

## 超能力のインチキを暴くためのメタ認知研究

### —小学生を対象とした理科体験実験をもとに—

佐々木 尚子\*・高橋 葉月\*・尾崎 尚子\*\*・久坂 哲也\*\*\*・八木 一正\*

(2015年2月17日受理)

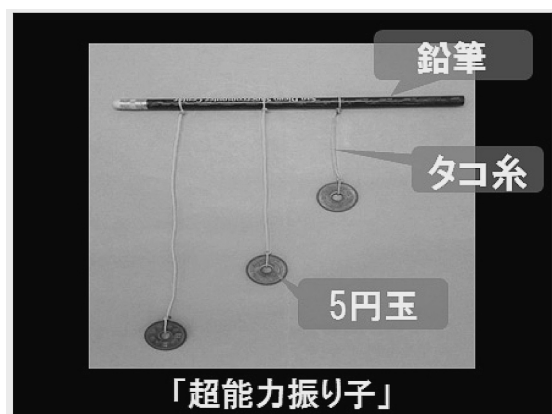
Naoko SASAKI\*・Hazuki TAKAHASHI\*・Naoko OZAKI\*\*・Tetuya HISAKAWA\*\*\*・Ichimasa YAGI\*

A Meta Cognitive Study to Uncover Trickery of Supernatural Power

Based on an Experiential scientific Experiment for Primary Schoolchildren

### 1 はじめに

本研究は、八木研究室で作成した「超能力振り子」による「超能力体験実験」が小学生のメタ認知能力育成への効果を持つかを調査・研究したものである。これは、これまで学生を対象とした「超能力体験実験」から、人々の興味関心を引くが非科学的な「超能力」と、物理実験にある共振振り子を組み合わせた科学的デモ実験との比較をしながらその科学的根拠を追求する体験が、科学的思考力及びメタ認知の育成に効果を持つのではないかという示唆を得るためである。



【写真1】「超能力振り子」実験具

### 2 研究目的

近年、私たちの身の回りには、様々な疑似科学や非科学的事象、そして相手をだますトリックが多く存在している。そして、それらに騙されてしまう人々も非常に多い。この状況に対して、今、育成が必要とされる能力が、広い視野で客観的に判断する、メタ認知能力であり、根拠に基づいた科学的思考力である。

またPISAが定める、科学リテラシーとしても「疑問を認識し、新しい知識を獲得し、科学的な事象を説明し、科学が関連する諸問題について根拠に基づいた結論を導き出すための科学的知識とその活用」が重要視されている。よってこの現状を踏まえ理科教育において、それらの能力の育成が重要であると考え、「超能力振り子」を用いたデモ実験による教育効果を検証することとした。

### 3 研究方法

岩手大学教育学部附属小学校5年まつ組35名(担任・尾崎尚子教諭)を対象に45分の「超能力体験実験」と20分の「共振特別講義」を実施した。「超能力デモ実験」では「超能力振り子」を全員で体験し、不思議な感覚を味わうとともに、その科学的根拠を追求し、「共振現象という」ト

リックを暴く体験をした。そして「共振特別講義」では八木一正教授による音叉などを用いた実験により「共振現象」を深く学んだ。効果の分析にあたってはこれらの実践授業の事前、事後にアンケート調査を実施し統計的に検討した。

#### 4 超能力振り子とは

今回扱う「超能力振り子」について説明する。このデモ実験で使用した超能力振り子とは固有振動数の違いを利用し長さの異なる3本の振り子の一つを見つめるだけで動かすというものである。

どれか一つの振り子を見つめると、小さな揺れに目が同調する。そして体全体も目に見えない程度に同調して揺れる。その結果、他は揺れず、その振り子だけがその固有振動で揺られて段々に振幅が大きくなって、皆が超能力かと、びっくりするという次第である。

これは共振現象を利用した面白実験に過ぎない。また、これは鉛筆、タコ糸、5円玉という身近な材料で簡単に作ることができる（写真1）。そして授業に取り入れやすい教材でもある。

さらに小学校第5学年、理科において、「ふりこ」はA 物質・エネルギーの分野において（2）振り子の運動として学習される。このことから、授業にも取り入れやすい実験である。

#### 5 事前アンケート

「超能力デモ実験」を行う附属小学校5年まづ組35名を対象に以下のアンケートをデモ実験実施日以前に行った。アンケートでは子供たちの超能力に関する意識調査とメタ認知の現状を調査した。メタ認知評価アンケート（久坂2005）を参考に作成した。そして、5段階評価（5とてもそう思う、4少しそう思う3どちらでもない、2あまりそう思わない、1そう思わない、）で回答を得た。

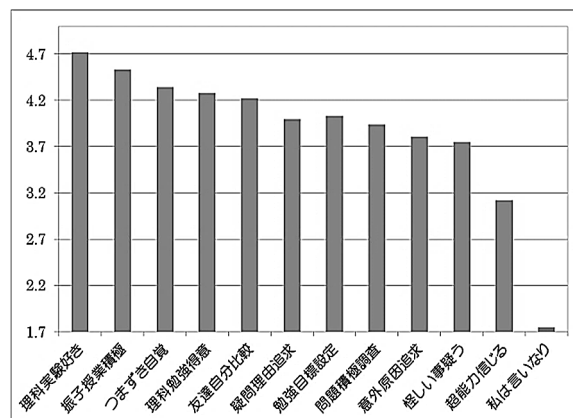
図1にその結果を示す。理科に関しては、「理科実験好き」、「振子授業積極」、「理科勉強得意」の項目の肯定的回答の割合とその平均値が高いことから、理科好きで実験好きな子ども達であるこ

とがわかる。

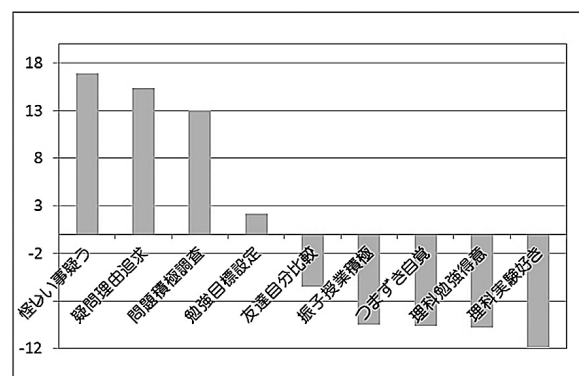
また「ふり子の決まり」の単元での学習内容の確認にもなる。ただし、振り子が一往復する時間は何で変化するかという問いに対しては、全員が

【表1】事前アンケートの項目

質問内容	略語
1 あなたは超能力を信じていますか？	超能力信じる
2 もし超能力者がいたらなんでもいうこと聞きますか？	私は言いなり
3 あなたは怪しいことを疑いますか？	怪しい事疑う
4 あなたは疑問を感じた時、理由を考えますか？	疑問理由追求
5 不思議なことや意外なことがあったとき原因を考えますか？	意外原因追求
6 勉強を行うときいつも目標を決めていますか？	勉強目標設定
7 あなたは勉強中、自分が何につまずいているか気づきますか？	つまずき自覚
8 わからない問題があったとき進んで調べ学習をしますか？	問題積極調査
9 あなたは授業中、友達と自分の意見を聞き比べますか？	友達自分比較
10 あなたは理科の勉強は得意ですか？	理科勉強得意
11 あなたは理科の実験が好きですか？	理科実験好き
12 理科の振り子の学習を積極的に取り組みましたか。	振子授業積極
13 振り子が一往復する時間は何で変化しますか？ (糸の長さ・おもりの重さ・わからない)	



【図1】事前アンケートの分析Ⅰ  
(①～⑫項目における回答平均値グラフ n=35)



【図2】事前アンケートの分析Ⅱ  
(改善度グラフ 目的関数: 意外原因追求 n=35)

「糸の長さ」と正しく答えるほどの事前学習がなされていた。

アンケート結果を踏まえ「超能力体験実験」に向けCS（目的を達するためにはどの項目を改善したらいいかの）分析<sup>10)</sup>を行った結果（図2）に示す。

今回、育成したいメタ認知に関する項目の中で値が低かった、「意外原因追求」を目的に分析を行った。分析にあたっては、メタ認知に関する項目にのみにしぼり③～⑪の項目を用いて分析を行った。

その結果、子ども達に不思議なことや意外なことがあったとき、原因を考えさせるには「怪しい事疑う」、「疑問理由追求」、「問題積極調査」の項目を改善しなければいけないことがわかる。このことからデモ実験では「超能力振り子」の特徴を活かし、より疑問を追求し、自分たちで仕組みを考えることを重視させることにした。

## 6 講義内容（超能力体験実験）



【写真2】 演示実験の様子

### （1）「超能力振り子」による演示実験

授業の導入にあたり、今回のデモ実験で扱う「超能力振り子」の演示実験を行った。教師がじっと見つめるだけでひとりで動き出す振り子を見て、子ども達は興奮し、歓声が上がっていた。また子ども達になぜ振り子は動いたか予想させたところ以下のような考えが上がった。

- ・わざと揺らしているのではないか。
  - ・振り子の先を透明な糸が引っ張っているのではないか。
  - ・先生が超能力を持っているのではないか。
- これらのようにそれぞれが自分の予想を考えていた。

### （2）「超能力振り子」体験

実験の方法を周知した後全員で「超能力振り子」を体験した。

ほとんどの子どもが見つめた振り子を動かすことができていた。また、中には動かせず苦戦している子どももいたが、腕を支える補助や、5年玉の揺れに合わせてタイミングをとってあげることで全員が見つめるだけで動く5円玉を体験できていた。

その後改めて予想をした。すると子振り子の糸の長さに注目する子どももあらわれ、何かトリッ



【写真3】 超能力振り子の体験①



【写真4】 超能力振り子の体験②



クがあるのではないかと考える雰囲気になっていた。

### （３）科学的根拠の提示

「超能力振り子」がなぜ動いたのかを「共振」という科学的根拠を示しながら解説した。「超能力振り子」の科学的メカニズムとは、見つめた５円玉の揺れにまず目が同調し自然と身体がリズムをとる、やがて体の揺れが振り子に帰り揺れが増幅されることである。この原理をスライドやアニメーションを用いて解説した。

### （４）確かめ実験

「超能力振り子」が「共振現象」により動くのだということを示すため以下の２つの確かめ実験を行った。

①振り子を固定して揺らしてみよう

②５年玉に合わせてリズムをとろう

これらを行うことで振り子と身体が自然と共振していたことを理解させた。



【写真５】確かめ実験を行う様子

### （５）身近な共振現象の提示

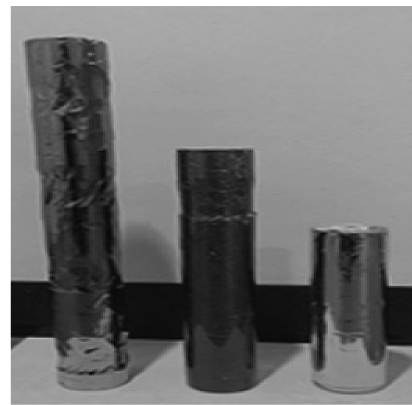
共振現象のさらなる理解と一般化を目指して「ビル崩壊」模擬実験を行った。「ビル崩壊」は空き缶を異なる個数つなげ高さの異なるビルを模した装置を用いて、地震とビルの共振を再現する実験である。

ビルの模型を画用紙などの台紙に並べ台紙を揺らすとリズムと共振した缶ビルのみが倒れる。この実験を通し子ども達は、「超能力振り子」の糸

の長さ、ビルの模型の高さ、そして揺れのリズムなどを照らし合わせながら「共振現象」を深く理解していた。



【写真６】ビル崩壊模擬実験体験の様子



【写真７】ビル崩壊模擬実験装置

### （６）まとめ

今日の体験を踏まえながら、まとめとして、子ども達に「今後不思議なこと・分からないことにであった時、簡単に信じていいのかな？」という問いを投げかけ、一人一人に考えさせた。子ども達の考えとして、

- ・自分で確かめ実験を行っていきたい
- ・すぐに信じず理由を考えたい

などと、言った科学的根拠を考える重要性を感じ、今後は、しっかりと物事の理由を考えていきたいという意見が多くを占めた。

### （７）実践を終えて

「超能力振り子」を用いた体験実験を行い、子ども達がそれに非常に高い関心を持ち、楽しみながら実験していることを感じた。このように体

験を通し、子ども達が科学的思考力の重要性を感じた事は、理解を深めるために、非常に有意義と言える。

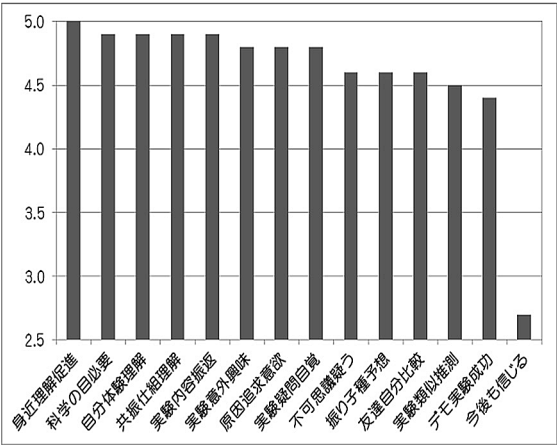
7 事後アンケート

「超能力体験実験」終了後、5年まつ組35名に事後アンケート（表2）を実施し全員から回答を得た。アンケートにより、超能力に関する意識変化、デモ実験による共振現象の理解、メタ認知の変容について調査することを目的とした。これも5段階評価で回答を得た。その結果を図2に示す。

図2より、「今後も信じる」以外の項目で肯定的回答が大半を占め、平均点も高いことがわかる。

【表2】事後アンケートの項目

質問内容	略語
1 超能力実験から科学の目的の大切さを感じましたか？	科学の目的必要
2 超能力実験を自分で体験することで授業が分かりやすくなりましたか？	自分体験理解
3 あなたは怪しいものを疑う気持ちになりましたか？	不可思議疑う
4 超能力実験は意外性があり、興味を持ちましたか？	実験意外興味
5 わからないことがある時、原因を考えたいですか？	原因追求意欲
6 超能力振り子の種を予想して実験できましたか？	振り子種予想
7 超能力実験を行うとき、理科で習った内容に似ているか考えましたか？	実験類似推測
8 超能力実験で自分の分からない事に気づくとこができましたか？	実験疑問自覚
9 あなたは授業中、友達と自分の意見を聞き比べて考えましたか？	友達自分比較
10 ビル崩壊デモ実験など身近な例があると分りやすくなりましたか？	身近理解促進
11 共振など超能力振り子の仕組みがわかりましたか？	共振仕組み理解
12 超能力実験でわかったことをふり返りできましたか？	実験内容振り返
13 あなたはうまく実験をできましたか？	デモ実験成功
14 超能力は今後も信じますか？	今後も信じる



【図1】事前アンケートの分析Ⅰ  
(各項目における回答平均値グラフ, n =35)

よってデモ実験により、不思議な事象に対する科学の目的の重要性を感じさせることや原因を追求する必要性を感じさせることができたと考えられる。

8 事前・事後アンケートの比較

事前・事後アンケートの各対応項目をウィルコクソンの符号順位検定を用いて検定を行った（以下すべて n =35、 $\leq .05$ ）。

【表3】事前事後比較のアンケート項目

事前事後対応項目	
1 前)あなたは怪しいことを疑いますか？	怪しい事疑う
後)あなたは怪しいものを疑う気持ちになりましたか？	不可思議疑う
2 前)不思議なことや意外なことがあったとき原因を考えますか？	意外原因追求
後)分らないことがある時、原因を考えたいですか？	原因追求意欲
3 前)勉強を行うときいつも目標を決めていますか？	勉強目標設定
後)超能力振り子の種を予想して実験できましたか？	振り子種予測
4 前)あなたは勉強中、自分がつまずいている事に気づきますか？	つまずき自覚
後)超能力実験で自分のわからない事に気づくとこができましたか？	実験疑問自覚
5 前)授業中、友達と自分の意見を聞き比べますか？	友達自分比較
後)授業中、友達と自分の意見を聞き比べ考えたか？	友達自分比較

【表4】事前事後比較アンケートの分析

①怪しい事疑う	
Z値	-3.43
P値(両側確率)	6.15E-04
Z(0.975)	1.96
②意外原因追求	
Z値	-4.11
P値(両側確率)	3.99E-05
Z(0.975)	1.96
③勉強目標設定	
Z値	-1.86
P値(両側確率)	0.0627
Z(0.975)	1.96
④つまずき自覚	
Z値	-2.39
P値(両側確率)	0.0123
Z(0.975)	1.64
⑤自分友達比較	
Z値	-1.86
P値(両側確率)	0.0627
Z(0.975)	1.96

分析より、①怪しい事疑う②意外原因追求④つまりまずき自覚では、危険率5%で有意差が認められた。

また参考として、③勉強目標設定⑤自分友達比較の項目について、危険率10%で検定したところ、有意傾向が認められた。

よって「超能力体験実験」によりこれらの項目が、科学的思考力及びメタ認知育成のために、肯定的に変化したといえる。

## 9 まとめと考察

本研究では「超能力体験実験」によってメタ認知が向上するのではないかという仮説をもとに、小学生を対象として、メタ認知能力、科学的思考力育成の効果に着目してこの体験実験を行った。

この実践及びアンケート調査より、「超能力振り子」のような意外性がある実験を行うことで、科学的思考力及びメタ認知に肯定的で有意な変化をもたらすことが分かった。このことから、今後も教育現場でこのような実験に取り組むことがそれらの能力の育成に有意義であることが検証できた。

## 参考文献

- 1) 三宮真知子「メタ認知～学習を支える高次認知機能～」、北大路書房、PP.1-73、PP.131-149、2008
- 5) 久坂哲也「学校外施設におけるメタ認知向上を重視した教育効果の実証的研究」岩手大学大学院教育学研究科修士論文（八木一正指導）、1-54、2005
- 6) 押切志郎、八木一正、他「超能力に騙されない科学的思考の育成」東北物理教育第16号、日本物理教育学会東北支部、PP.13-16、2006
- 7) 佐々木尚子、八木一正、他「大学生の「超能力」に対する意識調査」研究会研究論文集、日本科学教育学会北海道・東北支部会、PP.81-82、2012
- 8) 佐々木尚子、八木一正、他「大学生の「超能力」に対する意識調査（Ⅰ）」第52回研究大会発表論文集、日本理科教育学会東北支部、P.27、2013

9) 佐々木尚子、八木一正、他「大学生の「超能力」に対する意識変容」東北物理教育23号、日本物理教育学会東北支部、PP.15-18、2013

10) 菅民郎、Excelで学ぶ多変量解析入門、第2版第5章、オーム社、2007