

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 26 年 6 月 18 日現在

機関番号：33401

研究種目：挑戦的萌芽研究

研究期間：2012～2013

課題番号：24650542

研究課題名(和文) 定量的要素を取り入れた新しい環境教育プログラムの開発

研究課題名(英文) Development of the New Environmental Education Program Based on Quantitative Thinking

研究代表者

笠井 利浩 (KASAI, Toshihiro)

福井工業大学・工学部・准教授

研究者番号：60279396

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 1,900,000円、(間接経費) 570,000円

研究成果の概要(和文)：新しい環境教育としてライフサイクル思考に基づく環境教育を小学校を中心に提案・実践した。定量的概念の理解するための教材に雨水活用を取り入れた。また、実際の環境行動に結びつけるために“長時間体験型環境教育”を提案し、その教材として緑のカーテンを取り入れた。これらの教材を用いて「環境問題に関心を持つ」事に加え、自らの環境行動が「本当に環境に良いのか？」について考える力を養成するための環境教育の実践・評価を行った。その結果、実活動に結びつかせるためには、4年生以上の児童に対して、継続的に環境教育を実施する必要があることが分かった。

研究成果の概要(英文)：The environmental education based on life cycle thinking was proposed and practiced on the elementary school as new environmental education. Rain water harvesting was taken in teaching materials for a quantitative concept to understand. In order to connect to actual ambient behavior, "Prolonged experience type environmental education" was proposed, and green curtain as the teaching materials was taken in. Practice and evaluation of environmental education for ambient behavior which considers "Is this action good for environment?" in addition to "Getting interested in an environmental problem" using these teaching materials were performed. As a result, in order to make it connected with real activity, it turned out to the child more than a fourth grader that it is necessary to carry out environmental education continuously.

研究分野：総合領域

科研費の分科・細目：科学教育・教育工学・科学教育

キーワード：環境教育 ライフサイクル思考 初等教育 緑のカーテン 雨水活用

1. 研究開始当初の背景

これからの環境教育では「興味を持つ」から「どれくらい環境に良いか？」に重点を置く必要があるが、現状では少数の実施例が報告されているに過ぎない。応募者はこれまで、雨水活用による環境負荷低減効果に関する研究を行ってきた¹⁾⁻³⁾。また、小学校における環境教育用教材としての雨水活用装置の設置と効果について検討してきた⁴⁾⁻⁶⁾。本テーマで提案する教育プログラムは、これまでの研究をベースにしてさらなる教育効果の向上を目指すものである。雨水活用装置に緑のカーテンを組み合わせることにより、今夏のような猛暑日においても児童が行っている環境活動で教室環境が改善され、自らが恩恵を受け取るという実体験型の環境教育が可能となる。

2. 研究の目的

現在実施されている環境教育は、「環境に関心を持たせる」事を目的としているものが殆どである。しかしながら本来の環境教育の目的は、社会活動や日常行動における個人の行動選択を地球環境の保全につながる方向に向けさせる事にある。この目的を達成するためには、自らの行動が他への影響等も含め全体として環境負荷削減につながる行動であるかを総合的に判断できる人材育成を目指すなければならない。

本研究では、環境教育に「定量的」環境負荷量を導入すると共にライフサイクルアセスメント的思考に基づいた行動判断能力の養成を目指した。ライフサイクルアセスメントは、「環境負荷の見える化」を目的として用いられているが、初等教育などにおける児童への環境教育の場に導入された例は皆無に等しい。一方、環境教育本来の目的を達成するためには、実際の日常行動における実践が伴わねばならない。本研究で提案する環境教育プログラムは、教室と密着したシステムを用いるという大きな特徴を持つものである。すなわち、一般的な環境教育は一定の時間内にのみ対象に接するものであるのに対し、本教育プログラムで用いるシステムは、教室の環境改善を行うことで他の授業中においても間接的にシステムとかわる“長時間体験型”のプログラムである。

以上の雨水活用装置と緑のカーテンを組み合わせた環境教育用のシステムを導入し、システムの設置に伴う環境負荷量とシステムがもたらす環境負荷低減効果をライフサイクルアセスメントの視点から評価を行い、これを教育に導入することで定量的に環境負荷量を把握する能力を養うことを目的とした環境教育プログラムの構築を目指した。

3. 研究の方法

雨水活用装置と壁面緑化システムから構成される環境教育用システムを教育現場に導入し、システムの環境改善効果と環境負荷

低減効果の両面から評価した。初年度は、既に設置している試作段階の環境教育用雨水活用装置に、新たに壁面緑化装置を追加導入し、これらの評価を実施した。次年度は、初年度の装置稼働実績を基に両装置の効率的な連携稼働を目的とした装置改良を行った。改良した装置に対しても初年度と同様に評価するとともに環境教育用システムとしての評価を行い、得られた研究成果を基にして教育現場で参考となる実践的な環境教育プログラムについて検討を行った。

(1) 平成24年度(初年度)

応募者は、「定量的環境負荷量」の概念を導入した環境教育用教材としての雨水活用装置とその効果について検討してきた⁷⁾。その結果から、雨水活用装置の効率的な稼働要件の一つとして、貯水タンク容量と雨水使用量の関係が挙げられる。当初、提携先小学校に既設の雨水活用装置は、雨水の用途として校舎中庭の花壇等への水遣りを想定したものであるが、貯水タンク容量や水質管理面からみた幾つかの問題点があった。初年度には、この既設の雨水活用装置に「壁面緑化システム(緑のカーテン)」を追加導入した(図1)。



図1 環境教育用壁面緑化装置(緑のカーテン)

この装置は使用水量に対する植物の成長を最大限に高めたシステムであり、ライフサイクルインベントリ分析を実施してこの壁面緑化システムの環境負荷量を求めた。また、壁面緑化システムの稼働によってもたらされる効果(教室内外の冷却効果)を非設置箇所との比較によって計測し、エネルギーまたはCO₂排出量に換算して評価した。壁面緑化システムの導入にあわせて授業を行い、システムの概要説明や活動に関する児童への説明を行った。低・中学年児童には、システムの簡単な説明と植物の成長過程の観察やゴーヤ等の収穫にかかわらせ、次に説明する高学年時の取り組みに向けた意識付けの期間とした。一方、高学年児童に対しては、システムの仕組み等について詳しく説明を行うと共に、応募者と教員の指導の下、システムの環境負荷量の算出(3EID)をワークシート等を用いて体験させた。次に算出結果と、教

室環境改善効果とのデータの比較を行い、本システムにも環境負荷へのプラス面とマイナス面があることを認識させた。この体験を基に、他の様々な環境活動についても同様の考えを導入するきっかけを与えることを目指した。

(2) 平成25年度以降（最終年度）

研究最終年度は、より理想的な環境教育用教材を目指してこれまでに得られた研究成果を基に本研究で導入した両装置の効率的な連携稼働に関する研究を行った。応募者はこれまで、地域気象観測システム（AMeDAS）のデータを用いた詳細な雨水利用施設の稼働シミュレーションを行ってきた⁸⁾。その結果、環境負荷削減効果から見た効率的な雨水利用装置の稼働には、降水パターン、集水面積、貯水タンク容量および雨水使用パターンの4つの要素の最適化が重要であることが分かっている。今回提案した環境教育用システムにおいても、システム全体としての環境負荷を考えた場合には各装置間の容量等の最適化が必要である。以上のことから、初年度に得られたデータを用いて雨水利用装置の詳細な稼働シミュレーションを行い、既設の雨水利用装置の貯水タンク容量の最適化計算を行った。その結果から、初期の2m³容量の雨水活用装置に3m³の補助雨水タンクを増設した（図2）。雨水活用装置、壁面緑化装置の連携システムについても各装置と同様にライフサイクルアセスメントを実施し、システム全体としての環境負荷収支を明らかにした。



図2 環境教育用雨水活用装置（2m³+3m³=5m³）

教育面については、これまでの活動を継続実施するとともに得られた成果を基にして、「定量的環境教育プログラム」の内容検討を行った。具体的には、低・中学年については初年度からの取り組みを継続実施し、高学年においては各装置別に実施してきた環境負荷量の定量化への取り組みを踏まえた上で、システム全体を評価するための実習および授業を行った。

4. 研究成果

(1) 環境教育プログラムの概要

本研究で開発した環境教育プログラムは、

小学生全学年を対象にしたものであるが、LCTに基づく環境教育内容を取り扱うのは4～6年生を対象とした授業が中心となる（図3）。1～3年生には一般的な環境教育と同様、中庭花壇への雨水散水や緑のカーテンの成長観察を行わせることにより、自然や設備に対する関心を持たせるための準備期間とする。4年生は環境教育へのLCT導入の準備期間とし、授業では図1および図2の各装置による効果部分についてのみ採り上げ、定量的に効果を評価することの重要性を説明する。5年生には、“エコ”な取り組みの裏側にも環境に対して良くない一面があることを説明すると共に、授業の中で各装置に対する設置時の環境負荷量と、装置稼働による環境負荷削減効果の計算をワークシートを用いて体験させる（図4）。なお、この説明の際の注意点として、LCTに基づくこのような計算の目的が挙げられる。環境活動に対するこのような評価は、“ダメ出し”を行うためのものだけではない。従って、本環境プログラムでは、このような評価が全体としての環境負荷削減を達成する方策を考えるための情報を得るためのものであることを強調している。6年生には、5年生で学んだLCTの考え方を身の回りのエコ活動（例えば、古紙回収等）に適用し、これらの活動について同様の計算を行い、全体としての環境負荷削減に向けた方策を考えさせる。

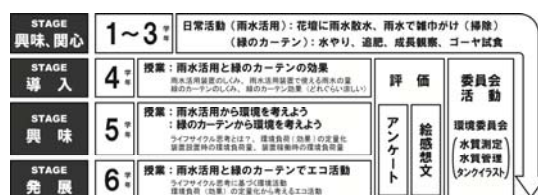


図3 小学校各学年における本環境教育プログラムの流れ

緑のカーテンの準備に必要なもの			
品物	値段	原単位	小計
1 水運水	32000円	2.0	64000g
2 肥料	10000円	4.5	45000g
			合計 109000g

緑のカーテンを育てる時に出したCO ₂ の量			
品物	値段	原単位	小計
1 プランター	260000円	2.8	728000g
2 土	60000円	2.0	120000g
3 蒔き	30000円	1.1	33000g
4 ネット	80000円	2.5	200000g
5 水やりタンク	60000円	2.8	168000g
6 運送費	170000円	3.6	612000g
			合計 1861000g

緑のカーテンを育てる時に出したCO ₂ の量			
工程	小計		
準備	1861000g		
育てる	51400g		
合計	1912400g		

緑のカーテンの良い面と悪い面の大きさを比べてみよう！			
緑のカーテンの準備に必要なもの 準備時のCO ₂ の量	育てる時のCO ₂ の量	緑のカーテンを育てる時に 出したCO ₂ の量	
【悪い面】	【良い面】		
1861kg	514kg		

図4 緑のカーテン設置時の環境負荷量と効果計算用ワークシートの例

教育効果の測定には、アンケートと絵感想文（絵日記風の自由記述式用紙、図5）を用いている。アンケート調査は、年度初め（4月）と年末（12月）に実施し、絵感想文は各学年向けの授業の前後に実施している。アンケート調査は、回答に要する時間が比較的短

く、また集計する者にとっても容易な方法である。しかしながら、回答時にアンケートの文章による誘導の影響も否定できず、必ずしも正しい結果が得られるとは限らない。一方、絵感想文は、自由記述式であるので児童によって異なる意識の差が表れると考えられるが、集計方法や児童の文章力等の差による影響が考えられる。



図5 絵感想文の例

(2) 環境教育プログラムの評価例

図6に、KH Coderの共起ネットワーク表示機能を使った絵感想文の分析例を示す。この分析例は、環境負荷に関する内容を含まない雨水活用に関する環境教育授業を前年度に行った児童の絵感想文の分析結果である。各単語間の結びつきや線の太さから1年前に行った雨水貯留に関する実験の印象が強かったことが分かる。

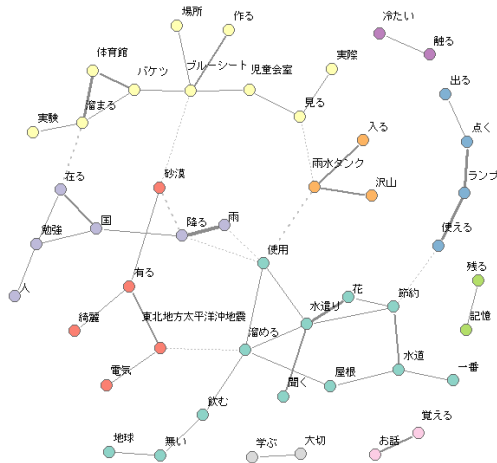


図6 絵感想文の分析例

図6に児童一人ずつにつき、文章一文ごと（全文章数約1600文）に内容のカテゴリ分け（60分類）を複数の評価者が其々行い、その結果を集計して授業前後における意識変化を見た。

絵感想文本文のカテゴリ分類結果を、図7に示す。この図は、文章一文ごと（全文章数約1600文）に内容のカテゴリ分け（60分類）を複数の評価者が其々行い、その結果を集計

して授業前後における意識変化を見たものである。上段の2012年度実施結果と下段の本年度の結果を比較すると、本年度の文章中には「雨水活用」に関する内容の文章が多くみられることが分かる。本年度の授業内容として、緑のカーテンへの雨水による水やり方法について取り上げると共に児童と共にディスカッションを行った上で、新たにホース等の散水器具を導入し、その器具を使って実際に水やりしたことがこの様な結果に表れていると考えられる。その一方で、文章内容が緑のカーテンから雨水活用に移ったため、緑のカーテンに関する文章数が少なくなっている。★または☆印で表されている、LCTや環境負荷定量化に関する文章については、2012年度と本年度の結果で共に授業後の文章で多数出現し、筆者らが行ったLCTに基づく環境教育授業の影響が大きく表れていることが分かる。今回評価を行った学年は昨年度もLCTに関連した内容の授業を受けているものの、本年度授業前の文章には殆どそれに関する内容の文章は無かった。文章内容は、文章作成時の児童の意識によって大きく変化するが、文章作成時の指示方法について今後検討する余地がある。

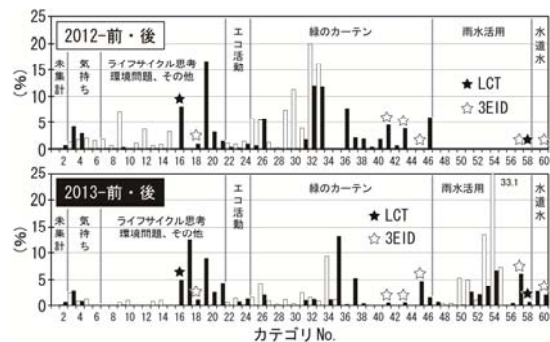


図7 絵感想文本文のカテゴリ分け分析結果

- 1) 笠井 利浩 他、第16回日本雨水資源化システム学会研究発表会講演要旨集、pp. 99-101、2008
- 2) 笠井 利浩 他、第4回日本LCA学会研究発表会講演要旨集、pp. 332-333、2009
- 3) 矢戸 貴志 他、第18回日本雨水資源化システム学会研究発表会講演要旨集、pp. 39-42、2010
- 4) 笠井 利浩 他、第5回日本LCA学会研究発表会講演要旨集、pp. 398-399、2010
- 5) 笠井 利浩 他、日本環境教育学会第22回大会研究発表要旨集、p. 179、2011
- 6) 笠井 利浩 他、福井工業大学研究紀要、41、pp. 345-353、2011
- 7) 笠井 利浩 他、雨水利用施設を用いた環境教育プログラムの提案、第5回日本LCA学会研究発表会講演要旨集、pp. 398-399、2010
- 8) 笠井 利浩 他、小規模雨水利用施設の環境負荷低減効果、第4回日本LCA学会研究発表会講演要旨集、pp. 332-333、2009

5. 主な発表論文等

〔学会発表〕（計4件）

①笠井 利浩、前嶋 勇、荒木 史代、ライフサイクル思考に基づく長時間体験型環境教育プログラムの実践と評価、第9回日本LCA学会研究発表会、芝浦工業大学・豊洲キャンパス、2014/3/5

②笠井 利浩、前嶋 勇、ライフサイクル思考に基づく初等教育における環境教育プログラムの実践、日本環境教育学会第24回大会（びわこ）、びわこ成蹊スポーツ大学、2013/7/6

③笠井 利浩、本多 真吾、ライフサイクル思考を取り入れた初等教育用環境教育プログラムの開発、第8回日本LCA学会研究発表会、立命館大学びわこ・くさつキャンパス、2013/3/7

④笠井 利浩、本多 真吾、定量的要素を取り入れた新しい環境教育プログラムの開発、日本環境教育学会第23回大会（東京）、立教大学池袋キャンパス、2012/8/11

〔図書〕（計1件）

①笠井 利浩 他、日本LCA学会環境教育研究会、日本LCA学会環境教育研究会報告書「ライフサイクル思考に基づいた環境教育のすすめ」、2013、pp.11-15、pp.40-44

〔その他〕

①笠井 利浩、ライフサイクル思考に基づいた新しい環境教育、テクノふくい、No.87、pp.30-33、2013

6. 研究組織

(1) 研究代表者

笠井 利浩 (KASAI, Toshihiro)
福井工業大学・工学部・准教授
研究者番号：60279396