令和８年度　理科

理　科　各　論（２年次）

国立大学法人　愛知教育大学附属名古屋中学校

理科研究主題

科学の文脈において習得した科学知識を活用して

問題解決をすることができる生徒を育てる理科授業

科学の文脈において習得した科学知識を活用して
問題解決をすることができる生徒を育てる理科授業

Ⅰ　主題設定の理由

学校教育法（第30条第２項）において、「生涯にわたり学習する基盤が培われるよう、基礎的な知識及び技能を習得させるとともに、これらを活用して課題を解決するために必要な思考力、判断力、表現力その他の能力をはぐくみ、主体的に学習に取り組む態度を養うことに、特に意を用いなければならない」と示されている。また、久保田善彦は「生産年齢人口の減少に伴う社会の変化、新型コロナウイルス感染症（COVID-19）によるパンデミック、温暖化から地球沸騰化の時代と言われる異常気象、生成AIの飛躍的な進化など、これまで誰も予想していない出来事、想定を超える出来事が立て続けに押し寄せています。まさに予測困難な（VUCA）時代が到来しています。（中略）予測困難な現代社会を生き抜くために、『問題解決』の力は必須でしょう」[1]と述べている。これらのことから、問題解決をするためには、知識を学び、記憶することで学習が完結するのではなく、学んだ知識を活用して思考力を育んでいくことが重視されていると言える。

その中で、現行の中学校学習指導要領解説理科編における「資質・能力を育むために重視すべき学習過程のイメージ[2]（**後掲資料１**）」によると、中学校理科の学習過程において、「理科における資質・能力の例」のような資質・能力を育むことを目指している。

この流れに沿って理科授業を展開した場合、知識は生徒自らの生活経験や生徒自身が形成した知識体系から発見的に獲得されることになり、活用の場面では、生徒自らが発見した知識を活用することとなる。そこで、多くの場合、単元構成を行う際に、生徒が科学知識を習得できるように自然事象との出会いや課題を設定させることが重視され、それらに工夫が充てられている。これにより、令和５年度学力調査を活用した専門的な課題分析に関する調査研究Ａ．令和４年度全国学力・学習状況調査の理科の結果を活用した専門的な分析・理科教育における特徴的な取組等に関する分析調査報告書[3]では、生徒が疑問をもって、知識を活用して課題を解決しようとすることができるようになっていると述べられている。

一方で、本校の教育研究発表会の情報交換会において、県内、市内の理科教師から、「自然事象について探究する過程について、生徒自身が仮説を立てて予想し、それを基に観察・実験するようにはなっているが、いつまでも生活経験や素朴概念から仮説を設定してしまっているため、知識の習得のために観察してほしい事象を見ることができていない」や「考察の場面で、科学の言葉を使って論理的に説明しているが、生徒独自の考えや解釈が入っており、科学理論を適切に用いて文章をつくることができていない」という声が聞かれる。これらは、理科授業において、生徒が実際に習得した知識は生徒自身の生活経験や素朴概念が基になっていることや、原子や分子のように観察・実験によって確かめることが困難であったり、確かめられなかったりするものが多くある中で、科学的な知識体系を十分に形成できていないことが原因であると考える。また、ハンソンが述べている「すでに認識する側がもっている見方や考え方（理論）によって、自然事象に対する解釈が影響を受ける」[4]という「理論負荷性」からすると、観察・実験、考察を生徒一人一人がもつそれぞれの知識（理論）を基に解釈しながら行っているためであると考える。

これらのことから、理科授業において学んだ知識を活用して思考力を育んでいくためには、生徒自身の生活経験や素朴概念を基にできた知識体系やそれらを基に発展させた知識体系ではなく、科学的な知識体系を形成させ、科学知識を適切に用いることができる活動を行っていく必要があると考える。

理科授業とは自然科学を扱う授業であり、自然の科学的理解が必要となる。科学（Science）の語源であるラテン語の Scientia が「知識」であり、自然（nature）が本質や本性を意味することから、自然科学（Natural Science）は「世界の本質の知識」である。知識とは「ことば」とその意味であるため、自然科学は世界の本質に関する壮大な文章であり、意味ある文（命題）のネットワークであると言える。クーン[5)]は科学をパラダイム[注1)]という概念で定義しており、科学者の科学的研究のほとんどが、通常科学とよばれるパラダイムをよりどころとした活動であると考えられている。科学知識は、パラダイムを創造し、維持している科学者共同体によってつくられた文章であり、その正当性やパラダイムに基づいた科学者共同体における合意である。生徒が科学的な知識体系を形成していくための活動を行っていくためには、科学者の活動にパラダイムが必要なように、生徒の活動にも、科学者のパラダイムに準じるものが必要になると考える。しかし、学習前の生徒は科学者のパラダイムの外側にいるため、生徒の学習は今日のパラダイムの一部を理解することから始めなければならない。そこで、本校の理科授業では、生徒を科学者のパラダイムに連れてくることを、科学の文脈に沿わせることであるとし、それを目指す。

また、科学では、現実に起きる出来事を比較し、科学知識の意味を確かなものにするために、しばしば観察・実験を行う。そして、遠西・福田・佐野は「観察や実験が学習者にとって意味あるものとなり、何よりそこから得られる『事実』が科学的に解釈されるには、学習に先立って関連する理論の全体が概観されていなければならない」とし、「観察であれ実験であれ、アプリオリな理論とそこからの明確な結果の予測をもたなければ意味あるものとして実行することができないばかりではなく、観察される事実の意味を適切に理解することはできない」[6)]と述べている。そこで、観察・実験に先行して科学理論（仮説）が存在する状況をつくり、科学の文脈に沿って科学的に思考することのできる理科授業を行う必要があると考える。

以上のことから、理科授業において科学的な知識体系を形成させ、科学知識を適切に用いる場面を設定することで、学んだ知識を活用して思考力を育成できると考え、研究主題を「科学の文脈において習得した科学知識を活用して問題解決をすることができる生徒を育てる理科授業」と設定した。

Ⅱ　研究の概要

１　理科で目指す生徒像

理科部では、目指す生徒像を次のように設定し、研究に取り組むこととした。

科学の文脈において習得した科学知識を活用して問題解決をすることができる生徒

２　育みたい資質・能力

理科部が目指す生徒像に近付けるために、次のような資質・能力を育んでいくことが必要であると考えた。

科学の文脈における問題や課題[注2)]に科学理論（科学知識）を当てはめて科学的に思考する力

理科の主たる目的は自然の科学的理解であり、それ自体が言語活動である。観察・実験は科学の文章の一部であり、世界の本質について記述した文と、現実に起きる出来事を比較し、文の意味を確かなものにするためにある。また、理科授業において、思考は文を構成することであり、習得した科学知識を適切に用いて文を書くことが科学的に思考することであると考える。このことから、科学の文脈における問題や課題に科学理論（科学知識）を当てはめて考え、文を書かせることで、理科部が目指す生徒像に近付けることができると考える。また、この過程において、概念的理解が促され、概念的思考を働かせることができ、総論の目指す生徒像にも近付けることができると考える。

3　資質・能力を育むための手立て

理科部では、資質・能力を育むために、次の二つの手立てを設定した。なお、知識の構造 注3) を**後掲資料２**で示す。

(1)「中核となる知識」を中心とした科学的な知識体系を形成する場の設定

Olson は、「多くのトピックを浅く・広く網羅的に扱おうとすれば、概念間の関連性が分かりにくくなり、学習効果の低下につながりうる」[7]と報告している。このように、世の中には非常に多くの科学知識が存在しており、今でも変化・拡大を続けており、限られた学校教育の時間の中で、全ての科学知識を扱うのは困難であると考える。

理科部では、単元において科学的な知識体系を形成させるために、単元の学習内容にかかわる最も基本となる知識を「中核となる知識」とする。その際、「中核となる知識」を中心とした科学的な知識体系を形成させるように単元構成していく。「中核となる知識」を中心とした科学的な知識体系を形成させるための具体的な単元の流れは、次のとおりである。

まず、「見通す場」として、単元もしくは小単元の始めに、既得知識や経験を確認する。その後、全体を通して教科書を読み、生徒に学習内容を概観させる。その際、学習内容のまとまりごとに文でまとめさせる。このようにあらかじめ教科書の記述を読ませることで、生徒を科学の文脈に連れてくることを目指す。

次に、「形成する場」として、科学の文脈において科学的な知識体系を形成させることを目指す。はじめに、「見通す場」で概観した学習内容を基に、生徒と対話しながら「中核となる知識」を設定する。そして、観察・実験に先行して仮説が存在する状況をつくり、仮説を立てて教科書の観察・実験を演繹的に行い、考察を書かせることで、科学理論（科学知識）を理解させていく。このように、科学的な知識体系が「中核となる知識」や「中核となる知識」から生成される科学理論（科学知識）との矛盾がないことを確認しながら進めていくことで、「中核となる知識」を中心とした科学的な知識体系を形成させることができる。

最後に、「まとめる場」として、単元もしくは小単元におけるまとめを行う。それぞれの観察・実験で確証してきた科学理論（科学知識）を、改めて教科書の記述を読み、学習内容のまとまりごとに確認させることで、科学的な文全体を理解させていく。このとき、単元の学習内容に応じ、コンセプトマップ（**後掲資料３**）を用いて習得した知識を断片化しないように、文のつながりとして知識体系を効果的に示すことで、その科学的な合理性から知識体系全体を形成させる[8]。その後、単元もしくは小単元における学習を振り返り、形成した「中核となる知識」を中心とした科学的な知識体系を基に、「中核となる知識」を見直させ、文または文章で記述させるとともに、その理由をまとめさせる（一般化）。

このようにして、「中核となる知識」を中心とした科学的な知識体系を形成させることができると考える。また、「見通す場」「形成する場」「まとめる場」の各場面において科学的な知識体系が形成されていく中で、総論における概念的理解が特に促されると考える。

(2) 「一般化された知識」と習得した科学理論（科学知識）を活用する「新たな文脈の課題」の設定

角屋重樹は、「理科における『活用する力』に関しては、これまで『何をどのように活用するのか』が明確に示されていないのが現状である」とし、「『活用する力』を育成するために、①生徒に『何を』活用させるのかを明確にすること、②明確にした『何を』を、生徒に『どのように』活用させるかを明確にすることが重要である」[9]と述べ、活用する対象と活用方法の明確化が重要であると報告している。

このことから、活用する対象は、「一般化された知識」と習得した科学理論（科学知識）であるものとする。また、活用方法を明確化することとは、単元内の課題と異なる、自然事象や日常生活などといった他の場面で、科学の文脈において活用することができる「新たな文脈の課題」を設定し、解決させることであるものとする。

生徒は「見通す場」「形成する場」「まとめる場」を通して、「中核となる知識」を中心とした科学的な知識体系を形成した後に「新たな文脈の課題」に取り組む。その課題に対して、他者と話し合いながら課題解決を行い、「一般化された知識」と習得した科学理論（科学知識）を適切に用いて文を書くことで、科学的に思考する力が育まれると考える。また、この「新たな文脈の課題」に取り組む場面において、総論における概念的思考が特に働くと考える。

資質・能力を育むための手立てに沿った単元の展開をまとめると、次の**図１**のようになる。

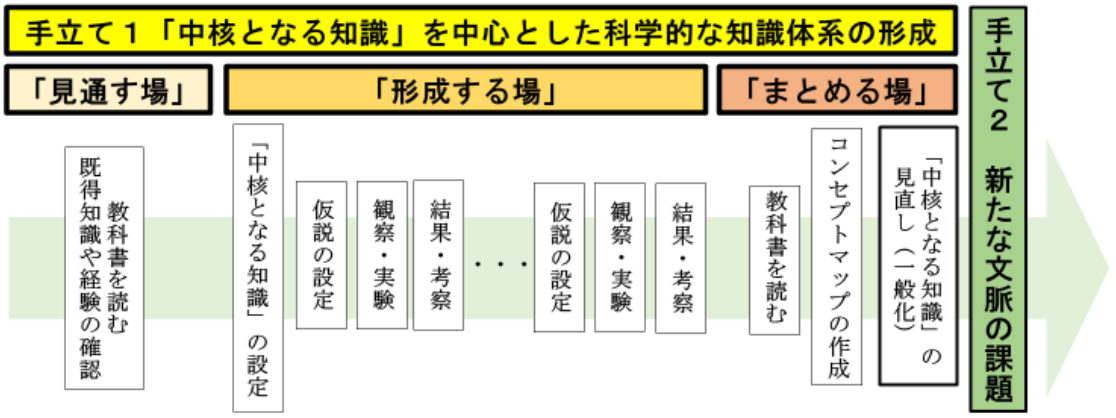


図１　資質・能力を育むための手立てに沿った単元の展開

４　資質・能力が育まれたかの評価について

資質・能力が生徒にどの程度育まれたかについて、学級全体の活動の様子や学習プリント（**後掲資料４**）、コンセプトマップなどから見取り、評価する。また、手立ての有効性を捉えるための補助的資料として、学級の全体傾向に近い生徒を抽出生徒に設定し、その変容を見取ったり、授業アンケート（**後掲資料５**）の記述から見取ったりする。

なお、学級全体の活動の様子や学習プリントにおいては、「中核となる知識」を中心とした科学的な知識体系を基にした発言や記述が見られたかを見取る。また、コンセプトマップにおいては、「中核となる知識」を中心とした科学的な知識体系を形成できているかを見取る[注4)]。

５　研究の経緯

１年次では、資質・能力を育む手立てとして、「中核となる知識」を中心とした科学的な知識体系を形成する場の設定や、「一般化された知識」と習得した科学理論（科学知識）を活用する「新たな文脈の課題」の設定をし、それらが有効であったかを探り、教科理論の構築を図った。

「中核となる知識」を中心とした科学的な知識体系を形成する場を設定して学習を進めたことで、生徒は教科書を読んで学習内容を概観したり、仮説を立て、それを確証するための実験を行い、その結果を基に考察を記述したりすることができた。このことから、科学理論（科学知識）を理解するとともに「中核となる知識」を中心とした科学的な知識体系を正しく形成することに有効であったと考える。

「新たな文脈の課題」に取り組むことで、生徒は他者と話し合いながら課題解決を行い、「一般化された知識」と習得した科学理論（科学知識）を適切に用いて文を書くことができたため、科学的に思考する力を育むことに有効であったと考える。

以上のことから、「中核となる知識」を中心とした科学的な知識体系を形成する場の設定や、「一般化された知識」と習得した科学理論（科学知識）を活用する「新たな文脈の課題」の設定をすることは、資質・能力を育む手立てとして一定の成果が見られている。

しかし、「新たな文脈の課題」の評価が低い生徒を分析すると、その課題を解決するために関わる科学理論（科学知識）の理解が不十分であることが、「形成する場」における学習プリントやコンセプトマップの見取りから分かった。このことから、個々の科学理論（科学知識）の理解を深め、科学的な知識体系全体を正しく捉えられるようにしていく必要があると考える。

６　２年次のねらい

２年次は、より科学的な知識体系の形成を行うために、科学理論（科学知識）を用いて問題や課題を解決させる場面を増やす。具体的には、「形成する場」の科学理論（科学知識）を理解する場面で、それらを用いて問題や課題を解決させる活動を設定する。その上で、学習プリントや「まとめる場」でコンセプトマップに取り組ませた結果や「一般化された知識」と習得した科学理論（科学知識）を活用する「新たな文脈の課題」に取り組ませた結果などから見取ることで、その手立てが資質・能力を育むために有効であったかを検証する。

注1)　理科部では、一定の期間、研究者の共同体にモデルとなる問題や解法を与える一般に認められた科学的業績[10]と捉える。

注2)　総論における「授業レベルにおける問題や課題」のことである。

注3)　総論における「知識の構造」のことである。

注4)　コンセプトマップの内容は、学習の評価には活用せず、研究の評価にのみ活用する。

引用文献

1)　久保田善彦編著『これからの理科教育はどうあるべきか』東洋館出版社、2023年、1ページ

2)　文部科学省『中学校学習指導要領（平成29年7月）解説―理科編―』文部科学省、2017年、9ページ

3)　福島大学『令和５年度　学力調査を活用した専門的な課題分析に関する調査研究　A．令和４年度全国学力・学習状況調査の理科の結果を活用した専門的な分析・理科教育における特徴的な取組等に関する分析　調査報告書』、2024年、16-17ページ

4)　松原道男「理論負荷性」武村重和・秋山幹雄編集『理科重要用語 300の基礎知識』明治図書、2000年、173ページ

5)　クーン，T.（中山茂訳）『科学革命の構造』みすず書房、1978年

6)、11) 遠西昭寿・福田恒康・佐野嘉昭「観察・実験に対する理論の優先性と解釈学的循環」『理科教育学研究』第59巻、第1号、2018年、79-86ページ

7) Olson, J. K. Concept-focused teaching. Science and Children, 46(4)、45ページ、2008年

8) 佐野嘉昭・福田恒康・遠西昭寿「光合成と呼吸:理解のための知識の枠組み」『理科教育学研究』第59巻、第3号、2019年、393-400ページ

9) 角屋重樹『理科の「活用する力」の育成と評価に関する研究』日本教材文化研究財団、2012年、6ページ

10) 野家啓一『現代思想の冒険者たち　第24巻　クーン―パラダイム』講談社、1998年、305ページ

参考文献

大島純・千代西尾祐司『主体的・対話的で深い学びに導く　学習科学ガイドブック』北大路書房、2019 年

川崎弘作『「ビッグアイデア」と「本質的な問い」で学びにつながる小学校理科の授業デザイン』教育出版、2026 年

クーン、T.（安孫子誠也・佐野正博訳）『本質的緊張 1･2　科学における伝統と革新』みすず書房、1992 年

佐伯胖『「わかり方」の探究―思索と行動の原点―』小学館、2004 年

佐伯胖・藤田英典・佐藤学編『科学する文化』東京大学出版会、1995 年

新保修『主体的・対話的で深く、理科学習指導要領を読む』東洋館出版社、2024 年

ソシュール、F. de（小林英夫訳）『一般言語学講義』岩波書店、1972 年

野家啓一『科学の解釈学』ちくま学芸文庫、2007年

ハンソン、N.R.（村上陽一郎訳）『科学的発見のパターン』講談社学術文庫、1986年

福岡敏行編著『コンセプトマップ活用ガイド』東洋館出版社、2002 年

福田誠治『思考の世界は概念が支える―主体的で、対話的で深い学びの行き着くところ』東信堂、2023 年

ヘッド、J.O.・サットン、C.R.（野上智行訳）『認知構造と概念転換』（ウエスト・パインズ編著、進藤公夫監訳）東洋館出版社、1994年

堀哲夫『理科教育学とは何か』東洋館出版社、1994 年

丸山圭三郎『ソシュールを読む』講談社学術文庫、2012 年

森田邦久『科学哲学講義』ちくま新書、2012 年

森田邦久『理系人に役立つ科学哲学』化学同人、2010 年

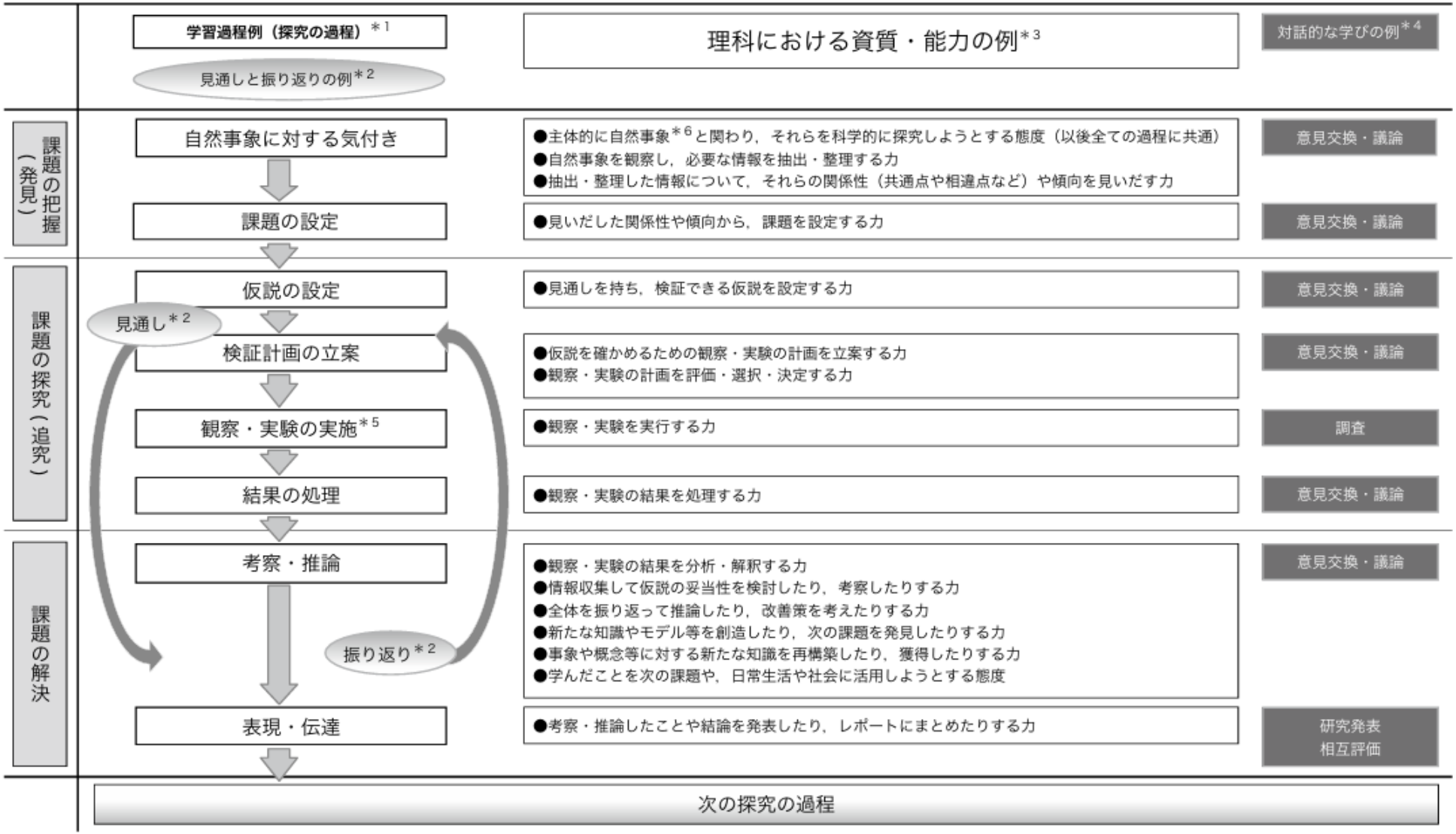
森本信也『生徒の論理と科学の論理を結ぶ理科授業の条件』東洋館出版社、1993 年

J.D.ノヴァック、D.B.ゴーウィン（福岡敏行・弓野憲一監訳）『子どもが学ぶ新しい学習法―概念地図法によるメタ学習』東洋館出版社、1992 年

R.オズボーン、P.フライバーグ編（森本信也・堀哲夫訳）『子ども達はいかに科学理論を構成するか―理科の学習論―』東洋館出版社、1998 年

R.T.ホワイト（堀哲夫・森本信也訳）『子ども達は理科をいかに学習し教師はいかに教えるか―認知論的アプローチによる授業論』東洋館出版社、1990 年

後掲資料１



＊１　探究の過程は，必ずしも一方向の流れではない。また，授業では，その過程の一部を扱ってもよい。
＊２　「見通し」と「振り返り」は，学習過程全体を通してのみならず，必要に応じて，それぞれの学習過程で行うことも重要である。
＊３　全ての学習過程において，今までに身に付けた資質・能力（既習の知識及び技能など）を活用する力が求められる。
＊４　意見交換や議論の際には，あらかじめ個人で考えることが重要である。また，他者とのかかわりの中で自分の考えをより妥当なものにする力が求められる。
＊５　単元内容や題材の関係で観察・実験が扱えない場合も，調査して論理的に検討を行うなど，探究の過程を経ることが重要である。
＊６　自然事象には，日常生活に見られる事象も含まれる。
＊７　小学校及び中学校においても，基本的には高等学校の例と同様の流れで学習過程を捉えることが必要である。

後掲資料２

単元：物体の運動

中核となる概念
物体に作用する力と物体の運動状態との間には規則性がある。

一般化された知識：まとめる場で「中核となる知識」を見直したもの
（例）物体の運動は、力の大きさや向きによって決まる。

概念：科学理論（科学知識）
（例）力、運動、自由落下、作用・反作用、慣性の法則　など

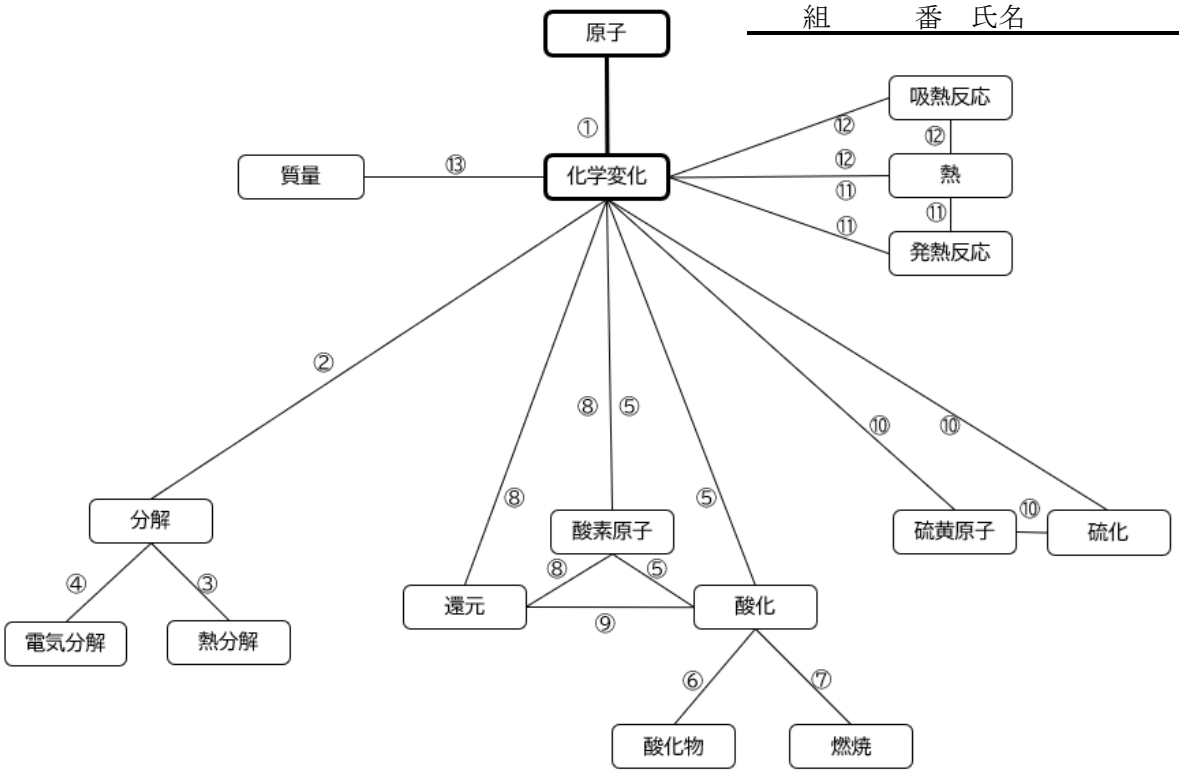
事実※：自然の事物・現象
（例）斜面を下る台車の運動、斜面を上る台車の運動、水平面でのホバークラフトの運動　など

※　一般に、「事実」とは、理科において観察・実験によって確認された現象や結果を指す。
本校では、総論の知識の構造のイメージ図における「事実」に位置付くものとし、観察事実の科学的解釈も含まれたものとして扱っている[11)]。

後掲資料３

２年　理科授業 化学変化と原子・分子　　月　　日

組　　番　氏名



①　原子の組み換えが化学変化である。
②　１種類の物質が２種類の物質に分かれる化学変化を分解という。
③　分解には（加熱によって起こる）熱分解がある。
④　分解には（電流を流すことによって起こる）電気分解がある。
⑤　物質に酸素原子が結びつく化学変化を酸化という。
⑥　酸化により酸化物ができる。
⑦　（熱や光を出す）激しい酸化を燃焼という。
⑧　物質が酸素原子を失う化学変化を還元という。
⑨　還元が起こるとき、同時に酸化が起こる。
⑩　物質に硫黄原子が結びつく化学変化を硫化という。
⑪　熱を発生させる化学変化を発熱反応という。
⑫　熱を吸収する化学変化を吸熱反応という。
⑬　化学変化の前後で全体の質量は保存される。

後掲資料４

化学変化と原子・分子

１章　物質のなり立ち

＿＿組＿＿番　名前＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿

中核となる知識

教科書のP. 12～P. 34を読んで

１　ここでは何を学ぶのでしょうか。

(1) 12ページから21ページまで

＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿について

(2) 22ページから25ページまで

＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿について

(3) 26ページから29ページまで

＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿について

(4) 30ページから31ページまで

＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿について

(5) 32ページから34ページまで

＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿について

２　知らないことば、わからない文、本当だろうかと疑問に感じる文に線を引きましょう。

３　下の表の左側に、２のことばや文を書きましょう。

ページ	わからないこと	解決

化学変化と原子・分子

ページ	わからないこと	解決

4　授業を進めていくうちに、解決したら右側の「解決」欄にその答えを書いておきましょう。

5　学んだことをまとめていきましょう。

(1) 12 ページから 21 ページまで

＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿について学んだ

(2) 22 ページから 25 ページまで

＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿について学んだ

(3) 26 ページから 29 ページまで

＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿について学んだ

(4) 30 ページから 31 ページまで

＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿について学んだ

(5) 32 ページから 34 ページまで

＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿について学んだ

6　単元の学習を振り返り、「中核となる知識」を見直してみよう。

「中核となる知識」を見直したもの
理由

後掲資料５

理科授業アンケート

（　　）年（　　）組（　　）番　氏名（　　）

理科授業をよりよくするため、アンケートに答えてください。

１　教科書を先に読み、科学者の考えを知った上で、「中核となる知識：物質をつくる粒子は原子でできており、原子の組み換えが化学変化である」を設定して学習しました。「中核となる知識」を設定してから学習することは、あなたの理解に役立ちましたか。その理由も教えてください。

ア　役に立った　　イ　少し役に立った　　ウ　あまり役に立たなかった　　エ　役に立たなかった

２　①見通す場：教科書を読み、学習する内容を知る。

②形成する場：「中核となる知識」を設定し、観察・実験に先行して仮説をつくる。仮説を立てて教科書の観察・実験を行い、考察しながら科学知識を理解する。

③まとめる場：コンセプトマップを作成する。もう一度、教科書を読む。

という学習方法を行いました。

この学習の方法について、あなたの感想・意見・提案など自由に書いて教えてください。

①見通す場について
②形成する場について
③まとめる場について

3　単元の学習を振り返り、「中核となる知識」を見直すことで、理解が深まりましたか。その理由も教えてください。

ア　深まった　　イ　少し深まった　　ウ　あまり深まらなかった　　エ　深まらなかった

4　新たな文脈の課題を解決するために、「中核となる知識」は役立ちましたか。その理由も教えてください。

ア　役に立った　　イ　少し役に立った　　ウ　あまり役に立たなかった　　エ　役に立たなかった

5　その他に、理科の授業についてあなたの感想・意見・提案などあれば、自由に書いて教えてください。