

| | |
|--------|---|
| 研究課題 | 数学を基軸とした新教科「理数科」の教育内容開発と高校生による学習成果の動画発信 |
| 副題 | |
| キーワード | 高等学校理数科, 課題研究, 数学的探究, 動画発信 |
| 学校/団体名 | 国立京都教育大学附属高等学校 |
| 所在地 | 〒612-8431 京都府京都市伏見区深草越後屋敷町 111 |
| ホームページ | https://koukou.kyokyo-u.ac.jp/ |

【本研究の取組成果をまとめた動画】

URL : <https://youtu.be/TUtZo9i4mj4>

※ 無断での転用・転載はご遠慮ください。



1. 研究の背景

2018年度の高등학교の学習指導要領改訂では、教科「理数科」に「理数探究基礎（1単位）」と「理数探究（2～5単位）」が新設され、2022年度入学生から年次実施の予定である（文部科学省 2019）。理数科の目的は、理数の知識を活用した課題解決を通じて探究の過程全体を遂行する上での必要な知識・技能の習得と、他者に分かりやすく説明・議論するなどの言語活動の充実が一つにある。ただし、高等学校での先進的事例であるスーパーサイエンスハイスクール（SSH）指定校の課題研究の取り組みを見ても理科に比べて数学がかなり少ない（信夫 2020）。高難度な数学の分析を必要とする課題研究の取り組みは、教員・生徒ともにハードルが高いことから、基礎的な段階に焦点を絞った課題研究の授業開発を進めていく必要がある。

近年、情報通信技術の急速な進歩により、日本の教育現場への ICT 機器の普及が推進されている（文部科学省 2021）。高等学校における ICT 機器の効果的な教育利用例としては、問題解決の過程を他者に説得的に議論する力の育成の観点から、プレゼンテーションやポスターによる成果発表を通して、学習意欲の向上や言語活動の充実を図ってきた（稲井ら 2019）。今後は、ICT 機器の活用を踏まえた生徒の研究事例の蓄積と普及への取り組みも並行して進める必要がある（寺嶋・高橋 2018）。その一方策として、動画制作は、生徒独自の発想や構想を練り上げて言葉、数式、図、動き、音声等を時系列的に動画化し、それを実践事例としてオンライン上で幅広く発信する機会を生み出すことは、教育内容の普及と評価改善につながると考える。

2. 研究の目的と意義

研究の目的は、新教科「理数科」の「理数探究基礎（1単位）」の教育内容開発をもとに、高校生が数学を含めた課題研究を実践すること、そして学習成果をパワーポイントの録画音声機能を用いて動画制作し、本校 YouTube 公式サイトにて成果発信することである。

研究の意義は、高校生を対象に数学を含めた基礎的・初歩的な課題研究の実践を通して、「理数探究基礎（1単位）」の教育内容（指導法、評価など）を提案することである。特に、ICT 機器の効果的な活用や探究学習の客観的な評価についても課題研究の実践で模索していく。

3. 研究の経過

図1は、本研究の取組概要（計41時間）、表1は、研究の経過をまとめたものである。

目標：次の2点を育成する。

- ① 生徒自らが積極的な問いを立て、数学の活用と実験検証を通して粘り強く追究できる力
- ② 課題研究の成果を他者に論理的に分かりやすく説明できる力

時期：2020年4月～2021年3月



図1 本研究の取組概要

対象：京都教育大学附属高等学校，2年理系講座，39名

表1 研究の経過

| 段階 | 時期 | 取組内容 | 評価のための記録 |
|-------------------------------------|-------|--|---|
| I. 準備 段階 (10 時間) | 4～5月 | <u>数学活用と結果検証の基礎的な内容を指導（①に対応）</u> ① 数学動画の制作（ICT活用），オリガミクス（折り紙科学）のレポート課題作成 | ① 成果物（動画，レポート） ② 成果物（動画，ワークシート），意識調査 |
| | 6～7月 | ② 数学動画の視聴会と振り返り，オリガミクスによる課題解決型授業の実施 ○ 本校HPに掲載（①・②の取組） | |
| II. 課題 研究 段階 (25 時間) | 9～11月 | <u>生徒自らが数学を含めた課題研究を実践（①に対応）</u> ③ 数学を含めた課題研究の実践 ④ 校内教員研究会（課題研究の現状と今後の方向性） ○ 学会発表（教員が日本教育実践学会第23回研究大会で口頭発表） | ③ 活動記録用紙（生徒） ⑤・⑥ 成果物（パワーポイント），意識調査 |
| | 11～1月 | ⑤ 中間発表会と振り返り（課題研究の途中成果を全班が口頭発表，助言・指導者は京都教育大学教育学部深尾武史教授） ⑥ 数学を含めた課題研究の再活動 ○ 本校HPに掲載（③・⑤の取組） | |
| III. 成果 発信 段階 (6時 間) | 1～3月 | <u>課題研究の過程を構成・整理し動画化して発信（②に対応）</u> ⑦ パワーポイントの音声録画機能を用いた動画制作 ⑧ 最終発表会（本校運営でオンライン形式で実施） ○ 本校HPに掲載（⑦・⑧の取組） ○ 研究会発表（教員が数学教育研究会で口頭発表） ○ 校内教員研究会（課題研究の成果報告と今後の方向性） ○ SSH指定校216校に成果物郵送 | ⑦ 成果物（動画），意識調査 ⑧ 教育関係者のコメント |

4. 代表的な実践

「Ⅱ. 課題研究段階」の数学を含めた課題研究（表1の③・⑤・⑥）と「Ⅲ. 成果発信段階」の動画制作・発信（表1の⑦）の実践結果を述べる。ここでは、3人につき1班の計13班が、数学的探究活動（「(1) 問題発見」「(2) 計画」「(3) 情報収集」「(4) 情報整理」「(5) 数学的处理」「(6) 振り返り」）をもとに課題研究に取り組んだ。

(1) 中間発表会までの課題研究（表1の③）

図2は、数学を含めた課題研究の段階をまとめたものである（9月～11月）。

「(1) 問題発見」の段階では、生徒が疑問に思ったことや身近なものを題材に課題設定を行った。ただし、問いの設定は容易ではなく、すべての班に対して指導者が積極的に介入し、助言・指導を根気強く行う必要があった。

「(2) 計画」の段階では、設定した問いの解決手法の考案や、今後の課題研究の日程を把握調整しながら活動計画を立てた。

「(3) 情報収集」「(4) 情報整理」の段階では、授業外の時間も利用しながら、パソコン・iPad、文献図書、教員の助言・指導をもとに情報を収集した。収集した情報をメモやホワイトボードに記録するようにした。

「(5) 数学的处理」「(6) 振り返り」の段階では、設定した課題に対して関数や図形の数学を適用していた。ただし、分析結果が問題解決のための適切な扱いであるかは検討課題として残った。

(2) 中間発表会と振り返り（表1の⑤）

課題研究の途中成果をまとめて他者との共有理解を図るために、11月に中間発表会を計4時間で実施した（図3）。発表は、背景、目的、方法、結果、まとめ（今後の課題）の流れに従い、各班5分以内で発表した。その後、質疑応答を4分、交代1分の計10分で運用した。なお、助言・指導は、京都教育大学教育学部の深尾武史教授が担当した。

ここまでで、生徒らが主体となって数学的探究活動の段階に従って1周した。中間発表会での助言・指導の内容と振り返りでは、数学的探究活動の「(1) 問題発見」での「課題設定」、「(5) 数学的处理」での「目的に見合った数学の扱い」、「(6) 振り返り」での「答えの決定」において、論理性や実証性の高い分析ができれば、課題研究内容の質が高まることを共有し、再び課題研究に取り組んだ。

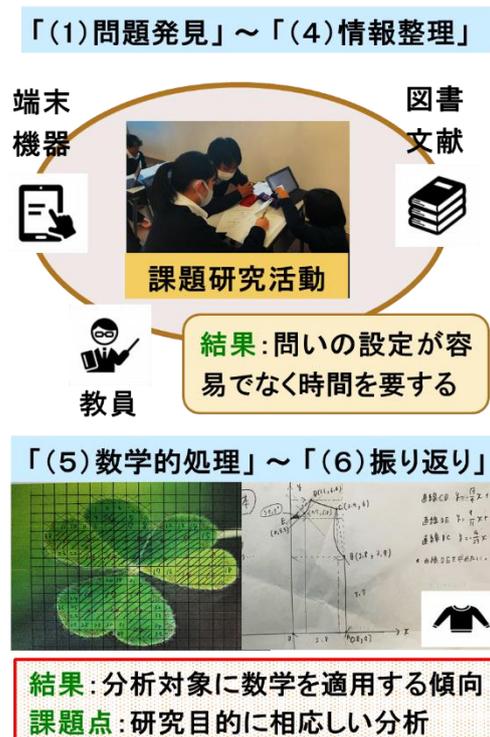


図2 課題研究の活動



図3 中間発表会の様子

(3) 最終発表会までの課題研究 (表1の⑥)

11月から翌年1月までは、中間発表会での課題点を踏まえて課題研究の再活動に取り組んだ。図4は、ペットボトルの表面積をテーマに設定した班の研究内容である。中間発表会の時点では、ペットボトルの表面積を既習の図形(多角形や円など)で近似するだけに終始していたが、自分たちの分析により客観性を持たせるために、実験的に表面積を求める方法を生徒自らが考案し、計算と実験の結果の差を比較していた。最終的には、計算と実験の双方の方法の精度を高めることが、今後の検討課題であることにも気付いていた。

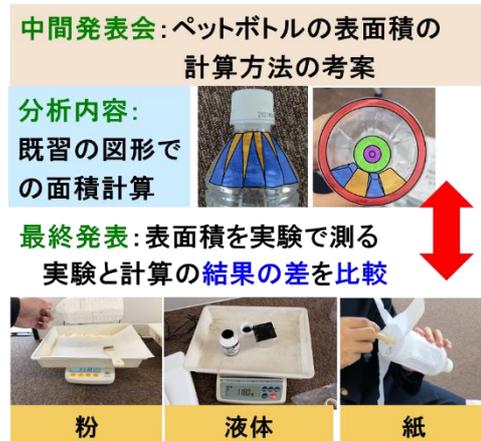


図4 課題研究の再活動

(4) 成果発信のための動画制作 (表1の⑦)

2月からは、生徒らが問題解決の過程を時系列的にパワーポイントに整理し、それに音声解説も併せて映像化する動画制作に取り組んだ(6時間)。動画制作は、パワーポイントに実装されている録画録音機能を利用し、図5のような環境で行った。一人が読み上げ原稿をもとに録音録画、残りの二人は内容に不備がないかなどを確認した。自分たちの課題研究の成果を、より多くの方々に内容理解をしてもらうために、画面構成や話し方(声の強弱やスピード)などで積極的な工夫を凝らしていた。

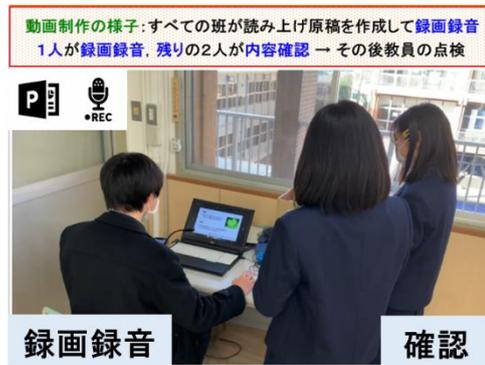


図5 動画制作の様子

5. 研究の成果

ここでは、「3. 研究の経過」での具体的な目標①・②について、「中間発表会(表1の⑤)」と「最終発表会(表1の⑧)」の分析検証により得られた成果をまとめる。理由は、最終発表会での成果物のみが評価対象になることを避け、11月の中間発表会(以降、中間)から2月の最終発表会(以降、最終)での班それぞれの課題研究の到達度や伸び代を評価するためである。

(1) 目標①の分析・検証

表2は、数学を含めた課題研究の遂行過程における評価基準表である。この表は、西岡ら(2016)を参考に観点とレベルを3つ設定し作成した。ここでは、数学的探究活動の「(1) 問題発見」「(5) 数学的处理」「(6) 振り返り」の段階に焦点を絞り、計13班の

表2 課題研究の評価基準表

| 観点 | レベル | 3:十分に達成できている | 2:一部達成できている | 1:不十分な点がある |
|------------------------------|-----|--|---|--|
| 問題設定 (問題理解、仮説設定) | | 論理性や実証性が高く、高校生なりの意義の高い問いやテーマが設定できている。 | 問いやテーマが検証可能な形で設定できている。 | 表層的な問いやテーマの設定であり、検証可能であるかも曖昧である。 |
| 数学の扱い (数学的な考え方、数学的な知識・技能) | | 課題解決の目的に応じた確に数学を扱うことができ、高校生なりの独創的な分析がなされている。 | 課題解決のために一部の場面ではあるが、適切に数学を扱うことができている。 | 不完全ではあるが、課題解決のために数学を扱おうとしている。 |
| 結論の決定 (結果の検証と考察) | | 先行研究の比較や、反論の検討、分析、調査結果をふまえて、目的に対する結論を適切に説明できている。 | 分析結果や実験データをもとに、目的の一部分に対する説明が論理的になされている。 | 信頼が得られる客観的な説明はなく、不完全な証拠や恣意的な解釈が含まれている。 |

「中間」と「最終」の学習成果物をもとに分析検証を行った。

図6は、各観点のレベルの平均値について、「中間」と「最終」の計13班の集計結果をまとめたものである。

「中間」の段階では、各平均値が「2：一部達成できている」と「1：不十分な点がある」の間に位置していた。「最終」の段階では、各観点の平均値が「2：一部達成できている」に位置しており、「中間」と比較すると、いずれの観点においても、課題研究内容の

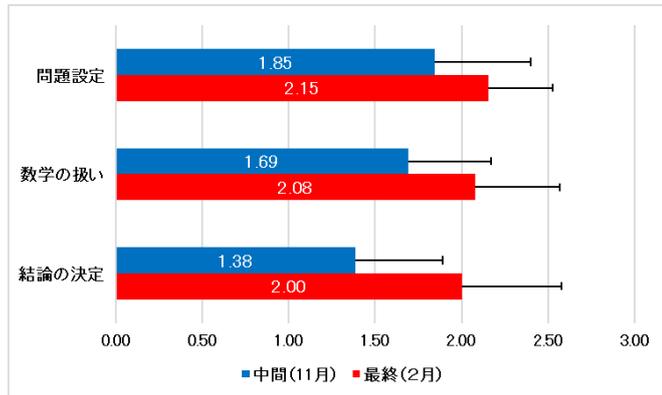


図6 各観点の結果 (計13班)

質が改善傾向にあった。要因としては、生徒たちが実証性のある課題設定ができたこと、客観性のある分析ができたことなどが挙げられる。

課題研究に取り組んでみて良かったことと（以降、良かったこと）、取り組んで苦労したこと（以降、苦労したこと）について、生徒の記述内容から特徴的な用語を抽出しその人数（%）を集計した（計38名）。「良かったこと」の上位は、研究内容や方法が15名（約39%）、他者との協働が10名（約26%）、機器の操作が6名（約16%）であった。一方、「苦労したこと」の上位は、研究の分析・考察が13名（約34%）、グループでの活動が10名（約26%）、課題の設定が6名（約16%）であった。したがって、他者との協働の中で課題研究に取り組むことが、研究内容や方法に対する学びや気づきにつながったのではないかと推察できる。

(2) 目標②の分析・検証

「中間」と「最終」の直後に意識調査を実施した。意識調査では、自分自身の課題研究に対する取り組みと、自分自身の発表に関する内容について、「4：大変そう思う」、「3：そう思う」、「2：あまり思わない」、「1：思わない」の4件法で回答させた。いずれの調査項目も有効回答者数は38名であった。なお、調査項目の作成については、林ら（2019）を引用した。

図7は、調査項目の平均値をグラフ化したものである。全ての調査項目の平均値は「中間」で約3.1、「最終」で約3.1であることから、「3：そう思う」と肯定的に捉えていることが分かる。各調査項目について、「中間」から「最終」の推移を見ると、調査項目①・④が上がり、調査項目②・⑤・⑥が下がる結果となった。

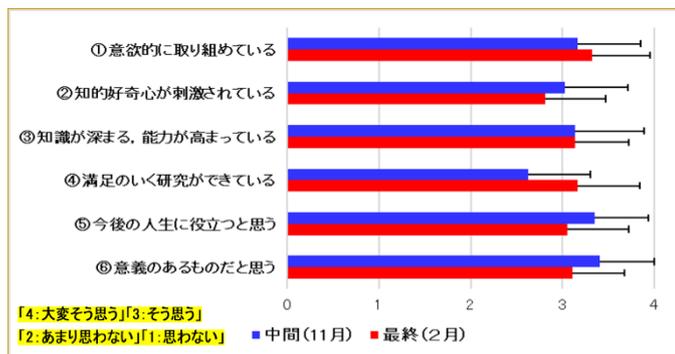


図7 「課題研究の取り組み」の集計結果 (N=38)

上がった調査項目については、課題研究を遂行できたことによる達成感や充実感が得られたこと、下がった調査項目については、生徒に課題研究による学習成果のフィードバックが十分になされていないことが要因の一つとして考えられる。

図8は、自分自身の発表に対する取り組みの平均値をグラフ化したものである。全ての調査項目の平均値は「中間」で約2.8,「最終」で約3.1であることから、「3:そう思う」と概ね肯定的に捉えていることが分かる。各調査項目について、「中間」から「最終」の推移を見ると、全ての調査項目について上がった。中間

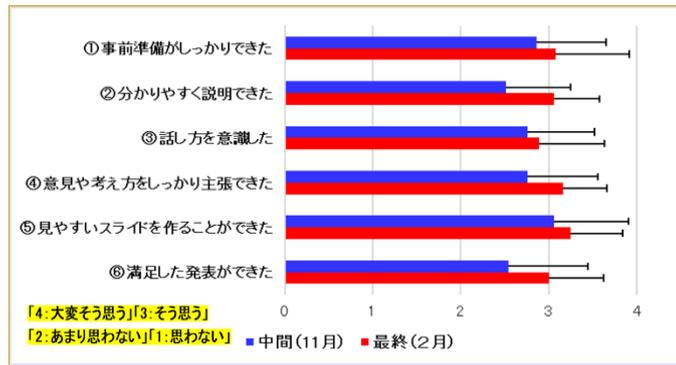


図8 「発表」の集計結果 (N=38)

発表会では、発表に対する準備不足の反省と改善に関する記述などが数多くあり、それが最終発表会の段階で改善できたことが要因の一つとして考えられる。

動画制作で学んだことに関する自由記述について、下記の項目に該当する人数(%)を抽出した(計38名)。話し方(声の大きさ・速さ)は14名(約37%)、画面の構成・整理は9名(約24%)、機器の操作方法は7名(約18%)が該当していた。動画制作を通して、生徒独自の発想や構想を練り上げて言葉、数式、図、動き、音声などを時系列的に構成し、それを他者に分かりやすく説明するための工夫が見られたことが影響していると考えられる。

6. おわりに

今後の課題は、数学を含めた課題研究の蓄積をもとに、研究内容を質的に高めていくことや指導の手だての充実が必要である。今後の展望は、開発内容(教材、指導法、成果物など)をもとに、簡単なガイドブックや音声解説付きの動画教材などを作成し普及することである。

本研究を実施するにあたり、京都教育大学教育学部の深尾武史教授、黒田恭史教授、谷口和成教授から多大なる助言・指導をいただいた。ここに感謝の意を表す。

7. 参考文献

- 林創・神戸大学附属中等教育学校編(2019)『探究の力を育む課題研究—中等教育における新しい学びの実践—』学事出版, 140-153.
- 稲井達也編(2019)『高等学校「探究的な学習」実践カリキュラム・マネジメント—導入のための実践事例23—』学事出版.
- 文部科学省(2019)『高等学校学習指導要領(平成三十年告示)解説 理数編』東京書籍.
- 文部科学省(2021)「『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)」, 49-58(2021年2月26日現在).
- 西岡加名恵編著(2016)『「資質・能力」を育てるパフォーマンス評価—アクティブラーニングをどう充実させるか—』明治図書, 114-115.
- 信夫智彰(2020)「中学校数学における数学研究発表会の実践研究」『数学教育学会誌』60(3・4), 99-110.
- 寺嶋浩介・高橋純(2018)「児童・生徒によるICT活用」; 日本教育工学会監「初等中等教育におけるICT活用」『ミネルヴァ書房』, 81-117.