

論考●特集・科学教育と科学研究の未来

# 未来の学際的な科学を支えるための教育

大隅典子 (東北大学大学院医学系研究科教授)  
Noriko OSUMI



1960年神奈川県生まれ。1989年東京医科歯科大学大学院歯学研究科博士課程修了(歯学博士)。国立精神・神経センター神経研究所室長等を経て1998年より東北大学大学院医学系研究科教授。日本分子生物学会理事長。専門は神経生物学(神経発生学・発生発達神経科学)。著書に『脳の発生・発達——神経発生学入門』『バイオ研究で絶対役立つプレゼンテーションの基本』ほか。

## 未来の科学

現在、私は普通の携帯とスマートフォン(スマホ)の両方を使っている。初めて携帯を持ち始めたのは、東北大学に着任した1998年頃からであり、決して早い方ではない。「テキスト・メール」が送れるようになって、さらにそこから電話番号やインターネットのURLに飛べるような便利な機能が始まったくらいのタイミングで携帯ユーザになったのだと思う。この15年の間に、「オサイフケータイ」になり、さらにスマホが出回って、出張先でのメールチェックやソーシャルネットワークシステムも利用するようになった。こんな急激な変化を、20年前に誰が予測できただろう。世界は急速に狭くなると同時に、変化が加速しつつある。これは、種々の科学の分野において事実である。したがって、20年後、50年後の科学の世界を想像することは、とても困難であるが、わくわくするものでもある。

## 市民にとっての科学

私たちの生活は科学によって支えられている。ふだん意識することは少ないが、誰かが開発した製品をありがたく使っている。親子鑑定に、あるいは犯人の捜査にDNA鑑定が役立っている。週間天気予報はスマホからリアルタイムでチェックできる。2012年にノーベル生理学・医学賞を受賞された京都大学の山中伸弥先生が開発したiPS細胞が、理化学研究所の高橋政代先生の手によって網膜色素変性症の患者さんの移植治療に試されようとしている。たとえば、「この抗がん剤は、日本人では60%の方ががんの進行を抑える効果があります」と主治医に言われたときに、どのように判断すれば良いだろうか? 患者やその家族にとっては「効くか効かないか」のall or noneに思えるが、現在の医療現場では、エビデンスが示されて、判断するのは本人やその家族に委ねられる。一方、2011年の東日本大震災後、

低レベル放射能の影響について市民の関心は非常に高まった。大気汚染に関しては、昭和30年代の状態より平成の時代に至るまでに良くなったにもかかわらず、「PM2.5」という新たな汚染が問題となってきた。食材について言えば、有毒な化学物質による汚染や生産地の偽装が大きな問題となっている。したがって、市民にとって「科学リテラシー」すなわち現代の科学に関する最低限の知識や、科学的なものの考え方についての理解は、これまで以上に重要なこととなりつつある。



## 統計学と論理学

どのような職業や立場であれ、現代の科学情報を正しく理解して自分の行動につなげるには、確率・統計的な思考が必須である。明日の晴れの確率、発がんリスク、大地震の起こる確率などを判断する上で、統計学は基本的なスキルといえる。ある現象は、どのような「ばらつき」があるのか、all or noneではない捉え方を身につけることが重要と考えられる。統計学は数学の中に含まれる学問分野であるが、現状では高校までの初等中等教育において、必ずしもすべての生徒に必修で教えられてはいない。この点については、ぜひ改善すべきであると筆者は思う。同様に、数学そのものが実は「論理学」である。社会で生活する上で最低限の数学的知識としては、小学校中学年くらいまでの「算数」が必須と言われ、発達障害の子どもたちにも基本的な足し算、引き算、掛け算、割り算ができるように指導する。そうでないと、将来就業する上で選択肢が大きく狭まる。だが、一般市民にとっては、物事を順序立てて推論するリテラシーという意味で、数学の中でより「論理性」をきちんと伝えるべきであろう。受験のためには数学も「パターン」で解き方を覚えて、短時間にたくさん解答できる

方が有利なのだろうが、ゆっくり時間をかけてでもロジカルに考える習慣を身につけることが大切である。

## 未来の科学を支える人材

科学の進歩が加速しつつある中で、未来の科学を支える人材は、さらに多様性が必要と考えられる。たとえば製品開発で言えば、広い分野から使えるような素材を発掘する能力、ユーザのニーズを掘り起こす調査を行うスキルなどが求められる。研究の最前線でも、他のフィールドでの新しい成果をいかに取り入れることができるか、多様な科学人材を集めたチームをつくるのが成功の鍵になることも少なくない。このような状況では、科学人材の「コミュニケーション力」が問われることになる。

平成になって、各大学でいわゆる「教養部」が廃止された。これは、高度に進んだ学問分野に対応するために、「専門教育」をより長くすべきという(当時の)観点からなされた施策であるが、筆者は、これは20年後まで見据えた場合に、問題が大きかったのではないかと考える。その理由は、2年間の教養部は、たとえば将来の科学人材である理系学生でも文学や歴史など「リベラル・アーツ」を学ぶ期間であり、このような

「リベラル・アーツ」が、他の専門分野の人材と交流する上での「のりしろ」になるからである。米国の大学のように、歴史と数学、生物学と工学を専攻するなど、「ダブル・メジャー」の制度は一考の価値があると思う。

関連して、「将来、科学者になりたいからといって、国語と英語はできなくても良い」というのは間違っている。先日も、福島県の県立高校で講演を行ったときに「科学論文は、実は英語で発表するのですよ」と話したら、「それは知らなかった!」という感想がたくさん寄せられた。とくに言わなかったが、「先生のように講演するためには、プレゼンについても勉強しようと思いました」という感想もあり、最近の生徒さんたちの意識は違うなあと思った。

## 科学の「目」を育むには? その1: 観察すること

科学人材育成のために、どのような教育が必要であろうか? 筆者はまず「観察する目」が重要と考える。庭に咲いた花であれ、学校で飼育するウサギであれ、大人にとっては当たり前の子供物でも、子どもにとっては「初めての驚き」があるはずだ。アサガオの蕾はどのように開くのか、その中にある雄しべと雌し

## はじめに

私自身は現在、脳神経科学の中でも、脳の発生発達の分子メカニズムや、自閉症などのこころの病の動物モデルについての研究を専門とするが、独立行政法人科学技術振興機構の支援による「スーパー・サイエンス・ハイスクール」のアドバイザーも行っており、科学教育には少なからぬ興味を持っている。本稿では、市民の科学リテラシー向上と、未来の科学者育成の2つの観点から、どのような科学教育が必要であるかについて論考したい。





べの数は、確かに図鑑と同じであることでさえ、初めて体験するときには「驚き」がある。

教育者であれ、家族であれ、子どもにそういう「驚き」を誘導するように接することができれば良い。そのためには、子どもと一緒にウサギを見てあげることが必要である。「ウサギの眼は何色?」「A子ちゃんの眼の色は?」などと言葉をかけて、細かく観察させるのが良いと思う。ときには、大人が気づかないようなことまで発見するだろう。そういうときに「あ、そうだね。気づかなかった。面白いね!」と感動を共有することは、観察する目を育てる上でポジティブなフィードバックになると思う。

### 科学の「目」を育むには? その2: 答えのない問いにチャレンジする

科学人材に必要なのは、すでに答えがあるとわかっている問いに素早く答えを出す能力ではない。答えがまだないと思われる問いにチャレンジすることである。教科書に書かれたことがすべて「正しい」のは高校までであり、大学で使う教科書は、数年後に「あの記述は実は間違っていることが最近わかりました」ということが起きるものだと、小中高生にはぜひ伝えたい。「あなたたちが大人になってチャレンジするのは、まだ答えを誰も知らない問いですよ。ちょうど、ジャングルの中に分け入

って宝を見つけるようなもので、どこにそれがあるのか誰も知らないのです。ワクワクしませんか?」と誘いたい。

未来の科学者を育てるには、ある程度、背伸びをさせるのが良いと思う。上記のような「観察する目」を持つ子どもには、研究の現場での問いについて考えてもらっても良いだろう。大学では「高大連携」として、出前授業をしたり、オープンキャンパスなどで研究室を開放したりする機会が増えてきているが、自発的に参加できるオープンラボの仕組み（たとえばドイツにおけるXLab<sup>1</sup>など）が、日本でも行われるようになればと願っている。

### 科学の「目」を育むには? その3: 自分で問いを立てる

おそらく、科学者としてもっとも大切な能力の1つは「良い問いを立てる」ことだと考えられる。漠然とした疑問の中から、「検証可能な問い」を具体化するには、ある程度の経験が必要である。ある分野での仮説の立て方や検証方法を学んだ上で、自分の貴重な時間を捧げてもらえるか大切なことである。

科学における問いには「Why型」のものと「How型」のものがある。たとえば、2012年のノーベル生理学・医学賞の受賞者である、イギリスのジョン・ガードン卿は、もともとは「カエルの子がカエルになる仕

組みはどうなっているのだろう?」という「Why型」の問いを立て、そのことを検証するために「カエルの卵に他のカエルの細胞の核を移植する」という実験系を確立し、「核の中に脊椎動物の形質を規定する遺伝情報がある」という結論に至った。その次の問いとして「では、その遺伝情報はどの程度改変できるものなのか?」と疑問を抱き、「成長したオタマジャクシの皮膚の細胞から取った核でも、卵の中に入れることによりオタマジャクシをつくることができる（初期化できる）」ことを見出した。この1962年に論文として発見された成果が、山中先生との同時受賞となってノーベル賞の受賞対象業績である「成熟細胞が初期化され多能性を持つことの発見」となったわけである。

これに対して、山中先生は、ガードン先生の発見をもとに「では、どうやったらマウスの細胞でも初期化させることができるか?」という「How型」の問いを立てた。そして、試行錯誤を重ねて初期化に重要な因子を絞り込み、4つの因子を遺伝子導入することによりマウスの皮膚の細胞を初期化することに成功した。2006年のことである。山中先生の頭の中には、「将来、〈自分の細胞〉を用いて組織移植を行うためにはどうしたらよいか?」というテーマがあり、上記の実験をマウスからヒトに変えておこなって2007年に成功した。これが大ブレイクにつながった。もちろ



ん、問いを立てるだけでは駄目で、それをコツコツと検証することが重要なのは言うまでもない。毎日楽しい発見があるわけではないから、科学者になるためには忍耐力も必要である。

### インターネットの活用

スーパー・サイエンス・ハイスクールやその他の出前授業の折に、高等学校の教員や生徒さんとの交流の機会が増え、改めて日本はIT教育に関して大きく遅れをとったのではないかと思うようになった。日本の公立高校では、本来であれば生徒を教えることが専門である教員が、それ以外の用務も多々こなしておられる。おそらくそのために、学校のIT化は遅くなった。ITに強い教員がたまたまおられればその学校では進んだかもしれないが、日本全体で見れば、HPの構築や、授業でのインターネットの利用などは、とくに首都圏から離れた地域では格段に遅れている。このことは、先生がITに強くないために、「ネットは危険」的な雰囲気になって、生徒が正しいITリテラシーを学ぶ機会を失うことになり、あくまで推測に過ぎないが、匿名掲示板などのアンダーグラウンド的なイメージが横行してしまったのではないだろうか。

科学研究の現場においては、論文もいまでは電子化され、発表された

文献の検索や、必要な試薬の探索・注文など、日々の生活にインターネットは必須である。インターネット上で研究についての議論が公開されて行われることもある。ITを活用できるかどうかは、いまやどんな分野であれ、その後のキャリア・ディベロップメントに必須である。この点において、より地方になればなるほど「デジタル・デバイド」のような格差が生じることは、教育の機会均等という意味でも早急に改善すべきである。

また、小さな子どもたちにとって、ウェブ上には楽しい教育的なコンテンツがたくさん存在している。たとえば、『ナショナルジオグラフィック』という雑誌のウェブサイトでは、プロの写真家が撮影した美しい動植物や風景の画像を眺めることができる。本家の英語のサイトの方が、デザインの美しさも含めて完成度がより高く、そういうサイトを親子で眺めたり、授業で取り扱ったりすることによって、自然と「こんな生き物を見てみたい」、「そうか、英語が読めたら、もっと楽しいかも」と誘導することができるのではないだろうか?

### おわりに

天然資源の少ない日本においては、人こそが国の礎である。科学技術により世界に貢献することを目指すの

であれば、その人材育成はきわめて重要な柱である。大事なことは、人を育てるには十年を超える時間がかかること、そして、まったく「効率が悪い」ことを覚悟することである。良い大学、良い高校への進学率を上げるだけなら、受験において重要度の高い内容を集中的に教え、問題のパターンを覚えこませて最小限の時間で答えを出せるようにすれば良いのであろうが、このような「教育」（というよりは受験指導）では、「答えのない問い」に「時間をかけて」チャレンジするような人材は育たない。そして、紙幅の関係で今回は省くが、科学技術を根元から支えているのが「基礎研究」であり、より時間のかかるものであることを、国民も納得すべきである。そのためには、科学も人の文化的な営みのひとつであり、「科学を楽しむ」気持ちを共有できる市民が増えることを期待する。未来の科学は、それを支える人びとによって成り立つものである。

注

1 XLabとは、ドイツのゲッチンゲン大学附属組織であり、科学教育のために子どもたちや理科教員に対して専門的な科学実験講習を行う。自前の建物や指導のための教員も配置されており、現在では海外からも参加者がある。詳しくは拙ブログ「XLabという企て」(<http://nosumi.cxblog.jp/19647605/>)を参照のこと。

