

DVD分光器によるスペクトル(左が白熱灯、右が蛍光灯)。両者に帯スペクトルが観察されるが、後者のみ輝線(←)が見られる。

R I S U K E I R I N

教授用資料



<http://www.shinko-keirin.co.jp>

※本冊子は上記ホームページでもご覧いただけます。

- 編集・発行
啓林館東京本部 TEL (03) 3814-5183 (直通)
- デザイン・印刷
株式会社 セブンブルックス・小川印刷株式会社

本 社 〒543-0052 大阪市天王寺区大道4丁目3番25号

TEL (06) 6779-1531 FAX (06) 6779-5011

東京支社 〒113-0023 東京都文京区向丘2丁目3番10号

TEL (03) 3814-2151 FAX (03) 3814-2159

北海道支社 〒060-0062 札幌市中央区南二条西9丁目1番2号サンケン札幌ビル1階

TEL (011) 271-2022 FAX (011) 271-2023

東海支社 〒461-0004 名古屋市東区葵1丁目4番34号双栄ビル2階

TEL (052) 935-2585 FAX (052) 936-4541

広島支社 〒732-0052 広島市東区光町1丁目7番11号広島CDビル5階

TEL (082) 261-7246 FAX (082) 261-5400

九州支社 〒810-0022 福岡市中央区薬院1丁目5番6号ハイヒルズビル5階

TEL (092) 725-6677 FAX (092) 725-6680

理数
啓林
R I S U K E I R I N

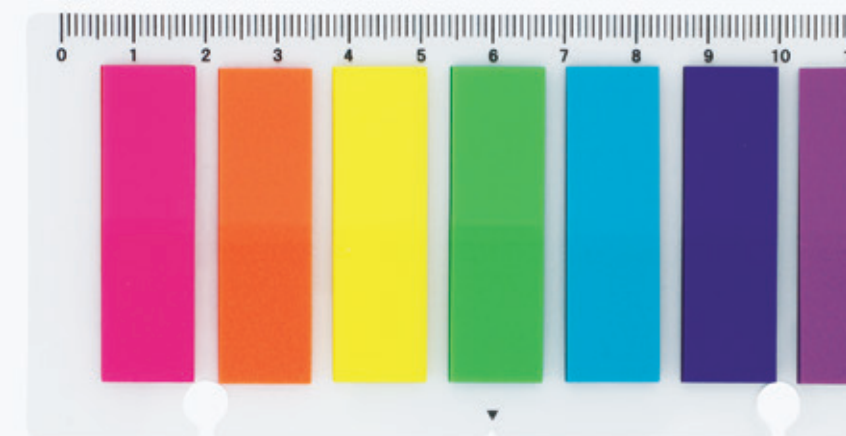


KEIRINKAN

巻頭特集

プログラミング教育で 育むもの

武藤 良弘 一公益財団法人 ソニー教育財団 理科教育推進室 室長一



CONTENTS

01 巻頭特集

《プログラミング教育》

プログラミング教育で育むもの
-子どもたちが、考える楽しさ、学びを社会に生かす楽しさを実感するために-

武藤良弘(公益財団法人 ソニー教育財団 理科教育推進室 室長)

06 クロスコンセプト特集

《算数・数学編》算数・数学は、身近な暮らしの中で役立ちます

見つめ直すと、みえてきます -事象を数理的に解釈する-

〈監修〉矢部敏昭(鳥取大学副学長、附属図書館長)

〈執筆〉神保勇児(東京学芸大学附属大泉小学校教諭)、田代勝(東京学芸大学附属大泉小学校教諭)、
峰野宏祐(東京学芸大学附属世田谷中学校教諭)

《理科編》理科は、身近な暮らしの中で役立ちます

音って何だろう? -音の正体を体感する実験-

〈監修〉金子美智雄(元 全国連合小学校長会理事)

〈執筆〉吉田勝彦(東京都練馬区立八坂中学校 主幹教諭)

《英語編》教科化に向けて「今、すること」-子どもとつくる英語授業に向けて-

〈監修〉影浦攻(鹿児島純心女子大学副学長・教授/宮崎大学名誉教授)

〈執筆〉池田あゆみ(京都光華中学校教諭)

18 授業力をみがく

《小学校編》算数の指導にあたって

上質の授業力(2)

-考え続けることを教える-

佐藤学(秋田大学教育文化学部附属教育実践研究支援センター長、秋田大学大学院教育学研究科教職実践専攻長)

《中学校編》理科の指導にあたって

光の色

-自作したDVD分光器で光源の光を分光する-

田口哲(北海道教育大学教授(札幌校))

22 地域の窓

浜田小学校 夏祭り

成田賢一(浜田小学校 第13代父母と教師の会 会長)

24 季節の科学トピックス

秋の紅葉のしくみ

田中修(甲南大学特別客員教授)

プログラミング教育で育むもの

～子どもたちが、考える楽しさ、学びを社会に生かす楽しさを実感するために～

PROFILE

武藤 良弘 むとう よしひろ (公益財団法人 ソニー教育財団 理科教育推進室 室長)

1961年4月生まれ。1987年3月慶應義塾大学大学院理工学研究科化学専攻修士課程修了、同年4月ソニー株式会社に入社、技術研究所に配属、光磁気(MO)ディスクの研究・開発から商品化に携わる。2002年より公益財団法人ソニー教育財団で幼児から小・中学校の教育実践論文の審査や活動支援に携わり、多数の実践に触れ学ぶ機会を得る。2009年の理数系教員養成拠点構築事業推進委員を始めとして、2017年の「小学校学習指導要領解説理科編」作成等に関わる。



① はじめに

「プログラミング教育」とその中核を成す「プログラミング的思考」の内容が示された¹⁾とき、「研究・開発などの新しいものを生み出す現場で活用されている重要な思考の一つ」を子どもたちが学ぶ機会と、「日常生活や社会で役立つものを子どもたちの手で作る」機会が生まれたことにワクワクしました。本稿では、これら2つの視点から「プログラミング教育」を、①様々な教科等の中で「プログラミング的思考」(思考力、判断力、表現力等)を育むための学習と、②実際にプログラミングを行う中で「知識及び技能」、「学びに向かう力、人間性等」を育むための学習の、2つに分けて述べることを通して、読者の皆さんとワクワク感を共有すること、さらに、それを実現するための授業を考える際のヒントとなる情報を提供することを目指します。

② プログラミング教育の位置付け

2020年に完全実施される新小学校学習指導要領は、育むべき資質・能力を明らかにして、教科はもちろんのことあらゆる教育活動を通してそれらを育むための

様々な工夫が盛り込まれています。その流れの中で、「情報活用能力」が、「言語能力」「問題発見、解決能力」等と並ぶ「日々の学習や生涯にわたる学びの基盤となる資質・能力」として示されました²⁾。小学校における「プログラミング教育」は「情報活用能力」を育成する重要な教育の一つとして位置付けられています。

小学校における「プログラミング教育」のねらいは、①身近な生活でコンピュータが活用されていることや問題の解決には必要な手順があることに気付くこと(知識及び技能)、②「プログラミング的思考」(思考力、判断力、表現力等)、③コンピュータの働きを、よりよい人生や社会作りに生かそうとする態度(学びに向かう力、人間性等)を涵養すること、という3つの資質・能力として示され³⁾、実施に際しては、④各教科等の学びをより確実なものにするものでなければならないことが示されています⁴⁾。

このように、「情報活用能力」の育成を目的とした「プログラミング教育」はもちろんのこと、その資質・能力の一つである「プログラミング的思考」も「日々の学習や生涯にわたる学びの基盤となる資質・能力」を構成する重要な要素として位置付けられています。

③「プログラミング的思考」とは

「プログラミング的思考」が「生涯にわたる学びの基盤となる資質・能力」の一要素として位置付けられているのはなぜなのか?このことを理解するためには新学習指導要領で示された「プログラミング的思考」がどのようなものなのかについて、しっかりと理解する必要があります。図1に「プログラミング的思考」の定義¹⁾として示された文章をいくつかの要素に分けて、その構成をまとめてみました。

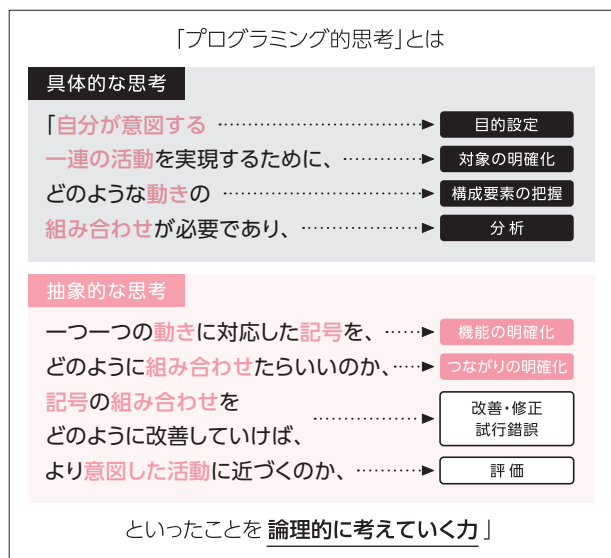


図1 「プログラミング的思考」の定義

この図から、この定義文が大きく分けて2つの部分から構成されていることがわかります。前半は、具体的な活動や現象などを対象として、その対象を分析し基本的な構成要素に分解して理解する過程であり、後半は、分析・理解した結果をもとに抽象化(記号に置き換える)した後、抽象化したものを使って論理的に考え、より意図したものに近い解を見いだす過程となっています。

この分析・理解する過程には3つの重要な思考過程が含まれています。

- 思考過程1: 具体的な活動や現象を分析し、
基本的な構成要素に分解する
- 思考過程2: 各構成要素の機能・役割を明確にし、
抽象化する(記号・概念に置き換える)と共に
それらの**つながりを明確にする**
- 思考過程3: 抽象化した各構成要素の**組み合わせを改善する**

具体的な活動や現象を対象としてより良いものに改善していくことはこれまでの学習においても行われてきたと思います。しかしながら、具体的な活動や現象を基本的な構成要素に分解し、各要素の機能・役割を明確にして抽象化した上でそれらのつながりを明確にするという過程を含む、これら3つの思考過程を経て論理的に考え、より良い解を見いだすという活動はあまり行われてこなかったのではないのでしょうか。

これら3つの思考過程が「プログラミング的思考」の大きな特徴となっています。

④「プログラミング的思考」を働かせる

前述の3つの思考過程を含む「プログラミング的思考」を育むためには、これらの思考過程を繰り返し経験し、活用することが効果的です。

この「プログラミング的思考」を具体的な活動と関連付けて理解することは、様々な場面での活用を考える上で有効なことと考えられます。そこで、具体例を使って「プログラミング的思考」を働かせることにします。皆さんも一緒に取り組んでみてください。

(1)「具体的な思考」から「抽象的な思考」へ

問題 1

図2に示されたモーターカーについて、「走る」という「活動」を実現するために

- 1) どのような「構成要素(基本的な機能)」が必要かを調べ書き出してください。
- 2) それらの「構成要素」の「役割(機能)」を示してください。

STEP 1

「走る」という視点から
モーターカーの構成要素を書き出す

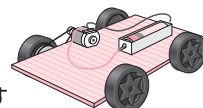


図2

まず1)で、「走る」という「目的」を達成するために必要な構成要素について考え、それらを書き出します。次ページの図3には既に絞り込まれた構成要素のみを例

示しましたが、この段階では、あまり制限を設けずに考えることで、対象をより深く多面的に捉えることが期待できます。ある研修会では、図3の他に、各要素をひとまと

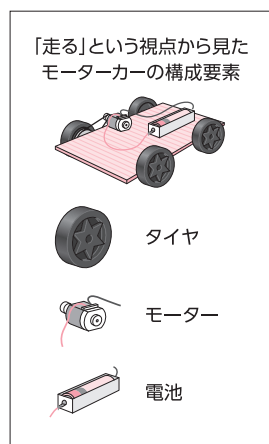


図3

まりにするための「車体(ボディ)」や電気(エネルギー)をモーター(動力)に届けるための「導線」、モーターの回転をタイヤに伝えるための「ゴムベルト(輪ゴム)」、モーターカーを動かしたり止めたりするための「スイッチ」などの構成要素も提案

されました。子どもたちが取り組む場合も、発達の段階や経験量等に応じて様々な深さや広がりを持った考えが出されると思います。この段階では「タイヤ」「電池」等の具体物を対象とした思考過程となっています。

次に2)で、各構成要素が「どのような役割(機能)を担っているか」を考え、それらを適切に表す名前(機能)を付けていきます。その一例を図4に示しました。

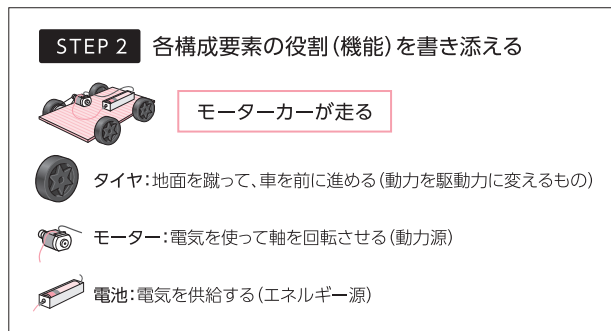


図4

ここからが、前述の「思考過程2」に示した内容です。この過程を経ることで、例えば「何のためにタイヤが必要か」という必要性を伴った理解へと深めていくことができます。さらに、その「役割(機能)」を基に「タイヤ」という具体物を「地面を蹴って車を前に進めるもの」、さらには、「動力を駆動力に変えるもの」と捉え直すことで、その役割がより明確になります。

次に、モーターカーが「走る」ときに各構成要素がどの

ような順番で動作するかを考え、その順番に各構成要素をつなげていきます(つながりの明確化)。その一例を図5に示しました。

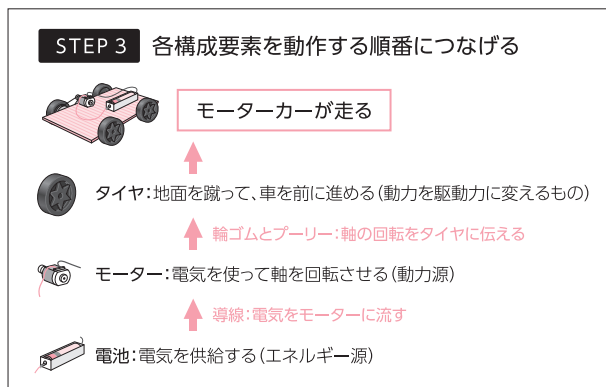


図5

図5に示したように、図4では考慮されていなかった「導線」や「輪ゴムとプーリー」が新たに加わっています。これら2つの構成要素は、いずれも図4に示した構成要素となぐ上で重要な役割を担っているものです。また、「車体」は「走る」という動作に直接関わる構成要素ではないことが、この思考過程を経ることで明らかになりました。

このように、「動作する順番につなげる」過程を経ることで、①提案された様々な構成要素から必要なものだけを取捨選択する、②不足していた構成要素の存在に気付く、③物事を一連の活動として正しく把握するといったことが可能になります。この「動作の順番に各構成要素をつなげる」という過程があるので、構成要素を考える過程で多様な考えが出てきても、「目的」を達成するために必要な構成要素に必ず絞り込むことができます。

以上、「問題1」で扱った内容は、主に思考過程1と思考過程2に関連したものでした。次に、「問題2」として、思考過程3について具体例を基に考えてみます。

(2)「機能・つながりの明確化」を踏まえた「改善」

問題 2

階段があっても、その先にある目的地まで到達できるようにするためには、モーターカーの「どの構成要素」を「どのように」改善すれば良いかについて考えてください。

問題2では、「目的」を「(単に)走る」から「階段があっても、その先まで行ける」に替えました。この問題に取り組む上で、Step3で得られた結果が重要な役割を果たします。図5に示した各構成要素に対して()で示した「機能」に注目すると、「階段があっても目的地まで到達できるようにする」ことを実現するために変更すべき構成要素が「動力を駆動力に変えるもの」だけであることがわかります。このことによって、検討する対象を「動力を駆動力に変える方法」に絞ることが可能になります。研修会では、この構成要素を「キャタピラーに替える」、「柔らかくて大きなタイヤに替える」、さらには、「プロペラに替えてドローンのように飛ぶ(この場合は、モーターの数を増やすなど他の変更も必要になります)」など様々な解決方法が提案されました。

ここまで述べてきたことで、「プログラミング的思考」とは何か、その御利益はどのようなものか、といったことが少し見えてきたと感じていただければ、本稿の目的の大半が達成できたといえることができます。このような思考過程は、ここで例示した「ものづくりに関わる分野」だけでなく、「プログラムを開発する場面」はもちろんのこと「社会の仕組みについて考える場面」においても重要な役割を果たすものです。

ここまで述べてきたことを基に、私なりに「プログラミング的思考」の名前を付け直すと「物事の仕組みを分析・理解し、新しい物事を創り出すための思考方法」といったものになりました。皆さんも、ご自身の言葉で「プログラミング的思考」を表現してみると、理解が深まることと思いますので、ぜひ、試みてください。

⑤ 「プログラミング的思考」を支える学習

小学校における「プログラミング教育」の実施にあたり、そのための時間は配当されておらず、既存の教科等、教育課程の中で取り組むこととされています。そのため、どの教科で「プログラミング的思考」に関わる力を育むことができるのかを把握することは、実践する上で

参考になると思います。ここでは、いくつかの教科の学びと「プログラミング的思考」との関係を示すことで、既存の教育課程を通して「プログラミング的思考」を育む際の参考にしていただくことを目指します。

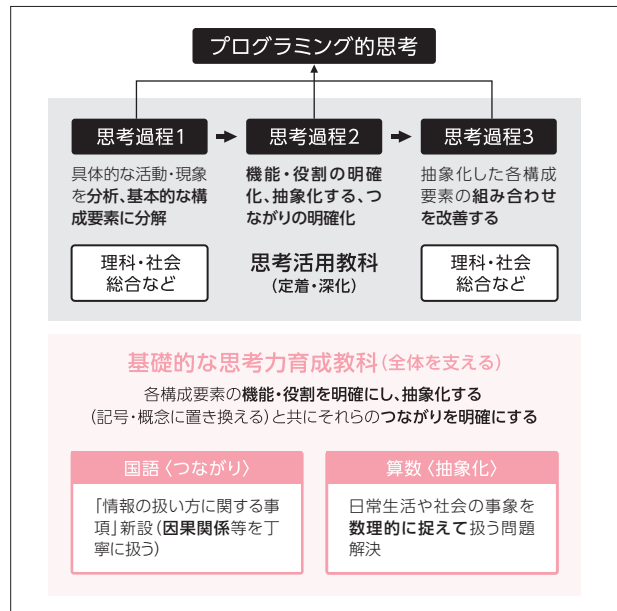


図6 「プログラミング的思考」と教科の学び

図6に示したように、「プログラミング的思考」を育む学びは大きく2つに分けることができます。1つ目は、主に「プログラミング的思考」を支える基礎力ともいえる、①「機能・働きなどの視点から抽象化する力」と②「原因と結果の視点からつなげる力」を育む学びであり、2つ目は主に「プログラミング的思考」を事物・現象に適用し活用することを通して、広げ、深め、定着させる学びです。

1つ目の学びを担っている主な教科が算数と国語です。算数では図7のように「日常の事象を数理的に捉える」ことが重視されています⁵⁾。この過程(数学化)は①「機能・働きなどの視点から抽象化する」と共通する思考過程であり、その基礎を育む上で重要なものです。

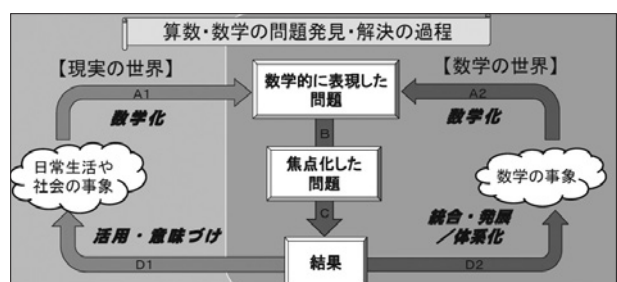


図7 算数・数学の学習過程のイメージ

また、国語では、知識及び技能として「情報の扱い方に関する事項」という項目が新設され、高学年において「原因と結果の関係などに重点を置いて情報と情報の関係を理解すること」などが盛り込まれており⁶⁾②「原因と結果の視点からつなげる力」を支える学びとなっています。

2つ目の学びを担っている主な教科が理科、社会、総合的な学習の時間等です。理科においては、前述の「問題1、2」で示したように、様々な場面で「プログラミング的思考」を活用することが可能です。新学習指導要領で示された社会科の「見方・考え方」は、「時間、空間、相互関係などの視点に着目して事実等に関する知識を習得し、それらを比較、関連付けなどして考察・構想し、特色や意味、理論などの概念等に関する知識を身に付けるために必要となるもの」⁷⁾であり、時間的な順番や相互関係といったつながりを意識しながら、概念などを身に付ける過程は、プログラミング的思考を働かせることに適した場面となっています。

以上のように、「プログラミング的思考」の育成については、既存の教科・教育活動の中で基礎的な力を育んだり、活用したりすることで無理なく身に付けることが可能であること、また、特に新たな機材等の購入をせずに実施できることをご理解いただけたのではないのでしょうか。

⑥ 生活と関連付けた「プログラミング教育」

次に、小学校における「プログラミング教育」を通して身に付けるべき資質・能力である、①知識及び技能、③学びに向かう力、人間性等について述べます。

これら2つの資質・能力は実際にプログラミングを経験すること、プログラミングを活用することを通して育むことができます。その際のキーワードは「日常生活との関わり」です。理科で例示された「センサーを活用したプログラミング」⁸⁾がこの目的に適していると考えています。「センサーの入力を基にしたプログラムによる制御」が可能になったことで、自律的に機能するものの作

成が可能になります。このことによって、日常生活に役立つもの(プログラム)を作成したり、身の回りからプログラムを活用したのを見いだしたりすることが容易になります。これらのことに適した教材は比較的高価なものが多く、予算的な制約はありますが、その可能性と応用範囲の広さは大変魅力的なものと考えています。

このような教材の購入が困難な場合には、無料で提供されているビジュアルプログラミングソフトを使い、日常生活で使われているものを対象として、算数で学んだことを活用したプログラムを作成する学習を通して、ものづくりと同様な効果を目指すことが考えられます。例としては、架空の鉄道路線図を作り、隣接駅間の所要時間と料金をもとに、任意の2駅間の所要時間と料金を求めるプログラムを作成することなどが考えられます。

ここまで述べてきたように、資質能力の①と③を育むには、身の回りに実際にあるものを作成することにこだわったプログラミングとものづくりを行うことが効果的です。

⑦ おわりに

「プログラミング教育」は「学んだことを社会に役立てるための考え方や手段」について子どもたちが学び実践する機会を提供するものと考えており、私が感じたワクワク感はこのことによるものです。本稿がきっかけとなり、一人でも多くの子どもたちがこのワクワク感を感じられることを願っています。

引用・参考文献

- 1) H28.12.21 中央教育審議会(答申)第5章4 p.37-38
- 2) 小学校学習指導要領解説 総則編 p.48-49
- 3) H28.6.23 教育課程部会 小学校部会 資料5-1
- 4) 小学校学習指導要領解説 理科編 p.95
- 5) 同算数編 p.8
- 6) 同国語編 p.22
- 7) 同社会編 p.19-20
- 8) 同理科編 p.95

算数・数学は、身近な暮らしの中で役立ちます

見つめ直すと、みえてきます 事象を数理的に解釈する

PROFILE

〈監修〉

矢部 敏昭

やべ としあき
(鳥取大学副学長、附属図書館長)

1955年千葉県生まれ。東京都小学校教諭、お茶の水女子大学附属小学校教諭を経て、鳥取大学に勤務する。現在までに、鳥取大学附属教育実践総合センター長をはじめ、附属中学校長、附属学校部長、地域学部長を歴任。日本数学教育学会理事、日本学術会議連携会員、鳥取県教育審議会会長等を務める。

〈連載第9回執筆〉

神保 勇児 じんぼ ゆうじ (東京学芸大学附属大泉小学校教諭)

1981年、宮崎県出身。奈良教育大学大学院卒。大阪府小学校教諭を経て現職。

田代 勝 たしろ まさる (東京学芸大学附属大泉小学校教諭)

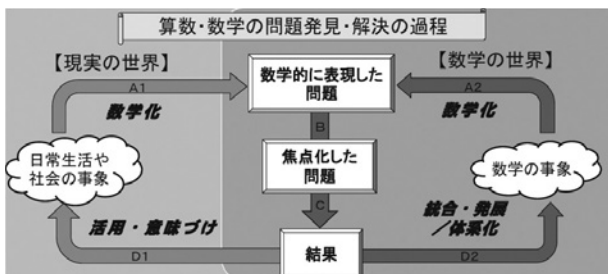
1968年静岡県生まれ。東京学芸大学卒、加藤学園暁秀初等学校(静岡県沼津市)を経て現職。

峰野 宏祐 みねの こうすけ (東京学芸大学附属世田谷中学校教諭)

1986年神奈川県生まれ。横浜国立大学大学院教育学研究科卒。神奈川県立柏陽高等学校教諭を経て現職。

1 子どもたちはこんな場面で 算数・数学を使って考えたことがありますか？

新しい学習指導要領では、下記のような「算数・数学の学習過程のイメージ」が示されています。



小学校学習指導要領解説 算数編 p.8より

ここでは、まず左のサイクルの【現実の世界】として、マンホールのふたを扱い、円の理解の深まりについて述べていきます。

小学5年では対角線や辺の長さについての学習を経て、図形の見方が豊かになっていきます。そのとき、「どうしてマンホールのふたは三角形や四角形ではダメなのか」と問いを投げかけてみては、どうでしょう。



型抜きを使い、長方形、正方形、三角形、円で、マンホールに見立てた図形を子どもたちに作らせます。そして、同じ形の穴に

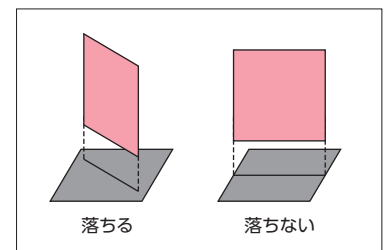


通っていきます。ふたの向きを変えながら、ストンと穴に落ちてしまわないかを確認するのです。子どもたちは、三角形や四角形は落ちてしまうけれど、円は落ちないと気付きます。なぜ、円はどの向きにしても落ちないのでしょうか。子どもたちは考え始めます。

C：正方形はふたを回して斜めにすると、正方形の一辺の長さよりも対角線の方が長くなるので落ちます。

C：正三角形も、三角形の一辺の長さより、三角形の高さが短いので、回すと落ちてしまいます。

次に子どもたちは、円だどうして落ちないのかについて説明を始めました。



C:ふたの円の直径はどれも同じ長さだからです。

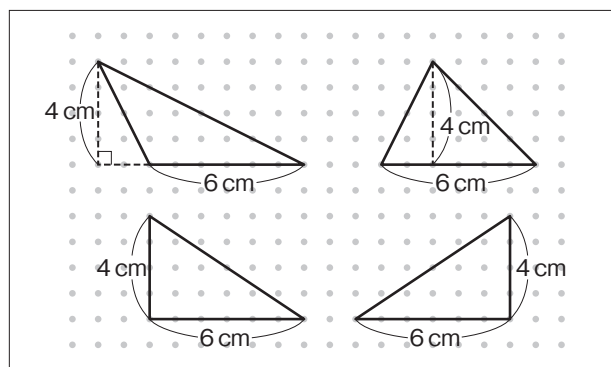
C:円の直径が同じ長さなので、回してどの向きにふたを置いても穴に落ちません。

子どもたちは、直径の長さの学習をもとに、円をどの向きに置いて落ちないのかと考えることを通して、小学3年で既習である「コンパスでかいたようなまろい形を円という」について、見つめ直す機会になります。また、正方形の対角線と辺の長さや正三角形の高さと辺の長さについても見つめ直すことができました。

このように、一度学習したことを新たな学びを通じて数理的に解釈していくことは、算数・数学での学びが深まることにつながります。これから、その具体例を紹介していきます。

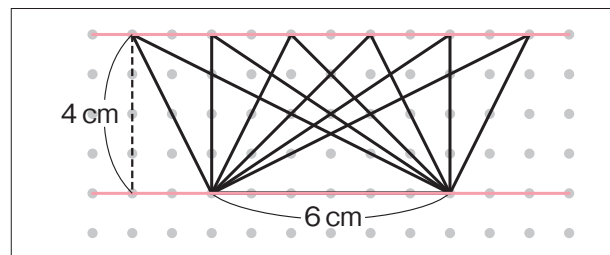
② 算数・数学がこんなにつながります

「算数・数学の学習過程のイメージ」のうち、右のサイクルの【数学の世界】についての例を、小学5年の三角形の面積の学習で考えてみましょう。三角形の面積公式「底辺×高さ÷2＝面積」の学習を終えた後に、 $6 \times 4 \div 2 = 12$ となる三角形を子どもたちにかかせてみるとどうでしょう。下のような三角形を次々とかき出します。



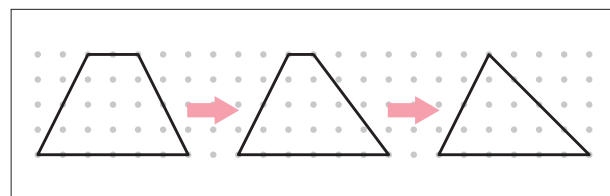
かき出した三角形を見比べながら、どこが同じでどこが違うかを確認すると、子どもたちは、底辺や高さや面積が同じでも、形の違う三角形があることに気がきます。そして、わかりやすく見比べるために、かき出した形を重ね合わせて、次の図を作り始めます。子どもたちの

中に生まれた、等積変形を使った考え方です。



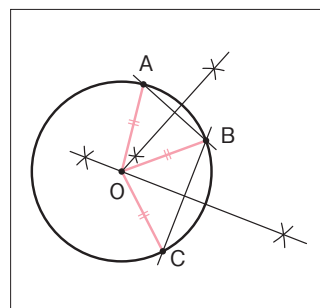
このように、面積公式を見直すことで等積変形の考え方を発見しました。このことは公式の解釈が深まっていく姿となります。

また、台形の面積を求めるときも同じです。台形の面積の公式は「(上底+下底)×高さ÷2＝台形の面積」ですが、上底が0cmのとき、「下底×高さ÷2」となり、三角形の面積公式と同じと考えることもできます。



台形の面積公式を学ぶことを通して、三角形の面積公式を見つめ直すことができます。

同じように、中学1年の垂直二等分線の作図の学習では、割れたお皿の破片から元の形を



調べる活動もあります。これは、弦の垂直二等分線を用いることで、二等辺三角形の斜辺の長さが等しいこと、点O(オー)を中心とした円の半径は全て等しいことの学習を見つめ直すことにつながります。

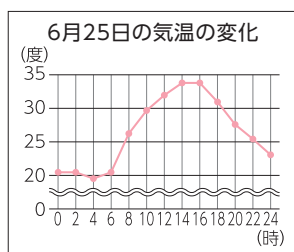
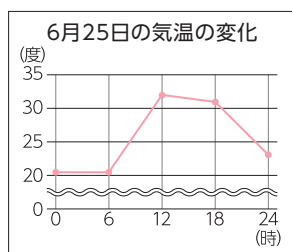
③ こんな展開はいかがでしょう (小学4年:「折れ線グラフ」)

折れ線グラフを一通り学習した後の授業を考えます。同日の同じ時間帯の気温変化を表す折れ線グラフなのに、測定時刻の間隔が違くと、グラフの形が大きく

違うことに気付くことで、折れ線グラフの解釈をする例です。点と点を結んだ直線が必ずしも実際の変化を表していないことを見つけると、グラフの見方が深まります。

1. 導入

- ◆ 日付を隠して、測定時刻の間隔が違う2種類のグラフを見せる。その違いに気付かせた後に、同日のグラフであることを示し、学習への関心を高める。



T: これは同じ日の気温の変化を表しています。

C: グラフの形が違うよ。違う変わり方をしているみたいだ。本当に同じ日のデータなの？

C: 最高気温が違う。左は32度だけど、右は34度。

C: 同じ日のデータなのに、最高気温が違うなんて変だ。どうことだろう。

C: 左のグラフで、12時から18時の間は直線だけど、実際はその間で、もっと気温が高いところがあった。

C: だから、右のグラフの方が正確に表している。

C: 左のグラフの32度は、最高気温を表していない。

2. 課題提示

- ◆ 左のグラフが最高気温を正しく示せていないことを知ったことから、右のグラフも本当に正しいのかという疑問を児童に感じさせ、グラフを再度解釈し直そうとする態度を主体的に促すようにする。

6月25日の最高気温は、右のグラフにあるように16時の34度でよいでしょうか。

3. 自力解決

- ◆ 最高気温が34度よりも高いことがあるかどうか、2つのグラフから考える(解決時間を2～3分とる)。

4. 発表・話し合い

C: 右のグラフの方が正確だから、34度が正しい。

C: 右のグラフの形は左のグラフよりも膨らんだりへこんだりしているから、34度より高いことがある。

C: 14時と16時の間が気になる。もっと目盛りの細かいグラフがあればわかるはずだ。

- ◆ 34度ではない理由を中心に述べ、折れ線の直線部分に注目させる。

C: 右の方が正確ならば、もっと目盛りを細かくすれば、さらに正しい気温が出るのかな。

C: 14時と16時が同じくらいの気温だから、その間に、グラフが山のようになっていると思います。

C: 14時より16時の方が0.2度高いから、その後、さらに上がり続けることも考えられます。

C: 1時間ごとのグラフはありますか。

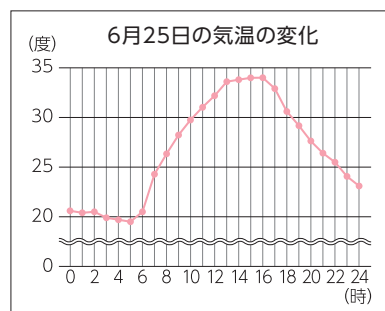
- ◆ 1時間ごとのグラフを見せ、変化の傾向と実際を結びつけて考えさせる。

C: やっぱり高い!

C: では、34.8度が最高気温になるのかな。

C: もっと目盛りを細かくする

と、さらに高くなるかな。



C: ○時ちょうどに最高気温になるとも限らないんだね。

5. まとめ

- ◆ グラフを読み取るときには、表現されていないところがある場合もあることに気付かせる。

T: 今日の新発見は？

C: 今まで、点と点を直線で結んでグラフをかいていたけど、本当はそうならないこともあって、その直線の中に、山や谷があることがわかりました。

C: 目盛りを細かくすると、正確になります。

C: 最高気温を見つけるときは、細かいほうがいい。目的

に応じて、目盛りを選ぶといいのではないかな。

3² こんな展開はいかがでしょう (中学2年:「場合の数」)

1. 緊急連絡網

今は少なくなった緊急連絡網。普通、始めの人がいて、そこからいくつかに分かれてつなげていくのが一般的でした。でも、このつなぎ方、最も早いわけではありません。どのようにつないでいくのが最も早い方法なのか、その解決を俯瞰してみる(解釈)と、構造が見えてくる、そんな題材を紹介します。

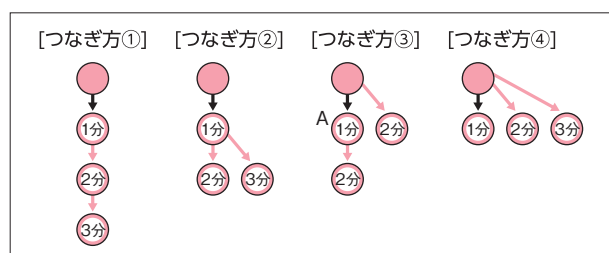
2. 【展開】単純化して考える

クラス40人分のつなぎ方を考えるとします。しかしいきなり40人は難しいので、まず簡単な場合から考えることにします。例えば3人だったら、どのようなつなぎ方があるでしょうか。

1回の連絡あたり1分かかるとし、同時に2人の人には連絡できないとすると(以下同じ条件)、左の2つのつなぎ方では、かかる時間は2分で変わりません。では、4人の場合はどうでしょうか。

【つなぎ方ア】 【つなぎ方イ】

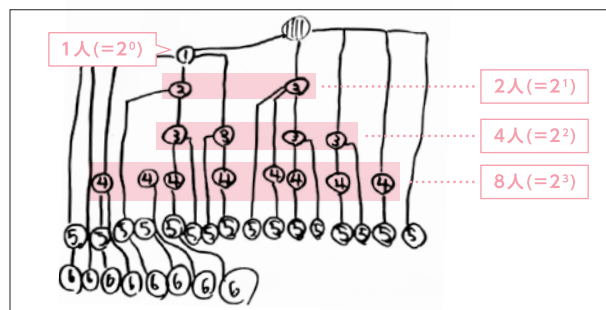
※ 〇 は始めの人



この場合にかかる時間を考えると、つなぎ方①、②、④は3分かかりますが、つなぎ方③のみ、2分でつなぎ終わることができます。始めの人がAさんに連絡した後、始めの人とAさんが、同時に次の人につなぐことができるからです。ここで「一度連絡した人が、暇な時間を作らず、さらに連絡すること」を全体で共有しておきます。

この発想で、「では、10人、さらには40人なら何分で

伝えられるか?」を考えていきます。このときには、「同じタイミングで連絡できる人」がわかるよう工夫して表現するよう促します(場合の数を考えるための工夫です)。例えば、次のような図が挙げられます。



同じタイミングで連絡できる人を、丸数字で表しています。6回目の連絡(すなわち6分)で40人に伝わっていることがわかります。

3. 【解釈】図をかかなくても…

図をかいていけば、このように何分で伝えられるかわかるわけですが、ここで図のかき方やかけられる人数の増え方に着目すると、図をかかなくてもその時間が見えてきます(関数的な見方)。

例えば10人の場合は4分で伝えることができますが、図をかいてみると最後何人かは連絡しなくてもよくなります。そこで、逆に「4分で伝えられる人数は?」と考えてみると、上図より $1+2^0+2^1+2^2+2^3=16$ 人であることが見えてきます。その前の3分の時点では8人まで伝わっていますから、伝わる人数は1分毎に2倍に増えていくことがわかります。すると、 n 分後に情報が伝わる最大の人数は、 2^n 人であることがわかるので、 $2^5 < 40 < 2^6$ より、「6分で伝わる」と説明できます。

4. 【まとめ】解決をふり返ると

図をかいただけでは、目の前の問題は解決できても、その先にある内容の本質は見えてきません。今回は解決をふり返って解釈することで、「何人になってもわかる」というような、一般的な場合を見通すことができました。図の解釈を深めるためには、どのように工夫して図をかくか(並べ方、色遣い等)も重要です。

理科は、身近な暮らしの中で役立ちます

音って何だろう？

音の正体を体感する実験

PROFILE

〈監修〉

金子 美智雄 かねこ みちお
(元 全国連合小学校長会理事)

埼玉県大宮市立小学校教諭、埼玉大学教育学部附属小学校教諭・副校長を経て、埼玉県公立小学校校長会長、全国連合小学校長会理事、淑徳大学特任教員等を歴任。

文部省学習指導要領小学校理科編及び指導書作成協力者(平成元年度版)、NHK学校放送小学校理科教室4年テレビティーチャー(14年間)にも携わる。

〈連載第9回執筆〉

吉田 勝彦 よしだ かつひこ
(東京都練馬区立八坂中学校 主幹教諭)

埼玉県私立高等学校非常勤講師を経て、東京都公立中学校教諭、同主幹教諭。平成25年度東京都教育研究員、平成26・27年度東京教師道場リーダー、平成28年度東京都研究開発委員会、平成30年度都中理観察実験委員会幹事などとして、教材及び指導法の研究開発に携わる。

① 子どもたちはこんなことを知っていますか？

多彩な楽器による美しいハーモニー。オーケストラでは、ティンパニやシンバルなどの打楽器、ヴァイオリンやコントラバスなどの弦楽器、トランペットやクラリネットなどの管楽器が、それぞれ特有の音色を奏でています。



ところで、楽器はどのようにして音を出しているのでしょうか？楽器に限らず、音はどうすると出て、伝わり、聞こえるのでしょうか？

喉に手を当てて声を出してみると、喉が振動していることがわかります。音の正体は、物体の振動と関係しているようです。



近年、小学校理科の学習指導要領から姿を消していた「音」の学習が、2020年度から再び復活して、小学校に登場します。これまで中学校で扱われていた音の学習のうち、「音と振動」「音を伝えるもの」の部分小学3年で扱うことになります。

普段何気なく聞こえてくる音、楽器から出る音について、子どもたちはどう捉えているのでしょうか？

② 理科がこんなにつながります

1. 物体の振動と音の発生



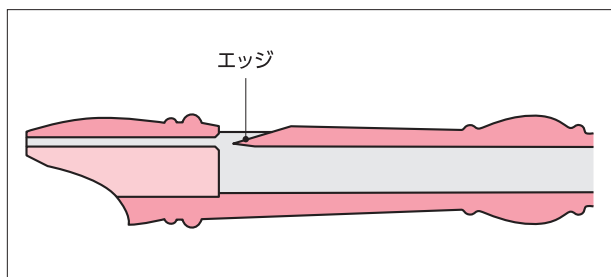
グランドピアノの内部にあるハンマー(画像提供: (株)東京堂)

楽器から音が出るときの共通点を考えてみましょう。

ティンパニを叩くと音が出ますが、このとき表面の膜(打面)を触ると振動が感じられます。グランドピアノのふたを上げて内部を見ると、ハンマーとよばれるつくりが確認できます。鍵盤を叩くとそれと連動してハンマーも動き、弦を叩いて音を出します。このとき、叩かれた弦を触ると、やはり振動していることがわかります。

これらのことから、物体が振動することによって音が出るということが理解できます。また、ティンパニの膜やピアノの弦を強く叩くと大きく振動して大きな音が、弱く叩くと小さく振動して小さな音が出ます。すなわち、振動の大小が音の大きさを決めているのです。

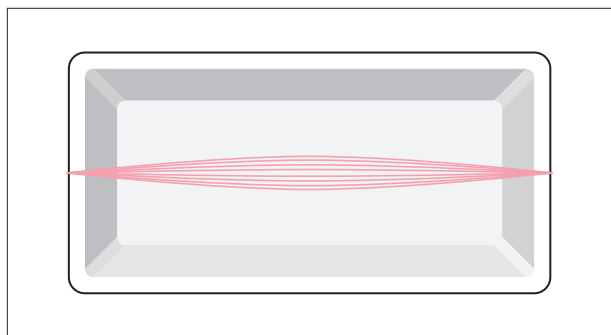
ちなみに、管楽器では何が振動しているのでしょうか？正解は、楽器の内部の空気です。リコーダーは、吹くと空気がエッジに当たり、気流が乱れ、管の内部の空気が振動することで音が発生します。



リコーダーの断面図

2. 空気はどのように振動しているのか？

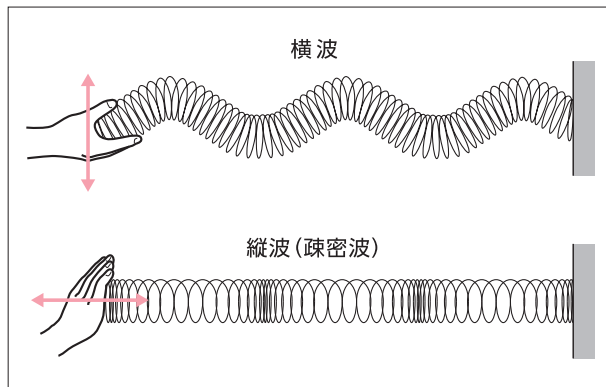
空気の振動とはどのようなものなのでしょう？「振動」というとギターの弦のような動きをイメージしがちですが、空気が同じように動くとは考えにくいです。



輪ゴムギターの弦(輪ゴム)が振動するようす

振動が周囲に次々と伝わっていく現象を「波」といいます。波には、ギターの弦の振動のような「横波」と、振動

する物体がまばらな部分(疎)と詰まっている部分(密)が交互に現れる「縦波(疎密波)」の、2種類があります。実験用のコイルバネを用いると、その違いを確認することができます。



横波と縦波(疎密波)の振動のようす

「音」は空気による縦波です。空気を振動させる物体(発音体)から全方向に向かって、空気がまばらな部分と詰まっている部分が交互に進んで伝わっていきます。この波の振動数(1秒間に振動する回数)で音の「高低」が決まります。

子どもたちは、これまでほとんど気にすることのなかった音について学習することにより、楽器やスピーカーのような音が出ているものを触るとビリビリと振動するのを感じたり、中学校で「音と光」を比較して共通点や相違点を発見したりするときに、科学の不思議さを実感できるものと思われます。

③¹ こんな展開はいかがでしょう (小学3年:「光と音の性質」)

1. いろいろな糸電話を作ってみよう

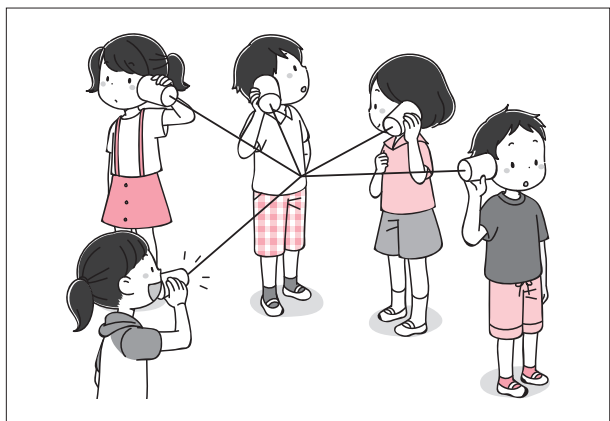
糸電話は音と振動の関係を直感的に理解できる教材です。この糸電話にいろいろな工夫を加えて使ってみましょう。

①糸を長くしてみる。

糸を長くしても、振動が伝わる限りは音は聞こえます。ただし、糸が長くなるにつれて伝わる振動が小さくなるので、聞こえる音も小さくなります。

②糸を枝分かれさせてみる。

通常の糸電話は2人で会話をしますが、複数の糸電話をつなげるとどうなるでしょう?やはり、糸の振動が紙コップに伝われば、何人で使用しても会話ができます。



③糸の素材を換えてみる。

一般的に用いるのは絹糸ですが、素材を換えてみるとどうなるでしょうか?例えば、針金、ゴム紐を用いてみましょう。針金では糸電話よりも音が大きく聞こえますし、しっかりと張らなくても音が聞こえます。ゴム紐ではエコーがかかったような音が聞こえます。

糸電話の原理を利用したものに聴診器があります。糸電話は糸が振動を伝えています、聴診器はチューブ内の空気が振動を伝えることで、心音や呼吸音を聞くことができます。

2. 音と振動の関係を実感できる教材を作ってみよう



「ダンススネーク」とよばれる教材を紹介します。

逆さに置いた紙コップの側面に1円玉大ほどの穴を開け、そこに画用紙で作った適当な長さの筒を差し込みます。紙コップの底の上に、ヘビのようにとぐろを巻いたモールを置けば完成です。

紙コップの口の部分を手のひらでふさいでから、筒の部分に口を当てて「ブー、ブー」と声を出してみましょう。底の部分の振動に合わせて、モールが踊るように回転します。また、声の高さや大きさによって回転が変化するようにも観察できます。

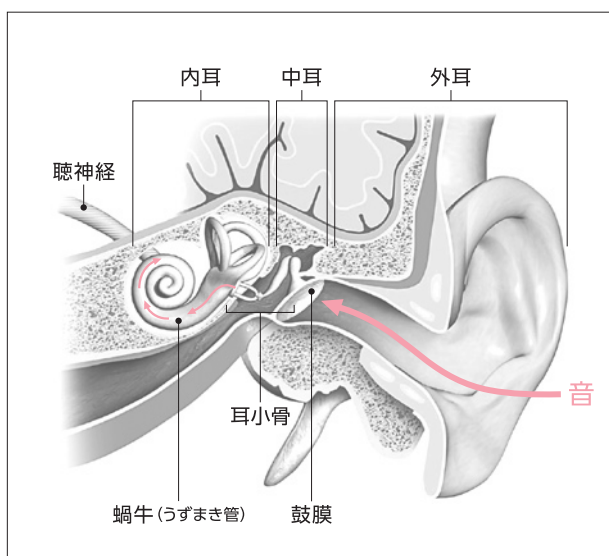
透明半球を器状にして適量の小さな発泡スチロール球を入れ、ラップフィルムでふたをして、縁をセロハンテープで留めます。この教材をティンパニの上で持ち、ティンパニを叩くと、空気の振動がラップフィルムに伝わり、中の発泡スチロール球が跳びはねるようすが観察できます。音の大きさに応じて跳びはね方も変化するので、音の大きさと振動の大きさの関係を視覚的に捉えることができます。



③² こんな展開はいかがでしょう (中学2年:「生物の体のつくりと働き」)

1. どうして音が聞こえるのか?

「空気の振動」という刺激が耳に伝わると、脳がそれを音として認識します。詳しい流れは、次のようになっています。



「未来へひろがるサイエンス2」p.33より

- ①空気の振動が伝わり、耳の内部の鼓膜が振動する。
- ②鼓膜の振動が耳小骨（つち こつ きぬた こつ あぶみ こつ 鎚骨・砧骨・鐙骨）に伝わるにつれて、振動が増幅されていく。
- ③振動が蝸牛（かぎゅう）の中のリンパ液を揺らし、その揺れを聴毛（ちょうもう）とよばれる毛を備えた感覚細胞が捕らえて、電気信号に変換する。
- ④蝸牛神経によって電気信号が脳に伝えられ、音として認識する。

鼓膜が振動すればその後の器官も振動していくので、①の刺激は空気の振動でなくても構いません。アーティスティックスイミング（旧称：シンクロナイズドスイミング）では水中のスピーカーから出た音を聞いて演技をしています。プールの中でも音が聞こえるのは、水の振動が鼓膜に伝わるからです。

2. 鼓膜を使わずに音を聴く〜骨伝導〜 こつ でん どう

音を認識するためには、内耳の振動が必要です。逆に言えば、内耳が振動しさえすれば、私たちは音を認識することができます。次のような実験をして確かめてみましょう。



- ①金属製の火ばさみ（音叉などでも可）の支点部分を、長さ40cm程度の風糸の中央で結ぶ。
- ②風糸の両端を、左右の人差し指の先に、2〜3回ずつ巻き付ける。
- ③人差し指の先を耳の穴に入れて耳をふさぎ、火ばさみを硬い棒で軽く叩いて、振動させる。

この実験では、空気の振動が耳に入ってこないのに、鐘が鳴るような音を聞くことができます。このように、頭蓋骨の振動を内耳に伝えて音を認識することを「骨伝導」といいます。声を出しているときに耳をふさいでも自分の声を認識できますが、これは頭蓋骨を伝わる音（骨導音）が聞こえるためです。

音楽を聴きながらランニングをする方がいますが、外の音を完全に遮断してしまうと、車が近づく音も聞こえず、危険な状態になってしまいます。そこで、音楽と外からの音を同時に聞くために、骨伝導を利用したイヤホンが開発されました。この技術は、聴力が低い方が利用する補聴器にも利用されています。

このように、音の性質やそれに伴う感覚は、日常生活のいろいろな場面で活用されています。



骨伝導を利用したイヤホンを装着したところ

教科化に向けて「今、すること」

～子どもとつくる英語授業に向けて～

PROFILE

〈監修〉

影浦 攻

かげうら おさむ

(鹿児島純心女子大学副学長・教授／宮崎大学名誉教授)

広島大学卒業。教諭(鹿児島中央高校、広島大学附属中・高校、鶴丸高校)の後、鹿児島県教育庁指導主事、文部省(当時)教科調査官、宮崎大学教授(その間、附属中学校長、附属小学校長を歴任)、鹿児島純心女子大学国際人間学部長を経て現職。

『小学生のえいご Book1～3』(啓林館)、『新しい時代の小学校英語指導の原則』(明治図書)、『改訂英語科新授業の実践モデル20』(明治図書)、『小学校教師の基本教室英語96選』(明治図書)、他多数。

〈連載第9回執筆〉

池田 あゆみ

いけだ あゆみ

(京都光華中学校教諭)

京都の公立小中一貫校で勤務の後、現在校勤務6年目。昨年度まで文部科学省「外国語教育強化地域拠点事業」研究校の指定を受け、4年間推進リーダーとして研究に携わる。現在、国際部部長、中学部副部长、小中英語推進部長として勤務。

① はじめに

現在の勤務校は、幼稚園から大学院まである総合学園です。昨年度まで文部科学省より外国語教育強化地域拠点事業研究校の指定を受け、小中高一貫した英語教育を構築するために研究に携わってきました。今年度は中学1年生・3年生の英語授業を担当していますが、小学校5年生最初の単元の授業を担当の先生と一緒に指導させていただくという、大変貴重な機会をいただきました。

新学習指導要領への移行措置が始まり、新教材が配付される中で、今後は小中高の英語教育も大きく変化していきます。そこで、「今、何をしていけばよいのか。」「何をすべきなのか。」を本校の取組も交え、考えていきたいと思います。

② クラスルーム・イングリッシュを使おう

英語を話すことにためらいを感じている先生もおられることと思います。教科化に向けて、自身の英語力を少しずつ向上させていくことも大切です。新教材『We

Can!』には豊富な映像や音声があり、教師用指導書にはQRコードやそのスクリプトも載っています。また、文部科学省の『小学校外国語活動・外国語研修ガイドブック』にもクラスルーム・イングリッシュや基本英会話が掲載されています。それらを参考にして音声をまね、授業の中で使ってみることから始めてはいかがでしょうか。毎日の積み重ねが、教室で即座に英語が出てくることにつながっていきます。また、それらを掲示物にして、児童と一緒に使ってみるのもいいと思います。先生も英語を使うモデルとなっていくことで、児童も積極的に英語で会話を楽しむ姿が見られるでしょう。

本校の小学校では、教室英語100文を厳選し、「クラスルーム・イングリッシュ100」として、英語担当が、担任や教



員に配付しています。これを毎日の職員朝会で教員が輪番制で読み上げ、全員で唱和しています。継続することで担任も英語の授業で、児童への指示を英語でするこ

とに抵抗感が少なくなり、英語力向上が図れます。

③ 授業づくりのポイント

学年が上がるにつれ、ゲームやチャンツでは物足りなくなります。英語を使って伝えられた喜び、伝え合う喜びが、次の活動へのモチベーションを高めることにつながっていきます。ここでは実践したことをもとに、授業作りのポイントをいくつか挙げたいと思います。

(1)単元のゴールにある児童の姿を意識しよう

授業づくりとして、単元のゴールでの児童の様子や状況を想定して、児童がやりとりの中で使うであろう表現を考えます。以下の図は、4月に5年生の単元「自分のことを伝え合おう」の最終時間にペアで行う会話を想定したものです。

5年生 「自分のことを伝え合おう！」

Hello.
I'm Ayumi. A-y-u-m-i, Ayumi. Nice to meet you.

I like ().
Do you like ()?

I like ().
What () do you like?


My birthday is ().
When is your birthday?

I want () for my birthday.
What do you want for your birthday?

Thank you (for listening).

教員用

児童が発話するであろう表現を想定してみる。
児童には提示しない。



5年生 「自分のことを伝え合おう！」 (聞き手)

How do you spell your name?

Do you like ~ ?

What () do you like?

What () do you want?

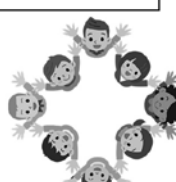
When is your birthday?

What do you want for your birthday?

Nice name!
Me, too. That's nice. Oh, really?
I see. など

教員用

児童が発話するであろう表現を想定してみる。
児童には提示しない。



想定したゴールでの児童の姿を思い浮かべ、指導者は毎時間、それらの表現を1つずつ入れながら授業を進

めていきます。学習した表現の積み重ねが単元のゴールで使えるようにしました。

5年生 「自分のことを伝え合おう」

【各時間に入れるメインの表現 (例)】

ゴール 7時間目	今まで学習してきた表現を使って、友だちとやりとりする。
6時間目	今までの表現
5時間目	I want () for my birthday. What do you want for your birthday?
4時間目	My birthday is (). When is your birthday?
3時間目	I like (). What () do you like?
2時間目	How do you spell your name?
1時間目	My name is (). I am (). I like (). Do you like ()?

毎時間学習した表現を積み重ねて、ゴールでそれらを使ってやりとりする

下の図は、2時間目の授業で、児童のやりとりを想定したものです。

2時間目 (教員用)

Hello.

How do you spell your name?

H-a-r-u-k-a, Haruka.

How do you spell your name?

K-e-n-j-i, Kenji.

I like English. Do you like English?

児童が発話するであろう表現を想定してみる。
児童には提示しない。



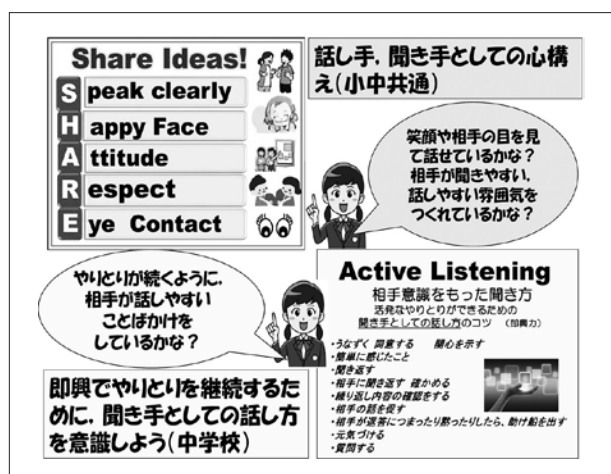
単元の最終では、ペアを変えながら、学習した表現を活用して、1分間程度で自分のことをお互いに伝え合いました。活動の前半と後半の間には中間評価を行いました。児童からは「～さんの話し方がよかったです。」「もっと話せると思う。」「2分間にしよう。」などの感想が出て、後半の活動では、会話がどんどんつながって行きました。こちらの予想以上に児童は積極的に活動に取り組み、指導者として、その姿を見て嬉しく感じるとともに新たな発見をすることができました。そして、児童とつくる授業の大切さを実感しました。

(2) やりとりを続けるコツを知ろう

児童はやりとりをする中で、今まで知らなかった言葉

の言い表し方を知ったり、友達について新たな発見をしたりしていきます。そのため、やりとりを続けるための「聞き手としての話し方」を指導者が意識しておく、Small Talkでも有効に使うことができると思います。それらの表現を自然な形で児童に慣れさせて、即興で使えるようにしていきたいものです。

本校の中学校では「アクティブ・リスニング」を導入し、会話を続けるための「聞き手としての話し方」を教えています。相手意識をもった聞き方には「うなづく・同意する・関心を示す・聞き返す・確かめる・相手の話を促す・相手が返答に困ったら助ける・元気づける・質問する」などいろいろあります。



上の図は小中共通の「話す時の心構え」と、中学校で指導している「Active Listening」です。中学校ではパターン化して教えますが、小学校では新教材のチャンツや映像などの中に入っています。それらの表現を繰り返し聞き、「聞き手としての話し方」が自然と身につくようにしていくのがいいと思います。

例えば、新教材『We Can!①』Unit4 “Let’s Chant: What time do you get up?” のチャンツでは、
I get up at six. (Oh, I see.)
I get up at seven. (Oh, me, too.)
その他にも
Oh, really? So do I. Oh, no! That’s bad.
などの表現が出ています。

また、Unit6 “Let’s Chant: Where do you want to go?” や “It’s a nice country.” のチャンツでは、
児童1: I want to go to France.
児童2: You want to go to France?
(相手の言ったことを繰り返す表現) や
I want to see the Eiffel Tower. (That sounds great.)
You can see the Eiffel Tower. (A great Tower.)
You can buy chocolate. (A nice gift.)
などがあります。

このように、チャンツの中で「聞き手としての話し方（太字斜体）」が出ており、繰り返し口ずさむことにより、聞き手としての表現が身につく、即興で応答できるようになっていきます。Unit1の映像では2人が会話をする中に No, not really. Oh, yes. A new soccer ball? などもあり、指導者がこれらを参考に普通の授業で試してみるのもよいと思います。

(3) 振り返りシートを活用しよう

毎時間の振り返りや単元の最後の振り返りは、次の授業づくりをする上で役に立ちます。毎回、振り返りシートを使って、「何ができるようになったか。」や「授業の感想(コメント)」「こんなことを言いたい・聞きたい。」などを、児童が書きます。教員はそれを読んで次の授業や単元づくりをしていきます。

本校の児童の振り返りには、「好きなものを友達に聞けるようになって嬉しかった。」「今日は少し難しかったです。」「少し会話ができるようになったような気がする。」「次の授業が楽しみです。」などがあり、それらを参考に、授業をつくっていきました。

特に「今日は少し難しかったです。」と書いてあれば、次の授業では、もう一度その表現を異なったアクティビティで試してみるなど、次の授業の組み立てを考えました。


単元の最終で行ったアクティビティの振り返りをいくつか紹介します。

児童自身の振り返りでは、「外国の人が来ても話ができるような気がした。」「英語で話すことができて嬉しかった。」「2分間も友達と会話が続けられてびっくりした。」「もっと話せるようになりたい。」などがありました。友達のことについての振り返りでは、「自分が困ったときに友達が会話を助けてくれた。」「友達がどんどん質問をしてくれて話しやすかった。」「意見が一致して“Me, too.”と言ってくれたのが嬉しかった。」「友達の話す表情がよかった。」などがありました。

【話す時のルール】
どれくらい達成できたかな？（☆をぬろう！）

S	相手に伝わるように分かりやすく、はっきりと話せた。	☆☆☆☆☆
H	にこやかに笑顔で話せた。	☆☆☆☆☆
A	きちんとした態度で話せた。	☆☆☆☆☆
R	間を取るなど、相手の様子を見ながら話せた。	☆☆☆☆☆
E	アイ・コンタクトを意識して話せた・聞いた。	☆☆☆☆☆

「自己紹介」をした感想を書こう！
 ＊自分のがんばったところ、こうすればよかったなど
 ＊友だちの発表を聞いてよかったところ。
 ＊英語で言いたかった表現など



「こんなことを英語で言いたい。」「英語でどう聞けばいいのかな。」など、児童の思いを大切に、クラスの児童に合った単元になるようにアレンジを加えていくことも大切です。普段から児童と一緒に過ごしている学級担任だからこそ、児童の興味・関心に応じた授業づくりができます。他教科との関連も視野に入れ、ぜひ、児童の意見も取り入れた、わくわくするような単元づくりを目指してください。

(4)音声から読むこと・書くことへつなげよう

本校では、段階的に読んだり、書いたりする活動を取り入れています。児童の様子を見ながら、負担のないように、音声で十分に慣れ親しんだ語句や文を、読んだり、書いたりするようにしています。文字が自然と目に入るように絵や写真に文字をつけたり、児童が必然的にそれらを使って書く場合には、4線で文字を表示し、語句の中から選んで、書き写したりすることができるようにし

ています。

また、5年生では、文字に親しめるように「オリジナル英語辞書をつくろう」という単元を設け、グループで簡単な単語集を作成し発表します。「文字の集まり＝単語」、「単語の集まり＝文」を指導者が意識しながら指導しています。絵本やジングルも役に立ちます。また、「Hi, friends! Plus」やそのワークシートも有効な手段です。

実践例 「読むこと」「書くこと」〈高学年〉

①絵本の読み聞かせ
音声からスムーズにインプットを行う。絵本の中で文字に触れる。

②アルファベットジングル
授業で少しずつ導入



③見て書く
辞書を使い4線に書き写すオリジナル辞書づくり



④繰り返し学習したことを、思いを入れて書く




習った語句を使って自分の思いを書く

文字に親しみ、最終的には複数の英文を推測しながら読む活動や「Let's Read and Write.」も使いながら、毎時間に1文程度、書き写したりして、単元の最終には積み重ねたものをまとめ、一人ひとりが書いたものを他の人に読んでもらう活動もできると思います。

④ おわりに

小学校の英語教育が大きく変わる中で、まずは、中学校英語科教員も小学校英語について知り、小中高の接続をより意識した授業づくりを心がけていく必要があります。小学校でつけた力をより伸ばせるように、児童生徒が達成感・成就感をもてるような授業づくりをこれからも考えていきたいと思っています。

引用・参考文献

- ・文部科学省(2018)『We Can!』
- ・文部科学省(2018)『小学校外国語活動・外国語 研修ガイドブック』

上質の授業力(2)

～考え続けることを教える～

PROFILE

佐藤 学

さとう まなぶ

(秋田大学教育文化学部附属教育実践研究支援センター長、秋田大学大学院教育学研究科教職実践専攻長)

1968年岡山県生まれ。奈良教育大学大学院教育学研究科修了。大阪市公立小学校教諭、大阪教育大学附属池田小学校主幹教諭、関西国際大学教育学部准教授、秋田大学教育文化学部准教授、秋田大学教育文化学部教授を経て、2018年より現職。現在、小学校教員及び中学校・高等学校の数学科教員を目指す学生の指導に携わっている。研究分野は算数・数学教育学。現在の研究課題は、「教師・学習者の発展的な思考・態度を習慣化する授業実践モデルの開発」、「数の乗法的分解・合成による計算の工夫とその指導」。主な著書として、「算数の本質に迫る「アクティブ・ラーニング」」(共著、東洋館出版社、2016)、「小学校算数 授業力をみがく 実践編 達人から学ぶ算数道場」(共著、啓林館、2015)。



① 「見積もり」の授業場面から

先日、小学4年「見積もり」の授業を参観して、「考え続ける」ことの意味を再考しました。

授業は、200円持って遠足のおやつの買い物をするという場面から、200円以下の買い物をするときの計算処理を考えるものです。

フーセン ガム 9円	チョコ 14円	グミ 13円	クッキー 26円
ビスケット 158円	ゼリー 29円	あめ 17円	ラムネ 24円
せんべい 38円	ドーナツ 59円	チョコパイ 174円	カステラ 63円

200円で
買える？
買えない？

児童は、まず、筆算で解決しようとしたのですが、その処理が煩雑なことから、四捨五入による処理を考えつきま

した。しかし、四捨五入による処理も、一の位の数字を切り捨てることの不正確さが問題となり、一の位の数字は全て切り上げるといふ、新たな処理を考えました。そして、

200円以下の買い物のお金の見積もりは、切り上げて、値段を多めに見て計算するとよい。

と、学習をまとめました。

② 学習のまとめ

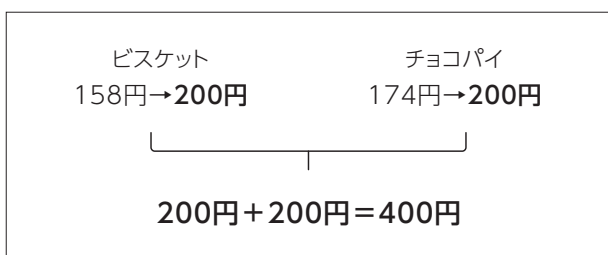
概念的知識の形成には、思考した結果に生み出される知識・技能を散在させたままにするのではなく、構造化することで、理解が促進され、活用可能な状態にすることが大切です。思考力・判断力・表現力等を育成するという視点から、考えを「まとめる」ことは重視されており、授業実践において「まとめ」の場面が徹底されるようになったことは、よいことです。

先の授業場面では、児童は、四捨五入の処理に慣れてきたところでした。したがって、一の位の数字が「5、6、7、8、9」の場合は間違いなく切り上げられますが、「1、2、3、4」の場合はこれまで切り捨ててきただけに抵抗感が

あり、理解が十分でない児童もいます。これを踏まえると、切り上げ処理をする条件「200円以下の買い物のお金の見積もり」があることや、切り上げ処理の操作イメージを強化する「値段を多めに見て」が含まれたまとめは、これまでの知識・技能と本時の学習から得た知識・技能を整理できたと捉えられます。よいまとめの一例です。

③ まとめたことを問い直す

授業の続きです。まとめの後、適用問題が用意されていました。400円で、ビスケット158円とチョコパイ174円と、もう1品を買う問題です。すると、「もう買えない」という児童が何人か現れました。見ると、次のように処理していました。



最初の問題場面では、200円以下という制約から、計算の対象とする値は、1位数または2位数でした。そのため、まとめの「切り上げ」は、『上から1桁の数になるように、切り上げる』の意味で解釈されていたのです。最初とは異なる3位数の場合に取り組むことで、児童は、目的に応じて切り上げの仕方を考える大切さを学習することができました。

多くの授業では、学習のまとめによって一般化されたことにして、問題練習に入ります。しかしながら、この授業場面が物語るように、学習のまとめをしたからといって、知識・技能が構造化され、十分な理解の状態になるとは限らないのです。知識・技能が構造化されていないまま問題練習することは、理解するという営みを安易に考えているといっても過言ではありません。

また、数学的にも、一般化したことは、本当に一般化したことになっているのでしょうか。一般化したことの特性

や妥当性が不明なままです。もし、教科書の記述や教師の語りを権威にして、一般化したとするなら乱暴です。

この授業のように、学習をまとめた後でも、具体的な問題(事象)からまとめを問い直すことをしたいものです。そして、まとめた知識が妥当なものであるか、学習者自らが考え続けていくのです。また、まとめた知識が使える範囲を、学習者自らが考え続けていくのです。その際、「まとめ→事象→まとめ→事象→まとめ→…」の繰り返しが多くなることも考えられます。それこそ、自らの納得のため考えを尽くす姿であり、時間の浪費と考えてはいけません。

④ 考え続けることを教える仕事

教科書は、そうした学習を可能にするように展開してあります。例えば、「61と39」「54と45」「98」「73と33」というように、およそ100のまとまりをつくる学習のところでは、まとまりの数を書き入れるようになっています。まとまりでちょうど100になるのは「61と39」だけですから、「100」と書き入れるには、学習者自身がおおよそ100のまとまりをつくるよさを持ち合わせていなければ難しいことです。また、次には、「740、310、560、410、820、210、980」の数が示され、まとまりの意味や範囲を考える問題が設定されています(清水・他、2015)。

算数・数学の営みは、問題を解くことにありますが、問題を消化していくことではありません。その程度でよければ、優れたアプリケーションが代わりにを務めてくれます。教師の仕事とは、「まとめたことを問い直す」のように、考え続けることを教えることだと思います。

引用・参考文献

・Dörfler, W. (1991): Forms and Means of Generalization in Mathematics, Bishop, A. J. (ed.), Mathematical Knowledge: Its Growth Through Teaching, Kluwer Academic, 63-85

・清水静海・他55名(2015)『わくわく算数4下』啓林館

光の色

～自作したDVD分光器で光源の光を分光する～

PROFILE

田口 哲 たぐち さとし（北海道教育大学教授（札幌校））

1968年北海道生まれ。北海道教育大学卒業。北海道大学大学院理学研究科修士課程・同大学院地球環境科学研究科博士課程修了。博士（地球環境科学）。北海道教育大学講師、准教授を経て2011年より現職。専門は物理化学、化学教育。1999～2001年大学入試センター教科専門委員会委員、2006～2011年大学入試センター教科科目第2委員会委員。化学教育ジャーナル(CEJ)編集委員。著書「理科教育学―教師とこれから教師になる人のために―」（東京教学社）、「解説実験書 新しい北海道の理科」（北海道教育大学）。電気化学・物理化学に関する論文、化学教育に関する論文等多数。



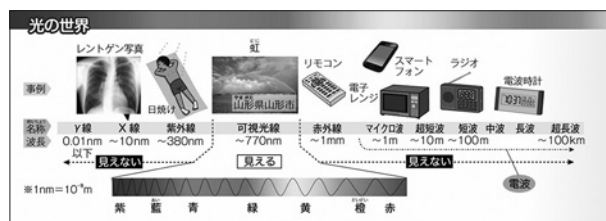
① はじめに

中学校理科では、「光の色」は、発展的事項として教科書で取り上げられることはありましたが、学習指導要領上の学習内容ではありませんでした。しかし、2021年度から全面実施される新しい中学校学習指導要領では、エネルギー領域の単元「光と音」の学習事項として「光の色」が新たに加われました。「光の色」は、虹など身近に見られる自然現象と密接な関わりを持つ学習内容ですので、生徒が興味を持ちやすい内容だと思います。そこで、光の学習で活用でき、安価かつ高性能のものづくり教材でもある、若林氏が開発した「DVD分光器」^{1,2)}を紹介します。

② 「光の色」の学習内容

新学習指導要領では、「(ア)光と音」の「ア 光の反射・屈折」において「光の反射や屈折の実験を行い、光が水やガラスなどの物質の境界面で反射、屈折するときの規則性を見いだして理解すること」とありますが、「内容の取扱い」において、「白色光はプリズムなどによってい

ろんな色の光に分かれることにも触れること」とされています。また、新学習指導要領の解説では「光の色については、例えば、雨上がりなどに虹ができることを取り上げ、白色光はプリズムなどによっていろいろな色の光に分かれることに触れる」とあります。

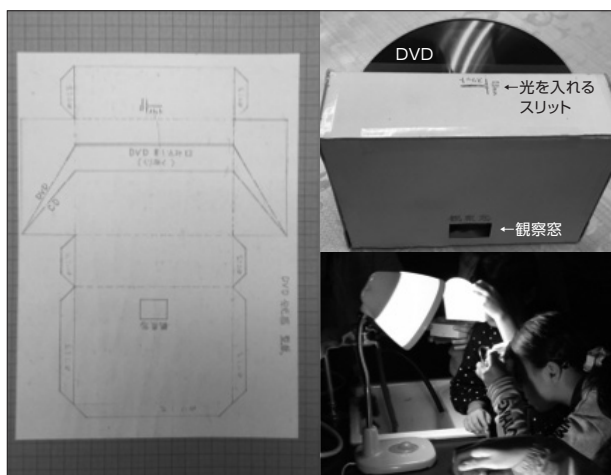


「未来へひろがるサイエンス1」 p.228

③ DVD分光器の作成とスペクトル

プリズムは、光の色（波長）ごとに屈折角が異なることを利用して分光する器具ですが、DVD分光器はDVDを反射型回折格子として利用する分光器です。片面が黒色の工作用紙（例えばアピカ社のカラー工作用紙L判、1枚100円程度、2台作成可）、型紙、DVDがあれば、1人1台の分光器を安価に作成できます（なお、市販の直視分光器は1台2万円近くします）。型紙は、末尾の引用・参考文献2)にあります（J-STAGEからダウンロード可）。

以下が分光器の作成方法です。まず、スティック糊で、工作用紙の黒色ではない面に型紙を貼ります。定規を当てながら、型紙の外周線をカッターで切ります。さらに「スリット」「観察窓」「DVD差込口」を切り抜きます。次に、黒い面が内側になるように、型紙の折線（破線）に沿って折り目をつけます。このとき、カッターの刃の背側を使って折線に傷をつけてから定規を当てて折ると、きれいに折ることができます。最後に、切り出した工作用紙の端をセロハンテープでとめて箱形に組み立て、差込口にDVDを挿入すれば完成です。中学生であれば30分程度で完成できます。作り方を授業で説明して、授業時間外で生徒各自に作らせてもよいでしょう。



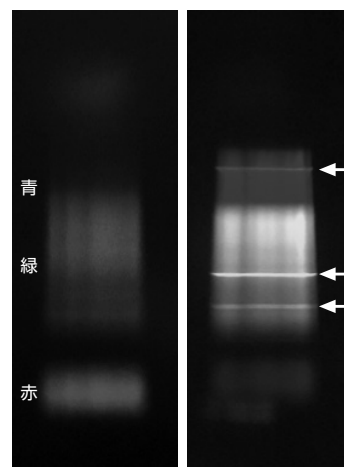
型紙を貼った工作用紙、作成したDVD分光器、DVD分光器を用いた白熱灯の光のスペクトル観察の様子。

光のスペクトルを観察するときは、スリットを光源に向けて観察窓に眼を近づけて観察します。光源としては、白熱灯やLEDランプなどがよいでしょう（前者は熱くなるので触れないよう注意）。これらのスペクトルを観察することで、白色光がいろいろな色の光に分けられる（帯スペクトルが観察される）ことを生徒一人ひとりが体験できます。

さらに発展的にはなりますが、蛍光灯の光のスペクトルを観察するのもおもしろいです。白熱灯やLEDで観察されたようないろいろな色からなる光の帯に何本かの“輝線”が重なって見えます。この輝線（決まった波長の光）は、蛍光灯のフィラメントから出た電子（熱電子）が

蛍光管内の水銀原子に衝突することで励起状態になった水銀から放射されたものです。このとき水銀から紫外線も一緒に放射されますが、この紫外線が蛍光管内壁の蛍光体に当たることによっていろいろな色の可視光に変換され光の帯も観察されるのです。なお、この分光器で街灯（水銀灯）の光を観察すると、蛍光灯で観察された輝線だけが観察できます。

私の研究室では、学生が講師役になって、小・中学生を対象に、このDVD分光器を作成し色々な光源からの光のスペクトルを観察する実験教室（土曜講座）を行いました。子どもたちはみな興味深そうに、様々な光源の光のス



DVD分光器によるスペクトル（左が白熱灯、右が蛍光灯）。両者に帯スペクトルが観察されるが、後者のみ輝線（←）が見られる。（裏表紙カラー写真参照）

ペクトルを楽しんで観察しています³⁾。

生徒各自に分光器を作らせる余裕がない場合は、教員が作った分光器の観察窓にプロジェクターにつないだスマートフォン等のレンズを近づけて、教室のスクリーンにスペクトルを大きく映し出すといった使い方もできます⁴⁾。

最後に安全上の注意事項です。太陽光を観察する場合はスリットを太陽に直接向けない、レーザー光は観察しない、という点は必ず守って観察させてください。

引用・参考文献

- 1) 若林文高、化学と教育、55 (7) 340 (2007)
- 2) 若林文高、化学と教育、65 (2) 76 (2017)
- 3) 田口 哲、並川 寛司、岡村 聡、森田 みゆき、北海道教育大学紀要（教育科学編）、56 (1) 131 (2005)
- 4) 田口 哲、渡辺 勤、化学と教育、50 (4) 329 (2001)

浜田小学校 夏祭り

PROFILE

成田 賢一 なりた けんいち（浜田小学校 第13代父母と教師の会 会長）

1969年青森県生まれ。昭和56年度第九回浜田小学校卒業生。
PTA活動7年目、PTA会長3年目。



① 浜田夏祭り



昭和48年に開校した青森市立浜田小学校は、青森市の中央部に位置し、少子高齢化が進む中、児童数711人（平成30年6月1日現在）という、市内では有数の大規模校です。浜田夏祭りは、開校3年目から浜田小PTAが主催し今年で43回目を迎えます。子どもたちへのアンケートでは、一番好きな行事に選ばれる程で、一学期前半の最終日、明日から夏休みという日の夕方の開催にもかかわらず、ほぼ全ての児童、たくさんのPTA各委員会

の皆さんや先生方、そして付添いの保護者の方々や入学前の子どもたち、またお世話になった先生に会いに来てくれる卒業生など1000人近い人たちが校庭で楽しい時間を過ごします。

② 浜田PTAのメインイベント

浜田小学校のPTAは、昨年度ベルマーク集得点数が青森県1位、そして全国では70位になる程、とても熱心に活動しております。その活動の中でも一番の大仕事、一番の楽しみ、メインイベントが浜田夏祭りです。

毎年5月の運動会が終わるとPTAでの夏祭り準備が本格的にスタートします。各委員会毎に子どもたちが喜びそうな販売品を考え、少しでも安く提供できるように仕入れ、値段決めをします。また子どもたちが欲しいものを確実に購入出来るよう、そして当日のお金の紛失を減らすように、事前に児童全員に注文をとり前売券を配ります。名前を書いた前売券の束を首から下げる子どもたちの姿がとても微笑ましいです。他にも看板の制作や、警察、保健所、消防署への届け出などなど、とてつもない作業量を、文化祭の準備のノリでワイワイと楽しみ

ながら、先輩お母さんのアドバイスの下、そつなくこなしていきます。

当日は、子どもたちが授業をしている朝から、学校の家庭科室をお借りして料理を作るなどの仕込みの準備を始め、子どもたちが下校するのを見はからい、校庭に出店の作業を始めます。普段PTA活動に参加出来ないお父さんたちもその日は仕事を休んでテント設営などの力仕事や、棒パンを焼くための炭起こしなどに協力して下さいます。夏祭りを成功させた次の日も朝早くから、校庭や近隣の清掃、そして売上金の集計をしてやっと長かった夏祭りが終わります。とても慌ただしく忙しい行事ですが、子どもたちのために共に頑張ったPTA仲間との絆と、やり遂げた充実感はこの素晴らしい浜田小学校のPTA活動の原動力になっていると言っても過言ではありません。



③ 浜小ねぶた 出陣!

浜田夏祭りでは、「浜小ねぶた」が運行されます。



青森が誇る「ねぶた祭り」の素晴らしさを子どもたちに伝えようと、PTAはまなす(ねぶた)委員会が、毎年希望者を募り、ねぶた囃子講習会を開いています。

太鼓、笛、鉦(かね)を本場青森ねぶたの囃子団体の方から本格的に指導を受け練習をしています。そして夏祭り当日は、ねぶた師に制作して頂いた「小型ねぶた」を運動部の子どもたちが引っ張り、後ろに続いて囃子の子もたちがねぶた囃子を奏で、練習の成果を披露します。そして、たくさんのハネト役の子どもたちが「ラッセラーラッセラー」と大きな声で掛け声をかけながら、近隣町内を練り歩きます。沿道の方々もたくさん観覧、応援して頂き、地域の方々と一緒に楽しめる浜田地区の夏の風物詩となっています。



④ 浜田の伝統をいつまでも

夏祭りで得た収益金は、「夏祭り基金」として子どもたちのために運用しています。昨年度は学校からの要望に応え、念願だったインターホンを全教室に設置し、子どもたちの学校生活の充実に貢献しています。

子どもたち、先生、保護者、地域の皆様と一緒に楽しみ、一緒に作る小学校の思い出、この素晴らしい浜田夏祭りの伝統を絶やさないように伝えていければと思っています。

秋の紅葉のしくみ



©PIXTA

PROFILE

田中 修 たなか おさむ (甲南大学特別客員教授)

1947年京都府生まれ。

京都大学農学部卒業、同大学院博士課程修了。スミソニアン研究所(アメリカ) 博士研究員、甲南大学理工学部教授を経て、現職。著書は、「植物のかしこい生き方」(ソフトバンク新書)、「植物学『超』入門」(サイエンス・アイ新書)、「植物はすごい」「植物はすごい 七不思議篇」「都会の花と木」「雑草のはなし」「ふしぎの植物学」「植物のひみつ」(以上、中公新書)、「ありがたい植物」「植物のあっぱれな生き方」(幻冬舎新書)、「フルーツひとつばなし」(講談社現代新書)など。



秋に紅葉する代表は、カエデです。この葉っぱの色づき方は、年ごとに異なります。そのため、「今年の色づきはきれい」とか「昨年は色づきが良くなかった」などといわれます。また、「あそこのカエデがきれい」とか「あそこのカエデは、色づきが良くない」のように、場所による違いもいわれます。紅葉の名所といわれるところであっても、色づきは、年によって、場所によって、違いがあるのです。

この理由は、葉っぱが紅葉するためには、「アントシアニン」という赤い色素が新たにつくらなければならないことです。また、きれいに紅葉するためには、葉っぱの緑色の色素である「クロロフィル」が消えねばなりません。

そのために、大切な条件があります。アントシアニンが多くつくられるためには、昼が暖かく、紫外線を多く含む太陽の光が強く当たることです。そして、クロロフィルが消えるためには、夜に冷えることです。

年によって、昼の暖かさや夜の冷え込み具合は異なります。そのため、年ごとに、色づきが「良い」とか「良くない」ということが起こります。また、場所によっても、昼と夜の寒暖の差は異なります。太陽の光の当たり方も違う

ため、紫外線の当たり具合も、場所によって変わります。そのため、紅葉の色づきは、年ごとに、場所ごとによって違いが生じるのです。

このあと、色づいた紅葉がきれいな状態で長く維持されるためには、高い湿度が望まれます。湿度が低いと、葉っぱがカラカラに乾燥し老化してしまうからです。「カエデの名所」といわれる場所は、小高い山の中腹にある谷間の斜面に、多くあります。このような場所では、昼と夜の寒暖の差がはっきりしており、空気がきれいに澄んで、紫外線がよく当たるからです。斜面の下谷には水が流れており、高い湿度が保たれます。「日本三大紅葉の里」といわれる、京都府の嵐山、栃木県の日光、大分県の耶馬溪などは、これらの条件を満たした場所なのです。

家の庭や公園にある、一本のカエデの木でも、太陽の光がよく当たり、夜に冷たい風が当たる高いところにある外側の葉っぱから、先に赤くなります。真っ赤に染まった紅葉を眺めるだけでなく、身近なカエデの木で紅葉の色づき方を観察してみてください。



公開中 啓林館の デジタルコンテンツ

♪ 教科書から
音が出る!

教科書を
動かせる!

今すぐ
使える!

130以上のフリーコンテンツ!



ブラウザで使用する

- STEP1** 下記 URL のサイトにアクセスしてください。
- STEP2** 表示されるページの下部の教科リスト一覧からサムネイルをクリックすると、コンテンツが立ち上がります。

デジタルコンテンツ集ページ

Windows版
体験コンテンツ

URL <http://www.shinko-keirin.co.jp/keirinkan/digital/keirin-web/pc/>



アプリで使用する

- STEP1** COCOAR2 アプリをダウンロードします。
- STEP2** アプリを使い指定の教科書紙面部分にかざすとコンテンツが起動します。

androidアプリ(無料)



iOSアプリ(無料)



アプリが使える
教科書紙面一覧



※動作環境は各ホームページをご覧ください。



— 知が啓く。 —
啓林館

本社 〒543-0052 大阪市天王寺区大道4丁目3番25号
東京支社 〒113-0023 東京都文京区向丘2丁目3番10号
北海道支社 〒060-0062 札幌市中央区南二条西9丁目1番2号サンケン札幌ビル1階
東海支社 〒461-0004 名古屋市東区葵1丁目4番34号 双栄ビル2階
広島支社 〒732-0052 広島市東区光町1丁目7番11号 広島CDビル5階
九州支社 〒810-0022 福岡市中央区薬院1丁目5番6号 ハイビルズビル5階

電話 (06) 6779-1531
電話 (03) 3814-2151
電話 (011) 271-2022
電話 (052) 935-2585
電話 (082) 261-7246
電話 (092) 725-6677