

課題名 1-1302 プラットフォーム化を目指した日常行動に関わるLCAデータの整備と教材開発

課題代表者名 花木 啓祐（東京大学大学院工学系研究科都市工学専攻環境システム研究室教授）

研究実施期間 平成25～27年度

累計予算額 80,314千円（うち平成27年度：24,771千円）
予算額は、間接経費を含む。

本研究のキーワード ライフサイクル思考(LCT)、環境教育、環境配慮行動、ライフサイクルアセスメント(LCA)、インベントリデータ、温室効果ガス(GHG)、家庭科教育、教科書、アプリ、ゲーム

研究体制

- (1)一般市民の環境配慮行動選択における意識と心理構造の解明(東京大学)
- (2)API仕様LCAデータベース作成に向けたユーザー要望の明確化(東京大学)
- (3)家事行動に関する環境負荷算定ツールの開発(国立研究開発法人産業技術総合研究所)
- (4)LCA的思考法教育マテリアルの試行と評価(一般社団法人未踏科学技術協会)
- (5)家庭科教育における環境教育の実態評価と教材開発(香川大学)

研究概要

1. はじめに(研究背景等)

家庭部門での環境負荷削減に向け、市民のライフサイクル的環境意識醸成が求められる。従来Life Cycle Assessment(LCA)算定結果利用や、LCA教育プログラム等、様々な取組みがなされてきた。しかし継続性が担保できない等、問題点も多い。こうした中で市民が無理なくLCA的思考法を習得していくには二つの方向性が考えられる。一つは大人が行動動機を継続しうる魅力的なツール提供であり、もう一つは長期的視野に立ったLCA的思考法教育である。

大人の動機継続のためには、魅力的なコンテンツが必要である。例えばモバイル機器用に提供されるアプリケーション(アプリ)は様々な主体によってユーザビリティを考慮したものが数多く提供されている。そこで、行政としては独自にツールを構築するのではなくプラットフォーム化に徹し、開発主体が使いやすいデータ提供に努めるべきである。本概念はTim O'Reillyにより提唱されたGovernment 2.0の概念であり、近年行政サービスを考える上で重要なコンセプトになっている。特にAPI(Application Programming Interface)仕様のデータ整備が鍵となる。例えば気象庁は「天気予報API」として様々な気象データをアプリ等からアクセス可能な仕様で提供している。これにより様々な主体が独自の気象に関するアプリを開発提供でき、その波及効果は単独Webサイトに比べ極めて大きい。

現在LCAに関するデータは、産業連関表など物ベース(小麦100万円あたり等)がある一方で、ツール開発主体が使うような行動ベース(パン1枚焼く等)でのデータが欠けている。そのため、日常の家事等に関連した様々な行動選択に伴うLCA負荷について、API仕様での提供を見据えたデータセットを整備することが必要である。さらに、大人向けの取組みのほかに、より長期的には子供を対象に日常行動に関連付けた環境負荷実感型教育が不可欠であり、日常生活への結びつきが強い家庭科教育の中にLCA的思考法を取り入れることが考えうる。

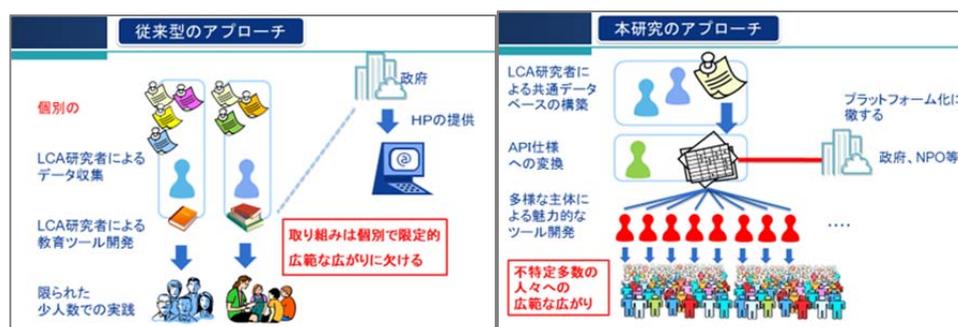


図1 研究背景と本研究のアプローチ

2. 研究開発目的

サブテーマ1では、一般市民の日常行動における環境意識を理解するため、全国的な環境意識調査に基づいて、環境意識を構成する心理因子の抽出、環境意識による人々の類型化、行動実施の障害の把握などを行い、他のサブテーマへインプットすることを目的とした。サブテーマ2では、人々の行動選択のばらつき度や、効果的な環境教育ツール開発にむけた市民及びアプリ開発者の要望を調査し、大人向けのアプリコンテンツ作成を行うに際してどのような行動選択がありうるかを検討することを目的とした。また、サブテーマ3で作成したデータベースを用いてアプリを試作し、開発可能性を示すことを目的とした。サブテーマ3では、既に多く提供されている製品・サービス以外の、日常の家事行動選択に伴う環境負荷の情報を提供できるデータベースが必要であるとし、家事行動に特化した行動用インベントリ分析用データベースおよび環境負荷算定ツールの作成を目的とした。また、他のサブテーマが用いることが可能なデータの提供もできるようにした。サブテーマ4では、中学・高校の家庭科教育の中で、自分のライフスタイルと環境負荷との関係に気付かせ日常行動による低炭素化への転換を促すため、LCTに基づいて、日常よく使う製品の一生で排出されるCO₂を示す教材を開発することを目的とした。サブテーマ5では、家庭科の教科書分析および授業実践分析を行うことで家庭科教育の現状把握・課題整理をした上で、開発教材をもとに授業計画案を作成・試行することで、今後の家庭科教育における環境学習の充実と広がりをめざすことを目的とした。

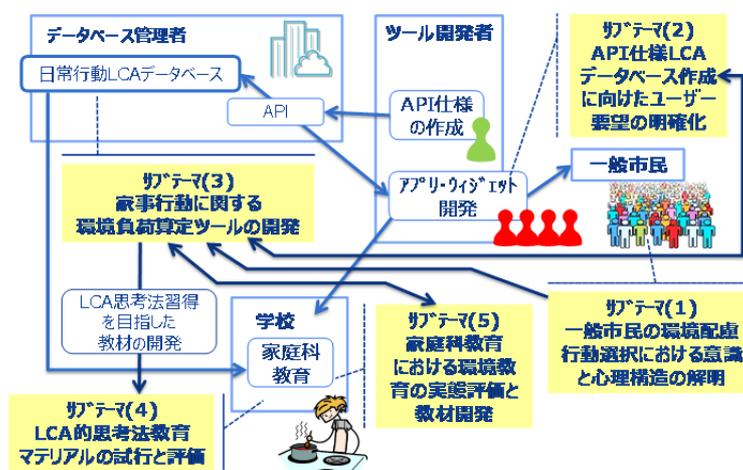


図2 サブテーマの位置づけと研究体制

3. 研究開発の方法

(1)一般市民の環境配慮行動選択における意識と心理構造の解明

一般市民の環境に対する意識および、環境配慮行動に対する認識を明らかにするために、日本全国民を対象に大規模アンケートを実施した。従来様々な主体によって行われてきた環境意識調査は肯定表現での質問項目が多く、Yes Tendency のバイアスにより関心の高さ等が大きめに見積もられてきたのではないかと考え、本テーマでは、Negative Question による意識把握を試みた。具体的には「環境には関心がない」といった質問に対し、「とてもあてはまる」から「全くあてはまらない」までの6件法で問う質問を25問用意した。また、環境行動に関しては、「ふだん環境に良いと感じている行動」「本当に環境に良いのか迷う行動」「一般に環境によいと言われているが自分はそう思わない行動」を自由記述にて尋ねるものとした。

回答について、全体的な傾向および属性による違いの比較を行った他、因子分析によって人々の意識の背景にある心理要素を抽出した。クラスター分析を行い、環境意識の特徴に基づいて人々を類型化し、その特徴などを比較分析した。記述式回答についてはテキスト分析を行なった。

(2)API仕様LCAデータベース作成に向けたユーザー要望の明確化

大人向けのアプリ等を念頭に置き、そこで対象とすべき行動群の特徴を明らかにするため、環境NGO等の環境意識の高い層に対して、グループインタビューを実施した。またアプリ製作者へLCAに基づくアプリ開発のための必要な要素についてインタビューを実施した。これらを元に、日常生活行動のLCAデータセット作成のための行動データをサブテーマ3と連携しながらそろえつつ、人々の詳細な日常行動のばらつき度の傾向と、消費者のスマートフォンゲーム利用状況や環境ゲームに対する志向性についてアンケート調査を行なった。サブテーマ1の環境意識の結果を活用し、環境意識の因子得点から人々をクラスターに分け、人々の環境意識、日常生活行動、ゲーム志向性などの関連性を分析した。

次に、サブテーマ3で作成したLCAデータベースを用いて教材の開発を行った。ライフサイクル思考(LCT)を醸

成する環境教育ゲームアプリの開発では、題材として人々の日常生活の中で身近であり、かつプロセスの複雑性と意外性がある牛肉生産におけるLCAを取り上げ、若年層向けにゲームアプリの開発を行った。また、LCAデータセットを企業が将来タブレットやアプリ等で活用することによるLCT教育の社会展開を見込み、企業とともに小学生向け環境教育カードゲームの共同開発を行い、試行した。

(3)家事行動に関する環境負荷算定ツールの開発

対象とする家事行動を漏れなく抽出するために、総務省の「社会生活基本調査」で利用されている行動分類表をもとに、本研究用の行動分類表を作成した。「社会生活基本調査」は1日の生活行動別平均時間及び時間帯別生活行動の状況に関する事項を調査しており、その行動分類表は大分類、中分類及び小分類に各行動が分類された階層構造を有し、全ての行動を網羅している。そこから家事行動を抽出し、さらに家事行動を細分化した行動分類表を整備し、上記作業で設定した行動を、環境負荷算定の対象とした。

家事行動に由来する環境負荷を算定するためには、各家事行動のシナリオを検討し、シナリオで設定した使用機械及び器具の寿命や使用状況等の多種多様なデータを収集・分析する必要がある。使用実態調査から製品の寿命を推定し、製品の使用に伴う電気や都市ガス等のエネルギー消費量を製品カタログ、使用実態調査及び実測等から入手した。さらに家事行動の環境負荷を共通の手順で算定できるようにデータを一定の形式に揃え、データベース化した。データベースは家事行動に関連するデータを格納するだけでなく、それらのデータを組み合わせることで各家事行動の環境負荷を算定することもできるため、環境負荷算定ツールとしての機能も有する。家事行動のうち掃除行動、洗濯行動及び調理行動の環境負荷算定結果をアプリ開発者や家庭科教材作成者に提供することで、そのデータ形式の実用性や、算定された環境負荷の妥当性を検証した。

(4)LCA的思考法教育マテリアルの試行と評価

過去のLCA情報を用いた環境教育教材を網羅的に把握、収集し、それぞれの対象年齢や、長所短所を整理し、学校教育において有効となりうる教材を検討した。次に、教材骨子案を作成し、家庭科教育の中で使用が可能な教材について検討した上で、家庭科教材を試作した。最終的には、開発した教材を実際に学校の現場で試行し、アンケート等によりその効果を検証した。上記の計画を効率的に実施し、教材開発に資するために、研究分担機関である一般社団法人未踏科学技術協会に教材開発検討会を設置し、研究の進捗状況にあわせて3年間にわたり年数回開催した。

(5)家庭科教育における環境教育の実態評価と教材開発

家庭科教育の現状を把握し、課題を整理したうえで、実践につながる授業の開発・提案をめざして研究を進めた。具体的には、①家庭科教科書における環境に関する記述の整理・分析、②家庭科教師の実態把握のための授業実践報告の収集及び分析、③教科書分析および授業実践分析をふまえ、開発した教材を利用する授業計画案の作成、の3つの内容を実施した。開発教材は、可能な限り実際に現場教員による家庭科授業を試行してもらい、評価を受けてフィードバックした。

4. 結果及び考察

本研究は、図2に示した研究体制を取りつつ、各サブテーマが有機的に連携し合って進めた。プロジェクト全体の成果をまとめたものを図3に示す。サブテーマ1、2による市民の環境意識に関する調査、消費者の日常行動やスマートフォン利用の調査、アプリ開発者へのインタビューなどは、サブテーマ3の家事行動分析用データベースに格納する行動選択やデータセットの作成に活用された。また、サブテーマ5の分析で用いた家庭科教科書から格納する調理メニューを選択した。サブテーマ5では、家庭科教科書のテキスト分析や家庭科教育の実態調査を行い家庭科へのLCT導入について検討し、その結果を受けてサブテーマ4のLCT教育教材の開発が進められた。そして、サブテーマ3で構築したデータベースに基づき、サブテーマ2のLCT教育のゲームアプリ制作や、サブテーマ4、5の教材開発と試行を行い、教材を実際に使用する際の家庭科授業計画提案も行った。サブテーマごとの詳細な結果について、以下に記す。

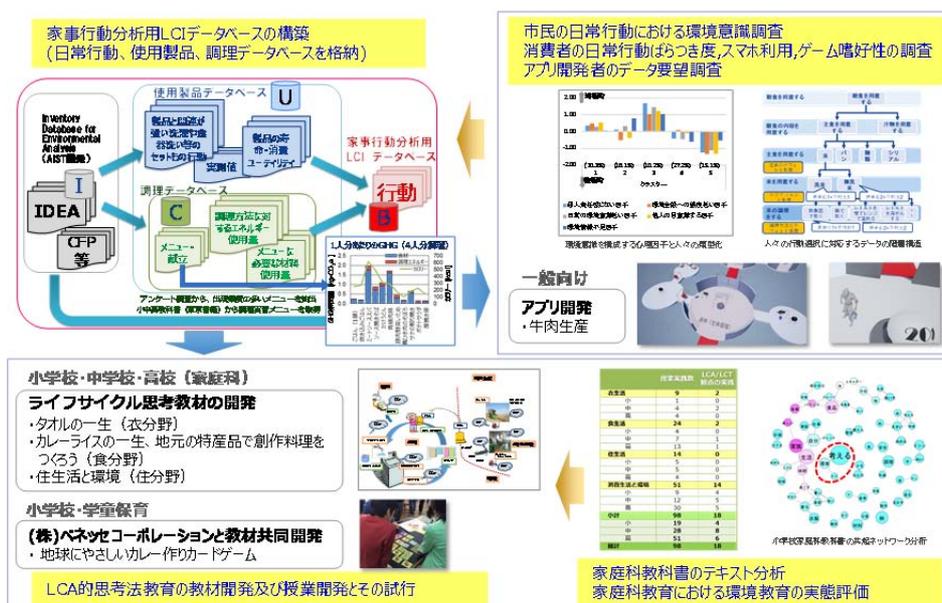


図3 プロジェクトの成果のまとめ

(1) 一般市民の環境配慮行動選択における意識と心理構造の解明

人々の日常行動における環境意識調査(オンライン調査)を実施し、有効回答数72,738を得た。環境意識に関する回答結果から、従来の調査結果と傾向は似ているものの、関心や意識は2~3割ほど低い結果となった。例えば環境への関心を問う質問では、「特に関心が高いわけではない」と答えた層が約6割となり、これまでの既往調査で示される環境への高い関心とは異なる結果が見られた。

上記意識調査の回答結果について、さらに、因子分析及びクラスター分析による類型化を行なった。環境意識の因子分析の結果からは、「個人の責任を感じない因子」「環境全般への態度が高い因子」「日常での環境意識が低い因子」「他人の目を意識しない因子」「情報不足を感じている因子」の5因子が抽出された。これらの因子に基づき、因子得点により各環境意識因子に基づく回答者の分類を行なうため、クラスター解析を行なった。大きく5クラスターに分けることができ、60%近くがやや環境意識が低い、あるいは高い層となり、中庸的な人々となった。そのほかは、環境自体に関心はあるが個人努力の意識は低い層で20~40代の女性が多いクラスター、環境への意識が低く若年者、男性の割合が高いクラスター、環境への意識が高く年配、女性の割合が高いクラスターに分けられた。地域差はあまり見られなかった。

自由回答の「a.ふだん環境に良いと感じている行動」「b.本当に環境に良いのか迷う行動」「c.一般に環境によいと言われているが自分はそう思わない行動」についてテキスト分析を行なった。単語頻度分析を行なった結果、環境によいと思う行動、迷う行動についての回答を見ると似たものが多く記述され、特に、「ゴミ分別」「節電」「リサイクル(ペットボトル、リサイクルのための水洗い)」「エコバッグ」「こまめに切る」などは、共通して上位に現れた。人々が、トレードオフの関係や多面的な視点で見たときに悩む姿が見られた。環境によい行動に関する例で、「使用(する)」「使用しない」について行った共起ネットワーク分析では、人々が、公共交通の利用や天然由来の製品、リサイクルの使用のほか、長期間の使用や節電製品について環境に良いと考えていることがわかった。また、エレベータやエスカレータ、合成洗剤や化学肥料、紙コップなどの使い捨て品を使用しないことが環境に良いと考えていた。回答については、性差・年齢差も見られ、環境に良い行動では全体的に節電は多く回答されたが、男性では移動手段、女性ではエコバッグやゴミ、資源に関連する回答が多く見られた。環境に良いのか迷う行動については、若いほど節電に関連する回答が多く、30-50代の男性では車や運転方法、30-40代の女性ではゴミやリサイクルの回答が特徴的であった。60代では、原子力や太陽光発電など日常行動を超えた範囲の回答も見られた。

環境意識で類型化したクラスターごとの自由記述の分析における特徴をみると、環境に良いと感じている行動については全体的に節電やゴミ分別が多く見られたが、環境に意識の低い層ではゴミをきちんとゴミ箱に捨てる、たばこを吸わない、テレビを見ないなど生活態度に関わる回答が見られた。一方で、環境に意識の高い層では、生ゴミの堆肥化や減量の工夫、環境配慮製品・企業・サービスを選ぶなど、手間や努力を要する行動を挙げているのが特徴的であった。環境によいかどうか迷う行動と環境に良いといわれているが自分はそう思わない行動については重複する部分が多く、ゴミの分別や処理の適正さ、リサイクルのための洗浄や食器の拭き取り、エコバッグ使用(レジ袋削減)、エコカーやアイドリングストップ、エコと謳う商品などが挙げられていた。また環境に意識が高い層ほど回答に原発が多く見られた。

(2) API仕様LCAデータベース作成に向けたユーザー要望の明確化

1) 人々の日常生活行動のばらつき度の調査

アプリ開発者がLCAデータセットをより使いやすい形で提供するため、サブテーマ3と連携し、行動の負荷算出にむけて人々がとる日常行動の選択肢や平均的な行動についてのアンケート調査を実施した。総務省「社会生活基本調査」をベースに細分化した行動分類表やグループインタビュー、既往研究から、環境配慮行動として考える行動群を作成し、日常生活行動のばらつき度を調査する全93問の質問を用意した。あわせてサブテーマ1の環境意識調査で因子負荷量の高かった質問を選び、属性とあわせて環境意識も聞いた。全国の20～70代の男女を対象に行い、3960サンプルを得た。各質問項目において、個人属性別、環境意識の類型別に特徴的な項目をピックアップできるようにした。

2) 消費者のスマートフォン・アプリの利用と環境ゲームについての志向性調査

アプリ開発者へ行なったインタビューでは、様々なゲーム要素をもつアプリの設計が可能であることがわかった。そのため、日常行動の行動ジャンルごとの関係性をゲームアプリへ応用するために、消費者のゲームアプリ利用可能性の調査をおこなった。関東圏の18歳から50代までの男女を対象に行い、回収サンプル数は3105であった。「スマートフォンゲームアプリのプレイの有無」に関しては年代が若くなるにつれて高くなり、学生では顕著に高い結果となるなど若者に対してのゲームによるアプローチは有効と十分に判断できた。また、「よくプレイするスマートフォンゲームアプリのジャンル」は、性別による顕著な傾向の違いや、職業・年代による違いが現れ、対象者により異なるゲームジャンルによるアプローチが可能と言える。日常行動をテーマにした環境ゲームについても実際のゲームジャンルの好みと大きく異なる結果となったが、アドベンチャーRPGゲームにおける日常行動の選択を行いながら物語を進めていくようなゲームがパズルゲームと並んで高い割合を示した。

3) LCTを醸成する環境教育ゲームアプリの開発

人々にとって身近であり、そのプロセスの複雑性・意外性から、「牛肉」をテーマとして、LCTに基づくゲームアプリの製作を行なった。牛肉の種類は、日本産1種類、オーストラリア産3種類の計4種類とした。サブテーマ3のLCAデータベースに基づき、各プロセスでの詳細なCO₂排出量算出データを用い、ゲーム内に反映しやすいように、プロセスを「肉用牛生産」「牛肉加工」「牛肉輸送(豪州産のみ)」「流通段階」の4項目に再分割し、さらにその下に子階層を設定した。プロセス全体を見ると、主なGHG排出は「飼料生産」「畜体(生体管理):メタン」「畜体(排泄物・廃棄物管理):亜酸化窒素」「小売」によるものであり、その他の排出量は小さい。LCTの観点から見た牛肉生産の特徴点、及びそこから学習することができる要素を取り出し、アプリへ応用させた。ゲームのジャンルはロールプレイングゲーム(RPG)の形をとり、3D環境で開発した。ステージはLCAプロセスの各段階ごとに小部屋に分かれており、プレイヤーは仕切られた小部屋の中に存在するLCAに関するパズル・クイズを解き、ウイルスを撃破しながら扉を開けて進んでいく。プレイヤーは「俯瞰」ボタンを押すことで、ステージ全体を確認することができ、ステージをクリアするとステージの各段階についてGHG排出量を確認することができる。各段階のGHG排出量は棒グラフで表わされ、段階ごとの大きさを直感的に比較し、どの段階における排出量が全体の中で重要かを学ぶことが可能である。牛肉生産LCAの数値データは容易にゲーム内に取り込むことが可能であり、発展性がある。

4) 企業との共同教材開発

子育てや子どもの学びについて取り組む企業の1つである(株)ベネッセコーポレーションと共に、LCA的思考教育を行うための小中学生向け教材開発を行った。試行を重ね知見を蓄積後、タブレットへの展開(インターフェースを用いたLCAデータの活用)を検討することを念頭に、まずは既存のカードゲーム「カレー作りで地球を救おう!」をLCAデータベースを用いて再開発した。開発した教材は、小学校5年生の理科の授業にて試行した。授業前後の調査から、ゲームをして解説を聞くことで、食材や調理方法による環境影響の違いを正しく理解するようになったことがわかった。また授業後、自分の行動が社会や地球とつながっていることに対する認知や地球を守る行動をしたいという責任感、もっと知りたいという意欲が高まっていた。普段から環境に配慮した行動をしている子ほどその高まりは強かった。LCAデータベースから各項目のCO₂を詳細に算出しポイント化したのが、86%の児童が、ポイントによって地球に影響を与える度合いが分かりやすくなると答えた。そのように答えた児童は、社会とのつながり感や行動責任感、地球を守ることにしたいという意欲も高く、具体的な数値を示すことにより高い教育効果をもたらすことがわかった。

(3) 家事行動に関する環境負荷算定ツールの開発

1) 行動分類表の作成、家事行動の抽出

社会生活基本調査で利用されている行動分類表には大分類(6分類)、中分類(21分類)、小分類(80分類)が存在し、対象とする家事行動として中分類の「家事」、「身体的ケア」及び「食事」を抽出した。上記家事行動のうち、同一行動ではあるが複数のシナリオが存在する行動(例えば掃除行動の選択肢には「電気掃除機で掃除

する」や「ほうきで掃除する」等がある)、アプリや家庭科教育で活用可能な行動(例えば洗濯行動やカレーライス調理行動等)、生活者が環境負荷量の差異に興味を持っていると思われる行動、環境問題の専門家及び教育関係者で構成される本プロジェクトメンバーが着目してほしいと考える行動については、社会生活基本調査の行動分類表において最も細かい階層の行動を細分化することで対応した。その結果、家事行動分類表に、新たに細分類、細々分類、詳細分類の階層を追加し約200分類の行動を設定し、それらを環境負荷算定の対象とした。

2) 家事行動ライフサイクルインベントリデータベースの開発

家事行動に由来する環境負荷を算定するために必要なデータを格納し、上記データを用いて環境負荷を算定するために、家事行動ライフサイクルインベントリデータベース(以下「ライフサイクルインベントリ」は「LCI」とし、「データベース」は「DB」とする)を作成した。家事行動LCIDBは図4に示すように、製品・サービスのインベントリDB、使用製品DB及び調理DBを内包している。製品・サービスのインベントリDBには家事行動で必要となる製品・サービスのほとんどを網羅しているインベントリデータベースIDEA(Inventory Database for Environmental Analysis)を利用した。使用製品DBには、シナリオで設定した使用機械及び器具の寿命や使用状況等を格納した。また、行動に製品が使用される場合はその製品を準備する際に生じる環境負荷も漏れなく計上できるように、製品と関連が強い行動(例えば「タオル」製品と「タオルを洗濯する」行動、「食器」製品と「食器を洗う」行動)を統合した形式で格納した。調理DBには日本の食卓に提供される頻度の高い約100メニュー及び小・中・高校の各教科書に記載されているメニューを格納した。上記3種類のDBを連動させて、家事行動に由来する環境負荷を算定できるように設計した。

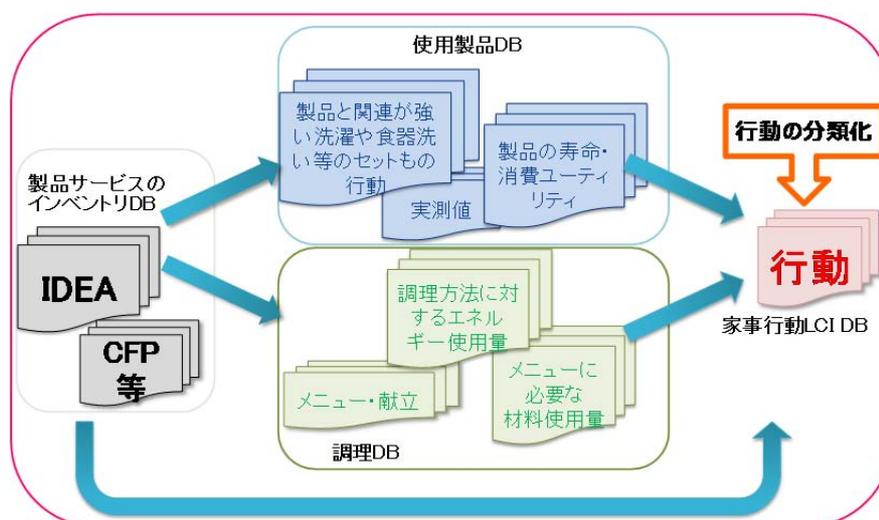


図4 家事行動LCIDBの構造

3) 家事行動LCIDBによる環境負荷の算定

家事行動LCIDBは、家事行動に関連するデータを体系的にDBに格納するだけでなく、家事行動当たりの環境負荷を算定できる。本研究で新たに加えた細分類、細々分類及び詳細分類の家事行動を算定することによって、同じ行動であっても使用する機械及び機具、使用状況を変えた場合の環境負荷の変化を確認することができた。また行動を構成する要素ごとにも環境負荷を算定した。例えば、調理行動の要素である食材、鍋、ガスコンロ、都市ガス等のそれぞれについて環境負荷を算定した。要素ごとに環境負荷を算定することによって、家事行動LCIDB利用者が自ら要素を選択しそれらを計算することで自分が知りたい行動の環境負荷を算定することが可能であり、アプリ開発者や家庭科教育に携わる者がそれぞれの目的に応じた要素を抽出することも可能になった。例えば、要素を組み合わせることで、家庭科教科書に掲載されている標準的な家事行動に対し、その環境負荷を削減する行動や増大させる行動について、環境負荷を算出して比較することが可能になった。

(4) LCA的思考法教育マテリアルの試行と評価

1) 過去のLCA情報を用いた環境教育教材の把握・収集

初年度には過去の国内外の環境教育教材(特にLCAに関連する教材)を網羅的に把握、収集、整理した。主な資料はLCA学会の環境教育研究会教材集、家庭科教科書類、その他国内外参考資料、環境ゲームなどである。収集した文献・資料を前記教材開発検討会により、分析した。直接家庭科教材にあたる文献や資料としては日本LCA学会でまとめた資料が最も充実している。ただし、これらの使用を活用した学校での授業は、地域限定的であり全国的な展開はされていない。市販の書籍等からもLCT教材に関連した資料を収集した。LCAの解

説書・専門書はあるものの、対象が企業や大学となっており、中学生・高校生に向けたものは極めて少なかった。その他の教材類からは、製品の上流側(資源採掘～製造)での環境負荷に触れたもの、廃棄の問題などを扱ったものが多いことがわかった。

2)教材の検討

家庭科での教材化のために、最初に全体を包括するコンセプトの構築を図った。教材の目的は、身近な製品による環境負荷(CO₂)について「気づき」を与えることである。そのために教材は、①ライフサイクルのほとんど全ての段階でCO₂が排出されていること、②各段階のCO₂排出にはそれぞれ特徴があること、それらを知った上で、③日常製品を使うにあたって、CO₂を減らす方法を考えること、にある。その発展として、④中高生に長期的視点でCO₂排出削減に向けた心構えを醸成すること、にある。

教材は、基本的に「デジタル化した副教材」として提供することを念頭に入れつつ、授業時間、教師の専門性等を考慮して内容を導入部からレベル1～3に階層化することとした。

3)教材の検討と試作

教材の検討は、教材検討委員会による議論を基に、家庭科で一般的に分類されている「衣食住」の分野の中から「衣」分野と「食」分野とし、「衣」分野では比較的素材や構成が単純な「バスタオル」、「食」分野では「カレーライス」とした。家庭科の教科書の「衣」分野では、その一生での負荷を考えるには使用時の負荷をみる必要があり、最も適切なのは「洗濯」という行為に結びつけることであった。カレーライスの場合、「食材調達－調理－片付け」のライフサイクルで考えることにより、CO₂は調理段階だけでなく、「食材調達段階でより多くのCO₂が排出されていることに気づきを与えることができる。

4)開発した教材の構成

a.タオルのLCT教材

以上の基本構想に沿って、タオルのライフサイクルとCO₂の関係を取り上げ、生産段階、使用段階を単純化したタオルのライフサイクルに関する具体的な教材を作成した。また、この教材を実際に使う際の指導書を作成した。①パワーポイント(PPT)による生徒用教材、②書き込み用ワークシート、③教師用資料3種類の教材で構成されている。教師用資料にはさらに補足資料として3種類を作成した。これらの資料は教師の裁量で適宜使用するものとした。

b.カレーライスのLCT教材

「食」の分野ではカレーライスを取り上げ、教材を開発した。教材構成は基本的にはタオルの事例と同様である。カレーライスの教材から、LCAによる分析では食材によるCO₂への寄与が最も大きいことがわかり、授業ではこの結果を利用して、食材の影響や調理による影響を考察することが可能である。食材分まで含めた解析はLCTでなければ不可能であり、CO₂削減にとって何が効果的かを気づかせるものとなっている。

(5)家庭科教育における環境教育の実態評価と教材開発

1)小学校、中学校、高等学校家庭科教科書のテキスト分析

LCT教育の導入の可能性を探るため、小中高の各段階で家庭科教科書を出版している出版社2社(以降A社、B社)につき小中高1冊ずつ、計6冊の家庭科教科書をテキスト分析(共起ネットワーク分析、多次元尺度法など)に供した。分析はa)全ての章・語を対象としたもの、b)持続可能性に関する章のみを対象としたもの、c)ライフサイクル的思考に関わる特定のキーワードを含む文章のみを抽出したもの、の3種を行った。両社の小学校教科書では「環境」はいずれも「考える」と結びついていた。さらにB社においては「生活」と結びついていることが特徴的であった。中学校の教科書においては、「消費」「配慮」との結びつきが見られ、環境配慮型のライフスタイル、消費が重要視されていることがわかった。高校教科書では、製品の生産・消費段階、原料採掘から廃棄段階を対象とするに加えて、食品の安全性との関連でLCA的思考法が取り上げられていた。教科書を見る限りでは、高校になると「環境」という単語がより抽象的に扱われていたことから、LCAを家庭科に導入する場合、具体的な消費行動と結び付けられる中学校に導入の可能性が高いと考えられた。

2)学習指導要領および教科書における環境に関する記述の分析および検討

現行の家庭科学習指導要領では、自己と家庭、家庭と社会のつながりを重視した実践的な力を養うことで、環境問題をはじめとする現代社会の諸要請に主体的創造的に関与する生活者を育てることをねらいとしている。このような背景のもと、「消費と環境」に関する学習は全学校種で必修となっている。特に高等学校においては環境と衣食住の学習が明確に関連付けられ、持続可能な社会づくりを目指した主体的なライフスタイルの確立が図られている。

高等学校家庭科教科書(「家庭基礎」、6社9種)の記述分析より、①全ての教科書において「環境」に関するキーワードの記載が増加していたことから、高等学校家庭科における環境教育がより重視されてきていることが確認できた、②LCAに関する記述は増加しており、特に「消費生活と環境」領域において顕著であった、③全分野にわたり「環境」に関する新出キーワードの記載が増加し、特に「衣生活」領域においてその傾向がみられた。教科

書のLCA記述に焦点をあてると、LCAやLCTの概念はすでに多くの教科書に導入されており、今後一層家庭科の授業づくりにおいて欠かすことのできない概念になると考えられる。

3) 環境にかかわる家庭科授業実践の分析的検討

家庭科における授業実践をLCA、LCTの視点に着目して分析した。家庭科授業実践は、『家庭科研究』(芽ばえ社、2006年8月～2014年4月)、『家庭科授業実践事例集』(教育図書「地域から発信する生き生き実践シリーズ」)、都道府県総合教育センターのHP等より環境教育を含むものを抽出した。衣生活、食生活、住生活、消費生活と環境の各領域についてLCAの視点で分析を行った。その結果、近年の家庭科授業実践において環境教育の視点を含む実践は98報抽出できた。領域別では、「消費生活と環境」領域を中心に全領域で行われていた(「衣生活」9、「食生活」24、「住生活」14、「消費生活と環境」51)。学校種別では、高等学校を中心に全学校種で行われていた(小学校19、中学校28、高等学校51)。モノやサービスのライフサイクル全体に着目して環境負荷を考え配慮行動を促す実践は、「消費生活と環境」領域を中心に18報(全98報中)を確認し、多くは食物や被服と関連付けて行われていた。「衣生活」や「食生活」領域でもLCTの観点は確認できたが、「住生活」領域においてはみられなかった。また、教師によるLCAの理解をふまえた授業も確認できた。

授業実践の現場においてはLCA数値を用いるだけでなく、その考え方、つまりLCTに基づく授業づくりによって、ライフサイクルの視点で日常生活と環境問題とのつながりに気づき環境負荷を考えることが大切である。LCTの観点を備えた18授業実践の詳細な分析から、LCTによる授業は、①生産/消費の関係を再考するなかでESD(Education for Sustainable Development)の各要素への展開をみせる、②学びの方法において、探求・発見型の授業づくりや視聴覚教材や既存プログラムを利用した授業づくりがなされている、という特徴を持つことがわかった。授業にLCTを導入するにあたっては、①時間軸と空間軸によるとらえ方、②環境負荷の「見える化」、③「最善解」の選択という具体的実践を通じたライフスタイルの転換、④ESDへの議論展開、⑤アクティブ・ラーニング等の多様な学びの方法、等々に関する視点および配慮を要すると考えられる。

4) 家庭科指導計画(案)の作成と試行

教科書および授業実践の分析結果をふまえ、実際の家庭科授業としての指導計画案を作成した。家庭科授業においては、LCAの数値を使用するだけでは十分な学習とはいえず、LCTの観点が重要であることから、LCAだけでなくLCTを意識した衣・食・住生活分野の家庭科指導計画(案)を以下の3テーマで作成し試行した。①食生活分野:「地元の特産品〇〇で創作料理をつくろう」、②衣生活分野:「衣生活と自立」、③住生活分野:「住生活と環境」。家庭科では、衣・食・住生活と環境との関わりを考える多様な授業展開が考えられる。いずれも、子どもたちが体験やグループ討議、発表などの活動を通して、環境問題とその解決に向けて主体的に考え行動する態度を育成する学びといえ、LCT教育の充実において家庭科教育の果たす役割と可能性が示された。

5. 本研究により得られた主な成果

(1) 科学的意義

人々の環境意識及び環境行動に対する認識観に関する調査及び分析は、これまでなされてきた同様の調査解析に比べ、サンプル数の多さや、より深い考察により、環境行動分野での新たな学術的知見を提供できるものである。また、これまでLCIのデータベースとしては製品・サービスに対するものが多くを占め、行動に対する系統だったインベントリデータベースは整備されてこなかった。本研究では詳細な行動分類表を作成し、主にIDEAを製品・サービスのデータベースとして用いて、製品使用DB、調理DBおよび行動LCIDBが連動したデータベースを作成することによって、多種多様なインベントリの提供が可能になった。

家庭科教育においては、これまで対象とされて来なかった家庭科教科書を取り上げたテキスト解析を行い、興味深い学術的知見を提供した。また、授業実践報告の特に衣・食・住生活分野において、環境教育やLCAの視点がどれだけ含まれているかについて詳細な傾向分析を行ない、現在の教育現場における授業の傾向や特徴を明らかにし、今後のLCT教育のあり方に向けた知見を得た。さらに、LCAデータを効果的に用いた教材とLCTの観点を取り入れた授業計画案を作成・試行し、教員から高い評価を得ると共に今後のLCT教育の充実と普及に向けた多くの知見も得られた。LCAデータを用いた資料は、中学校「技術・家庭科(家庭分野)」の指導書にも採用され、多くの教員の目に触れるものとなった。

以上より、一般市民および学校教育において人々にLCA的思考法を伝え、行動を変える手助けとなるツールおよび教材開発に向けて多くの知見を蓄積、提供できたといえる。

(2) 環境政策への貢献

< 行政が既に活用した成果 >

自治体(香川県)が地球温暖化防止に向けた環境学習教材(パネル教材と解説書、動画)を開発する際、開発メンバーとして研究分担者(妹尾)が協力した。その際、開発教材にLCTを意識した内容を取り入れた。その教材を利用して試行した高等学校家庭科の授業では、学習以前には食と環境との関わりなど考えたことなか

った高校生が地産地消や旬産旬消などを意識するようになるなどの効果が見られた。さらに、環境教育の重要性が認識され、衣・食・住生活や消費生活と関連づけた動画がつくられ配信されるなどの波及効果も得られた。

＜行政が活用することが見込まれる成果＞

環境行政として家庭部門からの温室効果ガス削減は重要な課題である。その中で人々の行動変容を促していくにあたって、基礎的な人々の意識に関する知見や、各行動のもたらす環境負荷に関するデータ、さらには教育部門での取り組みの整理は、総合して今後の環境政策・環境教育推進のための基礎的知見を供するものといえる。

系統だった行動LCIDBは、LCT育成等の環境教育を実施する際に有効であると考えられる。また詳細な情報を格納できるようにデータベースを構築していることから、行動パターン別の環境負荷量の算出が可能であり、定量的な値を提供することが可能である。これより、環境負荷量の削減を意識した行動を導く有効な意思決定支援ツールの作成も可能となる。また、製品・サービスのインベントリデータベースとしてIDEAを用いていることから、温室効果ガスのみならず水資源消費や生態毒性等の他の環境負荷領域の環境負荷量を算出可能である。

現行の高校学校学習指導要領：家庭（「家庭基礎」）では、「ライフスタイルと環境」の項で、「生活と環境とのかわりについて理解させ、持続可能な社会を目指してライフスタイルを工夫し、主体的に行動できるようにする」と述べられている。さらに「内容の取り扱い」として「環境負荷の少ない衣食住の生活の工夫に重点を置くこと」と記述されている。本授業で開発した教材はこの内容に沿ったものであり、実際にLCT教材を用いた授業実施の結果、日常生活とCO₂との関係についてより広い視野で考えるきっかけを与えたことが認められ、教材の有効性が確認できた。LCT教材に対する現場教師からの評価も非常に高く、家庭科における環境教育の拡大に有用であることから家庭科教材としての活用が期待され、環境教育の推進をうたっている環境政策へ貢献するものといえる。

6. 研究成果の主な発表状況

(1) 主な誌上発表

＜査読付き論文＞

- 1) 青木えり、栗栖聖、花木啓祐：土木学会論文集G(環境), vol.69, No.6, II_93-II_104 (2013), 様々な環境配慮行動に対応する心理モデルの探索的な構築
- 2) 妹尾理子、植田幸子、川田昭子、新池美早子：エネルギー環境教育研究, Vol.8, No.2, 39-46 (2014), 地域素材を生かした香川県環境学習教材「さぬきっ子環境スタディ」—教材開発と実践による効果の検討
- 3) 平松あい、山本大輔、栗栖聖、花木啓祐：日本LCA学会誌, Vol.11, No.1, 2-10 (2015), 家庭科へのLCA的思考法導入に向けた教科書のテキスト分析
- 4) A. Hiramatsu, K. Kurisu and K. Hanaki: Sustainability, 8(1), 24, 1-19 (2015), Environmental Consciousness in Daily Activities Measured by Negative Prompts.
- 5) 4) 上野正恵、植田幸子、妹尾理子：日本家政学会誌, Vol.66, No.2, 39-53 (2015), 家庭科教科書における環境に関する記述の分析および検討—ライフサイクルアセスメント(LCA)・ライフサイクル思考(LCT)を手がかりとして—

(2) 主な口頭発表(学会等)

- 1) K. Tahara, A. Takada, C. Fujii and S. Kihira: LCA13, Orlando, USA, 2013
"Estimation of reduction potential of environmental load in household behavior",
- 2) 植田幸子、妹尾理子：日本家政学会中国四国支部 (2013)
「高等学校家庭科教科書における環境に関する記述内容の分析」
- 3) 水野建樹、津田祥子：第9回日本LCA学会研究発表会 (2014)
「中学/高校家庭科におけるライフサイクル思考に基づいた環境教育用教材開発」
- 4) 山本大輔、平松あい、栗栖聖、花木啓祐：第9回日本LCA学会研究発表会 (2014)
「家庭科へのLCA的思考法導入に向けた教科書のテキスト分析」
- 5) K. Tahara, A. Takada, M. Yokota and C. Fujii: SETAC case study symposium Novi Sad, Serbia, 2014
"Development of inventory database of consumer activity"
- 6) A. Hiramatsu and K. Kurisu: EcoBalance2014, B29E1-4, Tsukuba, Japan, 2014,
"People's environmental consciousness in daily activities"
- 7) 佐藤溪、平松あい、栗栖聖、花木啓祐：第10回日本LCA学会研究発表会 (2015)
「若年層へのLCT 普及を目指した日常行動及びゲーム志向性に関する基礎データの整備と可能性」

- 8) 水野建樹、津田祥子、田原聖隆、高田亜佐子:第10回日本LCA学会研究発表会 (2015)
「中学/高校家庭科におけるライフサイクル思考に基づいた環境教育用教材開発(II)」
- 9) 妹尾理子、水野建樹:家庭科教育学会第58回大会 (2015)
「ライフサイクル思考(LCT)を取り入れて『衣生活と環境』を考える家庭科教材の開発—タオルを教材として—」
- 10) 田原聖隆、藤井千陽、高田亜佐子:日本エネルギー学会第24回大会 (2015)
「家事行動の環境負荷定量と行動の環境負荷削減ポテンシャルの算出」
- 11) K.Tahara, A.Takada and C. Fujii: The 5th International Conference on Green and Sustainable Innovation and The 5th TIChE International Conference, Pattaya, Thailand, 2015
“Environmental Impact Reduction Potential of Food Menu Choices”
- 12) 上野正恵、妹尾理子:第26回日本環境教育学会大会(2015)
「環境にかかわる家庭科授業実践の分析的検討」
- 13) 田原聖隆、藤井千陽、高田亜佐子:第11回日本LCA学会研究発表会 (2016)
「消費行動に伴う環境負荷量算定のためのデータベース整備」
- 14) 水野建樹、田原聖隆、高田亜佐子、妹尾理子、上野正恵、平山世志衣、竹内孝曜:第11回日本LCA学会研究発表会 (2016)
「家庭科授業としてのLCT教材開発と評価—『タオルの洗濯』と『カレーづくり』の教材化—」

7. 研究者略歴

課題代表者:栗栖 聖(平成25-26年度)

東京大学工学部卒業、博士(工学)、東京大学先端科学技術研究センター講師

花木 啓祐(平成27年度)

東京大学工学部卒業、工学博士、現在、東京大学大学院工学系研究科教授

研究分担者

1) 花木 啓祐(平成25-26年度)

東京大学工学部卒業、工学博士、現在、東京大学大学院工学系研究科教授

2) 田原 聖隆

成蹊大学工学部卒業、博士(工学)、現在、独立行政法人産業技術総合研究所安全科学研究部門グループ長

3) 水野 建樹

東京都立大学理学部卒業、理学博士、国立研究開発法人産業技術総合研究所東北センター所長、現在、一般社団法人未踏科学技術協会研究主幹

4) 妹尾 理子

東京学芸大学教育学部卒業、博士(教育学)、現在、国立大学法人香川大学教育学部教授

1-1302 プラットフォーム化を目指した日常行動に関わるLCAデータの整備と教材開発**(1) 一般市民の環境配慮行動選択における意識と心理構造の解明**

東京大学

先端科学技術研究センター

栗栖 聖 (平成25～26年度)

<研究協力者>

同 工学系研究科 都市工学専攻

平松 あい

平成25～27年度累計予算額：16,853千円（うち平成27年度：0円）

予算額は、間接経費を含む。

[要旨]

近年、人々の環境に対する意識は上がってきているものの、意識と行動の間には乖離があることが指摘されている。本研究では、ライフサイクル思考（LCT）の導入にあたり、人々が現在持っている環境配慮行動に対する認識を、より広くより正確に把握するため、15歳～69歳の男女72,738人を対象にした全国規模のアンケート調査を行った。また、「ふだん環境に良いと感じている行動」「本当に環境に良いのか迷う行動」「一般に環境によいと言われているが自分はそう思わない行動」について自由記述での回答を求めた。環境意識を構成する心理要因として、因子分析の結果からは「個人の責任を感じない因子」「環境全般への態度が高い因子」「日常での環境意識が低い因子」「他人の目を意識しない因子」「情報不足を感じている因子」の5因子が抽出された。これらの因子得点に基づいて、人々をそのパーソナリティ(特性)によって5つのグループに類型化することが可能になった。すなわち、①やや意識が低い中庸的な人々、②やや意識が高い中庸的な人々、③環境自体に関心はあるが、個人努力の意識はない層（20～40代の女性が多い）、④意識が低い層（若年者、男性の割合が高い）、⑤意識が高い層（年配、女性の割合が高い）であり、地域差はあまり見られなかった。自由回答に関しては、環境によいと思う行動、迷う行動について、「ゴミ分別」「節電」「リサイクル」「エコバッグ」「こまめに切る」など似た回答が多く記述され、人々がトレードオフの関係や多面的な視点で見たときに悩む姿が明らかになった。普段環境に良いと感じている行動については、環境に意識の低い層では、ゴミをきちんとゴミ箱に捨てる、たばこを吸わない、テレビを見ないなど生活態度に関わる回答が見られた一方で、環境に意識の高い層は、生ゴミの堆肥化や減量の工夫、環境配慮製品・企業・サービスを選ぶなど、手間や努力を要する行動を挙げているのが特徴的であった。

[キーワード]

環境配慮行動、因子分析、クラスター分析、テキスト分析

1. はじめに

温暖化をはじめとする環境諸問題に対し、政府及び民間の取り組みは増え、市民に対する各種

の環境教育プログラムが提供されるようになった。それによって、市民の環境意識はかなり高くなったといえる。しかし、環境意識は高い水準にあるものの、行動が伴っていない、いわゆる意識と行動の乖離が指摘されている¹⁾²⁾また、グローバルな問題ほど、自分の消費行動が生産活動や自然環境と密接につながっているという実感に乏しく、認識的な断絶が起こっているという指摘もある³⁾。家庭部門における二酸化炭素（CO₂）排出量は依然高い状況にあり、市民が環境に配慮した行動を日常的に選択するライフスタイルの転換が求められており、今後も対策を講じていく必要がある。人々の行動選択による環境負荷の低減を促すには、ライフサイクル思考（LCT）の醸成が有効と考えられるが、これまで、意識から行動に至るまでの人々の背景や心理構造について詳細に分析した研究は少なく、人々の環境意識と行動についてより詳細な分析が求められる。

本研究では、人々が日常行動をとる際に、実際にどの程度環境を意識して行動をとっているのかということ年全国的に広くオンラインアンケートにより調査し、既存の調査結果と比較した。合わせて、人々の属性や、背後にある心理要因との関連を分析し、人々を類型化することによって特徴を明らかにした。また、人々が認識している、環境によいと思う行動、環境によいのかどうか迷う行動、疑問に感じている行動などについても、具体的に調査し、環境配慮行動をとる際の障壁を明らかにした。

2. 研究開発目的

一般市民の日常行動における環境意識を広くまた詳細に把握することを目的とし、研究を行った。具体的には、日本全国を対象とした大規模な意識調査を通じて、環境配慮行動に対する人々の認識を明らかにすることを目的とする。また調査回答に基づき、人々の属性や意識による特徴を把握するとともに、環境意識による人々の類型化や背景にある心理要因の解析を行ない、詳細な環境意識の分析及び行動実施の障害を把握することを目的とした。

3. 研究開発方法

一般市民の環境に対する意識および、環境配慮行動に対する認識を明らかにするために、日本全国国民を対象に大規模アンケートを実施した。従来様々な主体によって行われてきた環境意識調査は、例えば「環境に関心があるか」といった質問法であり、「はい」と答えやすい、Yes Tendencyのバイアスにより関心の高さ等が大きめに見積もられてきたのではないかと考えられた。そこで、本テーマでは、Negative Questionによる意識把握を試みた。具体的には「環境には関心が無い」といった質問に対して、そう思うかどうかを「とてもあてはまる」から「全くあてはまらない」までの6件法で問う質問を25問用意した。また、環境行動に関して、人々の認識観を把握するため、「ふだん環境に良いと感じている行動」「本当に環境に良いのか迷う行動」「一般に環境によいと言われているが自分はそう思わない行動」を記述式にて尋ねる質問を用意した。これらに加えて、個人属性として、性別、年齢、世帯人数、居住地、世帯年収、職業を尋ねた。

アンケート調査は、日本全国の15歳～69歳の男女を対象とし、国勢調査の人口比率に準拠するように配慮して、調査会社を通じてオンライン調査を実施した。得られたアンケート調査の回答に基づいて、以下の解析を進めた。まず全体的な傾向および属性による違いの比較を行った他、持っている環境意識の特徴に基づいて人々を類型化し、比較分析した。また、記述式で質問した「ふだん環境に良いと感じている行動」「本当に環境に良いのか迷う行動」「一般に環境によい

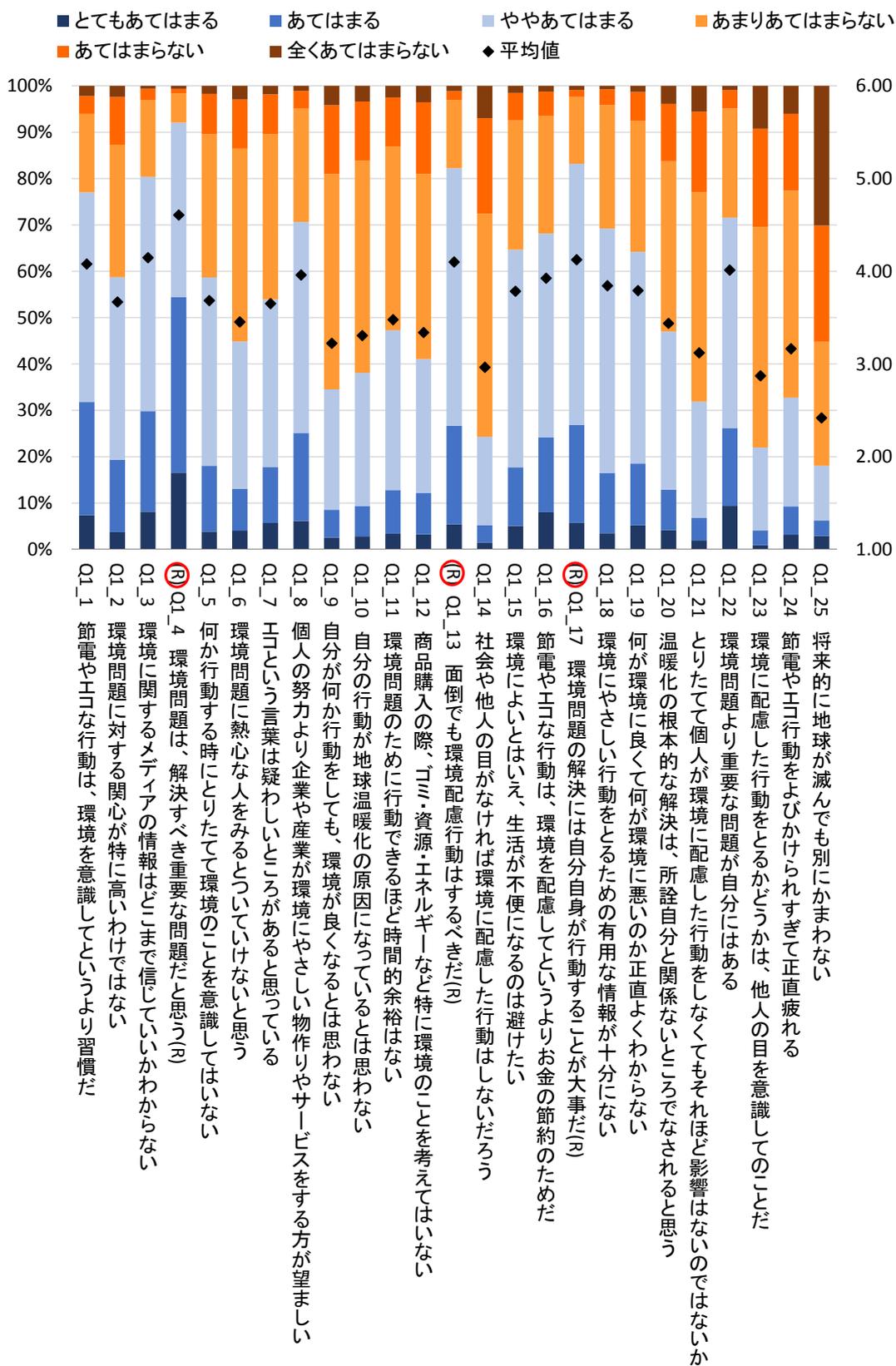
と言われているが自分はそう思わない行動」の内容について、テキスト分析を行ない、人々が環境配慮行動をとる際に障壁になっているものやその原因を探ると共に、人々の属性や環境意識の背後にある心理因子と関連する特徴を明らかにした。

4. 結果及び考察

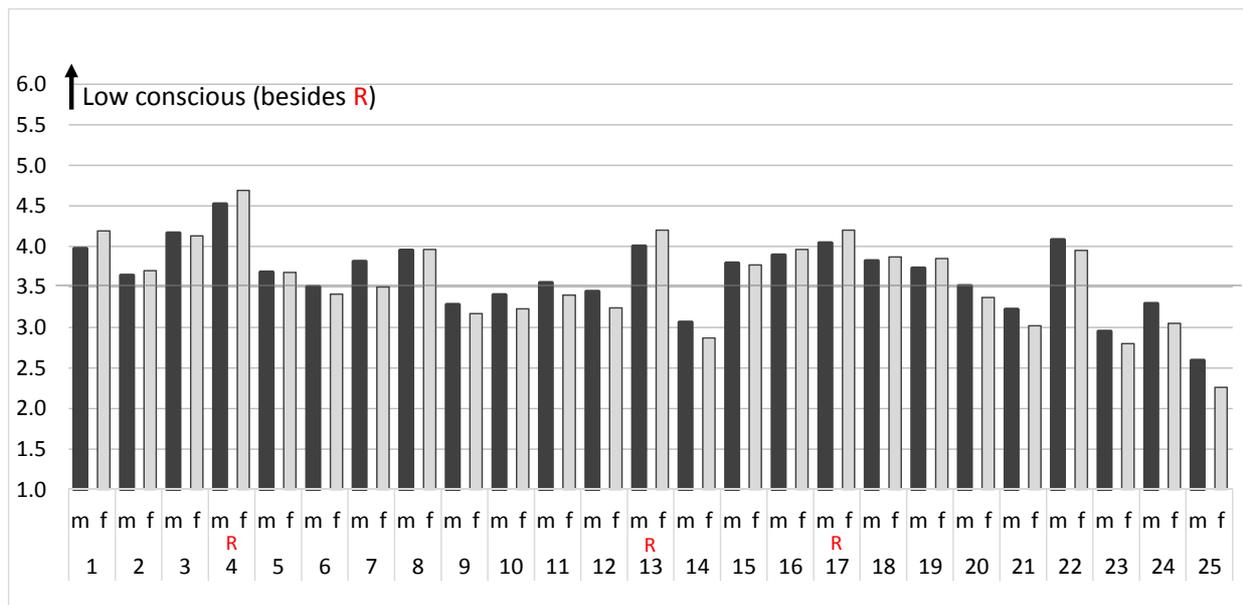
(1) 環境意識調査

日本全国より有効回答数72,738を得た。環境意識に関する回答結果(図(1)-1)を見ると、予想程にはネガティブな意識を受け入れる層が多くなく、例えばQ25の「将来地球が減んでも別にかまわない」といった質問には「あまりあてはまらない」～「まったくあてはまらない」を答える層が8割を占めた。これに対して、例えば環境への関心を問う質問(Q2)では、特に関心が高いわけではない、と答えた層が6割に及び、これまでの既往調査で示された半数以上の高い環境への関心とは異なる結果が見られた。既存調査と同じ内容の質問をNegative Questionで聞いた場合、約2～3割ほど低めに現れることが示された。

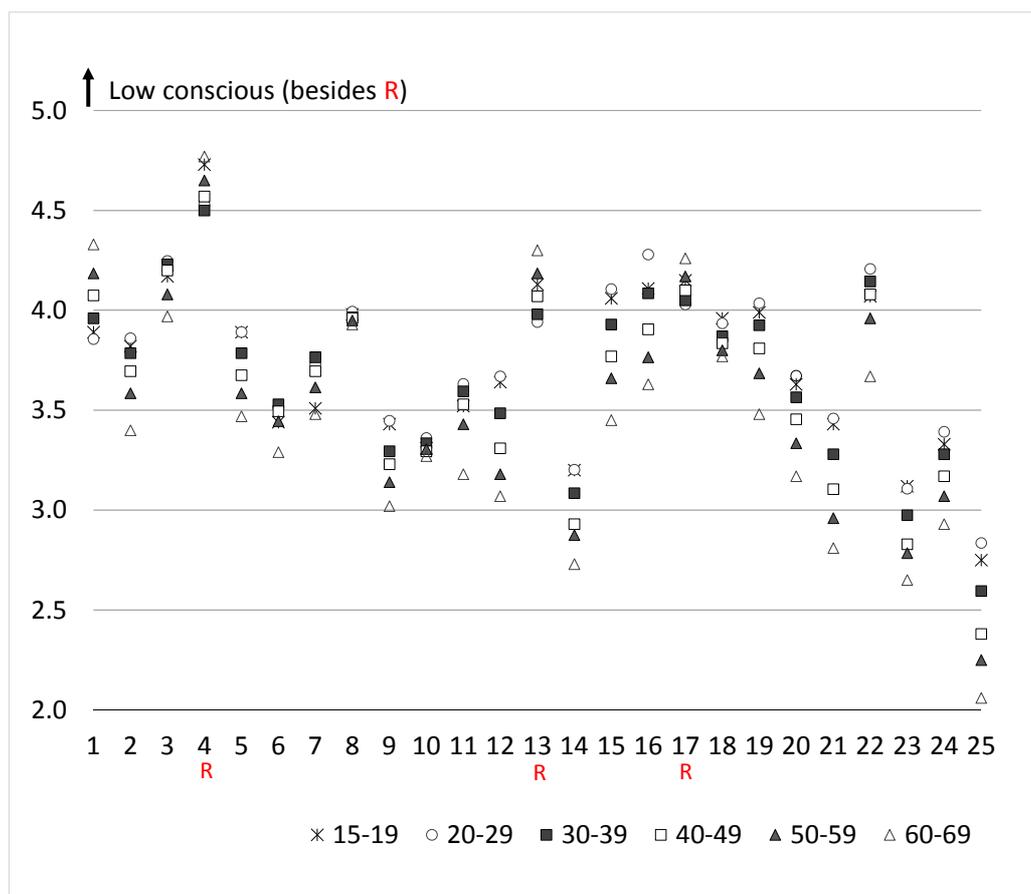
また、一般的に女性の方が男性より意識が高めであること、年齢が上がるほど意識が高くなっていることは、既存調査とおおむね同じ傾向となった(図(1)-2,3)。ただし、年代別に見ると、20代が最も意識が低い層となった。



図(1)-1 肯定的質問による環境意識の調査結果 (n=72,738)
 (赤○Rはポジティブに尋ねた質問)



図(1)-2 各設問の性別による環境意識の比較



図(1)-3 各設問の年代別環境意識の比較

(2) 環境意識の類型化

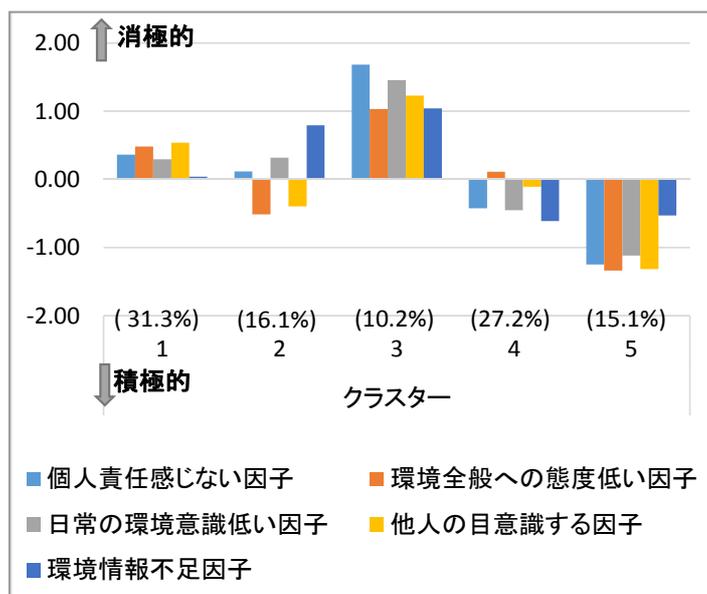
日常行動における環境意識調査を行なって得られた回答結果について、因子分析、クラスター分析による類型化、テキスト分析を行なった。

回答に基づく因子分析（SPSS22.0、プロマックス回転、最尤法）を行った結果からは、環境意識を形成する心理要素として、「個人の責任を感じない因子」「環境全般への態度が高い因子」「日常での環境意識が低い因子」「他人の目を意識しない因子」「情報不足を感じている因子」の5因子が抽出された（表(1)-1）。（ただし、全設問において寄与率の低い0.4未満の因子(Q11, 15, 24, 25)は除外。説明力は60%）。

表(1)-1 因子分析の結果

	因子				
	個人の責任 を感じない	環境全般へ の態度高い	日常での環 境意識低い	他人の目意 識しない	環境情報不 足を感じる
自分の行動は原因でない	.687	-.082	-.041	.007	-.119
行動しても環境よくなる	.650	-.127	.006	.094	-.056
解決は自分と関係ない	.649	-.096	-.081	.051	.100
個人が行動しなくても影響ない	.563	-.185	-.096	.247	.013
個人より企業が頑張るべき	.546	.298	-.014	-.009	-.004
エコは疑わしい	.509	-.039	.122	-.169	.099
環境より重要な問題あり	.402	.095	.193	-.071	.071
環境に熱心な人ついていけない	.377	-.095	.291	-.006	-.020
メディア情報信じられない	.345	.194	.272	-.204	.184
環境行動は節約のため	.342	.173	.253	.085	.025
面倒でも行動すべき(R)	.039	.825	-.077	.074	-.010
環境問題重要(R)	.068	.770	.065	-.005	.025
自分の行動大事(R)	-.106	.760	.042	.092	.070
環境行動は習慣だ	.240	.628	-.091	-.034	-.113
行動時環境意識してない	.050	-.033	.751	.010	-.057
関心特に高くない	-.012	-.056	.748	.040	-.052
購入時環境を考えてない	.122	-.165	.388	.172	.019
他人や社会の目を意識して行動	-.001	.077	-.049	.862	.018
他人の目なければ行動しない	-.060	.013	.128	.793	.023
何が環境に良いかわからない	.013	-.167	-.008	.024	.788
情報十分でない	.035	.107	-.082	.047	.671

これらの因子得点により、各環境意識因子に基づく回答者の分類を行なうため、クラスター解析を行なった（図(1)-4）。大きく5クラスターに分けることができ、クラスター1及び4は合わせて60%近くを占め、中庸的な人々を表している。その中でも1はやや意識が低く、4はやや意識が高い層といえる。クラスター1は環境自体に関心はあるが、個人努力の意識はない層で、20～40代の女性が多い。クラスター3は意識が低い層で、若年者、男性の割合が高い。クラスター5は意識が高い層で、年配、女性の割合が高い。地域差はあまり見られなかった。



図(1)-4 クラスタ解析の結果

(3) 自由回答のテキスト分析

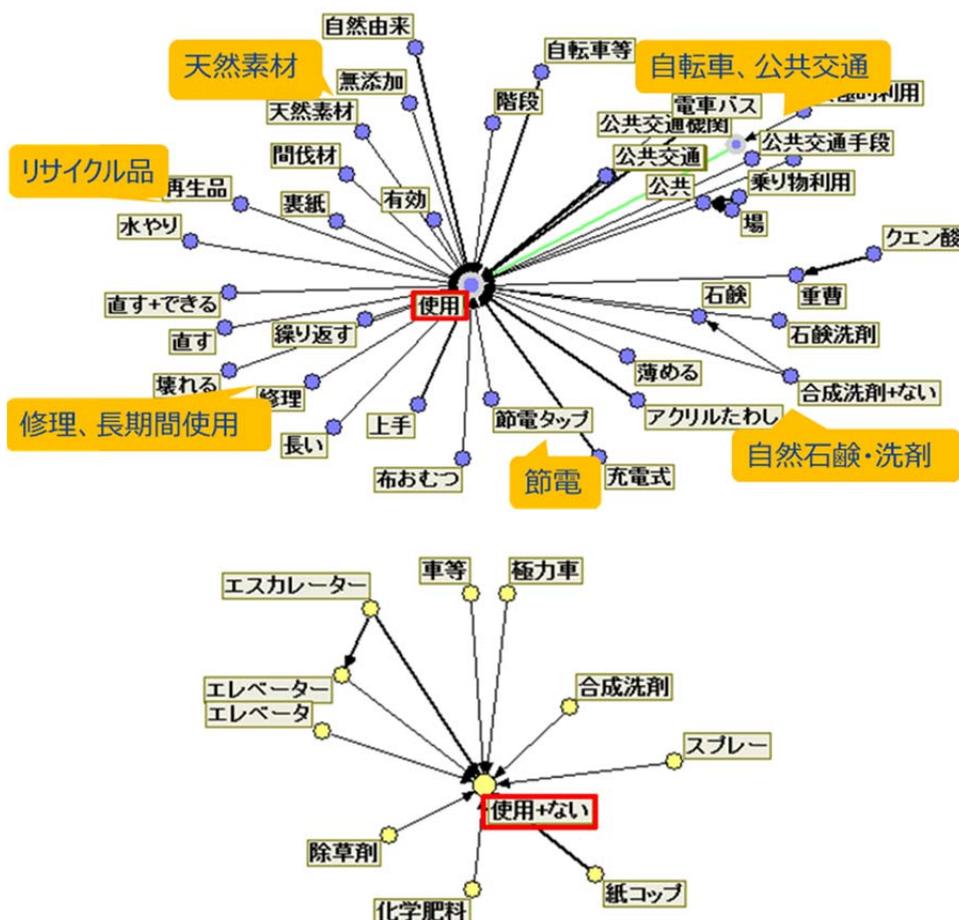
次に、「a.ふだん環境に良いと感じている行動」「b.本当に環境に良いのか迷う行動」「c.一般に環境によいと言われているが自分はそう思わない行動」を記述式にて尋ねた回答についてテキスト分析を行なった結果を示す。表(1)-2はa-cの回答の単語頻度分析を行なった結果であるが、環境によいと思う行動、迷う行動についての回答を見ると似たものが多く記述され、特に、「ゴミ分別」「節電」「リサイクル（ペットボトル、リサイクルのための水洗い）」「エコバッグ」「こまめに切る」などは、共通して上位に現れた。人々が、トレードオフの関係や多面的な視点で見たときに悩む姿が見られた。

表(1)-2 各行動に対する回答の単語頻度分析（上位20位）

a. ふだん環境によいと感じている行動		b. 本当に環境によいのか迷う行動		c. 環境によいと言われているが、自分はそう思わない行動	
単語	頻度	単語	頻度	単語	頻度
節電	18,193	無い	20,007	無い	29,110
ゴミ分別	18,100	ゴミ分別	9,315	わかる+ない	7,280
使用	8,320	わかる+ない	4,638	思いつかない	3,924
使用+ない	6,871	使用	3,825	ゴミ分別	3,320
エコバッグ	6,378	節電	3,237	使用	1,963
無い	6,129	リサイクル	3,037	リサイクル	1,627
車	5,924	エコバッグ	1,843	節電	1,514
リサイクル	5,437	思いつく+ない	1,788	原発	1,398
ゴミ減量	4,389	ゴミ	1,528	エコバッグ使用	1,200
節水	4,108	車	1,470	エコカー	926
電気消す	3,466	ペットボトル	1,325	割箸使う	715
ゴミ	3,189	購入	1,272	ペットボトル	678
こまめに切る	3,043	割箸	1,126	アイドリングストップ	677

歩く	2,516	原発	1,105	電気自動車	670
自転車	2,438	使用+ない	1,002	使用+ない	658
エアコン	2,386	エコカー	920	思う	636
ムダ	2,198	買い換える	757	車	621
電気	2,083	水	720	ハイブリッドカー	605
購入	1,818	電気	711	買い換える	602
使用減らす	1,627	エコ商品	693	ゴミ	591

図(1)-5は、環境によい行動に関する例で、「使用（する）」「使用しない」に共起して多く回答された言葉を挙げている。人々が、公共交通の利用や天然由来の製品、リサイクルの使用のほか、長期間の使用や節電製品について環境に良いと考えていることがわかる。また、エレベータやエスカレータ、合成洗剤や化学肥料、紙コップなどの使い捨て品を使用しないことが環境に良いと考えている。



図(1)-5 環境に良い行動回答「使用」（上）/「使用しない」（下）についての共起ネットワーク分析

回答については、性差・年齢差も見られ、環境に良い行動では全体的に節電は多く回答されたが、男性では移動手段、女性ではエコバッグやゴミ、資源に関連する回答が多く見られた(表(1)-3)。

環境に良いのか迷う行動については、若いほど節電に関連する回答が多く、30-50代の男性では車や運転方法、30-40代の女性ではゴミやリサイクルの回答が特徴的だった(表(1)-4)。60代では、原子力や太陽光発電など日常行動を超えた範囲の回答も見られた。

表(1)-3 年代・性別ごとの特徴語：環境に良いと思う行動(上位10位)

	男10	男20	男30	男40	男50	男60	女10	女20	女30	女40	女50	女60
1	無い	無い	無い	節電	節電	車	電気消す	電気消す	ゴミ分別	ゴミ分別	エコバッグ	ゴミ減量
2	節水	使用+ない	節電	無い	車	できる	こまめに切る	エコバッグ	エコバッグ	エコバッグ	ゴミ減量	生ごみ
3	電気消す	電気消す	アイドリングストップ	車	歩く	ゴミ	使用+ない	こまめに切る	リサイクル	ゴミ減量	購入	できる
4	こまめに切る	節電	ゴミ分別	アイドリングストップ	無い	省エネ	エコバッグ	エアコン	使用	使用	洗剤	買い物
5	レジ袋	節水	エコドライブ	こまめに切る	省エネ	心がける	水	使用+ない	エアコン	使用+ない	使用	ゴミ
6	使用+ない	こまめに切る	こまめに切る	電気消す	使用減らす	使用減らす	節水	使用	節水	リサイクル	ゴミ分別	する
7	節電	エアコン	電気消す	歩く	車使わない	ムダ	もらう+ない	コンセント抜く	購入	購入	生ごみ	心がける
8	コンセント抜く	公共交通機関	使用+ない	エコドライブ	エコ運転	努める	ポイ捨て+ない	節水	使用+ない	洗剤	風呂	洗剤
9	自転車	自転車	自転車通勤	エコ運転	公共交通機関	車使わない	レジ袋	リサイクル	ゴミ減量	風呂	洗う	庭
10	もらう+ない	使用	リサイクル	車使わない	自家用車	する	使用	もらう+ない	洗剤	自転車・徒歩	ゴミ	分別ゴミ

表(1)-4 年代・性別ごとの特徴語：本当に環境に良いのか迷う行動(上位10位)

	男10	男20	男30	男40	男50	男60	女10	女20	女30	女40	女50	女60
1	無い	無い	無い	無い	原発	原発	無い	無い	ゴミ分別	ゴミ分別	洗う	思う
2	節電	節電	ゴミ分別	ゴミ分別	ハイブリッドカー	車	節電	節電	無い	わかる+ない	水	水
3	節水	リサイクル	節電	節電	太陽光発電	環境	電気消す	エコバッグ	わかる+ない	リサイクル	リサイクルのための洗浄	洗う
4	割箸	エコバッグ	エコカー	エコカー	車	疑問	こまめに切る	ゴミ分別	エコバッグ	思いつく+ない	思いつく+ない	洗剤
5	使用+ない	ゴミ分別	アイドリングストップ	買い換える	オール電化	太陽光発電	わかる+ない	わかる+ない	リサイクル	リサイクルのための洗浄	洗剤	出す
6	エコバッグ	エコカー	ハイブリッドカー	ハイブリッドカー	エコカー	行動	節水	こまめに切る	割箸	水	出す	きれいな
7	エアコン	節水	リサイクル	アイドリングストップ	電気自動車	迷う+ない	エアコン	電気消す	節電	プラスチック	ゴミ	思いつく+ない
8	リサイクル	レジ袋	買い換える	原発	火力発電	廃棄	エコバッグ	エアコン	使用+ない	ペットボトル	プラスチック	ゴミ
9	電気消す	購入	エコバッグ	太陽光発電	原子力	良い+?	リサイクル	使用	洗う	洗う	わかる+ない	ゴミ減量
10	こまめに切る	割箸	ペットボトル	電気自動車	CO2	考える	電気	節水	プラスチック	ゴミ	使用	良い

また、環境意識で類型化したクラスターごとの自由記述の分析において、a-cの質問における特徴的な回答として上位に上がったものを表(1)-5に示す(上にあるほど頻度が高い、そのクラスターに特徴的であることを表す)。普段環境に良いと感じている行動(a)については、全体的に節電やゴミ分別が多く見られたが、クラスター3(環境に意識の低い層)では、ゴミをきちんとゴミ箱に捨てる、たばこを吸わない、テレビを見ないなど生活態度に関わる回答が見られた一方で、クラスター5(環境に意識の高い層)では、生ゴミの堆肥化や減量の工夫、環境配慮製品・企業・サービスを選ぶなど、手間や努力を要する行動を挙げているのが特徴的であった。環境によいかどうか迷う行動(b)と環境に良いといわれているが自分はそう思わない行動(c)については重複する部分が多く、ゴミの分別や処理の適正さ、リサイクルのための洗浄や食器の拭き取り、エコバッグ使用(レジ袋削減)、エコカーやアイドリングストップ、エコと謳う商品などが挙げられていた。また環境に意識が高い層ほど回答に原発が多く見られた。

表(1)-5 a-cの質問に多く見られた回答

	クラスター1	クラスター2	クラスター3	クラスター4	クラスター5
a. 環境に良いと思う	節電、こまめに消す、エアコン、温度下げる ゴミ分別、ゴミ持ち帰る 買い物は歩く、エコバッグ、袋もらわない リサイクル 節水 車運転しない・控える、アイドリングストップ、自転車残り湯で洗濯	使用しない 節電、エアコン、コンセント抜く、光熱費節約 自転車・徒歩 レジ袋もらわない、エコバッグ活用、過剰包装-断る 商品-選ぶ(エコ商品、洗剤) ゴミ減量を工夫、資源ゴミ回収 食器をふき取り後洗う	節電、電気消す、こまめに切る、エアコン ゴミ分別、ゴミ捨てる(ゴミ箱)、ゴミポイ捨てしない、ゴミ拾い 節水 環境に良い製品選ぶ タバコすわない 電車乗る、車乗らない テレビ見ない レジ袋もらわない	節電、省エネ、冷暖房温度設定 リサイクル ゴミ分別、資源再利用、ゴミ減量 エコバッグで買い物 太陽光発電導入 節水 エコ運転	生ゴミ-堆肥化、埋める(庭、畑) ゴミ減量生活・工夫 環境配慮商品・サービス選ぶ 洗剤(使わない) リサイクル 水汚さない 節電
b. 環境に良いのか迷う	ゴミ分別 節電、エアコン リサイクル、資源ゴミ回収、ペットボトル再生、牛乳パック回収 レジ袋もらわない・廃止、エコバッグ 節水、汚れ洗い流す、トレイ洗う エコカー、アイドリングストップ 割箸節約 木植える	ゴミ分別 リサイクル 買い換え(エコ家電) マイ箸、割箸もらわない 汚れを落とす エコカー、電気自動車 エコバッグ ペットボトル エコ商品 24時間営業 太陽光発電設置	ゴミ分別 節電、エアコン使用制限、電気消灯 エコバッグ エコカー、アイドリングストップ、ハイブリッドカー レジ袋廃止・もらわない CO ₂ (削減) 原発 エコどうたう、エコする ペットボトル蓋集め	原発 水 ゴミ分別-出す、違う(地域) ブラきれいに洗う、ふき取り後皿洗う エコ商品 エネルギー-消費(リサイクル、エコ行動) ゴミ処理	ゴミ処理(適正) 汚れ拭き取る ゴミ増える(ふき取り、買い替え、他) 車で外出 プラスチック・分別のため洗う 原発再稼働 オール電化 過剰包装
c. 環境に良いと思わない	ゴミ分別 節電、エアコン使う、28度設定 リサイクル エコバッグ使用、ゴミ袋有料化 原発停止 木植える エコカー、アイドリングストップ、エコカー買い換え 割箸削減 食器洗う エコ商品という 太陽光発電 CO ₂ 排出(削減)	買い換え(省エネ家電など) エコバッグ使用、レジ袋もらわない 電気自動車 ペットボトル分別回収、資源ゴミ回収 マイ箸 CO ₂ 発生 リサイクル作る 水勿体ない(プラスチック洗い) ゴミの焼却 温度下げる	ゴミ分別、細かすぎる 節電 エコバッグ使用、レジ袋もらわない リサイクル アイドリングストップ、エコカー エコ(商品)という エアコン温度調整 CO ₂ 減らす 興味ない、わからない	原発 オール電化 きれいに洗う(ブラのリサイクル) ペットボトル再生 ゴミ-処理、焼却 手間かかる CO ₂ 出さない	原発 エコ商品という エコ家電買い換え 電気自動車 空気汚さない(原発、エコカー) 使用良い(割箸、他) 使用どうかと思う(太陽光発電、オール電化、エコバッグ、食洗機等) 使用できるのに買い換える エネルギー要(エコカー)

5. 本研究により得られた成果

(1) 科学的意義

環境意識及び環境行動の認識に関する調査は、これまでなされてきた同様の調査解析に比べ、サンプル数の多さや、より深い考察により、環境行動分野での新たな学術的知見を提供できるものである。また、現在の日常生活において市民が環境配慮行動に対して持っている普段の意識や疑問点等を広く全国的に調査し、環境行動の障壁となっている要因を、データ解析を通じて明らかにした。また、環境意識や属性と共に、人々が日常生活のあらゆる場面において、

どのような行動をどの程度とっているのか、という量的なデータも合わせて調査しており、豊かなデータ蓄積と知見は環境教育、環境行動分野において学術的に意義がある。

(2) 環境政策への貢献

<行政が既に活用した成果>

特に記載すべき事項はない。

<行政が活用することが見込まれる成果>

環境行政として家庭部門からの温室効果ガス削減は重要な課題である。その中で人々の行動変容をおこなっていくにあたって、基礎的な人々の意識に関する知見や、各行動のもたらす環境負荷に関するデータ、さらには教育部門での取り組みの整理は、総合して今後の環境行動・環境教育推進のための基礎的知見を供するものといえる。

6. 国際共同研究等の状況

特に記載すべき事項はない。

7. 研究成果の発表状況

(1) 誌上発表

<論文（査読あり）>

- 1) 青木えり、栗栖聖、花木啓祐：土木学会論文集G（環境）,vol.69,No.6,II_93-II_104（2013）
「様々な環境配慮行動に対応する心理モデルの探索的な構築」
- 2) A. Hiramatsu, K. Kurisu, and K. Hanaki: Sustainability, 8(1), 24, 1-19 (2015)
“Environmental Consciousness in Daily Activities Measured by Negative Prompts“

<その他誌上発表（査読なし）>

特に記載すべき事項はない。

(2) 口頭発表（学会等）

- 1) A. Hiramatsu, K. Kurisu : EcoBalance2014, B29E1-4, Tsukuba, Japan (2014), People’s environmental consciousness in daily activities.
- 2) 小谷津亮、栗栖聖、花木啓祐：第10回日本LCA学会研究発表会、54-55、神戸大学（2015）
「社会的空間における行動変容をきっかけとした環境教育の在り方についての研究」,

(3) 出願特許

特に記載すべき事項はない。

(4) 「国民との科学・技術対話」の実施

小学校への環境授業実施

(5) マスコミ等への公表・報道等

特に記載すべき事項はない。

(6) その他

特に記載すべき事項はない。

8. 引用文献

- 1) A.Kollmuss and J. Agyeman: Environ. Educ. Res, 8, 239-260(2002)
Mind the Gap: Why do people act environmentally and what are the barriers to pro-environmental behavior?
- 2) 土井 美枝子：広島大学マネジメント研究、11, 99-110 (2011)
わが国の環境教育における意識と行動に関する既往研究の系譜
- 3) 本藤祐樹、平山世志衣、中島光太、山田俊介、福原一朗：日本LCA学会誌、Vol.4, No.3, 279-291(2008).
環境教育におけるライフサイクル思考の利用：持続可能な消費にむけたミッシング・リンクの可視化と再生

(2) API仕様LCAデータベース作成に向けたユーザー要望の明確化

東京大学工学系研究科 都市工学専攻

花木 啓祐

<研究協力者> 平松 あい

平成25～27年度累計予算額：17,225千円（うち平成27年度：9,777千円）

予算額は、間接経費を含む。

[要旨]

人々に広く環境行動を促すために、アプリやゲームなどの活用に向けて環境行動に関するAPI仕様データセット整備を行う場合、どのような日常行動を対象とすべきか、アプリ製作者側の要望にはどのようなものがあるか、人々のアプリ利用状況はどのようなかということについて明らかにすることを目的とし、調査をおこなった。それに基づき、サブテーマ3で構築したデータベースを用いて、ゲームアプリの試作を行った。まず、LCAデータセットをより使いやすい形で提供することを目的に、人々が日常で取る行動の選択肢や平均的な行動の標準的な値について知るため、全国の20～70代の男女3,960人を対象にアンケート調査を実施した。次に、スマートフォンゲームの試作に先立って、ゲームの利用頻度、受け入れられる可能性が高いタイプのゲームを明らかにする社会調査を行った。その結果、若者に対してのゲームによるアプローチは有効と十分に判断できた。ゲームの試作においては、牛肉という特定の品目を取り上げ、国産とオーストラリア産の両者の間で異なる飼料や輸送距離など、LCAにとって重要な項目をクイズ形式で答えさせながら目的地へ進んでいくようなデザインとし、段階毎の振り返りも含んで学習できる設計とした。実際にスマートフォン用のゲームを作成した。また、広く社会に展開させることを見込んで、企業との共同教材開発を行い、それを実際に小学校の教育現場で試行した。その結果、楽しみながらわかりやすく学習でき、知識の向上や今後の行動変容への意欲が見られたことに加え、データベースを用いて具体的なデータをわかりやすく示すことによる効果も確認された。

[キーワード]

環境配慮行動、ライフサイクル思考（LCT）、スマートフォン、アプリ、ゲーム

1. はじめに

家庭部門の環境負荷削減に向け、市民のライフサイクル的環境意識醸成が求められている。これまでも、ライフサイクルアセスメント（LCA）の算定結果を利用した教育プログラムなどの取り組みがなされてきたが、限られた研究者や政府の取り組みの中で、限られた人数を相手に単発で行う場合が多く、限定的で継続性が担保できないなど問題点も多かった。市民が無理なく継続的にライフサイクル思考（LCT）を習得していくためには、魅力的なツールとコンテンツが必要となる。近年、モバイル機器用に提供されるアプリケーション(アプリ)は、様々な主体によってユーザビリティを考慮したものが数多く提供されており、人々の行動選択に伴うLCA負荷についてもアプリ開発者が使いやすいデータ提供を行い、広く社会にツール開発できる機会を提供することが重要である。

本研究では、現在異分野で提供されているAPI（Application Programming Interface）の利用状況を参照し、LCT教育においてはどのような形での整備がLCAデータベースにとって有効であるかを、環境NPO、アプリ開発者、市民への調査により検討した。また、作成したデータベースを用いて、一般市民向けのゲームアプリの試作、子ども向け環境教育教材の開発を行った。

2. 研究開発目的

環境行動関連のAPI仕様データセット整備を目指すことを念頭に、対象とすべき日常行動とその行動のばらつき度を調査することを目的とした。これらは、サブテーマ3への提供し、アプリ開発者の利用しやすいデータベースの構築に寄与した。さらに、アプリ開発者及びアプリユーザーとなる市民に対し、インタビュー調査及びアンケート調査を行い、どのような形式でのデータ整備が有効であるかを調査・検討することを目的とした。また、サブテーマ3で作成したデータベースを用いて、ライフサイクル思考（LCT）を醸成するアプリや環境教育教材の開発を試み、今後広くLCTを浸透させるためのアプリ製作に向けた知見とすることを目的とした。

3. 研究開発方法

大人向けのアプリ等の作成を念頭に置き、そこで対象とすべき行動群の特徴を明らかにするため、まずプレインタビューとして、環境意識が比較的高いと思われる、東京大学都市工学科の学部4年生への聞き取り調査、また環境NPOである台東リサイクルネットワークおよび環境ネットワーク・文京（ENB）に対してグループインタビューを実施した。また、アプリ製作者に対し、どのような形式でのデータ整備が望ましいのか、LCTを扱う場合にどのようなジャンルのアプリやゲームの可能性がありえるかなどについてインタビュー調査を行った。

環境NGO及びアプリ製作者へのインタビューを元に、日常生活行動のLCAデータセット作成のための行動データをサブテーマ3と連携しながらそろえつつ、人々の詳細な日常行動のばらつき度の傾向を調査した。また、消費者のスマートフォンゲーム利用状況や環境ゲームに対する志向性の調査を行なった。サブテーマ1の環境意識の結果を活用し、環境意識の因子得点から人々をクラスターに分け、人々の環境意識、日常生活行動、ゲーム志向性などの関連性を分析した。

さらに、サブテーマ3で整備した家事行動ライフサイクルインベントリ分析用データベースを活用し、アプリ及び教材の開発を行った。LCTを醸成する環境教育ゲームアプリの開発では、題材として人々の日常生活の中で身近であり、かつプロセスの複雑性と意外性がある牛肉のLCAを取り上げ、若年層向けにゲーム試作を行った。また、データベースを企業が将来タブレットやアプリ等で活用することによるLCT教育の社会展開を見込み、企業とともに小学生向け環境教育カードゲームの共同開発を行い、試行した。

4. 結果及び考察

（1）人々の日常生活行動における行動のばらつき度の調査

データベースに格納するための対象とすべき行動群とその行動の選択肢を知るため、プレインタビューとして、環境意識が比較的高いグループ（東京大学都市工学科の学部4年生、環境NPOである台東リサイクルネットワーク、ENB）に対してインタビューを実施し、図(2)-1に示すように食や住などの各場面において、環境に良いと思って取る行動、迷う行動についてワークショップ

形式で、参加者にポストイット等を用いて行動を挙げてもらった。また、挙げられた各行動につき、経済や生活の利便性上でトレードオフを生じるもの（環境には良いが手間がかかる、等）と、相互利益を生じるもの（環境にも良く費用負担も減る、等）といった観点から分類した。

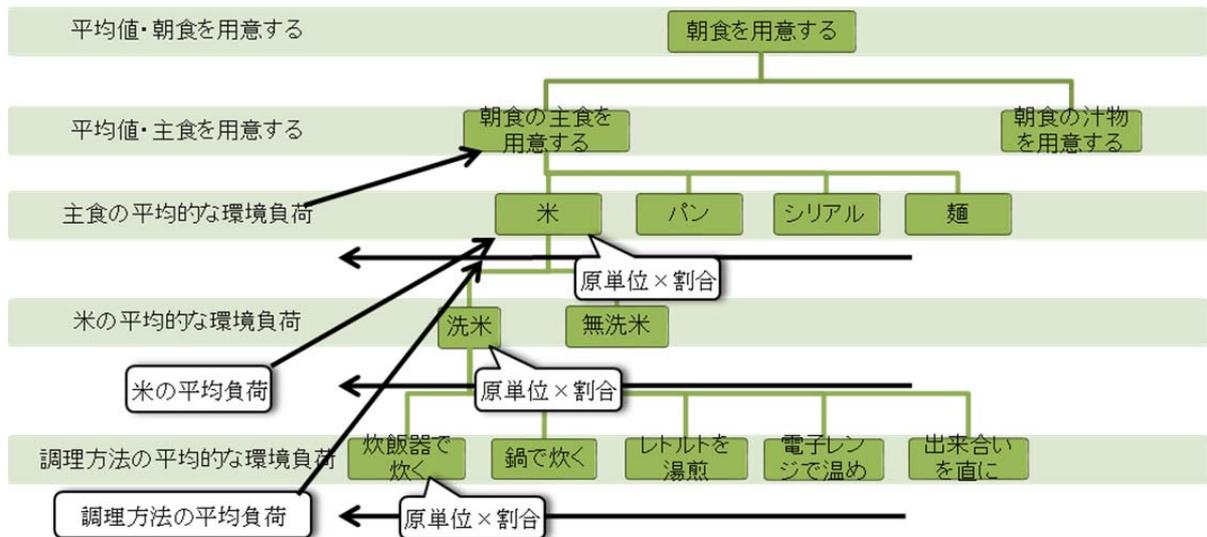


図(2)-1 グループインタビューによる行動抽出

プレインタビュー後、アプリ開発者の立場からLCAデータセットをより使いやすい形で提供することを目的に、人々が日常で取る行動の選択肢や平均的な行動のデフォルト値について知るため、アンケート調査を実施した。これによって、図(2)-2のように、例えば、「朝食を用意する」という行動について、代表的な朝食メニューから平均的な値を用いることもでき、食材や調理法など詳細な選択によって値を算出することもできるようになる。まず総務省・「社会生活基本調査」に取り上げられている人々の日常生活における行動リストをさらに細分化し、グループインタビューや既往研究とあわせて、環境配慮行動として考える行動群を作成した。それらをもとに、日常生活行動のばらつき度を調査するため、全93問の質問を用意した（表(2)-1）。また、サブテーマ1の環境意識調査で因子負荷量の高かった質問を選び、属性とあわせて環境意識も聞いた。

人々の日常生活行動のばらつき度の調査は、オンラインアンケート調査とし、全国の20～70代の男女を対象に行い、3960サンプル得た。

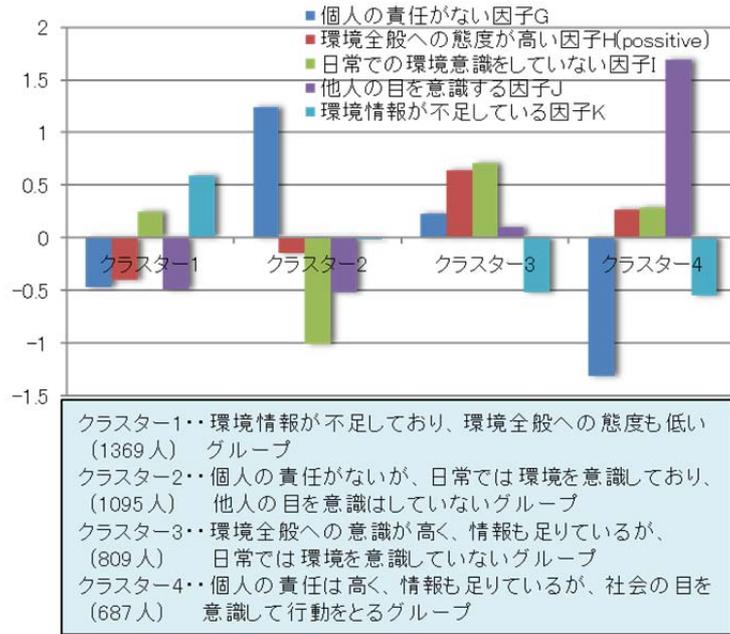
図(2)-3に、環境意識因子に基づきクラスター分析を行い、人々をカテゴリ分けした結果を示す。これによって、各質問項目において、個人属性別、環境意識の類型別に特徴的な項目をピックアップし、特徴を比較できるようにした。例として、図(2)-4に、エリア別の朝食の主食メニューの比較を示す。東北地方は米食、近畿地方はパン食が多いことがわかる。関東は他地域に比べ朝食を抜く人々が多く、パン食と米食は半々である。アプリ製作の時には、人々の居住地によって、平均的な朝食メニューを設定することが可能となる。図(2)-5は、マイ箸を使う頻度についてクラスター別に比較したものである。環境全般への意識が高くても日常行動における意識は低いグループと、個人の責任意識が強く社会の目を気にするグループでは使用頻度に差が出ていることがわかる。



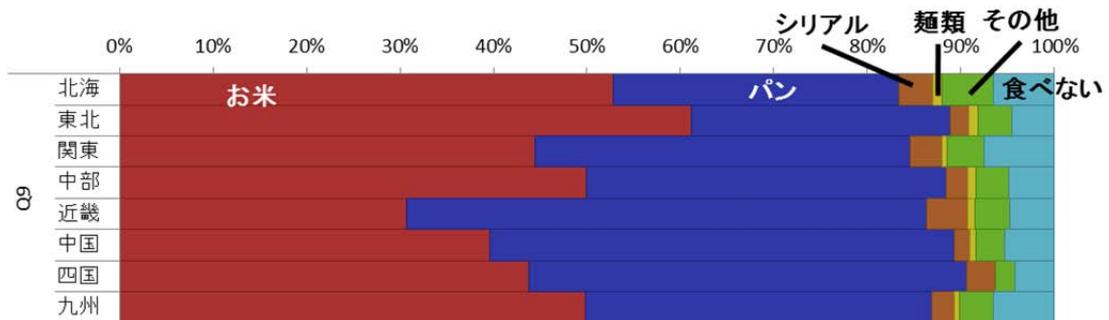
図(2)-2 行動デフォルト値の作成例（朝食を用意する）

表(2)-1 日常生活行動のばらつき度についての質問項目

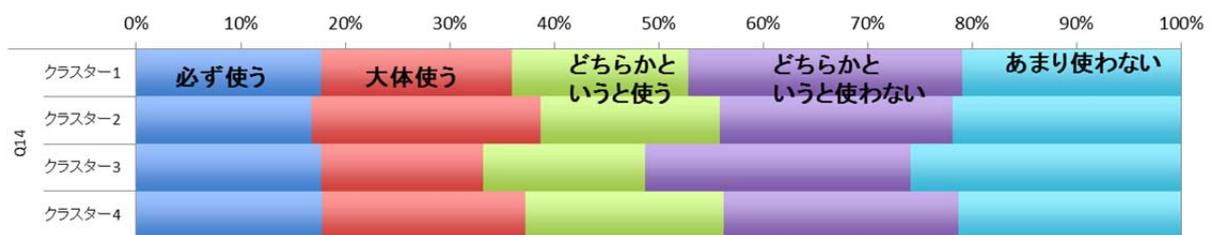
Q	概要	Q	概要	Q	概要	Q	概要
印刷	1 印刷の有無	洗濯・クリーニング	31 洗濯頻度	風呂・シャワー・洗面所	63 湯船のお湯の使用度	環境意識	87S1 環境問題関心高くない
2S1	片面か両面か	32 自宅かコインランドリーか	32 自宅かコインランドリーか	64S1	(夏)シャワーの使用時間	87S2	(逆)環境問題重要
2S2	モノクロかカラーか	33 風呂の残り湯使用度	33 風呂の残り湯使用度	64S2	(冬)シャワーの使用時間	87S3	環境のこと意識しない
食事	3 炊飯方法	34 一度の洗濯量	34 一度の洗濯量	65S1	(夏)シャワーの温度	87S4	自分が行動しても意味ない
4	一度に炊く米の量	35 自然乾燥か乾燥機か	35 自然乾燥か乾燥機か	65S2	(冬)シャワーの温度	87S5	自分の行動は原因ではない
5	米を炊く頻度	36 クリーニングの利用有無	36 クリーニングの利用有無	66S1	(夏)シャワーを止める実施度	87S6	(逆)環境配慮行動するべき
6	洗米か無洗米か	37 クリーニング利用頻度	37 クリーニング利用頻度	66S2	(冬)シャワーを止める実施度	87S7	人の目がなければいけない
7	ご飯の保存方法	38 一度のクリーニング量	38 一度のクリーニング量	67S1	(夏)洗面所の水湯	87S8	情報がない
8	朝食を食べる頻度	39 日常的にクリーニングする物	39 日常的にクリーニングする物	67S2	(冬)洗面所の水湯	87S9	何が良いのか分からない
9	朝食の主食	40 季節的にクリーニングする物	40 季節的にクリーニングする物	68	歯磨き中水止める実施度	87S10	他人の目を意識してた
10	朝食の汁物	購買行動	41 食品の購入場所	書籍・新聞・雑誌	69S1	書店を使う頻度	88 職業
11S1	昼食に外食する頻度	42 国産食品か外国産か	42 国産食品か外国産か	69S2	古本屋を使う頻度	89	89 学歴
11S2	昼食に中食する頻度	43 外国産を買う食品	43 外国産を買う食品	69S3	ネットを使う頻度	90	90 同居人数
11S3	昼食に自炊する頻度	44 日用品の購入場所	44 日用品の購入場所	69S4	電子書籍を使う頻度	91	91 就学前児童
12	夕食に肉を食べる頻度	45 詰め替え品の購入実施度	45 詰め替え品の購入実施度	70	新本か古本か	92	92 住居形態
13	マイ箸の所有数	46 古紙リサイクルのトイレットペーパー	46 古紙リサイクルのトイレットペーパー	71	本の処分方法	93	93 年収
14	マイ箸使う頻度	47 大量生産の衣服購入度	47 大量生産の衣服購入度	72	雑誌新聞の処分方法	(+α)	(+α) 性別
15	マイカップの所有数	48 新しい衣服の購入頻度	48 新しい衣服の購入頻度	73	使っている照明	(+α)	(+α) 年齢
16	マイカップ持ち運ぶ頻度	49 衣服1着の使用期間	49 衣服1着の使用期間	74	照明を消す行動実施度	(+α)	(+α) エリア
17	カフェでマイカップ使用度	50 携帯の買い替え頻度	50 携帯の買い替え頻度	75	(夏)エアコンの使用頻度		
18S1	(夏)食器洗い方法	51 携帯リサイクルの実施度	51 携帯リサイクルの実施度	76	(夏)エアコンの使用時間		
18S2	(冬)食器洗い方法	52 電化製品新製品購入頻度	52 電化製品新製品購入頻度	77	(夏)エアコンの設定温度		
19S1	(夏)食器洗いの水温	53 省エネ性能品の購入頻度	53 省エネ性能品の購入頻度	78	(夏)エアコン就寝時利用方法		
19S2	(冬)食器洗いの水温	54 レジ袋をもらう頻度	54 レジ袋をもらう頻度	79	(夏)エアコン就寝時温度		
20	すすぎ洗い・貯め洗い	55 レジ袋の再利用実施度	55 レジ袋の再利用実施度	80	(夏)エアコン以外の手段		
21	食器洗浄機使う頻度	56 マイバッグの所持枚数	56 マイバッグの所持枚数	81	冬使っている暖房機器		
22	油の拭き取り実施度	風呂・シャワー・洗面所	57 浴槽のサイズ	82	暖房機器頻度		
23	油の拭き取り方法	58 浴槽に張るお湯の量	58 浴槽に張るお湯の量	83	暖房機器使用時間		
24	生ゴミの処理方法	59S1	(夏)お湯を張る頻度	84	暖房機器温度		
25	ゴミの分別実施度	59S2	(冬)お湯を張る頻度	85	暖房機器就寝時利用方法		
26	掃除頻度	60S1	(夏)風呂の温度	86	暖房機器就寝時温度		
27	掃除道具使う物全て	60S2	(冬)風呂の温度				
28	掃除道具主に使う物	61S1	(夏)追い炊きする頻度				
29	掃除時間	61S2	(冬)追い炊きする頻度				
30S1	クイックワイパーの使用枚数	62S1	(夏)お湯の保温頻度				
30S2	コロコロの使用枚数	62S2	(冬)お湯の保温頻度				



図(2)-3 環境意識因子に基づくクラスター分析



図(2)-4 エリア別の回答例(朝食の主食は何を食べますか?)



図(2)-5 クラスター別の回答例 (マイ箸を使う頻度)

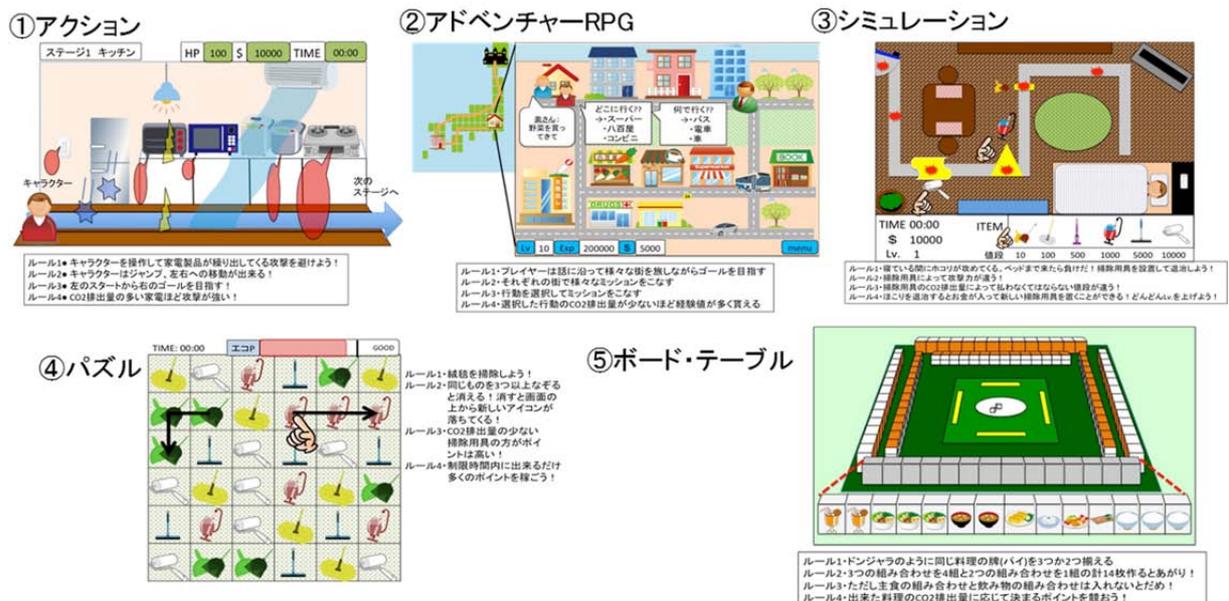
(2) 消費者のスマートフォン・アプリの利用と環境ゲームについての志向性調査

LCAデータをどのように整備すればゲームに活用できるかについて、アプリ開発者へ個別に行なったインタビューでは、様々なゲーム要素をもつアプリの設計が可能であることがわかった。そのため、日常行動の行動ジャンルごとの関係性をゲームアプリへ応用するために、消費者のゲームアプリ利用可能性の調査をおこなった。質問項目は表(2)-2の通りである。その際に、LCAデータを用いたゲームの志向性を知るために、アプリ開発者へのインタビューに基づいて、図(2)-6にあるような5ジャンルの環境ゲームを例として提示した。

消費者のスマートフォン・アプリの利用と環境ゲームについての志向性調査は、オンラインアンケートとし、関東圏の18歳から50代までの男女を対象に行い、回収サンプル数は3105であった。

表(2)-2 スマートフォン・アプリと環境ゲームに関するアンケート調査項目概要

Q	概要	Q	概要
1	スマートフォン所有の有無	16	環境ゲームプレイした理由
2	スマートフォン所有年数	17.1	ゲームの提示と最もプレイしたいもの
3	スマートフォン利用方法	17.2	ゲームの提示と最もプレイしたくないもの
4	ゲームプレイの有無	18	最もプレイしたい理由
5	ゲームプレイ頻度	19	最もプレイしたくない理由
6	ゲームプレイ時間	20.1	環境問題関心高くない
7	ゲームプレイ場面	20.2	(逆)環境問題重要
8	よくプレイするゲームジャンル	20.3	環境のこと意識しない
9	よくプレイするゲーム名	20.4	自分が行動しても意味ない
10	ダウンロード時に参考にするもの	20.5	自分の行動は原因ではない
11	継続プレイ理由	20.6	(逆)環境配慮行動すべき
12	プレイをやめた理由	20.7	人の目がなければしない
13	どのような環境ゲームを知っているか	20.8	情報が無い
14.1	環境カードゲーム知った理由	20.9	何が良いのか分からない
14.2	環境ボードゲーム知った理由	21	他人の目を意識してだ
14.3	環境RPGゲーム知った理由	登録情報	性別
14.4	環境クイズゲーム知った理由	登録情報	年ID
14.5	環境パズルゲーム知った理由	登録情報	市ID(編集)
14.6	環境アクションゲーム知った理由	属性4	職業
14.7	環境シミュレーションゲーム知った理由	属性5	学歴
14.8	環境アドベンチャーゲーム知った理由	属性6	同居人数
14.9	環境ゲーム(その他)知った理由	属性7	移動時間
15	環境ゲームのプレイの有無	属性8	移動手段



図(2)-6 スマートフォンゲームアプリの5ジャンルにおけるゲーム提示

調査の結果、スマートフォンの所有率など総務省の情報通信白書に沿う形となった。Q4「スマートフォンゲームアプリのプレイの有無」に関しては年代が若くなるにつれて高くなり、学生では顕著に高い結果となるなど若者に対してのゲームによるアプローチは有効と十分に判断できる。また、Q8「よくプレイするスマートフォンゲームアプリのジャンル」に関しては、性別による顕著な傾向の違いや、職業による違い、年代による違いなどが現れ、対象者をどのように設定するかによって異なるゲームジャンルによるアプローチが可能と言える。例えば、女性をターゲットとする際には77%の女性が好むパズルゲームによるアプローチが有効と思われる。環境ゲームに関しては、約80%のサンプルが「知らない」と回答しており、だが、Q16「なぜ環境ゲームをプレイしたか」という質問に対して、プレイしたことのある者の30%以上の者が「面白そうだったから」と回答しており、「授業などで紹介された」を上回る割合となった。つまり、ゲーム内容として一般市民が面白いと感じるものを作成することができれば、利用される割合は高い。本研究の目指すアプローチでは、一般のアプリ開発者による多様なゲームを目論んでおり、可能性は高いと考えられる。

「日常行動をテーマにしたゲーム」を5ジャンル提示し、被験者に最もプレイしたいものと最もプレイしたくないものを選択回答させた質問では、Q8「よくプレイするゲームジャンル」と同様の傾向が見られ、日常行動をテーマにした環境ゲームでも実際のゲームジャンルの好みと大きく異なるとは言えない結果となったが、アドベンチャーRPGゲームにおける日常行動の選択を行いながら物語を進めていくようなゲームがパズルゲームと並んで高い割合を示した。

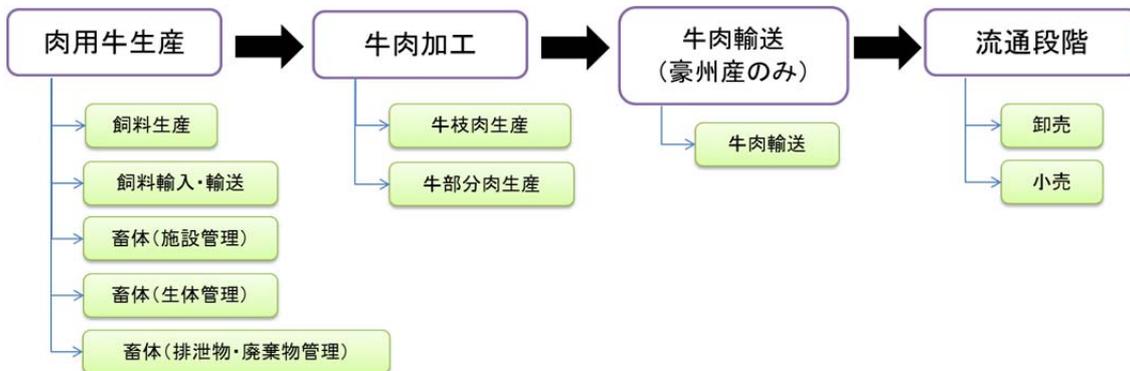
(3) ライフサイクル思考を醸成する環境教育ゲームアプリの開発

1) 牛肉生産のプロセスと各段階のCO₂排出量の算出

サブテーマ3で構築した、家事行動ライフサイクルインベントリ分析用データベースを用いて、アプリ開発の試作を行った。その際、人々にとって身近な食材の一つであり、そのプロセスの複雑性・意外性から、「牛肉」をテーマとして、LCTに基づくゲームアプリの製作を行なった。牛肉の種類は、日本産牛肉およびオーストラリア（豪州）産牛肉とし、日本産1種類、オーストラリア産3種類の計4種類とした。これらは国及び肉用牛に与えられるエサの仮定によって分類されており、オーストラリア産は「飼料作物と麦類を食べる牛」「飼料作物のみを食べる牛」「牧草のみを食べる牛」の3種類である。日本産の肉用牛生産プロセスでは飼料の海外からの輸入も考慮した。

牛肉生産のLCAのプロセスは「肉用牛生産」「牛枝肉生産」「牛部分肉生産」「卸売」「小売」に分かれている。牛肉の最終的な加工段階は「部分肉」とされ、部分肉にまで加工された牛肉は「卸売」「小売」などの流通プロセスを経て消費者の手に渡る。ここで、肉用牛はと畜前の生体を指し、枝肉は、と畜した後に内臓や皮及び尾等の不要部位を取り除いたもので背骨に枝状に肉が付いた状態のものを指す。部分肉とは、「枝肉」を部位ごとにさらに分割し、骨を取り除き、血液やリンパ節などを除去し、余分な脂肪を取り除いて整形したものである。サブテーマ3のLCAデータベースに基づき、各プロセスでの詳細なCO₂排出量算出データを用い、ゲーム内に反映しやすいように、プロセスを「肉用牛生産」「牛肉加工」「牛肉輸送（豪州産のみ）」「流通段階」の4項目に再分割し、さらにその下に子階層を設定した（図(2)-7）。「肉用牛生産」は、「飼料生産」「飼料輸入・輸送」「畜体（施設管理）」「畜体（生体管理）」「畜体（排泄物・廃棄物管理）」の5段階に細分化され、それぞれにおける環境負荷を算出した。表(2)-3は、肉用牛1kg辺り

のプロセス別のGHG排出量をまとめたものである。表(2)-3は、細分化された各項目のGHG排出量に対し、特に排出量が多い上位3品目が項目内の総GHG排出量に対しどれほどの割合を占めるか（以下「寄与率」）を示している。



図(2)-7 牛肉の生産プロセス

表(2)-3 肉用牛1kg当たりのプロセス別GHG排出量まとめ

項目名	サブ項目名	プロセス名			
		日本	豪州-配合飼料入力を複数の農作物入力に変換	豪州-配合飼料作物入力に変換	豪州-えさを削除(牧草)
		GHG排出量 (肉用牛1kg当たり) [kg-CO2eq/kg]			
肉用牛生産	飼料生産	4.33	1.85	1.75	0
	飼料輸入・輸送	0.0886	0.0870		
	畜体(施設管理)	0.195	0.305		
	畜体(生体管理)	5.26	5.26		
	畜体(排泄物・廃棄物管理)	1.57	1.57		
牛肉加工	牛枝肉生産	0.00118	0.00167		
	牛部分肉生産	0.00346	0.00491		
牛肉輸送(豪州産)	牛肉輸送	-	0.197		
流通段階	卸売	0.138	0.0374		
	小売	1.70	0.576		
プロセス別GHG排出量合計(肉用牛1kg当たり) [kg-CO2eq/kg]		13.3	9.88	9.78	8.03

表(2)-4 肉用牛（日本）1kg当たりの生産及び加工によるGHG排出への寄与率が高い品目

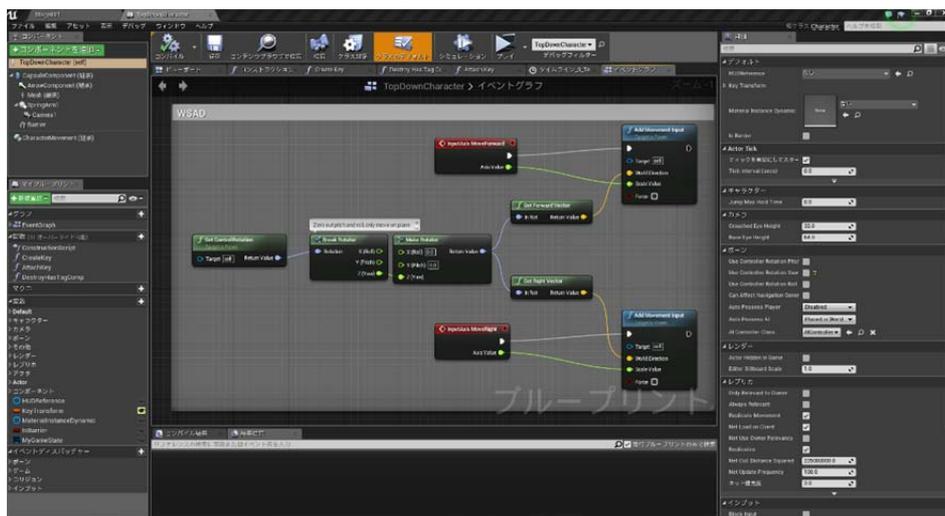
国名	項目名	サブ項目名	上位3位の品目名	投入原単位 [-]	投入原単位 の単位	投入単位量当たり のGHG排出量 [kg-CO2eq]	品目別GHG排出量 (肉用牛1kg当たり) [kg-CO2eq/kg]	項目内 GHG合計	項目内GHG 排出 寄与率 [-]	
日本	肉用牛生産	飼料生産	飼料	5.30	kg	0.550	2.91	4.33	0.67	
			その他の製粉	0.338	kg	1.45	0.489		0.11	
			飼料作物	8.80	kg	0.0534	0.470		0.11	
		飼料輸入・輸送	燃焼・軽油(委託輸送分)	0.969	MJ	0.0783	0.0759	0.0886	0.86	
			事業用電力(委託輸送分)	0.00985	kWh	0.613	0.00603		0.068	
			燃焼・ガソリン(委託輸送分)	0.153	tkm	0.0269	0.00413		0.047	
			事業用電力	0.287	kWh	0.613	0.176		0.90	
			軽油	0.114	MJ	0.0783	0.00889		0.045	
			ガソリン	0.0755	MJ	0.0831	0.00627		0.032	
			CH4(消化管内発酵由来)	0.249	kg	21	5.23		0.99	
	畜体(施設管理)	畜体(生体管理)	3.50	円	0.00358	0.0125	5.26	0.0024		
		医薬品製剤(医薬部外品製剤を含む)	1.53	円	0.00652	0.00995		0.0019		
		動物用医薬品	0.00421	kg	310	1.31		0.83		
	牛肉加工	牛枝肉生産	畜体(排泄物・廃棄物管理)	N2O(家畜排せつ物の管理由来)	0.00677	kg	21	0.142	1.57	0.091
			CH4(家畜排せつ物の管理由来)	36.7	kg	0.00324	0.119	0.076		
			動物のふん尿	0.00129	kWh	0.613	0.000790	0.67		
		牛部分肉生産	取水、上水道	0.000802	m3	0.367	0.000295	0.00118	0.25	
			燃焼・A重油	0.000986	MJ	0.0806	0.0000794		0.067	
			電力	0.00378	kWh	0.613	0.00232		0.67	
			取水、上水道	0.00235	m3	0.367	0.000864		0.25	
			燃焼・A重油	0.00289	MJ	0.0806	0.000233		0.067	
			電力	0.0913	kWh	0.592	0.0541		0.39	
			印刷・情報用紙	0.0120	kg	1.85	0.0223		0.16	
流通段階	卸売	印刷・情報用紙(他種)	0.00694	kg	1.88	0.0130	0.094	0.094		
		電力	2.42	kWh	0.592	1.43		0.84		
		燃焼・A重油	1.08	MJ	0.0785	0.0847		0.050		
小売	0.0155	kg	3.61	0.0560	0.033	0.033				

以上のような牛肉の生産プロセスについてのLCAを参照し、LCTの観点から見た牛肉生産の特徴点、及びそこから学習することができる要素を取り出す。日本産牛肉とオーストラリア産牛肉のLCA比較では、飼料生産における排出量の違いにより日本産の排出量が大きくなる。オーストラリア産牛においても、エサによる違いによってGHG排出量の差異が出る。また、牛枝肉・部分肉加工による重量の変化によって輸送によるGHG排出量が異なる。プロセス内の項目別にみると、「飼料生産」では、量の多い「(配合)飼料」や「飼料作物」、排出原単位の大きい「その他の製粉」などが上位に来る。「飼料輸入・輸送」では、燃料として使われる軽油が8割以上を占めている一方でGHG合計排出量は無視できるレベルである。「畜体(生体管理)」や「畜体(排泄物・廃棄物管理)」では、GHG排出原単位の大きいメタンや亜酸化窒素が上位を占めており、全体のGHG排出量の中でも半分以上を占める。それ以外の「畜体(施設管理)」「牛枝肉生産」「牛部分肉生産」「流通段階(卸売・小売)」では、主なGHG排出源は電力となる。ただし、それらの工程の総GHG排出量はプロセス全体と比較すると無視できるレベルである。プロセス全体を見ると、主なGHG排出は「飼料生産」「畜体(生体管理)=メタン」「畜体(排泄物・廃棄物管理)=亜酸化窒素」「小売」によるものであり、その他の排出量は小さい。

以上のような特徴点を、製作するゲームにどのように反映させるか検討し、開発を行った。

2) 牛肉生産のプロセスと各段階のCO2排出量の算出

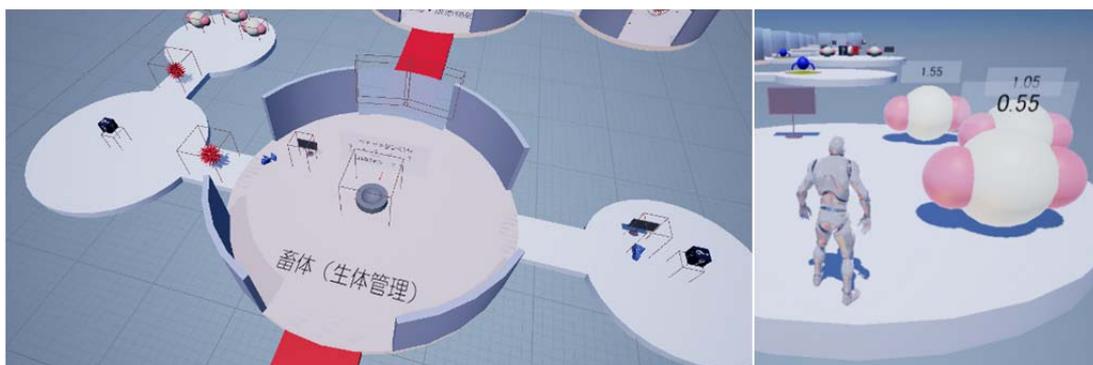
今回の開発においては、対象として大学生以上の世代、特に20～30歳前後のLCTを認知していない人々を想定してゲームを製作した。ゲームの制作にはゲームエンジンの一つである「UNREAL ENGINE 4 ver.4.9.2 (Epic Games社開発, 以下UE4)」を利用した(図(2)-8)。UE4の特徴として、「ブループリント」とと呼ばれるビジュアルスクリプトがあり、直接プログラミングコードを書かなくても「ノード」という箱を線で結び合わせていくことでプログラムを構築することができる。無料で利用可能であるゲームエンジンの一つであり、2Dゲームや3Dゲームまで幅広いタイプのゲームが開発可能である。また、ゲームの対応機種についてもWindowsやMacなどのデスクトップや、IOS・Androidなどのモバイル端末に対応している。



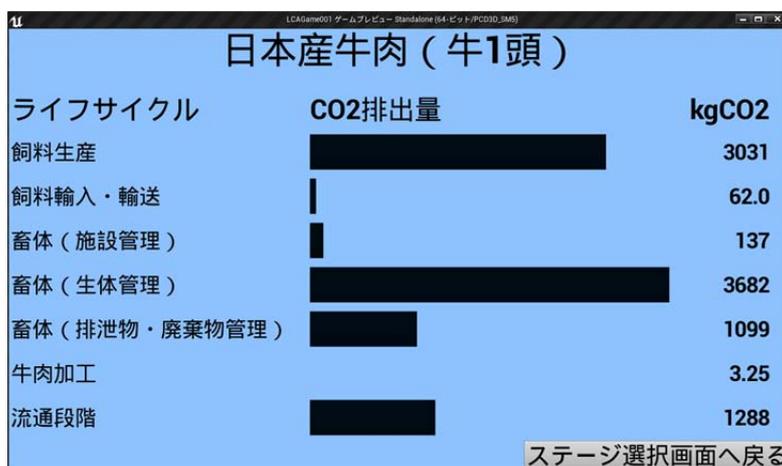
図(2)-8 : UE4のブループリント編集画面

本研究におけるゲームストーリーは、「様々な製品のLCAデータが記録されているデータベースにウイルスが入り込み、データを破損させてしまった。プレイヤーはデータベースに入り、LCAの行程に従って散らばったデータを復旧させ、ウイルスに破壊されたLCAデータベースを救う」とし、文脈にLCAを組み込むことで、ゲーム内でLCAを学ぶことに対する不自然さを無くすことを目的とした。ゲームステージは、日本産牛肉とオーストラリア産牛肉の2ステージを用意した。ゲームジャンルとしてロールプレイングゲーム（RPG）の形をとっており、3D環境で開発されている。ステージはLCAプロセスの各段階ごとに小部屋に分かれていて、それぞれの小部屋には扉が設置され、プレイヤーはそのままでは奥に進めない（図(2)-9）。プレイヤーはLCAデータベースを復旧させるために、仕切られた小部屋の中に存在するLCAに関するパズル・クイズを解き、ウイルスを撃破しながら進んでいく。

ライフサイクルを学ぶ上での工夫点として、プレイヤーは左上の「俯瞰」ボタンを押すことで、ステージ全体を確認することができる。この時、プレイヤーは現在までに通過した小部屋において排出されたGHGの量を確認することができる。また、「モニター」によりLCAに関するヒントをプレイヤーに与えるようにした。ステージをクリアすると、ステージの各段階についてGHG排出量を確認することができる（図(2)-10）。各段階のGHG排出量は棒グラフで表わされ、段階ごとの大きさを直感的に比較し、どの段階における排出量が全体の中で重要かを学ぶことが可能である。



図(2)-9 ステージ内の小部屋の例（左：扉で区切られた小部屋、右：クイズと選択肢の例）



図(2)-10 ゲームクリア後のフィードバック画面

牛肉生産LCAの数値データは容易にゲーム内に取り込むことが可能であり、予めIDなどの規則を整備することで、ゲーム内でもデータの引用は容易であることを確認した。今回は牛肉生産を扱ったが、その他の製品についても同様の形式でデータを整えればすぐに利用することができる。今回開発したゲームはプロトタイプであるが、発展性を備えており、今後広くAPI仕様にてデータベースを活用しゲーム開発者による環境ゲームアプリの布石となったといえる。

(4) 企業との共同教材開発

LCAデータを用いて、子育てや子どもの学びについて取り組んでいる企業である(株)ベネッセコーポレーションと共に、小中学生向けにLCA的思考教育を行うための教材開発を行った。試行を重ね知見を蓄積後、タブレットへの展開(インターフェースを用いたLCAデータの活用)を検討することを念頭に、まずは既存のカードゲーム「カレー作りで地球を救おう!」をLCAデータベースを用いて再開発することとした。

このゲームは、数人ずつのグループで競うカードゲームである。「主食」「メイン食材(肉類)」「野菜」「調理方法」「飲み物」の各カテゴリから、それぞれ指定された枚数だけカードを選んでカレーライス定食を作る。選んだカードによって総合的にCO₂排出量を算出(ポイント化)し、ポイントが少ないほうが勝ちとなる。特別ポイントとして値段を考慮し、安く作れたところはポイント割引を適用した。

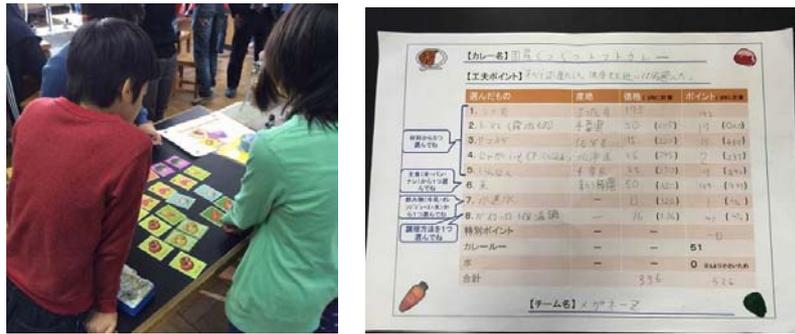
CO₂排出の算出にはLCAデータを活用し、主に下記の点に焦点をあてて子どもたちに伝えるべく、カードの選択肢を作成した。例えば、牛肉は国産と外国産2種、トマトは近隣と遠方の露地ものとハウスもので4種、じゃがいもは電子レンジによる下ごしらえありとなしで2種、などである。

- ・ 生産地と消費地の距離によるCO₂の違い
- ・ 運搬方法(船、鉄道、トラック、飛行機)による違い
- ・ 野菜の栽培方法、食肉による違い:国産(近い・遠い)、外国産、露地/施設など
- ・ 調理方法(ガスコンロ、IHクッキングヒーター、保温鍋)による違い

開発した教材は、東京都八王子市の小学校5年生の理科の授業にて、環境授業を実施し試行した。図(2)-11にその様子を示す。

子どもたちは配布したシートにカレー名と工夫したところを書き、選んだカードと値段を記入する。ただしCO₂ポイントはカードには書かず、カレーを作り終えたあとの解説タイムのところで発表するようにし、自分たちの考えと実際の違いも実感してもらった。全ての計算が終わったところで各チームが発表し、最も低いポイントでカレーを作れたチームの表彰を行った。





図(2)-11 カードゲームを用いた環境授業の様子

効果検証のために授業前後に児童にアンケート調査に協力してもらった。その結果を表(2)-5及び表(2)-6に示す。授業については、面白かった、わかりやすかったと回答する子どもがほとんどで、楽しく学ぶ時間が持てた。また、約6割の子どもが授業で行ったことについて家族に話をしており、内容が家庭で共有されたことが伺えた。前後の調査から、ゲームをして解説を聞くことで、食材や調理方法による環境影響の違いを正しく理解するようになったことがわかった。また授業後、自分の行動が社会や地球とつながっていることに対する認知や地球を守る行動をしたいという責任感、もっと知りたいという意欲が高まっていた。普段から環境に配慮した行動をしている子どもほどその高まりは強かった。今回、LCAデータベースから各項目のCO₂を詳細に算出しポイントに反映させたが、86%の児童が、ポイントがあることで地球に影響を与える度合いが分かりやすくなると答えていた。またそのように答えた児童は、社会とのつながり感や行動責任感、地球を守ることにについて知りたいという意欲も高くなっており、具体的な数値を示すことによってより高い教育効果をもたらすことがわかった。

表(2)-5 授業前後のアンケートで行った質問の正答人数と授業後の自由感想の内容分類

正しい理由を解答した人数	事前	事後	(N=71)
食材によって環境影響が違う理由	8	35	(一部、調理方法の違いも含まれる)
同じ食材でも環境影響が違う理由	11	38	
料理の仕方によって環境影響が違う理由	16	35	

自由感想で該当する人数	事後	(N=73)
知識獲得	37	
行動変革	13	
もっと知りたい	14	

表(2)-6 授業前後のアンケートの同じ質問における回答の比較

事前	日本輸入多い	食材によって環境影響が大きい	同じ食材でも環境影響が大きい	調理によって環境影響が大きい	自分と社会のつながりを感じる	地球を守る行動したい	地球守ると知りたくない	食材確認したい
平均値	3.69	3.03	3.00	3.23	3.07	3.15	3.25	2.90
わからないと答えた割合(%)	2.7	47.9	50.7	31.5	4.1	2.7	0.0	-

回答：1(全くそう思わない), 2(少しそう思う), 3(あまりそう思わない), 4(とてもそう思う) / わからない

事後	日本輸入多い	食材によって環境影響が大きい	同じ食材でも環境影響が大きい	調理によって環境影響が大きい	自分と社会のつながりを感じる	地球を守る行動したい	地球守ると知りたくない	食材確認したい
平均値	4.04	4.08	3.97	4.00	4.17	4.12	4.21	4.47
わからないと答えた割合(%)	17.8	30.1	31.5	24.7	9.6	15.1	8.2	6.8

回答：1(全くそう思わなくなった)~3(変わらない)~5(とても(もっと)そう思うようになった) / わからない

5. 本研究により得られた成果

(1) 科学的意義

必ずしも十分な科学的な裏付けをもたず、また家庭の行動の限られた一部に対してのみ行われてきた環境学習のためのゲームに対して、本研究では対象とする家庭行動を抽出した上で、ライフサイクル的な解析を緻密に行い、それをゲームに反映するところまでおこなった点に科学的な意義がある。すなわち、表面的には安易に見えるゲームであっても、そこに科学的に十分に検討した根拠を与えている。

(2) 環境政策への貢献

<行政が既に活用した成果>

特に記載すべき事項はない。

<行政が活用することが見込まれる成果>

今回の研究は専門家の知識と一般社会の関心をつなぐ点に意義がある。すなわち、ゲーム開発を専門に行う民間企業がライフサイクル思考の内容を深くは理解しなくても、ライフサイクル思考のゲームを開発する可能性が広がった。これによって、ゲームを通じて楽しみながら環境配慮行動を国民一般に広げていく施策の実行に資することができる。

6. 国際共同研究等の状況

特に記載すべき事項はない。

7. 研究成果の発表状況

(1) 誌上発表

<論文(査読あり)>

<その他誌上発表(査読なし)>

(2) 口頭発表 (学会等)

- 1) 佐藤溪、平松あい、栗栖聖、花木啓祐: 第10回日本LCA学会研究発表会、42-43、神戸大学 (2015)
「若年層へのLCT 普及を目指した日常行動及びゲーム志向性に関する基礎データの整備と可能性」

(3) 出願特許

特に記載すべき事項はない。

(4) 「国民との科学・技術対話」の実施

(5) マスコミ等への公表・報道等

特に記載すべき事項はない。

(6) その他

特に記載すべき事項はない。

8. 引用文献

特に記載すべき事項はない。

(3) 家事行動に関する環境負荷算定ツールの開発

国立研究開発法人産業技術総合研究所

安全科学研究部門 社会とLCA研究グループ

田原 聖隆

<研究協力者> 高田 亜佐子、藤井 千陽

平成25～27年度累計予算額：22,554千円（うち平成27年度：7,006千円）

予算額は、間接経費を含む。

[要旨]

様々な環境問題の対策が、産業部門では企業努力や技術革新で進む中、民生部門（家庭部門）での改善が停滞している。民生部門での環境意識向上および行動促進が課題とされる中、ライフサイクル思考(LCT)の育成は環境負荷の低い行動を選択するためには有効であると考えられる。そのためには、環境適合した製品・サービスの選択を可能とする環境影響評価(製品LCA)のみではなく、消費者の行動に起因する環境影響の定量化が必要である。そこで、本研究では行動の分類を行い、系統立てた情報提供が可能な家事行動ライフサイクルインベントリ分析用データベース(家事行動LCI DB)の整備を目的とした。家事行動LCI DBの整備のため、対象となる家事行動を抽出し、対象家事行動に必要な情報を調査し、データベースでその情報の管理およびライフサイクルインベントリの算定ができるように設計した。データベースは家事行動に関連するデータを格納するだけでなく、それらのデータを組み合わせて各家事行動の環境負荷を算定することもできるため、環境負荷算定ツールとしての機能も有する。環境負荷算定ツールとしては、多様な環境負荷項目を提供するのが望ましいと考えられるが、多様な提供は解釈が複雑になり受容性が低くなると考え、まずは温室効果ガスを対象とした。家事行動LCI DBは、製品・サービスのインベントリDB、使用製品DBおよび調理DBを連動させた構造からなる。製品・サービスのインベントリDBは、主にIDEA(Inventory Database for Environmental Analysis)¹⁾を適用した。使用製品DBには、行動に伴って使用される製品ごとに寿命やエネルギー消費量等の情報を格納している。調理DBにはメニューごとに食材の種類、用意する量及び廃棄率、使用する調理機械・器具およびエネルギー消費量等の情報を格納している。最終的に家事行動LCI DBで、行動に関するインベントリ分析が実施できるよう整備した。また、環境教育に有効であると思われるケーススタディを実施した。

[キーワード]

消費者行動、環境負荷量、GHG 排出量、インベントリデータベース、ライフサイクル分析

1. はじめに

民生部門において環境負荷低減への対策を講じるためには、環境配慮行動の促進を支援するツールの提供が必要である。消費者が環境配慮行動を選択するには、第一に当該行動に起因する環境負荷量を消費者が把握することが必須である。行動起因の環境負荷量とは、行動に関係するすべての製品およびサービスのライフサイクル(原料調達、製造、流通、使用、廃棄)の各段階での環境負荷量の合計となる。ライフサイクルを通じて環境負荷がどの段階でどの程度生じているかを考えるライフサイクル思考(LCT)は、環境配慮行動の選択に有効であると考えられ、消費者の行動に起因する環境影響の定量化が必要である。一方、ライフサイクルの環境負荷量は、これまで製品・サービスを対象とした環境影響の定量化をするライフサイクルアセスメント(LCA)が行われ、環境適合した製品・サービスの選択を支援する情報が提供されてきた。そこで本研究では、消費者の行動に起因する環境影響の定量化を目的として、行動の分類表を作成し、系統立てた情報提供が可能な家事行動ライフサイクルインベントリ分析用データベース(家事行動LCI DB)の整備を行った。データベースは家事行動に関連するデータを格納するだけでなく、それらのデータを組み合わせることで各家事行動の環境負荷を算定することで、環境負荷算定ツールとしての機能を備えた。

2. 研究開発目的

現在、環境影響を定量化するライフサイクルアセスメント(LCA)は、製品・サービスに関しては多く実施されている。製品・サービスの環境負荷原単位も、我々が開発しているIDEAでは数量または金額当たりで提供され、南斉ら²⁾の産業連関表分析では金額当たり(小麦100万円あたり等)で提供されている。しかし行動レベル(パン1枚焼く等)に関しては十分ではない。そのため、日常的に多くの人がおこなう家事行動に関する環境負荷の情報を提供することによって、人々が想起しやすい身近な行動を題材にしてライフサイクル思考(LCT)を育成でき、環境配慮行動をすぐに実施することができると考え、家事行動に特化した行動用インベントリ分析用データベースおよび環境負荷算定ツールの作成を目的とした。またケーススタディを実施し、他のサブテーマが用いることが可能なデータの提供を目的とした。

3. 研究開発方法

まず行動に対するインベントリデータとして既存の研究および既存のデータについて調査し、次いで家事行動用LCI DBの整備方法について検討した。既存の行動に対するインベントリデータについて英語文献をレビューした結果、表(3)-1に示すように産業連関表やエネルギー関連統計や家計支出統計等によって、民生部門家庭、世帯、または個人の環境負荷量を算定する研究があった。しかし、個人の行動から算定される環境負荷量を積み上げる方法を用いた研究は見当たらなかった。また、国内においては、省エネ行動に対する調査が省エネルギーセンターの調査³⁾、住宅におけるエネルギー消費量データベース⁴⁾、家庭の節電ガイド⁵⁾、山口らによる調査⁶⁾等比較的多くの情報が提供されている。省エネ行動のリスト化、および対象行動に対するエネルギー量等の数値は、得られる可能性がある。しかしながらエネルギー由来以外の使用している製品・サービスを含めた系統だった行動のインベントリデータは見当たらなかった。

そこで、本研究独自のデータベースを整備することとした。家事行動用LCI DBの整備方法とし

ては、まず行動をリスト化して行動に対する分類表を作成し、身近でかつLCT育成に適切だと考えられ行動を選定した。そして、その行動に対するLCAを実施するのに必要と考えられるバックグラウンドデータを整備しデータベース化した。LCT育成のためには、環境負荷項目を多種提供するのが望ましいが、多種提供すると複雑になり受容性が落ちると考え、GHGを対象とした。家事行動用LCI DBを作成する際の注意した点としては、対象とする行動の選択と対象行動に伴う条件設定である。製品・サービスレベルのLCAと比較して、行動レベルのLCAは対象行動によって使用材の種類が多様であり入出力量のばらつきが大きいため使用条件によって環境負荷算定結果が異なることが予想される。たとえば、「洗濯機を用いて洗濯をする」という行動に対しても、少しの洗濯物を洗濯するのか、洗濯機の容量いっぱいの洗濯物を洗濯するのかで結果が異なる。そこで、行動分類表から必要な行動を選定し行動分類を作成した。対象行動における代表的な条件は、既存の調査より設定可能なものに関しては既存の調査を用い、得られないものに関しては妥当と思われる条件を代表値とした。また、「食事をする」という行動に対しては、「何を食べるか」で環境負荷が変わるため、日本における代表的なメニューを約100メニュー用意し、食事をする行動のプロセスデータを整備した。それぞれの詳細について次に示す。

表(3)-1 英語文献のレビュー結果（抜粋）

タイトル	著者	環境負荷量算定時の参考文献
Allocating ecological footprints to final consumption categories with input-output analysis	Thomas Wiedmann, Jan Minx, John Barrett, Mathis Wackernagel	産連表
Direct and indirect energy requirements of households in India	Shonali Pachauri, Daniel Spreng	産連表
Environmental impact of household activity in Spain	Julio Sánchez-Chóliz, Rosa Duarte, Alfredo Mainar	産連表
Consumer lifestyle approach to US energy use and the related CO2 emissions	Shui Bin, Hadi Dowlatabadi	統計
GHG reduction potential of changes in consumption patterns and higher quality levels from Swiss household consumption survey	Bastien Girod, Peter de Haan	統計
Household consumption, associated fossil fuel demand and carbon dioxide emissions: The case of Greece between 1990 and 2006	Eleni Papathanasopoulou	統計
Lifestyle factors in U.S. residential electricity consumption	Thomas F. Sanquist, Heather Orr, Bin Shui, Alvah C. Bittner	統計
Social groups and CO2 emissions in Spanish households	Rosa Duarte, Alfredo Mainar, Julio Sanchez-Chóliz	統計
The impact of household behavioral changes on GHG emission reduction in Lithuania	Dalia Streimikiene, Andzej Volochovic	シナリオ

(1) 行動分類表の作成

多種多様な行動を対象とした LCA を実施する際に、分類の整理および対象行動の選定が必要となる。そこで効率的に作業を実施するため行動の分類表を作成した。本研究では、行動の分類の基礎として社会生活基本調査⁷⁾を適用した。社会生活基本調査は、基幹統計で全国において世帯員約 200 万人が対象となっている。調査票 B では、1 日の行動別の平均時間と時間帯について調査を実施しているため、行動は網羅的にリスト化されている。社会生活基本調査調査票 B の行動分類表を本研究で引用することによって、生活を網羅した行動分類表を作成することが可能であり、ユーザーが自分の行動に近い行動を選択でき、かつベンチマーク（日本平均値）の作成が可能となる。ただし社会生活基本調査の行動分類表は、大まかな分類であるため、多様な個々の行動に対応することができない。そこで、環境教育に必要なと思われる分類および一般の人がどの程度の環境負荷があるのか疑問を持っている分類については、より詳細な分類として情報を提供するために、さらに詳細に分類した。図(3)-1 に示すように、社会生活基本調査の調査票 B では、大分類、中分類、小分類と分類されている。ただし社会生活基本調査の行動分類は、大分類(6 分類)、中分類(21 分類)、小分類(80 分類)と大まかなものであり多様な行動に対応することができず、かつ本研究の対象外の行動も列挙されている。そこで、図(3)-2 に示すように本研究では、家事行動に該当する中分類の「家事」と「身体的ケア」および「食事」について細分類、細々分類、詳細分類と詳細化し約 200 分類のデータを格納できるようにした。また、環境負荷量がどの程度なのか興味があると思われる行動について、別途チーム内で話し合いリスト化した。

行動分類表の詳細は、付属資料 1 として巻末に添付した。



図(3)-1 行動の分類表作成



大分類	中分類	小分類	細分類	細々分類	詳細分類
6	23	91	88以上	63以上	200以上
無償労働	家事	食事の管理	朝食を用意する	和定食1を用意する	
				和定食2を用意する	
				ごはんを用意する	
				みそ汁を用意する	
				...	
		衣類等の手入れ・作成	洗濯する	縦型電気洗濯機（最大洗濯物量8kg）。すすぎ2回。上水道。	洗濯物8kgを洗濯機に入れる。 洗濯物7.5kgを洗濯機に入れる ...
有償労働	「社会生活基本調査用行動分類」に基づく分類		産総研作成の分類		
学業, 学習...					
個人的ケア					
自由時間					
環境整備					

細分類、細々分類、詳細分類を拡充

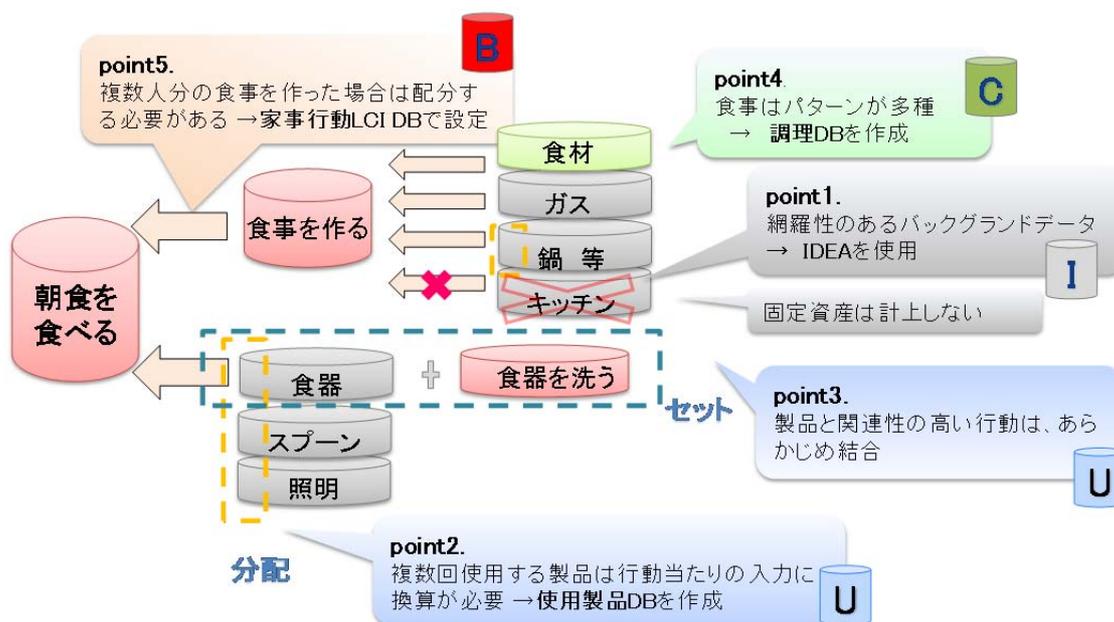
図(3)-2 行動の分類表作成

(2) データベースの構造

多種多様な行動の LCI が格納可能なように、データベースを構築した。行動を対象とした場合、行動パターンが多種想定されるものもあることから、できるだけ詳細な情報を管理できるように設定した。図(3)-3 にデータベースの構造を「朝食を食べる」という行動を例として示した。データベースの構造は、製品・サービスのインベントリデータベースである IDEA (Inventory Database for Lifecycle Analysis)¹⁾ をバックグラウンドデータベースとして使用し、行動に伴う製品の使用方法に関する情報を格納する使用製品 DB と、調理に関するレシピ等の情報を格納する調理 DB、および最終的に行動の LCI の実施に必要な情報を格納する家事行動 LCI DB からなる。LCT に有用な情報を体系的に管理し詳細な積み上げ計算による環境負荷を算定するため、各データベースを連動させている。次の 4 つの点を取り入れられるよう設計した。①対象行動で製品を使用した場合、製品の環境負荷を行動 1 単位当たりとして計上できる。行動 1 単位当たりの製品の環境負荷には寿命等を考慮する。②食器などは洗う行動との関連が強いので、食器に洗う行動をセットさせて計上できる。③メニューの種類が多いことからデータ量が大きくなるため、調理 DB によって管理することで効率化を図った。④行動の環境負荷を算定するために、調理 DB と使用製品 DB の情報を用いて家事行動 LCI DB で計算できる。

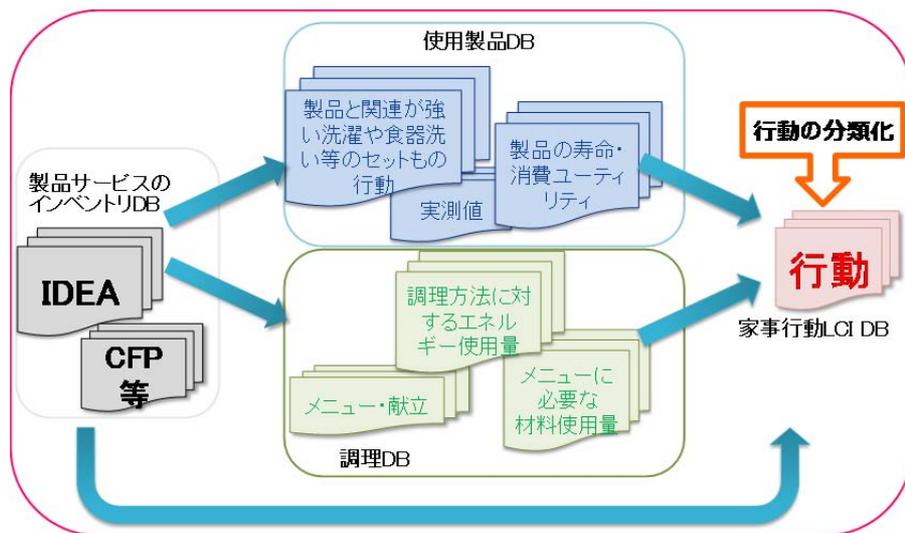
また、当該行動に使用する製品のうち、野菜や洗濯機等の消耗品の環境負荷は計上するが、家やシステムキッチン等の固定資産のそれらは計上しないこととした。これらは特定の行動に付随せず、多くの行動に関与するため、当該行動 1 単位に按分することが困難であるため本研究では

対象外とした。また、複数人が関係する行動は、1人当たりには按分できるように構成を検討した。たとえば、自宅で4人分の食事を一度に調理し、それを1人が1人分食べる行動の場合、「4人分の食事を用意する」行動から排出される環境負荷の1/4を負うことにした。各データベースを連動させることによって、多種の行動パターンに対応した環境負荷の算定が可能となった。



図(3)-3 データベースの構造

体系的なデータ管理及び効率的な環境負荷算定を目的に、製品・サービスのインベントリ DB、使用製品 DB 及び調理 DB の3者で構成される家事行動 LCI DB の概要を図(3)-4 に示す。使用製品 DB には、製品の寿命やユーティリティ（エネルギーや燃料や水道等）の使用量および使用する製品と関連が強い行動（「タオル」製品と「タオルを洗濯する」行動等）の情報を格納している。調理 DB には食材の種類と量や、使用する調理器具およびエネルギー消費量等の情報を格納している。家事行動 LCI DB は使用製品 DB と調理 DB と製品・サービスのインベントリ DB と連動していて、行動に必要な項目と入力量の情報を格納し、行動レベルの環境負荷の算定が可能である。各データは月々の光熱費等のマクロデータと確認を行うことで妥当性を確認しながら作成した。



図(3)-4家事行動LCI DBの概要

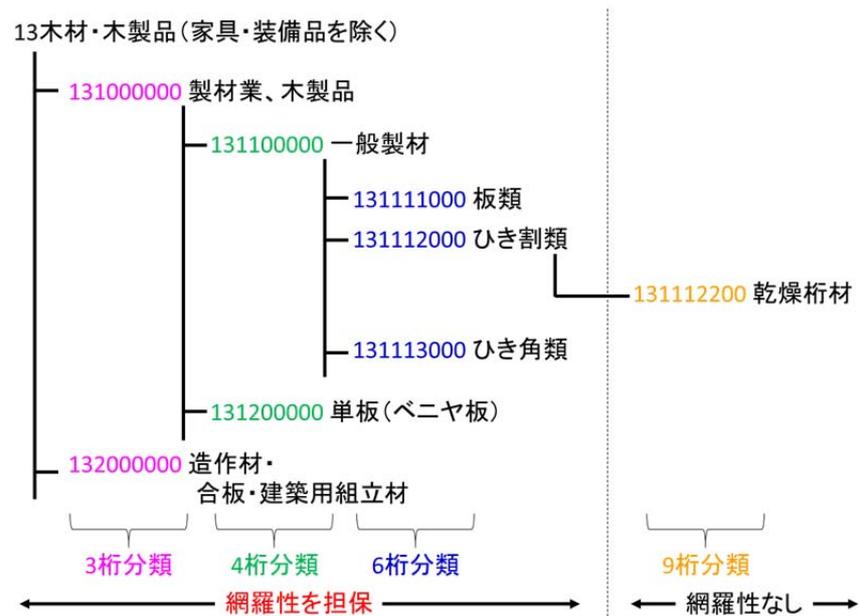
(3) 製品・サービスのインベントリデータ

バックグラウンドデータとしては我々が開発している製品・サービスのインベントリ DB である IDEA (Inventory Database for Environmental Analysis) を適用した。IDEA は、日本標準産業分類をベースに階層構造を持つ、網羅性を有した製品を格納しているデータベースで、全製品がどこかに所属するように作成されている。データ数は約 3800 ある。IDEA は、行動に使用されている製品のインベントリデータベースとして適していると考えた。IDEA は主に統計データを用いて作成されているが、行動を対象とした場合より詳細な製品のインベントリが適当な場合がある。そこで、CFP 等のデータもバックグラウンドデータとして使用した。

家事行動 LCI DB に網羅性を持つ IDEA を用いるメリットは次の 3 つが挙げられる。① 行動に付随する製品・サービスに該当するインベントリが必ず取得できる。② 各製品・サービスのプロセスデータで使用しているユーティリティ（エネルギーや燃料や水道）の単位当たりの環境負荷量が同じである。特に電力のそれは年によって変動があるため、同じ年を用いることが望ましい。③ 多種の環境負荷項目が整備されているため、GHG 以外の環境影響の評価も可能である。

IDEA の製品・サービスリストの構造を図(3)-5 に示す。6 桁分類まではすべての製品が網羅されている。しかし、家事行動 LCI DB において 6 桁分類で示す製品群よりも、より詳細な製品が適当な場合がある。その場合は既存の文献や CFP (Carbon Footprint of Products)⁸⁾ を製品・サービスのインベントリ DB に引用できるようにした。

また、家事行動 LCI DB 用に IDEA の輸送に関するプロセスデータを用いて輸入時の外国と日本間の輸送や国内輸送を追加したプロセスデータの作成もおこなった。



図(3)-5 IDEAの製品・サービスリストの構造

(4) 調理データベース

1)メニュー表の作成

日本の食卓に供されている代表的なメニューについて漏れなく環境負荷量を算定できるように、メニューを体系的に整理した。代表的なメニューの抽出に用いたアンケート調査を表(3)-2に示した。食卓における各メニュー出現頻度調査を参考にし、出現頻度の上位のメニューを抽出した。各調査の調査規模を考慮してMRSメニューセンサス⁹⁾の情報を優先的に用いた。また、家庭科教育で活用できるように小中高教科書(東京書籍)^{10),11),12)}から調理実習メニューに掲載されているメニューも対象とした。メニュー表としては、もっとも大きな区分として主食、おかず、汁物、鍋物、軽食、飲み物に分類し、たとえば主食の下層にごはん、めん、パン等を置き、ごはんの下層に白ごはん、カレーライス、丼もの等を置き、その下層に単位重量当たりの環境負荷量の差の大きい食材(鶏肉、豚肉、牛肉、魚、野菜)をそれぞれメインにしたメニューがあればそれらも置いた。たとえば、カレーライスの下層にチキンカレー、ポークカレー、ビーフカレー、シーフードカレー、ベジタブルカレーを置いた。

メニュー表一覧は、付属資料2として巻末に添付した。

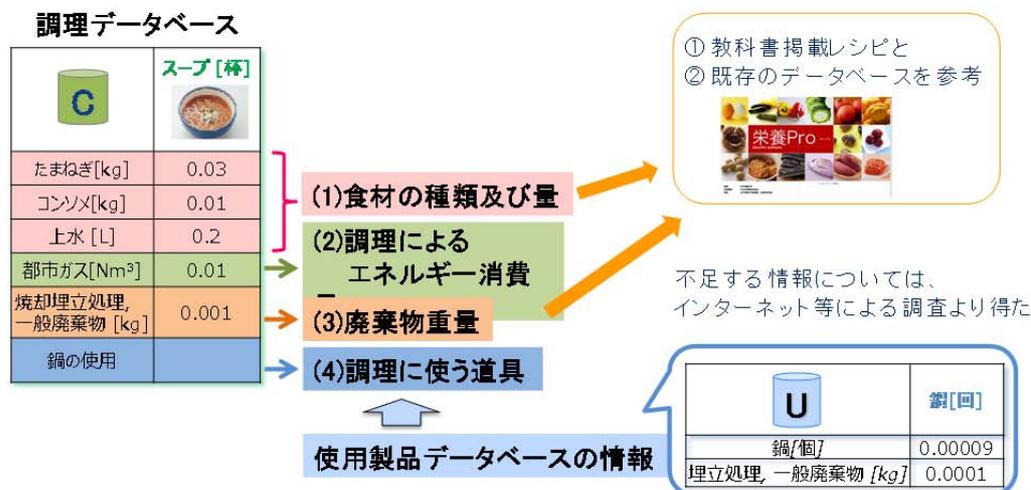
表(3)-2 メニュー抽出に使用したアンケート調査

アンケート調査名	実施者	対象者	実施時期	対象とする食事	調査メニュー数
MRSメニューセンサス	株) マーケティング・リサーチ・サービス	首都圏地区 30km圏	2011-2012年 に年4回	朝昼夕 軽食	250世帯/ 回
ディナーサーベイ	(株) リサーチ・アンド・ デベロップメント、 (株) ボーダーズ	全国、1000サン プル	毎日	夕食	216
嗜好調査	味の素 (株)	全国250地点、 5,000人	2000年	朝昼夕 軽食	120
小麦食品にかかわる生活者意識	コムギケーション倶楽部	20-69歳の男女	2010年9月、 2011年2月	朝昼夕 食	不明
シェフモ(ネット調査)	ニフティ&サンケイリビ ング新聞社	20歳以上の既 婚女性5,007人	2011年	みそ汁	不明

2) 調理DBの中身

調理DB(C)にはメニューに関する食材の種類・用意する量・廃棄率、メニュー1人分のカロリー、使用する調理器具およびエネルギー消費量等の情報を格納している。格納している情報についてスープの調理を例に図(3)-6に示した。スープに使われる食材の種類と用意する量は栄養Pro¹³⁾、および教科書掲載の値を用いた。各食材の廃棄物率は栄養Proに掲載されている「日本食品標準成分表」の「食材別廃棄率」を用いた。スープの調理時のエネルギー消費量は、参考にしたレシピに記載された情報を用いた。しかしレシピの多くは加熱時間や火力についての情報がないため、類似するレシピでエネルギー消費量に関する情報があるものをインターネット等より収集し適用した。調理に使用する調理器具については、任意に設定した。また、付属情報としてレシピのカロリー計算が可能のように食材のカロリー・廃棄率およびカロリーは、栄養Proを引用した。調理由来の環境負荷に影響があると思われるエネルギー消費量については、東京ガス¹⁴⁾が公開している値を適用した。

(例)スープの調理データベースへの格納



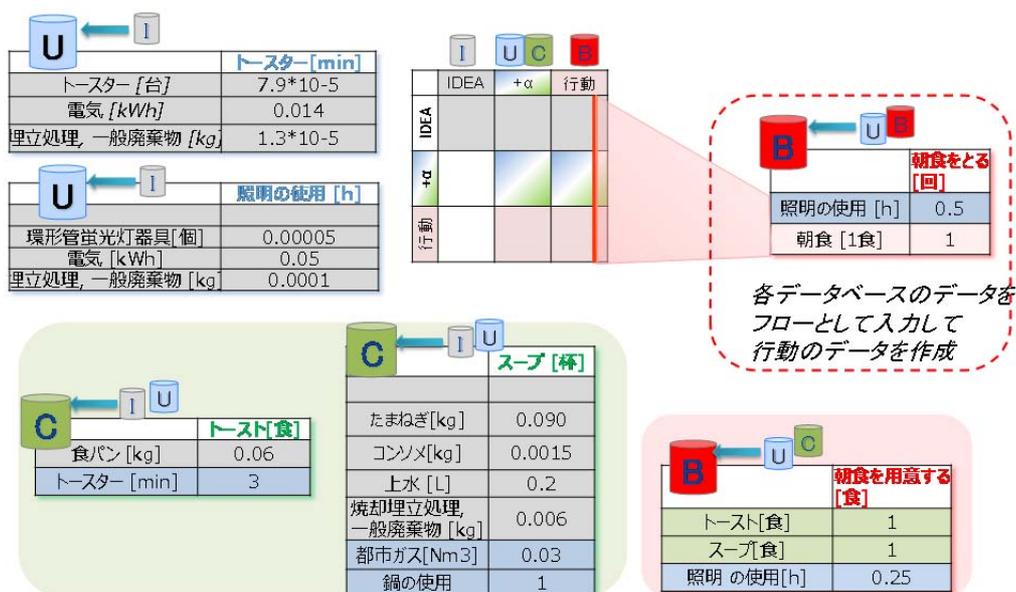
図(3)-6 調理データベースに格納されている情報

(5) 使用製品DB

行動時に製品を使用する場合には、その製品の製造・使用・廃棄に由来する環境負荷も考慮する必要がある。製造由来の環境負荷は IDEA から引用し、使用および廃棄由来の環境負荷は「使用製品 DB」を構築しそこから引用することにした。使用製品 DB では、行動時に使用する製品ごとに関連情報を管理している。データベースに格納している製品には、たとえば「食事を用意する」で使用される冷蔵庫やトースター等の家電、料理を乗せる食器、テーブルや手を拭くタオル等がある。データベースに格納している関連情報は 4 種類に大別できる。1 つめは製品の寿命である。これは製品の製造および廃棄由来の環境負荷量を行動に割り当てる時の係数に用いる。2 つめは製品の使用時に消費されるユーティリティ（エネルギーや燃料や水道）である。例えば家電や自動車は使用時にエネルギーや水等を消費するので、それらを加えるために、単位当たりの消費量を格納した。3 つめは製品を用意するためにおこなった行動である。たとえば、タオルは通常洗濯済のものを洗顔や入浴行動のために用意するので、タオルに「タオルを洗濯する」行動を考慮できるように設計した。4 つめは製品の廃棄由来のインベントリデータである。これは製品の廃棄由来の環境負荷を行動に追加するのに用いる。製品のエネルギー消費量は代表的な製品のカタログを引用した。また、電力が測定できる F-PLUG（エフプラグ、富士通）とワットモニター（サンワサプライ株式会社）を用いて実測した。製品の寿命は消費動向調査¹⁵⁾および消費生活用製品安全法¹⁶⁾等の情報を基に設定した。

(6) 家事行動LCI DB

最終的に家事行動 LCI DB(B)は、製品・サービス DB(I)、使用製品 DB(U)および調理 DB(C)と連動して、行動に必要な項目と入力量の情報を格納し、行動に関するインベントリ分析が実施できるよう整備した。「朝食をとる」を簡単にした行動を例として、家事行動 LCI DB の構造を図(3)-7 に示す。製品・サービスのインベントリデータベース IDEA を用い、使用製品 DB と調理 DB および家事行動 LCI DB に詳細な情報を格納することで、行動分類表に対するインベントリデータの算定が効率的に可能となった。



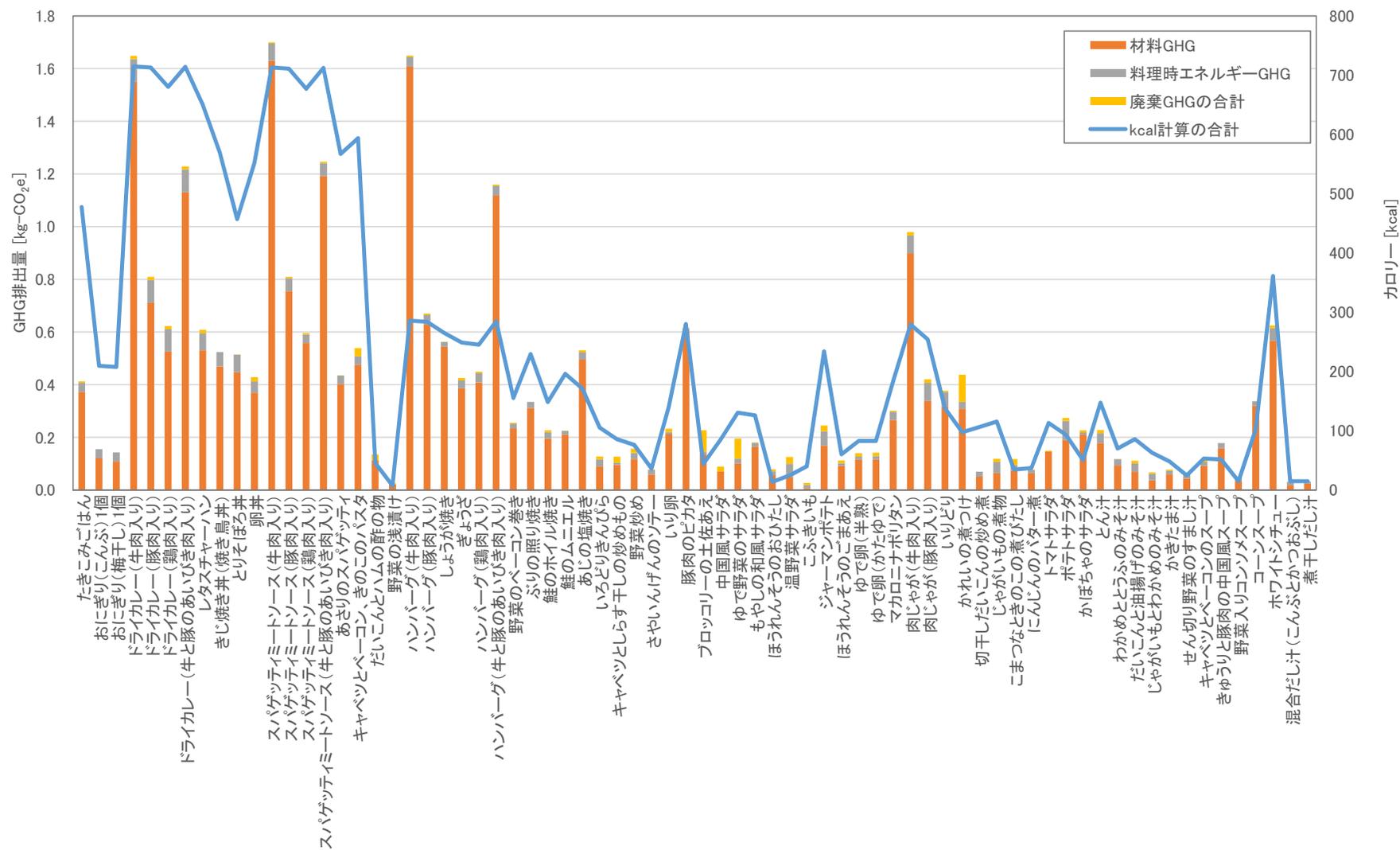
図(3)-7 家事行動 LCI DB の構造

4. 結果および考察

構築した家事行動 LCI DB から算定した GHG 排出量結果として、調理 DB で算定した各レシピの GHG 排出量および行動の GHG 排出量算定例を示す。また、家事行動 LCI DB を用いたケーススタディの結果の例として、次の 5 つを示した。①カレー調理を例とした料理の違いの検討、②カレーに必要な素材や調理方法当たりの GHG 排出量、③牛肉を例とした生産方法の違いの検討、④掃除を例とした、使用器具の違いの検討、⑤洗濯を例とした、使用製品の使い方の違いの検討。これらのケーススタディはサブテーマ 2(API 仕様 LCA データベース作成に向けたユーザー要望の明確化)、サブテーマ 4(LCA 的思考法教育マテリアルの試行と評価)、サブテーマ 5(家庭科教育における環境教育の実態評価と教材開発)へデータを提供した。

(1) メニュー計算結果例

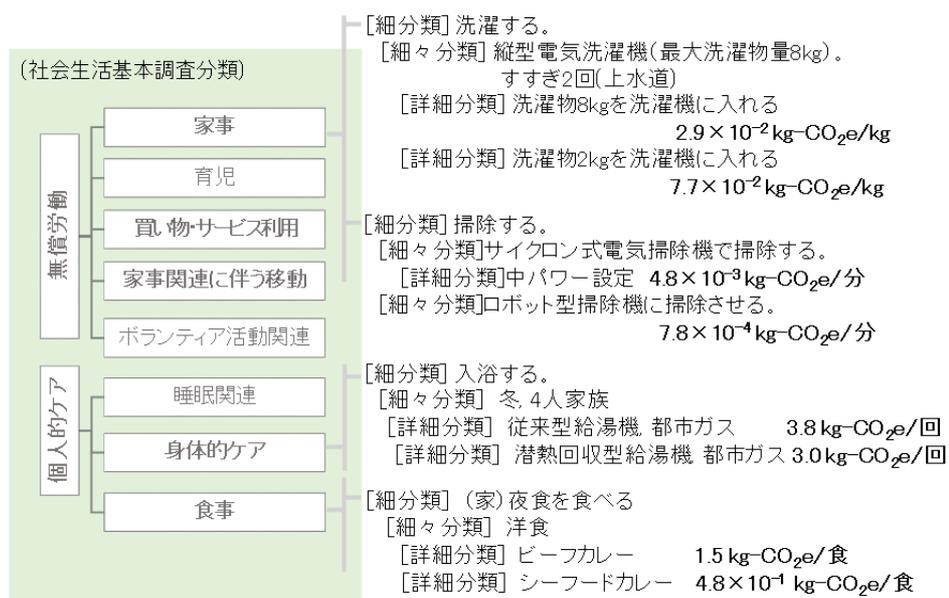
調理 DB に格納されている情報を用いて代表的な約 100 レシピの GHG 排出量を算定し結果を図(3)-8 及び図(3)-9 に示した。どのレシピも調理時のエネルギー由来の GHG よりも食材の製造時由来の GHG が大きく、また食材によって GHG 排出量が異なることを示すことができた。また、追加情報として各レシピのカロリーを図に示した。主なレシピに対する GHG 排出量を提示できたことから、「食事を用意する」行動および「食事」行動のいろいろなパターンへの対応可能である。



図(3)-8 調理データベースインベントリ(2014年教科書に記載があるメニュー)

(2) 家事行動LCI DBの計算結果

構築したデータベースを用いて行動分類表に従った行動に対するインベントリ分析結果一例を図(3)-10に示す。社会生活基本調査の大分類「無償労働」/中分類「家事」/小分類「衣類等の手入れ・作成」の中に、本研究ではさらに細分類「洗濯をする」/細々分類「縦型電気洗濯機(最大洗濯物量8kg)。すすぎ2回(上水道)」/詳細分類「洗濯物8kgを洗濯機に入れる」と細分化し多様な行動について環境負荷量を提示できるため、LCT育成により適した消費者行動における環境負荷量の提供が可能である。また、調理DBを格納していることから、食事に関する行動も多種のレシピに対する環境負荷も算定することが可能である。



図(3)-10 行動の GHG 排出量例

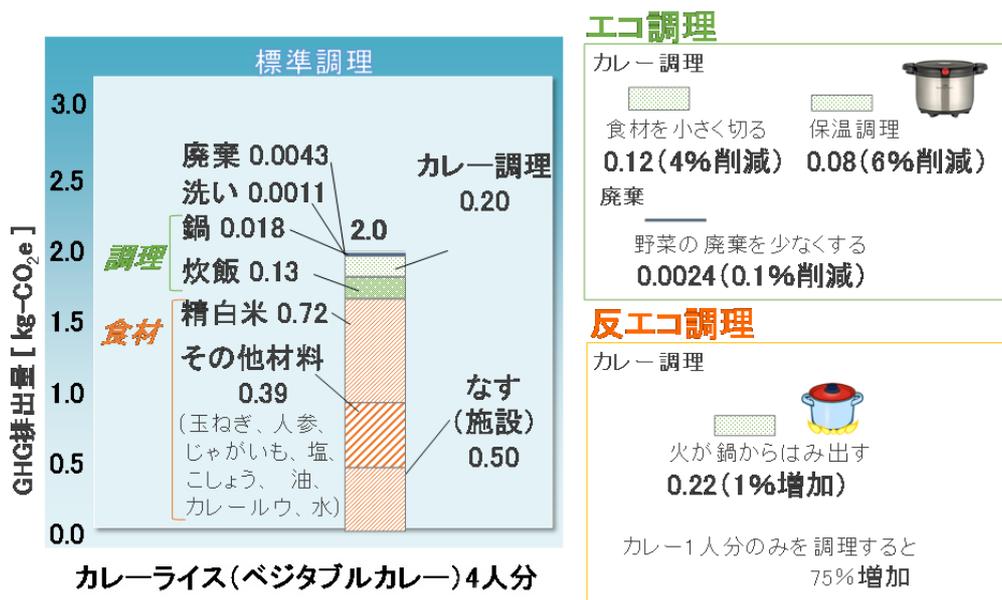
本研究で算定した家事行動における GHG 排出量は、次の点において環境負荷を低減する行動を選択するための指標として有効であると考えた。①各家事行動の GHG 排出量を提示することで、どの家事行動が環境負荷が大きい行動かを確認することができる。②行動パターンの異なる詳細分類レベルでの GHG 排出量を比較することにより、どの行動パターンを選択するかのも一つの指標になりえる。③日本の家庭における1日1人あたりの GHG 排出量と比較することにより、1日の行動に占める割合を把握することができる。1日1人あたりの GHG 排出量は、2005年の産業連関表による環境負荷原単位ブック 3EID²⁾を用いて算定した結果 $9.5 \text{ kg-CO}_2\text{e}$ となった。例えば、細分類「入浴をする」行動では、細々分類「冬4人家族」の詳細分類「従来型給湯器、都市ガス」とした場合1人あたり $1.0 \text{ kg-CO}_2\text{e}$ となり、約1割が入浴する行動から排出されているという情報を提供することができる。1つの行動のみを対象とせず、様々な行動を対象としたことによって、環境負荷低減につながる有用な情報の提供が可能になったと考える。

(3) ケーススタディ

1) カレー調理:調理違いの検討

1つの行動には、標準的な行動の他に環境負荷量を削減する行動とその反対に環境負荷量を増加させる行動があり、どの行動からどの程度環境負荷量が排出されるのか提示することは行動を選択する際に重要な指針になる。そこで「カレーライスを調理する」行動を例にして、標準的な調理方法(標準行動、以下「標準調理」と環境負荷量を削減する方法(エコ行動、以下「エコ調理」)、環境負荷量を増加させる方法(反エコ行動、以下「反エコ調理」)を設定し、それぞれの方法による環境負荷量を算定することによって、環境負荷削減ポテンシャルを定量的に評価できるようにした。

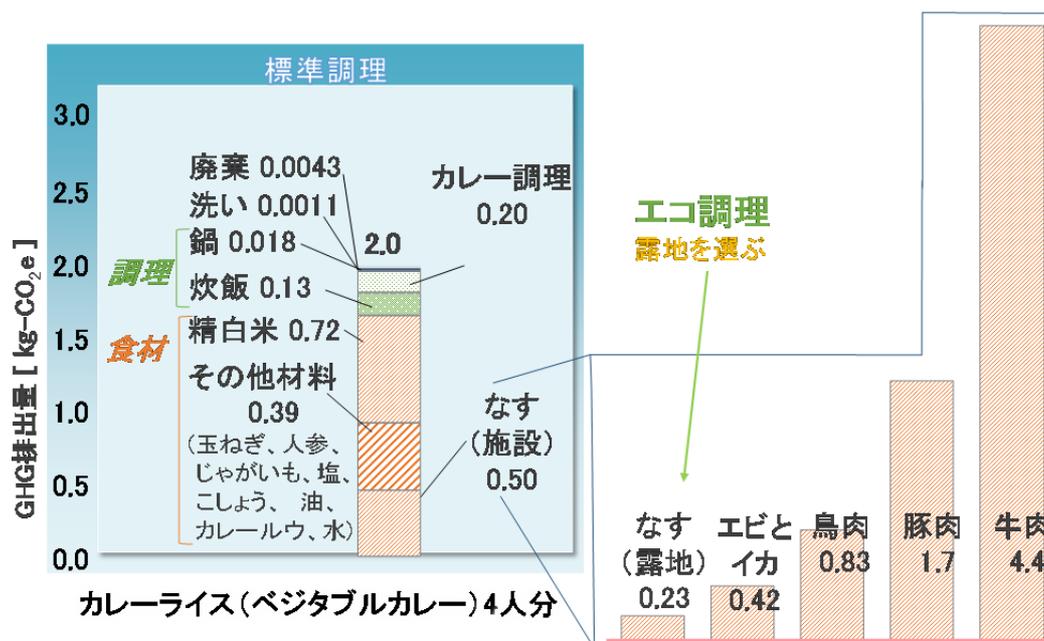
標準調理を、カレーライス(ベジタブルカレー)とした場合のケーススタディ結果を図(3)-11に示した。エコ調理は、火にかける時間は、家庭科教科書やエネルギー企業ホームページ¹⁴⁾から調理エネルギーを削減する方法を得た。たとえば火にかける食材を小さ目に切る、下ごしらえに圧力鍋等を使う、火にかける時間を短縮するために鍋を新聞紙や布で包む。野菜ごみ発生量は三神ら¹⁷⁾の論文からエコ調理による廃棄率を得、他の食材は標準調理と同じとした。反エコ調理は、火にかける時間が長くなる行動(鍋の蓋を開けたまま煮る等)を設定した。標準調理では 2.0kg-CO₂e であるのに対して、食材を小さく切る、保温調理に変えた場合 4~6%の削減と算出された。野菜の廃棄に伴う GHG は、標準調理では廃棄率約 10%で 0.0043kg-CO₂e のところ、エコ行動として野菜の廃棄を少なくすると環境負荷量はその半分となり、全体に対して 0.1%の削減となった。



図(3)-11 調理データベース(エコ行動と反エコ行動)

また「調理する」行動の場合、食材が占める環境負荷が大きいいため、その違いを図(3)-12に示した。なす(施設栽培)の代わりに同量の牛肉を使ったカレーライス(ビーフカレー)の GHG は約 3

倍になり、同量のなす(露地栽培)を用いたカレーライス(ベジタブルカレー)にすると約1割の環境負荷削減となる。調理方法を3種類提示することによって自分の普段の調理方法およびそれに由来する環境負荷量を算定することができるようにした。調理DBは食材ごと、詳細な環境負荷の提供が可能であることから、LCTの育成に適した情報の提供ができるようになった。



図(3)-12 調理データベース(食材別)

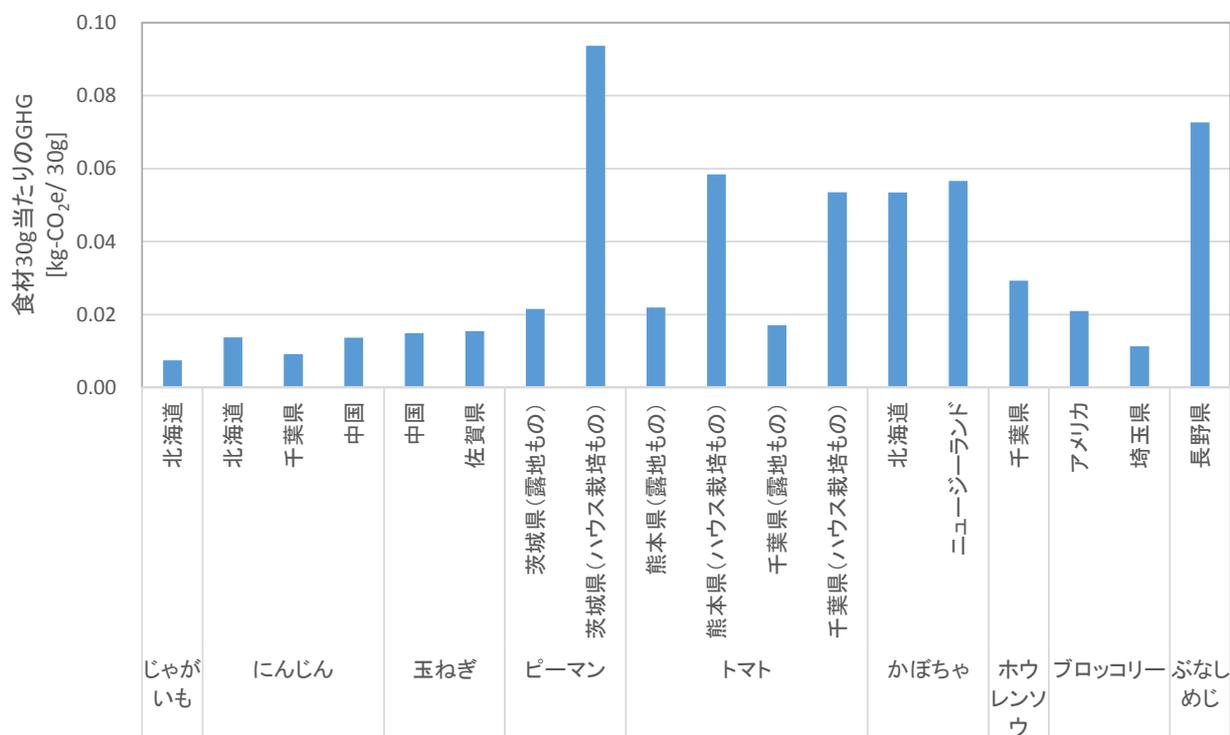
2) カレーに必要な素材や調理方法あたりのGHG排出量の算定

身近な「カレー」を対象とし、食材と調理方法が異なる複数パターンについて環境負荷を算定し、家庭科教材用に提供した。食材と調理方法の組み合わせによる環境負荷の情報は、環境負荷削減行動促進を支援するのに有用な情報である。そこで、表(3)-3示すように、カレーの具材と主食と飲み物および調理方法の単位当たりのGHG排出量を算定した。カレーの具材には同じ食材でも産地による輸送の違いを提示するために、産地ごとに具材のGHG排出量を算定した。IDEAにおける農林水産物の評価範囲は卸売市場到着までであるが、生産地を設定しそこから東京までのトラック輸送を考慮した。野菜における食材30g当たりのGHG排出量を図(3)-13に示した。主食はごはん、食パン、ナンの各消費カロリーが同量になるように調整した。調理方法は4種類のシナリオを設定し、そのシナリオに沿った調理器具や加熱時間を検討した。

この情報は、サブテーマ2(API仕様LCAデータベース作成に向けたユーザー要望の明確化)及び(株)ベネッセコーポレーションの環境教育教材作成を支援するために提供した。

表(3)- 3 牛肉の排出源別温室効果ガス排出量

カテゴリー	種類	単位	内容
カレー具材	30	30 g	牛肉(豪州、米国、北海道)、豚肉(米国、鹿児島県、茨城県)、鶏肉(ブラジル、千葉県)、エビ&イカ(ベトナム、北海道)、じゃがいも(北海道)、にんじん(中国、北海道、千葉県)、玉ねぎ(中国、佐賀県)、ピーマン露地(茨城県)、ピーマン施設(茨城県)、トマト露地(熊本県、千葉県)、トマト施設(熊本県、千葉県)、カボチャ(ニュージーランド、北海道)、ホウレンソウ(千葉県)、ブロッコリー(米国、埼玉県)、ぶなしめじ(長野県)、卵(茨城県)、下ごしらえしたじゃがいも(北海道)
主食	4	1 食	ごはん(新潟産)、ごはん(米国産)、食パン(4枚切を1枚)(米国産小麦)、ナン(米国産小麦)
飲み物	3	100 ml	牛乳(北海道産)、オレンジジュース(ブラジル産)、水
エネルギー	4	1 人分	ガスコンロと保温鍋、ガスコンロと普通の鍋 IH ヒーターと保温鍋、IH ヒーターと普通の鍋
合計	41		-



図(3)-13 産地別食材 30g 当たりの GHG 排出量 (野菜)

3) 牛肉:生産方法の違いの検討

同じ食材においても、その生産方法が異なることにより GHG 排出量は異なる。ケーススタディとして、生産方法の異なる牛肉（牛部分肉）を対象に GHG 排出量を算定した。牛肉の生産方法は国内と海外では異なる。表(3)-4 に示すように主にえさの種類と輸送が異なり、日本では飼料、飼料作物および麦類をえさとしているが、放牧が主なオーストラリアでは、牧草と飼料作物になる。牛肉は、オーストラリア産はえさの種類によって 3 種類(「飼料作物と麦類を食べる牛」「飼料作物のみを食べる牛」「牧草のみを食べる牛」)の各環境負荷を算定した。オーストラリア産の牛肉は、IDEA に格納されていた日本産の牛部分肉をもとに作成した。IDEA における牛肉の評価範囲は卸売市場到着までであるが、オーストラリア産は輸入時の輸送距離に応じた負荷を追加した。

4 種類の牛部分肉を用意することで、生産地及びえさが温室効果ガス排出量に与える影響を算定することができた。この情報はサブテーマ 2(API 仕様 LCA データベース作成に向けたユーザー要望の明確化)が開発するゲームアプリ作成を支援するため、牛部分肉の排出源別温室効果ガス排出量を提供した。

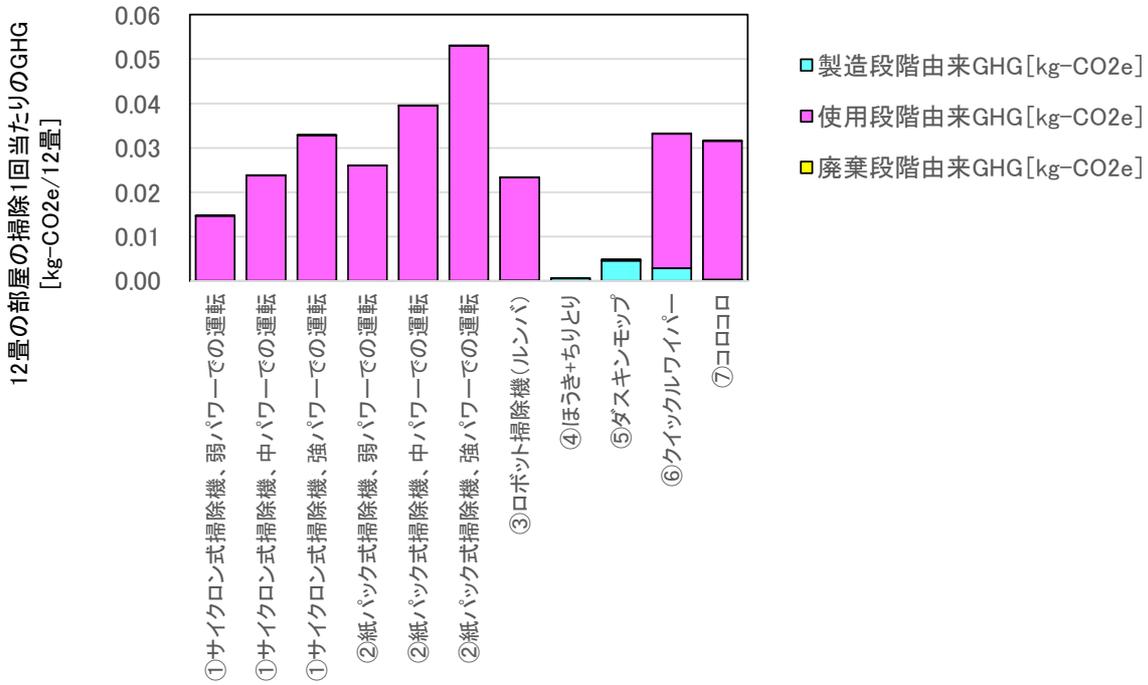
表(3)-4 日本産と豪州産の牛肉（牛部分肉）プロセスデータにおける違い

	えさの種類	入出力項目の特徴
日本産	飼料作物と麦類、飼料	飼料作物と麦類の日本への輸入比率を確認し、輸入された分は船輸送を追加した。日本の電力原単位を使用した。
豪州産	飼料作物と麦類	日本産牛へ投入されている飼料を、飼料作物と麦類の乾物量比率で割り当てた。豪州の電力原単位を使用した。
	飼料作物	上記麦類を乾物換算し、飼料作物に割り当てた。豪州の電力原単位を使用した。
	牧草	牧草は自生していると仮定し、環境負荷なしとした。豪州の電力原単位を使用した。

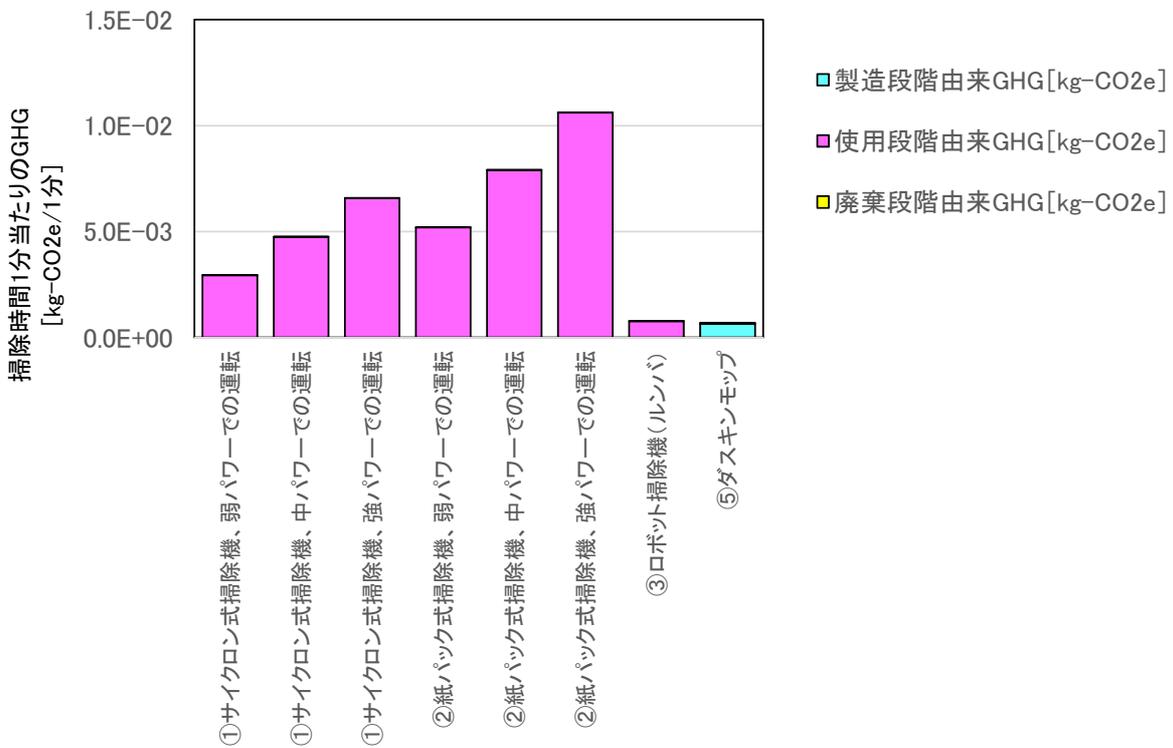
4) 掃除:掃除器具の違いの検討

同じ行動でも使用する製品によって GHG 排出量が異なる場合がある。ケーススタディとして「掃除」を対象として掃除 1 回あたりの GHG 排出量を算定した。掃除を対象とした場合、掃除 1 回でも人により、掃除器具の違いの他に、掃除所要時間や掃除する部屋の広さ、また使用する掃除用シートの枚数が異なる。そこで前提条件として、掃除する部屋の広さは 12 畳とした。掃除時間は、電気掃除機による掃除時間は 5 分、ロボット掃除機による掃除時間は 30 分、モップでの掃除時間は 7 分とした。掃除 1 回当たりのクイックルワイパー用シートとコロコロ用粘着シート消費数は一枚と仮定した。7 種類の掃除道具について、11 種類のシナリオを設定した。GHG 算定結果を図(3)-14 に示す。クイックルワイパーに用いるシートおよびコロコロ用粘着シートの負荷は、使用する(=掃除する)時にワイパーシートとコロコロシールを消費するため、使用段階の負荷とした。また掃除時間は個人差が大きいことから、各掃除機器の 1 分当たりの GHG 排出量を図(3)-15 に示した。同じ行動でも個人差が大きい「掃除」行動に対して、使用する掃除機器ごとの掃除 1 回あたりの GHG 排出量および掃除 1 分当たりの GHG 排出量を整備することによって、多様なパターンに対応した情報の提供が可能となった。

この情報は、サブテーマ 5(家庭科教育における環境教育の実態評価と教材開発) 向けに提供した。



図(3)-14 掃除1回当たりのGHG排出量

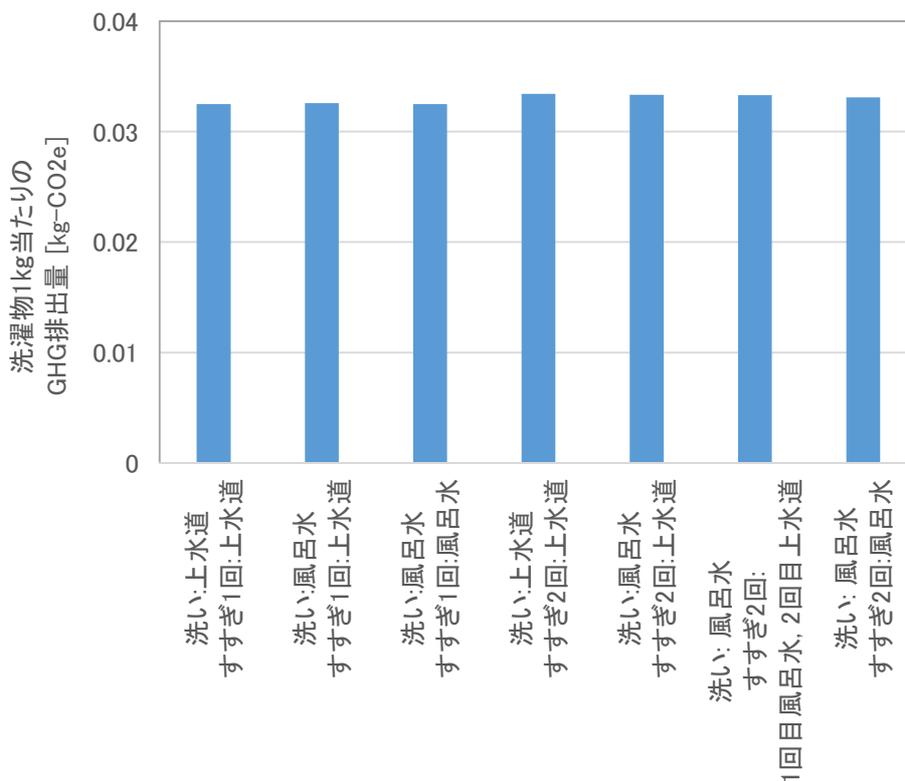


図(3)-15 掃除1分当たりのGHG排出量

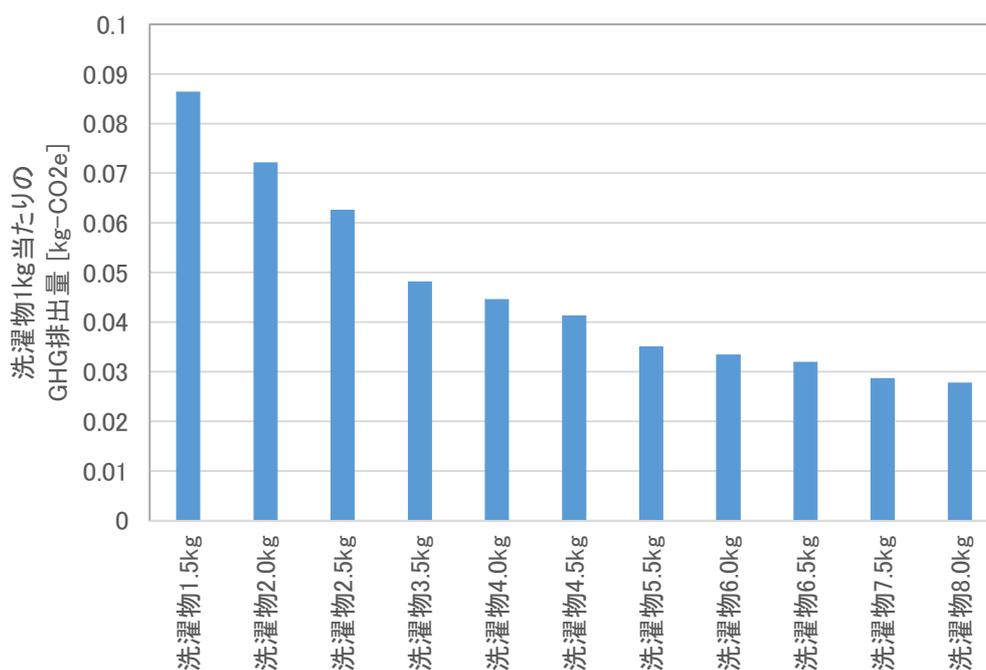
5) 洗濯:洗濯方法の違いの検討

当該家事行動に使用する製品は同一であってもその使い方は人によって異なる場合がある。そこで電気洗濯機で洗濯をする行動を対象に使い方ごとのケーススタディを実施した。洗濯行動は、大分類「無償労働」/中分類「家事」/小分類「衣類等の手入れ・作成」/「洗濯をする」に含まれる。ケーススタディでは、縦型電気洗濯機（最大洗濯物量8kg）を用いた洗濯を対象とした。しかし人によって、使用する水の種類（上水道or再利用したお風呂の水）、すすぎの回数および1回に洗濯する洗濯物の重量に違いがあるため、それぞれの使い方について環境負荷を算定した。最大洗濯物量8kgの縦型電気洗濯機で6kgの洗濯物を洗う場合における洗濯に使用する水の種類およびすすぎの回数別のGHG排出量を図(3)-16に示した。どのパターンにおいても大きな差が見られない結果となった。洗濯機で洗濯する場合にGHG排出量に大きく寄与するものは、洗濯用洗剤で約6割を占め、上下水道のGHG排出量は約5%程度になる。そのため、洗濯に使用する水の種類や回数を変えてもGHG排出量には大きく影響しない。また、1回に洗濯する洗濯物の重量を変化させた場合のGHG排出量の違いを図(3)-17に示した。洗濯機の最大洗濯物量に近い重量を洗濯する方が、洗濯物1kgあたりのGHG排出量は小さくなる。製品の使用方法の違いによるGHG排出量を示すことにより、環境負荷を低減させる製品の使い方を提示でき、LCT育成のために適した情報の提供が可能となった。

この情報はサブテーマ4(LCA的思考法教育マテリアルの試行と評価)向けに提供した。



図(3)-16 洗濯 1 kgあたりの GHG 排出量
(最大洗濯物量 8kg の縦型電気洗濯機で 6kg の洗濯物を洗った場合)



図(3)-17 洗濯 1 kg 当たりの GHG 排出量

(最大洗濯物量 8kg の縦型電気洗濯機、

洗いは上水道。すすぎ 1 回目は上水道。すすぎ 2 回目は上水道。)

5. 本研究により得られた成果

(1) 科学的意義

これまでのインベントリデータベースは、製品・サービスに対するものが多く、家事行動など人々の行動について系統立てて整備されてこなかった。本研究では人々の行動を網羅し、家事行動については詳細な単位に分類した行動分類表を作成し、各行動の環境負荷を算定するために家事行動LCI DBを構築した。家事行動LCI DBは、製品LCAのために開発したIDEAを製品・サービスのインベントリDBに用い、新たに使用製品DB、調理DBを追加し3者を連動させることで行動ごとに環境負荷を算定するデータベースである。家事行動に関連する詳細な情報を格納できるようにデータベースを構築していることから、行動パターン別の環境負荷量の算定ができる。また、製品・サービスのインベントリデータベースとしてIDEAを用いていることから、温室効果ガスのみならず水資源消費や生態毒性等の他の環境影響領域の環境負荷量も算定可能である。家事行動LCI DBは、環境負荷量削減行動へ導くための有効な意思決定支援ツールである。

(2) 環境政策への貢献

<行政が活用することが見込まれる成果>

開発した家事行動LCI DBは、LCTなどの環境教育に資するアプリやゲーム、家庭科のタブレット学習の教材作成を支援できるため、これまで不十分だった若年一般市民層に対する政策パッケージになり得る。

6. 国際共同研究等の状況

特に記載すべき事項はない

7. 研究成果の発表状況（※別添.報告書作成要領参照）

（1）誌上発表

<論文（査読あり）>

特に記載すべき事項はない。

<査読付論文に準ずる成果発表>

特に記載すべき事項はない。

<その他誌上発表（査読なし）>

特に記載すべき事項はない。

（2）口頭発表（学会等）

- 1) K. Tahara, A. Takada, C. Fujii and S. Kihira : LCA XIII, Orlando, USA, 2013
”Estimation of reduction potential of environmental load in household behavior”
- 2) K. Tahara, A. Takada, M. Yokota and C. Fujii: SETAC LCA case study symposium, Novi Sad, Serbia, 2014
“Development of inventory database of consumer activity”
- 3) 田原聖隆、藤井千陽、高田亜佐子:日本エネルギー学会第24回大会（2015）
「家事行動の環境負荷定量と行動の環境負荷削減ポテンシャルの算出」
- 4) K.Tahara, A.Takada and C. Fujii: The 5th International Conference on Green and Sustainable Innovation and The 5th TIChE International Conference, Pattaya, Thailand, 2015
“Environmental Impact Reduction Potential of Food Menu Choices”
- 5) 田原聖隆、藤井千陽、高田亜佐子:第11回日本LCA学会研究発表会（2016）
「消費行動に伴う環境負荷量算定のためのデータベース整備」

（3）出願特許

特に記載すべき事項はない。

（4）「国民との科学・技術対話」の実施

特に記載すべき事項はない。

（5）マスコミ等への公表・報道等

特に記載すべき事項はない。

(6) その他

特に記載すべき事項はない。

8. 引用文献

- 1) (国)産業技術総合研究所:(一般)産業環境管理協会:“IDEA”, 入手先 <<http://www.idea-lca.jp/>>, (参照 2016-01-04)
- 2) 南斉規介, 森口祐一:産業連関表による環境負荷原単位データブック(3EID) 2005 年表, 独立行政法人国立環境研究所 地球環境研究センター, 入手先<<http://www.cger.nies.go.jp/publications/report/d031/jpn/datafile/index.htm>>, (参照 2016-01-04)
- 3) (一般)省エネルギーセンター:省エネ機器を調べたい, 入手先 <<http://www.eccj.or.jp/machine.html>>, (参照 2016-01-04)
- 4) (社)日本建築学会 住宅内のエネルギー消費量に関する調査研究委員会: 住宅におけるエネルギー消費量データベース, 入手先<<http://tkkankyo.eng.niigata-u.ac.jp/HP/HP/index.htm>>, (参照 2016-01-04)
- 5) 電力中央研究所: 家庭の節電ガイド, 入手先 <http://www.denken.or.jp/setsuden/pdf/setsuden_guide.pdf>, (参照 2016-01-04)
- 6) 山口ら: 家庭洗濯における衣類乾燥の環境負荷低減のための評価, 日本 LCA 学会誌, Vol.3, No.4(2007)
- 7) 総務省: “平成 23 年社会生活基本調査”, 総務省統計局, 入手先 <<http://www.stat.go.jp/data/shakai/2011>>, (参照 2016-01-04)
- 8) (社)産業環境管理協会:“カーボンフットプリントコミュニケーションプログラム”, 入手先 <<http://www.cfp-japan.jp/>>, (参照 2016-01-04)
- 9) (株)マーケティング・リサーチ・サービス, “食卓メニュートレンドデータブック 2012”, (株)日本能率協会総合研究所, (2012), p.670
- 10) 東京書籍:小学校家庭科用 文部科学省検定済教科書 新しい家庭 5・6, 東京書籍(株), (2014)
- 11) 東京書籍:中学校技術・家庭科用 文部科学省検定済教科書 新しい技術・家庭 家庭分野, 東京書籍(株), (2014)
- 12) 東京書籍:高等学校家庭科用 文部科学省検定済教科書 家庭基礎, 東京書籍(株), (2014)
- 13) 女子栄養大学, “栄養 Pro Ver.2.00”, 女子栄養大学出版部, 東京, (2011), p.198
- 14) 東京ガスホームページ:省エネ予備知識, 入手先 <http://www.tokyo-gas.co.jp/ultraene/data_kitchen04.html>, (参照 2016-01-04)
- 15) 内閣府:“消費者動向調査”, 内閣府, 入手先 <<http://www.esri.cao.go.jp/jp/stat/shouhi/shouhi.html>>, (参照 2016-01-04)
- 16) (一社)日本電機工業会:“消費生活用製品安全法 設計標準使用期間の標準的な使用条件”, 入手先<<http://www.jema-net.or.jp/Japanese/ha/productsafety/useterm.html>>, (参照 2016-01-04)
- 17) 三神彩子; 喜多記子; 松田麗子; 十河桜子; 長尾慶子; 日本調理科学会誌, Vol.42, No.5, 300-308 (2009)

(4) LCA的思考法教育マテリアルの試行と評価に関する研究

一般社団法人未踏科学技術協会

水野 建樹

<研究協力者> 津田 祥子、竹内孝曜

平成25(開始年度)～27年度累計予算額：13,866千円（うち平成27年度：4,218千円）

予算額は、間接経費を含む。

[要旨]

増え続けている家庭部門でのCO₂排出量を減らすためには、環境負荷と自分自身のライフスタイルとの間に深い関係があることに気付きを与えることが有効と考えられる。これは、家電製品の使用や車による移動で排出されるCO₂など、わかりやすい部分だけでなく、製品の裏に隠れている「気づきにくい」部分での環境負荷についても考えさせること、即ち、製品の一生を通してCO₂が排出されることに気づかせるライフサイクル思考(LCT)を通して可能となる。しかし、学校での環境教育に関する調査からLCTを取り入れた教材がないことから、本プロジェクトでは中学・高校の家庭科を対象としたLCT教材を開発するとともに、その教材を用いた授業を試行した。

開発した教材は、本プロジェクトのサブテーマ3.で開発・整備している日常行動に関連したLCAデータセットを活用した。開発する教材は家庭科をターゲットとしていることから「衣食住」の3分野の中で「衣」分野ではLCAの視点で比較的単純なタオルとその洗濯行為、「食」の分野では、多くの児童になじみの深いカレーライスを選んだ（住分野はサブテーマ5.で扱っている）。教材では、①それぞれ原料生産から廃棄までの一生の間のどこでCO₂が排出されるかを考えさせる、②排出されるCO₂とその理由を定性的・定量的に示す、③その結果をもとにCO₂削減に向けた日常行動のあり方を考察させる構成とした。これらの教材を使った授業を実施し、教材に対する家庭科教師からの評価を受けるとともに、受講した生徒に対してアンケートを実施した。その結果、本教材は日常的に使われている製品や食材に起因するCO₂について「気づき」を与える上で極めて有効であり、行動変革を促すLCTによる教育効果を検証することができた。

[キーワード]

二酸化炭素、ライフサイクル思考、家庭科教材、環境教育

1. はじめに

大量生産・大量消費社会から持続可能なライフスタイル・消費形態への転換が必須という認識は一般的には高まっており、特に地球温暖化の主な原因となっているCO₂の排出抑制が国際的にも大きな課題となっているが、現状、国内では家庭部門でのCO₂排出量は増え続けている。家庭部門を低炭素の方向へ変えるためには、各個人が削減に向けて日常行動を画期的に転換する必要があるが、まだそのような状況にはない。行動の転換を促すためには、環境負荷と自分のライフスタイルとの間に深い関係があることに気付きを与えることが有効と考えられる。そのためには家電製品の使用や車の使用に伴って出る、比較的わかりやすいCO₂の排出だけでなく、製品の消費に伴う「気づきにくい」部分でのCO₂排出についても扱うライフサイクル思考(LCT)¹⁾に基づいた環境意

識の醸成が望ましいと言える。

ライフサイクル視点の環境教育の拡充は政策的にも挙げられており、H24年6月に閣議決定された改正環境教育等促進法では「環境保全活動、環境保全の意欲の増進及び環境教育並びに協働取組の推進に関する基本的な方針」として、『環境問題が生産・流通・消費・廃棄によって成り立っている社会経済の構造の中で生じており、私たちの消費生活が直接見えない部分で環境に影響を与えていることについて、気づきを引き出すために、製品のライフサイクルの視点で温室効果ガスの排出量や生物多様性への影響等の環境負荷をとらえる視点を盛り込むことが重要』との文言が加わっている。家庭部門でのCO₂排出量を削減することは喫緊の課題であることから、本研究を進めることとした。

2. 研究開発目的

本研究の目的は、中学・高校での家庭科教育の中で環境負荷と自分のライフスタイルとの間に深い関係があることに気づきを与え、日常行動による低炭素化への転換を促すことである。そのために家電製品や車の使用などによって排出されるCO₂排出など、使用時のCO₂排出というわかりやすい部分だけでなく、日常よく使う製品の消費に伴う「気づきにくい」部分でのCO₂について考えさせる。そのためにライフサイクル思考（LCT）に基づいて、製品の一生で排出されるCO₂を示す教材を開発し、日常的消費行動、ライフスタイルの変革を促すことを目的とした。

3. 研究開発方法

本サブテーマでは、最初に過去のLCA情報を用いた環境教育教材を網羅的に把握、収集し、それぞれの対象年齢、長所短所を整理し、学校教育において有効となりうる教材を検討した（平成25年度）。次に、教材骨子案を作成し、家庭科教育の中で使用が可能な教材について検討、家庭科教材を試作した（平成26～27年度）。最終的には、開発した教材を実際に学校の現場で試行し、アンケート等によりその効果を検証した（平成27年度）。

上記の計画を効率的に実施し、教材開発に資するために、一般社団法人未踏科学技術協会に教材開発検討会を設置し、研究の進捗状況にあわせて3年間にわたり年数回開催した（表S(4)-1）。

表 S(4)-1 教材開発検討会委員

氏名	所属	専門性
大石美奈子	(公社) 日本消費生活アドバイザー・コンサルタント 協会理事 環境委員長	消費者環境教育 家庭科教師経験
笠井 利浩	福井工業大学工学部経営情報学科 准教授	LCT 教育実施
高岡 由紀子	グリーン購入ネットワーク (GPN) 事務局	同上
平山 世志衣	NPO 横浜 LCA 環境教育研究会 理事長	LCT 教材作成・実施
松本 真哉	横浜国立大学大学院 環境情報研究院 教授	LCT 教材作成
水野 建樹	(一社) 未踏科学技術協会研究部 特別研究員 研究主幹	統括
津田 祥子	(一社) 未踏科学技術協会 特任事務主管	環境教育経験

4. 結果及び考察

(1) 過去のLCA情報を用いた環境教育教材の把握・収集。

初年度には過去の国内外の環境教育教材（特にLCAに関連する教材）を網羅的に把握、収集、整理した。主な資料はLCA学会の環境教育研究会教材集、家庭科教科書類、その他国内外参考資料、環境ゲームなどである。収集した文献・資料を前記教材開発検討会により、分析した。直接家庭科教材にあたる文献や資料としては日本LCA学会でまとめた資料が最も充実している。ただし、これらの使用を活用した学校での授業は、地域限定的であり全国的な展開はされていない。収集した資料の表題と概要を表S(4)-2に示す。

表 S(4)-2 収集した環境教育教材資料（その1）

教材類	対象	作成者
「かばんの中でも温暖化?!」—キミの力で地球を救え	中学生以上	横浜国立大学 本藤研
千葉県銚子産のキャベツの CFP 計算を利用した持続発展教育モデル	中学生	千葉科学大学 安藤研
携帯電話を題材とした環境教育プログラム	高校以上	横浜国立大学 松本研
温暖化カードを用いた製品のライフサイクルで排出される CO ₂ 比較	中学生以上	未踏科学技術協会・産総研
かくれた二酸化炭素と私たちの生活（紙コップの LCA）	中学～高校	未踏科学技術協会
環境配慮行動支援のためのレジ袋とマイバックの LCA	中学～	東大 平尾研
ソフトウェア「CO ₂ チェッカー」	高校～一般	産総研
“あまおと”からはじまる雨水活用 ～雨水から環境を考えよう～	小学生	福井県立大学 笠井研
私たちの暮らしはすべて世界とつながっている商品の一生を知ろう	一般	NACS

市販の書籍等からも LCT 教材に関連した資料を収集した（表 S(4)-3）。LCA の解説書・専門書はあるものの、対象が企業や大学となっており、中学生・高校生に向けたものは極めて少なかった。その他の教材類からは、製品の上流側（資源採掘～製造）での環境負荷に触れたもの、廃棄の問題などを扱ったものが多いことがわかった。表 S(4)-3 には収集した資料の事例である。

(2) 教材の検討

家庭科での教材化のために、最初に全体を包括するコンセプトの構築を図った。教材の目的は、身近な製品による環境負荷（CO₂）について「気付き」を与えることである。そのために教材は、①ライフサイクルのほとんど全ての段階でCO₂が排出されていること、②各段階のCO₂排出にはそれぞれ特徴があること、それらを知った上で③日常製品を使うにあたって、CO₂を減らす方法を考えることにある。その発展として④中高生に長期的視点でCO₂排出削減に向けた心構えを醸成することにある。

表S(4)-3 収集した環境教育教材資料（その2、抜粋）

1	<p>ドイツ環境教育読本</p> <p>副題:環境を守るための宝箱 ティルマン・ラングナー</p> <p>染谷有美子訳 緑風出版（2009）</p>	<p>ドイツでの小学校高学年から高校1年までを対象に42単元を紹介したものの。具体的なきっかけ作りを集め、単元ごとにねらい対象グループ、準備と実施、専門との関連、経験と成果など目的を明確にしている。教育者だけでなく、社会教育や家庭でも活用できるマニュアル。</p> <p>1章 エネルギー・大気・気候 ①ネガワットは貯金箱～資源を大切にするための経済的インセンティブ。対象は中3～高校生 ②学校のためのCO₂収支バランス。対象は中3～高校生</p> <p>2章 ごみ・原料・物質の流れ ①通学カバン～学生用品のエコロジーテスト。対象小学高学年～ ②チョコレート物語～ある商品の足跡をたどる世界旅行。対象中3～</p> <p>3章 水</p> <p>4章 自然とその保護①学校に着せる緑の服～外壁を緑化する</p> <p>5章 モビリティと交通①日ごろの食事は近所で～地域の品物探し</p> <p>6章 環境と健康</p> <p>7章 学校や公共団体における参加</p>
2	<p>開発教育で実践するESDカリキュラム</p> <p>ESD 開発教育カリキュラム研究会（編） 学文社（2010）</p>	<p>地球環境基金の助成で行われたESDカリキュラム研究会成果をもとに作成したカリキュラムの考え方とその事例集</p> <p>第1部「理論編」開発教育のカリキュラム・デザインとは 第2部「実践編」開発教育カリキュラムづくりの実際 第3部「事例編」さまざまな実践に学ぶ （例）「とうもろこし」からつながる世界へのとびら 資料編 世界とつながる開発教育教材 （例）①パーム油の話 —「地球にやさしい」ってなんだろう？ ②コーヒーカップの向こう側③ケータイの一生</p>
3	<p>地球買いモノ白書</p> <p>どこからどこへ研究会（2004）</p>	<p>全部で9品目（チキン・マグロ・カップ麺・缶コーヒー・マガジン・スポーツシューズ・ケータイ。ダイヤモンドの指輪。マンション）の生産・調達について一連の流れと環境との関わりを定性的ではあるがわかりやすく解説。</p>

教材は、基本的に「デジタル化した副教材」として提供することを念頭に入れつつ、授業時間、教師の専門性等を考慮して内容をレベル1～3に階層化することとした。なお、試作中の教材について家庭科担当教師に意見を聴取した中で「中高生の多くは本やノートなどの日用品がCO₂と関係しているとは思っていない」との指摘があったことから、「レベル0」として、導入段階を加えた。各レベルのコンセプトを以下に示す（図S(4)-1）。

- ☆ レベル0：導入段階。日常生活で使う製品とCO₂の関係について具体的な説明に入る前に、両者に密接な関係があることに関心を向けさせることを目標とする。
- ☆ レベル1：授業時間として15分～30分程度、製品のライフサイクルで考えることで、自分が製品を使っている以外の時でも、製品製造、輸送でもCO₂があることに「気づき」を与えることを目標とする。
- ☆ レベル2：授業時間1時間程度、重要な段階を量的に提示する。それを根拠として、行動による影響の違いを知り、自らの行動と比較することを目標とする。
- ☆ レベル3：レベル2の内容をさらに詳細にしたもの。授業で興味を持った生徒がさらに詳しく

知りたいときに、役立つ情報を記載する。

解説：レベル2までの授業を実施するにあたって、LCT について教師が知っておいた方がよいと考える知識や考え方を解説したものである。

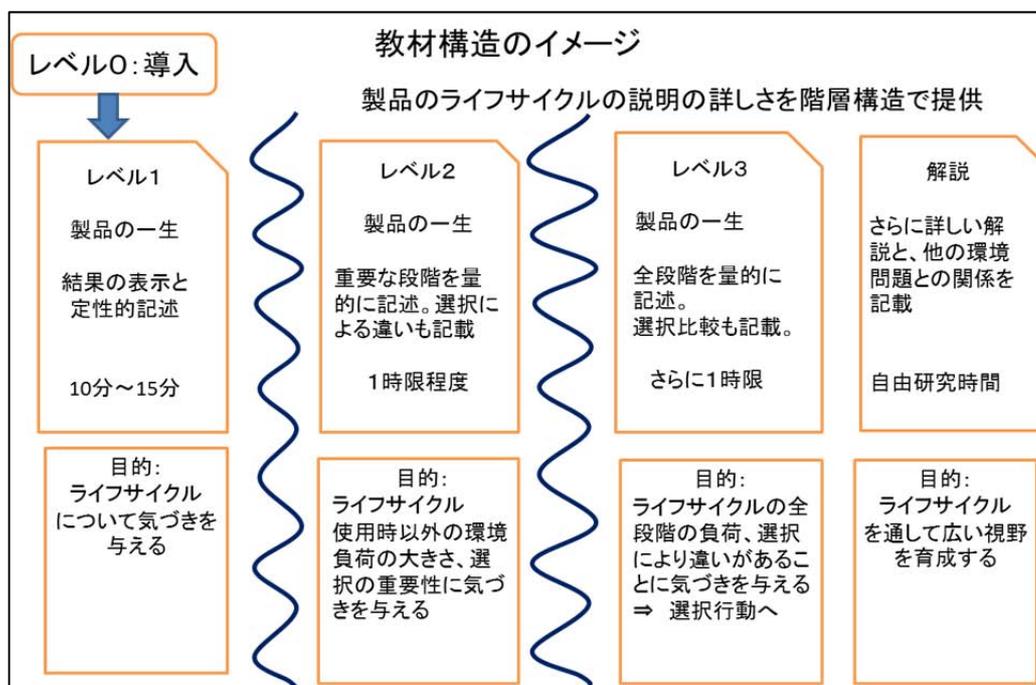


図 S(4)-1 教材構成のコンセプト

(3) 教材の検討と試作

教材の検討は、教材検討委員会（表 S(4)-1）による議論を基に、家庭科で一般的に分類されている「衣食住」の分野の中から「衣」分野と「食」分野とし、「衣」分野では比較的素材や構成が単純な「バスタオル」、「食」分野では「カレーライス」とした。家庭科の教科書には「衣」分野ではその一生での負荷を考えるには使用時の負荷をみる必要があり、最も適切なのは「洗濯」という行為に結びつけることであった。また、「食」分野では調理実習用に和食・洋食・中食の料理類が載っているものの、教科書によっては取り上げられている料理が異なり、どれもが共通しているわけではない。そのため、小学校で既に扱っている「カレーライス」を教材として取り上げた。カレーライスの場合、「食材調達－調理－片付け」のライフサイクルで考えることにより、CO₂は調理段階だけでなく、「食材調達段階でより多くのCO₂が排出されていることに気づきを与えることができる。なお、中学・高校での家庭科調理実習にはカレーライスは取り上げられていないので、この教材は中学・高校での家庭科調理実習内容そのものとはリンクしていない。ただし、消費生活のあり方に関する講義の中で活用可能な教材として準備することとした。

次に開発した教材について述べるが、教材自体は、付属資料集3～6として添付した。

(4) 開発した教材の構成

1) タオルのLCT教材

図 S(4)-1 に示した内容を教材として用いる場合は、教科書の「洗濯」に該当する単元で扱うことを念頭にいたった上で、以下の点に気づきを与えるものとした。

- ① タオルの製造・・製造段階で CO₂ が排出されること
- ② 家庭での洗濯・・洗濯方法の違いで CO₂ 排出量が違うこと
- ③ 工夫・・タオルの洗濯で CO₂ を減らすための工夫。

以上の基本構想に沿って作成したタオルのライフサイクルと CO₂ の関係に関する教材の構成を図 S(4)-2 に示す。これを基本にして生産段階、使用段階を単純化したタオルのライフサイクルに関する具体的な教材を作成した。図 S(4)-2 は、タオルを「ライフサイクル」で考えることにより、CO₂ は使用段階だけでなく生産段階でも排出されていることに気づきを与えることを意図しており、全体的な概念を提示したものである。親しみやすくするために、イラスト等を多用している。

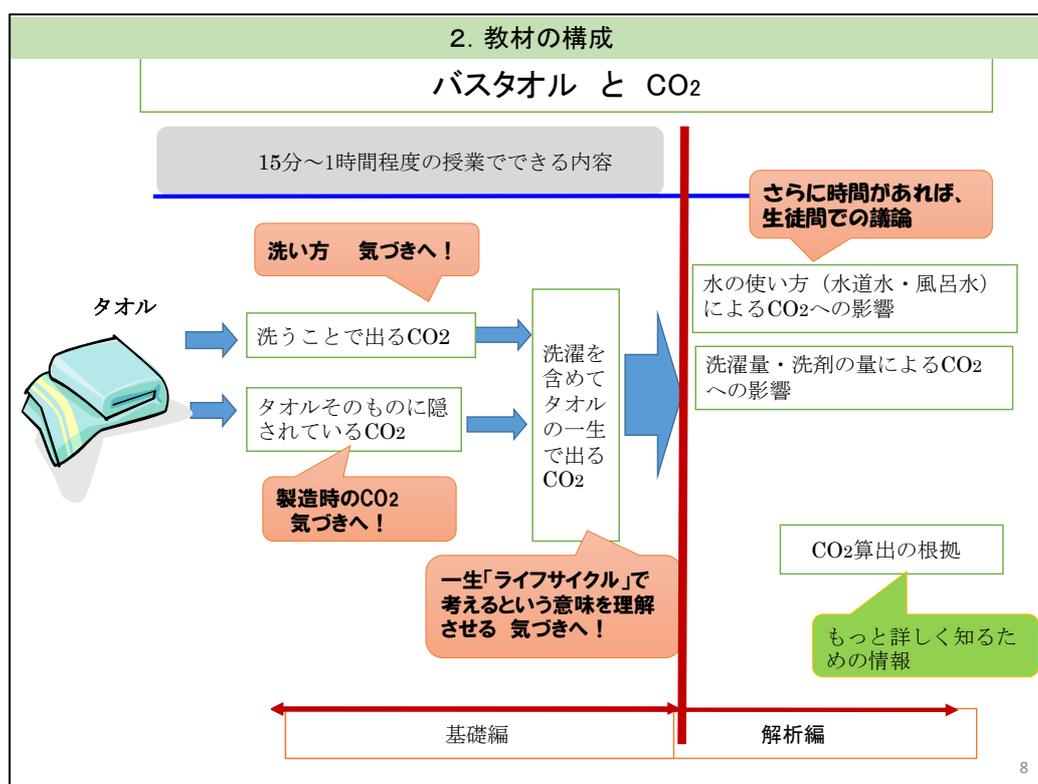
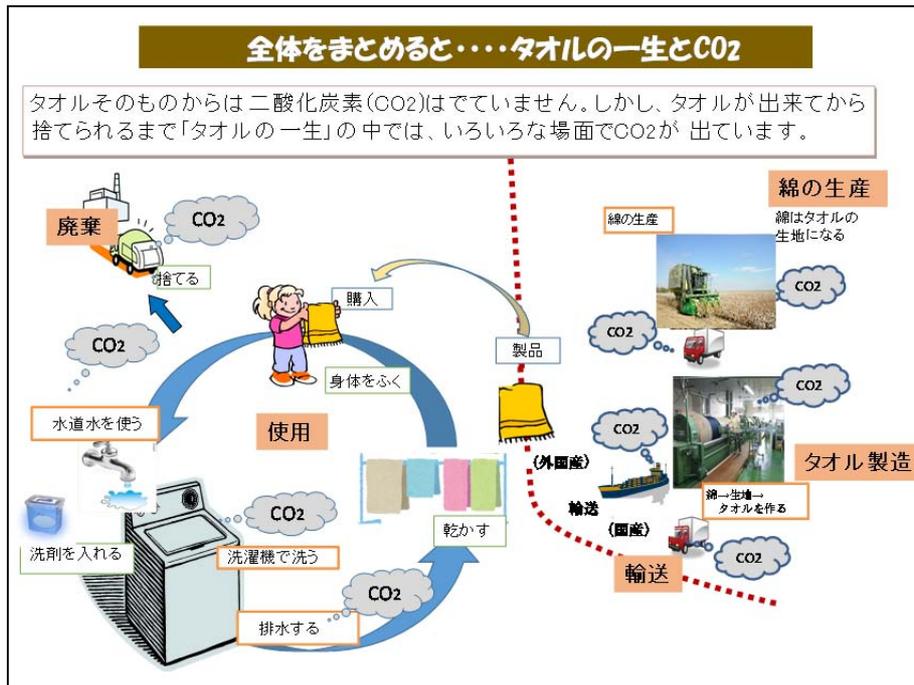


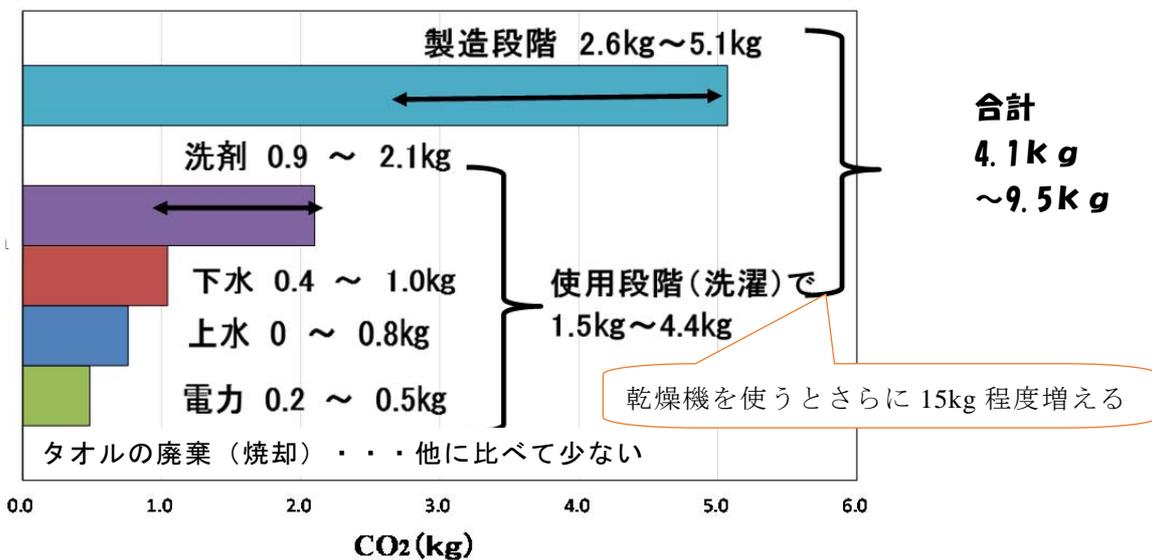
図 S(4)-2 教材の基本形

図 S(4)-3 は、「タオルと洗濯」についての「まとめ」の図であり、タオルの一生と CO₂ の関係を示したものである。また、時間がなければこの図の説明と結果（図 S(4)-4 あるいは図 S(4)-5）だけを示すことになる（レベル 1）。



図S(4)-3 タオルの一生とCO₂ (教材の概要)

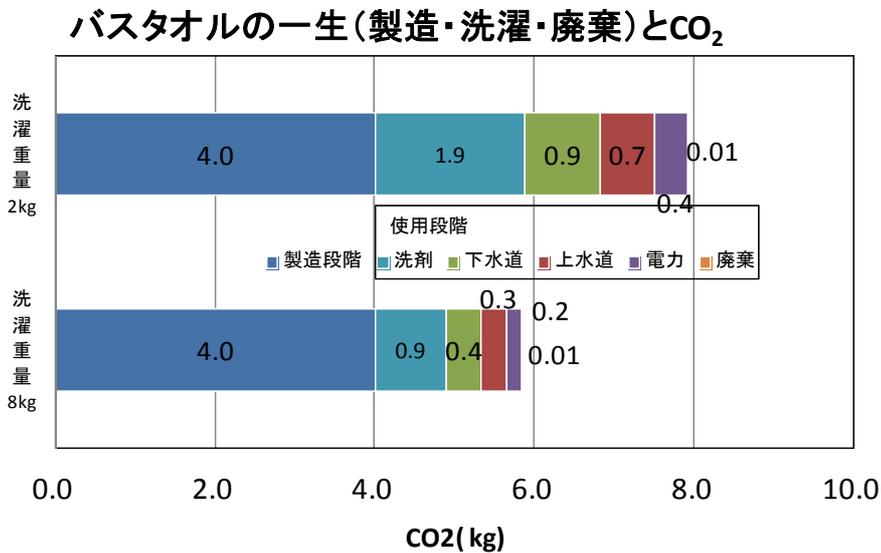
図S(4)-4、図S(4)-5 のグラフはLCAによりCO₂の結果を求めたものである。生徒への結果の示し方として、いくつか選択肢を用意することとした。



S(4)-4 バスタオルのLCA結果(1)

説明：1枚のバスタオルの一生で出るCO₂の計算結果。ここで示している値はおおよその範囲で、洗濯容量8kgの洗濯機を使用（一度に洗う洗濯物は一般的に2.5kg~8kg）。洗濯時のCO₂排出が少ないのはまとめ洗いをした場合となる。製造段階でのCO₂の違いは、生産国によるもの。(詳細は

教材に記載)



図S(4)-5 S4-4 バスタオルのLCA結果(2)

説明：日本で最も多く使われている中国製バスタオルを使い、容量8kgの洗濯機に入れる洗濯物の量が2kg（分けて洗う）と8kg（まとめて洗う）の場合。180回洗濯して廃棄。

☆ もっと詳しくみてみよう

生産国による違い

タオルの生産国でCO₂が違ってきます

洗い方による違い

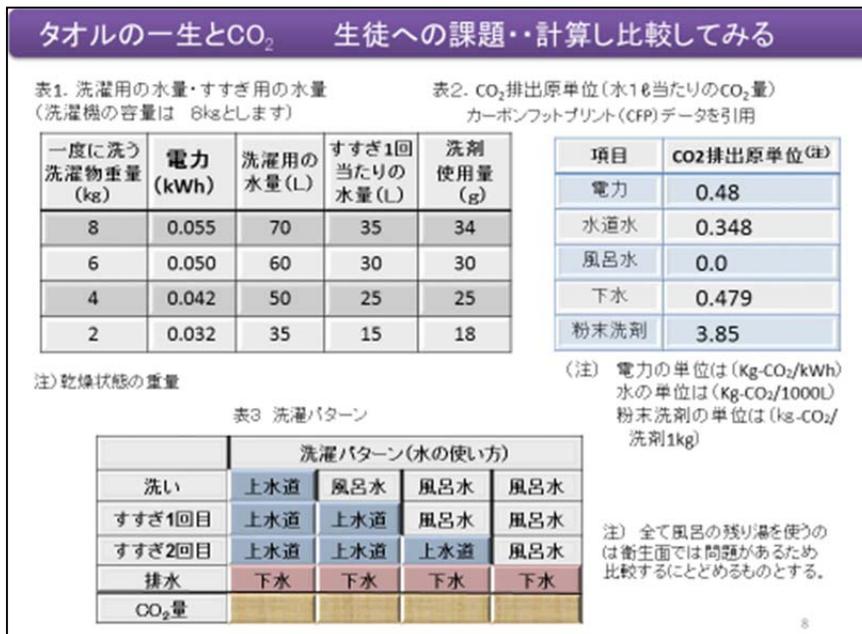
洗濯の方法で、排出されるCO₂の量に差がでてきます。

1. 風呂の残り湯を使ったら？
2. 一度に洗う洗濯物の量を変えたら？
3. 洗剤の量を変えたら？

クリックすると、それぞれで説明の図面・表が現われる構造となっている

図S(4)-6 洗い方の違いによるCO₂への影響を考えるため教材

昨年度に試作した教材を改良したタオルの教材の一例を示す（図S(4)-7）。発展的学習用教材として、洗濯条件によってCO₂排出量がどう変化するかを自分で計算させるものである。時間的制限のある授業中にこの計算をして比較するというよりも、むしろ自由研究、あるいはホームワーク用材料としての活用を意図している。



図S(4)-7 洗濯手法の差異とCO₂、比較用データセット

この教材を実際に使う際の指導書を含めて教材構成を図S(4)-8に示す、①PPTによる生徒用教材、②書き込み用ワークシート、③教師用資料3種類の教材で構成されている。教師用資料にはさらに補足資料として次の3種類を作成した。これらの資料は教師の裁量で適宜使用するものとした。

- ☆ 補足資料1 ; 世界全体のCO₂排出量と日常生活でのCO₂排出量を結びつける工夫 (クイズ形式・時間があれば授業で使用)
- ☆ 補足資料2 ; タオル Q&A (教師用、時間があれば授業で使用)
内容 : 素材 (綿) について、綿の主な生産国、タオル製造過程、タオルの主な生産国、日本の主な輸入国
- ☆ 補足資料3 ; タオルの LCA 計算についての詳細 (教師用)
使用データと出典・根拠

教材類の構成 …… 3種類

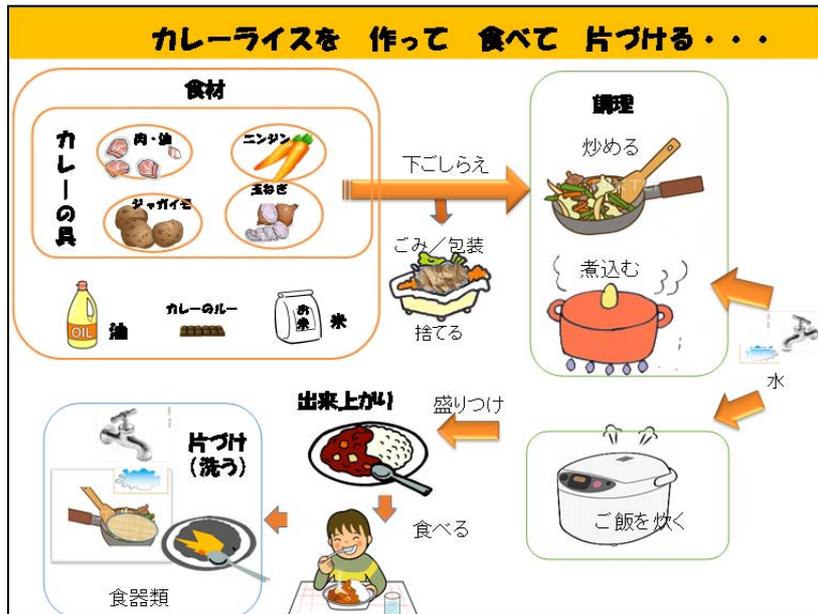
- ①生徒用教材 ⇒ 「授業で使うスライド (PPT) だけで構成 (セット1、セット2)
- ②ワークシート ⇒ 生徒が使うワークシート
- ③教師用資料 ⇒ 「構成説明 (本PPT)」
 - + 生徒用スライドの「ノート」欄に説明を追加
 - + 必要に応じてもっと詳しい「補足資料 (PPT) 3種類」

		想定授業時間	ワークシート
生徒用教材	基礎編 (セット1)	15分~30分	ワークシート1
	解析編 (セット2)	30分~1時間	ワークシート2
教師用資料	補足資料 (PPT、3種類)		

図S(4)-8 教材類の構成

2) カレーライスのLCT教材

「食」の分野ではカレーライスを取り上げ、教材を開発した。図S(4)-9 は、カレーライスのライフサイクルを示したものである。また、図S(4)-10はカレーライスに関するLCA分析結果である。



図(4)-9 カレーライスのライフサイクル

説明：この図は食材の調達、調理、食事、片付け・廃棄の各段階を示しており、教材では、それぞれの段階で出るCO₂について説明する(図S(4)-10)。その後で、図S(4)-10の結果を図S(4)-11に示す。

ワークシート3

カレーとCO₂の関係

次に、食材のCO₂について考えます

カレーライスに必要な素材・燃料 (Aさんの家で例)

カレーの具

肉

ニンジン

ジャガイモ

玉ねぎ

油

カレーのルー

米

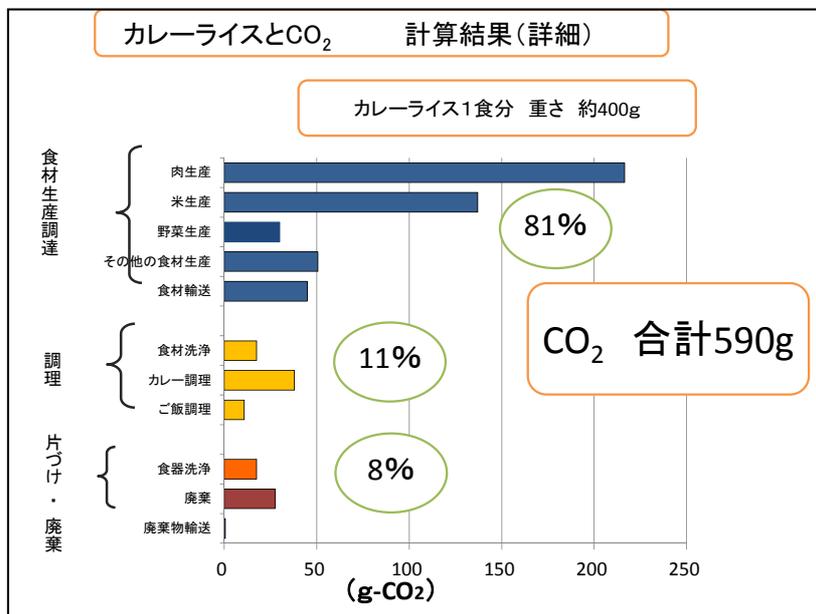
これらの中から、作る際にCO₂を出さずとも、どれでしょうか?

CO₂を出さずとも、黒く塗りまじょう。

答

図S(4)-10 食材のCO₂ (ワークシート)

説明：カレーに使う各種の食材がCO₂と関係していることを気付かせるための教材
(詳しくは教材で説明)



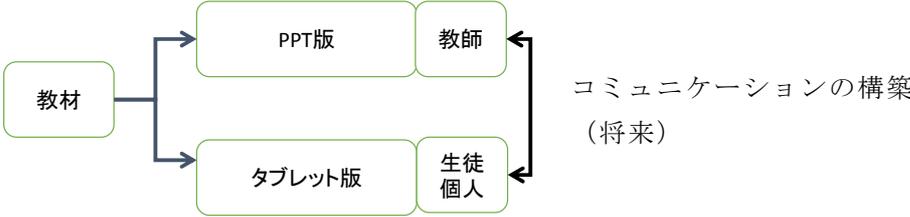
図S(4)-11 カレーライスの一生で出るCO₂ (豚肉使用、8皿調理の中の1皿分)

カレーライスの教材からLCAによる分析で、食材がCO₂への寄与が最も大きいことがわかる(図S4-11)。授業ではこの結果を利用することが可能である。例えば、カレーライスを10%残した場合食材によるCO₂は478gであるから、そのうち10%を捨てる時CO₂は47.8gとなる。必要な量だけ作ってあれば、これだけ削減できたことになる。また、調理の方法の工夫によりCO₂に違いがでることを理解させる。例えば、ご飯の炊き方(ガス炊飯器、電気釜)、肉や野菜の炒め方、カレーの煮方(ガス、電気、ふたをする)などを比較する。その結果、例えば、調理の方法で10%だけCO₂を削減した場合、調理によるCO₂は65gだから、そのうちの10%を改善するとCO₂は6.5g少なくなる。

食材分まで含めた解析はLCTでなければ不可能であり、CO₂削減にとって何が効果的かを気づかせるものとなっている。

3) タブレット版教材の試作

開発した2種類の教材(PPT)は、通常の授業ではPCを利用しプロジェクターを通して大画面に投影し、全員が見る方法となっている。しかし、今後、教材デジタル化がより一層すすむと予想されることから、生徒各個人が自分で自由に組み込みことが可能となるよう、同じ内容でタブレット版ソフトウェアを試作した。このソフトウェアを各人が所有するタブレット等に組み込むことで、授業中だけでなく、ホームワークとしても活用可能になる。また、現在は学校内でICTを活用した教育はまだ十分普及していないが、将来的には教師と生徒がこのソフトを共有し、回答や質問をネットワークを通して伝えることで、さらに教育効果が向上することが期待できる。



図S(4)-11 タブレット版の活用

(5) 教材の効果に関する検証

1) 生徒の反応調査

開発した教材の中で「タオルの一生とCO₂」を用いた授業を実際に試行し、中学・高校の家庭科教諭からの意見や、教材を利用した授業の効果や反応等についての情報を収集した。試行した学校と受講した生徒の学年、学生数を表S(4)-4に示す。学校数は5校（中学4校、高校1校）、受講生徒数は全体で347人である。

表S(4)-4 教材（タオルの一生とCO₂）の試行授業実施校・生徒数（合計347人）

学校・学年	受講生人数	授業時間
東京都港区立A中学3年生	30人×3クラス	50分
東京都江戸川区B中学1年生	110人（3クラス合同）	50分×2時限
札幌市立C中学2年生	33人	50分
同上	34人	45分
東京都立D高校1年生	40人×2クラス	50分×2時限

受講後に行った生徒の反応調査は、主に6つの項目に関して文章で答える形式で行ったとした。前者の6項目の質問は以下の通りである。

=====
 今日の勉強を通しての「ふりかえり」を次の文章を完成する形で行ってください。
 ◇私が学んだのは、・・・ **知識**
 ◇私が気付いたのは・・・ **気付き**
 ◇私が驚いたのは・・・ **感性・感情**
 ◇私がよくわからなかったことは・・・ **講義の方法**
 ◇タオルやその他衣類（上着、下着、靴下など）で、CO₂を減らすにはどんな工夫が必要だと思いましたか？私が考えた工夫は・・・ **行動意思**
 ◇その他に気付いたこと、考えたこと、書いておきたいことは・・・ **（自主性）**
 =====

これらの質問項目は、一般市民に対する消費者環境教育を実施した後のアンケートを基に作成したものである。この質問票の目的は、学んだことを「知識」として捉えていたのは何か、「気づき」として捉えていることは何か、さらに「感性・感情」で何をどのように捉えていたかを回答から推察することである。さらに、自身の行動へのつながりと自主的な判断材料が得られたかも回答してもらった。知識を深めることは一般的には重要なことではあるが、環境との関わりでは必ずしも行動には直結しない（文献）。「気づき」や「感性への働きかけ」がより重要となる（文献）。ここで、一つだけ質問事項として加えたのは「私がよくわからなかったことは・・・」の項目である。この質問の目的は、授業を受けたけれども生徒たちがよく理解できなかったことを挙げられることであり、今後の教材改訂の参考とすることにある。

中学1年から高校1年まで同じ教材を用いているが、高校生には自分で条件を選んで計算し、結果を比較するための問題を加えている。得られたアンケート結果の中で比較的意見が多かったもの、特徴的なものを抜粋して以下に示すとともに、それらの回答から読み取れる教育効果等について述べる。

2) 生徒へのアンケート結果の解釈、教育効果

授業を行った学校の協力を得て集計したアンケート結果から読み取れること、教育効果、課題等についてまとめた。以下、質問項目に沿って述べる。

私が学んだのは・・・東京都港区A中学3年生の回答

CO₂は自分が知らない浄水場などで使われている
 洗う行為と洗うもの自体にCO₂が関係していること
 洗濯を1回することで多くの場所でCO₂をつかうこと
 洗濯をするだけでたくさんのCO₂が排出される
 普段の生活でたくさんのCO₂を排出していること
 生活の色々な場面でCO₂が排出されており、私達の行い次第でその量は変化すること
 製品の一生をみることによって、CO₂がいつでるかかわかった

私が学んだのは・・・東京都立D高校1年生の回答

洗濯をするだけでも、多量のCO₂を排出してしまうこと
 洗濯で排出するCO₂の量
 ライフサイクルと洗濯のCO₂の排出量について
 洗濯することでCO₂がでるなんて知らなかった
 洗濯することとCO₂が意外と大きなつながりがあること
 タオルの一生と環境の関係

私が気付いたのは・・・東京都港区立A中学3年生の回答

CO₂はとても身近であり、地球温暖化がかなり深刻なこと
 色々な場所でエネルギーが使われている
 洗濯物を洗うとき、洗剤もCO₂がでること
 自分が、これはCO₂ださないだろうと思っていたところでもCO₂をだすものがあること
 意外なモノからもCO₂がでていること
 タオルからもCO₂がでていること
 水道水を流す際や洗剤が工場で生産される時にもCO₂が発生していること
 環境への配慮が必要なこと
 水道水を使うときに電気が必要だということ

私が驚いたのは・・・東京都立D高校1年生の回答

CO₂排出が多いのは焼却だと思ったけど、多いのは洗剤だということを知って驚いた
 綿花を収穫するときにもCO₂が排出される
 廃棄焼却のCO₂が一番少ないこと
 洗剤を入れすぎても効果は上がらないこと
 色々なところでCO₂がでていること
 洗濯だけでこれほどのCO₂が排出されている事
 中国よりもベトナムの方がCO₂排出量が少ないこと

以上、得られた回答をみると、学校、学年に関わらず回答の内容に大きな差異はなく、ほぼ同様の反応が得られたことが特徴的である。このような結果が得られたことは、教材で提示した内容、あるいはそれと類似した内容を学校で学ぶ経験がなく、新鮮であったためと思われる。また、以上の3つの質問（わたくしが学んだことは・・・、私が気づいたことは・・・、私が驚いたことは・・・）についても、類似している回答がたくさん見受けられる。これは、生徒が授業から得た一つの情報について、個々の生徒の捉え方が異なっているために生じている。ある生徒は知識として捉え、他の生徒は気付きとして、あるいは感性（驚いたこと・・・は）として捉えていたことを表している。いずれも大切な捉え方ではあり、行動への変革を促す基礎となる。なお、学校で一度は「タオル」の教材で学んだとしても、学年が変わった時に同じ教材で学ぶのは興味や集中力を損なう恐れがあることから、「衣食住」という異なる3分野でそれぞれの教材を用意しておき、それらを3年間の間で活用することがLCTによる教育効果を高めることになると考えられる。

私がよくわからなかったことは・・・東京都江戸川区立B中学1年生の回答

何で洗剤からCO₂がでるのかなと思った
 水道水を使うとなぜCO₂がでるのか
 どうしたらCO₂をあまりださずにすむのか
 ものをつくるのにもCO₂を排出していること
 なぜCO₂で温暖化に？

私がよくわからなかったことは・・・東京都港区A中学3年生の回答

電気でCO₂が発生すること
 CO₂が地球をなぜ温めているのか
 タオルを繰り返し使うとして計算すること
 水道を使うとCO₂が発生する仕組み
 タオルの一生で排出されたCO₂が与える環境への影響はどの程度なのか
 洗剤の作り方
 CO₂排出量を少なくする方法を明らかにしているのにそれを実行できるような環境や制度をなぜつぐらないのか

この質問（私がよくわからなかったこと）への回答から、日常の生活では見えないCO₂の排出について生徒に理解させるためには、その部分についてより分かりやすい補足資料が追加的に必要であることが示唆された。さらに、1回の授業だけでなく繰り返すことや、可能であれば生産現場や上下水道施設の見学なども取り入れるなどの工夫も理解を助けるために有効と思われる。

私が考えた工夫は・・・東京都港区A中学3年生の回答

リサイクルする
 小さな物は手洗いする
 捨てたりして余計なCO₂を増やすのではなく、長く使い続ける
 なるべくタオルや衣類と使い続ける
 あまり汚れていないときは洗濯機で洗わない
 物を大事にする
 綺麗に使って、洋服が着れなくなったら誰かにあげる
 衣類を買いすぎない
 生産場所から工場、売り場を近くする

この質問は、授業を受けたことによりどんな工夫が有効か問うたものである。多くの工夫は、自分自身や家族の生活習慣の改変を伴うものになっていることがわかる。したがって、家族で協力することの重要性を認識させることも課題であり、そのための教材も必要であろう。

下記の回答事例はこれまでの質問形式ではなく、授業の「感想」として提出されたものの抜粋である。

◎ 感想・・・札幌市立C中学2年生の感想

- ・タオル使うときにもCO₂使わなくなってもCO₂排出、大変だなと思った。洗濯の話やCO₂どこから出るかよく分かった。残り湯のメリット、デメリットがあるとわかった。
- ・CO₂大量発生させないために普段の生活から意識が大事と改めて思う。
- ・タオル完成までたくさんCO₂発生するんだと思った。日頃の生活を直さないといけない。
- ・残り湯は菌が気になるしとても難しいと思った。
- ・タオル1枚で対策を考えられエコにつながるとはとても驚き。でも実際にやらないとエコにならないのでやれたらいい。
- ・いろんな人の意見きいてどれもいいと思った。考えさせられた。
- ・スライドよく分からなかった。提示の仕方、話し合いはよかった。
- ・製造段階でたくさん排出していて驚いた。もう少しエコやリサイクルについて考えた方がよいかもかもしれない。
- ・すべて上水道より少しでも残り湯を使った方がエコになると思った。
- ・洗濯についてあまり循環とか考えたことなかったけれど今回の授業で図解説明してくれたので、とてもためになりました。
- ・小さな行動でもCO₂が排出されるのできりが無いと思いました。
- ・洗剤を少なくすれば結構削減できる！と思いました。

これらの回答は、前記の質問への回答とは形式が異なるものの、知識、気付き、驚きなどに関連して同様の表現がみられ、生徒がより広い視点でCO₂問題を見られるようになったことがわかる。

3) 教師からの回答

この教材を実際に使った高校教師、および使用を検討した教師からの回答を以下に示す。

- ・「生徒にとって内容はとても理解しやすかったようである。また、タオルがCO₂と関係があることに驚いていた。」
- ・「中学生向きの環境授業には大変分かりやすく説得力もあり、タオルに限らず他の対象物に置き換えて考えさせていくと良いと思った」
- ・「なんとなくわかっていたことも、数値で示されると説得力がある」
- ・「将来の環境問題を身近なことをして捉えグループでディベートをさせたり、アクティブ・ラーニングを取り入れ発表していけるのでないかと思った」
- ・「フェアトレードについても、数値的なデータがあると、授業がしやすいように思う」

回答数は多くはないが、これらの回答からは教師からは今後の教材開発への示唆となる感想や意見等の高評価が得られていることがわかる。

5. 本研究により得られた成果

(1) 科学的意義

S3が作成したデータベースを実際に活用することで、初等中等教育教材の中に環境に与える影響に対してLCTという新たな視点の客観的な環境負荷情報を提供することが可能となった。

(2) 環境政策への貢献

<行政が既に活用した成果>

特に記載すべき事項はない。

<行政が活用することが見込まれる成果>

改正環境教育等促進法施行（平成24年10月1日）に先立って閣議決定された「環境保全活動、環境保全の意欲の増進及び環境教育並びに協働取組の推進に関する基本的な方針」では、「私たちの消費生活が直接見えない部分で環境に影響を与えていることについて、気づきを引き出すために、製品のライフサイクルの視点を盛り込むことが重要」とある。また、高校家庭科基礎の学習指導要領（平成22年7月29日更新）には「生活の自立及び消費と環境」の項目があり、「ライフスタイルと環境については、環境負荷の少ない衣食住の生活の工夫に重点を置くこと」と記載されている。本授業で開発した教材はこの内容に沿ったものであり、実際にLCT教材を実際に使用した授業により、日常生活とCO₂との関係について、より広い視野で考えるきっかけを与えたことがわかり、教材の有効性が確認できた。LCT教材に対する現場教師からの評価もかなり高く、家庭科における環境教育の拡大に有用であることから家庭科教材としての活用が期待され、環境教育の推進をうたっている環境政策へ貢献するものである。

6. 国際共同研究等の状況

特に記載すべき事項はない。

7. 研究成果の発表状況（※別添.報告書作成要領参照）

(1) 誌上発表

<論文（査読あり）>

特に記載すべき事項はない。

<査読付論文に準ずる成果発表>

特に記載すべき事項はない。

<その他誌上発表（査読なし）>

特に記載すべき事項はない。

(2) 口頭発表（学会等）

- 1) 水野建樹、津田祥子：日本LCA学会（2014）

中学/高校家庭科におけるライフサイクル思考に基づいた環境教育用教材開発

- 2) 水野建樹、津田祥子、田原聖隆、高田亜佐子：日本LCA学会（2015）

中学/高校家庭科におけるライフサイクル思考に基づいた環境教育用教材開発（II）

- 3) 妹尾理子、水野建樹：家庭科教育学会（2015）

ライフサイクル思考（LCT）を取り入れて「衣生活と環境」を考える家庭科教材の開発

—タオルを教材として—

- 4) 水野建樹、田原聖隆、高田亜佐子、妹尾理子、上野正恵、平山世志衣、竹内孝曜：日本LCA学会（2016）、家庭科授業としてのLCT教材開発と評価—「タオルの洗濯」と「カレーづくり」の教材化—

（3）出願特許

特に記載すべき事項はない。

（4）「国民との科学・技術対話」の実施

- 1) 市民向け環境講座「商品の一生とCO₂の関わり」（主催：NPOえどがわエコセンター、平成27年11月7日、タワーホール船堀301会議室、受講生30名
- 2) 免許状更新講習「ライフサイクルの考え方に基づくライフサイクルの手法」（主催：横浜国立大学理工学部化学生命系学科、平成27年8月4日、横浜国立大学教育7号館301室、受講生60名

（5）マスコミ等への公表・報道等

特に記載すべき事項はない。

（6）その他

特に記載すべき事項はない。

8. 引用文献

- 1) UNEP：ライフサイクル・アプローチは、なぜ必要？, United Nations Publication (2004), <https://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/1733Why_take_a_life_cycle_approach_JP.pdf>

(5) 家庭科教育における環境教育の実態評価と教材開発

国立大学法人香川大学

妹尾 理子

<研究協力者> 上野 正恵 (平成26~27年度)

平成25(開始年度)~27年度累計予算額：9,816千円 (うち平成27年度：3,770千円)

予算額は、間接経費を含む。

[要旨]

家庭科教育における環境教育の実態調査のため、高等学校家庭科教科書の環境に関する記述内容を整理・分析した。現在の教科書だけでなく前回の学習指導要領のもとでの検定教科書記述との比較も行い、家庭科における環境に関する学びの広がり、深まりの実態を確認した。また特にLCAに関する記述について抜き出し、教科書に記述はあるが、実生活における行動変容につながるLCA視点の記述や資料は不十分であることを考察した。さらに、小中高の家庭科教科書についてテキスト分析を行った結果、小学校では「環境」は「考える」とのつながりが、中学校では「消費」と「配慮」の結びつきがみられ、高等学校では消費行動と社会とのかかわりが重視されていることを確認した。次に、家庭科教師の実態を把握するために環境に関する家庭科授業実践を収集し、LCA/LCTの視点で分類整理した。その結果、家庭科授業実践の現場においては、LCAデータを用いるだけでなく、LCT視点をもった総合的な学びの場として考えることが大切であることがわかった。衣・食・住生活にかかわる問題は多面的・多角的にみることが不可欠であり、環境だけでなく安全、人権、多文化共生など、ESD(持続可能な開発のための教育)を意識することが求められているといえる。以上をふまえ、家庭科の衣・食・住生活分野におけるLCA的思考を養うための指導計画案を作成した。LCAデータを効果的に使い、体験や実習をとり入れた総合的な学びが得られるよう配慮した指導計画である。単なる調理実習や科学としての洗濯、快適な暮らしのための掃除の学習に終わらず、LCAデータやライフサイクル思考(LCT)を取り入れた指導計画案は、試行した教師からも高評価が得られた。また、作成した教材の一部は新しい中学校技術・家庭科の教師用指導書にも採用された。

[キーワード]

家庭科教科書、ライフサイクルアセスメント(LCA)、ライフサイクル思考(LCT)、教材開発、授業開発

1. はじめに

持続可能な社会の構築は人類全体の課題であり、私たち一人ひとりの消費行動やライフスタイルの変革が求められている。近年注目されつつあるキーワードとしてライフサイクル思考(LCT)がある。LCTとは、事前情報に基づいて生産・消費方法などを決定する際に、「ライフサイクルのすべての段階における環境影響を包括的に考慮する」ことであり(国連環境計画2004)、製品を作る側で環境負荷を客観的に測る指標として利用されてきたライフサイクルアセスメント(以下LCAとする)の考え方を背景に持つ。LCTを生産者だけでなく市民や消費者が持つようになること

で、相乗効果による環境負荷の低減が期待される。現在、学校教育においてLCTをとり入れた環境教育を実施する教科として家庭科（中学校では「技術・家庭科」）、社会科、理科等が考えられるが、小・中・高と継続的に衣・食・住生活と消費や環境を関連付けて学ぶことが学習指導要領にも記述されているのは家庭科教育だけである。

具体的に「小学校学習指導要領」（2008年告示）では、「自分の生活と身近な環境とのかかわりに気付き、物の使い方などを工夫できること」と述べられている。「中学校学習指導要領」（2008年告示）では、技術・家庭科（家庭分野）において、「自分や家族の消費生活が環境に与える影響について考え、環境に配慮した消費生活について工夫し、実践できること」と述べられている。高等学校学習指導要領」（2009年告示）では、最も履修率の高い「家庭基礎」について、「（2）生活の自立及び消費と環境」の「(オ)ライフスタイルと環境」で、「生活と環境とのかかわりについて理解させ、持続可能な社会を目指してライフスタイルを工夫し、主体的に行動できるようにする」とあり、いずれの学校種においても、消費生活と関連付けた環境教育を行うことが明示されている。

以上から、本研究ではLCAの視点を取り入れた「消費と環境」に関する家庭科授業の充実と拡大をめざして、まず教科書および授業実践の現状把握をおこなった。その分析結果と考察をふまえ、サブテーマ3および4によるデータや教材開発の成果を活かし、学校教育における指導計画案を提示した。さらに、可能な限り教育現場での授業実践を試行し、現場教員の評価を受け、今後の家庭科教育におけるLCTの教育の充実と普及に資する研究を実施した。

2. 研究開発目的

本研究では家庭科教育の現状を把握し、課題を整理したうえで、実践につながる教材と授業を開発し提案することを目的とした。具体的には、家庭科教科書に記述されているLCAなどの環境関連用語を取り上げ分析すると共に、実際の環境授業実践の内容を把握・分析することで、現状把握と課題整理を行った。また、LCAの視点を盛り込んだ家庭科学習教材の開発や指導計画案の作成を行い、家庭科授業で試行・フィードバックし、具体的な内容提案を行うことを目的とした。

3. 研究開発方法

家庭科教育における環境教育の現状を把握し、課題を整理したうえで、実践につながる教材及び授業の開発・提案をめざして研究を進めた。具体的には以下の内容である；①小学校、中学校、高等学校の家庭科教科書についてのテキスト分析、②高等学校家庭科教科書における環境およびLCAに関する記述内容の整理・分析、③家庭科教師の実態把握のため、授業実践報告を収集し分析・考察、④教科書分析および授業実践分析をふまえ、家庭科学習用教材を開発し、開発教材を利用する指導計画案を作成。開発教材は、可能な限り実際に学校現場の家庭科教員に授業を試行していただき、評価を受けた。

4. 結果及び考察

（1）小学校、中学校、高等学校家庭科教科書のテキスト分析

LCT教育の導入の可能性を探るため、小中高の各段階で家庭科教科書を出版している出版社2社（以降A社、B社）につき小中高1冊ずつ、計6冊の家庭科教科書をテキスト分析（共起ネットワー

教科書のLCAの記述に焦点をあてると、LCAやLCTの概念はすでに多くの教科書に導入されていた（表(5)-8）。したがって今後いっそう、家庭科の授業づくりにおいて欠かすことのできない概念になると考えられる。

表(5)-1 高等学校「家庭基礎」（6社9種類）教科書一覧

『家庭基礎』 (2007年度版)	a	東京書籍 (040)	d	実教出版 (043)	g	大修館 (046)
	b	教育図書 (041)	e	実教出版 (044)	h	大修館 (047)
	c	教育図書 (042)	f	開隆堂 (045)	i	第一学習社 (048)
『家庭基礎』 (2013年度版)	A	東京書籍 (301)	D	実教出版 (304)	G	大修館 (308)
	B	教育図書 (302)	E	実教出版 (305)	H	大修館 (309)
	C	教育図書 (303)	F	開隆堂 (307)	I	第一学習社 (310)

表(5)-2 家庭科教科書キーワード分析「法律」

分類テーマ	掲載語句 ※類似語句を含む	出版社																計1	計2		
		a	A	b	B	c	C	d	D	e	E	f	F	g	G	h	H			i	I
法律	容器包装リサイクル法	○	●	○	●	○	●	○	●	○	●	○	●	○	●	○	●	○	●	9	9
	循環型社会形成推進基本法	○	●	○	●	○	●	○	●	○	●	○	●	○	●	○	●	○	●	9	9
	環境基本法	○	●	○	●		●	○	●	○	●			○	●	○	●		●	6	8
	家電リサイクル法	○	●	○	●	○	●	○	●	○		○			●	○	●	○	●	8	7
	自動車リサイクル法	○	●	○	●	○	●	○	●	○		○			●	○	●	○	●	8	7
	食品リサイクル法	○	●	○	●	○	●			○	○				●	○	●	○	●	7	6
	建設リサイクル法	○	●	○	●	○	●			○	○				●	○	●	○	●	7	6
	グリーン購入法		●	○	●	○	●								●	○	●	○	●	4	6
	資源有効利用促進法		●	○	●		●								●		●	○	●	2	6
	廃棄物処理法		●	○	●		●								●		●	○	●	2	6
	京都議定書		●	○	●		●	○	●		●	○								3	5
	気候変動枠組み条約				●				●		○				●		●			1	4
	生物多様性条約														●		●			0	2
グリーン・ニューディール政策								●											0	1	

*網掛けは2013年度版初出の語句。

表(5)-3 家庭科教科書キーワード分析「環境ラベル」

分類テーマ	掲載語句 ※類似語句を含む	出版社														計1	計2				
		a	A	b	B	c	C	d	D	e	E	f	F	g	G			h	H	i	I
環境ラベル	環境(エコ)ラベル	○	●	○	●	○	●	○	●	●	○	●	●	○	●	○	●	○	●	5	9
	エコマーク	○	●	○	●	○	●	○	●		○	●	○	●		○	●	○	●	7	8
	グリーンマーク		●	○		○		○	●				○	●			○	●		5	4
	省エネラベリング制度	○	●		●	○			●										●	2	4
	国際エネルギースターロゴ	○	●				●						○	●		●				2	4
	リターナブルびんマーク		●															○	●	1	2
	再生紙使用マーク	○	●			○														2	1
	フェアトレードラベル			○			●													1	1
	省エネ性マーク	○		○																2	0
	エコリーフ			○																1	0
	PETボトルリサイクル推奨マーク								●										●	0	2
	環境・エネルギー優良建築物マーク						●												●	0	2
	環境共生住宅認定マーク				●						●									0	2
	カーボンフットプリントマーク		●		●															0	2
	間伐材マーク						●			●										0	2
	住宅省エネラベル																		●	0	1
	モバイルリサイクルネットワークマーク																		●	0	1
	エコリーフ環境ラベル				●															0	1
	バイオマスマーク				●															0	1
	エコレールマーク						●													0	1

*網掛けは2013年度版初出の語句。

表(5)-5 家庭科教科書キーワード分析「食生活」

分類テーマ	掲載語句 ※類似語句を含む	出版社														計1	計2				
		a	A	b	B	c	C	d	D	e	E	f	F	g	G			h	H	i	I
食生活	食料自給率	○	●	○	●	○	●	○	●	○	●	○	●	○	●	○	●	○	●	7	9
	地産地消(食)	○	●	○	●	○	●	○	●	○	●	○	●	○	●	○	●	○	●	5	9
	フードマイレージ(食)	○	●	○	●	○	●	○	●	○	●	○	●	○	●	○	●	○	●	2	9
	ポストハーベスト	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	9	7
	食品ロス	○	●	○	●	○	●	○	●	○	●	○	●	○	●	○	●	○	●	2	6
	旬産旬消	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	1	6
	生ごみのたい肥化(コンポスト)	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	1	5
	エコクッキング	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	4	3
	スローフード	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	3	3
	生活排水(食)	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	1	1
	環境ホルモン(食)	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	4	0
	フェアトレード(食)	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	3	0
	バーチャルウォーター	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	0	4
	食料不足	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	0	4
	身土不二	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	0	3
	フードバンク	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	0	3
	ライフサイクルアセスメント(食)	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	0	3
	フードアクションニッポン	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	0	2
	放射性物質による食品汚染	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	0	2
	バイオ燃料(エタノール)	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	0	2
	原子力発電所事故(食)	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	0	2
	放射性物質	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	0	2
	地球規模の問題	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	0	1
	異常気象	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	0	1
	1/3ルールによる期限設定	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	0	1
	非塩素系ラップ	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	0	1
	エコロジー	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	0	1
	カーボンフットプリント(食)	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	0	1
天ぷら油リサイクル	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	0	1	

*網掛けは2013年度版初出の語句。

表(5)-6 家庭科教科書キーワード分析「住生活」

分類テーマ	掲載語句 ※類似語句を含む	出版社														計1	計2				
		a	A	b	B	c	C	d	D	e	E	f	F	g	G			h	H	i	I
住生活	シックハウス	○	●	○	●	○	●	○	●	○	●	○	●	○	●	○	●	○	●	9	9
	自然エネルギー(太陽光)	○	●	○	●	○	●		●		●	○	●	○	●	○	●	○	●	7	9
	環境共生住宅	○	●	○	●	○	●				●	○	●	○	●	○	●	○	●	7	8
	緑のカーテン	○	●		●		●				●		●		●		●		●	1	8
	自然エネルギー(風力)	○	●	○	●	○	●		●		○			●	○	●	○	●	○	6	7
	屋上緑化		●	○	●		●			●				●	○	●	○	●	○	3	7
	揮発性化学物質		●		●		●		●	○	●			○				○	●	3	5
	コンポスト	○	●	○											●		●	○	●	3	4
	持続可能な住まいづくり		●					○	●						●		●			1	4
	再生住宅(古民家再生)				●			○		●								○	●	2	3
	打ち水		●										●					○	●	1	3
	リフォーム			○									●					○		2	1
	次世代省エネルギー基準		●	○																1	1
	地球温暖化					○										○				2	0
	長期優良住宅												●		●		●		●	0	4
	自然エネルギー(地熱)		●						●						●		●			0	4
	地産地消(住)		●												●		●			0	3
	エコハウス										●									0	1
	コンパクトシティ										●									0	1
	木材の循環																		●	0	1
企業の社会的責任(CSR)(住)		●																	0	1	
エコマテリアル		●																	0	1	

*網掛けは2013年度版初出の語句。

表(5)-8 2013年度版『家庭基礎』教科書におけるLCA記述

出版社	分類テーマ	本文記述	頁
A	食生活	ライフサイクル評価(ライフサイクルアセスメント・LCA)とは、原料生産から廃棄までの全ての段階での環境への影響を科学的、定量的、客観的に評価することで、環境負荷の低減を図ろうとする考えである。各段階でのCO ₂ 排出量を測定し、大きな割合を占めている原料生産について協同契約栽培やエコ栽培など、環境負荷の低減を図る取り組みを進めている企業もある。	112
	衣生活	ライフサイクルアセスメントは、生産から消費、廃棄までの全ての過程において、環境負荷を計量し評価することをいい、これにより環境負荷の少ない製品の開発などが期待される。繊維製品の場合、スーツ、ジャケットの例などが報告されている。	136
	消費生活と環境	LCA(ライフサイクルアセスメント)は、原料の生産から商品の生産、販売、廃棄までの全ての段階で、環境に与える影響を評価し、事業者も消費者も環境負荷の低減を目指すという考え方である。各段階の環境負荷を分析し、改善策を講じることで、環境に配慮した企業活動を行うことを目指すものである。LCAを評価する環境マネジメントシステムとして、国際標準化機構(ISO)が定めるISO14001がある。	177
B	食生活	商品の製造、輸送、販売、使用、廃棄、再利用というライフサイクル全体で環境への影響を分析し、総合評価する手法のことをライフサイクルアセスメント(LCA)という。消費者が購入時に選択基準のひとつとすることができる。	97
	消費生活と環境	最近では、環境負荷を低減させるために、国際標準化機構(ISO)による環境マネジメントシステムを導入する組織(企業や自治体、学校など)や、企業の社会的責任(CSR)の一環として、ライフサイクルアセスメント(LCA)の手法を用いて製品づくりをしたり、積極的な環境保全活動をしったりする企業も増えてきた。	211
C	食生活	食品が生産されて廃棄されるまでの一連の流れには、多くのエネルギーが使用されている。また、牛や豚を育てるときに使用される飼料や農薬などの化学物質は、水質汚染や土壌汚染の原因のひとつにもなっている。このように、食品がどのぐらい環境に影響を与えているかを測るために、ライフサイクルアセスメントという手法もある。 商品の製造、輸送、販売、使用、廃棄、再利用というライフサイクル全体で環境への影響を分析し、総合評価する手法のこと。消費者が購入時に選択基準のひとつとすることができる。	106
	消費生活と環境	最近では、環境負荷を低減させるために、国際標準化機構(ISO)による環境マネジメントシステムを導入する組織(企業や自治体、学校など)や、企業の社会的責任(CSR)の一環として、ライフサイクルアセスメント(LCA)の手法を用いて製品づくりをしたり、積極的な環境保全活動をしったりする企業も増えてきた。	178
E	消費生活と環境	またISOでは、ある製品の環境へ与える影響を評価する手法であるライフサイクルアセスメント(LCA)の規格であるISO14040も示している。	118
G	消費生活と環境	資源の調達から廃棄までの全過程における環境負荷を定量的に評価することをライフサイクルアセスメント(LCA)という。	156
H	消費生活と環境	資源の調達から廃棄までの全過程における環境負荷を定量的に評価することをライフサイクルアセスメント(LCA)という。	152
I	消費生活と環境	商品・サービスの原材料調達から廃棄・リサイクルにいたるライフサイクル全体をとらえて、環境負荷を定量的に算定し、環境への影響度を評価すること。	156

(3) 環境にかかわる家庭科授業実践の分析的検討

家庭科における授業実践をLCA、LCTに着目して分析した。家庭科授業実践は、『家庭科研究』(芽ばえ社、2006年8月～2014年4月)、『家庭科授業実践事例集』(教育図書「地域から発信する生き生き実践シリーズ」)、都道府県総合教育センターのHP等より環境教育を含むものを抽出した(表(5)-9)。そして衣生活、食生活、住生活、消費生活と環境の各領域についてLCAの視点で分析を行った。その結果、近年の家庭科授業実践において環境教育を含む実践は98報抽出できた(表(5)-10)。領域別では、「消費生活と環境」領域を中心に全領域で行われていた(「衣生活」9、「食生活」24、「住生活」14、「消費生活と環境」51)。学校種別では、高等学校を中心に全学校種で行われていた(小学校19、中学校28、高等学校51)。表(5)-12～16に詳細を示す。

モノやサービスのライフサイクル全体に着目して環境負荷を考え配慮行動を促す実践は、「消費生活と環境」領域を中心に18報(全98報中)を確認し、多くは食物や被服と関連付けて行われていた。「衣生活」や「食生活」領域でもLCTの観点は確認できたが、「住生活」領域においてはみられなかった。また、教師によるLCAの理解をふまえた授業も確認できた。

授業実践の現場においてはLCA数値を用いるだけでなく、その考え方、つまりLCTに基づく授業

づくりによって、ライフサイクルの視点で日常生活と環境問題とのつながりに気づき環境負荷を考えることが大切である。LCTの観点を備えた18授業実践の詳細な分析から、LCTによる授業は、①生産/消費の関係を再考するなかでESDの各要素への展開をみせる、②学びの方法において、探求・発見型の授業づくりや視聴覚教材や既存プログラムを利用した授業づくりがなされている、という特徴を持つことがわかった。

授業にLCTを導入するにあたっては、①時間軸と空間軸によるとらえ方、②環境負荷の「見える化」、③「最善解」の選択という具体的実践を通じたライフスタイルの転換、④ESDへの議論展開、⑤アクティブ・ラーニング等の多様な学びの方法、等々に関する視点および配慮を要すると考えられる。

表(5)-9 授業実践分析対象資料一覧

	資料名	発行所・掲載元	年
雑誌	家教連家庭科研究	芽ばえ社	2006.8～2014.4
	KGKジャーナル	開隆堂出版	2013,v387
	家庭科資料51号	実教出版	2013
図書	学校の中での環境教育—地球化時代の環境教育2 ＜地域から発信する生き生き実践シリーズ＞	国土社	1992
	北海道発 元気な家庭科の授業実践	教育図書	2006
	小・中・高をつなげる試み 鳥取・島根の家庭科実践事例集	教育図書	2007
	神話の国から 大分県の家庭科実践事例集	教育図書	2008
	いきいき家庭科—「開かれた個」を育成するカリキュラム開発と授業開発	教育図書	2010
	あんころ～家庭科の授業案がころころ出てくる本～	教育図書	2013
HP	とくしまの環境 環境学習プログラム	徳島県	—
	環境教育指導資料[小学校編]	国立教育政策研究所	2007
	学習指導案 エネルギー利用の課題	千葉県総合教育センター	2011
	学びの場 Com 食育と授業	内田洋行教育総合研究所	2012
	明日をつくる子どもたちの環境学習	栃木県総合教育センター	2013
	ライフサイクル思考に基づいた環境教育のすすめ	(社)未踏科学技術協会	2013
高等学校家庭科指導資料	文部科学省	2013	

表(5)-10 家庭科授業実践における環境教育：全体傾向

	授業実践数	LCTの観点あり(内数)
衣生活	9	2
小学校	1	0
中学校	4	2
高等学校	4	0
食生活	24	2
小学校	4	0
中学校	7	1
高等学校	13	1
住生活	14	0
小学校	5	0
中学校	5	0
高等学校	4	0
消費生活と環境	51	14
小学校	9	4
中学校	12	5
高等学校	30	5
小計	98	18
小学校	19	4
中学校	28	8
高等学校	51	6
総計	98	18

表(5)-11 家庭科授業実践における環境教育：領域別実践傾向

		LCA段階					環境			SD		
		生産	流通	消費	管理	廃棄	地球温暖化・CO ₂	資源・エネルギー	生態系・環境破壊	「ESD」	循環型社会	持続可能な社会
領域	衣生活	4	2(1)	4	2	5	0	3(2)	0	0	3(1)	2(1)
	総数9											
	食生活	21(1)	8(1)	23(3)	10(3)	2(1)	7(2)	6(4)	8(2)	5(2)	5(3)	21(9)
	総数24											
住生活	2	0	5(3)	3(1)	1	2(2)	3(2)	2(1)	2	3(2)	11(4)	
総数14												
消費生活と環境	32(8)	16(3)	45(7)	23(6)	36(5)	23(7)	32(7)	26(8)	2(1)	35(11)	43(14)	
総数51												

*カッコ内は、直接的記述は無いが教材等から分析者が読み取ったもの(内数)。

表(5)-12 衣領域における家庭科授業実践傾向

No.	実施学年	学校	「衣」のLCA										No.	実施方法	備考		
			衣	食	住	移	働	遊	学	文	交	参					
1	2017.4	小													1	授業実践	トクトム (家庭科)
2	2017.4	小													2	授業実践	トクトム (家庭科)
3	2017.4	小													3	授業実践	トクトム (家庭科)
4	2017.4	小													4	授業実践	トクトム (家庭科)
5	2017.4	小													5	授業実践	トクトム (家庭科)
6	2017.4	小													6	授業実践	トクトム (家庭科)
7	2017.4	小													7	授業実践	トクトム (家庭科)
8	2017.4	小													8	授業実践	トクトム (家庭科)
9	2017.4	小													9	授業実践	トクトム (家庭科)
10	2017.4	小													10	授業実践	トクトム (家庭科)
11	2017.4	小													11	授業実践	トクトム (家庭科)
12	2017.4	小													12	授業実践	トクトム (家庭科)
13	2017.4	小													13	授業実践	トクトム (家庭科)
14	2017.4	小													14	授業実践	トクトム (家庭科)
15	2017.4	小													15	授業実践	トクトム (家庭科)
16	2017.4	小													16	授業実践	トクトム (家庭科)
17	2017.4	小													17	授業実践	トクトム (家庭科)
18	2017.4	小													18	授業実践	トクトム (家庭科)
19	2017.4	小													19	授業実践	トクトム (家庭科)
20	2017.4	小													20	授業実践	トクトム (家庭科)
21	2017.4	小													21	授業実践	トクトム (家庭科)
22	2017.4	小													22	授業実践	トクトム (家庭科)
23	2017.4	小													23	授業実践	トクトム (家庭科)
24	2017.4	小													24	授業実践	トクトム (家庭科)
25	2017.4	小													25	授業実践	トクトム (家庭科)
26	2017.4	小													26	授業実践	トクトム (家庭科)
27	2017.4	小													27	授業実践	トクトム (家庭科)
28	2017.4	小													28	授業実践	トクトム (家庭科)
29	2017.4	小													29	授業実践	トクトム (家庭科)
30	2017.4	小													30	授業実践	トクトム (家庭科)
31	2017.4	小													31	授業実践	トクトム (家庭科)
32	2017.4	小													32	授業実践	トクトム (家庭科)
33	2017.4	小													33	授業実践	トクトム (家庭科)
34	2017.4	小													34	授業実践	トクトム (家庭科)
35	2017.4	小													35	授業実践	トクトム (家庭科)
36	2017.4	小													36	授業実践	トクトム (家庭科)
37	2017.4	小													37	授業実践	トクトム (家庭科)
38	2017.4	小													38	授業実践	トクトム (家庭科)
39	2017.4	小													39	授業実践	トクトム (家庭科)
40	2017.4	小													40	授業実践	トクトム (家庭科)
41	2017.4	小													41	授業実践	トクトム (家庭科)
42	2017.4	小													42	授業実践	トクトム (家庭科)
43	2017.4	小													43	授業実践	トクトム (家庭科)
44	2017.4	小													44	授業実践	トクトム (家庭科)
45	2017.4	小													45	授業実践	トクトム (家庭科)
46	2017.4	小													46	授業実践	トクトム (家庭科)
47	2017.4	小													47	授業実践	トクトム (家庭科)
48	2017.4	小													48	授業実践	トクトム (家庭科)
49	2017.4	小													49	授業実践	トクトム (家庭科)
50	2017.4	小													50	授業実践	トクトム (家庭科)
51	2017.4	小													51	授業実践	トクトム (家庭科)
52	2017.4	小													52	授業実践	トクトム (家庭科)
53	2017.4	小													53	授業実践	トクトム (家庭科)
54	2017.4	小													54	授業実践	トクトム (家庭科)
55	2017.4	小													55	授業実践	トクトム (家庭科)
56	2017.4	小													56	授業実践	トクトム (家庭科)
57	2017.4	小													57	授業実践	トクトム (家庭科)
58	2017.4	小													58	授業実践	トクトム (家庭科)
59	2017.4	小													59	授業実践	トクトム (家庭科)
60	2017.4	小													60	授業実践	トクトム (家庭科)
61	2017.4	小													61	授業実践	トクトム (家庭科)
62	2017.4	小													62	授業実践	トクトム (家庭科)
63	2017.4	小													63	授業実践	トクトム (家庭科)
64	2017.4	小													64	授業実践	トクトム (家庭科)
65	2017.4	小													65	授業実践	トクトム (家庭科)
66	2017.4	小													66	授業実践	トクトム (家庭科)
67	2017.4	小													67	授業実践	トクトム (家庭科)
68	2017.4	小													68	授業実践	トクトム (家庭科)
69	2017.4	小													69	授業実践	トクトム (家庭科)
70	2017.4	小													70	授業実践	トクトム (家庭科)
71	2017.4	小													71	授業実践	トクトム (家庭科)
72	2017.4	小													72	授業実践	トクトム (家庭科)
73	2017.4	小													73	授業実践	トクトム (家庭科)
74	2017.4	小													74	授業実践	トクトム (家庭科)
75	2017.4	小													75	授業実践	トクトム (家庭科)
76	2017.4	小													76	授業実践	トクトム (家庭科)
77	2017.4	小													77	授業実践	トクトム (家庭科)
78	2017.4	小													78	授業実践	トクトム (家庭科)
79	2017.4	小													79	授業実践	トクトム (家庭科)
80	2017.4	小													80	授業実践	トクトム (家庭科)
81	2017.4	小													81	授業実践	トクトム (家庭科)
82	2017.4	小													82	授業実践	トクトム (家庭科)
83	2017.4	小													83	授業実践	トクトム (家庭科)
84	2017.4	小													84	授業実践	トクトム (家庭科)
85	2017.4	小													85	授業実践	トクトム (家庭科)
86	2017.4	小													86	授業実践	トクトム (家庭科)
87	2017.4	小													87	授業実践	トクトム (家庭科)
88	2017.4	小													88	授業実践	トクトム (家庭科)
89	2017.4	小													89	授業実践	トクトム (家庭科)
90	2017.4	小													90	授業実践	トクトム (家庭科)
91	2017.4	小													91	授業実践	トクトム (家庭科)
92	2017.4	小													92	授業実践	トクトム (家庭科)
93	2017.4	小													93	授業実践	トクトム (家庭科)
94	2017.4	小													94	授業実践	トクトム (家庭科)
95	2017.4	小													95	授業実践	トクトム (家庭科)
96	2017.4	小													96	授業実践	トクトム (家庭科)
97	2017.4	小													97	授業実践	トクトム (家庭科)
98	2017.4	小													98	授業実践	トクトム (家庭科)
99	2017.4	小													99	授業実践	トクトム (家庭科)
100	2017.4	小													100	授業実践	トクトム (家庭科)

記号 ● 本実践で特に注目しているもの
 ○ 本実践で扱われているもの
 □ 当該実践の前後の授業における課題・関心
 △ 扱ったものの
 ○ 扱っていないもの
 ☆ 別の授業、LCAの活用

表(5)-14 住領域における家庭科授業実践傾向

No.	実施年度	実施校	住領域										No.	実施校	実施年度	
			食生活	衣生活	住生活	生活文化	生活環境	生活安全	生活福祉	生活意識	生活態度	生活技能				
1	2007	...	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	1	...	2007
2	2008	...	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	2	...	2008
3	2009	...	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	3	...	2009
4	2010	...	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	4	...	2010
5	2011	...	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	5	...	2011
6	2012	...	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	6	...	2012
7	2013	...	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	7	...	2013
8	2014	...	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	8	...	2014
9	2015	...	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	9	...	2015
10	2016	...	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	10	...	2016
11	2017	...	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	11	...	2017
12	2018	...	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	12	...	2018
13	2019	...	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	13	...	2019
14	2020	...	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	14	...	2020
15	2021	...	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	15	...	2021

記号: ● 本実践で特に強調しているもの
 ○ 本実践で扱われているもの
 □ 当該実践の前後の授業に行われる計画・準備
 △ 授業内容として扱われているもの
 ☆ 授業内容として扱われているもの
 ★ LCAの普及、LCA指導

(4)家庭科指導計画(案)の作成と試行

教科書および授業実践の分析結果をふまえ、実際の家庭科授業としての指導計画案を作成した。家庭科授業においては、LCAの数値を使用するだけでは十分な学習とはいえ、LCTの観点が必要であることから、LCAだけでなくLCTを意識した衣・食・住生活分野の家庭科指導計画(案)を以下の3テーマで作成した。①食生活分野：「地元の特産品〇〇で創作料理をつくろう」、②衣生活分野：「衣生活と自立」、③住生活分野：「住生活と環境」。家庭科では、衣・食・住生活と環境との関わりを考える多様な授業展開が考えられる。いずれも、子どもたちが体験やグループ討議、発表などの活動を通して、環境問題とその解決に向けて主体的に考え行動する態度を育成する学びといえる。これらの指導計画案について可能な範囲で現場教員の協力を得て授業を行った結果、生徒の意識には広がり生まれ、教員からは日常生活と環境とのかかわりについて教える際に根拠(データ)を用いることで説得力が出た等、高い評価が得られた。以上から、LCTを促す教育の充実において、家庭科教育の果たす役割と可能性が示されたといえる。

次に、衣・食・住生活各分野の指導計画(案)について、流れを解説する。食生活分野については、解説の後に、1時間分の授業展開例について表にまとめたものを示す(表(5)-17)。

1)食生活分野の指導計画(案)「地元の特産品〇〇で創作料理をつくろう」

高校家庭科において、調理計画と実習を通して食と環境とのかかわりを理解し生活実践力になが学びをめざした授業を提案する。授業の流れは以下の通りである。①食材選びの際にどんなことを考えるかについて意見交換、②食と環境を学習する際のキーワードである「地産地消」「フードマイレージ」「輸送エネルギー」「生産エネルギー」などについて資料やデータを用いて理解を深める、③「地元の特産品〇〇を使った創作料理」というテーマで地域の特産品を使った料理について調べる、④班ごとに決めたメニューで調理実習を行う、⑤相互に評価し合う。

上記の授業は、香川県内の高等学校の協力を得て、特産品のレタスと豚肉をとりあげて実践していただいたところ、教師からは生徒の興味関心をひく有用な内容であったとの評価を得た。授業を受けた生徒らの感想を読むと、地元で採れる野菜や果物などに対する生徒の見方が広がり、食材選択によって(地産地消・旬産旬消により)環境に配慮した食生活になりうることを認識する者が増加した。また、食糧自給の問題に関心を持つようになった生徒や、地域産業の理解から地域への愛着や誇りを抱くようになった生徒もみられ、地域づくりの主体者意識や自己肯定感の向上にもつながったと考えられる。

なお、本授業実践では、香川県の環境政策課と筆者らが協同しLCTを意識しながら作成した環境学習教材「さぬきっ子環境スタディ」(パネル教材)を用いて授業を行った。



図(5)-2 生徒が考えてつくった地元の特産品である旬のレタスを使った創作料理

2) 衣生活分野の指導計画（案）「衣生活と環境：『タオルとCO₂』から考える」

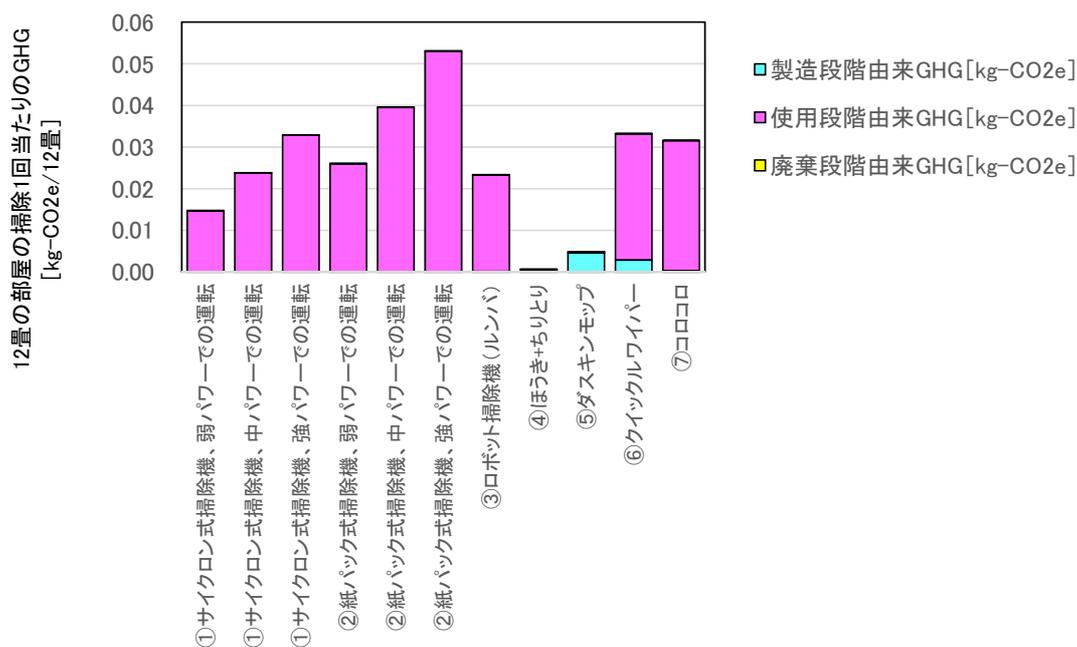
家庭科における衣生活学習のまとめに「衣生活と環境」との関連を学習する流れで授業を行った。題材「『タオルとCO₂』から考える」では、家庭科における被服管理の計画と製作・実習を通して、衣生活と環境とのかかわりを理解し生活実践力につなげる学びを目指した。衣生活学習全体の流れは以下の通りである。①衣服の本来的機能を知る、②衣服に関わる家庭の仕事：購入と手入れを学ぶ、③被服（ハーフパンツ）の製作、④繊維の性質・性能を学ぶ、⑤「衣生活と環境」として「タオルとCO₂」をテーマに考える。最後の「衣生活と環境」の学習において、サブテーマ4と協同して作成した教材を活用した。本授業は、札幌市の中学校の家庭科教諭に実践に協力いただき、一部、改善点についての指摘はあったが、生徒の興味や関心をひきつける有効な題材であるとの評価を得た。授業を受けた生徒らは、毎日何気なく行っているタオルの使用や洗濯について、ライフサイクルのあらゆる場面でCO₂が排出されていることをデータや資料から知り、討論することによって、環境を考えた衣生活について考えることができていた。また、ここでは発展的な学習として、教科書や資料を用いて、フェアトレードやオーガニックコットンなどの事例や意義についても扱い、環境だけの視点にとどまらず、人権や異文化への理解をすすめることで、さらに発展的に衣生活に関する学習を深めることができる。

3) 住生活分野の授業案：「住生活と環境」

住生活分野に関連づけた授業としては、日本の伝統的住まいや住生活に関連した学習が考えられる。写真やDVD動画、実物、アニメーションなどを通して現代の暮らしと比較し、その違いから何がわかるか、考えられるかをグループ討議する。その際、建具や道具などの素材にも目が向くように実物や模型を提示する。現代の生活では、大量の電気製品や石油製品が使用されるが、伝統的な生活に見られる建材や建具、生活道具などはいずれも木や竹などの自然素材であり、修理・修繕を行いながら長く使われていた。また、大部分が自然に還るものであり、燃料として用いることもでき、廃棄にあたって環境に負荷を与えないものであった。合理的な暮らし、便利な暮らしを追求するだけでは、環境への負荷は自然と大きくなる。そういったことに気づくことで、現在の資源・エネルギーを大量に消費する生活に対する問題意識を高め、家庭科の目標である「よりよい生活」とはどのような生活なのか、自分のライフスタイルと社会のかかわり、今後の暮ら

し方や生き方まで考えさせる授業が展開可能である。

また、住まいの管理に関わる学習として、小学校家庭科では掃除に関連した住生活分野の学習がある。ここでも、現代の便利でエネルギーを多用する生活に目を向け、問題意識を高める学習が考えられる。授業の流れは以下のように作成した。①「環境をを考えて洗剤を多用しない掃除方法」について調べ学習を行う、②自宅や学校で実践して気づいたことをまとめる、③「掃除と環境とのかかわり」として討議・発表する、④毎日の掃除方法を考える。掃除機を使うか、ほうきを使うか、粘着シートやレンタルモップを使うか、など、クラス内で簡単な実態調査を行ったうえで、サブテーマ3と協同して作成したデータ（グラフ）等を用いて、意見を交換し考えを深める（図(5)-3）。流し台の掃除に洗剤を使うか重曹を使うか、ペーパータオルを使うか布巾や古布などを使うか等、クラス内で簡単な実態調査を行ったうえで討論することも考えられる。具体的な数値を含むLCAデータ（グラフ）を用いることで、あいまいと思われがちな環境負荷の違いについて明らかに提示することができるため、根拠を持って話し合える点が教材として有効である。掃除方法の別による長所と短所を比較したり討論したりするなかで、単なる面倒な家事であった掃除にも問題意識を持って取り組むことができ、主体的な生活者の育成という家庭科の目標にふさわしい学びをつくるのが可能になると考える。



図(5)-3 掃除方法の違いによるGHG排出量の比較

以上のように、衣・食・住生活のいずれのテーマであっても環境とのかかわりを考える多様な家庭科の授業展開が考えられることが確認できた。いずれも、子どもたちが体験や調べ学習、グループ討議、発表などの活動を通して環境問題とその解決に向けて主体的に学びを深めていくことが可能である。主体的に考え行動する態度の育成をめざす家庭科教育の可能性・方向性が示されたといえよう。

表(5)-17 食生活と環境とのかかわりを考える授業展開例

(指導計画) テーマ：食生活とエネルギー（環境）とのかかわりを探ろう			
本時の目標			
<ul style="list-style-type: none"> ・ 地元の特産品であるレタスを通して消費生活と環境との関連に気付く。 ・ エネルギーの消費が少ない生産時期や地元の農産物を選ぶことで、CO₂（温室効果ガス）を削減できることに気付く。 ・ 資源・エネルギーの使用を減らす商品を選ぶための手がかりとして、ライフサイクルアセスメント（LCA）の考え方があることを理解する。 			
過程	学習活動	教師の支援・留意点	資料・備考
導入 (5分)	1. 食品の買い物をする時、何を判断基準にしているか、考えを交流する。	<ul style="list-style-type: none"> ・ 他の生徒の考えや家族からの聞き取り調査結果を聞き、どんな基準で食品を選んでいるのか、まとめる。 ・ 安全性や産地を気にしている生徒が少ないことに気付かせる。 	<ul style="list-style-type: none"> ・ ワークシート記入 ※前時の終わりに、家族等から聞き取りをしてもらうよう伝えておく。
展開 (40分)	2. 生産エネルギー ハウス栽培と露地栽培で野菜を作るためのエネルギーをパネル教材を使用して比較する。 3. 輸送エネルギー 例を挙げ産地から消費地までの輸送エネルギーを計算する。 4. 地元のレタスの旬とその特徴をグラフから読み取る。 <ul style="list-style-type: none"> ・ 出荷時期/出荷先 ・ 県内でレタスが多くの消費される時期 5. 環境に配慮したレタスの食べ方を考える。 6. 「ライフサイクルアセスメント(LCA)」を知る。	<ul style="list-style-type: none"> ・ 旬の食材を購入することで、エネルギーを削減することができることに気付かせる。（旬産旬消） ・ 同じ食材でも、県産の食材と海外から輸入の食材を使った場合を比較すると、輸送に使われるエネルギーに大きな差があることに気付かせる。（地産地消） ・ 地元のレタスの出荷時期は11月から4月であり、多くが四国以外に出荷され、輸送にはエネルギーがかかっていることに気付かせる。 ・ 地元のレタスの旬は冬なのに、冬のレタスの消費量が少ないことを押さえたうえで、冬にレタスを食べることが、地産地消・旬産旬消につながることを理解させる。 ・ 環境に配慮したレタスの食べ方について考える。 ・ 資源・エネルギーを極力使わずCO₂排出を減らす食生活（ライフスタイル）について考える。 	<ul style="list-style-type: none"> ・ ワークシート記入 ・ 香川県環境学習教材「さぬきっ子環境スタディ」使用（資料①） ・ ワークシート記入（資料②）（資料③） ・ ワークシート記入（資料④）（資料⑤）（資料⑥） ・ ワークシート記入
まとめ (5分)	7. まとめ 本時で新たに知ったこと、感想を書く。	数名指名して発表させる。 次回のテーマ「地元特産のレタスを使った創作料理をつくろう」を示す。	<ul style="list-style-type: none"> ・ ふりかえりカード記入

5. 本研究により得られた成果

(1) 科学的意義

家庭科教育においては、これまでLCA研究の対象とされていなかった家庭科教科書を取り上げたテキスト解析を行い、興味深い学術的知見を提供した。また、授業実践報告の特に衣・食・住生活分野において、環境教育やLCAの視点がどれだけ含まれているかについて詳細な傾向分析を行ない、現在の教育現場における授業の傾向や特徴を明らかにし、今後のLCT教育のあり方に向けた知見を得た。さらに、LCAデータを効果的に用いた教材とLCTの観点を取り入れた授業計画

案を作成・試行し、教員から高い評価を得ると共に今後のLCT教育の充実と普及に向けた多くの知見も得られた。LCAデータを用いた資料は、中学校「技術・家庭科（家庭分野）」の指導書にも採用され、多くの教員の目に触れるものとなった。

以上より、一般市民および学校教育において人々にLCA的思考法を伝え、行動を変える手助けとなるツールおよび教材開発に向けて多くの知見を蓄積、提供できたといえる。

（2）環境政策への貢献

<行政が既に活用した成果>

自治体（香川県）が地球温暖化防止に向けた環境学習教材（パネル教材と解説書、動画）を開発する際、開発メンバーとして研究分担者（妹尾）が協力した。その際、開発教材にLCTを意識した内容を取り入れた。その教材を利用して試行した高等学校家庭科の授業では、学習以前には食と環境との関わりなど考えたことのなかった高校生が地産地消や旬産旬消などを意識するようになるなどの効果が見られた。さらに、環境教育の重要性が認識され、衣・食・住生活や消費生活と関連づけた動画がつくられ配信されるなどの波及効果も得られた。

<行政が活用することが見込まれる成果>

現行の高校学校学習指導要領：家庭（「家庭基礎」）では、「ライフスタイルと環境」の項で、「生活と環境とのかかわりについて理解させ、持続可能な社会を目指してライフスタイルを工夫し、主体的に行動できるようにする」と述べられている。さらに「内容の取り扱い」として「環境負荷の少ない衣食住の生活の工夫に重点を置くこと」と記述されている。本授業で開発した教材はこの内容に沿ったものであり、実際にLCT教材を用いた授業実施の結果、日常生活とCO₂との関係についてより広い視野で考えるきっかけを与えたことが認められ、教材の有効性が確認できた。LCT教材に対する現場教師からの評価も非常に高く、家庭科における環境教育の拡大に有用であることから家庭科教材としての活用が期待され、環境教育の推進をうたっている環境政策へ貢献するものといえる。

6. 国際共同研究等の状況

特に記載すべき事項はない。

7. 研究成果の発表状況

（1）誌上発表

<論文（査読あり）>

- 1) 妹尾理子、上田幸子、川田昭子、新池美早子：エネルギー環境教育研究、8, 2, 39-46 (2014), 地域素材を生かした香川県環境学習教材「さぬきっ子 環境スタディ」－教材開発と実践による効果の検討－
- 2) 平松あい、山本大輔、栗栖聖、花木啓祐：日本LCA学会誌, Vol.11(1), 2-10 (2015), 家庭科へのLCA的思考法導入に向けた教科書のテキスト分析
- 3) 上野正恵、植田幸子、妹尾理子：日本家政学会誌、66, 2, 1-15 (2015), 家庭科教科書における環境に関する記述の分析および検討－ライフサイクルアセスメント（LCA）・ライフサ

イクル思考（LCT）を手がかりとして—

<査読付論文に準ずる成果発表>

- 1) 妹尾理子、日本LCA学会誌、Vol11 No.4, 330-336（2015）
「家庭科における環境教育の動向と今後の課題—ライフサイクル思考導入の視点から—」

<その他誌上発表（査読なし）>

- 1) 『技術・家庭科<家庭分野>教師用指導書（研究編）』（東京書籍）2016, 189頁

(2) 口頭発表（学会等）

- 1) 植田幸子、妹尾理子：第60回日本家政学会中国・四国支部研究発表会（2013）
「高等学校家庭科教科書における環境に関する記述内容の分析」
- 2) 妹尾理子、植田幸子、川田昭子、新池美早子：第8回エネルギー環境教育学会（2013）
「地域素材を生かした香川県環境学習教材の活用と評価—地球温暖化をテーマに—」
- 3) 山本大輔、平松あい、栗栖聖、花木啓祐：第9回日本LCA学会研究発表会（2014）
「家庭科へのLCA的思考法導入に向けた教科書のテキスト分析」
- 4) 妹尾理子、水野建樹：第58回日本家庭科教育学会大会（2015）
「ライフサイクル思考（LCT）を取り入れて『衣生活と環境』を考える家庭科教材の開発—タオルを教材として—」
- 5) 上野正恵、妹尾理子：第26回日本環境教育学会大会（2015）
「環境にかかわる家庭科授業実践の分析的検討」
- 6) 水野建樹、田原聖隆、高田亜佐子、妹尾理子、上野正恵、平山世志衣、竹内孝曜：第11回日本LCA学会研究発表会（2016）
「家庭科授業としてのLCT教材開発と評価—『タオルの洗濯』と『カレーづくり』の教材化—」

8. 引用文献

特に記載すべき事項はない。

Development of LCA Database and Education Materials about Daily Behaviors aiming for Common Platform Provision

Principal Investigator: Keisuke HANAKI

Institution: The University of Tokyo
7-3-1 Hongo, Bunkyo-ku, Tokyo 113-8656, JAPAN
Tel: +81-3-5841-6236 / Fax: +81-3-5841-6252
E-mail: hanaki@env.t.u-tokyo.ac.jp

Cooperated by: National Institute of Advanced Industrial Science and Technology, Kagawa University, The Society of Non-Traditional Technology

[Abstract]

Key Words: Life cycle thinking (LCT), Environmental education, Pro-environmental behaviors, Life cycle assessment (LCA), Inventory data, Greenhouse gas (GHG), Home economic education, Textbook, Application, Game

A questionnaire survey was conducted for 72,738 people in Japan to examine recognition of the pro-environment behaviors. A factor analysis of the results revealed that there were five factor groups. Based on the factor scores, people were categorized into five types. These are 1) moderate people having rather low environmental consciousness, 2) moderate people having rather high environmental consciousness, 3) people having concern about the environment but no intention of paying effort, 4) people with low concern of the environment, and 5) people with high concern of the environment. There was no difference among prefectures.

A smart phone game was developed to educate people about the concept of life cycle thinking. Beef production in Australia and Japan was used as the game topic. This game was intended to attract young people to learn about the life cycle thinking. Life cycle carbon dioxide emission from feeding and transportation were compared in the game. Collaboration with a company at school education on life cycle thinking was attempted.

LCA database was developed for evaluating the housework. Major types of housework were selected, and the detailed actions for each of the work were identified. By using this database, life cycle carbon dioxide emission from major housework and its option were evaluated. The database consists of analysis of detailed action of housework and application of the existing database for major industrial products, IDEA, to show LCA of each of the housework. This database was used in the education and game development within this project.

Education material of life cycle thinking was developed for junior and senior high school and high school. Use of towel and cooking of curry and rice were taken as educational case studies. Manufacturing and washing of towel, and production of meat and vegetables of curry and rice are major emission sources of carbon dioxide. These case studies were taught in schools with a follow up survey of the students to know the effectiveness of education.

Analysis of Textbooks of home economics revealed that the current environmental and LCA education is limited. Teaching experiences of LCA education were collected from schools. The education for sustainable development covering environment, safety, human right and multi-cultural symbiosis was shown to be important. Education guideline on life cycle thinking was newly developed for such purpose. This guideline was adopted in a sub-text for the teachers.