

変革期の人工知能—産総研AIRCの視点

The Next Phase of Artificial Intelligence – AIRC perspectives



国立研究開発法人産業技術総合研究所 人工知能研究センター 研究センター長

辻井 潤一

人工知能研究センター 研究センター長、英国マンチェスター大学客員教授、国際計算言語委員会 (ICCL) 委員長、AAMT / Japio 特許翻訳研究会委員長

✉ j-tsuji@aist.go.jp

1 | はじめに

人工知能のブームが本格化して5年余りが経った。筆者がセンター長を務める国立研究開発法人産業技術総合研究所・人工知能研究センター (AIRC) も、設立から2年半が経とうとしている。この2年間は、人工知能が単なるブームから、より着実な研究、開発、実装へと移行していく時期でもあった。過度な期待の段階から、技術の可能性と限界を見極め、次のステップを踏み出す移行の段階であった。

本稿では、AIRCの活動を中心として、人工知能をとりまく現状と将来の方向について、整理しておこうと思う。

2 | 人工知能と日本の戦略

人工知能への期待が高まる中、経済産業省、文科省、総務省など、人工知能技術の研究を促進する立場の官庁が、それぞれの立場から、研究開発のための組織づくりを始めたのは、3-4年前からであろう。その結果、さまざまな研究組織が作られることになったが、その先陣を切ったのが、経済産業省が産業技術総合研究所に設立した人工知能研究センター (AIRC) であった。その設立は、2015年5月である。これに続く形で、文科省が2016年に理化学研究所に革新知能総合研究セン

ター (AIP) を設立する。総務省は、今回のブーム以前から、機械翻訳や言語処理研究、脳研究に関する研究を行ってきており、これらの研究グループをまとめる形で、産業・社会へ展開する知能科学融合研究開発推進センター (AIS) を2017年4月に設立している (図1)。

日本政府は、これら3つの官庁での研究開発を有機的に促進し、かつ、日本としての人工知能の独自ビジョンを作成するために、内閣府のもとに人工知能戦略会議 (議長: 安西 JSPS 理事長) を設置、そのもとに、上記の3つの研究センターでの研究戦略を有機的に組織するための研究戦略WG、および、人工知能技術を活用した社会ビジョンを具体化する社会実装ロードマップWGという、2つのWGを置き、活動を行った。

ロードマップWGは、そのビジョンを詳細なロードマップの形で公表している¹。米国、ドイツ、カナダ、シンガポール、英国、台湾、中国など、世界の各国が人工知能、ロボティクス、IoTなどに関連した分野で、国家としての戦略を策定する中で、比較的早期に日本は独自の研究戦略と社会実装のビジョンを設定したことになる。

少なくとも最近まで、人工知能の研究や開発は、米国のIT企業を代表とする民間企業が主導してきた。たとえば、ニューラル機械翻訳の研究は、現在、グーグル、

1 <http://www.nedo.go.jp/content/100862412.pdf>

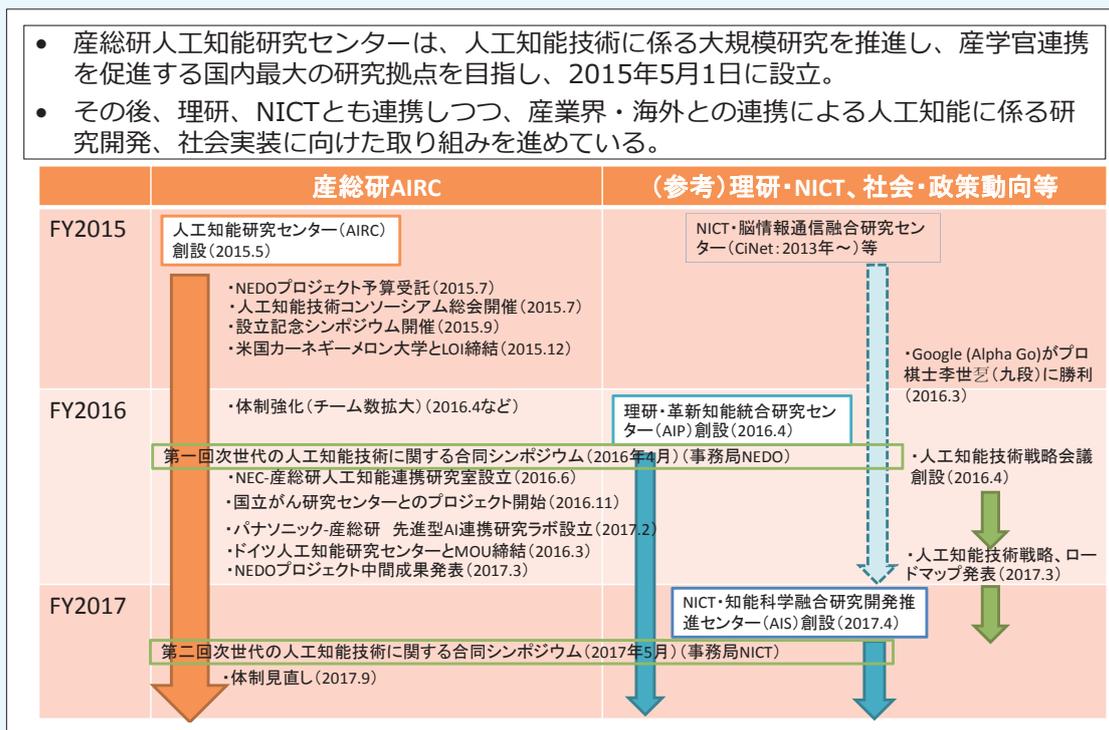


図1 人工知能研究センターの経緯

マイクロソフト、百度(中国)などの巨大なIT企業を中心にけん引してきている。これら巨大IT企業がマス・マーケットをターゲットにして、大きな資本力、データセンターを運営する技術力、データの収集力を駆使することで、市場を席卷してきた。ただ、この巨大IT企業の寡占は、他分野での技術や固有のデータを有する多様なステークホルダーが参入する時代になり、急速に崩れつつある。人工知能の技術は、さまざまなスターアップやIT企業以外の多様な企業が参入する、より幅の広い産業へと拡散する時代に入ってきた。

機械翻訳を例にとると、現在、巨大IT企業は多くの言語(グーグルは100以上の言語、百度やマイクロソフトもそれに近い数の言語)を対象に翻訳サービスを開始している。ただ、言語の数が増えるに従い、個々の言語対に対して構築される翻訳モデルの数も急激に増大する。一方で、対話の機械翻訳と特許文献の翻訳とでは、非常に違った翻訳モデルが必要になる。海外からの旅行者のための翻訳に限っても、医療機関で使うモデルとホテル・旅館で使うモデル、各地方の観光案内の機械翻訳モデルでは、使われる語彙や文の種類も大きく変化する。

より現実的な場面で使われるようになればなるほど、マス・マーケットの機械翻訳から、分野や場面に特化し

た機械翻訳が必要となる。このことは、機械翻訳モデルの分野適応という新たな技術分野の研究開発が必要であることを示すと同時に、個々の分野や場面に応じた翻訳データの収集が必要となることを示唆している。

機械翻訳の分野も、単純に膨大な翻訳データを収集し、大きな計算リソースを使ってモデル構築するという、巨大IT企業のマス・マーケットの戦略から逸脱し、より多様な用途に適したデータのきめ細かな収集と、それぞれの用途に応じた翻訳モデル開発の時代に入ってきている。このような多様化の時代に入ったことで、例えば、日本の公的研究機関であるNICTやスタートアップ企業が、巨大IT企業が寡占するかに見えた機械翻訳の分野で戦っていける素地が生まれつつある。

機械翻訳に見られる多様化は、人工知能のあらゆる分野で起こりつつある現象でもある。医療や創薬の分野でも、データは巨大IT企業が独占しているものではない。むしろ、病院、クリニック、地方政府、創薬メーカーなど、IT産業とは別のプレイヤーがデータを持っている。さらに、個々の病疾患に関する知識や検査データは個別性が高く、マス・マーケット用の一様な技術で対処できるものでもない。このような人工知能技術の多様化、データの分散的な所有は、人工知能技術の社会への浸透が進

む過程で、ますます顕在化してくる。

人工知能戦略会議が作成したロードマップは、人工知能が社会に浸透していく様子を的確にとらえている。また、この多様化は、日本の研究開発陣にとって好機でもある。多くの産業や社会サービス（医療、介護、交通）の分野で成熟度が高く、人工知能を受け入れる下地（関連するデータの収集能力、人工知能技術と組み合わせられる個別分野での技術）が整っている日本は、次に来る人工知能技術の開発において、優位に立てる可能性を持っている。

3 | 人工知能研究センター (AIRC)

人工知能研究センター (AIRC) は、前述のように、2015年5月、経済産業省傘下の研究所である産業技術総合研究所に設置された研究センターであり、日本の人工知能戦略の一翼を担っている。センターの役割は、文部科学省・理研のAIPが基礎研究に重点を置くのに対して、社会実装に重点をおく。筆者は、多様化の段階を迎えた人工知能は、他分野の技術と融合する技術開発が重要であり、社会実装を目指した技術開発を目指すAIRCは、日本の人工知能戦略の中で大きな役割を担った研究センターであると思っている。

人工知能の社会的な実装には、専門が異なる多様な研究者・技術者の共同が不可欠である。AIRCでは、多様な分野の研究者・技術者が共同して規模感のある研究を推進していくために、過去2年間、研究者・技術者をセンターに集約することに力を注いできた。その結果、現在、フルタイムの研究者約100名に加えて、客員や招聘研究員として協力いただく大学教員、ポスドクや技術者、サポートスタッフなど、総勢430名余のスタッフを抱える研究センターに成長している（図2）。

4 | 実世界 AI、人と協働する AI

昨年度の Japio YEAR BOOK でも紹介したが、AIRCでの研究は、

- I 実世界に埋め込まれる AI
- II 人間と協働できる AI

という2つを目標としている。Iは、(1)これからの人工知能の研究開発は、研究のための研究ではなく、実世界の課題を解決していく技術に焦点を当てるべきだということ、また、(2)これからの人工知能は、IoTとロボティクスという2つの隣接する技術分野の成果を

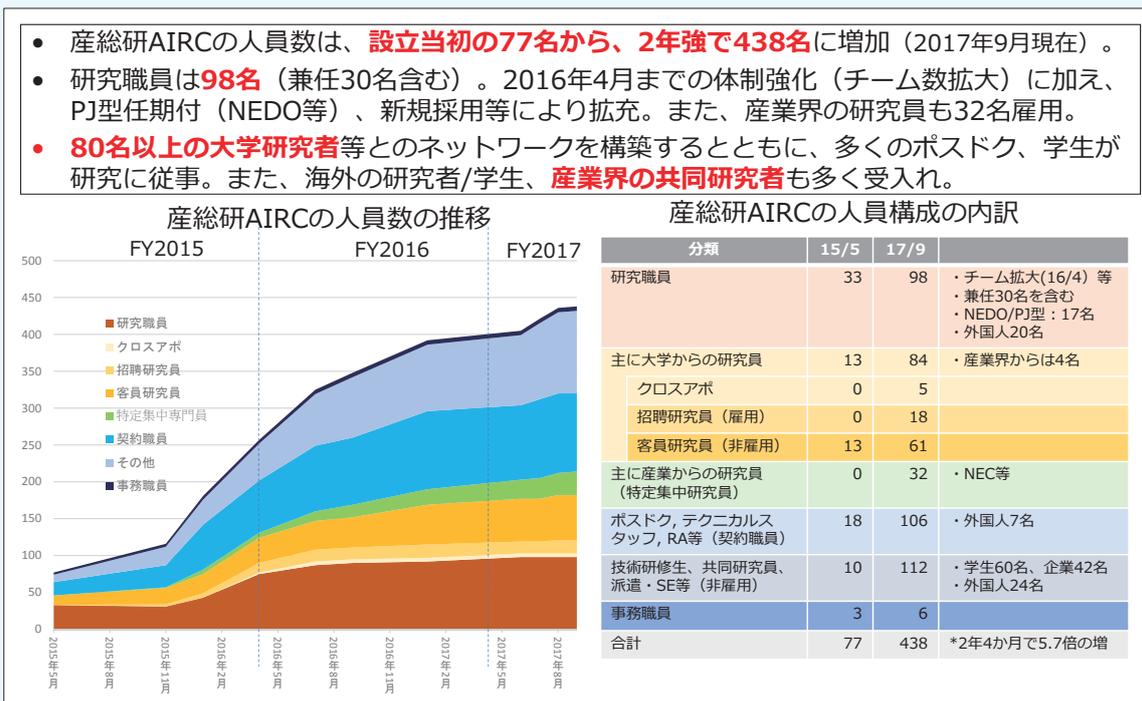


図2 人員構成の推移

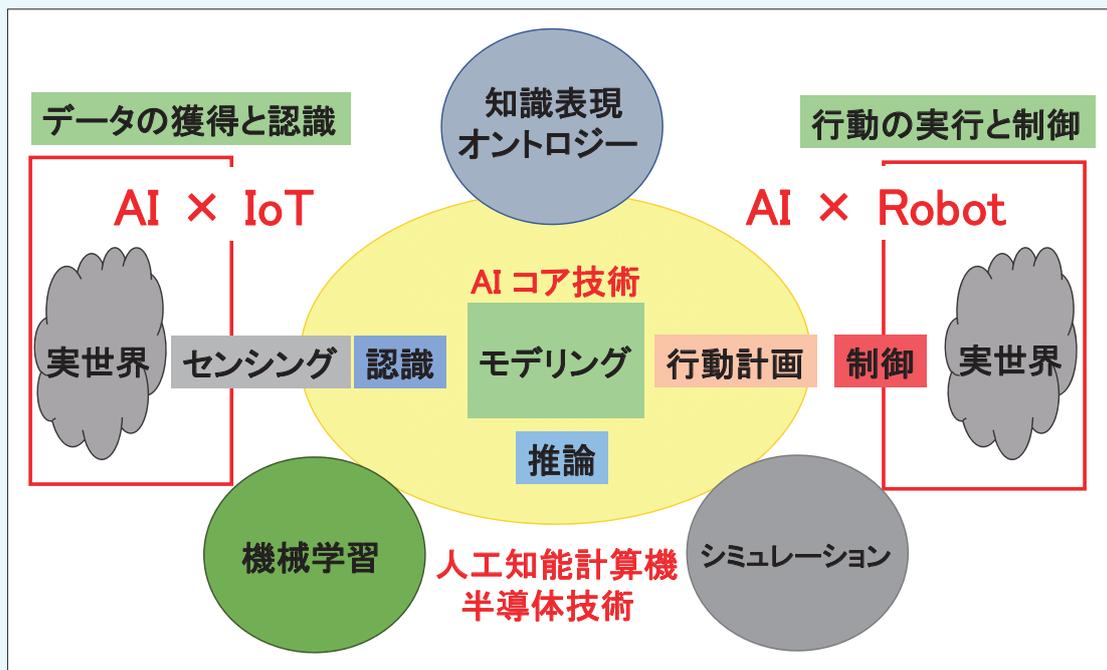


図3 実世界に埋め込まれるAI
～インターネットから実世界へ～

取り込むことで、文字通り、実世界に埋め込まれた人工知能となること(図3)、という2つの意味を込めている。

従来の人工知能は、碁や将棋、数学の自動証明といった、人間の知能が発現すると考えられる課題で、かつ、人工知能研究者が単独でも研究できる課題を取り上げ、それを実現する研究を行ってきた。これに対して、たとえば、医療診断、実際の製造現場で使われる人工知能ロボットの研究では、医師や製造現場に従事する技術者との密接な共同研究が不可欠である。人間の知能を研究する人工知能は、心理学、脳科学、言語学といった人間を対象とした科学との共同が不可欠な研究分野であった。これに対して、実世界の挑戦的課題の解決に寄与する現在の人工知能研究は、医療診断における医師、生産性向上における技術者、フィンテックにおける金融専門家など、彼らの知能をシステムに移しこむ必要があり、これらの専門家との共同が不可欠となっている。以前の人工知能が持つ学際性とは異なった、現代的な意味での学際性が顕著になってきている。

もう一つの特徴は、IoTやセンサー技術とロボティクスとが結びつくことにより、サイバー空間に閉じていた人工知能が、実世界データとその解釈(認識)、および、アクチュエーター(ロボット、車)の行動に直接結びつくようになってきたことである。サイバー空間での知能

処理と物理空間での認識・行動処理とが直結し、これが現在の人工知能が社会に及ぼすインパクトを格段に増大させることとなった。

AIRCでは、この物理世界とサイバー世界との結び付きにとくに力を注いでいる。

5 | SI、SE、そして、人工知能

かつて、計算機ベンダーのビジネス・モデルは、大きな顧客のためにその顧客にあったシステムを構築するSI (Systems Integration) が主体であった。このモデルは、当初、特定の顧客に特化したソフトウェア開発を通じて、自社製の計算機ハードウェアを売り込むことで利益を上げるものであった。

ハードウェアを中心にしたSIのビジネス・モデルは、ハードウェア価格の低下、クラウドサービスの一般化により、その有効性を失い、現在のSIはSE (Software Engineer) によるソフトウェア開発へと重点が移っている。

SIのモデルは、顧客の抱える問題を解決するソリューションを提供するSolutionビジネスであるが、基本は、ベンダーが持つ汎用の基幹システムやソフトウェアを使って、特定の顧客の要求にあったシステムをくみ上げ

ることに重点を置いたビジネスであった。

顧客ごとのシステムの構築は、個別顧客の要求に合わせるソフトウェア仕様書作成のために多量のSEが必要となり、ハードウェア中心のSIに比べると、コストの割には利益率が低いモデルであった。

このSIのビジネス・モデルは、少数の巨大企業によるクラウドサービスの一般化とオープンソースによるソフトウェアのコモディティ化により、危機に瀕している。クラウドの普及によって、自社製のハードウェアの売り込みがなくなり、オープンソースによるソフトウェアのコモディティ化によって、自社の技術を集積した基幹ソフトウェアの価値も、急激に低下している。

これに代わるモデルが、人工知能を中心に据えたビジネスである。これは、顧客の抱える問題を人工知能技術により解決していく究極のSolutionビジネスである。ただ、このための技術者は、既存の基幹ソフトウェアを前提に、顧客ごとの要求にあったシステム仕様書を作成する従来型のSEではなく、最新の人工知能技術を駆使することで、顧客の抱える問題を解決していく研究者的なスキルを持っていることが必要となる。

深層学習を使う人工知能ビジネスを考えてみよう。すでに深層学習用のソフトウェアは、Google、マイクロソフトやPFNなど、多くの企業によって提供されてい

る。人工知能技術者は、これらを活用することで顧客の持つ問題を解決していけばよい。ただ、この過程は、従来のようなシステム仕様書の作成ではすまない。どのようなデータを取得し、それをどのような深層学習モデルや機械学習を使って解くかを明らかにする必要がある。この過程では、実験とその結果によるモデル変更のサイクルが必要となるなど、研究開発的な側面が強くなる。

実際、人工知能ビジネスは、これまでのSEによるSIよりも、はるかに多くの、かつ、研究者的な人材が必要となり、単なるシステム設計というよりは、顧客との共同研究という側面が強くなっている。

この膨大な人材コストを軽減するためには、(1)過去の顧客に対するSolution提供の過程で蓄積された技術を蓄積し、新たな顧客のためのSolution提供に活用していくこと、(2)研究開発された新技術を迅速にコモディティ化し、次の出口ビジネスに結び付けていくこと、が極めて重要となる。

AIRCでは、研究と出口とのこの有機的な関係、および、多様な応用システムの過程で蓄積されるデータやソフトウェア群の有効な活用のために、基礎的な研究と出口、および、その2つ間を結ぶ中間の層という、3層で研究を組み立てている(図4)。

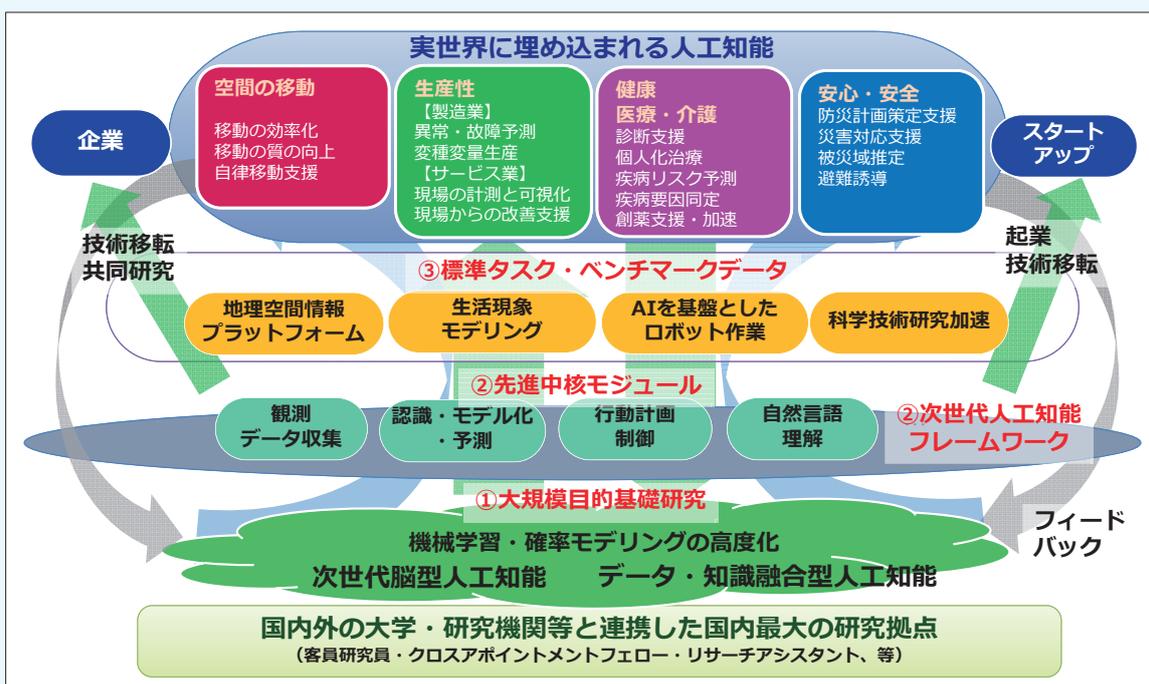


図4 人工知能技術の研究開発と実用化の好循環の実現

6 | AIRC の研究成果

AIRC の研究活動が実質的に開始されたのは、2015年9月なので、現在、2年が経過したことになる。

図5に、この間の主な成果を示す。人工知能戦略会議が策定したロードマップに沿って、生産性、移動・健康・医療、安全・安心の4つの分野の出口を意識した研究開発を行ってきた。現在の人工知能の状況を反映し、深層学習を使った視覚の認識処理などで成果を挙げてきている。また、基本的な技術開発を行うためのデータの蓄積、データと言語の相互変換の研究などに成果を挙げてきている。

7 | 次のステップ

過去2年間で、AIRCの研究方向はかなり具体的に変わり、大学の個別研究機関では実施が困難なスケール感のある研究を実施する体制も整ってきた。今後は、この体制を維持、拡大していくことで、世界の人工知能研究のハブとして成長していくことを目指している。

さらに、AIRCの研究成果を有効に活用していくために、産業技術総合研究所では、平成27年度、平成28

年度の補正予算により、人工知能関係の研究開発を加速するための事業を行っている。

(A) 計算リソースの拡充

現在の人工知能は、データ主導型の方法論が主流である。大きなデータを使った機械学習、とくに、深層学習に基づく手法は、それを処理する強力な計算リソースを必要とする。たとえば、機械翻訳の質を飛躍的に向上させたニューラル翻訳モデルの記述自体は、優秀な大学院生なら一人で構築できる。ただ、このモデルには、多数のハイパーパラメータが含まれ、これらのパラメータを最適なものに調整する必要がある。ハイパーパラメータの異なった組み合わせでできる膨大な数のモデルから、もっともすぐれた翻訳性能を出すものを選択しなければならない。この過程を迅速に行えることが、研究開発の成否を分けるが、これは使用できる計算リソースに大きく依存する。Googleやマイクロソフトのニューラル翻訳と競争するためには、彼らを持つ膨大な翻訳対データだけではなく、それらを使って膨大な数のモデルを構築し、その性能を最適なものにする膨大な計算リソースが必要となる。

日本の研究グループの能力を最大限に引き出すために

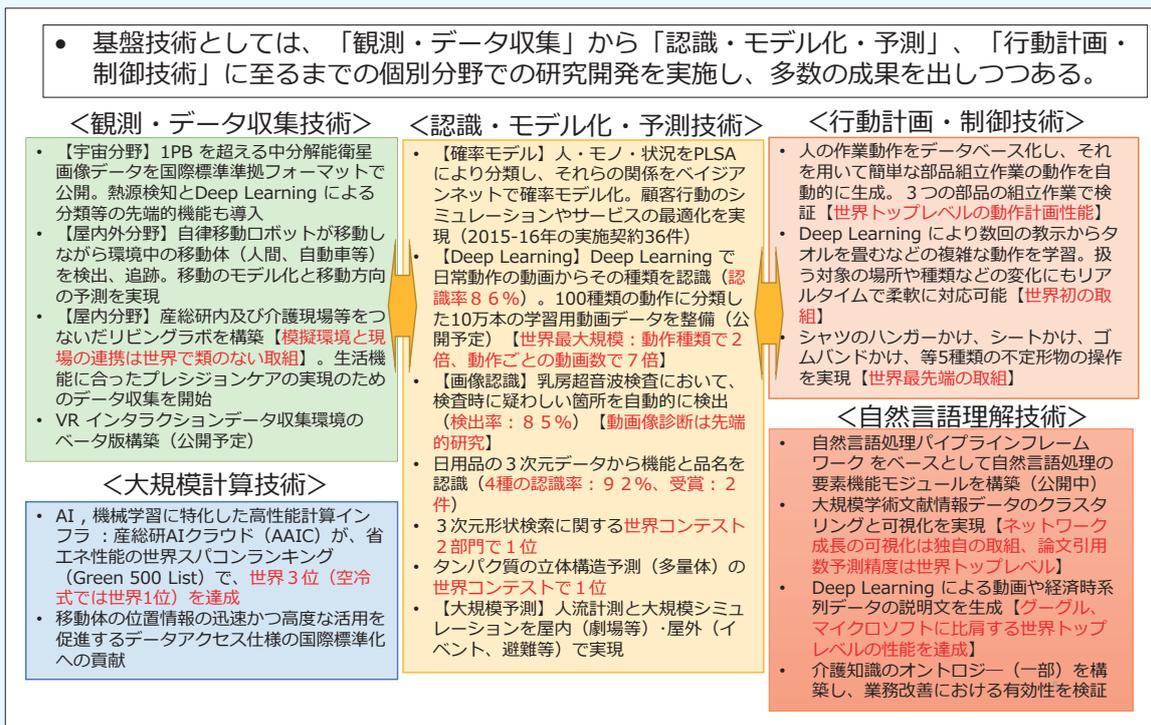


図5 AIセンターの主な成果（基盤技術）

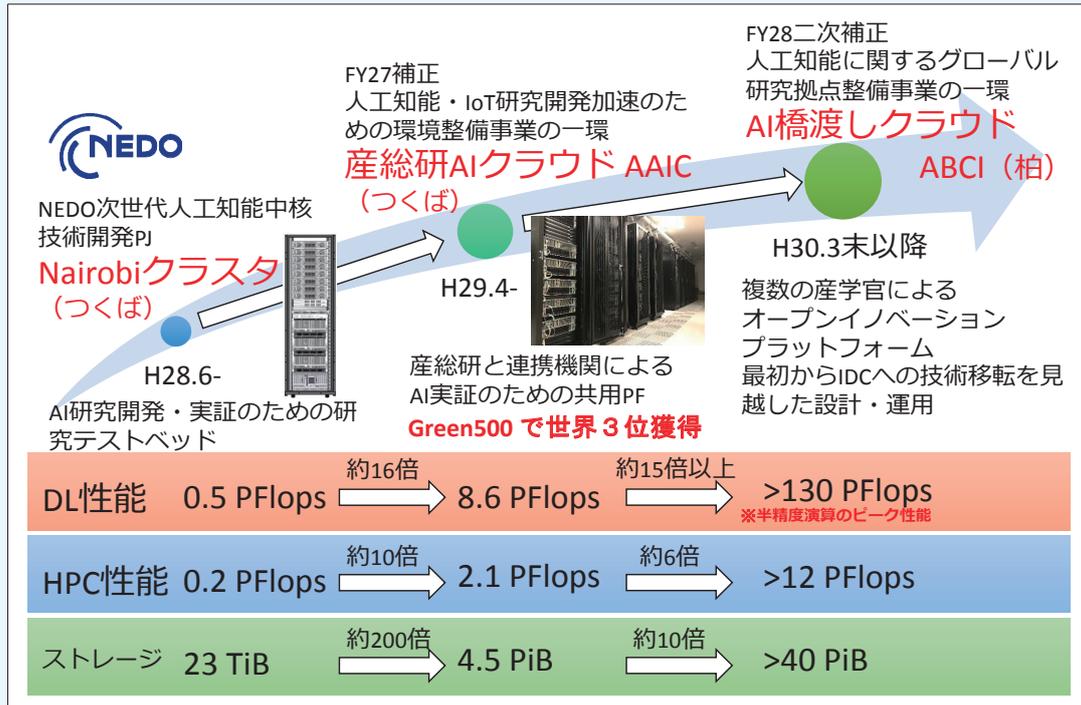


図6 計算基盤の整備

は、Google やマイクロソフトの研究グループが使用できる計算リソースに対抗できるリソースを用意しなければならない。

産業技術研究所では、これまでの研究で使ってきた計算リソース (Nairobi) に加えて、平成 29 年度から運用開始した AAIC、平成 30 年度から運用予定の ABCI という 3 つの計算リソースの構築を行っている (図 6)。本年度から運用を開始した AAIC は、電力消費量あたりの計算能力を競う Green500 において世界 3 位、空冷方式では世界 1 位の性能を示している。総務省傘下で日本の機械翻訳研究を担う NICT の機械翻訳グループは、現在、この AAIC を使って彼らのニューラル翻訳のハイパーパラメータの最適化の研究を行っている。

平成 30 年度から運用予定の ABCI は、AAIC の性能をはるかに凌駕するものであり、その使用者層を日本の研究コミュニティ全体へと広げていく予定である。

(B) AI グローバル拠点

ビッグデータの研究が、利用できるデータをどう解釈していくかに焦点を当ててきたのに対して、人工知能は、どのようなデータを取得すると、知能的な行動を示す人工物が実現できるかという視点で研究を組み立てる。データ取得に対して、より積極的な立場に立つ。

産業技術総合研究者が構想する AI グローバル拠点の構想は、データ取得と人工知能研究とをより密接に、有機的に行っていくとするものである。お台場の AIRC の隣接地と東大の柏キャンパスに人工知能技術の実証現場を構築し、データ取得と技術の実証とを同時並行的に行うことを意図している (図 7)。

8 | おわりに

本稿では、筆者が研究センター長を務める AIRC での活動を中心に、人工知能の現況とその展望を記した。人工知能の技術は、情報技術やその周辺だけでなく、より幅の広い社会や産業を変革しつつある。本稿では議論できなかったが、IoT 技術の進展と結びつくことで、データ取得時の知能処理を中央集権的なクラウドから、周辺に移そうとするより分散的なエッジ処理の方向も顕著になってきている。この方向は、そのための新たなチップ設計、素子技術の進展を促し、大規模クラウドで後れを取った日本がその遅れを取り戻す契機となることが期待される。AIRC では、大学など産業技術総合研究所外のグループとも協力して、この方向での研究にも着手している。

また、大規模で一様なマーケットを対象とした機械翻

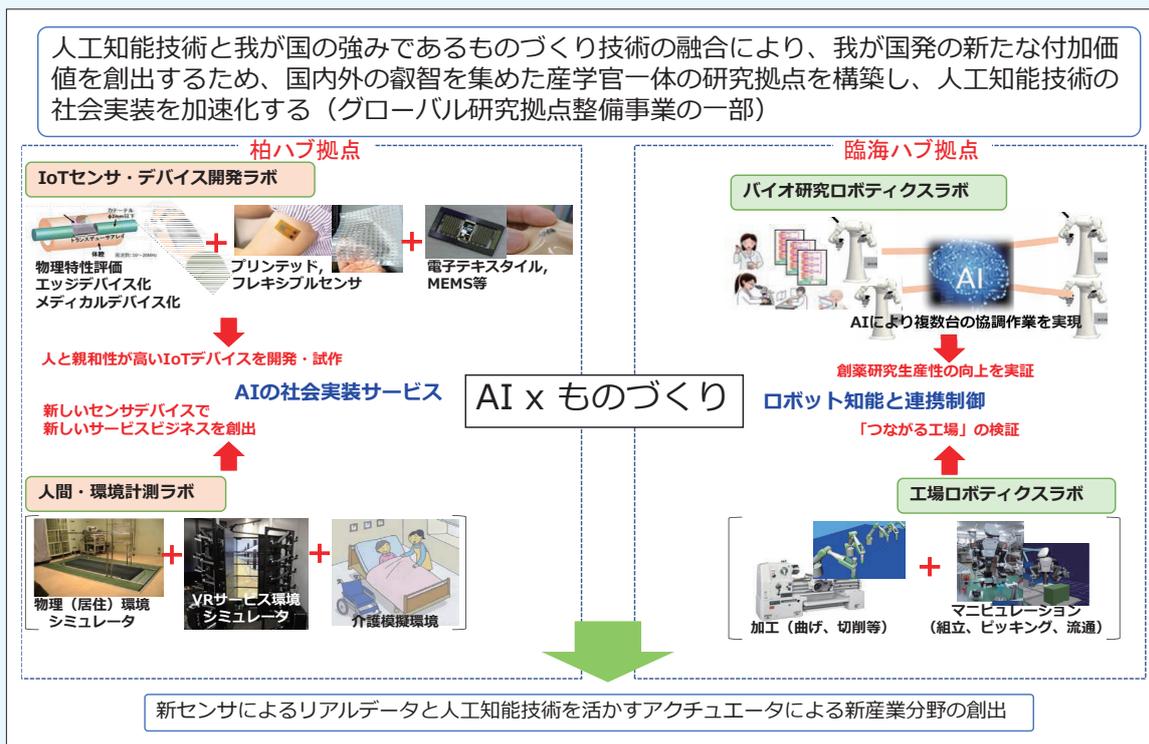


図7 データ収集・検証用模擬環境の整備

訳の技術も、医療ツーリズムやホテルでの翻訳、科学技術論文の翻訳、特許翻訳といった、より特化したニーズに対応する必要に迫られている。ここでは、Google やマイクロソフトというマス・マーケットを対象とする技術を、よりきめの細かいサービスに適応するためのデータ収集やシステム適応技術が必要となる。巨大IT企業の寡占から、多様なプレイヤーによる競争となる可能性が高い。ここでも、日本の研究・開発グループの活躍が期待できよう。