

科学的な思考力を育む理科授業の研究

－第5学年「理科」の授業を通して－

M11EP010

田中 拓己

1. はじめに

文部科学省では、中央教育審議会答申(平成20年1月)において、教育課程実施状況調査の結果、科学的な思考力・表現力が十分ではない状況があると述べている。そこで教育内容に関する主な改善事項の柱の一つである「理数教育の充実」を基に、平成20年3月に小・中学校の学習指導要領を改訂した。理科の教育内容については、小・中・高等学校を通じた内容の一貫性を重視すること、国際的な通用性、内容の系統性の確保や小・中・高等学校の学習の円滑な接続の観点から、必要な指導内容を充実する、科学的な思考力・表現力等の観点から、観察・実験の結果を分析し解釈する学習活動、科学的な概念を使用して考えたり説明したりするなどの学習活動を充実する、科学を学ぶことの意義や有用性の実感及び科学への関心を高める観点から、日常生活や社会との関連を重視し改善してきている。

今後の理科学習では、科学的な思考力を養う授業を行うことが、ますます求められている。そこで本研究では、第5学年の実践を通して、科学的な思考力を育む理科授業の研究を深めることとした。

2. 先行研究

科学的な思考力は、理科において大切なねらいの一つである。科学的な思考力に関する研究は数多く行われているが、本研究では、理科の大綱的な基準である学習指導要領をもとに作成された小学校学習指導要領解説理科編と評価基準の作成、評価方法等の工夫改善

のための参考資料(小学校 理科)から、科学的な思考をどのようにとらえるかを考えてみる。

・小学校学習指導要領解説理科編 指導計画の作成と内容の取扱いによれば、「観察、実験の結果を整理し考察する学習活動や、科学的な言葉や概念を使用して考えたり説明したりするなどの学習活動が充実するよう配慮すること。」と述べられている。

・評価基準の作成、評価方法等の工夫改善のための参考資料(小学校 理科)では、「自然の事物・現象から問題を見出し、見通しをもって事象を比較したり、関係付けたり、条件に着目したり、推論したりして調べることによって得られた結果を考察し表現して、問題を解決している。」と述べられている。

以上の2つの文献の読み取りより、理科の学習においては、予想や仮説を立てて観察、実験を行うとともに、その結果について考察を行う学習活動を充実させることにより、科学的な思考力や表現力の育成を図ることができると考える。

また、自らの観察記録や実験データを表に整理したり、グラフに処理したりすることにより、考察を充実させることも大切な要素の一つであると考ええる。

さらに、表やグラフなどを活用しつつ科学的な言葉や概念を使って考えたり説明したりするなどの学習活動により、考察を深めることが大切であると考ええる。

加えて、このような学習活動が、学級の中のグループや学級全体での話し合いの中で行われ、繰り返されることにより考察が充実し、

深まっていくように指導することが大切である
と考える。

そこで、これら 4 つの考えを科学的な思考
力を育む要素ととらえ本研究に生かしてい
きたい。

3. 研究の目的

- (1) 観察実習を通して科学的な思考力を育む
ために参考となった指導教諭の指導方法
を探るとともに、児童の実態を把握し、授
業に生かす。
- (2) 「ふりこのはたらき」の授業実践から、科
学的な思考力を育む手立てについて、研
究を深める。
- (3) 児童の意識調査を分析し、理科学習に対す
る関心の程度を把握する。

4. 研究の方法と内容

(1) 科学的な思考力を育むために参考となる 指導教諭の指導方法と児童の実態を把握 する手段について

① 実習校と実習方法

- ・ 実習校：中央市立 T 小学校
- ・ 実習期間：平成 24 年 5 月 31 日～平成
24 年 12 月 20 日（週 2 日）
- ・ 配属学年：第 5 学年
- ・ 実施単元：『ふりこのはたらき』

② 科学的な思考力を育む手立てのポイント

小学校学習指導要領解説理科編と評価基
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)から以下のポイントを
科学的な思考力が育まれる視点と考えた。

【科学的な思考力が育まれる視点】

- ア. 問題に正対した予想や仮説を立てること
ができる。
- イ. 記録やデータを表やグラフにできる。
- ウ. 記録やデータをもとに考えたり説明した
りできる。
- エ. 記録やデータをもとに話し合い活動を行
い、考えを深めることができる。

③ 科学的な思考力を育むために参考となっ た指導教諭の指導方法

科学的な思考力を育む手立てのポイント
に沿い、指導教諭の授業から科学的な思考力
を育むための参考となった指導方法について
考えをまとめる。

④ 児童の学習状況の実態を把握する手段

児童の記述から実態把握を行うために
OPP シートを活用する。配属学級は、初めて
使うため、「ふりこのはたらき」の授業実践に
向けて、「花から実へ」の単元で使用し、記述
への慣れも含めて OPP シートを活用する。

(2) 科学的な思考力を育めるよう行った授業 実践

① ターザンロープを使った導入

配属校に設置されているターザンロープ
を使い、単元の導入を行う。体験的な活動
を通して新たな気付きや自分の考えと異なる現
象にふれる。自然の事物・現象についての不
思議さにふれさせることで、ふりこが 1 往復
するきまりについて動機付けの機会とする。

このことは、今回小学校学習指導要領理科
の目標に、新たに加わった「実感を伴った理
解」の具現化をねらいとしている。

② 学習課題をもとにした実験計画の作成

1 時間目に行ったターザンロープの 3 つの
条件を変えた実験をもとに、ふりこのきまり
を見つけるための実験計画をたてる授業を行
う。ターザンロープの実験での体験をもとに、
ふりこのきまりを見つけるために、3 時間分
の実験でどのように条件を変えて、確かめる
か考える機会とする。

このことは、4-(1)-②のポイント(ア)にあ
る予想をたてることをねらいとしている。

③条件制御をし、ふりこのきまりを見つける実験

設定した実験計画をもとにふりこのきまりを考える授業を行う。ふりこのきまりの3要素である「重さ」「長さ」「振れ幅」をそれぞれ条件を変えて実験を行う。3つの実験では、それぞれに予想をたて、結果を表にまとめ、考えを説明する学習を行う。これらのことは4-(1)-②のポイント(ア)(イ)(ウ)(エ)を通した授業をねらいとしている。

④ふりこのきまりをもとにした発展問題

これまでの学習をもとに、「重さ」「長さ」「振れ幅」は同じで、おもりのつるし方が違う条件を提示し、科学的な思考を深める学習を行う。

このことは4-(1)-②のポイント(ア)(ウ)(エ)の活動を通して、おもりのつるし方を変えたとき、ふりが1往復する時間はどうか考えを深めることをねらいとしている。

⑤児童の思考の過程の見取り

OPPシートを活用し、科学的な思考ができていたか分析する。

(3)科学的な思考力に関する意識調査による児童の記述の分析

2学期末に行った理科学習に対する意識調査で科学的に考えることについて、児童がどのように受け止めているか分析し、考察する。

5. 研究の結果と考察

(1) 科学的な思考力を育むために参考となる指導教諭の指導方法と児童の実態を把握する手段について

①科学的な思考力を育むために参考となった指導教諭の指導方法

インゲンマメが発芽後に成長するのに、日光と肥料の関係を調べる実験を用意し、条件制御し、それぞれ日光と肥料ではどのような

結果になるか4-(1)-②のポイント(ア)にある問題に正対した予想する活動があった。個々で予想し、班での話し合いを通して、考えを膨らませるような指導も見られた。

次に、日光と肥料での結果から、なぜそのような結果になったか考える学習を行った。個から班へ、そして学級全体で考えを共有し、植物の成長には日光が必要であることをまとめた。これらの、予想し結果から考えたり説明したりすることは、4-(1)-②の全てのポイントに当てはまっており、科学的な思考力を育む大切な指導であると考えている。

他にも、花から実への学習においても、5年生の理科で育てたい「条件に目を向けながら調べる授業」を行うために、花粉をつける株と花粉をつけない株の違いを考えさせ、観察する授業が参考となった。

さらに、流れる水の働き of 学習においても、川の内側と外側の削られた様子に注目させ、話し合いを行うなど、科学的な考え方を育む多くの実践を見させていただいた。

自然の事物・現象を実感を伴って理解させ、問題を見出し、予想や仮説をたてて観察・実験を行い、結果を整理し、互いに話し合う中から科学的な思考力を育んでいこうとする、多くの実践は研究の参考となった。

②児童の実態を把握する手段

OPPシートを使ったが、児童は初めての体験でもあり、戸惑いが見られた。しかし、単元終了時には絵や図を使いながら書けるようになる児童(図1)が見られた。この児童は4時間目までは文章のみでまとめていたが、5時間目から絵を使って説明する記述が見られた。ここで絵を使うことに対して肯定的なコメントしてから、次の時間からも絵を使って説明することができるようになった。

この学級は授業中での発言は少ないものの、OPPシートへの記述では自分の考えを表現している児童が多く見られた。

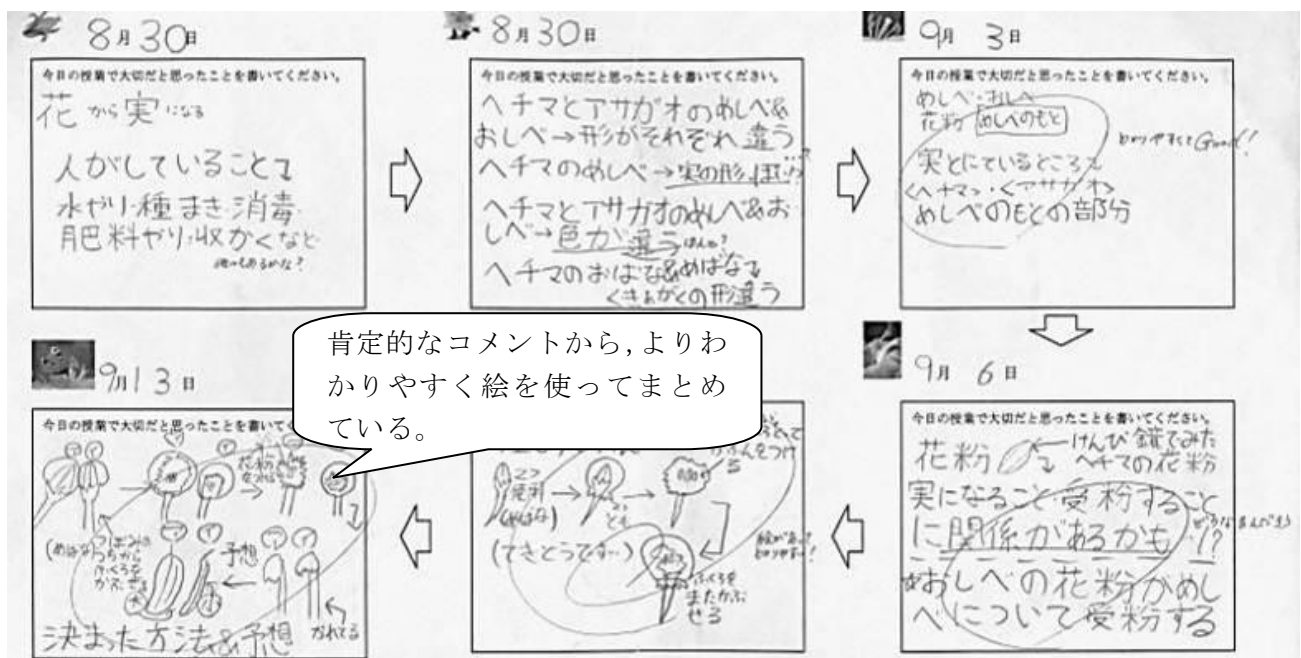


図1 コメントによる記述内容の変化

(2)科学的な思考力を育めるよう行った授業実践

①ターザンロープを使った導入



ターザンロープを使い、教師と児童や児童と児童がそれぞれ「重さ」「長さ」

「振れ幅」を変えて実験を行った。3つの条件を変えた実験は、ふりこのきまりを考える学習課題となるよう考えたものである。それぞれの実験で予想と結果が合っていた児童は1人もおらず、予想と結果がすべて違ったことへの驚きや不思議さを感じている様子が見られた。

今回の授業でも予想をたてて、実際に試してみる学習過程を試みたが、ここでは身近な道具を使い、自分が試してみるといった実感を伴った実験をすることで、科学的な思考力を育む一つになったと考える。

②学習課題をもとにした実験計画の作成

本時は、重さ・長さ・振れ幅の条件を変えた実験計画を考える授業である。ターザンロープでの学習課題をもとに、主体的に問題を見出すことで、ふりこのきまりをみつめるための実験へつなげられるように行った。

ターザンロープの実験では予想と結果が大きく離れていたことから、児童から何の条件を変えた実験を行えばよいか(重さ・長さ・振れ幅)が出てきた。図2の児童は、条件制御を想起し、課題をもとに計画をたてていた。予想をもとに実験計画をたてることは4・(1)・②のポイント(A)にあてはまる。

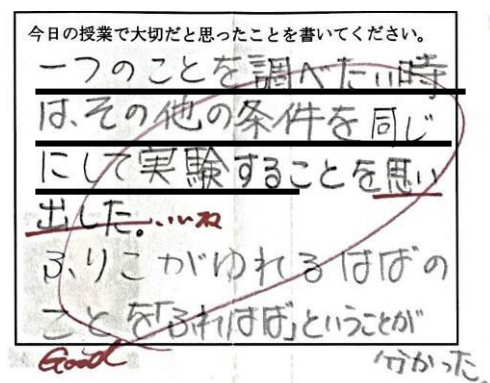


図2 条件制御についての記述

③条件制御をし、ふりこのきまりを見つける実験

実験計画をもとに、「重さ」「長さ」「振れ幅」を変え、ふりこのきまりを考える実験を行った。条件制御をした計画をもとに予想をたてて、ふりがが1往復する時間を調べる実験を行い、結果を表にまとめ、考えたり、説明したりする授業を行った。これらの授業では、科学的な思考力を育むポイントのア～エの活動ができたと考える。児童は、3つの実験からふりこのきまりである、「ふりこの長さが変わることによって1往復する時間が変わること」を学習した。

1. 問題

ふれはばを変えると1往復する時間は変わるか

2. 予想

正解と逆の予想をたてる児童の記述

ふれはばが小さいほうが速いと思う。

3. 条件

条件に目を向けながら調べる

同じ条件	違う条件
長さ・重さ	ふれはば

4. 結果

平均値が正確に計測できている

ふれはば	1回	2回	3回	10往復する 平均時間	1往復する 平均時間
30°	74.9 秒	75.7 秒	75.0 秒	75.0 秒	7.5 秒
60°	75.1 秒	75.7 秒	75.7 秒	75.7 秒	7.5 秒
90°	75.0 秒	75.2 秒	75.1 秒	75.1 秒	7.5 秒

○予想と結果を比べてわかったこと

予想ではふれはばが小さいほうが速いと思ったけど、1往復する時間は30°60°90°どれも同じだった。ふれはばを変えてもふりがの1往復する時間は変わらない。

○感想

おもりの重さとふれはばの1往復する時間がかかった時間が同じでびっくりした。

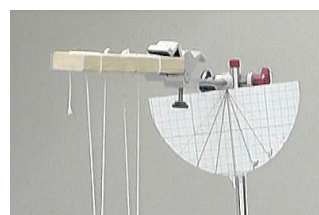
ふりこのきまりについて気付く児童の記述

図3 振れ幅を変えた実験のワークシート例

3つの実験を通して、予想から結果を考えたり、説明したりする活動を通して、科学的な思考力を育めるような授業を行った。そのことにより、ターザンロープの実験では予想と結果を比較した時に、予想と結果が合っていた、違っていたと、現象面にとどまっていたが、重さ・長さ・振れ幅を変えた

実験を行った際には、なぜ結果がそうなったのかという教師の問いかけに対して、理由を考える児童が出てきた。これは4-(1)-②のポイント(ウ)につながるものとする。科学的な思考力を育むには大切な要素であり、児童がこういった活動をするようになったことは一つの成果であると思う(図3)。

<ふりこ教材について>

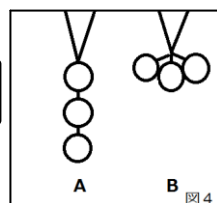


単元全体を通して扱う実験器具を開発した。おもりをつるす場所を2つ設けることによ

って、並べて実験できる。また、時間を計り、早い・遅いを比較することができ、目で見て直感的に判断することもできる。他にも、児童が実験することから、誤差を小さくするように糸を2点支持にした。これによって多少斜めにふりこを揺らしても一定方向に修正して揺らすことができる。図3の実験結果のとおり、数値に大きな差がでなかったことは教材として有効であったと考える。

④ふりこのきまりをもとにした発展問題

本時は、これまでの実験で身に付けたふりこのきまり(1往復する時間は長さによって変化する)をもとに教科書にはない問題を設定した。図4にあるようにおもりのつるし方を変えた実験である。



児童は、ふりこの長さ(支点からおもりの中心)のみが1往復する時間に変化をもたらすことを学習してきている。この問題は、ふりこの長さに着目すると糸の長さは等しいが重りの中心までの距離が変化している。これまでの実験では、何の条件を変えたかを全体で共有してきたが、本時はつるし方を変えるというターザンロープでの実験でも確認していない実験を行った。

現象面にとどまるのではなく、科学的な思考が育まれる視点から、予想し、結果から考えを説明したり、話し合ったりすることで、科学的な思考力を育もうと試みた。

はじめに、予想についてほとんどの児童が理由を含めて自分なりに予想していたことが OPP シートに表れていた。これまでに予想することの大切さを伝えてきたことや、予想と結果を比べること等、予想をもつことが科学的な思考力を育む要素の一つにつながるため、大切な要素である。児童からは以下（表 1）の記述がみられた。

表 1 児童の予想（原文転記）

予想
H 児：おもりのおもさが同じだから、1 往復する時間は同じ。
A 児：ターザンの実験をやったとき、長さが短い方が速かったから。
S 児：A の方は、おもりがひもにつられて動くから。動き方が違うから。

正誤に関わらず、一人一人が予想をたてていたことから 4-(1)-②のポイント(ア)は、概ね達成できていたのではないかと考える。

次に、演示実験の後、A よりも B の方が 1 往復する時間が早かった理由を考えた。これまでの学習を振り返ることで、つるし方を変えたとふりこの長さが変わること気が付く児童もいるだろうし、中には、ふりこの長さ＝糸の長さと思ってしまう児童もいるのではないかと考えられる。なぜ A よりも B が 1 往復する時間が早いのかを考えることが大切である。

このような理由を考える学習は、4-(1)-②のポイント(ウ)にある結果から考え、説明する活動にあたり、自分の考えをワークシートに記述する様子が見られた（図 5）。

3. 自分の考え

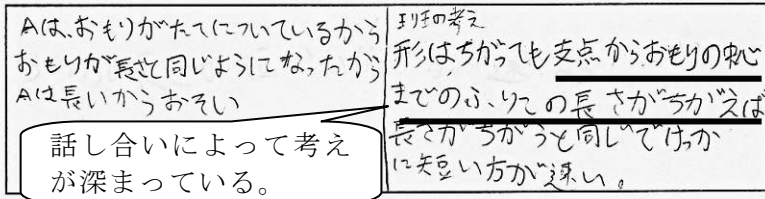


図 5 個の考えと班の考え

この児童は、自分の考えを表現しながら、班での話し合い活動を通して、他の考えも記述している。4-(1)-②のポイント(エ)から、話し合い活動を通して、児童の思考が深まっていたことがわかる。また、図 6 は全体検討を行った後での記述である。

3. 自分の考えと班の考え

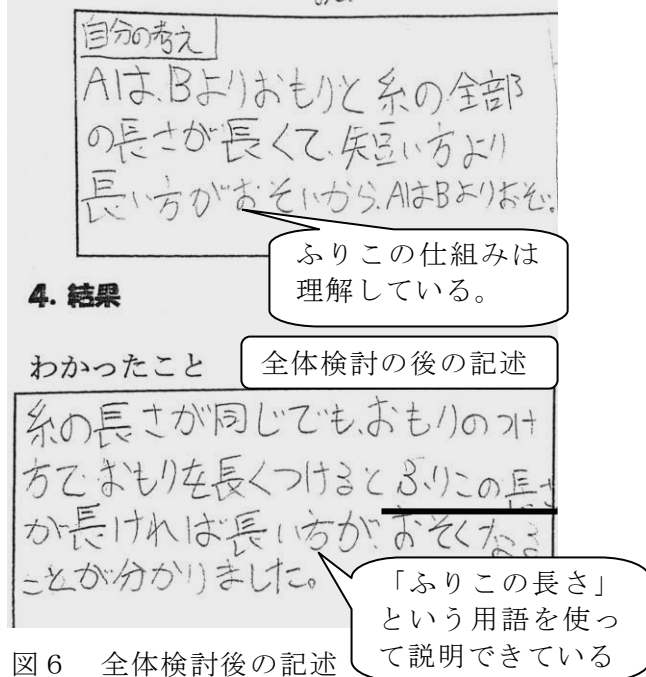


図 6 全体検討後の記述

個の考えでは、ふりこの仕組みに着目しているが、科学的な考え方はやや浅い。全体検討後では、しっかり「ふりこの長さ」と記述している。話し合い活動や全体での意見共有で、新たな気付きや他の意見を理解して、科学的な考え方が深まっていたことが見て取れる。

⑤児童の思考の過程の見取り

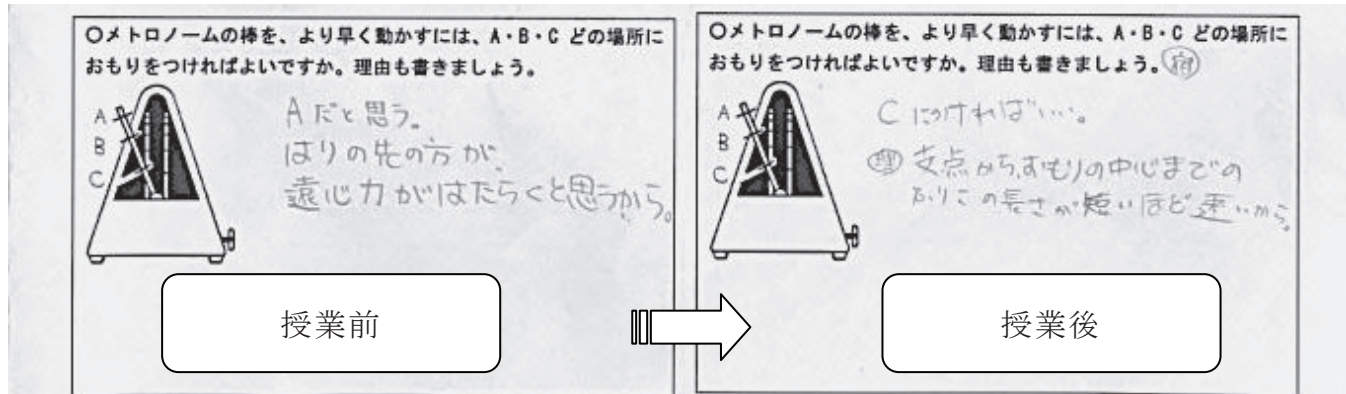


図7 授業の前後の児童の記述

授業前後にOPPシートの表面を使いメトロノームの問題を取り上げた。日常生活で目にしたことはあるものの仕組みや動き方を知らない児童がほとんどであった。メトロノームを逆さにして考えると、ふりこと同じ仕組みとなり、支点とおもりの中心の距離が短いほど早く振れる。

授業開始前では理由も含めて正解の解答を書いている児童はいなかったが、授業後には31名中26名の児童がCを解答していた。単元のねらいであるふりこのきまりを理解し、さらに発展的な問題に対する理解もおおよそ達成できたのではないかと考える。

<ふりこの発展問題における記述>

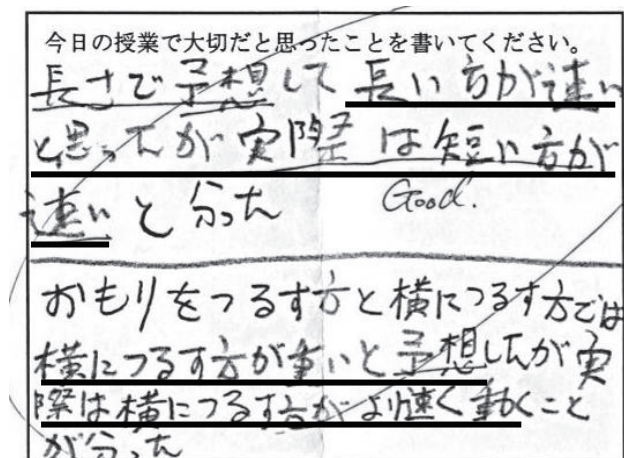


図8 授業後の児童の記述

児童の記述では、予想と結果を比較して自分の考えを記述している。結果を自分なりに整理して、考察している記述から、科学的な思考をしている様子が見受けられる。

授業で、発言しない児童もこのOPPシートを使うことで、自分の意見を書けるようになり、振り返りが行える。特にこのクラスの児童は発言が少ないので、全体で意見を共有する場面でも、児童がどのようにとらえ、考えているか把握しにくい部分がある。そのため今回、OPPシートを活用したことで、児童の思考の過程を把握することができた(図8、図9)。

ふりこの発展問題をまとめる際、イラストを使い工夫した児童の記述

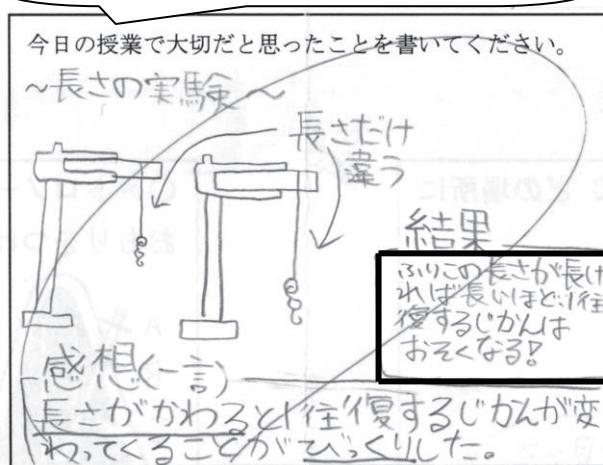


図9 授業後の児童の記述

(3)科学的な思考力に関する意識調査による 児童の記述の分析

質問：観察実験から、理由を考えることをどう思いますか。

という問いに対して、すべての児童が「そう思う」「まあそう思う」と記述している。理科授業では、予想し結果から整理し考察する過程が必要不可欠と言ってもよい位、重要視すべきことだと考える。これらの記述から教師の意図していることと児童の受け止めている内容が類似しているように思う。半年間を通して、科学的な思考力を育む学習を行ってきたことによって、自然の事物・現象に理由を付けて考えることが子どもたちに育まれてきたと考えることができる。

表2 児童の回答理由 (原文転記)

- T児：いいと思います。なぜなら理由を考えるとより詳しく説明できるからです。
- N児：いいと思う。もっともっと奥の勉強の世界に行けそうな気がするから。そして、その理由からなぜそう思うのかを考えると面白い。実験だけ見て、その答えをまとめるだけなら、ちゃんと頭の奥に覚えておくことができないと思うから。
- H児：いいと思います。実験結果とかは、なんでそう思ったのかが知りたい時があるし、理由を言ってくれる方が分かりやすいし、理由をおぼえる人は大変だと思うから、書いた方がいいと思います。
- M児：理由を考えるのはいいと思います。理由は、自分が最初に考えた時より、もっとよくわかるから。

6. 成果と課題

これまで科学的な思考力を育む視点である観察・実験において、仮説や予想をたて、

結果を整理し考えたり説明したりして、話し合い活動をし、全体で共有していく過程を中心に実践を行ってきた。そのことから、児童の科学的な思考力を育めたのではないかと考える。OPPシートやワークシートの記述からも、思考の過程や変化が表れている部分が見られた。

意識調査から児童も「考えること」について肯定的に考えていることから、改めて「考える力」の重要性に気付くことができた。しかし、課題として、考えさせるための発問の仕方によって考えやすい・考えにくい場面がいくつかあった。発問にもさまざまな方法があると思うが、児童が思考しやすい発問の方法についても研究していきたい。

7. 引用・参考文献

- 1) 堀哲夫 (2003) 学びの意味を育てる理科の教育評価
- 2) 評価基準の作成, 評価方法等の工夫改善のための参考資料(小学校 理科) (2011)国立教育政策研究所
- 3)文部科学省 (2008) 小学校学習指導要領解説 理科編
- 4)森本信也 (2008) 小学校教育課程講座理科
- 5)村山哲哉 (2012)「体験と言語で織りなす問題解決の充実を目指す理科の学習指導」初等教育資料4月号 No.885,pp.14-17
- 6) 村山哲哉 (2012)「体験と言語で織りなす問題解決の意義と展開」初等教育資料7月号 No.888,pp.48-49 村山哲哉 (2012)「理科における教材研究のポイント」初等教育資料8月号 No.889,pp.21-22
- 7) 村山哲哉 (2012)「理科における教材研究のポイント」初等教育資料8月号 No.889,pp.21-22
- 8) 中央教育審議会 (2008) 幼稚園, 小学校, 中学校, 高等学校及び特別支援学校の学習指導要領等の改善について (答申)