

令和3年度 第6回「理科モデル授業オンライン研修会」概要

2021年12月25日(土) 16時～19時

主会場：岐阜大学教育学部

参加35名(大学内13名、オンライン22名{学生7名、教員15名})

1 開会 (小倉康埼玉大学教授)

(2) 本日の授業者の紹介(中村琢岐阜大学准教授)

(3) スケジュールの確認、指導案の配布

2 小学校理科モデル授業

(1) 授業者と授業内容

授業者：宮谷郁江(岐阜市立徹明さくら小学校教諭)

授業：小学校第6学年「てこのはたらき」

本時のねらい：

実験用てこを使って、水平につり合う条件を調べる実験を通して、てこが水平につり合うきまりに気付くことができる。

(2) 授業者による事前説明

[学習の流れ]

- ・てこのはたらきに興味をもち、1本の棒を使って重い物を持ち上げる活動を通して、どのようにすれば楽に持ち上げることができるかについて問題を見いだすことができる。(第1時)
- ・支点と作用点の距離を変えたり、支点と力点の距離を変えたりして、手ごたえを調べる実験を通して、支点と作用点の距離を短くすると、小さい力で持ち上げることができ、支点と力点の距離を長くすると小さい力で持ち上げることができるというきまりに気付くことができる。(第2・3時)
- ・てこが傾いているときや水平につり合っているときの様子について「てこを傾けるはたらき」に関わって理解したり、実験用てこの仕組みについて理解したりすることができる。(第4時)
- ・実験用てこを使って、水平につり合う条件を調べる実験を通して、てこが水平につり合うきまりに気付くことができる。(第5・6時) [本時]
- ・学習したことを生かし、てんびんの仕組みについて考え、上皿てんびんを使って、いろいろな物の重さのつり合いや重さを調べることができる。(第7時)
- ・身の回りにある、てこを利用した道具について、支点、力点、作用点を考えたり、使い方を考えたりする活動を通して、それぞれの道具について、どのようにてこのはたらきが生かされているかまとめることができる。(第8・9時)

[本時の学習](本時5/10時)

1本の棒を用いて重い物を持ち上げる時、てこのはたらきを使って作用点を支点に近づけると、小さい力で持ち上げることができることや、力点を支点から遠ざけると、小さい力で持ち上げることができることを、今までの学習から見出してきた。これらを基に、本時との2時間で、実験用てこを使った、水平につり合う条件を調べる実験を通して、てこが水平につり合うきまりに気づくことができることをねらいとする。本時はその1時間目となる。左腕の「おもりの重さ」×「支点からの距離」と、右腕の「おもりの重さ」×「支点からの距離」が同じときに、てこは水平につり合いそうだとするところまでを導きたい。次の時間には、他の条件でも同様なことが当

てはまり、確かなものへと調べていく。

本時は、予想を立て、それに基づいて実験を行い、きまりを見出していくという過程を進めていく。子どもがどういう見通しのもとに実験し、事実をつかみ、考えをつくっているかという点を視て欲しい。

(3) モデル授業の実施・視聴

[記録動画の通り]

(4) 授業者による事後説明 指導法・教材・授業で大切にしている点について

「見通しを持って問題解決していく理科学習」を大事にしている。

① 見通しを持ち易い条件の提示

教科書には、各班が異なる条件で多面的に考える過程を通してきまりを見つけるという進め方が提示されている。算数の反比例の学習を進めていない中で初めて計算が出てくると、理解が難しいと感じる子どもがいることを考慮し、本時では左腕の支点からの距離を6、おもりの重さを10gとして、どのグループにも統一した条件を提示した。生徒の思考の自由度を増やすことで直感的に模索をすることも可能であるが、単に楽しい実験で終わらぬように工夫した。

② 予想する時間の確保

実験用てこに指で押さえる力を加え、支点と力点との距離の違いから感じられる手ごたえの変化から水平につり合うきまりを考える導入により、予想する時間を十分にとることとした。

③ 求められたら提供する教材の準備

次時に色々な条件での確認ができるようにつなげる展開を想定し、クリップに粘土を付けた1gのおもりを用意した。このおもりは、子どもたちがきまりを見出しつつある時に使うためや、自分の予想を確かめる時に、必要となることを想定している。実験の開始から提示するのではなく、子どもが求めたら提供するための教材準備により、問題解決が深められると考える。



図1 1gのおもり

④ 学びの価値づけをしながら問題解決を目指す

見通しを持ち、学習がつながることが大切である。実験に目的があり、「実験が楽しかった」だけで終わらないようにすることも大切に心掛けている。

本時のグループ実験では、早い段階から予想を基に「1gのおもりが欲しい」という声が出た。以前の授業では、まずつり合う箇所を見つけ、支点からの距離が4または5の位置ではおもりが10gから20gの間にあるのでは？という考えが出された。この予想を基に「1g」のおもりを用いた確認実験へと進めた。「おもりの重さ×支点からの距離」という掛け算に気づきつつある子どもは、具体的な数字を挙げ、実験の中で見通しをもって事実を確かめていく繰り返しの中で、



図2 手ごたえの変化

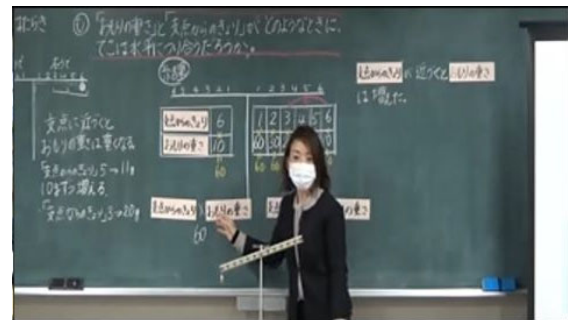


図3 きまりを見つける



図 4 グループ実験の様子

「おもりの重さ×支点からの距離が左右で同じである」というきまりを見出すことができた。

このように、見通しを持って事実を確かめ、この事実を基に次の予想を立てる、という繰り返しの過程を大切にしている。また、「予想する」「結果を予想と比べる」「予想通りではなかったからもう一度実験してみたい」「他の班はどうなったのだろう」という子どもたちの活動から学び方の価値づけをしながら問題解決を目指すことを大切にしていきたい。

3 モデル授業についての協議

(1) グループ協議 20 分間、5名程度のグループ協議

- ・以下の視点を中心に協議を進めた。

「本授業において、子どもがどのような見通しのもとに実験し、事実をつかみ、考えを作ったか。」

- ・グループ協議では、グループ内での「司会者」と「記録係」を決めて進めた。
- ・ブレイクアウトセッションが終わり、協議で出された質問や感想等について、各グループの記録係が報告するとともに、すべてのグループからの報告後、まとめて授業者から回答する形態で協議した。

以下に、報告された主な質問や回答、感想を示す。

《グループ協議後に各グループから報告された事項》

〈感想・意見〉

○授業展開について

- ・予想を立てる時間を十分に取っていることで、子どもたちが見通しを持って実験に取り組める工夫がなされていた。そのため、立てた見通しを確認するための実験に取り組めることで充実していた。
- ・自分なりの見通しを持ちながら、実験を行っている様子がよく分かった。ただ実験するのではなく、自分の予想を基に（こうなるはずだ、だから実験しよう）という、実験を行う意味がより明確にあった。
- ・予想を立てることにおいて、グループ内で話し合い、共有する時間があると、予想の書き方がわからなかったり予想をたてられなかったりする子どもへの配慮にもなるのではないか。
- ・おもりの個数か重さなのかについて統一したほうが話し合いやすかったのではないか。
- ・実験結果の表を示すことで、自分の予想に対する結果の見通しが立てやすいと感じた。
- ・自分の立てた予想に対して、結果の表に対する予想があると、より見通しが持てたのではないか？

- ・支点からの距離が4と5の間ではおもりの重さが1 g単位となるため、扱いが難しい。
 - ・見通しと事実とで考えの往来が多くあり、見通しを立てやすいと感じた。
 - ・きまりを見つけることは難しいことなので、段階を踏んでの進め方もよいと感じた。
 - ・単元全体を通じて子どもの思考に沿った見通しのある授業展開で、素晴らしい授業だと感じた。
- 例：(中学) 光では、単元の導入で一眼レフカメラの仕組みを教材とした。

→単位時間での見通しも単元を通しての見通しも有効。

- ・左腕の支点からの距離を6、おもりの重さを10 gという共通の条件提示での追究で、皆が共通した土台で予想を立てることができていた。
- ・既習事項をもとにつながりをもって「どのくらい重くなっていくのか」という見通しでの実験への取り組みに、素朴な見方があらわれており、展開が素晴らしかった。
- ・前時までの実験結果より、支点からおもりまでの距離が近くなれば水平にするために指の押す力を重く(強く)しないといけないという事実があったので、見通しをもって実験ができた。
- ・おもりを1 gずつ用いることへの気づきを共有するタイミングが難しい。支点からの距離が5の位置のおもり「12 g」という答えは、本当に見通しがないと出ないだろう。大学生ではなく児童だと「1 g」への気づきはあのタイミングからは出せないのではないか。
- ・手ごたえの実験から、数字を使った実験になっている。
- ・前時からつながっていることを意識させる丁寧な導入を行っていた。
- ・中学校では、見通しや予想を立てさせるが、失敗をさせても良いという考えだ。むしろ失敗した理由を追究させたい。小学校では時間的にも能力的にもまだ厳しいかもしれないが、学習の振り返りの中で、問題解決の力を高める指導も行われている。

○教材について

- ・子どもたちの見通しを想定し、1 gや5 gの教材教具の事前準備が素晴らしかった。
- ・同じ条件で進めることで見通しを持ち易い。
- ・グループ同士の交流や、ある点に気づいた班と気づいていない班との交流により、対話的な学びが生まれ、さらに追究を深めるために重要な教材準備が見られた。
- ・おもりをつるして見て、ある程度目星をつけて実験をしていた。

○指導法について

- ・温かい雰囲気、学びやすい授業時間だった。
- ・生徒への声掛けにおいて、思考を促すような切り返しや丁寧な発言が随所に見られた。また指導案にはない指導援助が随所に見られた。

例：切り返し

- ・一人の子どもの予想に「皆さん、わかりましたか？」と、子どもと子どもをつなぐ声掛け。
- ・「今のこと、わかりましたか？」「それってどういうこと？」と、全体に再度投げかけ、思考を促し、丁寧に発言を求める。
- ・子どもの「おお」という発言に対し、「何が“おお”なの？」と、子どもがどんな事実を掴んだのか確認をする。
- ・すぐに板書をせず、計算の考え方が出ても「どういうこと？」と全体への確認を行う。
- ・このような授業の積み重ねによって、理科の学習意欲が高まり、力がつく児童が増えると考えられる。

〈質問・課題〉

質問 つりあつたと思われる際、「水平」かどうかを見た目で判断するのではなく、分度器など指標を設けて判断させるようなことがあるとよいのではないか？「水平」の言葉の定義などがあ

るとよい。また、この過程において1g程度の違いを見出すのならば、基準が大切だと考える。
授業者： 実験用てこには微妙な傾きがあるものもある。つり合い（水平）がわからない場合、実験中のわからなかった点に関する結果を事実として受け止めることや、水平か水平ではないか、わずかな違いを事実として見ようとする視点を大切にしたい。分度器の利用については是非取り入れてみたい。

微妙な傾きがあることをノートに記録として記す。他のグループとの意見交換により、自分たちの結果と比較をしたり、結果の違いが生じたりした理由を考えてみる。そこから、測定に用いたてこの差によるのではないかと考える。事実を見ようとする力が育っていると捉える。
質問 予想の時点で足し算をする子どもが見られたように、予想外の子どもの考えが出てきた場合にはどのように対応するか？

授業者： 1gのおもりを用意し、生徒の予想を基に確かめられることは、一緒に取り組んでみる。その時間では解決できない子どもの考えや予想には「次の時間にやってみよう。」とか「空いている時間に取り組んでみよう。」など、子どもの考えをそのままにせず何かしら応える。
質問 「支点からの距離」×「おもりの重さ」が60になるきまりを導く内容に対して、子どもたちは距離と重さを掛けることにどのような意味を感じているのか？

授業者： 60を「グラム」だと捉えている生徒がいた。60が「手ごたえ」と気づけることが大切だと考える。前時の学習で、実際にてこを手で押してみ、力点の位置を変えると手ごたえの変化を感じられることから、子ども達自身から「手ごたえ」という考えや言葉が発せられることが大切と考えている。
質問 見通しの大切さを踏まえ、今後の授業はどのように進めるか？

授業者： 2か所に「おもり」をつるした実験を行ったグループがあり、その取り組みによって今回のきまりを深く理解できる子どももいれば、難しく感じる子どももいるだろう。今回は決まった条件で進め、次回は異なる条件を導入するという授業の組み立てを工夫したい。

・予想が出ない子どもへの手立て

事象提示より、前時の実用てこで学習した手ごたえと今回の実験用てこがつながるように、敢えて指で力を加えて手ごたえを体感し、次におもりに置き換えるという展開とした。更に何gでつり合うかという予想は子どもたちには難しいので、おもりの位置が支点に近づくことで手ごたえは重くなるという予想ができれば良しとした。

前の学習とつなげるために「手ごたえはどうだったか？」という声掛けを敢えてする。

・見通しを大切にしたい授業展開の工夫

2時間扱いの1時間目で、2か所におもりをかけてつり合うことを見出した子どもがいた。さらに片腕が「掛け算したものの足し算になること」に気づき、発表を希望した子どもがいた。見通しを大切にしたいと考えると、1時間目ではなく次の時間での発表を依頼した。現象が計算とつながった時の喜びを生かし、理解を深めることを次の時間につなげることを大切にしている。今回は見通しを大切に、あえて取り上げなかった。勘が計算へとつながるときもあるので、2時間目の展開を想定し、大事にしている。

《さらに理解を深めるための全体協議》

質問 次の時間の実験の条件づくりは、どのように進めるか？実験を進める上で自分たちで考えて進めるのか、自分なりに予想を立てて実験を進めていくのか？

授業者： 条件づくりはグループ（ペア）で行うが、きまりが確かであればどのような結果が導かれるのかという予想を書かせた上で、その内容を確認するための実験を進めるという展開

を考えている。

質問者： 多くの予想が立てられると期待でき、授業者のコーディネート力も必要になりそうだ。子どもが見通しをもって進めていくからこそ、学びが深まっていくと感じる。

質問 指導案での単元のつくり方の工夫点について説明をお願いしたい。

授業者： 単元のつながりを大事にしたいと考える。単元は大きく3つのまとまりで進める。①実用てこ、②定性的から定量的にてこをとらえ、実用てこのきまりを見つける、③身の回りに役立つてこの働きの利用について、これらそれぞれがつながりをもって理解できるように進める。第4時の実用てこと実験用てこをつなぐ1時間では、用語を押さえ、実物を示して教えていく時間を設けた。さらに、どのてこのきまりが日常の道具にどのように役立っているか、上皿天びんやてこを用いた道具についての学習を設定した。学習の流れは教科書通りに進め、それぞれの単位時間の中でつながりを大事に指導している。

質問 てこの単元で学んだはずである大学生が、てこの働きについて、理解が浅い。計算式を見出し、覚えるところまでは学習済みと考えられるが、「傾けるはたらき」についての概念が育っていないと思う。指導の中で子ども達はどのくらい「傾けるはたらき」に関する理解がすすむと考えられるか？

授業者： 難しいという実感がある。実用てこを学習してきても、つり合わせることのための計算になってしまっていると感じる。だからこそ、実用てこからのつながりを大事にして「傾けるはたらき」の説明をしている。単元の終わりに子ども達へは学びの振り返りを求め、理解の把握に努めている。[①よくわかったこと、②どうしてそれがよくわかったのか？③おもしろかったこと] 振り返りによると、働きと重さと距離の違いが理解しきれていないと思われる子どもがいる。「60」を「60g」と記録したり、「支点からの距離」×「おもりの重さ」による「傾けるはたらき」を重さと捉えたりしている子どももいた。計算に関しては、62名中2名がわからないと回答した。「傾けるはたらき」についての計算ができない児童と概念理解ができていない児童とは異なるようである。

・実践例の紹介

第2時で実験用てこについて学んだ際、定量的な見方の学習後に今一度第1時での実用てこの学習に戻り、手ごたえが軽くなった感覚は手ごたえが〇分の1になった（〇倍軽くなった）という、実用てこの手ごたえの数値化を行った。この手ごたえの可視化から、「傾ける力」をてこのはたらきとつなげ、理解につなげる工夫をした。

4 モデル授業についての講評

(1) 中村琢岐阜大学准教授より

見通しをもって問題解決に導く授業への取り組みである。最初は勘を働かせて試行を繰り返していき、その中から見通しをもち、事実をつかみ、新たな考えをつくっていき具現化するという授業展開であった。

力のモーメント（トルク）は腕の長さ×鉛直方向の力の積で表され、単位はニュートンメートルで表せる。長さ（距離）と重さという2つの異なる物理量の掛け算は「傾けるはたらき」を表し、力のモーメントを示す。子どもたちにとっては、この掛け算の意味するところが分かりにくく、難しい。てこの学習は中学校・高等学校の物理との接続の観点からも重要な単元である。

本時では支点からの距離を6、おもりの重さを10gという条件の指定を行い、量的な関係でとらえる予想を立てた後、この予想が正しいかを調べた。てこを使って持ち上げてみる（力を加える）ことを行い、「手ごたえの変化」を意識させた。手ごたえが変わることが、本時のてこを水

平にすることとどのような関わりがあるのか、机間巡視による声掛けで意識させ、考えさせている。さらにグループでの色々な会話を通し、積み上げを大切にしたい良い授業であった。

見通しをもって観察や実験を行うことを重視している。予想を立てる段階から試行を繰り返すことによって、その結果を受けて更に新たな考えを得る。このプロセスにおいて、予想が正しいかどうか検証することを働きかけていた。用意されているおもり（10g）だけでは解決できないような状況を作り（10の倍数ではない）、矛盾点を用意することで、「おかしい」と思わせる。またそれに対応するような1gや5gのような教材を予め用意し、子ども達に求められたら提供する。このような矛盾点を予め設定した。実験用てこにはあらかじめ吊り下げる位置に穴が空いているので、そこにおもりを吊り下げることで実験を進めた。

個々の実験の事実を積み上げ、そこからきまり（法則）を導くという帰納法だけでなく、自分達が導き出したきまりが本当に正しいかどうか確かめるという演繹法との繰り返しによって授業を展開していく。更に前の授業からのつながりを生かした展開で、非常に興味深い授業であった。

（2）小倉康埼玉大学教授より

指導案に色々な工夫が盛り込まれたものであった。

どのような指導が概念理解につながられるか。子ども達が帰納と演繹を繰り返すことで、より確信が高まっていく授業となっていた。その中で必要に迫られて1gのおもりを用いて確かめなくなり、また細部まで確かめることが可能な探究のしくみが盛り込まれた展開が作られている。本当にそうだという点を見出させて達成感を実感できるような展開になっていた。

理科は計算があるから嫌い、計算が好きではないという子どもが非常に多い。この単元も気を付けなければ、そのようになり易いと思うところである。見出した計算で説明でき、実際にそうなることが確認できることは凄いことである。計算通りになることだという計算をメリットと捉えたと、中学校でも高等学校でも計算が苦手な理科が苦手になることを予防できる。中途半端に計算で終わるのでなく、概念理解につなげることの大切さが感じられ、参考になる授業であった。

5 主催者との対話「本オンライン研修会の発展に向けて」

学校内や地域での理科授業の向上にどう貢献していくことができるか、意見を求めた。

- ・経験がない異校種の学びの機会が得られて良い。
- ・大学生の段階からの理科教育支援の研究を実践中。学生時代から素晴らしい研修に参加できることを有効だと感じている。学生間に勧めたい。
- ・理科教材についての研修の機会は比較的多いが、指導法の研修機会が比較的少なく、重要だと考えている。そこで、公開資料を活用して指導法についての研修を実践することも有効と考える。
- ・土曜の夕方からの開催は、研修内容には興味を持たれるが、家庭の都合で参加が難しいと断られる場合が少なくない。
- ・家庭の夕食の時間と重なってしまうことから、少し時間帯をずらすことを検討いただきたい。
- ・研修は参加によって勉強になる。若手教員の参加が特に大事だと考える。
- ・働き方改革で、強く参加を勧めることは難しいが、研修の時間帯を変えたり時間を短くしたりすることが可能であれば参加しやすくなる。
- ・毎回参加したいののだが、実際はできていない。土曜授業日と重なったり、家庭の事情があったりして、夕方から夜の3時間の確保は難しい。普段の学校の研修では短いものもある。一案として、授業動画をあらかじめ見て、後から集まって協議という方法も可能と考える。