様　式　C－１９、F－１９－１、Z－１９　（共通）

科研費
KAKENHI

# 科学研究費助成事業　　研究成果報告書

令和　６ 年　６ 月 ２４ 日現在

機関番号：３３８０３
研究種目：基盤研究(C)（一般）
研究期間：2021～2023
課題番号：２１Ｋ０４３８４

研究課題名（和文）コロナ下の地方部小学校学習環境現況調査と良好な環境を維持する運用方法に関する研究

研究課題名（英文）Survey on the learning environment in rural elementary schools under COVID-19 and research on operational methods

研究代表者
石川　春乃（ISHIKAWA, Haruno）

静岡理工科大学・理工学部・准教授

研究者番号：３０８２７５４８

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費）　　3,200,000円

研究成果の概要（和文）：国は、公共施設の4割を占める学校施設のZEB化を推進しているが、公立小中学校のZEB達成率は全数３％に満たず、普及に至っていない。特に、大規模改修や高効率設備導入が進まない地方部において、学校施設のエネルギー消費量抑制・ZEB化にむけて質と量ともに向上を図るには、学校施設を管理する自治体レベルでの総量対策が有効である。
本研究では、①コロナ下の地方部小学校学習環境の現況、学校現場での運用方法を調査し、②ZEB対策が殆ど進んでいない地方部の中小規模自治体で実際に取り組める実効性を持った学校教室の質とエネルギー抑制の運用方針を策定し、③自治体ごとの地域特性に対応しながら広く普及に努めた。

研究成果の学術的意義や社会的意義
本研究成果では、地方部の学校施設仕様が都市圏と大きく異なり、学校施設をZEB化する際の課題と方策を明らかにした。地方部においては、学校施設ZEB化に向けた教室環境の質とエネルギー消費抑制の両立を図るため、大規模改修や高効率設備導入などのZEB化対策だけでなく、エネルギー消費削減のためのIT活用した環境行動を啓発・実施していくことも有効である。今後の脱炭素化への市民意識を向上させ、環境行動に展開できる手法を示した。今後の市民の脱炭素行動に資する意義は大きい。

研究成果の概要（英文）：The implementation of Zero Energy Building (ZEB) standards in school facilities has made little progress in rural areas. Particularly in these regions, where large-scale renovations and the introduction of high-efficiency equipment are not advancing, there is a pressing need to enhance both the quality and quantity of school facilities to curb energy consumption and achieve ZEB status. This study investigated the current state of learning environments and operational methods in elementary schools during the COVID-19 pandemic. It developed practical and effective operational guidelines that can be implemented by small to medium-sized municipalities in rural areas. Furthermore, the study aimed to promote the widespread adoption of these guidelines by accommodating the regional characteristics of each municipality.

研究分野：建築環境工学

キーワード：脱炭素化　学校施設　地域特性　エネルギー消費量　温熱環境　ZEB化

※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、Z－１９（共通）

１．研究開始当初の背景

(1) コロナウィルス対策として、公立小中学校では建築環境整備を余儀なくされた。教室では児童生徒の感染リスク抑制と活発な教育活動実施や適正な学習環境維持という、相反する課題対応が求められている。

(2) 国は、公共施設の 4 割を占める学校施設の ZEB 化と 2018 年夏の酷暑を契機とする空調設備導入を推進してきたが、国が示す方針では建築大規模改修や高効率設備導入を伴うため、公立小中学校の ZEB 達成率は全数３％に満たず、普及に至っていない。

(3) 2016 年に実施した東京都 S 区での既存公立小中学校のエネルギー消費及び学習環境の実測調査では、次の知見が明らかになった。①運用時エネルギー消費量が全国に比し多い。②外皮性能は高いが、一次エネルギー消費量は単位面積当たり増加。③教室内の重要な空気質環境は教室の窓開閉や換気機器の運用に左右され、一部運用によっては劣悪な環境となる場合もある。
このような都市部と地方部の差異を区分しながら今後の ZEB 化を検討することが求められる。

２．研究の目的
(1) 都市部の学校施設 ZEB 化に向けた取組が進む一方、地方部では学校施設の環境性能の把握も十分に行われていない。

(2) 2019 年一斉導入が進んだ地方部の普通教室の空調設備、また教室室温は良好に維持できる環境となったが、現場はまだ運用に慣れていない。本研究では、学校施設 ZEB 化に向けた教室環境の質とエネルギー消費抑制の両立を図るため、環境配慮を誘導する運用方法の整理を目的とする。

３．研究の方法

(1)静岡県下自治体の学習環境現況調査とエネルギー消費量調査を実施
①F 市（普通教室に空調設備導入済）
②S 市（普通教室に空調設備を新規導入）
③S 町（普通教室に空調設備を新規導入、制服着用）
④X 市（環境行動喚起を促す検討を実施）

(2) 静岡県下自治体の環境行動に関する調査を実施
①F 市（普通教室の換気量と換気運用に関する調査）
②S 町（児童の衣類着脱に関する調査）
③X 市（教員の学習環境運用に関する調査）
④X 市（既存設備の効率的な運用及び環境行動喚起に関する調査）

(3) 運用上可能な ZEB 化案の整理
普通教室に空調設備を導入したモデル校を抽出し、学校毎設計・基準エネルギー消費量の算出及び分析を行う。また、モデル校の設計エネルギー消費量抑制、運用ベースの ZEB 化に向けた検討を行う。

４．研究成果

(1)静岡県下自治体の学習環境現況調査とエネルギー消費量実態調査を実施

①F 市（普通教室に空調設備導入済）
・年度毎に全 12 小学校の普通教室棟各階教室にて、温湿度と CO2 濃度を計測し、通年の計測をまとめ、季節ごとの傾向を F 市教育委員会に発表、説明した。
・年度毎に全 12 小学校の光熱費資料から 1 次エネルギー消費量を月別に計算し、通年の傾向を F 市教育委員会に発表、説明した。（参考文献③）
②S 市（普通教室に空調設備を新規導入）
・年度毎・地域特性ごとに５小学校を選定し、各学校の普通教室棟各階教室にて、温湿度と CO2 濃度を計測し、通年の計測をまとめ、季節ごとの傾向を S 市教育委員会に発表、説明した。
・年度毎に全 85 小学校の光熱費資料から 1 次エネルギー消費量を月別に計算し、通年の傾向を S 市教育委員会に発表、説明した。

③S 町（普通教室に空調設備を新規導入、制服着用）

・2022 年度に M 小学校の普通教室棟各階教室にて、温湿度と CO2 濃度を計測し、通年の計測をまとめ、季節ごとの傾向を S 市教育委員会に発表、説明した。

・2021 年度の全小学校の光熱費資料から 1 次エネルギー消費量を月別に計算し、通年の傾向を S 町教育委員会に発表、説明した。

④X 市（環境行動喚起を促す検討を実施）

・2023 年度に Q 小学校の普通教室棟実測教室にて、温湿度と CO2 濃度を計測し、通年の計測をまとめ、季節ごとの傾向を X 市教育委員会に発表、説明した。

・2022 年度の全 11 小学校の光熱費資料から 1 次エネルギー消費量を月別に計算し、通年の傾向を X 市教育委員会に発表、説明した。

(2) 静岡県下自治体の環境行動に関する調査を実施

①F 市（換気扇のない普通教室の換気量確保に関する調査）

・空調設備が設置されても換気設備がない普通教室では、コロナ対策として適当な換気を維持することが難しい。F 市における実態調査と換気量を模擬した CO2 濃度を分析し、換気のない普通教室での換気量を検討した。(参考文献③、⑦)

②S 町（児童の衣類着脱に関する調査）

・制服を採用している S 町 M 小学校における学習環境把握、エネルギー消費量の算出及び分析を行った。また、当該校の児童の衣類着脱について調査を行った。(参考文献②)

③X 市（教員の学習環境運用に関する調査）(参考文献④、⑥)

2022 年度に実施した X 市全小学校教員に対する教室運用詳細アンケート調査をまとめた。コロナ禍における適切な窓開け換気により、熱負荷 2 割削減を見込める結果となった。本研究成果は学会発表とあわせて、論文投稿を行った。

④X 市（既存設備の効率的な運用及び環境行動喚起に関する調査）(参考文献⑧)

教室内設備を活用し、教室全体の快適感を高める調査と検討を実施した。X 市小学校の児童に環境行動を促し、窓開け換気の運用改善による熱負荷低減案を示した。

(3) 運用上可能な ZEB 化案の整理

普通教室に空調設備を導入したモデル校を抽出し、学校毎設計・基準エネルギー消費量の算出及び分析を行った。また、モデル校の設計エネルギー消費量抑制、運用ベースの ZEB 化に向けた検討を行った。(参考文献①、⑤)

<引用文献>

① 太田 空，石川 春乃、学校施設の脱炭素化施設計画の検討　その 1　校舎の長寿命化計画のエネルギー消費量削減効果、日本建築学会全国大会講演、2022

② 村松幸星、石川春乃、星田実咲、小学生が着衣で行う環境調整行動の実態調査、空気調和・衛生工学会 中部支部学術研究発表会、2022

③ 大石 駿希，石川 春乃，須山 颯太、換気設備のない小学校教室における夏期の換気量調査、空気調和・衛生工学会 中部支部学術研究発表会、2022 年

④ Ishikawa Haruno、Necessity of Notification System Application According to Elementary School Teacher’s Environmental Behavior、Engineering Proceedings、2023.12

⑤ 中村 一葉、石川 春乃、学校施設の脱炭素化施設計画の検討 その 2　温暖地地方部の小学校教室における学習環境運用調査、日本建築学会全国大会（京都)、2023 年

⑥ 鈴木 日菜 ，石川 春乃、学校施設の脱炭素化施設計画の検討 その 3　夏期の小学校教室における covid-19 対策を意識した教員の環境行動、日本建築学会全国大会（京都)、2023 年

⑦ 中嶋駿、石川　春乃、換気設備の無い小学校教室の不均一な温熱環境に関する調査、日本建築学会東海支部　支部研究集会、2023 年

⑧ 鈴木 日菜 ，石川 春乃、環境講座による児童の環境行動促進と学習環境の改善に関する研究、空気調和・衛生工学会 中部支部学術研究発表会、2023 年

５．主な発表論文等

〔雑誌論文〕　計2件（うち査読付論文　2件／うち国際共著　0件／うちオープンアクセス　2件）

| | |
|---|---|
| １．著者名<br>Ishikawa Haruno | ４．巻<br>41 |
| ２．論文標題<br>Necessity of Notification System Application According to Elementary School Teacher’s Environmental Behavior | ５．発行年<br>2023年 |
| ３．雑誌名<br>Engineering Proceedings | ６．最初と最後の頁<br>41 |
| 掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子）<br>10.3390/engproc2023055041 | 査読の有無<br>有 |
| オープンアクセス<br>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<br>－ |

| | |
|---|---|
| １．著者名<br>Sato Kenji、Ishikawa Haruno | ４．巻<br>55 |
| ２．論文標題<br>Application of Voronoi Diagram to School Districts in Shizuoka Prefecture | ５．発行年<br>2023年 |
| ３．雑誌名<br>Engineering Proceedings | ６．最初と最後の頁<br>55 |
| 掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子）<br>10.3390/engproc2023055055 | 査読の有無<br>有 |
| オープンアクセス<br>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<br>－ |

〔学会発表〕　計7件（うち招待講演　0件／うち国際学会　0件）

| |
|---|
| １．発表者名<br>太田 空，石川 春乃 |
| ２．発表標題<br>学校施設の脱炭素化施設計画の検討　その1　校舎の長寿命化計画のエネルギー消費量削減効果 |
| ３．学会等名<br>日本建築学会全国大会学術講演 |
| ４．発表年<br>2022年 |

| |
|---|
| １．発表者名<br>村松 幸星，石川 春乃，星田 実咲 |
| ２．発表標題<br>小学生が着衣で行う環境調整行動の実態調査 |
| ３．学会等名<br>空気調和・衛生工学会 中部支部学術研究発表会 |
| ４．発表年<br>2022年 |

１．発表者名
大石 駿希，石川 春乃，須山 颯太

２．発表標題
換気設備のない小学校教室における夏期の換気量調査

３．学会等名
空気調和・衛生工学会 中部支部学術研究発表会

４．発表年
2022年

１．発表者名
中村 一葉、石川 春乃

２．発表標題
学校施設の脱炭素化施設計画の検討 その2　温暖地地方部の小学校教室における学習環境運用調査

３．学会等名
日本建築学会全国大会（京都）

４．発表年
2023年

１．発表者名
鈴木 日菜 ，石川 春乃

２．発表標題
学校施設の脱炭素化施設計画の検討 その3　夏期の小学校教室におけるcovid-19対策を意識した教員の環境行動

３．学会等名
日本建築学会全国大会（京都）

４．発表年
2023年

１．発表者名
中嶋駿、石川　春乃

２．発表標題
換気設備の無い小学校教室の不均一な温熱環境に関する調査

３．学会等名
日本建築学会東海支部　支部研究集会

４．発表年
2023年

| 1．発表者名<br>鈴木 日菜 ， 石川 春乃 |
| --- |
| 2．発表標題<br>環境講座による児童の環境行動促進と学習環境の改善に関する研究 |
| 3．学会等名<br>空気調和・衛生工学会 中部支部学術研究発表会 |
| 4．発表年<br>2023年 |

〔図書〕　計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

静岡県及び県下の基礎自治体教育委員会と協働し、研究打合せ及び成果報告を行った。
(学習環境現況調査とエネルギー消費量調査、環境改善のワークショップ共同実施）
①F市　2021，2022，2023年度
②S市　2021，2022，2023年度
③S町　2022年度
④X市　2022，2023年度

6．研究組織

| | 氏名<br>（ローマ字氏名）<br>（研究者番号） | 所属研究機関・部局・職<br>（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 |
| --- | --- |