

主体的な学びの実現を目指した指導と評価の工夫・改善

～各領域における学習履歴を用いた学びの改善へのアプローチ～

北海道教育大学附属函館中学校 金子 智和, 坂見 明, 松下 賢

1 はじめに

平成 29 年に改訂された学習指導要領において、全ての教科等の目標及び内容が「知識及び技能」、「思考力、判断力、表現力等」、「学びに向かう力、人間性等」の三つの柱に整理された。また、それに伴い観点別学習状況の評価についても、これまでの4観点から「知識・技能」、「思考・判断・表現」、「主体的に学習に取り組む態度」の3観点へと整理された。この育成を目指す資質・能力の三つの柱と観点別学習状況の評価の関係性については、各教科における評価の基本構造として以下のように示されている。(図1)

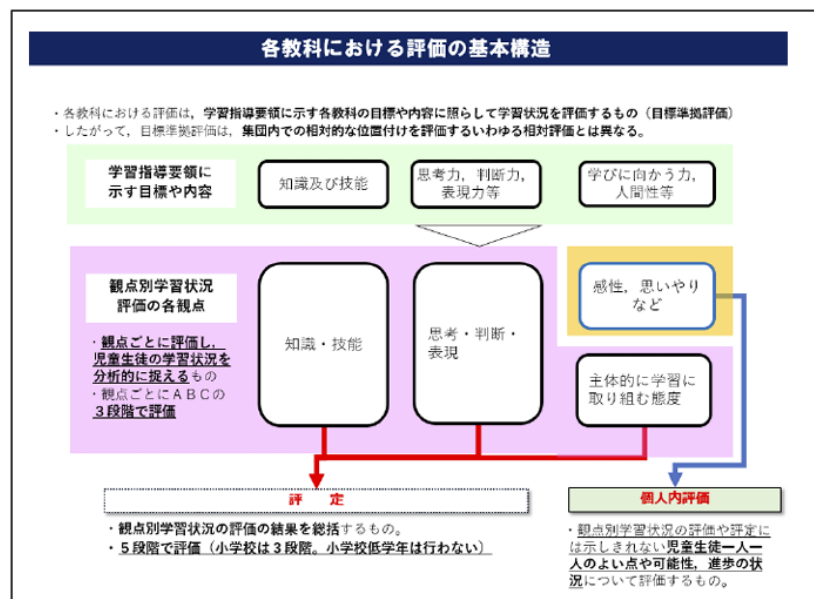


図1 各教科における評価の基本構造

この図の中で留意すべき点は、「学びに向かう力、人間性等」に含まれる「感性、思いやりなど」については個人内評価として実施するものとされていることである。つまり、人間性の部分については観点別状況の評価として見取らないことを意味している。観点別状況の評価とされている「主体的に学習に取り組む態度」については、『指導と評価の一体化』のための学習評価に関する参考資料¹⁾の中で、「単に継続的な行動や積極的な発言を行うなど、性格や行動面の傾向を評価するというのではなく、各教科等の『主体的な学習に取り組む態度』に係る観点の趣旨に照らして、知識及び技能を習得したり、思考力、判断力、表現力等を身に付けたりするために、自らの学習状況を把握し、学習の進め方について試行錯誤するなど自らの学習を調整しながら、学ぼうとしているかどうかという意味的な側面を評価することが重要である。」と説明されている。また同資料には、「主体的に学習に取り組む態度の評価イメージ」が示されている。(図2)

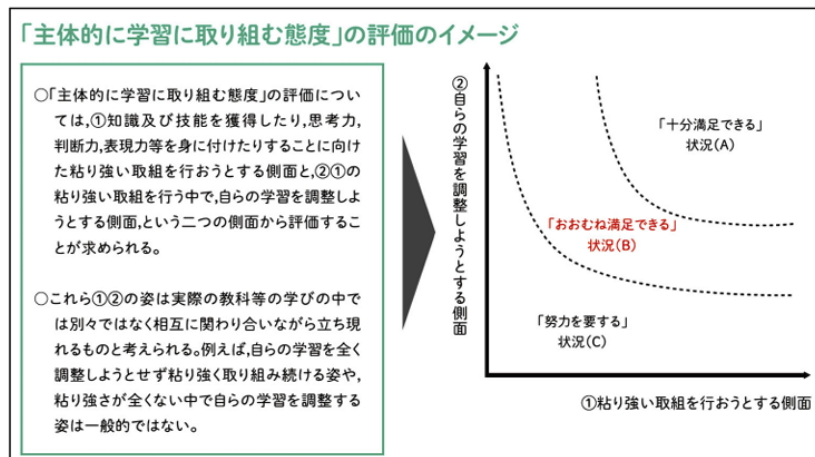


図2 「主体的に学習に取り組む態度」の評価イメージ

知識及び技能の習得や、思考力、判断力、表現力等を身に付けるために必要な態度が、「粘り強い取組を行おうとする側面」と「自ら学習を調整しようとする側面」等であると読み取ることができる。つまり、「予測不可能な社会」と呼ばれる現代を生き抜くために必要な資質・能力の1つが、「粘り強さ」や「自ら学習を調整する力」であるといえる。

この「自ら学習を調整する力」は、「自立した学習者」に必要な力であると令和5年度本校総論でも定義されているものである。「自立した学習者」は、以下のように整理されている。

- ① 自立した学習者は、自らを見つめることができる。
- ② 自立した学習者は、自らを管理することができる。
- ③ 自立した学習者は、自ら計画を立てることができる。
- ④ 自立した学習者は、自らを制御することができる。

理科において、上記にある「見つめる」、「管理する」、「計画を立てる」、「制御する」といった活動を、授業の中に溶け込ませ、生徒が主体的に取り組む活動にしていくことで、生徒の学習改善のみならず、教師の指導改善が実現されるといえる。

2 研究の経過

本校では平成25年度より1人1台端末環境下でのICTを活用した取組を学校生活全体において実践してきた。昨年度より研究主題「1人1台端末環境における指導と評価の一体化の実現」と設定し、1年次は「CBTを活用した評価の在り方」について、実践研究を進めてきた。

2.1 昨年度の課題と成果

1年次「CBTを活用した評価の在り方」についての成果と課題は以下の通りである。

<成果>

- 知識及び技能の資質・能力を見取るための作問は、解答が単一のものや制限されたものが多いため、観点別学習状況の評価「知識・技能」を評価することになじみやすい。
- 選択問題や、発問の工夫によって、理科における資質・能力を評価することができた。
- 指導と評価の計画において、形成的評価と総括的評価の役割を明確化し評価することができた。

<課題>

- 思考力、判断力、表現力等の資質・能力を見取るための作問は、生徒の思考の様子や変容を見取る必要があり、選択式の問題よりも記述式の方法が適しているため、観点別学習状況の評価「思考・判断・表現」を評価することになじまない傾向があった。
- 評価問題の妥当性や信頼性をより高めていく必要があった。
- 動画による問題の出題などはまだ少ないことから、実験操作を確認するパフォーマンス評価などへの応用も考えていく必要があった。

3 今年度の研究

昨年度の取組は、教師の指導改善のための方策としてCBTは有効であったといえる。しかし、生徒がCBTの結果を用いて学習改善を行うといった行動を促すことができなかった。そこで、今年度は、CBTなどで記録された生徒の学習履歴を利活用し、教師の指導改善を行うだけでなく、生徒が主体的に自らの学習を改善する（自ら学習を調整する）方法について研究を行った。また、その生徒の主体的に学習に取り組む態度を教師が見取る方法についても実践・検証を行った。

3.1 本校の理科における学習履歴の蓄積

学習履歴を蓄積するためのプラットフォームは、令和5年度本校総論にあるようにGoogle Workspace EducationのWebアプリケーションであるGoogle Classroom（以降、Classroom）を活用する。その理由は、本校では、平成28年度（2016年度）よりGoogle Workspace Educationを導入し、Classroomを学習のプラットフォームとして活用し実践してきたからである。また、平成28年度から3名の理科担当教員で、4つ領域（粒子領域、エネルギー領域、地球領域、生命領域）の1つを主として担当する領域担当制を導入、学年をまたいで学習指導を行ってきた。これらは、同時期にスタートしたため、領域ごとのClassroomをそれぞれの教員が作成し、1人の生徒が3つの理科のClassroomに所属している状況であった。今年度の研究副主題である「学習履歴」を蓄積しそれらをシームレスに利活用するために、それぞれの領域で作成していたClassroomを1つにまとめ、生徒が学習改善を行うために必要な学習履歴のデータを1カ所に集めることにした。

Classroom上に集められた学習履歴を大きく分けた場合、定量的データと定性的データに分けられる。本研究に関わる取組をClassroomに蓄積できる学習履歴で分類すると、以下のように整理することができる。

定量的データ	定性的データ
<ul style="list-style-type: none"> ● CBT の成績 (図3, 4) ● 学習成果物等に対するルーブリック評価 (図5) ● 上記の成績の一覧 (図6) 	<ul style="list-style-type: none"> ● CBT 実施後の教師からのフィードバック ● 学習成果物 (実験レポート, 発表資料等) を作成履歴 ● 学習成果物に対する教師の限定コメント (図7) ● 学びの記録 (見える化シート, 学習の履歴シート)

表1 定量的データと定性的データ

図3 CBT の成績

図4 CBT の成績 メール通知

図5 ルーブリック評価 メール通知

図6 Classroom 生徒側の視点 評価一覧

図7 ルーブリック評価と限定コメント

3.2 学習履歴を活用した教師の指導改善

昨年度はCBTを実施し、生徒の知識・技能の習得状況や、思考・判断・表現の活用の仕方などを学習履歴

として残し、それを元に教師が指導方法を工夫する、教師が生徒の状況を捉え次時に生かすなど、指導改善を実践することができた。今年度は、CBT での学習履歴だけではなく、表1で示したようなデータ、特に定性的データを活用した実践を行うことにした。

3.3 学習履歴を活用した生徒の学習改善

3.1 で紹介した学習履歴を活用した生徒の学習改善を促していくためには、以下の事柄を行っていくことが重要である。2)

- ① 生徒が自らの学習履歴をいつでも確認できる
 - ② 生徒が自らの学習履歴を活用し、見通しを持って学習計画を立てることができる
 - ③ 生徒が自らの学習履歴を活用し、自らに合った学習活動を調整することができる
 - ④ 生徒が自らの学習履歴を活用し、学習を振り返ることができる
- ↓
- 自ら学習を調整する力

3.3.1 学習履歴と主体的に学習に取り組む態度

3.1 で紹介した学習履歴は、生徒が自らの学習を調整するための材料であると同時に、自らの学習を支える意欲へとつながるものである。櫻井は、自ら学習を調整する（自己調整）と学習を支える意欲について、著書の中で以下の図で説明している。3) (図8)

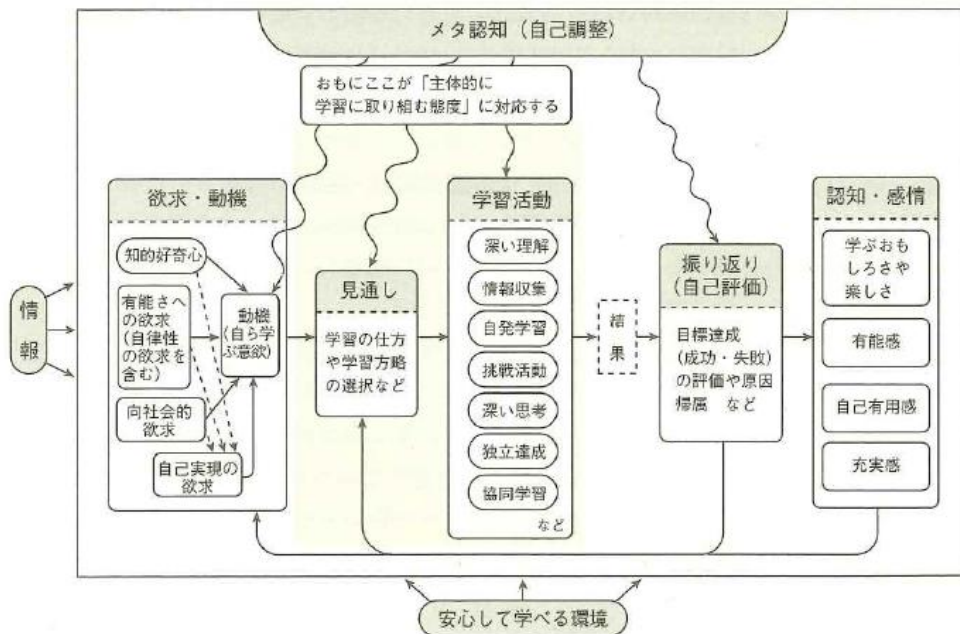


図0-1 自ら学ぶ意欲のプロセスモデルにおける「主体的に学習に取り組む態度」の位置づけ

学習過程は「欲求・動機」→「見通し」→「学習活動」→（「結果」）→「振り返り」→「認知・感情」といった一連のサイクル（「振り返り」や「認知・感情」の後は、「欲求・動機」や「見通し」へ戻る）が繰り返し行われる。本校の取組における学習履歴は、「見通し」、「学習活動」、「振り返り」の記録を意図的に蓄積することである。

このサイクルに対して影響を与えるものとして、「メタ認知（自己調整）」、「情報」、「安心して学べる環境」が存在している。「メタ認知（自己調整）」は、子どもが自らの学習状況をモニタリングし、自らの学習をコントロールするなど調整することを指す。「情報」は、子どもの既有的知識や、周り（教師やクラスメート、家族等）が与えてくれた情報などであり、この「情報」の中に1人1台端末を活用した蓄積された学習履歴も含まれると考える。「安心して学べる環境」は、物理的に「安全」な環境と対人的に「安心」な環境のことであり、環境が整うことで子どもは学習に集中することができるというものである。

この学習過程の中で注目したのは「メタ認知（自己調整）」と「情報」の役割である。メタ認知を行う活動をメタ認知的活動といい、メタ認知的活動を行うためにはメタ認知的知識が必要である。メタ認知的知識は「人間の認知特性についての知識」、「課題についての知識」、「方略についての知識」に分けることができる。

4) (表2) また、それぞれのメタ認知的知識を獲得するためには、より生徒に適した「情報」を得ることが大切となり、それが蓄積された学習履歴であると考えられる。

メタ認知的知識の区分	具体例	学習履歴の活用による知識の獲得
人間の認知特性についての知識	「思考は感情に左右されやすい」 「私は論理的思考が苦手だ」 「Aさんは受け手を意識した説明の仕方を工夫している」	○生徒が Chromebook に記録されている学習履歴を確認、自らを見つめることで知識を獲得することができる。 ○教師が生徒の学習履歴から指導改善を行い、認知特性に対する適切な手立て（フィードバック）を行うことで、生徒は知識を獲得することができる。
課題についての知識	「繰り返し上がりのある足し算は、繰り返しがない足し算よりもまちがえやすい」 「抽象的な議論は具体的な議論よりも、論点が曖昧になりやすい」	○生徒が Chromebook に記録されている学習履歴を活用して、学習課題に対する知識を獲得することができる。 ○教師が生徒の学習履歴から指導改善を行い、学習課題に対する適切な手立て（フィードバック）を行うことで、生徒は知識を獲得することができる。
方略についての知識	「計算ミスを防ぐには、検算が役立つ」 「ある事例についての思考を深めるには、文章化してみるとよい」	○生徒が Chromebook に記録されている学習履歴を活用して、学習の振り返りを行うことで獲得することができる。 ○教師が生徒の学習履歴から指導改善を行い、学習方略に関する適切な手立て（フィードバック）を行うことで、生徒は知識を獲得することができる。

表2 メタ認知的知識について

このメタ認知（自己調整）を行う際に発揮される資質・能力が、「学びに向かう力、人間性等」であり、その際の態度が、主体的に学習に取り組む態度である。つまり、「情報」である学習履歴がメタ認知（自己調整）の働きを促し、主体的に学習に取り組む態度を養うことへとつながる。

4 研究実践例

4.1 学びの記録を生かした自ら学習を調整する力を育成する取組 ～粒子領域の取組～

従来、学びの記録は紙ベースでの取組が多く、それらをデジタル教材化しより普段の生活の中で生徒が見つけなおす機会を作ることができるかが重要である。そこで、Google スプレッドシート（以降、スプレッドシート）を用いた学びの記録を作成し、実践を行った。

4.1.1 学習成果「見える化シート」の実践（図9）

粒子領域では、単元（章）の学習を行う際のオリエンテーションで、「質問の焦点」というゴールを教師が設定し提示した。生徒はゴールへと進むために、「何を知らなければならないのか」、「何ができるようになっていなければならないのか」について質問で挙げ、それらを学級で整理し、「共通の解決すべき質問（優先順位ベスト3の質問）」を設定した。

さらに、コンセプトマップを作成することができる Web アプリ「Mindmup2.0」を用いて、学習前の自身の既知の知識を整理した。これらを同一のスプレッドシートに掲載し学習を進める。

単元（章）の学習後、生徒は次の3つのことを記録する。

- (1) 共通の解決すべき質問（優先順位ベスト3の質問）に対する自分なりの答えを記録する。
- (2) 学習後の知識のつながりをコンセプトマップで作成する。
- (3) 教師が設定した「最終課題」に答える。

この取組の意図をまとめると以下の通りである。

- 教師が設定した「質問の焦点」や、生徒から挙げられた「共通の解決すべき質問」は、単元（章）を貫く課題として、学級共通の問いになるとともに、その解決に向けて生徒が主体的な取組を行うことができる。
- コンセプトマップにより生徒の思考を可視化（見える化）することで、生徒の学習に対する整理を促すだけでなく、生徒の思考の変容を捉え、教師の指導改善に生かすことができる。

図9 見える化シート

4.1.2 「学習の履歴シート」の実践 (図10)

4.1.1 で紹介した「見える化シート」は、単元や章といった内容のまとまりの最初と最後に実施する学びの記録である。その学びの記録を細分化し、1 単位時間での学びの記録を行う取組を行った。これは、【学習日】、【学習内容】、【疑問点】を記録するもので、その日の学習を簡潔に振り返るためのものである。

理科学習において、知的好奇心は主体的に学びに取り組むために必要不可欠な要素であるため、生徒の疑問に注目して授業を構築することは重要である。この学習の履歴シートの具体的な活用方法は以下の通りである。

- 生徒は自らの学習を振り返りための材料として活用することができる。
- 教師は、生徒の疑問点を活用して、生徒の学習動機につなげることができる。
- 教師は、生徒の疑問を抽出し、そこから深い学びへとつなげることができる。

学習の履歴シート		
単元名【化学変化とイオン】		
学習日	学習内容	疑問点
4月19日	・見える化シートの作成	・イオンとは一体何なのか？・イオンは粒子でも存在できるのか？
4月20日	・塩化銅の実験	・どうして2つの物質が出てきたのか？
4月24日	・塩化銅水溶液と塩酸の電気分解の実験	・塩素に漂白作用があるのはなぜなのか？
4月25日	・原子の構造	・原子の電子配置が不安定な場合はあるのか？
4月26日	・化学式のテスト ・電解質、非電解質	・電解質と電流の関係は？
5月1日	・イオンの小テスト ・塩化銅の電気分解の実験	特になし
5月2日	・イオンの小テスト ・水溶液と金属の性質の実験	特になし
5月8日	・見える化シート作成	特になし
5月10日	・イオンの小テスト ・金属のイオンへのなりやすさの実験	・金属によってイオン化傾向がちがうのはなぜなのか？
5月12日	・イオンの小テスト ・イオン化傾向	特になし
5月15日	・金属単位の実験 ・ダニエル電池のモデルづくり	・アルミニウムと水素の関係とは？

図10 学習の履歴シート

4.1.3 科学的な探究活動を取り入れた実践

(1) 単元名 「化学変化と原子分子」(第2学年)

(2) 実践の概要

本単元は、化学変化についての観察、実験を行い、結果を分析して解釈し、化合や分解などにおける物質の変化やその量的な関係について理解させるとともに、これらの事物・現象を原子や分子のモデルと関連付けてみる見方や考え方を養うことが主なねらいである。この学習を通し、粒子の考え方を発展させて物質の基本構造である原子や分子の概念を理解させることが可能であると考えられる。さらに、質量保存や質量変化の規則性などについて、原子や分子といった微視的な概念を用いて考察させることが期待できる。

これらの点を踏まえた上で、本実践では「化学変化と熱について」の学習内容に取り組む中で、「解決する方法を立案し、その結果を分析して解釈する」という科学的な探究活動に取り組んだ。学びの過程を意識した取り組みを行うことで、自然の事物・現象を科学的に探求するために必要な資質・能力の育成を目指した。

(3) 指導と評価の計画

指導計画 ねらい・学習活動等		評価計画		
		知	思	主
1	・「見えるカルテ」の学習のカルテを作成し、単元の見通しを立てるとともに、単元を貫くグループの問いを作成する。			●
2	・鉄と硫黄を反応させる実験を行い、反応の前とは異なる物質が生成することを見いだす。	●		
3	・鉄と硫黄の反応を、原子や分子のモデルと関連付けて理解する。	●		
4	・金属（スチールウール）を燃焼させる実験を行い、酸化によって、別の物質が生成していることを見だし、原子・分子のモデルと関連付けて理解する。	●		
5	・酸化銅と炭素の混合物を加熱する実験を行い、金属や気体の性質から、銅と二酸化炭素が生成したことを原子や分子のモデルを用いて表現する。		○	
6	・塩化アンモニウムと水酸化バリウムを混ぜて吸熱反応の実験を行い、温度変化を調べ、化学変化には熱の出入りが伴うことを見いだす。 ・C B Tによる形成的評価を行い、学習内容の振り返りを行う。	○		
7・8	・鉄粉の酸化を利用した化学カイロの実験に関わり、グループの課題を基に検証可能な実験方法を計画する。		●	
9・10	・鉄粉の酸化を利用した化学カイロの実験を通して、その結果を原子や分子と関連付けて分析して解釈し、化学カイロに関する物質の変化を見いだして表現する。 ・「見えるカルテ」の学習の足跡からこの単元の自らの学習状況を見直し、概念的な知識を身に付けているかどうか確認する。		●	○

※○主に評定に用いる評価 ●主に学習改善につなげる評価

(4) 育成すべき資質・能力と働かせたい見方・考え方

<題材1> 「化学変化と熱」(9/10時間)

○ 題材1における探求の過程と育成すべき資質・能力

探求の過程	自然事象に対する気付き⇒課題の設定⇒検証計画の立案 ⇒観察・実験の実施⇒結果の処理⇒考察・推論⇒表現
育成すべき資質・能力	
思考・判断・表現	化学カイロに関する自らの課題を立て、仮説を解決するための実験計画を考える。

○ 題材1で働かせたい見方・考え方

量的・関係的	質的・実態的	多様性と共通性	時間的・空間的	気付き
仮説の設定	検証計画の立案	観察・実験の実施	結果の処理	考察・推論
表現	探究の態度	問題発見	分析・解釈	振り返り

<題材2> 「化学変化と熱」(10/10時間)

○ 題材2における探求の過程と育成すべき資質・能力

探求の過程	自然事象に対する気付き⇒課題の設定⇒検証計画の立案 ⇒ 観察・実験の実施 ⇒ 結果の処理 ⇒ 考察・推論 ⇒ 表現
育成すべき資質・能力	
思考・判断・表現	化学カイロに関する自らの課題を解決する実験を行い,科学的に探究する力を養う。
主体的に学習に取り組む態度	化学変化と熱に関わり,探究の過程について振り返りを行い,科学的に探求する態度を養う。

○ 題材2で働かせたい見方・考え方

量的・関係的	質的・実態的	多様性と共通性	時間的・空間的	気付き
仮説の設定	検証計画の立案	観察・実験の実施	結果の処理	考察・推論
表現	探究の態度	問題発見	分析・解釈	振り返り

(5) 実践での観察・実験

寒い時期に多く用いられる化学カイロ(携帯カイロ)は,一般に,鉄が酸化する際の発熱反応の熱を利用している。今回の科学的な探究活動では,発熱温度や持続時間を,カイロを構成する物質の量や種類に着目させることによって,さまざまな変化を起こすことができるのではないかという生徒一人ひとりの疑問を出発点として,班ごとに課題設定に取り組みさせた。各班の課題に対する仮説を導き,それを検証するための実験計画の立案,検証実験,考察へとつながる授業実践となった。

(6) 実践を通した科学的探究の考え方の検証

○ 検証の概要について

現行の学習指導要領に示されている科学的探究,特に見通しをもつことと仮説設定の関連を検証した。検証するにあたり,次の3つの項目について意識調査を行った。

- ① 仮説の設定に対する意識
- ② 仮説の設定の有効性に関する意識
- ③ 科学的探求の手順に関する意識

今回は,単元の学習を取り組んだ後に,2年生3クラスを対象としてGoogle Formによる意識調査を行い,中学生の仮説設定に関する意識の実態を考察した。

○ 調査結果と考察

<仮説の設定に対する意識(調査項目)>

1. 「なぜそうなるのだろう」と疑問に思ったことについて,予想や仮説を立てることができると思う。
2. 理科でない他の教科でも予想や仮説を立てるようにしていると思う。
3. 予想や仮説はすぐに思いつくほうだと思う。
4. 自分が立てた予想や仮説に自信をもっていると思う。

5. 自分と他の人が違う予想や仮説を立てていたら、不安に思う。
6. 予想と仮説は違うと思う。
7. 予想や仮説を立てることは問題を解決するときに必要なことだと思う。
8. 予想や仮説が正しかったか証明できないときに、別の予想や仮説を立ててやり直すことができると思う。
9. 知らないことや聞いたことがないことが授業では取り上げられることが多いと思う。
10. 予想や仮説を立てるときは、これまでに習ったことや経験したことをもとに考えていると思う。
11. 図や表、モデルなどを使っても考えられないときがあると思う。
12. 自分一人でも図を書いたり、モデルを使ったりして考えることができると思う。
13. みんなと協力して、図やモデルで表したり、提案したりすることができると思う。
14. わかりやすく伝えるために、図を書いたり、実験装置を使ったりして説明していると思う。

<仮説の設定に対する意識（調査結果）> (%)

項目番号	思う	どちらかというと思う	どちらともいえない	どちらかというと思わない	思わない
1	42.0	52.3	3.4	2.3	0
2	21.6	43.2	21.6	12.5	1.1
3	19.6	39.8	15.9	18.2	6.8
4	14.8	23.9	35.2	18.2	8.0
5	33.0	39.8	10.2	10.2	6.8
6	38.6	28.4	21.6	9.1	2.3
7	53.4	42.0	3.4	1.1	0
8	38.6	44.3	11.4	4.5	1.1
9	25.0	31.8	23.9	15.9	3.4
10	55.7	40.9	3.4	0	0
11	22.7	33.0	20.5	20.5	3.4
12	29.5	35.2	19.3	12.5	3.4
13	59.1	30.7	8.0	2.3	0
14	48.9	35.2	13.6	2.3	0

7および10、13では9割程度の生徒が肯定的な回答をしているのに対し、3および4、11では3割から5割程度にとどまっている。

これにより、多くの生徒は、問題を解決するために仮説を設定することが必要であると思っていることがわかった。また、予想や仮説を設定する時は注意事項や過去の経験をもとに思考していることも分かった。

しかしながら、予想や仮説をすぐに思いつくことや、自分が建てた予想や仮説に対しての自信については否定的な傾向が見られた。

生徒は、課題を解決するためには仮説を設定して臨むことが有効であることを認識しながらも、自分で仮説を設定することには自信が持ていない状況にあると考えられる。

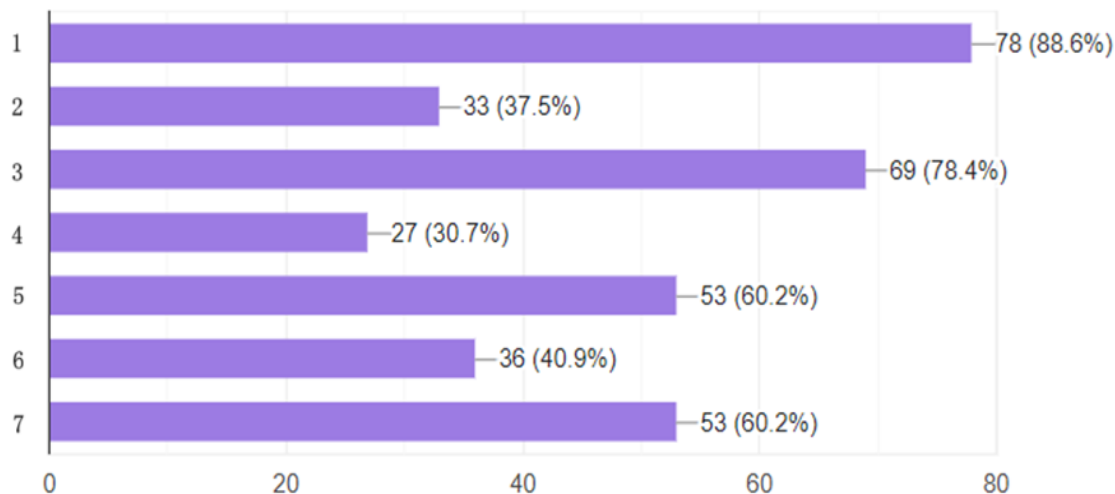
実際の授業では、予想や仮説を問う場面において、教師が挙手言動を求めたり、小グループで考えを交流する場面を設けたりすることがある。その際、活躍する生徒は先に発言する傾向のある生徒であったり、それまでの学習で認知能力の高さが認められた場面のある生徒であったりする。特に、後者に関しては対話的な学びを導入することで、生徒一人ひとりの思考の深まりが失われ、特定の生徒の発言に安易に同調してしまう傾向が現れるなど、負の側面が懸念される。いずれにしろ、特定の生徒のみで授業が牽引されてしまう状況では自信を持ってない生徒がいることが考えられる。

対応策としては、仮説の設定に十分な時間を確保し、例えば1時間の授業を仮説の設定と検証実験の計画立案に充てることが考えられる。その結果、生徒は既習事項を活用し、演繹的な思考をもとにした仮説を想起する素地を作ることが可能となる。

<仮説の設定の有効性に関する意識（調査項目）>

1. 今までの経験を思い出すこと
2. 課題を解決する意欲を高めること
3. 観察や実験の計画をしっかりと立てること
4. 観察や実験の結果に納得すること
5. 観察や実験の結果を見通すこと
6. 観察や実験を進めること
7. 観察や実験結果をまとめること

<仮説の設定の有効性に関する意識（調査結果）>



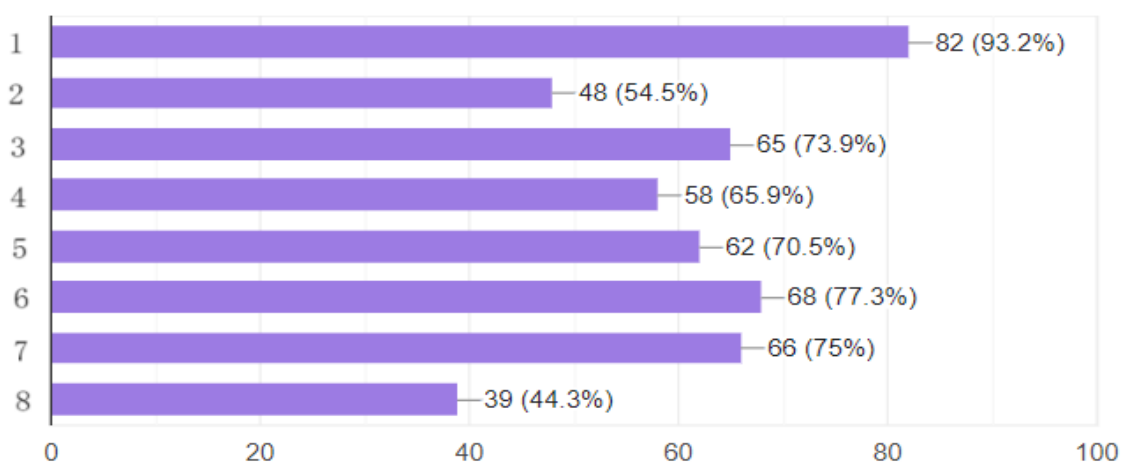
1および3, 5, 7で6割を超す生徒が肯定的に回答した。一方で、2および4, 6ではやや低くなっている。生徒は仮説を設定することで、仮説を設定することと実験計画の立案や実験結果を見通すこととの関連が測れると考える傾向にある。しかし、仮説を設定することによって検証結果に対する関心が高まるとは考えていないことがわかる。

なぜその実験で仮説の検証が可能なのか、どのような結果を得れば仮説が支持されることになるのかを理解して実験に取り組もうとする生徒が多いことが推察される。

<科学的探求の手順に関する意識（調査項目）>

1. 疑問・質問の意識をもつ（なぜ）
2. 課題を設定する
3. 予想や仮説を立てる
4. 結果を予想して、実験方法を立案する
5. 実験を行う
6. 結果を処理する（結果をまとめる）
7. 結論を導く（課題に対する答えを出す）
8. 発表やレポート作成を行う

<科学的探求の手順に関する意識（調査結果）>



1, 3, 5, 6, 7に対して7割以上の生徒が肯定的回答をしている。一方で、2及び4, 8については他項目との比較ではあまり大切とは思っていない。

生徒は、実験や予想・仮説といった要素が問題解決の上で重要であると認識していることがわかる。これは、生徒が理科という教科の特性について意識しているためと考えられる。ところが、仮説と実験をつなぐ接点である結果を見通して、実験方法を立案するについては他項目に比べて多少低くなっている。実験の中身が、仮説を検証するために妥当なものかを意識付けするためにも、実験方法への関心を高める必要がある。

(7) 実践のまとめ

本実践をとおして、本校の2年生の科学的探究に関する実態を明らかにすることができた。中でも仮説の設定や実験計画の立案結果を見通すことに課題があることがわかった。

今後の課題は、実践の成果を踏まえ、科学的探究の過程における仮説の設定及び実験計画の立案、結果の見通しを重視した授業を提案し、実践することである。さらに、単元終了に再び同様の調査を行い、提案した授業の効果进行分析する必要がある。

4.2 学びの記録を学習のプロセスに取り入れた取組 ～エネルギー領域の取組～

エネルギー領域は定量的な見方・考え方をを用いて科学的に探究することが重要である。この探究的な学びは、仮説を立てて、それに対する検証を行い、検証結果をまとめ、定説を導くという一連の流れの取組がある。特に、定説を導く際には、正しい結果だけを追い求めてしまい、自身の学びのプロセスを振り返ることを疎かにする場合がある。そういった、自身の学びのプロセスを振り返ることができるような、学びの記録の活用方法について研究を進める。

4.2.1 自らの仮説に対する振り返りを意図的に実施する取組

○ 学年：第2学年 ○ 単元：電流 ○ 題材：回路に流れる電流の大きさの規則性を見出す

直列回路と並列回路の豆電球の明るさが異なっている写真を見た後で、それぞれの回路に流れる電流の大きさの規則性を生徒に考えさせた。既習事項や回路のつながりを参考に、電流の値がどのように変化するか、という問に対する生徒の仮説は以下の通りであった。

【仮説を立ててみましょう】

Q1-1. 直列回路に流れる電流の大きさについて、あなたが立てた仮説を書きましょう

- ・直列回路では2つの電球に同じ量の電流が流れている。
- ・電流が豆電球に流れる度に大きさは小さくなる。
- ・直列回路は右向きに電流が流れると考えると、一番最初に右の豆電球に電流が持っていかれるため二番目の豆電球に流れる電流の大きさの方が小さい。

Q2-1. 並列回路に流れる電流の大きさについて、あなたが立てた仮説を書きましょう

- ・どの場所でも電流の大きさは等しいのではないかと。
- ・2つに分かれても流れている電流は分かれる前と後で変わらない。
- ・枝分かれすると電流の大きさが半分になり、合流すると電流の大きさは分かれる前と同じ大きさになる。
- ・並列回路は道筋が2本に分かれているため、元の電流が分かれる。そのため、上下の豆電球に流れる電流の大きさの和が元の電流と同じ大きさになると考える。

これらの仮説を踏まえ実験を行い、それに対する法則性について学習後に、自分の仮説に対する評価及びそれに対する振り返りを行った。

【あなたが立てた仮説を検証しましょう】

<直列回路について>

Q1-2. 直列回路の仮説は… A. 正しかった：41.1% (39人) 誤っていた：58.9% (56人)

Q1-3. 「正しかった」と判断した根拠を書きましょう

- ・電流計で計った、点A, B, Cの電流の大きさがだいたい(誤差が少し)同じだったから。
- ・豆電球の前、真ん中、後で測っても同じAだったから

<並列回路について>

Q2-2. 並列回路の仮説は… A. 正しかった：44.7% (42人) 誤っていた：55.3% (52人)

Q2-3. 「正しかった」と判断した根拠を書きましょう

- ・枝分かれした電流の大きさの和が合流したあとの電流の大きさに等しかったら。
- ・実際には電球で使われたとの電流の大きさが使われる前と変わらないことやDとIの電流の大きさがほぼおなじになっていることからこの仮説が間違っていることがわかります。

この実験においては、立てた仮説の正誤よりも、得られたデータから論理的に導かれる仮説の検証作業が正確にできているかどうかということがより重要である。よくできていた回答例と、ミスを含む回答例を紹介することで、データの正しい解釈の仕方や、論理的に考えるための方法について確認した。また、間違っただけの回答に対してはフィードバックのコメントと、対面での声掛けを行って、学習内容の振り返りや、今後の学習の調整ができるようにした。

仮説を立てて、それに対する検証を行い、検証結果をまとめ、定説を導くという一連の流れは、科学的に探究するために必要なプロセスであるため、理科学習において汎用的に用いられる。本取組で生徒と確認した論理的に考えるための方法は、他の題材においても活用できるものであるため、学習履歴として残っているデータを利活用し、今後の学習をスムーズに進めることができる。

4.2.2 動画を用いたパフォーマンステストとそれらの学びの記録としての活用

エネルギー領域において、物づくりや器具の操作が伴う実験等において、パフォーマンステストを活用する場面がある。パフォーマンステストでは、一般的に教師の目の前で実施することが多く、時間的制約によりじっくりと生徒に指導することができない。そこで、物づくりなどで完成したものの動作の様子や、器具の操作している様子を動画で撮影し、Classroomに提出する取組を行った。(図11)

本取組では、まず章の冒頭でクリップモーターという簡易的なモーターを作成し、電気エネルギーが運動エネルギーへと変換されることを経験させた。その後、章の終わりでもう一度作成を行い、今度は動きにつながる仕組みを、電磁誘導の知識を用いて説明することや、回転がスムーズになりように工夫をするという課題に取り組んだ。


動きの仕組みを説明する際の手がかりとして、自分の実験の様子を振り返らせて説明を考える際の根拠とさせた。また、他の生徒の上手な例を参照することで、自分の取組を他人に説明をする際の材料として活用した。また、これらのデータはClassroomに保管されているので、必要な時に復習できる教材のデータベースとしても活用できる。



図11 提出された「クリップモーター作り」動画

4.3.1 学習履歴を蓄積・利活用による「主体的に学習に取り組む態度」の評価について ～生命領域の取組～

1人1台端末環境で理科（生命領域）の学習を進めていく際に、観察や実験などの結果をGoogleドキュメントや、Googleスライド（以降、スライド）など整理し、まとめ、学習成果物として提出するような課題に取り組ませている。（図12）

<p>課題 水の温度を変えて、唾液がはたらくのかどうかを確かめる</p> <p>仮説 水の温度が体温に近い約40℃でなければ唾液は働かないのではないか</p> <p>メンバー</p>	<p>実験内容</p> <p>実験</p> <p>①湯に水を入れ40℃の湯を50mlつくる。 ②ビーカーに50ml水を入れ、氷と塩を入れて約0℃の水をつくる ③水をビーカーに50mlとり、三脚マッチ、金網、ガスバーナーで加熱し約100℃の湯をつくる ④試験管3本にデンプン溶液5ml、唾液唾液1mlをそれぞれ入れる。 ⑤三本の試験管をそれぞれ約100℃・40℃・約0℃のビーカーに入れ、10分放置する。 ⑥10分経ったら、それぞれの試験管にヨウ素液を三滴入れ、かき混ぜて色に変化するかどうか確かめる。</p>
<p>実験準備</p> <p>沸騰させた約100℃のお湯 コマゴザビペット 40℃のお湯 約0℃の水（食塩と氷を入れたもの） ビーカー 大きさ200ml 数3個 試験管 大きさ普通 数3個 マッチ 三脚 ガスバーナー 網えさし入れ 氷 塩 温度計 3本 ヨウ素液 ガラス棒</p>	<p>実験の様子</p>  <p>温度計で温度を測りつつ、ガスバーナーで水を100℃近くまで熱している様子</p> <p>90℃の湯にコマゴザビペットで水を移すことで温度を下げ、約40℃になるように温度計を確認しながら調整している様子。</p>

<学習の流れ>

- ① 小学校6年教科書の実験の手順等を批判的に見つめ、新たな疑問を持たせる。（1時間目）
- ② その疑問に対する仮説を立て、立証するための実験を考える。（1時間目）
- ③ 実験の手順、必要な道具などを精査する。（2時間目）
- ④ 実験を行い、その結果をまとめ、考察する。（3時間目）
- ⑤ 他のグループと実験結果を交流し、仮説に対するまとめを行う。（4時間目）

※ ②の段階からスライド（のちに学習成果物となるもの）を配布しグループでの試行錯誤を記録させる。必要に応じて限定コメントで助言を加えつつ学習を進める。

図12 令和4年度 2年 だ液によるデンプンの消化実験

このような活動における学習成果物は学びの記録を残すだけでなく、実験後に他のグループとの交流を行う際の発表物としても活用する。学習成果物は、学習履歴の定性的データの一つとして考えることができ、このような定性的なデータを蓄積・利活用し「主体的に学習に取り組む態度」を評価するためには、以下のようなポイントになる。

- (1) 主体的に学習に取り組む態度は単一のものとして評価はできない。
 - (ア) 知識及び技能の習得の際に評価することができる。
 - (イ) 思考力、判断力、表現力等を身に付ける際に評価することができる。
- (2) 主体的に学習に取り組む態度は、主に「出口の情意」⁵⁾を評価していくことである。
 - (ア) 「出口の情意」を評価するためには、生徒の変容を見取る必要がある。
- (3) 主体的に学習に取り組む態度の変容の要因は「教師の手立て」や「生徒の内面的変化」によるものである。

- (ア) 「教師の手立て」は、学習履歴を利活用し「指導改善」を行ったものが望ましい。
- (イ) 「教師の手立て」は、「粘り強さ」を促すような声掛け、「自己調整」を行えるような助言を行うことである。
- (ウ) 「生徒の内面的変化」は、自らの状況を把握した際に起こる。(新たな情報を獲得、他者の取組を観察、自己内省)

注₅₎において、著者の石井は、「学習を支える『入口の情意』(興味・関心・意欲など)と、学習を方向づける『出口の情意』(知的態度、思考の習慣、市民としての倫理・価値観など)」に区別し、主体的学習に取り組む態度の2つの側面は、「出口の情意」を評価していく方向性が見て取れると述べている。

上記の内容をさらに要約すると以下のように説明できる。

「教師の手立て」や「生徒の内面的な変化」によって、主体的に学習に取り組む態度とともに、「知識・技能」、「思考・判断・表現」の評価結果が変容する。

図1で示した取組において、「知識・技能」、「思考・判断・表現」の観点別評価は、学習後にのみ評価を行っていたため、評価の変容を見取ることができていなかった。そこで、次のような方法を用いて、「知識・技能」、「思考・判断・表現」の評価を記録するとともに、その変容を見取るものとした。

<評価の方法>

- ① 学習成果物を作成する課題とする。
- ② 同じ資質・能力、同じような作業工程を用いて行う課題を2度以上行う。
- ③ 1度目の評価は形成的な評価(学びの改善に用いる評価)として扱い、2度目の評価を総括的な評価(評定に用いる評価)とする。
- ④ 形成的な評価を行ったのち、生徒の学習状況を教師が判断し手立てを行う。
- ⑤ 教師の手立ては、全体指導や個別指導の両方が必要な場合がある。
- ⑥ 手立ての方法は、Classroomの限定コメントや、資料の提示などで行う。

【具体的な取組】

- 学年：第1学年 ○ 単元：いろいろな生物とその共通点 1章植物の特徴と分類(啓林館)
- 指導と評価の計画

指導計画		評価計画		
時間	ねらい・学習活動等	知	思	主
1	花の基本的なつくりを知る。 花のつくりによって植物が分類できることを知る。(離弁花、合弁花)	●		
2	学校の敷地にある離弁花と合弁花について調査し、スライドにまとめる。		●	●
3	子房の有無や胚珠のつき方によって、植物が分類できることを知る。(被子植物、裸子植物)	●		
4	これまでの学習(花のつくり、離弁花・合弁花・被子植物・裸子植物等)を活用して、学校の敷地にある植物について調査し、スライドでまとめる。		○	○

※○主に評定に用いる評価 ●主に学習改善につなげる評価

③ 生徒の学習成果物

評価「A」の生徒 (M. Rさん)

離弁花類のフジとイヌリンゴの花弁を比較。特にイヌリンゴの子房を確認し、その中に見られる胚珠を発見するなど、具体的な根拠となりえる表現ができていた。ただし、フジの子房について発見できなかった。(図15)

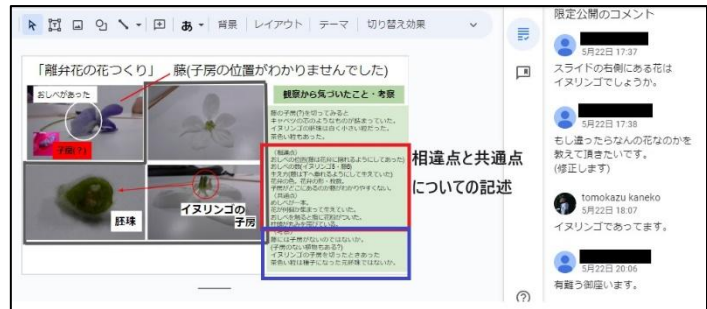


図15 2時間目 評価「A」の生徒 (M. Rさん)

評価「B」の生徒 (M. Eさん)

相違点と共通点についての記述が明確ではない。ヒメオドリコソウの葉を花と間違えて記述していた。1次評価後、限定コメントにてその点について指導したが、記述内容に変化が見られなかったため(ヒメオドリコソウの花はシソ科に見られる唇形花であるためバラバラな筋があるわけではない)、評価はそのままとした。(図16)

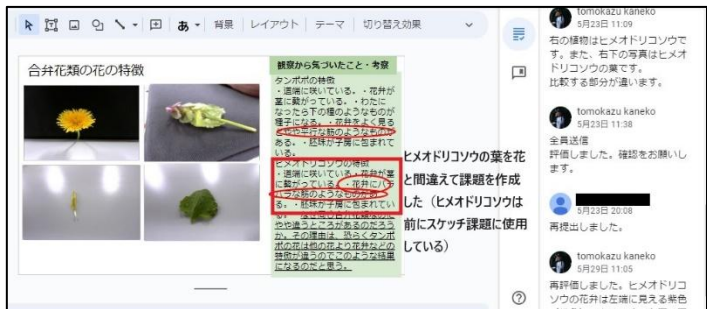


図16 2時間目 評価「B」の生徒 (M. Eさん)

< 3時間目 >

① 「教師の手立て」

・教師が作成した手本となる学習成果物 (図17) や、「A」評価の生徒の学習成果物を見せる。

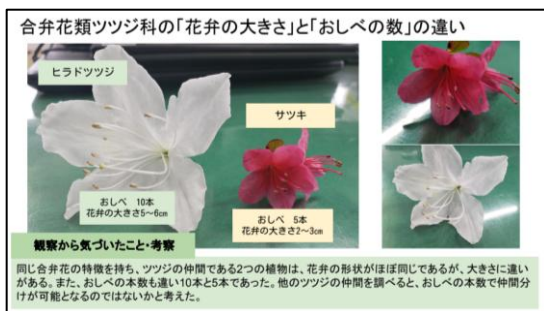


図17 教師が作成した手本となる学習成果物

・教師の作成した手本となる学習成果物を示しながら、植物の实地調査におけるポイントについて、助言を行った。

- ① テーマの持ち方への助言として、ある程度比較するポイントをしばったものにとするとよい。(図18)
- ② 共通点と相違点を整理してそれが伝わるものにとするとよい。
- ③ 同じ分類に属する植物を比較する場合、同じ画角に観察物を収めると比較しやすい。
- ④ 観察対象をよく観察して、比較すべき点を明確にとするとよい。

- テーマを自分で決めます。 今までの学習（過去3回中心に）からのつながりで
- ・先生が言っていた同じツツジなかまでの違いに着目したい
⇒ツツジ科のサツキ・ヒラドツツジ・レンゲツツジの3つを比較したい
 - ・裸子植物マツのマツボックリの中に種子残っているのか調べてみたい
 - ・裸子植物のいろんな「ボックリ」を調べてみたい
 - ・イチイ（オンコ）の雄花雌花を調べてみたい
 - ・前回観察したサツキとイヌリンゴのおしべを詳しく観察したい+顕微鏡
⇒サツキとイヌリンゴのやくの観察（顕微鏡でやってみよう）

図18 テーマの持ち方への助言

< 4時間目 >

① 生徒への課題（図19）

- ・課題のテーマは生徒が決める。（テーマは学びを活かしたもの）
- ・共通点と相違点を表現する。（生命領域における見方・考え方 「多様性」「共通性」から）
- ・観点別学習状況の評価「思考・判断・表現」を評価する。

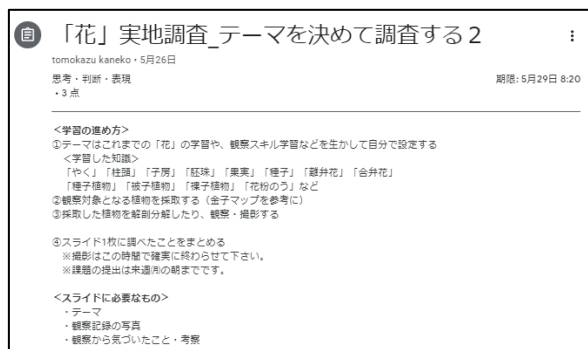


図19 【4時間目】生徒への課題

② 生徒への資料提供

- ・マツの種子の写真（図20）

前時の学習で、裸子植物であるマツの種子を見たことがない生徒が多数いたため、その特徴（昆虫の羽のような種子翼を持つ）を伝ええるとともに、マツボックリのどの部分を観察（成長した鱗片のすき間 マツボックリの根元に残りやすい）すれば、種子をみつけることができるかを助言した。



図20 マツの種子

③ 生徒の学習成果物

評価「A」の生徒（M. Rさん） 2時間目の観察で、フジの子房や胚珠を発見できなかったため、それを「フジの花の謎を解明」というテーマとして設定した。フジの子房だけでなく、イヌリンゴの子房の写真も再度撮影し、それらを比較しそれぞれの特徴について表現できていた。（図21）

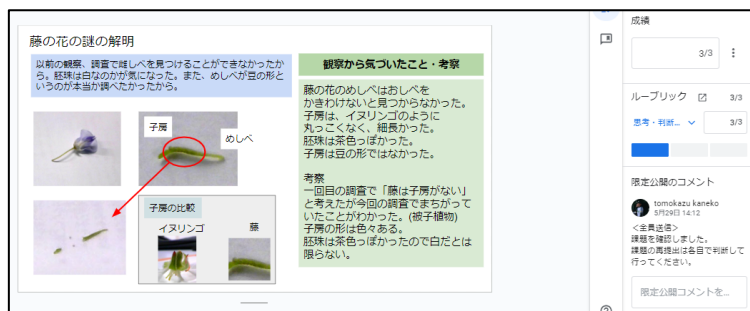


図 21 4時間目 評価「A」の生徒 (M. Rさん)

評価「A」の生徒 (M. Eさん) 写真の効果的な活用により、相違点と共通点を伝える工夫を行った。(写真の撮影の工夫やスライド構成等) 記述に関しても、4つの植物の比較を具体的な数字(おしべの本数)を記述し、植物の相違点について明確に表現した。(図 22)



図 22 4時間目 評価「A」の生徒 (M. Eさん)

- 「M. R」さんと「M. E」さんの、主体的に取り組む態度の変容について
 - ・ 2時間目及び4時間目の取組で評価していたのは「思考・判断・表現」である。
 - ・ 2時間目は形成的評価, 4時間目は総括的評価である。
 - ・ 「M. R」さんは、どちらも「思考・判断・表現」の評価が「A」であった。さらに、4時間目の取組では、2時間目の取組で疑問として残った部分を解決しようとする様子「粘り強い取組」が見られたため、「主体的に学習に取り組む態度」の評価が「A」であると判断できる。(図 23 上部)
 - ・ 「M. E」さんは、「思考・判断・表現」の評価が2時間目「B」、4時間目「A」であった。2時間目の取組後、「教師の手立て」や「生徒の内面的変化」によって、観察の視点、表現方法について「自らの学習について調整」を行い、4時間目の取組では改善が見られたため、「主体的に学習に取り組む態度」の評価が「A」であると判断できる。(図 23 下部)

M.Rさんの評価の変容

形成的	思考・判断・表現	主体的に学習に取り組む態度	「植物の花についての共通点と相違点に関する事物・現象に進んで関わり、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。」が達成されていると判断できる。
野外調査活動①	A 十分満足できる	A 十分満足できる	
野外調査活動② 総括的	A 十分満足できる	A 十分満足できる 今までの学習を生かし、自ら動機づけを見だし、取り組むことができた。	

M.Eさんの評価の変容

形成的	思考・判断・表現	主体的に学習に取り組む態度	「植物の花についての共通点と相違点に関する事物・現象に進んで関わり、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。」が達成されていると判断できる。
野外調査活動①	B おおむね満足できる	B おおむね満足できる	
野外調査活動② 総括的	A 十分満足できる	A 十分満足できる 前回の課題の反省を生かし、比較するために具体的な長さなどの科学的な視点を入れることができた。	

図 23 生徒の「思考・判断・表現」の評価の変容と「主体的に学習に取り組む態度」の変容

4.3.2 「生物のからだのつくりとはたらき」でのこれまでの取組

生命領域では、平成 28 年度より第 2 学年「生物のからだのつくりとはたらき（啓林館）」（平成 28 年当時は「動物の生活と生物の変遷（東京書籍）」）において探究型の学習を行ってきた。（表 3）

年度	取組	概要
平成 28・29 年度	探究型エキスパート学習 「動物の体とはたらき」	生徒の興味関心に合わせて、消化、呼吸などのからだの役割ごとに担当を分け、調査・実験を生徒自ら行いプレゼンテーション資料をまとめる学習を行い、それらを発表し合うことで、全範囲を学習するというカリキュラム構成を行っている活動。
平成 30・31 年度	探究型ジグソー学習Ⅰ 「動物の体のはたらき」	学級の学習班（6 人構成）を母集団とし、その母集団内で調査する役割を分担し、調査する内容が同じ別のグループの仲間と、学びを深めていく。学びを深めていく中で感じた疑問を解決するために実験計画・実施・振り返りを行い、それらをスライドにまとめ交流する活動。
令和 2・3 年度	新型コロナウイルス感染症の影響を考え、対面で行う実験を控えた	
令和 4 年度	探究型ジグソー学習Ⅱ 「動物の殻のつくりとはたらき」	探究活動の部分をより多く時数を生み出し、「課題設定」「実施」「分析」「振り返り」の探究サイクルが複数回行われるようにするために、単元を知識パートと、探究パートに大別した取組。40 時間のうち、知識パートを 26 時間に収め、14 時間を用いて知識パートで感じた疑問を解決するための探究活動を実施。

表 3 生命領域「生物のからだのつくりとはたらき」での取組概要

今年度は、生徒が学ぶことができる場を整えるとともに、生徒が自己決定・自己選択をしながら主体的に学習に取り組むことができるような工夫として「探究型自由進度学習」を実践した。

自由進度学習とは、1980年代ごろに当時、義務教育の在り方ワーキンググループの主査を務めていた奈須正裕氏が「個別化・個性化教育の代表的な事例」として、愛知県東浦町立緒川小学校の1980～1990年代の実践とその効果検証の事例を挙げている取組である。緒川小学校では「単元内自由進度学習」という実践を行い、以下のような流れで学習が進められる。

- ①ガイダンス（単元全体の目標や流れなどの見通しを子どもがもつ段階）
- ②計画（教師が用意する「学習の手引き」を参考に、自分で計画を立てる段階）
- ③追究（問いに対して追究を進める段階）
- ④まとめ（学習内容と学習方法を振り返る段階）

このような流れで子ども自身が学習を自己選択と自己決定で進めていくことが大切であり、学習の計画の立案、自らの学びをモニターし、行動をコントロールする自己調整が育まれると言われている。この「単元内自由進度学習」の取組の要素を、数年間実践してきた「探究型ジグソー学習」に取り入れ、「探究型自由進度学習」として実践することとした。

4.3.3 今年度の取組「探究型自由進度学習」について

探究型自由進度学習は、1人1台端末環境が整備されたことでより実現可能な実践の1つであると考えている。生徒は自身にとって自由度のある活動を数時間で区切られた学習時間（セクション）のなかで行う。その課題に対して、タスク管理しながら自らのペースで学びを進めていくことができる。それぞれの活動では、自らの学びを振り返ることができるような仕組みや、生徒が端末を活用し自ら学びを獲得できるような工夫を行っている。（表4）

学習活動	具体	使用した教材・アプリ等
①単元のオリエンテーションとして、小学校の学びを振り返る活動を実施する。（図24、25）	<ul style="list-style-type: none"> ・単元全体に対する生徒アンケート（レディネスアンケート）を実施し、それをもとに単元計画を調整する。 ・アンケートの結果をテキストマイニングし、学年全体の傾向を生徒に示すとともに、内容のまとめごとの学習目標を生徒に示す。 	NHK for school のクリップ動画 アンケート（Google フォーム） テキストマイニング
②生徒は学び方（「個人」・「友達と協働」・「先生と協働」）その時間ごとに選択し、基礎的な知識や技能を獲得する。（図26）	<ul style="list-style-type: none"> ・内容のまとめごとの学習目標の達成のために必要な基礎的な知識・技能を獲得するための学習プリントを作成・配布する。 ・学び方は、その時間の始まりに生徒が選択する。（「個人」・「友達と協働」・「先生と協働」の3つ） ・CBTは、基礎的な知識・技能の定着を促すものであるため、「セクション内に満点を取る」ことを目標とし、何度も挑戦できるものを準備する。 	学習プリント（教科書準拠） CBT（学習プリントの内容） NHK for school のクリップ動画 e-board（題材と同じ内容のもの） MEXCBT（題材と同じ内容のもの）

	<ul style="list-style-type: none"> ・基礎的な知識・技能を獲得するために、動画サイトや学習サイトを活用し補う。 	
③②の中で感じた疑問を解決するためにWeb等を活用する。(図28)	<ul style="list-style-type: none"> ・授業中に疑問に感じたことは、Web検索や、生成AIを用いて疑問の解決を行う。(情報の信憑性についても指導する。) ・毎時間、学びの報告にて学習の振り返りを行うとともに、Webを通せ獲得した知識の整理及び確認等を教師に報告する。 	<p>Web検索・生成AI (活用状況を制御でき、生徒の検索ログ教師が閲覧できる。「みんなの生成AI」)</p> <p>学びの報告 (Google フォームでの学習時間の振り返りで、自らの疑問を記載する部分がある。)</p>
④実験を通して解決したい疑問等を整理、実験を立案する。(図29)	<ul style="list-style-type: none"> ・①②③の活動の中で、明らかにしたいことや、疑問に思ったことについて実験を立案する。 ・グループは共通の疑問を持つもので作る。(最大4名) ・実験は演繹的なものでも、帰納的なものでも可能とする。 ・興味関心が絞れていない生徒は、教科書や資料集、自由研究紹介サイト、実験図鑑などを用いて実験を立案する。 	<p>Web検索・生成AI</p> <p>実験図鑑 (書籍)</p> <p>Google スプレッドシート (実験書を作成。全体の管理及びコメントによるフィードバックを行う)</p>
⑤④の実験を実施し、その結果を整理・まとめを行う。また、実施した実験がうまくいかなかったと感じた場合は、再実験を行う。(図30, 31)	<ul style="list-style-type: none"> ・実験の準備から片付けまでをグループで分担し行う。 ・実験の実施日は、実験内容や、生徒の準備状況を、リーダーと確認し調整する。(準備が似ている実験や教師が見守る必要がある実験などを調整し実験がスムーズに行えるようにする。) ・実験日は複数日準備することで、再実験も可能とする。 	<p>Google スプレッドシート (実験書)</p> <p>Chromebook やデジタルカメラ (実験の記録)</p> <p>Google スライド (実験のまとめ)</p>
⑥内容のまとまりを通して身につけた資質・能力を活用して最終課題に取り組む。(図32)	<ul style="list-style-type: none"> ・①～⑤の課題とは別に、内容のまとまりを通して身につけた資質・能力を活用する課題を作成し、セクションの時間内で生徒が計画的に取り組み、Classroomに提出する。 ・課題はセクションの時間内で提出しそれを教師が評価し返却を行って、生徒の資質・能力の育成を行う。 	<p>Google スライドやJamboard (身につけた資質・能力を見取るための課題)</p> <p>Classroomのルーブリックや限定コメントでのやりとり</p>
⑦総括テストに取り組む、内容のまとまりの学習について教師が評価、それを用いて学習を振り返る。(図33)	<ul style="list-style-type: none"> ・セクション最終日に実施するCBTで、これまでの学びを総括的評価するもの。 ・知識・技能と思考・判断・表現のそれぞれを評価するCBTを実施する。 	<p>CBT (知識・技能を問うCBT, 思考・判断・表現を問うCBTの実施)</p>
⑧各グループまとめた資料を5段階で評価を行うとともに、それぞれの成果物に対するコメントをする。(図34)	<ul style="list-style-type: none"> ・Padletを用いた相互評価を行う。相互評価は、☆5つを満点する評価と、コメントによる評価を自グループ以外に行う。 	<p>Padlet (実験をまとめたスライドを提示し、相互評価等を行う。)</p>

表4 探究型自由進度学習の流れ

小学校での学び 学習内容

Web教材「e-board 5年6年 理科」

3・4年

- 植物の育ち方とからだ
- 花がさいたあと
- 夏になると

5年

- 発芽させるには？
- 子葉は必要？
- 植物が大きく育つには？
- 実をつけるには？

6年

- でんぷんはどこから？実験計画編
- でんぷんはどこから？考察編
- 水は葉にどう届く？
- 葉で使われなかった水は？

すべて10分の動画なので、全部を見ようとすると110分かかります。番組の下にある動画クリップを活用してみましょう。

2章 植物の体のつくりとはたらき

どんなことがわかればさらに深い学びになるかな？

1. 小学校のときに学んだ内容を動画やe-boardで確認する。
2. 先生が定めている**評価規準**を確認する。
3. あなたが深めたい内容について、**フォーム**に答える。

図24 小学校の学び確認

植物が行っている 生命活動 ってどんなこと？

・座席は自由
・2時間程度で課題をやりきる
・学び方を自分で選択

光合成 と 呼吸

NHK for School

- 光合成のしくみ
- 光合成と葉緑体
- 二酸化炭素とでんぷん
- 光合成と酸素の発生
- 水草が出す気体
- 日光を当てた時間で...
- Active10「葉のはたらき」

1 光合成の条件は？

2 光合成によって生成されるものは？

3 呼吸によって生成されるものは？

4 光合成と呼吸の関係は？

学びを確かにする活動 **e-board**

練習問題にチャレンジ **MEXBIT**

図26 セクションの学びの全体図

学びのアンケート結果

左下 みんなの疑問
右上 深めたい内容
右下 解決方法

植物 光合成 調べる 観察 実験 葉 細胞 成長 呼吸 根 葉脈 葉脈の役割 葉脈の構造 葉脈の働き 葉脈の成分 葉脈の働き 葉脈の成分 葉脈の働き 葉脈の成分

図25 レディネスアンケートをテキストマイニングしたもの

日付	植物が行っている	生命活動	ってどんなこと？
12/5	自由進度学習 ・プリント		
12/6	・CBT ・動画 ・Web教材	実験計画・準備 ・4人程度 ・同じ疑問 ・同じ目的 ・実験計画 ・実験準備	
12/7	最終課題 スライドに まとめる		
12/8		実験 ・実験実施 ・結果まとめ ・再実験可	
12/11			
12/12			実験交流

図27 セクション計画

生成AIでの活用

反射と知覚: 膝蓋

膝蓋反射 (バネ反射) は、下級の神経反射の一つです。以下に、膝蓋反射の良形式的反射動作や知覚体験を具体的に言葉に記述します。

1. 反射動作:

- ・被験者が座っている状態で、膝を90度に曲げます。
- ・医師または実験者が膝の下にある膝蓋 (パテラ) を叩きます。
- ・叩かれた刺激により、大腿四頭筋 (太ももの野郎の筋肉) が収縮します。
- ・その結果、膝が伸びる動作 (膝の伸び出し) が起こります。

2. 知覚体験:

- ・被験者は叩かれた刺激を感じます。
- ・叩かれた刺激により、筋肉の収縮が起こり、膝の伸びを感じるようになります。

図28 生成AIでの活用

2年理科_実験計画_探究型自由進度学習

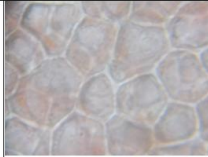
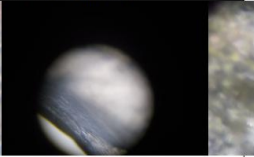


メンバー	
実験目的	果物と野菜の液胞の違いを調べる
実験概要	【野菜】 トマトの薄皮 (咲奈)、ブロッコリーの葉、茎 (酒井) 【果物】 柿の薄皮 (酒井)、りんごの薄皮 (酒井) を用意して、液胞の違いを調べる。
実験準備 (道具)	・トマトの薄皮・キャベツの葉・檸檬の身・柿の薄皮・りんごの薄皮—各1つずつ ・包丁・まな板—家庭科室から各1つずつ借りる ・スライド・顕微鏡・スライドガラス・デジタルカメラ・ペトリ皿・ピンセット
実験手順	①果物、野菜の薄皮をむく ②スライドガラスに乗せる ③顕微鏡で観察する ④デジタルカメラで撮影
実験予想	果物は液胞が大きくて、野菜の液胞は果物より小さいと思う。柿などはスライスしなくても液胞を観察することができると思う。
実験記録	  <p>トマト</p> <p>レモン (中の身)</p>

図29 実験書

植物が行っている 生命活動 ってどんなこと？	実験日
光合成と光の量との関係	12/11
果物と野菜の液胞の違い	12/8
紅葉した葉と通常の葉の違い	12/11
光の種類による光合成の違い	12/11
雑草とじゃがいものでんぷんの違い	12/11
核は自作の染色液で染まるのか	12/11
葉の緑色じゃない部分で光合成はしているのか	12/11
緑の葉と、紅葉している葉の葉緑体の違い	12/11
脱色した葉には葉緑体は存在するのか	12/11

図30 実験日の調整シート

【トマト】

表面はつぶつぶしていて不規則な形をした模様があった。

～実験結果～

- ・液胞を見ることはできなかった。
- ・トマトの細胞の色素は見えず変わらなかった。
- うすい赤色の細胞が見られた。

図31 生徒作成実験スライドの一部

植物が行っている生命活動

光 (日光)

昼間 光合成+呼吸 (少し)

葉の気孔から吸収

「二酸化炭素」+「水」 → 根から吸収

光合成 葉緑体

細胞呼吸 ミトコンドリア

葉の気孔から酸素を排出 細胞呼吸で消費

「酸素」+「栄養分」(でんぷん)

⇒ $C_6H_{12}O_6 + 6O_2 \rightarrow 6CO_2 + 6H_2O$ (栄養分を分解し、エネルギーを取り出す)

「グルコース(ブドウ糖)」+「酸素」

ブドウ糖⇒でんぷん
でんぷん⇒ブドウ糖
葉緑体はでんぷんを出す

昼に生成される量は二酸化炭素より酸素のほうが多い
夜に生成されるのは二酸化炭素のみ

tomokazu kaneko 2023/12/15, 9:30
B
基本的な情報は表現できています。さらによくなるには以下のごとを参考にしてみてください。
①生命活動を説明する上でそれぞれの語句の重要性が異なります。重要な語句はフォントのサイズや色を変えるなどの工夫をしましょう。
②光合成は細胞の器である葉緑体で行っています。呼吸も同様に細胞の器が中心に行っています。そのことについては、前章で学んでいますので、プリントや教科書で復習してみましょう。

tomokazu kaneko 2023/12/15, 10:42
B++
よくなってきてますね。Good。さらにさらによくなるには呼吸(細胞呼吸)についてもう少し情報を追加する必要があります。教科書14~17や部品のプリントを参考に取組みをみましょう。

tomokazu kaneko 2023/12/15, 15:04
B+++
Good!
呼吸を化学反応式で表現しているのなら、
①赤四角で囲った内容も更新されるのでは?
の光合成を葉緑体、アミノ酸の

図 32 最終課題での生徒とのやりとり

生2・【植物】総括テスト(思考・判断・表現)

「植物の体づくりとはたらきについて」の思考・判断・表現を問う問題です。

5点満点
A 5点、4点
B 3点、2点
C 1点、0点

年組番(例: 2A01 2B10 2C29) 半角英数 JAモード*

回答を入力

名前(例: 金子智和 金子 智和)*

回答を入力

下の写真のように、Aタンポポの葉を入れた試験管と、B何も入れていない試験管を準備し、それぞれに呼吸(吐く息)を吹きこんだあと、ゴム栓をして植物用の...

図 33 総括テスト

tomokazu kaneko 12月
2A_生物の体づくりとはたらき

1章 動物の体づくりとはたらき
2章 植物の体づくりとはたらき
3章 動物の体づくりとはたらき
4章 動物の行動としくみ

動物が生きていくためにする行動(反応)

tomokazu kaneko 20 11
無意識と意識がある状態では反応速度に違いがあるのか

tomokazu kaneko 20 11
情報量による反応速度の違い

Google Presentation
情報量による反応速度の違い
#行動・反応 #速度 #手技 #感覚 #目・光 #意識
☆☆☆ (27)

☆☆☆ (29)

反応にまつってて感やすいと思えます。12%くらい無意識と意識したときの反応の速い動物などを挙げられるように思っています。

反応をわきまやすくまわられていて良いと思いましたが、新たな疑問をもちたいです。

反応の反応速度という概念が面白いと感じた。動物を飼育していて、動物の反応の様子が見えていて良いと思う。

図 34 Padlet を用いた相互評価

このような流れの学習を「2章 植物の体づくりとはたらき」から実践した。学級閉鎖などの影響で実施が困難な学級もあり計画通りいかない部分があったが下記のようなセクションに分けて行った。

2章 植物の体づくりとはたらき

- ① 植物が行っている生命活動ってどんなこと? (7時間)
- ② 植物が行っている生命活動でつくられた物質はどうなるの? (7時間)

3章 動物の体づくりとはたらき

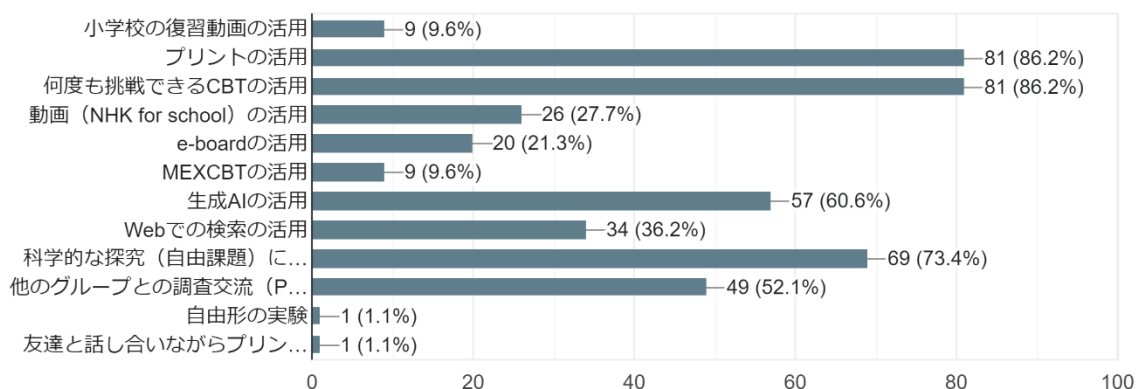
- ③ 「消化」に関して疑問を持ち解決に向けて計画する (7時間) ※ 別の方法で実践
- ④ 動物が行っている物質の出入りとその循環はどんなこと? (8時間)

4章 動物の行動のしくみ

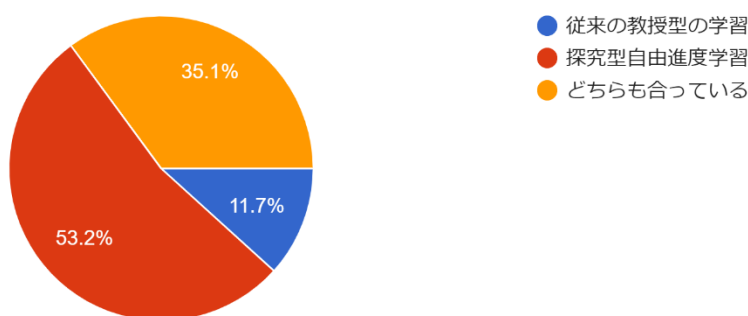
- ⑤ 動物の行動と体の仕組みはどうなっているの? (7時間)

実践を終えて生徒にアンケートを行った結果は、以下の通りである。

(1) 探究型自由進度学習で資質・能力（知・技、思・判・表、主体態）が身に付いたと感じた活動を選んでください。（複数選択可）



(2) 従来の教授型の学習と、今回実施した探究型自由進度学習ではどちらが自分に合っていると感じましたか。



(3) (2) で答えた理由を教えてください。（一部抜粋 ○探究型自由進度学習 □従来型 △どちらも）

○自分は記憶や理解が遅い方なので個人のペースで自由に調べたり教科書を見ながらプリントを解いたりできる自由進度学習のほうがあっていると思ったから。

○自分は黙って聞いてノートを取るより自分たちで自ら行動して行ったほうが勉強の苦手な自分でも印象に残って覚えるものが従来型よりも多いからです。

○探究型自由進度学習だと、自分がわからなかった問題を友達や先生に聞いたりすることができて、理解が深まったし、いつもの授業の形でも、先生が詳しいところまで話してくれるので、理解しやすいから。

○探究型自由進度学習はプリントの内容を理解していないと、実験や総括テストについていけなかったりするので授業内の緊張感や自分がまだできていないところがはっきり見えるので良かった。

○自分は、プリントで勉強した後に友達などと交流しながら勉強すると頭に定着しやすいから。そしてその後にCBTをやることで定着率を上げることができるから。わからないことなども生成AIに聞くことで考えをより深めることができるから。

□自分は解説を聞きながらプリントにメモしたり書いたりするほうが頭の中で整理できるから

□従来の教授型の学習は、金子先生の授業が好きなのと金子先生しか知らない、プリントだけではつかない知識を教わる事ができるので良かった。

△実験は探究型自由進度学習のほうが自分で計画を立てることができるようになるかもしれないし、普通の授業は従来の授

業のような学習のほうが良いと思ったから。

△自分は先生に教えてもらうことでしっかりと理解できるため、授業型の方が苦勞しないが、探究型自由進度学習のように1人で勉強することで、テスト勉強のときに今までよりも勉強したことが頭に入るようになったため、どちらも今の自分には合っていると感じたから。

(4) 探究型自由進度学習の進め方で、こうすればもっとよかったと思うことがあれば教えてください。(一部抜粋)

- ・早めにその単元の知識を身に付けてから実験のバリエーションを増やしていきかけた。
- ・MEXCBT より少し発展的な問題を解いてみたかった。(入試問題や実力テストなど)
- ・ほとんどの時間を協働作業にして自分のペースでできなかった部分もあったのでプリントを解く時は個人作業で、実験計画を立てたりするときから協働作業で行う方が良かったのではないかと思います。
- ・もっと自分たちの疑問に思ったことを調べることができればよかったと思った。(もっと自分たちで考えた実験をすればよかったと思った。)
- ・個人的に実験例などがほしいなと思いました。
- ・その日にすることをもっと具体的に決めればよかった。(何時までに～を終わらせるなど)
- ・1つの自由進度学習が終わったタイミングでユーチューブなどでその単元に関する実験動画などを拝見できるとさらに学びが深くなると思いました。
- ・自分の疑問になったことをもっと Web で調べられるので調べればよかった
- ・1日1回のCBTを繰り返して行うべきだった。
- ・実験計画をつくる時間と実験のまとめスライドをつくる時間を増やす。
- ・実験を行う過程でそれを行うことでどのようなことがわかるのかや、事前に仮説についてを図などにまとめて結果がわかったときに比較しやすくすればよかった。
- ・もっと深く知るために、詳しい解説などがのっている動画を見たり、生成AI生成を利用する回数を増やしたりすればよかったと思う。

アンケート(1)では、生徒が知識・技能を身につけるために行った「プリントの活用」「CBTの活用」が80%以上となった。これは、採点行為など点数として自らの力を数値的に感じ取れるためであると考えられる。また、実験立案や実施を行う「科学的な探究(自由課題)…」も、70%以上となった。これは、粒子領域で行っている取組を生徒が納得感を持って行っているからであると考えられる。反対に、動画やWebサイトの活用は資質・能力が身に付いたと感じる生徒が少なかった。これについては、学習を補うために準備したものであるためだと考えられ、今回選択した単元において必要性を感じなかったのではないかと考えられる。

アンケート(2)(3)では、それぞれの学習スタイルの良さを生徒が実感しながら活動を行っていることが感じられた。特に今回は科学的な探究活動である実験の立案、実施、振り返りに重きを置いた活動であったため、生徒も自らの疑問を解決する方法を模索しながら学びを深めていったと考えられる。また、自身が感じた小さな疑問を友人や教師、Webを使ってすぐに解決できるスムーズさが理解を深めることにつながったといえる。反面、学習内容の要点を捉えるのが苦手な生徒は従来の教授型の学習を求めているようである。しかし、そういった思いを持つ生徒も実際の授業では「先生と協働」を選択せず、「友達と協働」を選び学習を行っていた。周りの生徒が「個人」や「友達と協働」を選ぶ中、「先生と協働」を選ぶことへの抵抗感があるように感じる。改善策としては、1人1台端末を生かしGoogleチャットなどで個別に対応することや、学び方の自由をもう少し浸透させていくことで、解消されていくと感じた。

アンケート（４）では、探究型自由進度学習のスタイルへの適応に時間がかかった生徒の振り返りが見られる。CBTのさらなる活用による知識・技能の定着や、実験立案にかかわる反省など、より主体的に学習に取り組むための思いを感じ取ることができた。

4.3.4 生命領域における成果と課題

- 生徒の観点別学習状況の評価である「主体的に学習に取り組む態度」の変容によって、「知識・技能」「思考・判断・表現」の評価が変容することから、妥当性のある評価が可能であった。
- 「教師の手立て」や「生徒の内面的な変化」によって、生徒の取組が変容することは、教師の指導改善、生徒の学習改善によるものであるため、指導と評価の一体化の実現がなされた。
- 生徒が自己選択・自己決定して学びを進めていく探究型自由進度学習は、自己調整を促すとともに主体的学習に取り組む様子が見られた。
- 本学習の取組は、教師が生徒を評価するための時間的猶予だけでなく、生徒が「教師の手立て」を消化する時間的猶予や、「生徒の内面的な変化」が生まれる時間的猶予が必要であった。
- 本学習では、観点別学習状況の評価を筆者が作成したループリックで評価を行った。本来ループリックは、個人ではなく複数人で作成・評価することが必要であるため、ループリックに関する信頼性と妥当性が低いと感じた。
- 探究型自由進度学習において、生徒が自らのペースで学習を進めていくためには、指導する側の準備や教材に対する専門的な知識を要する場面が多く、Webコンテンツや生成AIなどを活用できる環境を整えることが必要であり、教師がそれらを整えるための情報活用能力を磨く必要がある。

5 今年度の取組の成果と課題

<成果>

- スプレッドシートやスライドを用いて学習履歴を蓄積し思考の様子を可視化することで、生徒が自ら学習を調整する手立てとすると共に、教員が生徒の思考の変容を見取るツールとして活用することができた。
- 学習履歴の積み重ねを意図的に行うことで、「主体的に学習に取り組む態度」の評価に必要な「粘り強く取り組む力」「自らの学習を調整する力」についてより適切に見取り、指導と評価の一体化につなげることができた。
- 思考の過程を学習履歴として残すことで、生徒に他者との考え方の違いや、自分のミスに気付くきっかけを作り、その後の学習改善につなげることができた。
- 生徒が自己選択・自己決定する場면을教育活動に取り入れることで、よい主体的に学習に取り組むことができた。

<課題>

- 課題に対する個別の指導は限定コメントなどを用いて実施できるが、細かな指導を行おうとすればするほど、時間がかかってしまう。また、生徒も振り返りの記述の内容が多くなるほど、その負担が大きくなり、継続した取組になりにくくなる傾向がある。
- 学習履歴を利活用し、主体的に学習に取り組む態度を評価する方法については、さらに深めていくこ

とが必要である。

- 取組の一部は、理科教員として教科の専門的な知識だけでなく情報活用能力が必要である。

6 おわりに

「主体的な学びの実現を目指した指導と評価の工夫・改善～各領域における学習履歴を用いた学びの改善へのアプローチ～」というテーマで研究を進めてきた。令和25年度から始まった本校の1人1台端末の活用は、端末を授業で使う段階から、端末を学習指導要領の主旨の実現のために利活用する段階へと大きく変化してきた。本研究は其中でも「指導と評価の一体化」の実現のために、最大限1人1台端末を利活用する実践である。近い将来、端末が教師にとっても生徒にとっても必要不可欠な道具となり、教育の可能性を広げるはずである。今後も実践を積み重ねながら、生徒の学習改善と我々教員の指導と評価の方法の改善を進めていきたい。

(文責 金子 智和 松下 賢)

<引用文献>

- 1) 「指導と評価の一体化」のための学習評価に関する参考資料/国立教育政策研究所教育課程研究センター/東洋館出版社
- 2) 令和5年度北海道教育大学附属函館中学校研究紀要総論
- 3) 学びの「エンゲージメント」/櫻井茂男/図書文化
- 4) メタ認知で〈学ぶ力〉を高める/三宮真知子/北大路書房
- 5) 中学校・高等学校授業が変わる学習評価深化論/石井英真/図書文化

<参考文献>

- ・ 中学校学習指導要領（平成29年告示）/文部科学省
- ・ 中学校学習指導要領解説 理科編（平成29年告示）/文部科学省
- ・ 理科教育学講座10（平成5年）/東洋館出版/117頁
- ・ 「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）（令和3年1月）/中央教育審議会
- ・ 「1人1台端末活用のミライを変える！BYOD/BYAD入門」/中川一史・北海道教育大学附属函館中学校編著/明治図書