

# 論理的思考を促す小学校家庭科の教材開発

—炊飯時の温度変化に関する教材化を目指して—

松下 幸司 ・ 妹尾 理子 ・ 田中 明日香\*  
(附属教職支援開発センター) (家庭領域) (附属坂出小学校)

760-8522 高松市幸町1-1 香川大学教育学部

\*762-0031 坂出市文京町2-4-2 香川大学教育学部附属坂出小学校

## The Development of Learning Contents Promoting Logical Thinking Activities in Home Economics Classes at Elementary School: Contents Focusing on Temperature Changes while Cooking Rice

Koji Matsushita, Michiko Seno and Asuka Tanaka\*

Faculty of Education, Kagawa University, 1-1 Saiwai-cho, Takamatsu 760-8522

\*Sakaide Elementary School Attached to the Faculty of Education, Kagawa University, 2-4-2 Bunkyo-cho, Sakaide, 762-0031

**要 旨** 小学校家庭科において、論理的思考を促す教材開発・授業開発のための基礎研究として、炊飯器とガラス鍋を用いた炊飯時の温度変化を測定した。その結果、マイコン式炊飯器（直接加熱式）に比べIH式炊飯器の方が、細やかな温度変化により炊飯作業を行っていることがわかり、両者の炊飯器の仕組みの違いもふまえ、美味しく効率的に炊飯を行う『ガラス鍋炊飯プログラム』を児童に考えさせる学習活動開発の可能性を得ることができた。

**キーワード** 論理的思考力 プログラミング 家庭科 小学校学習指導要領 ICT

### 1. 研究の背景

2020年度より本格実施となる小学校学習指導要領において、新たにプログラミングに関する学習活動が加えられた。小学校学習指導要領総則 第1章第3の1の(3)において、「第2の2の(1)に示す情報活用能力の育成を図るため、各学校において、コンピュータや情報通信ネットワークなどの情報手段を活用するために必要な環境を整え、これらを適切に活用した学習活動の充実を図ること。…(中略)…あわせて、各教科等の特質に応じて、次の学習活動を計画的に実施すること。」とした上で、第2

項目において、「イ 児童がプログラミングを体験しながら、コンピュータに意図した処理を行わせるために必要な論理的思考力を身に付けるための学習活動」が位置づけられている。

このうち情報活用能力の育成について、小学校学習指導要領解説 総則編(以下「解説総則編」と表す。)では「児童が情報を主体的に捉えながら、何が重要かを主体的に考え、見いだした情報を活用しながら他者と協働し、新たな価値の創造に挑んでいけるようにするため、情報活用能力の育成が極めて重要」だと述べている。続けて、情報活用能力は「学習の基盤となる資

質・能力」であり、「確実に身に付けさせる必要があるとともに、身に付けた情報活用能力を発揮することにより、各教科等における主体的・対話的で深い学びへとつながっていくことが期待されるもの」だとされている。すなわち、情報を主体的に捉え、情報を活用し他者と協働し、新たな価値の創造に挑むことができるようになるためにも、また各教科学習において、主体的・対話的で深い学びが実現するためにも、その基礎として「情報活用能力」の育成が欠かせないとされている。加えて解説総則編では、コンピュータや情報通信ネットワークなどの情報手段の活用について、情報活用能力の育成をねらいとすると共に、「人々のあらゆる活動に今後一層浸透していく情報技術を、児童が手段として学習や日常生活に活用できるようにするため、各教科等においてこれらを適切に活用した学習活動の充実を図る」こととされている。情報活用能力の育成とともに、情報技術が児童にとって自己の学習や生活のツールとなり活用できるようにすることが、小学校教育に求められていると言える。

続けて解説総則編には、より詳細に、プログラミングに関する学習活動のねらいが示されている。「子供たちが将来どのような職業に就くとしても時代を越えて普遍的に求められる「プログラミング的思考」…(中略)…を育むため、小学校においては、児童がプログラミングを体験しながら、コンピュータに意図した処理を行わせるために必要な論理的思考力を身に付けるための学習活動を計画的に実施すること」とされている(下線は筆者)。ここで述べられている「プログラミング的思考」は、「自分が意図する一連の活動を実現するために、どのような動きの組合せであり、一つ一つの動きに対応した記号を、どのように組み合わせたらいいのか、記号の組合せをどのように改善していけば、より意図した活動に近づくのか、といったことを論理的に考えていく力(解説総則編)」と定義されている。すなわち、小学校教育におけるプログラミングに関する学習活動のねらいは、このような「自分が意図する一連の活動を

実現するために、(中略)論理的に考えていく力」=「論理的思考力」を育成することにその主眼が置かれている。加えて解説総則編には、プログラミングに関する学習活動のねらいとして、「プログラムの働きやよさ、情報社会がコンピュータをはじめとする情報技術によって支えられていることなどに気付き、身近な問題の解決に主体的に取り組む態度やコンピュータ等を上手に活用してよりよい社会を築いていこうとする態度などを育むこと」、さらに「教科等で学ぶ知識及び技能等をより確実に身に付けさせること」が挙げられている。整理をすれば、「知識及び技能」として情報社会におけるプログラムに関する気づきが生じ、「思考力、判断力、表現力等」として論理的思考力を育て、「学びに向かう力、人間性等」としてコンピュータやプログラムなどを活かして主体的によりよい社会を創造する態度を育むことが、プログラミングに関する学習活動のねらいと言える。(下線は著者/なお、解説総則編で用いられている「プログラミング的思考」という語彙は、学習指導要領の本文には記載されておらず、代わる用語として「論理的思考力」と表現されている。本論文では、解説総則編で定義されたプログラミング的思考を指す用語として、学習指導要領の記載に併せ、以下「論理的思考力」と表記する。)

このようなねらいに基づき、プログラミングに関する学習活動を小学校教育課程に取り入れる際、どこに位置づけ実施すればよいのか。上述したように、小学校学習指導要領においては「各教科等の特質に応じて、次の学習活動を計画的に実施すること」とされており、また小学校学習指導要領の総則に書かれていることから、小学校における各教科等=小学校における全ての教科・教科外の学習活動において、その特質に応じて計画的に実施することが求められていると言える。

2020年度より本格実施となる小学校学習指導要領においては、特に、算数・理科・総合的な学習の時間において、「指導計画の作成と内容の取扱い」のうち「内容の取扱いについての配

慮事項」等の項目に、プログラミングに関する学習活動について書かれている。例えば算数においては、「プログラミングを体験しながら論理的思考力を身に付けるための学習活動を行う場合には、児童の負担に配慮しつつ、例えば第2の各学年の内容の〔第5学年〕の「B図形」の（1）における正多角形の作図を行う学習に関連して、正確な繰り返し作業を行う必要があり、更に一部を変えることでいろいろな正多角形を同様に考えることができる場面などで取り扱うこと。」（下線は筆者）としている。また理科においては、「プログラミングを体験しながら論理的思考力を身に付けるための学習活動を行う場合には、児童の負担に配慮しつつ、例えば第2の各学年の内容の〔第6学年〕の「A物質・エネルギー」の（4）における電気の性質や働きを利用した道具があることを捉える学習など、与えた条件に応じて動作していることを考察し、更に条件を変えることにより、動作が変化することについて考える場面で取り扱うものとする。」（下線は筆者）と記されている。ここに上げた記載からもわかるように、プログラミングに関する学習活動を取り扱う学習内容について具体的に明記されている算数・理科であっても「例えば…など」と表記されており、具体的に明記された学習内容以外にも、学習内容・学習活動などの特質に応じて、プログラミングに関する学習活動に取り組むことのできる可能性があることを示唆する記述と読み取ることができる。

以上のように小学校教育において、児童に「情報社会におけるプログラムに関する気づき」をもたらし、「論理的思考力」を育てると共に、「コンピュータやプログラムなどを活かして主体的によりよい社会を創造する態度」を育てることをねらいとする学習活動は、小学校教育全般において、教科等を限定することなく、多様な学習活動において実現することのできる可能性があるものと捉えられる。本研究では、小学校教育課程のうち家庭科におけるプログラミングに関する教材開発・授業開発を行うことを、本研究の目的とする。

小学校学習指導要領では、家庭科における指導に関して、「指導計画の作成と内容の取扱い」のうち「内容の取扱いと指導上の配慮事項」において、「指導に当たっては、コンピュータや情報通信ネットワークを積極的に活用して、実習等における情報の収集・整理や、実験結果の発表などを行うことができるように工夫すること。」と記され、小学校学習指導要領解説 家庭編においても、その記述に基づき、情報の収集・編集・表現・伝達（発表）などの学習活動場面において、コンピュータや情報通信ネットワークを活用することが示されている。しかしながら、プログラミングに関する学習活動については、算数や理科のように示されていない。本研究においては、第三著者とも相談・検討し、家庭科において指導上の配慮事項にも挙げられ学習活動において大切なこととされている「実践的・体験的な活動の充実」に資するよう、プログラミングに関する学習活動を位置づけることを目指すこととした。学習活動としては、「B衣食住の生活」のうち「食生活」、特に児童にも身近な米飯の調理（炊飯）を取り上げ、プログラミングに関する学習活動を取り入れることを目標に、教材開発・授業開発を行うこととした。

なお、小学校家庭科におけるプログラミング教育については、いくつかの実践例がすでに示されている。特に米飯の調理（炊飯）に関しては、筒井（2018）が、「第5学年の鍋での炊飯の経験を生かし「スクラッチ」で作成された「家庭科—炊飯器シミュレータ」を用いて、ご飯をおいしく炊くためのプログラミング体験を行う」実践例を紹介している。しかしながら、この実践例は、鍋での炊飯の仕方を手掛かりにプログラミングを行う学習活動であり、実際の炊飯器の中でどのような炊飯手続きが行われているかについて明らかにした上で、炊飯プログラムを構成する実践例ではない。本研究では、鍋での炊飯をもとに炊飯プログラムを構成するのではなく、実際の炊飯器の炊飯プログラムを温度変化の視点から明らかにした上で、鍋での炊飯活動に活かすためのプログラミング活動への

展開を目指すこととする。

なお、炊飯時の炊飯器内の温度変化に関する先行研究は複数存在するが、その多くが、炊飯器内釜内部の温度変化(加熱速度)と炊き上がった米飯の美味しさ(先行研究においては「好ましさ」「嗜好性」「米の調理適正」「飯の品質」などの表現が用いられている)に関する研究であり(例えば、綾部, 2004など)、炊飯時の加熱温度の変化と内釜自体の温度変化、ならびに炊飯される米の温度変化を同時に計測した結果をもとに、その温度推移から炊飯器の炊飯プログラムの有り方を検討し、プログラミング活動への展開を目指す先行研究を見出すことはできない。

## 2. 研究の目的

小学校家庭科における「食生活」の内容は、(1) 食事の役割、(2) 調理の基礎、(3) 栄養を考えた食事の3項目で構成されている。これらのうち米飯の調理の仕方については、「(2) 調理の基礎」に含まれており、特に「ア次のような知識及び技能を身に付けること。」のうちの5項目目、「ア(オ) 伝統的な日常食である米飯及びみそ汁の調理の仕方を理解し、適切にできること。」に位置づけられている。小学校学習指導要領解説 家庭編(以下「解説家庭編」と表す。)において、米飯の調理の仕方については、「米の洗い方、水加減、浸水時間、加熱の仕方、蒸らしなど、硬い米が柔らかい米飯になるまでの炊飯に関する一連の操作や変化について理解し、炊飯することができるようにする。」と、そのねらいが記されている。

現在、各家庭に普及している炊飯器は、米を洗い、水を入れ、炊飯器にお釜をセットすれば、ボタン1つで炊飯が始まる。そして心地よい炊飯の香りが漂い始め、軽やかな電子音によって炊き上がりが知らされる。炊飯ボタンを押してから炊き上がるまでの間に、炊飯器の中でどのような変化が起きているかを知ることは難しい。「炊飯器」というブラックボックスの中で、具体的にどのような変化が起きているのだろうか。炊飯器の中で米が炊飯され米飯へと

変化する過程を直接観察することは難しい。そこで、炊飯器の中でどのような温度変化が起きているのかを知ることによって、間接的にはあるが、どのような温度が米に加えられることによって、米から米飯へと姿を変えることになるのかを知ることができると考えた。炊飯時の温度変化を教材化することにより、炊飯に必要な温度変化をもたらすために、炊飯器にプログラミングがされていることを「知り」、自分たちの身近な食生活がプログラミングに支えられていることに「気づく」ことが期待される。

ただ、米飯の調理は、知ること・気づくことでは終わらない。「理解し、炊飯することができるようにする。」こととされている。小学校教育現場においては、半透明な鍋を使って炊飯させることが多く、その意図として、炊飯器での炊飯だけでなく、鍋と直火を使っても「炊飯することができるようにする」ことが目指されている。そこで本研究においては、小学校教育現場において、従来行われている半透明な鍋を使った炊飯の過程における温度変化についても併せて測定実験を行い、児童に、炊飯器内の温度変化の測定結果と比較検討させることによって、「より美味しい米飯を炊くことができるようにするためには、どのようにすればよいか」について、論理的思考を促すことができるのではないかと考えた。またこのことは併せて、「(2) 調理の基礎」のうち「イ おいしく食べるために調理計画を考え、調理の仕方を工夫すること。」、すなわち調理の仕方を工夫し調理計画を立てる際にも、論理的思考を促す学習活動としての展開が期待できる。

以上のように本論文では、小学校家庭科の米飯の調理(炊飯)の指導において、プログラミングに関する学習活動を取り入れることを目指し、教材開発の基礎研究として行った炊飯器と半透明のガラス鍋を用いた炊飯時の温度変化に関する測定実験の結果をもとに、教材開発・授業開発の可能性と課題について検討する。

## 3. 研究の方法

現在、多くの家電メーカーなどから多様な炊

飯器が販売されている。家電量販店の店頭を覗いただけでも、11社の炊飯器カタログを手にすることができる。しかしながらそこに記載された炊飯器の情報は、内鍋の素材や構造の情報、火力や圧力の大まかな変化（変化イメージ）に関する情報が殆どであり、炊飯時における時間推移と温度変化に関する明確な情報は殆ど見つかからない。また炊飯器のうち特定機種のカatalogにおいて、時間推移と温度変化をグラフで示した情報が確認されたが、炊飯時に炊飯器内のいずれの箇所の温度を計測したのかについて、明らかにされていない。

本研究においては、A・Bの2機種の炊飯器について、炊飯器内の（1）内釜の内側中央部の米（浸水した米の上部で内釜の釜底に触れない位置）、（2）内釜内側側面の炊飯時に水に触れない箇所（内釜を炊飯器に入れる際に、炊飯過程においても液体に浸らないことが想定される水面から2cm程度上方の内釜側面）、ならびに、（3）内釜に面する炊飯器内側の最も高温になる箇所（言い換えれば、内釜に熱を供給していることが想定される箇所）、の3点の温度変化を計測することとした。温度変化の計測時間は、炊飯器の炊飯スイッチを押してから、炊き上がりの電子音が流れた後しばらくの間（炊飯器の蓋を開くまで）行ったが、本論文では炊き上がりの電子音が出るまでのデータを抽出し、温度変化について検討することとした。

（3）の「内釜に面する炊飯器内の最も高温になる箇所」については、（1）（2）と併せて予備実験を繰り返し、機種ごとに最も高温になる箇所を特定し、（3）の「最も高温になる箇所」として計測結果に採用した。

計測実験においては、4点の温度を同時計測・データ記録が可能なデジタル温度計（Mother Tool社製／SD Card Data Logger温度計／TM-947SD）と、シース径1mmのシース熱電対（3m×3本）を準備した。熱電対を炊飯器の縁回りを覆うパッキンの隙間から炊飯器内に差し入れ、（2）（3）の測定箇所については、260℃耐熱性のテープを用い、熱電対先端を覆わないよう少し手前で固定して温度変化

を計測した。また（1）の測定箇所については、煮沸した陶器製の箸置きに熱電対を通し入れ（箸置きは、複数の穴が開いた西洋菓子のブリツェルのような形状のものを使用）、箸置きを米に沈め置き、熱電対先端が箸置き自体に接しないよう穴から上方に出して、内釜の内側中央部の米の温度変化を計測した。炊飯器の温度変化測定の様式図を図1に、測定時の写真を図2に示す。

一方、半透明のガラス鍋を使った炊飯については、小学校家庭科を担当する現職教員が一連の炊飯作業を行った。炊飯作業手順は、小学校家庭科教科書に示されている、鍋を用いた一般的な手順に沿って行い、ガスの火加減調整については、現職教員に経験に基づき、鍋内の米と液体の状況に応じて調整しながら炊飯を行っ

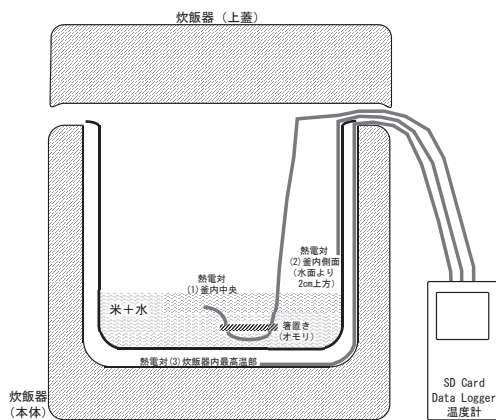


図1 炊飯器の温度変化測定（模式図）



図2 炊飯器による炊飯時の温度変化測定

た。炊飯時の温度計測箇所については、炊飯器と同様、(1)(2)については同じ箇所を計測した。(3)の「内釜に面する炊飯器内の最も高温になる箇所」に該当する箇所の温度測定については、鍋底に接することのない、ガス火が鍋底に熱を加える最も高温になる箇所に熱電対の先端が位置するように、理科実験用スタンドに耐熱性テープで熱電対を調整・固定して計測した。ガラス鍋を用いた炊飯時の写真を図3に示す。

本研究の計測実験において用いた炊飯器A・B、ならびに半透明のガラス鍋について、使用機種及び炊飯条件を表1に示す。本計測実験においては、お米の量は、3条件とも2合(360ml)



図3 ガラス鍋による炊飯時の温度変化測定

に統一して炊飯を行った。また加水量は、ガラス鍋での炊飯については、小学校家庭科教科書に記載されている「お米の量の1.2倍」の加水量とした。一方、炊飯器Aにおいては、当該製品で推奨されている加水量、すなわち炊飯器の内釜内面に記載された2合炊きの加水ラインにあわせて加水を行った。炊飯器Bの内釜内面には「ℓ」と「カップ」の目盛りラインが記載されているだけであり、炊飯する米の量に応じた加水量の表記ではなく、また炊飯器Bの取扱説明書は現物もインターネット上にも存在を確認することができなかったため、ガラス鍋と同様、「お米の量の1.2倍」の加水量とした。なお、炊飯器Aの加水量の計測については、米2合を先に炊飯器内釜に入れ、2合炊飯時の加水ラインまで加水する際に、内釜に注いだ水量を計測した。

また炊飯時間については、炊飯器Bの普通炊飯モード「炊飯」で約30分間の炊飯時間を要し、ガラス鍋を用いた炊飯に要する時間は、約25分間である。一方、炊飯器Aの普通炊飯モード「炊飯」では、スイッチを入れ炊飯を終えるまで約50分間かかる。3条件の温度推移の比較検

表1 計測実験における使用機種および炊飯条件

	炊飯器A	炊飯器B	ガラス鍋
使用機種			
メーカー	Panasonic社製	松下電器産業株式会社 (ナショナル)製	アメリカ CORNING社製
名称	可変圧力IHジャー炊飯器	電子ジャー炊飯器 (直接加熱式)	(不明)
型番	SR-PA10E1	SR-U10	CORNING 1156
年式	2014年製	(不明)	(不明)
電源	交流 100V	交流 100V	—
消費電力	1,200W	600W	—
炊飯容量・ 形状等	最大炊飯容量 1.0ℓ	最大炊飯容量 1.0ℓ	直径 20cm・注ぎ口無し (蓋周りに蒸気口溝 4箇所有り) IH非対応・茶褐色ガラス製
炊飯条件			
米の量	2合(360ml)	2合(360ml)	2合(360ml)
加水量	炊飯器内釜表示の 「2合炊」水量 (420ml(容量の1.2倍))	430ml(容量の1.2倍)	430ml(容量の1.2倍)

討、ならびに教材化の際に児童の思考を促す効果を期待し、炊飯器Aは、炊飯に要する時間が、炊飯器B（炊飯所要時間 約30分間）・ガラス鍋（炊飯所要時間 約25分間）と近似した「高速炊飯」モード（炊飯所要時間 約25分間）で炊飯する際の温度変化を測定することにした。

なお本計測実験では、洗米状況を均一にするため、無洗米（研がずに炊ける「香川県産おいでまい」）を洗米せずに使用し、浸水時間は30分間とした。

## 4. 結果と検討

### 4-1. 炊飯器による炊飯時の温度変化

炊飯器2機種（A・B）を用いて炊飯を行った際の、炊飯器内の温度変化を示したグラフが、それぞれ図4・図5である。「炊飯器」という同じ名前の家電製品であるが、その温度変化の状況には明確な差異が認められる。

炊飯器Aは、炊飯スイッチを押し炊飯開始後30秒から2分にかけて、一気に炊飯器内の加温部を約60℃に加熱し、そこから温度を上下動しながら約6分30秒まで加温部を60℃前後に保っている。その間に釜の内側面温度はゆっくり60℃まで上昇する。それに引かれるように釜の

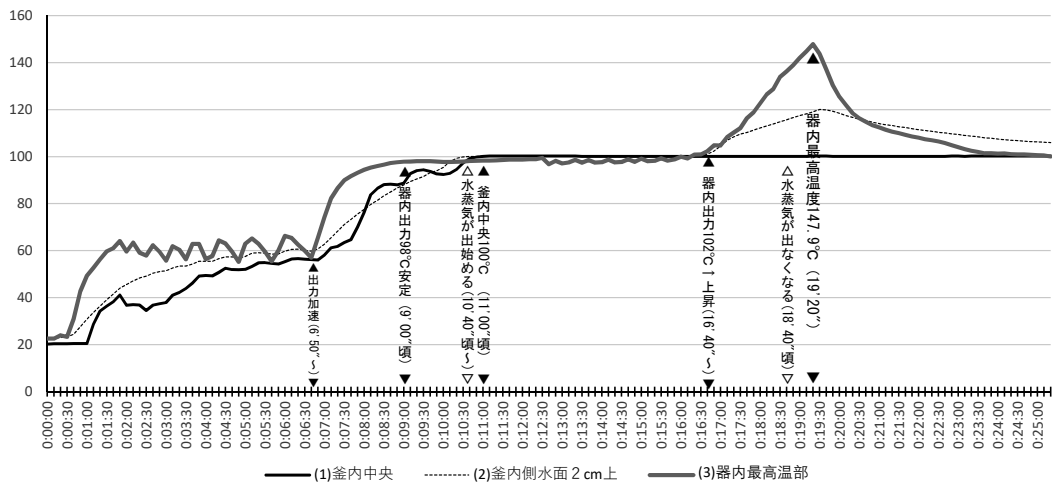


図4 炊飯器Aの温度推移  
(Panasonic社・2014年製・米2合を炊いた場合)

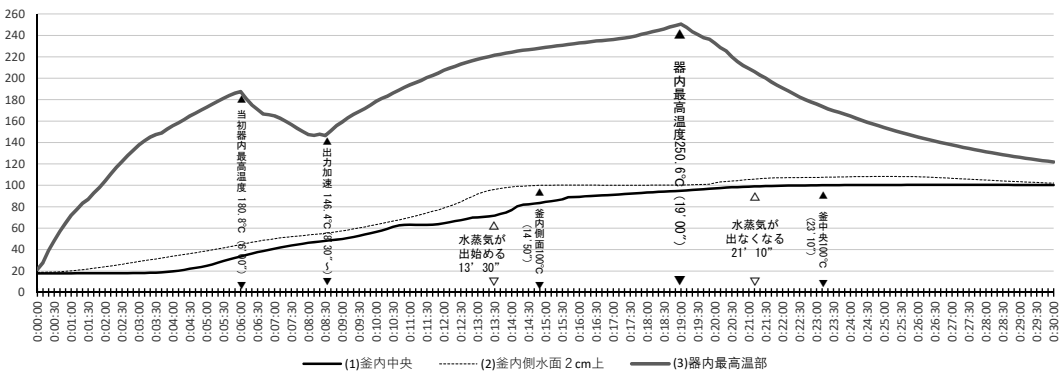


図5 炊飯器Bの温度推移  
(松下電器産業株式会社・製造年不明・米2合を炊いた場合)

中央温度も緩やかに60℃弱まで上昇する。続いて6分50秒以降、約2分間のうちに、炊飯器内の加温部の温度は60℃から98℃まで上昇し、その後加温部は98℃を一定に保っている。釜の中央温度が100℃に達する頃、炊飯器から水蒸気が出始める。その後5分程度、水蒸気が出続けるものの、加温部温度・釜の中央温度ともほぼ100℃を保ち続ける。16分40秒付近から、加温部の温度が100℃を超えて上昇を始める。18分40秒頃、炊飯器から水蒸気が出なくなった頃、器内の加温部の温度は最高温度の147.9℃に達する。それに引かれるように釜の内側面温度も約120℃まで上昇する。その後、加温部の温度はゆっくりと低下し、釜の中央温度と同じ約100℃まで加温部の温度が下がり、約25分で炊き上がりとなった。

これらの炊飯器Aの器内の温度変化が米にもたらす働きとして、炊飯開始後約6分30秒までの間は、米を水に浸し吸水させる機能、その後の加熱の間に米の膨潤と米澱粉の糊化が進み、水蒸気が出なくなる頃に最高温度まで加温し釜の内側面温度を上昇させることによって、釜の中にある米飯から余分な水分を飛ばし、米飯を蒸らす働きをしていると考えられる。

一方、炊飯器Bは、炊飯スイッチを押し炊飯開始後6分までの間に、加温部は約180℃まで上昇するものの、釜の内側側面温度は約50℃までしか上昇せず、米が水に浸っている釜の中央部も30℃程度にしか上がっていない。加温部は一旦温度を下げた後、150℃を下回った8分30秒時点で再度加温を始める。約13分30秒が経過した頃、炊飯器から水蒸気が出始め、少し後の14分50秒で釜内側面温度が100℃となる。その間にも器内の加温部温度は上昇を続け、炊飯開始19分が経過した時、加温部温度は最高温度の250℃に達し、その後ゆっくりと加温部の温度は下降する。炊飯器から水蒸気が出なくなる21分10秒の約2分後、釜の中央温度がようやく100℃に達し、炊飯開始30分で炊き上がりとなった。

炊飯器AとBの温度変化の差は、炊飯器の製造年代と炊飯機能の差に起因することが考えら

れる。炊飯器Aは2014年に製造されたものであり、製造年が本体裏面に表示されている。一方、炊飯器Bは製造年が本体に表示されておらず、明確な製造年は不明である。また炊飯器Bのメーカー・型番をもとにインターネットで検索を試みたが、製造年を特定する情報を発見することはできなかった。唯一、炊飯器Bの電源コードに「1988」の印字が確認されることから、1988年製造あるいはその後数年内に製造された炊飯器であると推察される。

また炊飯器Bの炊飯方式として、本体に「直接加熱式」と表示されている。一般社団法人日本電機工業会によれば、直接加熱式炊飯器は「マイコン式炊飯器」に区分され、「炊飯器本体の底のヒーターが直接内釜を加熱して、ごはんを炊き上げます。IH炊飯器と比較すると火力はやや小さくなりますが、美味しく炊き上げることができます。」と説明されている。IH炊飯器と表示されている炊飯器Aの炊飯方式に比べ、火力が弱いとされる直接加熱式の炊飯器Bであるが、炊飯器Aに比べ、より高温に加温して炊飯される仕組みとなっていることがわかった。しかしながら、炊飯器Bの釜内側面温度は、加温部の温度変化に比べ上昇幅が顕著に小さく、釜内側面の温度・釜内中央の温度を上げるために、効率的に機能しているとは言いづらい。

なお、釜内中央の温度が100℃に達するまでに要する時間について、本測定実験では、炊飯器A（IH式）で約11分間・ガラス鍋で約6分間である一方、炊飯器B（直接加熱式）では約23分間を要した。綾部ら（2004）の先行研究によれば、炊飯器を用いた炊飯時に沸騰までに要する時間は、IH式で13分間程度、電気式（本研究における「直接加熱式」に該当）で22分間を要したことが報告されており、本測定実験において得られた温度変化の結果は妥当であると考えられる。

#### 4-2. ガラス鍋を用いた炊飯時の温度変化

小学校家庭科現職教員がガラス鍋を用いて炊飯を行った際の、ガラス鍋の内側・鍋下の温度



変化を示したグラフが、図6-1である。また(1)～(3)のデータのうち(1)(2)のみを抽出して描いたグラフが、図6-2である。

炊飯器より高温の熱がガスレンジからガラス鍋に与えられていることが見て取れる。ガスレンジに火を点けて5分が経過した頃、ガラス鍋の中に充満した水蒸気が鍋の外に漏れ始める。約5分30秒で火を弱めたちょうどその頃、ガラス鍋の中央が100℃に達する(6分)。約6分30秒で水蒸気が出なくなり7分を過ぎた頃、炊飯作業を行う現職教員は再び火を少し強め、約1分30秒後の8分30秒頃に弱火に調整した。その約1分後の9分40秒付近から、鍋の内側側面温度が100℃以下に下がり始めた。弱火での加熱を続け、15分でガスの火を止めた。ガスの火を止めた後、鍋内側側面温度・加温部温度ともに

100℃以下になだらかに下降したが、教師が炊き上がりを告げる25分まで、鍋の中心温度、すなわち、米から炊き上がった米飯の温度は、約100℃を維持し続け、炊飯開始6分以降炊き上がるまで、約100℃のまま、大きな温度変化は確認されなかった。

### 5. 教材開発・授業開発の可能性と課題

近年販売された炊飯器Aは、炊飯器Bに比べ、加温部を細やかに温度変化させながら炊飯作業を行っていることがわかった。また旧型の直接加熱式炊飯器Bは、炊飯器Aに比べ、加温部の温度上昇ほど釜内側面温度・釜中央温度が上昇せず、熱効率が悪くエネルギーロスが大きい炊飯となっていることが見えてきた。炊飯器Aの熱効率の良さは、炊飯器の温度管理に関わるブ

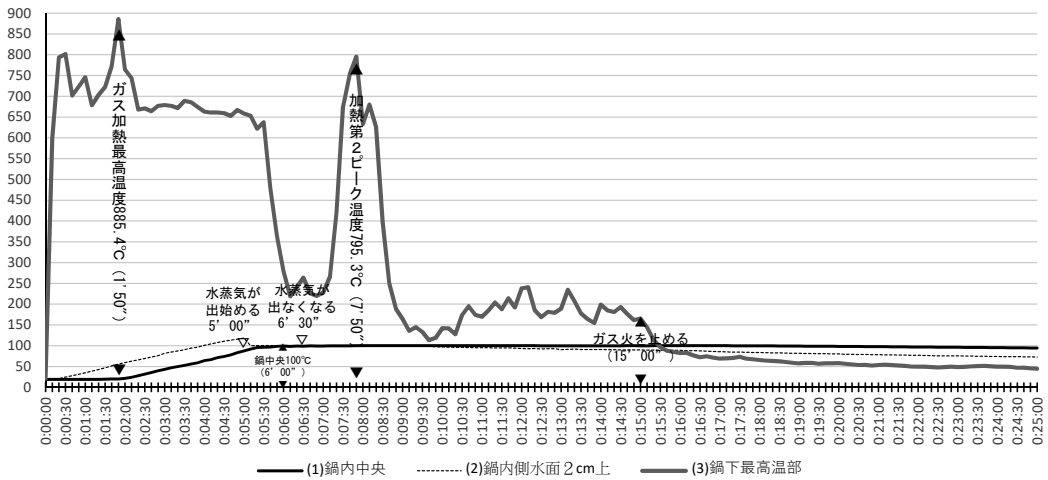


図6-1 ガラス鍋による炊飯時の温度推移  
(米CORNING社・製造年不明・米2合を炊いた場合)

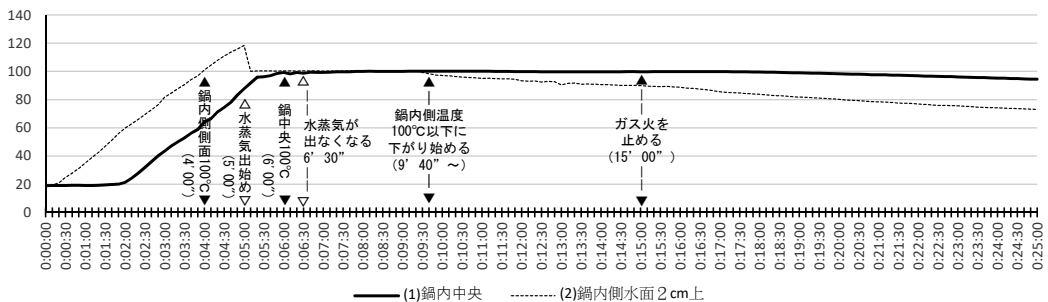


図6-2 ガラス鍋による炊飯時の温度推移((1)(2)のデータのみ抽出)

プログラミングに依る差異だけでなく、炊飯器自体の仕組みの差に依るものと推察される。

炊飯器Bが「マイコン式炊飯器」に区別されることに対し、炊飯器Aは「IH式炊飯器」に区別される。IH炊飯器とは「IHコイルによる磁力線のはたつきで、鍋底や側面など複数箇所から内釜自体を発熱させる仕組み」である。そのため、炊飯器内の高温部を必要以上に高温にすることなく、釜内側面自体を発熱させることができる仕組みを採用した炊飯器なのである。(なお、炊飯器AはIHコイルを用いて磁力線を発することにより内釜を加温する仕組みであることから、IHコイルにより加温される炊飯器Aの内側の高温部を、本論文においては炊飯器Bと表現を統一して「加温部」と記している。) 加えて、炊飯器Aは、「可変圧力」の炊飯器と銘打たれている。内釜内部の圧力を制御しながら炊飯を行う炊飯器である。以上のように「炊飯器自体の仕組み」と「加温温度制御以外のプログラム制御」が少なくとも要因として働き、炊飯器AとBの温度変化の差異を生み出していると考えられる。

一方、直接加熱方式を採用している炊飯器Bの釜内側面温度が、加温部の温度変化に比べ上昇幅が顕著に小さく、釜内側面の温度・釜内中央の温度を上げるために、効率的に機能しているとは言いづらいことを4-1. で指摘した。製造年も古いことが推察される炊飯器Bは、炊飯器のプログラムについて考えさせる上で適切さに欠けるとも考えられる。しかしながら直接加熱方式は、「炊飯器本体の底のヒーターが直接内釜を加熱して、ごはんを炊き上げ」ることから、ガラス鍋を用いた人の手による炊飯作業に近い方法で、炊飯を行っている炊飯器であると捉えることもできる。

本研究における測定実験の結果、ガス加熱による加温部の最高温度(885.4℃)は、炊飯器Bの加温部の最高温度(250.6℃)の約3.5倍と高温であり、エネルギーロスが大きい反面、炊飯器Bに比べ、約4分の1の時間で鍋内側面温度・鍋内中央温度を100℃に高めている(鍋内側面100℃到達所要時間…鍋：炊飯器B=約

15分：4分／鍋中央温度100℃到達所要時間…鍋：炊飯器B=約23分：6分)。ガラス鍋を用いて炊飯する方が、炊飯器Bに比べ、瞬間的なエネルギーロスは大きいものの、必要時間あたりのエネルギー効率率は、ガラス鍋を用いた炊飯の方が良いと言えそうである。

このことをふまえ、炊飯器A・炊飯器Bの温度変化と仕組みの違いに触れながら、近年、主に家庭に普及しているIH式炊飯器の温度変化を軸に、「IH式炊飯器に負けない、美味しい米飯を、効率良く、ガラス鍋で炊き上げるためにはどのような工夫が必要か」、「美味しい米飯を、効率よくガラス鍋で炊くためには、炊飯中の米に対して、どのような温度変化を実現する必要があるのか」、児童が自ら『ガラス鍋炊飯プログラム』を構成し、構成したプログラムに基づいて実際に炊飯作業を行う、一連の授業開発と実践、ならびに実践評価を行いたいと考えている。(なお、2019年度中に第三著者が勤務する小学校5年生を対象に、本研究の計測実験結果をふまえ、プレ実践を試みる予定としていたが、2020年2～3月以降の新型コロナウイルス感染症への対応、ならびに小学校が臨時休校となったことを受け、2019年度内でのプレ実践を実現することはできなかった。今後、新型コロナウイルス感染症が終息し、小学校における調理実習の実施が叶うこととなったタイミングで、プレ実践と本実践・評価を行いたいと考えている。)

また本研究においては、「マイコン式炊飯器」「IH式炊飯器」の各1種類の炊飯器における温度変化を計測実験・分析するにとどまった。上述したように、近年、主に家庭に普及している「IH式炊飯器」について、今後、複数機種の炊飯時の温度変化を測定し、その結果を炊飯機能と対応させ検討を加え、炊飯器の温度変化プログラムの現状をより明らかにすることによって、子どもたちの論理的思考の手掛かりとなる炊飯時の温度変化データを多様に教材として準備し、『ガラス鍋炊飯プログラム』の学習活動をより充実させたいと考えている。

## 【謝辞】

本研究は、香川大学教育学部2019年度「学部教員と附属学校園教員によるICT活用教育研究プロジェクト」の支援を受けて行いました。関係各位に御礼申し上げます。加えて、本研究の炊飯時温度測定を実施するにあたりまして、本学教育学部の理科領域 高橋尚志 先生、家庭領域 畦 五月 先生より、それぞれお力添えをいただきました。この場をお借りして、重ねて御礼申し上げます。

## 【参考・引用文献】

- 文部科学省，小学校学習指導要領，平成29年告示。
- 文部科学省，小学校学習指導要領解説 総則編，平成29年7月。
- 文部科学省，小学校学習指導要領解説 算数編，平成29年7月。
- 文部科学省，小学校学習指導要領解説 理科編，平成29年7月。
- 文部科学省，小学校学習指導要領解説 総合的な学習の時間編，平成29年7月。
- 文部科学省，小学校学習指導要領解説 家庭編，平成29年7月。
- 文部科学省，小学校プログラミング教育の手引（第二版），平成30年11月。
- 筒井恭子（文部科学省初等中等教育局教育課程課教科調査官），小学校家庭科におけるプログラミング教育，小学校を中心としたプログラミング教育ポータル（文部科学省・総務省・経済産業省），2018年9月。  
<https://miraino-manabi.jp/content/277>（2020年5月29日確認）
- 綾部園子・笠松千夏・香西みどり・畑江敬子，熱源の異なる大量炊飯器で炊飯した飯の好ましさの評価，栄養学雑誌，Vol.62，No.4，241-246。
- 一般社団法人 日本電機工業会，炊飯器の仕組み，（情報発信年不明）。  
<https://www.jema-net.or.jp/Japanese/ha/suihanki/about.html>（2020年5月29日確認）