

第6期科学技術基本計画の論点に関する意見

濱口 道成

I 章 総論

1. コロナ感染症パンデミックからの教訓

○ 思想家ハラリの警鐘

COVID-19 が欧米において大流行の兆しを見せていた3月中旬、イスラエルの歴史家・思想家であるユヴァル・ノア・ハラリは、ウイルス拡散阻止がプライバシーに優先される結果、「危険な」テクノロジーの導入が容認され、全体主義的な監視社会の到来を招くとの警鐘を鳴らしている。その上で、ハラリは社会について二つの観点で選択肢を示している。一つ目は、全体主義的な監視（政府による国民監視）の強化か、市民の政治への信頼に立脚した市民の権限強化か、二つ目は孤立自国中心的国家運営か、国際協調かである。

近隣国においては、現に、COVID-19 禍を通じて顔認証システムの強化やGPS リストバンド等の強制によって国民を対象とした行動監視が進んでいる。このような全体主義的な監視と国家主義的な孤立主義への傾向は、ハラリが警告するように、最終的には人々の自由な思考と創造性、ひいてはイノベーションを抑圧するものになるのではないか。

これまで日本で取り組まれてきた対策は対照的である。政府・行政は、国民に情報を発信し、協力を要請し、自発的な外出制限の下でクラスター対策に資源を集中させ、多少の捕捉漏れは事実上容認することで医療現場の消耗を最小限におさえようとしてきた。経済的補償の在り方など難しい課題もあるが、強権的な監視ではないリスク管理のモデルの構築に、手探りながら挑んでいるように見える。

○ 自律的に判断・行動することの重要性

医療の現場では「インフォームド・コンセント」は極めて重要な概念である。医師の役割は、患者が自らの自由意志に基づいて治療方針を判断できるよう、十分な情報・知識を提供することにある。情報や知識、テクノロジーは個人の判断を助け、個人をエンパワーするために使われなければならない。

COVID-19 のような危機への対応においても、そして COVID-19 によって不可逆的な変化をもたらされるであろう危機後の社会においても、人々の自由を制限したり自由な思考を抑圧するのではなく、個人のエンパワーを通じて、むしろ多様な思考の共存を追求するべきである。これは、COVID-19 の克服のみならず、我々のウェルビーイングの追求にも重要なことだと考える。

○ 現場と研究との分断

COVID-19 の大流行が始まった中国では、初期に情報が開示されず、世界的にも対応が遅れることとなった。しかし、流行初期から、入院した肺炎患者の症状に違和感を感じた臨床医が基礎研究者と連携し、患者から採取したサンプルをもとに未知のウイルスの全ゲノム情報を解析して公開するなど、COVID-19 に関する様々な科学的な成果を世の中に迅速に発信してきている（最初の全ゲノム情報の公開は1月上旬である）。残念ながら、縦割り構造の中で、臨床医と基礎研究者の距離がある我が国においては、そのような連携が十分効果的になされ

ておらず、Scopus で検索できる最新の COVID-19 関連の論文の国別論文産出数において、米国の約二十分の一、世界第 19 位に甘んじている。そもそも患者数が少ないことを勘案しても、この分野での科学的な貢献、情報発信が遅れていると言える。社会課題の現場と基礎研究者の連携のための新たな仕組みが必要である。

○ 未曾有の社会課題との対峙

COVID-19 は、世界中の経済活動を停滞させ、しかも有効なワクチンが開発されていない現状では、今後再流行も十分に考えられる未曾有の厄災である。COVID-19 の予防・検査・治療という人類にとっての当面の最重要課題に日本としてどのように取り組むのか。

基礎医学、臨床医学、薬学といった古典的な医科学分野の研究開発だけでなく、人文科学や社会科学、様々な分野の基礎科学や工学、計算科学等々の専門家が総力を結集して、この社会課題を起点に、基礎まで立ち戻りながら研究を進めること、換言すれば総合科学として、分野を超えた科学技術の展開が重要なのではないか。

○ COVID-19 パンデミック後の世界各国との研究開発競争

欧州は、パンデミックからの復興支援に加え、「欧州グリーン・ディール」とデジタル化を強力に推進する。米国は産学協働と国際連携を強化し、中国はハイテク産業に特化した大規模なインフラ構築を予定している。

日本は、これらの国々との研究開発競争で生き残りを目指すのであれば、相当規模の研究開発投資と、戦略的な国際連携を推進する必要がある。また、安全保障の観点から、日本として確保すべき国家基幹技術の枠組みを設定することが必要ではないか。

○ 人類のウェルビーイングへの貢献

2019 年 10 月に開催された「世界科学フォーラム」において、「Science for Global Well-Being (世界の幸福に貢献する科学)」を掲げた宣言が採択された。これまで科学技術が人類の発展や生活水準の向上に多大に貢献したことは間違いないが、昨今、地球温暖化やマイクロプラスチックを始めとする様々な環境問題は止まることを知らず、自然災害や様々な感染症によって社会の脆弱性があらわになっている。COVID-19 の猖獗を極める感染流行は、その一端を示すに過ぎない。人類社会の存続が問われる今こそ、科学技術は人の幸福に貢献すべきであるとの確信を持って研究開発を推進することが必要であるとする。

また、SDGs が掲げる “No one will be left behind (誰一人取り残さない)” を忘れてはならない。我が国が、あらゆる人々のウェルビーイングに貢献する科学技術イノベーションを、その方法論、技術と道筋を含めて実現できれば、我が国はこれまで以上に世界の多くの国から信頼される「かけがえのない存在」になれるはずである。

2. 第 6 期基本計画の方向性

(1) 実現すべき Society 5.0 のコンセプトの具体化 関連

○ レジリエントな社会・信頼される社会の構築の重要性

COVID-19 のみならず、我が国が様々な自然災害のリスクに晒されていることを踏まえれば、

Society5.0 で提示されたサイバー・フィジカル融合に向けた DX 基盤の実装を急ぎ、レジリエントな社会、信頼できる社会の構築を追求していくことが重要である。

(2) *Japan Model* の構築と新世界秩序への貢献 関連

○ COVID-19 対策の「奇妙な成功」の要因の科学的解明

これまでのところ、我が国は、COVID-19 による単位人口当たりの死者数が主要先進国の中で著しく少ない。海外においては、自発的な外出制限のみによる日本の対応は「奇妙な成功」とも報道されている。

日本人の生活様式や社会規範、一部にはムラ社会的な圧力なども指摘されるが、このような人文科学的・社会的要素と、住民の遺伝学的特性、ウイルスの遺伝学的系統等、多種多様なデータの解析により、日本の「成功」の要因を科学的に解明し、また、強権的な監視ではないリスク管理のモデルを構築することで、真の *Japan Model* を確立し、With コロナ時代の世界に貢献していく必要がある。

(3) 改正基本法に基づく「科学技術・イノベーション政策」 関連

○ 融合領域や新たな研究領域の開拓の重要性

科学技術・学術政策研究所のサイエンスマップによれば、日本は米国、中国、ドイツ、英国等と比較して、引用度の高い論文（コアペーパー）がある領域が増えておらず、また、確立された分野（コンチネンタル型）での領域が多く、エマージングな分野（スモール・アイランド型）での領域が少ない。これは、我が国において、有力な研究が伝統的な学術領域に集中しており、新規分野を開拓するような研究が少ないということを示唆している。逆に中国はスモールアイランド型の領域数を急速に増やしており、また、そのテーマについても戦略的に設定しているように見える。

我が国の科学技術コミュニティが国際的なプレゼンスを維持しつづけるためには、新たな研究分野の開拓とエマージングな分野での研究開発の推進は不可欠であり、そのためには、異分野融合、異分野連携を積極的に進める必要がある。

○ 異分野連携を促進するための研究基盤構築

欧米では、例えば英国フランス・クリック研究所のように、先端的な研究機器等をコアファシリティとする異分野連携研究基盤を構築し、そこに DX を取り入れることにより、異分野連携を加速する動きもある。

日本においても、そのような異分野連携を加速する研究基盤と DX の取り込みが重要である。

○ ミッション志向型研究の推進

各国が効果的なイノベーション創出を目指してさまざまな STI 政策を推進する中で、EU はミッション志向政策を提唱し、OECD でも議論されている。これは、解決すべき社会的課題を具体的に特定し、野心的な目標を定めて期限を設け、その社会的課題を科学技術の力で解決するという施策である。SDGs を始めとする社会的課題について、優先度も考慮しつつ着実に解決していくためには、このような手法が有効であろう。

(4) 科学技術イノベーション政策を通じた「社会全体の構造的システム」の改造 関連

○ ニーズ・オリエンティッド型の産業再興の重要性

NEDO 技術戦略研究センターの「日系企業のモノ市場による分析」によれば、我が国には、世界市場シェアの高いマテリアル関連製品群が数多く存在している。一方で、インテグレーションまで行って大きく GDP に貢献している産業は自動車くらいしか残っていない。この 10 年余りの間に、多くの分野で日本の栄光は過去のものとなってしまった。一方、米国では DARPA 等の支援により多くのベンチャー企業が生まれ、新たな価値を社会実装している。更に我が国の課題として、例えば、世界中の病院で使われている手術ロボット「ダ・ビンチ」には、数多くの日本発の素材、部品が使われているが、我が国は素材提供に甘んじている。あえて指摘すれば、最も付加価値が大きいのは素材や部品をインテグレートして全体システムという新しい価値を作り上げる部分である。残念ながら、国内では、このような大きな価値を生み出せる事業が生まれにくい環境にあるのではないかと。

もちろん、素材・材料分野で競争力を維持することは極めて重要である。加えて、より付加価値の大きい全体システムを作り上げるような産業を育てていくことが急務である。そのためには、どのようなサービス、システムが社会に求められているかという、ニーズ・オリエンティッドの発想を、実用に近い分野に根付かせることが不可欠である。同時に、大学側の課題として、キュリオシティ・ドリブンの基礎研究の推進に加え、目的志向性を内包する基礎研究の展開が望まれる。例えば、80 年代、世界の新薬の 30% は日本製であったが、今では 10% に満たない。他方米国のそれは、30% 台から大きく展開し、50% を超えている。これは、今大学の研究が抱えている課題を端的に示すものと言える。

更に、この 20 年余りを振り返ると、画期的な科学技術の成果が国内から生まれても、その多くが海外企業へと流れている。パテントの申請に引用される科学技術論文について、残念ながら多くの分野において、我が国の成果が日本の企業よりも、むしろ米国等の海外企業に圧倒的に引用されている。企業の自前主義、大学との情報交換の希薄さ、縦割り社会構造等がこの現状を生み出しているとも考えられる。我が国の産学連携は、法人化後格段に前進したともいえるが、今後さらに発展させるためにも、相互の十分な情報交換と人事交流を促進させる政策が必要ではないかと。

II章 具体的な取組

1. イノベーションによる持続的かつ強靱なインクルーシブ社会の構築 関連

○ レジリエントな社会の構築

非常事態からの回復力は重要であり、想定外の事態に対して柔軟に即応できるような仕組みを備えているべきである。そのためには、前提としてのDX化促進に加え、蓄積された知見を総動員し非常時には自在につなぎ合わせて対応する仕組み（エコシステム、座組、決め事、プロセス）を内包する必要がある。

また、非常事態において、社会の機能を最小限に落としても継続できることが必要である。そのためには社会のコア機能を維持するために必要なコア技術や基盤（サプライチェーン、施設・設備等の活用基盤、国際協力枠組み等）を国内に有することが必要である。

○ 信頼できる社会の構築

非常事態においては様々な情報が溢れ、国民の行動のトレースが必要となる状況もありうることから、流通する情報やデータに関して、国民が安心して利活用できる・させることができる社会である必要がある。そのためには、情報セキュリティや技術に対する信頼性向上に加え、政府や行政、コミュニティに対する国民からの信頼が不可欠となる。また、情報の正しい流通をチェックし、国民一人ひとりの意思決定をサポートできる第三者機関などの社会システムも必要となる上、社会全体の「ゼロリスク」意識からの脱却やそのためのリスクコミュニケーションも必要である。

非常時において、回復力があり信頼できる社会こそが、しなやかで強靱な Society5.0 といえるのではないだろうか。

○ Society5.0 で提示されたサイバー・フィジカル融合に向けたDX基盤の強化

COVID-19 対応においてもその脆弱性が露呈したが、政府・自治体によるDXの推進は、極めて重要である。DX基盤の強化は、人の属性や活動する地域等に関わらず、誰もが平等に社会の一構成員となる「インクルーシブ社会」の実現に必要な不可欠な要素である。

国全体でサイバー、フィジカルの両面から相互の効果的な融合に向けた議論を深めるとともに、DX推進の具体的なロードマップを作成し、サービスを提供する側と受ける側が共通認識を持ってDXを推進することが有効と考える。

2. 真理の探究と同時にイノベーションの源泉となる科学技術の水準の向上と研究力の強化 関連

○ DXを取り入れた研究基盤の構築

研究開発にDXを取り入れることで、仮説を立証する基礎研究、産業・社会における成果の実装、異分野・異業種の連携が加速することが期待される。

優れた研究開発を求心力として新たな研究基盤を構築し、そこに異分野・異業種の知を集めてDXを取り込むことにより、新規領域を開拓するとともに、そこからイノベーションを創出することが期待できる。また、そのような場が実現すれば、そこで優秀な研究人材が育まれ、更に新たな付加価値やサービスが創出される好循環が生まれることが期待できる。

○ ミッション志向型研究開発の推進

内閣府が主導しているムーンショット型研究開発制度では、2050年までに達成すべき目標を定め、破壊的イノベーション創出に向けた挑戦を促している。現在設定されている目標の中にはポストコロナ社会において極めて重要になると考えられるテーマも含まれており、今後の展開を期待したい。

また、Society5.0やSDGs達成に向けた取組においても、解決すべき社会的課題を特定し、可能な限り具体的なロードマップを定め、期限を設けてその社会的課題を解決するというアプローチは有効であると考えられ、そのようなミッション志向型の研究開発制度をより拡充していく必要があるのではないかと考えられる。

○ 現実社会のニーズからバックキャストによる研究シーズ探索の重要性

前回の専門調査委員会で提示された論点案については、基礎研究や真理の探究とイノベーションを分けた、リニアな研究開発モデルのイメージが残っているように感じた。しかしこれからは、人間の営みを起点に現実社会の課題やニーズから必要に応じて基礎まで立ち戻ってシーズを生み出す、ニーズ・オリエンティッド／イシュー・ドリブン型の研究を抜本的に強化する必要があるのではないかと考えられる。

現在 JST が推進しているセンター・オブ・イノベーション(COI)プログラムでは、あるべき将来の社会像からバックキャストで策定した研究計画に沿って、産学連携での研究開発を行っており、優れた成果を生みつつある。

COVID-19により、世界はSDGsが掲げる「持続可能な社会の実現」を真剣に考えている。研究者・科学者は、社会課題を適時的確に把握し、「社会のための科学、社会における科学」を実践すべきである。

○ 博士後期課程に在籍する学生支援の抜本的強化

将来の日本の科学技術を支える研究者となる博士後期課程に在籍する学生に対する経済的支援を抜本的に強化する必要がある。博士後期課程において優秀な学生を確保することは、我が国の研究開発力の維持のために致命的に重要である。一方で一般的には、日本人学生の場合、博士後期課程に進学することは、進学せずに就職した場合と比較して経済的に厳しい状況に置かれることとなることから、博士課程後期に在籍する学生が大学における研究を遂行する貴重な戦力である現実を踏まえて、奨学金の充実や大学におけるRA給与水準の見直し等を通じて、博士後期課程に進学せずに就職した場合と比較しても見劣りしない適切な水準で処遇する必要がある。

このような改善は、中長期的には、我が国の大学の教育の成果、優れた研究成果が国内で適切に活かされるようにする観点からも重要である。

3. 新たな社会システムに求められる人材育成と資金循環 関連

○ DXを担う人材の育成が急務

DXを推進するためには、AI技術、IoTシステム構築技術、セキュリティ技術等の情報分野の専門知識を持つ人材が多数必要となる。また、それらの知識を活用して高付加価値のサービスを実現するには、ビジネスをデザインする能力やシステム全体を俯瞰する思考力が必要

であろう。

そのような、DX の推進を担える人材は現状では圧倒的に不足していると考えられるため、その教育・育成が急務である。学生を教育するだけでなく、社会人の実践的なリカレント教育等を通じて、即戦力の育成を図る必要がある。

○ 企業での長期有償インターンシップの推進

欧米の一流大学では一般的であるが、我が国においても、大学生、大学院生の企業での数ヶ月に渡る長期有償のインターンシップを積極的に推進すべきである。特に工学部の学生にとっては、産業の現場でどのようなことが起きていて、解決すべき課題は何なのかを肌で感じる貴重な機会となる。このような経験は、様々な視座を与え、研究活動に新たな刺激を与えることになるだろうし、産業の現場も経験した博士人材は、企業においては即戦力の中核的研究開発人材になり、アカデミアにおいてはニーズ・オリエンティッドの発想を持つ研究者になることが期待される。

○ 地域の大学による研究、人材育成

地域の大学、特に地方の国立大学の役割を再定義する必要があるのではないかと。地方の国立大学は、地域における人材育成の中核を担う極めて重要な役割を負っていることは論を待たない。一方で、規模のあまり大きくない国立大学が、横並び的にフルスペックの学部や間接部門を維持することには限界が来ており、現状のままでは優れた研究や人材育成が困難となることが危惧される。広域連携や連合大学院、ひいては法人の統合等を通じて、役割分担及び特色化を通じて「個」を極めるとともに、間接部門の集中化等を進め、それぞれの地域の将来を担う、新しい産業につながるような特色のある研究、人材育成が行われるようになることを期待する。

4. 各セクターの役割 関連

○ 大学の優れた研究成果が国内で活かされる社会に

科学技術・学術政策研究所が行った、日本人の研究成果（論文）がどの国の特許出願に引用されているのかを分野別に調べた調査によれば、材料科学と物理学については日本での特許出願に多く引用されていたが、化学、計算機・数学、環境・地球科学、臨床医学、基礎生命科学については、米国での特許出願における引用が圧倒していた。

これは日本の大学から生まれた優れた研究成果が外国企業（特に米国企業）に利用されていることを示唆している。実際に、大型ディスプレイに使われている IGZO や、がん免疫薬のオプジーボ、肺がん治療薬のクリゾチニブ等は、国内の大学の研究成果であるにも関わらず外国企業によって最初に実用化されている。

我が国の大学において、このような社会的にインパクトの大きい発見、発明が続くとともに企業に積極的につなぎ込むように、引き続き努力がなされることを期待するが、加えて、我が国の産業界が、海外大学との連携以上に、国内の大学との連携、国内の大学の優れた研究の成果に関心を向けることを強く期待したい。

以上