

科学的推論の横断的分析に関する一考察

Cross-Sectional Analysis of Scientific Reasoning

○松浦 拓也*, 宮崎 兼志**, 雲財 寛*

MATSUURA Takuya, MIYAZAKI Tomoyuki, UNZAI Hiroshi

*広島大学大学院教育学研究科, **東広島市立向陽中学校

*Graduate School of Education, Hiroshima University, **Koyo Junior High School

[要約] 本研究では、科学的な問題解決における思考の具体として推論に着目し、小学4年生から中学3年生までの児童・生徒を対象に横断的な分析を実施することを目的とした。調査においては、推論を演繹、類推、枚挙的帰納という3種に区分し、それぞれについて評価する調査問題を作成した。そして、小学生1,101名、中学生1,190名を対象に調査を実施した結果、類推は小学4年生から中学3年生に向けて緩やかに向上すること、帰納は小学4年生から小学6年生に向けて大きく向上すること、演繹は小学4年生から中学2年生まで顕著な向上が見られないことなどが明らかとなった。

[キーワード] 科学的推論, 演繹, 帰納, 小・中学生, 横断的分析

1. 研究の背景と目的

近年、思考力や表現力といった高次の能力の育成がこれまで以上に求められている。2008年1月の中央教育審議会答申においても、OECD/PISAなどの影響を受け、獲得した知識や技能を有意に司る思考力の育成を求めている（中央教育審議会，2008）。このような高次の思考やスキルに関する研究は、これまでもメタ認知や科学的推論、クリティカル・シンキングなどをキーワードに国内外において多数実施されてきている。また、Schraw et al. (2011) は近年の思考スキルなどに関する研究の整理において、高次思考スキル (higher order thinking skills) の構成要素として、推論スキル、アーギュメント・スキル、問題解決/クリティカル・シンキング、メタ認知という4つを挙げている。

科学(理科)の教授・学習における思考を検討する際も、Schraw et al.のように思考をとらえる枠組を具体化する必要がある。そこで、本研究においては、科学的な問題解決における思考の具体として推論に着目することにした。推論は、例えばプロセス・スキルで取り扱われているように、科学教育の文脈においても古くから研究されている。しかし、科学的な問題解決の遂行過程に沿って思考を詳細に検討するためには、推論という枠組をさらに具体的にするとともに、児童・生徒を対象とした横断的な実態調査を行う必要があると考えた。そこで、本研究では科学的な問題解決

における推論を、科学哲学の知見に基づいて具体化するとともに、小学4年生から中学3年生までの児童・生徒を対象に横断的な分析を実施することを目的とした。

2. 本研究における科学的推論

戸田山(2005)は、科学の方法として推論を取り上げ、推論は演繹と帰納に大別できること、広い意味での帰納として枚挙的帰納、アブダクション、アナロジーがあることを述べている。また、森田(2010)も同様の枠組で整理するとともに、実際の科学では帰納と演繹を組み合わせた仮説演繹法が用いられることが多いとしている。

本研究では、科学的な問題解決の過程を考慮した横断的な分析を目的としている。このため、上述の推論の枠組を参考に、小・中学生を対象とした調査問題として具体化するために、本研究における推論を以下の表1に示す枠組で整理した。なお、本稿ではこれ以降アナロジーを類推と表記する。

表1 本研究における推論と問題解決の過程

問題解決の過程	推論の具体
予想や課題設定	類推
実験計画における結果の予想	演繹
考察	(枚挙的) 帰納

3. 調査の概要

横断的な分析を実施するため、調査問題の作成に際しては、小学4年生から中学3年生までが同一問題にて解答できるよう、問題解決過程を想定した課題において取り扱う素材や設問の構造について検討した。その結果、「温泉たまごの作り方」を素材とし、表2に示すような設問の構造にて調査問題を作成した。

調査は、国立大学附属および公立の小学生1,101名、中学生1,190名を対象に、2014年10月から12月にかけて実施した。

表2 推論と設問の対応

推論の具体	設問の構造
①類推	類似項目の想起とターゲット領域への当てはめ
②演繹	3種類の予想に対応した、実験結果の予想
③(枚挙的)帰納	複数の実験結果に基づく、結論の導出

4. 結果および考察

4-1 通過率の推移

まず、3種の推論ごとに通過率を算出し、学年毎に整理した。その結果を、図1に示す。全体的に上昇傾向が示されたため、検定統計量zによる比率の差の検定を行い、多重比較(Sidak)に基づいて学年毎の通過率の有意差について検討した。これらの結果を表3～表5に示す。

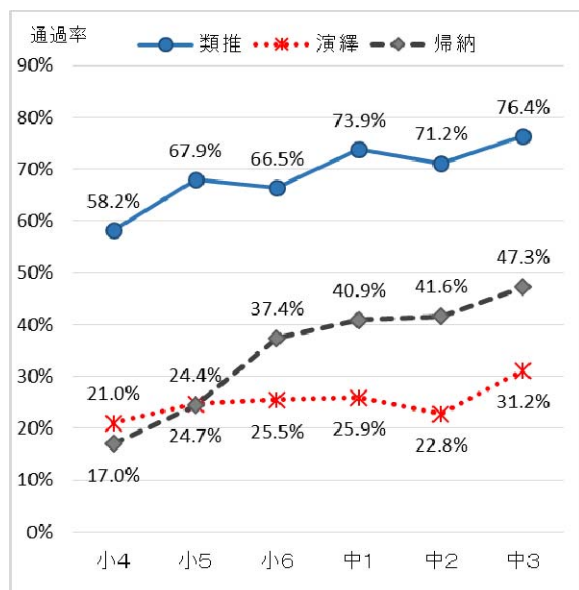


図1 通過率の推移

表3 学年別通過率の多重比較 (類推)

学年	小5	小6	中1	中2	中3
小4			**	**	**
小5					
小6					*
中1					
中2					

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

表4 学年別通過率の多重比較 (演繹)

学年	小5	小6	中1	中2	中3
小4					*
小5					
小6					
中1					
中2					

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

表5 学年別通過率の多重比較 (帰納)

学年	小5	小6	中1	中2	中3
小4		**	**	**	**
小5		**	**	**	**
小6					
中1					
中2					

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

4-2 考察

まず、類推については、小学4年生において既に6割程度の通過率となっており、中学3年生に向けて緩やかに向上する傾向にあることが読み取れる。また、帰納については、小学4年生においては2割程度の通過率であったものの、小学6年生に向けて大きく向上し、その後は中学3年生に向けて緩やかに向上する傾向が読み取れる。一方、演繹については、小学4年生から中学2年生まで2割程度の通過率で推移しており、中学3年生になってやっと3割に到達するという状況である。

このように、推論を3種の具体別かつ横断的に評価することにより、科学的な問題解決における思考の中でも演繹的に考える能力に大きな課題が見られることを示すことができたと考える。

文献

- 森田邦久 (2010) 『理系人に役立つ科学哲学』化学同人。
 Schraw, G. & Robinson, D. R. (Eds.) (2011). *Assessment of higher order thinking skills*, North Carolina: IAP.
 戸田山和久 (2005) 『科学哲学の冒険』NHKブックス。