

仮説の妥当性を検討したり、考察したりする力を育成する理科学習指導の工夫 — 実験の計画を検討・改善する視点をもたせる単元内自由進度学習を通して —

三原市立幸崎中学校 菅原 あゆみ

研究の要約

本研究は、仮説の妥当性を検討したり、考察したりする力を育成する理科学習指導の工夫を考察したものである。文献研究から、主題に挙げた力を育成するために、実験の計画を検討・改善する視点をもたせ、仮説や実験方法を批判的に振り返ったり、追加の実験を行ったり、生徒が必要だと考える時間を十分確保することが必要であると考えた。そこで、生徒が批判的に思考しながら検討・改善する視点をもたせるワークシートを作成した。また、実験の計画を検討・改善する視点をもたせ、時間を十分確保するために、単元内自由進度学習を通じた学習指導を行った。その結果、生徒は仮説との一致、不一致を判断し、その原因を考えることで、仮説の妥当性を検討したり、考察したりできるようになった。このことから、実験の計画を検討・改善する視点をもたせる単元内自由進度学習を通じた学習指導は、仮説の妥当性を検討したり、考察したりする力の育成につながることが分かった。

I 主題設定の理由

中学校学習指導要領（平成29年告示）解説理科編では、「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い、それぞれの過程において、資質・能力が育成されるよう指導の改善を図ること」¹⁾と示されている。また、理科における資質・能力の一つに、「情報収集して仮説の妥当性を検討したり、考察したりする力」²⁾が示されており、さらに、主体的・対話的で深い学びの実現に向けた授業改善については、「課題の設定や検証計画の立案、観察、実験の結果の処理、考察などの場面では、あらかじめ個人で考え、その後、意見交換したり、科学的な根拠に基づいて議論したりして、自分の考えをより妥当なものにする学習となっているかなどの視点から、授業改善を図ること」³⁾とある。

所属校では、令和6年度全国学力・学習状況調査質問紙の「話し合う活動を通じて、自分の考えを深めたり、新たな考え方に気付いたりすることができていますか」⁴⁾の項目に肯定的な回答をした生徒の割合は62.6%であり、全国の86.1%と比較して20%以上低い状況にある。この結果から、これまでの理科の学習を振り返って見たところ、探究の方法が適切か検討・改善したり、妥当な考えに高めたりするための活動に課題があったと考える。

以上のことを踏まえて、探究の過程において、育成すべき理科の資質・能力である「仮説の妥当性を検討したり、考察したりする力」の育成に着目し、本研究の主題とした。

II 研究の基本的な考え方

1 仮説の妥当性を検討したり、考察したりする力の育成について

(1) 仮説の妥当性を検討したり、考察したりするとは

角屋重樹（2008）は、問題解決の終末において、「仮説や実験方法と実験結果の関係から、仮説や実験方法の妥当性を振り返ることが大切」⁵⁾と述べている。さらに、角屋は、角屋・林四郎・石井雅幸（2009）において、問題解決の最終段階を、「結論—考察—発展」の過程と整理している。結論については、仮説から考えられる「観察・実験結果の見通し」と「実際の観察・実験結果」を比較し、見通し通りだった場合、仮説が正しかったと判断することや、見通しと異なっていた場合、仮説が正しくなかったと判断するか、あるいは観察・実験の方法に誤りがなかったかを振り返ることと説明しており、結論付ける過程では、個や集団で検討することの重要性についても述べている。また考察については、「仮説が確証された場合、きまりを他へ適用したり、より一般化する方向で考える。観察・実験結果が見通しと異なった場合、その原因を考えること。」⁶⁾と説明し、結果の見通しと実際の結果が一致した場合に行われる考察の視点として①日常生活への適用、②類似の事象との関係づけ、③一般化などを挙げている。一方、結果の見通しと実際の結果が異なった場合に行われる考察の視点として①実験の精度や誤差、②実験方法の見直し、③仮説の再検討などを挙げている⁽¹⁾。

つまり、結論では、仮説から考えられる「観察・実験結果の見通し」と「実際の観察・実験結果」を比較し、仮説や実験方法の妥当性を振り返り、判断することが大事であると整理できる。また、考察では、仮説と実験の結果が一致している場合は、知識やきまりの意味を拡張し、日常生活へ適用させたり、一般化させたりして発展的な学習へとつなげることであり、仮説と実験の結果が一致していない場合、実験の精度や誤差の原因を考えたり、仮説や実験方法を見直したりすることが大事であると整理できる。

そこで本研究では、「仮説の妥当性を検討する」とは、仮説から考えられる実験結果の見通しと実際の実験結果と比較し、自分が立てた仮説が妥当であるのか、さらに行った実験方法の適切性を判断することとする。また、「仮説の妥当性を考察する」とは、仮説の妥当性を検討した結果、仮説と実験の結果が一致していない場合に、仮説をより妥当なものにするために、その原因を考え、仮説や実験方法を見直し、新たな実験計画を考えることとし、仮説と実験の結果が一致している場合は、課題に対する考察を行うものとして研究を進める。

(2) 仮説の妥当性を検討したり、考察したりする力を育成するためには

令和7年度全国学力・学習状況調査解説資料中学校理科において、調査問題作成の枠組みとして、検討・改善の視点が示されており、「「検討・改善」の問題では、科学的な探究の方法が適切か検討して改善したり、自他の考えを多面的、総合的に捉えて妥当な考えに高めたり、探究の過程や方法を評価したりすることを問う。」⁷⁾と説明されている。令和4年度全国学力・学習状況調査の中学校理科大問Ⅶ(2)では、「実験結果が考察の根拠として十分か検討し、必要な実験を指摘して、実験の計画を改善できるかどうか」をみる問題が出題された。この問題の全国の正答率は53.6%であったが、平成24年度Ⅶ(5)（正答率43.3%）、平成27年度Ⅶ(5)（正答率52.5%）でも類題が出題されており、引き続き課題があることが分かっている。さらに、令和4年度全国学力・学習状況調査報告書中学校理科において「科学的に探究するために必要な資質・能力を育成する上で、探究の過程や方法を振り返り、実験の計画や操作などの妥当性について検討して改善することは大切である。指導に当たっては、話し合い活動を通して、実験の計画を再検討して改善する学習場面を設定することが考えられる。その際、実験の計画や考察が妥当か検討し、より適切な実験の計画を考えるようにすることが重要である。」⁸⁾とまとめている。

木下博義（2009）は、子供が自分の仮説と結果が一致したか否かという視点で結果を整理し、考察で

きるよう、「自分の仮説を思い出して、実験によって仮説通りであることが分かったのか、仮説とは違っていることが分かったのか、まとめましょう。」のような問いかけをすることが重要だと述べている⁽²⁾。

久保博之（2018）は、子供が問題に対する自分の予想や仮説を観察・実験の結果と比較したり、他者と学び合ったりして批判的に思考しながら妥当性を検討することが重要だと述べている⁽³⁾。

さらに五島暁人（令和3年）は、「検討して改善する力」を育成するために、振り返りシートを基にクリティカルに振り返る活動によって、生徒がより妥当な考えに改善することができたと述べている⁽⁴⁾。

以上のことから、主題の仮説の妥当性を検討したり、考察したりする力は、実験の計画を検討・改善する場面を設定し、より適切な実験の計画を考えさせることによって育成されると考える。さらに、生徒に視点をもたせ、仮説や実験方法を批判的に振り返らせることが必要であると考ええる。

2 実験の計画を検討・改善する視点をもたせる単元内自由進度学習とは

(1) 実験の計画を検討・改善する視点とは

先述の五島（令和3年）は、クリティカルに振り返る活動の工夫として「振り返りシート」を開発し、①疑問、②課題、③仮説、④計画、⑤観察・実験、⑥結果、⑦考察、⑧表現の八つの探究の過程において、振り返りシートを基に、生徒がどのような観点でクリティカルに振り返る活動を行えばよいか理解できるようにした⁽⁵⁾。

五島（令和3年）の振り返りシートと、先に述べた角屋・林・石井（2011）の結果の見通しと実際の結果が異なった場合に行われる考察の視点である、①実験の精度や誤差、②実験方法の見直し、③仮説の再検討の視点を基に、「実験方法を振り返り、検討・改善する視点」と「仮説を振り返り、検討・改善する視点」に焦点を当て、検討・改善する視点をまとめたものを表1に示す。

表1 検討・改善する視点

実験方法を振り返り、検討・改善する視点	
角屋	五島
①実験の精度や誤差	○本当に、自分が設定した実験の条件は正しかったか？ ・変える条件は、それで適切だったか？ ・変える条件以外は、すべて同じになっているか？
②実験方法の見直し	○本当に、その「計画」で、「仮説」を確かめることができているか？ ・手順に間違いはないか？ ・他に良い実験方法はないか？
仮説を振り返り、検討・改善する視点	
角屋	五島
③仮説の再検討	○本当に、自分が設定した「仮説」は適切だったか？ ・「何について調べるのか」を適切に設定できているか？ ・「どの条件を変化させるのか」を適切に設定できているか？ ・「どんな結果が予想されるのか」を適切に設定できているか？

本研究では、仮説の妥当性を検討したり、考察したりする場面を想定しているため、表1を参考にし

て、生徒が批判的に振り返り検討・改善できる視点を表2のように整理した。

表2 本研究における検討・改善する視点

仮説と実験の結果が一致しなかった原因を考え、実験方法を見直すための、検討・改善する視点
・本当に、自分が決めた実験の条件は正しかった？
・本当に、変える条件以外はすべて同じになっていた？
・本当に、実験手順に間違いはない？
・本当に、他に良い実験方法はない？
仮説を見直すための、検討・改善する視点
・本当に、自分が設定した仮説は、正しかった？
・本当に、どの条件を変えるのか適切に設定できていた？
・本当に、どんな結果が予想されるのか、正しく考えられていた？

(2) 検討・改善する視点をもたせるための手立て
ア ワークシートの工夫

齊藤貴司・益田裕充外 (2023) は、益田 (2019) のコア仮説を援用し、①「予想・仮説」と「結果」を照らし合わせることで（予想・仮説の立証・反証）、②「考察・結論」が、「問題・課題」に正対した答えになること（問いに正対）という二つの要素を構造化したワークシート（図1）を開発し、ワークシートを用いた学習によって、より妥当な考えをつくりだす力の育成につながることにについて明らかにしている⁽⁶⁾。

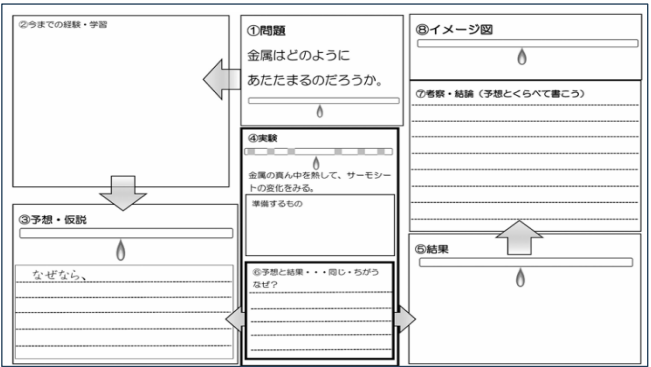


図1 構造化したワークシート⁹⁾

木下博義・中山貴司外 (2014) の研究では、教師が用意した架空の人物の考えに対して指摘をさせる「クエスチョン・バーガーシート」を用いた指導を行った結果、根拠に基づいた実験方法の妥当性を吟味したり、一度出した実験方法を反省的に振り返ることができるようになったことを明らかにしている。その結果が得られた理由として木下・中山外 (2014) は、児童は架空人物（太郎君）への質問を媒介として自分自身に対して批判的な思考を働かせ、見落としていた実験の手続きや条件の不備に気づき、その不備を補い精緻化した。この過程で児童は、根拠を重視したり、反省的に思考したりすることができるようになったと述べている⁽⁷⁾。

以上のワークシートを参考にして、本研究では、仮説や実験方法を振り返り、検討・改善するために、「予想・仮説と結果」を構造化し、生徒が批判

的に思考しながら検討・改善する視点をもたせるようなワークシートを作成し、図2に示す。

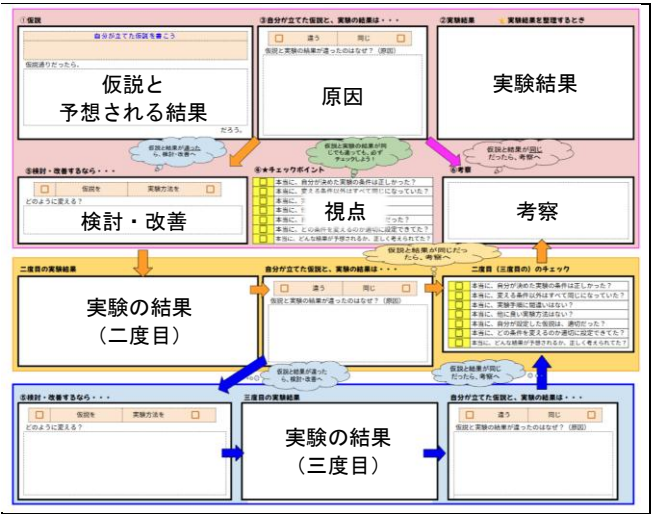


図2 作成したワークシート

このワークシートでは、仮説の妥当性を検討し、批判的に振り返って検討・改善できるよう、「仮説と予想される結果」と「実験結果」を左右に配置し、比較しながら一致・不一致を判断し、検討できるよう構造化を図った。さらに、仮説と実験結果が一致した場合は「考察」へ、不一致の場合は「検討・改善」へ進む流れを矢印で示し、生徒自身が自分の考えを把握しながら取り組めるように工夫した。一致しなかった場合には原因を考え、仮説や実験方法を改善し、批判的な思考が促されるようにした。考察を記入する前に、批判的に振り返られるよう、検討・改善の視点をチェックポイントとして考察の欄付近に配置した。また、検討・改善を繰り返しながら、仮説の妥当性を検討したり、考察したりする力が育成できるよう、欄の下側に二度目、三度目の実験の結果を整理して記述させ、振り返りができるよう工夫した。

イ 資質・能力を育成するための時間設定について

中学校学習指導要領（平成29年告示）解説理科編には、目標となる資質・能力を育成するために、「観察、実験の時間、生徒自ら課題を解決するために探究する時間などを十分確保することが必要である。」¹⁰⁾と示されており、観察、実験においては、「十分な結果が得られなかった観察、実験をやり直したりすることも大切である。」¹¹⁾と示されている。

奈須正裕 (2023) は著書の中で、Carroll, J. B の誰でも十分な時間さえかければ、どのような学習課題でも達成することができるという考えや、教室で生じている学習成立の状況やそこに認められる個人差は、一人一人の子供が必要としていた学習時間に対し、実際に費やされた学習時間が十分であったかどうかにかんして全面的に依存しているという指摘から、そ

の子のペースでじっくり考えられる時間さえ与えられれば、深い学びや鋭い意見をもてる可能性があることを述べている⁽⁸⁾。

木下・山中（2014）は、批判的な思考には「反省的な思考」の因子があると示し、子供が仮説を立てたり実験を計画したりするとき、データを集めて結果を解釈するときに無批判に思考しがちであり、反省的な思考が機能していないと述べている⁽⁹⁾。また、「生徒は一度考えた仮説や考察を、反省的に省みる習慣があまりない状況がうかがえる。その背景には、時間的な制約の問題もあるのではないかと考えられる。」⁽¹²⁾と指摘している。

以上のことから、仮説の妥当性を検討したり、考察したりする力の育成には、仮説や実験方法の適切性を批判的に振り返って検討・改善し、追加の実験を行うための時間を十分確保することが必要であると考え。それは、教師が必要だと考える時間ではなく、生徒が必要だと考える時間を確保することが大切であると考え。

(3) 実験の計画を検討・改善する視点をもたせる自由進度学習

奈須（2021）は、一単元分の学習時間をまるごと子供一人一人に委ね、各自が自分に最適だと考える学習計画を立案し、自らの判断と責任で自由に学んでいく学習手法として「単元内自由進度学習」を挙げている⁽¹⁰⁾。さらに奈須（2022）は、「一人ひとりに応じた多様な教材・学習時間・方法等の柔軟な提供」⁽¹³⁾が重要だと述べている。この「単元内自由進度学習」を通した学習展開は、実験の計画を検討・改善する視点をもたせるために適していると考え。生徒のペースで深く考え、生徒の科学的思考を促し、仮説の妥当性を検討したり、考察したりする力を育成するため、単元内自由進度学習を通して理科学習指導を行うこととする。

Ⅲ 研究の仮説及び検証の視点と方法

1 研究の仮説

生徒に実験の計画を検討・改善する視点をもたせる工夫を、単元内自由進度学習を通して行い、さらに個々の生徒が必要だと考える考察するための時間を十分確保することで、仮説を検討したり、考察したりする力を育成することができるであろう。

2 検証の視点と方法

角屋（2013）は、「ワークシートを見ることで、子どもが仮説と実験結果の関係から両者の一致あるいは不一致を判断しているかどうかを評価するとよい。また、観察・実験結果が仮説と異なった場合、仮説と観察・実験方法を再考し、その原因を見いだしているか否かなども評価の視点となる。」⁽¹⁴⁾と述べ

ている。このことを踏まえ、検証の視点と方法について、表3に示す。

表3 検証の視点と方法

検証の視点		検証の方法
1	「仮説の妥当性を検討したり考察したりする力」が育成できたか。	ワークシート 授業観察
	ア 結果を基に、仮説の妥当性を検討している。 イ 仮説と実験結果が不一致だった場合原因を見だしている。 ウ 実験方法を検討・改善している。 エ 仮説を検討・改善している。	
2	実験計画を検討・改善する視点をもたせる指導は、「仮説の妥当性を検討したり、考察したりする力」の育成に有効だったか。	ワークシート 質問紙
3	単元内自由進度学習を通した学習は、「仮説の妥当性を検討したり、考察したりする力」の育成に有効だったか。	質問紙 インタビュー

Ⅳ 研究授業について

1 研究授業の内容

第2学年及び第3学年の授業実践を通じて、研究の仮説を検討した。なお、両学年の授業では、第1分野「粒子」を柱とする学習内容において、作成したワークシートを用いた指導を行った。

- 期 間 令和7年7月1日～令和7年7月17日
- 対 象 所属校第2学年（1学級21人）
所属校第3学年（1学級17人）
- 単元名 第1分野（4）化学変化と原子・分子
（ウ）化学変化と物質の質量
第1分野（6）化学変化とイオン
（ア）水溶液とイオン

2 研究授業の指導計画

第2学年と第3学年の指導計画を、表4と表5に示す。なお、表中の「★」は「仮説の妥当性を検討したり、考察したりする力」の育成に関わる学習内容である。

表4 第2学年の指導計画（全9時間）

時	形態	学習内容
1	一斉	・単元内自由進度学習の進め方を理解して、見通しをもつ。 ・学習計画を立てる。
2	自由進度	〔ミッション1〕★ 沈殿が生じる反応の前後で、反応に関係している物質全体の質量の総和が等しいことを見いだす。
		〔ミッション2〕★ 気体が発生する化学変化の前後で、反応に関係している物質全体の質量の総和が等しいことを見いだす。
		〔ミッション3〕 化学変化では、その前後で物質の出入りがない限り、化学変化の前後で質量は変化しないことを、モデルを用いて表現する。
		〔ミッション4〕★ 一定量の金属に結び付く酸素の質量には限界があることを理解する。
		〔ミッション5〕★ 金属と酸素が結び付くときの金属と酸素の質量の関係について実験結果と関連付けて説明する。
		〔ミッション6〕 金属の質量を変化させると、金属の質量と金属と結び付く酸素の質量の比は常に一定であることを見いだす。
9	一斉	単元の振り返り

表5 第3学年の指導計画（全11時間）

時	形態	学習内容
1	一斉	- 単元内自由進度学習の進め方を理解して、見通しをもつ。 - 学習計画を立てる。
2	自由進度	〔ミッション1〕★ 酸とアルカリの水溶液の性質について調べる実験を行い、酸とアルカリそれぞれに共通する性質についてまとめる。
5		〔ミッション2〕★ 酸性やアルカリ性の水溶液の性質が何イオンによってきまるのかを、実験結果と関連付けて説明する。
10		〔ミッション3〕 酸性やアルカリ性の度合いはpHで表せることを理解する。
		〔ミッション4〕★ 酸性の水溶液にアルカリ性の水溶液を混ぜると、水素の発生が弱まる理由を考察する。
		〔ミッション5〕★ 酸とアルカリの中和実験を行い、酸とアルカリを混ぜると水と塩が生成することを見いだす。
		〔ミッション6〕 中和による化学変化には、熱の出入りがあるか調べるための実験方法を考え、確認する。
		〔ミッション7〕 酸とアルカリを混ぜると水と塩が生成することをイオンのモデルを用いて表現する。
11	一斉	単元の振り返り

3 研究授業の実際

本研究授業は、単元内自由進度学習を通した学習展開であるため、第1時で、生徒に順序選択で取り組んでも良い事を伝えたが、多くの生徒がミッション1から順番に取り組むよう学習計画を立て、実行していた。一部の生徒は、興味がある課題から取り組んでいたが、「順番に進める方が分かりやすい。」とミッション1から順番に取り組み直していた。

V 研究授業の分析と考察

1 「仮説の妥当性を検討したり、考察したりする力」が育成できたか

ワークシートの「③自分が立てた仮説と実験結果は…」の欄で、「同じ」または「違う」にチェックを入れている生徒を、仮説の妥当性を検討していると判断し、その結果を表6に示す。なお、表で示す人数は、両学年合わせた人数を示したものである。

表6 仮説の妥当性を検討しているかを整理した結果（n=32）（人）

	ミッション1	ミッション2	ミッション4	ミッション5
検討している	32	32	29	31
検討していない	0	0	3	1

表6より、多くの生徒が、仮説から考えられる実験結果の見通しと実際の実験結果と比較し、自分の立てた仮説や実験方法の適切性を判断し、仮説の妥当性を検討していた。一方で、ミッション4では3人の生徒（第2学年）がワークシート中では検討していなかったが、図3に示す振り返りシートの記述には、自分が立てた仮説と実験の結果を比較し、不一致だった場合は原因を考えている記述があり、検討したり、考察したりする様子が見受けられる。

・自分は銅も加熱を続けたら質量は増加すると仮説しました。でも、2回目から1回目より質量が変わらないことが分かりました。
・今日もマグネシウムをこぼしてしまって、最後まで実験ができなかったけど、途中から質量が変わらないは分かっているんで、結果オーライです。
・まだワークはできてないけど、ミッション4は一番理解できた自信があります。仮説とは違って酸素をそれ以上吸わず質量がふえない事が分かったのよかったです。

図3 無記入だった3人の振り返りシートの記述

表7は、表6で「検討している」と判断した生徒のうち、仮説の妥当性を検討した結果、仮説と実験の結果が一致していないと判断した人数と、その後、原因を考えた人数を整理したものである。

表7 仮説と実験の結果が一致していない場合、原因を考え、改善しているかを整理した結果（人）

	ミッション1	ミッション2	ミッション4	ミッション5
不一致だと判断している	20	13	17	1
原因を考えている	14	7	17	1

仮説の妥当性を検討した結果、仮説と実験の結果が一致していない場合に、その原因を考え、仮説や実験方法を見直した生徒の割合は、ミッション1では70%だったが、ミッション4とミッション5では100%になり、回を重ねるごとに仮説の妥当性を考察していた生徒の割合が増えていった。

次に、第2学年の生徒がミッション5の「金属の質量を変化させると、結び付く酸素の質量はどのようになるのだろう。」について仮説を立てている時の生徒の様子を図4に示す。

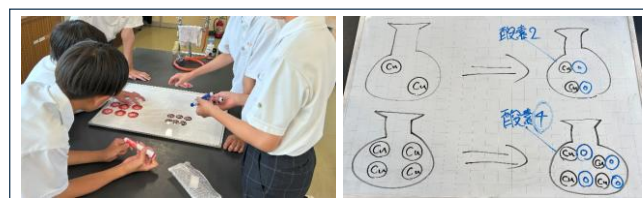


図4 仮説を原子のモデルで考えている様子

図4の生徒らは、自らホワイトボードや原子のモデルを貸して欲しいと申し出て、数人で集まって仮説と仮説から考えられる実験の見通しを考えていた。また、第3学年の生徒もミッション5の「中和によってどのような物質ができるのだろう。」について、ミッション4から考察したことや、水溶液中のイオンに着目し、仮説を立てていた。

以上の生徒の記述や授業中の言動から、「仮説の妥当性を検討したり、考察したりする力」が育成されている様子を見受けることができた。また、仮説を立てる過程へも意識が高まり、仮説の妥当性を見極める思考が徐々に根付き始めたことを感じた。

2 実験の計画を検討・改善する視点をもたせる指導は、「仮説の妥当性を検討したり、考察したりする力」の育成に有効だったか

(1) 全体のワークシートから

ワークシートに書かれた生徒の考察を、表8に示した評価基準により評価し、その評価の結果を、図5に示す。

表8 考察の評価基準

評価	基準
A	課題に対する答えや、実験の結果と関連付けて書いており、原理・法則やモデルに基づいて、根拠を述べている。
B	課題に対する答えや、実験の結果と関連付けて書いているが、原理・法則やモデルに基づいて、根拠を述べていない。
C	課題に対する答えを書いているが、実験の結果と関連付けて書いておらず、原理・法則やモデルに基づいて、根拠を述べていない。

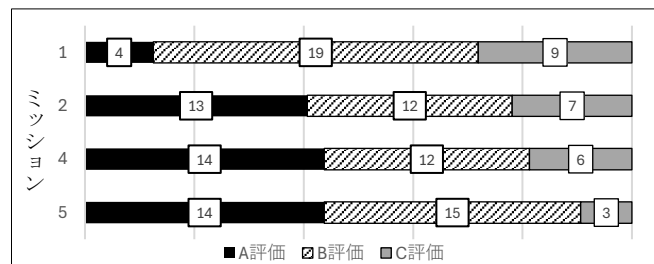


図5 ワークシートの記述内容の評価結果 (n=32) (人)

図5から、ミッションが進むにつれて、A評価の生徒は増加し、C評価の生徒は減少した。一方で、考察の深まりが十分に見られずC評価にとどまった生徒が若干名いた。それらの生徒は、表現力に課題があることや、Chromebookで入力することに困難さを感じている様子が見られたため、ワークシートを紙で印刷して配付するなど、個に応じた手立てを充実する必要がある。

(2) 個別のワークシートから

第3学年の生徒のうち、課題に対して粘り強く学習に取り組む生徒aの記述内容を、表9に示す。

表9 生徒aのワークシートへの記述

	ミッション1	ミッション2	ミッション4
仮説	※仮説は未記入	アルカリ性と酸性の水溶液にpH試験紙につけるとイオンが関係する。	酸性とアルカリ性が混ざることによって中性になるため。
原因	一致しなかった ※原因は未記入	一致しなかった ※原因は未記入	一致しなかった 中性だけ気体の発生が弱まると思っていたけど、アルカリ性の時も気体の発生が弱まるから。
考察	B T B溶液では酸性では黄色になり、アルカリ性は青色になる。また、フェーノールフタレイン溶液では、酸性では変化はなく、アルカリ性は変化すると、赤色になった。pH試験紙を入れると酸性は赤とオレンジになり、アルカリ性は、青色になった。(C評価)	塩酸を染み込ませた紙を置くとpH試験紙は一極の方に色が変わった。酸性の水溶液の正体は陰イオンで水素イオンである。また、アルカリ性の水溶液の正体は陽イオンで水酸化物イオンである。(B評価)	酸性の水溶液にアルカリ性の水溶液を加えると緑色になり、青色になっていったことから水溶液が中性とアルカリ性になっていくことがわかった。酸性の水溶液にアルカリ性の水溶液を入れることで酸性の性質がなくなるから水素の気体の発生が弱まる。(A評価)

生徒aは、ミッション1とミッション2では、仮説と実験の結果を比較し、一致していないことは判断できていたが、その原因の欄は未記入であり、仮

説や実験方法の検討に至っていない。理由を尋ねると、「原因をどう書けばよいか分からない。仮説と一致しなかったのは、前習ったことを覚えてなかったから。」と述べたため、それも原因の一つとして書いて良いと伝えた。その後、ミッション4では、酸とアルカリを混ぜると中性になることで、水素の発生が弱まると仮説を立てていたが、アルカリ性でも気体の発生が弱まるという気づきから、仮説を検討している。また、仮説と実験の結果が一致しなかった原因を考えることで、水素の発生が弱まるのは、水溶液の性質が中性になった時だけではないことや、酸の性質がアルカリによって打ち消されることについて、見いだすことができています。

次に、第2学年の生徒のうち、学習に前向きに取り組むが、努力を要する状況だと判断される生徒bの記述内容を表10に示す。

表10 生徒bのワークシートへの記述

	ミッション1	ミッション2	ミッション4
仮説	変化しない。	増える。	質量は増える。
原因	一致した	一致しなかった ペットボトルが膨らんだ分質量が増えると思ったから。	一致しなかった 酸化されると酸化後の質量は増え続けると思った。
考察	硫酸バリウムがビーカーの中に残り続けているから質量は変わらない。(B評価)	密閉したときは、質量が変わらなかったが蓋を開けたら質量が減った。その理由はペットボトルの中の二酸化炭素(CO ₂)が空気中に逃げたから。(A評価)	一回目の加熱では、質量が増えるが、二回目の加熱から変わらない。それは、空気中で金属を加熱し続けると、金属と酸素が結びついて酸化物になる。酸化物になったことで、もとの金属より質量が増える。すべての金属が酸化し終わるからそれ以上質量が変わらなくなるから。(A評価)

生徒bは、ミッション1では、仮説や考察は友だち同士のやりとりを聞き、友だちの言葉をそのまま記述していた。ミッション2と4では、仮説と実験の結果が一致しなかった原因について考え、考察している。ミッション2では「CO₂が空気中に逃げた。」と原因となる気体について考察しており、ミッション4では「すべての金属が酸化し終わるから質量は変わらなくなる。」と金属と結びつく酸素には限界があることを見いだすことができています。

最後に、検討・改善する視点をもたせる有用性を感じていることが読み取れる、第3学年の生徒cと生徒dのワークシートへの記述の比較を表11に示す。

表11 生徒cと生徒dのワークシートへの記述

	生徒c	生徒d
仮説	イオンによって色が変わるだろう。	酸性の水溶液は+の電気を持っていて、アルカリ性の水溶液は-の電気を持っているだろう。
視点	チェックあり ※批判的に振り返っている。	チェックなし ※批判的に振り返っていない。
考察	塩酸が一極に引きつけられたということは、引きつけられたのは陽イオンであり、塩酸はHClだからH ⁺ が引きつけられている。水酸化ナトリウムが+極に引きつけられたということは、引きつけられたのは陰イオ	酸性の水溶液の塩酸がマイナスの方向に横移動したため、酸性はプラスの電気を持っていることがわかる。また、アルカリ性の水溶液の水酸化ナトリウムはプラスの方向に横移動したた

ンであり、水酸化ナトリウムはNa OHだからOH ⁻ が引きつけられた。つまり、酸性の水溶液には水素イオンが共通しており、アルカリ性の水溶液には水酸化イオンが共通して存在している。(A評価)	め、アルカリ性はマイナスの電気を持っていることがわかる。(B評価)
--	-----------------------------------

生徒cの仮説は、酸とアルカリの性質を示すものが、イオンであることは仮説として立てられているが、なぜ色の変化がそれぞれの極に移動するか不十分な仮説のまま、実験を行っている。しかし、検討・改善する視点をもって、自分が立てた仮説が妥当であるか検討・改善をしたことによって、実験結果が考察の根拠として述べられており、さらに既習事項と関連付けて考察できている。

生徒dの仮説は、自分の仮説が妥当であるか、批判的に振り返って検討・改善しておらず、考察の記述が仮説と変化していない。しかし、酸とアルカリの性質を示すものが、それぞれ+と-の電気を帯びているものと仮説を立て、実験を行っており、生徒cより仮説から考えられる実験結果の見通しが立っているといえる。

(3) 質問紙から

主題の育成に関する生徒の意識の変容を調査した、全12の質問項目からなる生徒質問紙を、研究授業実施前後に行った。その中で、妥当性に関わる質問のうち、質問⑦と⑩は変容が大きく、その結果を表12に示す。前述した生徒a、c、dは授業前から肯定的な回答であり、授業後での変化は見られなかったが、生徒bは、質問⑦と⑩ともに、否定的な回答から、授業後には肯定的な回答へと変容が見られた。なお、全ての質問項目において、肯定的に回答する生徒は増加した。

表12 生徒質問紙の結果 (n=32) (人)

	質問内容		当てはまる	少し	あまり	当てはまらない
⑦	あなたは理科の授業で、「なぜだろう」と考えるようにしている。	事前	12	15	5	0
		事後	17	13	2	0
⑩	あなたは実験後に、実験の結果が出たとき、おかしいところはないか考えている。	事前	15	13	4	0
		事後	21	9	2	0

(4) 分析と考察

図5の結果や、個別のワークシートへの記述内容から、実験の計画を検討・改善する視点をもたせるワークシートを活用することで、考察の記述内容が改善されていることが分かる。具体的には、生徒aや生徒bのワークシートへの記述の変容から、実験結果の確認にとどまらず、仮説との一致、不一致を判断し、その原因を探る力が身に付いたことで、考察の深まりへとつながったと考えられる。さらに、生徒cと生徒dのワークシートへの記述の比較から、検討・改善する視点をもたせる指導は、概ね有効であったと捉えることもできる。

また、質問紙の結果から、自分が立てた仮説と実

験の結果が一致しないことに対する原因を考察し、検討・改善しようとする意識付けが高まったと考えられる。また、生徒bの考察の改善と意識の変容は、連動していることも分かる。

以上のことから、実験の計画を検討・改善する視点をもたせる指導は、「仮説の妥当性を検討したり、考察したりする力」の育成に一定の効果が見られたと考えられる。

3 単元内自由進度学習を通した学習は、「仮説の妥当性を検討したり、考察したりする力」の育成に有効だったか

(1) 質問紙から

研究授業実施前後に行った質問項目の中で、十分な時間の確保に関わる質問のうち、質問③と⑤は変容が大きく、その結果を表13に示す。前述の生徒cとdは授業前から肯定的な回答をしており、授業後での変化は見られなかったが、生徒aとbは質問③と⑤ともに、授業前は否定的な回答から授業後に肯定的な回答になった。特に質問⑤に関して、生徒aはこれまで様々なアンケート調査等において、否定的な回答を示していたにもかかわらず、「当てはまる」と回答した。

表13 生徒質問紙の結果 (n=32) (人)

	質問内容		当てはまる	少し	あまり	当てはまらない
③	あなたは理科の授業で、自分が納得できるまで考え抜いている。	事前	9	15	7	1
		事後	16	16	0	0
⑤	あなたは理科の授業で、分からないことがあると質問している。	事前	10	11	10	1
		事後	18	12	2	0

(2) インタビューから

図6に示す本単元終了後の生徒インタビューで、生徒から次のような回答が出た。この回答により、自分の考えをより妥当なものにするために、十分な時間の確保は有効であったと感じていることが推察される。

- ・時間がたくさんあって、自分のペースでできるから、友だちに聞いたり、役割分担したりして、考察することができた。
- ・みんなでホワイトボードに化学式やモデルを書いたり、貼ったりして、実験結果がなぜこうなったのか、仮説と違った理由を考えることで、考えが深められた。

図6 生徒のインタビュー内容 (一部)

(3) 分析と考察

単元内自由進度学習を通した学習展開は、生徒が必要だと感じた時間を自ら確保できたことで、仮説の妥当性について納得がいくまで考察する姿勢をもつようになったと考えられる。また、他者とのかわりの中で自分の考えを説明し、共有することを通して、多様な視点に触れながら、一度立てた仮説や考察を再構成することができるようになったと考え

られる。よって、単元内自由進度学習を通じた学習展開は、「仮説の妥当性を検討したり、考察したりする力」の育成に有効であったと考えられる。

VI 研究のまとめ

1 研究の成果

- 実験の計画を検討・改善する視点をもたせるためのワークシートを活用し、生徒が批判的に思考しながら検討・改善する視点をもたせることは、「仮説の妥当性を検討したり、考察したりする力」を育成する上で有効であったと考えられる。
- 資質・能力を育成するための時間設定の工夫は、生徒のペースで深く考え、生徒の科学的思考を促し、「仮説の妥当性を検討したり、考察したりする力」を育成する上で有効であったと考えられる。

2 研究の課題

- ワークシートを活用し、仮説と実験の結果が一致しなかった場合に原因を考え、仮説や実験方法を検討・改善する際に、ワークシートを有効に活用することができない生徒が見られた。個に応じたワークシートの工夫と改善が必要である。
- 仮説と実験の結果を比較し、一致しているか一致していないかを判断する際に、一致していないにもかかわらず、一致していると判断している生徒がいた。それは、「ふたを開ける前とあけた後の質量変化」等、複数条件での仮説検証で誤認が生じたと考えられる。一致、不一致を判断するための詳細な視点を示しておく必要があった。実験の計画を検討・改善するための視点について、今後も研究が必要である。

3 成果と課題を踏まえた今後の方向性

- 「仮説の妥当性を検討したり、考察したりする力」を育成する理科学習指導の工夫を、どの分野でも実施することは、自然の事物・現象を科学的に探究する力を育成することにつながると考える。研究授業では、粒子領域で行ったが、どの領域でも継続的に実施したいと考える。また、ワークシートを活用することは、自分の考えを検討・改善する視点をたせることに有効であった。今後、理科以外の様々な教育活動で広く活用できるよう、研究を推進していきたいと考える。

【注】

- (1) 角屋重樹・林四郎・石井雅幸 (2009) : 「小学校 理科の学ばせ方・教え方事典 改訂新装版」教育出版pp. 100-104に詳しい。
- (2) 木下博義 (2009) : 「理科におけるメタ認知」角屋重樹編

著「小学校 新理科の考え方と授業展開 ～全学年・全単元の指導計画例～」文溪堂p. 263に詳しい。

- (3) 久保博之 (2018) : 「自分の予想や仮説の妥当性を批判的に検討する思考を促す理科学習指導」「鹿児島大学教育学部教育実践研究紀要」第27巻p. 379に詳しい。
- (4) 五島暁人 (令和3年) : 「探究の過程において「検討して改善する力」を育成する理科学習指導の工夫—探究のそれぞれの過程をクリティカルに振り返る活動を通して—」広島県教育センター令和3年度教員長期研修(前期)p. 3に詳しい。【https://www.hiroshima-c.ed.jp/pdf/research/chouken/R03_zenki/zen07.pdf】(最終アクセス令和7年5月16日)
- (5) 五島暁人 (令和3年) : 前掲書p. 3に詳しい
- (6) 斉藤貴司・益田裕充・白田晃大 (2023) : 「理科授業において「より妥当な考えをつくりだす力」の育成に関する研究—「予想・仮説」と「結果」の構造化に着目して—」群馬大学共同教育学部紀要 自然科学編 第71巻p. 26に詳しい。
- (7) 木下博義・中山貴司・山中真悟 (2014) : 「小学生の批判的思考を育成するための理科学習指導に関する研究—クエスチョン・バーガーシートを用いた実践を例にして—」理科教育学研究 Vol. 55No. 3p. 296に詳しい。
- (8) 奈須正裕 (2023) : 「「個別最適な学び」と「協働的な学び」の一体的な充実を目指して」北大路書房pp. 11-12に詳しい。
- (9) 木下博義・山中真悟 (2014) : 「理科学習における中学生の批判的思考に関する調査研究」「広島大学大学院教育学研究科紀要」第二部第63号p. 19
- (10) 奈須正裕 (2021) : 「個別最適な学びと協働的な学び」東洋館出版社p. 39に詳しい。

【引用文献】

- 1) 文部科学省 (平成30年) : 「中学校学習指導要領 (平成29年告示) 解説理科編」学校図書p. 7
- 2) 文部科学省 (平成30年) : 前掲書p. 9
- 3) 文部科学省 (平成30年) : 前掲書p. 115
- 4) 国立教育政策研究所 (令和6年) : 「令和6年度全国学力・学習状況調査報告書 質問紙調査」p. 32
- 5) 角屋重樹 (2008) : 「小学校理科 確かな学力を育てるPISA型授業づくり」明治図書p. 72
- 6) 角屋重樹・林四郎・石井雅幸 (2009) : 「小学校 理科の学ばせ方・教え方事典 改訂新装版」教育出版p. 100
- 7) 国立教育政策研究所 (令和7年) : 「令和7年度全国学力・学習状況調査解説資料中学校理科」p. 6
- 8) 国立教育政策研究所 (令和4年) : 「令和4年度全国学力・学習状況調査報告書」p. 73
- 9) 斉藤貴司・益田裕充・白田晃大 (2023) : 「理科授業において「より妥当な考えをつくりだす力」の育成に関する研究—「予想・仮説」と「結果」の構造化に着目して—」群馬大学共同教育学部紀要 自然科学編 第71巻p. 26
- 10) 文部科学省 (平成30年) : 前掲書p. 117
- 11) 文部科学省 (平成30年) : 前掲書p. 117
- 12) 木下博義・山中真悟 (2014) : 「理科学習における中学生の批判的思考に関する調査研究」「広島大学大学院教育学研究科紀要」第二部第63号p. 19
- 13) 奈須正裕 (2022) : 「個別最適な学びの足場を組む。」教育開発研究所p. 186
- 14) 角屋重樹 (2013) : 「なぜ、理科を教えるのか 理科教育がわかる教科書」文溪堂p. 71