



子どもと理科教育

—誰もが科学に関心を持つ社会になるために—

石渡正志（甲南女子大学人間科学部教授）

日本の高校生の実態

理科と聞くと、「ちょっと苦手」と思われる方も多いのではないだろうか。実際、高校や大学での理系・文系の比率は3:7前後であると考えられる。特に女子はその比率が低い。これは、生徒の個人的な興味の問題なのだろうか。

2015年に実施された15才を対象とした国際的調査であるPISA2015（72の国・地域が参加）において、各国生徒の理科に関する興味・関心等を調査している。その中で日本の生徒の順位は、「科学の話題について学んでいるときは、たいてい楽しい」、「科学について学ぶことに興味がある」などの科学の楽しさに関する指標では65位、「将来自分の就きたい仕事で役に立つから、努力して理科の科目を勉強することは大切だ」などの理科学習に対する道具的な動機付けの指標では62位、「科学に関するテレビ番組を見る」、「コンピュータを使って機械の仕組みのシミュレーションをする」など科学に関連する活動の指標では、データのない国を除き56カ国・地域中55位と惨憺たる結果である。しかし、日本の子どもの学力が低いためにこうなっているのではない。PISAの科学リテラシーの得点は2000年の調査開始以降毎回トップクラスである。

日本の子どもは、 もともと理科への興味・関心が低いのか

文部科学省が実施した平成30年度全国学力・学習状況調査によれば、小学校6年生で理科の勉強が好きかという質問に肯定的に答えた児童は83.5%にものぼる。また、幼児期を考えれば、ほとんどの子が虫や小

石や花に興味をもち、触ったり眺めたり収集したりする。どうやら子どもは、もともと理科に興味がないどころではなく理科が好きなのだ。それが中学校になると同調査で62.9%、高校のデータはないので、少し古いが、ベネッセの「第4回学習基本調査・国内調査高校生版（2006）」を参照すると、「次の教科や学習の時間の勉強がどれだけ好きですか」の質問の「理科」に肯定的に答えた生徒の割合は、40.4%である。大人の理科好きの調査は見当たらないが、いくつかの調査で科学の知識および科学技術への関心がOECD平均に比べると低いことが示されている。日本の子どもは年齢が上がるにつれて理科から離れていくと思われる。何が子どもを理科から遠ざけていくのであろうか。また、それをどう改善すればよいのだろうか。

筆者は中学校・高等学校教員を経験し、今は小学校教員養成に携わっているため、これを授業という側面から考えてみたい。

小学校の理科教育は どうすればよいか

先に小学生に理科好きが多いことを示したが、これで小学校理科が成功していると考えて良いのだろうか。小学生は様々なことに興味をもつため、理科での話題や実験・観察という活動には多くの子どもが興味をもって取り組む。しかし、それが一過性のもので終わっている可能性がある。

例えば、小学校6年生で「水溶液の性質」という単元がある。ここでの学習内容は次の通りである。まず、リトマス紙を使うと身の回りの水溶液を酸性、アルカリ性、中性に分けられることを学ぶ。次に炭酸水などのように気体が溶けている水溶液があることを知る。

そして塩酸と水酸化ナトリウム水溶液を使い、それらが金属を溶かすこと、溶けた金属は別のものになっていること、溶かせる金属は塩酸と水酸化ナトリウム水溶液では違うことを知る。

以上のような内容を実験を通して学んでいくため、小学生は興味をもって取り組むだろう。しかし、これらのことを学んで子どもたちに何が残るだろうか。リトマス紙、炭酸水、塩酸などの個別の知識を知っただけで、それらを理科授業以外のどこにも生かすことができない。例えば「ヤクルトは何性か」「酢は鉄を溶かすか」「酸・アルカリとは何か」と問われても答えられない。

実際、このような授業を受けてきたと思われる本学学生（小学校教員免許を取得希望の1年生28人）に、筆者のゼミ生が卒業研究の一環でアンケートを採ったところ、ヤクルトが「絶対に酸性」と答えたのは一人もおらず、「酸性ではない」が4割近くいた。ミカンでさえ「絶対に酸性」と答えたのは2割以下であった。逆に、石けん水が「絶対に酸性」「たぶん酸性」と答えたのは25%にものぼる。

これに対し、子どもにとって価値がある本質的な知識を学ばせたいと考える教師は、次のような内容を扱っている。

水溶液は、特徴の違いで酸性、アルカリ性、中性に分けることができ、固体や気体が溶けている。そのうち酸性の水溶液は、舐めると酸っぱく、炭酸塩（チョークや卵の殻）を溶かしたり、いろいろな金属を溶かして水素を発生させたり、さびを溶かししたりする。アルカリ性の水溶液は、舐めると苦く、タンパク質（生物体）を溶かし、アルミニウムなど一部の金属を溶かして変化させ、水素を発生させる。塩酸は酸性の水溶液の代表、水酸化ナトリウムはアルカリ水溶液の代表でそれぞれ反応性が高い。

このような授業を受けた子どもは、家にある液体が酸性かアルカリ性かを予想できるようになり、調べたくなるだろう。実際にリトマス紙を渡して調べてみれば、学校で習ったことが「本当にそうだ!」と喜び、理科に価値を見出すに違いない。

これと同様のことをゼミ生が先の学生に行った。実験を通して「酸っぱいものは酸性」という特徴を捉えさせたあとに再びアンケート行ったところ、「水溶液の性質について興味・関心があるか」との質問に肯定

的に答えた学生の割合は、実験前が24%であったのに対し、実験後は93%に、「理科の授業は日常生活に役立っていると思うか」に対しては、実験前が15%であったのに対し、実験後は86%にもなった。また、実験では扱っていない食品・食材に対しても予想ができるようになった。

このことから推測されるように、理科の教科書（その基準を作っているのは学習指導要領）が子どもにとって価値のある内容を扱っていないという問題がある。

このような問題に現場の教師が工夫を加え、本質的な内容を扱えれば良いのだが、科学技術振興機構「平成20年度小学校理科教育実態調査及び中学校理科教師実態調査に関する報告書」（2008）の次のデータからもわかるように、授業改善はそう簡単にはいかない。

小学校学級担任に理科全般の内容について得意か苦手かを聞いたところ、「苦手」「やや苦手」と答えた教員が約5割にのぼり、「得意」は1割にも満たない。大学の専攻分野は非理系が7割強。この状況では、理科離れの下地を小学校で徐々に作っていると言えなくはない。

筆者は小学校教員を養成しているため、理科離れしてきた本学学生が科学に興味をもち、理科の授業がおもしろいと思えるように主に次のような内容を扱っている。

- 科学の成果が日常生活につながっていることを発明史や料理を通じて理解させる。
- 授業で価値ある本質的な内容を教えると、子どもの目が輝くことを理解させる。
- 理科を学ぶことは、教師（学生）にとっても知的におもしろいことを理解させる。
- 子どもが今日何を学んだか・思ったかを子どもの発言やノートからきちんとつかむことが大切だということを理解させる。

授業後の学生の感想には、次のような記述が見られた。

「小学校から理科の勉強をしてきて、今まで教えてもらう立場で、難しくて面白くないイメージがあった理科だけど、大学の理科概論は、どのようにすれば子ども達にわかりやすく伝わるかの授業でとても興味がありました。」

「私が教師の立場で子ども達に理科を教える際も、実験することを心がけ、子ども達の意欲や好奇心を湧かせたいと思う。その中で大事になってくるのは、ねらいを定め、目的を持った授業を行うことが必要なのだろう。」

「授業を行うためには、教える題材の本質的な知識や理解が必要だということがわかりました。子どもが何に対して興味を持っているのか、どんなことを知りたいのかなどを理解して授業を行うと、子どもの関心を引き出せるのではないかと思います。」

「全体を通して、授業は教師によって良くも悪くも変わるということがわかった。授業をするにあたっての準備、授業中の注意（心構え）、授業後の反省…日々“学び”だと思った。子どもの様子をよく観察し、子どもの視点に立つことで気づくこともある。そういう、ほんのささいな気づき1つを大切に次回につなげていくことで、もっともっとよい授業に発展すると感じた。」

上記の感想を書いた学生たちは、今各地で小学校教員となって働いている。きっと子どもにとって価値ある授業づくりに日々努力していることだろうと思う。

中学校・高校の理科教育は どうすればよいか

中学校・高校へ進むに従って理科の内容が難しくなり、計算式や化学記号など、日常生活では出てこない内容が多くなる。また、受験のためにそれを覚え込むことが強られる。これでは理科を好きにはなれない。しかし、理科から離れるのはそれだけの理由だろうか。

以前、中・高教員の経験がある者が集まって生物の教育課程の研究をしている会に参加していたが、そこで当初から出てきた課題は、中・高生の関心事と学校理科の内容にズレがあることである。子どもは中学の2年生頃から、自然物や科学に対する関心が低くなり、その代わりに自分自身や社会への関心が高まるということである。そのような年代の子どもに科学をそのまま教えても別世界の話となってしまう。科学をできるだけ生徒本人や社会と結びつけて扱わないと、理科の授業から離れていくことが容易に予想できる。

日本ではこのような問題はほとんど議論されていないが、欧米ではどうだろうか。以前に欧米の中学

校段階の理科教科書の索引語の比較調査をしたことがある。

例えば、物理分野「波」の領域に関連する用語は、日本ではごくわずかしかないが、オーストラリアの教科書では、次のような用語を含め、多様な生活・技術関連の用語が取り上げられている。

オーロラ、音響、音波、地上波、GPS、人工衛星レーダー、赤外線望遠鏡、超音波、電波、テレビ、電話、ドップラー効果、ラジオ波、レーザー

生物分野「生命の連続性」領域では、アメリカ、イギリス、オーストラリアにおいて、遺伝に関して次のような用語が取り上げられている。

遺伝子組換え（または遺伝子工学）、遺伝子の病気、遺伝子スクリーニング、遺伝子地図、遺伝子テスト、ゲノムプロジェクト、クローン

これらは生徒自身やその生活に直結する内容であり、興味をもって学習することができるだろう。

有名な科学者についても、他国では多数紹介されている。また、すべての国で保健・医療、および環境に関する用語が数多く取り上げられている。日本ではこれらの内容は保健体育科、社会科、技術・家庭科などに分けられており、理科ではほとんど扱われていないが、中・高生にとってはそれらを科学的に知ることは興味があると思われる。

また、それらを取り上げると同時に授業の方法も改善する必要がある。筆者は中学校の教員であったときに、できるだけ生徒が住んでいる地域のことを題材にしようと考えた。例えば地質の授業では教科書に掲載されている題材ではなく、学校の下の地層はどのようにしてできたかを探ることを中心とした授業とした。生徒は授業後に次のような感想を書いている。

「授業の後は家に帰って調べたくなることばかりです。今回もいろいろなことに興味を持ちました。さらにもっとくわしくこの辺の地形などについて調べてみたいと思っています。しかも、自分のこの目で地層を見ることができてとてもうれしかったです。」

「この大地の勉強をして思ったことは、今自分が住んでいる場所がどうやってできたのか？ どうして高低差があるのか？ など疑問点が次々に解決していきました。今、僕たちが歩んでいる大地は、大昔からあった大地でいろいろな地形の積み重ね、つまり、僕たち人間は今踏んでいる大地に歴史を積み重ねているのだと

思いました。」

「今の地域の大地ができたのも長い年月を経てできたので、あまり開発などをして壊したくないと思いました。それに地層の中にはいろいろな化石がうまっていると思うので、それを残していきたいと思いました。」

「この大地が昔は海だったことに驚いた。(中略) 地球温暖化によりこれから海進が起こるのかと思うと、私たちはもっと地球温暖化について何か対策を考えていかなければならないと思った。」

このように、生徒は大地の形成史を学んだだけでなく、自分が住む土地に愛着や関心を持ち、環境問題にまで考えを広げている。地質や環境問題を個別に取り上げても、自分の住む地域、日本、地球の自然に愛着がなければ自分とは関わりのない知識を得ただけと感じて終わってしまうだろう。

また、筆者は、現在・過去・未来に実際に起こった(起こりうる)科学に関する問題に関しては積極的に議論する場を設けるべきだと考える。

自然環境の保全に関する単位では、身近な地域の沼の汚染を取り上げ、どうしたら元の沼のようにきれいにできるかを、実際に考えられている具体的な対策を比較しながら議論したり、森林開発を役割演技(ロールプレイ)で進める側と反対する側になって議論したりした。遺伝の授業でも、農作物の遺伝子組換えについて研究者や市民の対立意見をもとにして、これからどうしていくべきか議論した。このような授業には生徒は積極的に参加するし、卒業時に「あの議論は楽しかった」と感想を言う生徒もいた。ただし、これらはそのときに楽しいと思わせることが主目的ではない。生徒が社会人になってから、自分自身や社会で起こる様々な問題、課題に対して科学的根拠をもとに議論していこうとする態度を育てるためである。

これからの社会のために

これからと言うまでもなく、先進国ではすでに科学技術なしでは日常生活も成り立たない。しかし、日本の子ども(大人も含め)は、科学への関心が極めて低い。PISA2006では、生徒の学力だけでなく意識調査も行っている。「科学を含む仕事に就きたい」という問いに肯定的に答えた生徒は、OECD 平均で 37%、日本は

23%と調査国中最低であった。この意識の低さがどこから来るかはいろいろな要因があろうが、そのヒントの1つが同調査にある。この調査では、生徒が普段どんな授業を受けているかについても聞いている。

その結果、先生の教え方については、「先生は、科学の考えが実生活に密接に関わっていることを解説してくれる」との質問に肯定的に答えたのは、OECD 平均 46%、日本 19%であり、「先生は、学校の外の世界を理解する手助けとなるように科学を教えてくれる」では、OECD 平均 38%、日本 12%であった。また、授業の進め方については、「生徒には自分の考えを発表する機会が与えられている」では OECD 平均 61%、日本 34%、「授業は、課題に対する生徒の意見を取り入れて行われる」では OECD 平均 49%、日本 17%であった。これらが意味するのは、日本の理科の授業は総じて生徒が受け身であり、実生活や社会と関わりなく進められているということである。これでは子どもたちは理科を面白いとも思わないし、大切だとも思わないだろう。

科学は本来、面白いもの、役に立つものであり、教師はそれをわかってもらえるような授業をすべきである。先に述べた授業改善方法など、教師だけでもできることがある。それらを通して、大人になっても科学を楽しみ、科学を使い、科学とともに生活をしていける人や社会を作り出せればと思っている。



〈プロフィール〉

石渡正志(いしわた まさし)
甲南女子大学人間科学部教授
1983年東邦大学理学部を卒業し、
公立中学校教諭となる(現職中、
鳴門教育大学大学院修士課程で
学び1996年修了)。その後、私
立中学・高校・大学非常勤講師

を経て2009年甲南女子大学人間科学部准教授、2013年に現職。「理科カリキュラムを考える会」や「子どもと自然学会」において、市民のための科学カリキュラムの研究をしている。著書には『授業をつくる!最新小学校理科教育法』(学文社)、『新しい科学の教科書』(文一総合出版)、『役立つ理科こぼなし』(星の環会)、『発展コラム式中学理科の教科書(第2分野)』(講談社)など多数。