

観察・実験を通して、科学的思考を育む理科の指導と評価の在り方についての研究

～OPPシートを活用した児童のメタ認知活性化に着目して～

四万十町立窪川小学校 教諭 武内 崇
高知大学教育学部 教授 蒲生 啓司
高知県教育センター 指導主事 草場 実

本研究の目的は、小学校第3学年理科において、児童の外化支援を促進するOPPシートを活用した学習指導が、児童のメタ認知活動を促進し、科学的思考力を育成することを実践的に実証することであった。

公立小学校第3年生を対象とし、小学校理科「明かりをつけよう」を事例として、処遇群(22名)にはOPPシートを活用する学習指導を、一方、対照群(21名)には従来の学習指導を行った。処遇群と対照群のメタ認知活動及び科学的思考力を比較検討した結果、以下のことが明らかになった。

1. 処遇群は、対照群より、「他者との関わりによるメタ認知」が活性化された。
2. 処遇群は、対照群より、科学的思考力が育成された。

〈キーワード〉 OPP、小学校理科、メタ認知、外化支援、科学的思考力

1 研究目的

OECD(経済協力開発機構)が実施したPISA調査などの国際学力調査では、日本の児童生徒は、思考力・判断力・表現力等を問う読解力、記述力、活用力などに課題があることが指摘されている。また、平成24年度高知県学力定着状況調査結果によれば、観察、実験の結果から原理や法則を説明すること、与えられた条件の中で、既習の学習内容を活用して科学的に考察することに課題があることが指摘されている。これらの学力調査から、児童生徒に、科学的に説明したり記述したりする能力を育成するためには、観察、実験における「考察」を機能させることが重要であると考えられる。しかし、森本は(2010)、日本の児童生徒は、諸外国の児童生徒と比べて、観察、実験における「考察」を十分に機能させていないことを指摘している。そして、「考察」を機能させるためには、観察、実験における「予想」と「結果」を照合させて思考することが重要であることを示唆し、「考察」の本質は、まさに児童生徒のメタ認知を機能させることと述べている。

理科の観察、実験において、児童の科学的な思考や推論といった認知活動自体や、その産物である科学的な知識や記憶などを対象とした認知、いわゆる、メタ認知が活性化されると、科学的知識の理解や定着、実験観のポジティブな変容に効果があることが報告されている(例えば、草場ら、2010、2012)。平嶋(2006)は、メタ認知を、認知の「モニタリング(観察^{※1})」と「コントロール(制御^{※1})」を対象とした認知として位置付けており、Nelson(1995)らのメタ認知のモデルを基に、メタ認知活性化の支援の方法について提案している(図1)。このモデルによれば、モニタリングとコントロールを活性化することが、メタ認知を活性化するとしている。しかし、一方で、モニタリングとコントロールの活性化の困難性も指摘し、モニタリングが活性化されにくいのはモニタリングそのものが困難であるからで、コントロールが活性化されにくいのは、コントロールの必要性やその効果が分

※1 観察は「メタ認知的モニタリング」や「モニタリング」、制御は「メタ認知的コントロール」や「コントロール」といった表現がなされる場合が多いが、本稿では、それぞれ「モニタリング」と「コントロール」という表現を用いることにした。

かりにくいからであるとしている。よって、認知をモニタリングしやすくすること（例：この課題解決のために必要な知識が分かった）、さらに、認知のコントロールの必要性やその効果を分かりやすくすること（例：この思考方略をつかえば、うまく課題が解決できる）が、メタ認知の活性化の実現につながるとしている^{※2}。そして、そのための具体的な支援方法の一つとして、外化支援を挙げている。外化支援によりメタ認知が活性化されるのは、モニタリングの対象が可視化され、コントロールの課題化が図られるからとしている。さらに、平嶋は、外化支援には、協調学習に代表されるように、課題解決における他者の位置付けが重要であるとしている。

以上のことから、本研究では、理科学習における観察、実験において、教員や友人といった他者からの外化支援による児童のメタ認知活性化及び科学的思考力の育成に及ぼす効果について検証することを目的とした。本目的を実現するために、本研究では、児童の認知活動の外化支援を促進するための道具として、山下ら（2010）が開発した、一枚のポートフォリオ（One Page PortFolio、以下「OPP」という）に着目することにした。

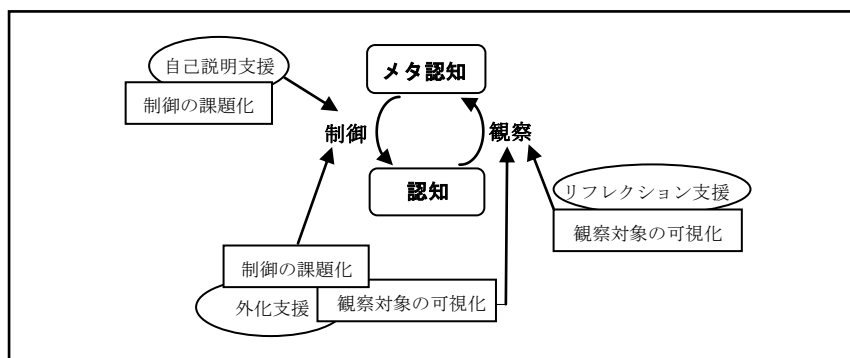


図1 「メタ認知」及び「メタ認知活性化」の位置付け（平嶋、2006）

2 研究仮説

小学校理科において、外化支援を促進する OPP シートを活用した学習指導を行えば、児童のメタ認知活性化を促進し、科学的思考力を育成することができる。

本研究では、この仮説を検証するために、以下のことを行う。

- ①本研究におけるメタ認知及びメタ認知活性化の定義
- ②児童のメタ認知を活性化させるための OPP シートの開発
- ③児童のメタ認知の活性化を量的に測定するための尺度の準備
- ④児童の科学的思考力を量的に測定するための尺度の準備
- ⑤仮説を検証するための検証授業のデザイン

3 研究方法

(1) メタ認知及びメタ認知活性化の定義

メタ認知の概念定義に関する先行研究（例えば、木下、2005；草場、2012）によれば、メタ認知

※2 平嶋（2006）は、このモデルの認知とは、思考や推論といった認知活動自体や、認知活動の産物である知識や記憶などであるとしている。よって、本研究では、認知とは科学的な思考や推論といった認知活動自体や、科学的な知識や記憶などといった認知活動の産物とする。また、モニタリングによる「認知」→「メタ認知」への流れは、“科学的な思考・推論、知識・記憶など”に関する情報であり、コントロールによる「メタ認知」→「認知」への流れは、モニタリングした情報によって“科学的な思考・推論、知識・記憶など”を制御するための情報であることにする。

は、「メタ認知的知識とよばれる人の認知過程についての知識と、メタ認知的活動とよばれる認知活動を統制する過程」に区別される。そこで、メタ認知を後者の過程、すなわち「認知をモニタリング及びコントロールの対象とした認知」と捉えた。また、メタ認知活性化を、三宮(1995)、平嶋(2006)に基づき、「認知に対するモニタリングやコントロールを活性化すること」とした。つまり、認知のモニタリングの活性化は、認知を対象とした気づき(例:どんな実験をすればいいのかな)、感覚(例:なぜ実験をするのか分かってきた)、予想(例:この実験をすれば問題が解決しそうだ)、点検(例:予想と結果を比べてみよう)、評価(例:実験をして問題が解決できた)といった認知活動を促進することで実現されるとした。また、認知のコントロールは、認知を対象とした目標設定(例:実験の方法を理解する)、計画(例:まず実験器具の準備からはじめる)、修正(例:この実験計画ではだめだから、別の方法を考える)といった認知活動を促進することで達成されるとした。

(2) メタ認知を活性化させるためのOPPシートの開発

山下ら(2010)は、学びにおけるメタ認知の重要性を指摘し、小学校第6学年理科「ものの燃え方と空気」を題材にして、メタ認知能力を育成する手立てとしてOPPシートを開発した。このOPPシートは、学習者自身が、学びについての自覚を促進できるように、単元前後における【本質的な問い】、毎授業後における【学習履歴】、単元終了後における【自己評価】を構成要素としている。本研究では、このOPPシートの【学習履歴】に着目し、他者による外化支援を促進するための項目を図2のように追加することで、OPPシートを開発した(資料1)。なお、OPPシートを用いた学習指導は以下のとおりである。

- ①単元開始前に、これまでの理科授業における既習概念や日常生活における体験に基づいた予想を行い、【本質的な問い】を記述させる。
- ②毎時間、自身の学習の振り返りを行い、【学習履歴】を記述させる。
- ③単元終了後、単元を通じた自身の学習の振り返りを行い【自己評価】【本質的な問い】を記述させる。

<p>今日の学習でどんなことが分かりましたか。 一番大切なことを書きましょう。</p>	<p>今日のじゅぎょうで大切なこと 今日のじゅぎょうで分からなかったこと 友だちや先生の話聞いて分かったこと</p>
山下らが開発した【学習履歴】	本研究で開発した【学習履歴】

図2 本研究のOPPシートにおける【学習履歴】の開発(1単位時間分)

(3) メタ認知活性化を量的に測定するための尺度の準備

本研究では、先行研究(例えば、草場ら、2010、2012)と同様に、処遇群が対照群と比較して、メタ認知を活性化しているか否かを量的に測定するために、(1)のメタ認知とほぼ同じ定義の基で、木下ら(2005、2007)が開発した14項目からなる質問紙(以下、「メタ認知尺度」という)を準備した(表1)。なお、本尺度は、「自分自身によるメタ認知」に関する計7項目(項目1~7)、「他者との関わりによるメタ認知」に関する計7項目(項目8~14)の下位尺度から構成されている。そして、これらの項目内容は、観察・実験における実験場面に対応して作成されている。具体的には、項目1、2、8、9は実験前に、項目3~5、10は実験中に、項目6、7、11~14は実験後に対応している。なお、回答方法は、先行研究に準拠し、「1. 当てはまらない」、「2. あまり当てはまらない」、「3. どちらでもない」、「4. 少し当てはまる」、「5. 当てはまる」の5件法を用いた。

表1 メタ認知尺度の項目内容 (木下ら、2005)

自分自身によるメタ認知

- 1 これから何を調べるのか、考えるようにしている (実験前)
- 2 今までに習ったことを思い出しながら、予想を立てるようにしている (実験前)
- 3 計画通りに進んでいるかどうか、確認するようにしている (実験中)
- 4 次に何をするのか考えながら、観察や実験をするようにしている (実験中)
- 5 大事などころはどこか、考えるようにしている (実験中)
- 6 計画通りにできたかどうか、振り返るようにしている (実験後)
- 7 自分は何を調べたのか、振り返るようにしている (実験後)

他者との関わりによるメタ認知

- 8 グループの話し合いで友だちの意見を聞いて、自分の意見を考え直すことがある (実験前)
- 9 先生のアドバイスを聞いて、自分の意見を考え直すことがある (実験前)
- 10 先生と話をしているうちに、自分の考えがはっきりしてくることがある (実験中)
- 11 グループの話し合いで、友だちの意見と自分の意見を比べながら聞くようにしている (実験後)
- 12 グループで話し合いをしていると、自分の考えがまとまることある (実験後)
- 13 先生の説明と自分の意見を比べながら聞くようにしている (実験後)
- 14 先生の説明を聞いていると、自分の考えがまとまることある (実験後)

※ () は実験場面を示す。

(4) 児童の科学的思考力を量的に測定するためのテストの準備

本研究では、科学的思考を、北村ら (2013) の先行研究に基づき、「さまざまな事物・現象について観察、実験によって得られた客観的な事実や実験データに基づき、因果関係など筋道を立てて見たり考えたりする思考活動」と捉えた。そして、児童の科学的思考力を量的に測定するためのペーパーテスト (以下、「思考力テスト」という) を準備した。具体的に、OPPシートを活用した学習指導を行う前に実施する思考力テスト (以下、「事前テスト」という) を1種類 (図3)、学習指導を行った後に実施する思考力テスト (以下、「事後テスト」という) を2種類準備した (以下、それぞれ「事後テスト① (図4)」、「事後テスト② (図5)」という)。また、事後テスト②の採点基準を表2に示した。

なお、事前テストと事後テスト①は市販されているものを準備し、事後テスト②については新たに開発した。準備した思考力テストの内容妥当性については、高知県CST中級認定者と検討し、担保されていると判断した。

問題内容
<p>1 下のよう、かげができました。(2点)</p> <p>①このときの太陽は、ア・イのどちらに見えますか。</p> <p>②上の①のように答えた理由を、かきましょう。</p> <p>2 ホウセンカとヒマワリの、からだのつくりをくらべました。(3点)</p> <p>①ホウセンカのアとイの部分は、ヒマワリでカ、キ、クのどの部分にあたりますか。</p> <p>② () に合うことばをかきましょう。</p> <p>●植物のからだは、葉、くき・ () からできている。</p> <p>3 植物の育ち方を調べました。(5点)</p> <p>①ホウセンカとヒマワリのたねを、ア、イ、ウから選んで、 () にかきましょう。</p> <p>②ホウセンカが育つじゅんに、 () に1・2・3をかきましょう。</p> <p>③次の葉は、カ、キのどちらですか。</p> <p>●はじめに出る葉 () ●これからふえていく葉 ()</p> <p>4 かげと太陽の動きを調べました。(5点)</p> <p>①上の () に、方位をかきましょう。</p> <p>②太陽とかげは、アとイ、カとキのどちらに動きますか。 ●太陽 () ●かげ ()</p> <p>③かげの向きがかわるのは、何が動くからですか。</p>

※ 問題文中の図表は省略

図3 事前テストの内容

問題内容	
1	<p>どう線を下のようにつないでも、明かりがつきませんでした。その理由として考えられるもの3つに、○をつけましょう。(3点)</p> <p>() どう線が長かったから。 () 豆電球のねじこみかたがゆるかったから。 () 豆電球の中の明るく光るところが切れていたから。 () かん電池が1つだったから。 () どう線の色がちがったから。 () どう線がかん電池のきよくにしっかりとつながっていなかったから。</p>
2	<p>金ぞくのかんをつないで、明かりがつくかどうかを調べました。(2点)</p> <p>①上のように、どう線をつなぎました。明かりはつきますか。 ②上の①のように答えた理由を、文のつづきをかいてせつめいしましょう。</p>
3	<p>アとイのかん電池のきよくの名前と、ウのきぐの名前をかきましょう。(3点)</p> <p>ア() イ() ウ()</p>
4	<p>豆電球に明かりがつくつなぎかたを調べました。(7点)</p> <p>①豆電球に明かりがつくつなぎかたには○を、つかないつなぎかたには×をつけましょう。 ②明かりがつくときの電気の通り道について、() に合うことばを[]からえらんでかきましょう。 ●かん電池のプラスきよく、豆電球、かん電池の()が1つのわのようにつながって()ができると、()が通って明かりがつく。 [マイナスきよく・プラスきよく・電気・どう線・回路]</p>

※ 問題文中の図表は省略

図4 事後テスト①の内容

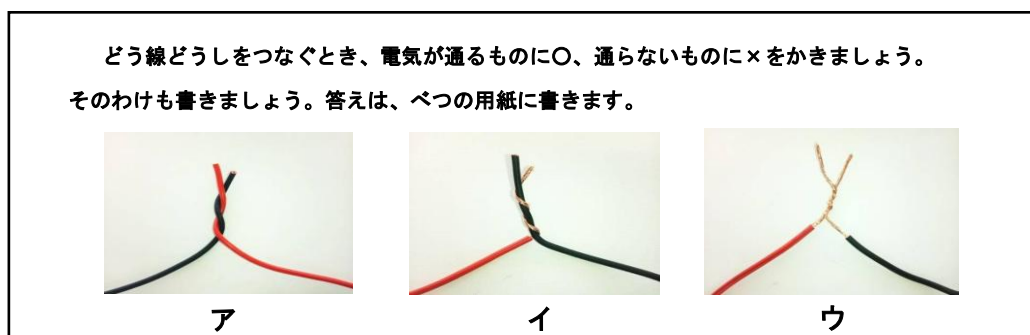


図5 事後テスト②の内容

表2 事後テスト②の採点基準

得点	採点基準	解答事例
3	電気が通らないどう線、通る導線をすべて選択でき、かつ、その理由が書けている。	ア→×(理由)赤と黒どちらの導線もビニルがついているから電気は流れない。 イ→×(理由)黒い方のどう線にビニルがついたままだから電気は流れない。 ウ→○(理由)赤と黒どちらの導線も金属が出ている部分をつないでいるから電気は流れる。
2	上記のうち二つ正答している。	上記のうち二つ正答している。
1	上記のうち一つ正答している。	上記のうち一つ正答している。
0	誤答、無記入	

※採点は高知CST中級認定者と協働して行った。

(5) 検証授業の計画

本研究の仮説を検証するために、以下の検証授業を設定した。

【単元名】第3学年理科「明かりをつけよう」(6時間)

【実施時期】10月11月

【対象児童】公立A小学校第3学年43名(処遇群22名、対照群21名)

単元計画とOPPシートの活用については表3に示した。以下、処遇群を対象とした授業を処遇授業、対照群を対象とした授業を対照授業とする。

表3 処遇授業の単元計画とOPPシートの活用（第3学年理科「明かりをつけよう」）

単元計画			OPPシートの活用	
次時	学習活動	指導目標	構成要素	記述場面
1	1 豆電球、乾電池、ソケット付き導線を使い明かりをつける。	豆電球に明かりがつく時とつかない時を、いろいろなつなぎ方で試し、調べることができる。	①学習前の本質的な問い ②学習履歴	①単元開始前 ②学習後
	2 ソケットを使わないで明かりをつける。	乾電池、豆電球、導線を用い、回路を作ることができる。豆電球が点灯するときとしないときを比較し、結果を記録することができる。	学習履歴	学習後
	3 回路の導線を長くして明かりをつける。	回路になっていれば、豆電球に明かりがつくことを理解できる。	学習履歴	学習後
2	4 電気を通す物と通さない物を調べる。	回路の一部にいろいろな物を入れて、豆電球が点灯する時としない時を比較し、物には電気を通す物と通さない物があると考え、表現することができる。回路の一部にいろいろな物を入れて、豆電球が点灯する時としない時の違いを調べ、結果を記録することができる。	学習履歴	学習後
	5 電気を通す物と通さない物を調べる。	電気を通す物と通さない物があることを理解できる。	学習履歴	学習後
3	6 スイッチの作成をする。	電気を通す物と通さない物の性質を使ってスイッチを作ることができる。	①学習履歴 ②単元を通した振り返り ③学習後の本質的な問い	①学習後 ②単元終了後 ③単元終了後

※対照授業では、OPPシートの活用を行わない。

4 結果と考察

メタ認知活性化と科学的思考力の変容について、まず、メタ認知尺度と思考力テストを用いて量的に測定した。さらに、OPPシートの記述事例を用いて質的に分析した。なお、統計的分析には IBM SPSS Statistics 21.0 を用いた。以下にその詳細について記す。

(1) メタ認知活性化の変容

メタ認知尺度を用いて、欠損値を除く処遇群と対照群の「自分自身によるメタ認知」と「他者との関わりによるメタ認知」の平均値（標準偏差）を表4に示した。次に、事前のメタ認知尺度の得点を共変量、授業（処遇授業と対照授業）を独立変数、授業後のメタ認知尺度の下位尺度の得点を従属変数とする共分散分析を行ったところ、処遇群の「他者との関わりによるメタ認知」の平均値が、対照群のそれよりも有意に高かった（ $F(1, 38) = 4.81, p < .05$ ）。さらに、「自分自身によるメタ認知」について、各実験場面における平均値について、事前のメタ認知尺度の得点を共変量とする共分散分析を行ったところ、「実験後の自分自身のメタ認知」の処遇群の平均値が、対照群のそれよりも有意に高かった（ $F(1, 38) = 10.2, p < .01$ ）。また、「他者との関わりによるメタ認知」について、各実験場面における平均値について、事前のメタ認知尺度の得点を共変量とする共分散分析を行ったところ、「実験後の他者との関わりによるメタ認知」の処遇群の平均値が、対照群のそれよりも有意に高かった（ $F(1, 38) = 5.89, p < .05$ ）。

ここで、事前のメタ認知尺度の得点に比べて、事後の得点が特に上昇した児童A（女子）と児童B（男子）に着目する。児童Aと児童Bは「実験後の自分自身によるメタ認知」が事前に比べて、それぞれ3.50ポイント、2.50ポイント上昇した（平均上昇ポイント0.98）。また、「実験後の他者との関わりによるメタ認知」が事前に比べて、それぞれ3.08ポイント、1.00ポイント上昇した（平均上昇ポイント0.38）。児童AのOPPシートについては、【学習履歴】を図6に示した。また、児童Bの単元前後における【本質的な問い】及び単元終了後の【自己評価】を、それぞれ図7、8に示

した。児童Aは、教員や友だちの考えや意見を聞いて、回路概念に関する知識が構築されている様子が見られた。したがって、処遇群は、対照群に比べて、教員や友だちといった他者との関わりのなかで、特に、授業終了後の場面において、回路概念に関する自分自身の思考のモニタリングとコントロールが活性化されて、その産物である回路概念に関する知識が構築されたことが推測される。また、児童Bの単元開始前では、回路概念に関する記述は見られなかったが、単元終了後には回路概念や明かりがつくための条件といった科学的な記述が見られ、さらには回路を図で外化できるようになった。

表4 検証授業におけるメタ認知尺度の平均値（標準偏差）及び共分散分析結果

下位尺度	処遇群		対照群		F値	実験場面	処遇群		対照群		F値			
	事前	事後	事前	事後			事前	事後	事前	事後				
	N=19		N=20		(1, 38)		N=19		N=20		(1, 38)			
自分自身によるメタ認知	平均値	3.89	4.38	3.80	3.98	2.60	実験前	平均値	3.76	4.32	4.00	4.08	1.34	
	(標準偏差)	(0.75)	(0.66)	(0.81)	(0.83)		実験中	平均値	4.12	4.23	3.68	4.05		
							実験後	平均値	3.68	4.66	3.78	3.78		
他者との関わりによるメタ認知	平均値	3.88	4.32	3.74	3.79	4.81*	実験前	平均値	3.68	4.21	3.93	3.90	1.32	
	(標準偏差)	(0.85)	(0.60)	(0.84)	(0.82)		実験中	平均値	3.79	4.26	3.55	4.10		
							実験後	平均値	4.00	4.38	3.69	3.66		
									(0.80)	(0.71)	(0.91)	(0.91)		5.89**

※ 共変量には事前のメタ認知尺度の得点を用いた。

* $p < .05$, ** $p < .01$

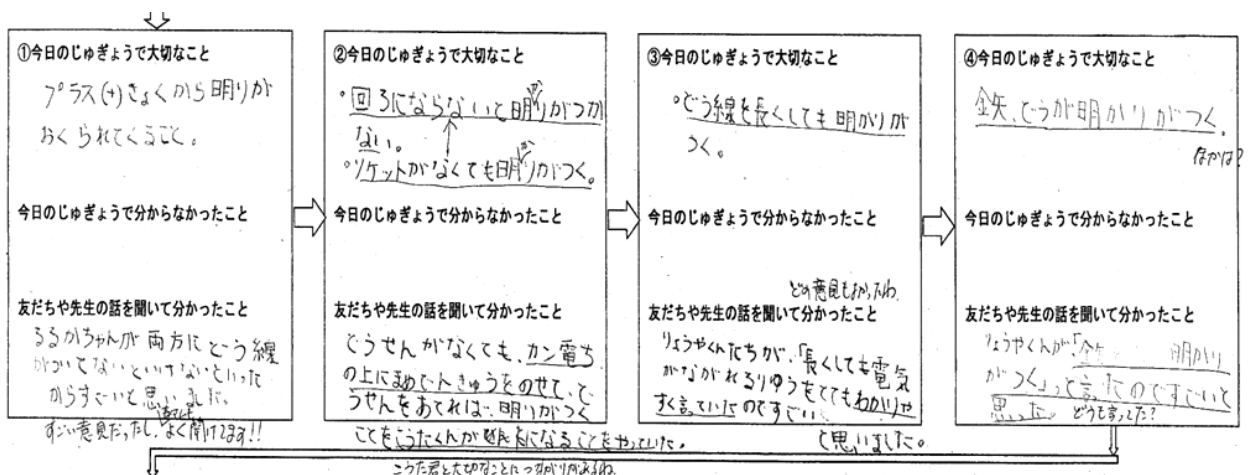


図6 児童AのOPPシート【学習履歴】の記述内容

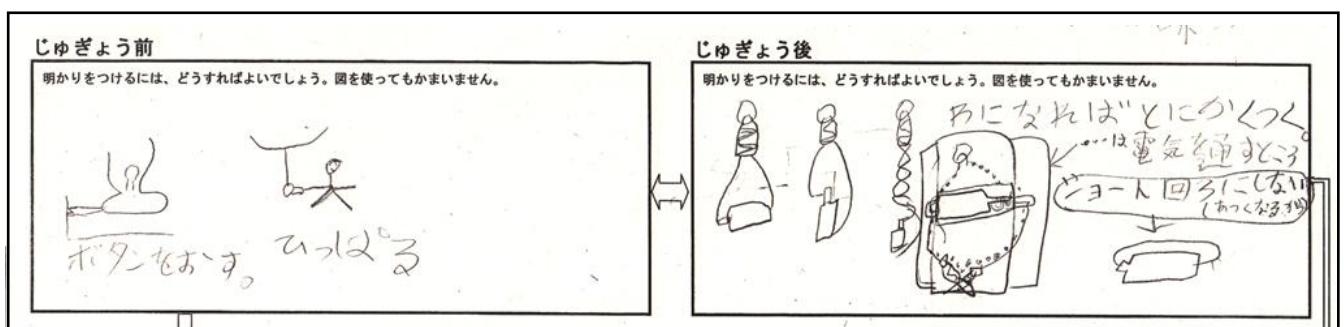


図7 児童BのOPPシート【本質的な問い】の記述内容

明かりをつけようの学習をして、どんな発見がありましたか。また、それを発見してどう思いますか。

プラスチックから電気を流すこと。ソケットがなくても電回路になれば明かりがつく。どんなに長い回路でも明かりがつく。表面をこすって金を出せば電気がつく。スイッチを作らなければ電気ができない。

※ 図中の「切電」は「節電」の誤り

図8 児童BのOPPシート【自己評価】の記述内容

(2) 科学的思考力の変容

検証授業において、欠損値を除く処遇群と対照群の思考力テストの平均値（標準偏差）を表5に示した。次に、事前の思考力テストの得点を共変量、授業（処遇授業と対照授業）を独立変数、授業後の思考力テストの得点を従属変数とする共分散分析を行ったところ、処遇群の平均値が、対照群のそれよりも有意に高かった（ $F(1, 34) = 4.44, p < .05$ ）。

以上の結果から、小学校第3学年において、児童のメタ認知活性化により、その産物である科学的思考力が育成されることが推測される。

表5 検証授業における思考力テストの平均値（標準偏差）及び共分散分析結果

		処遇群		対照群		F値 (1, 34)
		事前テスト	事後テスト	事前テスト	事後テスト	
		N=17		N=20		
思考力テスト	平均値 (標準偏差)	11.4 (2.33)	16.5 (1.18)	12.1 (2.30)	15.8 (1.74)	4.44*

※1 共変量には事前テストの得点を用いた。

* $p < .05$

※2 事前テストは15点満点、事後テストは18点満点。

5 成果と課題

(1) 成果

本研究の成果は、小学校第3学年理科において、外化支援を促進するOPPシートを活用した学習指導によれば、児童の「実験後の自分自身によるメタ認知」が活性化され、さらに、児童の科学的思考力が育成された。よって、外化支援の視点で開発されたOPPシートを用いた学習指導によれば、児童の科学的な思考のモニタリングやコントロールが活性化されること、そして、その産物である科学的な思考力が育成されることが示唆された。

(2) 課題

ア 認知のコントロールを活性化させるためのOPPシートの改善

本研究では、外化支援を促進するOPPシートを活用した学習指導によれば、児童の「実験中や実験後のメタ認知」が活性化されることが明らかとなった。しかし、一方で、発達段階や学習内容に関わらず「自分自身によるメタ認知」「他者との関わりによるメタ認知」とともに「実験前」の場面においては十分に活性化されなかった。児童のOPPの記述内容からも、他者による外化支援は、主として、児童のモニタリングの活性化に寄与することが推測される。したがって、実験前のメタ認知活性化を促進するためには、OPPシートの【学習履歴】に、認知のコントロールを促進するための項目を追加する必要があると考えられる。

イ 思考力テストの妥当性の検討

本研究では、児童の科学的思考力を量的に測定するための尺度として思考力テストを用いた。思考力テストの内容妥当性については、高知 CST 中級認定者と検討し一定担保されていると判断した。思考力テストのさらなる妥当性を高めるためには、例えば、本研究でも用いた思考力テストと全国学力・学習状況調査のB問題（主として活用力を問う内容）との相関分析を行い、基準関連妥当性を検討する必要があると考えられる。

ウ OPP シートにおける「One Page」の効果

本研究では、児童自身の学習履歴を効率的に振り返ることができる一枚（One Page）のポートフォリオに着目した。しかし、ポートフォリオのフォーマットが、児童のメタ認知活性化や科学的思考力の育成に及ぼす効果については検討できていない。児童のメタ認知活性化や科学的思考力の効果的・効率的な育成のためにも、ポートフォリオのフォーマットを検討する必要があると考えられる。

エ 発達段階や学習内容の影響

本研究では、小学校第3学年の児童を対象に検証授業を行ってきた。しかし、OPP シートの活用による、児童のメタ認知活性化や科学的思考力の育成には、児童の発達段階や学習内容の違いによって、異なる影響が与えられることも推測される。OPP シートの活用の効果について一般化を図るために、発達段階の影響については、例えば、異学年の児童を対象にして事例を開発し、実践的に検討する必要がある。また、学習内容の影響については、例えば、同学年の異なる単元において事例を開発し、実践的に検討する必要がある。

(3) 今後の取組

外化支援を促進する OPP シートを活用した学習指導は、児童のメタ認知活動を促進し、科学的思考力を育成することから、CST の活動等を含めて OPP シートを活用した学習指導を普及していきたい。なお、OPP シートについては、分析を行う中で課題も明らかになったため、今後、児童のメタ認知活性化及び科学的思考力の育成において、より効果的な OPP シートの開発を行っていきたい。

附記 本研究の一部は、平成 25 年度日本理科教育学会四国支部大会（於鳴門教育大学）において発表した。

【主な参考・引用文献】

平嶋宗（2006）：メタ認知活性化支援、人工知能学会誌、Vol. 21、No. 1、pp. 58-64.

木下博義・松浦拓也・角屋重樹（2005）：観察・実験活動における生徒のメタ認知の実態に関する研究—質問紙による調査を通して、理科教育学研究、Vol. 46、No. 1、pp. 25-31.

三宮真智子（1995）：メタ認知を促すコミュニケーション演習の試み「討論編」—教育実習事前指導としての教育工学演習から、鳴門教育大学学校教育センター紀要、Vol. 9、pp. 53-61.

Nelson, T. O. and Narens, L. (1994) : Why Investigate Metacognition? In J. Met & A. P. Shimamura (eds.) *Metacognition*, pp. 1-25, The MIT Press.

草場実・湯澤正通・角屋重樹（2010）：メタ認知を活性化する観察・実験活動が高校生の科学的知識の理解に及ぼす効果—高等学校化学「混合物の分離・同定」を事例として—、理科教育学研究、Vol. 51、No 1、pp39-50.

草場実・湯澤正通・角屋重樹・森敏昭（2012）：メタ認知を活性化する観察・実験活動が高校生の実験観の変容に及ぼす効果—高等学校化学「化学反応と量的関係」を事例として—、日本教科教育学会誌、Vol. 34、No 4、pp. 29-38.

北村雅夫・草場実・蒲生啓司（2013）：観察・実験を通し、科学的思考を育む理科の指導と評価の在り方についての研究—問題解決的な学習を通して科学的な思考力を育てる理科の指導—、平成 24 年度高知県教育センター研究報告書

森本信也（2010）：「考える」ことを大切に理科授業と学習活動、理科の教育、Vol. 59、No. 693、pp. 5-8

山下春美・堀哲夫（2010）：OPP シートを活用した授業のグランドデザインに関する研究—小学校 6 年「ものの燃え方と空気」の単元を事例にして、教育実践学研究、山梨大学教育学部附属教育実践研究指導センター研究紀要、pp. 20-42

