

主体的な学びを実現する理科指導の要因

— 5年「ふりこのきまり」の単元における主体的な学びの追究 —

小柳 欣也

岐阜聖徳学園大学教育学部非常勤講師

Points of science teaching in active learning:

An investigation into fifth graders' active learning in the "rules of a pendulum" unit

Kinya KOYANAGI

キーワード：小学校理科 主体的な学び 先行経験 比較研究 ふりこのきまり

I. はじめに

近年の児童は、生活経験が乏しく、ねらいとする学習内容についての結果の予想をすることはかなり困難である。5年「ふりこのきまり」の単元においても、ふりこの1往復する時間を変える要因として追究する3つの視点「ふりこの長さ」「おもりの重さ」「振れ幅」について、既習内容や生活経験に基づいて根拠のある予想をすることはかなり難しい。

そこで、岐阜市が使用している5年理科教科書¹⁾では、単元に入った最初の時間に、「音楽に合わせてテンポふりがふれるようにするにはどうすればよいだろうか」と問いかけて体験する時間を設定している。これは、テンポふりこのおもりの位置や木の棒の長さを変えたりして、曲のテンポに合わせてふれるようにする活動を体験することによって、ねらいとするふりこのきまりを追究する学習の先行経験としたいという意図がみえる。この活動を行わなければ、問題解決をしていく学習の中で、根拠のある予想や追究はなされにくいと思われる。児童たちにとって唯一のよりどころはブランコの体験だけになってしまうことになる。

本研究では、授業の導入で「ターザンロープ」を体験すれば、問題解決学習をしていく中でそれが根拠のある予想や追究に良い影響を与えるのではないかと考え、実践研究することにした。

II. 研究の方法

1. 比較研究を行う

岐阜市立小学校でSTEM教員（岐阜市単独の事業・小学校で理科指導を行う業務・教員の指導や授業支援を行う・T₁T₂のどちらも可）を兼務しているので、5年生3学級をTTとして指導した。そこで、この3学級に「ふりこのきまり」を指導する際、1組は先行経験として導入の第1時に「ターザンロープ」で遊ぶ活動を行い【A群】、3組は教科書にある「テンポふりこ」の活動を行ってから授業を進める【B群】ことにした。この2学級の第1時の学習が、児童の主体的な学びにどのように影響を及ぼすかを児童の発言内容、思考の流れ等を通して比較・分析していくことにした。また、2組については、「ターザンロープ」「テンポふりこ」の両方を第1時・第2時で体験させ【C群】、他の2学級の実態や調査を補完するものとした。

先行経験の内容の違いによって、特に予想の場面で発言内容の違いが生じてくると予見した。

2. 意識調査を行う

単元終了時にアンケート調査を行い、児童の目から見た先行経験の良し悪しや学習内容の定着度、学びの楽しさ等について調査分析を試みた。また、各学級担任の感想を聞き取り、学習過程の中での児童の活動の様子、予想や考察などの科学的思考の変化、単元末テストの達成状況などから、児童の主体的学びについての分析に生かしたいと考えた。

III. 研究内容

1. 先行経験の違いから生じる学習活動・学習計画の違い

(1) 先行経験の違いによる活動後の意識について

①A群・5年1組・・・第1時は「ターザンロープ」

◇活動後の意見 (○正しい発見 △間違った発見)

- ・ロープの持つ位置を上にとすると1往復する時間は短くなる (○)
- ・スタート位置を遠くすると1往復するのに時間がかかる (△)
- ・体重のある人の方がスピードがでる (△)
- ・体重の軽い人の方がはやく戻ってこれるみたいだ (△)
- ・足を伸ばしたときと足を縮めたときとは、伸ばした方が戻ってくるまでの時間が短い (△)

◇調べていく順番 (学習計画) は表1を参照

②B群・5年3組・・・第1時は「テンポふりこ」

◇活動後の意見 (○正しい発見 △間違った発見)

- ・おもりを上の方に動かすとはやいテンポになり、おもりを下げると遅いテンポになる (○)
- ・竹ひごを上げるとふりこの動きがはやくなる (○)
- ・振れ幅が変わっても、ふりこのテンポは同じであった (○)
- ・おもりを重くするとテンポはゆっくりになると思う (△)
- ・君が代はゆっくり過ぎて合わせられない。おもりをもっと下げないと合わせられない (○)

◇調べていく順番 (学習計画)

は表1を参照

表1 学習計画の違い

③C群・5年2組……第1・2
時で両方体験 (ターザンロー
プ・テンポふりこの順)

◇活動後の意見

- ・A B両群と同じ意見がでた

◇調べていく順番 (学習計画)

は右の表1の通り

	A群	B群	(C群)
第1時	ターザンロープ	テンポふりこ	ターザンロープ
2	学習計画	学習計画	テンポふりこ
3	おもりの重さ	おもりの重さ	学習計画
4	ふりこの長さ	振れ幅	おもりの重さ
5	振れ幅	ふりこの長さ	ふりこの長さ
6	まとめ	まとめ	振れ幅
7	テンポふりこ	ターザンロープ	まとめ
8	おもちゃづくり	おもちゃづくり	おもちゃづくり

(2) 考察

- ・おもりの重さによる違いについては、A・B両群とも興味関心が高かった。
- ・振り幅について、A群では振り幅で差ができるという考えの児童が多かった。しかし、B群ではテンポふりこの振り幅が活動しているうちに小さくなってしまっても音楽に合ったテンポを保っていることから、振り幅は周期に関係ないことを体感してしまっている様子だった。
- ・ふりこの長さについては、A群ではロープを持つ位置によって周期が違っていると気付いている児童と気付いてない児童と両方がいた。B群では、おもりの位置を変えることでテンポが変わることに気付いている児童が大半であった。
- ・したがって、B群では振り幅とふりこの長さについての興味関心が薄く、結果が明らかなふりこの長さについての実験計画が最後になってしまったと思われる。

2. 実際の学習場面での違い

(1) 学習課題「おもりの重さを変えるとふりこの1往復する時間は変わるだろうか」

①予想の場面での児童の思考の違い (注)学級の合計人数は欠席者の有無で異なることがある

表2 「おもりの重さを変えたとき」の児童の思考の違い

A 群	ア	変わらない (6名) ……ターザンロープでやったとき隣の人と変わらなかった
	イ	重い方がはやく (15名) ……重い方が勢いがつくのではよくなる
	ウ	重い方が遅い (11名) ……ターザンロープでやったとき重い人の方が遅かった
	エ	重くなると倍にふえる (10g・20g・30gと増やすと時間も倍になる) (1名)
B 群	ア	変わらない (4名) ……ブランコに乗っていたとき同じだったと思う
	イ	重いとゆっくり (16名) ……ブランコに乗ったときお兄ちゃんの方が遅くなった
	ウ	重いとはやく (13名) ……ブランコでは大きい人の方がはやく

②本時を終えて

- ・ 予想の段階では、A群はターザンロープの体験と関連づけて予想を発表していた。記憶が新しいため予想の話し合いが盛り上がった。B群は生活経験であるブランコの記憶から予想をたてていた。しかし、根拠が曖昧な児童が多かった。
- ・ 実験の結果から、両群とも重さと1往復の時間は変わらないと結論づけることができた。

(2) 学習課題「ふりこの長さを変えるとふりこの1往復する時間はかわるだろうか」

①予想の場面での児童の思考の違い

表3 「ふりこの長さを変えたとき」の児童の思考の違い

A群	ア 変わらない (6名) イ 短くするほど時間は短くなり、長くするほど時間は長くなる (27名) ……距離が長くなり時間がかかるから
B群	ア 変わらない (5名) ……他の2つ要素では変わらなかったから 低いブランコと高いブランコでは変わらないから イ 短いほど時間が短くなる (28名) ……テンポふりこのときおもりの位置を変えると変わったから。長くすると動く距離が長くなるから。

②本時を終えて

- ・ A群で、変わらないと予想した児童の考えは、ターザンロープで隣の人と変わらなかった、重さが変わらなかったなのでふりこの長さも関係ないだろう、なんとなくの3種類だった。長さが関係すると予想した児童の根拠は、ターザンロープの体験によるものと、移動距離の長さで考えたものがおよそ1対2の人数比だった。
- ・ B群では3つ目の実験になるため、変わらないと予想した根拠は、前の2つの実験で変わらなかったからというものやブランコの経験を想起して予想したものであった。ふりこの長さが影響すると予想した児童の多数はテンポふりこの経験から自信をもって予想していた。
- ・ ふりこの長さを変えるとどうなるかについての予想は、テンポふりこの体験があるB群の方が根拠を明らかにできていたが、実験結果が明らかに推測できたため若干の意欲の減退があった。

(3) 学習課題「振れ幅をかえるとふりこの1往復の時間は変わるだろうか」

①予想の場面での児童の思考の違い

表4 「振れ幅を変えたとき」の児童の思考の違い

A群	ア 変わらない (17名) ……ターザンロープでやったとき変わらなかった。振り幅が大きくなると距離が長くなるけど速く動かし、小さくなると距離は短くなるけどゆっくりになるから変わらない イ 大きくなると時間は長くなる (13名) ……距離が長くなるから ウ 大きい方が時間は短くなる (2名) ……角度が大きいと勢いがつくから
B群	ア 変わらない (29名) ……テンポふりこでは、はじめは振り幅が大きかったけどやっている内に幅が小さくなった。それでも音楽に合わせていた。振り幅は関係ない イ 大きくすると遅くなる (3名) ……移動距離が長くなるから ウ 大きくするとはやくなる (1名) ……大きいと勢いがつくから

②本時を終えて

- ・ A群の方が予想が分かれて意見が活発であった。B群ではテンポふりこの体験から、音楽に合わせているうちに振れ幅が小さくなっていったが、テンポは変わらなかったという予想が多く、話し合いは盛り上がらなかった。

(4) 先行経験が学習に及ぼす影響についての考察等 (○はメリット、△はデメリット)

①A群 (第1時でターザンロープ) について

- 予想の根拠としてターザンロープの体験が役立った。
- ターザンロープの体験とブランコの体験、また移動距離や速さとの関係を関連づけて予想の根拠としている児童が多数いた。

- 予想が対立する場面があり、話し合い活動が盛り上がった。
- 学習課題の答えがはっきりしていないので追究意欲が高かった
- △ターザンロープの体験の時、条件を統一していないので体験結果があやふやであり、予想の根拠としての力強さに欠ける児童がいた。
- ②B群（第1時でテンポふりこ）について
 - テンポふりこの体験で、振れ幅の課題、ふりこの長さの課題の時に自信をもって根拠にすることができた。
 - △しかし、実験結果が明らかなため追究意欲がそがれている児童もいた。
 - ゆっくりとした音楽には、テンポふりこが短いと合わせられないことを発見していた。
 - △先行経験としてブランコの体験を話す児童が多かったが、あやふやな根拠になっていた。
- ③C群（2時間かけて2つとも体験した）について
 - 2つの体験をもとに予想していて、根拠として力強さが感じられた
 - △テンポふりこの体験が、2つの課題についての答えを明らかにしてるので、予想の話し合いは盛り上がりにくかった。
 - △2時間も体験活動をさせる時間的なゆとりにおいて厳しい。
- ④3学級の学習展開で差があるとなにかと問題があるご時世なので、A・B両群とも、単元終了時に第1時でやらなかった方の授業を行い、児童・保護者ともに公平感があるよう配慮した。
 - B群の学級は最後にターザンロープを実施したが、学習してきたことを確かめながら活動する姿がみられてとてもよかった。
 - △A群の児童のうち2名が、怖いという理由でターザンロープに捕まることができなかった。これが、ターザンロープが教科書からなくなった原因かもしれない

3. 単元終了時のアンケート調査からわかること

(1) 「ふりこのきまり」の学習は楽しかったか

表5 アンケート結果「学習は楽しかったか」

	楽しかった	ふつう	楽しくなかった
A群	29名	4名	0名
B群	27	6	0
C群	28	6	0

全学級ともに楽しかったという意見が多かった。ターザンロープを最初に学んだ学級の方が少しだけ優位な回答であったが、どの学級の児童も主体的な取り組みができた。

(2) 第1時の体験は授業に役立ったか

表6 アンケート結果「先行経験は役立ったか」

		とても役立った	少し役立った	役立たなかった	やってない
A群	ターザンロープは	26名	5名	1名	1名
B群	テンポふりこは	28	3	1	1
C群	ターザンロープは	24	8	1	1
	テンポふりこは	23	9	1	1

役立たなかったと回答した児童は、A・B・Cの3群とも1名ずつであった。

(3) どんな場面で役立ったか（自由記述）

表7 アンケート結果「役立った場面」

		予想	実験計画	知識理解	興味関心
A群	ターザンロープは	18名	5名	4名	3名
B群	テンポふりこは	8	4	8	8
C群	ターザンロープは	13	5	5	4
	テンポふりこは	9	3	8	6

自由記述だったので、児童全員の回答ではないが、この設問では明らかな差が出ている。A群とB群とでは予想を話し合う場面での活発さが違った。この集計結果からわ

かるように、追究意欲が高く、話し合いが活発だったのはA群であった。ターザンロープの体験の方が、検証していく3つの要素（おもりの重さ・ふりこの長さ・振れ幅）について予想の根拠となりうるということを裏付けている結果となった。一方、テンポふりこの先行経験では、おもりの重さについては学

習課題の答えがわからないが、ふりこの長さ・振れ幅については解答がみえてしまっている。それで、予想の場面で役立ったという記述が少なかったと推論することができる。この2つの先行経験の違いは、知識・理解面で役立った（テンポふりが優位）という記述数にも影響を与えている。

児童の主体的な学びという視点からは、学習活動の活発さという目に見える場面と、表7に示されるように役立った場面の記述からもA群に軍配が上がった。これは、最初に2つとも体験したC群の記述からも同様な傾向がみられた。

(4) 知識の定着について（設問：次の3つのうち1往復する時間を変えるものに○をうちなさい）

表8 知識の定着度

	正答	誤答
A群	30名	3名
B群	32	1
C群	32	2

概ね良好な結果であったが、母集団の質を考慮しなければB群が最も良い定着率であった。誤答があった6名について考察すると、6名ともおもりの重さがふりこの1往復する時間に影響を与えると回答していた。実験した段階では、おもりは関係ないという結果に驚いていたようだが、少し時間が経つと以前からもっていた間違っただ概念に戻ってしまったようだ。

(5) 児童の感想から

①A群の児童

- ・ふりこの学習を通して身の回りのふりこをさがしてみました。ふりこはいろんなところにもあるとびっくりしました。
- ・なんでふりこの長さだけが時間が変わるか不思議。実際におもりになって体験できて良かった。
- ・ターザンロープが一番楽しかった。
- ・自分がふりこになった気分でできたし、遊びながら実験できたのがよかった。
- ・3つの実験をしたとき予想がほぼ全部外れていたの、正しい結果が分かってよかった。
- ・ターザンロープで体験できて楽しかったし、ふりこのことをよく学べたのでよかった。
- ・ふりこを体験できたし、予想などが自分でできて楽しかった。ブランコや電気などでゆらして、ふりこのきまりをもっと見ていきたいと思った。
- ・予想のとき、わけを言いやすかった。
- ・またターザンロープをやりたい。今までの理科の勉強の中でもかなり楽しかった。

②B群の児童

- ・最初の曲に合わせてふったとき合わないものもあって、そのときにいろいろ変えてみて知ったことがあった。実験してくわしく知ることができたので楽しかったです。
- ・ふりこの長さの実験のとき他の班とちがっていたけど、他の班に合わせるようなことはしなかったの、良かった。実験が多くて楽しかった。
- ・テンポふりこをしてメトロノームの仕組みがわかったから楽しかった。
- ・実験もいっぱいしたし、テンポふりこやふりこの意味も知れたし楽しかったです。振れ幅を変えたら変わると思っていたけど、ちがってびっくりしました。
- ・ふりこはブランコは似ているということがよく分かった。
- ・今までの理科の単元の中で一番楽しかった。いつも全部の授業の中で一番楽しみにしていた。
- ・とてもいい勉強になった。予想がむずかしくて逆におもしろかった。

③C群の児童

- ・ターザンロープで実際に、自分がふりこのおもりになってやってみたのが楽しかったです。
- ・はじめて知ったことや予想とちがっていたりしたことがおもしろくて、ふりこについてもっと勉強したいと思いました。楽しかったです。
- ・ターザンロープでは自分がおもりになってふりこのことがよく分かったし、テンポふりこでも自分たちが調節などしてよくわかった。とてもわかりやすい勉強でした。

4 各学級担任の感想から

(1) A群の学級担任

- ・ターザンロープの体験はとても楽しそうであった。この体験が課題追究にとっても役立ち、予想の場

面の話し合いが活発になっていた。

- ・普段、思考の場面では発表できない児童が挙手していた。これは、予想する足場があることが大きいと思う
- ・実験の場面でも役割分担をして交代しながら実験をしていて、目の輝きがとても良かった。

(2) B群の学級担任

- ・テンポふりこの体験で、賢い子は「ふりこの長さ」と「振れ幅」についての答えがわかってしまっているのので、結論を実験して確かめるという状態だった。
- ・おもりの重さが1往復の時間に影響を与えないというのは、実生活から考えると違うような気がするのので、1回の授業ではその考えを崩せないのだろうと思われる。
- ・ターザンロープを最後に体験させてもらったけど、学習した内容をターザンロープの活動で確認しているグループが多かったのには驚かされた。

IV. 本研究の考察と分析

1. 先行経験が主体的学習を実現するか

本研究では、2種類の異なった先行経験をそれぞれの群に体験させ、A群とB群の学習活動がどう違うかを比較しながら追究した。また、C群については参考とした。学習活動は表1のように流れた。

先行経験は、前述のように学習課題を解決する予想の場面で特に良い影響を与えた。児童は、体験に基づいて自分の論理を構築しようとしていた。科学的に思考していくときに、先行経験や生活経験は足場となり、主体的学習を実現する大きな要因となるといえる。

2. どちらの先行経験が有効であったか

A群とB群の比較では、「学習の楽しさ」「先行経験の役立ち具合」「知識の定着」の調査では大きな差は生まれなかった。しかし、「役立った場面」については、予想する場面でターザンロープの方が優位であった。実際の児童の話し合い活動はA群の方が活発であった。参考にしたC群でもターザンロープは予想に役立ったという調査結果が得られた。

V. まとめと課題（研究を終えて）

思考の足場があることで、児童の主体的な学びは活気を増すことがわかった。その先行経験は、その事象に疑問が生まれるものの方が良く、解答が分かってしまうようなものは話し合いの盛り上がりを阻害することがわかった。

本研究では、ターザンロープの体験の方が優位ではあったが、2名の児童が自分の体重を支えきれなく体験できなかったことがデメリットとなる。

また、教師は児童の思考を整理する方向にばかり走ってしまうが、それは違うのではないかと振り返させられる児童の感想が多くあった。それをいくつか紹介すると、「予想とは違っていたことがおもしろかった」「振れ幅を変えたら時間は変わると思ったけど違ってびっくりしました。でも楽しかったです」「予想がむずかしくて逆におもしろかった」「いろんな実験をしてみるのが見つけたし、予想と違う結果になったりして楽しかった」などである。これは、課題解決学習では困難や意外性があった方が主体的な学びが成立するというを示唆しているといえる。逆に考えると、主体的な学びが成立していれば、少々の困難はあった方が克服していく楽しさが味わえるということに他ならない。それには、多くの生活経験や先行経験が重要であるということは間違いのない事実であろう。

最後に、本研究に協力していただいた岐阜市立本荘小学校5年生の学級担任、川瀬・久川・柏木の3氏にお礼申し上げる。

注・文献

- 1) 毛利 衛・黒田 玲子 ほか32名 (2015) : 「新しい理科5年」, 東京書籍 142