

第4章 新型コロナウイルス感染症への対応

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

第1節 感染症の歴史と新型コロナウイルス感染症への対応

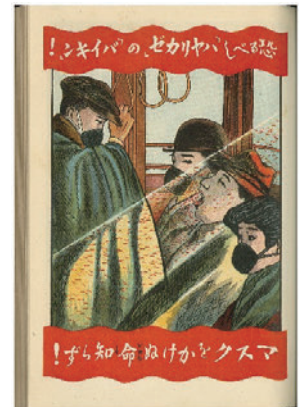
① 感染症と人類の歴史とそこから学ぶ教訓

感染症と人類の歴史は古くから確認でき、例えば、天然痘は感染力が非常に強く、死に至る病として紀元前から恐れられており、エジプトのミイラからも天然痘に感染した痕が確認されています。ペストは、中世ヨーロッパで大流行し、人口の3人に1人が死亡したと言われています。皮膚が黒くなって死ぬため、「黒死病」として恐れられてきました。1918年（大正7年）には、スペイン型インフルエンザ（スペイン風邪）が新型インフルエンザとして世界各地で猛威をふるい、当時の世界人口18億人のうち6億人が罹患して、死亡者は2,000～4,000万人に上ったと推定されており、我が国においても約39万人が死亡したとの記録があります。1919年（大正8年）に、内務省衛生局が「流行性感冒予防心得」を公表し、「沢山人の集つて居る所に立ち入るな」「人の集つて居る場所、電車、汽車などの内では必ず呼吸保護器（「レスピレーター」、又は「ガーゼマスク」ともいふ）を掛け、それでなくば鼻、口を「ハンケチ」手拭などで軽く被ひなさい」などと呼びかけています。

一方で、18世紀以降、ワクチンの開発や抗生物質の発見等により、感染症の予防や治療方法は飛躍的に向上しました。感染症の研究に関しては、日本の研究者も大きくその発展に寄与しています。例えば、北里柴三郎氏は破傷風菌の毒素と免疫体の発見、ペスト菌の発見などを行い、特に破傷風の血清療法の発見は第1回ノーベル生理学・医学賞を受賞したベーリングのジフテリア菌における血清療法の発見を先導するものとして高く評価されています。また、近年では、大村智氏が寄生虫感染症の特効薬の元となるエバーメクチンを発見し、ノーベル生理学・医学賞を受賞しています（前章コラム1-6参照）。

感染症のうち、特に天然痘については、18世紀にワクチンが開発され、ワクチンの計画的な接種を行った結果、1980年（昭和55年）、WHOは天然痘の撲滅を宣言しました。

このように、科学技術の発達によりワクチンや抗生物質という

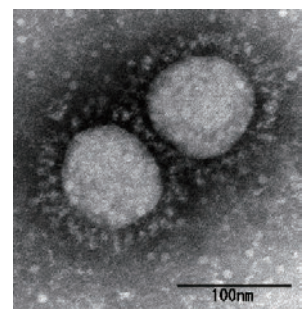


大正時代にマスク着用を推奨するポスター
国立保健医療科学院図書館蔵
内務省衛生局著、流行性感冒、1922.3.



「流行性感冒予防心得」
防衛研究所HP

(http://www.nids.mod.go.jp/military_archives/digital_siryo/index.html)



分離された新型コロナウイルスの変異株
提供：国立感染症研究所 HP
(<https://www.niid.go.jp/niid/ja/basic-science/virology/10097-virology-2021-1.html>)

強力な武器を手にした人類ですが、新興感染症と呼ばれる、ヒト免疫不全ウイルス（H I V¹）感染症／後天性免疫不全症候群（A I D S²）、エボラ出血熱、重症急性呼吸器症候群（S A R S³）、高病原性鳥インフルエンザ、新型コロナウイルス感染症（C O V I D-19⁴）や、再興感染症と呼ばれる、結核、マラリア、デング出血熱、狂犬病、薬剤耐性菌などの感染症は、現在も多くの人の死亡の原因であり、人類の脅威で在り続けています。

新興感染症の多くは、我々にとって未知であったウイルスによって引き起こされますが、これらのウイルスは地球上に新たに発生した訳ではなく、元々他の動物の体内で共存していたものであり、何らかの形で人類がこれらのウイルスと接触した結果、新興感染症に感染してしまうのです。

再興感染症は、ワクチンや抗生物質など予防法や治療法が確立し、近い将来、人類が克服できると考えられていた感染症が、再び流行し始めたものです。制圧されるだろうと思われた感染症が再び流行する要因は様々ですが、不適正な抗生物質の使用による耐性菌の出現や、国際化による人の移動の活発化等、人の行動が原因となっていることも多いとされています。

新興感染症や再興感染症の予防法や治療法についての研究は進められており、特に、発見以来「死の病」として恐れられたH I V感染症については、早期発見・治療により発症を防げば、感染していない人と同じくらい長く健康的に生活できるようになりました。満屋裕明氏は世界初のA I D S治療薬であるアジドチミジン（A Z T⁵）を開発するなど、H I V感染症とA I D Sに対する治療法の研究・開発に大きく寄与しています。

現在、新型コロナウイルス感染症への対応が急務となっており、世界各国でワクチンや治療薬の開発が進められていますが、今後も新たな感染症が発生する可能性は極めて高く、次の未知なる感染症に備えた体制づくりが必要です。その際、今回の新型コロナウイルス感染症への対応についての検証とともに、過去の感染症と人類の歴史を学ぶことで、新たな感染症が出現した際の貴重な教訓になると考えられます。

コラム1-8 感染症研究強化に向けた長崎大学へのBSL-4施設の設置

17世紀から始まった長い鎖国の中で、長崎は我が国唯一の国際貿易港であり、西洋文化が流れ込む特別な場所でした。更に、出島の商館医シーボルトが「鳴滝塾」を開校したことにより、長崎は西洋医学発祥の地となりました。一方で、貿易船は西洋文化とともに未知の感染症も持ち込むことになり、長崎では天然痘やコレラなど外来の感染症がたびたび流行しました。さらには、長崎と感染症との因縁は海外との貿易に由来する背景以外に地理的な背景もありました。長崎には大小多数の島々があり、この島々を中心に古くはフィラリア症などの寄生虫病が猛威を振るい、近年に至っても成人T細胞白血病などのウイルス病が多発していました。このように、長崎において感染症は大学の医学者や地域の医師達の重要な課題でしたが、西洋から学んだ治療法や予防法、さらには研究者の努力によって、これらの感染症を克服してきた歴史があります。

長崎大学は、安政4年（1857年）にオランダ軍医ポンペが開設した我が国初の医学校「医学伝習所」を創始とし、ポンペの想いを受け継ぎ、国内外から集まった多くの研究者や医師が感染症研究や治療に取り組み、発展してきました。また、昭和17年（1942年）

1 Human Immunodeficiency Virus

2 Acquired Immunodeficiency Syndrome

3 Severe Acute Respiratory Syndrome

4 Coronavirus disease of 2019

5 azidothymidine

に東亜風土病研究所（現在の熱帯医学研究所）を設置、現在はアフリカや東南アジアにも現地拠点を置き、感染症研究に取り組んでいます。昨今の新型コロナウイルス感染症に対しても、長崎大学は蛍光LAMP¹法による迅速検査システムを早期に開発し、社会的要請が高かった検査能力の向上を支えています。特に、長崎港に停泊していた国際クルーズ船で発生した集団感染においては、乗組員の健康管理や患者の受け入れなどを行い、死者を出さずに収束させる上で大きな役割を果たすなど、様々な貢献をしてきました。

感染症研究を進めるためには、安全性についての国際基準を満たした研究施設が必要です。感染症研究の長い歴史を持つ長崎大学において、国内2か所目の最もレベルの高い病原体を扱える施設である高度安全実験（BSL-4²）施設の建設工事が開始されており、令和3年に竣工予定です。本施設は、病原性の高い病原体を安全に管理し、その病原体に対応するための治療薬やワクチンなどの開発も行える研究施設として計画されています。これにより、あらゆる感染症を対象として「基礎から応用に至る研究を常に行うことができる」体制が国内に整備されると同時に、感染症研究者の育成を担う施設としては国内初のBSL-4施設となる予定です。本施設で最新の研究機材を扱うことにより、我が国の感染症研究を飛躍的に進展させ、国内のみならず世界中に脅威をもたらす感染症の制圧に貢献することが期待されています。



図1. 蛍光LAMP法を使用した迅速検査システム
(提供：キャノンメディカルシステムズ株式会社)



図2. 長崎大学BSL-4施設の外観 (提供：長崎大学)

② 政府の新型コロナウイルス感染症への対応

<政府対策本部の設置>

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

<研究開発の推進>

政府としては、令和2年度までに総額1,930億円の予算を用い、新型コロナウイルス感染症に係る治療法開発、ワクチン開発、医療機器開発といった研究開発等を支援しています。

治療薬開発では、抗インフルエンザウイルス剤であ

■ 第1-4-1 図／支援を実施した医療機器開発の一例 ■

【予防】

■ LINEと連携した新型コロナウイルス感染症自宅・宿泊療養患者向けSpO₂測定スマホアプリモニタリングシステムの実証研究

- カメラで血圧やSpO₂、呼吸数等バイタルをスマホアプリで非接触・自動測定
- スマホで遠隔モニタリング



療養者向重症化アラート

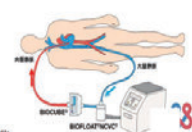
一般感染スクリーニング

事業名：ウイルス等感染症対策技術開発事業
研究代表機関：株式会社アルム
研究期間：令和2年6月～令和3年3月

【治療】

■ 新型コロナウイルス肺炎に対する高性能新規ECMOシステムの有効性・安全性に関する臨床研究

- 「抗血栓性に優れ安全に長期間使用可能なECMOシステム」を用いて、新型コロナウイルスによる肺炎患者への中長期ECMO治療の安全性と有用性を検討。



事業名：ウイルス等感染症対策技術開発事業
研究代表機関：国立循環器病研究センター
研究期間：令和2年5月～令和3年3月

健康・医療戦略推進専門調査会（第26回）
資料4-1より

1 Loop-mediated isothermal amplification

2 BSL（バイオセーフティレベル）とは、微生物・病原体等を取り扱う実験室・施設の格付けであり、実験室・施設で取り扱う病原体の危険性に応じて取扱レベルが定められる。新型コロナウイルスはBSL3で取り扱うこととされている。

るファビピラビルや、抗寄生虫剤であるイベルメクチンといった既存治療薬の効果や安全性の検討や、新たな治療薬の開発を支援しています。

ワクチン開発では、塩野義製薬・UMNファーマと国立感染症研究所の組換えタンパクワクチン、大阪大学・アンジェスとタカラバイオのDNA¹ワクチン、第一三共と東京大学医科学研究所のmRNA²ワクチンといったこれまでの手法とは異なる新たな手法によるワクチンを含む新規ワクチンの開発を支援しています。上記の三つのワクチンについては、現在、治験が実施されている状況です。

また、新型コロナウイルス肺炎に対する高性能新規ECMO³システムの有効性・安全性の臨床研究や、スマホアプリで血圧や体内酸素の状況、呼吸数といったバイタルを自動測定し遠隔で患者のモニタリングを行うシステムの実証研究といった医療機器開発についても支援を実施しました。

コラム1-9 SmartAmp⁴法を用いた新型コロナウイルス迅速検査技術の開発

新型コロナウイルス感染症の蔓延を防ぐためには、新型コロナウイルスに感染した人から他の人に感染させないようにすることが重要であり、新型コロナウイルスを診断するための検査を迅速に行う体制構築が求められています。

国が支援する神奈川地域の研究開発プログラムでは、SmartAmp法を用いた新型コロナウイルスの迅速検査技術の開発と技術普及に取り組んでいます⁵。一般的なウイルス検出法であるPCR⁶法は、ウイルス固有の核酸⁷を増幅させて、その状況により判定を行います。核酸を増幅のために温度を何度も上下する必要があり、2時間程度必要です。一方、SmartAmp法では、核酸を一定の温度で増幅させるため10～30分程度となります。さらに全工程をパッケージ化することで、約1時間で24検体の検査が可能となりました。

SmartAmp法による新型コロナウイルス検出法は、行政検査での使用が可能であり、診断等を目的とした検査においても保険適用されています。



SmartAmp法の解説動画
株式会社ダナフォーム作成
<https://www.youtube.com/watch?v=xxg7Fm6nZkM>



SmartAmp法の検査システム（簡易パッケージ）
提供：株式会社ダナフォーム

第2節 新型コロナウイルス感染症の研究現場への影響と対策

① 研究現場への影響と新たな研究スタイルの構築に向けた取組

新型コロナウイルス感染症の拡大は社会に大きな影響を与えていますが、研究現場も例外ではありません。新型コロナウイルス感染症に関連する研究は、入構制限が敷かれた大学にあっても特例的に実施され、国も積極的に投資を拡大しているため、研究成果が増加することが予想されます。一方で、その他の分野、特に実験やフィールド調査等が重要となる分野では、研究者の移

1 Deoxyribonucleic acid

2 Messenger ribonucleic acid

3 Extracorporeal membrane oxygenation

4 Smart Amplification Process

5 「地域イノベーション・エコシステム形成プログラム」で実施

6 Polymerase Chain Reaction

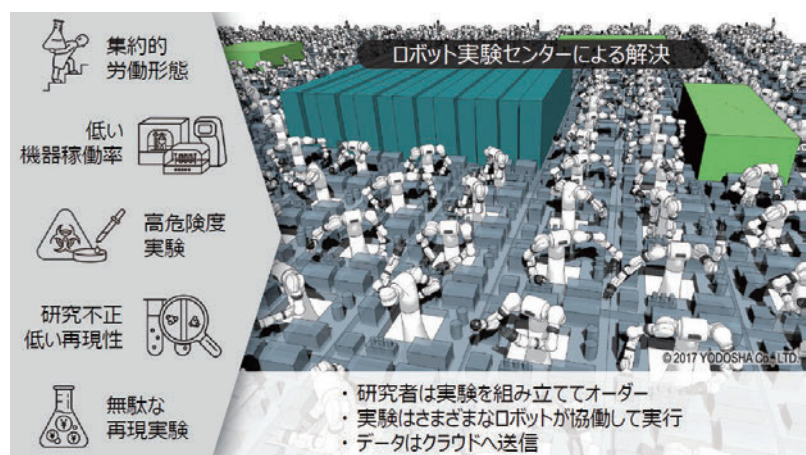
7 ウイルスのゲノム（遺伝情報）本体であるDNAまたはRNA（Ribonucleic acid）を示します。コロナウイルスのゲノム本体はRNAです。

動を含めた様々な制約により、研究活動が低減又は停止せざるを得ない状況が生じています¹。文部科学省科学技術・学術政策研究所が行った調査²によると、令和2年5月の時点で博士課程在籍者の85%、博士課程修了者等の79%が「現時点で既に影響が出ている」と回答しています。特に、研究活動に利用している建物・研究室、設備（実験機器）等の利用制限や資料収集、屋外調査等の中止・延期ということについて支障が出ているとの回答が多くありました。

一方で、新型コロナウイルス感染症の拡大をはじめ、様々な社会課題の解決に向けて、科学技術・イノベーションに対する社会の期待は高まっています。こうした状況下においても、距離や時間に縛られずに研究活動を継続できるよう、研究活動のリモート化や、ロボット導入による実験の自動化、豊富な実験データに裏付けられた仮想空間での仮想実験など、新たな研究スタイルを構築する取組が必要です。例

えば、理化学研究所、産業技術総合研究所等が、様々なロボットや機器が相互に連携して生命科学実験を自動実行するロボット実験センターの構築を目指しています。また、大阪大学の研究グループは、人間の操作をロボットに置き換えるとともに、細胞を探すといった人間の認識に関わることを機械学習に置き換えて、細胞内の分子の動態を観ることの自動化を進めています。

■ 第1-4-2図／自動ロボット実験センターのイメージ図 ■



科学技術振興機構HP

(<https://www.jst.go.jp/mirai/jp/program/core/JPMJMI20G7.html>) より

また、新型コロナウイルス感染症の拡大という国際的な緊急課題に対応するため、生物医学分野を中心に、新型コロナウイルス関連のプレプリント³（学術雑誌に投稿する予定の査読前の論文）の公表が増加しており、投稿から掲載までに数ヶ月から長ければ1年を超える期間がかかる査読を経ることなく、迅速に研究結果が共有されています⁴。プレプリントは、第三者の目を通さず公開されるため、取扱いに留意する必要がありますが、新型コロナウイルスに関する最新の知見を全世界で共有し、研究者による慎重な検討の下で感染対策等に活用する動きが進んでいます。

② 新型コロナウイルス感染症の正しい理解を広める取組

新型コロナウイルス感染症は、当初、感染経路や症状など不明な点が多く、多くの人が捉えようのない不安を抱き、全世界の人々は混乱に陥りました。しかし、その後の研究成果により、新型コロナウイルスの感染経路が接触感染や飛沫感染であることが判明し、感染防止のためには、マスクを着用する、「三密」（密集、密接、密閉）を避ける等の対策をとることが有効であることが明らかになってきました。感染を抑えるためには国民一人ひとりが新型コロナウイルス感染

1 科学技術振興機構研究開発戦略センター、リサーチトランスフォーメーション（RX） ポスト/withコロナ時代、これからの研究開発の姿へ向けて、2021年1月

2 文部科学省 科学技術・学術政策研究所、新型コロナウイルス流行の研究活動への影響等に関する調査、調査資料-298、2020年9月

3 学術雑誌に投稿する予定の査読（雑誌で編集者や同分野の専門家が読み、誤りの有無や雑誌の掲載に関して判断すること）前の論文のことです。プレプリントを公開するプレプリントサーバは1990年代に物理学、社会科学の分野で登場し、迅速に情報提供ができる、研究の先取権を確保できるという利点から、2010年代中頃より他の分野にも徐々に利用が広がっています。

4 文部科学省 科学技術・学術政策研究所、プレプリントの利活用と認識に関する調査、調査資料-301、2021年2月

症を正しく理解し、協調して感染対策を行うことが必要です。新型コロナウイルス感染症に限ったことではありませんが、科学技術コミュニティには、科学的、客観的な情報を、受け取る立場に立った適切な表現や方法で発信することが求められます。ここでは、国民に対して分かりやすくかつ正確に新型コロナウイルス感染症の情報を伝える取組をいくつか紹介します。

・日本科学未来館（新型コロナウイルス関連情報）

日本科学未来館には多様なバックグラウンドをもつ科学技術をわかりやすく伝える科学コミュニケーターが在籍しています。日本科学未来館では令和2年3月より「新型コロナウイルス関連情報」の特設ページを作成し、「新しい感染症との向き合い方 わかんないよね新型コロナ」と題し、どのように新型コロナウイルス感染症に向き合っていけば良いかという疑問に対して、イラストを用いながら答えることで、子供にも分かりやすく紹介しています。



新しい感染症との向き合い方
わかんないよね新型コロナ
<https://www.miraikan.jst.go.jp/resources/COVID-19/>

・Science Portal

Science Portalとは科学技術振興機構が運営する、科学技術の最新情報を提供する総合Webサイトです。Science Portal上に特集ページ「新型コロナウイルス感染症 -COVID-19とわたしたち-」を令和2年7月より公開しています。新型コロナウイルスに関するニュースだけでなく、専門家による新型コロナウイルス感染症の解説、最新の研究で得られた知見に加え、我々が新型コロナウイルスに対してどう向き合い、克服していくべきかを示唆する記事を発信しています。



新型コロナウイルス感染症
-COVID-19とわたしたち-
https://scienceportal.jst.go.jp/feature/d/sp_covid-19.html

第3節 新型コロナウイルス感染症の影響を踏まえた科学技術の発展の展望

令和2年版科学技術白書では、文部科学省科学技術・学術政策研究所が行った未来予測である「第11回科学技術予測調査¹⁾」（令和元年11月公表）を基に、科学技術の発展による2040年の未来社会の姿を描きました。しかし、その後の新型コロナウイルス感染症の拡大を契機として、デジタル化の必要性が認識され、社会は変革の時を迎えています。新型コロナウイルス感染症の影響により、科学技術と社会の関係はどのように変化するのでしょうか。本節では、新型コロナウイルス感染症の影響を踏まえた科学技術発展の方向性を紹介します。



科学技術予測調査
<https://www.nistep.go.jp/research/science-and-technology-foresight-and-science-and-technology-trends>

① 未来社会を支える科学技術

令和2年版科学技術白書で取り上げた第11回科学技術予測調査は新型コロナウイルス感染症の感染拡大前に実施されたものですが、遠隔医療や遠隔教育の実現など、新型コロナウイルスの感染拡大に伴う社会変化後の未来でも大きな役割を果たすと考えられる項目が挙がっています（第1-4-3図）。

¹ <https://www.nistep.go.jp/research/science-and-technology-foresight-and-science-and-technology-trends>
科学技術及び科学技術と将来社会との関わりを見通し、科学技術基本計画の立案等に資するため、昭和46年度から約5年ごとに行っている調査。

■ 第1-4-3図／新型コロナウイルス感染症の影響に関連する科学技術の例 ■



② 新型コロナウイルス感染症の影響を踏まえた科学技術の未来

新型コロナウイルス感染症の感染拡大を受け、科学技術の未来は今後どのように変化するのでしょうか。第11回科学技術予測調査では、2050年までの実現が期待される科学技術（以下、トピックという。）として計702トピックを設定し、その重要度¹や実現見通し等について、専門家のネットワーク（約2,000名）、科学技術振興機構が運営する研究者データベースresearchmap、学会、経済団体等の産学官の幅広い専門家にウェブアンケートを実施し、主観的知見を収集しました（平成31年2月～令和元年6月実施）。また、その後の新型コロナウイルス感染症の感染拡大を受けて、上述のアンケート対象者のうち、専門家のネットワーク（約2,000名）に対し、再度、ウェブアンケート調査を実施しました（令和2年9月～10月実施）。

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

1 30年後の望ましい社会を実現する上で、我が国にとっての現在の重要度。非常に高い（+2）、高い（+1）、どちらでもない（0）、低い（-1）、非常に低い（-2）として指数を算出。

2 文部科学省 科学技術・学術政策研究所、コロナ禍を経た科学技術の未来－第11回科学技術予測調査フォローアップ－、調査資料-309、2021年4月

■ 第1-4-4表／新型コロナウイルスの感染拡大を経て社会的実現時期が早まるとされた科学技術の例 ■

区分	科学技術（冒頭の○は、重要度が上昇した上位10件であることを表す）	第11回科学技術予測調査（年）	コロナの影響*（年）
仕事・働き方	○オフィスワーカーの健康快適性向上と業務効率化・働き方改革を促進する、高度かつ統合的なワーカー・プロダクティビティ・モニタリング技術	2030	-2.7
	出社不要・複業を前提とした自由度の高い就業形態による高生産性社会への移行	2030	-2.4
	高度VRシステム（会議、製造現場の状態管理）と、それを支える高速情報流通システム	2027	-2.0
	三品産業、サービス産業、物流産業に作業用ロボットが広く普及することによる、無人工場、無人店舗、無人物流倉庫、無人宅配搬送の実現	2029	-2.1
	建設現場で、AIを用いて作業進捗状況を常時把握・分析し、適切に工程管理、自動的に工程を最適化・修正する技術	2030	-2.1
健康危機管理	○室内の「健康阻害」や「感染症アウトブレイク」を抑制する、高度な室内健康環境モニタリング・制御技術	2030	-2.6
	○特定の感染症への感染の有無や感染者の他者への感染性、未感染者の感受性を迅速に検知・判定する、汚染区域や航空機内等でも使用可能な超軽量センサー	2031	-2.4
	○公共・集客施設、空港・港湾、鉄道等の交通インフラにおける、極微量の病原微生物の迅速かつ正確な検知システム	2032	-2.1
	○電子カルテシステム、検査・処方等医療データや様々なウェブデータを活用した網羅的感染症サーベイランスシステムによる感染症流行予測・警報発出システム	2029	-2.1
	○新興感染症が及ぼすヒトへの影響（世界的流行を引き起こす可能性、病原性）について、環境・病原体・宿主等因子を総合的に勘案し定量的に予測・評価するシステム	2031	-2.1

*大きく早まる（-5.0年）、早まる（-3.5年）、やや早まる（-1.5年）、変わらない（0.0年）、やや遅れる（+1.5年）、遅れる（+3.5年）、大きく遅れる（+5.0年）として年数を算出

資料：文部科学省科学技術・学術政策研究所

コロナ禍を経た科学技術の未来－第11回科学技術予測調査フォローアップ－、調査資料-309を基に
文部科学省作成