【原　　著】

理科学習で科学的思考力を育成するために必要な条件に関する研究

金田　真弥　川崎　弘作　稲田　佳彦

Study on the Factors for Development of Scientific Thinking in Science Education

Shinya Kaneta, Kousaku Kawasaki, Yoshihiko Inada

2016
岡山大学教師教育開発センター紀要 第6号 別冊

Reprinted from Bulletin of Center for Teacher Education
and Development, Okayama University, Vol.6, March 2016

岡山大学教師教育開発センター紀要，第６号（2016），pp.97-105

【研究論文】

原　著

理科学習で科学的思考力を育成するために必要な条件に関する研究

金田　真弥※1　川崎　弘作※2　稲田　佳彦※2

これからの時代に必要とされる「科学的思考力」を育成するために，先行研究を分析することで科学的思考力を構成する６つの要素を抽出した。これらの要素の中で，現状の学校教育で育成が不十分な要素を教員養成学部の学生の予備的調査から抽出した結果，特に，批判的思考力の育成が十分でないことが明らかになった。初等中等教育の理科で科学的思考力を育成することを目指して，批判的思考力の育成に有効だと期待される仕掛けについて考察し，提案する。批判的思考力の情意面に存在する，児童・生徒が持つ心理的障壁を低くする仕掛けが重要な役割を果たすと考えられる。建設的な批判的思考力がもたらす価値や利益を児童・生徒が実感するプロセスが大切だと思われる。

キーワード：科学的リテラシー，理科，批判的思考，科学的思考力，初等中等教育

※１　三菱電機住環境システムズ
※２　岡山大学大学院教育学研究科

Ⅰ　はじめに

先進国や発展途上国，宗教や民族等の違いによって扱い方は異なるが，現代社会における自然科学教育の重要性は，どの国でも大きな関心事になっている。半世紀前には，すべての人々に必要な基礎教養としていわゆる「読み書き・そろばん」が重視されており，ユネスコの調査も識字率を重視したものが主流であった。しかし，現在では，多様な民族，宗教，文化，国家等の相互作用が高まるグローバル化を見据え，万人共通の判断基準として科学的能力の重要性が認識されている。ユネスコは1992年に「Scientific and Technological Literacy for All 」を宣言し[1]，「読み書き･そろばん･科学的リテラシー」を基礎教養として位置づけている。OECDの学習到達度調査（PISA）も，2006年度調査は科学的リテラシーを中心分野として実施されている[2]。科学的リテラシーは将来科学者になる子どもだけに必要な素養ではなく，for All，万人に必要な教養として位置づけられている。科学的リテラシーは「個人としての意思決定や，市民的・文化的な事項への関与や，経済の生産性に必要な，科学的概念と手法に対する知識理解」[3]，「自然界及び人間の活動によって起こる自然界の変化について理解し，意思決定するために，科学的知識を使用し，課題を明確にし，証拠に基づく結論を導き出す能力」[4] 等と定義されていることからわかるように，日本の初等中等教育の理科の目標にも含まれる能力である。人格形成に必要な一つの要素としても科学的な意思決定や判断能力が果たす役割は大きい。科学的な知識・理解・経験を実生活で活用する力が大切な要素となるが，その基盤を形成する能力として，科学的思考力を挙げることができるであろう。適切な科学的思考力が伴うことで適切な意思決定が可能になり，課題解決等への活用が実現する。現在の日本の初等中等教育の理科で，科学的思考力がどの程度訓練できているかは大切な課題と言える。

本論文では，初等中等教育理科で科学的思考力を育成するために必要な要素を考察し，その要素を育成する手法を提案する。科学的思考力を構成する要素のうち，現在の教員養成学部の大学生が不十分だと感じている要素を予備的調査で抽出し，その要素を育成できる手法を考察し，提案する。

Ⅱ　科学的思考力の構成

１　科学的思考に必要な要素の規定

「科学的思考力」という言葉はよく使われるが，その定義は多くの研究者によって様々に提案されている。本論文では，まず，科学的思考に必要な要素を規定する。

（１）学習指導要領等での扱い

「科学的」の説明の一例として，日本の小学校学

習指導要領解説理科編では，「科学が，それ以外の文化と区別される基本的な条件としては，実証性，再現性，客観性などが考えられる。科学的ということは，これらの条件を検討する手続きを重視するという側面から捉えることができる。」と示されている。

自然科学では，新しい事実・法則が，学会や学術論文等を通じて科学コミュニティで公認されることで客観性を確保する手法を形成している。自然が持つ本質を，数式を含む人間の言語で解釈するのが自然科学であるため，自然科学は人間活動の側面をもつ。それゆえ，人間活動に伴う主観やエゴイズムが入り込む可能性を排除できないが，実証性や再現性を重視しながら多数が納得し公認し客観性を確保する仕組みを構築することで自然科学が成立している。実証性や再現性を支えるには定量性なども必要で，皆が納得するためには，既知から類推できる普遍性や論拠の妥当性なども必要となる。表１に実証性，再現性，客観性の定義をまとめる[4)]。

理科の授業でもこのプロセスが組み込まれている。班別で観察実験をし，それらの結果を黒板に掲示してクラスで共有し，議論し，実証性や再現性等を確認して皆で客観的結論へたどり着くプロセスである。理科の授業で広く実施されているこの基本的な流れは，科学的プロセスを養うために大切な役割を果たしている。

文部科学省は評価の観点及びその趣旨の理解の項で，小学校理科と中学校理科においての科学的な思考力について記載している[5)]。これを表２に示す。

小学校の評価の観点の趣旨から，理科における科学的な思考は，「自然事象から問題を見いだす段階」，「見通しをもって事象を比較したり，関係付けたり，条件に着目したり，多面的に追究したりして調べる段階」，「得られた結果を考察して，自然事象を科学的にとらえ，問題を解決する段階」に分けて考えることができる。これは，中学校でも同様だが，論理的，分析的，総合的な高次の考察が期待されている。

（２）先行研究での扱い

科学的思考についての記載のある先行研究[6)-25)]の，科学的思考について説明している部分を抜粋し，そこに書かれている科学的思考の要素を26種類にコード化したものを表３に示す[26)]。対象にした先行研究では「再現性」が含まれていないので加えて27種類にコード化してある。また，その要素が現れる論文数を表４に示す[26)]。

（３）要素の抽出

表３から，意味が被っているものや，他方が自身の意味を含んでいるものを統合し，さらに，３つ以上の文献で述べられていることを条件として６つの要素を抽出した。その結果，科学的思考の要素は**「客観性」「合理性」「実証性」「推論的」「知識的」「批判的」**の６要素に分けることができる[26)]。

科学的思考に必要な要素について，以上の統合と整理を踏まえ，その関係を図にしたものを図１に示す。

表１　「実証性」「再現性」「客観性」の定義[4)]

実証性	実証性とは，考えられた仮説が観察，実験などによって検討することができるという条件
再現性	仮説を観察，実験などを通して実証するとき，時間や場所を変えて複数回行っても同一の実験条件下では同一の結果が得られるという条件
客観性	実証性や再現性という条件を満足することにより，多くの人々によって承認され，公認されるという条件

表２　「評価の観点」からみた「科学的な思考力」について[5)]

小学校理科における科学的な思考の評価の観点の趣旨	自然事象から問題を見いだし，見通しをもって事象を比較したり，関係付けたり，条件に着目したり，多面的に追究したりして調べることによって得られた結果を考察して，自然事象を科学的にとらえ，問題を解決する
中学校理科における科学的な思考の評価の観点の趣旨	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，実験などを行うとともに，事象を実証的，論理的に考えたり，分析的，総合的に考察したりして問題を解決する

表３　コード化した27種類の科学的思考の要素の意味[26)]

コード	意味
作法性	科学的な問題解決過程に役立つ多様な知的技能のこと。
推論的	利用可能な前提や証拠から，規則，過去事例に基づいて，結論や新しい情報を導くこと。
探求的	疑問や関心に，自ら課題を見付け，その課題についての情報を収集し，その情報を整理・分析し，知識や技能に結び付け，問題の解決に取り組むこと。（問題解決的）
知識的	これまで科学的に明らかにされている自然事象の原理・法則および科学用語の定義のこと。
論理的	考えなどを進めていく道筋。思考や論証の組み立て。思考の妥当性が保証されること。
客観性	実証性や再現性という条件を満足することにより，多くの人々によって承認され，公認されるということ。
合理性	結論に至る過程が，自然事象の原理・法則の論理にかなっており，十分な理由づけがされていて，一貫性のあること。（無矛盾性）
批判的	他者や文献などの主張を鵜呑みにせず，吟味し評価できること。
経験的	事実を根拠にしたいくつかの共通性から法則を見つけること。
実証性	考えられた仮説が観察，実験などによって検討することができるということ。
法則性	観測，分析などの行為をして，ある一定の入力があれば，一定の出力があるという関連性のこと。
総合的	ある事象を構成している要素を全体的に統合して，それを一つの統一体として考察すること。
分析的	ある事象をその構成要素に分解し，それに即して考察すること。
演繹的	設定した仮説から結論を論理的に導き出すように論を進めていくこと。
発展的	物事に主体的に取り組み，興味・関心を広げ，内容の理解をより深めること。
本質的	現象は複雑に見えるがそこには主要な規則があり，その規則を追求すること。
因果性	現象はすべて原因から生じる結果とみる場合に成立する両者の関係のこと。（因果関係）
帰納的	観察・実験などによって得られた個々の具体的な事象から，それらに共通する法則性を発見すること。
体系的	個々の認識や結果を相互に連関させ，全体として一定の原理に従って組織した論理の全体のこと。
一貫性	始めから終わりまで同じ一つの方針・考えによっていること。
仮説演繹的	仮説から演繹された予想を実験や観測で確認することによって仮説を確かめること。
記載的	未知の物質を観察し，その特徴ある属性の規準を求め，属性を言語化・図式化することで，理解すること。
暫定性	科学的知識は絶対的な権威を保つことはできないため，更新されながら正確な正しい理論へと再構築されていくということ。
直観的	経験や知識を前提とし，推論など論理操作を差し挟まない直接的かつ即時的に認識すること。
普遍的	すべての物事に通じる性質。また，すべての物事に適合する性質のこと。
理論負荷的	科学知識は事実（経験）から創られたとするより，科学知識が科学的事実を創っているということ。
再現性	仮説を観察，実験などを通して実証するとき，時間や場所を変えて複数回行っても同一の実験条件下では同一の結果が得られるということ。

表４　科学的思考の要素の抽出数（掲載文献数）の結果[26)]

作法性	11	批判的	7	発展的	2	記載的	1
推論的	9	経験的	7	本質的	2	暫定性	1
探求的	8	実証性	6	因果性	2	直観的	1
知識的	8	法則性	6	帰納的	2	普遍的	1
論理的	8	総合的	5	体系的	2	理論負荷的	1
客観性	7	分析的	5	一貫性	1		
合理性	7	演繹的	3	仮説演繹的	1		

表５　科学的思考に必要な要素の意味

客観性	ある科学的な結論を得るためには，実証性や再現性等の条件を満足することにより，多くの人々によって承認され，公認されなければいけないということ
合理性	結論に至る過程が，自然事象の原理・法則の論理にかなっており，十分な理由づけがされていて，一貫性のあること
実証性	自然事象について考えられた仮説が，観察・実験などによって検討・検証することができるという条件のこと
推論する力	新しく遭遇した自然事象に対し，帰納的，演繹的，分析的，総合的な思考などによって，自然事象の原理・法則を利用して論理的な推測ができること
知識	これまで科学的に明らかにされている自然事象の原理・法則および科学用語の定義のこと
批判的思考	他人や自分の意見を素直にうのみにせず，科学的によく考察し，適切に評価する姿勢のこと

科学的思考は図１のように,「客観性」「実証性」「合理性」という「科学の性質」と,「推論的」「知識的」「批判的」の「科学の方法」でできていると考える。「再現性」が確認されて「客観性」が成立することから,「客観性」は「再現性」を包有すると考える。「客観性」「実証性」「合理性」という「科学の性質」は「科学の方法」である「推論的」「知識的」「批判的」それぞれにかかる。これは，推論をする時，科学の知識について考える時，批判的な思考をする時に，客観性が保たれているか，実証性があるか，合理性のある考え方か，などを考える必要があることを意味する。この「科学の性質」を保ちながら「科学の方法」を使い考えることが「科学的思考」となる。また,「知識的」「推論的」という「科学の方法」を捉えるときに「批判的」に考える姿勢も必要である。

Ⅲ　科学的思考力に関する質問紙調査

１　調査項目の準備

以上，科学的思考力の要素を抽出したが，各要素について現在の理科教育でどの程度育成できているのかを調べ，育成が不十分な要素を育成できるような指導法を開発する手がかりを探った。

国立大学教育学部で開講する講義で，科学的思考に関わる内容を学ぶ講義があり，講義レベルの調整のために受講前の学生の状況を把握する調査を行っている。今回は，それを利用して調査を進めた。

まず，抽出した６つの要素の意味を表５のように定めた。また，調査時に，表６に示すような語句の説明を与えることで，わかりにくい語句の影響を取り除くようにした。

学生の科学的思考についての理解度や，受けてきた教育についての自己評価を５段階尺度で問う質問を準備した。質問は以下の４問とした。それぞれ，抽出した科学的思考力の６つの要素（６項目）に対して回答するようになっている。

調査対象は大学２年生51名（文系学生35名，理系学生16名）の小学校教員免許取得を目指す学生である。調査は平成26年10月に実施した。

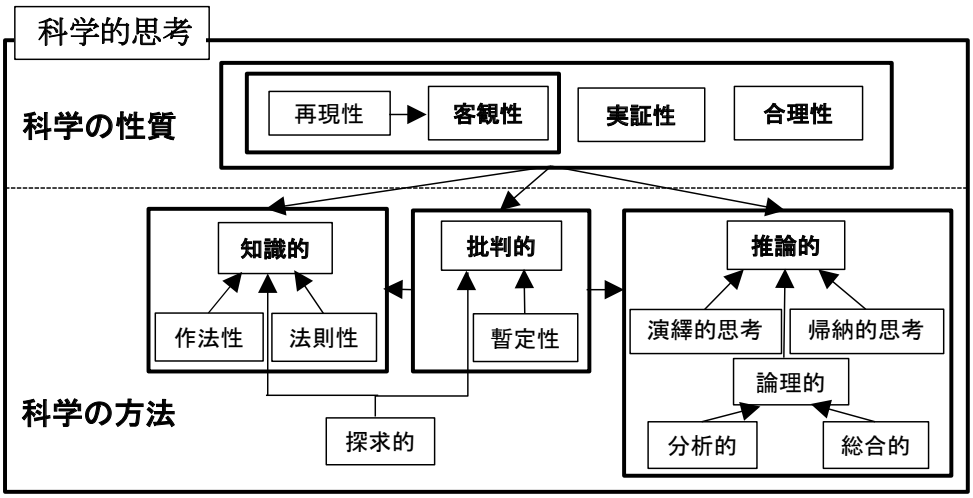

図１　科学的思考の概略図

表６　わかりにくい単語の意味

再現性	仮説を観察・実験などを通して実証するとき，時間や場所を変えて複数回行っても同一の実験条件下では，同一の結果が得られるという条件のこと
仮説	ある現象を合理的に説明するため，仮に立てる説
帰納的	観察・実験などで得られた個々の具体的な事象から，それらに共通する法則性を発見すること
演繹的	設定した仮説から結論を論理的に導き出すように論を進めていくこと
分析的	ある事象をその構成要素に分解し，それに即して考察すること
総合的	ある事象を構成している要素を全体的に統合して，それを一つの統一体として考察すること

質問１	以下の６項目に示す、『「科学的な思考」に必要な要素』の重要度を５段階で評価してください。

質問２	６項目について、これまでの学校教育で、育成できるような理科の授業を受けてきましたか。５段階で選んでください。

質問３	あなたは６項目を理解している、あるいは身についていると思いますか。５段階で選んでください。

質問４	あなたは将来、２で挙げた６項目を理科の授業で、児童・生徒に伝える自信がありますか。５段階で選んでください。

２　結果

５段階尺度で傾向を把握した。評価１が肯定的，評価５が否定的な評価に対応する。例として，「批判的思考」項目について，質問１から４までの結果を示す（図２から図５）。

質問１は「科学的な思考」に必要な要素としての重要度を問う質問で，山が左に偏ることから肯定的意見，すなわち，「科学的な思考には批判的思考が重要である」と思う学生が多いことを示している（図２）。

質問２はこの要素を育成できる理科授業を受けた経験があるかを問う質問で，山が右に偏ることから否定的意見，すなわち，「批判的思考を育成できるような理科授業を受けた経験が少ない」と思う学生が多いことを示している（図３）。

質問３はこの要素が身についているかを問う質問で，正規分布に近いやや右に偏ったグラフを示すことから，「自分では批判的思考が身についていない」と思う学生が多いことが見て取れる（図４）。

質問４はこの要素を理科の授業で児童・生徒に伝える自信があるかを問う質問で，二山分布の傾向があるものの，否定的意見が多く「批判的思考について児童生徒に伝える自信が無い」学生が多いことがわかる（図５）。

以上の４つの質問は，６つの要素（客観性，合理性，実証性，推論する力，知識，批判的思考）全てに対して実施しており，結果の詳しい解析は文献26）で報告している。対象も限定された予備的な調査ではあるものの，理系と文系の差異や，知識の項目は全てにおいて肯定的な傾向を示す等，興味深い傾向が読み取れる。現在の学校教育では知識を伝える役割は果たしていることが読み取れる。

質問３「科学的な思考に必要な要素が自分の身についているか」に関して，６つの要素についてχ^2検定を行った結果が表７である。ただし，５段階尺度のうち曖昧な回答の評価３を除外し，評価２と評価１を高群に，評価４と評価５を低群にして，χ^2検定を行った。肯定的意見と否定的意見のどちらの方が有意に高いと言えるかが判断できる。表７からわかるように，「知識」は５％水準で有意に高群に偏りが見られ，「批判的思考」は低群に偏りが見られた。現状の学校教育は，知識の習得には十分に実効性があることが示唆される。一方，学生は，批判的思考は身についていないという実感を持っている。図２から図５の結果を合わせて考えると，批判的思考の重要性は認識しているが，理科の授業で批判的思考を学んだり，身につけているという実感が低いことがわかる。

表７　質問３：自信が身についているかについて

	高群	低群	χ^2値
客観性	25人	14人	3.103
合理性	22人	12人	2.941
実証性	12人	15人	0.333
推論する力	14人	16人	0.133
知識	24人	10人	5.765＊
批判的思考	12人	28人	6.400＊

＊：$p < .05$

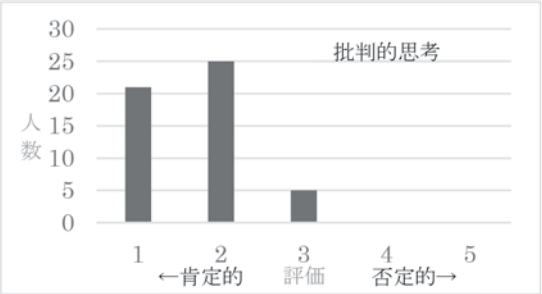

図２　重要度に対する回答

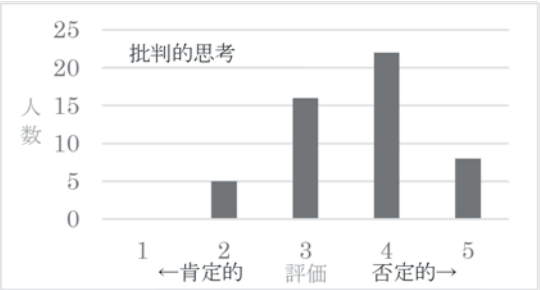

図３　理科の授業に対する回答

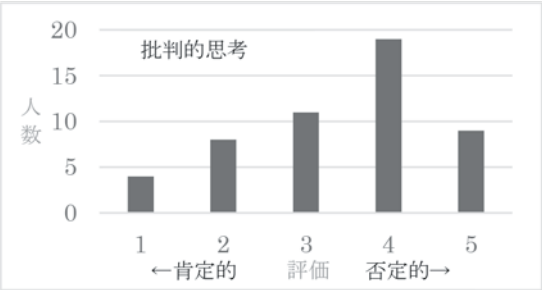

図４　身につけているかに対する回答

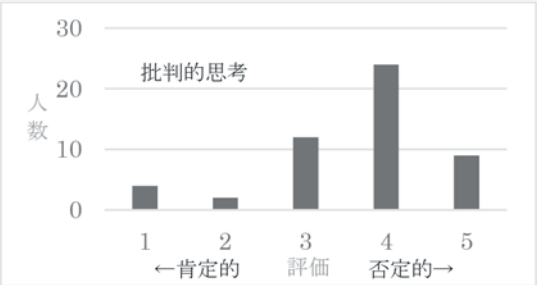

図５　子どもに伝える自信に対する回答

調査対象が偏っていて，サンプル数も十分ではない予備的調査の結果ではあるが，科学的思考を構成する各要素の中で，現在の理科教育や学校教育を通じて育成が十分でないものは，「批判的思考」であることが示唆される。

Ⅳ　科学的思考力の育成を目指した指導法

１　批判的思考の定義と構成要素

批判的思考の代表的な定義として，Ennisは「何を信じ，何をすべきなのかの判断のための，合理的で反省的な思考」[27] とし，Wadeは「しっかりとした裏づけのある根拠にもとづいて主張を評価し，判断をくだす能力と意志」[28] としている。Ennisによると，批判的思考の構成要素は，認知的側面である能力やスキルと，情意的側面である態度や傾向性に分けることができる。現在，批判的思考力の研究は，認知的側面を対象にしたものが多く，情意的側面を対象にした先行研究は少ない。

２　理科学習における批判的思考の育成

（１）情意的側面の障壁

自然科学とつながる理科は，批判的思考と親和性が高いはずである。科学的思考や科学的プロセスでは批判的思考が多くの場面で活躍する。また，理科に絡めた批判的思考の先行研究も多く，能力・スキルの育成に効果的な手法も提案されている。序論で述べた理科授業の形態も，批判的思考力・判断力を育成することにつながるはずである。

しかし，今回の調査では，学生には批判的思考が身についておらず，理科授業では批判的思考を育成していないと学生は感じている。このギャップには，情意的側面の障壁が関係するのではないかと考えた。学校では，他者の意見について議論するとき，心理的に他者を批判しにくい状況が存在するのかもしれない。想像できる要因として，

①児童生徒が他者を批判することは悪いことだと思い込み，遠慮してしまう。
②自分の意見に自信がない，または自分の意見がない。
③他者をけなしたりしてしまうなど間違った批判しか身についていない。

を考えた。このような状況では「批判的思考」は育まれにくいであろう。もしこれが要因であれば，情意的側面を考慮した解決策が有効で，お互いに批判的な意見を交換しながら課題を解決することで，児童生徒が何らかの充実感を伴うような成功体験をすることが有効だと思われる。「建設的な批判」が重要な役割を果たすことになる。

（2）建設的な批判的思考

「批判的思考」を育成するには，お互いに意見を交換し，理解し，結論へ至る過程で児童・生徒が何らかの充実感を伴うような成功体験をすることが必要だと考える。そのためには，現状をよりよくしていこうと積極的な態度で行う批判である「建設的な批判」が必要である。この「建設的な批判」を行う機会を少しずつ授業に配置することにより「批判的思考」の情意的側面の育成ができると考える。そのためには，「建設的な批判」の方法を習得する必要がある。

習得したい「建設的な批判」は他者の存在を想定した批判である。ここで，廣岡ら[29]のクリティカルシンキング志向性の６つの因子と，30項目の尺度を手がかりにし，図６のように「建設的な批判」につながる独自の３つの因子を想定した。 この３因子に関する能力を育成する仕掛けを設けることになる。

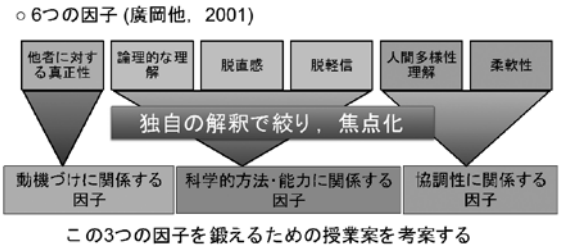

図６　批判的思考の３因子の分類

「動機づけに関係する因子の育成」は，前述の要因①（児童生徒が他者を批判することは悪いことだと思い込み，遠慮してしまう）を緩和する。相手のためになる，相手の利益につながる批判をし，その批判の価値を考えることを通じて育成する。具体的な方策として，観察・実験の場面で，ワークシート等で「意見を出し合った結果，自身の結論はどう変化しましたか？」「その結果，何がもたらされましたか？」等の問いかけに記入することで，他者からの批判・指摘により，自分の意見が良い方向に改善されて自分のためになったことを具体的に意識させる。批判した側も他者が改善したことを認識する機会を設けることで価値を認識する仕掛けとなる。建設的批判であれば，他者も肯定的な方向へ改善できるという体験の積み重ねが大切になる。

「科学的方法・能力に関係する因子の育成」は，要因②（自分の意見に自信がない，または自分の意見がない）を緩和する。これは，認知的側面（スキル）につながる事項なので多くの先行研究を活用する。科学の性質に則り自分の考えを具体的に説明する練習を積み重なることになる。自分が正しいと思う理由を明示して振り返ることを促す仕掛けが有効であろう。

「協調性に関係する因子の育成」は，要因③（他者をけなしたりしてしまうなど間違った批判しか身についていない）を緩和する。他者の出した優れた主張や解決策を受け入れることを促す仕掛けが有効で，例えば観察・実験の場面で「自分の結論と何が違うのかな？」等，他者の主張を理解するきっかけを設ける等も有効だと思われる。協調を重視する日本の教育では，理科以外の場面でもこの因子の育成はやりやすいことが期待できる。ただし，他者の意見に表面的に反対しないだけで，他者の意見を理解して判断する行動がなければ，この因子は十分に育成できない。他者の意見の妥当性を適切に判断して理解するには，批判的思考力以外の科学的思考力の要素を訓練しておくことが重要になる。

以上の３因子の育成には，ワークシート等の準備と，観察・実験のグループ構成の仕方が大切になる。有効な具体的な方法はこれから探ることになるが，一つの可能性としてジグソー法の様なグルーピングも良いかもしれない。その場合も，適切な題材を準備しないと有効に機能しないと思われる。科学的思考の要素の習得度を客観的に測定できる手法の開発とともに，これからの課題である。

参考・引用文献

1）J. Holbrook et al.（2000）*Scientific and Technological Literacy for All,*

2）国立教育政策研究所編，『生きるための知識と技能③』2007年　ぎょうせい

3）National Academy of Science（1996）*National Science Education Standards*（*Report*），National Academy Press

4）文部科学省 小学校学習指導要領解説 理科編，大日本図書，2008

5）文部科学省 初等教育資料No.784, 東洋館出版社, 2004

6）広瀬正美『科学的な見方や考え方とは』 理科の教育，1991, 32, 80-83.

7）堀哲夫『科学的な思考とは－密閉・開放容器中のろうそくの燃焼を事例にして－』 理科の教育，1992, 33, 440-443.

8）森一夫『科学的な思考の指導と評価をめぐる諸

問題』理科の教育，1992, 33, 444-447.
９）松森靖夫『科学的な思考の指導と評価をめぐる諸問題』理科の教育，1992, 33, 449-451.
10）戸北凱惟『科学的思考の評価の機会・場所と方法』理科の教育，1992, 33, 452-456.
11）中川光雄『科学的な思考の指導と評価の実践事例』理科の教育，1992, 33, 457-460.
12）辻本正樹『科学的な思考の指導と評価の実践例』理科の教育，1992, 33, 461-464.
13）永田徹『科学的な思考を育成するための三段階思考』理科の教育，1992, 33, 465-468.
14）松森靖夫『科学的な思考の指導と評価をめぐる諸問題』理科の教育，1992, 33, 449-451.
15）小倉康『「科学的な思考」を見極める力をつける』理科の教育，2001, 42, 520-523.
16）大庭景利『科学的思考力の育成』理科の教育，2001, 42, 714-715.
17）齋藤康夫・徳永好治『科学的思考力形成に関する学習指導法の研究－「科学者の目」を用いた課題解決－』 理科教育学研究，2003, 43, 13-19.
18）遠西昭寿『科学的思考とは科学の文脈において科学の「ことば」で自らに語ること』理科の教育，2005, 54, 436-439.
19）堀哲夫『科学的思考の課題とその育成』 理科の教育，2005, 54, 440-443.
20）村山功科『学的思考力を育成する授業づくり』理科の教育，2005, 54, 444-447.
21）猿田祐嗣『TIMSS論述式問題の分析から』理科の教育，2005, 54, 448-451.
22）藤田剛志・水野務『科学的思考力の育成において求められるもの』 理科の教育，2006, 55, 220-221.
23）片平克弘『科学的な言語能力育成の意義と課題－手段から目的的な言語活動へ－』理科の教育，2008, 58, 531-534.
24）佐藤勝幸『科学的思考力・判断力・表現力を育てる理科授業』理科の教育，2008, 58, 538-542.
25）横倉政宏『児童の科学的な思考力や表現力を育てる学習活動－小学校第６学年「水溶液の性質」における考察場面での支援を通して－』理科の教育，2008, 58, 552-554.
26）金田真弥 修士論文『理科の学習における科学的思考力の育成のための指導法に関する研究－批判的思考力を育成する指導法の開発－　2014, 岡山大学大学院教育学研究科
27）R. H. Ennis,（1987）A taxonomy of critical thinking dispositions and abilities. In J. B. Baron & R. J. Sternberg（Eds.）, Teaching Thinking Skills: Theory and Practice, New York: W. H. Freeman and company, ９-26.
28）C. E. Wade,（1997）On thinking critically about introductory psychology. In R. J. Sternberg（Eds.）, Teaching introductory psychology : Survival tips from the experts. Washington, DC：American Psychological Association.
29）廣岡秀一他『クリティカルシンキングに対する志向性の測定に関する探索的研究（２）』三重大学教育実践総合センター紀要，2001, 20, 93-102.

Study on the Factors for Development of Scientific Thinking in Science Education

Shinya Kaneta※1, Kousaku Kawasaki※2, Yoshihiko Inada※2

（Abstracts）*In order to develop the "scientific thinking" that is required in the coming era, we defined six elements of the scientific thinking by analyzing previous studies. We aim to propose a method to develop scientific thinking in elementary and secondary science education, and it became clear that the development of critical thinking skills is insufficient from the preliminary survey of university students in the faculty of education. The mechanism, which is expected to be a valid for the development of critical thinking skills in elementary and secondary science education, is proposed. Set-ups to reduce the psychological barrier with students play an important role. Processes are important where students can realize that constructive critical thinking is valuable.*

Keywords：Scientific Literacy, Critical Thinking, Scientific Thinking, Science Education, Primary and Secondary Education

※1　Current Affiliation: Mitsubishi Electric Living Environment Systems Corp
※2　Graduate School of Education, Okayama University