

科学的な思考力・表現力を育成する指導と評価の工夫

- 第5学年「振り子のきまり」の実践を通して -

鹿児島市立吉野東小学校

教諭 赤坂 直

1 単元の概要

(1) 単元名 「振り子のきまり」

(2) 単元の目標

振り子の簡易実験から，振り子の1往復する時間が，なぜ変わるのかに興味・関心をもち，条件を制御しながら計画的・定量的に調べることができるようにする。また，振り子の性質を利用したものづくりを行い，振り子の等時性について考えることができるようにする。

(3) 児童の実態（調査人数33人，質問紙法，主な項目のみ記載，重複解答） 太線枠□：正答

ア 振り子の長さを変えたときの振り子の周期を問う問題

短い方が周期が短い	長い方が周期が短い	周期は同じ
85%	9%	6%

イ 振り子のおもりの重さを変えたときの振り子の周期を問う問題

重い方が周期が短い	軽い方が周期が短い	周期は同じ
78%	6%	16%

ウ 振り子の振れ幅を変えたときの振り子の周期を問う問題

大きい方が周期が短い	小さい方が周期が短い	周期は同じ
34%	38%	28%

エ 振り子の1往復する時間を短くするための方法を問う問題

振り子の重さに着目：31%	→	（ <u>重くする：90%</u> ）
振り子の長さに着目：34%	→	（短くする：91%）
振り子の振れ幅に着目：34%	→	（ <u>大きくする：92%</u> ）
その他（勢いをつける：16%）		

【考察】

ア～ウの結果から，多くの児童は，振り子が1往復する時間は振り子の長さだけでなく，おもりの重さを重くしたり振れ幅を大きくしたりすることによっても変わると考えていることが分かる。つまり，振り子の等時性について，振り子の長さのみが関係していることに気付いている児童は少ない。

また，理科学習に関しては，ほとんどの児童が理科が好きであると答えており，観察，実験を楽しみにしており，結果から分かることに喜びを感じている児童がいることが分かる。得意な学習過程では，「観察，実験」「予想する活動」が多く，苦手な過程では「結果から考察する活動」が多かった。本校の児童は観察，実験を楽しみ，その結果を話し合うことで新しい発見をする良さに気付いている。その反面，自分で考えることが苦手な児童もあり，考えるための手立てを工夫する必要がある。

(4) 評価計画

ア 単元の評価規準

自然事象への 関心・意欲・態度	科学的な思考・表現	観察・実験の技能	自然事象についての 知識・理解
振り子の運動の 変化に興味・関心 をもち、自ら振り 子の運動の規則性 を調べようとして いる。 振り子の運動の 規則性を適用して ものづくりをし たり、その規則性 を利用した物の工 夫を見直したりし ようとしている。	振り子の運動の 変化とその要因に ついて予想や仮説 をもち、条件に着 目して実験を計画 し、表現している。 振り子の運動の 変化とその要因を 関係付けて考察し 自分の考えを表現 している。	振り子の運動の 規則性を調べる工 夫をし、それぞ れの実験装置を的 確に操作し、安全 で、計画的に実験 やものづくりをし ている。 振り子の運動の 規則性を調べ、そ の過程や結果を定 量的に記録してい る。	系につるしたお もりが1往復する 時間は、おもりの 重さなどによって は変わらないが、 系の長さ（振り子 の長さ）によって 変わることを理解 している。

イ 指導計画・評価計画（全9時間）

次	時	学 習 活 動	評 価 計 画
第1次 振り子のふれ方 にはどんなきまり があるか	2	簡易実験を基に、振り子の1往復する時間は、どうすると変えることができるかを考える。 簡易実験から振り子の1往復する時間を調べる。 なぜ、振り子の1往復する時間が変わるか話し合い、実験の計画を立てる。	【関心・意欲・態度】 振り子のふれ方のきまりについて興味をもち、進んで振り子をつくって調べようとしているか。 【科学的な思考・表現】 調べる条件に着目して実験の計画を立て、振り子のきまりについて自分の考えを表現しているか。
	3 (本時)	振り子の1往復する時間が、何によって変わるかを調べ、結果を表やグラフに整理する。 計画した実験をする。 (長さ) 計画した実験をする。 (振れ幅)	【観察・実験の技能】 調べる条件と同じにする条件を制御しながら定量的に調べ、結果を記録しているか。 【科学的な思考・表現】 結果から、振り子が1往復する時間のきまりを考え、自分の考えを表現しているか。 【知識・理解】 振り子が1往復する時間は、振り子の長さによって変わることを理解しているか。
	1	計画した実験をする。 (重さ) 計画した実験を表やグラフにまとめ、実験結果から振り子のきまりについてまとめる。	【科学的な思考・表現】 結果から、振り子が1往復する時間のきまりを考え、自分の考えを表現しているか。
	1	実験結果から振り子の1往復する時間についてまとめ、発展的な問題に挑戦する。	
第2次 振り子のおもちゃをつくらう	2	振り子を利用したものづくりを行う。 きまりを利用して時間を計ることができる2秒振り子を作る。	【関心・意欲・態度】 振り子のきまりを利用したものづくりに興味をもち、進んで作ろうとしているか。 【観察・実験の技能】 振り子のきまりを利用して、工夫してものづくりをしているか。
	1	振り子のきまりについて学習したことをまとめる。	【知識・理解】 振り子が1往復する時間は、振り子の長さによって変わることを理解しているか。

2 検証授業の実際

(1) 本時の目標

- ア 実験結果から，振り子が1往復する時間のきまりを考え，自分の考えを表現することができる。
(科学的な思考・表現)
- イ 調べる条件と同じにする条件を制御しながら定量的に調べ，結果を記録することができる。
(観察・実験の技能)
- ウ 振り子が1往復する時間は，振り子の長さによって変わること理解することができる。
(自然事象についての知識・理解)

(2) 評価規準と判断基準

評価規準（科学的な思考・表現）	
実験結果を適切に処理し，振り子が1往復する時間のきまりを考察し自分の考えを表現することができる。	
評価の場面・評価の対象	
実験結果から考察する場面で，表やグラフを用いて自分の考えを表現できたかどうかを児童の発言やノートの記述の内容などを基に評価する。	
判断の要素	
ア 問題に対する自分の考え	イ 予想や仮説と考察との関係
尺度	判断基準
B	ア 変える条件と変えない条件を明確にして実験できる。 イ 振り子の1往復する時間が振り子の長さによって変わることや，おもりの重さやふれ幅には関係しないことを，表やグラフを用いて自分の考えを表現することができる。 （予想される児童の表現例） 「振り子の1往復する時間は，おもりの重さやふれ幅によって変わるのではなく，振り子の長さによって変わると思います。」 「振り子の長さが長いと，振り子の1往復する時間は長く，振り子の長さが短いと，振り子の1往復する時間は短くなります。」
C 状況の児童への補充指導	- 実験結果から何が言えるのか学習問題と照らし合わせて考えさせたり，実験計画から何を問題にしているのか振り返らせたりする。 - 前時の学習を想起させ，どのように考察したか振り返らせる。
A	【判断基準Bに加えて】 身近な物（メトロノーム・サーカスのブランコ・振り子を利用したおもちゃ）の原理を振り子のきまりを用いて説明できる。 （予想される児童の表現例） 「だから，メトロノームのおもりを下に下げるとテンポが速くなるんだね。」 「サーカスの人たちは，ブランコの長さが1往復する時間に関係があることを知っているのだから，ブランコの長さを工夫しているんだ。」
B 状況の児童への深化指導	- 三つの実験から結論が述べられるように，表やグラフを用いて自分の考えを表現させる。 - 予想や仮説と考察を関係付けながら，納得いくまで話し合ったことをまとめさせる。

(3) 指導の実際

ア 本時の展開にあたって

「つかむ・見通す」段階では、前時までの学習過程（学習問題、予想・仮説、実験方法）を簡単に確認し、次の「調べる」過程につなげていきたい。なお、条件制御については実験がスムーズにいくよう補足説明を加える。

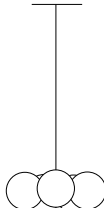
「調べる」段階では、おもりの重さが振り子の1往復する時間に関係があるかどうか、条件を制御してグループで協力して正確に実験に取り組みたい。今回で、要因を調べる実験が3回目であるため、主体的に学習が進むと考えられる。そこで、C状況の児童への支援を図りたい。

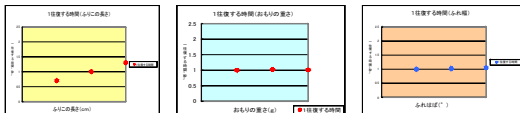
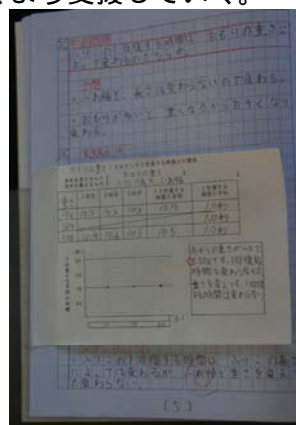
「まとめる」段階では、実験結果から表やグラフを用いて自分の考えを表現できるようにしたい。その際、予想や仮説の過程でこだわりをもった児童との話し合いの場を確保し、納得のいく考察ができるようにしたい。

「深める」段階では、三つのデータ（重さ・長さ・振れ幅）から振り子のきまりをまとめ、振り子の1往復する時間は振り子の長さのみに関係していることをまとめさせたい。また、大きく重さの違う振り子の1往復する時間を考えさせることで、重さには関係ないことを再確認させたい。



イ 実際【5 / 9】

過程	時間	主 な 学 習 活 動	指導上の留意点【評価】						
つかむ・見通す	10分	1 学習問題を確認する。 振り子の1往復する時間は、おもりの重さによってかわるのだろうか。 2 予想や仮説・学習方法を確認する。 (予想・仮説) 重さ→振り子の1往復する時間は？ 重くする → 短くなる（長くなる） 軽くする → 長くなる（短くなる） (実験方法) 【変える条件】 おもりの重さ 10 g 30 g 50 g 【変えない条件】 振れ幅30度・振り子の長さ30cm	前時で学習した予想・仮説・実験方法の過程について簡単に説明し、実験につなげていく。 まとめの段階につながるよう、振り子のおもりの重さによって振り子の1往復する時間が変わる理由を確認しておく。 実験がスムーズに流れるように条件制御の必要性について簡単に補足説明を加える。 【基本形】 <table><tr><td>振り子の長さ</td><td>30cm</td></tr><tr><td>振れ幅</td><td>30°</td></tr><tr><td>おもりの重さ</td><td>30 g</td></tr></table>	振り子の長さ	30cm	振れ幅	30°	おもりの重さ	30 g
振り子の長さ	30cm								
振れ幅	30°								
おもりの重さ	30 g								
調べる	13分	3 振り子の1往復する時間は、おもりの重さによって変わるか実験する。  10 g  30 g  50 g	実験は立って行い、正確に実験することを伝える。 誤差や数値の処理、グラフの書き方については、前時に学習したことを確認しておく。また、数値が大きく違うものは、もう一度計り直させる。 グループで係を分担し、協力して実験ができるようにする。（10 g と 50 g の結果）						

		<table><tr><th>重さ</th><th>1</th><th>2</th><th>3</th><th>10往復</th><th>1 往復</th></tr><tr><td>10 g</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>30 g</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>1.0秒</td></tr><tr><td>50 g</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr></table>	重さ	1	2	3	10往復	1 往復	10 g						30 g					1.0秒	50 g						学習問題と結果を照らし合わせたり，予想と結果を比較させたりすることで，振り子のきまりを見付けることができるようにする。 【技能】 調べる条件と同じ条件を制御しながら定量的に調べ，結果を記録することができる。
重さ	1	2	3	10往復	1 往復																						
10 g																											
30 g					1.0秒																						
50 g																											
まとめる	12分	4 実験結果から考察する。 ・ おもりの重さを軽くしても振り子の1往復する時間は変わりません。 ・ 重くしても変わりません。 ・ 振り子の1往復する時間はおもりの重さには関係ないね。 5 本時のまとめをする。 振り子のおもりの重さを変えても振り子の1往復する時間は変わらない。	結果から考察する際は，学習問題を振り返らせることで，自分の考えをまとめる。 こだわりのある児童に対しては，十分に自分の考えを表現させ納得いくまで話し合いをもたせ，まとめられるように教師が支援する。 本時のまとめを自分の言葉で表現できるようノートを活用させる。 【思考・表現】 結果から，振り子が1往復する時間のきまりを考え，自分の考えを表現している。																								
深める	10分	6 振り子のきまりについてまとめる。 （長さ） （重さ） （振れ幅） 「振り子の1往復する時間は，振れ幅やおもりの重さに関係がなく，振り子の長さによって変わることが分かった。」  7 ポストテストをする。 ・ 10 g と300 g の比較実験の問題を解く。	説明するときに必要と考えられる言葉を板書したりグラフやノートを使ったりして説明し，まとめることができるようにする。 【知識・理解】 振り子の1往復する時間は，振り子の長さによって変わることを理解することができる。 まとめることのできない児童には，前時の学習の考察を振り返らせ，まとめていこう支援していく。 深化指導として振り子の重さに関する問題を提示し，学習が深まるようにする。 																								

(4) 「思考・表現」の評価について

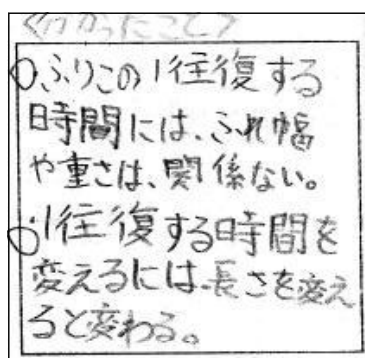
ア 発話からの見取り

指 導 者	児童・【判断基準】
【予想】 ・ 変わるという人 わけは...	S 1 軽いと動きやすいので1往復する時間は短いと思う。 S 2 重くすると勢いがつくから早く振れる。 S 3 重いと振り子のゆれる力が大きくなるので時間が長くなる。 S 4 筆箱と消しゴムを同時に落としたときに重い方が早く落ちると思うので、重い方が時間が短い。 S 5 重さの違うものを一緒に落としてもスピードは変わらない。
・ 2人の意見が違うね。ちょっと食い違っているので実験で確かめよう。 【まとめ・考察】 (実験後) ・ 同じように落ちるのかな。やってみないと分からないね。 ・ みんな予想のとき、こんな予想をしていんだね。(テレビスクリーン) ・ 本当に重くても1往復する時間は変わらないんだね。本当に納得しているの。 ・ これ70gですよ。速くなるんじゃないですか？本当に変わらないの？ ・ 本当に変わらないと思いますか。そのわけは？ (同時にする実験) ・ 同時に離してみよう。 ・ 変わらないね。 ・ S 4 君来てごらん。重さが違うとどちらが速く落ちるかな？ ・ S 9 さんは、一緒だと言ったよね。 (実験) どうですか？ ・ S 4 くんは日常生活でこんなの見	S 6 おもりの重さを変えても1往復する時間は変わらない。【B】 S 7 おもりの重さや振れ幅には関係がない。【B】 S 8 1往復する時間は振り子の長さによって変わる。【B】 S 9 筆箱と消しゴムの落ちる速さは同じだと分かりました。【A】 (変わると思った児童数人は起立している。) S 変わらない。【B】 S 変わる。重くなったので速くなると思う。【C】 S はい。 S 同じ

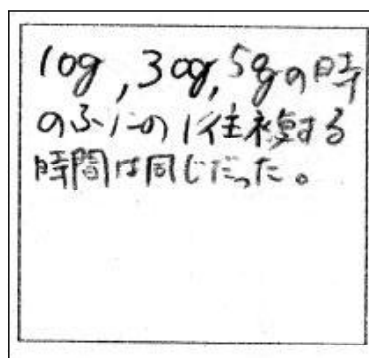
てるんじゃないかな。紙飛行機とか。 ・ ちょっとやってみよう。どうなると思う。 ・ なぜ、ゆっくり落ちるのかな？ ・ じゃ、紙を縦にして落としてみましょう。 ・ おもりの中心をそろえてやってみましょう。（実験） ・ 空気がじゃましなければ、同時に落ちるんだね。 ・ いい。大丈夫。納得したかな。 ・ じゃ、おもり280gではどうでしょうか。 ・ これでするとどうなるかな？ ・ え。うそ。重たいんだよ。 ・ 変わると思う人。 ・ （実験）1往復する時間は？ ・ あれ。誰かな。変わると言ったのは。 ・ 重くしても・・・。 ・ 分かったことは何だった？ ・ 今日で三つの実験が終わりました。この三つの実験からわかったことをまとめください。	S おもりが早く落ちる。紙？ S 5 空気がじゃまするから。 S はい。 S 10 第2弾 S 変わんない。【B】 S 11 変わる。【C】 （3人変わるに挙手）【C】 S 1.0秒 S 変わらない。【B】 S おもりの重さを変えても振り子の1往復する時間は変わらない。【B】
---	---

イ 児童のノートからの見取り

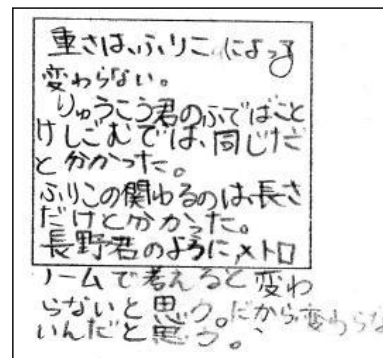
Bと判断できる児童



Cと判断できる児童



Aと判断できる児童



判断基準Bのイの項
目を達成しているの
でBと判断した。

実験結果の事実を述
べているが、考察が
できていないのでC
と判断。この児童
には、補充指導を
行った。

判断基準Bを達成
しており、それに加
えて、身近な物の
原理を用いて振り
子のきまりを説明
するため、Aと判
断した。

3 実践後の実態

(1) 児童の実態より（調査人数32人，質問紙法，主な項目のみ記載，重複解答）太線枠□：正答

ア 振り子の長さを変えたときの振り子の周期を問う問題

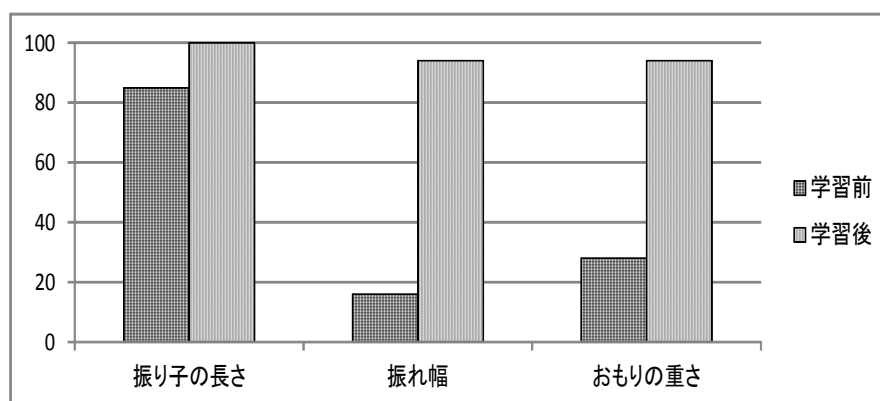
短い方が周期が短い	長い方が周期が短い	周期は同じ
100%	0%	0%

イ 振り子のおもりの重さを変えたときの振り子の周期を問う問題

重い方が周期が短い	軽い方が周期が短い	周期は同じ
3%	3%	96%

ウ 振り子の振れ幅を変えたときの振り子の周期を問う問題

大きい方が周期が短い	小さい方が周期が短い	周期は同じ
3%	3%	96%



エ 振り子の1往復する時間を短くするための方法を問う問題

正答：94%（実践前：34%）
誤答：6%

(2) まとめのテストより 平均96点

（考察） 質問紙法による実態調査からは，それぞれの項目において90%以上の正答率であった。また，まとめのテストでも平均96点であった。そのうち，「科学的な思考・表現を問う問題では正答率が92%であった。本観点に焦点を当てて指導した成果であると考え。

4 成果と課題

(1) 成果

- ・ 条件制御をしながら実験の計画を立てる場面と，考察する場面の判断基準を設定したことにより，「科学的な思考・表現」の評価において，見取るべきことが分かりやすくなった。
- ・ 判断基準を設定したことにより，予想や仮説と考察の関係が明らかになり，児童に見通しをもたせ，深く考えさせるための教師の発問を焦点化することができた。
- ・ 判断基準を設定したことにより，思考したり表現したりする際のグラフや表の役割や活用の仕方が明確になった。

(2) 課題

- ・ 児童の発言やノート記録から思考の状況を見取る場合，言語表現が得意な児童は評価しやすいが，考えていることをうまく表現できない児童については，更に配慮が必要である。