



### 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 / RYOZO NAGAI

#### はじめに

今年のコロナパンデミックは世界史的事件となった。歴史的にみると疫病の流行は、10年に一度は起こってきた。筆者の世代では1957年のアジア風邪、60-61年のポリオ、68年の香港風邪が世界流行だった。狂犬病も流行していた。ある日の夕暮れ、近所の寺で遊んでいたところ、近郊で狂犬病が発生したので至急帰宅するよう呼び戻された。そのときに感じた緊張感は今もよく覚えている。

ポリオの流行は鉄の肺の時代だった。器械は全国に数台しかなく、アメリカ本土から米軍が急遽空輸した。ワクチンは、すでにソーク博士の不活性ワクチンが開発されていた。しかしセービン博士の弱毒生ワクチンの方が有効だった。緊急でソ連から輸入し、1961年7月から1ヶ月間に1,300万人の乳幼児と学童に投与した。効果は観面で、その後ポリオは激減した<sup>(1)</sup>。

2003年のSARS流行も厳戒態勢だった。中国では多くの医療従事者が感染し、しかも間質性肺炎という酸素を取り込めない状態が起こることから緊張が高まった。都道府県からは各病院に、動線を分けた発熱外来を設置するよう指示があった。幸いSARSは姿を消し、MERSや鳥インフルエンザも大きな事態に至らなかった。こうして日本は長い間、パンデミックを免れてきた。しかしSARSのインパクトは大きく、政府は新興再興感染症対策として新たに研究費を措置するようになった。これにより設置されたアジア感染症拠点の一つ、北京の日中連携研究室における交流は、COVID-19の情報交換に活かされた。ところが、現在の厚労省の新興再興感染症対策費はわずか20億円である。感染症研究はオールジャパンの研究体制をつくる必要があり、すでに議論が始まった。

コロナ禍は、日本の社会と医学を含めた科学技術の問題を明らかにした。この災禍の前面に立つのは医学である。医学は基礎医学、疫学・社会医学、臨床医学などの領域がある。本稿では医学の各領域における課題を最初に紹介し、そのうえで医学を専門としない科学者に期待する役割を述べる。

#### 1. 基礎医学

基礎研究は、新型コロナウイルスの本態とCOVID-19の病態の解明が重要である。しかし新型コロナウイルスの研究にはバイオセーフティレベル3 (BSL 3) が、病態研究には臨床サンプルが必要である。なによりもヒトの免疫学を確立しなければならない。そのためには研究基盤を強化するとともに、基礎研究者と臨床医の連携、異分野横断研究、情報科学の医学への導入、書類作成や同意取得など臨床研究を支援する体制の充実が欠かせない。

基礎医学は厳密な科学を目指す。とくに分子生物学の興隆以来、厳密なメカニズムの追求は主要課題となった。このため基礎研究は、試料取得と分析が困難なヒト疾患研究を避ける傾向がある。ヒト疾患研究を基礎医学としていかに定着させるか、臨床検体を用いる研究の仕組みも含めて社会全体で考えなければ

ならない。診断法や治療薬、ワクチンの開発も同様である。開発には様々な規制があり、手続きは煩雑である。研究支援体制の充実なしには研究は進まない。産学官連携で取り組まなければならない課題である。

コロナウイルスを研究する基礎研究者はもとより少ない。国は司令塔的な研究拠点を設置して研究者の育成を目指しているが、学際的でオープンな研究環境を醸成しなければならない。地域の大学を中心とする拠点と連携するコンソーシアムを作り、常に研究者が交流し、データシェアすることが重要である。

研究者を一定の方向に向かせることは困難である。平時は各自の好奇心に従って研究し、今回のような世界的危機にあたっては、知識と技術を提供する。ウイルス学を専門としない研究者も同様である。誰にとっても未知の経験であり、必ずしも目的を射た議論ばかりではない。このため専門外であってもコロナ感染症や臨床医学、レギュラトリーサイエンス(医薬品等の規制・評価科学)などの考え方を理解し、建設的な議論に参加して頂きたい。現在、補正予算で多額の研究費でプロジェクトが動き始めたが、これらの提案の評価にも多くの基礎研究者の協力が必要である。

## 2. 疫学・社会医学

疫学や衛生学は社会を対象とする。感染の実態を把握しつつ防疫・検疫体制を構築し、クラスター分析とサーベイランスを進めなければならない。感染抑制には疫学者の科学的助言が必要であり、助言は社会的責任を伴う。

現在、PCRや抗原検査は行政検査として行われ、基本的にクラスター感染者と医師が必要と認める患者が対象となる。市中の無症候者のサーベイランスは対象外である。この方針は、流行初期の少数感染者の観察による。80%の感染者は二次的に感染させず、20%がクラスターを発生するという。ここからクラスター対応によって、自然にパンデミックは収まるという仮説が生まれた。しかし実態は不明であり、把握できないクラスター感染と無症候感染者が増加した現状では新たなモデルが必要である。とくに社会経済活動を進めるのであれば、無症候であっても感染制御を必要とする人々には積極的に検査を行い、社会活動と感染抑制の両立を図らなければならない<sup>(2)</sup>。自治医科大学はこの方針にしたがって大学再開を果たした。再開にあたり学生にLAMP法で検査を行い、その結果を待って入寮してもらった。またスマートアプリによる健康状態の報告や寮生活における様々な指導を行っている<sup>(3)</sup>。

クラスター対策を重視する一つの理由が、資源不足である。PCR検査を拡大しようにも、わが国の検査のキャパシティは小さい。5月時点では米韓の30分の1から40分の1だった。すなわち現在の検査方針は、「クラスター対応で感染抑止できるという仮説」と「資源不足という現実」が共鳴した結果による。こうした複数の要因に基づく政策は、分野横断的な司令塔や科学的助言が機能しないと、なりゆき任せになりかねない。まずは検査可能数の増加が優先課題である。

クラスター対策をめぐる議論は興味深い。クラスター対策は、感染のさらなる拡大を防ぐという点で重要である。しかし結果を追うだけで感染源を抑制しているわけではない。このことが因果を重視する海外の目には不思議に映る。ここには日本の独自の風土が関わっている。日本のクラスター対策は感染ルートを遡上し、どのような環境でクラスターが発生したかを明らかにする。感染ルートが報道されると、日本の社会では自主的な行動抑制が起こる。この点は社会学からの研究が必要である。いずれにしても社会経済活動の再開にあたり、市中の無症候感染をいかに制御するか、議論を深めなければならない。

社会活動の再開には、様々な条件でのシミュレーションが必要である。この点に関しても疫学・社会学者からの提案が待たれる。研究者がそれぞれの立場で議論を深めておくことは、コロナパンデミックを経験した研究者の務めであり、なによりも今回の経験を記録し検証することは次のパンデミックへの備えとなる。

### 3 臨床医学

臨床医学もコロナ禍により新たな課題が浮上した。合併症の急性間質性肺炎は治療が難しく、治癒しても肺機能は低下することが多い。80歳代の死亡率20%も尋常ではない。このためCOVID-19の病態生理、とくに加齢や生活習慣病に関する研究が急がれる。検査や治療についても、PCR、抗原、抗体が陽性とは何を示すのか、治験で統計的に有意差があってもそれが何を意味するのか評価が待たれる。

PCR検査拡大に反対する理由の一つが、偽陽性への懸念である。有病率の低い集団で検査を行うと、特異性が99%であっても、1回の検査の陽性的中率は数%程度である。しかし偽陽性は、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できる。偽陰性への懸念もしばしば指摘される。検査が陰性であっても、これを保証するものではない。感染抑止と社会活動の両立のために検査をどのように活用すべきか、疫学と臨床医学の合同研究が必要である。

治療薬開発はさらに大きな課題である。既存薬の評価により、すでにレムデシビルが承認されたが、生存率向上への意義は不明である。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。アビガンについては、本年5月に大きな議論があった。観察研究のデータでアビガンを承認するという話が出たときに、多くの反対意見が出された。これは比較対照がないままに、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、治療薬の有効性と安全性を評価するための倫理と論理と規制を、社会全体で共有する必要がある。

コロナ流行を機に医療提供体制のあり方を考えることも重要である。一般患者がコロナウイルスに感染している可能性は常にあり、院内感染を引き起こしかねない。とくに救急患者には防護具を装備して対応しなければならない。しかし疑わしい患者すべてに防護具を装着して対応するには、多額の経費を要する。また流行が拡大して多数の感染患者を受け入れれば、看護師配置を見直し、一般病棟は閉鎖しなければならない。したがって熱心にCOVID-19に立ち向かうほど病院経営は悪化する。頑張ったにも関わらず赤字に陥った病院の経営支援は社会の責任である。

医療体制については、これまで地域医療構想が盛んに議論されてきた。しかしコロナ禍のなかで、非効率的で統廃合の対象とされた自治体病院が、感染症指定病院として存在感を示した。効率化がすべてではないということである。一方、中山間地域を含めて全国で病院や診療所への受診が抑制され、多くの医療機関の経営が困難となった。今後、国民の受療行動がどのように変化するのか注目される。もし受診抑制が続ければ、医療機関の統廃合などの地域医療構想が前倒しで進むと予想される。

コロナパンデミックを機にオンライン診療も始まった。これは流行が長引く中で、地域医療を維持するために避けることができない。しかし、どのようにルールを決めるか注目される。また人工呼吸器やECMOの全国の配置を把握することも難しい。米国や韓国には「病院ロジスティクス」という学術領域があるが、日本では研究者は育っていない。その他、トリアージュの倫理的課題や高齢者のアドバンス・ケア・プランニングも問題となった<sup>(4)</sup>。これは人生の最終段階における医療・ケアについて、事前に繰り返し話し合う取組であり、今回注目度が高まった。

研究者育成もコロナ禍で浮上した課題である。かつてのように臨床医が研究に従事する時間がなくなつた。基礎研究も行う臨床医の減少は、日本の疾患研究基盤を脆弱化させている。

### おわりに—科学者への期待

コロナ感染の流行は市民の生活だけでなく、科学者の考え方と行動にも大きな影響を与えた。コロナ感染症は未知の経験であり、専門家にも予測できないことが多い。そうであれば横断的に考えることのできる理工学研究者に対する期待は大きい。コロナウイルス感染症に限らず、ウイルス、感染症、臨床医学の

研究にも工学からの参加が待たれる。疫学、行政科学、病院や介護施設の現状、さらに臨床試験、評価科学などは、コロナ時代の科学者の基本リテラシーである。こうした状況に鑑み、筆者らは日本医師会COVID-19有識者会議を設置し、さまざまな問題について情報を発信してきた。会議のホームページには、医療者だけでなく医学以外の研究者のために100を超える論説と記事が掲載されている<sup>(5)</sup>。

臨床医学以外にも、不確実な状況のなかで意思決定をしなければならない状況が多い。その際、事前確率がすべてではない。信念の度合いという意味での確率と、生ずるリスクあるいはベネフィットの積を考慮しなければならない。市民が自律的に生きるには、現実社会で押し寄せてくる運不運に立ち向かい、状況をみながら対応を考えなければならない。日本人は、その思考法と行動を苦手とする。危機管理に関する実例教育や研究が必要である。

意思決定に必要なのが情報である。コロナ禍で明確になったのは、日本のデジタル土壌の未整備である。第5期科学技術基本計画でSociety 5.0が謳われ、データ空間と実空間の統合が強調された。しかし保健所の患者集計はいまだにファックスと電話が基本である。そこで厚生労働省はデータ登録のためにHER-SYSを立ち上げた。今度は個人情報保護条例が自治体間で異なり、登録が進まない。多様な医療・保険データの標準化や統合は、ことさらに難しい。デジタル革命が叫ばれ、ビッグデータ解析やAIが注目されるなかで、この問題は学術界と社会が対話によって解決しなければならない。

デジタル革命は、現実社会の不運に巻き込まれないための技術として重要である。そのためにはSociety 5.0の華やかな未来を描くだけでなく、地道なデータの標準化や統合のためのインフラ整備とルール作りの重要性を社会と研究者が共有する必要がある。また現実問題に立ち向かうために科学者が協働する学術を発展させなければならない。医学や医療の専門家には、非専門家が医療・医学の基本的考え方を学べるよう、医学知識の重要なポイントを構造化して提示することが求められる。

感染症対策は科学者と社会の協働作業である。感染者情報や臨床サンプルは社会の理解がないと収集できない。医学研究は、今日、臨床研究法、個人情報保護法、さまざまなガイドラインの下で行われる。これらの法律は、「学問の自由」を規制する面がある。我が国では、「学問の自由」は、長く公権力からの自由というイデオロギー的対立に基づく議論だったが、近年は現実の科学技術の進展に対応するようになった。確かに科学技術への規制は必要だが、過剰な規制は科学技術の発展と「市民の知る権利」を阻害する。このため多くの研究者から、研究や開発が困難になったという声をしばしば耳にする。学問の自由と研究規制のあり方を、もう一度アカデミアで議論が進むことを期待したい。

「学問の自由」に関しては、ある論文が参考となる<sup>(6)</sup>。これは「学問を制度として国が保障することの基礎」を、①学問を文化として定着させること、②福祉国家的根拠（学問の成果を社会で活用すること）、③学問が法治国における合理性の保証者となること、の3点から説明している。第3点に関しては、「特定の事象を継続的に観察し、得られた知見を提供するための研究機関を設置することは、国の決定の基礎を合理的なものにするのみならず、社会のアクターの行為能力にも資し、このアクターが行為を方向づけられるようにし…」と述べている。「学問の自由」を単に「学問研究をする自由」とのみ理解していると、社会の理解は得られない。学問研究をする自由だけでなく、『市民が研究成果を思想、信条、政治行動の判断資料として享受する権利』も同時に認められて初めて、学問的真実が市民生活に反映されるという本来の学問のありかたが保障されるという考えは、広く共有されてよいと思う。

専門性に関わらず、人々は無縁社会ではなく、地域に根差した生き方を求める。それは他者との精神的つながりや集団への献身の精神を重視する生き方であり、「グローカル公共哲学」と呼ばれる<sup>(7)</sup>。コロナ禍は、Society 5.0の課題、社会と科学、科学者の助言のあり方だけでなく、人生哲学にも考えを巡らせる機会となった。複雑な社会の問題に真向かう叡智を集める場として、日本工学アカデミーに期待される役割は大きい。

## 参考

- (1) 平山宗宏 ポリオ生ワクチン緊急導入の経緯とその後のポリオ  
小児感染免疫 19 : 189-197, 2007 <http://www.jspid.jp/journal/full/01902/019020189.pdf>
- (2) 日本医師会COVID-19有識者会議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  
<https://www.covid19-jma-medical-expert-meeting.jp/topic/3243>
- (3) 大槻マミ太郎、自治医科大学 医学部における「大学再開」  
<https://www.covid19-jma-medical-expert-meeting.jp/topic/3600>
- (4) 第5回全国在宅医療会議資料－人生会議(ACP)に関する取組状況  
<https://www.mhlw.go.jp/content/10802000/000483305.pdf>
- (5) 日本医師会COVID-19有識者会議ホームページ  
<https://www.covid19-jma-medical-expert-meeting.jp/>
- (6) Hans-Heinrich Trute, Die Forschung zwischen grundrechtlicher Freiheit und staatlicher Institutionalisierung : Das Wissenschaftsrecht Als Recht Kooperativer Verwaltungsvorgänge, Mohr Siebeck GmbH & Co. KG, 1994
- (7) 今泉礼右 グローカル時代の社会学、みらい、2013



## COVID-19を読む

理化学研究所 理事、EAJ副会長 原山 優子／YUKO HARAYAMA

感染症たるCOVID-19が社会機能の分断をもたらす存在となってから半年以上経過した。世界規模で瞬時に拡散し、未だ収束の兆しも見えぬ状況にあるが、この間に、人類は、徐々にではあるが、COVID-19に対する科学的知見を獲得し、また付き合い方も習得しつつある。

未知のウィルスSARS-CoV-2への対応において、過去に蓄積してきた知識及び経験の寄与度は限定的であったことから、新たな知見の獲得が喫緊の課題となった。ウィルスのゲノム情報の収集と解析、特性の解明、感染メカニズムの同定、治療法の開発、ワクチン開発など、科学的な知識基盤構築の要請に対して、国内外を問わず、サイエンス・コミュニティーは迅速に対応し、そしてグローバルな共同体としても機能しうることを実証した。

基礎的な生命科学、疫学、公衆衛生学の研究開発、創薬、検査、診断法の開発など、様々な切り口からプロジェクトが現在進行中であり、間を置くことなく研究成果は発信され、更なる研究開発へとつながっていく。

このようにCOVID-19に関する研究が展開される中で、研究の進め方そのものに関しても顕著になった点がいくつかある。

通常は科学的知見の臨床現場への応用は段階的に進められ、多大な時間を要するが、COVID-19への対応において、研究と臨床の間でスピーディーに情報の共有が図られつつある。また、遺伝子解析、治療薬候補の同定、感染伝播予測などに見られるように、データベースの共有と活用、数理モデル・物理モデルの適用、スーパーコンピュータの活用が加速されるとともに、これらデータ駆動型の研究手法が、従来型の手法に対して補完的に機能しうることも実証された。そして、サイエンス・コミュニティーにおけるデータ及び研究成果の共有は、そのプラットフォームとしてbioRxivなども存在し、COVID-19以前からオープン・サイエンスとして推進されてきたが、COVID-19に関する研究にフォーカスするならばプレプリント

の数は増加の一途を辿り、研究動向を把握する上でも、欠かすことのできない存在となった。査読のプロセスを経ずに研究内容が公開されることから、論文の作成から発表までのタイムラグは大きく圧縮され、よって、COVID-19に直面する今日のように、短期間に様々な仮説の検証を試みる必要がある場合には、有益な手段となるが、論文の信頼性の確認は、読む側に委ねられることになり、その負担は大きい。追順する研究により、質の担保されない論文は自然淘汰されていくとされるが、常態におけるプラクティスとして定着するか否か、今後見極めていきたい。

COVID-19の社会に与えた影響は計り知れない。国内に限定し、3月以降の政府による対策を時系列に追っていくだけでも、出入国に対する制限・制約、外出自粛要請、感染症法の一部改正、緊急事態宣言、そして緊急事態宣言解除と、ほぼ準備期間無しの状態で、また先行きの見通しが立たない中で、矢継ぎ早に新たなルールが導入され、日々の生活、人々の行動、経済を含む社会活動を直撃した。一日にして国全体で当たり前が、当たり前で無くなるという体験は、第二次大戦世界大戦後、初めてのことであった。対応する側は、組織として、そして個人として、戸惑いつつも、新たな行動様式を模索し、その作業はいまだ続いている。

テレワーキング、授業・ミーティング、対話のオンライン化などが一気に進み、社会全体としても適応性を持つ事が示されたようにも見て取れるが、一義的に人との接触を回避するために導入されたこれらの仕組みが、一時的な対処法に留まるのか、あるいは社会的受容を獲得し、制度として確立していくのか、今分岐点に立っている。

また、ここ数年来、サイエンスもさることながら、「データ駆動型」の波は社会全体に押し寄せていたが、COVID-19により、これもまた加速されたように思える。上記の生活様式の変容が引き金となり、消費行動のオンライン化に拍車がかかり、製品・サービスの生産・供給システムには学習型人工知能の導入が進みつつある。

データ駆動型の消費、製品・サービス供給により生成される価値は、収集可能なデータの質と量に左右されることもあり、消費者のパーソナル・データ及びリアルタイムの行動データが注視されるようになってきた。サービス提供者は、これらのデータを活用することにより、消費者の行動予測モデルの精度を高め、より絞り込みをかけた「おすすめ」を提示することが可能になるが、同時にどこまで個人の域に入り込むことが許されるのか不透明な状況が続く。医療分野においては、より的確な医療サービスの提供につながり、またCOVID-19に関しては、各国で、スマートフォンの近接通信機能と位置データを活用した感染者との接触確認アプリが開発され、感染拡大防止という公益に貢献するものと期待されるが、その一方で、監視社会への懸念も膨らむ。

ここで課題となるのがプライバシー保護と利便性、そしてプライバシー保護と公益性のバランスである。欧州連合においては、2016年に制定された一般データ保護規則(GDPR)を軸にデータ取引のルールが設定され、また欧州域外の取引相手に対しても、GDPRに準拠する形で対応が要求される。日本においては、2020年3月に個人情報保護法の一部改正が行われたが、国際協調をリードできるか、今後更に加速すると想定されるデータ駆動型へのシフトにルールを適応させていけるか、注視していきたい。

このような状況を踏まえ、日本工学アカデミーにおいては、「この危機的な状況から脱却し、新型コロナウィルスと共に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あり方を明らかにする」ことを目指し、プロジェクト「新型コロナウィルス後の科学技術イノベーションのあり方」を本年6月に立ち上げ、検討を進めている。会員の皆様方からのご意見を頂ければ幸いである。



## 新型コロナのパンデミックと日本工学アカデミー

EAJ 荣誉フェロー、顧問（前上級副会長） 小泉 英明／HIDEAKI KOIZUMI

### 1. 始めに

公益社団法人日本工学アカデミー（EAJ）は、昨年も会員・賛助会員の浄財（会費）と種々の研究助成金獲得によって、多くの国際活動を実施した。



参画した2019年6月の国際工学アカデミー連合総会（CAETS 2019）は、スウェーデンの王立工学アカデミー（IVA）の創立100周年記念と合同で実施され、さらに10月には同じストックホルムにて、IVA独自の素晴らしい祝賀行事が挙行された。EAJは1987年の創立時に、若き日のスウェーデン国王カール16世グスタフ陛下から、世界平和を祈念する莊厳な地球儀を賜っており、爾来、深い関係が続いている。COVID-19に関してもIVAから最新の知見を頂戴した。

2019年10月のSTS forum（Science and Technology in Society Forum；京都）では、工学アカデミー会長会議（Engineering Academies Presidents' Meeting：EAPM）と大学学長会議（University Presidents' Meeting：UPM）参加者の協力を得て、「EAPM京都宣言2018」に続く「EAPM京都声明2019」（10か国からの論客による討議結果）をEAJホームページから公開した。前者は「工学倫理」「工学教育」に関する内容で、後者は「イノベーションの本質」に関する内容であった。

また、2019年12月には東アジア工学アカデミー円卓会議（The 22nd East-Asia Round Table Meeting of Academies of Engineering：EA-RTM 2019）を大阪で開催した。テーマは「医工連携の未来」（Future of Medical Engineering Collaboration）であり西尾章治郎EAJ関西支部長（大阪大学総長）のご協力が大きかった。この時の議事録の最後に、「第22回EA-RTMの成果である「医工連携の重要性」をCAETS総会2020の評議会で紹介する」（主旨）という提案が記載されている。（日本・中国・韓国が20年以上に亘り、政治を離れて科学技術・文化の分野で連携を続けてきたことは、深い意義がある。）

この提案が発展して、今回のCAETS COVID-19 Special Committee設立へと繋がることになった。2020年6月に予定されていたCAETS 2020総会（韓国）がCOVID-19によって延期が決まった際に、EA-RTM責任者とCAETS理事の立場で、Ruth David事務総長とOh-Kyong Kwon総裁に本件を提案した。内容は、EA-RTMの結果をCAETS評議会本会議で紹介する。さらにCAETS初日の個別グループ討議にて、他国アカデミーも加わって、COVID-19 Pandemic問題に的を絞って医工連携を議論する。CAETS事務総長（全米工学アカデミー：NAE）は「工学の視座を明確にすること」を条件とし、Oh-Kyong Kwon総裁は「韓国工學翰林院（NAEK）がCOVID-19 Local Committeeを組織して準備を開始する」として、中国工程院（CAE）も了解した。そしてNAEKがCAETS加盟国からまず10名の委員会メンバーを選定して、CAETS COVID-19 Special Committeeが誕生した。初会合は、2020年10月6日にリモートにて行われた。さらに深刻な事態が予想されるCOVID-19 Pandemicに対峙するには、国際連携が極めて重要となる。

### 2. 中国での感染爆発：SARSからCOVID-19へ

新型コロナウイルス（SARS-CoV-2）による感染爆発（COVID-19 Pandemic）と筆者の関係は2002年の中国広東省で発生したSARS-CoVウイルスによるSARS（重症急性呼吸器症候群）に始まる。強毒性で感染率も高いSARSの感染爆発が始まった際には、収束が可能か否かも見えず、現地ではパニックに近い状態にあった。命の危険を感じて躊躇する医療従事者を率いて、自ら感染地に飛び込んだのは北京中医医院の王喜生院長であった。

中医とは易経を源流とする中国医学を指し、北京中医医院はその中心に位置する医療・学術機関である。陰陽(0/1)を基にした2進法による体系は、現在のDX(Digital Transformation)の礎であり、ライプニッツ(Gottfried W. Leibniz, 1646~1716)が易経を基調にして創りあげたものである。女傑の王院長から中医の初步とSARSの経験を直接学んだが、疲れてホテルに戻った際に、医院の教授を指圧に差し向けてくださった心遣いも、筆者には忘れられない。女傑である王院長は、SARSの際に三重の防護服を着て、感染中心の現場にて指揮と治療に当たった。その姿は映画にもなったが、防護服着脱の時間を惜しんで、自らの排泄物は長靴の中に流し込んだという。

このようなアカデミーの背景があって、筆者は本年1月21日に、駐日中国大使館で開催された新春懇談会にて、孔鉉佑大使の挨拶の後に講演する機会があった。その際に、初めて武漢の深刻な状況の詳細を知らされた。日本国内で渡航歴のない感染者が、PCR検査で陽性と確認されたのは1月28日である（症状が確認されたのは1月14日）。日本国内では未だ話題にも上らない時点であった。

爾来、筆者は経緯を注視するとともに、将来の感染対策を考え続けることになった。当時の中国河北省武漢市の状況は、武漢市の医療機関で約2,200人の疑似感染者を治療中。さらに約600人が発熱外来で経過観察中。この中から1,000人が確定感染者となる可能性があった。当時の武漢市の伝染病病院は、武漢金银潭医院と武漢肺科医院のみで計350床。1月25日に武漢市は、市内24病院から計1万床を肺炎患者専用とし、さらに「武漢火神山医院」と「武漢雷神山医院」の建設を緊急に開始して2,300床を確保することを決定した。新病院建設のスピードは驚異的であり、約10日間（それぞれ2月3日、2月6日に完成）で、ICUを含む両病院の建設は完了した。中国全土から武漢市への応援スタッフは4万5千人に上ったとされる。4月4日には武漢市の封鎖は解除され、新病院も役目を終えてその後まもなく閉鎖（施設保存）された。

この病院建設の背景には、冒頭に述べた2002~2003年のSARSの経験がある。SARSの際には「北京小湯山医院」（北京郊外）という緊急病院の建設があった。今回、武漢市では医療崩壊は起こらなかった。9月に入つて中国工程院から連絡があった。中国内の新型コロナ感染者数が数日に亘って零となったと告げられた。

### 3. 新型コロナ禍における計測の重要性

コロナウイルスの種類は多いが、一般の風邪として扱われる4種の「ヒト呼吸器コロナウイルス」(229E, OC43, NL63, HKU-1)、「重症急性呼吸器症候群(SARS)コロナウイルス」、2012年に発生した「中東呼吸器症候群(MERS)コロナウイルス」、そして今回の「新型(COVID-19)コロナウイルス」がある。新型とSARSは、アンジオテンシン変換酵素2をレセプターとして感染する。

COVID-19のコロナウイルス(SARS-CoV-2)は直径約100nm( $0.1\mu\text{m}$ )であり、人間の5感では到底検知し得ない。しかも、何らかの症状が現れる以前にウイルスが体内で増殖し、時に大量に外部に放出される。人間の5感で検知できない放射線の計測のように、コロナウイルスの検知には必ず正確度（感度と特異度の関数）の高い計測手段が必要となる。感染の実態把握は計測抜きには考えられない。上述の医学と工学が深く連携すべき緊急事態である。

国内で問題となった条件付確率論(Bayesian Statistics)の解釈は慎重にせねばならない。なぜなら、感染率が低い状況でも、医師の観察や診断が加わると結果は大きく変わる。また、検査法の統制によって、PCR(Polymerase Chain Reaction)検査の感度・特異度は改善できる。医療崩壊を防ぐ理由で、まず検査数を制限するのは、むしろ論理崩壊と言わざるを得ない。制限の多い状況で、クラスター対策に専念する方々の大変な尽力には敬服し感謝するが、その努力と手法には限界がある。医療のみならず経済的・文化的にも大きな犠牲を払うことに繋がる。海外の専門家からの批判は厳しかった(FCAJ緊急提言：野中郁次郎・小泉英明 2020.5.5 各紙電子版報道)。

新型コロナ対策に成功している国々では、いずれも診断や検査を工夫し、検査手技を統制し、きめ細か

な分析を実施しながら検査件数を全力で増やしてきた。逆に言えば、医療施設と検査センターを事前予測に基づいて迅速に準備し、検査は客観的な実態把握に不可欠であるという原則を貫いた国々がCOVID-19対策に成功している。

中国武漢市では50万件／日以上のPCR検査が可能であり、5月後半には、19日間で990万人の検査を実施(300人の陽性者(無症状)を検出隔離)。その後数か月間、感染者はほとんど生じていない。トルコは5,000件／日の検査センターを各所に作り、10万件／日以上のPCR検査を可能にした。イノベーションが進み社会福祉が最も充実している北欧も、PCR検査には緊急で力を注いだ。例えば、スウェーデンでは、経済・文化活動を感染防止と併進させるために、最初に高速PCR検査センターを1か月未満の期間(2020年4月3日～4月30日)で迅速に立ち上げた。ロボティクスも活用して1か所で5,000件／日の処理能力があった。一方、スウェーデンに人口が類似する東京都全体のPCR検査数は、最近の9月末時点で平均4,000件／日である。

スウェーデンが隣国のノルウェー・フィンランドに比較して、COVID-19の人口当たり死者数が多いのは(約10倍)、高齢者施設にパートタイマーが持ち込んだクラスターと、最も成熟した福祉国家の死生観や価値観によるものであって、倫理を含む課題は別の機会に報告したい。

一般にイムノクロマト法による簡易抗原・抗体検査は、確かに簡便であるが、高正確度を追求するには、PCR系の遺伝子検査をさらに改良する方向が望ましい。簡易抗原・抗体検査は、概念的には鉱石ラジオ(周波数共振器と検波器から構成)であって、PCRはトランジスターラジオ(周波数共振器と增幅器・検波器)である。計測における增幅という機能は、原理的かつ決定的な長所となる。

十数年前には、PCR法によって約4万9千年前のネアンデルタール人の骨髄化石から遺伝子配列が得られるようになった。PCR法はかくも威力があるが、超高感度であるが故に深刻な試料汚染の課題がある。化石発掘時には全員が厳重な防護服を着用し現生人類である発掘者からの汚染を防いだ。計測法の本質を知ってコロナ禍に資することが重要である。

また、感染爆発は指数関数的に感染が増大するが、この感覚は日常には乏しい。対策はすべてスピードが勝負となる(FCAJ緊急提言Ⅱ：小泉英明・安井正人 2020.9.2 各紙電子版報道)。

#### 4. エンジニアリングから見た検査装置

COVID-19 Pandemicで、世界の多くのアカデミーがさまざまな声明を出している。日本工学アカデミーは基本的にエンジニアリングの専門家集団であり、実際に役立つ工学的かつ独自の提言を骨子にすることが必要である。

COVID-19のSARS-CoV-2ウイルスを確実に検出するためには、正確度の高い計測が必須となる。正確度(Accuracy)と精度(Precision)は明確に異なる概念である。正確度とは計測結果がどれだけ真値に近いかという概念である。一方の精度は、どれだけばらつきが少ないかという概念であって、何度測っても同じ値に近いという再現性(Reproducibility)を伴う概念である。

医療検査の場合、感度(Sensitivity)とは真陽性の割合であり、特異度(Specificity)とは真陰性の割合である。一方、正確度(Accuracy)は真陽性と真陰性が全体に占める割合である。計測の信号対雑音比(S/N ratio)が大きいことが精度を生み出すが、それだけでは正確度が高いことに直結はしない。真値からはずれる種々の要素を排除して高い正確度が得られる。

海外で感染抑制に成功した国々は、検査体制を改良しつつ検査数を増やした。一方、国内ではCOVID-19の初期から検査数が制限された。入院が遅れて重症化し、極端な場合には行き倒れて命を落とした悲惨なケースが生じたことは、人災の側面が否めなかった。二度にわたるFCAJ緊急提言を含め、当初より政府関係者にも直接進言したが、結果が出せなかつたことに深く反省している。

以下に述べるように東アジアの国々で、単位人口あたりの死者数は日本、韓国、中国、台湾の順である。

国民皆保険制度を初めとして、水準の高い医療を世界に誇る日本が、周辺国の中で、すでに最も高い死者数(単位人口あたり)を出した事実は極めて残念である。

10月初旬には日本の累積感染者数は中国のそれを抜いた。日本ではCOVID-19はまだ収まってはいない。

## 5. 国によって異なる疫学的背景

日本はG7の国々の中で、単位人口当たりのCOVID-19による死者数が最も少ないとするには事実であるが、その理由は日本の施策によるものだけでなく、ウイルス・環境・感染者の3要因に依存している可能性が高い。世界の国々の単位人口あたりのCOVID-19による死者数を比較すると、かなり明確な地域性が出てくる。現在、注目される仮説の一つは、厳密なPCR法によってネアンデルタール人の骨髄化石から初めて遺伝子解析に成功したマックスプランク研究所からのものである(Hugo Zeberg and Svante Pääbo, *bioRxiv* 2020)。COVID-19では、重症化する人からほとんど症状が出ないで終わる人までいる。両者の遺伝子の差を解析して重症化要因を見出す研究の中で、重症化遺伝子がネアンデルタール人から現生人類が引き継いだ部分に存在することが見出された。この重症化遺伝子は南アジアに最も多く、欧州・米国にも多く存在する。ところが東アジアにはこの遺伝子が非常に少ないという特殊な分布が見いだされた。

東アジアの中国・韓国・台湾・日本では、欧米に比較して、単位人口あたりの死者数が欧米のおよそ100分の1程度である。その理由を説明するために種々の新仮説が現れてきた。免疫系が関与するとされてきたが、自然免疫と獲得免疫の連携機構を含めた全てが理解されているわけではない。交叉免疫(例えば、風邪のコロナに感染した後、その免疫が新型コロナにも影響を与える)を主因とする仮説も有力であり、眞の原因解明にはまだ時間が必要である。

しかしながら明確な事実は、東アジアの中国・韓国・台湾・日本の中で、単位人口あたりの死者数が最も多いのは日本であるということである。COVID-19対策の客観評価には慎重さと誠実さが必要である。

## 6. 社会的共通資本としての「大規模分析工場」の提案

これからさらなるパンデミクスを含めた長期的な施策の立案が焦眉の急である。中立的なアカデミーの評論は価値があるが、さらに具体的な施策の提案を行うことが肝要と考える。そのために種々の視座からの真摯な議論が国境を越えて必要となる。また、経済活動と自肅のジレンマの解決には、工学アカデミーから、従来の延長上にはないイノベーションの提言が必須であろう。

当初から指摘してきた新たな社会的共通資本としての大規模分析工場(Large Analysis Factory: LAF)が必須であることも明瞭になってきた。すなわち、現実に可能な高い正確度(目標100%:現時点でも全自動化された最新のPCR装置では、検査環境が厳密に統制されると、感度98%・特異度99%以上が達成される)の全自動遺伝子解析装置を工場設備のように多数稼働させる。しかも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分析目的に従って、分析ラインを自由に変更する。勿論、IOT/AIやDXなどの情報技術の出番もあるし、高性能磁気ビーズによる前処理や正確度に直結するキャリーオーバー(流路汚染)対処などの日本の伝統技術が生きてくる。同時に試薬の開発・低価格化も並行して実施する。

SARSのワクチンは20年近くたっても未だ完成していない。当時の子湯山医院はCOVID-19まで長らく廃院となっていた。これらの事実を踏まえて未来のパンデミクスに対峙するには、各種ウイルスに迅速・柔軟に対応でき、しかも感染爆発の狭間では、研究やワクチン開発の目的に使用して稼働率を常に最大に保てる施設が必要である。それでこそ共通社会資本として投資する価値がある。

遺伝子解析装置は、自動較正機能を持ちウイルスの定量とともに遺伝子配列も自動解析する。それによって、現在の手技に頼る検査方法を一新する。

体外診断のLAFを稼働させるのは、容易に搬送できる検査試料が必要である。COVID-19の場合には、

唾液／喀痰・鼻孔拭い液・尿・糞便などの検体が搬送容易であるが、唾液がすでに実績がある。唾液は体外に非侵襲で取り出せる唯一の体内循環物質であり、前処理も比較的容易である。一方、院内検査装置や検査センターを大量に増やしても、高い正確度を保持するのは容易でない。

環境研究分野では、PCR法の高感度・高特異度の特徴を活用して、大洋の生物種の分布を調べる研究がすでに始まっている。同様の概念で、下水の分析で、地域や病棟の感染状態を知ることができる。観測点計測のみならず面としての地域の観測が必要である。すでに世界各地で検討あるいは試験的に実施されている。一方、呼気の質量分析という古典的な方法論もある。

また、感染症予防のために、当該ウイルス群を可視化することも原理的には可能である。例えばウイルスに特異的な蛍光タンパクを結合させ、フォトンカウンティングを適用する。

(これらの概念は、すでに本年7月に学術誌“Engineering”(IF: 6.5)に投稿し、Miner Revisionにて出版の扱いとなっている。関連する種々の研究開発投資が焦眉の急である。)

## 7. 羅針盤としてのアカデミーの使命

日本工学アカデミーでは、本年6月の総会で阿部博之会長（元総合科学技術会議筆頭議員・元東北大学総長）が任期を全うして退任され、小林喜光新会長（三菱ケミカルホールディングス会長・元経済同友会代表幹事）が引き継がれた。阿部博之会長は常にぶれることなく、アカデミーの本質と将来の日本を見据えて采配を振るわれた。中村道治会長代理（前科学技術振興機構理事長・元日立製作所副社長）を初めとするすべての理事の方々が、志を会長と同じくして結束し、足を使ったアカデミーの運営によって、日本工学アカデミーの黄金期を築かれたと言っても過言ではないであろう。

日本工学アカデミーは設立時の理念を固持し、中立性を担保するために、政府機関から公費の支援を一切受けずに、淨財運営（会員と賛助会員の会費による運営）を続けてきた。アカデミー会員の志は、利己的（Egoistic）よりも他利的（Altruistic）であることは、一般には高額とも言える会費をアカデミー運営費としてきたことが一つの証であろう。一部の人々は去って行くが、若い方々が新鮮な活力を吹き込み、厳密な審査にもかかわらず、この数年間に会員数が急速に増大したことも驚異的である（正会員数820名）。ギリシャ時代からのアカデミー本来の役目である正しい方向を指し示す羅針盤機能が何よりも重要であり、コロナ禍においてもそれを心掛けるべきであると考える。

阿部前会長が次期の理事会に申し送りしたのが、新型コロナ禍に対する工学アカデミーとしての貢献である。内部に「ポストコロナ検討委員会（新型コロナウイルス後の科学技術イノベーションのあり方プロジェクト）」が発足したが、原山優子新副会長（元総合科学技術・イノベーション会議常勤議員）と永井良三会員（自治医科大学学長・日本医師会COVID-19有識者会議座長）が共同議長に就任されたことは極めて喜ばしい。拙速な緊急声明をだすのではなく、現状のコロナ禍を種々の異なった視座から俯瞰し、全人類にとっての感染爆発への対処に寄与する提言が、本年中に纏まることを強く祈念するものである。



## COVID-19とSDGs

国連10人委員会委員、EAJ顧問（前副会長（会長代理）） 中村 道治 / MICHIHARU NAKAMURA

### はじめに

2015年の国連総会で、2030年までに持続可能で誰一人取り残さない社会の実現を目指すSDGs（Sustainable Development Goals）が満場一致で採択されて以来、17の目標達成に向けた活動が世界中で

展開してきた。昨年7月に開催されたハイレベル政治フォーラムや9月のSDGsサミットでは、4年目の節目にあたってそれらの進捗状況が報告され、このままではSDGsの達成は難しい状況にあることから、様々な取り組みを加速すべきとの認識が共有された<sup>[1]</sup>。この様な重要な時期に、COVID-19パンデミックが発生し、世界保健機関(WHO)によると今年10月16日の時点で、感染者として確認された人数は3,862万人に達し、死者数は109万人になった。現在、人びとの健康と経済活動の両立に向けて必死の努力が続けられているが、未だ明確な出口が見えない。COVID-19パンデミックを如何に賢く乗り切り、SDGsに向かっての取組を挽回するかが大きな課題になっている。

## COVID-19とSDGs

人びとの健康な生活と安寧を目指すSDG 3において、2030年までにエイズ、結核、マラリアやその他の新興・再興感染症を撲滅することがうたわれているが<sup>[2]</sup>、私たちは予期せぬ感染症に対し平素からの取組が如何に重要であるかを認識することになった。

COVID-19パンデミックは、気候変動の進展と共に伴う環境変化、ヒトの活動による陸水生態系の浸食と破壊、ヒトや物の移動の高速広域化、広域サプライチェーンの脆弱性、格差の拡大、都市のスラム化の進行、医療器具・医療施設等へのアクセス不足、といったSDGsにおける課題がそのままパンデミックの拡大につながっていると言って過言でない。換言するならば、SDGsが達成された社会では、発生自体を根絶できないとしても、もっと被害を軽微に出来る筈である<sup>[3]</sup>。

一方で、COVID-19パンデミックは、人びとの健康に甚大な被害を与えているだけでなく、この10年間減少してきた貧困者数を増加させ、アフリカなど各地で深刻な食糧不足を引き起こしている。また世界中で、学校閉鎖による教育遅れや教育格差の拡大、女性・若者へのしわ寄せ、戦後最大の景気後退と雇用の喪失、収入格差の拡大等が見られる。この様な現象は、SDGsの中での様々な課題や取組が相互に関係している証左である。COVID-19パンデミックの解決なくしてSDGsの達成は難しく、逆にSDGsの包括的な達成なくしてコロナウイルスと共に存することは出来ない。

## 科学技術イノベーションの役割

SDGsの達成に向けて、国連ではガバナンス、経済とファイナンス、個人と集団的な行動、科学技術の4点を重要な手段としてあげている<sup>[4]</sup>。COVID-19の解決においても、これらはいずれも重要な手段であるが、特に有効なワクチンや治療薬、迅速な検査方法等の早期開発に関連して、科学技術に大きな期待が寄せられてきた。

今世界レベルで取り組むべきは、国際的な連携のもとに研究開発を加速し、その成果を必要としているすべての人びとに迅速に届けることであろう。ワクチンについては、国際協力の下でワクチン開発を促進する感染症流行対策イノベーション連合(CEPI)や、予防接種プログラムの拡大を通じて世界の子どもの命を救い人々の健康を守ることを使命とするGAVIアライアンスの活動がよく知られている。COVID-19ワクチンに関しては、迅速な開発と製造能力の立ち上げ、平等な普及のために、CEPI、GAVI、WHOが中心になって、新たにCOVAX活動を立ち上げた。自国第一主義や大国間の覇権争いとは異なる次元で、国際社会が連携して取り組むことが強く望まれる中で、COVAXに対する世界的な支援が求められている。

以上の短中期的な取組に加えて、感染症に対して中長期的な視点で、科学技術的な備えを図ることが重要である。今後予想されるさまざまな感染症ウイルスとの共存に備え、公衆衛生、治療、ワクチン等の短中長期的な開発ロードマップを国際的に共有することがWHOから提案された<sup>[5]</sup>。国連では、SDGsのための科学技術イノベーションのロードマップの作成と実装を通じて、PDCAサイクルを回しつつSDGsの諸課題に取り組むことを提案し、そのためのガイドブックを公開したが<sup>[6]</sup>、感染症に関して具体的なロードマップを作成するには至らなかった。

ドマップが国レベルで実装されることを期待したい。

COVID-19パンデミックの解決のためには、我々の抱える課題全体に対してシステム的に取り組む必要がある。言い換えるなら、SDGsの下で地球環境の健全性と、動物、人間の健康を一体的に追求するOne Healthの実現が重要である。我が国では文部科学省が、2005年以来、新興・再興感染症への取り組みを強化し、現在4つの感染症研究拠点大学(長崎大学、北海道大学、大阪大学、東京大学)を中心に連携して研究開発に取り組む体制が構築されてきた。喉元過ぎれば熱さを忘れる事のないように平素の備えが重要であり、自國のためだけでなく世界のためにもOne Healthの視点で長期的に取り組むべきである。

### COVID-19が科学に投げかけるもの

世界は、これまでの資源消費型の経済的繁栄から、持続可能社会の実現へと大きく舵を切ろうとしてきた。この中で、COVID-19は安心、信頼、共感、思いやり、自然との共生といった価値を実現することの重要性を改めて指摘している。また、人びとが社会や組織の構成員として共有してきた行動様式や生活様式、すなわち文化が、パンデミックへの対応に影響してきたことは注目に値する。どのような文化を継承し、また新しい文化を生み出すかは、新たな価値の創造と共にこれから工学にとっても常に意識しておくべきテーマといえる。

SDG12(生産と消費の責任)は、経済活動や人びとの行動様式に密接に関係するものとして最近注目されている<sup>[7]</sup>。生産側の視点では、経済規模(Quantity of economy)、効率(Efficiency)、雇用(Employment)がこれまで追求されてきたが、最近は気候変動に関する財務情報開示が求められ、脱炭素化、資源循環、生態系保全、事業継続計画(BCP)が不可欠である。一方社会や消費側の視点では、社会や生活の質(Quality of society and life)、十分さ(Sufficiency)、サービスへのアクセス(Accessibility)が重要であり、節約文化や無駄の排除と言った生活様式の変容が求められる。生産側の視点と社会・消費側の視点とがお互いに相乗効果を發揮して、持続可能な社会の実現に向けて経済や社会の変革を進めることが重要である。

科学と政治と市民社会のインターフェースも、今回のパンデミックでその重要性が改めて認識され、国連やINGSA (International Network for Government Science Advice) 等で議論が続いている。政治に対しては、エビデンスベースの科学的助言を如何に有効に行うかが問われている。また、先に述べた文化にも関連して、人びとや集団の行動において、科学的な知識が如何に活用されるかが課題である。このために、

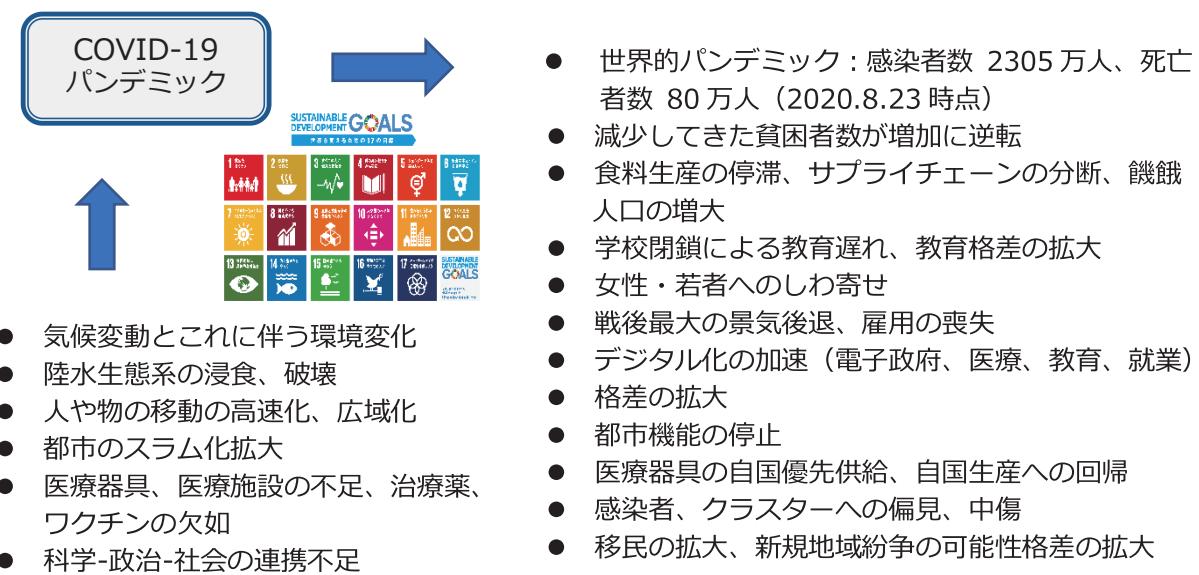


図1 COVID-19 パンデミックの原因と社会的影響

- 1) 科学者、政策立案者、市民社会がお互いに信頼し、価値を共有する文化を育てること、
- 2) 科学的助言が出来る科学者を育成すること、
- 3) 学術団体が、SDGsと整合のとれた活動を進めること、
- 4) 政治や社会からの要請がなくても、明確で正確な科学的情報を提供すること、
- 5) 急速に進歩する科学技術のポテンシャルやリスクを政治や社会に対して発信する活動に対しインセンティブを付与すること、

が重要であると指摘されている<sup>[7,8]</sup>。政治や市民の科学に対する信頼を高めるためには、説明責任(Accountability)、透明性(Transparency)、公開性(Openness)がとりわけ重要である。

COVID-19があらわにしたように、人類は今まさに時代の転換点に立たされており、直面する危機を乗り越え持続可能で誰一人取り残さない社会を実現するために、私たちの賢さと世界レベルの連帶が試されていると言って過言ではない。

## 参考文献

- [1] Sustainable Development Goals Progress Chart 2020.  
The Sustainable Development Goals Report 2020.
- [2] SDG Indicators: Global indicator framework for the Sustainable Development Goals and targets of the 2030 Agenda for Sustainable Development.
- [3] Sustainable Development Report 2020.
- [4] UN Global Sustainable Development Report(GSDR)2019.
- [5] A COORDINATED GLOBAL RESEARCH ROADMAP: 2019 NOVEL CORONAVIRUS (WHO).
- [6] The Guidebook on the Preparation of Science, Technology and Innovation (STI) for SDGs Roadmaps.
- [7] Innovations for Sustainability, 3rd Report prepared by The World in 2050 initiative: Pathways to an efficient and sufficient post-pandemic future.
- [8] Bill Colglazier: America's Science policy and science diplomacy after COVID-19. Science & Diplomacy [website].



## コロナ禍後の社会変化と期待されるイノベーション像

NEDO 技術戦略研究センター センター長、EAJ 会員 岸本 喜久雄／KIKUO KISHIMOTO  
同センター ユニット長 伊藤 智／SATOSHI ITOH  
同センター 紋川 亮／AKIRA MONKAWA

### 1. はじめに

2019年11月に発生した新型コロナウィルス(COVID-19)感染症は、世界的な大流行となり、完全に終息するまでには長い期間が必要であると云われています。そして、この感染症の拡大は、私たちに感染を予防しながら経済活動を続ける「新しい社会様式」の実現を迫りました。新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)技術戦略研究センター(TSC)では、2020年4月にコロナ特別チームを結成し、「今何が起こっているのか」、「コロナ禍後の社会はどうなるか」をテーマに様々な分野から発信された情報を整理・分析し、「コロナ禍後の社会に期待されるイノベーション像」についての検討を加え、TSC Foresight短信レポートとして「コロナ禍後の社会変化と期待されるイノベーション像」<sup>(1)</sup>を2020年6月24日に公表しました。

NEDO/TSCは、2020年度に設立7年目を迎えるにあたり、そのミッションを「社会の変化を敏に捉え、将来像を描き、実行性ある提言を行う」と再定義し、このミッションに対応して、これまでの「技術戦略」に加えて、「共通基盤型調査」や「新領域探索調査」についての情報発信を強化し、これらを新たにTSC短信レポートとして発行することにしました。本レポートはその第一号となります。本レポートはNEDOのホームページで公表していますが、以下では、その概要を紹介いたします。

## 2. コロナ禍後の社会はどうなるのか

コロナ禍がもたらした社会変化について、医療・感染予防、行政、教育・生活、仕事・産業の4つの視点から国内、国外の状況の整理を試みました。国内外の多くの有識者が社会変化を予測しています。これらの情報を分析し、図1に示すように大きく6つの変化として捉えました。

一つ目は、AI、テレワーク、ロボット、キャッシュレスなど、これまで進んできたデジタル化が更に加速するという変化です。その一方で、デジタル化できないもの、体験や共感、誰も真似ができない技術や感性に価値が高まるという変化も起きています。

二つ目は、政治体制や国際情勢の変化です。多くの国が景気回復のための財政政策や雇用者を守る政策を打ち出しています。また、感染をトレースするという国が増えている中、各国ではプライバシーとデータ活用のバランスという難しい判断を迫られています。

三つ目が産業構造の変化です。強力なロックダウンを経験したことにより、これまでの生活を見直す動きが生まれ、大量生産・大量消費から脱却した持続可能社会の実現に期待が寄せられています。また、サプライチェーンの再構築、国内回帰への期待も高まっており、産業構造の大きな変化が予想されます。

四つ目は、集中型から分散型への変化です。集まることの自由を奪われ、回復後も意識や社会の在り方に影響が残るとみられています。分散型の利点が指摘されており、都市の一極集中型から、分散・ネットワーク型に移るとの変化があります。



図1 コロナ禍後の社会変化と具体例

五つ目は、人々の行動変化です。移動制限の時期を経て、ニューノーマルの形成が起こり始めています。デジタル技術が普及することで、新たな価値観や生き方が模索されています。

六つ目は、環境問題への意識の変化です。欧米では、ポストコロナの経済刺激策と環境問題を結び付けたグリーンリカバリーの動きが出てきています。世界規模のアンケート結果からも、コロナ禍を契機に環境問題の重要性が再認識されています。

以上のようにコロナ禍を受けて、これまでの価値観が変わり新しい社会像、社会的価値観が生まれつつあります。社会全体の大きな変化とともに、医療、教育・家庭、仕事・産業、行政といった現場毎での変化、および都市の変化が起こると予想されています。そのなかで共通するのは、リモート化、オンライン化といったデジタルシフトです。

なお、日本について、例えばフランスの経済学者ジャック・アタリは「日本は危機対応に必要な要素、すなわち国の結束、知力、技術力、慎重さを全て持った国だ。島国で出入国を管理しやすく、対応も他国に比べると容易だ。危機が終わったとき日本は国力を高めているだろう。」と述べています。そのようなことが実現すればコロナ禍による変革は日本にとって僥倖となり得ますが、一方で、ワークスタイルの変化、人事制度の変化、リスクマネージメントの強化など、日本の社会システムに関する変革を期待する声が多く聞かれます。

### 3. コロナ禍後の社会に期待されるイノベーション像

どのようなイノベーション像が期待されているかを検討するにあたり、図2、3のように産業分野を四つの領域に区分して捉えることにしました。横軸は、大まかにモノに関わる産業か、人に対するサービスに関わるものかに分けています。また、縦軸は、デジタル化の浸透・進展度合いに応じて分けています。○の大きさはおおよその市場規模を想定して示しています。コロナ禍後の社会の変化にあわせて、全ての産業で少なからずデジタル化が進展すると考えられることから図2から図3のように上方にシフトすると予想しています。コロナ禍後に期待されるイノベーション像は、これらの領域毎にそれぞれの特徴が見ら

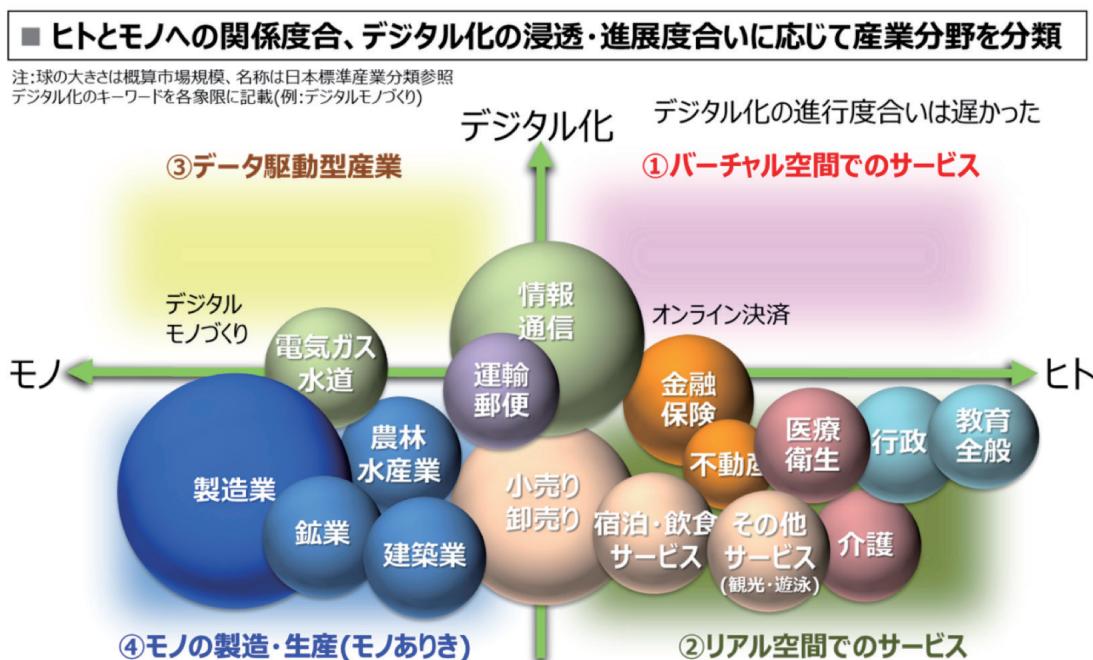


図2 コロナ禍による各産業分野の変化の分析（コロナ禍前）

れます。

区分①は、バーチャル空間でのサービスの領域です。バーチャル空間を積極的に利用することで、場所に制約されることなく受けられるサービスです。これまで対面やモノを介して提供されていたサービスがオンラインで提供されるようになります。例えば、ビジネスでは、物理的なモノを必要としていた名刺や印鑑がオンライン化し、ネットワークでのコミュニケーションだけでも商談や契約が進むことが期待されます。教育、医療などでもオンライン化が期待されます。技術的には、オンラインコミュニケーション技術、5G・通信技術、VR技術、触感再現技術などの様々なデジタル技術のイノベーションが求められます。

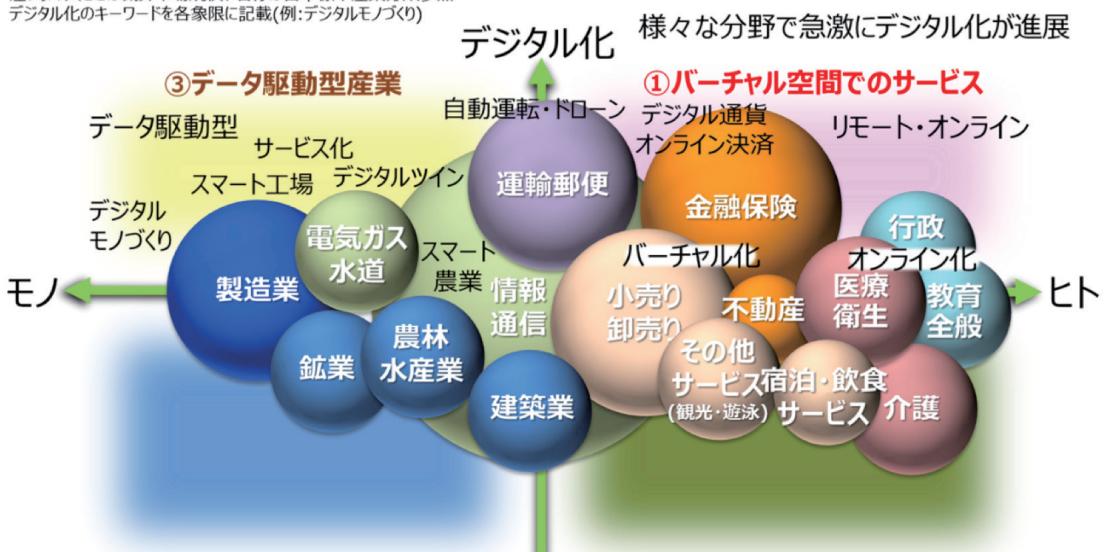
区分②はリアル空間でのサービス領域です。オンラインやデータの活用はあるものの、最終的には人に對してリアル空間にてサービスを行うものです。例えば、介護や治療など、人の身体に直接何かしらの対応をしなければならない場面があるものです。そのような場面でもロボットなどを介すことで感染リスクの低減と省人化が期待されます。

区分③はデータ駆動型産業の領域です。モノづくりやモノの関与はあるものの、AIやシミュレーション技術、データを利活用することが重要となる産業です。ここでは様々な可能性が期待されますが、その例として、小売や流通インフラにおけるイノベーションがあります。小売にせよ、宅配にせよ、最終的にモノを人に届ける過程で人との接触が必要となります。それを最小化するための工夫として、小売店などの無人化やドローンやトラック自動走行などを活用した物流の効率化が期待されます。

また、インフラの維持管理やモビリティの効率化にサイバー空間の活用拡大を図ることも期待されます。エッセンシャルワーカーを必要としている電気水道ガスなどのインフラ管理をリモート管理により省人化することなどがその例です。モノづくりの現場では、自律ロボットやテレイグジスタンス等を導入することで省人化が期待されます。さらには、設計、製造、管理をAI技術などにより高度化させるとともに、それらを統合し一次元化させることができれば、日本ならではのモノづくりのコア技術となり得ると期待されます。さらに、この技術をモジュール化することで様々な部品や部材の生産に対応できるシェア工場の実現にもつながると期待されます。

### ■ コロナ禍を受け、全産業分野において少なからずデジタル化が浸透・進展する

注:球の大きさは概算市場規模、名称は日本標準産業分類参照  
デジタル化のキーワードを各象限に記載(例:デジタルモノづくり)



各象限毎にコロナ禍後に期待されるイノベーション像が異なる

図3 コロナ禍による各産業分野の変化の分析（コロナ禍後）

区分④は、モノの製造・生産の産業の領域です。ここでは、デジタル化は進むものの、製造、生産したモノそのものが重要となる産業です。ここでは、デジタルとアナログの融合がイノベーションの鍵となると考えられます。製造業のサプライチェーン変革に関するイノベーションも望まれます。コロナ禍後のサプライチェーン変革には災害に強いプラットフォームとシェア工場の組み合わせで対応することが期待されます。

また、2章の社会変化で述べたように環境問題への意識も変化しており、持続可能な社会への転換に向けてもイノベーションが期待されます。コロナ禍によって国境が閉鎖され、グローバルサプライチェーンの脆弱さが浮き彫りになりました。多くの資源、食料、原材料を輸入に頼っており、自給自足への取組みが求められます。輸入に頼っているものを環境負荷の低い原材料に置換させることで、環境対策と強靭なサプライチェーン構築の両方を実現することが期待されます。

環境問題の取り組みの方向性としては四つ挙げられます。一つ目は、大量生産・大量消費からの脱却です。3R(リデュース、リユース、リサイクル)についてのイノベーションが期待されます。二つ目は、環境にやさしいモノづくりの追求です。環境材料やバイオ生産のイノベーションです。三つ目は、使い捨てプラスチックから、生分解プラスチック化や植物原料化など環境にやさしい素材への転換です。四つ目は、環境に優しいエネルギー供給の実現です。化石燃料から再生可能エネルギーへの転換やエネルギーシステムの強靭化のためのイノベーションが期待されます。

NEDO/TSCでは、図4に示すように持続可能な社会の実現に向けた技術開発総合指針2020を策定しています。サーキュラーエコノミー、バイオエコノミー、持続可能なエネルギー、この三つを総合的に考慮し対応することが重要と考えています。上述の四つの方向性は、総合指針として取り組むべきテーマにも対応しています。環境問題への対応がサプライチェーンの強靭化にも繋がると期待されます。

## 持続可能な社会の実現に向けた技術開発総合指針2020

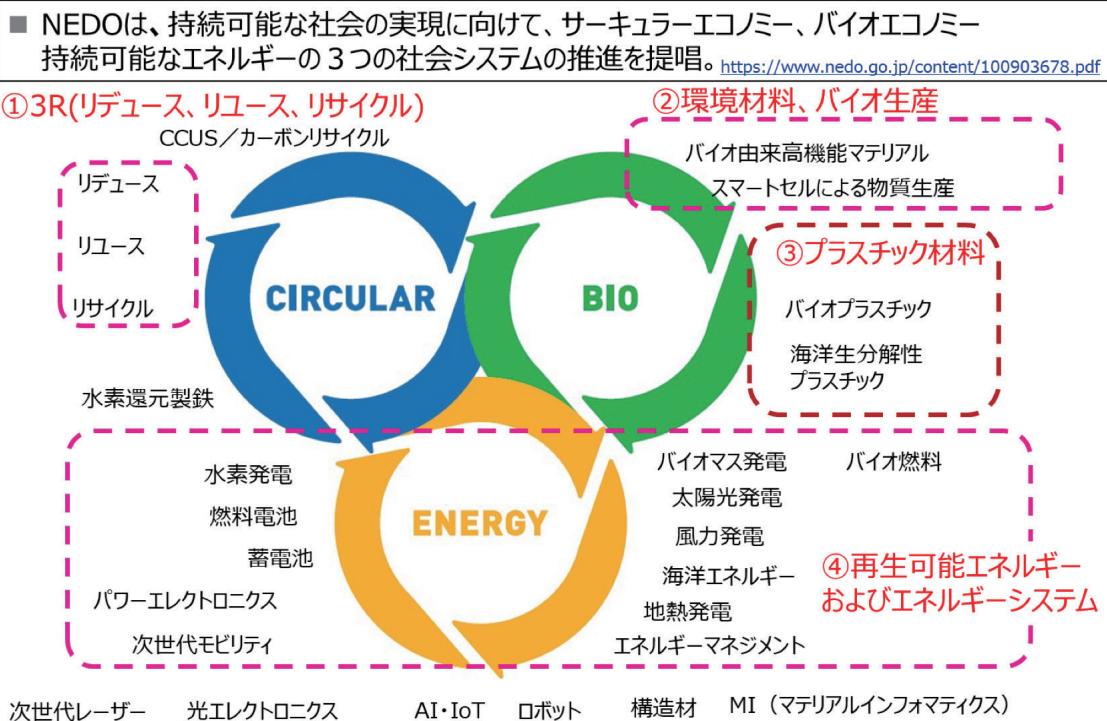


図4 持続可能な社会の実現に向けた技術開発総合指針2020とコロナ禍後に取組みが期待される四項目

コロナ禍はこれまでの当たり前が通用しないことを我々に気づかせました。従来の枠組みだけでは、乗り越えられない課題をスタートアップと共に創し解決することも必要です。それを支援するための新しい仕組み作りのように、技術面ばかりではなく社会の仕組みの面でのイノベーションも求められます。

#### 4. むすび

コロナ禍は、これまであたりまえのことと認識し、また、社会活動の基盤と捉えてきた人ととの緊密なコミュニケーションが、時として制限を受けるものであること、また、信頼を寄せてきた広域な移動やサプライチェーンが、時として機能しなくなるものもあることなど、多くのことを気づかせました。コロナ禍により、医療現場にも、教育現場にも、家庭にも、モノづくりの現場にも、行政事務にも、さらには都市の在り方においても、多くの気づきがありました。その結果、デジタルシフトや強靭性を高めるなど、「新しい社会様式」が期待されるようになりました。そして、

- ・日常生活、経済産業活動、教育医療現場等あらゆるシーンで、非接触であるサイバー空間と、接触が生じる実空間がシームレスに連携され、感染症を効果的に予防しつつストレスなく双方のメリットを享受できる社会。
- ・デジタル技術の更なる進化、エネルギー需給の自律化、省資源かつ地域循環型のサプライチェーンの構築により、万が一の感染症や災害の発生時にも、経済社会活動が停滞せずに維持可能な強靭性の高い社会。

の構築が渴望されているように思えます。その実現には、新しいイノベーションが求められます。この期待される新しいイノベーション像は非常に広範なものであり、また、今や世界的な社会課題となっています。その実現に向かって我が国の様々な関係者が一体となって取り組み、高い科学技術力を有する日本の叡智を結集し、世界的なけん引役を担っていくことが望されます。私たちのレポートがその実現に向けたイノベーションに係る取組みを検討する際の一助となることを期待します。

(1) TSC Foresight短信「コロナ禍後の社会変化と期待されるイノベーション像」、NEDO／TSC、<https://www.nedo.go.jp/content/100919493.pdf>



#### 第10回EAJ中部レクチャー 「AIは、誰からどんな仕事を奪うか？」報告

中部支部幹事長 水谷 法美 / NORIMI MIZUTANI

日本工学アカデミー中部支部では、第10回EAJ中部レクチャーを7月29日(水)にWebセミナーとして開催した。今回は、金沢工業大学工学部情報工学科の山本知仁教授にお願いし、「AIは、誰からどんな仕事を奪うか？」と題して講演をいただいた。当初は3月13日に金沢工業大学で実施する予定であったが新型コロナ感染症拡大防止のため、一旦延期し、この度のWebセミナーとなった。本稿ではその報告をさせていただく。

講演では、まず、AIの現在の技術に至るまでの過去からの変遷について、過去2回のブームを経て2011年頃から始まった現在のブームへ繋がっていること、そしてそこに至る過程において2000年以降の計算機の高度化とクラウドコンピューティングの進化、クラウド上のビッグデータなどの活用とともに深層学習の技術が出て従来の計算アルゴリズムが格段に向上したことなどの説明が述べられた。

また、人工知能を構成する技術、例えばビッグデータを収集する入力系やロボットやVR、ARといった

出力系の技術の進化とともに、それらを繋ぐ思考系のブレークスルー、特に、時空間的なパターン認識、時系列のパターンの推測技術に加え、GANと呼ばれるネットワーク技術がブレークしていることなど、それら技術の詳細が個々の技術の具体的な事例や使用することできることなどを交えて非常にわかりやすく説明いただいた。

これらを踏まえてAIが誰からどういう仕事を奪っていくかの話題について、AIはどういうことができるのか、逆にどういうことが苦手なのかという観点に加え、実際にAIが人間に取って代わるための条件の観点からお話を聞くとともに、併せてどういう人材が生き残っていくのか、という点についてもお考えを紹介いただいた。具体的な内容については、講演の様子を見ていただけるよう検討しているので準備ができ次第ホームページ等で案内させていただく予定である。

講演の中では、この分野の世界における日本の研究の実状や、AIを実務に活かしていく際の社会的な課題などについても触れられた。これらは大学も含めた学の分野も認識を改めて取り組む必要性があるもので、その意味でも今回の講演は大変意義の大きいものであったのではないかと思う。

今回はZoomを使ったWebセミナーであったため、チャット機能を使って随時質問を受け付け、講演の後、それらについて山本先生から説明いただいた。この討議も大変有意義であった。また、Webセミナーということもあり、講演後の懇親会は開催できないというデメリットはあるものの、遠方からも参加いただけたことでセミナーには約50名の方に参加いただけた。今後もこのような形式での開催についても積極的に考えたい。

最後に、貴重な講演を行っていただいた金沢工業大学・山本知仁教授、ならびに今回の中部レクチャーに多大なご協力をいただいた金沢工業大学・石川憲一会員をはじめ関係各位に感謝の意を表します。



## 日本工学アカデミー(EAJ)関西支部 第4回 講演会 開催報告

日本工学アカデミー 関西支部会員 狩野 裕 / YUTAKA KANO

講演会「情報科学（AI）・数理・データ科学の実践と人材育成」は、EAJ関西支部の主催で2020年9月23日に開催された。同講演会は当初同年6月24日に開催予定であったが、コロナ禍により9月23日に延期され、さらには、対面式からオンライン形式へ変更されての開催となった。参加申込みの受付はEAJ事務局が担当してくださり前日までに118件の申し込みがあった。当日の実参加者は80件から100件の間で推移した。具体的なプログラムは別添の案内を参照のこと。

講演会は田中敏宏関西支部長の挨拶で始まり、予定通り4件の講演があり、最後に嘉門雅史EAJ副会長

のサマリーで締めくくった。

最初の講演ではダイキン工業株式会社の下津直武主任技師から、同社のダイキン情報技術大学によるデータ活用人材の育成について紹介があった。とくに、カリキュラムは新入社員（1年目と2年目）と既存社員とを別立てとし、大阪大学の教員が外部講師を務めていることが報告された。

第二件目の講演では、NTN次世代協働研究所の吉林卓嗣所長から、大阪大学工学研究科との協働研究所による組織対組織の連携とデータ科学人材の育成について紹介があり、機械学習による「軸受欠陥検出」や深層学習による「軸受余寿命予測」に成果があったことが報告された。

第三件目の講演では、大阪大学数理・データ科学教育研究センターの鈴木貴副センター長より、大学における数理・データサイエンス・AI教育の全国展開や数理・データサイエンス・AI教育プログラム認定制度創設への対応などについて報告があった。

最後の講演では、大阪大学産業科学研究所の沼尾正行教授より、NEDOプロジェクトを核とした人材育成、产学連携の総合的展開、実データで学ぶ人工知能講座について報告があった。

最後に、EAJ関西支部第5回の講演会は京都大学の担当で11月20日に計画されていることが報告された。

### 日本工学アカデミー関西支部 第4回 講演会 情報科学（AI）・数理・データ科学の実践と人材育成

情報科学（AI）・数理・データ科学を社会課題の解決に活かすためのAI関連人材の育成は焦眉の急である。政府AI戦略では、4つの戦略目標（人材、産業競争力、技術体系、国際）を立て、人材育成においては「数理・データサイエンス・AI教育プログラム認定制度」の構築を挙げている。それは、初等中等教育、高等教育から社会人のリカレント教育の必要性も指摘する。本講演会では、大学・企業内の情報科学（AI）・数理・データ科学の教育と具体的なカリキュラム、活用方法や成果などについて情報交換を行う。

日 程：2020年9月23日（水）  
14:00～16:30  
形 態：Zoomによるオンライン開催  
発信拠点：大阪大学  
基礎工学研究科  
主 催：日本工学アカデミー関西支部  
共 催：大阪大学 基礎工学研究科、  
工学研究科、  
情報科学研究科、  
産業科学研究所数理・  
データ科学教育研究  
センター（MMDS）  
協 賛：日本工学アカデミー中部支部

プログラム	
13:45	サイトオープン
14:00～14:10	開会の挨拶 日本工学アカデミー関西支部長、大阪大学統括理事・ 副学長 田中 敏宏
14:10～14:40	「ダイキン工業のデータ活用人材の育成（ダイキン 情報技術大学）の取り組みについて」 ダイキン工業株式会社 テクノロジー・イノベーションセンターアイゼンセンター主任技師 下津 直武
14:40～15:10	「NTNでのAI技術導入と人材育成の事例紹介」 大阪大学 工学研究科 NTN次世代協働研究所 所長 古林 卓嗣
15:10～15:20	休憩
15:20～15:50	「MMDSによる数理・データ科学の教育」 大阪大学 数理・データ科学教育研究センター 副センター長 鈴木 貴
15:50～16:20	「IDSによる実データで学ぶ人工知能（AI）講座に ついて」 大阪大学 産業科学研究所 教授 沼尾 正行
16:20～16:30	閉会の挨拶 日本工学アカデミー副会長 嘉門 雅史



## 2020年春の会員の叙勲 旭日大綬章受賞の榎原定征会員のご業績

株式会社ディー・エヌ・エー常勤監査役・株式会社国際協力銀行社外取締役  
(元東レ株式会社代表取締役副社長) 小泉 慎一 / SHINICHI KOIZUMI

本アカデミー会員の榎原定征様におかれましては、令和二年春の叙勲で旭日章の最高位である旭日大綬章を受賞されました。心よりお祝いを申し上げます。

榎原様は、2002年より2010年まで東レ株式会社の代表取締役社長、2010年より2014年まで代表取締役会長、2014年より2015年まで取締役会長を務められました。

また、2007年より2011年まで日本経済団体連合会副会長、2014年より2018年まで日本経済団体連合会会长として、日本の産業界を牽引してこられました。

日本経済団体連合会会长時代には、自他共に認める「ミスター経団連」として、企業側の考え方をしっかりと政策に反映させるべく、「政治と経済は車の両輪として進むべき」との信念に基づいて政権との連携を諂りつつ、日本経済再生の為に様々な政策提言を行ってこられました。こうした中で、日本企業の国際競争力の強化を図るべく法人税の引き下げを実現する一方で、経済の好循環を実現するための策としてのベースアップの旗振り役を務められました。また、日本経済の持続的成長を担保させるために、ダイバーシティの浸透や新しい時代の働き方改革など日本の直面する様々な重要課題に自ら率先して取り組んでこられました。

東レ株式会社ご在任中には、航空機、自動車、風力発電など様々な産業分野で幅広く用いられている炭素繊維・複合材料の事業化とグローバル展開を積極的に推進し、世界をリードする事業に育て上げられたのを始め、高機能水処理膜やリチウムイオン電池基幹部材など地球環境問題の解決に貢献できる製品の事業開発を主導されました。また、中国・インドなどの新興勢力に規模的には引き離されていた繊維事業においても、ユニクロやGUを世界展開するファーストリテイリング社と提携して合成繊維の特徴を活かした機能性アンダーウェア(ヒートテック、エアリズム等)のヒット商品を生み出すと共に、原糸・原綿から織り染め、縫製に至る上下流一貫のグローバル・バリューチェーン構築による大胆な事業構造転換を図り、世界ナンバーワン総合繊維メーカーの地位を築き上げられました。ITバブル崩壊後の2002年に社長にご就任された際には、大胆な事業構造改革を断行されることで短期間での業績V字回復を実現すると共に、新たに「Innovation by Chemistry(化学による革新と創造)」を全社のスローガンに掲げて、地球温暖化やエネルギーの多様化、水不足への対応など人類が抱える様々な社会課題の解決に貢献することが会社の使命として実践、正に東レの企業理念「わたしたちは新しい価値の創造を通じて社会に貢献します」を自ら体現された比類無きリーダーでした。

新型コロナウィルスの問題で私たちが抱える様々な地球規模の課題を解決するためには、社会のあらゆる分野でより積極的なイノベーションの取り組みが求められております。今回の叙勲を期に、引き続き我々後進をご指導下さり、日本及び世界の持続可能な発展を実現するためにご尽力頂けますことを心から願ってやみません。

## 新入正会員のご紹介

(2020年7月入会者)

### [第1分野]

佐藤 岳彦



#### 東北大学流体科学研究所 教授

1966年生まれ。1990年東北大学工学部機械工学第二学科卒業。1995年同大学院工学研究科博士課程後期3年の課程(機械工学第二専攻)修了、博士(工学)。松下電工(株)、東北大学助手、講師、助教授、准教授を経て、2011年より現職。プラズマ流体工学の研究に従事し、プラズマ殺菌やプラズマによる細胞応答、水中プラズマの熱流動・電荷輸送現象の解明に取り組み、プラズマ医療分野の創成に貢献した。日本機械学会フェロー。

鈴木 雄二



#### 東京大学大学院工学系研究科機械工学専攻 教授

1965年生まれ。1987年東京大学工学部機械工学科卒業。1993年同大学院工学系研究科機械工学専攻修了、博士(工学)。東京大学助手、名古屋工業大学講師、東京大学講師、准教授を経て、2010年より現職。

マイクロエネルギー工学、熱流体工学に関する研究、特に、量子化学計算規範の超高性能ポリマー・エレクトレットの創成とそれを用いたMEMS環境振動発電デバイスの開発、燃焼場における壁面化学的効果の解明、触媒燃焼を用いた小型高付加価値エネルギー源の開発、高性能熱交換器とそれを用いた地熱発電用バイナリ発電システムの開発、などに従事。IEEEフェロー、日本機械学会フェロー。

大黒 正敏



#### 八戸工業大学工学部機械工学科 教授

1955年生まれ。1978年東北大学工学部精密工学科卒業。1983年東北大学大学院工学研究科博士後期課程修了、工学博士。東北大学助手、1984年八戸工業大学講師、助教授を経て2001年より現職。1990年ケンタッキー州立大学客員研究員。専門は機械工学で、主として液体の微粒化技術の研究に従事。自動車技術会フェロー。

### [第2分野]

貝原 俊也



#### 神戸大学大学院システム情報学研究科 教授

1983年京都大学工学部卒業、2004年神戸大学工学部教授、2010年同大学大学院システム情報学研究科教授。PhD (インペリアルカレッジロンドン)。専門分野はシステム工学、生産工学、社会システム。日本機械学会(フェロー)、システム制御情報学会(現会長)、スケジューリング学会(現会長)、精密工学会、計測自動制御学会、電気学会、サービス学会、日本OR学会、CIRP(国際生産工学アカデミー)、IFIP、IEEEなどの会員。

川上 敬



#### 北海道科学大学 副学長

1963年生まれ。1996年北海道大学大学院工学研究科博士後期課程修了博士(工学)。凸版印刷株式会社、北海道女子短大講師、同助教授、北海道工業大学助教授を経て2008年より同教授。2018年より北海道科学大学副学長。2007年ベルギーブリュッセル自由大学客員研究員、2017年より北海道大学客員教授。専門：人工知能、情報科学。

くらばやし とおる  
倉林 徹



### 秋田大学 理事・副学長

1957年生まれ。1981年 東北大学工学部電子工学科卒業。1986年 同大学院工学研究科 博士課程（電子工学専攻）修了、博士（工学）。東北大学講師、財団法人半導体研究振興会 主任研究員、岩手県立大学 教授を経て、2011年より秋田大学 教授、2020年より現職。化合物半導体の薄膜成長機構の解明、薄膜成長法の開発、高周波デバイスの開発、テラヘルツ電磁波の応用研究などに従事。専門：半導体工学、電子デバイス工学、電磁波工学。

つちや はるひこ  
土屋 治彦



### 山梨大学 客員教授

1943年生まれ。1972年東北大学大学院工学研究科電気及通信工学専攻博士課程科目修了(同年工学博士)、同年日本電信電話公社(現NTT)電気通信研究所入所。黎明期における光ファイバー通信研究の推進・新技術の開拓提案の後NTT研究開発部門の企画・マネージメントに従事。1997年(株)トーキン取締役、2004年NECトーキン(株)専務取締役。2006年宇都宮大学工学部電気電子工学科教授、2009年山梨大学特任教授、2014年山梨大学客員教授、現在に至る。専門は電気通信工学。

## [第3分野]

かわむら みどり  
川村 緑



### 北見工業大学 学長補佐・教授

1994年北海道大学大学院工学研究科博士後期課程修了。博士（工学）。同年、北見工業大学機能材料工学科助手。助教授、准教授を経て2010年より教授。2020年より学長補佐（ダイバーシティ担当）。また2019年より北見市男女共同参画社会審議会会长。専門は薄膜材料工学、表面科学。

しまだ としひろ  
島田 敏宏



### 北海道大学大学院工学研究院応用化学部門 教授

北海道大学大学院工学研究院の島田と申します。専門は固体化学で、化学、電子工学、応用物理学の融合領域で仕事をしております。新しい原理の装置を考えるのが好きで、ナノテクから建物サイズの装置まで、いろいろな企業と共同研究を行っています。最近では大学で安全衛生管理の役目も担当しており、通常の業務に加えて新型コロナへの対応にも協力しています。新型コロナ前は海外で出張講義をする機会が増えておりましたが、諸外国の若者の勉学への情熱を見るにつけ、我が国の教育も頑張らねばと思うところです。新参者で、いろいろご指導いただくことが多いと思いますが、よろしくお願い申し上げます。

はばざき ひろき  
幅崎 浩樹



### 北海道大学大学院工学研究院応用化学部門 教授

1963年生まれ。1988年東北大学大学院理学研究院修士課程修了（理学博士）。同年、東北大学金属材料研究所助手、2000年北海道大学大学院工学研究科准教授、2006年同教授。2016年同大学大学院工学研究院附属エネルギー・マテリアル融合領域研究センター長、2019年同大学評議員・工学研究院副研究院长。1993年マン彻スター理工大学博士研究員、2006年文部科学省学術調査官、2020年電気化学会フェロー。専門は電気化学、機能性表面化学。

## [第4分野]

いしだ てつや  
**石田 哲也**



### 東京大学大学院工学系研究科社会基盤学専攻 教授

1971年生まれ。1994年東京大学工学部土木工学科卒業。1999年同大学院工学系研究科社会基盤工学専攻博士課程修了。博士(工学)。東京大学助手、講師、准教授を経て、2013年より現職。セメント系複合材料と鉄筋コンクリート構造のマルチスケール統合解析システムの開発と、それを用いたコンクリート構造物の設計、施工、維持管理の高度化に関する研究に従事。

いまにし はじめ  
**今西 肇**



### 一般社団法人和合館工学舎 学舎長

### 東北工業大学名誉教授、大阪工業大学客員教授、株式会社小野組 技術顧問

大阪工業大学大学院修士課程修了後、(一財)地域地盤環境研究所、九州大学大学院博士課程修了、博士(工学)、韓国SAMSUNG物産(株)技術顧問、東北工業大学都市マネジメント学科教授、地域連携センター長を経て現職。東日本大震災の復旧・復興支援。PPP/PFI活動や地域建設業の技術者教育を支援している。専門は地盤環境工学および都市と地域のマネジメント。

とまべち つかさ  
**苫米地 司**



### 北海道科学大学 理事長

1953年生まれ。1976年北海道工業大学工学部建築工学科卒業、工学博士(1986年東北大学)。北海道工業大学工学部建築工学科助手、建築工学科講師、同助教授、同教授を経て、2011年北海道工業大学 第9代学長に就任。2014年同大学校名変更による北海道科学大学初代学長を経て、2017年より現職。専門:雪氷工学。建築物および市街地における雪害に関する研究に長年取り組む。

ほんだ あつし  
**本田 敦**



### 東海旅客鉄道株式会社 常務執行役員

1983年東京大学工学部土木工学科卒業、2015年工学博士。1988年、東海旅客鉄道(株)入社。1995年建設工事部土木工事課担当課長。2010年東海道新幹線21世紀対策本部企画推進部長。2016年同社執行役員となり、2020年より現職。山梨リニア実験線プロジェクトの発足当時から長年にわたり超電導リニアの開発プロジェクトおよび中央新幹線建設プロジェクトに取り組む。

やまむら しんじ  
**山村 真司**



### 株式会社日建設計総合研究所 理事

1962年生まれ。1987年九州大学工学部建築学科卒業、1989年東京大学大学院工学系研究科建築学専攻修了。博士(工学)(2003年、東京工業大学)。1989年日建設計入社、2006年日建設計総合研究所、2009年より同社理事、現座に至る。西安交通大学客員教授、青島理工大学客員教授。専門:建築・都市の環境配慮・省エネルギー計画及び評価、低炭素都市計画、スマートシティ計画。

## [第5分野]

かとう やすひろ  
**加藤 泰浩**



### 東京大学大学院工学系研究科 副研究科長・教授

1961年生まれ。1985年東京大学理学部卒業、1990年同大学院博士課程修了。ハーバード大学・ケンブリッジ大学文部科学省在外研究員、東京大学大学院准教授等を経て、2012年より同教授。2020年より現職。専門は地球資源学・環境学。2011年に太平洋の海底に新資源「レアアース泥」を発見。千葉工业大学次世代海洋資源研究センター所長、海洋研究開発機構招聘上席研究員も兼務。

## [第6分野]

にしぐち のりひこ  
**西口 規彦**



### 北海道大学大学院工学研究院 特任教授・名誉教授

1956年生まれ。1983年北海道大学大学院工学研究科博士後期課程修了(工博)。同年(株)富士通研究所入社、1984年北海道工業大学講師、1987年北海道大学工学部助手、2008年同大学院工学研究科教授、2020年3月同退職。2020年4月より同特任教授、名誉教授。1997-8年ダートマス大学客員研究員。専門はナノ構造のフォノンおよび電子の物性理論。

## [第7分野]

ゆうげ るいに  
**弓削 類**



### 広島大学大学院医系科学研究生体環境適応科学研究室 教授

広島大学医学系研究科修士課程修了(1999)医学博士(広島大学:2000)。広島大学医学部助手(1993)、医学系研究科講師(2001)、助教授(2003)、医歯薬保健学研究科教授(2005)、(株)スペース・バイオ・ラボラトリーズ取締役(2005)、UCLA客員教授(2009-11)、全世界で6名のNASA Kennedy Space Center Advisory Committee member(2015)、宇宙再生医療センター長(2017)、2018年日本再生医療とリハビリテーション学会の理事長に就任し再生医療とロボットリハビリテーションの教育と普及に務める。

## [第8分野]

かたやま けんいち  
**片山 憲一**



### 西日本工業大学 学長

1975年3月、東北大学工学部土木工学科卒業、同年4月北九州市入庁、交通計画等を担当後、企画政策室長、港湾空港局長、産業経済局長等を歴任。2013年6月より北九州エアターミナル(株)代表取締役社長、2019年4月より現職。また(公財)アジア成長研究所協力研究員として、現在も地域再生戦略等に取り組む。専門は交通を主とした地域政策。

ほその みつあき  
**細野 光章**



### 東海国立大学機構岐阜大学高等研究院 教授

1968年生まれ。1991年名古屋大学大学院農学研究科修了(農学修士)、1998年アジア経済研究所開発スクール修了(開発学ディプロマ)、1999年ロンドン大学インペリアルカレッジ大学院修了(MSc in Env. Tech.)、2003年筑波大学大学院ビジネス科学研究科(修士(経営学))。民間企業、非営利団体、JAERI、JST、東京工業大学、NISTEPを経て、2015年に岐阜大学着任、2020年より現職。専門:科学技術イノベーション論。

むつ てつや  
**睦 哲也**



### 株式会社三菱ケミカルホールディングス政策・渉外室

1957年生まれ。1981年三菱化成工業(株)(現株式会社三菱ケミカルホールディングス)入社。購買部を経て記憶材料の事業開発に従事。光ディスクの欧州販売統括、記録メディア販売会社のサプライチェーン・ブランドマーケティング・販売のグローバル統括を担当後、社長職を務めた。2015年以降、会長、他幹部向けの渉外先との折衝、最先端情報の収集、整理を担当。IT産業の盛衰、AIを含むIT全般が及ぼす未来社会への影響に興味があります。

## 新入客員会員のご紹介

(2020年7月入会者)

### [第1分野]

郭 書祥  
カク ショショウ



#### 香川大学大学院工学研究科 教授

1963年生まれ。1986年9月中国長春光学精密機械学院大学院工学研究科修士課程（精密機械専攻）修了、1995年名古屋大学大学院工学研究科博士後期課程修了（工学博士）。1995年三重大学工学部助教、1998年香川大学工学部助教授を経て2005年より同教授。2005年3月～2006年1月カナダトロント大学（Toronto University）訪問教授。専門は知能機械工学、ロボット工学。

巨 東英  
キョウ トウエイ



#### 日中科学技術文化センター 理事長・埼玉工業大学名誉教授

1954年生まれ、1992年京都大学工学研究科博士後期課程修了（京都大学博士（工学））、同年埼玉工業大学工学部講師、1998年同大学工学部助教授を経て2002年より同大学工学部教授、2007年4月～2011年3月同大学先端科学研究所研究主管（兼ハイテクリサーチ研究センターセンター長）、2011年4月～2020年3月同大学副学長（研究・国際交流担当）、また2012年4月～2020年3月同大学先端科学研究所所長を務める。2000年9月～2000年12月フランスENSAMの客員教授、2003年より中国上海交通大学客員教授（博士後期課程客員指導教授）を兼任。2017年より現職。専門：材料工学、表面工学。

刁 東風  
チヨウ トウフウ



#### 深圳大学ナノ表面科学・工学研究所 所長

1961年生まれ。1992年東北大学博士（工学）、1993年東北大学工学部助手、1995年静岡大学工学部助教授、2002年西安交通大学特聘教授、2003年教育部現代設計及びスピンドルベアリングシステム重点実験室主任。2012年より深圳大学特聘教授、深圳大学ナノ表面科学・工学研究所所長、電鏡センター主任で現在に至る。近来、低い電子エネルギー照射によるナノグラフェン構造カーボン膜の製造科学と技術及びその光、磁性、電気、超低摩擦特性研究に従事し、この種のカーボン膜の基礎特性からナノセンサーデバイスへの開発も行っている。専門はナノトライポロジーとナノ表面工学。

### [第3分野]

朱 鴻民  
ジュ ハウミン



#### 東北大学大学院工学研究科 教授

1982年湖南大学化学工学科卒業、1986年東北大大学院博士前期課程、1989年後期課程修了。博士（工学）。1989年東北大学工学部助手、助教授、1997年サチューセツ工科大学研究員、2000年ノルウェー理工科大学研究員、2001年北京科技大学教授、同大学冶金及生態工程学院院長を経て、2013年より現職。専門：材料工学、金属製錬工学。

## 終身会員

(2020年8月付)

柘植 綾夫  
丹羽 富士雄  
刁 東風

※終身会員制について、詳しくは次の URL をご参照ください。 <https://www.eaj.or.jp/?name=keisai>

## 賛助会員

(2020年9月入会)

ダイキン工業株式会社  
旭化成株式会社  
東海カーボン株式会社  
AGC株式会社  
株式会社大林組

## INFORMATION

上野 博 会員  
2020年5月16日逝去 84歳  
東洋製罐常務取締役

謹んでご冥福をお祈り申し上げます。

1958年3月 熊本大学工学部工業化学科卒業  
1979年6月 工学博士  
1986年7月 東洋製罐グループ綜合研究所所長  
1988年7月 東洋製罐株式会社取締役  
1992年7月 東洋製罐株式会社常務取締役  
1994年3月 EAJ入会

今井 兼一郎 会員  
2020年6月15日逝去 103歳  
日本工業技術振興協会理事、  
EAJ発起人

謹んでご冥福をお祈り申し上げます。

1941年3月 東京大学工学部機械工学科卒業  
1958年5月 工学博士  
1981年7月 石川島播磨重工業専務取締役  
1982年7月 石川島播磨重工業常任顧問  
1983年4月 日本大学理工学部教授  
1985年7月 日本学術会議会員  
1986年5月 社団法人日本工業技術振興協会理事  
1987年4月 EAJ入会

## 編集後記

新型コロナウィルス（COVID-19）の感染が収まりません。早期に収束し元の生活に戻れることを願ってやまないのですが、このCOVID-19という感染症の流行が、これまで当たり前に過ごしてきた生活スタイル、ワークスタイル、ビジネスモデル、社会システム、教育システム、などを見直す機会になっていることも確かです。またコロナ禍で露呈したデジタル化、検査・医療システム、などの我が国の遅れについても考え直す機会になっています。今回のEAJ NEWSは、この“COVID-19”の特集号です。この特集号には、永井良三先生、原山優子副会長、小泉英明栄誉フェロー、中村道治顧問、NEDO技術戦略研究センター（岸本喜久雄先生他）といったEAJ会員の先生方に御寄稿していただきました。小林喜光会長が仰っているように、“COVID-19の蛇”によって“茹でガエル日本社会”に変革を起こせるように願っています。

（広報委員長 林 秀樹）