

第九章 中国のライフサイエンス研究の特徴

これまでの各章では沿革や事実関係を中心に記述してきたが、これらを踏まえて筆者が考える中国のライフサイエンス研究の特徴を述べたい。

1 豊富な資金

中国の科学技術における現在の最大の強みは、研究開発資金の豊富さであろう。中国の経済発展は 20 世紀末に始まり 21 世紀に入って加速した。ここ数年は成長率が鈍化し中国指導部自らが経済状況を「ニューノーマル（新常态）」と呼ぶ状況にあるが、それでも政府発表の成長率は 6%を超えている。このような経済の拡大発展を受け、中国の研究開発費の増加は急激かつ膨大である。現時点で中国全体の研究開発費は米国に次いで第 2 位となっており、IMF レートで米国の半分のところまで来ている。ちなみに日本は長い間米国を追いかけていたが、現在は中国に次いで第 3 位に低下している。

第四章のインプットで見たように、ライフサイエンス研究費の比重は中国全体の研究開発費の 10%程度で、米国（25%）や日本（17%）などと比較してそれほど高くない。中国では、研究開発に力を入れる大きな医薬品企業がまだ存在していないためと考えられる。しかし実際の研究現場では、中国の他の分野と同様に豊富な研究開発費を彷彿とさせるエピソードに出くわすことが多い。その大きな理由が、力のある研究者に対する研究資金の傾斜的な配分である。中国では、米国のグラント・システムを取り入れた競争的な研究資金が急激に拡大強化されてきたため、研究者全体に万遍なく配分されるのではなく、力のある有名研究者に絞って重点的に配分されてきている。このため現時点においては、中国の有力研究者は日本の有力研究者よりはるかに資金力に優れている。

圧倒的な資金力を誇る中国ならではの話を紹介したい。エボラ出血熱という感染症は、最強の感染性と毒性を持つエボラウィルスにより引き起こされ、致死率が極めて高い恐ろしい病気である。このエボラ出血熱がギニアをはじめとする西アフリカで 2013 年 12 月頃から流行しはじめ、2014 年 6 月頃より感染が急拡大して深刻な事態となった。2015 年 10 月の WHO の発表によると、感染疑い例も含め 2 万 8,512 名が感染し 1 万 1,313 名が死亡（死亡率 40%）したという。このため、米国の CDC をはじめとする世界中の感染症対策機関が協力し支援を行った。中国にも中国版 CDC と呼ばれる中国疾病予防制御センターがあり、主任は第七章で紹介した高福博士である。高福博士によると、この西アフリカにおけるエボラ出血熱の流行の際、中国疾病予防制御センターが支援と研究を実施するため、なんと同センターのスタッフ 60 名や関連資材などをチャーター機に乗せパンデミック状態にあったシエラレオネに派遣し、その後 2 か月間にわたり治療と研究に当たったという。高福博士は筆者に対し、共産党幹部が感染症対策の重要性を十分に理解した優れた対応であったと述べていた。

2 圧倒的なマンパワー

元々中国は 14 億人の民を抱え世界最大の人口国であるが、経済発展前の 2000 年以前は科学技術人材王国ではなかった。最大の理由は、科学技術を推進する経済的な余裕がなく、研究開発のための人材を雇う資金が乏しかったため、研究者のポストが圧倒的に少なかった。また 1966 年に始まり 1976 年まで続いた文化大革命では、知識大への憎悪から教育や研究開発は悪影響を免れ得なかった。文化大革命は科学者・技術者などの人材を否定するものであったため、科学者・技術者の育成は壊滅的な打撃を受けた。

中国の経済発展が進行するに従って状況が大きく変化し、2000 年代に入り急激に中国の研究者数が増大を始める。2000 年で 70 万人前後と日本と同等であった研究者数が、2016 年で約 170 万人を数え、米国の約 140 万人、日本の約 70 万人を抜いて世界一となっている。また、大学進学率も圏加し、米国等に留学して博士号を取得する人も増えていることから、単に量だけではなく質的にも大幅にグレードアップされている。

このうち、ライフサイエンス研究にどの程度研究者が携わっているかであるが、第四章で見たように全体の 17%程度であり、約 30 万人である。一方、日本は全体の 30%程度で約 20 万人、米国は約 40 万人程度と推定される。中国全体の研究者数が日本や米国と比較して多いにもかかわらず、ライフサイエンス研究者数で米国より少なく日本とも差がないのは、研究開発費と同様に研究開発に力を入れる大きな医薬品企業がまだ存在していないことが大きい。

ただ中国の研究所や大学における研究開発のマンパワーを考える際、そこで修士号や博士号の取得を目指す大学院生の存在を忘れてはならない。中国の理系大学院生が恵まれているのは、大学院の授業料はほとんどの院生で実質無料であり、これに加えて所属する研究室から生活費が支給される。生活費を支給された大学院生は、必死に実験等に励む。ライフサイエンス研究を目指す大学院生も例外ではない。中国科学院を例としてみると、傘下の中国科学技術大学や中国科学院大学だけでなく、研究所においても大学院生を教育できるシステムを採用している。研究生と呼ばれるこれらの大学院生の数は現在約 4.5 万名に達しており、その半分が博士課程の学生である。したがって、正規の研究者約 5.7 万名に加えこの 4.5 万名が研究チームを構成するため、名目のおよそ倍のマンパワーとなる。さらにこれらの研究生は、全体に万遍なく配置されるのではなく、国家重点実験室などの重要なプログラムに重点配分されるのである。

3 研究資材が世界一流

ライフサイエンス関係の国の研究所や大学のトップレベル研究室には、欧米や日本の研究室と同等あるいはそれ以上の実験機器、分析機器、測定機器などがずらりと並んでいる。

近年の研究開発費の増大もあろうが、最新鋭の研究機器を思い切って投入できる理由として、欧米や日本と比べ半周後れで研究開発が始まったため、古い研究機器にしがらみがなく、思い切って世界最先端のものが導入できることも重要である。また、中国自前の技術や製品へのこだわりがないため、国際的に最新鋭の研究機器を新規に導入することを躊躇しない。大型装置や共通先端装置などの建設も順調に進んでいる。

本件について、最近日本の研究者から聞いたエピソードを紹介したい。近年のライフサイエンス研究では、たんぱく質の構造解析が重要な位置を占めている。最近まで、たんぱく質の構造解析は結晶を作り解析していたが、近年では電子顕微鏡の技術が発展し、新しい電子顕微鏡が開発された。これは「クライオ電子顕微鏡」と呼ばれ、水を含む生きた状態のたんぱく質を観察することが出来る画期的なものである。ただ、この電子顕微鏡は一台数億円もする非常に高価な装置であるため、日本にもあるが現在数台程度である。ところが中国科学院生物物理研究所を訪問したところ、この 600 名程度の研究所にクライオ電子顕微鏡が 3 台も置かれていた。中国全体では数十台に達しており、米国や欧州諸国を遙かにしのぎ世界一の設置台数を誇っている。中国のトップレベルの研究室に、如何に資金力があるかの例証であろう。

4 選択と集中

このように圧倒的な研究資金とマンパワー、決断の早さ、最新鋭の施設・装置を上手く活かす戦術が、「選択と集中」である。中国は科学技術の後発国であり、欧米の科学技術先進国に早く追いつくため、この選択と集中の戦略を取っている。世界で話題となった研究分野に、豊富な研究資金とマンパワーを迅速かつ大胆に集中投下し、短期間で世界のトップレベルまで引き上げるという戦略であり、確実にかつ短期間に世界トップクラスのレベルにまで引き上げることが出来る。

ライフサイエンスでも同様の手法が用いられており、現在世界的な注目を浴びている分野に人材と資金を投入して、人海戦術的な手法で欧米や日本に対抗している。実際、ゲノム編集の論文の量においては、ライフサイエンスで強い伝統を有する英国などをはるかに凌駕し、米国と肩を並べる状況にある。

5 米国等との強いつながり

またここ 20 年から 30 年の間に、中国と米国等の科学技術先進国との間で形成された人材循環システムにも注意を払うべきである。中国では、トップレベルの学生は北京大学や清華大学などに入学し、必死で勉学に励む。学部を卒業した後、優秀な成績を修めた学生は米国の有名大学などに留学する。また国内で博士号を取得した学生も、やはり米国などにポスドク修行に出かける。

このように優秀な学生が米国などを目指すのは、国の研究所の幹部研究員や北京大学や清華大学等の有力大学の教授になろうとすると、米国などでの留学や研究経験が不可欠であり、中国国内に留まって研究を続けても高いレベルのポストに就くことが困難であるためである。

個々の研究者にとっては大変負担の大きいシステムであろうが、異文化に接することにより研究者としての資質が鍛えられる、欧米にいる研究者コミュニティと連携をすることができる、共同研究などが可能となり国際共著論文作成が増加するなどのメリットがあり、中国の科学技術レベルの向上という意味では大変重要である。とりわけ分子生物学を始めとする近代生物学の研究者はほとんど留学や外国での研究経験を有しており、世界の研究レベルを十分に認識したうえで自分たちはトップレベルを走っているとの強い自信を持っている。

6 大学附属病院の多さと圧倒的な患者数

中国では、第五章の大学や公的な研究機関のところで見たとおり、それぞれが学生の研修や臨床研究のために抱えている附属病院の数が尋常ではない。例えば首都医科大学では、なんと 19 に上る附属病院を有している。第四章で取り上げた大学で見ると、10 か所以上の附属病院を有している大学は、図表 32 のとおりである。

図表 32 大学の附属病院数

順位	大学名	附属病院数
1	首都医科大学	19
2	復旦大学	13
	上海交通大学	13
4	南方医科大学	11
5	北京大学	10
	中山大学	10

(出典) 大学の HP などを基に、筆者作成

日本では、国立大学は東京大学を除き 1 大学 1 附属病院である。医科系の私立大学では、昭和大学の 8 附属病院など多い例も見られるが、本院を別にすると小さな単科的な病院が含まれている例が多い。明治以来日本の大学は、各医局（診療科）がいわゆる医局システムを通じて地域の関連病院に医局員を派遣し各地域の医療体系の構築と維持に深く関与しており、附属病院だけでなく関連病院と一体となって臨床や研究に取り組んできている。したがって、関連病院が附属病院の代替的な役割を果たしているとの意見もある。しかし自

ら設置する附属病院と違い、新しい施設・設備の建設や病床数の増減、診療科の変更など病院の運営には直接関与できないことに留意する必要がある。

また中国では、これらの附属病院などの患者の多さも尋常ではない。人は誰でも病気にかかるものであり、一定の生活レベルに到達した国では適切な医療システムが確立し、結果として人口の多さは病院にかかる患者の多さにつながる。筆者も何度か中国の病院を視察したことがあるが、その患者数に圧倒された。通院患者の多さもさることながら、入院患者のベッドが廊下やエレベーターホールにまで溢れ出ているのである。中国では他の国に比較して個人での医院開業が活発でなく、患者は大学の附属病院など大きな病院に頼ることになるからと言われている。

中国における大学の附属病院数や患者の多さは、大学の資金面での需要を満たすことや医学生の教育訓練の場としても重要であろうが、臨床研究や精密医療研究などで大きな貢献を果たす可能性がある。

7 急激に拡大するライフサイエンス産業

圧倒的な患者数は、医薬品産業やヘルスケア産業成長の大きな原動力となろう。米国のIQVIA という医療産業メディアの 2018 年のレポートによれば、中国の医薬品の市場規模はすでに米国に次いで世界第二位であり、第三位の日本の倍近い数字となっている。これは人口の多さから見て当然のことであり、将来的には米国を遥かに凌駕することも考えられる。

現在中国国内には、ファイザーなどのように研究開発を積極的に実施するいわゆるメガファーマは存在しておらず、国内で承認された輸入製薬やジェネリックなどを製造販売する企業を中心となっている。しかし、中国政府はこのような状況に満足しておらず、医薬品製造においても世界に冠たる企業を育てようとしている。すでにその芽となる成果が出つつあり、生物製剤などの研究開発分野での特許取得数は世界的に見てもトップレベルにあるほか、世界のライフサイエンス系のベンチャー買収においても中国マネーは大きな存在感を有している。したがって、米国や欧州諸国に後れを取っていたこれらのビジネスは、今後飛躍的に拡大すると思われる。

8 希少資源や規制環境での優位性

これまでに述べてきた優位性に加えて、中国にはさらにライフサイエンス研究での優位性を示す特長がある。

一つ目は、動植物の多様性である。中国は非常に広い国土を有し、亜熱帯から寒帯までの幅広い気候帯にあり、砂漠ステップ、熱帯雨林など様々な地理的環境を有している。このため、そこに生息している動物や植物は、世界中の他のどの国よりも多様である。この生物多

様性は、中国の将来のライフサイエンス研究を支える大きな財産となる。中国政府は、その点を十分に意識し、第六章で見たようにライフサイエンス研究のインフラとして、様々な生物を収集し、ゲノム解析などを行い、分析・データベース化している。現在のところ、これらからまだ目立った成果が出ているわけではないが、将来的に中国の研究ポテンシャルが上昇してくれば、極めて大きなメリットとなる。

二つ目は、既存の固定観念にとらわれない研究の進め方である。米国や欧州、さらにはそれを範としてきた日本では、ライフサイエンスを含めた研究について様々な規制や規制的な考えがあり、結果として思ったように研究が進まなかった場合もある。とりわけ、キリスト教文化が強い社会では、生命という人間の根源に関わるライフサイエンス研究に関する規制が厳しい状況がある。一方、中国では比較的遅れて近代的な生物学が発展してきたこともあり、欧米より規制が緩い状況にある。このため、欧米で規制のため停滞していた研究や実験が、中国でこともなげに実施される例が目立ち始めている。例えば、ゲノム編集を用いたヒト受精卵に対する実験、サルなどの霊長類を用いた実験などである。さすがに、一昨年の深圳でのゲノム編集を用いた双子のベビー誕生は中国でも強烈的な批判を受けたが、それでも欧米とは違う規制の考え方により、中国でのライフサイエンス研究が世界最先端となる可能性は排除できない。

三つ目は、技術開発と実用化・商業化との距離感である。欧米や日本の場合には、技術開発を徹底的に行い、完成品を実用化・商業化へ持っていく。安全性に問題が出てくるかもしれない、所期の目的が果たせないかもしれない、他の研究者から倫理的に糾弾されるかもしれない、といった懸念を想定して、中途半端な技術に基づく応用や実用化を非常に警戒する。しかし中国の場合、できるだけ早く実用化・商業化につなげようとして、技術開発の途中で、あるいは技術開発と並行して商業化のプロセスに入ることが多い。ライフサイエンスにおいても、他の科学技術分野と同様、きわめて早期の段階で実用化・商業化の話が入ってくるのである。これが行き過ぎて、時々トラブルとなることもある。

ただ気を付けなければならないのは、このような万全ではないやり方であっても他国に先駆けて実施することとなり、結果として大きな科学的な進展をもたらす商業的な利益に結び付くこともありうる。試験管を振って研究開発していた時代であればまだしも、今や基礎研究であっても研究材料や研究装置に多額の研究費を要する。ましてや精密医療、新薬開発などには、膨大な費用と人員が必要である。研究開発段階にじっくりと時間と費用をかけて商品化するというこれまでのやり方は、ひょっとしたら通じないのではないかと疑ってみることも重要であろう。

9 研究の蓄積とオリジナリティの不足

それでは、中国のライフサイエンス研究の課題は何か。まず挙げなければならないのは、他の科学技術分野でも見られるオリジナリティの不足である。圧倒的な経済発展を背景に、

世界トップレベルを目指している中国であるが、一つ一つの研究でオリジナリティを出していくという点では、まだ欧米などの一流大学や研究機関に及ばない。

1の状況のものを10にする研究と、ゼロのものを1にする研究とは本質的に違う。画期的でオリジナルな研究は、研究資金やマンパワーが豊富であったり研究設備が最新鋭であったり、さらには米国等の外国に行って研究をした経験があるなどという環境条件だけでは達成できない。すでに見てきたとおり研究論文数や被引用数では米国に近づきつつあるものの、ノーベル賞受賞者数やその候補者の数で見た際には、中国の研究者は米国、欧州諸国や日本などに遠く及ばない。中国の科学技術が短期間で急激に発展したため、長い期間における研究業績が評価されるノーベル賞の選考にはまだタイムラグがあるという見方もあるが、ノーベル賞の求める画期的かつオリジナリティがある研究が少ないということも見逃せない。

どのような研究分野でもそうであるが、オリジナリティのある研究開発にはある種の危険を伴う。人類初めてのことをやろうとするわけであり、本当にできるかどうか分からないことが多い。長い年月をかけて研究開発を行っても、結果として達成できない可能性がある。むしろ達成できない方が圧倒的に多い。そうすると、そのような研究開発に携わった人たちは、結果として意味の無い研究開発を行ってきたことになり、社会的にも葬り去られてしまうことになる。そのように社会的に葬り去られることに耐えることを厭わない人がいて、そしてそのような人たちにも温かい目を向けてくれる社会でなければ、オリジナリティのある研究開発はできない。オリジナリティが発揮できるようになるには、その国における研究開発の歴史と科学文化の蓄積が必要である。

日本においても、欧米から自分たちの猿まねにすぎないと常に蔑まれながら、明治維新以降学術や基礎研究の経験を徐々に蓄積してきた結果、近年ようやくオリジナルと評価されるものが出てきている。その点、文化大革命以降極めて短期間に立ち上がった中国において、オリジナリティを支える学術や基礎研究の蓄積がまだ足りないであろう。とはいえ時間が解決してくれる問題とも考えられ、将来それ程遠くない時期に中国でもオリジナルと評価される研究が出現することを期待したい。

10 イノベーションを甘く見ていないか

中国政府は、科学技術分野に膨大な資金と人材を供給し、研究者らが中国の経済や社会にイノベーションを起こすことを強く期待している。ライフサイエンス研究についても、ライフサイエンス関連産業を将来の重要な成長産業と位置付け、イノベーションを起こすべく国の研究機関や大学に対して強力な支援を行っている。世界的に見れば、科学技術活動が国民からの税金によって支えられているがゆえに、経済や社会への見返りを明示的に示さない限り科学技術への支出が正当化されなくなってきており、米国でも欧#でも日本で

もイノベーション創出が常套句となっている。中国もその方向に向かっているわけであり、これ自身は非難するべきことではない。

イノベーションが科学技術や研究開発と密接に関連することは事実であるが、その道筋は明確ではなく、定まったものがない。基礎研究や技術開発で良い成果が出ても、それが優れた実用化に結びつくとはいえず、イノベーションとなるとさらに関連がはっきりしなくなる。どうすればイノベーションが成功するのかの「法則」はなく、試行錯誤が繰り返されることとなり、欧米でも日本でも研究者、行政当局者、企業関係者が大いに苦しんできた。この状況をよく表している言葉が、魔の川、死の谷、ダーウィンの海などであるが、追加的な資金や人材の投入が必要であるにもかかわらず、前途の見通しが立たないことから、折角優れた研究開発の成果を持っていたとしても、活かされない状況でストップしてしまうことを指している。

中国の研究機関や大学は、このような魔の川、死の谷、ダーウィンの海といった状況に陥った経験をほとんど持っていない。中国は遅れて経済発展してきたため、すでに欧米や日本で魔の川、死の谷、ダーウィンの海といった状況を克服して実用化された技術を上手に取り入れ、選択と集中により大量の資金と人材を注ぎ込み、世界最大の市場をも味方にして国内での実用化・産業化に成功してきた。しかし、中国の経済が発展し世界の先頭に並んだ現在では、このような方式は通用しなくなりつつある。中国では、大海戦術的に強引に研究開発を進めればイノベーションも達成しようと考えていると思われる節があるが、欧米や日本では直線的に研究開発を進めても達成できなかった苦い経験をいくつも有している。巨大な研究開発費を投入しても全く実用化されなかったり、最終的な果実を他国の企業により奪われたりした例は枚挙のいとまがない。中国もこのようなイノベーションの罌を十分に認識すべきであろう。

11 米中貿易摩擦をどう考えるか

本章の5で紹介したように、中国と米国の科学技術上の交流は広範多岐にわたっており、ライフサイエンス研究においても同様である。しかし、米国においてトランプ政権が登場して以降、この協力・交流関係に暗雲が漂っている。

中国の科学技術人材の育成システムは、米国の科学技術システムに極めて深くリンクしており、今世紀に入っての中国の科学技術の急激な進展は米国との交流のたまものである。他方、授業料の高額な米国の有力大学に中国人留学生の存在感が大きいことや、中国の優秀で労を厭わない人材により米国の研究現場が支えられていることも事実である。科学技術面だけで考えると双方にメリットのある米中間の交流であり、中国はもちろん米国の関係者にもこれを断ち切ることに強い反発が見られる。しかし現在の米国での議論は、単なる貿易の問題を超えグローバルな覇権争いの様相を呈していることを考えると、中国の科学技術政策にも甚大な影響が出ることを覚悟する必要があるだろう。