

群 教 セ	G04 - 02
	平25.249集
	小・理科

科学的な思考力・表現力を高める 理科指導の工夫

— 「問題解決のキーワード」を
「学び合い」の視点に取り入れて —

長期研修員 飯塚 孝康

キーワード 【理科—小 「学び合い」 科学的な思考力・表現力 問題解決 観察・実験 考察】

I 主題設定の理由

学習指導要領「理科」の目標には、「問題解決の能力と自然を愛する心情を育てると共に、自然の事物・現象（以下、事象という）についての実感を伴った理解を図り、科学的な見方や考え方を養う」とある。内容の取扱いについては、「個々の児童が主体的に問題解決的な学習を進めると共に、学習の成果と日常生活との関連を図り、自然の事象について実感を伴って理解できるようにすること」とある。また、平成24年3月の「はばたく群馬の指導プラン」では、問題解決に向けて伸ばしたい資質や能力（小学校では比較・関係付け・条件制御・推論、中学校では分析・解釈）が示されている。

国際数学・理科教育動向調査（TIMSS）の結果で小学校理科の数値をみると、TIMSS2011の結果と過去の結果をそれぞれ比較した場合、TIMSS1995より5点、TIMSS2003より15点、TIMSS2007より11点有意な上昇をみせている。また、中学校理科でも若干の点数の上昇が見られる。一方、「理科が楽しいか」という問いに対して、肯定的な回答をした児童生徒の割合は、小学校で90.1%（国際平均88.0%）であるのに対し、中学校では62.7%と低下し、国際平均の80.1%を大きく下回る結果になっている。自然の事象（変わったことや不思議なこと、自然の美しさ）に出会える感動を味わえるはずの理科が、学年が上がるにつれて楽しくなくなってしまうのである。理科に興味・関心を持ち、「理科好き」な児童を育成するには、下学年から知識や情報を自ら考えて獲得し、発展させていくような問題解決的な学習を経験できるようにすることが大切である。そのような学習は知的好奇心を引き出すことにつながり、その結果、培われる力が科学的な思考力・表現力であると考えられる。

研究協力校の実態をみると、理科に関する興味・関心は高く、観察・実験などの学習活動には積極的に参加する児童が多い。学習問題に対して予想を立て、観察・実験をし、考察するといった問題解決的な学習の流れについても理解している。しかし、日常生活や学んだことから問題を見いだす、根拠をもって予想する、条件制御を含めた観察・実験の方法を考える、観察・実験の結果を考察し、科学的な根拠をもって説明し、推論するといった問題解決的な学習の内容が充実していない。その原因として、児童は学習問題に対して、「教科書に載っているから」という消極的な認識をもっている。また、教師は問題解決に向けて伸ばしたい資質や能力を意識せず、学習活動に取り組ませることがある。その場合、児童は、予想と観察・実験の結果が異なっても「どうして予想と違ったのか？」など、問題意識をもたないまま考察に取り組む。よって、文章や図、表などで表現すべき自分の考えをもつことがほとんどないので、科学的な思考力・表現力を高める機会が少ない。また、問題解決的な学習の中で自ら獲得した知識でなく、与えられた知識として覚えるといった知識の獲得方法になることもあるため、得られた知識を自然の事象との繋がりを振り返ったり、児童の経験に当てはめて考えたりすることがほとんどないと同時に、獲得した知識を実感を伴った理解につなげることが難しいと考えられる。

そこで、本研究では、主に問題解決に向けて伸ばしたい資質や能力が明確になるように「問題解決のキーワード」を「学び合い」の視点に取り入れることとした。これにより、児童は学習問題を意識し、問題解決的な学習を主体的に取り組むことで、問題解決に向けて伸ばしたい資質や能力と共に科学的な思考力・表現力が高まると考え、本主題を設定した。

II 研究のねらい

小学校理科指導において、科学的な思考力・表現力を高めるために、問題解決に向けて高めたい資質や能力を明確にする言葉を「問題解決のキーワード」として、「学び合い」の視点に取り入れることの有効性を明らかにする。

III 研究の見通し

次の場面を通して、児童の科学的な思考力・表現力を高めていくこととした。

1 問題解決的な学習の「問題の発見」の場面

比較や関係付けに関する「問題解決のキーワード」を「学び合い」の視点に取り入れることで、児童が追究する内容（学習問題）に気づき、自分の考えに根拠をもつことができるであろう。

2 問題解決的な学習の「予想と観察・実験の計画」の場面

関係付けや条件制御に関する「問題解決のキーワード」を「学び合い」の視点に取り入れることで、児童が根拠をもって予想し、適切な条件を踏まえた観察・実験の計画を立てられるであろう。

3 問題解決的な学習の「観察・実験や考察」、「一般化」の場面

比較や推論に関する「問題解決のキーワード」を「学び合い」の視点に取り入れることで、児童が予想と結果を比較し、考えを整理しながら科学的な根拠を明らかにし、学習内容と自然の事象との繋がりを振り返ったり児童の経験にあてはめたりすることができるであろう。

IV 研究内容の概要

本研究は、小学校理科の学習において、「学び合い」の中に「問題解決のキーワード」を取り入れることを通して、科学的な思考力・表現力を高めることを目指したものである。具体的には、問題解決に向けて伸ばしたい資質や能力（比較・関係付け・条件制御・推論）について、それらが明確になるように「問題解決のキーワード」を学習活動に取り入れることで、既存の知識とのずれや矛盾から学習問題を主体的に設定し、予想に根拠をもった理由付けを行い、条件を制御した計画を立て、観察・実験を行った。それらを通して、理科の用語を適切に用いながら、自分の考えに科学的な根拠を付け、「学び合い」の中でさらにその考えを深化させ、科学的な根拠に基づく考察を行う活動を行った。

V 研究のまとめ

1 成果

- 問題解決的な学習の場面で、「問題解決のキーワード」を取り入れ、繰り返し学習することを通して、児童は自分の考えに科学的な根拠をもちながら「学び合い」に参加することができた。
- 単元でおさえておきたい理科の用語を「問題解決のキーワード」として「学び合い」の視点に取り入れることで、児童は用語の意味を理解することができた。その中で、自分の考えに科学的な根拠をもった児童は、「学び合い」の中で新しい考えに気付いたり、自分の考えを再確認したりしながら、考えを深めることができた。また、自分の意見を他者に分かりやすく伝えるために、自分の考えを文章や言葉、図、イラストなどで表現することができた。
- 今回の実践を通して科学的な思考力・表現力が高まった児童は、理科の学習で学んだことが日常生活で活用されていると実感することができた。

2 課題

- 「問題解決のキーワード」を端的な言葉で表す際、児童から出された言葉を使うなど、弾力的に使用することが必要である。
- 「学び合い」では、児童が他人の考えをどの程度取り入れたのかとらえにくいので、学習後の自己評価を積極的に取り入れるなど、検証方法を複数用意する必要がある。

VI 研究の内容

1 科学的な思考力・表現力が高まった児童について

科学的な思考力・表現力は、児童が生活や学習活動の中での事象を不思議に思い、科学的な根拠をもってその仕組みを考える力のことであり、科学的な思考によって考えたことを自分なりに整理して、言葉で説明したり、文章や図、絵などで表現したりする力である。したがって、科学的な思考力と表現力は表裏一体の関係であり、切り離すことはできないと考える。科学的な思考力・表現力が高まった児童とは、学年に応じて高めたい問題解決の資質や能力を活用しながら、自分から進んで見通しをもった思考活動をし、自らの考えを言葉や文章、図、絵などで表現できる児童である。科学的な思考力・表現力が高まると、児童は既にもっている自然の事象についての素朴な概念を、科学的な見方や考え方に変え、再び獲得していくことができるようになる。学年や学習内容によっては、既存の科学的な見方や考え方をさらに高めたり、広がりや深まりのあるものにしたたりすることもある。

2 「問題解決のキーワード」を「学び合い」の視点に取り入れることについて

(1) 「問題解決のキーワード」とは

「問題解決のキーワード」は二通りあると考える。一つは学年に応じて高めたい問題解決の資質や能力についての「問題解決のキーワード」である。

3年生の問題解決的な学習で高めたい資質や能力である「比較」を「比べてみよう」に、4年生の「関係付け」を「～は、…だから」に、5年生の「条件制御」を「そろえてみよう」「変えてみよう」に、6年生の「推論」を「～だろう」と端的な言葉にすることで、「問題解決のキーワード」として授業に取り入れやすくする。問題解決の資質や能力は各学年で適切に指導し、育成していくものである。それぞれは各学年で独立しているものでなく、図1のように包含されるものととらえ、

それらが関連しながら全学年で問題解決的な学習に生かされる。なお、中学校では、小学校で培った資質や能力を基に既習学習を活用しながら、観察・実験の結果を分析・解釈する。

もう一つの「問題解決のキーワード」は、おさえておきたい理科の用語である。例えば、4年生で学習する「もののかさと温度」では、〈沸騰〉〈水蒸気〉などであり、5年生で学習する「電流のはたらき」では、〈コイル〉〈鉄芯〉〈電流〉などである。実験器具などの名称も「問題解決のキーワード」としてとらえる。

問題解決的な学習の「考察」では、児童の思考が図2のようになると考える。予想と実験結果の比

◎は「はばたく群馬の指導プラン」に示される各学年の重点項目

	3年生	4年生	5年生	6年生
比較 「比べてみよう」	◎	→		
関係付け 「～は、…だから」	→	◎	→	
条件制御 「変えよう」 「そろえよう」	→	→	◎	→
推論 「～だろう」	→	→	→	◎
	既存の知識とのずれや矛盾から疑問や興味を引き出す 異なる二つの事象を比較し、共通点や差異点を見付ける			
	既存の知識を使って学習問題に対する予想立ての根拠とする			
	適切な条件制御の下で、観察・実験を行う			
	獲得した知識を基に目に見えない自然の事象を考える			

図1 「問題解決のキーワード」と各学年の重点項目

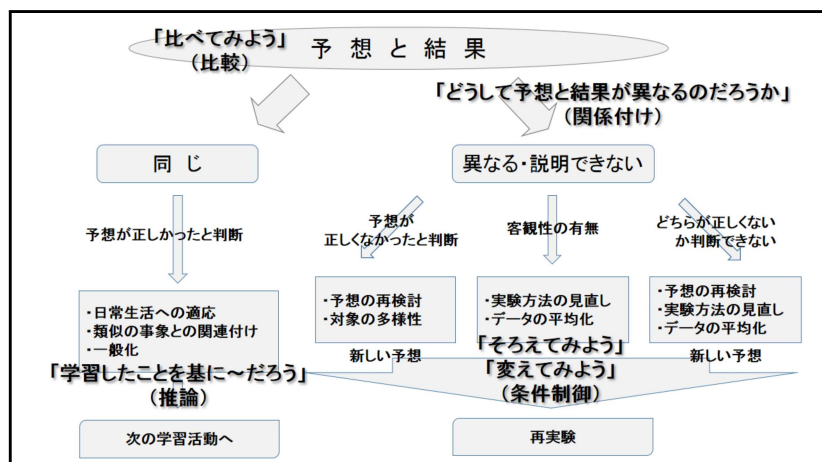


図2 「問題解決のキーワード」を取り入れた考察のモデル

較をしたときに、予想どおりになる場合と異なる場合がある。予想どおりのときは、実験結果から日常生活を振り返ってみたり、似たような事象を考えてみたり、実験結果から学んだことを他のことでも確かめてみたりする。予想と異なる場合は、予想を再検証したり、客観性の有無を考察したり、実験方法の見直しをしたりする。ここでも、比較や関係付けに関する「問題解決のキーワード」を適用できると考える。

(2) 「学び合い」とは

「学び合い」とは、「児童が学習問題に対する思いや願いを基に、自分なりに理由付けをした考えをもち寄り、学習活動を通じて新しい考えに気付いたり、既存の考えを確認したり、考えを深めたりすること」と考える。一対一の話合い、少人数グループでの話合いや討論、クラス全体の意見の取りまとめなどは「学び合い」だが、友達や他のグループが活動している様子などを見ながら自分たちの観察・実験の方法を見直すなど、特に会話が成立していない場合も「学び合い」と考える。つまり「学び合い」とは学習の考え方であって、授業や学習の方法ではないととらえる。児童が思いや願いをもてるような授業目標を教師が設定し、児童が自分の考えをもって主体的に学習問題に取り組むとき、「学び合い」が成立すると考える。学習活動が児童に委ねられるので、「学び合い」には児童が主体的に学習へ取り組む問題解決的な学習が前提で、児童それぞれが自らの学習問題を持ち、それを追究しようとする姿勢が何よりも大切である。

本研究では、「学び合い」により、科学的な思考力・表現力が高まった児童を次のように考える。

「問題の発見」の場面では、学習問題に対して追究したいという意欲をもち、根拠をもって自分の考えを他者に伝えたり、他者の意見を聞いたりすることができる児童である。

「予想」の場面では、自分の意見を伝えたり他者の意見を聞いたりする学習活動や他者の考えを基にじっくり考える活動を通して、予想の根拠について自分なりに確認したり、時には科学的な根拠付けをしたりすることができる児童である。「観察・実験の計画」の場面では、児童それぞれが立てた計画を参考にしながら、調べる条件とそろえる条件を的確に制御した計画を立てることができる児童である。

「観察・実験や考察」の場面では、意見を交換したり、他者が行っている観察・実験を参考にしながらその方法を確認したり、見直したりできる児童である。また、「一般化」の場面では、学習したことを基に、科学的な根拠をもって自分の考えを伝えたり、自他の考えを比べながら、新しい考えに気付いたり、考えにより科学的な根拠をもつことができる児童である。

(3) 「学び合い」の視点に「問題解決のキーワード」を取り入れるよさについて

まず、「問題の発見」の場面では、日常体験や既存の知識と相反する二つの事象を見せることで、比較させるための「比べてみよう」を「問題解決のキーワード」として取り入れる。既存の知識や学習対象となる自然の事象を比較し、ずれや矛盾から疑問や興味をもったことを見いだすことができると考える。また、事象の原因を考えさせるために、関係付けの「～は、…だから」を「問題解決のキーワード」として取り入れることで、既存の知識を使って学習問題に対する予想立てを児童自らが意識できるようになると考える。

次に、「予想と観察・実験の計画」の場面では、関係付けに関する「問題解決のキーワード」を取り入れることで、根拠をもって予想を立てられると共に、「学び合い」でも、考えを根拠付けて説明できると考える。また、自由に観察・実験を試行させ、他のグループと観察・実験方法を比較して、条件を制御するための「変えよう」「そろえよう」を「問題解決のキーワード」として取り入れる。適切な条件制御の下で、観察・実験ができると考えられる。観察・実験は、児童たちにとって共通な体験活動と考えられ、適切な観察・実験からもたらされた結果は、「学び合い」をする上での共通な証拠として活用される。

そして、「考察」の場面では、結果を基に類似する他の事象でも推論できるかどうか考える場を設定することで、「～だろう」を、比較や関係付けに加えて「問題解決のキーワード」として取り入れる。学習した事実を基に目に見えない自然現象について、推論することができると思う。

考察の中で、予想と実験結果が同じ場合と異なる場合があることから、考察の思考に沿って、予

想が正しかったのか正しくなかったのか、実験方法に不備があったのか児童が自らチェックすることができる。

自分で把握・設定した学習問題の問題解決について、図3のような学習活動を通じて、いっそう主体的な問題解決的な学習になり、児童の科学的な思考力・表現力を高めると期待できる。

また、「支えるところ」、「力をいれるところ」などと表現しなくてはいけなかったことについて、「支点」「力点」など、単元でおさえおきたい理科の用語を学習し、他者に伝える内容の意味が明瞭になることで、「学び合い」の中で、他者の考えが共有しやすくなると考えられる。

なお、「問題解決のキーワード」を導入しやすくなるために、ノートやワークシートに自由に貼り付けられるシール紙に印刷し、児童に配付した。

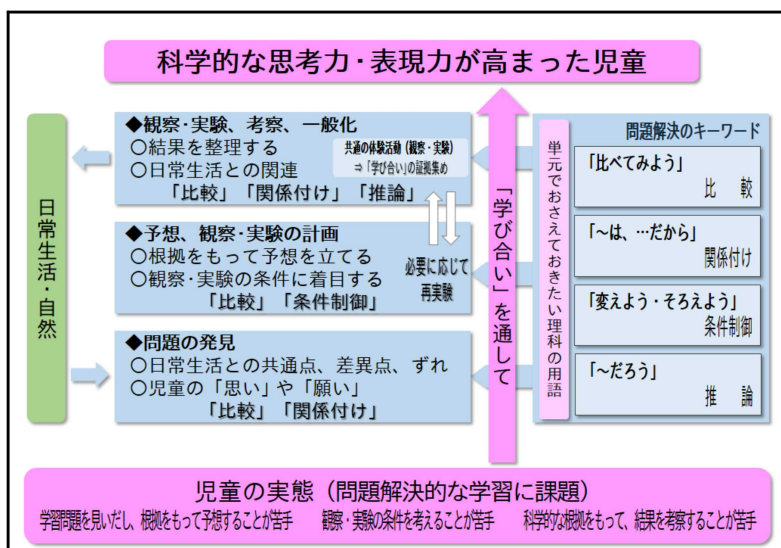


図3 研究構想図

3 先行研究と本研究との関連

小学校理科教育において、科学的な思考力・表現力を高める指導の工夫については、これまでも多くの先行研究がある。平成21年度及び24年度群馬県総合教育センターの長期研修員研修報告書でも、問題解決に向けて伸ばしたい資質や能力の一つである「比較」を取り上げている。平成21年度の「くらべる対象を明らかにする活動」では、「くらべる」能力をはぐくみながら自然事象の変化の要因や規則性など科学的な概念の形成と定着を図り、平成24年度の「比較し、検討する活動」では、「比較すること」でそれぞれの自然の事象、考えなどの特徴を明確にしなが、科学的な思考力・表現力の向上を目指している。

主題設定の理由にあるとおり、問題解決に向けて高めたい資質や能力には、「比較」以外にも「関係付け」「条件制御」「推論」が必要である。そこで、「比較」を含め、小学校理科で高めたい資質や能力である「関係付け」「条件制御」「推論」についても取り上げ、科学的な思考力・表現力の向上を目指した。

4 実態調査で明らかになった研究協力校の課題

研究協力校の児童の実態調査について、授業参観(25年7月)と事前アンケート(25年8月および同10月)を行った。その結果から明らかになった実態は次のとおりである。

まず、理科に対する児童の興味・関心は非常に高いことが分かる。授業参観した単元「植物の水の通り道」でも、ほとんどの児童が意欲的に活動していた。アンケート結果でも、「理科が好きだ」と答えている児童が96%に上る。ただし、好きな理由が「観察・実験が楽しいから」「何かを作るのが好きだから」であり、「観察・実験などで分かったことを基に考えるのが楽しいから」や「学習問題を自分から見付けることが好きだから」などの理由を選択する児童はいなかった。理科の本質とも言える知的好奇心から導かれる事象を問題解決的な学習で追究していくことを好きな理由に挙げる児童はほとんどいないと考える。

次に、既存の知識や日常体験から問題を見いだすこと、結果を予想すること、観察・実験の方法を考えること、結果を考察すること、獲得した知識を生かして推論し他の事象に当てはめることなどといった問題解決的な学習が身に付いていない。自ら問題を見いだそうとしている児童の割合は16%ほどであり、学習問題に対して「教科書に載っているから」という消極的な理由で取り組む姿勢が見ら

れる。問題解決に必要な資質や能力について、どの程度定着しているか調べた結果では、すべての項目で「考えながら活動している」と回答した児童はわずか16%であった。「時々考えながら活動している」と回答した児童を含めても50%という結果であった。参観した授業の観察・実験でも教師から指示されるまで学習活動に取り組めないことから、問題解決的な学習方法について課題があることが明らかとなった。ただし、予想を立て、観察・実験を行い、考察をするといった問題解決的な学習の流れはほとんどの児童は知っていた。

さらに、根拠をもって自分の考えを表現することにも課題があった。他者に考えを伝えようとしているか調査したところ、80%の児童は「伝えようとしている」と答えたが、分かったことを基に根拠を示して説明しているかとの問いに、「いつも（時々）そうしている」と回答した児童が32%であった。自分の考えについて、根拠を示せないことから自信をもって考えを伝え深め合う活動ができない、つまり科学的な思考力に基づいた考えを表現する力も高まっていないと見られる。

また、獲得した知識について、日常生活にあてはめて考えるかとの質問には、「いつもそうしている」と回答した児童は30%であったこと、理科の学習が将来役に立つかとの問いに「そう思う」と回答した児童が48%であったことから、児童は理科の学習に対して有用性を感じていないと言える。

Ⅶ 実践の計画と方法

1 実践計画

対象	研究協力校 小学校第6学年 31名
実践期間	平成25年10月3日～平成25年10月25日 11時間
単元名	「てこのしくみとはたらき」
単元の目標	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する能力を育てると共に、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ことができるようにする。

2 検証計画

検証項目	検証の観点	検証の方法
見通し1	問題解決的な学習の「問題の発見」の場面において、比較や関係付けに関する「問題解決のキーワード」を「学び合い」の視点に取り入れることで、児童が追究する内容（学習問題）に気づき、自分の考えに根拠をもつことができたか。	・事前アンケート
見通し2	問題解決的な学習の「予想と観察・実験の計画」の場面において、関係付けや条件制御に関する「問題解決のキーワード」を「学び合い」の視点に取り入れることで、児童が根拠をもって予想し、適切な条件を踏まえた観察・実験の計画を立てることができたか。	・ワークシート ・観察 ・発言 ・ノート
見通し3	問題解決的な学習の「観察・実験や考察」や「一般化」の場面において、比較や推論に関する「問題解決のキーワード」を「学び合い」の視点に取り入れることで、児童が予想と結果を比較し、考えを整理しながら科学的な根拠を明らかにし、学習内容と自然の事象との繋がりを振り返ったり児童の経験にあてはめたりすることができたか。	・記録ビデオ ・事後アンケート

3 抽出児童

A	教師や友達の話をよく聞き、問題に対してまじめに取り組むことができるが、自ら問題を発見しようとしていたり、根拠をもって予想を立てたりすることが十分にできない。「問題解決のキーワード」を活用し、友達の意見と比較したり、根拠をもって予想したりしながら、科学的な思考力・表現力を高められるようにする。
B	自然の事象に興味や関心が高く、根拠をもって予想を立てることができるが、観察・実験の結果から目に見えない事象を推論する力が十分でない。「問題解決のキーワード」を活用させ、予想と結果を比較したり、関連付けたりしていけるようにしながら、科学的な思考力・表現力を高められるようにする。

4 評価規準

関心・意欲・態度	科学的な思考・表現	観察・実験の技能	知識・理解
○てこのつり合いについて興味・関心を持ち、てこがつり合うときの規則性について調べようとしている。	○てこのはたらきについて、予想や仮説を持ち、推論しながら考えを表現している。 ○てこのつり合いの規則性に	○実験用てこやおもりを適切に使って、実験をしている。 ○てこのはたらきやつり合いの規則性を調べ、その過程	○てこで物を持ち上げるときの手ごたえは支点から力点までの距離、支点から作用点までの距離で変わること

○てこの仕組み、はたらきやそれらがどのように使われているかについて自ら調べようとしている。	ついて実験の結果と予想や仮説を照らし合わせて考察し、自分の考えを表現している。	や結果を正確に記録している。	を理解している。 ○てこのつり合いの規則性は支点からの距離と力点の大きさの積に関係していることを理解している。
---	---	----------------	--

5 指導計画

過程	時間	場面	学習活動	研究上の手だて
ふ れ る	1	問題の発見	第1次 問題を見いだそう <div style="border: 1px solid black; border-radius: 15px; padding: 5px; text-align: center;">*単元をつらぬく学習問題*『一本のペットボトルでみんなのペットボトルを持ち上げよう!』</div> ○てこについて知っていることやはたらきに関するものを思い出したり考えたり、既習内容を振り返ったりする。	○どのようにしたら問題が解決するか自由に話合う場を設定し、その中から「問題解決のキーワード」を取り上げ、各グループなどに意図的に声がけしたり、カードにして黒板に表示したりする。 「学び合い」 《問題解決のキーワード》 「軽いもので重いものを持ち上げられるのは、・・・ だから」 ⇒理由付け（関係付け）
			第2次 てこの原理を見付けよう ○棒をどのように使ったら、軽い力で重いものを持ち上げられるか調べる計画を立てる。	○おさえておきたい理科の用語については、全体で確認し、知識として定着するようにする。 ○軽い力で重いものを持ち上げられるか自由に話し合ったり相談したりできるように、席などにはこだわらないように指示する。 「学び合い」 《問題解決のキーワード》 「他の人と実験方法を比べてみよう」⇒比較 「実験の条件をそろえよう（変えよう）」⇒条件制御 〈てこ〉 〈支点〉 〈力点〉 〈作用点〉
追	3	観察や実験・考察	○てこを使って重いものを持ち上げる方法を試行し、ノートにまとめる。	○次時（考察時）の手助けとなるように、支点・力点・作用点がかかるようなアングルから記録写真を撮影するように助言する。 ○手ごたえを忘れずに記録するよう助言する。
	4	観察や実験・考察	○ノートの記録や撮影した写真を根拠に手ごたえの違いについて考える。	○『学び合い』の中では、前時の記録写真を使い、意見に根拠を見付けやすいよう支援する。 「学び合い」 《問題解決のキーワード》 「軽く（重く）持ち上げられるのは、支点からの距離に関係するから」⇒関係付け 「（このような）方法で軽く持ち上げられるのだろう」⇒推論
	5	再実験	○手ごたえだけでは他人にうまく説明できないことに気付き、どうすればよいか考える。 ○自分の班の計画を見直し、再び調べる。	○グループ実験のうまくいかなかったことを「比較」し、気付いたことを基に「条件制御」を行わせ、自分の班の計画を見直せるようにする。 「学び合い」 《問題解決のキーワード》 「他の班と比べてみよう」⇒比較 「実験の条件をそろえよう（変えよう）」⇒条件制御
究	6 7	予想と観察・実験の計画 観察や実験・	第3次 おもりの位置によるはたらきのちがいを調べよう ○実験用てこを使って、おもりがうでをかたむけるはたらきを調べる計画を立てる。	○既習事項を参考に根拠をもって予想を立てるように助言する。 ○「学び合い」の中で意見交換をするよう促し、自他の実験方法を比較する活動を通じて、変える条件と変えない条件に着目するよう助言する。 「学び合い」 《問題解決のキーワード》 「実験方法を比べてみよう」⇒比較 「おもりの位置と数をそろえよう（変えよう）」⇒条件制御 〈実験用てこ〉 〈つり合い（う）〉
			○実験用てこを使って、おもりがうでをかたむけるはたらきを、おもりと支点	《問題解決のキーワード》 「おもりの位置や数を変えると～だろう」⇒推論

る	考察	からの距離と関係付けて考察する。	〈おもりの重さ〉 〈支点からの距離〉
	予想と観察・実験の計画	○実験用てこがつり合うときはどのようなときか調べる計画を立てる。	○既存の知識と学習問題を「比較」し、共通点や差異点を見いだすと共に、自他の考えも「比較」し、新しい考えに気付いたり、考えを深めたりできるように支援する。 ○かかわる条件のうち、一つだけ変える「条件制御」に着目できるように、各グループの実験を比較し、「問題解決のキーワード」を取り上げて黒板に表示したりしながら、実験方法を考えるよう助言する。【学び合い】 《問題解決のキーワード》 「実験方法を比べてみよう」⇒比較 「おもりの数と位置をそろえよう（変えよう）」⇒条件制御
	8 観察や実験・考察	○実験用てこがつり合うときのきまり（法則）に着目して考察する。	○実験結果を基に実験用てこがつり合う条件について、おもりの重さや支点からの距離と関係付けることにより、推論できるようにする。 ○いくつかの実験結果を見たり、気付いたことを話し合ったりする時間を確保し、『学び合い』につなげる。【学び合い】 《問題解決のキーワード》 「つり合うのは、おもりの数×支点からの距離の値が等しいから」⇒関係付け 「おもりの数や位置をこのように変えよう」とつり合うだろう⇒推論 〈おもりの重さと支点からの距離の積〉
	9 発展	○目盛やおもりの数に頼らずに「cm」と「g」で、てこがつり合う条件を調べる。	○これまでに獲得した知識を基に、発展的な学習に挑戦することで、児童が獲得した知識が自然の事象に当てはめられることを体感できるように自由に活動するよう助言する。【学び合い】 《問題解決のキーワード》 「cmとgだったら、～だろう」⇒推論
まとめる	10 観察や実験・考察	第4次 てこの利用を考えよう ○上皿てんびんの仕組みを調べ、ものの重さをはかる。	○結果に基づいた考察ができるように、予想と結果が一致したか、しなかったか確認する時間をとる。 ○「学び合い」の中では、根拠を明らかにするよう助言し、根拠を基に考えを述べるように促す。【学び合い】 《問題解決のキーワード》 「上皿てんびんがつり合うのは、支点から力点・作用点の距離が同じだから」⇒関係付け
	11 一般化	○身の回りにあるてこを利用したものを探し、どのような仕組みになっているか調べる。 ○第1時に見いだした単元を貫く学習問題に挑戦する。	○獲得した知識と日常生活とのかかわりは何かを「問題解決のキーワード」を使って学び合い、学習と日常生活との繋がりを振り返り、児童の経験にあてはめられるように、てこを使ったいくつかの道具を提示する。【学び合い】 《問題解決のキーワード》 「○○○（てこを使った道具）なら～だろう」⇒推論

VIII 実践の結果と考察

本研究は、小学校6年理科の単元「てこのはたらき」で実践・検証を行った。検証については、児童のノートやワークシートへの記述、授業観察、ビデオでの振り返り、抽出児童の行動記録、実践前後のアンケート結果を基に行った。

1 問題解決的な学習の「問題の発見」の場面

(1) 結果

第1時では、日常生活での経験（シーソーなど）と、単元を貫く学習問題（軽い物体で重い物体を持ち上げること）の共通点や差異点、ずれに気付いたり、明確になったりするような演示実験を教師が行った。「500mLと2Lのペットボトルそれぞれの重さを実際に比べたい」という児童の願いからものの重さを比較する活動を通して「比べてみよう」という問題解決のキーワードを「学び合い」の視点に取り入れた。7割の児童が「ものの重さが違うから」という理由で、「軽い物体で重い物体を持ち上げられない」と予想した。2割の児童は「体重の違う友達同士でもシーソーで遊

べたこと」を理由に、「二つの物体をつり合わせることができる」と予想した。残り1割の児童は理由を示すことができなかった。この演示実験では、図4のように、支点・力点・作用点については、衝立を使って意図的に児童に見せないようにした。実際につり合った状態を見た児童からは、「あれ？ つり合ってる…」「衝立の向こうはどのようなになっているのだろう」など、さまざまなつぶやきが聞かれた。そのつぶやきの中から「持ち上げられるのは、見えない部分が支えになってるからだ」や「支えの部分からつりしている部分までの長さが違うからだ」などの発言を取り上げ、「…だから」という言葉を、関係付けに関する「問題解決のキーワード」として、児童に提示し、思考する際に理由付けするために使用するよう促した。ここでは、獲得した事実を関係付けているのではなく児童の考えの根拠となる理由を問うたために、関係付けというよりも理由付けに近いものとなっている。抽出児童Aはアンケートの回答でも「一人で考えるのが好き」と答えていたが、どうして持ち上がったのか意見を交流する場では積極的に考えを周囲に伝えていた。



図4 演示実験（第一次）

なお、学習が進む中で、支点や力点、作用点など単元でおさえおきたい理科の用語について、教師が全体で指導した。児童からは「支えるところなどと言わずに支点と言った方が説明するときに分かりやすいし、ノートにも書きやすい」などという発言があった。

(2) 考察

全員が自分の考えについて理由を付けて説明できたのは、次の二つが考えられる。一つ目は「問題解決のキーワード」を「学び合い」の視点に取り入れたことにより、他者に対して自分の考えを伝える場合に根拠を示すことを徹底できたためと考えられる。二つ目は、考えに根拠をも

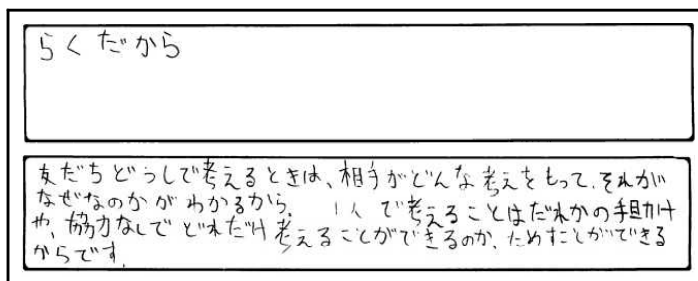


図5 抽出児童Aのアンケート結果（上：実践前 下実践後）

つことができたために、他者の考えを聞くだけでなく、自分の考えを伝えたいという気持ちになったためと考えられる。図5のように、抽出児童Aのアンケート結果を見ると、実践前では「一人で考えることが好き」と答えた理由に「らく（楽）だから」と答え、自分の考えを他人に説明することについては否定的であった。実践後では「相手がどんな考えをもってそれがなぜなのかわかるから」と答えていることから、「問題解決のキーワード」を「学び合い」の視点に取り入れたことにより、考えの根拠を積極的に聞こうとする意欲をもつことができたと考えられる。おさえおきたい理科の用語についても、児童は覚えるものとして学習するのではなく、「学び合い」の視点に取り入れる「問題解決のキーワード」として、思考の際、使用していったことが分かる。

以上のことから、「問題解決のキーワード」を「学び合い」の視点に取り入れることは、児童が追究する内容（学習問題）に気付き、自分の考え（予想）に根拠をもつことに有効であったと考えられる。

2 問題解決的な学習の「予想と観察・実験の計画」の場面

(1) 結果

①「予想」の場面について

予想の根拠がもてるように、てこに関する体験を想起するような話題を投げかけたり、前時までの学習を確認できるような資料を提示したり、演示実験を行ったりした。具体的には、以下のとおりである。

第2時の力点・作用点の位置の違いによる手ごたえを確かめる実験の予想では、半数以上の児童が共通経験をもっているシーソーの写真を提示した。第6時の実験用てこがつり合う条件を探す実験の予想では、

第3時に行った実験を写真で紹介したり、演示実験を行ったりした。また、児童はその実験に関する記録をワークシートの表へ記入し、ノートに整理した。第7時の実験用てこがつり合う条件を探る実験の予想では、教師用大型実験用てこを使って演示実験を行い、支点からの距離とおもりの重さが釣り合う条件に関係していることを確認した。

また、「学び合い」で根拠を伝えられるように、関係付けに関する「問題解決のキーワード」を、問題の発見の場面に引き続いて「学び合い」の視点に取り入れた。記述の内容については、表1に示す。第2時では、抽出児童A・Bは、今までの経験を基に根拠を書いていたが、積極的な学習活動が見られなかった。第6時では抽出児童Bは、手ごたえの違いを支点からの距離と関係付け、考えの根拠として他者と交流した。第7時では、抽出児童Aはつり合いの条件は支点からの距離とおもりの重さを関係付けた根拠を、抽出児童Bは具体的な実験結果をもち出し、科学的な根拠を記述した。その上で、積極的に周囲へ自分の考えを説明していた。抽出児童Aは、抽出児童Bの説明を聞き、自分のノートに書いてある実験結果を改めて見直し、自分の考えに実験結果が根拠となることを付け加えていた。なお、考えを言うときに理由を付けて説明している児童は、図6のように実践前の32%から実践後は45%に増加した。

② 「観察・実験の計画」の場面について
 実験の計画で、「変える条件」や「そろえる条件」が明確になるように、条件制御についての「問題解決のキーワード」を「学び合い」に取り入れた。具体的には以下のとおりである。

表1 児童のノートから（予想と根拠）

発問		○予想 ◇根拠	
		抽出児童A	抽出児童B
軽い力でものを持ち上げるには？	第2時	○シーソーみたいにする。 ◇遊んだことがあるから。	○おもりの場所を変える。 ◇シーソーは座る場所を変えると、違うから。
実験用てこをつり合わせるためには？	第6時	○支点からの距離を変える。 ◇前の実験で、支点からの距離が <u>関係した</u> から。	○支点からの距離とおもりの数を変える。 ◇ <u>手ごたえは、支点からの距離によって変わった</u> から。 ◇手ごたえはおもりの数で <u>表せる</u> から。
実験用てこがつり合う条件は？	第7時	○支点からの距離とおもりの重さが関係している。 ◇ <u>つり合いは、支点からの距離が遠いと、重さは軽くなっている</u> から。	○支点からの距離×おもりの重さが同じ値でつり合う。 ◇実験記録から、 <u>つり合うときは左右の値が全て同じになっている</u> から。

* 下線は関係付けに関する問題解決のキーワード

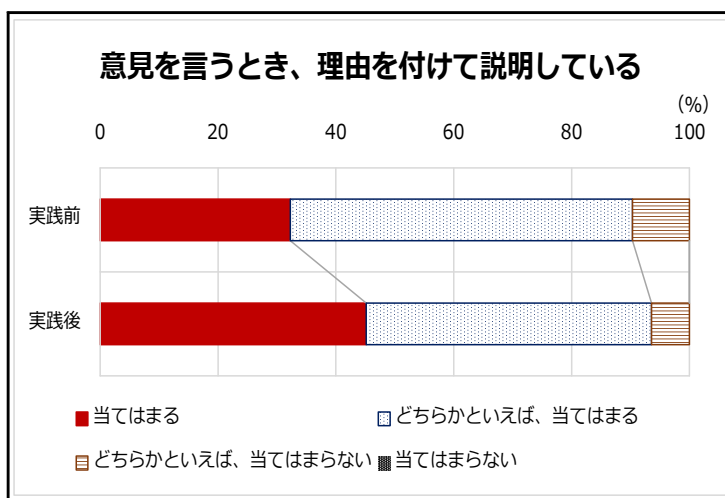


図6 関係付けに関するアンケート結果 (31人)

第3時の実験で、おもりを持ち上げる手ごたえを確かめる実験であることを児童に伝えた。児童はどのように棒を使っておもりを持ち上げるか自由に試行した。「支えになるものに棒を乗せる」「棒の端を持ってみる」「おもりを遠くにぶら下げる」などの考えが出された。自由に試行する中で、「持つところとブロックをつるすところ、両方変えたら理由がよく分からなくなってしまうよ」という児童の発言があった。調べる条件だけ変えればよいことを助言し、調べる条件を「変えよう」に、他の条件を「そろえよう」とし、条件制御に関する「問題解決のキーワード」として提示した。抽出児童Bは調べる条件という言葉で困惑していたが、「変えよう」「そろえよう」という言葉を取り入れて図7のように記入することができた。

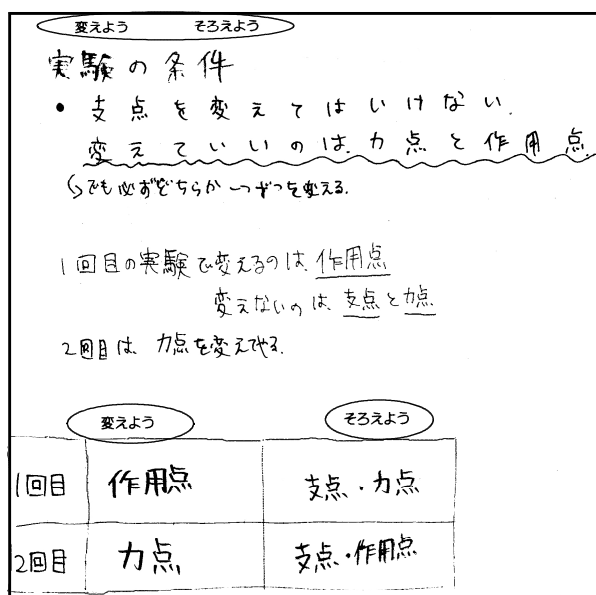


図7 抽出児童Bのノート

なお、ノート中にあるワープロ文字（図7楕円部分）は、「問題解決のキーワード」の条件制御にあたる言葉をシールにしたもので、児童が学習活動の中で自ら選択して貼ったものである。

第6・7時の実験では、児童自らが条件制御のキーワードである「変えよう」と「そろえよう」に着目し、実験計画を思考した。そして、自分たちの計画に沿って、実験用てこが合う条件を探した。第6時の実験段階では、6つある班の中で、左右とも支点からの距離とおもりの数を変える計画を立てた班が一つあったが、他の班の実験計画を参考に、右のうでについて支点からの距離とおもりの数を「そろえよう」に、左のうでの支点からの距離とおもりの数を「変えよう」として、実験方法を見直していった。第8時では、全ての班が変える条件とそろえる条件について、「問題解決のキーワード」を使いながら、実験の条件を制御していた。

また、第5時では再実験を行った。予想と結果が異なることはなかったが、手ごたえだけでは客観的な説明ができない事実から実験方法を再考した。体重計や上皿ばかりなどを想起した児童は「おもりになるものをいくつかつるして、数えてみたらみんなに伝えられるだろう」という発想をした。そこから、ペットボトルの数で手ごたえを表すことにした。条件制御を加えながら、力点と作用点を変え、おもりを持ち上げる手ごたえを「ペットボトル〇本」とノートに記録し、それぞれ他者に伝え合った。児童からは「ペットボトルの数が多いから、手ごたえも大きくなるのが分かりやすい」などのつぶやきがあった。

(2) 考察

「予想」の場面で、理由を付けて考えをもち交流に参加できた児童の人数が、前頁図6のアンケートの集計結果からも増加したことが分かる。前頁表1から、抽出児童Aは第2時の予想で周囲にはなかなか伝わらない記述になっていたものが、学習を重ねるごとに変容し、第8時の実験で、支点からの距離とおもりの重さに関係付け、科学的な根拠をもつと共に、他者の意見を取り入れ、実験結果を振り返り、新しい根拠として自分の考えを再構築したことがうかがえ、その過程は「問題解決のキーワード」を用いて「学び合い」に参加していたと言える。実践後のアンケート調査でも、抽出児童Aは「自分の考えを周りの人に説明したり発表したりしている」という項目に対する自己評価が上がったことから、自分の考えに自信をもつことができ、周囲に説明して確認したいという願望に変容していったことがうかがえる。抽出児童Bも自らの体験のみの根拠から、実験結果を基に筋道立てた科学的な根拠へ変容していることが分かる。このことから、関係付けにかかわる「問題解決のキーワード」を取り入れたことで、自分の根拠をより科学的に考えを深め、自信をもって周囲に伝えやすくなり、積極的に意見交流の場に参加していたことから、「学び合い」に参加したと考えられる。抽出児童Bは、事後のアンケートで「一人で考えることが好き」とも答えているこ

とから、今までのグループ学習や話し合い活動ではあまり見られなかった「一人でじっくり考える」活動も「学び合い」の一環として取り入れていったことが分かる。

「観察・実験の計画」の場面では、変える条件やそろえる条件を考えて実験の計画を立てられた児童は、図8のように実践前の61%から実践後

は77%になり、16ポイント増

加している。「どちらかといえば、当てはまる」も含めると、ほとんどの児童が条件制御について考えていることが分かる。記述の内容については、抽出児童Aは第2時では実験の方法を簡単なイラストで表しているものの、どんなことをどのように調べるのか書いていなかった。しかし、第5時では、「学び合い」の中で他者から教えてもらいながらも「変える条件（調べる条件）」と「そろえる条件」を実験の計画に反映させることができていたことから、「問題解決のキーワード」を「学び合い」の視点に取り入れながら、適切な条件制御という新しい考えを取り入れ、実験に取り組もうとしていたことが分かる。抽出児童Bは、第2時、第5時ともに「問題解決のキーワード」である「変えよう」「そろえよう」を用いて実験計画を立てることができ、第7時には、「変えよう」は調べる条件であることをノートに自ら記載したことから、「学び合い」を通じて適切な条件制御に加えて、見通しをもって実験に取り組んでいたことが分かる。

第5時の再実験で、主観的な「手ごたえ」というデータを、客観的なデータに置き換える試みをしている。その中で、「数字にできれば伝えられる」との意見か主観的な「手ごたえ」でなく、「おもりをつるす」という数値で表せる客観的な結論を導いた。再実験という、予想と結果が異なる場合にのみ行われると考えがちだが、主観的なデータをもう一度検証し、客観的なデータにすることができるとも考えられる。日常生活の中から数値化することのよさを見直し、既習学習からおもりを使えば数値化できることを推論し、適切な条件制御にしたがって再び実験を行ったと言える。

このように、「予想や観察・実験の計画」の中に、条件制御や関係付けについての「問題解決のキーワード」を「学び合い」の視点に取り入れることで、科学的な根拠をもち、見通しをもった観察・実験の計画を立てられるようになったと考える。つまり、「問題解決のキーワード」を「学び合い」の視点の取り入れることは、自分の考えに科学的な根拠をもちながら予想し、適切な条件を踏まえた観察・実験の計画を立てることに有効であったと考える。

3 問題解決的な学習の「観察・実験や考察」、「一般化」の場面

(1) 結果

① 「観察・実験や考察」の場面について

まず、立てた予想や、それぞれの実験結果を比較する活動を行った。第3時では、次頁図9のように手ごたえの大きいときと小さいときの写真を提示した際、児童が発したつぶやきである「写真を比べれば分かるよ」という発言から、比較に関するキーワードである「比べよう」を取り上げ、「問題解決のキーワード」として提示した。活動中、手ごたえが違ったときの写真を比較した抽出児童Aは、手ごたえをノートに記述した。抽出児童Bは「力点の位置が違うと手ごたえが違っている」と周囲に伝え、「問題解決のキーワード」を使用し、ノートに記述した。

次に、結果を基に類似する事象を推論する活動を行った。第6時では、実験用てこが釣り合う条件を導き出した後、「おもりの位置や数をこのように変えようと釣り合うだろう」という児童の発言から、推論に関する問題解決のキーワードである「～だろう」を取り上げ、児童に提示した。支点

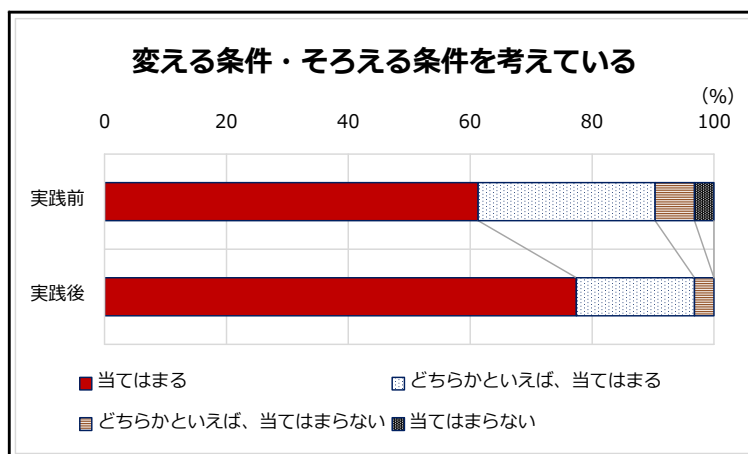


図8 条件制御に関するアンケート結果 (31人)

からの距離とおもりの重さの積が左右のうでで一致するとてこが合うことを学習した児童は、その知識を基につり合う条件を推論した後、実際に実験用てこが合うか確かめていた。第9時のてこが合う条件を拡張する実験では、抽出児童Aは「支点からの距離はものさしを使って測り、おもりの重さは電子ばかりで量って数値にする」とし、距離をcm、重さをgで表してから、それらの積を計算し、実験に取り組んだ。抽出児童Bは、考えを交流する中で、実験用てこが合う条件を確認し、cmとgで表された数値をあらかじめ計算していた。

②「一般化」の場面について

第10時の「上皿てんびんについて学習する」活動では、上皿てんびんの観察から、左右の皿が支点から等距離にあることを確認した。表2のように、抽出児童Aは関係付けに関する問題解決のキーワードを取り入れ、上皿てんびんはてこの原理を使っていることを書くことができた。これらの活動と同時に、もう一つの「問題解決のキーワード」であるおさえおきたい理科の用語についても取扱った。図10のように、上皿てんびんの各部の名称について、実物を使いながら説明を加えた。児童からは「調節ねじが外側に行くからこっちに傾くんだ」「分銅は数ではなくて重さで表されている」「実験用てこでも、おもりの数からおもりの重さ

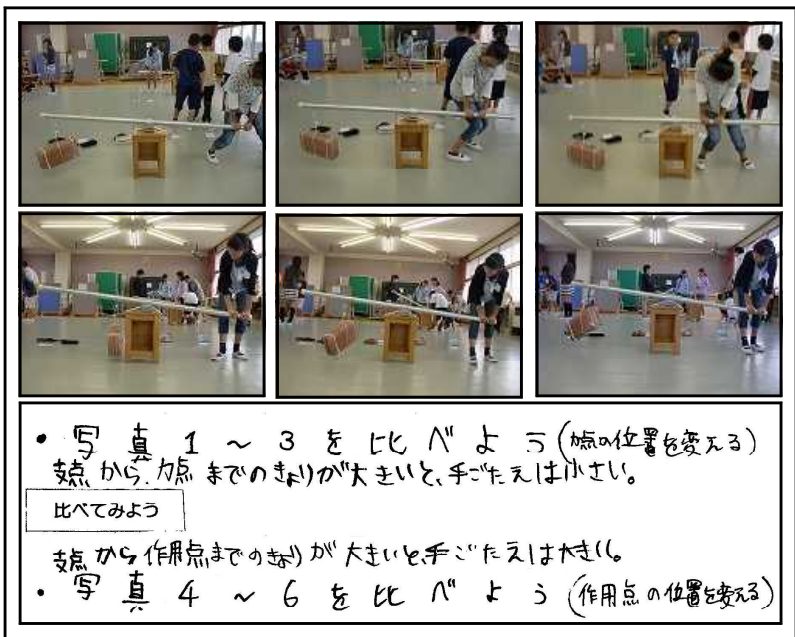


図9 比較した写真(上1~3、下4~6)と抽出児童Bのノート

表2 抽出児童Aの記述(上皿てんびんについて)

上皿てんびんを 観察して 気付いたこと	<ul style="list-style-type: none"> • めもりがついている • 支点がある • おもりがある • 支点から同じきよりに皿がある
気付いたことから 言えること	<ul style="list-style-type: none"> ○ めもりが真ん中に来ると、水平になると思う。 ○ おもりを片方にのせて使う。 ○ つり合うのは、<u>支点からのきよりが同じだとわかるものの重さが同じときだから。</u>

* 下線は関係付けに関する問題解決のキーワード



図10 上皿てんびんの各部の名称を確かめ、使用する様子



図11 実際に手ごたえを体感する様子

に変わったからよく分かる」などの意見が出された。

また、第10時の「身の回りにあるてこを使った道具の仕組みを調べる」活動では、くぎ抜き・大型ステープラー・ピンセットの3種類の道具について、それぞれ3点の位置を確認した後、支点からの力点や作用点までの距離を根拠に、道具の使い方を推論した。

授業の中で、3種類の道具を

どのように使えばよいか、それぞれの児童が考えを整理し根拠をもって周囲に説明した。自分の考えがもてた児童は、前頁図11のように、実際に道具を使って自分の考えが正しいかどうか体感した。

「ここを持ったら力が加わりやすいだろう」などと推論しながら道具を使う児童もいた。抽出児童Aは、ピンセットについて調べていた児童数人と意見交換する中で、「私は小さな力で大きな力を生み出すものだけがてこだと思っていたけれど、ピンセットみたいに細かいことをする場合、てこを使って大きい力を小さい力にすることもできるんだね」と言っていた。授業後に実施したはさみの使い方について問う評価問題では、抽出児童A・B共に3点の位置関係から科学的な根拠をもって、どのように使うと少ない力でものが切れるか説明できた。図12のように、てこはさみを比較し、簡単なイラストで描き、三点それぞれの位置を分かりやすく記述するなどの児童もいた。なお、児童は、支点や力点、作用点などの用語をはさみの説明に用いることができた。他の道具（大型ステープラー・ピンセット）についても、学習したことを基に推論し、体感していた。

実践後に実施した理科の有用性に関するアンケートでは、「理科の学習が生活に役立つか」というアンケート項目で、「役立つ」と答えた児童は実践前の48%から実践後には78%と増加した。

(2) 考察

実験結果を比較し根拠を明らかにする活動では、問題解決のキーワードである「比べてみよう」を用いて、全員の児童が実験結果に対する考察について、科学的な根拠をもつことができ、「学び合い」に参加したことが分かる。その中で、児童が分かりやすく比較できるように、実験時の写真を提示したことも、児童が比較する活動をする一つの動機付けになっているとも考えられる。また、獲得した知識から類似の事象を推論する活動では、同じく「～だろう」を「学び合い」に取り入れたことで、学習したことを基に考え、その考えが根拠となるということが児童に定着したと考える。さらに獲得した知識を今後活用しようという意識を児童がもてたとも言える。

一般化する活動では、上皿てんびんのつくりを観察し、てこの原理と関係付けたことで、上皿てんびんの扱い方が知識だけでなく、実感を伴った理解につながったと考えられる。さらに、日常の道具にてこの原理が利用されていることについて、既存の知識を生かし、科学的な根拠をもって便利な使い方を推論し、実際に道具を使ってみたことで、児童の理解はさらに実感を伴ったものになったと考えられる。また、はさみのイラストとてこの図を併用して使うなどの工夫などが見られることから、「学び合い」を通じて他者に分かりやすく伝える表現力も高まったと考えられる。同時に、抽出児童Aの発言から、てこのはたらきについて、「学び合い」から新しい考えに気付くことができたと考えられる。

図12の評価問題の記述を見ると単元でおさえておきたい理科の用語を使って説明できていることから、児童はそれらの用語の意味を正しく理解し、意見を交流する活動や自分で思考する活動に活用できていることが分かる。

これらのことから、「観察・実験や考察」、「一般化」で、予想と結果を比較し、考えを整理しながら根拠を明らかにすると共に自分の考えをもつことができるような「問題解決のキーワード」を

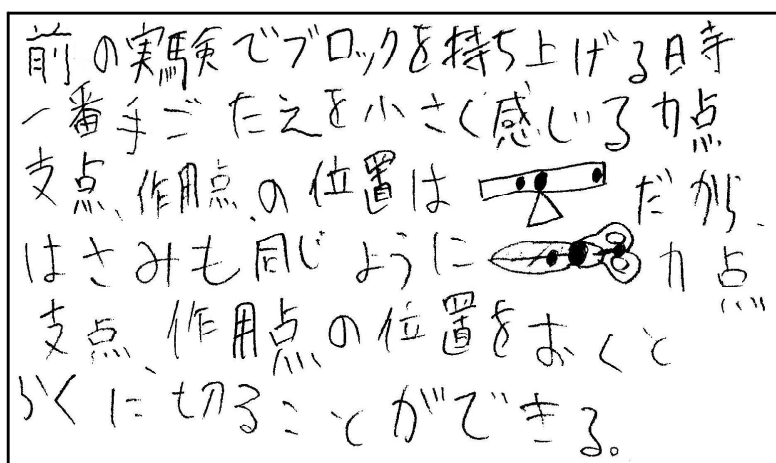


図12 評価問題（はさみの使い方）

「学び合い」の視点に取り入れることを通して、児童が予想と結果を比較し、考えを整理しながら科学的な根拠を明らかにし、学習内容と自然の事象との繋がりを振り返ったり児童の経験にあてはめたりすることに有効であったと考えられる。

IX 研究の成果と課題

1 成果

問題解決的な学習の各場面で、「問題解決のキーワード」を取り入れたことで、児童が自分の考えに根拠をもつことができた。なぜそのような考えをもったか他者に尋ねられたときに児童は根拠を示すことができるため、積極的に交流活動を行うことができた。その交流活動から、他者の考えを自分の考えと比較したり、新しい考えを自分の根拠に取り入れたりしながら、児童は根拠を科学的に深化することができた。より科学的な根拠をもった児童は、確かな裏付けが考えに付随し、他者に聞いてもらいたいという意欲につながり、「学び合い」に対して積極的に参加することができた。その中で、他者に分かりやすく伝えるため、図や表、簡単なイラストなどを用いて説明していたこと、獲得した知識と日常生活に見られる事象を並列しながら記述することがみられたことなどから考えを表現する力が高められた。

もう一つの「問題解決のキーワード」である単元でおさえたい理科の用語についても、児童は「学び合い」の中で活用することで、知識として定着していった。

実践前に数値が低かった「獲得した知識を日常生活に当てはめて考えること」についても、既存の知識を活用し推論することにより、生活の様々な場面に活用されていることを知った児童は、理科の有用性を感じることができたと考える。

2 課題

「問題解決のキーワード」を端的に表した言葉を用意して授業で使用したが、児童からは「キーワード」に該当する他の言葉も出された。本研究において、「関係付け」を「～は、…だから」としたが、児童は理由付けに相当する部分である「…だから」を先に述べるほうが分かりやすいという感触があった。つまり、各学校や学級の実態に応じて、「問題解決のキーワード」は変化するものと考えられる。実態を踏まえながら、「比較」「関係付け」「条件制御」「推論」に対応する「問題解決のキーワード」を導入する必要がある。

「学び合い」は学習の考え方であるので、一対一の話合いや少人数グループでの意見交流、学級全体での話合いなど形態は様々である。評価者つまり教師は「学び合い」によって、個々の児童の意見がいかに変容していったか評価する必要がある。発言、ノートやワークシートへの記述だけでなく、「学び合い」によってどのようなことが分かったか自己評価を取り入れるなどの手だてが必要である。また、計画的な支援計画を立てていくなど、教師の見取り方も大切になってくると考える。

X 終わりに ～「理科の楽しさ」を考える～

1 「理科の楽しさ」とは

本研究は、「問題解決のキーワード」を「学び合い」の視点に取り入れて、科学的な思考力・表現力を高めることが目的である。本研究を通して、児童の科学的な思考力・表現力は高まったと言える。そればかりでなく、実践後に「理科がより楽しくなった」と言ったり、感想を書いたりした児童も多かった。

今回の実践では、多くの観察・実験を取り入れた。それが一因で、児童は「理科が楽しい」と感じたことは疑いようがない。昨今、科学館や博物館、テレビ番組などでスポット的に児童の興味・関心を引く観察・実験を行うことが多くなっている。もちろん、児童が理科への興味・関心を抱く導入としては大変有効な手段であるが、非日常的で、興味本位の体験として終わってしまうことが多々ある。そこには、本当の意味での「理科の楽しさ」は介在しないと考える。

本研究で児童が感じた理科の楽しさは他にあると言える。日常生活や既習の学習から見いだされた

知的好奇心をくすぐる学習問題、言い換えれば「魅力的な学習問題」について、問題解決的な学習を通して追究し、一般化できたことへの楽しさであると考え。今回の研究では、児童が観察・実験をすることについて、それが目的ではなく、問題解決的な学習の中で児童全員が事象について考えるための手だてとなっていた。つまり、観察・実験自体が楽しいのではなく、児童は問題解決的な学習のプロセスが楽しいと感じていた。

2 「理科の楽しさ」を味わうために

“理科離れ”が話題になって久しくなる。歯止めがかかったとも言われているが、TIMSSなどの調査結果からも、学年が上がるにつれて興味・関心が薄れていく傾向にあると言える。

派手な実験で「なんとなく（理由もなく）面白い」と思えるのも理科の楽しさの一つではあるが、自然事象について、その原理を追究する過程こそが本当の「理科の楽しさ」と考える。そのためには、主体的に問題解決的な学習を行い、科学的な思考力・表現力を高めることと実感を伴った理解が必要不可欠である。その原動力となるのは、学習の目的、つまり学習問題が大切である。分かりそうで分からない、手が届きそうで届かない学習問題を設定することが「学び合い」を成立させる必要な条件になり、児童が夢中になる問題解決的な学習の原動力となる。

本研究の実践単元であった「てこのはたらき」のふれる過程では、500mLのペットボトルで2Lのペットボトルを数本持ち上げる演示実験を行った。「まるで重さの違う物体でも、ものを持ち上げられる」という既存の知識と相反する事象を示すことで、児童は「なぜだろう」「どんな方法で持ち上げたか知りたい」「仕組みを調べたい」という興味・関心をもった。それが単元を貫く学習問題となり、児童が問題を解決しようとする原動力となった。主体的な問題解決的な学習によってこの原理を知り、分かったことを生活に関連付け、単元を貫く学習課題へ適用することで実感を伴った理解につながったのである。

学習の原動力として学習問題の提示は重要である。しかし、学習問題を解決するために、科学的な根拠と実感を伴った理解が必要不可欠である。それは、知識のみならず、観察・実験と主体的な思考活動によって獲得できるものであり、科学的・客観的な根拠の獲得こそ、観察・実験の意義と考える。そして、その授業を構想するのは教師である。教師が作る授業の流れの中で児童が自らの意志で活動していくことこそ主体的な問題解決的な学習である。見いだした学習問題に対して児童が自分の考えをもって解決していくことを明確にし、目標をもって探究していく学習が本来の理科の楽しさに直結する。

適切な学習問題の提示、高めたい資質や能力を踏まえた主体的な問題解決的な学習、そして実感を伴った理解、三つのうち、一つでも欠けてしまうと「理科の楽しさ」は味わえない。目的意識をもって問題追究を行うことで、追究の過程に「理科の楽しさ」を見いだし、実感を伴った理解とその定着が図れるのではないか。

「理科の楽しさ」を知った児童生徒は、学習問題の追究に意義を見いだし、観察・実験を興味本位の楽しさでなく、知的好奇心を満たす問題解決の楽しさに気付くことができるであろう。

<参考文献>

- ・佐藤 学 著 『学校を改革する ―学びの共同体の構想と実践―』 岩波書店 (2012)
- ・小学校理科実践研究会 編著 『小学校新学習指導要領の展開 理科編』 明治図書 (2008)
- ・寺川 智祐 編著 『理科教育学』 福村出版 (1990)
- ・日本理科教育学会 編集 『理科の教育2月号』 東洋館出版 (2011)
- ・森本 信也・稲垣 成哲 編著
『理科における授業研究の進め方 ―構想からまとめ方まで―』 東洋館出版 (1999)
- ・山下 洋平・安藤 秀俊 『小学校理科における楽しい理科授業について』
日本科学教育学会研究会研究報告 Vol. 22 No. 1 福岡教育大学 (2007)

<担当指導主事>

飯島 隆 小野 智信

理科学習指導案（第6学年）

平成25年10月1日（火）～10月25日（金） 理科室

1 単元名 てこのしくみとはたらき〔A物質・エネルギー（3）てこの規則性〕

2 考察

(1) 教材観

本単元は、現行学習指導要領の内容「A物質・エネルギー（3）てこの規則性」に基づくものであり、内容は第5学年「A（2）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「（5）力学的エネルギー」の学習につながるものである。

本単元では、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、てこの規則性についての見方や考え方をもちつことができるようにすることをねらいとする。

てこには人間の力ではできないことを可能にするという特性がある。例えば持ち上げられないものを、てこを用いると持ち上げられたり、手では抜けないものをてこのはたらきによって抜くことができたりするというものである。また、これとは逆に、てこのはたらきによって力を弱めることで我々の生活に役立っている道具として存在している。

てこには支点、力点、作用点の三つの要素があり、この単元では、それらの関係性を見ていく。てこの学習では実際に自分の力でおもりを持ち上げる活動を通して手応えを感じることで、それぞれの関係性が体感できるという利点がある。また、実験用てこを使って三つの要素の関係性を見るためには、支点、力点、作用点の一つだけ変えるということについて考えていく必要があるため、条件制御の考えを学習に生かすことができる。さらに実験用てこのおもりの位置と支点からの距離の関係性について推論し、実験を通して規則性を発見することができる。また、発見した規則性を生かして、「ものづくり」を体験できるという利点もある。

これらの理由から、この時期に学習する意義があると考えられる。

(2) 児童の実態及び指導方針

○児童の実態（男子19名 女子12名 計31名）

【関心・意欲・態度】

7月に実施した理科全般に関するアンケート結果では、ほとんどの児童が「理科の授業は楽しい」と答えており、観察・実験にも積極的に取り組んでいるという意識をもっている。しかし、授業の中で予想を立てて書いたり、実験結果から言えることを書いたり、書いてもみんなの前で発表するなど表現活動が苦手だという意識をもっている児童もいる。

【思考・表現】

物干しざおのように長くて重い棒を持ち上げる際にどこを持って同じ力で持ち上げられるか尋ねたところ、「同じ力では持ち上げられない」と答えた児童が86%で、このことから手応えが変わることを体験している児童がほとんどだと言える。また、シーソーについて尋ねてみると、違う体重の人が乗った場合、「体重の重い人のほうが下がる」と答えた児童も86%だった。「重いから下がる」と直感的に考える児童が多く、おもりがてこの腕を下げるはたらきがあることを知っているとは言えない。また、やじろべえをつり合わせる条件を聞いたところ、ほとんどの児童が何も答えられなかったが、数人は「おもりを同じ重さにする」などと答えていた。しかし、支点からの距離と重さを関連付けて答える児童はいなかった。数人の児童は、やじろべえについて、つり合わせる方法を絵などで表現したが、ほとんどの児童は自分の言葉でもイラストでも表現できなかった。

【観察や実験の技能】 略

【知識・理解】

9月に実施した本単元に関するアンケートでは、「てこ」「支点」「力点」「作用点」などについて、知らないと答えた児童が70%を超えている。また、シーソーややじろべえで遊んだことがあるか聞いたところ、シーソーについては全員が「遊んだことがある」と回答したのに対し、やじろべえでは92%の児童が「知っているが遊んだことはない」「知らない」と回答した。

○指導方針

本単元の導入では、1本のペットボトルで複数のペットボトルを持ち上げる演示実験を行う。「できないようでもできること」を提示することで、驚きや感動、疑問をもたせ、今後の学習への興味・関心を高めたい。重いものを小さな力で持ち上げるときのきまりを見付ける活動から始め、次に、力の大きさを数値化して表すことよきに気付かせる。そして、実験用てこで、ものがつり合うときの規則性をさぐる活動に発展させ、学習のまとめとして、上皿てんびんを操作したり、てこを利用した道具を調べたり、てこを利用したてんびんを作ったりすることで、てこのしくみが日常生活に利用され、私たちの生活に役立っていることに気付かせたい。学習過程では、問題解決の過程を大切にしながら、学び合いによって自分の考えを伝えたり、周囲の意見を聞いたりして、言葉やイラストを用いて表現する力を育成したいと考えている。そして、実験を通じて導き出した結果から、科学的なきまりを見付け出していく学習を行う。予想と結果が同じ場合や違う場合でも、その理由について根拠をもって考え、結論を導き出す。それらを基にして、科学的思考力をつけさせたいと考えている。

3 研究とのかわり

「はばたく群馬の指導プラン」(p88)に示されているように、生活に見られるてこについて身近な事象から問題を見だし、予想を立て、実験方法を考えて追究し、予想と結果を照らし合わせて考察し、学習と生活を結び付ける「問題解決的な学習」を積み重ねることで、てこのはたらきや規則性を計画的に追究する能力を育てることができる。また、これらの学習の中で、問題解決に向けて高めたい資質や能力を学び合いの視点として授業に取り入れることで、自分の考えをもち、考えを深め、科学的な思考力や表現力を身に付けることができると考える。更に、学習したことを生活と結び付けて一般化していくことで、学習により得た知識を生活の中で役立てることができると考える。

4 単元の目標

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、てこの規則性についての見方や考え方をもちつことができるようにする。

5 指導と評価の計画(全11時間予定)

評価規準	関心・意欲・態度	①てこのつり合いについて興味・関心をもち、てこがつり合う時の規則性について調べようとしている。 ②てこの仕組み、はたらきやそれらがどのように使われているかについて自ら調べようとしている。
	科学的な思考・表現	①てこのはたらきについて、予想や仮説をもち、推論しながら考えを表現している。 ②てこのつり合いの規則性について実験の結果と予想や仮説を照らし合わせて考察し、自分の考えを表現している。
	観察・実験の技能	①実験用てこやおもりを適切に使って、実験をしている。 ②てこのはたらきやつり合いの規則性を調べ、その過程や結果を正確に記録している。
	知識・理解	①てこで物を持ち上げるときの手応えは支点から力点までの距離、支点から作用点までの距離で変わること理解している。 ②てこのつり合いの規則性は 支点からの距離と力点の大きさの積に関係していることを理解している。

時間	過程		伸ばしたい資質・能力		主な学習活動
			科学的思考力・表現力	問題解決に向けて	
第1時	ふれる	第1時	今までの経験や知っている知識を基に、演示実験について、理由を付けて仮説を立てることができる。	関係付け	<ul style="list-style-type: none"> ・てこについて知っていることやはたらきに関することを思い出したり、考えたり、既習内容を振り返ったりする。 ・単元を貫く学習問題を知る。
第2時 ～ 第8時	追究する	第2時	力点と支点からの距離を考えながら、持ち上げる方法を考える。	条件制御	<ul style="list-style-type: none"> ・どのように棒を使ったら、軽い力で重い力を持ち上げられるか調べる計画を立てる。
		第3時		比較 関係付け 推論	<ul style="list-style-type: none"> ・前時の計画に沿って実験する。
		第4時	支点から力点や作用点までの距離に着目して、ものを楽に持ち上げる条件を見付けることができる。	比較 関係付け	<ul style="list-style-type: none"> ・てこを使って重いものを持ち上げる方法をまとめる。
		第5時	ものを持ち上げたり、棒を傾けたりする力の大きさを支点から力点・作用点までの距離と関係付けて考え、条件を的確に制御した実験計画を立てることができる。	比較 条件制御	<ul style="list-style-type: none"> ・班の計画を見直し、再実験する。
		第6時	おもりがうでをかたむける働きについて、支点からの距離と関係付けて考える。	関係付け 推論	<ul style="list-style-type: none"> ・実験用てこを使って、おもりがうでをかたむける働きを、おもりと支点からの距離と関係付けて考察する。
		第7時	つり合う条件について、支点からの距離とおもりの重さに着目して考えている。	比較 関係付け 条件制御 推論	<ul style="list-style-type: none"> ・実験用てこがつり合うときはどのようなときか調べる計画を立てる。 ・実験用てこがつり合うときのきまり（法則）に着目して考察する。
		第8時	追究前時までの実験を基に、結果を推論することができる。	推論	<ul style="list-style-type: none"> ・目盛りやおもりの数に頼らずに「cm」と「g」で、てこがつり合う条件を調べる。
第9時 ～ 第11時	まとめる	第9時	てこの原理を考えながら、実験方法を考えることができる。	関係付け 推論	<ul style="list-style-type: none"> ・単元を貫く学習問題に挑戦する。
		第10時	てこのしくみが使われていることに着目して、上皿てんびんについて調べている。		<ul style="list-style-type: none"> ・上皿てんびんの仕組みを調べ、ものの重さを量ってみる。
		第11時	支点、力点、作用点はどこなのか考え、力がどのようにつたわっているか考える。		<ul style="list-style-type: none"> ・身の回りにあるてこを利用したものを探し、どのような仕組みになっているか調べる。

6-1 本時の学習 (1/11)

(1) ねらい 棒を使って重いものを動かすことに興味・関心をもち、てこを使って重いものを持ち上げる方法を考えようとするができる。

(2) 準備

教師：ペットボトル (500mL 2本 2L 4本) 棒 支点になるもの

児童：

(3) 展開

学習活動 予想される児童の反応	時間	指導上の留意点及び支援・評価 (◎努力を要する児童への支援 ◇評価)
<p>1 単元を貫く学習問題を知る。</p> <div style="border: 2px solid black; padding: 5px; text-align: center; margin: 10px 0;"> <p>1本のペットボトルを使って、何本ものペットボトルを持ち上げてみよう！</p> </div> <ul style="list-style-type: none"> ・1本で持ち上げることなんてできるのだろうか。 ・そんなことができるのなら、やってみたいな。 	<p>15分</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○たった1本のペットボトルでクラス全員のペットボトルを持ち上げるという学習問題を提起し、児童の興味・関心を高めたい。 ○重さを体感させるために、児童一人ひとりにペットボトルを持つ体験をしよう。 ○500mL ペットボトル2本と2Lのペットボトル4本を児童に提示し、てこをつかってつり合わせる演習実験を行うことで、今後の学習の見通しをもてるようにする。その際、支点・力点・作用点などの位置は児童に見せないようにし、児童が問題意識をもてるようにする。
<p>2 軽い力で重いものを持ち上げる方法を考える。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・棒を使うと重いものを軽い力で持ち上げられるのを知っているよ。 ・シーソーで遊んだことがあるけど、体重が軽くても重い人を持ち上げることができた。 ・棒を使うと持ち上げられるかもしれないな。 ・棒をどのように使うとよいのだろうか。 	<p>25分</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○どのようにしたら持ち上げることができるか自由に意見を交流する場を設定する。 ○学び合いの中から出てくる「問題解決のキーワード」を意図的に拾い、黒板に掲示する。 ○出された「問題解決のキーワード」を学び合いの手掛かりとすることを伝えておく。 ○可能か不可能かに関わらず、思いついたアイディアはノートに書き留めておくように指示する。理由も同時に書くように指示する。 ◎グループ間だけでなく、誰とでも学び合ってよいことを知らせ、様々な意見を聞く機会を与えたい。また、ノートにアイディアを記入する際、文章だけでなく、イラストなどで表記してもよいことを助言する。 ○ここでは敢えて意見はまとめずに、各々の方法を認めるようにしておく。 ◇【関心・意欲・態度】てこやてこの働きに興味・関心をもって進んで調べようとする。
<p>3 次時の予告を聞く。</p>	<p>5分</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○次時は棒を使って重いものを持ち上げる方法を具体的に考えることを告げる。

6-2 本時の学習 (2/11)

(1) ねらい てこを使って重いものを楽に持ち上げられる実験について、条件を制御した実験の計画を立てることができる。

(2) 準備

教師：長い棒 支点 おもり (10kg 程度)

児童：

(3) 展開

学習活動 予想される児童の反応	時間	指導上の留意点及び支援・評価 (◎努力を要する児童への支援 ◇評価)
1 本時の学習活動をつかむ。 ・砂袋は重いな。 ・持ち上げるのは大変だ。	10分	◎10kg 程度のおもりを提示し、一人ひとりに持たせ、重さを体感してもらう。
<div style="border: 2px solid black; padding: 5px; margin: 0 auto; width: fit-content;"> できるだけ軽い力でおもりを持ち上げる計画を立てよう。 </div>		
2 自由に考え、意見を述べる。 ・棒をどうにか使えば軽い力で持ち上げられると思う。 ・では、どのように棒を使うといいのかな。 ・支えるところと持つところを変えてみるといいかも。 <div style="border: 1px dashed black; padding: 5px; margin-top: 10px;"> <p>【問題解決のキーワード】 単元でおさえておきたい理科の用語 「てこ」「支点」「力点」「作用点」</p> </div> <div style="border: 1px dashed black; padding: 5px; margin-top: 10px;"> <p>【問題解決のキーワード】 条件制御に関するキーワード ・支点と作用点の位置は<u>そろえて</u>、力点の位置だけ<u>変える</u>ようにしよう。 ・今度は、作用点の位置だけ<u>変えよう</u>。</p> </div>	30分	◎どのようにしたら、軽い力でおもりを持ち上げることができるか、児童に問いかけ、学習問題への意識を高める。 ◎自由に話し合ったり相談したり、考えたりできるように席やグループなどにはこだわらないよう助言し、意見が交換できる雰囲気を作るようにする。 ◎丈夫な棒などは予め提示せず、児童が必要だと感じたところで提示したい。 ◎児童の発言に合わせて、「てこ」「支点」「力点」「作用点」などの言葉を知らせる。 ◎「軽い」「重い」などの表現が出された場合、『手応えが』という相槌をうち、手で加える力の大きさであることを意識させたい。 ◎いくつかの方法が提示されると予想できるが、その場合、支点・力点・作用点の位置についてそれぞれ明らかにさせ、それぞれ変える条件とそろえる条件（条件制御）を確認させたい。 ◎力点や作用点の位置を三ヶ所程度にしておく（ア・イ・ウ）よう助言する。 ◇【知識・理解】てこには、支点・力点・作用点があることを理解している。 ◇【科学的思考】重いものを軽い力で持ち上げる条件について、条件を制御した実験の計画を立てることができる。
3 次時の内容を聞く。 ・自分たちが考えた方法で実験するのだな。	5分	◎立案した計画に沿って実験していくことを伝える。

6-3 本時の学習 (3/11)

(1) ねらい 計画に沿って実験を実施し、支点から力点や作用点までの距離に着目して、結果を考察することができる。

(2) 準備

教師：丈夫な棒 支点となるもの おもり (10kg 程度) デジタルカメラ 記録表

児童：

(3) 展開

学習活動 予想される児童の反応	時間	指導上の留意点及び支援・評価 (◎努力を要する児童への支援 ◇評価)
1 本時の学習活動を確認する。	5分	○前時にまとめた計画について、グループごとに簡単に発表させ全員で確認する。
できるだけ軽い力でブロックを持ち上げる実験をしよう。		
2 実験を行い、結果をまとめる。 ・力点の位置を変えたとき、手に加わる力の大きさはアのときが一番大きく、イが中くらい、ウが一番小さかったよ。 ・支点から力点までの距離が遠ければ遠いほど小さい力ですむね。 ・支点から作用点までの距離が・・・。 <div style="border: 1px dashed black; padding: 5px; margin-top: 10px;"> <p>【問題解決のキーワード】 関係付けに関するキーワード ・軽い力で持ち上げられるのは、支点から力点（作用点）までの距離に関係するから。</p> </div>	30分	○「急に棒を離さない」「実験しているところに必要以上に近づかない」など安全上の留意点を説明する。 ○おもりや棒の重さは変わっていないことを確認する。 ○変える条件やそろえる条件を必ず記述させ、ノートに記録するよう助言する。 ○実験の様子をグループごとにデジタルカメラで撮影する。 ◎各グループを観察しながら、児童のつぶやきを拾い、支点から力点や作用点までの距離に着目するように助言する。その際、支点・力点・作用点を確認できるようなアングルになるよう助言する。 ○各グループの実験結果を一覧表にまとめ、結果をクラス全員で共有できるようにする。 ◇【知識・理解】支点から力点や作用点までの距離によって、物を持ち上げる力が変化することを理解している。
3 支点の位置を変える実験を試行する。 <div style="border: 1px dashed black; padding: 5px; margin-top: 10px;"> <p>【問題解決のキーワード】 推論 条件制御に関するキーワード ・支点の位置だけを変えると、手ごたえは軽く（重く）なるだろう。 ・支点の位置以外変えたら、結果が分からなくなるよね。他の位置は<u>そろえよう</u>。</p> </div> ・支点の位置を変えると、支点から力点や作用点までの距離が変わるね。	10分	○今までの実験の結果を踏まえて推論するように助言する。 ◎支点の位置のみ変え、他の条件はそろえるように助言する。 ○児童に試行させ、手ごたえを実感してもらう。 ○棒の重さ自体もてこを傾ける働きがあることを知らせる。

6-4 本時の学習 (4/11)

(1) ねらい 支点から力点や作用点までの距離によって、それぞれの手ごたえに違いがあることを理解する。

(2) 準備

教師：デジタルカメラの画像（写真） 透明シート シール（3色） 油性ペン

児童：

(3) 展開

学習活動 予想される児童の反応	時間	指導上の留意点及び支援・評価 (◎努力を要する児童への支援 ◇評価)
<p>1 前時の実験について振り返る。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・力点の場所が違くと、手ごたえも変わったね。 ・作用点の場所を変えても、手ごたえは変わったよ。 ・写真を撮ったよ。あの画像で確認できると思う。 	5分	<ul style="list-style-type: none"> ○手ごたえについて前時の実験を想起できるように記録したノートを見るよう助言する。 ○前時の実験の画像を印刷しておく。児童の必要感に合わせて提示する準備をしておきたい。
<p>前時の実験から分かることを整理してみよう。</p>		
<p>2 実験の写真から分かることを伝え合ったり、話し合ったりする。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・この写真の時は、手ごたえが軽かった。 ・この写真の時もそうだね。 ・これはかなり重く感じたよ。 <div style="border: 1px dashed black; padding: 5px; margin: 5px 0;"> <p>【問題解決のキーワード】 比較に関するキーワード</p> <ul style="list-style-type: none"> ・どんな時が軽く（重く）感じるか、<u>比べてみよう</u>。 </div> <ul style="list-style-type: none"> ・軽く（重く）感じる時は、共通点があるよね。 <div style="border: 1px dashed black; padding: 5px; margin: 5px 0;"> <p>【問題解決のキーワード】 関係付けに関するキーワード</p> <ul style="list-style-type: none"> ・手ごたえが軽く（重く）<u>感じるのは、</u>支点から力点の距離が遠い（近い）<u>からだ</u>。 ・手ごたえが軽く（重く）<u>感じるのは、</u>支点から作用点までの距離が近い（遠い）<u>からだ</u>。 </div>	30分	<ul style="list-style-type: none"> ○写真の上に透明シートをかぶせ、「支点」「力点」「作用点」を書き入れるよう助言する。写真を取り除き、三点に着目できるようにする。 ○手ごたえが大きかった時と小さかった時について混同しないように、前時のノートに記録されている手ごたえを確認し、シートに記入するよう助言する。 ○写真を見ながら独りで考えてもよいし、近くの人と話し合ってもよい。デジタルカメラの画像についても他のグループの写真を見てもよいなど、学習形態については特に指示しないで、自由に考えられるようにする。 ◎様々な意見が出されると予想されるが、手ごたえと支点から力点・作用点までの距離について考えるように助言する。 <p>◇【科学的思考】実験結果を比較し、結果とその要因を関係付けることができる。</p>
<p>3 全体で確認する。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・支点から作用点までの距離に比べて、力点までの距離が遠ければ遠いほどものを楽に持ち上げることができるのだね。 	5分	<ul style="list-style-type: none"> ○支点・力点・作用点の位置関係について、どのようにすると小さな力でものを持ち上げることができるか、全員で確認するようにしたい。

6-5 本時の学習 (5/11)

(1) ねらい 加えている力の大きさを数字で表す方法を工夫することができる。

(2) 準備

教師：丈夫な棒 支点 おもり

児童：ペットボトル

(3) 展開

学習活動 予想される児童の反応	時間	指導上の留意点及び支援・評価 (◎努力を要する児童への支援 ◇評価)
<p>1 学習問題を把握する。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・支点と力点の距離が遠いと軽い手ごたえで持ち上げられるね。 ・手ごたえでは、他の人にどうもうまく説明することができないよね。 ・どうすると力の大きさを伝えられるかな。 ・はかりみたいなものがあるとできるかも知れないな。 	5分	<ul style="list-style-type: none"> ○前時の実験の結果を児童に問い直し、どのような時に軽い力でおもりを持ち上げられるか確認する。 ◎手ごたえを他人に説明させ、感覚で伝えようとすると無理が生じることを経験させる。 ○手ごたえだけでは、力の大きさを比較することに限界があることを伝え、どのようにしたら力の大きさを伝えられるか考え、再実験することを伝える。
<p>手ごたえを伝えるための方法を考え、分かりやすく説明できるようにしよう！</p>		
<p>2 方法を考える。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・はかりを押すと数字で表せるね。 ・はかりを使って押してみるなんて方法もいいかもね。 ・おもりとかペットボトルなら吊り下げることができるし、「何個分」「何本分」などと言えるよ。 <div style="border: 1px dashed black; padding: 5px;"> <p>【問題解決のキーワード】 条件制御に関するキーワード</p> <ul style="list-style-type: none"> ・力点の場所は<u>変えよう</u>。 ・支点や力点の場所などは<u>そろえよう</u>。変えたら分からなくなっちゃうね。 </div>	15分	<ul style="list-style-type: none"> ○台秤や体重計を準備しておき、手で押す力が数値化できることを体感させる。 ○台秤で力を加えると、秤自体が破損してしまうので、違う方法を模索させる。 ○支点からの力点や作用点までの距離、おもりの数など、そろえる条件と変える条件（条件制御）に留意できるように、記録の方法をそれぞれの班で工夫するように助言する。 ○複数回の実験を行える計画を立て、それぞれの実験結果を比較できるようにしておく。
<p>3 考えた方法で前時の実験を再度行う。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・やっぱり、支点からの距離が遠くなるほど、加える力が少なくて済む。 ・数値で表すと分かりやすいね。 <div style="border: 1px dashed black; padding: 5px;"> <p>【問題解決のキーワード】 比較・関係付けに関するキーワード</p> <ul style="list-style-type: none"> ・力の大きさに違いが出てくるのは、<u>支点から力点や作用点の距離に関係があるからだ</u>。 ・支点や力点、作用点の位置を変えて<u>比べてみよう</u>。 </div>	20分	<ul style="list-style-type: none"> ○つり合った時の条件を記入することを忘れないことを助言するとともに、その時の手ごたえも全員が確認しておくことを付け加える。 ○実験中、支点から力点・作用点の距離が等しくなる状況が考えられる。その際は、本時以降に出てくるつり合いの条件であることを共通理解できる。 ◇【科学的思考】ものを持ち上げたり、棒を傾けたりする力の大きさを支点から力点・作用点までの距離と関係付けて考え、条件を的確に制御した実験計画を立てることができる。
4 本時のまとめを行う。	5分	○何人かに説明をしてもらい、数値化すること

<p>・点アでは0kg、点イではΔkg でつり合ったので、支点からの距離が遠くなれば加える力が小さくて済みます。</p>		<p>で説明できるようになったことを実感させたい。</p>
---	--	-------------------------------

6-6 本時の学習 (6/11)

(1) ねらい 実験用てこの左右におもりをつるして水平につり合う場合を、見通しをもって調べ、結果を整理することができる。

(2) 準備

教師：実験用てこ おもり 結果をまとめる表

児童：

(3) 展開

学習活動 予想される児童の反応	時間	指導上の留意点及び支援・評価 (◎努力を要する児童への支援 ◇評価)
<p>1 本時の学習問題を把握する。</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center; margin: 10px 0;"> てこがつり合う条件を探してみよう！ </div> <div style="border: 1px dashed black; padding: 5px;"> <p>【問題解決のキーワード】 単元でおさえておきたい理科の用語 「実験用てこ」「つり合い(う)」</p> <p>・どんなときにてこがつり合うのだろう。</p> </div>	5分	<p>○実験用てこが水平になるときは、左右の力がつり合っているということを確認する。</p> <p>○支点から力点や作用点までの距離によって、てこがうでをかたむける働きが違うことを確認し、どのようなときに左右がつり合うのかを投げかけ、児童の学習問題としたい。</p>
<p>2 自由に試行する。</p> <p>・前の実験では、支点からの位置で力の加わり方が違ったね。</p> <p>・重さが等しいときは、支点から力点と作用点までの距離が同じだと、てこは水平になったよ。</p> <div style="border: 1px dashed black; padding: 5px;"> <p>【問題解決のキーワード】 条件制御に関するキーワード</p> <p>・左側のうでの条件は<u>そろえて</u>、右側のうでだけおもりの数と支点からの距離を変えてみよう。</p> <p>・まず、左のうで2の位置におもりを3個つるして・・・。</p> <p>・右のうで1の位置では、何個おもりを下げればつり合うかな。</p> <p>・右のうで3の位置では支点と力点の距離からおもりの数は少なくなるはず。</p> </div>	20分	<p>○前時までの実験を想起するよう声がけする。その際、支点から力点や作用点までの距離、力の加わり方などに着目するよう助言することで、予想を立てられるようにする。</p> <p>◎実験を計画するときは、変える条件とそろえる条件を明確にする(条件制御)よう助言する。</p> <p>○等しい重さのおもりを用いることから、重さはおもりの数で表してよいことを伝える。</p> <p>○実験用てこでは、作用点と力点は考えないことを付け加える。</p> <p>◎一通り終わったら、条件を変えて試行するよう助言する。</p> <p>○表を用意しておき、つり合うときのおもりの数と位置を記録するように伝える。</p> <p>◇【観察・実験の技能】実験用てこでつり合う条件を調べ、表に整理することができる。</p>
<p>3 つり合う条件を考察する。</p> <p>・左側の距離と重さの数をかけた数は、右側のそれと同じだ。</p> <div style="border: 1px dashed black; padding: 5px;"> <p>【問題解決のキーワード】 関係付けに関するキーワード</p> <p>・実験用てこが<u>つり合うのは</u>、おもりの数と支点からの距離が<u>関係している</u>からだ。</p> </div>	10分	<p>◎片方の数値にのみ、思考が集中している児童には、支点の左右の関係に目を向けるよう助言する。</p> <p>○数値関係に気付いた児童は、実験用てこで検証できない数値についても、推論するよう促したい。</p>

6-7 本時の学習 (7/11)

(1) ねらい てこが水平につり合うときの規則性を追究し、共有したきまりを「てこの原理」として理解することができる。

(2) 準備

教師：実験用てこ おもり

児童：

(3) 展開

学習活動 予想される児童の反応	時間	指導上の留意点及び支援・評価 (◎努力を要する児童への支援 ◇評価)
<p>1 前時の実験結果から分かることを考察する。</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center; margin: 10px 0;"> てこの規則性を推論してみよう。 </div> <ul style="list-style-type: none"> ・支点からの距離が遠ければおもりの数は少なくて済むね。 ・「支点からの距離」×「おもりの数」が同じだと左右はつり合うね。 ・「おもりの数」×「支点からの距離」っていう言い方ではダメかな。 ・つり合わない場合は、左右の値が違うときだね。 <div style="border: 1px dashed black; padding: 5px; margin: 10px 0;"> おもりがてこを傾けようとする働きは「おもりの数」×「支点からの距離」で表され、その値が左右で等しいとき、てこは水平につり合う。 </div> <ul style="list-style-type: none"> ・支点からの距離が中途半端な場合も調べてみたいな。 	20分	<ul style="list-style-type: none"> ○個人で考えたり、何人かで話し合ったりしながら意見を交換する。学習の形態は自由とすることで、児童のつぶやきや意見を自由に出せる雰囲気を確保したい。 ○前時にまとめた表を活用して、どの場合でも当てはめられる表現に練り上げられるよう時間を確保する。 ○今回の実験は支点からの距離を変えて、その場所ですり合うおもりの数を調べる実験であることを考慮して、てこに力を働かせるおもりを主体として表現させるため、「おもりの数」×「支点からの距離」が適当である。 ○てこがつり合う条件については、クラス全員で確認できるように黒板に分かりやすく掲示する。 ○てこがつり合わない場合を自由な形態で考えさせる。値の違いによって、どちらのうでが下がるか推論するように促したい。
<p>2 実験用てこを利用して、てこの原理を確かめる。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・右のうでの値が6だから、左のうでの値も6になるようにしよう。 ・もっといろいろな場所におもりを下げてみたいな。 <div style="border: 1px dashed black; padding: 5px; margin: 10px 0;"> 【問題解決のキーワード】 推論に関するキーワード ・左右のうでの値が同じならばつり合うのだな。おもりを2ヶ所以上につり下げでも、規則性があるなら、てこはつり合うだろう。 </div>	20分	<ul style="list-style-type: none"> ○必ず推論させた後に実験を行うように助言する。 ○最初は、左右のうでに一方ずつおもりを下げて推論したことと結果の整合性を確認させる。 ○確認できたグループは、二カ所以上におもりをつり上げることを考え、てこの原理が適用できるか推論させ、検証実験を行うように促す。 <p>◇【知識・理解】おもりがてこを傾けようとする働きは、「おもりの重さ」×「支点からの距離」で表され、その値が左右で等しいとき、てこは水平につり合うことを理解している。</p>
3 本時のまとめをする。	5分	○もう一度てこの規則性を全員で確認する。

6-8 本時の学習 (8/11)

(1) ねらい てこが水平につり合うときの規則性を追究することができる。

(2) 準備

教師：実験用てこ おもり 自動デジタル秤 計算機 輪ゴム

児童：ものさし

(3) 展開

学習活動 予想される児童の反応	時間	指導上の留意点及び支援・評価 (◎努力を要する児童への支援 ◇評価)
1 学習問題を把握する。	5分	○前時までの実験から、てこが水平につり合う条件「おもりの数」×「支点からの距離」を確認する。
実験用てこの目盛りとおもりの数に頼らずにつり合う条件を考えてみよう。		
<ul style="list-style-type: none"> ・支点からの距離が「2」とか「3」とか言えない。おもりも数で表すと分からない。どうしよう。 		○実験用てこの目盛りの中間部分におもりをつるすことで、てこがつり合う条件を調べられないか問いかけ、児童の問題意識を高める。
<p>2 実験方法を考える。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・支点からの距離を定規で測れば「cm」で表せるね。 ・おもりも、重さを量って「g」にすることができるね。 <div style="border: 1px dashed black; padding: 5px; margin-top: 10px;"> <p>【問題解決のキーワード】 推論に関するキーワード</p> <ul style="list-style-type: none"> ・目盛じゃなくても、いつも使っている長さとも重さでもつり合うだろう。 </div>	15分	<p>○児童は「支点からの距離」を実験用てこの目盛として認識していると思われる。数値化すると説明しやすかった第4時の実験を想起させ、どのように数値化したらよいか考えるように助言する。</p> <p>◎いくつかの班の意見を聞くように助言し、長さの「cm」と重さの「g」を使用すればよいことに気付かせる。</p>
<p>3 実験を行い、考察する。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・支点からの距離が4.2cm、重さが24gだから、うでをかたむける力は、4.2×24で計算できる。 ・きまりを見付けられたから、予め計算してつり合うか実験してみよう。 	20分	<p>○計算が複雑になることもあるので、計算機を適宜使用してもよいことにする。</p> <p>○支点からの距離を決めたら、鉛筆で印をつける。そこに輪ゴムで固定し、おもりをつるすように指示する。</p> <p>○複数回、実験を行うよう指示し、実験データを比較できるようにする。</p> <p>○うでをかたむける力はモーメント力であるが、単位(N・m)については考えないことにする。</p> <p>◇【科学的思考】前時までの実験を基に、結果を推論することができる。</p>
<p>4 学習のまとめを行う。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・計算した結果、右側と左側の数値が一致しました。 ・「cm」と「g」でもてこがつり合う条件は「支点からの距離」×「おもりの重さ」で説明できます。 	5分	○実験が終わったら、実験用てこに付けた印は消しておくように指示する。

6-9 本時の学習 (9/11)

(1) ねらい 今まで学習したことを利用して、単元を貫く学習問題(ペットボトルを持ち上げる実験)を解決することができる。

(2) 準備

教師：鉄棒 支点 フック

児童：ペットボトル

(3) 展開

学習活動 予想される児童の反応	時間	指導上の留意点及び支援・評価 (◎努力を要する児童への支援 ◇評価)
<p>1 前時までの復習をし、本時のめあてを確認する。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 支点、力点、作用点があった。 ・ 手応えは支点からの距離に関係する。 	5分	<p>○ てこの原理について、学習したことを確認する (三点、支点からの距離など)。</p> <p>○ 第1時の学習問題を掲示し、学習問題の確認をする。</p>
<p>1本のペットボトルを使って、何本ものペットボトルを持ち上げてみよう！</p>		
<p>2 実験方法を考える。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ てこを使えばいいね。 <div style="border: 1px dashed black; padding: 5px;"> <p>【問題解決のキーワード】 推論に関するキーワード</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 支点から力点までの距離は遠くしたら持ち上げられる<u>だろう</u>。 ・ 支点から作用点までの近くしたら持ち上げられる<u>だろう</u>。 </div> <ul style="list-style-type: none"> ・ ペットボトルの本数や重さが分かるから、つり合わせることもできるね。 	15分	<p>○ てこの原理に着目して、どのようにしたら持ち上げられるか考えるよう助言する。</p> <p>○ 学習問題が考えられた児童には、「持ち上げる」よりも発展させた「つり合わせる」作業にも挑戦させたい。</p> <p>◇ 【科学的思考】 てこの原理に着目して、単元を貫く学習問題を解決することができる。</p>
<p>3 考えた方法を試行する。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 思ったとおり持ち上げることができた。 ・ てこの原理を使うと1本でも持ち上がるね。 ・ つり合わせることもできたよ。 	20分	<p>○ たくさんのペットボトルを使用することになるので、力点や作用点がずれないように工夫をし、安全に留意したい。</p> <p>○ 持ち上がったときやつり合った時について、記録を取っておくよう助言する。</p>
<p>4 まとめをする。</p>	5分	<p>○ どのようなときに持ち上がったか、つり合ったかを全員で確認する。</p>

6-10 本時の学習 (10/11)

(1) ねらい 上皿てんびんを使って物の重さを正確に量ることができる。

(2) 準備

教師：実験用てこ 上皿てんびん 補助プリント（上皿てんびんの使い方）

児童：

(3) 展開

学習活動 予想される児童の反応	時間	指導上の留意点及び支援・評価 (◎努力を要する児童への支援 ◇評価)
1 本時の学習活動を知り、上皿てんびんを観察する。	10分	
上皿てんびんのつくりを調べ、実際に重さを量ってみよう！		
<ul style="list-style-type: none"> ・実験用てこでは、水平につり合う条件が分かった。 ・支点からの距離が同じだったら、簡単に重さを比べられると思う。 ・上皿てんびんはどのようなつくり(構造)になっているのだろう。 ・今まではものをつり下げていたけれど、上に載せるようになっているね。 ・いろいろなおもりがセットになっている。金属の板も入っているね。 ・調節するねじがついている。 		<ul style="list-style-type: none"> ○支点から力点・作用点までの距離が等しいときに簡単に重さが比べられることを、実験用てこを使って演示実験し、全員で確認する。 ○上皿てんびんを各グループに配付する。 ○配布した上皿てんびんを観察するよう指示する。その際、支点・力点・作用点の位置に着目して構造を確認するよう助言する。 ◎支点から左右の上皿（力点・作用点）までの距離を観察するよう助言し、その距離が同じであることに気付かせたい。
<p>2 上皿てんびんの使い方を知る。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・「ものの重さを量る」「決まった重さを量る」の二種類の使い方があるね。 ・薬包紙を両方に使うのは、なぜなのだろう。 ・分銅を素手で触ってはいけないのはなぜなのだろう。 	10分	<ul style="list-style-type: none"> ○教師用の机で実物を見せる方法もあるが、見えづらい児童がいることも考慮して、実物投影機を併用して、各部分の名称や使い方などを見せたい。 ○薬包紙を使用するなど、使い方にはそれぞれに理由がある。児童に確認しながら説明を続けるよう留意する。
<p>3 上皿てんびんを使って、ものの重さを量る。</p> <p>(ものの重さを量る)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・量るものの重さを予想してから、計量してみよう。 (決まった重さを量る) ・粉をこぼさないように慎重に…。 	25分	<ul style="list-style-type: none"> ○5年生の「もののとけかた」に関連する学習活動ができるように、砂糖や食塩などの対象物を用意しておく。 ○授業時間の関係から、決まった重さを量る操作を行うようにする。 (決まった重さを量る) ・食塩 砂糖 ◇【観察・実験の技能】上皿てんびんを使って正確にものの重さを量ることができる。

6-11 本時の学習 (11/11)

(1) ねらい てこを利用した道具を探し、てこの規則性がどのように利用されているか調べることができる。

(2) 準備

教師：くぎ抜き（第Ⅰ種てこ） 大型ホチキス（第Ⅱ種てこ） ピンセット（第Ⅲ種てこ）
実物投影機 プロジェクタ スクリーン

児童：

(3) 展開

学習活動 予想される児童の反応	時間	指導上の留意点及び支援・評価 (◎努力を要する児童への支援 ◇評価)
1 前時までの学習を振り返り、本時の課題をつかむ。	5分	○てこには、支点・力点・作用点の3点があったことを全体で確認する。 ○本時は、てこを利用した身近な道具3種類について、調べていくことを確認する。
身近な道具について、てこの学習から分かることを考えてみよう。		
2 てこを利用した道具について、支点・力点・作用点の場所を考える。 ・くぎ抜きの三点は分かったよ。 ・力点は、力を加える部分だ。 ・作用点は、力が加わる部分、仕事をする部分だったね。 【問題解決のキーワード】 関係付けに関するキーワード ・ <u>支点</u> は支えになる部分、つまり動かない部分だからだ。	15分	○くぎ抜き、大型ホチキス、ピンセットという3点の並びが違うてこを用意する。 ○予め、三つの道具について写真を撮影しておき、各グループに画像を配布する。3点について、シールなどで分かりやすく表示させたい。 ○それぞれの点について、見付けた理由も説明できるように言い加える。 ◎理由が説明できないグループについては、分けられれば良いこととする。 ○各グループの意見が出されたら、全体で確認する。 ◇【科学的思考】これまで学習してきたことを基に、 <u>支点・力点・作用点</u> を推論し、自分たちの考えを表現している。
3 支点から力点、作用点までの距離に着目しながら、その道具の使い方について推論する。 【問題解決のキーワード】 推論に関するキーワード ・はさみの三点を確かめることで、楽にものを切ることができる <u>だろう</u> 。 ・支点から力点まで遠ければ力が加わりやすくなるよ。 ・支点から作用点までは近いほうが、力が加わるはずだ。 ・実際にやってみたいな。	20分	○どの道具にも、力点や作用点に幅があることから、どの部分に力を入れればよいか、どの部分を使うかを議論させる。 ◇支点からの距離について着目できるよう、今までの実験についてノートなどを見返すよう助言する。 ○推論ができたグループから実際に道具を使って手応えを確かめてもらう。 ○てこには、支点・力点・作用点の並び方によって、三つの仲間わけができることを知らせる※名称（第Ⅰ種・第Ⅱ種・第Ⅲ種）については触れない。
4 本時のまとめをする。	5分	○どんな道具でもてこの原理を利用していることを全体で確認する。