大学・企業の研究者、科学技術に関わる人に活用してほしい

近年、主要国の科学技術・イノベーション政策は、おしなべて卓越した研究成果を生み出し、その成果をいち早く、よりインパクトあるイノベーション創出につなげることを主目標としている。一方、我が国においては研究力の低下が危惧されており、論文の数や質に関しては、諸外国と比較して、相対的・長期的に地位が低下している。さらには、若手をはじめとした研究者を取り巻く環境の改善や女性研究者の割合向上、国際頭脳循環の促進等、取り組むべき課題が山積している。

このような状況を深刻に受け止め、我が国が持続可能で強靭な社会であるとともに、一人ひとりの多様な幸せを実現できる社会となることができるように、引き続き科学技術を我が国の強みとして駆使できるようにしていくことが重要である。今年度から開始された第６期科学技術・イノベーション基本計画にもある通り、これからの科学技術・イノベーション振興は、科学技術の振興のみならず、社会的価値を生み出す人文・社会科学の「知」と自然科学の「知」の融合による「総合知」により、人間や社会の総合的理解と課題解決に資する政策となっている。複雑な社会課題の解決に向けては、研究コミュニティだけでなく、企業や市民など社会の異なる立場の人々が協力し合い、新たな解決策を探す「共創」が不可欠である。さらに、今後に向けては、諸外国との協調と調和を図り、我が国の将来を担う研究開発力や共創力を培うことが重要である。そのためには、科学技術分野を広く俯瞰し、世界の潮流はどのようになっていて、その中で我が国はどのような位置づけにあるのか、我が国の強みはどこにあるのか、我が国が今取り組むべき課題は何かといったことを踏まえ、研究開発戦略を立案していくことが求められる。

科学技術振興機構（ＪＳＴ）研究開発戦略センター（ＣＲＤＳ）は、我が国の科学技術イノベーション政策に関する調査、分析、提案を中立的な立場で行う公的シンクタンクである。科学技術分野を広く俯瞰し、重要な研究開発戦略を立案する能力を高めるべく、その土台となる分野俯瞰の活動に取り組んでいる。「研究開発の俯瞰報告書」においては、対象分野の全体像として国内外の技術と政策の潮流、今後の展望などの情報をまとめている。

本特集においては、2021年に発行した、環境・エネルギー分野、システム・情報科学技術分野、ナノテクノロジー・材料分野、ライフサイエンス・臨床医学分野の４つの研究開発分野について、それぞれ俯瞰活動から見えてきた最近の注目トピックを一つ取り上げて紹介する。ＣＲＤＳの成果が、大学や企業の研究者、そして我が国の科学技術イノベーションに関わる多くの方々にご活用いただけるものとなれば幸いである。

PDF版無償ダウンロード

書籍版販売中

CRDS JST　国立研究開発法人科学技術振興機構　研究開発戦略センター

科学技術振興機構（ＪＳＴ）研究開発戦略センター（ＣＲＤＳ）が「研究開発の俯瞰報告書」発行

国内外の社会や科学技術イノベーションと関連政策の動向を俯瞰し今後のあるべき方向性を展望

環境・エネルギー分野

社会の移行を促進するための研究開発
気象・気候予測で社会課題解決へ

米国のパリ協定復帰、ＥＵの欧州グリーンディール、英国のネットゼロエミッション法、中国の国連総会での演説など、世界は温室効果ガス排出の正味ゼロ（カーボンニュートラル）実現に向けた姿勢を打ち出している。一方、極端気象の発生頻度が増すなど地球温暖化の影響が各地で顕在化し、その対応も急務となっている。

ＣＲＤＳでは、25学協会、100名を超える専門家・有識者による俯瞰報告書をまとめた。

中村亮二ユニットリーダー

エネルギー分野では、個別技術の高効率化や高性能化、次世代技術の開発と同時に、出力変動のある再生可能エネルギーの大量導入、エネルギーマネジメントシステム面の協調・連携など、技術開発の調和や統合によるシステムとしての高度化を目的とした研究開発が見られた。環境分野では、フェーズドアレイ気象レーダーなどの地上観測・計測技術や衛星観測で進展が顕著だ。下水からの病原性ウイルスの検出などコロナ禍において高まった分析ニーズやそれに対応する技術開発も急ピッチで進められた。またエネルギー、環境いずれの分野でもＤＸの進展やコンピュータの能力向上、計算手法、モデルの高度化による予測の高精度化・高解像度化が進み、ＡＩの導入も広まっている。

こうした全体的な動向に加え、30の研究開発領域別に技術開発の進展や国内外のプロジェクトなどについて紹介している。例えば、二酸化炭素分離回収技術では、アミン液を用いた吸収法が実用化されており、現在は新規吸収液（非水溶媒液や相分離液）、固体吸収材または吸着剤、分離膜を用いた研究開発が進められていることや、カナダや米国等のプロジェクトなどを紹介している。

また注目動向として、二酸化炭素分離回収技術以外にもＰ２Ｘ（Power-to-X）技術、持続可能な航空燃料（ＳＡＦ）、バイオマスを通じたネガティブエミッション、電力貯蔵技術、アンモニア燃焼、デジタルツイン、その場観察探査技術、ＧＨＧと大気質の統合観測、気象予測技術、十年規模変動予測、無人機による観測、トレーサー技術、下水疫学、マイクロプラスチック、社会－生態システム評価の16の動向を挙げている。

中村亮二ユニットリーダーは「報告書では30領域の現状とトレンドを専門家らによるエキスパートジャッジに基づきまとめています。各種事業を通じて政策的に力が入れられているカーボンリサイクルや蓄電池などで強みが見られるほか、気候変動予測、水循環、大気環境分析、除去・浄化技術といった環境関連技術で以前からの強みが維持されているという結果でした。一方で火力発電や風力発電などは研究開発が停滞気味とされ、社会情勢の変化など研究開発を取り巻く様々な要因が影響しているものと思われます」とする。

こうした研究開発の動向を踏まえ、ＣＲＤＳは、今後は「社会の移行を促進するための研究開発」の重要性がこれまで以上に増すとの見方を示した。中村ユニットリーダーは、その一つとして「現在の天気予報や気候変動予測ではまだ十分対応できていない、早期探知・早期予測と季節内～10年規模の予測の研究開発を進める必要があります」という。

国連機関が2018年に公表した報告書によると過去20年間（1998～2017年）の自然災害による経済損失は約2.9兆ﾄﾞﾙであり、そのうち豪雨（１兆3300億ﾄﾞﾙ）、洪水（6560億ﾄﾞﾙ）、干ばつ（1240億ﾄﾞﾙ）など、極端気象関連の損失は77%を占める。今後、こうした損失はさらに増加すると見られる。

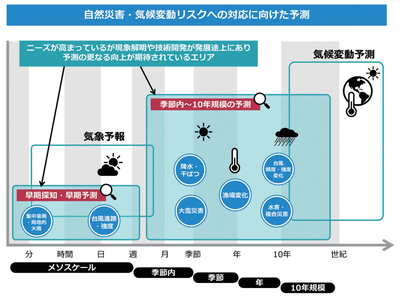
気象の予測は私たちの日々の生活や経済に直結する。例えば、日射量や風力が正確にわかれば太陽光・風力発電の高精度な出力予測ができ、安定的な電源供給が可能になる。集中豪雨や局地豪雨の早期探知は災害対策に重要だ。また、数週間から１年先の気温、日照、降水等は農作物の生育や漁場の変化の予測に活かせる。10年規模の台風や豪雨の頻度や強度の変化がわかればインフラ整備などに活用できる。

こうした予測は一部実用化しているが、まだ限定的である。そのうち早期探知・早期予測については、日本には一日の長がある。「例えば、理化学研究所をはじめとする産学官の共同研究グループが、解像度500ﾒｰﾄﾙで30秒ごとに更新する30分後までの降水予測をリアルタイムで行うシステムを開発しました。分単位の降水予測は日本ならではのものです。現在、さらなる高度化に向けた検討が進められています」という。

一方、長期の予測では、いくつかのシナリオに基づいて2100年までの間の世界平均気温の上昇を予測するＩＰＣＣの取り組みが有名だ。そのＩＰＣＣは最新の第６次評価報告書で2100年までの変化を20年区切りの形で示した。より近い未来の予測があると、気候変動の影響を社会が実感し、具体的な行動につながりやすいと期待されるからだ。こうした中で近年重要性が指摘されているのが、数週間先を対象とする季節内のスケールから、10年先、20年先といった10年規模のスケールまでの間を対象とする予測である。

一般的に天気予報でも気候変動予測でも物理法則に立脚した数値モデルを使って予測が行われる。時間スケールによって影響を受けやすい現象が異なるため、現在はある程度スケールを区切った検討が主流だ。一方で、従来のモデルを発展させてより広範な時間スケールの予測を可能にする新たな試みも行われている。

中村ユニットリーダーは「チャレンジングなテーマですが、我が国の気候予測研究のレベルは高いため、戦略的な推進ができれば着実に成果につながると期待できます。また気候予測の結果を、地域スケールの影響予測や評価、ひいては各利用者の対策立案や意思決定、行動変容につなげていく部分が重要です。予測には不確実性が伴いますが利用者はできるだけ明瞭な結果を求めます。そもそもどういった情報がほしいのかという予測ニーズも実はまだ曖昧です。そのため予測情報をめぐるコミュニケーションや、受け取る側の人や社会についての研究も重要になってきます。さらに次世代育成やリテラシーの向上のためには教育の観点も欠かせません。気象・気候予測研究は地球システムの理解を深めるだけでなく、直接、産業や生活を改善し、さらに国際貢献もできるため、政府として強力に進める必要があります」と話す。



システム・情報科学技術分野

サイバーとフィジカルの融合
信頼されるＡＩが日本の勝ち筋

システム・情報科学技術分野の俯瞰報告書では、技術トレンドとビジョンを、あらゆるものデジタル化・コネクティッド化による「サイバー世界とフィジカル世界の高度な融合」、あらゆるものをスマート化・自律化がもたらす「データ駆動型・知識集約型の価値創造」、社会の要請に応え人間の主体性を確保することによる「社会課題解決と人間中心の社会の実現」という３つの流れで捉え、36の技術領域を俯瞰している。

それらを大きく束ねて「人工知能・ビッグデータ」「ロボティクス」「社会システム科学」「セキュリティー・トラスト」「コンピューティングアーキテクチャー」という５区分で俯瞰している。あらゆるものをデジタル化・コネクティッド化を支えるのが、通信・ネットワークを含む「コンピューティングアーキテクチャー」である。

集中から分散へ計算環境が広がるとともに、量子コンピューティングのような新しい計算方式も注目されている。あらゆるものをスマート化・自律化を牽引するのが、深層学習を中心とする「人工知能・ビッグデータ」である。「ロボティクス」は、産業用ロボットなど工場内の定型的な工程の自動化に活用されてきたが、人工知能（ＡＩ）技術の活用により、家庭や一般社会で多様な作業に対応できる知能ロボットの研究開発が盛んになった。このような高度で複雑な技術が社会の様々な場面で使われるようになりつつあるとともに、安全性・信頼性などの社会的要請を受けた「セキュリティー・トラスト」の重要性が高まっている。従来のサイバー攻撃や情報漏洩への対策といった面だけでなく、高度で複雑な技術に対するトラストの確保も重要課題である。このような技術が広く深く社会に入り込んだことで、大規模化・複合化・複雑化の進んだ社会システム自体を研究対象とする「社会システム科学」への取り組みも始まっている。

福島俊一フェローは「情報技術は、社会に広がったことで、性能が高いだけでなく、技術に対する人々の不安・懸念を払拭し、安全で信頼される技術であることが求められています」と指摘する。技術開発面で米中２強という状況の中「国として研究投資をするのであれば、日本の勝ち筋が見えるようなシナリオを描き、投資しなくてはいけない」という。そのため、日本が保有する強い技術や強い産業を足がかりとして発展させるシナリオ、労働人口減少のような社会課題が新技術の受容を促進するシナリオ、社会基盤を支える根幹技術を他国に依存せずに自国で確保するシナリオに基づき、戦略的に重要度が高い21の重点推進テーマを抽出している。それらは、量子コンピューティング、非フォンノイマンコンピューティング、ブロックチェーンのような情報処理基盤から、信頼されるＡＩ、トラスト基盤、Society5.0プラットフォームのような社会に関わるもの、ＡＩと人間の共進化、ＡＩ×ロボット融合、ＡＩと科学、数学と情報科学などが分野横断のテーマまで広がる。

特にＡＩ技術の進展は著しい。深層学習は、画像・音声などのパターン認識に飛躍的な精度向上をもたらし、分類・異常検知・予測など様々な分野へ応用され、第３次ＡＩブームを牽引した。深層学習を用いて生成・変換の様々な応用も生み出された。例えば、架空の顔画像を生成したり、ラフスケッチから写実調へ変換したり、自然言語の生成では、少数の例示をもとに、小説やブログ記事、プログラムコードの生成もできるようになった。さらに、試行錯誤を通して学習する深層強化学習は、囲碁の世界チャンピオンを破ったアルファ碁にも使われ、自動運転やロボット制御への応用も進められている。

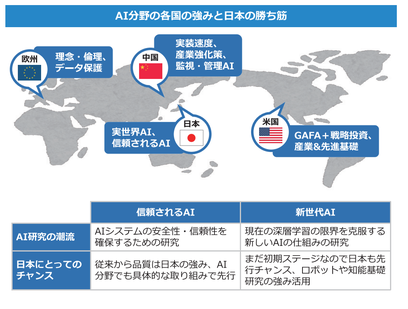
自動運転や医療など、ＡＩがミスをすると人命に関わるようなところまで応用が進んできたことで、ＡＩの安全性・信頼性が強く求められるようになった。福島フェローは「ブラックボックス性の問題があります。『あなたは不採用』『このプロジェクトは失敗する』といった判定結果を出しても、その理由を説明してくれない。事故が発生しても原因解明や責任判断が難しい。学習データによってはバイアスや偏見を持った判断をしてしまう。さらに深層学習に誤認識させるサイバー攻撃などもできていますし、フェイク動画を作成して政治的に悪用するケースが出てきた」とした上で「従来のプログラミングは処理手順を明示的に書くことで動作を定義する演繹型の方法でしたが、機械学習は、データを例示するとそれをまねるようにシステムの動作が決まる帰納型です。開発方法のパラダイムが全く異なるため、品質保証に新たな考え方が必要」という。

今年提出された欧州ＡＩ法案では、ＡＩのリスクレベルに応じた利用に制限や条件を課すという、踏み込んだ案が示されている。「ＡＩの公平性・説明責任・透明性などが要求されたところで、それを満たすシステムをどうすれば開発できるのかは大きな課題です。そこで『信頼されるＡＩ』の開発、さらに基本アーキテクチャ自体を進化させようという基礎的な研究が進んでいます。人間は大量の教師データなしに学習・成長し、学習したことを組み合わせて、別な場面や状況にも応用できます。人間の知能にヒントがあります」

福島俊一フェロー

人間の知能は、熟考的知能（意識的で論理的な思考）と即応的知能（無意識で早い思考）という２つの面がある。「第３世代ＡＩであるfuture of the brain分野の知能に対応しますが、次の第４世代ＡＩは、即応的知能と熟考的知能の両方を統一的な枠組みで融合し、演繹的な言語・知識処理もニューラルネットワークによるパターン処理と連動させます。これによって、自律化・汎用化が進み、人間との親和性・協調性も向上すると期待されます」

福島フェローは「日本の産業界には、品質や信頼性に強いこだわりがあり、それが信頼されるＡＩには強みです。第４世代ＡＩへの取り組みは、どの国もスタートラインに立ったところ。日本は新しい技術を受け入れる社会受容性にも可能性があり、スパコンやロボティクス、生体認証などにも強みがあります。これらを融合した研究開発を進めることで、世界に先行できるチャンスがあります」と語った。



	信頼されるAI	新世代AI
AI研究の潮流	AIシステムの安全性・信頼性を確保するための研究	現在の深層学習の限界を克服する新しいAIの仕組みの研究
日本にとってのチャンス	従来から品質は日本の強み、AI分野でも具体的な取り組みで先行	まだ初期スタージなので日本も先行チャンス、ロボットや知能基礎研究の強み活用

ナノテクノロジー・材料分野

激化する世界の競争に打ち勝つために　次の鍵は材料開発プロセス

眞子隆志ユニットリーダー

様々な分野の基盤となるナノテクノロジー・材料分野の俯瞰報告書では、これまでの歴史を踏まえた上で、環境・エネルギー、ライフサイエンス・ヘルスケア、ＩＣＴ・エレクトロニクス、社会インフラ、物質の機能と設計・制御、共通基盤材料プロセスの各分野における日本の現状と課題を俯瞰している。

同時に主要国におけるナノテク・材料科学技術の基本政策や国際戦略のほか、次世代パワー半導体、多機能・複雑系材料設計プロセス、集積化マルチモーダルセンサなど、世界の研究開発でトレンドとなっている12の潮流を示している。激化する研究開発競争の現状を読み解くことで、自らの研究開発の位置づけを全体の中で理解することができ、企業としての戦略策定にも役立つ情報を得ることができる。

また、我が国は伝統的に、ナノテクノロジー・材料分野に高い競争力を有してきたが、社会情勢の変化によって特に競争が激しくなっている分野での相国の追い上げに対して、いつまでも過去の機能に安閑としていることはできない。同分野の研究開発スピードを向上させ、他国の猛追を振り払うことができなければ、日本の産業全体に計り知れないダメージを与える可能性があることが述べられている。

この報告書では、上記トレンドも勘案し、我が国が推進すべき重点テーマをいくつか選定し、目指す社会像ごとに日本の挑戦課題として例示している。例えば、「安全・安心で豊かなデジタル社会」においてはトポロジー等の新概念を導入した従来エレクトロニクスを超えるデバイスの開発などを、「健康的で人に優しい社会」においては、生物の構造や機能を模倣するバイオ・インスパイアド材料の研究開発などを、「低環境負荷で持続可能な社会」においては、元素や物質の循環が可能な材料創製技術などを、「社会実装を加速する基盤技術」においては、実動作下の計測手法や機能性材料を高度に設計または作製するためのシミュレーションやデータの活用（材料合成プロセス設計基盤）などを挑戦すべき課題としてあげている。

眞子隆志ユニットリーダーは、挑戦課題のうち、材料合成プロセス設計基盤に日本の強みをさらに強化するための方策があるという。

計測・制御技術・コンピュータ技術の進展により、試行錯誤の材料開発から、材料の構造や組成とその機能・特性を結び付ける大量のデータを、情報科学の手法で分析することで、求める特性を持つ材料の構造を予測するマテリアルズ・インフォマティクス（ＭＩ）の研究開発が活発になっている。ＭＩは、強力なツールとなることが実証されつつあるが課題もある。「こういう材料を作りたいという時、狭義のＭＩでは候補物質の構造は予測できるものの、合成方法がわからないため、実際に作ることができないことも多々あります。実際に作れるのか、どう作るのかを考えるためには、プロセスに手をつけなければなりません。そこで重要になるのがプロセス・インフォマティクス（ＰＩ）です」という。

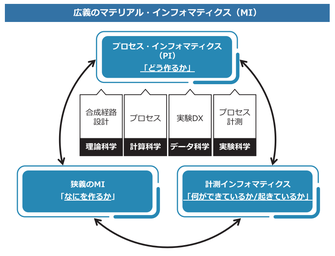
材料合成プロセスは、材料ごとに手法のバリエーションが多く、それを制御するパラメータも複雑であるため、統一的に扱うことが難しい。このため、個別のプロセスの改良・最適化が主となり、最適なプロセスを科学的に探索するアプローチは取られてこなかった。しかし、データ科学が進展し、シミュレーション技術も高度化、プロセスをリアルタイムに観測するオペランド計測技術の開発、ハイスループット実験技術の確立などにより、材料合成プロセスを効率的かつ統合的に探索するＰＩに取り組むための環境が整いつつある。

眞子ユニットリーダーは「ここ５年ほどを見ても、データ駆動型材料合成・プロセスの論文数は急激に増えています。米国、中国の論文数が多いものの、日本ではＰＩに関する重要な成果が出ており、優秀な研究者が集まっています。例えば、無機結晶成長プロセスパラメータ決定にデータ科学的手法を適用して、欠陥をコントロールした良質な結晶を成長した例や、ハイスループット実験装置や、ロボット実験装置にＡＩを高度に組み合わせることで、各種材料探索を飛躍的に向上させた例などがあります。さらに、直接計測できないプロセスパラメータを計測できるパラメータから推測するソフトセンサー技術や、複雑で支配方程式が明らかでないプロセスに対して、機械学習を適用する新しいアルゴリズムを開発している研究者もいます。いずれもＰＩを実現するために何が必要なのか。眞子ユニットリーダーは「有機化学の大家の先生方はＰＩを使わなくても、経験と勘で新しいものを作ってきましたが、今後さらに多元系になることでパラメータが増え、人間の感性では理解できないレベルになっていきます。そのため、ＰＩ手法の構築、共通基盤の構築、プロセスサイエンスの基盤を拡充することが必要です」という。

現時点のＰＩは、世界的な大競争の中にある最先端材料の合成プロセスに適用するには、まだまだ力不足であることは否めない。そのため、まずは有機、無機、複合といった、それぞれの材料系において、代表的なＰＩ技術群を構築し、その適用範囲を徐々に広げていくようなアプローチが有効であろうと述べている。

また、個別の材料系に対してＰＩ技術を蓄積し実績を積み重ねていくことに加え、共通基盤としての、ＰＩ用機械学習アルゴリズムと自律的な最適化手法の開発、シミュレーション・モデリングの高度化、ハイスループット実験基盤の構築、プロセス計測技術（ソフトセンサー）、データ収集・解析方法の共通化などが求められるうえ、データ・ノウハウ提供者へのインセンティブ設計も重要だという。

「ＰＩの究極的な目的は、これまで日本のナノテクノロジー・材料技術の強みを支えてきた、一流科学者や熟練技術者の知識や勘といったものまでを、ＡＩの中に取り込み、それにより材料開発効率を劇的に上げる事までに向上させることにあります。それは、現時点では、まだまだ夢物語に近い話ではありますが、そこを目指したプロセス科学の基礎を今こそ構築していくことが、我が国の産業の発展と世界への大きな貢献につながると考えられます」



ライフサイエンス・臨床医学分野

基礎研究の強みをイノベーションにつなげるには
「日本の生きる道」スタートアップ・エコシステム構築

日本では、どうして新型コロナのワクチン開発が遅れてしまったのか。継続的な感染症研究が不十分だったことなど、いくつかの課題があったとの指摘があるが、ライフサイエンス・臨床医学分野の俯瞰報告書や調査報告書からは、ワクチンに限らず科学技術を社会実装につなげるイノベーションエコシステムが確立していないという構造的な問題とこれからの日本が進むべき道が見えてくる。

ライフサイエンスの分野の研究開発は大きく進展した。軟検、分子生物学が勃興し、1970年代に遺伝子工学が発達し、80年代からＥＢＭ（根拠に基づく医療）やコホート研究の重要性が認識されてきた。また計測・分析技術の発展により、分子生物学からシステムバイオロジーへと進化し、ゲノムやオミックスなどの膨大なデータを扱えるようになったことで、研究開発そのものもＤＸが進んでいる。研究力の向上にはこうした技術進展に合わせた研究環境の整備が欠かせない。

俯瞰報告書では、36の研究領域（ゲノム医療、微生物分子生態、免疫、マイクロバイオーム、ケミカルバイオロジー、計測ＸＡＩ等）について世界の動向を調査し、医薬モダリティの多様化、医療・ヘルスケアのＤＸ、バイオエコノミーの実践という大きな潮流の中で、15のトピックス（注目動向）を総括している。国際的に比較すると、米国は全分野で基礎から応用まで圧倒的に強く、欧州も英国、ドイツを中心に存在感を発揮している。中国は基礎研究、応用研究でそれぞれ複数の強みを持っている。

日本は、基礎研究で複数の領域に強みを持っているが、応用研究で強みを持つ領域は基礎研究の半分以下だ。基礎研究の強みが必ずしも応用に向かっていない。

36領域について、俯瞰報告書に出てくるプレイヤーを見ると、世界全体では大企業333社、ベンチャー277社とほぼ同数になっているが、日本はバイオ系ベンチャーの数が少ない。扇津博基フェローは「ｍＲＮＡワクチン、遺伝子細胞治療、リキッドバイオプシー、１細胞オミックス解析、ＡＩ・自動化など、15のトピックスのうち13は、ベンチャー（そのほとんどは大学・国研発）によってイノベーションが引き起こされています。しかし日本では大企業が研究開発の主体となっており、スタートアップ・エコシステムが構築できていません」と指摘する。

米国ＰＤＡが2016～20年に承認した新薬228製品のうち、28%が2000年以降に設立された企業由来であり、1990年以降に設立された企業からは47%の新薬が創出されている。また大学や国研からも６%の新薬が創出されている。

新薬開発の主体にベンチャーが出てきた要因は、80年前後に相次いで出現したバイオベンチャーによって、2000年前後にバイオ医薬品が実現し、新しい科学技術が新薬につながり、一大市場が形成されることが実証されたため、スタートアップへの出資環境が成熟し資金調達が容易になったことが大きい。日本はバイオ医薬品で後塵を拝したが、その教訓が生かされぬまま今回のワクチン開発の遅れにつながった。

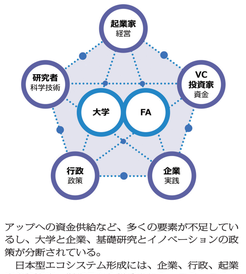
扇津博基フェロー

バイオ分野ではスタートアップ立ち上げ後の１～２年で平均30億円の資金が集まるようになってきた（日本は５億円前後）。遺伝子治療や細胞治療などのプラットフォーム技術と医薬シーズのハイブリッド型ベンチャーは設立後３年程度でＩＰＯ（上場）し、ＡＩや次世代シーケンサーなどのプラットフォーム技術系ベンチャーでは、未上場の状態で必要な資金を調達し、成長に向けた準備期間を十分に長く取ることでユニコーン化していくプロセスが確立している。従来フクチン開発は３～４年を要したが、コロナ禍において、新しいモダリティであり臨機的なｍＲＮＡワクチンが１年という超短期で実現した。コロナ前の段階で、ビオンテック社は800億円、モデルナ社は2000億円を超える資金を調達し、企業との共同研究からも別途資金を得ている。

クライオ電子顕微鏡の進展などで、医薬モダリティは多様化している。これに対して、製薬企業は自社開発ではなく、Ｍ＆Ａや協業でスタートアップ・ベンチャーを活用している。実際、海外製薬大手９社は14～20年までの間に、アカデミア由来ベンチャーだけで130社を買収。一方で日本の製薬企業もアステラス等が買収を行っているが、日本発のベンチャーを買収した事例はほぼない。ベンチャー企業は一般的に設立から10年で資金回収を求められるが、創薬は10年で実現しないことが大半であるため、見込みのあるベンチャーが10年以内に買収されるというＭ＆Ａ市場の成熟も必要なのである。

扇津フェローは「ポストコロナでは、各ステークホルダーがリスクとリターンをシェアし、知識を基盤とする産学官が集約され、ベンチャーの成長を促す制度があり、人、知識、金が循環するエコシステムが構築されています。特に大学発のスタートアップの活躍の結果、研究力とイノベーション力は両輪・表裏一体となっています」という。しかし日本の現状は、新しい科学技術の創出、基礎研究者の起業意識、起業や商業化に関する多様な人材、スタートアップへの資金供給など、多くの要素が不足しているし、大学と企業、基礎研究とイノベーションの政策が分断されている。

日本型エコシステム形成には、企業、行政、起業家や投資家、学術界から構成される、コミュニティの形成を通じて、情報、人材、資金等が自由かつオープンに交流することで多くの智慧が交錯する場』を抜本的に推進・強化していくことが必要だという。

具体的には、国やＦＡは新しい科学技術を生み出すが研究力強化のための基盤整備を進め、大学はバイオも経営もわかる起業化人材（修士・博士学生）の育成に取り組み、大学とＦＡが連携して、大学等シーズの起業の促進／シーズを事業化できる人材と研究者とのマッチングを行う。特にアーリーステージのスタートアップに対して、大学等の共同研究（基礎研究）を促進（優遇）、知財の海外出願支援、官民ファンドによる出資の大幅な拡充（ＶＣとの共同出資）。国や自治体には、海外からの出資の呼び込み／海外にもベンチャー拠点の設置／海外でのイグジット等の支援が求められる。

扇津フェローは「近年、日本でも第二次大学発ベンチャーの波が来ており、スタートアップは着実に増えてきています。アカデミア発ベンチャーを伸びやすい環境、成長する環境を構築することで、日本にも勝ち筋があります」と力強く語った。