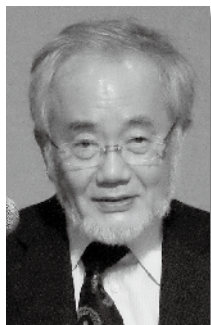


半世紀の研究経験から 日本の基礎科学の今後について考える

—大学の「貧困化」が進み、基礎研究が先細りする現状を憂う—



「オートファジー」は細胞内にあるタンパク質を分解して再利用する仕組みで、生命活動を支える重要なものだ。その仕組みを解明し、ノーベル生理学・医学賞を受賞した大隅良典氏は、大学の研究費が毎年度削減されて、研究現場が困窮している現状を憂慮している。日本の基礎研究の置かれている現状と今後について語った。

講演：大隅 良典 氏

東京工業大学 名誉教授、東京工業大学 科学技術創成研究院 特任教授

東京大学教養学部基礎科学科卒業、東京大学大学院理学系研究科博士号取得。米国ロックフェラー大学研究員、東京大学教養学部助教授、岡崎国立共同研究機構・基礎生物学研究所教授、東京工業大学統合研究院特任教授などを経て、現職。2016年ノーベル生理学・医学賞受賞。

ノーベル賞を受賞したわけ 概念が異なる「科学」と「技術」

特別な天才でもない私がノーベル賞を受賞できたのは、私が完全に一人で始めた研究だったことが重要だったと考える。さらに30年間にわたって研究を継続してきたこと、そして幸運や偶然に恵まれた結果だと思っている。

本日は「科学とは何か」ということから話を始めたい。科学とは、人類が長い歴史の中で蓄積してきた知の体系で、人間が本来持つ「知りたい」という欲求や好奇心に基づく人間活動だ。同時に、歴史の中にある人間活動でもあるので、決して時代から切り離すことはできない。

日本では、「科学技術」と一言で語られるが、「科学」と「技術」は異なる概念だ。科学とは新しい真理や原理の発見を目指すもので、技術は科学が見いだした原理に基づいて作られた人の生活に役に立つ技を指す。近年は科学と技術は非常に密接な関係にある。

酵母の液胞の研究から オートファジーの仕組みを解明

私が元々研究していたのは、酵母の液胞の働きだ。液胞は当時、細胞のごみ溜め程度に考えられており、研究者も興味を示さなかった。私は「人がやら

ないことをやりたい」という信念なので、液胞の研究に取り組むことにした。

今日の話はタンパク質の分解についてなので、タンパク質の紹介から始めた。日本ではタンパク質は栄養素の一つとして知られているが、生命機能のほとんどはタンパク質が担っている。

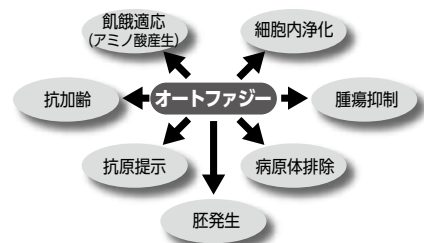
実は遺伝情報(DNA)には、「どんな性質のタンパク質」を「いつ」「どれだけ」作るのかという情報がひたすら書かれている。生命現象の理解には、タンパク質を理解することが重要なのだ。

もう一つ、理解してほしいのが生体膜の構造だ。原始の海に誕生した生命は、外界と自分自身を分けるために、脂質二重層という、脂質が自己集合してできる薄い油の層を使うことにした。外界とエネルギーや物質のやり取りも行うため、生体膜には脂質とタンパク質が含まれている。

栄養学では、1日に摂取すべきタンパク質は70～80gと教わる。一方、体内で合成されるタンパク質は200～300gという計算だ。このことから、生体では体を構成するタンパク質を分解・再利用していることが分かる。生命はいつもタンパク質の合成と分解の平衡関係にある。

自然界には飢餓が頻繁に起こる。飢餓で死ぬことは種の絶滅につながる。自分自身をリサイクルすることは進化

広がるオートファジーの生理機能



の上で大きな意味を持っていたのだろう。生命にとってタンパク質の分解は、合成と同じくらい大切な過程なのだ。

細胞内でのタンパク質の分解、オートファジーを提唱したのは、ベルギーの生物学者のクリスチャン・ド・デュープで、タンパク質分解酵素を持った袋(リソソーム)に自分の構成成分が送り込まれ、分解されることを発見した。

私が研究していた液胞の中にも、たくさんの分解酵素があることが知られていた。それなら、液胞はリソソームと同じ働きをしているかもしれないと考えた。細胞質成分はいつ、どうやって膜を超えて分解酵素と出会うのか。それを知るため、液胞の中に分解酵素がない変異株を飢餓状態に置いて光学顕微鏡で観察したところ、非常にドラマチックな形態変化が起こった。黒い粒粒(細胞質の一部を取り込んだ構造)が激しく動き回っていたのだ。これが私のその後の30年を決定づけた瞬間だった。

観察の結果、最初に小さな膜の袋が

現れて細胞質成分を取り囲み、二重膜構造体「オートファゴソーム」を作る。外側の膜が液胞膜と融合、オートファゴソームの中身を液胞内に取り込み、分解することが分かった。

現在、オートファジーは神経変性疾患やがん、生活習慣病、加齢などに関係していることが分かり、医療領域で研究が進められている。しかし、私自身はこの研究が、がんなどに関係すると思って始めたわけではない。タンパク質の分解のメカニズムを知りたいという知的好奇心で始めた。

現代社会は、科学の進歩とともに膨大な知識が集積し、情報が溢れることで自分で考えることを放棄している危険性があるのではないか。効率だけではなく、長期的な視点も大事にする余裕を持った社会になってほしい。

大学の現状は深刻 次世代の研究者が育たない

大学の現状は深刻だ。ここ10数年間、

研究費のベースとなる運営交付金が毎年度、削減され続けた結果、実験に充てるおカネがほとんど残らない状況だ。地方大学では、年間研究費が10～15万円で大学院生を抱えている。そして、研究費を得るための事務作業は増え、研究時間は減少している。

大学が貧しくなればなるほど、さまざまな企業との共同研究が至上命令になり、短期的に成果が上がる研究に終始せざるを得なくなっている。10年後に花が咲くかもしれないというような研究がほとんどできない状況だ。

深刻なのは次世代を担う研究者が育たなくなっていることだ。大学の先生が魅力的な職業に見えなくなり、大学に残りたいという学生のマインドが低下している。大学院をマスターで卒業して、企業に就職する学生が増えて、ドクターの進学者は激減しているのだ。これは次世代を担う人材が日本の大学からいなくなっていることを意味する。早急に何とかすべき問題だと思う。

海外、例えばシリコンバレーでは、知識欲やエネルギーに満ちた若者がいて、広く世界の情報網を持っている。中国は潤沢な資金を使い、自由度の高い研究を行っている。スウェーデンは、ヒトの全タンパク質の存在量のデータベースを作り上げた。日本でも国際社会に貢献ができるプロジェクトが育たないと世界に伍していけないと思う。

大学と企業の関係も自由度がなくなり、希薄化しているのではないか。大学にプロダクトだけを求めるのではなく、基礎的な研究と具体的な応用を大学と企業で役割分担する新しいシステムの構築が重要だと考えている。

私は科学を文化として楽しむ社会にしなければ、人類の未来はないと考えている。企業で中心的な立場にある人は、10年、20年先を見据えた長期的な視点を持ってほしい。私も大隅基礎科学創生財団を設立したが、ここでは企業と研究者が相互交流しながら、気付きの場を構築することを目指している。

質疑応答

Q 国、企業、大学の三つの主体で考えると、責任あるいは問題点、改善点はどこにあるのか。また、ある程度研究の自由度を保ちながらも、やはり規律というものも必要ではないか。

A 基礎科学を支える上で科学研究費補助金が大きな役割を果たしているの、国に大きな責任があると思う。しかし、問題はこうしたら変えられるのかということだ。研究者、企業、大学がこの状況を打開するすべを真剣に考えるべきだ。

また、自由度と規律というのは難しい問題だ。新しいことや面白そうなことを「面白いね」と言ってもらうだけで、勇気づけられる研究者は多い。全ての基礎研究が成功にはつながらないかもしれないが、科学とはそのようなものだ。だから、社会

が余裕を持って人を育てていくことが重要だ。研究費は出したけれども実が結ばなかったということが責められるが、失敗から学ぶことも多い。科学というのはかなり無駄もあるけれど、とても面白いものだと考える余裕が必要だ。余裕がないと、さまざまな技術が進んでもあまり幸せな社会にならないのではないか。

Q 最近、日本の特許数がどんどん減っている。目先の研究が増えたことが一因かもしれないが、すぐに利益が出るわけではない基礎科学をまず国がサポートし、最先端を走ることは可能か。

A 私の50年間の研究は99%国の支援で成り立ってきた。基礎科学は国が支えるものだと思ってきた。しかし、現状では、大学の人間も企業も何かやってみることが大事なのではないかと思う。新たな研究に挑戦するときに、さまざまな企

業が集合してもよいだろう。米国では、やりたい研究をやらせる基礎研究者のグループを作り、成果は全て企業が持つていくというシステムがある。こうしたシステムを取り入れてもよいのではないか。

Q 大学数を4分の1にして、欧州のように本当に勉強したい人だけに選択的に勉強・研究をする機会を与える方がいいと思うか？

A 大事な議論だが、私は大学の数が圧倒的に多く、整理しなければいけないとは思わない。大学を支える人材が特定の大学に集まるわけではない。私の領域でも、地方大学や私立大学の出身者に素晴らしい業績を上げている人がたくさんいる。100万円でも研究費があったら面白いことができる研究者は多い。この人が面白そうだからサポートするという関係性がもっと出てくると、大学も企業も活性化するだろう。