



# Vision

## 日本・研究・教育・生理学

大阪大学大学院医学系研究科薬理学講座分子・細胞薬理学教授  
大阪大学臨床医工学融合研究教育センター長

倉智嘉久

「日本」とまず書いたのは「一般論ではありません、アメリカのこともありません、EUのこともありません、中国のこともありません、インドのこともありません、日本のことをまず考えてみましょう」という意味であります。「科学」、特に「理科系の科学」はそのもの自体は世界共通とはいえ、その学問を行うという「社会活動」は行われる場所の規定を当然受けています。ここでは、「日本」での科学研究、教育（人材育成）、そして生理学、というものを考え、そしてさらに世界との協力ということを考えてみたいと思います。

日本はアメリカに比較し、大学などの研究機関の規模は研究室の数で言えば実質的に数十分の1ほどの規模だと思います。アメリカと日本の人口は2倍ほどしか違いません。研究機関のこれほどの規模の違いは、社会での利益の再配分機構や移民制度などの社会システムや慣習における彼我の違いがひとつの大きな要因であるものと思います。一方、EUでは大学などの研究機関の規模はアメリカほど大きくはありません。しかしながら、そこではイギリス、ドイツ、フランス、イタリアなどの国々があり、それぞれが特徴を持ちお互いに補完的な関係が構築されていると思います。最近ではEUとしてのまとまりがさらに強化され、大型の研究開発推進もEUを単位として行われるようになって来ています。一方、日本はEUとは

異なり、近隣諸国とは残念ながらまだ十分に相互補完的な関係にはなっていません。このような条件にある「日本」で様々な分野の学問をどのように進め人材を育成し、国としての重層的・複合的な必要に答えて行くのか、そしてそのことを基盤としてさらにどのようにして世界・アジアに貢献するのか、ということを考えて見ることもたまにはよいのではないかと思います。しかしながら忘れてはいけないのは、このような総論は各論を具体的に進めてゆくことがあってはじめて意味を持つということですので。そこで、最後に各論として、これからの生理学分野・生理学会の活動について考えてみたいと思います。

この10年あまり、「科学技術立国」ということが広く言われて来ました。総合科学技術会議を頂点とする科学推進の政策的な体制が構築され、続く不況の中でも「科学」に対する予算は急速に増額されて来ました。（ここで言う科学というのは「理系の科学」をさしているようで、「文系の科学」を意味していないようですが、この点に関しては後程もう一度考えて見たいと思います。）「BT、IT、NTなどの重点分野を推進し、知識集約的な高付加価値の新規産業を産むことが将来の日本が生き残るための必須の条件である」との位置づけでこの施策は推進されて来たのだと思います。BT：「生命科学」では、中でも医学・医療分野にかなり重点的な予算配分がなされてきました。

もともと癌は対癌10ヶ年計画が開始され重点的に推進されてきていましたが、さらに脳科学、創薬にむすびつくゲノム科学・構造生物学、夢の治療にむすびつく再生医学などが重点的な推進対象であり続けて来ました。

このように、これまで巨大産業とは直接の関係がそれほど強くはなかった「生命科学研究」が新規知識集約型産業育成の名のもとに推し進められ、おりからの大学独立法人化の流れと相まって、大学における研究も即戦力となりうる成果を求める傾向が強まって来ているように見受けられます。「競争的資金」という研究費のカテゴリーは「科学研究費補助金」にほぼ匹敵するようになってきていますが、これを遙かに凌駕するのも時間の問題とも思われます。一方、大学の基盤的資金は徐々に減額となり、大学の教員や各機関の研究者は身分が不安定となり短期的な成果の評価にさらされるようになってきています。「時代が変わったので大学が果たす役割も変わって来た。」「いや変わらないといけない。」「変えることが正義であり、それが日本の将来にとって妥当な施策である。」という考えが支配的となっているのが現状でありましょう。「果たして、これはそれほど単純なことでしょうか？」このように言うてはみても、現実的には若い人はいま現在流行でより確実と思われる分野へと流入する傾向がますます強くなってきています。これは一般社会での若い人たちの就職傾向と同じであり、無理からぬ面もあるとは思いますが、しかしながら、やはり「これでいいのだろうか？」と困ってしまいます。ちょっと腰をおろして落ち着いてみませんか？学問が担う役割、大学が担っている役割、こういったことをちょっと考えて見てみませんか？その中で、生理学分野についても考えてみませんか？

まず、学問・科学が社会において果たす役割を考えてみたいと思います。そして学問の府と言われる大学が担っている役割というものを考えてみたいと思います。とは言いましても、浅学非才の身の私としましては、この一文中に立派なことを体系だっというだけの知識も見識もありません。十分に自分の考えを練ってその完成版を述べるな

どということも到底不可能です。なにせ日本では「科学史」などはほとんど無視されていますので、誰がどんな学問をどのような考えで行って来たか、などという知識もほとんどない訳です。（江戸時代に世界ではじめて花岡青洲が全身麻酔で乳ガンの手術をした、ということを知ったのは医学の徒として恥ずかしい。ですから、IUPS組織委員会では「日本生理学医学研究者史」を進めています。）学生時代に十分に勉強しなかったついで、哲学も何も身につけているわけではありません。（若い方々は幅ひろく勉強するなら今しかないですよ！）従って、これまでの自分の経験や先生や先輩諸氏から伺った耳学問などから不完全な知識に基づいて自分のひとりよがりと考えていることをざっと述べてみる、という作業をここではしてみたいと思います。それは違うとか、こんなアホなことを言ってもしょうがないなど、様々なご意見があるでしょう。わたし自身の考えの足りなさも露呈されることになるのですが…まあ仕方ない。何しろ言ってみないことには始まりません。ご批判は甘受したいと思います。

さて、学問はこれまでの人類が綿々と行ってきた営みの知識の体系であると思いますが、これもあるものは歴史的に徐々に積み上げられ、あるものは一旦は消えまた再び積み上げられ、というような気の遠くなる賽の河原の石を積むような作業の歴史の結果といえましょう。大学はその人類の積み上げて来た知識体系を深め、伝え続けてきた場所であったのだと思います。今、大学は「知の創造」の場であると言われていますが、そう聞けば「それはすばらしいことだ」などと思ってもみるわけですが、歴史的発見のような立派に「知の創造」と言えることでさえ、多くの場合は一人の天才がまったく隔絶した世界で考えだしたのではなく、種々の状況が煮詰まったある時期いくつもの場所で複数の人たちによってほとんど同時に発見がなされてきているように思えます。そのある時期は意識して作れるものではないし、その発見者になることも意識してなれることでもないような気がしています。私たちは、あくまでもやは

り「知の継承」の中で少しでもその「深化」を行う不断の努力をするということが基本だと思えます。このことであれば私たちにも何とかできる。これは学問の府としての大学が意識して行う役割ではないかというように私は考えています。このような中である時期、状況が熟すのではないのでしょうか。

学問（ここでは理系の科学を考えていますが）は、一つには人類の知的活動の財産・宝石であります。またこれは社会システムの基盤であり、産業基盤であり、軍事基盤であり、医学・医療といったものは国民の健康と福祉の基盤であります。たとえば、医学・医療に関しても、最近新興・再興感染症が非常に重要な健康の安全保障の課題となり、その対策の一つとして多くの予算が感染症研究や拠点形成に充てられるようになっていきます。（何故なら、この対策を実現するためには、科学が必要なのです。）ところが、この分野を支えるための研究者の人材不足は明らかです。これまで、多くの大学医学部の細菌・微生物学の講座が免疫学の専門の研究室となり、感染症領域研究の基盤が脆弱になって来ていますので、これは当然の状況です。必要な「知の継承」が十分になされて来なかった、ということでしょう。これは講座制への批判や研究業績至上主義の中、不可避であった面もあったとも思いますが。しかしながら、社会基盤としての学問という側面をとらえた時、果たしてこれまでの考え方でよいのか、もう一度考えてみる必要があるのではないかと思います。精緻にくみ上げられている現代社会のシステムがその維持・発展のために必要とする学問領域は多様であり、どの分野が欠落しても困ることになるのは明らかです。競争力のある研究力の強化と現代の社会を維持・発展させるための要請に応える学問領域の維持という質の違う役割をアメリカの数十分の1の規模である日本の大学が担うことが求められている、という現実を考える必要があると思えます。また、学問領域も時代によってその先進性は変化して行きますので、いつどの分野が時代の寵児となるかは予想が難しいことです。日本全体として様々多様な分野を担う研究者

がバランスよく常に活動してはじめて、この国はその時代その時代に対応した発展を遂げることができるのではないかと思います。ある分野が絢爛豪華な時代となることは、それぞれの分野に携わる研究者がその責任を担っているのだと思えます。大学の役割は今盛んな学問領域だけを行うだけではない、という点を忘れないで制度設計を行って行くことが必要だと思えます。

生命科学分野に投入される研究費（競争的資金）はこの10数年格段に増加したのは事実で、この増加は「社会、特に新しい知識集約型産業の発展に役立つ成果を出す」ということを目的としている、あるいはそれをある種国民に約束することになっているのだと思えます。これはこれで重要な資源の有効な集中投資ということになるのでしょうけれども、先にも述べましたように社会を維持・発展させるために必要な学問分野は多様であり、功利的なものばかりでなく文化・芸術といったところの糧も不可欠なものであり、一見無駄に見える分野・領域も実は社会が必要としている、あるいは将来の発展のためにいつか役立つ可能性を秘めているのだと思えます。それから重要なことは、大学（あるいは学術領域と言った方がよいかもしれませんが）は社会への提言機能という非常に重要な役割を担っているのだということをしつかりと覚えておかないといけなないのだと思えます。このように様々な役割を担い、意見の多様性とその発信機能を担うことがある種保証されてきたのが、明治以来の大学であったと私は考えています。ところが、現在は基盤的システムを支える資金の漸減とその余剰の競争的資金への移動というトレンドが加速こそされ、立ち止まることはないように見えます。果たしてこれでよいのでしょうか？このことは、国家百年の計として、大学の持つ本来の役割を損なってしまうことになりはしないのでしょうか？耳に痛い意見も含め多様性が保証される社会システムであってはじめて国全体としての発展がなされるのではないかと思います。上のような大学や学問領域の機能と競争力強化と、この両方の側面を充足してはじめて大学の役割が果たせるのではないかと思います。その実

効性のあるバランス設計が大切なのではないかと  
思っています。

大学の果たす役割としての「知の継承」という  
ことは、端的に言えばそれぞれの領域の「人材の  
育成」ということでしょう。国や民族が続くため  
にはそれを担う次の世代がいなければならず、そ  
の意味で「次世代の育成は国家の義務」です。  
「人材育成」「教育」は個人の権利というよりは  
「国家の義務」である、という視点から考えて欲  
しいと思うのは私ばかりではないと信じたいと思  
います。(たとえば、現在の国立大学法人の授業  
料は高い。) その人材育成の基本は、やはり多様  
な力強い人材を育てることではないかと思いま  
す。金太郎船のような人材ではなく、長い将来ど  
のような能力が必要となっても誰かが出てきて支  
えることができるような多様性を尊重する人材育  
成であって欲しいと思います。そのためには、地  
域の独自性・特徴といった個性も求められるのだ  
と思っています。また、このような余裕を持つた  
めには、無駄や遊びの役割を見直すことも必要で  
はないでしょうか。「全てが100%稼働する」と  
いう幻想は棄てて、もっとリアリストティックに  
「30%が本当に動けば全体は大丈夫」「失敗や無  
駄は将来への投資・安全弁」というような考えを  
皆が持てればよいのではないか、などと思ってい  
ます。

それでは、突然飛躍して、具体的に「生理学」  
「生理学会」を考えて見たいと思います。生理学  
は医学教育の基盤となる分野のひとつです。人体  
機能という視点から生体機能のメカニズムの解明  
を主目的として分子・細胞・組織・臓器・システ  
ム・個体、それぞれのレベルでの研究を行う学問  
領域と言えらると思います。その特徴は「機能」の  
生命科学である、という点であり、時間軸・定量  
性・統合性と言った点が他の分野よりも強く意識  
されている領域である、と私は思っています。こ  
の時に、Andrew Huxleyのような透徹した思考  
力・想像力が重要です。生理学はまた形態学、物  
質基盤と並んで「よい医師を育成する」という医  
学教育におい不可欠の学問領域であり、生理学会  
でも教育が強く意識されているのは当然のことで

あると思います。しかしながら、生理学会は正直  
いまひとつ元気がありません。それはこの領域が  
「功利的」に役に立たない学問領域である、と考  
えられ、所謂競争的資金の主たる対象分野に入っ  
て来なかったためでしょうか？あるいは、この分  
野に夢が感じられないからでしょうか？生理学分  
野では、1980年代にパッチクランプ法によるア  
ウトブレイクがあって以降、大きなインパクトの  
あるダイナミックな動きが感じられないでいま  
す。ところが、還元主義のひとつの到達点として  
のヒトゲノム配列の完全解読が終了した現時点  
において、統合的生体システムの理解、生体機能の  
理解といったことが次の生命科学の重要課題とな  
って来たわけで、これはまさに生理学研究者の出  
番となっているのです。今、生理学者の力量が求  
められています。それでも、生理学会には何となく  
今ひとつ元気が感じられない、というのは私一  
人だけでしょうか？国の科学技術基本計画におい  
ても過去の第1次、第2次計画におけるBT、IT、  
NTと言った重点施策に加え、これらを基盤とし  
た融合科学の推進がひとつの特徴となっている第  
3次基本計画が始まっています。このような状況  
の中で、生理学領域が目指すべき方向性について、  
今もう一度考えて見るべき時ではないでしょうか？  
そうすれば、何となく元気がない、という贅  
沢に浸っておられない状況だと理解されるのでは  
ないかと思えます。

その例として世界的な「フィジオーム」の動向  
について考えて見たいと思います。ゲノム、プロ  
テオーム、トランスクリプトーム、果ては冗談ま  
じりのグラントームという言葉まである「オーム」  
ばやりの一つでもあるかもしれませんが、フィジ  
オームには他のオームとは異なる点があると思  
います。即ち、ゲノムは方法には幾つかの方法が  
あるにしても到達する答えは一つ、他の「オーム」  
も還元主義としての共通基盤がある、単純化し  
ていえば「答えはひとつ」と思えます。ところが、  
フィジオームには必ずしもそれは当てはまりませ  
ん。多様な階層、すなわち分子・細胞・組織・器  
官・システム・個体の各レベルでの統合的な機  
能、さらにはこれらの異なる階層を結びつける論

理、これらは決して誰が行ってもほぼ同じ結論に到達するというものではない、と思います。その機能を見る視点、知りたい目的に応じた適切なスケールの設定とその論理構成などにより、様々な多様な答えが存在しえるものと思います。また、約3万の遺伝子により設計されているヒトであっても、そこにある機能は、蛋白質の多様性、その相互作用、脂質など他の構成要素との相互作用、さらにそれらの組み合わせ、各レベルでの構造基盤と場の多様性、エピジェネティックな機構などなど、3万の何乗にもその情報量は増え、まさに天文学的なものになります。このやっかいなフィジオームという生体機能の統合的理解を推進する、ということが生理学分野の現在のひとつの重要な役割であるのだと思います。

次に、このフィジオームにおいて重要な役割を担う生体機能のモデル化とシステムバイオロジーというものについて考えてみたい、と思います。フィジオームが組織的に推進された最初のもは国際生理科学連合（IUPS）のフィジオームプロジェクト（Chairpersonはニュージーランドオークランド大学のPeter Hunter教授、英国オックスフォード大学のDenis Noble教授も有力な推進者）である、と思います。私が「フィジオーム」に触れたのは2001年でした。このこと16年ぶりに出かけて行った2000年の生理学会国際交流委員会で「IUPS2009を日本に招致したい」と突然言われ、さらに何故かよくわかりませんがその招致準備活動を行うこととなり、そのために2001年4月に神戸で開催されたIUPSのフィジオームの研究会に参加した時でした。その時に直感したことは、「生命科学は、これまでの生体に学ぶ学問から、統合体としての生体の論理構造を解明する学問へ変わる」ということでした。これからは生体機能の再現ではなく、生体反応の「予測」という能動的な主題となると思いました。そのためには、パッチクランプ法にかわる新しい方法や考え方が必要です。それ以来、IUPSの招致活動そして招致の決定後の準備活動と並行し、自分なりにフィジオームを中心とした医学・工学・情報科学領域の融合研究領域の推進に努力して来まし

た。フィジオームという言葉自体は網羅的生理現象の集積という意味となるとと思いますが、その中心となるのは生体の各レベルでの構造・機能のモデル化とその各階層を繋ぐ論理構成とシミュレーションということになると思います。概念的には、「ロバストネス」という言葉、そして「予測：プレディクション」という言葉が重要なkey wordであろうと思っています。

さて、このフィジオームという融合科学領域はアメリカでも強力に推進されつつあると聞いていますが、その実体はよく知りません。EUにおいては、本年よりEuroPhysiomeとしてイタリア、イギリス、フランスなどを中心とした9つの大学のコンソーシアムによる推進が始まりました。先日、ブリュッセルで開催されたその準備の会に私も日本からひとり参加して来ました。このようにフィジオームは世界的な一大ムーブメントとなりつつあります。

フィジオームでは、この字句の如く生理学は中心的役割を果たさなければなりません。そのためには、生理学は本来の分野でのプロとしての役割が期待されています。さらにフィジオームでは生命科学と情報科学や工学との共同研究開発がもっとも重要な部分です。急速に発展する情報科学や先進工学があたらしい方法論となる訳です。個人プレーとしての特徴の強かった生理学分野の研究者が共同研究の中でどのような役割を果たして行くのか、手探りの模索を行う段階となってきています。融合科学研究においては、それぞれの分野がそのプロとしての役割を果たすとともに、共通の目標にむかってお互いを理解し協調して進んで行く必要があります。プロとしてはますます自分の研究を磨くことが求められるとともに、幅の広さが要求されます。これは大変なことです。しかし、融合領域では単なる作業ではなく、当然その分野でのあたらしい科学が生み出されて来るわけですから、その喜びがあると思っています。

フィジオームはこのような異分野が共同し進める科学であり、膨大な情報量を扱いしかも答えは必ずしもひとつではないという領域です。これはひとつの大学や日本というひとつの国だけで成し

遂げられることでは到底なく、世界的な協調が不可欠な領域だと思えます。そのためのあたらしい考え方とシステムが必要となってきます。これを構築する、といっても現実的には多くの困難があり、多くの思惑があるのも事実だと思えます。なぜなら、この融合領域は「animal right」という課題に対する対策、あるいは医療機器などの「clinical trial」にも直接結びついてくることが明白だからです。すなわち、各国政府のregulationが直接関係することになると考えられます。従って、創薬や医療機器開発、さらに医療システムにも直結する領域であり、多くの知的産業の基盤となることが予想されます。従って、この学問領域が医療ニーズを満足するばかりでなく、患者ニーズに応えるものであること、さらには社会適合性を持つことが不可欠となって来ます。従って、この分野にとってあたらしい社会的概念・倫理などが必須となることが当然予想され、文系の科学の発展がなければ理系の融合領域の新時代へ適合する進展を実現することは困難です。ここで科学者のコミュニティとして如何に冷静に社会的要請に

調和した科学の進歩とそのシステムを世界的な協調体制の中で構築できるか、ということが問われる局面となって来ていると思えます。

さて、日本生理学会として一大行事であるIUPS2009京都大会があと3年後に迫って来ました。この大会の標語は“Function of Life : Elements and Integration”です。まさにフィジオームです。生理学はこの標語の思想のようにこれからの先進的生命科学フィジオームの中心を担う学問領域であり、この領域は世界的な科学者の協調を必要としています。そのとき、はからずもIUPS世界大会が日本で開催されるのです。生理学分野の世界の研究者が数多く集まるこの機会に、是非とも世界の協調と協力を日本で促進することができるようにしたいものです。さらに言えば、このあたらしい融合研究領域を共に担う工学や情報科学領域、さらには社会科学の多くの研究者にも参加してもらえる大会とし、世界・アジアの友好、協調と協力を実現する場となるように皆様とともに努力をしたいものだと思っております。