

条件に目を向けて調べる力を育成する理科学習指導の工夫 ～第5学年「ふりこのきまり」の授業を通して～

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 「ふりこのきまり」

(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37人、質問紙法、主な項目のみ記載）太線枠□：正答

ア 振り子の糸の長さを変えたときの振り子の周期を問う問題の解答率

短い方の周期が短い	長い方の周期が短い	周期は同じ
73%	24%	3%

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の解答率

重い方の周期が短い	軽い方の周期が短い	周期は同じ
79%	18%	3%

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の解答率

大きい方の周期が短い	小さい方の周期が短い	周期は同じ
30%	63%	7%

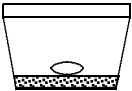
エ 振り子の1往復する時間を短くするための方法を問う問題の解答率（複数解答）

振り子の重さに着目：38%	→（重くする：71%）
振り子の糸の長さに着目：42%	→（短くする：88%）
振り子の振れ幅に着目：31%	→（小さくする：74%）
その他（勢いをつける：16%）	

オ 観察、実験を行う際の条件制御に関する評価テスト問題の解答率

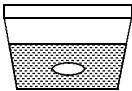
（問題）種子が芽を出す条件について調べました。次の(ア)・(イ)の問題に答えなさい。

①



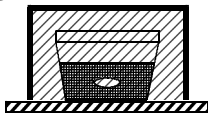
いつもだし綿がしめっているようにする。

②



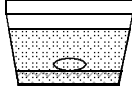
水をあたえない。

③



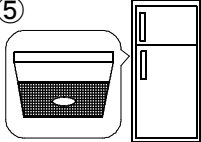
水をあたえて、はこをかぶせて、暗くする。

④



水にしずめる。

⑤



水をあたえて、冷蔵庫に入れる。

(ア) ③と⑤をくらべます。種子が芽を出すには、何に関係あると予想したのですか。

適当な温度	日光	空気	その他
73%	13%	2%	12%

(イ) ①と④をくらべます。種子が芽を出すには、何に関係あると予想したのですか。

空気	水		その他
76%	18%		6%

【考察】

実態ア～ウから、振り子の1往復する時間は振り子の糸の長さによって変わることほとんどの児童が理解している。その反面、振り子のおもりの重さや振れ幅を変えても、振り子の1往復する時間は変わらないとする児童はとても少ない。つまり、振り子の一面しか理解していない。これは実態エからも分かるように、振り子の1往復する時間を短くするには、「おもりの重さを重くする」や「振れ幅を小さくする」と答えている児童もおもり、振り子の周期には、振り子の糸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。

実態オは、1学期に学習した「発芽実験の条件制御」に関するテストの問題である。約7割の児童が正答しているが、まだ10人ほどの児童が、条件を制御して調べる能力が育っていないことが分かる。そこで、話し合い活動を充実させ、考える手立てを工夫した指導計画を立てる必要があると考える。

(4) 指導と評価計画

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
① 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。 ② 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。	① 振り子の運動の規則性について予想や仮説をもち、自分の考えを表現するとともに、変える条件（調べる条件）と変えない条件（同じにする条件）を考えて実験の計画を立てることができる。 ② 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。	① 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。 ② 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。	① 糸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変わらないが、糸の長さ（振り子の糸の長さ）によって変わること理解している。

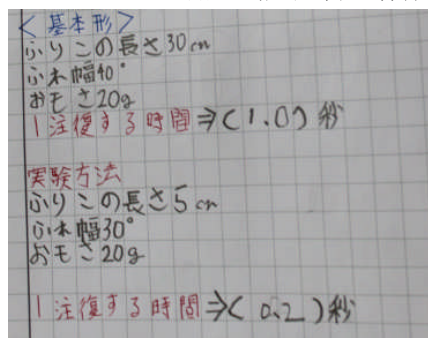
イ 指導計画・評価計画（全9時間）

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 (本時)	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。 ① 簡易実験で振り子の1往復する時間を調べる。 ② 「なぜ、振り子の1往復する時間が変わるのか。」について話し合い、実験の計画を立てる。	【関心・意欲・態度】 振り子の運動の変化に興味・関心をもち、自ら振り子を作って、振り子の運動の規則性を調べようしているか。 【科学的な思考・表現】 振り子の運動の規則性について予想や仮説をもち、自分の考えを表現するとともに、変える条件（調べる条件）と変えない条件（同じにする条件）を考えて実験の計画を立てることができる。
	3	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。 ③④ 計画した実験をする。 (振り子の糸の長さ・おもりの重さ・振れ幅) ⑤ 計画した実験を表やグラフにまとめ、実験結果を話し合う。	【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。

	1	実験結果から振り子の運動の規則性についてまとめる。 ⑥ 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。	【科学的な思考・表現】 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。 【知識・理解】 振り子が1往復する時間は、振り子の糸の長さによって変わること理解しているか。
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。 ⑦⑧ 振り子の運動の規則性を利用して、時間を計ることができる1秒振り子を作る。	【関心・意欲・態度】 振り子の運動の規則性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】 振り子の運動の規則性を利用して、工夫してものづくりをしているか。
	1	⑨ 振り子の運動の規則性について、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、振り子の糸の長さによって変わること理解しているか。

(5) 思考力・判断力・表現力を育成するための工夫

ア ノートの活用（計画書の作成）



計画書を書かせたことで、実験が正確に行われていたかどうか、または、条件制御に気を付けて実験していたかどうかを実験後に確認することができた。

イ 要因抽出及び分類化



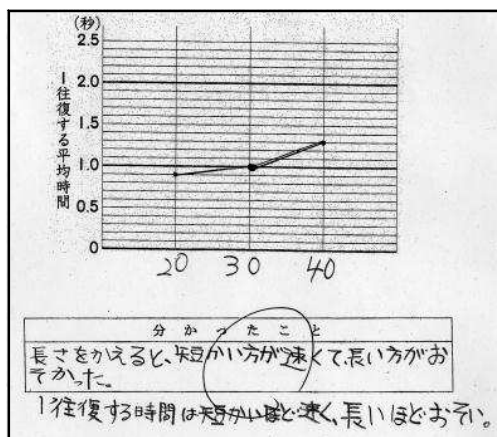
振り子の1往復する時間に関係すると考えられる要因（振れ幅・振り子の糸の長さ・おもりの重さなど）を、カードを用いて黒板に整理し、話し合い活動に役立てるようにした。実際、三つの条件の全てを変えて実験している児童と、正しく条件制御して実験している児童の意見を交流することで、実験計画と結果の矛盾を話し合うことができた。

ウ ICT活用による表現活動



電子黒板を利用して、自分のノートを映しだし、実験結果を発表した。（写真は、どんな計画を立て、どんな結果であったか発表している様子である。）実験計画と実験結果を全員で共有することができ、差異点や共通点にも気付かせることができた。

エ グラフの活用



実験結果を表にするだけでなく、グラフに表すことによって、振り子の1往復する時間が何によって変わるのかを理解させることができた。

実験結果をグラフによって視覚化することは、変化の傾向を読み取らせたり、誤差に気付かせたりする上で、有効な手立てとなった。

2 検証授業の実際

(1) 本時の目標 (1・2 / 9時)

簡易振り子を作り、振り子が1往復する時間のきまりを調べるために、条件を制御して調べる実験の計画を立てることができる。

【科学的な思考・表現】

(2) 評価規準と判断基準

評価規準【科学的な思考・表現】	
振り子の運動の規則性について予想や仮説をもち、自分の考えを表現するとともに、変える条件(調べる条件)と変えない条件(同じにする条件)を考えて実験の計画を立てることができる。	
評価の場面・評価の対象	
振り子の運動の規則性を調べるための実験計画を立てる場面で、条件を制御して実験の計画を立てることができたかどうかを、児童の発言や実験計画書の記述の内容などを基に評価する。	
判断の要素	
ア 振り子の運動の規則性についての予想や仮説 イ 条件を制御した実験計画 ウ 問題に対する自分の考えの表現	
尺度	判断基準
B	ア 振り子が1往復する時間を変化させる条件についての予想や仮説をもつことができる。 イ 変える条件と変えない条件を明確にして実験計画を立てることができる。 ウ 予想や仮説、実験計画について、自分の考えを記述したり、説明したりすることができる。 (予想される表現の例) 「振り子が1往復する時間には、おもりの重さや振れ幅、振り子の糸の長さなどの条件が関係していると思います。」 「変える条件と変えない条件に分けて実験したほうがいいと思います。」
C状況の児童への補充指導	・ 変える条件と変えない条件を明確にして実験計画を立てられない児童には、「植物の発芽と成長」の実験では、条件制御をどのようにしたかを想起させる。
A	【判断基準Bに加えて】 条件制御をしなければならない理由にも触れながら、変える条件と変えない条件を明確にして実験の計画を立て、関係する条件を整理して、自分の考えを分かりやすく説明できる。 (予想される表現の例) 「条件を二つ以上変えて実験すると、どの条件で振り子の1往復する時間が変わったのか分からないので、条件を一つだけ変えた実験方法を考えた方がいいと思います。」
B状況の児童への深化指導	・ 他の児童が書いた実験計画書を見ながら、正しい実験であるかどうかを判断したり、修正すべき点があれば、友達に教えたりする活動を行う。

(3) 指導の実際

ア 本時の展開に当たって

「1／9」では、サーカスでよく知られている「空中ブランコ」の様子を視聴させ、「振り子」を紹介する。「調べる」段階では、振り子を各自で製作し、友達の振り子の振れ方の違いに気付かせたい。その際、振り子の速さ・周期・誤差についての共通理解を図るようにする。振り子の1往復する時間の違いから、「振り子の1往復する時間を短くするにはどうしたらよいか。」という問題に焦点を当てるようにする。

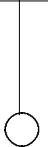
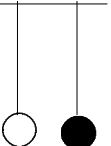
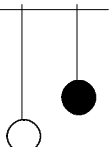
「2／9」では、どの条件で振り子の周期が変化するか予想や仮説をもてるようにしたい。

まず、振り子の糸の長さ・振れ幅・おもりの重さを正確に測り、自分の振り子の1往復する時間を調べさせる。その際、自分で考えた方法で、振り子の1往復する時間を計るようにしたい。また、振り子の周期の計り方を再度押さえた上で、友達と協力して行わせたい。次に、結果を比べて分かったことをノートに書かせ、結論について班や全体で話し合わせたい。

条件制御して実験している児童とそうでない児童がいるため、どの条件が振り子の周期を変えているのか結論が出ないことが想定される。そこで、条件制御して実験を進めている児童の意見や植物の発芽や成長、結実で学んだ事を紹介することで、条件制御した実験方法の必要性に気付かせたい。

イ 実 際 【1・2／9】

過 程	時 間	主 な 学 習 活 動	◎ 指 導 上 の 留 意 点 【 評 価 】
つ か む	5 分	1 振り子について知る。 ・ サーカスの空中ブランコを視聴する。 2 学習問題をつかむ。 自分の手作り振り子を作ろう	◎ サーカスの空中ブランコの様子を視聴させ、振り子を紹介する。 ◎ 自分の振り子を作ること、振り子に対する興味・関心を高める。
調 べ る	15 分	3 実際に振り子を作り、気付いたことを発表する。 	◎ 実際に振り子を製作し、振り子の不思議や友達の振り子との違いなどに気付くようにする。 ◎ 発表の際、振り子の速さが、曖昧にならないよう、振り子の1往復にかかる時間を速さとすることを確認する。
	15 分	4 速さについて共通理解を図り、1往復する時間を調べる。 ・ おもりから手を離して、返ってくるまでの時間を調べるよ。	◎ 1往復する時間（振り子の周期）の計り方や（誤差）についても指導する。 ◎ 自分の振り子の1往復する時間を友達と協力して調べるようにする。
ま と め る	7 分	5 気付いたことや違いについて発表し、話し合う。 ・ やっぱりぼくのは時間が短いね。 ・ どうして振り子の周期が変わるのかな。	◎ 友達と協力して振り子の1往復する時間を計るようにし、結果を書き残しておくようにする。 ◎ 振り子の周期を比べて、気付いたことや疑問に思うことを発表し、学習問題をつかむようにする。
つ か む	3 分	6 学習問題をつかむ。 振り子の1往復する時間を短くするにはどうしたらよいのだろうか。	◎ 振り子の1往復する時間は何によって変わるのか問題の意識付けを図る。
以上第1時			

見 通 す	5 分	7 どのようにしたら振り子の1往復する時間が変わるのか予想や仮説をもつ。 ○振れ幅 ○振り子の糸の長さ ○おもりの重さ など	◎ 予想させ、実験の意欲付けを図る。 
調 べ る	20 分	8 基本の振り子を作り、1往復する時間を計る。 【A：基本型】  振り子の糸の長さ 30cm 振れ幅 30度 おもりの重さ 30g <u>A：振り子の1往復する時間は1.0秒</u> 9 振り子の1往復する時間を短くする実験方法(B)を各自で考え、調べる。 (例1：重さが要因として条件制御している場合)  【変える条件】 重さ ・ 60g の場合 ・ 90g の場合 【変えない条件：30cm・30度】 (例2：条件制御していない場合)  長さとおもりの重さを変えている <u>B：振り子の1往復する時間は〇〇秒</u>	◎ 実験の注意事項を押さえる。 (周期の計り方・平均の求め方・協力して行うなど。) ◎ 実験をする場合は、計画の確認→実験→結果をまとめる→考察するという一連の流れを大切にしたい。 【観察・実験の技能】 友達と協力して定量的に調べ、結果を記録し整理している。 ◎ 条件制御に気付いている児童は、賞賛し結果をまとめるよう指示する。気付いていない児童の結果は話し合いのデータとして活用するので、机間指導でチェックしておく。 【科学的な思考・表現】 変える条件と変えない条件を明確にして実験方法を表現している。 ★ (例1)は重さを要因として条件制御した場合の実験方法である。(例2)は条件を制御していない実験方法である。この時期の児童でも、まだ(例2)の実験方法を考えることが想定される。しかし、その実験結果は今回の学びを獲得するのに大切な結果でもある。  ◎ 実験の前に必ず計画書を書き、計画通りの実験を行うようにする。
ま と め る	15 分	10 実験結果から、自分の考えをまとめる。 ・ 1.0秒が0.7秒になり時間が短くなったよ。 ・ 重さは関係していないね。(例1) ・ 長さや重さが変わると周期も変わるね？(例2) 11 分かったことを発表し、実験方法が適切かどうかグループや全体で話し合う。 ・ Aさんの実験では分かったことが言えないよ。 ・ Bさんの実験は条件がそろっていないので結果が違ふと思う。 	◎ 結果から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とができるようにする。 【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。 ◎ 振り子の1往復する時間が、どの条件によって変わるかを導き出せないことから、条件制御を考えた児童を紹介したり、植物の発芽や成長の実験の際にどのような実験を行ったか想起させたりする。

つ か む	5 分	12 条件制御に気付き、次の学習問題を立てる。 振り子の1往復する時間を、条件をそろえて正確に調べよう。	◎ 条件制御に気付き、次は条件をそろえて正確に実験するよう意欲付けを図る。 【科学的な思考・表現】 変える条件と変えない条件を明確にして実験方法を表現している。
-------------	--------	--	--

3 その他の実践

【植物の発芽と成長】

1学期単元「植物の発芽・成長」で条件を制御しながら調べる能力を育てていく学習が位置付けられている。条件制御して実験を行う最初の出会である。カップと種子を準備して、「芽が出るには何が必要か」を考えさせ、自分で実験計画を立て栽培することにした。児童は、発芽に必要な要因を抽出し、要因をいろいろ組み合わせて栽培した。結果、ほとんどの児童のインゲンが発芽し、どの条件で発芽したのか結論が出なかった。そこで一つだけ条件を変え、あとの条件はそろえることを話し合わせ、条件を制御した学習を進めた。成長においても同様に学習を進めた。

【電流が生みだす力】

電磁石のはたらきを大きくするための要因を出し合い、条件を制御して実験するような学習計画を立てていく予定である。3学期最後の単元であるため、自分で要因を抽出し、実験計画を立て、結果を発表する場を設定したい。その後、条件制御して実験しているか話し合いをもつ。

4 実践後の実態

- (1) 児童の実態より（調査人数38名、質問紙法、主な項目のみ記載、複数解答）太線枠□：正答
ア 振り子の糸の長さを変えたときの振り子の周期を問う問題の解答率

短い方の周期が短い	長い方の周期が短い	周期は同じ
92%	5%	3%

- 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の解答率

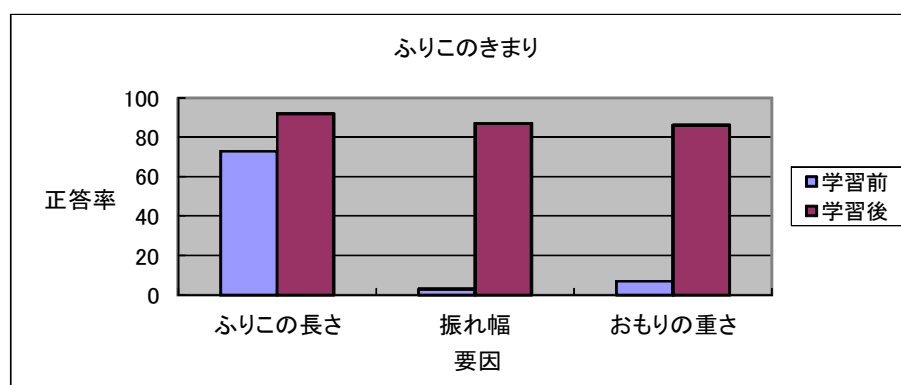
重い方の周期が短い	軽い方の周期が短い	周期は同じ
10%	3%	87%

- 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の解答率

大きい方の周期が短い	小さい方の周期が短い	周期は同じ
3%	11%	86%

- 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：84%（実践前：42%） ・誤答：16%

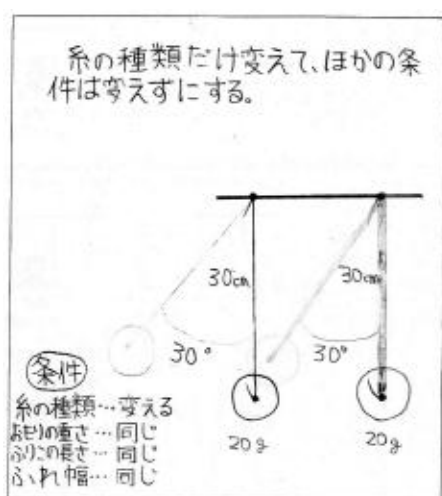


(2) まとめのテストより

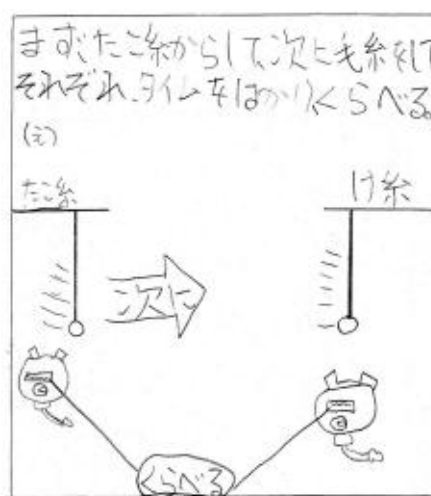
- ア おもりの重さと振り子の1往復する時間との関係調べる問題 【正答率： 80%】
 イ 振り子の糸の長さや振り子の1往復する時間との関係調べる問題 【正答率： 95%】
 ウ 振り子の1往復する時間が最も長いものを選ぶ問題 【正答率： 100%】

(3) ポストテストより（条件制御を問う問題）

【問題】 ただしさんは、振り子の1往復する時間が糸の種類によって変わるのではないかと考え、実験を計画しました。使用する糸はたこ糸と毛糸です。ただしさんは、どのような実験を計画したと思いますか。ただしさんの考えを書きなさい。



○ 条件制御した計画ができています。



△ 要因を比べているが、条件制御した計画になっていない。

5 年	正答 61% (テストの平均97点)	誤答 39% (テストの平均90点)
6 年	正答 53%	誤答 47%

(考察) 質問紙による調査からは、それぞれの項目において80%以上の正答率であった。また、まとめのプリントの条件制御を問う問題でも90%近くの正答率であった。さらに、条件制御した実験方法を問う問題では、今回、研究授業を実施した5年生の方が現6年生の正答率を上回っていた。しかしながら正答率としては60%にとどまり、条件制御の難しさを証明するものでもあった。

5 条件に目を向けて調べる力を育成するための指導計画

学年	単元名	要因抽出	条件制御				
			要因を基に話し合う	既習単元の想起	要因提示	実験方法	その他
5	植物の発芽と成長	空気・水・温度	◎		◎	グループ	支援
	植物の発芽と成長	日光・水	◎	◎	◎	グループ	支援
	花から実へ	受粉あり・受粉なし	◎	◎	◎	グループ	支援
	流れる水の働き	傾き・水の量	◎	○	◎	グループ	支援
	ふりこのはたらき	長さ・振れ幅・重さ	○	○	◎	個→グ	支援
	物のとけ方	水の量・溶質・温度	○	○	◎	個→グ	支援
	電気がうみ出す力	太い・電流の強さ	○	○	◎	個→グ	
6	てこのはたらき	支点・力点・作用点	○	○	◎	個→グ	支援
	電気とわたしたちのくらし	太さ・電流の強さ・長さ	○	○	◎	個→グ	

◎：重点 ○：必要に応じて 個→グ：個人で方法を計画してからグループで計画する

第4学年までに要因を抽出する能力は育ちつつあるので、第5学年前半では、まず要因を抽出し、どんな実験をすべきか個人またはグループで話し合わせ、実際に実験して考える（失敗も含め）活動を取り入れる。2学期も条件を制御して学習する能力は身に付いていない児童が多いので、話し合い活動や自分で考えた実験計画の時間を確保する。その際、既習の単元を振り返ったり、個別に児童の支援を行う。後半は、主体的に実験計画を考え、実験できるよう指導していく。

6 成果と課題

(1) 成果

- 簡易振り子を作り、十分に活動する時間を確保することで、振り子の1往復する時間を変える要因に気付かせることができた。【要因抽出の必要性】
- 実験の計画の段階で条件を制御して実験を計画した児童が少なかったため、実験の計画と結果を話し合うことで計画の不備を明らかにし、条件を制御して調べる必要性について意識を高めることができた。【失敗経験の必要性・言語活動の必要性】
- 条件を制御して行う授業では、正確な実験結果と結論を導き出すところに重点を置きがちであるが、この単元では条件を制御して実験する過程がとても重要である。その点からも上述した判断基準は有効である。【判断基準の必要性】

(2) 課題

- 「思考力・判断力」を育成するには、それを見取ることができる表現力を高めておく必要がある。自由に話し合える場を設定したり、ノートやグラフを活用して表現する場を設定したりするなど、日頃から意識的に取り組む必要がある。
- 条件に目を向けて調べる能力を継続して育成していく必要がある。実際に条件を制御して実験を計画する能力は、1回だけで身につくものではなく、繰り返し指導していくことで獲得できるものとする。観察、実験の方法も自ら考え、自分で気付く学習過程の構築が必要である。