

論文

児童のメタ認知能力を養う理科学習指導法に関する考察

—仮説検証型理科学習の効果の検討—

Consideration on teaching method of science teaching children to develop metacognition ability
- Examination of the effect of hypothesis verification type science learning -

棟田 一章 (高知大学大学院総合人間自然科学研究科)¹

西谷 法周 (高知大学大学院総合人間自然科学研究科)¹

中城 満 (高知大学教育学部)²

MUNEDA Kazuaki¹, NISHITANI Norichika¹ and NAKAJO Mitsuru²

1 Graduate School of Integrated Human Natural Science, Kochi University

2 Faculty of Education, Kochi University

ABSTRACT

A new teaching methodology as one testing-hypothesis method was developed in this study for growing an ability of meta-consciousness on themselves in science education class. In this study, the effectiveness of the teaching methodology was evaluated by an intervention class.

Children need to understand the relationship between a working hypothesis and the results of the method to test the hypothesis. The educational effectiveness was tested by an intervention class for elementary school students. Making working hypothesis and following expectation by children when the hypothesis was tested, were clearly effective as a new teaching method for promoting an ability of children on the meta-consciousness of themselves in science education scene. This new teaching method can be continuously incorporated into the science education scene in elementary schools to grow the scientific thinking ability through developing meta-conscious ability on themselves.

I. 問題の所在

本研究の主な目的は、児童のメタ認知能力を養う理科学習指導法について、小学校理科授業実践を通して明らかにすることである。

これまで、理科教育におけるメタ認知研究は数多くされている。しかし、その内容は、メタ認知の測定、評価や、メタ認知と他の変数との関係の解明などの基礎的研究が多い。そのため、小学校理科授業の視点からメタ認知を研究している実践的研究事例は、筆者の調べた限り十分ではない。

このことについては、久坂(2016)が指摘している。久坂は、メタ認知に関する論文を、理科教育学研究に関する学術誌と教育研究に関する代表的な学術誌の中から34件抽出し、それぞれのアブストラクトから7つのカテゴリに分類した。その中で、メタ認知能力を従属変数として捉え学習指導法の開発を目的としている研究は、全体の26.5パーセントであると報告している。そして、これらの論文のうち、小学生を対象としているのは、木下ら(2007)、木下(2010)、中城ら(2014)の3件である。つまり、メタ認知能力を従属変数として捉えた、小学生を対象とした学習指導に関する研究は、全体の9パーセントにとどまっている。このことから、小学校理科授業におけるメタ認知能力の促進を目的とする授業実践的な研究は極めて少ないことがわかる。

小学校教育においてメタ認知能力を養うことの重要性は、これまでも数多く指摘されている。その代表的な事例が、国立教育政策研究所(2013)が提案している「21世紀型能力」及び新学習指導要領(文部科学省, 2017)における資質能力である。それぞれについて、具体的に述べる。

まず、21世紀型能力についてである。21世紀型能力は、中核に「思考力」を位置づけ、それを支える「基礎力」、思考力を活用するための「実践力」によって構成されている。それぞれには、その能力を具現化した要素があり、「思考力」を構成する要素の1つとして「自分の問題の解き方や学び方を振り返るメタ認知」が挙げられている。つまり、メタ認知能力は、これからの社会で必要な能力の中核に位置づいており、学校教育段階において養うことが求められているのである。

次に、平成29年に告示された新小学校学習指導要領についてである。これによれば、メタ認知は、教育において育成を目指す資質能力の一つである「学びに向かう力、人間性等」にかかわる力とされている。そして、これらの資質能力を学校教育活動の全体を通して涵養することが求められている。特に、学校教育活動の大部分を占め、児童が思考活動を行う場面が多くある各教科の学習活動においては、特にメタ認知能力の育成が可能である。

さらに、メタ認知能力の育成が理科授業において大変

重要な役割を果たすということが挙げられる。理科授業は、児童のもつ主観的解釈を客観的事実に基づいて科学的な見方や考え方へと変容させる営みである。そのため、児童が学習を行う中では、客観的事実に基づいて自らの思考を制御することがしばしば求められる。このことは、理科特有の思考過程であり、メタ認知能力を働かせる必要性が他の教科よりも顕著にあらわれる。

本研究では、小学校理科においてメタ認知能力を養う学習指導法を検討する。そうすることで、授業実践の視点から児童のメタ認知能力に直接働きかける学習指導法が明らかとなるはずである。

II. 理科授業場面におけるメタ認知能力の育成

本研究においては、理科授業とメタ認知能力の育成の関係について、以下のように解釈をしている。

一般的に小学校理科では、問題解決の過程に沿って学習が展開される。そして、児童自身が立てる予想や仮説と、観察、実験の結果が合致しなかった場合には、自らの主観的な考えである予想や仮説を棄却したり訂正したりすることが求められる。そのため、「私はこう考えていた“けど”」というように、自らの思考を客観的事実のもとに制御することが重要である。つまり、理科学習においては、自らの予想や仮説に「合うように」観察、実験の結果を修正することは許されず、あくまでも観察、実験の結果といった客観的事実に基づいて考察をすることが必要となる。そのため、理科授業では、自らの主観的な考えを意図的に制御することが必要であり、その時々でメタ認知能力を働かせることが求められるのである。

このことから、理科授業においては、前述の21世紀型能力及び小学校学習指導要領にある「メタ認知」を働かせることが多いだけでなく、理科授業の成立が「メタ認知能力」を養うために重要な条件となりうるのである。

そこで、本研究では、具体的な学習指導場面を「理科」と設定し、児童のメタ認知能力を養う理科学習指導法について明らかにする。

III. 仮説検証型理科学習

本研究における、児童のメタ認知能力を養う理科学習指導法の具体的な視点として、楠瀬ら(2002)、国沢ら(2016)の先行研究を基に、仮説検証型理科学習(以下、本授業構成とする)を採用する。本授業構成は、授業者のもつ「事実と解釈」の区別の意識に基づいている。つまり、教師自身が「五感で捉えられる結果」と「理性に基づいて解釈をする結論」を区別して捉えることを授業成立の前提条件としているのである。このことについて、国沢ら(2016)は、理科学習を仮説検証的に行う上では、授業者自身が「個別と普遍」の区別を意識することが必要としている。国沢らの指摘する「個別と普遍」は、「事実と解釈」と同

義ではないが、包含関係にあると解釈できる。したがって、本授業構成では、検証前の段階において、解釈についての自らの考えの「仮説」と事実についての考えである「予想」を区別して捉え、それらを相互に関連付ける活動を意図的に取り入れる。そうすることで、児童は検証前の段階において「私たちの仮説が正しければ、こういう結果になるはずだ」といったように見通しをもつことができる。

このように観察、実験に先立って、事実と解釈を対応させる授業構成をとっているのが、楠瀬ら（2002）や国沢ら（2016）による規約主義に基づく授業構成である。楠瀬らや国沢らは、検証前の段階において「どういう結果だったらどういう結論にするのか」を一種の「規約」として児童が話し合う中で設定し、その規約に基づいて結果を考察する学習過程を提案している。そして、このような授業を展開することにより、児童は検証前の段階で結果と結論を相互に意識することが可能となり、仮説検証の意識をもった状態で観察、実験を行うことができるとされている。

一方、楠瀬ら（2016）の研究では、実験方法を考える中で児童一人ひとりのもつ仮説を鮮明にし、問題解決の見通しをもたせることを目的としている。そして、実験方法を考えさせる際には、自らの思考を操作に依存させるとしている。つまり、楠瀬らは、理科授業においての実験方法が児童自らの仮説に基づいていることを目指しており、そのためには教師が規約主義的な考えのもとに、仮説と方法に関連付ける手立てをとることの重要性を指摘しているのである。即ち、自らの予想・仮説を確かめるための検証方法を考えさせることによって、児童に学習の見通しをもたせることが可能となるのである。

これらの先行研究にもあるように、仮説を明確に設定し学習を行うことによって、観察、実験の見通しをもつことができる。本研究では、先行研究の授業構成が仮説検証の意識を基底としていることから「規約主義に基づく授業構成」と「仮説検証的な問題解決学習」を「仮説検証型理科学習」と規定する。そして、本授業構成が学習の見通しをもたせることに及ぼす効果について追試・検証することを第一の研究目的としている。

さらに、本研究では、前述の通り仮説と予想を区別して捉える。児童が仮説をもち、その仮説と予想を相互に関連付けるためには、メタ認知能力を働かせる必要がある。具体的に言うと、児童が実験結果を予想する際には、「私は〇〇という仮説をもっているから」という自己の認知過程を自覚したうえで、「××という実験の結果が得られると考えている」という思考を行う。このときに児童は、予想が自らの仮説に基づいていることを自覚する。児童が実験結果に関する「予想」を立てる際には、本時の結論に関する「仮説」との関係を見直すことになるのであ

る。これは、自らの認知過程をモニタリングしていることであり、メタ認知を働かせていることになるといえる。

そして、学習の見通しをもつこと自体も、メタ認知的活動にあたる。これについては、草場ら（2016）も学習指導要領にある「見通しを立てたり、学習したことを振り返ったりする活動」をメタ認知的活動の促進を意図するものと捉えている。つまり、学習の見通しをもつことができる授業構成によって、児童はメタ認知を働かせることを体験するのである。

このように、本授業構成を継続して行うことで、児童がメタ認知能力を働かせる機会を継続的に保証することができる。そして、児童がメタ認知能力を働かせる経験を重ねることを通して、最終的にはメタ認知能力を養うことができると考えている。

IV. 研究方法

本研究では、児童のメタ認知能力を養う理科学習指導法として仮説検証型理科学習を構成し、授業実践を通して効果を検証する。授業の概要等の詳細を以下に述べる。

高知県内にある小学校の児童を対象として、平成28年度と平成29年度の2回にわたり研究授業を実施した。それぞれの授業実践は、授業実践A及び授業実践Bとした。

授業実践Aにおいては、単一の学級の児童を対象として授業を実践した。即ち、学習内容を独立変数として設定した（表1）。それにより、学習者の学力による影響を受けないようにした。授業実践Aの分析の際には、処遇群（A）と対照群（A）における児童の授業後に記述した理科日記の比較、分析を行った。

授業実践Bにおいては、学習内容を統一し、授業構成を独立変数として設定した（表2）。具体的に言えば、本授業構成で行うものを処遇群とし、従来の問題解決型の授業構成で行うものを対照群とした。その際、処遇群は2学級、対照群は1学級とした。授業実践Bの分析の際には、以下の方法を用いた。

- ① 処遇群（B1）における児童の授業後に記述した理科日記の分析を行った。
- ② 処遇群（B2）と対照群（B）における児童が授業後に回答した自己評価アンケートについて統計解析を用いた量的分析を行った。

表1：授業実践A（学習対象固定）について

学年	第4学年	
単元	ものの温度と体積	
処遇群	金属の温度と体積	表記：処遇群（A）
対照群	水の温度と体積	表記：対照群（A）

表 2：授業実践 B（学習内容固定）について

学年	第 6 学年	
単元	植物の養分と水の通り道	
処遇群	2 学級	表記：処遇群 (B1) 処遇群 (B2)
対照群	1 学級	表記：対照群 (B)

V. 結果と考察

V-1. 授業実践 A について

(1) 授業実践 A の概要と検証方法

第 4 学年の児童を対象に、「ものの温度と体積」の授業を行った。ここでは、水の温度と体積の授業(対照群(A))を従来の問題解決過程で展開し、金属の温度と体積の授業を従来の問題解決過程に加え「判断の仕方を約束する」を導入した構成(処遇群(A))で展開した。この「判断の仕方を約束する」という手法は、前述の国沢(2016)を参考としたものであり、仮説検証型理科学習といえる。研究授業は、学習対象を統一する意図のもとに、同一学級で 2 時間分実施した。なお、学習指導内容については、現職教諭 1 名、理科教育学を専門とする大学教員 1 名、理科教育学を専攻する大学院生 1 名で検討し、内容的妥当性を高めた。研究授業の詳細は、以下の通りである。

まず、対照群(A)の授業では、「水の温度が変わると、水の体積はかわるのだろうか」を問題として提示し、水で満たしたフラスコにガラス管付きゴム栓を取り付け、温めるとガラス管内の水面が上がり、冷やすと水面が下がるということから、「水も温度が変わると体積はかわる」ということを結論付けた。

それに対して、処遇群(A)の授業では、「金ぞくの温度が変わると、金ぞくの体積はどのようにかわるだろうか」を問題として提示し、金属球膨張試験器を使用して検証した(図 1)。金属膨張試験器は、金属球をあたためると輪を通らなくなることから、金属の温度と体積の関係を見出すことを意図した実験器具である。したがって、金属球を熱する前は、金属球が輪を通るという構造になっている。



図 1：金属球膨張試験器を用いて検証をしている場面

授業では、実験方法を提示したのちに、「あたためたときに、球が輪をどうなったら体積はどうなるといえるの」と発問した。このときの「球が輪をどうなったら」というのは、結果について問う内容であり、「体積はどうなるといえるの」は、結論について問う内容である。つまり、この段階で結果と結論を相互に意識させることを意図している。その後、児童の反応を取り上げながら、「金属球が輪を通らなかったら、体積は大きくなるといえる」「金属球が輪を通ったら、体積は小さくなるかわらないといえる」といった、「判断の仕方」を児童と話し合う中で成立させ、黒板に明示した。その黒板に明示したものをテキストの形で編集したものが表 3 である。表 3 に記された内容は、児童の意見をもとに板書した内容と同一の表現である。

本研究では、処遇群(A)と対照群(A)の学習後に児童が記述した理科日記についての分析を通して、本手法の効果を検証した。

表 3：判断の仕方

金属の玉	「わ」を	体積
あたためる	通る	小さくなる かわらない
	通らない	大きくなる

(2) 授業実践 A についての結果と考察

児童 31 名が授業後に記述した理科日記の内容を分析したところ、結果と結論の記述に関して、表 4 に示すような結果が得られた。

表 4：自由記述の内容についての比較

	対照群 (A)	処遇群 (A)
結果を記述	27 名	8 名
結論を記述	17 名	22 名

※結果と結論の両方を記述していた児童は、「結果を記述」と「結論を記述」の両方に含む。

これによると、対照群(A)においては、結果を記述している児童のほうが多く、結論に関して記述している児童のほうが少ない。それに対して、処遇群(A)においては、結果に関する記述内容に比べて結論に関する記述内容のほうが多い。もちろん、実験の結果とそれに基づく結論の両方を記述しているほうが思考の流れを厳密に反映していると解釈することもできる。しかし「どういう結果だったらどのような結論だといえるのか」という「判断の仕方」を検討していたからこそ、児童は個別的な結果ではなく普遍的な結論について強く意識することにつな

がったと考える。このことから、感想等の記述に結論のみを表記している児童が多かったとも考えられる。

つまり、処遇群(A)では、あらかじめ判断の仕方を約束することで、結果だけに目を向けるのではなく、その結果から言えることに当たる結論の内容までをも見通し、明確に意識することができていたのである。

また、処遇群(A)では、検証前に獲得した「判断の仕方」が役に立ったということを理科日記に記述している児童が10名いた。その中でも、具体的にその効果が読み取れる記述内容は、以下のとおりであった。それぞれについて考察する。

※児童をCで表す。そして、授業実践Aについての記述内容であることを明らかにするために、Cの後にAをつける。CAの後の数字は通し番号とする。

CA-1: おもしろかった。あらかじめこうなったらこう
いうことと決めておいたから実験が分かりやす
かった。

CA-2: 表に書かれた決めた事のおかげで、じゅぎょう
がわかりやすくなった。体積のかわり方の例で
も、わかりやすかった。

CA-3: 金ぞくの玉でも体積はかわるということを知
ったのでほかのじゅげんでもいかしていきたい。
表はわかりやすかったのでじゅげんでもまたか
いてみたいです。

まず、CA-1の記述についてである。この記述には、「あらかじめ」判断の仕方を約束していたから実験が分かりやすかったという内容がある。これは、「判断の仕方」そのものが実験の仮説として機能し、自らが行う実験の目的をより明確にしていると判断することができる。検証前の段階で実験の目的を明確にするということは、学習の見通しをもつことができているということに他ならない。したがって、小学校理科の教科目標「見通しをもって観察、実験などを行い」を達成していると考えられる。児童は、このような思考のもとに、「実験が分かりやすかった」と感じていたと解釈できる。

次に、CA-2の記述についてである。ここでは、「おかげで」といった記述内容が示すように、児童が判断の仕方を約束することの有用性について認識し、それが学習の理解を促進することを実感していると解釈することができる。このことは、授業全体についての記述であるが、結果の考察場面においても同様に捉えることができる。つまり、個別的な結果を一般的な結論へと移行しやすくしていると実感しているということである。

この記述については、メタ認知の視点からも考察する

ことができる。三宮(2008)の定義により、メタ認知をメタ認知的知識とメタ認知的活動に分けた場合、あらかじめ「判断の仕方」を約束することは、どのように結論付ければよいかといった方略を獲得することになると考える。そして、その獲得した方略を基に考察することは、メタ認知的活動を行っていることになる。即ち、「金属球が輪を通らなかつたら、体積は大きくなるといえる。反対に金属球が輪を通つたら、体積は小さくなるかわらないといえる」ということをあらかじめ検討していたから、結果といった事実のみに着目するのではなく、その認知過程を制御し、一般的な結論について言及することができているのである。

従来の問題解決型理科学習では、結果の考察を「判断の仕方」のような方略に関する知識を獲得させることなく行っていたから、児童が困難さを感じていたと考える。そういう意味で、判断の仕方を約束することは、その後児童が思考するにあたってのメタ認知的知識として機能するといえる。

最後に、CA-3の記述についてである。この記述では、「表はわかりやすかったのでじゅげんでもまたかいてみたいです。」という内容に着目したい。この内容のうち「表はわかりやすかった」からは、文字情報に加えて、それを表に整理することが、児童が思考する際の補助的役割を果たしているということが読み取れる。そして、「またかいてみたいです」という記述にあるように、児童は、あらかじめ判断の仕方を約束することの有用性を自覚し、それを反復的に使用したいと考えている。即ち、授業で提示した判断の仕方(表3)が自らにとって有用なものであるということを実感し、その方略を「また使ってみよう」と考えているのである。このことについては、児童が「判断の仕方が自らにとって有用なものである」とメタ認知的モニタリングをおこない、「その方略を使うことは自らにとって意味のあるものだから、反復的に使用したい」とメタ認知的コントロールを働かせていると意味づけることができる。

以上のことから、本授業構成は、児童の思考を整理しメタ認知を促すことができると考える。

V-2. 授業実践Bについて

(1) 授業実践Bの概要と検証方法

第6学年の児童を対象に「植物の養分と水の通り道」についての研究授業を実施した。具体的な学習内容は、「植物の養分と日光の関わり」であり、「植物は日光が当たるとでんぷんができる」ということを学習する内容であった。授業実践Bでは、授業実践Aと異なり、学習内容の統一を意図して、同内容の学習指導を3学級で行った。そこでは、本授業構成(処遇群(B1)、処遇群

表5：授業Bの後に実施した自己評価アンケートの質問項目内容

項目内容	
1	実験の方法の意味を理解して実験を行うことができましたか。
2	あらかじめ「どういう結果が出たらどういう結論になるか」を確認して実験を行うことができましたか。
3	実験前に立てた方法通りに実験ができましたか。
4	結果（イの葉にヨウ素液を付けると青紫色に変わった。また、ウの葉にヨウ素液をつけると変化がなかった。）を考察して結論づける（植物の葉に日光が当たると、葉にでんぷんができる。）のは、簡単でしたか。

(B2))による学習指導と、帰納的推論に基づく従来の問題解決型の授業構成（対照群（B））による学習指導を行った。

研究授業の内容については、現職小学校教諭2名、理科教育学を専門とする大学教員2名、理科教育学を専攻する大学院生1名の合計5名で内容的妥当性を検討した。その結果、児童の学習上の負担及び実験に要する時間的課題を考慮したとき、2時間構成の学習指導が妥当であることがわかった。このことを踏まえて、1時間目を問題解決過程における検証方法を立案する場面までとして、2時間目を検証方法に基づいて実験を行う授業構成とした。そして、研究授業で扱う時間を1/2時間目として、検証方法の立案場面までの学習指導を行った。

児童が学習全体を見通しているかどうかを明らかにするために、授業後に記述する「理科日記」の記述分析（以下、自由記述分析とする）と、自己評価アンケートによる分析（以下、アンケート分析とする）を行った。自由記述分析を行った授業は、処遇群（B1）である。アンケート分析において対象とした授業は、対照群（B）と、処遇群（B2）である。

（2）授業実践Bの結果と考察

（ア）処遇群（B1）における自由記述分析について

児童の理科日記による自由記述を分析した結果、結果と結論の両方を記述している児童が31名中12名いた。検証を行う前の段階において、全児童数の約4割が結果と結論を相互に意識しているということは、実験の目的を認識していると考えられる。即ち、本授業構成が学習の見通しをもたせる効果があるということを示唆している。また、該当した12名の児童の記述内容を分析した結果、学習の見通しをもつことができているとうかがえる具体的な内容の記述があった。記述内容について、以下に示す。

なお、記述にある「イの葉」とは、日光に十分に当てる葉のことを指している。授業では、日光に当てる葉とあてない葉をそれぞれ「イ」と「ウ」にした。

CB-1: イの葉のみにでんぷんがあればでんぷんができるということを、しっかり頭に入れてから実験をしたいと思います

CB-2: 私たちの予想が当たっていると、（イ）はヨウ素液に反応し、（ウ）は反応しないという結果になるはずです。

CB-1からは、検証前の段階において、結果にあたる「イの葉のみにでんぷんがあれば」と結論にあたる「でんぷんができる」を明確に区別していることがわかる。つまり、実験の結果のみを予測するだけでなく、その先にある本時の結論を含む学習全体を見通すことができていると解釈できる。

CB-2の記述からは、仮説検証的に問題解決を行っていることがうかがえる。記述内容にある「私たちの予想」は、本時の問題についての仮説を指していると考えられる。本時の学習において児童全員が立てた仮説は、「植物は日光に当たることででんぷんができる」である。つまりCB-2は、学級全体で設定した仮説が正しかった時に起こりうる現象について記述していることになる。

CB-1とCB-2の記述は、児童が「こういう結果だったらこういう結論だといえる」といった「判断の仕方」を学習内で獲得していたからこそ表現されたものであると考えられる。即ち、判断の仕方を設定する活動を通して、児童が自らの仮説と起こりうる現象を結び付けていたのである。

（イ）アンケート分析について

授業構成の異なる処遇群（B2）と対照群（B）の両群間における児童の認識を測定するために、授業後に自己評価アンケートを実施した。自己評価アンケートの質問項目は、児童が見通しをもって学習に取り組むことができているかを調べるための項目を準備した（表5）。回答は6件法で求め、評定値を得点とした。そして、処遇群（B2）と対照群（B）の得点について、対応のないt検定を行い、授業構成の違いによる効果を検討した。統計解析には、IBM SPSS Statistics23を用いた。

自己評価アンケートの得点について統計解析を行った結果、項目番号2においては、処遇群（B2）の得点平均値が対照群（B）のそれよりも有意に低かった。項目番号1, 3及び4については、両授業間において有意な差は見られなかった（表6）。この理由については、児童の自

表6：処遇群(B2)と対照群(B)の得点平均値(標準偏差),
t検定結果及び効果量

項目 番号	処遇群(B2) (N=29)		対照群(B) (N=32)		t値 (59)	r
	M	SD	M	SD		
1	5.21	1.01	5.38	0.98	-0.66	.09
2	5.21	0.77	5.59	0.56	-2.25 *	.28
3	5.45	0.69	5.69	0.54	-1.51	.20
4	4.97	0.87	5.16	0.99	-0.80	.10

* $p < .05$

己評価の曖昧さ及び本時で扱った学習内容の特性の2点
が挙げられる。

第一に、自己評価の曖昧さについてである。処遇群
(B2)の授業においては、本時の学習課題についての
仮説と、予想される実験結果を確認した。その後、「も
し、日光を当てるイの葉のみにでんぷんがあれば、日光
によってでんぷんができる」という判断の仕方を児童と
ともに明示的に成立させ、ノートに記述させた。このこ
とから、検証前の段階ですべての児童が判断の仕方を認
識している。それにもかかわらず、処遇群(B2)の得点
平均値が有意に低い結果となった。これは、児童の自己
評価の曖昧さが関連していると考えざるを得ない。

第二に、対照群(B)の授業の構成についてである。
本時の学習内容は、一般的に児童に検証の方法の意味を
捉えさせるために、実験の計画を立てさせる。児童は実
験方法を考える過程において、本時の学習についての仮
説と、予想される実験結果を相互に関連付けていたと考
えられる。対照群(B)の授業においては、仮説に基づく
実験方法を考えたのち、「予想される結果」を考えさせ
た。即ち、児童に「仮説」と「予想」を表明させたので
ある。一般的な理科学習においては、仮説か予想のどち
らか一方を立てさせることが多くあり、本手法のように
仮説と予想の両方を設定させる手法をとることは少な
い。したがって、本研究における対照群の授業は、結果
的に楠瀬ら(2016)の報告にある「操作に依存する思考
に基づく仮説検証的な問題解決学習」を追試している形
となっていた。つまり、対照群(B)の授業は、判断の仕
方を取り決めるといった国沢らの手法(処遇群における
授業構成)を採用してはいないが、楠瀬ら(2016)の手
法によってそれと同等の効果を発揮しているかどうかを
検証するものであった。したがって、対照群(B)と処遇
群(B2)の間に有意な差がなく項目2において有意な
差があったという統計結果は、対照群(B)で用いた楠
瀬らの手法が効果的であったことを示しており、児童が
学習の見通しをもつことにつながったと考えられる。

このことから、自己評価アンケートを手法としたア

ンケート分析では、本研究の仮説である「検証前の段階
において児童が結果と結論を相互に関連付けることによ
って学習全体の見通しをもたせることができる」につい
ての全面的な支持には至らなかったものの、国沢らと楠
瀬らの授業構成について比較することができ、その結
果、楠瀬らの手法が検証前の段階で予想と仮説を相互に
関連付けることから仮説検証型理科学習として位置づく
ことが示唆された。

VI. 総合考察

本研究において、児童のメタ認知能力を養う理科学習
指導法として「仮説検証型理科学習」が効果的である
ということが明らかとなった。本授業構成は、検証前の段
階において「結果と結論」を明確に意識させる学習活
動を行わせるものである。より具体的に言えば、学習課題
に関する「仮説」とその考えを確かめる「方法」に加え
て、その方法で実験を行うことで得られる結果の「予
想」を相互に関連付けるものであった。

このような授業構成をとることによって、児童に仮
説検証の意識をもたせることにつながる。児童が仮説と
予想を相互に関連付ける際には、「私の仮説が正しけれ
ば〇〇といった実験結果が得られるはずだ」という見
通しをもつことが可能となるのである。

また、楠瀬ら(2016)の先行研究にあるように「検
証方法を考える中で仮説と予想を相互に関連付ける」
ということについても検証することができた。そのため、
教師は児童と共に検証方法を考えるなどの手立てをとる
必要がある。このことについては、棟田ら(2017)にお
いて、その効果をさらに検証している。

本研究では、児童がメタ認知能力を働かせ、学習の見
通しをもつためには「仮説検証型理科学習」が効果的
であることを明らかにした。しかし、一度の授業で児童
のメタ認知能力を養うことは困難である。そのため、
児童がメタ認知能力を継続的に働かせる機会を保証する
ことが求められる。

VII. 今後に向けて

本研究では、小学校理科授業実践を通して児童のメ
タ認知能力を養う理科学習指導法について考察した。
しかし、児童のメタ認知能力の向上を測定するまでには
至っていない。したがって、今後はメタ認知能力の測定
も取り入れ、本手法の妥当性について検討していきたい
と考えている。

また、前述の通り、一度の授業でメタ認知能力を養
うことは不可能である。メタ認知能力があくまでも「涵
養する」ものであることを鑑みたとき、長期間にわたる
指導が必要である。そのため、今後も継続して本授業
構成についてのさらなる意味づけを行っていきたい。

【附記】

本論文は、日本科学教育学会第41回年会発表論文（棟田、西谷、中城）及び日本教育工学会第33回全国大会発表論文（棟田、草場、中城）のデータに基づき、加筆と修正を施し、再構成したものである。

本研究の一部は、科学研究費補助金（基盤B 26282038：「個別」と「普遍」を区別する理科指導法の開発 研究代表者 中城満）によって遂行されたものである。

【謝辞】

本研究推進のための研究授業実施にあたっては、高知大学教育学部附属小学校 宮田信司校長をはじめ、同校理科部 吉井容子教諭、長田純彦教諭、伊藤友美教諭にご協力を頂きました。心より感謝申し上げます。

また、研究を行うにあたり、統計解析について高知大学教育学部 草場実講師にご指導を頂きました。深謝致します。

【参考・引用文献】

久坂哲也：我が国の理科教育におけるメタ認知の研究動向，理科教育学研究，56(4)，397-407，一般社団法人日本理科教育学会，2016

木下博義・松浦拓也・角屋重樹：理科の観察・実験活動におけるメタ認知の実態とその要因構造に関する研究，日本教育工学会論文誌，30(4)，355-363，日本教育工学会，2007

木下博義：ワークシート活用による子どものメタ認知促進に関する実践的研究-小学校第5学年「もののとけ方」を例に-，理科教育学研究，46(1)，11-19，一般社団法人日本理科教育学会，2010

国立教育政策研究所：教育課程の編成に関する基礎的研究報告書5 社会の変化に対応する資質や能力を育成する教育課程編成の基本原則，26-30，国立教育政策研究所，2013

草場実・武内崇・蒲生啓司：OPPシートを活用した理科学習指導が小学生のメタ認知活性化と理科の学力に及ぼす効果-小学校第3学年理科「明かりをつけよう」を事例として-，高知大学教育学部研究報告，76，133-144，高知大学教育学部，2016

国沢亜矢・楠瀬弘哲・中城満・蒲生啓司・川崎謙：自己の思考を自覚する児童を育成するための具体的手法の開発，日本科学教育学会年会論文集40，299-300，一般社団法人日本科学教育学会，2016

楠瀬弘哲・中城満・北村真一・国沢亜矢・川崎謙：規約主義に基づく小学校理科授業実践，日本科学教育学会年会論文集26，373-374，日本科学教育学会，2002

楠瀬弘哲・国沢亜矢・中城満・北村真一：友だちの考えを探る-反本質主義的「自」・「他」概念に基づくメタ

認知能力の育成-，科学教育研究，27(3)，194-202，日本科学教育学会，2003

楠瀬弘哲・国沢亜矢・中城満・蒲生啓司・川崎謙：自己の思考を自覚する児童を育成するための具体的手法の開発-II-操作に依存する思考に基づいた仮説検証的な問題解決学習の構成-平成28年度日本理科教育学会四国支部会報，47-48，一般社団法人日本理科教育学会，2016

文部科学省（2017）：小学校学習指導要領解説総則編，39棟田一章・西谷法周・中城満：児童に学習の見通しをもたせる理科学習指導法の開発-規約主義に基づく小学校理科授業実践を通して-，日本科学教育学会年会論文集41，379-380，日本科学教育学会，2017

棟田一章・草場実・中城満：規約主義に基づく理科授業構成の効果の検討-II-児童に学習の見通しをもたせる仮説検証的な問題解決型理科学習-，第33回日本教育工学会全国大会論文集，221-222，日本教育工学会，2017

棟田一章・西谷法周・楠瀬弘哲・中城満：仮説検証型理科学習の効果の検討-検証方法を考える中で学習の見通しを獲得する-，平成29年度日本理科教育学会四国支部会報，印刷中，一般社団法人日本理科教育学会，2017

中城満・楠瀬弘哲・国沢亜矢・川崎謙：自己の思考の変容に対する気づきを促す手法，科学教育研究，38(1)，2-11，日本科学教育学会，2014

三宮真知子他13名：メタ認知研究の背景と意義，三宮真知子編「メタ認知 学習力を支える高次認知機能」，7-14，北大路書房