

理科

当該学年の目標および内容での学習が難しい児童生徒への

理科の指導に関する研究

The Study of Science Teaching for Students

Showing Difficulty in Learning in Their Grade's Objectives and Contents

目 次

I. はじめに	8 2
II. 報告 1 「指導目標系統表（中学部）」生命・地球の作成と実践への活用	8 9
III. 事例報告 1	9 4
IV. 報告 2 「問題解決の能力の要素の例」を活用した指導目標重点化の手続き	1 0 0
V. 事例報告 2	1 0 2
VI. 報告 3 連携研究協力校における指導目標重点化の実践と見いだされた課題	1 0 8
VII. 連携研究 1 長崎県立諫早特別支援学校 森萌教諭による実践	1 0 9
VIII. 連携研究 2 千葉県立桜が丘特別支援学校 茂原伸也教諭による実践	1 1 4
IX. 報告 4 指導目標重点化の手続きの改善	1 2 0
X. 事例報告 3	1 2 2
XI. 事例報告 4	1 3 0
XII. 今後の展望と課題	1 3 9

I. はじめに

1. 本研究の目的

本研究は、『学習に遅れがある肢体不自由児に対する各教科の指導内容の精選・重点化，指導の工夫に関する研究』（筑波大学附属桐が丘特別支援学校，2016）（以下，「筑波大学附属桐が丘特別支援学校」は「桐が丘」と表記する）の「理科」において報告した平成26・27（2014・2015）年度の全校研究を継承・発展させるとともに，そこで報告された指導目標設定の手続きを，連携研究連携研究協力校においても実践していただき，それらの成果と課題を踏まえ，さらに改善した手続きを提案することを目的とする。

2. これまでの研究の問題意識と到達点

観察，実験を中心とする理科授業では，脳性まひ児を中心とする肢体不自由を有する児童生徒は，上肢の操作性や「見えにくさ」，「捉えにくさ」に起因する困難さ，生活経験の偏りなど，さまざまな学習上の困難を有する。例えば，既存の観察，実験器具をそのまま使用することが難しかったり，グラフの読み取りや表現が難しかったりすることもある※88 ページに注あり。これらに加え，当該学年の学習が難しい児童生徒の場合，その学びの実態によっては，観察，実験において見通しや目的意識をもてなかったり，複数の実験結果を組み合わせることで結論を導くことが難しかったりするなど，観点別評価で示されるところの「科学的な思考・表現」の学習につまずきを示すことが少なくない。

そこで，平成26（2014）年度には，授業づくりにおいて，肢体不自由に起因する学習上の困難に対する手立てや配慮を前提にしながら，このようなつまずきに対し，児童生徒の学びの実態に応じた指導目標の設定（指導目標の重点化）をすることが必要と考えた。またその考えを具体化するために，小学校において「科学的な思考・表現」として評価される「問題解決の能力」の段階制に着目して理科の系統性を整理し「指導目標系統表（小学部）」の各領域（粒子・エネルギー・生命・地球）を作成した。

平成27（2015）年度には，「指導目標系統表（小学部）」を作成した考えを発展させ，小学校と中学校の理科の相違点を踏まえた「指導目標系統表（中学部）」の粒子・エネルギーを作成した。また，指導目標系統表を授業づくりに活用するため，児童生徒の学びの実態を把握するとともに，指導目標を設定する手続きを提案した。さらに，問題解決の能力の実態把握には，問題解決の能力の要素をあらかじめ明確にしておく必要性に触れ，「問題解決の能力の要素の例」を示した。

これらの過程は，図1のような経過をたどった。

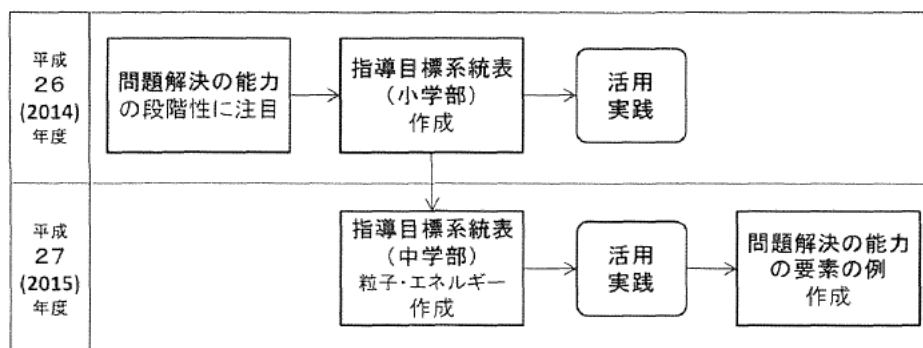


図1 平成26・27年度の全校研究(理科)の経過

次から，平成26・27年度の全校研究の概要をまとめ，その成果と課題を整理する。

3. 平成26年度の研究：指導目標・指導内容を重点化する方針の明確化と「指導目標系統表(小学校)」作成

(1)理科の学習の特質

小中学校の理科は、学習指導要領に示された目標から、「科学的な見方や考え方」を育てることに集約される。『小学校学習指導要領解説(理科編)』によれば、これは、問題解決の能力や自然を愛する心情、自然の事物・現象についての理解をもとにして構築される。このような理科の学習は、児童生徒の既に持っている自然についての素朴な見方や考え方を、観察、実験などの問題解決の活動を通して、少しずつ科学的なものに変容させていく営みである。

つまり、理科の学習の中核をなすのは問題解決の活動である。この問題解決の活動は、観察、実験を中心とした一連の問題解決の過程において行われる。観察、実験の活動は、児童生徒が自ら目的、問題意識をもって意図的に自然の事物・現象に働きかけていく活動である。そこでは、児童生徒は自らの予想や仮説に基づいて、観察、実験などの計画や方法を工夫して考えることになる。観察、実験などの計画や方法は、予想や仮説を自然の事物・現象で検討するための手続き・手段であり、理科における重要な検討の形式と考えることができる。

ここで、観察は、実際の時間、空間の中で具体的な自然の存在や変化を捉えることである。視点を明確に持ち、周辺の状況にも意識を払いつつ、その様相を自らの諸感覚を通して捉えようとする活動である。一方、実験は、人為的に整えられた条件の下で、装置を用いるなどしながら、自然の存在や変化を捉えることである。自然からいくつか変数を抽出し、それらを組み合わせ、意図的な操作を加える中で、結果を得ようとする活動である。

(2)理科の目標・内容の系統性について

このような特質のある理科の指導を進める上で、当校では、理科の学力の基礎・基本には、2つの側面があることに着目してきた。1つは、自然の事物・現象の要素をひとつひとつ理解して身に付ける知識であり、もう1つは、要素を関連付けていくことで要素の関係性や現象を理解する思考である。知識の学習については、系統的に組織された自然科学の知識体系を、児童生徒の発達段階や学びの実態に応じて扱っていけばよく、『小学校学習指導要領解説(理科編)』には、その順序性が「内容の構成」として示されている。他方、思考を系統的に指導していく指導内容や方法は明らかではない。

理科における思考については、観点別評価では「科学的な思考・表現」として評価される。また、国立教育政策研究所教育課程センター(2011a)によれば、小学校理科について学習指導要領を踏まえた評価の観点及びその趣旨として「問題解決の能力」に関する評価の観点が示されている。さらに、『小学校学習指導要領解説(理科編)』によれば、「問題解決の能力」については、学年ごとに重点を置いて育成すべき問題解決の能力が、以下のように示されている。

- ・比較(3年)：自然の事物・現象を比較しながら調べること
- ・関係付け(4年)：自然の事物・現象を働きや時間などに関係付けながら調べること
- ・条件(5年)：自然の事物・現象の変化や働きをそれらにかかわる条件に目を向けながら調べること
- ・推論(6年)：自然の事物・現象についての要因や規則性、関係を推論しながら調べること

また、これらの問題解決の能力は、下の学年の問題解決の能力が上の学年の問題解決の能力の基盤となることがあわせて示されている。

(3) 当該学年の学習が難しい児童の指導目標・指導内容を重点化する方針

以上のことから、理科における教科の系統性を整理すると、知識の側面から、扱う自然の事物・現象についての知識やそれを調べるための技能の系統性、思考の側面から問題解決の能力の系統性が整理できる。そして、そのそれぞれの学習を進めることで、科学的な見方や考え方を培っていく構造としてまとめられる。

ここで、前述した「内容の構成」に着目すると、ある学年の自然の事物・現象を扱う学習が難しいとしても、下学年では全く別の自然の事物・現象を扱って学習しており、内容的に関係していないことが多いことが理解できる。また、ある学年でもし、下学年に設定されている自然の事物・現象を扱うとしたら、その学年で扱わなかった当該学年の自然の事物・現象は、さらに上級の学年で下学年適用により扱わない限り、学ぶ機会を失ってしまう。肢体不自由児の学習上の困難として、学年相当の生活経験が不足していることがしばしばあげられていながら、これではむしろ経験不足を助長することにもなりかねない。さらに、当校小学部では、当該学年の目標及び内容、進度での学習を行なう児童も在籍している。このような、多様な実態を有する児童の在籍する学習集団においては、児童ごとに扱う自然の事物・現象を変え、別の観察、実験による指導を行なうことは、指導上現実的ではなく、話し合い活動なども充実した学習にならないと考えられる。

これらを踏まえると、理科において当該学年の学習が難しい場合でも、当該学年でない自然の事物・現象を扱うことは避けたい。他方で、問題解決の能力については、児童の実態に応じて、前各学年の問題解決の能力に重点化して指導目標を設定することは可能なのではないかと考えた。

そこで、小学部の理科の重点化の方針としては、当該学年に設定された自然の事物・現象を扱いながら、個に応じた指導目標の設定をする。つまり、『小学校学習指導要領』に示された目標、内容について精選・重点化するのではなく、それらはすべて扱いながら、「重点を置いて育成すべき問題解決の能力」を児童の実態を踏まえたものに重点化することを基本的な方針とした。

(4) 指導目標系統表(小学部)の作成

この指導目標・指導内容の重点化の方針に沿って、小学校理科の指導目標系統表を作成した。

指導目標系統表の作成では、「粒子」、「エネルギー」、「生命」、「地球」の各分野について、国立教育政策研究所教育課程センター（2011a）による「評価規準の設定例」における「科学的な思考・表現」を学年順に並べることで、「問題解決の能力」の系統性を整理した。（図2）

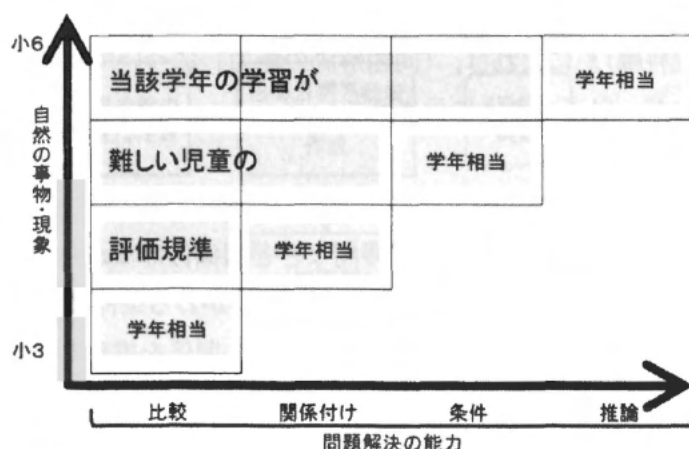


図2 指導目標系統表(小学部)の模式図

指導目標系統表では、横軸に「問題解決の能力」を、縦軸に「自然の事物・現象」を配置した。図1において、同学年の「問題解決の能力」と「自然の事物・現象」の交差する部分が、当該学年の指導目標の例である。これは、国立教育政策研究所教育課程センター（2011a）による評価規準の設定例より引用した。また、各学年の「自然の事物・現象」において、前各学年の「問題解決の能力」と交差する部分の指導目標は、当該学年のものを参考にして当校理科担当教員により検討・記述された。

3. 平成27年度の研究：「指導目標系統表(中学校)粒子・エネルギー」と「問題解決の能力の要素の例」作成

(1) 中学部において当該学年の学習が難しい生徒の指導目標・指導内容を重点化する方針

中学校理科では「問題解決の能力」が示されていない。しかしながら、小学校と中学校それぞれの教科の目標を比較すると「問題解決の能力」に対応するのは、「科学的に探究する能力の基礎」である。

『中学校学習指導要領解説（理科編）』によれば、「科学的に探究する能力の基礎」は、「分析・解釈、表現」であると考えられる。また、小学校と異なり、中学校では内容や「科学的に探究する能力の基礎」は学年別に示されていない。さらに、「自然の事物・現象を科学的に探究する活動では、問題の把握、仮説の設定、資料の収集、実験による検証、結果の分析や解釈、結論の導出などが考えられるが、これらは決して固定的なものではなく、問題の内容や性質、あるいは生徒の発達段階に応じて、ある部分を重点的に扱ったり、適宜省略したりするといった工夫が必要である。その際、比較したり、条件に目を向けたりするなどの小学校で培った能力をさらに高めながら、観察、実験の結果を分析して解釈するなどの能力の育成を図るようにする」と述べられている。このように、問題解決の能力をさらに高めながら、観察、実験の結果を分析して解釈するなどの能力の育成を図ることが示されている。

そこで、中学部理科における重点化の方針としては、小学部と同様に、当該学年に設定された自然の事物・現象を扱いながら、個の実態に応じて小学校理科における問題解決の能力に指導目標を重点化することとした。

このことについては、中学校理科には学年ごとに「科学的に探究する能力の基礎」が示されていないことに加え、『特別支援学校学習指導要領解説総則等編』において、中学部の「理科」は、目標、内容が学年ごとに示されていないことにより、下学年代替の規定に当たっては小学部の目標、内容と替えることになることが明記されている。例えば、「分析・解釈、表現」のなかで、生徒の学びの実態に応じて指導目標を設定するならば、それは中学校理科の指導目標として設定できるため、学年相当の目標設定となる。

そこで、中学部で当該学年の学習が難しい生徒の指導目標の設定では、問題解決の能力の実態が「推論」に達していないとき、その実態に応じて「比較」、「関係付け」、「条件」、「推論」のいずれかに指導目標を重点化することとした。

(2) 指導目標系統表(中学部)の作成

小学校理科と同様の考えにより、国立教育政策研究所教育課程センター（2011b）の「科学的な思考・表現」を見ると、「事象や結果などを分析して解釈し、表現している」ことについての評価の観点、つまり「科学的に探究する能力の基礎」に関する評価の観点が示されている。このことに加え、先述したとおり、中学校理科では目標、内容が学年ごとに示されていない。そこで、いずれの自然の事物・現象についても当該学年相当の「科学的に探究する能力の基礎」についての指導目標を記述した。

これに加えて、小学部から中学部への学習の連続性において、「問題解決の能力」が「科学的に探究する能力の基礎」の基盤となると考えられることから、それぞれの自然の事物・現象について、「問題解決

の能力」に重点化した指導目標の例を示した。(図3)

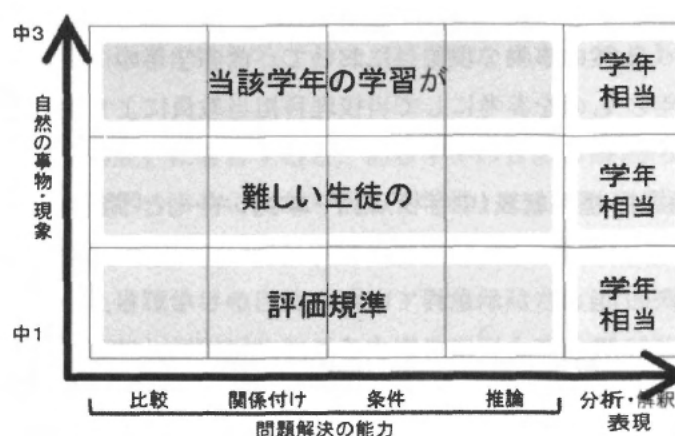


図3 指導目標系統表(中学部)の模式図

したがって、指導目標の設定においては、児童生徒の「問題解決の能力」の実態を把握し、指導目標系統表から重点的に指導する能力を選択したうえで、該当する部分を参考に、指導目標(評価規準)を設定することとなる。

(3)「問題解決の能力の要素の例」の作成

指導目標系統表を活用し、重点化した指導目標を設定するためには、児童生徒の問題解決の能力の実態を適切に把握することが必要となる。

そこで、当該学年の学習の難しい児童生徒の「科学的な思考・表現」の評価においては、単元ごとに「問題解決の能力」の総括的評価をしていくことを提案した。

単元計画の立案では、まず、実態把握に基づいて重点化する「問題解決の能力」を個別に設定する。この段階では、教師の日常的な指導による感覚的な実態把握に基づく設定となる。その設定に対応して「指導目標系統表」を参照し、児童生徒の問題解決の能力に応じた評価規準を参照する。次に、該当する評価規準を踏まえ、障害特性に基づく学習上の困難への配慮を踏まえた具体的な評価行動として、個別の評価基準を設定する。個別の評価基準の設定では、例えば、以下のように工夫をして、学習を通して育てたい問題解決の能力が適切に評価できるようにする。

B評価：重点化して指導した問題解決の能力を活用する様子が見られた場合

A評価：重点化して指導した問題解決の能力より高学年の能力を活用する様子が見られた場合

C評価：重点化して指導した問題解決の能力を活用することができず、問題解決の過程における手立てがさらに必要だった場合(想定されうる手立ては事前に準備しておく)

ここでC評価やA評価が続くようであれば、はじめに重点化して設定した問題解決の能力が適切ではなかったことや、分野や単元において活用できる問題解決の能力にむらがあることなどが考えられる。いずれにしても、重点化する問題解決の能力や個別の評価規準の設定から見直す必要がある。

これに対し、児童生徒に育てたい問題解決の能力を系統的に評価する場合、学年相当に段階化された評価規準や評価基準の例などを参考にして、問題解決の能力がどの程度育っているかを評価することと

なる。おおまかには、児童生徒ごとに指導目標系統表のどの段階かを検討すればよい。また、その評価のための情報は、毎単元、毎時間の授業で設定された個別の評価規準と個別の評価基準による評価の繰り返しによって精度を高めることができる。

さらに、「それぞれの問題解決の能力が育つとは、どのようなことができるようになることなのか」といった要素をあらかじめ検討しておくことが、個別の評価基準の設定に有効と考えられた。そこで、教科書の指導書や村山・森田（2011）、金子（2011）、日置・村山（2009a；2009b；2009c；2009d）などの書籍から評価基準や問題解決の能力を具体化している記述を検討し、抽象化することで「問題解決の能力の要素の例」（表1）をまとめた。

表1 問題解決の能力の要素の例

		要素
問題解決の能力	比較する力	事象を五感で比較することができる
		事象を簡単な道具で比較することができる
		事象を量的に比較することができる
		事象を数値化して比較することができる
		比較により事象の差異点を見いだすことができる
		比較により事象の共通点を見いだすことができる
		比較により事象を分類することができる
	関係付ける力	事象の変化をとらえることができる
		事象の変化に要因があることに気づくことができる
		事象の変化の要因を与えられた条件と関係付けることができる
		与えられた条件と関係付けることで事象の変化の要因を見いだすことができる
	条件を制御する力	条件を制御する必要性に気づくことができる
		条件を与えられれば、変える条件、変えない条件を判断することができる
		必要な条件を見いだすことができる
		必要な条件を制御した実験を計画することができる
		事象の量的変化の要因を、制御した条件と関係付けて考察することができる
		事象の時間的变化の要因を、制御した条件と関係付けて考察することができる
	推論する力	根拠は明確でなくても、予想をすることができる
		生活経験を振り返り、経験的な規則性や相互関係に基づいて推論することができる
		既知の規則性や関係性から、他の事象の規則性や相互関係を類推することができる
		観察、実験から得た情報を関係付けて考察することができる
		条件を制御した観察、実験の結果を根拠にして推論することができる
		観察、実験の結果から規則性や相互関係を見いだすことができる
		事実、経験、学んだことを区別し関連付けて推論することができる
		目に見えない事象を目に見えるものとしてイメージすることができる
		直接観察できない事物について、資料をもとに推論することができる

4. 成果と課題

以上述べてきた平成26・27年度の全校研究により、以下の2点の成果が見いだされた。

- ① 「科学的な思考・表現」に着目したことで、扱う「自然の事物・現象」と「問題解決の能力（小学校）」及び「科学的に探求する能力の基礎（中学校）」の2軸から指導目標を系統的に整理し、「指導目標系統表」にまとめることができた。
- ② ①により、学習指導要領に示される目標、内容を扱いながら、当該学年の学習が難しい児童生徒の指導を重点化するための手続きを明らかにすることができた。

このような成果が得られたことにより、授業実践を通して、同一学習集団内で児童生徒ごとに異なる指導目標を立てながら、同一の自然の事物・現象を扱って授業を行うことについて、根拠を明確にすることができるようになった。

しかしながら、この時点ではまだ、「指導目標系統表（中学部）」の生命・地球が作成されていなかったことに加え、指導目標系統表を活用して授業づくりをするための、実態把握や評価の具体的な手続きについて十分な事例検討が蓄積されていなかった。

※ 肢体不自由児の理科学習上の困難やそれに対する手立てや配慮、指導上の工夫に関しては、最近では、齋藤（2008）、齋藤・青山・原・蛭田・杉林（2008）、原・齋藤・青山・杉林（2011）、小山（2016）、小山（2017）の文献に詳しく掲載されている。

（文責：小山 信博）

Ⅱ.「指導目標系統表(中学部)」生命・地球の作成と実践への活用

1.「指導目標系統表(中学部)」生命・地球の作成

前年度に作成されていた「指導目標系統表(中学部)」粒子・エネルギーと同様に、指導目標・指導内容の重点化の方針に沿って、生命・地球について作成された(90～93ページに掲載)。

したがって、横軸に「問題解決の能力」を、縦軸に「自然の事物・現象」を配置した。なお、中学校理科は学習指導要領において、内容が学年ごとに設定されていないが、『中学校学習指導要領解説(理科編)』に示される「内容の構成」には、学年が示されている(図4)。そこで、作成した指導目標系統表の「自然の事物・現象」は「内容の構成」における学年の順に示した。

また、「分析・解釈、表現」と「自然の事物・現象」の交差する部分が、当該学年の指導目標の例であり、国立教育政策研究所教育課程センター(2011b)による評価規準の設定例より引用したものである。各学年の「自然の事物・現象」において、小学校の「問題解決の能力」と交差する部分の指導目標は、当該学年のものを参考にして当校理科担当教員により検討・記述された。

後掲の事例報告1では、作成された「指導目標系統表(中学部)」の地球を活用して指導目標を設定した事例を報告する。(文責:小山 信博)

学年	生命				地球		
	生物の構造と機能	生物の多様性と共通性	生命の連続性	生物と環境のかかわり	地球の内部	地球の宇宙	地球の周辺
第1学年	動物の体のつくりと働き	植物の仲間		生物の観察	火山と地震 地層の厚さりと 過去の様子		
第2学年	動物の体のつくりと働き		生物と細胞			気象観測 天気の変化 日本の気象	
第3学年			生物の成長と増え方 遺伝の規則性と遺伝子	生物と環境 自然の恵みと災害 自然環境の保全と科学技術の利用			天体の動きと 地球の自転・公転 太陽系と恒星

※ 第3学年の「生物と環境」、「自然の恵みと災害」、「自然環境の保全と科学技術の利用」は、『中学校学習指導要領解説(理科編)』に示されているよりも下方に示している。また、指導目標系統表では、これらの単元で扱われる自然の事物・現象は扱っていない。

※ 「自然環境の保全と科学技術の利用」は、第1分野とも共通する中学校理科最後の内容である。

図4 中学校理科の「生命」「地球」を柱とした内容の構成

（単元）	（内容）	（観察・実験によって育成する見方や考え方）
3 遺伝の規則性と遺伝子	遺伝の規則性と遺伝子	<input type="checkbox"/> 親の形質が子に伝わることには 規則性がある <input type="checkbox"/> 親の形質が子に伝わる規則性は 染色体にある遺伝子を介している <input type="checkbox"/> 遺伝子の本体はDNAである <input type="checkbox"/> 遺伝の規則性に関する研究は、日常生活や社会の様々な分野で活用されている
成長と生物の増え方	生物の増え方 細胞分裂と生物の成長	<input type="checkbox"/> 身近な生物の増え方には 有性生殖と無性生殖がある <input type="checkbox"/> 生物が増えていくときには 親の形質が子に伝わる <input type="checkbox"/> 細胞の分裂と生物の成長は関連している
変遷と進化	生物の変遷と進化	<input type="checkbox"/> 現在の生物は 過去の生物が変化してきて生じたものである
2 動物の仲間	無脊椎動物の仲間 脊椎動物の仲間	<input type="checkbox"/> 無脊椎動物は 体のつくりの特徴によって幾つかの仲間に分類できる <input type="checkbox"/> 脊椎動物は 体のつくりや子の生まれ方などの特徴によって幾つかの仲間に分類できる
2 動物の体のつくりと働き	刺激と反応	<input type="checkbox"/> 動物の体には、外界の刺激に適切に反応する仕組みがある <input type="checkbox"/> 動物の体には、必要な物質を取り入れて運搬する仕組みがある <input type="checkbox"/> 動物の体には、不要となった物質を排出する仕組みがある
2 生物と細胞	生物と細胞	<input type="checkbox"/> 生物の体は細胞からできている <input type="checkbox"/> 植物と動物の細胞のつくりには共通点と違い点がある
1 緑物の仲間	種子をつくらない植物の仲間 種子植物の仲間	<input type="checkbox"/> シダ植物やコケ植物には 胞子をつくることなどの種子植物との違い点がある <input type="checkbox"/> 植物は 体のつくりの特徴に基づいて分類できる
1 植物の体のつくりと働き	茎・葉・根のつくりと働き 花のつくりと働き	<input type="checkbox"/> 植物には 茎、葉、根といった基本的なつくりがある <input type="checkbox"/> 茎には 光合成・蒸散をするつくりとほたたらきがある <input type="checkbox"/> 茎・根には 水を吸収したり移動したりするつくりとほたたらきや 光合成により生じた有機物を移動するつくりとほたたらきがある <input type="checkbox"/> 花にはめしべ おしべ 花弁 がくといった基本的なつくりがある <input type="checkbox"/> 花は種子をつくる生殖器官である
1 生物の観察	生物の観察	<input type="checkbox"/> いろいろな生物が様々な場所で生活している

自然の事物・現象

・遺伝の規則性と遺伝子に関する事物・現象について、それぞれの性質を比較して、それらについて予想や仮説をもち、表現している。 ・親の形質が子に伝わる際の規則性などについて比較して、それらを考察し、自分の考えを表現している。
・細胞分裂と生物の成長、生物の増え方に関する事物・現象について、それぞれの性質を比較して、それらについて予想や仮説をもち、表現している。 ・体細胞分裂の過程や細胞分裂と生物の成長との関連、有性生殖と無性生殖の特徴、親の形質が子に伝わることなどについて比較して、それらを考察し、自分の考えを表現している。
・生物の変遷と進化に関する事物・現象について、それぞれの性質を比較して、それらについて予想や仮説をもち、表現している。 ・現在の生物は過去の生物が変化して生じてきたことと体のつくりとの関連などについて比較して、それらを考察し、自分の考えを表現している。
・脊椎動物の仲間、無脊椎動物の仲間に関する事物・現象について、それぞれの性質を比較して、それらについて予想や仮説をもち、表現している。 ・脊椎動物がいくつかの仲間に分類できることや無脊椎動物の特徴などについて比較して、それらを考察し、自分の考えを表現している。
・生物を維持する働き、刺激と反応に関する事物・現象について、それぞれの性質を比較して、それらについて予想や仮説をもち、表現している。 ・動物の体が必要な物質を取り入れて運搬する仕組み、外界の刺激に反応する仕組みなどについて比較して、それらを考察し、自分の考えを表現している。
・生物と細胞に関する事物・現象について、それぞれの性質を比較して、それらについて予想や仮説をもち、表現している。 ・動物と植物の細胞のつくりの特徴などについて比較して、それらを考察し、自分の考えを表現している。
・種子植物の仲間、種子をつくらない植物の仲間について、それぞれの性質を比較して、それらについて予想や仮説をもち、表現している。 ・植物は体のつくりに基づいて分類できること、種子植物と種子をつくらない植物との違いなどについて比較して、それらを考察し、自分の考えを表現している。
・花のつくりと働き、茎・葉・根のつくりと働きに関する事物・現象について、それぞれの性質を比較して、それらについて予想や仮説をもち、表現している。 ・植物の体のつくりの基本的な特徴、花の働きや光合成、呼吸、蒸散などと植物の体のつくりとの関連などについて比較して、それらを考察し、自分の考えを表現している。
・家庭や学校周辺の生物に関する事物・現象について、それぞれの性質を比較して、それらについて予想や仮説をもち、表現している。 ・いろいろな生物が様々な場所で生活していることなどについて比較して、それらを考察し、自分の考えを表現している。

中学部
指導目標系統表
生命

比較

③比較 身近な自然の事物・現象を比較しながら調べる。

桐が丘特別支援学校 理科 指導目標系統表 (中学部・生命一右)

	・遺伝の規則性と遺伝子に関する事物・現象について それぞれの性質を関係付けて それらについて予想や仮説をもち 表現している。 ・親の形質が子に伝わる際の規則性などについて 関係付けて考察し 自分の考えを表現している。	・遺伝の規則性と遺伝子に関する事物・現象について 予想や仮説をもち 文配実験の計画から条件を見いだし 表現している。 ・親の形質が子に伝わる際の規則性などについて 自ら行った観察 実験の結果をその条件と関係付けて考察し 自分の考えを表現している。	・遺伝の規則性と遺伝子に関する事物・現象について 予想や仮説をもち 推論しながら追究し 表現している。 ・親の形質が子に伝わる際の規則性などについて 文配実験などの結果と予想や仮説を照らし合わせて推論し 自分の考えを表現している。	・遺伝の規則性と遺伝子に関する事物・現象の中に問題を見いだし 文配実験の結果などに基づいて親の形質が子に伝わる際の規則性などについて自らの考えを導き 表現している。	連続性
	・細胞分裂と生物の成長 生物の増え方に関する事物・現象について それぞれの性質を関係付けて それらについて予想や仮説をもち 表現している。 ・体細胞分裂の過程や細胞分裂と生物の成長との関連 有性生殖と無性生殖の特徴 親の形質が子に伝わることなどについて 自ら行った観察 実験の結果をその条件と関係付けて考察し 自分の考えを表現している。	・細胞分裂と生物の成長 生物の増え方に関する事物・現象について 予想や仮説をもち 観察 実験などを計画し 表現している。 ・体細胞分裂の過程や細胞分裂と生物の成長との関連 有性生殖と無性生殖の特徴 親の形質が子に伝わることなどについて 自ら行った観察 実験の結果をその条件と関係付けて考察し 自分の考えを表現している。	・細胞分裂と生物の成長 生物の増え方に関する事物・現象について 予想や仮説をもち 推論しながら追究し 表現している。 ・体細胞分裂の過程や細胞分裂と生物の成長との関連 有性生殖と無性生殖の特徴 親の形質が子に伝わることなどについて 自ら行った観察 実験などの結果と予想や仮説を照らし合わせて推論し 自分の考えを表現している。	・細胞分裂と生物の成長 生物の増え方に関する事物・現象の中に問題を見いだし 目的意識をもって観察 実験などを行い 体細胞分裂の過程や細胞分裂と生物の成長との関連 有性生殖と無性生殖の特徴 親の形質が子に伝わることなどについて自らの考えを導いたりまとめたとして 表現している。	連続性
	・生物の衰退と進化に関する事物・現象について それぞれの性質を関係付けて それらについて予想や仮説をもち 表現している。 ・現存の生物は過去の生物が変化して生きてきたことと体のつくりとの関連などについて 関係付けて考察し 自分の考えを表現している。	・生物の衰退と進化に関する事物・現象について 予想や仮説をもち 観察 実験などを計画し 表現している。 ・現存の生物は過去の生物が変化して生きてきたことと体のつくりとの関連などについて 自ら行った観察 実験の結果をその条件と関係付けて考察し 自分の考えを表現している。	・生物の衰退と進化に関する事物・現象について 予想や仮説をもち 推論しながら追究し 表現している。 ・現存の生物は過去の生物が変化して生きてきたことと体のつくりとの関連などについて 自ら行った観察 実験などの結果と予想や仮説を照らし合わせて推論し 自分の考えを表現している。	・生物の衰退と進化に関する事物・現象の中に問題を見いだし 目的意識をもって観察 実験などを行い 現存の生物は過去の生物が変化して生きてきたことと体のつくりとの関連などについて自らの考えをまとめ 表現している。	多様性・共通性
	・脊椎動物の仲間 無脊椎動物の仲間に関する事物・現象について それぞれの性質を関係付けて それらについて予想や仮説をもち 表現している。 ・脊椎動物がいくつかの仲間に分類できることや無脊椎動物の特徴などについて 関係付けて考察し 自分の考えを表現している。	・脊椎動物の仲間 無脊椎動物の仲間に関する事物・現象について 予想や仮説をもち 観察 実験などを計画し 表現している。 ・脊椎動物がいくつかの仲間に分類できることや無脊椎動物の特徴などについて 自ら行った観察 実験の結果をその条件と関係付けて考察し 自分の考えを表現している。	・脊椎動物の仲間 無脊椎動物の仲間に関する事物・現象について 予想や仮説をもち 推論しながら追究し 表現している。 ・脊椎動物がいくつかの仲間に分類できることや無脊椎動物の特徴などについて 自ら行った観察 実験などの結果と予想や仮説を照らし合わせて推論し 自分の考えを表現している。	・脊椎動物の仲間 無脊椎動物の仲間に関する事物・現象の中に問題を見いだし 目的意識をもって観察 実験などを行い 脊椎動物がいくつかの仲間に分類できることや無脊椎動物の特徴などについて自らの考えを導き 表現している。	多様性・共通性
	・生命を維持する働き 刺激と反応に関する事物・現象について それぞれの性質を関係付けて それらについて予想や仮説をもち 表現している。 ・動物の体が必要な物質を取り入れて運搬する仕組み 外界の刺激に反応する仕組みなどについて 自ら行った観察 実験の結果をその条件と関係付けて考察し 自分の考えを表現している。	・生命を維持する働き 刺激と反応に関する事物・現象について 予想や仮説をもち 条件に着目して観察 実験などを計画し 表現している。 ・動物の体が必要な物質を取り入れて運搬する仕組み 外界の刺激に反応する仕組みなどについて 自ら行った観察 実験の結果をその条件と関係付けて考察し 自分の考えを表現している。	・生命を維持する働き 刺激と反応に関する事物・現象について 予想や仮説をもち 推論しながら追究し 表現している。 ・動物の体が必要な物質を取り入れて運搬する仕組み 外界の刺激に反応する仕組みなどについて 自ら行った観察 実験などの結果と予想や仮説を照らし合わせて推論し 自分の考えを表現している。	・生命を維持する働き 刺激と反応に関する事物・現象の中に問題を見いだし 目的意識をもって観察 実験などを行い 動物の体が必要な物質を取り入れて運搬する仕組み 外界の刺激に反応する仕組みなどについて自らの考えをまとめ 表現している。	構造と機能
	・生物と細胞に関する事物・現象について それぞれの性質を関係付けて それらについて予想や仮説をもち 表現している。 ・動物と植物の細胞のつくりの特徴などについて 関係付けて考察し 自分の考えを表現している。	・生物と細胞に関する事物・現象について 予想や仮説をもち 条件に着目して観察 実験などを計画し 表現している。 ・動物と植物の細胞のつくりの特徴などについて 自ら行った観察 実験の結果をその条件と関係付けて考察し 自分の考えを表現している。	・生物と細胞に関する事物・現象について 予想や仮説をもち 推論しながら追究し 表現している。 ・動物と植物の細胞のつくりの特徴などについて 自ら行った観察 実験などの結果と予想や仮説を照らし合わせて推論し 自分の考えを表現している。	・生物と細胞に関する事物・現象の中に問題を見いだし 目的意識をもって観察などを行い 動物と植物の細胞のつくりの特徴などについて自らの考えを導き 表現している。	連続性
	・種子植物の仲間 種子をつくらない植物の仲間について それぞれの性質を関係付けて それらについて予想や仮説をもち 表現している。 ・植物は体のつくりに基づいて分類できること 種子植物と種子をつくらない植物との違いなどについて 関係付けて考察し 自分の考えを表現している。	・種子植物の仲間 種子をつくらない植物の仲間について 予想や仮説をもち 条件に着目して観察 実験を計画し 表現している。 ・植物は体のつくりに基づいて分類できること 種子植物と種子をつくらない植物との違いなどについて 自ら行った観察 実験の結果をその条件と関係付けて考察し 自分の考えを表現している。	・種子植物の仲間 種子をつくらない植物の仲間について 予想や仮説をもち 推論しながら追究し 表現している。 ・植物は体のつくりに基づいて分類できること 種子植物と種子をつくらない植物との違いなどについて 自ら行った観察 実験などの結果と予想や仮説を照らし合わせて推論し 自分の考えを表現している。	・種子植物の仲間 種子をつくらない植物の仲間について問題を見いだし 目的意識をもって観察を行い 植物は体のつくりに基づいて分類できること 種子植物と種子をつくらない植物との違いなどについて自らの考えを導いたりまとめたとして 表現している。	多様性・共通性
	・花のつくりと働き 葉・茎・根のつくりと働きに関する事物・現象について それぞれの性質を関係付けて それらについて予想や仮説をもち 表現している。 ・植物の体のつくりの基本的な特徴 花の動きや光合成 呼吸 蒸散などと植物の体のつくりとの関連などについて 関係付けて考察し 自分の考えを表現している。	・花のつくりと働き 葉・茎・根のつくりと働きに関する事物・現象について 予想や仮説をもち 条件に着目して観察 実験などを計画し 表現している。 ・植物の体のつくりの基本的な特徴 花の動きや光合成 呼吸 蒸散などと植物の体のつくりとの関連などについて 自ら行った観察 実験の結果をその条件と関係付けて考察し 自分の考えを表現している。	・花のつくりと働き 葉・茎・根のつくりと働きに関する事物・現象について 予想や仮説をもち 推論しながら追究し 表現している。 ・植物の体のつくりの基本的な特徴 花の動きや光合成 呼吸 蒸散などと植物の体のつくりとの関連などについて 自ら行った観察 実験などの結果と予想や仮説を照らし合わせて推論し 自分の考えを表現している。	・花のつくりと働き 葉・茎・根のつくりと働きに関する事物・現象の中に問題を見いだし 目的意識をもって観察 実験などを行い 植物の体のつくりの基本的な特徴 花の動きや光合成 呼吸 蒸散などと植物の体のつくりとの関連などについて自らの考えを導いたりまとめたとして 表現している。	構造と機能
	・校庭や学校周辺の生物に関する事物・現象について それぞれの性質を関係付けて それらについて予想や仮説をもち 表現している。 ・いろいろな生物が様々な場所で生活していることなどについて 関係付けて考察し 自分の考えを表現している。	・校庭や学校周辺の生物に関する事物・現象について 予想や仮説をもち 条件に着目して観察などを計画し 表現している。 ・いろいろな生物が様々な場所で生活していることなどについて 自ら行った観察 実験の結果をその条件と関係付けて考察し 自分の考えを表現している。	・校庭や学校周辺の生物に関する事物・現象について 予想や仮説をもち 推論しながら追究し 表現している。 ・いろいろな生物が様々な場所で生活していることなどについて 自ら行った観察 実験などの結果と予想や仮説を照らし合わせて推論し 自分の考えを表現している。	・校庭や学校周辺の生物に関する事物・現象の中に問題を見いだし 目的意識をもって観察などを行い いろいろな生物が様々な場所で生活していることなどについて自らの考えを導き 表現している。	環境

問題解決の能力

科学的に探求する能力の基礎

		推論	分析 解釈 表現
	条件	条件	
関係付け	関係付け	関係付け	
比較	比較	比較	
④関係付け 自然の事物・現象を動きや時間などと関係づけながら調べる。	⑤条件 自然の事物・現象の変化や動きをそれらにかかわる条件に目を向けながら調べる。	⑥推論 自然の事物・現象についての要因や規則性、関係を推論しながら調べる。	⑦分析・解釈・表現 自然の事物・現象の中に問題を見いだし、目的意識をもって観察、実験などを行い、事象や結果を分析して解釈し、表現する。

単元	(内容)	(情報、実験によって育成する見方や考え方)
3 太陽系と恒星	<p>惑星と恒星</p> <p>月の運動と見え方 太陽の様子</p>	<p>☐ 惑星は、太陽の光を反射して光っていることや、内惑星、外惑星のちがいを説明できる</p> <p>☐ 金星の見え方について、地球と金星の公転運動と関連づけて考えることができる</p> <p>☐ 太陽系の惑星の特徴と、生物が生きていく条件と、地球と比較しながら発表できる</p> <p>☐ 惑星やその他の小天体もふくめて太陽系の構造について説明できる</p> <p>☐ 太陽、恒星、銀河などの用語を使って宇宙のつくりを表現できる</p> <p>☐ 日食のしくみを太陽、地球、月の位置関係から、説明できる</p> <p>☐ 月が通る方向は、太陽、地球、月の位置関係によって、太陽の光の当たる面の、地球からの見え方が変わるためであることを説明できる</p> <p>☐ 太陽の黒点の移動や移り変化を指摘しながら、太陽の特徴を説明できる</p>
地球の自転・公転	<p>年周運動と公転</p> <p>日周運動と自転</p>	<p>☐ 地球の傾きと、太陽の位置関係から季節を特定できる</p> <p>☐ 季節ごとの太陽高度のちがいや昼夜の長さのちがいをについて、地球の傾きと関連づけて考察できる</p> <p>☐ 北半球、南半球の季節のちがいについて地球の傾きと公転運動を動かして説明できる</p> <p>☐ 黄道12星座など、代表的な星座が見える時期について、黄道と星座の動きと関連させて説明できる</p> <p>☐ モデルを使って、1年間の季節の移り変わりや地球の公転運動との関連について説明できる</p> <p>☐ 星は地球を中心にして、東から西の方向に天球上を移動するように見えることを指摘できる</p> <p>☐ 適当な半分の記憶をもとに太陽の動きの規則性を見いだし、日の出、日の入り、南中時刻、太陽の1日の動きを推測することができる</p> <p>☐ 太陽に太陽光が当たる割合と、地球の自転との関係から時刻を求めることができる</p>
2 日本の気象	<p>大気の流れきと海洋の影響</p> <p>日本の気象の特徴</p>	<p>☐ 季節風の向きが、夏と冬で異なる理由について、大陸と海洋、高気圧と低気圧を関連させて説明できる</p> <p>☐ 太陽(地球)と水(海洋)のあたまたま方(ちが)いから、海陸風(水風)のちがいを説明できる</p> <p>☐ 地球全体での大気の流れについて高緯度、中緯度、低緯度付近ではそれぞれ特徴があることや、日本付近では偏西風の影響が強いことを指摘できる</p> <p>☐ 予測した天気と実際の天気とを比較し、結果を考察できる</p> <p>☐ 風の進路が偏西風と太平洋高気圧の成長、衰滅と関わっていることを説明できる</p> <p>☐ 夏の天気の特徴について、太平洋高気圧や小笠原気団と関連付けて説明できる</p> <p>☐ 梅雨前線とその南北の気団、あたまたく混った小笠原気団、冷たく混ったオホーツク高気団、のちがいを説明できる</p> <p>☐ 春と秋の天気の特徴を、移動性高気圧と温帯低気圧が交互に通過することと関連づけて説明できる</p> <p>☐ 日本海側と太平洋側の冬の天気のちがいに日本海が影響していることが説明できる</p> <p>☐ その天気は冷たく乾燥したシベリア高気圧の影響によるものであり、この気圧配置を西高東低の冬の型の気圧配置ということを説明できる</p>
2 天気の気象	<p>前線の通過と天気の変化</p> <p>霞や雲の発生</p>	<p>☐ 寒帯前線の通過と天気の变化について説明できる</p> <p>☐ 気象観測結果のグラフから、前線が通過したときの気温、湿度、風向の大きな変化を指摘し、その原因を推測できる</p> <p>☐ 寒帯前線、温暖前線、停滞前線の構造をふまえて、前線通過と天気の变化の関係性を説明できる</p> <p>☐ 寒帯前線や温暖前線と温帯低気圧、停滞前線と気圧を関係づけて説明できる</p> <p>☐ 雨たい空気は下にもりこみ、あたまたく空気は上によがっていることを見いだし、前線面や前線ができる理由や場所について説明できる</p> <p>☐ 霞のできる高さ、1「露点」という言葉を使って説明できる</p> <p>☐ 水蒸気が凝結する理由を、気温、気湿、および湿度の変化と結びつけて考えることができる</p> <p>☐ 水蒸気が水滴に変わる条件を気温、飽和水蒸気量、湿度の変化と関連づけて指摘できる</p> <p>☐ 湿度、空気中の水蒸気量、質量を計算で求めることができる</p> <p>☐ 飽和水蒸気量が説明できる</p>
2 気象観測	<p>気象観測</p>	<p>☐ 高気圧と低気圧付近の風のふき方や、風の強さや等圧線の間隔について関連させて説明できる</p> <p>☐ くもや雨の日は、雲によって太陽の光が遮られる。雲によって熱が宇宙空間へ放出されにくいため、気温があまり変化しないことを説明できる</p> <p>☐ 気圧や気湿から、1日の気温や湿度の変化に規則性があることを、見いだすことができる</p> <p>☐ 気象観測のねらいと方法について説明できる</p>
過去の様子	<p>1 地層の重なりと過去の様子</p>	<p>☐ 地層に記録されていることを読みとり、大地の運動を推察し、図等を用いて表現できる</p> <p>☐ しゅう曲と断層のちがいについて説明できる しゅう曲や断層から大地の運動の記録を推察し、推察する筋道を立てることができる</p> <p>☐ 地層の大きさや形、葉化石に対する反応など、分層の基準を見いだし、土砂の堆積物、生物の死がい、堆積物および火山灰の堆積物による地層岩について分類できる</p> <p>☐ 糸石化と糸石化の役割から、堆積当時の環境や年代を推察できるとを指摘し、ほかの地層での調査の結果にあてはめて推察できる</p> <p>☐ 火山灰と火山層、溶岩のものは、共通して火山の内部のマグマであり、噴出したかたや冷え方のちがいであり、結果を照らして説明できる</p>
1 火山と地震	<p>地震の伝わり方と地球内部の動き</p> <p>火山活動と火成岩</p>	<p>☐ 日本付近のプレートモデルや破壊変形実験等から、地震が起こる原因をプレートに加わる力に着目しながら推察し、図等を用いて説明できる</p> <p>☐ 隆起、沈降などの大地の運動や、それにもともなう津波などの災害について、まとめることができる</p> <p>☐ 地震の震し方やゆれの伝わり、地震の規模について、図や表を用いて説明できる</p> <p>☐ 地震の速はP波による初期運動とS波による主運動があること、初期運動継続時間が長くなればなるほど、震源までの距離が遠くなることを説明できる</p> <p>☐ 火山灰の性質を調べれば、離れた2つの火山灰の層が同じ火山の噴火かどうかを知る手がかりになることを、日本列島の火山灰の分布図から見いだすことができる</p> <p>☐ ふくまれる鉱物の種類とその割合から、火山岩と深成岩はそれぞれ3つの岩石に分類できることが説明できる</p> <p>☐ 火山の噴出物を何種類かの鉱物に分類し、その特徴を説明できる</p> <p>☐ 火山の形のちがいを見分け、その原因がばらけにによるものと、たけによるものとを説明できる</p> <p>☐ 火山の噴出物を何種類かの鉱物に分類し、その特徴を説明できる</p> <p>☐ 火山の形のちがいを見分け、その原因がばらけにによるものと、たけによるものとを説明できる</p>

・火山活動と火成岩 地震の揺わり万と地球内部の働きに関する事象・現象について、それらの性質を比較して それらについて予想や仮説をも 表現している。

・火山の形や活動の様子及び火山噴出物とマグマの性質 火山岩と深成岩の結晶の違いと成因 火山の掘れた大きさや揺わり万地震の原因と地球内部の働きなどについて比較して、それらを考察し、自分の考えを表現している。

- 92 -

桐が丘特別支援学校 理科 指導目標系統表（中学部・地球一右）

<p>・太陽の様子 月の運動と見え方 惑星と恒星に関する事象・現象について、それらの性質を関係付けて、それらについて予想や仮説をもち、表現している。</p> <p>・太陽の観望記録や資料に基づく太陽の特徴 月の観望記録や資料に基づく月の公転と見え方との関連 観望資料などに基づく惑星の見え方と太陽系の構造との関連などについて、その条件と関係付けて考察し、自分の考えを表現している。</p>	<p>・太陽の様子 月の運動と見え方 惑星と恒星に関する事象・現象について予想や仮説をもち、条件に着目して観察、実験を計画し、表現している。</p> <p>・太陽の観望記録や資料に基づく太陽の特徴 月の観望記録や資料に基づく月の公転と見え方との関連 観望資料などに基づく惑星の見え方と太陽系の構造との関連などについて、その条件と関係付けて考察し、自分の考えを表現している。</p>	<p>・太陽の様子 月の運動と見え方 惑星と恒星に関する事象・現象について予想や仮説をもち、推論しながら追究し、表現している。</p> <p>・太陽の観望記録や資料に基づく太陽の特徴 月の観望記録や資料に基づく月の公転と見え方との関連 観望資料などに基づく惑星の見え方と太陽系の構造との関連などについて、予想や仮説を明らかに合わせて推論し、自分の考えを表現している。</p>	<p>・太陽の様子 月の運動と見え方 惑星と恒星に関する事象・現象の中に問題を見いだし、目的意識をもって観察、実験などを行い、太陽の観望記録や資料に基づく太陽の特徴 月の観望記録や資料に基づく月の公転と見え方との関連 観望資料などに基づく惑星の見え方と太陽系の構造との関連などについて自らの考えをまとめ、表現している。</p>	地球の周辺
<p>・日周運動と自転 年周運動と公転に関する事象・現象について、それらの性質を関係付けて、それらについて予想や仮説をもち、表現している。</p> <p>・日周運動の観望記録と地球の自転 星座の年周運動や太陽の南中高度の変化などの観望記録と地球の公転や地軸の傾きなどについて、関係付けて考察し、自分の考えを表現している。</p>	<p>・日周運動と自転 年周運動と公転に関する事象・現象について予想や仮説をもち、条件に着目して観察、実験を計画し、表現している。</p> <p>・日周運動の観望記録と地球の自転との関連 星座の年周運動や太陽の南中高度の変化などの観望記録と地球の公転や地軸の傾きとの関連などについて、その条件と関係付けて考察し、自分の考えを表現している。</p>	<p>・日周運動と自転 年周運動と公転に関する事象・現象について予想や仮説をもち、推論しながら追究し、表現している。</p> <p>・日周運動の観望記録と地球の自転との関連 星座の年周運動や太陽の南中高度の変化などの観望記録と地球の公転や地軸の傾きとの関連などについて、予想や仮説を明らかに合わせて推論し、自分の考えを表現している。</p>	<p>・日周運動と自転 年周運動と公転に関する事象・現象の中に問題を見いだし、目的意識をもって観察、実験などを行い、日周運動の観望記録と地球の自転との関連 星座の年周運動や太陽の南中高度の変化などの観望記録と地球の公転や地軸の傾きとの関連などについて自らの考えをまとめ、表現している。</p>	地球の周辺
<p>・日本の天気の特徴 大気の動きと海洋の影響に関する事象・現象について、それらの性質を関係付けて、それらについて予想や仮説をもち、表現している。</p> <p>・天気図や気象衛星画像 観望記録などから日本の天気の特徴と気団 日本気象と日本付近の大気や海洋との関係などについて、関係付けて考察し、自分の考えを表現している。</p>	<p>・日本の天気の特徴 大気の動きと海洋の影響に関する事象・現象について予想や仮説をもち、条件に着目して観察、実験を計画し、表現している。</p> <p>・天気図や気象衛星画像 観望記録などから日本の天気の特徴と気団との関連 日本気象と日本付近の大気や海洋との関係などについて、それらの条件と関係付けて考察し、自分の考えを表現している。</p>	<p>・日本の天気の特徴 大気の動きと海洋の影響に関する事象・現象について予想や仮説をもち、推論しながら追究し、表現している。</p> <p>・天気図や気象衛星画像 観望記録などから日本の天気の特徴と気団との関連 日本気象と日本付近の大気や海洋との関係などについて、予想や仮説を明らかに合わせて推論し、自分の考えを表現している。</p>	<p>・日本の天気の特徴 大気の動きと海洋の影響に関する事象・現象の中に問題を見いだし、目的意識をもって観察、実験などを行い、天気図や気象衛星画像 観望記録などから日本の天気の特徴と気団との関連 日本気象と日本付近の大気や海洋との関係などについて自らの考えをまとめ、表現している。</p>	地球の表面
<p>・霧や霞の発生 前線の通過と天気の変化に関する事象・現象について、それらの性質を関係付けて、それらについて予想や仮説をもち、表現している。</p> <p>・霧や霞のでき方と気圧 気温及び湿度の変化 前線の通過に伴う天気の変化と暖気・寒気などの関係などについて、自らが行った観察、実験の結果と予想や仮説を明らかに合わせて推論し、自分の考えを表現している。</p>	<p>・霧や霞の発生 前線の通過と天気の変化に関する事象・現象について予想や仮説をもち、条件に着目して観察、実験を計画し、表現している。</p> <p>・霧や霞のでき方と気圧 気温及び湿度の変化との関連 前線の通過に伴う天気の変化と暖気・寒気との関係などについて、自らが行った観察、実験の結果と予想や仮説を明らかに合わせて推論し、自分の考えを表現している。</p>	<p>・霧や霞の発生 前線の通過と天気の変化に関する事象・現象について予想や仮説をもち、推論しながら追究し、表現している。</p> <p>・霧や霞のでき方と気圧 気温及び湿度の変化との関連 前線の通過に伴う天気の変化と暖気・寒気との関係などについて、自らが行った観察、実験の結果と予想や仮説を明らかに合わせて推論し、自分の考えを表現している。</p>	<p>・霧や霞の発生 前線の通過と天気の変化に関する事象・現象の中に問題を見いだし、目的意識をもって観察、実験などを行い、霧や霞のでき方と気圧 気温及び湿度の変化との関連 前線の通過に伴う天気の変化と暖気・寒気との関係などについて自らの考えをまとめ、表現している。</p>	地球の表面
<p>・身近な気象に関する事象・現象について、それらの性質を関係付けて、それらについて予想や仮説をもち、表現している。</p> <p>・観望記録などに基づいて 気象要素 気温 湿度 気圧 風向などの変化と天気との関係などについて、その条件と関係付けて考察し、自分の考えを表現している。</p>	<p>・身近な気象に関する事象・現象について予想や仮説をもち、条件に着目して観察を計画し、表現している。</p> <p>・観望記録などに基づいて 気象要素 気温 湿度 気圧 風向などの変化と天気との関係などについて、その条件と関係付けて考察し、自分の考えを表現している。</p>	<p>・身近な気象に関する事象・現象について予想や仮説をもち、推論しながら追究し、表現している。</p> <p>・観望記録などに基づいて 気象要素 気温 湿度 気圧 風向などの変化と天気との関係などについて、予想や仮説を明らかに合わせて推論し、自分の考えを表現している。</p>	<p>・身近な気象に関する事象・現象の中に問題を見いだし、目的意識をもって気象観測を行い、観望記録などに基づいて、気象要素 気温 湿度 気圧 風向などの変化と天気との関係などについて自らの考えを導き、表現している。</p>	地球の表面
<p>・地層の重なりと過去の様子に関する事象・現象について、それらの性質を関係付けて、それらについて予想や仮説をもち、表現している。</p> <p>・地層の重なり方や広がり方についての規則性 地層とその中の化石を手掛かりとした過去の環境と地質年代の推定などについて、自らが行った観察、実験の結果と予想や仮説を明らかに合わせて推論し、自分の考えを表現している。</p>	<p>・地層の重なりと過去の様子に関する事象・現象について予想や仮説をもち、条件に着目して観察、実験を計画し、表現している。</p> <p>・地層の重なり方や広がり方についての規則性 地層とその中の化石を手掛かりとした過去の環境と地質年代の推定などについて、自らが行った観察、実験の結果と予想や仮説を明らかに合わせて推論し、自分の考えを表現している。</p>	<p>・地層の重なりと過去の様子に関する事象・現象について予想や仮説をもち、推論しながら追究し、表現している。</p> <p>・地層の重なり方や広がり方についての規則性 地層とその中の化石を手掛かりとした過去の環境と地質年代の推定などについて、自らが行った観察、実験の結果と予想や仮説を明らかに合わせて推論し、自分の考えを表現している。</p>	<p>・地層の重なりと過去の様子に関する事象・現象の中に問題を見いだし、目的意識をもって観察、実験などを行い、地層の重なり方や広がり方についての規則性 地層とその中の化石を手掛かりとした過去の環境と地質年代の推定などについて自らの考えを導き、表現している。</p>	地球の内部
<p>・火山活動と火成岩 地震の伝わり方と地球内部の動きに関する事象・現象について、それらの性質を関係付けて、それらについて予想や仮説をもち、表現している。</p> <p>・火山の形や活動の様子及び火山噴出物とマグマの性質 火山岩と深成岩の組織の違いと成因との関連 地震の揺れの大きさや伝わり方の規則性 地震の原因と地球内部の動きとの関連などについて、自らが行った観察、実験の結果と予想や仮説を明らかに合わせて推論し、自分の考えを表現している。</p>	<p>・火山活動と火成岩 地震の伝わり方と地球内部の動きに関する事象・現象について予想や仮説をもち、条件に着目して観察、実験を計画し、表現している。</p> <p>・火山の形や活動の様子及び火山噴出物とマグマの性質との関連 火山岩と深成岩の組織の違いと成因との関連 地震の揺れの大きさや伝わり方の規則性 地震の原因と地球内部の動きとの関連などについて、自らが行った観察、実験の結果と予想や仮説を明らかに合わせて推論し、自分の考えを表現している。</p>	<p>・火山活動と火成岩 地震の伝わり方と地球内部の動きに関する事象・現象について予想や仮説をもち、推論しながら追究し、表現している。</p> <p>・火山の形や活動の様子及び火山噴出物とマグマの性質との関連 火山岩と深成岩の組織の違いと成因との関連 地震の揺れの大きさや伝わり方の規則性 地震の原因と地球内部の動きとの関連などについて、自らが行った観察、実験の結果と予想や仮説を明らかに合わせて推論し、自分の考えを表現している。</p>	<p>・火山活動と火成岩 地震の伝わり方と地球内部の動きに関する事象・現象の中に問題を見いだし、目的意識をもって観察、実験などを行い、火山の形や活動の様子及び火山噴出物とマグマの性質との関連 火山岩と深成岩の組織の違いと成因との関連 地震の揺れの大きさや伝わり方の規則性 地震の原因と地球内部の動きとの関連などについて自らの考えをまとめ、表現している。</p>	地球の内部

問題解決の能力

科学的に探求する能力の基礎

比較	推論		分析 解釈 表現
	条件	条件	
関係付け	関係付け	関係付け	比較
比較	比較	比較	
④関係付け 自然の事象・現象の動きや時間など関係づけながら調べる。	⑤条件 自然の事象・現象の変化や動きをそれらにかかわる条件に目を向けながら調べる。	⑥推論 自然の事象・現象についての要因や規則性、関係を推論しながら調べる。	⑦分析・解釈、表現 自然の事象・現象の中に問題を見いだし、目的意識をもって観察、実験などを行い、事象や結果を分析して解釈し、表現する。

Ⅲ. 事例報告1

1. 単元名 「地球の運動と天体の動き」

中学校理科の地球分野は第1学年で「地球の内部」領域、第2学年で「地球の表面」領域、第3学年で「地球の周辺」領域と学習を進めていく。したがって、「地球の周辺」領域・天体に関する本単元は、中学校では初めて扱う内容であり、かつ、唯一の内容でもある。小学校段階における「地球の周辺」領域としては、小3で太陽の存在に目を向け、小4で月と星、小6で月と太陽について学習する。しかし、小学校段階での扱いはあくまでも地球からの視点での学習であり、その変化の原因まではふみこまない。天体の位置関係を空間的に捉え、現象の原因を探っていく重要な内容となっている。

本単元では太陽や星座の日周運動の観察を行い、それをもとに天体の日周運動が地球の自転による相対運動であることを捉えさせる。さらに、季節ごとの星座の位置の変化や太陽高度の変化、日照時間の変化等を、地球が公転していることや地軸が傾いていることと関連付けて考察させ、それらの空間的な位置関係や運動についての相対的な見方や考え方を養っていく。

2. 対象生徒について

(1)対象生徒

本校中学部第3学年の生徒（脳性まひによる四肢体幹機能障害）

(2)実態

①諸検査から

・WISC-Ⅲ（小学部第6学年時）

全検査IQ:75 言語性IQ:101 動作性IQ:51

言語理解:106, 知覚統合:56, 注意記憶:91 処理速度:55

群指数は痙直型脳性まひ児に特徴的ないわゆる「逆N型」を示している。上肢操作の難しさがあるので動作性検査については明確には言えないが、言語性検査を見る限り、端的な指示や問題に対しての問題への反応は高い（類似、単語、数唱）のに対して、複雑な指示に対しての反応は低い（知識、算数、理解）。同様に言語的な概念はある程度ある（類似、単語）のに対して、理解の深さを求められる問題については弱さが見られる（知識、理解）。表現については長い言い回しで回答できるものは得意（類似、単語、理解）だが、端的な回答を求められる内容には弱さ（知識、理解）が見られる。

動作性検査の内容を見てみると、動作に関係しない絵画完成の評価点が低いことから、視覚情報処理の難しさがあることがうかがえる。ただ、積み木模様をある程度回答していることから、幾何学的な図形であっても、ある程度認識していると考えられる。

この絵画完成と積み木模様を比較すると、有意味な視覚刺激に対しての強さを示しているが、有意味な視覚刺激で構成されている課題であっても、必ずしもできているとは言えない。図から話の流れを読み取り、順序性を考える絵画配列は特に苦手で、話の流れをつかんだり、前後関係を考えたりすることに弱さがあることがうかがえる。

迷路に関しては、評価点自体は非常に低い。ただし、回答した範囲の回答内容を見ると、誤回答はほとんど無く、時間切れで得点できていないことがわかる。問題提示後に長い時間考え込む様子などから、似たような視覚情報が増えた時の理解には時間がかかる事などが考えられる。

このような結果から、指導上の配慮として、言語で短く簡単な説明を行うこと、長い説明にはポイン

トを明示すること、視覚情報を扱う際には、ポイントを明示し、理解する時間を確保することなどが挙げられる。

②学習時の様子

対象生徒は書字や資料・器具の扱い等に時間がかかる。したがって、書字量や作図はもちろん、資料の閲覧にも配慮が必要となる。

また、複数の条件を合わせて考える思考にも時間がかかる。発問を行うと、しばらく考えた後に考えていることがわからなくなり、「もう一度、質問をお願いします」と返すことがある。一対一の関係については明確に答え、理解しているように見えるが、複数の関係性がかかわるような段階的な思考を問われると、頭の中で整理できず、思考を諦めてしまうこともある。しかしながら、時間的な余裕のもと、自分のペースで思考すれば、理解できることも少なくない。

視覚認知にも課題が見られ、画数の多い漢字を間違えて覚えていることがある。単純な記号や面に色の付いた図形は比較的はつきり認識するが、空間把握を必要とする立体図形などは捉えにくさが見られる。また、文字列や表、図形等、情報量が多いと、自分が見るべき箇所を見つけるのに時間がかかり、説明を聞き逃すことがある。

複数の情報の中から、自ら関係性を捉えることは苦手だが、要点を整理し、流れとして提示すると理解できることが多い。要点をキーワード化し、音声言語で説明していくと関係性を捉えることができる。また、理解した内容については、条件を絞って提示すれば、逆方向に考えることもできる。

(3)個別の指導計画の指導方針

指導の方向性として、①心身の状態に気づき、自ら健康で安心できる生活環境を整え、学習を着実に積み重ねることができる、②自分の体調や姿勢の変化に気づき、その原因などを考えて自己理解を深め、自ら体調管理や生活管理を図ることができる、③自分について理解を深め、見通しをもち、必要な支援を求めることができる、④自分の気持ちや思いを表現し、学習を積み重ねることができる、の4点が確認されている。

また、学習面に関する手立て・配慮として、①情報量の調整、②書字量の調整、③視知覚的な困難さへの環境面での配慮、④順序立てた情報の提示と言語的な説明での情報の提示（全体指示の後の個別的確認が必要）等が確認されている。

(4)理科の学びの実態と問題解決の能力

- ・初めての事象・現象を捉える際に、どこに着目するのかを見つけるのが苦手である
- ・複数の条件や要素が一度にあると、どう考えて良いのかわからなくなることが多い
- ・漢字や線で描かれた模式図を捉えにくいことがある
- ・指示された図表を見つけるのに時間がかかることが多い
- ・書字や作業しやすい環境を自分から整えることが難しい
- ・学習した内容は良く覚えており、流れを捉えられれば、論理的に思考できる
- ・条件や要素などを一つずつ繋いでいけば、関係付けて全体を捉えることができることがある

対象生徒の問題解決の能力については、これまでの学習から、一対一で比較したり、関係付けて考えたりする力は十分に育ってきている。しかし、自ら事象に関する要素から条件を捉え、それを基に仕組

みやつながりを推論する力は十分ではなく、分析や解釈にたどり着きにくい様子があると考えている。

したがって、分野や内容によって違いは出るものの、条件を明確にさせた上で、そこから仕組みやつながりを「推論する」力に重点を置いた指導を行っている。

3. 本単元の指導について

(1) 単元の評価規準

対象生徒に対する本単元の評価規準を表2に示す。この評価規準をもとに評価基準を設定した。

表2 対象生徒の「地球の運動と天体の動き」における評価規準

自然事象への 関心・意欲・態度	科学的な思考・表現	観察・実験の技能	自然現象についての 知識・理解
日周運動と自転、年周運動と公転に関する事物・現象に進んで関わり、それらを科学的に探究しようとするとともに、事象を日常生活との関わりでみようとする	日周運動と自転、年周運動と公転に関する事物・現象について <u>予想や仮説をもち、推論しながら追究し、表現している。</u> 日周運動の観察記録と地球の自転との関連、星座の年周運動や太陽の南中高度の変化などの観察記録と地球の公転や地軸の傾きとの関連などについて <u>予想や仮説を照らし合わせて推論し、自分の考えを表現している</u>	天体の日周運動、星座の年周運動や太陽の南中高度の変化に関する観察などの基本操作を <u>説明</u> できるとともに、観察の計画的な実施、結果の記録や整理などの仕方を身に付けている	日周運動と地球の自転との関連、星座の年周運動や太陽の南中高度の変化などと地球の公転や地軸の傾きとの関連について基本的な概念や原理・法則を理解し、知識を身に付けている

※下線部は、指導内容は変えずに、指導目標を重点化した部分

中学校理科において、「分析・解釈、表現」に重点を置く指導（当該学年の目標、内容）であれば、現象に対して生徒自身が疑問を持ち、自ら進んで探究的な活動を行い、自ら結果を考察していく形となる。しかし、対象生徒に対しては、現象に関わる要素を切り分け、推論させるポイントを明確にして、それぞれを考えさせていく。

本単元において推論させるポイントは、以下のように考えられる。

- ① 天体の動きは恒星等が動くのではなく、自転によって生じる見かけ上の動きであることを推論すること
- ② 季節によって見える星座が変化していくのは公転と太陽の位置関係によって生じていると推論すること
- ③ 四季の変化は、太陽高度と日照時間の変化によって生じていると推論すること
- ④ 太陽高度が変化するの、公転と地軸の傾きによって生じていると推論すること
- ⑤ 日照時間が季節によって変化するの、公転と地軸の傾きによって生じていると推論すること
- ⑥ ある時点の星座等の位置から、異なる日付や時刻の星座の位置を推論すること

また、「推論」を重点とするのであれば、これらの指導の際に、おさえるべき要素の明確化が重要になると考えている。知識面に関して同様に挙げると、以下のような内容が挙げられる。

- ① 天球・天頂・子午線等天体観測の基礎知識
- ② 透明半球を用いた太陽の位置観測の方法
- ③ 各方位における天球の動き
- ④ 自転・公転の周期と移動角度
- ⑤ 地球上各地の時刻と方位の出し方
- ⑥ 地軸の傾きと緯度の違いによる太陽高度の変化

知識面については、その都度、既習事項の確認を行いながら、スモールステップでおさえていく形になる。結果を考察する場面では、作図の負担を減らすため地球や太陽、公転軌道など、必要に応じた図をワークシートに入れておき、思考活動をスムーズに行えるようにしていく。それをもとに自分の考えを積極的に表現させていく。ただし、考察のための意見交換においては、必要に応じて教員が入り、考えたことの説明、表現を整理し、混乱を防ぐようにする。活動の中で、互いの考えを理解し合うことによって、考察や説明を苦手とする生徒の科学的な見方や考え方を培っていく。

(2)単元の指導計画

本単元の指導計画を表3に示す。本報告では配当時間を11時間としたが、標準配當時数は9～10時間の単元である。本単元のように障害特性による学びにくさが予想される内容については、実験や思考の条件を分離、整理しながら授業を行う。そのため、単元全体としては標準配當時数より多少多く設定することが多い。また、条件が複雑化するような応用的な思考、問題は個別に行い、基礎的・基本的な内容を中心に扱う。

表3 「地球の運動と天体の動き」の単元指導計画

時	学習内容・学習活動
1	<ul style="list-style-type: none"> ・天体の観測は天球で表すことを知る ・天球による図示での方位を確認する、天球上での位置の表し方と観測の目安
2	<ul style="list-style-type: none"> ・地球の公転、自転、地軸の傾きについて知る ・地球上での自転と時間、方位の関係を考える
3	<ul style="list-style-type: none"> ・STARWALKを使つての星の動きの観察により南天、北天、東天、西天の星の動きの違いを知る ・自転による見かけ上の動きと北極星、天体が1時間に動く角度
4	<ul style="list-style-type: none"> ・透明半球による太陽の動きの観測方法を知る
5	<ul style="list-style-type: none"> ・観測結果から太陽の動きを考える、南中、南中高度について知る ・STARWALKを使つて太陽の日周運動と星の日周運動を比較する
6	<ul style="list-style-type: none"> ・星座の動きの時刻による変化を予想する ・日周運動まとめの問題（方位と時刻の出し方、各方位の天体の動きと観測時刻）
7	<ul style="list-style-type: none"> ・夜空に見られる星座は、1年を通してどのように変化するか考える
8	<ul style="list-style-type: none"> ・地球の公転モデルを作成し、真夜中に見える星座はどのように変化するか調べる ・星座の動きの季節による変化を予想する
9	<ul style="list-style-type: none"> ・夏と冬の気温の違いの原因を考える ・STARWALKを使い太陽高度と日照時間の変化を確認する ・日照時間の変化の原因について考える、季節ごとの昼と夜の長さを比較する
10	<ul style="list-style-type: none"> ・平面図を用いた日照時間の解説 ・太陽高度と温度変化の関係について考える、光の角度と光の当たる面積を比較する ・南中高度の計算
11	<ul style="list-style-type: none"> ・年周運動まとめの問題（各方位の天体の動きと観測時刻 年周＋日周）

(3)指導及び教材の工夫

①年間指導計画の工夫

中学校第3学年の内容はどれも応用的な内容を含んでいるが、比較的身近で、イメージを持ちやすい「生命」の配当時間を多少短縮し、具体的なイメージを持ちにくい「地球」や「エネルギー」の配当時間を増やしている。また、基本的に理解のしやすい内容から扱うようにしている。「地球」と「エネルギー」では、「地球」の方が、観察や演習、資料等でイメージを確認させやすい。そこで、「地球」を先に扱う。

②条件整理の段階化

現象の示す多くの情報から、推論に必要な要素を探していく活動では、要素を絞り込めずに何を行って良いのかわからなくなってしまうがちである。気温の変化は日照時間と太陽高度による熱量の変化であり、どちらも地軸の傾きが原因である。しかし、同時に扱うのではなく、それぞれを区切って考えさせ、のちに統合させていく。

③発問形式での授業進行

答えをはじめから誘導しないように、はじめの発問は思考を必要とするものとし、状況に応じて、思考の条件や順序を導く、具体的な発問に変えていく。発問が複数になる場合は、答えた内容を思い出せるよう板書に残し、発問をつなげていく。

④STARWALKの活用

太陽高度など、角度を目分量で判断することや方位に難しさが見られるので、iPadアプリのSTARWALKを用いて、その変化を確認させる。

⑤ワークシートの利用

書字や作図量の軽減、そして思考時間の確保のためワークシートを利用して授業を進める。ただし、ノートテイクの技術をつけさせるためにも、考え方を確認させる時には流れを板書し、メモするように指導する。また、作図に関しては基本となる図形など、必要な図形をいれ、作図の困難を軽減していく。

(4)評価について

本報告では、中学校理科第3学年に設定されている「地球の運動と天体の動き」の自然の事物・現象を通して、対象生徒の指導目標を「推論」に重点して指導を行った。当該学年の評価規準であれば、「目的意識をもって観察、実験などを行い、その結果から自らの考えをまとめ、表現している」となるところを、指導者側で条件や要素を絞り、予想や仮説をもたせ、推論させることを目指した。授業での様子を見ると、地軸と日光が当たる軸（公転面に対して垂直な線）とのずれが日照時間の変化の原因であることを説明し、季節毎の太陽高度や緯度による気温の変化などを推論できるようになった。また、定期考査では、設問の図を確認しながら、緯度の違いによる日照時間の変化を予想することもできており、一定の効果があったと考えられる。

しかしながら、公転による変化、自転による変化などというように単独の要因について考えていくことはできても、それらを組み合わせて考えるような複雑な問題になると、必ずしも正答できなかった。

4. 単元の指導を振り返って（成果と課題）

「問題解決の能力」の段階を意識し、重点化する段階を明確にすることで、「このぐらいだったら理解できるのではないか」というような漠然とした形ではなく、「ここまでできるようにしたい」という具体的な目標設定がしやすくなったと感じている。それは、「推論に重点化する学習をさせるためにはどうすれば良いか」を考えていく際に、その学習内容に、どのような要素がどのくらい含まれているかを分析し直しているからだと感じている。さらに、それらの要素をどの程度提示して、どこを考えさせるかということを計画していく中で、生徒のつまずきのポイントを具体的に気づくようになったと感じている。その結果として、学習後の変化を具体的に評価できるようになってきたのだと捉えている。

また、要素の数や思考のポイントを具体的に持てるようになったことで、指導する際の発問のしかたに柔軟性を持たせられるようになった。目標の異なる生徒たちが一緒にいる授業において、一人一人に対する発問の具体性を調整できるようになったと感じている。

逆に言えば、具体的な指導目標を設定するためには、指導目標や指導内容を系統的に分析していくための指標が必要となってくる。指導目標系統表はそのための視点とはなり得るが、より具体的に分析していくためには、もう少し細かな系統表や指標を明確にしていく必要がある。

（文責：齋藤 豊）

IV. 「問題解決の能力の要素の例」を活用した指導目標重点化の手続き

1. 「問題解決の能力の要素の例」の実態把握や評価への活用

「問題解決の能力の要素の例」(表1)の各項目は、先述したとおり小学校理科に関わる文献から、「科学的な思考・表現」に関する評価基準や4つの問題解決の能力(比較・関係付け・条件・推論)に関する記述を整理することで作成された。

したがって各項目は、「例」であるとはいえ、具体的に何ができるようになることをもって、小学校段階における「問題解決の能力を身に付けた」と評価するのかについての指標を与えるものになる。

また、指導目標設定の手続きにおいては、まずはじめに児童生徒の問題解決の能力の実態を把握し、どの段階の問題解決の能力に指導目標を重点化するかを仮説的に決定しなければならない。

そこで、「問題解決の能力の要素の例」を視点として持ちながら、授業実践を通して評価していくことは、以下の3点において利点があると考えられた。

- ① 実態把握の段階で、児童生徒の問題解決の能力をおおまかに把握することに活用できる。
- ② 単元後に再評価すれば、「問題解決の能力」の成長についても評価できる。
- ③ 前年の担当者から、問題解決の能力の実態について情報を引き継ぐことができる。

以上の予想から、「問題解決の能力の要素の例」をチェックリスト的に使用して、実態把握を進めることを試行した。

2. 「問題解決の能力の要素チェックリスト」の活用

しかしながら、「問題解決の能力の要素の例」はもともとチェックリストとして活用されることを目指して作られたものではなかった。また、指導目標を重点化する手続きにおいて、4つの問題解決の能力のうちのどれを重点的に指導するかを仮説的に決定することに活用できればよかった。

そこで、各項目の評価を詳細にするよりも、容易に評価できるほうが有用であると考えた。

これらを踏まえ、チェックリストは、表1にチェック欄を設けただけの簡易なものとして作成した。また、評価方法は、教師が授業実践を通して、「概ね満足できる(○)」か「課題が見られ重点的に指導する必要がある(▲)」かについてチェックするのみとした。(次ページ)

また、後掲の事例報告2では、作成した「問題解決の能力の要素チェックリスト」を活用して実態把握を行い、指導目標を重点化した事例を報告する。

(文責: 小山 信博)

問題解決の能力の要素チェックリスト

チェック者氏名: _____

対象児童生徒氏名: _____, 学年: _____ 年 _____ 月現在, チェック日: _____ 年 _____ 月 _____ 日

	要素の例	☑	備考
比較する力	事象を五感で比較することができる		
	事象を簡単な道具で比較することができる		
	事象を量的に比較することができる		
	事象を数値化して比較することができる		
	比較により事象の差異点を見いだすことができる		
	比較により事象の共通点を見いだすことができる		
	比較により事象を分類することができる		
関係付ける力	事象の変化をとらえることができる		
	事象の変化に要因があることに気づくことができる		
	事象の変化の要因を与えられた条件と関係付けることができる		
	与えられた条件と関係付けることで事象の変化の要因を見いだすことができる		
条件を制御する力	条件を制御する必要性に気づくことができる		
	条件を与えられれば, 変える条件, 変えない条件を判断することができる		
	必要な条件を見いだすことができる		
	必要な条件を制御した実験を計画することができる		
	事象の量的変化の要因を, 制御した条件と関係付けて考察することができる		
	事象の時間的変化の要因を, 制御した条件と関係付けて考察することができる		
推論する力	根拠は明確でなくても, 予想をすることができる		
	生活経験を振り返り, 経験的な規則性や相互関係に基づいて推論することができる		
	既知の規則性や関係性から, 他の事象の規則性や相互関係を類推することができる		
	観察, 実験から得た情報を関係付けて考察することができる		
	条件を制御した観察, 実験の結果を根拠にして推論することができる		
	観察, 実験の結果から規則性や相互関係を見いだすことができる		
	事実, 経験, 学んだことを区別し関連付けて推論することができる		
	目に見えない事象を目に見えるものとしてイメージすることができる		
	直接観察できない事物について, 資料をもとに推論することができる		

V. 事例報告2

1. 単元名 身のまわりの現象「光の世界」

小学校では、光に関する内容は、第3学年で「光の性質」について学習しているが、中学校第1学年では、それ以来はじめての設定となる

「問題解決の能力」に着目すると、小学校第3学年では「比較」する力を重点的に指導する。したがって「光の性質」では、光をはたらかせたときとそうでないときの現象や、光を集めたり重ね合わせたりしたときの物の明るさや暖かさを「比較」して予想や仮説をもったり、「比較」する実験を行って考察する学習を行ってきている。第4学年以降、学年相当に重点的に指導する「問題解決の能力」は、「関係付け」（4年）、「条件（制御）」（5年）、「推論」（6年）となる。

これらを踏まえ、中学校第1学年における本単元では、光についての日常生活と関連した身近な事物・現象（光の反射や屈折、凸レンズの働き）に関して課題を明確にして実験を行い、結果を分析して解釈し、規則性を見いださせ、日常生活や社会と関連付けて理解させるとともに、身近な物理現象に対する生徒の興味・関心を高め、科学的な見方や考え方を養う。この一連の問題解決の過程においては、生徒の「科学的に探求する能力の基礎」及び「問題解決の能力」の実態を踏まえて、適切に指導目標を重点化することで、各生徒の「問題解決の能力」を育てていく。

2. 対象生徒について

(1)対象生徒

本校中学部第1学年の生徒（脳性まひによる四肢体幹機能障害）

(2)実態

①諸検査から

・WISC-IV（小学部第6学年時）

全検査(FSIQ)「平均の下ー平均」

言語理解(VCI)「平均ー平均の上」，ワーキングメモリー(WMI)「平均の上ー高い」

知覚推理(PRI)「非常に低いー平均の下」，処理速度(PSI)「非常に低いー低い(境界域)」

②学習時の様子

不器用さはあるものの、上肢操作に問題はなく、移動は手動車いすを中心としてウォーカーを併用している。座学の際も車いすのまま学習しているが、しばしば腰が前方にずれ、極端な猫背になる様子がみられる。また、左右への倒れが見られることもある。書字に関しては、枠からのみ出しが見られる。これは、枠が極端に小さかったり、大きかったりしなければ、枠の大きさに依存せず、同程度はみ出すことから、枠内に納めることそのこと自体に難しさがあることが推察される。

社会科に関心が高く、広範な語彙や知識を有している。それゆえ、他教科の学習において関連する語を聞くと、そのことに固執して話し続ける様子が見られる。自分の考えについても固執しやすく、話し合い活動で友人の意見を踏まえて、考えを修正することが難しい様子が見られる。

(3)個別の指導計画の指導方針

指導の方向性として、①自分の体の状態や姿勢に意識を向け、気持ちを整えて、課題や活動に集中し

て取り組むことができる、②見通しを持ち、安心して物事に取り組むことができる、③相手の立場や周囲の状況を考えて言動できる、④同世代の仲間と協力して物事を進めることができる、の4点が確認されている。

また、学習面に関する手立て・配慮として、①活動前に姿勢への声かけを行う、②課題や活動に取り組むにあたり、必要なものと必要でないものとを考えさせ、不必要な物はしまわせる、③情報量（指示・提示する内容量、作業量や活動量）を調整する、④情報を取り入れたり、思考したりするための視点の基準を明確にして示す、⑤活動内容の枠を明確にして提示し、「見る」「聞く」「話す」「書く」「考える」等の活動の時間枠を明確に区切る（今取り組むべき課題は「ここ」を「こうする」と指示する）、⑥板書や資料などの注目すべきところを明確に示す、⑦行間や文字・図の大きさに配慮した資料を提示する、⑧頭の中だけでは整理できないこと（関係性や全体を捉えるなど）はメモやカードなどにおこさせ、具体的操作をとまなう形で整理する等の方略を身に付けさせる、⑨本人の言動に際して、場面ごとに、その理由を確認したり、相手がどう思うか等を考えさせたりする、⑩少人数のグループで協力して物事を進める活動や課題を設定する等が確認されている。

(4)理科の学びの実態と問題解決の能力

①全般的な学びの実態

- ・顕微鏡での観察に意欲的であり、小さいものはなんでも顕微鏡で観察したがる。
- ・条件を制御する必要性に気付くことができるが、変える条件、変えない条件を判断することには課題がある。
- ・顕微鏡を操作することはできるが、スライドガラスにピンセットでカバーガラスを掛けることは難しい。
- ・マッチを使用することができる。
- ・メスシリンダーの目盛りを大まかに読み取ることができるが、水面か両端か読むべき場所がどちらだったか勘違いしがちである。
- ・分度器による、角度の計測ができる。
- ・光がまっすぐ進むことや影のでき方について正確に述べることができるが、光源との位置関係から理由を説明することは難しい。
- ・公式の意味理解には困難さがあるものの、反復練習によって数式の意味をおおまかに捉え、感覚的に立式する。

②問題解決の能力の実態

表4は、各生徒の「問題解決の能力」の実態について、「問題解決の能力の要素チェックリスト」より評価したものである。概ね満足できるものに○、課題が見られるものに▲を付した。

対象生徒については、小学部5学年の時より、その問題解決の能力の実態に応じて指導目標が設定され、指導の重点化が図られてきた。そこで、表4には、中学部1学年（10月）における理科授業の担当者による評価に加え、参考として、小学部6学年で理科授業を担当した教師によって評価された、小学部卒業時点での学習の実態を示した。

表4を見ると、小学部卒業時点では「比較」や「関係付け」について重点化して指導する必要があると考えられていた項目が見られるが、中学部で指導の重点化が図られた結果、10月の時点では、「条件制御」の指導に重点化する必要があると考えられるようになった様子が看取できる。

表4 対象生徒の問題解決の能力の実態(小6時及び中1時)

	要素の例	小6	中1
比較する力	事象を五感で比較することができる	○	○
	事象を簡単な道具で比較することができる	▲	○
	事象を量的に比較することができる	○	○
	事象を数値化して比較することができる	▲	▲
	比較により事象の差異点を見いだすことができる	○	○
	比較により事象の共通点を見いだすことができる	▲	○
	比較により事象を分類することができる	▲	○
関係付ける力	事象の変化を捉えることができる	○	○
	事象の変化に要因があることに気づくことができる	○	○
	事象の変化の要因を与えられた条件と関係付けることができる	▲	○
	与えられた条件と関係付けることで事象の変化の要因を見いだすことができる	▲	○
条件を制御する力	条件を制御する必要性に気づくことができる	○	○
	条件を与えられれば、変える条件、変えない条件を判断することができる	▲	○
	必要な条件を見いだすことができる	▲	▲
	必要な条件を制御した実験を計画することができる	▲	▲
	事象の量的変化の要因を、制御した条件と関係付けて考察することができる	▲	○
	事象の時間的変化の要因を、制御した条件と関係付けて考察することができる	▲	▲
推論する力	根拠は明確でなくても、予想をすることができる	○	○
	生活経験を振り返り、経験的な規則性や相互関係に基づいて推論することができる	▲	○
	既知の規則性や関係性から、他の事象の規則性や相互関係を類推することができる	▲	▲
	観察、実験から得た情報を関係付けて考察することができる	▲	▲
	条件を制御した観察、実験の結果を根拠にして推論することができる	▲	▲
	観察、実験の結果から規則性や相互関係を見いだすことができる	▲	▲
	事実、経験、学んだことを区別し関連付けて推論することができる	▲	▲
	目に見えない事象を目に見えるものとしてイメージすることができる	▲	▲
	直接観察できない事物について、資料をもとに推論することができる	▲	▲

3. 本単元の指導について

(1)単元の評価規準

対象生徒に対する本単元の評価規準を表5に示す。この評価規準をもとに評価基準を設定した。

表5 対象生徒の「光の世界」における評価規準

自然事象への 関心・意欲・態度	科学的な思考・表現	観察・実験の技能	自然現象についての 知識・理解
光の反射・屈折，凸レンズの働き，音の性質に関する事物・現象に進んでかわり，それらを科学的に探求しようとするとともに，事象を日常生活との関わりで見ようとする。	<p>【条件（制御）に重点化】 光の反射・屈折，凸レンズの働きに関する事物・現象について<u>予想や仮説をもち，条件に着目して実験を計画し，表現している。</u> 光が反射・屈折するときの規則性，凸レンズにおける物体の位置と像の位置や大きさとの関係などについて，<u>自ら行った実験の結果をその条件と関係付けて考察し，自分の考えを表現している。</u></p>	光の反射・屈折，凸レンズの働き，音の性質に関する観察，実験の基本操作を習得するとともに，観察，実験の計画的な実施，結果の記録や整理などの仕方を身に付けている。	光が反射，屈折するときの規則性，凸レンズにおける物体の位置と像の位置や大きさとの関係，音の発生と伝わり方，音の高さと発音体の振動の関係などについて基本的な概念や原理・法則を理解し，知識を身に付けている。

※ 下線部は，指導内容は変えずに，指導目標を重点化した部分

(2)単元の指導計画

本単元の指導計画を表6に示す。本報告では配当時間を10時間としたが，標準配当時数は6時間の単元である。実態に応じて問題解決の能力を育てるため，問題意識に対して各生徒が予想を立て，その理由を発表し合い，実験的に明らかにする問題解決の過程を中心に授業を進める。この学習活動に時間を重点的に配当するため，予備とされている時間を充当し，配当時間を調整した。

また，本単元の学習では，しばしば光の道筋が「線」で描かれる。この「線」を光の道筋としてイメージすること，そしてそれらを作図することは，「見えにくさ」「捉えにくさ」に基づく学習上の困難さが見られるであろうことが予想される。そこで，光を「線」として表す図形的な理解の導入は，結論的に用いる方が有効と考えた。単元の導入においては，小学校3学年で学んだ光の性質を追体験しながら，光を「直進する粒子」と考えるようにする。その後，直進する粒子の道筋として光の道筋をイメージできるよう要素を切り分けて指導する計画とした。

さらに，単元計画においては，学習活動に応じて重点化して指導できる問題解決の能力を明確にしておいた。これに基づき，各生徒の問題解決の能力の実態に応じて，指導を重点化することとした。

表6 「光の世界」の単元指導計画

時 数	主な学習内容・学習活動	重点化して指導できる 問題解決の能力			
		比較	関係	条件	推論
1	《光の反射》 【導入と復習】絵本『かげと光とビー玉』の読み聞かせ，討論，実験	○	○		○
2	1 物の見え方 2 反射した光の進み方 【実験1】鏡に当たった光の進む道筋	○	○ ○	○	○ ○
3	・実験1の光の反射についてのまとめ，光の反射の法則 ・光の反射の法則をもとに，光の進む道筋について推論。		○ ○		○ ○
4	《光の屈折》 【導入と復習】虫めがねで新聞紙を燃やすことに関する討論，実験	○	○	○	○
5	・「焦点」と「焦点距離」に関する実験		○	○	○
6	4 レンズのはたらき		○	○	○
7	・凸レンズの像の位置や向き，大きさの規則性，実像・虚像		○	○	○
8	・凸レンズによってできる実像と虚像の作図		○	○	○
9	3 光が透明な物体を通るときの進み方 【実験2】透明な物体に出入りする光の道筋		○ ○	○	○ ○
10	・「屈折」と「全反射」の規則性 ・光の屈折をもとに，光の進む道筋について推論		○ ○	○ ○	○ ○

(3)指導及び教材の工夫

①重要語句ビンゴ「マッキーノ」

授業の冒頭では毎回，単元で取り上げられる重要語句を22個に厳選し，そのうち16個を使用したビンゴゲーム（マッキーノ）（「たのしい授業」編集委員会，2011）を行っている。マッキーノでは，同じ語句を授業で扱う前後で無作為に取り上げることとなるため，生徒の耳目にくり返し触れさせることとなる。これにより，はじめて聞く語句を「聞いたことがある語句」にすることができる。この予習効果によって授業における概念理解を促すとともに，授業で扱った後にはドリル学習として語句の暗記などの復習効果を促すことが期待できる。

②予想には選択肢を用意

予想の候補は選択肢で与える。予想を選択肢なく立てることができるのは，予習などによって実験結果を仮説としてすでに持っているか，あるいは他の実験結果や生活経験からの類推ができることが必要である。対象生徒については，問題解決の能力の実態が「推論」に達していないため，ビー玉からの類推には難しさがあると考えられる。そこで，まずは選択肢をもとに予想を立てることとする。

③「問題解決の能力」の実態に応じた問題への取り組み方を設定

「条件」に指導目標を重点化する対象生徒の場合，変える条件／変えない条件を明らかにしながら，実験を進めていくことが求められる。そこで，入射角と反射角のそれぞれを条件としたときの実験を構成し，各問題で「変える条件／変えない条件」が何にあたるか問いかけることにする。

④予想の理由を板書

他者の意見を踏まえて自分の予想を修正したり、あるいは他者を説得する反論を考えたりするためには、他者の発言をよく聞き、理解することが欠かせない。対象生徒は、他者の意見を十分に踏まえたり、自分の考えを明確にして他者に伝えたりすることには、課題がみられる。そこで、各生徒が発表する予想を立てた理由については、その考えを明確に他者に伝えられるようやり取りをしながら板書し、文字情報でホワイトボード上に板書する。

(4)評価について

本報告では、中学校理科第1学年に設定されている「光の世界」の自然の事物・現象を通して、対象生徒の指導目標を「条件制御」に重点して指導を行った。

とくに本単元では、「問題解決の能力の要素の例」の各項目のうち、「必要な条件を見いだすことができる」様子が見られることを期待して、入射角を制御して反射角について予想したり、反射角を制御して入射角を予想したりする学習活動を設定した。これらについては、正しく予想できるようになったことから一定の効果があったと考えられる。しかしながら、実験のはじめには光源を横向きにするなどで光の道筋を帯状にして考えようとするなど、問題を実験的に確かめる際に、実験器具をどのように設定しなければならないかについて、まだ十分に考えられているとはいえないと評価した。

その他の学習の様子では、反射する光の道筋を考える際、はじめは素朴に考えて予想を立てていたが、予想の根拠を説明するときには、導入であらかじめ学んでいたビー玉との関連性に自ら気づき、その学習時のワークシートを見直すなど、関係付けて類推することができたことから、「既知の規則性や関係性から、他の事象の規則性や相互関係を類推することができる」様子の萌芽が見られた。

4. 単元の指導を振り返って（成果と課題）

「問題解決の能力の要素の例」を活用することにより、生徒を評価する際の視点が持てた。このことにより、授業において「条件制御の力が発揮された」などという漠然とした評価ではなく、より具体的にどのような力が発揮されたか、発揮されなかったかといった評価ができるようになった。また、このために、授業の計画段階においても、育てたい力に応じて活動内容を設定したり、時間配当を調整して指導の重点化を図ったりすることができるようになった。

また、単元後に学習の様子を振り返る際には、問題解決の能力の要素が明確になっていることで、重点化して指導した項目以外の成長の様子にも気付くことができる利点があった。

さらに本報告では、前年の担当者によって同様の項目での評価を行った。評価する項目が一定であるために、学年を越えて前任者から情報を引き継いで一貫した指導を行うことの助けになると考えられた。

他方、このような評価方法は、教師間での一貫性が担保されない可能性がある。また、学習内容や手立ての与え方、児童生徒の興味・関心によって発揮される問題解決の能力に差異が出る可能性もある。このことから、「問題解決の能力の要素の例」を活用し、評価が具体性を増したとしても、1回の評価によって、児童生徒の問題解決の能力を十分に把握したということとはできない。やはり、妥当性の高い評価のためには、継続的な評価と指導の改善が必要と考えられる。

(文責:小山 信博)

VI. 連携研究連携研究協力校における指導目標重点化の実践と見いだされた課題

1. 連携研究連携研究協力校との連携研究の目的

Vまでの全校研究により、理科授業において当該学年の学習の難しい児童生徒の指導目標設定の一連の手続きが以下のように整理された。

(1) 問題解決の能力の要素チェックリストによる実態把握

報告2において作成された「問題解決の能力の要素チェックリスト」にチェックをする。概ね満足できるものに○、課題が見られるものに▲を付すことで、重点化して指導することが必要な問題解決の能力が何であるか、▲の多さから明確にする。

(2) 指導目標系統表を活用した指導目標の設定

「問題解決の能力の要素チェックリスト」へのチェックにより、重点化して指導する問題解決の能力を明確化したのちに指導目標系統表を用いる。授業の単元から「扱う自然の事物・現象」と重点化して指導する「問題解決の能力」の交差するところを参照し、対象児童生徒の実態に該当する「科学的な思考・表現」の評価規準から指導目標を設定する。

(3) 授業の実施

指導目標系統表によって導出されるのは、観点別評価における「科学的な思考・表現」についての指導目標である。これに基づき、単元計画と単元の「個別の評価基準」を設定する。これらが設定した後に、本時の展開と本時の「個別の評価基準」を明確にし、授業を実施する。

(4) 授業における評価

授業中の学習の様子から、「個別の評価基準」により評価する。なお、くり返し授業を実施し、評価基準に基づいて評価をする過程で、C評価やA評価が続く場合は、重点化して指導する問題解決の能力を見直す必要がある。重点化した指導が奏功し、だんだんとA評価となることが増えていくことが理想である。しかしながら、はじめからA評価が続くようであれば指導目標の設定が易しすぎたと考えられ、C評価が続くようであれば指導目標の設定が実態に合わず難しすぎたと考えられる。いずれの場合も、「問題解決の能力の要素チェックリスト」を見直し、重点化して指導する問題解決の能力を修正することで、より適切な指導目標を設定する。

後掲の連携研究1及び2では、これらの手続きを用いて下記の連携研究協力校で授業実践をしていた事例を報告する。

連携研究1 長崎県立諫早特別支援学校 森 萌 教諭 「生命を維持するはたらき」(中2)

連携研究2 千葉県立桜が丘特別支援学校 茂原 伸也 教諭 「科学変化と物質の質量」(中2)

報告3では、両教諭からいただいた実践より、この指導目標設定の手続きの不完全な部分や他校で実践する上での問題点を明確にすることを目的とする。

(文責:小山 信博)

Ⅶ. 連携研究1 長崎県立諫早特別支援学校

1. 単元名 「生命を維持するはたらき」

小学校では、第6学年で、ヒトの呼吸、消化、排出及び血液の循環について、また、生命活動を維持するための様々な器官があることについての初歩的な学習を行っている。本単元は第6学年の学習の発展的な内容であり、動物の消化・吸収、呼吸、血液循環などの働きを物質交換の視点で捉えさせることがねらいである。本単元の内容は、まさに自分たちの体の中で日常的に行われている現象についての学習であり、生徒も興味・関心を抱きやすい内容である。実際、4月当初に本研究の対象生徒に、教科書の目次を見せながら「1年間で学ぶ単元の中で一番興味のある単元はどれか。」と尋ねたところ、本単元を選んだ。理由は、「呼吸などについてもっと詳しく知りたい。」というものだった。本単元の学習を通して、小学校で学んだ知識をさらに深めていきながら、かつ自分の体の日常的な現象と知識とを結びつけながら、科学的に考える力を育てていきたいと考える。

2. 対象生徒について

(1)対象生徒

中学部第2学年の生徒（脳性まひ）

(2)実態

①諸検査から

・WISC-IV（小学校第6学年時）

全検査(FSIQ)「非常に低い」

言語理解(VCI)「非常に低い」，ワーキングメモリー(WMI)「平均の下—低い(境界域)」

知覚推理(PRI)「非常に低い」，処理速度(PSI)「非常に低い」

②学習時の様子

認知の面においては、見えにくさがあり、主に左目を使って見るが、小さなものや遠くのを捉えることに困難さがある。また、漢字の書き間違い（「日」の点が1つ足りない、「目」が「日」になる等）や、へんにつくりのバランスが崩れていることがあり、書字をさせたときには毎回確認が必要である。

理科の学習においては、関心・意欲・態度に関しては真面目に授業に取り組み、教師の発問に対し積極的に手を挙げて発表するなど、意欲的に取り組む様子が見られる。また、1学期から宿題を忘れたことは一度もなく、きちんと教師の指示通りに取り組むことができる。思考・表現に関しては、気付きや自分の考えを文章化して表現することが苦手である。また、生活経験が乏しく、経験からの気付きということがあまりない。技能に関しては、手指にまひがあるため、実験器具の操作には手立てを講じる必要がある。加えて、見えにくさがあるため、透明なものを捉えることが難しく（カバーガラスをピンセットでつかむ、試験管の中で発生する細かな気泡に気づく等）、手立てを講じる必要がある。知識・理解に関しては、一度の説明での理解は難しくても、繰り返し説明を聞くことで理解ができることが多い。内容によっては小学校理科の内容も曖昧になっているところがあり、適宜復習が必要である。計算の力に関しては、単純な四則演算はできるが、表から数値を読み取って計算したり、自分で式を組み立てて計算したりすることが苦手である。小数の計算が苦手である。

(3)個別の指導計画の指導方針

個別の指導計画の指導の方向性として、基礎基本の定着を図る、できたことを賞賛して自信につなげる、体験学習を増やし知識と結びつける、さまざまな課題の解決に向けて自分で考える、等が挙げられている。

また、学習に対する手立て・配慮として、書字の負担を少なくする、記入する枠を大きくする、拡大資料を準備する、iPadで撮影して拡大して見せる、ワークシートのどこに注目するか指さしで示す、等が挙げられている。

(4)理科の学びの実態と問題解決の能力

教科の実態においては、本単元までに学習した「化学変化と原子・分子」では、例えば、炭酸水素ナトリウムの分解の実験で、炭酸水素ナトリウムと加熱後の物質の性質の違い（水への溶けやすさ、フェノールフタレイン液での反応）を比較したり、1つ1つ手順を追いながら、それぞれの試験管の反応から二酸化炭素や水が生じたことを関係付けたりすることはできた。しかし、実験全体を捉えたときに、複数の手順から条件に合った手順を選択（二酸化炭素の発生を確認できる手順を選ぶ等）したり、1つ1つの結果をまとめて考察したりすることは難しかった。このような実態から、対象生徒の問題解決の能力の実態について「問題解決の能力の要素チェックリスト」で評価した結果、「比較する力」、「関係付けの力」においては概ね満足できると評価できた。しかし、「条件を制御する力」においては、まだ十分に力が身に付いておらず、課題があると評価される項目が多く見られた。また、対象生徒を中学1年生時に指導していた教師による「問題解決の能力の要素チェックリスト」での評価においても、同様に「条件を制御する力」に課題があると評価が得られている※119 ページに注あり。よって、主に「条件を制御する力」に重点化して指導目標や評価規準の設定を行った。

3. 本単元の指導について

(1)単元の評価規準

対象生徒に対する本単元の評価規準を表7に示す。この評価規準をもとに評価基準を設定する。

表7 対象生徒の「生命を維持するはたらき」における評価規準

自然現象への 関心・意欲・態度	科学的な思考・表現	観察・実験の技能	自然現象についての 知識・理解
生命を維持するはたらきに関する事物・現象について興味・関心をもち、自分の体の日常的な現象と結びつけながら考えている。	【条件に重点化】 生命を維持する働きに関する事物・現象について予想や仮説をもち <u>条件に着目して観察</u> 、実験などを計画、表現している。 動物の体が必要な物質を取り入れて運搬する仕組みについて、自ら行った <u>観察</u> 、 <u>実験の結果をその条件と関係付けて考察</u> し、自分の考えを表現している。	生命を維持するはたらきに関する観察、実験の基本操作を習得するとともに、観察、実験の結果の記録や整理などの仕方を身に付けている。	動物の体には、必要な物質を取り入れて運搬する仕組みや、不要となった物質を排出する仕組みがあることを理解し、知識を身に付けている。

※ 下線部は指導目標の重点化を図った部分

(2)単元の指導計画

本単元の指導計画を表8に示す。使用教科書は、大日本図書「新版 理科の世界2」である。

表8 「生命を維持するはたらき」の単元指導計画(全14時間)

時数	学習内容・学習活動
1 2	○1節 呼吸 ・肺の仕組みについて知る。 ・ペットボトルの模型で肺に空気が出入りするしくみを確かめる。
3 4	○2節 血液とその循環 [A]血管と血液 ・動脈、静脈、毛細血管、リンパ管について知る。 ・血液の成分について知る。
5 6	○2節 血液とその循環 [B]心臓と血液の循環 ・心臓の仕組みについて知る。 ・血液の循環について動脈血と静脈血とを色分けしながら確かめる。
7	○3節 消化と吸収 [A]食物 ・食物の養分(炭水化物・脂肪・タンパク質)について知る。
8 9 10 11	○3節 消化と吸収 [B]消化 ・消化器官と消化酵素について知る。 ・【実験1】ヨウ素液を使ってデンプンに対するだ液のはたらきを調べる。 ・【実験2】ベネジクト液を使ってデンプンに対するだ液のはたらきを調べる。 ・2つの実験のまとめをする。
12	○3節 消化と吸収 [C]吸収と利用 ・養分の吸収やと貯蔵の仕組みについて知る。
13	○3節 消化と吸収 [D]排出 ・排出の仕組みについて知る。
14	・「生命を維持するはたらき」のまとめをする。

(3)指導及び教材の工夫

①ワークシートの使用

対象生徒は手指にまひがあるため、書字には時間と労力を要する。書くことに時間を要するよりも、考えたり、意見を述べ合ったりすることに多く時間を活用できるよう、重要語句だけを括弧抜きにしたり、選択肢に○をつけるだけにしたワークシートを使用している。また、対象生徒には見えにくさもあるため、ワークシートの文字は対象生徒が見えるフォントサイズで作成し、教科書の図や表、写真も大きく拡大したものを掲載している。記入の際は、漢字の書き間違いがないか、へんとつくりのバランスは正しいか等を確認し、必要に応じて指導するようにしている。

②ICT機器の活用

・iPadによる拡大、実験での動画の活用

本校にはiPadが十数台設置されており、すべての授業で自由に利用することができる。中学校第2学年の理科では3学期に気象の単元がある。そのため、その単元に向けて、4月から授業の最初に気象観測(天気、気温測定)を実施している。その際、見えにくさゆえに直接温度計の目盛りを読み取るのが難しいため、教師が温度計をiPadで撮影し、画面を拡大して目盛りを読み取らせるようにしている。その他にも、iPadで教科書の図や実験の一部分を撮影して拡大して見せたり、実験の様子を動画で撮影して繰り返し見せたり、さまざまな場面でiPadを活用している。

・電子黒板

本校理科室には常設の電子黒板があり、デジタル教科書がインストールされている。デジタル教科書には教科書に載っているほとんどの実験映像が収録されているため、例えば化学分野の実験で、目の前

で実際に実験をしても反応が小さく、見えにくさのある生徒にとって、一度では捉えにくいような実験は、実験映像を活用して繰り返し見せるようにしている。

③確認プリント、小テストの実施

授業の最後には確認プリントを配布し、宿題としている。内容は授業のワークシートに沿っており、プリントを解きながら授業の振り返りができるようになっている。確認プリントは次の授業の最初に確認を行い、必要に応じて補足説明を加えて、知識の定着を図っている。また、定期的に小テストを実施し、定着度を測るようにしている。

④実験器具のイラストカード、薬品の名称カードを使いながら実験手順の確認

実験を行う際、教科書やワークシートに書かれた実験手順の文章を読んだだけでは理解が難しいため、一度手順の文章を確認した後、文章を視覚的に理解できるように、黒板として使用しているホワイトボード上で再度実験器具のイラストカード、薬品の名称カードを使いながら手順の確認をしている。どこの手順で何の器具を使うのか、何の薬品をどのくらい加えるのかを1つ1つ手順を追いながらカードを使って再現することで、文章が表していることを視覚的に理解できるようになることをねらいとしている。こうすることで、生徒も実験手順を把握することができ、実際に実験を行う際はスムーズに実験を進めることができる。

⑤1つの実験を分けて実施

本単元のデンプンに対するだ液のはたらきを調べる実験は、教科書ではヨウ素液とベネジクト液を使って1時間で行うように計画されている。しかし、対象生徒にとって、ヨウ素液とベネジクト液の反応の違いや、それぞれから得られる結果を同時に処理することは難しいと考え、1つ1つ整理しながら進められるようにヨウ素液での実験とベネジクト液での実験を分けて2時間で実施するようにした。

(4)評価について

本単元では対象生徒に対し育てたい「問題解決の能力」として、「条件を制御する力」に重点化して指導を行った。特に本単元で実施した実験（ヨウ素液を使ってデンプンに対するだ液のはたらきを調べる実験）では、まず「制御した条件」に気付かせるために、それぞれ「変える条件」と「変えない条件」に着目して整理をさせた。それにより、対象生徒は2つの試験管の条件の違いを正しく捉えることができた。また、「変える条件が実験結果を変える要因となる」ことに気付かせた後に、実験結果を表にまとめ考察として実験結果を文章で整理させた。すると、変える条件によって結果が変化したことには気付けたが、その結果としてデンプンがどうなったかということについては正しく表記することができず、条件と結果を関係付けて考えることが難しかった。よって、本時の評価はBとした。

4. 単元の指導を振り返って（成果と結果）

本研究に取り組む前までは、対象生徒に対して肢体不自由ゆえの書字や実験器具の操作の難しさ、また見えにくさによる難しさに対する手立てを考えることで、何とか目標を達成させようとしていたが、難しさを感じていた。しかし、どこに難しさがあるのかについて明確にできるものがなく、漠然としているのが現状であった。今回の研究で用いた「問題解決の能力の要素チェックリスト」で実態把握を行うことで、問題解決の能力において、どの段階で生徒がつまずいているのかが明確になり、また、「指導目標系統表」で生徒のつまずきに応じた指導目標が設定できるようになった。それにより、より指導目標に重点を置いた指導内容を組み立てることができ、生徒の実態に合わせた授業が展開できるようにな

ったと感じる。

特に対象生徒については、「条件を制御する力」に重点化したことで、自ら条件に着目したり、条件と結果を結びつけて考えられるように意識して、ワークシートを作成したり、授業中に発問をしたりするようになった。それまでは実態にあまり即さない発問を投げかけ、生徒からの的を射ない回答が返ってきたりすることもあったが、教師の発問が生徒の実態に即したものになったことで、的を射た回答が返ってくるようになり、生徒が自信をもって回答できる機会も多くなったように感じる。

本単元は「条件を制御する力」に重点化して指導を行ってきたが、本単元では満足できると評価できるまでには十分力を身に付けさせることができなかった。次の単元でも「条件を制御する力」に重点化して系統的に指導を行い、対象生徒の「問題解決の能力」を育てていきたい。

(文責:森 萌)

※ 対象生徒を中学1年生時に指導していた教師と森教諭によって、「問題解決の能力の要素の例」について評価した結果を表9に示す。それぞれを比較すると、84.6%の一致率となった。

表9 2名の教師による対象生徒の問題解決の能力についての評価

	要素の例	森教諭	1年時指導教諭
比較する力	事象を五感で比較することができる	▲	○
	事象を簡単な道具で比較することができる	▲	○
	事象を量的に比較することができる	○	○
	事象を数値化して比較することができる	○	○
	比較により事象の差異点を見いだすことができる	○	○
	比較により事象の共通点を見いだすことができる	○	○
	比較により事象を分類することができる	○	○
関係付ける力	事象の変化を捉えることができる	○	○
	事象の変化に要因があることに気づくことができる	○	○
	事象の変化の要因を与えられた条件と関係付けることができる	○	○
	与えられた条件と関係付けることで事象の変化の要因を見いだすことができる	▲	○
条件を制御する力	条件を制御する必要性に気づくことができる	○	○
	条件を与えられれば、変える条件、変えない条件を判断することができる	○	○
	必要な条件を見いだすことができる	○	▲
	必要な条件を制御した実験を計画することができる	▲	▲
	事象の量的変化の要因を、制御した条件と関係付けて考察することができる	▲	▲
	事象の時間的変化の要因を、制御した条件と関係付けて考察することができる	▲	▲
推論する力	根拠は明確でなくても、予想をすることができる	○	○
	生活経験を振り返り、経験的な規則性や相互関係に基づいて推論することができる	▲	▲
	既知の規則性や関係性から、他の事象の規則性や相互関係を類推することができる	▲	▲
	観察、実験から得た情報を関係付けて考察することができる	▲	▲
	条件を制御した観察、実験の結果を根拠にして推論することができる	▲	▲
	観察、実験の結果から規則性や相互関係を見いだすことができる	▲	▲
	事実、経験、学んだことを区別し関連付けて推論することができる	▲	▲
	目に見えない事象を目に見えるものとしてイメージすることができる	▲	▲
	直接観察できない事物について、資料をもとに推論することができる	▲	▲

VIII. 連携研究2 千葉県立桜が丘特別支援学校

1. 単元名 「化学変化と物質の質量」

本単元では、中学校第1学年で学習した気体や水溶液の性質及び状態変化などと、本単元の直前に学ぶ物質の分解や化合、酸化還元といった、様々な粒子（化学）分野の既習事項を踏まえながら、化学変化における質量保存や質量変化の規則性についての初歩的な概念を学習する。また、これらの概念を原子や分子を用いて説明できるよう微視的な視点で考察させることが重要であると考えます。

なお、量的な関係を見いださせるため、観察、実験における測定値の誤差をできるだけ小さくするように注意深く実験することや、誤差を踏まえた上で実験結果を考察することなど、定量的な実験における方法を習得させるようにしていく。

2. 対象生徒について

(1)対象生徒

本校中学部第2学年の生徒（脳性まひによる四肢体幹機能障害）

(2)実態

①諸検査から

・WISC-IV（中学部第1学年時）

全検査(FSIQ)「平均の下ー平均」

言語理解(VCI)「平均ー平均の上」，ワーキングメモリー(WMI)「平均」

知覚推理(PRI)「低い（境界域）ー平均」，処理速度(PSI)「非常に低いー低い(境界域)」

②学習時の様子

対象生徒は、書字や資料・器具の扱いなどに時間がかかり、通常の進度で授業を進めると徐々に遅れが出てくる生徒である。また、視覚認知にも課題が見られ、漢字を間違えて覚えていることが多い。色分けされた図形は比較的是っきり認識するが、線だけの図や立体図、地図等に対しては捉えにくさが見られる。また、情報量が多いと注目すべき部分を見つけるのに時間がかかるため、注目させたい箇所を教師が指さしで教える必要がある。

長く論理的な文章を理解することが苦手だが、要点を短文で提示すれば理解できることが多い。しかし、数日経つと学習内容を忘れてしまうことが多く、既習事項の確認を随時行いながら授業を進めていく必要がある。また、実験が複雑な場合は手順を理解ができなくなり、教師の詳細な説明を必要としたり、手指の巧緻性や視覚的な困難さから、時間内に実験が終わらなかつたりすることが多い。

(3)個別の指導計画の指導方針

指導の方向性として、①1日の見通しをもって、時間を意識しながら行動する、②（上半身が左に傾いていることが多いため）姿勢への意識を身に付ける、③学年相応の基礎学力を身に付ける、の3点が確認されている。また、学習面に関する手立て・配慮として、①目標を細かく段階化して達成感を多く味わえるようにする、②シンプルな指示や説明、③資料提示時などでの指さし確認、④タブレットなどICTの活用、等が確認されている。

(4)理科の学びの実態と問題解決の能力

本単元の直前で学習した「物質の成り立ち」や「化学変化」では、観察や実験の結果や重要な語句等はよく覚えている。問題解決の能力については、比較したり、関係付けて考えたりする力は身に付いてきていると考えられる。他方、酸化還元反応のように複数の要素が重なると取り違えて理解していたり、観察や実験の化学反応を原子や分子レベルで微視的に捉えることが難しかったりする様子が見られる。

対象生徒の「問題解決の能力」の段階は、「物質の成り立ち」や「化学変化」の単元での観察、実験における様子から検討した。桐が丘が作成した「問題解決の能力の要素チェックリスト」での判定を試みたが、記載されている項目をもとに4つの段階のうちの1つに絞ることができなかった。

そこで、先の単元で行われる観察、実験の1つ1つについて、4つの段階ごとに達成すべき項目を整理したチェックリストを作成し、判定を行った。しかし、そのチェックリストについても、適切な判定ができるか確信をもてなかった。そこで、「比較」「関係付け」と「条件」「推論」とでは求められる能力に差があると考え、段階を2つに分けて考えた。結果、対象生徒は事象に関する複数の要素から、必要な条件を捉えたり、それをもとに仕組みやつながりを考えたりする力が十分でなく、分析や解釈にたどり着きにくい様子が見られた。そこで、「条件」「推論」に指導を重点化した。

3. 本単元の指導について

本実践では、「条件」「推論」を重点的に育成することから、評価規準を学年相当のものから、指導目標系統表「粒子」を参考に、「条件」「推論」の段階を意識したものに変更した。しかし、本単元のそれぞれの授業及び発問において、目標達成のレベルが同一とは言えないため、評価基準の設定では「学習活動の段階性」※1：119ページに注あり（齋藤，2011）を用いることにした。

(1)単元の評価規準

対象生徒に対する本単元の評価規準を表10に示す。この評価規準をもとに評価基準を設定した。

表10 対象生徒の「化学変化と物質の質量」における評価規準

自然事象への 関心・意欲・態度	科学的な思考・表現	観察・実験の技能	自然現象についての 知識・理解
化学変化するときの物質の質量が保存される現象や、金属の酸化によって質量が増加する現象に進んでかわり、それらを化学的に探究しようとするとともに、事象を日常生活とのかかわりでみようとする。	化学変化と質量の保存、質量変化の規則性に関する事象・現象について <u>予想や仮説をもち、条件に着目して実験を計画したり、推論しながら追求したりして</u> 、表現している。 原子や分子のモデルと関連づけて、反応物の質量の総和と生成物の質量の総和が等しいこと、反応する物質の質量の間には一定の関係があることなどに関する実験の結果について、 <u>予想や仮説を照らし合わせて推論したり、条件と関係付けて考察したりして</u> 、表現している。	閉じた容器の中で化学変化を起こして反応前後の質量を測定する実験や、金属を酸化させたときの質量の変化を測定する実験の基本操作を習得するとともに、結果の記録や整理などのしかたを身に付けている。	反応前後で物質の質量の総和が等しいことや、化合する物質の質量の間には一定の関係あることについて、基本的な概念や原理・法則を理解し、知識を身に付けている。

※下線部は、指導内容は変えずに、指導目標を重点化した部分

(2)単元の指導計画

本単元の指導計画を表11に示す。本報告では配当時間を4時間とした。

表11 「化学変化と物質の質量」の単元指導計画

時	学習内容・学習活動
1	<p>《質量保存の法則》</p> <p>発問1「反応の前後で全体の質量は変化するだろうか」</p> <p>【実験1】炭酸ナトリウムと塩化カルシウムを混ぜ、質量変化を読み取る</p> <p>発問2「反応の前後で全体の質量は変化するだろうか」</p> <p>【実験2】開いた系で塩酸と炭酸水素ナトリウムを混ぜ、質量変化を読み取る</p> <p>発問3「どうして、反応後に全体の質量が減ってしまったのだろうか」</p> <p>発問4「実験2で、どのような工夫をすれば、質量が変わらないようになるだろうか」</p>
2	<p>【前時の復習】質量保存の法則について再確認</p> <p>・前時で考えた工夫を講じて、実験2を再度行う（＝実験3）</p> <p>【実験3】閉じた系で塩酸と炭酸水素ナトリウムを混ぜる</p> <p>発問5「質量保存の法則はすべての化学変化において成り立つと言えるだろうか」</p>
3	<p>《化合する物質の質量の割合》</p> <p>【導入】</p> <p>・酸化反応の学習時に行った「鉄の酸化（スチールウールの加熱）」実験での質量変化の結果を振り返る</p> <p>発問1「0.4 g の銅を加熱すると、質量はどうなるだろうか」</p> <p>発問2「0.4 g の銅を加熱し続けると、酸化銅の質量は増え続けるだろうか」</p> <p>【実験1】0.4 g の銅と化合する酸素の量には限度があることを確認</p> <p>発問3「化合する銅と酸素の質量比はどのようなようになるだろうか」</p> <p>【実験2】0.8 g の銅を加熱し、質量を測定する</p>
4	<p>【前時の復習】前時の実験2の結果を振り返る</p> <p>・作業1 実験2の結果をグラフに表す</p> <p>発問4「銅の質量と、酸化銅の質量にはどのような関係があるか」</p> <p>発問5「銅と酸素が化合するとき、それぞれの質量の割合は何体何になるか」</p>

(3)指導及び教材の工夫

①観察、実験の細分化

中学校理科の教科書には、複数の内容の観察や実験が並列されて記載されていることが多い(例えば、炭酸水素ナトリウムの熱分解の実験で、熱分解の実験と生成物の同定実験がまとめて手順の中に入っているなど)。したがって、それらの複数の観察や実験を一通り行い、得られた多くの結果を総合的に分析、解釈して考察を導いていく展開が一般的な授業の流れとなる。しかし、対象生徒は多くの情報が並列すると、整理しきれずに関係性が捉えられないことが多い。そこで、観察、実験を細かく分け、1つずつ実験結果と考察を確認したり、あまり重要でない実験は省略して説明だけ行ったりするようにした。

具体的には、「質量保存の法則」に関する観察、実験において、まず、気体が発生しない条件で化学変化を起こす実験を行い、「質量の総和は変化しない」という概念を確実に形成させるようにした。次

に、気体が発生する化学変化の実験で質量が減ってしまう現象を見せ、形成されたばかりの概念が覆されるような印象付けを行い、生徒に「なぜ?」「どうして?」といった疑問を強くもたせ、「課題を解決しようとする意欲」の高まりを期待した。そして再度、発生した気体が空気中に逃げないような工夫を自ら考えさせて、質量保存の法則の概念を再形成させ、概念理解の深まりと定着を促すことにした。

②観察、実験の重点化

「化合する物質の質量の割合」に関する観察、実験において、教科書にはいくつかの質量の銅の酸化実験を繰り返し行い、化合する銅と酸素の質量の間に比例関係が成り立つことを気付かせ、それらの結果から総合的に銅と酸素の質量比を見いだしていく手続きとなっている。だが、本実験が細かな技能を要する定量実験であることや、本学級が対象生徒のみであることなどから、本実験を行うことは極めて困難であることが明らかであった。

そこで、導入実験（実験1）で、一定量の銅に化合する酸素の量には限度があることを確認するだけでなく、化合する銅と酸素の質量比についてまで、生徒に見いださせることにした。そのために、導入実験では、実験が比較的容易になり、かつ質量比がわかりやすい「0.4 g」を銅の質量として採用した。そして、実験（実験2）では、実験1の倍の質量である「0.8 g」の銅の酸化実験のみを実施し、自ら予測した質量比が正しいかを確認することのみを扱うようにした。

③動画の活用

対象生徒は、実験手順を理解することに時間がかかることが多く、複雑な手順の場合は繰り返し教師による説明が欠かせなかった。そこで、実験ごとに事前に行っている教師の予備実験をビデオで撮影し、その動画を見せながら実験手順を説明するようにした。教科書の図や文章だけではわかりにくい実験のやり方や、水の電気分解で扱う「電気分解装置」のような初めて使う実験器具の扱い方に対して、視覚的に理解しやすく、有効であった。

また、実験に関する学習が終わった後に、先の動画に実験手順や結果、考察などの音声解説を生徒が録音していく「ナレーション活動」も行うことで、学習内容に対する理解の深まりを図った。さらに、ナレーション入り動画はオンラインストレージにアップロードし、生徒のスマホや自宅のパソコンなど、どこからでもいつでも確認できるようにすることで、学習内容に対する振り返りと定着を図った。

(4)評価について

評価規準は指導目標系統表を参考に設定した。対象生徒の育てたい「問題解決の能力」として「条件」「推論」を設定し、それぞれの授業内での実験前後の発問を中心に、教師とのやりとりの中で重点的に育成していくようにした。結果、授業での観察評価では、苦手としていた「（実験での）条件に着目する」ことが意識できるようになってきていると感じた。また、「根拠を明確にした解答」や「説明」が少しずつではあるができるようになりつつある様子も見られた。

単元を終えた後での定期考査では、質量保存の法則に関する設問に対してすべて正答していた。質量保存の法則が成り立たないように見える理由として「発生した気体が空気中に逃げたから」と文章できちんと説明することができていたことから、学習内容に対する理解と同時に、育てたい力の伸長を感じ取れた。他方、化合する銅と酸素の質量比に関する問題は、ほとんど誤答していた。授業では、ある程度は理解しているように感じていたが、実は、理解は深まっていなかったと考えられる。対象生徒は、数学をとっても苦手に行っていたことから、授業では「教師の指示を受けながら」といった評価基準であっ

た。十分に理解していなかったのであれば、定期考査においても何らかの支援や配慮を講じるべきだったと考える。

4. 単元の指導を振り返って（成果と課題）

（1）指導目標系統表を活用した指導目標の設定について

本実践の実施以前も、多くの単元や授業において、学習内容と対象生徒の実態を照らし合わせ、適切な指導目標を判断して設定をしてきたつもりである。ただ、設定した指導目標の多くは、「生徒が少しがんばれば、ここまではできる（わかる）だろう」といった、適切と「考えられる」指導目標であることが多く、強い根拠や確証に基づくものではなかった。さらに、単元ごと、授業ごとで伸ばそうとする生徒の力は一定ではなく、指導者の主観的な判断で決めた一貫性のないものと言わざるを得なかった。

今回、指導目標系統表を活用した指導目標の設定を行ったことで、生徒の問題解決の能力の段階を見定め、「条件」や「推論」を育てることに重点化することができた。そうすることで、生徒が苦手な領域・分野であったり、生徒の理解度の予測が困難である内容的に初めて扱うような単元であったりしても、その都度迷うことなく、指導目標を即座に設定することが可能になった。

他方で、内容や難易度が異なるそれぞれの単元や授業において、常に「条件」「推論」だけを指導目標とすることは、目標の達成が容易であったり困難であったりすることにつながってしまう。そこで、評価基準に段階性を設け、学習内容（難易度）と指導目標（評価規準）との乖離に対する緩衝的な役割を担わせる工夫を行った。

本実践では、評価基準の段階性として、教師の支援や配慮を主とする「学習活動の段階性」を意識した。理科の系統性と生徒の個別性から設定した評価規準に対し、評価基準は教師の言葉かけや解説の仕方を踏まえて設定する。そこで、「学習活動の段階性」を意識することで、学習内容と指導目標の乖離の程度に関わらず、評価基準を設定することができた。今後は、「発問の段階性」※2：119 ページに注あり（齋藤，2011 では「質問の使い分け」）も考慮した、より一層細かな「評価基準の段階性」を定め、指導に取り入れていくことが望まれる。

（2）段階の見極めについて

指導目標系統表を活用した目標設定は、教科の系統性に即した目標設定の在り方である。同時に、対象生徒の育成すべき力を重点的に伸ばすことのできる「生徒の個別性」を重視した手続きでもある。この手続きは、障害による学習上の困難さをもつ児童生徒に対する指導の基盤となる考え方であり、学習に遅れがある児童生徒に対する理科の指導において、欠かせないと考えられる。

他方、そうであるならば、問題解決の能力の「段階」の適切な見極めが、指導目標系統表の活用において最も重要な部分と言うこともできる。例えば、「条件」に重点化したものの見極めが適切でなく、その生徒のつまずきの多くが「関係付け」の段階だった、などということがありうるのである。

本実践では、「問題解決の能力の要素チェックリスト」の各項目が抽象的な内容であったため、段階の見極めに利用しなかった。そこで、単元前半に行う各観察、実験について独自のチェックリストを作成し、段階の判別に取り組んだ。しかし、それでも1つの段階に絞り込むまでの確信が持てず、4つの段階を「比較」「関係付け」と「条件」「推論」の大まかな2つの段階に分けて、適切な段階を判定することにした。

(3) 今後の課題

① チェックリスト

問題解決の能力の段階の適切な判定が重要であるなら、そのための客観的かつ具体的なチェックリストが不可欠である。もし「問題解決の能力の要素の例」をチェックリストと捉えて、各要素に対する達成具合を定期考査などで判定するならば、具体的にどのような問題でどのような解答なら達成なのかを例示していく必要があるように思う。もしくは、授業での観察、実験の様子で判別していくならば、本実践で独自に作成したチェックリストのように、どのような様子が見られると達成なのか例示することで、現場の指導者にとってわかりやすく、段階の選定に確信が持てる手続きになると考えられる。

② 評価基準の段階性

先に述べた「評価基準の段階性」の基となる「発問の段階性（発問の使い分け）」の各要素と、「問題解決の能力の要素の例」の各要素を整理して、一元化された具体的な「評価基準の段階表」を作成することを提案する。当然、評価基準はその表から導かれるようになり、併せて、問題解決の能力の適切な段階の見極めも即座に行えるようになると考えられる。

また、学習内容と指導目標との乖離については本実践で行ったように、「学習活動の段階性（教師の言葉かけなど）」を意識して、評価基準を達成するための手立てを講じていけばよいと考える。

（文責：茂原 伸也）

※1 「学習活動の段階性」とは、齋藤（2011）で報告された以下の6段階の指標である。

- ・ 教員の解説や指示を受けながら一部を行える
- ・ 教員の解説や指示を受けながら行える
- ・ 教員の指摘を受け資料等を確認しながら行える
- ・ 資料等を確認しながら行える
- ・ 与えられた課題を自らの力で行える
- ・ 主体的に自らの力で行える

※2 「発問の使い分け」とは、齋藤（2011）で報告された以下の発問についての3段階である。

オープン質問（答え方が沢山ある質問）とクローズド質問（単純に答えられる質問）
「～について説明して？」
「～はどうしてこうなるの？」
「～を考えるのにはどこに着目したらいい？」（現象の理由を考えているかどうか確認したい）

IX. 連携研究協力校における実践を踏まえた指導目標重点化の手続きの改善

1. 連携研究連携研究協力校における実践から見いだされた成果と課題

(1)「指導目標系統表」を活用した指導目標の設定

「指導目標系統表」を活用した指導目標設定の基本的な考え方については、連携研究協力校の森教諭、茂原教諭による実践から、有効性を感じるとの報告をいただくことができた。

すなわち、従来は、学習上の困難さに対する「手立てを考えることで、何とか目標を達成させようとしていたが、難しさを感じていた」（森教諭）り、指導目標の設定において「單元ごともしくは授業ごとで伸ばそうとする力は一定ではなく、指導者の主観的な判断で決めた一貫性のないもの」（茂原教諭）であったりしていた。これに対して、「指導目標系統表」を活用することで、「生徒のつまずきに応じた指導目標が設定できるようになった」（森教諭）ことや、「生徒の伸ばしたい問題解決の能力の段階を見定め、（中略）生徒が苦手な領域・分野であったり、内容的に初めて扱うような単元で生徒の理解度の予測が困難であったりしても、その都度迷うことなく、指導目標を即座に設定することが可能になった」（茂原教諭）ことが報告された。

以上のことから、当該学年相当の自然の事物・現象を扱いながら、ひとりひとりの児童生徒の問題解決の能力の実態に応じて指導目標を設定する手続きについて、他校における実践においても、有効性が示唆されたと考えられる。

(2)「問題解決の能力の要素の例」を活用した実態把握

森教諭からは、目標達成の難しさを感じながらも「どこに難しさがあるのかについて明確にできるものがなく、漠然としているのが現状」であった実態把握が、「問題解決の能力の要素の例」を用いることで、「問題解決の能力において、どの段階で生徒がつまずいているのかが明確になった」と報告された。また、対象生徒を前年度に指導した別の教諭によって「問題解決の能力の要素の例」にチェックを記入していただいたところ、課題があると考えられた問題解決の能力が、森教諭とほぼ同様となった。これについては、両教諭によるチェック結果を、各要素について対照させたところ 84.6%の一致率となった。このことから、「問題解決の能力の要素の例」を活用したチェック結果は、児童生徒の問題解決の能力の実態について他の教師と情報共有する際に有効な資料となることが示唆された。

他方、茂原教諭の実践においては、「記載されている各項目が、抽象的な内容であったため利用しなかった」ことが報告され、チェックリストとして活用するならば、「具体的にどのような問題でどのような解答なら達成なのかを例示していく必要がある」と述べられた。さらに、評価においては、「学習活動の段階性」を考慮して評価基準を設定する必要性が指摘された。

(3)指導目標重点化の手続きの改善

以上のことから、「指導目標系統表」を活用して指導目標を重点化していく手続きの有効性が示唆された。また、「問題解決の能力の要素の例」をチェックリストとして活用する実態把握は、有効性が示唆されるとともに、各要素が具体性を欠くことによる評価への活用のしづらさも示唆された。

これらを踏まえると、「対象生徒の伸ばすべき問題解決の能力の「段階」の適切な見極めが、系統表を活用した指導において、最も重要な部分を占めている」（茂原教諭）と指摘されたように、実態把握や評価に基づいて、児童生徒に重点化して指導する問題解決の能力を決定していく手続きを改善することが必要と考えられた。

そこで、茂原教諭による提案を検討し、「問題解決の能力の要素の例」を活動内容に即して具体化するとともに、「学習活動の段階性」（齋藤，2011）を踏まえて、各要素において「～ができる」ということの程度を評価できるようにする改善を行った。

2. 「問題解決の能力の要素の例」を活用した「評価項目」の設定

改善された手続きでは、「問題解決の能力の要素の例」の各要素について直接的に評価するのではなく、その各要素について、単元ごとの活動内容を踏まえ、どのようなこと（評価項目）ができたとき、問題解決の能力の各要素の力を発揮したと評価できるかを具体化することとした。

例えば、「問題解決の能力の要素の例」の「比較する力」には、「事象を五感で比較することができる」という要素があげられている。これを、「力のつり合い」（中3，エネルギー）の学習活動に即して検討すると、「ばねばかりを引いた感覚で力の大きさを比較することができる」などと具体化できる。

ただし、この「評価項目」の設定では、あくまで重点化して指導する問題解決の能力自体は、例えば、「比較」であれば小学校第3学年程度の比較する力であり、「関係付け」であれば小学校第4年程度の関係付ける力であることに留意しなければならない。

つまり、当該学年相当の中学校理科では、分析する力や解釈する力を発揮する際、「比較」や「関係付け」など、小学校理科で身に付けてきた4つの問題解決の能力を総合的に活用することで学習が進められる。そこで、中学校理科の教科書やその指導書を参照すると、「比較」や「関係付け」などといった言葉が使われている表現が散見されるのである。しかしながら、それらをそのまま「評価項目」の設定に援用すると、中学校の学年相当の学習活動である「分析・解釈」の過程で発揮される「比較」や「関係付け」の力を設定することになってしまう。

これを避けるためには、小学校の各学年で「具体的にどの程度の科学的な思考・表現ができることが求められているのか」についてよく理解して「評価項目」を設定しなければならない。とはいえ、「問題解決の能力の要素の例」は、もともと小学校段階の問題解決の能力についてまとめられたものである。そこで、一見、4つの問題解決の能力のいずれかに該当しそうな表現でも、「問題解決の能力の要素の例」のなかに対応する要素が見られないときは、当該学年相当の学習において発揮することが求められる力なのではないか、疑ってみる必要がある。逆に、やはり、小学校段階の問題解決の能力であると考えられるならば、「問題解決の能力の要素の例」を修正する必要があるだろう。

この「評価項目」は、将来的にはすべての単元について作成され、冊子になると実態把握や評価において便利に使うことができるようになると考えられる。

3. 「学習活動の段階性」を踏まえた「問題解決の能力チェックリスト」の作成

このようにして検討された「評価項目」に、さらに「学習活動の段階性」（齋藤，2011）を交差させ、「できる」の程度を明確化することで、各単元毎に「問題解決の能力チェックリスト」を作成する。

事例報告3、事例報告4では、「問題解決の能力チェックリスト」を実際に作成し、「評価項目」と「学習活動の段階性」を踏まえて実態把握と評価を試行した2事例について報告する。

（文責：小山 信博）

X. 事例報告3

1. 単元名 運動とエネルギー「力の規則性」

本単元は、中学校第3学年における「運動の規則性」に含まれ、「エネルギー」における「エネルギーの見方」に属する内容の構成となる。直接的な内容の関連は、中学校第1学年「力と圧力」から接続し、第3学年「力学的エネルギー」へと接続する。

内容の系統性と問題解決の能力に着目すると、小学校では、第3学年「風やゴムの働き」を通して「比較する力」、第5学年「振り子の運動」を通して「関係付ける力」と「条件を制御する力」、第6学年「てこの規則性」を通して「推論する力」を重点的に育てる。また、中学校では、「問題解決の能力」を総合的に活用することを前提に、「科学的に探求する能力の基礎」として、「力と圧力」や「運動の規則性」（当該単元）、「力学的エネルギー」を通して「分析する力」・「解釈する力」を育てる。

これらを踏まえ、本単元では、物体に働く2力のつり合う条件や合成・分解についての規則性に関する実験を通して、生徒の実態に応じた問題解決の能力を育てる。そして、物体の運動には速さと向きといった要素があることや、物体に働く力と運動の規則性を見いださせることをねらう。

2. 対象生徒について

(1)対象生徒

本校中学部第3学年の生徒（脳性まひによる四肢体幹機能障害）

(2)実態

①諸検査から

・WISC-IV（小学部第6学年時）

全検査(FSIQ)「非常に低いー平均の下」

言語理解(VCI)「低い(境界域)ー平均」、ワーキングメモリー(WMI)「非常に低いー平均の下」

知覚推理(PRI)「低い(境界域)ー平均の下」、処理速度(PSI)「非常に低いー平均の下」

②学習時の様子

運動面では、下肢の固さ（下肢・右にまひが強い）があり、上肢の微細な動き（とくに、つかんで引く動作）に困難がある。構音における舌の使い方・呼吸に課題があるため、聞き取りづらい発語となることがある。教室での学習では座位保持椅子を使用しているが、上体の崩れやすさがあるとともに、膝や背中に痛みを感じることもある。

認知面では、視覚的な情報処理よりはむしろ、聴覚的な情報処理の方が得意である。視覚的な捉えにくさがあるため、文字が欠けたり、漢字を誤認することがある。その他にも、関係性を捉えることの苦しさや、机上整理に課題がある様子が見られる。

(3)個別の指導計画の指導方針

指導の方向性として、①正しい姿勢への意識づけを行うようにする、②身のまわりのことの管理が自分でできるように計画性を身に付けさせる、③小学校段階の学力を着実に育てるとともに中学校段階の基礎学力を身に付けさせる、の3点が確認されている。

また、学習面に関する手立て・配慮として、①緊張や体の傾きに注意を向けさせ、踏みしめてしっかりと深く座らせるなどの姿勢への配慮を行うようにする、②関係づけのポイントを明示したり、注目させ

るところを順序化したりするようにする等が確認されている。

(4)理科の学びの実態

上肢操作の困難さから、精緻な実験操作は難しい。また、温度計の目盛りなどは概ね正しく読めるが、「見えにくさ」もあり、1～2℃程度のズレがあることが多い。経験と学習内容を関連付けることができるものの、経験の偏りから、自分なりに関連付けた経験が、学習内容と正しく一致しないことがある。

また、討論などの場面では、積極的に自分の考えや意見を述べることができる。

(5)「問題解決の能力」と指導目標の重点化

本報告における「問題解決の能力」に関する実態把握では、まず、「力の規則性」における最初の小単元である「力のつり合い」の学習内容を踏まえ、「問題解決の能力の要素の例」を具体化した「評価項目」を作成した(表12)。その後、各「評価項目」について、対象生徒の「学習の段階性」をⅠ～Ⅵの6段階で評価した(表13)。

表12 「力のつり合い」における問題解決の能力の要素の具体化

	問題解決の能力の要素の例	評価項目
比較する力	事象を五感で比較することができる	ばねばかりを引いた感覚で力の大きさを比較することができる
	事象を簡単な道具で比較することができる	ばねばかりを使うことで力の大きさを比較することができる
	事象を量的に比較することができる	ばねばかりの値で力の大きさを比較することができる
	事象を数値化して比較することができる	力の大きさを数値化して比較することができる
	比較により事象の差異点を見いだすことができる	同一作用線上にある／ない2つのばねばかりの位置の差異を見いだすことができる 物体の両側にある2つのばねばかりによって物体に働く力の向きが逆向きであることを見いだすことができる
	比較により事象の共通点を見いだすことができる	2つのばねばかりのつり合いに関する複数の事象から2力の大きさが等しいときにつりあうことを見いだすことができる
	比較により事象を分類することができる	—
関係付ける力	事象の変化を捉えることができる	同一作用線上にない2つのばねばかりを両側から引くと、同一作用線上に並ぶことを捉えることができる
	事象の変化に要因があることに気づくことができる	2力をはたらかせて物体が静止するとき、規則性があることに気づくことができる
	事象の変化の要因を与えられた条件と関係付けることができる	2力がつりあった実験結果を「つり合いの3条件」から説明することができる
	与えられた条件と関係付けることで事象の変化の要因を見いだすことができる	緩斜面下向きに等速直線運動する台車にはたらく力として「摩擦力」に言及できる
条件を制御する力	条件を制御する必要性に気づくことができる	2力のつり合いの実験をするために、片方のばねばかりの値を一定に保つ必要性に気付くことができる
	条件を与えられれば、変える条件、変えない条件を判断することができる	—
	必要な条件を見いだすことができる	—
	必要な条件を制御した実験を計画することができる	—
	事象の量的変化の要因を、制御した条件と関係付けて考察することができる	片方のばねばかりの値が変わったとき、もう片方のばねばかりの値が変わったからであると考えることができる
	事象の時間的変化の要因を、制御した条件と関係付けて考察することができる	—
推論する力	根拠は明確でなくても、予想をすることができる	物体を両側から2つのばねばかりで引いたとき、片方の値を固定していれば、もう片方の値を予想することができる
	生活経験を振り返り、経験的な規則性や相互関係に基づいて推論することができる	物体に2力が働いて動かない例を生活経験からあげ、働く2力が何か言及できる
	既知の規則性や関係性から、他の事象の規則性や相互関係を類推することができる	緩斜面を等速直線運動により下る台車にはたらく力を「つり合いの3条件」から説明できる
	観察、実験から得た情報を関係付けて考察することができる	ばねばかりを用いた2力のつり合い実験を関係付けて「つり合いの3条件」を見いだすことができる
	条件を制御した観察、実験の結果を根拠にして推論することができる	物体を両側から2つのばねばかりで引いたとき、片方の値を固定していれば、もう片方の値は、固定した値と常に同じになることを推論することができる
	観察、実験の結果から規則性や相互関係を見いだすことができる	片方のばねばかりの値が変わると、もう片方のばねばかりの値も全く同じ値に変わる関係性を見いだすことができる
	事実、経験、学んだことを区別し関連付けて推論することができる	—
	目に見えない事象を目に見えるものとしてイメージすることができる	2つのばねばかりで物体を引く関係性を働く力の関係性を同一視することができる
	直接観察できない事象について、資料をもとに推論することができる	—

表13 問題解決の能力チェックリスト「力のつり合い」による対象生徒の評価

学習活動の段階性	I 教員の解説や指示を受けながら一部を行える	IV 資料等を確認しながら行える
	II 教員の解説や指示を受けながら行える	V 与えられた課題を自らの力で行える
	III 教員の指摘を受け資料等を確認しながら行える	VI 主体的に自らの力で行える

	評価項目	学習活動の段階性					
		I	II	III	IV	V	VI
比較する力	ばねばかりを引いた感覚で力の大きさを比較することができる					○	
	ばねばかりを使うことで力の大きさを比較することができる					○	
	ばねばかりの値で力の大きさを比較することができる					○	
	力の大きさを数値化して比較することができる					○	
	同一作用線上にある／ない2つのばねばかりの位置の差異を見いだすことができる		○				
	物体の両側にある2つのばねばかりによって物体に働く力の向きが逆向きであることを見いだすことができる		○				
	2つのばねばかりのつり合いに関する複数の事象から2力の大きさが等しいときにつりあうことを見いだすことができる					○	
関係付ける力	同一作用線上にない2つのばねばかりを両側から引くと、同一作用線上に並ぶことを捉えることができる		○				
	2力をはたらかせて物体が静止するとき、規則性があることに気づくことができる					○	
	2力がつりあった実験結果を「つり合いの3条件」から説明することができる			○			
	緩斜面下向きに等速直線運動する台車にはたらく力として「摩擦力」に言及できる			○			
条件制御する力	2力のつり合いの実験をするために、片方のばねばかりの値を一定に保つ必要性に気付くことができる					○	
	片方のばねばかりの値が変わったとき、もう片方のばねばかりの値が変わったからであると考えることができる			○			
推論する力	物体を両側から2つのばねばかりで引いたとき、片方の値を固定していれば、もう片方の値を予想することができる					○	
	物体に2力が働いて動かない例を生活経験からあげ、働く2力が何か言及できる		○				
	緩斜面を等速直線運動により下る台車にはたらく力を「つり合いの3条件」から説明できる	○					
	ばねばかりを用いた2力のつり合い実験を関係付けて「つり合いの3条件」を見いだすことができる	○					
	物体を両側から2つのばねばかりで引いたとき、片方の値を固定していれば、もう片方の値は、固定した値と常に同じになることを推論することができる					○	
	片方のばねばかりの値が変わると、もう片方のばねばかりの値も全く同じ値に変わる関係性を見いだすことができる					○	
	2つのばねばかりで物体を引く関係性を働く力の関係性を同一視することができる		○				

「学習活動の段階性」のVI段階「主体的に自らの力で行える」は、自分の知識や経験をもとに問題意識を自分なりに持ち、解決方法を考案し、追求していける段階である。したがって、その評価には、探究活動を十分に取り入れることが必要と考えた。しかし、本報告の主題である当該学年の学習の難しい生徒の指導においては、「問題解決の能力」を育てることに指導を重点化し、時間をかけている。そこで、単元計画に十分な探究活動を設定しないので、VI段階の達成については評価しないこととした。

また、当該学年の学習に遅れが見られない生徒の学習においても、さまざまな学習上の困難のある当校の生徒の学習では、教師の支援が必要なⅠ～Ⅲ段階から、与えられた問題に対する解決を自分で考えられるⅣ～Ⅴ段階を目指す指導が重要であると考えられる。

とくに、当該学年の学習に遅れが見られる生徒の学習においても、やはりⅣ～Ⅴ段階を目指してい

たい。しかしながら、教師の直接的な支援ではなく、教科書やワークシートなどの資料を参照することに気づかせるような支援を行えば、それをもとに思考することができるⅢ段階こそ、まず達成することを目指すべき段階であると考えた。

したがって、評価項目でⅠ～Ⅱ段階と評価された問題解決の能力の要素について、重点化して指導していくこととした。対象生徒の場合、「比較する力」や「関係付ける力」にも、1～2のⅡ段階の評価項目が見られるが、「推論する力」には、Ⅰ～Ⅱ段階の評価項目が4つ見られる。そこで、本単元では、「推論」に指導目標を重点化することとした。

また、Ⅰ～Ⅱ段階の評価項目を表12により対照させると、「推論」のなかでも、とくに以下の4点の要素について、個別の評価基準に反映するなどして、指導の重点化を図る必要性が看取できる。

- ・生活経験を振り返り、経験的な規則性や相互関係に基づいて推論することができる
- ・既知の規則性や関係性から、他の事象の規則性や相互関係を類推することができる
- ・観察、実験から得た情報を関係付けて考察することができる
- ・目に見えない事象を目に見えるものとしてイメージすることができる

さらに、「比較」と「関係付け」における以下の2点の要素については、必要に応じて支援を行う。

- ・比較により事象の差異点を見いだすことができる
- ・事象の変化を捉えることができる

3. 本単元の指導について

(1) 単元の評価規準

対象生徒の指導において重点化して指導する問題解決の能力が「推論」であることが導き出された。そこで、本単元の評価規準は表14の通りとなる。この評価規準をもとに評価基準を設定した。

表14 「力の規則性」における評価規準

自然事象への 関心・意欲・態度	科学的な思考・表現	観察・実験の技能	自然現象についての 知識・理解
力のつり合い、運動の速さと向き、力と運動に関する事物・現象に進んでかかわり、それらを科学的に探求するとともに、事象を日常生活とのかかわりでみようとする。	【推論に重点化】 力のつり合い、運動の速さと向き、力と運動に関する事物・現象について <u>予想や仮説をもち、推論しながら追究し</u> 、表現している。 力がつり合うときの条件、合力や分力の規則性、運動の速さと向き、物体に力が働くときと働かないときの運動の規則性などについて、 <u>自ら行った実験の結果と予想や仮説を照らし合わせて推論し</u> 、自分の考えを表現している。	力のつり合い、運動の速さと向き、力と運動に関する観察、実験の基本操作を習得するとともに、観察、実験の計画的な実施、結果の記録や整理などの仕方を身に付けている。	力がつり合うときの条件、合力や分力の規則性、運動の速さと向き、物体に力が働くときと働かないときの運動の規則性などについて基本的な概念や原理・法則を理解し、知識を身に付けている。

※下線部は、指導内容は変えずに、指導目標を重点化した部分

(2)単元の指導計画

本単元の指導計画を表 15 に示す。本単元は3つの中単元（物体のいろいろな運動、力の規則性、エネルギーと仕事）から構成されている、そのいずれにおいても充実した実験を準備したい。単元計画では、予備の配当を全体にまんべんなく振り分け、実験の指導の充実を図る。そこで、本報告では配当時間を7時間とした（標準配當時数は6時間）。

また、対象生徒は「推論する力」に指導目標を重点化する。そこで、本単元の学習は、主として問題→予想→実験の流れを重視した「問題解決の過程」に構成し直して実施する。

表15 「力の規則性」の単元指導計画

時	学習内容・学習活動
1	1 力のつり合い <ul style="list-style-type: none"> ・身の回りで物体に2力がはたらいていて動かない事例をあげる ・丸い物体の両側からばねばかりを引くとき、片方が5 Nであれば、もう片方は何Nか ・四角い物体だったらどうか ・四角い物体をさまざまな位置関係で引くとどうなるか ・「つり合いの三条件」、「垂直抗力」、「動いている物体にはたらく力」についてまとめる ・斜面を下向きに等速直線運動をしている物体にはたらく力
2	2 力の合成と分解 <ul style="list-style-type: none"> ・3つのばねばかりで力をつり合わせることができるか ・4 Nのばねばかりに2つ束ねたばねばかりをつりあわせると何Nになるか ・2つのばねばかりを束ねないで引いたら ・「力の足し算」についてまとめる
3	<ul style="list-style-type: none"> ・2本のばねばかりの角度を広くしたら ・2本のばねばかりの片方を3 Nにしたとき、もう片方は何Nになるか ・「力の合成・分解」についてまとめる
4	・力の合成・分解の作図
5	・斜面上の物体にはたらく力の合成・分解
6	3 慣性の法則
7	4 作用・反作用の法則 章末チェック

(3) 第2時の評価規準及び評価基準における「科学的な思考・表現」

第2時を例として、個別の評価規準及び個別の評価基準のうち「科学的な思考・表現」についての記述を表16に示す。

表16 評価規準及び評価基準における「科学的な思考・表現」

	当該学年相当	対象生徒（推論に重点化）
評価規準	力の合成・分解に関する事物・現象の中に問題を見だし、目的意識をもって観察、実験などを行い、合力や分力の規則性について自らの考えを導いたりまとめたりして、表現している。	力の合成・分解に関する事物・現象について予想や仮説をもち、推論しながら追究し、表現している。合力や分力の規則性について、自ら行った実験の結果と予想や仮説を照らし合わせて推論し、自分の考えを表現している。
評価基準	ゴムを点Oまでのばすとき、2本のばねばかりで力を加えた場合と、1本のばねばかりで力を加えた場合との関係について、実験の結果を分析して解釈し、考えを表現できる。	1本のばねばかりに対して、2本のばねばかりで力を加えた場合と、1本のばねばかりで力を加えた場合との関係について推論し、そのもとになった自分の考えを表現している。

(4)指導及び教材の工夫： 実験の指導を重点化し、問題解決の過程に構成

中学校理科における実験は、通常、自然現象を発生させ、その自然現象を記録し、分析し、解釈することで仮説を見いだしていく過程を経る。この過程では、小学校のように「予想を立てる」学習活動が明確に設定されていない。これは、小学校で重点的に指導することで育ててきた「問題解決の能力」は十分に発揮できることを前提として、中学校で「分析・解釈（＝科学的に探求する能力の基礎）」を学ぶ過程になっているためと考えられる。そこで、当該学年の学習の難しさのある生徒の授業では、「問題解決の能力」を育てるために、教科書に設定されている実験の過程を組み替え、「予想を立てて実験的に確かめる」指導を重点化し、その学習活動をとくに強調する授業づくりを行う。

その他、重要語句ビンゴ「マッキーノ」、予想に基本的に選択肢を用意すること、予想の理由を板書に書き出す工夫も行った。これらについては、事例報告2の「指導及び教材の工夫」と同様である。

表17 「力の合成と分解」における問題解決の能力の要素の具体化

	問題解決の能力の要素の例	評価項目
比較する力	事象を五感で比較することができる	ばねばかりを引いた感覚で力の大きさを比較することができる
	事象を簡単な道具で比較することができる	ばねばかりを使うことで力の大きさを比較することができる
	事象を量的に比較することができる	ばねばかりの値で力の大きさを比較することができる
	事象を数値化して比較することができる	力の大きさを数値化して比較することができる
	比較により事象の差異点を見いだすことができる	2力を同じ働きをする1つの力の大きさを比較して差異点を見いだすことができる 2力の角度が小さい場合と大きい場合を比較して、力の大きさに差異点を見いだすことができる
	比較により事象の共通点を見いだすことができる	—
	比較により事象を分類することができる	—
関係付ける力	事象の変化を捉えることができる	2力の角度を変化させたり、2力のうちの一の力の大きさを制御することで、つりあうために必要な力が変化することを捉えることができる
	事象の変化に要因があることに気づくことができる	2力と同じはたらきをする1つの力（合力）に気づくことができる 1つの力と同じはたらきをする2力（分力）に気付くことができる
	事象の変化の要因を与えられた条件と関係付けることができる	斜面上の物体にはたらく力を重力と垂直抗力を関係付けて合力から説明できる
	与えられた条件と関係付けることで事象の変化の要因を見いだすことができる	斜面上の物体にはたらく力として、重力と垂直抗力とその合力に言及できる
条件を制御する力	条件を制御する必要性に気づくことができる	1つの力と同じはたらきをする2力のつり合いの実験をするために、1つのばねばかりの値を一定に保つ必要性に気付くことができる
	条件を与えられれば、変える条件、変えない条件を判断することができる	1つの力と同じはたらきをする2力の大きさを変える実験のために、3力のうち、1つの力と2力のうちの片方を固定することを判断できる
	必要な条件を見いだすことができる	1つの力と同じはたらきをする2力の大きさを変える実験のために、1つの力と2力のうちの片方を固定することを見いだすことができる
	必要な条件を制御した実験を計画することができる	—
	事象の量的変化の要因を、制御した条件と関係付けて考察することができる	1つの力と同じはたらきをする2力のつり合いの実験において、2力のうちの一の力の大きさを制御したり、2力間の角度を制御したりすることで、その力の大きさや向きの変化がもう一方の力の大きさや2力間の角度と関係していることを考察することができる
	事象の時間的変化の要因を、制御した条件と関係付けて考察することができる	—
推論する力	根拠は明確でなくても、予想をすることができる	1つのばねばかりを2つのばねばかりで引いたときの値を予想することができる
	生活経験を振り返り、経験的な規則性や相互関係に基づいて推論することができる	物体に3力が働いて動かない例を生活経験からあげ、働く3力が何か言及できる
	既知の規則性や関係性から、他の事象の規則性や相互関係を類推することができる	1つの力とつり合う同一作用線上の2力についての実験結果と2力に角度がある場合の規則性から、より角度を大きくした場合の2力の大きさを類推することができる
	観察、実験から得た情報を関係付けて考察することができる	1つの力と同じはたらきをする2力のつり合いの実験から、それぞれの力と2力の合力の関係性を考察することができる。
	条件を制御した観察、実験の結果を根拠にして推論することができる	1つの力と同じはたらきをする2力のつり合いの実験において、2力のうちの一の力の大きさを制御したり、2力間の角度を制御したりすることで、力の大きさや2力間の角度との関係性を推論することができる
	観察、実験の結果から規則性や相互関係を見いだすことができる	1つの力と同じはたらきをする2力のつり合いの実験から、もとの力と合力や分力の関係性を見いだすことができる
	事実、経験、学んだことを区別し関連付けて推論することができる	—
	目に見えない事象を目に見えるものとしてイメージすることができる	もとの力から合力や分力をイメージし、図示することができる
	直接観察できない事物について、資料をもとに推論することができる	—

(5)評価について

例えば、第2時の授業における対象生徒の学習の様子の評価は、基本的には、前述した個別の評価基準に即して行えばよいと考えられる。しかしながら、もし、ここで実態把握からの問題解決の能力の成長を詳細に評価するのであれば、実態把握の手続きと同様に、「力の合成と分解」の学習活動を踏まえて「問題解決の能力の要素の例」を具体化する必要がある。このような考えに基づき、問題解決の能力の各要素について具体化された「評価項目」を表17に示す。

4. 単元の指導を振り返って（成果と課題）

(1)問題解決の能力の要素の例の具体化について

本事例では、連携研究連携研究協力校における実践から見いだされた課題を踏まえ、指導目標設定のうち、実態把握と評価について手続きの改善を行った。具体的には、「問題解決の能力の要素の例」をチェックリストとして有効に活用するため学習活動に応じて具体化し、学習活動の段階性を踏まえて6段階で評価を行う改善を行った。

この手続きの改善により、問題解決の能力を評価する手続きをかなり具体化することができたと考えられる。しかしながら、「問題解決の能力の要素の例」をもとに、学習活動を踏まえた「評価項目」を設定することは容易ではなく、本事例のように小單元ごとに設定するのは手間がかかりすぎる。とても、日常的に実施できるものではない。もちろん、「評価項目」は、それぞれの教師が学習活動を踏まえて検討することに価値があり、その手続きの繰り返しで評価の精度を高め、授業改善につながり、専門性を高めていくことが想定される。とはいえ、やはり、小單元ごとに作成することは現実的とは言えない。

この点を解決するためには、以下の2通りの解決のアイデアを提示することができる。

- ① 小学校から中学校までの7年間について、あらかじめ「評価項目」を検討し、リスト化しておくこと。
- ② 問題解決の能力を評価するタイミングを單元ごとや学期ごとなどに設定し、そのタイミングで任意の授業について「評価項目」を設定し、評価する。

今後は、上記を踏まえ、評価のタイミングを検討したり、あらかじめリスト化しておくことが求められよう。

(2)実験を小学校的な問題解決の過程に組み替えたことについて

本事例では、まず自然現象を発生させ、それを分析・解釈していく中学校理科の実験の流れを、予想を立てて実験的に確かめていく小学校理科的な問題解決の過程に組み替えて授業を実践した。これは、設定した指導目標に授業の展開を対応させることができるため、小学校段階の問題解決の能力を育てることに指導を重点化する授業づくりの具体的な方策として、大変有効であったと考えている。

(3)「評価項目」に対応した課題提示と適切な評価について

しかし、そこまで意識していたにもかかわらず、評価においては小学校段階の問題解決の能力の程度を十分に意識できていたか、反省すべきところがある。すなわち、Ⅱ段階と評価した「比較により事象の差異点を見いだすことができる」と「事象の変化を捉えることができる」については、じつは中学校段階で育てられる力を「評価項目」として設定してしまっていたり、中学校段階の課題提示の仕方だっ

たのではないか，というところである。

例えば，本事例では，同一作用線上にない2つのばねばかりを引いたときの位置関係については，評価場面では実験後に「気づいたこと」を尋ねた。「気づいたこと」として，予想を立てて実験した「両側のばねばかりの値が同じになる」ことには気付くことができたものの，「力の向きが逆であること」や「同一作用線上に並ぶこと」については，教員の解説が必要であった。

しかしながら，この尋ね方は，「分析・解釈」的な尋ね方であったと考える。つまり，実験の前に「ばねばかりの位置関係はどうなるか」について予想を尋ねてから，実験的に確かめていたならば，いずれの生徒とも位置関係を捉えることができただろう。したがって，そのように尋ねていたならば，「比較により事象の差異点を見いだすことができる」はⅤ段階と評価されていたかもしれず，小学校段階程度の尋ね方で，正しく課題を提示することが，より精度の高い評価につながると考えられる。

(4)「推論」に重点化する場合の単元計画について

本事例では，「推論する力」に指導目標を重点化し，問題解決的な授業展開をした。しかし，「推論」にまで生徒の問題解決の能力が成長した実態が見られれば，理解の容易な事象については，あわせて積極的に「分析・解釈」的な展開も導入して，生徒の「科学的に考える能力の基礎」を伸ばしていく必要があると考えられる。このことを踏まえ，「推論」に重点化した指導では，より柔軟な単元計画の設定が求められよう。

(文責:小山 信博)

XI. 事例報告4

1. 単元名 天気とその変化「気象観測と雲のでき方」

「雲のでき方」は、「地球」における「地球の表面」に属する内容の構成となる。直接的な内容の関連は、中学校では第2学年で初めて扱われるが、小学校第5学年「天気の変化」から接続し、中学校第3学年「自然の恵みと災害」の一部へと接続する。

内容の系統性と「問題解決の能力」に着目すると、小学校では、第3学年「太陽と地面の様子」を通して「比較する力」、第4学年「天気の様子」を通して「関係付ける力」、第5学年「天気の変化」を通して「条件を制御する力」を重点的に育ててきた。また、中学校では、「問題解決の能力」を活用することを前提に、「科学的に探求する能力の基礎」として、「天気の変化」（当該単元）、「日本の気象」を通して「分析する力」・「解釈する力」を育てる。対象コースに在籍する生徒については、それぞれの「問題解決の能力」の実態に応じて、指導目標が設定され、指導の重点化が図られてきた。

これらを踏まえ、本単元では、気圧は高度が上がるほど、低くなることや空気のかたまりが上昇すると膨張することについて実験から捉えさせる。そして、既習事項である気温が変化したときの湿度の変化（露点）から雲の発生を見いださせることをねらう。

2. 対象生徒について

(1)対象生徒

本校中学部第2学年の生徒（骨形成不全）

(2)実態

①諸検査から

・WISC-IV（小学部第6学年時）

全検査（FISQ）「非常に低いー低い（境界域）」

言語理解（VCI）「平均の下ー平均」、ワーキングメモリ（WMI）「非常に低い」

知覚推理（PRI）「非常に低いー平均の下」、処理速度（PSI）「非常に低いー平均の下」

②学習時の様子

上体の崩れやすさがあるので、教室での学習には座位保持いすを使用しているが、理科室では電動車いすのまま学習している。上肢の操作範囲が狭く、力も弱い、体の正面であれば操作も可能なことが多い。物の出し入れには介助が必要でとなる。ワーキングメモリが低く、関係性を捉えて、論理的に思考することが苦手である。言語的な理解は平均に近いが、一義的な理解であることが多く、理解が浅いことが多いように感じられる

(3)個別の指導計画の指導方針

指導の方向性として、①自分を理解していく力を培う、②自己と他者との関係性を理解していく力を培う、③周囲と適切なコミュニケーションをとれるようにする、の3点が確認されている。

また、学習面に関する手立て・配慮として、①情報が捉えやすいような教材などの提示方法を工夫する（理解しやすい言葉で、具体物の使用、具体的場面の設定）、②自分の言葉で説明したり、考えたりする機会を設ける、③学習したことと日常生活が結びつけるような場面を設定する等が確認されている。

(4)理科の学びの実態と問題解決の能力

- ・ 上肢操作が可能な範囲は狭いものの、体の正面であれば、薬品の計量などは行うことができる
- ・ 段階を追って考えるような思考は苦手で、要素が多くなってくると混乱して、「できない」「わからない」と言い、思考を停止させてしまうことがある
- ・ 授業内で整理した内容は順を追って説明できるが、定着が弱く、一対一の関係性として暗記しようとする一面が見られる
- ・ 思考の根拠が明確でないまま、覚えている用語や直感で答えてしまうことがある
- ・ 積極的に自分の考えや意見を述べるができる

(5)「問題解決の能力」と指導目標の重点化

本報告における「問題解決の能力」に関する実態把握では、まず、「気象観測と雲のでき方」における最初及び二番目の小単元である「気象の観測」，「水蒸気の変化」の学習内容を踏まえ、「問題解決の能力の要素の例」を具体化した「評価項目」を作成した（表18）。

表18 「気象の観測」,「水蒸気の変化」における問題解決の能力の要素の具体化

	要素の例	評価項目
比較する力	事象を五感で比較することができる	温度や湿度を感覚で比較し、違いを表現することができる
	事象を簡単な道具で比較することができる	温度計や湿度計、風向風速計を使うことで現象の大小を比較することができる
	事象を量的に比較することができる	温度や湿度、風力等について値で現象の大小関係を比較することができる
	事象を数値化して比較することができる	計測器の示度を用いて現象の変化を表現することができる
	比較により事象の差異点を見いだすことができる	気温と湿度のグラフなどから晴れの日と曇りや雨の日の変化の違いを見いだすことができる
	比較により事象の共通点を見いだすことができる	気温と湿度のグラフなどから曇りと雨の日の気温の変化が似ていることを見いだすことができる
	比較により事象を分類することができる	雲量から天気、風力階級表から風力等を判断することができる
関係付ける力	事象の変化を捉えることができる	気温と湿度のグラフなどから晴れの日の気温の変化の特徴を見いだすことができる
	事象の変化に要因があることに気づくことができる	気温と湿度のグラフなどから晴れの日の気温の変化の原因が日照にあることに気づくことができる
	事象の変化の要因を与えられた条件と関係付けることができる	気温と湿度のグラフなどから気温が上がると湿度が下がることに気づくことができる
	与えられた条件と関係付けることで事象の変化の要因を見いだすことができる	湿度の変化が気温の変化によるものだと気づくことができる
条件を制御する力	条件を制御する必要性に気づくことができる	温度の計測方法など、気象観測に計測条件がある理由を言える
	条件を与えられれば、変える条件、変えない条件を判断することができる	—
	必要な条件を見いだすことができる	湿度が下がる原因として気温の上昇を予想できる
	必要な条件を制御した実験を計画することができる	—
	事象の量的変化の要因を、制御した条件と関係付けて考察することができる	湿球の示度が乾球よりも下がる理由を蒸発と関係付けて考察できる
	事象の時間的変化の要因を、制御した条件と関係付けて考察することができる	一日の湿度の変化を、日照による温度変化に着目して考察することができる
推論する力	根拠は明確でなくても、予想をすることができる	晴れた日の夕方から夜にかけての湿度変化を予想できる
	生活経験を振り返り、経験的な規則性や相互関係に基づいて推論することができる	洗濯物の乾燥から、湿度の違いによる蒸発量の違いを推論できる
	既知の規則性や関係性から、他の事象の規則性や相互関係を類推することができる	蒸発時の吸熱反応から湿度と乾湿計の示差の関係を推論できる
	観察、実験から得た情報を関係付けて考察することができる	露点の測定を温度による飽和水蒸気量の変化と関係付けて考察することができる
	条件を制御した観察、実験の結果を根拠にして推論することができる	乾湿計の示差の大きさを湿度の高低を推論することができる
	観察、実験の結果から規則性や相互関係を見いだすことができる	露点を計測する実験での凝結が飲み物の容器や冬の窓につく結露と同じ仕組みであることを見いだすことができる
	事実、経験、学んだことを区別し関連付けて推論することができる	温度変化による飽和水蒸気量の変化から湿度の変化を予想できる
	目に見えない事象を目に見えるものとしてイメージすることができる	温度変化による湿度の変化を飽和水蒸気量との関係から説明できる
	直接観察できない事物について、資料をもとに推論することができる	露点の実験結果から実際の水蒸気量を推論することができる

その後、各「評価項目」について、対象生徒の「学習の段階性」をⅠ～Ⅵの6段階で評価した(表19)。

表19 問題解決の能力のチェックリスト「気象の観測」、「水蒸気の変化」による対象生徒の評価

学習活動の段階性	I 教員の解説や指示を受けながら一部を行える		IV 資料等を確認すれば行える					
	II 教員の解説や指示を受けながら行える		V 与えられた課題を自らの力で行える					
	III 教員の指摘を受け資料等を確認すれば行える		VI 主体的に自らの力で行える					
	評価項目		学習活動の段階性					
	※ II以下の項目に網掛		I	II	III	IV	V	VI
比較する力	温度や湿度を感覚で比較し、違いを表現することができる						○	
	温度計や湿度計、風向風速計を使うことで現象の大小を比較することができる						○	
	温度や湿度、風力等について値で現象の大小関係を比較することができる						○	
	計測器の示度を用いて現象の変化を表現することができる						○	
	気温と湿度のグラフ等から晴れの日と曇りや雨の日との変化の違いを見いだすことができる						○	
	気温と湿度のグラフ等から曇りと雨の日の気温の変化が似ていることを見いだすことができる						○	
	雲量から天気、風力階級表から風力を判断することができる					○		
関係付ける力	気温と湿度のグラフ等から晴れの日気温の変化の特徴を見いだすことができる						○	
	気温と湿度のグラフ等から晴れの日気温の変化の原因が日照にあることに気づくことができる				○			
	気温と湿度のグラフ等から気温が上がると湿度が下がることに気づくことができる						○	
	湿度の変化が気温の変化によるものだと気づくことができる						○	
条件を制御する力	温度の計測方法など、気象観測に計測条件がある理由を言える				○			
	湿度が下がる原因として気温の上昇を予想できる				○			
	湿球の示度が乾球よりも下がる理由を蒸発と関係付けて考察できる				○			
	一日の湿度の変化を、日照による温度変化に着目して考察することができる				○			
推論する力	晴れた日の夕方から夜にかけての湿度変化を予想できる			○				
	洗濯物の乾燥から、湿度の違いによる蒸発量の違いを推論できる						○	
	蒸発時の吸熱反応から湿度と乾湿計の示差の関係を推論できる			○				
	露点の測定を温度による飽和水蒸気量の変化と関係付けて考察することができる			○				
	乾湿計の示差の大きさから湿度の高低を推論することができる			○				
	露点を計測する実験での凝結が飲み物の容器や冬の窓につく結露と同じ仕組みであると見いだすことができる						○	
	温度変化による飽和水蒸気量の変化から湿度の変化を予想できる				○			
	温度変化による湿度の変化を飽和水蒸気量との関係から説明できる				○			
	露点の実験結果から実際の水蒸気量を推論することができる			○				

チェックリストにより、全項目の学習活動の段階性が「Ⅱ 教員の解説や指示を受けながら行える」以上であると評価し、指導内容の変更は行なわずに扱うこととした。

チェックリストの評価は評価項目とする事象や課題提示の仕方によって、多少変化すると考えられるが、単純化して言えば、課題や問題に対して「ここはどうだった？」や「ここについて考えてみては？」などと思考の基準点を示唆するような形で、答えを導ける段階をⅢ段階、「これとこれはこういう関係だったよね？」といったような解説を加えることで答えにたどり着くことができる場合をⅡ段階とした。また、基本的に、Ⅲ段階の評価がつくものについては、学習活動の段階性を上げていく方針、Ⅱ段階の評価がつくところを「問題解決の能力の重点化」が必要として捉えている。

これらの評価から、「条件制御する力」までについては、十分とはいえないまでも、ある程度育って

きていると捉えた。他方、「推論する力」における9項目中7項目は、教員の解説や指示がなければ、他の事象であっても難しさがあると推察される。

学習活動の段階性のⅢとⅣ以上には、大きな隔たりがあると推察される。Ⅴ段階が半分以上の項目で評価できるのであれば、問題解決の能力を重点化する必要はなく、当該学年の目標・内容で分析・解釈、表現の力を伸ばしていく形で良いと捉えている。そして学習活動の段階性がⅢ段階以上になりにくい原因として、目に見えない事象の想像が苦手や、記憶の弱さ、関係性の理解が苦手など、障害特性が関係していると推察できる。これらの困難さが、思考に材料を提供する段階で、生徒の思考を困難にさせるハードルとなっていると考えられる。

本単元の指導では、以上の点を踏まえ、指導目標をいずれの生徒も「推論する力」に重点化する。また、「推論する力」のうち、以下の4項目を意識した評価基準を設定する。

- ・既知の規則性や関係性から、他の事象の規則性や相互関係を類推することができる
- ・観察、実験から得た情報を関係付けて考察することができる
- ・条件を制御した観察、実験の結果を根拠にして推論することができる
- ・直接観察できない事物について、資料をもとに推論することができる

3. 本単元の指導について

(1)単元の評価規準

対象生徒に対する本単元の評価規準を表20に示す。この評価規準をもとに評価基準を設定した。

表20 対象生徒の「気象観測と雲のでき方」における評価規準

自然事象への 関心・意欲・態度	科学的な思考・表現	観察・実験の技能	自然現象についての 知識・理解
・気象観測や水蒸気の変化、雲の発生、気圧と風に関する事物・現象に進んでかわり、それらを科学的に調べようとするとともに、事象を日常生活とのかかわりでみようとしている。	【推論に重点化】 ・気象観測や水蒸気の変化、雲の発生、気圧と風に関する事物・現象について <u>予想や仮説をもち、推論しながら追究し、表現</u> している。 ・雲や霧のでき方と気圧、気温及び湿度の変化、気圧と風の関連について、 <u>自ら行った実験の結果と予想や仮説を照らし合わせて推論し</u> 、自分の考えを表現している。	・気象観測や水蒸気の変化、雲の発生、気圧と風に関する観察、実験の基本操作を習得するとともに、観察、実験の計画に沿った実施、 <u>基本的な結果の記録や整理などの仕方</u> を身に付けている。	・気象観測の項目、飽和水蒸気量の温度変化、湿度、雲の発生、気圧、高気圧と低気圧の性質などについて基本的な概念や原理・法則を理解し、知識を身に付けている。

※下線部は、指導内容は変えずに、指導目標を重点化した部分

(2)単元の指導計画

「気象観測と雲のでき方」は身近な自然現象を扱う単元ではあるが、複数の要素が関係する仕組みを扱うため、決して扱いやすい内容ではない。また、湿度は割合によって表される量であり、苦手とする生徒が多い。さらに等圧線や高気圧、低気圧、前線面等は空間的な位置関係をイメージしなければならず、視覚認知に困難を持つ生徒にとっては非常に理解しにくい。したがって、理解の前提となるような項目についてはしっかりと復習的な指導を入れるとともに、つまずきが予想されるような指導内容に対しては、配慮・手立てを用意し、重点化した（時間をかけた）指導を行う必要がある。また、複数の要

素を同時に扱うような指導内容については要素を分けて指導する必要がある。その分、比較的理解しやすい気象観測などの体験的な部分や、逆に要因が複雑に絡む天気予報などの難しすぎる部分は薄く扱う。

単元「気象観測と雲のでき方」に含まれる小単元「水蒸気の変化」、「雲のでき方」の指導計画を表20に示す。本報告では配当時間を7時間とした（標準配當時数は6時間）。

また、対象とする生徒は、「推論する力」に指導目標を重点化する。そこで、本単元の学習は、主として「得られた複数の実験結果を関連づけて仕組みを考える思考」と「実験的に確認した仕組みから自然界の気象現象が成り立っていることイメージすること」を重視した「問題解決の過程」に構成し直して実施する。

表21 気象観測と雲のでき方「水蒸気の変化」「雲のでき方」の単元指導計画

時	学習内容・学習活動
1	・水蒸気の変化 露点 飽和水蒸気量の温度変化 飽和水蒸気量をコップ、水蒸気量を色水に見立てて、湿度の変化をイメージする
2	・露点を実験的に求める 確認問題
3	実験 金属コップの水温を下げていき、水滴が付く温度＝露点を調べる 水滴が付き出した＝飽和水蒸気量に達した 水温＝気温 水滴の付き出した気温（露点）の飽和水蒸気量＝実際にある水蒸気量
4	・湿度の求め方（百分率の復習を含む 立式が中心、一部生徒の小数の計算については電卓使用可）、練習問題
5	オレンジジュースの果汁率、眼鏡をかけている人の割合、男女比 → 部分／全体×100
6	・雲のでき方 気圧の低下と温度変化 実験1：空気の圧縮と膨張と温度変化 実験2：空気の膨張
7	・凝結核の存在 空気の上昇の理由 練習問題

（3）第6時の評価規準及び評価基準における「科学的な思考・表現」

第6時を例として、評価規準及び評価基準のうち「科学的な思考・表現」について、表22に示す。

表22 評価規準及び評価基準における「科学的な思考・表現」

	当該学年相当	対象生徒（推論に重点化）
評価規準	気圧による体積と温度の変化に関する実験結果を空気の上昇による気圧の変化と関連づけて捉え、雲のでき方について自らの考えをまとめ、表現している。	雲を空気のかたまりが上昇した時の気温低下と（飽和水蒸気量の変化）関連付けて捉え、空気中の水蒸気に変化したものであると推論し、自分の考えを表現している。 空気の上昇を気圧と膨張に関連付けて捉え、その温度変化を推論し、自分の考えを表現している。
評価基準	高度の上昇と、気圧の低下を関連づけて、水蒸気をふくんだ空気のかたまりが上昇したときに雲ができることを説明できる。	空気が持ち上げられると温度が下がることから、雲が空気中の水蒸気水滴に変化したものであることを言える。 上空の空気の気温が低くなるのは気圧が下がって空気が膨張するからだと説明できる。

（4）指導及び教材の工夫

①要素を絞って思考をさせる

気象などの自然現象は多くの要素や条件を含んでいる。雲の発生には「空気が上昇する」「気圧が下がる」「空気が膨張する」「気温が下がる」「飽和水蒸気量が小さくなる」「水蒸気が飽和する（露点に達する）」「凝結核がある」「雲（水滴になる）になる」というように多くの要素が含まれており、細かく説明すればするほど複雑になる。この細かな仕組みをつなげて扱っていると、ワーキングメモリの低い

生徒にとっては、非常に理解しにくい内容となる。そこで、雲ができる理由を「空気の上昇」「温度低下」「（飽和水蒸気量を超えて）水蒸気が水滴になる」の3つもしくは4つに絞って捉えさせる。その上で、「温度低下」の理由を切り分け、「気圧の低下」と「空気の膨張」だけに絞って考えさせていく。

②数値だけでなく体感できる実験を行う

対象生徒は数値操作はできるものの、数量概念や単位概念が不明確である。計測機器の数値を読み取るだけでは、数値の大小と用語だけを捉えてしまう可能性が考えられる。そこで、気圧の低下による温度変化を実感できる実験を行う。その上で、空気の膨張を視覚的に確認させ、空気の膨張と温度低下をセットにしたイメージを作っていきたい。

③実験は何をどう確認するのかを確認する

対象生徒は「条件制御の力」が確実に育ってきているとまでは言えない。実験を行う際には、まず、何を確かめたいのか（目的）、どこを確認すればよいかを明確にさせるようにしている。また、必要に応じて、実験装置の仕組みや数値の関係性を解説しながら進めることもありえる。場合によっては、考察を解説してしまう形になるが、実験が「何をどう確認するのか」、「どうしてこの方法で確認できるのか」を理解しないまま行われれば、結果からの考察は数値の大小比較にしかならないと捉えている。

④実験経過を画像や動画として記録しておく

実験の結果は実験が終了してしまうと再確認できないことが多い。また、数値だけの記録では十分に実験を振り返れない場合もある。実験で確認すべきことを見逃してしまったり、しっかりと把握できていなかったりする場合も考えられるので、できる限り画像や動画による記録を行うようにしている。

⑤説明や予想を板書する

説明は頭の中で論理構成を行いながらの言語化する活動であり、非常に難しさを伴う。また、他者の意見を踏まえて自分の予想を修正するには他者の発言をよく聞き、理解することが欠かせない。構音に困難さがあるために、他者に正確に意見を伝えることが難しかったり、ワーキングメモリーに困難さが見られたりする生徒もいる。そこで、各生徒が説明や予想を行う際には、その考えの真意を確認し、生徒間で明確に共有できるよう板書する。

(5)評価について

例えば、第6時の授業における対象生徒の学習の様子の評価は、基本的には、前述した個別の評価基準に即して行えばよいと考えられる。しかしながら、もし、ここで実態把握からの問題解決の能力の成長を詳細に評価するのであれば、実態把握の手続きと同様に、「雲のでき方」の学習活動を踏まえて「問題解決の能力の要素の例」を具体化する必要があると考えた。このようにして問題解決の能力の各要素について具体化された「評価項目」を表23に、「チェックリスト」を表24に示す。

チェックリストの評価は授業中での発言だけではなく、定期考査の結果を踏まえて行った。太字で下線を付けてある部分が今回の小単元後の評価で段階が上がった部分を示しており、黒丸は段階が下がった部分を示している。また、チェックリストの評価項目は小単元ごとに異なるので、単純に比較できるわけではない。とはいえ、重点化して指導した問題解決の能力の要素については、教員が解説するのではなく、思考の基準点を示唆するだけで、説明や設問に対して正答できる場面が増えたと捉えている。

この結果からは、生徒の問題解決の能力の段階が上がったとは言えないが、指導目標を重点化し、思考させたいことを明確にしたことで、「自分の力で推論する経験」を重ねることができたと捉えている。

表23 「雲のでき方」における問題解決の能力の要素の具体化

	要素の例	評価項目
比較する力	事象を五感で比較することができる	温度や湿度を感覚で比較し、違いを表現することができる
	事象を簡単な道具で比較することができる	－
	事象を量的に比較することができる	温度や気圧、湿度、等について値で現象の大小関係を比較することができる
	事象を数値化して比較することができる	計測器の示度を用いて現象の変化を表現することができる
	比較により事象の差異点を見いだすことができる	減圧実験での体積の膨張変化等を確認することができる
	比較により事象の共通点を見いだすことができる	減圧実験で気圧を下げると必ず温度が下がることに気づくことができる
	比較により事象を分類することができる	－
関係付ける力	事象の変化を捉えることができる	気圧が下がると温度が下がり、気圧が上がると温度も上がることを見いだすことができる
	事象の変化に要因があることに気づくことができる	凝結核の有無による雲の発生の違いから、凝結には核が必要であることに気づくことができる
	事象の変化の要因を与えられた条件と関係付けることができる	減圧や加圧による温度変化を気圧の変化と関係づけて捉えることができる
	与えられた条件と関係付けることで事象の変化の要因を見いだすことができる	減圧や加圧による温度変化から気圧変化が温度変化を引き起こすことに気づくことができる※
条件を制御する力	条件を制御する必要性に気づくことができる	露点の測定実験で金属コップやくみ置きの水を使う理由等に気づくことができる
	条件を与えられれば、変える条件、変えない条件を判断することができる	凝結核の有無による雲の発生の違いで煙以外の条件を変えてはいけない理由を説明できる
	必要な条件を見いだすことができる	減圧実験が上空の空気の気圧を想定していると指摘できる
	必要な条件を制御した実験を計画することができる	空気の上昇を気圧の変化として捉え、減圧実験で確認できることを指摘できる
	事象の量的変化の要因を、制御した条件と関係付けて考察することができる	減圧や加圧による温度変化から気圧変化が温度変化を引き起こす原因であると指摘できる※
	事象の時間的変化の要因を、制御した条件と関係付けて考察することができる	－
推論する力	根拠は明確でなくても、予想をすることができる	山の上の気圧や気温が平地よりも低いことを予想できる
	生活経験を振り返り、経験的な規則性や相互関係に基づいて推論することができる	山頂での菓子袋の様子から高度上昇による気圧の低下と気体の膨張を推論できる
	既知の規則性や関係性から、他の事象の規則性や相互関係を類推することができる	飽和水蒸気量の温度による変化から雲の発生の仕組みを推論できる
	観察、実験から得た情報を関係付けて考察することができる	減圧による温度変化と空気の上昇による温度変化を関係付けて考察することができる
	条件を制御した観察、実験の結果を根拠にして推論することができる	凝結核の有無による雲の発生の違いの実験から空気中の微粒子（塵）の存在を推論することができる
	観察、実験の結果から規則性や相互関係を見いだすことができる	減圧実験の結果から空気の上昇による気圧の低下と膨張、そして温度低下を推論できる
	事実、経験、学んだことを区別し関連付けて推論することができる	山頂の気温が低い理由を空気の上昇による気圧の変化と膨張によるものだと推論し、その根拠として減圧実験の結果を指摘することができる
	目に見えない事象を目に見えるものとしてイメージすることができる	雲の発生を空気の上昇、気圧・気温の低下、飽和水蒸気量の変化との関係から説明できる
	直接観察できない事象について、資料をもとに推論することができる	気圧や温度、湿度から雲の発生しやすさを予想することができる

4. 単元の指導を振り返って(成果と課題)

問題解決の能力の要素の例を具体化し、学習活動の段階制と組み合わせた「評価項目」を作成することで、漠然としか評価できなかった「問題解決の能力」が比較しやすくなった。直接的な比較ではないが、同じ要素の例（例えば、「観察、実験から得た情報を関係付けて考察することができる」）同士を比較していけば、その成長を確認することも可能となってくる。

また、これまで漠然としていた指導内容の分析の方向性も明確になってきている。問題解決の能力の要素の例を実際に具体化してみると、少しずつステップアップしていく指導内容を明確に整理できることが実感できた。

表24 問題解決の能力のチェックリスト「雲のでき方」による対象生徒の評価

学習活動の段階性	I 教員の解説や指示を受けながら一部を行える	IV 資料等を確認すれば行える
	II 教員の解説や指示を受けながら行える	V 与えられた課題を自らの力で行える
	III 教員の指摘を受け資料等を確認すれば行える	VI 主体的に自らの力で行える

	評価項目	学習活動の段階性					
		※ II以下の項目に網掛					
比較する力	温度や湿度を感覚で比較し、違いを表現することができる					○	
	温度や気圧、湿度、等について値で現象の大小関係を比較することができる					○	
	計測器の示度を用いて現象の変化を表現することができる					○	
	減圧実験での体積の膨張変化等を確認することができる					○	
	減圧実験で気圧を下げると必ず温度が下がることに気づくことができる					○	
関係付ける力	気圧が下がると温度が下がり、気圧が上がると温度も上がることを見いだすことができる					○	
	凝結核の有無による雲の発生の違いから、凝結には核が必要であることに気づくことができる					○	
	減圧や加圧による温度変化を気圧の変化と関係づけて捉えることができる					○	
	減圧や加圧による温度変化から気圧変化が温度変化を引き起こすことに気づくことができる			●			
条件制御する力	露点の測定実験で金属コップやくみ置きの水を使う理由等に気づくことができる					○	
	凝結核の有無による雲の発生の違いで煙以外の条件を変えてはいけない理由を説明できる					○	
	減圧実験が上空の空気気圧を想定していると指摘できる			○			
	空気の上昇を気圧の変化として捉え、減圧実験で確認できることを指摘できる			○			
	減圧や加圧による温度変化から気圧変化が温度変化を引き起こす原因であると指摘できる			○			
推論する力	山の上の気圧や気温が平地よりも低いことを予想できる			○			
	山頂での菓子袋の様子から高度上昇による気圧の低下と気体の膨張を推論できる					○	
	飽和水蒸気量の温度による変化から雲の発生の仕組みを推論できる			○			
	減圧による温度変化と空気の上昇による温度変化を関係付けて考察することができる			○			
	凝結核の有無による雲の発生の違いの実験から空気中の微粒子（塵）の存在を推論することができる		○				
	減圧実験の結果から空気の上昇による気圧の低下と膨張、そして温度低下を推論できる			○			
	山頂の気温が低い理由を空気の上昇による気圧の変化と膨張によるものだを推論し、その根拠として減圧実験の結果を指摘することができる		●				
	雲の発生を空気の上昇、気圧・気温の低下、飽和水蒸気量の変化との関係から説明できる			○			
	気圧や温度、湿度から雲の発生しやすさを予想することができる		○				

また、本報告を通して、具体化する際に注意すべき点があることも明確になってきた。まず、この評価項目は上に行くほど簡単になり、下に行くほど難しくなるように作成していくことが必要である。前提として大切なのは、「問題解決の能力」には原則的な段階性はあるものの、それは必ずしも明確でなく、扱う内容によってはそれがひっくり返ることもありえるということである。「比較する力」といっても、単純な要素（大きさ、重さなど）や数値の比較と、要素を数多く含んでいる現象の比較では、その難易度は大きく異なる。後者は初歩的な「関係付ける力」よりも難しい内容を含んでいる可能性があると言える。「比較」や「関係付け」といったように言葉だけで捉えるのではなく、その対象がどのくらいの要素や関係性を含んでいるのかということを常に意識して捉えなければならない。

他方、原則的な段階制とは、比較する力（比較）がないと関係性をつかむ（関係付け）ことはできず、関係性をつかまないと、実験方法の理解や証明的思考（条件制御）にたどり着かない。そして、実験方法の理解や証明的思考がないと、目に見えない事象の理解（推論）にはたどり着かないという順序性の

ことと捉えている。やはり、「比較する力」は小学校3年生ができそうな程度を考え、「関係付ける力」は小学校4年生、「条件を制御する力」は小学校5年生、「推論する力」は小学校6年生ができそうな程度を意識していくと作りやすくなると感じた。

また、「評価項目」の作成が適切な指導目標の設定に有効であると感じたものの、それを作成する労力は必ずしも少なくない。少しずつでも実践を積み重ねていく必要を感じる。さらに、「問題解決の能力」の成長の指標とするのであれば、その設定は統一された内容でなければならないが、現時点では、明確に示せてはいない。今後、継続して作成するとともに精査していく必要がある。

(文責:齋藤 豊)

XII. 今後の展望と課題

1. 本研究の成果

本研究では、平成26・27（2014・2015）年度に報告した研究を発展・拡充した。この報告では、理科の系統性として「問題解決の能力」の段階性に着目し、これを踏まえた「科学的な思考・表現」に関する指導目標設定の手続きを検討した。その後、平成28・29（2016・2017）年度の研究を経て、「問題解決の能力」の実態把握から授業実践、評価に至るまで、児童生徒の実態に応じて「科学的な思考・表現」の指導を重点化する一連の手続きを報告することができた。

とくに、平成28年度の研究では、未作成であった「指導目標系統表（中学部）」の生命・地球を作成するとともに、「問題解決の能力の要素の例」をチェックリストとして用いて問題解決の能力の実態把握をし、指導目標系統表の活用につなげる手続きを検討した。そこで整えられた手続きについては、平成29年度に連携研究連携研究協力校の先生方のご尽力を得て、他校にて実践をしていただいた。これら連携研究連携研究協力校の実践からは、この手続きの基本的な考え方の有効性ととも、実態把握や評価の手続きについての課題が見いだされた。すなわち、「問題解決の能力の要素の例」が抽象的であるためにチェックリストとして活用することが難しいという課題が明らかになった。

それらを踏まえ、明らかになった課題に対して、各単元の学習活動を踏まえた「評価項目」を具体化して評価に用いることや、「学習活動の段階性」を用いて6段階で評価する手続きを提案することができた。この手続きによって、これまで感覚的に評価してきた「できる」ということについて、「何が、どの程度の手立てでできるようになったのか」具体的な評価が可能になったと考えられる。

2. 今後の展望

平成29（2017）年4月、小学校と中学校、特別支援学校についての次期学習指導要領が告示された。次期学習指導要領では、育成を目指す資質・能力である「知識・技能」、「思考力・判断力・表現力等」、「学びに向かう力・人間性等」の三つの柱に沿って目標、内容が整理して示された。

本研究では、現行小学校学習指導要領で、各学年で重点的に指導する「問題解決の能力（科学的な思考・表現）」の段階性に着目して研究が進められてきた。また、中学校の「科学的に探求する能力の基礎」については、段階性が示されていなかった。これに対し、次期学習指導要領では、「問題解決の力」という概念が示されたり、中学校における「思考力・判断力・表現力等」でも段階性が示されたりするなど、学習指導要領の改訂に合わせて目標や内容の示され方が変更されている。

したがって、今後は、本研究において報告した指導目標設定の手続きを、次期学習指導要領に沿ったものに修正していく作業が必要となる。しかしながら、扱う自然の事物・現象を変えずに、児童生徒の科学的に考える力の実態に応じて指導目標を設定し、指導を重点化していく基本的な考え方は、次期学習指導要領においても有効と考えられる。

3. 本研究の課題

先述したとおり、まず、次期学習指導要領に対応した手続きへの修正が必要である。これに加え、「問題解決の能力の要素の例」に対応した「評価項目」を記述する負担の大きさが課題である。つまり、この指導目標設定の手続きを厳密に実施しようとすれば、日常的に授業づくりに取り入れることが困難となってしまう。したがって、あらかじめチェックリスト化しておいたり、容易に「評価項目」を見いだせるような工夫を明らかにしたりする必要があると考えられる。

（文責：小山 信博）

引用文献

- 1) 筑波大学附属桐が丘特別支援学校 (2016) 平成 26・27 年度 文部科学省 特別支援教育に関する実践研究充実事業 研究成果報告書 特別支援教育に関する教育課程の編成等についての実践研究 学習に遅れがある肢体不自由児に対する各教科の指導内容の精選・重点化, 指導の工夫に関する研究, 筑波大学附属桐が丘特別支援学校研究紀要, 51.
- 2) 日置光久・村山哲哉 (2009a) 実感を伴った理解を図る理科学習小学校第 3 学年, 東洋館出版社.
- 3) 日置光久・村山哲哉 (2009b) 実感を伴った理解を図る理科学習小学校第 4 学年, 東洋館出版社.
- 4) 日置光久・村山哲哉 (2009c) 実感を伴った理解を図る理科学習小学校第 5 学年, 東洋館出版社.
- 5) 日置光久・村山哲哉 (2009d) 実感を伴った理解を図る理科学習小学校第 6 学年, 東洋館出版社.
- 6) 文部科学省国立教育政策研究所教育課程研究センター (2011a) 評価規準の作成, 評価方法等の工夫改善のための参考資料【小学校 理科】, 教育出版.
- 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 (2011b) 評価規準の作成, 評価方法等の工夫改善のための参考資料【中学校 理科】, 教育出版.
- 1 3) 村山哲哉・森田和良 (2011) [平成 23 年版] 観点別学習状況の評価規準と判定基準 小学校理科, 図書文化.
- 1 4) 金子丈夫 (2011) [平成 24 年版] 観点別学習状況の評価規準と判定基準 中学校理科, 図書文化.
- 1 5) 齋藤豊 (2008) 理科における指導. 肢体不自由教育の理念と実践, 筑波大学附属桐が丘特別支援学校, ジアース教育新社, 210-211.
- 1 6) 齋藤豊・青山正人・原義人・蛭田史子・杉林寛仁 (2008) 理科. 特別支援教育における肢体不自由教育の創造と展開 1 肢体不自由のある子どもの教科指導 Q & A ～「見えにくさ・捉えにくさ」を踏まえた確かな実践～, 筑波大学附属桐が丘特別支援学校, ジアース教育新社, 46-53.
- 1 7) 原義人・齋藤豊・青山正人・杉林寛仁 (2011) 理科で現れる学習上の困難. 特別支援教育における肢体不自由教育の創造と展開 2 「わかる」授業のための手立て 子どもに「できた!」を実感させる指導の実際, 筑波大学附属桐が丘特別支援学校, ジアース教育新社, 102-119.
- 1 8) 小山信博 (2016) 上肢障害を有する児童生徒の操作による観察, 実験のための器具開発に関する基礎的研究. 筑波大学附属桐が丘特別支援学校研究紀要, 52, 145-156.
- 1 9) 小山信博 (2017) 観察・実験を中心とした理科の授業における学習上の困難と指導の工夫. 肢体不自由教育, 233, 44-51.
- 2 0) 「たのしい授業」編集委員会 (2011) たのしくドリル・マッキーノ, 仮説社.
- 2 1) 齋藤豊 (2011) 研究授業概要 中 3 「月の動きと見え方」, 第 39 回肢体不自由教育実践研究協議会 第 2 分科会発表資料.