

G 0 4 - 0 1

研 究 報 告 第 4 1 6 号

科学的な思考力を育成する学びの連続性についての調査研究

平成 2 7 年 3 月

千葉県総合教育センター

序

現行学習指導要領において、「思考力・判断力・表現力」の育成が重視されています。科学における思考力は、自然の事物現象の中から疑問を見出し、探究の方法を計画し、観察実験の結果から考察し、わかったことを表現するまでの一連の活動の中で育成されていきます。この活動を繰り返して体験させることが科学的な思考力を育成するには重要であり、校種間の円滑な接続が求められます。さらには、科学的な思考力を育成することが、実生活や実社会での「生きる力」の育成にもつながります。

さて、平成27年2月に、平成24年度実施の小学校学習指導要領実施状況調査の結果が公表されました。理科では、比較対象の設定や条件を制御することや、事象の変化を要因と結び付けて的確に表現すること等に課題が見られるとの結果でした。これは、まさに科学的な思考力・表現力の育成に係わる内容であり、各学校で、どのように育成すれば良いのか模索している現状が伺えます。

本報告書は、科学的な思考力を校種間の円滑な接続のもと、効果的に育成するための方策を明らかにするために取り組んできた3年間の調査研究をまとめたものです。小学校・中学校・高等学校のそれぞれで、系統性を意図した理科指導が実施されるには、どのようにしたらよいのか研究を進めてきました。本調査研究により、小・中・高等学校を見通した理科学習を充実させる一助になればと願っております。

最後になりますが、本調査研究を進めるにあたり、高度な専門的知識と見識を持ち、懇切丁寧に御指導をいただいた埼玉大学准教授小倉康様をはじめ、御協力いただいた学校、研究協力員の皆様並びに関係諸機関の皆様に、心より感謝申し上げます。

平成27年3月

千葉県総合教育センター所長 百瀬 明宏

目 次

1	主題設定の理由	1
2	研究目標	1
3	研究計画	1
4	研究の経過	2
5	研究の概要	2
	(1) 科学的な思考力について	2
	(2) 実態調査から	3
	(3) 研究構造	4
	(4) 科学的な探究能力について	5
	(5) 到達基準の設定について	7
	(6) 科学的な思考力を高める授業について	7
6	研究のまとめ	1 2
	(1) 科学的な思考力の育成について	1 2
	(2) 学びの連続性について	1 2
	(3) 「科学的な思考力の系統表」について	1 2

科学的な思考力を育成する学びの連続性についての調査研究

1 主題設定の理由

学習指導要領教育課程編成の一般方針に「基礎的・基本的な知識及び技能を確実に習得させ、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む」と記され、教育活動全体で「生きる力」をはぐくむための思考力・判断力・表現力の育成が求められている。理科の改善の基本方針にも「科学的な思考力・表現力の育成を図る観点から、(中略)観察・実験の結果を整理し考察する学習活動、科学的な概念を使用して考えたり説明したりする学習活動、探究的な学習活動を充実する」と示され、科学的な思考力の育成は重要な教育課題である。同じく改善の基本方針に「科学的な概念の理解など基礎的・基本的な知識・技能の確実な定着を図る観点から、『エネルギー』『粒子』『生命』『地球』などの科学の基本的な見方や概念を柱として、理科の内容の構造化を図る」とされ、小学校から中学校、高等学校までの学習内容の系統性の確保が図られた。これらのことから理科においては、学習内容の系統性を重視し、科学的な思考力を積み上げる指導が必要である。

TIMSS2007・2011及び平成24年度全国学力・学習状況調査からは、校種が移行するにつれて児童生徒の理科に対する意識が変化している傾向が見られた。このことから、小・中・高等学校へと校種間の円滑な接続を意図した連続的な指導が必要である。科学的な思考力を連続的に育成することは、一人一人の科学的リテラシーを高めることにもつながり、実生活や実社会で活用できる「生きる力」の育成にもつながる。本調査研究を通して、系統性を意図した科学的な思考力について明らかにするとともに、校種間の円滑な接続を図るための指導方法を提示し、科学的な思考力を効果的に育成したいと考え、本主題を設定する。

2 研究目標

科学的な思考力の系統を明らかにするとともに、小・中・高等学校間の円滑な接続を図り、科学的な思考力を育成するための指導方法についての調査研究を行う。

3 研究計画

平成24年度 (1年目)	① 科学的な思考力についての研究 ② 理科に関する実態調査と分析
平成25年度 (2年目)	① 系統性を意図して科学的な思考力を育成する指導方法の研究 ② 研究協力員による検証授業の実施及び分析 ③ 校種間の連携についての検討と提案
平成26年度 (3年目)	① 科学的な思考力を育成する授業実践の工夫改善及び評価分析 ② 科学的な思考力の系統性を意図した学びの連続性についての提言 ③ 報告書の作成

4 研究の経過

時 期		内 容
平成 24 年 度	4月～5月	○研究計画立案
	4月～	○科学的な思考力についての基礎研究
	9月～11月	○実態調査（教員の理科学習に関するアンケート調査）
	11月～	○実態調査の結果分析 ○研究のまとめ
平成 25 年 度	4月～5月	○研究計画立案
	6月	○講師・研究協力員委嘱，第1回研究協力員会議
	6月	○研究計画及び内容の検討，テーマについての講話
	8月	○第2回研究協力員会議
	10月・11月	○検証授業の実施，分析 ・系統表の作成，検討
	1月	○第3回研究協力員会議 ○研究のまとめ
平成 26 年 度	4月～5月	○研究計画立案
	5月	○講師・研究協力員委嘱，第1回研究協力員会議
	5月～	○系統表の作成，検討
	9月	○第2回研究協力員会議
	9月～11月	○検証授業の実施，分析
	12月	○第3回研究協力員会議 ○研究のまとめ，報告書の作成

5 研究の概要

(1) 科学的な思考力について

千葉県「思考し、表現する力」を高める実践モデルプログラム（以下「実践モデルプログラム」とする。）において、「実践モデルプログラムは、『見出す』『調べる』『深める』『まとめあげる』の4つの学習プロセスから構成される。この一連の学習プロセスを通して児童生徒の思考力・判断力・表現力等が高まる。」としている。本研究では「科学的な思考力」をこの学習プロセスにあてはめ、次のようにとらえることとする。

- A 科学的な疑問を認識する能力（見出す力）
- B 探究の方法を計画し、探究する能力（調べる力）
- C 探究の結果を記述・説明・考察する能力（深める力）
- D 科学的な証拠に基づいて解釈し結論づけることと伝え合う能力（まとめあげる力）

また、平成19年度総合教育センター研究報告366号において「理科において『論理的思考力』を高めるためには、問題解決的な学習を通して問題解決の道筋を繰り返し体験することを基本とする」と記されている。また、課題として「授業場面では個人差があり、思考がストップしてしまう生徒も少なくない。今回、教師の働きかけや友達との意見交換、自分の考えを文章化するなどの方策を取

り入れたことが、生徒一人一人の思考を深めるのに有効に作用した」とある。

このことから、問題解決的な学習の学習過程を連続的に積み重ねて指導していくことが必要である。またその学習過程において、自らの考えを表出させる工夫と自他の考えを出し合い関連付けたり深めたり発展させたりするコミュニケーション活動（双方向による情報交換）や文章化の方法など具体的な指導方法を工夫する。その連続的な繰り返しにより科学的な思考力が高まると考える（図1）。

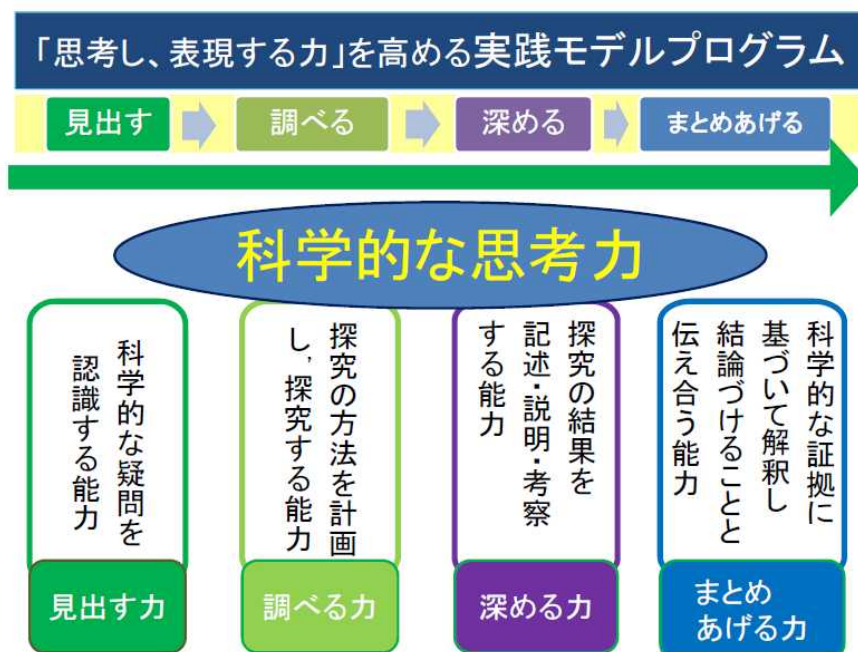


図1 科学的な思考力の育成

(2) 実態調査から

平成24年度に県内サテライト研究員及び10年経験者研修生に理科に関する実態調査を行った結果、次のような課題が挙げられた。

- ・児童生徒に科学的な思考力は十分身につけていないと感じている（図2）。
- ・小・中・高等学校で学習内容の系統性を意図した指導が不十分である。
- ・校種が進むにつれ問題解決的な学習や観察、実験等の実習が不十分である。
- ・校内及び校種間の連携は不十分である。
- ・教員の多くが科学的な思考力を育成するためには校種間の連携が必要であると感じている（図3）。

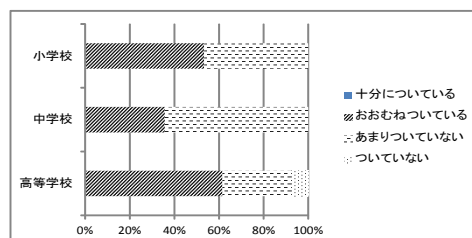


図2 児童生徒に科学的思考力が身につけていると思うか

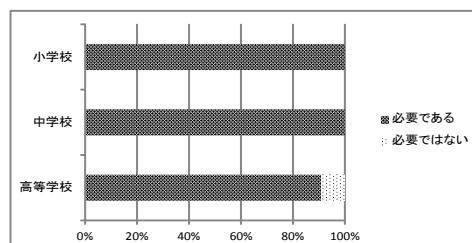


図3 科学的思考力を育成する上で校種間の連携が必要か

以上のことから、科学的な思考力を育成する具体的な指導方法について研究をする。また、校種間の円滑な接続について具体的な方策について提案する。そして、研究協力員による検証授業を実施し分析をする。

(3) 研究構造

平成23、24年に出された国立教育政策研究所教育課程研究センター「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」での「科学的な思考・表現」の評価の観点及びその趣旨は，小・中・高等学校で互いに関連している。

したがって，科学的な思考力の育成については，小・中・高等学校の系統性を意図する必要があると考える。また，学習指導要領に，その学年や校種で中心的に育成する問題解決の能力が示されている。下の学年や校種の能力は上の学年や校種の基礎となるものであることを重視し，連続的に指導を積み重ねることが，円滑な接続につながる。そのために，各学年・各校種で系統性を意図した連続した指導が不可欠である。

これらの「科学的な思考・表現」の評価の観点の趣旨を千葉県の「実践モデルプログラム」の学習プロセスにあてはめた。

本研究では，

○科学的な思考力高めるための系統性を意図した指導方法

○校種間の円滑な接続のための，小・中・高等学校で共通の尺度を用いての連続した思考力を育成

の2つの方策により，小・中・高等学校の10年間の理科学習で科学的な思考力を効果的に育成することができると考える。これは，実社会・実生活で活用できる「生きる力」の育成につながるものである（図4）。

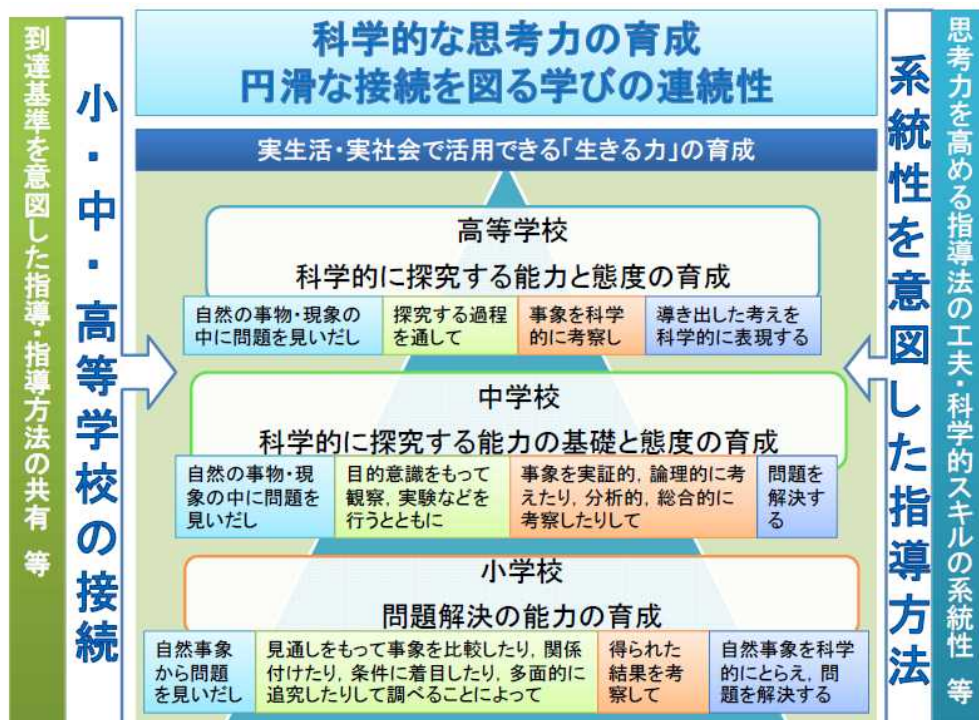


図4 科学的な思考力を育成する学びの連続性（構造図）

(4) 科学的な探究能力について

科学的な思考力を育成するための理科学習において、探究学習の過程を重視することは、従前から指摘されている。これは、科学的な思考力を育成するためには「探究学習の過程」を取り入れた授業を実施するだけでよい、ということには結びつかない。本研究では、児童生徒の科学的な思考力を育成するために、身に付けさせるべき能力は、どのようなものなのかを具体的に示す必要があると考える。

平成22年3月に国立教育政策研究所から出された「科学的リテラシーを向上させる優れた理科授業に関する教師用ビデオ教材の開発」で科学的リテラシーを育成する理科授業を計画したり評価する際に、それをとらえるための具体的な観点を与える枠組みとして「科学的リテラシーを育成する授業構成観点」が提案された。この中で、身につける科学的知識として、「科学の各領域の知識・理解」と「領域横断的な科学に関する知識・理解」を示した。『領域横断的な科学に関する知識・理解』をいわゆる、『科学とは何か』に対する理解である。」として、「例えば『条件制御』を科学的思考力と捉えて（中略）、まず『条件制御とは何か』に対する理解が前提であり、その知識を科学的探究の状況に適応できて、初めて科学的思考力として機能できるという意味で、『知識・理解』として位置づけている事である。科学的思考力を発揮するためには、科学的思考に関する知識・理解が必要である。」と記している。

本研究では、小・中・高等学校の全体を見通した科学的な思考力を身につけるための要素として17の「科学的な探究能力」を設定した。この「科学的な探究能力」を科学に関する知識・理解として扱い、探究活動の中で繰り返し活用させること科学的な思考力を育成する授業を実施する。これにより、より意図的に指導することができる。また、「科学的な探究能力」を各校種の理科学習に取り入れることで、科学的な思考力の育成における系統性を確保できると考える。

科学的な探究能力（科学的な思考力を身に付けさせるための要素）

- 科学に関する知識・理解として、理科学習の児童生徒の主体的な探究活動の過程の中で身につけさせていく。
 - ⇒学習活動の中で「科学的な探究能力」を意識することで、科学的な思考力を高める具体的な手立てを的確に行うことができる。
 - ⇒「科学的な探究能力」を科学に関する知識・理解としてとらえることで、学習内容がより明確になる。
- 物化生地等の領域によらず、また、小・中・高等学校で共通してとらえることができるもの。

表 1 17の「科学的な探究能力」

疑問・問題	（「～なのは、なぜだろう」「なぜ、このようになるのだろう」という）疑問を見出すことや、その疑問を明らかにするための観察・実験のねらいを把握する。事象の中に自分の考えとの矛盾点を見出す。
予想・仮説	具体的な見通しやその現象が起こる理由を考えること。または、検証されれば、法則やきまりとなる可能性がある仮の理論をつくること。解決すべき問題をはっきりと示すもの。
モデル	現象を理解するために、単純化して表す。仮説を立てる際に、ある現象が生じる理由やその現象を模式的に表す。（実物や頭で考え出したもの）直接確認できないものを具体的なものでおきかえて説明する。
実験（観察）・計画	目的のデータを収集するために、観点を定めたり、手順を検討する。適切な方法で観察・実験を行う。結果を得る。
シミュレーション	1つまたは複数のモデルや変数を設定し、それぞれがどうなるか検討する。（コンピュータのプログラムを使うことが多い）
条件制御	制御すべき要因と制御しない要因とを区別しながら観察・実験を行う。変化させる条件を1つにして、他の条件を同じにする。
比較・分類	いくつかの対象を概観し、観点を定める。この観点によって仲間分けする。共通点や相違点、特徴などを明らかにする。
モデル化	結果をうまく説明できるような理論をつくり、事象を抽象化して図やしくみとして表現したり、それを使って考えを進める。（事実を分析する方法）
表・グラフ化	測定値を表にまとめる。グラフの種類を選択し、作成する。（独立変数と従属変数を意図する）そこから意味や関係・傾向・誤差などを分析したり解釈したりする。
数的処理	平均、比例、比などの規則（公式を含む）を用いて、特定の場面について予測される値（理論値）を求める。
規則性	結果から共通する事柄を見いだす。事象とその要因を関係づけて一般化する。
論理的な推論	前提や様々な証拠などの情報から、根拠を明確にして結論や新しい情報を導く。
結論	設定した疑問や問題に対して、わかったことを適切に表現する。
表現（説明・意見交換）	科学的に探究した過程をまとめ、相手に伝えるとともに、他者の質問・意見を聞き、これに適切に答える。（レポートにまとめることを含む）
評価・改善	導き出された結論を批判的に捉え、妥当性を判断するとともに、改善を検討する。誤差を含め結果の信頼性を認識する。
適用・関連付け	身に付けた基礎的・基本的な知識・技能を日常生活や社会の特定の場面に用いること。理科や他教科の既習事項との関連性を認識する。
（総合的な）判断	科学的な知識だけでは判断が難しい問題に対して、様々な状況を考慮して、自分の意思を決定していくこと。

(5) 到達基準の設定について

小・中・高等学校の円滑な接続を図ることは、改訂の要点に「接続に配慮する」と示されており、学習内容だけではなく、科学的に探究する能力と態度の伸長を図る観点からも重要である。

本研究では、4つの科学的な思考力のそれぞれに8段階の到達基準を設けた。本研究で提案する到達基準は、小・中・高等学校を見通したものであり、小学校でLevel①～④、中学校でLevel⑤・⑥、高等学校でLevel⑦・⑧を目安とした。この到達基準によって、小学校卒業時にLevel④に到達するように指導する。これを受けて中学校では、Level⑤を授業のねらいとして指導を始めることができる。同様に、中学校卒業時にLevel⑥に到達するように指導することで、高等学校での理科学習に接続することができる。すなわち、学習内容については科学の基本的な見方や概念を柱として、内容の構造化が図られ、学習指導要領にそれぞれの校種・学年での学習内容が明示されている。この理科の内容と同じように、科学的な思考力においても「到達基準」を設定することで、それぞれの校種・学年で育成すべき科学的な思考力が明らかになり、校種間の円滑な接続が図られ、連続した科学的な思考力の育成につながると考える。

また、到達基準を活用して、育成すべき科学的な思考力について目安をもった指導を行うことができるようになる。

表2 到達基準の例

見出す力	調べる力
科学的な疑問を認識する能力	探究の方法を計画し、探究する能力
Level① ・自然の事物・現象を見てちがいに気づく Level② ・自然の事物・現象を見て疑問を持つ Level③ ・自然の事物・現象を見て問題を持つ Level④ ・自然の事物・現象を見て問題を見出す姿勢が身に付く	Level①, ② ・問題について予想や仮説を持ち、観察・実験をする Level③, ④ ・予想や仮説を持ち、条件制御を意図した計画を立て、観察・実験をする Level⑤ ・知識や経験を根拠に予想や仮説をたてる ・自ら計画をたて、観察・実験する
Level⑧ ・科学的諸理論や証拠に基づき科学的に調査できる問題を見出す	Level⑧ ・科学的諸理論や証拠に基づき、仮説をたてる ・科学的な計画をたて、観察や測定の不確かさの程度を判断し、適切な観察・実験を行う

(6) 科学的な思考力を高める授業について

① 学びの連続性を意図した授業

「実践モデルプログラム」の「見出す」「調べる」「深める」「まとめあげる」の学習プロセスを基本とする。この4つの学習プロセスは一連の学習の流れの中で行われるものであり、互いに関連しあっている。結果を考察した後で実験を再度行うなど、戻る流れも考えられる。授業のねらいに応じて重点的に指導する学

習プロセスを設定する。また、1つの授業の中にすべてのプロセスを当てはめるのではなく単元全体に位置付ける場合もある。

この一連の学習プロセスを通した授業に「到達基準」を思考力育成における目標として設定する（Level①～⑧）。それぞれの授業で育成すべき科学的な思考力が明らかになり、卒業時に到達すべき基準を目安にすることで、科学的な思考力の育成においても円滑に学年間・校種間の接続ができるようになる。

意図的に科学的な思考力を育成するために設定した17の「科学的な探究能力」を各学習プロセスに配置した。これは、「科学的な探究能力」を指導する場を固定的に捉えるものではない。それぞれの学習プロセスは互いに関連していることから、様々な学習プロセスの中で指導が行われると考える。

科学的な思考力の育成では、個人で思考を練り上げていくとともに、仲間と協働的な学びの中で分かったことを交換し合い、統合し合う中で、思考を深化させていく。そして、科学的な思考力は、日常生活での実体験や事物・現象及び様々な情報に触れる中で疑問を見出し、思考したものを実社会に適用していくと考える（図5）。

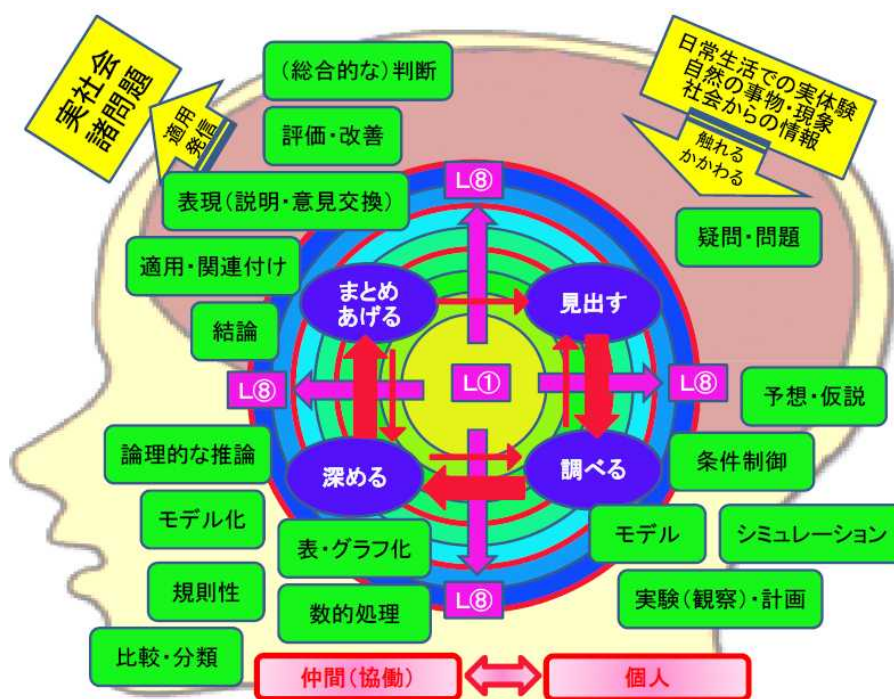


図5 科学的な思考力育成の全体構造図

②思考力を育成する時間の保証

問題解決的な学習過程で、効果的に科学的な思考力を育成するためには、考えたり、話し合いを行ったりする時間を十分にとる必要がある。しかし、実際には、問題把握から考察・まとめまでを無理に1単位時間の中に入れてしまい、思考を練り上げる時間が不足していることが多々あるのではないかと考える。高度な観察実験では、その時間を確保するために複数時間に問題解決の流れを位置付けて指導が行われている。思考力を育成においても同様にすることが大切であると考える。

③ 検証授業の実施

【小学校5年「電磁石の性質」】

探究能力：「評価・改善」

到達基準：「まとめあげる力」L-⑤

「電磁石の性質」で、電磁石の性質を生かした「ものづくり」を行う。この「ものづくり」の計画を立てる段階で、児童同士で情報交換できる場を工夫することで「評価・改善」の能力を育成していく。同じような作品を計画している児童でグループをつくり、互いに評価するとともに、友人の意見を基に計画を見直す。また、製作の途中段階でも評価の場面を設けて修正を促す。完成後に簡単な観賞会を設定する。電磁石の性質を基にして、具体物である作品を評価し改善していく学習によって、電磁石に対する理解がより深まる。

3時間扱いで、第1時で計画を立て、その中で意見交換を行った。これにより、製作途中でも自主的に友人の作品を参考にして修正するなどの様子が見られた。



【小学校4年「ものの温度と体積」】

探究能力：「モデル化」

到達基準：「深める力」L-②

「ものの温度と体積」で「水の温度と体積の変化」の学習において、空気と同じように、水は温めると体積が増え、冷やすと体積が減ることと体積変化は空気よりも小さいことを見いださせ、このときの様子をイメージ図を使って自分の考えを表現させる。このイメージ図は「空気と圧縮」で導入し、本単元でさらに「モデル化」の能力を育成していく。ここでは、現象を説明するための重要なツールとして「モデル化（イメージ図）」を取り入れ、意見発表に活用させていく。

2時間扱いで、第1時で実験・結果の整理と個別でのモデル化を行い、第2時でモデル図を基にした意見交換とまとめを行った。友人の考えを比較することで、事象に対する理解が深まった。

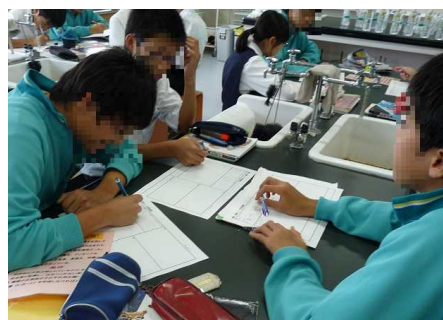


【中学校3年「化学変化とイオン」】

探究能力：「実験（観察）・計画」

到達基準：「調べる力」L-⑤

「化学変化とイオン」の「水溶液を区別する」の学習において、これまでに学習した内容を活用し、水溶液を同定する実験を行った。「実験（観察）・計画」の能力を育成するために、少ない手順で水溶液を無駄にしないで同定することを目的として実験を行う。条件として、「少ない手順」「試料を無駄にしない」の2点を提示したことで、実験計画の重要性が高まり、意欲的に取り組むことができた。4時間扱いで、第1時に、各班に水と6種類の水溶液からランダムに4種類を与える。用意した6種類の水溶液を示し、「～だとしたら…である」と予想・仮説を立てる。この予想・仮説を整理して実験計画を立てさせた。第2・3時に実験を行い、第4時に発表会を行い、この過程を報告書（レポート）にまとめる。各班で与えられた水溶液が異なるために、学習過程全般に意欲的であった。



【中学校3年「運動とエネルギー」】

探究能力：「論理的な推論」

到達基準：「深める力」L-⑦

「運動とエネルギー」の力学的エネルギー保存の学習において、学習課題「ループコースターをきれいに一周させるには、どの高さからスタートさせればよいか」を設定した。生徒は、振り子の運動やU字状レールの実験結果から「スタートと同じ高さまで上がる」と短絡的に理解していることが多い。これを仮説に用いると成立しない事象としてループコースターを用いる。ループ最高点と同じ高さでは、1回転することができず、ループ最高点よりも高い位置からスタートさせる必要があることを実験で見いだす。鉄球の運動の様子と鉄球の持つ力学的エネルギーを、スタートしてからループを回り終わるまでの過程で検討させる。保存則は成立しており、ループを1回転するためには最高点でも運動エネルギーが0にならないことを考察させる中で、「論理的な推論」の能力を育成していく。2時間扱いで、第1時に各班で実験と考察を行う。第2時に意見交換をし、ループコースターの軌道での位置Eと運動Eの変化について事象と照合しながらまとめる。



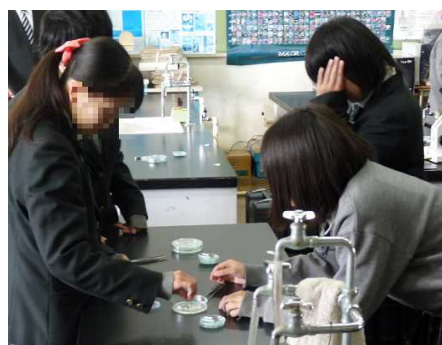
【高等学校 生物「発芽と成長の環境応答」】

探究能力：「論理的な推論」

到達基準：「深める力」L-⑦

「発芽と成長の環境応答」の学習において、オーキシンによる植物体の成長が細胞の伸長成長によって起こることを、データの集計・分析を通して見いださせる。これをレポートにまとめる中で「論理的な推論」の能力を育成していく。異なる濃度のオーキシンで処理したダイコンの胚軸と胚軸中の細胞の長径・短径のデータを分析し、植物体の成長と細胞の伸長を関連させて論述させる。

3時間扱いで、第1時に異なる濃度のオーキシン処理したダイコンの胚軸の成長を調べる。第2時に、細胞の測定を行い、胚軸の縦方向の成長が細胞の伸長によるものであることを見出させる。第3時に、レポートにまとめる際に、データの処理・提示の仕方に配慮させ、根拠を明示した考察になるようにさせる。



【高等学校 化学「遷移元素の単体と化合物」】

探究能力：「評価・改善」

到達基準：「まとめあげる力」L-⑧

「遷移元素の単体と化合物」の学習において、「金属イオンの分離・確認」を扱い、総合演習として金属イオンの系統分離を行った。混合試料溶液から、金属イオンの沈殿反応を利用して分離し、含まれる金属イオンを同定する。複数の金属イオンを含む水溶液を系統分離する場合は、十分に沈殿できない等があり、結果を総合的に検討し解釈する必要がある。各班で異なる混合試料溶液を調べた後、発表会を行い、結論と判断した理由・経過について検討した。この学習の中で「評価・改善」の能力を育成していく。

2時間扱いで、第2時の後半で発表会を行い、それぞれの班の考察に関して正誤やその原因について検討し、まとめる。



6 研究のまとめ

(1) 科学的な思考力の育成について

科学的な思考力の育成に関して、小学校では、各学年で重点を置いて育成すべき問題解決の能力が学習指導要領に明示されているが、中学校・高等学校では、「結果を分析して解釈する」「結果を分析し解釈して自らの考えを導き出す」と、理科学習の全体で育成するものとして示されるだけである。科学的な思考力を育成する授業を展開する上で、身に付けさせたい科学的な思考力を明確にして指導することが大切である。そのために、身に付けさせる能力をより具体的に設定することが必要だと考える。

「科学的な探究能力」を知識・理解として扱い、顕在化させ、繰り返し活用させる授業を提案する。これにより、指導者が自信をもって科学的な思考力を育成する授業を意図的に実施することができると思う。17の「科学的な探究能力」は、実生活・実社会の中で活用される科学に関する知識としての視点を含めて設定した。

また、思考力を育成するためには思考を練り上げる時間を確保する必要がある。しかし、すべての授業で十分な時間を確保することは難しい。効果的に思考力を育成することができるよう、指導方法の工夫・改善が必要になる。

(2) 学びの連続性について

「科学的な探究能力」は、物化生地等の領域によらない横断的なものであり、各校種や各学年で共通して指導するものとして設定した。これにより、校種間での円滑な接続を意図した系統的な指導が可能になる。

科学的な思考力における「到達基準」を設定し、卒業時に達成すべき目安を明示することで、上の校種での理科学習にスムーズに移行しやすくなる。また、児童生徒の状況を小・中・高等学校で共通の尺度でみることができる。この「到達基準」はそれぞれの単元だけのねらいとしてではなく、Level①～⑧の段階的に設定することで、単元や学年・校種によらずに評価に活用でき、授業改善も期待できる。

小・中・高等学校の研究協力員が検証授業の相互参観及び研究協議をした際に、「実際に他の校種の授業を見て驚かされることが多かった」との感想がその都度出された。授業の相互参観や意見交換が計画的に行われることが望ましいが、実際に実施することは難しい。高等学校を含めて他の校種での理科学習について理解を深めることは、円滑な接続を図る上で重要であり、具体的な方策について検討することが必要である。

(3) 「科学的な思考力の系統表」について

本研究で提案する「科学的な探究能力」と「到達基準」を「実践モデルプログラム」の学習プロセスに当てはめて「科学的な思考力の系統表」としてまとめた。小・中・高等学校の全ての校種・学年・理科科目で活用することができる。

また、この系統表を理科室等に掲示するなど、児童生徒と共有することにより、理科学習における科学的な思考力の目標を児童生徒自身が持つようになり、授業でのねらいを明確に持ち、より能動的・自立的な学習になると期待できる。

科学的な思考力の系統表

学習プロセス(千葉県)		見出す	調べる	深める	まとめあげる
科学的な思考力		A 科学的な疑問を認識する能力	B 探究の方法を計画し、探究する能力	C 探究の結果を記述・説明・考察する能力	D 科学的な証拠に基づいて解釈し結論付けることと伝え合う能力
科学的な探究能力		疑問・問題	予想・仮説 モデル シミュレーション 実験(観察)・計画 条件制御	比較・分類 モデル化 表・グラフ化 論理的な推論 数的処理 規則性	結論 表現(説明・意見交換) 評価・改善 適用・関連付け (総合的な)判断
到達基準	L-①	○ 自然の事物・現象を見てちがいに気づく	○ 問題について予想や仮説を持ち、観察・実験をする	○ 正しく記録したり、表やグラフにしたりして、考察し、表現する ○ 観察・実験をした結果を比較しながら結論を導く	○ 学習してきたことをふりかえり、感想をもつ ○ 学習内容と生活とのかかわりに気付く
	L-②	○ 自然の事物・現象を見て疑問を持つ		○ 正しく記録したり、表やグラフにしたりして、考察し、表現する ○ 観察・実験をした結果を関係付けながら結論を導く	
	L-③	○ 自然の事物・現象を見て問題を持つ	○ 予想や仮説を持ち、条件制御を意図した計画を立て、観察・実験をする	○ 科学的な言葉や概念を使って考察し、表現する ○ 観察・実験の条件に目を向けながら結論を導く	○ 学習の過程をふりかえり、わかりやすく伝える ○ 学習内容を生活とのかかわりの中で見直す
	L-④	○ 自然の事物・現象を見て問題を見いだす姿勢が身に付く		○ 科学的な言葉や概念を使って考察し、表現する ○ 要因や規則性に目を向けながら結論を導く	
	L-⑤	○ 自然の事物・現象の中から知識や体験に基づき、科学的に調査できる問題を見いだす	○ 知識や経験を根拠に予想や仮説を立てる ○ 自ら計画を立て、観察・実験する	○ 観察・実験の結果を表やグラフを用いて分析する ○ 観察・実験の結果(や事象)をモデル化して解釈する	○ 課題を解決する過程をまとめ、伝え合う ○ 改善点があるか科学的な根拠を基に判断する
	L-⑥		○ 知識や経験を根拠に予想や仮説を立てる ○ 自ら計画を立て、正しい方法で観察・実験する	○ 観察・実験の結果から規則性や関連性を見いだす	○ 導き出した結論と社会や生活の事象を関連付けながら、多面的・総合的に判断し、伝え合う
	L-⑦	○ 自然の事物・現象と科学的な知識や体験とを関係付けて、科学的に調査できる問題を見いだす	○ 科学的な知識や経験を根拠に仮説を立てる ○ 科学的な計画を立て、正確なデータが得られる適切な方法で観察・実験を行う	○ 観察・実験の結果を科学的な方法で分析し、科学的な知識や体験と関連付けて解釈する	○ 結論までの課題を解決する過程をわかりやすくまとめる ○ 導き出した結論を伝え合い、検証する
	L-⑧	○ 科学的諸理論や証拠に基づき科学的に調査できる問題を見いだす	○ 科学的諸理論や証拠に基づき、仮説を立てる ○ 科学的な計画を立て、観察や測定の不確かさの程度を判断し、適切な観察・実験を行う	○ 科学的な計画をたて、観察や測定の不確かさの程度を判断し、適切な観察・実験を行う	○ 結論までの課題を解決する過程を論理的にまとめる ○ 導き出した結論を批判的思考に基づいて評価する
科学的な能力(科学的リテラシー)(PISA)		科学的な疑問を認識することと調査を計画すること		科学的な証拠を分析し批判的に解釈し結論することと伝達すること	
現象を科学的に記述・説明・予測することと知識を適用すること					

研究報告書関係名簿

《 講 師 》

埼玉大学教育学部理科教育講座 准教授 小倉 康

《 研究協力校・研究協力員 》

教育振興部指導課	指導主事	青木 慎哉
教育振興部指導課	指導主事	尾川 幸男 (H 2 5)
茂原市立豊岡小学校	教 諭	福尾 高德
四街道市立中央小学校	教 諭	東 孝明
四街道市立四街道中学校	教 諭	宮本 利之
松戸市立小金中学校	教 諭	蛭沢 志穂
松戸市立小金中学校	教 諭	高城 英子 (H 2 5)
千葉県立四街道高等学校	教 諭	宮本 和宏
千葉県立安房高等学校	教 諭	両角 治徳

《 研究担当所員 》

カリキュラム開発部

部 長	渡邊 宗七
主席研究指導主事	今関 文章
研究指導主事	坂井 誠一
研究指導主事	長島 正明
研究指導主事	朝倉真由美
研究指導主事	筋 三佳
研究指導主事	川俣 興一
研究指導主事	古市 利行

研究報告 第416号

平成27年3月31日

編集発行者 千葉県総合教育センター所長

百瀬 明宏

発行所 千葉県総合教育センター

〒261-0014 千葉市美浜区若葉2丁目13番

TEL 043-276-1166

FAX 043-276-5128
