

(論文)

理科授業におけるメタ認知を育成するための指導方法の開発

— 小学校第6学年「てこの規則性」を事例として —

加藤 尚裕

キーワード

メタ認知ツール 学習技法 てこの規則性

1. はじめに

理科授業において子どもなりの見方や考え方（以下、素朴概念¹⁾と記す）を科学的概念に変容させていくためには、メタ認知の育成が重要な課題の一つであると考えられている（堀，1998，湯澤，2008）。例えば，実験を行っているときに，「自分の操作がうまくできているかどうかをチェックする」「実験の結果と予想を比較して考える」といった技法を，一人ひとりの子どもが意識的に行う活動である。こうした心的活動はメタ認知と言われ，学習効果を高める上でも重要である（Bruer，1993a）。

理科授業においてメタ認知の育成に着目した先行研究には，以下のようなものが挙げられる。Tsai（2003）は，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に，メタ認知の働きを促進するためにコンフリクトマップを開発し，それを使った実践を試みている。堀（2003）は一枚ポートフォリオ法を用いた授業の振り返りを提案している。この方法は，子どもの素朴概念を適切なものに修正したりメタ認知の能力を育てたりすることができる²⁾と述べている。加藤（2008）は子どもがもっている素朴概念と科学的概念を子ども自身が対比できるようなコンフリクトシートを開発し，メタ認知が振り子の特性に関する概念形成に有効であることを報告している。木下（2010）は子どもが学習中に認知レベルとメタレベルを客観視できるメタ認知支援ワークシートを考案し，それを用いた授業を試み，子どものメタ認知が促進されていることを確認している。沖野・松本（2011）は教授方略として素朴概念の明確化，素朴概念の獲得過程の明確化，素朴概念と科学的概念の接続・照合という3段階のメタ認知的支援を行い，その有効性を明らかにしている。

このように素朴概念を科学的概念に変容させるためにメタ認知の育成に関する研究は様々な進められてきている。しかし，子どもたちが「違いはあるかな」「事実をもとに考えてみよう」といった技法を意識して使用し，理科の問題解決を行うことができるように指導するという観点からの実践的な研究は，十分に行われているとは言えないだろう。こうしたメタ認知の育成は，たとえば，市川（1998）の認知カウンセリングの研究に見られる。この研究では，「自立した学習者を育てる」

ことを目的としている。具体的には、「わからなくなったら定義に立ち返ってみる」「頭だけで考えていても難しいときには図にかいてみる」といった技法を、子ども自身が内化し、自らの学習状態を診断的に見つけ、改善するという方法である。

そこで、本研究ではこうした市川（1998）の考え方を参考に、理科授業を通して子どもたちにメタ認知を育成するための指導方法の開発を目的としている。具体的には、理科の問題解決学習で重要な技法である「事象を変化させている原因はなんだろう」「同じにする条件は何かな」などを、子ども自身が自問自答したり、それらを活性化したりするための指導方法を開発することである。なお、本研究では、問題解決学習に必要な技法を「学び方アイテム」と呼んでいる。

2. メタ認知について

本研究では、メタ認知を、Bruer（1993b）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」とする捉え方による。メタ認知は、人間の認知特性についての知識、課題についての知識、方略についての知識といったメタ認知的知識と、認知についての気づき、フィーリング、予想、点検、評価などのメタ認知的モニタリングおよび認知についての目標設定、計画、修正などのメタ認知的コントロールといったメタ認知的活動の2つの側面からとらえられている（三宮、2008）。

本研究で扱っている「学び方アイテム」は、メタ認知的知識に相当すると考えている。学習中に子ども自身が自らの行動を制御したり調整したりするためのツールとして利用することができ、自らの考えを第三者的な視点から振り返る思考活動としても利用できると考えている。例えば、「三日月に見えるわけ」を考える授業では、子どもが「模型を使って考えてみようかな」と自分自身に問いかけ、月に見立てたボールを使い、月の形が変化して見える理由について考えをめぐらす。そして、「そうか、三日月に見えるのは、光のあたり方との関係で考えるとよさそうだな」と自分なりの考えを導きだしていく活動が考えられる。この学習活動の中で自分自身に問いかけている「模型を使って考えてみようかな」という言葉は、問題を解決していくための技法に関する知識であり、メタ認知的知識に相当すると考えられる。また、このようなメタ認知的知識は、「そうか、三日月に見えるのは、光のあたり方との関係で考えるとよさそうだな」というような考えをめぐらす活動を活性化することも考えられ、メタ認知的活動に相当すると考えられる。

これまで述べてきたようにメタ認知的知識としての「学び方アイテム」は、メタ認知的活動を活性化するためのツールになりうるのではないかと考えて研究を進めている。なお、古賀・松本（2006）は、「メタ認知的知識とメタ認知的経験は、相互に関わって発達していくものである」と述べているように、「模型を使って考えてみようかな」といったメタ認知的知識としてのアイテムは、認知過程におけるメタ認知的活動を通して、その子なりの様々なアイテムへと変更されていくことが重要であると考えている。

2

3. 研究の内容

理科授業において、子どもたちにメタ認知を育成するためには、その存在に気付かせ、メタ認知的知識として保有させること、そして、それがメタ認知的活動として機能し、役に立っていることを実感させる必要がある（植木、2004）。

そこで、以下の2点について研究を行っていくことにする。

- (1) 授業レベルで子ども自らが習得していくための基本となる「学び方アイテム」を開発する。
- (2) メタ認知的知識としての「学び方アイテム」の存在に気付かせることができると想定される指導を組み込んだ理科授業を実践し、その可能性を検討する。

4. 基本となる「学び方アイテム」の検討

(1) 「学び方アイテム」案の作成

ここでは、メタ認知的知識としての「学び方アイテム」を、子ども自身が習得していくための基本となるアイテムを作成し、共分散構造分析により、その妥当性を検討した。具体的な手続きは以下のようにして行った。

まず、理科の学習でも重要な技法であるプロセス・スキルの視点を取り入れた「学び方アイテム」素案を作成した(加藤, 2012)。プロセス・スキルの視点を取り入れたのは、それが理科学習で自然を調べる過程において、自然の事物・現象の中に問題を見だし、情報の収集・処理に基づいて規則性の発見や認識を深めていく中で取り上げられる技法や考え方であると言われているからである(Glynnら, 1991)。

次に、「学び方アイテム」素案を基に、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、授業レベルで子どもに指導していくための基本となる「学び方アイテム」の言葉の作成を行った。なお、言葉の作成は、加藤・引間(2009)が行った小学生を対象とした「学び方アイテム」調査結果や理科の教科書の中の文言をもとにして行った。

最後に、角屋(2008)の整理した問題解決学習の5つの場面ごとにアイテムを整理し直し、「学び方アイテム」案(以下、仮説モデルと略す)を作成した(表1～表5)。

(2) 仮説モデルの妥当性の検証

作成した仮説モデルが問題解決学習の場面に影響を及ぼす可能性があるかどうかを確かめるため、共分散構造分析用のソフトウェア“Amos”を用い、5つの問題解決学習の場面を潜在変数とし、仮説モデルを観測変数として、共分散構造分析を行った。そして、それぞれの仮説モデルの適合度について検討を行った。なお、仮説モデル全体の評価基準として、GFI(適合度指標)、AGFI(自由度調整済適合度指標)、およびRMSEA(平均二乗誤差平方根)を用いた。GFIとAGFIは1に近いほどモデルの適合率が高く良いモデルであるとされている。また、RMSEAは0.05以下であれば適合度が高いと判断され、0.10以上であれば当てはまりが悪いとされている(田部井, 2011)。

①調査時期：平成23年5月

②調査対象：独立行政法人国立大学附属小学校第6学年100名である。

③質問紙法：仮説モデルを、「役に立つ」「少しは役に立つ」「役に立つとも役に立たないともいえない」「あまり役に立たない」「役に立たない」の5件法にして質問用紙を作成し、調査を実施した。なお、仮説モデルの文言は、(1)の「学び方アイテム」案の作成で述べたように、教科書に示されていたり、普段の理科授業の中で教師が何らかの形で使っているような言葉である。

3

5. 分析結果

(1) 問題を見いだす場面の仮説モデルの検討

仮説モデルの修正指数活用前後(表1の2), 4), 5) 削除)で、適合度指標などの適合度が向

上した。その結果（図1），問題を見いだす場面の仮説モデルの適合度指数は，GFI=0.971，CFI=0.974，RMSEA=0.080であったことから，高い適合度が得られた。また，この場面で使うアイテム「何だろう，どうということかな」の因子負荷の推定値が0.833，「違いはあるかな」の因子負荷の推定値が0.709であることから，これらのアイテムは，この場面の学習に強い影響を及ぼす可能性が高いと考えられる。

表1 問題を見いだす場面の仮説モデル

1. 問題を見いだす 場面	1) ○と△は関係あるのかな
	2) 何でできているのかな
	3) くらべて調べてみようかな
	4) ほかのものはどうかな
	5) 試してみようかな
	6) 何だろう，どうということかな
	7) 違いはあるかな
	8) なぜ，○○になるのかな

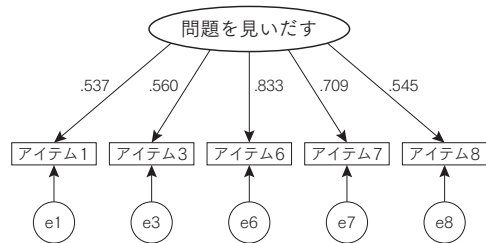


図1 問題を見いだす場面

(2) 予想や仮説を考える場面の仮説モデルの検討

仮説モデルの修正指数活用前後（表2の6），7）削除）で，適合度指標などの適合度が向上した。その結果（図2），予想や仮説を考える場面の仮説モデルの適合度指数は，GFI=0.988，CFI=1.000，RMSEA=0.000であったことから，高い適合度が得られた。また，この場面で使うアイテム「事実をもとに考えよう」の因子負荷の推定値が0.864であることから，このアイテムは，この場面の学習に強い影響を及ぼす可能性が高いと考えられる。一方，アイテム「図や絵でかこうかな」の因子負荷の推定値が0.136であることから，このアイテムは，この学習の場面にほとんど影響を及ぼさないと考えられる。

表2 予想や仮説を考える場面の仮説モデル

2. 予想や仮説を 考える場面	1) 図や絵でかこうかな
	2) ○と△は関係あるのかな
	3) 事実をもとに考えよう
	4) 試してみようかな
	5) 予想が立つかな
	6) 経験したことがあるかな
	7) 違う予想はあるかな

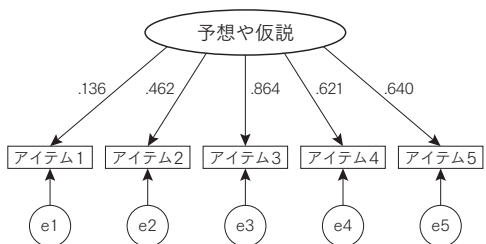


図2 予想や仮説を考える場面

(3) 観察・実験方法を考える場面の仮説モデルの検討

仮説モデルの修正指数活用前後（表3の1），2），5），9）削除）で，適合度指標などの適合度が向上した。その結果（図3），観察・実験方法を考える場面の仮説モデルの適合度指数は，GFI=0.977，CFI=1.000，RMSEA=0.000であったことから，高い適合度が得られた。また，この場面で使うアイテム「ほかの方法はないかな」の因子負荷の推定値が0.751，「同じにする条件と変える条

件は何か」の因子負荷の推定値が0.723であることから、これらのアイテムは、この場面の学習に強い影響を及ぼす可能性が高いと考えられる。

表3 観察・実験方法を考える場面の仮説モデル

3. 観察・実験方法を考える場面	1) ほかのものはどうか
	2) 条件は何か
	3) ほかの方法はないかな
	4) どんな計画で調べてみようかな
	5) 何だろう、どういうことかな
	6) 同じにする条件と変える条件は何か
	7) 正確な実験をするには
	8) 模型を使って調べようかな
	9) 試してみようかな
	10) ○○を使えばわかるかな

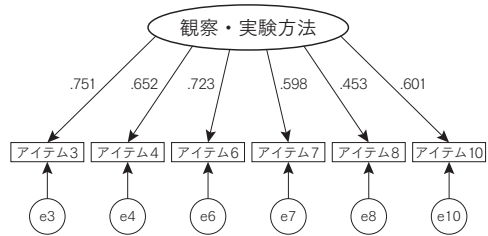


図3 観察・実験方法を考える場面

(4) 観察・実験を行う場面の仮説モデルの検討

仮説モデルの修正指数活用前後(表4の2), 3), 4), 13), 14), 15), 16) 削除)で、適合度指標などの適合度が向上した。その結果(図4), 観察・実験を行う場面の仮説モデルの適合度指数は、GFI=0.937, CFI=0.937, RMSEA=0.036であったことから、高い適合度が得られた。また、この場面で使うアイテム「しくみはどうなっているのかな」の因子負荷の推定値が0.712であることから、このアイテムは、この場面の学習に強い影響を及ぼす可能性が高いと考えられる。

表4 観察・実験を行う場面の仮説モデル

4. 観察・実験を行う場面	1) よく観察してみよう	9) 手がかりがみつかるかな
	2) さわって調べてみようかな	10) 予想と比べながらやってみよう
	3) ○と△は関係あるのかな	11) 正確な実験をするには
	4) 仲間に分けてみよう	12) 特徴は何か
	5) 何でできているのかな	13) 試してみようかな
	6) しくみはどうなっているのかな	14) 同じにする条件と変える条件は何か
	7) くらべて調べてみようかな	15) 共通点は何か
	8) はかってみようかな	16) ○○で調べてみようかな

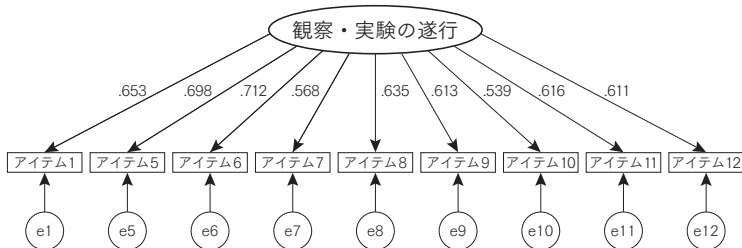


図4 観察・実験を行う場面

(5) 観察・実験結果を得て、その結果を考察する場面の仮説モデルの検討

仮説モデルの修正指数活用前後（表5の2），5），10），13），14）削除）で，適合度指標などの適合度が向上した。その結果（図5），観察・実験結果を得て，その結果を考察する場面の仮説モデルの適合度指数は，GFI=0.919，CFI=0.977，RMSEA=0.045であったことから，高い適合度が得られた。また，観察・実験結果を得て，その結果を考察する場面で使うアイテム「○○がどうかわったかな」の因子負荷の推定値が0.797，「共通点は何かな」の因子負荷の推定値が0.729であるので，これらのアイテムは，この場面の学習に強い影響を及ぼす可能性が高いと考えられる。

表5 観察・実験結果から考察する場面の仮説モデル

5. 観察・実験結果から考察する場面	1) 図や絵でかこうかな	9) 共通点は何かな
	2) ほかのものはどうかな	10) グラフで表そうかな
	3) ○と△は関係あるのかな	11) よく吟味してみよう
	4) 条件は何かな	12) 事実をもとに考えよう
	5) 何でできているのかな	13) 表にしてみようかな
	6) ○○だから～だろう	14) 言葉にしてみようかな
	7) ○○がどうか変わったかな	15) 言葉で説明してみようかな
	8) はかってみようかな	

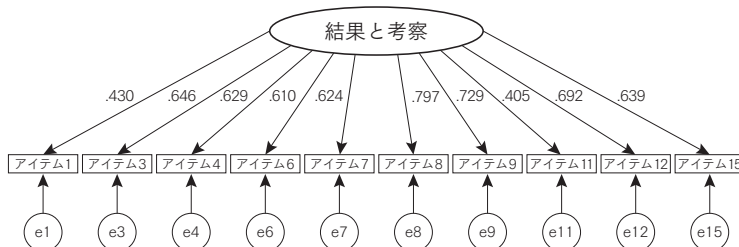


図5 観察・実験結果から考察する場面

(6) 基本となる「学び方アイテム」の決定

授業レベルで子どもに指導していききたい基本となる「学び方アイテム」は，（1）～（5）の仮説モデルの検証結果を踏まえて作成したものが，表6である。なお，一般に因子負荷の推定値0.40以上の観測変数は，潜在変数に及ぼす影響が大きいとされている（田中，1996）。本研究では，このことを受けて，基本となる「学び方アイテム」の指導は，因子負荷の推定値0.40より大きい推定値0.60以上のアイテムについて，メタ認知的知識として子どもが獲得できるように指導していくことを基本に考えている。

6. 授業実践

授業レベルで子どもたちに習得させたい基本となる「学び方アイテム」を問題解決学習で習得できるようにするためには，まず子どもがそれをメタ認知的知識として受け入れられるかどうかについて検証する必要がある。そこで，ここでは小学校高学年の理科授業での実践を通して，その可能性の検証を行った。

表6 基本となる「学び方アイテム」

学習場面	学び方アイテム	
問題を見いだす場面	○と△は関係あるのかな	※違いはあるか
	くらべて調べてみようかな	なぜ、○○になるのかな
	※何だろう、どういうことかな	
予想や仮説を考える場面	○と△は関係あるのかな	※試してみようかな
	※事実をもとに考えよう	※予想が立つかな
観察・実験方法を考える場面	※ほかの方法はないかな	正確な実験をするには
	※どんな計画で調べてみようかな	模型を使って調べようかな
	※同じにする条件と変える条件は何かな	※○○を使えばわかるかな
観察・実験を行う場面	※よく観察してみよう	※手がかりがみつかるかな
	※何でできているのかな	予想と比べながやってみよう
	※しくみはどうなっているのかな	※正確な実験をするには
	くらべて調べてみようかな	※特徴は何か
	※はかってみようかな	
観察・実験結果を得て、その結果を考察する場面	図や絵でかこうかな	※○○がどうかわったかな
	※○と△は関係あるのかな	※共通点は何か
	※条件は何かな	よく吟味してみよう
	※○○だから、～だろう	※事実をもとに考えよう
	※きまりはあるか	※言葉で説明してみようかな

※印は、因子負荷の推定値0.60以上を示す。

(1) 授業の概要

埼玉県内公立小学校、第6学年39名を対象として、平成24年1月～2月にかけて、単元「てこの規則性」についてK教諭が8時間の授業を実施した。

(2) 「学び方アイテム」に関する指導

Bruer (1993c) は、学習方略を身に付けるためには、「明示的な方略の解説、いつその方略が役に立つかについての教授、そしてなぜそれが役に立つのかの説明を含むべきである」と述べている。

本実践授業では、この指摘されている「明示的な方略の解説、いつその方略が役に立つか」についての教授に相当する指導として、授業中に教師が子どもに「学び方アイテム」の解説と使い方について具体的に指導をする。そして、「なぜそれが役に立つのかの説明」に相当する指導として、授業の終わりに、「学び方アイテム」の使い方の振り返りを行った。

具体的には、まず、図6を使い、「学び方アイテム」について解説を行った。

みなさんが、理科の学習を進めていくときに、しらないうちに自分自身に問いかけていることがあると思います。そのようなひとり言をつぶやいたり自分に問いかけたりすることを意識して身に付けていくことが大切です。

そうした自分自身への問いかけに使う言葉を「学び方アイテム」とよんでいます。「学び方アイテム」の言葉は、お友達によっても違います。

ぜひ、このような「学び方アイテム」を自分なりに上手く活用して理科の学習に生かし、自分の学習方法を身に付けていけると理科の学習が楽しくなりますね。

図6 「学び方アイテム」の説明

授業のはじめの時間で、授業の見直しをもたせるとともに、今日の授業で使ってほしいアイテムを黒板に掲示した。その直後子どもにアイテム記入用シール(図7)を配り、教師が掲示したアイテムをシールに書き写させ、ノートに貼らせた。次に、授業中、予想を考えたり、実験や観察を行ったりしている場面では、個人やグループに対してアイテムはこういう場面で利用できることを説明したり、アイテムを声に出して使うように助言をしたりした。アイテムを声に出させたのは、佐藤(1996)が自分のモノローグは、即座に自分がもう一度その声を聞き、自己との対話を引き起こすと述べていることからメタ認知の働きを促す方法であると考えた。また、子どもがアイテムを利用している場面を見つけたときには褒め、他の子どもにもそのアイテムの使い方を広めた。最後に、授業の終末場面では、その時間の学習を振り返って、その日使ったアイテムが使えるかを振り返りシート(図8)に記入させ、アイテムに関する振り返りを行った。

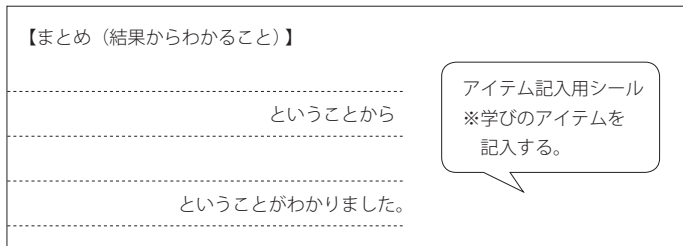


図7 アイテム記入用シール

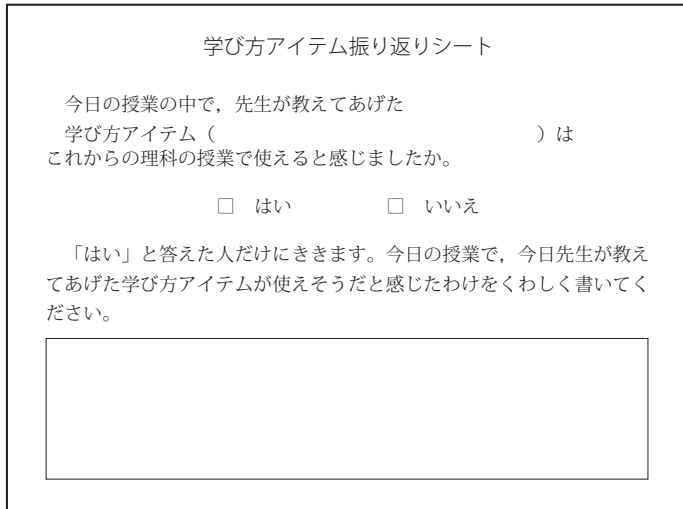


図8 学び方アイテム振り返りシート

8

(3) 指導する「学び方アイテム」選定

表7に示す本実践で指導する「学び方アイテム」は、基本となる「学び方アイテム」(表6)の中から以下のような手続きによって選定した。

第一次の単元の導入(表7の①時)では、てこの規則性に関する問題を見いだす場面があるので、アイテム「何だろう、どういうことかな」を指導することにした。次の実験場面(表7の②時)では、てこをどう使えば重いものを楽に持ち上げることができるかについて予想や仮説を考える場面

であるので、アイテム「予想が立つかな」を指導することにした。第二次（表7の⑤時）では、実験2において実験用てこを使って、てこがつり合うときのきまりを調べていくので、実験・観察結果を得て、その結果を考察する場面のアイテム「決まりがあるかな」を指導することにした。第三次（表7の⑦⑧時）では、実験を行いながらてこを利用した道具のしくみについて考えさせていくので、実験・観察を行う場面のアイテム「しくみはどうなっているのかな」を指導することにした。

なお、観察・実験方法を考える場面でのアイテムについては、子どもたち自らに実験方法を考えさせるための指導ではなく、教科書に示されている実験方法で授業を行うことが適していると判断し、アイテムの指導を行わなかった。

したがって、本実践では、4つの場面で4つのアイテムの指導をすることにした。

表7 指導する「学び方アイテム」と単元の指導計画

次	時	学習活動 (○)	学び方アイテム
第一次	①	<ul style="list-style-type: none"> ・「パールでくぎを抜いたり、丈夫な棒で重いものを持ち上げたりして、楽に作業できる方法を見つけてみよう。」 ○ パールでくぎを抜いたり、丈夫な棒で重いものを持ち上げたりして、楽に作業できる方法を見つける。 	・ 何だろう、どういうことかな
	②	<ul style="list-style-type: none"> ・「てこをどう使えば、重いものを楽に持ち上げることができるのだろうか。」 ○ 支点・力点・作用点など、てこについての用語をおさえる。問題に対しての予想を立てる。 	・ 予想が立つかな
	③	<ul style="list-style-type: none"> ○ 実験1 棒を使って砂袋を持ち上げ、力点や作用点などの位置を変えて手応えを調べる。 	
	④	<ul style="list-style-type: none"> ○ 実験1の結果からてこをどう使えば重いものを楽に持ち上げることができるのだろうか考察する。 	
第二次	⑤	<ul style="list-style-type: none"> ・「左右のうで、おもりの重さやつるす位置を変えると、どんなときにつり合うのだろうか。」 ○ 実験2 実験用てこを使っててこがつり合うきまりを調べる。 	・ 決まりがあるかな
	⑥	<ul style="list-style-type: none"> ○ 実験2の結果から左右のうでがつり合う時のきまりを見つける。 	
第三次	⑦	<ul style="list-style-type: none"> ・「てこを利用した道具を探して、しくみを調べよう。」 ○ 実験3 身の回りにある、てこのきまりを利用した道具の支点・力点・作用点を調べる。小さな力で作業できる使い方を調べる。 	・ しくみはどうなっているかな
	⑧	<ul style="list-style-type: none"> ○ 実験3の結果から、小さな力で作業できる使い方をまとめる。てんびんや皿天秤の使い方を思い出す。 	

7. 実践結果と考察

(1) 指導した「学び方アイテム」について

子どもが「学び方アイテム」をメタ認知的知識として受け入れられるかどうかを検討するに当たって、まず、指導した4つの学び方アイテム、「何だろう どういうことかな」「予想が立つかな」「決まりがあるかな」「しくみはどうなっているかな」を子どもが使えると感じているかどうかについて質問紙調査（図8）により検討をした。

表8 指導した「学び方アイテム」の利用について N=29

指導した「学び方アイテム」	使える	使えない	検定結果
「何だろう、どうということかな」	27	2	**
「予想が立つかな」	27	2	**
「決まりがあるかな」	28	1	**
「しくみはどうなっているかな」	26	3	**

※両側検定 ** (p<.01)

その結果を整理し、直接確率計算を行ったものが表8である。なお、研究対象は、8時間の授業をすべて受けた子どもであり、しかも事前・事後テストを受けた29人である。

表8に示す通り、指導した4つの「学び方アイテム」のすべてで1%水準で使えると感じた群のほうが有意に多かった。このことから、指導した「学び方アイテム」は子どもに受け入れられる可能性があるといえる。

また、「学び方アイテム」の指導と学習成果との関係について、事前・事後テスト（資料1）結果について、マクネマー検定を行った（表9）。その結果、ほぼ全ての問題で正答に有意差が見られ、一定の学習成果が出ていることが分かる。しかし、この学習成果は、継続的に「学び方アイテム」を指導し、子どもがそれを利用してメタ認知を働かせていることと関係づける証拠が明確になっているわけではない。また、今回の実践では、実験群と統制群を設定して検討をしていないので、「学び方アイテム」と学習成果との関係が明らかになったわけではない。したがって、今後、「学び方アイテム」の習得と子どもの学力への影響について検証していく必要がある。

表9 「てこの規則性」事前・事後テスト

問題	正答→誤答	誤答→正答	検定結果
①	1	11	**
②	2	10	*
③	2	9	+
④	0	14	**
⑤	0	14	**
⑥	0	11	**
⑦	1	11	**

※正答→誤答：事前テストに正答した者が事後テストで誤答した者

誤答→正答：事前テストに誤答した者が事後テストで正答した者

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

(2) 「学び方アイテム」とメタ認知

表8より指導した「学び方アイテム」は子どもに受け入れられる可能性が見いだされた。ここで

は、「学び方アイテム」がメタ認知的知識として受け入れられているかどうかについて、学び方アイテム振り返りシート（図3）の記述をもとに検討を行った。

なお、子どもの記述の読み取りに当たっては、Israel（2007）がメタ認知機能を利用しているときの子どもの状況について整理しているものを参考にして、表10に示す「使用している方略について考えている」「いつなぜその方略を使用するのかを理解している」「課題に関連する方略を実行できる」という読み取り指標を作成して、子どもの記述の読み取りを行った。

表10 メタ認知の働きに関する読み取り指標

分 類	読み取り指標
「学び方アイテム」の存在に気付いていない	・無回答，考えていなかった。
「学び方アイテム」の存在に気付いている	・使用している方略について自覚している。 ・なぜその方略を使用するのかを理解している。 ・課題解決に関連する方略を実行できる。

具体的には、「学び方アイテムを思いうかべるのはいいことだと思った」「学び方アイテムを使うと疑問とか思ったことを書ける」といった記述を「学び方アイテム」の存在に気づいていると読み取り、メタ認知的知識として受け入れていると判断した。このようにして読み取って整理したものが表11である。なお、子どもの記述の読み取りは、筆者と授業者の2人で別々に読み取り、不一致内容については協議をして判定した。

子どもが「学び方アイテム」の存在に気付いたかどうかについて直接確率計算を行った。その結果は、表11に示す通りである。指導した4つの「学び方アイテム」のすべてで1%水準でその存在に気付いた群のほうが有意に多かった。このことから、指導した「学び方アイテム」は、子どもにメタ認知的知識として受け入れられる可能性が示唆された。

次に、「学び方アイテム」の存在に気付いている子どもの中で（表11）、メタ認知的活動を働かせていると推測できる記述が読み取れた。

表11 「学び方アイテム」とメタ認知の働き

指導した「学び方アイテム」	方略に気付いた	方略に気付いていない	検定結果
「何だろう，どうということかな」	23	4	**
「予想が立つかな」	27	0	**
「決まりがあるかな」	27	1	**
「しくみはどうなっているかな」	25	1	**

※対象人数が違うのは、表8の「使用できる」と回答した者を対象としたためである。両側検定 ** (p<.01)

アイテム「何だろう，どうということかな」を指導した場面では、メタ認知的活動を機能させていることが読み取れたのは、23人中9人の子ども（4割）である。具体的には、「実験をするときに

いつも自分のわからないことをやるから、『えっ、何でだ』という言葉がいつも頭の中で回る」「実験などで予想を立てた後で、結果がちがった時、何でこうなったかと思う」など、下線で示したような技法を実行していることが読み読み取れた。アイテム「予想が立つかな」を指導した場面では、メタ認知的活動を機能させていることが読み取れたのは、27人中17人の子ども（約6割）である。具体的には、「先生の話聞いていて支点・力点・作用点をどう動かしたら軽く楽に持ち上げられるか？と予想をたてた」では、下線で示したような技法を実行していることが読み取れた。また、「予想が立つかなを使うと支点と力点と作用点のことがわかりやすかった」では、利用している技法について考えていることが読み取れた。アイテム「決まりがあるかな」を指導した場面では、メタ認知的活動を機能させていることが読み取れたのは、27人中16人の子ども（約6割）である。具体的には、「いろいろな組み合わせをためして決まりがあるかなと思って探していたら決まりが見つかった」「決まりがどんな風になっているのかな」など、下線で示したような技法を実行していることが読み取れた。アイテム「しくみはどうなっているかな」を指導した場面では、メタ認知的活動を機能させていることが読み取れたのは、25人中18人の子ども（約8割）である。具体的には、「支点・力点・作用点のうち2つの点の間にある点がしくみになっているんじゃないかな」「何でこんなふうになるのかなって思った」など、課題に関する技法を実行していることが読み取れた。

以上のことから、指導した「学び方アイテム」がメタ認知的知識として子どもに受け入れられ、それがメタ認知的活動を活性化させる可能性があることが示唆された。

8. まとめ

本研究の目的は、理科の問題解決学習において、子どもが「学び方アイテム」をメタ認知的知識として受け入れられるかどうかを検証することであった。

今回の実践授業で指導した「学び方アイテム」は、子どもたちにメタ認知的知識として受け入れられる可能性が示唆された。具体的には、授業中に教師が子どもたちに「学び方アイテム」の使い方について具体的に指導をする。そして、授業の終わりに、今日の授業で「学び方アイテム」の使い方を振り返らせるという指導は、子どもたちに「学び方アイテム」の存在に気づかせることができた。また、「学び方アイテム」の存在に気付いている子どもたちの中には、それをメタ認知的活動として機能させていることも明らかとなった。

以上のことから、筆者が理科の問題解決学習で重要な技法として、子どもたちに習得させていきたい基本となる「学び方アイテム」は、指導方法を工夫することにより子どもたちにメタ認知を育成していくことが可能であるといえる。

今後の課題として、「学び方アイテム」を子どもたちに習得させていくための指導方法を考案し、その有効性について検証をしていく必要がある。

謝辞

- 12 「学び方アイテム」の妥当性に関する共分散構造分析は、東洋大学の長谷川勝久先生にご指導ご協力をいただきました。また、授業実践は、埼玉県坂戸市立坂戸小学校の金子睦教諭にお世話になりました。さらに、実践研究のデータ処理では、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ので、ここに衷心より感謝申し上げます。

本研究は、日本学術振興会平成22～24年度科学研究費補助金（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。

【註】

- 1) 素朴概念とは、「子どもの学習前や学習後にもっている科学的に精緻化されていない知識、概念、見方、考えおよび考え方を総称して『素朴概念』と呼ぶ」(堀, 1998) という捉え方による。堀哲夫 (1998) 「子どもの素朴概念」『キーワードから探るこれからの理科教育』日本理科教育学会 (編), 東洋館出版社, 206p.

【引用文献】

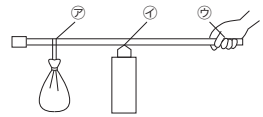
- Bruer, J.T. (1993a) *Schools for Thought. A Science of Learning in the Classroom*, Cambridge, MA : The MIT Press. 松田文子・森敏昭 (監訳, 1997) 『授業が変わる — 認知心理学と教育実践が手を結ぶとき—』北大路書房, pp.64-66.
- Bruer, J.T. (1993b) 上掲書, 60p.
- Bruer, J.T. (1993c) 上掲書, 67p.
- Glynn, S.M., Yeany, R.H., Britton, B.K. (1991) *The Psychology 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, pp.230-231.
- 堀哲夫 (1998) 『問題解決能力を育てる理科授業のストラテジー』明治図書, pp.160-166.
- 堀哲夫 (2003) 『学びの意味を育てる理科の教育評価 — 指導と評価の一体化した具体的方法とその実践—』東洋館出版社.
- 市川伸一 (1998) 『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.
- Israel, S.E. (2007) *Using Metacognitive Assessments to Create Individualized Reading Instruction*. INTERNATIONAL Reading Association. 6p.
- 角屋重樹 (2008) 「理科で育てる活用力」安彦忠彦編『「活用力」を育てる授業の考え方と実践』図書文化, pp.69-74.
- 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』, Vol.48, No.3, pp.45-56.
- 加藤尚裕・引間和彦 (2009) 「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』Vol.14, No.1, pp.71-85.
- 加藤尚裕 (2012) 「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—」『国際経営・文化研究』Vol.16, No.2, pp.67-76.
- 木下博義 (2010) 「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事例的研究—小学校第5学年「もののとけ方」を例に—」『理科教育学研究』Vol.51, No.2, pp.11-19.
- 古賀智子・松本伸示 (2006) 「メタ認知を促す方略の研究—「総合的な学習の時間」における振り返り活動の効果—」『日本教科教育学会誌』第29巻, 第1号, pp.69-77.
- 沖野信一・松本伸示 (2011) 「科学の基礎概念の形成 をめざした理科授業開発—高等学校「物理 I」におけるMIF的素朴概念の克服のための指導法—」『理科教育学研究』Vol.52, No.1, pp.1-12.
- 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.
- 三宮真智子 (2008) 『メタ認知 — 学習力を支える高次 認知機能—』北大路書房, pp.7-12.
- 田部井明美 (2011) 『SPSS完全活用法 共分散構造分析 (Amos) によるアンケート処理 (第2版)』東京図書, pp.131-150.
- 田中敏 (1996) 『実践心理データ解析 — 問題の発想・データ処理・論文の作成』新曜社, p.242.
- 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, 25 (3), 307-327.
 植木理恵 (2004) 「自己モニタリング方略の定着にはどのような指導が必要か — 学習観と方略知識に着目して —」『教育心理学研究』 52, 277-286.
 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, pp.131-149.

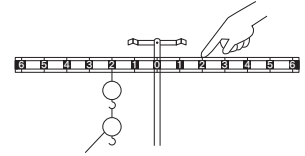
資料 1

〈調査問題〉

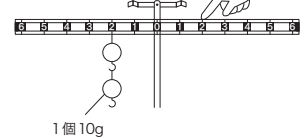
① 図のようにして砂ぶくろを持ち上げるとき、手が棒に加える力の大きさについてどのようなことがいえますか。正しいものに○をつけなさい。
 ア () いつも砂ぶくろの重さより小さい。
 イ () いつも砂ぶくろの重さより大きい。
 ウ () いつも砂ぶくろの重さと同じになっている。
 エ () いつも棒をおすところによって変化する。



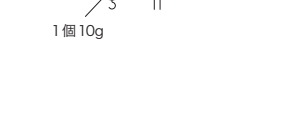
② 図のように実験用てこが水平になっているとき、左のうでに加えられる力と、右のうでに加えられる力はどのような関係になっていますか。



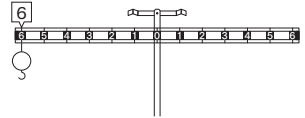
③ 図のように右のうでを指でおす代わりに、指でおしている位置におもりをつるします。図と同じように、実験用てこを水平にするためには、何gのおもりをつるせばよいですか。



④ 左のうでの [6] の位置に 10g のおもりを 1 個つるしました。右のうでの [1] の位置におもりをつるして実験用てこのうでを水平にするためには 10g のおもりが何個必要ですか。



⑤ 左のうでの [6] の位置に 10g のおもりを 1 個つるし、右のうでに 10g のおもりを何個かつるしたところ、うでが水平にならない位置が 2 つありました。それは、どの位置とどの位置ですか。 [2] ~ [6] から 2 つ選びなさい。



⑥ またその理由をかきなさい。

⑦ てこをかたむけるはたらきを表しているものはどれですか。正しいものに○をつけなさい。
 ア () おもりの重さ + 支点からのきより
 イ () おもりの重さ - 支点からのきより
 ウ () おもりの重さ × 支点からのきより
 エ () おもりの重さ ÷ 支点からのきより

(受理 平成26年 1月16日)