

# 1 | 科学技術イノベーションの俯瞰の前提

## 1.1 グローバルトレンドと「科学と社会」

2021年の俯瞰の前提として、2030年ころを見据えたグローバルトレンドと「科学と社会」の問題意識を記す。2019年末に中国で発生し2020年にパンデミックとなった新型コロナウイルス感染症が世界に与えた衝撃は、短中期的なダメージも中長期的な構造転換も現時点では十分な解明あるいは予測ができる状態ではない。しかし、科学技術の研究開発の俯瞰のためにはある程度の政治、経済、社会の前提が必要であることを考えて大きな流れを叙述するものである。

### (1) グローバルトレンド (次の5年)

#### 1) 総論、グローバリズム、新型コロナウイルス感染症、地政学など

新型コロナウイルス感染症の発生以前の世界は、19世紀前半には確立されたグローバリズムの3規範、すなわち民主主義、市場原理、科学技術が経済を主因とする格差の問題（逆に経済と幸福の乖離）や進歩史観への疑義、自国第一主義などの影響で大きな動揺をきたしていた時代であった。これは米、欧、日、加、豪という規範の担い手の世界経済の中での影響力の後退（世界GDPに占める割合は2000年の5割くらいから現在は3割くらいに低下している。これは中国をはじめとする新興国の高い経済成長と米国ドルの長期的低下によるところが大きい。）という経済構造の変動という形で表れている。

新型コロナウイルス感染症の発生以前の問題意識を概観すると、民主主義は世界的にポピュリズムの脅威にさらされている。先進国では中間所得層の分解が顕著で中間所得層からの脱落への恐怖は公的な理念形成よりも私的な利害に左右され、個人的な欲求がそのまま投票行動に反映する傾向が強い。その際、排外主義（移民排斥など）や右傾化という現象を伴うことが多い。東南アジア、中南米を中心に途上国でもポピュリズムの伝統的強さは温存されており、その傾向は続くだろう。また、社会主義の中国であっても本質的には大衆の動向に最も為政者が気を遣うポピュリズム的側面があることが指摘できる。

民主主義では、科学技術の進展とともに新たに民意や選挙の操作性の議論が盛んで、この問題が政治体制を考える上で大きな問題として勃興しつつあった。

同じく市場原理は、市場に関する本質的な課題と市場へのアクセスの不公平や不正を不安視する2つの課題がある。リーマンショックの直後に提起された問題のうち、金融体制の強化、プレーヤーである金融機関の強化などはなされたが、ファンドの役割、政府と市場の関係、市場そのものへの規制のあり方、格付け機関の問題などは宿題が残っている。また市場原理では、科学技術の進歩が例えば金融市場でのFintech化を生んでおり、これが「人々の思惑の集合としての市場原理に本質的に沿ったものなのか」、というような課題を抱えている。

科学技術の問題は「科学と社会」を参照していただきたいが、要約していえば、科学技術の進展が人類の幸福のためになっているのか、その恩恵を享受する人と疎外されている人がいるのではないのか、などの問題が根幹である。

このようにグローバリズムの規範として民主主義、市場原理、科学技術が機能してきたが、一つには今まで述べた内在的、本質的問題から、もう一つは異なった文明的潮流を背景に持つ中国やイスラム世界の発言権増大から、規範としての役割には揺さぶりがかかっていたという事実がある。こうした中で新型コロナウイルス感染症のパンデミックが起きた。今回のパンデミックの世界に与える影響力はその規模からいって間違いなく

1918~20年のスペイン風邪以来のものであり、ヒト、モノ、カネの移動が高度にシステム化されたグローバルリズムの中で起こったことを考えると、文明史論的にも定性的にはより深い衝撃があると予想すべきである。

では新型コロナウイルス感染症はどのような定性的変化をグローバルリズムにもたらすであろうか。接触の禁止や交通の抑制をすでにして伴っているのだから、その短期的な「人と人」「国と国」の分断は明白で、定性的な経済的、政治的、社会的、心理的影響は現象面で表れている。問題は、そのうちのどの傾向がグローバルなトレンドとなり中長期的に定着していくかということである。あるいは、定着せずにさまざまな考え方が併存する規範の定まらない混沌とした時代を迎える可能性もある。以下に、新型コロナウイルス感染症がどのような影響を与えるか、3規範ごとにチェックしておくべき傾向や要素を指摘しておきたい。総じて考えると、新型コロナウイルス感染症前の3規範の揺れをさらに助長する方向に動く可能性が高く、民主主義、市場原理、科学技術を世界の規範として維持したいのであれば それらの国々の協調と規範の実際の適用の工夫と組織的な啓蒙活動が必要になるだろう。

まず民主主義では、新型コロナウイルス対応に時間がかかって結果として危機対応に適さなかったのではないかという議論が生まれる可能性がある。中国が都市封鎖や一連の強硬措置がとれたのは、一党独裁のため、先進民主主義国（第1波では医療崩壊を見事に避けた独、比較的死者の少ない日を含め）の米英仏伊西などが死者を多く出し制圧に時間がかかっている現実がどう評価されるか。一元化された司令塔のほうが危機対応には適しているのではないか、という議論である。もともと民主主義のコストについてはアフリカ諸国から欧州は長い間、民主主義と経済発展はセットであるかのような教えを聞かされていたが、中国がそうでないことを教えてくれた、という声があるのは事実である。世界の中に民主主義は必ずしも規範ではないのではないか、という風潮が起こる可能性がある。

それとは真逆に、中国に自由な民主主義がなかったから新型コロナウイルス感染症の発生とその危険性が社会に認識されず、初動を誤った、という意見も出ている。この辺りは既に覇権争いとして米中の中で議論されてきたが、欧州主要国、オーストラリアなどが中国の不透明さに疑義を呈しており、単なる米中二国の覇権争いではなく まさに民主主義という規範の存亡をかけた争いになるかとしている点、注目される。この部分は地政学上の部分とも重複することになる。

もう一つの問題として、マスコミとSNSの国家との関係がある。民主主義国家のマスコミの役割、統制されないSNSの役割を重視するか、それとも中国のように統制するか、という議論は、上述の問題の検証とともに重大な規範問題になると考える。その際、多くの途上国がどのような判断をするのか、ということが規範の将来に大きな影響を及ぼすだろう。

次の市場原理は3つの論点があり、いずれも規範としての力を揺るがせる方向に働く可能性がある。まず第1に、新型コロナウイルス感染症によってサプライチェーンが寸断されたことにより、比較生産費説によるサプライチェーンの形成は存外、脆弱性が高く、必要なものが必要なところに届かないことが簡単に起こることを世界は知ってしまった。グローバルリズムを前提とした市場原理の思わぬ脆弱性は、国家も企業も相互依存的な自由貿易や資本移動の自由に頼ることが意外に大きなリスク要因であることに気付いたといえる。このことは、自由な貿易や資本移動そのものが安全保障の問題を有していると再認識される可能性が高い。

第2に、世界各国で行っている財政出動の問題である。この問題はリーマンショックの時も経験した。まずその国の財政赤字の解消に負担がかかるという問題がある。次に、より原理的には、たびたび市場の破綻を政府が支えるという事態になれば、市場信奉者にとって、依拠する原理の喪失感は非常に大きいと思われる。第3に、財政出動の分野や規模が各国まちまちであることから、それぞれの政府の産業、企業支援が国際的に積み上げられてきたこれまでの国際貿易ルールと軋轢を起こすことも大いに考えられる。

最後に科学技術だが、科学技術への期待感（現在でもそうだが）社会の問題解決的なものを優先させるべきだという考え方が強くなるだろう。従ってCuriosity Drivenな基礎研究を基盤とするような科学技術に

対する投資は相対的に縮小する可能性が指摘できる。もう一つの問題は国家主権との関わりである。既にウイルスワクチンの製造供給国が世界の覇権を握るといような考え方が散見され、科学技術が国家の戦略的道具である側面がより強くなる可能性がある。従って、科学的知見の国境を越えた自由な交換には規制が強まることが予想される。国際政治が科学技術の国際協力に大きな歯止めをかけうる時代になる可能性を考えておいたほうが良いだろう。

以上見たように、グローバリズムの3規範の動揺がさらに深まる世界にあって、世界のパワーバランスも対立的な状況を迎えていく。現象的には、指導力の相対的低下が目立つ米国と、国際的地位の向上を目指す中国の二大国の主導権争いが基本的な構図である。米中の経済対立は、先端情報産業での中国の不正行為や国際慣行の無視などの指摘に至り、現時点で事実上の覇権争いの様相を呈している。この背景には、グローバリズムの規範の守護者米国とその挑戦者である中国という理念上のものだけでなく、米国のトランプ元大統領による自国第一主義の標榜や、中国の習近平による国威発揚(中国の夢)戦略という、多分に国内での指導力をめぐる戦術が深く関係していることが事態をより複雑にしているといえるだろう。

新型コロナウイルス感染症のパンデミックは当面、この対立を激化させる方向で動いている。双方の相手国への非難合戦は戦術的なものも含まれ短期的評価は避けたいが、中国の新型コロナウイルス感染症の発生時に、中国が適切な情報開示と封じ込めをとらなかったのではないかという疑問については、欧州主要国やカナダ、オーストラリアなどでも官民から同調する流れも出てきて、グローバリズムの3規範を守る側が戦線を統一しているようにも見える。ここ最近、中国の経済力の魅力の前で、こうした負の面の攻撃を控えてきた欧州の態度の微妙な変化を感じる。他方、中国は世界中にマスク外交を推し進め、実際の医療支援などで地位の確立を図っており、事実セルビアなど欧州周辺国やアフリカの一部諸国では成功している。

この大きな潮流には、二大国の国内事情も影響すると思われるが、アジア、アフリカ、中南米の途上国がどちらの国により深い共感を示すかという審判者の役割になってきているというのは極めて重要な構図である。

米国では2020年の大統領選挙の結果、民主党のバイデン大統領が2021年1月から誕生した。バイデン政権はトランプ政権に比べると3規範を守る伝統的立場に復帰すると思われるが、米国内の分裂の解消はそう簡単ではないと思われる。中国との政治、経済、あるいは人権分野における対立は、民主党政権になっても大きな考え方に変化は起きていないと見られる(2021年3月にはアラスカ州での米中外交トップ会談で激しい応酬があった。)。他方、気候変動問題などへの対応では、(中国を含めた)国際協調路線へと舵を切ると思われる。

中国は2012年に習近平が国を主導するようになってから それまでの「韬光養晦(とうこうようかい)」戦略を捨て積極外交に転じて、南沙諸島への勢力拡大、一帯一路戦略、香港民主派の排除、国際機関への戦略的アプローチなどを続けている。国内に対しては、強力な情報統制を敷いており国内政治の確かな詳細はうかがい知れないが、新型コロナウイルス感染症をめぐる問題や強権外交が、習近平路線や政権の長期化にどのような影響を与えるかが注目される。

欧州は大きな転機を迎えている。英国の抜けた後のEUは引き続き「理念や標準」を目指すことにおいて世界の中で役割を果たそうとするだろうが 求心力よりは遠心力に注意を払うべき時期に来ている。EUの存在意義が問われるような場面が、移民・難民問題、対中国問題、南欧諸国の経済財政問題などで惹起されるような可能性がある。特にEU官僚と周辺辺境国との対立は深刻である。対中国戦略におけるバイデン新大統領との協調は、今までよりは強くなると予測されている。

世界のそのほかの国々は、基本的に米中対立の経過、欧州の発信力を見ながら自国の戦略を決めていくだろうが、その決定はグローバリズムの行方の審判者になる可能性が高い。アジアでは、韓国は米中二大勢力の双方から立ち位置を求められる状況が続くだろう。ASEANは国によって濃淡が出るが、中国への依存を適度に管理していこうとするのが大勢になるだろう。特に、インドネシアの経済進展は注目されるが、宗教問題をどう扱っていくかという国民の選択が注目される。インドは、モディ首相の経済改革は全体としてうまくい

ているが、ここも宗教問題、外交の立ち位置に難しさがある。ロシアは、資源価格低迷が予想される中、プーチン大統領の19世紀的外交の負担は大きいと思われる。ブラジルも、ボルソナロ大統領の登場もあって社会層の分裂があり大きな経済成長は望めない。

中東は、トランプ元大統領が劇的に主導したイスラエル・アラブ政策をバイデン新大統領がどう引き継ぐのか、かなりの不安定要因が認められる。サウジアラビア、イラン、トルコの動きが注目されるが、いずれもさまざまな問題を抱えており大きな経済成長は難しい。

いずれも新型コロナウイルス感染症との対峙が続いており、どの国も一瞬の油断が国内の状況を大きく変える可能性があることは間違いないだろう。

## 2) 世界経済・社会の展望

2019年の世界の経済規模(各国GDPの足し算)は全体で約87.6兆ドル。うち米国21.4兆ドル(24.4%)、EU(除く英)15.6兆ドル(17.8%)、中国14.7兆ドル(16.7%)、日本5.1兆ドル(5.8%)となっている。〈為替換算ベース〉

新型コロナウイルス感染症の起こる前の世界の向こう5年間の基本経済成長率は、3%程度(先進国1~2%、途上国4~5%)と予想できたが、足元の新型コロナウイルス感染症のパンデミックでどのくらいの数字になるか、現在のところ正確な予測は難しい。IMFの2020年10月の予測では2020年の世界経済成長はマイナス4.4%、2021年を5.2%と予測している。各国で始まったワクチン接種の成否が大きく影響するが、2022年には世界の多くでワクチン接種が可能として5年間平均で世界全体実質1.5~2%と置いておく。(2020年マイナス4.4%、21年5.2%、22年以降通常の3%前後。)

新型コロナウイルス感染症によって「新しい生活様式」「ニューノーマル」といった新たなライフスタイルが出現するが、それが構造転換なのか、ここ2~3年のことなのかはウイルスの残存性にもよるが、いずれにせよ世界は感染症パンデミックによる被害を知ってしまったので、多かれ少なかれ生活の仕方も働き方も変化することは間違いない。そのための工夫、技術革新、ソフト開発、投資などの需要が期待される。また、「ニューノーマル」やSDGs(Sustainable Development Goals)のような目的に到達する手段として、民間企業への投資資金を誘導するようなESG(Environment/Social/Governance)投資に似た装置を作り上げることができれば、回復時の成長スピードはさらに高く期待できるかもしれない。

原油価格や鉱物資源価格は当面、低価格推移が基本だろう。原油はもともと需要面で自動車の燃料転換が進んだことに対し、供給側の能力は過剰で、しかもしばしば産油国間の協調減産に失敗してきた。この2年くらいはバレル当たり30ドル台を基本にして上限60ドルと踏んでおけばよいだろう。

新型コロナウイルス感染症のパンデミックが、人類の価値観の変革にまで及ぶ可能性が取りざたされているが、近年の物質より精神的満足に価値を置く大きな潮流を加速する方向で働くと思われる。コロナ以前から、「経済成長の質」の議論ははっきりと持続可能性、包摂性(格差問題含む)、強靱性、説明性などの概念を優位に考えるべきだとの方向に動いており、自然資本や人的資本のバランスのよくとれた社会の設計が求められるようになってきている。格差の問題に言及すれば、自由な競争や均等な社会は実現されていないとの認識から、「機会の均等」より一挙に「結果の均等」を求める声、あるいは格差の縮小を求める声が強くなっており、この傾向は続くものと考えられる。また、GDPを測ることはそのまま幸福を測るのではない、といったより根源的な問いかけも続くと考えられる。

個人のベースで見れば、新型コロナウイルス感染症の影響によって収入減や雇用を失うという経済上の痛手を被る人が多いが、人間との距離をとらなければならない行動様式の変化は、何が幸せかという価値の問題をそれぞれに考えさせることになるだろう。消費やサービスの構造は「モノ」から「コト」「サービス」に変化していたが、新型コロナウイルス感染症のパンデミック期に必要な「モノ」の需要は増えるだろうが、押しなべて考えると、例えば「ニューノーマル」を考えて人と人のコミュニケーションを維持・促進するようなオンラインの仕組みが、途上国を含め世界中で一気に進む可能性が高いと考えられる。

情報化の問題は、人と人の接触が当面難しいパンデミック期にあっては根源的な需要となり、ビッグデータ、人工知能を含めたさまざまな技術進歩が期待される。それと同時に、プライバシーやセキュリティの問題に対しては個人、国家ともに相当の問題が山積しており、次の5年のうちに各国で国の形態に合わせた議論が進むと思われる。また、国家とGAFANAなど巨大情報産業との問題には、ソブリンに関係するような問題があり、必要な調整が今後も続くことが予想される。

気候変動を含む地球環境問題は引き続き最も重要な問題である。特に、気候の変動が台風の巨大化、気温の顕著な上昇などの人命に関わる災害を生んでいることは誰の目にも明らかで、地球環境の問題がトランスサイエンスの問題であるがゆえに、各国によって足並みが揃わないのは大きな問題といえる。米国バイデン新大統領のパリ協定復帰によって、気候変動問題は科学的検証の問題ではなく、身に迫る危険対策として足並みをそろえられる可能性が出てきている。

医療・製薬・健康分野に対する人類の関心は引き続き高くなっていくだろう。特に新型コロナウイルス感染症のパンデミックは、治療薬やワクチンの開発に寄せる期待を特に大きく膨らませている。ワクチンの開発は先進民主主義国だけでなくロシア、中国でも異例の速さで進み、実行に移された。データの相互融通や国際協調が十分になされたのかは検証の必要がある。医療・製薬・健康問題では次の5年も経済および倫理との関係が重要な問題だろう。また今回のパンデミックは未知の部分が多く、科学的事実を同時進行的に獲得しなければならない動的な非常事態のトランスサイエンスの問題であり、各国で科学的解釈と政策決定の関係を日時を追って記録し、歴史を検証すべきと思われる。

軍事・安全保障の問題も重要な時期である。グローバリズムの3規範で簡単に世界が縛れなくなっている中、大国間で再び抑止論的議論や軍事バランス論が強くなっている。また、局地紛争は放置されやすい時代になっていると考えられ、そのための各国の軍備のエスカレートにも注意が必要な時期である。

日本は明治以来グローバリズムの規範を意識してきた国であり、戦後はその優等生たらしめてきた国である。グローバリズムの3規範が揺らいでいるときにそれを立て直そうとするか、あるいは東洋的価値観を加味して微修正を提案するのか、という世界史的使命があると思われる。

日本の構造的な課題は、「少子化・人口減少」と「累積財政赤字」だろう。この構造問題に加え、社会保障費増大、エネルギー問題、安全保障問題、社会インフラ老朽化の問題などがあり、これらの課題解決に民主主義、市場主義、科学技術を組み合わせるとどう回答が出せるかが、日本に突き付けられた問いである。

今回のパンデミックへの対応はなお進行中であるが、日本のもつべき科学的能力、行政的能力、ガバナンス力、そして専門能力を統合する能力、さらに果敢性や内部で論争する力、責任能力、広報・説得能力それぞれに点検すべきところが見つかるのではないだろうか。それを早急に改革すべきだという認識と機会を与えられたのではないだろうか。

## (2)「科学と社会」

「科学と社会」の関係を適切に踏まえておくことが「俯瞰」作業にも肝要である。科学技術の急速な発展が現代社会に大きな変化をもたらしており、それに伴い、社会の方からも科学技術に多くの要望が出る時代になっている。しかし、必ずしもこの関係の現状が日常的に(自然科学の)研究者の間で共有されているわけではない。そこで「俯瞰」を作成するに際し、必要と思われる「科学と社会」に関連する視座を「俯瞰の前提」の一部として記述した。

### 1) 科学自身の変遷(哲学・歴史)

「科学と社会」の問題は非常に広範な問題が含まれている。最も基層的な部分には「科学」と呼ばれている考え方の変遷があり、これらは科学哲学や科学史という学問と関係する。その中で、今日の科学が置かれている状況を大づかみにつかむことがまず必要だろう。この部分に「科学自身の変遷(哲学・歴史)」という

タイトルを与えておきたい。なお、「科学自身の変遷(哲学・歴史)」を基底とすると、その上に具体的な「科学と社会の諸問題」があり、さらにその上に「科学と政策」があって「科学と社会」の問題は全体として3つの階層からなっていると整理しておきたい。

まず、「科学」はギリシャの自然哲学に淵源を求めることができる。そして、16～17世紀にいわゆる科学革命が起こったこと、それを受けてScienceという言葉は18世紀になって初めて科学という意味で使われるようになった比較的新しい概念であること、さらに、19世紀には科学者という職業、学会などで制度化が進んだこと(第2次科学革命、科学の制度化)、第2次世界大戦前に科学と技術の融合が始まり、大戦後には科学と技術の融合はより進み国家主導によるプロジェクト達成型の科学技術開発(科学の体制化)が行われるようになる、という大きな流れを押さえない。

その上で現代は、「科学研究と技術開発の融合した発展」が「社会システム」の一部となった時代(註:野家啓一教授による)ということができる。

これらの流れは、科学は宗教の手に握られていた真実を人間の側に奪権したという旧来の解釈も可能だが、他方ではキリスト教を含めた一神教の中に、「自然は神の被造物」という考え方があり、「神の御業(みわざ)」を知るために、「利益を度外視して科学が成立した」という見方も提起されるなど複合的な視座が含まれていることに注意しなければならない(中国は4大発明など技術革新の歴史を持つがついに科学に昇華しえなかったのは、常に利益や利便との関係が断ち切れなかったため技術の発展にとどまったとする考え方がある。)

いずれにせよ、その歴史的生成過程は、ヨーロッパにおける民主主義や市場原理の発展と密接に関係しており、科学技術への信頼、ないし信仰は、これらの諸規範との関係の中で捉える事も重要である。従って、科学技術と社会の関係を考えることは、現代のグローバリズムへの考察を行う上で欠かすことができない。(例えば、余剰生産物を蓄積することによって生まれた「資本の原始的蓄積」は貨幣の流通、マニュファクチャラーズとの関係し、結果として封建共同体の解体につながる。これは、自立した個人、都市の隆盛を生む。余剰生産物の流通は自由な市場の有効性を認知させ、利益の追求を社会善とする概念を確立する。さらに、これらの自立した個人(都市に出れば市民)は産業資本家に転化し、絶対王権と結びつき封建制を駆逐する。百科全書成立の過程で明らかになった技術の重視は、市民社会の経済的基盤となる。自立した個人は産業発展の担い手(産業資本家)となり科学技術の利用(典型的には英、産業革命)の場を与える。市民勢力が台頭し、自由権や財産権(資本主義の法的基礎)を保障する近代国家の成立に至る(典型的には仏、フランス革命)。こう考えると、民主主義、市場原理、科学技術はその発生と成長に深い結びつきがあり、重要な社会規範としてグローバルに展開していったと思われる。この規範がヨーロッパ社会で完全な意味で成立したのは19世紀の前半である。)

この流れに対する批判としては、1960年代あたりからポストモダン(近代の超克)ということがいわれ始め、全般的な価値観の見直しが進んだ中で、現代の科学が人類に幸福をもたらしているのか、デカルト以降の合理主義の考え方、すなわち「分割して数学的に事象を処理する」という方法論が全体像を把握するのに最も良い方法なのか、などの反啓蒙的、反合理的、反進歩主義的な議論が出てきた。

1968年のソルボンヌ大学の「デカルトを殺せ」という落書きからこの近代全般への批判が始まったと象徴的に書かれることがあるが、それを待つまでもなく、デカルトの考え方に対しパスカルが「幾何学の精神」だけでなく「繊細な精神」も重要だとする考え方を示し、ヴィーコはクリティカ(論理に基づく真偽の重視)だけに頼るのではなくトピカ(伝統に基づく論点の重視)をそれに先立って学ぶことが重要だと述べ、ベルクソンは精緻な部分の分析はそれを再構成したとき全体の認識を必ずしも進めるものではないとの考え方を示した。さらには、アリストテレスのフロネシス(賢慮、実践知)の位置づけの再評価も引き続き行われている。また、鈴木大拙の禅の西洋への紹介など東洋の仏教、儒教などのものの捉え方を参考にすることもある。

ただし、注意しなければならないのは、ポストモダンの提起した問題は現代においてなお、新鮮ではあっても「ポストモダンの科学」と称されるものの中からは一定の方向に結実する新しい自然科学体系は生まれてこなかったことである。従って現在のこの問いかけに対する回答としては、科学の目的の再定義や(自然科学と)

人文・社会科学との協同の必要性ということになるが、これは後述するブダペスト宣言によく表れている。

さらに、急速に進歩する科学技術の中で、個人のレベルで「怖れ」に似た感情があることが科学観に影響を与えていることは事実で、社会としてこの「怖れ」をどのように克服しようとするか、ということが「科学と社会」の一面をより複雑にさせている。

産業革命時の自動織機の打ちこわしから、こうした流れはあると考えられるが、第2次世界大戦後は原子力の利用を巡る議論に始まった。それに続き、胚細胞やゲノム管理などの生命工学の分野への恐怖、そして最新では来るべき人工知能、ビッグデータなどの情報科学分野の科学技術進歩が不安感を醸成している。これらの問題は、「生物と人工物」、「現実と仮想」、「自己と非自己」の境界を曖昧にすると感じているからである。

個人が不安に感じているのは、「生命の尊厳に侵犯が起こる」というヒューマニティーそのものから、プライバシーの問題などの「被管理感」、職業を奪われるなどの「不利益感」など広範にわたる「疎外感」であり、それが科学技術の進歩により「不幸になる」、「恐ろしい」などの感情を惹起していることに注意すべきである。ヒューマニティーの問題では、科学技術の圧倒的進歩によって、近代の「個人が個人各々の運命を決める」というような人間中心教・人間中心主義（ユヴァル・ノア・ハラリ『ホモ・デウス』）の時代が終わり、科学に決定を委ねたり、人間体内に科学の成果を取り入れようとするような「人間の将来の姿の自己規定（ポストヒューマニティー）」の問題が既に学問として意識されていることも重要である。

ヒューマニティーの問題だけでなく、科学技術の急速な進歩は「社会そのもの」に対しても大きな変化をもたらしている、またもたらそうとしている。利便性や富を生むイノベーションを加速する、という良い面だけではなく、例えば科学技術の知見や手段を持たないものが差別されるような「格差」や「支配」を助長するのではないか、などの問題提起がある。社会との関わりでの問題提起は戦後、原子力技術、生命工学、情報科学などで行われてきたが、中でも人工知能、ビッグデータ、IoTなどの情報科学の進展は、キャッシュレスや市場概念そのものの変化、個人の情報支配を巡る国家主権の問題など広範な問題を惹起する可能性がある。これらの問題は一旦、技術進歩が社会に取り込まれて普及し始めると、問題点が表面化してもそれを止めるルールや手段がないという事態になりやすく、あらかじめ、来るべき問題を想像することの重要性が高まっているといえる。いずれにせよ、社会が科学に、科学が社会に与える影響のマグニチュードが違ってきていることは多くの人の感じていることで、「科学観」、「社会観」、「人間観」が同時に相互侵襲的にしかも大規模に変化していることを感じるべきだろう。

さて、このような具体的な問題意識や感じ方を受けて、また「ポストモダンの科学」という考え方が現実には作り上げられなかった中で、現代の科学はどのような方向に向かっているのだろうか。それは、自然科学者だけで問題を解決するのではなくて、人文・社会科学とも広く連携をとって物事を考えようということであった。つまりポストモダンの科学のように、科学そのものを変革するというよりは、諸科学間の連携・協同や場合によっては融合を図ろうとする動きであった。当初は自然科学の予期せぬ社会的結果へのリアクションや、研究開発過程での自然科学では対応できない部分への人文・社会科学への要請として始められたが、現代では、そうではなくて現代の持っている課題そのものが自然科学、人文科学、社会科学を総動員しないと設定できないものであり、その解決も同じような総動員が要請されている、という認識に基づいていることが自覚されている。1999年に「科学と科学知識の利用に関する世界宣言（ブダペスト宣言）」が出されるが、これは知識、平和、開発、社会の4つのための科学という立場を確認したものである。また、2013年のビルニウス宣言では、人文・社会科学者がイノベーションや技術開発についても主体的な役割を果たすべきだという宣言をしている。これはEUのHorizon 2020に大きな影響を与えた。さらに国際的な学会の流れとして、国際科学会議（ICSU）と国際社会科学協議会（ISSC）の統合が成立したことなどはその好例である。すなわち、科学というものが「人類の幸福のためにあるべき」であり、「問題解決的であるべき」だとする現代の時代認識を反映しているわけである。

また、最近のデータ駆動型の進展を帰納的方法への重視のしすぎと捉えて、論理的（演繹的）であるべきはずのこれまでの科学のあり方そのものを変えることになっているのではないかと、という問題意識を持つ科学

者もいる。

新型コロナウイルス感染症のパンデミックは、科学のあり方に関してさまざまな問題提起を行うことになるだろう。その諸相については次の「2）科学と社会の諸問題」、なかんずく「②トランスサイエンスの問題」と「③科学と国家の問題」において語られることになるだろう。

## 2) 科学と社会の諸問題

以上、科学史の中の「科学」の概念変化を「科学自身の変遷（哲学・歴史）」と呼んで大きな流れを概観した。次に、現代の「科学と社会の諸問題」を概観することとしたい。なお、この「科学と社会の諸問題」のさらに上の階層には「科学と政策」が位置しているが、その部分は本編の「1.2 これまでの我が国の科学技術イノベーション政策の俯瞰」として語られるので、1.1では補足のみ行うことにする。また、さらには冊子「日本の科学技術イノベーション政策の変遷」を参照されたい。「科学自身の変遷（哲学・歴史）」はまさに科学哲学・科学史・倫理学などの分野に相当するが、「科学と社会の諸問題」は公共哲学、政治学、社会学、経済学、心理学、国際情勢分析などの既存社会科学の援用をしばしば必要とする分野となろう。

### ①科学者の責任の問題

まず、「科学者の責任」ということから始めたい。原子爆弾を作ることにつながった原子物理学者の苦悩と社会への呼びかけであるラッセル・アインシュタイン宣言（1955年）に始まったこの動きは、アシロマ会議（1975年）で生命科学者の行動基準を設定したことが大枠で現代の生命科学のコントロールに大きく関係している。今日、ほとんどの学会で研究者の倫理規定や行動規範が作られるようになったが、どの学会にも通用するような一般的道徳が書かれていることも多い。加えて、より重大な問題は起草者の意図が世代の交代によって伝わらず、後代においては「これさえ守っていれば良い約束ごと」として認識され、新しい事態が起こっても自らが前代の考え方の遺産を継承して思考できるようになっていないのではないかと危惧されている。従って、このような問題は、論点や思考の枠組みが継承されていくような教育システムの存在も重要なことである。また、人工知能のように（人工知能自身の再生産性は将来の課題であるが）研究者規制というものだけで本当に十分なのかという問いかけもある。この場合、原子力や生命科学と違った問題設定が必要となろう。

ELSI（倫理的、法的、社会的課題）という考え方はこうした中で生まれた。自然科学や技術の発展に伴う倫理的、社会的、法律的問題に対して、あらかじめ予算的にも知識的にも対応策を検討しておくべきだということで、ヒトゲノム解析の際に有効に機能し、今では自然科学・技術全般に使われる言葉になっている。自然科学者だけでは解決のつかない問題に、専門家をスムーズに動員しようということだが、始まりは「困ったときの人社連携」のような匂いが無いわけではなく、ルール確立後は本質を学ばないで形だけが残る、というようなことがありうるので注意を要する。ELSIそのものを（自然）科学者のためのリスクマネジメント概念ではなく、広範なステークホルダーを巻き込んで人類に幸福をもたらす科学全般の改革であると捉える必要がある。ELSI問題を前向きに乗り越えた科学こそが、競争力のある（お金が投入される）科学だという感覚が必要であろう。

もう一つ、研究者の不正という問題がある。これは研究者の社会的、名誉的、経済的な利益を優先して研究に不正を持ちこむことである。かかる行為はもちろん、断ぜられなければならないことだが、その温床として、科学界の風土や政策によって作られた制度が少しでも関係しているならば、多方面からの防止アプローチが必要であろう。

さらに、科学者の社会リテラシーだけでなく、市民の科学技術リテラシーということも重要なテーマになってくる。市民の側から「安全・安心」を得ようとするとき、どうしてもある程度の科学技術リテラシーは必要だからだが、どこまで、どのように必須で教育するかということは難しい問題である。社会常識を基礎に、知的好奇心を刺激する教育が最も好ましいのだろう。また、このような裾野があって、優秀な先端科学者が育つと思われる。つまり、ポストモダンによって提起された近代自然科学への問いかけは、現代においては社会

や個人との価値観の共有と、人文・社会科学との協同という方向で問題設定がされ直されている、とも考えられる。

## ②トランスサイエンスの問題

社会の問題に拡大してこれを見ると、ワインバーグが提唱した「トランスサイエンス」の問題にダイレクトにつながるだろう。トランスサイエンスは、一般に「科学によって問われるが科学だけでは答えられない問題」として定義される。イタリアで、地震学者が心配ないと判断した地震で実際に死者がでてしまった事件において、地震学者に罪を問えるかとか、英国において狂牛病の病原体は人間に伝染しないとしていたのにそうでなかった、というような例題が引き合いに出される。一方では科学の知見があり、他方には行政の判断や市民の価値基準がある。3.11の東日本大震災における福島第一原子力発電所事故などもこの範疇の「科学が問われていても科学だけでは答えられない分野」であるといわれている。トランスサイエンスの問題は、科学（認識）と政策や行政（価値）の問題であると同時に、科学と市民の問題でもあるということから、さまざまな取り組みがなされてきた。（トランスサイエンスの問題のうち科学と行政の問題は、「政策」の問題そのものである、そこでその詳細は「政策の俯瞰」(1.2)に譲るものとする。）

科学と政治の交わった部分（トランスサイエンスの部分）で科学の専門家としての科学者と政治のほうからは政治家や官僚だけでなく、市民の参画が必要だという考え方が生まれてくるのは必然である。ただ、この市民という概念はなかなか難しく、誰を代表として選出するかで方向性が大きく変わってしまうという問題を常にはらんでいる（同時に、誰が主催しているのかという問題もある。）。しかし、「科学技術がもたらす利益だけではなく、危険性にも着目させる」ためには市民側からの「安全」、「安心」の確保とも関係があり、今後とも市民参加の方法論の試行錯誤が続けられるべきだ。1960年代に米国でテクノロジーアセスメントの考えが生まれ、80年代にはデンマークで市民参加型テクノロジーアセスメントが始まっている。また同様に、一般市民が専門家の意見を聞くことで社会的意見の調整を図ろうとするコンセンサス会議も生まれた。市民フォーサイト、シナリオワークショップなどさまざまな試みが続けられていて、日本でもいくつかの試みが生まれており、行政が主催する場合も出てきているが、行政と市民の役割分担が確立されているわけではなく、今後課題が残っている。

2020年の新型コロナウイルス感染症のパンデミックへの対応は、トランスサイエンスの問題として各国で自国の対応や動向を検証し、次代に教訓を残すべきである。今回特に強調しておかなければならないのは、以下の諸点である。第一に、これは危機対応の問題で、危機管理学の常識を踏まえなければならないということである。結果の最悪シナリオを悲観的に想定する、最悪シナリオを前提とした施策をなるべく早く果敢にとる、その説明を政府主導で一元化して行う、施策の解除は段階的に行う、などである。第二に、新型コロナウイルス感染症の科学的知見は、事態と同時進行的に積み重ねられていったことである。エビデンスのない状態で「科学的推論」に基づいて対応の検討が行われなくてはならない場面があることを意味する。「科学的推論」の部分は、科学と政策との交わりとして扱われるべき領域であり、政策側の関与が必要といえる。第三に、こうした科学的事実と社会的価値の相克の分野の問題は、理想的には専門家相互の領域侵犯になる議論と、統合知としての政治家の決断に依らなくてはならない。専門家の組織が作られた場合、科学に基づく助言組織なのか、事実上の科学と政策の交わる決定組織なのかをはっきりさせておく必要がある。第四に、科学と政策の間というだけでなく、市民感覚というもう一つのフィールドが大きく関わる。従って、国民の安心をどう確保するか、喜んで政策に同意するか、ということが非常に重要である。当然のことながら、決定された政策の市民への説明は、責任ある統合知としての司令塔（多くの場合は政治家）に一元化されていなくてはならない。

## ③科学と国家の問題

次に、目をマクロに転じると、前述したように科学技術の進展は他のグローバリズムの規範である市場原理

や民主主義と関係が深いことが分かる。しかし、科学技術の大規模化と国家利益・目標との関係が強化されると、さまざまな政治との関係が始まることとなった。この動きは第1次世界大戦などで加速されたが、平時における端緒は、1945年米国のブッシュ科学研究開発局長の「科学—その果てしなきフロンティア」からと考えてよいと思われる。

市場原理や民主主義は科学技術の進展に正の相関関係があると考えられてきたが、直近の現代を見ると必ずしもそうとばかりはいえない事象も出現している。すなわち、民主主義先進諸国の主として社会保障費増大による財政の逼迫、科学技術予算の伸び悩みである。マクロで見て、次の5年も事態が劇的に改善する兆候は見られない。国連、世界銀行その他の国際機関も、科学技術予算の増加を期待できる状況に無い（先進国の科学技術予算はGDPの1.5%に届いていない。全部あわせて2兆ドルに届かぬ、と思われる。）。他方、意思決定システムが異なる社会主義の国々は多少、弾力的・恣意的な運用が可能である。中国や極端な例では北朝鮮がある。

国家と科学を論ずる場合、当該国の実際的な社会・思潮的側面が大きく関係する。最も重要なのは安全保障（軍事含む）と社会保障（特に医療）の分野であろう。科学技術の役割は、当該国の安全保障、社会保障に関する考え方に大きく依存しているため、これらの考え方がよく議論され成熟していることが必要である。（米国におけるDARPAはスプートニク・ショックを契機として生まれたが、後に科学的発明の戦場での実験に議会の承認を必要としないほどの権限を得た。インターネットの発明や市場への開放の経緯など、科学と国家に関する多くの論点を提供している。）

最近の国家における科学技術の位置づけは「現在あるいは直近の課題を解決させる投資」に重要なものとして認識されることが多いが、それだけでなく、教育と並んで「それ自身が根源的に必要な先行投資」という観点も依然として重要だと思われる。

さらに、直接国家機構との関わりではないが、国によって社会の価値観の違いがその国の科学技術水準そのものや科学技術政策に影響することにも注意が必要である。例えば、脳死の判定の是非がその国の文化的伝統である死生観の違いから、重大な影響を受ける、というような例を想起されたい。

諸外国の例を見ると、注目点として米国のトランプ政権の科学技術に対するリテラシーを疑問視する声もあった。ただ、トランプ政権の科学技術政策の偏りは議会がそれを修正する方向で動いていたと思われる。また、「事実」と「フェイク」をめぐってマスコミと緊張関係にあったことも指摘しておく。バイデン新政権はトランプ政権より科学技術への親和性は高いといわれるが、実際の政策が注目される。

EUでは「科学と社会」の関係を見据えた政策が作られているが、英国の離脱による共同研究の混乱が懸念される。また、フランス・ドイツの気候変動対策やドイツのIndustrie 4.0による製造業標準化戦略は、科学の国家目標及び競争力戦略に明確なリンクがなされている。他方、フランス・ドイツ以外の国の中には自国独自の差別化戦略が作りやすく、比較的新しい加盟国の中にはEUの政策に反発もある。

日本においてはSociety 5.0の実際面の検討が急がれる。国家戦略とその下にある科学技術イノベーション政策、競争力強化を含む産業政策、環境政策、教育政策、安全保障を含む外交政策の分かりやすい融合と実際の社会への効用が結びつけられていなくてはならない。（統合イノベーション戦略はその始まりと認識される。そのために科学技術系人材の養成や処遇の問題、研究開発体制や研究開発費の問題の検討が指摘されているが個別問題だけでなく広い政策統合が望まれている。）

中国においては、自然科学の進展は大きな国家目標とされているが、国家主導的な発展が加速される傾向が高い。また、他国からの知的資産の導入の方法につき疑問を持つ向きがあり、これが米国によって米中経済摩擦という観点で提起されている。

近年の世界的な技術覇権争い等の状況下においては、研究の自由、成果発表の自由、透明性、開放性という科学の価値の確保を踏まえつつ、知的財産や機微技術等の保護を図る必要がある。これについては現在、研究インテグリティ（研究の健全性・公正性）の概念を広げて検討されている。

SDGsは国連が人類的地球の課題に対し挑戦しようと提起したもので、明らかに科学技術の活躍の余地が

あるが、現状では科学技術に研究資金をつぎ込むファイナンスがついていない。それには市場原理を有効に使い、民間企業のビジネスモデルを導入し、約300兆ドルといわれる民間金融資産の有効活用を目標にした問題解決アプローチが必要だろう。国家がSDGsを国家戦略にするためには、民間企業のESG投資などと結びつけて競争戦略化して科学技術と市場原理・ビジネスモデルの融合を進めることが求められているのではないか。

#### ④最近の対立的国際関係と科学技術の懸念

「(1) グローバルトレンド(次の5年)」で指摘したように、米中の覇権をめぐる対立が激化している。これは、本質的にはグローバリズムの規範である民主主義、市場原理、科学技術に対する中国の捉え方が、グローバリズムとは異質であることに根差している。民主主義、特に欧米の定義する個人の人権、報道・言論の自由、三権分立、野党の存在などは、中国では基本的に認められていない。また、市場原理については、中国にとって市場は道具であり、国家の市場に介入する度合いは欧米に比してはるかに高い。科学技術についても国家の強い統制のもとにあり、社会科学については事実上科学者の自由はない。

最近の米中対立はこれらの本質的対立を背景にしているものの、発端は貿易上の利害対立から経済覇権をめぐる対立に移行している。ファーウェイの米国政府による締め出しなどは、知的財産に対する中国の入手方法に対する疑義や中国企業と中国政府の間の不透明な関係を根拠としていることから分かるように、対立の焦点は理念的なものというより現実的、かつ利害的なものになっている。

この状況下にパンデミックが起こったわけで、ウイルスの起源、中国政府の初動の情報開示や鎮圧、WHOへの圧力などにつき米国側から不信が表明され、中国側は米国のウイルス鎮圧失敗を隠すための嘘であると反論している。こうした状況下では、技術情報の国家管理であっても学術的な科学情報はオープンであるという原則が守られていくのかどうかという懸念を持つ向きも出ている。

米中の対立を超えつつあるのは 新型コロナウイルス感染症に関する中国の透明性やその後の外交について、ドイツ、フランス、カナダ、オーストラリアなどのいわばグローバリズムの規範側の国々が中国批判を明確にしていること、加えてEUの中でもセルビア、ハンガリーといった国々では中国のマスク、人工呼吸器などパンデミック対応支援への謝意を表していることなどがある。アフリカにおいても、中国に対する是非それぞれの表明が行われている。もともと、アジア諸国にとって、中国の存在は経済分野の恩恵と覇権に対する警戒で成り立っていたが、その視座が米国、欧州へ拡大された状況と見ることができる。

#### ⑤科学と産業界・民間企業(市場原理)の問題

科学技術側から見ると、どのような資金を国家や国際機関から得て、どのような資金を民間から得るかということを考えることは重要な視点である。この問題は、「官民連携」や「産学連携」、「科学技術予算」、「ファンディング政策」と関係し本編で語られる。

科学技術と民間企業の役割について触れておきたい。民間企業は現在、非常に大きな価値転換が進んでいて、それは恐らく次の5年も方向性は変わらないだろう。新自由主義に代表される考え方は、企業の短期利益の推移を絶対的な評価指標として株主に対して奉仕するような考え方であったが、世界の大企業には大きな価値の転換が進行している。CSV(Creating Shared Value、共有価値の創造)の考え方である。この考え方は、企業のステークホルダーは株主だけではなく、従業員、取引先はもとより政府や、社会そのものも含まれるとする。従って、社会のためになる本業の仕事は結局、企業の存在意義を確固たるものにするので、長期的には利益も上がり企業そのものをサステナブルな存在にしていこうという思想である。既に株式市場ではESG投資が存在感を増しているが、今後は(例えば無形資産の正当な評価など)会計制度にも何らかの影響が及び、企業の価値尺度自体が変わっていく可能性も指摘される。

イノベーションが(科学)技術革命と同義ではないということ、科学技術がイノベーションの重要な一要素であることはようやく定着してきた。イノベーションが起きるためには、欲求がまずあり(人文科学)、それら

が作ることができるか(自然科学)、十分経済的にできるか、あるいは作るに値するか(社会科学)の組み合わせであり、それらを推進するには、政策当局や大学だけでなく、民間企業が重要な役割を担っている。

民間企業では、自らの研究開発体制を育成するには、莫大な費用と人材の投入を長期間続ける必要があるため、財政基盤があるだけでなく、経営方針がある程度の期間変更されないことが必須の条件になってくる。また、オープンサイエンスの標榜、企業間連携の推進、M&Aインフラの整備を考えると、自前で基礎研究を抱え込むことが難しくなっている時代といえよう(ただし、GAFAのような超巨大企業の場合は別。)

イノベーションは欲求とビジネスモデルと科学技術の融合によることが圧倒的であることを考えると、民間企業の科学技術研究開発進捗を誘導していくことは非常に重要なテーマといえる。その手段は税金による優遇ということよりも、緊急度や重要分野に応じた機動的な支援(例えば新型コロナウイルス感染症のワクチン開発、治療薬開発など)、その分野での官民連携、産学連携への優遇など幅広く検討していくことが求められる。こう考えると、民間企業への科学技術政策は教育政策、産業政策と連動して、国自体のイノベーション風土を作ることと関係していることが見えてこよう。

また、そうであれば企業の研究開発投資を誘導する政策は科学技術や科学者、技術者にとっても重要なスポンサーを獲得することだという認識を持つことができる。加えて、研究開発に投資する企業に国家ファンドから投資するスキームを作るなど、市場原理を応用した政策を立案することも検討に値する。

### ⑥科学とビジネスモデル、イノベーション・エコシステムの問題

科学技術と民間企業の間を考えると、科学技術とビジネスモデルの問題を考えることにもつながる。資本と労働の生産性の向上を除いた生産性の向上を全要素生産性の向上と呼ぶが、この中身は科学技術革新、ビジネスモデル変革、組織改革、効率向上、規制緩和などからなっている。日本のコンビニ、宅急便システム、企画・製造・販売を一貫して行うアパレルなど、日本が生み出した新技術とビジネスモデルの融合によるイノベーションは数多い。なぜ最近の日本のイノベーションが停滞しているのかをこうした観点から分析する必要があるだろう。

日本のエコシステムの弱体化が日本のイノベーションを弱らせたことは間違いないが、これをよみがえらせる道を模索しなくてはならない。制度やシステムの問題だけではなく、風土の問題も考えなければいけない。早い話、最も足りないのは、科学技術力でもなく、ビジネスモデル創造力でもなく、アントルプレナーシップそのものだという見方もある。企業内でも「夢にこだわって賭ける」人材が少なくなっており、いわんや個人のベンチャー候補者は極端に少ないといわれている。この現状を無視して他国の成功例、例えばシリコンバレーの形だけまねるのではなく、日本の現状を踏まえたエコシステムの立案が望まれる。

産学連携や官民の役割分担については積極的な提言が出てきているが日本において最も足りていないのは、産学官における人材の交流である。評価軸が違うから難しいのは分かるが、この間の人材移動の障壁を低くすることが連携をスムーズに生かせる最大の契機になるだろう。

### 3) 科学と政策

本編の「1.2 これまでの我が国の科学技術イノベーション政策の俯瞰」を参照。

「俯瞰の前提」として補足すれば、日本の科学技術イノベーション政策はいうまでもなく国家戦略の一部を形成しており、国民の幸福と効用を最大にするべきものである。従って、国際競争戦略を含めた産業政策、環境政策、教育政策などとは密接な関係にあり、平仄が合っていないとてならない。

現代の「科学と社会の諸問題」は、社会の側が時々刻々と変化することで問題設定それ自身もまた変化する。科学的事実と社会的価値の相克において、科学が果たし得る役割の大きさは論をまたないが、同時にさまざまな政策手段の総動員の中で、産学官さらに市民をも交えながら、常にその役割を瀬踏みして問題解決に臨む必要があるだろう。

#### 4)「科学と社会」から見た分野ごとのトピックス

現代の科学技術の俯瞰に重要なことは、以上見てきたように、自然科学や要素技術の知識だけで俯瞰することが難しくなっていることである。もちろん、自然科学や要素技術の全般的方向性はそれだけでも十分に議論が成り立たなくはないが、これまで見てきたように、多くの分野は課題の設定そのものが自然科学だけから導き出される問題ではなくなっている。

例えば新型コロナウイルス感染症のパンデミックの進行中またはパンデミック後の世界は、「課題設定」は社会の認める「価値」と科学技術が追求する「事実」の双方が協働して設定されなければならないことがますます多くなり、しかも、課題の達成は時間軸を入れてロードマップを要求されることが多くなろう。特に、接触を忌避しなくてはならない局面がいつ、なんどき、どのくらいの期間で起こるかが予測できないので、デジタル化がますます社会の課題となり、逆にデジタル化による社会の課題も発生すると考えられる。

以下に、分野ごとに「科学と社会」の観点からトピックスを記すが、環境・エネルギー分野やシステム・情報科学技術分野では、その領域設定が既に社会課題としての側面を濃厚に持っており、逆にナノテクノロジー・材料分野は多方面に応用される可能性のある科学技術の基礎研究分野であり、ライフサイエンス・臨床医学分野はその中間的位置づけである。分野に応じたトピックスの設定があろう。また、これらの領域の融合分野、超えた分野、さらに既存だが今まで俯瞰で扱っていない「防災」、「土木・インフラ」、「宇宙」、「海洋」、「イノベーション・エコシステム」なども分野の存在も今後、俯瞰報告書の候補として考えなくてはならないかもしれない。

##### ①環境・エネルギー分野

環境・エネルギー分野では、気候変動の科学的根拠は国連気候変動に関する政府間パネル（IPCC）を中心に整備される方向にある。米国やブラジル等の一部の政治勢力内では、今なお懐疑論がくすぶるが、米国バイデン新政権の誕生を契機に、再びパリ協定を軸とした国際協調の動きの進展が見込まれる。場合によっては、将来世代の生活環境に多大な影響を与える可能性があるため、科学的予測の精査を継続し、将来世代に対し、現役世代が果たすべき責任に関する社会的共通理解を広く醸成していくことが求められる。特に、気象災害の甚大化によって危機対応の考え方を入れていく必要が高まっていると認識している。新型コロナウイルス感染症のパンデミック下での大気の浄化は、今後のデータを待たねばならないが、経済活動と地球環境の相克の問題を再びクローズアップさせよう。また、情報技術がどのように環境・エネルギー技術に影響するかという問題がますます重要になり、その成果によって社会的課題が新たな展開を見せる可能性もある。（例えばデジタル技術の進展によるエネルギー問題の発生など。）

SDGsで掲げられる目標に対し、科学と政策という観点だけでなく、ESG投資のように具体的手段の検討と国際的ルール作りがますます重要になろう。気象以外にも生物多様性や水の分野が重要である。

原油の供給過剰（従って価格下落）は、新型コロナウイルス感染症のパンデミックによってさらに加速して国際経済上の波乱要因の一つになり、社会課題の設定に影響があろう。原油価格の低位安定は、米国のシェールガスの減少をもたらし、これは地政学に大きな影響を与える。また、代替エネルギー開発には、マイナスの要因となる可能性もある。日本においては人口の減少、地域コミュニティの衰退、環境・エネルギー分野の国際競争力や人材の育成についても定見を持っている必要がある。また、原子力を含めたエネルギーポートフォリオについても、科学と経済、社会、政治の問題を一步進めて議論する必要がある。

##### ②ライフサイエンス・臨床医学分野

ライフサイエンス・臨床医学分野では、「生命の尊厳」、「人間の尊厳」といった倫理的な問題との関連が問われる。この問題は、個人の宗教観などや社会の死生観などとも関連し、同時に社会学的な問題であることにも注意が必要である。ゲノム編集、生殖医療、終末医療、認知症などの精神医療、BMI（ブレイン・マシン・インターフェイス）などの脳神経科学、物質の人体への侵襲を伴うサイボーグ化の進展などが具体的

問題である。この分野は実際的な研究、政策化は欧米が進んでいるが、社会背景・文化の異なる日本からも積極的な情報発信の必要な分野である。また、治療のための技術が軍事利用される可能性も考慮しなければならない。

デジタル技術の利用拡大と、個人情報利用をどこまで許容するか兼ね合いが重要な課題となっている。新型コロナウイルス感染症でも、個人の位置や行動の情報を活用することによって感染拡大を抑制できるし、ヒト検体や電子カルテ等の利用により創薬や治療の研究につながる。規制との比較考量が今後ますます重要になる。

倫理的・社会的な問題に並ぶ大きな問題は経済的問題だろう。何をすることが許されるかというのが倫理的問題なら、どこまでどうやってやるのかを問うのが経済的問題である。日本においても社会保障費、なかんずく医療費（創薬を含む）の増大は大きな問題だが、世界的に見ても医療費と社会的効用の問題をどう考えるかということは、その社会をデザインすることの大きな要素である。医療費の増大と関連し、治療だけでなく健康寿命の伸長を念頭に置いた予防に社会の関心が向いている。

新型コロナウイルス感染症のパンデミックの問題は、新興感染症に対する警戒を改めて高めた。感染症危機時での対策には、病態解明・ワクチン・治療薬創出を目指す医学・生命科学を中心とする自然科学研究に加えて、情報科学やその他の社会科学、人文科学との協働が要求されている分野である。また、国の視点から見れば、ワクチンは国民の健康を左右するという点で安全保障上の重要性も有する。

### ③システム・情報科学技術分野

システム・情報科学技術は「科学と社会」の最先端の分野である。AI、IoT、ビッグデータなど、各領域は人間の社会、経済、政治行動を全般的に変革するような影響を与えている。また、他の学問分野の飛躍的発展のインフラともなっているので、「科学と社会」の問題の中でも最も論争が多く、また最も喫緊の分野であるといえる。

AIの分野では、AIが将来、人類にとって深刻な脅威となるのではないかという危惧を持っている人たちが少なからずいる。この問題は短期の研究開発をしている人と中長期の技術展望を持っている人で危機感に若干の温度差があるが、「深刻な脅威となりうる」と感じている人の視点で、人間存在に対する哲学的、倫理的考察を絶えず続けていくことが重要だろう。この分野の倫理、哲学的研究は当然、地域文化による影響は否めないで、日本においても独自に研究を進めていくことが重要である。これらの研究は、例えば「自動車の無人運転」でもすぐに必要だが、その倫理の根拠がもっと普遍的な倫理ときちんと整合していることが重要である。

AIが人類にとって危険ではなくても、AIの進化により人間の役割が変わり、いわば人間の固有な「ヒューマニティー」とは何かという深刻な悩みを持つだろう。これは、例えば人体に通信装置を内蔵するといった問題として現れてくるかもしれない。「ポストヒューマニティー」の問題といわれている分野である。また、短中期的には仕事を奪われる、長期的には人間は何をしたらよいのだ、というようなアイデンティティーの問題としても認識されている。

さらに現実的課題も重要である。ICTが社会に対してどのようなインパクトを与えるのか、という問題で最も大きいのは、ICTを味方につけた人が、「格差を助長するのではないか」という問題であろう。その他、ビッグデータではデータの所有権が誰に属するのか、という問題をどのように解決するかということが重要な問題になっている。これは財産権の問題もあるし、プライバシーや企業の支配・被支配関係にも大きな影響を与えるからである。また、SNSはフェイクニュースや新たな誹謗中傷などの問題や、合意形成される概念の稚拙さなどが指摘されていて、次世代への問題となっている。AIやSNSについて利用者がリテラシーを持つことが重要である。

ICTは国家競争戦略や安全保障戦略の部分でもインフラとなるような部分であるから、まず公的なデータベースの公開や、明確な論理のもとで企業や社会がデータ活用できていることが必要である。プライバシーに

しても、機微でない部分のデータの利用が必要な場合にスムーズにできる体制が必要である。そういったインフラが整えられて初めて情報科学の戦略も意味のあるものになり、教育政策や産業構造戦略にも応用できるものになる。このように、情報産業のリテラシーの向上こそが安全で効率的な情報社会の土台であり、この意味で、研究者の規制的な方向からの議論よりも社会的な広がりを持った俯瞰が重要である。情報科学の分野は最も動きが早く、また影響が広範囲なだけに「情報科学と社会」の接点を含めて俯瞰することが求められている。

さらに、もっと実際的な問題として、データ産業におけるアマゾンやグーグルなどの独占的強さや日本の劣位の問題を見ると、これを科学技術的観点からの分析も必要だが、日本社会のプライバシー感覚や規制の多さといったものからビジネスモデルの成立に歯止めがかかったという分析も必要だろう。

新型コロナウイルス感染症の蔓延で、日本の行政の情報システムがいかに不十分であることを思い知らされている。その原因を探っていくと、必ずしも科学技術的観点の課題だけではなく、社会的課題が見えてくる。マイナンバーの問題、感染者追跡アプリの問題などが例に挙げられるが、これらは強制して一つの価値を上から決めるべき問題ではないから、広く国民的議論、コンセンサスが必要である。Society 5.0の実際のシステム的设计を軌道に乗せるためには、この「必要な価値選択」の問題を「見える化」して国民に分かりやすく問うことが一刻も早く行われる必要がある。自然科学、社会科学、人文科学の協働が素早く必要である。

#### ④ナノテクノロジー・材料分野

ナノテクノロジー・材料分野は、さまざまな応用を通して社会課題に間接的に向き合っており、例えば、安全保障問題や産業競争力問題として社会につながっている。

まず、倫理問題では、人体や環境への安全問題について、「科学と社会」の観点からどのような規制が必要かが重要である。さらに、それと産業政策、競争戦略との関係はどうかという課題設定は、省庁横断的であり総合的な観点が求められる。

もう一つは用途の開発だろう。ナノテクノロジー・材料分野の応用範囲は広く、用途開発は研究者サイドだけでなく民間の企業が担うことが多いと想定されるが、その際、この分野における基礎研究成果が必要な企業に届くとは限らないという課題がある。この産学連携を考えることは、ナノテクノロジー・材料分野の発展について特に重要と考える。

他の分野と比べ、ナノテクノロジーはものづくりの根幹戦略と関係があるが、特に「すり合わせ戦略」や「知財戦略」が重要なカギを握っている。また新型コロナウイルス感染症後は研究室の体制一新も大きな課題だろう。

本分野の研究活動は、基礎研究などにおいて外国人研究者の貢献も多く、そのことをもって最先端の研究成果流出につながることを懸念する声もあるが、わが国の競争力にとっての益・不益を冷静に比較考量する議論が必要であろう。

以上、分野ごとに「科学と社会」の現状で提起されている課題を書いたが、分野別版の俯瞰報告書はこれらの課題に対するより突っ込んだ回答となっている。