

人工知能 (AI) 強国を目指す中国

調査部

副主任研究員 田谷 洋一

要 旨

1. 経済成長が鈍化し「新常态（ニューノーマル）」に突入した中国では、賃金の上昇や労働人口の減少による経済の転換期を迎えており、従来の労働集約型産業から知識集約型産業へのシフトが重要な課題となっている。このようななか、人工知能（以下AI）が雇用構造の転換や経済発展に大きく寄与する技術として注目されており、党・政府を挙げた具体的かつ積極的な計画が推進されている。
2. 中国においてAIは、新規産業創出や産業発展を実現するための中核技術であり、新たな成長要素であると位置づけられている。2017年7月に公布された「次世代AI発展計画」では、AIによって国家のイノベーション能力を高め、2030年には中国が世界のリーダーになることが目標として掲げられた。官民の役割分担は、民間企業が主体となってAI産業を創出し、政府は資金や規制面から企業を支援する、というものである。
3. 労働コストの削減に加え、新産業創出によって、AIは中国の経済成長に大きく寄与すると考えられている。しかし一方で、AIは労働者から雇用を奪う懸念もあり、労働集約的な業務の拡大で発展してきた中国では特にその影響が大きい。AIによる雇用構造の変化に対して、中国政府が迅速に政策対応に着手し、いかに広範囲に労働者を支援出来るかが、AIによる経済成長を左右する鍵であると考えられる。
4. 国を挙げて大々的にAI導入を進める中国であるが、同分野での様々な国際競争力を比較すると、アメリカが圧倒的に世界をリードしている状況であり、中国が世界のリーダーになることは容易ではない。もっとも、中国のAIには優位な点も存在する。官民連携体制で計画を推進することに加えて、サービス（アプリケーション）開発分野に主力を置くことや、個人にかかわる利用可能なビッグデータを豊富に有すること等である。これらを考慮すると、中国のAIはアメリカと異なる発展を遂げ、サービス開発分野においてはアメリカを凌駕する可能性がある。中国国内で開発が進められているスマートシティ等のAIサービスは国外に展開することも見込まれており、中国が東南アジアをはじめとする新興国・途上国などのマーケットを押さえることになれば、世界において中国のAIのプレゼンスが高まる可能性もある。
5. 2030年には、米中がAI産業分野において熾烈なトップ争いを展開している可能性がある。一方わが国では、企業内における業務利用や実用化に向けた検証等、AI活用の取り組みが一定の領域に留まっており、他の先進国と比較すると、大きく後れを取っている。日本企業がAI導入を慎重に検討している間に、中国のAI技術は急速に進展する可能性があり、そのビジネスが日本国内へ進出することも考えられる。インターネットビジネスは先行者利益が働きやすく、中国企業のAIサービスが先んじて日本市場を獲得した場合、後発となるわが国企業は十分に市場を拡大出来ない懸念がある。世界の情勢を注視し、わが国においても技術開発のみに重点を置くのではなく、ソリューションの実現に照準を当てた戦略を策定していくことが、AIの発展のために必要ではなからうか。民間企業が積極的に実験しやすい制度や規制を整備し、AIを活用したソリューションの創出が促進される仕組みを構築することが、わが国のAIが高度発展を遂げるために求められる。

目次

はじめに

1. 中国におけるAIの取り組み

- (1) これまでに策定されたAIに関する国家計画
- (2) 「次世代AI発展計画」の内容
- (3) 「次世代AI発展計画」の政策評価

2. AIが中国にもたらす影響

- (1) 生産性向上と雇用問題
- (2) 長期的には労働力人口を補完
- (3) 経済効果

3. 国際競争力の観点から見た中国のAI

- (1) AI研究分野の主要大学とAI企業数
- (2) AI企業の資金調達額
- (3) AI企業の注力分野
- (4) 巨大IT企業によるAI分野での取組内容
- (5) AIに利用可能なビッグデータ

4. 今後の展望と課題

- (1) 世界をリードするAI大国となる可能性
- (2) 国家計画実現に向けた今後の課題

おわりに

はじめに

経済成長が鈍化し「新常态（ニューノーマル）」に突入した中国では、賃金の上昇や労働人口の減少に対応した経済構造の転換が求められており、従来の労働集約型産業から知識集約型産業への移行が重要な課題となっている。このようななか、人工知能（以下AI）が雇用構造の転換や次世代の経済発展に大きく寄与する技術として注目されており、党・政府を挙げて様々な分野で具体的かつ積極的な計画が策定されている。当初AIは製造分野において活用されるツールとして計画に組み込まれていたが、次第にその適用領域を拡大していき、2017年には経済成長力の強化を目指す国家戦略の根幹的な技術と位置づけられるに至った。AIはデジタル時代の産業革命であるとも言われ、大規模な雇用構造の変革を及ぼすと考えられている。特に中国では、これまで労働集約的な産業の比率が比較的高かったこともあり、その効果が著しいと予測されている。

中国政府はAI活用の高度化に取り組んでいるものの、グローバルな競争力の比較においては、アメリカが同分野で圧倒的にリードしており、中国がアメリカを凌ぐことは容易でない。しかしながら、デジタル変革が急速に進展するなかで、AIは経済の発展や社会課題の解決に寄与する新技術として注目され、単に技術水準の高さだけではなく、応用

分野の広がりやAIの競争力を測るうえで重要になっている。政府が経済発展の原動力の一つとしてAIを位置づける中国において、AIはどのような効果と影響をもたらし、将来的にどのように発展していくのだろうか。

本稿では、まず、中国におけるAIの取り組みについて整理したうえで（1.）、AIが中国経済にもたらす影響について考察する（2.）。次に国際競争力の観点から見た中国のAIについて考察し（3.）、最後に、中国のAIに関する今後の展望と課題を検討する（4.）。

1. 中国におけるAIの取り組み

(1) これまでに策定されたAIに関する国家計画

中国政府は2015年5月から2017年11月までのわずか2年半の間にAIに関する4つの計画を策定し、1つの推進機関を設立している。AIに関する一連の取り組みをまとめると以下の通りである（図表1）。

中国政府がAIの具体的な導入計画を最初に示したのは、2015年5月に公表された「中国製造2025（注1）」においてである。「中国製造2025」では、2025年までに強化する製造業の分野が列挙されており、そのなか

図表1 AIに関連する計画（2015年～2017年）と推進機関の一覧

項番	計画（発表機関）	発表年月	AI活用方針	AIに関連する記載
①	中国製造2025 （国務院）	2015年 5月	製造分野でのAI活用	・製造業のバリューチェーンにAIを導入する ・製造業とネット（AI、クラウド等）の融合
②	ロボット産業発展計画 （情報産業部、財政部、他）	2016年 3月	高度ロボットにAIを搭載	・AIを活用したロボットのコア技術開発 ・ロボット活用を福祉、医療、公共、教育等の分野に拡大
③	インターネット プラス3カ年の行動計画 （国家発展改革委員会）	2016年 5月	AI活用領域の拡大	・主要産業分野におけるAIの応用・強化 ・AI製品（スマートホーム、スマートカー、等）開発 ・AI先端企業の支援、標準化、人材育成、等
④	次世代AI発展計画 （国務院）	2017年 7月	AIによる国力強化、経済成長	・AIの技術革新により世界の科学技術大国となる ・AIにより経済成長の新しいサイクルを創出する ・生活福祉の向上や、国家防衛力の強化、国家安全保障の保護等にAIを活用する

項番	推進機関	設立年月	内容
⑤	次世代AI発展計画推進室 （科学技術部、国家発展改革委員会、財政部、他）	2017年 11月	・「次世代AI発展計画」に基づいたAI施策の推進 ・政府主導で4つの重点分野を定め、分野ごとに中国IT巨大企業をリード企業に選定（スマートシティ：アリババ、自動運転：バйдゥ、医療分野：テンセント、音声認識：アイフライテック）

（資料）日本総合研究所作成

で製造業のバリューチェーンへのAI導入によって生産設備や製造工程を効率化することが示されている。

次に2016年3月に公表された「ロボット産業発展計画（注2）」では、AIを搭載した高度ロボットの開発に取り組むことが謳われた。ここでは、AIロボットの活用範囲は製造業以外の産業にも拡大し、福祉、医療、公共、教育等の分野が対象として加えられた。そのわずか2カ月後の2016年5月に公表された「インターネットプラス3カ年の行動計画」では、主要産業分野におけるインターネットビジネスをさらに発展させるためにAIを活用する旨が示された。そこでは、2018年までの目標としてAI製品の多様化やAI産業の発展等が挙げられている（注3）。そして、2017年7月に公表された「次世代AI発展計画（注4）」では、AI強化が経済発展や国際競争力強化のための主要戦略として位置づけられた。加えて、AIにより国家のイノベーション能力を高め、中国が世界の科学技術大国になる目標が示された。これを受けて2017年11月には、「次世代AI発展計画」の推進機関として「次世代AI発展計画推進室（注5）」が設置され、政府主導で4つのAI重点分野を定め、分野ごとに中国IT企業をリード企業に選定し、AI導入を積極的に推進することが決定されている。

4つの計画を比較してみると、「中国製造2025」ではAIは製造業をサポートするため

のツール、「ロボット産業発展計画」ではロボットに搭載する知能（ソフトウェア）、「インターネットプラス3カ年の行動計画」ではインターネットビジネスを発展させるための要素であった。つまり、AIは2016年までは国家計画遂行のための一部品と位置づけられていた。しかし、2017年に公表された「次世代AI発展計画」では、それまでと大きく位置づけが異なり、AIは国家の経済成長や国際競争力の強化等、国家戦略を推進するためのエンジンとなっており、製造業だけでなく、交通や医療、教育といった様々な産業分野の成長に大きく寄与する技術と捉えられている。すなわち、AIは、新規産業創出や産業発展を実現するための中核技術であり、中国经济にとっての新たな成長分野であると認識された。

(2) 「次世代AI発展計画」の内容

本項では、2017年に公表された「次世代AI発展計画」および、その推進機関である「次世代AI発展計画推進室」を詳しく紹介する。

(a) 次世代AI発展計画

「次世代AI発展計画」は2017年7月に国務院より公布された。前項でも指摘したように、本計画においてAIは中国の経済発展や企業の国際競争力強化を通じた経済成長のための国家戦略として位置づけられており、AI技術の革新によって国家のイノベーション能力

を高め、中国が世界の科学技術大国になることが宣言されている。AIを中核としたイノベーションは、あらゆる産業の成長や国民生活の向上、公共インフラの改善等に寄与するとされており、AIの活用が前提となった国づくりが示されている。本計画はそれまでの国家計画と比較して、より積極的な目標が掲げられている。具体的には次の3つの段階(①～③)が示されている。

- ① 2020年までにAIの技術水準が世界の先進国と並び、AI産業が新しい経済成長の要となることを目指す。AIの中核産業は1,500億元(約2.5兆円)以上、AIの関連産業は1兆元(約17兆円)以上の規模を見込む。併せて、高度AI開発人材を国内に召集してイノベーションチームを創設する。
- ② 2025年までにAI技術とAIに関連するアプリケーション分野において先進国になることを目指す。AIは、製造、農業、健康、交通、教育など10以上の分野で利用され、AIの中核産業は4,000億元(約6.8兆円)、関連産業は5兆元(約85兆円)以上の規模を見込む。
- ③ 2030年までにハードウェア製造、ソフトウェア開発、アプリケーション開発の全ての分野において先進国となり、中国が世界のイノベーションの中心地になることを目指す。2030年のAIの中核産業は1兆元(約17兆円)、関連

産業は10兆元(約170兆円)以上の規模を見込む。

最終目標年である2030年には、AIがもたらす経済効果は中核産業と関連産業を合わせると11兆元(約187兆円)以上となり、その規模は実に2016年時点での中国のGDPの約16%、日本のGDPの約36%にも相当する(注6)。

「次世代AI発展計画」には中小企業のAI導入に対する税制優遇政策や、スタートアップ企業のAIサービス開発に対する研究開発支援等、AIを積極的に推進する民間企業への支援政策も盛り込まれた。加えて、プライバシーや知的財産の保護、セキュリティ対策、安全管理基準等の保護措置においても法規制が整備される予定であり、AI技術の利用と普及を加速させるために中国政府が様々な制度対応を行う点も注目される。

(b) 次世代AI発展計画推進室

「次世代AI発展計画推進室」は2017年11月に科学技術部を中心として設置された組織であり、「次世代AI発展計画」の遂行とAIを活用したイノベーションの実現に責任を負う。科学技術部を筆頭に国家発展改革委員会や財政部、教育部など15の部門と、中国科学アカデミーや工学アカデミー、中国科学協会等のAI専門家や学者を含む関係者27名で構成される。

同室では、民間企業がAI産業をリードす

る重要な役割を担うことが示されており、「次世代AI発展計画」において最初に実現すべき4つの重点分野を定め、分野ごとに中国IT企業をリード企業に選定している（注7）。4分野とリード企業はそれぞれ、①自動運転がバイドゥ（百度：Baidu）、②スマートシティがアリババ（阿里巴巴：Alibaba）、③医療分野がテンセント（騰訊：Tencent）、④音声認識がアイフライテック（科大訊飛：Iflytek）となっている（図表2）。

バイドゥは検索エンジンを、アリババは電子商取引のプラットフォームを、テンセントはSNSやゲームアプリケーションなどを、それぞれ中核サービスとして展開して成長し、中国のインターネット業界は3社の寡占状態にある（注8）。なお、3社は頭文字をとって“BAT”と呼ばれる。また、アイフライテックは音声認識や画像認識を主要なサービスとして提供している企業であり、今回“BAT”に次ぐAI分野の主要企業として選定された。これらの巨大IT企業が抱えるユーザー数は数

億人単位にものぼり、主要サービスを機軸にした派生事業の展開等、ビッグデータ基盤を活用したソリューションのノウハウや実績を豊富に有している。

特に“BAT”は様々な産業分野に進出して成果を上げ、新規事業の開発能力に長けている。バイドゥは検索プラットフォームの開発で培った技術力を活かし、AIの開発と応用に向けて積極的に取り組んでおり、独BMWと公道での自動運転を成功させている。また、アリババは圧倒的なシェアをもつ電子商取引および金融プラットフォームから得られるビッグデータと、それらを支えるクラウド基盤を活用し、他分野へのサービス拡大を加速している（注10）。中国政府はこれら巨大IT企業に国家産業政策を委託することで、AI産業の育成を一気に加速させる狙い（注11）があるとみられる。

中国におけるインターネット企業の発展は中国政府の規制の恩恵によるところも大きく、国外大手IT企業が中国から撤退するなか、

図表2 4つの重点分野とリード企業

項番	分野	企業	主なサービス	利用者数	内容
①	自動運転	バイドゥ	モバイル検索	6.7億人/月	自動運転車の開発
②	スマートシティ	アリババ	ネット通販	5.2億人/年	都市インフラ（交通、エネルギー等）のリアルタイム分析・効率化
③	医療	テンセント	対話アプリ	9.8億人/月	AI医療画像製品の開発（患者の体内画像データから病気を発見）
④	音声認識	アイフライテック	音声認識、画像認識	N/A	高度な音声認識、音声合成技術の開発

（資料）朝日新聞 [2018]（注9）などを基に日本総合研究所作成

中国のIT企業は国内に最適化したサービスを提供することで成長を遂げてきた経緯がある(注12)。そのため、政府が主導するAI産業の育成に巨大IT企業が参画することは当然の対応であり、中国政府が推進する産業発展の一翼を担うことは企業にとって大きなアドバンテージであると考えられる。

(3) 「次世代AI発展計画」の政策評価

世界各国の様々な産業分野でAI活用が目されるなか、中国の「次世代AI発展計画」はどのように評価すべきであろうか。ここでは、(a) AI先進国をリードするアメリカとの比較、(b) AI活用を推進する日本との比較を通して中国のAI推進政策の特徴を考察する。

(a) AI先進国をリードするアメリカとの比較

アメリカは中国が「次世代AI発展計画」を公表する1年程前の2016年10月に、AIに関する国家計画「AI研究開発計画」(注13)を公表している。同計画では、アメリカ連邦政府が主体となり、AI発展を推進する旨が示されている。米中はAIを国家戦略として位

置づけ、政府が主導してAI技術の開発を推進する点において共通している。しかし、両国の目的と推進体制は大きく異なる。アメリカは新技術開発を目的とし、政府が研究開発者を支援する体制を整える一方で、中国は経済成長を目的として政府が民間企業を支援してAI市場を創出することに注力している(図表3)。

中国の「次世代AI発展計画」では、民間企業がAI発展の主体となり各産業における新規サービスを創出し、政府は資金や規制対応等の面から企業を支援する。経済発展や国防力の強化、国民生活の向上等、様々な分野におけるAIの活用を謳っており、AI導入による具体的な成長目標も掲げている。一方、アメリカの計画では、研究開発者が主体となり、技術開発やセキュリティ対策を推進し、政府が研究資金を支援する。中国と同様、様々な産業におけるAI活用の可能性を挙げているが、その実現には研究開発が必須であることが示されており、政府が注力するのはAI研究開発への投資や支援である。研究開発に投資した資金の回収計画までは示されていない。

図表3 米中AI政策の比較

国	計画	目的	推進方式
中国	次世代AI発展計画	経済成長	政府が民間企業と連携して市場を創出
アメリカ	AI研究開発戦略	新技術開発	政府が研究開発者と連携して新技術を開発

(資料) 日本総合研究所作成

中国の「次世代AI発展計画」のそのほかの特徴として、政府が民間企業を指名して官民連携体制のもと、計画を推進する点が挙げられる。中国ではこのように官民連携によって政府が民間企業をビジネス創出まで誘導するのに対し、アメリカでは政府が関与するのはあくまで研究開発の分野であり、AIを活用した新規ビジネスの創出は民間企業が担うという図式となっている。

(b) AI活用を推進する日本との比較

わが国においても政府が提唱するビジョン「Society5.0」のなかで、AIやIoT(注14)、ロボットを活用した社会の構築やイノベーションの創出が構想されている。「Society5.0」では、国際競争分野への投資や、官民連携による推進等は挙げられているものの、AIにおける具体策には触れられていない。また、サンドボックス制度(注15)の創設や行政手続きの簡素化、ベンチャー企業支援等の規制対応策も存在するが、これらもAI分野に特化して言及されているものではない。2017年6月に内閣府より公表された「科学技術イノベーション総合戦略2017」では、AIによる社会実装に向けた推進戦略が示されたが、AIの重点活用分野は「生産性」、「健康、医療、介護」、「空間の移動」等の限定的なものとなっており、今後本格的な検討がなされる状況である。これに対して中国の「次世代AI発展計画」ではAIの戦略分野や制度対応施策が

網羅的に示されており、日本のAI活用施策と比較して、より踏み込んだ内容の推進計画となっている。

日本のイノベーション推進施策においては、アメリカと同様、政府が技術の発展を成果目標にあげて取り組むものの、具体的なビジネスの創出までは関与せず、民間企業に委ねる体制をとる。ただし、日本では新規サービス参入に対する規制のハードルが高く、既存ビジネスや既得権益に対する手厚い配慮から、ベンチャー企業等の新しいビジネスモデルの展開が困難となる傾向がある。一方、中国では政府が全面的に民間企業を支援することで、ビジネス創出に向けて規制を柔軟化する動きを取ることもあり、日本と比較してAIを活用したイノベーションが発展しやすい環境となる可能性がある。

これまで見てきた通り、「次世代AI発展計画」ではAIを中核とした国力強化戦略が示され、中国政府が巨大IT企業と密接に連携して新規産業の創出に取り組む点が特徴的である。官民連携によって創出されたAIイノベーションが中国国内でどのような発展を遂げるのか、その動向が注目される。

(注1) 「中国製造2025」は2015年6月に公布された計画で、中国が世界の製造大国として地位を築くための今後10年間のロードマップが示されており、具体的に次の3段階の目標が掲げられている。第1段階として、2025年までに製造業全体の品質と労働生産性を大幅に向上し、世界の製造強国入りを目指す。第2段階として、2035年までに製造業が世界の製造強国の中レベルに到達することを目指す。第3段階として、2049年までに「製造強国のトップレベル」になることを目指す。

(注2) 「中国製造2025」を実現するために、ロボットを製造業

の主力要素とすることが示されている。2020年までに達成すべき4つの目標として、①ロボット製造・活用領域の拡大、②技術レベルの向上、③ロボット主要部品の製造能力向上、④ロボット産業の発展が掲げられている。

- (注3) AIの取り組み・活用分野がさらに拡大するとともに、2018年までの目標としてAI産業の発展、AI製品の多様化、AI利用に関する保護措置の制定、等が挙げられている。
- (注4) 正式名称は「次世代人工知能中長期発展計画」。
- (注5) 正式名称は「次世代人工知能発展計画推進弁公室」
- (注6) IMF 'World GDP' 2017年10月12日 http://www.imf.org/external/datamapper/NGDP_RPCH@WEO/OEMDC/ADVEC/WEOWORLD
- (注7) 人民網日本語版「次世代AI発展計画が全面的に始動、4大プラットフォーム明らかに」2017年11月20日 <http://j.people.com.cn/n3/2017/1120/c95952-9294694.html>
- (注8) 北野 [2016]「世界水準に迫る中国のインターネット企業」参照。
- (注9) 朝日新聞「中国IT 異形のイノベーション」2018年2月18日
- (注10) “BAT”のなかでも、アリババの事業規模が一番大きく、スーパーや物流、映画事業、広告、音楽配信、旅行、医療、クラウド等、20以上の事業を展開している。
- (注11) アリババはAIのリーダー企業となるために、今後3年間で研究開発費に150億ドル（約1.5兆円）を投資する計画であると報じられている。FINANCIAL TIMES October 11, 2017 <https://www.ft.com/content/ac3fd8f8-ae5f-11e7-beba-5521c713abf4>
- (注12) 2009年頃からSNSが広く普及し、政府にとって不都合な情報がインターネット上に出回りやすくなってきた事態を受けて、情報統制が厳しくなり、Facebook、Twitterなどへのアクセスが遮断されるようになった。また、中国政府から自己検閲の要請を受け続けていたGoogleは2010年に中国本土から撤退した。
- (注13) National Science and Technology Council, “THE NATIONAL ARTIFICIAL INTELLIGENCE RESEARCH DEVELOPMENT STRATEGIC PLAN” October 2016
- (注14) Internet of Things (モノのインターネット)。様々なモノがインターネットに接続され情報交換することにより相互に制御する仕組み。
- (注15) あたかも「砂場 (サンドボックス)」のように限られた範囲と期間内で実験的に規制を緩和し、その影響を検討する仕組み。

2. AIが中国経済にもたらす影響

1. で見た通り、中国はAIを国家的な成長戦略のエンジンの一つとして位置づけ、積極的な推進を図る計画を掲げているが、様々な産業におけるAIの導入はどれほどの効果が見込まれるのであろうか。また、中国国内にどのような影響をもたらすのであろうか。

(1) 生産性向上と雇用問題

AI導入による効果として、労働作業の効率化、すなわち生産性の向上が挙げられる。AIは労働集約型産業（注16）において導入効果が高く、とりわけ、製造業のうち、単純労働の割合が高い分野において、AIを搭載したシステムが作業を大幅に効率化する。一方、IoT機器の発展によって、AIが機械の故障や休止状態をリアルタイムに管理出来るようになり、作業の停止時間を減らすことが出来るため、コスト削減や製品市場投入時間の短縮につながる効果も期待されている（注17）。

生産性の向上は雇用の減少をもたらし、短期的に見れば、多くの失業者を発生させる可能性がある（注18）。労働集約型産業が多く残る中国では、特に自動化による影響が大きく、AIやロボット化が急速に進んだ場合、2030年までに約2億4千万人の労働者が職を失うとの予測もある。また、単純作業の需要

減少とAI高度技術の需要増加により、単純作業に従事する労働者と専門技術を有する労働者の間の所得格差が拡大する点も指摘されている。そのため、政府の政策や支援なしには、労働者は雇用構造の変革に十分に対応出来ないおそれがある。

McKinsey Global Institute [2017] が発表した報告書（注19）によると、2030年までに世界で最大8億人分の労働力がAIやロボットにとって代われ、労働者の多くが職種を変える必要に迫られる他、数億人規模の失業が発生する可能性があるという。一方で、AIの導入拡大と発展によりそれまでの雇用市場にはない多くの新しい職種が創出される。ただし、新たな職種はAIやロボット等に特化した専門的な職種であり、職を失った労働者はAI技術に関するスキルを身につけなければ職種の变换が容易でないことも指摘されている（注20）。

「次世代AI発展計画」では労働者のスキル習得支援として、AIによって生み出される新たな職種に対応するための生涯学習システムや職業訓練システムを確立する事が挙げられている（注21、注22）。また、将来世代への教育として、初等科や中等科へのAI関連の教育コースの新設が計画されており、プログラミングやゲーム開発技術を習得させることにより、ITリテラシーの早期定着を図るといふ。

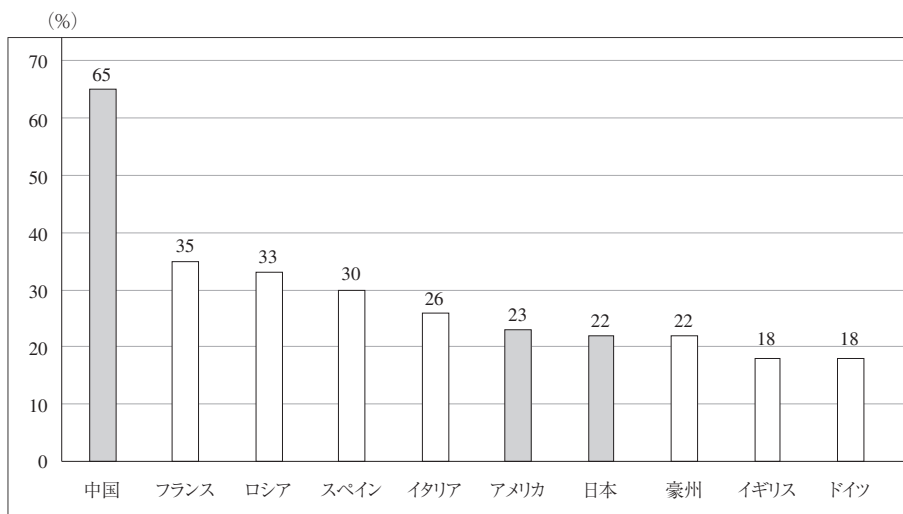
もっとも、AIによって新しく生まれる職種は、必ずしも専門的な職種ばかりではなく、

AIの用途を理解すれば適応出来る職種も相当数存在すると筆者は考える。インターネットが普及してきた歴史と同じように、それまでにない新たな技術によって発展した業務は成熟度を増すとともに次第に最適化され、専門的な職種とオペレーショナルな職種に分かれていくのではなかろうか。インターネットを活用したビジネスを行う際に、オペレーションレベルでは、必ずしもインターネットの仕組みを熟知する必要はなく、使い方が分かれば業務が遂行出来る職種は多数存在する。同様に、AIが広く浸透する段階では、専門知識を有しない労働者でも新しく生まれる職種に対応することは十分に可能と推測される。したがって、上述した新たな職種に対応するための生涯学習や職業訓練も、大部分は新たな業務オペレーションへの習熟という問題に収束されるだろう。

さらにいえば、雇用へのマイナスの影響が懸念されるなかで、国民の意識は意外に楽観的である。AIがより多くの雇用機会をもたらすと考える人の割合を各国別に比較してみると、中国が65%と最も高く、2位のフランスを30%ポイントも上回る（図表4）。

これは後述するように、中国ではAIが国民生活に既に広く浸透し始めていることから、AIが活用される具体的なイメージや新規産業の発展による雇用の創出について、国民の理解度が高いことが背景にあると考えられる。このため、中国がAI導入を進めるうえ

図表4 AIがより多くの雇用機会をもたらすと考える人の割合



(資料) Dentsu Aegis Network [2018] データを基に日本総合研究所作成

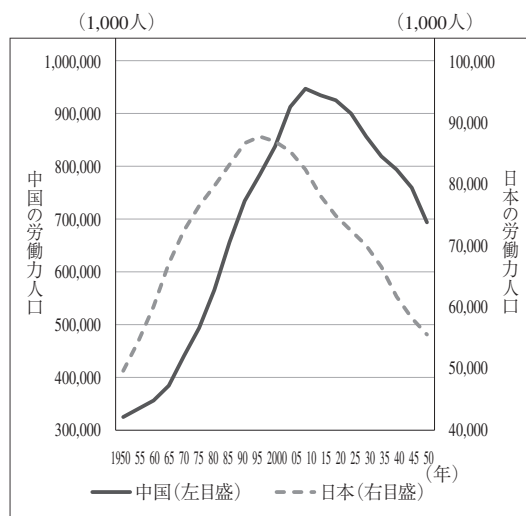
で、欧州などで懸念されている社会的摩擦は比較的小さな範囲に収まるのではなかろうか。

(2) 長期的には労働力人口を補完

中国は豊富な労働力を擁するイメージがあるが、労働力人口は一人っ子政策の影響もあり、2010年の約9.5億人をピークに減少を続け、「次世代AI発展計画」の最終目標年である2030年には約8.6億人となり、20年間で約1割もの労働力が減少する見込みである(図表5)。

2016年の都市部における労働集約型産業の割合は全産業のおよそ3割(注23)であるが、仮に労働集約型産業がAIにすべて代替される場合、労働力人口の減少分の3割はAIで補完可能となる。中国は製造業を中心に、あ

図表5 日中両国における労働力人口の推移



(資料) World Population Prospects [2017] データを基に日本総合研究所作成

らゆる産業でのAI導入を計画しているため、AIによる労働力の補完は他の産業にも波及

し、2030年までに減少する労働力の大半をAIがカバーすることも考えられる。これにより、中国経済は将来の労働力人口のマイナスの影響を軽減することが可能になる。

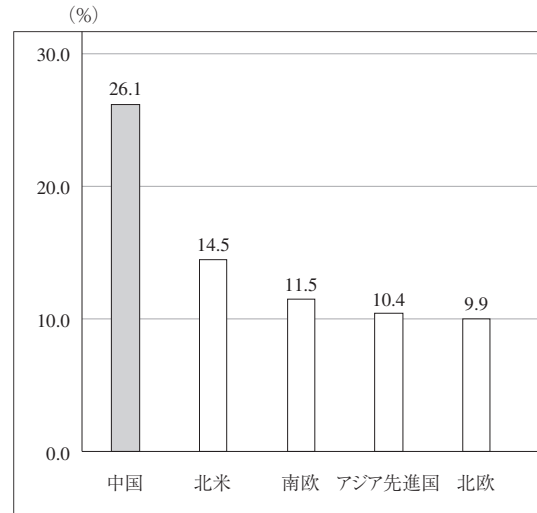
(3) 経済効果

では、マクロ的な観点からAIは中国経済にどのような効果をもたらすのだろうか。PwC [2017] の予測によると、2030年までにAIの普及によって世界のGDPが14%押し上げられる。その効果が最も大きいのは中国であり、26.1% (7兆米ドル) の押し上げ効果が得られる (注24)。それに次ぐのがアメリカの14.5% (3.7兆米ドル) である (図表6)。

当面はアメリカがAI市場をけん引するものの、2025年以降 (注26) は、製造分野に関

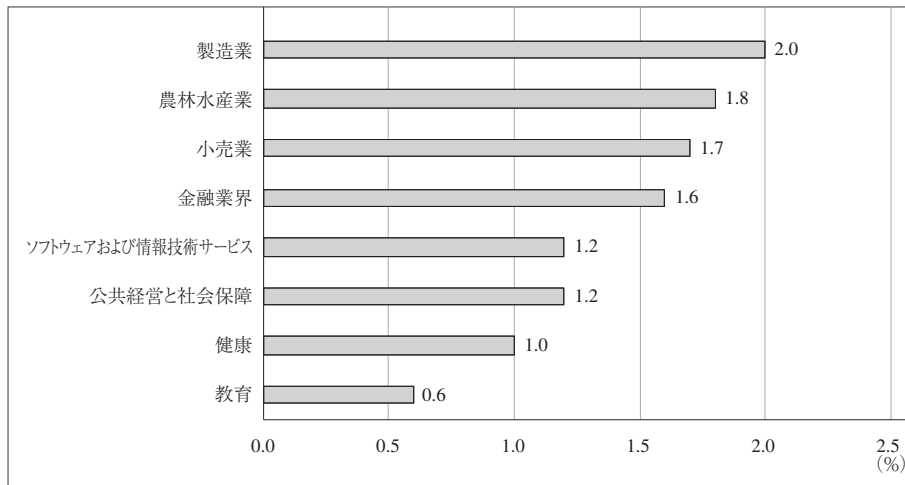
するAIを中心に中国がアメリカに追いつき、中国のGDPが拡大すると予測されている

図表6 2030年のAIによるGDP押し上げ効果 (注25)



(資料) PwC [2017] データを基に日本総合研究所作成

図表7 2035年時点のAIによる中国の年間成長率予想



(資料) アクセンチュア [2017] データを基に日本総合研究所作成

(注27)。産業が十分に高度化していない中国では、AIは様々な産業の効率化をもたらすことに加え、新規産業を創出する効果が大きいと見込まれるため、AIによるGDP押し上げ効果が他国よりも大きいと考えられる。

各産業におけるAIの潜在的な経済的影響を見てみると、製造業、農林水産業、小売業はAIによる成長率が高い産業であり、2035年にはそれぞれ年間成長率が2.0%、1.8%、1.7%ずつ上昇し、最も低い教育産業でも0.6%上昇すると予測されている（図表7）。

中国政府が掲げる計画通りにAIが産業横断的に活用されることになれば、製造業等の産業におけるコスト削減や労働力人口減少のマイナス影響の軽減に加えて、新たな産業創出も期待されるため、中国経済の拡大に大きく寄与すると考えられる。ただし、前項でも述べた通り、これらは中国政府の労働者支援施策が広く行き渡った場合に実現する効果である。労働者支援施策の達成度や適用範囲によって、その効果は大きく変わるであろう。

(注16) 労働集約型産業とは人間の労働力による業務の割合が大きい産業のことであり、主に農業や林業、宿泊業、福祉等を対象とする。

(注17) 卸売業および小売業、芸術・娯楽・レジャー、医療、その他の業種においては、AIは業務従事者のサポートに寄与すると考えられている。

(注18) AIによる雇用削減の影響を受けやすい職種は、工場の作業員、翻訳者、運転手、警備員などの定型的な作業労働であると言われている。

(注19) McKinsey Global Institute [2017] “JOBS LOST, JOBS GAINED:WORKFORCE TRANSITIONS IN A TIME OF AUTOMATION”

(注20) 中国銀行協会のチーフ・エコノミストであるBa Shusongは次のように指摘している。「AIによって機械的で再現性のある仕事は代替されるが、一方で、自然言語処理

の開発に特化した音声認識エンジニアなど新しい職種も出現すると考える。ただし、新業種に適応出来るのはAIやロボットに関する専門スキルを有する労働者であるだろう。」テンセント網 [2018] 「人工智能将给我们生活带来什么变化?巴曙松解读」2018年2月6日 <https://new.qq.com/omn/20180206/20180206A03BHL.html>

(注21) AIによってもたらされた新しい職業や雇用について、高等教育、職業学校等による雇用訓練システムを確立するとしている。また、企業や組織にAIスキル訓練を実施することを奨励している。職員の再雇用の訓練と指導を強化して、単純労働に従事する労働者とAIの影響によって失業した労働者を支援することも記載されている。

(注22) アジア開発銀行「アジアの労働者は新たな技術の恩恵を受ける—しかし政府の対応も必要—ADB調査報告」2018年4月11日 <https://www.adb.org/ja/news/asias-workers-will-benefit-new-technologies-government-action-also-needed-ADB-study>

(注23) 中国統計年鑑2017。労働集約型産業（農業、林業、漁業、宿泊業、福祉等）に該当する都市部の労働人口を合計して算出。労働集約型産業には組立作業や縫製作業等の製造業の一部も含まれるが、前提を単純化するために大まかな試算にとどめた。

(注24) アクセンチュア [2017] の予測でも、2035年までにAIは中国のGDPを27%ほど押し上げる可能性があると考えられている。また、2035年までにAIは中国の年間経済成長率を1.6%上げると予測されている。

(注25) GDP数値は2016年実質ベースで算出。

(注26) 「中国製造2025」の目標が達成される年。

(注27) PwC [2018] 「日本企業におけるAI活用の可能性」2018年1月。 <https://www.pwc.com/jp/ja/knowledge/thoughtleadership/2018/assets/pdf/tmt1801.pdf>

3. 国際競争力の観点から見た中国のAI

国を挙げてAI活用を積極的に推進し、世界各国のなかでも大規模な導入効果が見込まれる中国であるが、国際的な競争力という観点から見ると、AI分野においては現状アメリカが世界をリードしており、中国はアメリカの後塵を拝する状況である。中国政府は2030年にはAIにおける世界のリーダーにな

ると宣言しているが、果たして実現可能な目標なのだろうか。ここでは、国際競争力の観点から中国のAIを考察するために、(1) AI研究分野の主要大学とAI企業数、(2) AI企業の資金調達額、(3) AI企業の注力分野、(4) 巨大IT企業によるAIへの取り組み内容、(5) AIに利用可能なビッグデータ、の5点についてそれぞれ米中の状況を比較する。

(1) AI研究分野の主要大学とAI企業数

企業にとって、高度なAI開発人材の確保は事業拡大や技術発展を実現するための重要

な要素である（注28）。大学における技術研究の成果は、企業のイノベーション力の強化やビジネスの創出にもつながり、AI発展の要となる。世界的にもAIに関する研究は過熱傾向にあり、特に米中における研究分野の競争が激化している。

まず、AIの研究指導を行う大学に着目してみると、世界各国の大学367校（注29）のうち上位20の大学に、アメリカの大学が13校ランクインしており、1位から8位はアメリカが独占している（図表8）（注30）。また、367校のうち、アメリカに拠点を置く大学は

図表8 AI研究における世界の大学ランキング（上位20に含まれる大学リスト）

順位	大学	国	学者数	論文数
1	カーネギーメロン大学	アメリカ	111	638
2	カリフォルニア大学バークレー校	アメリカ	48	285.1
3	ワシントン大学	アメリカ	45	262.5
4	マサチューセッツ工科大学	アメリカ	48	235.2
5	スタンフォード大学	アメリカ	40	226.9
6	コーネル大学	アメリカ	46	212.8
7	ジョージア工科大学	アメリカ	53	208.5
8	ペンシルベニア大学	アメリカ	29	184.4
9	トロント大学	カナダ	39	164.1
10	イリノイ大学アーバナシャンペーン校	アメリカ	44	161.6
11	南カリフォルニア大学	アメリカ	32	161.3
12	北京大学	中国	69	154.9
13	エジンバラ大学	イギリス	47	151.2
14	東京大学	日本	40	145.2
15	ミシガン大学	アメリカ	32	135.2
16	清華大学	中国	45	132.1
17	香港科学技術大学	中国	29	126.1
18	マサチューセッツ大学アマースト	アメリカ	36	122.4
19	メリーランド大学	アメリカ	26	112.6
20	シンガポール国立大学	シンガポール	33	102.3

（資料）テンセント研究院 [2017] データを基に日本総合研究所作成

168校であり、AI研究分野における世界の大学の約半数を占める。

これに対し、中国では北京大学、清華大学、香港科学技術大学が20位以内に3校ランクインしており、アメリカとの差は大きく開いている。一方、わが国においては上位20位以内に入るのは14位の東京大学のみである。AI技術の先端研究分野において、中国は日本に先行している状況であり、世界におけるAI研究競争は米中2強体制の様相を呈している。

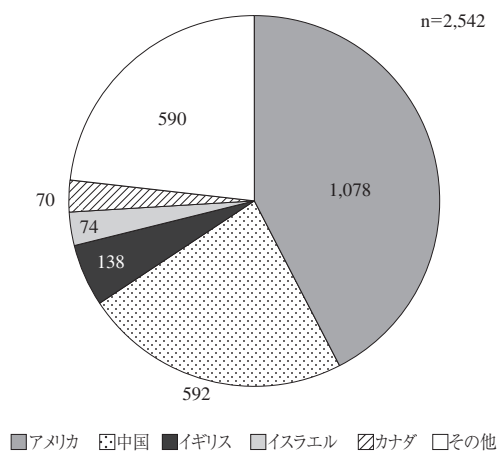
アメリカの大学が研究分野において上位を占める背景として、潤沢な研究資金を有する点などが挙げられるが、巨大AI企業による大学研究者の獲得競争も要因の一つであると考えられる。アメリカのAI企業は、先進技術に精通する研究者が多く在籍している大学の近くにサテライト研究所を設立し、高度IT人材を獲得している。また、アメリカの大学から巨大IT企業に多くの研究者が移籍している実績もあり（注31）、研究者にとっては魅力的な環境に映ると考えられる。一方で、中国の大学は基礎技術を研究する拠点が十分に整っておらず、ソフトウェアや応用機能の研究に主眼を置いているため（注32）、AIに関する体系的な技術を習得したい研究者はアメリカを目指す傾向があるとされる。

次にAI企業の数に着目してみよう。ここでAI企業とは、ハードウェア製造やソフトウェア開発、ソリューション提供等、AIに関する

製品やサービスを提供する、スタートアップを含む全ての企業を指す。世界のAI企業の総数は2017年6月時点で2,542社であり、アメリカ1,078社、中国592社と、アメリカの企業数は中国の約2倍であり、両国で世界全体の約6割を占める（図表9）（注33、注34）。

米中のAI研究開発の開始時期には差がある。アメリカのAI研究開発は中国よりも5年早い1991年に開始され、2013年に実用化レベルに達し、現在はインフラ開発や基礎研究の分野において世界をリードしている。一方、中国は、AIに関する研究開発を1996年に開始し、2015年に実用化レベルに達している。AI研究開発の進展度や研究者数において、アメリカは中国を上回り、その差が米中AI企業の規模に反映していると言える。AI研

図表9 世界のAI企業数



（資料）テンセント研究院 [2017] データを基に日本総合研究所作成

研究者数とAI企業数における米中の差は大きく、現状ではアメリカが中国を圧倒的にリードしている。

(2) AI企業の資金調達額

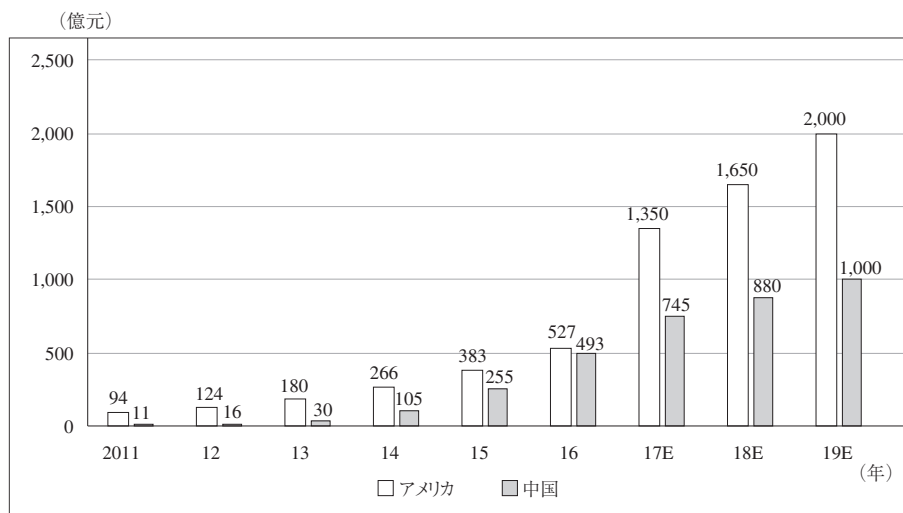
米中AIスタートアップ企業の資金調達額（注35）について、テンセント研究院 [2017] が分析した結果をみると、2016年時点では両国に大きな差が見られないものの、2017年以降にアメリカの資金調達額が大幅に増加し（注36）、2019年までには2,000億元（約3.4兆円）（注37）を超えると予測されている。一方、中国の資金調達額も増加傾向にあり、2019年までに1,000億元（約1.7兆円）に到達する見込みである。アメリカと比較すると伸びは緩やかであり、2019年時点では米中の資金調達

額の差は1,000億元（約1.7兆円）程度と予測されている（図表10）

このような差が生じる背景として、投資機関数やAI企業数の差が挙げられる。アメリカの投資機関は中国の投資機関よりもAI分野に関心が強く、AI分野に対する投資機関の数は中国の3倍ほど（注39、注40）である。また、前項で述べた通り、アメリカのAI企業数は中国のおよそ2倍である。技術革新の担い手が、アメリカではスタートアップ企業が中心である一方で、中国ではアリババ等の巨大IT企業が中心であることも、アメリカのスタートアップ企業の資金調達額が中国を上回る要因として挙げられる（注41）。

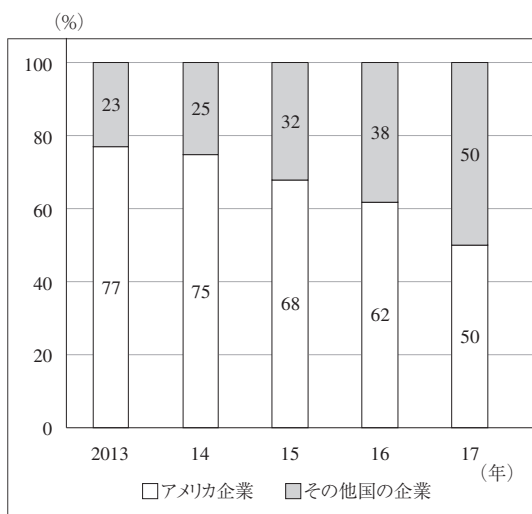
CB Insights [2018] のレポートによると、AI企業の資金調達額において、アメリカ企

図表10 米中AIスタートアップ企業の累積資金調達額



(資料) テンセント研究院 [2017] データを基に日本総合研究所作成 (注38)

図表11 グローバルAI企業の資金調達の割合

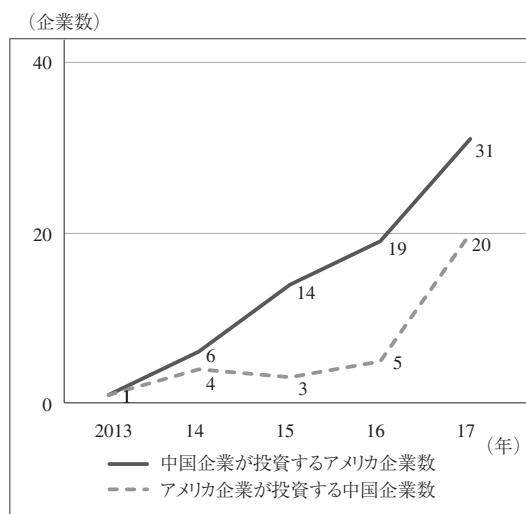


(資料) CB Insights [2018] データを基に日本総合研究所作成

業のシェアは2013年には約8割であったものの、2014年以降次第にシェアが低下し、2017年には5割程度に低下した(図表11)。この要因として中国企業のシェアの拡大(注42)が挙げられ、背景として中国AI企業のR&Dや獲得特許数の増加が投資家の評価を高めた点がある(注43)。AIスタートアップ企業への投資を見てみると、2017年時点で中国企業が投資するアメリカAIスタートアップ企業数が31であるのに対し、アメリカ企業が投資する中国AIスタートアップ企業数は20となっている。現時点では米中における差は開いているものの、今後、中国AIスタートアップ企業の資金調達額も増加していくことが予想される。(図表12)。

以上を考慮すれば、現状では中国が巨大IT

図表12 米中が相互に投資するAIスタートアップ企業数



(資料) CB Insights [2018] データを基に日本総合研究所作成

企業を中心としたAI発展計画を遂行しているため、スタートアップ企業の資金調達の規模においてはアメリカが中国を大きく引き離している。しかし、中国AIスタートアップ企業によるサービス開発規模の拡大等、中国のAIが成長する要素も見込めるため、企業の資金調達規模における米中の差は今後数年間で縮まる可能性がある。

(3) AI企業の注力分野

AIの競争分野は大きく3つに分けられる。すなわち、①センサーやチップ等の基礎層(ハードウェア層)、②画像認識、自然言語処理等の技術層(ソフトウェア層)、③自動運転やスマートシティ等の応用層(アプリケーション層)である。各分野に携わる米中AI

民間企業の従業員数の割合をみると、両国は異なっており、アメリカは基礎層と技術層の開発に従事する割合が中国よりも高く、中国は応用層の開発に従事する割合がアメリカよりも高い。ハードウェアやソフトウェアの分野は、一度製品が完成すれば量産が容易であり、一定の労働資源で大量の生産が可能となる。これに対して、アプリケーション分野は労働資源の投入量がサービスの多様化に反映される。これら3つの分野の特性を考慮すると、アメリカは一定の資源で大量の生産が可能なハードウェアやソフトウェアに注力する割合が高く、中国はサービスの多様化が図りやすいアプリケーションに注力する割合が高いということが出来る。(図表13)。

中国におけるAIの位置づけはイノベーションを創出するエンジンであり、新たなサービスやビジネスモデルを開発することが主な目的とされている。そのため、サービスの根幹となるアプリケーション開発に軸が置かれ、応用層に人員が集中すると考えられる。また、AIの性能強化には学習させるデー

タが必要不可欠であるが、実践的なAIを作り上げるためには投入するデータの選定やAIがデータを正しく認識するためのチューニング等、アプリケーションに関する知識や経験を有する人材が必要となる。AIを活用した革新的なサービスを迅速に生み出すには、中国のようにアプリケーション分野に人材を多く割り当てて、効率的に開発を進めることは極めて効果的であると考えられる。

たしかに、アメリカが重要視する基礎層や技術層の領域を押さえることが出来れば、その後発展するAI関連のサービスにはアメリカ製の製品や機能が搭載され、アメリカがプラットフォームの立場として市場を獲得することは十分に可能であろう。しかし、ハードウェアの低コスト化やソフトウェアのオープンソース化等により基礎層や技術層の分野においてはコモディティ化が進み、付加価値が生み出しにくくなると予想される。

一方、中国が注力する応用層は顧客が利用するサービスに直結し、企業が保有する独自のデータを活用することにより、機能の差別

図表13 米中におけるAI分野ごとの民間企業従業員数の割合

項番	項目	内容	アメリカ		中国	
			従業者数	割合	従業者数	割合
①	基礎層 (ハードウェア層)	センサー、チップ、サーバ等の開発・製造	17,900	22.7	1,300	3.5
②	技術層 (ソフトウェア層)	画像認識、音声認識、自然言語処理等のAI実用化に必要な機能開発	29,400	37.4	12,000	31.9
③	応用層 (アプリケーション層)	自動運転、スマートシティ、医療サポート、等の新製品・サービス開発	31,400	39.9	24,300	64.6

(資料) テンセント研究院 [2017] データを基に日本総合研究所作成

化やビジネスモデルの多様化が図りやすい分野である。また、アプリケーション開発は収穫逡増の法則（注44）が働きやすく、収益を生み出しやすい分野でもあることから、中国のAIは独創的かつ多様なサービスを生み出し、新規市場を拡大し国際競争力を強める可能性がある。

(4) 巨大IT企業によるAI分野での取り組み内容

(a) 米中IT巨大企業のサービス比較

ここで米中の民間企業における具体的な

AI分野での取り組みについて、ビッグデータを保有するアメリカの巨大企業（Google、Amazon、Microsoft）と中国の巨大企業“BAT”（バイドゥ、アリババ、テンセント）の主要なAI活用領域における製品やサービスについて比較を行い、その推進状況や特性の違いを考察する（図表14）。

アメリカがリードする分野は自動運転やAIスピーカー、チャット等の製品分野である。自動運転ではGoogleが累計350万マイルを走破しており、2020年に完全自動運転車の実用化を目指している。中国においてもバイ

図表14 米中巨大企業の製品・サービス比較

分野	活用領域	アメリカ	中国
製品	自動運転	Google (Waymo) 試行中 (2009年～) ・累計350万マイル走破 ・2020年の実用化を目指す ・自動運転レベル4	バイドゥ (Apollo) 試行中 (2013年～) ・北京での公道試験を実施 ・2019年の実用化を目指す ・自動運転レベル3
	AIスピーカー	Google (GoogleHome) / Amazon (AmazonGo) Google: 2017年10月～ Amazon: 2017年11月～ ・家電の操作等が可能 ・国外に展開	アリババ (Tmall Genie) 2017年7月～ ・家電の操作等が可能 ・国内ユーザーがターゲット
製品／サービス	チャットボット	Microsoft (Tay, Zo.ai, Azure他) 2016年3月～ ・チャットアプリ等での会話 ・企業における顧客対応、等 ・国外に展開	テンセント (BabyQ) 2017年3月～ ・Microsoftと共同開発 ・チャットアプリ等での会話 ・国内ユーザーがターゲット
サービス	スーパーマーケット	Amazon (AmazonGO) 2018年1月～ ・シアトルに一号店 ・アプリをインストールし商品を手にとるだけで買い物が可能 (レジ無し)	アリババ (盒馬鮮生) 2016年1月～ ・全国20カ所以上に展開 ・アプリをインストール、支払いはアリペイ ・ネット販売の場合、商品を3キロ以内の配達範囲に最短30分以内で宅配
	スマートシティ	Google (Sidewalk Toronto) 構想中 ・トロントの「スマートシティ」化 ・都市サービスの改善 ・効率的な家屋、ビルなどの建築	アリババ (都市の脳) 2016年3月～ ・杭州市をターゲットにAIを都市に導入 ・都市のビッグデータを用いて交通、エネルギー等のインフラをデジタル化 ・都市機能の効率化を実現

(資料) ウェブサイト、各社ホームページ、報道記事等を基に日本総合研究所作成

ドゥが公道走行や様々な状況での自動走行試験を実施し、2019年の実用化を目指しているものの、走行距離や自動運転レベル等、Googleには及ばない点もある。AIスピーカーにおいてはAmazon、Googleが2017年に製品を販売し海外展開を進めているのに対し、中国ではアリババ等が主に国内ユーザーをターゲットにした製品を販売している状況である。

一方、中国がリードする分野はスーパーマーケットやスマートシティ等のリアルな世界で個人や利用者に関するビッグデータが必要となるサービス分野である。スーパーマーケットにおいては、アリババがスマホアプリで発注と決済が出来る新形態の店舗（注45）を国内20箇所以上に展開しており、今後も増加する予定である。対するアメリカではAmazonがレジ無しスーパーの出店を計画していたものの、認証の課題等から開始が延期となり、2018年1月ようやく1号店を出店した。また、スマートシティではアリババが杭州市にAIを導入し、都市のビッグデータを活用して交通やエネルギー等のインフラの効率化を実現しており、国内他都市への展開も進めている（注46）。対して、Googleもカナダのトロントでのスマートシティ化を計画しているものの、現状は構想段階にとどまる。

サービス分野においては、アリババが個人やインフラに関するビッグデータを保有しており、市場を拡大する意思も示していること

から、中国国内で急速にAIが発展し海外に展開される等、中国が世界をリードする可能性がある。

アメリカがリードしている製品分野は個人に関するデータの収集や同意が不要であるため、アメリカ企業もビッグデータを活用した開発を進めやすいと考えられる。一方、中国は官民連携による推進体制を敷くため、AI導入に関する規制や法制度も柔軟な対応が可能であり、民間企業のデータ活用に対する裁量も大きいものと推察される。個人に関するビッグデータの活用が比較的容易である中国にとっては、サービス分野におけるAI導入や実践のハードルも低く、試験的に導入し、効果検証や軌道修正を繰り返しながらサービス品質を向上し、拡充することが可能である。これらのことから、中国の巨大企業3社はサービス分野において世界のリード企業となることも考えられ、その動向には注視が必要である。

(b) 中国AIの先進事例

サービス分野において大規模なAI導入を進める中国であるが、ここで中国国内におけるAIの先進的な導入事例を2つ紹介しておきたい。両事例とも都市や交通機関等を対象にした大規模なAIの適用事例であり、国民の生活にAIが広く浸透していることが分かる。

(事例1) スマートシティ「都市の脳」

「都市の脳」とは、2016年3月に杭州市（浙江省）で開始された、AIを都市に導入するプロジェクトの名称である。杭州市の交通、エネルギー、水道等、都市に関するあらゆるインフラのデータをデジタル化し、様々な企業や部門に散在するデータリソースをAIによって結びつけて、都市機能の効率化を図ることを目的としている。「都市の脳」の開発には杭州交通警察、都市管理建設委員会など11の市政府機関や、アリババ、華山コミュニケーションズ、フォックスコンなど13の企業が携わった。「都市の脳」は、何十億もの交通管理データ、公共サービスデータ、インターネットデータを一元的にAIに取り込むことで、仮想デジタル空間で都市機能を効率化するためのシミュレーションを行い、機能の最適化に向けて設定値（注47）を算出するという。たとえば、信号の点滅時間や交差点の設置場所等、交通における機能の改善や、洪水予測やダム建設等、都市環境における機能の改善に役立てることが想定されている。交通機能の最適化により、道路の混雑緩和や、交通事故対応の迅速化、違法駐車の時時検知等の効果がもたらされたという。

(事例2) 顔認識システム

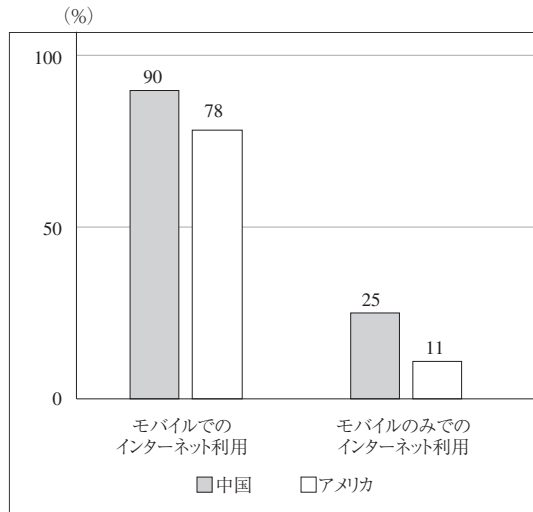
中国国内では様々な分野で顔認識システムが登場している。鄭州市では犯罪防止のために顔認識システムが活用されており、街中で

は警察官がGoogle Glass（注48）をかけて、市民一人ひとりの顔を監視している。Google Glassには顔認識ソフトが組み込まれ、撮影した顔の画像データを元にデータベースの中のデジタルイメージと照合し、2～3分程で個人を特定出来るという。交通ルール等の違反をした場合は、後日警察から本人宛に連絡が届く。同様のシステムは西安や深圳など中国各地に広がっており、旅行の繁忙期や移民の移動等、街中に大勢の人が集まるタイミングで利用されている。また、顔認識システムは小売や旅行、銀行、交通等の分野でも広く活用されている。ケンタッキーフライドチキンではアリババが開発した“smile to pay”という顔認証システムが導入されており、利用者はタッチパネルで商品を選んで顔を画面に向けるだけで購入が完了する。他にも中国招商銀行では顔認識による窓口受付サービスを開始したり、上海地下鉄では駅の入り口に顔認証システムが搭載されて乗客はチケットレスで乗車出来るようになる等、顔認識システムが人々の様々な生活の場面に浸透し始めている。

(5) AIに利用可能なビッグデータ

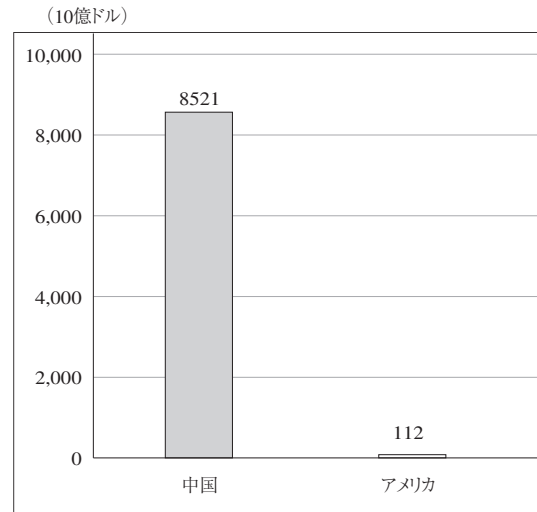
AIは学習データが多いほど精度が向上し、実用性が増すため（注49）、AIの強化においては、データ量とその活用可能性が肝要である。先に述べた通り、中国は個人に関するビッグデータの収集や蓄積が比較的容易であり、

図表15 モバイルによるインターネットアクセス数 (2015)



(資料) The Boston Consulting Group [2017] データを基に日本総合研究所作成

図表16 米中モバイル決済額 (2016)



(資料) The Boston Consulting Group [2017] データを基に日本総合研究所作成

民間企業がAIに活用出来るデータ量はアメリカを上回る(注50)。また、中国はスマートフォンによるインターネット利用率が9割とアメリカより高い。中国のモバイル決済額は年間8.5兆ドルに上り、アメリカの年間決済額の約76倍に当たる(図表15、16)。

スマートフォンはパソコンよりも、利用者の行動に即したビッグデータを生み出す傾向が強く、利用者の行動履歴や購買行動を把握しやすいツール(注51)である。それもあって、中国はアメリカと比較して、個人に関する実用的なビッグデータを多く保有している。

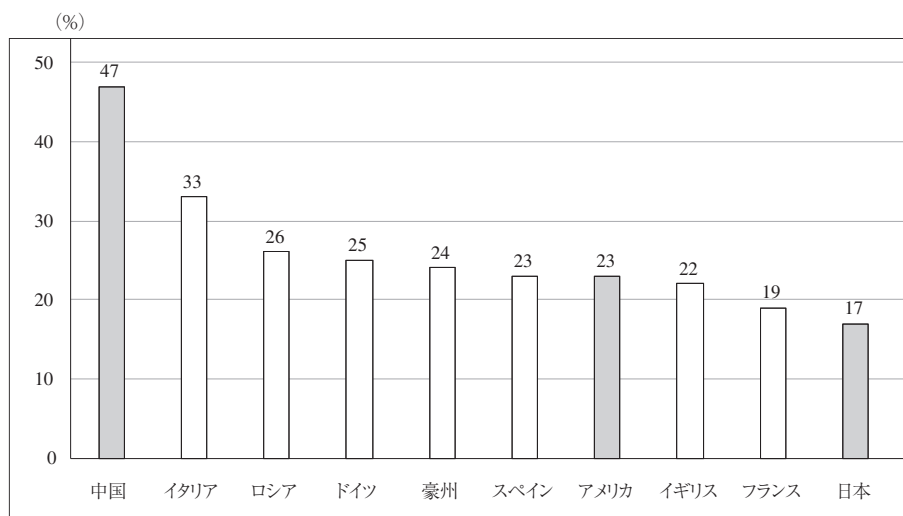
一方で、AIの発展においてビッグデータを大量に取得出来ることは企業や国にとって有益ではあるものの、利用者にとっては個人

の行動履歴が第三者に詳細に把握されることになり、プライバシー保護に対する懸念や批判が高まる要素にもなりうる。

そうしたなか、中国においては、2017年6月に施行された「インターネット安全法(注52)」によって、ネット事業を運営する企業に対し、収集した個人情報を中国国内に蓄積することや、個人情報収集の目的や利用方法を明示すること等が義務づけられた(注53)。データ利用に関する制度整備が進む(注54)中国では、企業が扱う個人情報の管理や利用に対して透明性が高いと考える人の割合が多く(注55)、企業によるビッグデータ取得の動きが円滑に行われる背景になっていると考えられる(図表17)。

ビッグデータを生み出す環境や、個人情報

図表17 企業が扱う個人情報利用に透明性があると考える人の割合



(資料) Dentsu Aegis Network [2018] データを基に日本総合研究所作成

利用に対する国民理解度の高さ等、中国にはAIの成長を後押しする要素が多いことから、今後、各産業においてAI活用は急速に発展を遂げ、利用者のニーズに細かく対応するサービスを多く生み出す可能性がある。現状はハードウェアやソフトウェアにおける開発力が高いアメリカに優位性が見られるが、実用的なビッグデータを保有する中国がアプリケーションの分野において多様なAIサービスを展開し、世界をリードする事例も現れるであろう。

(注28) 日経新聞「紅く染まる米AI学会 中国ネット大手が学生争奪」2018年2月6日 <https://www.nikkei.com/article/DGXMZO26583700W8A200C1000000/?nf=1>

(注29) 世界にはAI研究に携わる大学が367校あり、AI研究人員は10万人ほどいると言われている。

(注30) AI関連技術で最高峰とされる国際学会「NIPS (Neural Information Processing Systems) 2017」の論文採択数の上位40位においても、アメリカの大学や企業が占

める割合は半数に上る。『日経Tech』2018年2月 <http://tech.nikkeibp.co.jp/atcl/nxt/column/18/00132/020600001/?P=1>

(注31) Andrew Moore教授はカーネギーメロン大学からGoogleに招聘された。また、Uberは同大学のロボティクス学部に目をつけ、そこから科学者とリサーチャーを40人採用した。

(注32) テンセント研究院 [2017]。北京大学ではコンピュータ技術やソフトウェア工学や電子工学等に関するカリキュラムはあるものの、ハードウェアまで含めた体系的な研究のカリキュラムがなく基礎技術を習得出来る環境が不十分であるという。

(注33) アメリカ1,078社の企業内には合計78,700人のAI人材が在籍しているのに対し、中国592社の企業内には39,200人が在籍しており、AI開発人材数においてもアメリカは中国の2倍程度の人員を有している。

(注34) AIのリーダー企業の割合を見ても、アメリカが53%であるのに対し中国が24%であり、2倍以上の差がある。

(注35) ベンチャーキャピタルからの資金調達額。

(注36) トランプ大統領の経済回復改革措置によりアメリカに急速に資金が流入し、将来的にAI企業への投資を増やすとの見込みによる。

(注37) 2020年に予測されるアメリカのAI企業の累積数は1,200以上である。一方の中国は2018年以降に伸び率が上がると予測されている。

(注38) 2017年以降はテンセント研究院による予測額。

(注39) ベンチャーキャピタルを通じたスタートアップへの投資額は、全体で見ても中国よりアメリカの方が大きく、CB

- Insightsによると、アメリカ企業の投資額（2016年）が167億ドル（約1兆9,000億円）であるのに対し、中国企業は30億ドル（約3,400億円）であった。
- (注40) AI関連分野に投資をする投資機関の総数は中国が約620であるのに対し、アメリカは約1,800である。また、そのうちAI関連企業に2回以上投資した投資家の数は中国が203人であるのに対し、アメリカは596人であった。テンセント研究所「[2017.8]「2017中米人工知能ベンチャーキャピタルの現状と動向」」。
- (注41) CB Insightsによると、2018年3月時点のAIスタートアップ企業上位100位の内、アメリカ企業が占める割合は75%に上り、中国企業が占める割合は9%であった。
<https://www.CB-Insights.com/research/artificial-intelligence-top-startups/>
- (注42) テンセント研究院の報告によると、2017年時点でアメリカが約50%、中国が約34%、その他が約16%のシェアであるという。
- (注43) 2017年時点のAIに関連する特許の出版物数が中国企業は641であるのに対し、アメリカ企業は130であり、中国がアメリカを上回る結果となっている。
- (注44) 特定の生産要素の投入量を追加的に等量ずつ増加していくとき、追加的に得られる産出量の増分が次第に増加する法則。ITによる商品やサービスは量産が容易で販売量が増えれば増えるほど、利益が加速度的に増加する。
- (注45) 盒馬鮮生。アリババが重要戦略として展開するニューリテール戦略の店舗。利用者は事前に会員登録しアプリをダウンロードする。店舗では商品を選んでアプリで購入する。商品にはQRコードがついており、スマホでスキャンすることでオンラインサイトのかごに入れることも出来る。即時に購入したいものは店舗で購入し、急を要しないものはオンライン購入にすることが出来る。オンライン購入をした場合、店舗から3キロ圏内であれば商品が最短30分以内に配送される。
- (注46) AIによって最適化された都市機能はモジュール化され、中国の他の都市や東南アジア、欧州にまで展開出来る準備があるという。
- (注47) パラメータ。プログラムの動作を決定する数値や文字。
- (注48) Googleが開発した眼鏡型のコンピュータ。音声でインターネットを使用することが出来るようになっている他、写真や動画撮影機能、翻訳機能、道案内機能等、複数の機能が搭載されている。
- (注49) AI開発者として著名な米Robert Mercer氏も「AIの成長・強化にはデータが最も重要である」と述べている。
- (注50) 中国は2017年9月現在、携帯電話契約数は13億9,000万件、インターネットユーザーは8億人で、アメリカやインドの約3倍の規模である。中国の食品配送サービス利用量はアメリカの10倍で、シェア自転車はアメリカの300倍である。
- (注51) 平成27年版 情報通信白書。クラウドサービスとスマートフォンの普及、利用者の行動履歴というパーソナルデータをインターネット上に蓄積することを可能にした。スマートフォンによってパーソナルデータのインターネット上

への蓄積が容易になり、ビッグデータの可能性をさらに大きなものとしている。

- (注52) 正式名称は「网络安全法」
- (注53) 他にも企業に対するネットワークセキュリティ対策強化等が義務づけられている。
- (注54) 2013年1月に制定された「征信業管理条例」では、個人信用情報に関する保護措置や信用機関のデータ共有（信用情報データベースの構築）等が定められている。また、2014年6月に公布された「社会信用体系建設計画概要」では、電子商取引、交通、医療、社会保障等の15の分野における信用情報管理システムの構築が掲げられている。
- (注55) 中国国民は個人情報流出に寛容である。日本経済新聞2018年2月5日 <https://www.nikkei.com/article/DGXMZ026362190R30C18A1I00000/>

4. 今後の展望と課題

これまで見てきた通り、AI分野での国際競争においては米中二強体制といわれているものの、アメリカと中国の差は大きく、研究や企業の規模等については世界のなかでもアメリカが突出している。しかし、中国のAIにはいくつもの優位な点がある。官民連携体制で計画を推進する点や、アプリケーション開発分野に主力を置く点、実用的なビッグデータを保有する点などを考慮すると、中国はアメリカとは異なる発展を遂げ、サービス開発競争において中国はアメリカを凌駕する可能性がある。本章では、AI強国を目指す中国AI分野の展望と課題について考察する。

(1) 世界をリードするAI大国となる可能性

これまで見てきた通り、中国はAIを国力強化のための戦略に据え、AIを起点とした産業発展を計画している。現状では、直ちに

中国が世界のリーダーになることは容易ではないものの、掲げる目標は必ずしも非現実的なものではないと思われる。

アメリカと中国の注力分野は異なっており、中国はサービスの根幹となるアプリケーション開発分野に注力している。また、国が民間企業を全面的に支援するかたちでの取り組みとなるため、個人に関するビッグデータを民間企業が活用することも比較的容易であり、サービス分野においては個人の行動履歴や購買行動等が詳細に反映された多様なビジネスが生じることが考えられる。加えて、教育や医療、保健等の公共データのオープン化も推進される等、機微情報の利活用に関する柔軟性も高く（注56、注57）、研究者には中国がAI実証をするための魅力的な環境に映り、世界から優秀なアプリケーション開発研究者の招聘が実現する可能性もある（注58）。

民間企業のもとで進められているAIの実用化は、中国で電子商取引システムが普及した時のように、データを生み出すインフラが未成熟な地域で発展している。国内で成長を遂げたAIは国内各地への展開に留まらず、将来的には東南アジアなど、インフラが十分に整備されていない新興国や途上国に導入され、市場を拡大していくことも見込まれる（注59）。中国が新興国・途上国のデータ・マーケットを押さえることになれば（注60）、世界においてAI優位国となる可能性もある。こ

れらの点を考慮すると、中国から革新的なAIサービスが世界に発信され、中国が世界のAIイノベーションの中心地となることは決して遠い目標ではないだろう。

これに対してアメリカはハードウェアやソフトウェアの分野において世界をリードしており、グローバルなプラットフォームとなりうるが、個人データに関する規制が厳しい国内コンシューマー向けのサービス分野において大きく発展出来るかどうかは現時点で見通しがたい。ただし、アメリカはIT企業向けのクラウドサービスやソフトウェアサービスを幅広く提供しているため、自社のプラットフォームにAI機能を搭載することによって収益を得られる可能性はある。現にAmazonやGoogle等はAIを搭載したクラウドサービスを展開しており、アメリカにおいてはAIのプラットフォームサービスが拡大することも考えられる。

これらのことから、中国とアメリカではAIが発展する領域やサービスを利用する対象者が異なる可能性がある。アメリカがB to B（Business to Business）（注61）を中心としたプラットフォームサービスを展開する一方で、中国がB to C（Business to Consumer）（注62）を中心としたコンシューマー向けサービスを新興国・途上国に展開した場合、中国がアプリケーション分野において世界をリードする存在となる可能性は十分にある。

(2) 国家計画実現に向けた今後の課題

中国では官民連携による国家戦略の推進により、今後AIが急速に発展する可能性があるが、その実現には課題もある。具体的には、(a) ビッグデータ活用におけるプライバシー保護対策や (b) ハードウェア分野の開発力強化が挙げられる。これらは中国がAIを発展させるために不可欠な重要課題であり、その動向が注目される。

(a) ビッグデータ活用におけるプライバシー保護対策

前述したように個人情報を管理する企業への信頼性の高さは中国におけるビッグデータ活用の追い風となっている。加えて、国家が個人情報管理に強く介入していることも、データ提供に対する国民の抵抗感が少ない背景になっていると考えられる。中国では、国民一人ひとりの経歴や懲罰等の個人情報が中国政府の管理する「人事档案（タンアン）」と呼ばれるファイルに記載されており、もともと個人情報は誰かに見られているという意識が強い（注63）。現在の中国においては、個人情報を提供したうえで成り立つ生活の利便性向上によるメリットが、プライバシーを侵されるデメリットよりも大きいと考えられる傾向があり（注64）、AI発展には都合の良い環境となっている。

また、中国政府は2017年に施行した「イン

ターネット安全法」により、外資企業による個人情報の取り扱いを制限するなど中国企業による国内データの囲い込みを始めている。これらのことから、中国国内ではAIが発展するためのビッグデータ利用に関して、好条件が揃っている状態とも言える。

しかし、個人に関するビッグデータの活用は国益や国民の利便性を高める一方で、様々な場面において国民生活の監視を助長することにもつながる。現状、中国政府が扱う個人情報管理に関しては規制がないものの、国民が個人情報を提供することにメリットを感じていることから、不満が表面化していないように見受けられる。しかし、国民に対する過度な監視によって、資産損失や身体の危険等、実害が発生すると、世論が急変する可能性もあり、国民の反発や国際批判によってビッグデータ取得に制限がかかり、AIの成長環境を維持出来なくなるリスクもはらんでいる。今後ますます加速するビッグデータの活用について、国民が納得するデータ管理に関するルールや施策が必要である。また、将来の海外展開においても、個人情報管理への措置は避けられない課題である。中国企業がAIサービスを国外へ拡大するためには、各国の制度や法令に則った適切かつ丁寧な対応が求められるであろう。

(b) ハードウェア分野の開発力強化

中国の研究機関や企業はAIに関連する

ハードウェアの開発分野において、国際的な影響力を十分に持っていない（注65）。アリババが提供するクラウドサービスにおいても、インフラとなるAIのチップやハードウェアはアメリカ製を利用しており、サービス開発を実現するためにはアメリカのプラットフォームに頼らざるを得ないのが現状である。

AIにおける市場獲得競争において、中国は当面サービス分野における勢力拡大に注力すると考えられる。たしかに現状は、外国製のハードウェアを利用してサービス開発の差別化を図ることは十分に可能であり、最も効率的な市場拡大方法である。

しかし、AI産業の成長に伴い、AI関連の半導体やハードウェアの性能が今後もさらに向上した場合（注66）、ハードウェアはAI発展における重要な競争要素となってくるだろう（注67）。中国がアプリケーション分野における優位性を発揮する可能性がある一方で、このままアメリカに研究者が集中する状況が続けば、技術が進化する将来において、中国では高度な技術力を有する研究者を十分に確保出来なくなるおそれがある。さらに中国国内の研究者が体系的な技術習得を目的としてアメリカへ流出することになれば、中国は次世代の開発競争に勝つことが出来ず、AIサービス分野においても成長を見込めなくなる可能性がある。

技術力を向上させる迅速かつ確実な手段と

して、中国企業が先端技術を保有するアメリカの企業を買収する可能性はどうか。しかし、アメリカ政府は中国企業による民間企業の買収を阻止する（注68）等、中国への警戒心を強めており、今後さらに規制が強化される可能性も踏まえると、現実的な解決策とはならないであろう。ただし、一方では、外国人技術者に対するアメリカの専門職ビザの厳格化や、中国企業でのデータ活用の自由度の高さが魅力となり、アメリカの大学で最先端のAI技術を学んだ中国人学生が本国に戻る見込みも高く、中国国内の技術力が今後高まることも期待される（注69）。AI高度技術を有する人材を囲い込み、いかに中国企業に定着させるかが今後の成長を占う鍵と言える。これまで見てきた通り、アプリケーション分野においては世界をリードする可能性も十分に考えられるため、対外的に研究や開発の成果を発表することで研究者の誘致を進められる可能性がある。また、収益性の高い分野で稼いだ資金を半導体製造やハードウェア開発の投資に充てる（注70）こと等も、技術開発力を向上させる有効な手段になると考えられる。

（注56）次世代AI発展計画。教育、医療、保健等の分野におけるAIの導入促進や公共データの商業価値を高める目的で、オープンデータに関するポリシーを策定し、民間企業等が公共データに容易にアクセス出来る環境を整備し、データ活用に関する柔軟性を強化するという。

（注57）アメリカではAIに対する道徳的な問題、法的問題、個人情報問題は大きな課題となっており、企業のなかにも人工知能倫理委員会を設置する等、あらゆる産業でのAI実用化に向けたハードルは高い。一方、中国では

AI研究開発が道徳や個人情報の課題よりも先行して進められるため、AIの実用化が他国よりもスピーディーに推進される可能性がある。

- (注58) 実際にGoogleのAI開発部門が中国に拠点を移している。
- (注59) アリババが手掛けるスマートシティはマレーシアに展開されることが発表されている。毎日新聞2018年3月3日「新時代の中国」
- (注60) 一帯一路による統制の拡散。アメリカはAI、ビッグデータ技術を持つ米企業を次々を買収する中国に危機感を持っている。日本経済新聞「データ資源 米中攻防」2018年1月14日 <https://www.nikkei.com/article/DGXMMZO25666290U8A110C1MM8000/>
- (注61) 企業 (Business) が企業 (Business) にモノ・サービスを売る業態
- (注62) 企業 (Business) が個人 (Consumer) にモノ・サービスを売る業態
- (注63) 集められる情報は、企業に蓄積されるだけとは限らず、芝麻信用等は政府が設立した金融協会と個人情報情報を共有する仕組みを立ち上げている。朝日新聞「中国IT異型のイノベーション」2018年2月18日
- (注64) 日本経済新聞「個人情報流出に「寛容」な中国社会 (グローバルViews)」2018年2月5日 <https://www.nikkei.com/article/DGXMMZO26362190R30C18A1100000/>
- (注65) 「次世代AI発展計画」のなかでも基礎層 (ハードウェア層) の強化が課題であるとしている。
- (注66) ムーアの法則。米インテル社のゴードン・ムーアが1965年に予測した、半導体の集積度は2年で倍増するという法則。
- (注67) AIサービス開発はアプリケーションに焦点が当てられる傾向があるが、指数関数的に増加していくビッグデータを短時間で効率的に処理するためにはハードウェアの性能向上も必要不可欠である。Nature “Big data needs a hardware revolution” 2018.2.6 <https://www.nature.com/articles/d41586-018-01683-1>
- (注68) アリババ傘下の金融会社アント・フィナンシャルが米マネーグラム社の買収を計画していたものの、アメリカ人の資産や送金情報等の流出を懸念した「CFIUS (対米外国投資委員会)」が買収を阻止した。アメリカは、中国政府と密接に連携する中国企業が、AIやビッグデータなど先端分野の技術や情報を持つ米企業を続々と買収していることに危機感を示し、規制を強化している。日本経済新聞「データ資源、米中攻防」2018年1月14日 <https://www.nikkei.com/article/DGXMMZO25666290U8A110C1MM8000/>
- (注69) 日本経済新聞「紅く染まる米AI学会 中国ネット大手が学生争奪」2017年2月6日 <https://www.nikkei.com/article/DGXMMZO26583700W8A200C1000000/?nf=1>
- (注70) 中国国内の半導体製造企業やハードウェア開発企業への投資等

おわりに

これまで見てきた通り、中国政府は積極的なAI戦略を採用し、トップであるアメリカに迫る勢いである。中国の「次世代AI発展計画」の目標が達成される2030年には、米中がAIによって創出された産業において熾烈なトップ争いを展開している可能性がある。中国の取り組みと比較すると、わが国企業はAI活用分野において大きく後れを取っており、大半が企業内でのAI活用や実用化検証に留まる。日本企業がAI導入を慎重に検討している間に、中国におけるAIサービスが急速に進展する可能性があり、そのビジネスが日本へ進出することも考えられる。インターネットビジネスは先行者利益が働きやすいため、国内AIサービスが十分に発展していない段階で、中国のAIサービス企業が先んじて日本市場を獲得した場合、後発となるわが国企業は自国においても十分に市場を拡大出来ない懸念がある。

政府が果たす役割について考えてみると、中国は官民連携体制によるAI産業創出を推進するなかで、わが国のイノベーション推進施策において取り入れるべきヒントとなるものがあるのではなからうか。現在、世界のIT情勢は中国勢の存在感が小さかった10年前とは全く異なり、中国抜きにITを語る事が出来なくなっている。そして世界の中国に対する見方も大きく変化している。

わが国においてイノベーション創出のための施策を講じるうえでは、中国政府のように、ソリューションの実現に照準を当てた戦略を示すことが必要ではないだろうか。具体的にはAIを活用した成長戦略分野の提示や、AI導入企業に対する税制優遇政策、企業間データ活用に関するルールの柔軟化等、企業が積極的に実験しやすい制度や規制を整備することが検討されるべきである。日本の強みとされる技術開発施策に重点を置くだけでなく、AIを活用したソリューションの創出、社会が新しいソリューションを受容しやすい仕組みの整備も、わが国でAIが高度な発展を遂げるために必要な取り組みとなるのではないか。

参考文献

1. 北野健太 [2016]「世界水準に迫る中国のインターネット企業」日本総合研究所 Research Report 2016-No.005 2016年10月19日
2. PwC [2018]「日本企業におけるAI活用の可能性」2018年1月
<https://www.pwc.com/jp/ja/knowledge/thoughtleadership/2018/assets/pdf/tmt1801.pdf>
3. Forbes Japan 「アリババが発表のスマートスピーカー、競争に優位な3つの強み」2017年7月12日
<https://forbesjapan.com/articles/detAII/16896>
4. 日本経済新聞「場所は言えない グーグル自動運転「秘密の街」を見た」2017年10月31日
<https://www.nikkei.com/article/DGXMZO22921410R31C17A0000000/>
5. 日本経済新聞「ストレス無縁、買い物が変わる アマゾン・ゴー体験記」2018年1月23日
<https://www.nikkei.com/article/DGXMZO26016360T20C18A1T11000/>

(中国語)

6. テンセント研究院 [2017a]「2017世界人工知能人材白書 (全球人工知能人材白書)」

http://www.tisi.org/Public/Uploads/file/20171201/20171201151555_24517.pdf

7. テンセント研究院 [2017b]「中米両国人工知能産業発展前面解説 (中美双方人工知能产业发展前端解码)」
<https://www.leiphone.com/news/201708/1GoXD4CRMB7zCXG4.html>
8. アクセンチュア [2017] 埃森哲「人工知能 助力中国经济 增长」2017
<https://www.accenture.com/cn-zh/insight-artificial-intelligence-china>
9. CSDN (Chinese Software Developer Network)「百度自动驾驶系统Apollo源码分析」2017年11月9日
<https://blog.csdn.net/xieyan0811/article/details/78492635>
10. 新浪科技「阿里新零售试验:盒马鲜生开店13家已实现规模盈利」2017年7月20日 <http://tech.sina.com.cn/i/2017-07-20/doc-ifyihrwk1443690.shtml>
11. 中国智慧城市产业网「智慧城市需要大数据 杭州启动城市大脑项目」2016年10月17日
<http://www.ccit.org.cn/news/hyzz/info3154.html>

(英語)

12. McKinsey Global Institute [2017]“JOBS LOST, JOBS GAINED:WORKFORCE TRANSITIONS IN A TIME OF AUTOMATION”
<https://www.mckinsey.com/~media/McKinsey/Global%20Themes/Future%20of%20Organizations/What%20the%20future%20of%20work%20will%20mean%20for%20jobs%20skills%20and%20wages/MGI-Jobs-Lost-Jobs-GAIned-Report-December-6-2017.ashx>
13. Dentsu Aegis Network [2018]“Dentsu Aegis Digital Society Index 2018”
http://www.dentsuaegisnetwork.com/media/dentsuaegisnetworknewsdetAIIa/2018/2018_02_07?Dentsu-Aegis-launches-Digital-Society-Index-2018
14. PwC [2017]“sizing the prize”
<https://www.pwc.com/jp/ja/knowledge/thoughtleadership/2018/assets/pdf/tmt1801.pdf>
15. CB INSIGHTS [2018]“Top AI Trends To Watch In 2018”
<https://www.CB-Insights.com/research/report/artificial-intelligence-trends-2018/>
16. The Boston Consulting Group [2017]“Decoding the Chinese Internet”
<https://www.slideshare.net/TheBostonConsultingGroup/decoding-the-chinese-internet>
17. WIRED“Alphabet Is Trying to Reinvent the City, Starting With Toronto” October 19, 2017
<https://www.wired.com/story/google-sidewalk-labs-toronto-quayside/>
18. Nature“Big data needs a hardware revolution” February.6, 2018 <https://www.nature.com/articles/d41586-018-01683-1>

資料

19. IMF [2017] “World GDP”

http://www.imf.org/external/datamapper/NGDP_RPCH@WEO/OEMDC/ADVEC/WEOWORLD

20. UNITED NATIONS [2017] “World Population Prospects 2017”

<https://esa.un.org/unpd/wpp/>

本誌は、情報提供を目的に作成されたものであり、何らかの取引を誘引することを目的としたものではありません。
本誌は、作成日時点で弊社が一般に信頼出来ると思われる資料に基づいて作成されたものですが、情報の正確性・完全性を保証するものではありません。また、情報の内容は、経済情勢等の変化により変更されることがありますので、ご了承ください。