

Nurturing Future Scientists（仮訳）

未来の科学者の育成

科学とは、自然の仕組みをより深く理解し、人類が必要とするものを叶えたいという、人間生来の欲求に根差す営為である。歴史を通じ、科学者たちは世界に関する我々の知識を増やし続け、彼らがもたらす技術革新と発明は人類の有様を大きく改善してきた。現代社会は、情報システムにせよエネルギー管理や疾病の制御にせよ、科学に基づく発見、技術及び政策に大いに依存している。従って将来の科学者世代を育成することは社会の発展に必須の事項である。どうすればそれぞれの国がうまく将来の科学者世代を育成できるのだろうか。以下に示すように、主要な課題には、科学における教育とキャリア・パスを改善すること、科学者たちの意識において社会と交流することの価値を高めること、女性、少数グループ、開発途上国の科学者に機会を与えて多様な人材を確保することなどが含まれる。これらの基本的問題にどう対処するかは、社会における、社会のための科学の将来に対して巨大かつグローバルな影響を及ぼす事柄である。

科学者と社会との関係強化

科学教育とアウトリーチの促進

科学はすべての教育レベルにおいて必須科目となっている。就学前及び小中学レベルで科学に触れることは、エビデンスに基づく探求の価値を知り、科学的思考を養う上で重要である。そのためには、あらゆる就学段階に対して質の高い科学教師を養成し、魅力的な授業プログラムと革新的な指導法を策定することが必要となる。高等教育においては、学生は研究のやり方を学び、専門的学問分野を追求し、科学者としての高潔さと専門家としての理念を身に付け、社会における責任ある科学者となっていく。学生にとって科学を学ぶことは、当人が科学の道を歩み続けるか否かにかかわらず、有利なことである。批判的思考と科学的手法は、あらゆるレベルの科学カリキュラムにおける中核をなすものでなければならない。探求型科学教育では、それぞれの学生が自然や社会について研究する「研究者の卵」となるような積極的教授法が必要となる。教育への学際的アプローチは、研究職その他のキャリアにとって重要な多面的才能、柔軟性そして創造力を学生たちに植え付ける。

科学教育の重要な部分の一つに、一般市民や政策立案者に科学を伝えることの価値と手段について学ぶことがある。「持続可能な開発のための教育（ESD）」[1]は社会に便益を提供することをねらいとしている。ESDにおける科学教育は、科学リテラシーを向上させ、人々の福祉に関する基本的概念（栄養や公衆衛生など）への理解を深め、科学と科学者への市民の信頼を高める、パブリック・アウトリーチの一環である。これやこれに類する努力は、そうあるべき局面において科学者以外の人々を科学活動に積極的に巻き込み、さらにはオ

オープン・イノベーションを加速することをも可能とするものである。同時に、科学アウトリーチ活動への参加を経験することで、特に若い世代の科学者にとって、「社会の中の科学」を意識し生き方自体の中に科学を浸透させる機会を提供するものである。科学者コミュニティ外のステークホルダーたちが積極的に科学を支援するようになるには、そもそも社会が科学に対して好意的見方を持っていることが不可欠である。

科学者のキャリア形成支援

科学の未来は若手科学者への教育と支援とにかかっている。しかしながらアカデミアの世界における彼らのキャリア形成の見通しには厳しいものがある。先進国においては、研究主宰者（PI）のポストが不足しているがゆえに、博士研究員（ポスドク）段階が昇進の隘路となるケースが少なくない。一方、開発途上国においては、一般的にポスドクのポジションさえ限られている。多くの場合ポスドクは研究資金を獲得した上級研究者に雇用されて特定のプロジェクトに短期間従事することになるため、彼らのキャリア選択には大きなリスクが伴う。アカデミアのキャリア獲得のチャンスが限られているせいで、あらゆる研究者に対する「論文発表か、死か（“publish or perish”）」的なプレッシャーは、キャリア形成に悪影響を及ぼす環境を生むこととなり、それが研究者のドロップアウト、あるいは不正行為を生むことにさえつながる。

博士レベルの研究者を対象とする、アカデミア以外の経済セクター — すなわち、工業界、商業界、サービス産業界、教育界、メディア、政府あるいは非政府団体など — での具体的な研修やキャリア・パスを開拓することが必要である。多様なキャリア・パスが用意されれば、科学者たちは、批判的思考、エビデンスに基づく意志決定、技術や概念上のイノベーションといったものに高い価値を置く知識ベース経済の諸セクターにおいて貢献することができる。若手科学者にキャリア・パスの選択肢を広げさせるために大学ができることは、自己評価や転用可能なスキルの習得や社会の諸セクターとの積極的にかかわりの機会を提供することである。

出版論文リストに基づく研究業績評価が、若手科学者のキャリア形成における重要なチェックポイントとなっていることは間違いない。深く考えもせずに単一の測度指標（例えば、査読ありの論文数とか、掲載誌のインパクトファクターなど）を評価に使用することが横行しているが、これは科学者を評価する上で不適切である。そうではなく、科学の専門家によるバランスの取れた緻密な審査を通じて研究業績を評価することが推奨される。評価は、多面的評価基準と DORA [2] のような研究評価ガイドライン、それに社会への関与など研究に関連した活動も加味して行われるべきである。そのようにすることで科学者たちの生産性、創造力、そして科学的リスクを冒して学際的、超学際的研究に邁進する力を担保できる。

社会における科学者の役割と責任

科学者の主たる使命が、新たな知識を発展させ批判的に精査し、イノベーションや社会の進歩を追求することである一方、彼らには、社会における、そして社会のための他の重要な役割についても学び、それらを果たし、それらの役割において指導的立場に立つことも期待されている。第一に、科学者は獲得した科学的知識の集積を確証し体系化した上で、それを次世代へと伝える。第二に、科学者は多様なバックグラウンドを持つ後続世代の若者を教育し指導することを通じて、批判的な課題設定と思考、広い視野、高い倫理基準などといった科学的価値が確実に普及するよう図る。第三に、科学者はアウトリーチ活動に参加し、科学の発展を一般市民に伝えるとともに、科学の理解を深めたいと願う市民や若い人々を引き入れる [3]。政策立案者による科学や技術の社会実装は、社会における諸ステークホルダーとの対話に依拠するわけであるが、そこで科学者にできることは、社会が抱く懸念や、社会の側からの観点及び優先事項について理解した上で、政策選択肢に関わるエビデンスに基づく情報を提供することで政策立案に貢献することである。このような情報交換における重要な側面の一つは、一般市民のステークホルダーが科学的成果の有効性を信頼できるようでなければならないという点であり、科学者はこの期待にこたえるという責任を負っている。社会における科学及び科学者に対する支持はこの信頼と責任との関係に基づくものであるので、科学コミュニティは適切な研究倫理基準を磨き実践する責任を負っている。

多様なグローバル人材の創出

女性及び少数グループ科学者の参画

科学及び研究者コミュニティが健全な発展を遂げるには、多様なバックグラウンドを持つ研究者の参画が不可欠である。女性科学者や、人種、身体障害その他の分類に基づく少数グループ出身の科学者の比率は国によって異なるが、それらの比率が彼らの所属母集団の比率を正当に反映しているケースはまれであり、特に組織の中の上級職において、また報酬の正当さという点に関してそれが当てはまる。この比率の低さは、社会的不公平の現れであり、科学及び社会への潜在的貢献の機会喪失を意味する。若手世代の科学者では、女性の比率が相対的に高くなる場合もあるものの、彼女たちにしても後年のキャリア形成過程では厳しい問題に直面する。懸念の一つは、妊娠出産の年齢が、下級職から上級職へのキャリア形成の時期と重なる点である。この問題を軽減するために、育児義務を男性と女性の双方で果たすこと、また勤務形態の柔軟性の更なる向上を推進することが考えられる。保育施設が利用できることもまた重要である。第二の問題として挙げられるのは、世界的に知識集約型経済に向けての競争が進む中で産業部門における科学者の採用が増えているにもかかわらず、企業よりもアカデミアで働く女性科学者の方が数が多いという点である [4]。この好

ましくない状況を考えると、アカデミアと産業部門の双方において多様な研究者を受入れる勤務条件を改善し、高い能力を持った科学者が性別その他のバックグラウンドにかかわらず、仕事を得るための公正な競争を行えるように図ることが極めて重要である。この目標の達成に向けて、若手研究者を育てると共に彼らが女性や少数グループの代表として成功を収め模範となる科学者と接する機会を設けることが重要である。最後に、科学者コミュニティにおいて異文化に対する感受性に関する啓発を実施すること、また無意識の偏見を極力削減し、あらゆるキャリア段階における昇進決定のタイミングを柔軟なものにすると共に、すべての人のワークライフバランスを守るような政策立案が必要とされる。

開発途上国の科学者の支援

科学は国境のない活動であり、長年にわたって国際協力の模範としての役割を果たしてきた。多くのグローバルな問題、とりわけ開発途上国における科学力強化や研究者の流動性と育成に関する問題が未解決であるが、それらの問題に適切に対処するには先進国と開発途上国とが効果的に協力することが不可欠である。先進国と開発途上国、またそれぞれの大学や研究機関との間での2国(者)間あるいは多国(者)間協力プログラムやパートナーシップが強く督励される場所であり、政府によるより強力な支援と奨励策が望まれる。そのようにすることで「頭脳流出」、すなわち国外流出によって科学者の人的資源が枯渇する状況から、より公平な「頭脳ネットワークと循環」モデルへの転換を図られる。このような人材交流重視型の協力は、開発途上国の研究機関の収容力を強化することにより研究者の数がクリティカル・マスに達するようにすることを目指すべきである。対象に含めるべきは学部・修士課程、博士課程、ポスドクといった訓練段階から、独立した研究段階に至るすべての段階であり、そうすることでキャリアや研究機会の拡大を図ることができる。研究者交流と新たな国際研究組織に向けた二国間及び多国間のプログラムを策定することで、そのような流動性の図式を強化することができると思われる。国際的資金提供や奨学金もまた若手科学者が「循環とネットワーク」を追求する後押しになるので、それらを実現するプログラムへの支援が必要である。

科学情報へのアクセスの担保

世界中のあらゆる研究者がアカデミックな科学文献にアクセスすることができると同時に、資金確保の手段の有無にかかわらず、自らの研究成果をその品質に基づいて出版する機会を得ることができなくてはならない。科学情報へのアクセス及び成果出版の機会に関して、存在する研究環境間格差を緩和するような、持続可能な経済モデルの確立に向けて、科学分野の各学会、研究機関、出版社、政府は一丸となって努力すべきである。「学術誌の定期購読料を出版社が徴収する」という伝統的図式を超えるような、将来の学術出版の在り方

については、様々な提案がなされてきた。この「オープン・アクセス」の原則は、すべての研究者及び一般市民が科学出版物に対して自由にアクセスできることを支持するものとなっている。オープン・アクセス方式のメリットは理解できるものの、査読における品質管理や不正行為につながりがちな出版プロセス（例えば、略奪的出版）という点に関する懸念があり、これらの問題を解決しなければならない。学術誌の定期購読料を公的補助金で賄うという別のビジネスモデルもある。科学論文の出版が持続可能かつ科学者に有益なものであり続けるためには、学術誌の出版社、購読者、掲載論文の著者、それに公的セクターの間の費用分担方式が実行可能かつ衡平なものでなければならない。

G サイエンス学術会議からの提言

科学者と社会との関係強化

(1) 科学教育

科学者コミュニティ、政策立案者そして社会は、科学教育を一層適切に推進し、未来の科学者そしてすべての学生が、探求心、批判的思考、幅広い視野そして倫理的高潔を身に付けるよう計らうべきである。

(2) キャリア形成

博士課程学生及びポストドクに対し、好ましい研究環境と、より広範囲な研究課題やスキルを習得する機会を提供することで、彼らが産業界、政府機関、教育機関等より多様なセクターでのキャリア形成を追求できるようにすることが推奨される。

(3) 科学者の評価

論文数、引用度数、学術誌のインパクトファクターといった単一の評価指標を使用する代わりに、研究の質と重要性、それと科学者の多様な活動内容を反映する評価指標を使用すべきである。

(4) 社会との対話

科学の発展に関する市民及び子供たちへの情報発信と教育を重視すること、及び市民の科学理解の向上を促すことが必要である。

(5) 政策への貢献

社会的選択や政策立案における諸問題に関する、科学者からのエビデンスに基づく助言は極めて重要である。政策立案者はこれらの問題について科学者に意見を求めることができる。また、そのような役割のために科学者を訓練することも必要である。

多様なグローバル人材の創出

(6) 女性及び少数グループ出身の科学者

差別のない環境の中で、科学者の多様な代表構成を実現すると共に女性や少数グループ出身の科学者にキャリア形成の機会を提供することを可能にする科学者の勤務条件と慣習が不可欠である。

(7) 科学力の開発

先進国と開発途上国は協力して、グローバルな科学力の強化と、大学院、ポスドク、さらに研究主宰者レベルでの相互流動性の向上に努めるべきである。

(8) 科学情報へのアクセス

すべての科学者に学術文献へのアクセスと自らの研究成果を出版する機会が与えられなければならない。適切な費用分担による持続可能な学術出版システムが構築される必要がある。

引用文献

[1] UNESCO Web-page: <http://www.unesco.org/new/en/education/themes/leading-the-international-agenda/education-for-sustainable-development/>

[2] The San Francisco Declaration on Research Assessment: <http://www.ascb.org/dora/>

[3] InterAcademy Partnership (2016) *Doing Global Science: A Guide to Responsible Conduct in the Global Research Enterprise*. New Jersey: Princeton University Press.

[4] OECD Main Science and Technology Indicators: <http://www.oecd.org/sti/msti.htm>