

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～

香美市立舟入小学校	教諭	北村 雅夫
指導教員 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、異なる学習領域の検証授業を通して、小学校理科第5学年の観察、実験における問題解決的な学習指導が、児童の科学的な思考力の育成に効果があることを実践的に検討することであった。公立小学校の第5学年の児童22名を対象とし、検証授業①では「メダカのたんじょう」、検証授業②では「電磁石の性質」の単元において、問題解決的な学習指導を行い、科学的な思考力を測定するために開発したペーパーテスト（思考力評価問題）を用いて、児童の科学的な思考力の育成について検討した。その結果、問題解決的な学習によれば、学習領域に関わらず、児童の科学的な思考力が育成されること、特に、科学的思考が苦手な児童に効果があることが明らかとなった。また、一方で科学的思考が苦手な児童の思考力の育成は、既習の科学的概念に制約されることも示唆された。

キーワード：問題解決的な学習指導、観察・実験、小学校理科、科学的思考力、思考力評価問題

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、高知県教育委員会が実施した理科アンケート調査（平成21年実施）によれば、高知県の児童生徒は、「観察や実験の時の話し合い活動」といった学習活動を苦手とする傾向があり、その改善のために観察、実験を通して、科学的な事実を見つけ、論理的に思考したり、他者との意見を交換したりする学習活動で、思考力・判断力・表現力等を養うことの重要性が指摘されている。このような現状から、科学的な思考力を育成するための学習指導法を開発し、児童の科学的な思考力の育成に及ぼす効果について検討することは、高知県の課題を解決するためにも意義のあるものだと考える。

また、従来の理科学習では、指導者が学習課題を提示することが多く、児童が主体的に課題を見いだす場面が少ないこと、さらには、科学的知識の習得に重点が置かれ、他者との関わりによる問題解決的な活動を通して、新しいものの見方や考え方の習得が十分に育成できなかったことが課題であると考えられる。よって、本研究では、小学校理科の観察・実験活動において、児童が主体的に課題を見いだす問題解決的な学習指導が、科学的な思考力の育成に及ぼす効果について実践的に検討すること、また、その結果から、小学校理科における問題解決的な学習の意義について検討することとした。

2 研究仮説

小学校理科における問題解決的な学習指導を通して、児童の科学的な思考力を育成することができる。

3 研究内容

(1) 基礎研究

ア 児童の科学的な思考力を高めるための学習指導法の開発

「児童が自然の事物・現象に親しむ中で興味・関心を持ち、そこから児童が主体的に課題を見だし、予想や仮説を立てて観察、実験を行い、結果を整理し、相互に話し合う中から結論を導き出す」といった問題解決的な学習指導が、児童の科学的な思考の育成に効果があると考えた。

イ 児童の科学的な思考力の測定・評価方法の開発

中央教育審議会『児童生徒の学習評価の在り方について（報告）』（平成22年）によれば、「思考・判断・表現」の評価に関する考え方として、「（前略）各教科の内容等に即して思考・判断したことを、記録、要約、説明、論述、討論といった言語活動等を通じて評価するものであることに留意する必要がある。（後略）」とされている。本研究では、採点の客観性や測定結果をフィードバックしやすいといった効率性の観点から、ペーパーテストによる論述内容によって児童の科学的な思考力を評価する方法（以下、「思考力評価問題」とする）を考えた。

思考力評価問題は、大きく学習指導前における児童の科学的な思考力を測定する「思考力事前問題」と、学習指導後に測定する「思考力事後問題」を作成した。さらに、思考力事後問題は、学習内容について基礎的な思考力を測定する「思考力基礎問題」と活用的な思考力を測定する「思考力活用問題」に分類した。また、児童の思考力評価問題への解答は、論述内容の水準によって0点～3点に得点化した。なお、検証授業（2回実施）において、思考力事前問題、思考力事後問題とも2題（思考力基礎問題1題、思考力活用問題1題）をそれぞれ作成した。

(2) 実践研究（検証授業）

ア 目的

小学校理科において、問題解決的な学習指導が、児童の科学的な思考力の育成に及ぼす効果について検証授業を通して実践的に検討する。

イ 方法

【単元名】5年生理科 検証授業①「メダカのたんじょう」 検証授業②「電磁石の性質」

【対象児童】公立A小学校第5学年22名（男子14名、女子8名）。

【検証授業の流れ】それぞれの検証授業前に「思考力事前問題」を、検証授業後に「思考力事後問題」を実施し、その平均値について比較・検討した。さらに、「思考力事前問題」において、平均値以上の得点の児童を「思考力高群」、平均値以下を「思考力低群」とし、思考力事後問題におけるそれぞれの平均値を比較・検討した。

ウ 結果及び考察

まず、問題解決的な学習指導が、児童の科学的な思考力を育成させるかどうかを検討するために、思考力事前問題と思考力事後問題のそれぞれの平均値（標準偏差）を算出した。その結果、検証授業①では $M=2.10$ ($SD=1.37$) と $M=3.52$ ($SD=1.21$)、検証授業②では $M=2.91$ ($SD=2.02$) と $M=4.95$ ($SD=0.95$) であり、いずれも思考力事後問題の平均値が、思考力事前問題の平均値よりも高かった。よって、問題解決的な学習指導は、児童の科学的な思考力を育成することが示唆された。

次に、学力差によって、問題解決的な学習指導が、児童の科学的な思考力の育成に及ぼす影響の違いについて検討するために、思考力事前問題の結果から、児童を思考力高群と思考力低群に分け、それぞれの検証授業後の思考力事後問題の平均値を比較した。その結果、検証授業①では、

思考力事前問題の思考力高群の平均値が、思考力低群の平均値より有意に高かったが、思考力事後問題では思考力基礎問題と思考力活用問題ともに平均値には有意な差が見られなかった（それぞれ、 $F(1,19)=0.14$ 、n.s.； $F(1,19)=0.55$ 、n.s.）。一方、検証授業②においても、思考力事前問題については検証授業①と同様の結果であったが、思考力事後問題においては、思考力基礎問題では有意な差が見られなかった（ $F(1,20)=2.48$ 、n.s.）のに対し、思考力活用問題では有意な差が見られた（ $F(1,20)=14.10$ 、 $p<.01$ ）。さらに、科学的な思考が苦手な児童の授業後に行った感想に着目すると、問題解決的な学習を積み重ねることで、授業に関する表面的な感想から、「結果の予想」や「具体的な変数への着目」といった、科学的な記述が多くなった。したがって、科学的な思考を苦手とする児童は、学習領域に関わらず、問題解決を行うための予想を立て、観察、実験から得た結果を整理・考察することを通して、学習を自身の問題として主体的に捉え取り組むことができたと考える。その結果、学習内容に基づく基礎的な思考力を育成することができたと考えられる。しかし、一方で、検証授業②における思考力活用問題は、検証授業①のそれと比べ、これまでに学習してきた科学的概念をより系統化・構造化して論述する必要があることから、学習内容を応用させた活用的な思考力の育成には、課題があることも示唆された。

4 研究の成果と今後の課題


思考力事前問題と思考力事後問題とでは、問題内容が異なるために、平均値を単純に比較することは課題が残るものの、論述内容の基準を設定し、得点化し、比較したことから、問題解決的な学習指導によれば、学習領域に関係なく、児童の科学的な思考力を育成できることが示唆された。

今後の課題としては、児童の活用的な科学的思考力をより高めるための学習指導を検討すること、科学的な思考力の測定方法の信頼性と妥当性を高める方法を検討することである。

【引用・参考文献】

- ・ 国立教育政策研究所 教育課程研究センター（2011）『評価規準の作成 評価方法等の工夫改善のための参考資料（小学校 理科）』
- ・ 高知県教育委員会（2009）『「理科アンケート」調査結果概要』<http://www.pref.kochi.lg.jp/soshiki/310301/rika-annke-to.html>
- ・ 寺崎正人（2010）『科学的思考力の効果的な指導の在り方』理科の教育 vol. 59 pp. 13-16
- ・ 角屋重樹、林四郎、石井雅幸（2005）『小学校 理科の学ばせ方・教え方事典』教育出版
- ・ R. ドラン、F. チャン、P. タミル、C. レンハート（2007）『理科の先生のための新しい評価方法入門』北大路書房

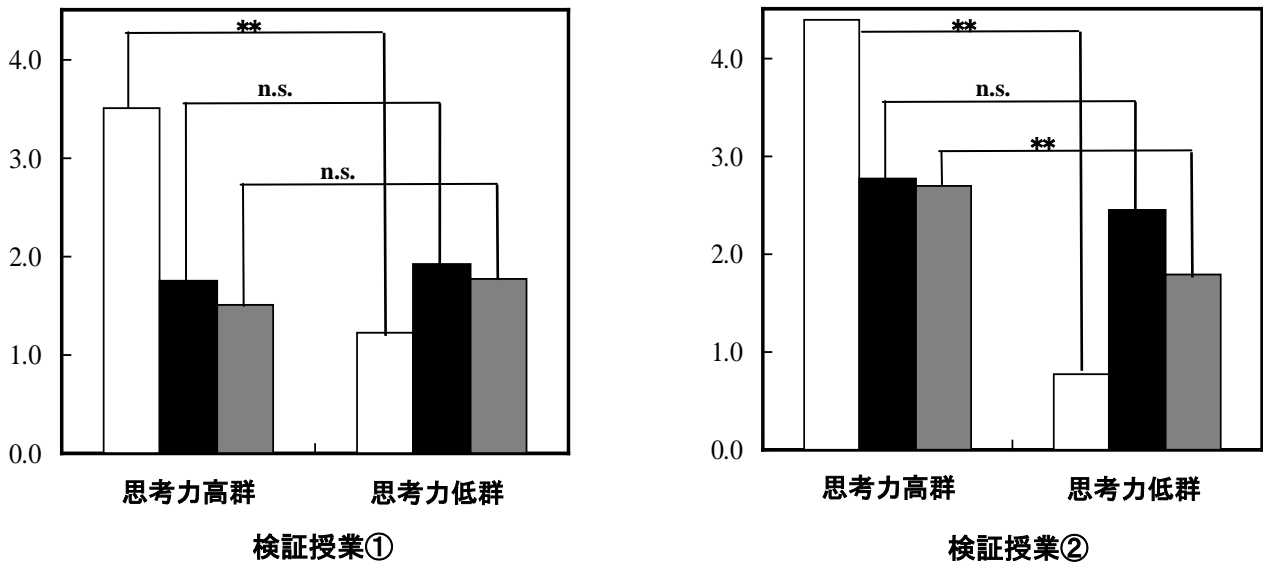
資料1 思考力評価問題の事例（検証授業②で用いた思考力基礎問題）

問題	<p>リサイクル工場などでは写真のような電磁石を利用したリフティングマグネットという機械を使って鉄くずなどを動かしています。</p> <p>なぜ電磁石を利用したリフティングマグネットを使っているのでしょうか。理由を考えましょう。</p> <p>（ショベルカーなどよりも便利などがあるようです。）</p>	
----	---	--

資料2 思考力評価問題の採点基準表（検証授業①で用いた思考力事前問題）

得点	採点基準	解答事例
3	【十分満足 (S)】 例) あかりがつく豆電球の回路の理由が書け、つかない回路の理由もかける。	【科学的事象とその根拠を論理的に記述している】 例) アの豆電球は、一つの輪になり回路になっている。イの豆電球は乾電池の代わりにモーターが入っている。ウの豆電球は、スイッチではなく乾電池がない。エの豆電球は途中が切れていて、回路になっていない。オはスイッチが入っていない。
2	【満足 (A)】 例) あかりがつく豆電球の回路がわかり、理由が書ける。	【科学的事象とその根拠を記述している】 例) アの豆電球にあかりがつく。理由は、一つの輪になっているから。
1	【おおむね満足 (B)】 例) あかりがつく豆電球の回路がわかる	【科学的事象を記述している】 例) アの豆電球にあかりがつく。
0	【支援 (C)】 誤答及び無解答	

資料3 検証授業①と②における思考力高群、低群の思考力事後問題の平均値の変化



**p<.01, n. s. :not significant

- 思考力事前問題
- 思考力基礎問題(思考力事後問題)
- 思考力活用問題(思考力事後問題)

※思考力事前問題は6点満点、思考力基礎問題及び思考力活用問題は各3点満点