

(研究ノート)

プロセス・スキルに視点を当てた 問題解決能力の指導に関する予備的研究 — 小学校理科におけるメタ認知ツールの開発をめざして —

加藤 尚 裕

キーワード

学習方略 学び方 メタ認知 授業改善 小学校理科

1 はじめに

学習者が学習効果を高めることをめざして意図的に行う心的操作あるいは活動は学習方略である(辰野, 1997)。この学習方略を意識し、あるいは無意識に使うことで事物・現象を観察したり実験したりすることで学習者の理解が促進されると言われている(市川, 1998a)。たとえば、第4学年「電気の働き」の授業で、学習者が速く走る自動車にするためにモーターと乾電池のつなぎ方を工夫しながら実験を行う場面で、「Aさんの自動車の方が速く走っているのはなぜかな」とか、「2つの乾電池をどのようにつなぐと速く走るのかな」など、学習者自らが学習方略を自問自答することで速く走る自動車を作ることができるようになることが期待できる。こうした方略を使用することで、学習者は直面している現象の中から違いを見いだしやすくなったり、現象と既存の知識とを関連付けて、その現象が生じている原因を考えやすくなったりすることができるだろう。このように学習者が問題を解決していくときに使う学習方略(以下、問題解決能力と記す)には、科学における思考の方法である「比較する」「予想を立てる」などのプロセス・スキルが含まれている(柴, 2006)。プロセス・スキルを教えていく必要性については、昭和44年の中学校学習指導要領(文部省, 1970)で取り上げられ、それ以来、現在の小学校の学習指導要領にも踏襲され(文部科学省, 2008)ていることや、吉山ら(2012)が「それぞれの観察・実験等に含まれるプロセス・スキルを意識化することで、学習指導要領で示された各学年の問題解決の能力の育成をより効果的に行えるようになることが期待できる」と述べられていることから推測できる。

ところで、このプロセス・スキルは、アメリカ科学振興協会(AAAS; American Association for the Advancement of Science)が作成した探究を重視した初等理科カリキュラム(Science-A Process Approach)を原点とし(小川, 1992)、アメリカのプロジェクト2061でも育成が重視されている(小林, 2006)。このプロジェクト2061は、「アメリカ科学振興協会(AAAS)によって1985年から進められている教育改革プロジェクトである。これは、K~12学年(幼稚園から高等学校第3学年)を対象に、科学、数学、技術の分野におけるカリキュラムの改革を目指したもの」(人見, 1997)である。このプロジェクトが示しているように、プロセス・スキルは学習者が理科学習を通して問

題を解決していくときの重要な能力の一つであると考えられる。しかし、今田・小林（2004）が中学校理科教員を対象とする調査で、教員がプロセス・スキルの指導に力を入れているにもかかわらず、生徒への定着が不十分であることを明らかにしているように、その指導方法は理科教育の課題でもある（小倉，2007）。

そこで、湯澤（2008）が指摘するように、学習者の科学的概念の形成を促すためにもプロセス・スキルを学習者自らが自発的に利用したり自問自答したりしながら学習を進めていくような指導方法を開発することが必要があると考えられる。しかし、この点に関しての実践的な研究は、筆者の知る限りあまり行われていない。

2 問題解決能力とメタ認知ツール

筆者は、理科授業で学習者が問題解決能力を学習者自らが自発的に利用したり自問自答したりすることができるように指導すれば、学習者の科学的概念の形成をより促進できるのではないかと考えている。たとえば、「月の形が変わって見えるのは、なぜなのか」ということを学習する場面で、学習者の「模型を使って推論してみようかな」というつぶやきは、学習者自らがもう一度そのつぶやきを聞き、自己との対話を引き起こし（佐藤，1996）、それをきっかけに学習者が月の見え方の観察結果を基にして、月の形が変わって見える理由について模型を使いながら考えていくことができるようになる。こうした学習者の活動はメタ認知^{註1}であると言われている（Bruer, 1993）。そして、問題解決能力を表す言葉は、学習者自らの思考をモニタリングさせたりコントロールさせたりすることを促すものと考えられる（以下、メタ認知ツールと記す）。

メタ認知ツールに関する先行研究をレビューして見ると、例えば、自分の考えを内省的に振り返るメタ認知ツールとして、堀（2003）は、一枚ポートフォリオ法を用いることを提案している。また、Tsai（2003）は、メタ認知ツールとしてコンフリクトマップを開発し、電流が電気回路で消費されるという生徒の強固な素朴概念を修正することを目的として、それを使った実践を試みている。さらに、加藤（2008）は、小学生のメタ認知の働きを促進するためのメタ認知ツールとして「コンフリクトシート」を開発し、それを用いた理科授業実践の効果を報告している。

こうした研究に見られるように、理科授業でメタ認知ツールを活用し、学習者のメタ認知の働きを促進することは、科学的概念の形成を促す上でも必要な方法であると考えられる。（市川，1998b）。しかし、これまでに小学校現場での理科の授業でメタ認知ツールを用いた実践的な研究は、筆者の知る限りあまり行われていない。こうした点から、理科授業で学習者自らが問題解決能力をメタ認知ツールとして使うことができるような指導方法を開発していくことは意義がある。

3 研究の目的

本研究では、科学的概念の形成を促すために、メタ認知ツールとして可能なプロセス・スキルの視点を取り入れた問題解決能力の指導方法を開発するための基礎的データを収集することを目的とした。

具体的には、小学生に身に付けさせたいプロセス・スキルの検討を行い、学習者が理科授業の中で実際に利用できそうなプロセス・スキルの視点を取り入れた問題解決能力として表現される学習者レベルの言葉を設定する。そして、それが学習者にとって利用しやすい言葉であるかどうかを検討し、指導方法を開発する際の示唆を得ることである。

4 小学生に身に付けさせたい問題解決能力としてのプロセス・スキル

ここでは、理科の学習でも重要な技法である問題解決能力にプロセス・スキルの視点を取り入れるに当たって、小学生に身に付けさせたいプロセス・スキルを検討した。具体的には、小学校理科学習で使用できるかどうかという視点からPadilla (1991) が示している12項目のプロセス・スキルとOstlund (1992) が示している15項目のプロセス・スキルと、そして、昭和44年度中学校指導要領の理科(文部省, 1970)の中で詳細に取り上げられている13項目のプロセス・スキル^{注2}を比較、検討した(表1)。

検討の手続きは、筆者と小学校での経験年数10年前後の現職教員4名で行った。たとえば、「観察」項目については、表1の文部省、Padilla、Ostlundともプロセス・スキルとして扱っている。実際の小学校現場での授業場面を想定すると、たとえば、植物や生き物の様子の特徴や変化などを調べるとき、手で触ったり目で見たりして観察したり、相違点や類似点を比較して観察したりする。こうしたことから、この「観察」項目は取り上げた。「測定」項目については、表1の文部省、Padilla、Ostlundともプロセス・スキルとして扱っている。実際の小学校現場での授業場面を想定すると、たとえば、植物の発芽の実験で、温度の条件と発芽の関係を調べるとき、温度計を使って温度を測定したり、測定のしかたを考えたりする。こうしたことから、この「測定」項目は取り上げた。このような手続きにより検討した結果、表2に示す11項目のプロセス・スキルを選定した。

なお、プロセス・スキルは、学習者レベルで使用する場合には、下位プロセス・スキルが存在するが、ここで検討しているプロセス・スキルはそうした学習者レベルで使用されるプロセス・スキルの上位概念である。

5 プロセス・スキルの視点を取り入れた問題解決能力の利用可能性の検討

(1) 「学び方アイテム」試案の作成

選定したプロセス・スキルの視点から学習者が理科授業で利用するためには、学習者レベルで使用できる下位プロセス・スキルが必要である。ここでは、学習者が利用できる下位プロセス・スキル(以下、「学び方アイテム」^{注3}と記す)を、筆者と小学校で理科を教えている経験年数10年前後の現職教員4名で検討し、作成した。なお、「学び方アイテム」の利用は、学校教育の中だけでなく、生涯にわたってそうした方略が使えるようになっていくためのものでもある(丸野, 2007)。

「学び方アイテム」を検討するに当たっては、加藤・引間(2009a)が行った小学生を対象とした「学び方アイテム」調査結果を基に考案した。具体的には、小学校6年生が使っている「学び方アイテム」が、どのプロセス・スキルの項目に対応するのかを検討した。たとえば、「葉で、でんぷんが作られている」という実験で、日光に当たった葉と当たらない葉を調べるときに使ってきたアイテムは「違いはあるかな」である。このアイテムは、プロセス・スキルの「五感を多く用いて情報を収集すること」に相当していると考え、「観察」という項目に対応していると判断した。このようにして、プロセス・スキルの視点から整理した「学び方アイテム」試案が表3である。

3

(2) 「学び方アイテム」の利用可能性の調査概要

ここでは、理科授業での「学び方アイテム」の利用可能性を検討した。

- ① 調査時期 平成22年11月から平成23年2月
- ② 調査対象 埼玉県内の公立小学校5校、第4学年、第5学年と第6学年の児童
 ※第3学年を調査の対象としなかったのは、第3学年は理科を学び始めたばかりであり、「学び方アイテム」ということの意味を理解しにくいと判断したからである。

表1 比較検討したプロセス・スキル

	文 部 省	Michael Padilla	Karen L. Ostlund
1	観察すること 「五感を十分に働かせて観察できる」「観察したことは正確に記録できる」「定量的な観察ができる」「変化の過程を観察できる」など	観 察 (Observing) 事物・現象についての情報を収集するために、五感を用いること。	観 察 (Observing) 五感の多くを使用して情報を収集する（機器使用を含む）。
2	測定すること 「定量的な観察をする視点から「誤差を認識できる」「測定値の表し方や測定値の計算ができる」など	測 定 (Measuring) 事物・現象の次元を記載するために、標準測量・非標準測量の両者を用いること、あるいは見積もり・概算すること。	測 定 (Measuring) 任意の単位で対象を比較する。または標準化されない場合がある。
3	事象を時間・空間に関連づけること 「自然の事象を時間と空間とに関連づけて把握できる」「そのような過程を通して、時間と空間の概念を確立できる」など	/	
4	分類すること 「収集した情報を分類し、体系的に整理する」「分類基準の評価ができる」など	分 類 (Classifying) 事物・現象を特性や基準をもとにいくつかの範疇にグループ分けをしたり、順序づけをしたりすること。	分 類 (Classifying) 観察に基づいて、グループ化や物の順序化または事象を確立して体系化する。
5	記録し、伝達すること 「客観的な記録をつくり、伝達できる」「言語などによって伝達できる」「数におきかえたり、記号化したりして、記録し、伝達できる」「図式・絵画・写真・グラフにしたりして、記録し、伝達できる」など	伝 達 (Communicating) 行動、事物・現象を記載するために言葉、グラフや記号を用いること。	データの収集 (Collecting) 体系的な方法で観察し、測定して情報を収集する。 コミュニケーション (Communicating) 口頭で、記述で、言葉で情報交換をしたり説明したりする。 グラフの作成 (Making Graphs) 数量間の関係を示す図に数値、数量を書き、グラフをつくる。
6	予測（予想）すること 「観察や測定の結果から予測できる」「規則性やモデルから予測できる」「法則や理論から予測できる」「予測の適否を検討できる」など	予 想 (Predicting) 証拠のパターン・類型をもとに未知の現象の結果を述べること。	予 想 (Predicting) 推論に基づいて、期待される結果のアイデアを形成する。
7	推論（推理）すること 「既知の事実や知識を前提として、新しい事実や知識を結論として導いていく」「帰納法や類推法による推論と、流しきによる推論ができる」など	推 論 (Inferring) 以前に収集したデータや情報をもとに、事物・現象についての教育的に推論すること。	推 定 (Estimating) 判断に基づいて値や数量を推定する。 推 論 (Inferring) 観察に基づいてアイデアを開発する。過去の経験に基づいて評価や判断を求める。
8	操作的定義をすること 「第三者にも観察や測定の操作がわかり、容易に再現できる」こと	操作的定義 (Defining Operationally) 実験における要因・条件の測定のしかたを定義すること。	定 義 (Defining) 対象や現象、それと経験に基づいて特定の情報を定義すること。
9	条件を制御すること 「予想した条件を検討し、取捨選択する」「ある事象Aの生起について予想される条件がa, b, c, d, …とあるとき、Aとaとの関係を調べるときは、b, c, d, …の条件を一定に保つことができる」など	条件のコントロール (Controlling Variables) 実験結果に影響する要因・条件を発見し、原因となる要因だけを操作し、他のすべての条件を一定にすること。	制 御 (Controlling) 変数は、他の要因が一定に保たれている実験の結果に影響を及ぼす可能性の一つの要因を操作すること。
10	データを解釈すること 自然現象を観察したり、測定したりして得られたデータを解釈して、自然の中から法則性を発見したり、モデルを形成したりすること	データの解釈 (Interpreting Data) データを整理することとそれから結論を導くこと。	データの解釈 (Interpreting Data) 表、グラフや図表から読み取る。表、グラフ、または図（地図を含む）に提出された情報を説明する。またはそれを使用して質問に答える。
11	モデルをつくること 「五感で直接確認できない未知なものを、既知の具体的な物でおきかえて説明できる」「未知のものを観察したり、測定したりして得られた情報から、心的イメージとしてとらえてモデルによって説明できる」など	モデルの形成 (Formulating Model) 過程・現象の知的もしくは物的モデルを創造すること。	モデルの作成 (Making Models) 事物や現象を説明するために物理的あるいは知的に表現する。
12	仮説をつくること 「観察や測定などによって得られた情報を仮説として一般化することができる」「既知の諸事実を説明するための仮定をつくることができる」「未知の事象を予測することができる」など	仮説の設定 (Formulating Hypotheses) 実験の期待される結果を述べること。	仮説の設定 (Hypothesizing) 実験によって調べることができる可能性について解決しなければならぬ問題をはっきり述べる。
13	実験をすること 調べようとする現象に影響する諸条件を制御して行なう一連の観察をすること	実 験 (Experimenting) 適切な疑問の提起、仮説の設定、要因・条件の発見とコントロール、要因・条件の操作的定義、「公正な」実験の計画、実験の実行、実験結果の解釈のすべてを含む実験を実行すること。	調 査 (Investigating) 観察を通して収集し、問題を解決するために結論を出したりデータを分析したりする。

4

表2 小学生に身に付けさせたいプロセス・スキル

プロセス・スキルとその特徴		
1	観 察	五感を多く用いて情報を収集すること。
2	予 想	既知の知識や経験などをもとに未知の現象の結果を予想すること。
3	観察・実験の計画	観察や実験の方法を考えること。
4	分 類	事物・現象を特性や基準をもとにいくつかの範疇にグループ分けをしたり、順序づけをしたりすること。
5	測 定	温度や質量などを測定したり、要因・条件の測定のしかたを考えたりすること。
6	伝達・データの収集	事物・現象を言葉、グラフや図を用いたりして表現すること。
7	推 論	収集したデータや情報をもとに、事物・現象の原因や結果を推測すること。
8	条件のコントロール	実験結果に影響する要因・条件を発見し、原因となる要因だけを操作し、他のすべての条件を一定にすること。
9	仮説の設定	実験で期待される結果を述べること。
10	データの解釈	データを整理することとそれから結論を導くこと。
11	モデルの作成	事物・現象を、モデルを使って説明すること。

表3 プロセス・スキルと学び方アイテム試案

プロセス・スキル	学び方アイテム (例)
1 観 察	・よく観察してみよう ・違いはあるかな
2 予 想	・予想が立つかな
3 観察・実験の計画	・計画を立てよう
4 分 類	・仲間に分けてみようかな
5 測 定	・測ってみようかな
6 伝達・データの収集	・図や絵でかこうかな
7 推 論	・事実をもとに推論しよう ・○と△は関係あるかな
8 条件のコントロール	・条件はなにかな
9 仮説の設定	・○○だから△△だろう
10 データの解釈	・特徴はなにかな ・きまりはあるかな
11 モデルの作成	・もけいを使ってみようかな

③ 調査方法

理科の授業を担当している調査協力校の教員が授業を実施した。授業で使う学び方アイテムについては、授業者が実施する授業内容を勘案して、学習者が利用できそうなアイテムを選定した。なお、授業の進行の都合で表3に示す「学び方アイテム」試案について、すべて調査することができなかった。

授業の開始直後に、次のような指示を行った。「先生が授業で使える『○○○○』という学び方アイテム（学習に使える言葉の道具）を教えてあげます。授業の中で使えたら使ってみてください。」なお、「学び方アイテム」の使い方等については指導をしていない。

授業終了直前に、簡単な調査用紙を配付し、教師が授業の始めに示したアイテムが使えたかどうかを「はい」「いいえ」で回答させ、「はい」と答えた学習者に使えた理由を詳しく書くように求めた。

(3) 「学び方アイテム」の利用に関する検討

① 4年生の実践結果

4年生では、プロセス・スキル「観察」の下位項目として「違いはあるかな」、「観察・実験の計画」の下位項目として「計画を立てよう」、「推論」の下位項目として「○と△は関係あるかな」、「データの解釈」の下位項目として「特徴はなにかな」について、「学び方アイテム」の利用可能性について授業実践を通して検討した。

それぞれのアイテムについて、使えたと回答した人数と使えなかったと回答した人数について直

接確率計算をした。その結果（表4），アイテム「違いはあるかな」を使えたと回答した学習者が1%水準で有意であった。しかし、「計画を立てよう」「特徴はなにかな」というアイテムは、有意ではなかった。そして、「○と△は関係あるかな」は、使えないと回答した学習者が1%水準で有意であった。

② 5年生の実践結果

5年生では、プロセス・スキル「観察」の下位項目として「よく観察してみよう」、「予想」の下位項目として「予想が立つかな」、「測定」の下位項目として「測ってみようかな」、「推論」の下位項目として「事実をもとに推論しよう」、「条件のコントロール」の下位項目として「条件は何かな」、「仮説の設定」の下位項目として「○○だから△△だろう」について、「学び方アイテム」の利用可能性について授業実践を通して検討した。

それぞれのアイテムについて、使えたと回答した人数と使えなかったと回答した人数について直接確率計算をした。その結果（表5），アイテム「よく観察してみよう」や「予想が立つかな」「測ってみようかな」「条件は何かな」「○○だから△△だろう」を使えたと回答した学習者がいずれも1%水準で有意であった。しかし、アイテム「事実をもとに推論しよう」は、有意ではなかった。

③ 6年生の実践結果

6年生では、プロセス・スキル「伝達・データの収集」の下位項目として「図や絵でかこうかな」、「推論」の下位項目として「事実をもとに推論しよう」、「モデルの作成」の下位項目として「もけいを使ってみようかな」について、「学び方アイテム」の利用可能性について授業実践を通して検討した。

それぞれのアイテムについて、使えたと回答した人数と使えなかったと回答した人数について直接確率計算をした。その結果（表6），アイテム「図や絵でかこうかな」を使えたと回答した学習者が1%水準で有意であり、「事実をもとに推論しよう」は、5%水準で有意であり、「もけいを使ってみようかな」は、有意な傾向にあることがわかった。

④ 考察

調査対象授業の結果から「学び方アイテム」に関する利用可能性を検討した。なお、この調査では、学習者にアイテムに関する指導を行っていない。まず、4年生の実践結果から、プロセス・スキル「観察」の下位項目「違いはあるかな」が利用しやすかったのは、学習者が3年生のときから「現象を比較する」ことを経験してきているからではないかと考えられる。しかし、その他のプロセス・スキルの下位項目「計画を立てよう」「○と△は関係あるかな」「特徴はなにかな」が利用しにくかったのは、学習者がそのアイテムの意味することを十分に理解することができなかつたためではないかと考えられる。特に、アイテム「○と△は関係あるかな」を利用しにくかつた学習者が有意に多かつたのは、水の温度変化と体積変化は関係があるかどうかについて考えをめぐらすことができなかつたためではないかと考えられる。これらのことから4年生から「学び方アイテム」を使わせるのは難しいと考えられる。

次に、5年生の実践結果から、プロセス・スキルの下位項目「よく観察してみよう」や「予想が立つかな」「測ってみようかな」が学習者にとって利用しやすかつたのは、このようなアイテムに関係する言葉を3年生のときから日常の理科授業で使ってきているからであると考えられる。また、アイテム「条件は何かな」も、5年生になってから教科書でも「同じにする条件、変える条件」という言葉で取り上げられ、繰り返し指導されてきている。そのために学習者がアイテムの言葉の意

表4 プロセス・スキルと関連した学び方アイテムの利用可能性（4年）－単元「金属、水、空気と温度」－

プロセス・スキル	学び方アイテム	調査対象授業	はい	いいえ	検定結果
観 察	違いはあるかな	「金属も空気や水のように、かさが変化するだろうか」という問題で、金属もあたためると膨らみ、冷やすと縮むことをとらえる授業である。	29	7	**
観察・実験の計画	計画を立てよう	金属や水も温度によって体積が変化することから、空気の場合について予想をし、それを確かめるための実験方法を班ごとに考え、発表する授業である。	16	15	ns
推 論	○と△は関係あるかな	金属も温度によって体積が変化したことから、水の体積は、温度によって変化するかどうかを予想してから実験を行う授業である。	5	27	**
データの解釈	特徴はなにか	フラスコの中の空気は温めると膨張しており、温めた空気が上にいくということでは説明がつかないことを考える授業である。	22	16	ns

両側検定 ** (p<.01) ns (.10<p)

表5 プロセス・スキルと関連した学び方アイテムの利用可能性（5年）

プロセス・スキル	学び方アイテム	調査対象授業	はい	いいえ	検定結果
観 察	よく観察してみよう	「物の溶け方」で、食塩を水に入れると、食塩が水にとけて見えなくなる様子を観察する授業である。	24	5	**
予 想	予想が立つかな	「物の溶け方」で、水に溶けたものはどうなったかという問題に対して各自で予想を考える授業である。	25	5	**
測 定	測ってみようかな	「植物の発芽、成長」で、種子の発芽に必要な条件を調べる学習で、適当な温度は発芽に必要なかを調べる実験を行う授業である。	24	2	**
推 論	事実をもとに推論しよう	「流水の働き」で、「地面を流れる水にはどんな働きがあるだろう」という課題のもとで行った実験結果を分析し、流れる水の働きを見出す授業である。	20	19	ns
条件のコントロール	条件は何かな	「振り子の運動」で、振り子が一往復する時間を変える条件を考える授業である。	24	4	**
仮説の設定	○だから △△だろう	「動物の誕生」で、「池や川の水中には、魚が食べるものがあるのだろうか」ということを考える授業である。	22	4	**

両側検定 ** (p<.01) ns (.10<p)

表6 プロセス・スキルと関連した学び方アイテムの利用可能性（6年）

プロセス・スキル	学び方アイテム	調査対象授業	はい	いいえ	検定結果
伝達・データの収集	図や絵でかこうかな	「燃焼の仕組み」で、底のない集気びんを使って、缶の中のろうそくの燃え方を比較し、線香の煙の流れるようすを観察し、わかったことをノートにまとめる授業である。	32	8	**
推 論	事実をもとに推論しよう	「植物の養分」で、植物の成長に必要な要素である日光は植物にどのような変化をもたらすのだろうかという疑問をもとに、植物が光合成によってでんぷんを生成していることに気づく授業である。	28	12	*
モデルの作成	もけいを使ってみようかな	「人の体のつくりと働き」で、人の体の中の、それぞれの部分の位置と働きについて、体内模型に触れながら各臓器の位置を確認し、科学的な言葉や概念を意識して使いながら体内の臓器の働きについてまとめる授業である。	22	11	+

両側検定 ** (p<.01) * (p<.05) + (.05<p<.10)

味を理解しやすかったから使いやすかったのだろう。しかし、プロセス・スキル「推論」の下位項目「事実をもとに推論しよう」が利用しにくかったのは、これまでの学習でもこのアイテムに関する言葉をほとんど使った経験がなく、学習者がどのようにこれを使ってよいかを理解できていなかったためではないかと考えられる。これらのことから学習者が利用しにくいアイテムの言葉を指導する場合、学習のどの場面でのように使うとよいかを具体的に示しながら指導していく必要があるだろう。

最後に、6年生の実践結果から、プロセス・スキル「伝達・データの収集」の下位項目「図や絵でかこうかな」が学習者にとって利用しやすかったのは、このアイテムを使う必然性を感じていたからではないかと考えられる。その証拠に、使いやすかった理由に関する記述で、多くの学習者が「ろうそくの燃え方の違いを考えるのに図や絵を描くと考えやすかった」と回答している。しかし、その他のプロセス・スキルの下位項目「事実をもとに推論しよう」「もけいを使ってみようかな」が利用しにくいのは、学習者がこのアイテムに関する言葉を日常の授業ではほとんど使った経験がないためではないかと考えられる。

以上のことから、今後プロセス・スキルに関する「学び方アイテム」の指導を行っていく場合、アイテムの言葉の意味を学習者が理解して使ってこそ、学習効果をあげることができると考えられる。したがって、学習者にアイテムの言葉の意味を理解させて使わせていくことを考えると、5年生から6年生へと段階的に繰り返し指導をしていくことが望ましいと考えられる。また、すべての学習者が「学び方アイテム」の言葉の意味を理解して使えるようにするためには、学習のどの場面でのように使うとよいかを、教師が具体的に示しながら指導していく必要があるだろう。

6 おわりに

メタ認知ツールとして学習者レベルで利用できる「学び方アイテム」の指導方法に関する示唆として、本研究から得た知見を整理すると、以下の2点に整理できる。

- ①「学び方アイテム」の指導は、5年生から始め、6年生へと段階的に行うこと。
- ② 学習者が利用しやすい「学び方アイテム」を理科授業の具体的な場面で指導すること。

今後は、本研究で得た知見をもとに、科学的概念の形成を促すためのメタ認知ツールとして「学び方アイテム」を指導するためには、気付く段階、意識化する段階、そして、行為の評価段階の3段階が必要であり（加藤・引間，2009a）、この3段階の指導について、具体的な指導案を作成し、授業実践を通して、その指導方法を確立していきたい。

謝辞

本研究を進めるにあたり、独立行政法人埼玉大学教育学部附属小学校の下妻淳志先生、高村周作先生、杉山直樹先生、埼玉県飯能市立双柳小学校の岩崎隆先生、ふじみ野市立駒西小学校の仲田智宏先生、所沢市立明峰小学校の土屋広先生、狭山市立入間川小学校の濱中伸治先生、川越市立大東西小学校の大野貴寛先生、吉見町立南小学校の齋藤浩正先生、坂戸市立坂戸小学校の金子睦先生には、授業実践並びに調査、分析にご協力いただきました。また、直接確率計算は、上越教育大学の田中敏先生のJavaScript-STARを使用させていただきました。ここに記して謝意を表します。

附記

本研究は、日本学術振興会平成22～24年度科学研究補助金（基盤研究（C））課題番号 22530991「メタ認知の働きを活用した問題解決能力の育成に関する指導法の開発」（研究代表：加藤尚裕）を受けて実施したものである。

注

注1：メタ認知の定義は研究者により異なっている。本研究では、メタ認知を、Bruer (1993) の「思考について思考する能力であり、問題解決者としての自分自身に意識的に気づく能力であり、自分の心的過程をモニタしてコントロールする能力である」とする。

注2：文部科学省がプロセス・スキルに関係する内容を具体的に詳細に取り上げているものは、この年度に改訂されたものだけである。

注3：本研究で言う「学び方アイテム」とは、加藤・引間 (2009b) の定義を一部修正し、「理科の学習で疑問を感じ、学ぼうとする意欲や問題意識をもち、問題を設定し、それをどんな資料や道具で、どのような順序や方法で学習を進めたらよいか、学習者自らがすでにもっている知識や経験などを総動員して、それらによって計画を立て、学習を自ら進めていく上での方略であり、学習者がその方略を利用したり自問自答したりする言葉の技法」として捉えることにする。また、「学び方アイテム」は、メタ認知としてのつぶやきの役割を果たす言葉でもある。

引用文献・参考文献

- Bruer, J. T. (1993). *Schools for Thought : A Science of Learning in the Classroom*, Cambridge, MA: The MIT Press. 松田文子・森敏昭 (1997). 授業が変わる－認知心理学と教育実践が手を結ぶとき－. 北大路書房, 60p.
- 人見久城 (1997). アメリカのプロジェクト2061におけるカリキュラム構成の考え方. 理科の教育, 46 (3), 8p.
- 堀哲夫 (2003). 学びの意味を育てる理科の教育評価, 東洋館出版社. 119-141.
- 市川伸一 (1998a). 開かれた学びへの出発－21世紀の学校の役割－, 金子書房.
- 市川伸一 (1998b). 認知カウンセリングから見た学習方法の相談と指導, プレーン出版.
- 今田利弘・小林辰至 (2004). 中学校理科教員のプロセス・スキルズ育成に関する指導の実態. 理科教育学研究, 45 (2), 1-8.
- 加藤尚裕 (2008). メタ認知ツールとしてのコンフリクトシートの利用に関する試み, 理科教育学研究, 48 (3), 45-56.
- 加藤尚裕・引間和彦 (2009a). 小学校理科における学習方略に関する指導法の開発－「学び方アイテム」の自発的な利用をめざして－. 国際経営・文化研究, 14 (1), 71-85.
- 加藤尚裕・引間和彦 (2009b). 同上. 73p.
- 小林辰至 (2006). 6章 探究活動の仕組み方. 理科教育研究会. 未来を展望する理科教育. 東洋館出版社. 88-89.
- 丸野俊一 (2007). 適応的なメタ認知をどう育むか. 心理学評論, 50 (3), 341-356.
- 文部省 (1970). 中学校指導書理科編 (昭和45年5月). 大日本図書, 35-57.
- 文部科学省 (2008). 小学校学習指導要領解説理科編. 大日本図書. 1-9.
- 小川正賢 (1992). 第1章 探究学習論. 理科教育学会編. 理科教育学講座5 理科の学習論 (下). 東洋館出版社, 14-15.
- 小倉康 (2007). 平成18年度科学研究費補助金特定領域研究. 科学的探究能力の育成を軸としたカリキュラムにおける評価法の開発 (課題番号17011073). 研究報告書.
- Ostlund, K. L. (1992). *Science Process Skills — Assessing Hands-on Student Performance —*, Addison-Wesley Publishing Company.
- Padilla, M. J. (1991). S. M. Glynn, R. H. Yeany, B. K. Britton : *The Psychology of Learning Science*, 武村重和 (監訳) 1993. 理科学習の心理学 子どもの見方や考え方をどう変容させるか. 東洋

- 館出版社, 230-231.
- 佐藤公治 (1996). 認知心理学からみた読みの世界—対話と共同的学习をめざして—. 北大路書房, 110p.
- 柴一実 (2006). アメリカのカリフォルニア州における科学カリキュラムの現代的動向—直接教授と探究活動とのバランスを重視した科学カリキュラム—. 広島大学大学院教育学研究科紀要, 第一部, 第55号, 61-70.
- 辰野千尋 (1997). 学習方略の心理学 賢い学習者の育て方. 図書文化, 11p.
- Tsai, C. C. (2003). Using a conflict map as an instructional tool to change student alternative conceptions in simple series electric-circuits, *International Journal of Science Education*, Vol.25, No.3, pp.307-327.
- 吉山泰樹・小松武史・稲田結美・小林辰至 (2012). プロセス・スキルズの観点からみた観察・実験等の類型化 (2) —小学校理科教科書に掲載されている観察・実験等について—, 理科教育学研究, 52 (3), 189p.
- 湯澤正通 (2008). 科学的思考と科学理論の形成におけるメタ認知, 三宮真智子編著, メタ認知—学習力を支える高次認知機能—, 北大路書房, 131-149.

(受理 平成24年1月10日)