

(イ) 条件制御にかかわるキーワードの活用（第2時～第5時）

教師の発問	児童の反応
「植物の発芽や成長に必要なものは何か」という問題を解決するために、どんな条件で実験計画を立てましたか。	C：水や空気，養分，土などが必要だった。 C：高さや葉の数など，同じくらいの苗を使ったな。 C：同じ条件でしないと，何で大きくなったか分からない。 C：条件を同じにしないと出てきた結果がばらばらで分からない。

本単元において、「条件に着目して実験の計画を考え出す」ことは大切な能力である。第5学年においては、「植物の発芽と成長」などで，学習済みであり，ここで再度，何を調べるのか確認させ，それ以外の条件については同じにしなければならないことを指導し，繰り返し条件制御の必要性に気付かせた。その際，「おもりの重さ」「ふりこの振れ幅」などのほか，「そろえる条件」「変える条件」などもキーワードとして意識させ，考えさせるようにした。

(ウ) まとめにおけるキーワードの活用（第3時～第5時）

教師の発問	児童の反応
実験結果から，ふりがが1往復する時間は何によって変わるか，次の4つのキーワードを使ってまとめましょう。	C：予想と違って，… C：ふりがが1往復する時間は，… C：ふりこの振れ幅やおもりの重さは，… C：ふりがが1往復する時間を速くするには，…

まとめる際に「ふりがが1往復する時間」，「おもりの重さ」，「ふりこの振れ幅」，「ふりこの長さ」の四つのキーワードを示したワークシートを準備し，実験結果を基に考察を記述させた。その際，「予想の中でどれがまとめに使えるそうですか？」と問いかけ，使える理由を発表させながら，児童の考察を引き出していった。

《考察》

これまで「変える」「速くする」など，簡単な言葉で一問一答的な発表や記述が見られたが，児童に定着させたい言葉や使いこなしてほしい言葉(科学的な言葉)などをキーワードとして与え，使わせることで，児童が思考する際の手掛かりとなるとともに，主語，述語を意識した発表や記述が見られるようになった。

イ 思考モデル

(ア) 明確な根拠をもたせる思考モデル（第3時～第5時）

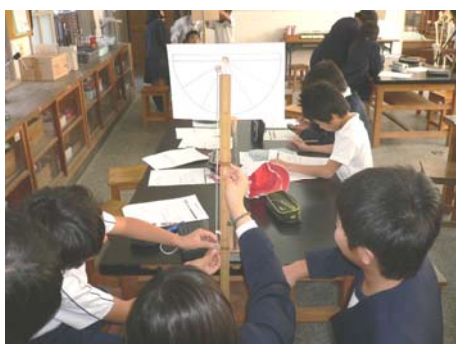
ふりがが1往復する時間を変えるためには，どうすればよいかについての予想を立てる際，おもりの重さ，ふれ幅，糸の長さの関係付けながら考え，予想を立てることができるように思考モデルを提示した。

<予 想> ふりがが1往復する時間を早くするには，たぶん，ふりこの [おもり]を[おもく]すれば，早くなると思います。 理由は，[おもくすればはやくなる実験でわかった]からです。

児童は「振れ幅を小さくすると，1往復する時間は速くなると思います。その理由は，動く距離が短くなるからです。」などという自分が着目した根拠を基に，主体的に実験に取り組むことができた。

《考察》

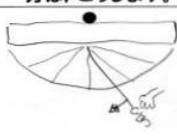
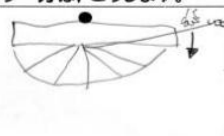
素朴概念を基にして明確になった児童の考えは実験によって検証され，「自分の考えは間違っていたんだ。」などと実感することで，これまでの見方・考え方を自分で更新することにつながった。「そうだったんだ。」という思いが強いほど，自分で概念を科学的なものに更新していける。ここに，根拠を明確にすることの意義があると考えられる。



(イ) 解決結果までを見通した予想をもたせる思考モデル（第3時～第5時）

「こうなれば、こういうことが言える」という解決の見通しをもたせるために、ふりこ実験器のどの部分を変えて実験し、どんな結果が出ることを予想しているのかを絵や文で整理させた。

ふりこが1往復する時間を変えるには、たぶん、ふりこの[糸]を変えれば変わると思います。だから、一方のふりこの[糸]を[長い]にして、もう一方のふりこの[糸]を[短い]します。
また、調べる(変える)条件は、ふりこの[糸]で、同じにする(変えない条件)は、ふりこの[おもりの重さ]です。

＜実験方法＞	
一方は、こうします。 	もう一方は、こうします。 
調べる(変える)条件 ふりこの長さ ひいとばかり	同じにする(変えない)条件 いとのおもさ おもりの重さ

＜結果＞			
何が	どんなとき	ふりこが1往復する時間は	どうだった
アの結果から、1往復する時間は、おもりが1のとき2.0秒で、おもりが2のときは2.0秒だった。			
イの結果から、1往復する時間は、おもりが60のとき2.00秒で、おもりが30のときは1.98秒だった。			
ウの結果から、1往復する時間は、1mのとき1.92秒で、90cmのときは1.46秒で、25cmのときは1.01秒だった。			
＜分かったこと＞			
ふりこの1往復する時間	ふりこの長さ	ふりこのふれは	おもりの重さ
3つの実験結果から、予想と同じで(違って)ふりこの1往復する時間は予想と違って、おもりの重さとふりこのふれは、かんけいなく、ふりこの長さがかんけいあり、早くなった。			

「おもりの重さが2倍になれば、速さも2倍になり、1往復する時間は短くなると思う。」などという結果までの見通しをもって実験をしたことにより、児童は実験の視点を明確にすることになり、そのことで、「予想と違って～だった。」「やっぱり予想した通りだった。」などと実感を伴って理解することができた。

＜考察＞

課題に対する予想を立てさせ、自分なりの見通しをもたせることで、目的意識をもった実験を行わせることができた。このことにより、「ふりこの振れ幅やおもりの重さを変えても、ふりこが1往復する時間は変わらなかった。ふりこの長さを変えると、ふりこが1往復する時間が変わった。このことから、ふりこが1往復する時間はふりこの長さに関係する。」などという考察も明確になった。

(ウ) 条件を明確にさせる思考モデル（第3時～第5時）

「変える条件は振れ幅で、変えない条件はふりこの長さとおもりの重さ」などと、制御する条件をモデルに当てはめて考えさせることによって、調べる条件とそろえる条件を明確にして検証方法をまとめることができた。また、その検証方法を図に表現させることで、変える条件を具体的にイメージすることができ、実験をより正確に行うことができた。

＜考察＞

条件制御について、絵や文章で表現させたことで、ふりこ実験器のどの部分を変えて、どの部分を変えないかという確認ができ、条件制御の方法の手順が明確になった。書けない児童には、「ヘチマの発芽と成長」で行った条件制御の実験を、今回使った同様の実験計画書で提示して想起させた。これらのことにより、実験前に児童の計画している実験の不備や間違いを把握することができ、一人一人に条件を明確にさせて検証方法をまとめさせることができた。

(エ) 結果を予想との関係で整理し考察させる思考モデル（第3時～第5時）

まとめにおいては、結果と考察を明確に区別して書かせるために、結果と考察の思考モデルを提示した。

児童は「結果は予想と同じで、ふりこの長さが30cmのときは1往復する時間が1.2秒で、10cmのときは0.6秒だった。このことから、ふりこの長さが長いときは1往復する時間が長くなり、短いときは1往復する時間が短くなる」と言える。」などとモデルに当てはめて考えることによって、結果を予想との関係で整理・解釈し、考察することができた。

＜考察＞

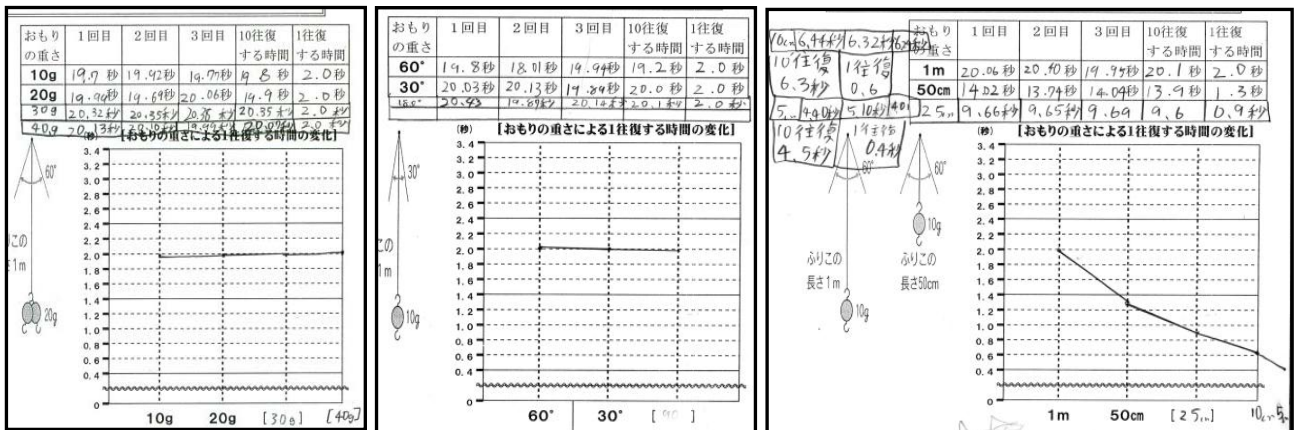
実験後に「何が分かったか」を発問しても、教科書の先読みによって答えられる。その場合の思考は、単なる記憶再生のみであり、決して科学的思考力としての考察力を育てるものにはならない。このような児童や、実験の予想や結果のまとめが苦手な児童でも、モデルを活用さ

せることで、予想してから実験に取り組み、予想と結果を比べてまとめを書くことができた。
また、考察部分の記述として実験結果のみを記述し、実験結果に基づいた考察を含まないものや実験結果から導かれる事項ではない要点をまとめた記述が見られなくなった。

ウ 表やグラフへの整理を通した解釈（第3時～第5時）

実験結果を客観的に比較・検討しやすくするために、変化させた条件ごとに3回の測定結果を表に整理させた。

しかし、例えば、おもりの重さと1往復する時間の関係についても、表の数値だけを見て判断すると時間を変化しているととらえる児童が出てくる。そこで、おもりの重さを変化させたときの結果と糸の長さを変化させたときの結果をそれぞれグラフに表し、比較させた。グラフ化して視覚的にとらえやすくすることで、児童は糸の長さを変えたときに比べ、おもりの重さを変えたときは時間の変化がわずかであることに気付くことができた。そして、おもりの重さを変えても1往復する時間は変化しないと考えることができた。



《考察》

結果を表にさせたことで、実験誤差が明確になり、3回計測した往復時間の記録が大きく違うときには、各自が実験方法の妥当性を再確認し、記録用紙に記載されている誤差の対処法を見ながら、実験をやり直す姿が見られた。

また、数値だけで比較せず、グラフ化したことで、変数の変化を一目でとらえることができるようにしたことより、結果を比較しやすくなり、児童は自分の予想と結果とを照らし合わせ、確認したり反証したりすることができた。

エ 情報交換の場の設定（第1・2時）

教師の発問		
ブランコ(静止画像)、メトロノーム、ふりこ時計を見て、似ているところは何だろう。どんなことに気付きますか。		
児童の反応	児童の反応	児童の反応
【ふりこの長さについて】 C：メトロノームは、おもりを下げると速さを速くできるよ。上げると遅くなる。	【おもりの重さについて】 C：大きいふりこ時計も小さいふりこ時計も1秒で1往復しているのなら60往復で1分を表すのかな。	【ふりこの振れ幅について】 C：ブランコを後ろまで引くと長く振り続けるけど、スピードはあまり変わらないのではないかな。
教師の発問		
「おもりが行って帰ってくる時間」、つまり「ふりこが1往復する時間」は、何によって変わるのだろう。		
児童の反応	児童の反応	児童の反応
【ふりこの長さについて】 C：糸が長いと反動がつきにくいから、糸の長さが短い方が速いかな。 C：短い方が移動する距離は短いよ。	【おもりの重さについて】 C：重い方が落ちるのは速いだろうけど、軽い方が上がるのは速いかな。 C：重い方が勢いがついて振れ幅が大きくなる。	【ふりこの振れ幅について】 C：振れ幅が大きいと移動する距離が長いよ。 C：振れ幅が小さいと移動距離が短いから、すぐ行って帰ってくるはずだ。