

令和3年度版 科学技術イノベーション白書 — Society 5.0 の実現に向けて—

元神奈川県立小田原城北工業高等学校長 長田 利彦

1. はじめに

文部科学省は、2021年6月8日、「令和3年版 科学技術・イノベーション白書」を公開した。

本白書は、4月施行の科学技術・イノベーション基本法に基づき、政府が科学技術・イノベーション創出の振興に関して講じた施策を報告するものである。第1部ではその年の話題を特集し、第2部では年次報告を行うという2部構成になっている。ここでは、令和3年度版「科学技術イノベーション白書」の一部を報告する。なお、本白書は、人文・社会科学と自然科学の融合による「総合知」に力点を置きつつ、科学技術・イノベーション政策を通じて実現を目指す未来社会とそれを支える研究開発等の取組を分かりやすく説明することを狙いとしている。詳細は、文部科学省発行の資料を参照。

2. 第1部 第1章 社会のデジタル化、 脱炭素化等に向けた最先端の取組

Society 5.0では、ICTを活用して多種多様なデータを仮想空間に集積する。ここで社会の様々な課題・要素について高度な解析を行い、その結果を現実空間に反映することで、一人ひとりの人間にとって豊かで質の高い社会に変えていくことを目指す。仮想空間を構築するために必要となる基盤技術が、大量のデータ処理やシミュレーションなどの高度な解析を行うスーパーコンピュータや量子技術、解析結果等を用いて自動的な予測・判断等の補助を行うAI技術である。

○スーパーコンピュータ

スーパーコンピュータとは、大規模で高速な計算能力を備えたコンピュータである。Society 5.0において、ビッグデータとも呼ばれる大量のデータを用いて、社会的課題の解決等を行うためのシミュレーションを実施するためには、スーパーコンピュータが必要不可欠。コンピュータによるシミュレーションは、現在では、理論、実験という伝統的な手法と並ぶ、第3の手法となっている。

○人工知能（AI）技術

AIは、コンピュータを用いて学習・推論・判断など人間の知能の働きを人工的に実現するものである。Society 5.0の実現に向け、実生活における多様なビッグデータを高度に解析し、これまで人手で行われてきた予測・判断等の補助を行うことを目指すもので、教育や医療等の幅広い分野での活用が期待されている。第4の科学と言われるデータ駆動型科学（仮説を立ててそれを検証するのではなく、大量のデータを解析することで真理の探究を進める手法）を進める上でもAIは重要になっている。

3. 第2章 社会課題解決に向けた総合的な「知」の創出と活用

近年の科学技術の急速な進展は、我々の生活に多くの恩恵をもたらすとともに、人間や社会の在り方自体に大きな影響を与えている。科学技術の進展と人間や社会の在り方は密接不可分の関係となっており、複雑化する社会課題の解

決を含め科学技術・イノベーション政策の在り方を検討するためには、自然科学の「知」と人文・社会科学の「知」を総合的に活用することや、人間や社会の望ましい未来像、一人ひとりの多様な幸せ（well-being）の在り方を考えることが必要となっている。

○「知」の融合が求められる理由

人文・社会科学の「知」と自然科学の「知」の融合（「総合知」）が必要とされる主な理由として、以下の三つがあげられる。

① 複雑化する社会課題への対応

少子高齢化、感染症拡大、インクルーシブ社会の実現といった複雑化する社会課題を解決するためには、人間や社会の多様な側面を総合的に理解することが必要であり、最先端の自然科学の研究開発のみならず、人文・社会科学の「知」を生かした、総合的な「知」の創出と活用が必要となる。また、社会のグローバル化、デジタル化、AI、生命科学の進展などにより、人文・社会科学の研究対象である人間や社会の在り方自体が変容し、科学技術・イノベーションの進展と人間や社会の在り方が密接不可分なものになるとともに、人文・社会科学においても、例えば、脳機能イメージング手法や社会生活における多様なデータの解析といった自然科学的な研究手法の活用が進んでおり、「総合知」の創出・活用に向け、分野融合の推進が求められている。

② 人間や社会の望ましい未来像や、解くべき課題の認知・設定

AIによる自動運転技術やゲノム編集技術など、科学技術が急速に進展する中、科学技術・イノベーション政策については、まず人間や社会の望ましい未来像を描き、そのビジョンの下で進めていくことが重要。例えば、Society 5.0の前提となる「仮想空間と現実空間の融合」を進める場合、結果として基本的人権が侵害されたり、データの集積による富の偏在が生じたり

するおそれがある。このため、まず「人間中心の社会」という価値観を中心に据えた上で、一人ひとりの多様な幸せ（well-being）の実現や持続可能な社会の実現を目指して研究開発を進めることが必要である。また、そのビジョンの下、現在や将来の社会課題を的確に認知し、解くべき課題を設定した上で、研究開発を推進していくことが重要である。こうした未来像や価値観の創造、社会課題の認知、解くべき課題の設定に当たっては、人文・社会科学の研究者など多様な関係者との対話・協働が重要となる。

③ 倫理的・法的・社会的課題への対応

自動運転によって発生した事故の法的な責任がどこにあるのか、といった問題が現実のものとなっているが、新たな技術が社会で普及し、イノベーションへと進展していくためには、法整備の必要性や人々の価値観とのずれといった倫理面、社会受容面の課題を把握し、新しい技術が受け入れられる環境を整えていく必要がある。こうした、倫理的・法的・社会的課題（ELSI）への対応は、科学技術・イノベーション政策上、必要不可欠な取組であり、研究開発の成果と人間や社会の在り方を考える上で、人文・社会科学の「知」と自然科学の「知」の融合による俯瞰的な視野が必要となる。

4. 第3章 Society 5.0 実現の基盤となる基礎研究力の強化

基礎研究は、誰も足を踏み入れたことのない知のフロンティアを開拓するものであり、既存技術の限界を打破し、かつてない画期的なイノベーション創出の源泉ともなる。一方で、その性質上、研究成果の見通しを立てることが難しく、また、その成果が実用化に必ずしも結びつくものではない。人類繁栄の歴史は様々な基礎研究の成果に支えられたものであり、上記特質を踏まえた上で、基礎研究力を一層強化すべく取り組んでいくことが必要である。

○我が国の研究力

今世紀に入り、日本人の自然科学系のノーベル賞（物理学、化学及び生理学・医学）受賞者数は米国人に次ぐ世界第2位（18人）であり、大きな存在感を示している。一方で、今世紀のノーベル賞は、研究開始から受賞までに平均して25年以上かかっており、受賞者数が我が国の現在の研究力を示している訳ではない。ノーベル賞受賞者の多くは30代中盤から後半にかけて受賞に至る重要な研究を行っており、今後ともノーベル賞受賞者を輩出していくためには、若手研究者の活躍を支援する取組が重要である。

一方、研究力を測る主要な指標である論文数や注目度の高い論文数については、国際的な地位の低下が続いている状況である。論文数は、20年前（1996-1998年の平均）は米国に次ぐ第2位だったが、現在（2016-2018年の平均）は第4位であり、また、注目度の高い論文数（Top10%補正論文数）は、20年前は第4位だったが、現在は第9位となっている。

こうした研究力の低下の理由として、研究者の魅力が低下しているとの指摘がある。魅力が低下している理由としては、若手研究者の任期付きポストの割合の増加による雇用の不安定化、博士後期課程修了者の就職率の停滞、大学等教員の研究時間の減少といった点があげられる。こうした経済的不安やキャリアパスの不透明さなどによって、修士課程から博士後期課程への進学者は減少している状況である。

○研究力強化に向けた新たな取組

我が国の研究力強化のため、基礎研究の主な担い手である大学の財政的基盤を強化していくとともに、将来の研究を担う博士後期学生をはじめとした若手研究者の活躍を促進していくことが重要である。このため、我が国の研究大学を世界トップレベルに引き上げるとともに、優れた学生が、経済的な不安を抱えず安心して博士後期課程へ進学し、自らの知的好奇心に基づき、野心的な研究に取り組むことを強力に支援

していく。

○若手を中心とした多様な研究者の挑戦を支援する新たな取組

我が国が将来にわたってノーベル賞級のインパクトをもたらす研究成果を創出し続けるためには、研究者が短期的な成果主義に陥ることなく、既存の枠組みにとらわれない自由で挑戦的・融合的な構想に、リスクを恐れず挑戦し続けることが重要である。このため、独立前後の多様な研究者を対象に、研究者の流動性を担保しつつ、最長10年間の安定した研究資金と、研究に専念できる環境の確保を一体的に支援する「創発的研究支援事業」を推進している。本事業を通じて、より良い研究環境の構築に向けた研究現場のシステム改革を促しつつ、優れた研究者の意欲と研究時間を最大化することで、破壊的イノベーションをもたらし得る成果の創出を目指している。

5. 第4章 新型コロナウイルス感染症への対応

本章では、感染症と人類の歴史を振り返るとともに、今回の新型コロナウイルス感染症への対応状況、研究現場への影響や新型コロナウイルス感染症を踏まえた科学技術の発展の展望について概観する。

○政府の新型コロナウイルス感染症への対応

① 政府対策本部の設置

我が国においては令和2年3月26日に、新型インフルエンザ等対策特別措置法（平成24年法律第31号）第15条第1項に基づく政府対策本部を設置し、その後、同月28日に同本部において決定（その後変更）された「新型コロナウイルス感染症対策の基本的対処方針」に基づき、国民の命を守るための新型コロナウイルス感染症対策を着実に進めている。

② 研究開発の推進

政府としては、令和2年度までに総額1,930億円の予算を用い、新型コロナウイルス感染症

に係る治療法開発，ワクチン開発，医療機器開発といった研究開発等を支援している。

治療薬開発では，抗インフルエンザウイルス剤であるファビピラビルや，抗寄生虫剤であるイベルメクチンといった既存治療薬の効果や安全性の検討，新たな治療薬の開発を支援している。

ワクチン開発では，塩野義製薬・UMNファーマと国立感染症研究所の組換えタンパクワクチン，大阪大学・アンジェスとタカラバイオのDNAワクチン，第一三共と東京大学医科学研究所のmRNAワクチンといったこれまでの手法とは異なる新たな手法によるワクチンを含む新規ワクチンの開発を支援している。上記の三つのワクチンについては，現在，治験が実施されている状況である。

また，新型コロナウイルス肺炎に対する高性能新規ECMOシステムの有効性・安全性の臨床研究や，スマホアプリで血圧や体内酸素の状況，呼吸数といったバイタルを自動測定し遠隔で患者のモニタリングを行うシステムの実証研究といった医療機器開発についても支援を実施した。

○新型コロナウイルス感染症の影響を踏まえた科学技術の未来

新型コロナウイルス感染症の感染拡大を受け，科学技術の未来は今後どのように変化するのだろうか。第11回科学技術予測調査では，2050年までの実現が期待される科学技術（以下，トピックという）として計702トピックを設定し，その重要度や実現見通し等について，専門家のネットワーク（約2,000名），科学技術振興機構が運営する研究者データベースresearchmap，学会，経済団体等の産学官の幅広い専門家にウェブアンケートを実施し，主観的知見を収集した（平成31年2月～令和元年6月実施）。また，その後の新型コロナウイルス感染症の感染拡大を受けて，上述のアンケート対象者のうち，専門家のネットワーク（約2,000名）に対し，再度，ウェブアンケート調

査を実施した（令和2年9月～10月実施）。この結果，新型コロナウイルス感染症の感染拡大の影響を受け，作業用ロボットの普及による無人工場・無人店舗の実現，AIを用いた建設作業の工程管理，テレワークに関する高度なVR技術といった仕事・働き方に係る科学技術や，特定の感染症の感染の有無を迅速に検知する超軽量センサー，感染症流行予測・警報発出システムといった健康危機管理に関する技術が，当初より早期に実現すると予測された。これは，新興・再興感染症を抑え込みつつ，自由度の高い就業形態で働く未来社会が予測されたものであり，Society 5.0の目指す社会像と方向性が一致するものである。一方で，比較的实现が遅いと考えられていた宇宙や深海など，フロンティア領域の探査・開発に関する科学技術やエネルギー変換に関する科学技術は，新型コロナウイルス感染症の感染拡大の影響を受け，更に実現が遅れると予測された。今後，新型コロナウイルス感染症の研究現場への影響を最小限にする取組が求められる。

6. 第2部 第7章 科学技術イノベーションの推進機能の強化

第5期基本計画に掲げられた政策や施策を効果的かつ柔軟に実行するため，科学技術・イノベーション活動の主要な実行主体である大学及び国立研究開発法人の機能強化や総合科学技術・イノベーション会議の司令塔機能の強化を図るとともに，実行のための研究開発投資の確保に努めている。

○大学改革と機能強化

科学技術・イノベーションの創出に極めて重要な役割を担う大学は，様々な課題に適切に対応し，大学内の人材・知・資金をより効果的・効率的に機能させていく必要がある。このため，大学は，教育や研究を通じて社会に貢献するとの認識の下，抜本的な大学改革を推進することとしている。

① 大学改革について

大変革時代に対応するためには、いかなる状況変化や新しい課題に直面しても柔軟かつ的確に対応できるよう、多様で優れた人材を養成するとともに、多様で卓越した知を創造する基盤を豊かにしていくことが不可欠であり、大学はその中心的役割を担う存在である。また、大学の役割は、産学官連携活動などを通じて新たな知を社会実装し、広く社会に対して経済的及び社会的・公共的価値を提供するところにまで広がっている。このように、科学技術・イノベーションの創出に極めて重要な役割を担う大学を巡っては、経営・人事システムの改革、安定性ある若手ポストの確保、国際頭脳循環への参画、産学官連携の本格化、財源の多様化の推進等、様々な課題が存在している。こうした課題に適切に対応し、大学内の人材・知・資金をより効果的・効率的に機能させていく必要がある。

このため文部科学省では、文部科学大臣が指定する国立大学法人について、世界最高水準の教育研究活動が展開されるよう、高い次元の目標に基づき大学運営を行うこととする「指定国立大学法人制度」を創設した。この制度により、令和2年度時点で九つの国立大学法人を「指定国立大学法人」として指定している。また、累次の税制改正によって寄附の促進を図るとともに、平成29年度には土地等の貸付けを可能とし、令和2年度には長期借入・債券発行の要件を緩和するなど、財源を多様化するための制度改正を行った。また、大学院においては、イノベーションを推進する「知のプロフェッショナル」育成のため、「卓越大学院プログラム」等を通じて、高度な専門性及び俯瞰力と独創力を身に付けさせる博士課程教育プログラムを実施する大学の取組を推進することにより、大学院教育の抜本的改革に取り組んでいる。

産学連携活動においては、企業と大学・国立研究開発法人の「組織」対「組織」の本格的産

学官連携を促すとともに、研究者等が複数の機関の間で研究・開発及び教育に従事するクロスアポイントメント制度の導入を促進している。

令和2年3月には、国立大学法人自身が自らの経営を律しつつ、国立大学の教育・研究・社会貢献機能を更に高めるため、「国立大学法人ガバナンス・コード」を策定した。そのほか、優れた若手研究者が産学官の研究機関において、安定かつ自立した研究環境を得て自主的・自律的な研究に専念できるよう研究者及び研究機関に対して支援を行う「卓越研究員事業」を実施している。

内閣府では、大学関係者、産業界及び政府による「大学支援フォーラム PEAKS」を令和元年5月に設立し、大学における経営課題や解決策等について具体的に議論を行い、イノベーション創出につながる好事例の水平展開、規制緩和等の検討、大学経営層の育成を進めている。また、国立大学がイノベーションの創出に必要な財源の多様化を進めるために、外部資金獲得実績等に応じたインセンティブ（誘因、動機）となる資金を国立大学に配分する「国立大学イノベーション創出環境強化事業」を令和元年度から開始している。

7. おわりに

我が国はこれまで、世界有数の科学技術力、そして国民の教育水準の高さによって高度成長を成し遂げてきたが、近年は長引くデフレや円高により経済状況が弱化している。科学技術イノベーションは経済再生の原動力であり、科学技術イノベーション政策を強力に推進し、諸外国における政策動向の変化などの環境変化も生じつつある中で、我が国が「世界で最もイノベーションに適した国」となり、将来にわたり持続的に発展していくためには、既存の概念や枠組みにとらわれることなく、大胆かつ果敢にイノベーション創出に向けた取組を進める必要がある。