公益財団法人大林財団

# 研究助成実施報告書

| | |
|---|---|
| 助成実施年度 | 2021 年度 |
| 研究課題（タイトル） | 建物の省エネルギー化を中心とした脱炭素都市に向けた住環境教育に関する研究 |
| 研究者名※ | 田中 稲子 |
| 所属組織※ | 横浜国立大学大学院　都市イノベーション研究院　准教授 |
| 研究種別 | 研究助成 |
| 研究分野 | 都市環境工学 |
| 助成金額 | 150 万円 |
| 発表論文等 | |

※研究者名、所属組織は申請当時の名称となります。

（　）は、報告書提出時所属先。

（研究報告-様式 2）

# 大林財団２０２１年度研究助成実施報告書

所属機関名　　横浜国立大学
申請者氏名　　田中　稲子

| 研究課題 | **建物の省エネルギー化を中心とした脱炭素都市に向けた住環境教育に関する研究** |
|---|---|

（概要）※最大 10 行まで

本研究は、経済成長著しい蒸暑地域において、建物の省エネルギー対策に対する意義や効果を理解し、生活実践に繋げられるような住環境教育の可能性について、ベトナム・ダナン市の小中学校を対象として実践的に明らかにするものである。本研究助成期間においては現地教育局と協議の上、モデル小学校 2 校を対象として模型を用いた建物の「日射遮蔽」をテーマとする住環境学習プログラムを検討し、オンラインと対面補助によるハイブリッド式と対面式で 2 回の授業を試行した。1 回目の児童と見学教員らのアンケート結果を踏まえて学年や実験内容を見直したことにより、2 回目の試行では対象児童の学習進度に適した内容や難易度のプログラムとなり、高い満足度を得られた。その後、対象地区全 12 校の各教員自らが授業を実施することができた。各校・各クラスで時間や内容に差が生じる等の課題はみられたが、副教材を用いて現地教員によって持続可能な省エネ教育を実施できる可能性が確認された。

## １．研究の目的　　（注）必要なページ数をご使用ください。

ベトナム国第 3 の都市であるダナン市では、経済成長とともにエネルギー消費量が年率 10%という高い伸び率を見せている。現状では、住宅におけるエアコン使用は寝室のみである場合が多いが、今後の経済成長に伴い、日本同様、各室へのエアコン普及も近く到来することが予想される。また、今後の地球温暖化や都市化によるヒートアイランド現象の拡大により、冷房によるエネルギー消費量の増大とそれに伴うエネルギー危機や温室効果ガス排出量の増加も懸念される。世界的に脱炭素化に向けた動きが加速される中で、急速な発展を遂げる東南アジアの多くの蒸暑地域のロールモデルとなるような市民意識を醸成することは重要であり、日本における環境建築や住環境教育の知見を有効に適用することは意義あることと考える。現在ベトナムでは家電の消費電力や使い方を示す政府の広報資料等は存在するが、エネルギー教育が学校教育としては位置づけられていない。また、住宅の空調利用にかかる省エネ対策としてパッシブクーリング手法の採用が比較的容易と考えられるが、これに関する学びの機会は存在しない。久保田（広島大学）らはマレーシアの小学生を対象として建築環境に関するワークショップを実践するなど住環境リテラシー醸成に貢献しているが、それらを実践する現地教員の養成も重要と考える。

こうした背景から本研究では、ベトナム・ダナン市の小中学校において建物の省エネルギー化に関する住環境教育を実施する可能性を明らかにするため、学習プログラムの検討とその教育効果を実践的に検証するものである。

２．研究の経過　　（注）必要なページ数をご使用ください。

## (1) モデル校における学習プログラムの試行

本学習プログラムでは、児童が建物の省エネルギー化に関心を向け、建物の工夫や自然エネルギーの利用による省エネで快適な住まいのあり方を学ぶことがねらいである。ダナン市が蒸暑地域であることに着目し、建物の日射遮蔽と省エネを関連づけた学習プログラムを検討した。東京都杉並区で実践される住環境教育教材（http://news-sv.aij.or.jp/shien/kodomo/s1/index.html）を対象に、ダナン市に適用可能な技術や小学生の知識に合うよう改訂を加えた。ダナン市教育局 DOET の協力により、開発の進む Son-tra 地区の全 12 校から環境教育に積極的な小学校をモデル校として 2 校選定し、試行をオンラインと対面補助によるハイブリッド式と対面式で 2 回実施した。各試行後に児童と教員に対してアンケート調査を実施し、プログラム内容の見直しを行った。

### ①第 1 回試行

第 1 回は、2022 年 4 月 21 日にダナン市の Nguyen Tri Phuong 小学校の 4 年生の代表 20 名に対し、日本からのオンラインと現地補助員を加えて実施した(図 1)。

プログラムの流れを表 1 に示す。プログラムは導入→実験→種明かしの流れで行い、実験では太陽の熱を遮る建物の工夫を学ぶために住宅を単純化した 2 つの箱を用いた(図 2)。片方には庇を模した日射遮蔽パーツを設置し、ライトを 5 分間照射して 2 つの箱内の温度変化を観察する。実験後、児童はワークシートを用いて 5 分間の温度差の計算と温度推移のグラフを作成したのち、実験の種明かしレクチャーを受けた。

表 1　学習プログラム(第 1 回)

| |
|---|
| 1) 導入・流れの説明(15分) |
| 授業の目的と流れの説明をする。 |
| 2) COOLBOX実験(15分) |
| ①温度上昇の予想…実験の結果を予想しワークシートに記入する。 |
| ②模型実験…2つの実験箱に5分間ランプを照射し、1分ごとに温度を記録する。 |
| ③温度差の計算・グラフの作成…5分間の温度差の計算と、温度変化のグラフを作成する。 |
| 3) 解説・種明かし(40分) |
| 実験の種明かしと涼しくなる工夫について講義を行う。 |
| 4) アンケートシート記入(児童)(10分) |
| 参加児童に授業の評価・感想を記入してもらう。 |
| 5) 終わりの挨拶(5分) |
| 6) アンケートシート記入とディスカッション(見学教員)(30分) |

図 1　試行の様子

(a) 標準　(b) 庇

図 2　実験箱の概形

この後、アンケート調査結果を踏まえて、現地の学校を訪問の上（2022 年 7 月）、関係者らと学習プログラムの内容の適切性について意見交換を行い、見直しの方向性を確認した。また、同年 9 月に対象校の教室の確認や、副教材（種明かし）のための熱画像等を収集し，第 2 回の試行のための準備を行った。

### ②第 2 回試行

第 2 回は、2022 年 11 月 25 日にダナン市の Luong The Vinh 小学校にて対面で行った(図 3)。第 1 回のアンケート結果(後述)にて 4 年生には難しいとの回答が多かったことから、今回は 5 年生 31 名に対して実施した。

図 3　試行の様子

(a) 標準　(b) 庇　(c) すだれ
(d) グリーンカーテン　(e) カーテン　(f) 寒冷紗

図 4　実験箱の概形

表２にプログラムの流れを示す。第１回のアンケート結果（後述）を踏まえて内容も一部変更した。実験では箱の数を計６つに増やし、標準の箱を除く５つの箱にそれぞれ異なる日射遮蔽パーツを設置して、各箱にランプを５分間照射した。図４に６つの実験箱の概形を示す。児童はグループに分かれて温度変化が最も抑えられる箱を予想したうえで、「地球温暖化」をテーマとしたミニクイズを行い、正解数により観察する箱を決定した。第１回で課題として挙がった「グラフの作成」は今回割愛し、ランプ照射開始時と終了時の温度差のみ計算することとした。

表２　学習プログラム（第２回）

| |
|---|
| **1）導入・流れの説明（20分）** |
| 授業の目的と流れの説明をする。 |
| **2）実験箱選びミニクイズ（35分）** |
| 児童は標準箱と、5つの実験箱のうち1つの計2つの箱を観察する。5つの実験箱の中で最も温度上昇が抑えられる箱を予想した上で、選択権をかけて地球温暖化にまつわるクイズ（4問）に回答し、正解数の多いグループから箱を選択する。 |
| **3）COOLBOX実験（25分）** |
| ①温度上昇の予想…実験の結果を予想しワークシートに記入する。 |
| ②模型実験…6つの実験箱に5分間ランプを照射し、1分ごとに温度を記録する。 |
| ③温度差の計算…5分間の温度差を計算する。 |
| ④他の班の結果を記入 |
| **4）解説・種明かし（20分）** |
| 実験の種明かしと涼しくなる工夫について講義を行う。 |
| **5）アンケートシート記入（10分）** |
| 参加児童に授業の評価・感想を記入してもらう。 |
| **6）終わりの挨拶（5分）** |
| **7）ヒアリング調査（見学教員）（30分）** |

### (2) 現地教員による学習プログラムの実施

上記２回の試行後、現地教員が学習プログラムを実施することにより新たに生じる課題を探ることを目的として、Son-tra 地区の全 12 校の小学５年生に対して現地教員により本プログラムが実施された。なお、試行時に使用した模型や温度計を順番に使用するため、表３のスケジュールのもと進められた。プログラムを実施した教員に対しては、実施後にアンケート調査を行った。

表３　プログラム実施スケジュール（空欄：児童数未回答）

| No. | Name of school | Date | Number of classes that collected the survey | Number of students participating in this program |
|---|---|---|---|---|
| 1 | Lương Thế Vinh | 03/01/2023-06/01/2023 | 5 | 154 |
| 2 | Ngô Mây | 10/01/2023-13/01/2023 | | |
| 3 | Nguyễn Thái Học | 16/01/2023-31/01/2023 | 4 | 143 |
| 4 | Ngô Gia Tự | 01/02/2023-03/02/2023 | | |
| 5 | Chi Lăng | 06/02/2023-08/02/2023 | 4 | 127 |
| 6 | Hai Bà Trưng | 09/02/2023-14/02/2023 | | |
| 7 | Tô Vĩnh Diện | 15/02/2023-17/02/2023 | 5 | 197 |
| 8 | Tiểu La | 20/02/2023-23/02/2023 | 7 | 267 |
| 9 | Trần Quốc Toản | 24/02/2023-28/02/2023 | 6 | 242 |
| 10 | Nguyễn Phan Vinh | 01/3/2023-03/3/2023 | | |
| 11 | Nguyễn Tri Phương | 06/3/2023-08/3/2023 | | |
| 12 | Quang Trung | 09/3/2023-10/3/2023 | | |
| **Total** | | | 31＋$\alpha$ | 1130＋$\beta$ |

３．研究の成果　　（注）必要なページ数をご使用ください。

### (1) モデル校における学習プログラム試行後のアンケート結果

学習プログラムが現地の児童向けの内容であるか、難易度が適切であるかといったことを把握するために、学習プログラム試行後に児童と見学教員に対してアンケート調査を行った。

**①第１回アンケート結果**

図 5 に児童が回答した実験の難易度の分布、図 6 に見学教員が回答した学年や内容の妥当性の分布を示す。図 5 より、参加した児童の 25%が「ややむずかしい」と回答している。また、この「ややむずかしい」と回答した児童に対して難しかった点を尋ねたところ、80%が「グラフの作成」と回答した。さらに図 6 より、見学教員の 33%が 4 年生には難しい内容だと回答している。これより、「グラフの作成」を中心とした実験内容の変更が必要であることが分かった。

以上の結果を踏まえて、第 2 回の試行では対象を小学 4 年生から小学 5 年生へ変更した。また、現地関係者と協議の上「グラフの作成」を割愛することとし、ランプ照射開始時と終了時の温度差のみ計算するなど、前述の通り学習内容の見直しを図った。

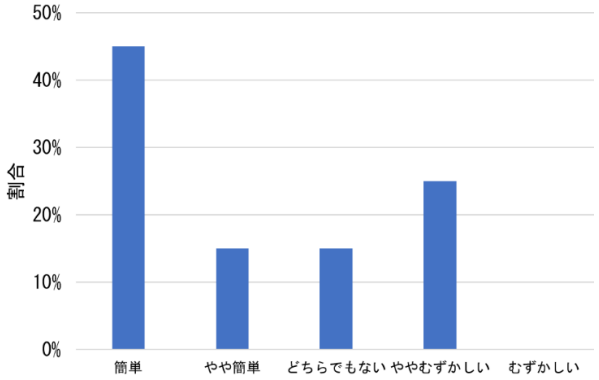


**図 5　実験の難易度**（回答：児童 20 名）

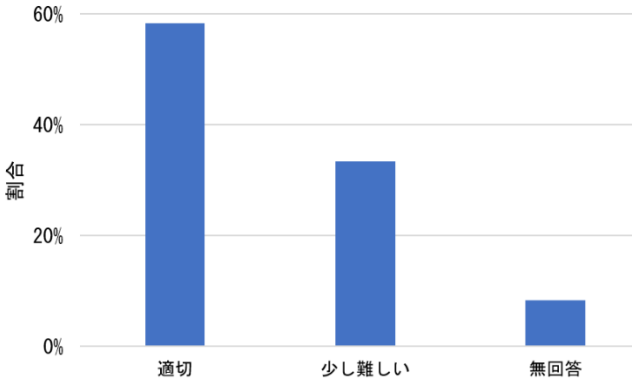


**図 6　学年や内容の妥当性**（回答：教員 12 名）

**②第 2 回アンケート結果**

第 2 回もプログラム試行後に、参加した児童にアンケート調査を行った。また、見学教員に対してはプログラム試行後にヒアリング調査を行った。

図 7 に、児童が回答した実験の難易度分布を示す。図 7 より、「ややむずかしい」と回答したのは全体の 10%であり、第 1 回よりも難しいと感じた児童の割合は低下した。また、「ややむずかしい」と回答した児童の過半数は難しかった点として実験前の「温度の予想」を挙げており、実験の内容自体の難易度は問題ないことが分かる。さらに、見学教員へのヒアリング調査でもプログラムの内容や難易度は適しているとの回答を得られた。

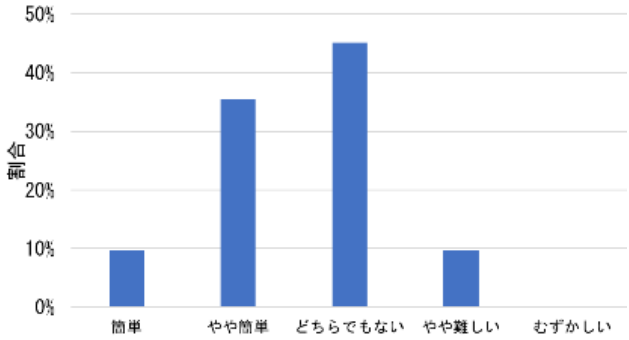


**図 7　実験の難易度**（回答：児童 31 名）

**(2) 現地教員によるプログラム実施後のアンケート結果**

各学校でプログラム終了時に、プログラム実施教員に対してアンケート調査を行った。アンケートの結果を以下に示す。ただし、現在回収したアンケート結果は 12 校中 6 校 （表 3 の赤塗りされている学校）のため、以下はこの 6 校についての結果である。

図 8 にプログラムに要した時間の分布を示す。図 8 より、試行と比較して多くのクラスでプログラムの所要時間が短い。クラスにより内容に差が生じていることが考えられるため、導入・実験・種明かしのどの過程でこの時間差が生じたのかを明らかにする必要がある。

次に、「プログラムを実施して感じたこと」という質問に対する回答には以下のようなものがあった。

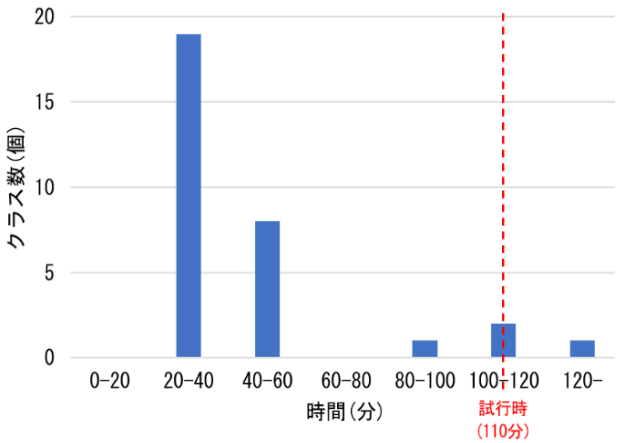

図 8　プログラムの所要時間（回答：教員 31 名）

**＜良かった点＞**

・児童たちは授業に興味を持ち、積極的に参加していた。児童たちは授業や実験を楽しんでいた。

・児童たちは部屋を涼しくする方法について積極的に議論し、意見を述べていた。

・このプログラムは児童たちが授業内容を実生活に適用する方法を学び、周りの人々に電気を節約する方法を広めるのに役立つと感じた。

・児童に身近な内容で楽しいプログラムだった。私(回答者)も児童もこのような有益な授業をもっと受けたいと思っている。

**＜課題点＞**

・実験の模型パーツが脆い。

・ハロゲンランプは破損しやすく、移動が大変だった。ハロゲンランプは寿命が短く、使い続けると破損しやすい。

以上のように、実験に使用する模型の強度や使用方法に課題は確認されたが、多くの教員から児童が当該学習を楽しんでいるといった肯定的な回答が得られ、現地学校関係者で持続可能な省エネ教育を実施できる可能性が確認できた。

## ４．今後の課題　　（注）必要なページ数をご使用ください。

今後の課題を下記に記す。

・現地教員によるプログラム実施では、各クラスの所用時間や内容の差、実験用具の強度や扱い方に課題が見つかった。今後は今回の結果を基にプログラムの共有方法を工夫するなど、より現地向けに改善する。

・今回は「日射遮蔽」をテーマとしたプログラムを実施したが、現在小学校に空調がほとんど導入されておらず、近い将来に導入される可能性が高いベトナムにおいて、空調に頼り切らず通風を活用することの意義や効果を伝えることも同様に重要と考えている。そのため、本年度は「風」をテーマとしたプログラムの開発・提案も並行して進める。

・現在は小学校のみを対象として実施しているが、小学校の省エネ教育システム完成後には中学校での展開を検討する。