

ライフサイエンス研究の研究力向上に向けて
～Curiosity、Methodology、Missionが融合した
新たなライフサイエンス研究の構築～

中間とりまとめ

令和6年7月31日

科学技術・学術審議会

研究計画・評価分科会

ライフサイエンス委員会

1. はじめに

- 本委員会が審議対象とするライフサイエンス研究は、我々自身を含む生物が営む複雑かつ精緻な生命現象を解き明かす非常に興味深い研究領域であるとともに、疾患の予防・診断・治療法開発等を通じた健康寿命の延伸や、環境・エネルギー問題への新たな解決策の提供、農業への貢献等を通じ、人類の福祉や産業競争力の向上に資する重要な研究分野である。また、ライフサイエンス研究は、基礎生命科学と臨床医学を合わせると国内、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。
- ところが、基礎生命科学・臨床医学ともに、ハイインパクトな論文数に占める日本のシェアは低下しており、特に基礎生命科学については、論文数全体に占めるシェアも減少している。論文数のみで研究力を論じることはできないとはいえ、本委員会において、創薬シーズ創出やバイオテクノロジー開発の源泉であるライフサイエンス研究の研究力低下が深刻であるとの懸念が多く示された。
- また、ライフサイエンス研究を取り巻く状況は刻一刻と変化している。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おり、世界に目を向ければ、地球規模課題の解決への貢献も喫緊の課題である。また、新型コロナウイルス感染症の流行の影響もあり、個人の生活様式も大きく変化している。同時に、AI等の情報科学の進展をはじめ、狭義のライフサイエンス以外のものも含め、計測・解析技術等の研究手法が大きく進展しており、研究開発の方法論も変わりつつある。
- このような状況を踏まえ、本委員会では、ライフサイエンス研究の中長期的な振興・活性化方策について、今後四半世紀の在り方などの骨太な視点を意識しながら議論してきた。議論に当たっては、我が国のライフサイエンス研究の最前線の状況を取り入れることを意識し、将来にわたりサイエンスの最前線に立つ若手・中堅研究者からのヒアリングや、我が国においてライフサイエンス研究の中核を担う研究機関であるインハウス研究機関（国立研究開発法人理化学研究所、国立研究開発法人量子科学技術研究機構）からのヒアリング等を実施した。

- 今回、これまでの議論を踏まえ、これからのライフサイエンス研究の在り方（Curiosity、Methodology、Mission が融合した新たなライフサイエンス研究の構築）と、ライフサイエンス研究の研究力向上のための具体的な対応方策（基礎研究、人材育成、研究基盤の3要素からなる基盤力の強化等）等を取りまとめ、中間とりまとめとして示すこととした。文部科学省をはじめ政府においては、本中間とりまとめを踏まえ、中長期的な視点を常に持ちつつライフサイエンス研究の振興に向けて具体的な対応に戦略的に取り組むことを期待したい。

2. これからのライフサイエンス研究の在り方

- ライフサイエンス研究は、複雑かつ精緻な生命現象を解き明かす、それ自体が非常に興味深い研究領域であると同時に、健康寿命の延伸、環境・エネルギー問題への解決策の提供等を通じて人類の福祉に貢献する、社会的意義の大きい研究分野でもある。
- 知的好奇心と社会的意義は二項対立で語るべきものではない。個人の知的好奇心から生まれる挑戦的・探索的・萌芽的な研究を推進し、将来的な研究力向上につながる研究の多様性を維持・向上することと、社会ニーズ・政策ニーズの変化を捉えて戦略的に研究開発を推進し、社会からの負託に応えていくことの両面を意識して、ライフサイエンス研究を振興していくことが重要である。その際、計測・解析技術の飛躍的な進展等に伴う研究の方法論の変化が、今後のライフサイエンス研究にもたらす影響にも留意する必要がある。
- そこで、本委員会においては、ライフサイエンス研究を論ずる上で不可欠な視点として、Curiosity（生命現象解明への探求心）、Methodology（最新計測・解析技術の展開）、Mission（社会ニーズへの対応・貢献）の3要素を提案したい。このCMM（Curiosity-Methodology-Mission）の3要素が融合し、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であるといえよう。
- 本委員会では、今後四半世紀を見据えたこれからのライフサイエンス研究の在り方について幅広い観点から議論を進め、CMMの3要素それぞれの潮流を以下のとおり整理した。政府においては、この潮流を踏まえ、また、常に変化し続ける潮流を捉え、適切な支援策を講じていくことが必要である。
- CMM、特にMethodologyに係る最新の状況を踏まえれば、ライフサイエンス研究における異分野連携の重要性は特筆すべきである。これからのライフサイエンス研究においては、時には意図的に異分野連携が活発になされる場を設定し、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やチームが連携・糾合し、「個の技」と「総合力」の両面で勝負していくことが重要である。

(1) Curiosity (基礎研究の根幹をなす、生命現象解明への探求心) の潮流

- 新しい研究領域を生み出し、将来的な研究力向上につながる研究の多様性の源泉となるのは、いつの時代も個人の知的好奇心であり、知的好奇心から生まれる挑戦的・探索的・萌芽的な研究の果たす役割は大きい。AI の進展により、ヒトとモノとの境界線が曖昧になってきている中、生命活動そのものを振り返ることの重要性がかえって高まっていることや、地球規模課題が深刻化する中、地球全体の生命現象の中でのヒトの位置づけを問い直す必要性が高まっていることにも留意する必要がある。
- ここで重要な視点となるのは、発展的 (Developing) な研究と破壊的 (Disruptive) な研究の区別である。発展が期待される領域に機動的・集中的に注力し、Innovation (革新) を巻き起こしていく発展的な研究と、これまでの常識を覆すような Invention (発明) により新たな研究領域を切り開いていく破壊的な研究とは、それぞれに必要な条件が異なる。破壊的な研究を活性化するためには、挑戦的・探索的・萌芽的な研究が、分野横断的に裾野広く行われることが必要である。
- また、生命現象の解明は、進化や生物多様性の解明の歴史でもあり、そうした多様性の解明が、Methodology の進展により加速され、新たな知の創造に繋がっていくことにも留意すべきである。
- 我が国のライフサイエンス研究は、国際社会の流行・情勢に過度に左右されずに腰を据えて研究に取り組めており、大幅な領域越境も可能であることから、破壊的な研究に適した土壌もあると考えられる。我が国発の発見でライフサイエンス研究における新たなパラダイムを提起するような、いわば破壊的な研究を推進していく必要がある。
- 一方で、最終的に日本国民に研究成果を還元するため、また、研究に必要な機器等の海外依存から脱するため、我が国において発展的な研究を着実に実施していくことも重要である。
- 本委員会においては、近年のライフサイエンス研究における注目の研究領域として、以下のものが指摘された。
 - ・ 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や、進化や生物多様性に関する知見が徐々に顕在化。

- ・ 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であり、ライフサイエンス研究の重要な研究対象。
- ・ 生命活動は経時的かつ時限的な性質を持つものであり、時間による変化が重要な解明対象。進展著しいオルガノイド技術も活用しながら、生命現象の発生・再生からの一連のプロセス「ライフコース」に着目した研究が潮流。
- ・ 従来の臓器別（縦糸型）のアプローチに加えて、今後は、生命全体をシステムと捉え、免疫系、代謝・内分泌系、循環器系、筋骨格系、神経系といったシステム間の相互作用を加味したモデル形成（横糸型）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。
- ・ 高次の脳機能の解明は、人類に残されたフロンティア。ヒトのこころや社会性の解明にも手が届きつつある。
- ・ 免疫機能、がんや感染症等の疾患メカニズムなど、解明が望まれる重要な生命現象が未だ多く残っている。

（2）Methodology（最新計測・解析技術が可能とする、生命科学への新展開）の潮流

- 近年のライフサイエンス研究の潮流を考える上では、計測・解析技術の飛躍的な進展を踏まえることが不可欠である。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、クライオ電子顕微鏡などのウェット技術と、数理、AI や通信、コンピューティング技術などのドライ技術がともに急速に発展しており、ライフサイエンス研究の可能性を大幅に拡大し、医薬品や医療機器の研究開発の進展に貢献している。
- このような研究の方法論の変化に伴い、ライフサイエンス研究における異分野連携は、医工連携の枠にとどまらず、新たな局面へと発展している。
- まず、計測技術と情報科学の融合は今後ますます重要になり、数理・AI 等のドライ研究者との連携は不可欠である。特に、大量のデータが手に入る時代に突入する中、それをどのように扱い、データから意味を見出すかや、AI そのものが、今後の生命科学の研究手法をどのように変えていくかについて、今後の趨勢を見越して先取りした対応をしていくことが重要である。

○ また、光工学、電磁場、音波、放射線、量子技術等を駆使し、非侵襲の方法も含めて生物を総体として計測していく観点が重要であり、量子技術やナノテクノロジーとの連携も重要性を増している。

○ あわせて、老化・加齢学や文化人類学的なアプローチとの連携も趨勢であり、人文・社会科学と連携した「総合知」として取り組んでいく必要がある。

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

○ ライフサイエンス研究は、統合イノベーション戦略や健康・医療戦略等の政府戦略を通じ、国民、人類の健康寿命の延伸などの国家的・社会的な要請にこれまで大きく貢献してきており、今後もその負託に応えていく必要がある。

○ ライフサイエンス研究が、健康・医療の観点から社会課題解決に貢献していくことへの期待は大きく、例えば、昨今、我が国の国家的課題となっている創薬力の向上において、創薬プロセス、特にシーズ創出へのライフサイエンス研究の貢献は大きい¹。さらに、ライフサイエンス研究は健康・医療のみに貢献するものではなく、グローバル・ヘルスや公衆衛生、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の解決に資するものである。

○ 地球全体のサステナビリティや気候変動への対応、ネイチャーポジティブ等の生物多様性や地球全体のグローバル・コモンズといった地球規模課題の解決においては、ライフサイエンスを通じた貢献が期待されていることを忘れてはならず、我々が人類の一員として地球全体に対する責任を果たす上で、ライフサイエンス研究が不可欠であるとの意識を持つことが重要である。

○ 具体的な Mission としては、日本が他の先進国よりいち早く少子・超高齢社会になる中、あらゆる年代が健康な社会（幸齢社会）を世界に先駆けて実現していくため、ライフサイエンス研究への期待が高まっている。ライフコースに着目した研究開発を総合的に推進することにより、将来の医療負担の

¹ 本年5月22日に取りまとめられた「創薬力の向上により国民に最新の医薬品を迅速に届けるための構想会議」の中間とりまとめにおいては、「絶え間なく創薬シーズの創出を行っていくには、わが国が持続可能な創薬力の維持・向上を図っていくことが重要である。このため、イノベーションの種となる医学、薬学、理学等の基礎研究をさらに推進・・・していくべきである」とされている。

軽減にもつなげ、コスト(Cost)を価値(Value)へ転換していくことが必要である。

- このようにライフコース全体を俯瞰した研究を推進する際には、早期ライフステージにも着目し、生殖医療や幼年期の発達支援、小児医療に貢献していくことも期待される。ライフサイエンス研究が、こども政策にも重要な役割を果たすという視点も重要である。
- 加えて、ライフサイエンス研究は、個別化医療 (Precision Medicine) や予防医療・先制医療の個別化 (Precision Public Health)、個別化栄養 (Precision Nutrition) といった、医療における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み、これらを考慮した精緻な予測や予防につなげていくことが重要である。
- 一部の疾患や病態ではその症状の現れ方に性差が存在することが指摘されているが、オスのみを対象とした動物実験や、男女の平均に着目した研究では、その解明に限界がある。また、エストロゲン (女性ホルモン) の量の変化の影響や、女性特有の疾患など、女性特有の健康問題も存在する。これらを適切に捉えて研究に取り組み、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つなげていくことも重要である。
- また、ライフサイエンス研究は、遺伝子技術を活用して微生物や動植物の細胞等によって目的物質を生産する「バイオものづくり」をはじめとするバイオテクノロジーの基盤となっており、バイオ燃料等の持続可能なエネルギーの創出、大気中の二酸化炭素を原料とした物質生産等を通じ、バイオエコノミーの実現への貢献も期待される。

3. ライフサイエンス研究の研究力向上に向けた具体的な対応方策

- 本委員会においては、ライフサイエンス研究の研究力の低下が指摘される中、上記のようなライフサイエンス研究の潮流を受け止めつつ、その研究力を中長期的に向上させていくためにはどうすればよいか、具体的な対応方策についても議論を重ねてきた。
- 最も重要な視点は、基礎研究、人材育成、研究基盤の3要素からなる基盤力である。これは、ライフサイエンスのみならず、日本の研究全般にかかわる課題でもあるが、文部科学省を中心に、研究を支える基盤力の強化に係る取組を充実させることを求めたい。
- 次に、双方向のトランスレーショナルリサーチ等を通じ、基礎研究の成果をイノベーションや社会実装・社会貢献へつなげていく観点も重要である。
- その他の視点として、ライフサイエンス研究を支える研究費システムの在り方、国際展開・科学技術外交、地域のライフサイエンスも重要である。

(1) ライフサイエンス研究を支える基盤力（基礎研究、人材育成、研究基盤）の強化

① 基礎研究

- 新しい研究領域を生み出し、将来的な研究力向上につながる研究の多様性の源泉となるような、挑戦的・探索的・萌芽的な研究が非常に重要である。我が国が目指すべき破壊的な研究を推進するためにも、裾野広く、すべての生物を対象とした基礎生命科学研究を推進し、「楽しく奥深い基礎研究」が維持できるよう支援していくべきである。
- 昨今、国家的課題となっている創薬力の観点からも、創薬プロセス、特にシーズ創出において基礎研究の果たす役割は大きい。創薬プロセスは、疾患メカニズム研究やゲノム解析等を通じた創薬標的（原因タンパク質等）の探索や、医薬品として活用できる生体機能（mRNA 修飾等）の解明や化合物の探索といった基礎研究に支えられており、また、がん免疫療法や分子標的薬等の画期的ながん治療法や、近年、創薬プロセスに不可欠となっている疾患モデル動物や疾患 iPS 細胞も、基礎研究の蓄積から生まれたものである。

- アカデミアにおける基礎・基盤的な研究開発は、ハイリスクな革新的研究や、成果が出るまでに時間のかかる研究など、企業からの投資が得られにくい領域に取り組むことにより、我が国の医薬品、医療機器等の開発に貢献している。このため、ライフサイエンス研究に関する研究費支援や人材育成にあたっては、基礎的なライフサイエンス研究は息の長い研究であり、他の分野と比較しても成果が出るまでには長い期間を要することを意識し、中長期的な目線で支援していくことが必要である。
- また、ライフサイエンス研究においては、基礎研究においても異分野融合が重要であり、分野横断的なチームを構成し、AI や量子などの異分野の最新の知見を活用した研究が行われることが期待される。

② 人材育成

- ライフサイエンス研究は、研究者をはじめとする多様な人材により支えられている。ライフサイエンス研究を支える人材力を強化するため、様々な観点からの取組が必要である。

<研究環境の整備>

- 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である。時間的な余裕の確保も含めた研究環境の整備は、新しいアイデアを出せる若手研究者を育成する観点からも必要である。
- 若手研究者の育成のためには、経済的な基盤を持って人生を歩んでいける環境の整備も必要である。優れた研究者だけを取り上げて支援する発想だけではなく、1年契約を毎年更新する生活を避けることができるような、安定的な研究基盤を構築する観点も重要である。
- あわせて、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後のスタートアップ支援も用意することが有効である。
- また、研究費の申請書・報告書の簡素化、経費の用途制限に伴う負担の軽減を図ることを通じ、研究時間を確保していくことも重要である。

<大学病院・医学部における対応>

- 研究時間の減少については、我が国の医学研究の中核的な機関である大学病院・医学部において特に深刻である。医師である研究者は、教育・研究に加えて診療にも責任を負うとともに、関連病院への派遣等を通じた地域医療への貢献も求められており、研究時間の確保が非常に困難な状況にある。
- 医師である研究者の研究時間の確保については、研究日・研究時間の設定や、競争的研究費におけるバイアウト制度による診療業務の軽減など、一部の大学病院・医学部において取組が見られる。しかし、医師の働き方改革が進められる中、医師である研究者の研究時間の状況は更に厳しくなることが予測される。
- 国としては、この状況を打開するため、具体的な支援策を講じていくことが不可欠であり、人材育成や研究力向上に取り組む大学病院・医学部の取組と、国家戦略上重要な研究に取り組む研究者の取組を一体的に支援するプログラムを創設することが必要である。

<研究費支援を通じた人材育成>

- 研究費の支援に当たり、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ある。また、異分野連携には、分野間の橋渡しを進める人材が関与することも重要である。
- 戦略的創造研究推進事業（CREST、さきがけ等）や革新的先端研究開発支援事業（AMED-CREST、PRIME 等）など一部の競争的研究費では、組織の壁を越えて、アドバイザーや有識者が多様な立場から助言し、トップサイエンティストを核とする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、ライフサイエンス研究を担う若手研究者への支援をさらに充実させるため、より若い研究者を対象とする新たなメニューを創設することが必要である。
- 他方、多くの中堅・シニアの研究者が、その経験を生かして第一線で研究活動を担っていることを踏まえ、研究費支援にあたっては、支援が幅広く行き渡るよう留意することも重要である。

<ライフサイエンス研究を担う人材の確保>

- 多様な視点や創造性を重視する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必要である。その際、長時間労働の是正や無意識の偏見（アンコンシャスバイアス）を変えていく視点も重要である。
- 異分野の人材も含めた優秀な人材を、日本のライフサイエンス研究現場に呼び込むためには、待遇面の改善や長期的なプロジェクトを含めた支援策を講じることが重要である。
- 中長期的視点で人材の育成・確保を考える際には、初等中等教育段階や高等教育段階を視野に入れた取組が必要である。例えば、小中高校生に対する取組を通じていかに研究人材の裾野を広げていくか、リベラルアーツ教育やダブルディグリーなどを通じ、大学教育において分野横断的な人材をいかに育成していくか、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どのような取組が必要か、といった議論が求められる。
- 人材育成とヒューマンリソース確保の両面から、大学院生の研究参加は有益であり、あわせて大学院生への経済的支援や待遇改善、ライフイベントとの両立支援等に取り組んでいくことが重要である。

<研究者の流動性と多様性の向上>

- ライフサイエンス研究における過去の「天才」には、生命科学とは異なるバックグラウンドの持ち主が多い。データサイエンス等との異分野連携が求められる中、多様な研究現場で多様な他者と接する経験が重要であり、企業と大学・研究機関の人的交流を含め、研究者の流動性と多様性を向上させることが非常に重要である。
- 他方、特に医学系において、研究者の流動性・多様性が不足しているとの指摘がある。大学病院・医学部の医学系研究においては、従来 M.D.（メディカル・ドクター）が大きな役割を果たしてきたが、基礎生命科学の研究者や、情報科学や量子科学等の他分野の研究者など、幅広い研究者が参画して対等な関係で協働してこそ革新的な成果が期待できる。医学分野における Ph.D. の参入は米国をはじめ世界の潮流にもなっており、我が国においても、医学系研究において Ph.D. が参画するとともにキャリアパスを形成することをはじめとして、これからは多様な人材からなるチームにより研究成果を出していくこ

とを当たり前とする意識をアカデミアにおいて醸成していくことが必要である。

- バイオインフォマティクスの人材育成は従前から指摘されており、国としてしっかり取り組む必要がある。今後も、バイオインフォマティクス人材をはじめとする、ライフサイエンスとデータサイエンスを横断する人材を戦略的に育てていくことが必要である。
- また、若手研究者が海外で経験を積むことも重要であり、制度・財政面の両面から、若手研究者の海外留学・頭脳循環を積極的に奨励していくべきである。

<研究支援人材の育成・確保>

- 人事、法務、労務まで研究者が対応しているのは問題であり、研究者が研究に専念できるように、研究支援人材の育成・確保を図ることが重要である。
- また、研究支援人材の確保は、専門的な知見やスキルを有する者と連携・分担しながら、研究を効率的に進めるためにも重要であり、機器メンテナンス・ビジネスサポート等を行う人材を継続的に確保することが必要である。
- その際、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や、共同研究ではなく業務としてのオミクス解析や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である。

③ 研究基盤

<研究機器>

- ライフサイエンス研究においては、最先端の計測・解析機器等の重要性が高まっているが、ときに高額な最先端の機器へのアクセスや、取り扱いに要する技術に係る課題により、機器導入が研究の障壁になりつつある。文部科学省は生命科学・創薬研究支援基盤事業（BINDS）により、広くライフサイエンス分野の研究発展に資する高度な技術や施設等の先端研究基盤を整備・維持・共用しているが、このような取組をより一層充実させていくことが必要である。
- また、その際、解析機器のコアファシリティ化により、最新解析技術の積極導入と人材確保をあわせて進めていくことが重要である。

- あわせて、最先端機器の共同利用・共同研究の場を提供する大学共同利用機関が重要な役割を果たしていることにも留意が必要である。
- 日本は、導入後の解析機器を器用に使いこなすノウハウには長けていると指摘されており、この強みは生かしていくべきである。他方、我が国発の計測・解析機器の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である。計測・解析技術が上記のとおりライフサイエンス振興の「3要素」の一つの柱である Methodology に位置づけられていることから、このような計測・解析技術の開発も急務である。
- 併せて、このような研究機器や医療機器の開発にあたっては、国際標準やデファクトスタンダードを求めていくなど、国際的なルール形成を主導していく視点も求められる。

<データベース>

- ライフサイエンスにおいてデータ駆動型研究が進展する中、破壊的な研究を展開していくためには、「オープンサイエンス」という世界の潮流を踏まえながらデータシェアリングを進めていくとともに、ライフサイエンス系のデータベース基盤を政府としてしっかり提供していくことが重要である。
- そのためには、データベース開発へのファンディングを実施しつつ、中立的な立場で網羅的にデータを収集・提供する一次データベースなど、国策として重要なものについて国による安定的な維持・管理を行うなど、中期的には真に必要な情報基盤の構築を研究インテグリティの視点も踏まえながら進めていくことが必要である。
- 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的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である。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である。
- 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、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も必要である。

- また、ライフサイエンス研究においては、基礎的な研究も含め、ヒトのデータを用いた研究を行う重要性が増してきている。政府としては、次世代医療基盤法²等を通じ、医療情報の利活用を推進してきたところであるが、医療情報の提供や利活用が容易でなく、その利活用が十分に進んでいないとの指摘がある。全国の病院から質の高い臨床データを収集・統合する取組を関係府省庁が連携して行うことも重要である。
- あわせて、データの利活用を進めていく上では、データの標準化や共有の在り方、セキュリティといった観点も重要である。

<バイオリソース>

- 動物、植物、細胞、病原体等のバイオリソースは、ライフサイエンス研究に不可欠な基盤であり、個々の研究者や研究室任せではなく、国として継続的かつ戦略的に整備していくことが重要である。とりわけ国内から収集したバイオリソースは日本固有の貴重な財産であり、経済安全保障上の観点からも、今後ますます重要になると考えられる。
- このようなバイオリソースを今後も安定的に確保していくためには、最新の施設設備を備え安定的な運営が可能な中核拠点の充実や、拠点を担う次世代の若手研究者の育成を図ることが重要である。
- また、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バイオリソースの質を高めることで、データ駆動型研究を推進する観点も重要である。
- 加えて、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いくことも求められる。

<バイオバンク>

- ライフサイエンス研究におけるゲノム情報の活用や、個人差に着目した研究が活発化する中、ヒトの生体試料やゲノム情報等を収集・解析・提供するバイオバンクは不可欠な研究基盤であり、引き続き国として整備することが必要である。

² 医療分野の研究開発に資するための匿名加工医療情報及び仮名加工医療情報に関する法律（平成二十九年法律第二十八号）

- バイオバンクの運営に当たっては、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である。
- また、バイオバンクの国際的なオープンポリシーについては、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と考えられる。

(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

- Curiosity に衝き動かされ、Methodology に支えられたライフサイエンス研究が、Mission に貢献していくためには、社会実装までバリューチェーンをつなぐ枠組みを議論していくことが重要である。
- このため、大学等において基礎的な研究に取り組む際にも、実装化も意識することが必要である。医療研究においては、基礎から臨床への橋渡しと、臨床上のニーズの基礎研究へのフィードバックの両面からなる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という視点が重要である。ヒトに係る生命現象の解明を目指すヒューマンバイオロジーのように、基礎的な研究においてもヒトのデータの必要性が高まっているなど、分野によっては基礎と臨床の距離が近くなっていることにも留意が必要である。
- 基礎研究の成果を実用化につなげていくためには、早期から戦略的に知財を確保することが非常に重要である。
- なお、臨床ニーズを捉えるには、国として経済的に成り立つかだけでなく、経済安全保障や疾患の社会的影響の観点も踏まえて必要な支援を講じることが望ましい。

- また、海外ではスタートアップを介した実用化が主流となる中、政府において、医薬品等の開発を担うスタートアップへの支援を強化してきた。しかし我が国は依然としてスタートアップの育成が遅れているとの指摘があり³、その強化が課題である。アカデミアにおける基礎研究の成果が効果的に実用化につながるよう、
 - ①アントレプレナー教育をはじめとした起業家精神の醸成
 - ②資金面の支援や伴走支援を行う体制の整備などのスタートアップを念頭に置いた支援策を講じることやそれに関連する技術的な支援、を引き続き行う。併せて海外の研究者やベンチャー関係者がもつ自立心を国内でも醸成するなど、関係者のマインドにおける課題に対応することが求められる。

- 実装化を念頭に置いてライフサイエンス研究の振興を図る上では、企業との連携が重要であり、企業と大学・研究機関の人的交流を推進することや、企業等との共同研究を活用した研究資金の確保を図っていくことも重要である。

- ライフサイエンス研究を社会貢献につなげていく上では、Methodology や Mission の最新の状況を踏まえた社会の潮流を見通し、先手を打った取組を講じることが重要である。具体的には、未来の健康医療システムにおいて個別化医療や予防・先制医療が進展していくことを見越した取組や、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などが考えられる。

- また、社会実装を見据えた研究を推進する上では、ライフサイエンスと社会の関係についても考えていく必要がある。ELSI（倫理的・法的・社会的課題）に関する取組を進めることや、社会実装した場合のルール形成まで視野に入れた取組を推進することが重要である。

その際、ELSIについては、たとえば日本医療研究開発機構（AMED）が個々のプロジェクトで行うこともさることながら、AMED 全体として社会共創や ELSI に対する対応を一体的に行うことも検討していくべきである。また、研究者それぞれが研究倫理をもって研究活動に取り組んでいくことが今後社会との関係でも期待される。

³ 「創薬力の向上により国民に最新の医薬品を迅速に届けるための構想会議」の中間とりまとめにおいても、「世界ではスタートアップが創薬を担う時代が到来しているにもかかわらず、日本では創薬スタートアップの数が少なくその規模も欧米に比べ格段に小さい。加えてこうしたスタートアップを外から支える支援機能（インキュベーション機能やアクセラレーター機能）も、資金面、人材面、開発能力面で海外に比べ大きく立ち後れているとの指摘があった。」とされている。

(3) その他の視点

① 研究費システムの在り方

- ライフサイエンス研究には、挑戦的・探索的・萌芽的な基礎研究から、臨床研究のような医薬品等としての社会実装を実現するための研究まで、非常に多様な研究が含まれる。このため、フェーズごとに最適な公と民及びトップダウンとボトムアップの投資配分を検討し、各研究の性質に応じた最適な支援が提供されるよう、研究費システムを設計することが重要である。
- 本委員会においては、選択と集中が行き過ぎることに伴い、研究費が一部に集束し、人材の多様性が失われることへの懸念が示され、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があることや、研究課題ではなく「人」に対するファンディングが重要であることが指摘された。
- このため、基盤的経費の充実や、基礎段階を対象とする競争的研究費の充実と採択率の向上を通じ、挑戦的・探索的・萌芽的なボトムアップの研究への支援を強化し、研究の多様性を確保していくことが重要である。
- また、高度な研究基盤や世界最高水準の研究力を有し、社会の要請に基づき基礎的な研究を行う理化学研究所や、量子科学技術の活用により、がんや認知症等に関する新たな診断技術・治療薬の実用化に産学連携で取り組む量子科学技術研究開発機構などのインハウス研究機関が果たす役割も大きく、国として着実に投資する必要がある。インハウス研究機関の強みを生かした先進的な研究・技術開発の推進と、インハウス研究機関間やインハウス研究機関と国内の他機関の連携を強化することも重要である。
- 医療研究においては、平成 27 年に設立された国立研究開発法人日本医療研究開発機構 (AMED) による研究ファンディングが大きな役割を果たしてきた。AMED において、引き続き、基礎的な研究開発から実用化のための研究開発まで切れ目ない支援は重要である。
- 民間資金については、実用化を見据えた企業による投資だけでなく、財団等による民間の研究費支援も重要であり、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が期待される。その際、クラウドファンディングなど、より使いやすく参加しやすい投資調達の方法が採用されることにより、企業・資産家などの参加を促進することが重要である。

② 国際展開・科学技術外交

- 国際的視点から我が国のライフサイエンス研究を見ると、国際学会、国際コンソーシアム、ガイドラインづくり等における日本のプレゼンスの低下が懸念される。「アジアの雄」を「真剣に」目指すべきであり、英語化推進等を通じ、国際競争力の底上げを図っていく必要性も指摘された。
- 研究は本来競争的なものであり、オールジャパンで世界に立ち向かう視点もさることながら、各研究者それぞれがグローバル視点を持ちつつ、自立して取り組んでいけることが望ましい。この観点からは、国としては、海外にも先行する競争力を養うため、研究環境の整備などの側面支援に取り組むことが必要である。
- また、重粒子線がん治療等、成果の世界展開が見込める研究の更なる推進を図ることが重要である。
- あわせて、海外から優秀な人材を呼び込むためには、外国人やマイノリティへの生活支援や、大学等における事務支援を行うことも重要である。

③ 地域のライフサイエンス

- ライフサイエンス研究においても都市部への集中が進みつつあるが、地方大学においても分野によっては優位性の高い、キラリと光る取組を行っているものも多い。地方大学におけるライフサイエンス研究を活性化させることは、有能な人材育成や女性研究者の確保の観点からも重要である。
- 一方、地方においては、計測・解析機器等へのアクセスが不十分であるがゆえに論文等の研究成果が出せないとの指摘も一部あることから、最先端の研究機器のコアファシリティ化やバイオリソース基盤の拠点化・共有を推進することで、地域のライフサイエンス研究を支えていくことが重要である。

4. おわりに

- 本中間とりまとめにおいては、本委員会におけるこれまでの議論を踏まえ、今後、CMM (Curiosity-Methodology-Mission) の融合による新たなライフサイエンス研究の構築が期待されることや、その実現のためには、基礎研究、人材育成、研究基盤からなる基盤力の強化等に取り組む必要があること等を示してきた。
- ライフサイエンス研究は文部科学省においてのみ推進されるものではなく、国家戦略に基づき、関係府省庁が連携して取り組んでいくことが重要である。文部科学省に設置された審議会が示す本中間とりまとめに基づく取組が、バイオエコノミー戦略⁴⁵、健康・医療戦略⁶、医療分野研究開発推進計画⁷等の関連する国家戦略に基づく政府全体の取組と一体的に実施され、我が国のライフサイエンス研究の研究力強化につながることを期待したい。
- また、ライフサイエンス研究は政府においてのみ推進されるものではなく、大学や国立研究開発法人等の研究機関、企業や財団などの民間主体、そして実際に研究活動を担う研究者の手により推進されるものである。また、ライフサイエンス研究は、その実施過程において、ときにヒトや動物を対象とした実験が不可避であるとともに、その研究成果については、社会の在り方、ときには人間観・生命観にまで影響を及ぼす可能性もあり、広く社会の理解を得ながら取り組んでいくことが必要である。本中間とりまとめが、これからのライフサイエンス研究が、政府、研究機関、研究者、国民の協働により、より一層発展していく一助となることを願う。

⁴ 令和6年6月3日統合イノベーション戦略推進会議決定。

⁵ バイオエコノミーの基盤となる基礎生命科学の研究力強化のため、生命科学研究を支える人材育成、ライフコースに着目した研究等の基礎生命科学の振興、データベース・パイオリソース・バイオバンク等の研究基盤の強化等に取り組むこととされており、本中間とりまとめの内容にも沿う内容となっている。

⁶ 令和2年3月27日閣議決定、令和3年4月9日一部変更。

⁷ 令和2年3月27日健康・医療戦略推進本部決定、令和3年4月6日一部変更。

(参考)

科学技術・学術審議会 研究計画・評価分科会
ライフサイエンス委員会（第12期）委員名簿

(敬称略、50音順)

有田 正規	国立遺伝学研究所教授
大津 敦	国立がん研究センター東病院名誉院長、 慶應大学医学部予防医療センター特任教授、 一般社団法人がん医療創生機構理事長
大曲 貴夫	国立研究開発法人国立国際医療研究センター病院副院長（感 染・危機管理・災害・救急担当）、国際感染症センター長
岡田 随象	東京大学大学院医学系研究科教授
加藤 忠史	順天堂大学大学院医学研究科主任教授
金倉 謙	一般財団法人住友病院長
金田 安史	大阪大学理事・副学長
鎌谷 洋一郎	東京大学大学院新領域創成科学研究科教授
上村 みどり	特定非営利活動法人情報計算化学生物学会 CBI 研究機構 量子構造生命科学研究所長
木下 賢吾	東北大学大学院情報科学研究科教授、 東北大学東北メディカル・メガバンク機構副機構長
熊ノ郷 淳	大阪大学大学院医学系研究科教授
桜井 公美	プレモパートナー株式会社代表取締役
澤田 拓子	塩野義製薬株式会社取締役副会長
鹿野 真弓	東京理科大学薬学部嘱託教授
杉本 亜砂子	東北大学理事・副学長（研究担当）、 東北大学大学院生命科学研究科教授
鈴木 蘭美	国立がん研究センター発ベンチャーARC Therapies 株式会社 代表取締役社長、ARCHIMED GROUP オペレーティングパートナー
武部 貴則	東京医科歯科大学統合研究機構教授 大阪大学大学院医学系研究科教授
辻 篤子	中部大学特任教授
豊島 陽子	東京大学名誉教授
西田 栄介	国立研究開発法人理化学研究所生命機能科学研究センター長
○ 畠 賢一郎	株式会社ジャパン・ティッシュエンジニアリング代表取締役
坂内 博子	早稲田大学理工学術院教授
◎ 宮園 浩平	国立研究開発法人理化学研究所理事、 東京大学大学院医学系研究科卓越教授
宮田 敏男	東北大学副理事（共創研究担当）・大学院医学系研究科教授
山本 晴子	国立研究開発法人国立循環器病研究センター理事、研究振興 部長、データサイエンス部長、臨床研究管理部長

◎：主査 ○：主査代理

令和6年7月現在

科学技術・学術審議会研究計画・評価分科会ライフサイエンス委員会
審議の経緯

- 10月16日 問題提起及び自由討論
- ・ライフサイエンス研究の動向について（文部科学省）
 - ・ライフサイエンス分野の俯瞰 科学技術・イノベーションの潮流（JST 研究開発戦略センター(CRDS)）
 - ・ライフサイエンス委員会における今後の論点提起（宮園主査）
- 11月20日 今後のライフサイエンスの潮流①
- ・委員等からのプレゼン①
- 12月8日 今後のライフサイエンスの潮流②
- ・委員等からのプレゼン②
 - ・老化とフレイル・がん（宮園主査）
- 1月16日 今後のライフサイエンスの潮流③
- ・委員等からのプレゼン③
 - ・これまでの議論（論点別） 素案
- 2月16日 ライフサイエンス DB の在り方について 等
- ・これまでの議論（論点別） 素案②
 - ・ライフサイエンス DB の在り方について（文科省）
- 3月18日 インハウス研究機関におけるライフサイエンス研究について
- ・インハウス研究機関におけるライフサイエンス研究について（国立研究開発法人理化学研究所、国立研究開発法人量子科学技術研究開発機構）
 - ・これまでの議論（論点別） 素案③
- 6月18日 中間とりまとめについて
- ・中間とりまとめ（案）