

日本の理数科教育をサポートする

Rimse

Research Institute for Mathematics and Science Education

No. **12**
MAY
2015



特集 |||

グローバル化に対応した これからの英語教育 I

Contents

表紙裏

巻頭言

アートとサイエンス

—その母は自然であり、父はよき師ではなからうか—

情報彫刻家 菊竹 清文

特集 グローバル化に対応した これからの英語教育 I

- 2 **I** **対談** 新たな教科「小学校英語」の
スタートに向けて(前半)
鹿兒島純心女子大学 副学長 影浦 攻
文部科学省初等中等教育局 教科調査官 直山 木綿子
- 7 **II** 英語教育と理数科教育のコラボレーション **小学校の実践例**
「笠原型コンテンツ・ベイスト」の手法を用いた
外国語活動の実践を通して
岐阜県多治見市立笠原小学校 教諭 鈴木 知佳子
- 11 **III** 英語教育と理数科教育のコラボレーション **小学校の実践例**
子供たちの豊かなコミュニケーション能力の
育成のために何ができるのか
京都府京都市立広沢小学校 校長 濱 昭一

15 **連載** 数学と音楽の織りなす世界 第1回

数学と芸術は関連している？

ジャズピアニスト・作曲家 中島 さち子

18 **連載** サイエンス・フィクション？ 第1回

好奇心

大阪大学全学教育推進機構 講師 山内 保典

21 **連載** ヒトの生物学を教えよう 第1回

高校生物におけるヒトの生物学

東京都立国立高等学校 主任教諭 大野 智久

24 **広場** 地域教育で活躍する人々 第11回

小・中・高・大の熱い思いがひとつになった 『数楽チャレンジ大会』

数楽チャレンジ実行委員会 代表 尾崎 達也

裏表紙 **科学史の散歩道** 第12回

宇宙望遠鏡に名を残したエドウィン・ハッブル ～「膨張する宇宙」の「発見」に貢献～

大阪教育大学 名誉教授 鈴木 善次

巻頭言

Kantougen



情報彫刻家

菊竹 清文 / きくたけ きよゆき

1944年福岡県に生まれる。中央大学理工学部精密機械科卒業。数多くの彫刻を制作し、環境の情報を視覚化する「情報彫刻」を提唱。1993年には、CO₂濃度に反応して動く情報彫刻「アースウィング」を関西学研都市にある地球環境産業技術総合研究機構に設置。また、1998年には、地球環境問題を考慮し、二酸化炭素の発生をどう抑えるかを意識して長野オリンピックの聖火台を制作した。

おもな受賞:京都市立近代美術館賞(1981年)、東京国立近代美術館賞(1987年)、フランス芸術文化功労勲シュバリ工章(1989年)、経済産業大臣賞(2002年)、国際オリンピック委員会より“DIPLOMA”を授与(2010年)。

アートとサイエンス

— その母は自然であり、父はよき師ではなからうか —

私は、福岡県久留米市の水天宮の近くに生家があり、父が水天宮の総代をしていたこともあって、子供の頃より水天宮を身近に感じ、毎日夕方になると兄たちとともに散歩に出かけるのを常としていました。

水天宮の横を九州で一番の大河である筑後川が悠然と流れ、向こう岸には筑後平野が一面に広がり、その奥には脊振山系の尾根が連なっています。春になると、筑後平野一面に黄色い菜の花畑が広がり、秋になると、稲穂がたわわな実をつけ、田んぼ一面が黄金色に輝き、それが筑後川に映り込んで、川面が金色に光り輝きます。脊振山に夕日が沈み始めると、真っ赤な太陽が雲を染め、筑後川の川面も一面真っ赤に輝きます。子供心に日々刻々と変化する自然のすばらしいキャンパスに心驚かせられながら、日々の散歩を楽しんだものです。

また、我が家の古い大きな家も、四季の変化とともに、間仕切りが季節に合わせて、障子戸、ふすま、ガラス戸、^襦簾と、入れ替えられていたのを記憶しています。裏庭には果実の木がたくさん植えられており、いろいろな実をつけ、風に乗って芳醇な香りがあたり一面に漂います。寄ってくる小鳥の種類もその果実と香りによってさまざまで、いろいろな小鳥のさえずりを聴きながら、四季の変化を楽しみ、その移ろいを体感しながら、毎日裏庭で近所の子供たちと遊びほうけていたものです。

私のアートの源泉には、この水天宮をめぐる繰り返り広げられていた大自然のドラマがあるように思っています。

今でもはっきり覚えているのですが、小学校5年のときにクラス全員に毎日日記を書くという課題が出されました。当時の担任であった堤先生が、毎日コメントをつけて返してくれたのです。私は毎日水天宮から見える風景のことを書いていました。するとあるとき、堤先生から「水天宮に散歩にいったとき、土手の所に川の水位計があるので、それを見て川の水位を記録してください。きちんと観察した月日とその日の天候も書いて」というコメントをもらいました。それからは、文章は書かない日でも、月日と天候と川の水位だけは、毎日欠かさずに、夏休みの間も記録を続けていました。

そのうちに、これまで水天宮のまわりの美しい景色の変化だけに感動していたのですが、雨が降らなくても筑後川の水かさが増したり減ったりすることに気づきました。すると堤先生は、「面白いことに気がついたね。筑後川は大河なので、上流のほうで雨が降ると水位が上がるのだよ！」とコメントをくれました。自然観察を通じて、今日にしている筑後川の流れをはるかにさかのぼった源流にまで想像の翼を飛ばし、水位の計測ということを通じて、大自然のリズムを感じることができるようになってくださったのです。また、堤先生は、たまにテストの後、全員の前で結果を発表されました。「算数で菊竹が一番よかった」と言われたとき、今まで以上に算数が好きになり、計算をたくさん繰り返しているうちに、計算のやり方がひらめき、ますます算数が好きになったのです。

アートとサイエンスという人間の創造活動の母：源泉が自然だとすれば、そのアートとサイエンスという創造能力を見だし、方向づけてくれた父なる存在は、教育者としての人間であると言えるのではないのでしょうか。堤先生から教わったことの大切さを今改めて気づかされます。

話は変わりますが、私は1985年に文化庁派遣芸術家在外研修員に選ばれ、家族3人で渡米しました。1年間ニューヨークポリテクニク大学のシュリンガー学部長の計らいで教室をいただき、「人間」・「自然」・「技術」を統合する、新しい動く彫刻の探究に勤めました。

その後、サンフランシスコで開催されたランドトロニクス学会で、私の新しい彫刻についての考え方を発表しました。すると、当時のピエロパトリ副会長から、「菊竹の彫刻はメカニカル時代を超えた“Interactive Sculpture”である」と指摘していただきました。ここに私の「情報彫刻」が誕生したのでした。情報彫刻は、人の動きや環境が刻々と変化することを美的情報として発信する動く彫刻として始まり、現在では安心・安全に関する都市情報を発信する情報彫刻へと進化しています。

これからも「アートとサイエンス」「自然と人間」の融合を目指して、創造の道を歩んでいきたいと思っています。 ❖

グローバル化に対応した これからの英語教育 I

I 対談 新たな教科「小学校英語」のスタートに向けて (前半)

2014(平成26)年11月20日に中央教育審議会に諮問された「初等中等教育における教育課程の基準等の在り方について」の中で、「グローバル化する社会の中で、言語や文化が異なる人々と主体的に協働していくことができるよう、外国語で躊躇せず意見を述べ他者と交流していくために必要な力」が、以下のような観点で検討課題に挙がっています。

- ・小学校から高等学校までを通じて達成を目指すべき教育目標を、「英語を使って何ができるようになるか」という観点から、四技能に係る一貫した具体的な指標の形式で示すこと
- ・小学校では、中学年から外国語活動を開始し音声に慣れ親しませるとともに、高学年では、学習の系統性を持たせる観点から教科として行い、身近で簡単なことについて互いの考えや気持ちを伝え合う能力を養うこと
- ・中学校では、授業は英語で行うことを基本とし、身近な話題について互いの考えや気持ちを伝え合う能力を高めること
- ・高等学校では、幅広い話題について発表・討論・交渉などを行う能力を高めること

英語教育は今後どのように変わっていくのでしょうか。

広報誌『Rimse』では、影浦攻氏と直山木綿子氏の対談「新たな教科『小学校英語』のスタートに向けて」を本号と次号の2回に分けて掲載します。内容は、対談当日の2015(平成27)年1月時点のものです。併せて、英語教育と理数科教育のコラボレーションを先進的に取り組んでいる実践校の活動を紹介します。

(財)理数教育研究所 事務局



鹿児島純心女子大学 副学長
国際人間学部 教授

影浦 攻 / かげうら おさむ

鹿児島県教育庁指導主事、文部省(現文部科学省)教科調査官、宮崎大学教授を経て、2006年度より現職。



文部科学省初等中等教育局
教育課程課 国際教育課 教科調査官

直山 木綿子 / なおやま ゆうこ

京都市公立中学校で英語教諭、京都市教育委員会指導主事を経て、2009年度より現職。

英語は教科に、時数は未定？

影浦：現在文部科学省にて、小学校の英語が教科になるという議論が行われています。3，4年生は活動のままで、5，6年生が教科になると言われていますが。

直山：もちろん決定ではないわけですが、去年11月20日に大臣が中央教育審議会に、今おっしゃったように5，6年生に教科として外国語、3，4年生に外国語活動導入をご検討いただくよう諮問しています。

影浦：授業の時数についてはいかがでしょうか。

直山：2013年12月に文部科学省が発表した「グローバル化に対応した英語教育改革実施計画」では、小学校の中学年は週1～2コマ程度、高学年は週3コマ程度としています。

影浦：5，6年生が週3コマというのは難しいのではないかと思います。そのような声もありますが。

直山：週3コマは厳しいという意見はどこにいても耳にします。時数等の教育課程にかかわる事項については、次期学習指導要領改訂に向けた教育課程全体の見直しの中で、さらにご検討いただくこととなります。

教科化の背景

影浦：小学校に英語が取り入れられたのは、研究開発学校が1992年に始まってからのことだと思いますが、その背景は何だったのですか。

直山：21世紀を生きていく子供が大人になったときには、世界の人たちとともに生活し、ともに仕事をする世界がきます。そのときに相手の文化を受け入れるという受容性が必要であり、同時に日本人としてのアイデンティティーも大事です。加えて自分の考えや相手の考えを理解し合うためには言葉が必要で、外国語、とりわけ英語のコミュニケーション能力が必要になります。このような状況に対応するために、大きく英語教育を変えていかなければならず、小、中、高等学校を通じて、それらに対応していくということです。

影浦：2011年から小学校では外国語活動が必修化されました。それまでの10年くらいの間、「総合的な学習の時間」でやってもよいという扱いであったものが、必修化されました。その背景というのは何でしょうか。

直山：「総合的な学習の時間」で、国際理解教育の一環として子供が外国語に触れる活動に取り組むことが可能となり、ほぼ100%近い学校が取り組みました。ところが、「総合的な学習の時間」の趣旨から、各校でその目標、学習内容、指導法を学校の実態に合わせて決めることとなります。そのため、各校によってその取り組みはさまざま、時数や目標、学習内容が違うという状況になり、そのバラツキも大きく、中学校との接続を考えれば、課題が大きい。これでは、中学校も困るし、何より、子供が一番困るでしょう。だからそこはある程度そろえる必要があるということで、必修化へと大きく動きました。

影浦：東京オリンピックをめどに教科に変われば、どこがどう変わるのでしょうか。

直山：なぜ外国語活動から教科に変えようとしているのかについては、2つお話しをしたいと思います。

小学校への外国語活動導入に当たっては、1992年度に研究開発学校の指定に始まり、2011年度に全面実施になりました。20年近くいろいろな試行錯誤を重ねてきたのに、「活動」から「教科」にしようとするに当たっては、数年で結論を出そうというわけですね。「本当はもっと時間をかけないといけないんじゃないの」、「次の学習指導要領じゃなくて、次の次じゃないの」という声もありますが、次の次を待っていたら世の中がどうなっているかわかりません。

そして、もう1つ、確かに小学校の先生からこの教科化等について心配の声をお聞きしますが、活動から教科に変わっても、今までやってきたことをまったく否定するものではなく、それよりも、これまでの外国語活動の成果と課題を踏まえての教科化、中学年への外国語活動導入であることをご理解いただきたいと思います。

外国語活動の成果と課題

直山：外国語活動が導入されてから数年で大きくその成果は上がっています。とにかく、子供たちは英語の学習が楽しいと言っています。8割近い子供が非常に肯定的な思いを英語の学習に持っています。英語指導のプロではない小学校の先生が指導して、たった数年でここまでの成果を上げてきたというのはすごいことだと思います。

ところが、8割近い子供が肯定的だということは、2割強、5

分の1程度の子供が否定的であるということも事実です。なぜ否定的なのかを聞いてみると、外国語活動は何をやっているのかわからないという答えが返ってきます。「2年間の外国語活動で何をやってきたの?」と聞かれたら、「ランチメニューは作った」、「劇もした」と言うけれど、英語でどんなことができるようになったのかが、子供には明確ではないようです。2年間やってどのような力がついたかが、子供に自覚できないということです。

子供たちが「私には、こんな力がついた」と自覚するためには、系統的に学習を積み、体系的に学習していく必要があります。教科として系統的に学習を積み、子供が「自分たちは英語でこんなことができるようになった」という自覚を持ち、もっと英語への学習の意欲を高め、中学校へ引き継ぎたいということです。

影浦：教科にすることによって、何ができるようになったかという感覚を子供たちに持たせようとするということですね。授業の方法論なんかは基本的にはこれまでのものが進化していくということですね。

直山：今回、教科になった場合、「聞く」「話す」に加えて、「読む」「書く」ことも含める計画を立てています。これは、教科になったから、「読む」「書く」が入るということではありません。中学年から外国語活動を導入し、時数も増えるならば、また子供の発達からも、含めようということです。ただ、「読む」「書く」についてはあくまでも態度面であるということは記していますので、音声中心ということは今までと変わりません。

教科が変わったら

影浦：教科になった場合に小学校の教員として準備をしたり、心構えをしておくようなことはありますか。

直山：そうですね、よく聞こえてくるのは2通りの意見です。もっとがんばって難しいことをやらなければダメではないかという意見と、教科になったら専科教員がくるからもう担任はやらなくていいではないか、という意見です。

まず、前者については先走りをしないでほしいと思っています。補助教材を見ていただいてもわかるし、有識者会議で、教科になったら高学年はこんなイメージですよというのを出していますが、それを見ていただいてもそんなに難しいことはやらないことがわかっていただけたらと思います。中学校英語とは大きく違います。今は、学習指導要領に沿って外国語

活動をとにかくきちんとやっていただきたい。ALT（外国語指導助手）や外部人材に丸投げしない。それから、授業を1コマでとらえるのではなく、1単元でとらえてください。1単元でどのような力をつけるのか、まず単元の計画を立てて、1時間目、2時間目、3時間目、4時間目、…ときちんと目標を立て、それに向けて活動を仕組んでいただきたい。

もう1つは、できるだけ教室英語を使って、日本語を減らすことです。そんなに難しい英語を使ってほしいとは思っていません。今まで「立って」と言っていた代わりに、“Stand up, please.”、「輪になって」の代わりに、“Make a circle.”と言ってください。教室英語を今耕していただくことが、次の教科化へ向けての大きな準備となります。

教えるのは誰?

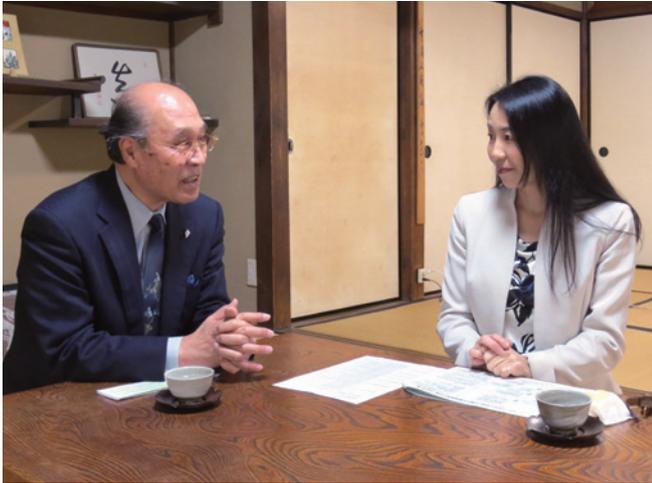
影浦：専科教員の可能性はどうですか。

直山：専科教員の可能性はあります。ただ、「英語教育の在り方に関する有識者会議」による報告では、教科になった場合の指導者については「小学校教員が英語の専門性を高めて指導する。併せて、専科指導を行う教員を活用する」と記述しています。これは外国語活動の成果を踏まえており、小学校の外国語活動がここまで成果を上げたのは、外国語活動の指導を行う小学校教員が他教科等を教えていることが大きく関わっていると思います。子供が「今日の授業はとても楽しかった」と言うのは他教科等と連動する授業がとても多いんです。

また、学校行事や地域行事も外国語活動の授業に盛り込まれました。小学校は中学校・高等学校以上に地域密着型なんです。その地域学習等と連動した授業を仕組むと、子供はすごくイキイキします。まさに、小学校ならではの授業です。

影浦：一昨年でしょうか、私が行った京都の小学校で川の問題を取り上げていまして、川に関係のある虫などが英語で出てくるんですよ。理科との関わり、地域との関わりのある内容でした。

直山：その学校のそばに有栖川という大きな川がありまして、「総合的な学習の時間」で有栖川探検というものに昔から取り組んでいます。理科と連動して、子供たちが川にいる生物を調べ、川の近くにいろいろな公園や公共施設、危険な地域



対談場所 臨濟宗大本山 南禅寺（京都市左京区）にて

があるのですが、それをまた社会科と連動して学習します。子供たちは小さな頃からその有栖川に行って遊んでいますので、愛着がありますよね。有栖川を題材にしたチャンツ^{*1}を聞いたり言ったり、小さな頃からの探検ごっこを英語で紹介したりしています。

教員への研修 — 教員養成プログラム

影浦：国として教員の研修をされておられますが、おもだったものをいくつか教えてください。

直山：今年度から始めた「小学校英語教育推進リーダー」という研修があります。これは小学校の教員だけでなく、中学校・高等学校の英語の先生も対象です。小学校200名、中学校200名、高等学校100名のトータル500名を外務専門機関、今年度はブリティッシュ・カウンシルに委託して、1年をかけて研修を行います。

研修のプログラムは4段階に分かれていて、第一段階と第三段階は受講者に中央へ集まっていただいて5日間、宿泊を伴って研修を受けていただきます。

第二段階は第一段階で学習したことを生かして、各校で実践していただきます。第三段階はまた集まっていただき、実践してきたことを交流するとともに、第一段階で学習したことを自分が講師となって伝える訓練をしていただきます。第四段階はここまでで学んできたことをもとに、各地域で研修実習を14時間行っていただきます。

ほぼ1年間をかけていただいて、初めて英語教育推進リー

ダーの認定証を受け取っていただくというシステムになっています。

影浦：それは国が出すわけですね。

直山：そうです。その認定証を持つ方が、今後各地域で指導していただくことになります。

影浦：それは来年度も続けるというわけですね。

直山：来年度は人数を増やし、小学校は225名、中学校も225名、高等学校が150名、全部で600名という予定です。

影浦：私は大学で小学校の教員養成も担当しているんですが、どういう教員養成を望まれますか。

直山：先生方に力をつけていただくためには2つのことが大事で、1つは教師になってからの教員研修ですね。これは採用を決める各自治体でやっていただくわけですが、今回のように英語教育自体が大きく変わる場合には国もその研修を行う必要があると考えています。

もう1つは教員養成です。ここでしっかり力をつけて教師になりたいという意欲を持った人が教壇に立たないと、教員になってから学習を積もうと思っても積み切れないわけです。次年度は、教員養成課程を持つ大学に中・高の英語の教員養成プログラムも含めて養成課程を改善していただけるよう働きかけていくことを検討しています。

影浦：小学校に英語が入ることによって小・中・高等学校が連動した目標はあるんですよね。中学校・高等学校では「CAN-DO^{*2}リストの形」での到達目標の設定という考え方がありますが、小学校にも目標と合わせてそういう考え方が入る議論がありますか。

直山：あります。2014年度から行っている「英語教育強化地域拠点事業」校の小学校についても「CAN-DOリストの形」での到達目標を作る動きがあります。

例えば、「自分の好きなことを含めて自己紹介ができる」とか、「相手の気分などについてたずねたり、答えたりすることができる」とか、そこまで細かいものになるかどうかは別として、子供に「私はこんなことができるんだ」ということをきちんと落とし込むことが大事だと思っています。

研究開発学校について

影浦：先進的な取り組みをしている研究開発学校があります

が、印象に残る取り組みをしている事例をいくつか紹介してください。

直山：これまでに研究開発学校がたくさんありました。2014年度から新しく「英語教育強化地域拠点事業」という事業を実施していきまして、それも研究開発学校になります。2014年度は、18地域を指定しています。この地域の拠点校については、教育課程課指定の、これまでの研究開発学校と違う枠組みでお願いしています。つまり、小・中・高等学校で必ず取り組んでいただくことになります。

教育課程課指定研究開発学校である、岐阜県多治見市立笠原小学校・中学校は、一小一中の地域で、独自のカリキュラムできちんと小中連携を行った結果、中学校では英語力についても、学習意欲についても、非常によい成果が上がっています。

そのような研究開発学校の取り組みを分析していきますと2つのことが見えてきました。小学校では学級担任の先生が中心で、たとえALTなどの外部人材が入っても、必ず学級担任の先生が中心になって指導をしています。これが1つ目です。

2つ目は、よい取り組みで成果が上がっているのは、必ず小中連携を行っているところということです。小学校だけでやりっぱなしではなく、必ず小学校で行っていることを中学校へ伝え、中学校もそれを意識して指導改善を行っています。また、教育委員会が小・中学校を束ね、小学校でやったことを中学校にきちんとつなぐための手立てを取っています。もちろん笠原小・中学校は小中連携に正面から取り組んでいます。よい成果が上がっているところは、必ず学級担任の先生が中心に動き、小中連携で、小学校でやってきたことを中学校で生かす指導をしています。

これらのことが研究開発学校から見えてきていますので、小学校高学年で教科になった場合には、さらに小中連携を意識しなければいけないと思っています。中学校の指導改善がとても大事です。どんなに小学校で行っても、中学校で今までと同じ指導をしていたら何も変わりません。中学校はなかなか具体化が難しいんです。

影浦：研究成果は文部科学省としてどう広げていくのか、あるいは学習指導要領の改訂にどういうふうにかかしていかかを教えてください。

直山：今年度、18地域を指定させていただき、1月の末にその拠点校に集まっていたいで、連絡協議会を持ちます。そこで実践や成果・課題を交流をしていただきます。そして、その報告はすべて文部科学省のホームページに掲載します。日本全国からどの学校でどんな取り組みをしていてどんな成果が上がったかということ、国から発信していきたいと思っています。

それから、次年度は拠点事業委託先を増やします。そもそも今年度は14地域ほどの指定のつもりだったんですが、申請いただいた時点でたくさんだったことと、とてもいい申請内容でしたので、18地域にしたんですね。次年度は25地域、今の18を含めて25を指定をする予定です。このように指定校を増やし、あなたの地元にもその研究開発学校があるので見に行ってくださいという形を取りたいと思っています。

影浦：研究開発学校というのは、現行の学習指導要領に沿うのではなく、学習指導要領に縛られないということですね。

直山：はい。「実施計画」のとおりで、低・中学年から外国語活動を行い、高学年では教科として取り組む。時数についても1コマではなくて、できるだけ「実施計画」に近い時数でやってください、モジュールということもトライしてみてください、ということです。

それから3、4年生、5、6年生の教材開発、カリキュラム開発をお願いしています。また、小学校で英語を教科として受けてきた子供を中学校でどう指導しますか、そんな子供たちに高等学校ではどんな指導をしますか、という研究もしてくださいとお願いしています。

影浦：ゆくゆくはそのような取り組みが学習指導要領の改訂に役立っていくわけですね。

直山：やはり研究開発学校が示してくださるものは大きいと思いますね。(次号に続く) ❖

補注

- ※1 チャンツ：日常的な場面での話し言葉をリズムにのせて表現したもの。
- ※2 CAN-DO：学習指導要領に基づき、生徒に求められる英語力を達成するための学習到達度目標。具体的な形で設定したのが「CAN-DO リスト」である。

II 英語教育と理数科教育のコラボレーション 小学校の実践例

「笠原型コンテンツ・ベイスト」の手法を用いた外国語活動の実践を通して

岐阜県多治見市立笠原小学校 教諭

鈴木 知佳子 / すずき ちかこ

岐阜大学教育学部学校教育教員養成課程数学教育講座卒業。岐阜県内で中学校の講師を経て、山県市立高富中学校に赴任。2012年度から現在の小学校に勤務し、外国語活動について学びながら、外国語教育研究に参加している。



1 ■ はじめに

本校では、外国語教育（小中連携）研究開発学校として、12年間にわたり、研究・実践を続けている。小学校第1学年から、コンテンツ・ベイスト*の手法を取り入れた外国語活動を実施し、英語によるコミュニケーション能力の向上を図っている。その中で、「笠原型コンテンツ・ベイスト」を開発してきた。これは、「伝え合う内容を重視し、問題解決的な活動により、伝え合う必然を生み出す」指導方法である。

「笠原型コンテンツ・ベイスト」の3つの特徴

- 1 問題解決的な活動により、「聞く・話す・読む・書く」の必然を生み出す場面設定
例 「相手から話を聞くことで、表や本を完成させる」
「より多くの相手に聞くことで、何が一番人気かわかる」など
- 2 他の教科・領域の既習内容を生かした題材
例 「算数で勉強したいろいろな図形を組み合わせて、七夕飾りを作る」
「理科で昆虫を勉強した後、昆虫クイズも作る」など
- 3 伝え合う値打ちの高い内容（各単元でいずれかを扱う）
ア インフォメーション・ギャップを埋める自分の意志や考え
イ 他の仲間がもたない自分だけの情報、オリジナルな情報
ウ 他の教科・領域の理解を広めたり、深めたりすることのできる内容

他の教科・領域で学習した内容の中から、児童が興味・関心をもったものを題材として生かし、伝え合う値打ちの高い内

容をやりとりすることで、児童は「面白い」「びっくりした」「話したい」「聞きたいことがいっぱい」と、主体的に活動できると考えている。

また、笠原町内に幼稚園、保育園、小学校、中学校が1校ずつあるという特徴を生かして、幼保小中一貫教育を特色としている。幼稚園、保育園から外国語活動に取り組み、楽しく英語に親しんでいる。それにより、小学校に入学した児童は、既に簡単な色や数、天気などを聞いたり答えたりすることができた。

このような背景のもと、英語教育と算数教育のコラボレーションを実践している。外国語活動の指導計画では、小学校第1学年から第3学年までで、「いくつか」「くらべてみよう」「形を使って」等、算数に関わった7つの単元がある。

2 ■ 英語で算数教育を行う意義

現行の算数の学習指導要領において、第1学年、第2学年の目標に、「(1) 具体物を用いた活動などを通して、数についての感覚を豊かにする。(略) (3) 具体物を用いた活動などを通して、{1年：図形についての理解の基礎となる経験を重ね、2年：三角形や四角形などの図形について理解できるようにし、図形についての感覚を豊かにする}とある。特に低学年の児童は、生活体験による理解の差が大きいことから見ても、算数的活動を充実させることが大切である。

一方、外国語活動においては、低学年では、動作化による学習を行っている。動物のジェスチャーをしたり、'big, small'を体で表現したりして、体験的に英語表現を理解していく。写真

や具体物を用いて理解したり、ゲームをしながら反復練習をしたりすることも多い。したがって、外国語活動において算数的なさまざまな体験をすることで、楽しみながら数や量、図形の感覚を豊かにすることができる。特に低学年では、数や形の概念形成に役立つと考える。

また、単純に数に触れる機会が増すとという点でも、意義はあると考える。例えば、小さい子供が数の概念を獲得する過程で、お風呂で10まで数える(唱える)ことがある。唱え慣れると次に、いろいろな具体物をどんどん数える。唱え慣れていない頃には、「1, 2, 4, 5。5個だ!」と間違えることもある。そういった経験を経て、物と数の1対1対応ができて、7個の具体物と数字の「7」と「しち」という読みが一致することで、7という数を理解できるようになっていく。英語でも、すぐに“7 = seven”とは理解できないので、歌やチャンツで唱えながら言い慣れるようにする。児童は、‘seven’と聞いても「7」とわからないときには、「one, two, three, . . . six, seven. あ、7だ!」と唱えて見つける。そのうち慣れて、唱えなくても数と言語がつながってくる。こういった経験を通して、数の順序や大小の感覚を豊かにしていっているように感じる。

3 ■ 授業の実践と展開

実施学年:第1学年「いくつかな」

実施時期:6月中旬

(1) 指導にあたって

第1学年の算数科「10までのかず」の学習では、①具体物を数える→②半具体物に置き換える→③数字で表す、の段階を踏んで数の認識を深めてきた。そして、これらの活動を通して「1が小さく、10に近づくほど大きくなる」ことがわかるようになってきた。単元のまとめでは「大きいほうが勝ち」というゲームを行い、数の大小を判断する練習をし、意欲的に活動することができた。

本単元「いくつかな」では、児童が楽しく意欲的に活動することができる「かずのあてっこ」や数の大きさを競い合う活動を取り入れることで、英語で数を数えたり、数の大きさを比べることに関心をもったりして、数の理解をさらに深めることができるのではないかと考えた(図1)。また、単元終末では「ともだちのきろくをきいて、なんぼいんとこのひとが1ばんおいかみつkeyよう」を課題にすることで、数を数えたり、相手に数

<p>過去の指導との関連</p> <p>【題材について】 年中 10月「3色玉入れ」で数を数える。</p> <p>【言語材料について】 年中 10月「3色玉入れ」で数の数え方について指導</p> <p>【活動のタイプについて】 1年 4月「みんななかよし」でDialog形式で活動</p>	<p>中心となる内容</p> <p>1 コミュニケーションに関する事項 (2)積極的に外国語を聞き取り、話したりすること。</p>	<p>本単元の指導目標</p> <p>ALTが英語と日本語で数えるのを聞いたり、数について問答するゲームをしたりする活動を通して、日本語には、いち、ひとつ等いろいろな数の数え方があるが、英語は“one”だけであることに気付くとともに、1~10の数や“How many (balls)?”という数尋ねる英語表現に慣れ親しみ、カードや物等を指し示して、聞き手に分かりやすく話したり、相手の目を見て、発語を理解しようと相手の目を見て聞いたりする態度を育てる。</p> <p>終末の活動の工夫 (Dialog形式)</p> <p>・玉入れの結果を交流して、仲間集めをするという目的をもたせ、友だちの記録を聞かなければならないという必然性をもたせた。</p>	<p>言語材料</p> <ul style="list-style-type: none"> How many (diamonds)? How many points? Let's check. Very good. Nice. Close. one, two, three, four, five, six, seven, eight, nine, ten. <p>コミュニケーションの場面</p> <p>イ:児童の身近な暮らしにかかわる場面(学校での学習や活動)</p> <p>コミュニケーションの働き</p> <p>ウ:事実を伝える</p>	<p>今後の指導への発展</p> <p>【題材について】 2年「いくつかな」で、1~30までの数を数える。</p> <p>【言語材料について】 2年「いくつかな」で“How many (balls)?”について指導</p> <p>【活動のタイプについて】 1年「なにいるにしようかな」でDialog形式で指導</p>	
<p>本単元の評価規準</p>		<p>本単元の指導の概要</p>			
<p>【1 積極的にコミュニケーションを図ろうとする態度】</p> <ul style="list-style-type: none"> カードや物等を指し示して、聞き手に分かりやすく話している。 発語を理解しようと相手の目を見て聞いている。 	<p>【2 外国語の音声や基本的な表現への慣れ親しみ】</p> <ul style="list-style-type: none"> 1~10の数や“How many?”という数尋ねる英語表現を使って対話をしている。 	<p>【3 言語や文化についての体験的な理解】</p> <ul style="list-style-type: none"> 日本語には、いち、ひとつ等いろいろな数の数え方があるが、英語は“one”だけであることに気付いている。 			
<p>本単元の指導の概要</p>					
<p>【導入の時間】</p>		<p>【終末の活動に向かって、英語の音声や基本的な表現に慣れ親しんだり、コミュニケーションの態度を育成したりする時間】</p>		<p>【終末の時間】</p>	
<p>【1時 ねらい】 ALTが英語と日本語で数えるのを聞いたり、物の数を数えたりする活動を通して、日本語には、いち、ひとつ等いろいろな数の数え方があるが、英語は“one”だけであることに気付くとともに、1~10の数の英語表現に慣れ親しむ。</p> <p>課題 かぞえてみよう</p> <p>活動の概要</p> <ul style="list-style-type: none"> 歌を歌う。“Seven Steps” ALTの数の数え方を聞く。 1~10の数を数える。 動物カードの動物の数を数える 身体の部分や身の回りの物の数を数える。 <p>評価規準</p> <ul style="list-style-type: none"> 日本語には、いろいろな数の数え方があるが、英語は“one”だけであることに気付いている。 1~10の数を英語で発語している。 	<p>【2時 ねらい】 音を聞き、箱の中に入っているダイヤモンドの数を当てる活動を通して、1~10の数や“How many?”という数尋ねる英語表現に慣れ親しむ。</p> <p>課題 おとをきいて、かずをあてよう</p> <p>活動の概要</p> <ul style="list-style-type: none"> 歌を歌う。“1.2.3.4.5 Clap! Clap!” 楽器の音をよく聴いて、1~10までの数を答え、言い方に慣れる。 箱の音を聞いて、ダイヤモンドの数を予想して答える。 数当てゲームのやり方を知る。 HRTが振る箱の音を聞き、いくつ入っているか考え、答える。 箱の中のダイヤモンドを指し示しながら数え、答え合わせをする。 <p>評価規準</p> <ul style="list-style-type: none"> 1~10の数や“How many?”という数尋ねる英語表現を使って対話している。 	<p>【3時 ねらい】 つかみ取りゲームの活動を通して、1~10の数や“How many?”という数尋ねる英語表現に慣れ親しむ、カードや物等を指し示して、聞き手に分かりやすく話そうとする態度を育てる。</p> <p>課題 いくつあるか、かずをあてよう</p> <p>活動の概要</p> <ul style="list-style-type: none"> 歌を歌う。“1.2.3.4.5 Clap! Clap!” つかみ取りゲームを通して、つかんだボールの数を聞いたり答えたりする。 グループでつかみ取りゲームを行う。つかんだボールを指し示しながら、数を数える。尋ねる方と答える方を交代して同様に進行。 <p>評価規準</p> <ul style="list-style-type: none"> 1~10の数や“How many?”という数尋ねる英語表現を使って対話している。 物を指し示して、聞き手に分かりやすく話している。 	<p>【4時 ねらい】 玉入れの活動を通して、物を指し示して聞き手に分かりやすく話したり、話し手に注意をはらって聞いたりしようとする態度を育てる。</p> <p>課題 たまいれをやつてかずをかぞえよう</p> <p>活動の概要</p> <ul style="list-style-type: none"> 歌を歌う。“1.2.3.4.5 Clap! Clap!” 玉入れのデモンストレーションを見て、活動の流れを知る。 10個の玉をデンプボよく投げ、いくつ入ったか聞く。 入ったボールを指し示しながら答える。 入った数を全体の場で発表し、チャンピオンを決める。 <p>評価規準</p> <ul style="list-style-type: none"> 物を指し示して、聞き手に分かりやすく話している。 話し手に注意をはらって聞いている。 	<p>【5時 ねらい】 玉入れの結果を交流する活動を通して、物を指し示して聞き手に分かりやすく話したり、話し手に注意をはらって聞いたりしようとする態度を育てる。</p> <p>課題 たまいれげえむをして、なんぼいんとこのひとが1ばんおいかみつkeyよう</p> <p>活動の概要</p> <ul style="list-style-type: none"> 歌を歌う。“1.2.3.4.5 Clap! Clap!” 10個の玉をデンプボよく投げ、いくつ入ったか聞く。 入ったボールを指し示しながら答える。 互いの記録を交流し、点数の同じ者同士仲間見つけをする。 <p>評価規準</p> <ul style="list-style-type: none"> 物を指し示して、聞き手に分かりやすく話している。 相手の目を見て、話し手に注意をはらって聞いている。 	

図1 「いくつかな」(算数) 単元指導計画(全5時間)

をたずねたりすることに必然性が生まれ、英語で話したり聞いたりすることの楽しさを味わうことができると考えた(図2)。

本単元で扱う言語材料のうち、1～10の数は日常でも使うことがあるので、慣れ親しんでいる児童が多いと思われるが、“How many?”という数をたずねる表現は初めて使うので、繰り返し使い、慣れ親しませていく。また、ゲームの中で、「おいしい!」「やったー!」などの、ゲーム中に自然に発する表現も、必要に応じて教え、“Close!”, “Nice!”などを使えるようにしていく。

また、言語や文化の違いについても触れる。日本語の数の数え方には、「いち、に、さん、し、…」 「ひとつ、ふたつ、みっつ、よっつ、…」 「ひー、ふー、みー、よー、…」等、いろいろな数の数え方がある一方、英語では“one, two, three, four, …”の一通りしかない。この英語と日本語の違いに気づくことが、英語だけでなく、日本語への理解を深めることにつながる。

(2) 単元終末の授業展開

ねらい 玉入れの結果を交流する活動を通して、物を指し示して聞き手にわかりやすく話したり、発話を理解しようと相手の目を見て聞いたりする態度を育てる。



図3 課題の確認場面

本時は、グループに分かれて玉入れゲームをし、点数を競う活動を行った。数を数えることに慣れ親しむことができるように、かごにボールが10個ちゃんと入っているか確認するために数えたり、入った玉の数を数えたりするなど、数える機会を多くとった。回を重ねるうちに児童は、外れた玉の数を10から引いて、入った玉の数を素早く答えられるようになっていた。10の合成、補数についての感覚も身に付いていった。

時間	児童の学習活動	指導・援助	評価	補助教材等
1分	Greeting Stand up please. Let's enjoy English. OK. Hello, Noriko 先生. How are you? I'm fine. It's sunny.	<ul style="list-style-type: none"> • Hello, everyone. • I'm fine, thank you. And you? How's the weather, today? 	<ul style="list-style-type: none"> • 友だちと、先生と、気持ちのよいあいさつをしているか見届けられる。 	
6分	Warming Up ♪ Let's sing a song. "Seven Steps" "1,2,3,4,5 Clap! Clap!" • ジェスチャーをしながら楽しく歌う。	<ul style="list-style-type: none"> • 児童と一緒に手や体を動かしながら歌うことで、学習に対する意欲を引き出す。 	<ul style="list-style-type: none"> • ジェスチャーを交えて楽しく歌っているか見届けられる。 	<ul style="list-style-type: none"> • CD • 数字カード
30分	Activities ① HRTとC1のDemoを見て、玉入れゲームのやり方を思い出す。 グループに分かれて玉入れゲームをする。 C1 : Let's count. C2 : One, two, three, … Ten balls. (数えながらボールを渡す。) C1 : OK! 玉入れをする。 How many points? Let's check. C2 : One, two, three, … Five points. Good. 箱に入ったボールを指し示しながら数を数える。 ② HRT, C1のDemoを見て、本時の課題と仲間集めのやり方を知る。 たまいれげむをして、なんぼいんとのひとつが1ばんおおいかみつけよう HRT : Hello! How many points? C1 : Seven points. HRT : Seven points. OK? (集計カードの7を指さし確認してシールを貼る) C1 : How many points? HRT : Five points. C1 : Five points OK? (集計カードの5を指さし確認してシールを貼る) HRT, C1 : Thank you. Good-by. ④ 黒板の集計表にネームプレート貼り、何ポイントの人が一番多いか答え合わせをする。	<ul style="list-style-type: none"> • 玉入れを始める前に数を数えるときは、玉が10個あることを玉を指し示しながら大きな声で聞き手に分かりやすく話すことを確認する。 • 友達の玉が入ったら Good, Nice, 惜しいときは Close, Too bad 等と言葉をかけるようにする。 • 入った玉の数を数えるときも、ボールを指して相手に分かるように数えたり、数えているボールを見て聞いたりするように確認する。 • 自分が入った玉の数を忘れないように覚えておくように指導する。 • 相手の目を見て聞くことのよさが分かるように、目を見て聞くとときと、目をそらして聞くとときと、両方を見せて、どちらがよいかを問いかける。 	<p>【評価規準】</p> <ul style="list-style-type: none"> ○物を指し示して、聞き手に分かりやすく話している。(態) ○発話を理解しようと相手の目を見て聞いている。(態) 	<ul style="list-style-type: none"> • 玉入れの箱 • 玉
7分	Comments ○本時を振り返り、感想を発表する。 • 同じ数の人をたくさん見つけることができ、うれしかったです。 • みんなが目を見て聞いてくれたので、うれしかったです。 ○HRTのコメントを聞く。	<ul style="list-style-type: none"> • 玉を指し示しながら、聞き手に分かりやすく話していた姿を認める。 ○○くんや○○さんは玉を指し示しながら、聞き手に分かりやすく話していましたが良かったです。 • 相手の点数を知ろうと相手の目を見て聞いていた姿を認める。 ○○くんや○○さんは相手の点数を知ろうと相手の目を見て聞いていたのですが良かったです。 	<ul style="list-style-type: none"> • 今日の学習を振り返ることができている。 • 友だちやHRTのコメントをしっかり聞いているか見届けられる。 	
1分	Greeting Stand up please. Yes. Thank you, Noriko 先生.	<ul style="list-style-type: none"> • That's all for today. • I had a good tidme. 		

図2 単元終末(5時間目)の授業展開



図4 玉入れゲームの場面

後半、自分のポイントを交流する場面では、教師のデモンストレーションを次のように行った。

ALT (外国語指導助手) : Hello! How many balls?
 HRT (学級担任) : Seven balls.
 ALT : Seven balls, OK? (集計カードの7の数字を指す)
 HRT : OK.
 ALT : Thank you. (集計カードの7の欄にシールを貼る)
 HRT : How many balls?
 ALT : Six balls.
 HRT : Six balls, OK? (集計カードの5の数字を指す)
 ALT : No. It's five.
 HRT : Six balls, OK? (集計カードの6の数字を指す)
 ALT : OK.
 HRT : Thank you. (集計カードの6の欄にシールを貼る)
 HRT, ALT : Thank you. See you. (次の友だちを探す)

前時までの児童を観察すると、英語の音声と数字がまだ結び付いていない実態があり、数を間違えたままシールを貼ることが予想された。そのため、間違えた場合の聞き直しのような見せて、相手の言った数を正確に理解できるように促した。他の単元でも、相手の話したことを正確に理解するために、聞き手が確認をすることや、相手に正しく伝えるためにジェスチャーを交えて伝えることを大切にしている。

交流では、数字を聞き返す姿や、“one, two, three, …”と数えてから集計カードの数字を指す姿が見られた。数の感覚の豊かさが児童それぞれであるように、数字と英語の結び付きの理解もそれぞれではあるが、「数が小さいほうから並んでいて、順に



図5 自分のポイントを交流する場面

数えれば正解にたどり着ける」と理解できているということは、数の感覚を豊かにしていることに他ならない。

4 ■ おわりに

今回紹介した「笠原型コンテンツ・ベイスト」の手法を用いた外国語活動を行うに当たって、各教科の本質を考える機会が多くあった。しかし、教科の本質に迫ろうとするあまり、扱う言語材料が難しくなるという課題もあった。教科の内容を英語で教えるのではなく、活動に適した内容を題材とすることが大切である。

外国語活動を通して、コミュニケーションで相手を大切にする姿勢は道徳的な指導にもなる。算数教育では、身のまわりの体験が算数の理解につながっている。教科・領域の枠を超えて、さまざまな学びの機会を見つけ出し、指導していきたい。

英語を身に付けて、国際社会で生きていける人間に育てほしいという願いと、算数・数学を学ぶことを通して論理的に思考できる人間に育てほしいという願い、どちらもたくましく育てほしいという、先生方にとって共通の願いであると思う。❖

補注

※ 外国語を用いて理科、社会などの教科の内容を学習者に教え、その過程において目標言語を自然な形で習得させようとする教授法。

Ⅲ 英語教育と理数科教育のコラボレーション 小学校の実践例

子供たちの豊かなコミュニケーション能力の育成のために何ができるのか

京都市立広沢小学校 校長

濱 昭一 / はま しょういち

1962年京都市に生まれる。1985年京都市の公立中学校教諭、2011年京都市の公立中学校教頭を経て、校種間異動により2012年京都市立広沢小学校に教頭として赴任、2014年校長。校長就任より英語教育を推進している。



1 ■ 本校の英語教育の始まり

2003（平成15）年度に「総合的な学習の時間」および学級活動の時間を活用し、児童一人一人が外国に興味をもち、外国の人びとに対する理解を深めることによって、将来、国際社会の一員としてよりよい社会の構築に積極的に関わっていくときに必要な力を身に付けてほしいと願い、研究の柱に英語活動を取り上げた。数ある外国語の中で英語を取り上げたのは、今後ますます国際化が進み、英語の重要性が高まると判断したからである。

本校では以前より、地域単元の「ひろさわ」を「総合的な学習の時間」の核に据えていた。「ひろさわ」では、自分たちの地域や日本の文化を学び、その良さに改めて気づき、地域や日本の文化を尊重する態度を育ててきた。同様に、2003（平成15）年度に英語活動を通して外国の言語や文化への理解と尊重の気持ちを育てる時間を設定した。

また、子供たちは人と関わっていく力が弱くなっていると言われていた。本校でもやはり積極的に他者に働きかけていくことが苦手な児童が見受けられた。英語を媒体としてコミュニケーションをとると当然負荷もかかり、理解できない歯がゆさやもどかしさを感じる。しかし、その経験により、児童は伝え合うことの難しさを通じたときの喜びを知り、言葉の壁を乗り越えて他者とコミュニケーションをとる意義を感じ取る。その繰り返しによりコミュニケーション能力を獲得していけるのではないかと考える。そして、自分の言葉が通じたときの気持ちの高まりが、さらに次の英語活動を進め

る大きな力の一つになると考えた。

2 ■ 豊かなコミュニケーション能力の育成

研究主題

人と関わり、進んで自分の思いを表現する子
～豊かなコミュニケーション能力の育成を目指して～

2012（平成24）年度より文部科学省「教育課程特例校」として3年間の指定を受け、今年度はその最終年に当たる。

研究主題には、現代社会においてグローバル化が求められている中、児童に今まで以上に大きく広く社会をとらえ、その社会の中において自らの力で未来を切り開いてほしいという願いが込められている。児童をキャリア発達の視点から見るとき、今ある自分を見つめ直し、将来自分がどうあるべきかを考えること、つまり、社会に出たときに、どのような力が自分自身に求められているのかを考えられるかが重要になってくる。

本校の地域実態は、三世代が密接な関係をもった家族の存在が平均よりも高い。そのため、落ち着いた環境で学習に向かうことのできる児童が多い。その一方で、多くの大人の中で育てられている環境では、受け身的であり、集団の中で目立つことを避ける傾向が強い。また、積極的に外に向けてコミュニケーションを図ろうとすることが苦手な児童が多く、今必要とされている人との関係を構築する力が弱いのではないと言える。

これからの社会で必要とされる広く発信する力と態度の育成につながるために、教育課程特例校として取り組んできた英語・外国語活動を生かすことが重要となる。この教育活動を通して、互いの思いを伝え合うやりとりの楽しさを見いだし、コミュニケーション能力を身に付けることが大切である。

以上の理由から、英語・外国語活動を一つの切り口として、単に英語の能力を高めるだけではなく、人間関係を築くうえでも大切にしたいコミュニケーション能力の向上を期待して、研究主題を「人と関わり、進んで自分の思いを表現する子～豊かなコミュニケーション能力の育成を目指して～」と設定した。

3 ■ 4つの研究の視点

英語教育の研究において、以下の4つの視点を設けた。

◎子供の生活に根ざしたカリキュラムの構築

児童の興味・関心や発達段階に応じて、自分や家族のことから、学校、地域、社会(日本・世界)へと視点を広げるような題材を取り入れ、また、他教科で学ぶ内容や国際理解教育、情報教育、福祉教育、環境教育、人権教育といった他領域と関連付けた題材を考え、「チャンツ」や「ゲーム」を取り入れながら、英語でコミュニケーションをとり、心と体、頭を用いた生きた言葉の習熟や体験をさせる。子供の生活に根ざしたカリキュラムを構築することにより、児童のコミュニケーションへの意欲が高まり、そのことが豊かなコミュニケーション能力の育成につながるのではないかと考える。

◎ステップを踏んだユニット(単元)構成の工夫

児童が無理なく英語に慣れ親しむようにするために、ステップを踏んだユニット構成・授業展開にする。一つのユニットは3～5時間で展開され、聞く活動を中心としたインプット→話す活動を中心としたアウトプット→自分の意思で選んで表現するコミュニケーションの順でユニット構成・授業展開を行うことで、児童は無理なく自然と英語に慣れ親しむようになり、また自分の思いを表現できるようになると考える。

◎自分の思いを表現する場の設定

英語・外国語活動を核として、コミュニケーション能力の素地を育てる。そのためには、自分の思いを表現する場を設定する必要がある。「インタビュー活動」や「スキット」、

「ショッピング」等の場を設定し、自分の思いを表現する場を意図的に設ける。単元の後半に必ずこの場を設定することにより、児童がコミュニケーションに慣れ、コミュニケーションの素地が培われると考える。

◎評価と支援の一体化

担任が児童の動きを把握しやすい場を設定することにより、評価活動を積極的に進めるようにする。例えば、小集団の活動時や全員でインタビューしているときなどに支援しながら児童を観察し記録する。つまずきの見られる児童には声をかけて個別に支援し、よい姿が見られるときには褒め言葉を児童に返すことにより、評価と支援を一体化するようにする。また、活動の終わりには振り返りの時間を設けて自己評価も行う。自己評価では、自分の頑張ったことやよかったことなどを記入するようにする。以上のような評価活動を行うことにより、英語への苦手意識をなくし、興味・関心を高めるとともに、児童が自己肯定感や自己効力感、自己有用感をもちことができるようになる。

4 ■ 他教科・他領域と関連付けたユニット(単元)の模索

4つの研究の視点の中で、児童の活動意欲を高めるために、特に「子供の生活に根ざしたカリキュラムの構築」を重点項目ととらえていた。英語だけではなく、国語・理科などの全教科や道徳・「総合的な学習の時間」などの全領域、さまざまな行事・活動で児童と関わっているという小学校教員の利点を生かし、児童の興味・関心と活動意欲が向上するであろう題材を他教科・他領域の中でも模索し、研究を深めてきた。

表1(p.14)は、2014(平成26)年度の本校における「他教科・他領域と関連したユニット」を一覧にまとめたものである。その中から関連教科に理科を含む実践を紹介する。

◆第3学年「生き物ランドを作ろう」 関連：図画工作・理科・総合的な学習の時間

児童は、3年生になって、理科での植物の観察・栽培、昆虫の観察・飼育にたいへん意欲的に取り組んできた。また、「総合的な学習の時間」には「広沢グリーンたんけんたい」という単元の中で、広沢の池をはじめとする地域の自然環境について調べた。

図画工作の単元である「虫さんランド」では、身のまわりの自然材や空き箱・空き容器などの身近材を使って、生き物ランドを制作した。どんな生き物ランドにしたいかを考えながら、材料の使い方を工夫し完成させた。



図1 生き物ランドを作る児童たち

本単元では、このような他教科・他領域との関連や、生き物が大好きな児童の実態を踏まえて、自分の好きな生き物を自然の中に棲まわせた生き物ランドを活用し、生き物の名前や自然を表す単語を学ぶことにした。「相手に聞こえる声」「ジェスチャー」などを意識して紹介したり、友だちの作品がどんなようすか興味をもって聞くことをねらいとした。

単元の終末では、さらに自分の好きな生き物を粘土や紙で作成し、自分の生き物ランドの中の木や石の下、池の中などに、それらの生き物を隠し置いた。友だちに対して「どこに」「何が」「何ひき」いるかなどを問い、それに答えてもらうというクイズ形式で楽しみながら紹介していく活動を取り入れた。自分で工夫し制作した作品を活用したことによって、子供たちの活動意欲が一段と高まっていると感じた。

理科以外になるが、児童の興味・関心をひき、活動意欲が高まった実践の中から2つを紹介したい。

◆第1学年 「ももたろう」 関連：国語

国語科の単元「むかしばなしがいっぱい」でさまざまな昔話の中から読んでみたい話を選び、読書する活動を行ってきた。なかでも「ももたろう」は、全員で話を読んだ。桃太郎と動物たちが会っていきようすや力を合わせて鬼退治をする迫力ある場面を楽しむ児童らの姿が見られた。



図2 「ももたろう」の授業風景

そこで本単元では、国語科の学習で親しんだ「ももたろう」を教材として活用し、英語でも物語の世界を楽しむために、その一場面を自分たちが桃太郎と動物になりきって劇化していくことにした。そして、英語での会話がつながって話が進んでいく楽しさを感じ、決まったやり取り以外にも既習の単語やフレーズを活用して、もっと話したいという思いをふくらませ、コミュニケーションへの意欲や態度を育むことをねらいとして活動した。

知っている物語を英語活動に取り上げたことで、子供たちの「やってみたい」「面白そう」という思いを引き出すことができ、積極的に英語を用いてコミュニケーションを図ろうとする姿が見られた。

◆第6学年 「My Dream」 関連：道徳・図画工作

道徳の授業で、夢や目標に向かって真摯に自分を高めようとする有名なスポーツ選手の才能や努力に触れる授業を行った。この授業を通して、自分の良いところを見つめ直し、さらに友だちの良いところを見つけた。これは、児童の自己肯定感を高め、将来の夢や希望につながると考えたからである。

図画工作では、「12年後のぼく・わたし」と題して、芯材に紙粘土を付けて作品を作り上げた。将来を思いながら作品を作ることで、子供たちはさらに夢を実現させたいという願いを強くし、将来の自分を表現した。

本単元は、友だちにヒントを与えて、自分の就きたい職業



図3 自分の将来の夢を伝え合う児童たち

を当ててもらい、最後に自分の性格や特技・長所などを含めてその理由を説明する活動をした。この活動では、自分の将来の夢を理由を含めて進んで友だちに伝えたり、友だちの夢を聞いたりすることをねらいとした。

道徳では自分自身を見つめ直すことにより自信を深め、図画工作では自分の将来の職業を具体的にイメージすることができた。そのことにより、本単元では自分の将来の夢を意欲的に伝えようとし、また、相手を尊重する意識をもって友だちの夢を聞くこととする姿を見ることができた。

5 ■ 期待される小・中連携

これまでの12年間、英語教育を通して子供たちの豊かなコミュニケーション能力の育成を目指してきた。この先、小学校英語が大きく変わろうとしている。外国語活動を小学校3・4年生に前倒し、5・6年生の外国語活動は教科化ということが中央教育審議会に諮問されている。それにもないアルファベットや英単語・英文の「読み」「書き」の活動(学習)が導入され、学習の過程や結果に対する「評価」が求められることが懸念される。小学校英語がこれまで大切にしてきた「子供たちの英語に対する活動意欲」を衰退させることなく、研究を進めなくてはならない。

そのためには、小学校教員が中学校英語を理解し、中学校教員が小学校英語を理解するために、それぞれが研修を深めると同時に、互いの情報交換と小・中の英語教育の接続を含めた課題の共通理解が必要不可欠である。これからの英語教育には、小・中の連携が重要な課題となり、その進展が期待される。

表1 他教科・他領域と関連したユニット

学年	Unit	タイトル	トピックス	キーセンテンス 活用した単語	Hi, friends! NEW HORIZON	関連教科・領域	単元・内容	英語の授業で 活用した作品等
第1学年	8	ももたろう	動物 食べ物 数字	What do you want? ~ please. How many? I'm ~ giraffe, monkey, dog cake, apple, banana one, two,, ten	2-Lesson9	国語	「むかしばなしが いっぱい」	ももたろう (デジタル絵本)
	6	わたしの やさしい	野菜 形	What do you want? ~.please. Here you are. Thank you. My vegetable is ~. I have ~. vegetable, tomato, cucumber eggplant, green, pepper, beans	1-Lesson6	生活	ぐんぐんそだて みんなのやさしい	見つけたよカード
第2学年	7	パー ティーを しよう	品物 店	What do you want ? I want ~. ~ please. Here you are. No sorry. Thank you. You are welcome. I have ~. I like ~. shop, baloon, flower, card game, ice cream, omlert french fries, hamburger hot dog	1-Lesson4・6 2-Lesson4	生活	まちをたんけん 大はっけん	
	3	私の好き な物	色 生き物	Do you like ~? Yes, I do. No, I don't. spider, butterfly, ladybug, bee stag, beetle, grasshopper dragonfly, ant, praying mantis	1-Lesson4	理科 総合的な学習	しげんのかんさつを しよう 広沢グリーンたん けんたい	
第3学年	7	生き物ラ ンドを作 ろう	生き物 自然の中 にあるもの	Where is the ~? How many? bird, fish, frog tree, flower, grass, rock soil, pond	1-Lesson3・4・6	図画工作 理科 総合的な学習	虫さんランドを作 ろう しげんのかんさつを しよう 広沢グリーンたん けんたい	生き物ランド (図工作品)
	4	楽しかった みさきの 家	活動 感情	My best memory is ~. How was it? Why? Because ~ camping in a tent looking at stars cooking outdoors		宿泊的行事	みさきの家	みさきの家の写 真
第4学年	8	行ってみ たいな	都道府県	Where do you want to go? I want to go to ~. It's famous for ~. kinki area Shinano River Mt. Fuji Lake Biwa temple castle shrine	2-Lesson4・5	社会	わたしたちの京都 府 *地図を広げて	日本地図
	9	クラブを 紹介しよ う	クラブ	I am ~club. What club are you in? What did you do? cooking, sewing, science track and field, badminton table tennis		クラブ活動	クラブの紹介	
第5学年	5	Enjoy "Yama no Ie"	山の家で の活動 気持ち	What do you like best? I like ~. How was it? It was ~. campfire, cook, walk interesting, excited, fun	1-Lesson2	宿泊的行事	花背山の家	山の家の写真
	6	Healthy Menu	料理	What would you like? I'd like ~ and ~. Just a moment please. Here you are. deep-fried chicken, rice hamburger, spaghetti, pizza	1-Lesson9	家庭	「おいしいね毎日の 食事」	イラスト、写真
第6学年	3	Let's go to Minami- Awaji	活動 できること	Where do you want to go? I want to go to ~. I can ~. whirlpools, Themepark earthquake, a cow	2-Lesson3	宿泊的行事	修学旅行	修学旅行の写真
	5	Let's make Hirosawa map	建物 公共施設	Where do you want to go? Go straight. Turn right. Stop. elementary, junior high school temple, shrine, river	2-Lesson4・5 1-Unit9 2-Unit6 3-Unit4	総合的な学習	自分達の住む地域	地域の写真
	8	My Dream	職業	What do you want to be? I want to be ~. nursery school, teacher baker, fire fighter, comedian	2-Lesson8 2-Unit3 3-Unit6	道徳 図画工作	将来の夢	道徳で活用した 自分の「いいところ 見つけ」の資料
育成学級	7	いきもの カードフ ァイルをつ くろう	生き物	What do you want? I want ~. beetle, carp, goldfish, ranchu crayfish, stag, beetle weatherfish, tropicalfish	1-Lesson6	生活単元	生き物を育てよう	教室で飼っている 生き物の写真
	8	ずきなお やつラン キング	おやつ	What do you like? I like ~. chocolate, pudding, ice cream popcorn, cake, doughnut potato chips, cream puff cookies, french fries adzuki beans, whipped cream	1-Lesson4・5	生活単元	お誕生日をお祝い しよう	

第1回

数学と芸術は関連している？



ジャズピアニスト・作曲家

中島 さち子 / なかじま さちこ

1996年国際数学オリンピックインド大会で日本人女子初の金メダル、翌年のアルゼンチン大会で銀メダル獲得。東京大学で数学を専攻する一方、ジャズに出会い、卒業後本格的に音楽活動開始。2010年ピアノトリオCD「REJOICE」リリース。2012年『人生を変える「数学」そして「音楽」』（講談社）出版。現在は、独自の音楽活動や数学研究のほか、全国で数学や音楽についての講演活動、教育、グローバル人材育成などに携わる。「算数・数学の自由研究」作品コンクールの中央審査委員を務める。

数学と音楽は似ている？

「数学と音楽は似ていると思いますか？」

講演で、私はよくこうした質問を受けます。

私は現在「ジャズピアニスト」という、即興性を重視する音楽に携わっており、作曲もしています。同時に中学校時代から、明けても暮れても数学の問題を考え続けたり、数学という神秘的で荘厳な世界に感動を覚えたりしながら、長年数学に魅了されてきました。私にとって、音楽と数学は、何度困難に出会ってもなお、自分を魅了し続ける、自分の人生に不可欠な魅惑の世界です。

数学は論理の学問と思われがちですが、実は感性や情緒が非常に重要となる学問だと思っています。岡潔（1901～1978年、多変数複素函数論で世界的業績を残した数学者）

は、「野に咲く一輪のすみれの花を美しいと思う」ような情緒の心を養うことこそが、万人が数学を学ぶ意義だと唱えました。卑近な例で恐縮ですが、私自身は、数学でも人生でも、「難問」に出会うときに、必ず唱える呪文があります。それは「今、本質は何かを聴きだそう、感じ取ろう」ということです。そして、物事の本質を聴きだすには、時に先入観を取り払い、感性を研ぎ澄まし、心の眼で今の本質を照らし出す新しい“視点”を探る必要があります。難問に向き合い苦闘し、徐々に霧がひらけ美しい山路が見えてくるまでの試行錯誤の過程は、やっぱり音楽的であるように感じます。

20世紀を代表する物理学者アルバート・アインシュタイン（1879～1955年、特殊・一般相対性理論提唱者）は、ヴァイオリンの名手でもあり、音楽家になろうと思ったこともあるのだそうです。彼の有名な言葉に、次のようなものがあります。

“Imagination is more important than knowledge. Knowledge is limited. Imagination encircles the world.”（想像力は知識より重要である。知識には限界がある。想像力は世界を包み込む）

彼の数々の天才的な発見は、音楽的想像力の土壌の中から醸成されてきたのかもしれない。

また、数学界のレディ・ガガと称されるセドリック・ヴィラーニ（1973年～、2010年にボルツマン方程式とランダウ減衰に関する業績でフィールズ賞受賞。蜘蛛のブローチを愛用）と先日お話をさせていただいた際、キーボードが一部壊れた彼のPCの中には大量の音楽が入っていました。クラシックや現代作曲からロックにジャズ、シャンソン、ポップスまで。彼の数学的大発見に至る苦闘の日々の過程には、いつも自然に音楽があったと伺いました。なお、フランスでは、作曲家と数学者が創造性について語り合う対談講演などがよく行われているそうです。

古代ギリシャ時代から中世ヨーロッパに至るまで、大学の自由教養の4科は「算術」「幾何学」「天文学」「音楽」でした。数学と音楽は長い間、切っても切れない関係にあったのです。

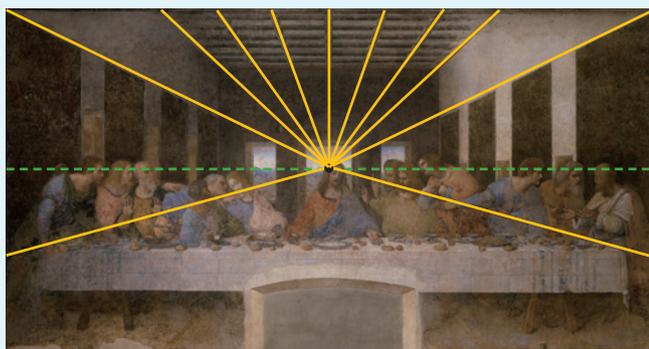
芸術の背後には数学や科学がある？

ルネサンス期は、芸術と科学の境界が曖昧であり、画家や

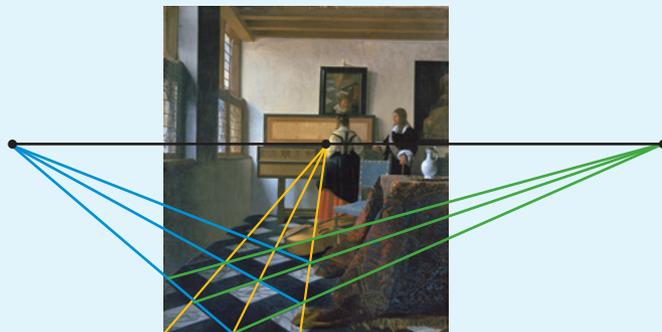
建築家は両者にまたがる教養や技術を持っていました。そして、多くの絵画や建築物が、数学的な緻密な計算をもとに生み出されました。

画家レオナルド・ダ・ヴィンチ(1452～1519年)は、科学、数学、解剖学、地学などに造詣が深く、発明したものは多種にわたり、またリラの名手でもありました。彼はすぐ科学に夢中になり、期限をなかなか守らないためか、あまり沢山の絵画作品が残されていないことは誠に残念ですが、同時にすばらしい科学的考察メモを大量に残しており、後世の私たちを魅了しています。

ダ・ヴィンチは透視法(遠近法)を深く研究し、絵画に応用しました。『最後の晩餐』では、両端の壁はキリストのこめかみの一点(消失点)に向かっています。透視法の研究は射影幾何学の発展を促しました。射影幾何学の有名な「デザルグの定理」(右上の囲み参照)が発見されたのは17世紀です。その頃透視法をさらに深く絵画の構図に利用していた画家に、ヨハネス・フェルメール(1632～1675年)などがいます。



『最後の晩餐』ダ・ヴィンチ ©Photo Scala, Florence/amanaimages



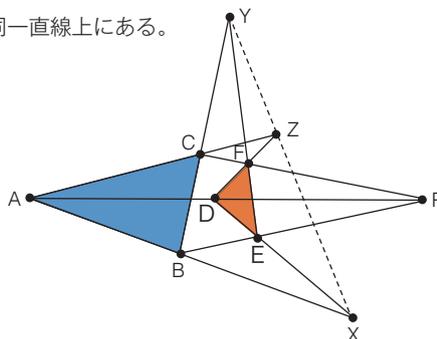
『音楽の稽古』フェルメール ©Bridgemon Images/amanaimages

図1 ヨーロッパの絵画に見られる透視法 補助線は筆者

デザルグの定理

$\triangle ABC$ と $\triangle DEF$ について、 AD と BE と CF が1点 P で交わるとき、直線 AB と直線 DE 、直線 BC と直線 EF 、直線 CA と直線 FD の交点を各々 X 、 Y 、 Z とすると、 X 、 Y 、 Z は、同一直線上にある。

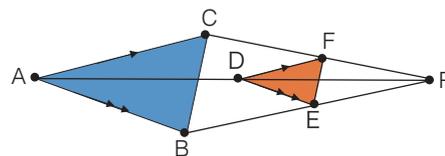
図a



空間内で点 X と点 Z が無遠慮に飛ぶように射影すると、定理は以下ようになります。これなら簡単ですね!

$\triangle ABC$ と $\triangle DEF$ について、 AD と BE と CF が1点 P で交わり、 $AB \parallel DE$ 、 $CA \parallel FD$ であるとき、 $BC \parallel EF$ となる。

図b



[補足] 空間内で図aが平面 α 上にあるとする。 α 上ない点 O 、平面 OXZ に平行な平面 β (点 O を含まない)に対し、点 O から図aを平面 β に「射影」すると、図bようになる。

美術における透視法の発展と数学における射影幾何学の発展が、互いに深く関連し合っていたことは間違いありません。また、ダ・ヴィンチは近代会計学の父ともいわれる数学者ルカ・パチョーリ(1445～1517年)の著作『神聖比率論』に、多彩な多面体の挿絵等を描いています。

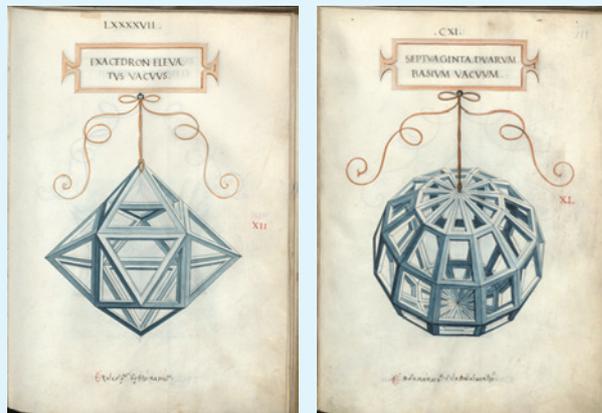


図2 『神聖比率論』に掲載されているダ・ヴィンチによる多面体の挿絵

日本的美の背後に数学がある一例として、浮世絵師葛飾北斎（1760～1849年）の「富嶽三十六景」シリーズの『神奈川沖浪裏』を見てみましょう。

『新・北斎万華鏡』（中村英樹著、美術出版社）によると、この作品は対角線と19の円弧を用いて構図が決定されているのだそうです。まるで作図のようですね。

例えば、画板の左下隅を中心とし画板の縦幅を半径とする円を描いてみると、左下隅から右上隅へ伸ばした対角線との交点に大きな波の先端があります。さらにもう一方の対角線と円との交点を見ると、ちょうど小さな富士山の山頂に位置しています。そのため、大きな波の躍動的な動きを見てみると、自然と遠くの富士山に視線が誘導されるしくみになっています。なお、この作品に刺激され、ドビュッシー（1862～1918年）は交響曲『海』を作曲したと言われています。

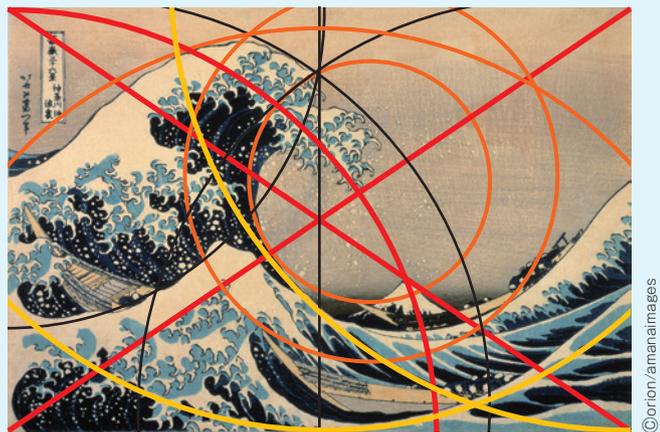


図3 葛飾北斎『神奈川沖浪裏』に見られる数学
補助線参考：『新・北斎万華鏡』（中村英樹著、美術出版社）

また、19世紀から20世紀にかけて、数学や科学が目覚ましい進歩を遂げたことと、芸術や音楽の発展は無縁ではないはずですが。

例えば、非ユークリッド幾何学や相対性理論により、長さや時間は固定不変なものではないことがわかってきて、従来のさまざまな常識や先入観は根底から揺さぶられました。1931年、サルバドール・ダリ（1904～1989年）は、かの有名な『記憶の固執』（溶けた時計が描かれている）を生み出しました。また、複数の視点から物事の本質を見ることが数学や科学の中で問われたり、物の形を単純化してとらえるトポロジーの分野が発展する時代に呼応するように、20世紀初頭、ピカソ（1881～1973年）やブラック（1882～1963年）はキュビズム（複数の視点を同じ画面上に表

現する手法。物の形を極端に解体し単純化する）を生み出します。（注：ただし、キュビズムに先駆け、先の葛飾北斎やセザンヌも、複数視点を同一画面内に入れる試みをしています。）一方、音楽では、20世紀、おもに黒人たちの中から極めて創造的な音楽であるジャズが生まれ、白人の若者たちはロックを生み出しました。いずれも、ある意味では、世界大戦を2つも体験した動乱の20世紀でなければ生まれ得なかった音楽ジャンルと言えるのではないのでしょうか。また、西洋クラシック音楽では、一般に「現代音楽」と呼ばれる流れが主流となり、大衆を離れ、より哲学的に、構成的に、抽象的に、音楽を見つめ直すようになります。

こうした20世紀の音楽革命の数々も、科学の発展や社会全体の動きと深く影響し合っていたと考えられます。

創造性のヒント

私自身、試行錯誤の中では、例えば数学で苦しむ最中には、時に、即興でピアノを弾きまくり、感性を先入観から解放しよう試みます。一方、即興や作曲でスランプに陥ったときは、自分のメロディやリズム、和音の流れの傾向を数字や数学を用いて解体し分析したうえで、敢えて自分の中になかった「数」や傾向をしばらく叩きこみます。それが身体の一部になると、徐々に、新しいタイプの曲が自分の中から自然とわき出てきます。（と簡単に書きましたが、苦闘の中では何万回もの失敗を繰り返すわけで、毎回一筋縄では山を乗り越えることはできないのですが。）

このように、私の人生の中では、数学と音楽はさまざまな形で深く結びつき、刺激し合い、私を魅了し続けてきました。人類の歴史の中でも、数学と音楽や芸術とは切っても切り離せない関係にあります。この関係を知ることは、21世紀を生き抜くヒントになるかもしれません。また、生きている限り、人は、心や頭を使いながら、自分なりの何かを生み出し続けています。つまり、人はみな、生まれながらに芸術家であり、数学者なのだと思っています。

この連載では、10回にわたり、歴史を紐解きながら、数学と音楽、はたまた科学と芸術の関連について、皆さんとともに思いを馳せてみたいと思います。❖

第1回

好奇心



大阪大学全学教育推進機構 講師

山内 保典 / やまのうち やすのり

1977年愛知県に生まれる。2005年名古屋大学大学院教育発達科学研究科博士課程後期課程修了。博士(心理学)。2007年名古屋大学大学院情報科学研究科研究員、2008年大阪大学コミュニケーションデザイン・センター特任研究員、特任助教を経て、2014年より現職。コミュニケーションを軸に、科学の営み、科学者と市民の対話、科学技術政策形成への市民参加を研究・実践している。現在は、将来の科学者や研究者が学ぶ高等教育の在り方にも関心を広げ、カリキュラムの調査、開発、実践にも取り組んでいる。

科学技術と社会の関係を調和させる

いきなり質問です。約30年前の1984年にインターネットに接続している端末は、全世界で何台あったでしょうか。

正解はおおよそ1000台です。これが2008年には10億台を超え、2015年には49億台を超えるといわれています。たった30年で社会の情報の流れは一変してしまいました。

個人が容易に情報を発信できるようになったことで、例えば、プライバシーの保護や表現の自由について、かつてない問題と議論が噴出し、新しいしくみが必要となっています。近年、こうした科学技術の急速な進展と、私たちの価値観や社会のしくみとの間に歪みが目立ち始めています。そして、このような歪みは、情報分野に限られたものではありません。

「科学技術と社会の関係を調和させるには、どうすればよい

のか」という問いは、今後、科学技術に直接携わる人はもちろん、現在を生きる私たちすべてにとって重要です。

想像を膨らませることの意義

劇的に変化し続ける科学技術と社会の関係を考えるうえで、鍵となるものの一つは「想像力」だと私は思います。

「人間が想像できることは、人間が必ず実現できる」という言葉が、ジュール・ヴェルヌ(1828～1905年)の言葉として伝えられています。私には「必ず実現できる」とは言えませんが、もしすばらしい世界を想像できれば、それに向けて努力を重ねることができるし、もし恐ろしい世界を想像できれば、それを回避するための対策を事前に考えられるでしょう。

もちろん想像ができて、実現できないことはあります。また奇跡と呼ばれるような幸運や、想定外といわれるような不幸など、想像できないけれど現実となることもあります。

このような限界はありますが、それでも事前に考えておいた対策にアレンジを加える形で緊急事態に臨むことができれば、その場でゼロから対策を考えるより、当面の対応はよりよいもの(あるいは、納得のいく失敗)になるでしょう。より重要なのは、現実の想定外のチャンスやピンチに対し、迅速で臨機応変な対応を可能にする思考スキルを磨くことです。その思考の質と速度を鍛えるために、日頃からさまざまな想像をして、どう対応するかを考えることは有効でしょう。

連載にあたって

本連載では、想像を膨らませるきっかけとして、サイエンス・フィクション、中でも、小中学生でも読みやすく、私自身も中高生の頃に好きだった星新一氏(1926～1997年)の作品を毎回紹介します。そのうえで、作品をベースに、現在の科学技術と社会の関係について考えていきます。読んでくださった皆さまが「これはサイエンスの問題なのか? 社会の問題なのか?」、「これは現実なのか? 虚構なのか?」、「いったい何が正しいのだろうか?」と疑問だらけになって、思わず他の人と議論を交わしたくなるような連載にしたいと考えています。

もし読者の中に教員の方がいらっしゃいましたら、理数系

作品の概要 「ある研究」 星 新一

『ポッコちゃん』(新潮社)収録

「あたしと研究と、どっちが大切なの」。研究をする男に、妻が問う。研究をやめ、まともに働くことを望む妻に対し、男は「この研究に、なぜだかわからないが、心をひかれている」と答え、ごまかそうとする。しかし妻の追求はゆるまない。そこで男は、皆に協力を要請し、助けが得られなければあきらめると告げ、権力者に会いに行った。

話をきいた権力者は、熱心さに理解を示しながらも、気の毒そうに、研究が何の役に立つのかははっきり説明できなければ皆を納得させられないことを告げる。男は「出来てみなければ、なんとも言えませんが、きっと驚くほど役に立つでしょう」と訴えるが、権力者は「そんなあいまいな話では、どうにもならん」と答える。さらに権力者は、研究が危険であること、皆が研究を恐れて

いることを伝える。そして男に、「このへんで思いとどまって、家族を安心させてあげなさい」と研究をやめるよう諭すのだった。

男は家に戻り、妻に「だめだそうだと伝え、すべてを断念し研究資料を持って外へ出た。

男は研究資料一木の棒とくぼみのある板一を抱え、板の黒く焦げたくぼみを残念そうに撫でる。棒を板にこすり続ける作業を誰かに手伝ってもらい、中断せずに交代でやりさえすれば、板の熱が高まり、ついには火となってくれそうな気がしてならないのだ。

火を作れるのは、神か悪魔だけに許された仕事なのかもしれない。なんの役にも立たないかもしれない。たしかに危険なことでもある。だけど本当に作れたとしたら、どんなにかすばらしいことだろうな。男はそうつぶやきながら、棒と板を川に投げ込んだ。

人類が火を所有するには、かくして、また何万年かの時間を待たなければならなかった。

の教員と人文社会系の教員とが合同で実施できる総合学習のような授業で、議論のきっかけとして使っていただけると嬉しい。科学の視点からも社会の視点からもアプローチができる、正解が一つではないテーマを題材に多様な価値観に触れることで、生徒の考えが深まると思います。さらに理科での学びが、他の教科の学び、さらには私たちの生活や未来とつながっていることも実感してもらえそうです。

さて前置きが長くなりましたが、今回は連載の第1回なので、研究や科学技術の始まりを描いた作品を取り上げます(上記「作品の概要」参照)。

今回のポイントー好奇心

要約は本当に難しいですね。内容がわからないという方は、是非作品を読んでから続きをお読みください。

この作品の魅力の一つは、現代の話だと思っていたのに、実は、先史時代の話だったという驚きでしょう。原作を読まれた方は、妻が毛皮をねだる描写など、つじつまがぴったり

合っているのを見て、すがすがしい「やられた感」を持つと思います。でも、そういうお楽しみは、この連載では割愛します。今回取り上げるのは、研究という行為でしばしば問題になる、「好奇心」対「有用性」という緊張関係です。先史時代の「ある研究」をめぐるやりとりが、あたかも現代の話のように感じられたように、この関係は一定の普遍性を持っています。

「なぜだかわからないが、心をひかれている」。こうした好奇心は、科学研究をはじめとする探究活動の原点とも言えます。こうした好奇心に対して、作中の権力者と同じように、多くの人は理解を示すでしょう。しかし、その好奇心を満たすために協力を頼まれたとしたら、どうでしょうか。作中の権力者と同じように、「研究が何の役に立つのか」、「そんなあいまいな話では、どうにもならん」と納得のいく説明を求め人もいると思います。

さて、ここで質問です。あなたが権力者の立場だったら、「好奇心」を重視して仲間に協力を呼びかけますか。それとも、あくまで「有用性」を求めますか。どちらでしょう？

有用性を重視することへの疑問

作品の権力者は有用性を求めました。その結果、男は研究をあきらめ、人類の火の所有が何万年も延びてしまいました。本人も含め、その後の何万年の間、人類は寒さに震え、ときには命を落としたでしょう。この作品では、研究に有用性を求め過ぎることの弊害が端的に描かれています。

本当に革新的な発明や発見の場合、その有用性を事前に納得いく形で説明することは困難です。未だかつて存在しないのですから、想像はできても「本当にそうなるのか」はわかりません。「出来てみなければ、なんとも言えませんが、きっと驚くほど役に立つでしょう」といった男の言葉は、イノベーションのある側面をよく表しています。それに対し、具体的な有用性を求め続けられれば、革新の芽は摘まれてしまいます。

あなた自身やあなたのまわり、教員の方であれば生徒の中に、何の役にも立たないかもしれないものに、なぜだかわからないが心をひかれて取り組んでいる人はいませんか。そして、そのイノベーションの芽が、「何の役に立つのか」という問いによって、つぶれられてはいないでしょうか。

好奇心を重視することへの疑問

一方、権力者が仲間呼びかけていたら、どうなっていたでしょうか。そもそも恐れられ、危険で意味もない作業であるため、協力は得られないでしょう。半ば強制的に協力を得ても問題です。この時点で、たいした火おこしの道具はありません。そのため大変な難航が予想されます。村の働き手が、何も生み出さずに、ただ木をこすり続けていたら、本人やその家族は困りますし、村全体としての生産性も落ちます。

さらに失敗が続いたときに厄介なのは、本人たちにその原因がわからないことです。努力不足なのか、道具が悪いのか、それとも、そもそも不可能なのかわかりません。男は「もっと多くの人と時間があれば成功する」と言うかもしれません。それは正しいでしょうか。いつ諦めればよいのでしょうか。それだけ努力したのに、本当に諦められるのでしょうか。諦めた場合、協力者に対して、誰がどう償えばよいのでしょうか。

また別の疑問もあります。危険であり、かつ「神か悪魔だけに許された仕事」というほど、皆から恐れられている研究を、果たして好奇心で進めてもよいのでしょうか。もちろん、

火は多大な恩恵をもたらします。しかし、大きな損害をもたらすことも事実です。先に、有用性を重視し過ぎることで、イノベーションの芽を摘む可能性を指摘しましたが、それは危険の芽を摘み取ることの裏返しでもあります。

予防原則（事前警戒原則）という考え方があります。予防原則とは「環境や人の健康に重大で不可逆な悪影響が生じる恐れがある場合には、その科学的根拠が不十分でも対策を延期するべきではない。もしくは対策を取るべきだとするリスク管理の原則」^{※1}です。この考え方からすれば、神か悪魔だけに許された仕事を実行させないというのは、妥当な判断だと言えるかもしれません。皆さんはどう考えますか。

現代のあなたとのつながり

文部科学省の「科学研究費助成事業」は「研究者の自由な発想に基づく」研究費助成事業の代表的なものです。

2014年度の助成額は2,305億円です。^{※2} 誰かの自由な発想に基づく研究に対して、1年間で1人あたり約1,815円を支援している計算になります。高いですか、安いですか。どのような研究に支援しているか気になる人もいると思います。

また現在、国の政策として科学技術イノベーションも推進されています。革新的な科学技術であればあるほど、どのような恩恵や危険をもたらすのか、予測は困難です。どの研究を進め、どの研究を止めるのか、私たちはどう判断すればよいのでしょうか。ここでやはり重要になるのが、想像を膨らませておくことで…という話は、また別の回にいたします。

ギリシャ神話では、プロメテウスという神様が人類に最初の火をもたらし、その火が文明や技術と同時に戦争をもたらしました。現在、制御困難で、恩恵もリスクも強大な科学技術は、プロメテウスの火と^{たと}喩えられます。またプロメテウスは「pro（先に）+ metheus（考える者）」と分解され、「先見の明を持つ者」という意味にもなるそうです。火をもたらそうとした作中の男が、もし今の社会を先に見られたとしたら…。はてさて、板と棒をどうしたのでしょうか。 ❖

補注

※1 平川秀幸, 2005, 「用語解説：予防原則（事前警戒原則）」, 藤垣裕子（編）, 『科学技術社会論の技法』, 東大出版会, p.272.

※2 https://www.jsps.go.jp/j-grantsinaid/27_kdata/data/1-1/1-1_h26.pdf

第1回

高校生物におけるヒトの生物学



東京都立国立高等学校 主任教諭

大野 智久 / おおの とむひさ

1981年茨城県に生まれる。2004年東京大学大学院総合文化研究科修士課程修了。在学中は松田良一教授に師事。2006年都立高校の教諭（理科・生物）となり、2015年より現任校に勤務。日本生物教育学会、日本生物教育会に所属。東京都生物教育研究会を中心に活動。日本人類学会や日本人類遺伝学会などの学会と連携し、「ヒトの生物学」の高校現場への導入を模索。上越教育大学の西川純教授の提唱する『学び合い』の考え方に基づく協働学習を実践。NHK高校講座の生物基礎の講師を務める。



ヒトの生物学は教えられているか

皆さんは、高校の生物の授業で「ヒトの生物学」がどのくらい教えられているかご存知でしょうか。ここに一つのデータがあります。国際生物学オリンピック（IBO）^{*1}に参加する国々の生物の教科書で扱われている内容を分野別に整理し、日本と比較したものです（表1）。これを見ると、日本では、ヒトの生物学が突出して少ないことがわかりました。これは旧学習指導要領の教科書の内容のデータですが、現行の学習指導要領も、大枠ではそれほど変わっていません。

ヒトの生物学は、高校生の興味・関心を非常に高め、それが生物学の学習への強い動機付けとなります。また、自分の体のことを知ることは、健康・医療の面などの点でもとても役に立つ実学的な側面もあります。だからこそ、海外では盛

表1 IBO参加国と日本との高校生物教科書の比較 教科書の全ページに対する該当分野のページ数の割合を示したもの。日本は『生物Ⅰ』、『生物Ⅱ』の教科書による。東京大学 松田良一教授提供。

分野	国際（IBO）	日本
ヒトの生物学	19%	4%
遺伝	15%	23%
細胞生物	14%	17%
植物	12%	13%
生態	11%	2%
動物	11%	25%
進化	6%	14%
微生物	5%	0%
分類	5%	2%
行動	2%	2%

んにヒトの生物学が扱われるのでしょうか。では、なぜ日本ではヒトの生物学の扱いが小さいのでしょうか。まずはここから考えてみたいと思います。

なぜヒトの生物学は高校生物で扱われないのか

高校の生物でヒトの扱いが小さい理由として大きいのが、「教科・科目によるすみわけ」の問題です。例えば、ヒトの健康に関する内容であれば、それは「保健体育」の内容になります。また、脳死・臓器移植や生殖医療、遺伝子組換え作物など、現代的な問題や倫理的な問題を含む内容は、生物学的な内容であっても現代社会や倫理の領域となっています。家庭科ではヒトの発達や栄養素について、世界史では人類進化の歴史などを扱っています。これらはどれも高校生物の教科書には全く記述がないか、あったとしてもとても小さい扱いになっています。これは、学習指導要領作成の際に内容の重複を避けているということと、高校生物では「基礎生物学」を扱うという流れからきているものだと思います。

しかし、生物以外の教科・科目での扱いでは、教員の専門性もあり、生物学的なバックグラウンドをもって内容を取り扱うのは困難です。すると、例えば、飲酒や喫煙、薬物乱用が、細胞レベルあるいは分子レベルでどのようなことを引き起こすかがわからないまま、それらが健康によくないという結果だけを暗記することになります。さまざまな教科・科目に断片的に埋め込まれ、生物学の専門性が要求される内容で

あったとしても高校生物での扱いがなくなってしまうような区分は本質的なものではありません(表2)。諸外国では、例えば保健の分野の内容を生物の中で扱っている国が多く、それが冒頭に示した「ヒトの生物学」の扱いの大きさの違いに直結しています。ヒトの生物学を、高校生物の中で積極的に扱っていくべきだというのは、世界の中では当たり前のことなのです。

表2 日本の高校で「ヒトの生物学」を扱う教科・科目

教科・科目	内容
保健体育	生活習慣病, 栄養学, 運動生理学, 睡眠, 喫煙, 飲酒, 薬物乱用, 感染症, 応急手当, 妊娠・出産, 人工妊娠中絶, 薬
現代社会・倫理	脳死・臓器移植, 再生医療・iPS細胞, 生殖医療, クローン技術, 遺伝子組換え作物
家庭科	ヒトの発達と保育, 栄養素
世界史	人類の進化, 農耕・牧畜

他教科との関連以外に重要な問題は、大学入試との関係です。ヒトの生物学は高校生物の学習指導要領にあまり記述がないため、教科書でもほとんど取り上げられません。そのため、大学入試でも、いわゆる基礎生物学以外の領域から出題されることはほとんどありません(近年ヒトに関する出題は増加傾向にあるようですが、大学入試のためにヒトの生物学の対策が特別必要というほどではありません)。現在、高校生物では配当時間数に対して扱わなければならない内容が非常に多く、教科書の内容を終えるだけでも精一杯の状況です。そんな中で、教科書にもなく入試にも出題されない内容を取り上げることは、教員からすれば時間的にとても困難と言えるでしょう。

そのような状況でも何とかしてヒトの生物学を取り上げようとしても、今度は適切な教材がないことが問題になります。高校の授業では、教科書以外に資料集が用いられることも多いのですが、この資料集にもヒトの生物学に関する記載がほとんどありません。そのため、授業で扱おうにも、使用するべきテキストが存在しないのが現状です。入試に出題されない以上、出版社等で新たな教材開発が行われることも期待できません。

また、見過ごされがちではありますが、ヒトの生物学は非常に扱いがデリケートな内容を含むということも考えておく必要があります。例えば、身近になってきた遺伝子検査を取

り上げようと思っても、疾患と遺伝・環境との関係をしっかりと説明できなければ、新たな差別・偏見を生むことにもつながりかねません。ヒトの遺伝に関しては「全く知らないことは問題だが、中途半端に知ることはもっと大きな問題になることがある」と言われます。これをあえて扱おうとすると、教員は覚悟を持たねばなりません。このことも、ヒトの生物学を扱いにくくさせている原因の一つと言えるでしょう。

学習者である高校生の立場から考えると、確かにヒトの生物学は勉強への意欲・関心を高めるものかもしれませんが、授業での扱いがなければ、もともと強い動機をもつ生徒以外はヒトの生物学をしっかりと学ぶことはありません。多少なりとも授業での扱いがあれば、それをきっかけとしてヒトの生物学の学びが開かれるかもしれませんが、現状では、その扉は閉ざされているのです。

ヒトの生物学を扱わないとどうなるか

それでは、このまま「ヒトの生物学」が高校生物で扱われないと、何が問題になるのでしょうか。2つの視点で考えてみたいと思います。

まずは、Biology for Allの視点です。これは、市民としてのリテラシーの育成と言い換えることができます。これからの社会を生きていくうえで、何がリテラシーとなるのでしょうか。例えば、医療を受診する際、医師の説明を理解し、主体的に治療を選択できる「賢い患者」になることが重要です。そのためには、生活習慣病など多くの国民が関係するような疾患も含めて、生物学的な知識・理解が必要となります。飲酒や喫煙など、健康に影響するようなことも、生物学的な知識・理解があれば、そのリスクを理解したうえで付き合い、健康な生活につなげることができるでしょう。また、遺伝子検査や新型出生前診断など、新しい技術が生活に急速に浸透してきている近年の状況もあります。このようなことについても、情報に振り回されるのではなく、背景となる生物学的な理解をもとに主体的に判断することができれば、よりよい意思決定につながり、同時に差別・偏見のない世界の実現にもつながるでしょう。ヒトの生物学は現代社会に欠くことのできないリテラシーなのです。

次に、Biology for Interested studentsの視点です。これは、専門家の育成と言い換えることができます。これから

の生命科学研究を切り拓く、革新的な発想力や突破力をもつ才能は、どこに隠れているかわかりません。しかし、そんな才能が発掘されずに埋没してしまっているかもしれません。このような人材は、もしかしたら基礎生物学の学習や現行の大学受験にフィットしていないだけである可能性があります。しかし、ヒトの生物学を扱うことによって、そのような人材の興味・関心を引き出すことができるかもしれません。また、例えばヒトの生物学を学んだことをきっかけに医学を志すなど、高校時代からはっきりとした目的意識をもち、日本を引っ張る人材となる可能性もあります。生物学への強い情熱を呼び起こす力、そしてそれを未来の生命科学研究につないでいく力がヒトの生物学にはあると思います。

本連載のビジョンとゴール

ここまで、「ヒトの生物学」が、その重要性に比して高校生物での扱いが小さい理由と、今後考えられることについて見てきました。結びに、本連載の“ねらい”をお話したいと思います。

全体を通じてのビジョンは「ヒトの生物学を通じて、生物学の面白さ・奥深さを伝え、現代を生き抜くリテラシーを高め、同時に生命科学を担う人材を見だし育てる」ことです。そのために、具体的なゴールとして高校生物の授業で「ヒトの生物学」を扱ってもらうこと、また多くの高校生や一般の方に興味をもってもらえることを目指します。

本連載がヒトの生物学を扱うためにアプローチしようとしている点はいくつかあります。それをまとめたものが図1です。まずは、高校の先生方や、高校生・一般の方に興味・関心をもってもらえるような話題提供をしていきたいと考えています。また、先生方には、「これなら授業ですぐに扱えそう」と思ってもらえるような話題提供も意識したいと思います。これらはすべて「学びの入り口」の提供と言えるでしょう。高校の先生方には、授業で扱う際のヒントとして。高校生や生物学に興味のある一般の方には、興味をもっていただくことから始まる広大な学びの導入として、幅広く「ヒトの生物学」の学習を広げていくことを願っています。

同様の視点でのアプローチはすでにさまざまところで始まっています。例えば、東京大学の生命科学教科書編集委員会の作成した『現代生命科学』^{*2}という書籍では、「ヒトの

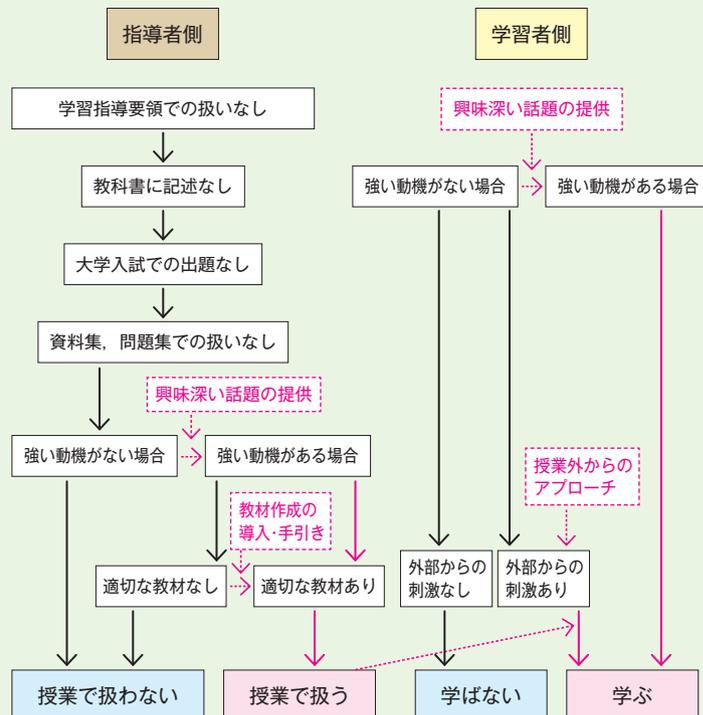


図1 ヒトの生物学を扱うためのアプローチ

生物学」が中心に据えられており、その重要性が訴えられています。

「受験に役立つ」という価値観を超えて、ヒトの生物学は間違いなく「人生を豊かにする」ものだ確信します。それは、広く生物学のリテラシーを高めることにつながり、また、将来生命科学の分野で活躍してくれるかもしれない原石の輝きを引き出すことにもつながるかもしれません。そんな未来を思い描きながら、これからヒトの生物学の世界を皆さんと一緒に見ていくことにしましょう。❖

補注

- ※1 国際生物学オリンピック (International Biology Olympiad : IBO)
高校生を対象にした、生物学の理論問題、実験問題を解く能力を競う国際大会。1990年に第1回大会がチェコスロバキア(現チェコ)のオロモウツで開催され、2014年の第25回大会(インドネシア・バリ)では61か国・地域から239名が参加。日本は第16回大会(中華人民共和国・北京、2005年)から代表を送っている。
- ※2 生命科学教科書編集委員会、2015、『現代生命科学』、羊土社。

小・中・高・大の熱い思いが ひとつになった『数楽チャレンジ大会』

数楽チャレンジ実行委員会 代表

尾崎 達也 / おざき たつや

■ はじめに

「子供たちに算数・数学の楽しさを知ってもらいたい」。

この思いを胸に、愛知県新城市内の小・中・高校の算数・数学担当教員が集まり開催されることになった『数楽チャレンジ大会』。17回目の大会が、昨年度も11月に開催されました。「授業では扱われない問題」「できた喜びを実感できる問題」「地域のことを考える問題」などを通して、算数・数学の本当の楽しさ、素晴らしさを実感してもらうことを目的としています。

初めて開催した1998（平成10）年は参加者が中学生のみ30名程度でしたが、その後、小学生の部の開設や近隣市町村からの参加者も増え、多い年には200名以上が参加することもありました。

また、問題の作成においても、愛知教育大学の小谷教授に出題、問題検討に参加していただくなど、小学校から大学までの4校種の教員による取り組みにまで発展してきました。

■ 算数・数学のよさがわかる問題作成を目指した委員会

大会はチャレンジ問題（筆記問題）と体験コーナーに分かれています。

実行委員会では、事前にそれぞれ問題を持ち寄り、互いに解き合う中で、数学的にどのように考えてもらいたいのか、どこで算数・数学の楽しさを感じることができるかを話し合います。20名近くの委員が一つ一つ時間をかけて問題を精査していく中で、よりよい問題にしていきます。また、難易度に応じて小学校、中学校、小・中共通の3パターンに分け、採用する問題を決定します。

体験コーナーは、愛知教育大学の教授の指導のもと、大学生が中心となり問題やパズルを作成します。毎年工夫が凝ら

され、面積や重さなどを推測する問題や、紙を切ったり折ったりしながら解く問題、数学パズルなどがあります。

■ 大会当日のようす

<チャレンジ問題>

大会当日、開始合図と同時に子供たちは、これまで見たことがない問いに笑みを浮かべながら取り組み始めました。しかし、どれも簡単に解くことができないものばかりのため、顔は険しくなりました。難しい問題に対して、黙々と取り組む子供たち。何度も書いたり消したりと試行錯誤を繰り返しながらも、あきらめずに頑張る姿が見られました。



図1 大会がスタートし、問題に取り組む子供たち

<体験コーナー>

体験コーナーは、チャレンジ問題（筆記問題）とは別の会場で行います。ここでは筆記問題とは違い、友だちと相談したり担当の学生と話したりしながら、問題に取り組みました。

学生からは、さまざまな図形の面積を目測で予想する問題や、オリジナルナンバープレース、計算クロスワードなどの数学パズルが出題されました。

面積の問題では、矢印や家の形などがありました。面積を予想した後は、方眼用紙を使って数えたり、分解してそれぞれの面積を求めたりする方法を学生に説明してもらいながら、正しい面積を求めました。

また、分解されたサイコロを組み立てるパズルもありました。作業を通して楽しくできたり、学生にヒントをもらいながら問題に取り組むことで、自然と会話が弾みました。子供たちにとっては、数学を直に教えてもらうことで数学の楽しさを味わうことができ、学生にとっては、できたときの子供たちの笑顔を通して、数学を伝える喜びを感じることができました。



図2 大学生とサイコロパズルに挑戦する子供たち

■ 大会を終えて

参加した子供たちから、次のような声がありました。

- 問題に対して積極的に取り組みました。時間をたくさん使い、すべてに挑戦しました。わからない問題のほうが多かったけど、楽しい時間でした。
- 私は、初めて参加しました。きっかけは、友だちからの誘いがあり、自分もチャレンジしてみようかなと思ったからです。当日問題を見ると、普通のテストとは違い、クイズを解いているようでした。体験コーナーでは、大学生が考えた問題をやるのは難しいと思っていたけれど、教えてくれる人がすごく優しくて、やっているうちに一人で解けるようになり、やっぱり楽しいなと思いました。改めて、数

学の楽しさや難しさを体験することができました。

- 私は、計算だけの問題より解き方を考える問題のほうが好きなので、楽しみでした。問題はよくわからないものが多かったですが、ふだんは時間があまりなくてできないので、たくさん時間があって楽しかったです。考えることが楽しかったので、来年も参加したいと思います。

解答用紙には、出題者がコメントを記入して返却します。これは第1回から続けていることです。ただ正解か、不正解かだけでなく、「この考え方がよい」、「ここに注目したら解けていたかも」など、子供の発想力や数学的な考え方を伸ばしていくことを大切にしています。

中学生のときに大会に参加して、今では実行委員として問題作成に携わっている教員もいます。

数楽チャレンジ 挑戦者から出題者へ

私が中学生だった頃、数楽チャレンジに参加した。それから十年以上たった今でも覚えている問題が二問ある。それほど私にとって印象深い一日となった。ふだん授業で勉強する数学とは違った数楽を知った私は、「こんなに数学って楽しいんだ！ 考えることって疲れるけれど、答えが出たときはめっちゃうれしい！」と思い、数学が好きになった。その後、私は高校に進学し理系に進み、大学は数学を専攻する学科に入り、今では中学校で数学の教員をしている。また、数楽チャレンジ実行委員として数学の楽しさ、面白さを感じてほしいと活動している。私の数学人生のスタートとなったのは、この数楽チャレンジだ。

(数楽チャレンジ実行委員)

いつまでも数楽(数学が楽しい)を求めた本事業が続いていくことを願っています。 ❖

編集後記

表紙が変わりました。いかがですか。新しい連載がスタートするにあわせて表紙や特集紙面などのデザインを一新しました。デザイナーによると、デザインは生もので‘匂’があるそうです。本号の特集では、現在中央教育審議会で検討されている新教科「小学校英語」をテーマに、対談と実践例を掲載しました。3つの新連載も「数学と音楽の織りなす世界」「サイエンス・フィクション?」「ヒトの生物学を教えよう」をテーマに、これからどのように話が広がっていくのか楽しみです。表紙だけでなく記事も‘匂’をお届けします。(財)理数教育研究所 事務局

宇宙望遠鏡に名を残した エドウィン・ハッブル

～「膨張する宇宙」の「発見」に貢献～



© Steve Nagy/Design Pics/Corbis/amanaimages

地上約600 km上空を周回する「ハッブル宇宙望遠鏡」
(2006年6月8日撮影)

20世紀前半、宇宙に存在する無数の銀河が互いに遠ざかり、「宇宙は膨張している」という、それまでの恒常的な宇宙観を大きく変える「発見」がありました。この発見に貢献した一人がアメリカの天文学者エドウィン・ハッブル(1889～1953年)です。彼は、銀河の後退速度と地球からその銀河までの距離の間に比例関係がある(「ハッブルの法則」と呼ばれる)ことを1929年に見いだして、ロシアのアレクサンドル・フリードマン(1888～1925年)がアインシュタインの一般相対性理論を基に提唱していた「宇宙膨張論」の正しさを証明しました。1990年、大気の影響を避けて、宇宙でのより詳しい観測を目指して打ち上げられた「ハッブル宇宙望遠鏡」(写真)の名称はこうした彼の功績を讃えたものです。

最近、ハッブルよりも早く、「ハッブルの法則」に相当する法則性をベルギーの司祭で天文学者のジョルジュ・ルメートル(1894～1966年)が自国の雑誌に1927年に発表していたことがわかり、欧州宇宙機関は彼に敬意を表し、彼の名をつけた国際宇宙ステーションへの補給船を2014年に打ち上げました。科学史上の「発見」をめぐる一つの出来事です。

大阪教育大学名誉教授 鈴木善次/すずき ぜんじ

Rimse (リムス)

No.12

編集・発行 (財)理数教育研究所

大阪オフィス

〒543-0052 大阪市天王寺区大道4丁目3番23号
TEL.06-6775-6538 / FAX.06-6775-6515

東京オフィス

〒113-0023 東京都文京区向丘2丁目3番10号
TEL.03-3814-5204 / FAX.03-3814-2156

E-mail : info@rimse.or.jp

http : //www.rimse.or.jp

※本冊子は、上記ホームページでもご覧いただけます。

印刷所：岩岡印刷株式会社

デザイン：株式会社 アートグローブ

本文イラスト：株式会社 アートグローブ

表紙写真：クラフト アルファベットと脳/アフロ