

平成 30 年 6 月 20 日現在

機関番号：56302

研究種目：挑戦的萌芽研究

研究期間：2015～2017

課題番号：15K12400

研究課題名（和文）環境教育を目的としたエコストーブの教材化とその教育効果の調査

研究課題名（英文）Teaching materials of eco-stoves for environmental education and investigation of educational effect

研究代表者

伊藤 武志 (Ito, Takeshi)

弓削商船高等専門学校・総合教育科・准教授

研究者番号：10435472

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 1,000,000円

研究成果の概要（和文）：従来の環境教育は、自然体験型が主となっており、時間と場所を必要とするものが多い。エコストーブは、熱効率が高く低価格で簡単に作られることから、特に東日本大震災以降、環境活動の一環として作られる報告が多くなったが、一般的にはまだまだ知名度が低い。

そこで、本研究において、教材としての小型エコストーブを作製し、近隣の小中学校で出前授業をしたところ、環境や科学への興味促進だけでなく、防災への興味促進にも大きな効果が見られた。また、小型エコストーブは入口が小さいため空気が供給できず、安定した点火・燃焼が困難であったが、燃焼部等の改良及び燃料の見直しをすることで安定した燃焼が可能になった。

研究成果の概要（英文）：Conventional environmental education is mainly of nature experience type, and many require time and place. A eco-stove is an efficient and hot burning portable stove using wood fuel. Especially since the Great East Japan Earthquake, there are many reports made as part of environmental activities. However, eco stoves are not well known generally in Japan.

In this study, we made a small eco-stove as a teaching material for environmental education. Furthermore, environmental education using small eco-stoves was conducted at elementary and junior high schools and its educational effect was investigated. As a result, in environmental education, not only promotion of the interests of the environment and science but also the promotion of interest in disaster prevention was great effect. Small eco-stove had a small entrance and could not supply air, making stable combustion difficult. However, by improving the combustion section and reviewing the fuel, stable combustion became possible.

研究分野：科学教育

キーワード：エコストーブ ロケットストーブ 環境教育 防災教育 理科教育 出前授業

### 1. 研究開始当初の背景

従来の環境教育は、自然体験型が主となっており、時間と場所を必要とするものが多い。そこで、小学生でも理解し、興味が持てるような課題が少なく、短時間かつ簡易に製作・実験できる教材開発が必要である。

エコストーブ(ロケットストーブ)は、ドラム缶や一斗缶にL字型の長い煙突を設置し、薪などの燃料を燃やすことで、従来の焚き火よりも高効率に熱を伝えることができる。従来の薪ストーブと比べて、燃料の種類を選ばず、500~700 まで温度を上げることができ、煙突上部に鍋・やかん等が設置できるため、東日本大震災時には、一部地域で使われ注目された。

これまで、エコストーブの普及や環境教育への利用例が報告されているが、それらは通常サイズのエコストーブの製作の紹介や料理などエコストーブの利用が主であり、一斗缶・ドラム缶を使うため、作業・運搬に時間がかかり、場所も限定されている。そのため、小中学校での製作が困難であり、自主参加型の講座が多く、参加者のほとんどはエコストーブに興味があるものであり、一般的にエコストーブを知っている人は少ないのが現状である。

### 2. 研究の目的

(1) 本研究は小中学校の教室内で製作および実験することができる小型のエコストーブ教材の開発を目的とした。

(2) 作製した小型エコストーブ教材を用いて、近隣の小中学校で出前授業を行い、エコストーブの環境教育効果を調査した。

(3) 上記、出前授業等で生じた問題を解析し、さらに安全に作業でき、安定した燃焼が可能になるように、エコストーブの改良および実験方法の見直しを行った。

### 3. 研究の方法

(1) 今回検討・作製した小型エコストーブの設計図を図1に示す。本体は三脚など利用や作業・作製しやすいように、高さ8~20cm、直径5~15cmの鉛筆立て等のプリキ缶を用いた。燃焼部は直径1.2cm~4.2cmのアルミ製もしくはスチール製のパイプ管とL字ニップルを用い、高さ10~15cmで検討を行った。断熱材はパーミキュライト・鹿沼土・パーライトの3種類で検討を行った。

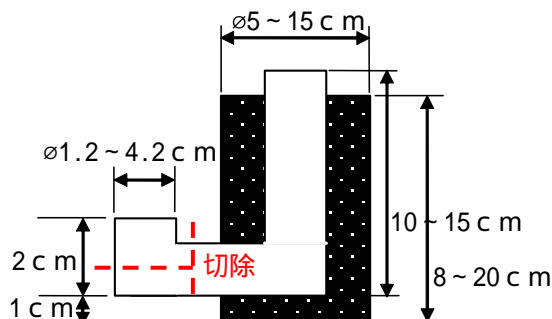


図1 小型エコストーブ設計図

(2)(1)で製作した小型エコストーブを用いて、近隣の小学校5年生、中学校1・2年生2校で出前授業を行った。授業は、60分~90分で行い、最初に大気汚染やエコストーブの説明をした後、3~4名1班で小型エコストーブの製作を行った。人数に応じ各班にTAを配置し、安全面に配慮した。数名作業は、穴や切込みを入れ加工したプリキ缶やL字ニップルを組み合わせて、小型エコストーブを作ってもらった。(写真1)

製作したエコストーブを用いて、割り箸や竹串を燃焼し、お湯やフライパンを熱することで、小型エコストーブを体感してもらった。最後にアンケートを行い、小型エコストーブの効果について調査した。



写真1 小型エコストーブ製作

(3)(2)の出前授業において、大型のエコストーブと比較して、作製した小型エコストーブは安定した燃焼にコツが必要で、煙の量も多かったため、小型エコストーブの改良と燃料の検討を行った。安定した燃焼には、燃焼部における空気の流入や燃料が空気に触れる割合を多くする工夫を行った。

燃料の検討では、これまでの割り箸・竹串の木材だけでなく、エタノールやろうそくも使用した。

### 4. 研究成果

(1) 本研究は、教室内で実験できる小型エコストーブの開発を目的とし、アルコールランプやガスバーナー程度の大きさでエコストーブの小型化の検討を行った。燃焼部の直径を3.2cm以下にした場合、十分な空気の供給ができず、ヒートライザーも起こらず、連続的な燃焼が不可能であった。直径を4.2cm以上にすると、空気は十分に供給され、連続的な燃焼は可能であったが、黒煙が多く排出された。煙の量を少なくするためには、煙突部の高さが20cm以上必要となり、机上で作業を行うには、困難なサイズとなった。

そこで、燃焼部に直径3.2cm~4.2cmのL字ニップルを用い、入り口部分の一部を切除することで、十分な空気の供給ができ、連続した燃焼が可能になり、煙の量も少なくすることができた(図1)。燃焼部の直径に合わせて、高さやプリキ缶の大きさの検討を行った結果、煙突部の高さが10~15cm、プリキ缶の直径が10~15cm、高さが10~20cmで安定した燃焼が可能であり、机上で作業ができるサイズとなった。

今回、作業効率や親しみやすさを優先にし、市販されているパイプ管やL字ニップルを使用したため、燃焼部・煙突部の材質はアルミ

製、スチール製のどちらを用いても燃焼においては大差が出なかった。今後厚さや材質を検討し、オリジナルの燃焼部・煙突部を作製することで、さらに効率の良い燃焼が可能になると思われる。

また、パーミキュライト・鹿沼土・パーライトの3種類で断熱材の検討を行ったが、3種類とも一般的なエコストーブで用いられている断熱材であるため、小型エコストーブにおいても、燃焼や安定性に対し大きな差は見られなかった。小・中学校の出前授業では、扱いやすさや運びやすさを考慮して、粒の大きさが一定なパーライトを使用した。

(2)(1)で作製した小型エコストーブを用いて、近隣の小・中学校で出前授業を行い、アンケート調査を行った。作業は、各班にTAを配置することや小型エコストーブに断熱テープを二重に貼ることで、火傷等怪我をする生徒はおらず、安全に作業を行うことができた。

アンケート結果を表1に示す。Q1～Q4の質問に対し、いずれも高い評価を得られ、生徒がエコストーブを面白く理解したことで、理科への興味促進に貢献したことが確認できた。同様にQ5の環境問題に対する興味・関心の質問においても高い評価であったが、「増加した」と回答した生徒が54.9%と他質問に対し、低い値となった。これは、燃料入口部分を改良したものの、従来の大きさのエコストーブと比較して、煙を排出し、安定した燃焼のために時間やコツが必要だったためだと考えられる。このため、燃焼部や入口のさらなる改良が必要である。しかし、Q6の震災や防災活動に関する質問において、予想以上に高い評価が得られ、環境問題や科学の興味促進だけでなく、防災への興味促進にも大きな効果が見られた。

表1 小・中学校出前授業アンケート

Q1	62.7%	7.8%	29.4%	0.0%	0.0%
Q2	96.1%	3.9%	0.0%	0.0%	0.0%
Q3	74.5%	25.5%	0.0%	0.0%	0.0%
Q4	70.0%	24.0%	6.0%	0.0%	0.0%
Q5	54.9%	39.2%	5.9%	0.0%	0.0%
Q6	66.0%	34.0%	0.0%	0.0%	0.0%

- Q1 今日の授業を受講して、理科についてどのように思うようになりましたか？  
**受ける前も好きだったが、受けた後はもっと好きになった**  
 受ける前も好きだったし、受けた後もあまり変わらない  
**受ける前は好きではなかったが、受けた後は好きになった**  
 受ける前も好きではなかったし、受けた後もあまり変わらない その他
- Q2 今日の授業は面白かったですか？  
**面白かった**    **どちらかといえば面白かった**    どちらともいえない  
 どちらかといえば面白くなかった    面白くなかった
- Q3 今日の授業は、理解できましたか？  
**理解できた**    **どちらかといえば理解できた**    どちらともいえない  
 どちらかといえば理解できなかった    理解できなかった
- Q4 今日の授業への参加をきっかけに、科学技術や理科に対する興味・関心が増加しましたか？
- Q5 今日の授業への参加をきっかけに、環境問題に対する興味・関心が増加しましたか？
- Q6 今日の授業への参加をきっかけに、震災や防災活動に対する興味・関心が増加しましたか？  
**増加した**    **どちらかといえば増加した**    どちらともいえない  
 どちらかといえば増加しなかった    増加しなかった (Q4～Q6共通)

(3)(2)の出前授業で生じた燃焼部の問題

は、割り箸など木材燃料が空気・炎に接触する部分が少ないことが一因である。そこで、燃焼部に金網を入れ、空間を作ることで、木材燃料を燃えやすくした(写真2)。空間を作ることで、入口部を切除せず、42mmのL字管を組み合わせることで、持続的な燃焼が可能になった。



写真2 改良小型エコストーブ

また、木材燃料だけでは燃焼が不安定であった。エタノールやろうそくなど燃えやすい燃料も含めて、小型エコストーブでの安定性・安全性について評価した結果を表2に示す。

エタノールを用いた場合、容易に燃焼させることができ、高い温度で音が出て、安定し燃焼するが、液体であるため、補充ができず、液漏れなど安全面についても課題が残った。

そこで、エタノールに浸した割り箸を使用してみた。この方法では燃料の補充ができるが、割り箸から滴れるエタノールが点火して外部が燃焼するなど、作業する際は、細心の注意が必要であった。また防災においては、エタノールが手に入りくいことも考慮する必要がある。

一方、ろうそくを用いた場合、安全で安定した燃焼が可能であったが、ろうそくのみでは、炎が弱いため、ろうそくが気化し、白煙が出ることがあったため、安全面に課題が残った。そこで、割り箸と組み合わせることで、炎の量が安定し、燃焼開始時は白煙等に注意する必要があるが、少ない燃料で、安定した燃焼が可能であった。(写真2)

今後、改良した小型エコストーブおよび実験方法を用いて、小・中学校への出前授業を行う予定である。また、スターリングエンジン等と組み合わせることで、環境問題や防災について、さらなる興味促進が期待される。

表2 燃料の検討

	安定性	煙	安全性	特記
割り箸・竹串		×		(黒)煙が出る・臭い、消えやすい
エタノール			×	補充ができない・インパクト大
エタノール + 割り箸				安定はしているが安全面に注意が必要
ろうそく				炎が弱いため、白煙が出ることあり
ろうそく + 割り箸				安定すれば強い炎・白煙に注意、少ない燃料で可能

今後以上のことをまとめ、論文にする予定である。

## 5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者に

は下線)

〔雑誌論文〕(計 0 件)

〔学会発表〕(計 2 件)

伊藤 武志、教材用小型ロケットストーブの改良と地域と連携した環境教育、日本化学会第 98 春季年会、2018.3.22、日本大学理工学部(千葉)  
伊藤 武志、環境教育を目的としたエコストーブの教材化とその教育効果の調査、日本化学会第 97 春季年会、2017.3.17、慶應義塾大学(神奈川)

## 6. 研究組織

(1) 研究代表者

伊藤 武志 (ITO, Takeshi)

弓削商船高等専門学校・総合教育科・准教授

研究者番号: 10435472