

教科書の内容を補完する教材・教具開発についての研究

—第3学年、第4学年の実践を通して—

鎌田 潤一*・和泉 研二・有富 純子*・河村 美成*

A Study on Educational Materials Development to Supplement the Contents of Textbooks
-A case study of the third and fourth Graders-

KAMADA Junichi*, WAIZUMI Kenji, ARIDOMI Junko*, KAWAMURA Yoshinari*

(Received January 7, 2014)

キーワード：子どもの既有的経験と知識、構成主義、教材開発、授業実践

はじめに

理科の学習において、教科書通りに授業を進めていると、子どもが「なぜ？」と感じる場面を見かける。例えば、「なぜ、食塩が水に溶けると見えなくなるのか」、「なぜ、割り箸を燃やすと二酸化炭素が発生するのか」等である。また、「コイルの巻き数を増やすと電磁石の磁力が増す」ことの原因が教科書になく、教師が説明に困る場面もある。これらの例は、原子・分子やイオン、電流と磁界等の中学校の内容であるため、教科書に記載されていないことが考えられる。しかし、子どもの既有的経験や知識が生かせる範囲であれば、小学校の段階でも、教師の働きかけ次第で現象の概要をとらえることができるのではないだろうか。

筆者は、一昨年度は第4学年担任、昨年度は第3学年担任、本年度は理科専科として中学年の理科の授業に携わっている。その経験と前任校での経験を併せた中から、子どもの既有的経験と知識を洗い出し、自らの授業実践を考察することで、教材・教具開発の着眼点を見出せればと思い研究に着手した。

1. 研究の目的

本研究は、新たなカリキュラムを開発するのではなく、教科書にどのような内容を補完すると、子どもが事物・現象を納得した形でとらえることができるかを念頭に置いている。研究の背景にあるのが、構成主義の考え方である。子どもの既有的経験や知識と、教科書の内容やそれ以外の教師の働きかけを関連付けさせることで、それまでの見方や考え方をより科学的なものへ変容させていくのである（図1）。

また、研究の成果は、公立小学校の教員が授業をつくる上で参考になるものとする。そのために、安価な手作り教材や身の回りの事物・現象等を扱い、できるだけ実践に移しやすいものとなるように心掛ける。研究の成果を還元する機会としては、本校の研究発表大会（6月）や中間発表会（1月）の他、「理科授業づくりの会」を考えている。

※「理科授業づくりの会」：本校理科部が、昨年度立ち上げた公立小学校教員を対象とした勉強会。教科書の内容を中心に、講義と演習を行っている。昨年度は5回、本年度は6回、土曜日に開催している。

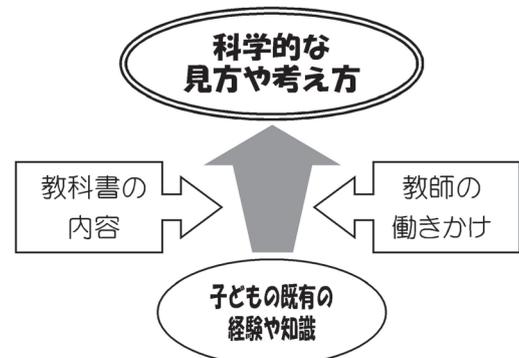


図1 授業のイメージ

*山口大学教育学部附属光小学校

2. 研究の内容

2-1 子どもの既存の経験や知識についての考察

授業において、子どもは、問題を解決しようと自己の生活経験や、見聞きしたことによる知識を積極的に活用する。確かに、該当学年以上で習う説明に感心させられることもあるが、中には誤概念を含むものもある。ここでは、ノートや板書等の学習記録を基に、本校第3学年、第4学年における学習前の子どもの説明を単元毎に整理し（表1、表2）、子どもの実態を考察する。

表1 学習前の子どもの説明（第3学年）

| 単元と内容 | | 正しいと言える説明 | 誤概念を含む説明 |
|----------|--|--|---|
| 物質・エネルギー | 物と重さ ・物は、形が変わっても重さは変わらない ・物は、体積が同じでも重さは違うことがある | ◇粘土の形を変えても、付け加えるわけではないから重さは変わらない | ◇アルミホイールを金槌で打ち固めると、重さが集まったり、力が加わったりするから重くなる ◆同じ大きさの球では、木よりプラスチックの方が必ず軽い |
| | 風やゴムの働き ・風の力は、物を動かすことができる ・ゴムの力は、物を動かすことができる | ◇強い風は遠くまで届くから、車を遠くまで走らせる ◇ゴムを引っ張ると硬くなるのは、パワーを蓄えるからである | ◆風は、ボールのように、車の帆へ向かって進む（図2） |
| | 光の性質【実践事例1】 ・光は集めたり反射させたりできる ・物に日光を当てると、物の明るさや暖かさが変わる | ◇日光を反射させた光は、熱も一緒に反射されているから暖かい | |
| | 磁石の性質【実践事例2】 ・物には、磁石に引き付けられる物と引き付けられない物がある。また、磁石に付けると磁石になるものがある ・磁石の異極は引き合い、同極は退け合う | ◆棒磁石を真ん中で折っても方位を指すはずだから、折り口に端と反対の極が現れる | ◆金属なら磁石に付く ◇砂鉄は、棒磁石全体に付く ◇強い棒磁石は、弱い棒磁石よりたくさん砂鉄を引き付けるから、棒磁石の真ん中にも付く |
| | 電気の通り道 ・電気を通すつなぎ方と通さないつなぎ方がある ・電気を通す物と通さないものがある | ◆電気は、乾電池の+極から一極へ流れる | ◆電気は、乾電池の両極から流れて豆電球の中でぶつかる ◆電気は、乾電池の+極から一極、一極から+極へと交互に流れる |
| 生命・地球 | 昆虫と植物 ・昆虫の育ち方には一定の順序があり、成虫の体は頭、胸及び腹からできている ・植物の育ち方には一定の順序があり、その体は根、茎及び葉からできている | ◇チョウは蛹になる ◇トンボの幼虫はヤゴである ◇根は、水や養分を吸ったり、体を支えたりするためにある ◆葉は、空気を作ったり、光合成をしたりする | ◇チョウの体は、分かれていない、または頭と胴の二つに分かれている（図3） ◆チョウは、飛ぶので足はない ◆カやハエ（嫌いな虫）は、昆虫ではない |
| | 身近な自然の観察 ・生物は、色、形、大きさなどの姿が違う ・生物は、その周辺の環境とかかわって生きている | ◇バッタは、敵に見つからないように草むらと同じ緑色のものが多い ◇トンボは、池に卵を産むから、水辺の周りにいる | |

| | | | |
|-------|--|--|--|
| 生命・地球 | 太陽と地面の様子 <ul style="list-style-type: none"> 日陰は太陽の光を遮るとでき、日陰の位置は太陽の動きによって変わる 地面は太陽によって温められ日なたと日陰では地面の暖かさや湿り気に違いがある | <ul style="list-style-type: none"> ◇影は、太陽の反対側に見える ◇太陽が動くから、影の位置や長さが変わる ◆地球が回るから、影の位置や長さが変わる ◇光が強いと温度が上がる | <ul style="list-style-type: none"> ◆夕方に近づくほど、影が長くなる ◆朝は、太陽が出てから時間が経っていないから、昼より影が短い |
|-------|--|--|--|

※◇はクラスの半数以上、◆は少数が納得した説明

表2 学習前の子どもの説明（第4学年）

| 単元と内容 | | 正しいと言える説明 | 誤概念を含む説明 |
|----------|--|---|---|
| 物質・エネルギー | 空気と水の性質 <ul style="list-style-type: none"> 閉じ込めた空気を圧すと、体積は小さくなるが、押し返す力は大きくなる 閉じ込めた空気は押し縮められるが、水は押し縮められない | <ul style="list-style-type: none"> ◇空気は、普段は固まりになっていないけど、ボール等に入れて圧すと固まりになる ◇水は、ぎゅうぎゅう詰めだから、押し縮められない | <ul style="list-style-type: none"> ◆空気は、水が気体になったもの ◇軽い物ほど押し縮められて、重い物ほど押し縮められない |
| | 金属、水、空気と温度【実践事例3】 <ul style="list-style-type: none"> 金属、水及び空気は、温めたり冷やしたりすると、その体積が変わる 金属は熱せられた部分から順に温まるが、水や空気は熱せられた部分が移動して全体が温まる 水は、温度によって水蒸気や氷に変わる。また、水が氷になると体積が増える | <ul style="list-style-type: none"> ◆空気を温めると膨らむ ◇金属は、熱した所から順に温まっていく ◇温められた空気は、上に行く ◇空気中の見えない水分が冷やされると水滴になる | <ul style="list-style-type: none"> ◆空気を温めると、蒸気になって上に行く ◆空気を温めると、熱と混ざるから体積が増える ◆水を温めたり冷やしたりしても体積は変わらない ◇水も、金属と同じように熱した所から順に温まる（図4） ◆空気が冷やされると水滴になる ◇水が水蒸気になると体積が増えるので、氷になると体積が減る |
| | 電気の働き <ul style="list-style-type: none"> 乾電池の数やつなぎ方を変えると、豆電球の明るさやモーターの回り方が変わる 光電池を使ってモーターを回すことができる | <ul style="list-style-type: none"> ◇乾電池を直列につなぐと、豆電球が明るくついたり、モーターが速く回ったりする ◇光電池に強い光を当てる程、モーターが速く回る | <ul style="list-style-type: none"> ◇乾電池を並列につないでも、豆電球が明るくついたり、モーターが速く回ったりする ◆直列つなぎも、回路の場所によって電流の大きさが違う |
| 生命・地球 | 人の体のつくりと運動【実践事例4】 <ul style="list-style-type: none"> 人の体には骨と筋肉がある 人が体を動かすことができるのは、骨、筋肉の働きによる | <ul style="list-style-type: none"> ◇筋肉を使うと硬くなり、筋肉痛になることもある | <ul style="list-style-type: none"> ◇腕の曲げ伸ばしは、内側の筋肉だけで行われる ◆腕の外側の筋肉は、予備のためにある |
| | 季節と生物 <ul style="list-style-type: none"> 動物の活動は、暖かい季節、寒い季節等によって違いがある 植物の成長は、暖かい季節、寒い季節等によって違いがある | <ul style="list-style-type: none"> ◇暖かくなると、動物の種類がたくさん現れ、動きも活発になる ◇サクラは、花が咲いた後、葉が出てくる。葉は、秋に紅葉し、冬には落ちてしまう | <ul style="list-style-type: none"> ◇サクラの花芽は、冬の葉が落ちた後に現れる |
| | 天気の様子 <ul style="list-style-type: none"> 天気によって1日の気温の変化の仕方に違いがある 水は、水面や地面などから蒸発し、水蒸気によって空気中に含まれていく。また、空気中の水蒸気は、結露して再び水になって現れることがある | <ul style="list-style-type: none"> ◇晴れた日の気温は、朝夕は低く、昼は高くなる ◇曇りや雨の日は、昼でも気温はあまり上がらない ◇雨の日は、窓や廊下などに結露が見られる | <ul style="list-style-type: none"> ◇1日のうちでは、正午の気温が1番高い ◇日光が、直接空気を温めて気温が上がる ◆空気が冷やされると水滴になる |

| | | | |
|-------|--|---|--------------------------------------|
| 生命・地球 | 月と星 ・月は日によって形が変わって見え、1日のうちでも時刻によって位置が変わる ・空には、明るさや色の違う星がある ・星の集まりは、1日のうちでも時刻によって、並び方は変わらないが、位置が変わる | ◇月は、どのような形でも太陽と同じ向きに動く ◆地球は同じ向きに回転するから、太陽と同じ向きに動く ◇星座の星の並び方は、変わることはない | ◆月は、昼に現れない ◆月は東から昇らず、西の空に現れることもある |
|-------|--|---|--------------------------------------|

※◇はクラスの半数以上、◆は少数が納得した説明

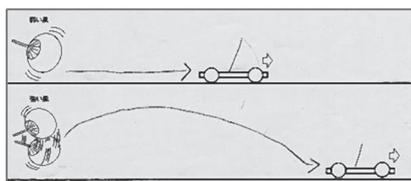


図2 風の表現の例

帆に風が当たる様子をイメージ出来ていない

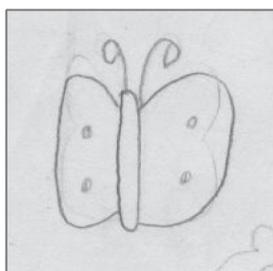


図3 チョウの体の例

体がつながっていて、足はないと考えている

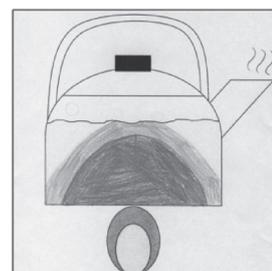


図4 水の温まり方の例

熱した所から順（赤⇒オレンジ⇒黄）に温まると考えている

○第3学年の実態

子どもの説明は、生活経験を主な根拠としている。重さ、風やゴムの力、光については、身近な事物・現象を扱っているため、予想の理由が明確で、予想通りの実験結果を得ることが多い。磁石や電気も身近な物であるが、極や磁化、回路等、日頃あまり意識しない内容については教師の働きかけを必要とする。

思い込みが強いこともこの学年の特徴である。身近な内容であるだけに、すでに誤概念を含む見方や考え方をしている場合もある。「力が加わると重くなる」、「太陽が現れる時間が長いほど影が長くなる」等がその例である。その他、類推して考えることが難しいことも感じる。粘土の重さについて調べたことがアルミホイルの重さに適用されないことや、磁石の極をとらえた後も強い棒磁石は中央にも砂鉄が付くと考えること等がその例である。これらは、観察や実験を通して修正できるので、早めに手を打つことが必要である。

○第4学年の実態

子どもの説明は、生活経験の他、本やテレビ等で得た知識を根拠としている。内容も力や熱、空気等、実体がとらえにくいものを扱うため、「圧力」、「対流」、「水蒸気」等、習っていない用語を使って説明する姿がよく見られる。しかし、独自に得た知識が増えることにより、誤概念を含む説明が多くなるのもこの学年の特徴である。「空気と熱が混ざって体積が増える」、「空気が水蒸気になる」等がその例である。教師は、子どもの何とか説明しようとする姿勢を尊重しながらも、誤概念の修正に努めなければならない。

その他、「生命・地球」の内容区分においても、実体をとらえにくい「人の体のつくりと働き」が加わる。教師は、模型や模式図等を活用させながら子どものイメージを作る必要がある。

2-2 授業実践を通じた教材・教具開発についての考察

子どもの既存の経験や知識を生かし、誤概念を修正するための教師の働きかけとはどのようなものか。ここでは、筆者の授業実践を振り返り、使用した教材や教材の用い方等について子どもの様子を基に考察する。

2-2-1 光の性質（第3学年）

○本単元のねらいと指導計画

本単元は、光の進み方や、光が物に当たった時の明るさと温度の関係を調べることで、光の性質についての見方や考え方もつことをねらいとしている。ここでは、反射させた日光の当て方による、光の明るさと暖かさの違いを比較しながらとらえることが大切である。

本校が使用する教科書の指導計画の概要と筆者の所感を図5に示す。

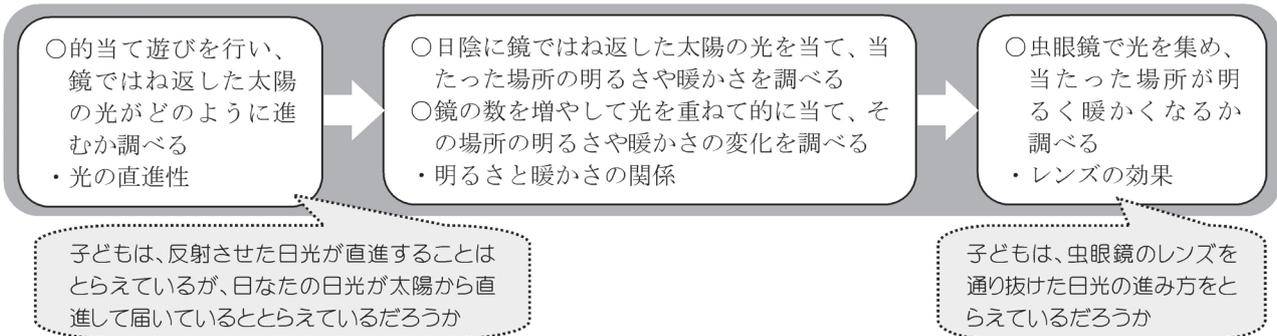


図5 「光の性質」の指導計画と筆者の所感

ここで、筆者が懸念しているのは、太陽から降り注ぐ光は直進していると子どもはとらえているだろうかということである。教科書にあるように、日陰の中で鏡に反射させた光が直進することは確かめることはできるが(図6)、日なたでは、満遍なく日光に照らされるため、図7や図8のようにとらえ方が分かれていることが考えられる。



図6 反射させた日光の進み方

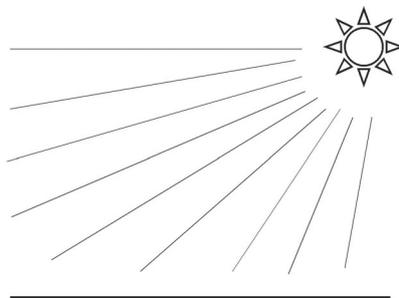


図7 子どものとらえ方1

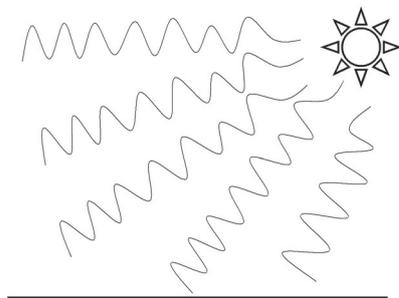


図8 子どものとらえ方2

○本単元における教材開発とその効果

日光が直進していることをとらえさせるために、手作りのスリットを活用した。日なたや日光が差し込む所なら、どこで光の進み方を調べても5本の光の線が等間で通り抜けることが確認できる(図9)。また、鏡で反射させた光も等間隔に進んでいることが確認できる(図10)。単元の最初に、様々な場所や鏡を使って日光の進み方を調べさせることで、漠然としたイメージをしっかりとしたものにする事ができた。

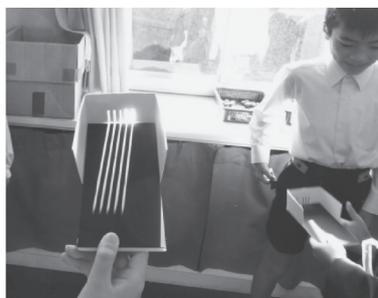


図9 教室に差し込む日光

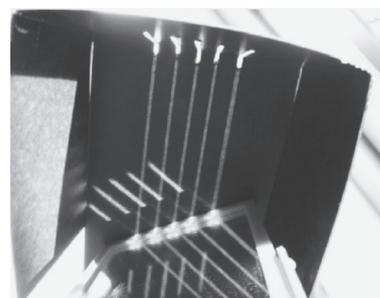


図10 光が等間隔に反射する様子

単元の最後に虫眼鏡を使って光を集める内容がある。黒い紙が燃える現象に子どもは興味をもつが、レンズを通り抜けた光がどのように進んでいるかをとらえているかは疑問である。この活動においてもスリットを活用した。図11のようにスリットの外側に虫眼鏡を当てると、5本の光の線が1点に集まる様子が確認できる。



図11 レンズを通り抜けた光

まだ実践に移していないが、図11からも分かるように、光の集まった部分が線の部分より格段に明るい。このことと、鏡の枚数を増やして光を重ねて的に当てた時、明るく、温度が高くなった実験とを結び付けられると考える。明るければ明るい程温度が上がり、やがては、物を燃やす程になることをとらえさせるのである。もしかしたら、鏡をたくさん使うと物を燃やせると考える子どもも出てくるかもしれない。このスリットは、光の進み方だけでなく、日光の明るさと温度の関係をとらえさせることにも効果がありそうである。

2-2-2 磁石の性質（第3学年）

○本単元のねらいと指導計画

本単元は、磁石が引き付ける物や、磁力の作用の仕方を調べることで、磁石の性質についての見方や考え方をもつことをねらいとしている。ここでは、磁石に付く物と付かない物や磁石の極の違いを比較しながらとらえることが大切である。

本校が使用する教科書の指導計画の概要と筆者の所感を図12に示す。

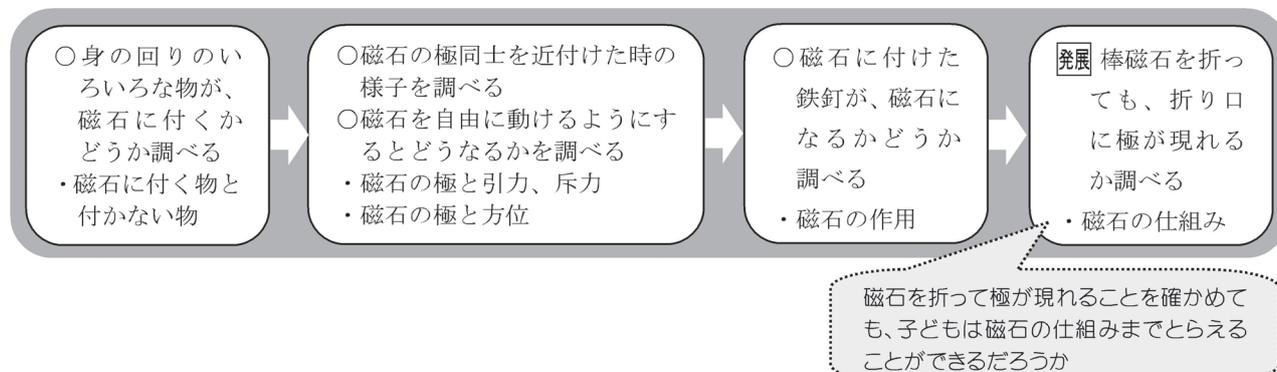


図12 「磁石の性質」の指導計画と筆者の所感

棒磁石を折って折り口に極が現れることを調べるのは、発展的な内容として扱われて、筆者も研究会で参観したことがある。確かに、子どもの関心は引く内容であるが、折り口に極が現れるかを予想する根拠がない。また、折り口に反対側と違う極を確認できても、なぜ再びつなぎ合わせると極が消えるのかは分からない。したがって、この学習展開では、磁石のつくりをとらえさせるのは難しいと考える。

○本単元における教材開発とその効果

子どもは、磁石の強さを表すのに磁力という言葉を使っている。そこで、磁力を可視化させるために、CDケースに短鉄線（細い針金を切ったもの）を入れた自作のケース（図13）を活用した。

このケースは、わずかに高さがあるので、棒磁石の下の様子も確認でき、N極からS極へと吊り下がってつながり、中央部分には付かないことが分かる。強い棒磁石（アルニコ磁石）においても、束のように短鉄線がつながるが、極以外には付きにくいことを確認させることができた（図14）。



図13 フェライト磁石の磁力線



図14 アルニコ磁石の磁力線

発展的な学習では、既存の経験や知識

のない子どもに磁石のつくりをとらえさせたい。そこで、棒磁石を折って極の存在を調べる前に、表3のような学習を仕組んだ。

表3 本時の学習展開

| 学習活動・内容 | 教師の働きかけと子どもの反応 | | | | | | | | |
|---|----------------|---|---|---|---|---|---|---|---|
| <p>1 2個の棒磁石を組み合わせた時の、磁力の強さについて話し合う</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <table border="1" style="border-collapse: collapse; text-align: center;"> <tr><td>S</td><td>N</td></tr> <tr><td>S</td><td>N</td></tr> </table> <table border="1" style="border-collapse: collapse; text-align: center;"> <tr><td>S</td><td>N</td></tr> <tr><td>N</td><td>S</td></tr> </table> </div> <p>A 同極同士の組み合わせ B 異極同士の組み合わせ</p> <p>・極の組み合わせ方による磁力の予想</p> | S | N | S | N | S | N | N | S | <p>○棒磁石を組み合わせた時の手応えを基に、磁力の強さについて予想させる ←手応えという経験をもたせる</p> <div style="display: flex; justify-content: space-between; margin-top: 10px;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: 45%;"> <p>Aの方が強い理由</p> <ul style="list-style-type: none"> ・同じ極の組み合わせだから、磁力が2倍になっている ・退け合う力が強いから、外側に磁力が働く </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: 45%;"> <p>Bの方が強い理由</p> <ul style="list-style-type: none"> ・違う極の組み合わせだから、様々な方向に磁力が働く ・引き合う力が強いから、磁力が増す </div> </div> |
| S | N | | | | | | | | |
| S | N | | | | | | | | |
| S | N | | | | | | | | |
| N | S | | | | | | | | |

| | | | | | | | | | |
|---|--|---|---|---|---|---|---|---|---|
| <p>2 N極とS極の組み合わせ方によって、磁力が変わる原因について話し合う</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;">   </div> <p style="text-align: center;">Aの磁力 Bの磁力</p> <p>・極の組み合わせ方と磁力の関係</p> | <p>○実験結果と予想の理由を照らし合わせて、Bの組み合わせが棒磁石1本（図14）の時よりも磁力が弱くなった原因を探らせる ←異極同士は磁石内に磁力が働くという考えをさせる</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-top: 10px;"> <p>Bは棒磁石1本より磁力が弱くなった原因</p> <ul style="list-style-type: none"> ・N極とS極が引き合っているから、棒磁石の間に磁力が働いていて、外側には磁力が働かない ・人に例えると、外側に目が向いていない ・棒磁石1本の時は、相手がいないから自由になって、外側に磁力が働いている </div> | | | | | | | | |
| <p>3 2個の棒磁石を縦に組み合わせた時の、短鉄線の付き方について話し合う</p> <div style="margin-top: 10px;"> <p>C 同極同士の組み合わせ</p> <table border="1" style="margin: 0 auto; text-align: center;"> <tr> <td style="width: 20px;">N</td> <td style="width: 20px;">S</td> <td style="width: 20px;">S</td> <td style="width: 20px;">N</td> </tr> </table> <p>D 異極同士の組み合わせ</p> <table border="1" style="margin: 0 auto; text-align: center;"> <tr> <td style="width: 20px;">N</td> <td style="width: 20px;">S</td> <td style="width: 20px;">N</td> <td style="width: 20px;">S</td> </tr> </table> </div> <p>・同極と異極の部分の磁力</p> | N | S | S | N | N | S | N | S | <p>○異極同士は磁力が磁石内に働くという考えを類推させ、CとDの短鉄線の付き方を予想させる ←Dは1本の棒磁石になっていることに気付くようにする</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; margin-top: 10px;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: 45%;"> <p>Cの付き方</p> <ul style="list-style-type: none"> ・真ん中はS極同士だからたくさん付いて、両端も付く </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: 45%;"> <p>Dの付き方</p> <ul style="list-style-type: none"> ・真ん中はN極とS極の組み合わせだから付かないが、両端は付く </div> </div> |
| N | S | S | N | | | | | | |
| N | S | N | S | | | | | | |

次時では、まず、CとDの組み合わせで短鉄線の付き方を確かめさせた（図15、図16）。すると、大方の予想通りDの組み合わせた部分には全く短鉄線が付かず、両端から輪のように短鉄線がつながる様子を確認できた。この様子を見た子どもの中から「1本の棒磁石みたい」という声も上がっていた。次に、棒磁石を半分折って、折れ口の極や短鉄線の付き方を調べさせ、磁石を折っても極が二つあることを確認した。

このように、棒磁石を組み合わせる実験と、棒磁石を折る実験を併せて行うことで、子どもは、磁石のつくりをとらえることができた。磁石は小さな磁石が同じ向きにつながっていることや、棒磁石の中央部分の磁力は働かない原因を段階を踏みながら解き明かしていったのである。



図15 Cの磁力

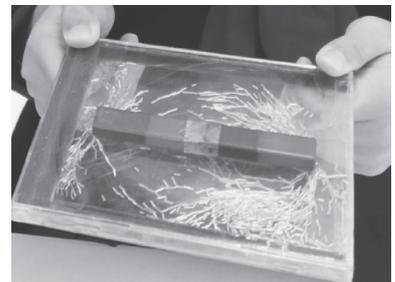


図16 Dの磁力

2-2-3 金属、水、空気と温度（第4学年）

○本単元のねらいと指導計画

本単元は、金属、水、空気の温まり方を調べることで、それぞれの熱の伝わり方についての見方や考え方をもちことをねらいとしている。ここでは、温度の変化と金属、水、空気の温まり方とを関係付けながらとらえることが大切である。

本校が使用する教科書の指導計画の概要と筆者の所感を図17に示す。

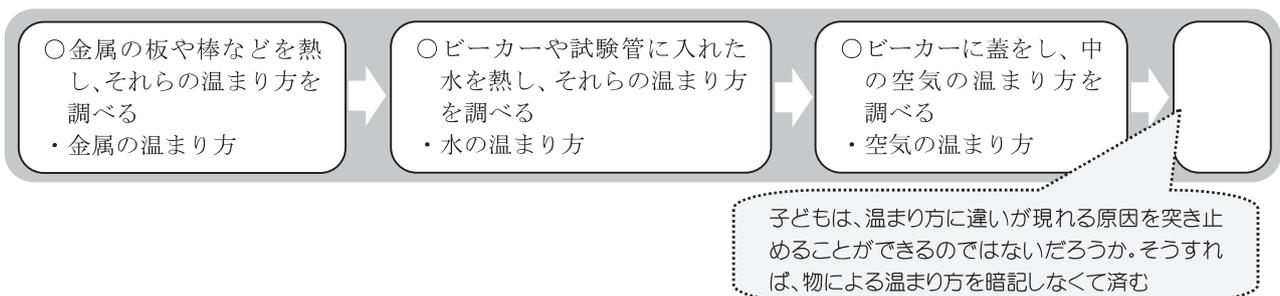


図17 「金属、水、空気と温度」の指導計画と筆者の所感

固体、液体、気体という用語はこの単元後に学習するが、子どもたちの多くは既に使って、身の回りの物をこの三つに分類できる状況にある。この既存の経験や知識を使えば、伝導と対流の違いは、金属、水、空気等の物ではなく、物の状態であるというとらえ方ができると考える。

○本単元における教材開発とその効果

金属、水、空気の温まり方の学習したことで、温まり方の違いの原因は、物の重さや硬さから流動性にあると考えるようになった。このとらえを確かなものにするため、粘度の高い液体である水飴を活用した。水飴にはサーモテープとパセリを入れて、温まり方を視覚的にとらえられるようにしている。また、寒い時期であるため、水飴は傾けても変形しにくい硬さである。本実践での子どもの変容の様子を表4に示す。

表4 実験前後の子どもの変容の様子

| 子どもの予想 | 実験の様子 | 温まり方に違いが出る原因 |
|---|-------|---|
| <p>金属と同じ温まり方をする理由</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ねっとりしすぎている ・水より硬いから ・こんなカチカチな物が回り始めるわけがない | | <ul style="list-style-type: none"> ・金属は形があるけど、空気や水には形がない ・金属は熱せられた部分が動くことができないけど、空気や水はできる |
| <p>水と同じ温まり方をする理由</p> <ul style="list-style-type: none"> ・金属より軟らかいから ・温めるとさらさらになるから ・水よりは時間がかかるけど回り始めると思う | | <ul style="list-style-type: none"> ・温めた時、固体がそれ以外がで温まり方の区別がつく |

別の年は、教科書通り金属、水、空気の温まり方のみを扱った。学習の最後に、温まり方に違いが出る原因は何かと問うと、「金属は形があるが、水や空気には形がないから」、「金属の熱した部分は動けないが、水や空気の熱した部分は動くことができるから」、「金属は固体で、水や空気は固体ではないから」等、物の状態に着目した回答はあった。しかし、このような回答は全体の1/3程度であり、物の状態に目を向けさせるためには、水飴の実験のように子どもの既存の経験や知識を引き出す働きかけが必要である。

2-2-4 人の体のつくりと運動（第4学年）

○本単元のねらいと指導計画

本単元は、力を入れた時の筋肉の様子を調べたり、模型や模式図を使ったりしながら、人の体のつくりと運動とのかかわりについての見方や考え方をもつことをねらいとしている。ここでは、人や他の動物の体のつくりと運動とを関係付けてとらえることが大切である。

本校が使用する教科書の指導計画の概要と筆者の所感を図18に示す。

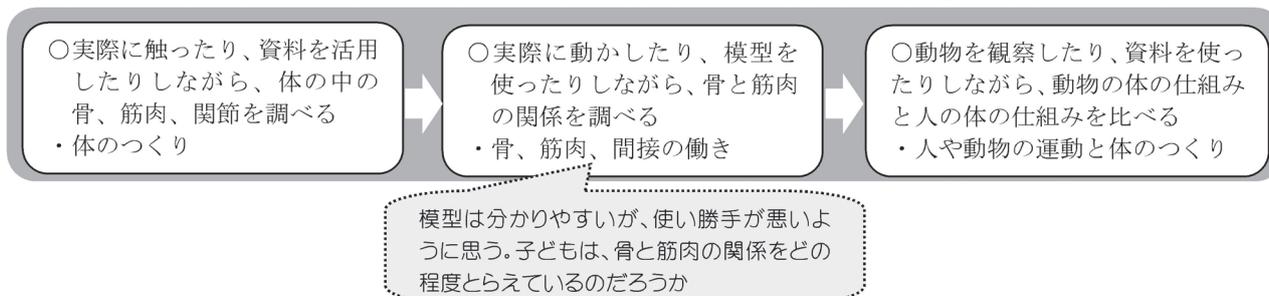


図18 「人の体のつくりと運動」の指導計画と筆者の所感

ここで、筆者が懸念しているのは、骨に筋肉がどのようにつながっているかを意識しているかということである。教科書や板書を参考に腕の骨と筋肉を書かせてみても、図19のように上腕の筋肉が前腕の肘側の骨

につながっているものはほとんどない。その点は、模型（図20）を使うことで解消できる。しかし、動きが硬く、可動範囲も少ない。したがって、腕を曲げた時は内側の筋肉が縮んで外側の筋肉が弛んで伸びることや、腕を伸ばした時は内側の筋肉が弛んで伸び、外側の筋肉が縮むことをとらえさせるのは難しい。

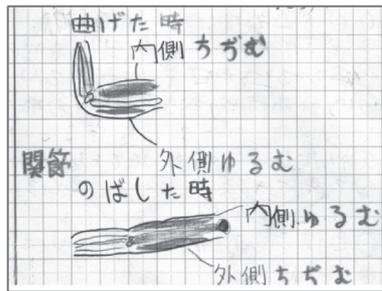


図19 子どもががいた骨と筋肉

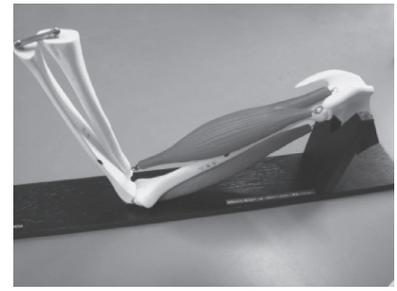


図20 骨と筋肉の模型

○本單元における教材開発とその効果

子どもが自由に扱うことができるように、図21の手作り模型を活用した。関節の部分に脱脂綿を詰め、2本の角材をビニールテープで固定している。上腕（赤いシールの部分が肩）と前腕には、角材1面ずつ計4箇所

にフックがある。太い筋肉には輪ゴムを使い、輪ゴムに通したクリップを上腕と前腕の内側と外側のフックに固定し、腕の曲げ伸ばしを再現できるようにしている（図22）。輪ゴムは2本、3本と数を増やすことができるので、内側3本、外側1本と実際の腕のように内側の筋肉を発達させることもできる。ただ、実際の筋肉は「縮む」、「弛む」の動きだが、ゴムは「伸びる」、「弛む」の動きである。子どもが、筋肉が伸びることで骨を押し戻し腕を伸ばすと誤解しないよう、予め説明しておく必要がある。

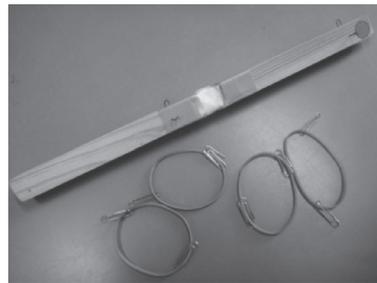


図21 使用した模型



図22 模型を使った活動の様子

実際に使わせてみると、子どもは内側と外側の筋肉の相互作用により腕の曲げ伸ばしの運動ができることをとらえることができた。腕の運動は内側の筋肉だけで足り、外側の筋肉は予備のためにあるという誤概念も修正できた。また、「もし、腕の外側の筋肉なく、腕の内側と後ろ側にあるとどうなるでしょうか」と問うと、子どもは模型の動き（図23）から「ボールが投げられない」、「字が書けない」、「気を付けの姿勢ができない」等と答えた（図24）。模型を活用することで、子どもは実際に観察することができない体の内部と運動との関係のイメージをつ

くることができたのである。



図23 内側と後ろ側の筋肉

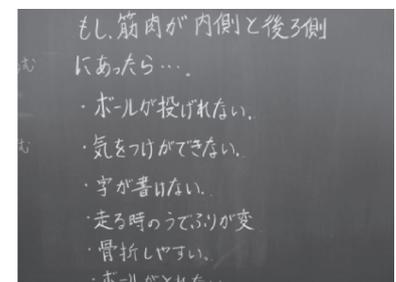


図24 当日の板書

3. 研究のまとめ

3-1 子どもの実態について

第3学年の子どもがもっている既存の経験や知識は、主に生活経験であることが分かった。このことを教師が把握していると、子どもの反応やつまづきやすいところが想定できるので、どのような働きかけをすればよいかが見えてくる。また、思い込みが強い、類推して考えることが難しい等の傾向があるので、見過ごしてしまわぬよう配慮が必要である。初めて理科を学習する学年でもあり、観察や実験の仕方をしっかりと身に付けさせていきたい。

第4学年の子どもがもっている既存の経験や知識は、生活経験の他、本やテレビ等、情報媒体から得た知識の割合も大きくなっている。これらは授業に生かされることもあるが、「分かったつもり」で使われることも多いので、誤った使い方は正していかなければならない。日頃から子どもと接する時間が多ければ、子どもがどのような興味・関心をもっており、どのような考え方をしているのかが見えてくるであろう。

子どもの実態については、筆者がまだ見落としている部分もあるかもしれない。今後も筆者が行う授業の中や、他校での授業参観を通して、実態把握に努めていきたい。

3-2 教材・教具の開発について

2-2において、筆者が実践に使った教材・教具を紹介した。これらは、あくまでも教科書の内容を補完するものであり、その効果は一様に現れていると考えている。ただ、類推して考えることが難しい学年であるため、教科書と違う実験に偏ってしまうと、テスト等で同じ内容の問題でもできなかったというケースもある。教科書の内容と自作の教材・教具とにどのような相関があるかを頭に入れておかなければならない。

その他、これらが一般的に扱いやすいものであるかも考える必要がある。作成の容易さから言っても、2-2-2で紹介した磁力を可視化させるケースは、かなりの労力を要した。本校理科部が開催している「理科授業づくりの会」等での感想や意見を参考に改良を加えていきたい(図25、図26)。



図25 スリット作成の様子

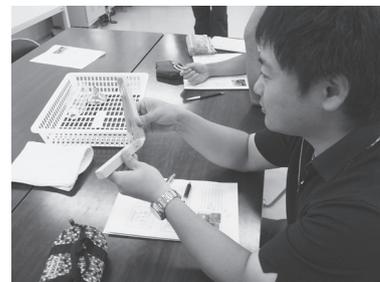


図26 腕の模型を使う様子

おわりに

本研究は、教材・教具開発の着眼点を見出す目的で行った。そのために、まず、子どもの実態を整理した。実態把握を行うには、十分な資料集めができているとは言い難いが、第3学年、第4学年の概要はつかめたと思う。次に、教科書の内容に補った方がよいと思われるものや、教科書以上の内容でも子どもに習得させたいものについて、筆者の実践を振り返りその効果を考察した。その結果、改善の余地はあるものの有効であることが認められた。子どもの事態把握から教科書の教材研究への道筋をたどり、そこから子どもにとって必要であったり、一步踏み込んだりした学習内容が見えてくるものとする。

筆者のつたない授業実践を通じた研究であるため、粗い面も含むことを否めない。今後も授業づくりの研究に励みながら研究の精度を上げていき、多くの先生方の参考となるように仕上げていきたい。

引用・参考文献

山口大学教育学部附属光小中学校：「2012小中連携研究 研究紀要」P39～P42，2012.

山口大学教育学部附属光小中学校：「2013小中連携研究 研究紀要」P31～P33，2013.

掘 哲夫：「学びの意味を育てる理科の教育評価」，東洋館出版社2003.

文部科学省：「小学校学習指導要領解説理科編」，大日本図書株式会社2008.

鎌田潤一：「教員のニーズに応じた研修の在り方についての研究 - 『理科授業づくりの会』の活動を通して -」，山口大学教育学部附属教育実践総合センター研究紀要第35号2012.

本校使用教科書：「たのしい理科3年」，「たのしい理科4年-1」，「たのしい理科4年-2」，大日本図書株式会社2011.