

19

安城

桜井中学校

やまだ かずき
名前 山田 一樹

分科会番号 5

分科会名 理科教育 中学校

研究題目 学びに没頭する生徒の育成 知的好奇心を刺激する「ギミック」と ICT の活用を通して
第2学年 理科「植物のからだのつくりとはたらき」

1. 主題設定の理由

予測困難な変化の激しい現代社会において、溢れる情報の中から客観的な事実を見極め、そこから論理的に推論し、自らの考えを構築・発信する能力の育成は学校教育における課題である。中学校理科の学習指導要領においても、自然の事物・現象に進んで関わり、科学的な見方・考え方を働かせ、見通しをもって観察、実験を行い、客観的な根拠に基づいて考察する力が強く求められている。しかし、本校の生徒の実態を振り返ると、実験や観察の作業そのものには班の仲間と協働して意欲的に取り組むものの、いざ結果をまとめ「なぜそのような結果になったのか」を深く考察し、自分の言葉で論理的に表現する段階になると、手が止まってしまう生徒が少なくない。実験後の振り返りや考察の記述を見ても、「色が変わって面白かった」「実験が成功してよかった」といった主観的な感想や情緒的な表現に終始してしまい、客観的な事実と自らの考察を明確に区別できていない姿が見られる。この課題を解決するためには、単に書き方を指導するだけでは不十分であり、生徒自身の中に「どうしても理由を解き明かしたい」「他の人に論理的に説明したい」という強い内発的動機づけを生み出す必要があると考えた。そこで本研究では、生徒の論理的思考力を引き出すための原動力として、中山芳一氏が提唱する「非認知能力（知的好奇心、探究心、やり抜く力など）」に着目した。授業の導入において生徒の感情を大きく動かす仕掛け（ギミック）を設定することで、学びに没頭する姿勢を引き出す。さらに、日常的に活用しているタブレット端末と Microsoft Teams を用いて実験結果をクラス全体で瞬時に共有・比較できる環境を構築することで、生徒は主観を排した客観的な事実に基づき、他者と協働しながら論理的な考察を記述できるようになると考え、本主題を設定した。

2. 目指す生徒の姿

本研究において「学びに没頭し、論理的に考察できる生徒」とは、具体的に以下の3つの姿であると定義する。

1. 日常生活や社会の事象と理科の学習を結びつけ、自ら「なぜだろう？」という問いをもって、主体的に観察・実験に向かうことができる姿
2. 観察・実験の結果を、主観を交えず客観的な事実として正確に記録し、ICT を用いて他者のデータと比較・分析することができる姿
3. 実験結果と既習の知識を結びつけ、「〇〇という事実から、〇〇と言える」と、筋道立てて自分の言葉で論理的に説明することができる姿

3. 研究の構想

(1) 研究の仮説と手立て

本研究の目的を達成するため、以下の2つの仮説を設定し、それぞれに対応する手立てを講じる。

仮説1 単元の導入において、生徒の知的好奇心を刺激する「ギミック」を設定し、ICT を活用して実験結果をクラス全体で共有することで客観的に探究できるだろう。

手立て① 実社会とリンクしたギミックの設定

- ・授業の導入で、教科書の中の知識だけではなく、実社会の事象と結び付けられる画像やテーマを提示する。生徒自身を研究者として見立てるなどのギミックにより、明確な目的意識と当事者意識を持った主体的な探究活動へ向かわせる。

手立て② Teams での共有プレゼンテーションを活用した画像の比較

- ・言葉による主観的な記録ではなく、タブレット端末で撮影した画像という客観的なデータを Teams で共有する。クラス全体で結果を瞬時に視覚的に捉えさせることで、自班と他班の違いや共通点に気づき、より客観的で多角的な探究を促す。

仮説2 結果と考察の記述をアシストできるワークシートを用いることで、生徒は主体的に学習に向かい、事実に基づき論理的に考察できるようになるであろう。

手立て③ 事実と考察を明確に区分するワークシートの構成

- ・ワークシートの記入欄を、「見たままの事実を記録する欄（実験結果）」と、「事実をもとに結論を導く欄（考察）」に視覚的・構造的に区別し、思考の混同を防ぐ。

手立て④ 論理的な表現を促す「記述の型」の提示

- ・考察欄に、「○○という事実から、○○と言える」といった、文章を論理的に構成するためのキーワードや定型文を提示する。これにより、論理的に書くことへの精神的ハードルを下げ、文章表現が苦手な生徒でも筋道の通った考察を記述できるようサポートを行う。

(2) 仮説の検証方法

本研究の仮説の有効性を検証するため、以下の3点から分析を行う。

・生徒アンケートによる分析

単元終了後に、対象生徒へ5段階評価のアンケートを実施する。導入のギミックが知的好奇心を引き出せたか、ICT を活用した共有が客観的な探究に役立ったか、ワークシートのアシストが有効だったかを数値化して分析する。

・ワークシートの記述内容の分析

生徒が実際に記入したワークシートを分析し、「結果」と「考察」を混同することなく、論理的な証明の記述ができていないかを見取る。

・抽出生徒の姿の変容

思考や表現に課題をもつ抽出生徒 A（以降、生徒 A）を抽出し、授業中の活動の様子やワークシートの記述内容の変容を追跡し、手立ての有効性を検証する。

生徒 A は授業態度は非常に真面目であり、実験の準備や観察作業などの活動には協力して意欲的に取り組むことができる。しかし、得られた結果から法則性を見出したり、既習事項と結びつけて筋道立てて思考したりすることがやや苦手である。そのため、ワークシート考察では主観的な感想になることが多く、科学的な事実に基づいた論理的な記述に課題が見られる。

4. 実践計画

1 単元 「植物のからだのつくりとはたらき」(8時間完了)

2 学習計画

時	学習内容	学習活動
1・2	葉と光合成	葉の細胞の中で光合成が行われている部分を調べ、光合成には葉緑体と光が必要であることを理解する。 【本時】光合成に使われる光の色をカラーセロハンを用いた実験によって考察する
3	光合成に必要なもの	光合成と二酸化炭素の関係を BTB 溶液を用いて調べる。
4	植物と呼吸	植物が呼吸を行っているのかを調べる
5・6	植物と水	植物の蒸散と吸水の関係を調べ、自分たちが考えた仮説を実証する。
7・8	水の通り道	葉の断面を観察し、どの部分が水の通り道か考える。

5. 実践

本実践は、光合成の条件を調べる学習として、2 時間連続の構成で行った。

(1) 第1時：基本の実験とギミックの提示

第1時の前半(約30分)は、光合成に光が必要であることを確かめるため、アルミニウム箔で覆った葉と日光に当てた葉(日々草)を用いて、ヨウ素デンプン反応の実験を行った。生徒はこの活動を通して、安全に配慮したエタノールによる脱色や、ヨウ素液の反応による変色の確認といった「実験の基本操作」を確実に習得した。後半は、スライドを用いて紫色のLEDライトでレタスが栽培されている「植物工場」の写真を提示し、新たな課題を投げかけた。見慣れない紫色の光に照らされた野菜の画像に対し、生徒からは「なんで紫なの?」「本当にこんな施設があるの?」「太陽の光じゃなくていいの?」「紫外線は必要ないの?」といった驚きや疑問の声が次々と上がり、知的好奇心が大きく刺激されている様子が窺えた。そこで、第1学年の物理分野で学習した「光の反射」の知識を想起させ、「葉が緑に見えるということは、植物は緑の光を反射し、赤や青の光を吸収して光合成に利用しているのではないか」という仮説へと生徒の思考を導いた。その上で、「植物工場で



【資料 1 導入で使ったスライド】



【資料 2 セロハンを葉につける生徒】

はなぜあの色の光が使われているのか、植物が光合成に利用している光の色を証明しよう」というミッションを提示した。生徒は「自分たちが証明する」という役割に興味関心を高め、第2時の実験に向け、赤・青・緑のカラーセロハンを日々草の葉に意欲的に取り付ける作業を行った。

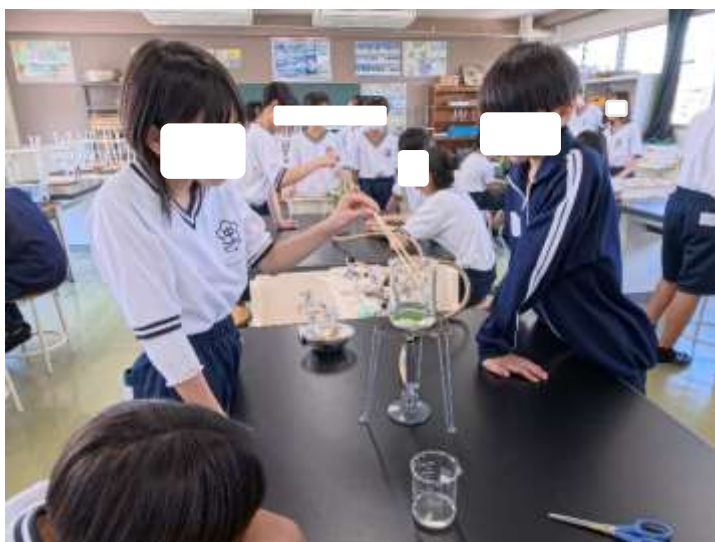
(2) 第2時：証拠の収集と Teams での協働的分析

実験に先立ち、「赤セロハンは切り込み無し、青は1つ、緑は2つ」という葉の区別方法を、黒板にイラストを用いて板書し、実験中も常に確認できるようにした。第1時で実験操作を十分に理解していたため、生徒たちはこの切り込み作業を含め、脱色からヨウ素液による反応の観察まで、非常にスムーズかつ的確に実験を進めることができた。

ヨウ素デンプン反応の確認後、生徒はタブレット端末で葉を撮影し、Teams の「共有プレゼンテーション (PowerPoint)」の各班のページにその写真を直接貼り付けた。生徒たちは自分の端末から他班の画像データをリアルタイムに確認し、「青のセロハンを付けた葉はどの班も濃く染まっているね」「緑のセロハンの部分はどの班も反応がないよ」「赤はグループによっては反応が見られるみたいだ」と、クラス全体で共通している傾向や、一部の班にしか見られない微細な違いを的確につぶやきながら、ワークシートに記録していく様子が見られた。さらに、Teams 上の写真を見るだけでなく、画像の微妙な色の違いを確認するために、「ちょっと〇〇班の葉、直接見に行こう」と他の班の結果を実物で見に行くという主体的な行動も自然に生まれ、活発な協働的分析が行われた。



【資料 3 画像を共有したスライド】



【資料 4 協力して実験を進める生徒】

(3) 第2時：考察の記述とまとめ

今回使用したワークシートでは、「実験結果」「データ分析 (他班との比較)」「考察」の記入欄を明確に分割した。特に考察欄には、「〇〇という事実から、〇〇と言える」という記述の型をあらかじめ提示した。この支援により、多くの生徒が「緑色セロハンの下は反応しなかったという事実から、緑の光は利用していないと言える」など、光の色と光合成への影響について、事実と既習事項を結びつけて論理的に記述することができた。また、文章を書くのが苦手な生徒の記述には、やや論点のズレが見られることはあったものの、従来



【資料 5 他の班の結果を見ながら考察する生徒】

のように「色が変わって面白かった」といった単なる感想を記述する生徒はほとんど見られなくなり、客観的な事実に基づいて考察しようとする確かな姿勢の変容が見られた。

2. 実験結果（客観的な証拠を集めよう）

【事実の記録】（写真から読み取れる「見たまま」の事実だけを記録しよう）

- 赤色セロハンの下：「あまりかわらなかつた」
- 青色セロハンの下：「黒くなった」
- 緑色セロハンの下：「少しづつなくなった」
- セロハンなし（太陽の光）：「」

3. データ分析（他の研究班のデータと比較しよう）

★クラス全体の実験結果から言えること（共通していること、または異なる結果が出た班があったか）：

「青色セロハンが黒くなっていることとかが多い」

4. 考察（ミッションの結論を証明しよう）

集めた証拠（事実）をもとに、植物がどの光を利用しているか、論理的に説明しよう。

【ポイント】「〇〇という事実から、〇〇と言える」という形で書くこと！

「青色セロハンが黒いという事実から、青色の光では光合成できるといえる」

5. 振り返りと、新たなハテナ

「青の光をたくさん吸収していることが分かった。」

【資料 6 振り返り 1】

2. 実験結果（客観的な証拠を集めよう）

【事実の記録】（写真から読み取れる「見たまま」の事実だけを記録しよう）

- 赤色セロハンの下：「かわらなかつた」
- 青色セロハンの下：「黒くなった」
- 緑色セロハンの下：「少しづつなくなった」
- セロハンなし（太陽の光）：「」

3. データ分析（他の研究班のデータと比較しよう）

★クラス全体の実験結果から言えること（共通していること、または異なる結果が出た班があったか）：

「赤い葉はかわらなかつた、青い葉は黒くなる傾向がある」

4. 考察（ミッションの結論を証明しよう）

集めた証拠（事実）をもとに、植物がどの光を利用しているか、論理的に説明しよう。

【ポイント】「〇〇という事実から、〇〇と言える」という形で書くこと！

「赤いセロハンにつけた葉はかわらなかつた、青いセロハンにつけた葉は黒くなったという事実から、赤い光では光合成できず、青い光では光合成できるといえる」

5. 振り返りと、新たなハテナ

「青の光の吸収は、けいこうでんぷんの合成に関与していることがわかった。」

【資料 7 振り返り 2】

（4）抽出生徒の姿の変容

生徒 A は、授業態度は非常に真面目で実験作業には意欲的に取り組むものの、これまでは結果から法則性を見出すことや、それを筋道立てて文章化することが苦手であり、考察欄には「色が変わって面白かった」といった主観的な感想しか記述できなかった。しかし本実践において、生徒 A はワークシートの型にしたがって記述することで「緑色セロハンではヨウ素液が反応しないという事実から、緑色の光では光合成できないと言える」「青色セロハンではヨウ素液がとても反応したという事実から、青色の光では光合成しやすいと言える」と、自らが集めた客観的な事実に基づいた的確な考察を記述することができた。さらに、ワークシート末尾の「振り返りと、新たなハテナ」の欄においては、「緑色の光では葉が反射してしまうため、光合成ができないことが分かりました。赤と青ではなぜ青のほうが反応しやすいのか気になりました。」と記述していた。今回の実験結果から「青と赤の反応の差」という新たな疑問を見出し、知的好奇心をさらに深め、次の学びへと向かう姿を見ることができた。これは、本手立てが非認知能力の刺激に極めて有効であったことを示す確かな変容である。

2. 実験結果（客観的な証拠を集めよう）

【事実の記録】（写真から読み取れる「見たまま」の事実だけを記録しよう）

- 赤色セロハンの下：「かわらなかつた」
- 青色セロハンの下：「黒くなった」
- 緑色セロハンの下：「少しづつなくなった」
- セロハンなし（太陽の光）：「」

3. データ分析（他の研究班のデータと比較しよう）

★クラス全体の実験結果から言えること（共通していること、または異なる結果が出た班があったか）：

「赤い葉が反応していた、青がより反応していた。」

4. 考察（ミッションの結論を証明しよう）

集めた証拠（事実）をもとに、植物がどの光を利用しているか、論理的に説明しよう。

【ポイント】「〇〇という事実から、〇〇と言える」という形で書くこと！

「緑色セロハンではヨウ素液が反応しないという事実から、緑色の光では光合成できないといえる。また、青色セロハンではヨウ素液が反応したという事実から、青色の光では光合成しやすいといえる。」

5. 振り返りと、新たなハテナ

「緑色の光では葉が反射してしまふため、光合成ができないことが分かりました。赤と青ではなぜ青のほうが反応しやすいのか気になりました。」

【資料 8 抽出生徒 A の振り返り】

7. 研究の成果と課題

本実践終了後、生徒（26 名）を対象に 5 段階評価のアンケートを実施した。

（1）成果

① ICT を活用した情報共有による客観的な分析

「結果の共有は見やすかったか」という問いに対し、レベル 4 以上が 50%（13 名）、レベル 3 が約 35%（9 名）と、全体で 85%の生徒が肯定的な評価をした。Teams を活用して画像をそのまま貼り付けて結果を共有し

たことで、言葉では表現しきれない「青が多く、赤はやや少ない、緑はほとんどない」といった微妙な色の濃淡の差や、他班との結果の違いを視覚的かつ直感的に比較できた。これが、生徒が自ら他班の実物を見に行くなどの「事実こだわる」主体的な探究行動を生み出す要因になったと考えられる。

② 定型フレームによる論理的記述への意識向上

「光合成のワークシートは記述しやすかったか」という問いに対しては、平均評価が 2.96 であった。レベル 3（普通）と回答した生徒が最も多く、この数値からは、記述の型を用意したものの、多くの生徒にとっては普段のワークシートと比べて劇的な書きやすさの向上を感じさせるまでには至らなかったことが推察される。しかし、アンケートと実際のワークシートの記述内容を照らし合わせて分析するとレベル 4 以上（書きやすかった）と回答した生徒のワークシートは、提示した型を活用し、論理的な考察が記述できていた。一方で、レベル 3 以下と回答した生徒であっても、従来のような「実験が成功してよかった」といった単なる感想を書く生徒は激減していた。生徒たちが型に沿って、事実に基づいて

論理を構築するために思考し、悩んだ結果がアンケートの評価に表れたのだと肯定的に捉えている。事実に基づいて書こうとする姿勢がクラス全体に現れ、論理的記述の定着が見えたことは大きな成果である。



【資料 9 アンケート結果】

（2）課題

③ 非認知能力をさらに引き出す「ギミック」の継続的な追究

「光合成をゼロハンで比較する授業は興味をもって取り組みましたか」という問いに対しては、平均 3.31 であり、レベル 3（普通）が 12 名と最多であった。「植物工場」というスライド導入のギミックや研究という設定は一定の動機付け効果はあったものの、クラス全員を「学びに没頭」させるほど強く惹きつけるためには至らなかった。今後は、予想を大きく裏切るような意外性のある事象の提示や、生徒自身に切実な問いを立てさせるプロセスの充実など、単元を貫くより強力なギミックの在り方を研究していく必要がある。

④ 生徒個々の実態に応じたアシストの改善

事実と推論を分けるフレームは有効であったが、それらを論理的に繋ぎ合わせて文章を構築することに困難さを感じる生徒への支援がまだ不足していた。今後は、「〇〇という事実から、〇〇と言える」という基本の型に加え、文章構成が特に苦手な生徒向けに、より細かな穴埋め形式を用意したり、思考を助けるキーワードを明示したりするなど、個々の生徒の思考力に応じた段階的な支援の工夫を検討していきたい。