

プロジェクト研究

理科の系統的な学習プログラムにおける
形成的評価を促す学習評価ツールの開発

河端 将史

指導と評価の一体化を図る中で、児童生徒一人一人のつまずきや伸びについて指導の過程を評価する形成的な評価を行うことが重要であるが、小学校・中学校・高等学校（以下、それぞれ小・中・高）を一貫して形成的な評価を促す学習評価方法を開発した事例はほとんど見られない。そこで、小・中・高の栗山町内の理科担当教諭及び理科教育センターで実施した研修講座の受講者（以下、作成者）の協力を得ながら、北海道立教育研究所附属理科教育センターがまとめた、理科の学習評価事例集及びその作成過程について報告する。

〔キーワード〕 学習評価 評価方法 形成的な評価 資質・能力 系統性 探究の過程

1 学習評価に係る小学校・中学校・高等学校の一貫性

作成者と学習評価方法を検討するに当たって、小・中・高の一貫性について、育成を目指す資質・能力、内容の系統性、探究の過程に十分配慮するよう、それぞれ次のように整理した。

(1) 理科の資質・能力

小学校学習指導要領（平成29年告示）¹⁾、中学校学習指導要領（平成29年告示）²⁾及び高等学校学習指導要領（平成30年告示）³⁾における理科の資質・能力の記載をまとめたものを表1に示す。主な共通点として、知識、学びに向か

う力、人間性等は「自然の事物・現象」を、技能、思考力・判断力・表現力等は「観察、実験」をそれぞれ対象としていることなどが考えられる。一方、主な差異点として、どの資質・能力においても小での「問題解決」は中・高では「科学的に探究」であり、知識及び技能では、小での「理解を図り」は中・高では「理解を深め」、小・中での「基本的な技能」は高では「技能」とされていることなどがある。

表1は、小・中・高の資質・能力を示しており、本研究では育成を目指す資質・能力について、小・中・高の系統性を確認する資料として活用した。

表1 小学校・中学校・高等学校の理科の資質・能力

	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
高等学校	自然の事物・現象についての理解を深め, 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を身に付けるようにする。	観察, 実験などを行い, 科学的に探究する力を養う。	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を養う。
中学校	自然の事物・現象についての理解を深め, 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的な技能を身に付けるようにする。	観察, 実験などを行い, 科学的に探究する力を養う。	自然の事物・現象に進んで関わり, 科学的に探究しようとする態度を養う。
小学校	自然の事物・現象についての理解を図り, 観察, 実験などに関する基本的な技能を身に付けるようにする。	観察, 実験などを行い, 問題解決の力を養う。	自然を愛する心情や主体的に問題解決しようとする態度を養う。

表2 小学校理科・中学校理科・高等学校の基礎を付した科目の各領域を柱とした内容の構成

領域(見方)	内容
エネルギー (量的・関係的な視点)	【エネルギーの捉え方】 風とゴムの力と働き、光と音の性質、磁石の性質(小3)、振り子の運動(小5)、てこの規則性(小6)、力の働き、光と音(中1)、電流、電流と磁界(中2)、力のつり合いと合成・分解、運動の規則性、力学的エネルギー(中3)、運動の表し方、様々な力とその働き、力学的エネルギー、波、熱、電気(物基)
	【エネルギーの変換と保存】 磁石の性質、電気の通り道(小3)、電流の働き(小4)、電流がつくる磁力(小5)、電気の利用(小6)、電流、電流と磁界(中2)、力学的エネルギー、エネルギーと物質(中3)、力学的エネルギー、波、熱、電気、エネルギーとその利用、物理学が拓く世界(物基)
	【エネルギー資源の有効利用】 電気の利用(小6)、エネルギーと物質、自然環境の保全と科学技術の利用(中3)、エネルギーとその利用、物理学が拓く世界(物基)
粒子 (質的・実体的な視点)	【粒子の存在】 空気と水の性質(小4)、燃焼の仕組み(小6)、物質のすがた(中1)、物質の成り立ち(中2)、水溶液とイオン、化学変化と電池、エネルギーと物質、自然環境の保全と科学技術の利用(中3)、化学と物質、物質の構成粒子、物質と化学反応式、化学が拓く世界(化基)
	【粒子の結合】 燃焼の仕組み、水溶液の性質(小6)、物質の成り立ち、化学変化、化学変化と物質の質量(中2)、水溶液とイオン、化学変化と電池(中3)、化学と物質、物質と化学結合、物質と化学反応式、化学反応、化学が拓く世界(化基)
	【粒子の保存性】 物と重さ(小3)、物の溶け方(小5)、水溶液の性質(小6)、水溶液(中1)、化学変化、化学変化と物質の質量(中2)、水溶液とイオン(中3)、化学と物質、物質と化学反応式、化学反応、化学が拓く世界(化基)
	【粒子のもつエネルギー】 金属、水、空気と温度(小4)、状態変化(中1)、化学変化(中2)、化学と物質、化学が拓く世界(化基)
生命 (共通性・多様性の視点)	【生物の構造と機能】 身の回りの生物(小3)、人の体のつくりと運動(小4)、人の体のつくりと働き、植物の養分と水の通り道(小6)、生物の観察と分類の仕方、生物の体の共通点と相違点(中1)、生物と細胞、植物の体のつくりと働き、動物の体のつくりと働き(中2)、生物の特徴、神経系と内分泌系による調節、免疫(生基)
	【生命の連続性】 身の回りの生物(小3)、季節と生物(小4)、植物の発芽、成長、結実、動物の誕生(小5)、生物の観察と分類の仕方(中1)、生物と細胞(中2)、生物の成長と殖え方、遺伝の規則性と遺伝子、生物の種類の多様性と進化(中3)、生物の特徴、遺伝子とその働き(生基)
	【生物と環境の関わり】 身の回りの生物(小3)、季節と生物(小4)、生物と環境(小6)、生物の観察と分類の仕方(中1)、生物と環境、自然環境の保全と科学技術の利用(中3)、生物の特徴、植生と遷移、生態系とその保全(生基)
地球 (時間的・空間的な視点)	【地球の内部と地表面の変動】 雨水の行方と地面の様子(小4)、流れる水の働きと土地の変化(小5)、土地のつくりと変化(小6)、身近な地形や地震、岩石の観察、地層の重なりと過去の様子、火山と地震、自然の恵みと火山災害・地震災害(中1)、生物と環境、自然環境の保全と科学技術の利用(中3)、惑星としての地球、活動する地球、地球の変遷(地基)
	【地球の大気と水の循環】 太陽と地面の様子(小3)、天気の様子(小4)、天気の変化(小5)、気象観測、天気の変化、日本の気象、自然の恵みと気象災害(中2)、生物と環境、自然環境の保全と科学技術の利用(中3)、大気と海洋、地球の変遷、地球の環境(地基)
	【地球と天体の運動】 太陽と地面の様子(小3)、月と星(小4)、月と太陽(小6)、天体の動きと地球の自転・公転、太陽系と恒星(中3)、地球の変遷(地基)

(2) 内容の系統性

高等学校学習指導要領（平成30年告示）解説理科編理数編⁴⁾における、小・中の理科と高の基礎を付した科目の各領域を柱とした内容の構成をまとめたものを表2に示す。なお、領域はエネルギー、粒子、生命、地球などの科学の基本的な概念を、見方は各領域において主として捉える視点を示している。

内容の系統性について、例えば、「物理基礎」など基礎を付した科目においては、関連する中学校の内容を適宜取り入れ復習した上で学習を進めたり、新たに学習した視点で中学校の内容を見直したりすることから、表2は、主に知識及び技能の目標を評価する際に、小・中・高の一貫性を確認する資料として活用した。

(3) 探究の過程

高等学校学習指導要領（平成30年告示）解説理科編理数編⁴⁾における資質・能力を育むために重視する探究の過程のイメージを、思考力、

判断力、表現力等と学びに向かう力、人間性等に関する学習指導要領の主な記載とそれぞれ組み合わせてまとめた例を、それぞれ表3、表4に示す。

小・中においても、基本的には高等学校の例と同様の流れで学習過程（探究の過程）を捉えることが必要である。表1のとおり、中・高での「探究の過程」は、小学校では「問題解決の過程」となることから、表3、表4のいずれにおいても小学校学習指導要領（平成29年告示）解説理科編⁵⁾を引用し、問題解決の過程が探究の過程と異なる場合については（ ）で追記した。なお、表3の小学校の各学年で育成を目指す思考力、判断力、表現力等については、当該学年において育成することを目指す力のうち、主なものを示していることから、他の学年で掲げている力の育成についても十分に配慮する必要がある。また、表4の学びに向かう力、人間性等の例について、主体的に学習に取り組む態度の評価を考慮し、3つの側面に分類した。

表3 探究の過程及び理科における資質・能力に係る小学校、中学校、高等学校の思考力、判断力、表現力等

探究の過程 (問題解決の過程)	理科における資質・能力	思考力、判断力、表現力等の例		
		小学校	中学校	高等学校
自然事象に対する気付き	自然事象を観察し、必要な情報を抽出・整理する力 抽出・整理した情報について、それらの関係性(共通点や相違点など)や傾向を見いだす力	(比較しながら調べる活動を通して)問題を見いだす(小3)	問題を見いだし見直しをもつ(中1)	観察、実験などを通して探究する 規則性、関係性、特徴などを見いだす
課題の設定 (問題の設定)	見いだした関係性や傾向から、課題を設定する力			
仮説の設定 (予想や仮説の設定)	見直しを持ち、検証できる仮説を設定する力	(関係付けて調べる活動を通して)根拠のある予想や仮説を発想する(小4)	見直しをもって解決する方法を立案する(中2)	
検証計画の立案	仮説を確かめるための観察・実験の計画を立案する力 観察・実験の計画を評価・選択・決定する力	(条件を制御しながら調べる活動を通して)解決の方法を発想する(小5)		
観察・実験の実施	観察・実験を実行する力	見直しをもって観察、実験を行う(小3～小6)	見直しをもって観察、実験を行う(中1～中3)	
結果の処理	観察・実験の結果を処理する力			
考察・推論 (考察、結論の導出)	観察・実験の結果を分析・解釈する力 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 全体を振り返って推論したり、改善策を考えたりする力 新たな知識やモデル等を想像したり、次の課題を発見したりする力 事象や概念等に対する新たな知識を再構築したり、獲得したりする力	(多面的に調べる活動を通して)より妥当な考えをつくりだす(小6)	規則性、関係性、共通点や相違点、分類するための観点や基準を見いだす(中1) 規則性や関係性を見いだす(中2) 特徴、規則性、関係性を見いだす(中3) 結果や資料を分析して解釈する(中2、中3)	
表現・伝達	考察・推論したことや結論を発表したり、レポートにまとめたりする力	表現する	表現する	表現する

表4 探究の過程及び理科における資質・能力に係る小学校、中学校、高等学校の学びに向かう力、人間性等

探究の過程 (問題解決の過程)	理科における資質・能力	学びに向かう力、人間性等の例
全ての過程	主体的に自然事象と関わり、それらを科学的に探究しようとする態度	主体的に問題解決しようとする態度(小) 事物・現象に進んで関わり、科学的に探究しようとする態度(中) 主体的に関わり、科学的に探究しようとする態度(高) ※1 粘り強い取組を行おうとする側面 ※2 自らの学習を調整しようとする側面
考察・推論 (考察、結論の導出)	学んだことを次の課題や、日常生活や社会に活用しようとする態度	生物を愛護する(生命を尊重する)態度(小) 生命を尊重し、自然環境の保全に寄与する態度(中) 生命を尊重し、自然環境の保全に寄与する態度(高) ※3 理科を学ぶことの意義や有用性を認識しようとする側面

表3、表4は、探究の過程において育成を目指す思考力、判断力、表現力等と学びに向かう力、人間性等の目標をそれぞれ評価する際に、小・中・高の一貫性を確認する資料として活用した。

2 学習評価方法の事例の作成に当たって

学習指導要領においては、評価の場面や方法

を工夫して、学習の過程や成果を評価し、資質・能力の育成に生かすようにすることが示されている。また、学習指導要領の趣旨の実現に向けた個別最適な学びと協働的な学びの一体的な充実に関する参考資料⁶⁾においては、指導と評価の考えに立った学習評価の改善について示されている。これらを踏まえ、学習評価方法の作成に当たって、さまざまな評価方法、形成的な

評価をそれぞれ次のように整理し、学習評価方法の事例様式を検討した。

(1) さまざまな評価方法

「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高等学校理科⁷⁾においては、知識・技能、思考力・判断力・表現力、主体的に学習に取り組む態度（以下、3観点）の評価に当たって3観点の特性への配慮が記載されているが、評価の方法として、発言や記述の内容、ペーパーテスト、行動の観察、パフォーマンステストしか示されておらず、具体が不明である。そこで、西岡ら（2022）⁸⁾によるさまざまな評価方法を引用し、選択解答式（多肢選択問題、正誤問題、順序問題、組み合わせ問題、穴埋め問題など）、自由記述式（担当記述、作問法、概念マップ法、ペン図法、描画法など）、実技テスト（実験器具の操作、口頭試問など）、授業場面での日常的な評価（発問への応答、活動の観察）、パフォーマンス評価（実験の計画・実施・報告、レポート、観察記録、口頭発表、ディベートなど）、ポートフォリオ評価法の6つに分類し、さまざまな評価方法として扱うこととした。

(2) 形成的な評価

形成的な評価について、本編では、学習指導要領の趣旨の実現に向けた個別最適な学びと協働的な学びの一体的な充実に関する参考資料⁹⁾における「指導と評価の一体化」の考えに立った学習評価の改善に留意した。1つ目は、評価の結果によって後の指導を改善し、さらに新しい指導の成果を再度評価する「指導と評価の一体化」を図る中で、児童生徒一人一人のつまづきや伸びについて指導過程で評価する「形成的な評価」を行うことである。2つ目は、形成的な評価を生かしながら、学習指導要領に示す各教科の目標に照らして児童生徒が「おおむね満足できる」状況となるようきめ細かく指導・支援することである。

(3) 学習評価方法の事例様式の検討

学習評価方法の事例の様式を図1に示す。作成者と協議し、理科の資質・能力や内容の系統性などの小・中・高の一貫性、さまざまな評価方法及び形成的な評価を踏まえ、図1に記載の8項目を設定した。

1	校種・学年
2	領域・単元
3	評価の観点
4	評価規準
5	学習評価方法
6	おおよその評価の流れ（本時または複数時間における流れ）
7	評価の具体例
8	形成的評価を促す児童・生徒に対する指導の手立て

図1 学習評価方法の事例様式

本様式の特徴について以下に記載する。「4 評価規準」では、例えば高等学校において、知識では「〇〇なことを理解している」、技能では「〇〇に関する技能を身に付けている」、思考力・判断力・表現力では「〇〇の観察、実験などを通して探究し、□□を見いだして表現している」、主体的に学習に取り組む態度では「科学的に探究しようとしている」、「見通しをもち、振り返っている」など、記入例を様式に付した。「5 学習評価方法」では、前述の6つの分類に基づく評価の方法を記載し、その具体的な評価の内容と基準を「7 評価の具体例」に記載することとした。「6 おおよその評価の流れ」では、作成者が評価方法と形成的な評価に焦点を当てながら事例を手軽に作成できるように、学習指導案等の記載は略し、代わりに、評価の場面を想起できるよう試みた。「8 形成的な評価を促す児童・生徒に対する指導の手立て」では、前述の形成的な評価に基づき、評価をするに当たって前提となる必要な知識・技能を明示するとともに、「7 評価の具体例」において評価Cとなる（評価規準に満

たない) 児童生徒に対する指導の手立てを記載することとした。

当初、「4 評価規準」は、「4 身に付けさせたい力」としていたが、比較する力、関係付ける力などの理科の「見方」自体に力を付して記載してしまう事例が生じた。「見方・考え方」自体は、問題解決の活動を通して育成を目指す資質・能力としての「知識」や「思考力、判断力、表現力等」とは異なり、評価の対象とはならないことから、様式を改めた。また、「5 学習評価方法」は、「5 学習評価ツール」としていたが、作成者からは現場で馴染みやすい表現の方がよいのではという意見もあり、「ツール」は測定するもの、「方法」は「ツール」に加えて評価への適用も含むものと考えられることから、様式を改めた。

学習評価方法の事例様式、及び作成した事例について、栗山町内の小・中・高の理科担当教諭と月に1回ずつの計4回オンラインで検討し、その後集合形式で栗山町立栗山小学校、栗山町立栗山中学校、北海道栗山高等学校で研究授業と研究協議を行う栗山町授業交流会を実施した。また、当センターの研修講座受講者には、研修講座で「学習評価方法の充実」を設定し、研修講座で取り扱った観察、実験を対象に事例を作成していただいた。

3 栗山町授業交流会での事例

栗山町内の小・中・高の理科担当教諭と検討しながら作成した学習評価方法の事例のうち、授業交流会で扱ったものを以下に記載する。

図2は、小学校6学年のエネルギー領域「てこの規則性」の单元において、自由記述式(描画法)で思考・判断・表現を評価する事例である。授業では、1.5m程度の棒状のてこを使って20kgの砂袋を持ち上げるパフォーマンス課題に取り組んだ後、割り箸を用いたミニてこモデルで思考を整理し、ノートに力を加える位置と力の大きさを関係付けて描画する活動を行った。授業者は評価Cとなりそうな児童の実態に応じ

て、前時に学習した「支点・力点・作用点」の知識・技能を活用したり、てこを持ち上げるときの手応えの大小、支点から力点までの距離、支点から作用点の距離に着目するよう、適宜指導していた。なお、児童のノートを評価すると、概ねAが3割程度、Bが7割程度の状況であった。研究協議では主に、条件の制御の考え方ができているかについても、形成的に評価しながら、児童に指導する必要性があったのではないかということが論点となった。

図3は、中学校3学年のエネルギー領域「運動とエネルギー」の单元において、パフォーマンス課題(実験の計画・実施・報告、レポート)で思考・判断・表現を評価する事例である。授業では、斜面上の台車にはたらく力の大きさと斜面を下る台車の速さの変化を調べる課題について、斜面の傾きと台車にはたらく力、台車の速さの変化を関係付けてレポートを作成する活動を行った。授業者は評価Cとなりそうな生徒の実態に応じて、前時までに学習した「ばねばかりや記録タイマーの使い方、速さの計算方法、記録テープの整理方法」の知識・技能を活用したり、斜面の角度と台車にはたらく力との関係、台車にはたらく力と台車の速さの変化との関係に着目するよう、適宜指導していた。

図4は、高等学校の粒子領域である化学基礎の「物質と化学結合」の单元において、パフォーマンス課題(実験の実施・報告)で主体的に学習に取り組む態度を評価する事例である。授業では、鍋の焦げを身の回りのものを用いて落とす課題について、生徒の実際の取組から評価する活動を行った。授業者は評価Cとなりそうな生徒の実態に応じて、前時に学習した「化学結晶の性質」の知識・技能を活用したり、条件の制御の考え方をを用いること、試行錯誤しながら取り組むことを適宜指導していた。なお、児童の取組を評価すると、概ねA、Bそれぞれ5割程度の状況であった。研究協議では主に、予想を立てる時間や場面の確保、知識・技能を活用させる教材の工夫が論点となった。

理科の系統的な学習プログラムにおける形成的評価を促す学習評価ツールの開発

1 校種・学年 「小学校・6 学年」

2 領域・単元 「エネルギー・てこの規則性」

3 評価の観点 「思考・判断・表現」

4 評価規準

実験結果から、力を加える位置と力の大きさについて、より妥当な考えをつくりだし、表現している。

5 学習評価方法

自由記述式（描画法）

6 おおよその評価の流れ（本時または複数時間における流れ）

(1) てこをどのように使うと重い物を持ち上げられるかを班ごとに実技テストを実施する。
(2) 実技のまとめを、一人一人がノートに描画しながらまとめる。

7 評価の具体例

ノートの「支点・力点・作用点」と「手応えの大小」の描画を分析することにより、評価を行う。

課題 てこをどのように使うと重い物が持ち上げられるだろうか。

① 実用でこ、20 kg 程度の重い物を準備し、班で方法を探す。
② 「支点、力点、作用点」や「手応えの大小」について整理し、ノートに自分の考えを書く。

描画の例

【評価 B となる例】

【評価 A となる例】

【評価 C となる例】

ループリック評価

基 準	内 容
A	実験の条件を整理し、力を加える位置と力の大きさを関係付けて、適切に描画している。
B	力を加える位置と力の大きさを関係付けて、描画している。
C	力を加える位置と力の大きさを関係付けようとしている。

8 形成的評価を促す児童・生徒に対する指導の手立て

【必要な知識・技能】支点・力点・作用点
てこのセットの仕方を安全に配慮しながら指導する。「支点・力点・作用点」の3つの点と手応えは「大きい・小さい」で表現していることを確認する。てこを持ち上げるときの手応えは、支点から力点までの距離、支点から作用点までの距離で変わることを実感させる。子どもの考えを条件制御の「変える条件」「変えない条件」という観点を通して、手応えの違いが「支点からの距離」と関係していることに気づきを持たせるようにする。

図2 小学校6 学年「てこの規則性」の事例

1 校種・学年 「中学校・3 学年」

2 領域・単元 「エネルギー・運動とエネルギー」

3 評価の観点 「思考・判断・表現」

4 評価規準

実験結果から、台車にはたらく力の大きさと速さの変化の関係を思いだして表現している。

5 学習評価方法

パフォーマンス課題（実験の計画・実施・報告、レポート）

6 おおよその評価の流れ（本時または複数時間における流れ）

(1) 斜面を下る物体の速さの変化とはたらく力に着目し、規則性の仮説を見だし、表現している。
(2) 実験結果を表やグラフに整理する技能を身に付けている。
(3) 実験結果から、斜面を下る台車の運動について規則性を見いだしている。（本時）

7 評価の具体例

ワークシート（実験レポート）の記述を分析することにより、評価を行う。

課題 斜面上の台車にはたらく力の大きさと斜面を下る台車の速さの変化の関係を調べ、規則性を見いだす

【着目するポイント】

① 台車にはたらく力は、斜面の位置によって異なるのか
② 台車にはたらく力は、斜面の傾きによって異なるのか
③ 斜面を下る台車の速さの変化は、斜面の傾きによって変わるのか

考察の記載例（下線部は【着目するポイント】の①～③を示す）

【評価 B となる例】

② 斜面の傾きが大きくなるほど、斜面に平行な下向きの力が大きくなり、
③ 速さの変化も大きくなった。

【評価 A となる例】

① 斜面上の台車にはたらく力の大きさは位置に関係なく同じ大きさだが、
② 斜面の傾きを大きくすると、斜面下方向の力が大きくなることがわかった。
また、③ 傾きが大きいほど速さの変化も大きくなることがわかった。

【評価 C となる例】

③ 斜面が急なほど台車の速さは大きくなる。

ループリック評価

基 準	内 容
A	【着目するポイント】の①～③のすべてに触れて考察している。
B	【着目するポイント】の①～③のいくつかに触れて考察している。
C	考察しようとしている。

8 形成的評価を促す児童・生徒に対する指導の手立て

【必要な知識・技能】ばねばかり・記録タイマーの使い方、速さの計算、記録テープの整理方法
規則性・関係性を見出すために、【着目するポイント】を提示し、見通しをもたせながら実験を行わせる。「斜面の角度」と「台車の速さ」に意識がいきやすいため、「台車にはたらく力の大きさ」と「台車の速さ」の関係性を見ることを指導する必要がある。そのうえで、「斜面の角度」が「台車にはたらく力の大きさ」に関係すること「台車の速さ」がどのように変化するかを比較するよう助言する。

図3 中学校3 学年「運動とエネルギー」の事例

1 校種・学年 「高等学校・化学基礎」

2 領域・単元 「粒子・物質と化学結合」

3 評価の観点 「主体的に学習に取り組む態度」

4 評価規準

化学結晶の性質について、習得した知識や技能を活用して、課題を解決しようとしている。

5 学習評価方法

パフォーマンス課題（実験の実施・報告）

6 おおよその評価の流れ（本時または複数時間における流れ）

(1) 物質を構成する結晶の名称及び特徴・性質を理解する。（前時）
(2) 結晶の特徴を踏まえて科学的に考え、実際に課題を解決する。（本時）
日常生活で不便に感じる事柄について、前時の内容を活用しながら、生活の質を向上させることを目的とする。先人の知恵で「そのようになるものだ」と考えられるような現象を、化学の力を利用して理由を探りながら納得し、「さらにこのような方法はどうか」と主体的に考え、課題を解決していく生徒の姿を目指す。

7 評価の具体例

前時で学習した各結晶の特徴を活用して、生活の知恵等で言われている事柄を科学的に探究しようとしているかを、生徒の取組から評価する。

問：鍋などにこびりつく黒い「焦げ」は洗剤では落ちないが、薬局等で売っている薬剤を使わず、「身近にあるもの」で「鍋に傷をつけず」「きれい」にして「こきりだけ落とす」落とし方。そこで、台所にあるものを持ってきた。この中で焦げを楽に落とせるものは何か。どれだとい一番楽に落とせるかを班で考えて、実際に焦げを落としてみよう。

< 台所にあったもの >
砂糖、食塩、重曹、小麦粉、アルミホイル、しょうゆ から選ぶ

< 落とし方の注意点 >
・ スポンジで落とす際、まずスポンジを水で濡らしただけでこすってみよう。（対照実験）
・ 粉末のものは水で溶かす。結晶が残った状態で行うこと。

【評価 B となる例】

・ 上記の物質を可能な限り多く試している。
・ こすった結果を比較・検討しながら、焦げを楽に落とせるものを見つけようとしている。

【評価 A となる例】

・ 上記の物質を全て試し、一番楽に落とせるものを見つけている。
・ 前時の内容を活用し、いくつかの例を比較・検討しながら、一番楽に落とせるものを見つけている。

【評価 C となる例】

・ いくつかの方法を試すことができず、どれが適しているかを見つけ出すことができていない。

※考察等て過したものと最も過したものを述べたグループについては適宜評価。

8 形成的評価を促す児童・生徒に対する指導の手立て

【必要な知識・技能】化学結晶及び各々の結晶の性質
結晶の性質を活用して一度の試行で見つけ出すことも大切だが、試行錯誤をさせることにより、発見することも重要な探究の過程であることをあらかじめ説明する。机間巡視の際に手が止まっている生徒に対して、最初の学習のねらいを確認し、各々の結晶の特徴を振り返らせる等の助言をしながら、試行錯誤させるよう促す。

図4 高等学校化学基礎「物質と化学結合」の事例

1 校種・学年 「高等学校・化学基礎」

2 領域・単元 「粒子・物質と化学結合」

3 評価の観点 「思考力・判断力・表現力」及び「主体的に学習に取り組む態度」

4 身に付けさせたい力

【思考・判断力・表現力】化学結晶から物質の規則性や関係性、特徴などを見いだす力
【主体的に学習に取り組む態度】科学的に探究しようとする力

5 学習評価ツール

自由記述式（短答記述）

6 おおよその評価の流れ（本時または複数時間における流れ）

(1) 物質を構成する結晶の名称を記録する。
(2) ある事柄について、各々の結晶の特徴を踏まえて科学的に説明する。

7 評価の具体例

前時間において学習した各結晶の特徴を用いて、生活の知恵等で言われている事柄を科学的に探究し、表現する。その取り組みを評価する。

問：(1) 次の①～④の物質を構成する結晶の名称を答えなさい。
①ダイヤモンド ②炭酸水素ナトリウム ③アルミニウム ④二酸化炭素
(2) 次の現象が起こる理由を説明しなさい。
①ダイヤモンドがトンネル工事の掘削工事に貢献する理由を答えなさい。
②鍋などにこびりつく黒い「焦げ」は洗剤では落ちないが、重曹を粉末の状態ですポンジにつけて軽くこすると焦げがとれるのはなぜか答えなさい。
③ガラスやドライアイスは金づちでたたくと割れてしまうが、アルミニウムや金のはたいたても形が変わるだけで割れないのはなぜか答えなさい。
④ダイヤモンド、炭酸水素ナトリウム、アルミニウムは常温で固体であるが、二酸化炭素は気体なのはなぜか。
(3) あなたが不思議に感じたり不便なことについて、結晶の知識を用いて解決できると思ったことはないだろうか。考えて述べなさい。

【評価が A となる例】

(1) の問、< 例 > 「ダイヤモンドの主成分及び結晶の名称」
(2) の問、< 例 > 「ダイヤモンドがトンネル工事の掘削に貢献する理由」
の間に解答できる。

【評価が B となる例】

(1) の間に解答できるが、(2) の間に解答できない。

【評価が C となる例】

(1) 及び (2) の間に解答できない。

(3) については、解答に時間が余った生徒に対する問である。解答できた生徒には適宜評価。

8 形成的評価を促す児童・生徒に対する指導の手立て

(1)、(2) の問は全ての結晶について述べ、4 種類全ての結晶について解答できれば解答できたこととみなすが、机間巡視の際に手が止まっている生徒に対して、最初の学習のねらいを確認し、各々の結晶の特徴を振り返らせる等の助言をすることで試行錯誤し、その現象を深められるよう指導することが考えられる。

図5 高等学校化学基礎「物質と化学結合」の原案

図5は、図4の事例における作成者の原案であり、ペーパーテストから脱却し科学的に探究する活動を通して評価したこと、評価の観点を1つに焦点化したこと、形成的な評価を促すための手立てを工夫したこと、評価規準と評価Bとなる例を対応させたことなど、作成者の多くの変容を見取ることができる。

研究協議の最後に、栗山町内の小・中・高の理科担当教諭より、「授業で生徒の評価を見取る際に、評価基準を明確化するとともに、児童生徒に必要な手立てを予め考えておくことの重要性を再確認できた。」「様式について、身に付けさせたい力よりも評価基準の方がよい。」「引き続き評価の観点に沿ったさまざまな評価方法を学びながら、よりよい事例を作成したい。」などの発言があった。

4 学習評価を作成する際の視点

研修講座受講者が作成した事例は、栗山町授業交流会の成果を踏まえ、講座修了後の職場実践や当センター職員による直接の指導・助言を往還させながら、検討・改善した。その過程で得られた、学習評価を作成する際のⅠ～Ⅴの視点を表5に示す。

表5 学習評価を作成する際の視点

視点	内容
Ⅰ	評価規準や評価方法は、評価の観点を見取るものとして適切か
Ⅱ	評価の具体例は、評価の観点や評価規準を見取るものとして適切か
Ⅲ	評価Bとなる例は、評価規準を見取るものとして適切か
Ⅳ	評価A、B、Cとなる例は、客観的に区別できるものとして適切か
Ⅴ	形成的な評価を促す指導の手立ては、評価CをBに改善するものとして適切か

Ⅰは、特に、評価の観点が思考・判断・表現の場合に、評価規準では「○○なことを理解している」や「○○に関する技能を身に付けている」などの、評価方法では選択回答式のみや実技テストのみなどの、知識・技能を見取る要素が混在している例が見られた。西岡ら⁸⁾によるさまざまな評価方法では、単純な個々の知識や技能を見取る場合は選択回答式や実技テストの、複雑な思考・判断・表現や主体的に学習に取り組む態度を見取る場合は自由記述式やパフォー

マンス課題の、評価方法がそれぞれ適切とされていることも参考とした。

Ⅱは、概ねⅠと考え方は同じであるが、特に、設定した評価の観点以外を評価する活動が混在している例が見られた。評価の具体例を構想するときには、事前に設定した評価の観点や評価規準と齟齬がないことを確認した。

Ⅲは、特に、評価規準が評価Aとなる例と一致してしまう例が見られた。評価規準は、学習指導要領に示す各教科の目標に照らして児童生徒が「おおむね満足できる」状況であることから、評価Bとなる例と一致させるべきである。また、評価規準が単元の内容となっており、評価の具体例と整合性のない例も見られた。

Ⅳは、特に、評価AとBの差が明確でなかったり、評価Aが評価Bの上位になく枝分かれした例が多く見られた。評価Bとなる「おおむね満足できる」状況より、「十分満足できる」状況と判断されるものをA、「努力を要する」状況と判断されるものをCとして、客観的に区別できるものとした。

Ⅴは、特に、評価CをBに改善するために必要な、知識・技能が整理されていない例や具体的な指導の手立てが記載されていない例が見られた。理科の見方・考え方も含めて、形成的評価を生かしながら、きめ細かく指導・支援する計画を立てておきたい。

最後に、Ⅰ～Ⅴの視点には記載していないが、作成した事例がどの探究（問題解決）の過程に位置付けられているかについても、表3、表4を参考にしながら、作成することが必要である。

5 作成者による評価

作成者による評価として、アンケートフォームを用いた調査を、事例完成後に行った結果を表6に示す。研修講座や事例の作成をとおした各項目の理解度について、4件法（4：深められた、3：やや深められた、2：やや深められなかった、1：深められなかった）で回答していただいたものである。

表6 教員経験年数と4件法による事例作成をととした各項目の理解度

	小学校(N=17)		中学校(N=14)		高等学校(N=19)		計(N=50)	
	平均	標準偏差	平均	標準偏差	平均	標準偏差	平均	標準偏差
① 教員経験年数	12.88	11.16	12.36	8.94	12.05	9.53	12.42	9.77
② 観点別評価について	3.59	0.51	3.50	0.52	3.21	0.79	3.42	0.64
③ さまざまな評価方法について	3.41	0.62	3.50	0.52	3.32	0.58	3.40	0.57
④ 形成的な評価について	3.18	0.73	3.07	0.62	3.05	0.78	3.10	0.71
⑤ 授業改善の視点について	3.41	0.62	3.36	0.50	3.53	0.77	3.44	0.64

校種別で比較すると、①の教員経験年数はいずれも同程度であり、②の観点別評価については小学校が、③のさまざまな評価方法については中学校が、④の形成的な評価については小学校が、⑤の授業改善の視点については高等学校が、最も高い数値となった。しかしながら、校種別で対応のないt検定を行ったところ、いずれの項目についても有意な差は見られなかったことから、校種別での理解度の違いはないと判断できる。一方で、全校種で②～⑤を比較すると、④が低い数値であることから、今後の指導・助言の重点項目とするべきと考えられる。

なお、自由記述では、「さまざまな評価を取り入れることで教師や児童の意識の変化が見られた」「評価の方法や基準について理解できたため、実践していきたい」などの回答があった。

6 理科の学習評価事例集

作成者のご協力により、本事例集では、領域別でエネルギー25、粒子18、生命17、地球10、生活科2、校種別で小学校24、中学校20、高等学校28、観点別で知識・技能18、思考・判断・表現42、主体的に学習に取り組む態度12、評価方法別で選択回答式2、実技テスト7、自由記述式27、パフォーマンス課題36の、計72の事例が集まった。また、本事例集を掲載した特設サイトを[当センターのウェブページ](#)にアップロードし、令和5年2月10日付け事務連絡にて各学校等に周知したところである。

小・中・高を一貫して、評価方法や形成的な評価を中心に、70以上を掲載した評価事例集は、これまでなかったのではないだろうか。今後の指導の改善等にご活用いただければ幸いである。

7 謝辞

今回の調査研究にあたり、学習評価方法の事例の作成や授業交流会等にご協力いただいた、栗山町立栗山小学校、栗山町立角田小学校、栗山町立継立小学校、栗山町立栗山中学校、北海道栗山高等学校、栗山町教育委員会、令和4年度当センター研修講座受講者の皆様には大変お世話になりました。この場を借りて厚く御礼申し上げます。

8 引用文献

- 1) 文部科学省、2017：小学校学習指導要領（平成29年告示）
- 2) 文部科学省、2017：中学校学習指導要領（平成29年告示）
- 3) 文部科学省、2018：高等学校学習指導要領（平成30年告示）
- 4) 文部科学省、2018：高等学校学習指導要領（平成30年告示）解説理科編理数編
- 5) 文部科学省、2017：小学校学習指導要領（平成29年告示）解説理科編
- 6) 文部科学省初等中等教育局教育課程課、2021：学習指導要領の趣旨の実現に向けた個別最適な学びと協働的な学びの一体的な充実に関する参考資料
- 7) 文部科学省国立教育政策研究所教育課程研究センター、2021：「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高等学校理科
- 8) 西岡加名恵・石井英真・田中耕治、2022：新しい教育評価入門

（かわばた まさし 物理研究班）