EAJ 報告書 2021-01

# ポストコロナ時代に向けた
# 科学技術・イノベーションの在り方

令和 3 年（2021 年）5 月

公益社団法人日本工学アカデミー

ポストコロナ検討委員会
（共同議長：原山優子・永井良三）

2021 年 5 月 13 日

公益社団法人日本工学アカデミー

日本工学アカデミーは、工学・科学技術全般の発展に寄与する目的で設立された産学官の指導的技術者を会員とする団体です。会員の豊かな経験や知識、幅広いネットワークを活用したプロジェクトチームを中心に、広く会員外からの協力も得て、調査提言活動を進めています。その成果をまとめ、社会が目指すべき方向性に関して、官公庁、立法府、産業界、学会、研究機関等に先導的、創造的な施策を提言し、社会実装を目指します。

**「ポストコロナ時代に向けた科学技術・イノベーションの在り方」**は、新型コロナウイルス感染症（COVID－19）の世界的な感染拡大によって、我が国はもとより、世界の経済社会システムに深刻な打撃を与えていることを踏まえて、日本工学アカデミーとして検討を行ったものです。直面する危機的な状況から脱却し、新型コロナウイルスと共存する持続可能な社会（ポストコロナ社会）への移行に向けて、その影響を見極めた上で、科学技術・イノベーションの果たすべき役割と今後の経済社会の在り方を明らかにするため、多くの関係者の皆様のご協力を得て集中的な検討を行い、その結果を政策提言として取りまとめました。今般、本報告書の原案がまとめられ、政策提言委員会での査読を受け、理事会での審査を経て、最終版を確定しましたので、日本工学アカデミーとしての発出を理事会で決めました。広くご活用いただくことを期待します。

# ポストコロナ時代に向けた科学技術・イノベーションの在り方

目次 1

提言のポイント 3

第１章　はじめに 8
第２章　検討の経緯と趣旨 9
（１）問題意識 9
（２）検討の視点 9
（３）検討のアプローチ 10
（４）検討の体制及び経緯 10
（５）報告書の構成 10
第３章　感染拡大防止に伴う行動変容 11
（１）国民全般に関わる事項 11
（２）医療機関の対応 11
（３）政策課題 12
第４章　見えてきたデータの価値と新たな展開 13
（１）オープンデータの意義と課題 13
（２）数値シミュレーションの成果を社会に発信 16
（３）ビッグデータの利活用とこれに伴う課題 17
第５章　科学技術の価値の結集と更なるチャレンジ 20
（１）感染症研究の抜本的な体制強化 20
（２）分野・組織を超えた総合知の形成 21
（３）ロボット・ＡＩの導入による自動化・省力化 23
（４）遠隔講義がもたらす高等教育の変革 24
第６章　検査・診断・予防・治療体制の拡充と高度化 26
（１）検査・診断能力・体制の抜本的強化 27
（２）ワクチン研究開発の加速化及び開発体制強化 30
（３）治療薬開発の迅速化 31
第７章　危機管理体制の再考 32
（１）日本の危機管理の現状に対する評価 32
（２）迅速な情報共有 33
（３）危機に備えた医療ロジスティクスの再構築 34
（４）リスクコミュニケーション 34

第８章　政策対話と国際連携 35
（１）科学的根拠に基づく助言 35
（２）グローバルな英知の結集 36
（３）格差の拡大への対応 38
第９章　課題と展望 39
（１）加速された変革 39
（２）可視化された課題 39
（３）新たな可能性 40

ポストコロナ検討委員会　参加者名簿 41

ポストコロナ検討委員会への招聘者及び講演タイトル一覧 42

＜資料編＞

【参考図表等】 44

【参考資料等】 48

# ポストコロナ時代に向けた科学技術・イノベーションの在り方

## ― 提言のポイント ―

### 感染症の危機を明日への飛躍に転換

○今日我々は、パラダイムの転換期にあり、人類の歴史から教訓を学び、過去の経験を生かしながら様々な価値を再構成するとともに、これまでの常識を超えるような新たなアプローチに挑戦することが求められている。

○地球規模の危機を明日への飛躍に転換するためには、国境を超えた連帯と未知への挑戦に対する意欲が欠かせない。今日の経験を将来世代に貴重な教訓として継承しながら、学習し進化する経済社会システムとして発展させていくことが切望される。

○このような危機に直面して、日本工学アカデミーは、様々な機関との連携を図りながら、シンクタンクとしての機能を強化し、社会への提言活動を活性化していくこととする。

### データ駆動型社会への移行

○未曾有の惨事の中にあって適切な意思決定を迅速に行うためには、正しい情報をタイムリーに収集し、市民一人一人が自ら考え行動できるよう、広く情報共有することが必要である。様々な条件を考慮に入れ、今後の展開を的確に予測し、来るべき事態への備えを強化することができるよう、データ駆動型社会への移行を目指す必要がある。

○都道府県・市区町村・保健所管轄区域ごとに収集されたデータを国全体として整合性のとれた形で集約し、個人情報保護に配慮しつつ、幅広い活用が促進されるよう、オープンデータの推進が求められる。

○数値シミュレーションにより、ウイルスの拡散や放出を可視化するとともに、感染状況の将来の推移を予測し、感染拡大防止のための判断材料として役立てることが重要である。さらに、ビッグデータの活用により、感染状況や医療提供体制に関する情報を見える化するとともに、人手に頼っていた行動履歴や接触歴の調査などの効率化が必要である。

○オンラインツールを取り入れたデータ駆動型教育を実現するためには、教育ビッグデータに関する法整備、IT 基盤の整備、初等中等教育における定量的な効果測定の実施等が必要となる。また、様々な大学の講義を聴講し幅広い知識を身に付けることを可能にするためには、単位互換制度が重要になる。

**異分野融合による感染症研究体制の抜本的強化**

○未知のウイルスの特性や感染の機序の解明には、多岐にわたる分野の知見を総動員することが不可欠である。分野横断的な知を結集した「総合知」を研ぎ澄まし、感染症の基礎的な理解に向けた新たな研究手法の開発、将来の感染症対策に貢献し得る中長期的な視点からの基礎・基盤的研究の推進、世界最高水準の研究基盤の高度化及び提供・利用の拡充といった多くの課題に取り組む必要がある。

○米国の生物医学先端研究開発局（BARDA）のように、平時には長期的視野からの感染症基礎研究の支援、緊急時には戦略的なリーダーシップにより診断、予防、治療の研究支援ができる機構の整備が望まれる。

○迅速かつ効果的な感染症の制圧を目指して、産学官連携によるコンソーシアムを設立し、学際的なアプローチにより、アカデミアと企業の間の緊密かつ効率的な連携を可能とする異分野融合の研究プラットフォームの整備を急ぐ必要がある。

**検査・診断から予防・治療に至る医療体制の拡充と高度化**

○医療機関の患者受け入れ能力が逼迫した状況にある中で、医療体制に関し、特に重症者に対する医療の確保のための具体的施策を緊急に実施するとともに、長期的にパンデミックにも対応できる持続可能な医療体制の再構築が求められる。

○新興・再興感染症に対する迅速な対応を可能にするためには、平時から感染症対策としての検査・診断・予防・治療体制の拡充と高度化が必要である。感染拡大抑止と社会活動の両立を図る上で検査の効果的な活用方法の確立に向けて、疫学と臨床医学の協働が必要である。

○医療現場における検査の運用に当たって検査精度・信頼性の向上を図るため、採取指導、教育・訓練等の充実、検査の精度保証の構築により、偽陽性結果を回避するとともに、検査手法の国際標準化を通じた検査機関に対する第三者認定の付与、あるいは複数の検体を混ぜて PCR 検査を行う「プール方式」の導入を通じて、大規模な検査の効率的な実施を可能にしていくことが重要である。

○医療機関の受け入れ態勢を充実し、宿泊療養施設を確保しつつ、無症状感染者を広く発見するためには、クラスター周辺や有症状者を超えて PCR 検査対象者を大幅に拡大し、感染拡大防止を強力に推進する。その際、検査装置・機器の自動化や取扱いの容易化を含め、検査システムの共同利用の推進、検査体制の円滑化、さらに検査データの一元管理による感染対策への活用等に一層取り組む必要がある。

○多種類の変異ウイルスが各地に広がりつつあることから、入国者の空港での検疫など水際対策を徹底しつつ、市中感染を的確に把握するため、ウイルスの全ゲノムの解析体制の拡充や、変異ウイルスを迅速に検出する手法の開発に取り組む必要がある。

○今回、諸外国に比べるとワクチンの認可・接種に時間を要した経験を踏まえ、ワクチン・治療薬の特例承認の在り方について、有効性と安全性、そして倫理的側面から再考し、社会全体で認識を共有する必要がある。

○今後のワクチン開発研究においては、ヒトの多様な免疫反応を多次元・高解像度で解析してワクチンを設計する、病原体の「アキレス腱」を見つけ、それを射る「矢」となる免疫応答を見いだすなど、迅速かつ正確に免疫を誘導できる新次元のワクチンデザインの開発が重要となる。

**感染症に対する危機管理体制の抜本的強化**

○世界保健機関（WHO）の外部評価報告書（2018）を始めとして、これまで国内外の機関により出されてきた日本の感染症対応に関する提言の実施状況について、早急に総点検を行い、レジリエントな社会への移行を目指して、国全体として危機管理体制の抜本的強化を図る必要がある。

○感染症に関する情報の収集・解析については、積極的な情報の活用を促進する

ことが極めて重要であり、特に緊急時においては、情報を即時に開示することのメリットが優先されることについて、社会的コンセンサスを形成し、ルールとして明文化していく必要がある。

○自治体ごとに個人情報保護の具体的な手順や方式が異なっていることが国・都道府県・市区町村の枠を超えた情報の共有・活用における大きな阻害要因となっている。感染症対策については、個人情報保護法等の規定の例外措置として位置づけ、デジタル庁を中心に、統一的なルールの策定と整合性のとれた情報システムの構築を早急に実行に移すことが必要である。

○自治体における感染症の担当者のスキルアップを図るとともに、十分な人員を確保することが必要であり、一過性に終わらせないためには、キャリアパスを構築することも不可欠である。

○医療資機材（PPE）の物流を効率化し、データ入力の負荷軽減、請求漏れの防止等を図るため、医薬品・医療機器と同様に、統一的なバーコードを付してナショナルデータベースとして集約し、電子カルテと連携させて、危機に備えた医療ロジスティクスの再構築を図るべきである。

## 政策対話とリスクコミュニケーション

○政治と科学の間に信頼関係を構築するためには、政治家・政策決定者と科学者の間で、明日をより良い方向に導くための前提を共有し、対話を積み重ねていくなど、政策共創能力を高めていく息の長い交流活動が不可欠である。

○緊急事態における私権の制限を国民が受け入れるためには、政策決定者には、可能な限り科学的な根拠を明示し、真摯に国民に向き合い情報を提供することが求められる。また、政府から独立した立場で助言を行う専門家組織を構築することで、より広い視点から政策形成に資する意見・評価を得ることが可能となる。

○大多数の国民に行動変容を呼びかけるには、エビデンスに基づく論理（ロゴス）による説明を重視しながら、感情に訴える情熱（パトス）も必要になる。そのため、専門家が一般に向けて分かりやすく話すだけではなく、国民からの要望に応えるという双方向的なコミュニケーションの中で共通認識を見いだすことが重要である。

## グローバル・コモンズの創出を目指した国際連携

○感染症に関する様々な国際連携のネットワークにおいて、日本が科学技術外交の実を挙げていくためには、研究者個人の能力に頼るだけではなく、日本の科学コミュニティが分野を超えて一丸となって組織力を発揮することが重要である。

○パンデミックにより国・地域間の格差が拡大し、更なる貧困へと負のスパイラルに陥ることを防ぐ観点から、経済力の脆弱な国・地域の更にマイノリティと呼ばれる集団にまで、廉価で簡便なワクチンの分配を広く展開・普及していくため、GAVI（ワクチンと予防接種のための世界同盟）が立ち上げたCOVAXファシリティ等を通じて国際貢献を果たしていくことが必要である。

○今後、若手を始めとする学際的な研究者集団による組織的な英知の結集により、新型コロナウイルス感染症への対応能力の強化、強靭かつ包摂的な保健システムの構築、検査の精度保証等に関する国際標準化、感染症に強い環境整備等を通じて、ユニバーサル・ヘルス・カバレッジの達成に向けて更なる協力を推進する必要がある。

## 第１章　はじめに

人類と感染症の関わりは古い歴史を持つ。中世ヨーロッパにおいて人口の３分の１が死亡したと言われるペスト、世界中で５億人以上の者が感染し、死亡者数が 2,000 万人とも 4,000 万人とも言われる 1918 年からのスペイン風邪の大流行など、感染症は多くの人々の命を奪ってきた。一方、18 世紀以降、ワクチンの開発や抗生物質の発見により、感染症の予防･治療方法が飛躍的に進歩した。1980 年には世界保健機関(World Health Organization: WHO) による天然痘の根絶宣言という人類にとっての金字塔が打ち立てられるなどにより、一時は感染症対策の重要性が忘れられがちになっていた。しかしその後も、後天性免疫不全症候群 (AIDS)、重症急性呼吸器症候群 (SARS)、中東呼吸器症候群 (MERS)、新型インフルエンザ等の世界的な流行等が発生し、感染症の脅威はむしろ大きくなっている。

世界での新型コロナウイルス (SARS-CoV-2) による感染の勢いは今なお衰えることなく、日々犠牲者が増加し続けており、社会的・経済的にも深刻な打撃を与えている。各国における対応は、社会的背景や組織体制の違い、政治的・外交的な思惑も絡んで、必ずしも同様の経過をたどっているわけではないが、特に、ニュージーランド、アイスランド、イスラエル、台湾、韓国、ベトナム等の例に学ぶ点は多い。

新型コロナウイルス感染症 (COVID-19) の猛威は、我々の経済社会システムの盲点を突いて、これまで当たり前のように享受してきた日常に対して警鐘を鳴らし、価値観の変革を迫ることとなった。感染拡大防止と経済社会活動をどのように両立させていくのか、時として相反する要請がせめぎ合う中で最適な解決策を見いだすに当たって、政策決定と科学の相互関係が事態の推移に大きく影響を及ぼすこととなった。経済社会に広範な影響を及ぼす判断を政治が下すに当たって、高度な知見を有する専門家が提示する科学的根拠及び助言をどのように活用するのか、その重要性が高まる中、試行が続く。

新たな病原体に対しては、ヒトは免疫を持たず、大流行の危険性は高く、診断や治療の方法が確立するまでは、制圧が困難となる。感染症のほとんどは、野生動物や家畜を介して病原体がヒトに感染することに起因することから、人獣共通感染症という考え方にも基軸が置かれるようになった。その流れの中で、ウイルスの複製原理や挙動を明らかにし、新興感染症の出現に直結するウイルスの異種間伝播の原理を包括的に理解することを目指すシステムウイルス学が注目を集めている。さらには、ヒトの健康を包括的に捉える観点から、ヒトも地球の生態系を構成する一員であり、ヒトと動物の両者の健康が相俟って初めて生態系の保全が達成できるという One Health の概念も提唱されている。

今日我々は、パラダイムの転換期にあり、人類の歴史から教訓を学び、過去の経験を活かしながら様々な価値を再構成するとともに、これまでの常識を超えるような新たなアプローチに挑戦することが求められている。

## 第２章　検討の経緯と趣旨

### （１）問題意識

新型コロナウイルスによる感染を制御するためには、何よりも国民一人一人の行動変容により、身近な感染拡大防止策を徹底することが大前提となる。その上で、繰り返し波状的に訪れる危機的な状況から脱却し、経済社会活動を持続可能な状態に移行させるためには、科学技術・イノベーションの総力を結集することなくして達成することは困難である。

いまだ初期段階にあるウイルスの特性や伝播機序の解明のための研究開発を分野横断的に強力に推進するとともに、その成果を社会実装につなげ、いち早く社会に還元することが強く求められる。このような観点から、新型コロナウイルスの影響を直視し、人類が直面する課題の解決に向け、科学技術・イノベーションの役割を明らかにするとともに、今後の経済社会システムの変革の方向性についても幅広く検討を行う必要がある。

### （２）検討の視点

○レジリエントな社会への転換

新型コロナウイルスの感染拡大が今日我々に問いかけるのは、このような困難な状況に直面した際に、強靭さや復元力を社会が確保しているのか、という点である。地震・風水害のような災害とは異なり、感染症の影響は時間的・空間的に大きな広がりを持ち、その収束には有効な治療薬やワクチンの開発・普及を待つ必要がある。ポストコロナ時代に向けて危機に強い社会構造に転換していくためには、脅威への対応と新たな可能性の探求の両面から科学技術を幅広く活用するとともに、平時からの備えとして機能的な社会システムの構築が欠かせない。国民の安全・安心を確保するよりレジリエントな社会へと転換すべく、一極集中型から多極分散型への移行、経済合理性とリスク分散の両立など、目に見える具体策を迅速に実行することが求められる。

○エンジニアリング思考で、経済社会システムを変革

「人類の安寧とより良き生存のために、未来社会を工学する」を基本理念に掲げる日本工学アカデミー（EAJ）は、工学及び科学技術、そしてこれらと密接に関連する広範な知見を結集し、将来への羅針盤となる提言をとりまとめて社会に発信していくことを使命とする。新型コロナウイルス感染に対しては、医学・医療が検討の中心となることは論を俟たないが、さらに工学的な視点を積極的に導入し、医工連携による解決策の具体化・システム化を図ることが求められる。また、情報科学の飛躍的な進展を踏まえ、人工知能やビッグデータを駆使し新たな地平を拓き、デジタル・トランスフォーメーションを先導していくこと、さらには、システム工学のアプローチを用いて、制度分析、社会受容性や将来予測を視野に入れながら、社会実装の具現化を図ることが期待される。

〇デザイン思考で、人・モノ・情報の循環システムを再考

デザイン思考とは、実践的かつ創造的な問題解決に向けて、人文・社会科学との連携を図りつつ、分析と総合、発散と収束を繰り返すことによって、より良い将来の状況を見通すための解決志向型の思考方法である。新型コロナウイルスの感染拡大は、人・モノ・情報の循環システム全体に甚大な影響を与え、交通網、サプライチェーン、情報ネットワークなど、今日の経済社会に網の目のように張り巡らされた循環システムに本質的な変革を迫っている。局所的に変更を加えても全体最適からは程遠く、デザイン思考によって将来のあるべき姿を再構成することが必要となる。

### （３）検討のアプローチ

〇マルチステークホルダーを意識して、包括的に捉える

新型コロナウイルスの影響は社会の隅々に及び、あらゆる人が否応なく関心を持たざるを得ない状況に陥っている。その中で、政策担当者、医療関係者、様々な分野の専門家など、特に関係の深い有識者の知恵を結集し、多様な切り口を設定して立体的に実態を把握し、全体像の俯瞰につなげることを目指した。このため、体系的にテーマを設定して、毎回高い見識を有する専門家を招聘して講演を頂き、これを受けた意見交換を積み重ねることにより、議論を深めることとした。

〇ファクトに立脚し、現場に寄り添う提言

本検討に当たっては、国内外から幅広く情報を収集し、客観的なエビデンスに基づいて論点を整理することによって、新型コロナウイルスに関連する各分野に共通した検討の横串を浮かび上がらせることを心がけた。特に、新型コロナウイルスの感染によって誘発された変革や、浮き彫りにされた課題を抽出するとともに、引き起こされた隔たりをどのように乗り超えるか、総合知（Collective Intelligence）をどのように育むかといった観点から、論点を整理した。また、感染拡大に伴う精神的・肉体的な負担が限界に近づきつつある医療従事者の現状や、研究開発の現場が直面する課題や挑戦的な研究の阻害要因などにも着目し、現場に寄り添った提言を取りまとめることに重きを置いた。

### （４）検討の体制及び経緯

ポストコロナ検討委員会は、EAJ の会員及び外部の有識者から構成される政策提言を目的とした委員会であり、メンバーは、別添のとおりである。８回にわたる検討の経緯は添付資料のとおりである。

### （５）報告書の構成

本報告書の第１章、第２章においては、検討の前提となる背景説明と、ポストコロナ検討委員会における検討の基本的な考え方を紹介している。

第３章、第４章、第５章においては、新型コロナウイルスを巡る現状の分析と、これによってもたらされる変革の兆しについて記載している。

第６章、第７章、第８章においては、社会のレジリエンスを高めるための具体的な提案を行っている。

第９章においては、全体を振り返りつつ、今後更に検討を深めるべき課題と今後の展望をとりまとめている。

## 第３章　感染拡大防止に伴う行動変容

### （１）国民全般に関わる事項

2020 年 3 月から始まった我が国での新型コロナウイルス感染症第一波の流行において、政府は「換気の悪い密閉空間」、「多くの人が密集」、「近距離（互いに手を伸ばしたら届く距離）での会話や発声」を避けるように要請し、『3 密』回避という表現でマスクの着用、手洗い・手指消毒の励行など個人レベルでの行動様式の転換を要請した。加えて、流行地域との間の移動や大人数・長時間の飲食等に対する自粛要請、緊急事態宣言を発令した。国民の多くが要請ベースの行動変容を受け入れ、加えて企業等もテレワークの活用を短期的に励行したことより、第一波での患者発生は減少した。この要請ベースの方策は、7 月から始まった第二波においてもある程度の効果が認められた。しかしながら、冬季になり 11 月から始まった第三波においては、必ずしも第一波、第二波で見られたような効果が現れず、2021 年 1 月に 2 回目の緊急事態宣言が発令されるに至った。これには、国民の新型コロナウイルスに対する『慣れ、コロナ疲れ』により要請への遵守程度は減弱し、要請ベースの対策の限界を示すこととなった。行動変容の定着には、働き方改革、一極集中から自律分散への社会システムの転換を長期的視点に立って進めることの必要性が示唆される。その後、緊急事態宣言は 3 月に解除されたが、地域の感染状況に応じて、都道府県知事がまん延防止等重点措置を発令し、期間・区域、業態を絞って集中的な感染拡大防止対策が講じられている。

### （２）医療機関の対応

2020 年 1 月 15 日の本邦第一症例の確認以来、各都道府県の保健所を中核とする保健システムにより、PCR 検査による感染者・接触者の発見、隔離、クラスター対策は、第一波（3 月～5 月）、第二波（7 月～9 月）においては感染者の減少に有効に機能したと考えられる。また各都道府県が設置した感染症中核病院に感染者を収容し、重症患者にはエクモ（ECMO）を始めとする手厚い治療を提供することにより、我が国は先進各国よりはるかに低い新型コロナウイルス感染による死亡者数を維持できた。これには、臨床現場における対症療法の治療手技の向上も大きく寄与していると考えられる。しかしながら、11 月から顕著になった第三波での患者数の激増に対して、都市部におけるクラスター対策は限界を超え、医療機関の患者受け入れ能力は逼迫した状況となった。その結果、一般医療は大きな制約を受ける状況となった。日本医師会会長は、『医療崩壊』直前であるとの声明を頻繁に発出して、国

民の更なる行動変容と政府や自治体による行政対応を求めている。2021 年 1 月には、首都圏を中心として流行地域の病床使用率は 70%を超えたところもあり、個々の医療機関の努力で対応できる限界を超えつつあった。政府は、2020 年 4 月に続き再び首都圏、大阪府とその周辺、福岡県等に緊急事態宣言を発令せざるを得ない状況となった。医療体制、特に重症者に対する医療の確保のための具体的施策を緊急に実施する必要があるが、同時に長期的にパンデミックにも対応できる持続可能な医療体制の再構築が求められる。

### （３）政策課題

新型コロナウイルス感染症の出現から 1 年が経過したが、いまだ各国は手探りで、効果的な対策を模索している状況が継続している。国、地方自治体ともに効果的なワクチンが普及するまで、感染制御と社会生活・経済活動との両立に苦悩している。諸外国の事例を見ると、当初集団免疫策を取った英国は早々に当該戦略を断念し、ロックダウンと解除を繰り返しており、他のヨーロッパ諸国も同様の道を歩んでいる。一方で、台湾、ニュージーランド、ベトナムは厳重な封じ込め政策を継続することにより、経済活動の再開を可能にした。ベトナムの人口は 9000 万人を超えるが、この 1 年、3 回の小規模な国内流行を完全に抑え込み、現在（2021 年 2 月 25 日）までの死者総数が 35 名という状況である。一方、米国の死者数は同時期に 50 万人を超えており、この差をもたらした要因として各国政府の政策を挙げることができよう。

日本政府は流行当初から今日に至るまで、新型コロナウイルス感染症対策への対策戦略を明確に示してきたとは言い難い。政府は、死亡者数を抑えつつ経済活動は継続して新型コロナとの共生を図る方針のようであり、それは、感染症対策（ブレーキ）と経済活動の刺激策（アクセル）を交互、時として同時に踏みながらバランスを取りつつ、ワクチンの到着を待つという戦術と見て取れる。2020 年 10 月までは、この方法により先進国中では最少の健康被害を維持しつつ、経済活動も徐々に再開していた。しかしながら、11 月から始まった第三波においては、ブレーキの利きが悪くなっている。

今後、感染拡大防止に向けては、早急に改善すべき下記の項目が挙げられる。一つは、第三波において顕著になった、国・自治体・医療機関等の間の情報共有の課題（第 7 章（２）参照）に対して、早急に国全体として新型コロナウイルス感染症に関わる情報の流れを総点検し、迅速な感染対応を担保すべく、双方向の情報共有のデジタルネットワークを構築することが必要である。二つ目は、意思決定に資する科学的知見の活用を更に推し進める必要がある。数理モデルを活用した感染者・重症者数の将来予測等について必要な情報を開示し、日本全体のアカデミアの人的ポテンシャルを活かして、より信頼性の高いモデルを評価・使用することが必要である。現状では、個人情報保護や自治体名が公表されることへの抵抗感を理由に、自治体からのデータが開示されていないのが現状である。本年 2 月には、今後更なる強力な行動制限が必要な事態に備えて、罰則・過料の導入までを含めた新型インフルエンザ等対策特別措置法等が一部改正[1]された。その附帯決議[2]において、罰則・過料の適

用に当たっては、国民の自由と権利が不当に侵害されることのないよう、慎重に運用することが謳われており、今後の推移を見守りたい。しかし、新型コロナウイルスのコントロールに成功している国に近づくには、この一連の法律改正は不可欠と思われる。短期的でも国民が私権の制限を受け入れるためには、政策決定者には、可能な限り科学的な根拠を明示し、真摯に国民に向き合い情報を提供することが求められる。またこれに関連して、現在の専門家会議は政府の中にあって国の対策に助言しているが、政府から独立した立場で助言を行う専門家組織を構築することで、より広い視点から政策形成に資する意見・評価を得ることが可能となる。

## 第４章　見えてきたデータの価値と新たな展開

新型コロナウイルス感染症の感染者が 2020 年 1 月に多くの国で初めて確認されて以降、日本においても感染の拡大が続いている。感染の拡大は重症者や死亡者の増加という社会的な負の側面をもたらすのみならず、感染拡大を抑制するためには社会生活を制限する必要があることから、社会全体に大きな影響を及ぼす行動変容が必要となった。社会全体で連動性を有する影響の大きな意思決定を行うためには、データに基づく意思決定の高度化、行動変化の正確な影響評価、ビッグデータ、シミュレーションなど情報通信技術（ICT）の高度な活用が極めて有効であることが判明した。本章では、新型コロナウイルス感染症拡大抑止の意思決定支援で見えてきたデータの価値と、今後のデータ駆動型社会において期待される新たな展開の可能性について述べる。

### （1）オープンデータの意義と課題

新型コロナウイルス感染症拡大抑止活動におけるデータに基づく状況理解は、極めて有効に作用した。日本国内で見てみると、テレビ局[1,2]、新聞社[3-5]が独自に収集した新型コロナウイルス感染症の患者数、死亡者数、病床利用率、街角の流動人口などのデータをグラフや表で毎日公表している。さらに、世界的にはジョンズホプキンス大学の感染者数レポート [6]、ESRI グループのレポート [7]、Worldmeters [8] などが無償で新型コロナウイルス感染症に関するデータをまとめて公表している。これらのデータやグラフを見ることで、どのように全世界的に感染が拡大しているのかを理解する上で必要となる多くの知見を得ることできる。

オープンデータの意義は、データをメタデータと共に公開して他者が利用できるようにすることで、保有者に対して請求に応じてデータをその都度提供する手間（コスト）を低減できるだけでなく、データ利用者に対してもデータ探索の手間（コスト）を低減し、社会全体としてのデータの探索と承認、提供に対する手間（コスト）を低減させてデータの活用、ひいては意思決定を円滑化させる点にある。このオープン化の発想は、コンピュータソフトウエアにおけるオープンソフトウエア、ソースコードの公開に極めて類似している。コンピュータプログラムを公開しオープン化することで、利用者を増加させ、コンピュータソフト

ウエアのデバッグを容易にするとともに、ソフトウエア開発に携わる技術的に優れた人々を集めて巨大なソフトウエアを開発することにより、社会的な便益を全体として高める、というのがオープンソフトウエアの考え方である。

オープンソフトウエア同様に、オープンデータにおいては、オープンデータライセンスのいくつかの規約が存在する。特に多くの人々が利用しているオープンデータの利用規約としては、Creative Commons がある[9,10]。例えば、オープンデータに記載されている CC-BY や CC4.0 国際などの表示がそれにあたる。Creative Commons のライセンス規約ではデータの改変や商用利用を認めるもの、改変や商用利用を許さないもの、二次公開を許可しないものなど、いくつかのライセンスの規約が存在する。

データ利活用の推進とは、社会の透明性を高めコミュニケーションコストを低下させるとともに、利用する人々のデジタルスキルをデータに触れることを通じて高めることで、社会的、商業的な便益を創出しようとする試みである。データの生成や取得のコストが高止まりの環境においては、データを利用することによる技能獲得は容易ではなく、また、データ生成や取得のコストが高過ぎると、そのような高価なデータを用いて商業活動を行おうとした場合の投資回収リスクも高まるため、データを利用しての意思決定を行うことが商業的に成立しない。

しかしながら、近年センサーの小型化と廉価化や、モバイルデバイスの普及、ストレージの大型化とクラウドサービスの普及により、データの生成と保存のコストは極めて低下しており、大量に未利用のデータが蓄積され続けている状況にある。そのため、オープンデータ化により、データの生成と取得コストを社会全体で低下させ、社会全体での便益を高めることを目指す方が、データの生成と取得のコストを高い状況に維持するよりも、はるかに社会的・経済的便益が高まると考えることができる状況となった。また、行政における情報公開法に対する対処方法の一つとして、機械判読可能なデータを提供するというオープンデータプラットフォームの活動の一環としても位置づけることが可能である[11]。

新型コロナウイルス感染症の拡大において、データの果たす役割は極めて大きく、データを用いた意思決定を取り入れることにより、未然に感染症の拡大を察知したり、未知の感染症に関する種々の性質を理解することが可能となった。他方、空間的に感染症の流行状況を把握するためには、感染者の空間的な依存性を有する情報が必要となることや、データの正確性と完全性、信ぴょう性などについて、意思決定を行えるだけの精度が求められることから、新型コロナウイルス感染症に関する情報をオープンデータの視点から見ると、行政組織による公開は極めて限定的であり、データの統合についてはいまだ日本全体で出来上がっているとは言えない。この背景には、新型コロナウイルスほどの感染力を有する感染症がスペイン風邪（1918-1919）以来、これまで過去 100 年間我が国では確認されてこなかったため、様々な感染症の感染者数を捉える体制の不備が看過されてきたことによる。2020 年 3 月頃までは保健所を中心に都道府県で管理されてきた感染症統計の一部として運用されてきたところ、感染者数や死亡者数がこれまで感染症で想定されていた規模を超え始め、感染

症による社会的な影響も大きくなったことから、各機関が独自に情報を収集するような体制に変わってきたという経緯がある。

厚生労働省においては、全国の都道府県から感染者数に関するデータが集約されているが、調査時点では合算値のみが公開されている[12]。他方、内閣官房の新型コロナウイルス感染症対策 HP では JSON 形式でオープンデータとして都道府県別の感染者数と死亡者数データが利用できる[13]ようになっている。また、感染者が多く確認される地域（７大都市圏）[14,15]で特に多くの感染者に関する情報を収集する中で、データの収集と公開の体制が整えられてきた。そのため、データのフォーマットがいまだ統一されておらず、データを日本国内で統一的に取り扱うために、整理・整形のための多くのデータクレンジング作業を必要とするという問題がある。

2021 年 1 月現在、オープンデータ又はみなしオープンデータとして機械判読可能な形（エクセルファイルや CSV ファイルなど）で、新型コロナウイルス感染症に関するデータが公開できている都道府県[14]、市町村[15]は僅かであり、５都府県と８市が確認できているのみである。その他、NHK などの報道機関が独自に収集する新型コロナウイルスに関する情報をオープンデータとして公開を行っている事例もある。[注]

COVID-19 に関する情報が機械判読可能なオープンデータにより公開されているが、機械的に情報を収集、集約することにはいまだ困難性があり、多くがいまだ人手により収集又は、オーダーメードで収集プログラムの作成が必要という状況である。また、行政によるオープンデータの公開で発生し得ることとして、以下の事柄が事例として挙げられる：

1. ファイル名がファイルをアップロードする度に変化する
2. ファイルエンコーディング（SJIS,BOM 付 UTF-8,BOM 無し UTF-8 など）がアップロードの度に変化する
3. ファイルフォーマットが時間の変化とともに変化する
4. 日付のうち特に年に誤りがある
5. 過去分のデータがその後になって事後的に修正される
6. ファイル更新のタイミングが不規則となる
7. 公開されていたオープンデータが消滅する
8. オープンデータの公開は継続されるが、担当者の異動などにより更新されなくなる
9. 公表する組織により、ファイルエンコーディング、データのフォーマット(CSV, MS-Excel, JSON など)やデータフィールドの呼び方が異なる

---

[注] 今後の状況により、公開されるデータの種類、公開組織等が変化していくことが予想される。最新のデータ公開状況については、例えば、国立国会図書館（https://rnavi.ndl.go.jp/research_guide/entry/post-1180.php）及び内閣官房データカタログサイト（https://www.data.go.jp/）にオープンデータカタログが掲載されている。

上述のオープンデータの意義を考えた場合、データの探索、取得のコストを低下させることなくしては、データに基づく新型コロナウイルス感染症対策に対する高度な意思決定を社会全体で連動的に行うことは、費用対効果を考慮した場合、いまだ釣り合っている状況とは言い難い。

そのため、どこかの組織で集められている新型コロナウイルスに関するデータであっても、その場所で有効に活用されないままの状況にある、社会的にデータが流通しないことに起因してデータに基づく意思決定を市民レベルで十分に行えていない可能性が高い。新型コロナウイルス感染症に関するデータを国家として整備することなく、被害を最小化し、時々刻々変化する状況に応じて社会的損失（死者や機会損失）を精緻に判断することは容易ではない。

流行が加速し、感染者数が増加するにつれて、都道府県レベルでデータを集約するには規模が大きくなり過ぎるとともに、行動抑制を市区町村規模で行う必要性が増えることが予想されることから、市区町村レベルでの新型コロナウイルス感染症に関するデータの集約と公表がますます重要となっていくと予想する。そのため、都道府県レベルで市区町村又は保健所管轄区域ごとに個別にデータを収集して公表する、又は、市区町村レベルで公表する、国が集約してデータとして公表するなどのより規模の大きなデータ作成とオープンデータとしての公表が求められる。

### （2）数値シミュレーションの成果を社会に発信

数値シミュレーションは、現実に観測しないとわからない事象に対して、モデルを使って事前に現象として観測できる量から計算的に事象の進展を予測する方法である。時間的に発展する現象は、常微分方程式や偏微分方程式、確率微分方程式によりモデル化されることが多い。そのため、このような微分方程式に対して、初期値、境界値を与えることにより、パラメータ（条件）を変化させて将来の時間的発展を繰り返して計算することにより、将来の予想を行うことが可能になる。さらには、目に見えない現象である新型コロナウイルス感染症に関するシミュレーション結果を社会へ発信することにより、これから起こる危険を未然に回避したり、判断の材料として利用することも可能になる。

一般的に、データやシミュレーション結果を異なる分野で広く共有し、議論を広く深く持つことは有意義である。異なる視点の存在が議論を深めるのを助け、集団意思決定が個人意思決定を超えるための前提条件とも言える。オープンデータを使った現状分析と、シミュレーションの実行と共有が多方面から行われることが社会全体としては望ましい活動となる。

例えば新型コロナウイルスのスパイクタンパク質の分子動力学的なシミュレーションを行った研究[1]では、スーパーコンピュータ「富岳」を使い、スパイクタンパク質の構造がヒトの受容体と結合する部位の構造変化を調べている。今後、新型コロナウイルスが保有するたんぱく質構造の分子動力学的シミュレーションから薬剤の開発に有用な知見がもたらされることが期待されている。また、国立研究開発法人理化学研究所（理研）がスーパーコ

ンピューター「富岳」を用いて行っているウイルス拡散の流体力学的効果を考慮した数値シミュレーション[2､3]では、建物形状や、座席の配置、マスクや防護具の装着状況の違い、換気の方式の差異によるウイルス拡散の違いを可視化して公表している。

実際には目で見ることができないウイルスの拡散や放出を、シミュレーションと可視化の方法により「見える化」することで、市民や行政がどのような感染制御の方法を採用することにより感染率を低下することができるかについて、理解を深めることが可能になり、感染症対策へ寄与することが示された 。

しかし、現在公開されている新型コロナウイルスの感染者数の時間的推移の数値シミュレーション結果は、二つの組織が国内において都道府県別の積み上げによる網羅性を有する状況にある。一つは、Google 感染者数予測[4]であり、Google が開発した独自のモデルにより将来 28 日間の感染者数の予測値が表示されるものである。また、横浜市立大学が提供する感染者数シミュ―レーション[5]は、確率的遅れ付き SIR モデルに基づき感染者数の予測値と各種パラメータの推計を行っている。

シミュレーション結果はモデルの精度やデータの正確性によることから、より多くの異なる組織が公表する値の間で、シミュレーション結果や推計結果を相互比較し、相互に突合せを行うことが、推計結果の信ぴょう性や安全性を高める上で重要である。例えば、2020 年 3 月の早い段階から、政府専門家会議、東京都、大阪府などにおいて、科学者・専門家が複数の数値シミュレーションによる感染者動向の将来予測を行い、これが社会に対して危険回避的行動の動機付けの役割を果たし、感染拡大抑制へ貢献した事例が確認できる。

さらに、推計アルゴリズムを理解する上で基礎情報（メタデータ）の公開も必要である。人間が判断を行う上で推計方法と推計結果がブラックボックスとならないように、解釈可能性を有する予測・推計方式が求められる。

### （３） ビッグデータの利活用とこれに伴う課題

未経験の惨事の中にあって適切な判断を迅速に行うためには、正しい情報をタイムリーに取得し、それを広く共有することが必要である。そして事実に基づいて、今後の展開をより的確に予測し、なすべきことを適切に判断する必要がある。

2020 年 3 月に東京都は、新型コロナウイルス感染症対策サイトを立ち上げ、都内の感染状況と医療提供体制についてのデータやファクトを公開した。こうした Web サイトを立ち上げるには、通常多くの時間と煩雑な調達契約が必要だが、今回は GitHub と呼ばれるソフトウェア開発プラットフォームを活用し、世界中のボランティアの力を借りてサイトを迅速に公開することが可能となった。これは行政の Web サイトとしては異例のことである。またそのソースコードを公開し、他の自治体でも活用できるようにした。実際に 53 府県市で利用されたことは、特筆すべきことである。

COVID-19 の感染の拡大では人と人との接触が鍵となるが、社会の中で誰がいつ感染したのか、その感染者がそれぞれどう行動し、誰と接触し、どう感染が拡大したか、これを確実

に把握することは極めて困難である。さらに、そうした情報の取得・公開、予測とそれに基づく意思決定のいずれの段階においても、技術的側面以外の困難さが露呈した。

○情報収集の難しさ

COVID-19 の感染の確定は、指定機関での PCR 検査を通じて行われる。しかし、発熱などの症状が生じても、医師や発熱相談センターを通じ必要と認められた者のみ、検査を受けられる。その結果として、公表される感染者数は、曜日と相関した値になってしまっている。また、感染拡大の初期においては、医療機関から保健所へ、感染者に関する報告が手書きの書類を FAX により報告していることで、集計に人手を要していたという。そして、保健所では検査で陽性になった者に、行動履歴や接触歴などを聞き取り調査し、感染源や集団感染の特定を試みているものの、現在では、感染者の半数以上について接触歴等が不明のままである。中国やシンガポールでは、政府の権限の下、スマートフォンやウェアラブルデバイスを活用した積極的な感染追跡が行われている。行動履歴の追跡は、感染経路の特定と封じ込めに大きく寄与するが、それは常にプライバシー保護とのトレードオフがある。

Google と Apple は、スマートフォンに搭載された Bluetooth 機能を用いて、プライバシーへの配慮を掲げつつ、人と人との接触の追跡を可能にする仕組みをいち早く実装し、各国でこれを利用可能にした。日本においても、厚生労働省が新型コロナウイルス接触確認アプリ（COCOA)を開発し利用を呼びかけたが、そのダウンロード数は 2021 年 1 月時点で 2300 万件ほどであり、普及に歯止めがかかっている。また、主に保健所の業務の過負荷のため、COCOA を用いて陽性者登録を行ったケースは、全陽性者数の 2%程度に留まり、十分な効果が得られない状態であるとの報道もあった。技術的に情報を取得することが可能であっても、幅広い層に強制せずにシステムを普及させることの難しさ、全国の保健所も巻き込んだオペレーションの難しさを示唆している。

さらに、2021 年 2 月には、Android 端末を用いて COCOA を利用するユーザには、接触通知が到達していないという不具合が長期間にわたって生じていたことが発覚した。これを受け 2021 年 4 月には厚生労働省から、この不具合が生じた経緯と再発防止策についての報告がなされた。COCOA の開発は厚生労働省が主導していたが、実際の開発・保守・運用は、新型コロナウイルス感染者等情報把握・管理支援システム(HER-SYS)の開発を行う会社(A 社)に対する追加契約として委託されていた。A 社はさらに別の 3 社に業務を再委託し、そのうち 1 社は別の 2 社に再々委託を行っていた。このように委託先が多岐にわたった上、厚生労働省内部でも担当者の交代が頻繁にあり、適切な判断・進行管理等が行えていなかった実態が明らかになっている。通常、アプリの開発は「アジャイル開発」と呼ばれる短いサイクルで機能変更や改修を繰り返す機動的な手法が採用される。しかし、こうした調達手法は、仕様を決めて完成物を受け取る前提で契約を結ぶ、国の調達制度とは馴染まない。

今回の COCOA の問題は、こうした省庁におけるアプリ開発に関わる人材と経験の不足、契約上の問題が重なり、責任の所在が曖昧な状態で開発と運用が行われていたことが一因で

ある。この問題の解決に向けては、2021 年発足予定のデジタル庁が一つの鍵を握っている。現在の日本にとって IT の専門家を政府に招き入れ、的確なプロジェクトマネジメントができる体制を構築することは喫緊の課題と言える。同時に調達制度に関わる法令を整備し、IT システムを迅速かつ効果的に導入することができる仕組みづくりが求められる。

〇データ活用と予測、政治的判断の難しさ

医療機関や自治体には、多くのデータが集まっているが、これらのデータは、生命倫理を念頭に置いた要配慮個人情報としての扱いが必要である。個人情報の保護に関する法律では、個人情報取扱事業者は、保有する個人データについて、原則として、本人に通知している利用目的とは異なる目的で利用し、又は、本人の同意なく第三者に提供することは禁じられている。しかし、人の生命、身体又は財産の保護のために必要がある場合や、公衆衛生の向上のために特に必要がある場合であって、本人の同意を得ることが困難であるときは、個人情報取扱事業者は、本人の同意なく、個人データを目的外に利用し、又は国の機関を含む第三者に提供することができる。これまでも医療データについては、診察等において別目的で得られたデータを 2 次利用するケースがあるが、個人同意の範囲は、倫理審査委員会などにより、各研究に必要な範囲に設定されるのが通例である。

感染拡大初期から現在に至るまで、様々なスケールの感染拡大の数理シミュレーションが行われてきた。数理シミュレーション自身は、公衆衛生の一手法として古くから知見が蓄積されている。ただしこの予測では、仮定するモデル、そして計算の根拠となる各種パラメータが現実を反映しているかどうかによって、生み出される結果が大きく変わる。COVID-19 については、予測を正確にするために、先行する他国での疫学情報をベースとしながら、国の違いを反映させて、独自のモデルを作成する必要がある。同じ日本国内でも、都道府県ごとに人口分布、人口動態が大きく異なる。また、潜伏期間が 1〜14 日とばらつきがあるほか、発症から検査、検査から保健所への報告にはオペレーション上のタイムラグがあり、モデルへの入力遅延と変動がある。人と人との接触状況についても、全国民についてのミクロな活動をリアルタイムに捕捉することはできないので、広域の携帯電話の位置情報を活用したごく粗いマクロな情報を活用するしかない。

シミュレーションにより様々なシナリオを描くことはできるが、多様なシナリオの中からどのシナリオを選択するかは、前述の誤差要因を排除できない以上、究極的には主観と政治的判断に委ねられる。そのシナリオに基づいてアクションを決めるためには、国や自治体の判断力とリーダーシップが求められる。そして、予測が現実のものとならなかった場合、シミュレーション自体の有効性に対する疑念を生む事態を引き起こしかねない。これらは、データ科学の成果を活用した社会のデザインの推進の難しさを物語っており、今後知見の集積を図っていくことが望まれる。

## 第５章　科学技術の価値の結集と更なるチャレンジ

新型コロナウイルスの感染拡大防止に当たっては、その影響が地球規模で経済社会システム全般に及ぶとともに、科学によっていまだ解明されていない事象に迅速に対処することが求められることから、人類が利用し得る科学技術・イノベーションの知見を総動員することが必要である。

### （１）感染症研究の抜本的な体制強化

新型コロナウイルスの流行が拡大する中、世界では膨大な数の臨床、疫学、診断、予防、治療、ワクチン開発に関する研究成果が次々とリアルタイムで発表され、感染症研究分野における我が国の問題点が浮き彫りにされた。国立研究開発法人科学技術振興機構（JST）の集計によると、2020 年 12 月初めには世界で 1 万５千を超える関連論文が発表されたが、我が国からは 1000 報未満にとどまっており、世界では 16 位、先進 7 か国中で最下位となっている。一方で、一位の米国（15,622 報）に続き二位は中国（6,774 報）となっており、この分野でも中国の研究レベルの向上は凄まじいことが認識される。無論、感染者数の多い国から多数の論文報告が発表されていることは事実であるが、我が国が今回のパンデミックにおいて研究面で出遅れているのは事実である。専門家らは我が国の感染症研究への予算不足、人材面での層の薄さに加えて、研究体制において倫理、臨床検体の確保、解析に関する体系的な臨戦態勢が欠如していると指摘している。

2003 年の SARS 流行時から指摘されていることであるが、我が国には、感染症疫学、公衆衛生学の専門家、並びに臨床研究の専門家が少なく、これがパンデミックでの研究の出遅れに大きく影響を与えていると一因と考えられ、これらの分野における人材育成が喫緊の課題と指摘されている。

また、強化すべき研究領域として、病院ロジスティックス学が挙げられる。米国では、第一波でニューヨーク市などでも医療崩壊の状況が見られたが、第二波では医療崩壊を食い止めている。これは、病院ロジスティックスの専門家による医療資源・機材の戦略的管理が功を奏したためであり、我が国においても病院ロジスティックス学の強化が必要である。そして、データ駆動型研究の分野の遅れも顕著であり、その強化のためには個人データの活用を容易にする法令整備と、国民がそれを受け入れる環境整備も必要となる。また、オープン化によりデータ活用を促すオープンサイエンスの強化も欧米に遅れを取っている。新設されるデジタル庁で、総合的に検討・施策化されるべき課題と言えよう。

パンデミックにおける緊急事態下の研究支援体制にも、早急に改善すべき現実が見える。例えば、ワクチン開発を例に挙げると、1980 年まで日本脳炎、インフルエンザ、B 型肝炎、麻疹、流行性耳下腺炎などのワクチン開発と実用化において日本は世界のトップを走っていたが、今回の事態においては、健康・医療分野での研究開発支援のために設立された国立研究開発法人日本医療開発研究機構（AMED）による新型コロナウイルスワクチンを始めとする種々の関連医薬品開発支援では、申請ベースでの研究支援にとどまっており、米国生物医

学先端研究開発局（BARDA）などが実施したm-RNAワクチンを始めとする革新的ワクチン技術を応用した戦略的開発研究支援と比較すると、成果達成の迅速性において大きな差異が生じたと思われる。

現在進行中のCOVID-19はもとより、将来、再び遭遇するであろう新たな感染症の危機において、科学技術を駆使して迅速に対応することを可能にするため、感染症研究分野において抜本的な支援体制の強化が喫緊の課題である。第一に不足している人材育成のため、中長期の強化プログラムが重要である。若手・中堅の研究者に研究費のみならずメンタリング、海外留学支援、海外教授の招聘等の支援強化が求められる。特に、大学医学部における感染症関連講座（細菌学、ウイルス学、寄生虫学など）の減少は看過し難く、感染症学、感染症の疫学、公衆衛生（政策学）、クリニカルリサーチの専門家育成を急ぐ必要がある。また、安定した予算措置による継続性のある研究支援に加えて、BARDAのような平時には長期的視野からの感染症基礎研究の支援、緊急時には戦略的なリーダーシップにより診断、予防、治療の研究支援ができる機構の整備が望まれる。そして、様々な資金配分機関の間で、制度の枠を超えて連携できるシステムを構築し、平時でも非常時でも効果的に機能する支援体制を構築することが望まれる。

このような新たな枠組みの下、産学官連携によるコンソーシアムを設立し、アカデミアと企業の枠を超えて、様々な研究領域の研究者間の緊密かつ効率的な連携を実現した異分野が融合する研究プラットフォームの整備を急ぐ必要がある。

### （２）分野・組織を超えた総合知の形成

科学技術基本法が一部改正され、科学技術・イノベーション基本法が成立した。これを受け人文・社会科学も明確に科学技術・イノベーション基本計画に位置づけられるようになり、自然科学のみならず、人文・社会科学も含めた「総合知」を創出し、活用する仕組みの構築が求められている。COVID-19 関連の研究活動を考えた時、その対象は多岐にわたる。ウイルス学、免疫学、病理学などの基礎医学研究や、診断学、感染症学、疫学などの臨床医学や社会医学はもとより、分析機器の開発などの工学的研究、社会における人の行動変容の分析などの社会科学的な研究など、広範な目配りが必要である。

ここでは、理化学研究所（理研）における2020年初頭からのCOVID-19研究を事例として取り上げる。2020年2月、全所に対しCOVID-19に関する新しい研究提案を募り、理事長裁量経費により研究を進めることが決定された。その際、全ての分野での新型コロナウイルス対策に資する研究提案を求めるとともに、通常、研究者が重視する独創性は優先せず、いかに陳腐なアイデアでも良く、また人まねでも構わない、世界で誰かが成功すれば人類のためになる、という姿勢で研究開発を行うという方向性が示された。その結果、広い分野からの多岐にわたる提案がなされ、それらには、人工知能の研究を進める革新知能統合研究センターからの様々なデータの分析で社会科学的な課題の解決を目指す多くの課題や、工学系からの微細なウイルス粒子の検出器の開発などの複数の提案が含まれる。生命系からは、PCR

とは異なる増幅系や一分子測定法を応用した新規ウイルス検出系の提案から、治療薬や新しいアイデアによるワクチン開発に向けた多くの提案がなされた。これらの提案を吟味した上で理事長裁量経費を戦略的に配分することで、研究開発が開始された[1]。理事長の強力なリーダーシップにより、全分野の力を結集して COVID-19 に立ち向かう体制が構築されたことは、危機管理マネジメントを考える上で意義深い。

4 月の緊急事態宣言の発出に伴い、理研では所員は原則在宅勤務が指示されたが、COVID-19 関連研究は例外とし、研究の継続が決定された。理研は、放射光やスーパーコンピュータなどの特定先端大型施設の共用を担っていることから、放射光科学研究センターでは、Spring-8 や SACLA を停止することなく、COVID-19 関連の研究にビームを提供することが公表された。また、スーパーコンピュータ「富岳」の本格運用は 2021 年からであったが、使用可能な部分から利用が開始された。前述のように、「富岳」は、飛沫のシミュレーションやウイルスタンパク質の分子動態シミュレーションに貢献し、また、分子動力学計算に特化して開発した計算機 MDGRAPE-4A もウイルスタンパク質分子動態シミュレーションに力を発揮し、そのデータは速やかに公開された。構造解析やシミュレーションで得られた結果の多くを論文の執筆を待たずにデータを公開することで広く利用を促す体制が整えられた。創薬やワクチン開発は大変時間がかかるプロセスであるが、構造解析やシミュレーションなど、比較的短時間で成果の出る研究成果を速やかに公開していくことは有意義であり、第 4 章（１）で議論したオープンデータに資すると思われる。

一方、理研は病院を持たないことから、大学の医学部・病院の研究者と協力し、回復患者の末梢血中から中和抗体を産生する B 細胞を分離し、その B 細胞が産生する抗体を用いた抗 SARS-CoV-2 抗体製剤の開発も進めている。多岐にわたる分野の第一線で活動する研究者を擁する大学と、大型施設や柔軟なマネジメント体制を有する理研のような国立研究開発法人が連携する重要性を踏まえ、相乗効果を生み出していく必要があろう。

このような理研の事例も踏まえると、今回の COVID-19 に留まらず、今後も人類の脅威となるであろう種々の感染症に対し、その理解から克服に向けて、新たな研究モデルを構築することが課題となる。マウスに代表されるモデル動物を用いた研究成果をいかにヒトの理解に繋げるか、新しいヒト代替モデル系の構築やバイオリソースの高度化は今後の課題である。オープンデータ、オープンサイエンスに関しては、多様なデータの集積と活用を可能とするプラットフォームの構築が必須であり、リモートワークを進めるためには、実験研究におけるスマートラボラトリー（遠隔研究環境）の推進など、新しい研究様式の提案も必要であろう。

今回のコロナ渦が研究活動に与えた影響は小さくなく、世界的な科学技術、研究開発を取り巻く環境の変化、特に世界的な研究交流や国際頭脳循環の停滞は顕著である。また、経済活動の停滞による科学技術・研究開発に対する投資への影響も懸念される。一方、社会からは、科学技術が一体我々に何をしてくれるのか、社会生活や環境の変化へ科学技術がどのように貢献してくれるのか、といった期待を含む問いかけがなされており、研究者はこれに応

える責任がある。今後とも、国民とのコミュニケーションを深めつつ、分野横断的な知を結集した「総合知」を研ぎ澄まし、感染症の基礎的な理解に向けた新規分野横断的な研究手法の開発、将来の感染症対策に貢献し得る中長期的な視点を持った基礎・基盤的研究の実施、世界最高水準の研究基盤の高度化及び提供・利用の拡充といった多くの課題に取り組む必要がある。

### （３）ロボット・ＡＩの導入による自動化・省力化

COVID-19 の診断、治療においては、多くの医療従事者が多様な定型業務に取り組む必要があり、医療機関に慢性的な人手不足を引き起こしている。感染拡大当初、国内では PCR 検査の件数が伸び悩み、検査態勢の不備が指摘された。ウイルス検査を確実に行うためには、ウイルスの濃度が高い鼻や喉から採取した粘膜などを検体として、PCR 検査を行う。このため、まず検体採取を専従の医師が行う必要があった。この検体採取には、飛沫による感染リスクも伴う。この問題を解決するために、ロボットを用いて検体採取を行うシステムの開発も行われた。また、発症から９日以内であれば、鼻咽頭の粘液と唾液の間で検査精度について良好な一致率が認められるとの研究結果が示されたことを受け、2020 年 6 月からは、一定の条件の下、唾液を用いた PCR 検査が可能になっている。唾液を用いる場合は患者自身が自分で検体を採取できるようになり、検査の迅速化・省力化が進んだ。

検体の採取を終えた後も、検体を専用容器に移し替えたり、PCR 装置を操作したりするマニュアル作業が多く存在する。そこで、国内メーカーによって、採取した唾液などの検体をセットすれば、検体の移し替え作業などを自動で行い、前処理やデータの読み取りも不要な装置が開発された。これらの装置を使うことで、検査に関する専門的な知識がない医療関係者でも活用できるようになった。

自動化・省力化は、製造業分野においても近年の中心的課題であった。熟練技術者の技を継承し、より高品質なモノづくりの実現を可能にする、完全自動化された無人工場が昨今のトレンドになっていたが、それに拍車をかけたのが COVID-19 の流行である。工場に人を集めて生産活動を行うことに制約が課され、人に頼った生産現場では工場の稼働停止のリスクが顕在化した。自動化が努力目標ではなくリアルな課題になったことで、スマート化が一気に進んでいる。機器の操作だけでなく、自動化の対象は事務処理にも広がる。医療現場では電子カルテシステムから必要な情報を抜き出し、新型コロナウイルス感染者等情報把握・管理支援システム(HER-SYS)へデータを入力し、入力結果を関係者にメールで送付するといったことが日常的に行われているが、それぞれのシステムは独立に稼働しており、これまでは病院職員が手動で単純作業を繰り返すしかなかった。こうした異種システムの情報を統合するには、別の専用ソフトが必要になる。今後、機器の操作から情報の流通まで一気通貫で処理できるようにするには、データフォーマットの整理や、機器間のインターフェースのフォーマットの統一化が重要になる。

ロボットや AI は、単純作業の自動化から、より創造的な仕事や、複雑な判断を伴う領域

でも活用されるようになることは確実だろう。これまで現場の人間がケースバイケースで対応してきたことが、人の介在なく自動的に処理される。決まった動作を繰り返すだけであればロボットやAIが得意であるが、不測の事態に備えたり、判断ロジックに誤りがあった場合への対応については、今後社会でその取り扱いを議論していく必要があるだろう。

### （4）遠隔講義がもたらす高等教育の変革

新型コロナウイルス感染症が拡大する中、2020 年４月から大学等においては遠隔授業の取組が一気に進んだ。ここでは、当時の状況を、七国立大学及び国立情報学研究所（NII）の活動を中心に報告するとともに、明らかになったいくつかの課題を提示し、日本における高等教育のデータ駆動型教育への転換に関する提言を行う[1]。

新型コロナウイルス感染症緊急事態宣言下にあっても、高等教育を止めない、世界に一切遅れを取らないことを第一に、2020 年 3 月末から 5 月まで各大学の IT 支援者は膨大な数の学生と教員の遠隔講義対応に眠る間もなく従事した。

対面授業で行われてきた膨大な数の講義を一斉に IT 支援研究者・スタッフの支援の下、遠隔オンライン化する必要性に迫られたが、その数は、東京大学だけで 5000 講義、東北大学で 4400 講義であった。

2020 年 2 月当時、中国での感染症拡大の中、緊急で 600 名規模のオンライン国際会議が試行的に開催され、成功裏に終わった。この様子が IT 技術者に伝わり、その可能性を認識したとともに、なぜ今まで活用されてこなかったのか不思議に思うくらい効率的な方法であることを実感した。

国内では 2020 年 3 月の学会開催がほぼ壊滅状態にある中、国立情報学研究所（NII）が率先してオンライン講義が可能であることを示してきた。また、卒業式も 2020 年 3 月に東京大学ではオンラインで開催し､歴史上初めて東京大学の卒業式が LINE で全国に配信された。大規模オンライン講義は未曾有のものであったことから、大きな大学が率先して行い、失敗しても、その経験知を皆で共有することを目的として、「Fail Fast, Cheap, Smart」で試行錯誤を重ね、教師無しの状況の下でその構築を進めていった。

そして、実践された大学等遠隔授業の様々な取組から、共有すべき事項として以下のものが抽出された。これらは、高等教育のみならず初等中等教育においてもオンライン講義実施に当たって重要な事項であるとともに、法整備や教育制度整備等を行う場合に極めて参考になる知見である。

- 遠隔講義の作法：講義の作り方、著作権、通信環境、LMS、教育データの利用
- 遠隔講義では困難な科目：実験、実習
- 試験：監視方式、オープン方式、対面試験
- アンケート：オンライン化における学生の気持ち、 先生の気持ちの収集と分析
- 人生観：戦後直後に比べればまし、人間の人生を考え直す時期

- こころの問題：ストレス高いと免疫力が低下する　（落語や笑いの重要性）
- 世界事情：米国（ハーバード大学、MIT)、中国（北京大学)、ドイツ、韓国、メキシコ等からの教育現場の声
- 運動：日本体育大学、バーチャレ（Virtual Distance Challenge）
- 初等中等教育におけるオンライン化：小学校、中高等学校での取組

初めてのことでもあり、オンライン遠隔講義は試行錯誤が続いたが、失敗が委縮効果を生まないように、何が問題だったのか、どうすれば解決できるかについて徹底的に検討を進め、その結果いくつかのことが判明した。

先ず、著作権制限の問題が遠隔オンライン講義実施では特に重要となる。著作権や著作隣接権を有する著作物を教材として公衆送信する場合は、著作権等を個別に許諾を得る必要があった。遠隔オンライン講義を実施するに当たって、著作権保護と円滑な著作物利用を目的とする「授業目的公衆送信補償金制度」を教育現場で早期に無料で利用できるようにすることが必要と考え、七国立大学総長と国立情報学研究所所長名で文化庁長官に申し出た[2]（注）。

3 月末に「４月からの大学等遠隔授業に関する取組状況共有サイバーシンポジウム」を NII と文部科学省が連携して実施し、オンラインによる遠隔講義を実施する上での経験知を共有することの重要性とそのニーズの広さを認識した。

さらに、データのやり取りを行う通信帯域の枯渇を未然に防ぐために、「データダイエット宣言」を作成した。これは、通信量に配慮した授業の実施・設計手法を講義提供者と受講者へ提案している。骨子は、オンライン授業では通信量（データ量）が極力小さくなるように工夫を求めるものである。高等教育の通信量を全体として低下させる講義設計に取り組むことにより、中等教育、初等教育に通信帯域を確保することが可能となる。

その他、オンライン講義に取り組むための課題として、講義、実習、試験の実施方法についての更なる検討と方式の開発が必要で、部分的な検証が 2020 年度に試みられた。

オンライン講義実施のアンケート調査[3]では、場所や時間の拘束が少ないというメリットを８割の教員や学生が肯定的に感じていたことが判明した。他方、学生側からすると教員から課題が過度に出されることにより、学習時間が極めて長時間化し、学生の負荷が高まった場合も見られ、負荷の高い学生へのケアが必要であることも課題であることが判明した。

---

（注）　この制度により、教育現場において個別の許諾を要することなく、様々な著作物をより円滑に利用できることになった。2020 年度に限り教育機関の設置者が一括して支払う補償金が特例的に無償とされていたが、2021 年度以降については、補償金の額が文化庁長官により認可された。

遠隔講義は基本的に好評であった反面、限界も認識された。特に新入生については、講義だけでない、学生生活の定着の問題等課題が多いこと、実習・演習は難しいこと、試験実施の課題、通信環境による講義の品質差などの課題がある。

その結果、対面講義とオンライン講義を組み合わせたハイブリッド講義の開発が求められている。ハイブリッド講義の実施については、開発途上ではあるが、2020 年後期から対面講義とオンライン講義の併用を推進している。対面式であることだけで講義の質が担保されるわけではないので、良いところをミックスしたハイブリッド講義の取組に各大学が全力で取り組んでいるところであるが、いまだ技術的な課題も積み残されている。例えば、音響の問題、実施の方式などが挙げられる。また遠隔講義では、これまで対面が苦手であった学生や、質問することに躊躇する学生にとって、心理的抵抗感が低いため良い面があることがわかってきた。

人的資源、資金面で余力の無い中規模、小規模の大学に対して、大きな資源を有する大規模大学は援助することが必要と考える。大規模大学が有する資源をクラウド型で提供すること、講義コンテンツの作成、大学間での資源とコンテンツの相互乗り入れの推進を検討すべきである。

遠隔オンライン授業の実施の中から、これからの教育の向かうべき方向性が「データ駆動型」であるという確信が増す。サイエンスにおいては、「データ」が中心的役割を担う時代を理論・実験・計算に次ぐ第四のパラダイムと称しており、2009 年に提唱されたデータ駆動型サイエンスの勃興を契機として、新たなパラダイムへのシフトが実現しつつある。

特に、教育をデータ駆動型に移行させるために変革すべき点として、教育ビッグデータに関する法整備、教育ビッグデータ IT 基盤の整備、初等・中等教育を全国的にデータで捕捉し、施策の定量的効果測定の実現、すなわち、教育コホートの確立が挙げられる。また文部科学省は、データ駆動型教育実現のために、基本データは共通のデータフォーマットとして整備を行うべきである。

また、従来の高等教育における組織的運用の概念にとらわれることなく、どこの大学の学生でも他の大学の講義を聴講できるようにする単位互換制度が重要と考える。これにより、地方大学の学生が所属する大学の教員からだけでなく、様々な大学に存在する広い知識を身に付けられるようになり、ひいてはイノベーションに新たな道筋をつけるものと考えられる。

## 第６章　検査・診断・予防・治療体制の拡充と高度化

感染症対策は、世界的なパンデミックという観点からは国際的な連携協力の下に進めるべきものである。一方、公衆衛生上の極めて重要な政府の施策でもあり、特に欧米諸国では明確な戦略・方針を持ち、感染症治療薬・ワクチンはその戦略に必要不可欠な物資として位置づけられ、官民の協力の下にそれらの開発・供給を行う仕組みが確立している。また、アジア諸国でも、重症急性呼吸器症候群（SARS）や中東呼吸器症候群（MERS）を経験したこと

から、感染症対策の充実が図られてきていた。日本においても、治療薬・ワクチンは諸外国と同様に位置づけられているが、政府として感染症予防対策、検査・診断対策、治療薬・ワクチンの研究開発、製造、安定供給、規制等の面で、平時より十分な準備を整えてきたとは言い難い状況にあると指摘されている。

特に、企業にとって、感染症領域の治療薬・ワクチンに関する研究開発は、収益予見性の面から参入が進みにくい疾患領域となっており、国内において、当該領域に取り組む企業は年々減少している。このことが、民間における感染症分野の研究者の減少、新たな技術開発基盤の脆弱化を招いているとも指摘されている。今後、新型コロナウイルスの変異株の拡大への対応も含め、新興・再興感染症に対する迅速な対応を可能にするためには、平時から感染症対策としての、検査・診断・予防・治療体制の拡充と高度化が必要である。

### （1）検査・診断能力・体制の抜本的強化

感染症対策を講ずる際にまず必要なことは、感染者を特定し、感染の広がりを把握することである。COVID-19 の感染者の特定に関しては、PCR 検査が最も有効とされており、基本的に PCR 検査の大規模な実施が感染制御に必須と考えられる。

我が国における PCR 検査能力に関しては、比較的早い段階から規模の不十分さが指摘され、検査能力の拡大の必要性は政策的に認識されており、政府としても拡大の意図表明を行っていた。しかし、検査件数がなかなか増加しなかった要因として、保健所の業務過多や検体採取の体制などが挙げられ、その解消の必要性が検討され続けてきたという経緯がある[6]。また、当初の段階では、検査試薬の海外からの調達が円滑に進まなかったとの指摘もあった。

PCR 検査の件数が増えない理由の分析と対策に関しては、2020 年 5 月頃には、以下のような指摘があった[1]。

<u>行政側の要因</u>

- PCR 検査の利用に関する国の司令塔機能（情報収集、戦略、指揮、調整、広報等）の所在が明確化されていない
- 緊急事態の発動と解除及び社会経済活動の起動の判断、感染症対策の効果の評価指標として活用するための PCR 検査件数の拡大と財源の確保が実行に移されていない

<u>検査施設側の要因</u>

- 信頼性ある PCR 検査のための精度確保のための調査（外部精度評価）と施設間格差の是正、精度管理物質の利用の促進がなされていない等

<u>企業側の要因</u>

- 海外発注への依存からくる不安定な PCR 検査の試薬供給、ニーズに合わせた需給調整機能の構築がなされていない等

さらに、特に当初は、急激な感染者数の増加が医療現場に混乱をもたらすことを恐れて、PCR 検査能力の拡大に意図的に消極的であったと指摘する報道もあった。2020 年 5 月には、PCR 検査を受ける目安の緩和（「37・5 度以上の発熱が 4 日以上続いた場合」などとしていた受診の目安を改め、高熱などの強い症状があればすぐに相談・受診するよう薦めることとされた）も行われたが、クラスターを形成する感染者と濃厚接触者として医師が必要と認める者を PCR 検査の対象とするという基本的な原則は変わらず、無症状者が大規模に PCR 検査を受けるという方向にはならなかった。なお、現在は民間検査の導入によりこの点は改善され、PCR 検査数も大幅に増加したが、民間検査では詳細な個人情報を収集しておらず、国の感染対策に活用されていない。この点でも、国全体として明確な戦略の下に早期に検査体制を構築すべきであったと考えられる。

なお、厚生労働省の発表によると、2021 年 4 月 10 日時点の PCR 検査の最大能力は 181,691 件／日 とされている一方、実際の 1 日の最大検査数は 2021 年 3 月 25 日の 95,689 件 であり、検査能力に余力があるようにも見える。少なくとも、当初の時期のように検査を受けるべき者が検査を受けられないという状況はおおむね解消していると見られる。

しかしながら、COVID-19 は無症状や軽症例が多く、すべての感染者を把握するのは実質的に困難であり、SARS、MERS といったこれまでのコロナウイルスによる感染拡大と異なり、感染連鎖を認識しにくく、実際に家庭内感染や感染経路不明の感染者の拡大が見られる。したがって、感染者の大幅な拡大という状況下での課題は、PCR 検査数の問題としてのみ捉えるのではなく、これまでの基本的考え方であるクラスター理論を前提とした検査対象者の選定方針そのものの再考が求められる。すなわち、収集した様々なデータをデータサイエンティストと共に活用して、市中感染の実態を考慮した感染状況のシミュレーションを行うなど、データ駆動型対策が必要となる[10]。

なお、PCR 検査拡大に反対する理由として、偽陽性への懸念が指摘されているが、偽陽性は、再検査や抗原検査を組み合わせることにより低減させることが可能と考えられ、海外においても偽陽性については問題視されていない。一方、日本では、偽陰性への懸念も指摘される。偽陽性よりも偽陰性の方が圧倒的に多く、検査が陰性であっても、無感染を保証するものではない。感染拡大抑止と経済社会活動の両立のために PCR 検査をどのように活用すべきか、疫学と臨床医学の両面から包括的に協働していくことが必要である。

医療現場における検査の運用に当たっては、検査精度・信頼性の向上を図ることも重要である。採取指導、教育・訓練等の充実、検査の精度保証の構築により、偽陽性結果を回避することが可能となろう。検査手法の国際標準化を通じた検査機関に対する第三者認定の付与も有効と考えられる。また、2021 年 1 月から行政検査において条件付き利用が認められた、複数の検体を混ぜて PCR 検査を行う「プール方式」の導入も、大規模な検査の効率的な実施を可能にしていく上で重要である。

さらに、新たな社会的共通資本として製造業における工場を模擬した大規模分析工場（Large Analysis Factory: LAF）の必要性についても検討が望まれる。すなわち、現実に

実装可能な高い正確度の全自動検査装置を工場設備のように多数稼働させ、可動ロボットとの組み合わせにより、多品種大量生産工場のように検査目的に従って、ラインを自由に変更できるような検査システムが構想されている[11]。

クラスター発生時の濃厚接触者に対する検査は次の大規模流行の感染源を抑制するためには有効であり、これからも続けなければならない。しかし観察されない市中の感染状況を把握し、これを抑制する効果は乏しい。実際、昨年の流行開始当初から感染者の約半数は経路不明者であり、クラスター対応だけでは、経路不明者の抑制につながらず、緊急事態宣言を繰り返す状況が続いている。このため流行を終息させるためには、従来の検査方針を見直す必要がある。具体的には、政府はクラスター対策に加えて、感染源となる市中感染の状況を把握するとともに、感染率の高い集団や感染拡大を起こす可能性の高い集団、及び社会経済上感染すると影響の大きい人達に対する検査体制を強化すべきである。

なお、内容の更なる精査を必要とするが、中国の武漢で、2020 年 5 月 14 日～6 月 1 日の 19 日間に、6 歳以上の全市民約 990 万人を対象に集中的に実施され、300 人の陽性反応（無症状）を検出、隔離し、その後の新規感染者が大幅に抑制されたという報告がなされているが、日本においては、全国からランダムサンプリングして、一律に検査することは適当とは考えられない。ちなみに日本においては、2021 年 2 月から内閣官房新型コロナウイルス感染症対策推進室が中心となり、一部の地域で、市レベルや繁華街等で PCR 検査・抗原検査によるモニタリング検査が開始された。検査数はまだ少ないが、全体に無症状者の 0.1 から 0.3%が陽性であり、県によっては 0.9%、さらに飲食関係のサービスに従事している人の 1.6%が陽性だったというデータが既に存在する。しかしながら、こうした取組はまだ国のコロナ対策に十分に取り入れられていない。クラスター対策はこれからも維持しなければならないが、感染拡大の原因と結果を科学的に考えれば、感染源である市中のハイリスク者に対する検査を強化すべきことは明らかである。専門家集団であるアカデミアからこの点に対する指摘が公的に表明されていないことを懸念する。

一方、「英国型」や「南アフリカ型」をはじめ多種類の変異した新型コロナウイルスが米欧や日本を含むアジアなど多地域に広がった。これまでの研究では、重症化のリスクが高い、あるいは感染力が強いとされる型も報告されている。こうした特徴を持つ変異ウイルスのまん延を防ぐためには、入国者の空港での検疫など水際対策を徹底しつつ、市中感染を的確に把握するため、ウイルスの全ゲノムの解析体制の拡充が必要となる。そのため PCR 検査の拡大と変異ウイルスを迅速に検出する手法の開発が重要である。

以上から、検査・診断能力・体制に関して以下を提案する。

- 医療機関の受け入れ態勢を充実し、宿泊療養施設を確保しつつ、無症状感染者を広く発見するためには、クラスター周辺や有症状者の枠を超えて PCR 検査対象者を大幅に拡大し、感染拡大防止を強力に推進すべき
- 更なる PCR 検査能力の大幅拡大のために、検査装置・機器の自動化や取扱いの容易化を含

め、検査システムの共同利用の推進、検査体制の円滑化、さらに検査データの一元管理による感染対策への活用等に一層取り組むべき

- 変異ウイルスのまん延を防ぐため、ウイルスの全ゲノムの解析体制の拡充や変異ウイルスを迅速に検出する手法の開発に取り組むべき
- 行政検査、医療機関での検査、民間検査のデータを一元的に集約し、全国の感染対策に活用すべき

### （２）ワクチン研究開発の加速化及び開発体制強化

ワクチンは感染拡大予防対策の中核であり、ワクチンの予防接種は過去、現在を含めて最も成功した医療技術の一つであるとされる。

今日、ワクチン開発研究は、科学技術の集合体とも言えるものであり、ワクチンの新たな開発手法の適用により、従来では考えられなかったスピードで、世界で多数の COVID-19 ワクチンが開発されつつある（第８章（２）参照）。海外では、mRNA ワクチンやウイルスベクターワクチンの開発が先行しており、ファイザーの mRNA ワクチンは、すでに英米で緊急接種が許可され接種が行われ、モデルナの mRNA ワクチンも米国で接種が開始されている。なお、ウェブサイト「アワ・ワールド・データ」の集計によると、ワクチンの接種回数の多い国は、2021 年 4 月 11 日時点で、米国（1 億 8,705 万回）、中国（1 億 6,734 万回）、インド（1 億 453 万回）、英国（3,959 万回）、ブラジル（2,674 万回）、トルコ（1,849 万回）、ドイツ（1,823 万回）等の順となっており、世界全体では、7 億 8,819 万回となっている。

日本では、ファイザー、モデルナ、アストラゼネカ各社とワクチンの供給を受けることについてすでに契約又は基本合意を締結しており、ファイザーからは 2020 年 12 月 18 日に承認申請が行われた後、2021 年 2 月 14 日に承認され、2 月 17 日からは医療関係者に対し、4 月 12 日からは高齢者に対し、ワクチンの接種が開始された。なお、4 月 9 日までの接種回数の実績は 1,592,517 回である。残る 2 社のワクチンについては、それぞれ 2021 年 2 月と 3 月に承認申請が提出された。

2020 年、新型コロナウイルスのパンデミックは、「ワクチン研究の重要性と緊急性」を改めて浮き彫りにしたともいえる。日本においては、補正予算等も活用しつつ、国立研究開発法人日本医療研究開発機構（AMED）の支援により、従来の組換えタンパク質など複数の方法によるワクチン開発が進められている。すでに臨床試験が開始されたものも見られるが、諸外国と比べると段階の進み具合が遅いとされており、ワクチン研究開発体制・手法が、世界の最先端に追いついていけてないのではないかと危惧され、早急な対応策の検討が必要となっている。

COVID-19 の感染拡大防止に、ワクチンの開発と普及が重要であることは言うまでもないが、一方で、ワクチンは感染症に罹患していない健常人や基礎疾患のある人にも接種することから、極めて高い安全性が求められる。緊急性だけが優先され、安全性の確認が疎かになってはならない。同時に正確な情報発信によって国民の信頼を得る活動も重要である。

なお、既存のワクチンには、既に確認されている変異ウイルスに対しても「一定の効果がある」や「低減する」との研究結果も出始めているが、さらに異なる変異ウイルスの発生の可能性もあり、それに対応できるワクチン開発が速やかに開始できるよう準備しておくことが必要である。 今後、更にワクチン開発研究に求められるものは何か。その鍵の第一は、ヒト免疫の多様性の理解に基づくワクチン設計であり、第二は、病原体の「アキレス腱」を見つけ、それを射る「矢」となる免疫応答を見出し、それを再現する新次元のワクチンデザインの開発と考える。

日本においては、これまでの感染症研究におけるワクチン開発（コロナウイルス mRNA ワクチン、アジュヴァント免疫療法、粘膜投与ワクチン）の成果を最大限に生かし、ヒトの多様な免疫反応を多次元・高解像度で解析（プロファイリング）し、ワクチン設計を「モジュール化」する技術を開発することにより、迅速かつ正確に免疫を誘導できる新次元のワクチンデザインが可能になるであろう。そのためのシステムの構築が必要である。

以上から、ワクチン研究開発に関して以下を提案する。

- 我が国における当面のワクチン開発を加速化するとともに、国産ワクチンは外交的な戦略手段としても活用可能なものと認識して、今後のワクチン研究開発体制そのものの抜本的強化を図る。

**（３）治療薬開発の迅速化**

COVID-19 の治療薬開発は大きな課題であるが、既存薬の評価により、すでに、エボラウイルス病の治療薬として開発されたレムデシビルが承認されたものの、生存率向上への意義は不明な点もある。新型インフルエンザ治療薬として承認されたアビガンも介入試験により、軽症者の改善に統計的に有意差が認められたというが、薬事承認には至っていない。なおアビガンについては、治療薬の審査期間を、6 か月程度を目標に短縮する「先駆け審査指定制度」という制度があるものの、厚生労働大臣が、アビガンなど新型コロナウイルス治療薬の承認審査については、6 か月にこだわるつもりは全くなく、できる限り短く対応していきたいと述べたことがあった。さらに、観察研究のデータでアビガンが早期承認されるという話が報道されたときに、有識者からいくつもの反対意見が出された。これは比較対照のない臨床観察のみで承認申請を行おうとしたためである。なお現在は、アビガンを COVID-19 に使用するのは適応外使用である。このため有効性や安全性を研究することは、観察研究であっても特定臨床研究の対象となり、そのハードルは高い。この機会に、ワクチン・治療薬の有効性と安全性、そして倫理的側面から再考し、社会全体で認識を共有する必要がある。

また、治療薬の研究開発の推進には、研究基盤・基礎研究の充実、具体的には：

1. イノベーションが期待される技術分野における積極的な産学官の連携

2. 発症メカニズム・重症化メカニズムの解明による新たな創薬・治療法の開発
3. 公的機関による既存の医薬品等をプールしたライブラリーの構築
4. 公的機関での感染症研究に必要な設備拡充と製薬企業との共同利用の促進
5. 最新の疫学情報、菌株・ウイルスを迅速に世界で共有する仕組みの構築
6. グローバルな連携と産学官連携による研究開発の推進

及び、重症化予防等を目的とした既存薬等の適応拡大のための臨床開発支援促進、Real World Data (RWD)・Real World Evidence(RWE)を活用した迅速な臨床開発の推進など、臨床開発の加速が必要との指摘がある。[7]

また、諸外国の技術への依存度を低減するため、製造技術の向上・生産能力の拡充、恒常的な安定供給の実現が必要とも指摘されている。将来的なパンデミックに対応するためにも、治療薬の開発原理を生み出す科学や社会実装に不可欠な産学連携の支援を強化するとともに、医薬品や医療機器、そして医療従事者用物資については、安全保障の観点からも、国内製造への転換促進や備蓄を行っていくべきであるとの指摘もある。[7]

以上から、治療薬の開発に関して以下を提案する。

- 我が国における当面の治療薬の研究開発を加速化するとともに、治療薬の開発原理を生み出す科学や社会実装に不可欠な産学連携の支援を強化するなど、今後の治療薬の開発体制そのものの強化を図る。

## 第７章　危機管理体制の再考

### （１）日本の危機管理の現状に対する評価

1918 年から流行が始まったスペイン風邪以降、これまで大きなパンデミックの打撃を受けた経験が少ない日本は、感染症に対する危機管理体制が未熟なまま、今回の COVID-19 のグローバル・パンデミックに晒された。これは、SARS や MERS の手痛い経験に基づいて危機管理態勢を整備した他のアジア諸国、豪州、ニュージーランドなどとの違いであり、感染者数の圧倒的な差となって表れている。この機会に、これまで国内外の機関により出されてきた日本の感染症対応に関する提言の実施状況について、早急に総点検を行い、レジリエントな社会への移行を目指して、国全体として危機管理体制の抜本的強化を図る必要がある。

遡れば、厚生労働省の新型インフルエンザ対策総括会議が 2010 年 6 月に策定した報告書では、意思決定システム、危機管理、サーベイランス、水際対策、公衆衛生対策、医療体制などについて提言しているが、これまで十分に整備されてこなかった。また、世界保健機関(WHO)の Joint External Evaluation 報告書 (2018) は、Emergency Operations Center(EOC)の配置、省庁横断的な調整メカニズムの強化、リスクコミュニケーションに対する戦略的見直しなどを提言したが、いずれも日本は整備せずに放置していた。さらには、2005 年に改定された国際保健規則 (IHR) によれば、リスクアセスメントに基づいた対策の立案・実施が求められ、すでにリスクマネジメントサイクルがグローバルスタンダードとなっている

にもかかわらず、日本では不十分のままである。以上の諸点の整備について、全体的な方針として政府レベルで策定されることがまずは望まれる。

また、国・都道府県・保健所・市区町村レベルでの体制が必要なことはすでに明らかであるが、権限関係、データの共有などで多くの課題が浮かび上がっている。感染拡大では、地域の対応能力の重要性が高いため、医療資機材（PPE）の備蓄や保健所などの体制整備が喫緊の課題となっている。一方、現在は各地域の保健所の能力に依存しているが、東京／大阪／札幌などの大都市では限界に近づいている。しかも東京の人口規模になると、解析・制御するのももはや限界である。大都市における保健所の態勢の整備は更なる課題である。

そして、疫学研究を担う人材が絶対的に不足しているが、今後の新たな感染症への対応をも勘案すれば、自治体における感染症の担当者のスキルアップを図るとともに、十分な人員を確保することが必要であり、一過性に終わらせないためには、キャリアパスを構築することも不可欠である。

### （２）迅速な情報共有

日本の感染症対策の柱であるクラスター対策をより有効にするには、国・都道府県・市区町村での迅速な情報共有が必要である。しかしながら、COVID-19 での厚生労働省クラスター対策班は、通信容量も小さい環境で個々のスタッフが分析を行っており、遠隔地とのビデオ会議による迅速な情報共有もままならない状況である。中央での対策センターの通信環境の整備が今後の重要課題である。

また、地方自治体がそれぞれ把握するデータを国全体として共有することが極めて困難である。今回は、クラスター対策班で独自に、自治体の公表データを手作業でデータベースに入力し直し、解析を実施したが、極めて手間のかかる非効率な態勢である。またその情報公開について、自治体のクリアランスが取れない場合が多いという問題もある。

その大きな原因は個人情報保護である。情報を公開するに当たって、個人情報保護への配慮から解析に必要な情報が抜け落ちていく。自治体からの情報を公開できないのは、それぞれの自治体が制定する個人情報保護条例の規定ぶりが異なり、データのリンクを完全に切り分けることが難しいからである。また、自治体の立場として、国にデータを出した際、確認なしに論文などに利用されたという過去のいきさつがあり、また都道府県において域内市町村間の調整ができず、オープンデータのプラットフォームができないといった構造的問題がある。

がん対策推進法においては、がん登録を促進するために個人情報保護について特例が設けられている。感染症に関する情報の収集・解析についても、個人情報保護法等の規定の例外措置として位置づけ、デジタル庁を中心に、統一的なルールの策定と整合性のとれた情報システムの構築を早急に実行に移すことが必要である。

また、情報管理と情報公開による開示とは区別すべきである。特に、緊急時においては、情報を即時に開示することのメリットが優先されるべきであり、そのための社会的コンセ

ンサスを形成し、ルールとして明文化していく必要がある。なお、自治体の名前が特定されるという懸念については、個人情報保護とは切り分けて、緊急時において、市民一人一人が自ら考え行動できるように情報を開示することの有用性について、自治体に対して広く理解を促進していく努力を積み重ねるべきである。

### （３） 危機に備えた医療ロジスティクスの再構築

COVID-19 の感染拡大では、医療資機材の供給量の不足が深刻な問題であった。

医療資機材（PPE）は、病院に届くところまでは追跡できるが、病院内でそれぞれの時点でどのように使用されているのかが分からないのが現状である。一方、医薬品・医療機器については、2019 年の薬機法の改正により、バーコードの記載が義務付けられた。

これらについては、バーコードや RFID（Radio Frequency Identifier）などで、医療資機材の生産から消費までのトレーサビリティデータを蓄積することが必要である。それにより院内物流を効率化し、入力負荷の軽減、請求漏れの防止と医療資機材の流通と消費の可視化を図ることができるからである。

新型コロナウイルス感染者等情報把握・管理支援システム（HER-SYS）を利用する際には、医療材料については手作業で入力しており、FAX による情報を転記しているのが現状である。医薬品と同様に、統一的なバーコードを付してナショナルデータベースとして集約し、電子カルテと連携させて、危機に備えた医療ロジスティクスの再構築を図るべきである。

さらに、病院・卸の間で EDI（Electronic Data Interchange）を推進すれば、少なくとも病院に何がどれだけ届いたかがほぼリアルタイムで分かり、国全体でデータを共有すれば、現場の状況が一目で分かるようになるであろう。

以上のシステムの改善に当たって留意すべきは、病院には経営上在庫を持たないことが善という基本的な考え方があることである。保険制度に収載される医薬品・医療機器は責任者が目を光らせて管理するが、物流部門は外部化され、卸から情報を収集することが通例であり、リスク管理の脆弱性になっている。病院経営が苦しい状況の中で、病院全体に導入メリットがあるシステムを構築すれば、広く普及することが期待できる。

### （４）リスクコミュニケーション

今回の一連の感染拡大の中では、政府による国民への説明が不足していたという問題がある一方で、様々な専門家が独自の観点から意見を表明し、テレビ・週刊誌などのマスメディアを通じて政府の施策に対する激しい批判を投げかける場面が見られた。市民にとっては、何を信頼すればよいのか分からないという不安に苛まれることにもなった。

感染拡大防止のためには、政府・専門家と国民との円滑な対話において、信頼できる専門家による客観的なエビデンスに基づいたコミュニケーションが極めて重要である。政府で政策決定に携わる専門家が最も決定的な情報を持ち、その上で決定を行っているが、先にも触れたように、個人情報との関係で公開できる情報が制約されていることで、国民に客観的

なエビデンスが適切に伝達されないことが起こり得る。この問題を解消することは、社会不安を沈静化させることにもつながるであろう。

また、政府と専門家の意思疎通についても、透明性のあるコミュニケーションがなされていることが国民に見えることも重要である。専門家の適切な制度配置や、政策会議の会議資料や議事録の適切な公開も重要である。

感染症の場合は、人による行動やコンディションにばらつきがあり、ウイルスの挙動の不確実性も避けられないため、確定的な判断は極めて困難である。したがって、与えられた情報の中で、取り得る最善の方策について説明することが求められると当時に、国民一般と個々人とでは受け止めが異なってくることもまた必定である。大多数の国民に行動変容を呼びかけるには、エビデンスに基づく論理（ロゴス）による説明を重視しながら、感情に訴える情熱（パトス）も必要になる。そのため、専門家が一般に向けて分かりやすく話すだけではなく、国民からの要望に応えるという双方向的なコミュニケーションの中で共通認識を見いだすことが重要である。

そして、こうしたリスクコミュニケーションのシステムの構築には、医学的知見や法制度的知見はもちろんのこと、現実を見える化しながら正しく伝えるシステムを粘り強く設計し続ける、エンジニアリングの果たす役割が大きいことが強調されるべきである。

## 第８章　政策対話と国際連携

### （１）科学的根拠に基づく助言

近年欧州では、証拠に基づく政策形成（Evidence-Based Policy Making）から証拠に関する達識に基づいた政策形成（Evidence-Informed Policy Making）への転換が進んでいる。証拠―エビデンスに関する認識の高まり、また研究とその資金に関する現状から、エビデンスの解釈が一通りではないこと、また政策は学術的なエビデンス以外の多くの因子によって決定されることを含有した概念が形成されてきた。この概念では、「エビデンス」は研究結果に限らず、暗黙の知識、政策決定者や政治家の長い経験によって培った知識を抱合する[1]。

日本においては、政策への助言として様々な学協会や日本学術会議の提言が作られているが、政策決定に当たってその多くが見過ごされてきた事実が、最近になって急速に見直されている。政策がデータに基づくことは重要であるが、それによってデータになっていない質的な見識を覆い隠してしまうと、変わりゆく状況やローカルな不測の事態を無視し、誤った「証拠に基づいた」解決策を提示することにつながりかねない[1]。データに基づきながら、学際的かつ多様な立場の意見が集約され、政治的・政策的な文脈を理解して、政策を決定する側とそれによって影響を受ける側の「助けとなる」提言、つまり助言が必要である。

政治と科学の間に信頼関係を構築するためには、政治家・政策決定者と科学者の間で、明日をより良い方向に導くための前提を共有し、対話を積み重ねていくなど、政策共創能

力を高めていく息の長い交流活動が不可欠である。政治家の科学リテラシーと科学者の政治リテラシーの両方を高めるため、特に現在から今後の科学技術開発の担い手である若手研究者がコミットして政治家と対話することで、5年後、10年後、その先の日本社会のあるべき姿を提言することが重要であり、政治には、それを受け止める理解と度量を持っていただくことを期待する。その一例として設けられた日本工学アカデミーの「政治家と科学者の対話」を促進する活動を維持・発展させることが重要である。また、世界的にはINGSA（政府に対する科学的助言に関する国際ネットワーク：注）が若手研究者や行政官を対象に科学的助言能力構築ワークショップを行っている[2]が、日本の中でもそうした機会の創設や拡大、体制の構築が早急に求められる。先進諸国では科学者の組織体としてのアカデミーと立法府・国会議員との間には多様な関係、情報の交流があり、これが社会の課題に対処する際の関係者間での共通の基盤を作っているので、中長期的には我が国でも同様の構造を作っていく努力が求められる。

特に新型コロナ感染症対策といった課題では、国民一人一人の行動変容が求められたため、社会的・行動的な決定要因に対する考察が重要である。例えば、人々の間の不安が分断や差別を生み出した。こうした社会的不和は、フェイクニュースの拡散や感染者の情報提供の拒否につながり、ひいては保健所職員、医療従事者の労働負担増、精神的負担の増加や離職につながり、感染症対策の足枷になりかねない。そのためにも、社会科学や倫理の知見が重要である。感染症に対するワクチンなどのサプライサイドの提言に留まらず、医療サービスや社会システムの観点を含めた包括的な助言が重要であるが、緊急事態が起こってから多様な専門家を集め新しい仕組みを作るのは難しく、平時から科学者の集団的な力を結集できる体制の構築と、共通原則を特定して、議論の場を通じて社会に働きかけることが重要である。そうした活動を継続することで、緊急時に学際的な科学者の集団がまとまって目標に進むことができる。

### （２）グローバルな英知の結集

新型コロナウイルス感染症対策として、ワクチン開発とその提供に関する国際的枠組み、そのための国際公共財（Global Commons）への貢献が重要である。2010年、世界保健機関（WHO）のエキスパートグループが保健に関する研究の調整が不十分であるとした報告[1]を出した。資金配分機関のトップが集まり、国際的重要課題について自由に討議するHIROs会議　注）の議論を踏まえ、欧州委員会などHIROsのメンバー機関が2013年に

---

注）　INGSA：　International Network for Governmental Science Advice
　　HIROs：Heads of International Research Organizations

「感染症のブレイクアウトに関する国際連携ネットワーク」であるGloPID-R[2]　注）を設立した。

GloPID-Rは、エボラウイルス病の危機に際し、必須である診断、ワクチン開発、治療法を含めた感染症拡大の防止に対する実践的な対応を進めている。また、WHOが公開した、感染症が起きた時にどういう対策を打つべきか、研究開発のBlueprint[3]の作成にも積極的に関与するなど、事態に合わせて適時に再編しつつ、政策立案者などへの科学的助言も行っている。この仕組みによって、ワクチンの研究開発を1年未満に短縮することが可能となった。今回Blueprintに従い、130以上のワクチンの研究開発が進められ、臨床試験が迅速に実施され、2020年12月に接種開始にたどり着いた。

パンデミックに対する備えについては、G7の首脳宣言で取り上げられ、国際保健のためのG7伊勢志摩ビジョン（2016）[4]がとりまとめられた。2017年のダボス会議では官民連携パートナーシップとしてCEPI（感染症流行対策イノベーション連合）[5]注）が発足し、研究開発の成果をデータ共有することで、世界的にすぐにアクションをとれる仕組み（World RePORT）[6]を構築した。

日本としては、AMEDが2020年2月以降7回にわたり、補正予算や予備費を活用して、感染症対策に関連する研究開発を支援した。COVID-19 等の緊急事態では、研究成果とデータを広く迅速に共有することが必要であり、公開後でも論文化できるように学術誌などに依頼するなどの動きをとっている。今後は更に、ワクチン開発や医学研究に留まらない幅広い医療サービスや社会システム、特に開発途上国を対象とした研究への資金投入が世界から求められている。

国際公共財への貢献に関する今後の課題として、CEPI 等は欧州が中心となって設立された経緯もあり、日本の研究者や企業の参加が少ない。それは、これまでも国連やWHOに日本が十分な人材を送ることができていない、特に重要ポストに就く人材の育成と支援が不足しているという課題と共通している。感染症に関する様々な国際連携のネットワークにおいて、日本が科学技術外交の実を挙げていくためには、研究者個人の能力に頼るだけではなく、日本の研究コミュニティが分野を超えて一丸となって組織力を発揮することが重要である。

現場における自由な発想力がないと、科学技術力は上がらない。研究者の自由な発想力に基づく研究を支援することや、研究者のグローバルなネットワークを広げていくことで、日本の先を行く各国の研究者や研究費のあり方を学ぶとともに、発展途上国の支援を行うことで、科学技術外交力の向上に繋げる必要がある。

---

注）GloPID-R：Global Research Collaboration for Infectious Disease Preparedness
CEPI：The Coalition for Epidemic Preparedness Innovation

### （3）格差の拡大への対応

2015 年に国連で採択された持続可能な開発目標(SDGs)では、「誰一人取り残さない」という理念の下、17 の目標の達成を目指しているが、持続可能な開発に関するグローバル・レポート(GSDR) 2019 [1]によると、2030 年までに極度の貧困を根絶するという目標に向けて十分な進捗はしておらず、達成には追加的な努力が必要であると指摘されている。世界的に見ると、極度の貧困は周縁化された集団（女性、先住民、少数民族、障がい者等）に集中している。また、所得貧困、不健康、教育水準の低さ、水や衛生へのアクセス欠如等は重複する傾向にある。COVID-19 を通してマイノリティグループと呼ばれる集団が更に貧困に陥るリスクが高まり[2]、SDGs の目標と逆行する傾向が見られる。ワクチンに関しては、経済的に豊かな国からワクチンが配布され、アフリカや東南アジアを中心とした開発途上国に届くのは 2022 年春以降という見通しがある[3]。

パンデミックにより国・地域間の格差が拡大し、更なる貧困へと負のスパイラルに陥ることを防ぐ観点から、経済力の脆弱な国・地域の更にマイノリティと呼ばれる集団にまで、どういう枠組みで廉価で簡便なワクチンの分配システムを広く展開・普及していくかの検討が必要である。約 190 カ国が参加表明をしている COVAX ファシリティ[4]は、GAVI（ワクチンと予防接種のための世界同盟） 注） が COVID-19 ワクチンの公平な普及のために立ち上げた仕組みで、2021 年末までに、規制当局の承認や WHO の事前承認を受けた 20 億回分の安全で効果的な COVID-19 ワクチンを提供することに加え、参加国の 20%を占める弱者に対して収入レベルに関わらずワクチンの平等な分配を実現することを目標としている。この目標を達成する上で、どのように格差の解消に貢献でき、またそれが効果的であるのかを短期的にフィードバックを受けるシステムを考える必要がある。ワクチンに留まらず格差の解消に向け、各国・地域の実情に対応でき、生み出した知恵を具体的に実践するための seed money として、目的指向型の研究資金だけでなく、使途の柔軟な資金の確保が重要である。

日本からは、新型コロナウイルスに対する 1700 億円を超える支援をかつてないスピードで実施しており、ワクチンの供給、診断・治療の拡充、JICA による水際対策などで協力している。また日本は、COVAX ファシリティの枠組みの形成を主導し、2 億ドルの拠出を表明するなど、国際貢献を果たしている。今後、新型コロナウイルス感染症への対応能力の強化、強靭かつ包摂的な保健システムの構築、検査の精度保証等に関する国際標準化、感染症に強い環境整備等を通じて、ユニバーサル・ヘルス・カバレッジの達成に向けて更なる協力を推進する必要がある。ここでも、学際的な研究者集団による組織的な英知の結集、特に国際的な知見と意欲を持つ日本の若手研究者と行政官が、限られた個人による点としてではなく、組織的に面をカバーする仕組みの構築が必要である。

---

注） GAVI, the Vaccine Alliance：ワクチンと予防接種のための世界同盟

## 第９章　課題と展望

### （１）加速された変革

〇データ駆動型の科学技術・イノベーション

経済社会のあらゆる場面で個人や企業、公的機関の活動がリアルアイムに計測・可視化され、それらの情報が自在に利活用されるデータ駆動型社会の到来が目前に迫っている。個々のデータをシームレスにつなぎ、統合的な解析を行うことで、経済発展と社会的課題の解決の両面において、新たな価値の共創や次なる行動を選択するための意思決定が可能となる。新型コロナウイルスの感染拡大は、兆しを見せつつも実験の域にあったデータ駆動型社会への移行を加速させ、パラダイムの転換を不可逆なものとする起爆剤として作用した。

〇オープンデータ

オープンデータの意義は、データの生成や取得のコストを低減させ、社会全体でデータの利活用を可能にし、便益を高めることにあり、イノベーション創出の原動力として期待される。新型コロナウイルス感染症の拡大において、データの果たす役割は極めて大きく、未然に感染症の拡大の兆候を察知したり、未知の感染症に関する有効な防御策を準備することが可能となる。幅広いデータを駆使することにより、感染症の流行に関する全体像を把握し、社会的な影響の大きい高度な意思決定を支援するためには、第三者による意思決定の妥当性の検証が可能となるようプロセスの透明性を高める必要があり、統合的でオープンなデータベースの構築に優先的に取り組む必要がある。

〇科学コミュニティの連帯

パンデミックに代表される社会の根幹を揺るがすような事態に対しては、研究者一人一人が対処できる範囲には自ずと限界がある。しかしながら、研究者が分野を超えてお互いに連携・協働し、科学コミュニティとして総合知を形成することができれば、課題の解決や将来の予測に有益な貢献を果たすことが可能となる。例えば、安全性・有効性の高いワクチンや治療薬の開発に当たって、様々な解析手法や分析機器を総動員することによって、迅速な成果の創出につなげることが期待される。不確実性の高い状況の中で未来社会への道筋を示すという社会的要請に応えて実績を積み重ねることによって初めて、科学に対する社会からの信頼を獲得し、社会の共有財産としての認知を確固たるものとすることができる。日本工学アカデミーとしても、様々な機関との連携を図りながら、シンクタンクとしての機能を強化し、社会への提言活動を活性化していくこととする。

### （２）可視化された課題

〇基盤的な科学技術への継続的な投資

ウイルスの基本的な特性や伝播機序の解明はもとより、効果的な診断・治療のための薬剤の開発等には、長い年月にわたる試行錯誤の繰り返しが必要となり、感染症が発生してから

では間に合わない。このため、日頃から様々な可能性を想定しながら、将来を先取りして戦略的に布石を打って行くとともに、将来を担う人材の育成のための途切れることのない努力が不可欠である。このような基盤的な科学技術に対する継続的な投資は、ハード・ソフト両面にわたる国としての総合的な対処能力を高めることにつながり、緊急時においてその真価が試される。

〇データガバナンスの向上

データ駆動型社会への移行に当たり、健康・医療に関するビッグデータの取扱いについては、個人情報保護、生命倫理など、通常のデータとは異なる特別の配慮が必要となる。また、危機管理において「悪魔は細部に宿る」と言われるように、国から地方の現場に至るまでの一気通貫のデータ連携や、異なる組織間・自治体間での情報共有など、制度の境界領域において、フォーマットの不整合、解釈の曖昧さ、制度上の齟齬等が生じ、円滑な情報の利活用が妨げられているとの指摘がなされている。現状においては、新型コロナウイルスの感染者に関する情報について、プライバシーに配慮しつつも活用できる形で公開している自治体は極めて限定的であり、日本全体としてデータ共有を円滑にするためのデータガバナンスの向上が必要である。

〇科学技術の社会的受容

ワクチン接種の安全性・有効性に対する不安が国民の間に根深く浸透しており、エビデンスに基づいた丁寧なコミュニケーション、科学技術に対する信頼の醸成なくして、先端的な科学技術の成果の社会的受容を促進することはできない。特に、ウイルスの変異や免疫機能の個人差など、予測できない状況の変化が起こったり、感染拡大が一進一退を繰り返す状況の中で、国民の不安や疑問を解消し安心感を得ていくための拠り所として、科学技術が期待どおりの役割を果たせるかどうかが問われている。

### （３）新たな可能性

新型コロナウイルスの感染拡大の状況は、様々な政治的・社会的・文化的背景と密接に関係しており、今後の推移にも大きく影響を及ぼす。総合的な対策を迅速に講じて危機的状況を乗り越えるとともに、これを機に、基盤となる制度の再考を図ることができれば、新たな未来への展望が拓かれる。地球規模の危機を、明日への飛躍に転換するためには、国境を超えた連帯と未知への挑戦に対する意欲が欠かせない。今日の経験を将来世代に貴重な教訓として継承しながら、学習し進化する経済社会システムとして発展させていくことが切望される。

## ポストコロナ検討委員会　参加者名簿

＜共同議長＞

原山　優子　　理化学研究所　理事　（EAJ 副会長）

永井　良三　　自治医科大学　学長　（EAJ 会員）

＜委員＞

川原　圭博　　東京大学　インクルーシブ工学連携研究機構　機構長
大学院工学系研究科　教授　（EAJ 会員）

佐藤　彰洋　　横浜市立大学大学院　データサイエンス研究科　教授

新福　洋子　　広島大学大学院　医学研究科　医系科学研究科　国際保健看護学
教授

牧原　　出　　東京大学　先端科学技術研究センター　教授
（政治行政システム分野）　（EAJ 会員）

森田　公一　　長崎大学　熱帯医学研究所　病原体解析部門　教授・所長

＜日本工学アカデミー（EAJ）関係者＞

喜連川　優　　国立情報学研究所　所長　（EAJ 会員）

小泉　英明　　（株）日立製作所　名誉フェロー　（EAJ 栄誉フェロー・顧問）

小安　重夫　　理化学研究所　理事　（EAJ 会員）

城石　芳博　　（株）日立製作所　研究開発グループチーフアーキテクト･技術顧問
（EAJ 専務理事）

須藤　真史　　東レ株式会社　研究･開発企画部　CR 企画室　主任部員（EAJ 賛助会員）

関谷　　毅　　大阪大学産業科学研究所栄誉教授　（EAJ 若手委員会委員長）

竹上　嗣郎　　日本医療研究開発機構（AMED）産学連携部長

坪井　　裕　　（株）島津製作所顧問　研究開発担当（EAJ 会員）

長井　　寿　　物質・材料研究機構　名誉研究員　（EAJ 終身フェロー）

中島　義和　　東京医科歯科大学　生体材料工学研究所教授
（EAJ 政策提言委員会委員長）

永野　　博　　科学技術振興機構　研究開発戦略センター　特任フェロー　（EAJ 顧問）

中村　道治　　科学技術振興機構　顧問　（EAJ 顧問）

林　　秀樹　　新エネルギー･産業技術総合開発機構　技術戦略研究センターフェロー
（EAJ 広報委員会委員長）

睦　　哲也　　（公社）日本工学アカデミー　常務理事

森本　浩一　　海洋研究開発機構　審議役　（EAJ 常務理事）：PO（全体取りまとめ）

## ポストコロナ検討委員会への招聘者及び講演タイトル一覧

第１回：　キックオフ　（8 月 12 日）

第２回：　感染症研究の最前線　（9 月 3 日）

竹上　嗣郎　　日本医療研究開発機構（AMED）　医療機器・ヘルスケア事業部長
「ポストコロナにおける医療機器のチャレンジ」

小安　重夫　　理化学研究所　理事　（EAJ 会員）
「国立研究開発法人　理化学研究所における COVID-19 に対する取組」

河岡　義裕　　東京大学医科学研究所　感染症国際研究センター長
「コロナで露呈した感染症研究後進国にっぽん」

第３回：　情報科学とデータ活用　（9 月 18 日）

林　　和弘　　文部科学省科学技術・学術政策研究所　上席研究官
「COVID-19 で加速するオープンサイエンスと科学のデジタルトランスフォーメーション」

坪倉　　誠　　神戸大学大学院 システム情報学研究科 教授
理化学研究所計算科学研究機構 チームリーダー
「富岳を用いた室内環境におけるウイルス飛沫・エアロゾル感染の予測とその対策提案」

喜連川　優　　国立情報学研究所所長　（EAJ 会員）
「高等教育を止めなかった遠隔授業」

第４回：　計測・診断技術と研究開発の自動化　（10 月 7 日）

宮地　勇人　　東海大学医学部医学科　教授　基盤診療学系　臨床検査学
「新型コロナウイルス感染症の検査技術の課題と展望」

北岡　光夫　　（株）島津製作所　取締役専務執行役員　CTO　（EAJ 会員）
「感染症対策プロジェクトと研究開発の高度化へ向けた AI・自動化」

夏目　徹　　産業技術総合研究所　首席研究員
「AI 駆動実験ロボットによる科学研究の加速」

第 5 回：　国際連携と科学的助言　（10 月 23 日）

野田　正彦　　日本医療研究開発機構（AMED）　国際戦略推進部長
「感染症に対応する国際連携の枠組みと活動について」

松本　洋一郎　東京理科大学学長　（EAJ 会員）　（外務大臣科学技術顧問）
「国際連携と科学的助言」

第 6 回：　ワクチン・治療薬の開発と免疫　（11 月 24 日）

石井　　健　　東京大学医科学研究所　感染免疫部門・ワクチン科学分野　教授
「COVID-19 に対するワクチン・免疫療法」

前仲　勝実　　北海道大学　薬学研究院　生体分子機能学研究室　創薬科学研究教育センター　教授
「COVID-19 対策の創薬開発の現状と展望　北大創薬科学研究教育センターの取り組みを例として」

佐藤　　佳　　東京大学医科学研究所　感染症国際研究センター　システムウィルス学分野　准教授
「ウイルスの異種間伝播：エイズウイルスを例として」

第 7 回：　危機管理と迅速な情報共有　（12 月 8 日）

押谷　　仁　　東北大学大学院　医学系研究科・医学部　教授
「COVID-19 対応から明らかになった感染症危機管理体制と情報共有の課題」

美代　賢吾　　国立国際医療研究センター　医療情報基盤センター長
「メディカルロジスティクスの課題」

第 8 回：　報告書骨子案の検討　（12 月 23 日）

# ＜資料編＞

【参考図表等】

（参考）

| | PCR検査（LAMP法含む） | 抗原検査（定量）（6/19導入） | 抗原検査（簡易キット）（5/13導入） |
|---|---|---|---|
| 検査内容 | ・ウイルスの遺伝子を増幅させてその量を測定<br>検体採取 ↓ （搬送） ↓ 前処理 ↓ 検査 ↓ 判定<br>※鼻咽頭ぬぐい液、唾液(発症から9日目まで)<br>※専門技師が必要<br>※機器、試薬が必要 | ・分析機器を用いて、ウイルスのタンパク質（抗原）に反応する抗体を用いて測定<br>検体採取 ↓ （搬送） ↓ 前処理 ↓ 検査 ↓ 判定<br>※鼻咽頭ぬぐい液、唾液(発症から9日目まで)<br>※専門技師が必要<br>※機器、試薬が必要 | ・簡易キットを用いて、ウイルスのタンパク質（抗原）に反応する抗体を用いて測定<br>検体採取 ↓ 判定<br>※鼻咽頭ぬぐい液<br>※その場で結果判明（検査キットで簡便に）<br> <br>※写真はイメージ |
| 検査時間 | ・４～６時間（時短PCR: １～２時間）<br>※このほか搬送等に時間が必要 | ・３０分 | ・３０分 |
| 感度 | ・少量のウイルス量で検出が可能 | ・抗原検査（簡易キット）よりも感度が高く、LAMP法と同程度の感度 | ・ＰＣＲ検査と比べ一定以上のウイルス量が必要 |
| 用途 | ・確定診断<br>・治療経過のフォロー<br>・陰性診断 | ・確定診断<br>・治療経過のフォロー<br>・陰性診断 | ・確定診断(発症２日目から９日目まで)<br>・迅速診断<br>・陰性診断(発症２日目から９日目まで) |

| 検査の対象者 | | PCR検査（LAMP法含む） | | | 抗原検査（定量） | | | 抗原検査（簡易キット） | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 鼻咽頭 | 鼻腔 | 唾液 | 鼻咽頭 | 鼻腔 | 唾液 | 鼻咽頭 | 鼻腔 | 唾液 |
| 有症状者（症状消退者含む） | 発症から９日目以内 | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○（※１） | ○（※１） | ×（※２） |
| | 発症から10日目以降 | ○ | ○ | × | ○ | ○ | × | △（※３） | △（※３） | ×（※２） |
| 無症状者 | | ○ | × | ○ | ○ | × | ○ | × | × | ×（※２） |

※１：抗原検査（簡易キット）については、発症２日目から９日目以内
※２：検査メーカーにおいて有症状唾液については大学と共同研究中、無症状者については共同研究予定。
※３：使用可能だが、陰性の場合は鼻咽頭ＰＣＲ検査等を行う必要あり

≪出典≫　検査体制の基本的な考え・戦略（第２版）（2020 年 10 月 29 日　第 13 回新型コロナウイルス感染症対策分科会提言）

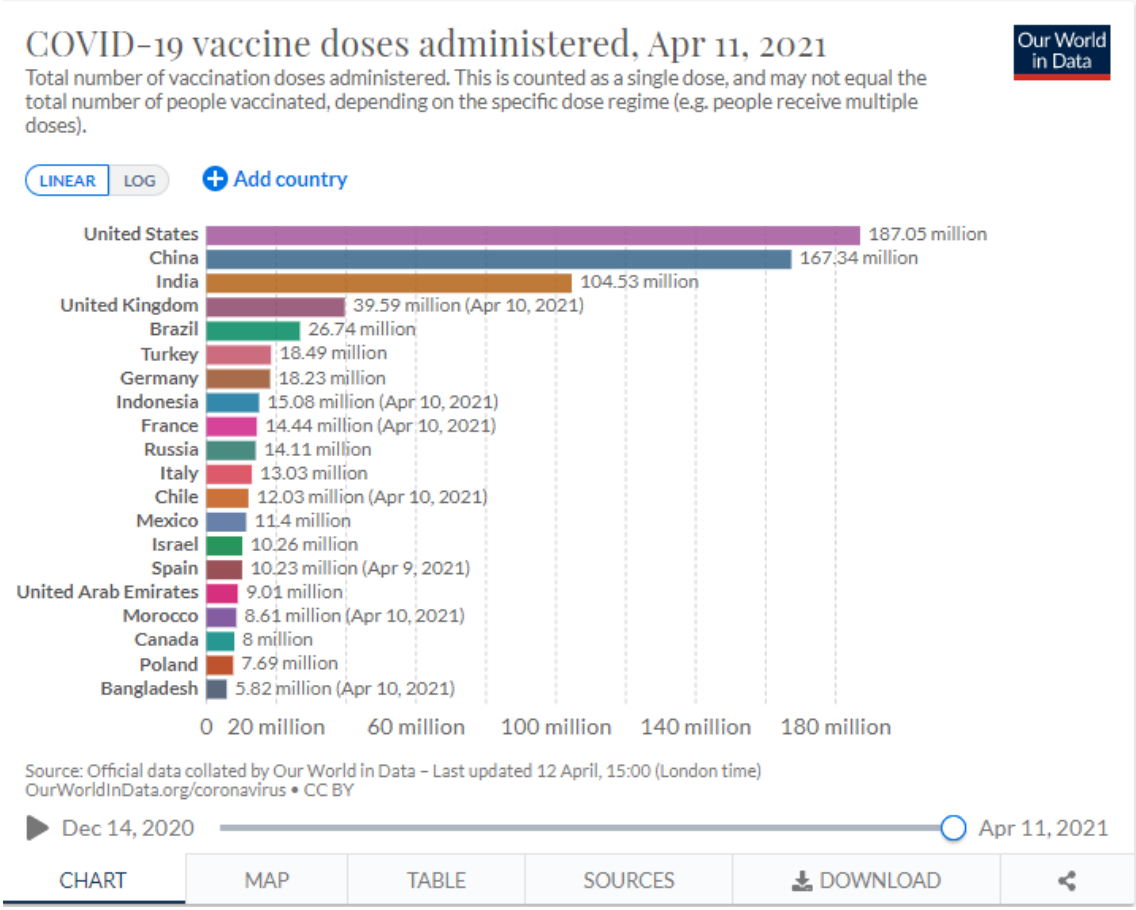
https://www.cas.go.jp/jp/seisaku/ful/bunkakai/kensa_senryaku_13.pdf

PCR 検査の最大検査能力　　件／日（2021 年 4 月 10 日時点）

| | | |
|---|---|---|
| １． | 国立感染症研究所 | 800 |
| ２． | 地方衛生研究所・保健所 | 15,144 |
| ３． | 民間検査会社 | 110,872 |
| ４． | 大学等 | 12,155 |
| ５． | 医療機関 | 42,720 |
| | 計 | 181,691 |

≪出典≫　国内における新型コロナウイルスに係る PCR 検査の実施状況（2 月 18 日以降、結果判明日ベース）（2021 年 4 月 10 日時点　厚生労働省）より抜粋

https://www.mhlw.go.jp/content/10906000/000768001.pdf




《出典》 https://ourworldindata.org/covid-vaccinations 2021 年 4 月 12 日アクセス時点

## 海外で開発されたワクチンの確保に関する取組

海外で開発された新型コロナワクチンの導入に向けてメーカーと協議を行うとともに、生産体制の整備や国内治験への支援を行うことにより、安全で有効なワクチンをできるだけ早期に国民へ供給することを目指している。

### 正式契約を締結したもの

**モデルナ社（米国）**との契約（令和2年10月29日）

- 新型コロナウイルスのワクチン開発に成功した場合、武田薬品工業株式会社による国内での流通のもと今年上半期に4000万回分、今年第３四半期に1000万回分の供給を受ける。

**アストラゼネカ社（英国）**との契約（令和2年12月10日）

- 新型コロナウイルスのワクチン開発に成功した場合、今年初頭から１億2000万回分のワクチンの供給（そのうち約3000万回分については今年の第一四半期中に供給）を受ける。

※アストラゼネカ社は以下について公表。
・JCRファーマ株式会社でのワクチン原液の国内製造と、海外からのワクチン調達を予定。
・製造されたワクチン原液は、第一三共株式会社、第一三共バイオテック株式会社、Meiji Seikaファルマ株式会社、ＫＭバイオロジクス株式会社において製剤化等を行う。
・海外での臨床試験に加え、日本国内でも第I/II相試験を令和2年8月下旬より開始。
※国内でのワクチン原液製造・製剤化等の体制整備は、「ワクチン生産体制等緊急整備事業」（2次補正）の補助対象

**ファイザー社（米国）**との契約（令和3年1月20日）

- 新型コロナウイルスのワクチン開発に成功した場合、年内に約1億4400万回分のワクチンの供給を受ける。

---

≪出典≫　厚生労働省　2021 年 4 月 13 日アクセス時点　　1 月 20 日更新

https://www.mhlw.go.jp/stf/seisakunitsuite/bunya/0000121431_00223.html#001

## コロナワクチンに関する状況（海外開発）＜主なもの＞

| | | 海外の状況 | 生産・供給見通し | 日本国内の状況 |
|---|---|---|---|---|
| A | **ファイザー社（米）**<br>※mRNAワクチン<br>英 ：2020/12/02<br>米 ：2020/12/11<br>EU ：2020/12/21 | 2020年７月から米などで第Ⅲ相試験（4.4万人規模）を実施中。<br>英・米・EUなどで接種開始。 | 2020年中に最大5,000万回分、2021年末までに最大20億回分のワクチン生産を見込む。 | ワクチン開発に成功した場合、日本に2021年内に1.44億回分の供給を受けることについて契約を締結。<br>国内治験を2020年10月から実施中。<br>国内で承認（2021/2/14）。 |
| B | **アストラゼネカ社 オックスフォード大（英）**<br>※ウイルスベクターワクチン<br>英 ：2020/12/30<br>EU ：2021/01/29 | 2020年５月から英で第Ⅱ/Ⅲ相試験の実施中。<br>2020年６月から伯で第Ⅲ相試験（１万人規模）を実施中<br>2020年８月から米で第Ⅲ相試験（４万人規模）を実施中。<br>英で接種開始。 | 全世界に20億人分を計画、米に３億人分、英に１億人分、欧州に４億人分、新興国に10億人分を供給予定としている。 | ワクチン開発に成功した場合、日本に1.2億回分、うち3,000万回分は2021年３月までに供給を受けることについて契約を締結。海外からの原薬供給のほか、国内での原薬製造をJCRファーマと提携。充填等を国内４社と提携。<br>厚生労働省が国内での原薬製造及び製剤化等の体制整備に162.3億円を補助（生産体制等緊急整備事業）。<br>国内治験を2020年８月下旬から実施中。国内で申請（2021/2/5）。 |
| C | **モデルナ社（米）**<br>※mRNAワクチン<br>米 ：2020/12/18<br>EU ：2021/01/06<br>英 ：2021/01/08 | 2020年７月から米で第Ⅲ相試験（３万人規模）を実施中。<br>米で接種開始。 | 全世界に５～10億回分/年の供給を計画。<br>2020年12月中に米国内に2,000万回分の供給を計画。 | 武田薬品工業株式会社による国内での流通のもと2021年上半期に4,000万回分、2021年第３四半期に1,000万回分の供給を受けることについて契約を締結。<br>AMED研究費（Ｒ２年度二次公募）で武田薬品工業を採択。<br>国内治験を2021年１月から実施中。国内で申請（2021/3/5）。 |
| D | **ジョンソン＆ジョンソン社（ヤンセン社）（米）**<br>※ウイルスベクターワクチン<br>米 ：2021/2/27<br>EU：2021/3/11 | 2020年９月から米などで第Ⅲ相試験（６万人規模）を実施中。<br>2020年11月から英などで第Ⅲ相試験（３万人規模）を実施中。 | 2021年から大量供給（順次、世界で年10億人規模）を目指す。 | 国内治験を2020年９月から実施中。 |
| E | **サノフィ社（仏）**<br>※組換えタンパクワクチン、mRNAワクチン | 組換えタンパクワクチンでは、2020年９月から米で第Ⅰ/Ⅱ相試験を実施中。2021年２月に第Ⅱｂ相試験開始を目指す。<br>mRNAワクチンでは、2021年第１四半期に第Ⅰ/Ⅱ相試験開始を目指す。 | 組換えタンパクワクチンに関して、上手くいけば2021年第４四半期に実用化の見込み、と発表。（アジュバントAS03はGSK社が供給。） | |
| F | **ノババックス社（米）**<br>※組換えタンパクワクチン | 2020年９月から英で第Ⅲ相試験（1.5万人規模）を実施中。<br>2020年12月から米などで第Ⅲ相試験（３万人規模）を実施中。 | 海外では、2020年遅くに１億回分/年の生産が目標。 | 武田薬品工業が原薬から製造販売予定。１年間で2.5億回分超の生産能力を構築すると発表。生産体制に厚生労働省が武田薬品工業に301.4億円を補助（生産体制等緊急整備事業）。<br>AMED研究費（Ｒ２年度二次公募）で武田薬品工業を採択。<br>国内治験を2021年２月から実施中。 |

## コロナワクチン開発の進捗状況（国内開発）＜主なもの＞

| | 基本情報 | 取り組み状況 | 目標<br>（時期は開発者から聞取り） | 生産体制の見通し | 研究費 |
|---|---|---|---|---|---|
| **①塩野義製薬 感染研/UMNファーマ**<br>※組換えタンパクワクチン | ウイルスのタンパク質（抗原）を遺伝子組換え技術で作成し人に投与 | 第Ⅰ/Ⅱ相試験を開始（2020年12月） | | 2021年末までに3000万人分の生産体制構築を目標<br>生産体制等緊急整備事業で223億円を補助 | • AMED（R１年度）100百万円　感染研<br>• AMED（R２年度一次公募）1,309百万円　塩野義<br>• AMED（R２年度二次公募） |
| **②第一三共 東大医科研**<br>※mRNAワクチン | ウイルスのmRNAを人に投与<br>人体の中でウイルスのタンパク質（抗原）が合成される | 第Ⅰ/Ⅱ相試験を開始（2021年３月） | | 生産体制等緊急整備事業で60.3億円を補助 | • AMED（R１年度）150百万円　東大医科研<br>• AMED（R２年度二次公募） |
| **③アンジェス 阪大/タカラバイオ**<br>※DNAワクチン | ウイルスのDNAを人に投与<br>人体の中で、DNAからmRNAを介して、ウイルスのタンパク質（抗原）が合成される | 第Ⅰ/Ⅱ相試験を開始（大阪市立大、大阪大）<br>第Ⅱ/Ⅲ相試験を開始（東京・大阪の８施設） | 大規模第Ⅲ相試験を2021年内に開始の意向。 | タカラバイオ・AGC・カネカ等が生産予定<br>生産体制等緊急整備事業で93.8億円を補助 | • 厚労科研（R１年度）10百万円　大阪大<br>• AMED（R２年度一次公募）2,000百万円　アンジェス<br>• AMED（R２年度二次公募） |
| **④KMバイオロジクス 東大医科研/感染研/基盤研**<br>※不活化ワクチン | 不活化したウイルスを人に投与（従来型のワクチン） | 第Ⅰ/Ⅱ相試験を開始（2021年３月） | | 生産体制等緊急整備事業で60.9億円を補助 | • AMED（R２年度一次公募）1,061百万円　KMバイオロジクス<br>• AMED（R２年度二次公募） |

※生産体制等緊急整備事業で採択された企業を掲載

≪出典≫　厚生労働省　2021 年 4 月 13 日アクセス時点　3 月 22 日及び 31 日更新

https://www.mhlw.go.jp/stf/seisakunitsuite/bunya/0000121431_00223.html#001

【参考資料等】


第３章　感染拡大防止に伴う行動変容

（３）政策課題

[1]　新型インフルエンザ等対策特別措置法の一部を改正する法律の概要
https://www.cas.go.jp/jp/houan/210122/siryou6.pdf

[2]　附帯決議（衆議院・参議院）
http://www.shugiin.go.jp/internet/itdb_rchome.nsf/html/rchome/Futai/naikakuCC9F516DF7274F9449258670000AB0BB.htm
https://www.sangiin.go.jp/japanese/gianjoho/ketsugi/204/f063_020301.pdf

第４章　見えてきたデータの価値と新たな課題

（１）オープンデータの意義と課題

[1] NHK　新型コロナデータ一覧
https://www3.nhk.or.jp/news/special/coronavirus/data-widget/，最終アクセス日 2021 年 2 月 27 日

[2] 日本テレビ　データとグラフでみる新型コロナウイルス
https://www.news24.jp/archives/corona_map/index2.html，最終アクセス日 2021 年 2 月 27 日

[3] 朝日新聞　新型コロナウイルス最新情報
https://www.asahi.com/topics/word/%E3%82%B3%E3%83%AD%E3%83%8A%E3%82%A6%E3%82%A4%E3%83%AB%E3%82%B9.html，最終アクセス日 2021 年 2 月 27 日

[4] 毎日新聞
https://mainichi.jp/covid19，最終アクセス日 2021 年 2 月 27 日

[5] 東洋経済　新型コロナウイルス国内感染の状況
https://toyokeizai.net/sp/visual/tko/covid19/，最終アクセス日 2021 年 2 月 27 日

[6] ジョンズホプキンス大の感染者数レポート
http://bit.ly/3cg6AwI，最終アクセス日 2021 年 2 月 27 日

[7] ESRI グループのレポート
https://gis.jag-japan.com/covid19jp/, 最終アクセス日 2021 年 2 月 27 日

[8] Worldmesters のレポート
https://www.worldometers.info/coronavirus/, 2021 年 2 月 27 日

[9] ライセンスについて, Creative Commons
https://creativecommons.org/licenses/, アクセス日 2021 年 1 月 16 日

[10] 長谷川世一, 日本におけるクリエイティブ・コモンズ・ライセンスの実際, 情報管理, Vol. 58, No. 5 (2015)
https://www.jstage.jst.go.jp/article/johokanri/58/5/58_343/_html/-char/ja/

[11] 政府オープンデータカタログ, 内閣官房 IT 総合戦略室
https://www.data.go.jp/, アクセス日 2020 年 11 月 16 日

[12] 厚生労働省　新型コロナウイルス感染症オープンデータ
https://www.mhlw.go.jp/stf/covid-19/open-data.html,
アクセス日 2020 年 12 月 30 日

[13] 内閣官房　新型コロナウイルス感染症対策 HP
https://corona.go.jp/dashboard/, アクセス日 2021 年 1 月 18 日

[14] COVID-19 の情報がオープンデータとして公開されている都道府県：北海道、東京都、神奈川県、大阪府、広島県　(2021 年 1 月時点)

[15] COVID-19 の情報がオープンデータとして公開されている市： 札幌市、千葉市、横浜市、静岡市、名古屋市、北九州市、福岡市　(2021 年 1 月時点)

**（2）数値シミュレーションの成果を社会に発信**

[1] 沖本 憲明, 小松 輝久, 泰地 真久人, ウイルスタンパク質の動力学と創薬～スーパーコンピューターによる分子動力学シミュレーション
https://www.jsap.or.jp/columns-covid19/covid19_2-3-1, 応用物理学会, 最終アクセス日 2021 年 2 月 25 日

[2] スパコン富岳、新型コロナ飛沫シミュレーションの威力と限界，日経ビジネス，2020年11月30日，日経ビジネス
https://business.nikkei.com/atcl/gen/19/00110/112700062/，アクセス日2021年1月17日

[3] 室内環境におけるウイルス飛沫感染の予測とその対策，理化学研究所，計算科学研究センター
https://www.r-ccs.riken.jp/jp/fugaku/corona/projects/tsubokura.html，アクセス日2021年1月17日

[4] COVID-19感染予測（日本版），Google，COVID-19(日本版)
https://datastudio.google.com/u/0/reporting/8224d512-a76e-4d38-91c1-935ba119eb8f/page/ncZpB，アクセス日 2021年1月17日

[5] 横浜市立大学佐藤彰洋教授提供
https://www.meshstats.org/covinfo/COVID-19/，アクセス日2021年1月17日

## 第５章　普遍的な科学技術の価値と更なるチャレンジ

### （２）分野・組織を超えた総合知の形成

[1]理化学研究所　新型コロナウイルスに関する研究開発
https://www.riken.jp/covid-19-rd/

### （４）遠隔講義がもたらす高等教育の変革

[1] 国立情報学研究所 喜連川優所長講演資料，
https://www.kantei.go.jp/jp/singi/kyouikusaisei/jikkoukaigi_wg/koutou_wg/dai1/siryou7.pdf，アクセス日2021年1月7日

[2] 新型コロナウイルス感染症の拡大を受けた「授業目的公衆送信補償金制度」の早期施行について（要請）
https://www.nii.ac.jp/news/upload/nii_topics_20200401.pdf

[3] 国立情報学研究所　遠隔授業に関するアンケート調査の概要
https://www.nii.ac.jp/event/upload/20200914_Report.pdf

## 第６章　検査・診断・予防・治療体制の拡充・高度化

[1] COVID-19 感染対策におけるPCR検査実態調査と利用推進タスクフォース 中間報告書

(2020 年 5 月 13 日　日本医師会 COVID-19 有識者会議 COVID-19 感染対策における PCR 検査実態調査と利用推進タスクフォース)
https://www.covid19-jma-medical-expert-meeting.jp/topic/1310

[2] COVID-19 感染対策における PCR 検査実態調査と利用推進タスクフォース 中間報告書解説版 (2020 年 7 月 22 日)
https://www.covid19-jma-medical-expert-meeting.jp/topic/3169

[3] COVID-19 感染制御のための PCR 検査等の拡大に関する緊急提言
(2020 年 8 月 5 日　日本医師会 COVID-19 有識者会議)
https://www.covid19-jma-medical-expert-meeting.jp/topic/3243

[4] 検査体制の基本的な考え・戦略　感染症対策と社会経済活動の両立に向けた考え方の整理 (2020 年 7 月 16 日　第 2 回新型コロナウイルス感染症対策分科会提言)
https://www.cas.go.jp/jp/seisaku/ful/bunkakai/kensa_senryaku.pdf

[5] 検査体制の基本的な考え・戦略 (第 2 版)　感染症対策と社会経済活動の両立に向けた考え方の整理 (2020 年 10 月 29 日　第 13 回新型コロナウイルス感染症対策分科会提言)
https://www.cas.go.jp/jp/seisaku/ful/bunkakai/kensa_senryaku_13.pdf

[6] 新型コロナ対応・民間臨時調査会　調査・検証報告書
(2020 年 10 月　一般財団法人アジア・パシフィック・イニシアティブ (API))
https://apinitiative.org/project/covid19/

[7] 感染症治療薬・ワクチンの創製に向けた製薬協提言－新型コロナウイルス感染症発生を契機として－ (2020 年 6 月 17 日　日本製薬工業協会)
http://www.jpma.or.jp/event_media/release/pdf/2020617_2.pdf

[8] COVID-19 ワクチンに関する提言 (第 1 版)
(2020 年 12 月 28 日　一般社団法人日本感染症学会ワクチン委員会)
https://www.kansensho.or.jp/uploads/files/guidelines/2012_covid_vaccine.pdf

[9] 新型コロナウイルス感染パンデミック時における治療薬開発についての緊急提言
(2020 年 5 月 17 日　日本医師会 COVID-19 有識者会議声明)
https://www.covid19-jma-medical-expert-meeting.jp/topic/1526

[10] コロナ時代の医学と科学　自治医科大学学長、EAJ 会員　永井 良三
(EAJ News No.185 (Oct. 2020))
https://www.eaj.or.jp/app-def/S-102/eaj/wp-content/uploads/2020/10/EAJ-NEWS-185.pdf

[11] 新型コロナのパンデミックと日本工学アカデミー EAJ 栄誉フェロー、顧問(前上級副会長)小泉 英明 (EAJ NEWS No.185 (Oct. 2020))
https://www.eaj.or.jp/app-def/S-102/eaj/wp-content/uploads/2020/10/EAJ-NEWS-185.pdf

## 第８章　政策対話と国際連携

### （１）科学的根拠に基づく助言

[1] EVIDENCE-INFORMED POLICY: IN PRAISE OF POLITICS AND POLITICAL SCIENCE
David J. Hunter
https://www.euro.who.int/__data/assets/pdf_file/0006/317535/4-Perspective-Evidence-informed-policy-praise-politics-political-science.pdf?ua=1

[2] 新福洋子・岸村顕広 若手アカデミーから見た科学的助言
https://www.jstage.jst.go.jp/article/tits/24/3/24_3_52/_pdf/-char/ja

### （２）グローバルな英知の結集

[1] Viergever RF. Aid alignment for global health research: the role of HIROs
https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3065442/

[2] GloPID-R : Global Research Collaboration for Infectious Disease Preparedness
https://www.glopid-r.org/

[3] An R&D Blueprint for Action to Prevent Epidemics
https://www.who.int/publications/m/item/an-r-d-blueprint-for-action-to-prevent-epidemic

[4] 国際保健のための G7 伊勢志摩ビジョン
https://www.mofa.go.jp/mofaj/files/000160313.pdf

[5] CEPI : The Coalition for Epidemic Preparedness Innovation
https://cepi.net/

[6] World RePORT
https://worldreport.nih.gov/app/#!/

### （３）格差の拡大への対応

[1] 国際連合持続可能な開発に関するグローバル・レポート 2019
https://www.iges.or.jp/jp/publication_documents/pub/policyreport/jp/10378/GSDR2019_J_FINAL.pdf

[2] Health Equity Considerations and Racial and Ethnic Minority Groups
https://www.cdc.gov/coronavirus/2019-ncov/community/health-equity/race-ethnicity.html

[3] The Economist. Rich countries will get access to coronavirus vaccines earlier than others
https://www.eiu.com/n/rich-countries-will-get-access-to-coronavirus-vaccines-earlier-than-others/

[4] More than 150 countries engaged in COVID-19 vaccine global access facility
https://www.who.int/news/item/15-07-2020-more-than-150-countries-engaged-in-covid-19-vaccine-global-access-facility

本資料の内容の転載を希望される場合は、（公社）日本工学アカデミー事務局までご相談ください。

編集発行
（公社）日本工学アカデミー
〒101-0064
東京都千代田区神田猿楽町二丁目 7 番 3 号ＨＫパークビルIII 2F
Tel: 03-6811-0586 Fax: 03-6811-0587
E-mail：academy@eaj.or.jp
URL：http://www.eaj.or.jp/