

今、生命科学教育に求められること

おすみ のりこ
大隅 典子
東北大学大学院 医学系研究科 教授

光と影

毎年、10月最初の週はノーベル賞受賞者の発表があり、科学者コミュニティーは普通とは違うテンションになる。

2015年は、生理学・医学賞に大村智先生、物理学賞に梶田隆章先生が日本人として受賞者となった。2014年に3人の日本人受賞者が物理学賞に選ばれたことに続いて、我が国のメディアは大いに賑わった。

しかしながら、このメディアの賑わいは、約2年前の2014年の1月末に発表された「非常に簡便な方法で<万能細胞>が得られる」というNature誌掲載の2本の論文を元にした報道には、残念ながら及んではないように思われる。若い女性という筆頭著者のタグに加えて、そのキャラクターや演出も重なり、普段なら科学関係記事を扱わないメディアまで大フィーバー。さらに研究不正の可能性が指摘されてからは、研究業界以外まで巻き込んだカオス状態となった。

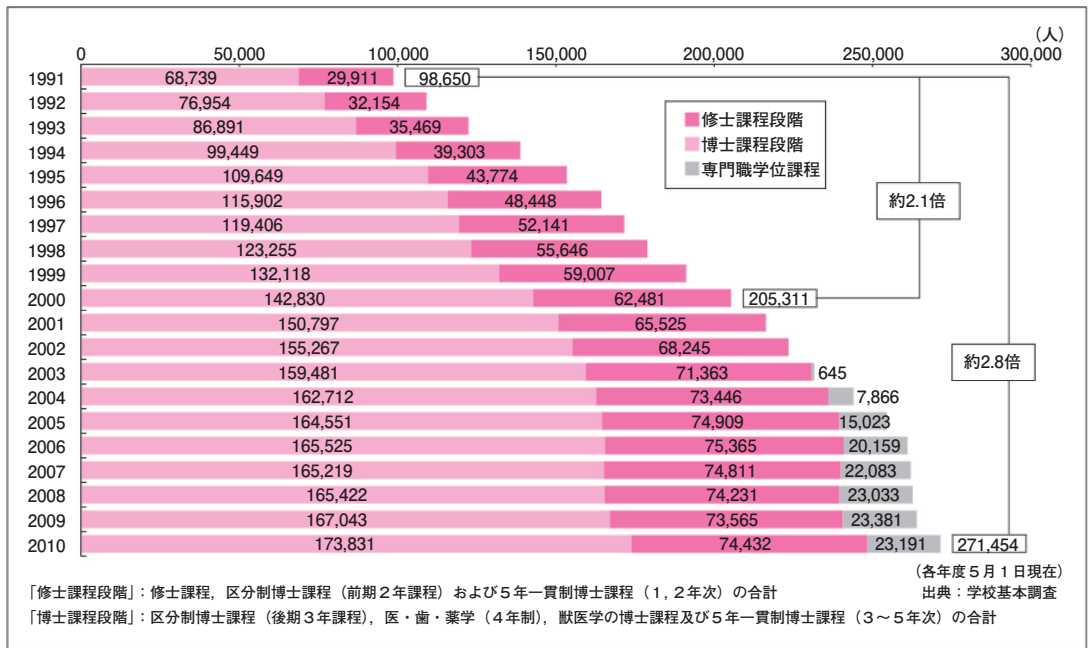
結局、2014年の7月にNature論文自体は取り下げられ、12月に調査委員会からの報告がなされ、2015年9月になって、世界7つの研究機関が追試したがSTAP細胞はできなかったという論文がNatureから出版され、さらに本稿の脱稿直前に、筆頭著者の博士号が正式に取り下げられるに至った。本件は「例外」ともみなされるが、その背景には現在の生命科学教育の抱える問題がある。

「坂の上の雲」

「リプログラミング（初期化）のメカニズム」の一旦を明らかにした山中伸弥先生を別として、これまでの日本人受賞はほぼ1970年代の研究成果が基盤となっている。戦後の高度経済成長期、国全体が「追いつき追い越せ」スピリットの下に動いていた頃、科学予算自体はまだ潤沢ではなかったかもしれないが、ハングリー精神旺盛で、第二の湯川秀樹になりたいと思う少年は多数存在していた。その後、1995年に科学技術基本法が制定されるのと並行して、日本からの論文は順調に伸びていき、我が国は科学技術分野においてアジアの覇者と自負するようになった。

21世紀を迎えるミレニアムフィーバーの頃には、生命科学の日本のトップラボは海外ラボと遜色ないどころか、より高価な機器が揃っていると感じられた。つまりもはや「坂の上の雲」を追いかける立場ではないと思っていたのだ。

しかしながら、「戦後」というマインドセットから脱却できていなかった日本は、実はサステナブルな生命科学体制の整備を怠ってきた。共通で使えるコアファシリティ、最先端の高度な機器を扱えるオペレータ、各種の法整備に対応可能なラボマネージャー、英語論文執筆をサポートできるアシスタント、科学を理解しアウトリーチできる広報担当者など、より高度化する生命科学を推進する研究機関に必須な人材の確保に予算を投じず、大学院重点化の名の下に、むしろ



「グローバル化社会の大学院教育～世界の多様な分野で大学院修了者が活躍するために～」より

図1 大学院生数の推移

ろ技官や助手のポストを削り，教授を増やしてきたのである。

研究デザインの組み立て方や論文の書き方よりも先に手を動かすことを教える旧式な大学院教育を本質的に変えることなく，キャリアパス教育も研究倫理も教えずに，大学院生の定員を増やしたこともあり，2014年のSTAPスキャンダルは，そのような歴史と背景の中で生まれた。当時，日本分子生物学会の理事長という立場にあった筆者は，この事件が起こったことに対して，総括すれば「日本は未だ30年遅れているのだ」と感じた。

論文数減少についての考察

日本から発出される論文数は，分野にもよるが，だいたい2000年から2005年までをピークとして，以後，減少に転じている。この原因として，いくつかの「大学改革」が複合的にボディブローを与えたものとする。

まず，1970年代までに留学し日本に戻った世代の方々は，日本の高等教育を欧米並みにしたいという願いがあった。それを叶えるた

めにまず，前段階でなされたのは「教養部解体」であり，専門教育の開始を前倒しすることであった。これが1991年のことである。「大学設置基準の大綱化」により，一般教育と専門教育の単位数に関わる規定がなくなり，いわゆる「教養の先生」も専門教育に携わることとなった。学生にとってみれば，リベラルアーツを学んだり，レポートの書き方を丁寧に教わったりする機会が大幅に減ったことになる。

これと並行してなされた施策が「大学院重点化」であった。当時，日本の大学の中で重点化に相応しいと考えられていた大学が何校と見積もられていたのかは分からないが，おそらく当初の予想以上に既存の大学院の定員数が大幅に増加し，加えて，それまで大学院を持たなかった大学にも新たな大学院が設置された。このあたりの「乗り遅れては駄目！」という焦燥感は，戦後の高度経済成長期に培われたものなのか，それ以前からの日本人のメンタリティーであったのか筆者には分からない。ともかく，日本の大学院生の数は1991

年からの10年間で、ほぼ倍増した(図1)。

当然ながら、大学院修了後のオーバードクター問題が生じたわけであるが、科学技術基本法に基づく5ヵ年計画の科学技術基本計画により、「競争的資金の増加」という方針が打ち出され、プロジェクト雇用の博士研究員(ポスドク)の数が増加した(図2)。中でも、生命科学分野に所属するポスドクの数が多いことを占める。当時のキャッチコピーとしては、「我が国には高度な専門性を有する科学技術人材が必要」とのことであり、それに賛同したのは、研究の担い手を必要としていたシニアな研究者である。

さらに並行して国立大学や国研の「法人化」が始まった。大学院重点化もそうであるが、このような大学改革を行うのも教員なので、教員は研究時間と(おそらく)睡眠時間を削って、ペーパーワークを行った。筆者自身は、国立大学が法人化したことは、自由を獲得する足がかりを得たという意味において、ポジティブに評価したいのだが、現時点ではさまざまな法規制の縛りが厳しくなったというネガティブな側面も強い。

例えば、あるノックアウトマウスを使って行う面白いプロジェクトを考えついたとしよう。牧歌的な時代であれば、「〇〇先生、ちょっと先生たちが作られたX遺伝子のノック

アウトマウスを使わせてもらえませんか?

予備的な結果を見てみないと、面白い方向にいくかどうか不明なので、とりあえずはマウスを数匹、送ってもらえれば結構です」と電話なりメールをして、共同研究の萌芽は簡単に始められた。ところが、現在ではマウスを譲渡してもらうのに組換えDNAの書類や動物受入れの書類を、それぞれ委員会承認を経てからしか始められない。その数ヵ月の間に、「これをやったら面白い!」というアイデアに満ちた気分は萎えてしまう。

大学院重点化から10年間の間、大学院生の数が増え、ポスドクが増えるのに比例して、日本からの論文数は確かに増加した。しかしながら、大学院定員数を増やしたことにより、昔であれば固い決意を経て競争を勝ち抜いて入ってきたはずの大学院生が、今や平均的に言えば、進学してみたいと本人が思えば、お気軽に入学できる「全入時代」に突入している。

問題は、そのようにして入学した大学院生の中には、明らかに科学的・論理的思考ができない者や、科学論文を読むのにさえ苦勞する者もいることである。英語論文を書く力も足りていない。教員も研究以外の用務に忙しい。したがって、英語論文を書く指導がおぼつかない(このことがもたらす罪については項を改めて論じる)。よって論文数は減少する。

もう一つの問題は、業績評価に論文が掲載された雑誌のインパクト・ファクター(IF)という指標が使われるようになったことである。この雑誌を読まれる方には説明は不要であるが、IFは雑誌の評価の一つの指標であり、当該論文そのものの価値を表すものではない。しかしながら、Cell, Nature, Scienceという非学会系雑誌(商業誌とも言うが、正確にはScienceはNPO法人によって発行されている)とその姉妹誌を筆頭に、特に生命科学系の雑誌は、物差しが1つになってしまった感がある。そして、研究費獲得にせよ、独立

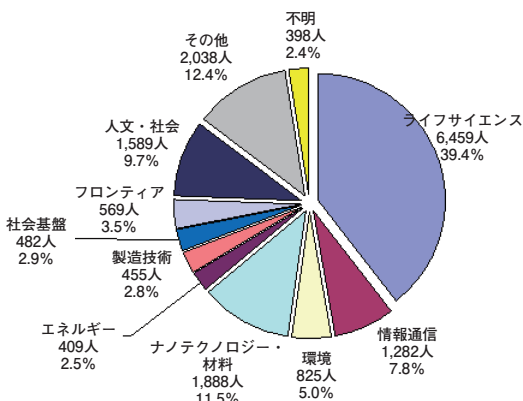


図2 分野別ポスドク数 出典は科学技術政策研究所「大学・公的研究機関等におけるポストドクター等の雇用状況-2006年度実績-」

ポジションの獲得にせよ、学術振興会特別研究員の選考にせよ、このような「高IF雑誌に論文が掲載されていること」が強く求められる時代になった。

2007年のノーベル生理学・医学賞の受賞対象は「ノックアウト動物作製」であり、その共同受賞者の一人、マーティン・エバンスが1974年のCell誌に掲載した最初の胚性幹細胞の論文は著者が2名、Figure 10までであるが、デジタルに図を編集できる現代であれば、いくつか組み合わせるので図2つ程度の分量であった。今や、Cell誌の論文では、メインの図が7つ（多数の図を組み合わせると）、サプリメントと呼ばれる図は無制限で10個を超えることも珍しくない。このような論文を作成するには、かつての論文3つ分くらいのデータを注ぎ込まなければならない。ということは、論文の「数」そのものは減らざるをえないのである。

必然的に、著者の数も増えた。さらに高インパクトな論文の必要条件として、さらに「多角的アプローチによる検証」が好まれるため、複数の研究室が共同研究を行い、専門的な実験技術を駆使して得られたデータを集めて1つの論文にまとめることも多い。その結果、何が生じるか？「筆頭著者」になる若手研究者の割合は減少することになる。もちろん「Equally contributed」という形で業績上の筆頭著者の地位は保てたととしても、実際に筆頭著者としての経験をするのは、著者リストの最初の研究者のみであろう。

場合によっては、論文を「執筆する」作業は、研究室主催者（PI）が行い、その他の著者は「実行部隊」としてしか関わっていないという状況も生まれる。分業した方が効率的であるとPIが考える場合には、「論文を書くお作法」を伝えることなく、実験してデータを出すための労働者として扱われることもあり得る。前述のように教養部が解体され、レポートの書き方のレベルの教育さえ受けるこ

となく過ごし、先生が論文を書いて学位を取った大学院生がポスドクや助教になったら、現場では学生をどのように指導するのだろうか……。

これからの生命科学教育

では、このような歴史と現状を鑑みて、今、生命科学教育の現場では何が求められているだろうか？以下、キャリアパスの段階別に筆者が重要と思うことを述べたい。

【初等中等教育におけるネットリテラシーと英語教育】

もはや「分からないことをインターネットで調べる」のは、21世紀を生きる上で必須のスキルとなった。そのスキルは大学や大学院から教え始めるのでは遅すぎる。ネットからの「引用の仕方」や「コピペは駄目」などの基本的なことを教えるのは、初等中等教育の段階であると筆者は思う。そのためには小中高등학교のIT化は必須である。家庭におけるパソコン普及率が主要各国で最低の日本の現状を鑑みると、国策として改善しなければ10年後には大きな問題となっているだろう。

その過程において、「最先端の情報は英語の方が早い（場合も多い）」ことを知ってもらい、英語を学ぶモチベーションにも繋がれば良い。英語は定期試験や入試のために存在しているのではなく、将来の研究活動のためのツールである。

もちろん、将来研究者になりたいという希望を持つ生徒には、上記の他にも、サマースクールなり高大連携プログラムなり、最先端の研究現場の雰囲気に触れるような種々の機会が提供されるべきである。「生物学オリンピック」等も、もっとうまく生徒の動機付け等に活用されると良い。スポーツや音楽の分野等のような英才教育についても、科学分野全体として考えられて良いはずである。

【大学のリベラルアーツと論文の書き方】

この段階で最も重要なのは、論文のスタイ

ルを学び、将来そのような文章を書く予備トレーニングとして「レポート」を書くことであると思う。手書きでA4に2ページなどの短いものではなく、PCを用いて8,000字から10,000字くらいのボリュームの文章を書くことが大事である。イントロにおいては背景から問題提起へのロジック、考察においては自分のデータ（もしくは調べた事実）から議論できることと将来展望へ、論理的な思考のトレーニングが重要である。もちろん、この段階でも「コピペは駄目」なことを繰り返し教える必要がある。

さらに、一般教育においては将来、自分が専門とする分野以外の分野についても学ぶことが重要と思う。これは、将来に融合的な研究を行う上で「糊代^{のりしろ}」になる。全く言葉が通じない者同士が集まって先端融合的なコラボレーションをするのは難しい。その意味において、専門教育レベルでも米国のカレッジで行われている「ダブルメジャー」などのプログラムは大きな意味がある。日本の現状では学部の「ダブルメジャー」はかなり難しいかもしれないが、少なくとも、リベラルアーツを疎かにしてはならないという意識を共有すべきである。

【大学院教育の英語化と経済的支援】

生命科学教育をどの段階から英語化するのかは、大きな問題であろう。日本には平安時代まで遡れる「翻訳」文化があり、現在、高等教育を英語以外の自国の言語を用いて行うことができる稀な国である。明治時代初期に、東京帝国大学において多数の外国人教員を招聘していた頃は例外であるが、その後は日本人が日本語で教える高等教育が中心となり、この体制は大学院教育にまで引きずられた。

しかしながら、生命科学分野の研究の進歩のスピードはとてつもなく速い。日本語で学ぶよりも英語で情報を取り入れた方が、はるかに無駄がないといえる。その意味において、昨年度（平成26年度）より開始された文

部科学省の「スーパーグローバル大学創成プログラム」の枠組みを利用して、国際共同大学院プログラムなどを真に実現することを目指すのは重要であろう。これまで以上に留学生を受け入れること、そのために、英語環境での教育を充実させ、日本人学生もその中で育てることは、今後の10年に最も重要であると考えられる。

実は、そのために必要なのは大学院生に給与を支払うことである。日本学生支援機構からの「ローン」ではなく、高度な科学トレーニングを行う人材を育てるために国費を注ぐことが必須である。そうでなければ優秀な学生を受け入れることができない。もちろん、きちんと quality exam を行って、支援に値しない学生への経済的援助は打ち切られなければならない。

「入学できたら自動的に学位がもらえる」に近い現状は、少なくとも大学院レベルでは大いに改善が必要なのは言うまでもない。また、経済的支援を行うのであればなおのこと、研究倫理の教育を充実化させることが可能であると筆者は思う。研究室レベルでのデータの取り扱い方なども倫理的配慮にもとづいて行われなければならないが、研究科等の単位で一般論としての研究倫理教育が必要である。

とりわけ、支援する学生は日本人であれ外国人であれ、学力と熱意次第で同等に扱うべきだ。日本からの支援で高等教育を授けられた外国人は、日本の強力なサポーターになってくれるだろう。人材育成は最重要な外交政策でもあり、平和的な世界貢献ともいえる。

【基礎研究の振興と一極集中の是正】

昨今の生命科学研究現場で求められている「それは何に役立つのですか？」という圧力を、うまくアウトリーチでかわしつつ、基礎研究のタネを植え、水をやりシースとして育成する必要がある。もちろん、研究の大半が国民の税金でなされる現状において、一般市

民の声を無視するわけにはいかない。趣味の研究がやりたかったら、ポケットマネーで行うか、お金持ちのパトロンを説得すべきである。しかしながら、例えば病気の研究のために「ヒト」を対象とする臨床研究だけ行っても、その本質に迫ることが難しいことは多い。マウスや線虫などのモデル動物を用いた実験、細菌や酵母を用いた実験、あるいはモデル化されていない生き物を用いた実験、どれも将来の研究への突破口が見いだされるチャンスがある。

研究の世界においても、広い裾野があつてこそ、高い頂が作られることを認識すべきである。関連して、日本の研究費の投じられ方があまりにも一極集中に向かっていることにも懸念がある。米国の著名な高等教育・研究機関は、いわば「連峰型」であり、互いに切磋琢磨し、対等なヘッドハンティングによる流動性が、研究進展のダイナミズムになっていることは気に留めておくべきであろう。

【キャリアパス教育とサポート】

現在、30代後半から40代前半で任期付きポジションにいる若手研究者のポストが不足している。研究を行うためには多様な人材が必要であり、PIポジションだけでなく、前述のような研究を支える安定的なポジションをもっと増やす必要がある。さらに、いわゆる研究機関以外のポスト開拓を積極的に行う必要がある。産業界のみならず、行政機関においても、日本は博士人材の登用が究めて少ない「低学歴社会」であることを認識すべきである。

その上で、「なぜ、大学を受験するのか?」「なぜ大学院に進学するのか?」「将来、どのような仕事をしたいのか?」というビジョンを早くから学生たちに持たせることは重要である。このような役割をどこが担うのかについては、もちろん所属する大学・大学院の中に、学生をサポートする教員の配置が必須であることは言うまでもないが、さらに筆者は

「学会・学術団体」としてできることがもっとあると考える。

【学会の果たす役割】

それぞれの分野の将来を担う良い人材を育てることが分野間の生存競争であると捉えるならば、これはきわめて重要な役割である。したがって、キャリアパス教育や支援は、学会という組織がもっと積極的に行うべきである。年会・大会等における若手向けのイベント、HP等を使った発信、就職先のマッチングなど、できることは多数ある。

学術団体はさらに、国民へのアウトリーチや政府や政治家への健全なアドボカシーを行う組織としても重要である。生命科学教育の重要性を訴えるのに、学術団体自らが発信し、ロビー活動を行うべきである。

このような学会活動のためには、事務局体制が充実されることが必要だ。専門性の高い人材、ジュニアPI経験者レベルの人材が事務局長として采配を振るうぐらいにならないと皆が疲弊する。会員の研究者自身がボランティアで行えるのは、年会等のプログラム編成等の専門性が高い部分に特化すれば良い。

【教員のグローバル化】

前述のように高等教育のグローバル化を推進するという上で、教員自身が海外の教育制度や研究室滞在の経験を有することは重要である。したがって、現在、海外でポストクをしている若手研究者には、学生支援ポジションなどの教員ポストのオファーがあっても良いと考える。

また、かつては文部省の「在外研究員制度」があり、教員になってから1回、2回と、給与を得つつ外国でサバティカルを過ごすことが可能であった。ぜひ、教員のサバティカル支援についても復活させてほしいと願う。日頃のdutyから解放された1年は、心身ともに良いリフレッシュとなって、戻ってからのパフォーマンス向上にも大いに繋がると思う。