

科学研究費助成事業 研究成果報告書

令和 6 年 6 月 20 日現在

機関番号：11302

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2018～2023

課題番号：18K02185

研究課題名(和文) フィードフォワード空調制御を導入した住宅における環境ライフスタイル評価

研究課題名(英文) Environment-Conscious Lifestyle Evaluation for Residents in the House with Feedforward HVAC System

研究代表者

菅原 正則 (Sugawara, Masanori)

宮城教育大学・教育学部・教授

研究者番号：60300513

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,400,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では、まず、フィードフォワード空調制御システムを模した、スマートハウス建物模型教材キットを開発し、授業への活用を検討した。そして次に、環境ライフスタイル評価の指標となり得る「環境マイクロバイーム(微生物叢)」の調査、分析を行った。在室行動とその結果生じる室内環境の関係については、中学校教室において長期間調査した結果を分析した。

研究成果の普及のために、まず教室の効果的な換気方法について、生徒が健康・快適な教室環境づくりに役立てられる資料を提案した。また、環境ライフスタイル評価において重要な観点であるSDGsと、家庭生活とのつながりを意識づけるとともに、家庭実践に生かせる授業を開発した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究の意義は、フィードフォワード空調制御について、理解を深めるためのツールを整備したこと、そして環境ライフスタイル評価の試みとして、温湿度、CO2濃度、環境調整行動のほか、環境マイクロバイーム(微生物叢)も適用したことである。環境計測の対象空間は、コロナ禍の影響もあるため学校教室になったが、本研究の成果は住宅にも応用可能と考えている。また、環境調整行動やSDGsの理解と普及のために、啓発資料や授業を提示した。

研究成果の概要(英文)：In this study, a smart house model kit which simulates feedforward HVAC system was invented. Environmental microbiome characteristics were surveyed for environment-conscious lifestyle evaluation. The relationship between students' staying behavior and indoor environment in the classroom was determined from the long term survey in the junior high school classrooms.

In order to promote the fruits from this study, a brochure was designed to let students produce a healthy and comfort classroom through effective ventilation. Also, the learning procedure was developed to apply home practice and relation between home life styles and sustainable development goals (SDGs) as an important view point on environment-conscious lifestyle evaluation.

研究分野：住居学、建築環境、住環境教育

キーワード：環境ライフスタイル 環境調整行動 教室環境 換気 エネルギー教育 SDGs 環境マイクロバイーム 授業開発

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属します。

様式 C - 19、F - 19 - 1 (共通)

1. 研究開始当初の背景

断熱性能が高く換気量が適正に制御されている建物では、日射や通風などの自然エネルギー利用が、快適性を高めながらも環境負荷低減に有効であることが一般に知られている。そしてそのためには、居住者による空調操作や窓開閉、日射調整といった適正な環境調整行動(本研究では、「環境ライフスタイル」と呼ぶ)も求められる。

居住者の環境調整行動の中でも、特に在室行動をモニタリングする際に、CCD カメラ等の画像情報利用は選択肢の一つとなり得るが、プライバシー漏洩につながる可能性が高いため、居住者による心理的抵抗が大きい。そこで現実的には、家電製品などに広く導入されている室内環境センサによる計測値(照度、CO₂濃度、気温、湿度)を利用する方法が有効と考える。申請者はこれまで、CO₂濃度や湿度といった人体由来の空気質変化に基づいた在室人数推定や在室行動の規則性を利用した予測空調制御の方法を提案し、在室人数推定システムの試作を行ってきた。

そこで次の段階として、本研究では自動推定システムに空調制御機能を組み込むのであるが、環境調整行動や在室行動を反映させることから、性能評価も、従来にはない新たな観点によるものでなければならない。

2. 研究の目的

気象情報の処理、建物の熱シミュレーション、居住者の行動モニタリング、そしてそれらを統合して空調制御に反映させるインターフェイスに関する既存技術を活用して、フィードフォワード制御システムを構築する。また、住環境教育の教材や学習プログラムの手法を適用し、居住者の環境調整行動や在室行動の適正な誘導を行う。その結果得られる環境調整行動や在室行動の快適性・省エネルギーへの効果の適正さについて、環境ライフスタイルの評価方法を開発し、フィードフォワード制御との相乗効果を明らかにする。

3. 研究の方法

フィードフォワード制御システムの構築にあたっては、まずそれを疑似的に再現する模型作成を目指す。これは将来的に、大学研究室に導入した ECONET Lite 対応の分電盤から室内の照明や空調を制御するシステムを構築する際に、参照できる。

居住者の環境調整行動や在室行動の適正な誘導のための住環境教育教材および学習プログラムの開発については、模型教材のほか、啓発資料や授業の指導案により行う。

環境ライフスタイルの評価方法開発は、在室行動や窓開け状況の記録や室内環境センサによる計測を行うほか、新たな評価指標として環境マイクロバイオームについても検討する。

4. 研究成果

(1)フィードフォワード空調制御システムの構築の手始めとして、スマートハウスの仕組みを簡易で安価な電子回路で構成した建物模型教材キット「スマハキット」を開発した(図1)。これは、小学生から一般の成人までを対象に、スマートハウスの仕組みによる「創エネ」「蓄エネ」「省エネ」の効果を体験できる建物模型教材キットである。

建物模型には照明用 LED と照度計が取り付けられており、Scratch というプログラム言語によって操作できる電子回路を通して、LED を調光したり、照度をフィードバックできる。電子回路は、センサーボードとリレーからなり、LED の電源として電池や手回し発電機を選択したり、コンデンサを用いた蓄電回路を付加することができる。Scratch のプログラムには、LED 点灯モードの切り替え機能を持たせ、単純な点滅、手動の調光、そして HEMS を模擬した自動調光ができる。また、LED の出力値、スライダスイッチの設定値、そして照度については逐次値や平均値、過去 1 分間の変化を表すグラフ、安定度の評価をモニターすることもできる。

このキットを体験する親子向けイベントを仙台市内で開催したところ、手回し発電のときの内部照度の評価が蓄電回路や HEMS を使用することによって向上する結果が得られた。実施後の参加者アンケートでは、HEMS の役割や効果を理解した旨の回答が見られた。開発した「スマハキット」は、環境調整行動の誘導において有力な手段になり得ると考えられる。



図1 「スマハキット」と制御用 PC

(2)環境ライフスタイル評価の指標となり得る「環境マイクロバイオーム(微生物叢)」の調査、分析を行った。今回の調査対象は中学校教室であったが、環境条件や在室状況と環境マイクロバイオームとの関係性が明らかになれば、住宅へも適用できる可能性がある。

2019年の1年間を通して、10分間隔で環境条件(温湿度、CO₂濃度から推測できる換気量)を計測する一方、感冒流行期、感冒流行期明け、冷房稼働期、非空調期の平日、完全下校後である

夕方に、1 教室あたり 3 台の机の天板、入口引戸の引手、エアコン吹出しフィンにおけるスワブによる拭き取りサンプリングと、教室内空気のエアポンプによるサンプリングを行った。環境条件のうち CO₂ 濃度は、大部分の時間で基準である 1,000ppm を下回っていたが、一時的に 3,000ppm を超えることも年間通して発生している。1 か月あたり 30 分以上の時間で 4,000ppm を超えたのは 1、2、4、8 月であり、夏季にも冬季にも高濃度の条件が発生していたことが分かった。

環境マイクロバイオームでは、全サンプルから検出された OTU が 22 万、リード数が 505 万であった。1 サンプル当たりのリード数は 5.6 万~12.6 万の範囲にあり、教室、部位、季節による違いは見られなかった。しかし、1 サンプル当たりのリード数比率が 0.1%以上のものの OTU 数で比べると、夏季よりも冬季が多い (OTU が多様である) 傾向が見られた。そして、冬季 (感冒流行期) には *Methylobacteriaceae*、夏季 (冷房稼働期) には *Staphylococcus* の組成比が、他の季節より全体的に高めであった (図 2)。

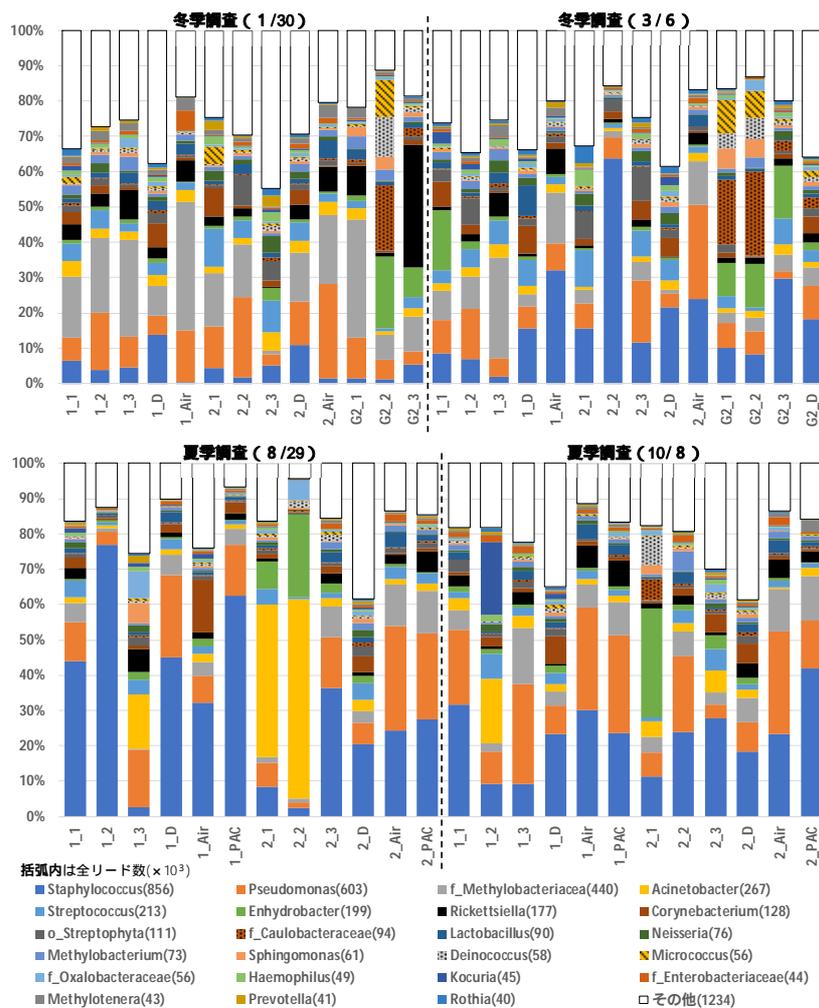


図 2 全サンプルにおける主な OTU の組成比

(3)在室行動とその結果生じる室内環境の関係について、実態を明らかにするため、中学校 3 年生の 4 教室において長期間調査した結果を分析した。学校教室は生活行動が規則的であり、授業などの活動が常に日課表に記録されているため、住宅に比べて居住者の動きが把握しやすい。

2019 年 1 月下旬~2020 年 4 月下旬に 10 分間隔で連続計測された気温、湿度、CO₂ 濃度、および日課表 (すべての授業日について、授業や行事の予定、および修正結果が記されている) から把握できる在室行動 (在室または不在) を用いて、冷暖房期間と期間外の教室環境を比較した。CO₂ 濃度の全体の傾向として、生徒が教室に在室する時間帯で高い値を示している日は、生徒が不在の時間帯でも高い値を示すことが多かった。そして、不在にも関わらず 1500ppm を越える場合も少なからず見られた。期間全体の平均では、不在に比べて在室の場合は 210~550ppm 高かった。

冷暖房期間外では、教室の開口部位置の違いによって、CO₂ 濃度の日平均値が学校環境衛生基準である 1500ppm を越える日数に、2 倍以上の差が見られた。冷房期間では、夏季休業前後に当たる 7 月下旬および 9 月上旬において、いずれの教室も CO₂ 濃度の日平均値が 1500ppm を超えていた。冷房使用による換気不足と考えられる。暖房期間では、在室の場合にはすべて、CO₂ 濃度が 1500ppm を越えた。また湿度の日平均値が他期間よりも 10~25%低かった。しかし、学校環境衛生基準の下限である相対湿度 30%を下回することは少なかった。

(4)スマートハウスの理解を深めるための中学校家庭科における授業提案と、その有効性の検討、そして授業の手引書作成を行った。これまで、スマートハウスの仕組みを簡易で安価な電子回路類で構成した建物模型教材である「スマハキット」を開発してきたが、これをさらに発展させてタブレットのみでも実験できるソフトウェアを制作した。そして、《指導過程 1》学習課題『スマートハウスを理解し、環境に配慮した住生活を考えよう』の提示、《指導過程 2》資源や再生可能エネルギーを活用した様々な住まい方の理解、《指導過程 3》スマートハウスの理解、《指導過程 4》スマートハウス模型を用いての実験

(教師による実演)《指導過程 5》次回の実験の説明、《指導過程 6》スマートハウス模型の実験 (教師による実演)およびタブレットによる実験 (班ごと)《指導過程 7》「SDGs 建築ガイド(開発目標7 エネルギーをみんなにそしてクリーンに)」の感想記入、《指導過程 8》授業の振り返り、からなる2時限(1時限50分)の授業で活用できるようにした。

また、仙台市内中学校を対象に、流体解析ソフトを用いて教室内の空気の流れや気温分布を可視化し効果的な換気方法の検討を行うことにより、生徒が健康・快適な教室環境づくりに役立つことのできる資料を提案した(図3)。季節、開口パターン、暖冷房や換気扇稼働の有無といった条件を組み合わせることで比較した結果、自然換気では小さな開口部を多数設ければ効果的であると分かった。しかしこの方法による長時間の換気は外気の流入が多くなり、室温が快適範囲から外れる可能性があるため、換気扇稼働させて二段階換気する方法が適切である。この資料により、対象中学校の生徒が窓開けや換気扇の効果を理解し、健康・快適な教室環境づくりに役立てられることを期待している。

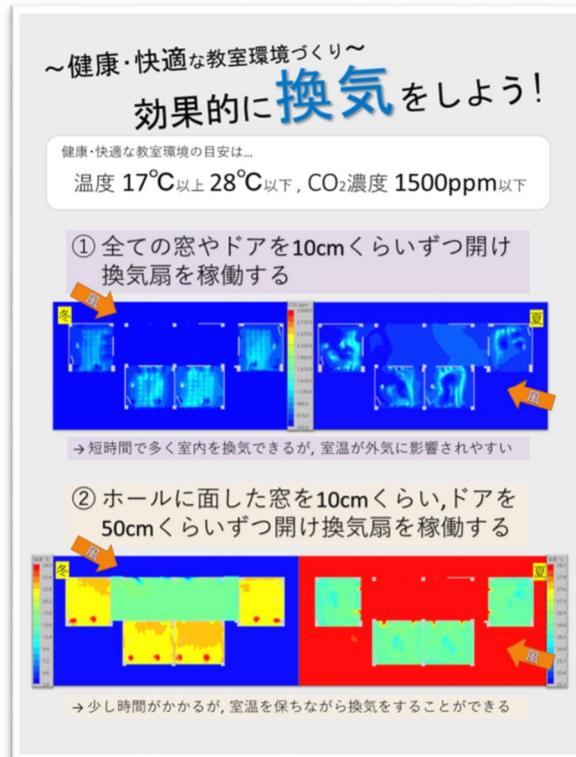


図3 健康・快適な教室環境づくりに向けた資料

(5)中学校教室における換気扇の有無が冬期の室内環境に与える影響について、2020~2022年における1月の実測結果に基づき検討した。調査対象教室はRC造3階建ての各階にある各2室で、屋外側の窓が南向きであるのに対して、廊下を兼ねたホールに面する開口が、それぞれ北または東向きである。2021年2月に換気扇が設置される以前は教師や生徒による窓開け換気が行われていたが、設置以降も教師や生徒による換気扇の稼働操作や窓開けにより、換気量や室内の温湿度が変化する。

まず平均的な日変化を見ると、CO₂濃度は、コロナ流行前(2020年)には授業時間に比べて休み時間には数100ppm低くなるものの、日中を通して学校環境衛生基準(1500ppm)を超えていた。コロナ流行初年度(2021年)には基準内に収まったが、1000ppmを越える時間割合は78.5%であった。換気扇設置後(2022年)には、1000ppmを越える割合が8.5%まで減少しており、換気量の増加がみられた。気温が基準(18℃)未満になった時間割合は、コロナ流行前(2020年)2.9%、コロナ流行初年度(2021年)10.8%、換気扇設置後(2022年)8.5%であり、気温への影響が見られた。換気扇設置により換気量増加がみられたにも関わらず、コロナ流行中(2021~2022年)で気温への影響が見られなかったのは、窓を開けずにホール側から給気する二段階換気を行ったためと考えられる。しかしながら、相対湿度が基準(30%)未満になった時間割合は、コロナ流行前(2020年)11.5%、コロナ流行初年度(2021年)51.9%、換気扇設置後(2022年)89.8%であり、換気による過乾燥が懸念される(図4)。

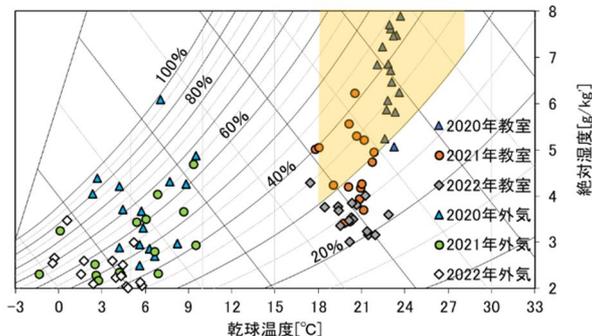


図4 中学校Aの3年間の1月の登校日の8時30分~15時における日平均温湿度分布

(6)環境ライフスタイル評価において重要な観点であるSDGsと、家庭生活とのつながりを意識づけるとともに、家庭実践に生かせる授業づくりを目的として、「持続可能な社会を生きる」と題した4時間構成の授業を開発した。また、その1時限目を小学校の公開研究会において授業を

一般に公開し、検討した。

開発した授業の構成は、次の通りである。【1時限目：見つめる・気付く】SDGsに着目しながら、消費電力の実態を捉えるために、普段使用している家電製品の消費電力を測定する。家庭生活と身近な環境との関わりを考える。【2～3時限目：分かる・できる】自分の家庭生活を振り返り、SDGsに着目しながら、家庭生活での課題解決に向けた実践計画を立てる。友達との意見交換に基づいて、多面的・多角的に課題の解決策を考え、実践計画を工夫する。【4時限目：生かす・深める】報告会を通して家庭実践を振り返る。その中で、SDGsと自分の家庭生活とのつながりを意識し、見通しを持つことにより、自分の家庭生活をよりよくしようとする。

公開研究会の授業（1時限目）では、SDGsの目標7「エネルギーをみんなにそしてクリーンに」を確認した後、身近な家電製品12機種の消費電力を予想し、容量500Wのポータブルバッテリーで測定した値と比較した。予想値と測定値の記録にはGoogleスプレッドシートを用い、即時に共有できるようにした。

授業を実践した結果、家電製品の消費電力について多くの気づきを得られた。そして電力と同様に、生活に必要な水や食糧など家庭生活に関するものについても、必要以上に使用していないか見直すことへの意識付けが見られた。「知っているつもり」を揺さぶり、これからの行動の見直しにつながる、自分の家庭生活とSDGsとの関わりを理解する授業内容であったと考えている。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計34件（うち査読付論文 1件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 13件）

1. 著者名 高木理恵、後藤伴延、菅原正則、小林光	4. 巻 30
2. 論文標題 新型コロナウイルス感染症流行下の仙台市内の小中学校教室における温熱空気環境の測定	5. 発行年 2024年
3. 雑誌名 日本建築学会技術報告集	6. 最初と最後の頁 193-198
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.3130/aijt.30.193	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 高木理恵、後藤伴延、菅原正則、小林光	4. 巻 D
2. 論文標題 新型コロナウイルス感染症対策下における教室の温熱空気環境の実態調査 その4 仙台市内の中学校における換気扇の有無が冬期の教室環境に与える影響の分析	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 日本建築学会大会（近畿）学術講演梗概集	6. 最初と最後の頁 1161-1162
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 菅原正則、福島朋実、小林光、江刺美和	4. 巻 86
2. 論文標題 仙台市の小中学校教室における環境マイクロバイオームの特性	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 日本建築学会東北支部研究報告集	6. 最初と最後の頁 33-36
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 菅原正則、武山侑加	4. 巻 86
2. 論文標題 中学校家庭科における持続可能な住生活の学習指導過程と教具の提案	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 日本建築学会東北支部研究報告集	6. 最初と最後の頁 67-70
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 菅原正則、安倍彰人、江刺美和、亀井文	4. 巻 -
2. 論文標題 家電製品の消費電力測定によるエネルギー教育のための授業開発	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 日本エネルギー環境教育学会 第17回全国大会論文集	6. 最初と最後の頁 46-47
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 菅原正則、武山侑加	4. 巻 -
2. 論文標題 スマートハウス模型を用いた授業における学習指導過程	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 日本エネルギー環境教育学会 第17回全国大会論文集	6. 最初と最後の頁 82-83
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 菅原正則、石田泰之、小林光、江刺美和	4. 巻 D
2. 論文標題 仙台市内中学校教室における環境調整行動普及のためのCFD解析	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 日本建築学会大会 (近畿) 学術講演梗概集	6. 最初と最後の頁 2303-2304
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 高木理恵、後藤伴延、菅原正則、小林光	4. 巻 D
2. 論文標題 新型コロナウイルス感染症対策下における教室の温熱空気環境の実態調査 その3 仙台市内の小中学校3校における2021年の冬期と夏期における温熱空気環境の比較	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 日本建築学会大会 (北海道) 学術講演梗概集	6. 最初と最後の頁 993-994
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 菅原正則、武山侑加	4. 巻 21
2. 論文標題 中学校家庭科の題材としてスマートハウスを用いるための教具の整備	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 東北家庭科研究	6. 最初と最後の頁 58
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 福島朋実、菅原正則、小林光、江刺美和	4. 巻 -
2. 論文標題 マイクロバイームから見た学校教室の環境特性	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 空気調和・衛生工学会東北支部第12回学術・技術報告会論文集	6. 最初と最後の頁 1-4
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスとしている(また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 菅原正則、長谷川兼一、西川竜二	4. 巻 1763
2. 論文標題 リモート「スマハキット」でスマートハウスの実力を体感しよう	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 建築雑誌(日本建築学会誌) 活動レポート	6. 最初と最後の頁 56-58
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 高木理恵、後藤伴延、菅原正則、小林光	4. 巻 84
2. 論文標題 新型コロナウイルス感染症対策下における教室の温熱空気環境の実態調査 その1 仙台市内の中学校における2019年と2020年の夏期の温熱空気環境の比較	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 日本建築学会東北支部研究報告集	6. 最初と最後の頁 19-20
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 高木理恵、後藤伴延、菅原正則、小林光	4. 巻 D
2. 論文標題 新型コロナウイルス感染症対策下における教室の温熱空気環境の実態調査 その2 仙台市内の中学校における2019年と2020年の夏期と冬期の温熱空気環境の比較	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 日本建築学会大会(東海) 学術講演梗概集	6. 最初と最後の頁 631-632
掲載論文のDOI(デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 菅原正則、小林光、江刺美和、濱中真喜	4. 巻 -
2. 論文標題 機械換気設備のない中学校教室における衛生環境の通年調査と生活行動記録による窓開け換気の取り組み	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 第57回宮城県公衆衛生学会学術総会抄録集	6. 最初と最後の頁 2
掲載論文のDOI(デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 武山侑加、菅原正則	4. 巻 -
2. 論文標題 スマートハウス模型を用いた家庭科の住居領域における授業の提案	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 空気調和・衛生工学会東北支部第11回学術・技術報告会論文集	6. 最初と最後の頁 9-12
掲載論文のDOI(デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスとしている(また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 福島朋実、菅原正則、小林光、江刺美和	4. 巻 -
2. 論文標題 新型コロナウイルス感染症対策下の冬季における仙台市内中学校教室の環境マイクロバイーム	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 空気調和・衛生工学会東北支部第11回学術・技術報告会論文集	6. 最初と最後の頁 13-16
掲載論文のDOI(デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスとしている(また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 能登谷鞠菜、菅原正則、石田泰之、小林光、江刺美和	4. 巻 -
2. 論文標題 空気の流れの可視化による健康・快適な教室環境づくりに向けた資料の提案	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 空気調和・衛生工学会東北支部第11回学術・技術報告会論文集	6. 最初と最後の頁 63-66
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 菅原正則、長谷川兼一、西川竜二	4. 巻 1750
2. 論文標題 リモート「スマハキット」でスマートハウスの実力を体感しよう	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 建築雑誌 (日本建築学会誌) 活動レポート	6. 最初と最後の頁 055-057
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 菅原正則、小林光、江刺美和	4. 巻 D
2. 論文標題 仙台市の中学校教室における冬季および夏季の環境マイクロバイーム実態調査	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 日本建築学会大会 (関東) 学術講演梗概集	6. 最初と最後の頁 1569-1570
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 堀早紀子、菅原正則	4. 巻 -
2. 論文標題 室内模型を用いた「居心地の良い室内環境」を考える学習プログラムの提案	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 空気調和・衛生工学会東北支部第10回学術・技術報告会論文集	6. 最初と最後の頁 21-24
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 菅原正則、野角光治	4. 巻 -
2. 論文標題 スマートハウスの効果を体験する建物模型教材の開発とオンラインワークショップの実践	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 空気調和・衛生工学会東北支部第10回学術・技術報告会論文集	6. 最初と最後の頁 25-28
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 遠藤里央、菅原正則、小林光、江刺美和	4. 巻 -
2. 論文標題 中学校教室における空気・衛生環境の実態	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 空気調和・衛生工学会東北支部第10回学術・技術報告会論文集	6. 最初と最後の頁 41-44
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 菅原正則	4. 巻 1738
2. 論文標題 もしも、おうちが「スマート」になったら。	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 建築雑誌 (日本建築学会誌) 活動レポート	6. 最初と最後の頁 056-057
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 菅原正則、小林光、江刺美和、濱中真喜	4. 巻 510
2. 論文標題 エアコン設置前後の中学校教室における衛生環境変化の把握と衛生管理指導法の提案	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 公衆衛生情報みやぎ	6. 最初と最後の頁 17-22
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 菅原正則	4. 巻 D-2
2. 論文標題 スマートハウスにおける創エネ・蓄エネ・省エネの効果を体験する建物模型教材の開発	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 日本建築学会大会（北陸）学術講演梗概集	6. 最初と最後の頁 215-216
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 菅原正則、小林光、江刺美和	4. 巻 -
2. 論文標題 機械換気設備のない中学校教室における冷暖房期間の空気環境長期計測	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 空気調和・衛生工学会東北支部第9回学術・技術報告会論文集	6. 最初と最後の頁 121-122
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -

1. 著者名 菅原正則	4. 巻 1725
2. 論文標題 どうやって、おうちを「スマート」にするの？	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 建築雑誌（日本建築学会誌） 活動レポート	6. 最初と最後の頁 002-003
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 菅原正則、渡部聡美	4. 巻 81
2. 論文標題 避難所の備品で製作するアースバッグハウスの提案	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 日本建築学会東北支部研究報告集	6. 最初と最後の頁 53-56
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 菅原正則	4. 巻 D-2
2. 論文標題 避難所における自作・利用のためのアースバッグハウスの試作	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 日本建築学会大会（東北）学術講演梗概集	6. 最初と最後の頁 211-212
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 小林光、菅原正則	4. 巻 D-2
2. 論文標題 建築環境における呼吸器系病原体モニタリング法の確立に関する研究 その3 小学校におけるマイクロバイオームの実態に関する調査研究	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 日本建築学会大会（東北）学術講演梗概集	6. 最初と最後の頁 867-870
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 菅原正則、赤井仁志、濱田靖弘、小林光、飯沼靖彦、田原誠、田中和則、新倉万結	4. 巻 -
2. 論文標題 大規模災害時の給水・給湯設備の凍結防止対策技術（その1）研究の目的、水抜き栓	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 空気調和・衛生工学会東北支部第8回学術・技術報告会論文集	6. 最初と最後の頁 17-18
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -

1. 著者名 飯沼靖彦、赤井仁志、濱田靖弘、小林光、菅原正則、田原誠、田中和則、新倉万結	4. 巻 -
2. 論文標題 大規模災害時の給水・給湯設備の凍結防止対策技術（その2）断熱ラインと配管位置	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 空気調和・衛生工学会東北支部第8回学術・技術報告会論文集	6. 最初と最後の頁 19-20
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -

1. 著者名 赤井仁志、濱田靖弘、小林光、菅原正則、飯沼靖彦、田原誠、田中和則、新倉万結	4. 巻 -
2. 論文標題 大規模災害時の給水・給湯設備の凍結防止対策技術(その3)断熱ラインと配管位置、給湯配管	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 空気調和・衛生工学会東北支部第8回学術・技術報告会論文集	6. 最初と最後の頁 21-22
掲載論文のDOI(デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスとしている(また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 田中和則、新倉万結、赤井仁志、濱田靖弘、小林光、菅原正則、飯沼靖彦、田原誠	4. 巻 -
2. 論文標題 大規模災害時の給水・給湯設備の凍結防止対策技術(その4)給水配管、ヒートポンプ給湯機と貯水槽	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 空気調和・衛生工学会東北支部第8回学術・技術報告会論文集	6. 最初と最後の頁 23-24
掲載論文のDOI(デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスとしている(また、その予定である)	国際共著 -

[学会発表] 計13件(うち招待講演 1件/うち国際学会 0件)

1. 発表者名 菅原正則
2. 発表標題 仙台市の小中学校教室における環境マイクロバイオームの特性
3. 学会等名 日本建築学会東北支部研究報告会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 菅原正則
2. 発表標題 中学校家庭科における持続可能な住生活の学習指導過程と教具の提案
3. 学会等名 日本建築学会東北支部研究報告会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 菅原正則
2. 発表標題 家電製品の消費電力測定によるエネルギー教育のための授業開発
3. 学会等名 日本エネルギー環境教育学会 第17回全国大会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 菅原正則
2. 発表標題 スマートハウス模型を用いた授業における学習指導過程
3. 学会等名 日本エネルギー環境教育学会 第17回全国大会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 菅原正則
2. 発表標題 仙台市内中学校教室における環境調整行動普及のためのCFD解析
3. 学会等名 日本建築学会大会（近畿）
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 菅原正則
2. 発表標題 中学校家庭科の題材としてスマートハウスを用いるための教具の整備
3. 学会等名 日本家庭科教育学会東北地区2022年度（第45回）大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 菅原正則
2. 発表標題 機械換気設備のない中学校教室における衛生環境の通年調査と生活行動記録による窓開け換気の取り組み
3. 学会等名 第57回宮城県公衆衛生学会学術総会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 菅原正則
2. 発表標題 スマートな住みこなしのためのエネルギー環境教育
3. 学会等名 SDGsエネルギー学習授業実践セミナー（招待講演）
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 菅原正則
2. 発表標題 スマートハウスの効果を体験する建物模型教材の開発とオンラインワークショップの実践
3. 学会等名 空気調和・衛生工学会東北支部第10回学術・技術報告会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 菅原正則
2. 発表標題 スマートハウスにおける創エネ・蓄エネ・省エネの効果を体験する建物模型教材の開発
3. 学会等名 日本建築学会大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 菅原正則
2. 発表標題 避難所の備品で製作するアースバッグハウスの提案
3. 学会等名 日本建築学会東北支部研究報告会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 菅原正則
2. 発表標題 避難所における自作・利用のためのアースバッグハウスの試作
3. 学会等名 日本建築学会大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 菅原正則
2. 発表標題 大規模災害時の給水・給湯設備の凍結防止対策技術（その1）研究の目的、水抜き栓
3. 学会等名 空調調和・衛生工学会東北支部第8回学術・技術報告会
4. 発表年 2019年

〔図書〕 計2件

1. 著者名 日本建築学会・編	4. 発行年 2022年
2. 出版社 技法堂出版	5. 総ページ数 190
3. 書名 季節を味わう住みこなし術 ～ちょいケアで心地よいライフスタイルに大変身～	

1. 著者名 日本建築学会	4. 発行年 2021年
2. 出版社 彰国社	5. 総ページ数 140
3. 書名 設計のための建築環境学 第2版	

〔産業財産権〕

〔その他〕

宮城教育大学 菅原正則研究室 ウェブサイト https://sites.google.com/staff.miyakyo-u.ac.jp/msugawa/
--

6. 研究組織		
氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------