

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 26 年 6 月 13 日現在

機関番号：24506

研究種目：基盤研究(C)

研究期間：2011～2013

課題番号：23501073

研究課題名(和文)低炭素家庭を目指した環境教育に関する研究

研究課題名(英文)Study of Environmental Education for low carbon home

研究代表者

熊谷 哲(Kumagai, Tetsu)

兵庫県立大学・環境人間学部・教授

研究者番号：20118011

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,900,000円、(間接経費) 870,000円

研究成果の概要(和文)：研究成果は以下の3点。低炭素家庭に向けたBDF普及活動の研究では環境政策の視点から兵庫県と兵庫県立大学との間の協働でバイオディーゼル燃料(BDF)の活用研究が兵庫県中播磨地域を対象として研究が行われた。てんぷら油からBDFが作られるリサイクルモデルが住民や兵庫県の環境部門と作られた。

2.環境学習ソフト「うちエコキッズ」の開発・改良による低炭素家庭の実現は子供や保護者の家庭が地球温暖化や家庭での二酸化炭素消費量やエネルギー消費量をシュミレートできるうちエコキッズソフトの開発をまとめている。3.学習教材では2011年から2013年にかけて兵庫県中播磨地域対象に環境日記を2.8万部製作した。

研究成果の概要(英文)：The Study was summarized in three points.The first is Study of Low Carbon Home and the spread of Bio Diesel Fuel(BDF). The Utilization of biodieselfuel(BDF) as environmental policy by co-operation between Hyogo Prefecture and University of Hyogo was studied in Nakaharima area of Hyogo,kamikawa-cho,ichikawa-cho and fukusaki-cho. A recycling model formation from tempura oil to BDF was made by the action and meeting of inhabitants group and environment section of hyogo prefecture.

The second is Realizing Low-Carbon Homes through the Development and Improvement of the Environmental Education Software,Uchi Eco Kids. Uchi Eco Kids Software that is capable of children and their families to learn the global warming, to simulate the the carbon dioxide emissions and energy consumption in the home has been developed. Twenty-eight thousand Environment diary booklets were used as learning materials of elementary schools for kids in nakaharima area of hyogo prefecture from 2011 to 2013.

研究分野：総合領域

科研費の分科・細目：科学教育・環境教育

キーワード：うちエコキッズ 低炭素社会 環境学習 シュミレーションソフト BDF

1. 研究開始当初の背景

地球環境問題、特に気候変動に関わる温暖化対策に関わる問題は日本においても京都議定書の約束を十分に達成できないなど、深刻な状態になっている。また日本政府は更なる削減対策を打ち出し、世界に日本主導の温暖化対策推進をアピールしようとしている。世界的な問題となっている温暖化対策は自然科学的見地や社会科学的見地からさまざまな研究・検討がなされている。

しかしながら将来において気候変動の影響を一番強く被るであろう「こども」の視点での研究はあまりなされていない。こどもたちがこの問題をどのように捉えており、またどのように学習しているかが重要であるが、この様な環境学習の必要性が認識されながらも小学校を中心とした学校現場では英語教育の問題、心の問題等、総合学習の時間縮小など、様々な面で教員への負担が増え、環境に関わる学習への取組は十分とは言えない現状である。またこの学習不足を補う立場である家庭においても、小学生の親にあたる年齢層ではこれまで十分な環境に関わる教育を受けておらず、家庭での教育も不十分となっている。また省エネスローガンが先行し、家庭においてどの部分がエネルギー使用上門外があるかという視点での定量的教育は殆どなされていない。

また小学校から中学・高等学校に進学するにつれ環境教育を受ける機会は減少し、大学に入学して再びその機会に接するという問題も存在している。

2. 研究の目的

本研究「低炭素家庭を目指した環境教育に関する研究」は、家庭における小学生親子の環境への取組、特に低炭素のライフスタイルによる地球温暖化問題とその影響に関わる科学的な教育に基づく環境学習を通じてこどもの環境理解がどのように広がるかを知り、その理解を深めるための方策についての研究を行うことを目的とする。また親子での取組による効果と学校の対応・行政の施策がどのように影響するかを検討することも目的とする。

3. 研究の方法

研究計画は

1. 教材内容の検討、2. 教材の作成・修正
3. 地域での取り組み事例研究 4. 調査結果の解析、5. 教材としてのソフトウェアの改善、6. 結果の公表 という流れで行っていった。教材は地球温暖化対策を中心にしているが、その結果として起こる問題等について関連づけて内容として盛り込み、小学生や保護者の理解促進を図る工夫を行っている。

研究方法はフィールドワーク科目として参加する学生の協力、卒業研究の課題としての取組等を研究代表者がとりまとめていく形で行った。アンケート調査や解析、ソフトウェア改善等については大学院生等の研究協力者の研究補助（謝金対応）で行った。

平成 23 年度

教材研究についてはこれまでのアンケートに加え、新たな項目を追加し、家庭での環境意識の程度を検討する必要がある。この年度については新たに購入したコンテンツ制作用 PC 等を使い、新項目の追加を検討した。併せて、その項目への評価を含めたアンケート内容の見直しを進めた。

新規テキストを従来配布している姫路市を中心とする中播磨地域に加えて他地域まで配布し、内容を変更するためには制作協力者への謝金が相当時間数必要になった。

うちエコキッズ環境学習ソフトについてもアンケート調査による検討を行い、問題点の改良を行った。地域による異なった取り組みに対応する改良に関わる委託費用が必要となった。

平成 24 年度

親子で学び、行動できる環境冊子としての「環境日記」製作を検討・作成した。親しみやすい自然環境である森・川・海をフィールドにした別冊子の製作（森川海のつながりを学ぶ紙芝居）を行った。これらのコンテンツ制作、及びアンケート項目の検討についてはフィールドワーク及び卒業研究を活用し、学生の視点を入れていった。

うちエコキッズについては対象地域の拡大での使用調査を行い、あわせてアンケート調査を実施し、その結果を受けたソフトウェア改良を行った。

また学会での発表を行い、論文として成果の公表を検討した。また地域の家庭での低炭素化をめざし、兵庫県と連携しててんぷら油のリサイクルモデルの取り組みを行った。

平成 25 年度

研究の最終年度はまとめを行った。地域の家庭レベルの取り組みとしててんぷら油のリサイクルモデルの取り組みを継続して行い、その研究成果を日本エネルギー環境教育学会で発表した。環境学習・研究促進のため NPO 法人はりま里山研究所を設立し、うちエコキッズソフトによる家庭での低炭素効果を博士研究者に委託し検証した。その結果、その内容より中学生以上の取り組みが難しいことがわかり英語教育を兼ねて英語版ソフトウェアの制作を行い中学生等の家庭での適用を試みた。学会での発表とともに論文として成果の公表を行った。

4. 研究成果

(1) 低炭素家庭に向けた BDF 普及活動の研究

兵庫県神崎郡内の町で BDF 普及促進事業を行い、リサイクルモデルを確立することができた。平成 24 年度において神崎郡全町 16135 世帯で平均 15.4%の回収率を得ることが可能となった。

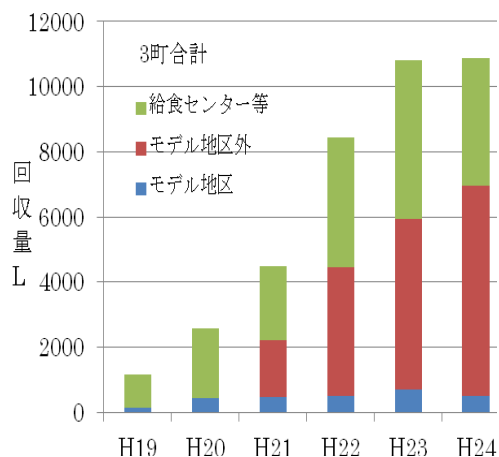


図1 3町の使用済み天ぷら油の回収量

地域におけるリサイクルモデルの確立により地域住民への理解が広がったと考えられる。これは回収拠点の拡大も影響していて、24年度中に増やした3地点は地域の教育拠点となる小学校となっている。今後の展開として環境教育への活用も期待され、幼稚園や小学校など環境教育・学習の取り組みと連携させることのできる天ぷら油回収拠点を増やすことが考えられる。使用済み天ぷら油の回収・製造された BDF の利用は主として小学校の給食配送車の燃料であり、環境学習と連携させると地域での普及をさらに加速させる効果が得られると期待される。回収地域における BDF 利用量が十分でないことの対応として給食配送車に加え、ゴミ回収車の燃料としての利用を計画している。ゴミ問題の学習でもリサイクルを関連させて学ぶ教材として適していると考えられる。

一方、BDF の普及に関わる問題点も存在する。ディーゼルエンジンからの排出ガス対策により従来型ディーゼルエンジンを搭載した車が少なくなっている。今後は農機具の燃料としての利用やクリーンディーゼルでも利用可能な高度な燃料化が望まれる。これらは天ぷら油の遠心分離等による高純度

BDF 精製技術の導入で解決できる可能性がある。平成 24 年度の二酸化炭素削減量については使用済み天ぷら油の 90%が BDF 化され、軽油の代替として使用されたことより $2.62(\text{軽油のCO}_2\text{排出係数}) \times 0.9 = 2.4\text{kgCO}_2/\text{L}$ BDF 精製過程で発生する CO_2 量 $0.32\text{kgCO}_2/\text{L}$ として 22.6t の CO_2 削減となった。

子ども達が給食として食べている天ぷら・フライ等の廃食油が給食を運ぶ燃料として使われ、さらに家庭における天ぷら油の回収拠点としての学校の活用から大きな教育効果が期待される。

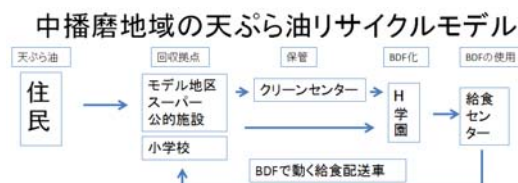


図2 リサイクルモデル

終わりにこの取り組みでできあがった天ぷら油のリサイクルモデルを図2に示す。

(2) 環境学習ソフト「うちエコキッズ」の開発・改良による低炭素家庭の実現

改良の経緯

第1版は2010年6月に、第2版を2011年3月に発行した後、使用感に関するモニタリングを行った上で改良を行い、第3版は2012年3月に発行した。使用感に関するモニタリングについては、平成23年度(2011年度)中に、小学校での出前講義や(財)ひょうご環境創造協会が主催するうちエコ診断に関わる研修等の簡易診断のソフトウェアとして活用を669件実施した。また、ソフトウェアの改善のため評価や問題点の検討を行うため兵庫県立大学附属中学校1年生及び保護者にアンケート調査を行い、その評価や出前講座での小学校教員への聞き取り調査での意見を基に改善を行った。このソフトの対象が小学校高学年以上となっていることからモニタリングの対象として中学1年生を選び、よりの確な評価を得ることが可能となった。おおむね良好な評価を得ることができ、広く取り組む必要性を感じられたが、第2部のゲームの内容やひらがな表示が中学生には物足りず、保護者からは省エネのためにパソコンを立ち上げることに矛盾を感じるとの意見も頂いた。これらの評価結果から1. 全国的な展開が必要 2. 子どもから大人まで使える工夫を行う 3. ゲームに音楽を加える 4. 省エネ対策を行うの、4点の改善点が明らかになった。

1. の全国展開に関して初期画面に初期設

定を行うところを設け、都道府県別のエネルギー原単位等の設定を可能とした(図2)。2. の子どもから大人まで使える工夫としては初期設定画面で小学校4年レベルと大人モードを選択できるようにし、ひらがなやルビの使用を行わないモードを追加した。3. については当初、授業での使用では音楽は不要であり、むしろ邪魔になると判断し省いたが、これも初期設定画面で選択できるようにした。4. の省エネ対策では最近、パソコンの利用が伸び悩み、タブレットやスマートフォンがパソコン代わりに利用されだしている現状から、より省エネのタブレットやスマートフォンへの適用を検討した。このソフトウェアはAdobe社のFlash Playerで動作していることからAndroidタブレットやスマートフォンで動作させることが可能である。Googleの2012年1-3月の調査では日本のスマートホンの普及率は20%、そのうちAndroidが55%となっている。スマートホンの割合は急速に増えており、中・高・大学生を含む若者層のスマートホンの動作・活用は全国、全世代への展開に有力な対策となると考えられる。また、タブレットでの「うちエコキッズ」のタッチ動作は快適であり、キーボードレスの機器との相性も良い。今後の小学校等での出前講義ではプロジェクターと併用したタッチパネルの利用が望ましいと考えた。

全国展開と利用者の反応

2012年3月に第3版を発行した後、ウェブサイトでの全国展開を目的とした配信を開始すべく、ソフトウェアのキャラクターをモリゾー・キッコロから独自キャラクターに変更し、2012年9月より専用のページを設置し、配信を開始した(うちエコキッズHP)。2012年9月には開始より2013年11月末日までの合計件数は、378件(月平均25.2件)であった(図14)。利用目的としては、子ども向けイベントが19.3%、小学校の授業が13.2%、中学・高校の授業が3.7%、大学の講義等が2.6%、一般市民向けイベントが17.2%、企業等での利用が10.8%、特に利用先は考えていないが18.8%、その他および未回答が約14.3%であった(図15)。イベントや授業・講義など複数名を対象とした利用を考慮すると、実際のソフトウェア利用者はダウンロード件数の数倍から数十倍にのぼることが予想できる。地域別に見た場合、北海道3.2%、東北3.2%、関東20.6%、甲信越2.6%、東海7.4%、北陸2.6%、近畿45.8%、四国4.0%、中国4.2%、九州5.8%、日本国外0.5%であった(図16)。近畿地方が半数近くであったのは、関係団体の地道な普及促進活動の成果によるものと考えられる。一方で、世帯数の多い関東

地方の割合が低かったことより、今後の普及促進活動の検討が必要と考えられる。また、利用者から意見や感想を収集した。ソフトウェア利用者から得られた意見・感想をまとめると、本ソフトウェアの第1部の「地球温暖化とは?」では、地球温暖化を解説する学習教材として使い勝手がよく、小中学校の教員にとっても地球温暖化に関する資料やデータを準備する手間が省けるという感想があった。第2部の「ペンギンを救え!」では、3つのコンテンツのうち一番取っ付きやすいという意見やキャラクターが可愛いという好印象を抱く利用者が多かった反面、繰り返しゲームを利用する人は少ない様子であった。第3部の「うちエコチェック!」は、保護者向けのコンテンツであるが、家計簿をつけているような保護者にとってはある程度強い印象を残すことができた反面、子どもに家計のことを話すことに躊躇があるといった意見もあった。今後はさらなるソフトウェアの利用者からの意見・感想を収集し、定量的なデータ解析を行う必要がある。

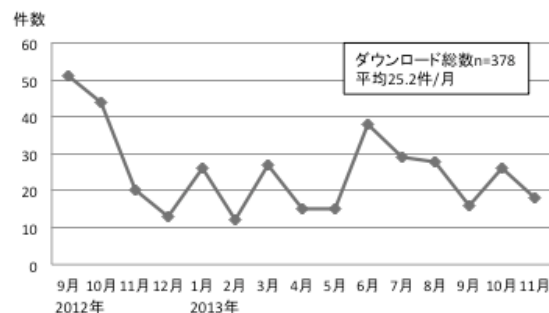


図3 ダウンロード件数の月次変化

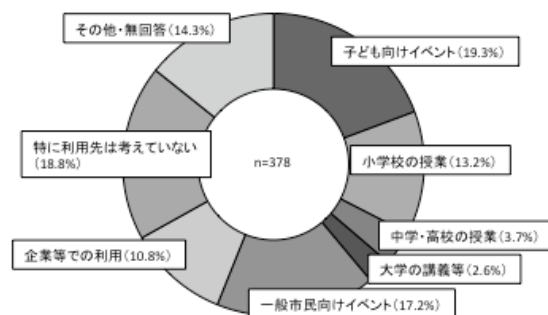


図4 利用目的別ダウンロードの状況

うちエコキッズのまとめ

国内で環境問題やエネルギー問題などへの関心が高まりつつある一方で、個々の家庭で行われるべき対策は多様であると考えられる。低炭素化社会の実現のためには、各家庭がCO₂排出量を具体的な数値として認識し、その事情に合わせた具体的な取組

みが必須である。本研究では、子ども達の家庭での役割に注目した上で、親子間ないしは教育現場での知識の共有、省エネ・節電行動の啓発、具体的対策の実施を行えるよう促進する学習ソフトウェア「うちエコキッズ」の開発・改良を行った。うちエコ診断では診断士が対面式で家庭を個別に診断し、具体的対策を提案できるという利点がある反面、エコ対策への関心が高まり、需要が高まる中で人間的に対応しきれない難しさも抱えている。うちエコ診断受診の前段階として、本ソフトウェアによる自己診断を行うことは、意識を維持させる意味でも役割は大きいと考えられる。

フィエン(2001)は、環境のための教育とは、教育を通じて社会的にも生態学的にも持続可能な人間と環境との関係を築くことを目指すものであるとし、そのためには、環境について十分に理解した上で環境への懸念や感受性の高い環境倫理、環境保護や改善への参加技能を伸ばすように働きかける必要があると言及している。ただし、環境保護や改善への参加技能の具体的な方法は、多様に存在するはずである。したがって、国内におけるCO₂排出量削減を目的とした低炭素化家庭の実現のための環境教育のあり方も多様に存在しうると考えられる。すなわち、本ソフトウェアの環境教育のための学習教材としての意義は、家庭での電化製品や自動車の使用とCO₂排出ないしは地球温暖化との関連性といった事実や概念を教えた上で(本ソフトウェアの第1部)、実生活では具体的にどの機材がどれくらいのインパクトを持つのかという知識をシミュレーションにより付与し(第2部)、各家庭環境でのCO₂排出量の計算を可能とし、具体的な対策を提案し、実行可能とすること(第3部)である。これら一連のプロセスは、既存の社会構造の一部をなす家庭環境を客観的に評価し、意思決定を行う契機を与えるという点で、フィエンの「環境のための教育」の目的に沿うものであると考えられる。

家庭や教育現場でのパソコンの利用は広く普及し、ここ数年間でのタブレット・スマートフォンなどの携帯端末向けのアプリの普及も著しい。本ソフトウェアツールを利用することによって、家庭や小中学校では、子どもと保護者ないしは教員との間でコミュニケーションが生まれ、子どもは大人から知識を得たり、節電や省エネを行う目的を知ったりすることができる。一方、保護者や教員も子どもの目線での気づきを与えられることにより、より一層問題に対する意識が高まる。家庭内においても、親子の協体制度を強めることで、CO₂排出量削減を目的とした省エネ・節電対策が可能と

なる。さらに、小中学校の授業や公共団体の環境学習イベントで、本ソフトウェアを活用した知識学習とサーモグラフィなどの環境測定器を活用した実践学習を連携させることで、より効果的なエネルギー環境学習が可能になることが期待できる。

(3) 環境学習教材としての環境日記

研究期間中も夏休みの自由課題として小冊子「環境日記」を編集・印刷し兵庫県中播磨管内の学校に配布した。平成23年度は7825冊、24年度は9599冊、25年度は10680冊の配布を行った。配布数よりこの教材を使った取り組みは年々拡大してきていることがわかる。子供たちの削減二酸化炭素量への理解を深めるため、いわゆる見える化、について検討し、サッカーボール1個が約10gという表現でその成果を評価した。平成25年度についてはアンケートを返した小学生1692名の削減量がサッカーボール2,010,547個分、二酸化炭素約20トンとなった。この環境学習教材は小学生のみならず保護者も参加して取り組むように考えられている。また制作する学生の教育も兼ねていて大学生への環境教育も可能となっている。

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 2件)

- ① 黒田修二、熊谷哲、土川忠浩、鈴木靖文、環境学習ソフト「うちエコキッズ」の開発・改良による低炭素家庭の実現、エネルギー環境教育研究、査読有、Vol.8, No.2、2014、印刷中
- ② 熊谷哲、低炭素家庭に向けたBDF普及活動の研究、兵庫県立大学環境人間学部研究報告、査読有、第16号、2014、85-89

[学会発表] (計 6件)

- ① 熊谷哲、土川忠浩、小島盛利、鈴木靖文、うちエコキッズの改良と活用による低炭素家庭の実現Ⅱ、日本エネルギー環境教育学会第8回全国大会、2013年8月18日、島根大学教育学部(島根県松江市)
- ② 熊谷哲、バイオディーゼルフェュエル(BDF)のリサイクルモデルと環境学習、日本エネルギー環境教育学会第8回全国大会、2013年8月18日、島根大学教育学部(島根県松江市)
- ③ 熊谷哲、小原梓、向井文恵、乾友香、井上悠、環境日記を使ったCO₂削減の見える化に関する研究、日本環境教育学会第23回大会、2012年8月11日、立教大学池袋キャンパス(東京都豊島区)
- ④ 豊田光世、寺井正幸、長尾翔太、熊谷哲、土川忠浩、内平隆之、ツリーハウスを活用した里山環境教育実践、日本環境教育

- 学会 第23回大会、2012年8月11日、
立教大学池袋キャンパス(東京都豊島区)
- ⑤ 熊谷哲、土川忠浩、小島盛利、鈴木靖文、
うちエコキッズの改良と活用による低炭
素家庭の実現、日本エネルギー環境教育
学会第7回全国大会、2012年8月4日、岩
手大学工学部(岩手県盛岡市)
- ⑥ 阿部久美子、熊谷哲、低炭素家庭を目指
した環境教育に関する研究、日本環境教
育学会第22回大会、2011年7月16日、
青森大学(青森県青森市)

[その他]

ホームページ等

<http://www.satoyama-lab.org> うちエコ
キッズソフトウェアを公開

6. 研究組織

(1) 研究代表者

熊谷 哲 (Kumagai, Tetsu)

兵庫県立大学・環境人間学部・教授

研究者番号：20118011