学官におけるロボティクスの研究開発・政策のグローバルトレンド

欧・米・中の学官によるロボティクスの取り組みと日本の現状

岩﨑はるな

小宮昌人

CONTENTS

Ⅰ グローバルで変わるロボティクスの勢力図
Ⅱ 主要国の学官のロボット研究開発・政策の取り組み
Ⅲ 日本のロボット研究開発・政策の現状
おわりに

要 約

1 欧米や中国が国を挙げてロボット産業の覇権争いをする中で、欧米や中国の台頭により日本はロボット後進国になりつつある。

2 その背景の一つとして、各国では政府・教育機関から産業界まで巻き込んだ産学官連携の取り組みにより、ロボット開発を加速しているという点がある。

3 米国は国防領域での研究を起点に、教育機関の研究をスピンオフして産業界の振興へとつなげており、欧州はデンマークのオーデンセロボティクスや独フラウンフォーファー研究機構といった学官連携でのクラスター形成による振興がなされている。

4 中国は「中国製造2025」や「五カ年ロボット産業発展計画」でロボット産業を世界のイノベーションの中心にする政策が進行するとともに、「一帯一路政策」で新興国への官民を挙げたロボット展開を図っている。

5 一方で日本は、新たなイノベーションを生み出す体制とはいい難い。産学官でのアクティブなエコシステムを形成し、各立場の強みを活かして経営・技術両方の視点での開発によるイノベーション創出が必要である。

Ⅰ グローバルで変わるロボティクスの勢力図

1 ロボット大国としての日本の衰退

日本におけるロボティクス研究は、古くは江戸時代以前に発明された「からくり人形」にさかのぼるが、グローバルにおいて「ロボット」という言葉が誕生し、概念化されたのは1900年代のことである。20年、カレル・チャペックという劇作家がチェコ語の強制労働「ロボータ」とスロバキア語の労働者「ロボトニーク」を合わせて「ロボット」という言葉を創造した。さらに50年には、アイザック・アシモフがSF小説『われはロボット』の中で「ロボット工学三原則」を提唱し、今日のロボットのあり方にも大きな影響を与えている。

1900年代後半にはロボットの要素技術研究が進み、日本でも東京大学や早稲田大学らが二足歩行ロボットやマニピュレータ、義足などさまざまな領域でロボティクス分野を牽引してきた。しかしながら、ロボティクス分野の研究領域が要素技術から応用研究へと発展し複雑化する中で、近年では、日本はロボティクス分野のリード国としてのポジションから徐々に陥落しつつある。ロボット分野で権威のある二大国際学会である米国電気電子学会（IEEE：Institute of Electrical and Electronics Engineers）のICRA（International Conference on Robotics and Automation）とIROS（International Conference on Intelligent Robots and Systems）の国別論文数において日本の採択論文数は顕著に減少しており、アカデミアにおける存在感が薄まっている。その背景として、実用化に向けた産学官連携の希薄さや、アカデミアの国を越えた連携・研究者の流動に日本が乗り遅れたことが主な要因と考えられる。

2 ロボティクス分野を牽引する米国——東西海岸で異なるアプローチ

現在、ロボティクス分野を牽引しているのは米国である。国防領域を中心とした新技術や、産学連携の下で推進されているロボティクス政策「A Roadmap: From Internet to Robotics」などがロボティクス分野の発展に貢献しており、アカデミアにおいても、地の利があるとはいえICRAやIROSなどへの最大採択数を誇っている。

このようにロボティクス領域で実績を残している背景には、産学連携の密接さと研究者による起業風土の強さがある。もっとも、米国内でも東海岸と西海岸では特徴が異なる。ハーバード大学をはじめとする東海岸ではアカデミアの要素が強い。一方で西海岸ではアカデミアに閉じず、学生間で「自ら起業して研究を実用化することが一種のステータス」ともいわれるほど起業風土が強い。このように東西でスタンスの違いはあるが、いずれの地域においても産学連携は盛んであり、ロボットメーカー以外にも国内外のソフトウエア企業や自動車OEMなど、各産業のトップ企業との技術連携が行われている。

3 グローバルに広がる研究者間ネットワークによる技術発展の加速

ロボティクス分野においては、リードする米国に次いで欧州、さらには中国や韓国、シンガポールなども存在感を強めている。この米国のリードおよび欧州などの諸外国の新興

を支えている最大の要因は、研究者間のネットワークである。

ロボティクスならではの難しさとして、さまざまな領域の要素技術が複雑に絡み合うという点がある。要素技術研究であれば機械工学や情報工学といった領域単体での技術発展が可能だが、産業応用段階となった現在のロボティクス分野においてはさまざまな領域の技術融合が求められるため、研究室や大学、国の垣根を越えた領域複合でのコラボレーションの重要性が増しており、そのためには研究室および研究者間のネットワーク構築が不可欠である。

ネットワークによって可能になるのは研究者の流動である。国境を越えて研究者が移動することが多くなることで、研究ノウハウが展開されるとともに、トップ研究者たちのグローバルネットワークが形成されている。たとえば、米国マサチューセッツ工科大学（MIT）などのトップ研究室で活動していた研究者が欧州の大学で研究室を構えたり、よりよい条件を求めて研究室単位で他国へ移動したりすることが往々にして発生している。こうした研究者の流動により、研究室、大学、国の垣根を越えた、技術ノウハウに関する情報交換や共同研究など、複合領域における研究に適した環境が構築されている。

このネットワークの形成は、欧米間だけではなく、近年は中国やシンガポールといったアジア諸国にも広がっている。アジア諸国の政府や高等教育機関は、米国などにあるトップ大学に積極的に研究者を派遣することで先端技術ノウハウを獲得している。中国においては高額な給与で優秀な海外の研究者を獲得する動きも見られる。一方で、日本は研究者の流動性も乏しく、研究活動が学科や研究室で閉じられがちであり、他領域とのコラボレーションが発生しにくい環境といえる（図1）。

Ⅱ 主要国の学官のロボット研究開発・政策の取り組み

本章では、ロボティクス分野を牽引する主要国として、米国、欧州、特にデンマーク、ドイツおよび中国における研究開発・政策に

図1　ロボット研究者のグローバルネットワークと取り残される日本

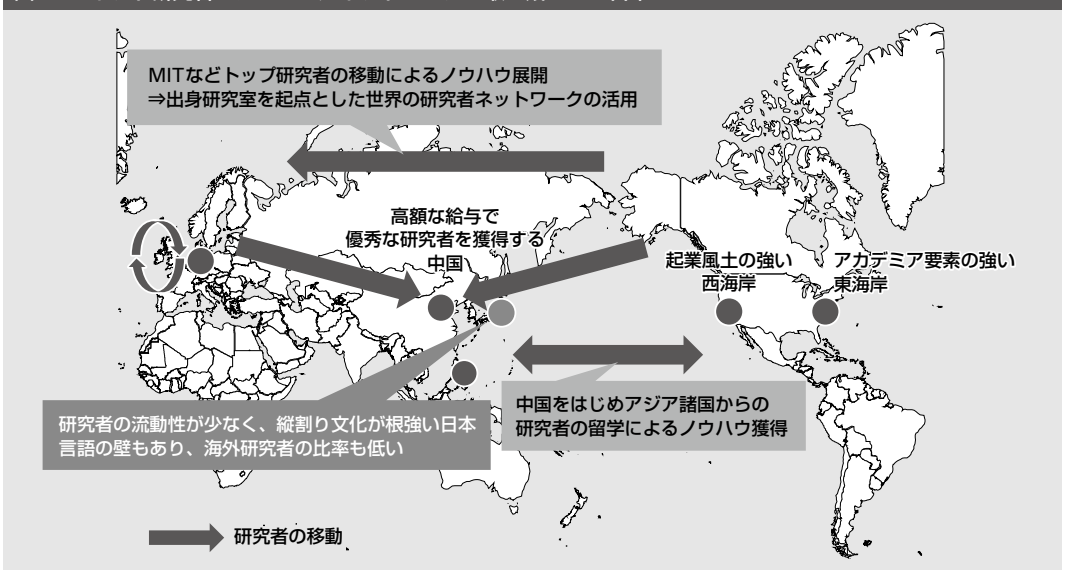


表1　ロボティクス分野の主要国における政策・学官連携の動向

国名	学官における取り組みの特徴	施策例
米国	• 国防領域を起点とした技術発展および新産業の創出 • 産学連携にて提唱されているロボティクス分野の政策ロードマップ • アカデミアにおける密な産学連携と起業風土の強さ	• ロボティクスロードマップ「A Roadmap for US Robotics：From Internet to Robotics」
欧州全体	• 産業政策の一環として、社会状況を迅速にキャッチアップしたイノベーション政策の立案・投資計画と、パートナーシップ連携による推進 • 研究基盤（研究データ、研究者などリソース）のオープン化	• 研究・イノベーション枠組みプログラム「Horizon Europe」
デンマーク	• 世界トップシェアを誇る協働ロボットの都市、オーデンセ • ロボティクスクラスターを起点とした産学官連携による振興 • 国内外から投資を受けるなど、オープンな研究開発基盤	• ロボティクス分野の技術クラスター「オーデンセロボティクス」
ドイツ	• 行政の強力なリーダーシップによる産学官連携の推進 • 標準化とユースケース創出、世界での仲間づくりの展開 • 製造を皮切りにあらゆる産業・都市・生活へのロボット応用	• フラウンフォーファー IPA研究所の取り組み
中国	• 中国製造2025を通じたロボティクスのイノベーション強国化 • 一帯一路政策での新興国へのトップ外交・ロボット展開 • 巨大な自国市場・資金力を活かした開発・技術獲得支援	• 中国製造2025政策 • 一帯一路政策

対する取り組みの工夫について取り上げる。表1に示すように主要各国の取り組みを見ると、ロボティクス政策の工夫、産学官の連携や流動を促す仕組みづくり、オープンなイノベーション風土という三つの特徴がある。米国においては国防および産学の強い連携による研究の推進、欧州はイノベーション政策の一環として投資も含めたパートナーシップによる連携、デンマークは産学官連携クラスターによる協働ロボット領域の牽引、ドイツは産学官連携による技術とともに、標準・ユースケース・仲間づくり、中国は自国市場の大きさや中国製造2025、一帯一路政策などの強力な政策を通じた技術開発・技術獲得である。本章では上記各国の政策・学官の研究開発に関する取り組みについて順に見ていく。

1　米国の取り組み

特徴1　国防から発展する米国ロボティクス産業

米国では研究予算の約5割を国防が占めており、ロボット領域もまた国防を中心に技術発展を遂げてきたといえる。その中枢機関が国防高等研究計画局（DARPA：The Defense Advanced Research Projects Agency）である。

DARPAによる研究支援は、短中期的な確度の高い研究だけではなく、自由度の高い革新的な研究を支援している点が特徴である。DARPAの問題意識を踏まえた部門や外部の有識者たちによる討議の中で選定されたテーマに基づいて支援が進められており、DARPAの支援を受けた案件はベンチャーキャピタルによる積極的投資などへとつながり、新産業の創出にも貢献している。前述のロボティクスロードマップに掲げられる産業もこの取り組みから発展したものが多い。研究支援成果としては、GPSシステムやロボット掃除機のルンバ（iRobot社）、四足歩行ロボットのSpot（ボストン・ダイナミクス社が開発。現在は現代自動車が買収）などがある。

さらにDARPAでは、技術大会を開催する

ことで技術の底上げや民需への普及に貢献している。たとえば、自動運転に関するDARPAグランドチャレンジ（2004～07年）や、災害救助に関するDARPAロボティクスチャレンジ（13～15年）、DARPA地下チャレンジ（19～21年）などがある。これらの大会を通じて、技術発展をするとともに同領域に貢献するエンジニア育成の場を提供することで、グーグルやボッシュなど産業界にロボット人材を輩出し民需への普及に貢献することが、米国のロボット産業の成長へとつながっている。

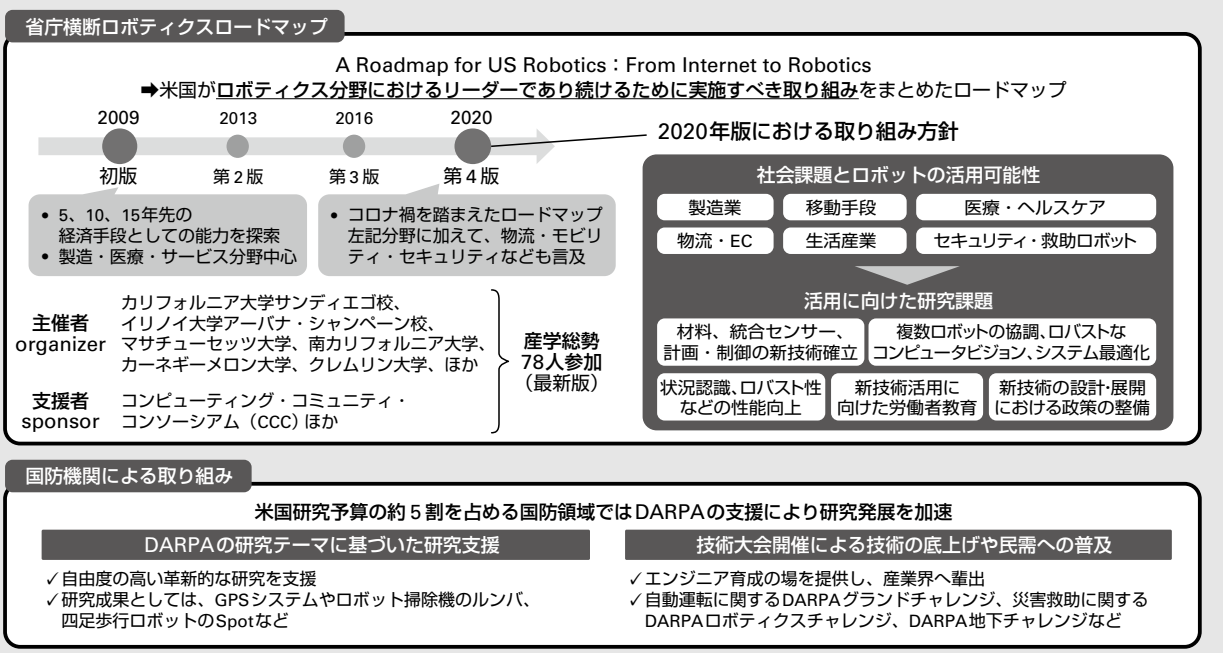
特徴２　産学連携・省庁横断組織によるロボティクス特化の包括的ロードマップ策定

米国におけるロボット政策としては、「A Roadmap for US Robotics：From Internet to Robotics」（以下、ロボティクスロードマップ）が挙げられ、省庁横断で取り組まれている点が特徴である。

このロボティクスロードマップであるが、2009年に発表された初版は、アトランタで開催されたRSS（Robotics Science and Systems）会議で取り組みが始まり、CCC（コンピューティング・コミュニティ・コンソーシアム）の支援によって、産学総勢120人が参加して作成された。この提言を受けて、省庁横断的に取り組む「ナショナル・ロボティクス・イニシアチブ（NRI）」が11年に発足した。その後、今日に至るまで三回更新されており、最新版はコロナ禍を踏まえて20年に発表されている。

産学さまざまな有権者が名を連ねるこのロードマップ策定では、チェアマンであり、ロボットシステムエンジニアリングやマッピングを専門領域とするProf. Christensenの所属するカリフォルニア大学サンディエゴ校を筆頭に、カーネギーメロン大学や、ジョージア工科大学、ジョンズ・ホプキンス大学といっ

図2　米国のロボティクス政策と国防機関による研究支援



た世界のロボティクスを牽引する高等教育機関がオーガナイザーとして参画している。

このロードマップの特徴としては、人々とロボットが共生する世界を前提に提言されており、研究のドライバーとして産業・人々の生活におけるロボティクスの有用性についてアプリケーションを交えて提示し、そのアプリケーションを起点に研究の社会的課題および技術課題、具体的なアクションへと落とし込んでいる点が挙げられる。

図2に示すようにドライバーとしては、製造業、物流・EC、移動手段、生活産業、医療・ヘルスケア、セキュリティ・救助ロボットにおいて、ロボット活用用途が示されている。従来は工場の生産ラインを中心に発展してきたロボットだが、このロボティクスロードマップでは、部屋の清掃、人々との協働、配達といった市民社会に活躍の場を広げている点が大きく反映されている。さらに、上記のアプリケーションから抽出された研究課題として、ロコモーション、把持・操作、パーセプション、プランニング・コントロール、ラーニング、マルチロボットシステム、人間とロボットの相互作用などがその要素として挙げられている。

2　欧州の取り組み

欧州におけるロボット政策としては、「研究室から産業へ、そして市場へ」を掲げた研究・イノベーション枠組みプログラムの「Horizon Europe」（2021～27年実施予定）が挙げられる。このプログラム（Framework Program：FP）は七年ごとに策定されており、Horizon Europeは第九期にあたる。FP推進における中枢機関は科学技術・イノベーション政策全般を所管している研究・イノベーション総局（DG RTD）であり、総額955億円の予算を保有している。

Horizon Europeの取り組みは防衛研究開発と市民社会運用という二つの目的に分類され、そのうち市民社会運用への応用プログラムとしては三つのPillar（柱）である「Pillar1：卓越した科学」「Pillar2：グローバルチャレンジ・欧州産業競争力」「Pillar3：革新的な

図3　欧州（EU）のロボティクスにおける取り組み

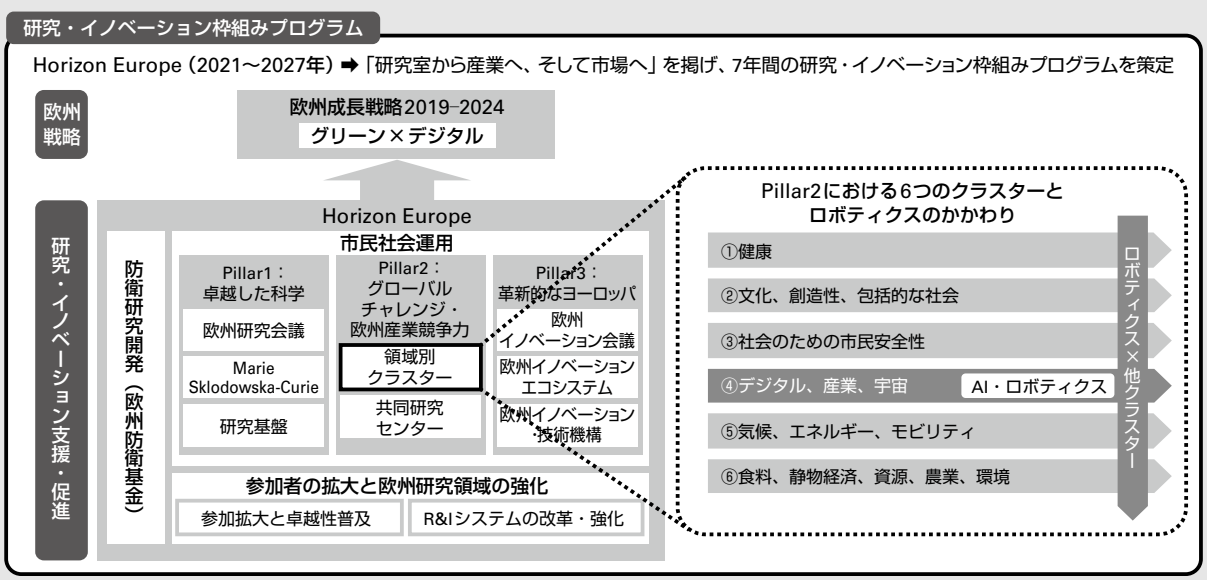


表2　Horizon Europeにおけるロボティクスに関する取り組み

クラスター	期待されるインパクト	概要	関連分野
デジタル、産業、宇宙	#15 クリーンで気候変動に影響されない産業バリューチェーン、循環型経済、気候変動に影響されないデジタルシステムおよびインフラにおけるグローバルリーダーシップ	革新的な生産・製造プロセスとそのデジタル化、新しいビジネスモデル、持続可能な設計による先端材料、グリーンデジタル技術など、すべての主要排出産業部門において脱炭素化を可能にする技術を通じて、クリーンで気候ニュートラルな産業バリューチェーン、循環経済、気候ニュートラルなデジタルシステムとインフラにおけるグローバルリーダーを目指す	Manufacturing Technologies Advanced Materials Circular Industries Low-Carbon and Clean Industries Key digital technologies **AI and Robotics**
	#17 世界的に魅力的で安全かつダイナミックなデータアジャイル経済	公共部門（健康、教育など）から来るデータと、デジタル化した大・中・小の産業のエコシステムから来る産業データに対して、一般データ保護規則（GDPR）によって確立されたデータ共有とデータ保護に関するEUの法的枠組みの中で、産業・行政・科学・市民横断の活気あるEUデータエコシステムを構築する	**AI and Robotics** Advanced Computing and Big Data Manufacturing Technologies
	#18 デジタル技術および将来出現する可能性のある技術における、オープンな戦略的自律性	強みであるデジタル垂直市場（ビジネスソフトウエアなど）や産業用アプリケーション（センサーや制御、カーエレクトロニクス、製造、通信機器など）に加えて、他地域に依存しているコンピューティングやデジタルインフラなどの強化、量子コンピューティングなど新領域でのリーダーシップの早期確立	Key digital technologies Emerging enabling technologies **AI and Robotics** Next Generation Internet Advanced Computing and Big Data
	#20 デジタル技術と産業技術の人間中心的かつ倫理的な発展	欧州グリーン・デジタル移行に伴い、労働者・地域・社会は急変革に直面するため、人間中心で倫理的な側面を伴うレジリエンスを強化する必要がある。 スキルアップのためのトレーニングプログラムの提供などを通じて、テクノロジーと社会との双方向のかかわりが必要	Next Generation Internet **AI and Robotics** Manufacturing Technologies

ヨーロッパ」から構成されている。特にPillar2では六つの領域別クラスターに分かれて戦略が立てられており、AI・ロボティクス政策に関してはクラスター4「デジタル、産業、宇宙」において言及されている（図3）。

欧州成長戦略のテーマであるグリーン×デジタルの文脈で各取り組みが語られており、たとえば表2に示すような、気候ニュートラルな産業バリューチェーンに向けた生産・製造プロセスのデジタル革新（#15）や、対米国を意識したデジタル領域でのリーダーシップ奪還（#18）、人間中心である考えに基づいたデジタル技術の発展（#20）などが挙げられている。

また、領域横断のアクションとしては、クラスター1「健康」の向上のための医療向けロボット活用や、クラスター3「社会のための市民安全性」の実現のために、災害時の自律的探知・対応能力を通信・データ分析とともにロボティクス工学によって向上することなどが掲げられている。

欧州のイノベーション戦略としては、「産業政策と一貫した戦略ストーリーと柔軟な修正」「パートナーシップによるロボティクス領域の研究・開発推進」「参加対象国の拡大によるEU圏外の巻き込み」「研究データのオープン化」という四つの特徴が挙げられる。

特徴1　産業政策と一貫した戦略ストーリーと柔軟な修正

Horizon Europeは欧州委員会が掲げる欧州成長戦略2019–2024の優先課題を受けて、グリーン×デジタルについて研究・イノベー

ションの面から実現しようとするものであり、全体戦略に基づいて体系的に施策が策定され、投資も含めた推進を行っている。

さらに戦略ストーリーの一貫性に関しては、周辺施策も含めたプログラム間の連携によりイノベーションの強化を図っている点も特徴である。たとえば、教育、職業訓練、青年育成などにおいて国境を越えた人材流動・協働の支援を目的とする「エラスムス＋」という取り組みがある。262億ユーロがその予算に充てられ、EU圏の学生たちはエラスムス＋制度活用によって他国への研究留学やコラボレーションが可能となる。戦略ストーリーに一貫性を持たせることで、EUとしての目指すべき姿、そのために実施すべきアクションは明確となり、領域・組織横断での推進へとつながっている。

また、社会状況を踏まえて柔軟に予算組み替えを行っている点も特徴である。たとえばコロナ禍を受けて、Horizon 2020の2020年予算では約10億ユーロを新型コロナウイルス対応に拠出し、検査・治療・予防のための科学的ソリューション開発のほか、産業実現技術リーダーシップ（ICT）というプロジェクトでは、ロボティクス技術のヘルス分野への実装に関して3.5百万ユーロが充てられるなど、迅速かつ柔軟な対応により産業技術振興を支えている。

特徴２　パートナーシップによるロボティクス領域の研究・開発推進

欧州では、機関や国を跨いだイノベーションの推進を推奨しており、この欧州パートナーシップ（European Partnership）は国際的な産学官連携を促進するものである。共同ファンド（Co-funded）パートナーシップ、制度化された（Institutionalised）パートナーシップ、共同プログラム（Co-programmed）パートナーシップの三種類に振り分けられている。

ロボティクスに関しては、共同プログラムとして、デジタル・産業・宇宙領域の「AI・ロボティクス」という名称で実施される。共同プログラムは、欧州委員会、加盟国、官民パートナー間の覚書や契約に基づく連携であり、目的や金銭的貢献をあらかじめ定め、長期支援を実施するものである。

特徴３　参加対象国の拡大によるEU圏外の巻き込み

Horizon Europeでは、プログラム参加対象国がEU加盟国および欧州の近隣諸国に加えて、非欧州圏においても準加盟国（associated countries）として包含している。わが国もその対象であり、日本を科学大国として位置づけ、緊密な協力を強化する方針とされている。特に、日本ではPillar1：卓越した科学、Pillar2：グローバルチャレンジ・欧州の産業競争力への参加が歓迎されており、北海道大学や筑波大学などが実際に参加している。

特徴４　研究データのオープン化

Horizon Euopeでは、Horizon 2020からデータや論文のオープン化をさらに強化している。同プログラムの資金によって得られた成果についても、論文は即時オープンアクセスの義務化、研究データも可能な限りオープンにすることが定められている。これにより、プロジェクトや研究室、組織内にノウハウを

閉じずに、さらなる技術発展へと貢献するサイクル創出を狙う。

これらの特徴によって、欧州のロボティクスはイノベーション政策の一つとして位置づけられており、欧州の産業政策と連携をとり、国・大陸を超えたパートナーシップ連携促進への取り組みによって、研究・開発を強化する仕組みを構築していることが分かる。これにより、ソフトウエア、ハードウエアなどさまざまな要素が絡み合うロボティクス領域においても、垣根を越えたコワークの実現がしやすくなり、イノベーションの創出が促進されると考えられる。

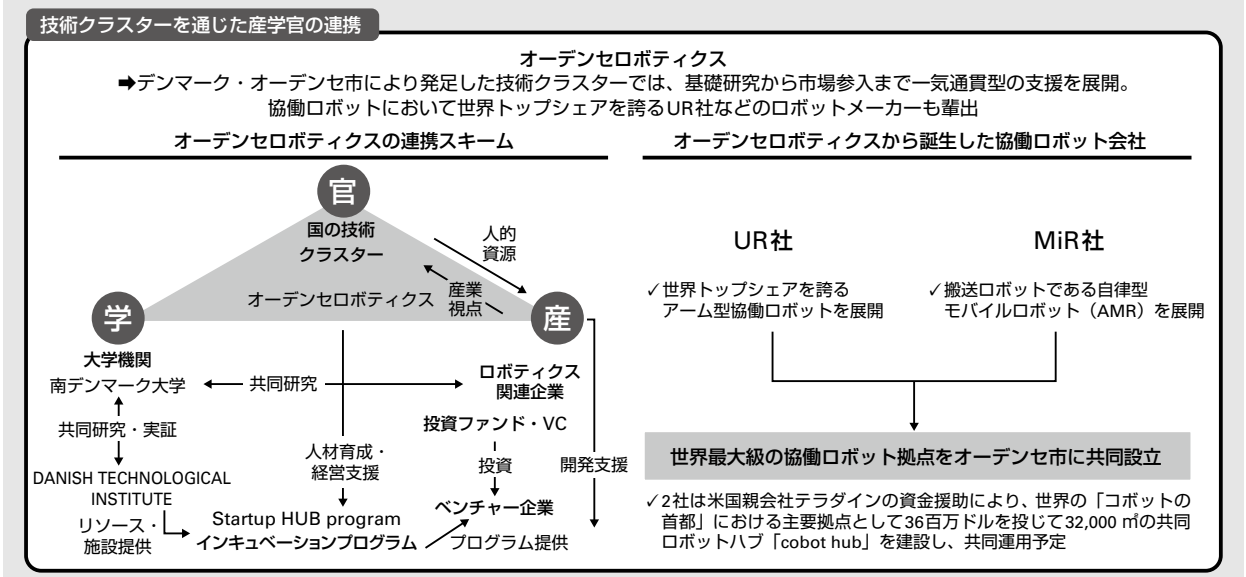
3　デンマークの取り組み

デンマークはEUのデジタル経済・化学指数で首位であり、協働ロボット市場のトップシェアを占めている国でもある。そのロボット技術を支えているのが、オーデンセ市独自のロボティクス分野における技術クラスター「オーデンセロボティクス」である（図４）。

オーデンセロボティクスでは、産学官が連携して基礎研究から市場参入までの一気通貫型支援を目指し、自治体などが各種支援を実施している。このロボティクスエコシスムは、南デンマーク大学をはじめとする教育機関やコンサルティングを提供するDanish Technology Institute、ベンチャー育成インキュベーションプログラムである「Startup HUB program」、ロボットメーカーやシステムインテグレーター（SIer）、周辺部品企業などのロボティクス関連企業、投資ファンド・ベンチャーキャピタル（VC）らが参画しており、各立場からロボティクスにかかわる技術・経営のノウハウを提供している。

アーム型の協働ロボットの世界トップシェアであるUniversal Robots社（UR社）や、自律型移動ロボット（AMR）を展開するMobile Industrial Robots社（MiR社）も、このクラスターの代表企業の一社である。UR社およびMiR社は、親会社である米国テラダインの資金援助を受けて36百万ドルを投じ、世界の「コボット（co-bot：協働ロボット）の

図4　デンマークにおける取り組み



首都」における主要拠点として３万2000㎡の協働ロボットハブである「Cobot hub」を2022年にデンマークにオープンし、２社で共同運用予定である。オーデンセロボティクスの19年年次調査によると、現在8500人がデンマークのロボット企業で働き、そのうち3900人がデンマーク第三の都市であるオーデンセとその周辺で働いているという。

デンマークのロボット企業の総収入は18年に18％増加し995百万ドルに達し、輸出も26％増加した。人材雇用においても25年にロボット産業で２万5000人の従業員を見込むなど、国の産業成長にも貢献している。

4　ドイツの取り組み

ドイツにおけるロボットをはじめとした技術・産業の高度化については、産学官の密接な連携が重要な要素となる。ドイツは従来から、企業の幹部層など前線で働くビジネスパーソンが「学」で研究に携わることや、「学」の研究をリードする研究者が民間企業で実業に携わるなど、「産」と「学」の垣根が低く、連携がスムーズに行われている。また行政も地域で形成されるクラスターごとにリーダーシップを発揮して産学官をつないだり、企業を超えた連携を支援したりなど、インダストリー4.0でも行政がイニシアチブをとって産学官連携を強力に推進している。

ロボティクスも産学官連携を通じて強力に推進されている。ドイツが推進しているインダストリー4.0においてもロボットが果たす役割は非常に大きく、民間企業としてもクーカなどのロボットメーカー、ボッシュなどFA（ファクトリー・オートメーション：自動化支援）企業の大手ロボット関連企業とともに、協働ロボットメーカーのフランカ・エミカといったスタートアップなど、産業における存在感は大きい。インダストリー4.0の産学官での取り組みを背景に、ロボティクスについても産学官の連携が進んでいる。「学」側としては、TU9（ドイツ工科大学連合）と呼ばれる工科大学（アーヘン工科大学、ミュンヘン工科大学など）や、フラウンフォーファー研究機構をはじめとした研究組織がキープレイヤーとなる（図５）。

ここでは、ドイツの産学官連携の要であるフラウンフォーファー研究機構の取り組みを紹介する。同研究機構は欧州最大の応用研究

図5　ドイツにおけるロボット研究のキープレイヤー

TU9（工科大学連合）

- アーヘン工科大学、ベルリン工科大学、ブラウンシュヴァイク工科大学、ダルムシュタッド工科大学、ドレスデン工科大学、ハノーヴァー大学、カールスルーエ工科大学、ミュンヘン工科大学、シュツットガルト大学

フラウンフォーファー研究機構

- 欧州最大の応用研究機関（独76研究所／30,000人、欧州・米国・アジア・中東に拠点）
- 30%はドイツ連邦政府および各州政府から予算拠出、70%は企業などからの委託プロジェクト

IPA（生産技術・オートメーション研究所）

主なロボット関連の取り組み
- Cognitive Robotics（3D物体認識、モーションコントロールなど）
- イントラロジスティクスロボット（倉庫・小売ロボットなど）
- デジタルツイン・オフラインプログラミング技術
- 建設業における自律溶接ロボット技術
- 農業サービスロボット
- 検査・点検ロボット
- 医療・ヘルスケアロボット
- 清掃ロボット、家事／生活ロボット
- エンターテインメントロボット
- ROS・オープンソースソフトウエア開発

機関であり、独76研究所／３万人のスタッフが活動し、欧州・米国・中東・アジアに海外拠点を有する。ロボットの取り組みは同研究機構のうちインダストリー4.0を牽引することでも知られるIPA（生産技術・オートメーション研究所）が主に担っている。同研究機構は、30％は連邦政府・州政府から、残り70％は民間からの予算で活動を行う。同研究機構の研究を通じて産官学が連携され、新たなイノベーションが生まれる。さらに、世界中に拠点を持っており、各地の政府やキーとなる研究機関・企業との連携が図られている。ドイツによるインダストリー4.0の他国との仲間づくりは同研究機構が支えている部分も大きい。

IPAのロボティクスにおける注力分野としては、製造業のデジタルツイン技術の高度化とともに、製造業外分野へのロボットの拡大・社会実装にもフォーカスが置かれていることが特徴である。その領域は倉庫・建築・農業・医療／ヘルスケア・生活・エンターテインメントなど多岐にわたる。製造業領域におけるグローバルでの取り組みとともに、生活・産業・都市レイヤーのあらゆる領域で、ロボット研究に産学官連携で取り組むことが想定される。

5　中国の取り組み

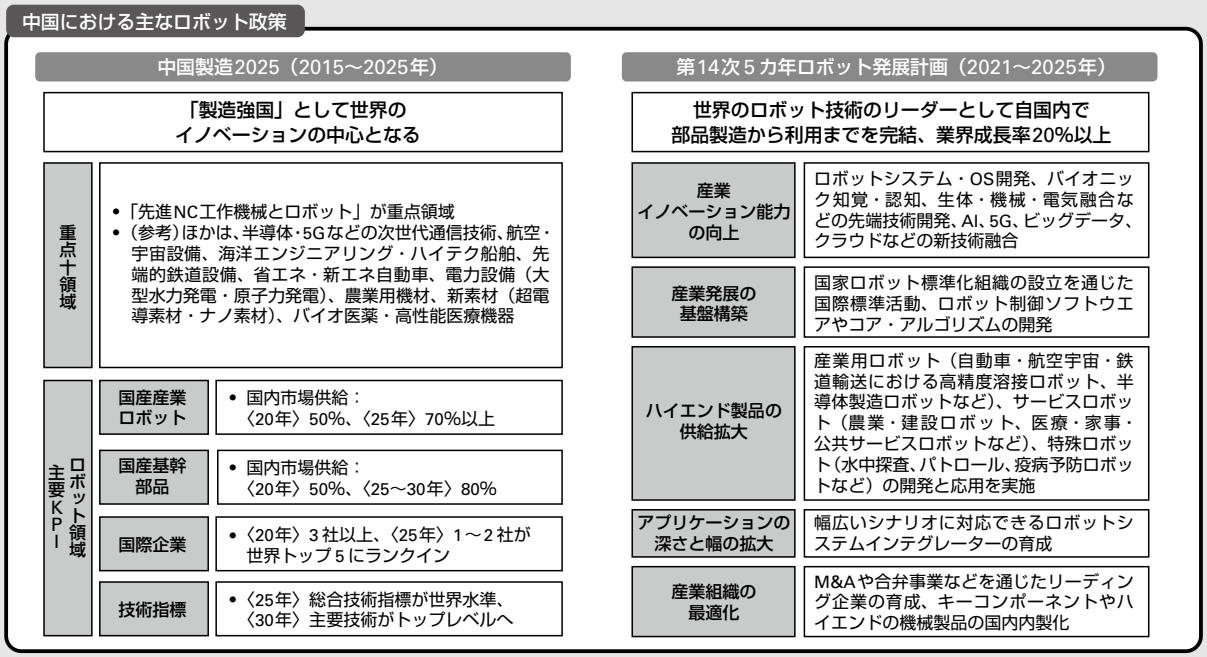
中国は自国市場として世界最大のロボット導入国であるとともに、急速に中国ロボット企業のグローバルにおける存在感が増している。従来は外資系企業の技術を導入する側であったが、美的集団によるインダストリー4.0の推進役であり、独ロボット企業のリーダー的存在であったクーカの買収をはじめ、技術を持つ外資系企業の買収などによる技術獲得を進めてきている。

現在では、産業用ロボットの新松（SIASUN）やサービスロボットの優必選（UBTECH）といった企業が、グローバルで価格競争力のみならず品質面でも急速なキャッチアップにより、アジア新興国をはじめとして欧州などでも受注を拡大している。新松のロボットは世界32カ国へ輸出されており、中国政府が進める一帯一路政策の中で17カ国と提携関係にあり、グローバル展開を支えている。品質を重視するGM、BMW、フォードなど欧米企業からの受注も獲得してきており、顧客の３分の２が中国外企業となっている。

こうした中国ロボットメーカーの躍進を支える背景には、前述の一帯一路政策における官民を挙げたトップ営業とともに、ロボット産業政策の強力な推進が大きい。2015年に発表された中国製造2025で「先進NC工作機械とロボット」が重点十領域に定められており、国家戦略としてロボット領域の強化がなされてきている。21年12月に発表された第14次５カ年ロボット産業発展計画においては、25年までに世界のロボット技術革新の中心となることや、ロボット産業全体の年平均成長率目標として20％という数値が掲げられている。

ロボットユーザーとしての製造業では、世界経済フォーラムから先端工場ロールモデルであるGlobal Lighthouseとして認定された全90工場中、世界最大となる29カ国の認定を受け、次点の９工場の米国、５工場のドイツを大きく引き離して世界の先端になりつつある。同様にロボット産業においても政府の強力なリーダーシップの下、世界の先端へ着々

図6　中国におけるロボット政策



と進んでいくことが想定される（図６）。

Ⅲ　日本のロボット研究開発・政策の現状

1　日本におけるロボット政策の現状

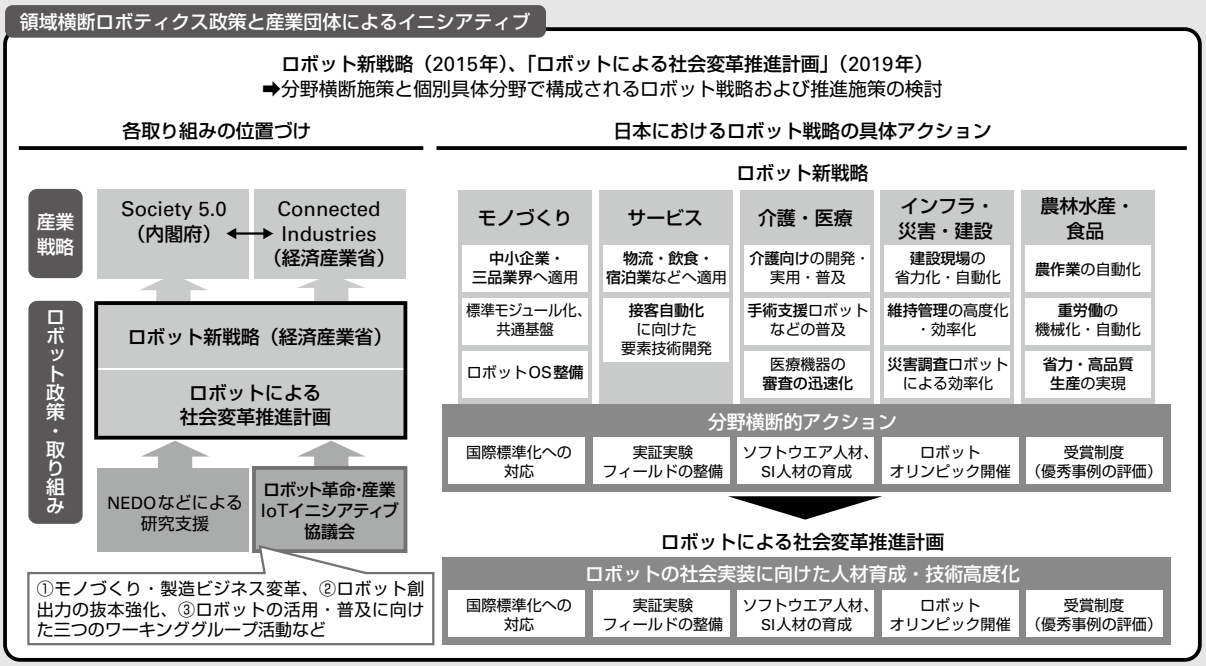
わが国においては、経済産業省や新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）のほか、民間主導の協議会であるロボット革命・産業IoTイニシアティブ協議会を中心に、ロボット戦略の検討・推進が行われている（図７）。

2014年にOECD閣僚理事会において安倍晋三総理（当時）が「ロボットによる新たな産業革命を起こす」と表明し、経済産業省によって翌15年１月にロボット新戦略が策定された。それを受けて、同年２月に設立された民間主導の組織プラットフォームがロボット革命イニシアティブ協議会（20年にロボット革命・産業IoTイニシアティブに改定）である。

15年に発表されたロボット新戦略とは、欧米によるデジタル技術を活用した巻き返しや、中国など新興国による投資加速などを背景に、当時はロボット業界を牽引していた日本として世界をリードし続けるための戦略であり、世界のイノベーション拠点になること、世界一の利活用社会となること、ITなどのデジタル技術との融合を目標として掲げ、分野別および分野横断での施策がそれぞれ掲げられている。たとえば、中小企業や三品業界（食品、医療、化粧）といった労働集約型の製造現場におけるロボット活用や、普及拡大のための産学官連携によるSIer育成などを掲げている。

さらに、産学官連携のための母体として創設されたロボット革命・産業IoTイニシアテ

図7　日本における取り組み



ィブ協議会では、三菱重工業や東芝、日立製作所、安川電機などの主導により、次の三つのワーキンググループ（WG）による活動を通じた連携を行っている。

- WG1：IoTによる製造ビジネス変革WG（インダストリー4.0など製造業のビジネス変革がテーマ）
- WG2：ロボット利活用推進WG（ロボットの社会実装がテーマ）
- WG3：ロボットイノベーションWG（ロボットのイノベーションがテーマ）

2　ロボットSIer支援政策

2015年２月に政府が策定したロボット新戦略では、わが国は世界一のロボット利活用社会を目指すという目標が掲げられた。政府はロボット事業を新たな産業の柱として捉え、技術開発力の強化、ロボットの利用・普及の推進、ロボット×IoTの推進といったさまざまな支援を実施している。現在、日本は世界の産業用ロボットの約半分を生産するロボット大国であり、モノづくりの技術開発力には大きな強みを持つ。

一方で、汎用的な産業用ロボットは半完成品で、直接工場の生産ラインに導入することはできない。工場の状況に合わせて、治具などの周辺装置・部品と動作システムをカスタマイズするロボットシステムインテグレーター（ロボットSIer）が必要不可欠となる。しかし、国内のロボットSIerは中小企業が中心かつ企業数も十分ではなく、ロボットSIerの供給力がロボット事業拡大へのボトルネックとなっていた。そこで、政府は、ロボットSIerの数を増やすとともに、海外需要にも対応できるロボットのソリューション・プロバイダーへと強化するために、さまざまな取り

組みを行っている。

また、政府だけでなく、地方単位でもロボットSIer連携の取り組み、補助金制度やロボット導入支援センターの設立などの支援が行われている。製造業が集積し、ロボットSIerが多く存在する中部地域では「中部地域SIer連携会」という組織で企業を超えた連携がなされている。広島県では製造業・ロボットSIer・行政・大学／研究機関から構成される「ひろしま生産技術の会」を通じた産学官連携が進んでいる。さらに、市単位においても静岡県浜松市では商工会議所を中心にロボットSIerのプロモーションを行っている。また、神奈川県相模原市では15年に「相模原市産業用ロボット導入補助金」制度を設置した。加えて、産業用ロボットの導入支援やSIerなどの技術者育成のために「さがみはらロボット導入支援センター」が設立され、ロボットデモシステムが常設されている。

おわりに

ここまで、第一論考で触れたロボティクス4.0の構造変化における官学のグローバルでの動向を見てきた。前述の通り、欧・米・中においては、「産」のロボット関連企業とともに、大学・研究機関の「学」、政策サイドの「官」が強力に連携し、ロボット産業の高度化を図ってきている。日本は要素技術開発においては産学官連携の下、取り組みを進めており、技術面では世界をリードしてきた側面もある。

しかし、ロボットの重要性が要素技術・ハードウエアから「ロボット活用で創出される価値」へとシフトする中で、ロボティクスの競争軸・ゲームのルールが変化してきている。日本は戦略的な産学官連携により、Society5.0のコンセプト実現に向けていかに社会課題や経営・オペレーションの課題を解決するロボットシステム全体を創出していけるかが鍵となる。第三論考「日本におけるロボティクス4.0戦略の方向性」では、これら日本が求められるロボティクス4.0時代における日本の産学官における戦略について触れたい。

著者

小宮昌人（こみやまさひと）
野村総合研究所（NRI）グローバル製造業コンサルティング部主任コンサルタント
専門はプラットフォーム戦略などのビジネスモデル変革、デジタルツイン・産業メタバース活用、FA・インダストリー4.0対応、ロボティクスなど。近著に『製造業プラットフォーム戦略』（日経BP）、『日本型プラットフォームビジネス』（日本経済新聞出版社）

岩﨑はるな（いわさきはるな）
野村総合研究所（NRI）グローバル製造業コンサルティング部コンサルタント
専門は製造業におけるDX戦略、新規事業開発の検討支援、スタートアップ連携支援、特に、インダストリー4.0対応、ロボティクスやオートメーション、Additive Manufacturingなど