

児童の活用力を育てる小学校理科の授業

－発展的課題を取り入れた単元モデルの提案－

授業づくり支援課 授業支援Ⅰ班 長期研修員 長谷川 祐司

1 主題設定の理由

小学校学習指導要領、総則の第1「教育課程編成の一般方針」では、「基礎的・基本的な知識及び技能を確実に習得させ、これらを活用して課題を解決するために必要な思考力、判断力、表現力その他の能力をはぐくむ」と述べられている。(以後、本研究においてはこの「知識・技能を活用して課題を解決するために必要な思考力・判断力・表現力」を「活用力」とする。)また、総則の第4「指導計画の作成等に当たって配慮すべき事項」では、「各教科等の指導に当たっては、児童の思考力、判断力、表現力等をはぐくむ観点から、基礎的・基本的な知識及び技能の活用を図る学習活動を重視する。」とも述べられ、活用力をはぐくむ学習活動の重要性が示されている。

国立教育政策研究所教育課程研究センターは「平成24年度 全国学力・学習状況調査解説資料小学校理科」において、「知識・技能等を実生活の様々な場面に活用する力、様々な課題解決のための構想を立て実践し評価・改善する力などに係わる内容についての調査を目的としている。」と述べており、実際の調査問題では、全24問中17問が主として「活用」に関する問題として出題されていた。このことから考えると、児童生徒に身に付けさせたい力として、「知識」を土台にした「活用」が重視されていることが分かる。

さらに、実際の授業で子どもたちが実験や観察等を重ね、課題を解決して得た知識を、テストの応用問題に活用できないという表れを多く目にしてきた。習得した知識も、いろいろな事象を見たり、活用したりするなどの経験をしなければ、単なる知識として記憶されるだけで、活用できる知識になったり科学概念が形成されたりすることはないだろう。

以上の課題を解決するため、活用力の育成に向けた指導方法について研究したいと考えた。では、どのようにしたら活用力が育成されるのだろうか。私は、子どもたちが活用力を身に付けるためには、「発展的課題」を扱う必要があると考える。なぜなら、学習を通して得ることができた事実や法則などの知識を、ペーパーテストだけでなく、単元の学習場面とは違った複雑な状況で活用すれば、単なる知識として記憶されるだけに留まらず、活用できる知識や科学概念として、子どもに定着すると思うからである。さらに、発展的課題をどのように設定することが効果的なのか検証することを通して、活用力育成のための単元モデルを提案し小学校理科における活用力育成推進の一助となると考え、本主題を設定した。

2 研究の目的

子どもが「発展的課題」に取り組む時、どのような考え方で問題を解決するのか、調査、考察する。さらに、得られた知見を基にした単元計画による授業実践を行い「活用力」育成のための「単元モデル」を提案し、小学校理科における活用力の育成・推進に資する。

3 研究の方法

- (1) A市小学校理科担当教員に対し、活用力の育成に向けた取組についてのアンケート調査を実施し、実態や問題点を把握する。
- (2) A市小学校第6学年児童にアンケート調査を実施し、子どもたちが発展的課題に取り組む時、何を基にして、どのように考えるのか、思考の傾向を明らかにする。
- (3) 平成24年度の全国学力・学習状況調査と児童生徒質問紙を使い、研究実践校の6年生に対して実態調査を行う。子どもたちの学力や理科の学習に対する意識をつかむ。
- (4) 研究実践校の6年生3クラス（B～D組）において次のような授業実践及び単元モデルの構想を行う。
 - ア 授業実践（Ⅰ期） …… B組において教科書中心の内容や展開で授業実践を行う。
（以後、B組を「Ⅰ群」と記す。）
 - イ 単元モデルの構想 …… 授業実践（Ⅰ期）における実践結果を基に活用力育成のための効果的な指導と単元モデルを構想する。
 - ウ 授業実践（Ⅱ期） …… C組D組において構想した単元モデルを基に授業実践する。（以後、C組D組を「Ⅱ群」と記す。）
- (5) 「Ⅰ群」と「Ⅱ群」の表れや事後アンケート等を比較し、授業実践（Ⅱ期）で行った活用力育成のための単元モデルと指導の有効性を考察する。
 - ※ 事後、「Ⅰ群」に補充学習を行うことで、学習の理解度に差が無いようにする。

4 研究の内容

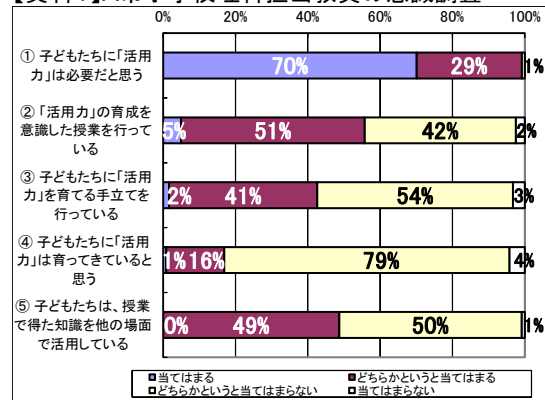
(1) A市小学校理科担当教員の活用力に関する意識調査から分かったこと

理科担当教員の活用力の育成に向けた取組についての実態や問題点を把握するためにアンケート調査を行った。調査は静岡県A市の全24小学校で理科を担当している教員全員に行い、教員122人から回答を得た（資料1）。

子どもたちに活用力が必要だと思っている教員は全体の99%になるが、活用力の育成を意識した授業を行っている教員は56%、さらに子どもたちに活用力を育てる手立てを行っている教員は43%に留まっている。子どもたちに活用力は必要だと考えていても、何らかの手立てを行っていない教員が少なくないことが分かる。また、活用力を育てる手立てを行っている教員に、その内容を聞いたところ「学んだことを実生活の中で見付けたり、内容を説明したりする学習を行っている。」「自分の生活経験や既習事項を活用して、予想したり考察したりしたことを大切にしている。」などが挙げられた。

次に、質問④で子どもたちに活用力が育っているか聞いたところ、「当てはまる」「どちらかという当てはまる」と回答（以下

【資料1】A市小学校理科担当教員の意識調査



「肯定的回答」と言う。)した教員数は17%だけであった。しかし、質問⑤で子どもたちが授業で得た知識を他の場面で活用していると答えた教員は49%に上る。一見矛盾があるように思うが、何をどのくらいできるようになれば活用力が育ったと言えるのか、また、その判断はどうやって行うのか、まだ明確ではないため、このような結果になったのではないと思われる。子どもたちの活用力の育成を考えたとき、授業を考えると同時に評価も考えなければならないだろう。

質問④において肯定的回答をした教員に自由記述で理由を聞いたところ、

- ・予想を立てる段階で、自然事象や既習内容と結び付けて考えているため。
- ・日常生活の不思議な現象を、理科学習で学んだことで説明できることを知ると、他の現象の理由についても進んで調べようとする表れがあったから。
- ・生活からスタートし、生活に戻ることを心掛けて指導しているから。

という回答を得た。また、質問③「活用力を育てる手立てを行っている」における肯定的回答数は、「どちらかという当てはまらない」「当てはまらない」の回答（以下「否定的回答」と言う。）の数と比較して、有意に多かった（直接確率計算、両側検定 $p < 0.01$ ）。同様に、質問②「活用力の育成を意識した授業を行っている」の肯定的回答数は否定的回答数と比較して有意に多かった（ $p < 0.01$ ）。活用力が育っていると考えている教員は何らかの手立てを行っていると言える。

同様に質問④で否定的回答をした教員における、質問③「活用力を育てる手立てを行っている」の否定的回答数は肯定的回答数と比較して、有意に多かった（ $p < 0.01$ ）。「活用力が育っていない」と考えている教員は活用力育成のための手立てを行っていないと言える。活用力が育ってきていない理由として「教師に時間が無いから」68%、「活用の授業を知らないから」29%、「指導に自信がないから」24%が挙げられた（資料2）。活用力育成の授業や手立てを教員が知り、実践していくことが、子どもの活用力育成には必要だと思われる。

活用力が育っていない児童側の要因としては「生活経験が少ないから」54%、「子どもが事象と知識を結び付けられないから」45%が挙げられた。生活経験が少ないことは、生活におけるいろいろな事象を見る経験が不足し、自分が持っている知識や概念と事象を結び付ける思考経験も少ないと言える。つまり知識を活用する経験が少ないので活用力が育っていないのではないだろうか。

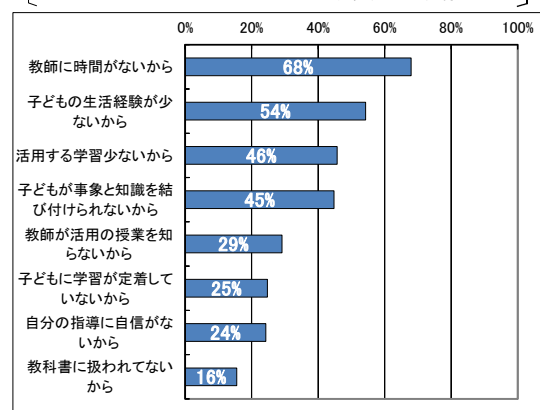
事象と知識を結び付ける思考経験を増やすためにも、授業で、教科書とは違ういろいろな課題に取り組み、事象と知識を結び付ける力を養っていくことが重要だと思われる。

(2) A市小学校第6学年児童の発展的課題に対するアンケート調査から分かったこと

子どもたちが、発展的課題に取り組む時、どのような思考の傾向があるのか調査した

【資料2】活用力が育ってきていない原因

〔A市小学校理科担当教員のうち活用力が育ってきていないと感じている教員への質問〕



(資料3)。発展的課題は二つ「酸素50%二酸化炭素50%の気体の中に線香の火を入れるとどのようになるか」(正答は「空気中と比べよく燃える」と「うずらの玉子をペットボトルの口に置きペットボトルを氷水に入れて冷やすとどうなるか」(正答は「玉子が中に入る」)である。

前者の課題から見えてきたことは、83%の子どもが単元の学習を基に予想を考えていた。しかし、正しい知識(酸素にはものを燃やす働きがある・空気中に酸素は21%ある)を覚えていて、正しく活用して考えた子どもは全体の17%であった。多くの子ども

は、知識を忘れていたり、誤った知識を活用して考えたりしていた。中でも多かったのが、「二酸化炭素には火を消す働きがある」であった。

後者の課題では、正しく知識を活用して考えることができた子どもは全体の12%であった。前者の課題では、どの単元で学んだことを活用すればいいのか容易に想像できたが、後者の課題は、教科書の実験とはまったく違った状況設定なので、事象と知識をつなげることができなかつたのだと思われる。教科書で学んだ状況と違う場面では、なかなか知識を活用できないと言えるのではないだろうか。また、「温度が低くなると体積が増える」など、誤った知識で考えた子どもも多数いた。

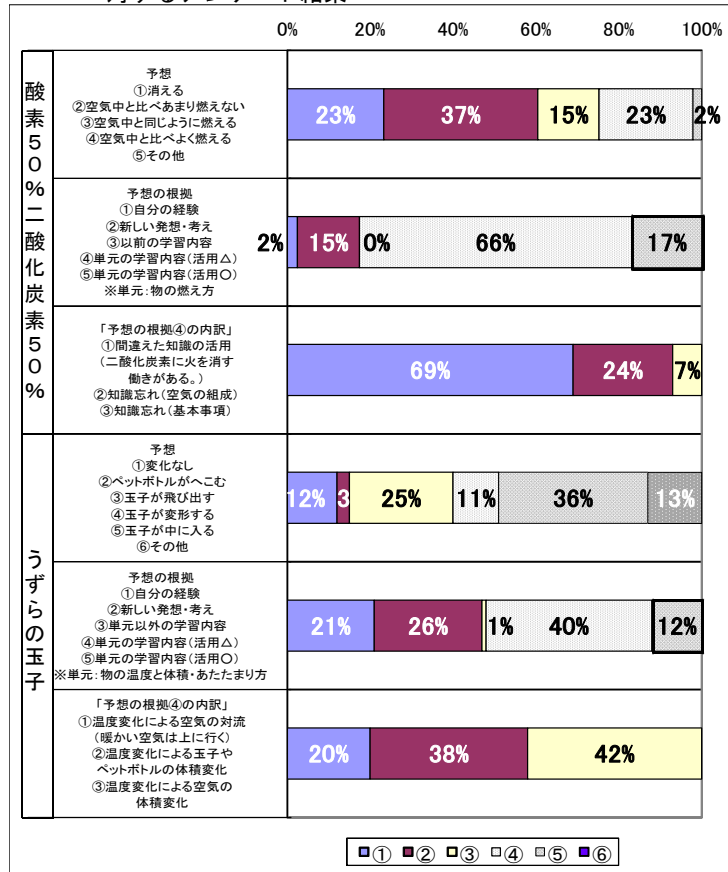
多くの子どもに、知識を忘れていたり、誤った知識を覚えていたり、どの知識を使っていかが分からなかつたりして知識の活用ができないという表れが見られた。活用力の育成には、まず、知識を正しく定着させる必要があると言える。そして、さらに知識を単なる記憶に留めるのではなく、正しく活用する経験をしていくことで、知識の体系化を行い、活用できる知識や科学概念として、より深い定着も図るべきである。

(3) 研究実践校の児童の実態調査

ア 平成24年度全国学力・学習状況調査から

研究実践校第6学年児童の学力の実態をつかむため、昨年度の全国学力・学習状況調査・理科の問題を行った(資料4)。3クラスのデータを比較した結果、有意差

【資料3】A市小学校第6学年児童(5校426人)の発展的課題に対するアンケート結果



【資料4】平成24年度全国学力・学習状況調査の結果

グループ	平均正答率
B 組	57.5%
C 組	55.5%
D 組	54.7%

は見られなかった ($F(2, 86) = 3.103, p = 0.860$)。全国学力・学習状況調査においては、学年内で学力の差は無いと言える。しかし、記述問題において、質問に答えていなかったり、理解はしているが、言葉足らずで正しい解答になっていないなど、言語力の弱さが見られた。

イ 全国学力・学習状況調査の児童生徒質問紙調査から

全体的に見て、研究実践校の結果は、全国平均とほぼ同じような傾向にあるが、差が見られたところを(資料5)に挙げた。特に「理科の授業で学習したことを普段の生活の中で活用できないか考える」の項目については全国平均62%に対し36%と26ポイントも低い値となっている。

理科は好きで、大切であり、将来社会に出たときに役立つと思っているが、発表、振り返り等の学習に消極的な面がある。また、科学や自然について質問したり、調べたりすることや普段の生活の中で活用できないか考えたりする経験が少ないようでもある。日常生活と理科がつながっていないと言えるのではないだろうか。

(4) 授業実践 (I 期) から明らかになった課題

「I 群」において、教科書中心の内容や展開で授業を行った。(資料6)に単元構想を記す。

【資料5】全国学力・学習状況調査 児童生徒質問紙(理科)による意識調査

質問内容	(%)		
	全国	実践校	差
理科の授業は好きだ	82	91	+9
理科の勉強は大切だ	87	99	+12
理科の授業で学習したことは、将来、社会に出たときに役立つ	73	90	+17
科学や自然について疑問を持ち、その疑問について人に質問したり調べたりすることがある	63	51	-12
理科の授業で、自分の考えをまわりの人に説明したり発表したりしている	47	34	-13
理科の授業で、観察や実験の進め方や考え方がまちがっていないかをふり返って考えている	65	46	-19
理科の授業で学習したことを普段の生活の中で活用できないか考える	62	36	-26

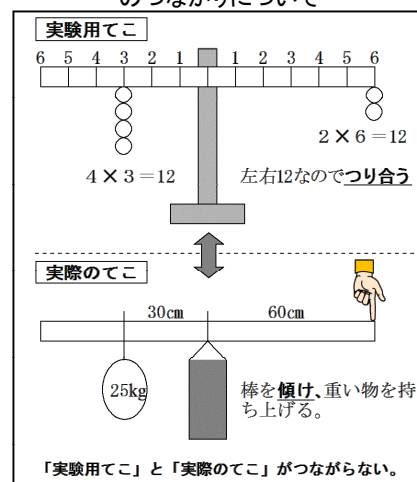
【資料6】単元構想「てこのはたらき」・(授業実践 I 期)

時	学習活動	教師の動き掛け
① ②	(チャレンジ問題①) つり合っている針金の片方を曲げるとどうなるだろうか (チャレンジ問題②) つり合っている大根を支点で切ると重さはどうなるだろうか ○棒と机(支点)を使って砂袋(25kg)を持ち上げる方法を考えよう。 ・シーソーみたいに真ん中に支点を置いて、端に砂袋を置けばいいんだ。 ・砂袋の位置や押さえる位置によって、楽になったりするよ。	・チャレンジ問題は予想をするのみにする。 ・手応えを大事にするため、児童が持ち上げられないぐらいの重さの砂袋を用意する。 ・次時に繋がるように砂袋や支点、力点の位置に注目できるように声を掛けていく。 ・できたところの方法を紹介する場をつくる。
③ ④	○棒をどのように使ったら、小さな力で砂袋を持ち上げられるのだろうか、力点や作用点の位置を変えて、手ごたえをもとに詳しく調べよう。 ・支点から力点までの距離を長くすると小さい力で持ち上がったよ。 ・支点から作用点までの距離を短くすると小さい力で持ち上がったよ。	・小さい力で重たいものを持ち上げるには何の条件が関係しているのかははっきりさせるため、実験における条件制御について説明する。
⑤ ⑥	○てこは身の回りのどのような道具に利用されているのだろうか。 ・くまびきで使われているよ。 ・栓抜きもそうだよ。 ○はさみで12枚の紙を一度に切るとき、どの位置に紙をはさむと小さい力で切れるだろうか。 ○釘抜きで釘を抜くとき、どの位置を持つと小さい力で抜けるだろうか。	・考えられる「てこ」を利用した道具の実物をたくさん用意する。 ・実際にすべての道具を全員が使うようにする。 ・支点、力点、作用点が道具のどこになるのか、確認してから、実験に取り組みようにする。
⑦ ⑧ ⑨	○握力計を2、3人の子どもが握る。 ・単位は「kg」だ。重さと同じだ。 ○上皿ばかりを3本の指で押して自分の3本の指の力を調べる。 ・5 kgぐらいだったよ。 ○実験用てこが傾く様子は、重りの重さや位置によってどのように変わるのだろうか。 ・「重りの重さ×支点からの距離(目盛りの数)」が左右の腕で同じ時つり合うんだ。	・手や指で押す力が重さに置き換えられることを教える。 ・砂袋の実験ではどのぐらい小さい力で持ち上げられたのか分からないので、実験用てこを使って調べていくことを確認する。
⑩ ⑪	つり合いを利用したおもちゃの制作。	・モビールやさおばかりの制作
⑫	(チャレンジ問題①) つり合っている針金の片方を曲げるとどうなるだろうか 右に傾く つり合う 左に傾く (チャレンジ問題②) つり合っている大根を支点で切ると重さはどうなるだろうか 右が重い 左が重い 同じ	

ア 知識と事象のつながり

(資料6③④時)までで、力点や作用点の位置が変わると、ものを持ち上げたときの手応えが変わることを子どもたちは理解した。しかし、どのくらい楽になったのか、定量的には分かっていない。そこで、重い物を持ち上げる「てこ」を「実験用てこ」に置き換え、定量的に調べた。まず、手や指で押す力は重さに置き換えられる。つまり、実験用てこのおもりが、てこを押す力の役割を果たすことを押さえた上で、実験用てこの左右の腕が釣り合うときにはどのような決まりがあるのか調べた(資料6⑦⑧⑨時)。実験の結果から「10gのおもりの数 × 目盛りの数」が左右同じだと釣り合うことに子どもたちは気付くことができた。しかし、それを「重さ × 支点からの距離」と捉えていくことは難しいようであった。「10gのおもりの数」と「実験用てこの目盛りの数」つまり「数字」だけに注目してしまい「10gのおもりの数」に「目盛りの数」を掛ければいいのだと認識してしまったようである。練習問題として10題ほど実験用てこのつり合いを求める問題を行ったとき「分かった。」「できた。」という声が多く聞かれた。プリントに出題された問題は確かにできるようになった。しかし、実験用てこは左右の「重さ × 支点からの距離」の数合わせを行えばよいと思っ てしまい、「重さ × 支点からの距離が左右同じ時釣り合う」というてこの決まりを、前々時に25kgのおもりを持ち上げた実際のてこに当てはめて考えることができなかつ た(資料7)。つまり、獲得した知識を他の事象に活用していくことができなかつたわけである。指導者は、実際のてこを実験用てこに置き換えて考えさせようとしたが、子どもにとって実験用てこは実験用てこであって、実際のてこは別の物と捉えていた。また、実際の重い物を持ち上げるてこは、棒を「傾ける」のに対して、実験用てこでは「つり合わせる」という点を見ても、子どもにとって結び付けにくいものだったと思われる。実験用てこと実際のてこをつなげる学習、つまり、半具体と具体をつなげる学習の必要性を感じた。

【資料7】「実験用てこ」と「実際のてこ」のつながりについて



イ チャレンジ問題（発展的課題）の実践から分かったこと

子どもたちの活用力育成のため、チャレンジ問題（発展的課題）を単元の終わりに設定した。そこで、子どもたちがどのような知識を引き出して考えるのか調査した。また、単元の学習前と学習後でチャレンジ問題に対する予想がどのように変化するの かについても調べた。(注：実際の授業では「チャレンジ問題」と提示したので、以後、授業実践に関わる記述では「発展的課題」を「チャレンジ問題」と記述する。)

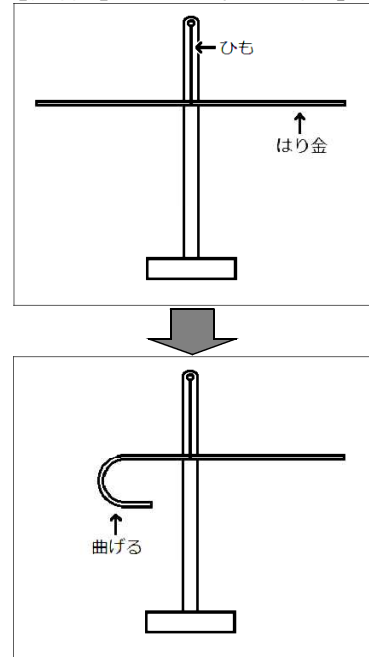
(7) つり合っている針金の片方を曲げると、つり合いはどうなるか

一つ目のチャレンジ問題「つり合っている針金の片方を曲げると、つり合いはどうなるか」に取り組んだ(資料8)。学習前には、「つり合う」と予想した子ども

が47%と最も多く、正答である「まっすぐな方が下がる」とした子どもは30%、「曲がっている方が下がる」とした子どもは23%であった（資料9・上のグラフ）。

「つり合う」と予想した子どもの多くは、3年生の単元「物と重さ」の中で学習した「物は形を変えても重さは変わらない」という科学概念を活用して考える傾向があった。「針金を曲げて重さは変わらないから、つり合うはずである。」という根拠である。「まっすぐな方が下がる」とした子どもは、「長い方が重いから。」「なんとなく。」と答える子どもが多かった。「曲がっている方が下がる」とした子どもは、「曲げた方が下に重さがかかるから。」と見た目のイメージで考える傾向があった。学習後には、「つり合っている」とする子どもが90%と大幅に増えた（資料9・中のグラフ）。理由を聞くと、多くの子どもが「物は形を変えても重さは変わらない」という科学概念を基にして考えていた。この学習を終えて、すぐに取り組んでいるにもかかわらず、この学習で学んだことを基にして予想を考えた子どもは、わずかに2人（7%）であった（資料9・下のグラフ）。

【資料8】チャレンジ問題「針金」

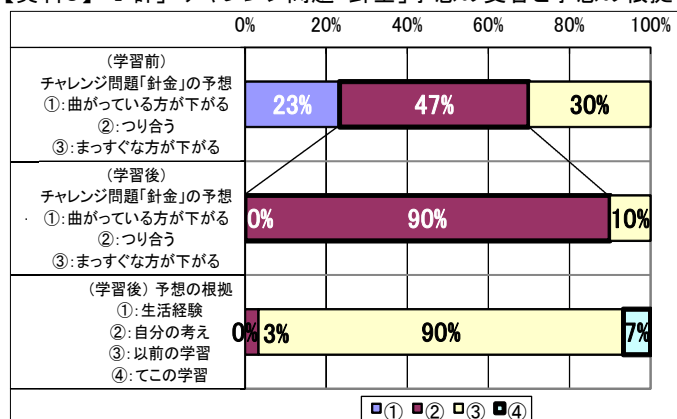


（※ 正答は「まっすぐな方が下がる」）

学んだ知識を活用できない原因として、「重さがつり合っているのではなく、傾ける働きがつり合っている」という見方ができなかったことが挙げられる。今回の授業では、実験用でこの学習から分かったことを「おもりの重さ × 支点からの距離（目盛りの数）が等しいときつり合う」というように、水平につり合わせる条件として押さえた。「傾ける働き」というモーメントに関する言葉が教科書に出てないため、あえて使わなかったが、その結果「重さがつり合っている」という考えが強く残ったままであった。モーメントという新しい科学概念が出てきているにもかかわらず、それを表す言葉が無い。だから、子どもたちはモーメントの概念形成が曖昧なままで、重さという概念から抜け出せていないのだと思われる。また「おもりの重さ × 支点からの距離（目盛りの数）が等しいときにつり合う」というまとめでは、実験用でこ以外の場面にこの知識を活用することは困難だと思われる。

原因の二つ目は、つり合っている針金を曲げたとき、左右の針金の「支点からの距離」つまり「支点からどれぐらい離れているか」について考えなかったからだ

【資料9】「I群」・チャレンジ問題「針金」予想の変容と予想の根拠



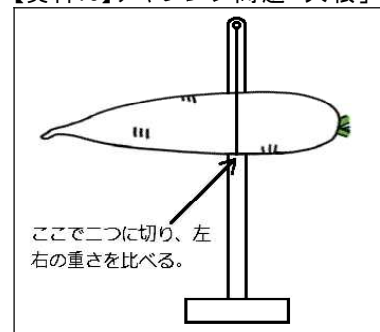
と思われる。てこの学習では「てこは、支点から力点までの長さが長いほど、支点から作用点までの長さが短いほど、小さな力でもものを持ち上げられる。」と学習したが、この知識を活用して針金のチャレンジ問題を考えることは難しいだろう。なぜなら「小さい力で持ち上げる」ことが「釣り合い」を考えることにつながらないからである。では、実験用てこの学習で学んだ「おもりの重さ × 支点からの距離（目盛りの数）が等しいとき釣り合う」を活用して考えることはできないだろうか。前出ではあるが、実験用てこの学習では「10gのおもりの数」と「実験用てこの目盛りの数」つまり「数字」だけに注目してしまったため、釣り合っている針金を曲げたとき、左右の「支点からの距離」つまり「支点からどれぐらい離れているか」について考えることは難しいと思われる。

三つ目は、「物は形を変えても重さは変わらない」という3年生で習得した科学概念が、生活のいろいろな場面で使われ、記憶が強化されてきたから活用しやすかったのだと考えられる。学習したばかりで、十分に定着していない、てこの学習内容と比べ、記憶から取り出しやすい科学概念の方が、理由付けの根拠にしやすいのと思われる。また、一度活用できそうだと考えると、強化された記憶にとらわれ、いろいろな角度から物を見ていこうとしなくなる傾向も見られた。

(イ) つり合っている大根を支点で切ると重さはどうなるか

二つ目のチャレンジ問題「つり合っている大根を支点で切ると重さはどうなるか」は、一つ目のチャレンジ問題のすぐ後に行った（資料10）。てこの学習前には「同じ」とした子どもは63%であったが、学習後には77%に増加した（資料11）。一つ目のチャレンジ問題「針金」を行い、なぜまっすぐな方に傾いたのか理由を考えた直後にもかかわらず、大根においても学んだ知識が活用されなかった。いかに、

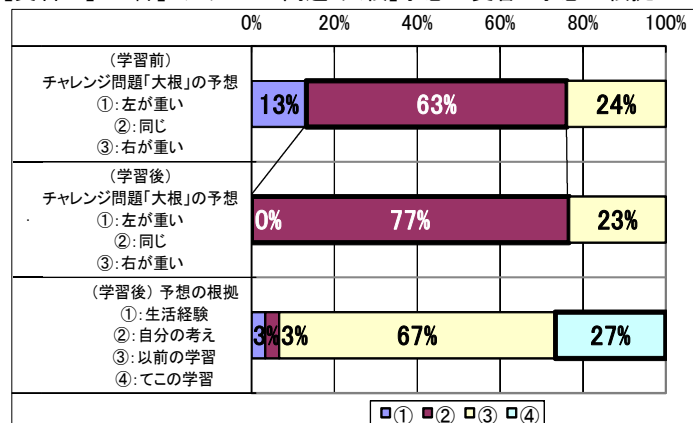
【資料10】チャレンジ問題「大根」



(※ 答えは「右が重い」)

見た目のイメージや強化されてきた子どもたちの記憶に左右されてしまうかが分かる。獲得したばかりの知識を教科書とは違う場面に当てはめて考えるということは子どもたちにとってかなり難しいと言える。

【資料11】「I群」・チャレンジ問題「大根」予想の変容と予想の根拠



知識を事象に結び付けて考える力の育成は、活用力育成の観点から、とても重要なことである。だから、活用力の育成を考えたとき、知識と事象を結び付ける力の育成を意識した授業を行うことが大事になってくるだろう。

(5) 活用力育成のための単元モデルの構想と授業実践（Ⅱ期）

ア 重要な科学概念や知識の把握と意識的な指導

授業実践（Ⅰ期）で見えてきた、子どもたちの知識と事象が結び付かない表れから、単元の重要な科学概念や知識を指導者がはっきりさせ、子どもたちが、単元のいろいろな事象において、その概念や知識を繰り返し使っていくことが大切であると考えた。そうすることで、子どもの中で科学概念や知識の熟成が進み、教科書の場面とは異なる場面でも獲得した知識や科学概念と目の前の事象を結び付けることができるようになると思われる。本単元では、重要な科学概念を「傾ける働き」と押さえ、実験での大事な視点として「支点からの距離」を扱うこととした。この二つで多くの事象を繰り返し見たり考えたりするように学習を計画した。授業中はこの二つの言葉を意識的に使い、子どもたちが常にこれらで事象を捉えるように促した。（重要な科学概念は、単元の導入時から一貫して意識させるように単元を構成する。）

イ 単元を貫く課題の提示と取組（チャレンジ問題：導入と終末時）

子どもたちの素朴概念（子どもが生活経験等から自然に身に付けた見方や考え方を科学概念へ変容させるには、インパクトのある現象を見せなければならない。子どもたちがあっと驚くようなチャレンジ問題を設定し、それを導入時に提示する。このチャレンジ問題について予想を聞く場面を学習のところどころに設け、今、行っている学習とチャレンジ問題とのつながりを意識できるようにする。また、単元の終末時に取り組みチャレンジ問題を導入時に提示することで、子どもたちの思考の変容をつかむこともできる。本単元では、チャレンジ問題「針金」と「大根」がこれに当たる。

ウ 半具体の導入と発展（チャレンジ問題：小単元終了後等）

生活の中や自然界に見られる事象を「具体」とすると、理科の実験は、人為的に整えられた条件下で行われるため、多くが「具体」を模擬的に設定した「半具体」と言える。半具体で事象の特徴をつかんだり法則性を見いだしたりした後、さらにその特徴や法則性の理解を深めるために、小単元終了後に短時間で行う「チャレンジ問題」を設定する。学習で得た知識をチャレンジ問題で活用することを通し、知識や科学概念と目の前の事象を結び付ける力も育成していく。本単元では、半具体物「実験用てこ」を用いて「傾ける働き」の法則性を見いだすことが「半具体の導入」、「チャレンジ問題④」が「半具体の発展」に当たる。

エ 半具体と具体のリンク（チャレンジ問題：小単元終了後等）

「半具体の発展」までで習得した知識や科学的概念を日常生活の中に見いだしたり活用したりする力の育成を目指し、生活に見られる事象を基にした「チャレンジ問題」を設定する。本単元では、「チャレンジ問題⑤」がこれに当たる。

オ 発展的課題を効果的に実施する単元構想（前出のア～エを意識した単元構想）

ただ単に発展的課題を取り入れるのではなく、知識と事象のつながりを意識し、子どもたちの理解をより深めていくためには、いつ、どこで、どのようにチャレンジ問題を実施するのか考える必要がある。本実践では（資料12）のとおり計画した。

【資料12】活用力育成のための単元モデル「てこのはたらき」・(授業実践Ⅱ期)

時	段階	目標	学習活動	教師の働き掛け
1	元を課題を提示する 重概念の意識①	<ul style="list-style-type: none"> 「重さ」と「傾ける働き」を混同して考えるのを防ぐ。 「傾ける働き」の概念を、傾ける働きが大きい方が傾く、傾ける働きが小さい方が傾かない、傾ける働きが同じだと傾かない。 	<p>(チャレンジ問題①) 「針金の問題」「大根の問題」(P46、P47 参照)の予想と理由付けを考える。(学習前)</p> <p>○棒におもりを入れたバケツをつるしコロンを回ってくるリレーを班対抗で行う ①片端に一つ ②片端に二つ ③両端に二つ</p>	<ul style="list-style-type: none"> 棒とバケツの「重さ」と「傾ける働き」を区別する。 「重さ」と「傾ける働き」を区別する。
2・3	重概念の意識②	<ul style="list-style-type: none"> 傾ける働きが大きい方が傾く、傾ける働きが小さい方が傾かない、傾ける働きが同じだと傾かない。 	<p>○25kgの重たい砂袋を10kgのおもりを使って持ち上げることができるだろうか。(授業前)</p> <p>○天秤で同じ10gのおもりを左右のコップに入れるとどうなる ⇒つり合う⇒傾ける働きは左右等しい。</p> <p>○天秤で右に20g左に10gのおもりを入れたらどうなる⇒右に傾く⇒傾ける働きは右が大きい。</p> <p>(つり合っているが、左コップの支点からの距離が長く、右コップの支点からの距離が短い天秤において)</p> <p>○同じ10gの重さのおもりを左右のコップに入れたときどうなるだろうか。</p> <p>○棒と水を入れたバケツを用意し、手前につるしたり、奥につるしたりして、傾ける働きの違いを体感し、理解を深める。</p> <p>○25kgの重たい砂袋を10kgのおもりを使って持ち上げることができるだろうか。(授業後)</p>	<ul style="list-style-type: none"> 課題提示のみ。今日の学習の目的を伝える。 「傾ける働き」の概念を、傾ける働きが大きい方が傾く、傾ける働きが小さい方が傾かない、傾ける働きが同じだと傾かない。 「傾ける働き」の概念を、傾ける働きが大きい方が傾く、傾ける働きが小さい方が傾かない、傾ける働きが同じだと傾かない。
4・5	半具体の導入	<ul style="list-style-type: none"> 重さ×支点からの距離が等しいとつり合う。 傾ける働きが大きい方が傾く、傾ける働きが小さい方が傾かない、傾ける働きが同じだと傾かない。 	<p>○棒と10kgのおもりを使って最大何kgまで持ち上げられるだろうか。</p> <p>・右⑤の位置で10g、左①の位置の50gは持ち上がった。60gはつり合った。それ以上は無理だった。60kg未満なら持ち上がる。</p> <p>・右⑤の位置に10gつるすと左①の位置に50gでつり合う。決まりがありそうだ。</p> <p>○右と左で傾ける働きが同じになりつり合うときの決まりを見つけよう。</p> <p>・「重さ×支点からの距離」が同じになるとつり合うみたいだ。</p> <p>⇒「重さ×支点からの距離=傾ける働き」</p>	<ul style="list-style-type: none"> 50kgや100kgのおもりは、10gのおもりで説明するのは難しいので、10gのおもりを10個使う。 「傾ける働き」の概念を、傾ける働きが大きい方が傾く、傾ける働きが小さい方が傾かない、傾ける働きが同じだと傾かない。
6	半具体の発展	<ul style="list-style-type: none"> おもりが複数の場所にある場合、それぞれの傾ける働きの合計で求めるとつり合える。 	<p>(チャレンジ問題③) ○いくつかの場所におもりをつるしたときどうなるか調べよう。</p> <p>・それぞれのおもりの傾ける働きの合計は、左右とも160となるため、つり合う。</p> <p>・おもりが二つ以上の時「傾ける働き」は、たし算で求めることができる。</p>	<ul style="list-style-type: none"> おもりが二つ以上の時、傾ける働きの合計を求めるとつり合える。
7・8	半具体の具現化	<ul style="list-style-type: none"> 実験で目盛りの間でも傾ける働きの式が通用する。 適当につるした粘土玉の重さを測定する。 実験で目盛りの間でも傾ける働きの式が通用する。 	<p>(チャレンジ問題④) ○実験で目盛りの間でも「傾ける働きの式」が通用するかどうか計算で粘土玉の値を予測し測定することによって決まりが成り立つことを証明する。</p> <p>①糸を付けた粘土玉を反対側のうでにつり下げ、粘土玉の位置を動かして、つり合う場所を探る。</p> <p>②つり合ったら支点からの距離を測る。</p> <p>③右のうでについても距離を測る。</p> <p>④さまりの式に当てはめ、計算で粘土玉の重さを予測する。</p> <p>⑤電子天秤で測定する。</p> <p>(チャレンジ問題⑤) ○支点からの距離が右の図の場合、左うでに25kgのおもりをつるすと、右うでに何kgのおもりをつるしたら持ち上げることができるだろうか。</p>	<ul style="list-style-type: none"> 目盛りと目盛りの間でも傾ける働きの式が通用する。 傾ける働きの式が通用する。 傾ける働きの式が通用する。
9・10	活用	<ul style="list-style-type: none"> 支点を支点から力点までの距離を長くすると傾ける働きが小さくなる。 支点を支点から力点までの距離を短くすると傾ける働きが大きくなる。 支点を支点から力点までの距離を長くすると傾ける働きが小さくなる。 支点を支点から力点までの距離を短くすると傾ける働きが大きくなる。 	<p>○「てこ」を使って25kgの砂袋を持ち上げてみよう。</p> <p>○どのようにすると傾ける働きが大きくなって、(おもりの傾ける働きが小さくなって)楽に持ち上げることができるか。</p> <p>①支点から力点までの距離を変え、手応えの大きさを比べる。</p> <p>②支点から作用点までの距離を変え、手応えの大きさを比べる。</p> <p>・支点と力点の距離を長くすると傾ける働きが大きくなる。</p> <p>・支点と作用点の距離を短くするとおもりの傾ける働きが小さくなる。</p> <p>○握力計を2、3人の子どもが握る。</p> <p>・単位は「kg」だ。重さと力は同じように考えることができる。</p> <p>○上皿ばかりを3本の指で押して自分の3本指の力を調べる。</p> <p>(チャレンジ問題⑥) ○どのようにしたら、指3本(5kg)の力で、先生(62.5kg)をてこを使って持ち上げられるだろうか。</p>	<ul style="list-style-type: none"> 「てこ」「支点」「力点」「作用点」の言葉について押さえる。 小さい力で重たいものを持ち上げるには何の条件が必要か。
11	活用	<ul style="list-style-type: none"> 身の回りにてこを利用した道具のしくみについて分ける。 実際にてこを利用して、道具の利点を感じる。 	<p>○てこは身の回りのどのような道具に利用されているのか。</p> <p>・くぎ抜き、栓抜き、はさみ、ペンチ</p> <p>○はさみで12枚の紙を一度に切るとき、どの位置に紙をはさむと小さい力で切れるだろうか。</p> <p>○釘抜きで釘を抜くとき、どの位置を持つと小さい力で抜けるだろうか。</p>	<ul style="list-style-type: none"> 実際に全ての道具を全員が使うようにする。 支点、力点、作用点の位置が道具のどこになるのか、確認してから、実験に取り組むようにする。
12	元を課題へ取り組む	<ul style="list-style-type: none"> 傾ける働きの概念を、傾ける働きが大きい方が傾く、傾ける働きが小さい方が傾かない、傾ける働きが同じだと傾かない。 	<p>(チャレンジ問題①) ○つり合っている針金の左側を曲げるとどうなるだろうか。</p> <p>・曲げた方が下がる つり合う まっすぐな方が下がる</p> <p>(チャレンジ問題②) ○つり合っている大根を支点で切ると重さはどうなるか。</p> <p>・右が重い 左が重い 同じ</p>	<ul style="list-style-type: none"> 1時の問題を再度提示し、取り組むようにする。

イ 全国学力・学習状況調査の児童生徒質問紙、事前事後の変化から分かったこと

「Ⅱ群」において、全国学力・学習状況調査の児童生徒質問紙による意識調査を学習後にも行った。事前と事後で回答が、同意方向、否定方向へそれぞれ変化した回答数について比較し、直接確率計算による有意差が見られた項目について示した(資料14)。

全体的に理科の学習に対して肯定的な回答が多くなった。また、特に活用力に関して「理科の授業で学習したことを普段の生活の中で活用できないか考える」が事前と事後において有意傾向が見られたことから ($p = 0.0501$)、発展的課題を取り入れた単元モデルが子どもたちの活用に関する意識を向上させたと言える。

ウ 学習の定着度について

「Ⅱ群」は他の単元テストと比べ平均正答率が大きく向上した(資料15)。それぞれのテストで難易度の差があるため、一概に平均点だけの比較はできないが、

【資料15】単元テストにおける「Ⅰ群」と「Ⅱ群」との平均正答率の比較

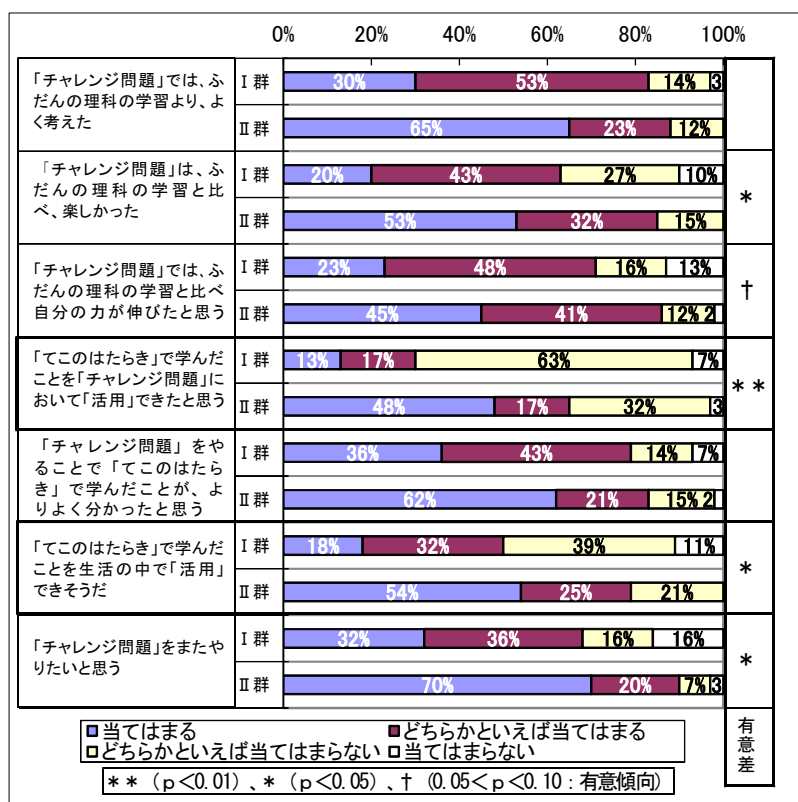
	理科の力(他単元テスト平均: 5単元7枚)	てこの働き①のテスト	他単元テスト平均との差	てこの働き②のテスト	他単元テスト平均との差
「Ⅰ群」B組	78.2	83.9	+5.7	76.4	-1.8
「Ⅱ群」C組	73.8	85.3	+11.5	80.3	+6.5
「Ⅱ群」D組	78.2	90.3	+12.1	84.9	+6.7

活用力育成の授業で多面的に学習内容を捉えることができたので、子どもたちの理解を深めることにつながったと判断できる。

エ 児童の活用に関する意識の変容

事後の「Ⅰ群」と「Ⅱ群」の各質問に対する肯定的回答数と否定的回答数について直接確率計算により比較したところⅡ群の肯定的回答数が有意に多い質問項目が多数見られた(資料16)。多くの子どもが、チャレンジ問題という発展的課題において、学んだ知識や科学概念を活用できたという意識を持つことにより、生活の中での活用を考

【資料16】「Ⅰ群」と「Ⅱ群」の活用に関する意識の比較(事後)



えたり、もっとやってみたいと考えるようになり、意欲が向上する傾向が見られた。発展的な課題を解決できたという達成感が、このような変容を生んでいると言える。

5 研究のまとめ

(1) 研究の成果

発展的課題を取り入れた単元モデルは、小学校理科における活用力育成に有効である。

ア 指導者が、単元の重要な科学概念や知識（本研究の授業実践「てこのはたらき」では、「傾ける働き」と「支点からの距離」）を明確化し、それらを用いて考える学習を単元を貫いて行うことで、子どもたちは、その概念や知識と行っている学習との関連を意識し、理解を深めていくことができる。

イ アに加え、単元の重要な科学概念や知識を用いて考える発展的課題への取組を通じ、子どもたちは、多面的に事象を見るようになり、より複雑な状況においても、その概念や知識を活用して考えるようになる。

ウ 単元の導入時に、終末に扱う発展的課題と同じ事象を提示することで、子どもたちは、今、行っている学習とその事象との関連を意識することができ、重要な科学概念や知識を事象に当てはめる力の育成につながる。

エ 半具体と具体とのつながりを意識した発展的課題を取り入れることで、習得した知識が単なる知識から、活用できる知識、また科学概念へと変容していく。

(2) 今後の研究課題

ア 他単元において「単元の重要な科学概念や知識の把握」「発展的課題の設定」「活用力育成のための単元構想」について考える必要がある。

イ 単元の学習を終えて、しばらく時間がたったとき、子どもたちがどのように発展的課題を解決していこうとするのか調べ、単元終了後の支援について考える必要がある。

ウ 日常生活の中で、学んだ科学概念や知識を活用する態度を育成するためには、どのような働き掛けが有効であるのか考える必要がある。

エ 活用力が身に付いたとは子どもがどのような状態になることを言うのか、基準を明確にする必要がある。

参考文献

- ・左巻健男・宮内主斗編著『最新小学理科の授業・5年』、民衆社、2002年。
- ・森本信也編著『子どもの感性がつくる理科授業－「考える」子どもを育む授業づくり－』、東洋館出版社、2003年。
- ・森田和良編集『小学校理科 活用力を育てる授業 知識・技能の活用と習得を促す教材のアイデア』、図書文化、2008年。
- ・森田和良編著『新しい発展学習の展開 理科 小学校5～6年』、小学館、2005年。
- ・堀哲夫編著『子どもを変える小学校理科7 てんびん・てこ・振り子の授業』、地人書館1996年。
- ・日本理科教育学会編集『理科の教育 平成25年1月号』、東洋館出版社、2013年。
- ・文部科学省『小学校学習指導要領』、文部科学省、2008年。
- ・文部科学省『小学校学習指導要領解説理科編』、文部科学省、2008年。
- ・文部科学省 国立教育政策研究所『平成24年度 全国学力・学習状況調査【小学校】報告書』、文部科学省 国立教育政策研究所、2012年。
- ・文部科学省 国立教育政策研究所『平成24年度 全国学力・学習状況調査 解説資料 小学校理科』、文部科学省 国立教育政策研究所、2012年。