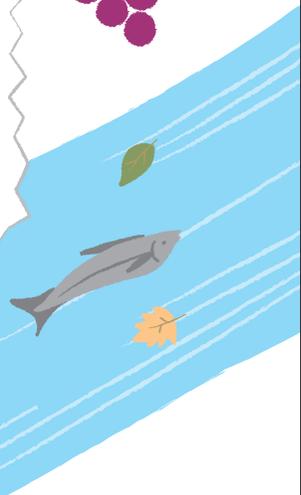
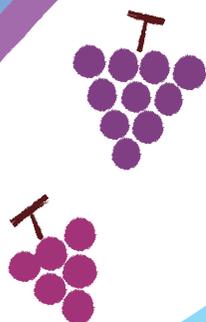
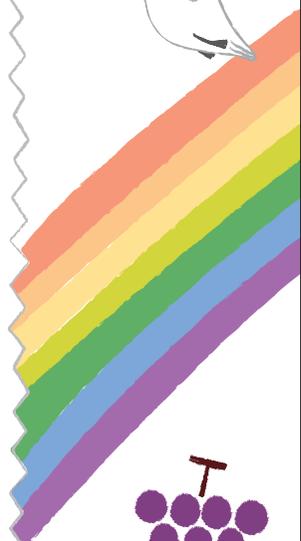
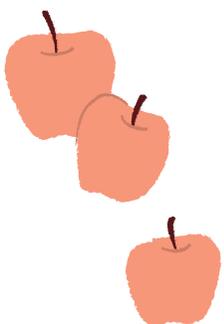
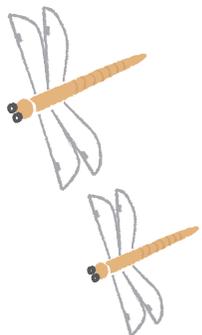


こば Copa



巻頭言

相次ぐ地震と火山噴火、いま日本の地下で何が？

古村孝志 3

わたしの授業実践

3年 「じしゃく」

進んで問題を追究し、自然の
不思議を実感できる子の育成

石川智代 6

4年 「ものの温度と体積」

科学的な見方・考え方を
身に付ける理科授業の創造

大久保暁 8

5年 「もののとけ方」

子ども自らが問題意識をもち、
追究していくための教材・指導

安藤達郎 14

6年 「電気の利用」

「未来を切り拓く子ども」を育てる
理科授業の創造

藤本晃平 16

研究室発

子どもたちが実験を考えるアクティブ・ラーニング

水落芳明 10

お役立ち情報

日本の希少な生き物

オオサンショウウオ 5

たくさんのアイデア理科教材

6年「月と太陽」 12
川上卓哉

世界科学者列伝

フリッツ・ハーバー 18

【表紙の写真】



巾着田のヒガンバナ

この辺りは、埼玉県日高市を流れる高麗川がぎんちゃくのような形に蛇行していることから、巾着田と呼ばれる。サクラ、アジサイ、コスモスなど、四季折々の花が咲き、なかでも秋分の頃、赤いじゅうたんを敷き詰めたようにヒガンバナの花が咲く光景は圧巻である。

表紙・本文デザイン：佐野裕美子

表紙イラスト：石山綾子

相次ぐ地震と火山噴火、いま日本の地下で何が？



東京大学地震研究所 教授

古村 孝志 (ふるむら たかし)



今年に入ってから、日本各地で大地震が相次ぎ、そして浅間山や箱根山の小規模な噴火が起きるなど、地震火山活動の活発化が気になります。4年半前の東北地方太平洋沖地震（東日本大震災）をきっかけとして、日本は活動期に入ったのでしょうか？

実は、日本にとって今が特別なわけではありません。図1を見てみましょう。4つのプレートが衝突する日本では、人が感じない小さな地震を含め、毎日300個以上の震源が気象庁により報告されています。韓国の年間30個程度と比べると驚異的な数です。理科年表の「被害地震年代表」を調べると、マグニチュード（M7）級地震は年間1～2回、M8級は10年に1回、東北地方太平洋沖地震のようなM9級の超巨大地震は数百年～千年に1回の割合で、過去からずっと起きてきたことがわかります。これが地震国日本のふつうの状態なのです。

火山も地震と密接に関わっています。列島下に沈み込んだ海洋プレートは、高い圧力を受けて脱水を起こします。その水がマントル物質の融点を下げ、岩石が融けてマグマができるのです。太平洋の周囲に分布する地震多発地帯（環太平洋地震帯）と火山の分布（火山帯）が重なっているのはこのためです。

大地震が引き金となって噴火が起きることもあります。マグマ溜まりが強い揺れに揺すられて火山ガスが膨張したり、地震後の地下の圧力の変化でマグマ溜まりが刺激をうけるためです。

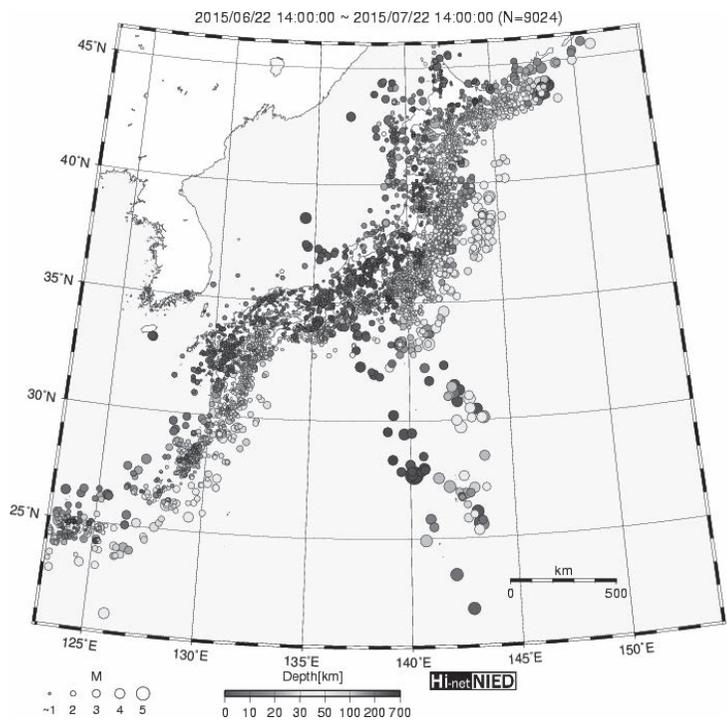


図1 日本周辺で起きた地震（2015年6月～7月）の震源9024個の分布。最新のデータは防災科学技術研究所のホームページ（www.hinet.bosai.go.jp/hypomap/）で確認できます。

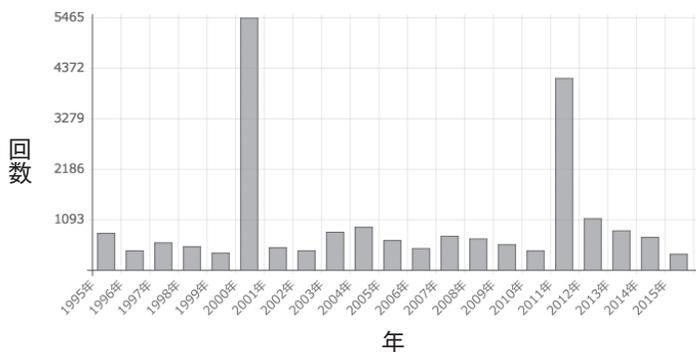


図2 日本のいずれかの場所で震度2以上の揺れを観測した回数の変動（1995～2015年）。地震が特に多い2000年は伊豆諸島群発地震，2011年は東北地方太平洋沖地震の余震によるものです。気象庁ホームページの「震度データベース」を用いて作成しました。

東北地方太平洋沖地震の直後にも、多くの火山の周辺で一時期地震活動が高まったことで、噴火が心配されました。

東日本大震災の直後から続いた活発な余震も減り、今では地震を感じる回数は震災前の水準に戻りました（図2）。でも、精密な観測機器には、地震の影響と考えられる現象がまだ記録され続けています。千年に一度の天変地異の直後ですから、もともと地震と火山活動が高い日本とはいえ、震災の影響も考えて、いつも以上に注意をはらう必要があるでしょう。

火山噴火の兆候となる地下のマグマの動きは、地表面のわずかな変動を航空機や衛星の精密測量で捉えることで、ある程度察知できるようになりました。噴火に結びつくような兆候は、火山性地震、地熱、噴気などにも現れます。

いっぽう、大地震の発生を数日前に捉える「地震予知」は簡単ではありません。仮に、予兆があったとしても、地下数十キロでの微弱なシグナルを地表の観測で捉えるのは難しいからです。陸から離れた海底下で起きる地震ではなおさらです。「想定東海地震」だけは、駿河湾を取り囲む観測網で予兆が捉えられる可能性があり、気象庁による監視が続けられています。しかし、まだ事例はなく、予知に過剰な期待を寄せるのは危険です。防災訓練は「東海地震警戒宣言発令」から始まるシナリオだけでなく、突然、大地震が起きた場合を想定した、より現実的なものも必要です。

地震国日本では、昔から地震雲や動物の異常行動と大地震との関係が議論されてきました。今の科学では、その多くが無関係であることがわかっています。大気中の希ガス濃度の変化や、電波の伝わり方の異常など、新たな研究もありますが、大地震との因果関係はまだよくわかっていません。毎日のように地震が起きる日本では、偶然かどうかの検証が難しいのです。大地震の直前に誰の目にも明らかな異常がいつも起きるのでなければ、有効な予知情報としては使えないのです。

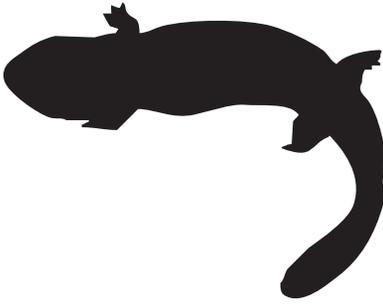
今は困難でも、将来への期待はあります。世界に誇る日本の地震・地殻変動観測網に加え、新しい海底観測網の整備が今進められています。高速スパコンを駆使したデータ解析をもとに、地震が起きるまで・起きた後の状態をよく知ることが先決です。地道な研究の積み重ねですが、地震の予測と防災に向けた努力には近道はないのです。■



日本の希少な生き物

Endangered Wildlife Species of Japan

オオサンショウウオ【オオサンショウウオ科】



【環境省レッドリストカテゴリー】

絶滅危惧Ⅱ類（VU）、絶滅の危険が増大している種

【分布】

西日本に生息する日本固有種。

【特徴】

チュウゴクオオサンショウウオと並び、世界最大の両生類である。50～70 cm の場合がほとんどで、100 cm に達する個体はごくまれである。頭は大きく扁平で、体は寸胴で、四肢は短く、尾が長い。ぬめりのある体表には突起があり、茶褐色地に黒い斑点があるが、この模様は個体によって異なり、斑点のない個体や真っ黒の個体もいる。体表には皮膚のひだがある。

主な生息地は標高が400～1000 m の谷川であるが、標高の低い平野の水田の水路などでも見られることがある。水温が真夏でも25℃を超えないところを好む。ときどき、流された個体が河口や公園の池で発見されることもある。

一生を水の中で過ごし、昼間は水辺に掘った巣穴などで休んでいるが、夜になると外に出て活動する。肉食で、カエル、魚類、甲殻類、貝類、ミミズなどを食べるが、貪欲でモグラやヘビなどを襲ったり共食いをしたりすることもある。目は非常に小さく視力が発達していないため獲物を待ち伏せし、鼻先で動いたものを水ごと大きな口で吸い込むようにして丸飲みにする。

生後約5年で性成熟し、雄は6～7月に川辺に横穴を掘って産卵巣を作る。巣は毎年作るわけではなく、昨年のもを使用したり、岩の隙間を利用したりすることもある。よい巣をめぐる雄どうしが争うこともある。巣をもつ雄はヌシと呼ばれ、8～9月にヌシが巣に雌を誘い、雌は300～700個の数珠状の卵を産み、ヌシは孵化するまでの40～50日間と幼生期のしばらくの間、巣で子を守る。安佐動物公園での調査では、雌が入ると他の雄が巣に集まり、集団で産卵行動をする様子が観察された。生まれた幼生は、えらのついたおたまじゃくしのようで、しばらくすると手足が生えてくる。2年目でオオサンショウウオの模様になり、4～5年目でえらが完全になくなって肺呼吸になる。このころで全長20 cm くらいである。成長は食べる量で個体差が出てくる。

オオサンショウウオは約3000万年前からずっと姿を変えずに存在し続けた「生きた化石」の一種であり、その生態は未だ謎が多い。生息地の破壊や、外来種であるチュウゴクオオサンショウウオとの競合・交雑が問題になっており、保護に向けて調査が進んでいる。■

「じしゃく」

～進んで問題を追究し、自然の
不思議を実感できる子の育成～

愛知県愛西市立永和小学校

石川 智代 いしかわ ともよ

1 はじめに

理科の観察・実験は児童たちにとって魅力のある学習活動で、喜んで取り組む姿がよく見られる。その姿は、意欲的に活動しているように思われるが、その本質は実験や観察の操作に楽しさを感じているだけで問題を解決する喜びを求めているものではなかった。そこで、児童たちに自分でじっくり問題を見つけさせ、自分自身で追究・記録できる場を与えることにした。さらに、追究した問題を「ものづくり」に活かすことで、より自然現象を実感できると考えた。

本単元では、児童たちが実験の方法を考えながら取り組んだ。計画の段階で、十分に話し合う場を設けたり、慣れない追究方法でも児童たちが戸惑わないよう支援したりすることで、見つけた問題を、自ら解決していく力を伸ばしていきたい。

2 学習のねらい

(1) 「身近な自然との関連」を重視した単元構想（問題を見つける）

身近な生活の場や遊びから問題を見つけ、それに基づいて単元の流れを計画することにより、児童たちは意欲的に追究できるようになると考える。

(2) 「追究の場」「実感する場」の保障（問題解決の力を高める）

一人一人の児童が問題を追究する場や解決した問題を活かす場が保障されることにより、児童たちの意欲が持続し、問題解決の力を高めた



り深く理解したりすることができると考える。

3 授業の実際（全12時間）

(1) 「磁石の不思議を見つけよう」（1/12）

単元の導入で、実物投影機を用いて、児童たちの前で砂鉄入りのスライムに磁石を近づける演示実験を行った。磁石がスライムに吸い込まれていくような様子に見て驚いていた。この演示実験を行うことで、児童たちは、磁石について知りたいという興味・関心を高めることができた。

(2) 「磁石の不思議を見つけよう」（2/12）

まず初めに、身の回りで磁石につくものを探す計画を立てた。調べる前に、どんなものが磁石につくか、予想させてから実験を行わせた。ワークシートには実験を通して気づいたことをどんどん記録していた。実験後、不思議に思うことを発表し合った。

児童たちの意見や疑問は、「①どんなものが磁石につくのかな（磁石と金属の関係）②N・Sのちがいで何かな（極性のちがい）③金属は磁石になるのかな（鉄の磁化作用）」の三つにまとめることができた。

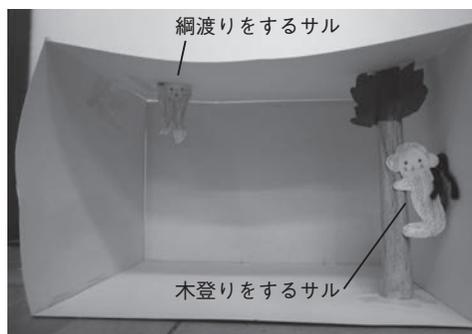
(3) 「鉄が磁石になったものと磁石のちがいを考えよう」（8/12）

ドライバーの先が磁石だと知らなかった児童は、クリップが磁石になっていると思っていた。ドライバーの先は磁石だと教えてもらい、がっかりしていたが、外したクリップが、他のクリップにつくのを見て、やっぱり磁石だと答えてい

た。この児童の意見から、「鉄は磁石に変わるのか」という疑問が生じた。そこで、いろいろな方法で、鉄が磁石になるのか確かめることになった。まず、教師が棒磁石にくぎを2本つけて、磁石からそっとくぎを離しても2本のくぎが離れない様子を見させた。そして、初めに上のくぎだけに着目して、「上のくぎが磁石になったかどうか調べるにはどうしたらよいか」についてグループで話し合わせた。

児童の「磁石になっていれば、N極とS極があるはずだ」という意見から、方位磁針に磁石になったくぎを近づけて極の存在について全体で調べた。自ら考えた実験方法で確かめて、予想が当たっていたことを喜んでいて。また、「下のくぎまで磁石になっていることを知ってびっくりした」と予想していなかったことに気づき、驚いたことをワークシートに記していた。

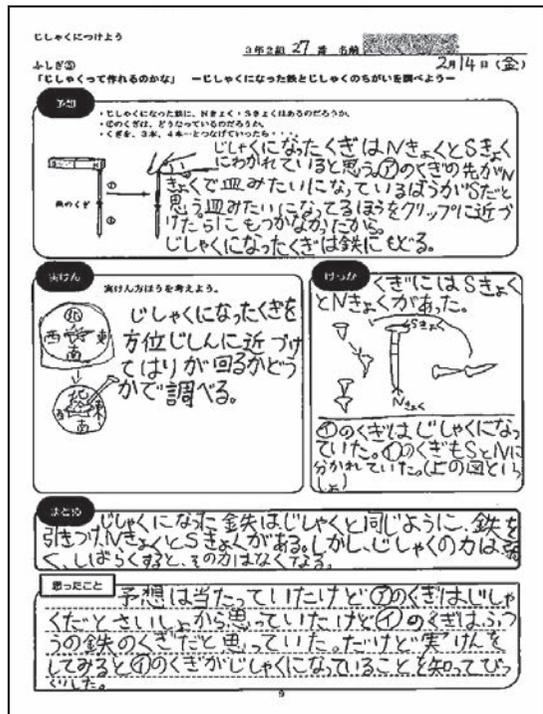
磁石の不思議をもっと見つけるために、「おもちゃ作り」に取り組んだ。一人一人に磁石を利用したおもちゃ作りの計画を立てさせた。ある児童は、離れても磁石の力がはたらく性質を利用して、木を登ったり綱を渡ったりできるサルのおもちゃを作った。サルを上下に動かして、木を登る様子を友達に紹介したり、なかなかうまく綱を渡らないサルが試行錯誤を繰り返した後に上手に動くようになっていたりしたことで、とても満足していた。



4 おわりに

単元の導入の工夫により、磁石に対する関心や追究意欲を高めることができた。また、教室や校庭で「磁石につくもの探し」をすることで、身近な生活の場や遊びから見つけた問題を出し合い、単元全体の学習計画を立てることができた。児童たちは問題を自分の問題ととらえ、追究することができた。また、見つけた問題を児童たちが自由に追究できる場を保障し、実験方法を自分で考えたり、話し合いの中で追究の方法を練り合ったりすることで、問題解決の力を高めることができた。ワークシートには自分の思いを言葉や絵などで表現することを認めたので、自由に追究の過程を記録に残すことができた。

今後の課題として、児童たちから出る問題をしてできるだけ取り上げ、追究意欲を持続させることは必要だが、磁石の強さのちがいや板磁石の極など発展的な内容はどこまで追究すべきか検討していきたい。■



(4)「磁石のおもちゃを作って、磁石の不思議をもっと見つけよう」(9~11/12)

「ものの温度と体積」

～科学的な見方・考え方を
身に付ける理科授業の創造～

東京都西東京市立本町小学校

大久保 暁 おおくぼ あきら



1 はじめに

本校では、「科学的な見方・考え方を身に付ける理科・生活科授業の創造」をテーマに据え、研究を進めてきました。研究では、考えの基となる体験活動を充実させ、見いだした問題を自らが追究するなかで、問題の解決に向けてどのような実験をしたらよいのかを考えさせるなど、問題解決に向けた主体的な活動を重視しました。また、発問の工夫、ノート指導の工夫、話し合い活動の工夫など、考えを深める言語活動を通して、自分の考えを整理し、より深められる子供の育成を目指しました。

2 研究の内容

「ものは温度によって体積が変化する」ということを、様々な事象を経験することを通して、実感を持った理解にすることで、身のまわりに起こる現象と関連付けて考えられるようになります。そこで、本単元では、ものの体積変化を実感できる実験を通して、子供の考えをより深めていくことを目指しました。

3 授業の実際

「空気をあたためたときの体積の変化を調べる」

(1) 考えの基になる体験活動

ガラスのビンをあたため、中の空気の体積の変化を調べる活動をしました。

栄養ドリンクのビンを全員に行き渡るよう準備をしました。ビンの口にシャボン液を付けて

両手で包み込みます。すると、しばらくしてビンの口にシャボン玉がぷーっとふくらんできます。自分の手の中で起こる現象に興味をもち、何度も試す子供たち。そのうちに、「先生、机に置いといたら、シャボン玉がしぼんできました。」「あれっ？少し中にへこんだみたいだ……。」とさまざまな発見をします。

「どうしてこんなことが起きるんだろう。今日実験してみて、調べてみたいことはないかな。」

問題作りの始まりです。

(2) 問題の解決に向けた実験方法の工夫

前時の実験のあと、シャボン玉の変化は、ビンの中の空気が関係しているのだろう、という共通の考えを基に、調べたいことや、それをどのように調べるのかをグループごとに話し合い、自分たちの実験の方法を考えました。

どのグループも、「温度によって、空気はふくらんだりしぼんだりするのだろうか。」という問題を解決するために、準備をして授業に臨みました。

子供たちは、前時のシャボン玉の変化から、空気はあたためると体積が増え、冷やすと減る、という予想をし、それを「見える化」する実験を工夫しました。子供たちが考えた実験方法をいくつか挙げておきます。

- ・シャボン玉の実験の応用で、ペットボトルの口にシャボン玉を付け、手であたためるよりも大きな温度変化を作り出すために、お湯と水を使う。
- ・ふくらませた風船を、お湯、氷水につける。

- ・少し空気を抜いておいた浮き輪を、大きなたらいの中に入れ、お湯や氷水をかけてみる。



ところが、実際に実験を進めると、自分たちが考えていたような大きな変化は起きなかったり、一見変化があるのかどうか分からなかったり、いわば、子供たちの「想定外」のことも起きてきました。ただ、それ故に、小さな変化も見逃さないようにしようと真剣な眼差しを向け、実験方法の更なる工夫を生み出していました。

実験方法を自分たちで考えたことで、子供たちは、あたためたときと冷やしたときの様子を一生懸命に見極めようとしていました。目を近づけて間近で見ようとしたり、手で触って感触を確かめたり、実験に意欲的に取り組む姿が見られました。

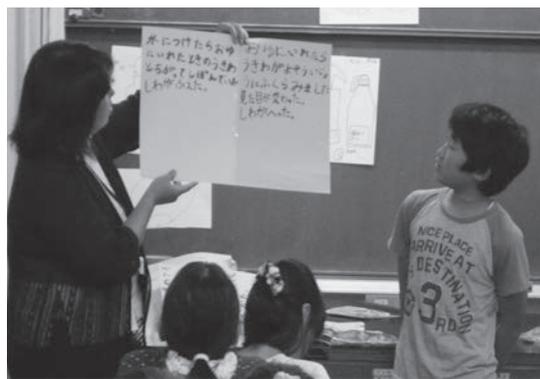


(3) 考えを深めるための言語活動

あたためたときと冷やしたときの結果を、それぞれ赤と青の色画用紙にまとめ、ほかのグ

ループに提示させたことで、視覚的にもあたためたときと冷やしたときの変化が分かりやすくなりました。

ほかのグループに自分たちの結果を分かりやすく伝えるには、どのような言い方にすればよいのかを工夫する姿勢からは、知らせたいという思いが伝わってきました。自分たちが実験方法から考え、準備したことで、子供たちは自信をもって堂々と発表をしていました。



4 おわりに

子供たちに、「考えの基になる共通の体験」をさせることから学習に入ったことで、調べてみたいことをたくさん引き出し、みんなで問題を作ることができました。その解決方法を自ら考え出しながら、授業を進めることを目指した本単元の授業の経験は、その後の理科の学習の中で、子供たちが力を付ける契機になったと考えています。

見いだした問題を自らが解決していくという学習は、主体的に学びながら、結果を他者に伝える表現を工夫し、結果を基に考察する力を伸ばす礎にもなったと考えています。「言語を活用」して自分の考えを友達と共有したり、深めたりする学び方も身に付きました。

この学習は、その後の「水のすがた」や「水のゆくえ」の学習につながっていきました。■



子どもたちが実験を考える アクティブ・ラーニング

上越教育大学 教職大学院 教授 水落 芳明 みずおち よしあき



1 はじめに

今、アクティブ・ラーニングが注目されています。全国の学校では、先生方はどのようにアクティブ・ラーニングに取り組んだらよいのか、研修していることでしょう。しかし、アクティブ・ラーニングでは、先生方の工夫はもちろんのこと、子どもたちの能動的な工夫が大切になってきます。文部科学省¹⁾はアクティブ・ラーニングを次のように定義しています。

「教員による一方向的な講義形式の教育とは異なり、学修者の能動的な学修への参加を取り入れた教授・学習法の総称。学修者が能動的に学修することによって、認知的、倫理的、社会的能力、教養、知識、経験を含めた汎用的能力の育成を図る。発見学習、問題解決学習、体験学習、調査学習等が含まれるが、教室内でのグループ・ディスカッション、ディベート、グループ・ワーク等も有効なアクティブ・ラーニングの方法である。」

この定義によれば、アクティブ・ラーニングはあくまでも総称であり、実際の授業における取り入れ方等は、実践者に委ねられる部分が大いことが分かります。そこで、ここではどんな場面で、どのように学修者の能動的な学修への参加を取り入れていくのか、理科の授業を例に考えてみましょう。

2 子どもたちが実験を計画する

理科の授業研究を参観させていただくと、ほと

んどは実験を取り入れた授業です。そしてそのほとんどが、どの子どもたちも同じ実験をする授業です。多少の条件等について、子どもたちに裁量が認められることはあっても、どんな道具を使って、どんな方法で実験するのかについては、先生が決定しているのです。子どもたちは、先生の用意した実験道具を使い、予備実験で得られた通りの結果を「間違いなく」出していく授業なのです。これでは、学修者の能動的な参加を取り入れたアクティブ・ラーニングというには相応しくありません。どんな実験を行うのか、といった裁量を子どもたちに与え、子どもたちがそれぞれに計画した方法で実験していくことが大切なのです。では、どうしたらよいのでしょうか？ 私が小学校の教員をしていたときには次のスタイルで取り組みました。

- ①実験の目標を確認する。
- ②実験計画を立てる。
- ③実験計画を説明し、教師評価を受ける。
- ④実験する。
- ⑤実験結果を基に考察する。
- ⑥実験記録をまとめる。

①の場面では、学習指導要領や教科書等を基に、先生が目標を考える場面もあるでしょうし、前時からのつながりで、子どもたちから生まれた疑問を基に検討されることもあるでしょう。いずれにせよ、その授業で確かめることは何なのか、実験で確かめる目標を先生と子どもたちで確認するのです。

②～⑥は、基本的に子どもたちが主体的に進めることになります。当然、複数の実験が同じ教室内で展開されることになります。私の担当したクラスでは、成績上位の子や理科が好きな子が予習をしてくるようになり、教科書とは違う実験を考えてくるようになりました。これこそが、アクティブ・ラーニングを充実させていくために大切なことだと思っています。教科書に紹介された実験や、先生が予備実験をして決めた実験ではなく、子どもたちが実験を考えてこそ、子どもたちは目的意識をもった観察・実験を行えるようになり、科学的に調べる能力や態度を育てることができるのです。

とはいえ、子どもたちが好き勝手になんでもやってよいということではありません。45分の授業時間、学校にある実験道具、安全性等、一定の約束事が必要なことはもちろんです。そして先生は、③で適切に評価したり、④で実際に実験をしている机間を回って安全を確保したりしなくてはなりません。ここでいう「評価」は、A・B・Cを判定する評定の意味ではなく、子どもたちの工夫を「しっかりと見届ける」という意味合いが大切です。先生が自分たちの工夫を見届けていることをしっかりと伝えていくことが、アクティブ・ラーニングの評価において大切なのです。この詳細は拙著²⁾に紹介しましたので、よろしかったらご一読ください。

3 学力は大丈夫か？

上記のような学習を展開する際、心配になるのは、学習内容の理解、定着は大丈夫か？ 学力テストに対応できるのか？ という点だと思います。もちろん、その問いに対しても心配はありません。私は小学校5年生と6年生の計6クラスの理科の学習を1年を通して上記の学習スタイルで実践し、その結果、単元末テストでも

NR Tにおいても、一定の成績を納めることができました。また、そのクラスの子どもたち全員が自主学習で理科に取り組むようになる等、理科に対する学習意欲も向上しています。私以外にも、教育センターの研修会で私の話を聞いた先生がこの実践に取り組み、85点程度だったクラスの平均点が95点に向上したという例も聞いています。

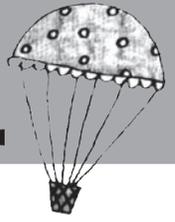
4 おわりに

これまでも、「教え合い」や「関わり合う学習」、「言語活動」といった用語が校内研修のテーマと取り上げられてきました。しかし、その実態は、先生方が何を工夫したのか語られることが中心で、子どもたちが何をどのように工夫し、何を学んだのか、その結果、何がどの程度できるようになったのかをきちんと評価することは多くありませんでした。

しかし、これからは違います。先生と子どもたちが目標を共有し、目標達成に向けて子どもたちがどんな学習を展開したのか、そこで子どもたちはどんな工夫をすることができたのか、そうした子どもたちの姿で教育実践の価値を語る時代になるでしょう。■

参考・引用文献

- 1) 中央教育審議会：『新たな未来を築くための大学教育の質的転換に向けて～生涯学び続け、主体的に考える力を育成する大学へ～（答申）』平成24年8月28日
- 2) 水落芳明・阿部隆幸：「成功する『学び合い』はここが違う！」学事出版、2014

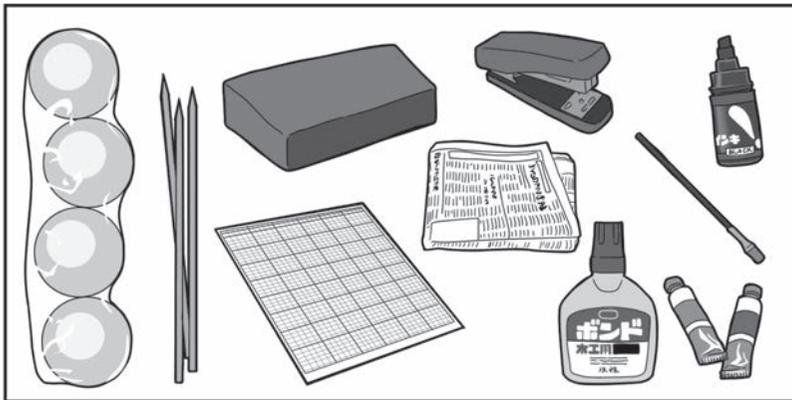


東京都昭島市立武蔵野小学校 川上 卓哉 かわかみ たくや

6年「月と太陽」「地球は回る君」

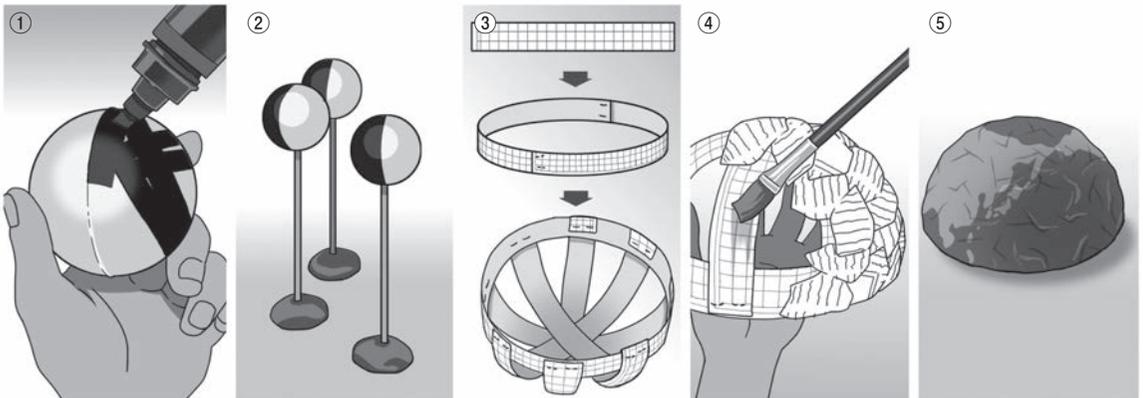
6年「月と太陽」では、太陽と月の位置関係から月の形の見え方が変わることを学ぶのですが、太陽と月の位置関係と月の見え方を連動させることは、教える側も学ぶ側も中々の難題です。また、実験では実際の太陽に変わってプロジェクターやビデオライトなどを用いることが一般的ですが、そうした準備も大変です。

そこで今回は、光源を使わなくても、太陽と月の位置関係から月の形の見え方を簡単に体感することのできる教材「地球は回る君」を紹介します。



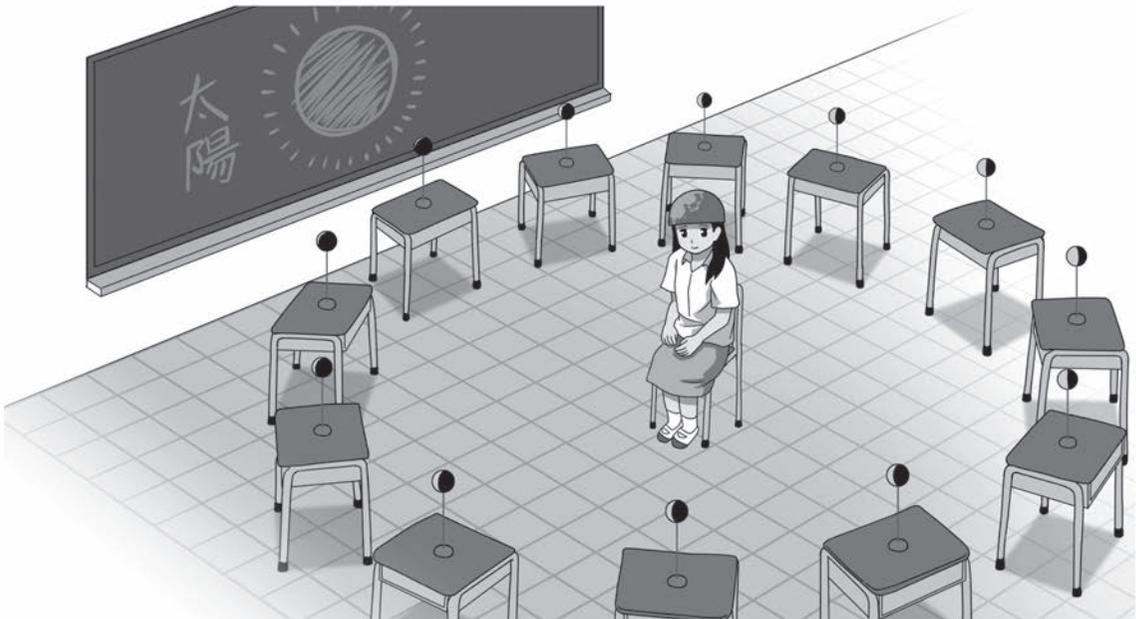
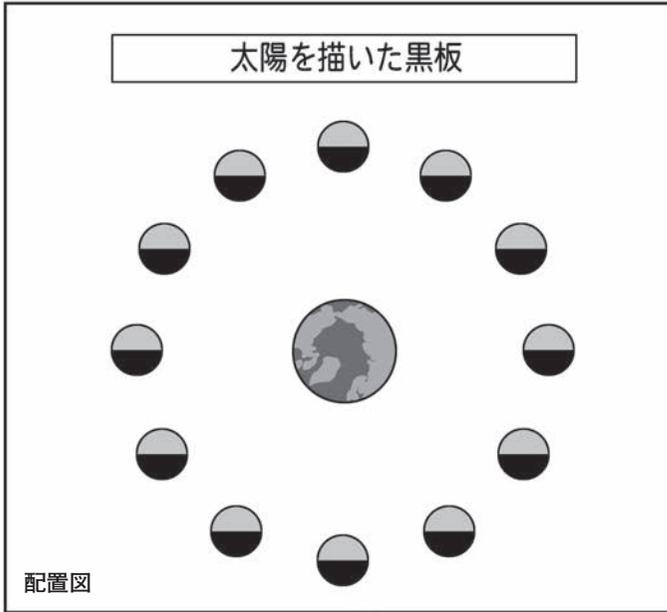
材料

- 発泡スチロール球（12個、100均などで売られている直径5cm程度のもの）
- 竹串（12本）
- 油粘土（適量）
- 工作用紙（1枚）
- 新聞紙（1～2枚）
- 木工用ボンド
- ステープラー
- 絵の具・黒マジック



作り方

- ①発泡スチロール球の半分以上を黒マジックで塗る。パーティンライン（生産されるときにつく分割線）を利用すると簡単。これを12個作る。
- ②発泡スチロール球に竹串を刺して油粘土で土台をつけたものを12個作る。これで月が完成。
- ③工作用紙を短冊状に切り、ステープラーなどを使って帽子の骨組みを作る。少し大きめに作り、どの児童でもかぶれるようにしておく。
- ④木工用ボンドを水で溶き、帽子の骨組みにちぎった新聞紙を貼り付けて乾かす。
- ⑤完成した帽子に絵の具で地球の北半球を塗装する。これで地球が完成。



イラスト：坂本憲吾

◆ 使い方 ◆

黒板に太陽を描き、上の図のように月を配置します。机などの安定した台の上に月を置きましょう。観察者が地球帽子をかぶり、月を配置した円の中心で座って視線の高さを月に合わせ、周囲の月を観察します。月の満ち欠けをとらえることができます。

留意点としては、太陽と月、地球の位置関係をしっかりと確認し、月の白いところが太陽の光で照らされている部分、月の黒いところが影の部分ということを理解させてから観察させてください。地球帽子をかぶった観測者から黒板の太陽が見えるかどうかで地球の昼と夜を意識することもでき、また、それぞれの形の月の南中時刻について理解することもできます。いろいろと活用してみてください。

「もののとけ方」

～子ども自らが問題意識をもち、
追究していくための教材・指導～

新潟大学教育学部附属新潟小学校

安藤 達郎 あんどう たつろう



1 はじめに

溶け残った物を「どうにかして溶かしたい」と時間を忘れてかき混ぜる子ども。これは、「もののとけ方」でよく目にする子どもの姿ではないか。この単元は、実験・観察が多く、子どもがいきいきと活動する時間も多し。決して悪い姿ではないが、子どもの問題意識があまりつながらずまま単元を進めたために、子どもが何を明らかにするために実験をしているのかが明確になっていない。目の前の実験そのものに没頭しているだけの姿である。このような時は、最終的に私が、何を明らかにするために実験を行っていたのかを、改めて示しなおすことになってしまった。

溶け残った物を「〇℃に上げれば、あと□gは、溶けるのではないかと予想しながらかき混ぜる子ども。子ども自らが、それまでに得た、物の溶け方についての考えをもとに、予想を立て、「この結果がわかれば、『物の溶け方のひみつ』が明らかになるぞ」と問題意識をもって実験をしていく、そんな子どもの姿を目指したいと考えた。

2 教材について

物の溶け方は、物によって規定されており、温度や水の量で変化することや、溶けている物を取り出すことができることをとらえるために、塩化アンモニウム〔以下：塩ア〕を教材として扱った。この理由は以下の二点である。

一点目は、常温（20℃）における溶解度が、塩化ナトリウム〔以下：食塩〕とほぼ同じだということである。（表1参照）

表1 食塩と塩アの温度と溶解度の関係

	0℃	20℃	40℃	60℃	80℃
食塩	35.7	35.9	36.4	37.0	37.9
塩ア	29.4	37.2	45.8	55.3	65.6

単元の最終で、「物の溶け方は、物によって規定されており、温度や水の量で変化することをとらえるためには、「物によってこんなに特徴があるんだ」と強く実感することが大切だと考える。そのために、あえて一見同じように溶ける食塩と塩アを子どもに提示し、物の溶ける量を探らせる。子どもは、漠然としていた物の溶ける量を、この時点では、「食塩も塩アもほとんど同じくらい溶けるんだ」と再確認する。その状態の子どもに、温度変化による食塩と塩アの溶ける量の違いを提示すると、それまでの物の溶け方のとらえでは説明できない現象に疑問をもち、実際に自分で確かめていくという、明確な問題意識をもちながら、溶け方の違いを調べていくことができる。

二点目は、高温の飽和塩ア水溶液を低温にすると、短時間で結晶が析出する性質があることである。子どもは、温度変化により、溶ける量が増えるからこそ、溶けきれなくなった塩アが結晶として析出するのだということを実験で容易に確かめられる。そうすることで、温度変化と物の溶ける量との関係や、物による溶け方の違いを実感することができる。

3 授業の実際

(1) 学習問題作り

これまでに子どもは、常温で100 mLの水に溶ける量を、「塩Aは、溶ける量に限界があり、それは食塩と同じぐらいの量（約37 g）である。」とまとめていた。そこで、これまで学習で使ってきた飽和食塩水と飽和塩A水溶液が入ったビーカーを提示し、それぞれ食塩と塩Aをさらに溶かすことができるかを問うた。子どもは、もうどんなにかき混ぜても100 mLの水には溶けない経験をしているため、口々に「もう溶けない」と答えた。しかし、これまでの生活の中で、温めれば物が溶けることを経験している子どももあり、温めればよいのではないかという予想が出された。そこで、それぞれのビーカーを温めながら、食塩や塩Aがさらに溶けるかどうかをグループごとに実験・観察させた。

●実験方法

各飽和水溶液を入れた2つのビーカーを湯煎（60℃程度）する。それぞれに、お茶パックに入れた食塩、塩Aを浸し、観察する。

その結果、飽和食塩水は、温めてもそれ以上溶ける様子は見られなかった。しかし、飽和塩A水溶液は、温めると溶ける様子（シュリーレン現象）が見られ、子どもは「こっち（塩A水溶液）は、もやもやが出てるよ」「本当だ、（食塩水は出ていないのに）こっちだけもやもやが出ている」とつぶやいた。そうして、「温度を上げれば上げるほど、塩Aは溶けるのだろうか？」という学習問題を設定した。また、本当に食塩は溶けないのかという疑問から、「温度を上げても、本当に食塩はこれ以上溶けないのだろうか」という学習問題を設定した。

(2) 学習問題別グループでの追究活動

追究したい学習問題別にグループを再編し、

追究活動を行わせた。子ども自身の問題意識がはっきりしているため、何を準備し、どのように実験していくかを子どもたちどうして話し合いながら行うことができた。実験後は、実験結果を出し合い、交流をした。

●実験結果

食塩グループ

20℃…溶けない（もやもやは見えない）
40℃…溶けない（もやもやは見えない）
60℃…溶けない（もやもやは見えない）
80℃…溶けない（もやもやは見えない）

塩Aグループ

40℃…2g 溶けた（もやもやが出て、溶けきった）
60℃…さらに溶けている（実験中）

食塩グループと塩Aグループの結果に、明らかな違いが出たことにより、「温度によって、溶ける物と溶けない物があるのか」という新たな問題意識が生まれた。

(3) さらに生まれた問題意識・追究意欲

次の日、実験後の塩Aのビーカーに、大量の結晶が析出している様子を子どもに提示した。食塩のビーカーには、結晶がほとんど出ていないことから、子どもは、「この白い物（結晶）の正体は何か」という学習問題を作り、「昨日入れた分の塩Aではないか」という予想を立て、確かめ実験を行った。塩A水溶液を60℃に温めると、白い物が溶けきり、冷やすと雪が降るように水溶液中から析出する様子を観察することで、温度と溶ける量との関係を見いだした。

こうして、温度変化と物の溶ける量及び、物によって溶け方が異なるということを実感したのである。

4 おわりに

今後も、子ども自らが問題意識をもち、「考えたい」と思える教材や学習の流れを開発、研究していきたい。■

「電気の利用」

～「未来を切り拓く子ども」を育てる
理科授業の創造～

大阪府堺市立鳳南小学校

藤本 晃平 ふじもと こうへい

1 はじめに

堺市初等教育研究会理科部会では「未来を切り拓く子ども」を「自らより良く生きる生き方を求め、自信と謙虚さをもって行動し、必要な知識と問題解決の能力を持つ子」とし、研究を進めてきた。

手回し発電機などを使い、電気の利用の仕方を調べ、電気の性質やはたらきについての考え方もつことができるようにすることが本単元の目標である。しかし、学習指導要領で示されている内容項目（ア～エ）は関連性が薄く、児童にとって問題解決を発展・連続させることが難しい。そこで、本研究では、第4学年で用いた車を利用して教材の連続性を意識しながら単元を構成するように心がけ、エネルギー問題も踏まえて、エコカーを用いた単元展開を考えた。

2 学習のねらい

(1) 車を利用した教材の連続性

まず、第4学年で用いた車を単元全体に教材として利用する。このことで、児童が連続した思考で問題解決の学習を進められると考えた。

(2) エコカーを使って単元を展開

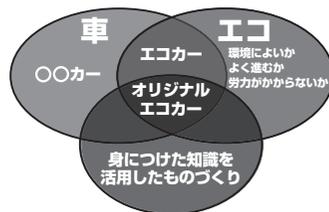
エコカーの教材化では、2つのことを考えた。1つ目は、オリジナルエコカー作りを軸に単元を展開することである。これにより、児童の意欲が継続すると考えた。2つ目は、エコの視点を「環境によい、よく進む、労力がかからない」の3点とし、これらを意識した展開とすること



である。児童は、よりよいエコカーを追究するなかで、発電の有用性を感じる。しかし、電気を作るだけでは、エコの3つの視点を満たすエコカーにならないことに気づき、「電気をためることで、よりよいエコカーができるのでは」という問題意識をもつことができると考えた。

(3) オリジナルエコカー作り

本単元の最後に、身につけた知識を活用したものづくりとして、オリジナルエコカーを作る。エコの3つの視点を意識しながら同時に「風とゴム」「発電」「蓄電」の知識を活用することが考えられる。そして、オリジナルエコカーを走らせ、結果（記録）を整理するなかで、それぞれのエネルギーの違いで進む距離が変わることに気づく。そこから、どんなエネルギーなら動力として効率がよいかといったエネルギーの見方や考え方が深まるのではないかと考えた。



3 授業の実際

(1) 単元展開

- 第一次「発電」エコの視点で既習の車を比較
- 第二次「蓄電」ソーラーカーとハンドルカーを比較
- 第三次「変換」電気の変換
- 第四次「活用」オリジナルエコカー作り

(2) 実践内容

単元の導入では、身のまわりのガソリン車とハイブリッド車を比較し、「エコカー」のイメージを共有することから始めた。話し合いをするなかで「環境によいか、よく進むか、労力がかからないか」というエコの3つの視点をもたせ、これまで学習してきた、風で走る「ウインドカー」、ゴムで走る「ゴムカー」、乾電池で走る「モーターカー」、光（光電池）で走る「ソーラーカー」を走らせた。エコの視点をもって既習の車を走らせることで、それぞれの車の利点、欠点に気づき、その欠点を満たす「よりよいエコカーを作りたい」という目的意識が生まれる。この意識をもとに単元を展開していった。

教材化したハンドルカー（手回し発電機で走るモーターカー）を使い、十分に走らせる活動を設定することで、電気を作る大変さを児童に体感させ、労力がかかるという欠点に着目させることができた。そして、ソーラーカーの利点や欠点と、ハンドルカーの利点や欠点を比較する活動を行った。児童は、「よりよいエコカーを作りたい」という目的意識と、エコの視点を満たしていないという不満足感から、「電気をためることができれば、よりよいエコカーができるのではないか」という問題意識をもつようになり、蓄電の必要性に気づいた。蓄電の必要性に気づいていない児童の中にも、発電方法を工夫した考えや「手回し＋ソーラー」のように発電方法を組み合わせた“ハイブリッド”の考えが見られ、これらの考えは第四次のオリジナルエコカー作りに生かすことができた。

第四次では、前時まで学習した「ウインドカー」「ゴムカー」「ソーラーカー」「ハンドルカー」「チャージカー（コンデンサーに蓄えた電気で走る車）」の特徴を生かし、児童が自ら考えた「オリジナルエコカー」を用いて実験を

行った。児童のねらいは、「もっと長い距離を走らせたい」「速く走らせたい」「楽に走らせたい」などさまざまである。まず、実験の結果から、自分たちの予想どおりに走ったか、予想どおりに走らなかったのかを、その理由も加えて考えた。さらに、結果をグラフに表して黒板に掲示し、他の実験のデータから考察を深めることができた。このような活動から、大きな差はないと思っていた電気（発電方法による発電量の違い）や風、ゴムのエネルギーにも違いがあることを知ることができ、さまざまなエネルギーに対する見方や考え方を深めることができた。

「オリジナルエコカー」作りでは、児童の積極的に取り組む姿勢が見られた。エコな車を作るということ以外に制約のない、自由度の高いものづくりなので、6年生の児童でも積極的に打ち込めたと考えられる。自分の考えた車が一度でも走ることが『想いが形になる』経験になり、強い達成感につながっていると考えられる。

また、単元をとおしたエコカー作りでは、「環境によいか」という点をどの児童も特に意識していた。そして、実際の車に対しても「ガソリンではなく、電気で走る車の方がよりエコで大気汚染を防ぐことができる」といった意見が出るようになり、学習したことが生活で生かされていると感じる有用感を高めることができた。

4 おわりに

本実践では、従来の展開に比べて児童が意欲的に考え、実験する場面を多く作ることができた。それは「エコカー」という教材と「エコ」という観点をとおして単元を展開したので、児童は毎回の授業に積極的に参加し、問題を解決するごとに達成感をもつことができたからである。今後も、させられる授業ではなく、児童自らがすすんで行う授業を目指していきたい。■

フリッツ・ハーバー

平和時には人類のため、戦争時には祖国のために尽くしてきた。



●空気からパンを生む

フリッツ・ハーバーは、窒素と水素からアンモニアを合成する方法を発見したことで知られるドイツの化学者である。この方法は「ハーバー・ボッシュ法」と呼ばれ、ハーバーは、この研究によりノーベル化学賞を受賞した。

アンモニアは、1つの窒素原子に3つの水素原子が結び付いた物質である。窒素は、DNAやタンパク質を構成する元素の1つで、生物に欠かせない。空気中の窒素は2つの窒素原子が強固に結び付いており、生物がそのまま利用することはできない。利用できるのは、反応性が高い窒素化合物で、他の生物の遺骸などから取り入れる必要がある。窒素（窒素化合物）は、リン酸やカリウムとともに肥料の三要素とされる。空気中の窒素を窒素化合物に変えることを窒素固定といい、自然界では、マメ科の植物の根粒に宿る根粒菌による窒素固定が知られている。また、雷の放電や紫外線による窒素固定もある。19世紀、急激な人口増加により、食糧問題が意識されるようになっていた。農作物を増産するには肥料が不可欠であるが、当時の窒素肥料は、チリ産の鉍石を原料とし、ほとんどの国がその輸入に頼っていた。人工的に窒素固定を行えば、将来懸念される食糧問題の解決に見通しがつく。具体的には、空気中に潤沢に含まれる窒素を水素と結び付けてアンモニアを合成し、そのアンモニアを原料に窒素肥料を作る

こと。ハーバーは、この課題に挑戦した。

問題は、窒素を水素とそのまま反応させるのが難しいという点だった。窒素の結合は強固で反応性が低い。ハーバーは、窒素と水素を加熱し、高温にした気体を高圧の条件下で反応させる方法をとる。しかし、この反応でアンモニアができて、高温のため、すぐに分解してしまう。そこで、合成された少量のアンモニアをできたそばから取り出して冷却し、未反応の気体は装置に戻して再び反応させるシステムを考案した。また、アンモニアの合成速度には、温度と圧力のほかに触媒が寄与する。このとき触媒は、化学反応の前後で自身は変化しないが、反応速度を増加させる。さまざまな物質をテストし、オスミウムという物質を触媒にするとよいことをつきとめた。

しかし、アンモニアの量産には、まだ多くの課題があった。ハーバーの見つけた高温・高圧の条件を産業規模で実現するのは未知の領域であったし、触媒のオスミウムは希少すぎた。これらの問題には「ハーバー・ボッシュ法」に名を残すもう1人の科学者カール・ボッシュが取り組んだ。バスフ社の技術者であったボッシュとその研究チームは、1つずつ課題を解決し、オスミウムの代わりになる酸化鉄を主成分とした触媒を探し出してアンモニア合成の実用化を達成する。農作物に必要な肥料を空気中の窒素から生産することが可能になり、アンモニア合成は、「空気からパンを生む」発見と呼ばれた。

●毒ガス開発の父

アンモニアは肥料の原料となるが、火薬の原料ともなる。第一次世界大戦が始まると、空気からパンを生み出す技術は空気から火薬を生み出す技術に転用された。また、ユダヤ教からキリスト教に改宗し愛国者を自認するハーバー自身も、戦争を早期終結に導くと考え、毒ガス研究に注力する。ベルギーのイーペル戦線においてハーバーの指揮により実施された最初の毒ガス攻撃では、約5千名の死者が生じたとされる。毒ガスの開発を続けたハーバーは“毒ガス開発の父”とも呼ばれる。

●科学者と妻と国家と

毒ガス攻撃は非難的となった。最も重要な抗議者は妻のクララである。化学者でもあったクララは、自らの命を断つことで最大限の抗議の意を示した。また、次第に毒ガス攻撃への対策がとられるようになり、やがて、両勢力が毒ガス開発と使用を続ける報復の応酬となった。双方に大きな傷跡を残しながら、第一次世界大戦は、ドイツの実質的な敗戦で幕を閉じる。

戦争後も平和は長く続かなかった。祖国ドイツに尽くしたハーバーであったが、ヒトラーが全権を掌握すると、所長を務める研究所からユダヤ人を排斥させようとする圧力が顕著になる。ハーバー自身は軍歴により排斥を免れたが、この動きに抗議して所長を辞任し、ドイツを去ることになる。また、その後のユダヤ人虐殺に使われたとされるのが、第一次世界大戦後にハーバーらが殺虫剤として開発したチクロンBであったことも、運命の皮肉であった。

科学・技術と社会が強く関わる現在、ハーバーの生涯は、科学者・技術者と社会の関わり方についても、多くの示唆を与えてくれる。■

●フリッツ・ハーバーの生涯（略年譜）

- 1868 ポーランドのブレスラウ（当時はドイツ領）に生まれる。
- 1880 ギムナジウム（ドイツの中等教育機関）に入学。
- 1886 父親の意向でハンブルクの染色商に弟子入り。その後父親を説得してベルリン大学に進む。1学期でハイデンベルク大学に移る。
- 1888 当時のドイツで義務づけられていた兵役につく。のちに妻となるクララと出会う。
- 1891 シャルロッテンブルク工科大学で有機化学の博士号を取得。
- 1892 職を求め、醸造会社などを転々とする。スイスのチューリヒ工科大学に入るも雇用の機会は見いだされず、郷里で父親の仕事を手伝う。
- 1894 カールスルーエ工科大学の無給助手となる。
- 1896 『炭化水素の分解の実験的研究』を発表。無給助手期間を2年で終え、講師となる。
- 1898 『理論的基盤による技術的電気化学概論』を出版。カールスルーエ工科大学の助教授に就任。
- 1905 『技術的気体反応の熱力学』出版。
- 1906 カールスルーエ工科大学の教授に就任。
- 1909 バスフ社との共同開発でアンモニア合成に成功。
- 1912 新設されたカイザー・ウィルヘルム研究所の所長となる。ベルリン大学教授に任命される。
- 1914 第一次世界大戦勃発。研究所で戦時研究が始まる。
- 1915 ベルギーのイーペル戦線で毒ガス（塩素ガス）攻撃を指揮。妻クララ自殺。ポーランド南部のガリチア戦線でホスゲンを使用した毒ガス攻撃を指揮。
- 1917 毒ガス「イペリット」を開発。シャルロッテと再婚。イーペル戦線にて「イペリット」が使用される。
- 1918 ドイツ軍が休戦を受諾し、事実上の敗戦で第一次世界大戦終結。戦犯追及をおそれ一時スイスに逃亡。
- 1919 アンモニア合成研究によりノーベル化学賞を受賞。ハーバー・コロキウム（討論会）を開始。「ドイツ困窮協会」を設立し委員長に就任。
- 1920 海水から金を採取する研究を開始。
- 1923 殺虫剤「チクロンB」を開発・商品化。
- 1924 世界一周旅行。来日し、およそ1か月半日本に滞在。
- 1926 海水から金を採取する研究を破棄。
- 1929 シャルロッテと離婚。
- 1933 ヒトラーがドイツ首相になる。研究所所長を辞任。
- 1934 永眠。

《参考文献》

- 1) 学研教育出版編集部編『科学感動物語 10』苦惱—栄光なき天才、失われた才能』2013, 学研教育出版
- 2) T・ハイガー著 渡会圭子訳 白川英樹解説『大気を変える錬金術 ハーバー、ボッシュと化学の世紀』2010, みすず書房
- 3) 宮田親平著『毒ガス開発の父ハーバー 愛国心を裏切られた科学者』2007, 朝日新聞社
- 4) 竹内敬人『人物で語る化学入門』2010, 岩波書店



第13回

まもなく締め切り!!

地球となかよしメッセージ

作品募集(2015年度)

「地球となかよし」という言葉から感じたり、考えたりしたことを、写真(またはイラスト)にメッセージをつけて表現してください。

応募者全員に参加賞がもらえるよ!

応募資格	小学生・中学生(数名のグループ単位での応募も可)
応募期間	2015年7月1日～9月30日 詳細は「優秀作品展示室」とあわせてホームページをご覧ください。
作品テーマ	①身のまわりの自然が壊されている状況を見て感じたことや、自然環境や生き物を守るための取り組み ②さまざまな人との出会いを通して、友好の輪を広げた体験、異文化交流、国際理解に関すること ③その他、「地球となかよし」という言葉から感じたり、考えたりしたこと

◎主催／教育出版 ◎協賛／日本環境教育学会
◎後援／環境省、日本環境協会、全国小中学校環境教育研究会、毎日新聞社、毎日小学生新聞
*協賛・後援団体は昨年実績で、継続申請中です。

応募の決まりなど詳しくはホームページを見てね

<http://www.kyoiku-shuppan.co.jp/>

教育出版

「地球となかよし」事務局 TEL 03-3238-6862 FAX 03-3238-6887
〒101-0051 東京都千代田区神田神保町2-10

前回
入選作品



川が…

近所の川はきれいですか? それともきたないですか? ぼくは、京都へ帰省した時に、七谷川という川へ行きました。そこは、水がとてもきれいでうめいでした。サワガニやヤゴ、カワヨシノボリなど、きれいな川にしかいない生き物がいました。最近、トンボが少なくなってきたと聞いたことがあります。川が汚れて、ヤゴが育たないみたいです。ヤゴやカワヨシノボリ、サワガニが、住みやすいこのようなきれいな川を守りたいです。

小学理科通信 こぼ (2015年 秋号) 2015年9月1日 発行

編集: 教育出版株式会社編集局
印刷: 大日本印刷株式会社

発行: 教育出版株式会社 代表者: 小林一光
発行所: 教育出版株式会社
〒101-0051 東京都千代田区神田神保町2-10 電話 03-3238-6864 (お問い合わせ)
URL <http://www.kyoiku-shuppan.co.jp>



なかよし宣言

わたしたちをとりまく自然や社会は、科学技術の進展や国際化、情報化、高齢化などによって、今、大きく変わろうとしています。このような社会の変化の中で、人間や地球上のあらゆる命のびのびと生きていくためには、人や自然を大切にしながら、共に生きていこうとする優しく大きな心をもつことが求められています。

わたしたちは、この理念を「地球となかよし」というコンセプトワードに込め、社会のさまざまな場面で人間の成長に貢献していきます。

北海道支社 〒060-0003 札幌市中央区北三條西3-1-44 ヒューリック札幌ビル 6F
TEL: 011-231-3445 FAX: 011-231-3509

函館営業所 〒040-0011 函館市本町6-7 函館第一生命ビルディング3F
TEL: 0138-51-0886 FAX: 0138-31-0198

東北支社 〒980-0014 仙台市青葉区本町1-14-18 ライオンズプラザ本町ビル 7F
TEL: 022-227-0391 FAX: 022-227-0395

中部支社 〒460-0011 名古屋市中区大須4-10-40 カジウラテックスビル 5F
TEL: 052-262-0821 FAX: 052-262-0825

関西支社 〒541-0056 大阪市中央区久太郎町1-6-27 ヨシカワビル 7F
TEL: 06-6261-9221 FAX: 06-6261-9401

中国支社 〒730-0051 広島市中区大手町3-7-2 あいおいニッセイ同和損保広島大手ビル 5F
TEL: 082-249-6033 FAX: 082-249-6040

四国支社 〒790-0004 松山市大街道3-6-1 岡崎産業ビル 5F
TEL: 089-943-7193 FAX: 089-943-7134

九州支社 〒810-0007 福岡市博多区東比恵2-11-30 クレセント東福岡 E室
TEL: 092-433-5100 FAX: 092-433-5140

沖縄営業所 〒901-0155 那覇市金城3-8-9 一粒ビル 3F
TEL: 098-859-1411 FAX: 098-859-1411