

[理科におけるクリティカル・シンキング（批判的思考）とは]

# 理科における批判的思考力の育成

—認知心理学の観点から—

楠見 孝

## 1. 批判的思考とは

批判的思考（クリティカル・シンキング）とは、第一に、証拠に基づく論理的で、偏りのない思考である。理科に関しては、実験や観察をしてデータを集めたり、科学・技術に関する報道やネットの情報に接したときに、何を信じ、主張し、行動するのかを意識的に吟味

する思考である。第二に、「批判的思考」は「人を非難する思考」ではなく、自分の思考を意識的に吟味するメタ認知に基づく省察的思考である。第三に、批判的思考は、科学的活動を支える推論過程である科学的思考の土台として働き、共通する要素をもっている。批判的思考は、理科以外の教科や日常生活における思考をも支えている汎用的思考である（楠見，2010）。

本稿では、認知心理学の観点から、理科にかかわる探究や問題解決において、批判的思考がどのように働いているかを論じる。さらに、学校教育において批判的思考の能力と態度をどのように育成するのかについて述べる。

## 2. 批判的思考のプロセス

批判的思考は、理科に関わる探究や問題解決のプロセスにおいて重要な役割を果たしており、次の四つの段階に分かれる（楠見，2015）（図1）。

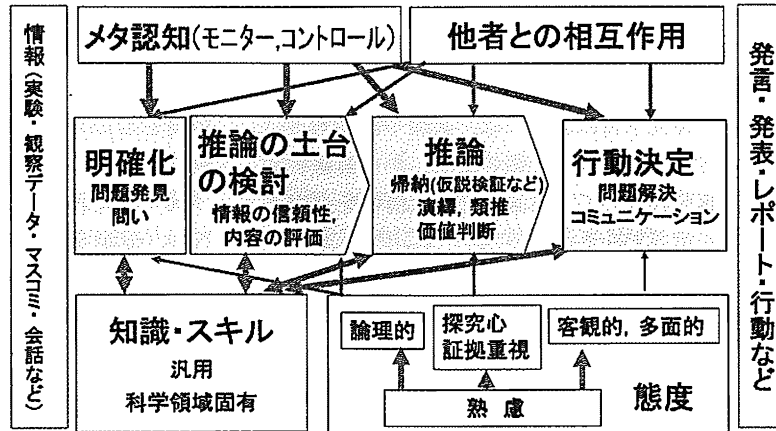


図1 批判的思考のプロセスと構成要素(楠見, 2015を改変)

### (1) 情報の明確化

情報の明確化は、(a) 自然の事物や現象についての観察や実験のデータ、他の人の発言、マスメディア、書籍などから、情報を抽出し、(b) その主張とそれを支える証拠そして科学的概念による理由付けからなる論証（アーギュメント）を正しく理解する段階である。図を使って、概念間のつながりや論証の構造を可視化することもある。

ここでは、能動的に観察する、聞く、読む、そして問いを出すことが重要である。例えば、(a) 実験や観察によるデータから、理論からの予想や仮説とは違う点を見つけたときには、「なぜ違う結果が出たのか？」と自分自身や他者に問いかけ、別の説明や仮説を考える。(b) 話し合いにおいて、相手の発言に不明な点があるときには、明確化のための問い（「○○の意味は？」「言いたいこと（主張）は？」「証拠は？」など）を出す。それに対して相手も、言葉で定義する、科学的概念で言い換える、具体例を出すなどの明確化を行うことが重要である。また、(c) マスメディアやネット

などから受け取った科学に関する情報については、事実と意見を区別し、隠れた前提、用語などを正確に理解する。それは、あとに続く推論を適切に行うために必要不可欠なプロセスである。

また、明確化は、図1で示すように、メタ認知(振り返り)によって、自分が思考を正しく実行しているかをチェックして、コントロールする活動である。振り返りによって、「自分がわかっていない」ことに気付いたときは、わからない点を質問したり、調べたりすることが大切である。

## (2) 推論の土台の検討

理科や探究学習においては、実験や観察あるいは信頼できる情報源(証拠の出所)から情報を集め、情報を評価して、推論に必要な情報を選択することが重要である。

具体例として、実験・観察結果とマスコミなどの情報について、推論を行う前の段階で行う批判的思考について述べる。

(i) 実験や観察の結果に関しては、適切な科学的方法に基づいて、実験・観察の計画を立てているかを確認する。具体的には、データ数が十分か、比較のための対照群・系統的な条件設定がされているか、再現性があるかについての評価が大切である。これには、科学の方法の知識が重要である。

(ii) マスメディアによる情報、書籍、論文、インターネット上の情報、統計、データなどについては、情報源の信頼性(専門家か、利害関係者かなど)を判断する。さらに、データや情報が異なる情報源で一致しているか、相違点は何かを比較し整理する。これらの情報源の信頼性判断や科学的な調査や観察の報告内容の評価には、科学的理論や方法の知識とともに、(メディアを読み解く能力である)メディアリテラシーが重要である。

## (3) 推論

科学的推論の段階では、(2)で検討した証拠(情報)に基づいて、仮説を形成し、データを分析して検証したり、推論とその説明の適切さを吟味し、正しい結論を導く。

### ① 帰納

帰納(一般化)は、観察や実験による証拠に基づいて、結論を導く一般化のプロセスである。

帰納は個々の事例を類似性に基づいて分類したり、因果関係や一般的ルールを導いたりする推論である。例えば、昆虫や植物を観察して分類したり、気温・湿度・気圧・風向などのデータから天気の変化を予測することである。

ここで、帰納のプロセスは、大きく次の三つのステップに分けることができる。

(i) 証拠獲得では、証拠を偏りなく、多面的に多数集めることが重要である。仮説や見込みを確認する情報だけでなく、反証情報も探索することが大切である。しかし人は、確証する情報だけで結論を出したり、少数事例や、偏った事例から過剰に一般化してしまう傾向がある。

(ii) 仮説形成では、証拠に基づいて、一般化を行い、仮説を形成する。仮説は、多くの現象を説明でき、一貫性をもつことが重要である。

(iii) 仮説検証では、仮説に基づく予測(結論)を、証拠に基づいて評価し、仮説を保持するか、修正するか、棄却して新しい仮説を形成するかを決める。仮説の採否を判断する場合には、仮説を支持する証拠と、仮説を反証する証拠について、証拠の数と強さの両方を比較することが重要である。また、仮説と矛盾する反証データにも目を向けることから新たな発見が生まれることもある。

### ② 演繹

演繹は、法則や前提から結論を導いたり、仮説から予測を導くプロセスである。授業においては、教師が理論や一般原理(先行オーガナイザ)を説明してから、学習者が具体的観察や事例において結論を導いたり、実験の方法を考えたり、結果を予測する際に働くプロセスである。理科においては、演繹は帰納と組み合わせて使うことが多い。ここで、演繹の段階では論理的に正しい結論を導くことが重要であり、仮説や期待に合致することとは、分けて判断することが大切である。例えば、演繹過程を簡略化していないか(例:大前提を省略した三段論法)、誤った議論(例:AでなければBと考え、他の可能性を考えない二者択一)になっていないかに注意する必要がある。

### ③ 類推

類推(アナロジー)は、過去に学んだ知識や類

似経験に基づく推論である。電流と電圧、抵抗の関係性を推論する際に、水流のモデルを用いて考えることは類推の一つである。類推では本質的な類似性（関係や構造レベルの類似性）に気付いて、帰納によって類似性の規則を抽出することが重要である。それができていないと間違った類推をする恐れがある（例：電流の速さは、水の速さとは対応付けることはできない）。

#### ④ 価値判断

価値判断では、多面的に情報を集め、比較・統合して、背景事実、リスクとベネフィット、価値、倫理などを考慮に入れてバランスの取れた判断をすることが大切である。特に、科学と社会がかかわる問題（例：エネルギー問題、遺伝子組み換え商品）について議論する際には、価値判断がかかわる。このときは、自分が信じる情報だけではなく、反対の立場の情報（証拠となるデータや事実など）も集め、異なる価値観を考慮に入れて判断することが大切である。

#### (4) 行動決定

問題の解決や行動の決定のために、(1)から(3)の思考の過程と導いた結論を、言葉で説明したり、図表で適切に表現（記録、発表など）をすることによって、他者に伝えるコミュニケーションの段階である。批判的思考に基づく結論を、他者に伝えるためには、理由と結論を明確に表現し、効果的に伝えるというコミュニケーションのスキルが重要である。

さらに、結果の評価やフィードバックに基づいて、メタ認知（振り返り）を行い、(1)から(3)の段階に戻って、修正をしたり、新たな問いを発見したりすることもある。

#### (5) 批判的思考の態度

(1)から(4)のプロセスには、適切な状況で批判的思考を発揮しようとする態度が必要である。批判的思考態度には、(a) 論理的思考過程の自覚（自分の論理的な思考のステップに注意を向け実行しようとする）、(b) 探究心（様々な情報や知識を求め、異なる考えに耳を傾け理解しようとする）、(c) 客観性（主観に囚われず、多面的で偏りのない判断をしようとする）や(d) 証拠の重視（信頼

できる情報源を求め、事実や証拠に基づいて判断しようとする）（平山・楠見，2004）、そして、(e) 熟慮（省察）的態度などがある。熟慮の態度とは衝動的ではなく、満遍なく情報収集し、時間をかけて慎重に考える態度である（楠見・村瀬・武田，2016）。こうした批判的思考態度は、理科の内容と生活・社会との関連を考え、科学的探究に取り組むための科学的態度の土台となる。

### 3. 批判的思考を育成する学習活動

理科における批判的思考を育成する具体的な学習活動として、ここでは次の六つを取り上げる（楠見，2010）。

#### (1) 批判的にデータや資料を読む

批判的読解は、実験や観察のデータ、本、新聞記事、論文などから、送り手が示すデータや論理を明確化し、証拠としての確からしさを検討し、推論・問題解決をするなどの図1の四つのステップを実践する活動である。

報告されたデータを読むときには、明確化のための問いを出して、自問自答したり、(3)で述べる話し合いを行うことが重要である。例えば、問題設定（例：実験は何を明らかにしようとしたのか？）、研究手法（例：〇〇という操作をなぜしたのか？）、分析法（例：別のデータの分析法はないか？）、理論や概念に基づくデータの解釈（例：別の説明はできるか？）等、実験や観察が適切に行われ、データが矛盾なく、理由付けされているかを考えながら読む活動が大切である。

また、論争的なテーマの資料（例：地球温暖化）を材料とするときは、対立意見に着目して、客観的証拠を分析的に読むことが大切である。日本の小中高の教育では、論争的なテーマは、回避される傾向があった。それは、「正解」のない問題を扱う難しさや、理科のカリキュラムを越えた大量の（不完全な）情報を扱わなければならないという教材準備の障壁があったためである。こうした問題を解消するために、英国では科学学習センター（National Science Learning Centre）において、論争的なテーマに関するWEB学習リソースとし

て、数多くの教材が用意され、教師が授業などで活用できるようにしている（鈴木ほか、2014）。

## (2) 実験や観察を支える思考法を教える

理科においては、これまでも実験や観察を行うことによって、学習者が各単元において、科学の方法を通して知識を習得できるように指導してきた。しかし、単元を越えた批判的思考力や科学的思考力の育成のための指導は明示的にされてこなかった。そこで今後大切なことは、教員が学習者に、(a) 今まで学んだ知識や経験から仮説を導く仮説演繹法、(b) 実験や観察において、系統的に条件操作や観察したりする科学的方法論と思考法、(c) 実験や観察データを整理して、類似性、パターンや規則を見つける帰納法などについて、実験や観察を積み重ねる中で、明示的に教えることである。例えば、同じ形式のワークシートを繰り返し用いて、単元を越えた共通の考え方があることを教えることが考えられる。また、実験結果が、教科書と異なる場合に、なぜそのような結果が出たのかを考えることによって、実験や観察における測定誤差や変動性、その他の攪乱要因を多角的に考える契機となる。

## (3) 話し合いで考えを深める

(1)の読解や(2)の実験・観察において、討論（話し合い）をすることは、自他の考えを比較することによって、多面的に考え、自分の考えを振り返り、修正することを促進する。ここでは、自分の意見を証拠に基づいて論理的に述べたり、相手の意見に対して、明確化の問いをして能動的に傾聴するコミュニケーションのスキル、グループにおいて協同的問題解決をするスキルを育成することになる。

なお、グループ討論における批判的思考のポイントとしては、第一に、問題や使う言葉を明確化し、疑問はすぐに聞くこと、第二に、メンバー全員の主張を把握すること。例えば、皆が自由で平等な発言をすること（しゃべりすぎない、ずっと黙っていない）。客観的事実と個人的心情を区別し、配慮すること。質問・批判は、建設的に、相手を傷つけないように穏やかにすること。第三に、多様な意見に耳を傾け認めること。多数決ではな

いこと。少数意見を大切にして、無理に一つの結論を出そうとしないことが大切である。

批判的思考力を高める討論をするには、教員による有意義な問題提起（議論が深まり広がる問い）と、学習者の反応を引き出す工夫が必要である。具体的には次の方法が考えられる。(a) 賛成・反対の立場を割り当てることで、ディベート形式で、立論や議論のプロセスを一定の規則に基づいて行う。(b) 討論のリーダーを固定せず毎回順番に役割を割り当て、皆がリーダーシップをとる経験をもてるようにする。(c) 報告する役割、質問する役割、評価する役割を割り当てることも考えられる。Jigsaw法を用いて教材を分割して、教師役と生徒役を交互に行うことなどがある。

また、毎回自らの討論の態度を振り返って評価することも有用である。評価項目としては、(i) 議論を通して問題を明確に理解できたか、(ii) 自分の議論は客観的・論理的だったか、(iii) 証拠や事実に基づいて議論を展開していたか、(iv) 多面的に議論を検証していたか、(v) 他人の意見を聞き入れ、それを展開させていたか、(vi) 自分の発言量のバランスは取れていたか—などがある（梶見・平山・田中、2012）。

## (4) 書くことによって考える

ワークシート、レポートや論文などを書くことは、論理的で分析的な思考と自己表現力、創造性を育成する活動である。ワークシート、レポートなどの作成指導では、2で述べた四つのステップを踏まえて、経験の振り返りができるようにしたり、複数の立場に立った論理や主張について熟考することを方向付けることが大切である。(3)の話し合いにおいても、批判的思考に基づく発言は行われるが、その場で終わってしまうこともある。その点で、書くことは複数の立場に立った論理や主張について考察した上で、文章の形で論理的に表現するために、振り返りをしやすいく。さらにレポートに対しては、教員が添削して、フィードバックをしたり、学習者に観点や採点規準（ルーブリック）を示した上で、学習者同士で相互に添削してよい点や足りない点を伝えることも有効である。

## (5) プロジェクト学習で考える

プロジェクト学習では、(i) 理科の授業で取り上げた問題を深めたり、理科と日常生活が関わる問題を自ら発見し、(ii) 調査・観察・実験などによって事実を明らかにし、(iii) 事実に基づいて、論理的・批判的な思考・判断を行い、(iv) 導いた結論を表現したり、問題を解決したりする学習活動である。これは2で述べた批判的思考のプロセスと重なる。これらを4-6人くらいで協同作業を進めることによって、コミュニケーションスキルに加えて、長期的な場面における問題解決や意思決定、創造のスキルを育成することができる。これは、これからの社会で必要とされる21世紀型スキルの育成とも結び付く。

## (6) シミュレーション学習で考える

シミュレーション学習では、模擬経験（バーチャルな環境で実験する、自然の中で冒険旅行をする、動物になって自然界を生き抜くなど）を通して、理科と科学的思考に関する技能や知識を能動的に学習する。ICT機器の発達によって、現実に近い仮想状況の中で学習者が能動的に行動できる環境が実現しやすくなっている。大切なことは、仮想状況における個人または協同問題解決によって、課題を達成するだけでなく、批判的思考力に関わる問題解決能力や意思決定能力、対人関係能力などの実践的能力を獲得することである。

## 4. まとめ：批判的思考の育成のために

3の(1)から(6)で述べた批判的思考力を育成する学習活動に共通する特徴は、教員による一方的な講義形式の授業ではなく、学習者による能動的学習への参加（アクティブ・ラーニング）のウエイトが大きいことである。さらに、学習者同士の相互作用を高める討論、グループ活動などに基づく協調的学習を通して、自他の思考を振り返りつつ、思考スキルを実行することになる。こうした批判的思考力の育成は、小学校から中学、高校、大学に至るまで、発達段階に合わせて、一貫して指導を行うことが重要である。

最後に、まとめとして、理科教育において、批

判的思考力を育てるために大切なことを三つ挙げたい。

第一は、本稿で述べた2の批判的思考のプロセスを支える思考スキルを、学習者が獲得できるようにすることである。理科の授業において、3で挙げた学習活動の中で具体的に教え、実行してみることが考えられる。

第二は、学習者が自分の思考過程と経験を省察する習慣を形成できるようにすることである。例えば、振り返りの話し合いや振り返りシートに記入する機会を用意することで、自分の考え方の誤りに気づき、次の課題を発見できる。

第三は、学習者が批判的思考を発揮できるように、教員自身が批判的思考をする人（クリティカル・シンカー）になるとともに、学級や学校を批判的思考のできる場にするすることである。具体的には、お互いの気持ちや価値観に配慮しつつ、意見を述べて話し合うことを日常的にできるような場にするのが大切である。

### 引用文献

- 1) 平山るみ・楠見孝「批判的思考態度が結論導出プロセスに及ぼす影響：証拠評価と結論生成課題を用いたの検討」、『教育心理学研究』, Vol.52, No.2, pp.186-198, 2004.
- 2) 楠見孝「批判的思考と高次リテラシー」楠見孝編『思考と言語 現代の認知心理学3』pp.134-160, 北大路書房, 2010.
- 3) 楠見孝「批判的思考と心理学」楠見孝・道田泰司編『ワードマップ 批判的思考：21世紀市民のためのリテラシーの基盤』pp.20-25, 新曜社, 2015.
- 4) 楠見孝・平山るみ・田中優子「批判的思考力を育成する大学初年次教育の実践と評価」、『認知科学』, Vol.19, pp.69-82, 2012
- 5) 楠見孝・村瀬公胤・武田明典「小学校高学年・中学生の批判的思考態度の測定：認知的熟慮性・衝動性、認知された学習コンピテンス、教育プログラムとの関係」、『日本教育工学会論文誌』, Vol.40, No.1, pp.33-44, 2016.
- 6) 鈴木真理子・楠見孝・都築章子・鳩野逸生・松下佳代編『科学リテラシーを育むサイエンス・コミュニケーション：学校と社会をつなぐ教育のデザイン』, 北大路書房, 2014

くすみ たかし  
(京都大学大学院教育学研究科教授)