

## 1 はじめに（主題設定の理由）

「理数教育の充実」は、現行の高等学校学習指導要領と新学習指導要領の両方でうたわれている。理科においては各科目の単元ごとに探究活動を実施するなどの授業運営が求められているが、多くの高等学校では生徒実験の実施で精一杯で、探究的な活動まで至っていない実態がある。また、「生徒実験がアクティブ・ラーニングである」という誤った認識から、主体的・対話的で深い学びを実現する探究的な授業をつくらうとする意識が乏しい実態もある。特に普通科文系は、理科に対する苦手意識のある生徒が多いため先進的な実践事例に乏しい上、SSH校や先進校の実践事例は理系に照準を合わせたものが多くそれをそのまま文系で生かすことは難しい。そこで本研究では、普通科文系の生徒を対象とし、知識の活用から探究活動までの全てを網羅する授業モデルを開発したいと考えた。

なお本研究は、筆者が前任校の愛知県立豊田南高等学校で令和元年度に取り組んだものである。

## 2 研究の方法及び実際

### (1) 研究の目的

ア 高等学校普通科文系において、理科の探究的な活動を実施する上でのポイントを明らかにするとともに、その活動に至るまでの平素の授業及び学習指導のモデルを開発する。

イ 文系における理科の探究的な活動の新しい手法として、他教科との教科横断型授業等を実践し、文系の生徒が理科を学ぶ意義や有用性を実感できる授業のモデルを開発する。

### (2) 研究の仮説

本研究は、令和元年度の愛知県立豊田南高等学校3年生文系3クラスの生徒を対象に「化学基礎」の授業で行った。ほぼ全ての生徒が大学文系学部への進学を希望しているが、理科の学習をセンター試験対策の一つとしてしか捉えていない生徒が多かった。そこで本研究では、次の二つの仮説を立ててさまざまな実践に取り組み、それを生徒アンケート及び生徒の感想文を通して検証した。

【仮説1】高等学校普通科文系の理科の平素の授業において、教師による一方的な教授を控えるとともに、グループワークを主とした生徒同士で学び合う機会を継続して設けるようにすれば、生徒は理科の学習に意欲的に取り組むようになるであろう。

【仮説2】高等学校普通科文系の理科の生徒実験において、既習の知識や他教科の内容を組み合わせさせて取り組む探究的な活動を行えば、生徒は理科を学ぶ意義や有用性を感じるようになるであろう。

### (3) 研究の手だて及び実践

仮説に対する手だてを、次のように考えた。

ア 手だて1「教師による教え込みからの脱却」（仮説1の実証）

各単元の学習で不可欠な基本的な知識等を伝える場面を除いて、教師が一方的に教え込む手法を極力用いないようにするため、平素の授業において次の三つの手だてを実践した。

#### (ア) グループワークを主とした授業展開

原則として、全ての授業において教師が教える時間及び内容を必要最小限とし、本時の学習内容を確認し深めるグループワークに取り組んだ。毎時のねらいに沿って、重要なポイントの確認、学習内容と日常生活との結び付きに関する協議などに取り組み、生徒同士で教え合い学び合うようにした。

#### (イ) 変化に富んだグループワーク

形式的なグループワークにしないようにするため、毎回のワークで各グループにファシリ

テーターを設置し、授業ごとに交代した。これにより、生徒がワークへの参加を自分事として捉えられるようにした。また、グループを6パターン編制し、さまざまなグループでワークに取り組めるようにした。あわせて、他グループの情報を収集する「コミュニケーター」、まとめ担当の「ライター」、発表担当の「プレゼンテーター」などさまざまな役割を設定し、グループワークを変化に富んだものにした。

#### (ウ) 段階的な実験指導

(ア)、(イ)を工夫し、探究的な活動に充てる授業時間を確保した。また、実験と考察を充実したものにするため、次の事例のように、生徒の活動を中心に据えた段階的な事前指導を行うようにした。

##### 【事例：中和滴定による探究活動での事前指導】

- ① 指示薬の色の変化を確認する実験：点眼瓶、プラスチックコップ、割り箸など身近にあるものを活用し、指示薬の扱い方について、教室でも安全に実施できる簡便な実験に取り組んだ。
- ② 器具の目盛りの読み方、操作方法の確認：実験で用いるガラス器具のみを各グループに与え、水道水を用いて目盛りの読み方や操作方法を確認した。
- ③ データ活用の実習：課題に即した実験データの扱い方や計算方法を、各グループで演習した。
- ④ 本番の中和滴定の実験：生徒に食酢、りんご酢、米酢のいずれかを与え、実験データからそれを同定する探究的な活動に取り組んだ。

#### イ 手だて2「自ら学ぶ姿勢を身に付けさせる工夫」（仮説1の実証）

平素の授業及び家庭学習で理科に取り組む姿勢をより主体的なものにするため、何をどのように学習すべきか自分で考えて判断できるようにすることを目指し、次の二つの内容を実践した。

##### (ア) 探究する姿勢を重視した雰囲気づくり

教師が知識を教授する場面でも、正解だけを追い求めずそこに至る背景やプロセスを重視して授業を行った。また、グループワーク等で生徒が活動する場面では、間違いや失敗から学び探究する姿勢を重視した。これらのことにより、「間違えても構わないから自分で考え、積極的に意見を示そう」という安心感を教室に醸成することを目指した。

##### (イ) 生徒自身で設定する学習課題

教師が与える学習課題を廃止し、代わりに「各自でテーマを決める毎日15分の化学の学習課題」に取り組むようにした。まず、「化学基礎」の内容がどれだけ理解できているかを自己分析させ、続いてそれに基づき中期的な目標と短期的な目標をそれぞれ立てて、達成方法を考えるようにした。これにより、目的意識をもって「化学基礎」の家庭学習に取り組むことを目指した。定期考査時の学習ノート提出も廃止し、各生徒が自分の学習進度に合わせて相談を兼ねてノート提出をするようにした。

#### ウ 手だて3「知識再生・確認型の実験からの脱却」（仮説2の実証）

既習の知識の再生・確認だけの単純な実験を行わず、生徒がさまざまな知識を組み合わせ活用する探究的な活動を実施するために、手だて1のウの事前指導を踏まえて次の二つの内容を実践した。

##### (ア) 探究型の実験

次のような探究型の実験を実施し、既習の知識を組み合わせながら実験結果を多面的に考察した。

##### ① 物質を同定する探究型実験

与えられた複数の物質が何であるか、単元で学んだ内容を生かした実験を通して確認

する探究活動を「中和滴定」「酸化・還元」「溶解度」の各単元で実施した。

## ② オープンエンドの探究型実験

「正解のない問い」に対峙できる学びに向かう姿勢の涵養を目指した。中学3年で結果のみ観察した「飽和塩化ナトリウム水溶液を用いた電池」では、「電池が維持する時間」「極板・水溶液で起こっている変化」を確認した上で、その化学反応がどのような仕組みで起こっているかを探究するとともに、グループによってオルゴールの鳴り方に違いが生じた理由を考えた（添付資料 図1参照）。この電池ではさまざまな反応が複雑に関係するため、実際は「化学基礎」の知識だけで正解を得ることはできないが、生徒は自分のグループの結果について、実験を行った場所の温度、局板の状態の影響等まで考慮し、自分たちなりの根拠に基づいて、実験結果を自由な発想で考察した。

## ③ 実験イベント授業「全員が一度は化学の先生に！」

全ての生徒が先生役を務める大がかりな実験イベントを、次のような手順で授業内に実施した。

- 〈1〉1クラスを五つのグループに分け、それぞれのグループに「先生役を務める実験」を割り当てた（実験は5種類あり、その内の一つを各グループに割り当てた）。
- 〈2〉実験イベントの授業を2時限連続で実施し、1時限目では、各グループで先生役を割り当てられた実験に取り組み、続けて、自分が先生役としてミニ生徒実験講座の実施及び内容の解説をできるようにする準備に取り組んだ。
- 〈3〉2時限目では、各グループで実験講座のブースを設営し、事前に決めたローテーションに沿って自分のグループの実験の先生役を務めたり、他のグループの実験講座に参加したりした。全員の生徒が一度は先生役を務めるとともに、他の4グループの実験では各グループの先生役の生徒の解説を聞きながら実験に取り組むようにした（添付資料 図2参照）。

## (イ) 教科横断型授業

文系の生徒の多くが好む国語や歴史の内容を「化学基礎」の学習内容に関連付けて、教科を横断する探究活動のメニューをつくった。次の二つの教科横断型授業を、国語科、地理歴史科と連携して実施した。

### ① 国語科との連携「宮沢賢治を化学する」

宮沢賢治の作品『春と修羅』から「真空溶媒」という詩を題材とし、そこで見られる化学的な表現について実験を通して考察するとともに、詩に描かれた光景を自分たちの解釈に基づいてボードにまとめた。また、その成果物をポスターセッション形式で発表した（添付資料 図3参照）。また、この活動ではICTも活用し、実験では「自班の結果の解説」「宮沢賢治が詩に込めた世界観に関する自分たちの解説」を両方含めた実験動画の制作を課題とし（添付資料 図4参照）、それを授業支援クラウドの「ロイロノート・スクール」を用いてオンラインで提出した。なお、この活動では、ターゲットとなる表現と探究テーマを次のように定めた。

〈1〉ターゲットとした詩の中の表現1：「雲はみんなリチウムの紅い焰をあげる」

【探究テーマ】これはリチウムの炎色反応について語っているが、ここで宮沢賢治どのような情景を描いたのだろうか。

〈2〉ターゲットとした詩の中の表現2：「沙漠でくされた駝鳥の卵 たしかに硫化水素ははひつてゐるし ほかに無水亜硫酸 つまりこれはそらからの瓦斯の気流に二つあるしようとして渦になつて硫黄華ができる」

【探究テーマ】「しようとして渦になつて硫黄華ができる」反応は教科書でも扱われており学習済みである。これはどのような反応であり、ここで宮沢

賢治どのような情景を描いたのだろうか。

## ② 地理歴史科との連携「歴史の転換点と火薬」

「歴史の転換点」に武器や戦闘法の発展があったことを踏まえ、特に大きな役割を果たした火薬を題材に、歴史の授業で学んだ史実と「化学基礎」の学習内容をつなげて考察した（添付資料 図5参照）。なお、この活動では次のようにターゲットとなる転換点と探究テーマを定めた。

〈1〉ターゲットとした転換点1：「戦術の転換」が歴史を変えたが、その背景には火薬の開発があった。当時の火薬で重要な役割を果たしたのは、「化学基礎」でも学習した硝酸カリウムである。

【探究テーマ】当時開発された火薬の化学反応で、硝酸カリウムがどのような働きをしているのか、授業で学んだ内容を組み合わせて考えた。

〈2〉ターゲットとした転換点2：化学工業の発展に伴って「硝酸」が必要になり、この物質の製法の開発が、歴史を変える転換点となった。当時、特に必要とされた硝酸の役割は何か。

【探究テーマ】硝酸はノーベル賞と関係の深いある物質（ニトログリセリン）の原料である。本実践では「化学基礎」で扱わないトリニトロセルロースの実験から、硝酸がその物質の生成にどのように関わるかを考察した。

## 3 研究の成果

### (1) 仮説1について

#### ア 手だて1について

対象生徒120人に対して行ったアンケートでは、「グループワークを中心とした授業は楽しかったか」という問いに対し39%が「楽しかった」、56%が「まあ楽しかった」と回答しており、ほぼ全ての生徒がグループワークによる授業を肯定的に捉えていた（添付資料 図6参照）。また、「グループワークを通して理解が深まったか」という問いに対し35%が「深まった」、45%が「まあ深まった」と回答しており、合わせて80%がグループワークを通じた学びの深まりを実感していた（添付資料 図7参照）。さらに、自由記述では「グループで一緒に考えることで、以前よりも理科を積極的に学べるようになった」「丁寧に実験できるようになり理解が深まった」というコメントが複数見られた。

#### イ 手だて2について

生徒アンケートでは、「グループワークで間違いを恐れずに意見できたか」という問いに対し22%が「できた」、33%が「まあできた」と回答しており、合わせて55%が自分の意見を率直に述べられるようになった（添付資料 図8参照）。また、「授業を生かして学習課題を自分で考えることができたか」という問いに対し40%が「できた」、45%が「まあできた」と回答しており、合わせて85%が授業を機に主体的に理科の学習に取り組むようになった（添付資料 図9参照）。さらに、自由記述では「グループのメンバーによっては雰囲気微妙で意見を言いにくいときがあった」「授業が楽しく自分から積極的に学習できた」というコメントが複数見られた。

#### ウ 仮説1の実証

上記ア、イから、間違いを恐れずに自由に意見を話すことができる教室の雰囲気づくりについて課題を残しているものの、グループワークを通して生徒が理科の学習に意欲的に取り組めるようにするというねらいは達成できていることが伺えた。したがって、仮説1は概ね実証できたと考える。

### (2) 仮説2について

#### ア 手だて3について

生徒アンケートでは、「探究的な活動の実験に積極的に取り組むことができたか」という問いに対し28%が「できた」、50%が「まあできた」と回答しており、合わせて78%が協働的に探究活動に取り組むことができていた（添付資料 図10参照）。また、「教科横断型の授業を今後も続けた方がよいと思うか」という問いに対し、73%が「今年度より多く（3回以上）実施すべき」、17%が「今年度くらい（2回）実施すべき」と回答しており、合わせて90%の生徒が教科横断型授業での学びを肯定的に捉えていた（添付資料 図11参照）。さらに、自由記述では探究活動に対し「内容がとても難しかったが、実験には楽しく取り組めた」「課題の内容に対して考える時間が少なかった」、教科横断型授業に対し「国語や歴史が化学とこのように結び付くのだと、驚きながら楽しく授業に参加できた」というコメントが複数見られた。

#### イ 仮説2の実証

上記アから、探究的な活動のテーマについて、生徒の実態に合わせたレベルの設定に課題を残しているものの、この取組の工夫により、生徒が理科を学ぶ意義や有用性を感じるようになるというねらいは達成できていることから、仮説2は概ね実証できたと考える。

### 4 今後の課題

高等学校普通科文系の生徒が理科の学習に主体的に取り組む、理科に対する興味関心を高めるという点で、本研究での取組は一定の成果を上げたと思われる。本研究の取組の裾野を広げてより汎用的なものにすることを目指し、特に次の2点の克服に今後も努めたい。

- (1) 2年間を見通した学習指導計画（探究活動及び教科横断型授業の実施計画）の確立
- (2) 化学以外の理科の各科目での教材と教科横断型授業の実践事例の開発

#### <参考文献>

研究紀要（平成28年度 第106集）愛知県総合教育センター  
宮沢賢治の元素図鑑 ～作品を彩る元素と鉱物～（桜井弘、豊遥秋）化学同人

添付資料 1



図 1：電池の実験で探究する様子



図 2：先生役を務めて実験を解説する様子 ※ 1



図 3：ボードを活用したポスターセッションの様子 ※ 2



図 4：実験動画を制作する様子 ※ 3



図 5：教科横断型授業の様子 ※ 4

注 1：体育の授業の前時に探究的な活動の授業を行ったため、生徒は体操服で実験に取り組んでいる。

注 2：各グループの成果物を、教具「まなボード（泉株式会社）」上に作成した。それを 3 枚つなげ（画像中央）、3 グループを 1 単位としたポスターセッション形式の発表を行った。

注 3：右の生徒が実験に取り組み、左の生徒が解説を語り、中央の生徒がタブレット端末を操作しながら撮影して、課題の実験動画を制作している。

注 4：ボードの作成、ポスターセッションに取り組める広い場所（図書室）を会場とした。

添付資料 2

図6 質問1「グループワークを中心とした授業は楽しかったか」への回答結果

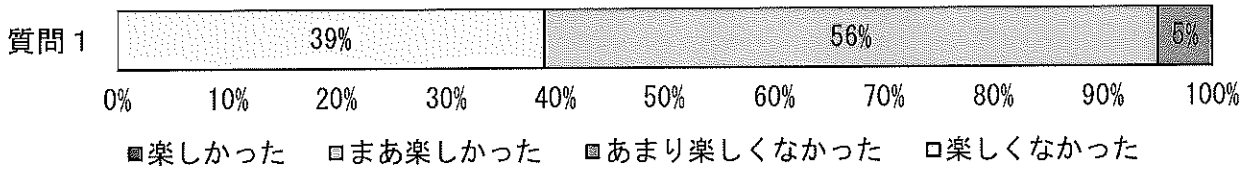


図7 質問2「グループワークを通して理解が深まったか」への回答結果

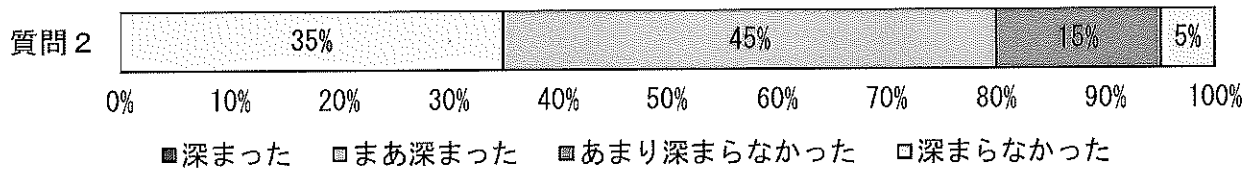


図8 質問3「グループワークで間違いを恐れずに意見できたか」への回答結果

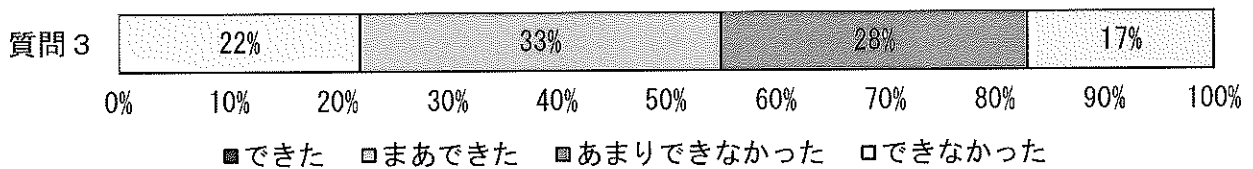


図9 質問4「授業を生かして学習課題を自分で考えることができたか」への回答結果

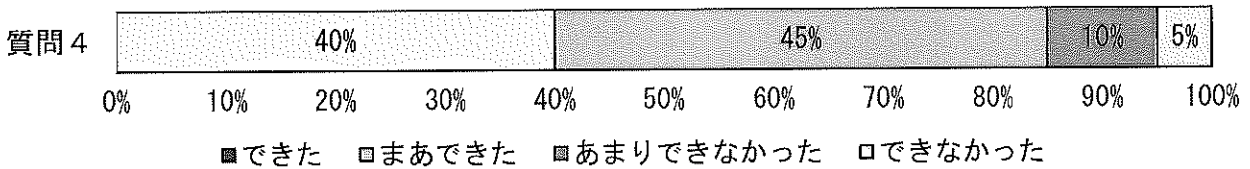


図10 質問5「探究的な活動の実験に積極的に取り組むことができたか」への回答結果

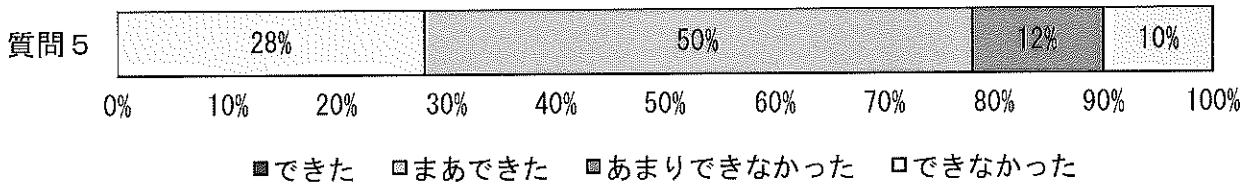


図11 質問6「教科横断型の授業を今後も続けた方がよいと思うか」への回答結果

