

ライフサイエンス委員会 これまでの議論(論点別)素案 更新版(令和6年3月 18 日)

1. 課題認識・目的

○ライフサイエンス研究は、基礎生命科学与臨床医学を合わせると世界の論文生産数の約半分を占め、研究力に大きな役割を果たしている。基礎生命科学与臨床医学ともにハイインパクトな論文の日本のシェアは低下。特に基礎生命科学は、論文数全体に占めるシェアも減少し研究力の低下が深刻。

○日本では世界に類を見ない少子・超高齢化が進み、疾病構造が変化していく中で、個人の生活の様式も大きく変わっている。新型コロナウイルス感染症の流行の後、個人の生活様式も大きく変わっている。また、AI の進展など、ライフサイエンス以外の技術も大きく進展し、研究開発の方法論も変わりつつある。

○このような中、ライフサイエンスの分野でフラッグシップとなるような魅力あるプロジェクトを提案するなど、この分野を活性化するための議論も重要。また、政府においては現在第3期健康・医療戦略(令和7年度～)等の政府戦略の検討が始められつつある。

○これらを踏まえ、ライフサイエンスの中期的な視点、今後四半世紀の在り方などの骨太な視点での振興・活性化方策を議論。

2. 今後のライフサイエンス研究とは？

(1) ライフサイエンス研究とは

- Curiosity(基礎研究の根幹をなす、生命現象解明への探求心)
- Methodology(最新計測・解析技術が可能とする、生命科学への新展開)
- Mission(ライフサイエンス研究として期待されている、健康・医療やバイオといった不可欠な社会ニーズへの対応・貢献)

この3要素が融合し、お互いに相乗効果を発揮していくのが「今後のライフサイエンス研究」

ライフサイエンスの CMM(Curiosity-Methodology-Mission)を達成する上で、医学、情報学、数理科学・AI、生物学、疫学、人文・社会科学等の多彩なバックグラウンドを持つ専門家チームが連携・糾合していくことが重要。個の技と総合力で勝負していく。

(2) ライフサイエンスの CMM(Curiosity-Methodology-Mission)の今後の潮流

①Curiosity(生命現象解明への探求心)

○新しい研究領域を生み、将来的な研究力向上につながる研究の多様性の源泉は個人の知的好奇心。

○ゲノム配列が解明できるようになり、「氷山の一角」しかわかっていなかった生命現象と遺伝子配列の関係が徐々に明らかになり、これからが生命現象解明の正念場。

○高次の脳機能解明や免疫機能、がんのメカニズムなどまだまだ未解明の現象が多い。
例えば脳科学研究においては、ヒトのこころや社会性の解明にも手が届きつつある。

○生命活動は経時的かつ時限的な性質を持つものであり、時間変化と老化・高齢化のメカニズムが未解明。オルガノイド研究や生命現象の発生・再生から一連のプロセスの「ライフ・コース」に着目した研究。

○生命の進化は、生命とは何か、ヒトとは何かに関わる生命科学の根幹。

○今後益々、臓器別(縦系型)のアプローチから、免疫系、代謝・内分泌系、循環器系、筋骨格系、神経系システム間の相互作用を加味したモデル(横系型)形成が重要。

○生命現象を徹底的に観測・観察し、網羅的に明らかにすることにより、新たな発見が生まれるという観点も重要。

○AIの進展により、かえってヒトとモノとの境界線が曖昧になっている中、生命活動そのものを振り返る重要性。

○日本において Development というより、強みのある Disruptive(破壊的)な研究を可能とする体制を。

②Methodology(最新計測・解析技術の展開)

○近年、ライフサイエンス研究は、WetとDryの両方の解析・計測技術の進展により格段に進展。計測・解析技術の進展等によりゲノムへの回帰がみられるとともに、老化・加齢学や文化人類学的なアプローチも趨勢。ライフサイエンスにおける異分野連携は医工連携から数理、AI、量子、さらには倫理・哲学等の人文・社会科学などとの連携に拡大し新たな局面へと発展。

○具体的には、シーケンサー技術やマルチオミックス、メタボローム・トランスクリプトーム・エピゲノム解析などのWet解析と数理、AIや通信、コンピューティング技術などがともに急速に発展。今後ますます、計測技術と情報科学の融合が重要になる。

○光工学、電磁場、音波等を駆使し、非侵襲の方法により生物を総体として計測していく観点が重要。

○特に、①大量のデータが手に入る時代に突入しそれをどのように扱うのか、②AIそのものが、今後の生命科学の研究手法に益々多大な影響を与え得ることを見越した対応が必要。

③Mission(ライフサイエンス研究として期待されている、健康・医療やバイオといった不可欠な社会ニーズへの対応・貢献)

○ライフサイエンス研究は、健康・医療戦略等を通じ、国民、人類の健康医療にこれまでも大きく貢献してきたものであり、今後もその負託にこたえていく必要がある。超高齢化社会の中、人が幸せな一生を健康に終えるため、よりライフサイエンス研究が重要に。

○また、少子高齢化社会を迎える我が国において、誰もが幸福感を感じつつ健康でライフサイクルを過ごせるように貢献する必要がある。超高齢社会の中、人々が健康を獲得・維持し、社会で活躍できる「幸齢化」に繋げていくことも重要。

○ライフサイエンスはこども政策にとっても重要であり、ライフ・コース全体を俯瞰しつつ生殖医療や幼年期の発達支援、小児医療への貢献も期待される。

- 加えて、個別化医療(Precision—Medicine)や予防医療・先制医療にも個別化の流れが加わり(Precision public health など)、新たな要請にも応えていく必要がある。そのためには、生命現象を平均で捉えるのではなく、性差・個人差・個人内の変化の解明に取り組むことも重要
- 女性特有の健康問題の変化を適切に捉え、若年期・性成熟期・更年期・老年期といったライフステージに応じた支援に繋げていくことも重要。
- ライフサイエンスは「健康・医療」のみに貢献するものでなく、エネルギーや資源、バイオエコノミー・環境、農業や食料など様々な社会課題解決に幅広く資するものであり、地球規模の課題への貢献を積極的に展開する。

3. 具体的な対応方策

(1) 基盤力(基礎研究、人材育成、研究基盤)

- 本委員会でも複数の委員から指摘があったように、上記を支える基盤として人材育成、基礎研究、研究基盤は不可欠な要素。文科省だからこそこを最重要の取組として対応していく必要。

① 基礎研究力

- 挑戦的・探索的・萌芽的な基礎研究は、研究の多様性の源泉であり、将来的な科学技術の発展の源。
- 基礎研究についての研究費強化が喫緊の課題。すべての生物を対象とした基礎生命科学分野の研究が支援されるべきではないか。
- 生命科学研究は息の長い研究であり、数十年先を見据えて「視野の長い基礎研究」に注力することを明確化することが必要でないか。ライフサイエンスに関する研究費支援や人材育成に当たっては、成果が出るまでに長い期間を要するという観点も重要。
- 今後、大規模な生命科学の基礎研究を推進するにあたって、異分野の技術を導入したチームを構成していくことも益々必要になるのではないか。基礎研究分野においても AI や量子などの最新の異分野の知見を活用した研究が期待される。
- 米と比較しても、流行に左右されない研究が容認されるのは我が国のメリットであり、このような研究の多様性を維持・拡張しつつ、Disruptive(破壊的)な研究を目指すべきでないか。
- 「楽しく奥深い基礎研究」が維持できるように支援をしていく。

② 人材育成

- ライフサイエンス研究にとって、他の分野と同様、研究に専念できる環境の不足が最も深刻であり、抜本的な対策が必要(特に臨床研究系の研究時間の低下は深刻)
- 若手研究者育成のためには経済的な基盤を持って人生を安心して歩んでいける環境が必要。優れた研究者だけを取り上げて応援するプログラムだけではなく、1年契約を毎

年更新する生活ではない生活を送れる研究基盤をつくっていくべきでないか。

- 若い有能な研究者が最適なタイミングで独立できるような制度及び独立直後のスタートアップ支援が必要でないか。
- 分野横断的な新しいアイデアを出せる若手研究者の人材育成が必要。そうした試みをするためにも、時間的な余裕の確保もふくめた研究環境の整備が必要。
- 多様な視点や創造性を備えた研究環境を形成していくとともに、人口減少が進む中で、優秀な研究者を確保するという観点からも、女性研究者の活躍促進に取り組むことが重要。
- 女性及び若手研究者を増やすため、長時間労働是正とともに、日本の無意識の偏見（アンコンシャスバイアス）を変えていく必要があるのではないか。
- 特に医学系において研究者の流動性が不足。データサイエンス等との異分野連携が求められる中、多様な職場で多様な他者と接する経験が重要であり、研究者の流動性を向上させるべきではないか。
- 制度・財政面の両面から若手研究者の海外留学（ポスドク・博士課程）を積極的に奨励していくべきでないか。
- 最先端のライフ人材や数理科学、情報科学、統計学分野の専門家へアピールし、ライフサイエンス分野に呼び込むために、待遇面の改善も含めた支援策も必要でないか（さもないければ、海外に優秀な人材が流出する懸念）。
- さがけ/ACT-X/PRIME/など一部の競争的予算では、組織の壁を超えて、アドバイザーや有識者が、多様な視点から助言し、トップサイエンスを核としたコミュニティが形成されつつある。こうした取組を加速しつつ、ライフサイエンスの特性に合わせて支援を充実・拡充させるべきでないか。
- 研究費支援に当たり、メンターによる支援と組み合わせる観点が重要であり、異分野との連携や出口を意識した研究を推進する上でも有益ではないか。
- 人材育成とヒューマンリソース確保の両面から、大学院生に研究に参加していただくことは有益であり、併せて大学院生への経済的支援や待遇の改善、ライフイベントとの両立支援等が重要ではないか。

＜研究支援人材＞

- 研究を効率的に進めるために必要な支援人材（機器メンテナンス、ビジネスサポート等）を継続的に確保するシステムが必要。
- その際、Wet・Dry 解析機器のコアファシリティ化による、最新解析技術の積極導入、共同研究ではなく業務としてのオミクス解析・知財出願のサポート、関連人材のキャリア形成といった観点も重要。
- 人事、法務、労務まで研究者が対応しているのは課題でないか。

＜データサイエンス、数理、AI 人材＞

- 今後基礎も臨床も IT が必要になる。若手の、特に数学が強そうなバイオの人材をどの

ように育てるか戦略的に考えて行う必要があるのではないか。

○過去のライフサイエンス研究者の「天才」にも、異なるバックグラウンドの持ち主(ワトソン・クリックのクリックは物理学者、エリックランダー氏は物理学者、フィッシャー氏は数学者)が多くいたことから、100 年先を見通せるような横断的に活躍できる人材も必要でないか。

○データサイエンス人材を育成するのに必要な経費を算出し、制度として整える必要。

○なお、アカデミア内で、これからは多様な人材のチームをつくってどんどん結果を出していくことをするのは当たり前とする意識の醸成が必要。

＜その他＞

○若手研究者及び研究時間の確保のため、多すぎる学会のスリム化、研究費の報告書の簡素化、経費の使途制限に伴う負担の軽減を図ることが重要。

○研究費については、研究期間内の計画変更が認められにくかったり、手続きが煩雑である課題がある。ライフサイエンス研究の進展も日進月歩であり、研究の進展等により新たな知見や価値が生じることなどもあることから、研究費の採択時以降の計画の変更が柔軟に認められることも重要ではないか。

○研究政策と高等教育・初中教育政策とつながりを持って、どういう人材を育てるべきかという議論が必要。トップレベルの海外の大学院に入れる人材を日本で輩出し続けるために、若手をどう育成するか注力すべき。リベラルアーツ教育やダブルディグリーなど、大学教育段階で分野横断的な人材を育成する取組も重要。併せて、小中高校生を通じて研究者になる芽を育てる必要。

③ 研究基盤

○共通のファシリティーとして最先端の機器を導入し、その機器の取扱いに習熟した研究員が動かし、質の高いデータを出せるような仕組みが必要。その際、機器の空き状況を全国規模ワンストップで予約できる、連携したシステムが必要。保守費も出る形にすることも検討すべきでないか。

○Wet・Dry 解析機器のコアファシリティ化による、最新解析技術の積極導入・人材確保をすべきでないか。

○導入後の解析機器を器用に使いこなすノウハウは長けている日本の強みも活かすべき。他方、計測・解析機器について、我が国発の機器開発が十分にできておらず、海外で開発された機器の導入が大半となっていることは課題。

○データ駆動型研究が進展する中、データシェアリングが遅れると Disruptive(破壊的)な研究への展開も困難に。

○リライアブルな、最先端のライフ系データベース基盤を日本として提供していくことが重要。そのためには、データベース開発へのファンディングを継続するとともに、重要な一次データベースについて、国による安定的な維持・管理を行うことが必要。

- 加えて、データベースの利活用を促進するためには、AI 技術を活用したデータベースの統合的検索技術や、大規模データの利用技術などの先端技術の開発を支援することを通じ、インターフェースを改善することも重要。あわせて、学習データの充実化とデータ統合の効率化を推進し、統合データの充実化を図ることも重要。
- その際、キャリアパスの未確立や任期付き雇用等により、民間企業へ人材が流出し、データベースの開発・維持・管理やキュレーションを担う人材が不足していることから、新しいバイオインフォマティクス人材として、AI を含む情報科学系のデータ技術を応用できるライフサイエンス研究者を戦略的に育成していくことが必要。
- 大規模なヒトデータを用いた研究を行うため、国レベルで全国の病院の患者さんのデータを統合するデータベースをつくっていく必要。また、臨床データ・臨床検体解析の質保証や収集のスピードも重要。
- 併せて、データ利活用のアプローチの際、データの標準化と共有ならびにセキュリティも大事。
- バイオリソースや生物資源は、日本の誇る貴重な資源であり、経済安全保障上の観点からも今後益々重要になると考えられ、最新の施設設備を備え安定的な運営が可能な中核拠点をさらに充実させるべきではないか。その際、拠点を担う次世代の若手研究者の育成も重要。
- バイオリソースの整備に当たっては、ゲノム情報等の付加情報の取得や保存技術等の開発等を通じ、データ駆動型研究を推進する観点も重要。
- また、研究者コミュニティや社会のニーズ、最近の科学の潮流等を踏まえ、新たなバイオリソースや実験手法等に関する研究開発を推進してはどうか。
- バイオバンクの国際的なオープンポリシーについて経済安全保障上の観点に配慮しつつ積極的に行うことを検討することが研究の進展に資するものでないのか。
- バイオバンクについては、最先端のデータに触れる機会が幅広く確保されるよう、公開・共有・非属人化を推進し、公平性・透明性を確保することが重要。

(2) 基礎研究から社会実装、イノベーションへの実装、社会貢献へ

- 大学において、研究だけではなく、実装化の部分も意識することが必要。
- 我が国のライフ系を基礎から臨床、さらには実用化まで効率的につなげるため、バリューチェーンをつなぐ枠組みを議論することが重要でないか。
- 基礎から臨床の橋渡しのみならず、双方向のトランスレーショナルリサーチにより予期せぬ知見やイノベーションが生じる可能性があることに留意。例えば、臨床上のニーズを重視するリバーストランスレーショナルリサーチにおいて、計画の変更を柔軟かつ機動的に行っていくことも重要でないか。
- 患者さんはいるのに経済的に成り立たないから薬が出てこないという状況がある。この状況を解決するため、経済安全保障の観点からのアプローチ等が必要でないか。

- 我が国はスタートアップの育成において海外から遅れており、その強化が課題。
- 海外の研究者やベンチャーの人がもつ自立心を国内でも醸成する必要。
- これまでの支援はスタートアップマインドが低く、一連のスタートアップパッケージを構築していくべきではないか。
- 一部の企業等から支援が増えていることから、「エンダウメント」や「寄附(税制控除)」を通じて「人」への支援を通じた研究資金を戦略的に増加させていくべきでないか。
- 今後の未来の健康医療システムにおいて「個別化医療」「予防・先制医療」が進展していくことを予見した取組も必要でないか。
- 創薬ターゲットの探索や妥当性検証への AI・データサイエンスの活用により、初期創薬の革新を図ることも重要でないか。
- ライフサイエンスと社会との関係も考えていく必要。ELSI とともに、健康医療に関係することだけでなく、社会実装した場合のルール形成を含めた取組も重要でないか。

(3)その他の視点

【研究費システムについて】

- 研究費の選択と集中の結果、研究費が一部に集束し、人材の多様性が失われている。挑戦的・探索的・萌芽的なボトムアップの研究への支援も重要。
- 基礎、医療、応用研究にバランスよく資金を投入するとともに、基礎・基盤経費をより充実させる必要もあるのではないか。多様な研究を支援するためには、競争的資金等の採択率を上げることも重要。
- より使いやすく参加しやすい投資調達の方法(クラウドファンディングなど)、企業、資産家などがより参加しやすい仕組みが重要。
- それぞれのフェーズごとの最適な公と民の投資配分を検討し、人材育成や、実際の実用化フェーズ、出口に向かっての必要な費用などを捻出すべきではないか。
- 財団等による民間の研究費支援においても、挑戦的・探索的・萌芽的なものを含め、多様な研究が拾い上げられることに期待。
- 特に若手に対して、多くの研究者に広くファンディングを行う、「種まき・水やり」型の研究費をより充実させる必要。また、研究課題ではなく、「人」に対するファンディングが重要。
- 研究費の申請書や研究活動報告書によっては、それが却って研究者の研究時間を阻害する要因になり得ることから、何かしらの対応が必要でないか。

【国際展開・科学技術外交の取組】

- オールジャパンから、グローバル視点に変えていく必要性。海外の人たちの技術やスピリッツを学ぶ必要。

- 研究は本来競争的なもので自立して行うべき、海外にも先行する競争力を養うための環境作りが必要。
- 「アジアの雄」を「真剣に」目指すべきでないか。英語化推進による国際競争力の底上げも必要でないか。
- 国際学会、国際コンソーシアム、ガイドラインづくりにおける日本のプレゼンスは低下しており、何かしらの対応をすべきでないか。
- 海外から優秀な人材を呼び込むために、外国人や minority などの生活・事務支援などを行うべきでないか。

【地域のライフサイエンス】

- 地方のライフサイエンスから大学を活性化させることは、有能な人材育成や女性研究者を増やすためにも非常に重要でないか。
- 計測機器や解析機器がつかえないが故に論文に投稿ができない傾向は特にライフサイエンスの分野では顕著になりつつあり、コアファシリティ化や最先端の研究機器、バイオリソース基盤を拠点化し、共有していくべきでないか。