

論理的思考力の育成を目指した教科横断型授業の実践

佐熊悠生*・江幡友子*・柴原宏一**

(2023年3月22日受理)

Practice of cross-curricular classes aimed at fostering logical thinking skills

Yuusei SAKUMA, Tomoko EBATA and Kouichi SHIBAHARA

キーワード: 論理的思考力, 教科横断型授業, 深い学び, 開かれた教育課程, 学びの往還

2022(令和4)年度から、高等学校でも学年進行で新学習指導要領に基づく授業が始まった。本実践では、「教科横断的授業」の中で、新学習指導要領の理念である「主体的、対話的で深い学び」を通して「資質・能力の三つの柱」の育成に取り組んだ。本実践で生徒たちは、「教科横断的授業」の中で「学びの往還」を体験し、また、さつま揚げを商品化する過程で、学校での学びが社会と繋がる「深い学び」を体験した。

はじめに

本実践の背景には、生徒の論理的思考力を育むことを目的とした「STEAM教育」と「コンピテンシー」がある。「STEAM教育」に「教科横断的な視点」から取り組むことは、これからの社会を生きていく生徒たちに、問題を発見し、自力解決できる力を育む上でとても重要だと言える。また、「コンピテンシー」についてであるが、その中でも「情報活用能力」は、これからの社会を生きていく生徒たちにとって、日常生活の課題や問題を解決するために、膨大な情報の中から、多角的な視点で情報を取捨選択することを論理的に理解する上からも大切だと考える。そのため、各教科の特性を生かしながら教科横断的授業に取り組むことで、生徒たちに情報活用能力の一つである「論理的思考力」を育むことを目指した。

「コンピテンシーの教科横断」は、新学習指導要領の理念を実現するためにも重要である。高校の新学習指導要領が本年度から始まったことで、すべての校種で新学習指導要領のもとに教育活動が行われている。そのため、高校でも「主体的、対話的で深い学び」を生徒が実感できる授業を展開することが求められている。そして、授業での「主体的、対話的で深い学び」を通して、生徒

*茨城県立海洋高等学校 **茨城大学

たちに「論理的思考力」を育むことが期待される。

新学習指導要領等の根底には「生きる力」を育むという理念がある。その理念実現のためには、授業で習得させる対象を「コンテンツ」から「コンピテンシー」へ変えていく必要がある。「生きる力」とは「予測困難な時代を生きていくための力」のことであるが、今までの「何を知っているか」、つまりどれだけの知識を知っているかが中心の授業から、「生きる力」を育むために「何を学ぶか」、「どのように学ぶか」、「何ができるようになるか」を中心に据えた授業デザインが求められている。そして、「何ができるようになるか」が「コンピテンシー」の概念と繋がる。

「何ができるようになるか」を考える上では、「育成すべき資質・能力の三つの柱」が重要になるが、この三つの柱を授業の中で生徒が「どう学ぶか」、更に、教員が授業を通して生徒に「どう育むか」という二つの視点で考えることが大切だと言える。つまり、教員の立場から考えると、「どのような授業形態で、どのような教材や題材を扱うのか」ということを考える必要があると言える。それゆえ、「学習を実生活での問題解決に生かしていくための教科横断的な視点」からの「STEAM教育」は非常に重要であると言える。その学びの過程で、論理的思考力を育むための「主体的、対話的で深い学び」が達成されると同時に、生徒たちもそのことを実感できることが期待される。

そのような考えから、本実践では、授業評価については現3年生に適用される高等学校学習指導要領に基づいて行ったが、「総合的な探究の時間」等における新学習指導要領の考え方のいわゆる「先取り」に、指導と評価の一体化に配慮しながら取り組んだ。また、本実践を研究報告にまとめて公表することを、事前に生徒たちに説明し理解を求めた。

なお、本稿は、佐熊が「4 授業実践Ⅱ 論理的思考力の育成を目的とした「数学A」の授業」を、江幡が「3 授業実践Ⅰ 地元産のしらす入りさつま揚げ作成を題材として」を、柴原がそれ以外を執筆した。

1 教科横断型授業実践に至る経緯

本実践は、三つの専門学科を擁するA県立B高等学校で行った。2021(令和3)年3月、佐熊はC学科1年生の「数学Ⅰ」で論理的思考力を育むことを目的に、ロボットを利用したプログラミングの授業を実施した。この実践を通して、生徒たちがロボットを自分の意図どおりに動かすことのできるプログラミングに興味を示していること、及びプログラミングの過程で「試行→エラー→修正→試行」のサイクルを何回も繰り返していたことが分かった。更に、2021(令和3)年11月には同校D学科2年生の「数学A」で、生徒にとってより身近な事象を扱うことで「結果を得るためには一連の適切な手順が重要である」ことに焦点を当てたプログラミング的思考力を育むことを目的に、教科横断型授業に取り組んだ。その教科横断型授業実践は、D学科2年生の「総合実習」の授業で得たデータ(官能評価)を、佐熊が「数学A」の授業で数値化を通してグラフ化し、そのグラフの分析結果と総合実習で得られた官能評価を関連付けることで、学科を越えた教科横断型授業実践からプログラミング的思考力を育むというものであった。

具体的には、まず「総合実習」において、調理法や条件の違いが食品にどのような影響をもたらすかを確かめることを目的に、「理想的なクッキーを作るには？」という題材で24通りの加熱条件

を設定してクッキーを作成し、それぞれの条件ごとに官能評価を行い、その官能評価の結果をもとに、一番美味しいクッキーの加熱条件を予想させた。次に、「数学A」で「美味しいクッキーを作るために必要な要因を探る」ことを目的に、タブレットを活用してスプレッドシート上で官能評価を点数化し、その点数をもとにGeoGebra¹⁾で散布図を作成させた。生徒たちは完成した散布図の相関から、美味しさに関係しない官能評価項目を考察したり、美味しさに関係があると思われる新たな官能評価項目を考案したりするなど、タブレットを互いに見せながら話し合いを進めていた。その過程を通して生徒たちは、ある結果を得るには適切な手順とデータや情報をもとに考察することが重要であることを理解した。これらの実践結果から佐熊は、生徒間に主体的で対話的な活動が自然に生まれるタブレットを活用することで、専門学科の実習内容を分析的に捉える過程を通して論理的思考力を育むことが期待できると考えた。

そこで、2023年度、佐熊は江幡と共に、D学科3年生の「課題研究」の授業で食品製造をする際にスプレッドシートを用いて官能評価を可視化することで食材の理想的な組み合わせを考察する時間を取り入れて論理的思考力を育むと共に、「深い学び」に繋がる課題解決能力を教科横断型授業の中で育む実践を試みた。

2 授業実践の概要

本実践では、江幡が担当する「課題研究」及び佐熊が担当する「数学A」による教科横断型授業により、さつま揚げの商品化に取り組んだ。江幡と佐熊は、さつま揚げの商品化を通して、生徒たちが教科の学びが社会と繋がる「深い学び」を実感すること、及び授業と社会が繋がる「社会に開かれた教育課程」の具現化を目指した。

本実践は、D学科3年生の「課題研究」を中心とした授業実践Ⅰ、「数学A」を中心とした授業実践Ⅱの二つの部分からなる。

授業実践Ⅰでは、さつま揚げの商品化に向け、素材の組み合わせや調理方法を工夫する取組を行った。なお、D学科3年生は29名在籍しているが、さつま揚げ作成をテーマとした生徒は10名であり、残り19名は他のテーマで課題研究に取り組んだ。

授業実践Ⅱでは、次の①及び②の取組を行った。①では、授業実践Ⅰで得られた官能評価データを数値化し、その結果を基に新たな素材の組み合わせを考察して次の試作品を作成し、それを再度官能評価するという一連の作業を繰り返す、つまり、「数学A」と「課題研究」の間で作成・考察を繰り返す「学びの往還」を通して、客観的な視点から組み合わせる素材の決定に取り組んだ。②では、①の取組から得られたデータ等をD学科の3年生29名を対象とした「数学A」の授業で教材として扱い、課題解決に必要な論理的思考力やプログラミング的思考力の育成と事象を数値化することの有用性を理解させることを目的とした授業を行った。

3 授業実践Ⅰ 地元産のしらす入りさつま揚げ作成を題材として

授業実践Ⅰを行ったD学科の3年生は、2年生であった2021年度に「水産の見方・考え方を働かせ、実践的・体験的な学習活動を行うことなどを通して、社会を支え産業の発展を担う職業人として必要な資質・能力を…育成する」²⁾ことを目指す総合実習において、クッキーを題材とした教科横断型授業に取り組んだ。今回はその成果を踏まえ、さつま揚げの商品化を通して「深い学び」の実現に取り組んだ。

(1) 授業の概要

D学科の3年生を対象とした「課題研究」において「若者が食べたい魚料理」をテーマに「いばらきの地魚取扱店認証委員会」³⁾と連携し、「いばらきの地魚プロジェクト」に取り組んだ。B高等学校では、地域における6次産業化や食の安全への取り組みなどに必要とされる教育内容や指導方法を研究することを目的に、2022年度の新たな取り組みの一つとして、A県が「若者の魚離れ」の解決を目指して取り組んでいる「いばらきの地魚プロジェクト」に参加すると共に、地元の企業及び漁業協同組合との連携事業を開始した。その連携事業では、数学科と連携してD学科の生徒が大洗産しらすを活用した新商品を企業及び漁業協同組合と共同開発することを目指した。又、商品開発にあたっては、E社及びF社の協力のもと、大洗産のしらすを使用したさつま揚げの調理と官能評価を行い、その官能評価を数値化して企業の担当者と共に商品化できる素材の組み合わせについて考察することを繰り返した。その結果、食感、味、見た目、香りの4観点を総合的に評価し、世代を問わず食べられるプレーン／沢庵チーズ／キムチ風／枝豆／お好み焼き風／チーズ／きんぴらの7種類の味が完成した。食材の組み合わせは、本校職員や生徒、企業の担当者が試食した結果を数値化して決定していった。このように、食感や味などを総合的に評価したデータを基に、消費者に求められる項目を考察しながらより正確で具体的な視点から商品開発を進めることができた。

(2) 題材設定の背景

B高等学校の「課題研究」は、水産に関する課題を設定し、その課題を解決する学習を通して、専門的な知識と技術の深化、総合化を図るとともに、問題解決能力や自発的、創造的な学習態度を育てることをねらいとしている。今回、A県の「いばらきの地魚プロジェクト」に参加すると共に地元企業、漁業協同組合との連携事業を開始するにあたり、D学科の生徒が大洗産しらすを活用した新商品を企業及び漁業協同組合と共同開発する実践を通して食品製造の理解を深めたいと考えた。その際、従来から「総合実習」ではさつま揚げを生産してきたことから、そのさつま揚げに更なる付加価値と話題性をつけるために、大洗産しらすや他の食材を組み合わせた新しい商品を開発することにした。

(3) 教材の概要

ア さつま揚げに混ぜる食材の組み合わせの設定

生徒達からの、さつま揚げに混ぜると合いそうな食材の提案に基づき、それぞれの食材を混ぜ合わせたさつま揚げを調理し、官能評価表に基づいて評価した。当初は、キムチチーズ／青のり紅ショウガ／バジルレモン／枝豆チーズ／しそニンニク／かつお節キムチの6種類のさつま揚げを試作したが、生徒たちが作成したレシピに基づいて協力企業で試作したところ、ニンニクとキムチは油が汚れてしまうこと、レモンは大規模なラインで製造すると風味

が飛んでしまうこと、などの問題点が明らかになった。そこで、それらの食材に替わる企業からの提案を含めた試作品を試食し、官能評価を行った。

イ 官能評価

最終的に8種類のさつま揚げに対して、「食感」「味」「見た目」「香り」の4項目について官能評価を行った。

ウ 課題

生徒は、試作品の試食を繰り返し、その官能評価の結果をもとに課題1～課題4について企業と協力して考察した。

課題1 キムチの代わりにの食材はないか？

課題2 ニンニクの代わりにになる食材はないか？

課題3 チーズを入れると油が汚れる為、良い方法はないか？

課題4 魚肉、しらすの最適な配合割合はどうか？

エ 結果の考察

試作検討の際は、試食しながら企業の方を含めて熱心に話しあう生徒の姿が見られた。

考察1 キムチの代わりにニラや沢庵を入れてはどうか。

考察2 ニンニクの代わりにニンニクパウダーを入れてはどうか。

考察3 耐熱用のチーズを代わりに入れてはどうか。

考察4 生産コストの限界を考慮してできるだけ厚みを持たせるようしてはどうか。

以上の考察結果を基に再度試作し、商品のレシピを最終決定した。

(4) まとめ

今回の取り組みで、生徒は企業及び漁業協同組合、数学科と連携しながら、商品の開発、パッケージの考案・製作、ポップのデザイン考案と製作、店舗での販売という一連の流れを体験することができた。体験した生徒からは、「自分達で味を組み合わせで試作し、数学の授業でデータ分析しながら官能評価をし、それを基に考えたレシピを企業が改良してくださる過程がとても新鮮で楽しかった。」「2年生の時に企業実習で大洗漁業組合のしらす加工現場を一度見学したことがあり、大洗産のしらすはとても親近感があり、販売時に大洗のしらすを使用していることもしっかりアピールして売った。」等の感想が得られ、今回の授業実践が学校の中だけでの学びに留まらず、「深い学び」に繋がっていることがわかる。そのため、今後も企業や漁業協同組合と連携した協働的かつ教科横断的な実践を通して「主体的、対話的で深い学び」の場を提供することで生徒たちに「生きる力」を育んでいきたい。

4 授業実践Ⅱ 論理的思考力の育成を目的とした「数学A」の授業

授業実践Ⅱでは、江幡の授業実践Ⅰで得られた官能評価を、佐熊が課題研究や数学Aの授業においてスプレッドシート上で数値化、可視化して分析する学習を通して論理的思考力を育むことを目

的とした。本校3年生を対象に実施する際、現行の学習指導要領ではなく高等学校学習指導要領(平成30年告示)解説数学編理数編数学A⁴⁾「(3)数学と人間の活動」の単元で実践できると考えた。そのため、単元は数学A「数学と人間の活用」での2時間扱いとし、高等学校学習指導要領(平成30年告示)解説数学編理数編数学A「(3)数学と人間の活動」ア(イ)、イ(イ)及び高等学校学習指導要領(平成30年告示)解説情報編情報I⁵⁾「(3)コンピュータとプログラミング」ア(イ)、(ウ)、イ(ウ)を参考に指導案を作成した。

(1) STEAM教育とプログラミング的思考力

「STEAM教育等の教科等横断的な学習の推進について」では、STEAM教育は「エンジニアリングとアーツを通して解釈される科学と技術であり、すべては数学的な要素に基づくもの」⁶⁾であり、「令和の日本型学校教育」の構築を目指してにおいてSTEAM教育は「産業界等と連携し、各教科等での学習を実生活での問題発見・解決に生かしていく高度な内容となるものであることから、高等学校における教科等横断的な学習の中で重点的に取り組むべきものある」⁷⁾とされている。従って、高校数学の授業で生徒に「生きる力」を育むために、STEAM教育は重要であると考えられる。更にそれに続けて「その土台として、……、プログラミング教育などの充実に努めることも重要である」⁸⁾と言及していること、及び2022年度入学生から、年次進行でプログラミング教育が必修化されることから、高等学校における「プログラミング教育」の重要性が容易に理解できる。さらに、高等学校学習指導要領(平成30年告示)解説情報編において、第1部/第1章/第3節の「4 情報活用能力の育成」では、「将来どのような職業に就くとしても、時代を超えて普遍的に求められる「プログラミング的思考」などを育むプログラミング教育の実施を、子供たちの生活や教科等の学習と関連付けつつ、発達の段階に応じて位置付けていくことが求められる」⁹⁾と述べられていることから、数学科の授業において「論理的思考力」を育むことで情報活用能力の一つである「プログラミング的思考力」を育むことは大切であると考えられる。今後の情報社会を生きていく上で「プログラミング的思考力」は重要であり、B高校では約9割の生徒が就職するという背景から、今回の授業実践IIでは「STEAM教育」と「論理的思考力の育成」を関連付けた実践を目指した。そのため、高等学校学習指導要領(平成30年度告示)を参考にして、現行の4観点に配慮しながら授業の目標を次のように設定した。

- ①：食品製造・販売や身の回りの事象を通して、そのデータを表やグラフから論理的に分析・考察する方法を理解する。(知識・理解)
- ②：表やグラフをから論理的に分析・考察することができる。(技能)
- ③：表やグラフを用いて課題に応じた考察を行い、論理的に課題の解答を考察する力と解答を導き出した理由を言葉や文で表現する力を身に付ける。(思考・判断・表現)
- ④：表やグラフから論理的に考察を行うよさを認識し、問題解決の過程を振り返って評価・改善しようとする態度を身に付ける。(関心・意欲・態度)

(2) 単元について

ア 題材観

本実践は、現行の評価規準に配慮しつつ、新学習指導要領の先取りとして取り組んだ。本

単元は高等学校学習指導要領(平成30年7月告示)解説数学編理数編数学A「(3)数学と人間の活動」に位置付けられているが、今回、次の二つの理由から先取りに取り組んだ。一つ目は、教科横断型授業で行った本実践のねらいを「課題解決に必要な論理的思考力やプログラミング的思考力を育むことで、生徒が日々学んでいる専門科目「課題研究」においても事象を数値化することの有用性を理解させること」としたためである。高等学校学習指導要領(平成30年7月)解説数学編理数編数学A「(3)数学と人間の活動」には「数学が文化と密接に関わりながら発展してきたことを踏まえ、数学的なものの見方や考え方、数学的な表現や処理、数学的活動や思索することの楽しさなどに焦点を当て、数理的に考察することの有用性や数学のよさを認識できるようにするとともに、統合的・発展的に考察する力や、事象を数理的に考察する力、数学を積極的に活用する態度などを培う」とあり、本実践のねらいと合致している。二つ目は、生徒たちが卒業後に様々な問題や課題に向き合ったときに、膨大な情報から「多角的な視点で」「どの情報技術を使えばよいか」を主体的に考え、論理的に筋道を立てて自力解決できる力を育成するためには、「数学A」と「課題研究」の教科横断型授業が効果的であると考えたからである。

イ 生徒観

D学科3年生(29名)はこれまでに、中学3年生でデータの分析、高校1年生で2次関数の学習に取り組んできた。高校2年生では、タブレットを使用して官能評価のデータを数値化してGeoGebraで散布図を作成し、そのグラフの分析を通して事象を数値化し考察する重要性を学んだ。しかし、関数やグラフに対して苦手意識を持っている生徒が多い。

ウ 指導観

生徒が興味をもちそうな、水産科の「課題研究」で行われる「さつま揚げの作成」で得られた官能評価データを教材とする。また、活動から得られた官能評価を適切に数値化させ、課題解決させていく。これを通して、事象の数値化の有用性と表などから論理的に考察する面白さを伝えていき、データの収集方法によって結果や精度が異なることを理解させる。さらに、この結果から、実際にさつま揚げを製造・販売する際にどのようなことを考える必要があるかを予測させる。

(3) 授業実践の概要

第1時(「課題研究」においてD学科3年生さつま揚げ班10名に対して実施)

○問題(課題)：17種類のさつま揚げの試食より得られた官能評価の結果から、どのさつま揚げが良いか考察した。

- 1 試食者の官能評価結果をもとに、各官能評価項目(「食感」「栄養」「味」「見た目」「香り」「総合評価)を点数化した表を作成した。(「1位→2点」、「2位→1点」とした。)
- 2 上記1で作成した表の各評価項目の順位などをもとに、どのさつま揚げが良いか考察した。

○まとめ(結論)：次のさつま揚げ作成に向けて、データを読み取り新しい考えや方法を考察

することができ、その考察過程が重要であることを理解した。

第2時(「課題研究」においてD学科3年生さつま揚げ班10名に対して実施)

○問題(課題)：第1時で考案した8種類のさつま揚げの試食より得られた官能評価結果から、企業に提案する6種類のさつま揚げを決定した。

- 1 官能評価項目は「食感」「味」「見た目」「総合評価」の4項目とした。
- 2 上記1で作成した表の各評価項目の順位などをもとに、6種類のさつま揚げを決定した。

○まとめ(結論)：第1時と同様。

第3時(「課題研究」においてD学科3年生さつま揚げ班10名に対して実施)

○問題(課題)：企業から提案された7種類のさつま揚げの試食より得られた官能評価結果から、最後の改良をした。

- 1 評価方法は、10点満点で点数化し、7種類のさつま揚げに点数付けする方法に変更した。官能評価項目は「香り」を再度加え、全5項目とした。
- 2 上記1で作成した表の各評価項目の集計表・順位表(具体的な考察内容は(4)に記載)をもとに、どのような改良をするか決定した。

○まとめ(結論)：データもとに改良する理由を論理的に考察することができ、その考察過程が重要であることを理解した。

第4時(「課題研究」においてD学科3年生さつま揚げ班10名に対して実施)

○問題(課題)：改良した8種類のさつま揚げの試食より得られた官能評価結果から、販売するさつま揚げを決定した。

- 1 評価方法と、評価項目数は第3時と同様で、8種類のさつま揚げに点数付けした。
- 2 上記1で作成した表の各評価項目の集計表・順位表(具体的な考察内容は(4)に記載)をもとに、販売するさつま揚げを決定した。

○まとめ(結論)：データもとに販売するさつま揚げを論理的に考察することができ、その考察過程が重要であることを理解できた。

第5時(「数学A」においてD学科3年生29名に対して実施)

○問題(課題)：発問「得られたさつま揚げの官能評価の結果から、みんなだったらどのように商品として販売するさつま揚げを決めるか？」

- 1 さつま揚げ班の10名がスプレッドシートの官能評価を用いてどのようにさつま揚げを作ったかを説明した。
- 2 示された官能評価の結果から、販売するさつま揚げを考察した。

○まとめ(結論)：複数の種類のデータを収集し、適切な手法(食材の練りこみ方や調理方法など)を考察することで問題解決できることを理解した。

第6時(「数学A」においてD学科3年生29名に対して実施)

○問題(課題)：発問「前時の授業で学習したことは、今後どのような場面で役に立ち

そうか？」

・Googleフォーム(全6問)の質問に回答した。

○まとめ(結論):様々な問題に対して、適切な情報や情報技術を使用して、論理的に考察し自力解決することの重要性を理解できた。

(4) 授業の分析

第1時では、17種類と多かったため、試食日をさつま揚げ1-①(7種類)とさつま揚げ1-②(10種類)の2回に分けて官能評価及び数値化を実施した。入力表のプルダウンからさつま揚げの種類を選択すると点数表に点数が入るようにした。「総合評価」では総合的に良いと思うものを選んだ。

表1 第1時の点数表(さつま揚げ1-①)

さつま揚げ1-①の点数表(点)							
	食感	栄養	味	見た目	香り	合計点	総合評価
チーズ	5	4	12	3	6	30	12
タケノコ	8	6	0	1	0	15	0
キムチ	10	1	9	5	7	32	9
桜エビ	8	1	0	10	2	21	0
煮カボチ	1	19	8	4	2	34	6
青のり	1	1	6	8	6	22	6
しそ	0	3	1	5	13	22	3

表2 第1時の点数表(さつま揚げ1-②)

さつま揚げ1-②の点数表(点)							
	食感	栄養	味	見た目	香り	合計点	総合評価
レンコン	4	12	1	0	1	18	1
鯉節	2	10	14	2	19	47	10
バジルレ	2	4	6	10	12	34	5
枝豆	4	13	5	3	0	25	11
紅ショウ	14	0	8	24	5	51	7
ニンニク	0	7	5	2	8	22	6
ガリ	0	0	3	2	1	6	2
トウモロ	7	9	8	5	2	31	5
じゃがり	8	0	5	1	1	15	7
しおポテ	11	1	4	5	2	23	3

1-①(表1)と1-②(表2)の点数表を生徒に見せたところ、生徒から「各項目で上位の食材同士を組み合わせればもっと良いさつま揚げができるのでは?」という意見が出た。例えば、表1の点数表の見た目で2位の「青のり」と表2の点数表の見た目で1位の「紅ショウガ」を組み合わせることで、見た目の良いものが作れるのでは?というアイデアから青のりと紅ショウガを組み合わせた「のり紅」というさつま揚げを考案していた。このような発想は生徒ならであり、生徒の主體的な活動を見ることができた瞬間だった。この組み合わせの考察から「①キムチチーズ、②のり紅、③バジマめ、④

カボチーズ、⑤まめチーズ、⑥鯉キムチ、⑦しそにんにく、⑧かぼまめ」の8種類が考案された。

第2時では、第1時の結果より考案された8種類のさつま揚げから、企業に提案する6種類のさつま揚げを決定することを目的に官能評価した。第2時では官能評価項目は「食感・味・見た目・

表3 第2時の点数表

さつま揚げ2の点数表(点)					
	食感	味	見た目	合計点	総合評価
キムチー	19	20	1	40	16
のり紅	5	4	13	22	5
バジマめ	1	4	4	9	6
カボチー	3	2	0	5	1
まめチー	5	2	5	12	2
鯉キムチ	4	3	3	10	5
しそにん	4	8	8	20	8
かぼまめ	7	5	14	26	5

総合評価」の4項目に焦点を当てて試食した。

その際、議論されたことが2点あった。1点目は、かぼちやの原価面から、「④かぼチーズ」と「⑧かぼまめ」は6種類の候補から外れた。2点目は「③バジマめ(バジルレモンエキスと枝豆を組み合わせたもの)」は点数表(表3)から、「食感8位で合計点7位と下位だが、総合評価が3位であったため、枝豆の食感を抜いた

ほうが良いのでは？」との予想から、枝豆をはずし、バジルレモンエキスだけを入れたさつま揚げにした。このように、表の結果を考察し、新しいさつま揚げを考案している様子が見られた。その結果、企業へ提案する6種類のさつま揚げは「①キムチーズ、②のり紅、③バジルレモン、④まめチーズ、⑤鰹キムチ、⑥しそにんにく」となった。

授業実践 I (3) Aに記述があるように、生徒たちの6種類のさつま揚げの提案をもとに、企業がコスト面と生産工程面を加えて検討し、7種類のさつま揚げ「①プレーン、②枝豆、③玉ねぎ生姜、④青海苔紅ショウガ、⑤かつおぶし茎わかめ、⑥きんぴらごぼう、⑦チーズ」が提案された。

第3時では、この7種類を試食して得られた官能評価の結果から、最後の改良をした。また、官能評価方法は試食者それぞれがタブレットを使用して、10点満点で7種類のさつま揚げに点数付けをした。官能評価項目は「食品において、香りはやはり重要ではないか」という意見から、「香り」を再度付け加えた。また、「総合評価」はそれぞれの評価項目の「合計点」で判断することにしたため、評価項目から削除した。そのため、官能評価項目は「食感・味・見た目・香り」の全4項目とした。

生徒たちは、タブレットを片手に試食しながら意欲的に官能評価を行い、友達と感想や意見を伝え合う場面が多くあり、生徒たちの主体的で対話的な活動を見ることができた。表4の集計表・順位表

表4 第3時の集計表・順位表

	生徒用 品目	集計表					順位表				
		食感	味	見た目	香り	合計点	食感	味	見た目	香り	合計点
1	プレーン (A)	41	51	46	38	176	7	5	7	7	7
2	枝豆 (A)	54	59	64	43	220	3	2	3	6	3
3	玉ねぎ生姜	46	49	49	45	189	5	7	5	4	6
4	青海苔紅ショウガ (A)	48	51	64	57	220	4	5	3	1	3
5	かつおぶし茎わかめ	57	57	49	56	219	2	4	5	2	5
6	きんぴらごぼう	61	58	67	56	242	1	3	2	2	1
7	チーズ (A)	44	64	68	45	221	6	1	1	4	2

位表の結果をみて、表5のように3つのさつま揚げを改良したいと生徒から意見が出た。例えば、表5の「チーズ枝豆」のように、上位のさつま揚げである「チーズ」と「枝豆」に注目し、それぞれの特徴(4項目)を踏まえて組み合わせていた。単純に下位のさつま揚げを削除するのではなく、より良いさつま揚げを作成しようとしている場面は本実践の目的の「論理的思考力」を育成する上

表5 第3時で改良したさつま揚げ

	改良前	改良後	改良理由
①	玉ねぎ生姜	キムチ風さつま揚げ	4項目全部の向上を見込んで、キャベツ、ニンニクパウダー、にら、一味を材料とした。
②	かつおぶし茎わかめ	かつおぶし沢庵チーズ	見た目をよくするためにチーズ(固形)を入れ、チーズに合うように沢庵に変更した。
③	チーズと枝豆	チーズ枝豆	枝豆とチーズは4項目から組み合わせたら美味しくなるのではと考察し、「枝豆とチーズを組み合わせたさつま揚げを新たに追加したい」という意見があった

で非常に重要な時間だったと考える。そのため、表5の改良を経て、8種類のさつま揚げを官能評価することにした。

第4時では販売するさつま揚げを最終決定するために8種類のさつま揚げ「①プレーン、②枝豆、③キムチ風、④青海苔紅ショウガ、⑤かつおぶし沢庵チーズ、⑥きんぴらごぼう、⑦チーズ、⑧チーズ枝豆」を第3時と同様の官能評価をしたところ、「チーズ枝豆」は「チーズ」と「枝豆」を組み合わせない方が美味しいという結果が得られた。そのため、生徒から「チーズと枝豆は素材がそれぞれ良いのでやはり別々にしたい」と意見があり、「チーズ枝豆」は削除することにした。最終的に、7種類のさつま揚げを販売することに決定した。この過程においても、感覚的ではなく、官能評価の点数や順位を見て考察していた。ここまでの内容はさつま揚げ班10名がおこなったが、この内容を数学Aの学習教材として使用し、B学科全員に還元した。

第5時の数学Aの授業は、目的を「複数のデータから、改善点を見つけ、適切な手順を考察し、問題解決する」とした。授業では、まずさつま揚げ班の10名が、スプレッドシートを用いた官能評価によるさつま揚げの製作について説明した。次に、佐熊が生徒全員に、ある官能評価の結果(表6)を提示し、「この結果を見て、みんなだったらどのように販売するさつま揚げを決めるか」という課題をだし、「単純に順位表の上位6種類でいいのだろうか?」と問いかけをし、生徒に考察するきっかけを与えた。

表6 第5時の集計表・順位表

		生徒用 品目	集計表					順位表				
			食感	味	見た目	香り	合計点	食感	味	見た目	香り	合計点
A	1	プレーン (A)	41	51	46	38	176	12	10	13	13	13
	2	枝豆 (A)	54	59	64	43	220	6	4	4	11	6
	3	玉ねぎ生姜	46	49	49	45	189	10	13	9	9	12
	4	青海苔紅ショウガ (A)	48	51	64	57	220	9	10	4	3	6
	5	かつおぶし莖わかめ	57	57	49	56	219	5	6	9	4	8
	6	きんぴらごぼう	61	58	67	56	242	3	5	3	4	2
	7	チーズ (A)	44	64	68	45	221	11	3	1	9	5
B	1	プレーン (B)	32	48	49	37	166	14	14	9	14	14
	2	枝豆 (B)	68	65	63	51	247	1	2	6	7	1
	3	チーズ (B)	58	68	63	48	237	4	1	6	8	3
	4	青海苔	36	57	59	58	210	13	6	8	2	9
	5	青海苔紅ショウガ (B)	52	55	68	61	236	8	8	1	1	4
	6	キャベツ	65	51	49	39	204	2	10	9	12	10
	7	いぶりがっこチーズ	53	54	45	52	204	7	9	14	6	10

その結果、表6に基づきより良いさつま揚げを製作するアイデアを出し合い生徒1、生徒2のような考察があった。

生徒1 順位表通りに商品を選ぶよりも食感・味・見た目・香りでどれかの順位が低かった場合は改善する。例えば、枝豆が1位だが香りの評価が低いので、枝豆をそのまま混ぜるよりすり潰したり、枝豆を焼いて少しこげ目をつけて香りを強くしたりすると良いと思う。

生徒2 青のり紅しょうがが平均的に高いですが、味と食感が8位なのでカリカリに揚げてこぼしい香りや、食感をプラスしてみる。

生徒1、生徒2のように、さつま揚げ班の班員ではない生徒たちが、官能評価から改善点を見つ

け、その解決策を考察することができていた。また、生徒への問いかけやワークシートの発問を、興味をもたせるように工夫し、学習題材がB学科に関連のある「食品製造」であったため、いつもの数学の授業に比べて生徒たちは主体的に課題解決しようとし、対話的な活動も生まれた。授業のまとめとして生徒たちは、複数の種類のデータを収集し、適切な手法を考察して論理的に分析を行うことが重要であることと、論理的な分析が不十分な場合、課題が解決できず、信頼性が低い結果を得たりすることを理解した。

第6時では、前時の授業後の生徒の変容をみるため、Googleフォームでアンケートを実施した。回答者が24名で質問内容は以下6問とした。

問1 今回の数学の学習題材(さつま揚げの作成過程)はどうでしたか？

問2 今回の授業を終えて、「論理的に物事を考えること(結果を得るための適切な手順)」の重要性について理解できましたか？

問3 今回の授業を終えて、ある結果を得るためにはどのようなことが重要だと考えますか？

問4 今回の授業を終えて、数学に対するイメージはどのように変わりましたか？

問5 今回の授業は、「課題研究(江幡先生・梅原先生)」と「数学A(佐熊)」の授業を一緒に実施することがありましたが、どうでしたか？

問6 最後の質問です。来年、皆さんのほとんどは社会人になります。今回経験したことは、今後どのようなところで役立ちそうですか？(仕事や日常生活などで)

問1は「とてもよかった」が13人、「まあまあよかった」が11人という結果だった。この結果から、学習題材の工夫と生徒の興味関心を把握することの重要性を改めて感じた。

問2では、「よく理解できた」が11人、「まあまあ理解できた」が13人であった。

問3では、計画性や過程、また手段やデータの使用が重要であると記載している生徒が13人いた。その中で生徒3からは、

生徒3 様々な年齢層や、趣向が違う人ごとにデータを取ること

というように、新しいデータの取り方を提案していた。本実践の目標(1)に位置付けた、「結果を得るまでに論理的に分析・考察する方法を理解すること」が概ね出来ていたと考える。

問4では、生徒たちからの

生徒4 特に変わっていないけど、数学的な要素を組み合わせる事で細かく結果を知る事が出来るんだなと思った。

生徒5 計算以外にも他にどんな解決策があるか考えることが出来た

生徒6 学校の机の上でやっている事が社会に出ても役立つ可能性があるというのが分かりました。

という回答からわかるように、生徒たちは数学の有用性や楽しさを感じることができた。また、授業で学習したことが日常生活のどのような場面で生かされているかを知ったり、経験したりすることによって、生徒は学習内容を深い学びへと繋げることができた。

問5では、21人の生徒が肯定的な感想や意見であった。その中で、生徒たちからは

生徒7 とても面白かったです。数学を加えたことで分からなかったことなどを知ることで

出来たのでいい経験ができたのではないかなと思いました。

生徒8 定期的にこういう授業を今後実施してみた方が良いと思った。会社などでもこれを有効活用出来そうだった。

生徒9 ものを作り、その結果を目で見れるというのは良い経験だったと思います。

という回答があったように、数学Aと課題研究のそれぞれ内容を楽しく学習することができた。また、**生徒7、9**にあるように、課題研究の内容理解の手助けを数学の授業で出来たことが、教科横断型授業のメリットであり、本実践の真の目的であると考え。一方で**生徒10**からは

生徒10 実践させる形式でよかったけど、見てる側も何かやらせてもらえればさらに理解出来たかもしれない。

という回答があった。さつま揚げ班以外の生徒にとっては、少し物足りない授業になってしまったと考え、今後の実践ではなるべく全員が同じ活動をできるように計画していきたい。

問6では、生徒たちからは

生徒11 将来、動物関係の仕事に就きたいと思っていて、イベント事などをする時にこういうアンケートを使って、見て結果が分かると次に行かせるのでイベントに生かせると思った！

生徒12 表を使った結果を基に改善策を考えられる

生徒13 私の内定した会社の仕事では、必要なものの統計を取る事でさらに利益を出せるかもしれません。

という回答があった。この質問を通して、今回の実践で学んだことが将来、どのような場面で生かせるかを少しでも考えることが出来たきっかけになったと考える。授業最後に、上記3名の生徒の回答を紹介しながら、様々な問題に対して、適切な情報や情報技術(スプレッドシートやGeoGebra)を使用して、論理的に考察し自力解決することが重要であることをまとめとして、授業を終えた。

(5) まとめと今後の課題

第1時での「官能評価結果から具材を組み合わせるアイデア」、**第2時から第4時**でも、「官能評価の点数表や順位表からさつま揚げの改良と新しいさつま揚げの考案」から、生徒の論理的に考察する活動を見ることができたと考える。**第5時**の数学Aの授業では、**第4時**までの「食品製造」の内容を題材とし発問を工夫したことによって、いつもの数学の授業に比べ主体的に課題解決しようとし、対話的な活動をする生徒の姿をみることが出来たと考える。**第6時**では、この実践を通して数学の有用性や楽しさを生徒たちは概ね感じることができたアンケートから分かった。また、**問5**の回答から、数学Aの授業が他教科の学習理解に関われたことを知り、教科横断型授業だからこそ可能にした嬉しい結果だった。さらに、**問6**の質問を通して、生徒たちは今回の過程を振り返って、データを収集・分析し考察することが今後どのような場面で生かせるかを考えることができていた。これが「プログラミング的思考力」の育成に繋がったと考える。

一方で、官能評価について考察する時間を十分にとれなかったことが反省点としてあげられる。時間が制限されている中で、商品開発をしなければならなかったため、生徒は意見や考えを授業内で発表できなかったことがあった。また、課題研究の授業に毎回佐熊が参加できなかったため、試

食してから官能評価表の分析までに時間が空いてしまった。これらを踏まえて、出来上がった官能評価表はGoogleクラスルームを使ってすぐに生徒たちに送付し、生徒の考察から得られる意見や考えは、Googleフォームを使って集約することが解決策として考えられる。

今後は、今回の官能評価項目や評価方法、販売実績データを生徒たちと見直すことで、さらに論理的思考力と課題解決能力を江幡の協力の下、養わせていきたい。また、得られたデータを基に散布図などをGeoGebraで作成したり、生徒自らスプレッドシートなどで簡易な分析システムを構築したりすることを通して、数学やプログラミング教育の深い学びにも繋げていきたい。

まとめ

今回の実践の目的は、教科横断的型授業により、さつま揚げの商品化と販売体験を通して論理的思考力を育成することであった。販売するさつま揚げを作成するために、スプレッドシートを使用して官能評価のデータを考察し、その結果から評価方法を振り返り、改善策を考察することで論理的思考力を育むという当初の目的は達成できたと考える。また、「数学A」の授業が「課題研究」の学習内容の理解に深く関わったことは、学科を超えた教科横断型授業だからこそ実現できたことであり、今回の実践の大きな意義であると考えている。そして、二つの教科が学科を越えて関わることができたのも、B高等学校の進取の気風に加え、江幡によるさつま揚げの作成から販売までの指導の緻密さと、佐熊の教科の枠を超えた教科横断型授業への意気込みがうまく合致したからである。今回の実践を通して、B高等学校の教員の多くは、生徒たちが店舗で生き生きとさつま揚げを販売する様子から、「主体的、対話的で深い学び」の実現に手応えを感じるとともに、授業時における学習題材の工夫の必要性を実感することができた。教科書の問題として載っているデータ表よりも、生徒たちが深く関わった官能評価表を扱った方が、生徒たちは自ら主体的に考察し、生徒間での対話も増えた。この実践を契機に、情報過多の社会を生きていく上で必要とされる、様々な課題を自力解決するために自ら情報を収集し考察する力を、教科横断型授業に取り組むことでさらに育成していきたい。

注

- 1) GeoGebra (<https://www.geogebra.org/classic?lang=ja>, 2023年1月3日17時56分閲覧)
- 2) 文部科学省『高等学校学習指導要領(平成30年告示)』(2018), 339.
- 3) いばらきの地魚取扱店認証委員会 (<http://www.ieg.jf-net.ne.jp/jizakana/about/index.html>, 2023年1月9日18時27分閲覧)
- 4) 文部科学省『高等学校学習指導要領(平成30年告示)解説 数学編 理数編』(2018), 96-99.
- 5) 文部科学省『高等学校学習指導要領(平成30年告示)解説 情報編』(2018), 31-35.
- 6) 文部科学省『STEAM教育等の教科等横断的な学習の推進について(文部科学省初等中等教育局教育課程課)』(2022), 8-11.

- 7), 8) 中央教育審議会『「令和の日本型学校教育」の構築を目指して～全ての子供たちの可能性を引き出す、個別最適な学びと、協働的な学びの実現～（答申）』（2021）, 57.
- 9) 文部科学省『高等学校学習指導要領（平成30年告示）解説 情報編』（2018）, 14-15.