

キッチンサイエンスにおける ICT活用事例の研究

佐藤陽子 広尾学園中学・高等学校

1. はじめに

文部科学省は平成22年10月に、「教育の情報化に関する手引」を公表した。ここでは、授業のねらいを示したり、学習課題への興味・関心を高めたり、学習内容をわかりやすく説明したりする¹⁾ことが、教員によるICT活用の例だと述べられていた。このほかにも、教科内容のより深い理解を促すために、児童生徒が情報を収集・選択したり、文章や図・表にまとめたりすることなどが、児童生徒によるICT活用の例として示されていた¹⁾。そこで、本研究では、家庭科教育と理科教育を繋ぐICT教育の推進事例を複数検討した²⁾。ここでは、教員による生徒のための「調理実習に活用可能な新教材の開発」に主眼を置いた研究を試みた。なお、本論文に示した見解は、一般的な私学における家庭科教育、理科教育、ICT教育の融合化に関する個人研究の成果であり、筆者が所属する組織の公式見解ではない。

2. 方法

2.1 文献調査

最初に、小学校、中学校、高等学校の家庭科で扱う「調理実習題材」の特徴を調査した。次に、小学校、中学校の理科及び、高等学校の化学分野で学ぶ概念のうち、調理実習に関わる項目の特徴を調査した。ここでは、小学校、中学校、高等学校の学習指導要領解説などを用いた調査を試みた。

2.2 調理

本研究では、実物投影機、パソコン、iPad、Wi-Fi 接続ワイヤレスデジタル顕微鏡 MJ-302WF(佐藤商事)、Excel2010(Microsoft)、塩分計(タニタ)、糖度計(アタゴ)、ナリカイージセンサービジョン Wi-Fi(中村理科)を活用した「家庭科教育と理科教育を繋ぐ ICT教育」の事例を複数検討した。また、本調理に伴う時間測定には、プレゼンタイマー(Takuya Murakami)を用いた。

1) Wi-Fi 接続ワイヤレスデジタル顕微鏡による鶏卵マヨネーズの拡大化

本研究の序盤で考案した「紫キャベツ液で染色した野菜を用いたサラダの観察手法」については日本理科教育学会第 65 回全国大会で紹介した²⁾。ここでは、家庭科教育で前例の乏しかったサラダ作りに伴う実物投影機と写真機能の活用事例を検討した。続いて、先述のサラダを味わい深いものにするために「鶏卵を用いたマヨネーズ」の作成を試みた。ここでは、鶏の卵黄 1 個分、食酢 2 mL、菜種油 5 mL、塩及び胡椒少々を混ぜたものを小型電動クリーマーで 5 分間攪拌した。次に、先述の材料のうち、菜種油だけを 10 mL に増量し、同様の手順でマヨネーズを作成した。これらの表面を、iPad に接続した Wi-Fi 接続ワイヤレスデジタル顕微鏡 MJ-302WF を用いて、60 倍の倍率で観察した。

2) 具材の異なるすまし汁の塩分濃度測定

一般に、すまし汁の塩分濃度は 1%前後が望ましいと考えられている。はじめに、塩分濃度 1%のすまし汁 500g を 2 つ用意した。このうちひとつに、拍子木切りにした大根 100g を加えて 2 分間煮たあとの塩分濃度を塩分計で各 3 回測定した。そして、先述と同様の手順で用意したすまし汁に素麺 100g を加えて 2 分間煮たあとの塩分濃度を測定した。続いて、表計算ソフト Excel2010 内蔵型のパソコンで測定値の平均値を求めて、グラフ化を試みた。このときの様子をプロジェクターに投影した。

3) 3 種類の苺を用いたジャムの糖度調節

はじめに、粗く潰した 3 種類の苺(とちおとめ、白苺淡雪、あまおう)の糖度を測定した。次に、上記 2) と同様の手順で、上白糖、中白糖、果糖の水溶液の糖度を測定した。ここでは、表計算ソフト Excel2010 内蔵型のパソコンを用いて検量線を作成した。次に、この結果を基にして、糖度 60%のジャム作りに適した糖を選定した。3 種類の苺には、ここで選定した糖が初めから含まれていたと仮定し

て、それぞれのジャムに加える糖の質量を求めた。続いて、調理用の電子天秤でこれらを量り取り、粗く潰した苺 120g、水 30g と共に加熱した。そして、最後の段階で、レモン汁を少々加えて完成したジャムの糖度を各 3 回測定した。

4) pH の異なる飲料水を用いた紫芋団子の観察

白玉粉 30g、紫芋 15g、ボルヴィック 30g を 1 個あたり 5g の団子状に形成した。次に、先述と同量の白玉粉と紫芋を、温泉水 99 で練り上げた団子とレモン汁を添加したペリエで練り上げた団子を作成した。こうして完成した 3 種類の団子を、それぞれに用いた飲料水で 5 分間茹でて、各飲料水を用いて冷却した。ここでは、ナリカイージーセンスビジョン Wi-Fi を用いて団子の中央部分と冷却水の温度を同時に測定した。

3. 結果と考察

3.1 文献調査の結果と考察

1) 小学校、中学校、高等学校の教科書で扱う共通の調理実習題材は「野菜サラダ」であることが確認できた^{3), 4), 5), 6)}。特に、高等学校の調理実習においては、野菜サラダ作成の実施率が高いことが判明した⁷⁾。また、ここでは汁物の調理方法と、フルーツポンチ、白玉、クレープ、ジャムなどの調理方法を示した教科書が多い傾向が見受けられた。

2) 小学校、中学校、高等学校の理科(高等学校は化学分野限定で調査)で学ぶ概念のうち、調理実習の学習に深く関係する項目を表 1、表 2 に示した。ここでは、小学校から高等学校の理科教育で共通して扱う主な関連項目は、物質の三態変化、物質の溶解性と溶解度、酸とアルカリ(塩基)、いろいろな物質の化学変化に関する 4 項目であることが判明した。

表 1 小学校・中学校の学習指導要領解説(理科)の調査結果^{8), 9)}

校種	学年	調理実習に関わる学習項目
小学校	第 3 学年	物と重さ ・形と重さ ・体積と重さ
	第 4 学年	金属、水、空気と温度 ・温度と体積の変化 ・温まり方の違い ・水の三態変化
	第 5 学年	物の溶け方 ・物が水に溶ける量の限度 ・物が水に溶ける量の変化 ・重さの保存
	第 6 学年	燃焼のしくみ 水溶液の性質 ・酸性、中性、アルカリ性 ・気体が溶けている水溶液 ・金属を変化させる水溶液
中学校	第 1 学年	水溶液 ・物質の溶解 ・溶解度と再結晶
		状態変化 ・状態変化と熱 ・物質の融点と沸点
	第 2 学年	化学変化 ・化合 ・酸化と還元 ・化学変化と熱
	第 3 学年	酸・アルカリとイオン ・酸・アルカリ ・中和反応とイオン

表 2 高等学校学習指導要領解説(理科)の調査結果¹⁰⁾

校種	科目	調理実習に関わる学習項目
高等学校	化学基礎	化学と人間生活の関わり ・人間生活の中の化学 ・化学とその役割 物質の探究 ・単体、化合物、混合物 ・熱運動と物質の三態 物質量と化学反応式 ・化学反応式 化学反応 ・酸・塩基と中和 ・酸化と還元
	化学	・物質の状態とその変化 状態変化(蒸気圧)、 ・溶液と平衡 溶解平衡(固体と気体の溶解度)、溶液とその性質(蒸気圧降下、沸点上昇、凝固点降下、浸透圧、コロイド) ・化学反応とエネルギー 化学反応と熱・光 ・無機物質と人間生活 ・有機化合物 有機化合物(アルコール) ・有機化合物と人間生活 有機化合物と人間生活(単糖類、二糖類、アミノ酸) ・高分子化合物 天然高分子化合物 ・高分子化合物と人間生活

3.2 調理の結果と考察

1) Wi-Fi 接続ワイヤレスデジタル顕微鏡による鶏卵マヨネーズの拡大化

通常のマヨネーズ作りでは鶏卵を使用することが一般的である。ここでは、意図的に鶏卵を用いたことで、生徒1人分に適した量を作ることができた。ここでは、図1に示した細長い筒状の顕微鏡を用いたことで、奥行きのある容器で作成したマヨネーズ表面の焦点化に成功した。そして、図2、図3を比べると、油10mLを用いた系では油滴が残存していたのに対して、油5mLを用いた系では、攪拌に伴う気泡は散見されたが、油滴が残存していなかった。つまり、油10mLを用いた系より油5mLを用いた系で、表面の乳化が促進されていたと考えられる。



図1 Wi-Fi 接続ワイヤレス顕微鏡



図2 油の量が異なるマヨネーズの表面観察

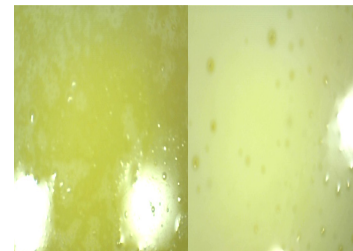


図3 図2の拡大図(60倍)
(左: 油10mL, 右: 油5mL)

2) 具材の異なるすまし汁の塩分濃度測定

本実験の結果を図4に示した。塩分1.0%のすまし汁に大根を加えて煮たら塩分0.8%に低下した。ここでは、浸透圧の作用で大根に含まれていた水分がすまし汁に溶出したと考えられる。また、塩分1.0%のすまし汁にそうめんを加えて煮たら塩分の値は1.4%に上昇した。ここでは、乾物状の素麺に含まれていた食塩が溶出したと考えられる。以上の結果から、すまし汁を作るときには用いる具材次第で、はじめに加える食塩または水の使用量を加減することが望ましいとの結論を導くことができた。

3) 3種類の苺を用いたジャムの糖度調節

現在、ジャムのゲル化を促進させるには系内の糖度を60~65[Brix%]に保つとよいことが知られている。図5の結果より、最初に測定したあまおうの糖度は10.4[Brix%]、白苺淡雪の糖度は8.5[Brix%]、とちおとめの糖度は7.2[Brix%]であった。続いて、上白糖、中白糖、果糖を用いて、これらの質量パーセント濃度と糖度の関係を表す検量線を作成した。図6、図7に示した上白糖と中白糖の回帰式を比べたら、上白糖[回帰式: $y = 0.9760x$ ($R^2 = 0.9993$)]は中白糖よりも高い相関を示した。これは、上白糖に含まれる不純物が中白糖よりも少ないからだと考えられる。また、果糖ではこれらより低い相関を示したことから、本研究では上白糖を用いて糖度60[Brix%]のジャムを作成した。ただし、各種測定と計算を簡略化する目的で、3種類の苺に含有された糖は「上白糖と同一成分」と仮定して3種類のジャムを作成した。こうして、完成した3種類のジャム糖度は62.1%~62.7%で、誤差率は5%以内に留まっていたが、いずれも当初の目標値の60%よりも高い糖度を示した。この主な原因は、加熱に伴う水分の蒸発だと考えられる。つまり、この方法で目標値に近い糖度のジャムを作るには、加熱中こまめに糖度を測定して水分を加減することが重要だと結論を導くことができた。

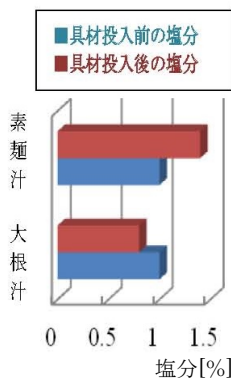


図4 具材投入前後の塩分濃度比較

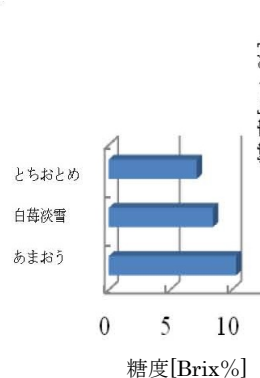


図5 苺の糖度比較

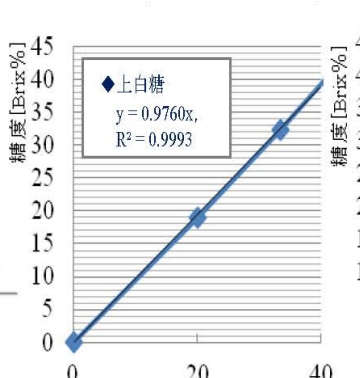


図6 上白糖の検量線

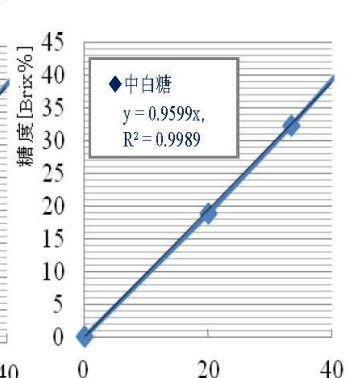


図7 中白糖の検量線

4) pH の異なる飲料水を用いた紫芋団子の観察

図8に示した開放系で団子の冷却に伴う温度を2か所同時に測定した。図9に示したように、開放系下における団子の中央部分の温度はピークから順次低下し、冷却水の温度は緩やかに上昇してゆることが判明した。この様子は、ナリカイージーセンスビジョン Wi-Fi を経由して、複数の iPad と同時に共有することが可能であった。つまり、グループでの学習に適していると考えられる。また、図10では、ボルビック、温泉水 99、レモン汁を添加したペリエで練り上げた団子が、紫色、青色、赤色を示したことから、本調理では pH 変化に伴う紫芋色素の構造変化が起きていたと推測できた。

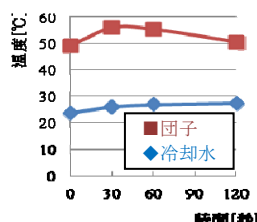
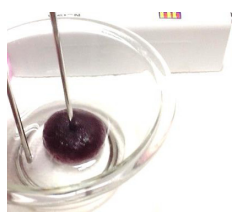


図8 団子中央部と冷却水の温度測定

図9 団子と冷却水の温度変化

図10 pH の異なる紫芋白玉

4. まとめ

1) 本研究の結果、食用可能な「新しい調理実習教材」を4点開発することができた。調理1)を小学校で実施する場合は、包丁の使い方などの家庭科教育に重きを置いた指導を行い、教員側で食材の拡大化を行うと児童への負担が少ない。これを中学校で実施する場合は、生徒自身が「汎用的に使うICT機器」に触れる機会を多く設けて、一般的な教育課程との対応を検討すべきであろう。こうした実体験を通して、グループ内で役割を分担しながら「各種ICT機器を同時に使いこなす能力」を養い、拡大に伴う焦点化¹¹⁾などを意識させると教育的であろう。そして、本題材を高校で実施する場合は、理科(化学)教育に重きを置いて、マヨネーズ作成に伴うコロイド化学の知識を深めてゆくとよい。ここでは、教科書で扱う内容に対応した指導が可能であった。さらに、中学校で調理2)、高校で調理3)を行うと、家庭科と理科における「定量の概念に関する差異」を示すことが可能である。はじめに、汁物を上手に作るには、調味料を正しく測定する必要があることを理解させ、続いて、調理における定量では、有効数字を意識しなくても、大勢に影響を及ぼさないことを具体的に示す機会を与えることが可能である。また、小学校で一般的な白玉の作成に慣れたうえで、中学校の最終段階で調理4)を行うと、教科横断的な発展学習が実施できて合理的だろう。ここでは、調理実習を通して、高温の物体から低温の物体に熱が移動する現象と、酸・アルカリ(塩基)の概念を同時に学べる新教材を提案することができた。

2) 本研究で考案した題材は食材を扱う。そのため、家庭科教員主導のもとで、理科教員と共に「チームティーチング形式」で授業を進めることが望ましい。このようにすれば、家庭科教員が、火や包丁の使い方を含めた調理全般と調理器具の洗浄方法などに注意を払い、調理実習に伴う怪我と食中毒の防止に注力することができる。そして、理科教員が各種ICT機器の使い方、グラフ化の支援、各種数値処理に目を配る形にすると、上手なワークシェアができるだろう。

参考文献

- 1) 文部科学省(2010)、教育の情報化に関する手引、p.46
- 2) 佐藤 陽子(2015)、キッチンサイエンスによる ICT 教育の推進 part1
- 科学的な調理実習題材の普及に向けて -、日本理科教育学会第 65 回全国大会論文集、p.220
- 3) 文部科学省(2008)、小学校学習指導要領解説生活編、日本文教出版株式会社
- 4) 文部科学省(2008)、小学校学習指導要領解説家庭編、株式会社東洋館出版社
- 5) 文部科学省(2008)、中学校学習指導要領解説技術・家庭編、教育図書株式会社
- 6) 文部科学省(2010)、高等学校学習指導要領解説家庭編、教育図書株式会社
- 7) 平島 円、堀 光子、磯部 由香、長野 宏子(2014)、高等学校における調理実習の現状と大学および専門学校生の調理の知識と技術の習得状況、日本家庭科教育学会誌、p.118
- 8) 文部科学省(2008)、小学校学習指導要領解説理科編、大日本図書株式会社
- 9) 文部科学省(2008)、中学校学習指導要領解説理科編、大日本図書株式会社
- 10) 文部科学省(2010)、高等学校学習指導要領解説理科編、教育図書株式会社
- 11) 高橋 純、安念 美香、堀田 龍也(2012)、教員が ICT で教材等の拡大呈示を行う際の焦点化の種類、日本教育工学会論文誌、36、p.68