

『探究ファクター』を用いた複数教科での授業改善

2021

井上 優輝・加藤 健伍・沓脱 侑記
黒木 雄大・番匠谷 省吾・久松 功周

広島大学附属中・高等学校
「中等教育研究紀要」第68号別刷

『探究ファクター』を用いた複数教科での授業改善

井上 優輝・加藤 健伍・沓 脱 侑 記
黒木 雄大・番匠谷 省吾・久松 功 周

本研究は、複数教科(国語・社会・数学・理科・英語)の教員によるチームで推進したものである。『探究ファクター』を適用した通常授業教材を開発・実施し、生徒アンケートのテキストマイニングを行うことで、教材開発に関する示唆を得ることができた。また、複数教科の教員による共同研究の進め方について、本実践をもとに検討した。

1. 本研究の目的と具体

教科の授業において探究的な活動を取り入れることは、全教科で関心がもたれている。中学校や高校の教員による実践研究も行われており、各教科学会や学校主催の研究会等での成果発信も盛んである。例えば、広島大学附属中・高等学校(以下、本校とも表記)では、最たる探究活動とも言える課題研究に現れる動詞を『探究ファクター(広島大学附属中・高等学校, 2020)』として抽出・整理し、それを用いて授業を探究的なものに変えていくことを提案している。このように、各学校・個人で様々な研究・提案がなされているが、それらはいわゆる「研究授業」として発信されることが多く、毎日の「通常授業」における実践を考えるとという視点で見るとやや乖離的であるとも考えられる。そこで、本研究では「通常授業」の改善に主眼をおき、中学校国語・社会・数学・理科・英語において、『探究ファクター』を適用した通常授業の教材をつくり、教材の分析等と共に整理することを主目的とした。また、複数教科の教員での共同研究を進める際の手法についても整理をしたいと考えた。本研究の具体は次である。

- ①『探究ファクター』を組み込んだ各教科(国語・社会・数学・理科・英語)の通常授業教材(中学生対象)を開発し、実践する。
- ②自由記述アンケートに対し、テキストマイニングを行う。
- ③それらの結果等を総合し、『探究ファクター』を用いた授業改善について整理する。
- ④研究活動の振り返りにより、複数教科の教員で研究を進める際の手法について検討・整理する。

2. 『探究ファクター』の組み込みについて

『探究ファクター』は課題研究中に現れる動詞を抽出・整理したものである(広島大学附属中・高等学校, 2020)。そのうちの一部を抜き出すと次の表1のようになる。

表1 『探究ファクター』の例
(広島大学附属中・高等学校(2020)より抜粋)

失敗する 受け入れる	授業中に間違いや失敗をし、それを肯定的に受け入れることによって、考察の動機づけとしたり、失敗の分析をすることでより深い考察を行ったりする。
予想する 着想する	思考実験や予備実験から、起こりうる事柄を予想したり、考察の方向性を定めたりする。最終的なまとめと異なることもあり得る。

また、『探究ファクター』組み込みの例として、広島大学附属中・高等学校(2020)では、次が例示されている(表2、数学科の事例)。

表2 『探究ファクター』組み込みの例
(広島大学附属中・高等学校(2020)より抜粋)

(もとの授業)次の問題を用いて問題演習を行う。 問題： n が2以上の自然数であるとき、 $n^5 - n$ が30の倍数であることを示せ。
↓『予想する』
次の問題を提示し、具体的な n を代入し、結果を予想・検証させる。 問題：「 n が2以上の自然数であるとき、 $n^5 - n$ は□の倍数である」という文章が正しいものになるように、□にできるだけ大きな自然数をあてはめよう。

この事例は、数学科の授業でいわゆる演習問題を扱う際に、講義形式の授業から探究的な授業への変換を目指したものである。具体的には、『予想する』というファクターを組み込むことで、同じ問題を探究的な文脈で扱うことを目指している。このように『探究ファクター』は、その組み込みを授業者が意識することによって、探究的な授業づくりのアイデアを多方向へ拡張やすくすることをねらっている。

一方で、広大メソッド（広島大学附属中・高等学校，2021年11月に発表された内容）においては、教師による関わり（動詞）を「教師ファクター」として整理することにより指導方略のよりよい共有を目指している。そこで、本研究では、授業づくりの方法をより明確に示すため、教師による介入も動詞の形で明示することとした。また、一方で、ファクターとなる動詞についても再検討し、前述の資料（広島大学附属中・高等学校，2020）に採用されていない動詞を試験的に新たな『探究ファクター』として扱った授業改善も行った（国語科による事例）。

3. 自由記述アンケートとその分析について

授業後には全教科で共通して、次の指示により感想を記述させた。ただし、1文目は感想記述の対象とする授業を明確にするために「今日の授業」「～～の内容について扱った授業（全○時間）」のように各教科で文章を変えている。また、文中の『○○する』には各授業で組み込んだ『探究ファクター』が示されている。ただし、複数の『探究ファクター』を組み込んだ授業においては特に意識したファクターを授業者で決めて示した。

授業の感想を書いてください。その際に、必ず文中に『○○する』という動詞を1回以上用いるようにしてください。その際に、動詞を活用した形で書いてもかまいません（例：考える→考えたり、考えようとする、考えている、など）。

アンケートの回答数は、国語…43、社会…39、数学…38、理科…39、英語…44であった。教科ごとに、フリー・ソフトウェア KH Coder を使用したテキストマイニングを行った。具体的には、文を単位とした共起ネットワーク分析により、授業に組み込んだファクターがどのような言葉と同じ文中で共起されているのかについて視覚し、分析を行った。なお、生徒の自由記述を整理する際に、誤字の修正を9件、平仮名から漢字への修正を5件行っている。

4. 開発教材について

4.1 開発教材による授業の概要について

本研究では、各教科で中学生を対象とした教材を開発・実践した。教材開発は、いずれも通常の授業に『探究ファクター』を組み込むという視点で行っている。授業の概要は以下である。

[国語]

対象：本校中学3年生1クラス
日程：2021年11月19日，22日
単元：俳句をよむ（全2時間）
授業者：加藤健伍

[社会]

対象：本校中学2年生3クラス
日程：2021年11月26日，27日
※クラスにより日程が異なる
単元：自然災害に対する備え（全1時間）
授業者：番匠谷省吾

[数学]

対象：本校中学1年生1クラス
日程：2021年11月8日
単元：作図の活用（全1時間）
授業者：黒木雄大

[理科]

対象：本校中学2年生1クラス
日程：2021年11月10日，11日
単元：電流と磁界～コイルに流れた電流が磁界に与える影響～（全2時間）
授業者：杏脱侑記

[英語]

対象：本校中学3年生1クラス
日程：2021年12月2日
単元：優先すべきSDGsのゴールに関する英作文（全2時間）
授業者：久松功周

4.2 開発教材の具体と分析

開発教材を、テキストマイニング分析の結果とともに示す。本節で示すネットワーク図は全教科で共通の設定（Jaccard係数を使用、単位は文、最小出現数3、上位30の共起関係をedgeで表記）を用いている。また、分析の項目では質問文で示した『探究ファクター』を明示している。

国語

探究ファクター組み込みによる授業改善

(もとの授業)

中学校3年生では俳句の鑑賞を習う。複数の俳句を教材とし、季語や切れ字といった語句の知識だけでなく、擬人法や対比を用いた表現技法まで学習し、それを鑑賞に活かす。場合によっては俳句の創作を行う。

↓ 『吟味する』

← 『文章化させる』

問い：鑑賞で習ったことを基に、自分なりに言葉を吟味して俳句を創作する。その際、自分の誕生日を含む月の季語を用いて、五・七・五を基本とすること。加えて、その俳句に込めた思いや工夫を200字程度で説明する。

↓ 『吟味する』

← 『分析させる』

問い：クラスメイトが創作した俳句の言葉を吟味し、優れていると感じる俳句を選ぶ。また、その優れていると思う点を説明する。その後、その俳句に込められた思いや工夫を読む。

分析（『吟味する』を用いた自由記述）

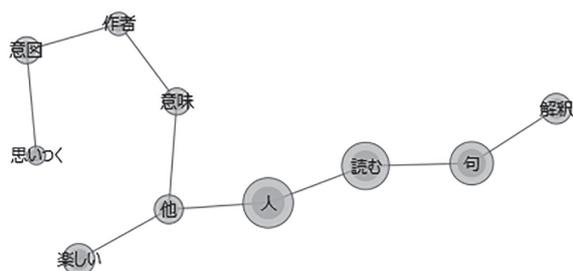


図1 共起ネットワーク（国語，抜粋）

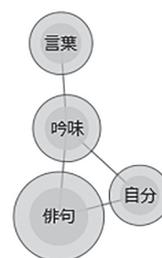


図2 共起ネットワーク（国語，抜粋）

学習指導要領において、俳句の創作活動は具体的に明記されている。しかし、本校の学習者が用いている教科書2冊のうち1冊は教科書単元に創作活動が組まれていない。また、もう1冊には創作活動が組まれてはいるが、創作や評価の基準が明確ではなく、あくまでオープンエンドの発展的な活動として、である。従来の国語科の授業はこうした教科書の流れに沿って鑑賞中心に行われ、創作活動の位置づけは弱いものである。授業者は鑑賞と創作活動を強く関連させ、俳句の創作を前提として教科書教材を鑑賞し、創作した俳句を互いに鑑賞し合う、という活動を試みる。その際、創作においても鑑賞においても言葉を「吟味する」という過程を大切にしたい。

本授業は俳句の鑑賞・創作活動において、「吟味する」の『探究ファクター』を大切にしながら行った。上述したように、自ら創作する意欲を向上させるのはもちろんのこと、自分で創作する前提で鑑賞に取り組むことで、鑑賞の授業改善も期待して行った。単元では自身の句の工夫を「文章化させる」過程や、クラスメイトの句を「分析する」過程を入れることで、さらに言葉を「吟味する」ことを促進することを意図した。

俳句という定型表現において言葉を「吟味する」ことは、学習者にとって容易なことではないが、創作することを前提とすることで、鑑賞の授業においても積極的に言葉を「吟味する」ことができていた。図1の共起をもとにしたKWIC分析から、「解釈する」「読む」などの行動が「楽しい」と認識されていたことがわかり、その現われと言える。「思いつく」という行動も肯定的に捉えられており、創作活動も充実していたことがうかがえる。さらに、他者の句の鑑賞をしたり自らの句を詠もうとしたりする際に、そこに「作者」や「自分」が立ちあらわれてくることも、テキストマイニングから読み取れる。改めて、言葉と人間のつながりを実感できる実践となったと考える。一方で、俳句という定型表現芸術の歴史や規則といった点に十分に踏み込むことができなかった。これらの俳句の歴史・規則と、学習者の創作の自由度とのバランスをとりながら実践を行うことができなかった。本実践では後者の自由度をとった形となったが、果たしてそれが俳句を学ぶことになったのか、不安な点である。

数学

探究ファクター組み込みによる授業改善

(もとの授業)

既習の垂直二等分線、角の二等分線、垂線の作図を活用し、次の問題に取り組む。

問題：三角形 ABC で、3つの頂点からそれぞれ向かい合う辺の中点を通る直線を作図せよ。

また、ひいた3本の直線について、どんなことがわかるか。

↓ 『試行錯誤する』

← 『提供する』

問題：三角形の厚紙で、安定して回るこまを作りたい。こまの中心を作図で見つけよ。

作図で見つけた点を中心としてこまを回す中で、こまが最も安定して回る点を見いだす。

分析（『試行錯誤する』を用いた自由記述）

もとの授業で提示した問題では、指示された作図の結果から新たな図形の性質（三角形の重心）を見いだそうとしている。しかし、本来図をかくという操作は、図形に対する興味や関心を引き起こし、図形の性質や関係を直観的に捉え、その論理的な考察を促すという意義をもつ。直感的な思考や論理的な思考は、与える問題に左右される。本時では、それらの思考が「試行錯誤」する過程の中でこそ働くものだと考え授業改善を行った。手だてとして、具体的に操作可能な問題を与え、作図の方法を「試行錯誤」した結果、答えとなる新たな図形の性質を見いだす学習活動に取り組ませた。

授業では、任意の三角形のこまの中心（三角形の重心）を見いだすためにどんな作図をすべきか判断するような問題を提示した。始めに、正三角形のこまの中心を作図で見いださせた。この時、3つの辺の垂直二等分線の交点を中心としたり、3つの角の二等分線の交点を中心としたりしていた。その後、任意の三角形のこまの中心を正三角形のときと同じように作図させると、直観的に予想する三角形のこまの中心とのズレが生じた。そこで、改めて正三角形のこまの中心について考察させることで、三角形の3つの頂点からそれぞれ向かい合う辺の中点を通る直線を作図することでこまの中心が得られることに気づくことができた。

テキストマイニングの結果をみると、「試行錯誤」は「三角形・中心・重心・見つける」という言葉と関連があることが分かる。これは、試行錯誤の末に本時の問題の答えに辿り着くことができたためだと考える。また、「楽しい」「簡単・難しい」という言葉も見られるので、生徒は試行錯誤する過程で探究の醍醐味であるような感情を経験していることが分かる。さらに、「方法・使える」という言葉から、本時の学びを他の図形に生かそうという発展的な考え方も見られた。

以上の結果より、「試行錯誤」の『探究ファクター』によって、直観的な思考や論理的な思考を促すことができ、授業改善に有効なファクターであると考えている。さらに、この学習の中で様々な感情に出会いながら、次なる課題設定をするこの姿こそ学びに向かう力が育まれようとする姿であり、その意味でもこの実践は意義深いものである。

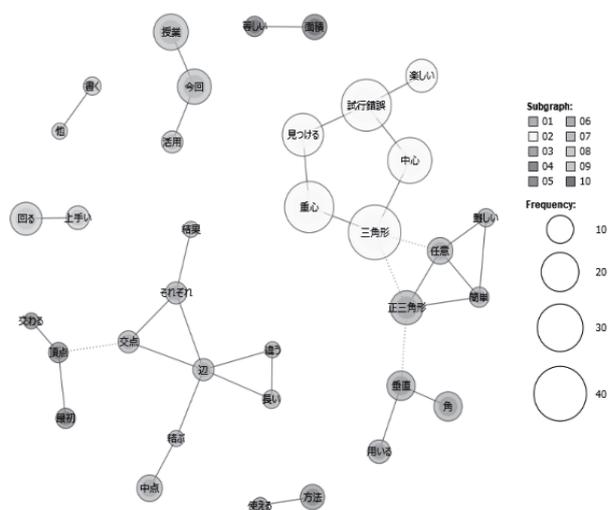


図4 共起ネットワーク（数学）

理科

探究ファクター組み込みによる授業改善

(もとの授業)

既習事項である、導線およびコイルの周りに生じる磁界に関する知識および理解をもとに、電気ブランコの実験を行い、電流を流した物体が磁界から力を受けることを見いだして理解させる。

また、実験中に電流の向きや磁界の向きを変えると電流が受ける力の向きが変わることを見いだして理解させる。このとき、電流が磁界から力を受けることをモーターの原理と関連付けて考察させる。

↓ 『予想する』

← 『考えさせる』

発問：U字磁石とリング状コイルを組合せ、電流を流すと何が起こるだろうか（どうなるだろうか）

プリント中の図に発生する磁界を描き、コイルの周りに生じる磁界を参考に、磁力が強まる部分、弱まる部分を予想させる。

実際に実験を行って結果を確認し、予想と異なっていたら考え方を修正させる。

次時にむけての課題「では、このコイルを回転させるために必要な条件は？」

↓ 『改善する』

← 『作成させる』

コイルがモーターとして回転するための主な条件は、

- ・コイルにはたらく力が絶えず同じ向きにはたらくこと → 180°ごとに反転させる必要がある
- ・コイルの中心に回転軸があること

の2点である。生徒が気づかない場合は演示を通して助言を与える。

これらの条件を踏まえて実際にコイルモーターを作成させ、原理と仕組みの理解を深める。

分析（『予想する』を用いた自由記述）

『探究ファクター』として組み込んだ「予想する」は、理科の授業において実験を行う際に日常的に用いる動詞である。

実施した授業の1時間目では、既習事項をもとに、実験結果を予想させ、予想と結果の比較・検証から、知識・理解を深化させることを狙った。2時間目では、すでに手元にある実験装置（電気ブランコ）をどのように改良すればモーターになるか、その方法を予想させるといふ、やや技術的・工学的なアプローチを取り入れた展開を試みた。これらの授業者の意図が、生徒の「予想する」活動にどのように影響を与えたかを考えてみたい。

テキストマイニングの結果、『探究ファクター』である「予想（する）」は、装置を構成するパーツである「コイル」とのみ強い関連性をもって現れた。装置の改良に必要な知識や、電磁気に関する各種法則に対する理解については、

単語レベル、もしくは単語同士の単純な結びつきとしてのみ出現している。また、うまく回転するモーターを作る際の“コツ”である「エナメル線の被覆を半分（片方）だけはがす」という操作についての記述が、互いの単語の間に複数の相関をもって出現した。以上の結果より、1時間目に想定していた「既習事項をもとに結果を予想する」という学習活動は、授業者の意図した通りに生徒たちが意識して実験に取り組むことができたと推察される。一方、2時間目の内容について生徒たちは、「改良箇所を予想する」「器具・装置を目的にあわせて改善する」といった思考ではなく、「うまく回るモーターを作る」という方法論を強く意識して授業に取り組んでいたと考えられる。授業者が意図した（『探究ファクター』として組み込んだ）活動を、いかに生徒たちと共有していくか、授業方略の視点から引き続き検討を行いたい。

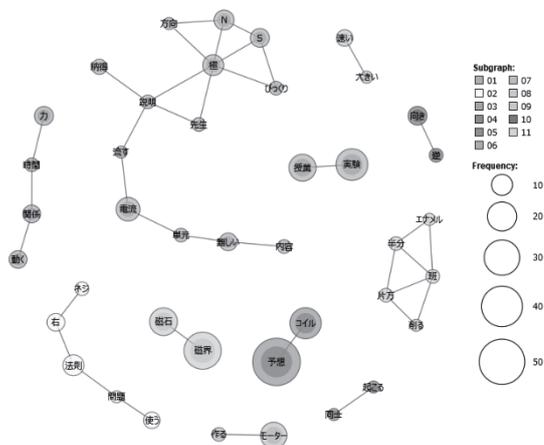


図5 共起ネットワーク（理科）

英語

探究ファクター組み込みによる授業改善

(もとの授業)

- ①水問題や、ジェンダーなど社会が抱える問題についての文章を読んで、それについての自分の考えを英語で書く。
- ②お互いの英作文を読み合っ、英作文の改善点をフィードバックする。

↓ 『比較する』

← 『分析させる』

発問①：「水問題，ジェンダーに関わる問題，人種による偏見に関わる問題のうち，日本に住む人々にとって優先的に解決すべき問題はどれだと考えますか。根拠とともに英語で説明しなさい。」

発問②：(英作文を書いた後)「お互いが(生徒)が書いた英作文を読み比べて，それぞれの英作文を10点満点で採点してください。採点にあたっては評価規準をグループで3つ程度作成し，それぞれの配点を決めて重みづけをした上で，その評価規準に基づいて採点をしてください。」

分析(『比較する』を用いた自由記述)

従来の英語の学習観は「従う」ことが基本であった。例えば，ある文法規則を提示されその文法規則に従って英文を書いたり，「論理的」とされる英語の文章のモデルを提示され，そこから論理的な英語の文章の特徴を提示された上で，その特徴にしたがって英語の文章を書いたりするなどであった。こういった学習は基本的な型を身に付けることには効果的である一方で，自分なりに考察をするというプロセスが学習から抜け落ちてしまうことで，形骸的な学習になってしまう恐れがある。そこで，生徒に考察をする必然性を生み出すことを期待して，「比較する」を組み込んで授業を立案した。

テキストマイニングの結果，『探究ファクター』である「比較する」は，「ゴール」，「他」といった語と強い関連があり，これらは「優先」，「理由」，「項目」といった語と関連が見られている。これはSDGsで提案されているゴールの中で自分が優先すべきだと

思うものが，他のものを比べてなぜ重要なかを理由とともに書くという発問①から来たものだと考えられる。この発問を通じて生徒は「自分が優先して解決すべきだと考えるゴールよりも，優先して解決すべきゴールがある」と考えている他の生徒が納得するに足るだけの「理由」を考える必然性が生まれたことを示唆しているのではないかと考えられる。価値観の異なる他者が納得するだけの理由を考えることを通じて，自然と「どのようにすれば論理的な文章になるのか」を考えることが出来ていたのではないかと感じており，論理的な英文のモデルにならって英作文を書くよりも，より深い学びにつながったのではないかと考えている。

また，「採点」，「基準」，「班」という語の結びつきが「面白い」につながっている。これは発問②の活動から来たものだと考えられる。授業中の生徒の観察などから，この活動を通じて生徒は，「自分の評価規準＝何をもって良い英作文とするか」を班のメンバーと考察する中で，自分の考える良さが必ずしも他のメンバーと一致しないことに対する意外性から「面白い」という感想を抱いたのではないかと考えられる。

いずれにせよ，「比較する」という『探究ファクター』を組み込んで授業を立案することによって，自分の考えの根拠となる理由を考えたり，他の異なる価値観を学んだりするなど，提示されたモデルに従うだけの学習ではなく，「考察する」という主体的な学習へと変容させられたのではないかと考えている。

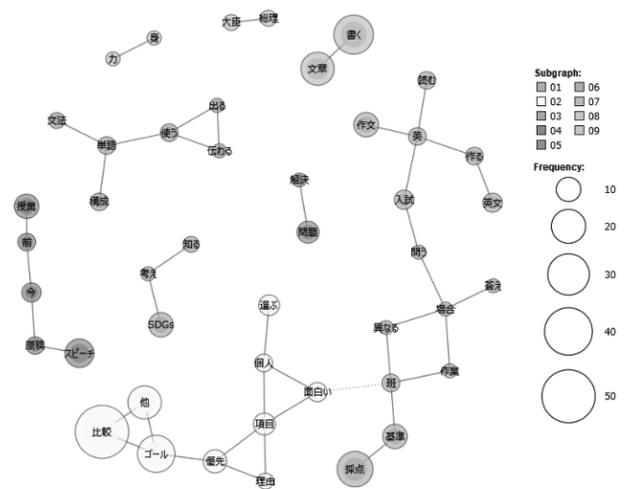


図6 共起ネットワーク(英語)

5. 授業における『探究ファクター』

本研究では、『探究ファクター』の組み込みによる授業改善を試みた。授業づくりにおける教材の見方を深める上で『探究ファクター』が有用であると確認できた一方で、いくつかの課題も明らかになり、それは『探究ファクター』の有効利用という視点で示唆的であった。整理すると、以下である。

- ① 『探究ファクター』の組み込みは動詞を意識することに直結するため、活動的な授業を実現しやすい一方で、教科や単元に固有の知識が相対的におろそかになる可能性があり留意が必要である。
- ② 本研究を進める中で、一見すると教科とは融和的でないファクターを用いた授業づくりについての議論が行われた。教材開発におけるラテラルシンキングにつながる可能性があり、『探究ファクター』は新奇的な教材開発に寄与しうる。
- ③ 本研究のアンケートでは、授業づくりの際に組み込んだファクターを自由記述に用いることを指示しており、複数のファクターを組み込んだ場合には、その1つのみを指示文で明示している。そのため、指示文で明示しなかったファクターに関連する動詞が自由記述の中に多く登場しないこともあり、生徒がファクターに関連する活動を授業での重要な活動として自覚するレベルでは認識していない可能性を意味しうる。一方、服部ら(2021)は、教育が目的・意図的な取組みであることを踏まえると生徒が目標の達成を自ら実感できるようにすることが望ましいと指摘しており、本分析とも繋がる指摘である。その視点で見ると、『探究ファクター』を、授業者が「期待したい活動」として生徒に明示するための道具として使用することも考えられる。

6. 複数教科教員による研究推進

本研究に関わった6名の担当教科の内訳は、国語1名・社会1名・数学2名・理科1名・英語1名である。共同研究の多くは専門性の近い者で結成したチームで進められるが、本研究ではこのように多様な専門性をもった6名で研究チームを成した。円滑に連携をとるために行った方策を以下に述べる。

① 研究スケジュール等の早期共有

研究当初に研究委員会を実施し、年間スケジュールおよび各種フォーマット(各授業の事例、生徒アンケート)を共有した。

② Slackを活用した資料の共有

本研究に特化したSlackワークスペースを作成した。generalチャンネルに加え、複数のチャンネル

を作成し、意見や情報共有をしやすいように工夫した。資料の整理・見直し等に活用できた一方で、連絡の即時性は薄く、通常時に使用している業務メール等も併用することとなった。

7. おわりに

本研究では『探究ファクター』を用いた通常授業の改善に主眼をおき、具体的な教材をその分析とともに提示することを目指した。5教科で提案授業を実施し、テキストマイニングによる分析を行うことで、『探究ファクター』を用いた教材づくりに関する留意点等を整理することができた。本研究の成果を端的にまとめると以下である。

- ・『探究ファクター』を組み込んだ授業を具体的に提案した。とりわけ、教師ファクターを明示した授業提案は新奇的である。
- ・テキストマイニングを中心とした授業分析により『探究ファクター』を用いる際の留意点等を整理するとともに、活用手法を提案した。
- ・校内研究における連携手法について、試験的な取り組みを行い、その結果を整理した。

引用・参考文献

- 末吉美喜、『テキストマイニング入門』、オーム社、2019年
- 服部裕一郎・井上優輝・松原和樹・袴田綾斗・久富洋一郎、「批判的思考力の育成と評価を志向した高校数学における社会的オープンエンドな問題の開発とその実践—マヨネーズの絞り口を提案しよう—」、2021年、全国数学教育学会第55回研究発表会発表資料
- 広島大学附属中・高等学校、「令和2年度教育研究大会要項」、2020年、https://www.hiroshima-u.ac.jp/fu_midori/research/conference/2020 (閲覧日:2021年12月21日)
- 広島大学附属中・高等学校、「広島大学附属中学校・高等学校 教育研究大会 全体会(パネルディスカッション)」、2021年、<https://www.youtube.com/watch?v=Not8T6Z9n5U> (閲覧日:2021年12月21日)
- 樋口耕一、『社会調査のための計量テキスト分析—内容分析の継承と発展を目指して—第2版』、ナカニシヤ出版、2020年

本研究は、第21回ちゅうでん教育振興助成を受けたものである。

Applying the "TANKYU Factor" to Improve Teaching in Multiple Subjects

Yuuki INOUE, Kengo KATO, Yuki KUTSUNUGI, Yudai KUROKI
Shogo BANSHOYA, Narichika HISAMATSU

Abstract:

This study was conducted by a team of teachers of several subjects (Japanese, Social Studies, Mathematics, Science, and English). We developed teaching plans for regular classes by applying the "TANKYU Factor" and obtained suggestions for developing teaching plans by text mining the student questionnaires. In addition, we discussed how to promote joint research by teachers of multiple subjects based on this practice.

