

研究論文

ライフサイクル思考に基づく環境教育プログラムが
学習者の環境配慮行動に与える影響

中島 光太・平山 世志衣・本藤 祐樹

**Influences of Life Cycle Thinking-based Environmental Education Program
on Pro-environmental Behavior**

Kota NAKAJIMA, Yoshie HIRAYAMA and Hiroki HONDO

Synopsis:

Objective. Environmental education is an important tool for raising awareness of sustainability and environmental issues and ultimately, changing behavior to create a sustainable society. The authors have developed a novel environmental education program using LCA (Life Cycle Assessment) software, which addresses global warming as one of the global environmental problems. This program aims to making learners (1) realize the “link” between daily life and global warming through the life cycle of consumer products (e.g. mobile phones, notebooks, pens), and (2) explore ways to reduce CO₂ emissions in daily life based on life cycle thinking. The objective of the present study is to analyze the influences of the program on learners’ environmental awareness and attitude as well as their pro-environmental behavior intention.

Results and Discussion. The program was implemented in three classes of second-year high school students in Kanagawa prefecture, Japan. Questionnaire surveys were conducted with 126 students to analyze the effects of the program. Pretest-posttest design was used to measure the changes in sense of the “link,” key determinants of behavioral intention (e.g. a sense of responsibility), and pro-environmental behavior intention. Pass analysis was performed using the survey data to reveal a mechanism that explains the change in pro-environmental behavior intention caused by the implementation of the program. Results of the analysis suggested that the realization of the “link” between daily life and CO₂ emission based on life cycle thinking seems to increase a sense of responsibility, and then the increase mainly seems to induce the formation of or the increase in behavioral intention towards CO₂ reduction. In addition, after implementing the program, another survey was conducted to collect data on students’ impression of the program. Most students answered that the use of LCA software left strong impression on them. Qualitative analysis of students’ description about the reasons why it was impressive suggested that the calculation using LCA software contributes to not only understanding life cycle thinking in general but also realizing the “link” between their own actions and CO₂ emissions, and the effectiveness of their own behavioral changes.

Conclusions. The environmental education program that the authors developed is effective to enhance pro-environmental behavior intention by making students realize the “link” between daily life and global warming based on life cycle thinking. Especially the use of the LCA software that is the core of the program contributes to making students realize that their own actions in daily life is closely connected to global warming.

Keywords: Environmental education; global warming; lca software; life cycle thinking; pro-environmental behavior

1. 背景

地球温暖化をはじめとする地球規模の環境問題を解決するため、民間企業、官公庁、または非営利団体など様々な主体が、あらゆる取り組みを行っている。その中でも、人々の日常生活を起因とする環境負荷の削減を目指し、ライフスタイルの見直しや環境意識の啓発を促す取り組みが、近年、特に盛んに行われている。児童や生徒に対する学校環境教育もそのひとつであり、自然環境についての感受性や知識を持ち、環境に配慮した生活を営む素養を育てるための多くの活動がなされている。

学校環境教育（以下、環境教育とする）では、かつてから標語とされてきた「Think Globally, Act Locally」が示すように、地球規模での見方や考え方を培い、日常における環境配慮行動をとるための素養を身につけることが求められている^{1, 2)}。著者らは、小学校、中学校及び高等学校の教育現場で、どのような環境教育が実践されているかを概観するため、主に文部科学省などの官公庁が発行に携わる資料を対象とした文献調査^{2, 9)}を行った。それらの文献から、我が国の環境教育においては、身近な場所での自然体験学習やゴミ分別及びリサイクルに関する学習など、身近な環境が題材とされる事例は多いが、地球規模の環境問題と日常生活における行動とのつながりを示そうとする事例は少ないことが分かる。

現代の高度技術社会においては、このつながりを「認識」し「実感」することに重点をおいた環境教育が特に重要であると考えられる¹⁰⁾。技術のブラックボックス化が進む今日の社会では、個々人の日常の消費行動が、様々な生産活動そしてそれを支える自然環境と密接につながっているという意識が希薄になっている。このつながりに対する意識の希薄さが、地球規模の環境問題の奥に横たわる根本的な原因のひとつと考えられるからである。

2. 既往研究と目的

2.1 ライフサイクル思考に基づく環境教育

地球規模の環境問題と日常生活とのつながりについての認識や実感を高めるための環境教育とは、どのようなものか。

本藤ら¹¹⁾は、高度技術社会における技術のブラックボックス化という特徴に着目し、ライフサイクル思考に基づく環境教育の有効性についての基本仮説を提示している。それは、「現代社会では、個々人の日常生活とグローバルな環境問題との間には認知的な意味での断絶—ミッシング・リンカー—が存在し、そのことが環境問題の解決に向けた行動を妨げている。個々人の日常生活がグローバルな環境問題と密接につながっていること—つながり認識—を実感させるためにはライフサイクル思考が有効であり、その獲得

がミッシング・リンクを再生し、環境配慮行動を向上させる。」というものである。

加えて本藤らは、環境教育におけるライフサイクル思考の有効性について、「日常の消費活動からは「見えない」場所で「見えない」環境負荷をもたらすグローバルな環境問題を対象とする場合、両者がつながっていることを「実感を伴って」認識させることに重点をおいた教育方法が求められる。このことに、ライフサイクル思考は寄与する可能性を持つ。」と述べ、ライフサイクル思考の特性が、地球規模の環境問題を扱う困難さに直面する環境教育に寄与する可能性を指摘している。

上記の観点に立った環境教育プログラムの作成の取り組みも、近年増加している。安藤¹²⁾は、ミッシング・リンクの再生をねらいとし、カーボンフットプリントを環境教育に取り入れ、地元の名産品であるキャベツからのライフサイクルCO₂を算出するプログラムを作成し、その実践及び効果検証を行っている。また、成田ら¹³⁾は、携帯電話の製造や廃棄について、実験や工場見学などを通して学習する環境教育プログラムを作成した。その主たる目的は、生徒らの科学技術リテラシーの向上にあると理解できるが、そのために、大量消費されている様々な物質と日常生活とのつながりを生徒に実感させることをプログラムの具体的なねらいとしている。

2.2 これまでの分析結果と検討すべき課題、本研究の目的

前項の基本仮説に基づき、本藤ら¹¹⁾は、ライフサイクル思考の教授と、独自に作成した教育用LCAソフトウェアを用いたパソコン演習から構成された、環境教育プログラムを開発し、大学生を対象にその予備的实践を行った。実践後における学生の環境意識や行動意図の変化、またその心理メカニズムについて分析を行った結果、参加した学生には「つながり認識」が形成され、それに伴い「責任感」が向上し、自分の持ち物に対する「長期間利用の行動意図」が高まる可能性を見出している。また、平山ら¹⁴⁾は当プログラムを用い、中学生・高校生を対象に実践を行った。本藤ら¹¹⁾と同様に、実践後の調査結果の分析を行った結果、行動意図の規定因となる「責任感」「有効感」が向上しており、そこに「つながり認識」の高まりが寄与している可能性を示した。

しかし、いずれの研究^{11, 14)}も、プログラムの実践後のみにおける質問紙調査に留まっており、実践前後における生徒の変化を明確に示すに至っていない。また、心理メカニズムの分析においては、2変量間の相関分析に留まっており、生徒の環境配慮の行動意図とその規定因との因果関係を捉え、それらの変容を包括的に提示していない。

そこで、本研究では、(1) 当プログラムについて、プログラムの実践前後の質問紙調査によりその有効性を明らかにすること、(2) つながり感の高まりが環境意識や行動意図に与える影響についての心理メカニズムを解明すること、そして、(3) 当プログラムの核であるLCAソフトの利用が生徒に与える影響を掌握することを目的とする。

(1) については、プログラムの実践前後で、同じ設問項目を用いた質問紙調査を実施することで、既往研究と比べ、より信頼性の高い結果を提示することとする。また、(2) については、2変量間の相関図を提示した既往研究を踏まえ、パス解析を用い、当プログラムによる生徒の意識・行動の変容を説明するパスモデルの構築を目指している。さらに、(3) については、ソフト演習に対する生徒の自由記述の定性分析を通して、LCAソフトの有効性を検証する。

3. 方法とデータ

3.1 環境教育プログラム

3.1.1 プログラムの概要

著者らのグループが開発した環境教育プログラム^{11, 14)}の概要について述べる。

当プログラムは、ソフトウェアを利用したパソコン演習を盛り込んでおり、全体の所要時間を2～3時間程度と想定している。パソコン演習を取り入れたことにより、その性質上、計算に多くの時間を要するLCAを、短時間で効率的に扱うことが可能となった。また、所要時間を2～3時間とし、短時間で扱えるプログラムに固持した背景として、学校現場における環境教育のための授業時間の確保の困難さがある。未踏科学技術協会の調査¹⁵⁾及びそれに関する報告¹⁶⁾によると、中学校及び高等学校の教諭からの回答では、環境教育のために確保できる授業時間数は年間1～4時間程度とされている。つまり、それを超えるプログラムは、現時点では多くの学校で実践が困難であると解釈される。

具体的な所要時間やプログラムの構成は、実践を行う際の持ち時間や対象校からの要望といった制約を考慮して決定する。本研究では、2008年3月に行った神奈川県立相模大野高校での実践を対象としている。その際のプログラムの構成を表1で示す。

①まず、地球温暖化の原因や影響について、画像及びスライドを用いて説明する。②次に、CO₂の削減において重

表1 環境教育プログラムの構成と期待される環境意識・行動の変容効果

	時間 (分)	内 容	生徒の活動	ねらい	期待される 環境意識・行動 の変容効果
1 時 限 目 (45分)	10	はじめに 質問紙調査(前)、講師紹介など	・質問紙調査に答える。 ・講師の話を聞く。		
	① 10	地球温暖化に関する基礎知識についての講義 地球温暖化のメカニズムや原因物質、またその影響について、画像及びスライドを用いて説明する。	・スライドを見ながら、説明を聞く。 ・講義中の問いかけについて考える。	・地球温暖化に関するこれまでの学習内容について再認識させる	・危機感 ・責任感
	② 15	ライフサイクル思考についての講義 CO ₂ の削減において重要な視点としてのライフサイクル思考について講義し、ライフサイクルアセスメントという手法を紹介する。	・スライドを見ながら、説明を聞く。 ・講義中の問いかけについて考える。	・ライフサイクル的な考え方と、その重要性について気付かせる	・つながり感 ・責任感
2 時 限 目 (45分)	③ 10	生徒のかばんの中身の確認 ライフサイクルアセスメントを基に作成されたLCAソフトを用いたPC演習の進め方を説明し、始めの作業として、生徒たち各自のかばんの中身について、種類、個数及び使用期間・使用頻度をワークシートに記入させる。	説明を聞いた後、配布されたワークシートに指定の項目を記入する。	・LCAソフトを用いたパソコン演習の趣旨について理解させる ・各自の持ち物や生活について振り返る機会を与え、それらのライフサイクルからの環境負荷を連想させる	・責任感
	④ 20	LCAソフトを用いたパソコン演習① かばんの中からのLC-CO ₂ 量算出 ワークシートに記入した内容をLCAソフトに入力し、生徒各自のかばんの中身からのLC-CO ₂ 量を算出させる。	・ワークシートの内容をLCAソフトに入力する。 LC-CO ₂ 量の算出結果に関する講師の問いかけに答える。	・LCAソフトで算出したかばんの中身からのLC-CO ₂ 量を把握させる ・自分の生活が環境負荷に結びついていることを実感させる	・つながり感 ・責任感
	⑤ 15	LCAソフトを用いたパソコン演習② LC-CO ₂ 量削減のための環境配慮行動の疑似体験 かばんの中のを節約する・長持ちさせるなど、LCAソフト上で環境配慮行動の疑似体験をさせ、その際にかばん全体でどれくらい(何%)のCO ₂ 削減に結びつたのかを確認させる。	・作業の方法について説明を聞く。 ・ソフト上で作業をさせた後、その結果に関する講師の問いかけに答える。	・持ち物を節約したり、長持ちさせたりすることで、今の生活からの環境負荷を削減することができることに気付かせ、その効果を実感させる	・つながり感 ・有効感 ・実行可能感 ・負担感
	⑥ 5	講義のまとめ 日常生活からのCO ₂ と地球温暖化とのつながりについて、再確認する。	・スライドを見ながら、説明を聞く。	・日常生活からのCO ₂ を削減するためには、「もの」のライフサイクルをイメージして、その使い方や選び方を考えることが大切であることを再確認させる	・つながり感 ・責任感 ・有効感
	5	終わりに 質問紙調査(後)	・質問紙調査に答える。 ・講師の話を聞く。		

要な視点としてのライフサイクル思考について講義し、ライフサイクルアセスメントという手法を紹介する。③そして、教育用LCAソフトウェアを用いたPC演習の進め方を説明し、始めの作業として、生徒たち各自のかばんの中身について、種類、個数及び使用期間・使用頻度をワークシートに記入させる。④記入が完了したら、それをソフトウェアに入力し、生徒各自のかばんの中身からのLC-CO₂量を算出させる。⑤さらに、かばんの中ものを節約する・長持ちさせるなど、ソフトウェア上での環境配慮行動の疑似体験を行わせ、その際にかばん全体でどれくらい(何%)のCO₂削減に結びつくのかを確認させる。⑥最後に、生徒各自の日常生活と地球温暖化とは密接につながっていることや、ライフサイクルをイメージしたものの選び方・使い方の重要性について再確認し、プログラムを終える。

1時限(45分)×2コマという時間の制約に加え、前後2度の質問紙調査の時間を確保することが必須なため、これまでの実践に比べて内容が凝縮されているという印象である。しかし、講師を務めた同校の担当教諭のお力添えもあり、滞りなく実践を行うことができた。

また、この高校では、上記の内容とほぼ同様の実践を2009年にも行っており、その様子を担当教諭が自ら報告¹⁷⁾しているため、合わせて参照されたい。

3.1.2 教育用LCAソフトウェア

教育用LCAソフトウェア「かばんの中でも温暖化!?(以下、LCAソフトと略す)は、当プログラムにおける主要な教材である。このソフトを用いて生徒一人ひとりが行うPC演習が、当プログラムにおける最大の特徴と言える。

LCAソフトでは、日ごろ、生徒がかばんに入れて学校に持参するもの(教科書、筆記用具、オーディオ機器など)をインプットすることで、生徒のかばんの中身からのライフサイクルCO₂排出量(以下、LC-CO₂と略す)をアウトプットするものである。インプットする情報は、持ち物の種類、個数及び使用期間・使用頻度の3項目である。また、アウトプットされるLC-CO₂は、かばんの中身の合計値だけでなく、教科書、シャープペンのような種類(製品)別と、製造、使用、廃棄のようなライフサイクル別といった2種類のグラフで表示することもできる。さらに、かばんの中身からのLC-CO₂の現状を把握した後、それらを節約したり、長持ちさせたりすると、どの程度のCO₂削減が見込まれるのかを示す比較機能がある。LCAソフトの詳細については、本藤ら¹¹⁾、平山ら¹⁴⁾の報告を参照されたい。

LCAの手法を用いた簡易なソフトウェアを生徒一人ひとりに使用させる意図の一つは、自分自身の課題として地球温暖化を生徒に実感させることにある。かばんの中身やそこからのLC-CO₂は各生徒によって異なり、各生徒に特

有の値を提示することが鍵となる。普段、認識することが困難な個々人の生活からの環境負荷について、各々の生徒に把握させることが、基本仮説にあるミッシング・リンクの再生に結びつくものと考えているのである。

3.2 データ収集

環境配慮行動とその規定因に関する代表的なモデルとして、広瀬¹⁸⁾が提示したモデルがある。ここでは、環境配慮行動の規定因として、環境問題に対する責任感や、対処の有効感、環境配慮行動の実行可能性などが挙げられている。これらの規定因に対し、当プログラムのテーマであるライフサイクル思考の学習によるつながりの実感(以下、つながり感と略す)が与える影響を分析するため、既往研究^{11, 14, 19)}を参考に、表2に示す12項目を測定する22の質問を用意し、プログラムの実践前後で2度調査した。環境配慮行動には、節約、代替、長持、リサイクルの4項目を取り上げた。回答方法は、[思う、少し思う、あまり思わない、思わない]に、[分からない]を加えた5件から選択する形式とした。なお、具体的な質問文については次章で示す。

また、生徒の意識・行動の変化が、当プログラムの特徴に基づくものかを明らかにするため、実践後には印象度調査も実施した。印象度調査では、プログラムにおける特徴的な8場面(図1)を提示し、そのうち印象に残った3場面を選択した上で、それを選択した理由について自由に記述することを求めた。

表3にプログラム実践の詳細、図2に実践風景をそれぞれ示す。プログラムを受講した計126名の生徒に対して質問紙調査を行い、未回答や規則的的回答を除いた92のデータを用いて集計、分析を行った。

表2 質問紙調査(前後2回) 22項目の内訳

つながり感	危機感	責任感	有効感
4	2	2	2
態度	実行可能感	負担感	規範感
2	2	2	2
節約意図	代替意図	長持意図	リサイクル意図
1	1	1	1

表3 プログラム実践の詳細

対象	神奈川県立相模大野高校 第2学年		
場所	同校PC室		
形態	45分×2コマ		
クラス	1組	2組	3,4組(女子)
年月日	2008.3.19	2008.3.18	2008.3.18
時限	1,2校時	3,4校時	1,2校時
参加人数	42名	42名	42名
講義者	同校教諭	同校教諭	中島

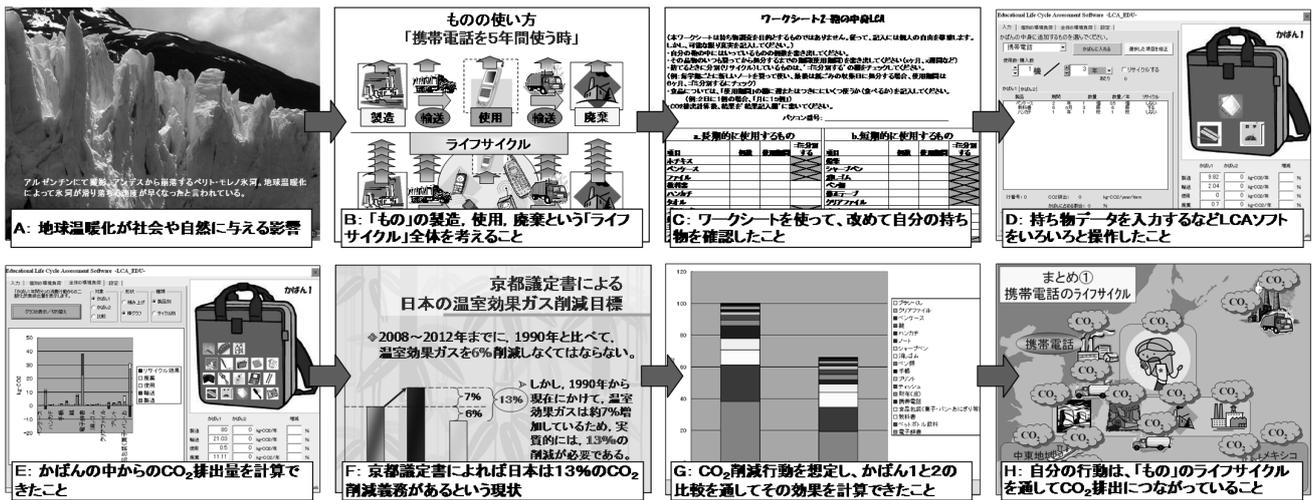


図1 プログラムにおける特徴的な8場面(時系列順)



図2 神奈川県立相模大野高等学校での実践風景

4. 結果と考察

4.1 単純集計結果

4.1.1 生徒の環境意識・行動意図の変化

全22項目から成る質問紙調査を、プログラム受講前・受講後で2度行った。そのデータを、[思う=4点、少し思う=3点、あまり思わない=2点、思わない=1点、分からない=0点]のように得点化した。各項目における得点の平均値(N=92)を図3に示す。図中の棒グラフのうち、手前が受講前、奥が受講後の値である。全体的に、受講後の値が受講前の値を上回る傾向にあったが、特に、つながり感、有効感、実行可能感、負担感、代替・長持ちの行動意図の高まりが顕著であった。受講前・受講後の平均値の差についてt検定を行ったところ、これらの項目においては、1%未満で有意な差が確認された。一方、危機感やサイクルの行動意図については、プログラムの受講前からすでに高まっている傾向にあり、変化はあまり見られなかった。また、責任感①に関して、受講前後でほとんど変化がなかったのは、この質問項目が逆転項目であり、やや複雑な文章構造のため生徒が瞬時に設問内容を理解することが容易でなかったことが関連していると考えられる(後述の

図4に示されるように、低下(-)の割合が他の項目に対して相対的に大きい)。

次に、全22項目について、受講前後で変化が確認された生徒の割合を図4に示す。前述した7要素、14項目については、概ね50%~75%の生徒に高まりが見られた。

4.1.2 印象に残ったプログラムの場面

当プログラムの特徴的な8場面の中から、印象に残った3場面を回答させると同時に、それらを選んだ理由を記述させた。実際、こちらの指定どおりに3場面を回答した生徒は70名、2場面、1場面しか選ばなかった生徒はそれぞれ18名、4名であった。従って、全250の回答を得た。その集計結果を図5に示す。なお、選択した理由についての集計とそれによる考察は4.3節で行う。

選択した生徒が最も多かったのは場面Eの53であり、次いで多かったのは場面Gの52であった。どちらも、PC演習の場面であり、持ち物のライフサイクルを通したCO₂排出量の定量把握をねらいとしている。当プログラムにおける教育用LCAソフトウェアとその操作が、生徒にとって印象的であったことが分かる。このソフトウェアは、当プログラムにおける最大の特徴であるため、当プログラム自体は、生徒らにとって魅力のあるものであったと言えるであろう。

また、その他に選択した生徒が多かった項目として、ライフサイクル思考についてスライドで講義をする場面Bや、ワークシートに書き出した各自の持ち物をソフトウェアに入力する場面Dがあげられる。これらの場面は、PC演習が非常に印象的であったため、プログラム全体から相対的に捉えた結果、選択した生徒数が抑制された可能性がある。その他の場面についても同様なことが指摘できるが、各自の持ち物をワークシートに記入する場面C、ライフサ

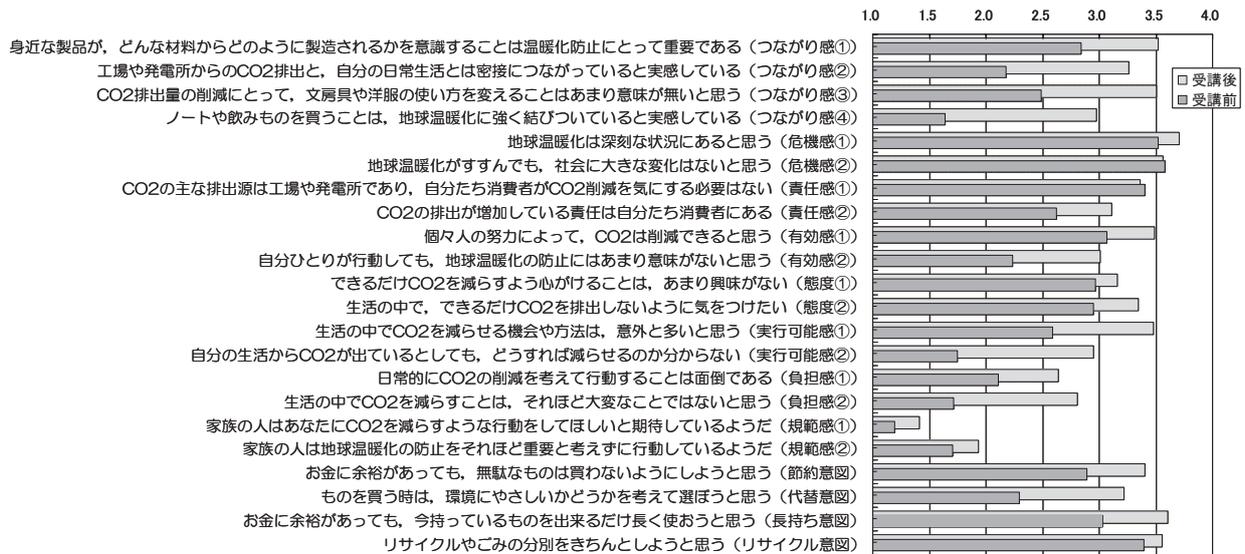


図3 プログラム受講前後における環境意識・行動意図の変化(平均値比較)

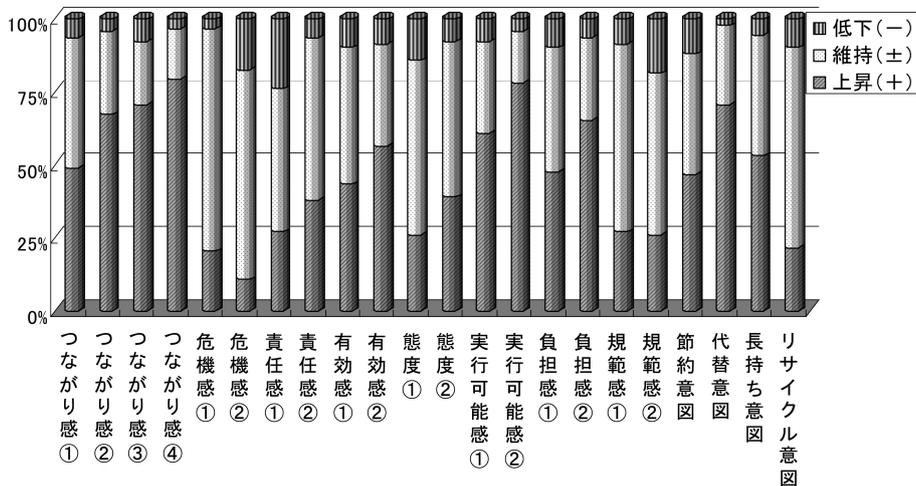


図4 プログラム受講前後における環境意識・行動意図の変化(変化した生徒数の割合)

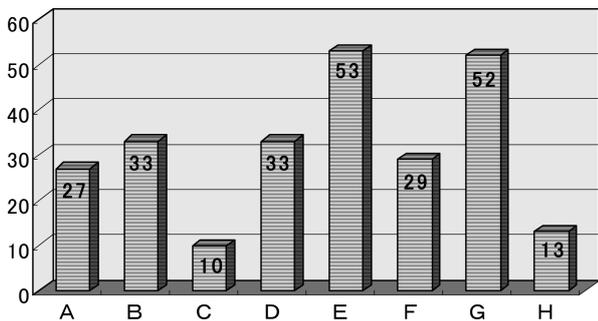


図5 印象に残ったプログラムの場面の集計結果

イクル思考や日常生活とCO₂排出とのつながりを再確認する場面Hは、選択した生徒が少なく、生徒にとってあまり印象に残らなかったようである。特に場面Hは、当プログラムの趣旨をまとめている重要な場面であるため、今後当プログラムの改善にあたっては、この結果に留意する必要がある。

4.2 意識変化メカニズムの分析

4.2.1 尺度の形成

本節では、当プログラムによる環境意識・行動意図の変容が、どのようなメカニズムで生じたのかを検討する。そのために、各々の設問項目において、プログラムの実施前後の差を変数とし、主成分分析を用いていくつかの設問項目を組み合わせた尺度を形成する。

尺度の形成にあたっては、組み合わせた設問項目間の変数において、クロンバックの信頼性係数 (α) を確認する。信頼度の判定については、依藤ら (2002)¹⁹⁾ の手法及び分析結果を参考にし、その値が0.5程度以上であればその信頼度を認め、それらの主成分を変数とした尺度として定義し、分析に用いる。また、その値の信頼度が認められなければ、組み合わせようとする設問項目のうち、より直接的な表現を用いており、被験者の解釈が多様でないと考えられる項目を採用し、その観測変数を分析に用いる。

尺度の形成結果を表4に示す。それらによる相関分析及びパス解析を行う。

①つながり感

つながり感に関する項目については、クロンバックの信頼性係数 α の値を考慮した上で、つながり感①～④の4項目で主成分分析を行い、一つの要素として扱うこととした。

②責任感

責任感及びについては、2項目間のクロンバックの信頼性係数 α は期待されたものではなかったが、実際の設問の内容など、他の条件を加味した結果、それぞれ一つの要素と見なすこととした。

③有効感、環境態度、実行可能感、負担感

これらの要素に関しては、2項目間のクロンバックの信頼性係数 α は低く、質問文の表現及び相関分析やクラスター分析等の結果も考え合わせた結果、一つの要素を測っていると認めることは困難と判断した。よって、各要素に関する2項目のうち、より直接的な表現を用いており、その要素をより正確に測定できていると考えられる項目を選択することとした。その結果、有効感①、環境態度②、実行可能感①及び負担感②を、それぞれの尺度として用いることとした。

④行動意図

行動意図は、前項の単純集計にて、受講前後での変化が見られなかったリサイクル意図を除いた3項目の変数の和を求め、一つの尺度を構成した。これらの項目は異なる行動意図を測っており、質問紙作成の段階から、それらに相関があることは想定していない。従って、主成分分析ではなく単純に加算することが妥当であると判断した。

表4 各設問項目から形成された尺度とその信頼性分析(α)結果

設問	尺度	α
つながり①	つながり認識	0.580
つながり②		
つながり③		
つながり④		
責任感①	責任感	0.444
責任感②		

4.2.2 相関分析

表4で示した尺度を含む7要素間の相関分析 (Spearmanの順位相関) の結果を表5に示す。

つながり感、責任感、実行可能感及び行動意図と相関を示していた。これは、その高まりが、責任感など他の項目を高める要因となっている可能性を示唆している。また、責任感、行動意図との相関が顕著であった点は、これまでの当プログラムの効果に関する本藤ら¹¹⁾、平山ら¹⁴⁾による既往研究と同様の結果である。

責任感は、他のすべての項目と相関を示していた。この点についても、既往研究^{11, 14)}と類似した結果であり、当プログラムによる行動意図変容において、重要な要素であることを改めて示している。

この結果はあくまで、著者らの一連の研究^{11, 14)}と同様に2変量間の相関関係を示しているのみであり、これまでの研究^{11, 14)}で浮かび上がってきた仮説、すなわち「つながりの認識が、有効感、責任感などの高まりを介して、行動意図を高める」ということを実証するものではない。それ故に、次項では、表5に示す7要素を用いてパス解析を行うことで総体的なメカニズムについて検討する。

4.2.3 パス解析

図6は、表5に示す7要素を用いてパスモデルを作成した結果である。モデルの右下には、当モデルの適合度を示している。このうち、p値とRMSEAの値からは、当モデルの全体としての適合度は高いことが読み取れる。

結果の概観は、つながり感の高まりが責任感を高揚させ、その結果、環境態度の形成及び行動意図の促進に結びついているという構図である。既往研究^{11, 14)}においても、当プログラムを受講することで責任感等が高まり、それによって行動意図が促進される可能性を指摘しているが、それをパスモデルとして改めて提示したことは、一つの前進と言える。

さらに、つながり感から責任感、責任感から行動意図へのパスが、いずれも1%未満で有意につながっており、他のパスと比較して高い値を示していることは特筆される。また、決定係数 (R^2) に着目すると、やはり責任感、行

表5 7要素による相関分析結果

	つながり感	有効感	責任感	環境態度	実行可能感	負担感
有効感	0.001					
責任感	0.404 **	0.361 **				
環境態度	0.057	0.171	0.342 **			
実行可能感	0.268 **	0.244 *	0.241 *	0.244 *		
負担感	0.135	0.070	0.239 *	0.182	0.070	
行動意図	0.345 **	0.162	0.374 **	0.368 **	0.253 *	-0.041

* 5%水準で有意(両側) ** 1%水準で有意(両側)

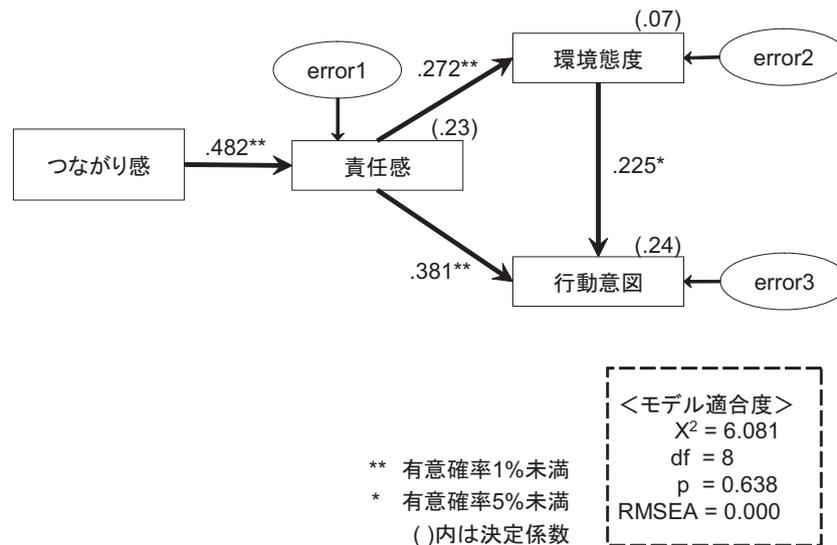


図6 パス解析結果

行動意図の R^2 値は相対的には高い。このように、パスの強さと R^2 値の高さから、つながり感を加えたこれらの3項目は、当プログラムによる生徒の意識・行動変容のメカニズムを説明する上での鍵となる項目であると言える。

すなわち、つながり感の向上が、地球温暖化防止に向けた行動をとるのは他ならぬ自分であるという責任感に結びつき、行動意図の形成に寄与することを示唆している。なお、責任感の向上が環境行動意図の形成に寄与しているという本研究の分析結果は、責任感の認識は利他行動に向けたひとつのステップとするSchwartzの理論²⁰⁾とも整合的である。

一方で、パス解析から見出された課題として、有効感、実行可能感及び負担感の3要素が、モデル形成の過程で棄却されたことが挙げられる。図6に示されるモデルでは、これらの3要素の向上はつながり感の向上からは十分に説明されない。次節で詳細に述べるが、有効感、実行可能感の向上については、PC演習における削減シミュレーションによって CO_2 削減の有効性や実行可能性を実感したことが直接的に影響していると推察される。つまり疑似的な削減行動を体験するPC演習では、生徒たちの意識が定量的な結果に向かい、つながりに関する意識が薄れていた可能性がある。

また、有効感から態度へのパスと、実行可能感及び負担感から行動意図への有意なパスは認められなかった。この結果は、広瀬ら¹⁸⁾など過去の研究と十分に整合的でない。3要素に共通した原因としては、本節第1項で触れたように、設問に対する生徒の解釈が幅広く、それらの要素を適切に測定できていない可能性が考えられる。また、これら3要素に関する設問について、特定の行動を対象とした設問文となっていなかったことも、原因として挙げられる¹⁴⁾。

例えば、生徒は、有効感に関しては削減シミュレーションした具体的な行動を思い浮かべて回答し、行動意図に関しては日常生活における全般的な環境配慮行動を思い浮かべて回答した可能性がある。実行可能感、負担感についても同様である。

4.3 当プログラムに対する生徒の印象

前節では、当プログラムの実施による生徒の意識や行動意図などの変化メカニズムを明らかにした。本節では、これらの変化が、当プログラムの特徴がねらい通りに機能した結果なのかを確認するべく、生徒のプログラムに対する印象に関する調査結果に基づき考察する。

4.3.1 プログラム全体を通したねらいの達成

当プログラムの特徴を示す8場面(図1)に関して、生徒が印象に残った場面として選んだか否かについて集計した結果を図7に示す。生徒には印象的な場面として選択した理由を記述することを求めており、その記述内容についても大まかに分類した上で図7にあわせて示している。

各場面を印象的であるとして選んだ理由(図7)と当プログラムのねらい(表1)とをつき合わせてみると、全体を通して当プログラムのねらいが達成できていることがわかる。

例えば、場面Bは本プログラムの鍵となるライフサイクル思考について最初に説明を行う場面である(表1の1時限目②に対応)。場面Bを印象に残った場面として選択した33名のうち、約3割の10名は、「使用するときだけでなく、製造～廃棄のライフサイクル全体で CO_2 を排出しているってことが分かった。」など、ライフサイクル思考に関する記述を残している。また別の10名は、「携帯電話を)

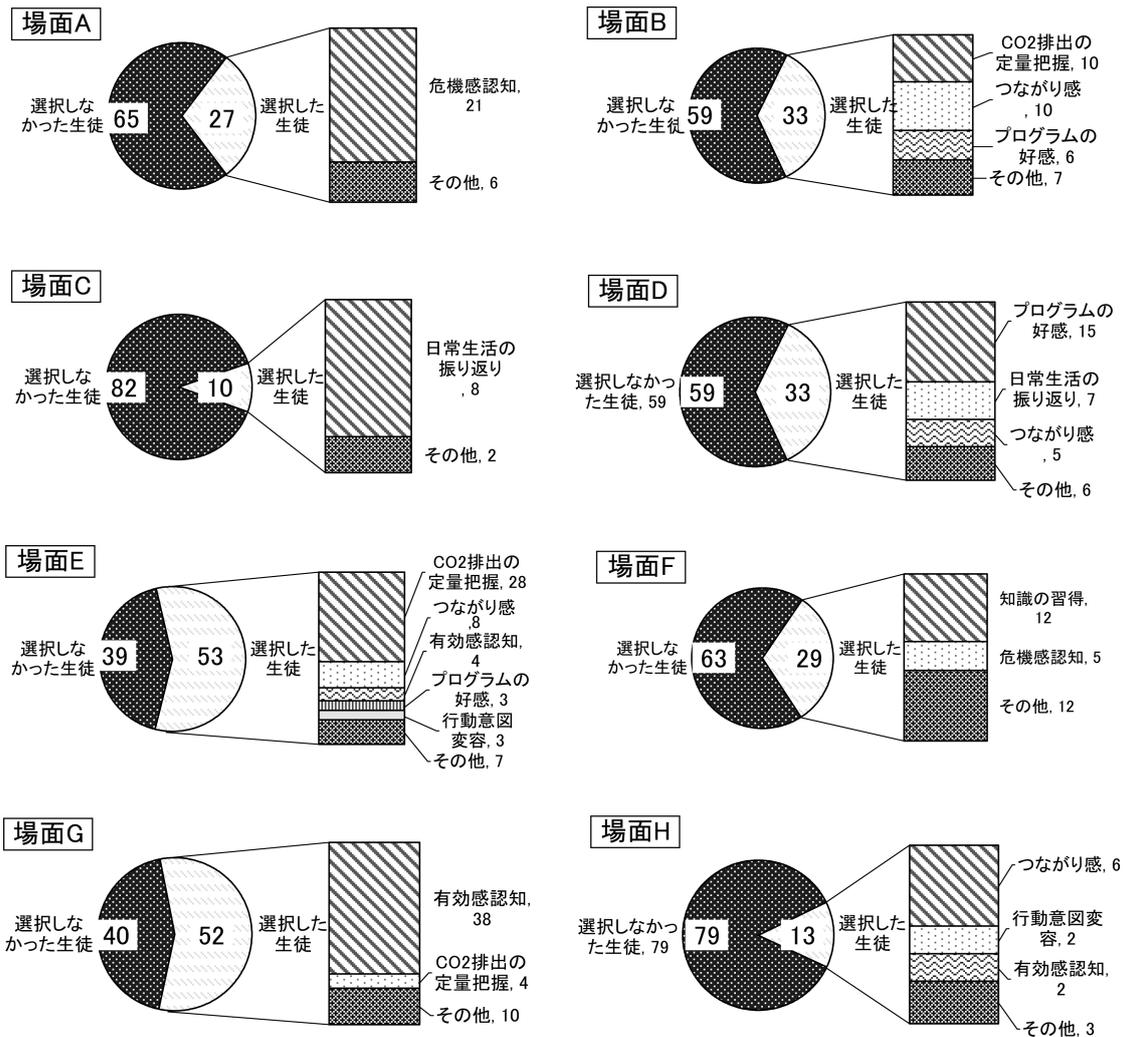


図7 プログラムの各場面が印象に残った生徒数とその理由の内訳(数値は人数)

使用するときと比べ、製造過程のCO₂排出量が圧倒的に多いことにおどろいた。」など、ライフサイクルにわたるCO₂排出の量的な部分に着目して記述している。これらのことから、場面Bにおけるねらい、すなわちライフサイクルにわたってCO₂排出を考えることの重要性を定量的な情報に基づき理解させることが達成できていると認められる。また、この場面では生徒の心理的な変化として「つながり感」の向上を期待しているが(図1)、上述したようにねらい通りの成果が得られていることから、場面Bにおける講義内容が、図3、4に見られる「つながり感」向上の土台を築いていることが推察できる。

場面Bを例に挙げて説明したが、他の7場面についても同様に、表1と図7を見比べることでねらいがほぼ達成されていることが認められる。このことから、プログラム全体がねらい通りに機能し、生徒に伝えるべきことが伝わり、前節で示したような心理的な変化を生じせしめたと推察される。

4.3.2 LCAソフトの効果

では、当プログラムの最大の特徴であるLCAソフトの利用は、生徒の心理的な変化に期待通りの高い効果を与えたのだろうか。

図7に示されるように、8場面の中で、過半の生徒が印象的な場面として選択したのは、場面E(58%)及び場面G(57%)のソフト演習に係わる2場面のみであり、LCAソフトの利用が強く印象に残っていることが伺える。そこで、場面Eと場面Gに着目して、これらの場面がなぜ印象的だったかに関する生徒の着眼点や感想を詳細に分析することで、LCAソフトが生徒の心理変化に与えた影響について考察する。

場面Eに関しては、生徒各自のかばんの中身からのLC-CO₂排出量の現状を把握させ、自分の生活が温暖化の原因となっていることを実感させることをねらいとしている(表1の2時限目④に対応)。この場面Eを印象に残った場面として選択した53名の生徒が、その選択理由として記述した内容を詳細にテキスト分析した結果を図8に示す。

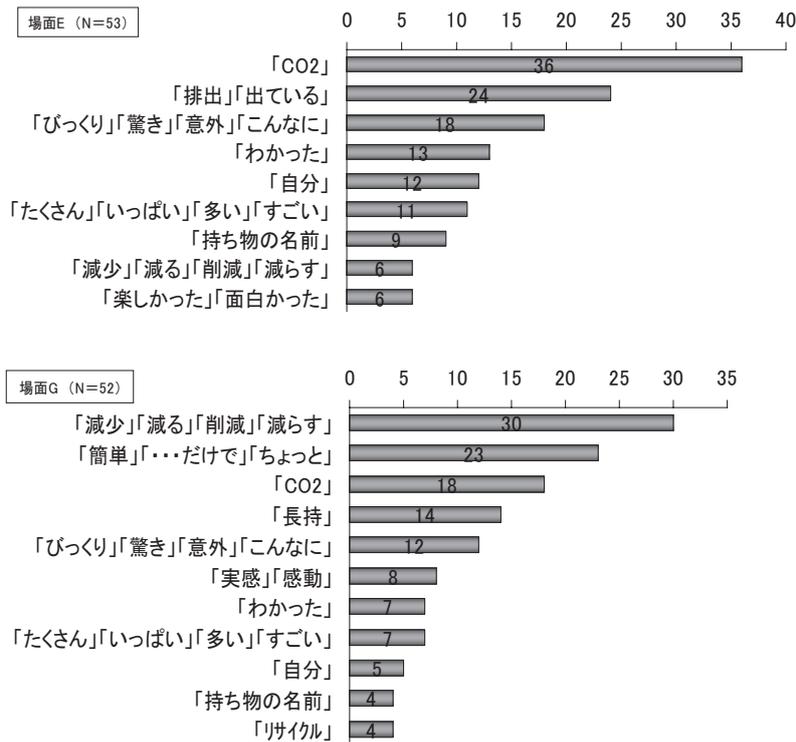


図8 場面E・場面Gが印象に残った理由の記述内容における出現頻度の高い表現の集計

テキスト分析では生徒の記述内容から出現頻度の高い表現を抽出しており、4人以上の生徒が記述に用いた表現を図8にまとめている。

生徒がLC-CO₂排出量を計算する場面Eにおいて、「CO₂」や「排出」という表現が多いのは当然であり、選択理由として「CO₂排出の定量把握」が多いという図7の結果と整合的である。それらに続き頻出する表現は「驚き」を意味するものであり、「電子辞書にいっぱいCO₂が出てびっくりした。」「意外とCO₂は出ているんだと思った。」のように、多くの生徒LC-CO₂排出量の計算結果を「わかった」だけではなく「驚き」を持って受け止めている様子が伺える。また12名の生徒は「自分がどれだけのCO₂を出しているのが分かって良かった。」「温暖化が自分にも直接関係していて・・・。」のように「自分」という表現を用いており、9名の生徒は電子辞書など具体的な「持ち物の名前」を記述していた。これらのことから、他ならぬ自分の持ち物を対象としてLC-CO₂を計算し、自分の行動が間接的にCO₂排出を誘発していることを実感したことが、生徒にとって印象的だったことが推察される。

以上から、LCAソフトの利用は特に、LC-CO₂の概念を理解した上で、自分自身がCO₂排出に関与している実感を促すこと、すなわちつながり感を向上させることに寄与していると考えられる。またパス解析の結果(図6)を踏まえると、温暖化が自らとつながっていることを実感することは、温暖化を自らの問題として捉えるという責任感の上

昇にも貢献していると推察される。

場面Gに関しては、自らのCO₂排出量を削減するための環境配慮行動の疑似体験を通して、ライフサイクルの観点から自分で出来るCO₂削減方法があることを気付かせ、その効果を実感させることをねらいとしている(表1の2時限目⑤に対応)。場面Eと同様に出現頻度の高い表現を図8に示している。

擬似的な削減行動を試す場面Gでは当然ながら「削減」を意味する表現が多かったが、特徴的なことは「簡単なことで、CO₂を減らせることがわかったから。」「自分でも少し考えるだけで、簡単にCO₂を減らすことができると実感した。」のように、「簡単」を意味する表現が多くの記述において付随していることである。加えて、簡単に削減できることを認識する(「わかった」)だけではなく、「驚き」をもって受け止めたり、「実感」したりしたことが記述から推察される。なお場面Eと同様に「自分」という表現を使った生徒や、具体的な「持ち物の名前」を記述した生徒も散見される。これらのことから、生徒自らが自分の持ち物を対象に擬似的な削減行動を行い、その有効性や実行可能性を実感したことが多くの生徒にとって印象的であったと考えられる。さらに「年数をかえるだけでかなり排出量が削減できることを実感できた。」「長持ちさせれば変わるって実感できたから。」のように「長持」を意味する表現も多く認められ、ライフサイクル思考ならではの削減方法の有効性を実感している様子が理解できる。

以上から、ライフサイクル思考により初めてわかる削減方法（持ち物を長く使うなど）に気づき、その削減方法が大きな負担感なく実行可能であり、かつCO₂削減に効果的なことを数字で確認できたことが、有効感や可能感の向上、そして負担感の減少に寄与したと推察される。なお平山ら¹⁴⁾は、PC演習を通して自らの行動変化とCO₂変化との連動を実感することが、つながり感の強化に貢献する可能性を指摘しているが、今回のテキスト分析では、その可能性を十分に裏付ける結果は得られなかった。

ライフサイクル思考を理解し、間接的なCO₂排出を認識することはもちろん重要であるが、それはLCAソフトを使わずとも可能であろう。LCAソフトの重要な役目は、ライフサイクル思考の概念を、自分自身の生活に適用して、自らが地球温暖化と関連していることを「実感」させることにある。LCAソフトは、自らの持ち物を対象とすることで、CO₂排出の現状に関して個人特有の定量的な情報を提供し、個人の行動変化の効果を即座に提示することが出来る。また、生徒自らが実際に手を動かして計算することも重要な特徴である。これらLCAソフトの特徴が、ミッシング・リンクの再生に向けたつながりの実感という目的の達成に寄与していることが、上述の分析と考察から示唆される。

一方で、かばんの中身に留まらず、今後生活の中で様々な削減行動を実行していくといった内容の記述は2件しかなかった。つまり、当プログラムには、かばんの中身を対象としたLCAソフト上での擬似的な削減行動を、実生活での様々な削減行動にシフトさせる内容が不十分であると考えられ、それを充実させる必要があることを示す結果と言える。

5. まとめ

本研究では、教育用LCAソフトウェアを用いた環境教育プログラムを実践し、その受講前後の生徒の環境意識、環境態度及び行動意図の変容効果とそのメカニズムについて明らかにすることを試みた。

著者らの一連の研究では初めて、プログラム実践前後2度にわたって生徒への質問紙調査を行い、その比較を行うことで当プログラムの効果を検証した。単純集計結果から、当プログラムの実施によって、つながり感をはじめ、有効感、実行可能感、負担感、さらには、節約、代替、長持といった環境配慮の行動意図が高まること、過去の研究^{11, 14)}と同様に確認された。

次に、その変容が、どのような過程を経て生じたのかを、相関分析及びパス解析を行うことで明らかにした。パス解析で得られたモデルは、一定の適合度を示している。このモデルから、つながり感が、責任感を介して、環境態度及

び環境配慮の行動意図を向上させたことが推察された。特に、つながり感、責任感、行動意図の相関は強く、既往研究¹⁸⁾を鑑みても、本研究の結果は妥当なものであると認められる。一方で、有効感から環境態度、実行可能感及び負担感から行動意図への有意なパスが確認できなかった点については、プログラム改善およびメカニズム分析の両面から今後検討する必要がある。

さらに、当プログラムの最大の特徴であるLCAソフトの利用が、生徒の意識や行動意図などの変化において効果的に機能しているかを考察した。その結果、「自分自身」の持ち物を対象に、行動変化の効果を定量的に知ることができるが、つながりや削減行動を認識するだけでなく「実感」することに寄与していることが推察された。しかし一方で、かばんの中身を対象としたLCAソフト上での削減行動を、幅広く日常生活にも取り入れる意思を示した生徒は少なく、その促進が今後のプログラム改善の課題と言える。

当プログラムの主眼は、最初に述べたようにミッシング・リンクの再生（つながりの実感）にあり、それに関しては一定の効果を達成できたと考えられる。しかし、上の記述とも関連するが、様々な日常生活の場面における「適切な」行動変容を目指すプログラムとするのであれば、ライフサイクルにおけるトレードオフの問題^{脚注1)}に踏み込んだプログラムへ進化させる必要があるかもしれない。それは今後の検討課題である。また、プログラムの効果検証やメカニズム分析に関する今後の課題としては、質問紙の改善が挙げられる。特に、当プログラムで認識の高まりを期待する「つながり感」のデータの取得方法を再検討するとともに、生徒の意識・行動変容効果の長期的な持続に関しても検討する予定である。

謝辞

当プログラムの実践にあたり、その場を提供していただきました神奈川県立相模大野高等学校と、適切な助言をいただきました同校の根元一幸教諭（現在は、神奈川県立座間高校に勤務）に、心より感謝の意を表します。また、質問紙調査に協力していただいた生徒の皆さま、そして実践の準備や研究内容への助言などを通してご支援いただいた本藤研究室の皆さまにお礼申し上げます。なお、本研究は科学研究費補助金（20510033）の助成を受けています。

（平成22年4月5日受付、平成22年11月28日採択）

脚注1) 例えば、エアコンなどの新製品の購入によって、製造段階のCO₂は増大させるが使用段階のCO₂を減少させる場合や、CO₂は削減されても他の環境負荷を増大させる場合などがトレードオフの問題として挙げられる。

参考文献

- 1) 中央教育審議会 (1996) : 21世紀を展望した我が国の教育のありかたについて (第一次答申), 文部科学省ホームページ, 入手先 <http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/12/chuuou/toushin/960701.htm>, (参照 2010-3-30)
- 2) 国立教育政策研究所教育課程研究センター (2007) : 環境教育指導資料 [小学校編], 東洋館出版社, 東京, 108pp.
- 3) 文部省 (現文部科学省) (1992) : 環境教育指導資料 (小学校編), 大蔵省印刷局, 東京, 119pp.
- 4) 文部省 (現文部科学省) (1991) : 環境教育指導資料 (中学校・高等学校編), 大蔵省印刷局, 東京, 121pp.
- 5) 文部省 (現文部科学省) (1995) : 環境教育指導資料 (事例編), 大蔵省印刷局, 東京, 146pp.
- 6) 日本児童教育振興財団 (2003) : 環境教育実践マニュアル「全国小学校・中学校環境教育賞」優秀事例報告, 小学館, 東京, 429pp.
- 7) 横浜国立大学教育人間科学部環境教育研究会 (2007) : 環境教育—基礎と実践—, 共立出版, 東京, 89-158
- 8) 荒木紀幸 (2001) : 総合的学習で育てる知識・能力・態度—教育心理学による解明—, 明治図書出版, 東京, 118-211
- 9) 佐島群巳, 鈴木善次, 木谷要治, 木俣美樹男, 小澤紀美子, 高橋明子 (1996) : 環境教育指導事典, 国土社, 東京, 265-315
- 10) 本藤祐樹 (2009) : 日本LCA学会誌, 5(3), 331-337
- 11) 本藤祐樹, 平山世志衣, 中島光太, 山田俊介, 福原一朗 (2008) : 日本LCA学会誌, 4(3), 279-291
- 12) 安藤生大 (2009) : 日本LCA学会誌, 5(3), 382-392
- 13) 成田明沙美, 井上弘毅, 松本真哉, 中村栄子 (2009) : 日本LCA学会誌, 5(3), 393-402
- 14) 平山世志衣, 中島光太, 本藤祐樹 (2009) : 日本LCA学会誌, 5(3), 367-381
- 15) 社団法人 未踏科学技術協会 (2005) : 消費行動における意識向上のための環境教育に関する調査報告書, 21-33
- 16) 水野建樹 (2007) : 日本LCA学会誌, 3(3), 150-156
- 17) 根元一幸 (2009) : 日本LCA学会誌, 5(3), 344-351
- 18) 広瀬幸雄 (1994) : 社会心理学研究, 10(1), 44-55
- 19) 依藤佳世, 広瀬幸雄 (2002) : 環境教育学会誌, 12(1), 26-36
- 20) Schwartz S.H. (1977) : Normative influences on altruism, *Advances in experimental psychology* vol. 10. , Academic Press, New York, 222-280