

鹿児島県総合教育センター  
平成26年度長期研修研究報告書

研究主題

推論する能力を育成する理科学習指導の在り方  
—モデル化を重視した授業を通して—

鹿児島市立八幡小学校

教諭 小谷 智美

## 目 次

I	研究主題設定の理由	1
II	研究の構想	
1	研究のねらい	1
2	研究の仮説	2
3	研究の計画	2
III	研究の実際	
1	研究主題及び副題についての基本的な考え方	
(1)	本研究において育成したい「推論する能力」とは	2
(2)	「モデル化を重視した授業」とは	3
2	推論する能力に関する児童の実態調査及び結果と考察	
(1)	実態調査の概要	4
(2)	実態調査の結果と考察	4
(3)	指導上の課題と授業づくりの視点	7
3	推論する能力を育成するモデル化を重視した授業の構想	
(1)	前提の明確化を促す手立て【視点1】	7
(2)	モデル化を促す手立て【視点2】	8
(3)	モデルの活用を促す手立て【視点3】	8
(4)	推論する能力を育成する学習活動の工夫	9
4	検証授業Ⅰの実際と考察	
(1)	概要	10
(2)	授業の実際	14
(3)	成果と課題	15
5	検証授業Ⅱの実際と考察	
(1)	概要	16
(2)	授業の実際	21
(3)	成果と課題	26
6	児童の変容と考察	
(1)	前提の明確化を促したことについて【視点1】	27
(2)	モデル化を促したことについて【視点2】	27
(3)	モデルの活用を促したことについて【視点3】	27
IV	研究のまとめ	
1	研究の成果	28
2	今後の課題	28

※ 引用・参考文献

## I 研究主題設定の理由

次代を担う子供たちが変化の激しい社会をたくましく生き抜いていくためには、自ら問題を見だし、その解決のために必要な知識や技能を活用する力が必要である。小学校学習指導要領解説理科編では、問題解決の能力の系統的な育成のために第3学年では「比較する能力」、第4学年では「関係付ける能力」、第5学年では「条件を制御しながら調べる能力」、第6学年では「推論する能力」の重点的な育成について示されている。特に、第6学年の「推論する能力」は、平成20年の学習指導要領改訂において「多面的に追究する能力」から改められたものであり、中学校における「観察、実験の結果を分析して解釈し表現する能力」への円滑な接続が期待されているものである。

また、本県の理科の学力の状況について『平成25年度鹿児島学習定着度調査結果報告書』には、「小5は記述して説明することが十分でなく、中1、中2では事象同士を関連付けて理解することに課題がある。事象の仕組みをモデルで予想、説明する活動を工夫し、科学的な思考力の発揮による深い理解を図ることに課題がある。<sup>\*1)</sup>」と述べられている。このことは、学習指導において、モデルを用いて思考させることが問題解決の能力の育成につながることを示していると捉えられる。

本校では、児童が問題解決の能力を発揮することで自然や生活とのつながりを実感できるようになることを目指し、校内研修を推進してきた。その結果、複数の事物・現象の差異点や共通点に着目して比較する能力や、事物・現象の変化と関係する要因を特定して関係付ける能力、変える条件と変えない条件を区別して条件を制御する能力については、学年が上がるにつれ高まっている。しかしながら、予想や仮説を設定したり、結論を導き出したりする際に、既存の知識、経験や観察、実験の結果から推論することについては、苦手とする児童が多い状況が見られる。このため、諸学力調査においても、観察、実験の結果から結論を考察させる設問や原理・原則を他の身近な現象に当てはめて説明させる設問など、推論しながら解決することを求める設問に課題がある。

このような課題の背景には、問題解決の過程において推論する児童の姿の具体的な想定やそのような能力を発揮させるための手立てに課題があったと考える。例えば、第6学年「物の燃え方と空気」の学習においては、燃焼前後の空気の質的变化を実験の結果から推論させる必要がある。しかし、空気の変化という視覚的に捉えることのできない現象を児童一人一人がいかにか可視化しながら考え、検討していくのか、その過程や手立ての検討が不十分であった。

そこで、推論する能力を発揮させる場面を重点化するとともに、それらの場面において児童が視覚的に捉えにくい現象について図を用いて抽象化して考えたり、検証可能な具体物に置き換えて実験し考察したりするなど、モデル化を重視した指導が必要であると考える。

このようなことから、本研究では、第6学年において自然の事物・現象の要因や規則性、関係などをモデル化して考えたり説明したりするための手立てを明らかにすることにより、児童が科学的な見方や考え方を養うために必要な推論する能力を育成することをねらいとして本主題を設定した。

## II 研究の構想

### 1 研究のねらい

- (1) 学習指導要領や先行研究等を基に、推論する能力を発揮しながら問題を解決する児童の姿について明らかにする。
- (2) 本校第6学年の児童を対象に、推論する能力について実態を把握し、指導上の課題について明らかにする。
- (3) 自然の事物・現象の要因や規則性、関係をモデル化して考えたり説明したりするための手立てを明らかにする。
- (4) 第6学年を対象に検証授業を行い、本研究の成果と課題を明らかにする。

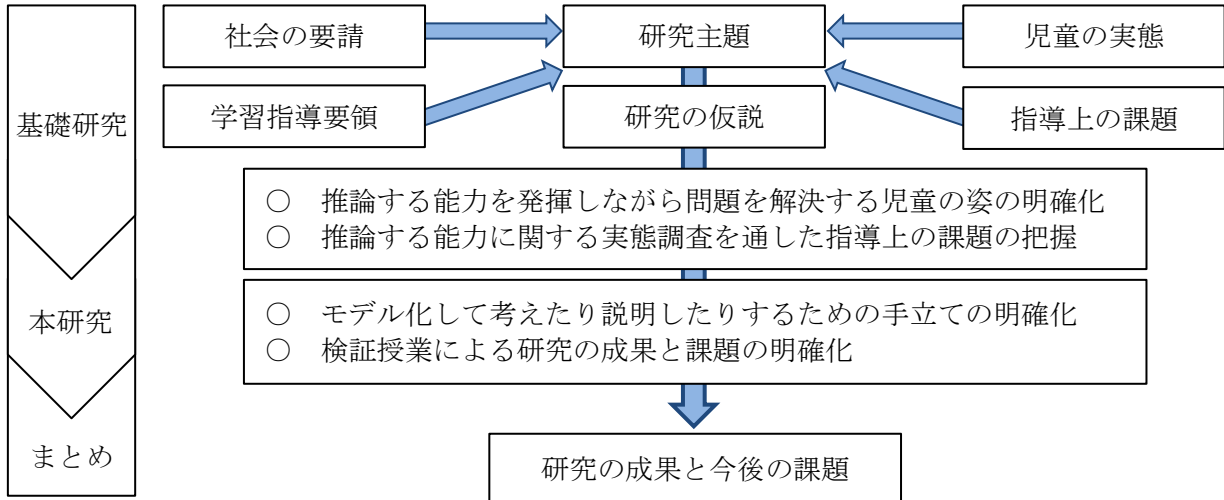
---

\*1) 『平成25年度鹿児島学習定着度調査結果報告書』 平成26年 鹿児島県教育委員会

## 2 研究の仮説

第6学年理科学習指導において、自然の事物・現象の要因や規則性、関係をモデル化して考えたり説明したりする活動を重視して指導すれば、科学的な見方や考え方を養うために必要な推論する能力を育成することができるのではないかと。

## 3 研究の計画



## III 研究の実際

### 1 研究主題及び副題についての基本的な考え方

(1) 本研究において育成したい「推論する能力」とは

日置、矢野は、「推論とは、いくつかの前提から結論を導き出すことである。また、事物・現象から見いだした問題に対し、今までの自分の経験や知識を基に推し量り考えること、予想や仮説をつくり出す思考のことである。<sup>\*2)</sup>」と述べている。このことから、推論するには、まず、推論の前提となる既存の知識や経験、観察、実験の結果を明確にさせることが必要である。次に、これらと比較したり関係付けたりしながら問題に対する予想や仮説、結論を導き出すことが必要であると考え（図1）。

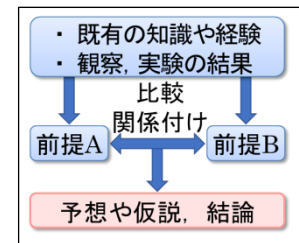


図1 推論する過程

また、推論は、図2に示すような問題解決の過程を通して行わせることによってその能力が育成できるものと考え。その中でも「予想や仮説の設定」の際には既存の知識や経験を基に、また、「考察、結論の導出」の際には観察、実験の結果と予想や仮説を照合したり、友達と交流したりした考えを基に推論させることが大切である。そして、当初の予想や仮説を科学的に妥当な考えとして承認させたり、必要に応じて修正させたりすることが必要であると考え。

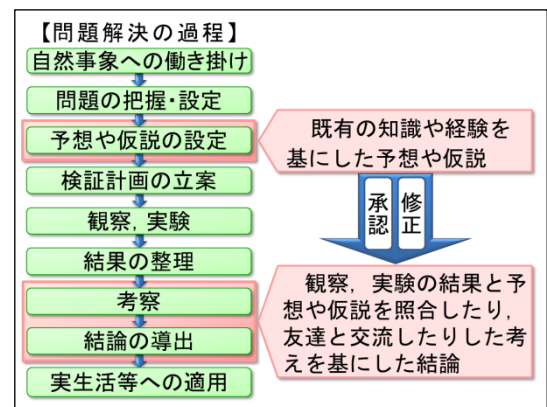


図2 推論する能力が発揮される場面

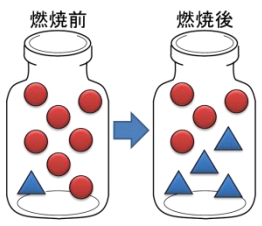

このようなことから、本研究において育成したい推論する能力とは「前提を明確にした上で、それらと比較したり関係付けたりしながら自然の事物・現象の要因や規則性、関係を考察し、科学的に妥当な考えを導き出す能力」とであると捉えた。

\*2) 日置光久、矢野英明 編著『理科でどんな「力」が育つか』 2007 東洋館出版社

(2) 「モデル化を重視した授業」とは

児童が推論を苦手としている要因に、言語だけでは推論の対象をイメージしたり、自分の考えを分かりやすく説明したりすることが難しいことが挙げられる。そこで、複雑な自然の事物・現象をその特徴や関係性が表れるように図示したり、具体物等に置き換えたりして考察する「モデル化」を重視することが推論を促すことに有効であると考えた。第6学年においては、表1のように各区分で推論の対象が示されているが、これらは、複数の内容を比較したり関係付けたりしながら、要因や規則性、関係を推論する必要がある。そのため、この例のように、視覚的に捉えることのできない酸素や二酸化炭素を記号に置き換えたり、血液の流れを矢印で表したりすることで推論の対象が可視化され、児童の考察や表現活動を促すと考える。

表1 各区分の推論の対象とモデル化の例

区分	「A物質・エネルギー」	「B生命・地球」
推論の対象	燃焼，水溶液，てこ及び電気による現象についての要因や規則性	生物の体のつくりと働き，生物と環境，土地のつくりと変化の様子，月と太陽の関係
モデルとその説明の例	 <p>● 酸素 ▲ 二酸化炭素</p> <p>ろうそくの火が消えるのは、空気中の酸素の一部が使われて、二酸化炭素ができるからである。</p>	 <p>肺 ← 酸素の多い血液 → 心臓 → 全身 ← 二酸化炭素の多い血液 →</p> <p>肺で取り入れられた酸素は、血液によって心臓から全身へ運ばれ、体の各部分で二酸化炭素と入れ替わる。二酸化炭素は、血液によって心臓を通り肺へ運ばれ、そこで、酸素と入れ替わる。</p>

このようにモデル化を図りながら推論することは、視覚的に捉えることが難しい要因や規則性、関係についての理解を深めるとともに、主体的に問題解決に取り組むことにつながると考える。特に、問題に対する予想や仮説が明確になれば、検証計画を具体的に立てることができ、予想や仮説と照らし合わせながら観察、実験を進められるため、結論も導きやすくなる。また、友達と考えを共有することができるため、互いに吟味し合うことで、より科学的に妥当な考えに高めることが期待できる。さらに、実生活等への適用を図ったり、問題を見いだしたりする場合にもモデルを用いることで、習得した知識・技能の活用を図りやすくなると考える。そこで、本研究における「モデル化を重視した授業」とは、問題解決の過程において、表2に示すような児童の姿の具現化を目指す授業であると捉えることにした。

表2 「モデル化を重視した授業」において目指す児童の姿

問題解決の過程		児童の姿
つかむ	自然事象への働き掛け 問題の把握・設定	事象提示と既存の知識や経験を関係付けたり、互いの考えをモデルを用いて比較したりして、共通点や差異点に気付き、問題を見いだすことができる。
見通す	予想や仮説の設定 検証計画の立案	既存の知識や経験を基に、モデルを用いて予想や仮説を立て、条件に着目して検証計画を具体的に立てたり結果を予想したりすることで見通しをもつことができる。
調べる	観察，実験	検証計画に基づいて、観察，実験を正しく行い、結果を明確に捉えることができる。
吟味する	結果の整理 考察	結果を予想や仮説と照合したり、友達と交流したりした考えを基に、自分の考えたモデルを承認したり修正したりすることができる。
まとめる	結論の導出	導き出した結論をモデルや科学的な言葉、概念を用いて説明することができる。
つなぐ	実生活等への適用	モデルを用いて、身の回りの事物・現象を説明することができる。

## 2 推論する能力に関する児童の実態調査及び結果と考察

### (1) 実態調査の概要

調査目的	推論する能力に関する児童の実態を把握し、指導上の課題を探る。
実施日	平成26年6月5日(木)
調査対象	鹿児島市立八幡小学校 第6学年 117人
調査方法	○ 平成24年度全国学力・学習状況調査(小学校理科)、TIMSS2007の調査問題(一部)及び自作問題の出題による調査 ○ 質問紙(4件法による選択式)による意識調査

### (2) 実態調査の結果と考察

#### ア 調査問題による調査の結果と考察

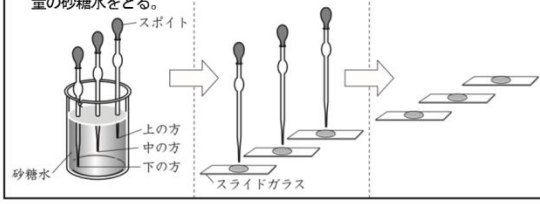
調査には「平成24年度全国学力・学習状況調査(小学校理科)」で出題された「水溶液の均一性」に関する問題を一部改編した問題(調査1)、「TIMSS2007」で出題された「光源の色とシャツの色の見え方」に関する問題(調査2)及び「物の燃焼による空気の変化」に関する自作問題(調査3)を用いた。その結果は、表3～5のとおりであった。

#### (ア) 調査1「水溶液の均一性」に関する問題

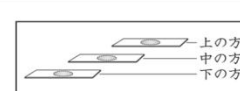
1 細かく割った氷砂糖を水に入れて、よくふってすべてときました。その砂糖水を1日おき、下のように実験を行いました。

**実験方法**

1 スポイトで上の方、中の方、下の方のちがう高さから、混ぜないようにゆっくりと同じ量の砂糖水をとる。	2 同じ量の砂糖水を、スライドガラスにのせる。	3 水を自然に蒸発させ、出てきた砂糖の量を比べる。
--	-------------------------	---------------------------





**実験結果**




水を蒸発させると、どれからも同じ量の砂糖がでてきました。

上の実験結果から、とけている氷砂糖のようすを表した図はどれですか。下の1から4までの中から1つ選んで、その番号を書きましょう。また、その番号を選んだだけを書きましょう。

1  


2  


3  



4  


表3 調査1の結果

選択肢	回答率	正誤	主な理由 ※ ( ) 内の数字は、全体に対する回答率
1	1.7	誤答	・ 水と混ざらず、浮いていると考えたから。(1.7)
2	0	誤答	
3	6.8	誤答	・ 下に砂糖が沈んでいると考えたから。(6.8)
4	91.5	正答 (87.2)	・ どれからも同じ量の砂糖が出てきたという実験結果より砂糖が液全体に広がって溶けていると考えられるから。(38.5) ・ どれからも同じ量の砂糖が出てきたから。(28.2) ・ 砂糖水は水溶液であり、砂糖は液全体に広がって溶けているから。(20.5)
		誤答 (4.3)	・ 水と混ざったから。(2.6) ・ 未記入(1.7)

表3から、87.2%の児童が実験結果や既存の知識を基に水溶液の均一性を推論していることが分かる。しかし、そのうち28.2%の児童は実験結果のみを、20.5%の児童は既存の知識を主な理由に挙げている。そして、誤答であった児童は、実験結果を基に推論していないと捉えられる。このことから、約6割の児童は、実験結果から水溶液の均一性を推論し、理由を的確に述べることに課題があると考えられる。そこで、実験結果の明確化を促す手立てや実験結果と関係付けて結論を述べさせる手立てが必要である。



(イ) 調査2 「光源の色とシャツの色の見え方」に関する問題

2 しんじさんといちろうさんは洋服店に行って、オレンジ色のシャツを買いました。家に帰るとちゆう、2人は新しいオレンジ色のシャツを友達に見せるために、ふくろをあけてみました。そこで、2人はシャツはオレンジ色ではなく、赤く見えることに気づきました。

しんじさんといちろうさんは電灯と4種類の色がついた電球（白い電球、赤い電球、黄色い電球、緑色の電球）を用意しました。2人は買ったばかりのシャツを持ってきて、ちがう色の電球の下で見てみました。下の絵は、ちがう色の電球の下で見た新しいシャツ

白い電球 赤い電球 黄色い電球 緑色の電球

赤く見える 赤く見える オレンジ色に見える 黒く見える

しんじさんは、「まちがったシャツをわがされたのだ」と思いましたが、いちろうさんは「シャツの色がちがって見えるのは、日光と店の照明とがちがうためだ」と思いました。2人は、どちらが正しいのかを調べることにしました。

しんじさんといちろうさんは、店でまちがったシャツをわがされたのでしょうか。

(1) どちらだと思いますか。① はい ② いいえ  
(2) その理由を説明しなさい。

表4 調査2の結果

選択肢	回答率	正誤	主な理由※ ( ) 内の数字は、全体に対する回答率
はい	14.5	実験結果は捉えているが誤答 (6.0)	<ul style="list-style-type: none"> <li>電球の色でシャツの見え方が違うから。(4.3)</li> <li>黄色い電球だとオレンジ色に見えるから。(1.7)</li> </ul>
		誤答 (8.5)	<ul style="list-style-type: none"> <li>太陽の色が(赤色・オレンジ色)だから。(2.5)</li> <li>そのほか(5.1)</li> <li>未記入(0.9)</li> </ul>
いいえ	84.6	正答 (72.7)	<ul style="list-style-type: none"> <li>光の色でシャツの見え方が違うから。(38.5)</li> <li>店の電球は黄色でシャツはオレンジ色に見えるが、太陽の光では赤色に見えるから。(12.0)</li> <li>黄色い電球だとオレンジ色に見えるから。(22.2)</li> </ul>
		誤答 (11.9)	<ul style="list-style-type: none"> <li>日光が反射したから。日光は赤色だから。(4.3)</li> <li>店員や自分が間違はずがないから。(3.4)</li> <li>何となく、そんなこともあるから。(1.7)</li> <li>未記入(2.5)</li> </ul>
無回答	0.9	無答	<ul style="list-style-type: none"> <li>未記入(0.9)</li> </ul>

表4から、72.7%の児童が実験結果を基に光源の色によってシャツの見え方が違うことを推論していることが分かる。しかし、そのうち22.2%の児童は、実験結果のみを理由にしている。また、6.0%の児童は、実験結果を捉えているがそのことが結論に結び付かなかったと考えられる。そして、誤答であった児童は、推論する際、実験結果を基にしていまいと捉えられる。このことから、約5割の児童は、店の中と外のシャツの色の見え方を比較したりその変化の要因を実験結果と関係付けたりして結論を導き出すことに課題があると考える。そこで、複数の事実や実験結果の比較、関係付けを促すようなカードを準備しておき、考えを整理させながら可視化させる必要がある。

(ウ) 調査3 「物の燃焼による空気の変化」に関する問題

3 花子さんは、集気びんの中でろうそくの火が消えるまでろうそくを燃やしました。次に、ろうそくが消えた集気びんの中に、ろうそくを再び入れましたが、ろうそくはすぐに消えてしまいました。

ろうそくが燃える前と後では何が違うのか、集気びんの絵を使って図や言葉で表しましょう。

燃焼前 燃焼後

酸素 二酸化炭素 酸素 二酸化炭素

図3 調査3における児童の表現例

表5 調査3の結果

回答類型	回答率	正誤	表現内容
ア	25.6	正答 (49.5)	酸素が減少し、二酸化炭素が増加していること及び窒素の量には変化がないことを記号を用いて図示している。
イ	23.9		酸素が減少し、二酸化炭素が増加していることを図示している。
ウ	16.2	誤答 (45.4)	酸素もしくは二酸化炭素のいずれかのみ増減を図示している。
エ	29.2		図示しているが、記号の意味等が読み取れない。
オ	5.1	無答	無回答

表5から、49.5%の児童が燃焼前後の酸素と二酸化炭素の増減を図示して推論していることが分かる。しかし、約5割の児童は、目に見えない空気の変化について、図示して考えることを苦手としていると捉えられる。このことから、視覚的に捉えにくい事象を具体物等に置き換えて推論することに課題があると考えられる。そこで、それらの特徴や関係性が表れるように図示したり具体物等に置き換えたりして考察させる指導の工夫が必要である。

イ 意識調査の結果と考察

図4から、観察、実験の結果を基に考察することより、根拠のある予想を立てることができるといえる。このことから、観察、実験の結果を基に考察している児童が多いことが分かる。このことから、予想や仮説の根拠となる既知の知識や経験を想起することに課題があると考えられる。これは、知識が身に付いていなかったり経験が不足していたりすることが要因と考えられる。そこで、既知の知識や経験の明確化を促す手立てが必要である。

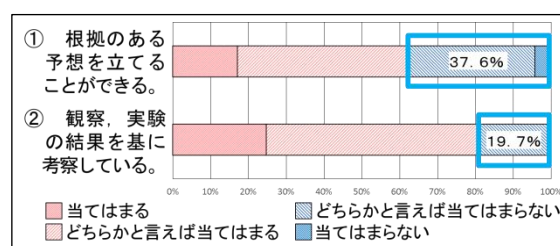


図4 前提に基づいた予想や考察について

図5から、比較することや変化の要因を意識していない児童がいることが分かる。また、条件を制御することについては、多くの児童が意識していることが分かる。このことから、比較する対象や視点を明確にしたり変化する要因を関係付けたりすることに課題があると考えられる。このことは、児童自ら検証計画を立案することについて、低い状況にあることから分かる(図6)。これは、比較する対象や観察、実験の視点を児童が意識する前に教師が与えてしまい、児童の主体的な検証計画の立案に至っていないことが考えられる。そこで、観察、実験の見通しを具体的にもたせる指導の工夫が必要である。

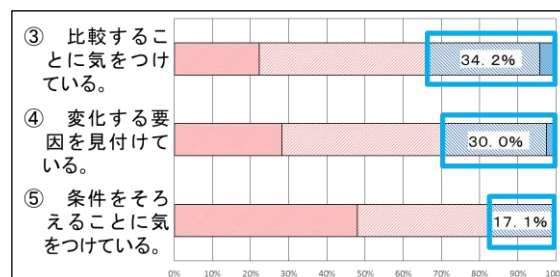


図5 問題解決の能力について

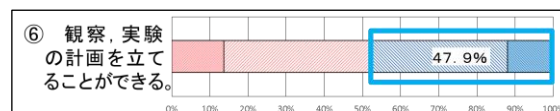


図6 検証計画立案について

図7から、自分の考えを絵や図を用いて表現したり、説明したりすることに課題があると考えられる。これは、児童が絵や図を用いて考えたり説明したりする場を教師が意図的に設定していなかったことが要因として考えられる。そこで、絵や図を用いて考察させたり説明させたりする手立てが必要である。

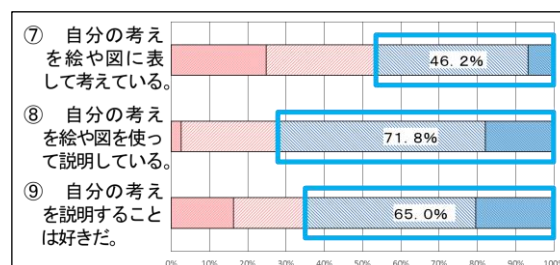


図7 自分の考えを表現することについて



(3) 指導上の課題と授業づくりの視点

実態調査で得られた指導上の課題を踏まえ、授業づくりの視点を表6のように設定し、推論する能力を育成するモデル化を重視した授業を構想することにした。

表6 指導上の課題に対する授業づくりの視点

指導上の課題	授業づくりの視点
<ul style="list-style-type: none"> <li>推論の前提となる、既存の知識や経験、観察、実験の結果を明確にすることができない児童が見られる。</li> </ul>	<b>【視点1】前提の明確化を促す手立て</b> ア 既存の知識や経験の明確化 イ 観察、実験の結果の明確化
<ul style="list-style-type: none"> <li>事物・現象と既存の知識や経験を比較したり関係付けたりして予想や仮説を設定できない児童が見られる。</li> <li>観察、実験の結果と予想や仮説を照合して結論を導き出せない児童が見られる。</li> <li>図や絵を用いて推論したり説明したりする経験が少ない児童が見られる。</li> </ul>	<b>【視点2】モデル化を促す手立て</b> ア 「モデルカード」等の活用 イ モデルを用いた児童の表現例の想定 <b>【視点3】モデルの活用を促す手立て</b> ア モデルの比較による問題発見 イ モデルを用いた説明 ウ モデルを用いた実生活等への適用

3 推論する能力を育成するモデル化を重視した授業の構想

(1) 前提の明確化を促す手立て【視点1】

ア 既存の知識や経験の明確化【視点1-ア】

予想や仮説を設定するためには、その前提となる既存の知識や経験を明確にさせる必要がある。そこで、内容の系統性を踏まえた指導を行うために、取り扱う単元において活用を促したい知識や経験について整理することにした。その際、学習指導要領に示された

「エネルギー」、「粒子」、「生命」、「地球」といった科学の基本的な見方や概念を柱に、内容の系統性を踏まえることが大切であると考えた。例えば、第6学年「燃焼の仕組み」は、表7に示すように、「粒子」の内容構成のうち、「粒子の存在」と「粒子の結合」に関わる単元として位置付けられている。ただし、本単元において推論する際には、「粒子の保存性」や「粒子のもつエネルギー」に関わる内容の既習単元で得た知識も前提として用いる必要がある

(図8)。また、単元によっては、他の区分や他教科等において培った知識や経験が発揮される場合もある。そのため、授業前には、当該単元において活用を促したい知識や経験を明確にした上で、それらについての児童の実態を把握することが必要であると考えた。さらに、児童がこれまで身に付けてきた知識や経験をどのように比較したり関係付けたりして推論に生かすことができるのかを図9のような調査により把握し、個に応じた指導に生かすようにした。

表7 「粒子」の内容構成

学年	粒 子			
	粒子の存在	粒子の結合	粒子の保存性	粒子のもつエネルギー
3			物と重さ	
4	空気と水の性質			金属、水、空気と温度
5			物の溶け方	
6	燃焼の仕組み			

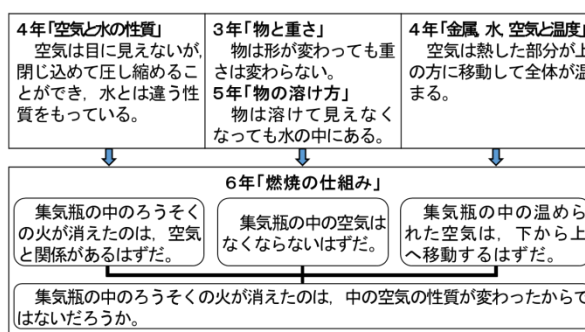


図8 「燃焼の仕組み」に関連する内容

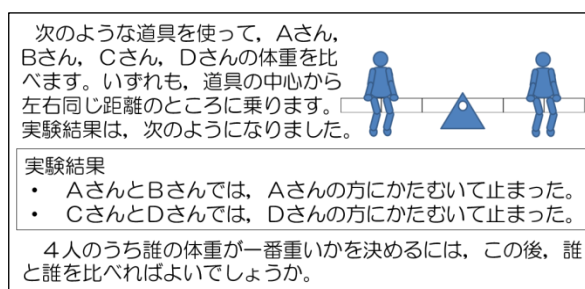


図9 実態調査例

イ 観察、実験の結果の明確化【視点1ーイ】

妥当性が高い結論を導き出すためには、その前提となる観察、実験の結果を明確に捉えさせる必要がある。そこで、主体的な観察、実験を行わせるために、問題に対する予想や仮説に基づいた検証計画を立案させ、観察、実験の対象や視点を明確にさせることにした。その際、「この考えが正しければ、実験の結果は～となるはずだ。」などと、どのような結果が得られれば、問題に対する予想や仮説が承認できるのか見通しをもたせるようにした。そのため、実験は目的に応じて複数回行わせたり、結果は表やグラフに整理させたりして、互いの班の結果を吟味し合うことで結果の信頼性を高めさせるようにした。

(2) モデル化を促す手立て【視点2】

ア 「モデルカード」等の活用【視点2ーア】

「見通す」過程においては、児童自ら、モデル化を図りながら自分の考えを可視化させ、予想や仮説を明確にさせる必要がある。また、それらを基に、条件を制御した実験を具体的に企画させ、観察、実験の結果を明確にさせる必要がある。そこで、写真1のような「モデルカード」を活用させることで思考を促すようにした。この「モデルカード」は、表8に示すように3

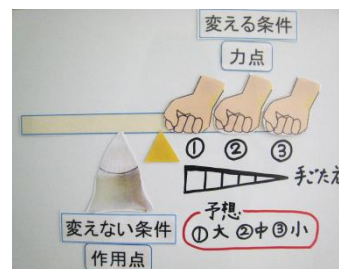


写真1「モデルカード」の例

表8「モデルカード」の種類

具体物カード	問題解決カード	用語カード
<ul style="list-style-type: none"> <li>・ てこの棒</li> <li>・ 砂袋</li> <li>・ 酸素を置き換えた記号 など</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 比べる</li> <li>・ 原因</li> <li>・ 変える条件</li> <li>・ 変えない条件 など</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 支点</li> <li>・ カ点</li> <li>・ 作用点</li> <li>・ 酸素 など</li> </ul>

種類を準備した。その際、「具体物カード」やホワイトボードを複数準備しておくことで変える条件を意識させたり、対象を変えた実験を対比させたりしながら検証計画を立てさせることにした。また、ホワイトボードマーカーは、一人1本用意し、これらを使って個人で思考、表現する時間を十分確保することにした。そして、モデルを用いて班や学級全体で吟味させることで、互いの考えの交流を深めさせることにした。

イ モデルを用いた児童の表現例の想定【視点2ーイ】

どの児童にも推論する能力を育成するためには、一人一人の推論の状況を評価規準に基づいて見取り、補充指導や深化指導に生かすことが必要である。そこで、図10のように「おおむね満足できる」状況の児童の表現例をモデルとともに想定し、授業に臨むことにした。また、図11のように、児童の表現に応じて考えを引き出すための発問も想定した。その際は特に、前提を明確にした推論を意識させるために、観察、実験の結果を確認させるようにした。

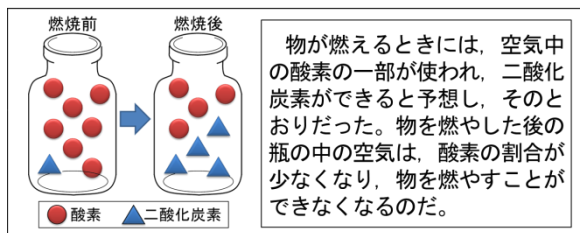


図10 児童の表現例

児童の表現例 (燃焼後)	実験の結果はどうでしたか。集気瓶の中に酸素や二酸化炭素はありますか。	実験の結果はどうでしたか。集気瓶の中に酸素はまだ残っていますか。	どうして、そのように考えたのですか。どのように説明しますか。

図11 考えを引き出す発問の想定

(3) モデルの活用を促す手立て【視点3】

ア モデルの比較による問題発見【視点3ーア】

「つかむ」過程においては、児童自ら問題を見いだす必要がある。そこで、モデル化した互いの考えを比較させることで、児童は差異点や共通点に気付くやすくなり新たな問題を見いだすことができると考えた。例えば、図12のように、物の燃焼に酸素がどれだけ使われたかが分からないことから定量的な実験の必要性に気付かせるようにした。

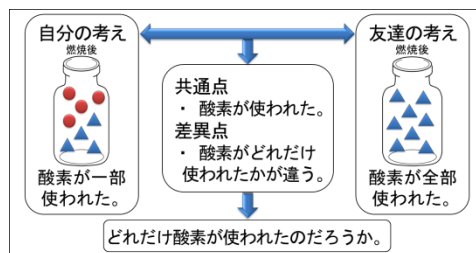


図12 問題を見いだすモデルの例

イ モデルを用いた説明【視点3-イ】

「吟味する」過程においては、観察、実験の結果と予想や仮説を照合したり、友達と交流したりした考えを基に自分の予想や仮説を科学的に妥当な考えとして承認したり、必要に応じて修正したりして結論を導き出させる必要がある。そこで、友達と考えを交流する時間を十分確保し、モデルを用いて自分の考えを説明させたり、互いの考えを共有させたりすることにした。

「まとめる」過程においては、科学的な言葉や概念を用いて説明させる必要がある。そこで、「～と予想したが、そのとおりだった。だから、～と言える。」などといった結論の述べ方や活用させたいキーワードを確認した上で、モデルを用いて説明させるようにした。

ウ モデルを用いた実生活等への適用【視点3-ウ】

「つなぐ」過程においては、導き出した規則性を実生活等へ適用させることで学習したことの有用性を感じさせる必要がある。そこで、身近な事物・現象についてモデルを用いて説明させることにした。その際、それまで定性的な表現をしていたモデルは定量的な表現で説明するように促した。例えば、てこを傾ける働きを表したシーソーのモデル図は、支点から力を加える位置までの距離を定量的に表現させることで知識・理解が更新されたことを実感させるようにした（図13）。

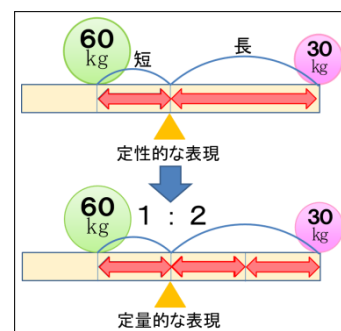


図13 モデルの更新例

(4) 推論する能力を育成する学習活動の工夫

授業づくりの視点に基づいて、推論する能力を育成する学習活動の工夫を表9のように学習過程に沿って位置付け、検証授業を行うことにした。

表9 推論する能力を育成する学習活動の工夫

過程	授業づくりの視点			推論する能力を育成する学習活動の工夫	教師の働き掛け【発問】
	1	2	3		
つかむ	○		○	<b>【1】</b> 試行的な活動を行ったり、提示された事象と既存の知識や経験を関係付けたりする。 <b>【3】</b> 互いの考えをモデルを用いて比較し、共通点や差異点に気づき、問題を見いだす。	<ul style="list-style-type: none"> <li>何を知っているのかな。</li> <li>何が分からないのかな。</li> <li>共通点や違いは何か。</li> <li>何が問題なのかな。</li> </ul>
見通す	○	○		<b>【1】</b> 既存の知識や経験を基に予想や仮説を立てる。 <b>【2】</b> 予想や仮説をモデル図に表し、条件に着目して検証計画を具体的に立てたり、結果を予想したりすることで観察、実験の見通しをもつ。	<ul style="list-style-type: none"> <li>予想の根拠は何か。</li> <li>予想を図に表すとどうなるかな。</li> <li>何かに置き換えて考えることはできるかな。</li> </ul>
調べる	○			<b>【1】</b> 検証計画に基づいて観察、実験を正しく行い、結果を明確に捉える。	<ul style="list-style-type: none"> <li>何を比べているのかな。</li> <li>結果は予想どおりかな。</li> </ul>
吟味する	○	○	○	<b>【1】</b> 結果を表やグラフに整理し、吟味する。 <b>【2】</b> 結果を予想や仮説と照合したり、友達と交流したりした考えを基に、自分の考えたモデルを承認したり修正したりする。 <b>【3】</b> 自分の考えをモデルを用いて説明する。	<ul style="list-style-type: none"> <li>結果は正しいのかな。</li> <li>結果と予想を比較して言えることは何か。</li> <li>自分の考えと友達のかの共通点や違いは何か。</li> </ul>
まとめる			○	<b>【3】</b> 導き出した結論をモデルや科学的な言葉、概念を用いて説明する。	<ul style="list-style-type: none"> <li>分かりやすく説明するためにはどうすればよいか。</li> <li>特徴は表れているかな。</li> </ul>
つなぐ			○	<b>【3】</b> 見いだした規則性を基に身の回りの事物・現象についてモデルを用いて説明する。	<ul style="list-style-type: none"> <li>見付けたきまりを使って説明できることはあるかな。</li> </ul>

【1】 →前提を明確にするための学習活動

【2】 →モデル化を図るための学習活動

【3】 →モデルを活用するための学習活動



#### 4 検証授業 I の実際と考察

(平成 26 年 6 月 30 日～7 月 3 日, 対象: 本校第 6 学年 117 人, 3 学級において実施)

##### (1) 概要

ア 単元名 「生き物の暮らしと環境」

イ 単元のねらい

本単元は、第 3 学年「身近な自然の観察」の学習を踏まえて、「生命」についての基本的な見方や概念を柱とした内容のうちの「生物と環境の関わり」に関わるものである。ここでは、生物と環境の関わりについて興味・関心をもって追究する活動を通して、生物と環境との関わりを推論する能力を育てるとともに、それらについての理解を図り、環境を保全する態度を育て、生物と環境との関わりについての見方や考え方をもちことができるようにする。

ウ 児童の実態

本単元は、これまで学習した単元と関わり深い内容である。そこで、児童が生物と環境との関わりを推論する際には、「生命」といった科学の基本的な見方や概念を柱とした内容(表 10)の外に「粒子」といった科学の基本的な見方や概念を柱とした内容の既習単元で得た知識も前提として用いる必要がある。

具体的には、まず、第 1 次「生物と空気の間わり」について推論する際は、図 14 に示すように「粒子の存在」や「粒子の結合」で培った知識が発揮される必要がある。

次に、第 2 次「生物と水の間わり」について推論する際は、図 15 に示すように「粒子のもつエネルギー」で培った知識が発揮される必要がある。

そして、第 3 次「生物同士の食べ物を通した関わり」について推論する際は、図 16 に示すような知識が発揮される必要がある。

しかし、児童がそれぞれの内容を総合的に関係付けて生き物同士のつながりを捉えることはこれまでほとんどなかった。また、児童にとって呼吸をしたり、水を飲んだりする行為はごく当たり前のことで、自分自身と空気や水との関わり合いについての関心は低いと思われる。また、直接、口にす

表 10 「生命」の内容構成

生 命				
学年	生物の構造と機能	生命の多様性と共通性	生命の連続性	生物と環境の関わり
3				身近な自然の観察
4		季節と生物		
5		植物の発芽、成長、結実 動物の誕生		
6	人の体のつくりと動き 植物の養分と水の通り道			生物と環境

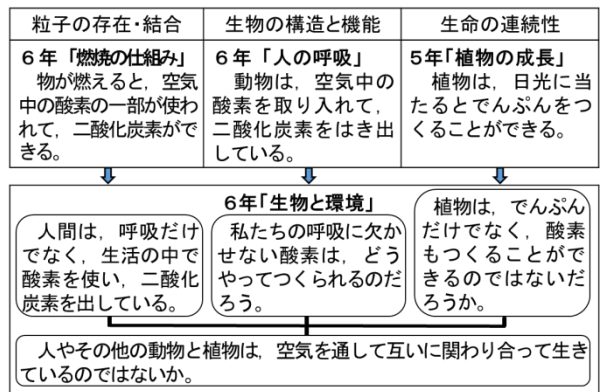


図 14 「生物と空気の間わり」に関連する内容

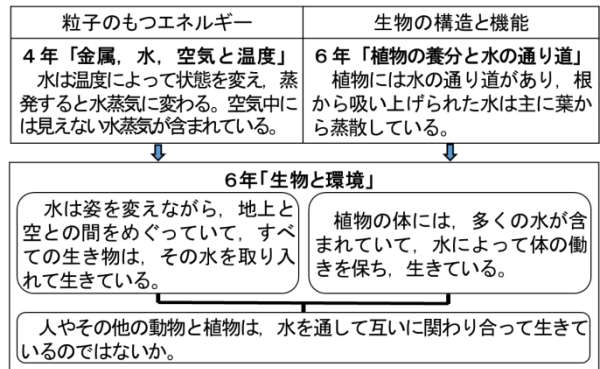


図 15 「生物と水の間わり」に関連する内容

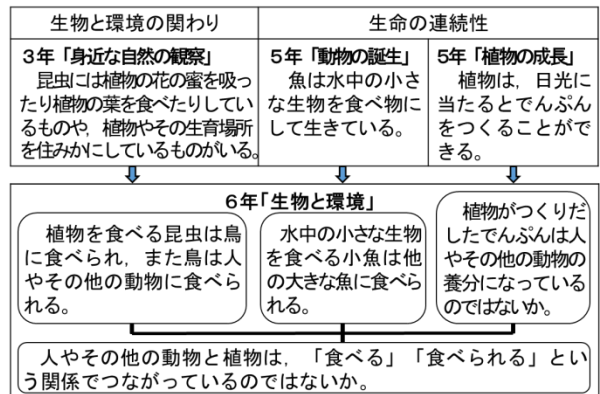


図 16 「生物同士の食べ物を通した関わり」に関連する内容

る食べ物とのつながりは感じられるがその他の動植物とのつながりはあまり感じられていないと思われる。そこで、既存の知識や経験、観察、実験の結果や調べた情報を基に、モデル化を図らせながら自分の考えの可視化を促すことで、生物と空気や水、また生物同士を関係付けて、生物と環境の関わりについて推論させていく必要があると考えた。

#### エ 検証授業 I における具体的な手立て

##### (フ) 前提の明確化を促す手立て【視点 1】

単元の導入では、生物が生きていくために必要な物についてイメージマップを用いて整理させることで、空気や水、食べ物を通した生物同士の関わりに焦点化させる。

第 1 次では、人やその他の動物が空気とどのように関わっているか想起させることで、人やその他の動物が酸素を必要としていて、二酸化炭素を放出していることに気付かせる。また、植物に袋をかけて日光に当てる前後の空気の気体の割合を調べることで、植物が酸素を出していることを捉えさせる。

第 2 次では、水が蒸発することや空気中に水蒸気があることを想起させることで、自然界の水が地球上を巡っていることに気付かせる。その際、資料だけではなく、植物の葉を乾燥させて重さを比べる実験から生物には多くの水が含まれていて、全ての生物は水がないと生きていくことができないことを捉えさせる。

第 3 次では、昆虫には、植物の花の蜜を吸ったり植物の葉を食べたりしているものや、植物やその生育場所をすみかにしているものがあることを想起させたり、稲の葉を食べるバッタ、バッタを食べるカエル、カエルを食べるヘビ、ヘビを食べるキツネ、キツネを食べるワシといったような写真を提示したりすることで、食物連鎖について理解させるようにする。その際、資料だけではなく、ダンゴムシが葉を食べる様子や煮干しの胃の中を観察させて、食べ物の元をたどると植物にたどり着くことや海の中でも食物連鎖が起きていることを捉えさせる。

##### (イ) モデル化を促す手立て【視点 2】

「見通す」過程においては、既存の知識や経験を基に予想や仮説を設定する際、生物と空気、水との関わりや生物同士の関わりについて矢印を用いて図に表現させることで、予想や仮説を可視化させる。

「吟味する」過程においては、想定しておいた表現例を基に児童を見取り、その状況に応じた補充指導や深化指導を行うことで児童一人一人に結論を導かせるようにする。

##### (ウ) モデルの活用を促す手立て【視点 3】

「つかむ」過程において第 1 次では、人やその他の動物と空気との関わりを矢印でつないで図に表現させることで、「生物に必要な酸素は、どのようにしてつくり出されるのだろうか。」という問題を見いださせるようにする。第 2 次では、人やその他の動物、植物と水との関わりを矢印でつないで図に表現させることで、「生物にとって必要な水は、どこからくるのだろうか。」という問題を見いださせるようにする。第 3 次では、人の食べ物の元をたどらせることで、「生物は、食べ物を通してどのようにつながっているのだろうか。」という問題を見いださせる。

「吟味する」過程においては、結果を予想や仮説と照合したり、友達と交流したりした考えを基に結論を導き出す際、予想や仮説を設定する際に用いたモデルを使って振り返らせることで、そのモデルを承認させたり、必要に応じて修正させたりする。

「まとめる」過程においては、承認、修正されたモデルを用いて、班から学級へ、段階を踏まえて結論を説明させることで、科学的な言葉や概念を使ったより分かりやすい説明の仕方を身に付けさせるようにする。



「つなぐ」過程においては、生物と空気や水との関わりや生物同士の関わりを表したモデル図を図17に示すように重ねていくことで、生物と環境や生物同士のつながりが深いことを捉えさせるようにする。

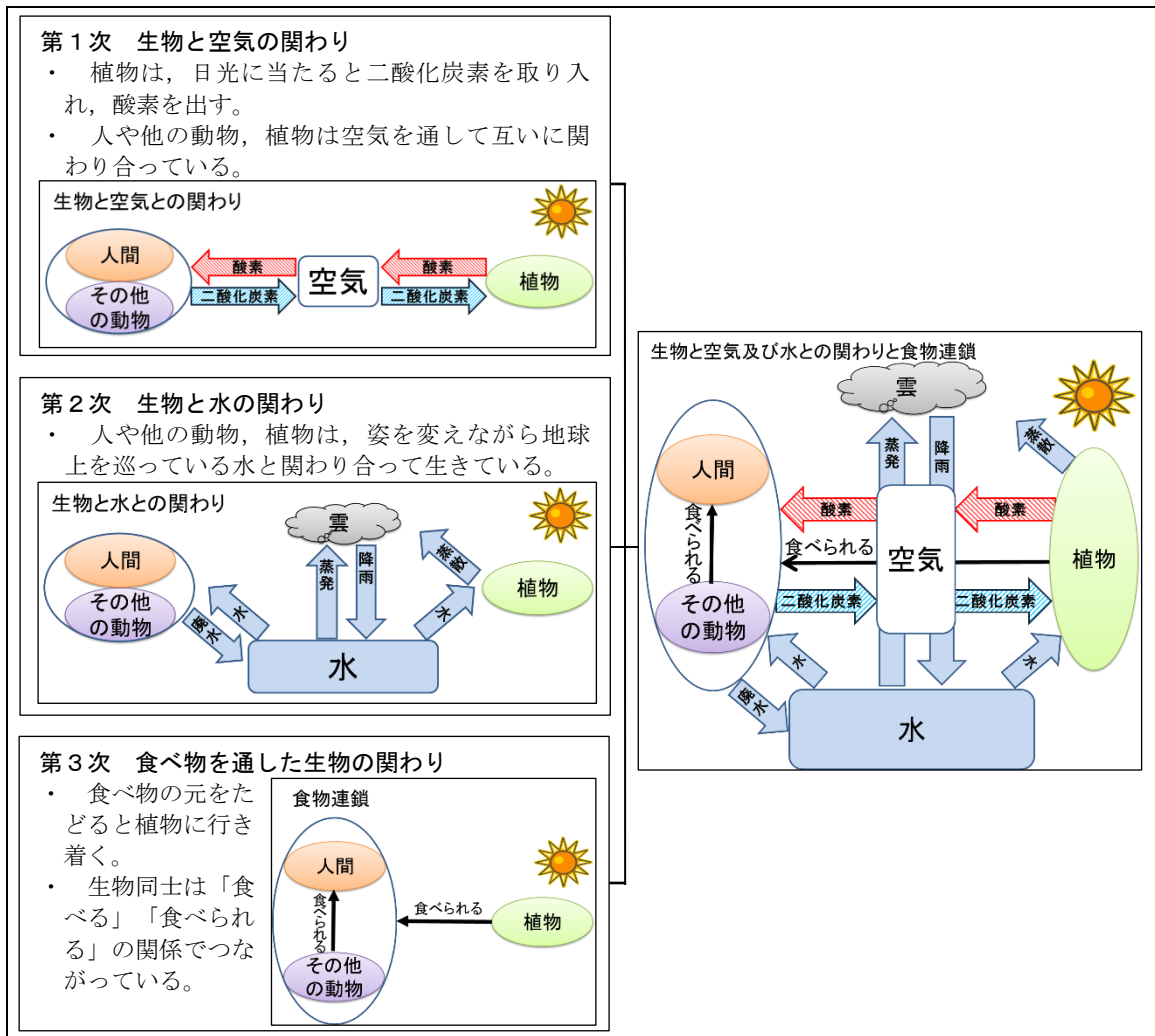


図17 「生物と環境」の学習構想図

オ 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
<p>① 生物が水や空気などの周囲の環境の影響を受けたり関わり合ったりして生きていることに興味・関心を持ち、自ら生物と環境の関わりを調べようとしている。</p> <p>② 生物が周囲の環境の影響を受けたり関わり合ったりして生きていることに生命の巧みさを感じ、自然界のつながりを総合的に調べようとしている。</p>	<p>① 生物が、水及び空気、食べ物を通して関わり合っていることを整理し、生物と環境との関わりについて予想や仮説を持ち、推論しながら追究し、表現している。</p> <p>② 生物と水、空気及び食べ物との関わりを関係付けて調べ、自ら調べた結果と予想や仮説を照らし合わせて推論し、自分の考えを表現している。</p>	<p>① 動物や植物の生活を観察したり、資料を活用したりしながら、水及び空気を通した生物と環境との関わりや食う食われるの関係について調べている。</p> <p>② 水及び空気を通した生物と環境の関わりや食う食われるの関係について調べ、その過程や結果を記録している。</p>	<p>① 生物は、水及び空気を通して周囲の環境と関わって生きていることを理解している。</p> <p>② 生物の間には、食う食われるという関係があることを理解している。</p>

次	主な学習活動	教師の働き掛け、評価の観点・評価方法
単元の見直し (1時間)	<ul style="list-style-type: none"> <li>地球上にはどんな生物が生活しているか話し合う。  <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 5px 0;">生物が生きていくためには、何が必要だろうか。</div> </li> <li>生物が生きていくために必要な物について予想や仮説をもち、検証計画を立てる。</li> <li>生物が生きていくために必要な物について話し合い、単元の見直しをもつ。  <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 5px 0;">生物が生きていくためには、空気や水、食べ物(養分)が必要であると予想したので、生物とそれぞれの関わりについて調べよう。</div> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>「生物」を捉えさせるために、人、その他の動物、植物の三つに大きく分けて、それぞれが生きていくために必要な物とその理由をこれまでの既知の知識や経験を基に考えさせる。  <b>関心・意欲・態度①</b> 発言分析・記述分析</li> <li>単元の見直しをもたせるために、人、その他の動物、植物が生きていくために必要な物をイメージマップで表現させ、互いの考えの共通点から生物が生きていくためには空気や水、食べ物が必要であることを捉えさせる。  <b>思考・表現①</b> 発言分析・記述分析</li> </ul>
第1次 生物と空気との関わり (2時間)	<ul style="list-style-type: none"> <li>人やその他の動物と空気との関わりについて話し合う。  <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 5px 0;">空気中から、酸素がなくなるのはどうしてだろうか。</div> </li> <li>生物にとって必要な酸素が、どのようにして作り出されているのか予想や仮説をもち、実験計画を立てる。  <div style="display: flex; justify-content: space-around; margin: 5px 0;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; border-radius: 10px;">植物が酸素を出しているのではないか。</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; border-radius: 10px;">植物が二酸化炭素を吸収しているのではないか。</div> </div> </li> <li>植物が酸素を出しているのかについて調べる。</li> <li>実験結果から、生物と空気との関わり合いについて話し合う。  <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 5px 0;">空気中から酸素がなくなるのは、植物が日光に当たると二酸化炭素を取り入れ、酸素を出すからだ。人やその他の動物は、空気を通して、互いに関わり合っている。</div> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>「人の呼吸」や「物の燃焼」で学習したことを想起させ、このままでは、二酸化炭素が増え、酸素が減り続けることから生命を維持することができなくなることに気付かせる。</li> <li>生物と空気との関わりを矢印でつないで図に表現させることで、自分の考えを可視化させ、予想や仮説の前提や検証計画を話し合う活動を設定することで、見直しをもって主体的に学習に取り組ませる。  <b>思考・表現①</b> 発言分析・記述分析</li> <li>植物を袋の中に密閉して、日光を当てる前後の気体の体積の割合を気体検知管を使って調べさせる。  <b>技能②</b> 行動観察・記録分析</li> <li>実験結果や友達と交流した考えを基に、予想や仮説を承認・修正させることで、植物は日光に当たると二酸化炭素を吸収し酸素を出すことや生物は空気を通して関わり合っていることを捉えさせる。  <b>思考・表現②</b> 発言分析・記述分析</li> </ul>

キ モデルを用いた児童の表現例の想定

「科学的な思考・表現」を重点的に評価する3時間目（第1次）において「判断基準」を設定し、予想される児童の表現例を想定した。なお、「判断基準」の設定の仕方については、鹿児島県総合教育センター研究紀要第117号を参考にした。

<b>評価規準（科学的な思考・表現）</b>
植物は、日光に当たると、二酸化炭素を吸収して酸素を出していることを、自ら行った実験の結果と予想や仮説を照らし合わせて推論し、自分の考えを表現している。
<b>評価時期及び評価の対象（思考・判断に基づく表現内容）</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 既存概念や生活経験を基に仮説を設定する場面において、児童の発言やノートの記述の内容などを基に評価する。</li> <li>○ 実験結果を基に考察し、自分の考えを表現する場面において、児童の発言やノートの記述の内容などを基に評価する。</li> </ul>
<b>判断の要素</b>
ア 実験の結果と予想や仮説を照らし合わせた推論
イ 植物と人やその他の動物との関わり合いについて空気を通して関係付けた推論

判断基準 B	
<p>ア 植物が酸素を出すことについて、植物を袋の中に密閉して日光に当て、袋の中の酸素と二酸化炭素の体積の割合の変化を気体検知管で調べ、自らの予想や仮説と照らし合わせながら推論することができる。</p> <p>イ 生物と空気との関わりについて推論したことをモデル図に表して、説明することができる。</p>	<p>【予想される児童の表現例】</p> <p>二酸化炭素が減って、酸素が増えたことから、植物は日光に当たると二酸化炭素を吸収し、酸素を出していることが分かる。また、植物は、人やその他の動物が排出した二酸化炭素を必要とし、一方で人や動物は植物が出した酸素を必要とすることから、植物と人やその他の動物は、空気を通して関わり合っている。</p>
C 状況児童への補充指導	
<p>植物を日光に当てた後に、袋の中の酸素と二酸化炭素の気体の体積の割合がどのように変化したか問い、二酸化炭素が減って、酸素が増えていることを捉えさせる。</p>	
判断基準 A	
<p>(判断基準Bに加えて)</p> <p>生物同士の働きがうまく関わり合うことで、地球上の気体の体積の割合がバランスよく保たれていることを推論することができる。</p>	
B 状況児童への深化指導	
<p>地球上の気体の体積の割合はどのようになっているのか問い、酸素や二酸化炭素の割合がバランスよく保たれていることに気付かせる。</p>	

(2) 授業の実際

ア 第1次 (2時間)

(ア) 既存の知識や経験の明確化【視点1-ア】

人やその他の動物が、空気を通して植物と関わっていることに問題を焦点化するために、「人の呼吸」や「物の燃焼」で学習したことを想起させ、このままでは、二酸化炭素が増え、酸素が減り続けることから生命を維持することができなくなることに気付かせることができた。

(1/2)

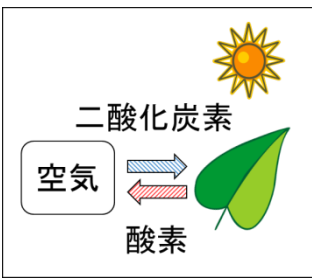
過程	教師の働き掛けと児童の反応 (Tは教師の発問, Sは児童の反応)
つかむ	<p>T 人やその他の動物は空気中の何を必要としていますか。</p> <p>S 酸素です。</p> <p>S 私たちは、呼吸をしたり物を燃やしたりして酸素を使い、二酸化炭素を出しています。</p> <p>T 人やその他の動物と空気との関わりについて何か気付くことはありませんか (図18)。</p> <p>S このままでは、空気中には、二酸化炭素ばかりになってしまいます。</p>

図18 人やその他の動物と空気との関わり

(イ) 「モデルカード」等の活用【視点2-ア】

本単元では、図をかかせて予想や仮説を可視化させたところ、次のようなモデル図で表現することができた。そのため、実験に日光が必要なことを気付かせ、実験の見通しをもたせることができた。

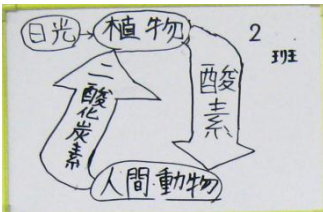
(1/2)

過程	教師の働き掛けと児童の反応	
見通す	<p>T 空気から酸素がなくなる理由について、どんな予想を立てましたか。</p> <p>S 植物が酸素を出していると聞いたことがあります。</p> <p>S きっと植物が二酸化炭素を吸収して酸素を出しているのだと思います(図19)。</p> <p>T どのような実験計画を立てましたか。</p> <p>S 植物は日光に当たるとでんぷんを作ることから、酸素を出すためにも日光に当てる必要があると思います。</p> <p>S 植物に袋をかけて空気を閉じ込めたら、気体検知管を使って日光に当てる前後の気体の体積の割合を比べればよいと思います。</p>	 <p>図19 児童の予想例</p>

(ウ) モデルを用いた説明【視点3-イ】

実験結果と予想や仮説を照らし合わせたり友達と交流したりした考えを基にモデル図を吟味させたことで、人やその他の動物は、植物の出した酸素を必要としていることに加え、植物は、人やその他の動物が排出している二酸化炭素を必要としていることに気付かせることができた。また、図を用いると自分の考えが説明しやすくなり、友達と考えを共有できることに気付かせることで、モデル化を図ることのよさを捉えさせることができた。

(2/2)

過程	教師の働き掛けと児童の反応	
まとめる	<p>T ○○さんのように図を使って説明されるとどうですか。</p> <p>S とても分かりやすいです。</p> <p>T ほかにも図を使って説明できるグループはありますか。</p> <p>S 僕たちの班では、人や動物は、植物が出した酸素を必要としていて、植物は、人や動物が出す二酸化炭素を必要としていると思いました。だから、人や動物と植物は、空気を通して関わり合っていると思います(写真2)。</p>	 <p>写真2 児童のまとめの表現例</p>

(3) 成果と課題

成果	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 予想や仮説を立てる場面では、モデル図を用いることで予想や仮説の根拠を明確にしながらか自分の考えを可視化させ、実験の見通しをもたせることができた。</li> <li>○ 考察し結論を導き出す場面では、実験結果と予想や仮説を照合させたり、友達と交流したりした考えを基に予想や仮説を承認したり修正したりすることができた。</li> <li>○ モデル図を用いことで自分の考えが伝わりやすくなり、友達と考えを共有できることに気付かせることができた。</li> <li>○ 児童の表現例を事前に想定しておいたことで個に応じた具体的な指導が行えた。</li> </ul>
課題	<ul style="list-style-type: none"> <li>△ 前提を明確にすることが十分でなかったため、既存の知識や経験を引き出す発問や前提同士を関係付ける板書を工夫する必要がある。</li> <li>△ 多様なモデルを挙げながら共通点を見だし、科学的な言葉を使ってまとめさせていくことが十分でなかったため、推論の対象やモデルの表現方法、キーワード等について児童に吟味させるための指導を工夫する必要がある。</li> <li>△ 「モデルカード」等の準備が十分でなかったため、内容区分や単元の特性に応じたモデル化を促す指導法の工夫・改善をする必要がある。</li> </ul>

以上のような課題を改善するために、検証授業Ⅱでは、単元の特性に応じた「モデルカード」等を準備してモデル化を促したり、モデルを活用させながら表現を互いに吟味させたりする。そのことで、児童自らが単元全体を通してモデルを更新し、科学的な見方や考え方をもつことができるようにする。

## 5 検証授業Ⅱの実際と考察

(平成 26 年 10 月 22 日～11 月 20 日, 対象: 本校第 6 学年 117 人, 3 学級において実施)

### (1) 概要

ア 単元名 「てこの働き」

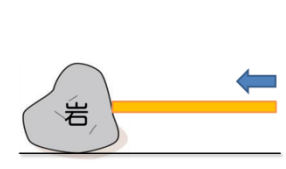
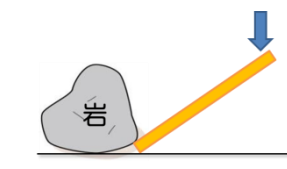
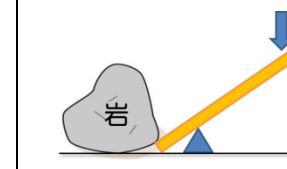
イ 単元のねらい

本単元は, 第 5 学年「振り子の運動」の学習を踏まえて, 「エネルギー」についての基本的な見方や概念を柱とした内容のうちの「エネルギーの見方」に関わるものであり, 中学校第 1 分野「力学的エネルギー」の学習につながるものである。

ここでは, 生活に見られるてこについて興味・関心をもって追究する活動を通して, てこの規則性について推論しながら調べる能力を育てるとともに, それらについての理解を図り, てこの規則性についての見方や考え方をもちることができるようにすることがねらいである。

ウ 児童の実態 (調査人数117人, 質問紙法, 主な項目のみ記載, 数字は%)

(ア) 1本の棒を使って大きな岩を動かしたいと思います。あなたならどのようにしますか。

			分からない
棒で大きな岩を押して動かす。	大きな岩の下に棒を入れて下に押す。	棒を大きな岩の隙間に入れ, その下に支えになるもの置き棒を下に押す。	
36	29	20	

(イ) 右の絵のように釘抜きを使って, 釘を抜きます。

① どこに, どの向きに力を加えたら小さな力で釘を抜くことができますか。

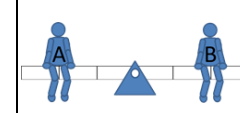
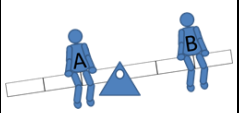
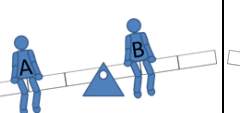
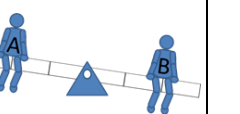
絵の中に書き込みましょう。



② 釘抜きは便利だと思いますか。あなたの考えとその理由を書きましょう。

① 力を加える位置と向き		② 便利さに対する考えと理由	
・ 力を加える位置が正しい。	57	・ 小さい力で大きな働きをするので便利。	21
		・ 手で釘を抜くことはできないので便利。	19
・ 力を入れる向きが正しい。	65	・ 便利さは感じるが, 理由は分からない。	57
		・ 便利さを感じない。	3

(ウ) 次のシーソーのような道具を使って Aさんと Bさんの体重を比べます。図のようになって止まったら, Aさんと Bさんのどちらの体重が重いと言えるでしょうか。

場面				
同じ重さ	95	8	23	1
Aが重い	1	65	35	3
Bが重い	0	7	7	91
判断すべきでない	0	17	30	3
分からない	4	3	5	2

児童は, これまでの学習や日常生活において, 重さのつり合いに注目しながらシーソー遊びをしたり, 天秤を用いて物の重さを比較したり測定したりした経験がある。また, 身の回りにある道具として, 釘抜きやはさみなどを使っている。しかし, それらがてこであることやその規則性を捉えた効率の良い使い方を意識するには至っていないと思われる。このため, 指導に当たっては, てこの働きについての要因や規則性を推論しながら調べることによって, その規則性を見いだしたり, 身の回りの道具をてこの規則性の利用という視点から見直したりすることに楽しさを感じることができるようにしたいと考えた。



エ 検証授業Ⅱにおける具体的な手立て

(ア) 前提の明確化を促す手立て【視点1】

第1次では、てこを用いて20kgの砂袋を楽に持ち上げる方法を調べる活動を十分に行わせることで、持ち上げたときの手応えが力を加える位置やおもりの位置によって変わるという体験を積ませる。また、その体験が予想や仮説を立てる際の前提になるようにする。

第2次では、第1次の結論を前提に、実験用てこを用いることで、力点で感じる手応えをおもりの重さに置き換えて数量化させ、てこの規則性を定量的に捉えさせるようにする。その際、実験結果は表を用いて整理することで、支点から力点の距離を2倍、3倍にすると力点に加える力は $1/2$ 、 $1/3$ と小さくなることを捉えさせるようにする。

第3次、第4次では、第2次で得た結論が前提であることを捉えさせる発問や板書をするすることで、てこの規則性が身近に利用されていることを捉えさせるようにする。

(イ) モデル化を促す手立て【視点2】

「見通す」過程においては、既知の知識や経験を基に予想や仮説を設定する際、具体的な場面を想起させるために、ホワイトボード上で「モデルカード」を操作することを通して、予想や仮説を可視化させたり、制御すべき条件を明確にさせたりする。

「吟味する」過程においては、想定しておいた表現例を基に児童を見取り、その状況に応じた補充指導や深化指導を行うことで児童一人一人に結論を捉えさせるようにする。

(ウ) モデルの活用を促す手立て【視点3】

「吟味する」過程においては、結果を予想や仮説と照らし合わせたり、友達と交流したりした考えを基に結論を導き出す際、予想や仮説を設定する際に用いたモデルを使って振り返らせることで、そのモデルを承認させたり、必要に応じて修正させたりする。

「まとめる」過程においては、承認、修正されたモデルを用いて、班から学級へ、段階を踏まえて結論を説明させることで、科学的な言葉や概念を使ったより分かりやすい説明の仕方を身に付けさせるようにする。

第1次、第2次の「つなぐ」過程においては、シーソーのモデル図を用いた説明を促すことで、見いだした規則性を実生活に適用させるようにする。

オ 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
<p>① てこやてこの働きを利用した道具に興味・関心を持ち、自らてこの仕組みやてこを傾ける働き、てこがつり合うときの規則性を調べようとしている。</p> <p>② てこの働きを適用してものづくりをしたり、日常生活に使われているてこの規則性を利用した道具を見直したりしようとしている。</p>	<p>① てこがつり合うときのおもりの重さや支点からの距離を関係付けながら、てこの規則性について予想や仮説をもち、推論しながら追究し、表現している。</p> <p>② てこの働きや規則性について、自ら調べた結果と予想や仮説を照らし合わせて推論し、自分の考えを表現している。</p>	<p>① てこの働きを調べる工夫をし、てこの実験装置などを操作し、安全で計画的に実験やものづくりをしている。</p> <p>② てこの働きの規則性を調べ、その過程や結果を記録している。</p>	<p>① 水平につり合った棒の支点から等距離に物をつるして棒が水平になったとき、物の重さは等しいことを理解している。</p> <p>② 力を加える位置や力の大きさを変えると、てこを傾ける働きが変わり、てこがつり合うときにはそれらの間に規則性があることを理解している。</p> <p>③ 身の回りには、てこの規則性を利用した道具があることを理解している。</p>

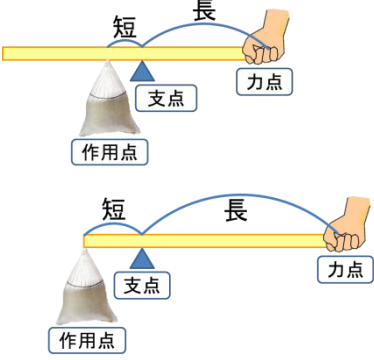
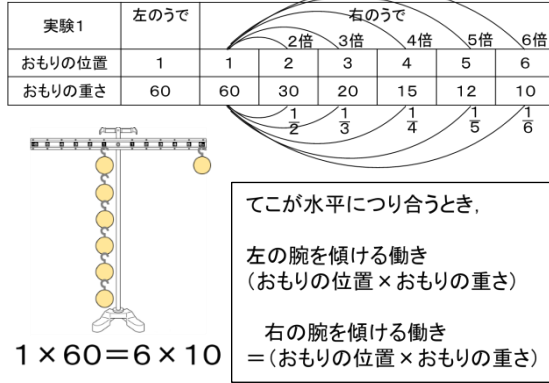
カ 単元の指導計画（全 11 時間）

次	主な学習活動	教師の働き掛け、評価規準の観点・評価方法
<p>第1次 棒で重い物を持ち上げよう（4時間）</p>	<p>○ 棒を使って、重い砂袋を持ち上げたときの様子を観察したり、体験したりする。</p> <p>てこを使って、小さい力でおもりを持ち上げるには、どうすればよいのだろうか。</p> <p>○ 小さい力でおもりを持ち上げる方法について予想や仮説をもち、実験の計画を立てる。</p> <p>支点と力点の距離を長くしたら、手応えは小さくなるだろう。</p> <p>支点と作用点の距離を短くしたら、手応えは小さくなるだろう。</p> <p>○ 力点や作用点の位置を変えたときの手応えの違いを調べる。</p> <p>○ 実験結果から、支点からの距離と手応えの関係について話し合い、まとめる。</p> <p>小さい力でおもりを持ち上げるには、支点と力点の距離を長くしたり、支点と作用点の距離を短くしたりするとよい。</p> <p>○ 学習したことを活用して、シーソーの場面に置き換えて話し合う。</p> <p>体重60kgの大人と体重30kgの子供が、シーソーで遊ぶコツは、体重60kgの大人が支点に近い所に、体重30kgの子供が支点から遠い所に座ればよい。</p>	<p>○ 問題意識をもたせるために、児童にとって十分な重さを感じる20kgの砂袋を準備し、手応えの違いを実感しやすくするために、150cmの棒を使って持ち上げる方法を考えさせる。</p> <p><b>関心・意欲・態度①</b> 発言分析・記述分析</p> <p>○ 予想や仮説を可視化させるために、ホワイトボード上でモデルカードを操作させる。また、その予想や仮説のモデルに、制御すべき条件や実験結果の予想を書き込ませることで、実験の見通しをもたせる。</p> <p><b>思考・表現①</b> 発言分析・記述分析</p> <p>○ 一人一人が手応えの違いを体感し、実験結果の予想を確かめられるように、班で実験の手順を工夫させたり、協力させたりする。また、実験結果の記録ができていない児童には、もう一度実験をさせる。</p> <p><b>技能①</b> 行動観察・記録分析</p> <p>○ 実験結果と予想や仮説を照合させたり、友達と交流させたりすることで、自分の考えたモデルを承認させたり修正させたりして、てこの規則性を定性的に捉えさせる。また、そのモデルを用いて、班から学級へ、段階を踏まえて結論を説明させることで、科学的な言葉や概念を使ったより分かりやすい説明の仕方を身に付けさせるようにする。さらに、見いだした規則性をシーソーの場面に適用させて説明させることで、シーソーを傾ける働きを定性的に捉えさせる。</p> <p><b>知識・理解②</b> 発言分析・記述分析</p>
<p>第2次 てこの働きにはどのようなきまりがあるか（3時間）</p>	<p>○ 実際のとこや実験用てこにつるしたおもりの位置を動かして手応えの違いを確かめる。</p> <p>てこを傾ける働きは、力を加える位置や加える力の大きさと、どのような関係があるのだろうか。</p> <p>○ てこが水平につり合うときのおもりの位置と重さについて予想や仮説をもち、実験計画を立てる。</p> <p>支点と力点の距離を実験用てこの1目盛分ずつずらしていくとてこをつり合わせるためのおもりの重さは、10gずつ小さくなるだろう。</p> <p>支点から力点までの距離を2倍、3倍にするとてこをつり合わせるためのおもりの重さは <math>1/2</math>、<math>1/3</math> になるだろう。</p> <p>てこが水平につり合うときのきまりがあるはずだ。</p> <p>○ 実験用てこを用いて、てこが水平につり合うときのおもりの位置と重さについて調べる。</p> <p>○ 実験結果から、てこが水平につり合うときのきまりについて話し合う。</p> <p>てこを傾ける働きは、「力を加える位置×加える力の大きさ」で表すことができ、この答え（積）が左右等しいときにつり合う。</p>	<p>○ 支点から力点までの距離を長くしていくとき、力点に加わる力はどれくらい小さくなるのか問い、力点に加わる力を数量化する必要性に気付かせる。また、実際のとこにペットボトルをつるしてつり合う事象を提示したり、実験用てこの左腕1の位置に60gをつるした際の右腕のおもりの位置とおもりの重さを予想させたりすることで、学習問題に対する予想や仮説を設定させる。</p> <p><b>思考・表現①</b> 発言分析・記述分析</p> <p>○ 全員に実験用てこを操作させるために、一人一つの実験を計画させ、各自で実験をさせる。また、支点からの距離とおもりの重さの関係性に注目させるために、実験結果の予想は表に整理するとよいことに気付かせる。</p> <p><b>技能②</b> 行動観察・記録分析</p> <p>○ てこが水平につり合うときのおもりの位置と重さを関係付けさせるために、支点からおもりの位置の距離が2倍、3倍になると、おもりの重さは <math>1/2</math>、<math>1/3</math> になることを表から読み取らせる。また、そのことをより納得させるデータを班で一つ選ばせて説明させることで結論を導き出すための前提を明確に捉えさせる。さらに、てこが水平につり合うときの規則性を捉えさせるために、具体的な数字から言葉の式に置き換えて表現させる。</p> <p><b>思考・表現②</b> 発言分析・記述分析</p>

	<p>○ 学習したことを活用して、シーソーの場面に置き換えて話し合う。</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 10px 0;"> <p>てこの規則性を生かすと、支点から体重 60kg の大人の距離と支点から体重 30kg の子供の距離の比が 1 : 2 になると、シーソーがつり合う。</p> </div>	<p>○ 算数科の「反比例」の学習と関連を図りながら、てこの規則性を定量的に捉えさせる。また、見いだした規則性をシーソーの場面に適用させて説明させることで、シーソーを傾ける働きを定量的に捉えさせる。さらに、第 1 次の見方や考え方と比較させることで、シーソーを傾ける働きについての見方や考え方が変わったことに気付かせる。</p> <p style="text-align: right;"><b>知識・理解②</b> 発言分析・記述分析</p>
<p style="writing-mode: vertical-rl; text-orientation: upright;">第 3 次 てこのきまりを使って物の重さを調べよう(2時間)</p>	<p>○ 上皿天秤で物の重さを量る。</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 10px 0;"> <p>てこのきまりを生かして物の重さを比べたり量ったりするにはどうすればよいだろうか。</p> </div> <p>○ てこが水平につり合うときのきまりを生かして物の重さを比べたり、量ったりする方法について予想や仮説をもち、実験計画を立てる。</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; margin: 10px 0;"> <div style="border: 1px solid black; border-radius: 15px; padding: 5px; width: 45%;"> <p>支点から等しい距離に物をつるすと重さを比べることができるだろう。</p> </div> <div style="border: 1px solid black; border-radius: 15px; padding: 5px; width: 45%;"> <p>支点からおもりの位置までの距離が分かれば、おもりの重さは計算で求められるだろう。</p> </div> </div> <p>○ 実験用てこを用い、てこのきまりを適用して物の重さを量る方法を考え、確かめる。</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 10px 0;"> <p>つり合った棒の、支点から左右同じ距離の位置に物をつるすと、物の重さを比べたり量ったりすることができる。</p> </div> <p>○ てこや天秤を利用した秤を作り、物の重さを量る。</p>	<p>○ 棒を水平に支える支点を定める必要性や支点から等距離に物をつるすことに気付かせるために、上皿天秤で重さを計測させ、上皿天秤の特徴を捉えさせる。</p> <p>○ てこが水平につり合うときの規則性を適用させるために、前時の結論を前提として提示しておき、ホワイトボード上でモデルカードを操作させることで、予想や仮説を可視化させたり、検証計画を立案させたりする。</p> <p>○ 検証計画を基に支点からそれぞれ等しい位置に量りたい物とおもりをつるして、てこの傾きを意識させながら実験をさせる。また、量りたい物の重さの目安を記録させ、上皿天秤や電子天秤で量った重さと比較させる。</p> <p style="text-align: right;"><b>技能②</b> 行動観察・記録分析</p> <p>○ 水平につり合った棒の支点から等距離に物をつるして棒が水平になったとき、物の重さは等しいことを捉えさせるために、実験用てこや図を用いて説明させる。</p> <p style="text-align: right;"><b>知識・理解①</b> 発言分析・記述分析</p> <p>○ 自作の秤で物の重さを量る楽しさを味わわせるために、一人一つの秤を様々な道具を用いて作らせ、支点から量りたい物やおもりまでの距離を測り、てこの規則性を活用させることで、計算で物の重さを求めさせる。</p> <p style="text-align: right;"><b>関心・意欲・態度②</b> 発言分析・記述分析</p>
<p style="writing-mode: vertical-rl; text-orientation: upright;">第 4 次 てこを利用した道具を探そう(2時間)</p>	<p>○ 板に打ち込んだ釘を釘抜きで引き抜く。</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 10px 0;"> <p>身の回りの道具には、てこのきまりがどのように利用されているのだろうか。</p> </div> <p>○ てこを利用したと考えられる道具を持ち寄り、てこのきまりがどのように利用されているのかを調べる計画を立てる。</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; margin: 10px 0;"> <div style="border: 1px solid black; border-radius: 15px; padding: 5px; width: 45%;"> <p>てこのきまりを利用している道具には、支点や力点、作用点があるだろう。</p> </div> <div style="border: 1px solid black; border-radius: 15px; padding: 5px; width: 45%;"> <p>身の回りの道具も、支点から力点までの距離を長くすれば、小さい力で仕事ができるだろう。</p> </div> </div> <p>○ てこを利用した道具の支点、力点、作用点を見付け、道具の仕組みと働きの様子を調べる。</p> <p>○ 調べた結果をまとめ、発表し合う。</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 10px 0;"> <p>身の回りにはてこを利用した様々な道具があり、目的や使い方によって、支点、力点、作用点の位置を変えて、利用している。</p> </div>	<p>○ 身の回りにはてこを利用した様々な道具があることを捉えさせるために、身近な道具を準備しておき、3点の位置に着目させ、三つのグループに分けさせる。</p> <p style="text-align: right;"><b>知識・理解③</b> 発言分析・記述分析</p> <p>○ てこを利用した道具の便利さの理由を仕組みから捉えさせるために、てこは、3点の位置を変えることで、力の大きさを変えて伝えることのできる道具であることを、実際の道具や図を使って説明させる。</p> <p style="text-align: right;"><b>思考・表現②</b> 発言分析・記述分析</p> <p>○ 日常生活に使われているてこを見直すために、身近な道具を持ち寄せたり、提示したりすることで、3点の位置を見付けたり、その位置や距離を関係付けたりする楽しさを味わわせる。また、てこが私たちの生活に欠かせないものであることを実感させる。</p> <p style="text-align: right;"><b>関心・意欲・態度②</b> 発言分析・記述分析</p>

キ モデルを用いた児童の表現例の想定

ここでは、「科学的な思考・表現」を重点的に評価する2時間目（第1次）と7時間目（第2次）において「判断基準」を設定し、予想される児童の表現例を想定した。

第1次 棒で重い物を持ち上げよう	第2次 てこの働きにはどのようなきまりがあるか																																
<b>評価規準（科学的な思考・表現）</b>																																	
小さい力でおもりを持ち上げるときの支点から力点や作用点までの距離を関係付けながら、てこの規則性について予想や仮説をもち、推論しながら追究し、表現している。	てこが水平につり合うときの規則性を、自ら行った実験の結果と予想や仮説を照らし合わせて推論し、自分の考えを表現している。																																
<b>評価時期及び評価の対象（思考・判断に基づく表現内容）</b>																																	
実験の結果を基に考察し、自分の考えを表現する場面において、児童の発言やノート記述の内容などを基に評価する。																																	
<b>判断の要素</b>																																	
ア 実験の結果と予想や仮説を照らし合わせた推論 イ 支点からの距離とおもりの重さを関係付けた推論																																	
<b>判断基準B</b>																																	
ア 小さい力でおもりを持ち上げるときの規則性について自分の予想や仮説を立て、自ら立案した検証計画に基づいて実験をしている。 イ 支点から力点、作用点までの距離と力点に加える力の大きさには規則性があり、小さい力でおもりを持ち上げるためには、支点と力点の距離を長く、支点と作用点の距離を短くすればよいといった予想や仮説を説明することができる。	ア てこが水平につり合うときの規則性について自分の予想や仮説を立て、実験の結果から振り返っている。 イ 支点からの距離とおもりの重さには規則性があり、てこを傾ける働きはそれらの積によって求められることを説明することができる。																																
<p><b>【予想される児童の表現例】</b>                  支点と力点の距離を長くしたり、支点と作用点の距離を短くしたりすると、小さい力でおもりを持ち上げることができると予想し、そのとおりだった。てこを使って、小さい力でおもりを持ち上げるには、支点と力点の距離を長くしたり、支点と作用点の距離を短くしたりするとよい。</p> 	<p><b>【予想される児童の表現例】</b>                  支点と力点の距離を2倍、3倍にすると力点に加える力の大きさは1/2、1/3になると予想し、そのとおりだった。てこを傾ける働きは「力を加える位置×加える力の大きさ」で表すことができ、この答え(積)が左右等しいときにつり合う。</p> <table border="1" data-bbox="861 1153 1412 1265"> <thead> <tr> <th>実験1</th> <th>左のうで</th> <th colspan="6">右のうで</th> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <th>1</th> <th>2</th> <th>3</th> <th>4</th> <th>5</th> <th>6</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>おもりの位置</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>2</td> <td>3</td> <td>4</td> <td>5</td> <td>6</td> </tr> <tr> <td>おもりの重さ</td> <td>60</td> <td>60</td> <td>30</td> <td>20</td> <td>15</td> <td>12</td> <td>10</td> </tr> </tbody> </table>  <p>てこが水平につり合うとき、                  左の腕を傾ける働き                  (おもりの位置×おもりの重さ)                  右の腕を傾ける働き                  =(おもりの位置×おもりの重さ)  <math>1 \times 60 = 6 \times 10</math></p>	実験1	左のうで	右のうで								1	2	3	4	5	6	おもりの位置	1	1	2	3	4	5	6	おもりの重さ	60	60	30	20	15	12	10
実験1	左のうで	右のうで																															
		1	2	3	4	5	6																										
おもりの位置	1	1	2	3	4	5	6																										
おもりの重さ	60	60	30	20	15	12	10																										
<b>C 状況児童への補充指導</b>																																	
実際のてこに触れさせ、支点と力点や作用点の距離を変えることによって、手応えがどのように変わるのか問い、ホワイトボード上でモデルカードを操作させながら、予想や仮説を立てさせる。	結果を整理した表に矢印や倍数を書き込ませることによって、支点からの距離とおもりの重さの規則性に気付かせる。																																
<b>判断基準A</b>																																	
(判断基準Bに加えて) 支点から力点までの距離を2倍にすると手応えは1/2になることや、もっと長い棒を使うことで支点と力点の距離を長くすることができ、より小さい力でおもりを持ち上げられることを予想できる。	(判断基準Bに加えて) 複数の位置におもりをつるしてもてこが水平につり合うことについて、見いだしたこの規則性を適用して説明することができる。																																
<b>B 状況児童への深化指導</b>																																	
支点から力点までの距離を長くするとどのくらい手応えが小さくなるのか、また、もっと小さい力でおもりを持ち上げるためにはどのようにすればよいのか考えさせる。	複数の位置におもりをつるしてもてこが水平につり合うことに気付かせて、その事象をどのようにして説明すればよいのか考えさせる。																																

(2) 授業の実際

ア 第1次（4時間）

(ア) 既存の知識や経験の明確化【視点1-ア】

児童の実態として、てこについての知識や経験が少ないことが分かった。そこで、てこを用いて20kgの砂袋を小さい力で持ち上げる方法について調べる活動を十分に行わせ、持ち上げたときの手応えは、力を加える位置やおもりの位置によって変わることを体験を通して捉えさせたい。このことが、次時の予想や仮説を設定する際の前提となり、支点からの距離と手応えの関係を捉えるための条件を制御した実験を計画させることができた。

(1/4)

過程	教師の働き掛けと児童の反応（Tは教師の発問，Sは児童の反応）	
つかむ	T	棒をどのように使ったら、20kgの砂袋を楽に持ち上げられましたか。
	S1	私たちは、棒の真ん中に砂袋をつるして、棒の端を二人で持つと、半分の力で持ち上げられました。
	T	半分の力とはどういうことですか。
	S2	10kgずつかなと思いました。
	S3	僕は、砂袋を棒の端に寄せると、砂袋から遠い人の方が砂袋に近い人に比べて加える力が小さくてすむと思いました。
	S4	私たちは、棒の真ん中を椅子の端で固定して棒の端を押すと一人でも砂袋を持ち上げることができました。
S5	僕は、棒の端の方に椅子を寄せたら、指一本でも砂袋を持ち上げることができました（写真3）。	
T	S4さんとS5さんとは、何が違いますか。	
S6	棒を固定した位置から力を加える位置までの距離がS5さんの方がS4さんより長いです。	



写真3 指1本で砂袋を持ち上げている様子

(イ) 「モデルカード」等の活用【視点2-ア】

自分の予想や仮説を可視化させたり、条件を制御した実験を計画させたりするために、写真4のような「モデルカード」を用いて、ホワイトボード上で操作させた。その際、力点の位置を変えて手応えを調べていくことを明確に捉えさせるために、力点の位置に置くカードは複数準備した。同様に、作用点の位置に置くカードも複数準備し、別のホワイトボード上で作用点を変えた実験を計画させた。そのことにより、児童は、条件を制御した実験を計画することができ、それらを比較することで実験結果の見通しを具体的にもつことができた。そして、自分の予想や仮説と実験結果を照らし合わせながら実験することで、てこを傾ける働きには支点からの距離が関係していることを推論させることができた。

(2/4)

過程	教師の働き掛けと児童の反応	
見通す	T	てこを使って、小さい力でおもりを持ち上げるには、どうすればよいと予想を立てましたか。
	S1	支点と力点の距離は長く、支点と作用点の距離は短くすると思います。
	T	それは、なぜですか。
	S1	前の時間に棒でおもりを持ち上げて気付きました。
	S2	私は支点の位置をずらして、支点と力点の距離をできるだけ長くしたらいいと思います。
	T	予想を確かめるには、どんな実験をしますか。
S3	支点を棒の中心にして、まず支点と力点の距離を少しずつ長くして手応えを確かめます。次に、支点と作用点の距離を変えて同じように実験します（写真4）。	
S4	私は支点の位置をずらすことで、支点から力点や作用点の距離を変えて実験をします。	
S5	S4さんの実験では、支点から力点の距離と支点から作用点の距離が二つとも変わってしまうので、どちらの長さの関係が手応えが変わるか分からないと思います。だから、S3さんのように支点は動かさない方がいいと思います。	

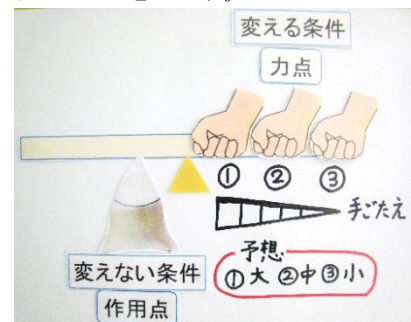


写真4 検証計画



(㏍) モデルを用いた説明【視点3ーイ】

実験結果を基に結論を導き出す際の児童の表現例を「てこを使って、小さい力でおもりを持ち上げるには、支点と力点の距離を長くしたり、支点と作用点の距離を短くしたりするとよい。」と想定した。このように表現例を具体的に想定したことにより、以下のような補充指導が行えた。また、モデルを用いた表現例も想定しておいたことで、児童が推論したことを即座に見取ることができ、補充指導では、ホワイトボード上のモデルを指しながら発問することで、具体的な場面を想起させることができた。さらに、モデル図を用いて説明すると自分の考えを伝えやすかったり、友達と考えを共有したりできることに気付かせることで、モデル化を図ることのよさを捉えさせることができた。

(4 / 4)

過程	教師の働き掛けと児童の反応
吟味する	<p>C状況の(何も書けていない)児童への補充指導</p> <p>T てこを使って小さい力でおもりを持ち上げるには、どうすればよいと予想を立てましたか。</p> <p>S 支点と力点の距離を長くすることです。</p> <p>T 実験の結果は予想どおりでしたか。</p> <p>S はい。</p> <p>T 支点と力点の距離を長くするとどうなることが分かりましたか。</p> <p>S 手応えが小さくなりました(写真5)。</p> <p>T 今、あなたが話したとおり、学習問題の『てこを使って小さい力でおもりを持ち上げるには』から書き始めてその予想と結果をつなげて結論を書きましょう。</p>

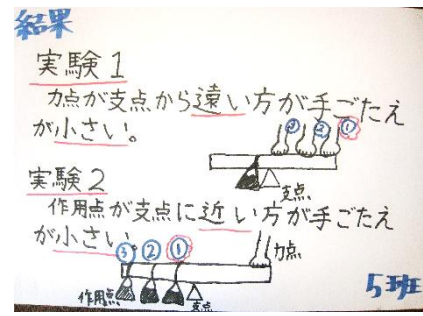


写真5 実験結果

(4 / 4)

過程	教師の働き掛けと児童の反応
まとめる	<p>T 実験結果と予想を照らし合わせて結論を発表しましょう。</p> <p>S 僕たちの班では、支点から力点の距離を長く、支点から作用点の距離を短くすると手応えが小さくなると予想して、結果はそのとおりでした。だから、てこを使って小さい力でおもりを持ち上げるには、支点と力点の距離をできるだけ長くしたり、支点から作用点の距離を短くしたりするとよいです(写真6)。</p> <p>T ○○さんのように図を使って説明するとどうですか。</p> <p>S とても分かりやすいです。</p>

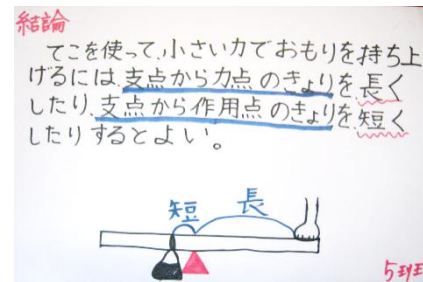


写真6 結論

(㏎) モデルを用いた実生活等への適用【視点3ーウ】

多くの児童がシーソーで遊んだ経験があることから、見いだしたてこの規則性をシーソーに置き換えて説明させることで実生活等への適用を図らせた。その際、体重60kgの大人と体重30kgの子供を表す「モデルカード」を準備しておき、ホワイトボード上で操作させることで具体的な場面を想起させた。また、結論のモデル図と比較させることでシーソーを傾ける働きには支点からの距離が関係あることを確かに捉えさせることができた。

(4 / 4)

過程	教師の働き掛けと児童の反応
つなぐ	<p>T 体重60kgの大人と体重30kgの子供がシーソーで遊ぶこつを図を使って説明できますか。</p> <p>S 見付けたてこのきまりを使うと体重60kgの大人を支点に寄せて、体重30kgの子供を支点から遠ざければよいと思います(写真7)。</p>

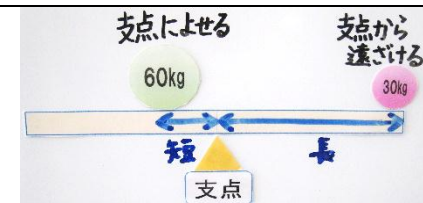


写真7 定性的なモデル

イ 第2次（3時間）

(ア) モデルの比較による問題発見【視点3ーア】

第2次では、第1次で定性的に捉えたとこの規則性を、実験用てこを使って、定量的に調べていくことが必要である。そこで、作用点のおもりを1.5Lのペットボトル2本に、力点に加える力をそれぞれ1.5Lと0.5Lのペットボトルに置き換えて、つり合っている二つのでこを比較させることで、「てこを傾ける働きは、力を加える位置や加える力の大きさとどのような関係があるのだろうか。」という学習問題を見いださせることができた。その際、電子黒板に二つのでこのモデル図を提示して、てこを傾ける働きが力を加える位置や加える力の大きさに関係があることを捉えさせた。

過程	教師の働き掛けと児童の反応	
つかむ	<p>T このつり合った二つのでこから気付くことは何ですか。（写真8）</p> <p>S 重さが半分になると、支点からの距離は2倍のところのでつり合いそうです。</p> <p>S 支点からの距離が長くなると、やはりおもりの重さは軽くてすみそうです。</p> <p>T この二つのでこの共通点と違いは何ですか。</p> <p>S どちらのでこも左の腕は、支点からの位置とおもりの重さが等しいので、左の腕を傾ける働きは等しいと思います。</p> <p>S 右の腕は、支点からの位置やおもりの重さがそれぞれ違うけど、左の腕を傾ける働きが等しいので、二つのでこは右の腕を傾ける働きも等しいと思います。</p> <p>T てこを傾ける働きは、何によって決まりそうですか。</p> <p>S てこを傾ける働きは、力を加える位置や加える力の大きさによって決まると思います（図20）。</p>	<p>写真8 事象提示の比較</p> <p>図20 電子黒板に提示したモデル</p>

(イ) 既知の知識や経験の明確化【視点1ーア】

予想や仮説を設定する際は、てこを傾ける働きがおもりの位置やおもりの重さとどのような関係があるのか具体的に想起させるために、左の腕1の位置に60gのおもりをつるした場合を表を用いて予想させ、話し合わせたところ、2通りの予想に焦点化された。その際、前時の結論である支点と力点の距離を長くすると手応えが小さくなることが前提であることに気付かせ、そのモデル図を提示することで、前提を明確にした予想や仮説を設定させることができた。

(1/3)

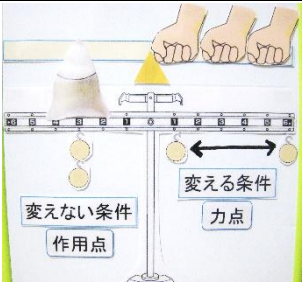
過程	教師の働き掛けと児童の反応	
見通す	<p>T てこがつり合うためには、おもりの位置とおもりの重さにどのような関係があると予想を立てましたか。</p> <p>S1 僕は、支点と力点の距離を実験用てこの1目盛分ずつずらしていくとてこをつり合わせるためのおもりの重さは、10gずつ小さくなると予想しました。</p> <p>T それは、なぜですか。</p> <p>S1 前の時間に、支点から力点の距離を長くすると手応えが小さくなることが分かったからです。</p> <p>S2 私もS1くんと同じ理由ですが、支点から力点までの距離を2倍、3倍にするとてこをつり合わせるためのおもりの重さは1/2、1/3になると予想しました（写真9）。</p>	<p>写真9 児童の予想</p>

(ウ) 「モデルカード」等の活用【視点2ーア】

実験用てこは、実際のでこのモデルであることを捉えさせるために、ホワイトボード上でそれぞれを上下に並べさせて検証計画を立案させた。そのため、第1次の実験を想起さ

せながら「モデルカード」を操作させ、条件を制御した検証計画を立案させることができた。また、実験結果の予想を表に書かせることで、実験の見通しをもたせるとともに、実験結果と予想や仮説を照らし合わせながら推論できるようにした。

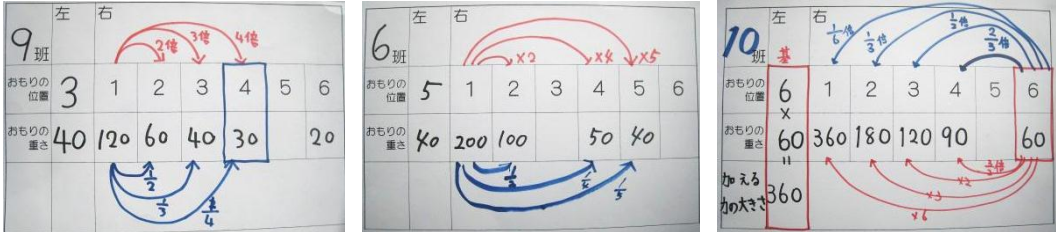
(1/3)

過程	教師の働き掛けと児童の反応	
見通す	<p>T どのような実験計画を立てましたか。</p> <p>S 前回の実験のとき、作用点の位置は変えずに、力点の位置を変えて手応えの違いを調べたように、今回は、左の腕の条件は変えずに、右の腕のおもりの位置を1から6まで変えて実験をします(写真10)。</p> <p>T 実験結果はどのように記録しますか。</p> <p>S おもりの位置とおもりの重さの関係が分かるように表に整理するとよいと思います。</p>	 <p>写真10 検証計画</p>

(エ) 観察、実験の結果の明確化【視点3-イ】

実験結果を整理、吟味させる際は、まず、左の腕1の位置に60gのおもりをつるす実験1と左の腕2の位置に30gのおもりをつるす実験2の結果を整理させることで、支点と力点の距離を2倍、3倍にすると、力点に加える重さは $1/2$ 、 $1/3$ になることやおもりの位置とおもりの重さの積が同じになることに気付かせた。次に、実験1、2だけでは実証できないことを証明できる有効な実験結果を班の中で選択させて説明させることで、実験結果の信頼性を高めさせることができた。

(3/3)

過程	教師の働き掛けと児童の反応	
吟味する	<p>T 支点と力点の距離を2倍、3倍にすると、力点に加える力の大きさは<math>1/2</math>、<math>1/3</math>になることを納得させるデータを班から1つ選んで発表してください。</p> <p>S1 私たちの班が選んだデータは、左の腕3の位置に40gのおもりをつるしたときのものです。なぜなら、右の腕4の位置のときに、加える力の大きさが<math>1/4</math>になることを確かめられたからです(写真11)。</p> <p>S2 僕たちの班が選んだデータは、左の腕5の位置に40gのおもりをつるしたときのものです。なぜなら、右の腕4と5の位置のときに、加える力の大きさが<math>1/4</math>、<math>1/5</math>になることを確かめられたからです(写真12)。</p> <p>S3 私たちがみんなを納得させるために選んだデータは、左の腕6の位置に60gのおもりをつるしたときのものです。なぜなら、右の腕5の位置のとき以外は結果が得られたからです。また、おもりの位置とおもりの重さの積が全て360で同じになりました(写真13)。</p>	 <p>写真11 左の腕3の位置に40gをつるしたとき</p> <p>写真12 左の腕5の位置に40gをつるしたとき</p> <p>写真13 左の腕6の位置に60gをつるしたとき</p>

(オ) モデルを用いた説明【視点3-イ】

実験結果を基に結論を導き出す際の児童の表現例を「てこを傾ける働きは、『力を加える位置×加える力の大きさ』で表すことができ、この答え(積)が左右等しいときにつり合う。」と想定した。また、モデルを用いた表現例も想定しておいたことで、児童が推論したことを即座に見取ることができた。さらに、モデル図を用いて説明すると自分の考えを伝えやすかったり、友達と考えを共有したりできることに気付かせることで、モデル化を図ることのよさを捉えさせることができた。



過程	教師の働き掛けと児童の反応	
まとめ	<p>T てこが水平につり合うときのきまりを見付けましたか。</p> <p>S てこが水平につり合うとき、右の腕のおもりの位置とおもりの重さをかけた数は、左の腕のおもりの位置とおもりの重さをかけた数と同じになります。例えば、この図のように左の腕4の位置に30gのとき、左の腕を傾ける働きは<math>4 \times 30 = 120</math>になります。右の腕3の位置に40gのとき、右の腕を傾ける働きは<math>3 \times 40 = 120</math>になります。このように、左の腕を傾ける働きと右の腕を傾ける働きが同じになるので、てこは水平につり合っています（写真14）。</p>	<p><b>結論</b> てこが水平につり合うとき、右のうでのおもりの位置とおもりの重さをかけた数は左のうでのおもりの位置とおもりの重さをかけた数と同じになる。</p> <p>おもりの位置 × おもりの重さ = 5班</p> <p>写真14 結論の説明</p>

(カ) モデルを用いた実生活等への適用 【視点3ーウ】

新たに見いだしたてこの規則性をシーソーに適用して説明させる際、目盛を書き込ませたり計算をさせたりすることで、シーソーを傾ける働きを定量的に捉えさせることができた。そのため、第1次とシーソーを傾ける働きについての見方や考え方が変わったことに気付かせることができた。

(3 / 3)

過程	教師の働き掛けと児童の反応	
つなぐ	<p>T 体重60kgの大人と体重30kgの子供がシーソーで遊ぶこつをモデルを使って説明してください。</p> <p>S 体重60kgの大人が3の位置に座ると、シーソーを左に傾ける働きは<math>60 \times 3 = 180</math>になります。だから、子供は支点から2倍の距離の6の位置に座ると<math>30 \times 6 = 180</math>でつり合はずです（写真15）。</p> <p>S 支点から体重60kgの大人までと体重30kgの子供までの距離が1 : 2になるとよいと思います。</p>	<p>写真15 定量的なモデル</p>

ウ 第3次（2時間）

(7) モデルを用いた実生活等への適用 【視点3ーウ】

第3次では、実験用てこを用い、てこの規則性を適用して物の重さを比べたり、量ったりする方法を考えさせた。その際、ホワイトボード上に考えを図示させることで、自分の考えを説明しやすくさせたり、友達のことを共有させたりすることができた。

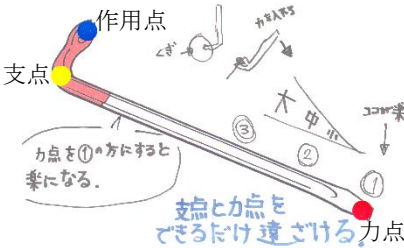
(2 / 2)

過程	教師の働き掛けと児童の反応	
まとめ	<p>T 物の重さを比べたり量ったりするには、どうすればよいか、〇〇さんのように図を使って説明すると分かりやすいですね。ほかにも図を使って説明してくれる人がいますか。</p> <p>S1 支点からおもりや量りたい物が同じ距離になくても支点からの距離を測れば、計算で求めることができます。例えば、この図のように右の腕3の位置に量りたい物をつるしたとき、左の腕2の位置に20gをつるして、てこがつり合ったので、<math>40 \div 3</math>をすると物の重さが分かると思います（写真16）。</p> <p>T S1さんのように、計算で量りたいものの重さを知ることができるのはどうしてですか。</p> <p>S2 S1さんは、この前の授業で見付けたてこが水平につり合うときのきまりを使ったからだと思います。</p>	<p>写真16 物の重さを量る方法</p>

エ 第4次（2時間）

(7) モデルを用いた説明 【視点3ーイ】

第4次では、身の回りの道具がてこの規則性を用いていることを捉えさせるために、図の中に支点や力点、作用点を示すシールを貼らせて、それぞれの距離と手応え等を関係付けながら説明させた。

過程	教師の働き掛けと児童の反応
まとめ	<p>T 身の回りのてこを〇〇さんのように図にポイントを書き込んで説明すると分かりやすいですね。ほかにも図を使って説明してくれる人がいますか。</p> <p>S この図のように、釘抜きにも支点と力点と作用点があります。ここに力を加えると楽に釘が抜けるのは、支点と力点を長くすると加える力が小さくてすむからです (写真17)。</p> <p>S トングは、釘抜きや栓抜きと違って、支点と力点の距離を短く、支点と作用点の距離を長くして使うとパンをつぶさずにはさむことができます。</p>  <p style="text-align: right;">写真17 釘抜きの使い方</p>

(3) 成果と課題

検証授業Ⅰの課題を受けて、検証授業Ⅱでは、単元の特性に応じた「モデルカード」等を準備してモデル化を促したりモデルを活用させる場の充実を図ったりしたところ、授業後の学習のまとめで図21のように「シーソーで相手の体重が分かる方法」を考えて説明するなど、てこの規則性を活用する姿が多く見られた。このことから、モデル化を重視したことは、規則性を推論する場合に加え、その活用を図る場合にも有効であったと考える。また、「ホワイトボードがあったので、班の考えを分かりやすく伝えたり、友達の意見を参考にしたりすることができた。」「じっくり考えることができた。」といった感想が多く得られた (図22)。このことから、児童にとっては、特に「モデルカード」等の活用が自分の考えを整理したり互いの考えを交流したりすることに有効であったと考える。

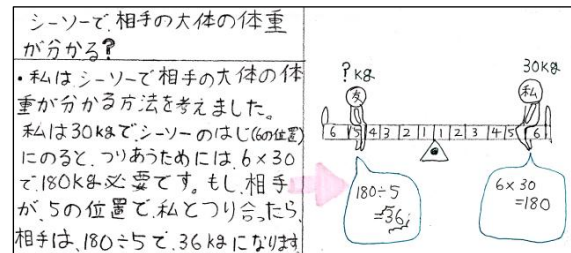


図21 児童の学習のまとめ

ホワイトボードがあったので、班の考えを分かりやすく教えることができた。

ホワイトボードのおかげで、周りの人の意見もこんなふうに伝えることができた。

考える時間が長くなると、自分の考えをよりじっくり考えることができた。  
 ・ホワイトボードがあったので、とてもよかった。

図22 児童の感想

成果	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 検証計画を立案する場面では、「モデルカード」等を用いたことで変える条件と変えない条件を明確に捉えさせることができた。また、実験結果の予想を書き込ませたことで実験の見通しをもたせたり、結果と予想や仮説の一致、不一致を明確に捉えさせたりすることができた。</li> <li>○ 考察し結論を導き出す場面では、実験の結果を吟味させることで、推論の前提を明確に捉えさせることができた。</li> <li>○ 「判断基準」を単元を通して設定することで、教材研究が深まり、内容の系統性を意識した授業が行えるようになった。</li> <li>○ シーソーのモデル図を用いることで、てこの規則性を実生活へ適用させ、定性的モデルから定量的モデルに更新されたことに気付かせることができた。</li> </ul>
課題	<ul style="list-style-type: none"> <li>△ 自分の考えを筋道立てて述べるのが十分ではなかったので、日頃から繰り返し予想や仮説、結論の述べ方を指導していく必要がある。</li> <li>△ 多様なモデルを構築させるのが十分ではなかったので、モデルの表現方法について工夫・改善を図っていく必要がある。</li> </ul>



## 6 児童の変容と考察

(質問紙による意識調査 平成26年12月8日実施, 対象: 本校第6学年117人)

### (1) 前提の明確化を促したことについて【視点1】

#### ア 根拠のある予想

検証授業後に肯定的に回答(「当てはまる」「どちらかといえば当てはまる」)した児童の割合は、18.6ポイント増加した(図23)。これは、既存の知識や経験を想起する場の充実が図られたためであると考えられる。

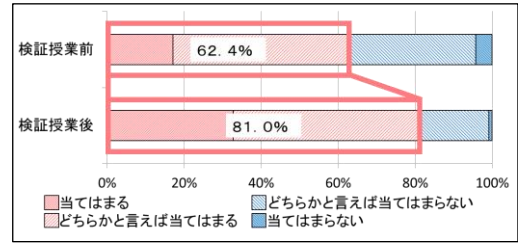


図23 根拠のある予想を立てることができる

#### イ 観察, 実験の結果を基にした考察

検証授業後に肯定的に回答した児童の割合は、13ポイント増加した(図24)。これは、実験の結果を予想して実験に臨んだので、結果と予想や仮説の一致、不一致を明確にしたり、実験の結果を整理することで結論の前提を明確にしたりすることができるようになったためであると考えられる。

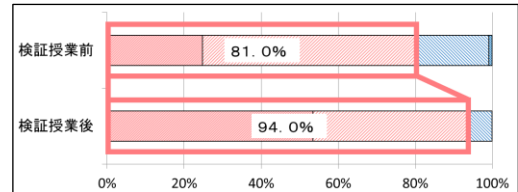


図24 観察, 実験の結果を基に考察している

### (2) モデル化を促したことについて【視点2】

#### ア 検証計画の立案

検証授業後に肯定的に回答した児童の割合は、36.7ポイント増加した(図25)。これは、児童が「モデルカード」を操作することで実験を具体的にイメージすることができ、条件を制御した実験を自ら立案することができるようになったためであると考えられる。

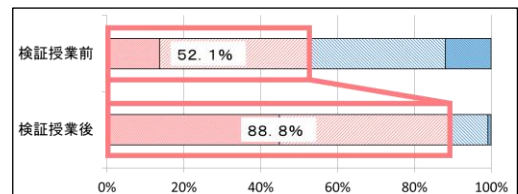


図25 観察, 実験の計画を立てることができる

#### イ 比較する能力

検証授業後に肯定的に回答した児童の割合は、27.3ポイント増加した(図26)。これは、児童が検証計画を立案する際、「モデルカード」等の活用により、比較する対象や視点を明確に捉えることができるようになったためであると考えられる。

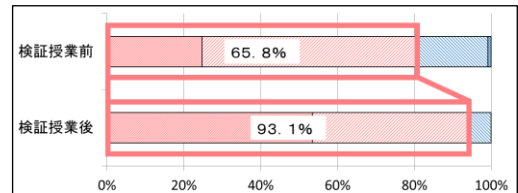


図26 比較することに気を付けている

### (3) モデルの活用を促したことについて【視点3】

#### ア 図を用いた説明

検証授業後に肯定的に回答した児童の割合は、41.9ポイント増加した(図27)。これは、モデル化を重視したことにより、児童に図示して考えたり説明したりするよさに気付かせることができたためであると考えられる。

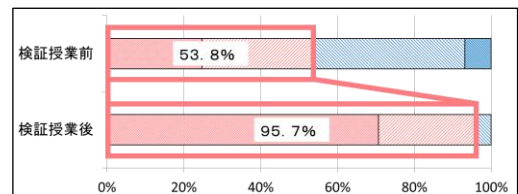


図27 自分の考えを図に表して考えている

#### イ 既習内容の活用

検証授業後に肯定的に回答した児童の割合は、8.3ポイント増加した(図28)。これは、身近な事物・現象について説明させたことで導き出した規則性を実生活へ適用させ、学習したことの有用性を感じさせることができたためであると考えられる。

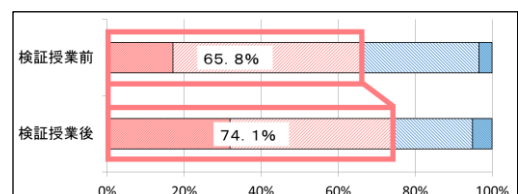


図28 学習した内容を活用することを考えている

#### IV 研究のまとめ

##### 1 研究の成果

- (1) モデル化を図ることが、予想や仮説を可視化したり検証計画を立案したりすることにつながり、主体的な問題解決が図られるようになるとともに、前提を明確にして推論することができるようになった。
- (2) モデルを用いて互いの考えを吟味することが、科学的な言葉や概念を用いて結論を説明することにつながり、科学的に妥当な推論ができるようになった。

##### 2 今後の課題

- (1) 推論の前提となる既習内容についてモデルを伴って継続的に記録させたり、結論を筋道立てて述べさせたりする手立てを工夫する必要がある。
- (2) 中学校や高等学校の内容を見据え、科学的概念の素地となる見方や考え方を養っていくためのモデル化を促す手立てを工夫していく必要がある。

### 〈引用文献〉

- 1) 鹿児島県教育委員会 『平成25年度鹿児島学習定着度調査結果報告書』 平成26年
- 2) 日置光久, 矢野英明 編著 『理科でどんな「力」が育つか』 2007年 東洋館出版社

### 〈参考文献〉

- 文部科学省 『小学校学習指導要領解説理科編』 平成20年 大日本図書
- 文部科学省 『小学校理科の観察, 実験の手引き』 平成23年
- 文部科学省 『言語活動の充実に関する指導事例集』 平成23年 教育出版
- 村山哲哉 著 『小学校理科「問題解決」8つのステップ』 2013年 東洋館出版社
- 角屋重樹 著 『なぜ, 理科を教えるのか』 2013年 文溪堂
- 日本理科教育学会 編集 『今こそ理科の学力を問う』 2012年 東洋館出版社
- 村山哲哉 編著 『子どもの科学的な思考・表現』 2012年 図書文化社
- 猿田祐嗣, 中山迅 編著 『思考と表現を一体化させる理科授業』 2011年 東洋館出版社
- 村山哲哉, 日置光久 編著 『理科における言語活動の充実』 2010年 東洋館出版社
- 鹿児島県総合教育センター 『研究紀要 第117号  
思考力・判断力・表現力を育成する  
指導と評価に関する研究』 平成26年
- 鹿児島県総合教育センター 『指導資料 理科 第297号  
鹿児島学習定着度調査を生かした  
小学校理科の指導法改善』 平成26年
- 井藤芳喜 著 『島根大学教育学部紀要  
理科教育におけるモデルの価値と利用』 1970年
- 内ノ倉真吾 著 『日本科学教育学会研究報告  
理科授業におけるモデルとモデリング』 2008年

長期研修者 〔小谷 智美〕

担当所員 〔有村 和章〕

#### 【研究の概要】

本研究は、モデル化を重視した授業を通して、児童の推論する能力を育成することを目指した理科学習指導の在り方について研究したものである。

具体的には、モデル化を通して自分の考えを可視化させたり、検証計画を具体的に立案させたりすることで、児童は主体的に観察、実験を行い、その結果と予想や仮説を照合させて結論を導き出すことができると考え、検証授業を行った。

その結果、既有的知識、経験や観察、実験の結果を比較したり関係付けたりして規則性を見いだしたり、それらを実生活に適用したりする姿が見られるようになった。

このようなことから、モデル化を図ることは、規則性を推論することだけでなく、活用を促す上でも有効であることが分かった。

#### 【担当所員の所見】

第6学年で重点を置いて育成すべき問題解決の能力は、平成20年3月に公示された学習指導要領において、「多面的に追究する能力」から「推論する能力」へ改められた。このような理科教育の動向や児童の実態を踏まえて行われた本研究は、第6学年において児童の主体的な問題解決を通して推論する能力を育成するための方策を明らかにしようとしたものである。

本研究では、児童が問題に対する予想や仮説をもち、観察、実験の結果に基づいて推論するという一連の過程においてモデル化を図ることや、モデルを活用して説明、交流を促すことが有効であることを論じている。特に、児童の表現例の想定を通して個に応じた手立てを講じ、指導と評価の一体化を図っている点や、操作しながら考えることを可能とするカード等を用いて思考を可視化させ、言語化や学び合いの活性化を促している点などは、授業構想を具体化する上で参考となるものであると考える。

推論する能力の育成には、他学年や中学校との接続も考慮しながら長期的、継続的な取組が必要であることを踏まえ、今後も工夫・改善を重ねながら研究の深化を図ることを期待する。