①情報提示」、「②住環境教育」、および「③想像温度調べ」である。

想像温度とは、「今、何℃と思うか?」と聞き、人の潜在意識下にある感覚を直感で表出した温度情報³²⁾であり、心理的適応の中に位置する³³⁾として、人の熱環境適応プロセスとの関係が明らかになりつつある。そこで本研究では、想像温度と寒暑不快感、およびその時の室温を照合する「③想像温度調べ」が、熱環境を感じ取る温度感覚の涵養につながり、心理的適応に影響を与えることができると考えた。さらに、心理的適応については、客観データの取得が難しいが、心理量である想像温度を活用して心理的適応の状態を考察できると考えた。

1.1.3 研究方法

図 1-5 に、3つの働きかけと熱環境適応の関係、および調査の時期と対象を整理した。

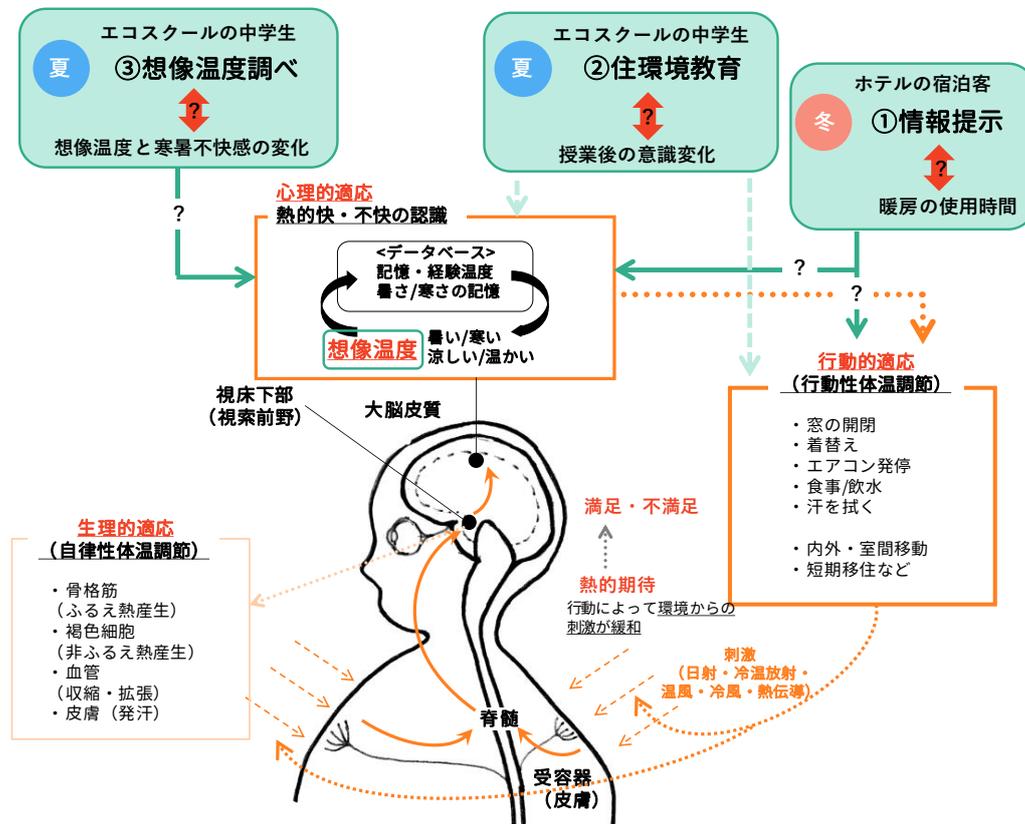


図 1-5 働きかけと熱環境適応の関係 1

本研究で、「働きかけ」の影響を具体的に考察したのは、熱環境適応における「心理的適応」と「行動的適応」である。ただし、心理的適応と行動的適応は、生理的適応を経て起こるため、間接的には対象としている。

①「情報提示」による働きかけは、冬季のビジネスホテル客室の宿泊客を対象として、室温と環境技術（窓の高断熱化）に関する情報を提示することで、暖房の使用時間に与える影響を明らかにすることで、「心理的適応」と「行動的適応」への影響を考察する。

②「住環境教育」による意識変化は、「心理的適応」と「行動的適応」に影響を与えると考え、エコスクールの中学生を対象に、環境建築に施された工夫とその使い方を伝える授業を行ない、前後の意識変化を明らかにする。

③「想像温度調べ」は、熱環境を感じ取る温度感覚の涵養を目的として、②と同じエコ

スクールの中学生を対象として、想像温度、寒暑不快感、および室温を照合する活動を行ない、想像温度と寒暑不快感の変化を明らかにすることで、「心理的適応」に与える影響を考察する。

さらに、「想像温度調べ」の結果から、現状の熱環境に対して不快申告が多い群と少ない群に分け、両者における「想像温度調べ」と「住環境教育」による「働きかけ」の前後の「行動的適応」と「心理的適応」の変化から、2つの働きかけによる影響を考察することとした。(図1-6)

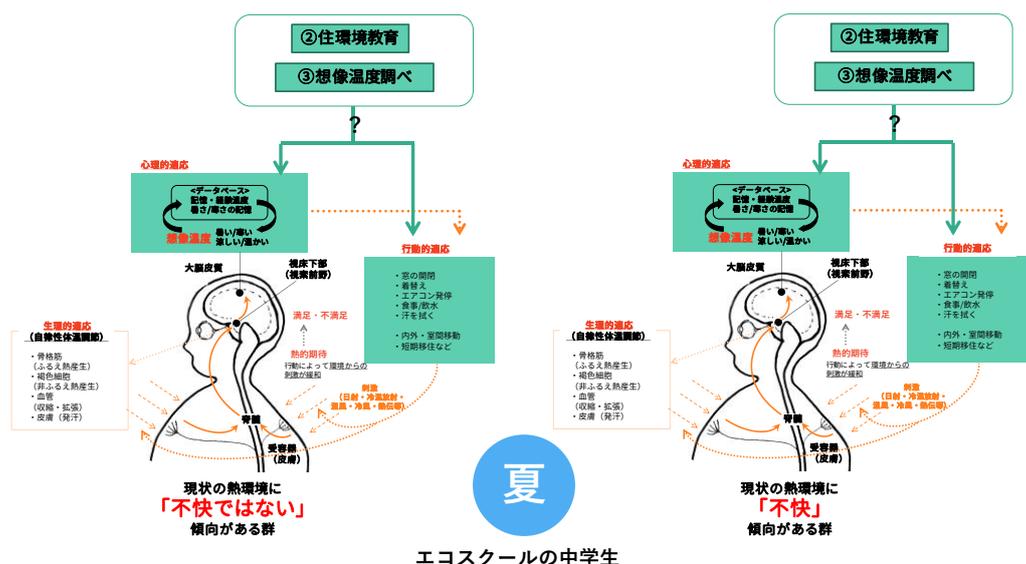


図1-6 働きかけと熱環境適応の関係 2

本研究では、日本でもっとも人口の多い温暖地域(省エネルギー区分で5地域と6地域)にある、環境建築としての性能が確保されたホテルと中学校を対象とした。

ホテルのシングルルームは、他人の影響を受けず、光熱費を支払う必要もないため、暖房は自身の「快」を求めて調整される。「情報提示」による「働きかけ」によって、自身が求める室温(暖かさ)を実現するような暖房調整が引き出しているか否かの考察に適していると考えた。②情報提示では、温度情報を温度計で提示しているため、想像温度を活用した考察は行わず、温度情報を含む情報を得たことによる心理的適応を考察した。

「住環境教育」と「想像温度調べ」については、多人数の調査が可能となることと、働きかけの内容から学校での実施が適していると考えた。中学校を選択した理由は、個室を持ち、自室の滞在時間が増える時期である³⁴⁾ことから、自らの判断で環境調整行動を行な

う機会が増える時期であると考えたからである。

本研究で明らかになったことは、他の気候、季節、そして他の用途の建物へ展開していくことで、住まい手や使用者が環境建築に施された工夫を活かして、省エネルギー性と快適性を両立させた住まい方や使い方を実現することができるようになると考えた。

1.2 既往の研究

本研究に係る既往研究を5項目に大別し、概要と課題を整理する。

1.2.1 住まい方と省エネルギーに関する既往研究

「住まい方」の研究は、主に建築計画学が扱ってきたが、1972年と1979年のオイルショックを契機に、省エネルギー法が制定され、基準が厳格化されていくプロセスの中で、1992年に松原ら¹⁶⁾による論文が発表されて以降、快適性と省エネルギー性が両立する「住まい方」が、建築環境工学の研究者のテーマの1つとなった。

鈴木ら³⁵⁾による札幌、京都、および那覇の集合住宅を対象とした暖冷房に関する意識と住まい方の地域特性と省エネルギー対策に関する調査では、地域によって住まい方や暑さ寒さへの感じ方が異なり、使用する暖冷房の機器や使用実態も違うことを明らかにした上で、全国一律に高断熱住宅を普及させ、その中で従来の住まい方を継続することで換気不良により結露が生じているケースなどが報告された。住まい方と地域の気候特性の関係は重要である。

平野、井上³⁶⁾は、住宅の省エネルギー手法、住まい方、そしてLCCO₂ (ライフサイクルCO₂^{注2)}の関係をシミュレーションしたところ、生活者の省エネ行動によって一層の削減が可能であり、特に高断熱住宅においてより効果的であることを明らかにした。住まい方とエネルギー使用量は、密接に関係することから、家電のエネルギー使用量も含めた見える化技術を取り入れたアクティブ技術主導型の住まい方を実践するZEH (Net Zero Energy House) の開発につながった。ZEHは、全館空調を前提として、自動制御によってエネルギー使用量をマネジメントする方法が効果的である^{37)、38)}ことが示されている。

本研究は、パッシブ技術主導型の環境建築の熱環境を対象として、「自らが過ごす環境を適切に感知し、不快でない環境を実現するための支援方法を確立する」ことを目的としており、家電等の適切な使用も含めて、自動制御によって環境調整を行なうアクティブ技術主導型の環境建築は対象外とする。

1.2.2 環境建築の快適性に関する研究

高橋ら³⁹⁾は、夏季の熱環境調整行動を観察し、通風で調整している室と、25℃設定の冷房で調整している室では、住まい手の行動や寒暑感の特徴が異なることを明らかにしており、パッシブ技術主導型の環境建築で得られる快適性は、暖冷房空間を前提とした従来の快適性評価とは合致しない。表 1-3 は、現在、一般に利用されている室内の熱環境の快適性を定義と評価方法の一例である。(1)は、守るべき基準を示したもので、環境の変化や使用者の体感には基づいていない。(2)と(3)は、室内環境や人体の条件を入力し、計算で求めた値を利用して、室内の熱環境を評価や比較をするために使用される。住まい手や使用者の状況に合わせて、必要とされる快適な環境の目標値を変化に応じて情報共有するような指標としては使えない。また、欧米の暖冷房空間を対象とした実験や理論からできた指標のため、日本の地域性や人の熱環境の履歴などを加味できておらず、住まい手や使用者の実情に整合しにくいという現状がある。

表 1-3 熱環境に関する快適性の定義と評価の一例

快適性へのアプローチ	概要
(1)基準 ・ 建築物環境衛生管理基準 ・ 学校環境衛生基準	・ <u>環境衛生上良好な状態を維持</u> するのに必要な措置について定めたもの。快適な環境の実現を目的とした基準。
(2)PMV (Predicted Mean Vote) 予想平均温冷感申告	・ 室内の熱環境を <u>評価する指標</u> の一つ。人間の温冷感に係る6つの要素（気温・湿度・気流・放射・着衣量・活動量）と人体の快適方程式から、大多数の人が感ずる温冷感を予測し、室内の熱環境を評価する。
(3)SET* (Standard new Effective Temperature) 標準新有効温度	・ 発汗等の体温調節機能を組み込みモデル化された人体と、その周囲を取り巻く温熱環境との間の熱平衡式に基づいて定義される体感温度。快適範囲の設定や相互の環境の比較に利用。

パッシブ技術主導の環境建築における快適性に関する研究は、深澤、須永^{40)、41)}による、居住者の熱的熱快適性に基づく性能評方法、および居住者の温熱快適性を温湿度、気流、放射環境等を組み合わせた快適な範囲を明らかにしたものがあがるが、建物性能の評価や、暖冷房の制御への活用を目的としており、住まい手と共有して、住まい方を引き出すものではない。

1.2.3 人の熱環境適応プロセスに関する既往研究

図 1-7 は、1972 年に Nicol, Humphreys⁴²⁾によって人の熱環境適応の概念を表した図で、熱的な適応が、社会、文化、および気候の影響下で起こること、熱的な適応は自律的な制御システムの一部であることを示した。中枢神経系を中心に、無意識（生理的適応）による行動と主観的温冷感による行動（行動的適応）で環境調整することが描かれている。この点が、気温、湿度、そして気流といった環境物理量と、人体の熱収支のみで快適性を扱ってきた従来の快適性の捉え方と異なる。

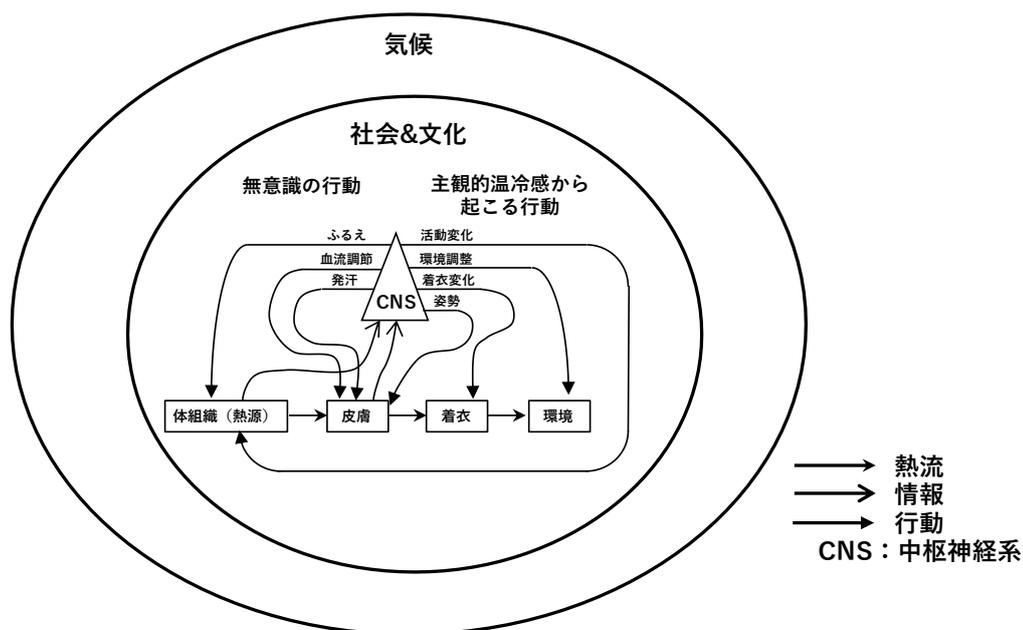


図 1-7 自律制御適応システム⁴³⁾

図 1-8 と図 1-9 は、Dear⁴⁴⁾が、1998 年に示したものである。図 1-8 は、人が熱環境へ適応するプロセスは、室内熱環境に対する満足度と、快適な熱環境への期待が合致することで生じることを表し、住まい手の履歴や意識と熱的快適性には関係があることを示している。図 1-9 には、行動的適応、生理的適応、および心理的適応のいずれにおいても、熱的な不快や不満足から、フィードバックが起こっていることが表現されている。特に、行動的適応では、熱的な不快や不満足が行動適応を誘発する刺激となっていて、心理から行動的適応へのプロセスが表現されている。

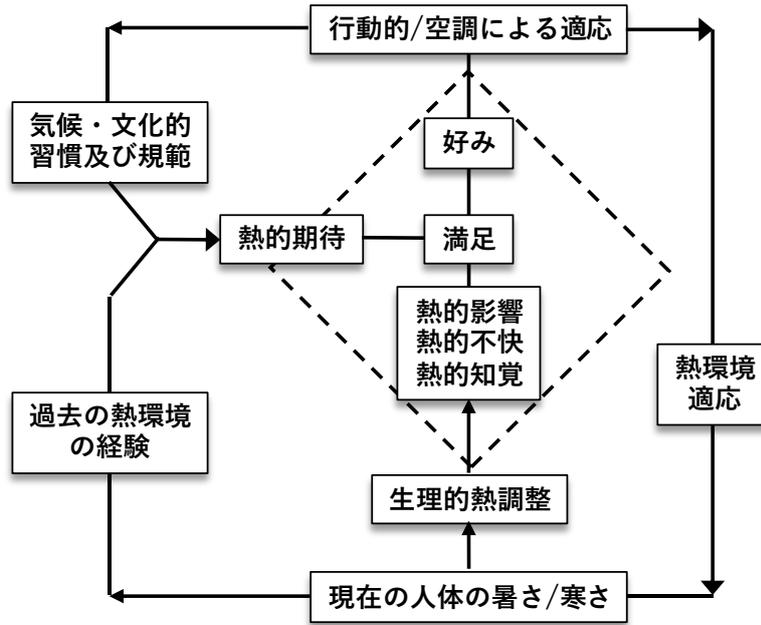
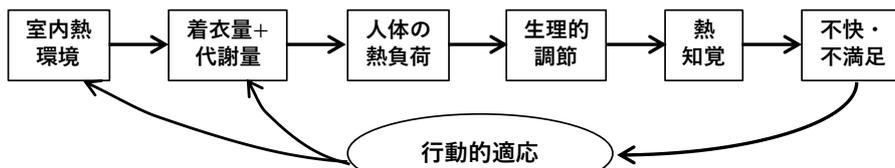
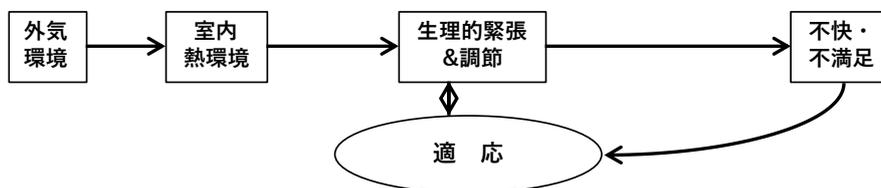


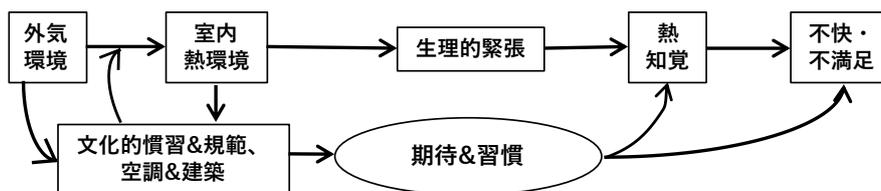
図 1-8 人間の適応行動のフィードバックループ⁴⁵⁾



(a) 行動的適応のフィードバックループ



(b) 生理的適応のフィードバックループ



(c) 心理適応のフィードバックループ

図 1-9 適応行動の分類⁴³⁾

松原、福島⁴⁶⁾による図 1-10 は、居住者の生理、心理的適応、そして行動的適応を分け、特に、行動的適応の対象に建築と設備が入っている点と、心理的適応の背景に、個人の好みや価値観、意識、そして健康状態が表現されている。

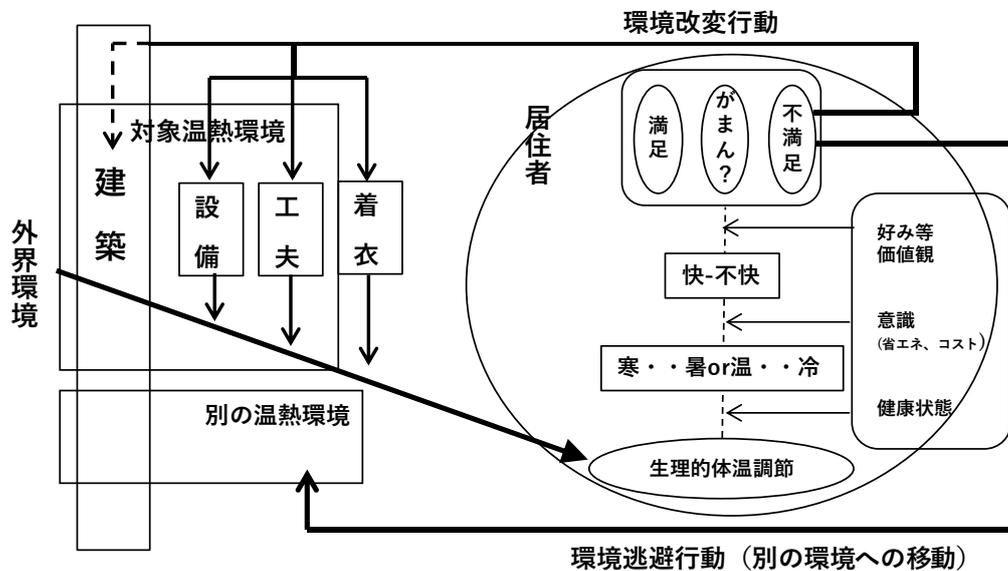


図 1-10 熱環境適応の概念図⁴⁴⁾

図 1-11 は、中野、田辺⁴⁷⁾による半屋外環境を対象とした概念図で、中央に従来の温冷感の評価するプロセスを示し、生理、心理、および行動的適応は、その外側に描くことで、2つの関係を表現しており、人が熱環境に適応していくプロセスが明快に表現されている。しかしながら、温冷感評価と適応は同時に起こっていること、不快感や不満足からのフィードバックによるループが明確でない点、および屋外環境の入力が表現できていない。そこで本研究では、斉藤⁴⁸⁾の、中央に温冷感評価を含めた生理、心理、および行動的適応を示し、不快もしくは不満足からのフィードバックによるループを加えたによる熱環境適応プロセスの図を参考にして図 1-12 のように整理した。

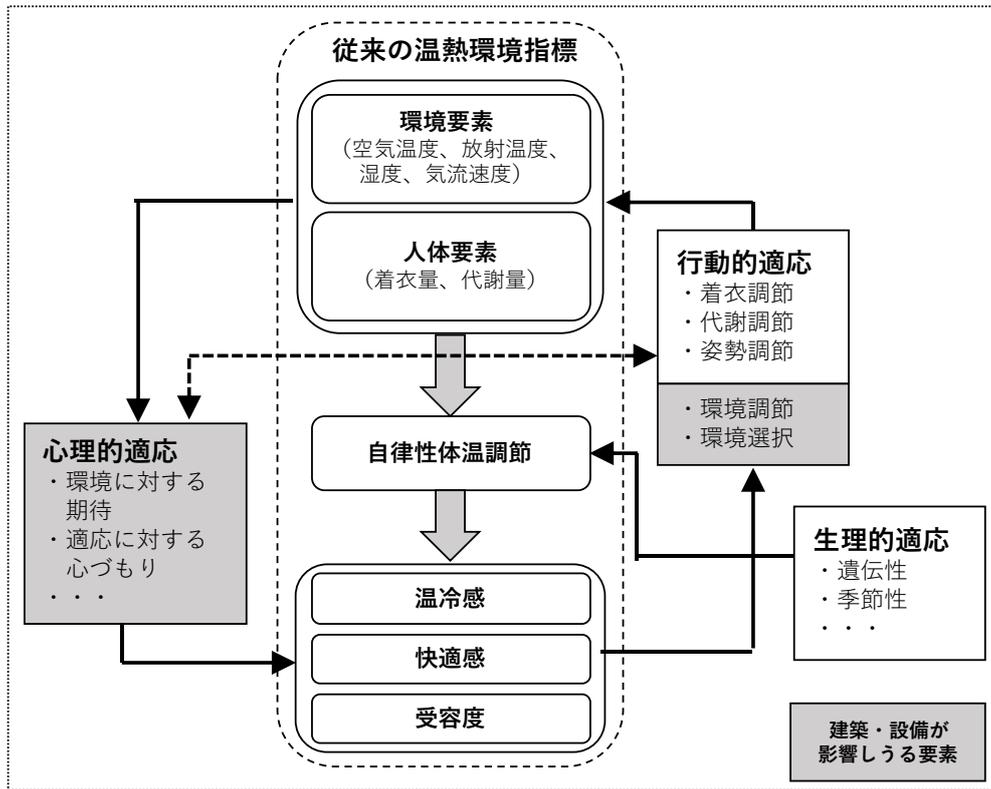


図 1-11 半屋外環境における熱的快適性の概念図⁴²⁾

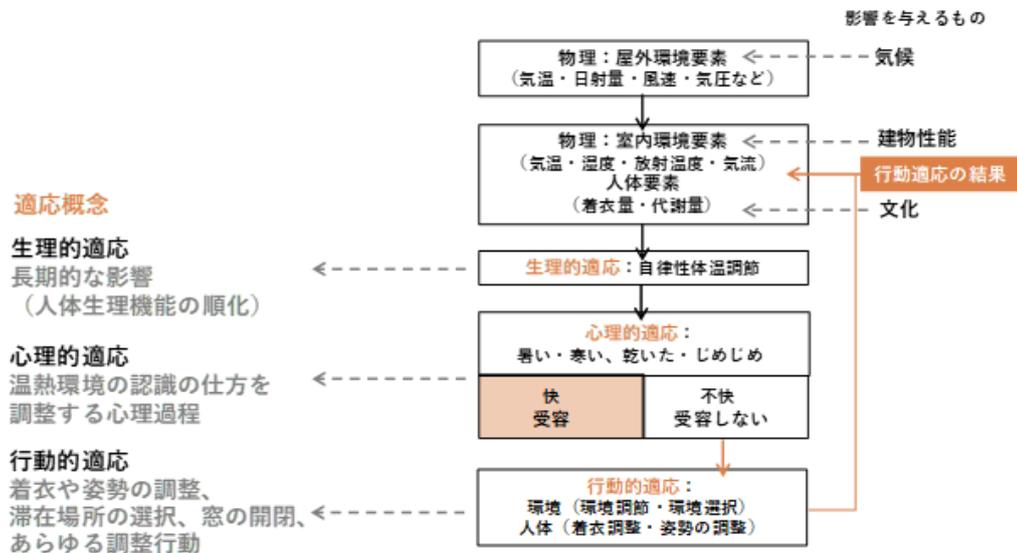


図 1-12 本研究で参考とする熱環境適応プロセスの考え方

1.2.4 想像温度に関する既往研究

体感温度 (Heat Index) が、人間の肌を感じる温度の感覚を定量的に表したものであるに
対して、想像温度とは、任意の環境下において、ヒトが頭の中でイメージ (想像) する温度
で、“今、何℃であるか?” と、人の直感で想像する温度情報である。斉藤、辻原²⁹⁾は、想
像温度の形成プロセスには、放射、湿度、気流速度等の室内環境要素から受けた、人の「暑
熱不快感」を経て想像温度に至るルートと、天気予報等による外気温の情報が蓄積して形
成される「記憶・経験温度」を経て想像温度に至るルートがあることを明らかにしている。

また、自然のポテンシャルを活かす環境調整行動がみられる住まい手は、想像温度と実
際室温に大きな差はなく、逆に環境調整行動があまり見られない住まい手は、両者に大き
な差がある傾向が明らかになっている³⁰⁾。

図 1-13 は、斉藤、辻原^{29)、47)}による想像温度と熱環境適応プロセスの関係を整理したも
のである。心理的適応の中に想像温度が位置すると仮定⁴⁹⁾して、熊本、東京、および札幌
の小学生を対象にした既往研究^{50)、51)、52)、53)、54)}の実測結果から、屋外要素 (外気温、外気
湿度、および日射量)、室内要素 (室温、MRT)、そして暑熱不快率と想像温度には相関があ
り、生理的適応と心理的適応については、想像温度で説明できることを明らかにしている。
また、行動的適応については、関係性があることが示唆されている。一方、相対湿度と想
像温度の相関関係は認められていない。

既往研究では、想像温度を意識させることで温度感覚を涵養し、住まい方にも影響を及
ぼすことが明らかにされている^{29)、47)、48)、52)}。そこで本研究では、想像温度、寒暑不快感、
および室温の照合を行なう「想像温度調べ」を行なうことで、熱環境を感じ取る温度感覚
の涵養につながり、心理的適応に影響を与えることができると考えた。

また、心理的適応については、客観データの取得が難しいが、心理的適応の中に位置す
る想像温度と寒暑不快感から考察できると考えて活用している。

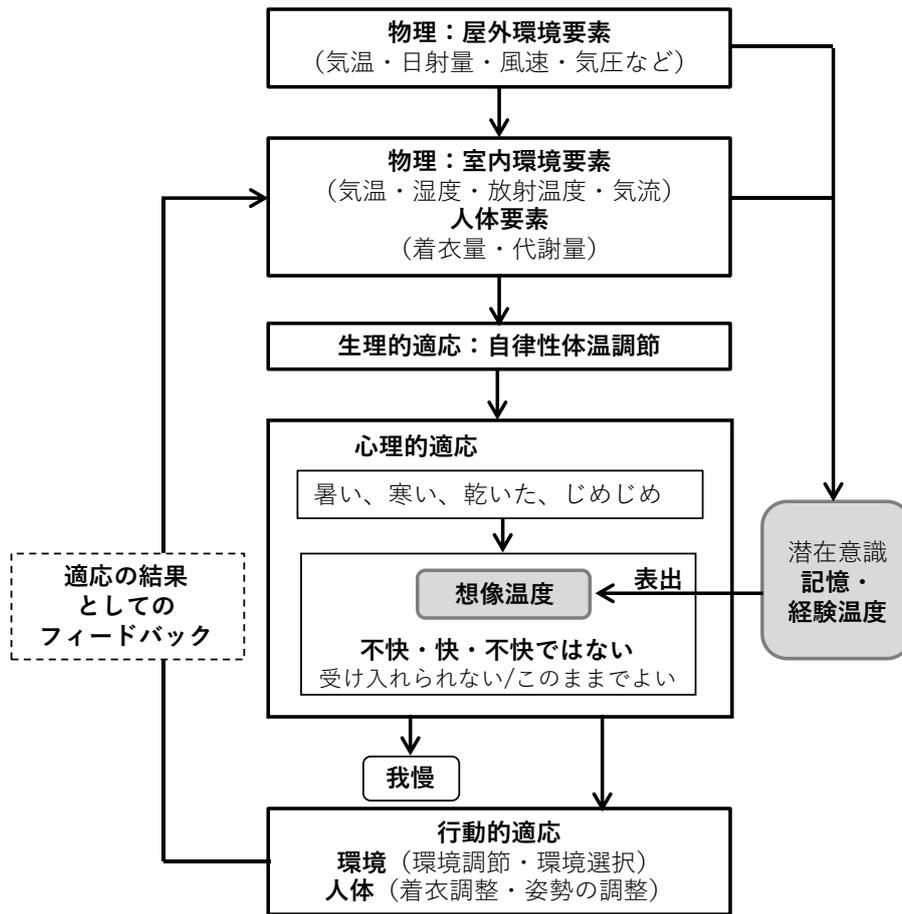


図 1-13 想像温度と熱環境適応プロセス

1.2.5 「働きかけ」に関する既往研究

「働きかけ」とは、「働きかけていること」を表すが、(新明解国語辞典,三省堂,2012年 第7版)によると、「働きかける」とは、「こちらから積極的に行動提案を仕掛けて、相手もそれに応じるように仕向ける」とある。

Goldstein ら⁵⁵⁾による調査では、ホテルでタオルの再利用を促すための働きかけとして有効に機能するメッセージは、「環境保護」や「社会的責任」を根拠に呼びかけるメッセージではなく、「この部屋に宿泊した人の大半は再利用している」といった規範的なメッセージがもっとも効果的であったと述べている。Nolan ら⁵⁶⁾によるカリフォルニアの調査では、省エネルギー行動に応じるような有効な働きかけとして機能するメッセージは、「環境保護」や「社会的責任」、および「お金の節約」ではなく、「他の人が〇〇をしている」といった規範的なメッセージだったことが明らかになった。一方、参加者の意識は、他の人がどのような行動をしているかを伝えたメッセージに影響されているという自覚はなく、「環境保護」や「社会的責任」、および「お金の節約」に影響を受けて省エネ行動をしている認識があったというギャップを指摘している。国内では、ビジネスホテルを対象に、冷房時の設定温度を控えめにすることを依頼する POP に、「当ホテルをご利用のお客様は省エネにとっても積極的です。」というメッセージと、自分が周囲よりも劣っている印象を与えるイラストを添えた客室の設定温度が、他に比べて高めで、約 0.3℃の設定温度上昇を誘発できる可能性がある報告されている⁵⁷⁾。

以上のように、「他の人は〇〇している」という規範的なメッセージは、家電の使い方などを含めた、省エネ行動の誘発に効果的であることは明らかである。しかしながら、これらの既往研究は、電力使用量を減らすことや省エネ行動を引き出すことが目的のため、本研究が目的とする、自らが過ごす環境を適切に感知し、不快でない環境を実現するための支援とは異なる。熱環境に関する調整行動については、気候、建物の環境性能、そして住まい手の健康状態に違いがある中、規範的なメッセージだけで働きかけを行なうと、熱中症⁵⁸⁾、⁵⁹⁾を引き起こすことや、業務効率が下がる⁶⁰⁾、⁶¹⁾といった危険がある。

そこで本研究では、**図 1-14**にあるように、温度感覚を涵養するといった「体感」の活用や、「教育」を取り入れた働きかけによって、人の熱環境適応を引き出すことを考えた。また、働きかけによる心理的な適応状況の考察には、想像温度を活用している。以上の点から、従来のメッセージ等による働きかけとは、方法、目的、および検証方法が異なっており、本研究の独自性となっている。

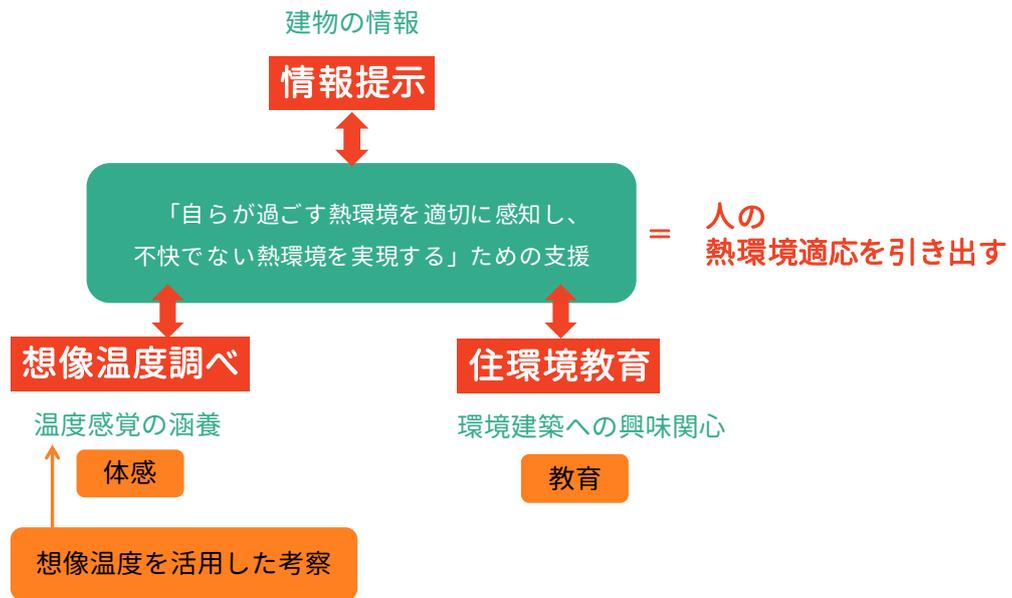


図 1-14 本研究における働きかけの特徴

1.2.6 適切な住まい方を引き出す「働きかけ」に関する類似研究

(1) 「見える化技術」に関する実践、研究

見える化技術は、主に設備機器を適切に利用する行動へ誘導するために用いられる。住宅用では HEMS (Home Energy Management System) があり、ビル用は BEMS (Building Energy Management System) がある。本研究では、「情報提示」の働きかけと関連する。

小宮、中島⁶²⁾が HEMS を利用している世帯の電力使用量を調査したところ、電力使用量は減る傾向があることが明らかになった。さらに HEMS の使い方説明会への参加の有無と利用度合いに関係があることも示している。久保ら⁶³⁾は、中小オフィスビルへの導入を目的とした被験者実験で、1時間ごとの消費電力を棒グラフで示す標準的な情報提示に比べて、消費電力に応じた省エネメニューの表示を加えると、省エネ行動をひき出す効果があることが明らかにした。久和原ら⁶⁴⁾らは、住宅において太陽光発電の発電状況に加えて、機器および部屋ごとの消費電力をリアルタイムで表示し、その計測データをもとに住まい手に対して省エネアドバイスを行なうと、設置から月日が経つにつれて下がるモニタの閲覧頻度を一時的に回復させる効果があることを報告している。HEMS の活用には、情報提示画面を見る頻度をあげる工夫や、情報を活かしてどのように行動すれば良いのかを伝える工夫を伴うと、電力使用量の削減を実現できる。一方、電力使用量に関する情報提示から、快適な熱環境を実現するための調整行動や環境建築への興味関心が引き出されたという報告はなかった。

牧ら⁶⁵⁾は、室内温熱環境の向上を目的に、室内外環境（室内温湿度、上下温度差、窓と床の表面温度、二酸化炭素濃度、外気温湿度、粉塵濃度、体感温度）と電力消費量、二酸化炭素濃度、および粉塵の量から換気のタイミングを光センサーで知らせる仕組みを導入した見える化システムを開発した。このシステムは、一部の住まい手に、適切な換気行動の実践や、服装を調整するという行動を引き出し、結果的にエネルギー消費量が削減されたことが報告されている。しかしながら、建物に施された工夫の理解と、それを活かした住まい方の実践にはつながらなかったとの報告がある。また、一部の住まい手にのみ効果が得られた理由は、もともとの興味関心度が高かったからであろう考察している。

以上のことから、物理環境の見える化だけでは、本研究で目的とする、自らが過ごす環境を適切に感知し、不快でない環境を実現するための支援にはならない。そこで本研究では、「情報提示」として、「室温」に加えて、「建物に施された工夫」を提示することとした。

(2) 住まい方支援に関する既往研究

住まい方支援は、環境建築の住まい手を対象に、対面、あるいは学習会の形式で、対象住宅の住まい方を具体的に伝えることで実践に導く手法である。

游ら⁶⁶⁾が、外断熱集合住宅の住まい手を対象に、躯体の蓄冷性と夜間換気と日射遮蔽の組み合わせ効果を伝える「住まい方支援学習会」を開催したところ、新たに日よけを取り付けた人や、夜に窓を開けて換気するようになった等、住まい方が変化した住戸があった。また、「住まい方支援学習会」を開催した集合住宅では、開催しなかった集合住宅よりも夏の冷房の設定温度が高めであったと報告している。

大崎、高橋⁶⁷⁾は、室外日よけが付いた RC 造住宅の住まい手を対象とした支援の実践から、自主的に涼房を実現できるような住まい方支援には、住まい手との協働関係、体感から得られた感動による改善の動機、実践の試みが重要であると述べている。

緑化手法を取り入れた集合住宅の住まい手を対象にした住まい方支援で実践⁶⁸⁾では、説明会の開催と、建物性能を活かした住まい方の体験、住まいの測定、および測定結果の共有を数年かけて行なったところ、入居時には興味関心が薄く、エアコンに依存していた住まい手が、日よけを取り付け、夜間の窓開け行動を行ない、エアコンへの依存度が減った事例や、日よけを取り付けて、室内の熱環境を大幅に改善させた住まい手について報告している。

遠藤ら⁶⁹⁾は、太陽光発電が設置された北方型省 CO2 住宅の住まい手を対象に、入居後 2 年目以降に、検針票データ、暖房、および給湯用エネルギー計測データをもとに、省エネにむけたアドバイスを対面で行なったところ、暖房設定温度の調整、衣服の工夫、そして暖房時間の調整行為が行なわれ、アドバイスが役にたったという回答を多く得たと報告している。一方で対面による支援は、手間がかかるため、広く実施することは難しいと述べている。

以上より、住まい方支援は、パッシブ技術主導型の住まい方を伝え、実践に繋げる効果があるが、実践事例が少なく、対象が環境建築の住まい手と限定されている。幅広い人を対象とした実践の場が必要である。そこで本研究では、学校の授業を利用した「住環境教育」で、環境建築への興味関心を引き出しつつ、環境建築に施された工夫や住まい方を伝えることとした。

(3) 住環境教育の実践に関する既往研究

住環境教育の定義は、1981年に延藤ら⁷⁰⁾が、国連人間環境会議（ストックホルム会議、1972年）によって示された「自己のとりまく環境を自己の出来る範囲で処理、規制する行動を一步ずつ確実にとることのできる人間を育成することである」という環境教育の目的を基にしている。住環境教育では、対象を住宅、住まい方、管理、地域環境、そして空間形態とし、それらの在り方について、自ら主体的に意思決定できる人間であることや、可能な範囲で自己規と改善に取り組みうる価値観を育むことを目標として定義した。その上で、学校教育の中で、住まい方、居住の水準、住居の管理、地域環境、および空間の形態の5領域に関することを取り入れる必要性を述べ、以降、家庭科のカリキュラムへの位置づけへ展開している。

一方、1984年に小澤⁷¹⁾は、住環境教育の実践場所を、学校教育だけでなく、消費者教育や市民教育の一環として、一般成人に対して展開する必要性を示し、住民参加によるまちづくりでも展開されていく。これらの2つの展開に加えて、1997年に京都議定書に批准したことで地球環境問題への対応が求められる中、住環境教育に「地球環境に配慮した建物や暮らし方」の領域を加える必要性が環境工学研究者の中で共有された⁷²⁾。それと前後して、2001年に大森ら⁷³⁾は、一般の人に向けて断熱と緑化された建築の効果を伝えるための体験型の小型模型教材を開発し、専門的と思われていた環境建築の仕組みや原理を、一般の人にも伝えられる方法があることを示した。その後、菅原ら⁷⁴⁾による、住宅の断熱、蓄熱、および気密を学ぶための住宅模型教材を用いたワークショップが提案された。若月ら⁷⁵⁾は、小学生を対象に、身近な環境の体感から、段ボールによる家づくりへ展開するワークショップ手法を実践し、楽しくて感動を伴う体験が、強い記憶になり、行動につながる様子を観察により明らかにした。また、2000年には、小中学校で横断的で総合的な課題学習を行なう総合的な学習の時間が始まり、体験的な授業が求められていたことを背景に、渡邊ら⁷⁶⁾は、世界の気候風土と住まいの関係を学ぶカード教材を開発し、廣谷ら⁷⁷⁾は、住環境教育を学校教育の一部として系統的に実施し報告した。

また2005年から地球温暖化対策事業の1つとして、環境省学校エコ改修と環境教育事業が始まり、環境建築に改修された校舎を活用した住環境教育の実践が全国20の小中学校で展開された。横川ら⁷⁸⁾は、モデル校5校（小中学校を含む）の中で、校舎を活用した住環境教育に熱心に継続的に取り組んでいる小学校が、改修による断熱改修と省エネ型の電灯省設備の導入によって、削減予測の2倍以上の1次エネルギー使用量が減ったことが報

告されている。ただし、エアコン設備が導入されている学校ではない。

杉並区では、2006年から2年間のエコスクール化検討会を経て、環境共生型学校施設づくりと環境教育の両面を兼ね備えた総合型の環境教育学校の整備と並行して、住環境教育プログラムの開発と授業支援を継続しておこなっている⁷⁹⁾。杉並区の実践報告^{80)、81)}では、小学校で住環境教育を体験した中学生には、小学校で学習した住環境教育の知識の定着が見られること、夏の住まい方の一部に学んだことが反映されていることを明らかにしている。

以上のように、学校教育で住環境教育に取り組んだ事例があり、知識の定着、住まい方への影響、および学校のエネルギー使用量の削減につながる可能性があることが明らかになっている。一方、既往研究では、住環境教育の効果を把握する方法がアンケート調査に限られており、児童や生徒がどのように理解したのか、意識変化等の把握が難しいことが課題である。そこで本研究では、「住環境教育」の実践による意識変化を連想法調査によって明らかにすることとした。

(4) 人の熱環境適応を引き出す「働きかけ」に関する類似研究のまとめ

表 1-4 に、「見える化技術」、「住まい方支援」、および「住環境教育」の手法、目的、および課題を整理した。類似研究での課題を踏まえて、研究方法を検討した。

表 1-4 熱環境適応を引き出す「働きかけ」の類似研究

	手法	目的	課題
見える化技術	<ul style="list-style-type: none"> エネルギー使用量、室内熱環境の可視化 	<ul style="list-style-type: none"> 設備機器の適正利用 室温等の調整 	<ul style="list-style-type: none"> 情報提示画面を見る頻度をあげる工夫と、情報の活用方法を伝える工夫が必要 表示画面に興味関心を 快適な熱環境を実現するための調整行動は引き出せていない 環境建築の工夫の理解にはつながらない
住まい方支援	<ul style="list-style-type: none"> 環境建築の住まい手を対象とした学習会 自宅の計測データをもとにした面談等 	<ul style="list-style-type: none"> 住まい手の意識変化 住まい方の伝授 	<ul style="list-style-type: none"> 実践例が、環境建築を取得した人に限られている。 実施する機会がない。
住環境教育	<ul style="list-style-type: none"> 家庭科、総合的な学習の時間を活用した授業による学習 	<ul style="list-style-type: none"> 環境建築、環境と共生する暮らし方を知る 	<ul style="list-style-type: none"> 児童や生徒の意識変化が把握ができていない。

1.3 本論文の構成

本論文は、図 1-15 に示すように、序論と総括を含む 6 章により構成されている。以下に各章における検討内容の概要を述べる。

第 1 章では、本研究がパッシブ技術主導型の住まい方を実践する環境建築の熱環境を対象とすることを明らかにした上で、研究の背景、目的、および手法を述べた上で、既往研究を整理し、本研究の位置づけを明確にした。

第 2 章は、「情報提示」による「働きかけ」で、心理的および行動的適応を引き出すことが可能か否かを検証した。ビジネスホテルの宿泊客に対して、暖房時に参考になる「建物に施された工夫」と「室温」に関する「情報提示」が、暖房運用時間に与える影響から、心理・行動的適応へ影響を考察した。

第 3 章は、想像温度調べで心理的適応を引き出せるか否かを確認するために、想像温度と熱環境適応プロセスの関係を明らかにし、想像温度を活用した心理的適応の考察が可能か否かを検証した。滋賀県の中学生（376 人）を対象として、夏の実測とアンケート調査を行ない、「通風室」と「冷房室」で検証した。

第 4 章では、第 3 章の中学生の一部（198 人）を対象に 2 つの働きかけの試行と効果の検証を行なった。第 4 章-1、2、および 3 で、全体像を示した上で、第 4 章-4 では、「風」をテーマとした「住環境教育」による「働きかけ」で、環境建築への興味や関心につながるような意識変化が見られるかどうかを、授業の前後において生徒が表出した「風」からイメージする語を比較して検証した。第 4 章-5 では、想像温度と寒暑不快感および室温を照合する「想像温度調べ」で、心理的適応を引き出すことが可能かどうかを検証するために、活動中の想像温度や寒暑不快感の変化から考察した。第 4 章-6 では、教室の熱環境に対して「不快申告が多い群」と「不快申告が少ない群」に分け、「住環境教育」と「想像温度調べ」前後の行動的適応と心理的適応状況を比較することで、働きかけの効果を検証した。

5 章では、2～4 章の結果をもとに、効果的な「働きかけ」の方法を提案した。

6 章は、本論文の総括である。

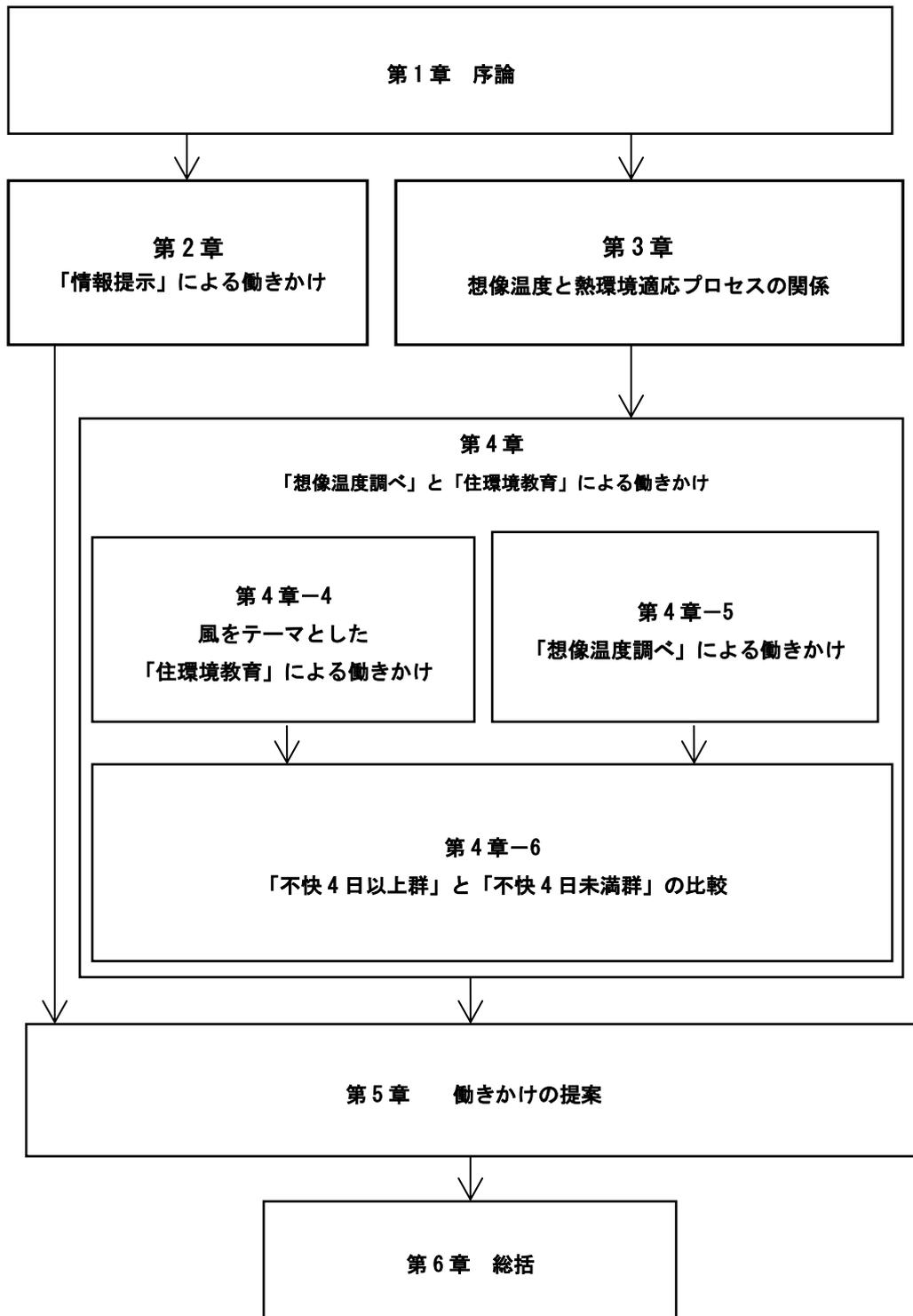


図 1-15 本論文の構成

参考文献

- 1) 国土交通省住宅局住宅生産課, 国立研究開発法人建築研究所: 第 23 回住宅・建築物省 CO2 シンポジウム (開催日:平成31年2月18日)配布資料. (accessed: 2019.11.7.)
- 2) 一般社団法人 環境共生住宅推進協議会: 環境共生住宅とは, https://www.kkj.or.jp/contents/intro_sh/index.html. (accessed: 2019.11.11.)
- 3) 一般財団法人建築環境・省エネルギー機構: 環境共生住宅認定について, <http://www.ibec.or.jp/nintei/nintei.html>. (accessed: 2019.11.11.)
- 4) CASBE: <http://www.ibec.or.jp>. (accessed: 2019.11.11.)
- 5) LCCM 認定住宅: <http://www.ibec.or.jp/rating/lccm.html>. (accessed: 2019.11.11.)
- 6) 住宅性能評価・表示協会: 低炭素建築物とは, <https://www.hyoukakyukai.or.jp/teitanso/info.html>. (accessed: 2019.11.11.)
- 7) 経済産業省 資源エネルギー庁: ZEB (ネット・ゼロ・エネルギー・ビル), https://www.enecho.meti.go.jp/category/saving_and_new/saving/enterprise/support/index02.html. (accessed: 2019.11.11.)
- 8) 経済産業省 資源エネルギー庁: ZEH (ネット・ゼロ・エネルギー・ハウス), https://www.enecho.meti.go.jp/category/saving_and_new/saving/general/housing/index03.html. (accessed: 2019.11.11.)
- 9) 一般社団法人新住協: 新在来木造住宅とは, http://shinjukyo.gr.jp/?page_id=8. (accessed: 2019.11.13.)
- 10) 一般社団法人 新住協: Q1.0-X 住宅とは?, http://shinjukyo.gr.jp/?page_id=9. (accessed: 2019.11.13.)
- 11) 北海道建築技術協会: BIS/BIS-E とは, <http://hobea.or.jp/bis/>.(accessed: 2019.11.13.)
- 12) 長谷川寿夫: 北方型住宅の設計施工技術者の育成, 日本建築学会 第 41 回熱シンポジウム梗大会概集, pp.47-50, 2011.10.
- 13) 自立循環型住宅開発委員会: 自立循環型住宅, <https://www.jjj-design.org/>.(accessed: 2019.11.11.)
- 14) パッシブハウス・ジャパン事務局: パッシブハウス・ジャパン, <http://passivehouse-japan.org/ja/>. (accessed: 2019.11.11.)
- 15) 一般社団法人 環境共生住宅推進協議会: フェノロジーガイド作成ツール,

https://www.kkj.or.jp/contents/check_publication/tools_fe.html.

(accessed:2019.11.11.)

- 16) 松原斎樹, 澤島智明, 小西雅也, 平居由美子, 藤田佐知子: 冬季の住宅居間の熱環境と居住者の意識・住まい方 その 1. 調査の概要, 日本建築学会近畿支部研究報告集 計画系 32 号, pp.21-24. 1992.6
- 17) 小玉祐一郎: 環境デザインは進化しているか, 『10+1』 No.49, pp.180-189, INAX 出版, 2007.12.25.
- 18) 魚住昌広, 半澤久, 羽山広文: 大学キャンパスの既存施設群におけるエネルギーモニタリングシステムの構築とエネルギー削減効果に関する研究, 日本建築学会環境系論文集 第 83 巻, 第 743 号, pp.65-75. 2018.1.
- 19) 相川槇夫, 猪股徳臣, 平山洋, 関口善典: 東山ビルディングにおける BEMS 活用によるチューニングの取り組み その 2 BEMS 活用による立ち上げチューニング, 空気調和衛生工学会大会学術講演論文集 第 8 巻, pp.133-136.2018.9.
- 20) 河路友也: ZEH 実現に貢献するツールとしての HEMS の活用法に関する研究 その 1 HEMS 利用者に対する HEMS と ZEH に関する WEB アンケート調査結果, 空気調和衛生工学会学術講演論文集 第 10 巻, pp.193-196, 2018.9.
- 21) 吉野博, 長谷川兼一: 高断熱高気密住宅における熱環境特性と居住者の健康に関する調査, 日本建築学会計画系論文集 第 507 号, pp.13-19, 1998.5.
- 22) 川上祐司, 須永修通, 畑泰彦, 小野寺宏子: 高性能戸建住宅の住まい方特性とエネルギー消費削減ポテンシャルに関する研究 室内温熱環境に関する調査結果から, 日本建築学会関東支部研究報告集 第 86 巻, pp.189-192, 2016.03.
- 23) 廣谷純子: バイオ建築の適切な運用にむけた専門家と居住者間のコミュニケーション, 第 41 回熱シンポジウム予稿集, pp149-152, 2011 年.
- 24) 棚元 はな子, 斉藤雅也: 大学生の環境建築に対する意識と計画・設計への表れ, 日本建築学会大会学術講演梗概集, pp.583-584. 2014.9.
- 25) 松原斎樹, 澤島智明: 京都市近辺地域における冬期住宅居間の熱環境と居住者の住まい方に関する事例研究 暖房機器使用の特徴と団らん時の起居様式, 日本建築学会計画系論文集 第 488 巻, pp.75-84, 1996.10.
- 26) 澤地孝男, 松尾陽, 羽田野健, 福島弘幸: 暖冷房行為生起の決定要因と許容室温範囲に関する検討 住宅の室内気候形成に寄与する居住者の行動に関する研究 その 1, 日本建

- 築学会計画系論文報告集,382 巻, pp.48-59, 1987.12.
- 27) Brager S. and de Dear, R. J.G.: Thermal adaptation in the built environment, A literature review, *Energy and Buildings*, 27(1), pp.83-96, 1998
- 28) Humphreys A. and Nicol, J. F.M.: Understanding the adaptive approach to thermal comfort. *ASHRAE Transactions*, 104(1b), pp.991-1004. 1998.
- 29) Takaki Y, YhiroKataoka, Yoshiko Nakamura, KazuhiroNakamuraNaoya: The lateral parabrachial nucleus, but not the thalamus, mediates thermosensory pathways for behavioural thermoregulation, *Scientific Reports* 7, 5031, 2017. (<http://dx.doi.org/10.1038/s41598-017-05327-8>.)
- 30) 齊藤雅也, 上遠野克, 増永英尚: オレンジリビングベースの熱環境と住みこなし, 日本建築学会, 第 49 回熱シンポジウム梗概集, pp.81-85, 2019.10
- 31) 齊藤雅也, 辻原万規彦: ヒトの想像温度の形成プロセスに関する考察, 日本建築学会大会学術講演梗概集 環境工学Ⅱ, pp.269-272, 2018.9.
- 32) 齊藤雅也: ヒトの想像温度と環境調整行動に関する研究夏季の札幌における大学研究室を事例として, 日本建築学会環境系論文集 第 74 巻 第 646 号, pp.1299-1306, 2009.12.
- 33) 齊藤雅也, 辻原万規彦: 人の熱環境適応と想像温度に関する考察, 日本建築学会大会学術講演梗概集, 環境工学Ⅱ, pp.33-36, 2017.7.
- 34) 東京ガス都市生活研究所レポート: 「家で子どもが過ごす部屋～子どもの過ごし方と親子それぞれの意識」, pp.3-4, 2014.3.
- 35) 鈴木憲三, 松原斎樹, 森田大, 澤地孝男, 坊垣和明: 札幌, 京都, 那覇の公営集合住宅における暖冷房環境の比較分析 暖冷房使用に関する意識と住まい方の地域特性と省エネルギー対策の研究 その 1, 日本建築学会計画系論文集 475 巻, pp. 17-24, 1995.9.
- 36) 平野好治, 井上隆: 住宅の省エネルギー手法と住まい方の LCCO₂, 日本建築学会関東支部研究報告集 計画系, pp.69-72. 1993.2.
- 37) 石田建一, 佐藤誠: HEMS による家庭用冷暖房・照明エネルギーの削減効果の検証, 日本建築学会環境系論文集 第 595 巻, pp.57-64, 2005.09.
- 38) 中村美紀子, 鶴崎敬大, 平山翔, 若狭純一, 徳田彩佳: 暖房制御と見える化システムを備えた省エネサポートシステムの開発 その 3 省エネサポートシステム導入世帯の温熱環境, 日本建築学会大会学術講演梗概集 環境工学Ⅱ, pp.973-974, 2017.7.
- 39) 高橋達, 齊藤雅也, 蟻川洋祐, 杉岡弘朗, 松岡弘幸, 宿谷昌則: 夏季における住まい手

- の熱環境調整の行動と温冷感に関する観察方法の研究.日本建築学会計画系論文集 第531巻, pp.37-43, 2000,5.
- 40) 深澤たまき, 須永修通: 居住者の環境調整行動を考慮した温熱性能評価方法,日本建築学会環境系学術論文集 第617号, pp.81-86, 2007.7.
- 41) 深澤たまき, 須永修通,松田克己,千葉陽輔,尾崎充男: 住宅内の日常生活における温熱快適範囲に関する研究,日本建築学会環境系論文集 第617号, pp.67-72,2010.1.
- 42) Nicol J.F.M.A.Humphreys: Thermal comfort as part of a self-regulating system, Building research & practice(j.CIB) ,6(3), pp.191-179, 1973.
- 43) Principles of Adaptive Comfort. Humphreys. M.A (リジャル H.B,梅宮典子訳),空気調和・衛生工学会,83 (6), pp.413-419. 2009.
- 44) Dear.R.J Barber.G: Developing an Adaptive Model of Thermal Comfort and Preference, Final Report on SHRAE, Sydney, MPRL pp.884, 1998.
- 45) 宋斗三,加藤信介, 村上周三, 白石靖幸,金泰延: 高温多湿気候におけるアダプティブモデル空調システムに関する研究 人の熱的快適性を考慮したアダプティブモデルの文献調査と研究,空気調和・衛生工学会学術講演会講演論文集, A-45, pp.1-4, 2000.9.
- 46) 松原斎樹, 沢島智明: 冬季の住宅居間の熱環境と居住者の意識・住まい方 その3 居住者による環境形成と評価のモデル化, 日本建築学会大会学術講演梗概集, pp.4225-4226, 1992.
- 47) 中野淳太, 田辺新一: 半屋外環境の熱的快適性に関する考察-温熱環境適応研究の日本における温熱環境計画への応用とその課題-, 日本建築学会環境系論文集 第701号, pp.597-606, 2014-07.
- 48) 齊藤雅也:住まい手の能動的な行動・高度な快を引き出す放射環境デザイン,エネルギー・資源学会 エネルギー・資源 Vol.38 NO.4, pp.33-37, 2017.
- 49) 齊藤雅也、辻原万規彦：熱環境適応と想像温度に関する考察、日本建築学会大会学術講演梗概集 環境工学Ⅱ, pp33-36, 2017.8.
- 50) 黒田静香, 辻原万規彦, 齊藤雅也: 熊本と東京における児童の教室内での暑熱不快度と環境調整行動, 日本建築学会九州支部研究報告集 第55号 環境系, pp.285-288, 2016.3.
- 51) 齊藤雅也, 谷川愛美, 辻原万規彦: 熊本と札幌における小学児童の夏の温熱的不快・想像温度 小学児童の想像温度に基づく地域住育プログラムの開発研究(1)・(2), 日本建築学会九州支部研究報告集 第54号 環境系 4, pp.237-24, 2015.3.

- 52) 齊藤雅也, 辻原万規彦, 緒方理子, 酒田健: 小学生の想像温度と暑熱不快・寒冷不快に関する研究 2012 年夏・秋の札幌・東京・熊本を事例として, 日本建築学会大会梗概集, pp.467-468, 2014.9.
- 53) 秋成妹, 齊藤雅也, 辻原万規彦: 熊本と札幌における夏季の小学児童の想像温度・温熱的不快・授業への集中度 その 1, 日本建築学会大会梗概集, pp.247-250, 2012.9.
- 54) Masaya Saito, Makihiko Tsujihara, Takahiro Machiguchi, and Mai Akinari: A Study on Cognitive Temperature Scale with Thermal Discomfort of Elementary Students in Summer in Sapporo and Kumamoto, Proceedings of CLIMA 2013, No.813, 2013.6.
- 55) Goldstein J., Cialdini, R. B., & Griskevicius, V.N.: A room with a viewpoint: Using social norms to motivate environmental conservation in hotels, Journal of Consumer Research, 35, pp. 472-482, 2008.
- 56) Nolan M., Schultz, P. W., Cialdini, R. B., Goldstein, N. J., & Griskevicius, V.J.: Normative social influence is underdetected, Personality and Social Psychology Bulletin, 34, pp. 913-923, 2008.
- 57) 糸魚川高穂, 村上遥香, 松山大介: 省エネへのナッジの適応ービジネスホテルの宿泊客のエアコン使用の抑制を目指した POP のデザインとその効果, 日本建築学会学術講演梗概集 環境工学 II, pp.1525-1526, 2018.9.
- 58) 星秋夫, 稲葉裕: 人口動態統計を利用した発生場所からみた暑熱障害の死亡率, 日本生気象学会雑誌 39 卷 (1,2), pp.37-46 2002.
- 59) 柴田祥江, 飛田国人, 松原斎樹, 藏澄美仁: 住宅内の熱中症に対する高齢者の認知度と暑熱対策の実態, 日本生気象学会 47 卷 (2), pp.119-129, 2010.
- 60) 公益社団法人空気調和・衛生工学会 温熱環境委員会: 我慢をしない省エネへ。一夏季オフィスの冷房に関する提言, 2014.4.
- 61) 岩橋優子, 田辺新一, 對馬聖菜, 西原直枝, 平岡雅哉, 菰田英晴, 田淵誠一; 節電対策が快適性・知的生産性・省エネルギー性に与える影響 東日本大震災後の節電環境下におけるオフィス実態調査に関する研究, 日本建築学会環境系論文集 79 卷 704 号, pp.901-908, 2014.
- 62) 小宮千鶴, 中島裕輔: 住宅における環境情報表示モニタの活用可能性に関する調査研究, 関東支部 研究報告集 I, 環境工学 75, pp.729-732, 2005.2.

- 63) 久保萌, 大野貴弘, 大貫雄太, 倉持拓也, 高口洋人: 消費電力に応じた省エネメニュー表示による省エネ意識啓発効果の実証, 日本建築学会関東支部研究報告集 82 号, pp.229-232. 2012.
- 64) 久和原裕輝, 畑泰彦, 長岐淳, 太田真人, 須永修通: 太陽光発電住宅におけるコミュニケーション型 HEMS に関する研究 その 2 HEMS モニタ閲覧状況と省エネルギー効果, 日本建築学会大会梗概集学術講演梗概集. D-2, 環境工学 II, pp.283-284, 2011.07.
- 65) 牧亮佑, 中島裕輔, 佐々木拓哉: 住宅における室内環境の見える化システムキット開発に関する研究, 日本建築学会関東支部研究報告集, pp.193-196, 2016.3.
- 66) 游遠, 生島充, 石川雅規, 伊澤康一, 宿谷昌則: 外断熱集合住宅における夏季の住まい方支援とその効果の調査, 日本建築学会大会学術講演梗概, pp.853-854, 2005.7.
- 67) 大崎史郎, 高橋達: 涼房に関する住まい方支援の試み, 日本建築学会大会学術講演梗概集, pp.585-586. 2006.9.
- 68) 小林康昭, 五十嵐賢征, 藤井廣男, 高橋達, 甲斐徹郎: 緑化手法を採り入れた集合住宅の涼房実現過程に関する実測調査 その 4. 住まい方支援と改善効果の評価: 日本建築学会大会学術講演梗概集, pp.461-462, 2009.8.
- 69) 遠藤卓, 立松宏一, 月館司, 廣田誠一, 鈴木大隆: 北海道の低環境負荷型住宅・北方型省 CO2 住宅プロジェクトの検証 第 2 報 居住者へのマネジメントがエネルギー消費量に及ぼす影響に関する調査, 日本建築学会大会学術講演梗概集 環境工学 I, pp.1067-1068, 2017.7.
- 70) 延藤安弘, 八木沢壮一, 田中恒子, 岸本幸臣, 山崎古都子, 中野迪代, 吉村彰, 曲田清維: 学校教育における住環境教育に関する研究 1 研究の意義と目的, 日本建築学会大会学術講演梗概集 計画系第 56 号, pp.1875-1876, 1981.9.
- 71) 小澤紀美子: 住環境教育の動向とその課題, 日本建築学会 建築雑誌 Vol.99 NO.1217, p.3, 1984.2.
- 72) 土川忠浩: 地球環境時代における住環境教育のあり方 環境工学研究者はいかに貢献できるか, 日本建築学会建築雑誌 Vol.117 NO.1497. 2002 年 12 月号年.
- 73) 大森栄佳, 三井所清史, 斉藤雅也, 宿谷昌則: 熱環境体験用小型模型を用いる住環境教育の方法に関する研究 その 1. 模型の開発, 日本建築学会大会学術講演梗概集 D-2. 環境工学 II, pp.453-454, 2001.7.
- 74) 菅原正則, 首藤綾, 西川竜二: 室内熱環境に関する住居模型教材を用いたワークショ

- ップ構想,日本建築学会東北支部研究報告集 計画系 66号, pp.155-158, 2003.6.
- 75) 若月貴訓, 岩松俊哉, 小山 洋平, 宿谷昌則: 小学生を対象とした住まい方調査と住環境教育の研究 その 2. ワークショップの結果と考察: 日本建築学会大会学術講演梗概 D-2. 環境工学 II, pp.623-624, 2004.7.
- 76) 渡邊賢太郎, 安宅智洋, 山本佳嗣, 鈴木信恵, 田辺新一,: 住環境学習用教材「せかい・きこう・すまい」の開発 その 1. 住環境教育の調査と教材の制作, 日本建築学会大会学術講演梗概 D-1. 環境工学 I, pp.1007-1008, 2005.7.
- 77) 廣谷純子, 善養寺幸子, 宿谷昌則: 小学校における系統的な住環境教育の試行とその調査, 日本建築学会大会学術講演梗概 D-2 環境工学 II, pp.579-580, 2006.07.
- 78) 横川彩香, 瓦田伸幸, 岡本茂, 高木耕一, 柱健太郎, 久保久志: 学校エコ改修における設計手法の試みとその成果 その 3 設計・施工プロセスにおける環境教育と省エネ運用の関係性について, 日本建築学会大会学術講演梗概 建築計画, pp.311-312.2014.09.
- 79) 田中稲子, 村上美奈子, 谷口新, 望月悦子, 古賀誉章, 高口洋人: 杉並区エコスクールにおける住環境学習プログラムの開発 -荻窪小学校における萌芽段階の事例評価-, 日本建築学会技術報告集 第 36 号, pp.755-758, 2011.6.
- 80) 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, 日本建築学会大会学術講演梗概 環境工学 I, pp.1101-1102, 2015.9.
- 81) 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, 日本建築学会大会学術講演梗概 環境工学 I, pp.1103-1104, 2015.9.

注釈

注 1) 2015年 11月 30日から 12月 13日までフランスのパリ郊外で開催された国連気候変動枠組条約第 21 回締約国会議 (COP21)で採択された気候変動に関する国際条約。協定全体の目的は、世界の平均気温上昇を産業革命前と比較して「2℃よりも十分に低く」抑え、さらに「1.5℃に抑えるための努力を追求する」こと。長期目標は、今世紀後半に、世界全体の人為的温室効果ガス排出量を、人為的な吸収量の範囲に収めることとしている。

注 2) 建築のライフサイクル(建設、運用、解体)の各段階での排出される温暖化気体の総量。

2.1 はじめに

図 2-1 は、熱環境適応プロセスと「情報提示」による働きかけの仮説である。情報提示がない場合は、皮膚の受容器で感知された感覚が、脊髓と視床下部を経由して大脳皮質に到達し、暑い、涼しい、および快・不快を感じる心理的適応を経て、行動的適応を行なう。一方、本章の情報提示による働きかけは、皮膚の受容器で感知された感覚に加えて、デジタル温度計による室温表示と、暖房時に参考になる内窓の保温効果に関する情報が、心理的適応である熱的な快・不快の判断や行動的適応に影響を与えられとされる。「情報提示」による「働きかけ」が有と無のケースで、暖房運用実態の違いを比較することで、明らかにする。

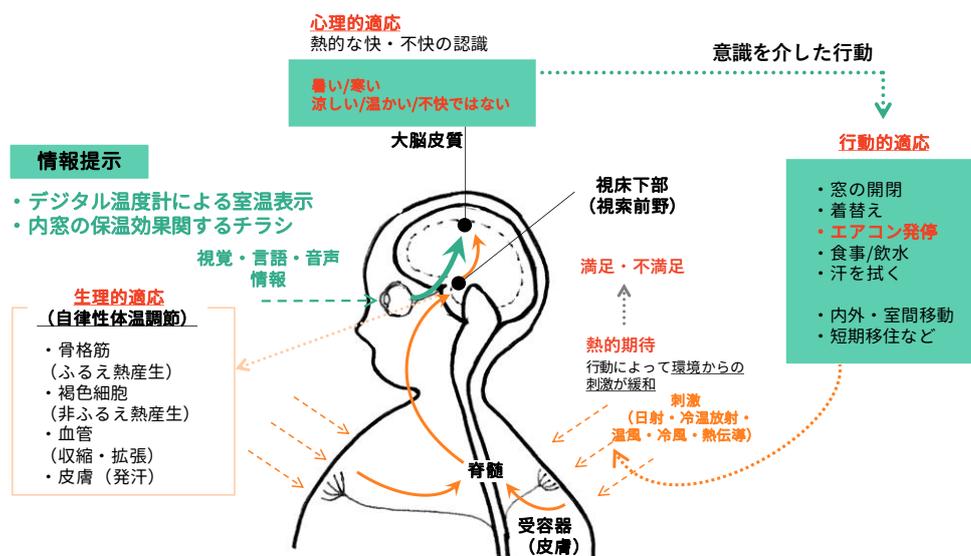


図 2-1 「情報提示」による働きかけと熱環境適応プロセスの仮説

実測対象は、千葉市内にあるビジネスホテルの客室で、アルミ枠に単板ガラス仕様の窓のある客室と、高断熱な樹脂アルミ複合枠で低放射複層ガラスの内窓を設置した部屋とした。客室の熱性能が向上した内窓に対して、

図 2-2 のように、デジタル温度計と、暖房時に参考になる内窓の保温効果を伝えるチラシで「情報提示」をした室と、情報提示のない室を用意し、実測とアンケート調査を行なった。

室温の提示



窓の高断熱化に関する情報

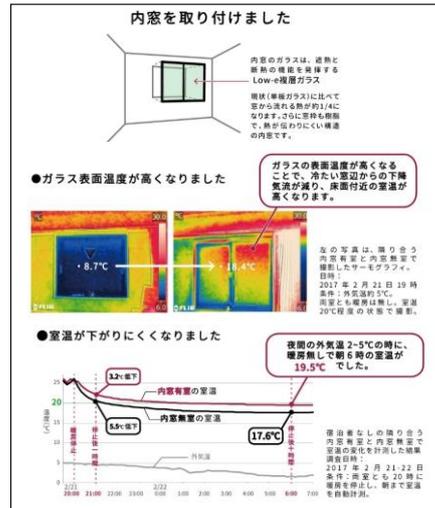


図 2-2 情報提示

ビジネスホテルのシングルルームは、他人の影響を受けず、光熱費を支払う必要もないため、暖房は自身の「快」を求めて調整され则认为られる。「情報提示」による「働きかけ」によって、自身が求める室温(暖かさ)を実現するような暖房調整が引き出せているか否かの考察に適していると考えた。

2.2 既往研究との関係

ホテルのエネルギー使用実態と省エネルギー化の方策は、一般社団法人省エネルギーセンター発行の資料¹⁾にまとめられているが、ボイラーの燃焼温度の調整、室外機の時間設定、LED 化等の設備機器の管理方法、更新、および改修による情報のみである。客室の使用実態については、給水と給湯負荷算定のための調査²⁾、客室の照明とコンセントの電力測定による客室の内部発熱の実態調査³⁾がある。客室の熱環境については、暖冷房設備の設定温度と実現する室内熱環境の関係を調査し、客室の熱性能を明らかにした研究^{4),5)}があるが、客室の熱性能の違いに着目して宿泊客の暖房使用実態や滞在時の熱環境を明らかにした研究はこれまでにない。

「情報提示」による働きかけには、1.2.5 で整理したように、「人は多くの人の行動に従う（社会規範）」という特性を踏まえた、省エネ行動を促すメッセージ情報による「働きかけ」や、1.2.6 の、HEMS や BEMS 等による「見える化技術」で、エネルギー使用量や室温情報を可視化するものがあり、どちらもエネルギー使用量の削減に効果があることが明らかになっている。

しかしながら、これまでの既往研究では、建物に施された工夫を情報とした例はなく、その効果も明らかになっていない。本研究で試行したデジタル温度計と内窓の保温効果を伝えるチラシで、利用者自らの調整行動による改善効果を定量的に明らかにすることで、ホテルだけでなく、一時利用者に暖冷房の使用を委ねる貸会議室や公民館等への応用や展開が可能になると考える。

2.3 概要

2.3.1 実測対象の概要

本研究で対象としたホテルAは千葉県千葉市にあり、1991年に開業している。(図2-3)延床面積は6,150㎡で、本館と東館がL型につながったRC造8階建てで、レストランと研修室8室を備えたビジネスホテルである。客室数は152室で、各客室の広さは16～22㎡を有し、シングル、ダブル、およびツインルームがある。

ホテルAの客室にはアルミサッシに単板ガラスの回転窓(幅1.17m、高さ1.05m、熱貫流率 $5.9\text{W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$ ^{注1)})が1か所あり、その室内側にアルミと樹脂の複合サッシの内窓を取り付けた。内窓のガラスは低放射複層ガラス(A6)で、既存窓と内窓を合わせた熱貫流率は $2.0\text{W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$ ^{注1)}である。客室の暖冷房システムは、屋上にある冷温水発生器で調整した冷温水を使用したファンコイルユニット方式で、設定温度と風量を別々に調整できる。実測当時は、加湿器等の湿度を調整する設備はなかった。本実測で計測したのは、室温のみで、風量の調整については考慮していない。客室の換気は第三種換気方式で、給気は客室入口扉のアンダーカットから、排気はユニットバスの換気扇を利用している^{注2)}。



図2-3 ホテルAの外観(左)と既存客室のアルミ枠窓(右上)と内窓(右下)

2.3.2 調査の概要

調査ⅠとⅡは、それぞれ2016年と2018年に行なった。表2-1は、調査を行なった時期、目的、調査対象等である。図2-4は調査ⅠとⅡを行なった部屋の配置である。調査Ⅰは、一部の客室に内窓を先行して取り付けて行なった。調査Ⅰの結果から客室の熱環境が向上することを明らかにした上で、2017～2018年に代替侵入口のある客室以外の全客室に内窓を導入した後に、調査Ⅱを行なった。

表 2-1 調査の概要

	調査Ⅰ	調査Ⅱ
調査期間	2016年2月14～27日(14日間)	2018年2月19日～3月12日(22日間)
目的	・内窓による客室の熱環境改善効果の調査	・宿泊客による暖房使用実態の調査 ・情報提供効果の検証
調査内容と対象客	内窓室、内窓無室の比較 ・アンケート調査の対象室 内窓室： 405/406/425/426/433/435 下線 ・実測の対象室 405/406/425/426	内窓+情報室、内窓室、内窓無室の比較 ・アンケートと実測調査の対象室 529(情報有)/530/531
調査人数	内窓室：25人、内窓無室：25人	内窓+情報室：12人、内窓室：7人、 内窓無室：10人

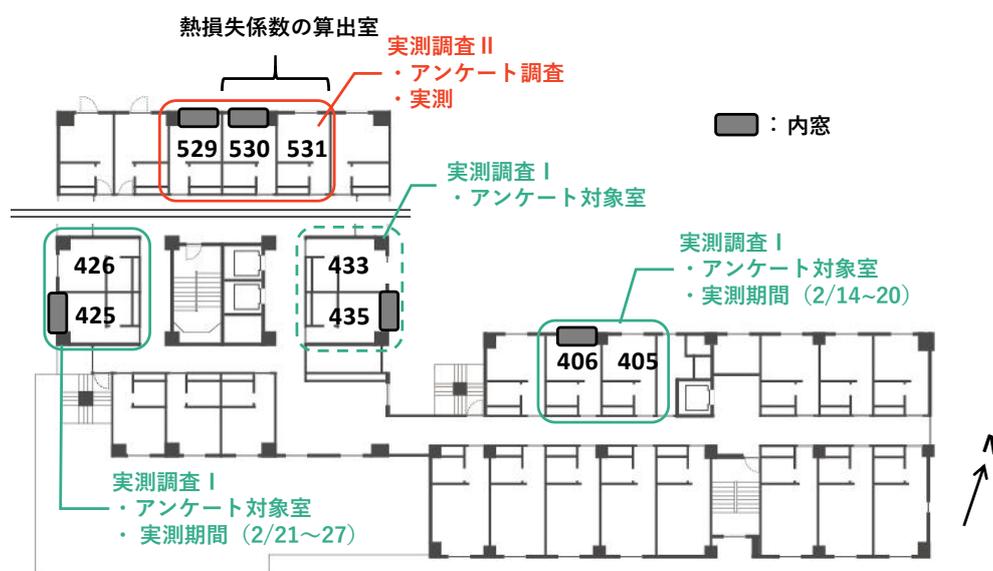


図 2-4 4階と5階の調査対象室の配置

2.4 調査 I 「内窓室」と「内窓無室」の実測調査

2.4.1 調査 I の概要

内窓による客室の熱環境改善効果を明らかにするために、隣り合う内窓の有る部屋（以下、内窓室）と内窓の無い部屋（以下、内窓無室）を対象として、熱環境の実測と宿泊客へのアンケート調査の結果を比較した。実測対象の客室は、「内窓効果実証実験モニタープラン」として、宿泊費を割引してインターネット等で販売し、温度計が設置されていること、およびアンケートへの協力が必要であることを宿泊客に伝え、承諾を得た上で行なった。

表 2-2 に調査対象者の属性を示す。

客室の熱環境の実測は、前半の 2 月 14 日からの 7 日間と、後半の 21 日からの 7 日間部屋を変えて実施した。暖房吹き出し口 (FL+2400) 付近の空気温度（以下、吹出温）を 1 分毎に記録^{注 3)}し、窓ガラス中央部の室内側表面温度（以下、窓表面温）、床付近 (FL+60)、室中央 (FL+1500)、および天井付近 (FL+2, 300) の空気温度を 1 時間毎に記録した。

表 2-2 調査 I の対象者の属性

	内窓室	内窓無室
性別	女性 8 人、男性 17 人	女性 13 人、男性 12 人
年齢 () 人数	10 代 (3)、20 代 (2)、 30 代 (4)、40 代 (4)、 50 代 (10)、60 代 (1)、 70 代 (1)	20 代 (4)、30 代 (5)、 40 代 (8)、50 代 (6)、 60 代 (1)、70 代 (1)

表 2-3 にアンケート調査の質問内容を示す。アンケートは、実測対象室 (2 室) に加えて、「内窓室」と「内窓無室」の各 2 室の宿泊客に対してチェックイン時に依頼し任意で回答を得た。(実測室の位置は、図 2-4 を参照)

表 2-3 調査 I の質問内容

Q1. 年代

Q2. 性別

Q3. 客室への入室時間(:)

Q4. 入室直後のお部屋の体感について、該当するものに○をつけてください。

暖かすぎる/ちょうどよい/少し寒い/寒すぎる

Q5. 入室直後に暖房をどのように調整しましたか？該当するものに○をつけてください。（複数回答可）

暖房をONにしなかった/風量を調整した/温度を調整した/調整したかったがやり方がわからなかった

Q6. 暖房を使用していたおおよその時間帯 時間軸上に矢印(←→)で記入

Q7. 部屋で過ごす時間の時間中の体感について、該当するものに○をつけてください。

暖かすぎる/ちょうどよい/少し寒い/寒すぎる

Q8. 睡眠中のお部屋の体感について、該当するものに○をつけてください。

暖かすぎる/ちょうどよい/少し寒い/寒すぎる

Q9. 滞在中にどのような暖房の調整を行いましたか？ 該当するものに○をつけてください。（複数回答可）

調整の必要がなかった/風量を調整した/温度を調整した/調整したかったがやり方がわからなかった/その他

Q10. 滞在中、窓からの冷気を感じましたか？ 該当するものに○をつけてください。

かなり感じた/少し感じた/ほとんど感じなかった

熱環境は、21日からの7日間^{注4)}の実測結果と考察を述べる。考察対象とした実測室の計測箇所と家具の配置を図2-5に、計測の様子を図2-6に示す。

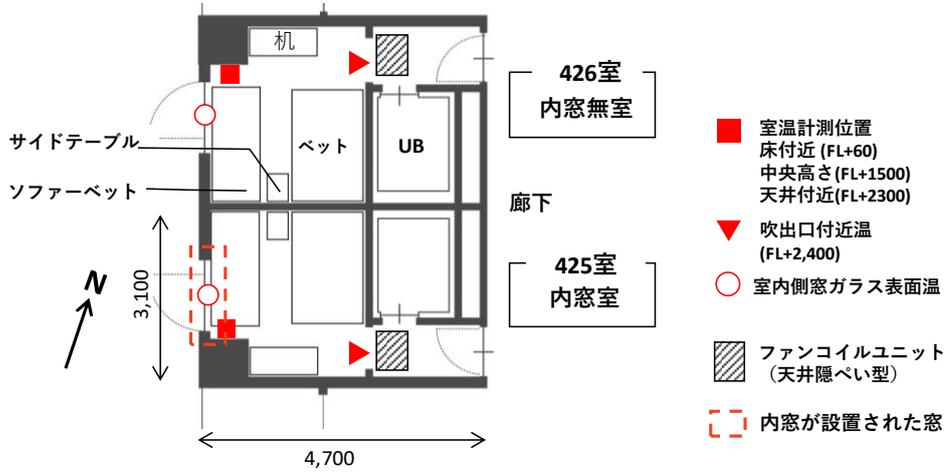


図 2-5 調査 I の計測箇所と家具の配置



図 2-6 計測の様子 (調査 I)

2.4.2 調査 I の結果と考察

図 2-7 は、「内窓室」と「内窓無室」の宿泊客が在室中の外気温と窓表面温である。宿泊客の在室時間は、アンケートに記されたチェックインの時刻から午前 10 時までの間とした^{注5)}。「内窓室」および「内窓無室」、ともに外気温が低いほど窓表面温が低い傾向がある。

「内窓無室」の窓表面温は概ね 7~17°C に分布しているが、「内窓室」の在室中の窓表面温は概ね 15°C 以上だった。「内窓室」は、窓表面温度が高くなることで、結露が減り清掃が楽になったと客室の清掃担当者からは好評であった^{注6)}。

図 2-8 は、同じく在室中の室中央の室温と窓表面温で、グラフ中の実線は、窓表面温と室温が同じ点を示す。「内窓室」と「内窓無室」の室温は、17~25°C のあたりに集中しているが、窓表面温は「内窓無室」の方が 5°C 程度低かった。

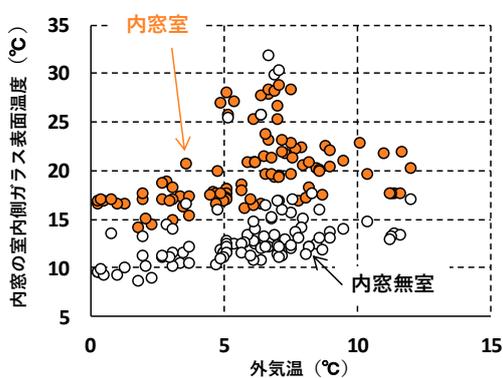


図 2-7

外気温と内窓の室内側ガラス表面温度

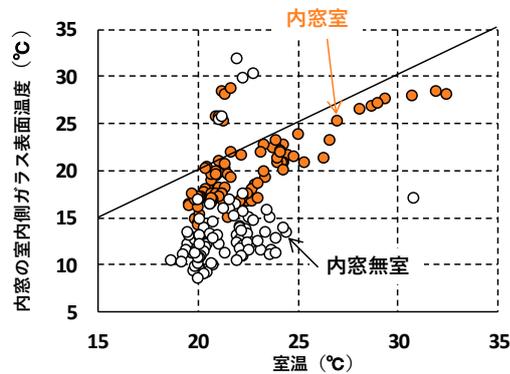


図 2-8

室温と内窓の室内側ガラス表面温度

図 2-9 は、在室中の天井と足元の気温差（以下、上下温度差）、および外気温の関係を示したものである。「内窓室」は、上下温度差が平均 2.6°C（標準偏差 0.8）で、「内窓無室」は平均が 3.7°C（標準偏差 1.4）であった。「内窓室」の方が差が小さく、特に外気温が 3°C 以下の時に「内窓室」と「内窓無室」の上下温度差が顕著である。上下の温度差が小さいほど、室内の温度ムラがなく、快適な熱環境となることから、内窓による熱環境の改善効果が確認できた。

図 2-10 は、外気温が 3.5°C 未満の時の、天井付近温の度数分布である。暖房の吹き出しは天井付近にあるため、天井付近の温度から、暖房の ON・OFF と吹き出し温の違いを推察できると考えた。「内窓室」では天井付近温が 23°C 以下に分布しているが、「内窓無室」は

23℃以上の時間があり、比較的高めの吹き出し温だったことが分かる。「内窓無室」では、窓からのコールドドラフトの影響で、足元に寒さを感じたことで暖房の設定温度を高め調整して過ごしていた可能性がある。一方「内窓室」は、窓が2重になったことで窓表面温が上昇してコールドドラフトが減ったことと、開口部の気密性が向上したことによって、暖房の設定温度が低めでも過ごすことができたと考えられる。

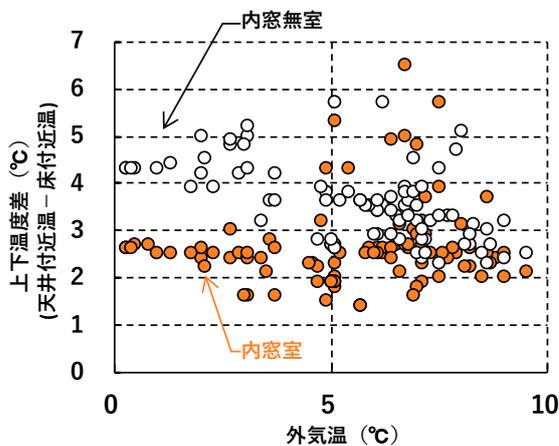


図 2-9
外気温と上下温度差

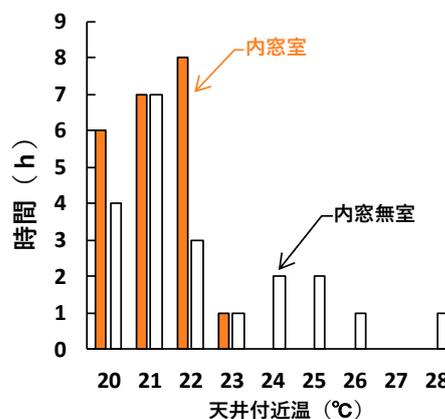


図 2-10
天井付近温の度数分布

図 2-11 は、チェックイン時に宿泊客が初めて入室したときの寒暑感申告である。チェックイン時には、暖房は使用されていない。「内窓室」は 80%が「ちょうどよい」と答え、「寒い」の回答はなかった。一方、「内窓無室」は、「少し寒い」が 43%だった。内窓室」と「内窓無室」には、暖房が使用されていない状態で入室した際の寒暑感に顕著な差があった^{注7)}。

一方、「内窓無室」には、入室直後に「暖かすぎる」と回答した人が2名いた。1名はチェックイン時の外気温が12℃、入室時の室温が21℃と、比較的温暖な日であったが入室直後に暖房を運転していた。熱環境に応じた適切な調整行動が行われなかったことから、「暖かすぎる」と回答したと考えられる。もう1名は、暖房の調整について「調整したかったがやり方がわからなかった」と回答しており、睡眠中や起床時の寒暑感も「暖かすぎる」と回答している。

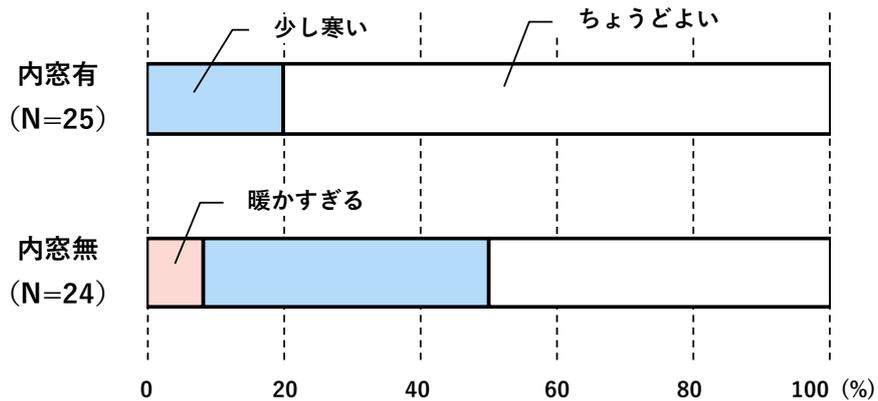


図 2-11 チェックイン時の寒暑感申告

次に、実測データから、吹出温が室温よりも 3℃以上高い時に暖房が使用されていると仮定し、さらに室温との差が 20℃以上のときは、設定温度が高めで使用されているとして暖房使用の実態を分析した。図 2-12 は、その結果である。在室時間は、アンケートに記入されたチェックインの時刻から翌日の午前 10 時までとした^{注7)}。2 月 23 日を除くと、「内窓室」の暖房使用割合は「内窓無室」よりも低い。特に 20℃以上の温度差がある時の「内窓室」の暖房使用割合は、「内窓無室」の半分以下である。一方、2 月 23 日のように、宿泊客の熱環境に対する好みや習慣などで、「内窓室」の暖房使用割合が「内窓無室」よりも高くなる場合がある。

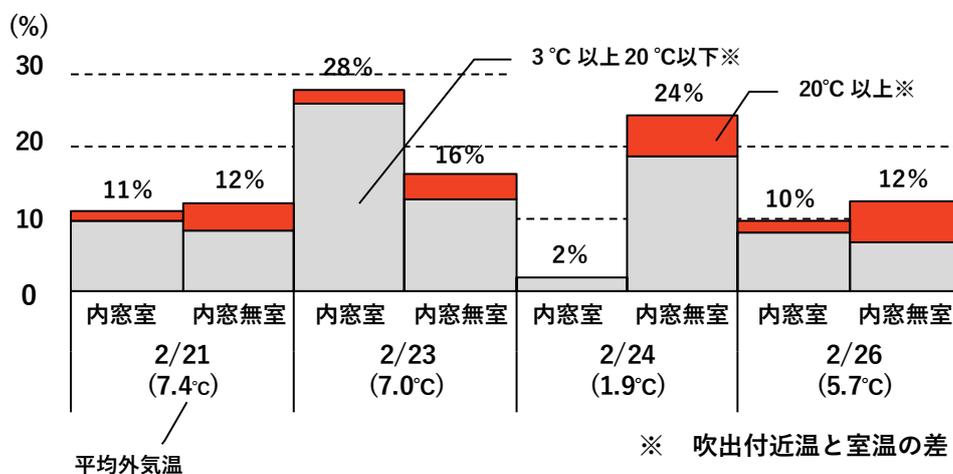


図 2-12 内窓室と内窓無室の暖房の使用実態

内窓の有無による客室の断熱性能の違いを確認するために、隣り合う「内窓室」と「内窓無室」を使用して、室温降下実験を行なった（実測対象室は図 2-2 を参照^{注 8)}。室中央 (FL=900) に空気温度計を設置し、暖房を使用して室温を 25°C まで上げたところで暖房を切り、自然に室温が低下する状態を 1 時間ごとに計測した。

2 回の実測結果と客室の床面積から求めた平均の熱損失係数は、「内窓室」が $0.8\text{W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$ で、「内窓無室」は $1.4\text{W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$ だった。「内窓室」の熱損失は、「内窓無室」に比べて約 4 割少ないことが確認できた。

2.5 調査Ⅱ 「内窓+情報室」、「内窓室」、および「内窓無室」の実測調査

2.5.1 調査Ⅱの概要

調査Ⅱでは、暖房時に参考になる建物に施された工夫と室温を宿泊客に提示することによって、宿泊客は快適性を確保しながら、暖房のON/OFFや設定温度を適切に調整すると仮定し、情報提示の効果を定量的に明らかにした。これまでの「内窓室」と「内窓無室」に加えて、室温を表示するデジタル温度計と、内窓の保温効果を伝えるチラシ（図 2-13）を机の上に置いた室（以下、内窓+情報室）を用意した。デジタル温度計は、目につきやすいように、表示部分の大きなもの（90×35mm）とし、チラシはA4版で、表面をラミネート加工してデスクの上に置いた（図 2-14）。

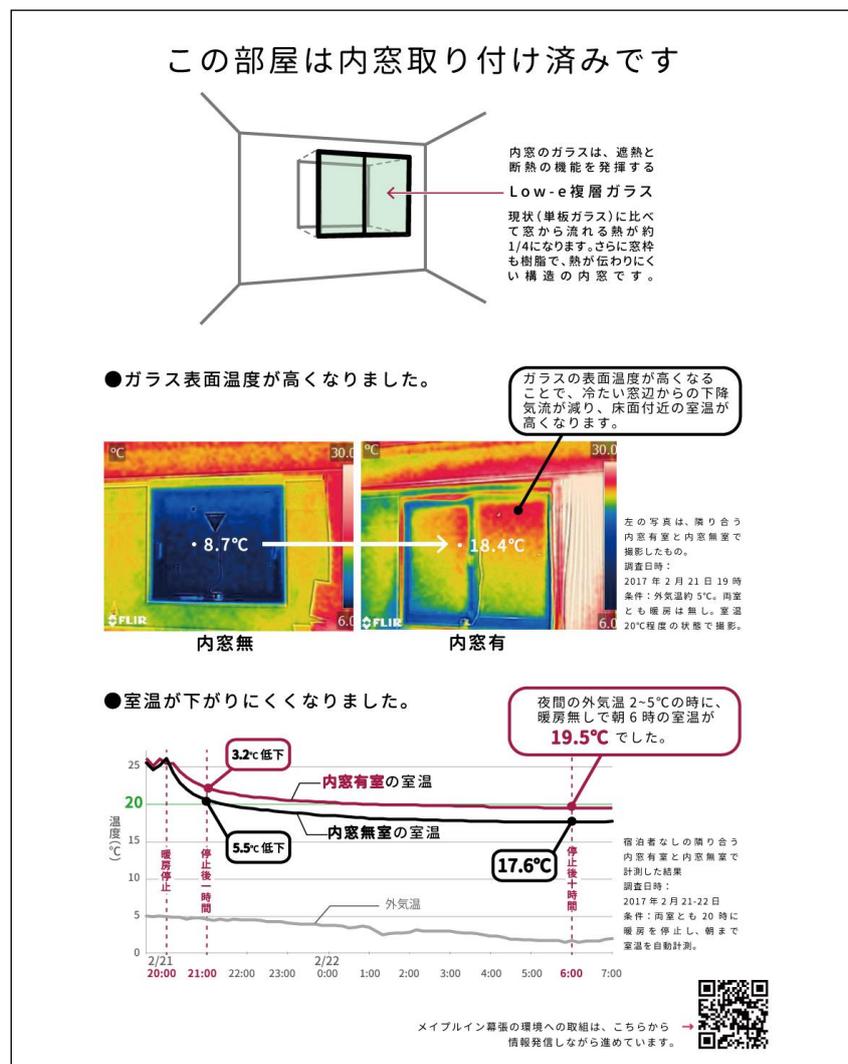


図 2-13 内窓の保温効果を伝えるチラシ



図 2-14 机の上に置いた温度計とチラシ (529 号室)

宿泊客には、フロントでのチェックイン時に調査への協力を依頼し、承諾を得られた場合にアンケート用紙を渡し、チェックアウト時に回収した^{注9)}。調査を依頼する際には、客室の熱環境に関する調査であることだけを伝え、内窓の有無の比較調査であること、自分の宿泊室が内窓室であるかどうかなどの情報は伝えていない^{注10)}。表 2-4 に対象者の属性を示す。

表 2-4 調査Ⅱの対象者の属性

	内窓室+情報室	内窓室	内窓無室
性別	女性 6 人、男性 6 人	女性 3 人、男性 4 人	女性 5 人、男性 5 人
年齢 () 人数	10 代 (1)、20 代 (6)、 30 代 (1)、40 代 (2)、 50 代 (1)、不明 (1)	30 代 (1)、40 代 (2)、 50 代 (2)、70 代 (1)、 不明 (1)	20 代 (1)、30 代 (1)、 40 代 (2)、50 代 (1)、 60 代 (1)、70 代 (1) 不明 (3)

表 2-5 にアンケートの内容を示す。

表 2-5 調査Ⅱの質問内容

3 室共通の質問
Q1 年代・性別
Q2 客室の滞在時間 チェックイン時分ごろチェックアウト時分ごろ 外出時間（時分ごろ～時分ごろ）
Q3 滞在中に暖房を使用していた時間帯に○をつけ、その理由を教えてください Q3-1 チェックインから睡眠時まで設定温度（℃） 理由（・寒かった・少し寒かった・習慣・特に理由はない） Q3-2 睡眠中設定温度（℃） 理由（・寒かった・少し寒かった・習慣・特に理由はない） Q3-3 起床からチェックアウトまで設定温度（℃） 理由（・寒かった・少し寒かった・習慣・特に理由はない）
Q4 滞在中、窓からの冷気を感じましたか？該当するものに○をつけてください。 （かなり感じた/少し感じた/ほとんど感じなかった）
Q5 宿泊中に感じた客室の暖かさに対する満足度について、 該当するものに○をつけてください。 （満足/やや満足/どちらでもない/やや不満/不満）
「内窓+情報室」のみの質問
Q6 滞在中、客室の温度計の示す℃という表示について該当するものに○をつけてください。 （とても気になった/気になった/あまり気にならなかった/気づかなかった）
Q7 温度計の示す温度を参考に、以下のいずれかの行動をしましたか？ 該当するものすべてに○をつけてください。 （暖房を ON した/暖房を OFF した/風量を上げた/風量を下げた/設定温度を上げた/設定温度を下げた/厚着をした/薄着になった）
Q8 滞在中、内窓の効果を伝えるチラシについて、該当するものに○をつけてください。 （とても興味をもった/興味をもった/あまり興味を持たなかった/気づかなかった）
Q9 チラシの内容を参考に、以下のいずれかの行動をしましたか？ 該当するものすべてに○をつけてください。 （暖房を ON した/暖房を OFF した/風量を上げた/風量を下げた/設定温度を上げた/ 設定温度を下げた/厚着をした/薄着になった）

図 2-15 は、対象とした 3 室（529 室、530 室、531 室）の計測箇所と家具配置図である。吹出温（FL+2, 400）、足元（ベッド脇サイドテーブルの足元）、および机の天板裏（FL+650）の空気温度を 15 分毎に記録した^{注3, 11}。（図 2-16）

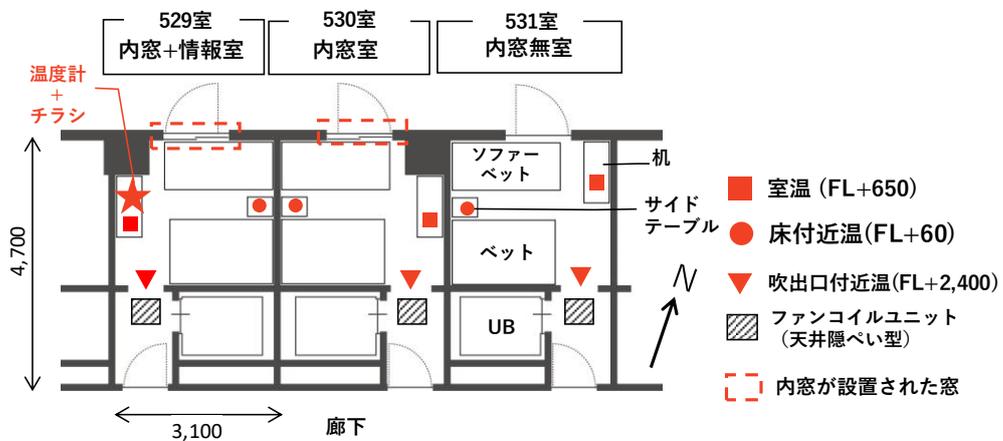


図 2-15 調査Ⅱの計測箇所と家具の配置



図 2-16 計測の様子（調査Ⅱ）

2.5.2 調査Ⅱの結果と考察

調査対象の3室とも、21日中20日間に宿泊客が滞在した。アンケート調査への協力が得られたのは、「内窓+情報室」が12人で、「内窓室」が7人、そして「内窓無室」が10人だった。

図2-17と図2-18は、19時と0時の外気温が10℃以下の日に宿泊したアンケート対象者17人の、机の天板裏の空気温（以下、室温）と、吹き出温の分布である。平均は赤丸で示した。「内窓+情報室」は室温が22～23℃に分布し、吹き出温も「内窓室」の25～35℃に比べ25℃前後に集中している、他の室よりも低めだが、環境省が推奨する冬季の室温20℃よりは高めであり、寒くて不快な環境にはなっていないと思われる。

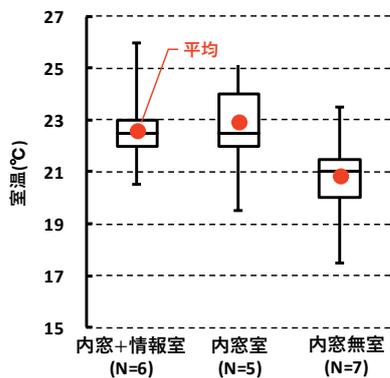


図2-17 3室の室温分布
(外気温10℃以下のみ抽出)

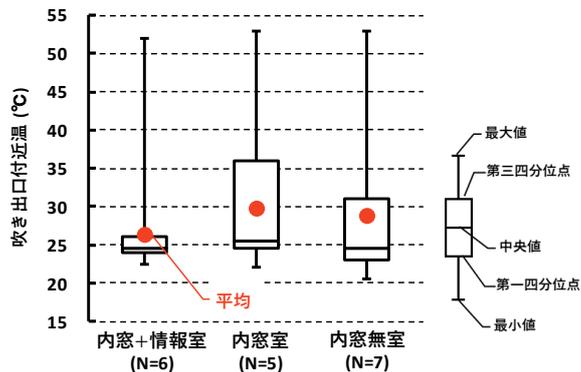


図2-18 3室の吹き出口付近温の分布
(外気温10℃以下のみ抽出)

図2-19は、図2-17と図2-18で抽出した対象者について、暖房の使用、もしくは不使用の申告と、使用した場合のその理由について、「チェックインから就寝」まで、「就寝中」、および「起床からチェックアウトまで」の時間帯を集計した。「内窓+情報室」は、暖房を使用しなかった人が、すべての時間帯において他の「内窓室」と「内窓無室」よりも多い。また、暖房使用の理由は「習慣」だった。「内窓室」では暖房の使用理由は、「少し寒い」と「特に理由はない」、そして「無回答」が多かった。「内窓無室」では、暖房の使用理由が「寒い」や「少し寒い」だった。

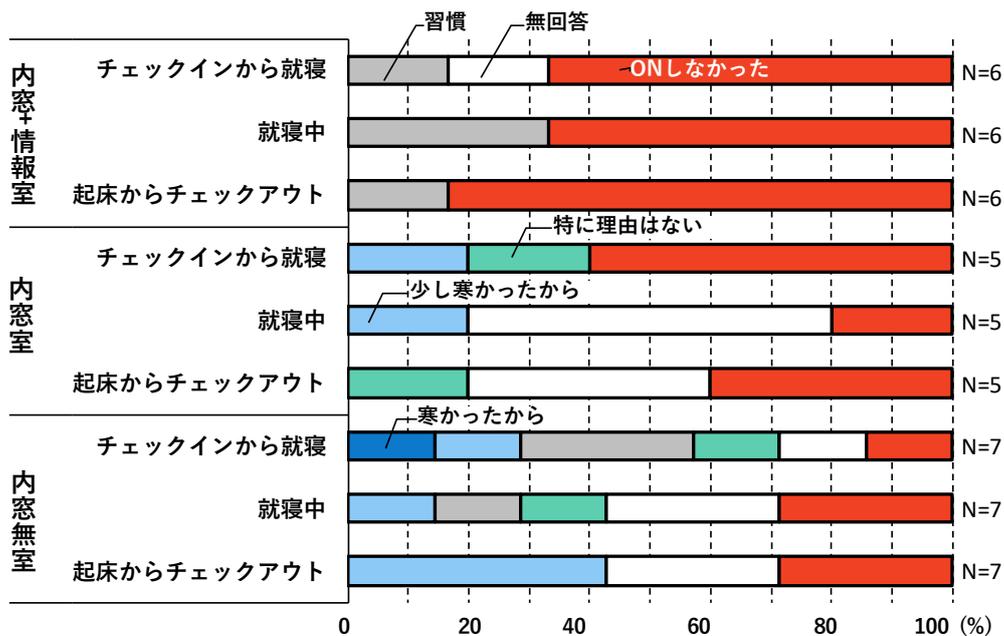


図 2-19 暖房の使用不使用とその理由
(外気温 10℃以下のみ抽出)

図 2-12 の分析と同様に、吹出温が室温よりも 3℃以上高いと暖房が使用されていると仮定し、吹き出し温と室温の差が 20℃以上の温度差がある場合は、設定温度が高めで使用していると想定して暖房使用の実態を分析した。図 2-20 は、19 時と 0 時の外気温が 10℃以下の日に宿泊したアンケート対象者の在室時間中の割合である。「内窓+情報室」における「吹出温－室温」の平均は 3.8℃（標準偏差は 5.1）、「内窓室」の平均は 7℃（標準偏差は 7.8）、そして「内窓無室」の平均は 8.1℃（標準偏差は 8.8）だった。在室時間は、アンケートに回答したチェックインとチェックアウトの時刻から求めた。（チェックアウト時刻の回答がない人（17 人中 4 人）は午前 10 時とした。）なお、ここではチェックイン後の外出時間も聞いていて、在室時間に反映している。

外気温 10℃以下では、「内窓室」は、「内窓無室」よりも暖房使用割合が 22%少なかった。「内窓+情報室」の暖房使用割合は、「内窓室」よりさらに 12%少ない。20℃以上の吹出温が占める割合は、「内窓無室」と「内窓室」では 11～13%だが、「内窓+情報室」は 4%であり、「内窓無室」と「内窓室」の 3～4 割である。調査 I とは滞在時間の算出方法、計測間隔が異なるため、図 2-12 と図 2-20 を比較することはできないが、「内窓室」は「内窓無室」よりも暖房の使用時間が短い傾向があること、高温での吹き出し時間が短い傾向があることなど、両者には同様の傾向があることが示唆された^{注12)}。

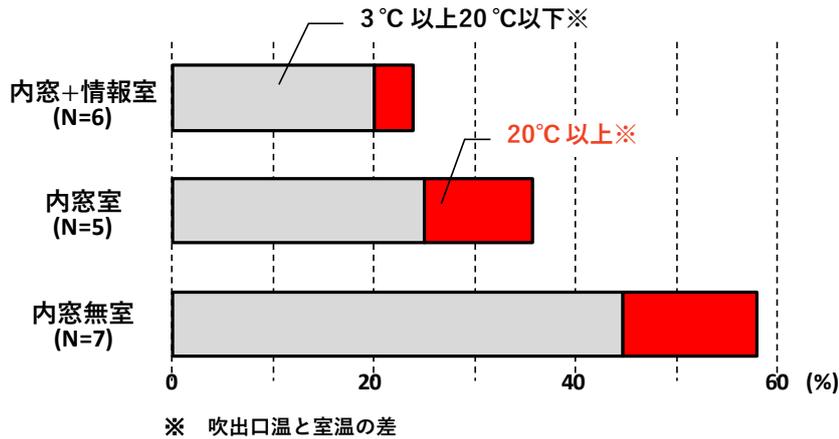


図 2-20 3 室の暖房の使用割合
(外気温 10°C 以下のみ抽出)

図 2-17 と図 2-20 を合わせて考察すると、内窓無室は、暖房使用時間が長いですが、室温が低いのは、客室の保温性が悪いことが原因と考えられる。一方、「内窓+情報室」では、内窓情報室の室温平均と分布は、22～23°Cあたりにあり、内窓室よりは低めだが、環境省が推奨する冬季の室温 20°Cよりは高めだったことから、寒くて不快な環境にはなっていないと思われる。つまり、快適な環境を少ない暖房の使用時間で実現していたと言える。

図 2-20 の「内窓情報室」の 6 人中 5 人が温度計の情報を参考に、暖房調整、着衣調整等の調整行動を行っていたことから、室内に追加した情報を参考に暖房を調整した結果、断熱性能が同等の「内窓室」よりも、暖房使用割合が少なかったと考えられる。

図 2-19 の「内窓室」で暖房を使用している人には、「特に理由がない」、「無回答」があった。これらの人は、客室の熱環境を捉えられず、体感に基づく暖房調整行動がとれていないと考えられる。このようなケースにおいて、温度計等で室内の熱環境を可視化することで自分の求める熱環境を考慮しながら、暖房の使用/不使用の判断を促すことにつながる可能性がある。

図 2-21 は、「内窓+情報室」における温度計の情報を参考にした行動の有無と、内窓の保温効果に関する情報が掲載されたチラシへの興味の有無である。「温度計の情報を参考にした行動無」のグループは、内窓の保温効果に関する情報に「興味を持った」と回答した人が 25% (4 名中 1 名) だった。一方、温度計の情報を参考に行動を 1 つ以上行なったグループ (行動有) には、内窓の保温効果に関する情報に「とても興味をもった」、もしくは「興味をもった」と回答した人が 50% (8 名中 4 名) で、環境調整行動を行なったグループの方

が内窓の保温効果に関する情報に興味をもった人が多かった。以上のことから、建物に施された工夫に興味関心を持てるような働きかけは、環境調整行動を引き出すために有効な手法となる可能性がある。

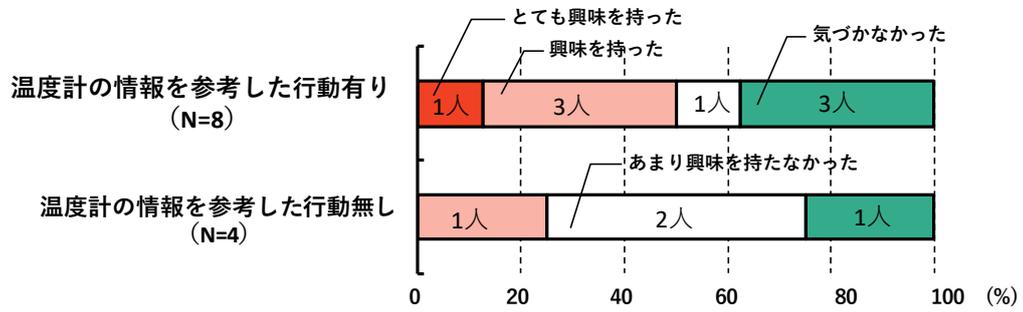


図 2-21 温度計を参考にした行動の有無とチラシへの興味の有無

2.6 第2章のまとめ

調査Ⅰでは、既存単板ガラス窓に、アルミと樹脂の複合枠で、低放射複層ガラスの内窓を導入した客室の熱環境改善効果を明らかにした。

調査Ⅱでは、内窓室に内窓の保温効果を伝えるチラシとデジタル室温計による「情報提示」を行なった「内窓+情報室」と、「内窓室」、および「内窓無室」の暖房使用実態から、「情報提示」による働きかけの効果を考察した。

(1) 内窓を導入した客室の熱環境改善効果

- ・ 外気温が約0～12℃に対して、「内窓室」の室温は約20～32℃で、窓表面温は約14～33℃だった。「内窓無室」の室温は約19～31℃で、窓表面温は約9～34℃だった。「内窓室」は窓表面温が「内窓無室」よりも高かった。
- ・ 「内窓室」は、上下温度差が平均2.6℃(標準偏差0.8)で、「内窓無室」は平均が3.7℃(標準偏差1.42)だった。「内窓室」の方が差が小さく、特に外気温が3℃以下の時に「内窓室」と「内窓無室」の上下温度差の違いが顕著であった。
- ・ 「内窓室」は、暖房が使用されていないチェックイン直後の入室時に「寒い」と感じる人が少なかった。
- ・ 実測結果から求めた熱損失係数は、「内窓室」が0.8W/(m²・K)で、「内窓無室」が1.4W/(m²・K)であった。内窓導入によって暖房負荷が小さくなり暖房使用時間が減ることを確認した。

(2) 情報提示が暖房使用に与える影響

- ・ 宿泊客のアンケート調査の結果から、「内窓無室」の暖房の使用理由は、「寒い」や「少し寒い」で、「内窓+情報室」で暖房を使用した人の理由は、「習慣」となっており、暖房を使用した人は一番少なかった。「内窓+情報室」と同様の性能をもつ「内窓室」では、暖房の使用理由が、「少し寒い」に加えて、「特に理由はない」と「無回答」が多かった。
- ・ 「内窓室」は、「内窓無室」よりも暖房使用割合が20%少なかった。「内窓+情報室」の暖房使用割合は、「内窓室」よりさらに10%ほど少ない。
- ・ 20℃以上の吹出温が占める割合は、「内窓無室」と「内窓室」では11～13%だが、「内窓+情報室」は4%であり、他の2室の3～4割であった。

- ・ 「内窓+情報室」に置いたデジタル温度計の表示を参考に、暖房の ON・OFF、風量の調整、着衣の調整等の行動を行なったと回答した人は 67% だった。そのうちの半分は、チラシの内容に興味をもった人だった。

(3) 「情報提示」による働きかけ

本章で明らかになった「情報提示」による働きかけのイメージを、図 2-22 に整理する。本調査では、実験に参加しているという意識による思案バイアスの影響が含まれている可能性や、属性等の条件がそろっていないことの影響を無視することはできないが、アンケートと実測結果を統合したり、外気温が似た条件の日を抽出する等の配慮をして考察を行なった。その結果、冬季のビジネスホテルの客室で、室温と内窓の保温効果に関する「情報提示」をおこなった「内窓+情報室」では、暖房を使用しなくても寒くはならない、設定温度を高め設定しなくても自分の求める熱環境を得られるという判断に基づいた心理的適応と、暖房の ON・OFF、あるいは設定温度の調整、着衣調整などの行動的適応を引き出したと考えられる。そのような心理、行動的適応の結果、熱的な「快適性」を得つつ、暖房の使用時間が少なくなった可能性がある。

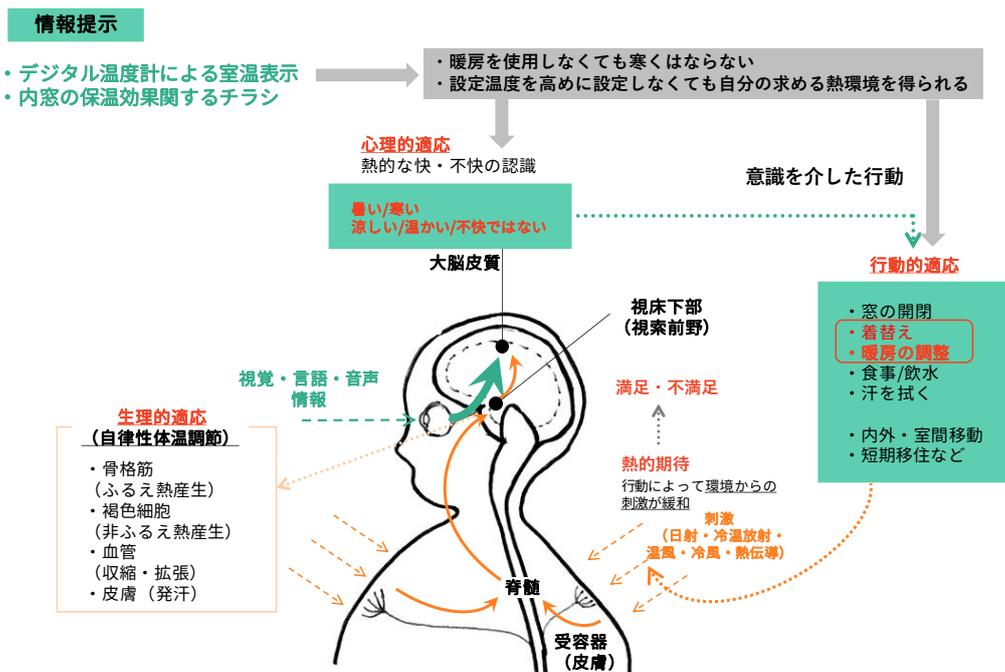


図 2-22 本章における情報提示と熱環境適応の関係 (冬季のビジネスホテルの客室)

本研究では、暖房時を対象として、ホテルの客室のような一過性の単身で利用する施設では、室温表示や建物の工夫をチラシによって情報提示することで、行動的適応を引き出す可能性が示唆された。2016年の業務部門業種別エネルギー消費⁶³⁾では、業務部門に占めるホテルや旅館の割合が約10%を占め、今後のホテル数、観光客数の増加を踏まえると、このような「働きかけ」は重要である。

参考文献

- 1) 財団法人省エネルギーセンター ビル省エネ技術部: ホテルの省エネルギー
- 2) 大塚康男, 鈴木武, 高津靖夫, 広升健太: ホテルにおける実態調査と同時使用率の予測に関する研究(給水・給湯), 日本建築学会大会学術講演梗概集, 環境工学 I, pp. 503-504, 1998. 7.
- 3) 今井新也, 赤司泰義, 住吉大輔, 浦山真一, : ホテルにおける内部発熱の実態調査, 日本建築学会九州支部研究報告, 環境工学, pp. 393-396, 2011. 3.
- 4) 石福昭, 岡建雄, 河野俊樹, 小松康之: ホテル客室環境に関する研究 その2, 日本建築学会大会学術講演梗概集, 環境工学, pp. 85-86, 1988. 7.
- 5) 石井昭夫: 暖冷房時各種居室における温熱環境実測に基づいた設定温度と実現室温の比較, 日本建築学会大会学術講演梗概集, 環境工学 II, pp. 1115-1118, 2005. 7.
- 6) 経済産業省, 資源エネルギー庁: 業務部門業種別エネルギー消費の推移, 平成 28 年度エネルギーに関する年次報告.

注釈

- 注 1) 商品カタログに記載されたデータを参考値として採用した。(商品名: まどまど 2、製造販売: AGC グラスプロダクツ株式会社)
- 注 2) ユニットバス内の換気扇の使用時に、廊下から客室へ流入する空気の流れを客室の扉下で確認した。換気扇の非使用時に、建物の階段室、エレベーター等の煙突効果によって客室から廊下への空気の流出が考えられるが、客室と階段室、エレベーターは常閉防火扉で区画されていることから、煙突効果の影響は少ないと考えた。
- 注 3) ファンコイルユニットの風量には「強・中・弱」の設定があるが、宿泊客の滞在中の風量設定は確認していない。手持ちの微風速計による簡易調査では、ソファ、ベッド近傍(約 FL600)の風速は、およそ 0.05~0.2m/s の範囲にある微風であったため、本調査では、ファンコイルからの気流が在室者の温熱感にはほとんど影響を与えないと考えた。
- 注 4) 21 日から 7 日間の実測対象室は、「内窓室」と「内窓無室」の家具配置が同じだが、前半の 14 日からの 7 日間の実測対象室は、家具配置が異なり、温度計の設置条件が同一ではなかったため、実測結果の考察に用いなかった。

- 注 5) 調査 I ではチェックアウトの時間を聞いていないため、一律に午前 10 時とした。
- 注 6) 実測期間中の室温と窓ガラス表面温から露点温度を求めると、「内窓室」は窓ガラス表面温が、露点温度以下にならなかった。
- 注 7) チェックインの時間帯を 19 時以前、19～21 時、21 時以降で分けたところ、内窓有と無は、ほぼ同様の割合であった。チェックイン時間帯の差の影響はないものと考ええる。
- 注 8) 実測は、隣り合う 2 室を対象として、当該客室の隣室に宿泊客が不在の状態、同日同時刻間で計測を行なった。ただし、上下階の宿泊状態は把握していない。実測は 2017 年 2 月 21～22 日と 22～23 日の 2 回、それぞれ 20 時に暖房を切り 6 時まで 1 時間ごとに記録した。
- 注 9) アンケートへの協力の有無に関わらず、宿泊客へは室温調査のために温度計を設置していることを伝え了承を得ている。また、アンケートの回収時にホテルより粗品を提供した。
- 注 10) 室は内窓の有無による性能の違い、デジタル温度計の有無の差があるが、同価格で販売している。宿泊客に客室の違いを認識されることは、ホテルの営業上の問題となるため、3 室間で情報交換が行われないように、アンケート対象者は単独で滞在している人とした。
- 注 11) 実測に使用した温度計は、宿泊客の暖房使用に影響がないように、温度表示のないボタン型の計測器を用いて、宿泊客の目につかない家具の裏側等に設置した。
- 注 12) 統計的な有意性はなかったが、本調査の結果は内窓の有と無、情報の有と無では暖房の使用実態が異なる傾向があることを示唆している。

第3章 想像温度と熱環境適応プロセスの関係

3.1 はじめに

第3章では「③想像温度調べ」が温度に対する意識を涵養するような働きかけとして活用できるか否かを確認するために、1.2.4 で整理した、想像温度に関する既往研究を踏まえて、想像温度と熱環境適応プロセスの関係を明らかにする。

熱環境適応プロセスの中に想像温度を位置づけたに図 3-1 に基づき、滋賀県の中学生(376人)を対象として、夏季の通風室と冷房室における中学生の想像温度と熱環境適応プロセスの関係を、アンケート調査と実測から明らかにする。

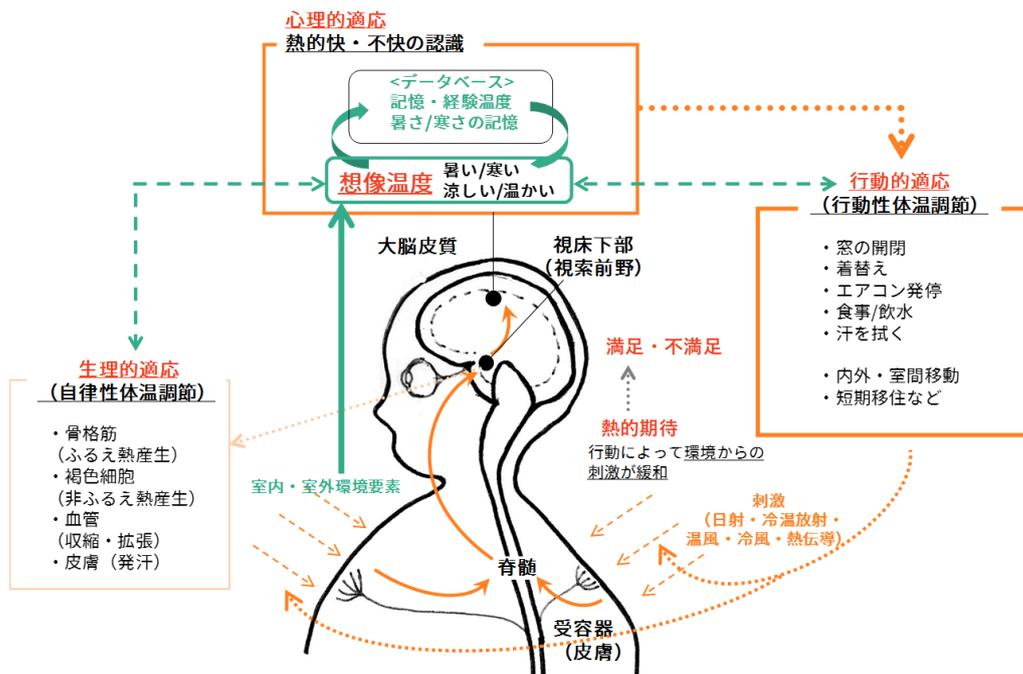


図 3-1 想像温度と熱環境適応プロセス

3.2 既往研究との関係

教室の熱環境に関する既往研究には、2012年の坂口ら¹⁾による全国の小・中学校の教師を対象としたアンケート調査において、冬季に比べて夏季の教室の温熱環境に対する不満の回答が多いことが報告されている。そのような背景を受けて、温暖地を中心に夏季の快適性を確保するために教室への冷房導入が進み、2017年度には、全国の小中学校の約50%の普通教室に冷房設備の設置が完了した²⁾。岩下、古賀³⁾は、夏季の教室環境改善のために普通教室へ冷房を導入した小・中学校の調査を行ない、冷房設備の導入によって教室の温熱環境の改善効果、児童らの快適感の向上等がみられたものの、課題として、冷房使用を不快とする児童の存在を指摘している。また、23℃以下の室温での冷房運用の実態も報告されており、教室の温熱環境改善のためには、冷房の導入だけではなく、適切な冷房運転方法の確立が必要との考察を述べている。現状における教室の温熱環境の調整は、各教員の寒暑感に基づいて冷暖房の運転や調整が判断され、クラスによって運用がまちまちであることが、倉渕ら⁴⁾の研究や、緒方ら⁵⁾の研究により報告されている。以上から、夏の教室を対象とした調査を行なうことで、冷房の適切な運用支援にもつながると考えた。

また、本研究では、夏季の熱環境の快適性に影響を与える要素として、室内外の気温や作用温度を対象としている。一方で、湿度も夏の快適性に影響を与える要素の1つであるが、1.2.4で整理したように、小学生を対象とした研究では、想像温度と相対湿度の相関関係がないことが分かっている。本研究では、中学生を対象とした場合も同様であるかを確認することとした。

また、想像温度と同様に、湿度を想像させて表出させる「想像相対湿度」に関する研究⁶⁾⁷⁾⁸⁾もあるが、「想像相対湿度」と人が感じる「湿度感」には相関が見られるが、「湿度感」と実際の室内外の相対湿度には相関がないことが明らかになっている。つまり、人は実際の相対湿度を適切に捉えることができていない。以上のことから、「想像相対湿度」を活用して相対湿度の調整を促し、熱環境を整えることは難しいと考え、人の熱環境適応を引き出す「働きかけ」としては、「想像温度」を活用することとした。

3.3 概要

3.3.1 調査対象校の概要

滋賀県の琵琶湖に面した M 市の M 中学校を対象に、2017 年と 2018 年に夏季の教室の温熱環境に関するアンケート調査を行なった。

調査対象の M 中学校は、文部科学省が進める環境を考慮した学校施設の整備推進方法⁹⁾の 1 つである、スーパーエコスクール実証事業¹⁰⁾によって、2016 年 11 月に 1 階を鉄筋コンクリート造で 2 階建が鉄骨造の校舎に改築されている。スーパーエコスクールとは、環境負荷の低減や自然との共生を考慮した学校施設に、太陽光発電パネル等の再生可能エネルギー設備を導入して、年間のエネルギー消費を実質上ゼロとするゼロエネルギー化を目指せる性能が確保されたものである。表 3-1 に M 中学校に施された環境技術を示す。環境性能が良いため、一般的な学校に比べてエアコンの依存度が低く、窓開けや着衣調整等の行動的適応の選択肢が多く、想像温度と環境調整行動との関係を調査できると考えた。

表 3-1 M 中学校の環境技術

昼光利用	ライトシェルフ/両面採光/内装色に白を利用
断熱	屋根・壁の断熱化/窓ガラスの複層化
日射遮蔽	南：大きな庇、テラス 西：袖壁、垂直庇
通風・換気	風通しを考えた間取り/湖陸風を活かす屋根形状/夜間換気
その他	雨水利用
照明	LED 照明
暖冷房	エアコン（普通教室の冷房は猛暑日のみに行なう想定）
換気	機械換気設備（教室はクールトレンチ利用、その他は熱交換換気）
創エネ	太陽光発電設備（最高出力 70 kW）

1 年生は 1 階で、2 年生は 2 階に配置され、1 年 1 組と 2 組は南西向き、1 年 3 組から 6 組は南東向きの教室である。2 年生は南東向きに 6 教室が並んでいる。南東向きの教室には、開口部に大屋根がかかり、南西向きの教室には水平ルーバー付きの庇がついていて、夏季は教室内に直射日射がほとんど入らない（図 3-2）。また、通風を促すために、すべての教室で、廊下側や教室後方にある可動式の扉を適宜開放できるようになっている。



図 3-2 日射遮蔽のための大屋根と通風を促進するための扉

3.3.2 調査方法

調査Ⅰを2017年に、調査Ⅱを2018年に行なった。表3-2にアンケート調査を行なった日、期間中の外気温、および回答者数を示す。調査対象は、校舎で過ごした初年度の生徒とし、調査Ⅰ（2017年）の2年生は、1年次の2016年10月まで仮設校舎で生活しており、本調査をおこなった2017年に1年生と2年生全員が新校舎で初めて夏を迎えている。2018年は1年生のみを対象とした。

表3-2 アンケート調査の概要

	調査Ⅰ（2017年） 「通風」ケース	調査Ⅱ（2018年） 「冷房」ケース
調査対象	1年生6クラス193人 2年生6クラス183人	1年生6クラス198人
調査日	1年生9月1日、4日 2年生9月4日、6日	1年生9月3～7日
外気温	23.0～28.5℃	26.6～31.4℃
教室の 熱環境調整手法	11クラス：通風 1クラス：冷房	冷房

2017年の調査時の教室の環境調整手法は、12クラス中1クラスだけが冷房で、その他のクラスは通風だった。一方、2018年の調査時は、外気温が30℃を越す日が続き、た室の環境調整手法は冷房だった。以降、調査Ⅰ（2017年）を「通風」ケースとして、調査Ⅱ（2018年）は「冷房」ケースとして考察を行なう。

アンケートは、調査Ⅰと調査Ⅱともに、理科の教員3名が担当授業の冒頭に行なった。生徒がアンケートに記入している間に、教室の窓側と廊下側の任意の生徒の机上で、空気温湿度と放射を加味した小型灰色球温度（図3-3^{注1)}を計測し、アンケートの最後に温湿度と小型灰色球温度を全生徒に伝えた。ただし、調査Ⅰの1年生の2～5組については、教卓付近の空気温度のみの計測であった。



図 3-3 ピンポン玉を灰色（つや無し）に着色して自作した小型灰色球温度計

表 3-3 に、熱環境適応プロセスにおける適応の種類とアンケートの質問内容の対応関係を示す。アンケートでは、「想像温度」と「寒暑不快感」、「行動」、「発汗感」、および「夏休み中の家庭でのエアコン冷房状況」を聞いた。想像温度以外は選択式とした。寒暑不快感は「快適」の選択肢は設けずに「不快ではない」とした。本研究では、「快適」は「不快ではない」の範囲の中に存在し、「不快ではない」の許容範囲が「快適」のそれよりも大きいと仮定した。また「行動」に関する質問は、フィードバックによるループを生じながら熱的快適性を得ているプロセスを考慮して、「現在とっている行動」に加えて「追加でしたい行動があるかどうか」も聞いた。

表 3-3 熱環境適応プロセスにおける適応の種類とアンケートの質問内容

適応の種類	質問内容	選択肢
生理的 適応	Q5 今、汗をかいているか	たくさんかいている/少しかいている/ かいていない
生理的	Q6 夏休みの間、家にいる時に エアコンを使っていたか？	毎日使っていた/時々使っていた/ ほとんど使っていなかった/全く使わなかった/ エアコン（冷房）以外の方法で過ごしていた
心理的 適応	Q4 今、感じている暑さはどのくらいか。	不快ではない/暑くて不快/暑くてとても不快/ 我慢できない暑さ/寒くて不快/
	Q1（想像温度） 今の教室は何°Cだと思いますか？	温度を自由に記述
行動的 適応	Q2（複数回答可） 今、していること、授業が始まる 直前までしていたことは？	水やお茶を飲む/あおぐ/腕まくりをする/ 顔を洗う/カーテンを閉める/窓を開ける/ 濡れタオルを首にまく/汗をふく/ エアコンをつかっている教室にいる/ 電気を消す
心理的 適応	Q3-1 さらに追加でしたいことはあるか？	ある/特にない
心理 + 行動的 適応	Q3-2（複数回答可） 「ある」と答えた人は、 1番目にしたいこと、 2番目にしたいことは？	水やお茶を飲む/あおぐ/腕まくりをする/ 顔を洗う/カーテンを閉める/ (もっと)窓を開ける/濡れタオルを首にまく/ 汗をふく/エアコンをつける/電気を消す/ エアコンを消す

3.4 調査 I、II の結果と考察

3.4.1 想像温度と物理環境の関係

(1) 想像温度、外気温、および室温の関係

図 3-4 は、「通風」ケースの結果である。クラスごとの想像温度の分布、外気温、および室温をアンケート実施日順に並べた。図中の室温は、調査時に教員が計測したもので、外気温は M 中学校の敷地内で計測したものである。横軸には、授業実施者が記入した調査時の天候を記号で示し、授業実施時間が 1～4 時間目の場合は「AM」、5～6 時間目の場合は「PM」とした。2 年 1 組は実施日が確認できなかった。2 年 6 組は、調査対象の中で唯一エアコンによる冷房をしていた。

外気温が 28℃以上になったのは 9 月 1 日のみで、9 月 1 日の想像温度の分布は、他の日に比べて高めである。

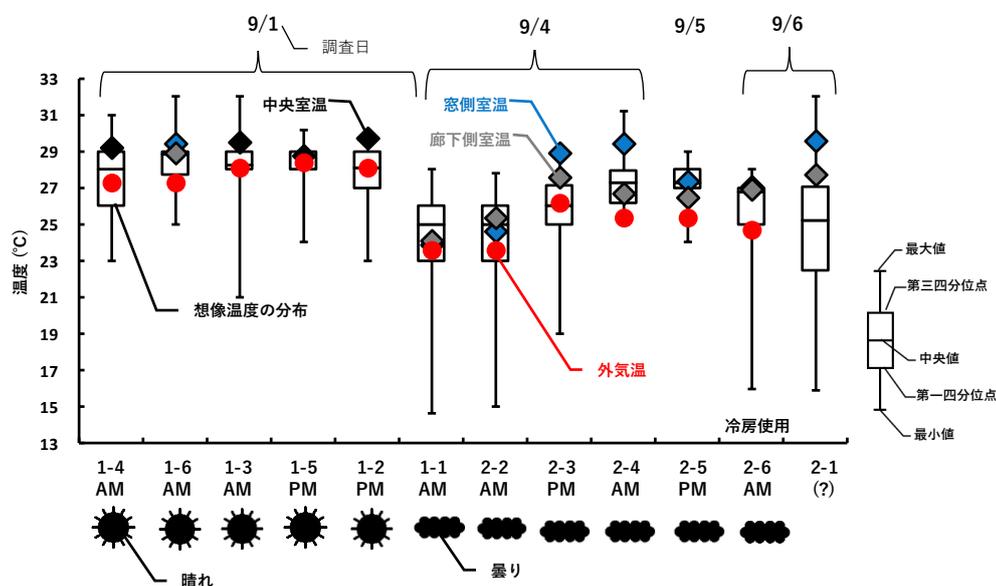


図 3-4 「通風」ケース
想像温度の分布、外気温、および室温

図 3-5 は、「冷房」ケースの結果である。図中の表示と調査方法は、図 3-4 同様である。1 年 5 組は実施時の天候は確認できなかった。外気温は 26.6～31.4℃で、調査時を含む授業中は冷房を使用していた。

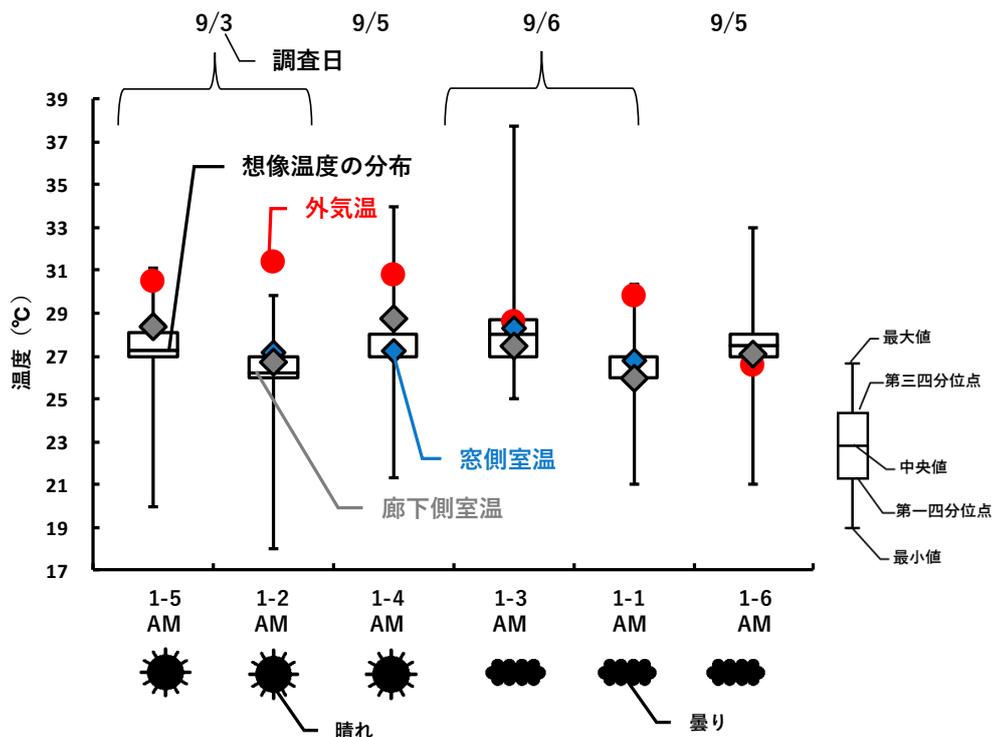


図 3-5 「冷房」ケース
想像温度の分布、外気温、および室温

表 3-4 に、「通風」ケースと「冷房」ケースにおける、想像温度、外気温および室温の相関係数と相乗係数の棄却限界の表から求めた有意差検定の結果を示す。

「通風」ケースでは、想像温度と外気温の相関係数は 0.51 ($p < 0.01$)で、想像温度と室温の相関係数が 0.29 ($p < 0.01$)だった。外気温が高いと生徒の想像温度も高くなる関係が見られた。この関係は夏の通風室での小学生を対象とした既往研究^{5),11)}でも示されている。中学生も同様の傾向があることが確認できた。

「冷房」ケースでは、想像温度と外気温の相関係数は-0.16 ($p < 0.05$)で、想像温度と室温の相関係数は 0.14 ($p < 0.05$)だった。「通風」ケースと異なり、「冷房」ケースでは、想像温度と外気温や室温との相乗関係は見られなかった。「冷房」ケースでは、物理環境と想像温度の相乗が表れにくいことは、小学生を対象とした既往研究でも示されている⁸⁾。

なお、「通風」ケースと「冷房」ケースともに、既往研究と同様に、想像温度と相対湿度には相乗関係は見られなかったことから、本実測では相対湿度を用いた分析は行っていない。

表 3-4 想像温度、外気温、室温および相対湿度の相関分析

	外気温	室温	相対湿度
通風ケース 想像温度	$r = 0.51^{**}$ (N=346)	$r = 0.29^{**}$ (N=233)	$r = -0.01$ n.s. (N=233)
冷房ケース 想像温度	$r = -0.16^*$ (N=174)	$r = 0.14^*$ (N=174)	$r = -0.1$ n.s. (N=174)

n.s: 非有意、*: $p < 0.05$ 、** : $p < 0.01$

(2) 想像温度と寒暑不快感、室温、および外気温

図 3-6 は「通風」ケースの 1 年生 (193 人) の想像温度と寒暑不快感の度数分布、および想像温度の平均である。図 3-7 は「冷房」ケースの 1 年生 (179 人) の結果である。2017 年は、2018 年と、同じ教室を使用していた 1 年生のデータを使用した。想像温度の最多申告温度は、「通風」が 29°C で、「冷房」は 27°C だった。いずれも想像温度が 27°C 以上で、「我慢できない暑さ」、「暑くてとても不快」、「暑くて不快」の不快申告がの多くある。

「通風」ケースの想像温度の標準偏差は 2.56 で、「冷房」ケースは 1.97 だったことから、「通風」ケースの想像温度は、「冷房」ケースに比べてばらつきがある。調査時の外気温 (23.6~28.5°C) の影響を受けていると考えられる。一方「冷房」ケースは、冷房で調整された変動の少ない室温の影響を受けて、「通風」ケースよりも小さかったと考えられる。また、冷房ケースには、想像温度が 22、23、28°C に「寒くて不快」の申告があった。

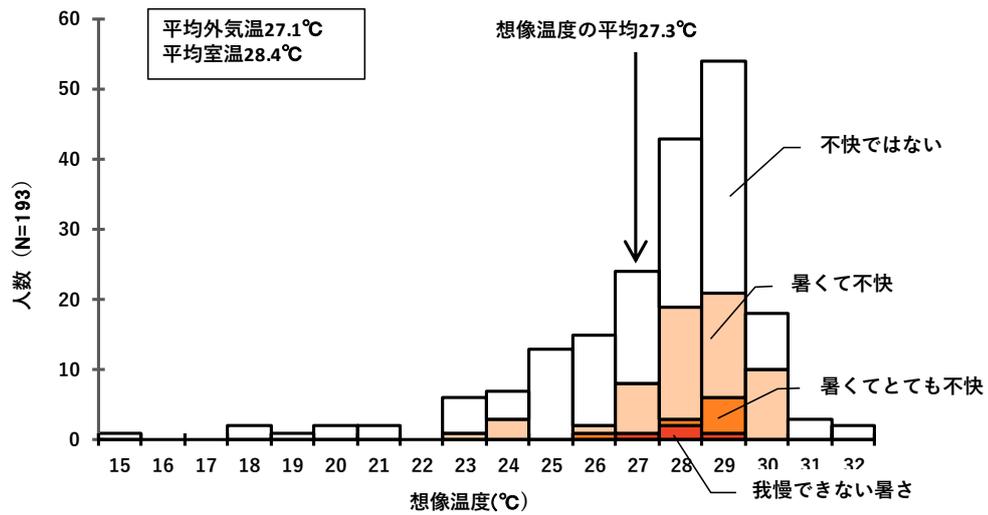


図 3-6 「通風」ケース
「想像温度」と「寒暑不快感」(1年生のみ抽出)

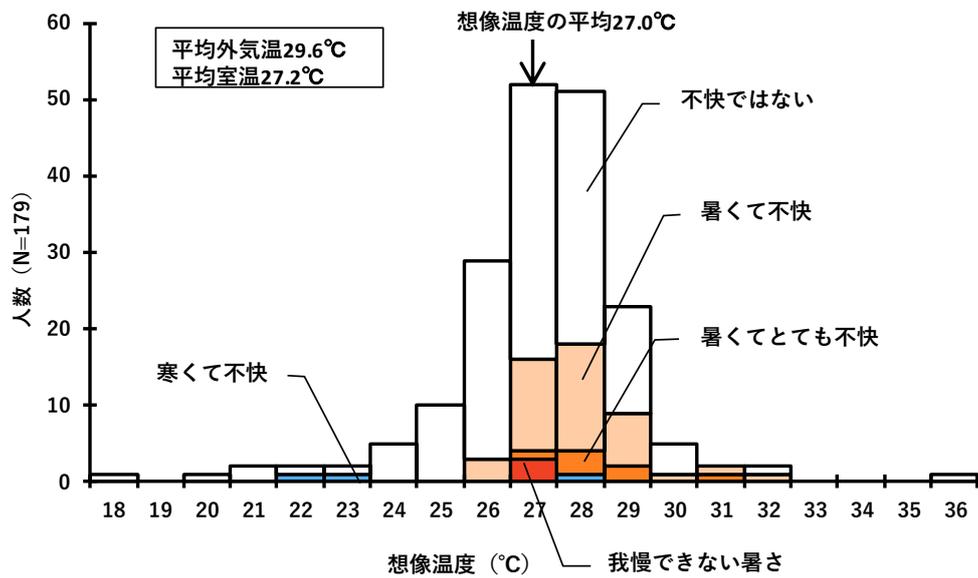


図 3-7 「冷房」ケース
「想像温度」と「寒暑不快感」

3.4.2 想像温度と熱環境適応について

(1) 「想像温度」、「不快ではない申告率」、および「作用温度^{注2)}」の関係

図 3-8 は、「通風」ケースで、1 年生と 2 年生の小数点以下四捨五入した想像温度と、現在の教室の暑さを「不快ではない」と申告した生徒の割合を「不快ではない申告率」として表した。申告された想像温度は 15～32℃であったが、申告数が 5 以下（全体の 1.5%以下）の想像温度は除き、22～30℃の範囲で「不快ではない申告率」を求めた。「通風」ケースでは、実測期間中（外気温 23～28.5℃）に 80%以上の生徒が「不快ではない」時の想像温度は 26℃以下だった。一方、想像温度が 29～30℃でも、50%前後の生徒は「不快ではない」と申告している。

図 3-9 は、「作用温度」と「不快ではない申告率」の関係である。作用温度が 27℃で「不快ではない申告率」がもっとも低いが、概ね 80%以上の生徒が「不快ではない」ときの作用温度は、26～27℃以下だった。作用温度が 27℃で「不快」と申告した生徒のデータを確認したところ、相対湿度 70%と湿度の高い日の申告者が多かった。

表 3-5 に「通風」ケースにおける想像温度、作用温度、および「不快ではない申告率」の相関係数と、相関係数の棄却限界の表から求めた有意差検定の結果を示した。想像温度と「不快ではない申告率」の相関係数は、 -0.90 ($p < 0.01$) で、作用温度との相関係数は、 -0.97 ($p < 0.05$) と、相関関係が確認できた。想像温度や作用温度が高いほど不快申告が増え、「不快ではない申告率」が下がる傾向があった。

想像温度には、実際室温だけでなく、放射、湿度、気流速度等の影響を少なからず受けているため、「通風」ケースのように、変動する外部環境の影響を受けた室内環境の場合は、物理量よりも心理量である想像温度の方が「不快ではない申告率」とよく相関すると考えられる。

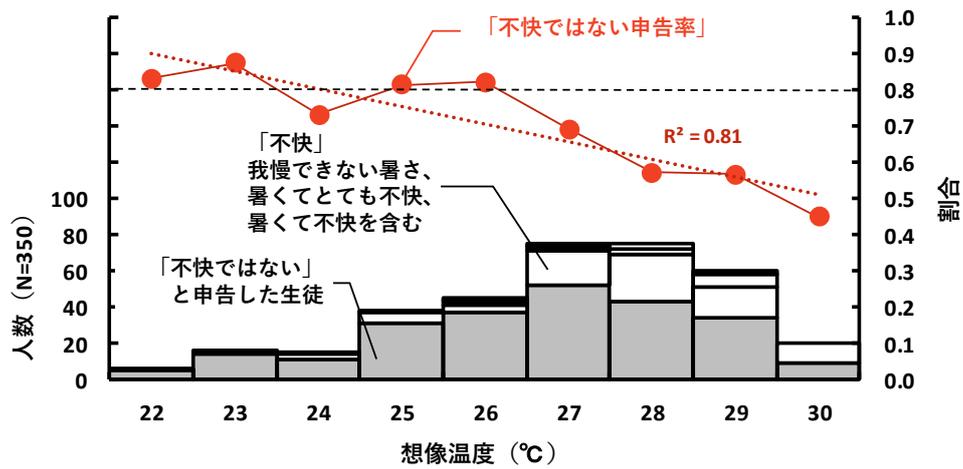


図 3-8 「通風」 ケース
「想像温度」と「不快ではない申告率」

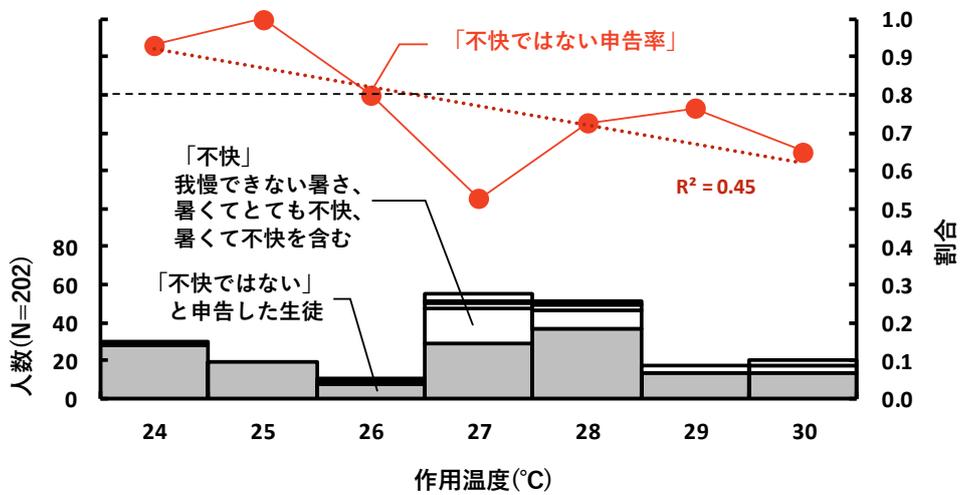


図 3-9 「通風」 ケース
「作用温度」と「不快ではない申告率」

表 3-5 「通風」 ケース
想像温度、作用温度と「不快ではない申告率」の相関関係

通風ケース	不快ではない申告率 (心理的適応)
想像温度	$r = -0.90^{**}$ (N=9)
作用温度	$r = -0.67^*$ (N=7)

*: $p < 0.05$, **: $p < 0.01$

図3-10は、「冷房」ケースで、現在の教室の暑さを「不快ではない」と申告した生徒の割合を「不快ではない申告率」として表した。想像温度の申告は18～36℃だったが、申告数が5以下（全体の2.6%以下）の想像温度は除き、25～29℃の範囲で「不快ではない申告率」を求めた。冷房ケースでは、実測期間中（外気温26.6～31.4℃）に、80%以上の生徒が「不快ではない」時の想像温度は、26～27℃以下だった。一方、想像温度が29℃でも、60%前後の生徒は「不快ではない」と申告している。

図3-11は、冷房ケースで、「作用温度」と「不快ではない申告率」を表した。実測期間中に、80%以上の生徒が「不快ではない」時の作用温度は、27～28℃以下の時であった。これは、環境省が冷房時に推奨する室温28℃¹²⁾とほぼ同じである。現在、この28℃は根拠がなく、もっと低い室温が必要だという議論もあるが、M中学校のように、断熱性を確保した上で、大きな屋根による日射遮蔽の工夫が施せば、冷房時の室温が比較的高めの28℃でも問題なく過ごせる可能性がある。

表3-6に「冷房」ケースにおける、想像温度、作用温度、および「不快ではない申告率」の相関係数と、相関係数の棄却限界の表から求めた有意差検定の結果を示した。想像温度と「不快ではない申告率」の相関係数は、-0.96 ($p < 0.01$)で、作用温度との相関係数は、-0.98 ($p < 0.05$)と、相関関係が確認できた。想像温度や作用温度が高いほど不快申告が増え、「不快ではない申告率」が下がる傾向があった。

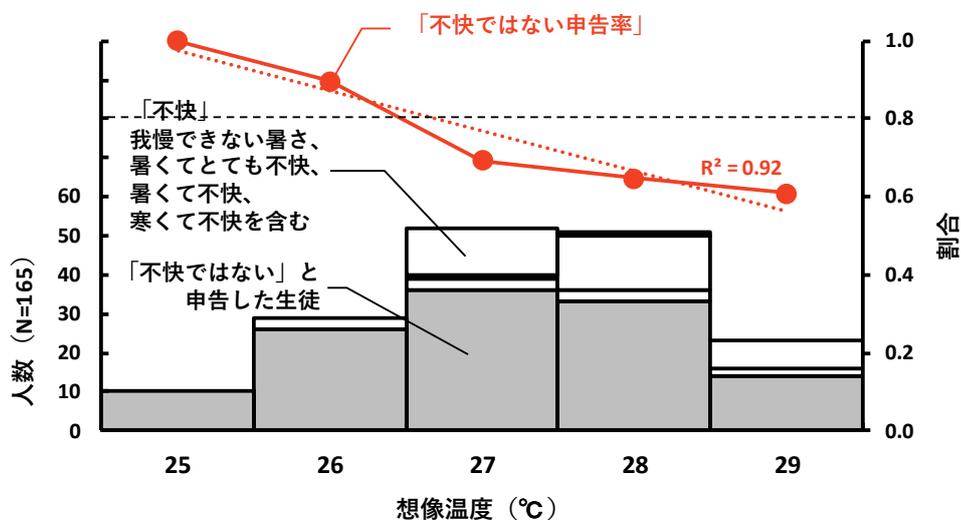


図3-10 「冷房」ケース
「想像温度」と「不快ではない申告率」

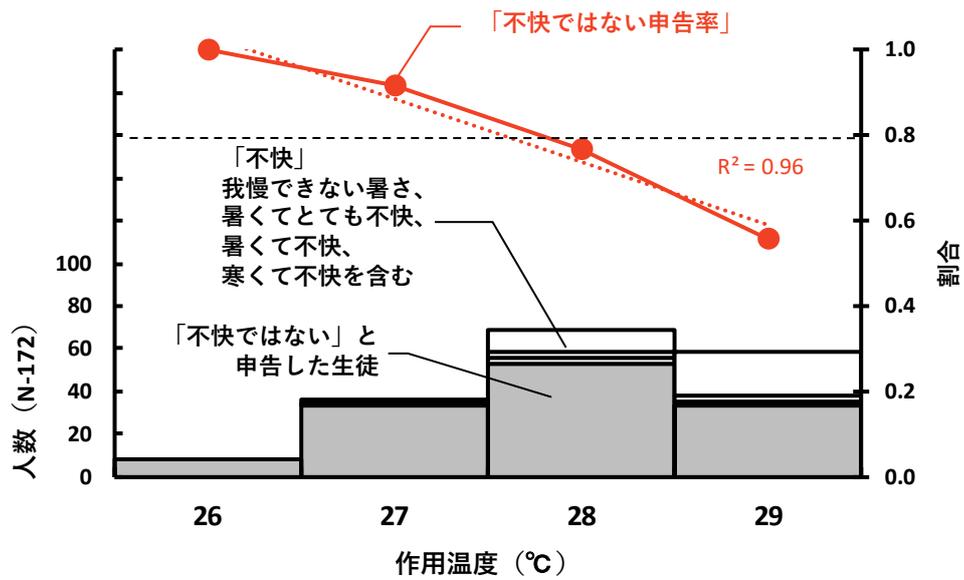


図 3-11 「冷房」ケース
「作用温度」と「不快ではない申告率」

表 3-6 冷房ケース

「想像温度」、「作用温度」、および「不快ではない申告率」の相関関係

冷房ケース	不快ではない申告率 (心理的適応)
想像温度	$r = -0.96^{**}$ (N=5)
作用温度	$r = -0.98^*$ (N=4)

*: $p < 0.05$ 、 **: $p < 0.01$

(2) 「想像温度」、「不快ではない申告率」および「発汗感申告率」の関係

図 3-12 は、「通風」ケースの 1 年生と 2 年生 (計 334 人) で、「たくさん汗をかいている」と「少しかいている」と回答した割合を「発汗感申告率」として、「不快ではない申告率」および「想像温度」で比較した。「不快ではない申告率」の申告数が 5 以下 (全体の 1.5% 以下) の想像温度を除いた 22~30℃の範囲で求めた。

表 3-7 は、「通風」ケースにおける、想像温度、「不快ではない申告率」、および「発汗感申告率」の相関係数と、相関係数の棄却限界の表から求めた有意差検定の結果を示した。想像温度と「発汗感申告率」の相関係数は、0.88 ($p < 0.01$) で、相関関係があり、「想像温度」が高いほど、汗をかいている生徒が増え、不快ではないと申告する生徒が減るような関係が確認できた。

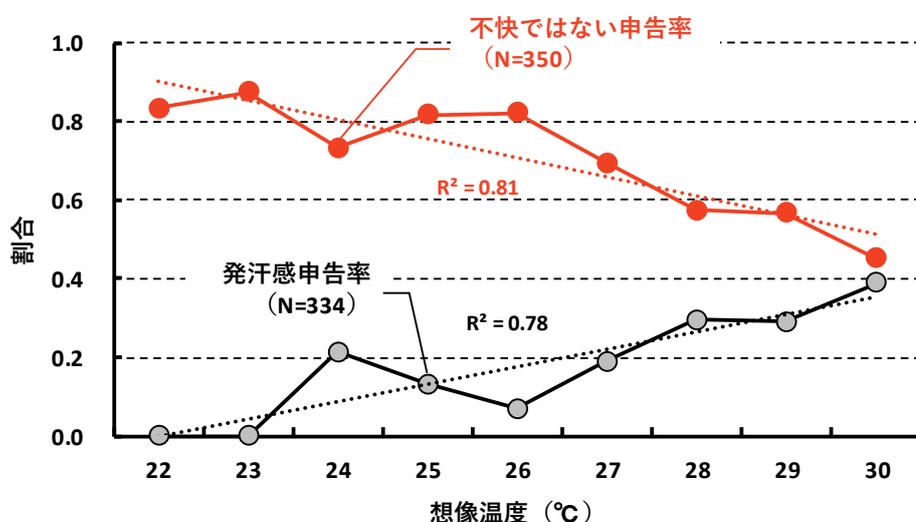


図 3-12 「通風」ケース
「想像温度」、「不快ではない申告率」、および「発汗申告率」

表 3-7 通風ケースの相関関係

通風ケース	発汗感申告率 (生理的適応)	不快ではない申告率 (心理的適応)
想像温度 (心理的適応)	$r = 0.88^{**}$ (N=9)	$r = -0.90^{**}$ (N=9)
不快ではない申告率 (心理的適応)	$r = -0.96^{**}$ (N=9)	-

** : $p < 0.01$

図 3-13 は「冷房」ケースの 1 年生 (計 165 人) を対象とした結果である。「不快ではない申告率」の申告数が 5 以下 (全体の 2.6%以下) の想像温度を除いた 25~29℃の範囲で求めた。

表 3-8 は、「冷房」ケースにおける、想像温度、「不快ではない申告率」、および「発汗感申告率」の相関係数と、相関係数の棄却限界の表から求めた有意差検定の結果を示した。想像温度と「発汗感申告率」の相関係数は、0.88 ($p < 0.1$) となり、強い相関関係は見られたが、対象数が少なかったことから、有意差は認められなかった。しかしながら、図 3-13 からは、「想像温度」が高いほど、汗をかいている生徒が増え、不快ではないと申告する生徒が減る傾向が見られた。

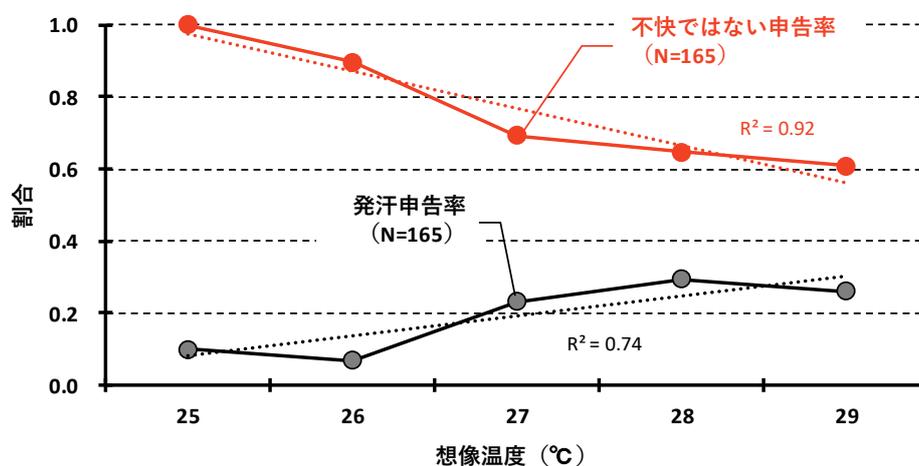


図 3-13 「冷房」ケース
「想像温度」、「不快ではない申告率」、および「発汗申告率」

表 3-8 冷房ケースの相関関係

冷房ケース	発汗感申告率 (生理的適応)	不快ではない申告率 (心理的適応)
想像温度 (心理的適応)	$r = 0.88^{\dagger}$ (N=5)	$r = -0.96^{**}$ (N=5)
不快ではない申告率 (心理的適応)	$r = -0.93^*$ (N=5)	-

†: $p < 0.1$, *: $p < 0.05$, **: $p < 0.01$

以上のことから、夏季の中学生において、想像温度と、発汗による生理的適応と寒暑不快感による心理的適応状態には関係があることが明らかになった。

(3) 想像温度と行動的適応の関係

アンケートの直前、もしくは現在行なっている暑さに対する行動（以下暑熱緩和行動とする。選択肢は表 3-3 参照）と、想像温度の関係を確認した。「水やお茶をのむ」は、喉を潤したり、気分転換等の目的で行なった可能性があるため、暑熱緩和行動とは扱わずに集計した。

「通風」ケースでは、「何もしていない」か「水やお茶をのむ」のみの行動の群（以下「行動 0」）と、「水やお茶を飲む」以外に行動を 1 つ以上おこなっている群（以下「行動 1」）、および 2 つ以上行っている群（以下「行動 2 以上」）の 3 つに分けた。

図 3-14 は、3 つの群について、想像温度、外気温、および室温の平均で比較したものである。行動について回答のあった 233 人のうち、「行動 0」は 91 人、「行動 1」は 87 人、そして「行動 2 以上」は 54 人いた。

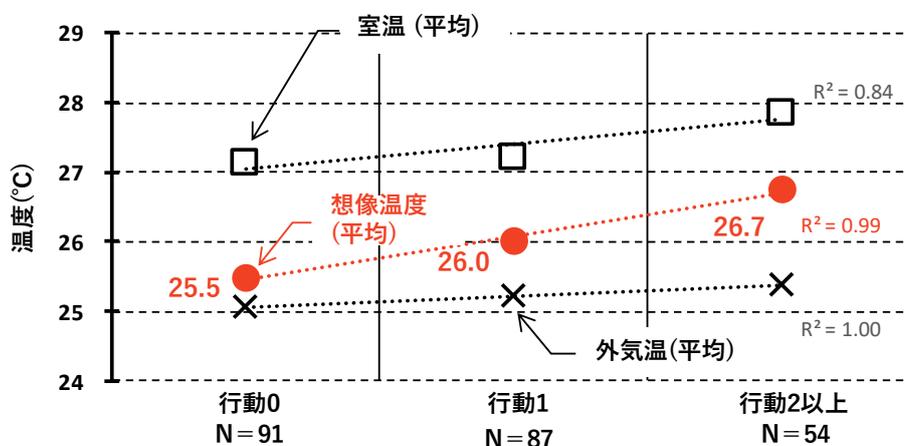


図 3-14 「通風」ケース
暑熱緩和行動の数と想像温度、外気温、および室温の比較

表 3-9 に、暑熱緩和行動の数と、想像温度、外気温、および室温の相関係数と、相関係数の棄却限界の表から求めた有意差検定の結果を示した。想像温度と「暑熱緩和行動の数」の相関係数は、0.99 ($p < 0.05$)となり、外気温と「暑熱緩和行動の数」の相関係数は 1.0 ($p < 0.01$)であった。「通風」ケースでは、外気温と想像温度には 3.4.1 で、相関関係があることを確認していることから、「想像温度」と「外気温」に加えて、「暑熱緩和行動の数」とも相関があることが確認できた。通風ケースにおいては、外気温が高いほど、想像温度も高く、「暑熱緩和行動の数」が増えていた。「暑熱緩和行動の数」と室温については、高い相関があるが、有意差は認められなかった。

表 3-9 「通風」ケースの相関関係

通風ケース (N=3)	暑熱緩和行動の数 (行動的適応)
想像温度	r = 0.99*
外気温	r = 1.0**
室温	r = 0.91 n.s.

n.s: 非有意、*:p < 0.05 ** : p < 0.01

また、「行動 0」、「行動 1」、および「行動 2 以上」の想像温度を、steel-Dwass 法による多重比較した。使用したソフトは、エクセル統計で、求めた結果を表 3-10 に示す。「行動 0」の生徒群と「行動 2 以上」の生徒群の想像温度には、5%水準で有意に差があったことから、「通風」ケースでは、暑熱緩和行動をしていない生徒群と、暑熱緩和行動を複数おこなっている生徒群では、想像温度が異なっていた。

表 3-10 「通風」ケースの想像温度に関する多重比較

ケース		P 値
行動 0	行動 1	0.1925
行動 0	行動 2 以上	0.0213
行動 1	行動 2 以上	0.5408

図 3-15 は、「行動 0」、「行動 1」、および「行動 2 以上」の群に分けて寒暑不快感との関係を整理した。行動の数が増えるほど、「暑くてとても不快」と申告する生徒の割合は増えている。暑熱緩和行動が 1 以上および 2 以上であっても、25~30%の生徒は暑さへの不快を感じており、この割合がさらに上昇する場合は、冷房の運転による環境調整が必要なケースと考えられる。なお、「行動 1」では、生徒の約 50%が「腕まくり」を選択していた。一方、「行動 2 以上」は、「腕まくり」と「窓を開ける」を選択した生徒がそれぞれ約 30%前後だった。

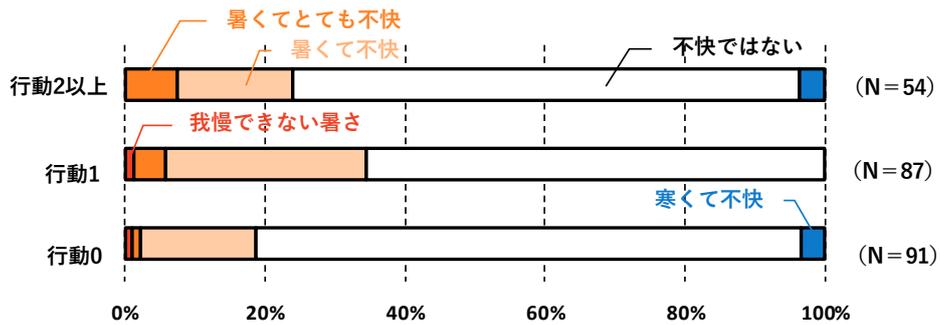


図 3-15 「通風」ケース 暑熱緩和行動の数と寒暑不快感の割合

図 3-16 は、「冷房」ケースの、暑熱緩和行動の数と想像温度、外気温、および室温の比較である。「冷房」ケースでは、暑熱緩和行動の1つである「冷房」を使用している状態でアンケートを行なっているため、行動について回答のあった141人中で、「冷房を使用している」を選択していない23人は、教室の環境調整状況を適切に理解していないと判断して除き、118人を対象とした。

「冷房を使用している」のみを選択した群は「冷房のみ」、「冷房」以外に行動を1つ行なっている群は「冷房+行動1」、そして「冷房」以外に行動を2つ以上行っている群は「冷房+行動2以上」とした。「冷房のみ」は40人、「冷房+行動1」は43人、そして「冷房+行動2」は35人いた。

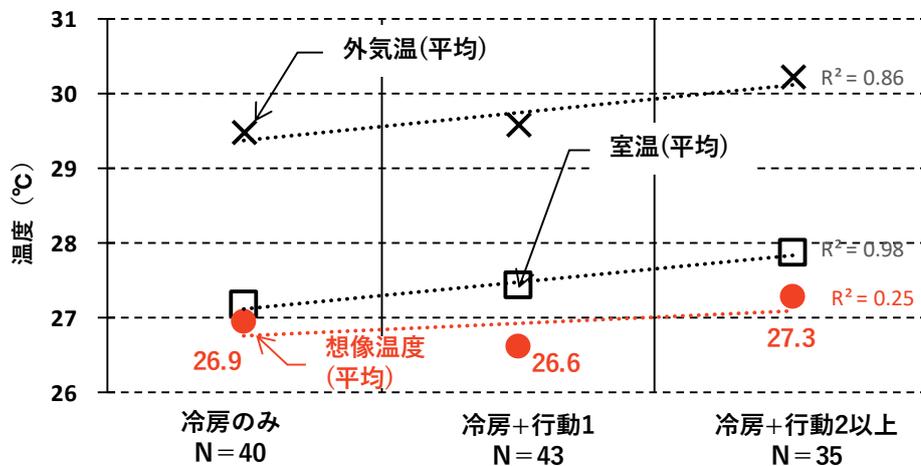


図 3-16 「冷房」ケース 暑熱緩和行動の数と想像温度、外気温、および室温の比較

表 3-11 は、暑熱緩和行動の数と、想像温度、外気温、および室温の相関係数と、相関係数の棄却限界の表から求めた有意差検定の結果を示した。室温と「暑熱緩和行動の数」の相関係数は、0.99 ($p < 0.05$.)となり、強い相関関係があった。「冷房」ケースにおいては、室温が高いほど、「暑熱緩和行動の数」が増えていた。外気温と「暑熱緩和行動の数」の相関係数は 0.93 (n. s.)で、高い相関関係が見られたが、数が少ない影響もあり、有意差は認められなかった。

一方、想像温度と「暑熱緩和行動の数」の相関係数は、0.50 (N. S.)となり、相関関係を明らかにすることはできなかった。3.4.1 で、「冷房」ケースでは想像温度と外気温に相関関係が見られなかったが、ここでも、想像温度と外気温の相関関係は認められなかった。

表 3-11 「冷房」ケースの相関関係

冷房ケース (N=3)	暑熱緩和行動の数 (行動的適応)
想像温度	$r = 0.50$ n.s.
外気温	$r = 0.93$ n.s.
室温	$r = 0.99^*$

n.s: 非有意、*: $p < 0.05$

「冷房+行動 0」、「冷房+行動 1」、および「冷房+行動 2 以上」の想像温度を、steel-Dwass 法による多重比較した結果を表 3-12 に示す。「冷房」ケースでは、群間の想像温度に有意差はみられなかったことから、「冷房」ケースでは、暑熱緩和行動と連動して、想像温度が変化するような関係は見られにくいことが分かった。冷房によってある程度熱環境がコントロールされ、変化が少ない環境であることが影響しているのではないかと考えられる。

表 3-12 「冷房」ケースの想像温度に関する多重比較

ケース		P 値
冷房のみ	冷房+行動 1	0.1925
冷房のみ	冷房+行動 2 以上	0.0213
冷房+行動 1	冷房+行動 2 以上	0.5408

図 3-17 は、「行動 0」、「行動 1」、および「行動 2 以上」の群に分けて寒暑不快感との関係を整理した。「通風」ケース（図 3-15）と比較すると、「行動 1」と「行動 2」で不快を申告する生徒の割合は、「冷房」ケースの方が 10～15%ほど少なく、暑熱緩和行動の数が増えても、不快を申告する割合は 20%程度のままだった。また、暑熱緩和行動が増えても、想像温度が高くなるといった相関関係が見られないことから、「冷房」を使用することで、暑熱不快感の増加を抑制できていると考えられる。

「冷房+行動 1」は、生徒の約 65%が「腕まくり」を選択していた。「冷房+行動 2 以上」は、「腕まくり」が約 85%で、「カーテンを閉める」を選択した生徒が約 60%だった。

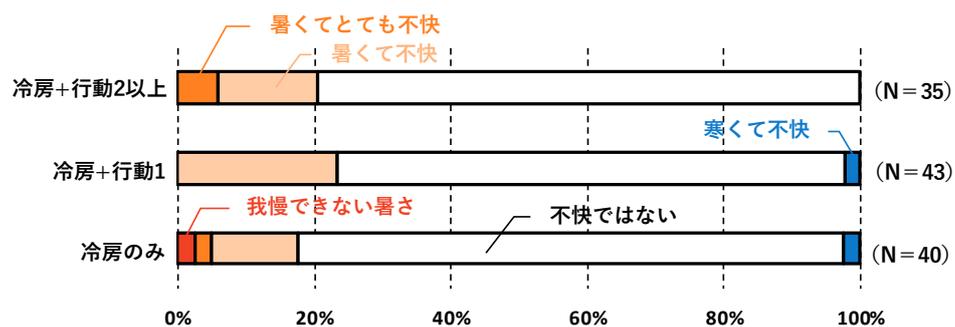


図 3-17 「冷房」ケース
暑熱緩和行動の数と寒暑不快感の割合

(4) 追加行動要求を加味した心理的適応の考察

「心理的適応」は、「温熱環境の認識の仕方を調整する心理過程」と定義されている¹³⁾。熱環境適応プロセスには、「不快」や「不満足」からのフィードバックによるループがあり（図 1-8、図 1-9）、暑熱緩和行動（行動的適応）を行うことで熱環境が変化し、その変化した熱環境によって認識の仕方の調整（心理的適応）が行なわれる。図 3-18 のように、追加行動（暑熱緩和行動）への要求がある群は、熱環境を変化させ、認識の調整（心理的適応）が働く可能性があり、追加の行動への要求が無い群は、熱環境適応プロセスが止まっている現状ではないかと考え、両者の想像温度を比較してみることにした。

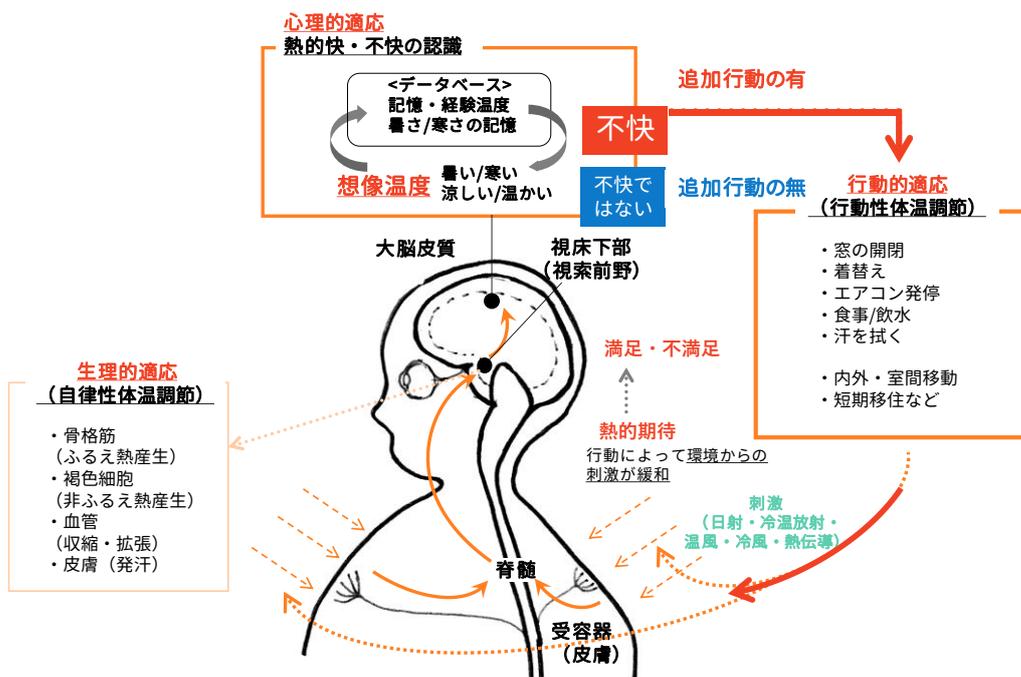


図 3-18 追加行動要求の有と無のイメージ

そこで、「通風」ケースのアンケート結果から、暑熱緩和行動が促されるような温熱環境として、調査時の室温が 27°C以上の回答者 173 人のデータを抽出して、表 3-13 に示す①～⑥の群に分けた。「寒暑不快感」、「追加でしたい行動の有無」、および追加行動の選択内容として、エアコン以外の方法で調整行動を希望する群と、エアコンによる調整行動を希望する群に分け、図 3-19 で各群の想像温度の分布図を比較する。

表 3-13 「通風」 ケース
6つのグループの分類（室温 27℃以上）

		心理的適応	追加行動要求とその内容		対象人数 (%)
		寒暑不快感	追加行動	追加行動の選択内容	
群	①	不快ではない	無	-	88人 (51%)
	②		有	エアコン以外を選択	15人 (9%)
	③	エアコン選択		10人 (6%)	
	④	不快 (我慢できない暑さ/ 暑くてとても不快/ 暑くて不快/寒くて不快)	有	エアコン以外を選択	8人 (5%)
	⑤			エアコン選択	16人 (9%)
	⑥		無	-	36人 (20%)

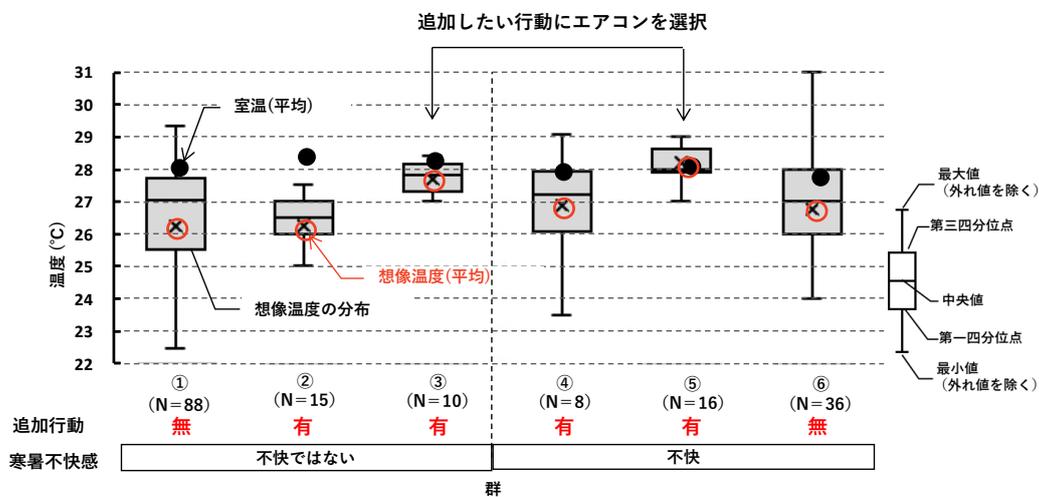


図 3-19 「通風」 ケース
想像温度の分布と平均室温（室温 27℃以上）

図 3-19 では、6つの群の平均室温は 28～28.5℃で差はないが、群毎の生徒の想像温度の分布や平均は異なる。6つの群の中で、「追加行動要求」が無いのは①と⑥である。「不快ではない」と回答した群①は、全体の半数以上を占め、平均室温 28℃に対して想像温度が 1～2℃低めであった。この群の生徒は、調査時の教室の温熱環境に対して、概ね問題なく過ごすことができていると考えられる。一方、「不快」で追加行動要求の無い⑥群には、「我慢できない暑さ」が 10%程度、「寒くて不快」が 20%程度含まれていて、想像温度の分布が 24～31℃と幅広かった。この群からは、暑さや寒さに対する対応策が見つからず困って

いる状態が想像される。

追加行動要求がある②～⑤を比較すると、「不快」・「不快ではない」に関わらず、追加したい行動に「エアコン」を選択した群③と⑤の生徒の想像温度の平均は高かった。

「不快ではない」が追加したい行動がエアコン以外の群②は、室温よりも想像温度が1.5～2℃程度低い。追加でしたい行動として、「水やお茶をのむ」が約60%を占め、その他に「あおぐ」「顔を洗う」の申告があった。

「不快」で追加したい行動がエアコン以外の群④における、追加でしたい行動は、「水やお茶を飲む」が約50%、「濡れタオルを首に巻く」が約25%を占めた。群②と群④は、想像温度の分布を低めで、現状の熱環境に深刻な不快を感じているのではなく、さらに快適になるために追加で何かしたいと考えていると考えられる。

群①～⑥の想像温度を、steel-Dwass 法による多重比較した結果を表 3-14 に示す。「通風」ケースでは、「⑤不快で追加行動にエアコンを選択」した群と、「①不快ではなく追加行動無」と「②不快ではなく追加行動にエアコン以外を選択」した群の想像温度に1%水準で有意差があった。また、「②不快ではなく追加行動にエアコン以外を選択」と、「③不快ではないが追加行動にエアコンを選択」した群間では5%水準で有意差が見られた。「不快」、「不快でない」にかかわらず、追加で「エアコン」を選択する群と、エアコンを選択しない群では、違いが認められる傾向があった。

表 3-14 「通風」ケース 想像温度の多重比較

群	①	①	①	①	①	②	②	②	②	③	③	③	④	④	⑤
	②	③	④	⑤	⑥	③	④	⑤	⑥	④	⑤	⑥	⑤	⑥	⑥
P 値	0.99	0.14	0.98	0.00	0.91	0.03	0.87	0.00	0.77	0.82	0.94	0.55	0.42	1.00	0.10

** * **

*:p<0.05、** : p<0.01

以上のような違いが生じた背景を、家庭での生活様式（冷房使用の頻度）や発汗状態から考察する。図 3-20 は、群①～⑥の夏休み中の家庭での冷房使用状況である。図 3-21 は、発汗状態との関係を示す。群③「不快ではないが追加行動として冷房を選択」は、「夏休みに毎日冷房を使用していた」割合が60%で、「夏休み中に冷房を使わなかった」生徒は0である。このことから、群③は、冷房を常に使う生活（アクティブ技術主導の住まい方）を望

む生徒が多いと考えられる。このように、長期に渡る生活習慣が、心理的適応や想像温度に影響を与えている可能施がある。また群⑤は「汗をたくさんかいている」「汗をすこしかいている」の割合が55%で半数以上いる。発汗による不快を解消するために追加でしたい行動としてエアコンを選択したと考えられる。

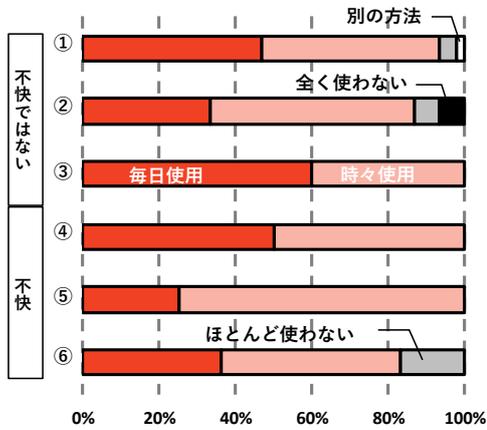


図 3-20 「通風」ケース
夏休み中の冷房使用実態

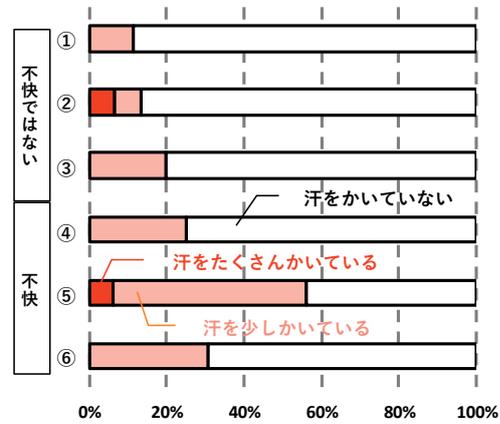


図 3-21 「通風」ケース
発汗状況

「冷房」ケースは、調査時の作用温が27℃以上の回答者109人のデータを抽出して、「寒暑不快感」と「追加でしたい行動の有無」などによって、表3-15に示す①～④の群に分けた上で、各群の想像温度の分布を図3-22に示す。

表 3-15 「冷房」ケース 4つのグループの分類（作用温27℃以上）

		心理的適応	追加行動要求	対象人数 (%)
		寒暑不快感	追加行動	
群	①	不快ではない	無	55人 (50%)
	②		有	21人 (19%)
	③	不快 (我慢できない暑さ/ 暑くてとても不快/ 暑くて不快/寒くて不快)	有	13人 (12%)
	④		無	20人 (18%)

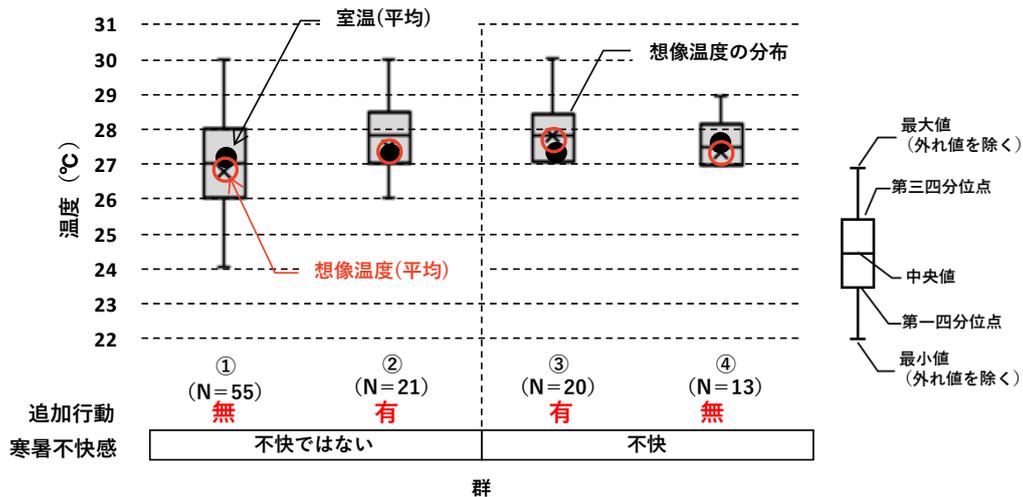


図 3-22 「冷房」ケース
想像温度の分布と平均室温（作用温度 27℃以上）

図 3-22 は、4つの群の想像温度の分布とその平均、および平均室温を示したものである。4つの群の平均室温は 27.2～27.6℃で差はない。「冷房」ケースでは、「不快ではない」状態で、「追加したい行動が無い」と回答した群①は、想像温度の分布と平均が他の群よりも低めだった。この群は、調査時の教室の温熱環境に対して、概ね問題なく過ごすことができていると考えられる。

②～④の群には明らかな違いは見られなかった。

群①～④の想像温度を、steel-Dwass 法による多重比較した結果を表 3-16 に示す。「冷房」ケースの想像温度には、群間では有意差が見られなかった。

表 3-16 「冷房」ケース 想像温度の多重比較

群	①	①	①	②	②	③
	②	③	④	③	④	④
P 値	0.24	0.53	0.15	0.99	0.99	0.97

図 3-23 は、夏休み中の家庭でのエアコン使用状況である。教室の熱環境に「不快」と申告した③と④は、夏休みに「毎日エアコンを使用していた」と回答した割合が群①と②よりも若干多い。また、教室の熱環境に「不快」と申告した③と④には、夏休みに「エアコンを全く使わない」「別の方法」で過ごした生徒はいなかった。

図 3-24 は、教室での発汗状態である。教室の熱環境に「不快」と申告した群③と④は、「汗をたくさんかいている」と「汗をかいている」と申告した生徒が多い。「不快」で「追加したい行動が有る」と答えた群③の追加でしたい行動は、「水やお茶を飲む」が約 80%、次が「顔を洗う」が約 30%だった。

「冷房」ケースでは、エアコンによって暑くはない環境に調整されていることから、暑さによる不快は感じにくく、発汗感からくる不快の影響が強いと考えられる。

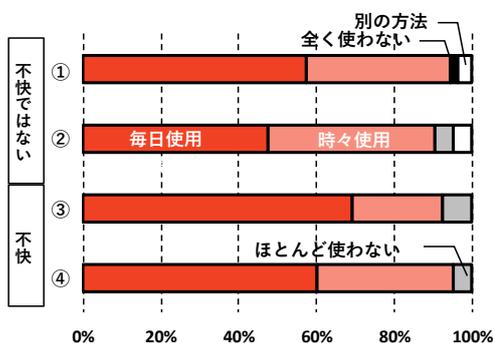


図 3-23 「冷房」ケース
夏休み中の冷房使用実態

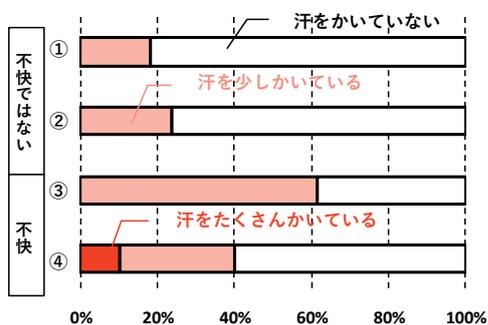


図 3-24 「冷房」ケース
発汗状況

3.5 3章のまとめ

本章では、小学生を対象とした想像温度に関する研究を踏まえて、エコスクール校舎の中学生を対象としたアンケートと実測調査から、想像温度と熱環境適応プロセス（生理的適応、心理的適応、および行動的適応）の関係を明らかにした。追加行動要求を加味した、心理的適応の考察を試みた。

(1) 想像温度と熱環境適応プロセスの関係

- ・ 通風ケースでは、外気温が高いほど想像温度は高くなることが確認できた。冷房ケースでは、室温が高いほど想像温度が高くなる傾向が見られたが有意差は認められなかった。
- ・ 通風、冷房ケースともに、想像温度や作用温度が高いほど、汗をかいている生徒が増え、不快ではないと申告する生徒が減ることが確認できた。
- ・ 実測から求めた体感温度の1つである「作用温度」と「不快ではない申告率」は、「通風」ケースにおいて、他よりも相関係数が低かったが、心理量である「想像温度」と「不快ではない申告率」は、「通風」ケースと「冷房」ケースともに強い相関があった。
- ・ 「通風」ケースでは、「想像温度」や「外気温」が高いほど、暑熱緩和行動の数が増えることが明らかになった。一方、「冷房」ケースでは、「室温」が高くなるほど暑熱緩和行動の数が増えることがわかった。本章の調査では、冷房ケースの想像温度と暑熱緩和行動の数との相関関係は確認できなかった。

(2) 追加行動要求を加味した心理的適応の考察

- ・ 「通風」ケースと「冷房」ケースにおいて、「不快ではない」かつ「追加でしたい行動が無」群は、他の群よりも想像温度が低めだった。この群の生徒は、調査時の教室の温熱環境に対して、概ね問題なく過ごすことができていると考えられる。

(図 3-25)

- ・ 「通風」ケースでは、「不快ではない」と「不快」に関わらず、追加でしたい行動に「エアコンを選択」した群の想像温度は高めだった。特に、「不快ではない」状態で、追加したい行動に「エアコン」を選択した群は、夏休みに冷房を毎日使用していたと回答した生徒が多い群で、夏休みの過ごし方（長期にわたる行動的適応）は、現在の心理的適応や想像温度に影響を与えていることが分かった。

- ・ 「冷房」ケースでは、「不快」と申告した群は、「汗をかいている」と申告した生徒が多かった。発汗感（生理的適応）は、教室の熱環境への快・不快申告（心理的適応）に影響を与えていた。

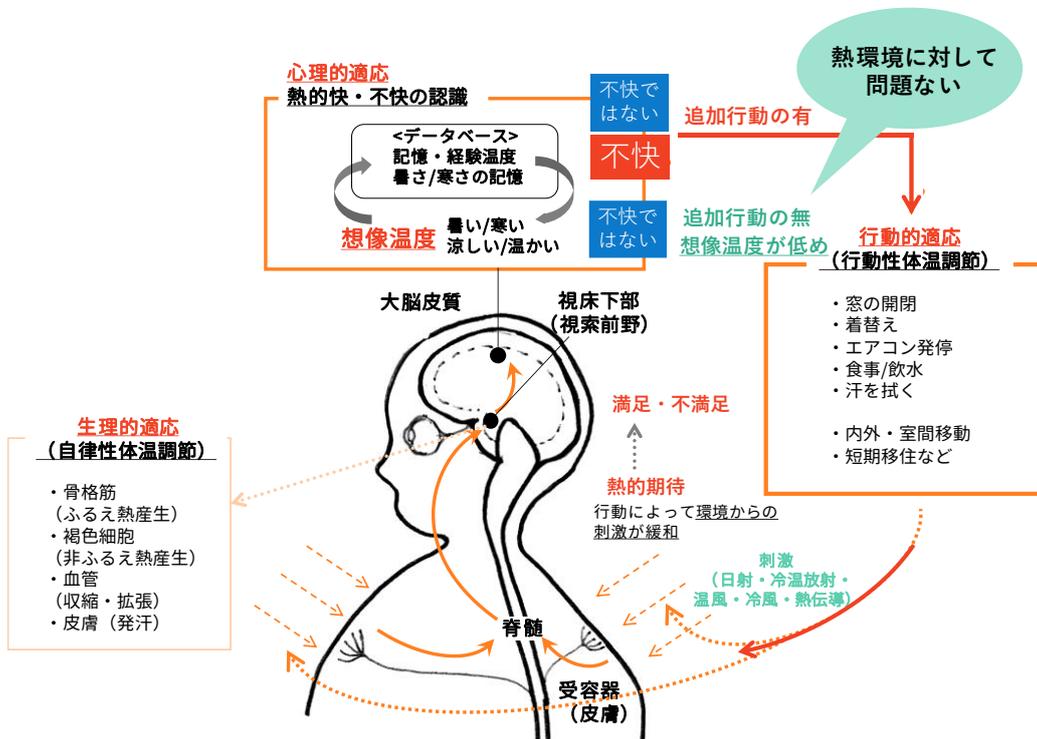


図 3-25 心理的適応状況の考察
(夏季のエコスクール校舎の中学生)

(3) 想像温度と熱環境適応プロセスの関係

既往研究と同様に、中学生においても、想像温度は、寒暑不快感や発汗感および行動的適応と連動して変化して変化していることを確認した。その結果、想像温度、寒暑不快感、および室温を照合させる「想像温度調べ」によって心理的適応を引き出す可能性があると考えられる。

また、図 3-26 のように、追加行動要求を加味した心理的適応状況の考察から、不快ではなく、追加でしたい行動がない群は、想像温度が低めとなり、適応プロセスが終わり、概ね満足した状態であると言えるのではないかと考えた。

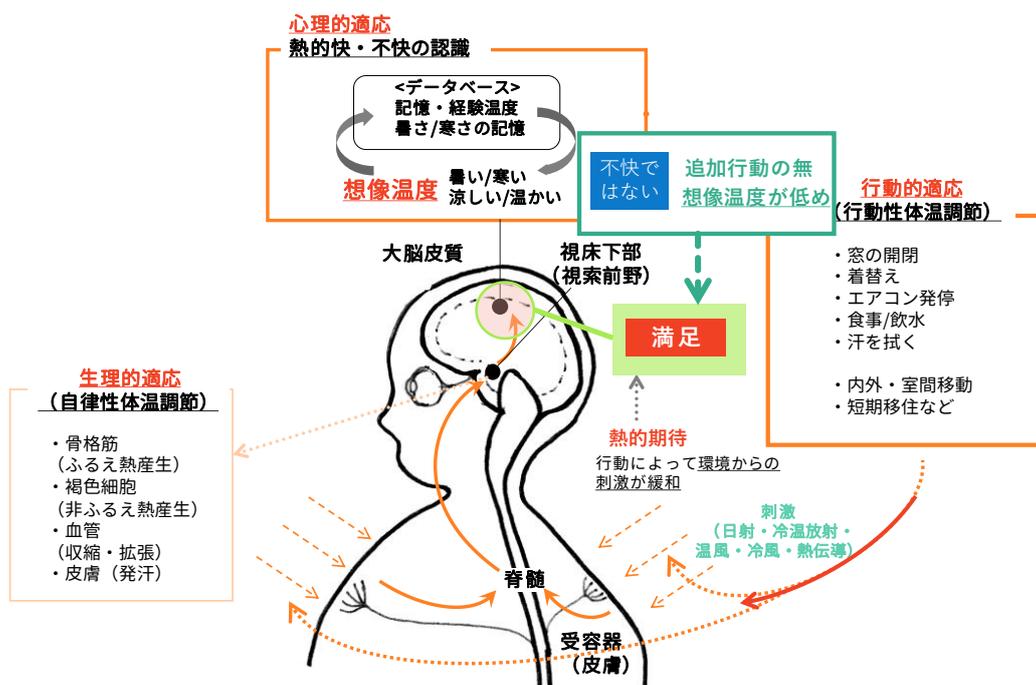


図 3-26 想像温度と熱環境適応プロセスの関係
(夏季のエコスクール校舎の中学生)

参考文献

- 1) 坂口淳, 小峯裕己, 新保幸一, 岩下剛, 上野佳奈子, 中野淳太: 教室の室内環境の現状と課題に関するアンケート調査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, 日本建築学会環境系論文集, 第77巻, 第671号, pp.19-26, 2012.1.
- 2) 文部科学省: 公立学校施設の空調(冷房)設備設置状況調査の結果について, 2017.6.
- 3) 岩下剛, 古賀隆文: 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調査, 日本建築学会環境系論文集, 第74巻, 第641号, pp.877-882, 2009.7.
- 4) 倉渕隆, 飯野由香利, 川瀬智文: 温暖地域における冷房機器のある小学校普通教室の空気・温熱環境と温熱環境評価, 日本建築学会環境系論文集, 第74巻, 第641号, pp.893-899, 2009.7.
- 5) 緒方理子, 斉藤雅也, 辻原万規彦, 酒田健, 宿谷昌則: 熊本と東京および札幌における小学児童と教員の温熱的不快・想像温度, 日本建築学会大会学術講演梗概集, 環境工学II, pp.319-320, 2013.8.
- 6) 重野, H.B.リジナル: 夏と秋のリビングにおける湿度感やオーバーヒューミッドと想像湿度に関する研究, 日本建築学会関東支部研究報告集, pp.125-126. 2010.
- 7) 遠藤誠央, H.B.リジナル, 中谷武史: 岐阜の住宅における熱的快適性に関する実態調査その11 湿度感の検討, 日本建築学会大会学術講演梗概集, pp.459-460, 2012.9.
- 8) 田中 佑一郎, 須永 修通, 小野寺 宏子: 居住者の温熱感覚と熱中症危険度の認識に関する研究 夏季の集合住宅を対象として, 日本建築学会大会学術講演梗概集, 環境工学II, pp.223-224, 2013.8.
- 9) 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、
https://www.mext.go.jp/a_menu/shisetu/ecoschool/ (accessed 2019.12.30)
- 10) 文部科学省: スーパーエコスクール実証事業について、
https://www.mext.go.jp/a_menu/shisetu/ecoschool/detail/1319684.htm (accessed 2019.12.30)
- 11) 斉藤雅也, 辻原万規彦: 人の熱環境適応と想像温度に関する考察, 日本建築学会大会学術講演梗概集, 環境工学II, pp.33-36, 2017.7.
- 12) 環境省: クールチョイス・クールビス、<https://ondankataisaku.env.go.jp/coolchoice/coolbiz/>
(accessed 2019.12.31)

- 13) Brager.G.SanddeDear.R.J:Thermaladaptationin the built environment, Aliteraturereview, Energy and Buildings, 27(1), pp.83-96,1998.

注釈

- 注 1) 灰色（つや無し）に塗装したピンポン玉内部の温度は、放射と対流の伝熱による平衡温度に近く、この温度と気温、風速から平均放射温度（MRT）（単位は℃）を導くことができる。MRTとは、周囲の全方向から受ける熱放射を平均化した温度のこと。
- 注 2) 空気温度と平均放射温度（MRT）を足して2で割った温度で、対流や放射の影響を加味した体感温度の一つ。

第4章 「住環境教育」と「想像温度調べ」による働きかけ

4.1 はじめに

第4章では、「住環境教育」と「想像温度調べ」による働きかけの試行と効果の検証を、夏季の中学生を対象として行なう。

図4-1は、熱環境適応プロセスと「住環境教育」による働きかけの関係の仮説である。校舎を流れる風をテーマとした「住環境教育」による働きかけによって、環境建築への興味関心や意識を育み、仕組みを理解することで、適切な調整行動（行動的適応）を引き出すことができれば、結果として快・不快や寒暑不快感（心理的適応）にも影響を与えると考えられる。そこで、授業の前後における意識変化から環境建築への興味関心が引き出せているかを確認する。

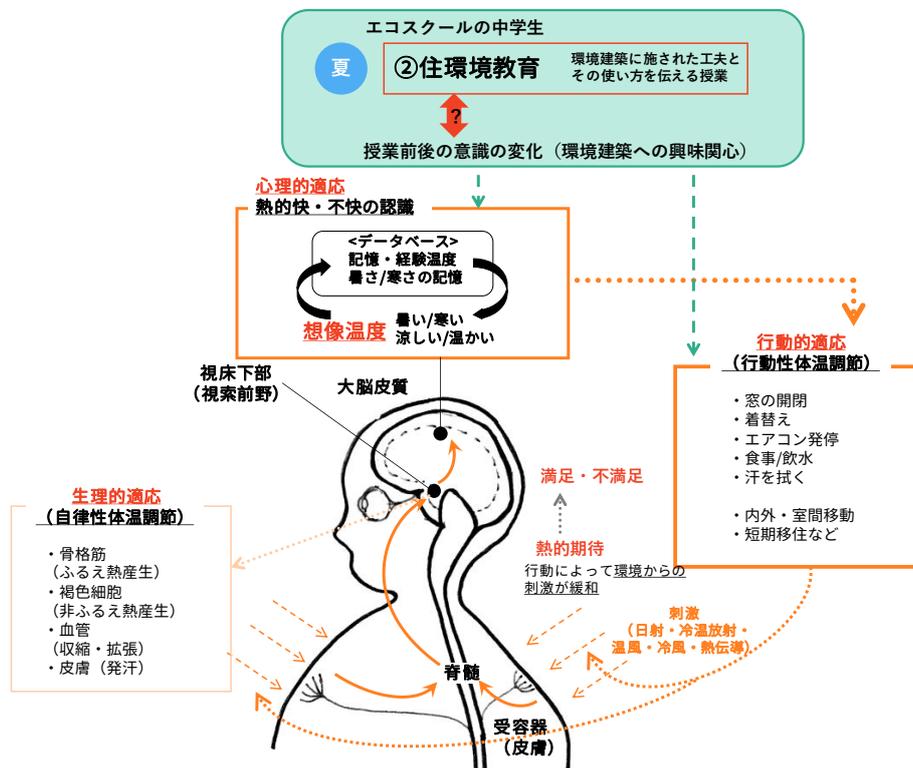


図4-1 「住環境教育」による働きかけと熱環境適応プロセスの仮説

図 4-2 は、熱環境適応プロセスと「想像温度調べ」による働きかけの關係の仮説である。想像温度と寒暑不快感、および室温を照合する活動を 8 日間継続する「想像温度調べ」によって、熱環境を捉える感覚を涵養することで、快・不快や寒暑不快感（心理的適応）に影響を与えると考えられる。「想像温度調べ」によって、想像温度や寒暑不快感がどのように変化するかを確認する。

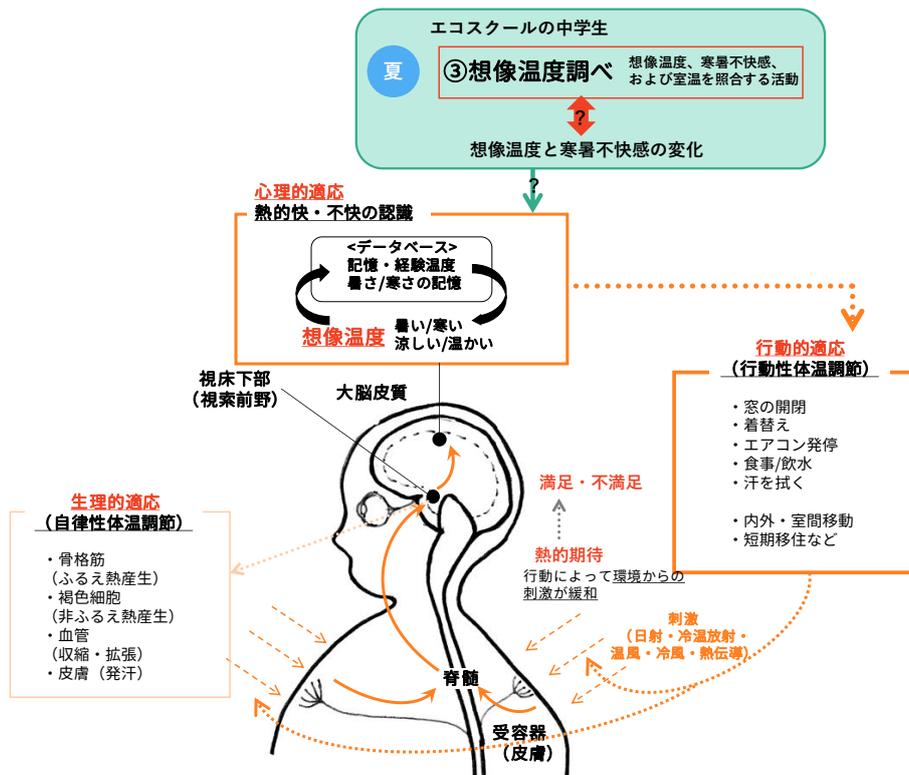


図 4-2 「想像温度調べ」による働きかけと熱環境適応プロセスの仮説

最後に、「想像温度調べ」の結果から、現状の熱環境に対して不快申告が多い群と少ない群に分けて考察を行なう。不快申告の多少に違いのある2つの群で、「想像温度調べ」と「住環境教育」による「働きかけ」の前後の「行動的適応」と「心理的適応」の変化を明らかにすることで、2つの働きかけによる熱環境適応を引き出す効果を検証することとした。(図4-3)

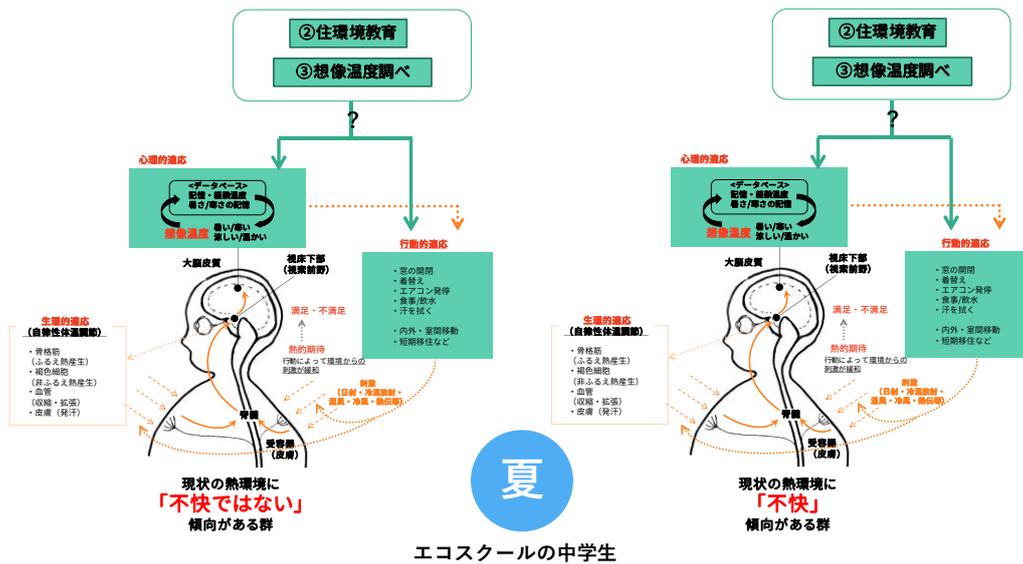


図4-3

「住環境教育」と「想像温度調べ」による働きかけと熱環境適応プロセスの関係

4.2 既往研究との関係

本章で試行する「住環境教育」は、既往研究を参考に、校舎に施された工夫に興味関心をもてるような体験や実験を採り入れた^{1), 2)}。住環境教育の既往研究では、アンケート調査^{3), 4)}で検証が行われているが、住環境教育の前後における意識変化を明らかにしてはいない。そこで本研究では、住環境教育前後の意識変化を明らかにするために、子ども用遺伝教育プログラムでの評価に活用した事例⁵⁾を参考にして、連想法調査を行なった。

「想像温度調べ」は、想像温度を意識させることで温度感覚を涵養し、住まい方にも影響を及ぼすことが明らかにされている^{6), 7), 8), 9)}ことから、想像温度と寒暑不快感、および室温との照合を行なう「想像温度調べ」が、熱環境を的確に感知できるようになるための働きかけとして活用することとした。

学校施設は、庁舎や公営住宅等の主な公共施設の延床面積の内、約 45%を占めており¹⁰⁾、延べ床面積の割合が最も多い公共施設である。この学校施設に対して、冷房導入が進んでいることは、3.2でも述べた。子どもたちの快適な学習環境を確保するためには、文部科学省では、環境負荷の低減や自然との共生を考慮したコスクール整備事業を推進しているが、コスクールとして整備をしても、エネルギー使用量が改築前よりも増えている実態が報告されている^{11), 12)}。対象とした M 中学校は、文部科学省が進めるエコスクールの 1 つである。本章の成果は、全国のエコスクール（2019 年時点で 幼、小、中込みで 1、806 校¹³⁾）において、冷房の適切な運用を引き出す支援が可能になると考えた。加えて、エコスクールは、環境教育の教材として活用することにより、学校が児童生徒だけでなく地域にとっての環境やエネルギー教育の発信拠点になるとともに、地域における地球温暖化対策の推進や啓発の先導的な役割を果たすことも期待されている施設である。

4.3 概要

対象校は、3章で対象としたM中学校の1年生とした。M中学校は、温暖な気候（平成28年度省エネルギー基準の5地域）で、都市化の影響が少ない郊外の地方都市にあり、パッシブ技術主導の住まい方で快適性を得ることが可能であることから、「働きかけ」の効果が期待できる。また、M中学校は、省エネ運用が求められる環境建築であるが、エネルギーマネジメントシステムは搭載されておらず、本研究で対象とするパッシブ技術主導の住まい方が求められている。

図4-4に、調査の全体像を示す。「住環境教育」による意識変化は、校舎を流れる「風」をテーマとした授業の前後に行なう、連想法調¹⁴⁾、¹⁵⁾から明らかにする。本研究では、提示した1つの刺激語から60秒の時間に連想する言葉や文章（以下、反応語）を自由に記述する「単一自由連想」による調査を行なった。連想法調査を行なうにあたっては、生徒が授業の内容をどのように理解していたかを把握するために、生徒が記入した授業の「ふりかえり」の記述内容について、共起ネットワーク図から分析した。

「住環境教育」は、総合的な学習の時間を活用し、「想像温度調べ」は学級活動の一部として取り組んだ。

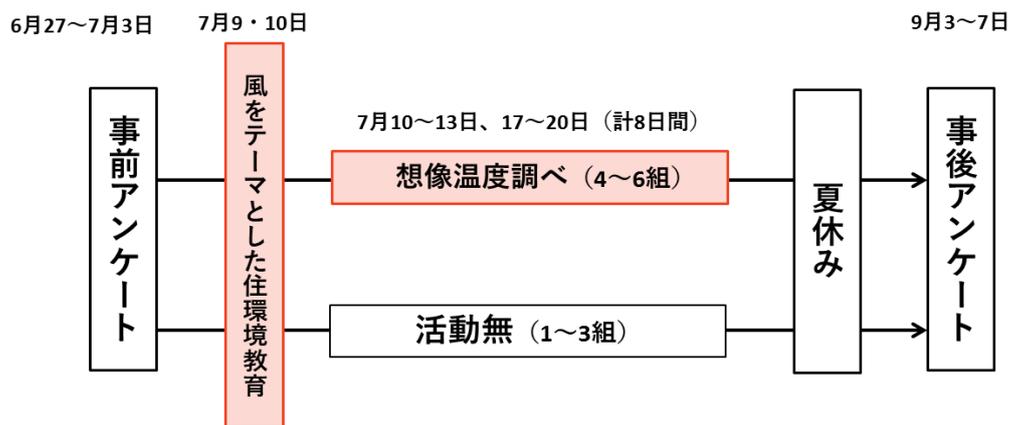


図 4-4 調査の全体像

4.4 風をテーマとした「住環境教育」による働きかけ

4.4.1 授業の概要

「住環境教育」は、校舎を流れる風を教材として、校舎に施された工夫と夏の過ごし方を学ぶことを目的として、1年1～6組が実施した。本研究における「住環境教育」は、総合的な学習の時間を活用するため、文部科学省が作成した資料¹⁶⁾に基づき、対象校の環境学習担当の教師と筆者が素案を作成した。授業の内容と進め方は、研修を行ない全教師と共有した。研修後には、教師からフィードバックを受け、指導案と授業で使用する教材を作成した。授業は、7月9日と10日に各1時間ずつ、合計2時間の授業を担当が実施した。

図4-5は、授業で使用した説明資料の抜粋と活動の様子である。図4-6は、授業で生徒が使用したワークシートである。

授業は、文部科学省¹⁶⁾が総合的な学習の時間において重視する「他者と協同して課題を解決する協同的な学習とすること」と、「体験活動を重視するとともに、思考力、判断力や表現力等をはぐくむ言語活動の充実を図ること」を参考にして計画した。エネルギーを無駄使いしないで、快適に過ごすために自分たちでできる工夫を考え、発表するというグループワークによる言語活動と、校舎内の風の動きを予想した後に、風船を利用して風の流れを可視化して観察し、校舎内全体の風の流れを考察する体験学習を組み込んだ。

また、授業の導入には、窓の開け方と風の通り方を体感で確認した。冷房を使わず窓を閉め切った状態の暑さを体感した後に、校庭側の窓だけを開けた場合と、校庭側の窓の対面にある廊下側のドアも全開にして、風の通り道を作った場合の風の通り方を体感することで、風の入口と出口を開けると風がよく通り、涼しく感じることを全員で確認した。

1時間目

<導入>

1. 資源枯渇の問題

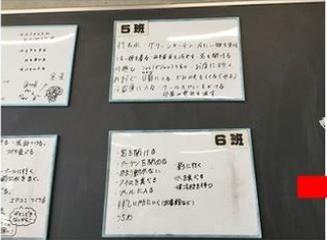
2. 窓の開け方と風の通り方を体感する。

スーパーエコスクールとして、エネルギーを無駄遣いしないで快適に過ごすために、自分たちでできる工夫を考えてみましょう。

夏にできるだけエアコンに頼らず、涼しく学習するためには、どのような工夫があるでしょうか。

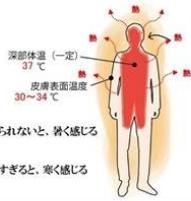


活動1：班で話し合い、考えをクラスで共有



私たちの身体のしくみ 2

発生した熱は、身体の外に上手に捨てておくことで生きている。



深部体温（一定）
37度

皮膚表面温度
30～34度

夏に熱を捨てられないと、暑く感じる

冬に熱を捨てすぎると、寒く感じる

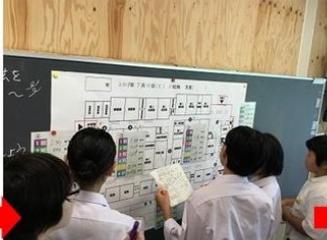
人の体感（暑さ・寒さ）に影響を与える6つのこと

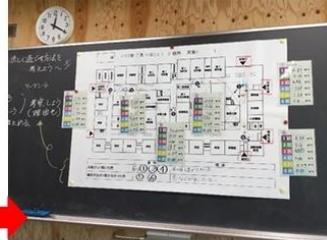
- ・空気の色度（高い/低い）
- ・風（強い/弱い/無風）
- ・洋服の着方（厚着/薄着）
（素材・デザイン）
選べてみよう
- ・温度（高い/低い）
- ・壁・床・天井などの表面温度（高い/低い）
- ・活動の状態（動いている/じっとしている）

活動1のまとめ 人の暑さ寒さに関する物理要素

2時間目







活動2：校舎を流れる風を調べる

人の体感（暑さ・寒さ）に影響を与える6つのこと

風を校内に流す工夫

- ・風



下から上に流れる風の通り道ができる

人の体感（暑さ・寒さ）に影響を与える6つのこと

湖陸風を取り込む工夫

- ・風



湖風

人の体感（暑さ・寒さ）に影響を与える6つのこと

夏の夜の冷気を取り込む工夫

- ・空気の色度（夏に下げる）
- ・壁・床・天井などの表面温度（夏に下げる）

夜間換気用の窓・・・夜風の入り口



活動2のまとめ 風を取り入れる校舎の工夫

図 4-5 授業で使用した説明用資料の抜粋

「夏に涼しく過ごす方法を考えよう」

1 目的

スーパーエコースクールとして、エネルギーを無駄づかいしないで
 快適に生活する方法を考え行動していきましょう。

夏に涼しく過ごす方法を考えよう

2 調査

- 1 目は①、2目は②、3目は③、4目は④、5目は⑤、6目は⑥の計測地点の共にセンサーがあるところになる。風を阻害しないように風船から離れてどのように動いていくかをしばらく観察し、風船が動いた箇所を風の回り回りで記録する。
- 風船の動きと一緒に、風速計を用いて各地点の風速を測定し記録する。
- 1目は②、2目は③と前に移動して、同様の風速計をする。
- 各クラス①～⑥の全ての地点の風速を測いたら、風船を持って仮設にひとり、風の記録を個人のワークシート（右図）に写し、風の流れ方とその理由を個人で考察する。
- 各班の調査結果を、黒板に掲げた技術科に内シテで記録する。



3 予想（調査の前）

右の図に、校舎内の空気の流れを予想して、鉛筆で矢印を入れましょう。ただし、▲印の窓は開けてあります。

4 結果

クラス毎の結果を黒板の大きな回り回りで共有しましょう。

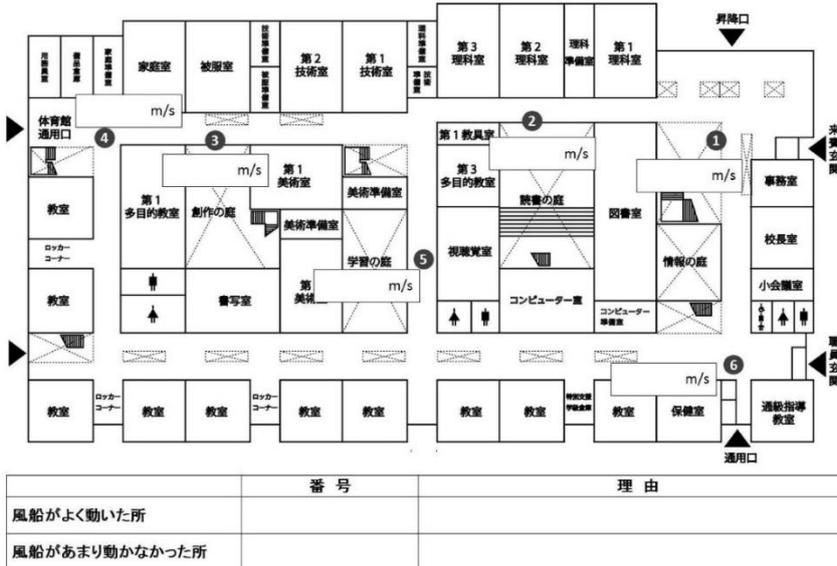
5 考察

クラス毎の結果を見て、風がよく流れていた場所、風が流れていなかったところはどこだったのでしょうか。またその理由をみんな考えてみましょう。

7 ふりかえり

今日の授業で学んだことを一言で表しましょう。

1階 年月日() 校時 天気()



番号	理由
風船がよく動いた所	
風船があまり動かなかった所	

図 4-6 授業で使ったワークシート

4.4.2 「ふりかえり」の分析

生徒は、授業の最後に、図 4-6 のワークシートの「7. ふりかえり」に記述する。「ふりかえり」とは、授業で学んだことを 1 文で表すものである。生徒自身が学びとったことや、学習において印象や記憶に残ったことが表現されている。「ふりかえり」を分析することで、生徒が風をテーマとした授業から何を学び取ったのかを把握することができると考えた。分析には、テキストマイニングソフト (KHCorder¹⁷⁾) を使用した。

(1) 頻出語の整理

分析対象は「ふりかえり」に記述があった生徒 146 人 (1~3 組、5 組と 6 組) で、生徒一人が記述したものを一文として結果を求めた。表 4-1 は、「ふりかえり」に登場する頻出語を整理し、上位 10% を赤字で示した。テキストマイニングソフトで整理する前に、「ふりかえり」を 1 文ずつ確認しながら「電気」を「エネルギー」、「校舎」を「M 中学校」、「使う」を「利用」等、同じ意味を表す語を統一している。抽出された語を生徒数 146 で割ったものを頻出割合 (%) とした。

表 4-1 頻出語リスト

抽出語	出現回数	頻出割合 %	抽出語	出現回数	頻出割合 %	抽出語	出現回数	頻出割合 %
風	86	59	節約	3	2	弱い	1	1
涼しい	34	23	入る	3	2	出る	1	1
窓	24	16	方向	3	2	助かる	1	1
エネルギー	21	14	面白い	3	2	少ない	1	1
M中学校	21	14	びっくり	2	1	推測	1	1
分かる	19	13	遠い	2	1	絶対に	1	1
冷房	19	13	決まる	2	1	全然	1	1
学ぶ	18	12	時間	2	1	続ける	1	1
思う	18	12	自分たち	2	1	体感速度	1	1
工夫	16	11	出入口	2	1	知る	1	1
良い	15	10	少し	2	1	調べる	1	1
使う	14	10	上手	2	1	調整	1	1
無駄使い	14	10	人	2	1	通用口	1	1
通り道	13	9	全く	2	1	通路	1	1
風向き	13	9	送る	2	1	天気	1	1
開ける	12	8	大きい	2	1	動く	1	1
強い	12	8	大事	2	1	道	1	1
吹く	12	8	通る	2	1	届く	1	1
スーパーエコスクール	10	7	必要	2	1	内	1	1
風通し	10	7	風力	2	1	年間	1	1
過ごせる	9	6	風船	2	1	判断	1	1
快適	8	5	無い	2	1	飛ぶ	1	1
違う	7	5	いけない	1	1	風速	1	1
使わない	7	5	いない	1	1	風通り	1	1
取り入れる	7	5	お金	1	1	勉強	1	1
湖陸風	6	4	がまん	1	1	保つ	1	1
考える	6	4	エコ	1	1	方法	1	1
大切	6	4	偉大	1	1	毎日	1	1
利用する	6	4	家	1	1	無敵	1	1
活かす	5	3	開く	1	1	役立つ	1	1
環境学習	5	3	感覚	1	1	予想	1	1
場所	5	3	環境	1	1	来る	1	1
多い	5	3	気まぐれ	1	1	頼る	1	1
利用	5	3	久々	1	1			
たくさん	4	3	形	1	1			
夏	4	3	厳しい	1	1			
改めて	4	3	玄関	1	1			
時間帯	4	3	効率	1	1			
生活	4	3	向き	1	1			
動き	4	3	広い	1	1			
変わる	4	3	行う	1	1			
いろいろ	3	2	困る	1	1			
過ごす	3	2	最強	1	1			
近く	3	2	作り	1	1			
工夫する	3	2	残す	1	1			
今	3	2	使い方	1	1			
今日	3	2	使える	1	1			
作る	3	2	思い出す	1	1			
暑い	3	2	自然	1	1			
上手い	3	2	自分	1	1			

上位 10%を見ると、頻出頻度が最も高いものは「風」(62%)、続いて、「涼しい」(23%)、「窓」(16%)および「エネルギー」(14%)と続く。「風」以外は、頻出割合が 50%以下の言葉が並び、生徒は多様な語を使用して「ふりかえり」書いていた。

(2) 共起ネットワーク図による分析

共起ネットワークとは、抽出した言葉の関連性を分析したものである。抽出された言葉の頻度は円の大きさで、また関連性（共起性）は線のつながりとして表示される。全ての記述内容が1つのグラフの中に要約して示される¹⁸⁾。共起ネットワーク図を用いると、全ての記述内容が1つのグラフの中に要約して示されることになり、多様な発言の全体像を掴むことができる。

共起性の計算は、Jaccard 係数を利用した。図 4-7 は、Jaccard 係数の計算式を説明する図で、語 A と語 B を含む文書の数を (a)、語 A、もしくは語 B を含む文章の数を (b) とすると、 $(a) \div (b)$ が Jaccard 係数（以下係数）である¹⁹⁾。係数の目安は、0.1 以上で関連がある、0.2 以上で強い関連がある、0.3 以上でとても強い関連があるとされる。

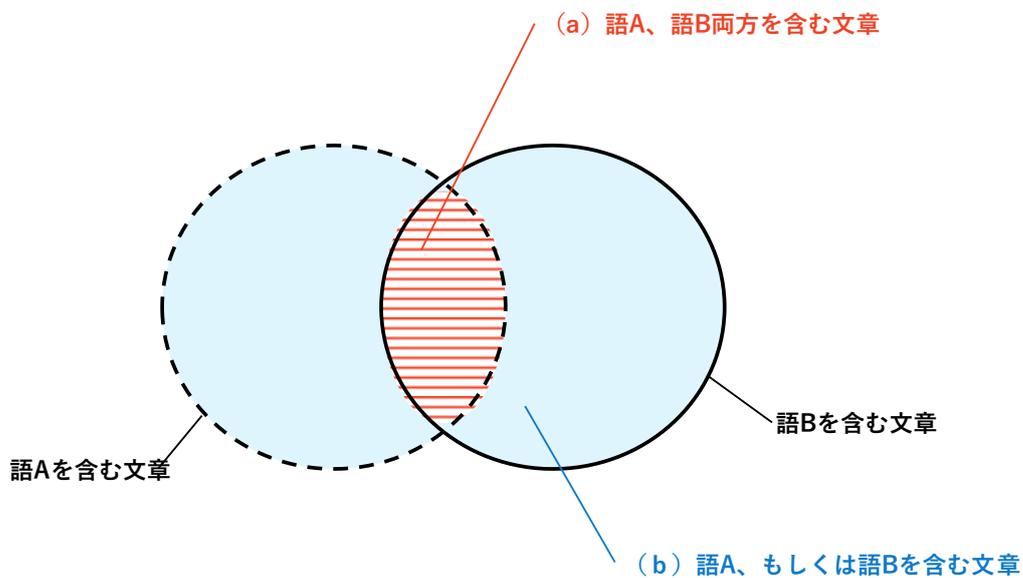


図 4-7 共起性の概念¹⁹⁾

図 4-8 に、生徒 146 人の「ふりかえり」に記述された文章を共起ネットワーク図で表した。描画にあたっては、最少出現数 3 以上 (表 4-1) の語を抽出し、係数の上位 60 位までで描画した。線が太いほど、係数が高いことを示している。

係数 0.5 以上の言葉は、(A)窓-開ける (0.55)、(B)風通し-良い (0.56)、および (C)エネルギー-無駄使い (0.55) の 3 つだった。

(A)窓-開けるは、「近く」、「涼しい」、「風」、「強い」、「風向き」、「時間帯」等の語と関連していて、窓を開けると涼しいことや、風向きがあること、場所によって風の強さが異なることなどを理解し、またその現象を「面白い」と表現した生徒もいた。

(C)エネルギー-無駄使いは、「利用」と「思う」に関連していた。

その他、「風」と関連していたのは、「涼しい」、「通り道」、「学ぶ」等だった。

以上から、生徒は「校舎を流れる風を教材として、校舎の工夫と夏の過ごし方を学ぶ」授業の意図を理解できていたことがわかった。

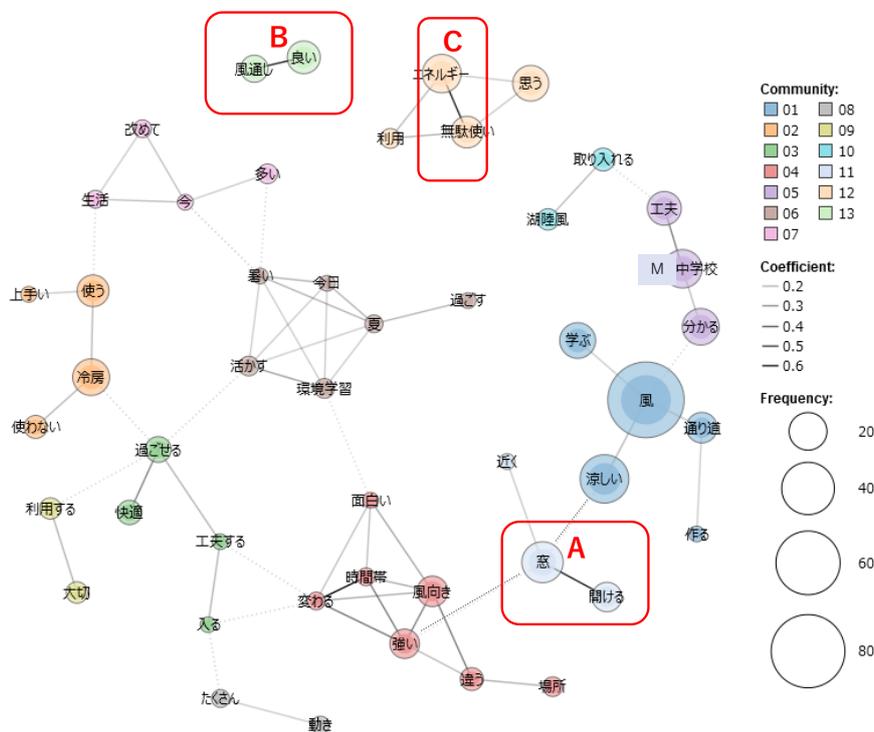


図 4-8 「ふりかえり」の共起ネットワーク図 (N=146)
1 年 1~3 組、5 組及び 6 組

次に、「風」をどのように捉えたのかを考察するために、図 4-8 の「風」という語に着目し、「風」と関連があった「通り道 (係数 0.16)」と共起ネットワーク図 (図 4-9) を作成した。

A: 「場所」、「玄関」、および「多い」から、風の通り道がどのようなところにあるのかに意識が向いたと考えられる。B: 「スーパーエコスクール」、「作る」、および「開ける」からは、M 中学校がエコスクールであり、(窓)を開けると風が通ること、風が通るように作られていることに意識が向いたと考えられる。C: 「無数」、「方向」、および「来る」からは、風が無数の方向から吹くような性質に意識が向いたと考えられる。D: 「たくさん」と「びっくり」は、風の通り道を、風船を用いた体験学習によって生じた感想と考えられる。

「風」と「通り道」を含む「ふりかえり」の文章には、「風の通り道があれば涼しくなる。」、「風の通り道の場所がよくわかった。」、「玄関など、風の通り道が多い場所は、風が良く吹いていた。」、「M 中学校がスーパーエコスクールだからこそ、窓を開けて風の通り道を作ろうと思った。」等があった。風を活かすには通り道を作ることが重要であることや、どこに通り道があるのかを理解したことが見て取れた。

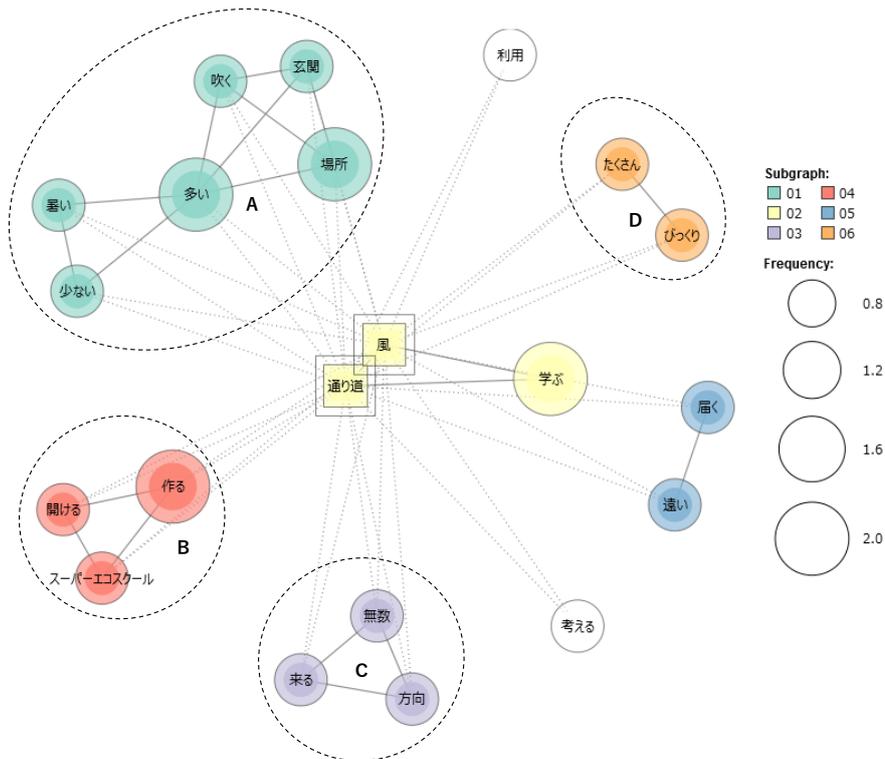


図 4-9 「風」×「通り道」に注目した共起ネットワーク図
1 年 1~3 組、5 組及び 6 組

授業のもう1つのテーマである「エネルギー」をどのように捉えたのかを考察するために、図4-8の「エネルギー」に着目し、「エネルギー」と関連が強かった「無駄使い（係数0.5以上）」で共起ネットワーク図（図4-10）を作成した。

A:「自分たち」と「考える」からは、エネルギーを無駄にしない態度が見て取れる。B:「自然」と「利用する」からは、自然を利用する態度が見て取れる。また、C:「M中学校」と「工夫」等からは、授業で伝えた、M中学校に施された工夫に意識があると考えられる。

「エネルギー—無駄使い」を含む「ふりかえり」の文章には、「これから、エネルギーを無駄使いしないようにしようと思いました」、「M中学校はエネルギーを無駄使いしない工夫がたくさんあった」、「エネルギーを無駄使いせず、窓を開けるなどしようと思った」、「エネルギーを無駄使いしないためには、自分たちが考えることが必要」、「こうやってエネルギーを無駄使いしないようにするんだなあと思った」等があった。エネルギーを大切に使う意識を持ち、M中学校にいろいろな工夫が施されていることを理解したと考えられる。

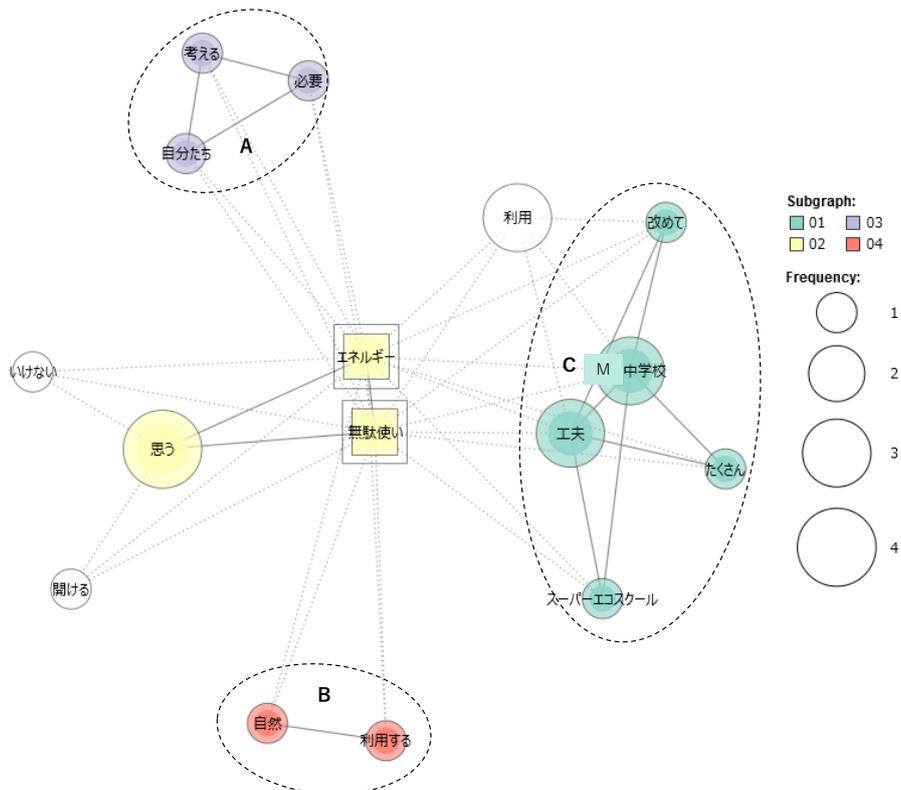


図4-10 「エネルギー」×「無駄使い」に注目した共起ネットワーク図
1年1~3組、5組及び6組

風の通り道を調べるための教材として活用した校舎について、どのように捉えたのかを考察するために、図 4-8 の「M 中学校」に関連があった「工夫（係数 0.32）」と共起ネットワーク図（図 4-11）を作成した。

A:「風通し」と「良い」や、B「エネルギー」と「無駄使い」から、M 中学校校舎の特徴や、特徴を活かした生活態度に意識があることが見て取れる。また、授業の中で、地域特有の「湖陸風」を「取り入れる」ように開口部の配置が工夫されていることを伝えた影響が、C:「湖陸風」と「取り入れる」に現れていた。

「守山中学校－工夫」を含む「ふりかえり」には、「M 中学校で行われている工夫を学ぶことができよかったです」、「風通しの良い M 中学校には工夫がある」、「M 中学校はスーパーエコスクールとしてエネルギーを無駄使いしない工夫をしていることがわかった」等があった。

授業によって、M 中学校に施された校舎の工夫を理解したことが見て取れた。

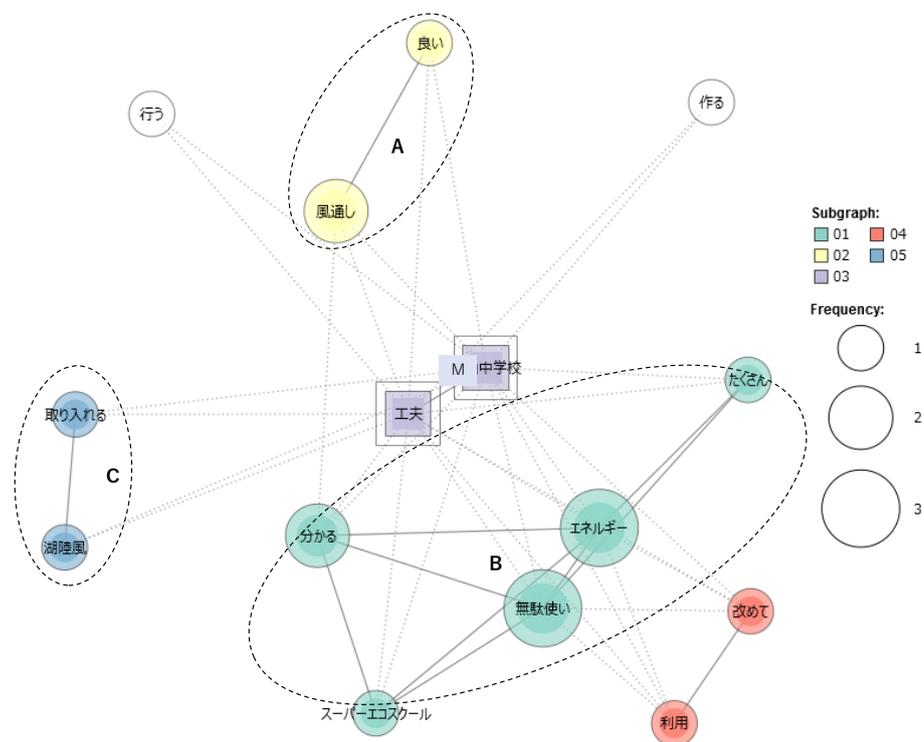


図 4-11 「M 中学校」×「工夫」に注目した共起ネットワーク図
1 年 1～3 組、5 組及び 6 組

4.4.3 授業前後の意識変化

(1) 連想法調査の概要

4.4.2 で、風の授業の意図を生徒が理解したことを確かめた。そこで、授業の前後で実施した連想調査の結果から、生徒の意識変化を明らかにする。

以下は、文献を引用して整理した連想法調査^{14),15)}の概要である。

- ・ 認知心理学では、知識や概念のイメージ等を総称して「スキーマ」と言い、「学習」とは、「経験を通して知識や概念やイメージ（スキーマ）が変容すること」と定義している。
- ・ 連想法調査では、人がある言葉（以下、刺激語）を聞いて、その言葉から思い浮かべる様々な別の言葉の系列を被験者のスキーマとし、学習者に適当な言葉から「連想」を行なわせ、表出した言葉を学習の前後で比較することで学習者のスキーマの変容を明らかにする。
- ・ 刺激語は、授業者が伝えようとした知識や概念を表す語を選ぶ。
- ・ 連想法調査は、あくまで学習者集団全体のスキーマの変容であり、学習者個々のスキーマの変容ではない。

本研究では、1つの刺激語から連想する言葉や文章（以下、反応語）を60秒間の時に自由に記述する「単一自由連想」による調査を行なった。また、「校舎を流れる風を教材として、校舎の工夫と夏の過ごし方を学ぶ」がテーマであることから、「風」を刺激語にした。

(2) 調査の概要

風の授業（7月上旬）を実施する事前（6月27日～7月3日）と、事後（9月3～7日）に、1～6組を対象に調査を行なった。風の授業で学んだことが、夏休み後にどの程度残っているかを見るために、授業後の調査を9月とした。（図4-12）

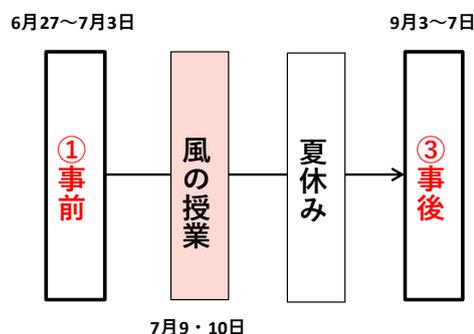


図4-12 風の授業と連想法調査の実施時期

前後のスキーマの変容を可視化するために、連想マップ^{14)、15)}を用いた。分析の対象は、授業の事前と事後の両方のアンケートに回答している生徒134人とした。連想語は、テキストマイニングソフト（KHCoder）を用いて品詞ごとに集計し、解釈可能な語を利用した。分析の前には、「涼しい」と「すずしい」を「涼しい」に統一するなどの前処理を行なった。

図4-13が連想法調査に使用した記入シートで、調査は理科の授業の冒頭に、理科の教師が行なった。生徒には風の環境学習との関係等の調査の目的や意図は伝えていない。

The form is a rectangular box with a black border. At the top, it says: 「風（かぜ）」という言葉から想像する言葉を1分間で挙げてください。 Below this, there is a section labeled 「例題」 (Example) with the instruction: 「りんご」という言葉から想像する言葉を1分間で挙げてください。 Underneath the example, there is a list of words: 赤い 食べると甘い 果物 木 大好き ジュース 緑日 いい匂いがする 青森. Below the list are five horizontal lines for writing.

図4-13 連想調査のための記入シート

(3) 結果1 反応語数と種類

表 4-2 は、生徒が書き出した反応語数を学習の前後で比較したもので、授業後（9月）は約2%減っていた。生徒のスキーマは、拡大や縮小方向ではなく、質が変容したと考えられる。どのように変容したのかを明らかにすることとした。

表 4-2 学習前後の反応語数の変化
(1年1～6組)

	回答者数 (前後で回答有りのみ抽出)	反応語 総数
前 (6.7月)	134	855
後 (9月)	134	839

授業の目的に合わせて、共通する語を集めた5つの大カテゴリーを設定し、スキーマの変容を見た。表 4-3 と表 4-4 に、前後の反応語を各カテゴリーに整理した。横軸に1～5の大カテゴリーを示し、a～fの中カテゴリーを縦軸に示して反応語を分類した。

大カテゴリーは、1. 五感・体感・印象（五感、体感、印象に関するもの）、2. 風の様子・動き（風の様子や動きを表現したもの）、3. エコスクール関係（エコスクール校舎に施された工夫に関連するもの）、4. 理科関係（理科の内容や災害に関連するもの）、および5. その他とした。

表 4-3 授業前 (6月、7月)

反応語種と5つの大カテゴリと中カテゴリ一覧

1.五感・体感・印象		数	2.風の様子・動き		数	3.エコスクール関係		数	4.理科関係		数	5.その他		数
a.涼しい・寒い・生暖かい等の温度感	熱風	4	a. 強弱	強風	3	a. エネルギー	風力	6	a. 風の名前	季節風	45	a. 風邪	リンゴ	1
	冷風	2		風速	3		風車	5		偏西風	13		安静	1
	気温	1		強い	26		電気	1		暴風	6		果物	1
	湿気	1	弱い	13	発電	6	貿易風	5		鼻水	1			
	体温	1	速い	3	扇風機	34	北風	5		風邪	1			
	乾く	2	海流	1	冷房	28	そよ風	4		腹痛	1			
	涼しい	108	吹雪	1	b. 扇風機、冷房等	サーキュレーター	1	つむじ風		4	くしゃみ		3	
	寒い	31	風向き	1		扇ぐ	1	向かい風		4	発熱		1	
	暑い	18	循環	1		うちわ	5	追い風		4	病気		1	
	b. 匂い等	冷たい	17	抵抗	1	c. 校舎	換気	2		からっ風	1		寝る	1
暖かい		22	飛ばす	16	風通し		1	海風	1	おかゆ	1	咳	1	
汗		3	揺れる	8	開ける		2	神風	2	熱	2	青春	3	
c. 風の音	匂い	1	吹く	6		窓	3	南風	3	はやて	1	幽霊	2	
	匂い等	2	運ぶ	1				はやて	1	やませ	1	ゲーム	1	
d.気体・空気が(見える見えない)	走りやすい	1	吹き込む	1				台風	73	竜巻	25	テニス	1	
	ビュー	5	折れる	1				スコール	10	大	6	極地	1	
e. ポジティブ	ふうー音	1	脱げる	1				大	6	気象	1	祭り	1	
	空気が(見える見えない)	13	動かす	2				嵐	8	雨季	3	子ども	1	
	恵み	1	舞う	1				雨季	3	乾季	3	種類	1	
f. ネガティブ	大好き	4	なびく	1				季節	1	春夏秋冬	10	水色	1	
	きれい	3	ひらひら	1								製品	1	
	さわやか	4	そよそよ	1								走り	1	
その他	快適	2	落ちる	1								損得	1	
	役に立つ	1	裏返る	1								回数	1	
	気持ちいい	21	カーテン	4								雰囲気	1	
	良い	1	花粉	2								魔法	1	
	危険	2	ヨット	1								妖術	1	
	うざい	3	砂ぼこり	3								うわさ	1	
	困る	1	薄毛	1								影響	1	
	疲れる	3	風あげ	1								異常	1	
	怖い	2	ほこり	4								色々	1	
	きつい	1	かつら	3								中国	1	
		傘	2								一部	1		
		旗	1								かき氷	1		
		服	1								ナウシカ	1		
		風鈴	4								違う	1		
		草原	2								下がる	1		
		森林	1								乗る	1		
		自然	3								入る	1		
		緑	1								眠れる	1		
		木	6								欲しい	2		
		葉	3								色っぽい	1		
		外	2								薄い	1		
		山	1								美味しい	1		
		川	1								時々	1		
		谷	1								水	4		
		鳥	1								目	2		
		緑	1								影	1		
											青	1		
											乱	1		

表 4-4 授業後（9月）

反応語種と5つの大カテゴリーと中カテゴリー一覧

1.五感・体感・印象		数	2.風の様子・動き		数	3.エコスクール関係		数	4.理科関係		数	5.その他		数
a. 涼しい・寒い・生暖かい等の温感	熱風	7	a. 強弱	強風	7	a. エネルギー	風車	9	a. 風の名前	季節風	38	a. 風邪	風邪	4
	温度	1		強弱	4		風力	8		偏西風	25		体調	1
	冷風	2		風速	2		エコ	1		暴風	11		水色	2
	湿る	1		強い	28		電気	1		貿易風	8		青春	2
	涼しい	103		弱い	15		発電	8		そよ風	3		チャイム	1
	寒い	23		速い	3		扇風機	40		突風	3		ドライヤー	1
	冷たい	16		海流	2		b. 扇風機、冷房等	冷房		31	北風		3	自転車
暑い	12	海洋	1	暖房	1	向かい風		2	風林火山	1				
暖かい	19	向き	1	扇子	1	神風		2	魔法	1				
b. 匂い等	臭い	1	b. 風の動き	通り	2	c. 校舎	サーキュレーター	1	b. 気象	追い風	2	b. その他	白	1
	無臭	1		上昇	2		扇ぐ	2		ビル	1		北大西洋	2
無味	1	揺れる		10	うちわ		20	海風		2	沖繩		1	
c. 風の音	ビュービュー	2		飛ばす	13		廊下	1		春風	1		群馬	1
	フュー	1		吹く	6		M中学校	3		風神	1		青	1
d. 気体・空気（見える見えない）	音	2		運ぶ	2		開ける	1		南風	1		ナウシカ	1
	空気	6		折れる	2		窓	5		ハヤテ	1		物	7
	気体	2	散らばる	1	湖陸風	1	台風	102	家	1				
	気流	1	動かす	1			竜巻	26	口	1				
	大気	1	抜ける	1			スコール	1	手	1				
	呼吸	2	落ちる	1			雨	5	上	1				
	見えない	13	乱れる	1			嵐	8	体	1				
空	4	激しい	1			c. 季節	夏	3	悲しい	1				
息	1	なびく	1			秋	1							
e. ポジティブ	好き	1	吹雪	1			冬	1						
	気持ちいい	13	ヨット	2			d. 災害	災害	1					
	楽しい	1	風鈴	12			被害	被害	1					
	嬉しい	1	シャボン	1			警報	警報	2					
f. ネガティブ	心地よい	1	髪の毛	1										
	うざい	4	風船	1										
	悪い	1	帽子	1										
	危ない	1	凧あげ	1										
	怖い	1	ほこり	3										
			雲	4										
			砂	3										
			紙	2										
			旗	1										
			傘	1										
		凧	1											

表 4-5 は、表 4-3 と表 4-4 をもとに、授業前と後の反応語種数を比較して、授業後に増えたカテゴリーに●をつけた。授業後にすべての中カテゴリーで反応語種数が増加したのは、「2. 風の様子、動き」と「3. エコスクール関係」だった。一方、「1. 五感、体感、印象」は、すべての中カテゴリーで反応語種数が減少していた。「4. 理科関係」は、a. 季節風等の風の名称や b. 台風等の中カテゴリーで反応語種数が増加した。これは、8 月末から9 月上旬が台風のシーズンであることや、調査を理科の授業中に実施していることが影響したと考えられる。また、「5. その他」にある、「風」を「a. 風邪」と捉えて書き出した言葉は、授業後に半分以下になっていた。

表 4-5 授業前、事業後における反応語種数の変化
(1 年 1～6 組)

大カテゴリー	中カテゴリー	反応語種数	
		授業前 (6・7月)	授業後 (9月)
1. 五感・体感・印象	a. 涼しい、寒い、生暖かい等の温冷感	210	184
	b. 匂い等	4	3
	c. 風の音	8	5
	d. 気体・空気,見える、見えない等	38	30
	e. 気持ち良い等のポジティブワード	37	17
	f. うざい、じゃま等のネガティブワード	12	7
2. 風の様子・動き	●a. 強風、早い等の強弱に関すること	48	59
	●b. 飛ばす、揺れる等の風の動き	47	49
	●c. ヨット、砂、風鈴等の風で動くもの	27	34
	●d. 木、草等の風で動く自然	23	28
3. エコスクール関係	●a. 風力、発電等、エネルギー	18	27
	●b. 扇風機、冷房等、環境調整装置	71	96
	●c. 窓等の校舎に関連するもの	6	11
4. 理科関係	●a. 季節風等、風の名前	99	104
	●b. 台風、竜巻等の気象現象	123	142
	c. 春夏秋冬等 季節	17	5
	d. 災害、被害	0	4
5. その他	a. 風邪	16	5
	b. その他	51	29

(4) 結果2 授業前後の連想マップの変化

表 4-5 の反応語種数の変化を、連想マップ¹⁴⁾を用いて生徒のスキーマの変容として可視化することを試みる。

連想マップとは、「連想距離」の概念を用いて反応語の変化を1軸で表現する。連想距離 (D_i) は、回答者の数 (M) と、ある反応語数 (N_i) を用いて、 $D_i = -\log(N_i/M)$ で求める。対数で表すことで、小さな数を大きな数で扱え、または大きな数を小さな数で扱えるようになるため、頻出が少ない反応語の前後の変化と、頻出が多い反応語の変化を比較することが可能となる。頻出が少ないが重要な反応語の変化を把握することができる利点がある。

反応語は、連想距離に応じて円形に配置されるが、全体の中で相対的に反応した人が少ない語は、 D_i 値が大きくなり、中心から離れたところに配置される。全体の中で相対的に反応した人が多い語は、 D_i 値が小さくなり中心付近に配置される。なお本研究では、授業の目的に合わせて、共通する語を集めた中カテゴリー (表 4-3、表 4-4 参照) を、反応語とした。

図 4-14 は、事前（白丸）と事後（灰色丸）の連想マップを重ね、事前から事後の向きに赤字の矢印を加えた。事前と事後の連想マップを重ねることで、生徒のスキーマの変容がわかる。

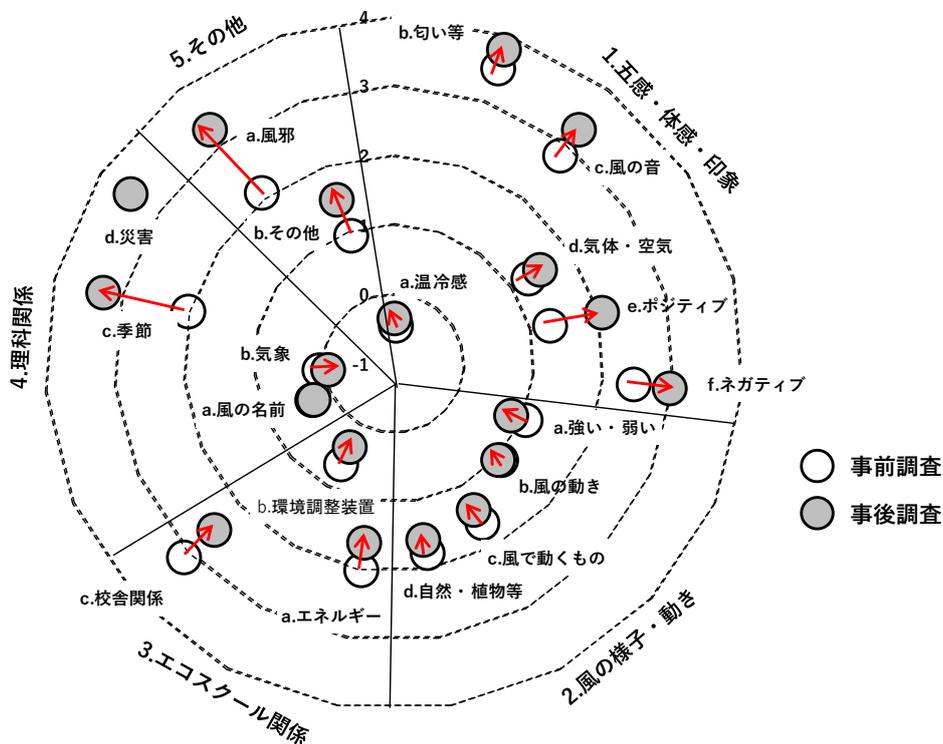


図 4-14 事前（7月）と事後（9月）の連想マップ
（1年1～6組）

全体的に、「2. 風の様子や動き」と「3. エコスクール関係」の言葉が中心に寄り、「1. 五感、体感」と「5. 4 その他」が外に移動している。意識や五感などの抽象的なイメージから、風の動きや環境技術等の具体的なイメージに変化している傾向がある。

「3. エコスクール関係」に含まれる「b. 環境調整装置」とは、扇風機、冷房等、うちわ等の風を用いて環境を調整する装置を含むカテゴリーで、これらは、相対的に多い中で事後に中心によっている。「c. 校舎関係」は、窓、廊下、M 中学校などを含み、相対的に少ない中で中心側に移動している。「2. 風の様子・動き」は、すべての項目が中心によっている。風の授業で風船を用いて風の流れを可視化する活動により、多くの生徒が風の動きや、校舎の工夫に興味を持ったためと考えられる。自分の身近なところに吹く風に対して意識

するようになり、風の力を利用した技術に興味を持つ傾向ができたと考えられる。授業の1.5ヶ月後の調査において、授業に関連したカテゴリーで変容が確認できた。授業の効果が一過性ではないことが明らかになった。

一方、相対的に多くの生徒に意識があり、授業の前と後で変化が少なかったのは、「1. 五感、体感・印象」に含まれる、涼しい、寒い、温風等を含む「a. 温冷感」と、「4. 理科関係」の「a. 風の名前」と「b. 気象」に関するカテゴリーだった。「a. 風の名前」や「b. 気象」は、風の授業とは関係がないカテゴリーだった。

「5. その他」に含まれる、風の刺激語に対して、「風邪」に関連する言葉が大きく減っていることも特徴的であった。授業前は「風」をイメージできず、反応語が上手く表出できず「風邪」を想像してしまっていたが、授業後は「風」から関連する語を表現できるようになったと考えられる。

4.4.4 風をテーマとした「住環境教育」のまとめ

エコスクールに在学する中学生1年生を対象に、2時間の総合的な学習の時間において、担任が実施した風をテーマとした「住環境教育」による働きかけの試行から、明らかになったことは以下の通りである。

- (1) 授業で生徒が理解したと思われることを共起ネットワーク図から明らかにした。
 - ・ 「校舎を流れる風を教材として、校舎の工夫と夏の過ごし方を学ぶ」授業の意図を理解できていたことがわかった。
 - ・ 風を活かすには通り道を作ることが重要であること、どこに通り道があるのかを理解したことが見て取れた。
 - ・ エネルギーを大切に使う意識を持ち、M中学校にいろいろな工夫が施されていることを理解したが見て取れた。

(2) 授業前後の意識変化

生徒全体のスキーマの変容を連想法調査と連想マップから明らかにした。

- ・ 授業前は、風について、涼しい、暑い等の五感や、風を「風邪」置き換えて連想する等のイメージをもっていたが、授業後は、風の様子、動き、風を取り入れる工夫が施されたエコスクール等に意識が向くように変容していた
- ・ 授業直後、1.5ヶ月後の調査において、意識の変容が確認できたことから、授業の効果が一過性ではないことが明らかになった。

(3) 「住環境教育」と熱環境適応の関係

本章で明らかになった「住環境教育」による働きかけと、熱環境適応のイメージを図4-15に示す。

住環境教育

校舎を流れる風を教材として、
校舎の工夫と夏の過ごし方を学ぶ



理解したこと

- ・ 通り道を作ることの重要性和校内の風の通り道がある場所
- ・ エネルギーを大切に使うこと
- ・ 校舎に施された工夫

1.5ヶ月後に確認

風に対する意識の変化

- ・ あいまい (体感・印象) → 具体 (動き、校舎の工夫)

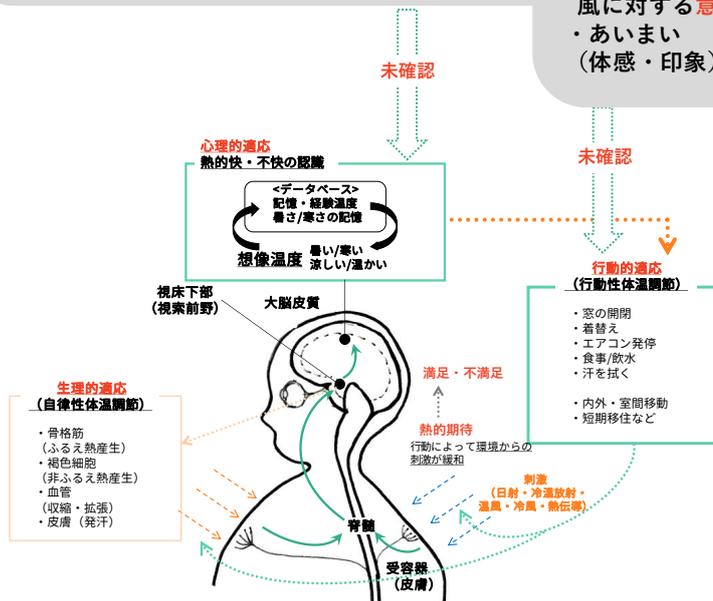


図 4-15 本章における住環境教育と熱環境適応の関係
(エコスクール校舎の中学生)

風をテーマとして「住環境教育」によって、校舎に施された工夫を理解し、風に対する意識が変化することで、自分の身近なところに吹く風に対して意識するようになり、風の力を利用した技術に興味を持つ傾向ができたと考えられる。1.5ヶ月後の調査において、授業に関連するカテゴリーで意識の変容が確認できた。小学校での環境教育の記憶が中学生になっても見られる^{3),4)}という既往研究もあり、学校教育で「住環境教育」に取り組むことは、長期間にわたって継続する意識変化につながる可能性がある。しかしながら本章では、「住環境教育」による「働きかけ」と、「心理的適応」、「行動的適応」の変化は明らかになっていない。

また、本研究では、通風を利用した夏の過ごし方がテーマだったが、校舎に施された工夫や実施する季節によって、「住環境教育」の内容を検討する必要がある。

4.5 「想像温度調べ」による働きかけ

4.5.1 想像温度調べの概要

「想像温度調べ」は、1年4～6組が、2018年7月10日から20日の間で、休日を除く8日間行なった。活動は、4校時終了と昼食の間（12時20分～40分）に、**図4-16**のワークシートを使用して実施した。最初に今の温度を想像して記入し、暑さの体感、服装や持ち物、および教室の熱環境調整状況について回答し、最後に教室の室温を確認するという順序で記入した。これらの手順は、初回到教員がやり方を伝え、その後は、決められた時間に生徒が自主的に行なった。

年 組(男・女) 出席番号() 座席(窓側 中央 廊下側)						
日付	想像温度 ℃	暑さの体感 (当てはまるもの1つに○)	服装・持ち物 (当てはまるものすべてに○)	教室の様子		
				窓	冷房	カーテン
/ 天気	℃	・不快ではない ・暑くてがまんできない ・とても暑くて不快 ・暑くて不快 ・寒くて不快	・半そで ・長袖 ・腕まくり ・ハンカチ・水筒	窓	冷房	カーテン
	教室の気温 ℃					
/ 天気	℃	・不快ではない ・暑くてがまんできない ・とても暑くて不快 ・暑くて不快 ・寒くて不快	・半そで ・長袖 ・腕まくり ・ハンカチ・水筒	窓	冷房	カーテン
	教室の気温 ℃					
/ 天気	℃	・不快ではない ・暑くてがまんできない ・とても暑くて不快 ・暑くて不快 ・寒くて不快	・半そで ・長袖 ・腕まくり ・ハンカチ・水筒	窓	冷房	カーテン
	教室の気温 ℃					
/ 天気	℃	・不快ではない ・暑くてがまんできない ・とても暑くて不快 ・暑くて不快 ・寒くて不快	・半そで ・長袖 ・腕まくり ・ハンカチ・水筒	窓	冷房	カーテン
	教室の気温 ℃					
/ 天気	℃	・不快ではない ・暑くてがまんできない ・とても暑くて不快 ・暑くて不快 ・寒くて不快	・半そで ・長袖 ・腕まくり ・ハンカチ・水筒	窓	冷房	カーテン
	教室の気温 ℃					
/ 天気	℃	・不快ではない ・暑くてがまんできない ・とても暑くて不快 ・暑くて不快 ・寒くて不快	・半そで ・長袖 ・腕まくり ・ハンカチ・水筒	窓	冷房	カーテン
	教室の気温 ℃					
/ 天気	℃	・不快ではない ・暑くてがまんできない ・とても暑くて不快 ・暑くて不快 ・寒くて不快	・半そで ・長袖 ・腕まくり ・ハンカチ・水筒	窓	冷房	カーテン
	教室の気温 ℃					

図4-16 「想像温度調べ」用のワークシート

4.5.2 結果と考察

(1) 想像温度、外気温、室温、および寒暑不快感の変化

図 4-17 は、想像温度調べを行なった 8 日間の平均想像温度、外気温、室温、寒暑不快感、および想像温度の標準偏差の経時変化で、冷房を使用していたクラスと、通風で過ごしていたクラスを含む。外気温は、中学校の敷地内で計測したもので、室温は教室前方の教卓の上に置いた温度計を生徒が読み取った。

全体的に、外気温に影響されて平均室温も変化しており、生徒は室温に近い温度を想像していた。

7 月 10～13 日の外気温は 31～33℃で変化し、休日を挟んだ翌週の 17～20 日の外気温は 34℃前後の日が連続した。そのため、10～13 日の想像温度は、室温と外気温に連動して上下に変化し、17～20 日はあまり変化がなかった。想像温度の標準偏差は、3 日間の連休を挟むと戻るが、想像温度調べを継続すると小さくなる方向に変化していた。各日の想像温度の平均の相関係数と、相関係数の棄却限界の表から求めた有意差検定の結果は、10 日から 17 日が、 $r=-0.72$, n. s. ($n=4$)となり、17 日から 20 日は、 $r=-0.92$, n. s. ($n=4$)だった。活動を続けるほど、想像温度は低くなる傾向が見られたが、有意差は認められなかった。

また、外気温の高い 17～20 日の方が、想像温度が高く、不快申告（我慢できない暑さ、暑くてとても不快、暑くて不快）も多い傾向があったが、17～20 日の 4 日間は、想像温度調べを続けるほど不快申告が減少している。一方、10～13 日の 4 日間では、不快申告の減少傾向は明らかではなかった。

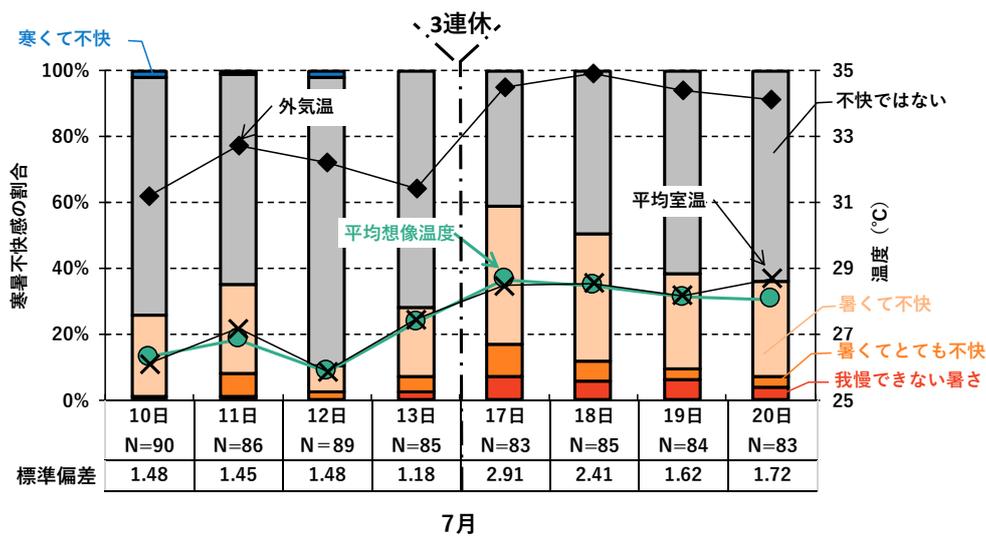


図 4-17 平均想像温度、平均室温、外気温、寒暑不快感の経時変化、および想像温度の標準偏差

図 4-18、図 4-19 は、想像温度と室温の差（想像温度－室温）、寒暑不快感の変化、および想像温度と室温差の標準偏差を、3 連休の前後で分けたものである。図 4-18 は 3 連休の前を示し、図 4-19 は後である。「想像温度調べ」初日の 10 日と、3 連休明け初日の 17 日は、想像温度が室温よりも高く、次の日以降は、室温と同程度か低めになっていた。

「想像温度－室温」の標準偏差は、10 日から 13 日までの連続する 4 日間で 1.33 から 1.12 に変化し、17 日から 20 日の連続する 3 日間で 2.76 から 1.69 に変化しており、どちらも標準偏差が小さくなる方向に変化していた。「想像温度-室温」と想像温度調べをおこなった日数の相関係数と、相関係数の棄却限界の表から求めた有意差検定の結果は、10 日から 17 日が、 $r=-0.64$, n. s. ($n=4$) となり、17 日から 20 日は、 $r=-0.91$, n. s. ($n=4$) だった。外気温が変動しない 17～20 日は、強い相関関係がみられるが、有意差はなかった。

相関関係を明らかにするには、長期間の「想像温度調べ」の結果で検証する必要があると考える。

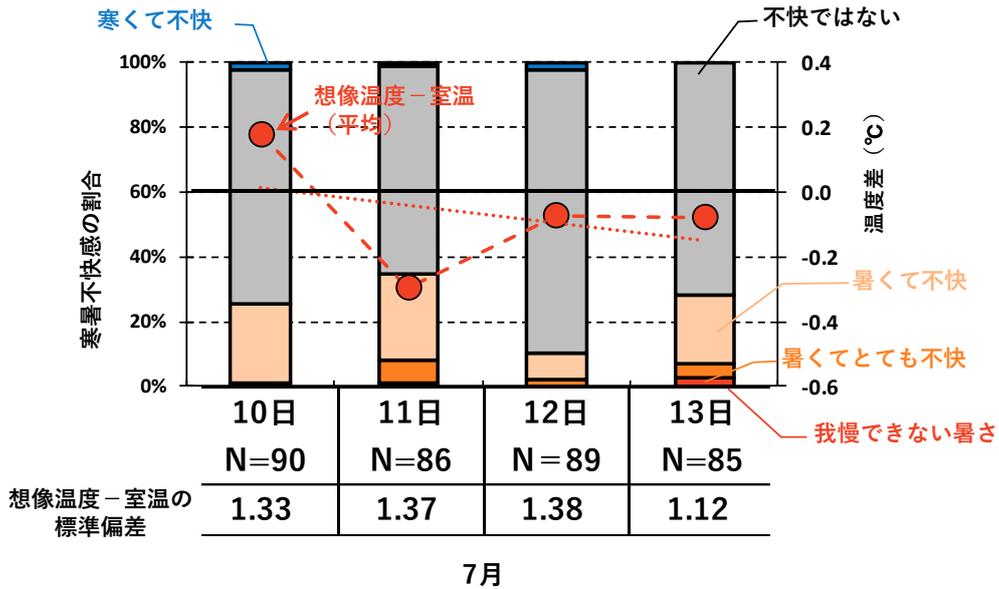


図 4-18 (10~13日)

寒暑不快感の経時変化、想像温度と室温の差、および標準偏差

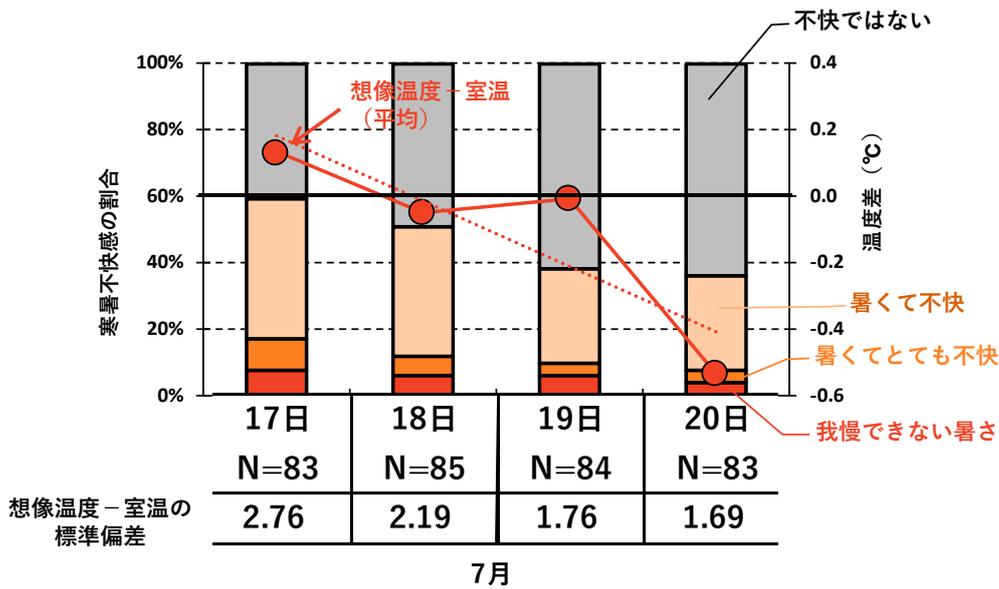


図 4-19 (17~20日)

寒暑不快感の経時変化、想像温度と室温の差、および標準偏差

(2) 「不快ではない」と申告した群と「不快」と申告した群の想像温度

図 4-20 は、各日別に「不快ではない」と申告した生徒と、「不快（我慢できない暑さ、暑くてとても不快、暑くて不快、寒くて不快）」と申告した生徒に分けた、想像温度の分布、室温（平均）、および外気温である。「不快ではない」と「不快」の申告数は、調査日ごとに示した。

「不快でない」と申告した生徒の想像温度は、「不快」と申告した生徒の想像温度と比べて、8 日中の 7 日で想像温度の平均が低く、分布も低めだった。「不快でない」と申告した生徒の想像温度の方が高い 12 日は、「不快」と申告した生徒数が他の日の半分以下だった。

3 連休後の 17～20 日は、「不快ではない」と「不快」群ともに、「不快」の申告が減りながら、想像温度が室温に近づくように変化していた。

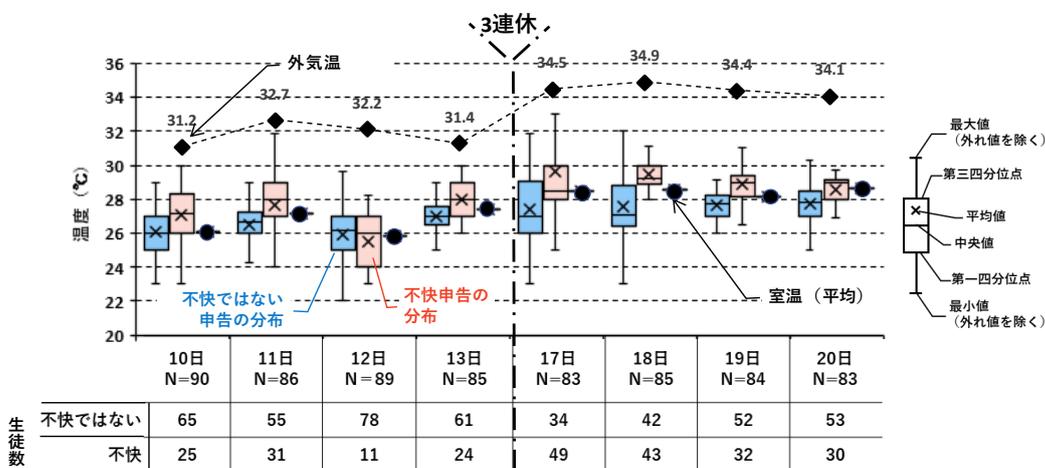


図 4-20 「不快ではない」と「不快」申告別の想像温度の分布、外気温、および平均室温

4.5.3 「想像温度調べ」のまとめ

夏季のエコスクール校舎の中学生を対象として、冷房使用と窓開け通風が混在する状態の8日間の「想像温度調べ」による働きかけの効果として明らかになったのは以下の通りである。

- ・ 外気温や室温に変化がない状況では、同じ熱環境であっても、「想像温度調べ」を続けるほど生徒の想像温度は、日ごとに標準偏差が小さくなりながら室温に近づき、不快申告が減少する変化が見られた。
- ・ 「不快ではない」と申告した生徒の想像温度は、「不快」と申告した生徒の想像温度よりも低く、かつ、平均室温よりも想像温度の方が低かった。

「想像温度調べ」の活動によって、「今 何℃だと思いか？」と考え、想像温度を表出することと、自分の寒暑不快感の申告に対して、その時の室温を確認することで、体感と意識がつながることで、当初「不快」と感じた環境も、「不快ではない」と認識できるようになると予想される。(図 4-21)

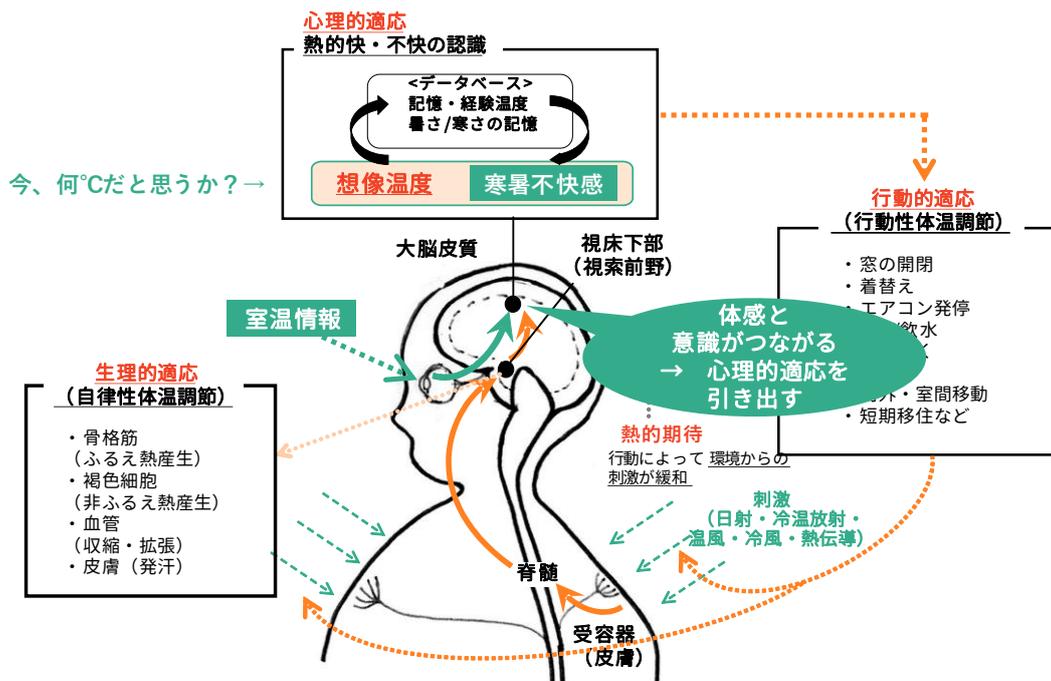


図 4-21 「想像温度調べ」と熱環境適応の関係
(夏季のエコスクール校舎の中学生)

「想像温度調べ」は、熱環境を感知する力を養いながら、熱環境を「不快ではない」と判断することを引き出す可能性がある。

また、「不快ではない」と申告した生徒の想像温度は、「不快」と申告する生徒の想像温度よりも、低いことが確認できた。

本研究では、「想像温度調べ」のみを実施したが、「想像温度調べ」の結果を学級で共有し、夏の過ごし方を考える活動として展開できると思われる。例えば、初夏の冷房を使い始める時期に、この「想像温度調べ」を行なうことで、冷房の過剰利用を防ぐことにつながる可能性がある。

また、本研究では夏の中学生を対象としている。冬季の場合、学校以外の場で実施する方法については、検討と確認の必要がある。

4.6 「不快4日以上群」と「不快4日未満群」の比較

4.6.1 概要

4.5では、「不快ではない」と申告した群の想像温度は、「不快」と申告した群よりも想像温度が低めとなる傾向があることが分かった。

図4-22は、「想像温度調べ」の実施日と、その時の外気温とともに、「想像温度調べ」で「不快ではない」と申告した日を「青」色で示し、「不快」と申告した日を「ピンク」に色分けした一覧である。4～6組の生徒91人の結果を縦方向に表した。白は、欠席もしくは申告無を表す。

3連休明けで外気温が高かった17日と18日に「不快」申告が多く、比較的外気温の低い10～13日には「不快ではない」と申告した生徒が多い。

「不快ではない」と「不快」が外気温や室温の変化に応じて現れる生徒群には、急激な環境の変化には戸惑うが、次第に「不快ではない」に変わっていく様子が見られる。一方、8日間の中で常に「不快」と申告する生徒群がいた。これらの2群は、熱環境への適応プロセスが異なると思われる。

外気温が34℃以上の日は4日間あり、この期間は全体的に「不快」が多い。4日以上不快を申告している場合は、34℃以上の日以外にも「不快」と申告している可能性が高く、そのような生徒群は、現状の教室の熱環境に常に不快感を持つ傾向があると考えた。

そこで、7日以上「想像温度調べ」に参加し、かつ風をテーマとした「住環境教育」の前と後の調査に回答した生徒を抽出し、その中で、4日以上「不快」申告をした24人（以下、不快4日以上群）と、「不快」が4日未満の40人（以下、不快4日未満群）に分けた。

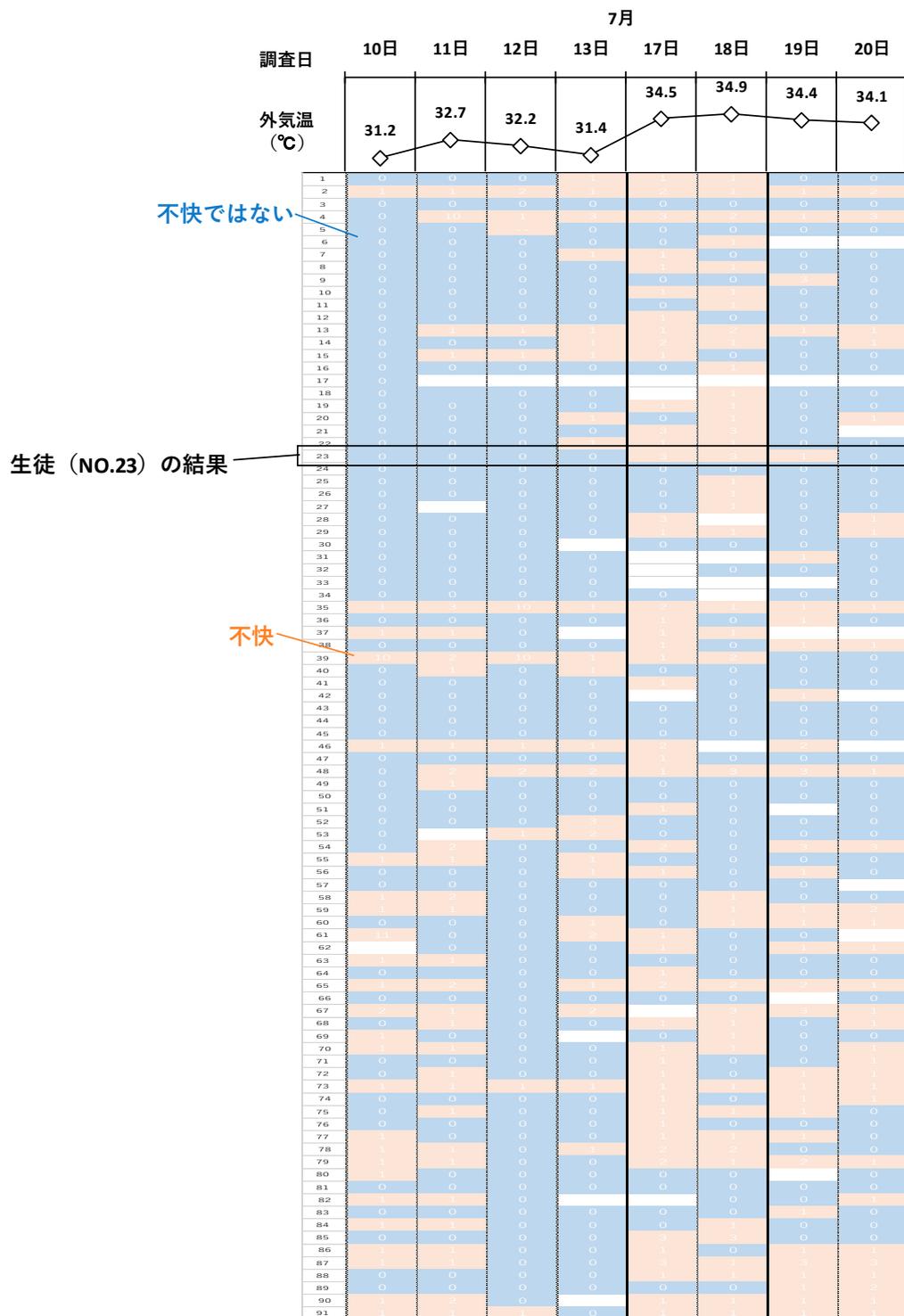


図 4-22 8 日間における「不快ではない」と「不快」申告の一覧
1 年 4~6 組 (N=91)

本章では、「不快4日以上群」と「不快4日未満群」の2つについて、「想像温度調べ」と「住環境教育」の効果を検証した。(図4-23)「想像温度調べ」は、「想像温度」と「想像温度-室温」の変化を2つの群で比較した。住環境教育は、「ふりかえり」の記述内容と「連想マップ」の結果から2つの群を比較した。

さらに、「想像温度調べ」と「住環境教育」による働きかけ前後の熱環境適応状況の比較を試みた。(図4-24)暑熱緩和行動の数の変化から行動的適応状況を比較し、前後の想像温度や寒暑不快感等から心理的適応状況を考察した。

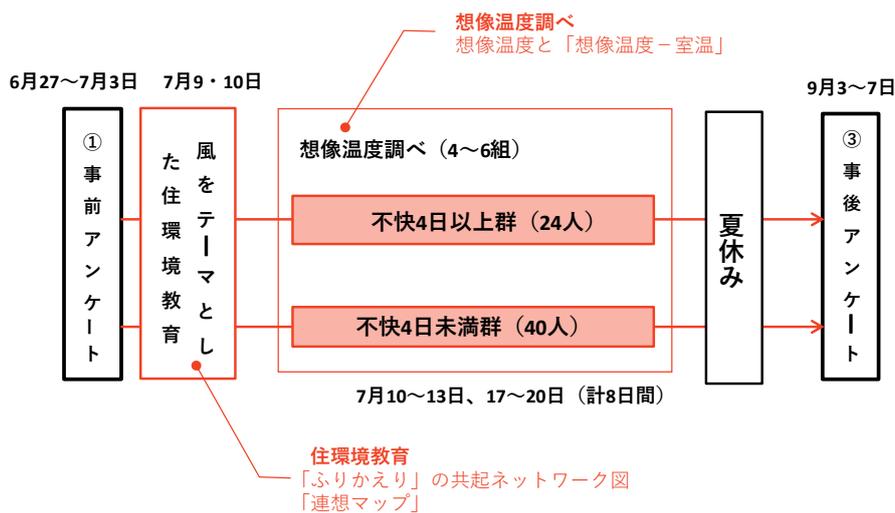


図 4-23 「住環境教育」と「想像温度調べ」の効果検証の方法

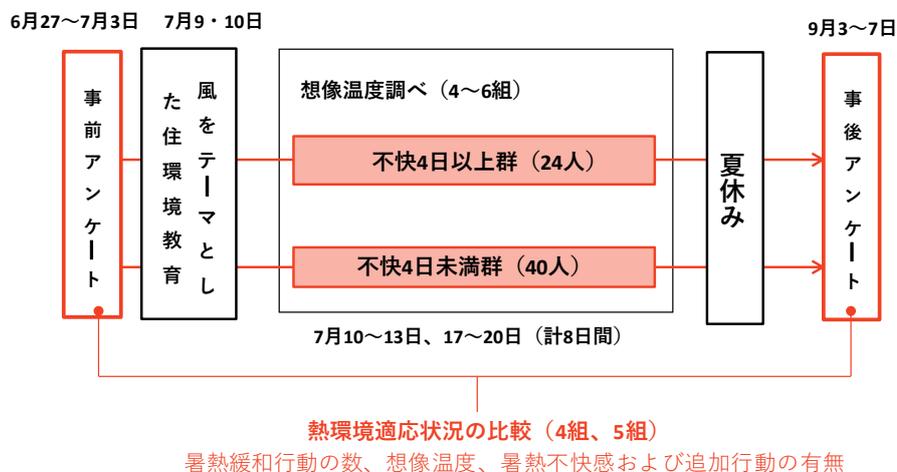


図 4-24 「働きかけ」前後における熱環境適応状況の考察方法

4.6.2 「想像温度調べ」の効果検証

(1) 想像温度の分布と、「不快ではない申告率」と外気温

図 4-25 は、「不快 4 日以上群」と「不快 4 日未満群」の想像温度の分布と、「不快ではない申告率」と外気温である。図 4-17 では、期間中の室温は、外気温に連動して変化しており、10～13 日の室温は 26～27℃程度で、17～20 日は 28～29℃の間だった。

「不快 4 日未満群」の想像温度の平均は、「不快 4 日以上群」に比べて低く、想像温度の分布も常に低めだった。

「不快 4 日未満群」は、外気温が低めの 10～13 日における「不快ではない申告率」は 9 割前後、3 連休を挟んで外気温が 34℃以上の 4 日間では、17 日と 18 日は 6 割程度に下がるが、19 日と 20 日は、8 割前後の生徒が不快ではないと申告していた。一方、「不快 4 日以上群」の「不快ではない申告率」は、10～12 日は外気温に応じて 4～6 割に変化し、17 日以降は、8 割前後が「不快」と申告している。

7 月 12 日の想像温度は 8 日間の中で低めになっているのは、5 組が調査時に冷房を使用しており、室温が低かった。

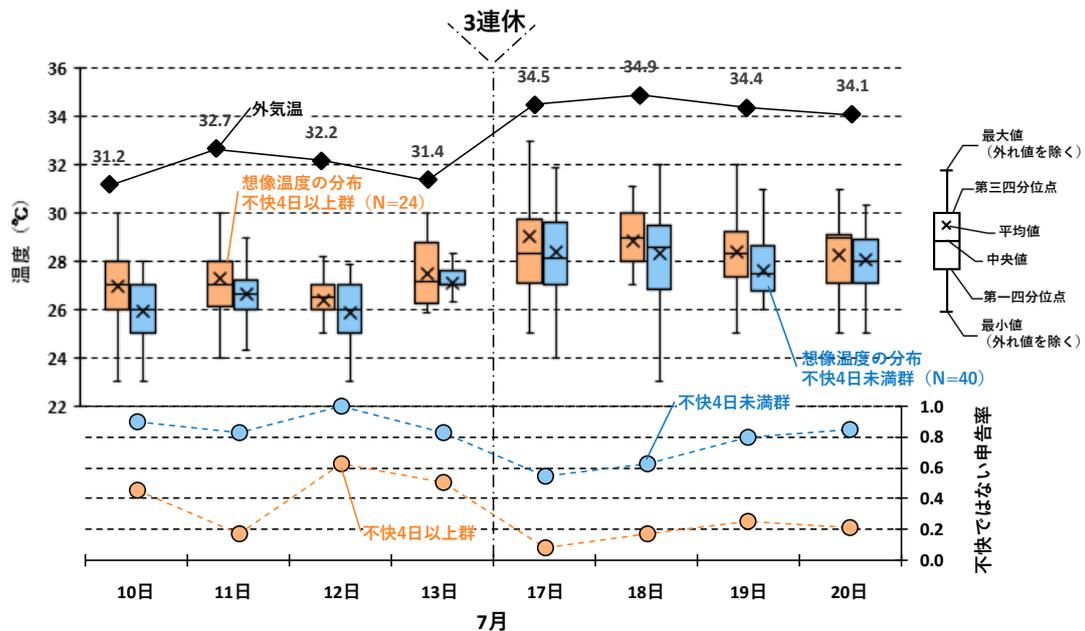


図 4-25 「不快 4 日以上群」と「不快 4 日未満群」の想像温度の分布、「不快ではない申告率」および外気温の経時変化 (1 年 4～6 組 N=64)

(2) 想像温度と室温の差

図 4-26 に、「不快 4 日以上群」と「不快 4 日未満群」の各生徒における、8 日間の「想像温度-室温」の平均を箱ひげ図で表した。箱ひげ図の×印は平均を示す。温度差 0 は、想像温度と室温が同じであり、マイナスの場合は室温よりも低めに想像し、プラスの場合は、高めに想像していることを表す。「不快 4 日未満群」の「想像温度-室温」の平均は、マイナス側に分布していることから、室温よりも低めに温度を想像する傾向があった。

各生徒の 8 日間の「想像温度-室温」の平均は、「不快 4 日以上群」と「不快 4 日未満」において、等分散を仮定した 2 標本による t 検定の結果、5%水準で有意に差があった。以上のことから、2 つの群は、温度を想像する傾向に違いがあり、「不快 4 日以上群」は、室温よりも高めに温度を想像し、「不快 3 日未満」は、室温よりも低めに温度を想像する傾向があることが明らかになった。

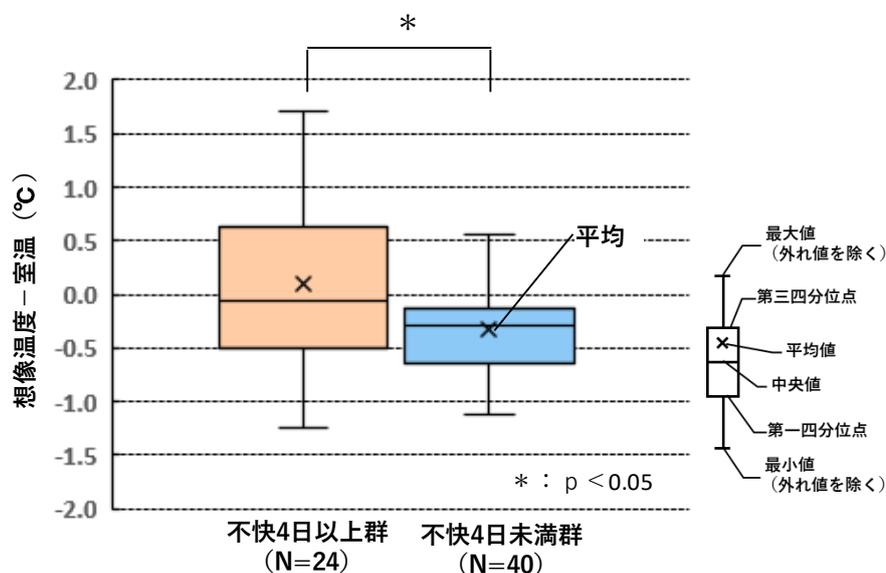


図 4-26 「不快 4 日以上群」と「不快 4 日未満群」の不快申告日数別の想像温度と室温の差 (8 日間の平均)

(3) 座席位置と着衣の影響

図 4-27 は、「不快 4 日以上群」と「不快 4 日未満群」の座席位置である。机は 6 列配置で、窓から 2 列を「窓側」、廊下から 2 列は「廊下側」、そして中央の 2 列を「中央」と申告するルールとしていた。事前と事後の間で、席変えをしていないことは確認している。

「不快 4 日未満群」は、窓側に座っている生徒の割合が 40%で、「不快 4 日以上群」は

20%弱だった。窓側に「不快4日未満群」が多い理由として、M中学校の冷房が教室後方の窓側にあることが考えられる。

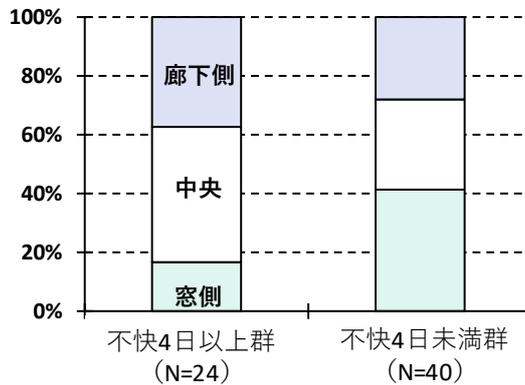


図 4-27 「不快4日以上群」と「不快4日未満群」の座席位置
(1年4~6組)

図 4-28 は、「不快4日以上群」と「不快4日未満群」の、8日間の服装や持ち物の状況である。「不快4日以上群」は半袖を着ている割合が40%で、「不快4日未満群」は20%だった。ハンカチや水筒の持参率には違いがなかった。

「不快4日以上群」は、半袖を着ていても教室の暑さに不快を感じている生徒が多いことがわかった。

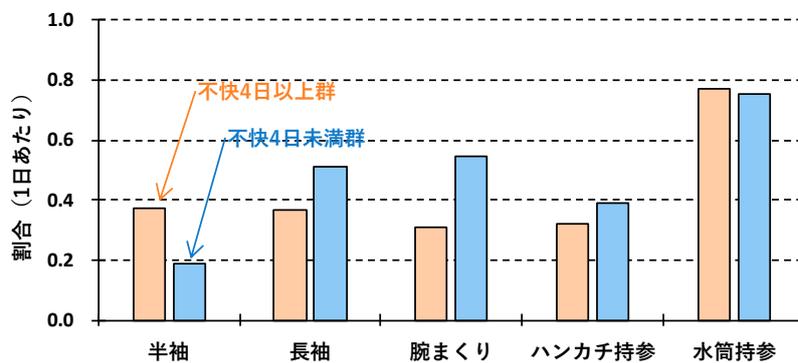


図 4-28 「不快4日以上群」と「不快4日未満群」の服装および持ち物
(1年4~6組)

(4) 「想像温度-室温」の経時変化

図 4-29 は、3 連休前の 10～13 日の 4 日間における「想像温度-室温」の平均の変化である。「不快 4 日以上群」の 4 日間の変化の相関係数と棄却限界の表から求めた有意差検定の結果は、 $r = -0.5$ 、n. s. ($n = 4$) だった。「不快 4 日未満群」の結果は、 $r = 0$ 、n. s. ($n = 4$) だった。外気温や室温が変化する 10～13 日の 4 日間は、「想像温度-室温」の平均の変化の傾向は分からなかった。

図 4-30 は、3 連休後の 17～20 日の 4 日間における「想像温度-室温」の平均の変化である。「不快 4 日以上群」の 4 日間の変化の相関係数と棄却限界の表から求めた有意差検定の結果は、 $r = -0.7$ 、n. s. ($n = 4$) だった。「不快 4 日未満群」は、 $r = -1$ 、 $p < 0.01$ ($n = 4$) だった。外気温や室温が変化しない 17～20 日の 4 日間では、「想像温度調べ」を継続することで「想像温度-室温」の平均は下がる傾向が見られた。特に「不快 4 日未満群」では、明らかな相関関係があった。

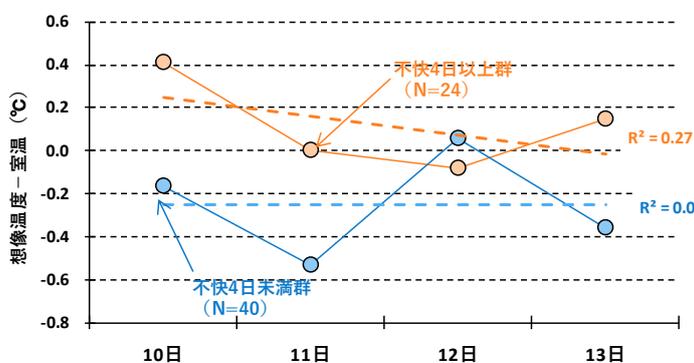


図 4-29 10～13 日 (1 年 4～6 組)

「不快 4 日以上群」と「不快 4 日未満群」における「想像温度-室温」の平均の変化

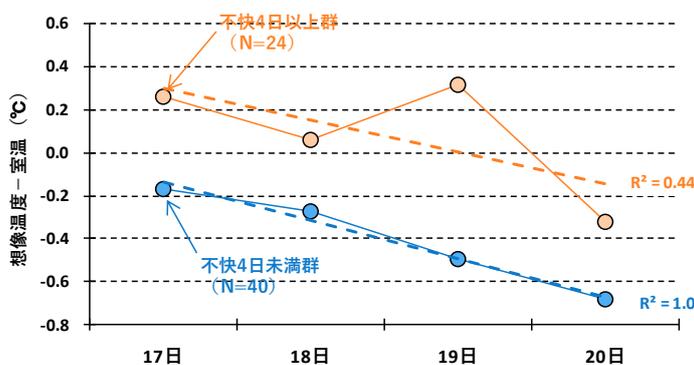


図 4-30 17～20 日 (1 年 4～6 組)

「不快 4 日以上群」と「不快 4 日未満群」における「想像温度-室温」の平均の変化

(5) 「不快4日以上群」と「不快4日未満群」の「想像温度調べ」のまとめ

- ・ 2つの群は、温度を想像する傾向に違いがあり、「不快4日以上群」は、室温よりも高めに温度を想像し、「不快3日未満」は、室温よりも低めに想像する傾向があることが明らかになった。
- ・ 「不快4日未満群」は、窓側に座っている割合が「不快4日以上群」の約2倍で、「不快4日以上群」は、半袖を着用している生徒が「不快4日未満群」の2倍いた。
- ・ 外気温が34℃前後で、外気温や室温が変化しない日が連続した4日間では、「想像温度調べ」を継続することで、「想像温度－室温」は下がった。この傾向は、「不快3日未満」の方が顕著だった。

4.6.3 「住環境教育」による効果

(1) ふりかえりの分析

総合的な学習の時間の授業として行なった、風をテーマとした「住環境教育」について、「ふりかえり」の記述内容を「不快4日以上群」と「不快4日未満群」で分析した。「想像温度調べ」を行なった4～6組の内、4組はワークシート回収ができなかったため、5組と6組で分析した。「不快4日以上群」は、5組が3人で、6組に11人の計14人だった。また、「不快4日未満群」は、5組が8人で、6組に5人の計13人だった。分析は、4章で用いたテキストマイニングソフト（KHcoder）を使用した。

表4-6では、2つの群のふりかえりの文章にある語を、頻出割合が10%以上のものを抽出して比較した。頻出割合は、出現回数を群の人数で割ったものである。赤字で示す「風」は、2つの群に共通して最も頻出していた。また、同じく赤字の「涼しい」、「強い」および「向き」も2つの群で10%以上の出現割合だった。また、「不快4日未満群」の方が、抽出された語の種類が多いことから、多様な語を使ってふりかえりの文章を書いていたことが分かる。

表4-6 「不快4日以上群」と「不快4日未満群」の「ふりかえり」頻出語リスト
(5組と6組)

不快4日以上群 (14人)			不快4日未満群(13人)		
抽出語	出現回数	頻出割合	抽出語	出現回数	頻出割合
風	13	0.93	風	12	0.92
涼しい	5	0.36	分かる	3	0.23
エネルギー	3	0.21	たくさん	2	0.15
窓	3	0.21	違う	2	0.15
強い	2	0.14	強い	2	0.15
向き	2	0.14	向き	2	0.15
使う	2	0.14	工夫	2	0.15
			考える	2	0.15
			時間帯	2	0.15
			取り入れる	2	0.15
			吹く	2	0.15
			動き	2	0.15
			涼しい	2	0.15

図 4-31 は、「不快 4 日以上群」と「不快 4 日未満群」を外部変数とし、各語との共起性を描いた共起ネットワーク図である。最小出現数 2 以上の抽出語を用いて、係数 0.1 以上で描いた。(共起ネットワーク図、係数については、4.4.2 参照) 図 4-31 から、2 つの群におけるふりかえりに表現された語の違いを考察する。

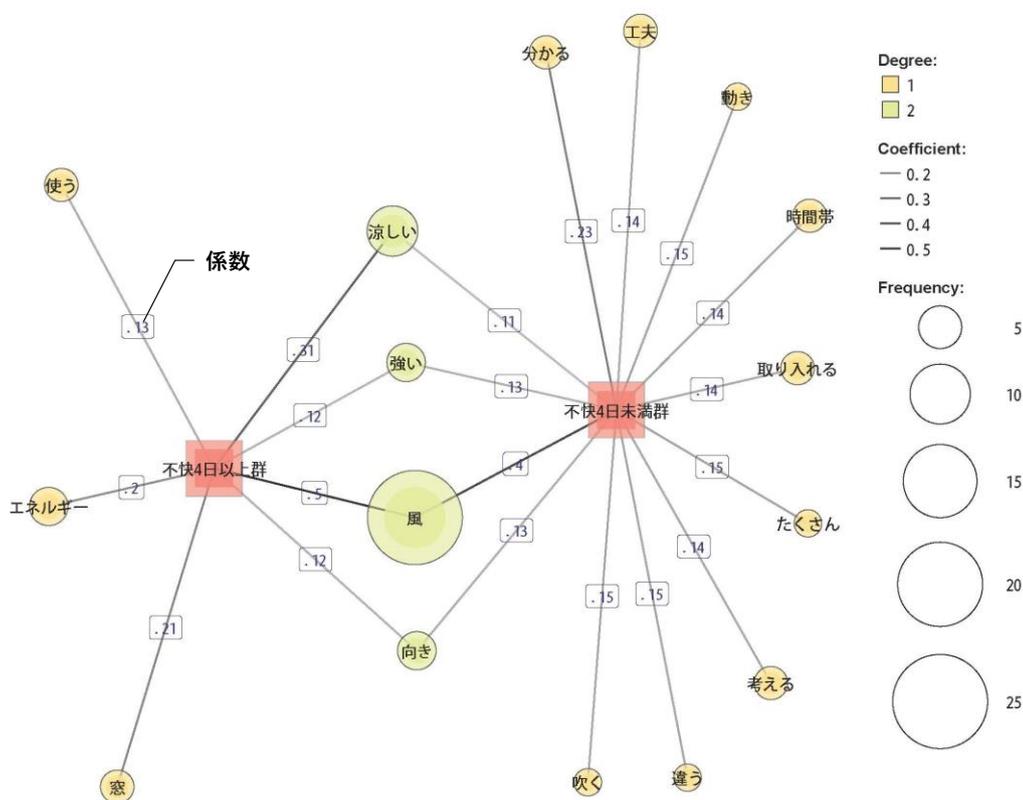


図 4-31 「不快 4 日以上群」と「不快 4 日未満群」の「ふりかえり」の共起ネットワーク図 (5 組と 6 組)

「不快 4 日以上群」とは、「エネルギー」、「使う」、「窓」との共起性が見られ、「不快 4 日未満群」とは、「分かる」、「動き」、「たくさん」、「違う」、「吹く」等の 9 つの語との共起性が確認され、関連の強さを示す係数が 0.23 と一番大きかったのは、「分かる」だった。2 つの組を同じ授業を受けていても、両者の興味関心を異なる傾向が見えた。

「不快 4 日未満群」と関連の強い語は、風を活かすための具体的なキーワードにつながる語が多く、自ら考え、工夫して、風を取り入れるような、パッシブ技術主導の住まい方への興味関心を想像させる。

(2) 風を刺激語とした連想法調査の分析

図 4-32 に、「風」を刺激語とした連想法調査の 4～6 組の結果を「不快 4 日以上群」と「不快 4 日未満群」に分けて連想マップにした。「不快 4 日以上」は、4 組が 3 人、5 組が 3 人、6 組が 11 人の計 17 人だった。「不快 4 日未満群」は、4 組が 12 人、5 組が 8 人、6 組が 7 人の計 27 人だった。図中には、白丸が授業前で、授業後はグレーの丸で表現し、事前から事後に向かって、赤い矢印を入れた。中央に赤点だけがある場合は、前後で変化がほとんどなかったものを表す。丸の枠が赤色になっているものは、授業前か授業後のどちらかにしか現れなかったカテゴリーを表す。

「不快 4 日以上群」および「不快 4 日未満群」は、ともに「1. 五感・体感・印象カテゴリー」が授業後に外側に移動している。「不快 4 日以上群」は、「1. 五感・体感・印象カテゴリー」の、「a. 走りやすい」と「b. 音」に関する中カテゴリーの語が表出していなかった。「2. 風の動きカテゴリー」は、「不快 4 日以上群」の方が授業後に中心に寄る傾向があった。「4. 理科関係」のカテゴリーには、2 つの群に大きな違いはなかった。

「3. エコスクールカテゴリー」では、「不快 4 日以上群」にはほとんど変化がなく、「不快 4 日未満群」は、「a. エネルギー」に関する語が授業後に表出するようになった。さらに「c. 校舎」に関する語が中央に寄る変化があった。「不快 4 日未満群」だけが、「風」という言葉から、校舎の工夫や風力等のエネルギーを連想するようなカテゴリーに意識が向くような変化があったことが興味深い。

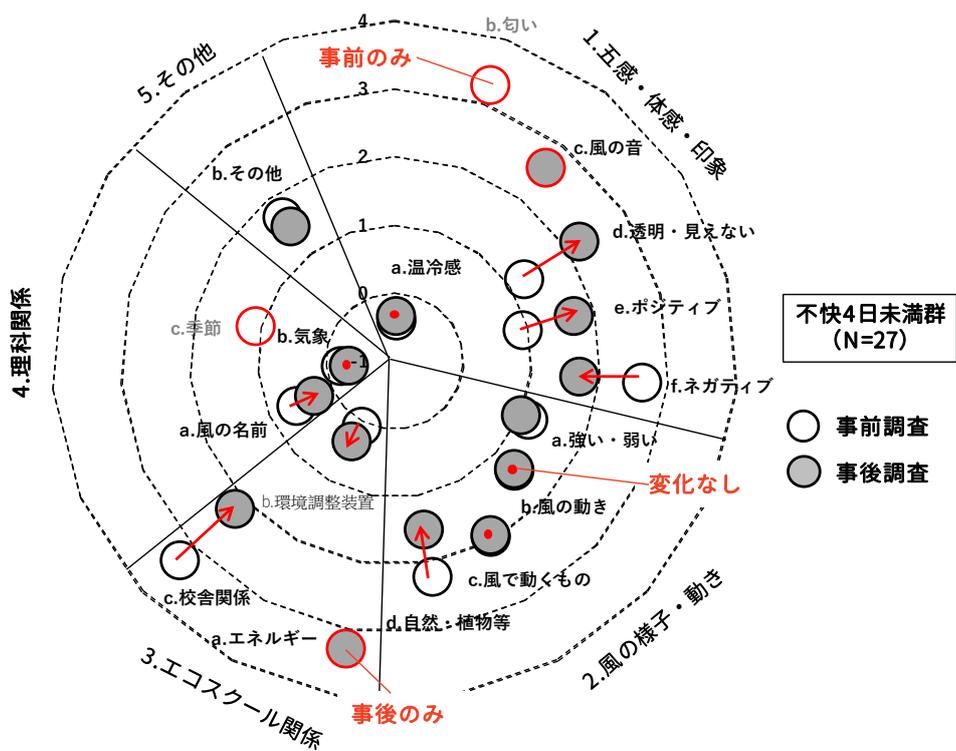
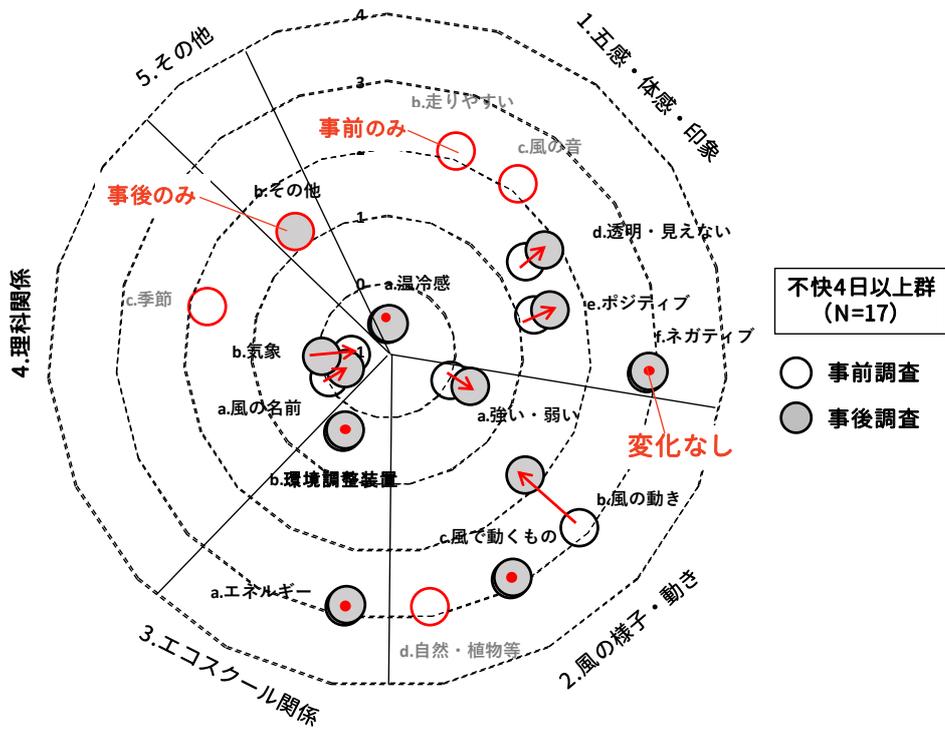


図 4-32 「不快4日以上群」と「不快4日未満群」
「事前」と「事後」の連想マップ (1年4~6組)

(3) 「不快4日以上群」と「不快4日未満群」の「住環境教育」のまとめ

- ・ 授業後のふりかえりの記述内容から、「不快4日以上群」は、「エネルギー」、「使う」、「窓」との共起性が見られ、「不快4日未満群」とは、「分かる」、「動き」、「たくさん」、「違う」、「吹く」等の9つの語との共起性が確認された。2つの組を同じ授業を受けていても、両者の興味関心を異なる傾向が見えた。
- ・ 授業の前後に行なった連想法調査をもとにした連想マップから、「不快4日以上群」は、授業後に「風の動き」に意識が向き、「不快4日未満群」は、「風の動き」、「エネルギー」、および「校舎」に意識が向くような変化があった。

以上のことから、「不快4日以上群」と「不快4日未満群」は、「住環境教育」によって興味や関心を持つ内容が異なる傾向が見えた。

4.6.4 熱環境適応

(1) 概要

4.6.2、4.6.2 および 4.6.3 では、現状の熱環境に不快傾向のある群（不快4日以上群）と、不快ではない群（不快4日未満群）に分け、想像温度調べにおける温度を想像する傾向や、住環境教育による意識変化の傾向が異なる可能性を示すことができた。本章では、そのように異なる傾向のある2つの群について、「事前アンケート」と、「事後アンケート」の結果から、「風の授業」と「想像温度調べ」による働きかけの前後の熱環境適応状態を考察する。（図4-24）

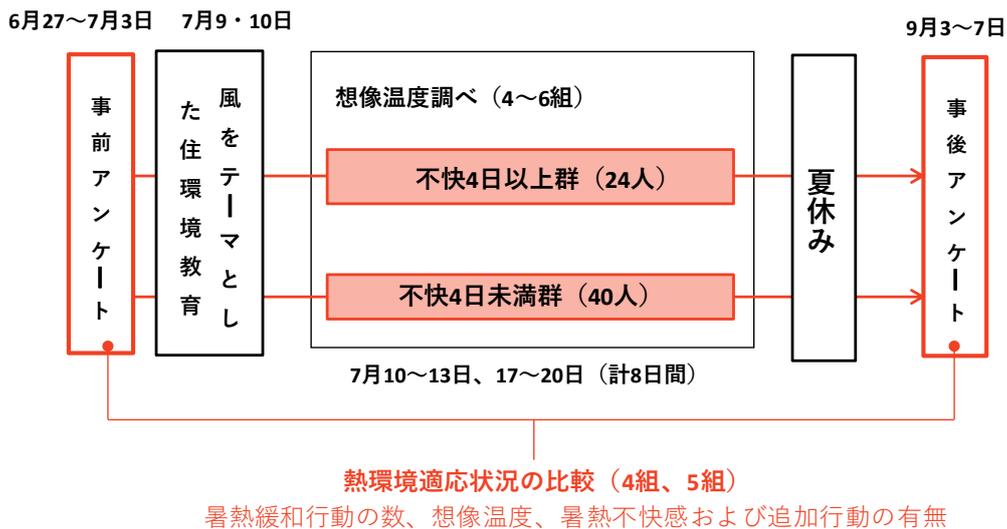


図4-24 「働きかけ」前後における熱環境適応状況の考察方法（再掲）

表4-7は、アンケートを実施した日の、外気温と作用温の一覧である。本章では、「事前アンケート」で作用温が27℃以下であり、「事後アンケート」時も外気温が27℃以下だった6組は、他のクラスと比較して暑熱環境とは言えないと考え、6組を除いて分析した。

4組と5組の中で、不快の申告が4日以上の子は、4組が3人で、5組に3人の計6人だった。不快の申告が4日未満の子は、4組が13人で、5組に9人の計22人だった。

「事後アンケート」には、夏休みの冷房使用実態と温度を想像していた頻度を聞く質問が追加されているが、それ以外は、「事前アンケート」と「事後アンケート」の質問内容は同じである。

表 4-7 事前アンケートと事後アンケートの実施日の外気温と作用温

事前アンケート			
クラス	実施日	外気温 (°C)	作用温 (°C)
1年4組	6月27日	34.2	27.6
1年5組	6月29日	31.6	28.1
1年6組	6月29日	27.4	26.0
事後アンケート			
クラス	実施日	外気温 (°C)	作用温 (°C)
1年4組	9月5日	30.8	28.0
1年5組	9月3日	30.5	28.4
1年6組	9月7日	26.6	27.2

分析対象

分析対象

(2) 暑熱緩和行動の変化

図 4-33 は、「想像温度調べ」における「不快4日以上群」と「不快4日未満群」の暑熱緩和行動の数を「事前アンケート」と「事後アンケート」で比較した結果である。事前に比べて事後に行動した生徒が増えた項目を●で示す。

「不快4日未満群」で、「事後アンケート」時に増えた緩和行動は5種類で、「不快4日以上群」の2つよりも多い。「不快4日未満群」は、暑熱緩和を実践するように変化した可能性がある。

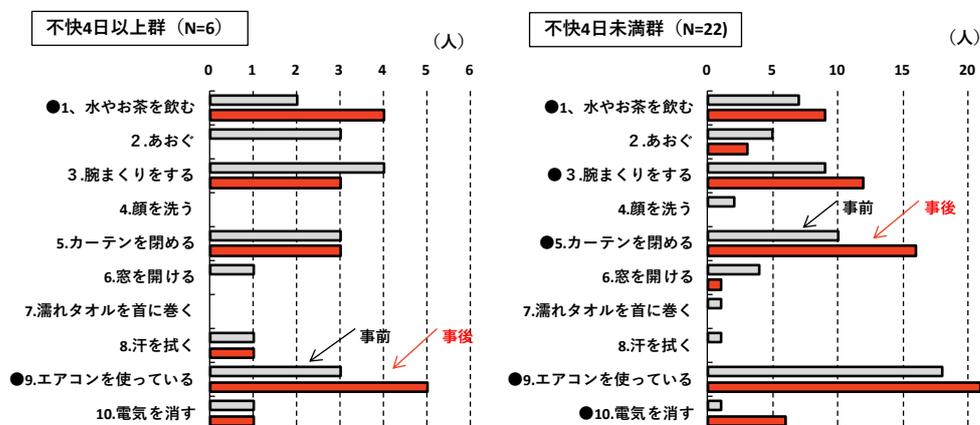


図 4-33 事前アンケートと事後アンケートにおける暑熱緩和行動の比較

(3) 寒暑不快感と想像温度の変化

図 4-34 は、「不快 4 日以上群」と「不快 4 日未満群」の、「事前アンケート」と「事後アンケート」の結果である。「不快ではない」と「不快（我慢できない暑さ、暑くてとても不快、暑くて不快、寒くて不快）」申告と、「追加でしたい行動の有無」、想像温度の平均、想像温度の標準偏差、外気温、および作用温度の平均を比較した。

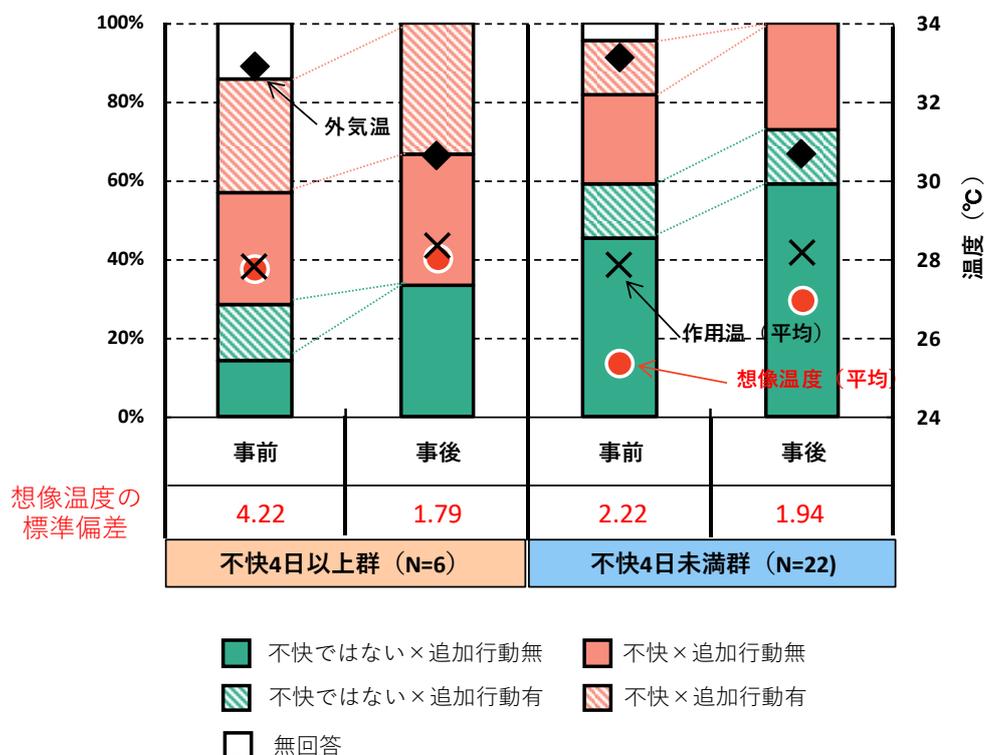


図 4-34 事前アンケートと事後アンケートにおける「不快ではない・不快」申告、想像温度、外気温、および作用温の比較

「事前アンケート」と「事後アンケート」は、「不快 4 日以上群」に比べて、想像温度の平均が低かった。また、想像温度は、「事後アンケート」時に標準偏差が小さくなる方向に変化していた。「事前アンケート」は、夏季の熱環境や冷房環境に慣れる前の 7 月の下旬に行なっているため、温度を的確に想像できない生徒が多くおり、「不快 4 日以上群」および「不快 4 日未満群」は、想像温度の分布巾が広がった可能性がある。「事後アンケート」は、夏休み明けの 9 月に行なったので、夏休み中に自宅で冷房を使用する際の設定温度や、天気予報、熱中症を予防するための最適室温に関する情報等に触れていたことで、記憶・経験温度²⁰⁾が変化し、想像温度の分布巾が狭くなったと考えられる。

「不快4日未満群」の「事前アンケート」と「事後アンケート」では、追加行動の有無を含めた「不快ではない」（緑）の割合が「不快4日以上群」よりも高い。また、「事前アンケート」と「事後アンケート」時に想像温度の平均が、作用温の平均よりも低かったことから、調査時の教室の熱環境に「不快ではない」と感じている生徒が多い群と考えられる。

さらに、「不快4日未満群」は、「事後アンケート」時に「不快ではない×追加行動無」が、15%増加（10人から13人に増加）し、「不快×追加行動有」が14%から0%（3人から0人に減少）に減っていた。問題なく過ごせている生徒が増え、不快を感じている生徒が減ったと言える。「不快4日未満群」は、「事後アンケート」時に数が増えた暑熱緩和行動が多かったことと関係がある可能性がある。（図4-33）

一方、「不快4日以上群」は、「事後アンケート」時に「不快ではない×追加行動無」が、19%増加（1人から2人に増加）したが、「不快×追加行動有」と「不快×追加行動無」は減っていなかった。

(4) 想像温度と作用温の差

図 4-35 は、「事前アンケート」と「事後アンケート」時の、想像温度と作用温の差（想像温度－作用温）の分布を、「不快 4 日以上群」と「不快 4 日未満群」で比較した。

「不快 4 日以上群」は、「事後アンケート」時に分布が狭くなっているが、前後で平均値はほとんど変化していない。「不快 4 日未満群」は、「事後アンケート」時に分布が狭くなり、差の平均は 0（想像温度＝作用温）に近づくように変化している。

「不快 4 日未満群」の「事前アンケート」と「事後アンケート」の結果は、t 検定（一対の標本による平均の検定）において、5%水準で有意に差があったが、「不快 4 日以上群」には前後で有意差が見られなかったこと。以上のことから「不快 4 日未満群」は、「事前アンケート」時と「事後アンケート」時では、想像温度が変化していたが、「不快 4 日以上群」は変化していないことが明らかになった。

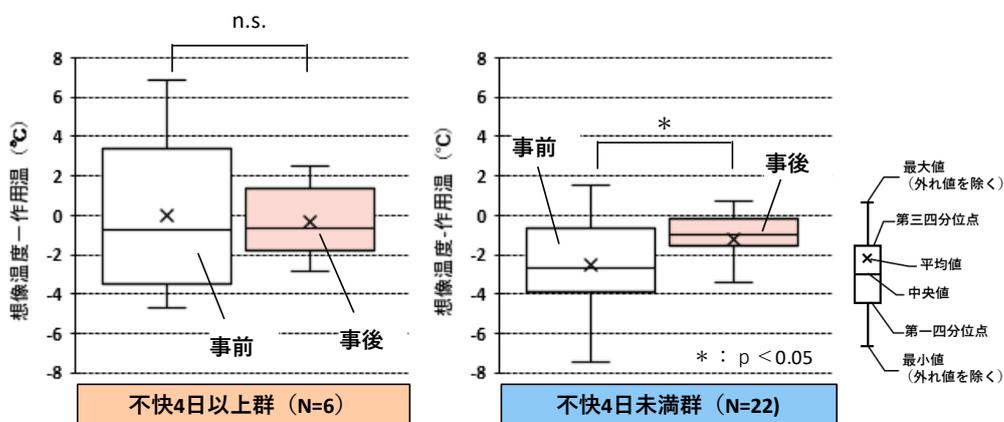


図 4-35 不快 4 日以上群、不快 4 日未満群の想像温度と作用温の差の分布

(5) 「不快4日以上群」と「不快4日未満群」の熱環境適応のまとめ

「想像温度調べ」の結果から、現状の熱環境に不快ではない傾向をもつ「不快4日未満群」と、不快傾向をもつ「不快4日以上群」に分け、「想像温度調べ」と「住環境教育」による働きかけ前後の想像温度、寒暑不快感、暑熱緩和行動について2つの群を比較したところ、明らかになったのは以下の通りだった。

- ・ 「不快4日未満群」は、「事後アンケート」時に10項目中5種類で緩和行動を行なっていると回答した生徒が増え、「不快4日以上群」の10項目中の2種類よりも多かった。
- ・ 「不快4日未満群」は、「事前アンケート」と「事後アンケート」の両方で、調査時の熱環境に「不快ではない」と感じている生徒がおおく、「不快4日以上群」に比べて、想像温度の平均も低かった。
- ・ 「不快4日未満群」は、「事後アンケート」時に「不快ではない×追加行動無」が15%増加し、「不快×追加行動有」が14%から0%に減少した。一方、「不快4日以上群」は、「不快ではない×追加行動無」が19%増加したが、「不快×追加行動有」と「不快×追加行動無」は変化がなかった。
- ・ 「不快4日未満群」は、想像温度と作用音差の平均が0（想像温度＝作用温）に近くように変化していた。一方、「不快4日以上群」に変化はなかった。

以上のことから、現状の熱環境に不快ではない傾向をもつ、「不快4日未満群」と、不快傾向をもつ「不快4日以上群」には、「想像温度調べ」と「住環境教育」による働きかけ前後の、行動的適応、寒暑不快感、および想像温度には違いがあった。

4.6.5 「不快4日以上群」と「不快4日未満群」の比較のまとめ

「不快4日以上群」と「不快4日未満群」の2群で、「想像温度調べ」および「住環境教育」の事前（7月）と事後（9月）における変化を比較した。明らかになったことを図4-36に整理した。

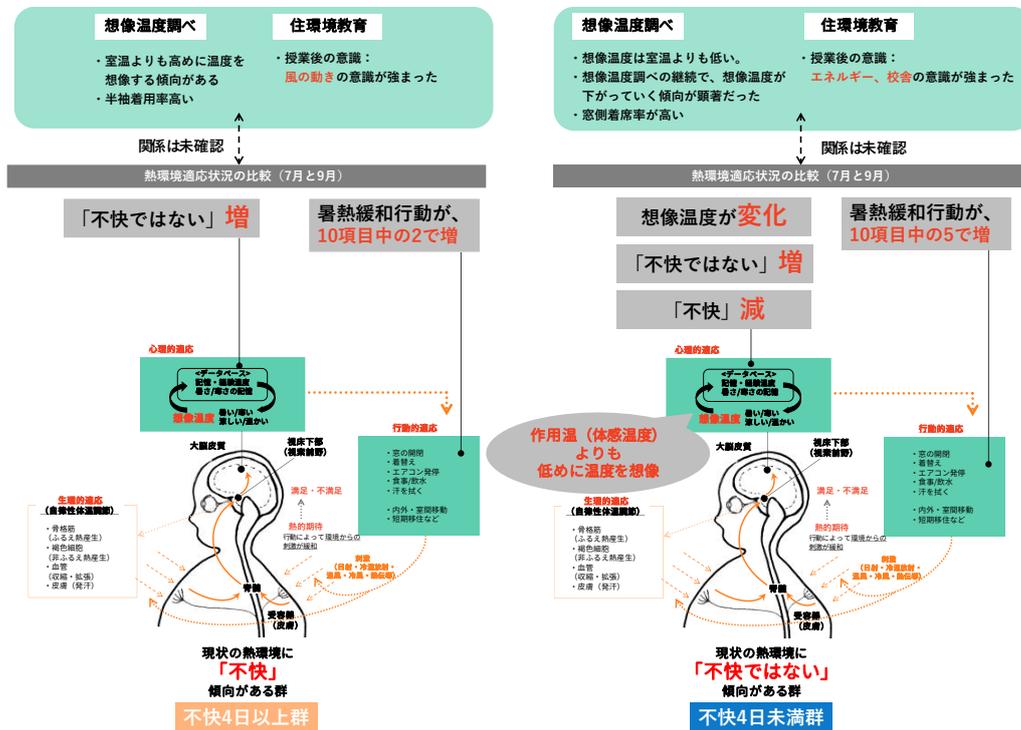


図4-36 「不快4日未満群」と、「不快4日以上群」の違い

現状の熱環境に不快ではない傾向のある「不快4日未満群」は、「想像温度調べ」において室温よりも低めに想像する傾向があった。一方、「不快4日以上群」は、想像温度が高めで、半袖を着用していても暑くて不快と申告する生徒が多いという違いがあった。また、両者は、住環境教育で興味関心をもつところが異なった。

「住環境教育」と「想像温度調べ」の後の熱環境への適用状況は、「不快4日未満群」では暑熱緩和行動（行動的適応）を実践する生徒が増えた項目が、10項目中5つあった。また、心理的適応については、不快ではないが増え、不快申告が減り、想像温度が室温に近づくように変化していたことから、現状の熱環境について問題ないと感じ、概ね満足している生徒が増えていたと考えられる。

一方の「不快4日以上群」は、暑熱緩和行動（行動的適応）が10項目中2つ増えるにとどまっていた。また、心理的適応については、不快ではないが増えていたが、不快は減っ

ていなかった。

2つの群を比べると、現状の熱環境を不快ではない傾向のある「不快4日未満群」は、働きかけの前後で熱環境適応状況に変化が見られるたが、「不快4日以上群」は、「不快4日未満群」と比べると変化が少なかった。

事前と事後における熱環境適応状態の変化は、「想像温度調べ」と「住環境教育」による「働きかけ」の効果に加えて、夏休みの過ごし方による長期の行動的適応の影響や、暑熱環境への慣れの影響もあり、本研究では、「働きかけ」によるものと証明はできていない。

しかしながら「不快4日以上群」のように、現状の熱環境に不快を感じている場合は、本研究でおこなったような「働きかけ」の内容では、効果が現れにくい可能性がある。「不快4日以上群」のような群に効果的な「働きかけ」の方法についての検討も必要である。

なお、本章では「情報提示」による働きかけは行っていない。また、冬の季節、成人の場合、および男女差についても明らかにできていない。引き続き、調査が必要である。

参考文献

- 1) 荒嶽慎, 森一颯, 齊藤雅也, 宿谷昌則: 建築環境に対する子供の意識形成に関するワークショップによる研究 その2. 意識形成に関する考察, 日本建築学会大会学術講演梗概集, pp.493-494, 2000.9.
- 2) 大森栄佳, 齊藤雅也, 三井所清史, 宿谷昌則: 熱環境体験用小型模型を用いる住環境教育の方法に関する研究 その1. 模型の開発, 日本建築学会大会学術講演梗概集 D-2. 環境工学 II, pp.453-454, 2001.7.
- 3) 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. 日本建築学会大会学術講演梗概 環境工学 I, 2015.09. ページ: pp.1101-1102.
- 4) 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, 日本建築学会大会学術講演梗概 環境工学 I, pp.1103-1104, 2015.9.
- 5) 森藤香奈子, 佐々木規子, 井上品代, 山崎真紀子, 宮原春美, 宮下弘子, 松本正: 子ども用遺伝教育プログラムによる学習効果とその評価, 日本小児看護学会誌 Vol.17, No.1, pp.38-44. 2008.
- 6) 齊藤雅也: ヒトの想像温度と環境調整行動に関する研究夏季の札幌における大学研究室を事例として, 日本建築学会環境系論文集, 第74巻, 第646号, pp.1299-1306, 2009.12.
- 7) Masaya Saito, Tsujihara Takahiro, Machiguchi, and Mai AkinariMakihiko: A Study on Cognitive Temperature Scale with Thermal Discomfort of Elementary Students in Summer in Sapporo and Kumamoto. Proceedings of CLIMA 2013, No.813, 2013.6.
- 8) 黒田静香, 齊藤雅也, 辻原万規彦: 熊本と東京における児童の教室内での暑熱不快感と環境調整行動, 日本建築学会九州支部研究報告集, 第55号 環境系, pp.285-288, 2016.3.
- 9) 齊藤雅也, 辻原万規彦: ヒトの熱環境適応と想像温度に関する考察, 日本建築学会大会学術講演梗概集, 環境工学 II, pp.33-36. 2017.7.
- 10) 内閣府政策統括官 (経済財政分析担当): 【第11回】 公共施設等改革による経済・財政効果についてー学校等の公共施設の集約・複合化による財政効果試算、公共サービスの「ソフト化」. 内閣府政策課題分析シリーズ.
<https://www5.cao.go.jp/keizai3/seisakukadai.html>. (accessed: 2020.12.5.)
- 11) 池澤知子, 須永修通: アンケート調査によるエコスクール認定校の実態把握, 日本建

築学会環境系論文集, pp.783-788, 2009.7.

- 12) 原佑介, 中島裕輔: 小学校建替えに伴う新築校舎のエネルギー消費実態に関する研究, 日本建築学会大会学術講演梗概集, pp.1157-1158, 2011.8.
- 13) 文部科学省: エコスクールの認定実績
https://www.mext.go.jp/a_menu/shisetu/ecoschool/detail/1289509.htm (accessed 2020.1.6)
- 14) 糸山景太: 授業の科学, 初版, 東京書籍, 2011年.
- 15) 新田照夫編著: 授業の科学と評価 連想法調査を用いた教え方・学び方, 大学教育出版, 初版, 2017.8.30.
- 16) 文部科学省: 今、求められる力を高める総合的な学習の時間の展開 (中学校編)、
https://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/sougou/1300534.htm. (accessed: 2020.1.2.)
- 17) 樋口耕一: 社会調査のための計量テキスト分析 —内容分析の継承と発展を目指して—, ナカニシヤ出版, 2014.
- 18) 牛澤賢二: やってみようテキストマイニング 第2版, pp.51-53, 朝倉書店, 2018.12.
- 19) jaccard 係数の計算式と特徴 (1): <https://www.slideshare.net/khcoder/jaccard2> (accessed: 2020.2.11.)
- 20) 齊藤雅也, 辻原万規彦: ヒトの想像温度の形成プロセスに関する考察, 日本建築学会大会学術講演梗概集, 環境工学Ⅱ, pp.269-272, 2018.9.

5.1 目的

本章では、第2章、第4章で明らかになったことを踏まえて、実践方法の提案を行なう。

5.2 「情報提示」による働きかけの提案

2章で対象とした、ビジネスホテルの客室のように、単身利用で、光熱費を自身で負担しない建物については、建物に施された工夫と、現在の室温情報が、適切な暖房運転を引き出すことが明らかになった。ホテルだけでなく、単身の施設としては、コワーキング施設やカラオケボックス等がある。一時利用の場合は、建物の断熱性や施された工夫を理解する機会がないため、貸会議室や公民館等の一時利用の施設においても、2章のような「情報提示」による働きかけの効果があると考えられる。

(1) 室温情報等の物理環境情報

室温情報の提示については、気づく場所に提示することが重要と考える。本研究で実践したような大きな画面のデジタル温度計を用いることに加えて、例えば、エアコンのリモコンに現在の室温を表示させておくということも有効な方法と考える。エアコンを使用するかしないかの判断に室温情報が活かせる。

(2) 建物に施された工夫に関する情報

建物に施された工夫に関する情報を提示する方法については、**図 5-1**のような、掲示物、モニター、動画等が一般的である。2章で、内窓の保温効果を伝えるために使用したのは「チラシ」だった。効果を得るには、目につきやすいような場所、デザイン、および読みやすくする工夫が必要である。



図 5-1 情報を提示する方法の一覧

また、近年多くの人を持つようになったスマートフォンを利用することも考えられる。

図 5-2 のように、簡単なフレーズと QR コードを家具や壁などに貼り付け、スマホでのアクセスを促すことも可能である。サイトにリンクさせることで、窓や壁の断熱性能等について、豆知識レベルからサーモグラフィ画像や動画も交えた詳細な情報まで、多様な方法で情報を用意することができ、アクセスした人は自分の興味の範囲で情報を得ることができる。また、多言語で用意することで多様な人への対応も可能になる。

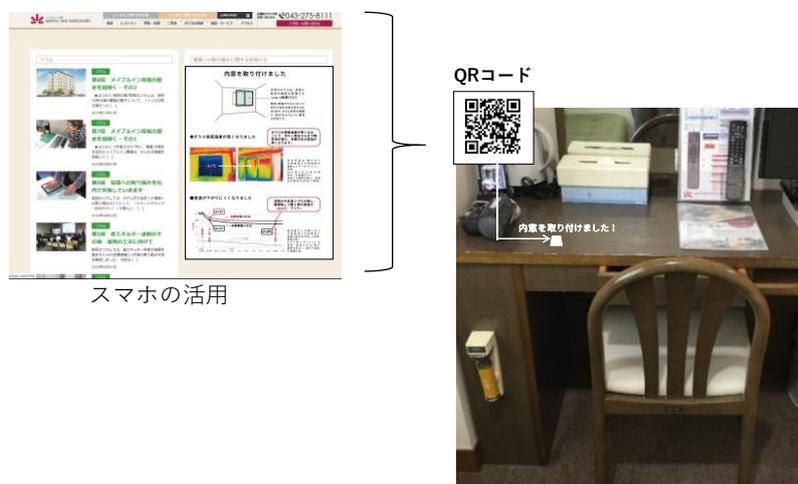


図 5-2 QR コードを活用した情報提供のイメージ

将来的には、図 5-3 のように、google レンズ¹⁾のような技術を活用して、環境技術にカメラを向けると、技術の説明や解説にアクセスできるような社会も実現可能である。



図 5-3 google レンズのような技術を応用した例

すでに、HEMS 等と連携して情報を提示する窓の実用化に向けたプロダクトが発表されている²⁾。HEMS や BEMS から提供される室内や屋外の物理環境、エネルギーデータも活用しながら、環境建築に施された工夫に関する情報を含んだ室内空間のデザインに展開できると考える。

5.3 「想像温度調べ」と「住環境教育」による働きかけの提案

「住環境教育」と「想像温度調べ」は、2つの相乗効果から、学校教育の中で実施するのが効果的だと考える。そこで、「想像温度調べ」と「住環境教育」を学校教育の中で実践することを想定したプロセスを図5-4に提案する。図5-4は、小学校と中学校の教科を活用しながら2～4時間程度の総合的な学習の時間と、学級活動を活用した計画案である。

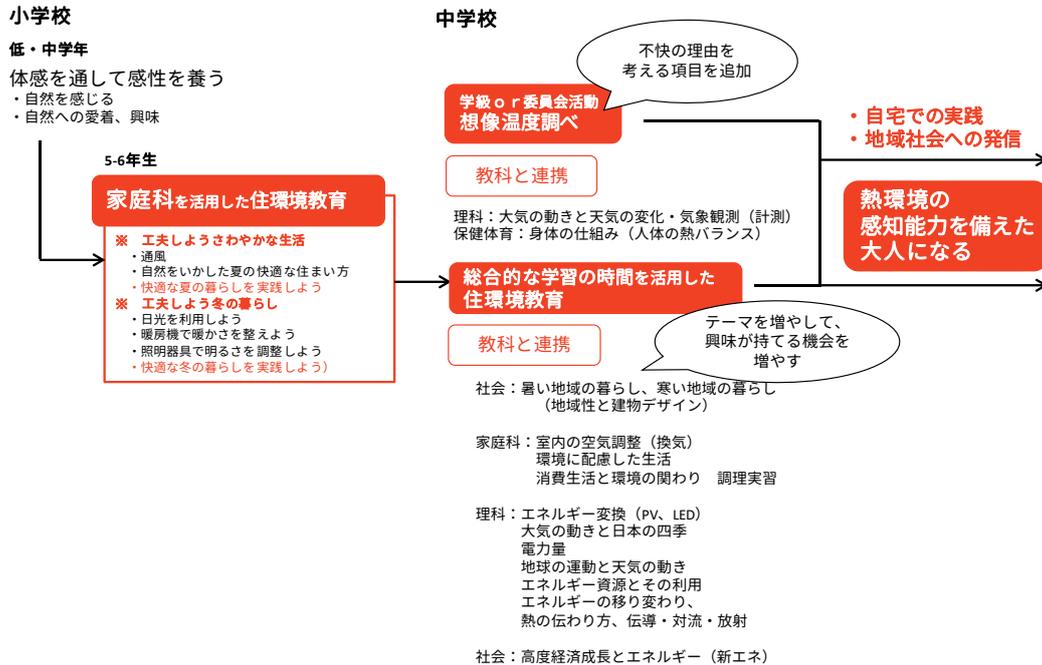


図5-4 「住環境教育」と「想像温度調べ」の実施計画案

(1) 想像温度調べ

「想像温度調べ」は、学級活動や委員会活動を利用して、季節の変わり目である夏（7月中旬）と、冬（12月中旬）ころに行なうことで、季節に合わせた感覚を身に着けることができると考えられる。また、想像温度が高めで、暑さを感じる人が多い場合は、冷房の使用や設定温度の調整を検討する必要があることが本研究では明らかになっている。熱中症対策としても有効な活動になると考えられる。

また、4章の3の結果から、現状の熱環境に不快を感じている生徒群は、意識や行動変容が起こりにくく、本研究の「働きかけ」による効果が生じにくい可能性があった。現状の熱環境に不快を感じる状況を解消することは重要である。4章-1の「想像温度調べ」は、記録して活動を終了しているが、8日間の活動期間中に1回程度は、不快を感じている人の理由を考え、不快を解消する方法を考える活動を加える必要がある。表5-1には、寒暑

不快感の理由につながる項目として、「風を感じない」、「身体が熱い」、「ムシムシする」、「汗が止まらない」、「運動していた」等の項目を加えたワークシートを活用し、記録を見ながら、服装や窓の開け方の工夫、冷房の効きやすい場所と効きにくい場所を探して席を入れ替える、体育の後はいちわの使用を認める等の、暑さを解消するための行動を考えて、実践するところまでを「想像温度調べの活動」にする。このような活動にすれば、多様な好みや体質の人に対しても、快適な熱環境を得ることにもつながる働きかけとなるはずである。

不快を解消する方法をクラスで考える活動を含めた「想像温度調べ」の場合は、発達段階と学習内容に加えて、自発的な委員会活動があることや、個室があることで、学んだことを自宅でも実践できる環境にある中学生が最適と思われる。

表 5-1 「想像温度調べ」シートの改善案

日付	想像温度 °C	現在の暑さについて (当てはまるもの1つに○)	現在の状態に当てはまるものに○をつける (いくつでもよい)	教室の様子		
				窓	冷房	ケルトレフ
／ 天気	°C	・不快ではない ・暑くてがまんできない	・風を感じる ・風を感じない ・身体が熱い ・ムシムシする	窓	冷房	ケルトレフ
	°C	・とても暑くて不快 ・暑くて不快 ・寒くて不快	・汗が止まらない ・運動していた ・長袖を着ている			
／ 天気	°C	・不快ではない ・暑くてがまんできない	・風を感じる ・風を感じない ・身体が熱い ・ムシムシする	窓	冷房	ケルトレフ
	°C	・とても暑くて不快 ・暑くて不快 ・寒くて不快	・汗が止まらない ・運動していた ・長袖を着ている			
／ 天気	°C	・不快ではない ・暑くてがまんできない	・風を感じる ・風を感じない ・身体が熱い ・ムシムシする	窓	冷房	ケルトレフ
	°C	・とても暑くて不快 ・暑くて不快 ・寒くて不快	・汗が止まらない ・運動していた ・長袖を着ている			

(2) 住環境教育

「住環境教育」の内容は、小学校の家庭科では、通風や日射など、自然を活かした快適な暮らしをテーマとした単元がある。中学校になると、保健体育で代謝などの人体の熱バランスを学び、理科や社会では、風力や太陽光発電などの新エネルギー技術と、熱の伝わり方など、環境建築の技術につながる教科の単元がある。また、中学校の社会や家庭科では、地球環境との共存に関する内容がある。本研究のような風をテーマとした「住環境教育」には興味関心をもてなくても、他のテーマで興味関心に繋がる可能性がある。教科と連携して、「住環境教育」のテーマを多様にすることは重要である。

総合的な学習の時間を活用した 2～4 時間程度の特別な授業は、教室や校舎を教材として、体感や計測を伴う内容とすることが効果的である。地域の専門家のサポートを得ながら進められると良い。例えば、日本建築学会には、「住環境教育」のプログラムを開発して普及する活動を行なう委員会³⁾があるが、専門家側も、支援体制や支援方法を整えていく必要がある。

5.4 5章のまとめ

本章では、人の熱環境適応を引き出す「働きかけ」の実践方法を提案した。

「情報提示」は、ホテルの客室、コワーキング施設、貸会議室、公民館等の一時利用の施設において展開が可能と考える。情報提示は、新しい技術を活用しながら、空間デザインとして提案していくことで、社会に受け入れられるものになると考える。

「想像温度調べ」と「住環境教育」は、小学校や中学校の学校教育の中で教科と連携して内容を多様化して、専門家と協働しながら行なうことが可能と考える。

さらに、3つの働きかけを効果的に実践するには、「想像温度調べ」や「住環境教育」を学校教育の中で行い、熱環境の感知能力を備え、環境建築への興味関心、知識を得た人材を育て、一方では、身近に、環境建築の工夫や、室内環境に関する「情報提示」がされ、環境建築に関する情報にアクセスできる社会をつくることだと考える。

参考文献

- 1) Google レンズ : <https://lens.google.com/intl/ja/> (accessd 2020.1.7)
- 2) YKKAP : ～未来の窓をカタチにする YKK AP「未来窓」プロジェクト～世界とつながる窓「Window with Intelligence」実用化に向けたプロトタイプを公開
<https://www.ykkap.co.jp/company/jp/info/news/detail.html?s=20170628> (accessd 2020.1.7)
- 3) 日本建築学会 地球環境委員会 環境ライフスタイル小委員会 : <http://news-sv.ajj.or.jp/tkankyo/s1/> (accessd 2020.1.7)

6.1 結論

本論文は、「パッシブ技術主導型の住まい方」を行なう環境建築の熱環境について、自らが過ごす熱環境を適切に感知し、不快でない熱環境を実現するための支援方法の確立を目的として、人が生理・心理・行動的に適応することで快を得る「熱環境適応」を引き出す3つの「働きかけ」を想定し、その効果を明らかにした。働きかけは、「①情報提示」と「②住環境教育」に加えて、熱環境に対する心理的適応を測る「想像温度（今、何℃と想像するか?）」を活用した「③想像温度調べ」とした。

以下に、本論文の各章の内容を要約したものをとりまとめ、結論とする。

第1章では、本研究がパッシブ技術主導型の環境建築の熱環境を対象とすることを明らかにした上で、「人の熱環境適応プロセス」、「想像温度」および「働きかけ」に関する既往研究の整理と、「人の熱環境適応を引き出す働きかけ」の類似研究を整理することで、本研究の位置づけを明確にした。

第2章は、「①情報提示」による「働きかけ」によって、心理的および行動的適応を引き出すことが可能か否かを検証した。調査対象は、千葉県にあるビジネスホテルの既存客室（以下、内窓無室）、樹脂アルミ複合枠で低放射複層ガラスの内窓を設けた客室（以下、内窓室）、および室温と内窓の保温効果に関する情報が提供された客室（以下、内窓+情報室）の宿泊客とした。3つの客室において、在室中の暖房使用時間（以下、暖房使用割合）を比較した。外気温10℃以下で、「内窓室」は「内窓無室」よりも暖房使用割合が22%少なく、「内窓+情報室」は「内窓室」よりさらに12%少なかった。また、「内窓+情報室」での、20℃以上の高温の吹出空気があった割合は、他の2室の3~4割だった。以上から、「情報提示」は、暖房を使用しないで問題ない、設定温度を高め設定する必要がないとする宿泊者の判断に基づいた心理的適応と、暖房の調整という行動的適応につながったことが示唆された。

第3章は、「③想像温度調べ」が温度に対する意識を涵養するような働きかけとして活用できるか否かを確認するために、想像温度と熱環境適応プロセスの関係を明らかにした。滋賀県の中学生（376人）を対象にした夏の「通風室」と「冷房室」の実測調査で、想像温度が高いほど、発汗している生徒が多く、不快ではないとする生徒が少ない傾向があり、想像温度は生理・心理的適応と相関があることを確認した。また、「通風室」では、外気温が高いほど想像温度が高く、暑熱緩和行動（行動的適応）の数が多かった。さらに、「不

不快ではない」状態で「追加したい行動がない」場合は、想像温度が低めになっていた。以上のような状態が、現状の熱環境に適応した状態であること提示した。

第4章では、第3章の中学生の一部（198人）を対象に、2つの働きかけの試行と効果検証を行なった。「②住環境教育」は、環境建築への興味関心を引き出し、心理的適応や行動的適応に影響を与える効果があると考えた。「風」をテーマとした授業を行ない、「風」を刺激語とした連想法調査で頻出した語を、対数で相対化した連想マップで表し、授業の前後でマップ上の語の配置から、意識の変化を考察した。その結果、「風の様子や動き」と「エコスクール技術」に対する認識が強まったことを確認した。

想像温度と寒暑不快感および室温を照合する「③想像温度調べ」は、温度に対する意識を涵養し、心理的適応を引き出す効果があると考えた。「想像温度調べ」を継続すると、同じ熱環境下であっても、生徒の想像温度は、日ごとに標準偏差が小さくなりながら室温に近づき、不快申告が減少する心理的適応が見られた。空間の熱環境の状態に整合する体感尺度（想像温度尺度）が形成されたと考えられる。

最後に、教室の熱環境に対して「不快申告が多い群」と「不快申告が少ない群」に分け、「②住環境教育」と「③想像温度調べ」前後の行動的適応と心理的適応状況を検証した。2つの「働きかけ」後に、暑熱緩和行動（行動的適応）が増え、想像温度が変化して不快ではない申告が増えるような心理的適応は、「不快申告が少ない群」の方が顕著だった。現状の熱環境に不快を感じている場合は、本研究で試みた「働きかけ」では、熱環境適応を引き出す効果が得られにくい場合があることも分かった。

第5章では、第2章と第4章の研究成果を踏まえて、「情報提示」、「想像温度調べ」、および「住環境教育」の実施方法を提案した。「情報提示」は、新しい技術を活用しながら、空間デザインとして提案していくことで、社会に受け入れられるものになると考えられる。「想像温度調べ」と「住環境教育」は、教科と連携して内容を多様化して、専門家と協働しながら行なうことが重要であると考えられる。3つの働きかけを効果的に実践するには、「想像温度調べ」や「住環境教育」を学校教育の中で行い、熱環境の感知能力を備え、環境建築への興味関心と知識を得た人材を育て、一方では、身近に、環境建築の工夫や室内環境に関する情報提示がされ、簡単にアクセスできる社会をつくることが重要である。

以上を踏まえて、図 6-1 に本研究で明らかにできたことを整理する。

第 3 章で「想像温度」と生理、心理、および行動的適応の関係が示せたものをオレンジの実線、今後の課題をオレンジの点線で示した、想像温度と行動的適応の関係を明らかにできていないことである。また、「不快ではない」状態で、使いしたい行動がないケースでは、想像温度が低めとなり、現状の熱環境に満足している状態とすることを提示したが、さらに検証が必要であり、オレンジの点線で示した。

2 章と 4 章で、「①情報提示」、「②住環境教育」および「③想像温度調べ」と、生理、心理、および行動的適応の関係が示せたものを緑の実線で整理する。課題は、緑の点線で示した、住環境教育と生理・心理・行動的適応の関係である。

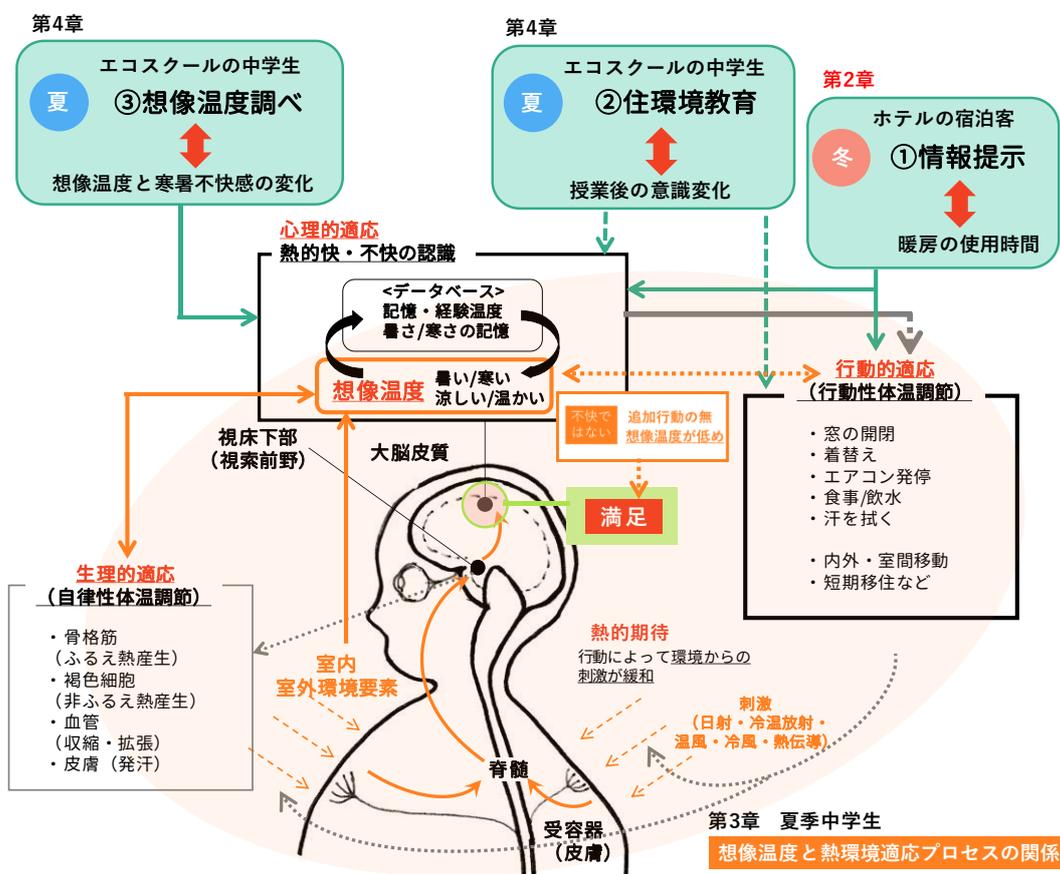


図 6-1 3つの働きかけと熱環境適応の関係

最後に、図 6-2 は、本研究の目的と 3 つの働きかけをまとめたものである。本研究によって、「①情報提示」、「②住環境教育」および「③想像温度調べ」による「働きかけ」で、「パッシブ技術主導型の住まい方」を行なう環境建築の熱環境について、自らが過ごす熱環境を適切に感知し、不快でない熱環境を実現するための支援方法の確立への道筋を示すことができた。特に、従来のメッセージ等による働きかけとは異なり、温度感覚を涵養するといった「体感」の活用や、「教育」を扱った取り入れた形の働きかけによる可能性を示すことができたこと、また心理的適応状態の考察において、想像温度の活用方法を提示できことが成果と考える。

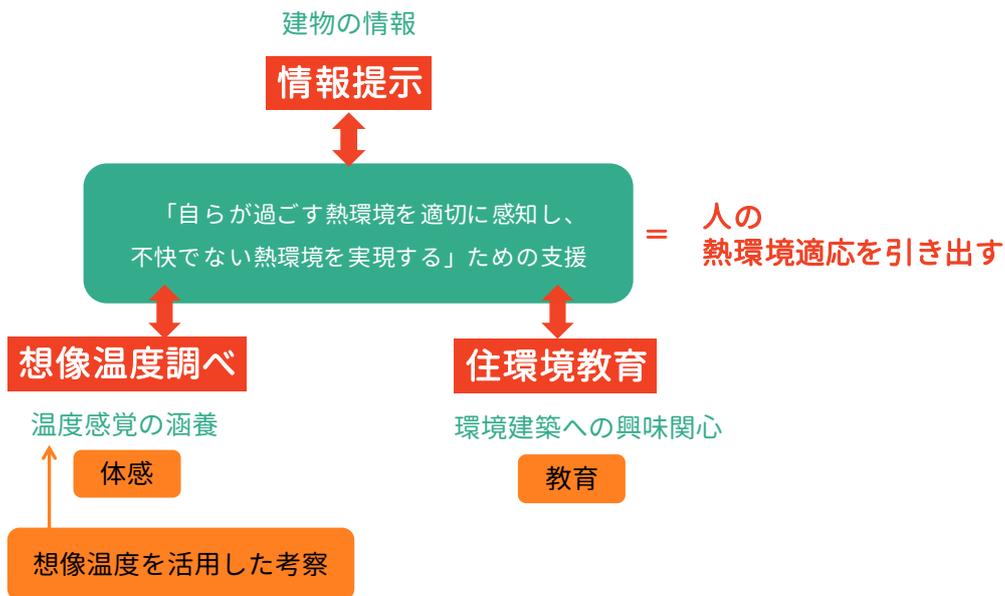


図 6-2 本研究の目的と 3 つの働きかけ

6.2 今後の展望

他の地域、用途においても同様の効果が得られるか否かの調査も必要である。表 6-1 に、本研究で試行した「情報提示」、「想像温度調べ」、「住環境教育」を、他の地域、季節、施設ごとの展開の可能性を示す。

本研究と同様の方法で、展開できると考えられるものを◎、地域や季節合わせた内容にすることで実施が可能と思われるものは○、実施方法、内容ともに検討が必要なもの△で示した。

表 6-1 建物の種類、地域別の働きかけ展開の可能性

			一時利用		長期利用		
			単身	複数	少人数	複数	
			ホテルの 客室	貸会議室 公民館	住宅	学校 (小・中・高)	オフィス 大学
情報提示	寒冷地	夏季	◎				
		冬季	◎				
	温暖地	夏季	◎	○	△ ※2	△ ※2	△ ※2
		冬季	●		本研究の対象		
	蒸暑地域	夏季	◎				
		冬季	-	-	-	-	-
想像温度調べ	寒冷地	夏季	-	-		◎	
		冬季	-	-		○	
	温暖地	夏季	-	-	△ ※3	●	△ ※5
		冬季	-	-		○	
	蒸暑地域	夏季	-	-		◎	
		冬季	-	-	-	-	-
住環境教育	寒冷地	夏季	-			◎	
		冬季	-			○	
	温暖地	夏季	-	△ ※1	△ ※4	●	△ ※6
		冬季	-			○	
	蒸暑地域	夏季	-			◎	
		冬季	-	-	-	-	-

◎：本研究の方法で展開が可能。

○：本研究の方法を季節に合わせた方法にアレンジすることで展開が可能。

△：実施には以下に示す観点での検討が必要。

- ※1 公民館の場合は、講座として開催することが可能と思われる。
- ※2 長期利用の場合の情報効果的な情報提示内容は、H E M S、見える化技術の活用を視野に
入れた検討が必要と思われる。
- ※3 実施する機会の検討が必要。住宅取得のプロセスで実施の可能性があると考え。
- ※4 住まい方支援という形での実績があるが、実施する機会については検討が必要。
住宅取得のプロセスで実施の可能性があると考え。
- ※5、※6 実施する機会の検討が必要。

「情報提示」は、一時利用の施設に対して、本研究の方法での展開が可能と考えられる。「想像温度調べ」と「住環境教育」は、小・中・高等の教育施設で、季節や建物に施された工夫に合わせて内容を検討すれば実施は可能である。教育施設以外は、実施する機会をどのように作るかの検討が必要となる。また、「想像温度調べ」は、一時利用の施設での実施は難しい。

また、本研究では、各働きかけごとに効果検証を行ってきた。今後は、**図 6-3**のように、「①情報提示」、「②住環境教育」および「③想像温度調べ」を3つ同時に行なった場合の効果検証が必要である。

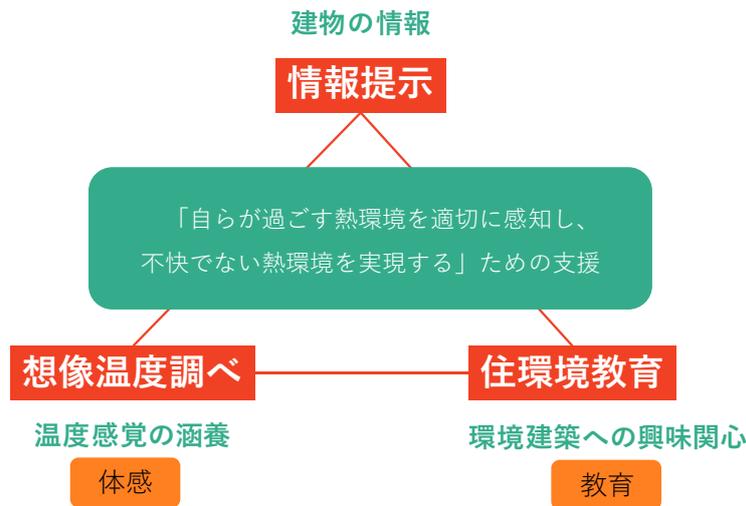


図 6-3 3つの働きかけ

3つを同時に行うには、住宅や教育施設の建設プロセスの中で実践する機会、および方法のデザインが必要と考えている。例えば、設計時に、第5章で提案したような「情報提示」のある室内空間をデザインし、竣工時には住まい手や使用者を対象とした、建物に施された工夫を知り、自宅や施設への興味関心を引き出すような「住環境教育」を行なった上で、住み始めた当初に「想像温度調べ」に参加してもらい、温度感覚を涵養する。このような3つの働きかけによって、「自らが過ごす熱環境を適切に感知し、不快でない熱環境を実現」できるようになれば、省エネルギーと快適性が両立する住まい方の普及にもつながり、地球環境問題の解決にも寄与すると考える。(図 6-4)

省エネルギー性と快適性が両立した住まい方

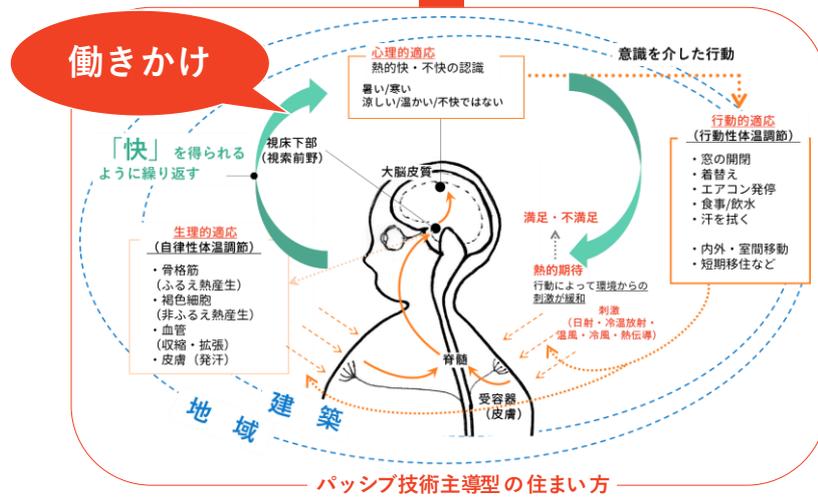


図 6-4 パッシブ技術主導型の住まい方と働きかけ

謝辞

本論文は、筆者が札幌市立大学大学院デザイン研究科博士後期課程で、齊藤研究室に在籍した3年間の研究成果をまとめたものです。本論文をまとめることができたのは、指導教授である齊藤雅也先生のご指導と励ましのおかげです。立ち止まりそうになった事が何度かありましたが、その都度冷静で前向きな先生の励ましの言葉と、的確なアドバイスによって、霧がかかっていた視界がクリアになり、最後までやりきることができました。齊藤研究室で取り組まれてきた「想像温度」は、熱環境に対する心理的適応を測ることができていることが明らかになってきており、環境建築のハードとソフト（住まい方）をつなぐ重要な概念になると考え、研究に取り組みました。研究室の一員として「想像温度」の研究の一端を担えたことを光栄に思っています。齊藤先生および研究室のメンバーの皆さまに深く感謝申し上げます。

矢部和夫先生、石井雅博先生、および山田信博先生には、御繁忙の中、本論文の審査をしていただき厚く御礼申し上げます。矢部和夫先生には、研究成果の示し方について丁寧にご指導いただきました。石井雅博先生には、研究者としての有り方や態度についてご指導をいただきました。山田信博先生には、論文の目的や社会的意義についてご指導を頂きました。先生方から頂いた言葉を忘れずに、今後も励んでいきます。

また、札幌市立大学には博士後期課程で初めてご縁をいただきましたが、1年次の横断型連携特別演習で町田佳世子先生と山田信博先生にご指導を賜ることができたことは、大変恵まれていたと思っています。私の研究を面白がってくださり、研究の目的や社会的意義について、専門外の視点を交えながら、何度もディスカッションしてくださいました。ディスカッションで得たことが、最終年で論文をまとめる際の重要な指針となりました。また、アンケートの質問内容へ具体的なアドバイスを頂けたことで、3章に新しい視点での考察を加えることにもつながりました。特に、町田佳世子先生には、第4章をまとめるにあたり、環境教育による意識変化の分析方法をご指導いただきました。お二人の3年間にわたるご指導と励ましに、深く感謝申し上げます。加えて、遠方からの通学に対して、長谷和美さんを始め札幌市立大学の事務職員の皆さまに、細やかに対応いただけましたこと、御礼申し上げます。

本論文の執筆にあたり大きな影響を与えてくださった方々にも感謝します。

東京都市大学名誉教授である宿谷昌則先生は、学部時代に環境建築への扉を開いて下

さいました。宿谷先生や研究室の諸先輩方が、面白そうに、そして真剣に建築環境工学やエクセルギーの研究に取り組んでいる姿や、先生の発信する研究や実践の魅力に引き込まれ続けてきました。宿谷先生には、卒業後 25 年以上に渡りご指導を賜り感謝申し上げます。これからも宿谷先生の背中を目指して挑戦していきます。

野沢正光建築工房の野沢正光氏は、環境建築の第一人者として、環境建築の設計のみならず「社会性をもつ」とはどういうことか、仕事を通して見せて下さいました。20 代の大事な時期に、野沢さんの近くで過ごし、設計の対象物だけでなく、その周辺のことや未来のことを見据えて、何を考え、為すべきかについて発信する姿に触れたことは、その後の生き方の選択に大きな影響を与えています。退職後、自分ができることを考え、取り組んできたことの成果の一部が本論文です。

建築のハードとソフト(住まい方)をつなげ、持続可能な社会づくりに寄与するために、伊藤牧子さんや芝桃子さんを始めとした「こどものためのオープンハウス」のメンバーとは、住環境教育に取り組んできました。小田桐直子さんを始めとした「学校エコ改修と環境教育事業」の関係者の皆さんとは、重要な社会実験に取り組んできました。これらの経験で得た課題が本論文の背景となっています。これからも同志として、共に歩んでいきたいと思っています。

加えて、各章でお世話になった方々にも感謝申し上げます。1 章で研究の背景や目的をまとめるにあたっては、日本建築学会バイオフィマティックデザイン小委員会における議論に大きな刺激をいただきました。パッシブ建築が与える「悦び」について、これからも考えていきたいと思っています。また東京都市大学教授のリジャル ホム・バハドゥル先生には、熱環境適応の概念を整理するにあたり、貴重な資料をご紹介いただきました。2 章では、松田浩志さんを始めメイプルイン幕張のスタッフの皆さまや、小室大輔氏(エネクスレイン)にご協力いただきました。3 章と 4 章では、M 中学校の歴代校長先生や藪下幸子先生を始め、環境学習担当の先生方、および教職員の皆さまにご協力をいただきました。また、M 中学校に調査の機会を頂けたのは、文部科学省のスーパーエコスクール実証事業のプロジェクトメンバーとして参加させて頂いた事に依ります。佐藤エネルギーリサーチの佐藤誠氏、デネフェス計画研究所の石原健也氏に感謝申し上げます。

これまで関わって下さった多くの皆様に厚くお礼申し上げます。

最後に、この 3 年間は家族の試練とも重なりました。そんな中、研究を続けるために協力してくれた家族に心から感謝します。

参考資料

調査に使用したアンケート用紙等を参考資料として以下に添付する。

客室の暖かさ・寒さに関するアンケートのお願い

部屋番号 号室 宿泊日 月 日から 泊

お客様の年代、性別についてお答え下さい。

問1 年代

- ・ 10代 ・ 20代 ・ 30代 ・ 40代 ・ 50代 ・ 60代 ・ 70代以上

問2 性別

- ・ 女性 ・ 男性 ・ その他

チェックイン後、初めてお部屋に入室した直後にお答えください。

問3 客室への入室時間 時 分ごろ

問4 入室直後のお部屋の体感について、該当するものに○をつけてください。

- ・ 暖かすぎる ・ ちょうどよい ・ 少し寒い ・ 寒すぎる

問5 入室直後に暖房をどのように調整しましたか？該当するものに○をつけてください。(複数回答可)

- ・ 暖房をONにしなかった ・ 風量を(小さく・大きく)した ・ 温度を(上げた・下げた)した
 ・ 調整しなかったがやり方がわからなかった

チェックアウト前にお答えください。

問6 暖房を使用していたおおよその時間帯を矢印(←→)で記入下さい。

15時 16 17 18 19 20 21 22 23 24 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

問7 加湿器を使用していたおおよその時間帯を矢印(←→)で記入下さい。

15時 16 17 18 19 20 21 22 23 24 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

問8 部屋でおくつろぎの時間中の体感について、該当するものに○をつけてください。

- ・ 暖かすぎる ・ ちょうどよい ・ 少し寒い ・ 寒すぎる

問9 睡眠中のお部屋の体感について体感について、該当するものに○をつけてください。

- ・ 暖かすぎる ・ ちょうどよい ・ 少し寒い ・ 寒すぎる

問10 滞在中にどのような暖房の調整を行いましたか？該当するものに○をつけてください。(複数回答可)

- ・ 調整の必要がなかった ・ 風量を(小さく・大きく)した ・ 温度を(上げた・下げた)した
 ・ 調整しなかったがやり方がわからなかった ・ その他()

問11 滞在中、窓からの冷気を感じましたか？該当するものに○をつけてください。

- ・ かなり感じた ・ 少し感じた ・ ほとんど感じなかった

問12 普段からご自宅で冷暖房の設定温度や風量などを調整しますか？該当するものに○をつけてください。

- ・ 常にする ・ だいたいする ・ しない

問13 客室の暖かさ・寒さに関して、お気づきの点や、ご意見等がありましたら、以下にご記入頂ければ幸いです。

アンケートにご協力を頂き有難うございました。宿泊されるお客様の快適性をより良くするための参考資料とさせていただきます。

客室の暑さ・寒さについてお伺いします。

(8) 滞在中、窓からの冷気を感じましたか？ 該当するものに○をつけてください。

・かなり感じた ・少し感じた ・ほとんど感じなかった

(9) 宿泊中に感じた客室の暖かさに対する満足度について、該当するものに○をつけてください。

・満足 ・やや満足 ・どちらでもない ・やや不満 ・不満

ご自宅の冬の環境についてお伺いします。

(10) ご自宅の冬(2月)の室温は、だいたい何℃くらいですか？ 温度を把握している場合は、温度を記入してください。
わからない場合は、わからないに○をつけてください。

・ (~)℃くらい ・ わからない

(11) 普段からご自宅の設定温度や風量などを調整しますか？ 該当するものに○をつけてください。

・常にする ・だいたいする ・しない

客室の暖かさ、寒さについて感想、お気づきのことがありましたら教えてください。
特に、他の宿泊施設と比較してお気づきのことがありましたら教えてください。

お客様の年代・性別について

・ 10代 ・ 20代 ・ 30代 ・ 40代 ・ 50代 ・ 60代 ・ 70代以上
・ 女性 ・ 男性

アンケートにご協力を頂き有難うございました。

客室の暖かさ、寒さについて感想、お気づきのことがありましたら教えてください。

特に、他の宿泊施設と比較してお気づきのことがありましたら教えてください。

お客様の年代・性別について

- ・ 10代 ・ 20代 ・ 30代 ・ 40代 ・ 50代 ・ 60代 ・ 70代以上
- ・ 女性 ・ 男性

アンケートにご協力を頂き有難うございました。

第3・4章 アンケート用紙

「事前アンケート」

◇ 年 組 (男 ・ 女) 出席番号 ()

◇ 席の位置 ・ 窓側 (窓側から2列まで) ・ 中央 (その他) ・ 廊下側 (廊下側から2列まで)

質問1 いまの教室は何℃だと感じますか? () ()℃

質問2 今していること、直前までしていたことを教えてください。(あてはまるもの全部に○)

1. 水やお茶を飲む 2. あおぐ 3. 腕まくりをする 4. 顔を洗う
5. カーテンを閉める 6. 窓を開ける 7. 濡れタオルを首にまく
8. 汗をふく 9. エアコンをつかっている教室にいる 10. 電気を消す

質問3 さらに追加でしたいことはありますか? 「ある」か「特にない」どちらかに○をしてください。

(ある 特にない)

「ある」と答えた人は、1番目にしたいことと2番目にしたいことを教えてください。

1. 水やお茶を飲む 2. あおぐ 3. 腕まくりをする 4. 顔を洗う
5. カーテンを閉める 6. (もっと)窓を開ける 7. 濡れタオルを首にまく
8. 汗をふく 9. エアコンをつける 10. 電気を消す 11. エアコンを消す

1番目にしたいこと () 2番目にしたいこと ()

質問4 いま感じている暑さはどのくらいでしょうか。どれか1つに○をつけてください。

・我慢できない暑さ ・暑くてとても不快 ・暑くて不快 ・不快ではない ・寒くて不快

質問5 今、汗をかいていますか?どれか1つに○をつけてください。

・たくさんかいている ・少しかいている ・かいていない

風の授業の指導案（教師用）

校舎から考える環境教育「夏に涼しく過ごす方法を考えよう」（2時間授業 90分）

(1) 目標 冷房と窓開けの使い分けをしながら、エコで快適な夏の過ごし方ができるようになる

事前準備 ① →1時間目に必要なもの ② →2時間目に必要なもの

- <印刷> ① ワークシート（B4）を生徒の人数分印刷する。
 ① 間取り図を班の数だけA4サイズに印刷する。→ 調査時に使用
 ② 1Fの間取り図を模造紙に拡大印刷する。→ クラス内で共有するために使用

- <備品> ① ② パワーポイントの入ったIpadとモニターにつなぐケーブル。
 ② バインダー（班の数）
 ① ホワイトボード6枚+ペン6本（夏の工夫用に班に1つづつ）
 ① ヘリウム風船1つ（長い紐に括り付けておく）+微風速計 1台（説明用）
 ② ヘリウム風船を6つ+予備（2）を用意し、飛んでいかないように長い紐に括り付けておく。
 ② 微風速計 6台

<教室・廊下の設え>

- ① 授業を行う際は、暑い日であっても冷房を止め、教室のすべての窓（廊下の扉も）を閉じた状態にして、クールトレンチも止めておく。
 ② 間取り図の▼マークのある窓を全開にし、理科準備室のナイトパーズ用の窓を閉める。
 ② 調査個所に目印の×印をテープで貼っておく。

(2) 展開

過程	学習活動と主な発問	生徒の反応	指導上の留意点
1時間目	<p>1. 光の授業の最後に、あるクラスで 「でも、学校の電気代はどうせ税金やん。僕らが払うわけやないし・・・」というつぶやいた人がいました。 あなたはこのつぶやきをどう思いますか？ 地球がかかえるエネルギー危機を知る。</p> <p>① 世界の人口推移 ② 世界のエネルギー需要の変化 ③ 私たちが使うエネルギー ④ 日本のエネルギー自給率の推移 ⑤ 平均的な家庭で家の中にあるもの</p>	<p>・心の中で（そろそろやんなあ） ・そろあかんやろ。 温暖化が進む</p>	<p>日本のエネルギー自給率を予想させるときに、1960年は校長先生が生まれた頃であり、そんな昔のことではない。その頃はお風呂も暖房も薪。太陽光発電も風力発電もなかった。少ないといわれる食料受給率は40%等、生徒を揺さぶって6%がいかに少ないか印象</p>
導入 15分	<p>税金だからといって、どんどんエネルギーを使って良いのだろうか？ 省エネルギーで快適になるように建てられたスーパーエコスクールであるM中で、出来ることを考えてみよう。</p> <p>2. 「今日の教室はいつもより暑いと思う人！」と手を上げさせ、「なぜいつもより暑いのか」と問いかる。 窓が開いていないことを確認し、温度計で気温を計った上で、窓を開けて体感の違いを確認する。</p> <p>Step1 窓だけ開ける。風を感じた人に手を挙げさせる。 Step2 廊下側も開ける。風を感じた人に手を挙げさせる。 ※ 風はすぐには流れないので、窓を開けてしばらく待つ。 ※ 風船を使い、窓の開け方による風向き・風の強さの関係を可視化して、体感といっしょに気づくようにする。</p>	<p>・エアロンがついてない。 ・窓が開いてない</p> <p>Step1 ・窓開けたのに、あんまり風を感じないなま。</p> <p>Step2 ・わー風が通った！涼しい！</p>	<p>Step1→2への手順を踏むことで、教室全体に風が流れるためには、対面する窓を2か所以上開けて、風の通り道を作ることが重要であることに気づくようにする。</p>

	<p>窓を開けたことで涼しく感じたことが確認できたら、もう1度教室の気温を測ってみる。</p> <p>※ 温度変化しない、上昇しても涼しく感じたらそれが風の効果であることを共有する。</p>	<p>・エアコン以外にもありそうだ。</p>	
<p>1時間目</p> <p>活動 20分</p>	<p>いつもは暑いとすぐにエアコンをつけるかもしれないが、エアコンをつけなくても、風があると涼しくなるものですね。</p> <p>2. エネルギー（エアコン）をあまり使わずに、快適に過ごすための工夫を考えてみよう。</p> <p>(1) 夏にできるだけエアコンに頼らず、涼しく過ごすために、どのような工夫があるでしょうか。</p> <p>人の身体の仕組みから、「夏は身体から熱がたくさん流れるように工夫することで涼しく感じられる」ということをヒントに、個人で考えワークシートに記入する【自由に】</p> <p><u>班になる</u></p> <p>(2) 班で交流をし、ホワイトボードにまとめて発表する。 ※班で1枚のホワイトボードにまとめて、黒板に貼りに来る。</p> <p>3. 人の体感（暑さ・寒さ）に影響を与える6つことを知ろう。</p> <p>生徒の意見をまとめながら、涼しさ感じるには6つことが関係していることを伝える。</p> <p>・気温 ・湿度 ・風</p> <p>・壁や床天井の表面温度 ・洋服の着方 ・活動量</p> <p>※上の6つに加えて、風鈴の音、白色の洋服等もよく挙がるため「気持ち・五感・感性」を加えて整理してもよい。</p>	<p>・窓を開ける。</p> <p>・薄着をする。</p> <p>・床を氷で作る。</p> <p>・緑のカーテン</p> <p>・かき氷を食べる。</p> <p>・ホラー映画を見る。</p> <p>・風鈴をつるす。</p> <p>・一人一大扇風機</p> <p>・丸坊主にする。</p>	<p>自由に思いつくもの考えてみるように促す。夏に涼しく過ごす方法は、昔の知恵や最新の技術、ちょっとした工夫まで多様にあることを共有する。</p> <p>自由に考えたことも、実はこの6つに関係することが多く、理にかなっていると伝える。</p>
<p>1時間目</p> <p>活動 10分</p>	<p>スーパーエコスクールであるM中では、この中の1つである「風」が通るように工夫されています。</p> <p>次の時間では、校舎にふく風を見つけにいきましょう。</p> <p>3. 6つの中の1つである「風」について調べましょう。</p> <p>この校舎を流れる風を調べる準備をしよう。</p> <p><u>ワークシートを配布</u></p> <p>(1) 実験の方法を説明する</p> <p>① 周り方 (班に1つの風船を持ち、地点①~⑥を順に巡り調べる。)</p> <p>② 記入の仕方 (風船が道筋を赤ペンで記録、最大風速を記録)</p> <p>③ 持ち物 (バインダー、赤ペン、風船、風速計)</p> <p>④ 風速計の使い方 (PP参考)</p> <p><u>班になる</u></p> <p>(2) 風の流れ方を予想する</p> <p>窓が開いている場所 (▼マーク)を確認し、校舎内の風の流れを個人で予想し、グループもしくは隣り同士で共有する。</p>		

<p>2時間目 調査 20分</p>	<p>4. この校舎を流れる風を調べましょう。 (1) 調査方法を思い出す <u>班になる</u> (2) 風船をつかって調査する ① 計測地点の床に×マークがある。 ② ×マークのところに風船を置き、風を阻害しないように風船から離れてどのように動いていくかを、20秒間観察し、班の間取り図に記録する。 ③ 同時に風速計で計測し、20秒間で一番大きな風速を記入する。 (3) まとめ 教室に戻り、班の記録を個人のワークシートに写し、風がよく通っていたところ、あまり風が流れていなかったところの番号とその理由を個人で考える。</p>		
<p>2時間目 調査の まとめ 15分</p>	<p>5. ○月○日、○時間目に、校舎にどんな風が流れていたのかをまとめてみよう。 <u>黒板に間取り図を貼る。</u> (1) 各班で観察した風の道筋を黒板の間取り図に写す 班ごとに違う色のマジックで風の流れ方の矢印と、最大風速を記入する。 (2) 間取り図から、風がよく通っていた所と、あまり風が流れていなかった所が何処かを確認する。 線の方向と風速をみて、風船が早く動いたところ、あまり動かなかった場所の番号を挙手させて、全体的な傾向をつかむ。 (3) 風がよく流れた場所とそうでない場所の理由を考える。 ① 個人で2分程度考えを整理してもらおう。 ② 挙手してもらい、風船が早く動いたところ、動かなかった場所と、その理由として考えられることを整理する。</p> <p><風がよく流れると想定される場所 ① ② ③ ④ ⑥> 風がある／窓が大きく開いている／窓のそば／湖陸風が入ってくる昇降口に近い／入口と出口があり、通り道ができています。／風の通り道になった細い通路（風速が上がる） <風があまり流れないと想定される場所 ⑤ > 窓の通り道ができていない。（入口、出口がない）窓が小さい／小さな窓と大きな空間（風が弱まる）</p> <p>昇降口は窓が大きいので、湖陸風を取り入れやすくなっている。 他にもM中では、エネルギーをあまり使わないで夏や冬に快適に過ごせるように、いろいろな工夫があります。</p>		<p>生徒が記入している間に、教師は開けていた窓の位置を赤ペンで示す。 (▼マークの処が開いている。)</p> <p>廊下の窓だけでなく、1年生の教室の窓の影響についても考察に加える。</p> <p>風向きに合わせて窓を開けることが大事であることを強調する。</p>

<p>全体 まとめ 5分</p>	<p>4. 校舎の工夫を知る</p> <p>「人の体感（寒さ）に影響を与える6つこと」を覚えているか確認し、それらを考えて校舎に工夫が施されていることを伝える。</p> <p>① 空気の温度の調整 ② 壁や天井の表面温度の調整 ⇒ 断熱材、複層ガラス、夜間換気</p> <p>③ 風を取り入れる工夫 ⇒ 潮陸風を取り入れる間取り、 教室の廊下側の扉、 たくさんの窓</p> <p>風を取り入れやすい校舎はので、冬はちゃんと窓や昇降口を占めることが大事であることも伝える。</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-top: 10px;"> <p>暑いときや寒い時にエアコンを使うこともいいが、スーパーエコスクールとして、エネルギーを無駄遣いしないで快適に生活する方法も考えて行動していきましょう。</p> </div>		
<p>振り返り 5分</p>	<p>5. 今日の授業で学んだことを一文で表す</p>		

(3) 本時の評価

- ・校舎内に流れる風に気づき、窓を開けて風を取り入れることができるようになる。
- ・家や学校で電気やガス等のエネルギーに依存しすぎない夏の過ごし方を考え、実践できるようになる。

「夏に涼しく過ごす方法を考えよう」

1 目的

スーパーエコスクールとして、エネルギーを無駄づかいしないで快適に生活する方法を考え行動していきましょう。

夏にできるだけエネルギー（冷房）を使わずに、快適に過ごすための工夫を考えてみよう。

2 調査

- 1 班は①、2班は②、3班は③、4班は④、5班は⑤、6班は⑥の計測地点の床に×マークがあるところに立つ。
風を阻害しないように風船から離れてどのように動いていくかをしばらく観察し、風船が動いた道すじを班の間取り図に記録する。
- 2 風船の動きと一緒に、風速計を用いて各地点の風速を測定し記録する。
- 3 1班は②、2班は③と順に移動して、同様の観測をする。
- 4 各クラス①～⑥の全ての地点の風を調べたら、風船を持って教室にもどり、班の記録を個人のワークシート（右図）に写し、風の流れ方とその理由を個人で考察する。
- 5 各班の調査結果を、黒板に貼った校舎図に色ペンで記録する。

<風速の測定方法>

- ・風船の動いた方向に風速計のキャップの上書いてある矢印を合わせて風の速さを測定する。単位は1秒で空気が何メートル動いたか（m/s）
- ・数値が変化するので10秒間計測してもっとも大きな数字を書く。



3 予想（調査の前）

右の図に、校舎内の空気の動きを予想して、鉛筆で矢印を記入しましょう。ただし、▲印の窓は開けてあります。

4 結果

クラス全体の結果を黒板の大きな間取り図で共有しましょう。

5 考察

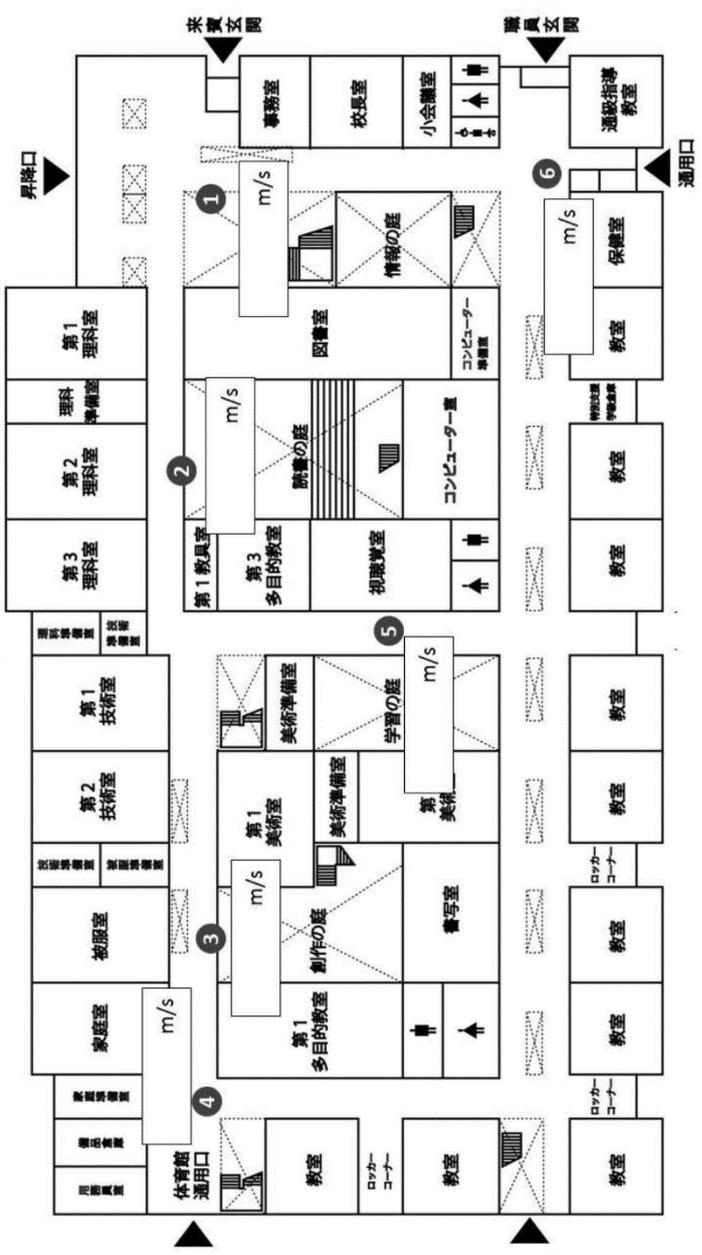
クラス全体の結果を見て、風がよく流れていた場所、風が流れていなかったところはどこだったでしょうか。またその理由をみんなで考えてみましょう。

7 ふりかえり

今日の授業で学んだことを一文で表しましょう。

1階 年月日() 校時 天気()

年 組 級 名



番号	理由
1	風船がよく動いた所
2	風船があまり動かなかった所

第4章 想像温度調べ使用資料

記入用ワークシート（生徒用）

教室の暑さ、寒さ、快適度調査 平成30年7月

年 組 出席番号（ ）

あなたが感じる温度や体感を教えてください。
 (教室の温度を当てることが目的ではありません。)

記入の仕方

日付	想像温度	暑さの体感 (当てはまるもの1つに○)	服装・持ち物 (当てはまるものすべてに○)	教室の様子		
	°C			窓	冷房	クーラントレッチ
7/1		・不快ではない ・暑くてがまんできない ・とても暑くて不快 ・暑くて不快 ・寒くて不快	・半そで ・長袖 ・脇まくり ・ハンカチ 水筒	○	×	×
天気 晴れ	教室の気温 °C					

窓を開けている → ○
 窓を閉めている → ×

 冷房を使っている → ○
 冷房を使っていない → ×

 クーラントレッチが動いている → ○
 クーラントレッチを止めている → ×

年 組 (男・女) 出席番号 () 座席 (窓側 中央 廊下側)

日付	想像温度	暑さの体感 (当てはまるもの1つに○)	服装・持ち物 (当てはまるもの すべてに○)	教室の様子		
	教室の気温			窓	冷房	クーリング
/ 天気	℃	・不快ではない ・暑くてがまんできない ・とても暑くて不快 ・暑くて不快 ・寒くて不快	・半そで ・長袖 ・胸まくり ・ハンカチ・水筒	窓	冷房	クーリング
	℃			窓	冷房	クーリング
/ 天気	℃	・不快ではない ・暑くてがまんできない ・とても暑くて不快 ・暑くて不快 ・寒くて不快	・半そで ・長袖 ・胸まくり ・ハンカチ・水筒	窓	冷房	クーリング
	℃			窓	冷房	クーリング
/ 天気	℃	・不快ではない ・暑くてがまんできない ・とても暑くて不快 ・暑くて不快 ・寒くて不快	・半そで ・長袖 ・胸まくり ・ハンカチ・水筒	窓	冷房	クーリング
	℃			窓	冷房	クーリング
/ 天気	℃	・不快ではない ・暑くてがまんできない ・とても暑くて不快 ・暑くて不快 ・寒くて不快	・半そで ・長袖 ・胸まくり ・ハンカチ・水筒	窓	冷房	クーリング
	℃			窓	冷房	クーリング
/ 天気	℃	・不快ではない ・暑くてがまんできない ・とても暑くて不快 ・暑くて不快 ・寒くて不快	・半そで ・長袖 ・胸まくり ・ハンカチ・水筒	窓	冷房	クーリング
	℃			窓	冷房	クーリング
/ 天気	℃	・不快ではない ・暑くてがまんできない ・とても暑くて不快 ・暑くて不快 ・寒くて不快	・半そで ・長袖 ・胸まくり ・ハンカチ・水筒	窓	冷房	クーリング
	℃			窓	冷房	クーリング