

Column 実験の失敗を生かす

「教科書どおりにやったのに実験が失敗してしまった。」という経験はありませんか。たしかに、せっかく実験の材料や器具を準備しても実験が失敗してしまうということはあるものです。この原因が、児童の理解や技能の不足であれば指導の改善は比較的容易ですが、原因が分からない場合は困ってしまいます。しかし、「何が原因か分からない」ということで済ませてしまうと、次も同じ失敗を繰り返すことになります。科学の世界では、「失敗は成功の母」という常識があります。失敗は、次の成功を得るチャンスです。



さて、実験失敗の原因は何でしょうか。実は、「教科書どおり」ということにも原因がありそうです。教科書は児童を対象に書かれているものですから、実験の手順を簡潔に示してあります。つまり、「なぜその操作が必要か」「こうすると失敗する」などということを書いてありません。ですから、特に理科の場合は、事前の教材研究（予備実験等）により、対策を講じておかなばなりません。

有効な対策として、まず、教科書会社の発行する指導書を詳しく読むと解決できることが多いのでお勧めします。それでも解決しない場合は、同僚に相談したり、資料を探して勉強したり、原因を突き止める努力が必要です。総合教育センターでは、カリキュラムセンターを窓口としてこのような相談にお答えしますので、気軽にご相談ください。

原因が分かり、失敗を克服できたら、可能な限り授業で再実験を行うなど、児童へのフォローをしたいものです。教師の誠実な態度で、児童の信頼も高まることでしょう。

「なぜこの学習をするのか」を考えましょう

学習指導案を見るとき、本時の展開に注目するのはもちろんですが、もっと気になるのは単元観、または教材観、指導観などです。なぜなら、指導者が「どうしてここでこれを学ぶのか、どのように教材を解釈し、何に重点を置いて指導したいか」などについての解釈と決意が書かれている場所だからです。ところが、この部分は、教科書会社の資料などをそのまま借用している場合が多いようです。

ふだんの授業でも、他学年で何をどこまで学ぶのかを比較するなどして、「なぜこの内容を学習するのか」を考えると、見えてくるものがたくさんあるはずです。

また、いわゆる「理科離れ」と関連して、理科の学習内容と日常生活との関連付けが大きな問題となっています。日常生活における科学の有用感について、教師が意識的に実例を取り上げないと、学校で授業で学んだことが理科の授業の中だけのことになってしまいます。これらのことを以下の例でみてみましょう。

1 「系統性」から電気の学習を考えましょう

(1) 電気の学習で気を付けること

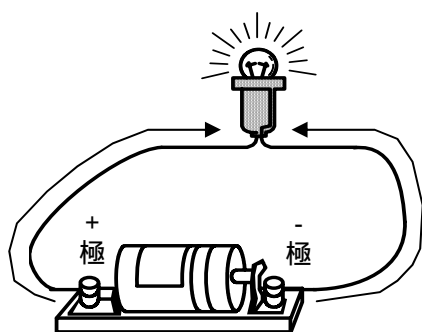
電気の学習は、小学校段階では三つの学年にわたって系統的に学習します。小学校段階での電気の学習の目標と内容を表2にまとめました。学年を追ってみていくと、回路に関する重要で基本的なことを第3学年と第4学年で学習していることが分かります。第6学年では、中学校で学習するオームの法則、電気抵抗、抵抗の直列回路・並列回路、電磁誘導と誘導電流、電流の利用、電気エネルギーなどの学習へとつなげるために電磁石の学習を行っていることが分かります。

(2) 第3学年における回路の学習

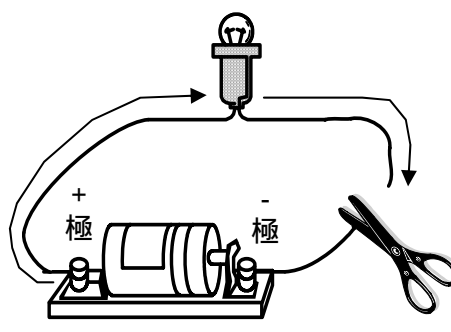
初めて電気を学習する第3学年の内容のうち、特に、「回路」と「金属」については、指導する際に、児童のもつ素朴概念の修正に注意が必要です。なぜなら、系統性が強いゆえに、ここでの思い違いが後の学習に大きく影響すると思われるからです。

例えば、図Aのように、回路を流れる電流が+極からも-極からも豆電球に流れてくると考える児童は、導線を接続して回路を作らせる際に、1本の線で十分と考えてしまいます。

これを図Bのように、回路の一部を切断することによって、「回路の途中が切れていると、電気が電池に戻れない。プラス極からたどって



図A



図B

いって、マイナス極に戻る道筋が回路だ。」という考えに導くことが可能になります。

この「回路を切断する」という技法は、回路についての概念形成に役立つだけでなく、「電気を通すもの・通さないもの」の導入でも大変効果的です。

表 2

学習指導要領に示された電気に関する目標と内容			重要なキーワード
	電気に関する目標	電気に関する内容	
第三学年	電気を働かせたときの現象を比較しながら調べ、見いだした問題を興味・関心をもって追究したりものづくりをしたりする活動を通して、電気の性質についての見方や考え方を養う。	乾電池に豆電球などをつなぎ、電気を通すつなぎ方や電気を通す物を調べ、電気の回路についての考えをもつようにする。 ア 電気を通すつなぎ方と通さないつなぎ方があること。 イ 電気を通す物と通さない物があること。	乾電池の+極・-極 導線、乾電池、豆電球 回路（電気の通り道） 導線だけの回路 電気を通すもの 電気を通さないもの 金属 ものづくり
第四学年	電気による現象を電気の働きと関係付けながら調べ、見いだした問題を興味・関心をもって追究したりものづくりをしたりする活動を通して、物の性質や働きについての見方や考え方を養う。	乾電池や光電池に豆電球やモーターなどをつなぎ、乾電池や光電池の働きを調べ、電気の働きについての考えをもつようにする。 ア 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こと。 イ 光電池を使ってモーターを回すことなどができること。	光電池（太陽電池） 電流 回路（電流の流れる道筋） 電流の向き 電流の強さ 乾電池の直列つなぎ 乾電池の並列つなぎ ものづくり
（第五学年は、電気に関する内容は扱わない。）			
第六学年	電磁石の働きをその要因と関係付けながら調べ、見いだした問題を多面的に追究したりものづくりをしたりする活動を通して、物の性質や働きについての見方や考え方を養う。	電磁石の導線に電流を流し、電磁石の強さの変化を調べ、電流の働きについての考えをもつようにする。 ア 電流の流れている巻き線は、鉄心を磁化する働きがあり、電流の向きが変わると、電磁石の極が変わること。 イ 電磁石の強さは、電流の強さや導線の巻き数によって変わること。	コイル 鉄心 エナメル線 電磁石 電流の向きと磁石の極 電磁石の強さ 巻き数と電流の強さ ものづくり

（小学校学習指導要領より抜粋、一部改変）

(3) 第4学年における回路の学習

第4学年では、乾電池の直列つなぎと並列つなぎ、電流の向きと強さなど、電気回路に関する基本的な内容を学習します。また、電気に関するものづくりを行うことになっています。第3学年と同様に、その後の学習の成立に関わる重要な内容ですので、確実な定着を心がけましょう。

ここで注意したいのは、「工作」と「ものづくり」の違いです。光電池と車の模型などを組合わせた教材セットは、材料調達の手間がかからないため、全員に与えられることが多いのですが、設計図どおりに組立てて「きちんと動く」ことを目的にしたのでは、深い学びにはつながりません。むしろ、キットを与えたときこそ、教師の支援により、学びの質の向上を目指しましょう。

例えば、直列つなぎと並列つなぎの違いや電流の向きを逆にする際に、実際の配線の仕方と電流が流れない原因を試行錯誤により見いださせるよう、発問・指示を工夫することです。

つまり、見た目の同じ工作を作るために、人の作ったものをまねたり、分からないことを人にやってもらったりしたのでは、回路を形成するといった基本的技能が

身に付かないということです。児童が「見えない電流がここを流れているはずだ」という見方ができるようになれば、接触不良や配線の間違いを自分で指摘できるようになることでしょうか。つまり、なぜ動かないかという切実な問題について、試行錯誤を行うことをとおして自分自身で原因を究明させるという、論理的思考を鍛える場ととらえたいものです。

2 「日常生活との関連」から水溶液の学習を考えましょう

(1) 水溶液に関する学習で気を付けること

この単元で教科書に登場する水溶液は、塩酸、水酸化ナトリウム、食塩水、炭酸水、石灰水などであり、児童にとっては、日常生活とかけ離れた教科書の中だけで登場する薬品類と思えるようです。

では、なぜこれらの水溶液を扱うのでしょうか。また、ここで水溶液を学ぶ意味は何なのでしょう。このことは、教師自身の考えに基づいて、日常生活との関連を例示したり、学んだことをこれからどのように生かしていくか話して聞かせたりしたいものです。そうでないと、役に立たない知識を学習した印象を与えてしまうかも知れません。

例えば、次のような例が考えられます。

水溶液である家庭用洗剤（ひょう白剤）では、塩素系のものと酸素系のを混ぜると、化学反応により塩素ガスなどの有害な気体が発生したりするので、別の洗剤を同時に使わないことが大切です。



(2) 身の回りの液体を調べる際に気を付けること

酸性、中性、アルカリ性という水溶液の性質を学習する際、身の回りの液体を持ち寄って調べる活動をすることがあります。中には、「これは水溶液といえるのか？」というものが教師を悩ませます。次の表に、家庭や身の回りの水溶液を分類したものを表3に挙げましたので、参考にしてください。

表3

種類	液体名	見分け方
水溶液（色がついていても透明なもの）	水道水、ミネラルウォーター、しょうゆ、レギュラーコーヒー、酒、ビール、サイダー、酢、透明なジュース類、家庭用液体洗剤（透明なもの） など	透明であることが条件。不溶物がないことで判断できる。色が濃いものは薄めてみるとよい（薄めても酸性のものは酸性）。洗剤は成分表示で確認できるが、リトマス紙などの変色は影響を受けることがあるので、注意する。
水溶液 + 固形物（不透明なもの。溶けない物質との混合物）	味噌汁、ソース、ケチャップ、インスタントコーヒー、タバスコ、絵の具	水の量の多少はあるが、水には何らかの成分が溶け出しているため、水溶液は部分的に存在する。

コロイド溶液(懸濁液。濁っているがいつまでも沈殿しないもの)	墨汁、牛乳、ミルク、乳液、分離しないタイプのドレッシング	水の中に非常に細かい粒が分散し分離しない状態の液体のこと。
油に溶けたもの	ラー油(透明部分)	水を入れて分離すれば、溶媒が水でないことが分かる。この場合の多くは溶媒が油である。ラー油はカプサイシンなどの油溶成分を溶かした調味料である。

(3) 溶媒効果を実感する簡単でおいしい実験

一般に化学物質は、固体同士で混ぜ合わせても反応は起きにくいものです。ところが、溶媒に溶かして混ぜ合わせると反応は極端に早くなります。これは、溶媒に溶けることで分子レベルまでばらばらになるためです。このような効果を「溶媒効果」と呼んでいます。

この現象を、簡単に体験できる安全な実験があるので紹介します。

おいしい実験「簡単ソーダ」

- 1 準備 炭酸水素ナトリウム(重曹)〔一箱〕、クエン酸〔1本〕、プラスチックカップ〔人数分×2〕、プラスチックスプーン(薬さじでないスプーンで と を取るため)〔2本〕、マドラー〔人数分〕

2 手順

【固体では反応しないことの確認】

- (1) 炭酸水素ナトリウムをスプーンで軽く一杯、透明なカップに入れる。
- (2) クエン酸をスプーンで軽く一杯、(1)のカップに入れる。
- (3) カップを振ったり、乾いたマドラーで混ぜたりして反応しないことを確認する。
- (4) カップに水(または、炭酸の入っていない好みのジュース)を加えて、様子を確認する。
- (5) 激しく発生した泡は、二酸化炭素である。味を見て確かめる。

【溶媒効果の確認】

- (1) 炭酸水素ナトリウムをスプーンで軽く一杯、透明なカップAに入れる。
- (2) クエン酸をスプーンで軽く一杯、別のカップBに入れる。
- (3) カップA、B、それぞれに3分の1程度の水(または、炭酸の入っていない)

い好みのジュース)を加え、別々のマドラーで混ぜて完全に溶かし、反応しないことを確認する。

(4) カップA、Bの水溶液を、同時にカップCに注ぎ、反応を観察する。

(5) 激しく発生した泡は、二酸化炭素である。味を見て確かめる。



それぞれの薬品を水に溶かしても、反応は起こらない。



AとBの水溶液を混ぜると、二酸化炭素が激しく発生する。

水溶液を学ぶ意味

私たちは現在、望みどおりの物質を地球上の資源から取り出し、化学的な処理を行うことで、天然物だけでなく天然には存在しない様々な物質を合成することも可能になりました。化学工業において、溶媒中での反応は中核をなすものです。また、製品として接する機会の多い水溶液を安全に扱うためには、正しい知識が必要です。多くの市民が便利で豊かな生活を送ることが可能になっている一方で、科学的な基礎的知識がますます必要になっているのではないのでしょうか。

Column 水は非常に優れた溶媒

物質を溶かす媒体を「溶媒」といいます。溶媒には大別して、水の仲間と油の仲間があり、ペンキやインクにも水性と油性の別があります。一部のアルコールは水性と油性の中間で、どちらにもよく混ざります。

地球上の多くの物質は、程度の差はありますが、非常に多くのものが水に溶けます。それは、水分子の構造に秘密があります。ナトリウムイオンと塩化物イオンも水とよくなじむ性質を持っているので、長い年月をかけて地表面の物質が洗い流され、海水中に大量に存在し、そこから生命が誕生したのです。

また、地球上の「水」はほとんどが混合物であり、純粋な水は特別な操作をしない限り存在しません(水蒸気を除く)。ミネラルウォーターには、岩石からわずかに溶け出したミネラルが含まれています。河川の水、地下水、水道水にもミネラルが溶けており、植物の成長や私たちの体内の反応で重要な役割を果たすばかりか、ミネラルがないと生命が維持できません。

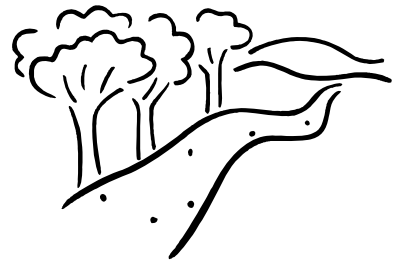
また、太陽系の惑星中で、唯一水が液体の状態が存在できる地球は水の惑星といわれます。そして、私たち生物は水がないと生きていくことができません。生物の体内では物質の運搬や交換をはじめ、エネルギーを生み出す生化学反応も、すべて水溶液の状態だからこそ成り立っているのです。

3 「野外観察の必要性」から地質の学習を考えましょう

(1) 地質の学習で気を付けること

小学校の理科では、5年生で流水のはたらき、6年生で地層のできかたとそれを構成するものと化石、火山または地震の学習をします。

小学校の先生方からは「5年生の『流水のはたらき』のところは教えづらい。」という声がよく聞かれます。その理由を聞いてみると、「実物(川)は近くにないし、実験はできないし・・・」というのです。学校の近くに川がなく実物が見られないので、写真を見せ、話し聞かせて終わり、という授業もあるようです。



学校の近くで実物を見られないとしても、その場合は、簡単なモデル実験で解決できるはずです。砂場に1m四方の木の板を持って行き、その上に砂を盛って、上からペットボトルで水を流してみてください。蛇行した小さな川ができるはずです。少し傾斜のついている地面なら、棒で溝をつけて水を流してもよいのです。まずはやってみることで、そこにチョークの粉を流すと、ある部分に粉がたまります。粉がたまったところに上流から運ばれた砂も堆積しています。このように、実物ではできない実験ができるのもモデル実験のよい点です。

また、学校の近くで適当な観察場所がない場合は、社会科見学や遠足などの途中で、意図的に川の蛇行を見られる場所に寄ってみることもできるはずです。栃木県から海浜自然の家に行く途中には、鬼怒川、那珂川、久慈川などの大きな河川があります。ちょっと寄り道して、川の蛇行の様子を見せることで、モデル実験と実物とを結び付けて考えることができるのではないのでしょうか。そして、そこを流れる水はこれから自分たちが行く海に注いでいることも考えさせると、海や川の水のはたらきに対する見方が深まるでしょう。

さらに、この単元の内容は、中学1年生の地質分野の学習につながります。中学校ではどのような内容を学ぶのか確認し、それを意識して指導しましょう。

(2) 野外観察を行いましょ

「近くに露頭がない」「面倒」「危険」等の理由を付けて、野外観察を「やったことにして」いませんか。学習者は、実物を見て、触れてこそ、感動や発見があるものです。学校の近くに露頭がなければ、前述の例と同様に、校外学習の際に観察をするという方法を検討しましょう。時間割を入れ替えるなどの工夫をして、遠足を兼ねてちょっと遠くの露頭観察に行くこともできるでしょう。

新しい学校に赴任したときには、学区内や隣接する地域の露頭の場所を確認しておきましょう。観察に適した場所が分からない場合は、インターネットではなかなかヒットしないので、右の情報



入手先のヒントを参考にしてください。

現地に出かける際に忘れてならないのが、観察時の安全への配慮です。具体的には、複数の教師で引率する、移動時の安全（交通、周辺の状況）に配慮する、露頭観察時には上方からの落下物や足元の安全に注意させるなどです。

また、教室で行う堆積岩、火成岩の観察でも実物を児童数分用意して、個別に観察できるようにしましょう。教材カタログで実習用の岩石を購入することもできますが、チャート、花崗岩、安山岩などは比較的手に入りやすい岩石です。博物館の方や大学の先生などの専門家に前出授業をお願いできる場合は、児童と川原に行って、チャート、花崗岩、安山岩などを分類しながら採集してしまうことも考えられます。

深成岩は石材店にお願いして、端材をいただくこともできます。磨いた面と割れた面を見せることができるので、児童も興味をもって観察します。

栃木県には全国的に有名な地質教材がたくさんあります。それらを活用して、実物を手に取って観察させましょう。そうすることによって、さらに児童の興味を喚起し、持続させることができます。家族で出かけたときの話題になるかもしれません。

観察場所の情報入手先のヒント

- ・ 同僚、近くの中学校理科担当教諭に聞く。
- ・ 博物館や市役所か役場の道路・河川関係の部署に聞く。
- ・ 地元の大学の地学教室、教育委員会・総合教育センターなどに問い合わせる。



塩原で産出する木の葉石

栃木県内の主な地質教材

大谷石（凝灰岩）：宇都宮市大谷地区の石材店に問い合わせる。

石灰岩（フズリナ化石）：佐野市葛生地区の採石業者に問い合わせる。

鹿沼土（軽石）：鹿沼市の鹿沼土業者。ホームセンターでも販売されている。

木の葉石（泥岩、化石）：那須塩原市上塩原地区で産出される。

「木の葉化石園(0287-32-2052)」木の葉石（4～5個入りで500円）

おっ！貝の化石があったぞ！



平成 18 年度 研究委員会（小学校・理科）

総 括	栃木県総合教育センター	所 長	五味田謙一
研究委員長	同	研究調査部 部 長	江部 信夫
研究副委員長	同	研究調査部 部長補佐	杉田 知之
委 員	下都賀教育事務所	指導主事	大阿久 敦
同	南那須教育事務所	副 主 幹	佐藤 英夫
同	学校教育課	副 主 幹	田村 一
同	栃木県総合教育センター	研 修 部 指導主事	名塚 久貴
同	同	研究調査部 副 主 幹	高山 芳樹
事 務 局	栃木県総合教育センター	研究調査部 副 主 幹	矢口 真一
同	同	研究調査部 指導主事	小川 順子

平成 18 年度 栃木の子どもの学力向上を図る学習指導プラン
 確かな学力を育むために
 【小学校・理科】

発 行 平成 19 年 1 月
 栃木県総合教育センター 研究調査部
 〒320-0002 栃木県宇都宮市瓦谷町 1070
 TEL 028-665-7204 FAX 028-665-7303
 URL <http://www.tochigi-c.ed.jp>

栃木の子どもの
学力向上を図る
学習指導プラン
【小・理科】



いきいき栃木っ子3あい運動
- 学びあい 喜びあい はげましあおう -