

低炭素社会実現におけるCO₂排出量可視化に関する研究
—調理における環境教育の教材開発—

平成27年3月博士（学術）授与論文
博乙第28号
共立女子大学大学院
家政学研究科

小池 恵

目 次

	頁
第 1 章 序論	1
1-1 研究の背景	1
1-1-1 地球温暖化と温暖化防止政策	1
1-1-2 家庭部門における CO ₂ 排出量の可視化 —調理時の CO ₂ 排出量の可視化—	3
1-1-3 環境教育における食教育の位置付け	3
1-2 研究目的	5
1-3 本論文の構成	6
第 2 章 家庭調理時における CO ₂ 排出量の可視化	7
2-1 緒言	7
2-2 方法	7
2-2-1 様々な種類の鍋における火加減の違いによる CO ₂ 排出量の可視化	7
2-2-2 湯沸し法の違いによる CO ₂ 排出量の可視化	8
2-2-3 二酸化炭素排出量算出方法	9
2-3 結果	9
2-3-1 様々な種類の鍋における火加減の違いによる CO ₂ 排出量の可視化	9
2-3-2 湯沸し法の違いによる CO ₂ 排出量の可視化	11
2-4 考察	12
第 3 章 調理実習における環境教育の教材開発とその有用性	15
3-1 緒言	15
3-2 方法	15

3-2-1 教育教材開発のための LCA 領域における	
基礎データの資料収集および実測……………	15
(1) 生産による CO ₂ 排出量データの収集およびシート 1 の作成……………	16
(2) 輸送による CO ₂ 排出量データの収集およびシート 2 の作成……………	18
(3) 調理による CO ₂ 排出量データの実測およびシート 3 の作成……………	21
(4) 廃棄による CO ₂ 排出量データの収集およびシート 4 の作成……………	23
(5) 献立作成時の CO ₂ 排出量の合計およびシート 5 の作成……………	24
3-2-2 食の環境教育プログラムの構築……………	26
(1) 授業実施のための学習指導案の作成……………	26
1) 授業構成および対象者の概要……………	26
2) 学習指導案……………	27
(2) 教育効果検証……………	29
3-3 結果……………	30
3-4 考察……………	34
3-4-1 教材の有効性……………	34
3-4-2 教材評価……………	36
3-4-3 今後の発展……………	36
第 4 章 総括……………	38
今後の発展……………	40
引用文献……………	42
掲載論文……………	46
謝辞……………	47

第1章 序論

1-1 研究の背景

1-1-1 温暖化防止と CO₂ 排出量可視化の必要性

近年、深刻化する地球温暖化問題について国際的な視点から様々な対策が行われている。気候変動に関する対策は、1992年の気候変動枠組条約から始まり、主に「気候系に対して危険な人為的干渉を及ぼすこととならない水準において大気中の温室効果ガスの濃度を安定化させる」ことを目的とした。地球温暖化の原因である温室効果ガス削減について、具体的な指標が設定されたのは、1997年の京都議定書採択からである。京都議定書では、先進国全体で2008年～2012年における5年間で二酸化炭素（CO₂）を中心とし、温室効果ガス6種の排出量を1990年比の5%削減を目標にした。日本は、6%削減を公約し、国を挙げた政策として「チームマイナス6%」プロジェクトを立ち上げ、CO₂排出量削減のための6つのアクションを提案した。その後、2009年には、コペンハーゲン合意にて、新たに2020年に向けた温室効果ガス削減値を定め、日本は1990年比で25%の削減目標を設定した。しかし、2011年3月11日の東北大震災により火力発電所の稼働が拡大化したことで、さらなる二酸化炭素排出量の増加が予想される^{1)～3)}。2014年度版日本の温室効果ガス排出量データ（1990～2012年度）確定値より、部門別のCO₂排出量の推移をみると、2012年度では1990年と比較し、産業部門で13.4%減、運輸部門で4.1%増、業務その他部門で65.8%増、家庭部門で59.7%増、エネルギー転換部門で29.4%増、工業プロセス部門で30.7%減であった⁴⁾。

このように進行する地球温暖化に対して、CO₂排出量の少ない社会「低炭素社会」の実現のために政府だけでなく、企業や地方自治体等の各機関で様々な対策が行われている。環境省では、2014年3月より、低炭素社会を作るために地域、団体、企業でどのような取り組みを行えばよいか、また行っているかを皆で共有し、広めていくための「Fun to Share」と呼ばれるプロジェクトを提案し、COOLBIZ、WALM BIZ、グリーンカーテンプロジェクト等さまざまな政策を呼びかけている⁵⁾。またCO₂排出量の出所を部門別に分けると、産業部門、運輸部門、

業務その他部門、家庭部門、エネルギー転換部門および工業プロセス部門があり、各部門において様々な対策が取り組まれている。西岡の著書によると、例えば産業部門では、高効率ボイラやエコセメントの使用、運輸部門では、ハイブリッドエンジン自動車、バイオアルコール自動車や天然ガス自動車等の技術が開発され、地球温暖化防止対策として活用されている⁶⁾。家庭部門における対策は、先に述べた COOLBIZ、WALM BIZ 等のほか、うちエコ診断制度を設け、ライフスタイルの変容、省エネルギー製品等の導入、再生エネルギーの導入などを中心に各家庭に合わせた最適なエコ活動の診断を推進している⁷⁾。しかし、あらゆる取り組みが推進され、家庭からの CO₂ 排出量の削減が望まれるが、近年の家庭部門における CO₂ 排出量の推移をみると年々増加しているのが現状である⁴⁾。

家庭部門における CO₂ 排出量削減対策は、国民一人ひとりが日々の生活の中で意識的に行動を起こすことで、低炭素社会実現に大きく関与すると考えられ、CO₂ 排出量を目で見て分かる形（可視化）で伝えることに加え、普段の生活の中で手軽に取り組める行動を提案することが重要である。家庭部門における CO₂ 排出量を用途別に見ると、照明・家電製品等、自動車、キッチン、給湯、冷房、暖房、水道、ゴミからなどがあり⁸⁾、用途別 CO₂ 排出量の内訳では、照明・家電製品等 37.5%、自動車 23.4%、キッチン 4.7%、給湯 13.4%、冷房 2.3%、暖房 13.3%、水道、2.3% ゴミ 3.1% である。用途別の中でも調理時の CO₂ 排出量は、生活の中で毎日行われる作業であり、消費者一人ひとりが調理時の CO₂ 排出量削減について意識的に取り組むことで、削減効果は大きなものになると考えられる。

キッチンからの CO₂ 排出量は、家庭全体から見ると少ない割合ではあるが、調理時の CO₂ 排出量可視化の必要性として、以下のことが挙げられる。ここでの CO₂ 排出量の可視化とは、目に見えない CO₂ 排出量を数値化して見えるようにすることである。まず 1 つ目に「現状の認識」ができる点である。現状の認識は、CO₂ 排出量を可視化することで、日常生活を送る上でどれほどの CO₂ が排出されているか認識できる。現状の認識には、調理時の基本操作から献立作成における CO₂ 排出量の可視化が必要となる。2 つ目に、「意識的生活」を送るために必要であるとする。意識的生活は、国民一人ひとりが毎日の生活の中で意識的にエコ活動に取り組むことである。意識的生活を送るには、現状の認識に加え、CO₂ 排出量の削減効果を可視化し、提案する必要があると考える。最後に「将来予測および

生活者の育成」のために必要であると考え。将来予測および生活者の育成は、低炭素社会実現に向けた取り組みの重要性や超理事の CO₂ 排出量可視化の必要性を国民一人ひとりが理解し、行動を起こし、それを伝えられるようになることである。そのためには、政府からの呼びかけに加え、企業や学校などの現場における環境教育を実施することが必要であると考え。以上の 3 つの点を踏まえ、調理時の CO₂ 排出量の可視化が低炭素社会実現へ繋がると考える。

1-1-2 家庭部門における CO₂ 排出量の可視化—調理時の CO₂ 排出量の可視化—

家庭調理における CO₂ 排出量の出所は、食材の生産・輸送・調理・廃棄の 4 工程に分けられ、それぞれの工程において CO₂ 排出量の可視化や削減法が提案されている。これまで報告された研究には、一般家庭の食卓に並ぶ頻度の高い献立をモデルメニューとし、モデルメニュー作成時の食材の生産、輸送、調理、廃棄時に排出される CO₂ 排出量の把握⁹⁾ 10)、モデルメニュー作成時のガス消費量、電気使用量、使用水量、生ゴミ量から環境負荷を考察した研究¹¹⁾ や献立作成時の調理操作の違いが CO₂ 排出量削減に効果的であるかを検討した研究¹²⁾ 等がある。また家庭調理の調理工程の中で 1 つの操作に焦点を当てた研究として、調理時の排水について排水汚濁度の測定をし、エコ・クッキングが排水汚濁度の負荷削減に關与することを示す研究¹³⁾、炊飯に頂点をあて、環境にやさしい炊飯方法および飯の保存方法の提案をした研究¹⁴⁾、中華鍋を使用した加熱法の環境への影響を評価した研究、野菜下処理の工程で、廃棄率を削減できる調理法の提案をした研究¹⁵⁾ 16) 等がある。さらに、家庭調理の中で CO₂ 排出量削減を考えたとき、食物本来の価値であるおいしさや栄養価等を損なうことなく調理できているかを検証した研究¹⁷⁾ 等、様々な視点から環境問題を考慮した研究が報告されている。しかし、家庭調理における基本的な調理操作について、調理時の CO₂ 排出量の可視化に関する基礎データとなる研究は少ない。

1-1-3 環境教育における食教育の位置付け

私たちが、持続可能な社会で生きるためには、地球環境について学ぶ必要があ

り、また豊かで持続可能な食生活を送るためにも、地球環境との関係性を知ることが重要である。2012年に「環境の保全のための意欲の増進及び環境教育の推進に関する法律の一部を改正する法律」が施行され、温室効果ガス排出量の削減を目指した「低炭素社会作り」のための環境教育の推進が図られている。ここでの環境教育とは、以前の公害教育としての環境教育から発展し、「持続可能な社会の構築を目指して、家庭、学校、職場、地域その他のあらゆる場において、環境と社会、経済及び文化とのつながりその他環境の保全についての理解を深めるために行われる環境の保全に関する教育及び学習をいう」と記載されている¹⁸⁾。環境教育は、企業や地方自治体等様々な機関で積極的に取り組まれ、また、学校教育の現場では、新学習指導要領の導入により各科目において環境教育に関する内容が追加された¹⁹⁾。また、高等学校学習指導要領解説(2010)では、「消費者教育と環境教育を推進するために、消費者としての適切な意思決定に基づいて責任をもって行動できる力を育成することや、生活と経済にかかわる内容、持続可能な社会の構築を目指したライフスタイルを確立するために必要な内容の充実を図った。特に「家庭総合」では、衣食住生活と環境とのかかわりを科学的に理解させ、消費の在り方及び資源や環境に配慮したライフスタイルを確立するために必要な内容の充実を図った²⁰⁾と家庭科教育における地球環境保全に関する指導の必要性が加えられた。

2005年には食育基本法が制定され、2009年の改正を経て、21世紀におけるわが国の発展のためには、子どもが健全な心と体を培うことが重要とし、子どもたちの豊かな人間性の確立のためには「食」が重要であると提言した。国民一人ひとりが「食」を取り巻く環境、安全性の問題、地域の活性化、食文化の継承、国際交流等、食に関するさまざまな情報に関心を持ち、適切な知識を身につけることで、心身の健康を保つことができるとし、これを国民運動として推進していくため学校や地域を中心に活動を広めている²¹⁾。

低炭素社会実現のためには、食の環境教育として、食育の概念を取り入れた教育が必要であり、環境教育を食分野で実現することにより、国民が毎日の生活の中で意識的に取り組むことができ、その効果が得られやすいのではないかと考えられる。このように食と環境の関係性を理解することは、国民一人ひとりの食生活を豊かで持続可能なものにする一つのきっかけとなるため、地球温暖化が深刻

化する現在、食の環境教育の必然性を検討することが求められるのではないかと考えられる。現在、食の環境教育について津田らの持続可能な食生活を目指した食教育プログラムの開発²²⁾、井本、妹尾らの「消費生活と環境」についての授業開発^{23)~25)}および長尾、三神らのエコ・クッキングにおける教育効果²⁶⁾²⁷⁾等の報告があるが、未だ食の環境教育に関する教育教材が少ない。また、対象者が食材の購入、調理を行い、さらに献立作成時のCO₂排出量を自ら可視化できる教材は少ないのが現状である。

1-2 研究目的

本研究は、調理時のCO₂排出量の可視化から低炭素社会実現を試みるために、まず調理時の基本操作におけるCO₂排出量の可視化を行い、可視化の結果よりCO₂排出量の少ない調理法を導き出した。さらに可視化したデータを用い、家庭科教育における環境教育の教育教材を開発し、その有用性の検討をした。調理時のCO₂排出量の可視化および環境教育の実施を通し、調理分野からの低炭素社会実現に向けた提案を目的とした。

第2章では、家庭調理における調理時のCO₂排出量可視化のための基礎データとして、様々な種類の鍋における火加減の違いによるCO₂排出量の可視化を目的とした。次に、調理の基本操作として湯沸かし時のCO₂排出量の可視化を試みた。家庭調理では、ガスコンロおよびIHクッキングヒータによる湯沸かしを行い、火加減の違いによるCO₂排出量の可視化および家庭内で湯沸かしに使用されたと考えられた湯沸かしポット、電子レンジ、電気ケトルでの湯沸かし時のCO₂排出量の可視化を目的とした。家庭調理における調理時のCO₂排出量を可視化し、第3章の基礎データとした。

第3章では、家庭科教育における環境教育の教育教材を開発および授業実施のための学習指導案の作成を行った。食の環境教育の教育教材には、献立作成時の生産、輸送、調理、廃棄時すべてにおけるCO₂排出量の可視化の可能な教材や対象者が自ら作成した献立を自ら環境評価できるツールが少ない。そこで本研究では、献立作成時の生産、輸送、調理、廃棄時のCO₂排出量を献立作成者自らが評価できるソフトを開発し、その有用性を検討することを目的とした。

1-3 本論文の構成

第 1 章では、本研究の背景となる地球温暖化問題、また温暖化問題に関与する温室効果ガス削減における国際的政策について述べた。さらに、我が国における CO₂ 排出量削減に対する運動や既存研究について、その必要性を示した。

第 2 章では、第 3 章で使用するための調理時の CO₂ 排出量について、家庭調理で使用する頻度の高い 12 種類の鍋について、火加減の違いによる CO₂ 排出量を求めた。次いで、家庭調理の基本操作である湯沸かしについて、やかんおよび調理機器による湯沸かしを行い、CO₂ 排出量の少ない湯沸かし方法を検討した。

第 3 章では、食の環境教育教材において未だ報告の少ない、自ら作成した献立について、食材の生産、輸送、調理、廃棄時の CO₂ 排出量を自ら可視化する教材の開発を行った。対象は、高等学校および短期大学とし、開発した教材を使用した授業を実施し、教材の有用性を検証した。教育教材開発では、第 2 章家庭調理における CO₂ 排出量より、6 種類の鍋の火加減の違いによる CO₂ 排出量を基礎データとして使用した。また、環境教育講義には、第 2 章の湯沸かし時の CO₂ 排出量の可視化によるデータを用い学習指導案の作成を行った。

第 4 章では、本研究の研究成果より、低炭素社会を実現するために、調理分野で取り組むことのできる CO₂ 排出量削減対策について提案をし、本研究を総括した。

第2章 家庭調理におけるCO₂排出量の可視化

2-1 緒言

現在、低炭素社会実現に向け、CO₂排出量削減に関する対策が国際的に行われ、日本では政府や地方自治体を中心にCO₂排出量削減対策を呼びかけている。その中でも、私たちが日常生活を送る上で排出される家庭部門でのCO₂排出量削減対策は、低炭素社会実現に大きく関与し、家庭部門におけるCO₂排出量の可視化が重要であると考えられる。

私たちに身近な家庭生活の中で、キッチンにおける調理時のCO₂排出量の可視化や削減行動について、いくつかの報告がある^{9)~16)}。しかし、調理中に使用する鍋類について、素材の違いや種類の違いに応じた火加減によるCO₂排出量を測定した、基礎データになるものが少ない。本研究では、家庭調理におけるCO₂排出量可視化として、まず様々な種類の鍋における火加減の違いによるCO₂排出量について可視化を試みた。次に基本的な調理操作である湯沸し方法の違いによるCO₂排出量の可視化を行なった。様々な種類の鍋を使用した調理時のCO₂排出量の可視化を可能とすることは、家庭での献立作成時のCO₂排出量の可視化および削減をする上での一指標を確立することが可能となる。また、湯沸し方法の違いによるCO₂排出量の可視化では、様々な湯沸かし方法について、数値として比較ができ、環境に配慮した効率の良い湯沸かし方法の提案が可能となる。

本研究で得られたデータは、第3章調理実習における環境教育の教材開発とその有用性において、教材開発の基礎データとして扱うこととした。

2-2 方法

2-2-1 様々な種類の鍋における火加減の違いによるCO₂排出量の可視化

家庭調理用の鍋類について、ガスコンロ使用時の火加減の違いによるCO₂排出量の比較を行った。使用した鍋は、14.5cm片手鍋、16cm文化鍋、18cmソテーパン、21cmソースパン、21cm行平鍋、22cm両手鍋、22cm文化鍋、24cm行

平鍋、薄手鍋、揚げ鍋、フライパン、寸胴の 12 種類とした。火加減は、コンロ機能の強火、それぞれの鍋底いっぱいの火加減（鍋底）、鍋に対する中火（中火）およびコンロ機能の弱火の 4 種類とした。各鍋に適量の水を入れ、それぞれ 4 種類の火加減で 3 分間加熱し、加熱時のガス消費量から CO₂ 排出量を求め、1 秒当たりに換算した。実験は、それぞれの条件で 3 回ずつ行い、平均値を求めた。

2-2-2 湯沸し法の違いによる CO₂ 排出量の可視化

様々な湯沸し方法について、調理の基本操作である湯沸し時の CO₂ 排出量を比較した。湯沸しの条件は、やかんを使用し、ガスコンロおよび IH クッキングヒータを熱源として、温度計を用い、水温 17℃、350ml の水を 98℃まで沸かすこととした。

ガスコンロによる湯沸かしでは、火加減をコンロ機能の強火、鍋底いっぱいの火力（鍋底）、鍋底に対する中火（中火）の 3 つの火加減とし、沸騰までのガス消費量を測定した。またガス使用時のやかんの鍋底の水滴の有無による CO₂ 排出量の比較もした。

IH クッキングヒータによる湯沸かしでは、コンロ機能の強火（2000W）、コンロ機能 800W（800W）、コンロ機能 600W（600W）とし、それぞれの火力における沸騰までの電気使用量の測定を行い、ガス使用時と同様に鍋底の水滴の有無による CO₂ 排出量の比較も行った。

ガスコンロおよび IH クッキングヒータを使用し、それぞれの湯沸かし条件で湯沸かし実験を行い、湯沸し時のガス消費量および電気使用量の測定をし、測定値より CO₂ 排出量を求めた。湯沸かし時には、所要時間の測定も行った。実験は、3 回ずつ行い、平均値を求めた。

また、家庭で湯沸しに使用される調理機器である湯沸しポット（1000W）、電子レンジ（600W）、電気ケトル（1250W）による湯沸しを行った。電子レンジは、耐熱性ガラスポットを用い、湯沸かしを行った。やかんでの湯沸し同様の条件で水温 17℃、350ml の水を 98℃まで加熱し、湯沸し時の電気使用量を測定した。湯沸しはそれぞれの機器で 3 回ずつ行い、湯沸し時の所要時間の計測をし、平均値を示した。

2-2-3 二酸化炭素排出量算出方法

ガス調理時の CO₂ 排出量算出方法は、ガスコンロを「シナガワ乾式ガスメータ DC-2 型」に接続し、加熱開始および加熱終了時のガスメータの数値を読み取り、その差より消費量を求め、以下式に当てはめ算出した。

電気調理時の CO₂ 排出量算出方法は、調理機器を「日置 Digital Power Hi Tester」に接続し、調理機器使用時の電力使用量をメータより読み取り、以下式に当てはめ算出した。

(1) ガス調理時

$$\text{CO}_2 \text{ 排出量 (kg-CO}_2\text{)} = \text{ガス消費量 (m}^3\text{)} \times 2.15^* \text{ (kg-CO}_2\text{/m}^3\text{)}$$

* 環境省温室効果ガス排出量に関する検討結果（平成 14 年 8 月）より

(2) 電気調理時

$$\text{CO}_2 \text{ 排出量 (kg-CO}_2\text{)} = \text{電気使用量 (kWh)} \times 0.38^*$$

* 環境省『環境家計簿－暮らしの CO₂ チェック』（平成 14 年 8 月）より

2-3 結果

2-3-1 様々な種類の鍋における火加減の違いによる CO₂ 排出量の可視化

家庭用 12 種類の鍋について、様々な火加減で加熱した際の 1 秒あたりの CO₂ 排出量を表 1 に示した。強火および弱火は、コンロ機能の最大火力、最小火力を使用したため鍋の種類にかかわらず、同様の結果となり、強火では 0.22g-CO₂/sec.、弱火では 0.05g-CO₂/sec. であった。鍋底の火加減は、鍋底の直径に対する火加減であるため、鍋底直径の長さが長い鍋ほどガス消費量が多い結果となった。調理をする際、強火での加熱は、鍋底の直径からはみ出した炎がロスとなる。そこで、強火ではなく鍋底いっぱいの火加減を強火として選択することにより、36～59%の CO₂ 排出量が削減できることが分かった。

表1. 様々な種類の鍋における火加減の違いによるCO₂排出量 (g - CO₂/sec.)

		鍋の種類										
火加減	14.5cm 片手鍋	16cm 文化鍋	18cm ソースパ ン	21cm ソテーパ ン	21cm 行平鍋	24cm 行平鍋	薄手鍋	22cm 両手鍋	22cm 文化鍋	揚げ鍋	フライパ ン	寸胴
強火	0.22											
鍋底	0.09	0.09	0.14	0.16	0.13	0.15	0.14	0.15	0.14	0.11	0.15	0.18
中火	0.05	0.07	0.08	0.09	0.08	0.08	0.07	0.07	0.06	0.07	0.06	0.11
弱火	0.05											

2-3-2 湯沸し法の違いによる CO₂ 排出量の可視化

やかんを使用したガスコンロでの湯沸かしの結果を表 2 に示した。鍋底の水滴有りの場合、中火による加熱時の CO₂ 排出量は、強火に対し-28%、鍋底に対し-12%削減できた。また鍋底の水滴無しの場合では、中火による加熱は、強火に対し-29%、鍋底に対し-13%の CO₂ 排出量が削減できた。ガスコンロでの湯沸かしでは、鍋底の水滴無し・中火での加熱が加熱時間はかかるが、最も CO₂ 排出量が少ない湯沸かし方法であることが分かった。

表 2. 火加減の違いおよび蓋の有無による CO₂ 排出量 (ガスコンロ)

水滴の有無	有			無			
	火加減	強火	鍋底	中火	強火	鍋底	中火
CO ₂ 排出量(g-CO ₂)		25.66	21.21	18.57	24.7	23.87	17.48
加熱時間(分、秒)		1分 52秒	2分 38秒	3分 26秒	1分 46秒	2分 19秒	3分 28秒

IH クッキングヒータを使用したやかんでの湯沸かしの結果を表 3 に示した。鍋底の水滴有りの場合、強火の CO₂ 排出量は、800W に対し-5%、600W に対し-12%削減できた。また鍋底の水滴無しでは、800W に対し-2%、600W に対し-10%の CO₂ 排出量を削減することができた。IH クッキングヒータでの湯沸かしでは、水滴無し・強火での加熱が加熱時間も短く、最も CO₂ 排出量の少ない湯沸かし方法であることが分かった。

表 3. 火加減の違いおよび蓋の有無による CO₂ 排出量(IH クッキングヒータ)

水滴の有無	有			無			
	火加減	強火	800W	600W	強火	800W	600W
CO ₂ 排出量(g-CO ₂)		20.39	21.43	23.53	18.96	19.15	21.11
加熱時間(分、秒)		2分 24秒	3分 54秒	5分 56秒	2分 15秒	3分 41秒	5分 13秒

家庭内で湯沸かしに使用されると考えられた湯沸しポット (1000W)、電子レンジ (600W)、電気ケトル (1250W) について湯沸かし時の CO₂ 排出量および所要時間を比較した結果を表 4 に示した。電子レンジによる湯沸かしは、他の湯沸かしと比較し CO₂ 排出量が多い結果となった。また、沸騰までの所要時間も長く、湯沸かしには不適であると考えられた。電気ケトルでの湯沸かしは、少ない CO₂ 排出量で更に加熱時間も短時間で湯沸かしできることが分かった。

表 4.加熱機器の違いによる湯沸かし時の CO₂ 排出量

	電気ケトル (1250w)	湯沸しポット (1000w)	電子レンジ (600W)
CO ₂ 排出量(g-CO ₂)	19.43	23.28	27.72
加熱時間(分、秒)	2 分 38 秒	4 分 06 秒	4 分 23 秒

以上の結果より、350ml での湯沸かしでは、ガスコンロでは水滴無し・中火、IH クッキングヒータでは水滴無し・強火および電気ケトルによる湯沸かしが最も環境負荷の少ない湯沸かし方法であることが明らかとなった。

2-4 考察

様々な種類の鍋における火加減の違いによる CO₂ 排出量の可視化では、CO₂ 排出量可視化の基礎データを得られたことにより、日常調理において、調理時間(秒)に使用した鍋の 1 秒あたりの CO₂ 排出量を乗じることで、献立作成時の CO₂ 排出量を可視化することができる。献立作成時の CO₂ 排出量の可視化により、環境に配慮した調理を心掛けるきっかけとなるのではないかと考えられた。本研究で使用した鍋のほか、短時間加熱で調理可能な圧力鍋使用時の可視化も考えられたが、本研究では、第 3 章の教材開発のためのデータの実測を目的としたため、実習時に鍋の中の様子を確認できない圧力鍋の基礎データは除いた。しかし、圧力鍋での時短調理は、最も環境負荷の少ない調理法と考えられるため、今後数値化し、

活用していくべきだと考えられた。

調理の基本操作である湯沸かしについて、様々な加熱条件による湯沸かし時の CO₂ 排出量の可視化を行った結果、やかんの鍋底の水滴を拭き取り、ガスコンロでは、加熱時間は長くなるが中火での加熱、IH クッキングヒータでは短時間で強火加熱、調理機器では電気ケトルが最も少ない CO₂ 排出量で湯沸かしできることが分かった。ガスコンロの強火は、全体の中で最も多い CO₂ 排出量であったのに対し、IH クッキングヒータの強火は、最も少ない CO₂ 排出量であった。これは、同じ強火であるが、ガスコンロと IH クッキングヒータの熱効率の違いによるものと考えられた。ガスコンロは、ガスと空気を混合して燃焼させる調理器具で、ガスの炎は 1,500~2,000℃と高温だが、放射率が低いため、放出される放射熱は小さく、熱効率は約 50%以下と言われる。これに対し、IH クッキングヒータは、ガスコンロと異なり調理器自体は発熱せず、鍋などの調理器具を発熱させる電磁誘導加熱であり、発熱体が鍋底そのものであるため熱効率は 85~90%と高い²⁸⁾。このため、同じ鍋底の直径のやかんをガスコンロおよび IH クッキングヒータに置き、加熱した際、加熱時のエネルギーに差が生じると考えられた。

加熱調理機器の違いによる CO₂ 排出量では、本研究で設定した条件での湯沸かしでは、電子レンジでの加熱が最も CO₂ 排出量が多く、所要時間も長い結果となった。電子レンジは、電気ケトルおよび湯沸かしポットと加熱方法が異なり、庫内のマグネトロンから 2.450MHz のマイクロ波が照射され、食品中の水分子が激しく回転運動を起こし、その摩擦熱で加熱される²⁸⁾。このように電気ケトルおよび湯沸かしポットのように外側から直接熱を伝える加熱方法と異なることや消費電力 (W) の違いにより、耐熱性ガラスポットを使用した電子レンジ加熱の場合、湯沸かしに適さなかったと考えられた。電子レンジ加熱に適応した熱吸収率の高い素材の調理器具を使用した湯沸かしでは、異なる結果になるのではないかと示唆された。

家庭調理における CO₂ 排出量の可視化は、これまでにモデルメニューを設定した献立調理時の CO₂ 排出量の可視化やその削減法などの提案^{9)~13)}等があった。本研究を通して、家庭で使用される様々な鍋の加熱時の 1 秒あたりの CO₂ 排出量の数値化できたことにより、家庭調理における献立作成時の CO₂ 排出量の可視化が可能となった。献立作成時の CO₂ 排出量が可視化できることで、消費者が意識

的に家庭の中で CO₂ 排出量削減に取り組むための一指標になったのではないかと考えられた。また、調理時の基本操作である湯沸かしにおける CO₂ 排出量の可視化が実現でき、熱源ごとの最も環境に配慮した湯沸かし方法が明らかとなった。食生活において、湯を使用する場面は多く、例えば茶やコーヒー等飲み物を淹れる時やカップラーメンを作るとき、調理時の下拵えにも使用する。使用する場面に応じ、最も適した湯沸かし法を選択することが、家庭調理時の CO₂ 排出量削減に繋がるのではないかと期待できる。

第3章 調理実習における環境教育の教材開発とその有用性

3-1 緒言

低炭素社会実現のための環境教育の導入について、学校教育における報告には、津田らの持続可能な食生活を目指した食教育プログラムの開発²²⁾、井本、妹尾らの「消費生活と環境」についての授業開発^{23)~25)}および長尾、三神らのエコ・クッキングにおける教育効果²⁶⁾²⁷⁾など様々な手法で行われているが、未だ食の環境教育に関する教育教材が少ないのが現状である。食の環境教育に関する教材では、指導者は献立構成やCO₂排出量の算出等を行い、対象者は予め指導者により定められた献立を調理するという形式が多い。しかし、対象者が食材の購入、調理を行い、さらに献立作成時のCO₂排出量を自ら算出できる教材は少ない。

そこで本研究では、高校生および大学生を対象とした「食の環境教育プログラム」の構築として、第一に教材開発、第二に開発した教材による授業の実施および授業効果の検証を行った。教材開発では、これまでに例の少ない様々な献立作成において幅広く使用することを目的とし、食品の生産から廃棄までのCO₂排出量を簡易的に算出できるソフト(エクセルシート)およびワークシートの作成を行った。次いで、作成した教材を使用した授業を設定するため、カレー調理を題材とした学習指導案の作成をし、環境教育授業実施後の教育効果をCO₂排出量の削減率にて評価し、教材の有効性の検討をした。

3-2 方法

3-2-1 教育教材開発のためのLCA領域における基礎データの資料収集および実測

CO₂排出量の基礎データは、「LCA (Life Cycle Assessment) 領域」における食材の生産、輸送、調理、廃棄の4工程について、工程ごとにCO₂排出量に関する資料の収集し、「調理」工程においては、第2章で述べた実測値を使用した。基礎データを用い、パソコンのエクセル上で献立作成時の食材の下処理前後の重量、

産地、輸送手段、使用した鍋、火加減、調理時間を入力もしくは選択することで、CO₂ 排出量が表示されるようエクセルシートの作成を行った。エクセルシートは全 5 シート作成し、シート 1：生産時の CO₂ 排出量、シート 2：輸送時の CO₂ 排出量、シート 3：調理時の CO₂ 排出量、シート 4：廃棄時の CO₂ 排出量、シート 5：献立作成時の CO₂ 排出量合計値が示されるようにした。

(1) 生産による CO₂ 排出量データの収集およびシート 1 の作成

食材の生産に関わる CO₂ 排出量について、味の素グループ版「食品関連材料 CO₂ 排出係数データベース」（1990・1995・2000・2005 年度版 3EID 対応）²⁹⁾を用い、食材の生産時に排出される CO₂ 排出量(g-CO₂/g(使用量))を調査した。食材生産時の CO₂ 排出量とは、食材を育てる上で必要となる肥料や光熱動力等によるエネルギー由来の CO₂ 排出量を示す。露地栽培で夏に収穫できる食材を年中生産するためには、冬期にはビニールハウスの光熱動力や大量の肥料等、多くのエネルギーを要する。そのため食材生産時の CO₂ 排出量を考える上で、食材の旬を考慮することは重要である。シート 1 では、食材生産時の CO₂ 排出量を表示するため、図 1 の※1 のセルには、資料よりカレー作成に必要な食材の CO₂ 排出係数をインプットさせた。インプットさせた CO₂ 排出係数は、授業実施時の季節を考慮し、旬であるか否かにより、それぞれの CO₂ 排出係数を選択し用いた。生産時の CO₂ 排出量 (g-CO₂) は、※1 のセルに、食材の使用重量 (g) を入力することで、※2 のセルに表示されるように作成した。本研究では、カレー作成に使用した玉ねぎ、人参、じゃがいも、鶏肉の生産時の CO₂ 排出量係数をセルにインプットさせた。

例えば、玉ねぎ 200 g、じゃがいも 150 g、人参 100 g を購入した場合、*1 に重量を入力すると、図 2 のように CO₂ 排出量が表示され、玉ねぎ 27g、じゃがいも 14.55g、人参 24.4g の CO₂ が排出量されたことが分かる。一番下には、使用食材全体の生産時の CO₂ 排出量合計が表示される。

食材名	購入量(g)	CO ₂ 排出量 (g-CO ₂)
玉ねぎ	* 1	* 2
じゃがいも		
人参		
		0.0

*1 に食材の重量を入力すると、*2 に食材生産時の CO₂ 排出量が表示される。

図 1 生産時の CO₂ 排出量 (エクセルシートの例)

食材名	購入量(g)	CO ₂ 排出量 (g-CO ₂)
玉ねぎ	200	27.0
じゃがいも	150	14.6
人参	100	24.4
		66.0

図 2 生産時の CO₂ 排出量 (入力例)

(2) 輸送による CO₂ 排出量データの収集およびシート 2 の作成

食材輸送時の CO₂ 排出量は、食材の産地から授業実施地までの 2 点間の距離 (km) に食材の使用重量および輸送手段の CO₂ 排出量係数を乗じ、求めることができる。資料³⁰⁾~³²⁾を用い、46 都道府県および世界 20 ヶ国から、本研究の授業実施地である東京および静岡までの食材の輸送距離について測定した。食材の輸送手段として鉄道、トラック、船舶、飛行機による輸送時の CO₂ 排出量算出係数を調査した³³⁾。シート 2 において輸送時の CO₂ 排出量を求める場合、使用食材の産地および輸送手段の選択を行い、食材の使用重量 (g) を入力することにより CO₂ 排出量 (g-CO₂) が表示されるように作成した (図 3)。食材の輸送手段として、あらゆる交通手段が考えられるため、本研究で使用する食材については、国内産のものである場合にはトラック輸送を選択し、外国産では東京港までを船舶、国内をトラックとした。

例えば、実施地を静岡とした場合、まず図 4 の輸送手段ごとの CO₂ 排出量係数の中からトラックを選択し、*1 に入力する。次に、*2 に食材の産地から静岡までの距離を図 4 の資料から探し入力する。(例として大阪からの距離を入力した。) 最後に、使用した食材の重量をそれぞれ玉ねぎ 200 g、じゃがいも 150 g、人参 100 g と *3 に重量を入力すると *4 に輸送時の CO₂ 排出量が表示される (図 5)。

食材名	産地	輸送手段	静岡までの距離	使用量 (g)	CO ₂ 排出量 (g-CO ₂)
玉ねぎ		*1	*2	*3	*4
じゃがいも					
人参					
					0.0

*1 に輸送手段、*2 に食材の産地からの距離*3 に食材の重量を入力すると、
*4 に食材生産時の CO₂ 排出量が表示される。

図 3 輸送時の CO₂ 排出量 (エクセルシートの例)

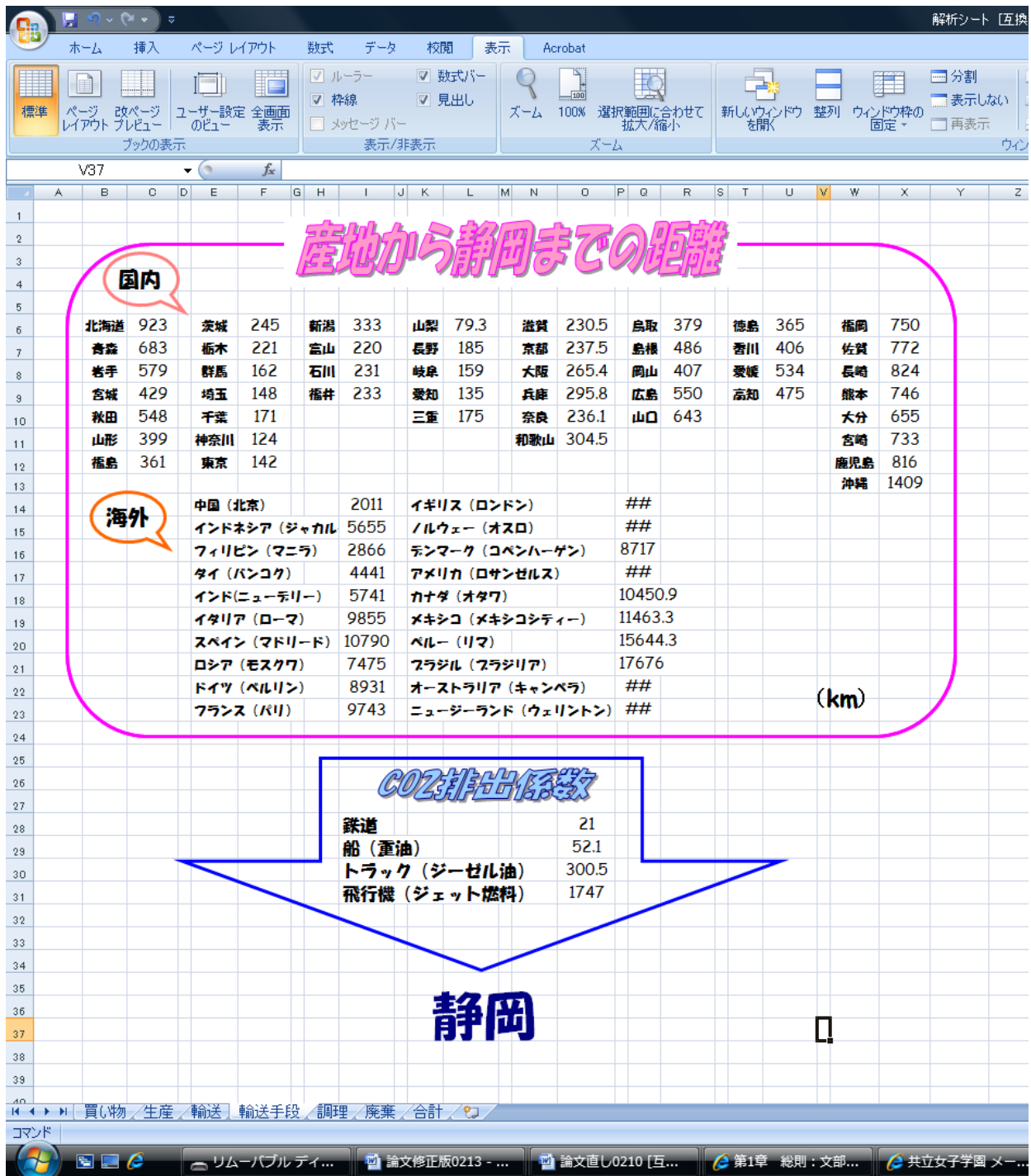


図 4 輸送時の距離および輸送手段 (エクセルシートコピー)

食材名	産地	輸送手段	静岡までの距離	使用量 (g)	CO ₂ 排出量 (g-CO ₂)
玉ねぎ	大阪	300.5	265.4	200	16.0
じゃがいも	大阪	300.5	265.4	150	12.0
人参	大阪	300.5	265.4	100	8.0
					35.9

図 5 輸送時の CO₂ 排出量 (入力例)

(3) 調理による CO₂ 排出量データの実測およびシート 3 の作成

調理による CO₂ 排出量データは、第 2 章において“様々な種類における鍋に対する火加減の違いによる 1 秒あたりの CO₂ 排出量”を求めた結果を用いた。シート作成に使用した鍋は、18cm ソースパン、21cm ソテーパン、寸胴鍋、21cm 行平鍋、24cm 行平鍋、薄手鍋の 6 種類とした。シート 3 は、基礎データの実測で使用した 6 種類の鍋それぞれについて作成し、調理時の CO₂ 排出量を求める場合には、まず使用した鍋のシートを選択し、入力作業を行った。CO₂ 排出量を求める場合、各シートには、予備実験により算出したそれぞれの鍋における火加減 1 秒あたりの CO₂ 排出量をセルにインプットしておき、火加減を 4 段階から選択し、調理時間 (分、秒) を入力することにより CO₂ 排出量 (g-CO₂) が表示されるように作成した (図 6)。

例えば、18cm ソースパンを使用した場合、あらかじめ 18cm ソテーパン 1 秒使用時の火加減ごとの CO₂ 排出量をインプットさせたシートを使用する。調理工程ごとに調理時間および火加減はつまみ番号で入力すると、調理時の CO₂ 排出量が表示される (図 7)。

	調理操作	時間	つまみ番号	CO ₂ 排出量
①		' * 1 ''	* 2	0.0 * 3
		' ''		0.0
②		' ''		0.0
		' ''		0.0
③		' ''		0.0
		' ''		0.0

*1 に調理時間、*2 に火加減のつまみ番号を入力すると、*3 に調理時の CO₂ 排出量が表示される。

図 6 調理時の CO₂ 排出量（エクセルシートの例）

	調理操作	時間	つまみ番号	CO ₂ 排出量
①	火をつける	0 ' 0 '' 0	1	0.1
		' ''		0.0
②	サラダ油を入れる	0 ' 1 '' 15	1	6.6
		' ''		0.0
③	肉を炒める	0 ' 48 '' 36	2	2.2
		' ''		0.0

図 7 調理時の CO₂ 排出量（入力例）

(4) 廃棄による CO₂ 排出量データの収集およびシート 4 の作成

廃棄による CO₂ 排出量データは、食材廃棄時のゴミ処理の際に消費されるエネルギー起因の CO₂ 排出量およびゴミ輸送時の CO₂ 排出量の合計である 0.119kg-CO₂/kg³⁴⁾ を用いた。シート 4 において廃棄時の CO₂ 排出量を求める場合、セルに都市ゴミ処理時の CO₂ 排出係数をインプットしておき、食材の廃棄量 (g) を入力することで廃棄率および CO₂ 排出量 (g-CO₂) が表示されるように作成した (図 8)。本研究では、完食を条件としたため、食材の廃棄量に喫食時の食べ残しは含まないものとした。

例えば、下処理前に 200 g の玉ねぎ、150 g のじゃがいも、100 g の人参を皮をむき、下処理後では、玉ねぎ 180 g、じゃがいも 120 g、人参 90 g になったとする。切る前と切った後の重量を入力すると、廃棄率と CO₂ 排出量が表示される (図 9)。

	切る前	切った後	1 切れ当たり	廃棄率	CO ₂ 排出量
	*1 g	*2 g	g	%	*3
	g	g	g	%	
	g	g	g	%	

*1 に下処理前、*2 に下処理後の食材の重量を入力すると、*3 に廃棄時の CO₂ 排出量が表示される。

図 8 廃棄時の CO₂ 排出量 (エクセルシートの例)

	切る前		切った後		1切れ当たり	廃棄率	CO ₂ 排出量
玉ねぎ	200	g	180	g	g	10 %	2.4
じゃがいも	150	g	120	g	g	20 %	3.6
にんじん	100	g	90	g	g	10 %	1.2
							7.1

図 9 廃棄時の CO₂ 排出量（入力例）

(5) 献立作成時の CO₂ 排出量の合計およびシート 5 の作成

シート 5 では、シート 1 から 4 で得られた献立作成時の生産、輸送、調理、廃棄時の CO₂ 排出量の合計値が表示できるよう、セルに計算式をインプットした。シート 1 から 4 の作業を行うことで、シート 5 に合計値が表示され、さらに CO₂ 排出量がグラフで示されるようにした（図 10）。献立作成時には、図 11 に示したワークシートに必要事項を記入しながら作業を行った。ワークシートは、エクセルシートと同様の体裁で作成し、献立作成後、ワークシートの記入項目をエクセルシートに反映しやすいようにした。

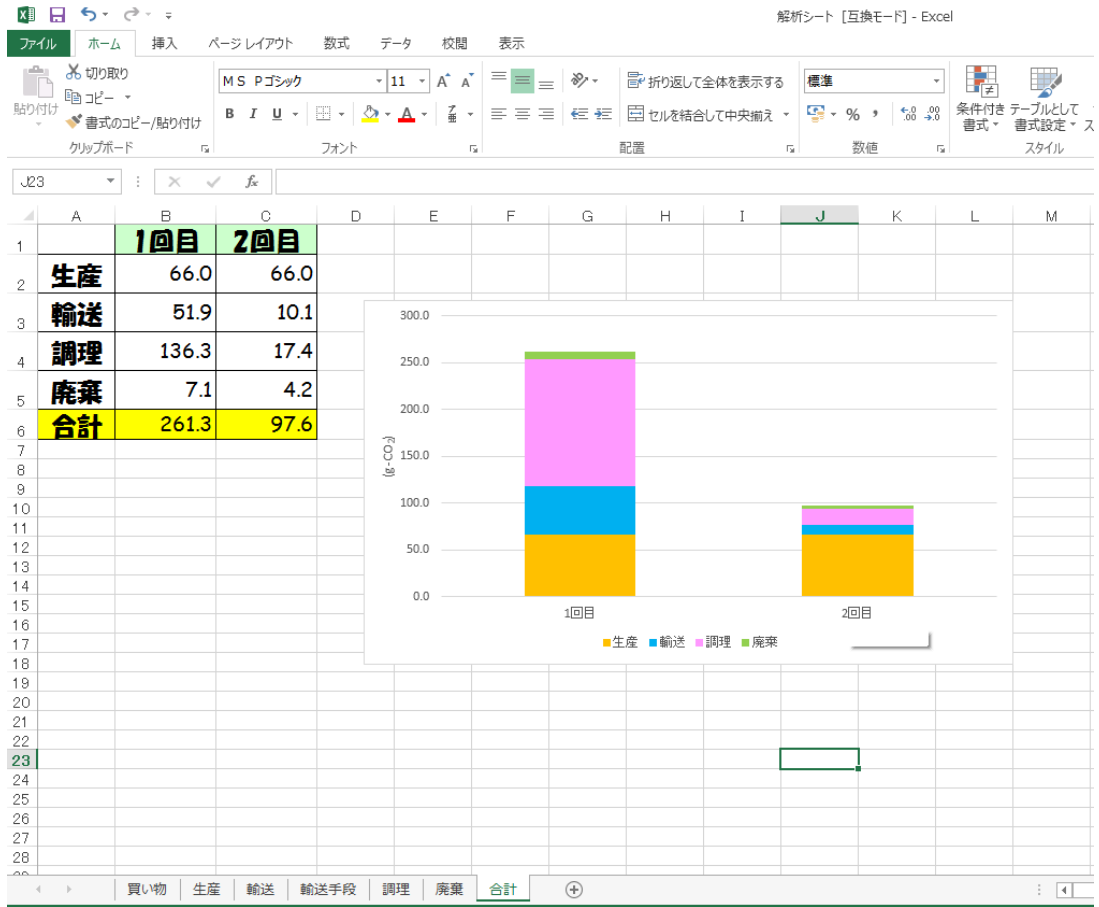


図 10 献立作成時の CO₂ 排出量合計（エクセルシート・合計入力例）

おいしいカレーを作ろう!



班 学籍番号・氏名

☆材料(4人分)

米	320g
水	480ml
ジャワカレー<中辛>	1パック(110g)
鶏もも肉	250g
玉ねぎ	1個
じゃがいも	1個
にんじん	1/2本
サラダ油	大さじ1
水	700ml



☆下準備

①米を洗い、分量の水で炊飯する

②鶏肉を一口大に切る

③野菜を一口大に切る

食材名	切る前	切った後	1切れ当たり
玉ねぎ	g	g	g
じゃがいも	g	g	g
にんじん	g	g	g

④サラダ用の野菜を切る

食材名	切る前	切った後	1切れ当たり
	g	g	g
	g	g	g
	g	g	g
	g	g	g
	g	g	g
	g	g	g

作り方

つまみの位置と加熱時間を記入しながら、調理しましょう。



	調理操作	時間	つまみ番号
①	火をつける	' "	
		' "	
②	サラダ油を入れる	' "	
		' "	
③	肉を炒める	' "	
		' "	
④	野菜を炒める	' "	
		' "	
⑤	水を加える	' "	
		' "	
⑥	材料に竹串がスツと通ったら火を止める	' "	
⑧	ルウを入れる		
⑨	火をつけ、とろみが付くまで10分間煮込む	' "	
		' "	
⑩	火を止める	' "	

図 11 ワークシートの一部

3-2-2 食の環境教育プログラムの構築

授業設定を高等学校家庭科及び大学の調理学実習とし、学習指導案の作成および教育教材の作成をした。さらに作成した学習指導案に基づいた授業を実施し、本研究で作成した教材について有効性の検討を行った。

(1) 授業実施のための学習指導案の作成

1) 授業構成および対象者の概要

授業構成および授業対象者は、表 5 に示した。対象者は、静岡県内高等学校 3

年 28 名および東京都内本学短期大学生 38 名である。調理実習は、1 班 4～5 名編成で行った。授業期間は、平成 22 年～23 年度とし、高等学校では家庭科、短期大学では調理学実習の授業内にて実施した。授業時間は、高等学校では 45 分×3 回の授業構成とし、週に 1 回、3 週に渡り授業を展開し、CO₂ 排出量比較項目は献立作成時の「調理・廃棄」とした。短期大学では 180 分×2 回の授業構成とし、週に 1 回、2 週に渡り授業を展開し、CO₂ 排出量比較項目は献立作成時の「生産・輸送・調理・廃棄・合計」とした。

表 5 授業構成および対象者概要

授業構成			
	授業時間	CO ₂ 排出量比較項目	対象者
高等学校(家庭科)	1 週目：1 回目作成 (45 分間)	調理・廃棄	28 名 (6 班編成)
	2 週目：環境教育講義 (45 分間)		
	3 週目：2 回目作成 (45 分間)		
短期大学 (調理学実習)	1 週目：1 回目作成+環境教育講義 (180 分)	生産・輸送	38 名 (9 班編成)
	2 週目：2 回目作成 (180 分)	調理・廃棄	

2) 学習指導案作成

学習指導案は、一般家庭の食卓の定番であり、基本的な調理操作で作成することのできるカレーライスを題材にし、授業テーマを「おいしいカレーを作ろう!」とした。献立作成は、班ごとに行った。

高等学校では、1 週目にワークシートに食材の重量、使用した鍋、火加減、調理時間を記入させながらカレーを作成した (1 回目作成)。2 週目には、1 週目で記入させた項目についてエクセルシートに入力させ、カレー作成時の CO₂ 排出量の算出を行い、環境に配慮した食生活に関する講義を受けさせた。3 週目は、1 週目と同様の内容でカレー作成をし (2 回目作成)、エクセルシートに入力させ、1 回

目および 2 回目作成時の CO₂ 排出量について比較を行い、自由記述式の感想を書かせた。

短期大学では、1 週目に高等学校と同様にワークシートに必要事項を記入させながらカレーを作成した (1 回目作成)。カレー作成後、本授業の主旨を伝え、エクセルシートを使用しカレー作成時の CO₂ 排出量の算出を行った。その後、算出されたデータを基に環境に配慮した食生活についての講義をした。2 週目には、1 週目と同様の内容でカレー作成を行い (2 回目作成)、エクセルシート上で CO₂ 排出量の算出をさせ、1 回目および 2 回目作成時の CO₂ 排出量の比較をし、自由記述式の感想を書かせた。

短期大学における学習指導案の一部を表 6 に示した。まず、環境教育の内容を伏せてカレー作成をする 1 回目作成を行わせた。その後、環境にやさしい食生活について、食材が生産・輸送・調理・廃棄される上で、地球温暖化の原因である CO₂ がどのように影響するのか、CO₂ 排出量を削減するために、どのような食生活を送ることが理想的であるか等について具体的な例をあげ、授業を展開した。例えば、食材の生産による CO₂ 排出量を削減するためには、旬の野菜を購入することでビニールハウス栽培の野菜よりも光熱費、肥料等による環境負荷がなく、CO₂ 排出量が削減できること等を伝えた。輸送による CO₂ 排出量では、食材使用地からなるべく近隣の食材を購入することで、輸送距離が短くなり、CO₂ 排出量が削減できること等を伝えた。調理による CO₂ 排出量では、第 2 章で実測した湯沸かし方法の違いによる CO₂ 排出量の可視化のデータをもとに、環境にやさしい湯沸かしの方法の提案や鍋底からはみ出る火加減をしないこと、食材の切り方を工夫することや煮込み調理時に蓋を使用することで調理時間の短縮になり、調理時の CO₂ 排出量が削減できること等を伝えた。廃棄による CO₂ 排出量では、食材の下処理時に食品ロスのないよう廃棄部を少なくした処理をすること等を伝えた。環境教育講義後、1 回目作成と同様にカレー作成(2 回目作成)を行った。2 回目作成後、1 回目と 2 回目作成時の CO₂ 排出量および自由記述式の感想文による意識の比較をした。調理時の操作として、蓋使用の有無があるが、蓋使用時の効果について講義では示したが、調理時には指示せず、巡視による確認をした。

表 6.学習指導案の一部

時間	指導内容	学習活動	指導上の留意点	準備・資料
1週目	・カレーライス作成	・ワークシートに記入しながらカレーライスおよびの調理をする。	・火加減、蓋の有無と野菜の切り方等確認をする。 ・ワークシートの記入法に誤りがないよう注意する。	・ワークシート
	・環境にやさしい食生活についての講義	・環境にやさしい食生活について、食材を生産・輸送・調理・廃棄する工程でCO ₂ が排出されていることを学ぶ。	・環境に配慮した調理方法について、理解させる。	・資料：野菜の生産時期の違いによるCO ₂ 排出量の比較 ・資料：産地の違いによるCO ₂ 排出量の比較 ・資料：輸送手段の違いによるCO ₂ 排出量の比較 ・資料：火加減の違いによるCO ₂ 排出量の比較、鍋底水滴の有無によるCO ₂ 排出量の比較 ・資料：実習時の廃棄率について ・資料：食品ロスの実態や削減に向けた活動について
		・食材の旬について（旬産旬消）学ぶ。	・食材の生産エネルギーについて理解させ、旬産旬消について考えさせる。	
		・食材の輸送時のCO ₂ 排出量について（地産地消）学ぶ。	・食材の輸送時のCO ₂ 排出量について（地産地消）学ばせる。	
		・調理時の蓋の有無、火加減の調製、鍋底の水滴の有無がCO ₂ 排出量に及ぼす影響について学ぶ。	・調理時の蓋の有無、火加減の調製、鍋底の水滴の有無がCO ₂ 排出量に及ぼす影響について理解させる。	
		・食品の廃棄率について学ぶ。	・食品の廃棄率および廃棄時のCO ₂ 排出量について理解させる。	
		・食品廃棄時のCO ₂ 排出量および食品ロスについて学ぶ。	・食品廃棄物と食品ロスについて理解させる。	
・カレーライス作成時のCO ₂ 排出量について	・班ごとにカレー作成時のCO ₂ 排出量を求め、比較したグラフを見て感想を述べる。また環境に配慮したカレーライスを作る方法を討論する。	・班ごとカレー作成時のCO ₂ 排出量を求めさせ、班ごとの比較をグラフで示す。 ・環境に配慮した調理方法について、理解させる。	・ワークシート ・エクセルシート	
2週目	・環境に配慮したカレーライス作成	・ワークシートに記入しながらカレーライスおよびの調理をする。・1時間目の授業での改善点を考えながら、カレー作成をする。	・火加減、蓋の有無と野菜の切り方等確認をする。 ・ワークシートの記入法に誤りがないよう注意する。	・ワークシート
	・カレーライス作成時のCO ₂ 排出量について	・班ごとにカレー作成時のCO ₂ 排出量を求める。	・班ごとカレー作成時のCO ₂ 排出量を求めさせ、班ごとの比較をグラフで示す。	
		・班ごとに1時間目と2時間目のCO ₂ 排出量の比較を行い、削減効果が表れたか確認をする。 ・削減率やどのような工夫をしたのか発表する。	・1時間目と2時間目のCO ₂ 排出量の比較を行い、削減のために工夫した点などを発表させる。	

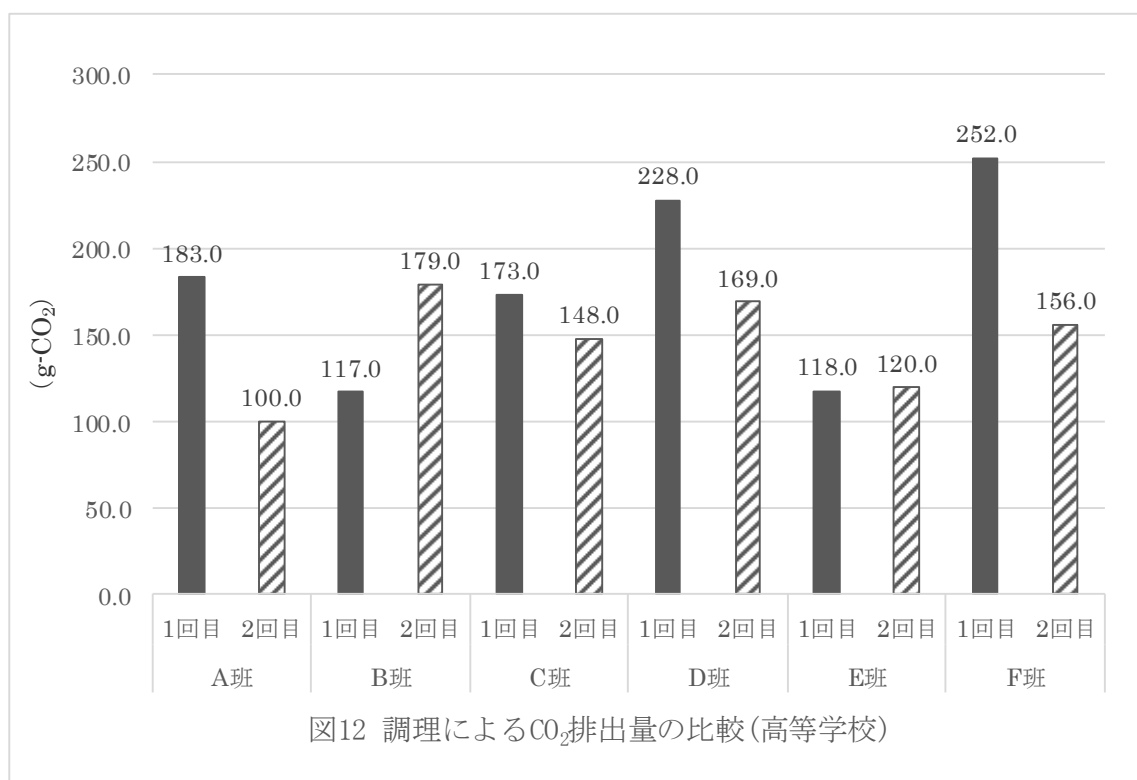
(2) 教育効果検証

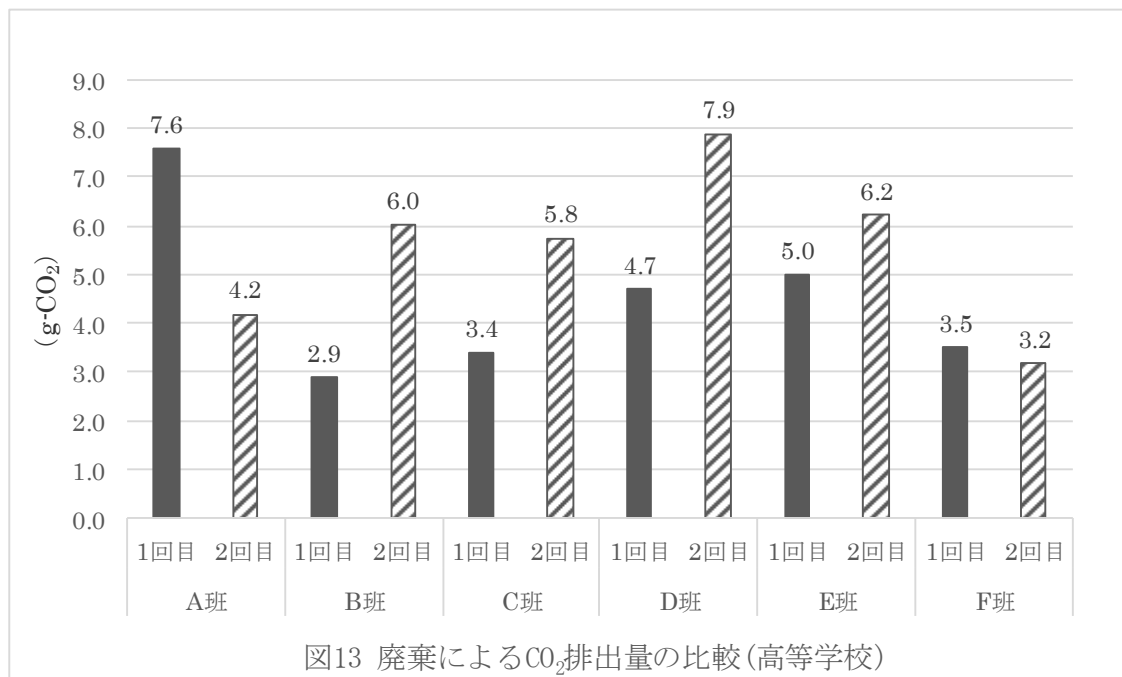
高等学校では、カレーの1回目および2回目作成時の調理および廃棄に関するCO₂排出量を求め、得られた数値を比較し、教育効果検証とした。また自由記述式の感想から、調理時の意識変化を読み取った。短期大学では、カレーの1回目および2回目作成時の生産、輸送、調理、廃棄、合計のCO₂排出量を算出し、得られた値の比較および自由記述式の感想より意識変化を読み取り、教育教材使用時の教育効果の検証とした。1回目および2回目作成時のCO₂排出量の差は、統

計ソフト「PASW Statistics」を用い、平均値の差について対応のあるサンプルの t 検定を行った。

3-3 結果

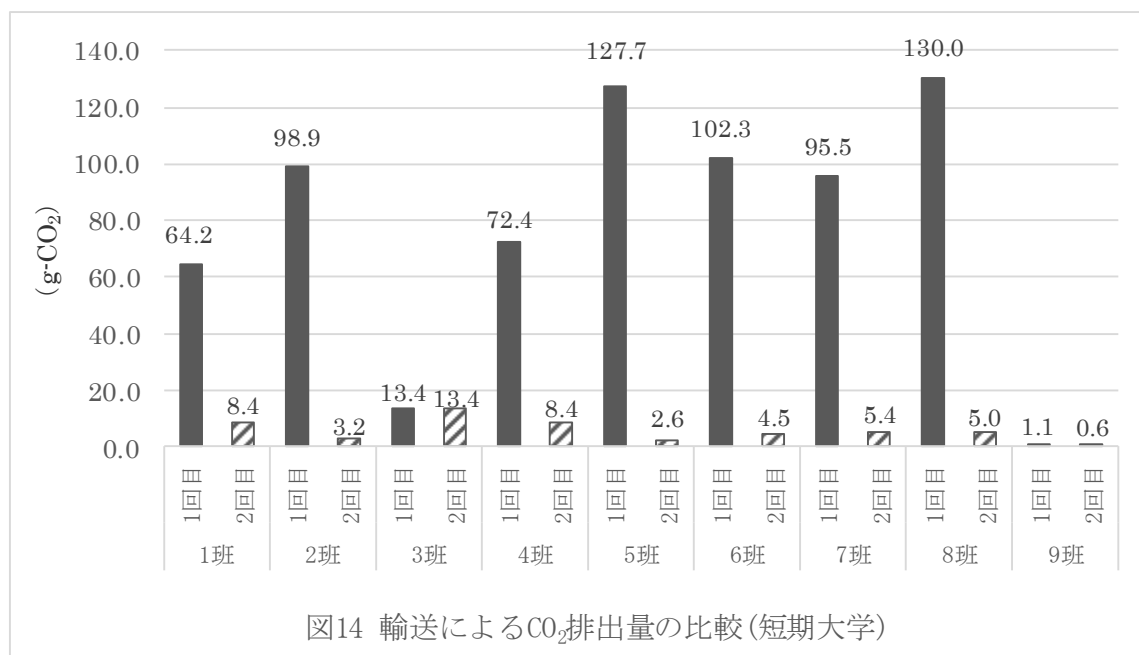
高等学校における調理、廃棄による CO₂ 排出量は、図 12、13 に示した。調理による CO₂ 排出量において、1 回目と比較し 2 回目作成では、6 班中 3 班が減少したが、全班の平均値は、1 回目作成では 178.5g-CO₂、2 回目作成では 145.3g-CO₂ となり、19%の CO₂ 排出量が削減できたが有意差は見られなかった (p=0.228)。廃棄による CO₂ 排出量は、1 回目と比較し 2 回目作成では、6 班中 2 班において減少が見られたが、全班の平均値は、1 回目作成では 4.5g-CO₂、2 回目作成では 5.5g-CO₂ となった。自由記述式の感想では、地球温暖化問題が深刻化していることの重大さの認知、1 人 1 人の普段の小さな削減行動が大切であること、食生活における CO₂ 排出量の重要性等を述べるものが多く見られた。

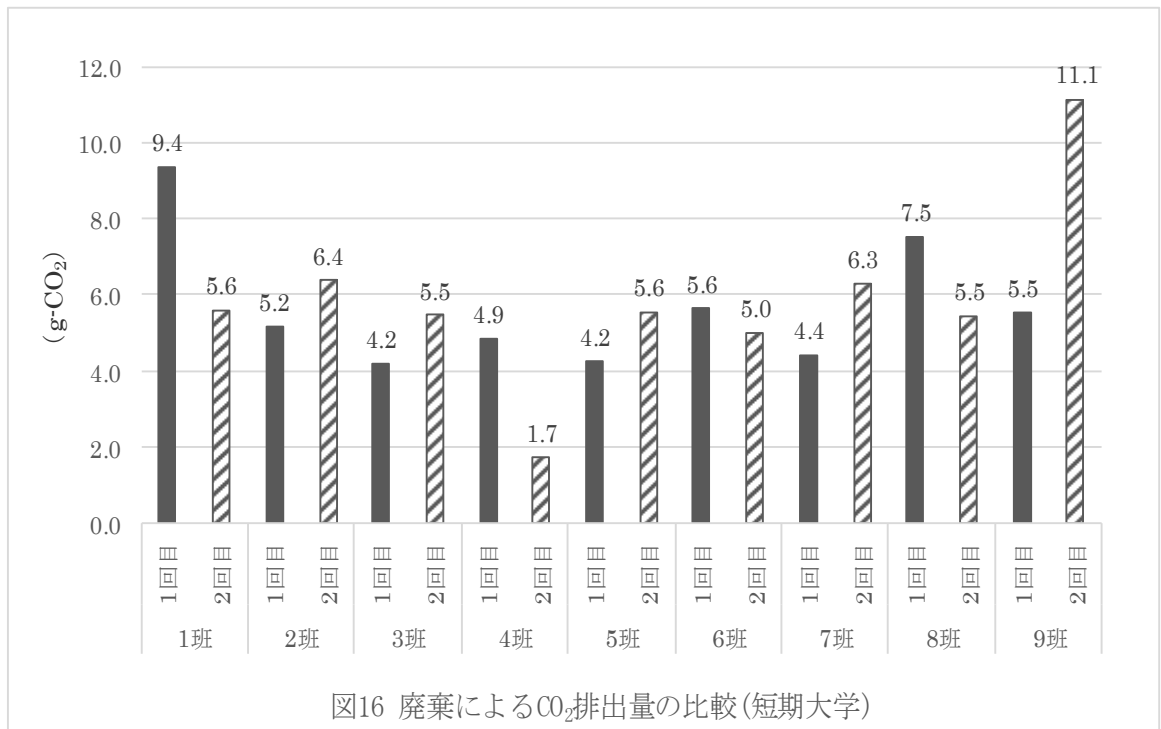
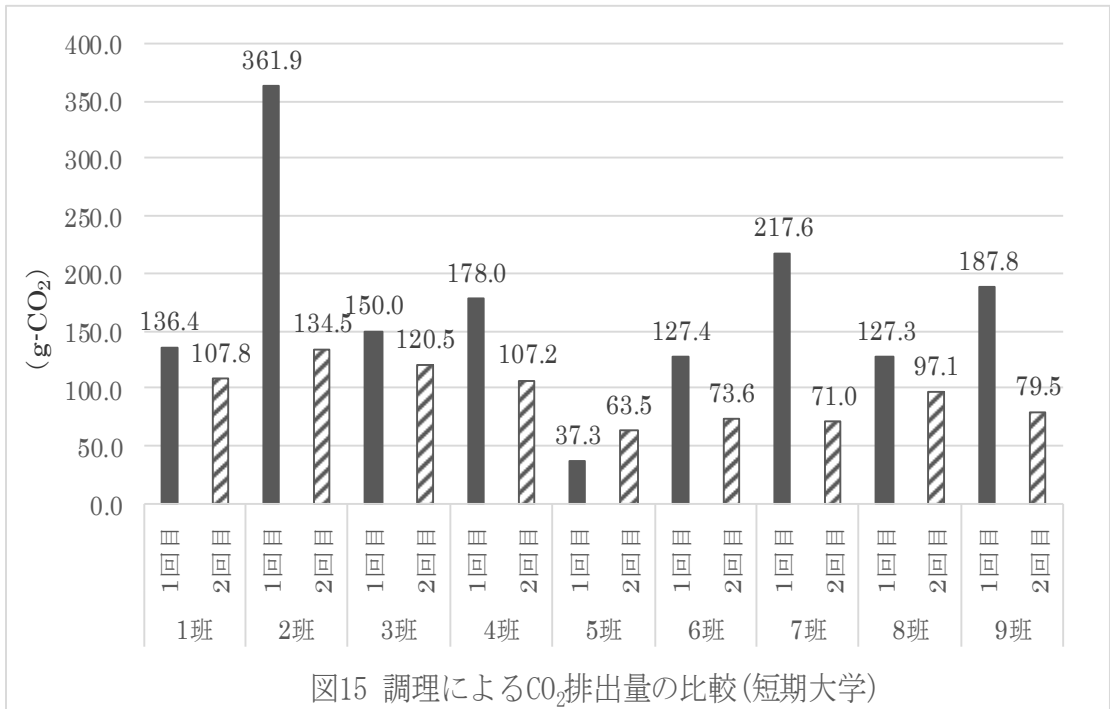




短期大学における献立作成時の CO₂ 排出量を、図 14, 15, 16 に示した。生産による CO₂ 排出量は、1 回目、2 回目ともに同じ食材を同じ時期に使用したため、191.1g-CO₂ と変化はなかった。輸送による CO₂ 排出量(図 7)は、1 回目および 2 回目作成では、9 班中 7 班が減少した。全班の平均は、1 回目作成では 78.4g-CO₂、2 回目作成では 5.7g-CO₂ となり、93%の CO₂ 排出量を削減することができ、有意差が見られた (p=0.002)。これは、環境に関する講義の中で食材購入時に産地を使用地近郊のものを選択することで輸送による CO₂ 排出量が削減できる旨を示したことにより、意識的に購入することができた。調理による CO₂ 排出量(図 8)は、1 回目と比較し 2 回目作成では、9 班中 8 班において減少が見られた。全班の平均は、1 回目作成では 169.3g-CO₂、2 回目作成では 95.0g-CO₂ となり、44%の CO₂ 排出量を削減することができ、有意差が見られた (p=0.019)。これは、調理時の火加減の調整や蓋を使用したことで調理時間の短縮が可能となり、CO₂ 排出量を減少することができた。火加減の調整では、1 回目に強火加熱での調理を行った工程を 2 回目では中火もしくは弱火にすることで、調理時間は長くなるが、CO₂ 排出量を削減することが可能となった。調理時間の短縮では、食材下処理時に火の

通りにくい野菜を小さく切ることにより短時間で食材が軟らかくなり、時間短縮に繋がった。また1回目と比較し2回目作成では、煮込み工程において蓋を使用する班が多く見られ、蓋を使用することにより鍋内の温度上昇を早めるとともに、弱い火加減でも鍋内の温度が保たれ使用するガス量を抑えることができ、削減効果を高めることができた。廃棄によるCO₂排出量(図9)において、1回目と2回目作成では、9班中4班に減少が見られたが、全班の平均は、1回目作成では5.7g-CO₂、2回目作成では5.9g-CO₂とほぼ同様の値を示し、CO₂排出量に差はなかった。自由記述式の感想では、少しの意識でCO₂排出量削減に大きく影響することへの驚き、地球温暖化防止への試みとしてキッチンから貢献できることの発見、本授業で学んだことを発信することの大切さ等が記されていた。特に輸送によるCO₂排出量について、近県食材を選択するだけで多くのCO₂排出量が削減できることについて知ることができ、自らの食生活で活用したいと述べたものも多く見られた。





3-4 考察

3-4-1 教材の有効性

本研究で作成した教材は、対象者が自ら作成した献立を、自ら環境評価することができ、献立作成時の CO₂ 排出量および削減効果を可視化し、CO₂ 排出量に対する興味や関心を意識的に高められることが特徴である。

教材の有効性について、短期大学において、1 回目と比較し 2 回目作成では、CO₂ 排出量が削減でき、特に輸送・調理時では、有意に減少することができた。生産時の CO₂ 排出量は、食材の使用時期の違いにより差が出るが、本研究では指定された食材を使用したため、削減効果の可視化はできなかった。対象者に使用食材を選択させるところを学習指導案に追加することで、生産時の CO₂ 排出量を可視化でき、その効果を検証することが可能だと示唆された。輸送時の CO₂ 排出量では、近隣の食材を意識的に選択購入することで CO₂ 排出量を削減できたと考えられた。調理では火加減の調整や蓋の使用による調理時間の短縮が CO₂ 排出量削減に繋がったと考えられた。有意差の見られなかった廃棄時の CO₂ 排出量について、本研究で使用した食材では CO₂ 排出量の減少は見られなかったが、葉物野菜のような可食部と廃棄部が区別しにくい野菜を用い調理した場合には、削減効果が期待できるのではないかと示唆された。

高等学校では、調理・廃棄時における CO₂ 排出量について、環境教育事前事後での有意差は見られなかった。高等学校では、環境教育講義時に伝えた CO₂ 排出量削減に対する事項について、意識的に行うことのできる班とできない班の差が大きく、調理時では 6 班中 3 班、廃棄時では 6 班中 2 班において CO₂ 排出量の減少が見られた。しかしそれ以外の班においては、CO₂ 排出量が増加する班も見られた。本研究では、指導者は作業中の机間巡視のみで、CO₂ 排出量削減に対する注意点については指示を出さなかった。既存研究では、対象者に削減時に注意点を指導しながら、作業をさせる教材²³⁾³⁵⁾もあるが、本研究では、CO₂ 排出量削減への気付きも重要と考え、対象者自らが判断するよう設定したため、班ごとのばらつきが出てしまったのではないかと考えられた。また、授業構成について、短期大学と比較し高等学校は、十分な授業時間を確保することが困難であった。高

等学校では、家庭科の全授業時間における環境教育実施時間の割合を考慮した場合、食材の購入から廃棄までの全工程を調査することは不可能であり、授業時間が短時間であるため、エクセルシート入力では教員が主体となり作業をすることもあった。時間に余裕がなかったため、対象者が自ら評価し、献立作成時の CO₂ 排出量を実感する点に関してインパクトが弱かったことも、効果が見られなかった一つの要因ではないかと示唆された。さらに、高等学校は、共学校であったため、それぞれの班における男女比による差も考えられた。

献立作成について、本研究では、使用材料およびその重量を提示し、対象者がおいしいと感じるカレーを作成した際の CO₂ 排出量を可視化させた。CO₂ 排出量および嗜好性を考慮した考察である場合には、本研究の手法での検証が望ましいと考えられる。しかし、使用材料だけでなく献立作成後のカレーの総重量測定を行わせることにより、1 回目および 2 回目作成時に同じ材料で同量のカレーを仕上げた際の環境教育事前事後における加熱時の CO₂ 排出量が明確に比較できる。1 回目および 2 回目を同重量に仕上げた場合、鍋の中の食品は、どのような出来上がりになっているか、食材の切り方の違いからの考察や加熱時の火加減の違いによる CO₂ 排出量の比較等、異なる角度からの考察が可能になると考えられた。環境教育事前事後の献立作成において、様々な要素を含めて、今後さらに実験し、考察する必要があると考えられた。

CO₂ 排出量の可視化について、高等学校および短期大学ともに、自ら作成した献立の CO₂ 排出量を自ら環境評価し可視化できたことで、地球温暖化に関する興味、食生活における環境負荷低減に対する行動についての関心や献立作成時の CO₂ 排出量削減への意識的変化が見られた。環境教育は、消費者が地球環境の現状を知り、自らを取り巻く環境について考え、環境負荷を低減するには、どのように行動したらよいのかに気付くことが重要であると考えられる。その点より、本教材を使用した授業構成は、対象者が地球温暖化について考え、食生活を見直し、温暖化防止に貢献できることを実践的に認識でき、今後の食生活において意識的行動として活かされるのではないかと示唆された。以上のことより本研究で作成した教材は、食教育における環境教育の教育教材として有効であると考えられた。

3-4-2 教材評価

本研究で作成した教材は、既存の報告と異なり、いくつかの特徴がある。まず、献立を自ら選択できる点である。既存の報告では、予め定められた献立について環境評価を行う手法²⁵⁾²⁶⁾³⁵⁾が多く見られるが、本教材では、対象者が自由に献立を立てられる。今回の授業構成ではカレーを題材とし、教育効果を検証したが、本研究の基礎データの範囲内で自由に献立を立てられるシステムであるので、学校教育に限らず、普段の食生活において手軽に環境評価できる教材になるのではないかと考えられた。次に、作成した献立を、対象者が自ら評価できる点が挙げられる。教育教材を作成し、その教育効果を判定する場合、対象者に教材を使用した学習をさせ、その結果を指導教員が評価する手法³⁶⁾³⁷⁾や事前事後のアンケート調査により意識変化を評価する手法²³⁾²⁵⁾²⁶⁾³⁵⁾等があるが、本研究では、対象者が教材を使用し、自ら環境評価することができる。自らが立てた献立を作成する上でどれだけのCO₂を排出しているか、さらに意識的に工夫することでどれだけの削減効果が得られるかについて、目に見える形で評価できることは、環境問題をより身近に捉えることが可能となり、毎日行われる食事の場において一消費者として環境負荷低減に取り組むきっかけになるのではないかと考えられた。

本研究の教材評価は、対象者のCO₂排出量の削減の程度および自由記述による感想により行ったが、今後本研究の教材を使用する際、第3者による教材の扱い易さ、分かり易さ等の評価を併せて行うことで、より充実した教材を開発することが可能になると考えられた。

3-4-3 今後の課題

今後の課題として、本研究では高等学校および短期大学を対象とし、教材作成を行ったが、より幅広い世代での実施が必要と考える。例えば、初等教育への導入が考えられる。人間として生きる力を育む最初の教育の場において、環境教育を導入することはとても重要であり、この時期の人格形成に大きく関わることで、低炭素社会を生きる人間の育成が可能となるのではないかと考えられる。これを実現するためには、入力作業をさらに単純化させたツールを作成することが必要

である。本研究では、1台のパソコンでの入力作業であり、全班が入力を終えるまでに時間を要した。また、シートごとにそれぞれの数値を入力する作業も手間がかかった。入力作業を単純化させ、さらに作業時間の短縮化することも必要であると考えられた。例えば、献立作成後のパソコン上での入力作業ではなく、携帯アプリとして献立作成時のCO₂排出量を表示できる教材を開発することにより、献立作成をしながら同時進行で入力でき、短い授業時間の中での環境評価が可能となる。複雑な作業を除き、扱いやすい教材を作成することで、初等教育等への活用も可能となる。手軽に使用可能なソフトにすることで、学校教育だけでなく、日常生活において、消費者が自らの食生活が環境にどのくらい影響を及ぼしているかを手軽に環境評価できるツールにすることも可能ではないかと考えられた。

授業設定では、献立内容をカレーとし、食材も同一のものを使用したため生産時のCO₂排出量の差について検討できなかったが、本研究の教材は、生産時のCO₂排出量の算出も可能なため、食材の選択から行うことのできる献立設定をし、有用性を調査することを考えている。例えば、野菜スープやサラダを作成する際には、旬の野菜の選択の有無での前後比較が可能になると考えられる。また、本研究では献立をカレーと設定したが、幅広い献立作成に対応が可能なため、今後はカレー以外の献立についての調査も行いたいと考えている。

さらに、食の環境教育において不可欠である「調理すること」の本質を怠ることなく、環境に配慮した献立に「おいしさ」が伴っているかどうかについて、併せて評価できるよう今後の課題にしていきたいと考えている。食生活は、人間が生きるために必要不可欠な行動であり、毎日行う食事について、消費者一人一人が環境問題を身近に捉え、CO₂排出量削減を意識的に実践することで、低炭素社会の実現に近づくのではないかと期待している。

第4章 総括

現在、国際的な視野で執り行われている地球温暖化問題への対策について、政府、企業や地方自治体等さまざまな分野から温暖化防止対策が取り組まれている。現在では、温暖化の原因のひとつである CO₂ 排出量の少ない社会である低炭素社会の実現に向け、あらゆる取り組みが行われている。この低炭素社会実現のために、政府では、国を挙げた国民運動として取り組まなければならないとし、さまざまな政策を提案している。その中に、家庭におけるエコ活動の指標として、COOL BIZ、WALM BIZ やうちエコ診断等の政策がある。この他、研究機関において、家庭で行うことのできるエコ活動や家庭から排出される CO₂ の見える化等、国民一人ひとりが意識的に CO₂ 排出量削減対策を行えるよう呼びかけている。

本研究では、家庭生活の中で排出される CO₂ のうち、キッチンからの CO₂ 排出量に焦点を当て、家庭内で使用される鍋使用時の CO₂ 排出量や家庭調理の基本操作である湯沸かし時の CO₂ 排出量を可視化し、基礎データとした。また、基礎データを用い、調理時の CO₂ 排出量を簡易的に可視化できる CO₂ 排出量算出ツールの作成を行った。食材を生産、輸送、調理、廃棄し、食事として私たちの体に取り込まれる一連の流れの中で排出される CO₂ について、生活者が認識することはとても重要である。そこで、未だ例の少ない献立作成者が自ら作成した献立について、自ら環境評価できるツールの開発を行った。

第2章では、調理時の CO₂ 排出量の基礎データとし、調理工程において基本的な調理操作である湯沸かしについて、やかんを使用したガスコンロ、IH ヒータおよび家庭で湯沸かしに使用される調理機器を用い、湯沸かし時の CO₂ 排出量の可視化を試みた。ガスコンロによる湯沸かしでは、やかんの鍋底の水滴を拭き取り中火で加熱すること、また IH クッキングヒータでは、鍋底の水滴を拭き取り強火で加熱することにより少ない CO₂ 排出量での湯沸かしが可能であることが分かった。湯沸かしに使用される電気ケトル、湯沸かしジャーポット、電子レンジでの湯沸かし時の CO₂ 排出量では、電気ケトルが最も少ない CO₂ 排出量での湯沸かしが可能となり、さらに加熱時間も短かった。家庭で CO₂ 排出量削減に効果的な湯沸かしを行うには、ガスコンロ中火、IH 強火、電気ケトルでの湯沸かし方法が良いと考えられた。

様々な種類の鍋における火加減の違いによる CO₂ 排出量の可視化では、家庭調理に使用される頻度の高い鍋 12 種について、4 種類の火加減における加熱時の 1 秒あたりの CO₂ 排出量を実測により可視化した。可視化した数値は、第 3 章における教育教材開発のための一資料として使用した。

第 3 章では、家庭科教育における環境教育の教育教材の作成をした。これまでの食の環境教育には、自ら作成した献立を自ら環境評価できる教材は少ない。本研究では、献立作成時の食材の生産、輸送、調理、廃棄時の CO₂ 排出量の可視化を対象者が自ら環境評価できるツールを作成した。その結果、自分の作成した献立の環境評価を目で見える形で数値化できることで、具体的にどのような行動が CO₂ 排出量削減に効果的であるか確認でき、日常生活にも活かせる事が期待された。また、本研究で作成したツールを、パソコン上ではなく、より簡易的に用いることのできる携帯アプリにすることで、学校教育だけでなく、幅広い現場で使用可能になると考えている。国民一人ひとりが、本研究の教材をきっかけに調理時の CO₂ 排出量について関心を持ち、家庭部門からの CO₂ 排出量削減に繋がることを期待している。

第 4 章では、研究成果を総括した。

今後の発展

私たち国民一人ひとりが、生きる上で、無駄な CO₂ 排出量をなくし、低炭素社会実現を目指すには、現状の認識、意識的生活、将来予測および生活者の育成が必要と考えられる。これらを国民がより身近な問題として捉えるためには、日常生活で行われる調理分野からの歩みが必要であると考え。本研究では、家庭科教育における環境教育の教材開発およびその有用性の検討を行うことで、環境問題をより身近なものとし捉えること、私たちが少しでも意識的に行動することで CO₂ 排出量削減に繋がることを実践を通して実感させた。

今後、調理を通して環境問題を捉える上で、考慮しなければならない項目がいくつかある。第 1 に、「調理」の意義の確認をすること、第 2 に調理時の食数の変動を考慮することである。第 1 の「調理」の意義の確認は、調理学における調理の意義は「調理とは、食品素材の栄養効果を高め、衛生的に安全なものとし、味や香り、口ざわりを良くし、食欲を高めるように外観を良くして、おいしく食べられるように加工すること」であることだ³⁸⁾。これを実現するには、食物を環境評価する際、食物としての価値や機能性を向上させた上で、環境負荷を低減させることが最も望ましいと考える。既存の研究では、即席麺と生麺について、1 食分の LC-CO₂ と官能評価による価値を環境効率として示した指標がある¹⁷⁾。低炭素社会実現を目指す上で、人間が心も体も健康でいられる豊かな食生活を保つことは、とても重要であり考慮しなければならない点であると言える。第 2 の調理時の食数の変動の考慮は、家庭調理のほか、事業所等で行われる大量調理時の CO₂ 排出量の可視化も必要であると考え。通常の家計調理時の CO₂ 排出量は、4 人分を基本とし可視化されることが多いが、調理食数の増加に伴い 1 食分あたりの CO₂ 排出量の減少がみられる傾向がある。今後、食数と CO₂ 排出量の関係性について考察することで、国民一人一人のライフスタイルに合った環境負荷の少ない調理についても提案していきたいと考えている。第 3 に再生可能エネルギーとしての考察の必要性である。調理時に廃棄として出る生ゴミは、バイオマス資源としてバイオマス発電に利用することが可能である。その他バイオマス資源には、建築廃材や林地残材等もあり、これらの利用によりカーボンニュートラルの考えを調理に生かすことができると考える。

以上の3点について、今後さらに検討し、調理分野から低炭素社会実現を考え、より豊かな食生活を送るための調理として提案していきたいと考えている。

引用文献

- 1) 田中充：「地域からはじまる 低炭素・エネルギー政策の実践」
(株式会社ぎょうせい)、3-5 頁 (2014) .
- 2) 経済産業省・資源エネルギー庁「地球温暖化対策の経緯と現状」：
[http://www.enecho.meti.go.jp/committee/council/basic_problem_committee/the
me7/](http://www.enecho.meti.go.jp/committee/council/basic_problem_committee/theme7/) (2014 年 11 月 12 日取得)
- 3) 後藤尚弘・九里徳泰：「基礎から学ぶ環境学」(株式会社朝倉書店)、41-45 頁
(2013)
- 4) 温室効果ガスインベントリオフィス：
<http://www-gio.nies.go.jp/aboutghg/nir/nir-j.html> (2014 年 12 月 1 日取得)
- 5) 環境省「Fun to Share みんなでシェアして低炭素社会へ」：
<http://funtoshare.env.go.jp/> (2014 年 11 月 11 日取得)
- 6) 西岡秀三：「日本低炭素社会のシナリオ - 二酸化炭素 70%削減の道筋 - 」
(日刊工業新聞社)、55 頁 (2009)
- 7) 環境省「家庭エコ診断制度 運営ガイドライン (第 1 版)」：
http://www.env.go.jp/earth/ondanka/uchi_eco/shindan.html
(2014 年 11 月 11 日取得)
- 8) 環境省「日本の温室効果ガス排出量の算定結果」：
<http://www.env.go.jp/earth/ondanka/ghg/> (2014 年 11 月 11 日取得)
- 9) 津田淑江、久保倉寛子、辻本進、上田玲子、大家千恵子：モデルメニューによ
る日本の食事の LC-CO₂ 評価、日本 LCA 学会誌、3 巻、3 号、157-167 頁 (2007)
- 10) 津田淑江、堂菌寛子、大家千恵子：モデルメニューを用いた日本人の食事によ
るライフサイクル CO₂ 排出量、日本調理科学会、41 巻、5 号、289-296 頁 (2008)
- 11) 長尾慶子、喜多記子、松田麗子、加藤和子、十河桜子、三神彩子：家庭にお
けるエコ・クッキングの実践が CO₂ 削減に及ぼす影響、日本家政学会誌、59 巻、
11 号、903-910 頁 (2008)
- 12) 三神彩子、喜多記子、松田麗子、十河桜子、長尾慶子：日常調理における調
理操作の違いが消費エネルギーおよび CO₂ 排出量の削減に及ぼす影響、日本調
理科学会誌、42 巻、5 号、300-308 頁 (2009)

- 13) 三神彩子、佐藤久美、伊藤貴英、村上和雄、長尾慶子：モデル献立調理時のエコ・クッキングによる排水汚濁負荷削減効果の分析、日本調理科学会誌、44巻、6号、367-374頁（2011）
- 14) 津田淑江、堂菌寛子、小池恵、瀬戸美江、大家千恵子：家庭における炊飯時および保存時のCO₂排出量、日本調理科学会誌、41巻、5号、313-318（2008）
- 15) 三神彩子、喜多記子、佐藤久美、長尾慶子：加熱操作法ごとの中華鍋の省エネ性およびCO₂排出量削減効果の評価、日本調理科学会、43巻、2号、98-105頁（2010）
- 16) 三神彩子、荒木葉子、笹原麻希、伊藤貴英、長尾慶子：エコ・クッキングの手法を用いた野菜廃棄率削減効果、日本調理科学会誌、45巻、3号、204-208頁（2012）
- 17) 津田淑江、小池恵、船木絵美子、大家千恵子：食物の環境効率の試算、日本調理科学会誌、45巻、4号、297-301頁（2012）
- 18) 環境省：「環境の保全のための意欲の増進及び環境教育の推進に関する法律を一部改正するための法律」（2012）：http://www.env.go.jp/policy/suishin_ho/03.pdf（2013年12月4日取得）
- 19) 文部科学省：「新学習指導要領等の改定の経過」
http://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/.../1304372_001.pdf
（2013年12月4日取得）
- 20) 文部科学省：「高等学校学習指導要領解説・家庭編」（2010）
http://www.mext.go.jp/component/a_menu/education/micro_detail/_icsFiles/afieldfile/2010/07/29/1282000_10_1.pdf（2013年12月4日取得）
- 21) 内閣府「食育基本法」：<http://www8.cao.go.jp/syokuiku/about/law/law.html>
（2014年11月19日取得）
- 22) 津田淑江、井元りえ、木下枝穂、大家千恵子：持続可能な食生活を目指した食教育プログラムの開発(第1報)献立におけるライフサイクルエネルギーの算出、日本家政学会誌、56巻、8号、541-551頁(2005)
- 23) 井元りえ、大家千恵子、津田淑江：持続可能な食生活を目指した食教育プログラムの開発(第2報)食教育プログラムの実践と評価、56巻、9号、633-641頁(2005)

- 24) 妹尾理子、井元りえ、内野紀子：高等学校家庭科における「消費生活と環境」の授業開発(第1報)、日本家庭科教育学会誌、47巻、1号、17-25頁(2004)
- 25) 井元りえ、妹尾理子、内野紀子：高等学校家庭科における「消費生活と環境」の授業開発(第2報)、日本家庭科教育学会誌、47巻、1号、26-37頁(2004)
- 26) 三神彩子、長尾慶子：家庭科教職課程履修生に対するエコ・クッキング教育効果-野菜廃棄率、使用器具数、CO₂排出量、消費エネルギー(費用)面からの詳細分析-、日本食生活学会誌、21巻、4号、272-280頁(2011)
- 27) 長尾慶子、喜多記子、三神彩子：家庭科教職課程履修生に対してのエコ・クッキングの教育効果、日本家庭科教育学会誌、50巻、3号、176-183頁(2007)
- 28) 中嶋加代子編著、数野千恵子、渡辺豊子、富永美穂子、岸本律子、澤田崇子、廣田幸子、園田純子著：「調理学の基本」(株式会社同文書院)、47-48頁(2014)
- 29) 味の素グループ版「食品関連材料 CO₂排出係数データベース」(1990・1995・2000・2005年度版 3EID 対応)
<http://www.ajinomoto.com/jp/activity/environment/lc-co2/> (2014年2月10日取得)
- 30) 国土交通省 国土地理院
<http://www.gsi.go.jp/KOKUJYOHO/> (2014年2月10日取得)
- 31) Google Maps API
http://www.benricho.org/map_straightdistance/ (2014年2月10日取得)
- 32) 比較.com
<http://www.hikaku.com/mile/distance.html> (2014年2月10日取得)
- 33) 物流から生じる CO₂排出量のディスクロージャーに関する手引き 国土交通政策研究所、30頁(2010)
- 34) 田原聖隆、稲葉敦、坂根優、小島紀徳：都市ごみ処理における生ごみ分別処理の効果、廃棄物学会論文誌、15巻、4号、276-282頁(2004)
- 35) 三神彩子、長尾慶子、今井悦子：西東京市立小学校5年生に対してのモデル授業によるエコ・クッキングの教育効果の検証、日本家庭科教育学会誌、53巻、4号、279-289頁(2011)
- 36) 高増雅子、足立己幸：小学生における中食・外食選択型食教育プログラムの学習効果に関する研究、日本家庭科教育学会誌、50巻、1号、22-32頁(2007)

37) 高増雅子、足立己幸：「家庭ごみ処理ゲーム」の教育的意義と可能性、日本家庭科教育学会誌、52 巻、4 号、291-296 頁(2010)

38) 山崎清子、島田キミエ、渋谷祥子、下村道子、市川朝子、杉山久仁子：「NEW 調理と理論」(株式会社 同文書院) 2 頁 (2011)

掲載論文一覧

第3章

調理実習における環境教育の教材開発とその有用性

小池恵、川久保清

日本食育学会 第9巻,第1号,p93-103,2015

食物の環境効率の試算

津田淑江、小池恵、船木絵美子、大家千恵子

日本調理科学会誌 第45巻,第4号,p297-301,2012

謝辞

本研究を遂行するにあたり、終始懇切なご指導ご鞭撻を賜りました共立女子大学教授川久保清先生に心より感謝申し上げます。

本研究を始めるきっかけを与えてくださり、ご指導を賜りました共立女子学園名誉教授津田淑江先生に感謝致します。

本研究を進めるに際し、多大なご指導ご助言を賜りました共立女子大学家政学部瀬戸美江教授に心より感謝申し上げます。

本研究を進める上で多大なご協力を賜りました静岡県浜松市立高等学校小池享子先生に感謝致します。また、調査に協力してくださいました生徒の皆様に感謝致します。

そして、本研究を進める上で、温かい激励をくださいました共立女子短期大学生活科学科の諸先生方、共立女子学園名誉教授黒澤美智子先生、看護学部長室・看護学科長室事務職員桜木良枝さんに厚く御礼申し上げます。