

R I S U K E I R I N

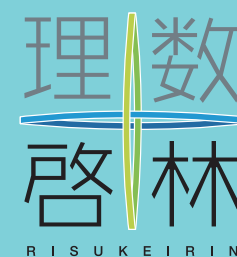


<http://www.shinko-keirin.co.jp>

※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 |



巻頭特集

# カリキュラム・ マネジメント

榎本 智司 ー国立音楽大学教授ー

教授用資料

KEIRINKAN

## CONTENTS

## 01 特報

《 フォーラム開催レポート 》「わくわく科学フォーラム in OSAKA」開催レポート

## 04 巻頭特集

《 カリキュラム・マネジメント 》

カリキュラム・マネジメント

-これからの学校教育の充実のために-

榎本智司(国立音楽大学教授)

## 10 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

見えないところに数理を見る -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〉田代勝(東京学芸大学附属大泉小学校教諭)、菊地良幸(東京学芸大学附属大泉小学校教諭)、

傍士輝彦(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

植物工場 -植物の成長と光合成-

〈監修〉金子美智雄(元 全国連合小学校長会理事)

〈執筆〉白川恒(東京都練馬区立石神井西中学校 主任教諭)

《英 語 編》評価再評価 -端境期は絶好のお試し期間-

〈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〉今井京(石川県野々市市立富陽小学校指導教諭)

## 22 授業力をみがく

《小 学 校 編》理科の指導にあたって

子どもが主役になる授業を創る

中西史(東京学芸大学自然科学系基礎自然科学講座理科教育学分野講師)

《中 学 校 編》数学の指導にあたって

対話的な学びの実現に向けて

牧野智彦(宇都宮大学准教授)

## 26 地域の窓

加賀市立小学校におけるふるさと学習

-ふるさとを愛する子どもを育てるために 中谷宇吉郎雪の科学館の活用-

山田利明(加賀市立山代小学校校長)

## 28 季節の科学トピックス

暖かくなると、樹木は芽吹くのか?

田中修(甲南大学特別客員教授)

ノーベル賞の先生がやってくる！

# わくわく科学フォーラム in OSAKA

開催  
レポート

～未来へ伝えたいこと～

啓林館では、ノーベル賞受賞者で弊社理科教科書著者でもある大隅良典先生をお招きして、2017年12月9日、「わくわく科学フォーラム in OSAKA ～未来へ伝えたいこと～」を開催しました。

当日は大隅先生より、若い世代へのメッセージをご自身の経験を踏まえてご講演いただき、「わくわく学習教室\*」に参加してくれている子どもたちからの質問にも答えていただきました。また、飯田秀利先生との対談では、酵母（オートファジックボディ）の実物投影も行っていました。以下、簡単ですが、当日の様子をレポートします。



当日は大隅先生のご厚意で、ノーベル賞メダル公式レプリカをロビーに展示しました。

わくわく  
学習教室

\* 2013年より啓林館大阪本社の多目的ルームにて「わくわく学習教室」を開設。近隣地域の子どもたちを対象に、これまで延べ1500人以上の方に学ぶことの楽しさを体験していただいています。

## ① 石浦章一先生によるイントロダクション

大隅先生とは、東京大学で同じ研究室に所属されて以来のお付き合いで、大隅先生の後を引き継いで小学校理科教科書の編集委員長をしていただいている、石浦章一先生に、イントロダクションをお願いしました。

大隅先生のノーベル賞受賞の意義、特に、自然科学分野での単独受賞は非常に珍しいこと、また、未来の日本を担う子どもたちへの期待、大隅先生の理科教育への思

いなどを、ユーモアを交えてご紹介いただきました。



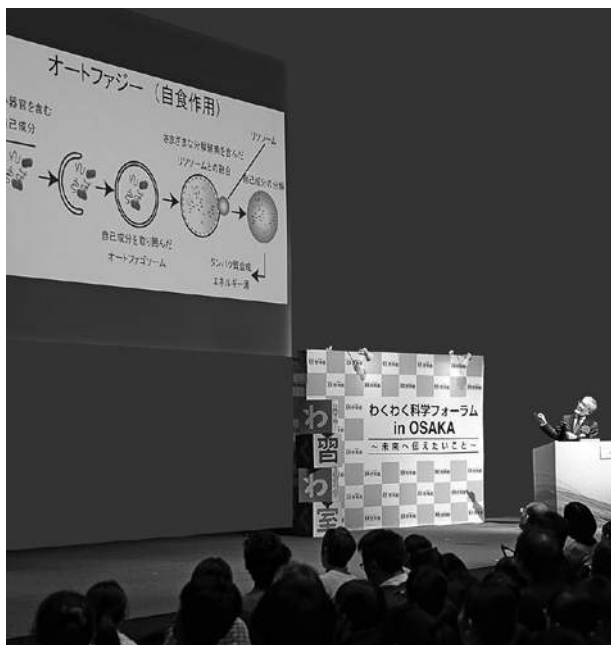
石浦章一先生によるイントロダクション。大隅先生も、笑顔でお聞きになっていました。

## ② 大隅良典先生ご講演

当日は、小学校から高校までの児童・生徒のみなさん、保護者の方、学校の先生方など、幅広い方にご来場いただきました。そこで、まず大隅先生は、「すべてがわかる必要はありません。わからないことがあるということ、楽しみにしてください」とおっしゃっていただきました。

ご講演では、子ども時代に遡って、どのようにして科学や生物学に惹かれたか、そして、酵母との出会いや、当時は「細胞のゴミ溜め」程度に考えられていた「液胞」に興味を抱き、「人がやらないことをやりたい」という思いから、研究を始めたきっかけを教えてくださいました。

また、細胞内のタンパク質分解とその意味について、貴重な画像とともに、詳しくご解説いただきました。特に、2016年ノーベル生理学・医学賞の受賞理由となった「オートファジー(細胞の自食作用)」について、「飢餓下の生存に必須な、栄養素のリサイクル」と、「過剰なもの・有害なものの除去」の2つの主要な機能をご紹介いただきました。



オートファジーについて、大隅先生ご自身が解説。小学生から大学の先生まで、熱心に聞き入りました。

最後に、「若い世代へのメッセージ」として、次の7つのメッセージを伝えてくださいました。

### 若い世代へのメッセージ

- 人と違うことを恐れずに、自分らしく生きよう
- 自然と親しみ、小さな発見を大切にしよう
- 生物に学んで、多様性を大切にしよう
- 情報に流されず、自分の眼で確かめよう
- 疑問や抱いた興味を大事に育てよう
- 急いで結果を求めず、基礎的な考え方を身につけよう
- 自分の可能性を大事にしよう

大隅先生からのメッセージ。ご自身の経験を踏まえて、貴重なメッセージをいただきました。

## ③ 子どもたちから大隅先生への質問コーナー

このコーナーでは、総合司会の古川圭子アナウンサーにもファシリテーターとして参加していただき、小学2年生から中学2年生まで、「わくわく学習教室」会員と卒業生の9人の子どもたちから、大隅先生に質問をしていただきました。

「私はいろいろなことに興味がありますが、1つのことに集中して勉強できるのは大切なことですか?」「もし違う研究をされるとすれば、どんな研究をしたいですか?」などの質問に、1人ひとり、真摯に向き合って答えてくださいました。



子どもたちの鋭い質問、ユニークな質問に、時に答えに詰まりながらも、真摯に答えてくださいました。

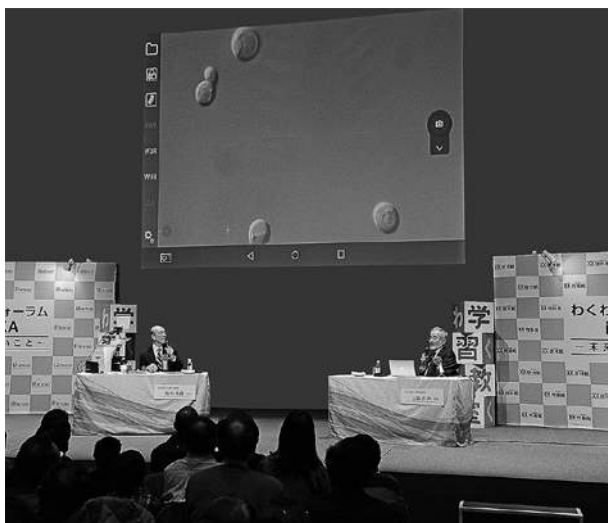
#### ④ 飯田秀利先生と大隅先生との対談コーナー

大隅先生が設立された「大隅基礎科学創成財団」理事で、「分子生物学者」と「小学校長」という2つの立場の経験をお持ちの、飯田秀利先生に、大隅先生との対談をお願いしました。

冒頭、酵母の「オートファジー」の現象を、その場で実際に、顕微鏡で見せていただきました。



酵母が入った容器を手にした飯田先生。(顕微鏡と投影装置の貸与・設置は、株式会社ニコン、及びケニス株式会社にご協力いただきました)



オートファジーの途中で生成される「オートファジックボディ」が見られ、大隅先生に生解説していただきました！

対談では、大隅先生の教育や研究への思いとともに、大隅先生ご自身の子どものころのエピソードなども引き出していただきました。また、教育の仕事の素晴らしさ・大切さにもあらためて触れていただき、ご来場の多くの先生方へ、エールをいただきました。

#### ⑤ おわりに

最後に「わくわく学習教室」を代表して2人の子どもさんから、大隅先生に花束贈呈をしていただきました。



子どもさんからの花束贈呈の後、握手をされる大隅先生。

終了後のアンケートでは、多くの方からご感想をいただきました。ここに一部をご紹介します。

- 内容は小2の子には難しかったようですがとてもよい経験となり、子にとって自信につながったと思います。(主婦)
- ノーベル賞をとった大隅先生の話が聞けるという貴重な体験ができたのでよかったです。知らない事をたくさん学べたのでとてもいい時間でした。(中学生)
- 先生の考えていることが聞けてよかったです。自分も将来薬剤師になって研究の道に進みたいと思っているので1つの事に限らず色々な事に触れようと考えました。(高校生)
- 「実際から多くのことが学べる」という言葉が聞けたのでよかった。実際の顕微鏡で説明されてよかった。(会社員)

当日は、お忙しい中、多くの方にご来場いただき、あらためてお礼申し上げます。弊社では、これからも、さまざまなフォーラムを企画して、教育に貢献していきたいと考えています。

# カリキュラム・マネジメント

～これからの学校教育の充実のために～

## PROFILE

**榎本 智司** えのもと さとし（国立音楽大学教授）

1957年東京都生まれ。

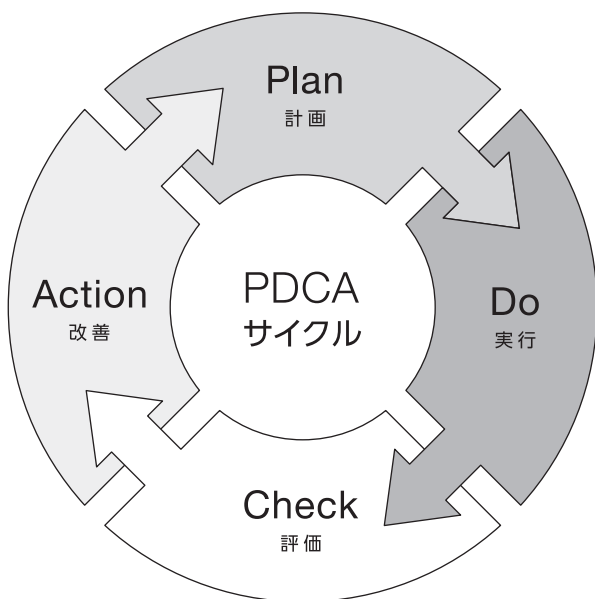
東京学芸大学卒。東京都公立中学校、マドリッド日本人学校、東京都立高等学校の教諭、東京都教育庁、多摩地区の指導主事、指導室長を経て、にしみたか学園三鷹市立第二中学校長、新宿区立新宿中学校長、統括校長として勤務。この間、東京都中学校長会会長、全日本中学校長会会長を歴任。2017年から現職。

『中学校 新学習指導要領の展開（総則）』（明治図書、2017年）、『速攻理解!最新の教育改革2017』（教育開発研究所、2017年）



## ① はじめに

学校でもマネジメントの重要性が指摘されるようになりました。そして、Plan（計画）⇒Do（実行）⇒Check（評価）⇒Action（改善）のPDCAサイクルを確立することが求められ、各学校で積極的に取り入れられるようになりました。



ただ私自身、校長のときには、学校行事の終了後、学期末、あるいは年度末に子ども、保護者、地域住民、そして教員にアンケート形式で意見を求め、その後の学校経営や次年度の教育課程の編成・実施等に生かしていくという程度の対応をしているだけでした。

一昨年12月に『幼稚園、小学校、中学校、高等学校及び特別支援学校の学習指導要領等の改善及び必要な方策等について（答申）』（以下、『答申』）が出され、昨年3月には、小学校と中学校の次期『学習指導要領』が告示されました。

この『学習指導要領』の総則は、「カリキュラム・マネジメント」について、「各学校においては、児童（生徒）や学校、地域の実態を適切に把握し、教育の目的や目標の実現に必要な教育の内容等を教科等横断的な視点で組み立てていくこと、教育課程の実施状況を評価してその改善を図っていくこと、教育課程の実施に必要な人的または物的な体制を確保するとともにその改善を図っていくことなどを通して、教育課程に基づき組織的かつ計画的に各学校の教育活動の質の向上を図っていくこと（以下「カリキュラム・マネジメント」という）に努めるものと

する」と述べています。

このことから、今後の学校教育を考えていく際に、「カリキュラム・マネジメント」が重要になってくることが理解できます。

そこで本稿では、「カリキュラム・マネジメント」の意味すること、「カリキュラム・マネジメント」の実現に向けて配慮すべきこと、そして、最後に具体的に「カリキュラム・マネジメント」のポイントについて私見を述べます。

## ②「カリキュラム・マネジメント」とは？

### (1)「カリキュラム・マネジメント」とは？

カリキュラム・マネジメントという言葉が初めて文部科学省の文章で使われたのは、2008年の『幼稚園、小学校、中学校、高等学校及び特別支援学校の学習指導要領等の改善について（答申）』であり、各学校においては、教育課程や指導方法等を不断に見直すことにより効果的な教育活動を充実させるといった「カリキュラム・マネジメント」を確立することが求められると述べています。

また、2016年の『答申』には、「カリキュラム・マネジメント」について次の3つの側面からとらえることができるとしています。

①各教科等の教育内容を相互の関係で捉え、学校教育目標を踏まえた教科等横断的な視点で、その目標の達成に必要な教育の内容を組織的に配列していくこと。

②教育内容の質の向上に向けて、子ども達の姿や地域の現状等に関する調査や各種データ等に基づき、教育課程を編成し、実施し、評価して改善を図る一連のPDCAサイクルを確立すること。

③教育内容と、教育活動に必要な人的・物的資源等を、地域等の外部の資源も含めて活用しながら効果的に組み合わせること。

今後、「カリキュラム・マネジメント」の実現のためには、この3つの側面をしっかりと理解し、実現させていくことが求められます。

### (2)なぜ今、「カリキュラム・マネジメント」なのか？

学校教育の目的や目標を達成するために、教育の内容を子どもの心身の発達に応じて、授業時数との関連において総合的に組織した学校の教育計画が教育課程です。

これまでも子どもや地域の実態を踏まえ、教職員だけでなく、保護者や地域住民の思いや願いも受け入れながら、教育課程が編成され実施されてきました。

これまでの教育課程の編成・実施を振り返ってみると、(1)で述べた「カリキュラム・マネジメント」の3つの側面のうち②に重点が置かれてきました。しかし、これからの予測困難な時代に、子ども達一人ひとりが未来の造り手となれるような教育活動を展開していくためには①、③の側面も併せて重視していくことが求められます。つまり、①から③までの側面をバランスよく、うまく取り入れながら教育課程を編成し、実施し、評価して改善を図っていくこと、つまり「カリキュラム・マネジメント」を実現することが重要になります。



### ③「カリキュラム・マネジメント」 の実現に向けた考え方、配慮事項など

今後、「カリキュラム・マネジメント」を実現させるためには、今回の学習指導要領の改訂の趣旨等も十分に踏まえて対応することが重要になります。そこで、2016年の『答申』及び小学校、中学校の次期『学習指導要領』等を参考にしながら、今後、学校経営を行う際に重視しなければならない基本的な考え方や配慮事項等についてみていきます。

#### (1) 教職員が社会の動きに敏感になること

『答申』は、人工知能の急速な進化が、人間の職業を奪うのではないかと、今学校で教えていることは時代が変化したら通用しなくなるのではないかとといった不安の声もあり、それを裏付けるような未来予測も多く発表されていると述べています。

子ども達の65%は将来、  
今は存在していない職業に就く

キャシー・デビッドソン  
ニューヨーク市立大学大学院センター教授

今後10～20年程度で、  
半数近くの仕事が  
自動化される可能性が高い

マイケル・オズボーン  
オックスフォード大学准教授

2016年「答申」より

しかし、学校の教職員にこのような危機感があるでしょうか。『学習指導要領』が告示されると、やがて『解説』が発行され、次いで教科書、指導書が発行されます。正直、私はそれを待って対応すれば大丈夫というような

気持ちがありました。しかし、社会は加速度的に変化しています。教職員一人ひとりが、そのことを十分に認識して、社会の動きや要請に敏感になり、教育課程の編成・実施に生かしていくことが求められます。

#### (2) 「学びの地図」としての教育課程

『答申』は、教育課程や学習指導要領は、学校教育を通じて子ども達が身に付けるべき資質・能力や学ぶべき内容などの全体像を分かりやすく見渡せる「学びの地図」であり、学校関係者だけではなく家庭や地域、社会の関係者が幅広く活用できるものとなることが求められると述べています。「学びの地図」という表現である以上、教職員だけでなく誰にでも学校の目指す方向性が理解できるものでなくてはなりません。

学校の文書は、専門用語が多くて理解できないという保護者や地域の声を聞くことがあります。今後は、日頃学校が発出する文書も含め、誰にでも理解できるわかりやすい言葉を用いて教育課程等を作成し、保護者や地域、社会にも広く公表し理解を求めていくことが求められます。

#### (3) 「外の風」を取り込むこと

今後は、「社会に開かれた教育課程」が重要です。

『答申』は、学校教育に「外の風」、すなわち、変化する社会の動きを取り込み、世の中と結びついた授業等を通して、子ども達が人生を前向きに考えたり、地域や社会とかかわったりする中で社会的、職業的自立に向けた学びを積み重ねることが大切と述べています。このように「外の風」を積極的に学校に取り込むこと、併せて「内の風」、つまり学校から地域や社会への発信もこれまで以上に重視し双方向の関係づくりが重要です。

#### (4) 主体的・対話的で深い学びを重視すること

主体的・対話的で深い学びは、子ども達の質の高い学びを引き出すことをねらいとしており、さらにそれを通してどのような資質や能力を育むかという観点から、

学習の在り方の問い直しを目指すものです。また、「カリキュラム・マネジメント」は、学校の組織力を高める観点から、学校の組織や運営について見直しを迫るものです。このように、主体的・対話的で深い学びと「カリキュラム・マネジメント」は、授業改善や組織の改善など学校の全体的な改革を行うポイントになることを踏まえ、両者を連動させながら学校経営を考えることが重要です。

#### (5) 特別の配慮を要する子どもに対応すること

現行の小学校、中学校の『学習指導要領』でも、障害のある子ども、海外から帰国した子どもに対する配慮についての重要性に触れています。

しかし、次期『学習指導要領』については、総則の部分に「第4 2 特別な配慮を必要とする児童(生徒)への指導」と独立した項目として設定されました。障害のある子どもに対する配慮事項もこれまでより詳細に書き込まれています。また、海外から帰国した子どもだけでなく、日本語の習得に困難のある子どもについて追加され、配慮事項もやはり詳細になっています。さらには、現行『学習指導要領』には盛り込まれていなかった不登校の子どもへの対応も盛り込まれました。

行政のさまざまな支援がないと実現が難しい部分もありますが、学校も多様化している一人ひとりの子どもに応じた教育をこれまで以上に推し進めることが求められます。

#### (6) 学級経営を重視すること

現行『学習指導要領』では、総則において学級経営の充実が位置付けられているのは小学校だけです。しかし、子ども達の学習や生活の基盤になるのは、日々の生活を共にする基礎的な集団である学級やホームルームです。

今、いじめや不登校をはじめさまざまなことが課題となっています。このような時期だからこそ、子ども達の学習活動や学校生活の基盤としての学級という場を豊か

なものにしていくことが重要になります。

#### (7) 移行措置期間の対応を考えること

次期『学習指導要領』は、小学校は2020年度、中学校は2021年度から全面实施されます。今年度から小学校では2年間、中学校では3年間移行期間として設定されています。

移行期間の対応については、2017年7月に『小学校及び中学校の学習指導要領等に関する移行措置並びに移行期間中における学習指導等について(通知)』が文部科学事務次官名で発出されており、各学校とも、すでに今年度から具体的な対応が始まっています。

その中で、小学校における外国語活動、そして次期『学習指導要領』に盛り込まれた外国語など、移行措置期間、全面实施の期間としばらくの間、毎年、児童が小学校で学ぶ時数は異なります。そのことを踏まえ中学校と近隣の小学校との外国語活動、外国語の学習内容などについての緊密な連携が必要になりますし、小学校、中学校ともに指導内容等を毎年見直す必要が出てきます。他にも、移行期間中に配慮しなければならないことが多々あります。スムーズな全面实施に向け、移行期間中の対応について綿密な計画のもと対応することが求められます。



## ④「カリキュラム・マネジメント」の実際

ここでは、P.5の「②カリキュラム・マネジメントとは?」で取り上げた「カリキュラム・マネジメント」の3つの側面のうち、①～③のポイントについて触れることにします。

### (1)教科横断的な対応の必要性

これまで長い間、我が国の学校教育は教科ごとに授業が行われ、中学校や高等学校においては教科担任制がとられてきました。

確かに、資質や能力は、各教科の学習を通じて育成されていきます。しかし、それらは必ずしも特定の教科や単元によって育成されるものではありません。

たとえば、次期『学習指導要領』中学校の技術・家庭の目標の(2)に「生活や社会の中から問題を見いだして課題を設定し、解決策を構想し、実践を評価・改善し、表現するなど、課題を解決する力を養う」というものがあります。これは、技術・家庭だけではなく、社会や理科の授業においても同様に扱うことができます。また、表現する際には文章力が必要になり国語との関連も図ることができます。さらには、取り上げた問題が人々の健康や安全に関わることであれば、保健体育などとの関連を図ることもできます。

まず教員自身が教科等横断的な発想をもち、授業等を再構成していくことが求められます。教員がそのような発想をもち授業に臨むことで、子ども達は教科の枠にとらわれずに自分が理解したこと、できるようになったことをフル稼働させ、「生きる力」を身に付けることができるようになります。

### (2)教育課程の編成、実施、評価、改善の方法

次期『学習指導要領』は、教育課程に関する基本的な事項について、児童・生徒が

- ①何ができるようになるか(育成を目指す資質・能力)
- ②何を学ぶか(教科等を学ぶ意義と教科等間・学校段階間のつながりを踏まえた教育課程の編成)

③どのように学ぶか(各教科等の指導計画の作成と実施、学習・指導の改善・充実)

④子ども一人ひとりの発達をどのように支援するか(子どもの発達を踏まえた指導)

⑤何が身に付いたか(学習評価の充実)

⑥実施するために何が必要か(学習指導要領等の理念を実現するために必要な方策)

という6点で整理し、教育課程の編成の手順を分かりやすく整理しています。

このことを踏まえ、全ての教職員が校内研修等を通じて、P.6の「③「カリキュラム・マネジメント」の実現に向けた考え方、配慮事項など」も含めて、十分に理解を深め対応することが求められます。

また、教科等横断的な視点からの取り組みを重視し、それを実現させるための体制を確保したり、改善を行ったりしていくこと、管理職や一部の教員だけではなく学校全体の取り組みとするために、教科等や学年を超えた組織運営を行うことも大切です。

冒頭でも述べたように学校行事の後や年度末に教職員等にアンケート調査を実施し、集計し、それを職員会議等に提出し確認する。それをもとに、管理職と一部の教員で教育課程が編成されるというのは、「カリキュラム・マネジメント」の実現には不十分と言わざるを得ません。

さらに、これからは「社会に開かれた教育課程」を重視する観点から、教育課程について検討する組織に保護者や地域をメンバーに加えたり、子どもの声も積極的に反映させたりするような取り組みも重要です。

### (3)地域資源の活用

以前に比べると、学校と保護者や地域住民との距離は近くなりました。また、最近では企業も地域貢献活動の一環として、積極的に学校とかかわりをもとうとしてくれています。

子ども達が変化の激しい社会の中で、日々充実した

生活を実現し、未来の創造を目指していくためには、学校が社会との接点を積極的にもつことが大切です。その中で、子ども達が多様な人たちとつながりを保ちながら学ぶことができるようになります。

その意味で、地域の人的・物的資源を積極的に活用していくことが求められます。ただ「活用」というのは一方通行の発想です。活用するということだけではなく、子ども達の指導や支援で来校してくださる方々が、学校とかかわることに「楽しみ」「喜び」を感じ、参加したあとは「満足感」「幸福感」を得られるように学校側がコーディネートしていくよう配慮していくことが求められます。学校に関わってくださる方々にとって、自分のため、そして、自分の生きがいにつながるような学校との関係づくりが、「社会に開かれた教育課程」の実現には大切です。



## ⑤ おわりに

私は教員生活をスタートして以来、初めて今回『答申』や次期『学習指導要領』に丁寧に目を通してきました。その中で、これからの学校教育の在り方を考えるためには、答申や学習指導要領をしっかりと読み込み、十分に理解することが極めて大切なことに改めて気が付きました。

ぜひ、私のこの拙い文章を読んでくださった皆様方も読み込んでいただき、自分なりに理解し、自分の言葉

で語れるようになっていただきたいと思います。それが、「カリキュラム・マネジメント」のスタートであると思っています。



### 引用・参考文献

- ・「小学校学習指導要領」(2017年3月)
- ・「中学校学習指導要領」(2017年3月)
- ・中央教育審議会「幼稚園、小学校、中学校、高等学校及び特別支援学校の学習指導要領の改善について(答申)」(2008年1月)
- ・中央教育審議会「幼稚園、小学校、中学校、高等学校及び特別支援学校の学習指導要領等の改善及び必要な方策等について(答申)」(2016年12月)
- ・文部科学省「中等教育資料」(2017年6月号)
- ・教育開発研究所「教職研修」(2015年6月号)

算数・数学は、身近な暮らしの中で役立ちます

## 見えないところに数理を見る 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8回執筆〉

**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。

**菊地 良幸** きくち よしゆき (東京学芸大学附属大泉小学校教諭)

1980年秋田県生まれ。東京学芸大学卒。稲城市立稲城第七小学校教諭を経て現職。

**傍士 輝彦** ほうし てるひこ (東京学芸大学附属世田谷中学校教諭)

東京都教員を経て現職。物理学や工学関連からの題材を工夫し、数学を縦横に使って新たなことを発見できる生徒を育てたいと考えている。

### ① 子どもたちはこんな場面を 算数・数学を使って考えたことがありますか？

地球の一番近くにある天体は「月」です。近いといっても、約38万kmで、ざっと地球の円周の10倍ほどもあります。



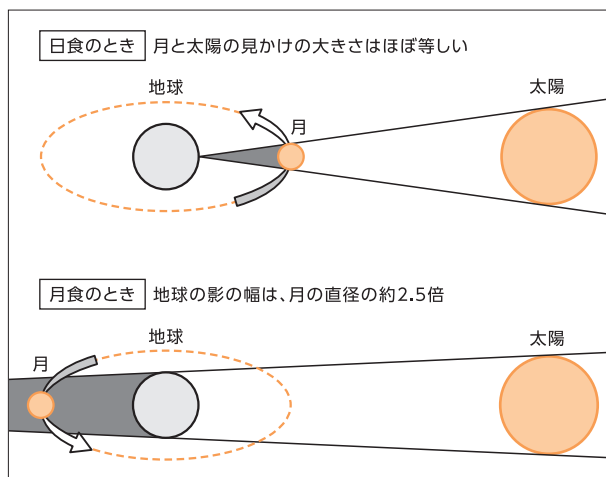
半世紀前のアポロ計画で月までを往復したときは、1週間もかかったそうです。こんなに遠い場所へ行くのに、確実に月面へ降り立ち、また地球に戻ってくるとは大変なことであると感心させられます。

2018年1月2日には、スーパームーンといわれる大きな月が見られ、話題になりました。月と地球との距離が接近したのです。その距離は35万6570kmでした。月は地球の周りを楕円軌道で公転していて、地球との距離は、およそ38万±2万kmになるようです。

さて、はるか遠くにある月までの距離がわかるのは、なぜでしょうか。

ここで、算数・数学を使って考えてみましょう。例えば、小学6年「図形の拡大・縮小」の単元で、対応する辺の長

さの比が等しく、対応する角の大きさが等しい2つの図形は、拡大・縮小の関係にあることを学びます。応用場面として、そのような関係にある2つの図形は、1辺の長さがわかれば、対応するもう1辺の長さが求められることを学びます。算数・数学で見つけ出された性質を基に、現実の世界で“見えないところにも図形を見いだす”という数理的な解釈をすると、月までの距離が求められるという例を紹介します。



紙面上の図形をもっともっと大きくイメージして、地球と月を結ぶ直線を1辺とするような図形を考えてみてはどうでしょう。縮図を描くことができれば、算数・数学を

使って距離を導き出すことができます。

実は月までの距離については、古くは2000年ほど前、ギリシャのヒッパルコスという数学者が、かなり正確に求めていました。地球上の2点から日食(月が太陽を隠す現象)を観測して、太陽の隠れ具合の差などを調べ、月までの距離は、少なくとも地球半径の59倍であることを導き出しました。その時代、地球の半径は既に一部で知られていましたから、それを用いて求めたのです。

このように、距離を直接測ることができないとき、その空間の中に図形を見いだす数理的な解釈により、解決する知恵が使われていたのです。



(画像出典: NASA)

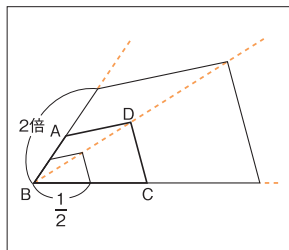
なお現代では、アポロ計画で月面に置いてきた光を反射する鏡(リトロリフレクター)にレーザー光線を当てて、戻ってくる時間を計るそうです。ここでは、

光の速さ(秒速約30万km) × かかった時間(秒)

より、時間さえ正確に計ることができれば、月までの距離を正確に求めることができます。これは、「速さ×時間＝距離」という算数・数学を用いて、現実の世界に活用している場面といえそうです。

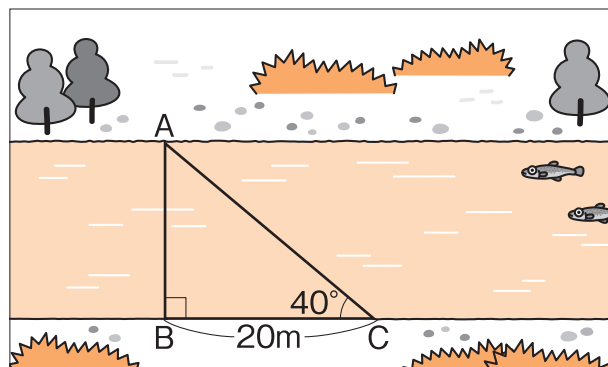
## ② 算数・数学がこんなにつながります

小学6年「図形の拡大と縮小」では、方眼を使ったり一点を中心にしたりして拡大図や縮図を描き、対応する角の大きさが同じで対応する辺の長さの比が同じ図形について学びます。

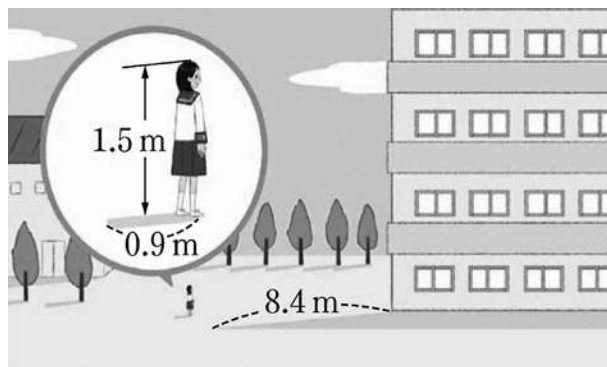


活用場面として、「川を渡らずに川幅を求めよう」という

題材があります。下の図のように、対岸の目印Aから垂直にある点Bを決めます。川に沿って20m歩いた点Cに行くと、目印Aが川岸(川の流れ)に対して、 $40^\circ$ だったとします。このとき川の幅は、 $\angle C=40^\circ$ となるような直角三角形の縮図を描いて、ABの長さを求めます。この場合は100分の1の縮図が適当ですが、拡大・縮小の関係を理解していれば、縮尺が変わっても求められることがわかります。



中学3年「図形と相似」では、相似の利用の中で、校舎の高さを調べる場面があります。ここでは、同じ時刻における様々な物の高さや影がつくる直角三角形が相似であることを考え、計算で求めます。下図の場合、影の長さの比が相似比であることを見つけます。



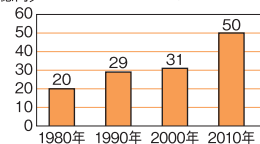
自分の身長 :  $x$  = 自分の影の長さ : 校舎の影の長さ

とし、計算で求めます。

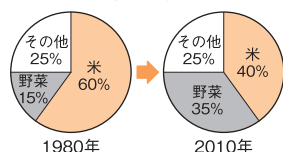
このように、どちらもそのまま測ることができない長さに、直角三角形を当てはめて考えています。高校数学では、三角関数を用いて更にスマートに求められます。月までの距離については、このように考えられましたが、もっと遠い星の距離はどうなるのでしょうか。更なる課題が見つかりそうです。

### ③ こんな展開はいかがでしょう (小学5年:「百分率とグラフ」)

〔億円〕 みらいさんの町の農業生産額



種類別の割合



2010年は、1980年と比べて米の割合が60%から40%に減っているから、米の生産額は減っています。



「百分率とグラフ」の学習では、このように、基準量の違いから生まれる誤解を取り上げる内容がよく扱われます。実際には、米の生産額の割合は小さくなっていますが、生産額は、12億円(20億円×0.6)から20億円(50億円×0.4)へと増えているわけです。この場面、実際の生産額を表で提示してみてはいかがでしょうか。

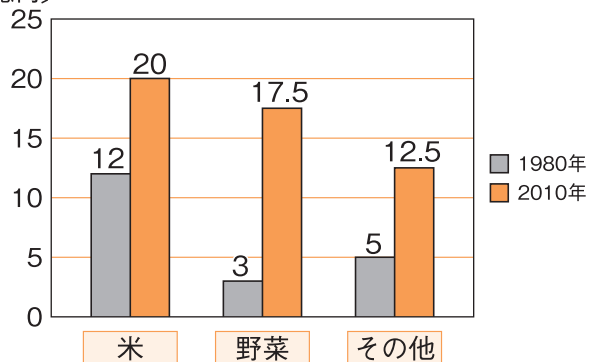
みらいさんの町の農業生産額(単位:億円)

|     | 1980年 | 2010年 |
|-----|-------|-------|
| 米   | 12    | 20    |
| 野菜  | 3     | 17.5  |
| その他 | 5     | 12.5  |
| 合計  | 20    | 50    |

この表をもとに、「農業生産の様子の変化がわかるようにグラフに表してみよう」と問います。ここで敢えて、帯グラフや円グラフだけでなく、棒グラフに表すことを促してみます。

〔億円〕

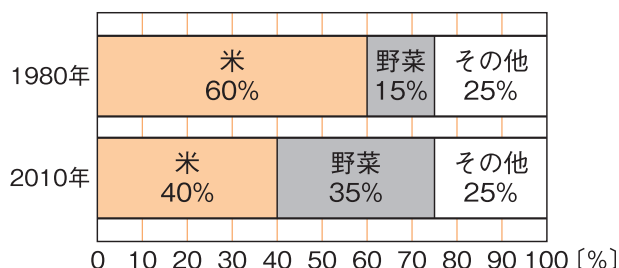
種類別の生産額



棒グラフで表すと、野菜が大きく増えていることが

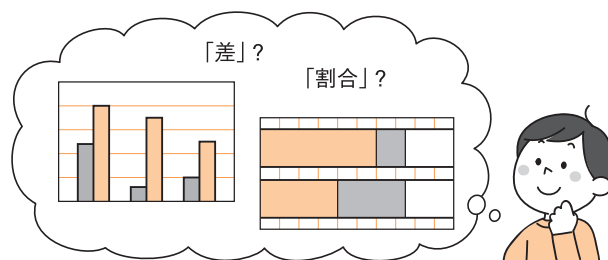
読み取れます。見方によっては「全体的に生産が高くなっている」様子が伝わりやすいといえます。しかし、これを割合で捉え直すと「様子の変化」が違う形で見えます。

種類別の割合



帯グラフに表すと、野菜の生産額が占める割合が大きくなっていると同時に、米の生産額が占める割合が小さくなっていることも読み取れてきます。また、「米の生産額の増加が見えにくい」ことに目を向けることもできるでしょう。

帯グラフや円グラフは「割合」、棒グラフは「差」に着目したグラフです。「割合」で見えるか「差」で見えるか、この判断に関わる経験は、「単位量あたりの大きさ」や「百分率とグラフ」の学習で積んでいます。グラフの選択においても同じような判断が必要とされます。今まで学習してきたグラフの特徴について解釈がより一層深められるはずです。



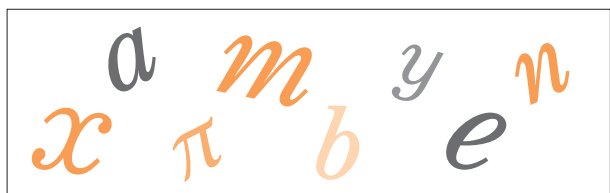
ここで取り上げた内容は、第5学年の内容ですので、「割合の見方のよさ」に注目させることは大切なことですが、グラフの種類を適切に選択することも同じくらい大切です。日常の事象における様子の変化とは、何となく感じるができることでもありますが、数理の世界で解釈していくと、より明確に見えてくるという価値を、児童に伝えていきたいものです。

## ③<sup>2</sup> こんな展開はいかがでしょう (中学1年:「文字式」)

### 1. 中学1年の文字の学習

「数理的に解釈する」ような場面という、例えば新しい学習事項を既習事項で解釈し直したり、その逆、といった場面が考えられます。その結果、よりシンプルで一般的・形式的なことから既習事項を捉え直すことができます。ここでは、「文字式」の学習場面から、そのような例を紹介しましょう。

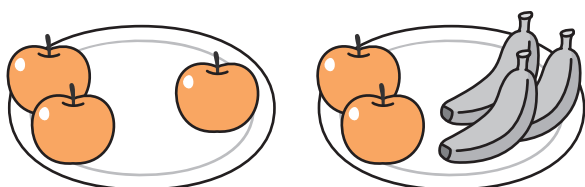
中学1年の数学は、第1章で、扱う数の世界を負の領域まで拡張し、第2章で「文字」を導入します。数学では、文字を自在に使えなければなりません。文字の理解は、今後の数学にとって大変重要になってきます。まさにこの章は、文字導入の最初の場面になるわけです。



中学1年の文字の単元では、文字の表すものやその意味、文字のよさ、「符号、数字、文字の順に書く」「積や商の表現」といった文字を使った表し方のきまり、代入や式の値、…と学んだ後、文字を使った簡単な加・減法の学習場面に入ります。そこでは、

①  $2a+a=3a$  ②  $2a+3b$  は計算できない

といったことを学習します。生徒は、どうして?と思います。教え込みで扱ってはいけません。単なるお約束ではないのです。リンゴとバナナを使った説明を試みますが、果たしてどうでしょうか。



T:  $a$ リンゴ2個と、 $a$ リンゴ1個で、何が何個かな。

S:  $a$ リンゴが3個!

T: そう。だから、 $2a+a=3a$ だね。でも、 $a$ リンゴ2個と  $b$ バナナ3個を一緒にして、「何が何個」とは表現できないですね。

というわけです。生徒の中には「果物が5個」などという強者もありますが、それでは「 $2a+3b=5c$ 」になってしまいます。しかし、こういった説明は単にイメージで説明しているだけで、根拠が明確に示されたことにはなりません。

### 2. 授業風景

この授業は、教師の次のような発問から始まります。

T:  $2a+a=3a$ となる理由を考えよう。

S: え〜、そう決まってるんじゃないの?

S: 同じ文字なら計算できるから。

T: それはどうしてかな?

最初は、やはり個人思考で取り組みせ、その後は隣の人と話し合わせてもよいでしょう。生徒の既習事項でシンプルに説明できることですが、易しくはありません。説明のしかたは、制限しないほうがよいでしょう。生徒はリンゴの絵を描いたり積み木の図を描いたりして考えますが、係数が負になると説明できなかったりします。「当たり前じゃん」という声も消えません。

そのうちに、何人かの生徒が、次のようなことを言い出します。

S:  $a$ でまとめているのか…。

T: いいね、それ、算数ではどう表現してた?

S: ……………。

S: くくる…………?

T: そう、それ。何でくくるの?

S: …… $a$ ……そうか、そういうことね…。

などと、気がつき始めます。そして、

S: これ、分配法則じゃん!

という発言で拍手。皆、納得したようです。「文字の加法のきまり」という新しい学習事項が、「分配法則」という算数ないし最近の学習事項で、解釈し直された瞬間でした。

理科は、身近な暮らしの中で役立ちます

## 植物工場

### 植物の成長と光合成

#### 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8回執筆〉

**白川 恒** しらかわ ひさし  
(東京都練馬区立石神井中学校 主任教諭)

長野県公立中学校、高等学校常勤講師を経て、東京都公立中学校教諭、主任教諭。

東京都教育委員会「発展的な学習を推進するための教材・指導法の開発委員会」委員、東京都教育研究員、東京都研究開発委員会(中学校理科部会)委員などとして、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場面を知っていますか？

「この野菜は、植物工場生まれです。外の環境に触れることなく、植物工場内のきれいな環境で育ちました。だから、安心・安全で、洗わずにそのままお召し上がりいただけます!」これは、ある野菜の商品パッケージに印刷されていたキャッチコピーです。

近年、露地栽培ではなく、植物工場で生産された野菜が店頭に並んでいるのを見かけることも増えてきました。

ITを活用することで温度や水などを自動で管理し、太陽光の代わりにLEDを用いた人工



植物工場で生産され、販売されている野菜の例(画像提供:株式会社イノベタス)

の光を照射して植物を栽培している「植物工場」について、子どもたちはどのように理解しているのでしょうか?また、植物の成長に関わる光合成の要素について、どこまでイメージできているのでしょうか?



クリーンルーム内で野菜を生産している様子(画像提供:株式会社イノベタス)

## ② 理科がこんなにつながります

### 1. 植物の食べ物?

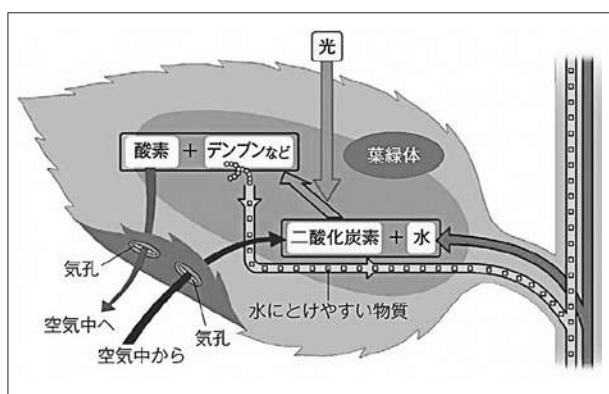
ある外国の理科の教科書に、“Green plants make

their food by photosynthesis.”つまり、「緑色植物は、光合成によって彼らの(自分自身の)食べ物をつくっている。」という説明があります。小学生くらいの年齢の子どもたちは、「植物は、私たちみたいにご飯を食べないけど、どうやって生きているの?大きくなるの?」という素朴な疑問を抱くこともあるでしょう。

植物にとっての食べ物とは、いったい何なのでしょう。また、その食べ物と光合成は、どのように関係しているのでしょうか。

小学校では、経験的に「植物は生きていくために、水が必要であること」を学習しているほか、小学6年で、「植物は、葉に日光が当たると、生きていくための養分(デンプン)を、自分でつくること」、さらに「葉に日光が当たっているときには、空気中の二酸化炭素を取り入れ、酸素を出すこと」も学習します。

中学1年では、小学校でのそれらの学習を深化・統合させ、「植物は光を受けると、水と二酸化炭素を原料として光合成を行い、その結果、酸素とデンプンができること」、「光合成は、細胞の葉緑体で行われること」などを学習します。

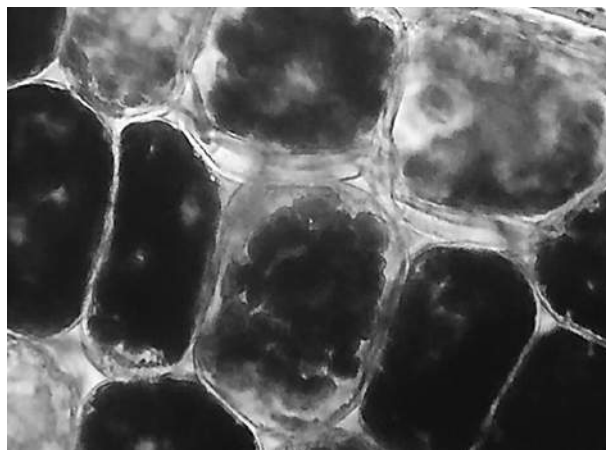


光合成のしくみ(中学校教科書1年p.42より)

植物工場では、植物の成長に関わる光や温度、二酸化炭素濃度などの光合成の要素を適宜調整しながら製品(植物)を生産しています。

植物工場は、季節や天候に左右されない計画的な生産(いつまでに、何を、何個つくれるのかといった生産の予測)や、閉鎖された環境(クリーンルーム内)で栽培する

ため害虫などへの対策(農薬散布)が不要になること、栽培期間の短縮などの利点があるとされます。

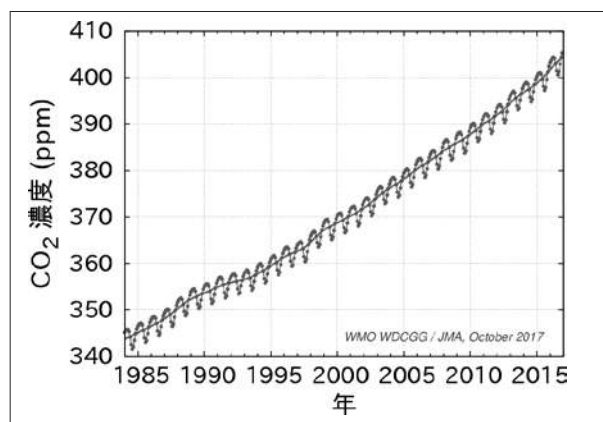


光合成により葉緑体でデンプンがつくられた様子(水草)

## 2. 二酸化炭素・光合成・地球環境

地球温暖化に影響を及ぼすとされ、邪魔者扱いされることがある二酸化炭素ですが、自分自身で栄養をつくる植物にとっては、欠くことのできない炭素源です。

さて、次のグラフは、地球全体の二酸化炭素濃度の経年変化を示しています。



グラフ出典:気象庁ホームページ  
([http://ds.data.jma.go.jp/ghg/kanshi/ghgp/co2\\_trend.html](http://ds.data.jma.go.jp/ghg/kanshi/ghgp/co2_trend.html))

平均値の推移を見ると、大気中の二酸化炭素濃度は、年々増加していることが読み取れます。しかし、グラフをよく見るとそれが単純な増加ではなく、1年間のうちで、ある周期で変動していることがわかります。

陸上で生活する植物の光合成は、春から秋にかけては活発になり、秋から翌年の春には低下する傾向があります。植物の光合成が活発になり、二酸化炭素の吸収量が大きくなる夏季と、吸収量が小さくなる冬季が交互に

訪れることで、大気中の二酸化炭素濃度は、周期的な変動を示すと考えられています。その一方で、生物の呼吸や人間の経済活動によって大気に出放される二酸化炭素の量は、年間を通しておよそ一定であるとされます。このことから、植物の光合成が地球環境に与える影響の大きさを感ずることが出来ます。

光合成を「植物が生きていくための養分をつくるしくみ」として捉えさせるだけではなく、光合成が他の生物や地球環境に与える影響といったより大きな視点から、子どもたちに考えさせることで、理科を学ぶことの有用性をより深く感じさせることができると考えられます。

### ③ こんな展開はいかがでしょう (小学6年:「植物と空気」の発展的な学習)

「植物は生きていくために、空気のどんな成分が必要なのだろうか。」

植物は光合成のために二酸化炭素を必要としますが、それだけではなく、私たち動物と同じように、植物も生きていくために酸素を利用しています。つまり、体内に酸素を取り入れ、養分(炭素を含むデンプンなどの有機物)を分解し、エネルギーを得ています。その結果、炭素の酸化物である二酸化炭素が体外へ放出されます。このような「植物の呼吸」は、昼夜を問わず行われており、植物が生きていくために必要です。

そこで、「植物が光合成のために二酸化炭素を必要とする」ことを調べる実験(葉を日光に当てて調べる実験)の後で、次のような実験で、「植物の呼吸」も確認させてみてはいかがでしょうか。

#### 【材料】

- ・緑色の植物(ジャガイモなど)の葉
- ・ポリエチレン製の袋(遮光のため、黒色の袋がよい。)
- ・気体検知管(または $O_2$ ・ $CO_2$ 測定センサー)

#### 【方法】

①植物の葉を袋に入れる。

②気体検知管などを用いて、袋の中の酸素と二酸化炭素の割合を調べておく。

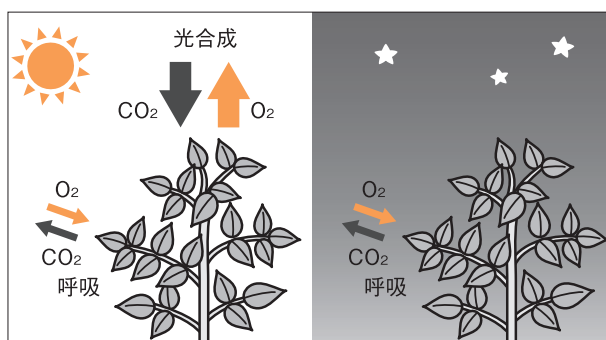


③袋を暗所に置く。暗所は、できるだけ光が入らない戸棚の奥などを利用するとよい。

④2〜3時間放置した後、気体検知管などを用いて、袋の中の酸素と二酸化炭素の割合を調べ、②(袋を暗所に置く前)の結果と比較する。

この実験から、時間とともに、袋の中の酸素の割合は減少し、二酸化炭素の割合は増加することがわかります。袋の中に $O_2$ ・ $CO_2$ 測定センサーを常設し、時間とともにそれぞれの気体の割合が変動する様子を確認させるのもよいでしょう。

なお、下の図のように、植物は昼夜を問わず呼吸していますが、昼は「光合成による酸素の放出量」が「呼吸による酸素の吸収量」より多いため、見かけ上、植物は酸素を放出しているように見えます。このことは中学1年で学習しますが、小学校段階では量的関係の理解が難しいため、夜だけ呼吸していると誤解することもありますので、説明する際は配慮が必要です。



植物の昼と夜の気体の出入り

### ③<sup>2</sup> こんな展開はいかがでしょう (中学1年:「光合成のしくみ」)

「光合成のしくみ」の学習の終末で、光合成に影響を与える要素について、話し合わせてみてはいかがでしょう。

例えば、中学1年では、身近に見られる生物(植物)の観察をしています。学校内やその周辺で観察することができた植物の多くは、秋から冬の季節にかけて枯れてしまいます。このことを光合成の視点から考察させ、光合成に何が影響しているのかを議論する展開が考えられます。議論する中で出てきた「光合成に影響を与える要素」について、具体的な実験方法を検討し、検証させるのがよいのではないのでしょうか。

秋から冬にかけては、段々と寒くなっていくことから「温度」が影響していることや、日が短く弱くなるので「植物に光が当たる時間や強さ」が影響していることなどは容易に議論されるでしょう。

近年、LEDの照明装置が付いた小型水槽ほどの大きさの簡易型の植物水耕栽培キットが、家電量販店などで購入できます。このような栽培キットを実験に活用してみてはいかがでしょう。



簡易型の植物水耕栽培キットの例  
(画像提供: 株式会社ユーイング)

#### 【光合成の要素とさまざまな検証実験の方法の例】

##### ○光の強さ

点灯させるLEDの個数、光源からの距離、光源を一部遮光するなど調整。照度計で明るさを実際に測定。

##### ○光の色(波長)

色の違うLEDを使用する、色セロハンをかぶせるなど。

##### ○日長(光が当たる時間の長さ)

LEDの点灯時間をタイマーで管理。連続光(24時間明期)、夏至の頃の日長(15時間明期・9時間暗期)、冬至の頃の日長(9時間明期・15時間暗期)、12時間明期・12時間暗期。

##### ○温度

エアコンなどで調整。一定に保つ、変化させるなど。

##### ○二酸化炭素

実験用二酸化炭素ボンベを使用して添加。気体検知管やCO<sub>2</sub>測定センサーで測定。

##### ○水

根が浸かっている水槽の水位で調整。根全体が常時水に浸かる、根の半分は水に浸からないようにするなど。

実験結果の扱いとして、植物の乾燥重量によって光合成を定量的に扱うことも考えられますが、中学校段階では操作に困難が伴うため、「植物に与えた条件によって、植物の成長に違いがあるかどうか」を、観察に基づいて検証することに留めておくことがよいと思われます。また、複数の条件が組み合わさることに起因する光合成への影響(限定要因)も考えられますが、これについては、高等学校での学習内容になります。

これらの話し合いや実験によって、植物工場では、植物の光合成に関わる様々な要素のバランスを絶妙に調整し、製品(植物)を生産していることを理解することができるようになると思われます。また、理科で学んだ知識を活用・適用して考えることの経験を数多くさせることで、理科を学習することの有用性をより意識させることができると考えられます。

# 評価再評価

～端境期は絶好のお試し期間～

## 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 Book 1～3』(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8回執筆〉

**今井 京**

いまい みやこ

(石川県野々市市立富陽小学校指導教諭)

青山学院大学卒業後金沢市内小学校教諭、県教育センター指導主事を経て現職。教諭時代の半分以上を国語、半分を研究開発学校でゼロからの小学校英語教育課程開発に捧げる。双方の経験から言葉が人生建設に与える影響を実感。ボランティアで言葉セミナーを実施中。文部科学省指導者養成講座、各県地教委等主催の講座では、『子どもと創る英語の授業』をテーマに講話。『小学校英語活動実践の手引』(文部科学省)、『小学生のえいご』(啓林館)等。

## ① 新学習指導要領の評価や如何に…

2020年、小学校英語教科化…私がかつて勤務した金沢市立南小立野小学校は、当時、文部科学省指定の教科としての小学校英語の研究開発学校でした。十余年の時を経てようやく実現に至るのかと思うと感慨深いものがあります。新教材に目をやると当時我々が取り上げていた使用場面や言語材料が息づいており、我々のやってきたことが後続の研究校等に受け継がれ、改良され、脈々と進化し続けてきた道程が思い遣られます。

評価についてはまだ言及がなされていません。しかし目標では、「…聞くこと、読むこと、話すこと[やりとり]、話すこと[発表]、書くことの五つの領域別に設定する目標の実現を目指した指導を通して、…」と明記されていますので、目標準拠評価という観点から、「聞くこと」「読むこと」「話すこと(やりとり)」「話すこと(発表)」「書くこと」の4技能5領域で英語の力を評価していくことになります。また、これらの指導過程を通して、「外国語の背景にある文化に対する理解を深め、他者に配慮しながら、主体的に外国語を用いてコミュニケーションを図ろうと

する態度を養う」とあり、これが三つ目の柱「学びに向かう力、人間性等」に対応するということでしょうか。

さて、移行措置の2年間で使用する教材が文部科学省から配布されました。現在使用している「Hi, friends 1,2」に加えて順次新しい内容を加えての指導がなされますが、新しい評価規準はあくまでも新学習指導要領が実施されてからです。それまでは現行の3観点(「コミュニケーションへの関心・意欲・態度」「外国語への慣れ親しみ」「言語や文化に関する気付き」)です。しかし、移行措置の2年間で次期学習指導要領下での評価のための練習期間と捉えて、いろいろな評価方法を試行するとよいでしょう。上記の3観点に基づいて行っている現在の評価を整理し子どもの姿をきちんと見取っていくことで教科化に対応できる力をつけておくもあり、新しい目標に照らして新しい評価項目や評価方法にチャレンジしてみるもあります。

## ② やっぱり大切！ 自己評価

### (1) 英語活動型振り返り

はじめに紹介するのは、本校の振り返りカードです。

次代を担う若くて優秀な英語推進担当が、新学習指導要領実施までには子ども達に定着させたい学習姿勢として整理しました。いわば英語活動型振り返りカードです。

パターン1…毎時間、課題を記入し、項目ごとに◎、○、△で自己評価した後に文章記述を行う。

|                 | ①Eye contact   | ②Clear voice | ③Smile |
|-----------------|----------------|--------------|--------|
| ◎・○・△           |                |              |        |
| ①自分から進んで友だちと関わる | ( ) についてふりかえろう |              |        |
| ②習った英語の表現で話す    |                |              |        |
| ③外国の文化や言葉について   |                |              |        |
| ★次がんばりたいこと      |                |              |        |

野々市市立富陽小学校 辻川綾乃先生の指導案より

上段にある「Eye contact」「Clear voice」「Smile」は英語学習を支える基盤です。英語科になったあかつきには、この3つは当たり前に行っているという前提のもとに、漸次、言語能力を重視した評価項目にシフトさせていきたいところです。

＜ ＞には本時の課題を記入し、課題に対する取り組み具合を自己評価します。①②③のいずれかを中心に振り返りを書きますが、目標準拠ですから、課題によって①②③のどれかが自然と決まってきます。

そのためには課題が明確になっていなければなりません。また、課題は、教師が一方的に指示するのではなく、子ども達がやりたくなる課題でなければなりません。つまり、課題がそこにあるだけの状態から、導入時で子ども達とのやりとりを通して課題を子ども達のものに昇華することが求められます。これは次期改訂の柱である「主体的・対話的な学び」の構想のポイントです。また、「★次がんばりたいこと」を書いてもらうことで、言いたかったけど言えなかったことや言いたいことが表出されます。これもまた主体的な学習を構想するポイントになります。このように、「課題が明確になっているか」「課題が子ども達のものになっているか」「本時の学習が子ども達に実感されているか」の一連を見ることが出来る振

り振り返りカードは、子どもの自己評価の形を取ってはいませんが、教師への痛烈な授業評価であり、授業の工夫・改善につながるものです。自己評価、振り返りは今後ますます大切にされるべきでしょう。

## (2) 教科型振り返り

次に紹介するのは、京都市立上高野小学校の振り返りカードです。英語の使用についての毎時間のめあてが示され、めあてについての各自の達成度合いを、☆を塗りつぶすことで自己評価しています。英語は道具ですから「英語を使って何ができるようになったか」という視点で評価されています。子どもたちも「できたかどうか」という視点で☆を塗っていました。教科型振り返りカードといえるでしょう。

国語科は、単元末のゴールを示しそれに向けて毎時間の言語活動を設定するという学習過程です。英語科はなおのことこの視点で単元設計をし、目的意識・相手意識の明確な言語活動を構想した上での評価が求められます。

| Lesson 11 Who is your hero? 「わたしのヒーロー紹介します!」 |                                               |                                        |  |
|----------------------------------------------|-----------------------------------------------|----------------------------------------|--|
| Name _____                                   |                                               |                                        |  |
| 時                                            | 今日のめあて                                        | 振り返り                                   |  |
| 1                                            | 動作や人などの表現を知って、日本語とくらべよう。                      | ☆☆☆                                    |  |
| 2                                            | 動作や人などの表現になれ親しもう。                             | ☆☆☆                                    |  |
| 3                                            | あこがれたり尊敬したりする人についてたずねたり答えたりする表現になれ親しもう。       | ☆☆☆                                    |  |
| 4                                            | あこがれたり尊敬したりする人について紹介する表現になれ親しもう。              | ☆☆☆                                    |  |
| 5                                            | あこがれたり尊敬したりする人について紹介する表現にさらに親しもう。             | ☆☆☆                                    |  |
| 6                                            | あこがれたり尊敬したりする人について工夫してたずねたり答えたりしよう。           | ☆☆☆                                    |  |
| 7                                            | あこがれたり尊敬したりする人についてなれ親しんだ表現を書き写して気づいたことを交流しよう。 | ☆☆☆                                    |  |
| 単元                                           | あこがれたり尊敬したりする人についてたずねたり答えたりすることができる。          | ① 一人でできる<br>② 友達や先生と一緒になら<br>③ まだむずかしい |  |

How about Lesson 11?



京都市立上高野小学校 大菅彩子先生の指導案より

### ③「見える化」の工夫

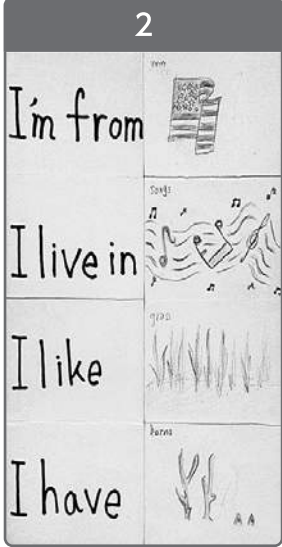
見える学力、見えにくい学力があります。思考・判断などは評価が難しいとされる力ですが、小学校英語は瞬時に消えていく音声中心ですから、評価項目以前に外国語活動そのものが評価しにくい力の代表格です。

そこで、授業で子ども達が何かを作成する活動を取り入れます。作成過程の姿や完成した作品そのもの

を評価することで見える化ができます。その際には、いわゆるB基準を明確にし、基準に達していない子はBに、Bの子はAに高める手立てが必要です。評価は子どもの変容を期すためのものです。チーム・ティーチングの時にパートナーと分担して行くと、よりきめの細かい個別対応ができることでしょう。



1



2



3



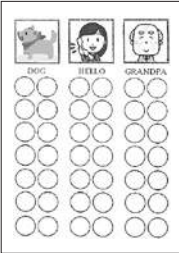
4

変り絵シートの作成過程でトピックについての会話を評価(やり取り)

英語とイラストの組み合わせ方で使い方の整合性について評価

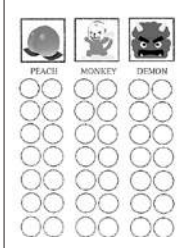
変り絵シートを使っての自己紹介を評価(発表)

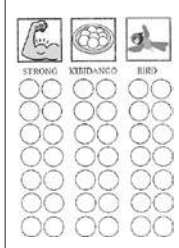
次に挙げるのは、「Hi, friends! 2」の「Lesson7: We are good friends.」での場面です。一連の活動の最後にもう一度CDを聞くものでした。子ども達は聞こえてくるキーワードをチェックします。カードは4種類あり、自分の持つカードに載っているキーワードが聞こえる度にチェックを入れていき、最後にそれぞれの担当するキーワードが何回聞こえたかを全員で確認するものでした。ゲーム感覚で楽しみながらも個々の聞き取りの度合いがきちんと評価されました。カードを変えてもう一度やりたいとの声が子ども達からあがったことでした。





How many key words do you have?





Let's check the words you got!

英語への慣れ親しみ具合(聞く)を評価

## ④ 「シンプル化」にチャレンジ

### (1) Can-Doリスト

研究開発学校時代に影浦先生のご指導によりいち早く試みたCan-Doチェックは、「英語を使って何ができるようになったか」という視点で評価をするもので、今回の改訂のポイントに合致したものです。先日、ある研究校のCan-Doリストを拝見する機会がありました。きちんと整理され各単元に位置付けられており、当時の我々のものとは比べものにならない洗練されたものでした。

本校では3年生以上で共通項目でチェックしていたので、英語を使ってできることが学年を追って少しずつ増えていく楽しみが子ども達にはあるようでした。

一方、中学生になってからも同じものを続けてやってもらいましたが、Canの項目が少なくなるという結果に驚きました。小学校ではだいたいを、中学校では正確さを求めるという発達の段階を顕著に示したものとして興味深いデータが得られました。

#### <Can-Do リスト項目例>

|    |                                           |
|----|-------------------------------------------|
| 聞く | 身の回りの人を表す英語の音を聞いて分かるものが7つ以上ある。            |
| 読む | 身の回りの人を表す英語を見て分かるものが5つ以上ある。               |
| 話す | I have…やThis is my…を使って身の回りの人を紹介することができる。 |
| 書く | 例を見ながら身の回りの人を紹介する文章を書くことができる。             |

### (2) 数値評価も使おう

評価は客観的でシンプルであることも大事な要素です。

#### ・自作ペーパーテスト

(授業で扱った内容を再現し、主に教師の英語での問いを聞いて適切なものを選ぶ等)

#### ・パフォーマンステスト

(授業で扱った内容を再現し英語でやりとり。録画したものを子ども達と視聴し、よいモデルを見つけ再度挑戦する等)

#### ・パーソナル・ディクショナリー

(授業で扱った単語で次回出てきたら読める確信があるものや、見て書き写すことができるものを子ども達が個々に持つ辞書形式のノートに書きためていくもの)

これらは見える化、シンプル化されたもので、数値化も可能です。端境期は絶好のお試し期間です。この時期だからこそいろいろチャレンジしてみるのもよいのではないのでしょうか。

#### 引用・参考文献

- ・文部科学省(2017)「小学校学習指導要領」
- ・第14回京都市小学校英語活動研究大会紀要

# 子どもが主役になる授業を創る

## PROFILE

**中西 史** なかにし ふみ (東京学芸大学自然科学系基礎自然科学講座理科教育学分野講師)

筑波大学大学院修了後、2000年より現職。これまでに、子どもゆめ基金審査委員会委員、大学入試センター教科専門委員、学習指導要領実施状況調査委員会、中央区理数教育推進検討委員会委員、小金井市環境審議会委員を務める。著書は「図説 学力向上につながる理科の題材「知を活用する力」に着目して学習意欲を喚起する 生物編」、「地域に学ぶ、学生が変わる ー大学と市民でつくる持続可能な社会ー」、「教育支援とチームアプローチ社会と協働する学校と子ども支援」(いずれも分担執筆)、「理科教育(教科教育学シリーズ 第4巻)」(編集並びに分担執筆)など。博士(理学)。東京都理数イノベーション校評価委員。



## ① はじめに

教師にとって理科の授業で一番うれしい瞬間はどのような場面でしょう？

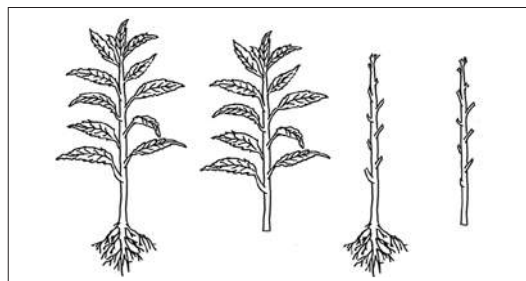
いろいろな場面があると思いますが、子どもが自ら課題を見だし、その答えを導き出したとき、子どもが授業の主役になったとき、教師も大きな喜びが得られるのではないのでしょうか。2020年度から全面実施される次期学習指導要領においては「自然の事物・現象に働きかけ、そこから問題を見だし、主体的に問題を解決する活動や、新たな問題を発見する活動を更に充実させていく」とされています。既にさまざまな実践が行われていますが、「どのような取り組みをすればよいかかわからない」という先生もいらっしゃるかもしれません。今回は、教科書に示されている定番実験に取り組む中で、指導者も驚くような考えを小学生が導き出した、というS先生の実践を紹介させていただきます。

## ② 根はフィルターの働きをする？

「子どもたちがこんなことを考えたのですが、これって

生物学的に正しいでしょうか？」平成20年告示の学習指導要領が先行して実施された時期に、S先生から大学に電話がありました。小学6年の「水の通り道」の単元で、次のような取り組みをしたとのことでした。

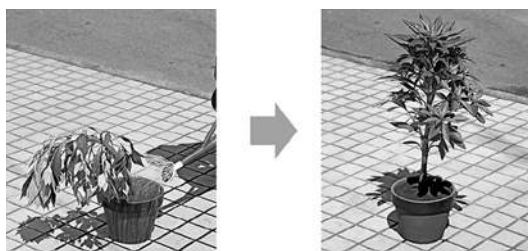
定番の「植物に色水を吸わせてどこが染まるかを見る」実験を考えていると、ある子どもから「花瓶に挿した花も水を吸っていると思うので、根がないものでも色の染まり方を見てみたい」という意見が出た。すると「葉も切り取って比べたい」、「根も葉も切ったのも比べよう」と意見が続出。教科書にはそのような実験は書かれていないし、結果がどうなるかもわからない。しかし、そこは日頃から「子どもの思いを実現する」ことを教育のモットーにしているS先生、4種類の状態の植物を色水に浸けて実験をすることにした。



実験前の子どもたちの予想は全員一致して「水は根から取り込むものだから、根がある植物のほうがよく染まる」。S先生も当然そうだと考えた。さて、結果は…？ みんなの予想とは異なり、葉の状態が同じなら、根のない植物のほうが、地上部がよく染まった。子どもたちは、方法を間違えたのではないかなどと喧々

訝々。もう一度実験も行ったが結果は同じ。そのうち、1人の子どもがあることに気が付いた。「根が付いている植物は、色は付いていないけどしおれてはいない。だから水は吸っているんじゃない?」

そもそもこの単元は、水切れでしおれた状態の植物が、水をやると葉の先まで「ピン」と張りを戻す様子を見せて、「根から取り込まれた水は、どこを通過して体の隅々まで運ばれるのだろうか?」と課題をもつところからスタートしたのだから、ある意味、もっともな考えである。こうなると子どもたちの思考は一気に加速し、「根は水を吸っているけど、色の成分は吸わない。根がないと水といっしょに色素も取り込む。これって、根がフィルターの働きをしているってことだ!」という結論にたどり着いた。



小学校教科書6年別冊p.10

子細を聞いた私の答えは「まさにそのとおり!」。植物体の外から水や水に溶けた肥料分などの物質が根の道管の中にたどり着くには、生きた細胞の中を少なくとも1度は通り抜けることが必要です(根の維管束の周囲にある内皮という組織があるため)。細胞を通り抜けることができる物質は限られていて、実験で用いられている色素(食用色素や切り花着色剤で用いられている色素)は通り抜けられません。根や茎が切断されて道管が直接色水と接して、初めて植物体が染まります。したがって、教師や子どもの思いとは裏腹に、根を傷つけないように大切に扱った植物ほど染まりません。

物質の取り込みの選択性は、生物の基本的な特徴の1つで、現行の学習指導要領では、高等学校の「生物基礎」における「細胞膜の選択透過性」として初めて扱われます。正確には「根がフィルターの役割をしている」というよりは「我々ヒトも含め生物の体を構成する細胞の膜が選択透過性を示す」ということですが、そこにつながる本質的な学びを小学生が「目の前の現象」を基に自分たちの力で展開したといえるでしょう。この実験に関しては「うまく植物が染まらない」という問い合わせが先生方か

ら多く、私が行う教員研修でもよく取り扱っていますが、そのときにはこのエピソードも必ず付け加えています。

### ③ 学外の施設・人材活用

子ども達の考えを生かしながら探究活動を行っている、教師自身にも解決できないような問題がいろいろと出てきます。しかし、そのときこそ教師自身が新しい知識や考え方を身に付けるチャンスです。また、次期学習指導要領の前文には「社会に開かれた教育課程」として、社会との連携、協働により、よりよい社会をつくるための教育課程を実現していくことが明記されています。そのよいチャンスでもあります。今は様々な大学や学会※、研究所、博物館などがその専門分野の面白さを社会に発信するための取り組みを行っています。企業も「企業の社会的責任」(corporate social responsibility: CSR)を果たすために、出前授業を始めとするさまざまな教育支援活動を積極的に行っています。自分たちで調べてもわからなかったときは、書籍やインターネットで見つけた専門家に怖れず連絡を取ってみましょう。先方にとっても研究の価値の見直しや、新たな研究テーマの開発につながるかもしれません。身近なところでは、教科書に載っている実験や解説についての質問でしたら、教科書会社(例えば啓林館)に連絡を取ってみましょう。ホームページの「お問い合わせ」から連絡すると、教科書についてのいろいろな質問に対応してくれます。私のところにも、啓林館から問い合わせが回って来るかもしれません。楽しみに待っています。

#### ※例えば植物関係の疑問には

日本植物生理学会 みんなのひろば  
<https://jspp.org/hiroba/>

#### 引用・参考文献

三石初雄、中西 史 編著(2016)  
「理科教育(教科教育学シリーズ 第4巻)」—藝社

# 対話的な学びの実現に向けて

## PROFILE

**牧野 智彦** まきの ともひこ（宇都宮大学准教授）

1973年群馬県みなかみ町出身。群馬大学教育学部数学科、筑波大学大学院修士課程教育研究科、筑波大学大学院博士課程教育学研究科単位取得退学。国立教育政策研究所教育課程研究センター、上武大学を経て、2010年より現職。主な出版物は、『教科教育の理論と授業Ⅱ：理数編』（大高泉・清水美憲編著、分担執筆、協同出版、2012年）、『教科教育学シリーズ③算数・数学科教育』（藤井齊亮編著、分担執筆、一藝社、2015年）。



## ① 「対話」の概念への着目

新学習指導要領で、児童生徒に目指す資質・能力を育むための授業改善の視点の一つに「対話的な学び」が位置付けられています。中教審答申で、算数科・数学科での「対話的な学び」の視点について、「事象を数学的な表現を用いて論理的に説明したり、よりよい考えや事柄の本質について話し合い、よりよい考えに高めたり事柄の本質を明らかにしたりする」と書かれています。

この記述から、「対話的な学び」のキーワードとして、「説明」や「話し合い」が目にとまります。ややもすると、現在言語活動として行われていることを継続すればよいと思うかもしれません。ところが、中教審答申で、言語活動に関して、「単なる話し合いにとどまり形骸化している」という課題が指摘されているように、単なる話し合いを越えた活動にしていくことが求められています。では、教師は何をしたらよいのでしょうか？

そこで、「対話的な学び」の視点から授業改善を図るために、そもそも「対話」とはということなのかに遡って考えたいと思います。

## ② 「対話」の意味とそのプロセス

話し言葉にはいくつかのカテゴリーがあります（平田、2012、2015）。例えば、演説、教授、対論（ディベート）、対話、会話、独り言、等々です。この中で、対話と会話を区別することが大切です。ただし、日本語ではこの違いはほとんど意識されていないようです。平田は、会話と対話を次のように定義し、明確に分けています。

|    |                                                         |
|----|---------------------------------------------------------|
| 会話 | 親しい人とのおしゃべり                                             |
| 対話 | あまり親しくない人同士の情報や価値観の交換。あるいは、親しい人同士でも、価値観が異なるときに起こる折り合わせ。 |

しかし、日本社会には、そもそも、対話の概念がほとんどないといわれています。日本社会は、ほぼ等質の価値観や生活習慣を持った人たちの集まり（ムラ社会）を基本に構成されています。この狭い閉じた社会の中で、知り合い同士がうまく生活していくことが大切なので、同化を促進する「会話」が発達しました。そして、日本人は、

細々と語らなくても「なんとなくわかる」という「わかり合う、察し合う文化」(平田、2012)を培いました。多くを語することを「野暮」と考える文化です。

一方、ヨーロッパ社会は、異なる宗教や価値観が陸續きに隣り合わせになっています。そこで、自分が何者であって、何を愛し、何を憎み、どんな能力を持って社会に貢献できるのかを説明しなければならない「説明し合う文化」(平田、2012)を培ってきました。様々な価値観の共有を図っていくために、「対話」が発達したと言われています。

「対話」の目標は、AとBという異なる価値観を摺り合わせて、Cという新しい価値観を創り上げることです。そのプロセスでは、他者との違いに気付くことから始まり、自分の意見を表明すること、他者の意見に耳を傾けること、そして、最終的な結論を出し行動することが含まれます。「対話」のポイントは、最初に持っていた異なる価値観AもBも両方変わることです。「対話」は、相手の意見に合わせることでないし、自分の意見を押し通すことでもありません。

### ③ 対話的な学びの実現に向けて

中学生だからではなく、日本人には、そもそも「対話」を行うことが、歴史的、文化的にみて、困難であることを認識することがまずは大切です。対話的な学びの実現に向けて、中学校3年間で、対話的能力の育成と「対話的な精神」の養成が求められます。なお、「対話的な精神」とは、異なる価値観を持った人と議論を重ねることで、自分の意見が変わっていくことを「潔い」とすると同時に、自分の考えが変わっていくことに「喜び」さえも見いだす態度です。

「対話」をレンズに数学の授業を振り返ると、多様な考えを取り上げて、それぞれの考えについて発表したり、聞いたりすることはよく行われています。しかし、異なる考えを対立させて、新しい考えを生み出すこと

は、あまり行っていないのではないのでしょうか。多くの数学授業の話し合いは「会話」にとどまっているといえます。とはいえ、最初から、生徒同士で「対話」をすることは難しいです。そこで、教師の働きかけが重要になってきます。まずは、教師が介入して、生徒の考えと対立する考えを提案するなどして、授業に「対話」の構造をつくる必要があります。そして、新しい考えを創造するために、教師がガイドすることが大切です。その際に、「意見が変わることは恥ずかしいことではなく、新しい発見の喜びさえあること」を演示することが重要です。少なくとも、教師が、「なんでわからないんだ」とイライラしたり、「どうせわからないだろう」と諦めたりするなど、「対話」の雰囲気を消さないように留意したいものです。

最後に、対話のプロセスの言動(生徒、教師)を「板書」しておくとうよいと思います。そうすれば、生徒のノートには、数学の内容だけでなく、授業中の対話のプロセスも残ります。それによって、次の対話の機会のときに活用することができます。このような積み重ねで、生徒の話し合いが、「会話」から「対話」に徐々に変わっていくのではないのでしょうか。

#### 引用・参考文献

- ・中央教育審議会(2016). 幼稚園、小学校、中学校、高等学校及び特別支援学校の学習指導要領等の改善及び必要な方策等について(答申)  
[http://www.mext.go.jp/b\\_menu/shingi/chukyo/chukyo00/toushin/\\_jicsFiles/afiedfile/2017/01/10/1380902\\_0.pdf](http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chukyo/chukyo00/toushin/_jicsFiles/afiedfile/2017/01/10/1380902_0.pdf)
- ・平田オリザ(2012)『わかりあえないことからーコミュニケーション能力とは何か』講談社現代新書.
- ・平田オリザ(2015)『対話のレッスンー日本人のためのコミュニケーション術』講談社学術文庫.
- ・文部科学省(2017)『中学校学習指導要領解説数学編』  
[http://www.mext.go.jp/component/a\\_menu/education/micro\\_detail/\\_jicsFiles/afiedfile/2017/07/25/1387018\\_4\\_1.pdf](http://www.mext.go.jp/component/a_menu/education/micro_detail/_jicsFiles/afiedfile/2017/07/25/1387018_4_1.pdf)

# 加賀市立小学校におけるふるさと学習

～ふるさとを愛する子どもを育てるために 中谷宇吉郎雪の科学館の活用～

## PROFILE

### 山田 利明 やまだ としあき（加賀市立山代小学校校長）

昭和57年度より、教員として石川県加賀市公立小学校に配属される。石川県教育委員会小松教育事務所、加賀市教育委員会学校指導課勤務を経て、平成29年度より現校に勤務。大学時代の指導教員、就職してからは植物分類に長けた先輩教員に師事し野山を歩く。平成15年度より石川の自然と植物を愛護研究する目的で昭和48年に大学や高校、小中学校の教員により結成された団体「石川植物の会」会長。この会はこれまで「石川県植物誌」「石川県植生誌」の編集や県や国からの委託調査を関係団体とともにやってきた。近年は新入会員が少なく、会員数が減少傾向にあることが課題である。植物を愛する石川県の教員の方は是非ご連絡ください。（連絡先は石川県自然史センターHPIにて）



## ① 郷土を知り、愛する子ども達に

平成15年、本市では学習指導要領改訂により総合的な学習の時間が新設されたことを機に全小学校で取り組むふるさと教育を実施しました。本市に脈々と受け継がれてきた歴史や文化、自然などについての認識を深くし、ふるさとへの誇りや愛着をさらに強めていくとともに、地域を支える人材の育成を進めていくことが重要であると考えたからです。

幸い本市には伝統産業や豊かな自然、多くの偉人、古代からの歴史遺産等があります。多くの資源から、4年生では本市発祥の九谷焼に特化した「県立九谷焼美術館」、5年生ではラムサール条約に登録されている片野鴨池を観察できる「加賀市鴨池観察館」、6年生では本市出身の科学者である中谷宇吉郎の業績や雪氷に関する実験ができる「中谷宇吉郎雪の科学館」を活用して自ら課題を見つけ、解決していくふるさと学習を行っています。

加賀市の小学生は郷土の魅力を語ることができるようになって卒業していくことになっています。

## ② 郷土の偉人、中谷宇吉郎

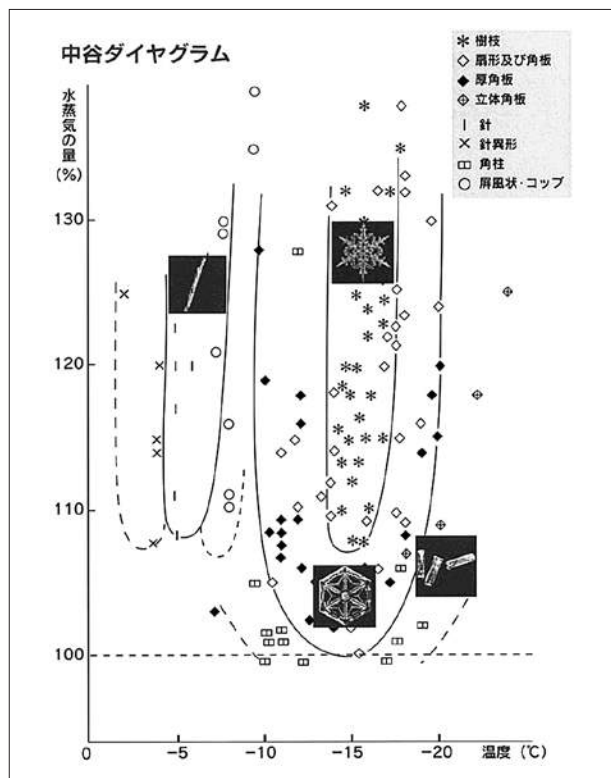
郷土の偉人として文学者の深田久弥や教育学者の木村素衛等が知られています。科学者としては中谷宇吉郎がよく知られています。

「雪は天から送られた手紙である」という文学的表現からもわかるように、中谷には専門的な学術書の他にたくさんの随筆や子どもに向けた日常身の科学について書いた文章もあります。また、雪や氷についての科学映画の製作にも力を入れました。



中谷の一番の業績は世界で初めて人工的に雪の結晶を作ることに成功したことです。空気中の水蒸気量と温度を変えることによって、「樹枝状」「角板」「角柱」「針」などの異なる形の結晶をつくることに成功しました。降ってくる雪の結晶を観察することによって、それができた雲の状態が推定できるのです。そして、その実験結果を

ナカヤ・ダイヤグラムという図にまとめました。



中谷宇吉郎雪の科学館ホームページより

また、当時は凍りついた地面が持ち上がる「凍上」によって、寒冷地では鉄道や道路が危険な状態になっていました。そこで、中谷はその原因を突き止め、凍上対策した工法で現在では工事が行われています。これも大きな業績のひとつです。

### ③ 取り組みの実際

6年生は12月から1月にかけて、中谷宇吉郎雪の科学館を活用した総合的な学習の時間に取り組みます。まず、学校で中谷宇吉郎の人物と業績について調べます。



多くの郷土資料がありますが、主に活用するのが児童向けに書かれた「中谷吉郎物語」です。文章と写真やイラスト、漫画を駆使してわかりやすく書かれています。そして、各自課題を見つけて施設見学に臨みます。

中谷宇吉郎雪の科学館では、まずはじめに中谷が師事した寺田寅彦の「ねえ君、不思議だと思いませんか」で始まる「科学するところ」という短い映画を観て、中谷の生涯・業績の概要を再確認します。その後、中谷が雪の結晶を撮影したカメラや直筆の文書などの展示物を見たり、学芸員の指導のもと、チンダル像の観察、ダイヤモンドダストや雪の結晶、氷のペンダントの作成、過冷却水による実験などを体験します。

学校に戻り各自またはグループで学んだことをまとめ、発表しあいます。例年、発表からは雪氷の研究ばかりでなく、中谷の人的魅力、科学のすばらしさなどに子ども達の心が動かされたことがうかがわれます。



#### 引用・参考文献

・小納 弘、神田健三 著(2000年)「中谷宇吉郎物語」(財)加賀市地域振興事業団

# 暖かくなると、樹木は芽吹くのか？

©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、「植物学『超』入門」(ソフトバンク・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」(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。



冬には、多くの樹木の芽は、硬く身を閉ざしています。これらの芽は、<sup>ふゆめ</sup>「冬芽」、あるいは、<sup>えっとうが</sup>「越冬芽」とよばれます。冬芽は、春になると、いっせいに芽吹いてきます。そこで、「なぜ、春になると、冬芽は芽吹いてくるのか」と問いかけてみます。すると、「春になって、暖かくなってきたから」という答えが返ってきます。

冬芽が芽吹くためには、暖かくならなければなりません。ですから、この答えは、間違いではありません。でも、もの足りない答えです。冬芽は、暖かくなったからといって、芽吹くものではないからです。

例えば、秋にできた冬芽をもつ小枝を、冬の初めに暖かい場所に移してみても、冬芽が芽吹くことはありません。暖かさに出会っても芽吹かない冬芽は、“眠っている”状態であり、「休眠」していると表現されます。

秋に冬芽がつくられるときに、芽の中に、「アブシシン酸」という物質が、葉っぱから送り込まれています。これは、休眠を促し、芽吹くのを抑える物質です。ですから、これが冬芽の中に多くある限り、暖かくなったからといって、芽吹くことはないのです。

芽吹くためには、冬芽が休眠から目覚めなければなり

ません。目覚めるためには、冬芽の中のアブシシン酸がなくならねばなりません。この物質は、冬の寒さに出会うと、分解されてなくなるのです。

ということは、冬芽が芽吹くためには、まず寒さにさらされなければならないのです。冬の寒さの中で、アブシシン酸はなくなり、冬芽は目覚めます。でも、そのときには、まだ寒いので、冬芽は、目覚めたまま、暖かくなるのを待ちます。

目覚めた冬芽に、暖かくなってきたことを知らせるのは、「ジベレリン」という物質です。暖かくなると、冬芽の中に、この物質がつくられてくるのです。ジベレリンは、芽吹きを促す物質です。

暖かくなると、ジベレリンがつくられるので、冬芽は芽吹いてくるのです。冬の寒さに出会って目覚め、春の暖かさに反応して、芽吹きを始めるというしくみを、樹木は身に付けているのです。

春の暖かさで芽吹くという現象の裏に、冬の寒さの通過を確認してから目覚めるという巧みなしくみが存在しているのです。



# 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