

## 中学校と高等学校における理科の資質・能力を育成して評価するパフォーマンス課題

田 中 保 樹

北里大学理学部

### はじめに

中学校と高等学校の理科の授業において、小学校、中学校、高等学校の学習指導要領（文部科学省、2017a、2017b、2018）を踏まえ、各学校の生徒の実態に応じて内容のまとまり、単元と小単元（以下、単元等）を構想し授業をつくり、「指導と評価の一体化」を通して指導や学習を改善したり充実したりして、理科におけるカリキュラム・マネジメントを推進させ、理科の資質・能力を育成することは大切である（田中、2021）。中学校理科のカリキュラム・マネジメントを進めるに当たっては小学校理科で学んだことを、高等学校理科においては小学校と中学校の理科で学んだことを生かしたい。中学校と高等学校の理科では、小学校理科の問題解決を生かした科学的な探究を通して学び、理科に関する知識と技能を習得し、科学的に探究する力を育成して、科学的に探究しようとする態度の涵養を図る。

理科の資質・能力を育成する例の1つとして、内容のまとまりや単元等を通して習得した知識や技能を活用したり、形成された科学的な概念を使って考え表現したりすることで、新たな自然の事物・現象に関する課題を解決するような学習活動を挙げることができる。その課題とは、理科におけるパフォーマンス課題「リアルな文脈（あるいはシミュレーションの文脈）において、知識やスキルを総合して使いこなすことを求めるような課題」（西岡・田中、2009）と言える。本稿では、パフォーマンス課題についての論述（田中、2011）を踏まえて、現行の学習指導要領における中学校と高等学校の理科における資質・能力を育成して評価するパフォーマンス課題について述べる。

なお、本稿では、『「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（中学校理科）（高等学校理科）』（文部科学省国立教育政策研究所、2020、2021）にならい、学習指導要領における大項目を内容のまとまり、中項目を単元、小項目を小単元としている。また、「指導に生かす評価」と「指導に生かすとともに総括としても生かす評価」という表記を採用している。学習評価は、児童生徒の資質・能力を育成するために、学習とその指導をよりよくするために行うことが大切である。評価を指導に生かした授業づくりとその

実践が求められる。

### 1. 理科を探究的に学ぶことで、理科の目標の実現を図り理科の資質・能力を育成する

中学校と高等学校の理科の授業において、理科の目標の実現を図るには、探究的に学ぶことを通して、科学的な探究を充実させたい。その際、小学校理科の問題解決で育成された資質・能力を生かす(図1)。問題を見いだす、予想や仮説を発想する、解決の方法を発想する、より妥当な考えをつくり出す、比較する、関係付ける、条件を制御する、多面的に考えるなど、小学校で行ってきたことと学んだ内

中学校理科・高等学校理科で、 小学校理科の問題解決を通して学んだことを生かす
<p><b>○小学校理科の問題解決において学んでいること</b></p> <p><b>□内容</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>□差異点や共通点を基に、<b>問題を見いだす</b></li> <li>□既習の内容や生活経験を基に、根拠のある<b>予想や仮説を発想する</b></li> <li>□予想や仮説を基に、<b>解決の方法を発想する</b></li> <li>□<b>より妥当な考えをつくり出す</b></li> <li>□<b>比較する 関係付ける 条件を制御する 多面的に考える</b></li> <li>□「指導計画の作成と内容の取扱い 言語活動の充実」から                     <ul style="list-style-type: none"> <li>・<b>問題を見いだし、予想や仮説、観察、実験などの方法について考えたり説明したりする</b></li> <li>・<b>観察、実験の結果を整理し考察する</b></li> <li>・<b>科学的な言葉や概念を使用して考えたり説明したりする</b></li> </ul> </li> </ul> <p style="text-align: center;"><b>→ 中学校理科で生かす → 高等学校理科で生かす</b></p>

図1 小学校理科の問題解決を通して学んだことを生かす

容等を踏まえ、内容のまとめりと単元等を構想し授業をつくり実践する。

単元等の学習をより主体的、より探究的に学べるようにするために、単元等のはじめに自然の事物・現象の観察等から問題を見いだす。そして課題を設定することで、課題を自分のこととして捉えられたり見通しをもてたりできるようにする。課題を解決するために、従属変数から独立変数や要因を考える、仮説を設定する、仮説を検証する観察、実験の方法を立案する、条件の制御を考える、観察、実験の結果を予想するなどを行い、観察、実験を計画する。計画を充実させることは、観察、実験の質を高めたり、結果の分析・解釈において、より深く考えたりすることに繋げることができる。このような探究の過程は固定的なものではない。内容、観察や実験、生徒の発達の段階や実態等に応じ、重点的に扱ったり省略したりする。また、内容等に応じて理科の見方・考え方を働かせることで、学習を探究的に行うことができる。科学的な探究の過程における節目において、「指導と評価の一体化」を図り、理科の授業を充実させ、理科の資質・能力を育成することが大切である(図2)。

このように探究的に学習して学んだことや身に付いた知識や技能を新たな自然の事物・現象や日常生活に関する課題に活用することで、理科の〔思考力、判断力、表現力等〕である科学的に探究する力を育成することができる。内容のまとめりと単元等に必要に応じて、このような課題を位置付け、指導と評価に当たりたい(図3)。

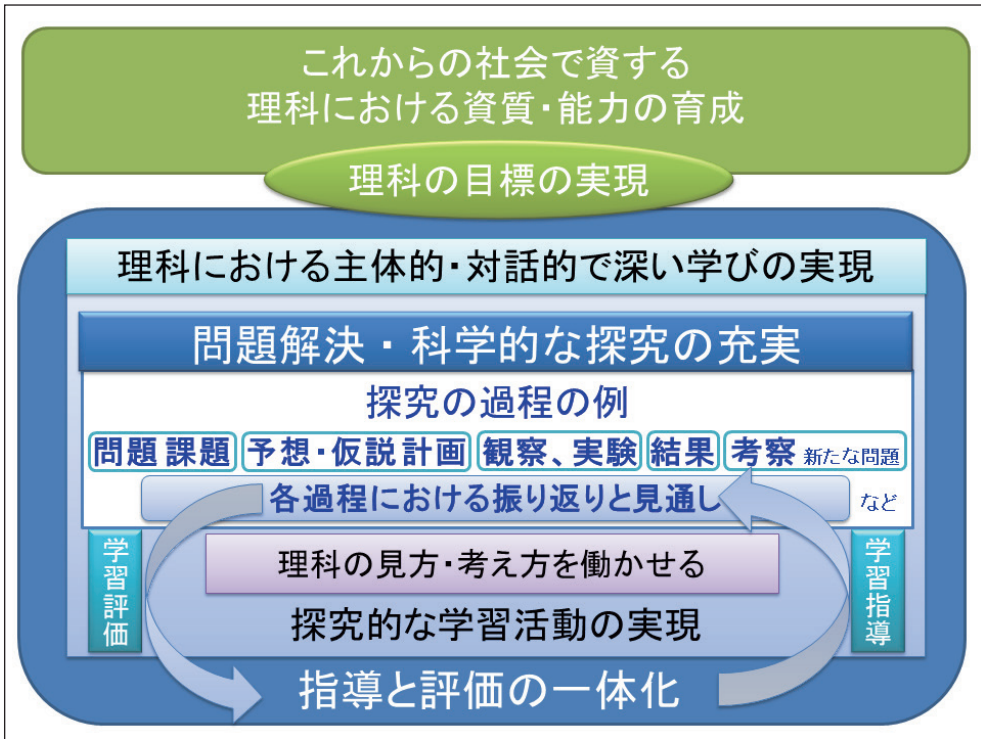


図2 理科教育の在り方 (例)

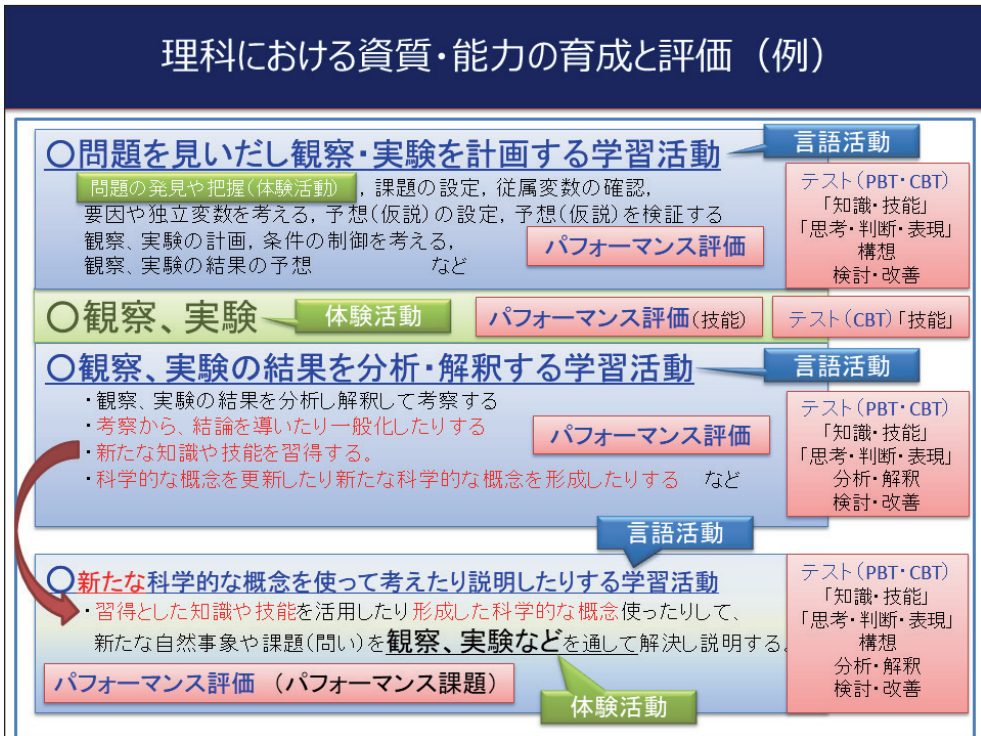


図3 習得した知識や技能を新たな自然の事物・現象や日常生活に関する課題に活用する

## 2. 内容のまとめりと単元等にパフォーマンス課題を位置付ける

内容のまとめりと単元等を通して習得した知識や技能を活用したり、形成された科学的な概念を使って考え表現したりすることで解決する新たな自然の事物・現象に関する課題は、理科におけるパフォーマンス課題と言える。パフォーマンス評価とパフォーマンス課題について、西岡は次のように述べている（西岡、2011）。

パフォーマンス評価とは、知識やスキルを実際に活用して作品を生み出せたり、実演を行わせたりすることによって、子どもたちの理解の様相をとらえようとするものである。パフォーマンス課題とは、パフォーマンス評価の方法の中でも、より複雑な思考力・判断力・表現力（すなわち深い理解）が求められるような課題を指す。

このような理科におけるパフォーマンス課題を内容のまとめりと単元等に位置付け実施することは、理科における〔思考力、判断力、表現力等〕である科学的な探究する力を育成するとともに、パフォーマンス課題を解決するために活用する知識や技能の習得を更に促し、理解を深める。また、それらを評価することができる。

## 3. 科学的な探究を通してパフォーマンス課題を解決する

理科におけるパフォーマンス課題を解決するには、単元等における知識や技能の習得や、科学的な概念の更新や形成に至る学びと同様に、科学的な探究を通して実施することが望まれる（図4）。図3のように科学的な探究は、問題の発見や把握、課題の設定、従属変数の確認、要因や独立変数を考える、予想（仮説）の設定、予想（仮説）を検証する観察や実験の計画、条

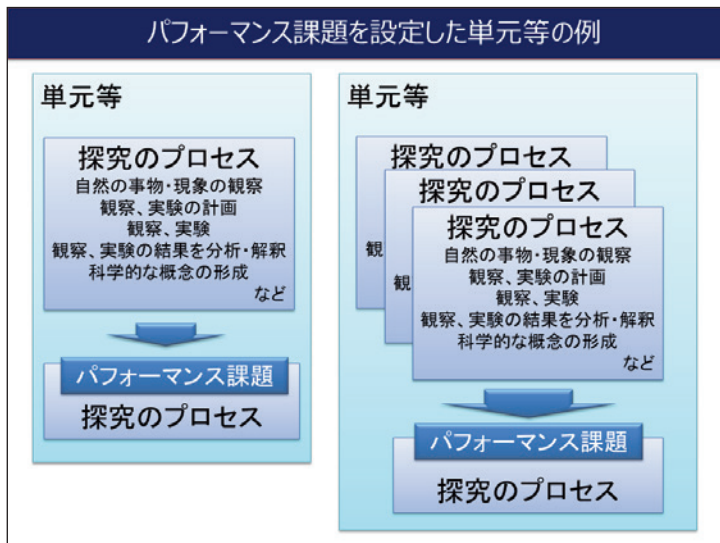


図4 科学的な探究を通してパフォーマンス課題を解決する

件の制御を考える、観察や実験の結果の予想、資料の収集、実験による検証、結果の分析や解釈、結論の導出や一般化などの過程が考えられる。生徒の発達の段階や実態及びバ

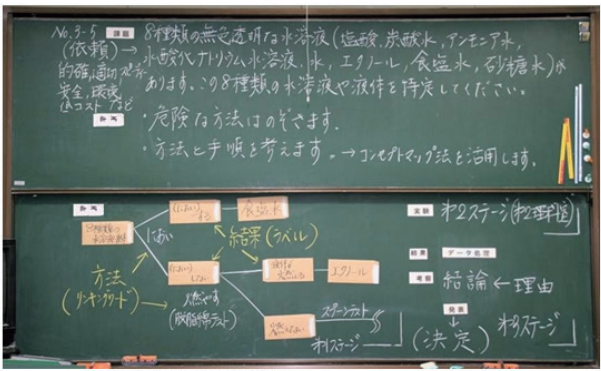
パフォーマンス課題に応じて、各過程を取捨選択し解決の道筋を組み立てる。

理科のパフォーマンス課題の例として物質や物体（白い粉、水溶液や液体、岩石など）の同定を挙げることができる。図5は中学校第1分野の粒子を柱とする領域における「水溶液・液体の同定」というパフォーマンス課題の例である。この課題を解決するには、科学的な探究の各過程を踏むが、パフォーマンス課題によっては、ある過程を重点化した取組も考えられる。例えば、慣性の法則が適用される自然の事物・現象などの原理を他者へ説明するというパフォーマンス課題は、現象の観察、結果の記録、結果の分析・解釈、結論の導出、そして他者への説明という過程を踏むことで課題の解決を行うことが考えられる。この場合、観察、実験の計画などの過程を省略している。

各過程において、図1のように、科学的に問題解決する力など小学校理科で培ってきたことや、科学的に探究する力など中学校と高等学校において育成される資質・能力を生かしたい。

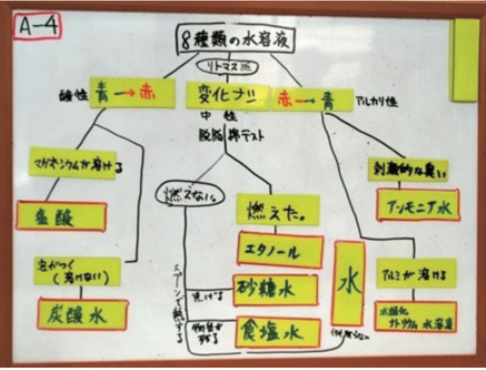
### パフォーマンス課題の例

#### 水溶液・液体の同定



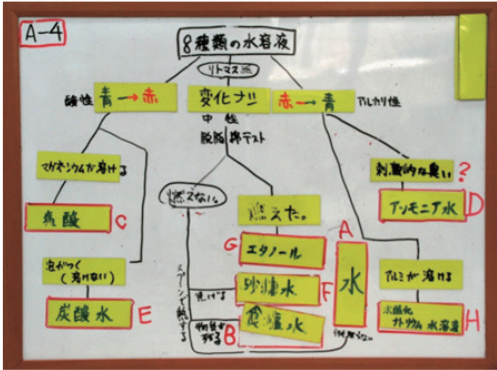
The blackboard contains handwritten Japanese text and a flowchart. The text discusses identifying 8 types of colorless, transparent aqueous solutions (hydrochloric acid, carbonic acid, ammonia, sodium carbonate, sodium chloride, ethanol, sodium chloride, sucrose water). The flowchart shows a process from 'Method (Strategy)' to 'Observation (Experiment)' to 'Result (Phenomenon)' to 'Conclusion (Reason)' to 'Decision (Transfer)'. It also includes a '2nd Stage (Explanation)' box.

#### 実験計画



The experimental plan flowchart (A-4) starts with '8 types of aqueous solutions'. It branches into 'Acidic (Green to Red)', 'Changeable (Green to Red)', and 'Alkaline (Red to Green)'. Under 'Acidic', it lists 'Carbonic acid water' and 'Hydrochloric acid'. Under 'Changeable', it lists 'Ethanol', 'Sucrose water', and 'Salt water'. Under 'Alkaline', it lists 'Ammonia water' and 'Sodium carbonate water'. A central box labeled 'Water' is also present.

#### 実験結果



The experimental results flowchart (A-4) shows the same structure as the plan but with results. 'Carbonic acid water' is labeled 'C', 'Hydrochloric acid' is 'E', 'Ethanol' is 'G', 'Sucrose water' is 'F', 'Salt water' is 'B', 'Ammonia water' is 'D', and 'Sodium carbonate water' is 'H'. The central 'Water' box is labeled 'A'. There are also handwritten notes like '燃えた?' (burned?) and '別物の水?' (different water?).

図5 パフォーマンス課題の例 水溶液・液体の同定

#### 4. 内容のまとまりと単元等の目標と内容からパフォーマンス課題を設定する

内容のまとまりと単元等のパフォーマンス課題は、その内容のまとまりと単元等における目標と内容から設定する。その際、その内容のまとまりと単元等で最も重要なことを踏まえる。また、内容のまとまりと単元等で学んだことを生かすことで解決できるものとする。そして、パフォーマンス課題を実社会・実生活に即したリアルな文脈における課題として内容のまとまりと単元等に位置付けると、理科の学習の意義や有用性を実感させ、科学への関心を高めることに繋げることができる。

ところが、理科におけるパフォーマンス課題を、リアルな文脈つまり実社会・実生活の中から見いだすことは大変なことである。リアルさを追求するあまり、理科の内容を超えることになりかねない。習得していない知識と技能を含むパフォーマンス課題では、その解決の過程において、習得していない知識と技能を必ず補足しなければならない。

教科横断的な学びを意識して、生徒の資質・能力の育成を第一にするならば、他の教科の内容や、理科の中においては他の分野や領域、科目を踏まえて、課題の解決に当たることも大切である。ただ、限られた理科の時間で行うパフォーマンス課題である。その内容のまとまりと単元等で習得した知識と技能を主に活用して解決できる課題が望まれる。理科の内容を超えるような課題は、中学校では総合的な学習の時間、高等学校では総合的な探究の時間で行うことが考えられる。

リアルな文脈やシミュレーションの文脈を考えるには、「パフォーマンス課題のシナリオに織り込むべき6要素(GRASPS)」(西岡,2011)が参考になる。6要素とは、Goal:パフォーマンスの目的、Role:生徒の役割、Audience:相手(生徒が説明する対象)、Situation:想定されている状況、Performance:パフォーマンス・Product:プロダクト(成果物)、Standards and criteria for success:(評価の)観点である。図5に示したパフォーマンス課題「水溶液・液体の同定」の例では、6要素は次の図6のように設定し、生徒を主人公にした場面を位置付けることができる。

**8種類の無色透明の水溶液と液体の同定** (中学校第1学年第1分野 (2) 身の回りの物質)

生徒は研究所の所員であり、無色透明の水溶液 (塩酸、炭酸、アンモニア水、水酸化ナトリウム水溶液、砂糖水、食塩水) と液体 (水、エタノール) の計8種類を同定し依頼者に報告するという場面を設定する。生徒は研究所の所員として、的確、適切、安全、環境、低コストなどを配慮した課題に取り組むようにする。

○Goal : パフォーマンスの目的

水溶液と液体を同定した結果を、科学的な概念や根拠 (実験結果) を基に依頼者に分かるように説明する。

○Role : 生徒の役割

研究所の所員

○Audience : 相手 (生徒が説明する対象)

依頼者

○Situation : 想定されている状況

研究所に8種類の無色透明の水溶液と液体の同定の依頼があり、それらを同定するために実験を計画し実施する。得られた結果を分析して解釈し、科学的な概念や根拠 (実験結果) を基に依頼者へ分かるように説明する。

○Performance : パフォーマンス

実験の計画、実験の実施、考察 (分析・解釈)、説明

Product : プロダクト (成果物)

依頼者への報告書 (観察、実験レポートを兼ねる)

○Standards and criteria for success : (評価の) 観点

観点別学習状況の評価の観点 : 思考・判断・表現

「おおむね満足できる」状況と判断されるもの (評価規準)

- ・習得した知識や技能を活用して、8種類の水溶液と液体を同定するための観察、実験の計画を立てている。
- ・観察、実験の結果を分析して解釈し、8種類の水溶液と液体を同定し、科学的な概念に基づき考察 (結論と根拠) を説明している。

「十分満足と判断できる」状況と判断されるもの (例)

- ・観察、実験の結果を分析して解釈し、8種類の水溶液と液体を同定し、科学的な概念に基づき根拠を十分に挙げ説明している。(例えば、多様な方法や多面的な見方で、論理的に、よりの確・適切に、環境や低コストを配慮したなど)。

図6 パフォーマンス課題「水溶液・液体の同定」における6要素 (GRASPS)

## 5. まずは評価規準で行い、可能ならばルーブリックを導入する

パフォーマンス課題の解決を通して、パフォーマンス評価を行うにはルーブリック「成功の度合いを示す数段階程度の尺度と、尺度に示されたレベル（評点・標語）のそれぞれに対応するパフォーマンスの特徴を示した記述語から成る評価基準表」（西岡・田中、2009）は、総括的な評価の場面においては有効である。その場面において、評価規準ではなくルーブリックを使用してパフォーマンス評価を行うことが考えられるが、無理をしないことである。まずは評価規準をよく理解し、評価規準を用いて行う。そして、生徒指導要録における観点別学習状況の評価に準じて、評価規準に対して、「十分満足できる」状況、「おおむね満足できる」状況、「努力を要する」状況の3つに判断することから始める。図6のように、評価規準として「おおむね満足できる」状況を明らかにし、それに対して想定できる「十分満足できる」状況をいくつか挙げ、「努力を要する」状況は「おおむね満足できる」状況と判断できないものとするればよい。

評価規準やルーブリックは、理科の授業におけるPDCAサイクルの中で生徒の実態やパフォーマンスの状況により見直していくことが大切である。また、指導者が慣れてきたり評価の力量が上がったりしてルーブリックを導入した方がよいと判断できるならば、ルーブリックを使ってパフォーマンス評価を行うことも考えられる。

また、評価規準やルーブリックは、生徒と共有し、生徒はその評価規準やルーブリックを基に自己評価できるようにし、パフォーマンス課題を解決できるようにする。そのためには普段から、生徒の自己評価力やメタ認知能力を育成することが大切である。

## 6. パフォーマンス課題の難易度

理科におけるパフォーマンス課題は、これまでの理科の学習で培ってきた科学的に探究する力や当該の内容のまとまりと単元等で習得した知識と技能を主に活用できるかを評価するためのものであり、その内容のまとまりと単元等における課題を設定する。

ただ、簡単に解決できる課題では、生徒の科学的に探究する力を引き出すことにはならず、それらの力を評価することはできない。課題の難易度として、生徒にある程度は負荷がかかる課題が望まれる。課題に条件や制限をかけることで難易度をコントロールすることができる。図5に示したパフォーマンス課題「水溶液・液体の同定」の例では、研究所の所員としての的確、適切、安全、環境、低コストなどを配慮することがそれに当たる。いずれにしても、生徒にとって易しすぎず難しすぎないことが肝要である。

また、これまで育成されてきた理科の資質・能力で解決できる課題であるので、必ず解決できるという見通しをもたせるとともに自信をもって臨めるようにするための指導者の働きかけが大切である。



## 7. パフォーマンス課題を実施する頻度

中学校理科の内容のまとまりは、学年による違いはあるが年間を通して4つ程度である。少なくとも内容のまとまりに1つのパフォーマンス課題を設定し、その内容のまとまりで習得した知識と技能を活用して解決できるようなパフォーマンス課題を位置付けたい。つまり、全ての単元等にパフォーマンス課題を位置付けることは現実的ではない。中学校理科の場合、年間、4つ程度のパフォーマンス課題を行うことが考えられる。高等学校理科の場合も、年間を通した頻度は、時数を踏まえて、適切に位置付けたい。これらを少ないとみるか多いとみるかは、その学校や生徒の実態による。目の前の生徒たちに即した内容のまとまりと単元等を構成し展開したいものである。

## 8. パフォーマンス課題の解決を充実させるために

パフォーマンス課題の解決を充実させるために、時間や空間を確保することは大切である。図5に示したパフォーマンス課題「水溶液・液体の同定」の例では、キーワード「2」として、時間割変更を行い2コマ連続の授業を確保し、2人で指導を行い、課題の解決の過程（観察、実験の計画、実施、結果の考察）で2つの理科室を使い分けて授業を行うことが考えられる。

限られた時間内で課題を解決できるような工夫の1つとして、グループごとの話し合いに、ホワイトボードやICT（Information and Communication Technology:情報通信技術）を活用したホワイトボードを利用することが考えられる。ホワイトボードもICTにおけるホワイトボードも、書換えが可能で話し合いの過程をリアルタイムで可視化するので、話し合いを充実させる。また、そのホワイトボードの結果をカメラで撮影したデータや、ICTにおけるホワイトボードの記録のデータを、各自の探究シートやレポートなどに貼り付けることもできる。そうすることで、記録の時間を省略し思考や話し合いなどの時間を確保することができる。ICTを活用するならば、もっと多様な展開が考えられる。このようにして、協働的な学びを促したい。

パフォーマンス課題に即して探究シートを使用する場合、工夫することで、パフォーマンス課題の効果を上げることができる。ただ、フォーマットや効率を重視するあまり生徒の思考や表現を画一化したり抑制したりするようなワークシートのようにならないよう気を付けたい。探究を促す探究シートとしての工夫が大切である。

パフォーマンス課題を解決したとき、「分かった自分、できるようになった自分」を認識させ、課題を解決したことによる達成感や成就感を味わわせ、理科を学ぶ意義や理科の有用性を実感させたい。それは科学への関心を高めることに繋げることができる。そのためには、振り返りを促すような自己評価表を導入したり、課題を解決したことに対して褒め称えたりするなどの指導の工夫が求められる。

## 9. 学習評価を行うに当たって

今回の改訂では、育成する3つの資質・能力に即して、観点別学習状況の評価の観点が整理された。理科における観点のそれぞれの趣旨を理解し、内容のまとまりと単元等の内容、パフォーマンス課題などに応じて、一単位時間（50分）でいくつもの観点を評価するのではなく、1つ程度の観点到に絞りこみ、無理なく観点別学習状況の評価を行うようにする。「主体的に学習に取り組む態度」については、内容のまとまり（大項目）などある程度まとまりで評価する。パフォーマンス課題では、主に「思考・判断・表現」の評価を行う。また、授業改善のための「指導に生かす評価」と「指導に生かすとともに総括としても生かす評価」を目的的、計画的に行うことで、学習評価をより有効なものとするとともに、無理なく行えるようにしたい。

なお、学習評価を行うに当たっては『「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（中学校・高等学校理科）』（文部科学省国立教育政策研究所、2020・2021）や各地域の「教育課程編成の指針」や「評価に関わる資料」などを参考に、学校や生徒の実態などに応じ学習評価を推進する。そして、PDCAサイクルを踏まえた授業改善を行い、理科におけるカリキュラム・マネジメントを推進して、理科の資質・能力の育成を図りたい。

## 10. パフォーマンス課題を位置付けた内容のまとまりと単元等を構想する

これまで述べてきたことを参考に、理科のパフォーマンス課題を位置付けた内容のまとまりと単元等を構想し授業をつくりたい。

理科の内容のまとまりと単元等を構想する際、まずは学習指導要領解説理科編をよく読み込み、内容のまとまりと単元等の目標と内容をしっかり把握することである。そして、その内容のまとまりと単元等で習得した知識や技能を活用することで解決できるパフォーマンス課題や、その内容のまとまりと単元等の目標を問うパフォーマンス課題を考え位置付けパフォーマンス評価を導入したい。

学校や生徒の実態などから、内容のまとまりと単元等を見直すことは大切であるが、パフォーマンス課題を設定する際に、内容のまとまりと単元等を見直し再構成、再構築を行うことをしたい。その際、参考になるのが「逆向き設計」論（西岡・田中、2009）である。ルーブリックと同様、学校や生徒の実態など鑑み、指導者が導入できると判断するならば取り入れるとよい。決して無理をしないことである。

## おわりに

パフォーマンス課題は、習得した知識や技能を使いこなすことを求めるような課題である。知識と技能の習得が前提となる。知識と技能が身に付いていない状況でパフォーマンス課題に取り組むのでは本末転倒である。知識と技能の習得と活用、どちらもしっかり行うことで、理科の資質・能力を育成することになる。そういう意味で、内容のまとまりと単元等にポートフォリオを導入することも有効である。ポートフォリオを導入することで習得を強化するし、パフォーマンス課題を行うときに有効な資料となる。

いずれにしても、理科の資質・能力を育成するために持続可能な取組が求められる。特に、学習評価においては効率的で有効な評価方法を工夫することである。

## 参考・引用文献

- 文部科学省 (2017a) 『小学校学習指導要領』 東洋館出版社
- 文部科学省 (2017b) 『中学校学習指導要領』 東山書房
- 文部科学省 (2018) 『高等学校学習指導要領』 東山書房
- 田中保樹 (2021) 「理科におけるカリキュラム・マネジメントに位置付いた単元等の構想と授業づくり」 北里大学教職課程センター教育研究第7号,129-144
- 西岡加名恵・田中耕治 (2009) 『「活用する力」を育てる授業と評価 中学校 パフォーマンス課題とルーブリックの提案』 学事出版, 8, 14, 8-21
- 田中保樹 (2011) 「中学校理科 パフォーマンス課題を位置づけた単元の指導計画 (学習指導と学習評価) を立てるに当たって」 理科の教育6月号, Vol.60, 通巻710号, 日本理科教育学会 (編集), 東洋館出版社 (発行), 13-16
- 文部科学省国立教育政策研究所 (2020) 『「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 (中学校理科)』 東洋館出版社
- 文部科学省国立教育政策研究所 (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)』 東洋館出版社
- 西岡加名恵 (2011) 「パフォーマンス課題の位置づけとつくり方」 理科の教育6月号, Vol.60, 通巻710号, 日本理科教育学会 (編集), 東洋館出版社 (発行), 9-12