

アンテナを高く



千葉県総合教育センターカリキュラム開発部長 **丸山 誠一** まるやま せいいち

最近関心を持った科学にまつわる話題といえ
ば、COP26（国連気候変動枠組条約第26回締約
国会議）と宇宙開発に関するものである。

まず、COP26。昨年11月、英国グラスゴーで
開かれた会議では、産業革命前からの気温上昇
を1.5℃に抑えるための努力を追求するとの決
意が示された。岸田文雄首相は首脳級会合にお
いて、日本としても「1.5℃目標」達成に向け、
2030年度には温室効果ガス排出量を2013年比
46%削減すること、さらに50%削減への挑戦を続
けることを明言した。

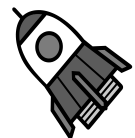
2015年に SDGs（持続可能な開発目標）が国
連で採択されたことに伴い、カーボンニュート
ラル（二酸化炭素排出量実質ゼロ）「脱炭素社
会」といった言葉を頻繁に耳にするようになった。
日本でも、多くの業界・企業が、政府の掲
げる目標に対する具体的な取組に着手している。
電気自動車や水素、バイオ燃料で走る自動車、
水素を利用した製鉄技術、ミドリムシや木くず、
プラスチックなどを利用した航空燃料、CO₂を
吸収する、あるいは原料とする「環境コンクリ
ート」、アンモニアや水素を燃料とする船舶等の
開発、さらにはバイオ技術を活用した、CO₂を
食べる「合成生物」なるものの実用化に向けた
研究も進んでいるようだ。

現在、世界平均気温はすでに1.1℃以上上昇し、
現状のままではさらに温暖化が進み、熱波や大
雨、干ばつ、強い熱帯低気圧の発生といった極
端な現象が、今以上に増加することは確実であ
るとのこと。12月にアメリカで発生した複数の
巨大竜巻による大惨事の光景が記憶に新しいが、
我々の孫、ひ孫の時代に地球はいったいどうな
っているのか、非常に憂慮される。今、地球が
どれほどの危機に瀕しているのかを、もっとも

っと周知する必要があると思う。

一方、宇宙開発に関わる話題。近年、民間企
業によるロケットの開発や宇宙旅行ビジネスが
本格化しており、「宇宙旅行時代の幕開け」だ
と言われている。9月には、アメリカの宇宙企業
SpaceX が打ち上げた宇宙船「Crew Dragon」が、
民間人だけでの初の宇宙旅行を成功させた。ま
た11月9日には、国際宇宙ステーション（ISS）
に長期滞在していた宇宙飛行士の星出彰彦さん
が、およそ半年ぶりに地球に帰還したが、星出
さんは ISS 滞在中、人類が宇宙で暮らすことを
想定したさまざまな生命科学実験を行ったそう
だ。「筋力低下をどう防ぐか」「人類は子を産む
ことができるか」「自給自足は可能か」といった
テーマでの実験とのこと。さらに12月には、実
業家の前澤友作さんが、日本の民間人として初
めて ISS に12日間滞在した。宇宙旅行が実現し
てきていることや宇宙での長期滞在に向けた研
究が加速していることに、大きな驚きとともに
夢や希望を感じる。「宇宙なう」という前澤さん
のつぶやきに、まだまだ費用や訓練の面で厳し
いものがあるとはいえ、宇宙旅行が身近になっ
てきていることを実感させられた人も多いだろ
う。

ここに挙げた2つの話題に限らず、情報、技
術等の分野を含め、私たちをとりまく環境はも
のすごいスピードで変化している。この「変化
の激しい時代」を生き抜く力を子供たちに確実
に付けていくことが、私たち教育に携わる者に
課せられた責務であることを自覚し、アンテナ
を高く張りめぐらせ、新しい情報を得る努力を
していきたいものである。



科学について思うこと

めざす児童像

千葉県教育庁北総教育事務所香取分室 指導主事

にながわ としゆき
蜷川 俊之



1 はじめに

スマートフォンやパソコンなどを利用した通信技術、用途別に開発される洗剤や除菌剤、新型コロナウイルスに対するワクチンや薬の開発、民間人の宇宙旅行など、日常生活や現代社会における科学技術の進歩は著しい。だが、高度な科学技術もそれぞれの分野で基礎となるものがしっかりとしていないと応用にはつながっていない。このような社会で生活をする中で「電気の利用」「水溶液の性質」「生物と環境」「月と星・月と太陽」など、小学校において、日常生活や社会との関連を重視しながら理科を学ぶことの意義や有用性を実感させ、理科への関心を高めていくことは、とても大切であると考えられる。

2 小学校の理科でめざす姿

小学校学習指導要領（平成29年告示）解説理科編には、「問題解決の過程として、自然の事象・現象に対する気付き、問題の設定、予想や仮説の設定、検証計画の立案、観察・実験の実施、結果の処理、考察・結論といった過程が考えられる。この問題解決のそれぞれの過程において、どのような資質・能力の育成を目指すのかを明確にし、指導の改善を図っていくことが重要になる。」と書かれている。

また、千葉県教育委員会が活用を推進している『思考し、表現する力』を高める実践モデルプログラムは、学習指導要領で求められている「主体的・対話的で深い学び」の実現に向けて、各教科の指導において児童生徒に育成すべき資質・能力を育むために授業改善をしていくためのモデルとなっている。ここで重要視しているのは、これまでの学校教育の蓄積を生かし、

各教科等における優れた授業に共通し、かつ普遍的な要素である「主体的な学び」「対話的な学び」「深い学び」の視点から授業改善を図ることである。

これらを受け、今回は「問題解決の過程」と『思考し、表現する力』を高める実践モデルプログラムを参考にし、それぞれを関連させながら「めざす児童像（理科）」（図1）を作成し、授業における4つの場面で以下の力を育てたいと授業実践を重ねてきている学校について紹介させていただく。

- ・問題を見いだす力（場面）
- ・根拠のある予想や仮説を発想する力（場面）
- ・解決の方法を発想する力（場面）
- ・より妥当な答えを作り出す力（場面）

3 「電気の通り道」（3年）における実践より

本時は導入場面で、以前は明かりがついていたおもちゃを、明かりがつかない仕組みにして提示することで課題を見つけ、豆電球に明かりをつけるために、電気を通す物と通さない物を話し合いながら分類をしていく学習である。

<4つの場面でめざす児童像>（抜粋）

【問題を見いだす場面】

- ・導線がつながっていないから明かりがつかないんだね。

【根拠のある予想や仮説を発想する場面】

- ・何かはさんで、もう一度回路にすればいいかもしれないな。
- ・銀色のものは電気を通すと思う。

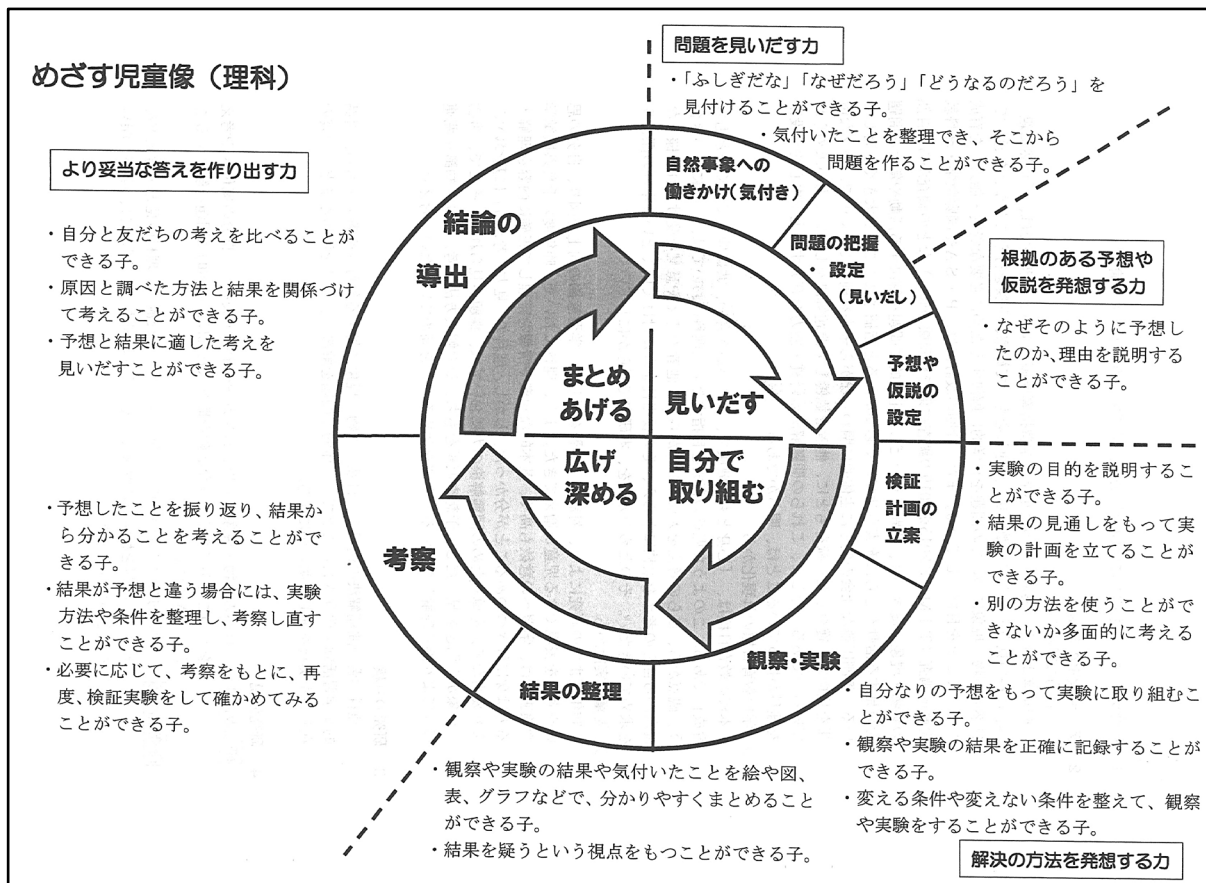


図1 めざす児童像（理科）

【解決の方法を発想する場面】

- ・回路の途中に調べるものをはさんで、明かりがつくかどうか調べるといいんじゃないかな。
- ・スプーン、コップは電気を通さなかった。釘や10円玉は電気を通すね。他のものはどうかな。どんどん試してみよう。
- ・プラスチック（スプーン、コップ）、木（積み木、わりばし）、紙（段ボール、コップ）は、電気を通さない仲間だね。

【より妥当な答えを作り出す場面】

- ・アルミニウムはくるとアルミニウムできていて1円玉が電気を通したから、アルミニウムは電気を通すね。
- ・銅も鉄と同じように電気を通すことが分かったよ。
- ・電気が通るか通らないかは、何でできているかによって違うみたいだね。
- ・鉄、銅、アルミニウムは電気を通す。プラスチック、木、紙は電気を通さない。

このようにそれぞれの場面でめざす児童の姿を思い浮かべながら指導計画を立てて授業を展開することが、児童が主体的に学習する姿や実験結果から考えられることについて対話を通して確かなものとして認識したり、理解を深めたりする姿につながっていくと考えられる。なぜなら、実際の授業でここに挙げられているめざす児童の姿がたくさん見られたからである。

4 おわりに

今回紹介させていただいた学校は、「令和4年度千葉県教育研究会理科教育研究部会研究発表大会〈香取大会〉」で小学校の会場校となる学校である。新型コロナウイルスの感染状況によりどのような開催になるか現時点ではわからないが、直接授業が見られる状況であればぜひ足を運んで授業を見ていただきたい。また、そうでなくても一人でも多くの方々が参加し、理科好きな児童生徒を一人でも多く育てていくヒントにさせていただけることを願っている。

科学について思うこと

理科教育と ICT 活用についての一考察



千葉県教育庁北総教育事務所海匝分室 指導主事

たかせ けんたろう
高瀬 健太郎

1 はじめに

コロナ禍において、学校現場における ICT の需要が急激に高まった。しかし、実際にはごく一部の学校でしか対応することができなかった。また、OECD 生徒の学習到達度調査2018年調査（PISA2018）によると、日本の学校の理科授業におけるデジタル機器の利用時間が短く、授業で「利用しない」と答えた生徒の割合は約80%に及んだ。

このような状況で、全国の小中学校に「1人1台端末」と「高速大容量の通信ネットワーク」を整備する「GIGA スクール構想」が、新型コロナウイルス感染症の感染拡大の影響で一気に加速した。皮肉なことではあったが、学校の ICT 環境が整うこととなった。

2 理科における ICT 活用

理科の学習は、自然の事物・現象に直接触れることから始まる。そして、観察、実験を行い、そこから得られた結果を考察することを通して、科学的に探究する力や態度を育て、理科で育成を目指す資質・能力を養うことを重視している。では、理科の学習の中で、どのような場面に ICT の活用が有効となるであろうか。

観察、実験とは、児童生徒が自ら目的や問題意識をもって、意図的に自然の事物・現象に働きかけていく活動のことである。児童生徒は解決したい問題に対して、既習の内容や生活経験を基に、根拠のある予想や仮説をもち、それを確かめるために観察、実験を行う。そして、根拠を明確にして考察し、結論を導き出すことが大切であるが、この時、根拠となるのが観察、実験の結果である。根拠のある考察を導き出すために ICT を活用することで、一層の効果が期

待できる。具体的には、以下のような場面で ICT を活用することができる。

- ・観察、実験の過程や結果の保存
⇒客観的に事実をとらえるために、記録の手段として活用する。
- ・観察、実験のデータ処理やグラフ作成
⇒結果の処理に係る時間を短縮し、考察にかける時間を確保する。
- ・観察、実験の過程での情報の検索
⇒自分の考えをもつために参考として活用する。

【参考】理科の指導における ICT の活用について（文部科学省）

ICT を活用する際は、「観察、実験の代替」としてではなく、理科の学習の一層の充実を図るための有用な道具として、授業の中に ICT を位置付けることが重要である。教師が活用する場面を適切に選択し、丁寧な指導の下で活用することが求められる。

3 探究の過程における ICT 活用

学習指導要領の中に、資質・能力を育成する学びの過程についての考え方として、理科では、「課題の把握（発見）、課題の探究（追究）、課題の解決という探究の過程を通じた学習活動を行い、それぞれの過程において、資質・能力が育成されるよう指導の改善を図ることが必要」とある。ICT を活用することで、このような学習活動は可能になると考える。以下に、課題の探究（追究）場面における ICT の活用について考えをまとめたい。

小学校第5学年B（3）「流れる水の働きと土

地の変化」において、「雨の降り方によって、流れる水の速さや量は変わり、増水により土地の様子が大きく変化する場合があります」を学習する。その際、人工的に流れをつくり、モデル実験によって水の速さや量といった条件を制御しながら増水による土地の変化の様子を調べる学習を行う。

しかし、このモデル実験では、準備に時間がかかり、繰り返し実験をすることが難しいため児童が実験を見逃してしまうと結果を明確に捉えることができなくなる。

そこで、前述したように「観察、実験の結果や過程の保存」のために、タブレット等で実験の様子を録画し、グループで繰り返し再生すれば、一つの事象を何度も確認することができる。その映像を基に考察してより妥当な考えをつくりだすことができる。小学校第6学年B（4）「土地のつくりと変化」で行う堆積のモデル実験も同様にできるであろう。

また、小学校第4学年A（2）「金属、水、空気と温度」の学習では、水の温まる様子を観察したり、温度の変化を記録したりする。ここでは、「観察、実験のデータ処理やグラフ作成」のために、タブレット等に備わっているアプリ（表計算ソフトや共有ツールなど）を活用すれば、温度の変化を表計算ソフトに入力することで瞬時にグラフ化することも可能となる。さらに、共有ツールがあれば各グループのデータをリアルタイムで反映させることもできる。

そうすることで、ワークシートでグラフ化することに要していた時間を考察にかけることもでき、各グループの結果を比較することでより妥当な考えをつくりだすことも可能となる。

4 ICT≠観察、実験の代替

どんなにICTが便利になろうとも、観察、実験などの指導については、やはり直接体験に勝るものはないと考える。かつて自身が小学校で授業に取り組んできた際には、導入における自然の事物・事象との出会いを大切にしてきた。そのために、まずは児童の興味・関心を高めることを心がけた。「あれ？」「どうして？」など

の気持ちを呼び起こすような工夫をするのだが、その際、できるだけ児童にとって身近な事象や意味を理解しやすいものを選ぶようにしてきた。

また、児童の経験や考えを引き出すことにも力を注いだ。児童は教師が提示した事象と出会う前に、既に関係する事象と出会ったり、経験をしたりしているものである。そして、目の前の事象について、過去の経験などから解釈をしようとする。したがって、既習と未習とのズレを生じさせ、半分わかるが半分わからない状態をつくると授業が大変盛り上がった。

そして、捉えさせるべきことが明確であることも大切である。児童の興味・関心を高めることばかりを優先しすぎると、学習すべき内容から外れた事象提示になってしまうことがある。事象提示をする際は、「児童に何を捉えさせるべきか」ということを十分に考慮した。事象提示によって児童の問いが拡散的になった場合は、教師による問いかけ（発問）によって焦点化を図ることも必要である。

以前、「今日は皆さんにこれやってもらいます。」と学習課題を提示し、児童生徒は、板書された学習課題をノートやプリントに記入するという場面に出会ったことがある。

観察や実験、考察の場面等での話合いに時間を確保したいという理由もあるのだろうが、目的もわからないまま実験をする児童生徒の姿があった。

このことから、教師自身が児童生徒に「気付き」や「疑問」を抱かせる工夫や「知りたい」と思わせる導入の工夫を追究する姿勢をもち続けることの大切さを痛感した。

5 最後に

「学ぶことをやめたら、教えることをやめなければならぬ」少年サッカーのコーチをしていた際に出会った言葉である。

児童生徒に理科の楽しさや有用性を感じてもらえるよう、学び続け、優れた教育技術を広めていきたい。

科学について思うこと

ノーベル賞受賞者の言葉から思うこと



千葉県教育庁南房総教育事務所安房分室 指導主事 さくま あきなり 佐久間 亮成

1 「え？なんで？」を大事にする

2021年のノーベル物理学賞は、プリンストン大学の眞鍋淑郎博士が受賞した。受賞会見では、アメリカ国籍を取得した理由を尋ねられて大変話題になっていたが、その会見の中では、「日本の研究は好奇心に基づいた研究が少なくなっているように思う」とも言及している。日本では、研究費を確保するために短期的な成果が出やすい応用的な研究を重視しがちであり、「なぜだろう？」という好奇心から出発する基礎研究に取り組む研究者が少なくなっているという意味だと受け取れる。日本人研究者がノーベル賞を受賞すると、しばしば基礎研究のあり方が話題に上る。

免疫にブレーキをかける PD-1というタンパク質の働きを解明し、新しいがん治療法を発見したことで2018年にノーベル生理学・医学賞を受賞した本庶佑博士は、研究を登山に例え、「何が正しいのか重要なかわからないまま、山を攻めようというのはナンセンス。多くの人がたくさん山を踏破して、そこに何かあるか理解して、どの山が重要か調べる段階だ。」と基礎研究の重要性を語っている。

細胞が自分自身のタンパク質を分解するオートファジーの研究で、2016年にノーベル生理学・医学賞を受賞した大隅良典博士は、やはり基礎研究の重要性を語った上で、小学生・中高生に向けて「特に子どもたちには、本当に『あれ？』と思うことがたくさん世の中にはあって、そういうことの気付きをとっても大事にしてほしい。」「『え？なんで？』ということをお大事にする人たちが、子どもたちが増えてきてくれたら、私は日本の将来の科学も安泰だと思っています。」

とメッセージを送っている。さらには、「社会が将来を見据えて、科学を一つの文化として認めてくれるような社会にならないかな、ということをお強く願っています。」とも述べている。

この話を耳にして、すぐに役立つ応用研究に偏らず、好奇心から出発する基礎研究も受け入れるという社会を作り出すためには、我々理科教師の働きが重要だと痛感した。科学が社会の発展に貢献していることを教えるのはもちろん大切である。しかし、そればかり強調しては、「それって何の役に立つの？」という意識も強くなってしまふ。「え？なんで？」と思ったことに興味を持たせ、進んで調べたり確かめたりすることをたくさん経験させることで、好奇心が満たされたときの喜びを実感させていきたい。事実、新たな事象や法則を知った児童・生徒が、次々に条件を変えて実験に取り組むという姿をよく目にすることがある。そういった児童・生徒がさらに増えていけば、日本全体で基礎研究を受け入れる雰囲気が出来上がり、日本の科学力の向上につながっていくのではないだろうか。

2 リスクとベネフィット

2012年、iPS細胞の研究で山中伸弥博士がノーベル生理学・医学賞を受賞した。iPS細胞は、筋肉、神経、心臓、肝臓など、様々な組織や臓器の細胞に変化する能力を持ち、再生医療と創薬という二つの面で注目され、研究が進められている。

一方で、iPS細胞には腫瘍が形成されるのではないかと懸念もある。iPS細胞の誕生から研究が進み、安全性は年々高まっているという。その上で山中博士は、「リスクは減っても、

絶対ゼロにはならない。だから、リスクとそれに対する効果(ベネフィット)とのバランスで、ベネフィットが上回ると思えば、臨床試験等をはじめることができるのだと思います。」と話している。

リスクとベネフィットという言葉を聞くと、DDT という殺虫剤を思い浮かべる。DDT は安価に大量生産でき、高等生物への急性毒性が弱かったため、万能の殺虫剤としてかつて多用されていた。しかし、DDT の分解物 (DDE、DDA) は環境の中で分解されにくく、食物連鎖を通じて生物濃縮されることで生態系に大きな影響を与えてしまうことが明らかになった。このような危険性は、レイチェル・カーソンの『沈黙の春』で取り上げられるなどして、多くの国で DDT の使用が禁止・制限されることになった。

一方で、亜熱帯や熱帯地域の多くの国々ではマラリアが猛威を振っており、その媒介をするハマダラ蚊の駆除には DDT に取って代わるような有効な薬剤がないことも実情である。そのような中で、WHO は2006年に DDT を屋内使用に限定して有効活用することを勧告した。これも、まさにリスクとベネフィットを天秤にかけた判断だと言える。

また、生命科学の分野では、倫理面での課題もよく話題になる。急速な研究開発のスピードに負けないよう、倫理的な議論を社会全体で迅速に進めることが求められている。同様に、人工知能 (AI) の飛躍的な進化により、人工知能が人間の知能を超えるだとか、人間の仕事が人工知能に奪われるといった話もよく聞くようになった。

科学技術の発展は良くも悪くも私たちの生活に大きな影響を与えており、予測困難な時代が到来すると言われている。そのような時代においては、0か100かでは判断できないことがさらに増えていくと予想される。そのためにも、子どもたちには、多くの情報の中から必要なものを選び取る能力や、自他の意見をすり合わせてより妥当だと思われる考えを作り上げていく力などが必要になってくる。そのような力は、理科の学習でこそ育成しやすいのではないだろう

か。中学校で理科を教えていると、「理科で習ったことなんて、将来使わない」などと言う生徒もいる。しかし、その文脈での「理科で習ったこと」というのは「知識」という意味でしかない。知識については、この情報化社会においては検索方法さえ知っていればどうにでもなることが多い。私たちが理科を通じて教えていることは、知識を暗記することではなく、手にした知識や技能を駆使して、考え、議論し、より妥当な結論を導き出していくことなのだと、改めて感じた。

3 持続可能な社会に向けて

眞鍋博士の物理学賞受賞は、地球科学分野での受賞という点でも話題になった。地球温暖化は、持続可能な社会を実現するために解決しなければならない大きな問題の一つであり、分野にとらわれずに取り組んでいかなければならないというメッセージのようにも受け取れる。実際、眞鍋博士も、気候変動に対して人類が何をすべきかということについて、「自分が研究してきたことよりも、もっともっと難しい問題だ。ありとあらゆることにつながっている。」と答えている。人が暮らしていく社会の問題である以上、自然科学だけで解決できるものではない。社会に生きる私たち一人一人が、多面的な視点を持って議論していかなければならない問題である。

だからこそ、学校教育においても、教科横断的な学びが大切になってくる。それぞれの教科で身に付けた視点を活かして、新たな問題について考える機会を作っていかなければならない。そのためにも、教員同士が活発に意見を交わし、まずは、身近なことや、やりやすそうなことから実際に行動を起こしていくことが重要ではないだろうか。

私たち教員も、多面的な視点を持ち、互いに対話をしながら、これらの教育活動に積極的に取り組んでいきたい。その姿勢こそが、子どもたちにとっての良い手本になると思っている。