

論文

45分間の授業において問題解決が形骸化する実態の分析 —「言語表現」、「思考の様相」、「科学的な探究能力」の視点から—

澤柿 教淳

Analysis of the actual situations about that the problem solving for the students
became a mere façade in 45 minutes class.

- in terms of “linguistic representation”, “aspect of thinking”, “scientific ability to pursue” -

SAWAGAKI Kyojun

要 旨

本研究は、小学校理科の授業において「子どもの問題解決が形骸化する」という実態について分析した研究である。「問題解決の形骸化」は従来から指摘されてきたことであるが、45分間の授業の中で、どの局面で、どのように形骸化していくのか、その具体的な様相は明らかに示されてこなかった。

そこで、外見上は、子ども自らが観察・実験に向かい始めたように見える2つの事例をサンプリングし、それぞれ、「言語表現」、「思考の様相」、「科学的な探究能力」の3つの視点から比較し、その異同を分析した。

その結果、同じ【予想】→【観察・実験】に向かう場面において問題解決の深まりに関わる特徴的な差を見出すことができた。さらに、【予想】→【観察・実験】に向かう契機となった局面に着目して「形骸化から実質化までの3つのレベル」を示した。

これらの成果をもとに、今後は、子どもの問題解決が形骸化する要因を見出すことが期待できる。

キーワード

問題解決の形骸化 言語表現 科学的な思考 科学的な探究能力 実質化のレベル

目 次

- I. 問題の所在と研究の目的
- II. 研究の方法
- III. 実践の結果と考察
- IV. 議論
- V. まとめ

文献

I. 問題の所在と研究の目的

1. 問題解決は本当に形骸化していたのか

長年、小学校の理科教育では、自然の事象に主体的に関わりながら自然認識を深めていく子どもの育成を目指してきた。とりわけ、問題解決的な学びを通して新たな概念を形成し、実証性や客観性、再現性などに触れて未来の文化を創造するなど、教育の目標にかかわる諸能力を養うことを目指してきた¹⁾。

しかし、1970年代当時からすでに、子どもの問題解決自体が形骸化しているのではないか、という反省が挙がっていた。例えば、日本初等理科教育研究会は、著書「問題の深化」の中で、「問題解決の学習が形式的に受けとめられ、(1) 課題-(2) 児童の問題意識-(3) 予想-(4) 予想を検証するための構想-(5) 実験・観察-(6) 結果の吟味-(7) 考察・一般化といった段階を形式的にふみ、授業の質的な深まりに教師の目が開かれず問題解決の学習が形骸化されていた」と指摘している²⁾。

このような状況の下、授業の改善点を探ろうと多くの事例研究が進められてきた。それらの中には、事前に予想した意見を並列的に発表し合った後に【観察・実験】に移った事例もあれば、多様な予想から議論が発展し、さらに確かめたいことがはっきりしてはじめて【観察・実験】に移った事例もあるのである。例えば、【予想】→【観察・実験】場面の授業において、実際に【観察・実験】に至った事例は、「問題解決が形骸化しなかった事例」として紹介されている³⁾のである。

このように、「問題解決の形骸化」のとらえ方や解釈にはそれぞれ違いがみられる。そもそも、何をもって「形骸化した」とするのが明確になっていないにもかかわらず、その存在だけが指摘されて続けてきたことに問題が潜んでいると言える。

2. 研究の目的

そこで、本論では、45分間の授業における子どもの問題解決が本当に形骸化していたのか、あるいは、形骸化していなかったのか、形骸化していたとすればそれはどの局面で、どの程度おこっていたのか、その根拠は何か等について論ずることを目的とする。

II. 研究の方法

1. 適当な事例のサンプリング

本論では、小学校理科の問題解決の過程において、【予想】→【観察・実験】の場面に向かっていった2つの事例、とりわけ、いずれも45分間の授業の中で、実際に子どもが「実験をして確かめたい」という趣旨の発言をした事例をサンプリングする。

①事例1—場面A

4年「閉じ込めた空気」(前半)

富大附属小学校第4学年2組児童数39名

単元「閉じ込めた空気の性質」6/7時前半場面A

②事例2—場面B

3年「電気の通り道」(前半)

富大附属小学校第3学年2組児童数39名

単元「電気の通り道」5/9時前半場面B

2. 科学的な深まりをとらえる手法の開発

①6つの言語表現の姿という視点

②4つの思考の様相という視点

③17の探究能力という視点

「授業の質的な深まり」²⁾を量的な分析だけで行うことは現時点では十分とは言えない。そこで本論では、授業の科学的な深まりの解釈を、質的な側面と量的な側面を両方加味して複眼的に行うこととする。採用したのは、以下の3つの視点である。

①「6つの言語表現」⁴⁾量的な具体物として

表 1 科学的な深まりをとらえる複眼的視点

6つの言語表現	4つの思考の様相	17の「科学的な探究能力」
①体験から感じ取ったことを表現する ③概念・法則・意図などを解釈し、説明したり活用したりする ④情報を分析・評価し、論述する	①類推	②予想・仮説 ③モデル ⑤シミュレーション ⑦比較・分類 ⑨表・グラフ化 ⑩数的処理 ⑭表現(説明・意見交換)
①体験から感じ取ったことを表現する ②事実を正確に理解し伝達する ⑥互いの考えを伝え合い、自らの考えや集団の考えを発展させる	②思考の組み替え	①疑問・問題
③概念・法則・意図などを解釈し、説明したり活用したりする ④情報を分析・評価し、論述する ⑤課題について、構想を立てて実践し、評価・改善する ⑥互いの考えを伝え合い、自らの考えや集団の考えを発展させる	③推論	②予想・仮説 ④実験(観察)・計画 ⑤シミュレーション ⑥条件制御 ⑦比較・分類 ⑧モデル化 ⑩数的処理 ⑫論理的な推論 ⑭表現(説明・意見交換) ⑮評価・改善
④情報を分析・評価し、論述する ⑤課題について、構想を立てて実践し、評価・改善する ⑥互いの考えを伝え合い、自らの考えや集団の考えを発展させる	④創造	①疑問・問題 ④実験(観察)・計画 ⑧モデル化 ⑨表・グラフ化 ⑪規則性 ⑬結論 ⑭表現(説明・意見交換) ⑮評価・改善 ⑯適用・関連付け ⑰(総合的な)判断

※ゴシックの部分は、特に重要な要素

②「4つの思考の様相」^{5)~12)} 内面的な思考面として
 ③「17の探究能力」^{13,14)} 科学的な能力の指標として
 これら「科学的な深まりをとらえる複眼的視点」を表1
 に示す。サンプル事例の分析処理にこれを援用し、
 互いの共通点や差異点を比較する。

Ⅲ. 実践の結果と考察

1. 事例1—場面Aについて

1) 全体計画

本単元の全体計画を表2に示す。

2) 本時(6/7時)までの流れ

子どもたちは、ペットボトルロケットをもっと遠くに飛ば

表2 単元「閉じ込めた空気の性質」の全体計画(全7時間)

時	主な学習活動	主なねらい
1 2	ペットボトルロケットを飛ばそう ・おもしろそう やってみたい ・たくさん空気を入れるといいよ ・大きい方がよく飛ぶのかな ・空気がもれてはいけないよ	活動を通して、空気を体感したり、閉じ込める必要性をもったりすることができる。
3	本当に空気はとじこめられるのだろうか? ・ボールや袋ならできるよ ・少しはにげていくよ ・試してみよう	空気を正しく閉じ込めたり、中の空気を観察したりすることができる。
4 5	ふくらんだふくろをおすとへこむのは、なぜ? ・ぬけた 移動した 縮んだ ・いろいろな物に入れて空気が確かめてみよう ・空気はぬけたり移動したりしないで縮んでいるのだね	空気が縮むことを確かめる方法を考え、空気が縮むことや、その時の手応えなどを実感して理解できる。
6 本時	空気はどこまで縮められるのだろうか? ・半分 半分より下 0になる ・最後までおせるのかな ・空気くんがすごい力で押し返すからむりではないかな ・試してみよう	空気が縮む限界について考えることで、より定量的、定性的に思考したり、確かめたりすることができる。
7	だったら、空気は伸びるの? 水だったら、どうなるの? ・縮む限界がわかったよ ・だったら空気は伸びるのかな ・水の場合はどこまで縮むの	新たな視点から疑問を見出し、解決に向けて主体的に歩み出すことができる。

すために「空気を『限界』まで押し縮めたい」と願っていた。そこで、空気は縮むのか、圧して移動しただけではないか等の問題が生まれ、その都度、筒やボールに空気を閉じ込めて実験し、「空気は縮む」ことを確かめてきた。

場面Aは、筒の中の空気がどこまで押し縮められるか、その限界点を予想している時間帯である。本時直前の子どもたちは、空気はどこまで縮むのか、その「限界」はどこかを知りたいと考えていた。

3) 授業の実際 (6/7 時 前半場面 A)

6/7時 前半場面Aの授業の概要を表3に示す。

最初にT3は、子どもたちが「限界」だと考える位置がいくつかあることを確認した。そして、「『限界』っていっぱいあるのかなあ」とうそぶいた。

するとKa1、Ig1が、「最もよく飛ぶ所=限界点」だとして発言し、そこから議論が始まった(表3 Ka1～Ig1)。各自の追究体験に基づく議論は、成功時も失敗時も含めて結果には違いが多く、互いの異同が表

表 3 場面 A 筒の空気が縮む限界点の予想場面

<p>課題：押し縮めた空気の限界はどこだろうか？</p> <p>T1： 限界は半分くらいまでかなと思う人？(約23名)</p> <p>T2： ぐ～っと下まで行くと思う人？(約15名)</p> <p>C1： 空気砲だったらそうだった。</p> <p>Tu1： 半分より上の上。そこで限界だったもん。</p> <p>T3： 「限界」っていっぱいあるのかなあ。</p> <p>Ka1： 空気砲でやってみたらたまには半分より上とか下にいったけど、半分の方がよく飛ぶことが多かった。</p> <p>Ig1： 半分より上とか下だったらあまりよく飛ばなくて…。</p> <p>T4： そのとき空気くんはどうだった？</p> <p>Ig2： 半分より上は、ちょっと苦しい…。</p> <p>Ka2： 半分だったら空気くんは苦しくて、半分より上とか下だったら、もうちょっとで苦しくなるぞっていう合図。</p> <p>Sal： 空気くんは苦しいんだけどもうちょっとで飛ぶから、飛んだらまた楽になる。</p> <p>T5： Naさんは、反対？</p> <p>Na1： 「限界はどこだろうか？」だから、飛ぶ飛ばないじゃなくて。一回でも半分より下になったってことは、限界は半分より下になっちゃうよ。</p> <p>T6： Naさんはどこが限界だと思っているの？</p> <p>Na2： 私の場合は半分くらいまでしかいかなかったから、半分。</p> <p>T7： そのとき、空気くんはどんな感じなの？</p> <p>Na3： もうだめ～って感じ。限界だから「もうだめ」がたくさんいるかもしれない。100個くらい。すごいたくさん。</p> <p>Ya1： 半分より上に行く場合も、下にいく場合もあるんだったら、限界はそのときによって変わると思う。いつでも半分でなくて。半分より上だったら、まずもれてるってことはあり得ないし、半分より下だったら、空気もれをしている可能性はあるし…。</p> <p>C2： 「もう一回確かめたいカード」だね。</p> <p>うん、実験しよう！</p> <p>もう一回確かめたい！確かめたい！</p> <p>T8： こちらへん、ちょっとあやしいね。</p>

れやすい状況だった(T1~Tu1)。特に、Na1の発言を境に「何をもって限界点とするか」について活発に議論する様相を呈していった。

4) 考察 ~科学的に深まっていく様相~

まず、押し縮めた空気の様子を擬人化して表現する様相が表れた(表3 Ig2~Sa1)。

Ig2: ちょっと苦しい…。
 Ka2: もうちょっとで苦しくなるぞっていう合図。
 Sa1: 空気くんは苦しいんだけど、もうちょっとで飛ぶから、飛んだらまた楽になる。

これらは、「6つの言語活動」の①②③、「4つの思考の様相」の①、「17の探究能力」の③に相当する。

子どもたちは、目の前の事象について素朴概念や生活経験に照らして類推している状態だと言える。この時点では、科学的な根拠はあまりない。



次に、それまで主流となりつつあった見方に見直しがかかり始めた(表3 Na1)。

Na1: 飛ぶ飛ばないじゃなくて。一回でも半分より下になったってことは、限界は半分より下になっちゃうよ。

これらは、「6つの言語活動」の④、「4つの思考の様相」の②、「17の探究能力」の①④⑥⑩に相当し、徐々に科学的な様相ととらえることができる。

子どもたちは、互いの考えの背景に曖昧な部分を感じ、疑問を抱き始めていく。情報を整理すると同時に、実験・観察の手順や条件等の事実に戻っているのが分かる。



さらに、T6が「Naさんはどこが限界だと思っているの?」と比較の場を構成すると、次のように科学的な判断が導き出された(表3 Na2)。

Na2: 私の場合は半分くらいまでしかいかなかったから、半分。

この発言は、「6つの言語活動」の①②、「4つの思考の様相」の②、「17の探究能力」の⑩⑮に相当する。観察・実験の事実や客観的な数値から評価を下し、事実を正確に伝えようとしているのが分かる。



この発言を境にして、学級の子どもたちは、新たに生まれた疑問を、実験によって確かめようと歩み出した。(表3 Ya1~C2)。

Ya1: 半分より上だったら、まづもれているってことはあり得ないし、半分より下だったら、空気もれをしている可能性はあるし…。
 C2: 「もう一回確かめたいカード」だね。
 うん、実験しよう!もう一回確かめたい!

これらは、「6つの言語活動」の⑤、「4つの思考の様相」の③④、「17の探究能力」の①②④⑮に相当する。

子どもたちは、新たな課題について構想を立て直し、改善した上で推論を展開し、結果への見通しをもつに至っている。この一連の変容から、子どもたちの様相はより科学的になっていったと判断できる。

2. 事例2一場面Bについて

1) 全体計画

単元の全体計画を表4に示す。

2) 本時(5/9時)までの流れ

本時に至るまでに、子どもたちは、導線や乾電池を使って豆電球を点灯させる共通体験をしてきた。導線をぐるぐるにしても、間に金属をはさんでも“電気くん”が通ることや、反対に、間にほんの少しでも壁があったら“電気くん”は通れなくなることを、イメージ豊かに追究してきた。

場面Bは、各自が作ったぐるぐる巻きコースや山型コース等の導線の中を“電気くん”がどう流れるか、互いのイメージを議論している時間帯である。本時直前の子どもたちは、長い導線の中で“電気くん”がどうなるかを知りたいと願っていた。

3) 授業の実際 (5/9 時 前半場面 B)

5/9時 前半場面Aの授業の概要を表5に示す。

子どもたちは、自分の作ったコースを手にしなが
ら、豆電球のつき方やその時の電気のイメージを
次々と表現した。ただ、それらのイメージの根拠と

表 4 単元「電気の通り道」の全体計画 (全 9 時間)

単元「電気の通り道」の全体計画 (全9時間)

時	主な学習活動	主なねらい
1	豆電球にあかりをつけよう ・おもしろそう やってみたい ・ついたよ つかないよ ・乾電池を反対にしてもつくよ ・導線が離れていたらつかないよ	導線や乾電池を使って豆電球を点灯させることができる。
	豆電球がつかない時はどんな場合だろうか? ・豆電球:切れている ・ソケット:緩んでいる ・乾電池:電池がない ・間に物:つかない物がある ・導線:長さや形状による	豆電球が点灯しないわけを考え、実際に試して確かめたり、問題を改善したりすることができる。
2	豆電球、ソケット、乾電池の問題について調べよう ・つくときとつかないときの違いがわかったよ	
3	間に入れてもつく物、入れるとつかなくなる物があるの? ・電気を通す物、通さない物があるのだね ・ペンキのようなものがあるだけで電気を通さなくなるのだね	電気を通す物、通さない物があることを理解することができる。
4	導線の長さや形状をかえるとどうなるの? ・ぐるぐるコースは遅くなるぞ ・坂道コースはつかないのかな	確かめてみたい実験コースを作ることができる。
5 本 時	長い導線の中で電気くんはどうなっているのだろうか? ・電気くんがたまってしまう ・電気はたまったり迷ったりしない。確かめてみたい	導線の中の電気を多様にイメージし、電流に対する理解を深めることができる。
6	1mm切れていたら電気くんは飛び越えるのだろうか? ・電気はすごく早いから飛ぶ ・1mmの間にある空気は電気を通さない物だからつかない	回路が1本の輪になっていることを実感を伴って理解することができる。
7 8 9	自分だけの回路を作ろう ・ほくは電気ツリーを作るよ ・途中にスイッチも入れるよ	既習事項を生かし回路を作ることができる。

なっているものは、生活経験や素朴概念に基づくものがほとんどで(表5 Ka1~Ka2)、実証的な根拠はない状況だった。

4) 考察 ~科学的に深まらない様相~

まず、自分で作ったコースの中を電気がどう進むのかを擬人化して思考・表現する様相が表れた(表5 Ka1~In1)。

Ka1: 狭いから電気くんたちがつまる…。
 Su1: 電気くんはたまりながら上に行ってここからは坂だから速くなって一瞬だけ明るくなるかもしれない。
 Do1: 車と同じようにカーブするときに50km/h…。
 Na: 電気は車みたいに曲がり角でブレーキはかけない。

In1: 電気は車と違ってすごく速いと聞いたことがある。

これらは、「6つの言語活動」の③、「4つの思考の様相」の①、「17の探究能力」の⑧に相当する。

しばらくの間、多様に擬人化・モデル化された思考・表現が並列的に列挙された。途中、電気くんのイメージをめぐって言い争う様相があったが(表5 Sa~Hi)、これは言葉尻をとらえたやや感情的な対立で、科学的な議論とは明確に区別できる。



その後、子どもたちは、「先生、やってみたい!」と、にわかに動き出した。

表 5 場面 B 電気の流れ方の予想場面

T1: 「導線を長くしたら、豆電球のつき方はおそくなるのだろうか?」みなさんはどんなコースを作ってみましたか?
 Ka1: 私はグルグル渦巻きコース、それもただの渦巻きでなく小さいのや四角いのも作った。急カーブがたくさんあるし、狭いから電気くんがつまるっていうか、幅がせまくなる。
 Su1: ぼくは山の形にした。もしかしたら、電気くんはたまりながら上に行って、ここからは坂だから速くなって一気に出るかもしれない。一瞬だけ明るくなるかもしれない。
 Do1: ぼくはくねくねの道。車と同じようにカーブする時に50km/hから20km/hまでスピードを落とすのか、それとも50km/hのままで行くのか。ぼくは、同じで変わらないと思う。
 Na: ぼくは鉛筆にぐるぐる巻き付けた。スクリューのここが一番気になる。でも速さはそんなに変わらないんじゃないかな。電気は車みたいに曲がり角でブレーキはかけない。
 In1: 賛成。電気は車とは違ってすごく速いと聞いたことがある。カーブにきても変わらないと思う。
 Sa: でも、人間の目ではわからないくらいほんの少しだけ遅くなっていると思う。どんな道でも同じはずがない。
 Do2: 反対に速くなる場合もあるかもしれない。
 (加速?) うん、難しくなると気合いが入るみたいに。
 Hi: 渦巻きもスクリューもどんなコースを作っても同じだと思う。“電気”につまるもたまるもない。
 Ka2: 考えが変わった。TUくんの言う通り電気くんは少し遅くなるかもしれないけど、つまったりしないでちゃんと進んでいるのだから、同じくらいだと思う。上り下りがあっても、上りで遅くなったら、その分下りは滑り台みたいで速くなる。
 C1: 先生、やってみたい!

Sa: ほんの少しだけ遅くなっていると思う。
 Do2: 反対に速くなる場合もあるかもしれない。
 (略) 気合いが入るみたいに。
 Hi: 電気につまるもたまるもない。
 Ka2: 考えが変わった。(略) 上りで遅くなった
 らその分下りで速くなる。
 C1: 先生、やってみたい!

これらは、「6つの言語活動」の①、「4つの思考の様相」の④、「17の探究能力」の④に相当する。

C1は一見して、観察・実験へ向かう科学的な姿勢にみえる。しかし、そこに新たに設定された疑問や問題はなく、観点を定めた見通しある観察・実験とは言い難い。むしろ、自分があらかじめ作っていたコースで早く試したいという、やや形式的な動きだった。

以上、45分間の授業の中で実際に子どもが「実験をして確かめたい」という趣旨の発言をした2つの事例について、子どもの思考・表現の科学的な深まりを複眼的視点から分析し、考察した。

IV. 議論

1. 複眼的視点からみた科学的な深まりの比較より

まず、「科学的な深まりをとらえる複眼的視点」からみて、2つの事例の間に問題解決の形骸化があったのかどうかについて比較しながら議論する。

1) 言語表現面からみた様相の比較

事例1-場面Aと事例2-場面Bの言語表現を比較すると、どちらも、互いに自分の予想や考えを活発に述べた後に、「もう一回確かめたい!」あるいは「先生、やってみたい!」という声が挙がっているのが分かる。しかも、学級の子どもたちの中から自然な流れの中で発言されている。

一方、その発言を「6つの言語表現」から分析すると、事例1-場面Aでは、6つの言語活動のうち①～⑤の様相がみられるのに対し、事例2-場面Bでは、①の様相しかみられない。

このことから、必ずしも、「実験してみよう」という発言があったという事実だけでは、問題解決が実質化したとは言いきれないことが分かる。

むしろ、自他の考えを発展させたり、課題について評価・改善したりするような質を帯びた発言の有無が、問題解決の実質化と形骸化の明暗を分けていると考えられる。

2) 思考面からみた様相の比較

事例1-場面Aと事例2-場面Bの思考面を比較すると、どちらも、類推的な思考を働かせた後に創造的な思考に至っている点が共通している。

しかし、事例1-場面Aでは、途中、思考の組み替えが起こり、そこから新たな視点を見出し、推論する様相がみられるのに対し、事例2-場面Bでは、その過程で思考の組み替えの局面がみられない。

このことは、授業の前半と終盤の様相の違いを比較するだけでは子どもの問題解決の深まりをとらえきれない可能性があることを示している。

むしろ、前半から終盤に至る過程で何が起きていたのかに着目する必要がある。事例1-場面Aでは、既習事項や過去の経験から類推する子どもたちが、類推だけでは解決できない問題に出会って立ち止まり、思考を組み替える局面があった。それが事例2-場面Bとの決定的な違いである。

問題解決の形骸化は、授業の前半と終盤の子どもの変容だけではとらえることはできず、むしろ、どのような過程を経てきたかに着目してみえてくる可能性がある。

3) 探究能力からみた様相の比較

事例1-場面Aと事例2-場面Bの探究能力面を比較すると、どちらも、②③④⑤⑥⑧のような「モデル化」や「観察・実験の条件」等に関わる面が発揮され

ていることが共通している。検証場面が【予想】→【観察・実験】の場面であることを鑑みると矛盾のない結果だといえる。

ただ、事例1-場面Aでは、それに加えて、⑩数的処理や、⑮評価・改善に関わる能力が発揮されていることが特徴的に表れている。

事例1-場面Aにおいて【観察・実験】に向かおうとする子どもたちが、これまでの条件に加えて、定量的あるいは定性的な観点から評価・改善を加えているという事実は、問題解決上、重要な意味をもつ。「自分なりの視点」や「観察・実験への見通し」をもった状態になることを目指すとき、子どもたちが発揮する探究能力の質的变化の有無に着目する必要があるといえる。

2. 【予想】→【観察・実験】へ向かう契機の比較より

次に、「問題解決の形骸化」が実際に起きているとすれば、それはどの局面で、どのレベルで起きているのか、そう捉えた根拠は何か等について議論する。

1) 【予想】→【観察・実験】へ向かう契機となる3つのレベル

冒頭にも述べた通り、「問題解決の形骸化」のとらえ方や解釈には様々な考え方があり、実際、事例1-場面A、事例2-場面Bは、予想や考えを活発に述べた後、子どもたちが自ら「もう一回確かめたい!」、「先生、やってみたい!」と発言したため、一見するとどちらも、問題解決が実質化したようにみえるのである。

そこで、子どもが【予想】→【観察・実験】に向かう契

機となった局面の様相を、以下の3つのレベルに分類して重点的に比較した。

【予想】→【観察・実験】へ向かう契機レベル①

【予想】→【観察・実験】への移行場面が、授業者の誘導による場合。この場合は、すでに子どもの問題解決の連続性は途絶えている状態であり、「形骸化」に極めて近い状態であると考えられる。

【予想】→【観察・実験】へ向かう契機レベル②

【予想】→【観察・実験】への移行場面が、少なくとも外見上は、子ども自らが【観察・実験】に歩み出した様相を示している場合。この場合は、比較的、子どもの問題解決が実質化している可能性があると考えられる。ただし、当初の予想を互いに出し合った後に形式的に観察・実験に進んだ可能性もある。

【予想】→【観察・実験】へ向かう契機レベル③

【予想】→【観察・実験】への移行場面において、子どもたちが互いの考えから自らの考えを発展させたり、課題について評価・改善し構想を立てようとしたりする動きを伴っている場合。この場合は、子どもの問題解決がかなり実質化している状況だと考えられる。問題解決を実質化するという本来の目的を鑑みるならば、その見極めは、レベル②に加え、前後の発言分析や思考の様相の変化等から判断することが求められる。

以上、3つのレベルを整理して、表6に示す。

表6 問題解決の形骸化から実質化までの3つのレベル
～【予想】→【観察・実験】に向かう契機より～

レベル①	多様に【予想】し合った後、授業者の指示や誘導によって【観察・実験】に移行する様相
レベル②	多様に【予想】し合った後、子ども自らが【観察・実験】へと歩み出していく様相
レベル③	多様に【予想】し合った後、さらに議論が発展し、新たな疑問や視点が明らかになって、子ども自らが【観察・実験】へと歩み出していく様相

では、今回対象とした事例1-場面Aと事例2-場面Bはどのレベルに位置付くだろうか。改めて子どもが【予想】→【観察・実験】に向かう契機となった局面を重点的に取り上げ、図1 Ya1、C2、図2C1に示す。

事例1-場面A (図1 Ya1,C2 図2 C1)

Ya1: 半分より上だったら、まずもれているってことはあり得ないし、半分より下だったら、空気もれをしている可能性はあるし…。
C2: 「もう一回確かめたいカード」だね。
うん、実験しよう!もう一回確かめたい!

事例2-場面B (図2 C1)

C1: 先生、やってみたい!

<レベル①で比較した場合>

事例1-場面Aと事例2-場面Bのどちらの事例も、教師の指示や誘導なく【観察・実験】に移行しているため、レベル①で判断すると、どちらも問題解決

の形骸化はみられなかった事例だと判断できる。

<レベル②で比較した場合>

事例1-場面Aと事例2-場面Bのどちらの事例も、子ども自らが、「もう一回確かめたい!」、「先生、やってみたい!」と発言して【観察・実験】へと歩み出しているため、レベル②で判断しても、問題解決の形骸化はみられなかった事例だと判断できる。

<レベル③で比較した場合>

事例1-場面Aでは、新たな疑問や視点が明らかになったことで、子ども自らが【観察・実験】へと歩み出しているため、レベル③で判断しても、問題解決の形骸化はみられなかった事例だと判断される。

一方、事例2-場面Bは、確かに【観察・実験】へと歩み出しているが、新たに設定された疑問や問題がないまま【観察・実験】に移っている。つまり、レベル③で判断すると、問題解決の形骸化が起こっていた可能性がある事例だと判断できる。

これまで、レベル①の様相で問題解決が実質化したと解釈されている事例もあれば、レベル②の

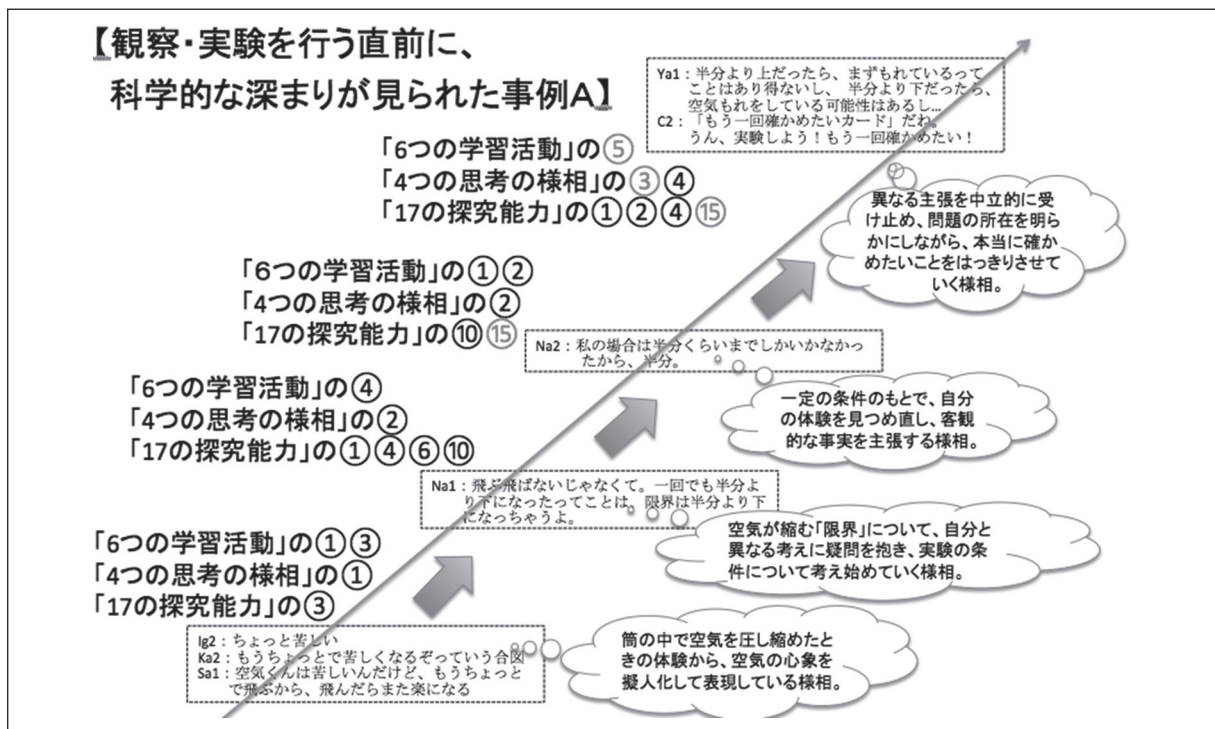


図1 事例Aでの【観察・実験】を行う直前までの様相

様相をもって主体的な問題解決が行われたと解釈する事例もあれば、レベル③の様相をもって、真に見通しのある観察・実験になると指摘しているものもある^{15) 16)}。様々な解釈があった背景には、問題解決の形骸化について具体的かつ十分に分析されてこなかったことがあると考えられる。

V. まとめ

1. 結論

1) 複眼的な視点からとらえた問題解決の形骸化・実質化の具体

これまで、45分間の授業の中で、子どもたちの学習活動がしだいに形骸化していくことを詳細に示した事例研究はほとんどなかった。そもそも、子どもの問題解決が本当に形骸化していたのか、あるいは形骸化していなかったのかも曖昧だった。

今回、同じ【予想】→【観察・実験】に向かう過程において、実際に子どもが「実験をして確かめたい」という趣旨の発言があった2つの事例を比較したこと

で、科学的に深まる事例と科学的に深まらない事例をとらえることができた。本手法を用いれば、問題解決の形骸化を具体的にとらえることができる可能性が示された。

①言語活動からみた形骸化の様相

言語活動の詳細を分析することで、外見上、あるいは発言の記録上は問題解決の過程を歩んだようにみえる事例でも、実際の授業では、必ずしも問題解決が実質化したとは言い切れない実態が浮かび上がった。

授業を構想する際、あるいは、授業を分析する際、外見的な活動や発言だけでなく、その質的な意味や内面的な動きを重視することの大切さが浮き彫りになった。

②思考の様相からみた形骸化の様相

【類推】、【思考の組み替え】、【推論】、【創造】のうち、形骸化した事例と実質化した事例の特徴的な差として、【思考の組み替え】の有無が挙げられた。

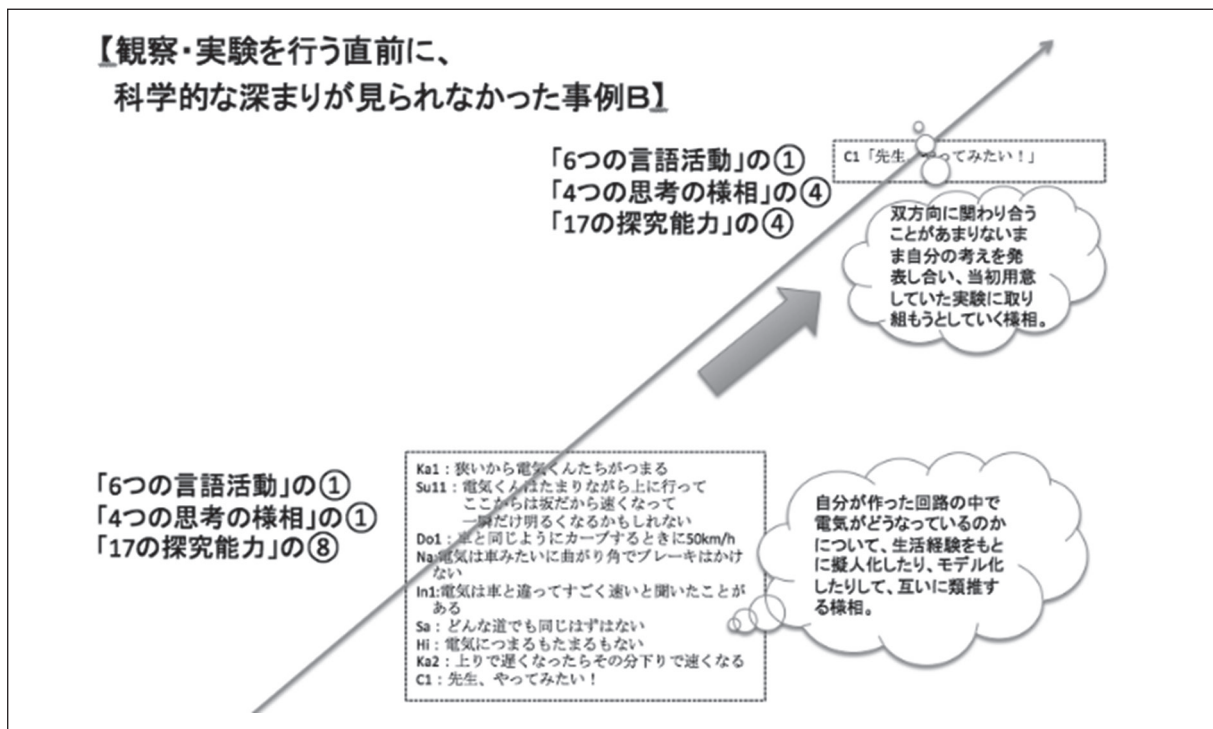


図2 事例Bでの【観察・実験】を行う直前までの様相

問題解決の形骸化をとらえるには、授業の前半と終盤の様相の違いを比較するだけでなく、その過程で【類推】だけでは解決できない局面で思考が揺さぶられ、【思考の組み替え】が起こる局面が存在したかどうかに着目する必要があることが分かった。

③探究能力からみた形骸化の様相

従来、【予想】→【観察・実験】の場面では、「モデル化」して考えたり、「観察・実験の条件」を吟味したりする等の能力を発揮することが分かっていた。本論では、さらに、⑩数的処理や、⑮評価・改善に関わる能力が発揮されることが明らかになった。定量的あるいは定性的な観点から見直される等、探究能力の質的な変化によって子どもの

表 6 問題解決の形骸化から実質化までの 3 つのレベル
～【予想】→【観察・実験】に向かう契機より～(再掲)

レベル①	多様に【予想】し合った後、授業者の指示や誘導によって【観察・実験】に移行する様相
レベル②	多様に【予想】し合った後、子ども自らが【観察・実験】へと歩み出していく様相
レベル③	多様に【予想】し合った後、さらに議論が発展し、新たな疑問や視点が明らかになって、子ども自らが【観察・実験】へと歩み出していく様相

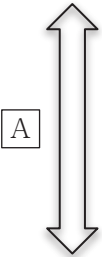
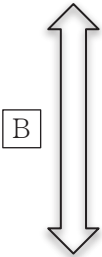
	問題解決の過程 (2013)	
<p>【予想】 ↓ 【観察・実験】 に向かう直前の 様相レベル</p>	<p>(1) 自然事象への働きかけ (2) 問題の把握・設定 (3) 予想・仮説の設定</p> <p style="text-align: center;">A</p>  <p>(4) 検証計画の立案 (5) 観察・実験 (6) 結果の整理 (7) 考察 (8) 結論</p>	<p>(1) 自然事象への働きかけ (2) 問題の把握・設定 (3) 予想・仮説の設定</p> <p style="text-align: center;">B</p>  <p>(4) 検証計画の立案 (5) 観察・実験 (6) 結果の整理 (7) 考察 (8) 結論</p>
	レベル①	形骸化なし
レベル②	形骸化なし	形骸化なし
レベル③	形骸化なし	<u>形骸化あり</u>

図 3 問題解決の形骸化の事実をとらえる精度の違い

問題解決がより実質化していくという実態をとらえた。

以上、科学的に深まる様相を「6つの言語表現」、「4つの思考の様相」、「17の探究能力」の3つの視点から分析したものをまとめた。図1に、空気が縮む限界点の【予想】→空気漏れがないか確かめる【実験】に至るまでの様相を示す。図2に、豆電球のつき方の【予想】→実際につけて確かめる【実験】に至るまでの様相を示す。

図1から、【予想】の時間帯で子どもたちは、「6つの言語表現」①③、「4つの思考の様相」①、「17の探究能力」③を発揮し、【観察・実験】を行う直前の時間帯では、「6つの言語表現」⑤、「4つの思考の様相」③④、「17の探究能力」①②④⑤を発揮していたことが読み取れる。

とりわけ、科学的な思考の深まりに重要な要素（ゴシック）の数を比較すると、始めの時間帯が0、中盤は1、直前の時間帯は3と、徐々に増加していくという変化が顕著に表れた。

図2から、始めの【予想】の時間帯で子どもたちは、「6つの言語表現」①、「4つの思考の様相」①、「17の探究能力」⑧を発揮した。【観察・実験】を行う直前の時間帯では、子どもたちは、「6つの言語活動」①、「4つの思考の様相」④、「17の探究能力」④を発揮していったことが読み取れる。

とりわけ、科学的な思考の深まりに重要な要素の数を比較すると、いずれも0で、時間の経過による変化はみられなかった。

どちらの事例も、問題解決の過程における【予想】→【観察・実験】に位置付く場面であるにもかかわらず、事例1-場面Aでは問題解決の実質化を、事例2-場面Bでは問題解決の形骸化をとらえていた可能性があると考えられる。

2) 【予想】→【観察・実験】における「形骸化から実質化までの3つのレベル」3つのレベル

これまで、「問題解決の形骸化」のとらえ方や解釈には様々な考え方があったが、【予想】→【観察・実験】に向かう契機の差異に着目して、「問題解決の形骸化から実質化までの3つのレベル」に分類することができた(表6 再掲)。

図3は、既存の問題解決の過程¹⁷⁾に2つの事例を位置づけたものである。図3から、問題解決が形骸化していたか、あるいは実質化していたかの判断は、その様相を吟味するレベルによって違いが生じることが分かる。従来、「問題解決の形骸化」の捉え方についてその解釈に違いがみられたのは、この判断レベルについて明確な設定がなされてこなかったことにあるのではないかという仮説を補強する資料の一つとなる。

また、レベル①やレベル②では、問題解決の形骸化は見過ごされる可能性があるが、レベル③では、高い精度で形骸化の事実をとらえることができる。このことから、今後は、「問題解決が形骸化」の実態を、各レベルで段階を追いつながり理論的に追跡することが可能になると期待できる。

2. 残された課題

45分間の問題解決が形骸化する要因

本研究では、問題解決の過程における【予想】→【観察・実験】の場面に向かう2つの事例から、問題解決が形骸化する具体的な様相および形骸化をとらえる3つのレベルが明らかになった。

今後は、問題解決の過程における【予想】→【観察・実験】の場面以外の事例でも追加検証を行う必要がある。また、問題解決が形骸化した要因と問題解決が実質化するための方途について一つ一つ明らかにしていきたい。

文献

- 1) 日本初等理科教育研究会『問題解決の深化』初教出版 p.12 (1975)
- 2) 日本初等理科教育研究会『問題解決の深化』初教出版 p.13 (1975)
- 3) 例えば、初等理科教育No.598「問題解決、形骸化を打破！」農文教で特集を組んでいる(2014)
- 4) 中央教育審議会「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の改善について(答申)」p.26 (2008)
- 5) 「4つの思考の様相」：類推
例えば、峰福太朗, 佐藤寛之「科学概念形成過程における類推的思考の活用に関する考察」日本科学教育学会報告書 Vol.25 No.2 pp.61-64 (2010)
- 6) 「4つの思考の様相」：類推
例えば、澤柿教淳「授業における比較・類推の場の構成と、思考の組み替え」初等理科教育 Vol.43 農文教 pp.18-21 (2009)
- 7) 「4つの思考の様相」：思考の組み替え
例えば、富山市八人町小学校「観点変更と思考のくみかえ」初教出版pp.1-255 (1975)
- 8) 「4つの思考の様相」：思考の組み替え
例えば、富山大学附属小学校「子どもが思考を組み替えるとき」東洋館出版 pp.126-133 (2012)
- 9) 「4つの思考の様相」：推論
例えば、文科省「学習指導要領 解説理科編 平成20年6月」文科省p.12 (2008)
- 10) 「4つの思考の様相」：推論
例えば、田平、秋次、阿久根、世波「理科教育における帰納的・演繹的思考力の育成についての教授論的考察－実践例と単元例に焦点を当てて－」日本科学教育学会研究会研究報告Vol.30 No2 pp.47-50 (2015)
- 11) 「4つの思考の様相」：創造
例えば、八人町小学校「観点変更と思考の組み替え」初教出版pp.71-104 (1975)
- 12) 「4つの思考の様相」：創造
例えば、孔泳泰「日本における理科創造性教育の現状」日本科学教育学会報告書 Vol.22 No.3 pp.21-26 (2007)
- 13) 「17の探究能力」：資質・能力
例えば、文科省「教育課程企画特別部会論点整理」pp.9-16 (2015)
- 14) 「17の探究能力」：17の探究能力
「千葉県総合教育センター研究報告」第416号 p.6 (2015)
- 15) 例えば、文科省「小学校理科の観察,実験の手引き」p.14 (2013)
- 16) 例えば、富山大学附属小学校「対話が授業を変える」富山大学出版会 pp.74-81 (2008)
- 17) 村山哲哉「小学校理科『問題解決』8つのステップ」東洋館出版 pp.204 (2013)