

自ら探究する理科の学び

～理科における「気付き」を生むしかけによって～

久保 文人・力津 隼拓

昨年度までの研究から教師が直接的な手立てを行った場合には、探究の質の高まりがみられるが、環境づくり・状況づくり等の間接的な手立てのみを行った場合には、探究の質の高まりがみられにくいという課題が残った。本年度は、子ども自ら探究する学びの実現を目的とし、研究仮説を『「気付き」を生むしかけをうつことで、自ら探究しようとする学びを実現することができるであろう』とし、気付きを生むためのしかけとそのしかけによって子どもの学びがどうなるかを探究した。本稿では、5年生「ふりこのきまり」および4年生「電流のはたらき」の実践において、子どもが自ら探究する学びを実現するために本校が掲げる自己調整過程のうちの「気付き」へのしかけについて述べる。単元のゴールを自覚化させることで自己調整がおき、次々と学習問題を見つける姿や可視化・共有化へのしかけがズレの気付きにつながり主体の姿を引き出すことに成果を感じている。一方で、「気付き」の場面以外の教師のしかけが弱いと学びが進まないことが課題として明らかになった。

キーワード：「気付き」へのしかけ、ズレ、単元のゴールを見通す、可視化・共有化、自ら探究する

1. 研究の目的

1. 1. 昨年度の姿から

昨年度までの研究から、省察へのしかけを教師が行うことで、主体・協働・活用の姿が豊かになることが明らかになった。また、教師が直接的な手立てを行った場合には、探究の質の高まりがみられるが、環境づくり・状況づくり等の間接的な手立てのみを行った場合には、探究の質の高まりがみられにくいという課題が残った(2021年度学校提案より)。理科の授業でも、同様の課題が見られていた。例えば、グループで実験を行っている場面や全体学習で結果の交流を行っている場面で、主体的に学びに向かおうとしない姿である。今年度は、教師の手が離れた場面でも学びに向かう姿を引き出すことをめざした研究を行う。

1. 2. 理科部教科提案から

教師の手が離れた場面でも学びに向かう姿をひきだすためには「自己調整」が欠かせない。理科における自己調整を、「自分たちが設定した学習問題を解決するために、理科の見方・考え方を働かせながら観察や実験をとおして問題解決や課題解決をめざしたり、自らの学びを振り返ったり、価値付けたりすること」と設定した。理科では、様々なズレに気付き、それらのズレから観察の視点や実験方法を発想し、活動する一連の流れを「気付く・決める・動く」と定義し、この過程の充実を図る指導を行う。教師のしかけとして以下の4つを設定した。

- ① 子どもに前提・矛盾・再構成を生む単元を計画する(ズレの気付きを促す)
- ② 子どもが単元の課題を自覚できるようにする(自分が取り組んでいる学習が課題解決にズレていないかを判断する姿を促す)
- ③ 子どもが知識を概念化させるために観察や実験から得た情報をつなげたり、対話によって得た情報をつなげたりする場を設定する(知識をつなげる姿を促す)
- ④ 学びを振り返り、自己の学びを価値付けたり、学んだことを実生活につなげたりする時間の設定と質の高い振り返りに対する明示的指導及び価値付けを行う(自己効力感の育成を促す・学んだことを自己の生活や行動につなげたりすることを促す)

このような教師のしかけにより、子どもは自らズレに立ち止まり、自分たちの学びを俯瞰的にとらえて活動を調整する(主体や協働につながる)姿、知識をつなげて問題に対する自分なりの解を導こうとする(活用につながる)姿が見られると考えた。

2. 研究仮説

田村は「資質・能力の育成に向けた『深い学び』の実現には、プロセスの充実が欠かせない。」と述べている。(田村学, 2019 「深い学び」) 合わせて「プロセスのゴールを明確にする必要がある。とりわけ単元の終末で、どのような概念的知識の形成をめざすのかが、単元の到達点のイメージを鮮明にさせることになる。」「学習活動の導入場面では、学習の課題を発見したり、自ら課題を設定したり解決過程を見通したりするなどの資質・能力が育成される。」と述べている。つまり、「深い学びの実現のために、子ども自身がどのような

学びをしているのか、単元のゴールは何なのか自覚しながら問題解決を進めていく必要がある。導入部で学習課題を発見し、解決過程を見通す必要がある」と解釈することができる。

また、本校が掲げる探究力を育成するための探究を実現するためには、子どもに主体・協働・活用・省察の4つの姿が現れるようにしかけを施さなければならない。これまで通り、主体、協働、活用に対しての授業づくりのしかけを施した上で、省察の姿を具現化するために有効なしかけについて重点的に研究する必要がある。子どもが自らの探究を調整する過程のうち、特に調整過程の入り口である「気付く」に対してどのようなしかけを施し、そのことにより探究の質がどのように変容するかを今年度は探っていく。上述を踏まえ、研究仮説を以下のように設定した。

「気付く」を生むしかけを施すことで、自ら探究しようとする学びを実現することができるであろう。

3. 研究内容・方法

5年生「ふりこのきまり」、4年生「電気のはたらき」で実践していく。

3. 1. 5年生での実践

まずは5年生の実践したことについて述べる。

3. 1. 1. 導入で「振り子の当てゲーム」を提示する

導入で「振り子の当てゲーム」を見せる(図1)。ここでは「振り子が的に当たらない」場面を見せる。子どもたちは振り子がうまく的に当たらない事実から、「どうすれば的に当たるようになるか」と考え、振り子を的に当てることをめざそうとするであろう。そこに意識が向いたタイミングで、単元の課題「全員が確実にふりこ的に当てるための振り子をつくろう」を提示する。そうすることで、「単元のゴールの姿の自覚」を引き出すことができると考えた。ここで子どもたちに着目させたいことは「的に振り子の位置まで到達する時間」や「振り子の1往復の時間」である。変えてもいい条件、変えてはいけない条件を整理しつつ(方法の自己調整)、振り子の1往復の時間を変えるために3つの要素に注目しながら学びを進める(内容の自己調整)ことで、子どもの探究が質の高い探究に変容していくことをめざした(図2)。

「ふりこでの当てゲーム」
めざすのは…
ふりこ(ペットボトル)を的に(プラレール)に当てること!!
【ルール】
①ふりこの位置とプラレールの位置を固定する
②ふりこ的に同時にはなす
※常に当たる位置の幅でゆらすのはNG
※糸をピンと張った状態で行う

図1 子ども提示した振り子の当てゲーム

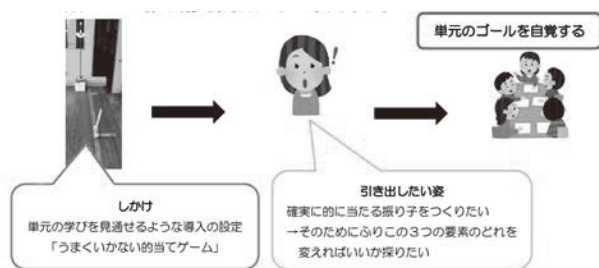


図2 単元のゴールを自覚するまでのイメージ

3. 1. 2. プラレールで試す場をあえて1つにする

あえてプラレールで試す場を1つにすることで、容易に実物で試すことができない状況となり、子どもたちが直接プラレールを使って調べるのではなく、「時間」を基準にしながら間接的に調べようとする姿を引き出すことができると考えた。ここで子どもたちに着目させたい時間は「的に振り子の位置まで到達する時間」や「振り子の1往復の時間」である。変えてもいい条件、変えてはいけない条件を整理しつつ(方法の自己調整)、振り子の1往復の時間を変えるために3つの要素に注目しながら学びを進める(内容の自己調整)ことで、子どもの探究が質の高い探究へと変容していくことをめざした(図3)。

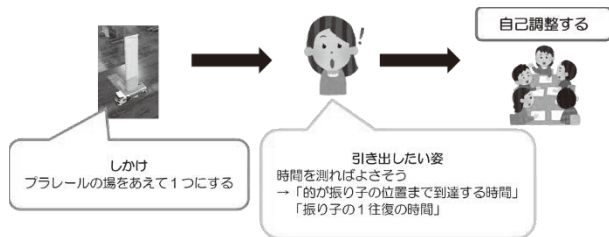


図3 自己調整を促すまでのイメージ

3. 1. 3. グラフ化した実験結果を同時に提示する

実験結果を共有しやすくするために、グラフでまとめさせる。子どもたちはどうしても自分の意見にこだわってしまう傾向が強いため、友達の意見を音声言語の情報だけでは共有しにくいこともある。そこで、結果をグラフでまとめさせることで、視覚的にちがいがわかりやすい状況をつくる。そうすることで、各要素の傾向を読み取ることができ、自分の結果と比べたりつなげたりしながら考える姿を引き出せると考えた。また共有する場面では、全ての班の実験結果を一度に提示する。その後、実験結果について個人で考え、その後全体で考えたことを共有するように学びを展開する。この場をもつことで、子どもたちは様々なズレに気付くだろう。(気付く:内容の自己調整)。例えば、「私は角度が関係あると思っていたが、本当は長さが関係してそうだ」、「私は重さが関係ないと思っていたけど〇〇さんは重さは関係あると考えている」などである。このズレの気付きが、「主体」(本当にそうなの

か確かめたい)につながる。

その後、自分が調べたいことを調べる時間を保障することで「振り子の1往復の速さを変えるのは長さであり、重さや角度は関係がない」という概念を構築させたい(決める:内容の自己調整)。そして、「今日の学んだことから、糸の長さを30cmよりも長くすればめざす振り子をつくることができそう(動く:内容の自己調整)」と学んだことの価値付けを行い、今後の見通しをもとうとする姿を引き出したい(図4)。

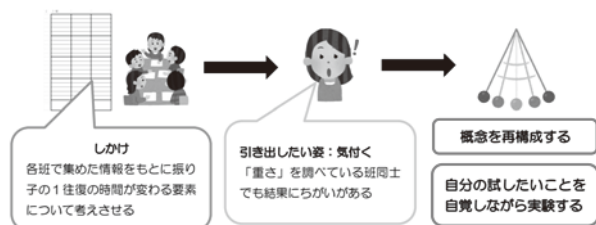


図4 実験結果を共有する場面のイメージ

3. 2. 4年生での実践

次に4年生の実践したことについて述べる。

3. 2. 1. 「ハンディ扇風機を作ること」を単元のゴールに設定する

本実践では、ハンディ扇風機を作ることをごに設定した。子どもにとって理解しやすい課題をゴールに設定することで、子どもたちの主体的に学ぼうとする姿を引き出すことができると考えたためである。また、授業を行った時期は気温が高い日が続いていた。そのため日常生活から扇風機を連想させることは容易だと考えた。日常生活で使用するとして、どのような扇風機を作りたいかを子どもたちに問い、自らの課題を設定させることにした。子どもたちにゴールまでの課題を設定させることで、より自分事として捉えさせ、主体的に探究する姿を引き出すことができると考えたからである。この単元で押さえるべきポイントは「電流の向き」と「電流の大きさ」の2点である。プロペラの回る向きと扇風機から出る風の向きに着目させることで、電流の向きの関係性に気付いたり、乾電池とプロペラの回る速さに着目させたりすることで、電流の大きさとの関係性に気付く姿をめざした。この2点を確実に押さえるためにも、教材としてハンディ扇風機を採用することにした(図5)。

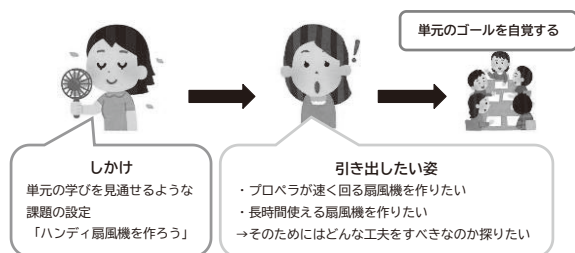


図5 単元のゴールを自覚するまでのイメージ

3. 2. 2. ワークシートを工夫する

オリジナル扇風機を作る中で、性能を上げるためにプロペラの回転速度を速くしたいという声が出る。その方法として乾電池の数を1個から2個に増やせばいいという意見が出るであろうが、そこで直列つなぎと並列つなぎの2種類のつなぎ方に着目させたいと考えた。そこで今回、どのような回路を繋げばいいかを予想させる際に以下のようなワークシート(図6)を用意した。シートにはモーターと乾電池の2個を横にして縦に並べた。こうすることで、出来る限り並列つなぎの回路を子どもから出させたいと考えた。また乾電池の向きも自由に考えさせることで、直列つなぎや並列つなぎの他にもショート回路になるものも予想に挙がるかもしれない。たくさんさんの回路図が挙がることで、その分検証には時間がかかるかもしれないが、それぞれの回路の相違点を探らせることで、より直列つなぎと並列つなぎの概念を理解できると考えた。

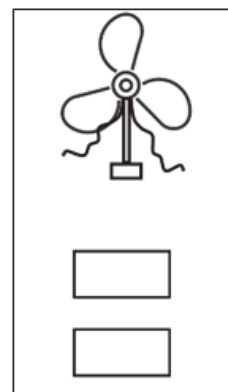


図6 用意したワークシート

4. 授業の実際と授業の考察

4. 1. の項目では5年生「ふりこのきまり」について、4. 2. の項目では4年生「電気のはたらき」についてそれぞれ述べる。

4. 1. 5年生での実践

まずは5年生の実践したことについて述べる。以下のように単元を構想した。

単元計画(全8時間)

第1次(2時間)【問題発見の場】

- ・ふりこの当てゲームの様子を見て、どうすれば確実に的に当てられるふりこをつくれるか見通しをもつ

第2次(4時間)【問題解決の場】

- ・ふりこを的に当てるために、ふりこのどの条件どう変えればいいのか仮説をたてる
- ・仮説を実証するための実験を行い、自分の結果や友達の結果から、ふりこのどの条件を変えればいいのか整理する

第3次(1時間)【まとめ】

- ・単元の課題についてまとめたり、学びを意味付けたりする

4. 1. 1. 第1・2時の子どもの姿から

「振り子」について共有した後、振り子を使った的当てゲームを紹介した。目的は、「振り子（ペットボトル）を的（プラレール）に当てること」であることを確認し、「振り子で的当てゲーム」のルールを確認した（図7）。

【ルール】

- ①振り子の位置とプラレールの位置を固定する
 - ②振り子と的を同時にはなす
- ※常に当たる位置の幅でゆらすのはNG
※糸をピンと張った状態で行う

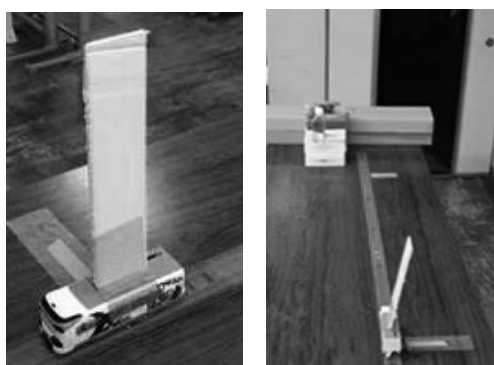


図7 的当ての場

実演すると、うまく的に当たる時もあれば当たらないときもあった。本当は的に当たらない様子から学習課題を提示したかったが、少しタイミングがずれてしまい、振り子が的に当たってしまった。その後、単元の課題「全員が確実に振り子を的に当てるための振り子をつくろう」を共有した。

単元の課題を提示後、解決することに向けて、変えてはいけない条件を確認した。

【変えてはいけない条件】

- ・的のスタート位置
- ・振り子の位置
- ・スタートのタイミングと振り子をはなすタイミングを同じにする

変えてはいけない条件を提示することで、振り子の1往復の時間の長さを変えることに目が向き、振り子の3つの要素（振り子の長さ、おもりの重さ、振り子の角度）について学びを進めると想定していた。

ここまで共有後、どうすれば振り子を的に当てられるようになるかを考えさせた。今回、プラレールで試す場を1つだけにしたので、全員が一気に試すのは無理である。すると子どもたちから、

「プラレールは同じ速さで進む」ことに注目し「プラレールが的までにかかる時間を調べればいい」という意見がでてきた。どういうことか問い返すと、「プラレールは同じ速さで進むから、的までにかかる時間は同じ。だから、その時間がわかればそこに当たるような振り子をつくれればいい」と共有することができた。そこで実際にプラレールが的までにかかる時間を測ることにした。

4回試した結果、平均2.78秒でプラレールが的に到達することが明らかになった。合わせて「2往復で的が当たりそう」という予想がでたので、「1往復で1.39秒の振り子をつくれればいいのではなか？」と導くことができた。

めざす方向が明らかになり、「1.39秒の振り子をつくる」と今後の活動を設定することができた。1.39秒の振り子をつくるためには振り子の1往復の時間を変化させる必要があり、そのために出てきた意見は次の3つである。

【振り子の1往復の周期を変えるための条件】

- ・角度（ふれはば）を変えたらいい
- ・振り子の長さを変えたらいい
- ・おもりの重さを変えたらいい

その後、現時点での自分の考えを共有し、この時間の学びを終えた。この時間に見られた自己調整を以下のように捉えている（図8）。

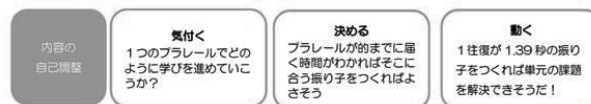


図8 この時間に見られた内容の自己調整

4. 1. 2. 第4時の子どもの姿から

この時間の課題「1往復が1.39秒の振り子をつくるために変えればよい条件を見つける」を確認後、実験結果の共有を行った。情報共有の場面では、子どもたちはすぐに「長さ」が振り子の1往復の長さに関係していることに気付いていた。重さや角度は前回の実験結果から1往復の時間に関係なさそうだと考えている子どもが多かった。ただ、「すこし気になっている」と発言する子どももいた。この子どもは、「本当に重さや角度は関係ないのか」と半信半疑な様子であった。

交流を進める中で、子どもたちの一定数が調べたいことを自覚する様子が見られたので、この時間に試したいことを考えさせた。特に実験するときの変える条件と変えない条件をそれぞれどうするかを考えさせた。子どもたちからは「重さと角度を変えて、長さ(40cm)を変えない」「長さとおもりの重さを変えて角度を変えない」など試したいことが出てきた。そして自分の調べたいことを中心に実験を始めた（図9）。



図9 実験の様子

今回、まみの学びを中心に振り返る。まみは「長さを40cmに固定し、重さや角度を変えて、重さや角度は1往復の時間に関係ないかどうかを調べたい」と考えていた。まみたちは「実際にプラレールを使って当たるかどうかを試しながら角度や重さについて探っていく」ことを決めた。

- ①重さ127g(米), 角度30°, 長さ40cm
- ②重さ127g(米), 角度30°, 長さ40cm
- ③重さ195g(砂), 角度30°, 長さ40cm
- ④重さ35g(紙), 角度30°, 長さ40cm
- ⑤重さ195g(砂), 角度30°, 長さ40cm
- ⑥重さ135g(洗濯のり), 角度30°, 長さ40cm
- ⑦重さ135g(水), 角度40°, 長さ40cm
- ⑧重さ135g(米), 角度50°, 長さ40cm
- ⑨重さ135g(水), 角度60°, 長さ40cm
- ⑩重さ135g(水), 角度60°, 長さ40cm
- ⑪重さ135g(水), 角度60°, 長さ40cm

重さや角度を変えながら試す中で、②と⑩と⑪で振り子を的に当てることができていた。角度が30°の倍数で当たりそうだと考えたまみたちは90°も調べようとしたが、ここで時間切れになったために実験を終了した。

実験後、振り返りの視点をもとに振り返りを行った(図10)。

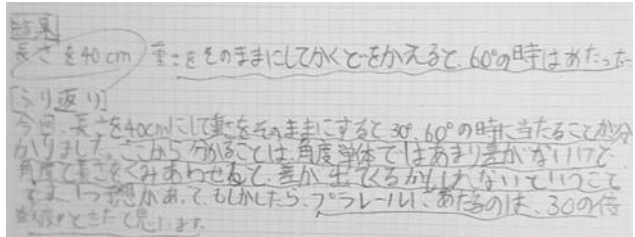
理科のふり返りのポイント

- 今日の学習で明らかになったこと、まだ明らかになっていないこと
- 次にみんなで調べていきたいこと(何をどう調べればよいかまで考えられるといいね)
- 疑問に思ったこと(予想まで考えよう)
- ためていきたいこと(なぜそう思うのかをくわしく書こう)
- 今日の自分の学び方について(うまくいったことやうまくいかなかったこと)
- ※考えるワザ「比べる」「予想する」「つなげる」などをどんどんつかおう!

図10 子どもに提示した振り返りの視点

子どもたちの振り返りが以下である。

【まみ】

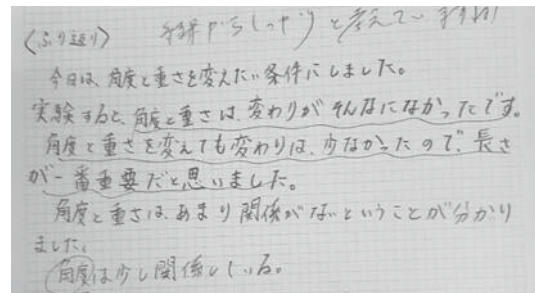


今回、長さを40cmにして重さをそのままにすると、30°, 60°の時に当たることが分かりました。ここから分かることは、角度単体ではあまり差がないけど、角度と長さを組み合わせると差が出てくるかもしれないということです。1つ予想があって、もしかしたらプラレールに当たるのは30の倍数の時だと思います。

チームの中心になって実験を進めていたまみの振り返りである。まみは30°, 60°のときに振り子が当たったことから、30の倍数に当たるのではないかと考えている。事実をとらえ、自分なりの仮説を立てている様子がうかがえる。

他の子どもの振り返りも載せておく。以下は、ゆうこの振り返りである。

【ゆうこ】



今日は角度と重さを変えたい条件にしました。実験すると、角度と重さは変わりがそんなになかったです。角度と重さを変えても変わりは少なかったので、長さが一番重要だと思いました。角度と重さはあまり関係がないことがわかりました。角度は少し関係している。

ゆうこのように振り返る子どもが多かった。この時間の学習では、「長さが振り子の1往復の時間と関係している」ことが明らかになる一方で、「角度が関係しているのではないか」というところにモヤモヤしている様子がうかがえた。次の時間の冒頭にこの時間の振り返りを交流する場面を設定することで、学習課題を角度を柱にして調べる方向へ向かうことができそうである。

この時間に見られた自己調整を以下のように捉えている(図11)。

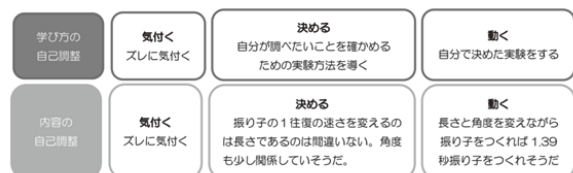


図11 この時間に見られた方法・内容の自己調整

4. 1.3. 第7時の子どもの姿から

本単元の最後の時間にあたる。この時間では、「自分が考えているハテナや調べたいことを調べる」、「知識を活用して的確にゲームをする」、「学びを意味付ける1時間にする」ことを期待した。子どもたちから出てきたこの時間に学習したいことは以下の4つである。

- ①重さによって1往復の長さが本当に変わらないのか調べたい
- ② $50^\circ \sim 60^\circ$ のどこで1往復の長さが変わるか調べたい
- ③1往復の長さを1秒変えるには何cm変えればいいのかを調べたい
- ④1.39秒振り子で本当に的に当たるかを確認したい
その後、グループに分かれて実験を行った(図12)。



図12 実験の様子

結果と結論は以下とおりである。

(①について調べたグループ)

1個10gのおもりを1~11個までつけた場合は、1往復の時間がほぼ時間が変わらなかった(1.21秒~1.27秒の間)が、12個以降は少し時間が短くなっていった(1.16秒)。そこから、「重さは1往復の時間に関係ない」と結論付けた。また、12個以降時間が短くなったのは、重心の位置が変わり、糸の長さが短くなったからだと考えることができた。このグループに見られた自己調整は以下である(図13)。

内容の自己調整	気付く おもりの重さは本当に1往復する時間に関係がないのか?	決める おもりの重さを変えても1往復する時間に関係がない。ただし、重心が変わると1往復の時間が変わる。	動く 重さは1往復する時間に影響を与えない。だから、的当てをするときは重さは何gでもいい。ただし、重心が変わらないようにする。
---------	--	---	---

図13 この時間に見られた内容の自己調整

(②について調べたグループ)

51° から 1° ずつ増やしていてもほぼ1.43秒であった。つまり 51° から 59° まで、1往復の時間は1.43秒であることがわかった。このグループに見られた自己調整は以下である(図14)。

内容の自己調整	気付く 角度は何°から1往復の時間が長くなるのか?	決める 51° から 1° ずつ増やしていてもほぼ1.43秒であったことから、角度は 51° から影響を与える。	動く 角度は 51° から1往復する時間に影響を与える。だから、的当てをするときは角度を 50° を基準に調整するとよい。
---------	-------------------------------------	---	---

図14 この時間に見られた内容の自己調整

(③について調べたグループ)

長さを長くすると1往復の時間がだんだん長くなった。1秒長くするためにはプラス60cmすればいいとわかった。

(④について調べたグループ)

1つのグループは、重さは135g、長さ40cm、角度は 30° で当たった。もう1つのグループは、重さは135g、長さ50cm、角度は 30° で当たった。

この違いはスタートするタイミングによる「人の手」の誤差と言えそうだが、的が振り子より速い場合は振り子を短くすればいいし、的が振り子よりも遅い場合は振り子を長くすればいいといえる。

自分の調べたいことを調べた後に、単元の振り返りを書いた。その際に以下の視点を与えて取り組んだ(図15)。

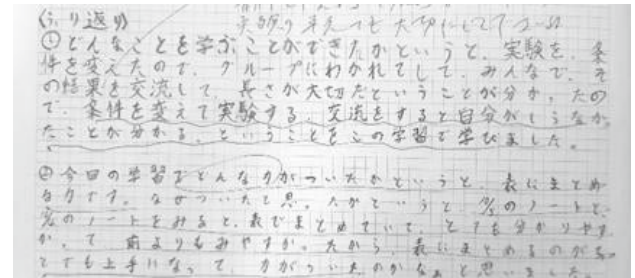
理科単元のふり返りの視点

- ①この単元でどんなことを学ぶことができたか? また、それは何がきっかけで、どんな場面から感じたか?
- ②この単元の学びを通してどんな力がついたか? また、それは何がきっかけで、どんな場面から感じたか?
- ③今回の単元で学ぶ良さはどんなところにあるか? これからどう生かせようか?

図15 子どもに提示した単元の振り返りの視点

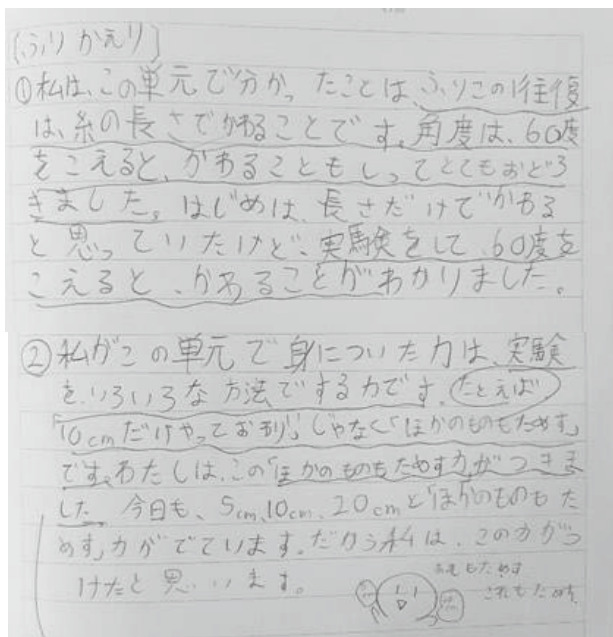
子どもたちの振り返りが以下である。

【かなこの振り返り】



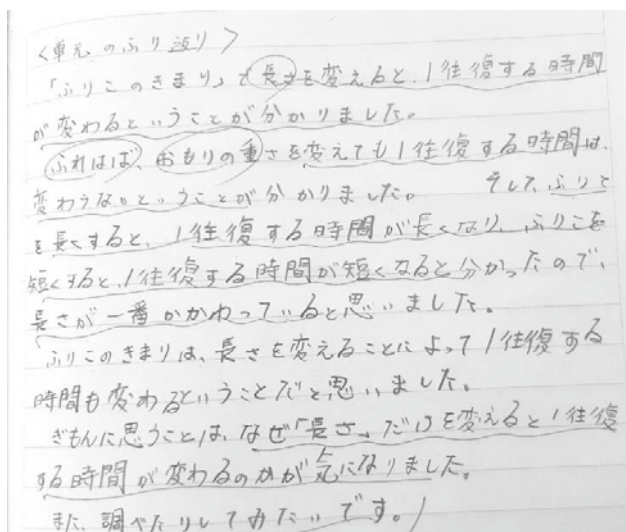
- ① どんなことを学ぶことができたかという点、実験を条件を変えたので、グループに分かれてして、みんなでその結果を交流して、長さが大切だということ分かったので、条件を変えて実験する、交流をすると自分が知らなかったことがわかる、ということをこの学習で学びました。
- ② 今回の学習でどんな力がついたかという点、表にまとめる力です。なぜついたと思ったかという点、10月5日のノートと10月12日のノートを見ると表でまとめていて、とてもわかりやすくなって、前よりも見やすかったから、表にまとめるのがちょっとでも上手になって、力がついたかなと思いました。

【あやこの振り返り】



- ① 私はこの単元で分かったことは、ふりこの1往復は糸の長さで変わることです。角度は60°をこえると変わることも知ってとてもおどろきました。初めは長さだけで変わると思っていたけど、実験をして60°をこえると変わるということがわかりました。
- ② 私がこの単元で身につけた力は、実験をいろいろな方法でする力です。例えば、「10cmだけやって終わり」じゃなく「他のもたためず」です。私は、この「他のもたためず」力がつきました。今日も5cm、10cm、20cmと「他のもたためず」力がついています。だから私はこの力がついたらと思います。

【みきの振り返り】



- 「ふりこのきまり」で長さを変えると1往復する時間が変わるということがわかりました。
- ふればは、おもりの重さを変えても1往復する時間は変わらないということがわかりました。そしてふりこを長くすると、1往復する時間が長くなり、ふりこを短くすると1往復する時間が短くなるので、長さが一番変わっていると思いました。
- ふりこのきまりは、長さを変えるとよって1往復する時間も変わるということだと思いました。
- 疑問に思うことは、なぜ「長さ」だけ変えると1往復する時間が変わるのかが気になりました。また調べてみたいです。

3人の振り返りを見たときに、ある程度は自らの学びを意味付けることができているといえる。ただ、視点③に関しては全体的に弱く、この単元の学びの良さの実感や生活に生かそうとするところは課題である。そこに働きかけられるようなしかけの在り方を探っていく必要がある。

4. 1. 4. 5年生実践の成果と課題

5年生の実践を振り返って、子どもたちの気づきを促すしかけ、特に導入部にしかけたことが子どもの自己調整につながったととらえている。学びを進める中で、「1.39秒振り子をつくる」ことが目的(ゴール)になり、振り子の長さを変えることでつくることができた。しかし、子どもたちの学びはそこで終わらず、「だったら角度を変えたらどうなるのかな?」「1往復の時間を1秒変える振り子をつくるにはどうすればいいのかな?」と次々と学習問題を設定していく姿が見られた。

子どもたちの学びは最初に設定した課題や問題で完結することもあれば、新たに設定し直し、さらに概念を更新していくことがあると気付かされた。この姿は自己調整が起きるように様々な場面で様々なしかけ(学校提案の方策Ⅱを含む)の成果であると感じている。子どもたちの自己調整が探究の4つの姿につながり、自己調整が起きるようなしかけをうつことがよりよい学び手の育成につながると実感することができた。また、第4時に子どもたちが見通しをもって自分の調べたいことに取り組もうとする姿が見られたことも成果である。授業者が着目したまみのグループでは調べたいことにこだわって何度も実験をしようとする姿が見られた。教師の手が離れた場面でも学びに向かっており、「自ら学び続ける子ども」の姿が現れていたように感じている。そういった姿を引き出すためには、「自己調整をする機会を増やす」ことが必要であり、単元の課題の明確化・自覚化と共に大事にしないといけないことだと気付くことができた。

一方で、理科の教科特性を視点に第4時をとらえたときに、「本来条件制御は1つだけのはずなのに、条件制御が2つあっていいの? 子どもから2つ出た場合は教師が出ないといけないのではないか」「角度にこだわるのはゆだねすぎている気がする。ある程度教師が整理すべき」「プラレールを本時の中でさせるのはどうか。数値にこだわらないといけない場面だったのではないのか。」と協議会で指摘を受けた点が課題として残る。授業者が考えていたことは、「子どもがしたいことを納得がいくまでとことんさせる」ことであり、その経験が自己調整につながると考えていた。しかし、必要に応じて教師が出ることも合わせて大事であり、それが適切なタイミングかつ適切な方法だとさらに学びがよりよいものになるのではないかと気付く機会になった。そうすることで教科の見方・考え方が働いた自己調整

につながるように思う。教師の出方についてこれからさらに磨いていきたい。

4. 2. 4年生での実践

次に4年生の実践したことについて述べる。以下のように単元を構想した。

<p>単元計画（全7時間）</p> <p>第1次（3時間）【問題発見の場】</p> <ul style="list-style-type: none"> 夏に使うことを考えて、どうすれば使い勝手の良いハンディ扇風機を作ることができるのか見通しを持つ <p>第2次（3時間）【問題解決の場】</p> <ul style="list-style-type: none"> プロペラをより速く回すためにどうすればいいか仮説をたてる 仮説を実証するために班で実験を行い、結果からプロペラを速く回すためにはどうする必要があるのかを整理する <p>第3次（1時間）【まとめ】</p> <ul style="list-style-type: none"> 既習の内容を使って自ら設定した課題に挑戦し、学びを意味付ける

4. 2. 1. 第1～3時の子どもの姿から

プロペラの回る向きと電流の向きの関係を学習した後、ハンディ扇風機を単元の最後に作ることを説明した。そこでどんなハンディ扇風機を作りたいのかを考える時間を設けた。すると、以下のような意見が出てきた。

<ul style="list-style-type: none"> プロペラの上にかバーを付ける スイッチを付ける 軽くなるようにする 充電機能を付ける 	<ul style="list-style-type: none"> 紐を付ける こけないように重しを入れる 日光で動くようにする 出来るだけ涼しくなるようにする
---	---

「見た目を実感させたい」や「使い勝手を良くしたい」など、様々な意見が出た。この意見の中から、特に「機能面を実感させたい」に学びの方向性が定まった。機能面に関わっていくつか意見が出たうち、「出来るだけ涼しくしたい」の意見にほとんどの子どもが賛同した。

次の学習で「どうすれば涼しく快適に使える扇風機が作れるのか」を考えていくことになった。

4. 2. 2. 第4・5時の子どもの姿から

前時で、「出来るだけ涼しくしたい」という意見が出たため、どうすれば涼しく使える扇風機を作ることができるかを考えた。子どもたちが考えた方法は以下の通りである。

【子どもたちの考え】

- 乾電池の数を増やす。
- モーターをもっといいものにする。
- 乾電池を単3電池から単1電池にする。

- クーラーを入れてから扇風機を回す。
- プロペラの前に氷を置く。

この中からどの方法で実験していくかを話し合った。「モーターをいいものにする」は費用面から断念した。また、「クーラーを入れてから扇風機を入れる」や「プロペラの前に氷を置く」は、扇風機の性能を高めるわけではないので、子どもたちが除外した。また、前時で「軽いハンディ扇風機を作りたい」と意見が挙がっていたことから、「乾電池を単3電池から単1電池にする」も除外された。ただ、乾電池の種類を単3電池から単1電池に変えることは方法として正解である。単3電池よりも単1電池の方が、流れる電流の大きさが大きいので、プロペラの回転速度を高めることが出来るからである。今回子どもたちからこの方法を試そうという意見が出なかったため、授業の中では実験を行わなかったが、教師から実験を見せ、紹介することにした。

このような経緯から、「単3電池の数を増やす」という方法で実験していくことに決まった。そこで「乾電池の数を2つに増やした場合、どのようにつなげばいいのかが問題になった。まずは個人で考え、その後全員の考えの中から、同じつなぎ方を描いているもの同士をグループ分けした。その結果、以下の6つのグループに分けられた（図16）。

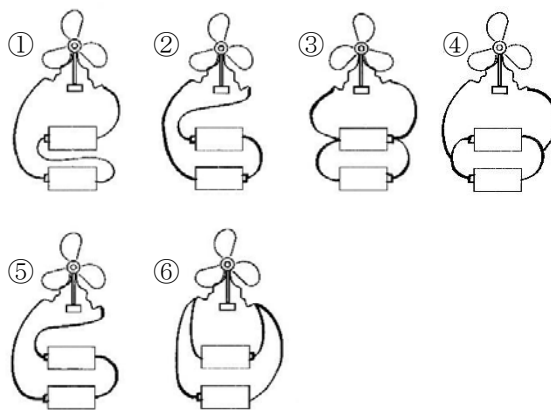


図16 子どもが予想したつなぎ方

この6種類のつなぎ方を実際に試してみて、乾電池1個の時と比べて、プロペラの回る速さが速くなったかを調べた。

4. 2. 3. 第6時の子どもの姿から

この時間の学習問題「涼しい扇風機を作るためにはどうしたらいいだろうか」を確認した後、前時で行った実験結果の共有を行った。その結果は以下の表の通りである（図17）。

つなぎ方	①	②	③	④	⑤	⑥
結果(乾電池1個と比べて)	速くなった	速くなった	速くなった 変わらない	速くなった 変わらない	回らない	回らない (電池がなくなった)

図17 乾電池を2個にした際の実験結果

⑤は回路として成り立っていないため、電流が流れない。また、⑥はショート回路になっているため、プロペラが回らないことを共有することができた。

子どもたちが注目したのは①～④の結果である。①と②の回路は乾電池2個を直列につないでいるため、どこの班も乾電池1個の時と比べてプロペラが速く回ったと答えた。だが、③と④の回路は乾電池2個を並列につないでいるにも関わらず、「速くなった」と「変わらない」と答えた班に分かれた。

そこで、どうして同じ実験をしているのに班によって結果が違っているのかを子どもたちに訊ねた。すると「人によって速いか遅いか感じ方が違うから」と述べた子どもがいたので、どう調べたらいいのか問い返した。子どもたちからは2つの方法が出てきた。

【方法】

- (1) 紙をプロペラの前において飛んだ距離を調べる
- (2) 簡易検流計を使って電流の強さを計る

今回は前時の学習で使用した検流計を使って、再度①～④のつなぎ方で電流の大きさを測ることになった。また、先ほどの班による結果の違いを考察した際に、電池の量が減ったからという意見が出たため、今回は新しい乾電池に交換して実験することにした(図18)。



図18 検流計を使って電流の大きさを測る様子

その結果は以下の通りである(図19)。ちなみに乾電池1つでつないだ際の電流の大きさは0.6Aであった。

つなぎ方	①	②	③	④
検流計で測った電流の大きさ(A)	1.2～1.4	1.2～1.4	0.6	0.4～0.6

図19 それぞれのつなぎ方をした際の検流計の値

以上の結果から①や②のように乾電池を直列につないだ場合は、乾電池1個の時と比べて、電流の大きさが約2倍になるということが分かった。また、③や④のように乾電池を並列につないだ場合は、電流の大きさが乾電池1個の時とほとんど変わらないということが分かった。簡易検流計を使うことで、感覚でプロペラの回る速さを捉えるのではなく、数値で電流の大きさを比べることが出来るということを理解させることができた。

直列つなぎと並列つなぎについて学習した後、次回のハンディ扇風機を作る学習につなげるための振り返りを行った。

ふりかえりのポイント

- ① 今日のめあては達成できたか。
出来たと思ったらどんなところが出来たのか？出来なかったと思ったらどんなところが出来なかったのか？
- ② 今日の授業で初めて知ったこと、分かったこと、もっと知りたくなったことはどんなことか？
- ③ 次の学習につなげたいことはどんなことか？

図20 子どもに提示した単元の振り返りの視点

【ゆうなの振り返り】

並列つなぎにすると、電池1コや電池2コでせん風機を回してもあまり変わらないことが分かったのでよかったです。「直列つなぎ」と「並列つなぎ」があるということが知れました。また、どの扇風機が一番涼しいか分かったので良かったです。ハンディせん風機をもうすぐ作るので、すごく楽しみです。

【ももの振り返り】

電池を新しくすると、すごくすずしくなりました。私は直列つなぎの方が風が強くてすずしくなるので、いいと思いました。せん風機作りに向けて、直列つなぎと並列つなぎのどっちかをしっかり選んで作りたいです。

4. 2. 4. 第7時の子どもの姿から

本単元の最後の時間は、これまでの学習を活かしてハンディ扇風機を作成した(図21)。第3時にどのようなハンディ扇風機を作成したいか訊いた際には、「出来るだけ涼しくしたい」という意見が多かったように、ここ場面子どもたちが作った扇風機もプロペラが早く回るように乾電池2個を直列つなぎにしたものが目立った。またさらに早くしたいということで、家からもう1つ乾電池ボックスを持ってきて、合計3個の乾電池を直列つなぎでつなげる子どももいた。これまでの実験で乾電池は使用すればするほど電力が落ちることが分かっていたので、使わない時はスイッチでオフが出来るように、ペットボトルの側面にスイッチを用意する子どももいた。



図21 ハンディ扇風機を作る時の様子

【ゆういちろうの振り返り】

この前の実験で、電池を2個直列つなぎにするとさらに涼しくなることが分かったので、直列つなぎでせん風機を作りました。これから暑くなるので、作ったせん風機をいっぱい使いたいです。

【りこの振り返り】

私は直列つなぎでせん風機を作りました。電池1つの時より早く回ってすずしいので、直列つなぎにしました。R君が電池を3つ直列つなぎにしている、すごい勢いでプロペラが回っていたので、今度私もやってみようと思いました。

4. 2.5.4 年生実践と成果と課題

本実践では子どもたちが自己調整を行う場面を生むために教師のしかけを2つ準備した。まず「ハンディ扇風機を作るという単元のゴールを提示すること」においては、子どもたちの意欲を掻き立てる目標を設定することで、主体的に学習に取り組む姿勢を生み出すことができた。自分ならどんな扇風機を作りたいか考えさせることで、自ら学習問題を見つけ、課題解決に向けて取り組もうとする姿が見られたことは成果である。

また「ワークシートを工夫すること」についても、子どもたちからたくさん予想を引き出し、互いの考えのズレや実験結果の違いに気付かせ、それを解決するための新しい手立てを考えさせることができた。第6時で電流の大きさの曖昧さについて検流計を使って調べようとした場面は、まさに子どもたちの感じ方のズレから新しい課題を見つけ、既存の知識・技能を活用しながら主体的に考えようとした姿であった。

その一方、課題は単元全体を使った自己調整する姿を引き出すことが出来なかったことである。この要因として、子どもたちに必要な知識・技能が十分に身に付けさせることが出来ていないことが挙げられた。子どもたちが仮に課題を理解していたとしても、その課題を解決するための知識や技能がなければ、「できない」「やめよう」という負に向かう自己調整が働いてしまう。各時間で押さえるべき内容が身につくまで、既存の知識や技能を振り返りながら自己調整する姿につなげることができるはずである。子どもたちが単元を通した幅広い視野で自己調整が行えるような掲示やしかけを考えていきたい。

5. 成果と課題

理科部として、自ら探究しようとする学びを実現するために、「気付き」を生むしかけを施した。

今回の実践で明らかになったことが2つある。1つが「単元の初めに学びのゴールを自覚することが自己調整を促すためには欠かせない」という点である。単元のゴールを意識しながら学びを進めるからこそ、「今の学びでいいのか」と立ち止まったり、「これが明らかになったから次の時間は〇〇しよう」と道筋を決めたりすることができる。5年生も4年生も学習問題を自ら設定していく姿が見られたことは成果である。2つ

目が、「可視化・共有化がズレを生み、主体につながる」である。5年生の実践では、「グラフ化した実験結果を同時に提示する」、4年生での実践では「ワークシートを工夫する」をそれぞれ行った。自分の考えを可視化させ、共有させる中でズレを生ませることをねらった。両実践とも、子どものズレを引き出すことができ、探究の主体の姿につながった。自ら学びに向かうためには主体の姿が欠かせない。子どもが「考えや結果を可視化する→共有する→ズレに気付く→次の学びの道筋を決める」という一連の流れを1時間や単元の中に組み込むことで本校がめざす子どもの育成につながるということが明らかになった。

一方で、教師の出方には課題が残る。5年生では、理科の見方・考え方を働かせるためのしかけが弱く、条件制御ができていない実験方法が出て立ち止まるものがなかった。4年生では、子どもが必要な知識・技能を確実に習得させるためのしかけが弱く、学びを進める中で、後ろ向きな考えをもってしまい、「やっばりやめよう」と学びを止める姿につながってしまった。よりよい学びを子どもたちがつくるためには、理科の見方・考え方を働かせられるようなしかけ。知識・技能を確実に習得させるようなしかけが必要である。今回、「気付き」の場面にスポットを当ててしかけの在り方を探したが、子どもたちが学びをよりよく進めるためのしかけについてさらに研究を進めていきたい。

参考文献

- ・三宮真智子 (2018) 「メタ認知で〈学ぶ力〉を高める：認知心理学が解き明かす効果的学習法」, 北大路書房
- ・田村学 (2019) 『深い学び』を実現するカリキュラム・マネジメント, 文溪堂
- ・文部科学省 (2017) 「小学校学習指導要領解説 理科編平成29年3月告示」
- ・田村学 (2018) 「深い学び」, 東洋館出版社
- ・田村学 (2021) 「学習評価」, 東洋館出版社
- ・奈須正裕 (2017) 『資質・能力』と学びのメカニズム, 東洋館出版社
- ・森本信也 (2007) 「考え・表現する子どもを育てる理科授業」, 東洋館出版社
- ・露木和男 (2007) 「矛盾をうまく取り入れて学力を伸ばす学習指導案」, 学時出版
- ・露木和男 (2019) 『やさしさ』の教育—センス・オブ・ワンダーを子どもたちに, 東洋館出版社
- ・西岡加名恵・石井英真 (2018) 「Q&Aでよくわかる！見方・考え方を育てるパフォーマンス評価」, 明治図書
- ・鳴川哲也 (2021) 「見方・考え方を働かせる問題解決の理科授業」, 明治図書
- ・小林和雄・梶浦真 (2021) 「すべての子どもを深い学びに導く『振り返り指導』」, 教育報道出版社