

高等学 校

令和6年度

教育研究員研究報告書

理 科

東京都教育委員会

目 次

I	研究主題設定の理由	1
II	研究の視点	2
III	研究仮説	2
IV	研究方法	4
V	研究構想図	5
VI	研究内容	6
VII	研究の成果	15
VIII	今後の課題	16

研究主題

観察、実験を通じた個別最適な学びと協働的な学びを実現するための授業 ～科学的な見方・考え方を働かせた探究的な学習の実現～

I 研究主題設定の理由

「幼稚園、小学校、中学校、高等学校及び特別支援学校の学習指導要領等の改善及び必要な方策等について（答申）」（中央教育審議会 平成 28 年 12 月 21 日）において、学習指導要領の成果と課題として、「小学校、中学校共に、『観察・実験の結果などを整理・分析した上で、解釈・考察し、説明すること』などの資質・能力に課題が見られることが明らかになっているほか、高等学校については、観察・実験や探究的な活動が十分に取り入れられておらず、知識・理解を偏重した指導となっている」と示されている。

また、図 1 から分かるように、理科について「当該教科の学習が好きだ」に対して、「そう思う」及び「どちらかといえばそう思う」と回答した割合は、中学校第 3 学年まで英語・国語・数学の 3 教科に比べると高い。しかし、高等学校に入学後、特に理科について、「そう思う」及び「どちらかといえばそう思う」と回答した割合は急激に低下する。この状況については前述のとおり、高等学校において観察、実験や探究的な活動が十分に取り入れられておらず、知識・理解を偏重した指導となっていることや、将来の文系理系の進路選択等により、理科が必要ではないと考える生徒が現れることが要因であると分析した。

高等学校学習指導要領解説理科編・理数編では、理科の具体的な改善事項として、教育内容の見直しが示されており、「生徒自身が観察、実験を中心とした探究の過程を通じて課題を解決したり、新たな課題を発見したりする経験を可能な限り増加させていくことが重要であり、このことが理科の面白さを感じたり、理科の有用性を認識したりすることにつながっていくと考えられる。」と示された。また、「平成 27 年度学習指導要領実施状況調査 高等学校理科 生物基礎」（国立教育政策研究所）における教科・科目等別分析と改善点では、観察、実験や探究活動の一層の充実として、「観察、実験は、回数を確保するだけでなく、科学的な見方や考え方を身に付けるというねらいを生徒に理解させた上で、生徒の主体性を意識した扱いにすることが大切である」と示されている。その中で具体例として、「実施した観察、実験を振り返らせ、そこで得られた生徒の気づきを基にして生徒自身に仮説を立てさせ、対照実験の設定などを含め、追加の観察、実験を計画させること」が挙げられている。さらに、

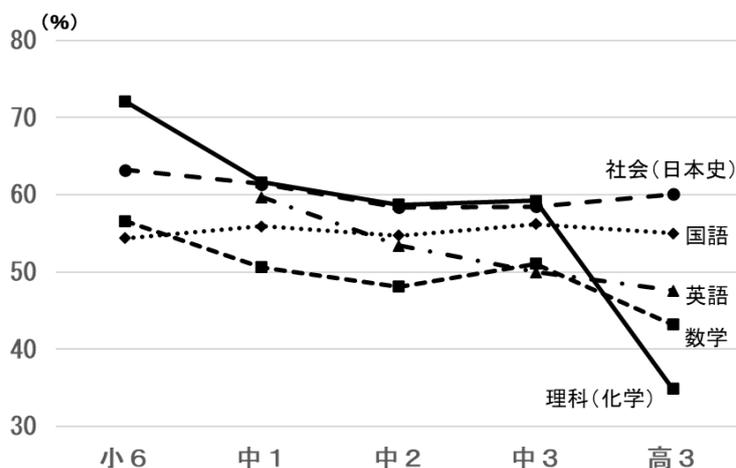


図 1 「当該教科の学習が好きだ」に対して、「そう思う」及び「どちらかといえばそう思う」と回答した割合
(学習指導要領実施状況調査(平成 24 年度小学校・平成 25 年度中学校・平成 27 年度高等学校)より作成)

高等学校学習指導要領解説理科編・理数編では、理科の見方・考え方について「自然の事物・現象を、質的・量的な関係や時間的・空間的な関係などの科学的な視点で捉え、比較したり、関係付けたりするなどの科学的に探究する方法を用いて考えること」と示されている。

本研究では、理科の見方・考え方を働かせた学習の実現に向けて、特に理科における主体的に学ぶ力を育成するため、探究の過程を通じた学習活動の中で、授業者主導の授業ではなく、自分のもっている知識やツールを最大限活用し解答を導き出すことを目指すこととし、研究主題を「観察、実験を通じた個別最適な学びと協働的な学びを実現するための授業」と設定した。

II 研究の視点

図2のように、高等学校学習指導要領解説理科編・理数編では、資質・能力を育むために重視する探究の過程のイメージが示されている。

昨年度の教育研究員理科部会では、「仮説の設定」及び「検証計画の立案」に注目して指導改善を図ることを主題とした。本研究では、昨年度の研究成果を生かし、「検証計画の立案」に続く学習過程である「観察・実験の実施」及び「結果の処理」における指導の改善を検討した。その際、生徒が自ら見通しをもって行う実験方法及び個別最適な学びと協働的な学びを実現するための実験の授業を充実させる視点を取り入れることとした。

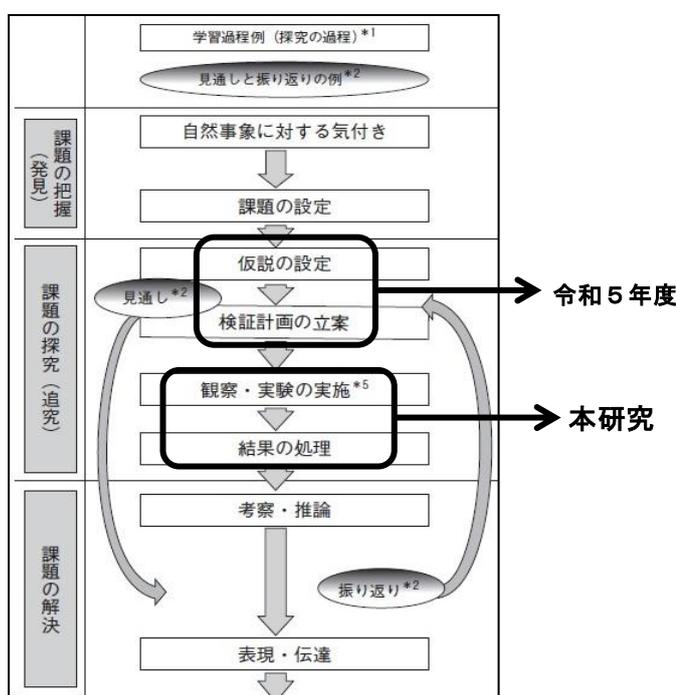


図2 資質・能力を育むために重視すべき学習過程のイメージ (抜粋)

III 研究仮説

1 探究の過程を踏まえた学習活動

「観察・実験の実施」及び「結果の処理」における指導の改善を検討するにあたり、本研究では、分からないものを自ら調べて結果を出す観察・実験を実施することとした。生徒は、授業者から示された課題に対して、関連する自然の事物・現象に対して、これまでの学習内容等から主体的に調べる中で得た気づきや疑問を基に観察・実験を行い、生徒同士でのディスカッションや発表につなげることにした。

本研究では、2回の観察・実験を実施した。まず、1回目の観察・実験を授業者の指示通りに行うことで求められる結果にたどりつくことを確認した。2回目の観察・実験では、これまでの学習内容で得た知識や、資料を主体的に活用して結果にたどりつくことを確認する

とともに、結果を考察し、発表することで、1回目より深い学びにつながると考えた。また、理科の見方・考え方を働かせた探究的な学習の実現を目的とし、生徒自らがもっている思考力、判断力、表現力等を使うことで、より協働的な学習を行うことができると考え、「観察・実験の実施」及び「結果の処理」を指導の場面に設定した。

2 与えられた知識の習得と自ら知識を深める取組

平成27年度学習指導要領実施状況調査 高等学校 理科 化学基礎（国立教育政策研究所）では「化学の勉強が好きだ」、「化学の勉強をすれば、私の普段の生活や社会生活の中で役立つ」、「化学を勉強すれば、私は疑問を解決したり予想を確かめたりする力がつく」において、「そう思う」、「どちらかといえばそう思う」に回答した割合は、それぞれ34.9%、39.7%、36.7%であった。特に、「化学の勉強が好きだ」に肯定的な回答をしている生徒の割合は、前回調査（32.4%）と比べると上がっているが、全体として「どちらかといえばそう思わない」、「そう思わない」と回答した割合よりも下回っている。この結果は、化学学習の意義や有用性を十分には実感できていないことが要因として考えられ、これは理科全般にもあてはまると考えられる。本研究では、この結果を踏まえ、生徒が、理科学習の意義や有用性を実感できるよう、既習の知識を活用し、見通しをもって観察・実験に臨める授業の工夫をすることで、生徒の興味・関心が高まり、学習意欲の向上を図ることができるのではないかと考えた。具体的には、授業の導入として既習内容を振り返り、既習内容を基に観察・実験を行う授業展開とした。その際、日常生活や身近な現象とのつながりを意識できるような課題を設定する等の工夫を行い、知識の定着を促し、既習内容の振り返りがしやすいようにした。観察・実験において、生徒によるアンケートを行い、興味・関心の向上について、アンケート結果を基に比較、検証することとした。

3 理科の見方・考え方を働かせた探究的な学習の実現

見る、触れる等の五感を活用し、本物を体験することの大切さを学べる「観察・実験の実施」を行うとともに、「結果の処理」において対話的な学びの機会を設定した。なお、対話的な学びの際に、使用した授業プリントや他のグループの生徒の意見も参考にできるように、一人1台端末を用いて意見を集約し、共有した。

本研究では、「Ⅱ 研究の視点」を踏まえて、「既習事項を活用して、自ら見通しをもって検証方法を考え、協働的な学習を行うことで、科学的に探究するための思考力、判断力、表現力等を高めることができる。」と仮説を立てた。これは、授業者からの指示を聞き、ただ見たり聞いたりする学習より、事前に学習した学びを再確認して活用すること（個別最適な学び）で、理解を深めることができると考えたためである。そこで、「生徒一人一人が興味・関心を持ち自ら探究した学習を行うことが、生徒が科学的に探究するための思考力、判断力、表現力等を高めることができる。」と考え研究を進めることとした。

IV 研究方法

1 研究の流れ

- (1) 従来型の実験を実施
観察・実験の手順を授業者が指示して行う実験を「従来型の実験」とし、実施する。
- (2) 生徒が主体的に考え、課題解決のため考察する実験を実施
(1)に対して、生徒が主体的に観察・実験の手順を考え、課題解決のために考察する実験を実施する。
- (3) 生徒による自己評価アンケートを実施
(1)、(2)それぞれについて、科学的に探究する力の把握及び、実験、観察について既習事項等を基に考察でき、理解しやすかったかを確認する自己評価アンケートを行う。
- (4) 授業者がワークシート等によりルーブリックによる評価を実施
(1)と(2)における考察から授業者がルーブリック評価を行う。

2 検証方法

授業者による実験、観察の学習状況に応じた指導後、グループでの対話的な学びを行う。実験、観察後に生徒の自己評価アンケートや生徒がワークシートの考察に記述した内容を踏まえ、ルーブリックを用いた授業者による評価を行う。自己評価アンケート及びルーブリックによる評価の変容を見ることで、生徒の思考力、判断力、表現力等の向上について検証する。生徒の自己評価アンケートとルーブリックを以下に示す。

(1) 生徒の自己評価アンケート

質問1 科学的に探究する力について
① これまでに学んだことを基に、見通しをもって実験手法を考えている。
② 実験実施後、結果を基にしてこれまで学んだことを活用して考察している。
A ①、②ともに達成している。
B ①、②いずれかを達成している。
C ①、②いずれも達成できていない。
質問2 従来型の実験と比較して、今回の観察、実験は、
A いつもより理解しやすい。 B いつもと変わらない。 C いつもより理解しにくい。

(2) ルーブリック

評価	A	B	C
内容	これまでに学んだことを基に、見通しをもって実験手法を考えており、実験実施後、結果を基にしてこれまで学んだことを活用して考察している。	「これまでに学んだことを基に、見通しをもって実験手法を考えている。」、「実験実施後、結果を基にしてこれまで学んだことを活用して考察している。」のいずれかを達成している。	「これまでに学んだことを基に、見通しをもって実験手法を考えている。」、「実験実施後、結果を基にしてこれまで学んだことを活用して考察している。」について、いずれも達成できていない。

V 研究構想図

全体テーマ「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」

高校部会テーマ

全ての生徒の資質・能力を育成する、個別最適な学びと協働的な学びの実現に向けた授業改善
～各教科の見方・考え方を働かせた探究的な学習の実現～

各教科等における「資質・能力」について

- (1) 自然の事物・現象についての理解、科学的に探究するために必要な観察、実験などに関する技能
- (2) 観察、実験などを行い、科学的に探究する力
- (3) 自然の事物・現象に主体的に関わり、科学的に探究しようとする態度

高校部会テーマにおける現状と課題

【現状】

- (1) 観察、実験において、多くの生徒は授業者の指示どおり行うのが精一杯で、観察、実験が生徒の意欲や関心の喚起にうまく結び付いていない。
- (2) 高校入学時に「観察や実験をする授業を行った頻度」が低下しており、中学校における観察、実験の時間の設定が少ないため、観察、実験に慣れずに高等学校に進学している懸念がある。（「令和4年度全国学力・学習状況調査」（文部科学省））
- (3) 観察、実験の結果などを整理・分析した上で、考察し説明する力の育成が十分ではない。

【課題】

- (1) 生徒が自ら見通しをもって実験方法を考えることで主体的な学習とし、個別最適な学びを充実させる必要がある。
- (2) 観察、実験を通じた協働的な学習を重視し、その上で、既習事項を活用した理科の見方・考え方を探究的に養う活動の頻度を上げる必要がある。
- (3) 観察、実験により得た生徒自らの考察を、個別最適な学びにつなげていく必要がある。

高等学校理科部会主題

観察、実験を通じた個別最適な学びと協働的な学びを実現するための授業
～科学的な見方・考え方を働かせた探究的な学習の実現～

仮 説

既習事項を活用して、自ら見通しをもって検証方法を考え、協働的な学習を行うことで、科学的に探究するための思考力、判断力、表現力等を高めることができる。

研究方法

〔具体的方策〕

- (1) 科学的な事象に関わる、試料などを特定させる観察、実験を設定する。
- (2) 指導者及び生徒自身が科学的に探究するための思考力、判断力、表現力等の力の伸長を把握できるルーブリックを作成する。
- (3) 事後の授業で、ルーブリックや自己評価アンケートに基づき生徒一人一人の学習到達度に
応じた指導・助言を行う。

〔検証方法〕

- ・「生徒が自ら見通しをもって検証方法を考える実験」でルーブリックや自己評価アンケートを実施する。
- ・「授業者の指示の下で行う実験」におけるルーブリックや考察と比較・分析し、生徒の思考力、判断力、表現力等の変容を調査する。
- ・生徒の自己評価アンケートから、生徒の「科学的に探究する力」に対する認識の変容をみる。

VI 研究内容

1 実践事例1 化学 第2学年

(1) 単元名、使用教材（教科書、副教材）

ア 単元名 (4) 有機化合物の性質 (ア) 有機化合物

イ 使用教材 教科書、ワークシート

(2) 単元の目標

ア 有機化合物について、炭化水素、官能基をもつ化合物を理解するとともに、それらの観察、実験などに関する技能を身に付けること。

イ 有機化合物について、観察、実験などを通して探究し、有機化合物の性質における規則性や関係性を見いだして表現すること。

ウ 有機化合物の性質に主体的に関わり、科学的に探究しようとする態度を養うこと。

(3) 単元の評価規準

ア 知識・技能	イ 思考・判断・表現	ウ 主体的に学習に取り組む態度
有機化合物について、炭化水素、官能基をもつ化合物の基本的な概念や原理・法則などを理解しているとともに、科学的に探究するために必要な観察、実験などに関する基本操作や記録などの基本的な技能を身に付けている。	有機化合物について、観察、実験などを通して探究し、有機化合物の性質における規則性や関係性を見いだして表現している。	有機化合物の性質に主体的に関わり、見通しをもったり振り返ったりするなど、科学的に探究しようとしている。

(4) 単元の指導計画と評価計画（全5時間）

時間	ねらい・学習活動	評価の観点			評価規準 (評価方法など)
		ア	イ	ウ	
第1時	<ul style="list-style-type: none"> アルコールの水溶性やナトリウムの反応について実験で観察し、アルコールの性質について説明する。 アルデヒドの還元性について、観察結果とともに説明する。 	●			ア（ワークシート）
第2時	<ul style="list-style-type: none"> アルコールの酸化反応について実験で観察し、構造の違いによって反応性が異なることを説明する。 		●		イ（実験プリント、実験中の行動や発言）
第3時	<ul style="list-style-type: none"> ヨードホルム反応について、反応の有無と試料の構造の関係を説明する。 	●			ア（ワークシート）
第4時	<ul style="list-style-type: none"> カルボン酸の性質について、化学反応式を使って説明する。 ギ酸が還元性をもつ理由を、構造式をかいて説明する。 	●			ア（ワークシート）

第5時 (本時)	<ul style="list-style-type: none"> ・6種類の有機化合物を様々な検出反応を活用して、化学的に識別することができる。 ・そのために必要な実験を自分たちで考えて実際にを行い、その結果に基づいて科学的に説明できる。 				イ (ワークシート、実験中の行動や発言) ウ (実験中の行動や発言、行動分析、ワークシート)
-------------	---	--	--	--	---

(5) 本時 (全5時間中の5時間目)

ア 本時の目標

6種類の有機化合物を、様々な検出反応を活用して化学的に識別することができる。そのために必要な実験や操作を班ごとに自分たちで考え、実際に行った実験に基づいて識別した結果を、科学的に説明することができる。

イ 仮説に基づく本時のねらい

この単元を通して、様々な有機化合物について、官能基などの構造と反応性との関係について実験を中心に学習してきた。6種類の有機化合物を識別するという課題に対して、この単元で学習した検出反応を活用し、生徒が実験操作や手順を考えて取り組む活動を取り入れた。これを通して、生徒の科学的に探究する能力を育成することをねらいとした。

ウ 本時の展開

時間	学習活動	指導上の留意点	評価規準 (評価方法など)
導入 10分	<ul style="list-style-type: none"> ・実験プリントを読み、課題について理解する。 ・6種類の有機化合物の構造を考え、反応性の違いについて考える。 ・どのような実験を行えば6種類の化合物の識別ができるかを考える。 	<ul style="list-style-type: none"> ・本時の実験の課題について説明する。 ・安全上の注意、操作上の注意について説明する。 	
展開 30分	<ul style="list-style-type: none"> ・実験操作は生徒自身がグループ単位で考えて行う。 <p>手順の一例</p> <ol style="list-style-type: none"> ① 6種類の化合物の構造式をかき、含まれている官能基を調べる。 ② 反応性の違いについて考える。 ③ 使用できる反応は6種類あるが、すべてを行う必要はなく、また1種類の実験では識別することができない。複数の実験の結果を組み合わせ、それぞれの化合物の種類について考える。 	<ul style="list-style-type: none"> ・班ごとに進度の差が生じることが予想されるので、適宜机間指導を行う。机間指導を行いながら、安全管理も行う。 ・間違っことを言ったり実験したりしている班についても、安全管理上問題がなければ、制止したり、助言したりせずに実験を行わせる。 <p>(※) その操作では識別できないということを、生徒に確認させる。</p>	イ (実験中の発言、行動分析、ワークシート) ウ (実験中の行動や発言、行動分析、ワークシート)

まとめ 10分	<ul style="list-style-type: none"> ・実験結果を整理し、識別した結果を班でまとめる。 ・振り返り ・実験の片付け 	<ul style="list-style-type: none"> ・まとめた結果については実験プリントに整理し、提出させる。 ・授業後に事後アンケートを行う。 	イ（実験中の発言、行動分析、ワークシート） ウ（実験中の発言、行動分析、ワークシート）
------------	--	---	--

(6) ルーブリック評価や自己評価アンケートの変容とその分析

ルーブリックを用いてワークシートの記述を評価した。結果は図3のとおりである。試料とした6種類の有機化合物について、識別した理由を科学的な根拠に基づいて述べる事ができた生徒が多く、約3分の2の生徒が評価Aとなった。

生徒の自己評価アンケートの結果は図4のとおりである。質問1については、従来型の実験でAをつけた生徒の割合が19%であるのに対し、本実験後の自己評価では47%となり28ポイント増加した。一方で、Cをつけた生徒の割合が9%から16%に増加しており、従来型の実験の方が見通しや考察ができたと評価する生徒への指導の工夫が今後の指導における課題として挙げられた。

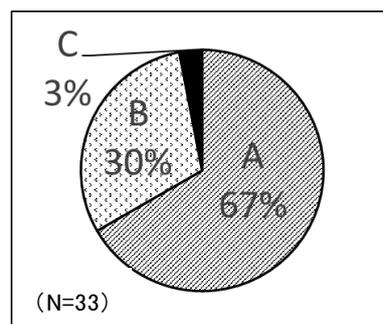
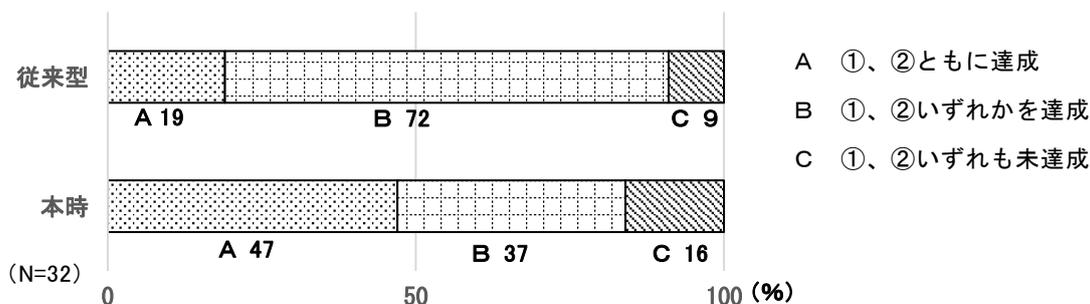


図3 ルーブリック評価の結果

質問1 科学的に探究する力について

- ① これまでに学んだことを基に、見通しをもって実験手法を考えている。
- ② 実験実施後、結果を基にしてこれまで学んだことを活用して考察している。



質問2 従来型の実験と比較して、今回の観察、実験は、

- A いつもより理解しやすい。 B いつもと変わらない。 C いつもより理解しにくい。

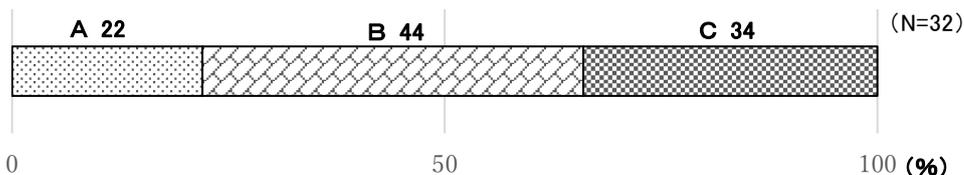


図4 自己評価アンケートの結果

質問2については、評価A「いつもより理解しやすかった」、B「いつもと変わらなかった」の回答の割合が合わせて66%となり、C「いつもより理解しにくかった」と答えた生徒は約3分の1となった。Cをつけた生徒の理由の欄の記述に、「知識が足りておらず、効率的な実験順序を考えられなかった」とあり、知識・理解が十分ではない場合の指導の工夫が今後の課題として挙げられた。

2 実践事例2 化学 第3学年

(1) 単元名、使用教材（教科書、副教材）

ア 単元名 (3)無機物質の性質 (ア)無機物質

イ 使用教材 教科書、ワークシート

(2) 単元の目標

ア 無機物質について、典型元素、遷移元素について理解するとともに、それらの観察、実験などに関する技能を身に付けること。

イ 無機物質について、観察、実験などを通して探究し、典型元素、遷移元素の性質における規則性や関係性を見いだして表現すること。

ウ 無機物質に主体的に関わり、科学的に探究しようとする態度を養うこと。

(3) 単元の評価規準

ア 知識・技能	イ 思考・判断・表現	ウ 主体的に学習に取り組む態度
無機物質について、典型元素、遷移元素の基本的な概念や原理・法則などを理解するとともに、科学的に探究するために必要な観察、実験などに関する基本操作や記録などの基本的な技能を身に付けている。	無機物質について、観察、実験などを通して探究し、無機物質の性質における規則性や関係性を見いだして表現している。	無機物質に主体的に関わり、見通しをもったり振り返ったりするなど、科学的に探究しようとしている。

(4) 単元の指導計画と評価計画（全8時間）

時間	ねらい・学習活動	評価の観点			評価規準 (評価方法など)
		ア	イ	ウ	
第1時	・水素と貴ガスについてその特徴を理解する。	●			ア（ワークシート）
第2時	・ハロゲンの単体の特徴を理解する。 ・ハロゲンの単体の反応性とその化合物について理解する。	●			ア（ワークシート）
第3時	・14～16族の元素とその化合物の特徴と利用例について理解する。	●			ア（ワークシート）
第4時	・アルカリ金属の単体の特徴を理解する。 ・アルカリ金属の化合物についてそれぞれ理解する。	●			ア（ワークシート）
第5時	・アルカリ土類金属の単体の特徴を理解する。 ・アルカリ土類金属の化合物についてそれぞれ理解する。	●			ア（ワークシート）

第6時	<ul style="list-style-type: none"> ・ 1、2族以外の典型元素の特徴を理解する。 ・ 1、2族以外の典型元素の化合物について理解する。 	●			ア (ワークシート)
第7時	<ul style="list-style-type: none"> ・ 次の時間に行う金属イオンの検出方法についてグループで話し合い、計画をまとめる。 ・ 実験の手順、必要な材料を計画し結果の予測を行う。 		●	●	イ (ワークシート) ウ (ワークシート)
第8時 (本時)	<ul style="list-style-type: none"> ・ 前時の計画を基に実験を行い、用意された試料に含まれる金属イオンを特定する。 		●	●	イ (ワークシート) ウ (ワークシート)

(5) 本時 (全8時間中の8時間目)

ア 本時の目標

(ア) 前時に立てた実験計画を基に金属イオンを化学的に識別することができる。

(イ) 実験結果と考察理由を科学的に説明することができる。

イ 仮説に基づく本時のねらい

この単元を通して無機物質の性質や生成方法、検出方法、利用方法を学習した。その中で、知識として得たものを実際に活用することでより内容の理解につながるよう実験を行った。実験実施の前時に生徒自身が考え、話し合い、計画を立てる時間を設定した。それにより生徒自らがより深く考え、その考えを基に協働的にグループとして探究できる機会を設け、従来の学習内容を確認するためだけの実験より知識が定着できるように図った。

ウ 本時の展開

時間	学習活動	指導上の留意点	評価規準 (評価方法など)
導入 10分	<ul style="list-style-type: none"> ・ 前時に立案した計画の確認をし、器具、薬品の準備を行う。 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 計画の安全性について確認を行い、逐一指導する。 ・ 薬品は生徒の計画を基に授業者が用意する。 ・ 使用する器具は随時適切なものになるように助言を行う。 	
展開 30分	<ul style="list-style-type: none"> ・ 計画を基に試料に含まれる金属イオンの特定を行う。 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 常に手順や方法に対して安全に行うことができるか見守り、必要があればその都度助言を行う。 ・ 間違っことを言ったり実験したりしている場合があっても、安全管理上問題がなければ、制止したり、助言したりせずに実験を行わせる。 	イ (ワークシート)
まとめ 10分	<ul style="list-style-type: none"> ・ 使用した器具等の片付けを行う。 ・ 結果をまとめ試料の特定を行う。 ・ 統合型学習支援サービスへの回答を行う。 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 結果から導き出した試料の予想と実際の用意された内容の答え合わせを行う。 	イ (ワークシート) ウ (ワークシート)

(6) 生徒によるアンケート結果とルーブリック評価の分析

ルーブリックを用いてワークシートの記述を評価した結果、受講生徒3人全員がAの評価となった。生徒から提出された考察は、従来型は単語の羅列に近いまとめ方や短い文章による簡素なものが多かったが、「生徒が自ら見通しをもって実験方法を考えてから行う実験」では、実験内容を踏まえた内容が増えた。

生徒の自己評価アンケートの結果は図5のとおりである。受講者数が少ないため自己評価アンケート以外でも直接生徒と対話しながら変容を確認した。その結果、従来型の実験では、実験が授業で学習した内容の確認との印象が強く、実験結果に対する考察に対しては確認程度の認識であった。一方、「生徒が自ら見通しをもって実験方法を考えてから行う実験」では、自らの考えの確認である意識が生まれるため、実験の目的や結果とその考察に対しての意識も強まる傾向がみられた。中には「今までの実験より自分が何をしているのが意識できた。」との意見もあり、意欲や意識が上がり、一定以上の知識の定着が得られた生徒もいたと考えられる。

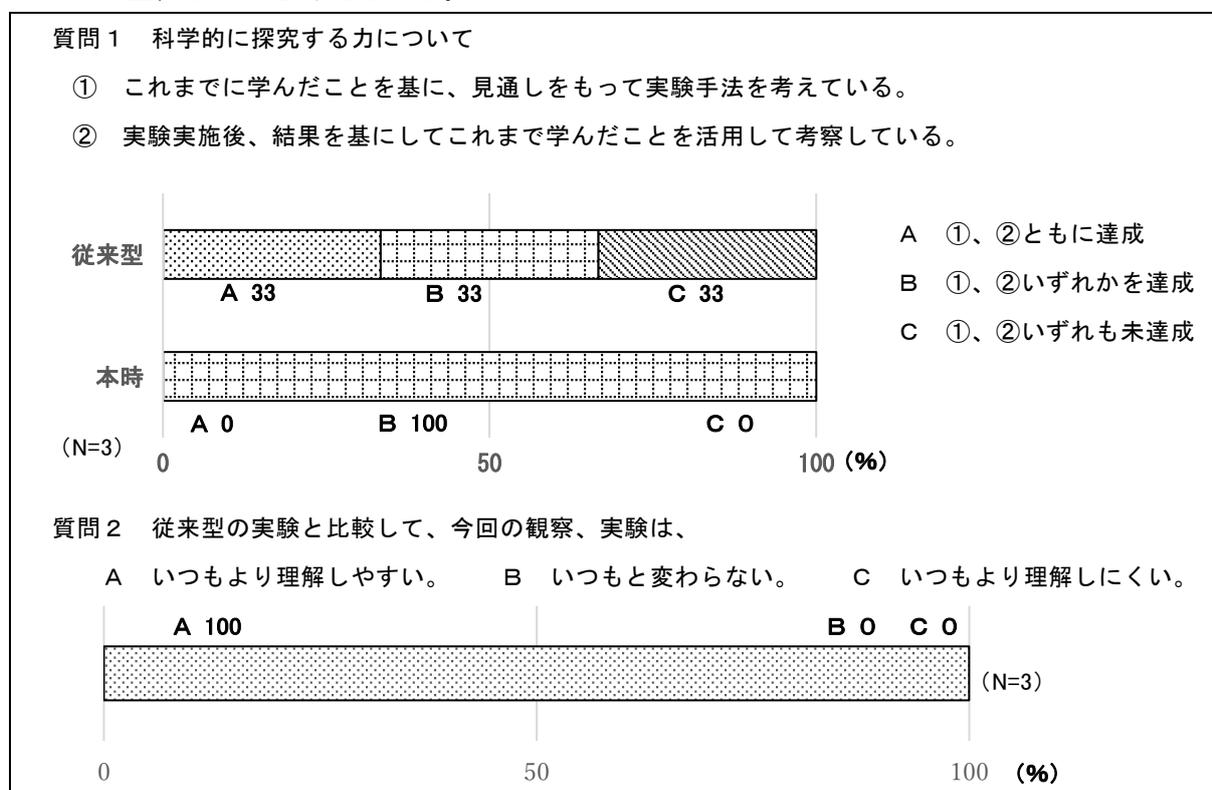


図5 自己評価アンケートの結果

3 実践事例3 生物基礎 第1学年

(1) 単元名、使用教材(教科書、副教材)

- ア 単元名 (2)ヒトの体の調節 (ア)神経系と内分泌系による調節
 イ 使用教材 教科書、資料集、ワークシート

(2) 単元の目標

- ア ヒトの体の調節について、神経系と内分泌系による調節を理解するとともに、それらの観察、実験などに関する技能を身に付けること。

イ ヒトの体の調節について、観察、実験などを通して探究し、神経系と内分泌系による調節の特徴を見いだして表現すること。

ウ 神経系と内分泌系による調節に主体的に関わり、見通しをもったり振り返ったりするなど、科学的に探究しようとする態度と、生命を尊重する態度を養うこと。

(3) 単元の評価規準

ア 知識・技能	イ 思考・判断・表現	ウ 主体的に学習に取り組む態度
ヒトの体の調節について、神経系と内分泌系による調節を理解しているとともに、それらの観察、実験などに関する技能を身に付けている。	ヒトの体の調節について、観察、実験などを通して探究し、神経系と内分泌系による調節の特徴を見いだして表現している。	神経系と内分泌系による調節に主体的に関わり、見通しをもったり振り返ったりするなど、科学的に探究しようとしている。

(4) 単元の指導計画と評価計画（全6時間）

時間	ねらい・学習活動	評価の観点			評価規準 (評価方法など)
		ア	イ	ウ	
第1時	<ul style="list-style-type: none"> 各血球成分の特徴、動脈血・静脈血の特徴、心臓の構造と働き、体循環と肺循環の流れを整理する。 血管や血液に関連する病気について知る。 	●			ア（確認テスト）
第2時	<ul style="list-style-type: none"> 血漿中の成分と血小板凝固因子の関連により生じるフィブリンについて、血餅・血清の生成、血液凝固の仕組みと凝固防止について、実物を基に整理する。 血栓・梗塞・血液凝固に関連する病気について知る。 	●			ア（確認テスト）
第3時	<ul style="list-style-type: none"> 遠心分離後のブタの血液の観察、塩化カルシウムを加えたときの凝固反応、凝固反応時間の測定、血餅の観察、温度の違いや成分の違いを考察する。 		●		イ（ワークシート）
第4時	<ul style="list-style-type: none"> 肝臓の多様な働き、肝小葉の構造、肝臓と各種器官との関連、解毒作用、胆汁生成について実物や資料を基に整理する。 肝臓・胆のう・胆管に関連する病気について知る。 			●	ウ（ノート、ワークシート）
第5時	<ul style="list-style-type: none"> 腎臓の多様な働き、ネフロン構造、ろ過と再吸収の役割、再吸収量の定量的な算出、尿生成について実物や資料を基に整理する。 		●		イ（ワークシート）
第6時 (本時)	<ul style="list-style-type: none"> ブタの器官試料を観察する上で必要な視点を確認する。 試料の識別を行う。 		●	●	イ（ワークシート） ウ（ノート、ワークシート）

(5) 本時（全6時間中の6時間目）

ア 本時の目標

(7) これまでの学びを活用し、実物を観察することで心臓をはじめとする各種器官の構造を理解する。

(4) 観察をする上で、必要な視点を改めて確認するとともに、それを他者への的確に表現する力を養う。

イ 仮説に基づく本時のねらい

本実験は生徒自身が、この単元を通して学習してきた体の器官の構造を基に、6～12種類の試料の識別を行う。候補となる試料の構造や日常生活で得られた知見、色みや硬さ、表面の様子の違いについて考察することが必要である。生徒は特定する際、これまで見て触れてきた実物から様々な情報を得ているが、その際の「視点」が適切だったかを再確認することになる。与えられた課題の下ではあるが、仮説を立てながら、観察を実施し、その結果を基に考察し表現する、という探究の過程を踏まえた学習活動である。

ウ 本時の展開

時間	学習活動	指導上の留意点	評価規準 (評価方法など)
導入 10分	<ul style="list-style-type: none"> これまでの学びを踏まえ、体の各器官が相互に関わり、体内環境を維持していることを確認する。 	<ul style="list-style-type: none"> プリントを配布して、本時の観察、実験の課題について説明する。 安全上の注意事項、操作上の注意事項について説明する。 	
展開 35分	<p>【課題1】</p> <p>○ニワトリの心臓の観察</p> <ul style="list-style-type: none"> 2、3人のグループになり、与えられた課題に取り組む。 ニワトリの心臓の左右を見分ける。内部構造について確認する。 <p>【課題2】</p> <p>○ブタの各種器官の観察</p> <ul style="list-style-type: none"> セルプレート内の試料A～Fの6種類について、これまでの学びや資料を参考に特定する。 追加でセルプレート内の試料G～Lを配布し特定する。 <p>【発表】</p> <ul style="list-style-type: none"> 腎臓・輸尿管・膀胱に関連する病気について知る。 	<ul style="list-style-type: none"> 観察の「視点」として外側から見るだけでなく、内部を見たり触れたりすることで得られる情報があることを改めて示す。 もち寄った資料の参照を認める。 12種類の試料のうちの6種類は授業内で実際に見せたものを使用する。 生徒の多くは見た経験はあっても、特定する上での根拠が示せないことが予想される。資料を参照し、協議をすることで実物を「捉える」ために、どのような「視点」での情報や理解が必要だったのかを生徒一人一人に気付かせる。 	<p>イ(ワークシート)</p> <p>ウ(ノート、ワークシート)</p>

まとめ 5分	<ul style="list-style-type: none"> ・振り返り ・統合型学習支援サービスの入力や実験の片付けを行う。 	<ul style="list-style-type: none"> ・発表内での自分自身の取組や、印象に残ったトピックを取り上げ、授業の感想を含めて統合型学習支援サービスに入力させる。 ・検証授業の事後アンケートを行う。 	イ(ワークシート) ウ(ノート、ワークシート)
-----------	---	---	----------------------------

(6) ルーブリック評価と生徒アンケート結果の変容とその分析

図6のとおり、ルーブリックを用いて、ワークシートの記述を基に生徒の考察等を評価すると、一定以上の知識が備わっている生徒にとっては主体性が育まれ、思考力・判断力・表現力の向上につながったと考えられる。

図7より、自己評価アンケート結果では、これまでの手法と本研究の手法で、科学的に探究する力についての大きな差は見られなかった。また、「授業者の指示どおり行う実験」に対して、「生徒が自ら見通しをもって実験方法を考えてから行う実験」において、「いつもより理解しやすい」と答えた生徒の割合が32%、「いつもより理解しにくい」と答えた生徒の割合が50%と、大きく差が生じた。アンケートに「いつもの実験に比べ、確信がもてないため理解しにくかった。」との記述もみられており、「授業者の指示通りに行う実験」(従来型の実験)においては、観察、実験で正しい結果が得られ、考察がしやすいことから「理解」できたと感じる生徒が多くいることが考えられる。この結果については、アンケートにおける「理解」が、「すべて説明ができること」と考えている可能性があり、実験結果が合っていないと「理解」できていないと感じていることが考えられるため、「生徒が自ら見通しをもって実験方法を考えてから行う実験」においては、事後指導等の工夫により、「理解」を促す必要があると考えられる。一方で、「あまりヒントがなく、自分たちの知識や考察力が問われている感じがした。」「自分たちで試して探究した。」との記述も見られ、理科の見方・考え方を働かせた探究的な学習ができているとも考えられた。

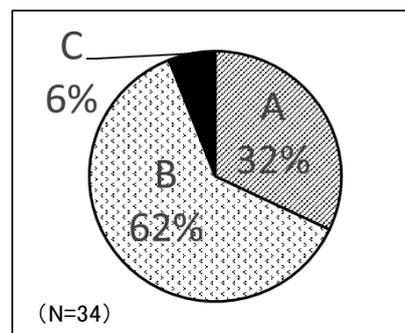
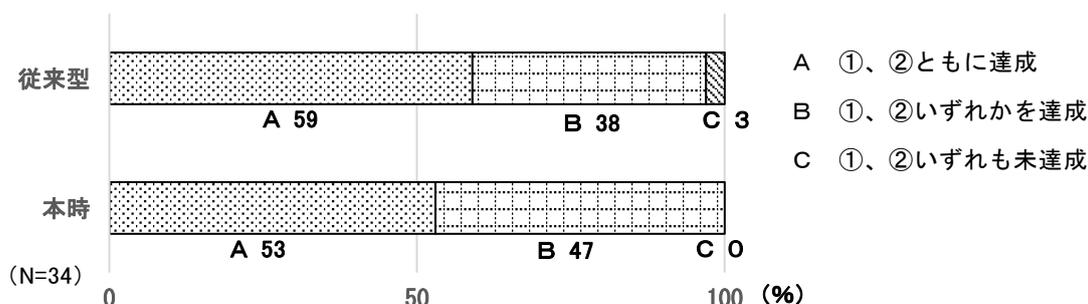


図6 ルーブリック評価の結果

質問1 科学的に探究する力について

- ① これまでに学んだことを基に、見通しをもって実験手法を考えている。
- ② 実験実施後、結果を基にしてこれまで学んだことを活用して考察している。



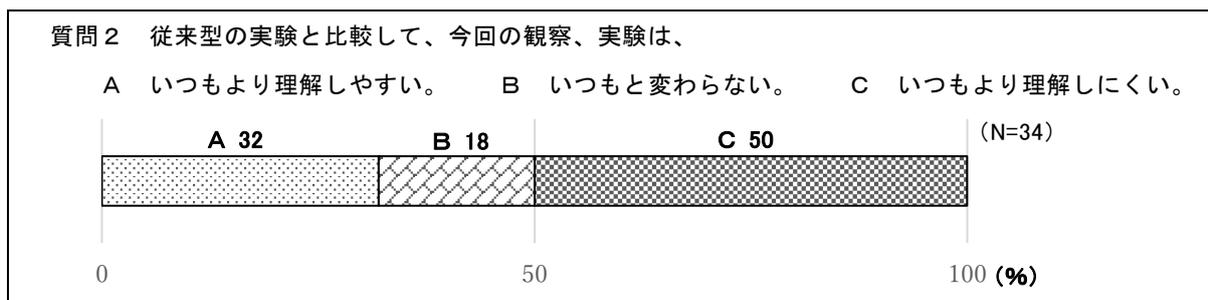


図7 自己評価アンケートの結果

VII 研究の成果

本研究では、課題解決のために生徒自身が考察する授業を4回設定し、生徒の「科学的に探究する力」に対する自己評価アンケートを行うことで、以下の内容について考察できた。

1 これまでに学習した内容を踏まえて操作や手順を生徒自身が考え、観察、実験を行うことは、授業者が操作や手順を指示して行う実験と比べると、より深い学びにつながる。

実践事例1では、複数の有機化合物を識別するために、生徒が操作方法や手順を、これまでの学習活動を基にして自ら考える実験を行った。その結果、67%の生徒が「生徒が自ら見通しをもって実験方法を考えてから行う実験」の実験結果の考察の方が科学的に探究する力が向上したと回答している。このことから、既習事項を活用して、自ら見通しをもって検証方法を考え、協働的な学習を行うことで、科学的に探究するための思考力、判断力、表現力等を高めることができたと考えられる。一方で、実践事例3のように生徒の実態によっては、科学的に探究するための思考力、判断力、表現力等を高めることが難しいことがあった。

2 実物の観察や、実物を用いた実験を行うことで、「科学的に探究する力」を向上させることができる。

実践事例3では、ニワトリの心臓を観察し構造を考え、ブタの各種器官（脳、心臓、肺、横隔膜、腎臓、骨格筋、すい臓、脾臓、肝臓など）をどの部位であるかを隠して観察し、どの器官であるかを考えさせた。また、授業の最後に人体の器官に関わる身近な病気や症状について、事前に調べてきたことを班員に発表させた。その結果、実験結果の考察力や科学的に探究する力が、「向上している生徒」が32%、「差がみられない生徒」が62%、「探究する力を向上させる手法としては有効ではなかったと答えた生徒」が6%となった。よって、一定数の生徒にとっては「科学的に探究する力」の向上が確認できたが、必ずしも有効であるとは限らないと考えた。

3 自分自身で方法を考えながら観察、実験を行うことで、個別最適な学びを実現できる。

今回の研究では、生徒一人一人が自ら考え観察、実験を実施したため、深く考察できる生徒にとっては、より理解が深まったと考えられる。理科が苦手と感じる生徒もグループで協力しながら観察、実験を行ったため、理解が深まった生徒が多数いた。自分自身で方法を考えながら観察、実験を行うことで、個別最適な学びを実現できる生徒が見られた。

VIII 今後の課題

1 探究の過程を踏まえた学習活動

本研究では、「資質・能力を育むために重視すべき学習過程のイメージ」（2頁図2）の「観察・実験の実施」及び「結果の処理」に着目して、その指導の改善を検討した。しかし、「従来型の実験と比較して、今回の観察、実験は、いつもより理解しにくい」と答えた生徒の割合が34%（8頁図4）、50%（14・15頁図7）と一定数おり、生徒が主体的に観察、実験の手順を考え、課題解決を行うことで考察を深める実験が、探究の過程を踏まえた学習活動として理解を深められないと考える生徒もいることが分かった。より多くの生徒が課題解決を行うことで考察を深められる学習活動について検討していく必要がある。

2 与えられた知識の習得と自ら知識を深める取組

生徒の自己評価アンケートでは、「みんなで考えて計画したから進めやすかった」、「自分でどうしたらいいか考え実行し成功したという達成感が得られた」など肯定的な意見もあるが、「あまりヒントがなく、自分たちの知識や考察力が問われている感じがして難しかった」、「いつもに比べたら確信がもてないから少し理解しにくかった」など否定的な意見も多く、自ら知識を深める取組となっていない場合があることが分かった。これらのことから、生徒が主体的に観察、実験の手順を考え課題解決のために考察する活動が、必ずしも有効であるとは限らないことも実証できた。また、従来型の実験の方が「理解しやすい」と回答する生徒に対して知識の習得を促す指導についての工夫が必要であることが考えられた。さらに、自己評価アンケートにある「考察した」、「理解している」について、生徒と教師が考える達成レベルにずれがあるため、生徒の自己評価アンケートと教師のルーブリック評価にずれが生じていることも考えられた。アンケートの内容等についても工夫・検討する必要がある。

3 理科の見方・考え方を働かせた探究的な学習の実現

事前に学習した学びを再確認し、活用し、理解させるために、研究授業では実物を使用することを重要視し、見る、触れるなどの五感を活用した観察、実験を実施した。しかし、見たことや触れたことがないものは確信がもてないためか、理科の見方・考え方を働かせるところまで到達していないことが多くみられた。また、知識が不足しているため活用、理解につながらないこともあり、事前学習への工夫が更に必要であると考えられた。このことから、探究的な学習を実現するためには、事前学習等により基礎的・基本的な内容を復習する必要があることが分かった。そのために、授業や補習などによる補足説明や自主課題の設定等の工夫を考える必要があるだろう。今回、一人1台端末を利用したが、各実践事例において統一された使用方法でなかったため、今後の研究では、更なる改良や改善が必要であると考えられる。

令和6年度 教育研究員名簿

高等学校・理科

学 校 名	職 名	氏 名
東京都立小石川中等教育学校	主任教諭	蛭原 雄太
東京都立葛西南高等学校	主幹教諭	◎成田 哲樹
東京都立山崎高等学校	主幹教諭	田口 誠一
東京都立南多摩中等教育学校	主任教諭	飯塚 慎
東京都立羽村高等学校	教 諭	桶田 知良

◎ 世話人

〔担当〕 東京都教育庁指導部高等学校教育指導課
指導主事 山沖 和之

令和6年度
教育研究員研究報告書
高等学校・理科

令和7年3月

編 集 東京都教育庁指導部指導企画課
所 在 地 東京都新宿区西新宿二丁目8番1号
電話番号 (03) 5320-6849