

高等学 校

令和5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	1
III	研究の仮説	2
IV	研究の方法	3
V	研究の内容	5
VI	研究の成果	15
VII	今後の課題	15

研究主題

科学的に探究する力を育成するための授業改善 ～個別最適な学びと協働的な学びの実現に向けた取組を通して～

I 研究主題設定の理由

これまでの全国学力・学習状況調査の結果や中央教育審議会の答申等において、我が国の子供たちの「判断の根拠や理由を明確に示しながら自分の考えを述べる力」や「実験結果を分析して解釈・考察し説明する力」が十分に身に付いていないとの指摘があり、都立高校等の教員が参加して開催される教科主任連絡協議会でも、各校から同様の報告が寄せられている。

これらの課題の解決に向け、「高等学校学習指導要領解説理科編理数編（平成30年7月）」（以下、「解説」と表記。）において、理科の資質・能力を育成する学びの過程として、課題の把握（発見）、課題の探究（追究）、課題の解決という探究の過程を通じた学習活動を行うことが示された。また、『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）（中央教育審議会令和3年1月26日）において、2020年代を通じて実現を目指す学校教育を「令和の日本型学校教育」と称し、その姿を「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」として、指導方法や教材を生徒の学習到達度に応じて柔軟に提供・設定することや、探究において課題の設定や情報の収集を生徒の興味・関心に応じて取り組む機会を提供する「個別最適な学び」や、「個別最適な学び」が孤立した学びに陥らないよう、探究的な学習や体験活動などを通じた「協働的な学び」の充実が提案されている。

しかしながら、この「個別最適な学びと協働的な学びの充実に向けた計画的な授業実践」については、前述の協議会や進学指導重点校をはじめとした学校が参加する進学指導研究協議会等においても、多くの教科・科目の現状として、十分ではないことが報告されている。

そこで、本部会では、理科における資質・能力を育成するため、探究の過程を通じた学習活動の中で、個別最適な学びと協働的な学びを充実させる授業改善を目指すこととし、研究主題を「科学的に探究する力を育成するための授業改善～個別最適な学びと協働的な学びの実現に向けた取組を通して～」と設定した。

II 研究の視点

科学的に探究するために必要な資質・能力の育成

本研究では、科学的に探究するために必要な資質・能力の育成のため、「解説」に示されている「資質・能力を育むために重視すべき学習過程のイメージ」（図1）の「仮説の設定」及び「検証計画の立案」の指導の改善を検討した。指導の改善では、学習内容と自然の事物・現象を関連付ける取組及び個別最適な学びと協働的な学びの充実の視点を取り入れることとした。

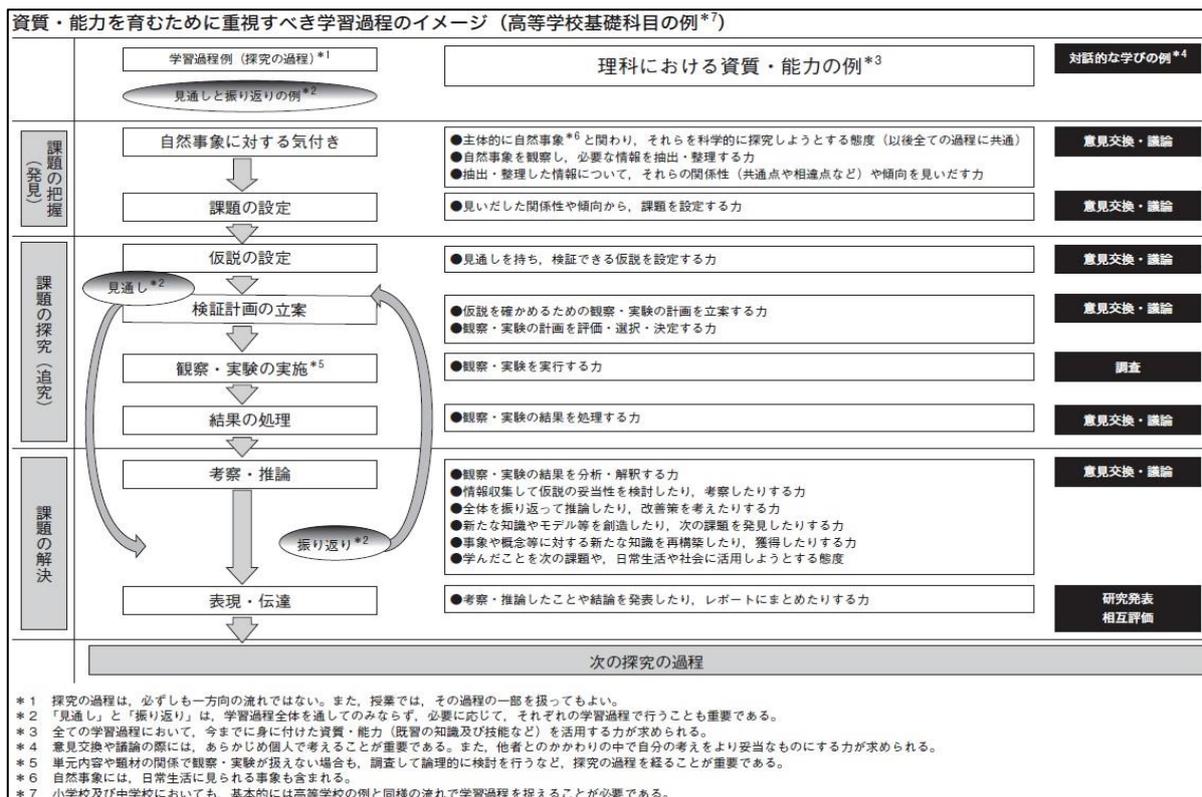


図1 資質・能力を育むために重視すべき学習過程のイメージ（「解説」より）

Ⅲ 研究の仮説

1 探究の過程を踏まえた学習活動

まず、図1の「自然事象に対する気付き」及び「課題の設定」の過程においては、学習内容に応じて授業者が設定した観察、実験を実施し、単元の学習を通じて解決すべき課題を決定する。そして、生徒は、示された課題と関連する自然の事物・現象について調べる中で得た気付きや疑問を基に、「仮説の設定」及び「検証計画の立案」を行うこととした。「仮説の設定」及び「検証計画の立案」の前に観察、実験を行うことで得た知識を「仮説の設定」及び「検証計画の立案」に生かすことができ、より深い学びにつながると考えた。

（例：水平方向に運動する乗り物の中の物体の運動に関する実験を実施し、「結果の処理」及び「考察・推論」を行った後、授業者が学習課題「乗り物が動いている時の安全性・危険性」を提示し、生徒は先の実験における「考察・推論」で得た知識や関連する自然の事物・現象について調べる中で得た気付きや疑問を基に、「乗り物が動いている時の安全性・危険性」に関する「仮説の設定」及び「検証計画の立案」を行う。）

また、科学的に探究する力の育成を目的とするため、生徒自らが仮説を設定し、検証計画の立案を行うことで、より主体的に探究活動を行うことができると考え、「仮説の設定」及び「検証計画の立案」を指導の場面に設定した。

2 学習内容と自然の事物・現象を関連付ける取組

「解説」では「生徒が常に知的好奇心を持って身の回りの自然の事物・現象に接するようになることや、その中で得た気づきから疑問を形成し、課題として設定することができるようになることを重視すべきである。」と示されている。

一方、「平成27年度高等学校学習指導要領実施状況調査生徒質問紙調査（物理基礎）」（国立教育政策研究所教育課程研究センター）においては、「物理の授業で学習したことを、日常生活や身近な現象の理解に生かしていますか。」という質問に対し、「そうしている」及び「どちらかといえばそうしている」と回答した生徒の割合は、それぞれ7.3%と19.3%に留まっており、この傾向は、基礎を付した他の理科の科目でも同様であった。これは、授業で学習したことが、日常生活や身近な現象と関係していることを、生徒が理解するための授業の工夫が十分でないことが原因と考えられる。このことから、「仮説の設定」の場面において、学習内容と自然の事物・現象を関連付けた学習活動を取り入れることとした。

3 個別最適な学びと協働的な学びの充実

生徒一人一人の興味・関心等に応じた学習活動や学習課題に取り組む機会を提供するため、「仮説の設定」及び「検証計画の立案」の場面では、生徒が自分で仮説を設定するとともに、検証の計画を立案することとした（学習の個性化）。生徒一人一人の学習状況に応じた指導については、ルーブリックのB基準に到達するように助言を行い、すでにルーブリックのB基準に達している生徒については、ルーブリックのA基準に達するように助言した（指導の個別化）。

また、「解説」第1章第2節1(2)の①i)において、「意見交換や議論など対話的な学びを適宜取り入れていく際、あらかじめ自己の考えを形成した上で行うようにすることが求められる。」と記載されていることから、協働的な学びの充実のため、自身で「仮説の設定」及び「検証計画の立案」を行った上で話し合い活動の機会を設定するようにした。また、話し合い活動の際、他のグループの生徒の意見も参考にできるよう、一人1台の学習者用端末を用いて意見を集約し、共有することとした。

本研究では、前述した「Ⅱ 研究の視点」を踏まえて、「探究の過程を踏まえた学習活動の中で、学習内容と自然の事物・現象を関連付ける取組を取り入れ、生徒一人一人の学習状況に応じた指導や話し合い活動を行うことで、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。」と仮説を立てて研究を進めた。

Ⅳ 研究の方法

1 研究の流れ

- (1) 生徒が観察・実験を行った後、授業者が観察・実験に関連する学習課題を設定する。
- (2) 生徒が自然の事物・現象について調べる中で得た気づきや疑問を基に、課題を解決するための「仮説の設定」及び「検証計画の立案」を行う。
- (3) 授業者がルーブリックによる評価及び助言をワークシートに記載（生徒一人一人の学習

状況に応じた指導)し返却した上で、再度「仮説の設定」及び「検証計画の立案」を行う。
 (4) 生徒が互いに自身の考えた仮説及び仮説の検証方法を発表し、意見交換する活動（話し合い活動）を行った後に、再度「仮説の設定」及び「検証計画の立案」を行う。

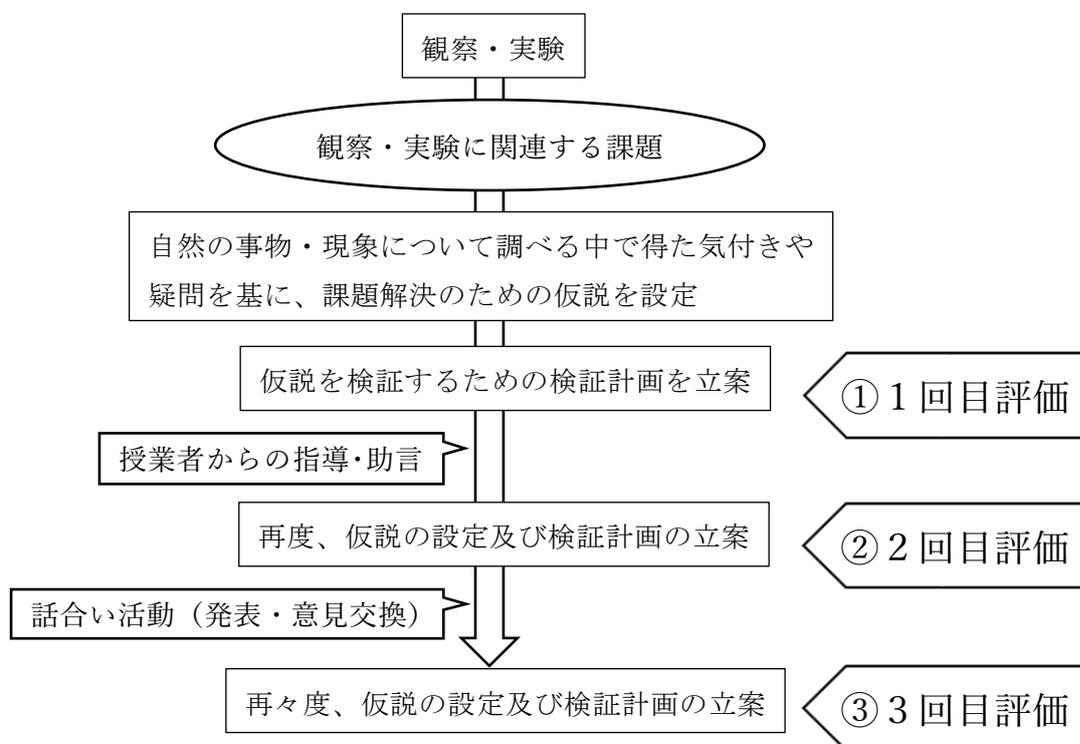


図2 研究の概要

2 検証方法

生徒個人（上記(2)）、授業者による生徒一人一人の学習状況に応じた指導後（上記(3)）、グループでの話し合い活動を行った後（上記(4)）の合計3回、ルーブリックによる授業者の評価（図2中①～③）を行い、それらの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確認し、改善された授業の成果を検証した。

なお、ルーブリックのB基準を「実験結果を基に調べた日常生活との関連性を踏まえ、仮説を設定し、仮説を検証する方法について、検証可能な方法で正しく記述している。」と設定し、A基準は、仮説を検証する方法について、科学的に正しい根拠を示した上で記述できているかの視点で評価を行った。

	A	B	C
思考・判断・表現	実験結果を基に調べた日常生活との関連性を踏まえ、仮説を設定し、仮説を検証する方法について、検証可能な方法で科学的に正しく記述している。	実験結果を基に調べた日常生活との関連性を踏まえ、仮説を設定し、仮説を検証する方法について、検証可能な方法で正しく記述している。	実験結果を基に調べた日常生活との関連性を踏まえ、仮説を設定していない。または、仮説を検証する方法について、検証可能な方法で正しく記述していない。

図3 ルーブリック

V 研究の内容

共通研究テーマ「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」

高等学校部会テーマ

「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と学習評価の充実」

理科における「資質・能力」について

- (1) 自然の事物・現象についての知識・理解及び観察、実験に関する技能
- (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

高等学校部会テーマにおける現状と課題

【現状】

- (1) 多くの生徒が、理科で学んだ内容を日常生活や身近な現象の理解に生かしていない。
- (2) 多くの授業で、生徒一人一人の学習状況に応じた指導や支援の工夫が施されていない。
- (3) 生徒同士の話し合いを取り入れた探究的な学習活動が十分に行われていない。
- (4) 根拠を示しながら自分の考えを述べる力が十分に身に付いていない。

【課題】

- (1) 生徒自ら学習内容と自然の事物・現象を関連付ける活動を設ける必要がある。
- (2) 生徒一人一人に合った指導を行うため、個別最適な学びを充実させる必要がある。
- (3) 生徒の考えを広げ、深めるために、異なる視点や考えをもった生徒による話し合い活動を充実させる必要がある。
- (4) 根拠を示しながら自分の考えを述べる力を育成する必要がある。

高等学校理科部会研究主題

科学的に探究する力を育成するための授業改善
～個別最適な学びと協働的な学びの実現に向けた取組を通して～

仮 説

探究の過程を踏まえた学習活動の中で、学習内容と自然の事物・現象を関連付ける取組を取り入れ、生徒一人一人の学習状況に応じた指導や話し合い活動を行うことで、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) 学習内容と自然の事物・現象を関連付ける学習課題を設定する。
- (2) 授業者及び生徒自身が思考力、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し、提示する。
- (3) 生徒一人一人の学習状況に応じて、ルーブリックに基づき指導・助言を行う。
- (4) 生徒一人一人の発表及びグループでの意見交換の場を設定する。

〔検証方法〕

- ・ 生徒は学習内容と自然の事物・現象を関連付ける学習課題に取り組み、探究の過程を踏まえた学習活動を行う。その後、授業者が生徒一人一人の学習状況に応じた指導を行った後及びグループでの話し合い活動を行った後に再度、探究の過程を踏まえた学習活動を行う。生徒個人、授業者による指導後、グループでの話し合い活動後の合計3回、ルーブリックによる授業者の評価を行い、3回の評価の変遷を見ることで、思考力、判断力、表現力等の向上について成果検証を行う。

1 実践事例 物理基礎 第2～4学年

(1) 単元名、使用教材（教科書、副教材）

ア (1) 物体の運動とエネルギー (イ) 様々な力とその働き

イ 使用教材 教科書「物理基礎」実教出版

(2) 単元の目標

ア 様々な力とその働きを日常生活や社会と関連付けながら、様々な力、力のつり合い、運動の法則、物体の落下運動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 様々な力とその働きについて、観察、実験などを通して探究し、様々な力とその働きにおける規則性や関係性を見いだして表現すること。

ウ 様々な力とその働きに主体的に関わり、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
様々な力とその働きを日常生活や社会と関連付けながら、様々な力、力のつり合い、運動の法則、物体の落下運動について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。	様々な力とその働きについて、観察、実験などを通して探究し、様々な力とその働きにおける規則性や関係性を見いだして表現している。	様々な力とその働きに主体的に関わり、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）

	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"> 観察、実験を通して、作用反作用の法則を理解する。 作用反作用の法則が日常生活や社会の中でどのように生かされているか学ぶ。 	●			ア（ワークシート）
第2時	<ul style="list-style-type: none"> 運動の第二法則を理解し、加速度等の計算の方法を学ぶ。 加速度が 0m/s^2 の場合、慣性の法則が成り立つことを学ぶ。 	●			ア（ワークシート）
第3時	<ul style="list-style-type: none"> 水平方向に運動する乗り物の中の物体の運動に関する実験を行い、慣性の法則を観察する。 運動する乗り物の中の物体の運動について、主に慣性の法則と身近な事物・事象を関連付けて各自が仮説を立て、仮説の検証方法を考える。 		●		イ（ワークシート）
第4時	<ul style="list-style-type: none"> 各自が考えた仮説と仮説の検証方法について、授業者から助言を受け、再度検証方法を考える。 			●	ウ（ワークシート、振り返りシート）
第5時 (本時)	<ul style="list-style-type: none"> 仮説と仮説の検証方法を班で発表する。 班で意見交換を行い、再度、仮説及び仮説の検証方法を考える。 ルーブリックを用いて自己評価し、自らの学習を振り返る。 		●	●	イ（ワークシート） ウ（ワークシート、振り返りシート）

(5) 本時（全5時間中の5時間目）

ア 本時の目標

(7) 自身が考えた仮説及び仮説の検証方法を互いに発表することを通して、他者と協働し、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。

(4) 他者と意見交換して得た新しい視点や考えを用い、学習内容を振り返ることで、自己の学習を改善することができる。

イ 仮説に基づく本時のねらい

前時で、生徒が考えた仮説及び仮説の検証方法について、授業者がルーブリックによる評価及び助言をワークシートに記載し返却した上で、再度、生徒一人一人が仮説及び仮説の検証方法を考えた。本時では、これを踏まえて生徒が互いに自身の考えた仮説及び仮説の検証方法を発表し、意見交換することで生徒の思考力、判断力、表現力等を高めることをねらいとする。

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 5分	<ul style="list-style-type: none"> 学習のテーマを確認する。 「乗り物が動いているときの安全性・危険性について検証する」 前時までで考察した仮説とその検証方法について、振り返る。 	<ul style="list-style-type: none"> 検証内容がテーマから外れないようにすることを確認する。 話し合い活動に向け、自分の考えをまとめさせる。 	
展開 40分	<ul style="list-style-type: none"> 2～3人グループに分かれ、一人5分程度で仮説と仮説の検証方法についての説明と質疑応答を行う。 班員からのコメントや、気付いたことなどをワークシートに記入する。 仮説と仮説の検証方法について考察する。 	<ul style="list-style-type: none"> 机間指導をしながら、スムーズに議論できるよう助言を行う。 仮説と仮説の検証方法は、倫理的な観点や安全面に考慮した内容とすることを伝える。 	イ（ワークシート）
まとめ 5分	<ul style="list-style-type: none"> 自己評価と振り返りシートへの回答を行う。 	<ul style="list-style-type: none"> 仮説及び検証方法は次回の授業までに作成する。 自己評価はルーブリックに基づいて行うよう指導する。 	イ（ワークシート） ウ（ワークシート、振り返りシート）

エ 本時のワークシート（抜粋）

慣性の法則の学習内容を踏まえ、**乗り物が動いているときの安全性・危険性について**各自でテーマを考えて探究の学習を行う。

① 仮説とその検証方法

☆考えた仮説（検証可能な仮説を立てること！）

☆仮説の検証方法

ループリック評価		
	自己評価	教員による評価
思・判・表		

② 修正版の作成

➤ ☆添削を踏まえて、仮説の検証方法を修正する

③ グループワーク→最終版の作成

☆意見交換を踏まえ、仮説の検証方法の最終版を作成する

ループリック評価		
	自己評価	教員による評価
思・判・表		
主体性		

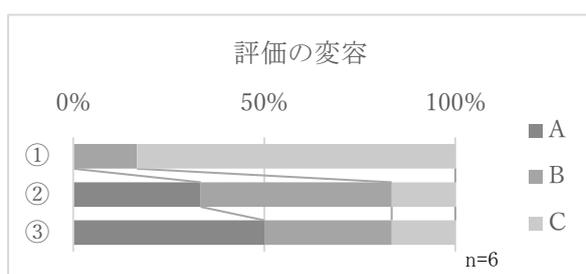
ループリック評価		
	自己評価	教員による評価
思・判・表		
主体性		

図4 ワークシート

(6) ループリック評価の変容とその分析

ループリック評価の変容を図5に示す。

思考・判断・表現について、①から②で評価Aの割合が0%から33%と33ポイント上昇し、評価Bの割合が17%から50%と33ポイント上昇した。また②から③では、評価Aの割合が33%から50%と17ポイント上昇した。このことから、生徒一人一人の学習状況に応じた授業者による指導及び話し合い活動は、生徒の思考力・判断力・表現力等の向上に寄与していることが明らかとなった。



- ① 1回目評価（生徒が最初に考えた仮説及び仮説の検証方法の評価）
- ② 2回目評価（授業者が生徒一人一人の学習状況に応じた指導を行った後の仮説及び仮説の検証方法の評価）
- ③ 3回目評価（話し合い活動後の仮説及び仮説の検証方法における評価）

図5 思考・判断・表現の評価

(7) 振り返りシートの回答（抜粋）

- ・ 自分で実験方法を考えられるのは楽しいと感じた。
- ・ 色々な実験を試してみたくなった。
- ・ 座学で十分に知識をつけておけば、楽しく正しい実験ができるようになると思った。

2 実践事例 化学 第2学年

(1) 単元名、使用教材（教科書、副教材）

ア (4) 有機化合物の性質 (ア) 有機化合物

イ 使用教材 教科書「化学」実教出版

(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9時間）

	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"> アルコールの構造と様々な分類方法について理解する。 アルコールの沸点・融点と同程度の分子量の炭化水素より高いことや、水溶性、金属ナトリウムとの反応性について確認する。 第一級アルコール、第二級アルコール、第三級アルコールの酸化について理解する。 エタノールを例に、アルコールの脱水反応について脱水反応の温度の違いによる生成物の違いを確認する。 エーテルの性質について、アルコールとの違いを確認しながら理解する。 	●			ア（ワークシート）
第2時	<ul style="list-style-type: none"> アルデヒドの酸化還元反応について、アルコールの反応を確認しながら理解する。 銀鏡反応とフェーリング液の還元反応について、それぞれの反応を確認する。 		●		イ（ワークシート）
第3時	<ul style="list-style-type: none"> ケトンの製法について確認し、アルデヒドとの違いを理解する。 ヨードホルム反応の特徴について理解する。 	●			ア（ワークシート）
第4時	<ul style="list-style-type: none"> 酢酸を例にカルボン酸の示す性質や反応についてアルコールやエーテルと比較して意見交換する。 カルボン酸の構造について確認し、第一級アルコールやアルデヒドの酸化でできることを確認する。 カルボン酸が水溶液中でわずかに電離して弱い酸性を示すことを理解する。 		●		イ（ワークシート）

第5時	<ul style="list-style-type: none"> ・エステル構造について確認し、生成方法を理解する。 ・エステルの加水分解について理解し、塩基による加水分解（けん化）を確認する。 ・油脂の構造について理解し、構成する脂肪酸の種類を確認する。 	●			ア（ワークシート）
第6時	<ul style="list-style-type: none"> ・セッケンの製法について確認する。 ・セッケンの洗浄作用について調べ、表面張力・ミセル・乳化という言葉を使って説明する。 		●		イ（ワークシート）
第7時	<ul style="list-style-type: none"> ・日常生活における界面活性剤の活用例について、その仕組みや性質を調べるための仮説を立て、仮説の検証方法を考える。 ・次回の授業までに提出し、教員からの助言を受け、再度、仮説を立て、仮説の検証方法を考える。 			●	ウ（ワークシート、振り返りシート）
第8時 （本時）	<ul style="list-style-type: none"> ・仮説及び仮説の検証方法を班で発表する。 ・ループリックを用いて自己評価し、自らの学習を振り返る。 ・次回の授業までに、再度、仮説と仮説の検証方法を考える。 		●	●	イ（ワークシート） ウ（ワークシート、振り返りシート）
第9時	<ul style="list-style-type: none"> ・各自が考えた実験を行い、結果を分析・解釈する。 		●	●	イ（ワークシート） ウ（振り返りシート）

(5) 本時（全9時間中の8時間目）

ア 本時の目標

- (ア) 話し合い活動により、科学的に探究するための思考力、判断力、表現力を高める。
- (イ) 日常生活における界面活性剤の活用例を探し、そのしくみや性質を理解する。

イ 仮説に基づく本時のねらい

生徒は油脂とセッケンについての学習を行った後、界面活性剤に関連する日常生活における疑問を見だし、疑問を解決する仮説及び仮説の検証方法を考える。生徒が考えた仮説及び仮説の検証方法について授業者がループリックによる評価及び助言をワークシートに記載して返却した上で、再度、生徒一人一人が仮説及び仮説の検証方法を考える。本時では、これを踏まえて生徒が互いに自身の考えた仮説及び仮説の検証方法を発表し、意見交換することで、生徒の思考力、判断力、表現力等を高めることをねらいとする。

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 5分	<ul style="list-style-type: none"> ・学習のテーマを確認する。 「日常生活における界面活性剤の活用例を探し、そのしくみや性質を検証する」 ・前時までに考察した仮説とその検証方法について、振り返る。 	<ul style="list-style-type: none"> ・検証内容がテーマから外れないようにすることを確認する。 ・話し合い活動に向け、自分の考えをまとめさせる。 	
展開 40分	<ul style="list-style-type: none"> ・4人グループに分かれ、一人5分程度で仮説と仮説の検証方法についての説明と質疑応答を行う。 ・班員からのコメントや、気付いたことなどをワークシートに記入するとともに、良い意見や質問などを、一人1台の学習者用端末を用いて共有する。 	<ul style="list-style-type: none"> ・机間指導をしながら、スムーズに議論できるよう助言を行う。 ・仮説と仮説の検証方法は、倫理的な観点や安全面に考慮した内容とすることを伝える。 	イ（ワークシート）

	<ul style="list-style-type: none"> ・ 仮説と仮説の検証方法について考察する。 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 他のグループの意見も参考にしよう助言する。 	
まとめ 5分	<ul style="list-style-type: none"> ・ 自己評価と振り返りシートへの回答を行う。 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 仮説及び検証方法は次回の授業までに作成する。 ・ 自己評価はルーブリックに基づいて行うよう指導する。 	イ (ワークシート) ウ (ワークシート、振り返りシート)

エ 本時のワークシート (抜粋)

○テーマ
日常生活における界面活性剤の活用例を探し、そのしくみや性質を検証する。

○調べた内容

○調べたことに関する疑問 (仮説) …… 2回目
※検証可能で、テーマに関する内容にすること。

○仮説の検証方法 (実験方法)

○調べたことに関する疑問 (仮説)
※検証可能で、テーマに関する内容にすること。

○仮説の検証方法 (実験方法)

〈自己評価〉
A・B・Cで記入

 思考力 表現力

〈自己評価〉
A・B・Cで記入

 思考力 表現力

〈教員による評価〉

 思考力 表現力

図6 ワークシート

(6) ルーブリック評価の変容とその分析

思考・判断・表現について、①から②で評価Aの割合が0%から5%と5ポイント上昇し、評価Bの割合が20%から76%と56ポイント上昇した。また②から③では、評価Aの割合が5%から36%と31ポイント上昇した。このことから、生徒一人一人の学習状況に応じた授業者による指導及び話し合い活動は、生徒の思考力・判断力・表現力等の向上に寄与していることが明らかとなった。

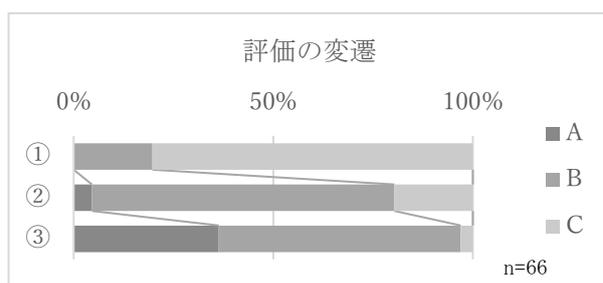


図7 思考・判断・表現の評価

- ① 1回目評価 (生徒が最初に考えた仮説及び仮説の検証方法の評価)
- ② 2回目評価 (授業者が生徒一人一人の学習状況に応じた指導を行った後の仮説及び仮説の検証方法の評価)
- ③ 3回目評価 (話し合い活動後の仮説及び仮説の検証方法における評価)

(7) 振り返りシートの回答 (抜粋)

- ・ 界面活性剤の働きが分かりやすく、興味が出る実験が、どうすれば作れるのかを考えるのが楽しかった。
- ・ 化学はとても身近に存在していると改めて感じた。また、先生や他の人からの意見を

もらい、さらに質の良い実験を考えられてよかった。

- ・ 界面活性剤ひとつを取っても多くのことに使われており身近に感じることができた。ただ、そのことについて、実験から考えることは難しく、やったとしても穴があったりした。他の人に見てもらふことによりそこを修正することができるし、意見を聞くことで考えが広がり、指摘をすることで自分のものの再確認になった。大変ではあったが学ぶことも多く良い機会となった
- ・ 調べた内容や考えたことについて、先生や友達から言われたことをよく考え、受け止めてレポートに取り入れる、という作業をしっかりと真面目に行うことができたと思う。今回のそのような過程も調べた内容も今後役に立つと嬉しい。
- ・ 頭で知識として理解していても、それをアウトプットしたり言語化したりするのは難しい。

3 実践事例 生物基礎 第1学年

(1) 単元名、使用教材（教科書、副教材）

ア (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「生物基礎」数研出版

(2) 単元の目標

ア 神経系と内分泌系による調節について、情報の伝達、体内環境の維持の仕組み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 神経系と内分泌系による調節について、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、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
神経系と内分泌系による調節について、情報の伝達、体内環境の維持の仕組み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。	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及び免疫など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5時間）

	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	・からだの状態の変化と体内での情報伝達との関係性について、運動によるからだの状態の変化の実験を通して考察する。		●		イ（ワークシート）
第2時	・からだの状態の変化における心拍数の変化について仮説を立て、検証方法を考える。 ・次回の授業までに提出し、教員からの助言を受け、再度、仮説を立て、仮説の検証方法を考える。			●	ウ（ワークシート）

第3時 (本時)	<ul style="list-style-type: none"> 仮説及び仮説の検証方法を班で発表し、再度、仮説及び仮説の検証方法を考える。 ルーブリックを用いて自己評価し、自らの学習を振り返る。 		●	●	イ (ワークシート) ウ (ワークシート、振り返りシート)
第4時	<ul style="list-style-type: none"> 神経系及び自律神経系による情報の伝達及び調節について理解する。 	●			ア (授業ノート)
第5時	<ul style="list-style-type: none"> 内分泌系による情報の伝達及び調節について理解する。 ホルモンの分泌量の調節について特徴を見出し、表現する。 	●	●		イ (ワークシート) ウ (振り返りシート)

(5) 本時 (全5時間中の3時間目)

ア 本時の目標

(7) 個別の仮説及び仮説の検証方法を班で発表することで、他者と協働し、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。

(1) 他者と協働して得た新しい視点や考えを用い、学習内容を振り返ることで、自己改善をすることができる。

イ 仮説に基づく本時のねらい

生徒は体内での情報伝達についての学習を行った後、学習内容に関連する日常生活における問いを見だし、問いを解決する仮説及び仮説の検証方法を考える。生徒が考えた仮説及び仮説の検証方法について授業者がルーブリックによる評価及び助言をワークシートに記載し返却した上で、再度、生徒が仮説及び仮説の検証方法を考える。本時では、これを踏まえて生徒が互いに自身の考えた仮説及び仮説の検証方法を発表し、意見交換することで、生徒の思考力、判断力、表現力等を高めることをねらいとする。

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 5分	<ul style="list-style-type: none"> 学習のテーマを確認する。 「体内での情報伝達における心拍数の変化について検証する」 前時までに考察した仮説とその検証方法について、振り返る。 	<ul style="list-style-type: none"> 検証内容がテーマから外れないようにすることを確認する。 話し合い活動に向けて、自分の考えをまとめさせる。 	
展開 35分	<ul style="list-style-type: none"> 4人グループに分かれ、一人5分程度で仮説と仮説の検証方法についての説明と質疑応答を行う。 班員からのコメントや、気付いたことなどをワークシートに記入するとともに、良い意見や質問などを、一人1台の学習者用端末を用いて共有する。 仮説と仮説の検証方法について考察する。 	<ul style="list-style-type: none"> 仮説を設定した理由・根拠及び実験方法について、班員に分かりやすく伝えるよう指導する。 机間指導をしながら、スムーズに議論できるよう助言を行う。 仮説と仮説の検証方法は、倫理的な観点や安全面に考慮した内容とすることを伝える。 他のグループの意見も参考にするよう助言する。 	イ (ワークシート)
まとめ 5分	<ul style="list-style-type: none"> 自己評価と振り返りシートへの回答を行う。 	<ul style="list-style-type: none"> 仮説及び検証方法は次回の授業までに作成することを確認する。 自己評価はルーブリックに基づいて行うよう指導する。 	イ (ワークシート) ウ (ワークシート、 振り返りシート)

エ 本時のワークシート（抜粋）

①生徒自ら考えた仮説および検証方法
 体内での情報伝達における心拍数の変化について仮説を立て、検証方法を各自考える。

自分で設定した仮説

<仮説の検証方法>

【必要な準備・材料など】

【手順・手法】

②教員による個別指導後、仮説および検証方法を改善する。

自分で設定した仮説

<仮説の検証方法>

【必要な準備・材料など】

【手順・手法】

先生からのコメント

ルーブリック評価	
自己評価 (ABC)	教員による評価 (ABC)
思・判・表	

③発表と質疑応答後、最終的な仮説および検証方法を考える。

自分で設定した仮説

<仮説の検証方法>

【必要な準備・材料など】

【手順・手法】

ルーブリック評価	
自己評価 (ABC)	教員による評価 (ABC)
思・判・表	
主体性	

ルーブリック評価	
自己評価 (ABC)	教員による評価 (ABC)
思・判・表	
主体性	

図8 ワークシート

(6) ルーブリック評価の変容とその分析

思考・判断・表現について、①から②で評価Aの割合が0%から18%と18ポイント上昇し、評価Bの割合が15%から71%と56ポイント上昇した。また②から③では、評価Aの割合が18%から52%と34ポイント上昇した。このことから、生徒一人一人の学習状況に応じた授業者による指導及び話し合い活動は、生徒の思考力・判断力・表現力等の向上に寄与していることが明らかとなった。

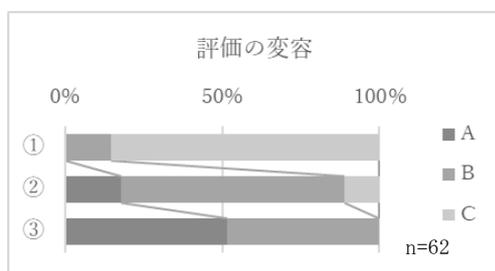


図9 思考・判断・表現の評価

- ① 1回目評価（生徒が最初に考えた仮説及び仮説の検証方法の評価）
- ② 2回目評価（授業者が生徒一人一人の学習状況に応じた指導を行った後の仮説及び仮説の検証方法の評価）
- ③ 3回目評価（話し合い活動後の仮説及び仮説の検証方法における評価）

(7) 振り返りシートの回答（抜粋）

- ・ 友達と意見を交換し合うことによって、自分一人では気が付けないことに気が付くことができた。
- ・ 身の回りで疑問に思っているままにしていたことについて改めて、調べるきっかけとなった。身の回りの疑問が意外と理科に関係していることに気付いた。
- ・ 自分が良い実験だと思っても、他の人から見ると難しいと感じることがあるので、他の人の視点が自分の実験を良い方向に改善するために大事だということが分かった。
- ・ 自分の素朴な疑問から、実験方法を考えるのは予想以上に難しかったが、先生や友達からのコメントを受け、改善点に気づき、内容を修正していくにつれ、段々と実験内容を考えることが楽しくなった。

VI 研究の成果

本研究では、理科において育成を目指す資質・能力の高まりに関して、次の成果が得られた。

1 生徒一人一人の学習状況に応じた指導や話し合い活動を行うことで、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。

思考・判断・表現に関する①1回目評価（生徒が最初に考えた仮説及び仮説の検証方法の評価）及び②2回目評価（授業者が生徒一人一人の学習状況に応じた指導を行った後の仮説及び仮説の検証方法の評価）の比較を通して、全ての検証授業において、評価Cの割合が減少し、評価A及び評価Bの割合が増加した（図5、図7、図9を参照）。このことから、生徒一人一人の学習状況に応じた指導は、科学的に探究するための思考力、判断力、表現力等を高めるために有効な手だてであったことが実証された。

また、思考・判断・表現に関する②2回目評価（授業者が生徒一人一人の学習状況に応じた指導を行った後の仮説及び仮説の検証方法の評価）及び③3回目評価（話し合い活動後の仮説及び仮説の検証方法における評価）の比較を通して、評価Aの割合が増加し、評価B及び評価Cの割合が減少した（図5、図7、図9を参照）。このことから、話し合い活動は、科学的に探究するための思考力、判断力、表現力等を高めるために有効な手だてであったことが実証された。

2 学習内容と自然の事物・現象を関連付けた学習活動を取り入れることで、理科で学んだ内容が日常生活や身近な現象に関わっていることを理解し、理科への関心を高めることができる。

本研究における検証授業後の振り返りシートの記述から、学習内容と自然の事物・現象を関連付ける活動を取り入れることで、学習内容が日常生活や身近な現象に関係していることに気づき、理科を学ぶことの意義や有効性の実感及び理科への関心を高めることにつながると実証された。

VII 今後の課題

本研究を通して、以下の4点が今後の課題として挙げられる。

1 探究の過程のあらゆる場面における科学的に探究する力を育成するための授業改善

本研究では、探究の過程における「仮説の設定」及び「検証計画の立案」の場面に着目して、その指導の改善を検討したが、探究の過程における他の場面での授業改善の検討には至っていない。今後は、探究の過程における他の場面での科学的に探究する力を育成するための指導方法を検討する必要がある。

2 個別最適な学びの充実に向けた更なる授業改善

本研究では、単元における3回の評価の機会において、多くの生徒の評価が向上した。しかし、全ての評価の機会に評価Cであった生徒も確認されている。生徒の学習状況の評価を踏まえ、必要に応じて個別に指導するなど、個別最適な学びの更なる充実を図る必要がある。

3 話し合い活動における、指導すべきポイントの明確化

話し合い活動における生徒による発表及び質疑応答の機会において、生徒同士での質疑応答が円滑に行われない場面が多く確認された。その際の授業者による介入の効果は、授業者の力量（知識や経験等）によって左右される。話し合い活動における授業者による指導・助言や支援の要点を精査し、どの授業においても、話し合い活動の活性化を促す工夫が必要である。

4 生徒一人一人の学習状況に応じた指導と話し合い活動の独立した効果検証

本研究における検証授業では、いずれの授業も学習が進む（探究活動が深まる）中で評価Cの生徒の割合が減少し、話し合い活動を経ることで評価Aの割合が増加したが、これは指導及び活動の順序性によるものである可能性も否定できない。今後は、真に生徒一人一人の学習状況に応じた指導と話し合い活動の効果を検証するためにも、学習過程のどの場面で話し合い活動を取り入れていくか検証する必要がある。

令和5年度 教育研究員名簿

高等学校・理科

学 校 名	職 名	氏 名
東京都立墨田川高等学校	主任教諭	野上翔子
東京都立浅草高等学校	主任教諭	大嶋文也
東京都立足立新田高等学校	主任教諭	下田啓太
東京都立小岩高等学校	主任教諭	太田雄一朗
東京都立杉並高等学校	主幹教諭	鈴木一臣
東京都立府中高等学校	主任教諭	◎近澤行正

◎ 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 松井 彰洋

令和5年度
教育研究員研究報告書
高等学校・理科

令和6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