

政策討議(AI戦略) 論点

平成30年2月1日

内閣府

政策統括官(科学技術・イノベーション担当)



これまでの取組状況

人工知能技術戦略会議

平成28年4月開催の「未来投資に向けた官民対話」での総理指示

人工知能の研究開発目標と産業化のロードマップを、本年度中に策定します。

そのため、産学官の叡智を集め、縦割りを排した『人工知能技術戦略会議』を創設します。



人工知能技術戦略会議の設置（平成28年4月）

総理指示を受け、『人工知能技術戦略会議』が創設。同会議が司令塔となって、総務省、文部科学省、経済産業省が所管する5つの国立研究開発法人を束ね、AI技術の研究開発を進めるとともに、AIを利用する側の産業（いわゆる出口産業）の関係府省と連携し、AI技術の社会実装を推進。

議長：安西祐一郎 日本学術振興会理事長

顧問：久間和生 内閣府総合科学技術・イノベーション会議常勤議員

構成員：経団連未来産業・技術委員長、東京大学総長、大阪大学総長、
NICT理事長、理研理事長、産総研理事長、JST理事長、NEDO理事長

「人工知能技術戦略」(平成29年3月策定)概要

1. A I 開発関係官庁(総務、文科、経産)が連携し、我が国が有する現場の強みを踏まえ、研究開発から社会実装まで一貫した取組の加速。
2. 内閣府のS I Pを含め、厚生労働省、国土交通省、農林水産省など出口産業を所管する関係府省のプロジェクトと連携。A I 技術の研究開発について民間投資を促進。
3. 重点分野(「生産性」、「健康、医療・介護」、「空間の移動」)における産業化ロードマップの策定。

(参考)産業化ロードマップ概要

- ・ 我が国が世界をリードしていくために、我が国や世界が直面している社会課題に対して、我が国が有する現場の強みをも踏まえ、A I 技術とその他関連技術による産業化に向けたチャレンジングなロードマップを掲げて、産学官の叡智を結集し、研究開発から社会実装まで一貫した取組を加速していく
- ・ 生産性、健康/医療・介護、空間の移動を重点3分野として設定。また、横断的な分野として情報セキュリティも設定。

(参考)研究開発目標概要

- ・ 産業化ロードマップを踏まえ、特に国立研究開発法人として中心となって取り組むべき研究開発テーマについて、3センター(N I C T、理研、産総研)は連携して取り組む。
- ・ 3センターが連携して取り組むテーマは以下の観点から選定する。
 - 基礎研究から社会実装まで一貫して取り組むべきもの。
 - 短期的な収益化が見込めず、民間だけでは開発が進まないもの。
 - 国際標準化、共通基盤技術など協調領域であるもの。

人工知能技術戦略会議以外のその他の政府の取組

府省	取組概要
内閣府 (知財本部)	データや人工知能など新たな情報財に関する知財制度の在り方について 知的財産戦略本部 T F「新たな情報財検討委員会」 において検討（平成29年5月、データや人工知能の利活用促進に向けた知財システムの在り方について「知的財産推進計画2017」を決定）
内閣府 (C S T I)	Society 5.0の実現の鍵である人工知能の研究開発及び利活用を健全に進展させるべく、人工知能と人間社会の関わりについて検討する「 人工知能と人間社会に関する懇談会 」を開催（H29年3月、人工知能技術と人間社会について検討すべき 倫理的、経済的、社会的 など6つの論点を整理するなどした報告書を取りまとめ）。
総務省	国際的な議論のための「 AI開発ガイドライン案 」の策定に向けた検討や、AIネットワーク化が社会・経済の各分野にもたらす影響に関する評価を行う「 AIネットワーク社会推進会議 」を開催（平成29年7月、AI開発ガイドライン案を含む報告書2017を取りまとめ）同9月の G7情報通信・産業大臣会合 や10月の OECDカンファレンス において、 当該ガイドライン案を紹介 。また、AIを活用した保健指導施策立案システム及び高精細医療映像データを活用したAI診断支援システムの研究開発を実施。
厚労省	保健医療分野において、A I 活用が患者・国民への効果を明らかにし、開発推進対応、A I を用いたサービス等の質・安全性確保のための対応等を検討する「 保健医療分野におけるA I 活用推進懇談会 」を開催（平成29年6月、ゲノム医療や画像診断支援等、AI開発を進めるべき重点6領域の選定などの報告書を取りまとめ）
農水省	農業が抱える課題と人工知能やI o Tの活用の可能性 について整理を行い、実施すべき研究課題を整理（H28年11月、スマート農業研究会において議論）し、 先端技術を有する研究機関と連携して研究開発を実施
国交省	社会資本整備審議会・交通政策審議会技術部会において、 技術政策の基本方針を明示した「国土交通省技術基本計画」 をとりまとめ（平成29年3月）。人口減少社会、厳しい財政状況の下で持続的な成長を実現するため、 人を主役としたI o T、A I、ビッグデータ等の活用を検討し導入することを基本とし、生産性の向上を図る。

人工知能技術戦略会議の司令塔機能の強化

人工知能技術戦略会議を基礎研究から社会実装まで取り組む司令塔とし、これまでの事務局（総務省、文部科学省、経済産業省の3省）に内閣府、厚生労働省、農林水産省、国土交通省を追加（平成29年12月）。産業化ロードマップの実現に向けて、SIP/PRISMとも連動し、**府省連携**して取り組む。



官民研究開発投資拡大プログラム(PRISM)による府省連携の推進

【領域統括】

安西祐一郎
日本学術振興会理事長
(人工知能技術戦略会議 議長)

対象施策

総務省	5事業	・革新的AIネットワーク統合基盤技術の研究開発 ・IoT共通基盤技術の確立・実証	等
文部科学省	1事業	・人工知能/ビッグデータ/IoT/サイバーセキュリティ統合プロジェクト	
厚生労働省	1事業	・新薬創出を加速する人工知能の開発	
農林水産省	1事業	・AIを活用した食品における効率的な流通支援システムの開発	
経済産業省	1事業	・次世代人工知能・ロボット中核技術開発	
国土交通省	3事業	・大規模イベント時における屋内外人流データ・混雑予測に基づく案内最適化	等

PRISMを活用して政府のAI関連政策全体をコントロール

- 人工知能技術戦略会議が定めた「産業化ロードマップ」の重点3分野（生産性・サービス、健康/医療・介護、空間の移動）へ注力
- 総務省・文部科学省・経済産業省のAI3センター（NICT/理研/産総研）による研究開発を加速しつつ、厚生労働省・農林水産省・国土交通省をはじめとする応用分野への研究開発にも適応し、省庁連携を更に推進

《 AI 》



【AI3センターによる研究開発等】

- 革新的AIネットワーク統合基盤技術の研究開発 [総務省]
- 人工知能/ビッグデータ/IoT/サイバーセキュリティ統合プロジェクト [文科省]
- 次世代人工知能・ロボット中核技術開発 [経産省]

【応用分野における研究開発等】

- 新薬創出を加速する人工知能の開発 [厚労省]
- AIを活用した食品における効率的な流通支援システムの開発 [農水省]
- サイバー空間技術の活用による交通システムの生産性向上及び安全性向上 [国交省]

サイバー空間

《 IoT 》



【IoTを活用した研究開発等】

- IoT共通基盤技術の確立・実証 [総務省]
- 人工知能/ビッグデータ/IoT/サイバーセキュリティ統合プロジェクト [文科省]

《 ビッグデータ 》



【ビッグデータを活用した研究開発等】

- データ利活用基盤研究 [総務省NICT]
- 人工知能/ビッグデータ/IoT/サイバーセキュリティ統合プロジェクト [文科省]
- 大規模イベント時における屋内外人流データ・混雑予測に基づく案内最適化 [国交省]

関係府省における人工知能技術戦略のフォローアップ

人工知能技術戦略項目	現状の取組と進捗	課題	論点
研究開発	<ul style="list-style-type: none"> 機械学習分野での産総研研究者の理研AIPの基礎研究への参加 癌研究へのAI活用（JSTプロジェクト：国立がん研-産総研他）に関する理研との連携 介護分野、人流解析分野での理研-産総研等の連携の検討 民間企業と理研-産総研の3機関連携 NICTの自動翻訳研究における産総研AIクラウドの活用 PRISMにて以下の分野での各省連携を具体的に検討実施・出口施策（農業、創薬、介護、人流）と基盤省庁研究の連携 	<ul style="list-style-type: none"> 社会実装に向けた加速（PRISM等での対応を想定） 国の行う産学官連携による研究開発プロジェクト等への3センター連携による参画 いずれの取組においても、ビッグデータのマイニングやデータに基づいたモデリング、など、高度な専門性を有する研究者の参画が不可欠 	研究開発・社会実装への加速
産学官が有するデータ及びツール群の環境整備	<ul style="list-style-type: none"> オール・ジャパン体制で翻訳データを集積する「翻訳バンク」の運用を総務省とNICTで開始。 経済産業省における委託研究開発におけるデータマネジメントに関する運用ガイドラインを平成29年12月27日に公表 産総研人工知能技術コンソーシアムにおけるデータ活用に向けた連携の推進 	<ul style="list-style-type: none"> 政府や政府系研究機関、民間企業で保有している翻訳データの「翻訳バンク」へのデータ拠出 ガイドラインに基づくデータ活用の着実な推進 人工知能技術コンソーシアムにおけるデータ活用に向けた連携の着実な推進 	
人材育成	<ul style="list-style-type: none"> 東大、阪大にてAIの即戦力育成を目的とした教育プログラムのNEDO特別講座開講（受講生計：67名）。 JSTファンディングにより若手人材育成を推進（戦略的創造研究事業ACT-I採択者数：28年度30人、29年度30人） ポスドク・博士課程学生を対象にしたキャリア開発支援等を行うデータ関連人材育成プログラム実施 経済産業大臣が認定する「第四次産業革命スキル習得講座認定制度」を創設し、平成30年1月に16事業者23講座を認定。 	<ul style="list-style-type: none"> 教育プログラムの全国展開 自律的な事業運営の実施 育成された人材の国内における活躍の場やキャリアパスの明確化と生産性向上への貢献 	人材育成・人材獲得
ベンチャー支援	<ul style="list-style-type: none"> ICTイノベーション創出チャレンジプログラム（I-Challenge!） 優れたベンチャー企業等の革新的・挑戦的なAI技術発掘のため、NEDOにおいてコンテスト方式による研究公募を実施し、57件の応募の中から6件を採択。 ベンチャーと現場のデータを持つ大手・中堅企業等との連携を通じた、グローバル展開を見据えたデータ連携・共同事業を加速するため、「AIシステム共同開発支援事業」を実施。 	<ul style="list-style-type: none"> 事業化に向けた試作品開発等を行う中で、事業化後の販路等も含めたビジネスモデル検証を行うていくことが必要。 継続的なベンチャー支援策の推進 	制度・振興支援
AI技術の開発に係る理解促進	<ul style="list-style-type: none"> 人工知能技術戦略に関する周知啓発を実施（下記は主な例）。 <ul style="list-style-type: none"> 次世代の人工知能技術に関する合同シンポジウム（H29.5） 2017台日科学技術フォーラム（H29.9） 	<ul style="list-style-type: none"> 人工知能技術戦略に関して、引き続き周知啓発が必要。 	倫理・社会

問題意識と論点

基本的な問題意識

- Ⅰ 我が国は、「人工知能技術戦略会議」にて、世界をリードしていくために我が国が有する現場の強みを踏まえた人工知能技術戦略とAIとその他関連技術の融合による産業化ロードマップを策定し、その実現に向けて、同会議を政府の司令塔として強化して、各省連携した取組を進めているところ。
- Ⅰ 一方、ここ数年のAI技術の利活用の劇的な進展は、データの質や量という観点から検索エンジンなどのインターネットのプラットフォームを握る米国のIT企業が主導し、中国などが追い上げている状況。
- Ⅰ 今後拡大するAI市場の取り込みと生産性革命等を達成するためには、世界での我が国の立ち位置を考慮して、より戦略的に取り組む必要がある。
- Ⅰ このため、現在の人工知能技術戦略の取組状況を踏まえた上で、さらに産業化ロードマップを加速するための、追補的施策と国際ベンチマークに基づく具体的な目標を設定して、産学官が一体となった取組を深化・加速することが重要である。

研究開発から社会実装への加速

人材育成・人材獲得

制度・振興支援

倫理・社会

人工知能技術戦略実行計画の検討

議論の視点 研究開発から社会実装への加速

ファクト

- 研究論文の質・量とも米国、中国とは現状圧倒的な差がある¹⁾。特に深層学習の分野においてはその差が顕著である²⁾。また、膨大なネットデータを保有するIT巨大プラットフォームが世界の研究開発投資額ランキングについても上位を独占³⁾。
- 世界の特許取得数では日本企業が上位20社中8社を占めるものの、日本での特許取得数は米中に比べ伸びが低い⁴⁾。
- 平成28年4月に創設された人工知能技術戦略会議のもと、次世代の人工知能技術の研究開発における関係府省連携体制の具体化が進められている。
- 米国政府は民間が投資する可能性が低い分野に集中。中国政府は、政府が将来のA I産業の市場規模目標を定め、産学官での取組を推進。

19 20 21 22 23 24

問い

A Iの論文数が圧倒的に伸びている中国、米国にいまから研究で勝てるのか？ A I活用の研究を民間に任せつつ、産業化ロードマップ実現に向けて、国として取り組むべき・民間が取り組みづらい長期的な課題、ハイリスクな課題、協調領域は何か？

問い

日本が競争力を持つために、人工知能技術戦略の研究開発目標や産業化ロードマップの進捗をフォローアップするとともに、その実現に向けてA I 3センター連携や出口官庁との連携をさらに加速すべきではないか？ そのためにも、S I PやP R I S M等を最大限活用し、具体的な達成目標と工程表を定義し、産官学一体となって中核となる研究開発に取り組んではどうか？

1) JSTがエルゼビア社Scopusより入手したデータを基に、文部科学省・JST CRDSが分析

2) JST「第31回アメリカ人工知能学会報告(2017.2)」

3) Strategy& 2017年グローバル・イノベーション調査 4)産業経済研究所

ファクト

- SNSプラットフォームの利用者数のランキングにおいて、米中のサービスが上位を占める¹⁾。
- 日本では、未来投資会議においては、「データ利活用基盤の構築」に関する議論が主に医療分野において進められている。
- 中国では、国務院が公表した「新世代人工知能発展計画」において、A Iのコア産業及び関連産業の市場規模目標を、それぞれ4000億元超、5兆元超と定めている²⁾。

24

25

問い

昨今のA I活用のパフォーマンスはデータ量とデータ処理能力に寄るところが大きい。が、日本は米国企業のような膨大なコストをかけてデータを収集することも、社会主義国家的にデータを一元国家管理することも難しいのではないか。そうした中で、**日本が強みを発揮できるデータ領域とそれを活用した研究分野はどこにあるのか？**

問い

一部の海外A I関連巨大プラットフォームは今や社会インフラを担っていると言っても過言ではない。**ビッグデータ戦略検討の方向性としては、これらに対抗するプラットフォームを考えるべきか？それともこれらと共存できるエコシステムを考えるべきか？**

1) Global social media ranking 2017 | Statistic

2) みずほ銀行「MIZUHO CHINA MONTHLY」(2017.9)

議論の視点 人材育成・人材獲得

ファクト

- ・ 人工知能技術戦略によると、2020年にはA I 人材が約4.7万人不足する見込み¹⁾。
- ・ I T 人材に広げると2020年に29.3万人不足¹⁾。
- ・ コンピュータサイエンスの訓練を受けた大学卒業生の数は日米で大きな差が存在²⁾。
- ・ 他方、日韓以外のIT人材の平均年収は、アジア諸国においては国内全産業平均の4 10倍と高い水準³⁾。また、20～30代の米国の平均年収は日本の2倍⁴⁾。
- ・ 米国のIT人材の多くがユーザ企業に所属しているが、日本のIT人材の多くはIT企業に所属⁵⁾。

26 27 28 29 30 31 32

問い	A I 人材不足を抜本的に解消するためには、大学におけるA I / I T 人材の育成規模の拡大などといった情報の専門教育の拡充が図られるよう政策誘導を実施するとともに、流動性を高める等のI T 企業だけでなくユーザ企業にも人材を多く供給できる環境を整備すべきではないか？
問い	A I 人材不足を抜本的に解消するためには、外国人技術者の積極的な導入は有効か？もし有効であるならば、他国との人材獲得競争に打ち勝つために、外国人技術者から日本が選ばれるための課題は何か？
問い	A I / I T 人材不足解消に当たっては、社会人のA I スキルの再教育や、企業や研究機関におけるA I / I T 人材の適切な処遇やキャリアパスの明確化が必要ではないか？

1) 人工知能技術戦略会議「人工知能技術戦略」

2) McKinsey Global Institute

3) 経済産業省「IT関連産業の給与等に関する実態調査結果」

4) 経済産業省「IT人材に関する各国比較調査」

5) 情報処理推進機構「IT人材白書2017」

ファクト

- A I のビジネスでの導入が進むとともに、世界市場は年平均50%以上で成長と予測¹⁾。
- 米国を始め、イスラエルやシンガポールなどではスタートアップが次々と生まれている。
- 日本企業での A I 導入および導入計画の状況は米国に比べて低い²⁾。
- 同様に A I 導入の先行指標となる I o T 導入率も米国に比べて低い³⁾。

33

34

35

36

37

問い

A I の導入によるイノベーションの創出には、実現可能なアイデアを次々と事業化させていくことが重要であり、このため、**国家戦略特区やサンドボックスを活用し、まずは実証することで、現行の制度や規制を柔軟にかつ早急に改革していくべきではないか？**

問い

本領域は変化が激しく、ベンチャーの積極的な活用も重要である。**日本の現状の取組をフォローアップするとともに、米国のほか、イスラエルやシンガポールなど、スタートアップが次々と生まれる環境を分析し、さらに追加すべき施策を整理するべきではないか？**

1) 米調査会社 (Tractica社) レポート (2016.8)

2) MM総研「人工知能技術のビジネス活用概況」平成29年4月

3) 総務省「IoT時代におけるICT産業の構造分析とICTによる 経済成長への多面的貢献の検証に関する調査研究」

ファクト

- G 7 や O E C D 等でも A I の研究開発や利活用に関するルール作りの議論が始まりつつある。
- IBM, Google, Microsoft, Amazon, Facebook が A I 開発について提携する「Partnership on AI」を発表。AIを構築する人々間のコミュニケーションの促進、学会や市民の意見をつないでいくこと、AIの進歩に関して一般への情報提供などを方針としている
- 我が国では、総務省情政研において、国際的な議論のためのAI開発ガイドライン（案）をとりまとめ。
- 職場への A I 導入の賛否について、日本は約半数が「どちらでもない」と回答。米国でも35%が否定的¹⁾。

36

問い	<p>G 7 や O E C D 等でも A I の研究開発や利活用に関する国際的なルール作りの議論が始まりつつあるが、他国の主導で開発者が委縮するような拘束的な規制が組み込まれるなど、日本が不利益を被ることにならないよう、日本としても戦略的に取り組み、イニシアチブをとって議論をけん引すべきではないか？そのためにも政府として自由な開発のための検討を行い、国際的な議論の用に供するための非拘束的なアウトプットを作成すべきではないか？</p>
問い	<p>A I の社会受容性を高めるためには、A I 利用者のリテラシー教育を進めるとともに、A I の効能を明確にし、効能が社会に伝わるためのグッドプラクティスを国プロとして先導して実施すべきではないか？</p>

議論の視点 人工知能技術戦略実行計画の検討

方向性

- A I 技術の社会実装に向けて産業化ロードマップを加速するため、SIP・PRISMの連動や支援制度等を含めた追補的施策と世界ベンチマークを踏まえた具体的な目標（KPI）を設定した人工知能技術戦略実行計画を策定。
- タスクフォースで計画案を検討し、人工知能技術戦略会議でアウトラインを議論。その結果を統合イノベーション戦略や骨太に反映の上、夏までに策定。産学官一体で実行。

【人工知能技術戦略実行計画での検討事項（案）】

研究開発から社会実装への加速	<ul style="list-style-type: none"> 日本の強みや民間での実施が難しい分野において研究開発を進め（人とA Iとのインタラクションやデータ連携等の基盤技術等）、現場でのA I 実用化をいち早く実現し、日本的な改善により信頼性・安全性を向上させて社会実装を加速。 政府のSIPとPRISMを核として産学官を連動させて国一体での取組を加速。 「Society 5.0」の本格実装に向けてデータ連携基盤の整備を進め、ビッグデータを活用したA I の実用化に向けた環境を整備。整備にあたっては、巨大プラットフォームとのエコシステムを意識しつつも依存しない新たな研究開発も推進。
人材育成・人材獲得	<ul style="list-style-type: none"> 大学における情報の専門教育の拡充、I T 企業のA I 人材採用、ユーザ企業のI T 人材採用、A I 人材の流動性の促進。 外国人技術者の採用など、大学改革、企業雇用、外国人労働者対策等の問題を提起。
制度・振興支援	<ul style="list-style-type: none"> 国家戦略特区やサンドボックスを活用して現場でのA I 実用化。 他国の事例を分析しつつ、ベンチャー支援策、A I ・I o T 導入の支援制度や規制、知財システム上の課題を抽出。
倫理・社会	<ul style="list-style-type: none"> AIの自由な開発について国際的な議論の用に供するため、政府としての非拘束的なガイドライン等の作成。 国プロ等の成果にてA I の効能を明確に示し、積極的に情報発信。

人工知能に関する国際ベンチマーク(例)

研究論文の質・量とも米国、中国とは現状圧倒的な差がある。

AIのビジネス導入率、その先行指標となりうるIoT導入率とも米国との差が大きい。

○ IT人材数についても米国との差が大きい。中国との差も拡大していくことが予想される。

	主な指標	国際比較		日本との比較	出典
		海外	日本		
研究開発	AI関連分野のTop1%論文占有率(2016年)	米国：24.6% 中国：19.0%	日本：2.1%	米国：11.7倍 中国：9.0倍	文部科学省・JST CRDS
	米国人工知能学会論文採択数	米国：32% 中国：28%	日本：4%	米国：約8倍 中国：約7倍	JST
社会実装	2030年までにAIが牽引する地域別GDP押し上げ効果(2016年)	北米：3.7兆ドル (14.5%) 中国：7.0兆ドル (26.1%)	アジア先進国： 0.9兆ドル (10.4%)	北米：4.1倍 (1.4倍) 中国：7.8倍 (2.5倍)	PwC「Sizing the prize」
	AIのビジネス導入率(2017年)	米国：46.2% (内訳) ・導入済：13.3% ・検討中：32.9%	日本：19.7% (内訳) ・導入済：1.8% ・検討中：17.9%	米国：2.3倍 (導入済：7.4倍)	MM総研
人材育成	データ分析の訓練を受けた大学卒業生数(2008年)	米国：24,700人 中国：17,400人	日本：3,400人	米国：7.3倍 中国：5.1倍	McKinsey Global Institute
	IT人材数(2015年)	米国：419.5万人	日本：104.5万人	米国：4.0倍	IPA「IT人材白書2017」
	ユーザ企業に属するIT人材数(2015年)	米国：274万人 (65.4%)	日本：29.2万人 (28.0%)	米国：9.4倍 (2.3倍)	IPA「IT人材白書2017」
倫理	自分の職場へのAI導入の賛否	米国：賛成40% 否定35% どちらでもない24%	日本：賛成35% 否定17% どちらでもない47%		総務省「情報通信白書」

参考資料集

,

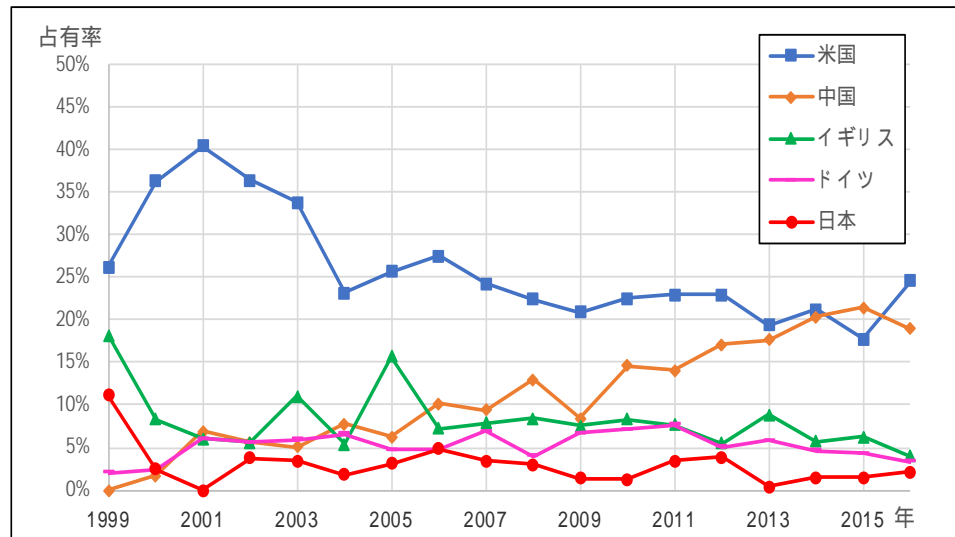
関連データ

AI関連の論文数、論文引用数等

AI関連分野の論文数、論文引用数

- AI関連分野のTop 1%論文の占有率は、米国・中国が首位を争っており、2016年では米国25%、中国19%となっている。（日本は約2%）
- AIに関する論文引用数においても、米国・中国の機関が上位を占めている。（日本は東大の64位が最高）

図表1 AI関連分野のTop1%論文占有率の推移



（出典）JSTがエルゼビア社Scopusより入手したデータを基に、文部科学省・JST CRDSが分析・作成。

図表2 AIに関する論文引用数(2012～2016年)機関別順位Top500

米国			中国		
順位	機関名	被引用数	順位	機関名	被引用数
1	マイクロソフト	6,523	3	中国科学院	4,999
5	カーネギーメロン大学	4,389	9	清華大学	3,851
7	マサチューセッツ工科大学	4,283	21	北京大学	2,531
8	グーグル	4,113	26	上海交通大学	2,343
10	ニューヨーク大学	3,506	39	中国教育省	1,774
日本					
順位	機関名	被引用数			
64	東京大学	1,393			
262	東京工業大学	520			
269	NTT	508			
301	京都大学	468			

日本経済新聞と学術出版大手エルゼビア（オランダ）が分析した人工知能（AI）に関する世界の論文動向

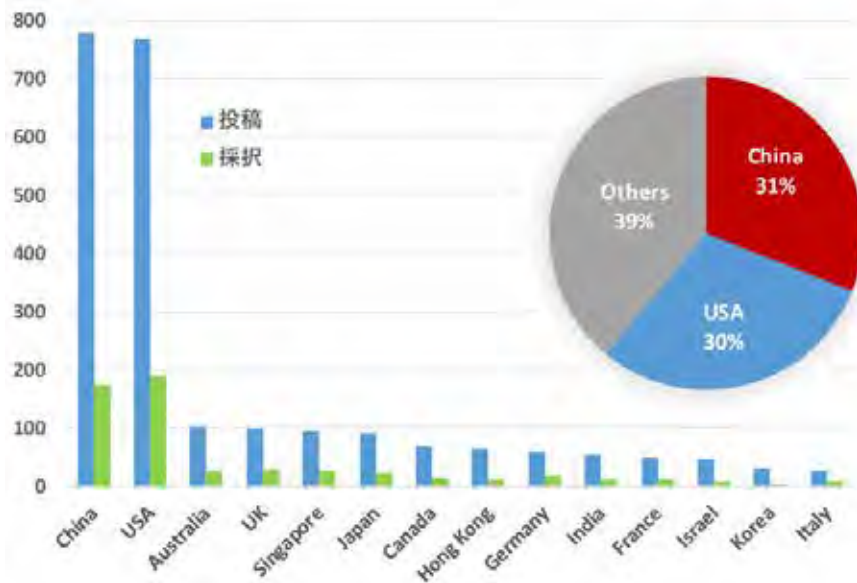
（出典）日本経済新聞電子版記事（H29/11/3）

AI関連分野の投稿論文数等

AI関連分野の投稿論文数等

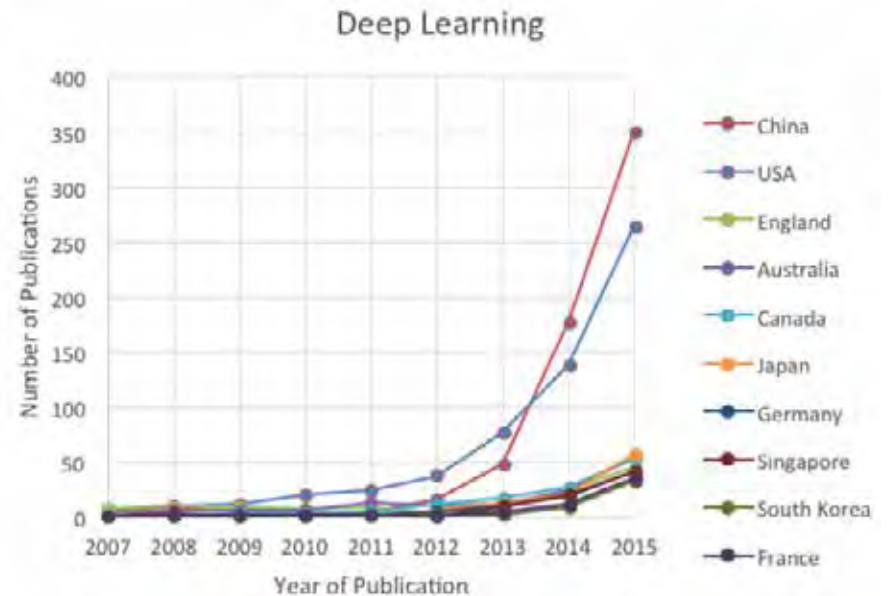
- 米国最大規模のAI関連会議 (AAAI) での論文の投稿数・採択数は、米国・中国が首位を争っており、2017年では投稿数で中国が米国を逆転。採択数でも中国は米国に迫っている。投稿数の割合は中国31%、米国30%。
- 深層学習に言及した科学雑誌記事数でも米国・中国が上位を占め、両国の増加が顕著。

図表1 第31回米国人工知能学会投稿論文数



(出典) JST「第31回アメリカ人工知能学会報告(2017.2)」

図表2 深層学習に言及した科学雑誌記事数



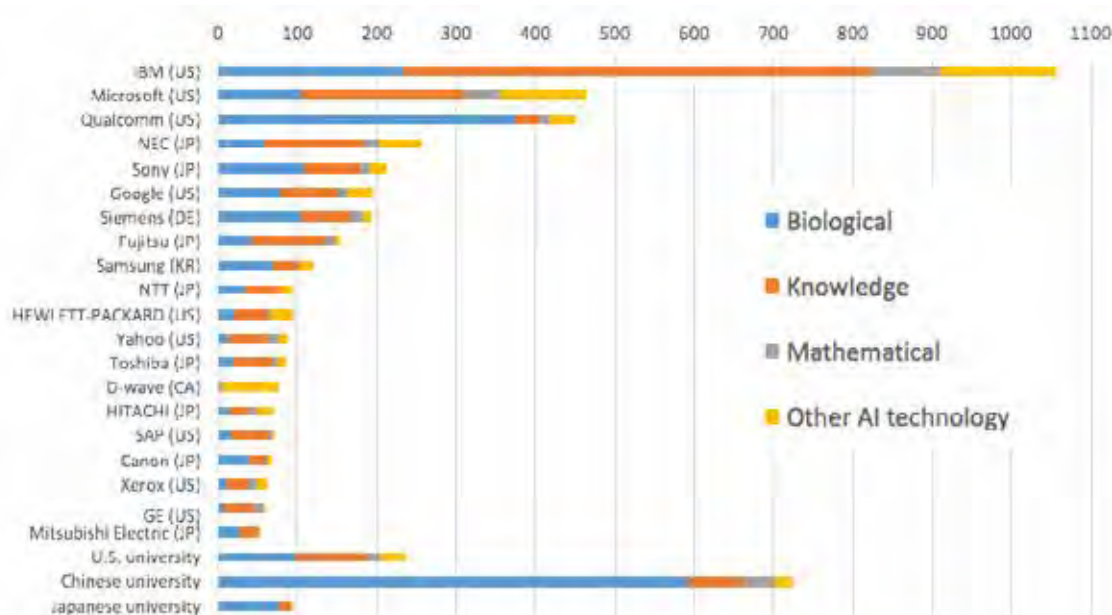
(出典) 米国大統領府「米人工知能研究開発戦略計画」(2016.10)

人工知能関連特許取得件数

AI関連特許取得数ランキング

- 企業の人工知能関連技術の特許取得ランキングでは、米国企業が上位を占めているが、日本企業も上位20社のうち8社を占めている。
- 近年では、米中でニューラルネット等の生物学モデルが、米国では量子コンピューティング等のその他のAI技術の伸びが著しい。

図表1 特許取得件数上位20社(2000-2016年合計)



図表2 出願先別特許取得数推移

Patent office	AI technology type	2000-2016	Share	Yearly average number of patents granted			
				2000-2004	2005-2009	2010-2014	2015-2016
USPTO	Biological	1,455	19.9%	44	63	80	259
	Knowledge	4,152	56.9%	50	166	320	738
	Mathematical	672	9.2%	9	18	30	194
	Other	1,019	14.0%	1	3	57	359
SIPO	Biological	1,184	73.7%	9	32	103	232
	Knowledge	219	13.6%	1	9	16	45
	Mathematical	114	7.1%	4	6	8	14
	Other	90	5.6%	1	7	4	15
JPO	Biological	679	56.4%	12	62	46	40
	Knowledge	410	34.1%	4	31	37	25
	Mathematical	21	1.7%	1	1	1	5
	Other	94	7.8%	1	4	3	26
PCT	Biological	723	46.3%	35	30	38	104
	Knowledge	480	30.7%	18	26	29	58
	Mathematical	114	7.3%	2	5	9	16
	Other	244	15.6%	7	8	12	56
EPO	Biological	452	44.0%	26	24	24	42
	Knowledge	306	29.8%	8	22	20	26
	Mathematical	106	10.3%	2	5	10	12
	Other	161	16.0%	7	8	10	22
Other patent office	Biological	434	49.9%	25	13	31	45
	Knowledge	220	25.3%	10	8	17	23
	Mathematical	133	15.5%	4	3	13	16
	Other	80	9.2%	3	4	5	9

Source: Author estimate using IPC code in Appendix 1 and PATSTAT database.

Note: USPTO: United States Patent and Trademark Office; SIPO: State Intellectual Property

Office of The People's Republic of China, IPO: Japan Patent Office, PCT: Patent

Cooperation Treaty, EPO is European Patent Office.

企業の研究開発投資ランキング

企業の研究開発投資ランキング

- 世界における企業の研究開発投資ランキングでは、米国のソフトウェア・インターネット業種の企業が上位を占めており、近年は自動車業種を上回ってきている。(日本企業ではトヨタ自動車の93億ドル(11位)が最高)

図表1
2017年調査 R&D支出上位20社

順位 (2017)	順位 (2016)	順位の 変化	社名	本社 所在地	業種	R&D支出 (10億ドル)	売上高 (10億ドル)	対売上高R&D 支出比率(%)
1	3	+2	アマゾン	北米	ソフトウェア・インターネット	16.1	136.0	11.8%
2	4	+2	アルファベット	北米	ソフトウェア・インターネット	13.9	90.3	15.6%
3	5	+2	インテル	北米	コンピュータ・エレクトロニクス	12.7	59.4	21.6%
4	2	-2	サムソン	その他	コンピュータ・エレクトロニクス	12.7	167.7	7.6%
5	1	-4	フォルクスワーゲン	欧州	自動車	12.1	229.4	5.3%
6	6	0	マイクロソフト	北米	ソフトウェア・インターネット	12.0	85.3	14.1%
7	7	0	ロシュ	欧州	ヘルスケア	11.4	51.8	21.9%
8	14	+6	メルセデスベンツ	北米	ヘルスケア	10.1	39.8	25.4%
9	11	+2	アップル	北米	コンピュータ・エレクトロニクス	10.0	215.0	4.7%
10	8	-2	ソニー	欧州	ヘルスケア	9.6	49.4	19.4%
11	10	-1	トヨタ自動車	日本	自動車	9.3	247.5	3.8%
12	9	-3	ジョンソン・エンド・ジョンソン	北米	ヘルスケア	9.1	71.9	12.7%
13	13	0	ゼネラル・モーターズ	北米	自動車	8.1	166.4	4.9%
14	12	-2	ファルマー	北米	ヘルスケア	7.9	52.8	14.9%
15	15	0	フォード	北米	自動車	7.3	161.8	4.8%
16	16	0	ダイムラー	欧州	自動車	6.9	161.0	4.2%
17	20	+3	オラクル	北米	ソフトウェア・インターネット	6.8	37.7	18.1%
18	17	-1	シスコ	北米	コンピュータ・エレクトロニクス	6.3	49.2	12.8%
19	23	+4	本田技研工業	日本	自動車	5.2	125.6	4.1%
20	27	+7	フェイスブック	北米	ソフトウェア・インターネット	5.0	27.6	21.4%
合計						194.6	2,217.0	8.8%

図表2
日本企業のR&D支出上位20社

順位 (2017)	順位 (2016)	グローバル 順位 (2017)	社名	業種	R&D支出 (10億ドル)	売上高 (10億ドル)	対売上高R&D 支出比率(%)
1	1	11	トヨタ自動車	自動車	9.3	247.5	3.8%
2	2	19	本田技研工業	自動車	6.2	125.6	4.9%
3	3	37	日産自動車	自動車	4.4	105.1	4.2%
4	4	39	ソニー	コンピュータ・エレクトロニクス	4.0	68.2	5.9%
5	5	40	パナソニック	コンピュータ・エレクトロニクス	3.9	65.9	5.9%
6	6	42	デンソー	自動車	3.7	40.6	9.0%
7	7	47	東芝	工業製品	3.2	50.5	6.4%
8	9	50	日立製作所	工業製品	2.9	82.2	3.5%
9	8	51	武田薬品工業	ヘルスケア	2.8	15.5	18.0%
10	10	53	キヤノン	コンピュータ・エレクトロニクス	2.6	29.1	8.9%
11	12	64	NTT	通信	2.1	102.2	2.1%
12	13	72	第一三共	ヘルスケア	1.9	8.6	22.4%
13	11	74	アステラス製薬	ヘルスケア	1.9	11.8	15.9%
14	14	76	三菱電機	工業製品	1.8	38.0	4.7%
15	16	92	富士通	コンピュータ・エレクトロニクス	1.6	40.4	3.9%
16	18	96	アイシン精機	自動車	1.5	32.0	4.7%
17	15	101	大塚ホールディングス	ヘルスケア	1.4	10.2	14.1%
18	17	103	東宝フィルムホールディングス	工業製品	1.4	20.8	6.9%
19	19	105	住友化学	化学・エネルギー	1.4	17.5	8.1%
20	NA	117	三菱ケミカルホールディングス	化学・エネルギー	1.2	34.0	3.6%

出典: Bloomberg, Capital IQ, PwC Strategy& 2017年グローバル・イノベーション調査

米国政府のAI関連計画

米国大統領府：「米国人工知能研究開発戦略計画」(2016.10)

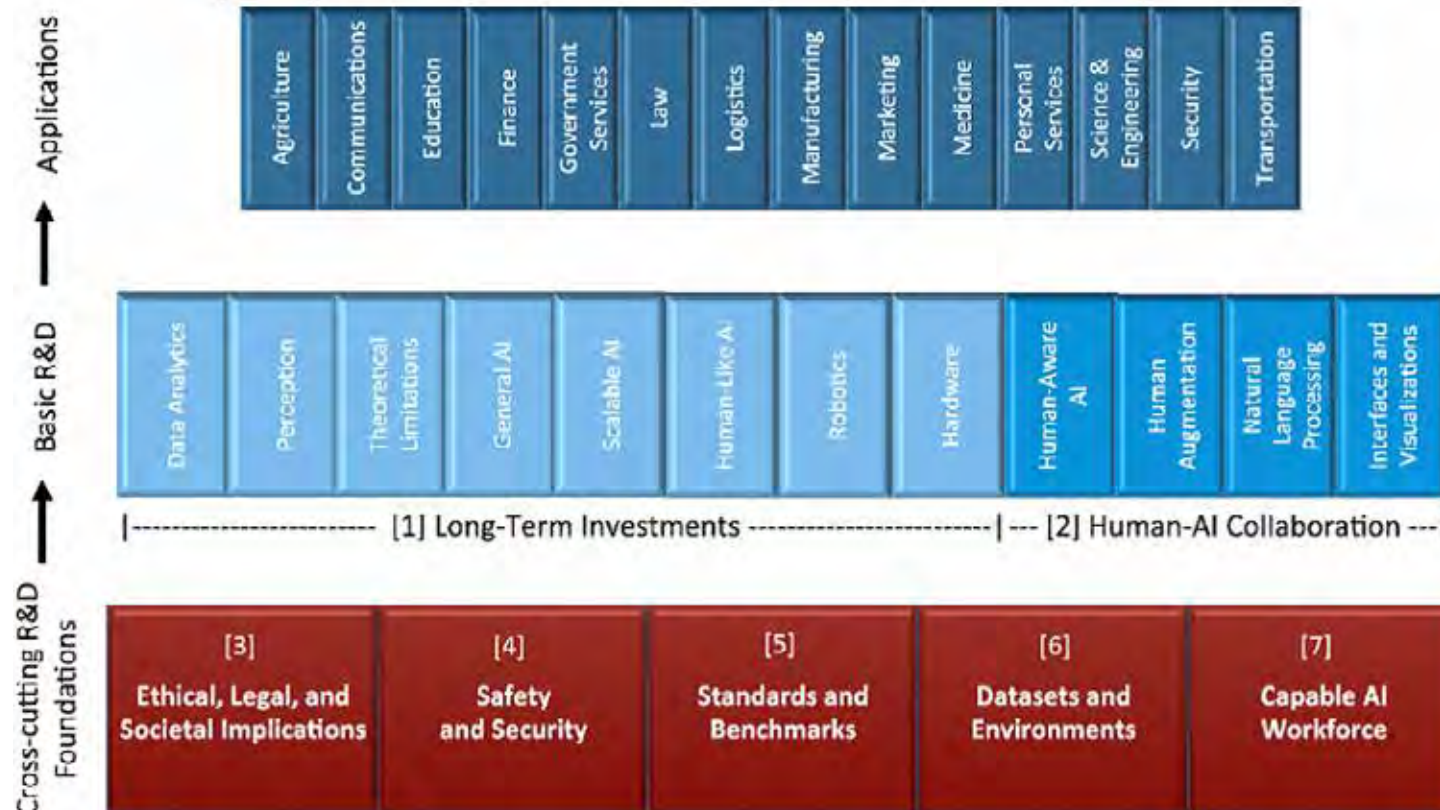
概要

• AIについて戦略研究目標を定義し、民間が投資する可能性が低い分野に連邦予算を集中させ、併せてR&D人材の拡大・維持に対応するための優先事項を取りまとめ。7つの戦略からなる。

- 【戦略1】5～10年以上先に高価値の結果を生むためのハイリスク研究への長期的な投資
- 【戦略2】ヒトとAIのコラボレーションのための効果的な手法開発

など

図表1 戦略計画の全体構成



中国政府のAI関連計画

中国国務院:「新世代人工知能発展計画」(2017.7)

概要

- 2020年までに技術と応用全般で世界先進レベルにし、人工知能産業を経済成長の新たな起点にする。人工知能の中心的産業の規模を1500億元超、関連産業の規模を1兆元超とする。
- 2025年までに基礎理論で重大な突破を実現、一部の技術と応用で世界トップレベルに到達させ、人工知能を産業の高度化と経済発展方式の転換の原動力とする。人工知能の中心的産業の規模を4000億元超、関連産業の規模を5兆元超とする。
- 2030年までに理論・技術・応用全般で世界トップレベルに到達させ、世界の主要な人工知能革新センターとなる。人工知能の中心的産業の規模を1兆元超、関連産業の規模を10兆元超とする。

(出所)三菱東京UFJ銀行「BTMU CHINA WEEKLY」(2017.8)

図表1 人工知能基礎理論関連の取組事業

項番	取組事業
1	ビッグデータのインテリジェント理論
2	クロスメディア認知コンピューティング理論
3	混合拡張インテリジェンス理論
4	群知能理論
5	自律協同制御と意思決定最適化理論
6	高級機械学習理論
7	ブレインコンピューティング理論
8	量子インテリジェント計算理論

図表2 AI関連のキーテク・ジェネリックテクの研究

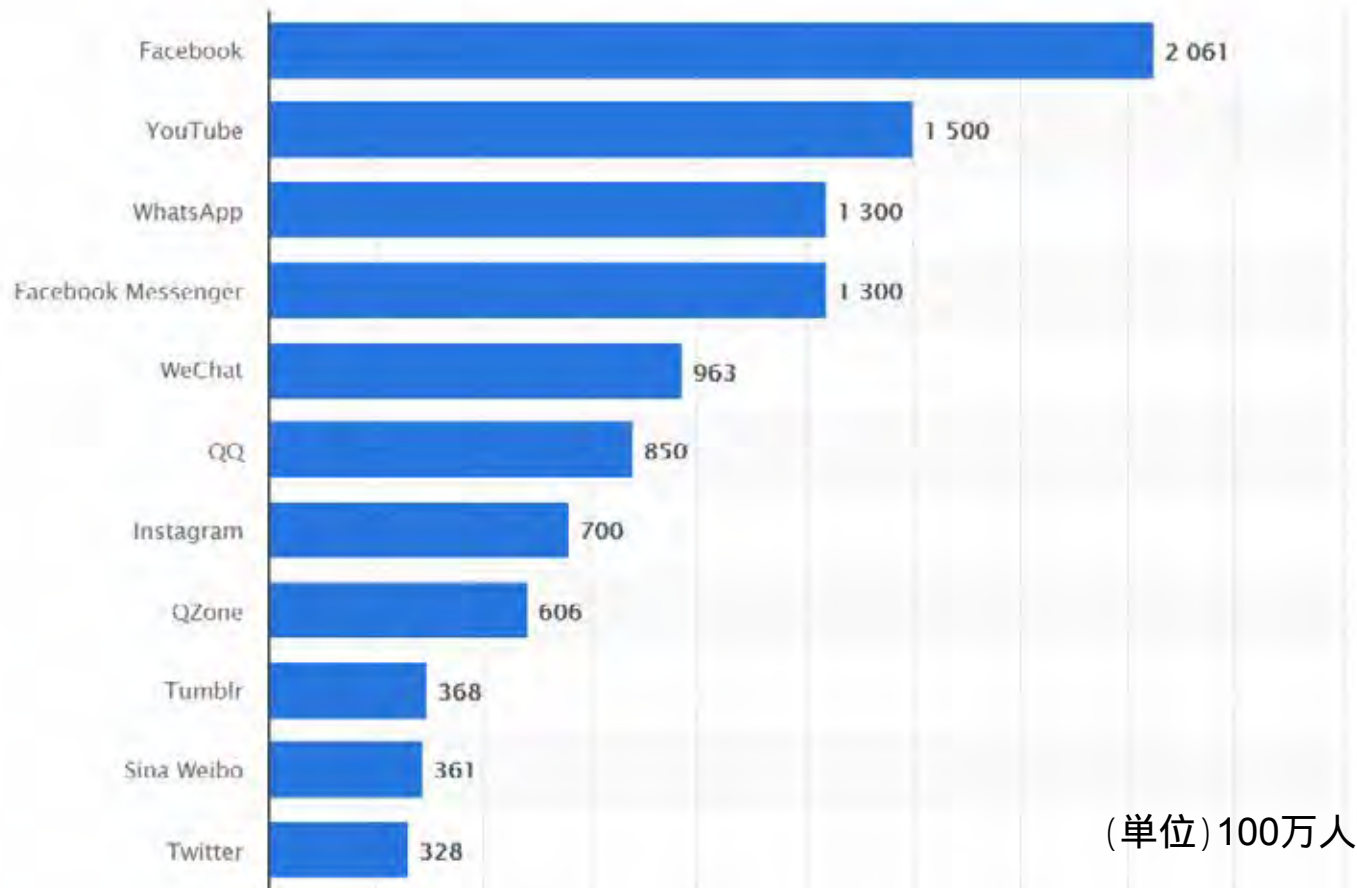
項番	取組内容
1	ナレッジコンピューティングエンジンとナレッジサービス技術
2	クロスメディア分析推理技術
3	群知能キーテクノロジー
4	ハイブリット拡張機能の新構造と新技術
5	自律無人メカニズムの知能技術
6	仮想現実（VR）のインテリジェンスモデリング技術
7	知能計算チップと系統
8	自然言語処理技術

(出典)みずほ銀行「MIZUHO CHINA MONTHLY」(2017.9)

SNSプラットフォームの利用者数ランキング

SNSプラットフォームの利用者数ランキング

- n 世界におけるSNSプラットフォーム利用者ランキングでは、Facebook, YouTube, WhatsAppといった米国のサービス及び WeChat, QQ などの中国のサービスが上位を占める。



AI人材の現状、育成の必要性

AIの研究開発・産業化を担う人材育成の必要性

- 研究開発目標と産業化ロードマップの実現に向けて、AI人材の不足が指摘されるところ、特にフェーズ1において、**トップレベルのAI人材を、産学官の強力な連携のもと、即戦力として育成することが急務**である。
- フェーズ2及び3においてはより広い産業でのAI技術の活用が予想されるところ、AI技術が創造する価値を産業として普及させる人材を育成していくことも必要である。

『先端IT人材』の将来推計(人)

	2016年	2018年	2020年
潜在人員規模(a+b)	112,090	143,450	177,200
現時点の不足数(b)	15,190	31,500	47,810
現在の人材数(a)	96,900	111,950	129,390

※ 出典:経済産業省「IT人材の最新動向と将来推計に関する調査結果」(平成28年3月、委託:みずほ情報総研株式会社) p.218 図 4-18より事務局作成

※ 『先端IT人材』とは、ビッグデータ、IoT、人工知能に携わる人材(同上、p.84・218)

産業界における人工知能技術分野の人材ニーズ調査

各企業のAI人材について、
全くない企業、把握できていない企業、検討自体ができていない企業が多い傾向。

※ 人材育成TFにおいて実施したNEDO委託調査

大学における年間養成規模を暫定的に試算した例(人)

	北大	東北大	東大	東工大	名大	京大	阪大	九大	筑波大	早大	慶大	計
修士課程 (推計)※1	54.5	50.9	118.0	116.0	51.0	81.7	90.6	56.4	98.4	83.0	63.3	863.0
博士課程 (推計)※2	9.0	13.6	19.3	23.0	6.0	20.5	19.1	12.6	16.9	9.0	6.4	155.4

※1 人工知能技術戦略会議 人材育成TFにおいて調査。筑波大・早大は平成27年度入学者数、その他は平成27年度修了者数を母数。

※2 各大学の人工知能技術関係の研究科・専攻等を対象に、「当該研究科・専攻等の入学者又は修了者数」×「当該研究科・専攻等のうち人工知能に関する研究を行っている研究室の割合」をもとに、人工知能技術に係る人材数を試算(人工知能技術関係の研究室に所属する学生の実数が把握できたものは実数をもとに計算)。

※3 博士人材数も、修士と同様の方法で算出。

研究開発目標と産業化ロードマップを具体的に実現するためには、その担い手として、

①人工知能技術の**問題解決**

(AIに関する様々な知識、
価値ある問題を見付け、定式化し、解決の道筋
を示す能力)

②人工知能技術の**具現化**

(コンピュータサイエンスの知識、プログラミング技術)

③人工知能技術の**活用**

(具体的な社会課題に適用する能力)

の3つの知識・技能を有する人材を育成することが必要。

併せて、AI人材の育成が効果を発揮するには、AI人材を惹き付ける環境整備の観点から、AI人材の活躍できる場の確保が重要。

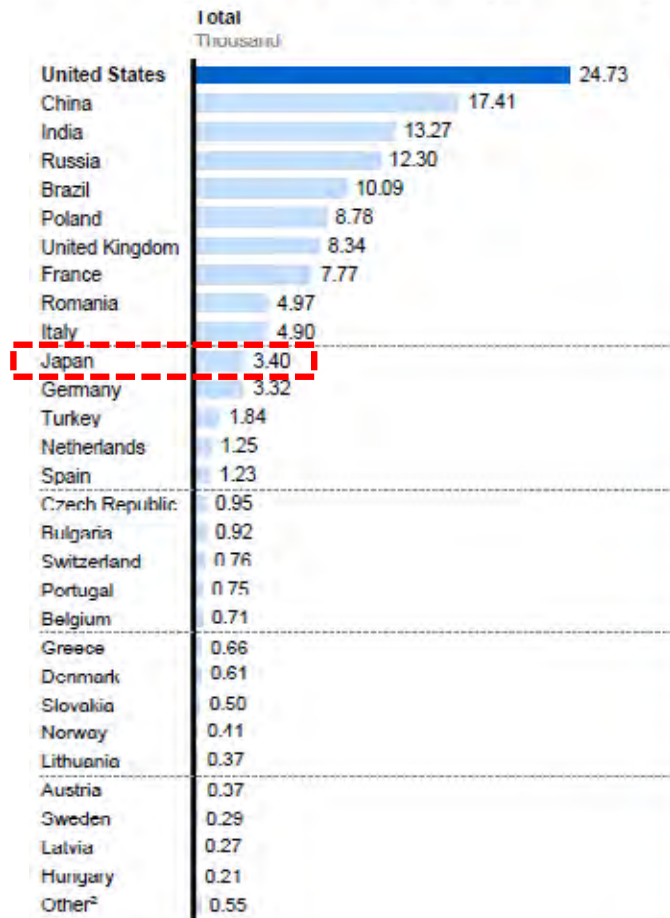
データ分析の才能を有する人材の各国比較

データ分析の才能を有する人材の各国比較

- 統計学や機械学習に関する高等訓練の経験を有し、データ分析に係る才能を有する大学卒業生の数は、日本は3,400人(2008年)。
- データ分析の才能を有する人材は、2004年から2008年までの5年間、各国が増加傾向に対し、日本は減少傾向。

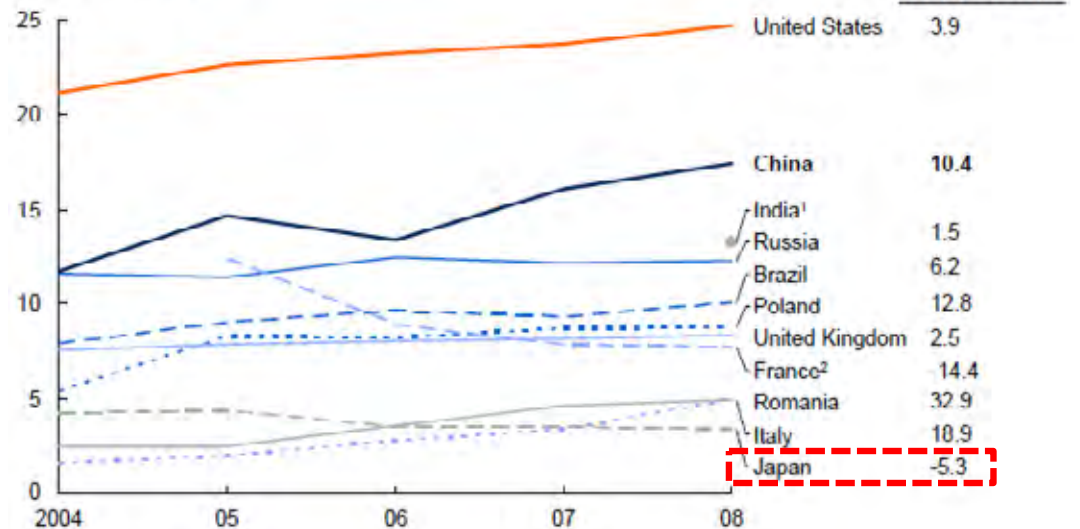
図表1 データ分析の訓練を受けた大学卒業生の数

Number of graduates with deep analytical training in 2008¹



図表2 データ分析の才能を有する人材

Top ten in the supply of deep analytical talent
1 thousand people

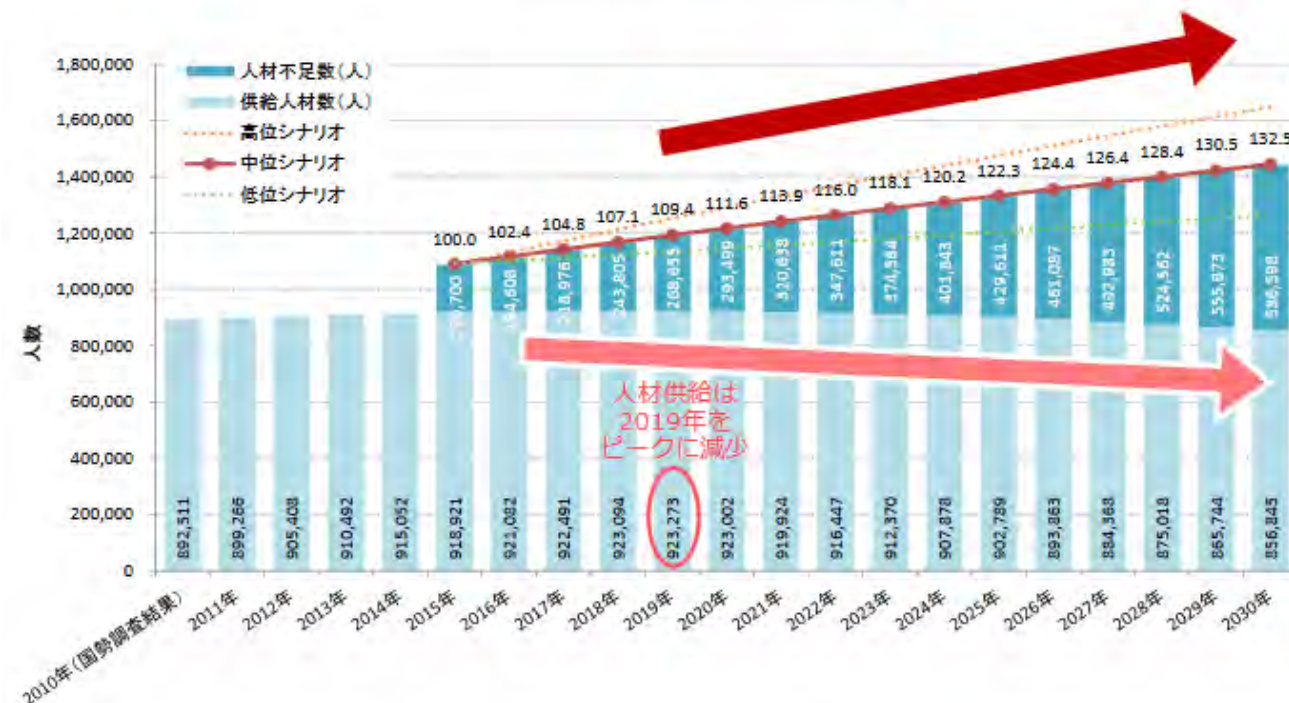


IT人材の需給見通し

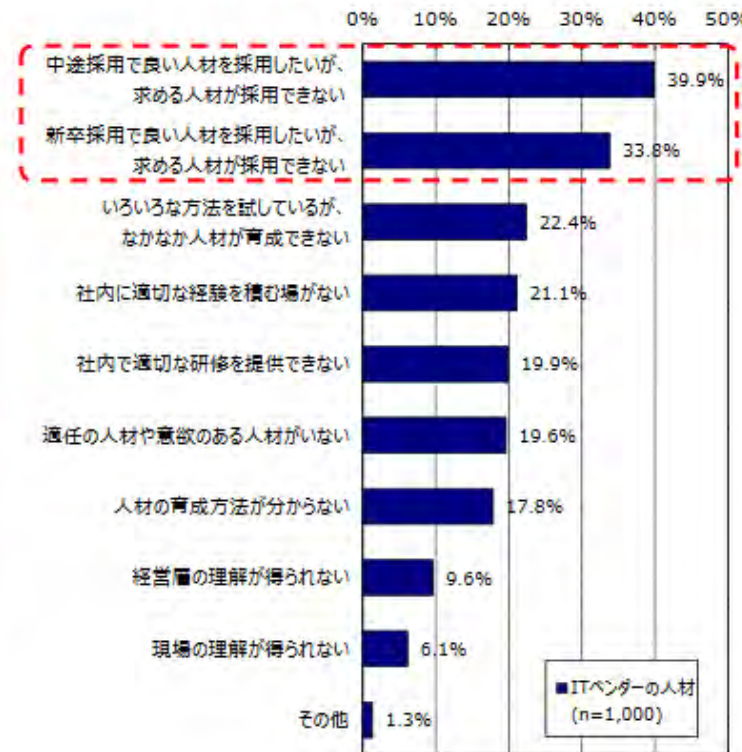
IT人材の需給見通し

- IT人材は大幅な不足が見込まれており、企業における人材獲得は今後より競争が激化が予想される。
- 「中途 / 新卒採用で良い人材を採用したいが、求める人材が採用できない」というITベンダーの割合は高い。

IT人材の不足規模に関する予測



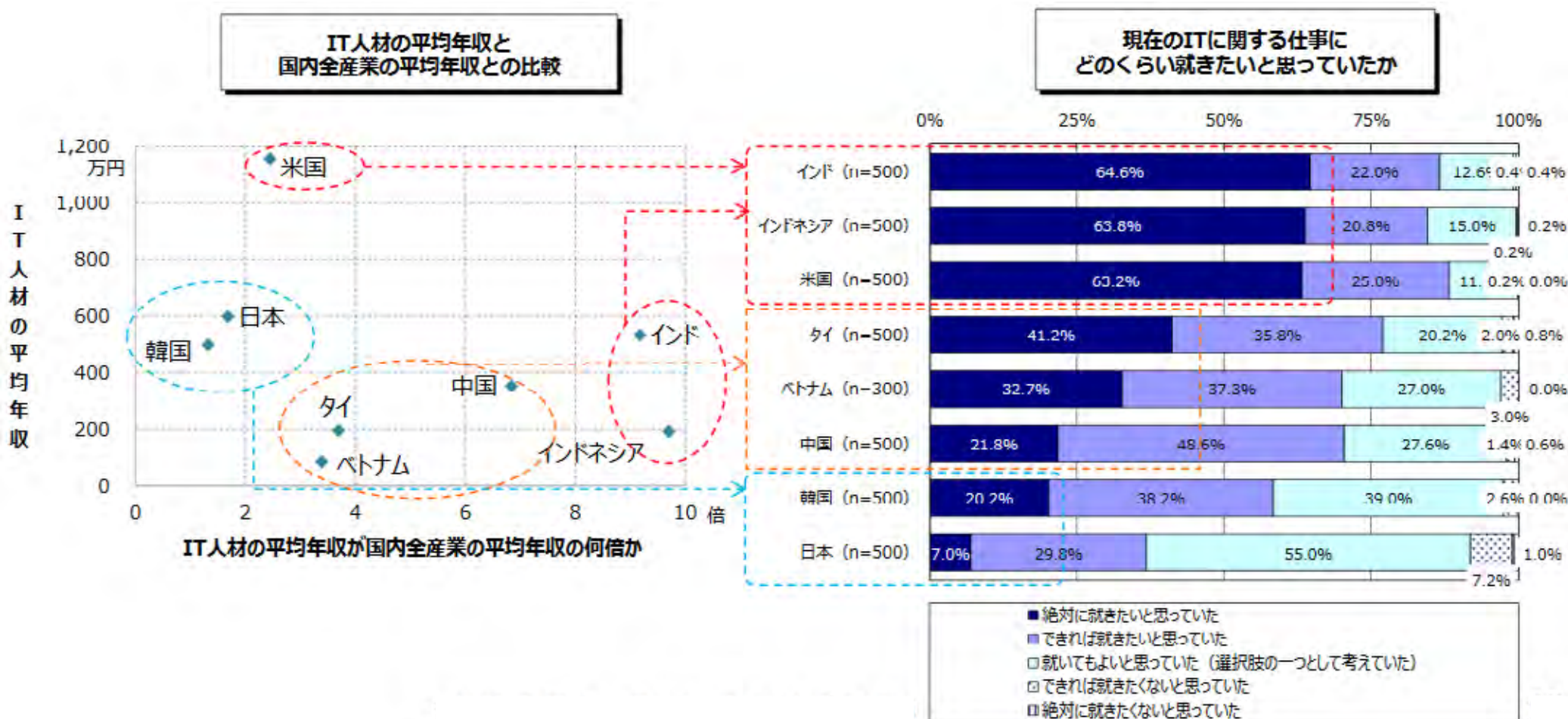
ITベンダーにおける人材育成の課題



各国IT人材年収分布と全産業平均年収との比較

各国IT人材年収分布と全産業平均年収との比較

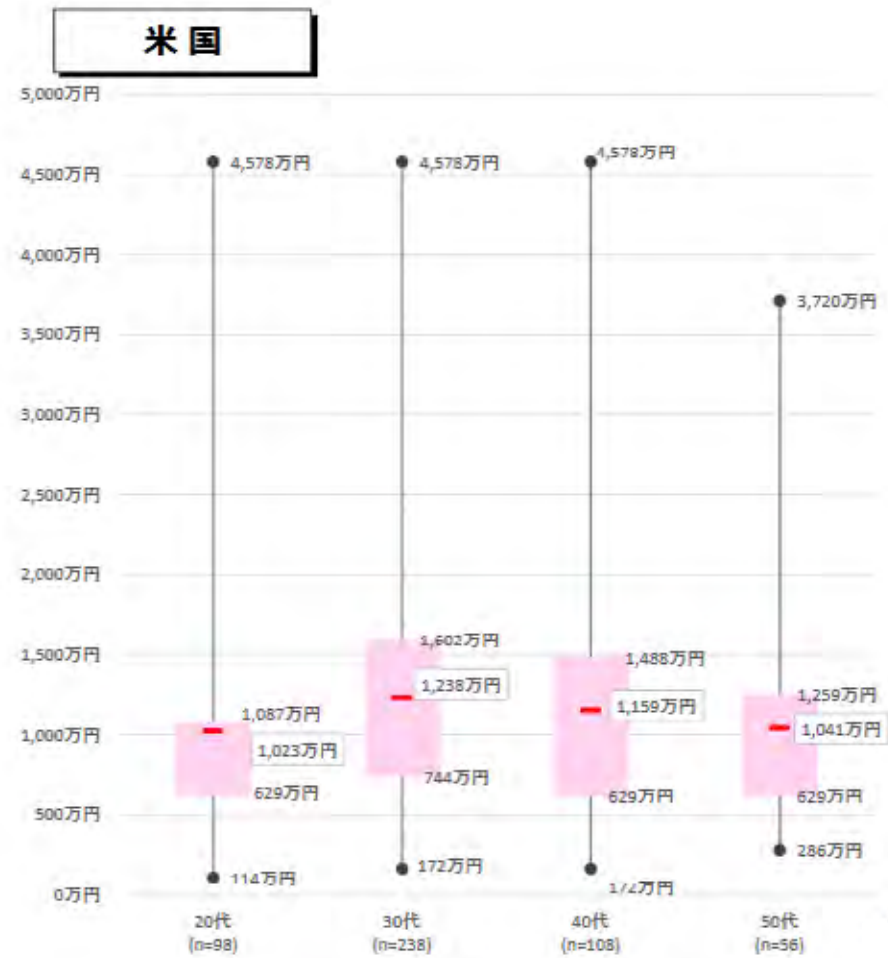
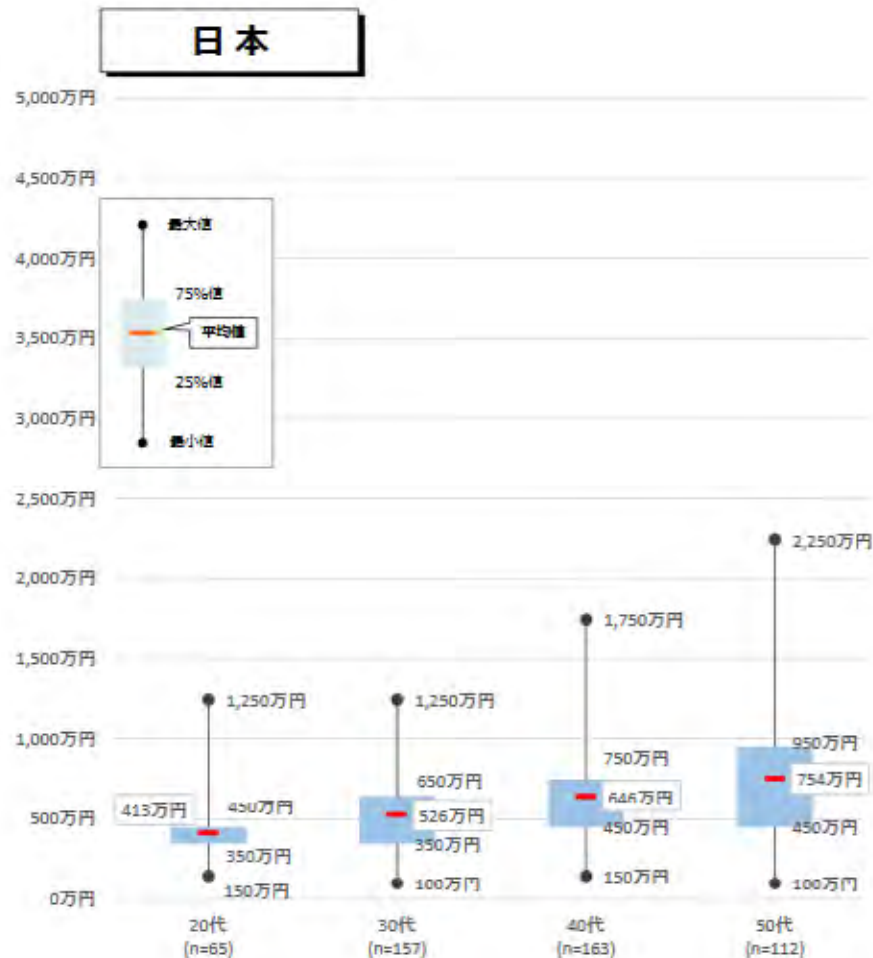
- 日韓以外のアジア諸国においては、IT人材の平均年収が国内全産業平均の4~10倍と高い水準。
- 左図と右図を合わせてみると、年収水準は、職の人気とも密接に関連していることがわかる。
- 世界最高水準の年収の米国と国内で相対的に高い年収のインド、インドネシアが人気が高い。



日米のIT人材の年代別の年収分布

日米のIT人材の年代別の年収分布

- n 日本は米国に比べ、各年代における年収差が小さい。また、年齢とともに平均年収も向上。米国は30代が最も高い。
- n 特に20代、30代における米国の平均年収は日本の二倍以上。



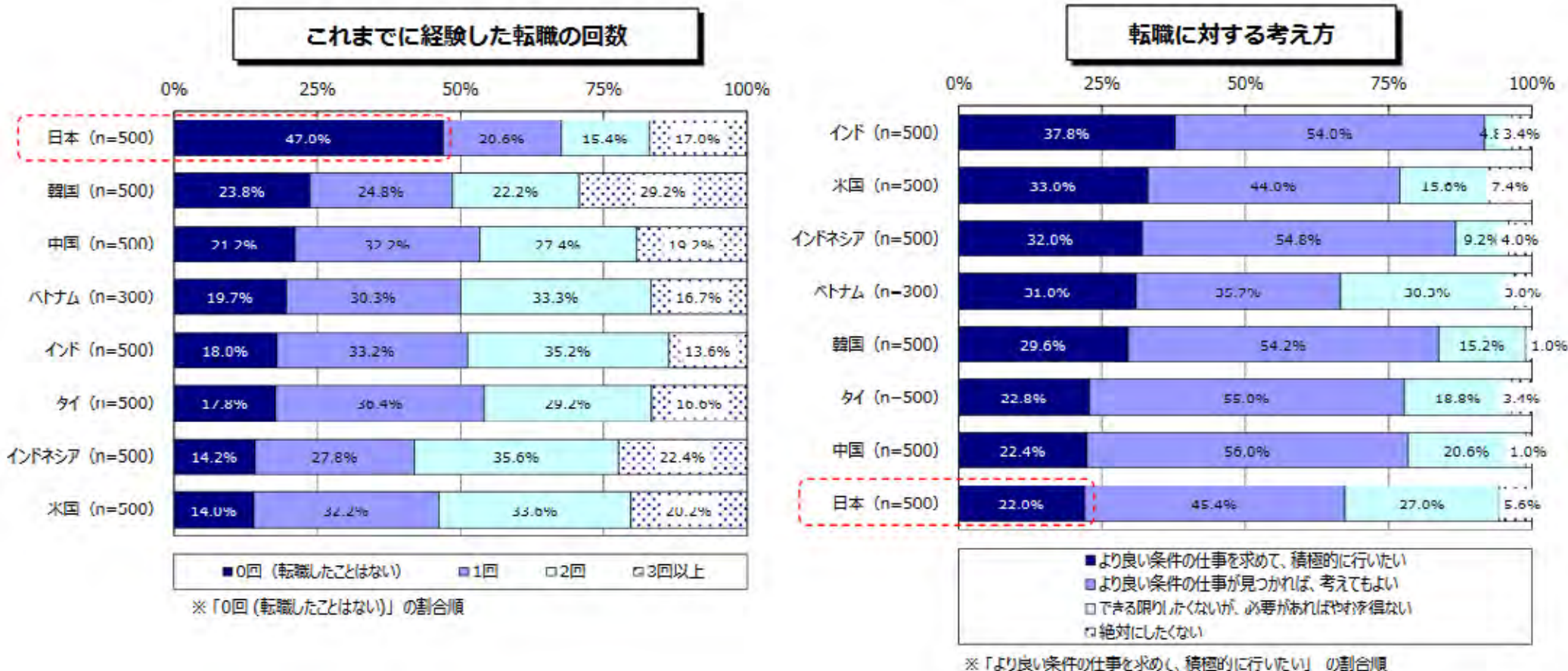
(出典) 経済産業省「IT人材に関する各国比較調査」

海外IT人材の流動性

海外IT人材の流動性

n 日本のIT人材は、約半数が「転職したことはない」と回答しており、他国と比較すると、人材の流動性が低い状況。

図表1 海外IT人材の流動性

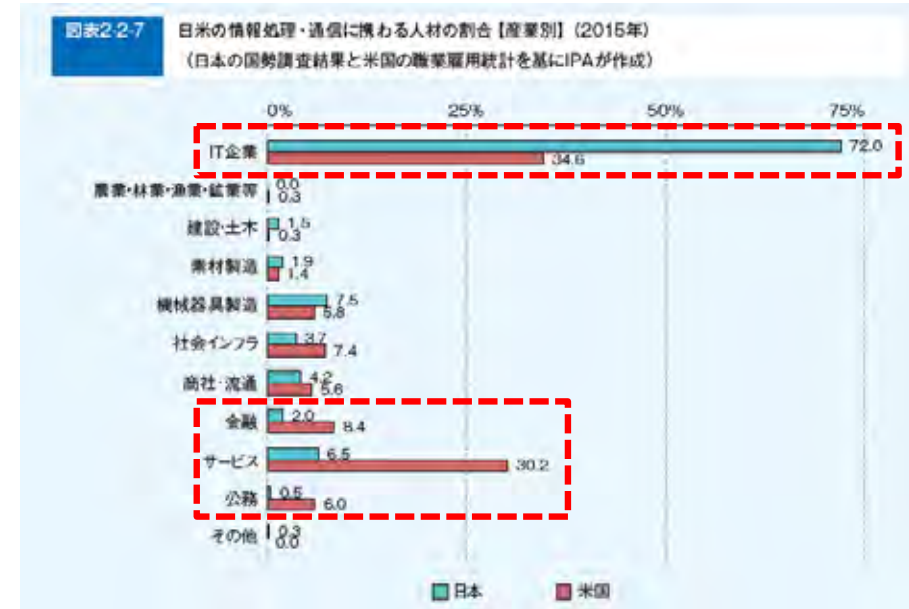


(出典) 経済産業省「IT人材に関する各国比較調査」

IT人材の日米比較

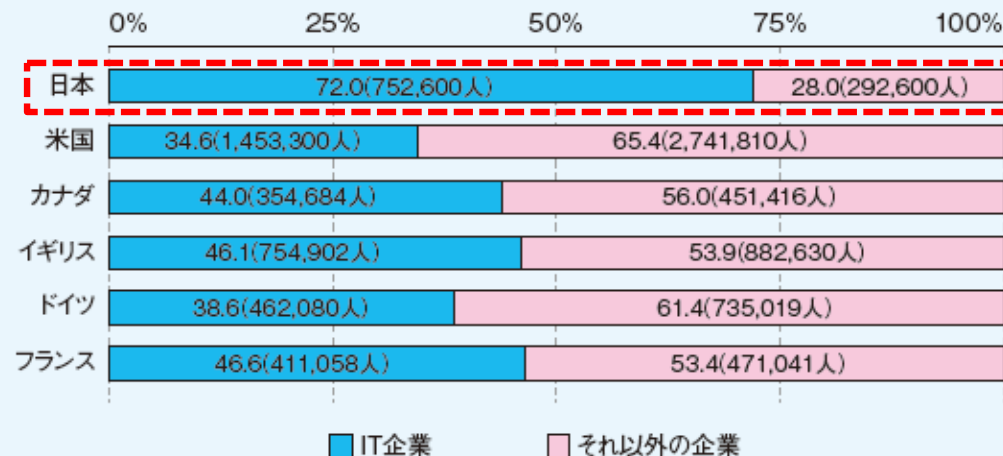
IT人材の日米比較

- 日本におけるIT人材は、欧米諸国と比較して、IT企業に所属する割合が高い。
- 米国におけるIT人材は、日本と比較して、サービス、金融、公務などに携わる割合が高い。



(出典) 情報処理推進機構「IT人材白書2017」

図表2-2-3 IT企業とそれ以外の企業に所属する情報処理・通信に携わる人材の割合 (日本、米国、イギリス、ドイツ、フランス:2015年、カナダ:2014年)³



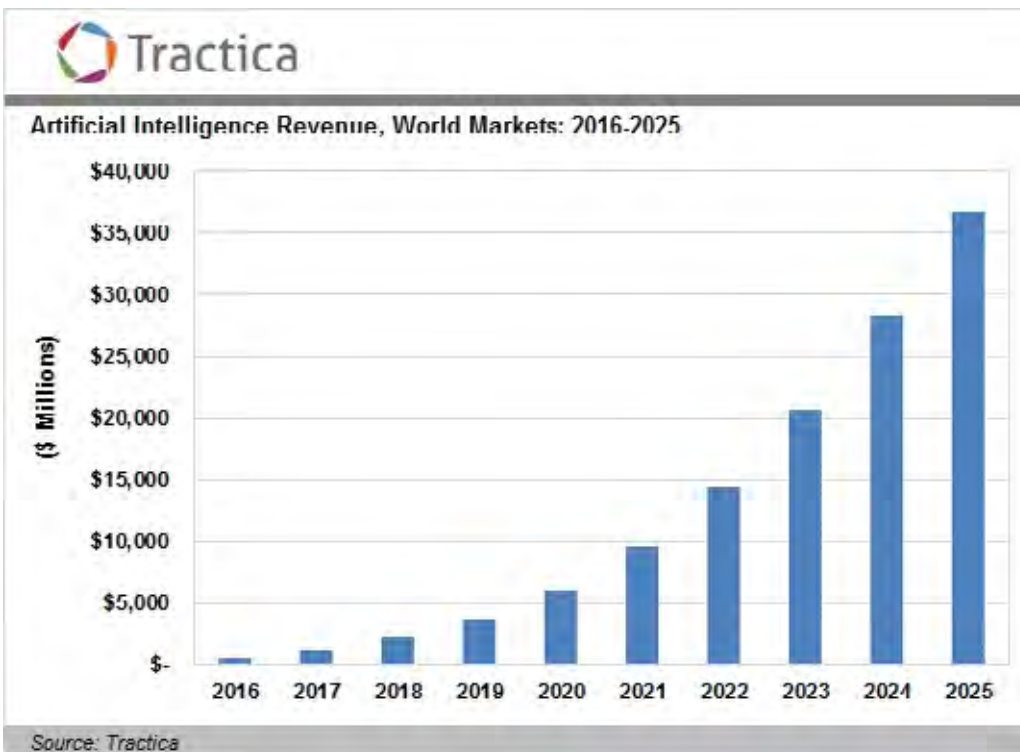
(出典) 情報処理推進機構「IT人材白書2017」

AI市場の拡大とGDPの押し上げ効果

AI世界市場 (利益ベース)

- 2016年\$643.7million→2025年\$36.8billion
- 9年で57.2倍 (年平均56.8%の成長率)

図表1 AI世界市場予測 (利益ベース)



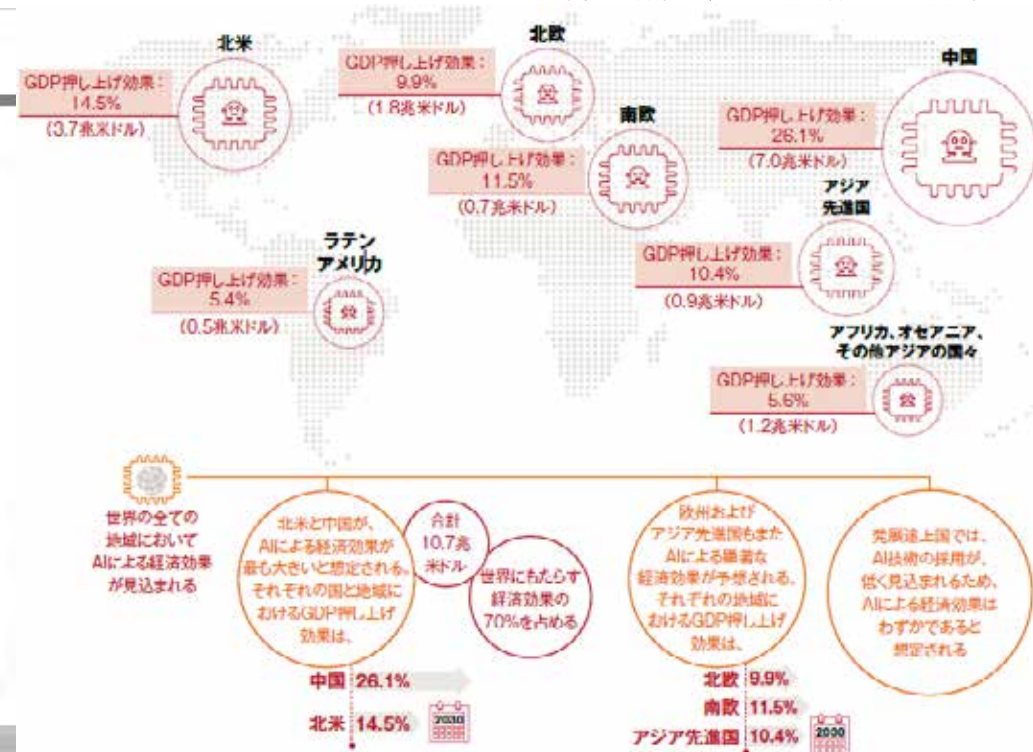
(出典) 米調査会社 (Tractica社) レポート (2016.8)

2030年までにAIがけん引する地域別GDP押し上げ効果

- 米国、中国のGDP押し上げ効果はそれぞれ3.7兆ドル、7兆ドル
- 米中二か国で世界にもたらす経済効果の70%を占める
- 日本を含むアジア先進国は0.9兆ドル

図表2 2030年までにAIがけん引する地域別GDP押し上げ効果*

*GDP関連の数値は、2016年実績ベースで算出

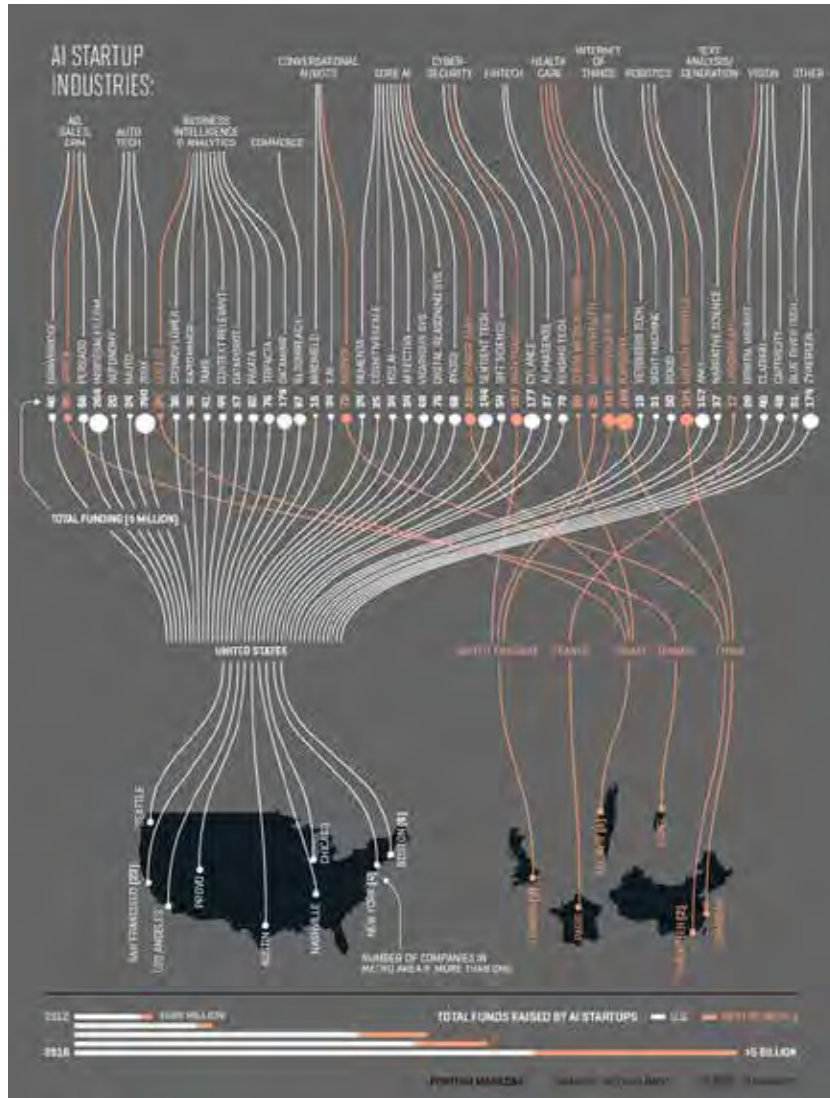


(出典) PwC「Sizing the prize」(2017.6)

AI市場の拡大

AI Startup Industries

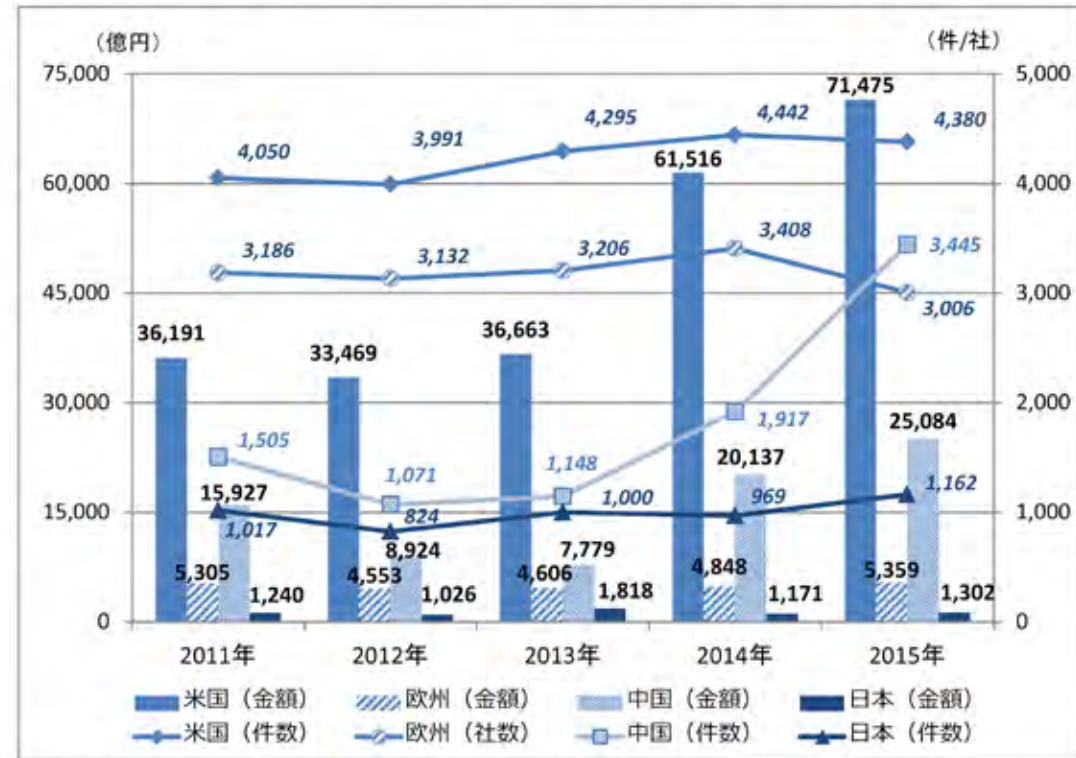
- 米国のスタートアップにより多くの分野でAI産業が創出
- イスラエル等からのスタートアップでもAI産業が創出



ベンチャー投資の国際比較

- n 米国: 2011年36,191億円→2015年71,475億円(約2倍)
 n 日本: 2011年1,240億円→2015年1,302億円(1.05倍)

図表 2-2 2015 年のベンチャー投資実行額の国際比較（米国・欧州・中国・日本）



(注1) 欧州：件数ではなく、投資先「社数」を統計数字として使用

(注2) 欧州：欧州内の投資家〔VCを含むPE会社〕による投資（欧州外への投資を含む）

(注3) 日本のみ年度ベース(4月～翌年3月)

(出典) VEC「ベンチャー白書2016」を基に作成。

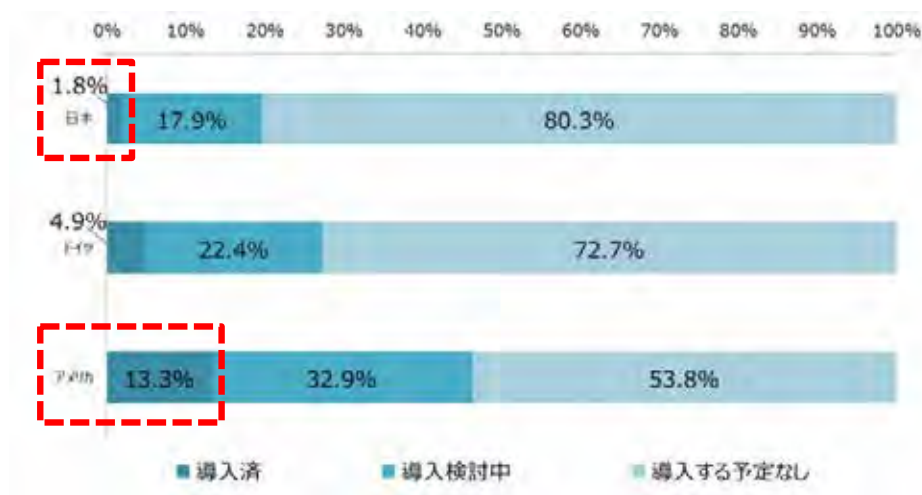
(出典) Fortune

AIの導入状況

AI導入状況

n AIのビジネス導入状況は米国13.3%に対し、日本は1.8%と出遅れ

図表1 AIのビジネス導入状況比較(2017年)



図表2 日本市場の産業別AI導入率



AIの導入状況

AI導入状況

n 職場へのAI導入の有無

- 日本: 未導入・導入計画はないが63%
- 米国: 導入済・導入計画中が約30%

n 自分の職場へのAI導入の賛否

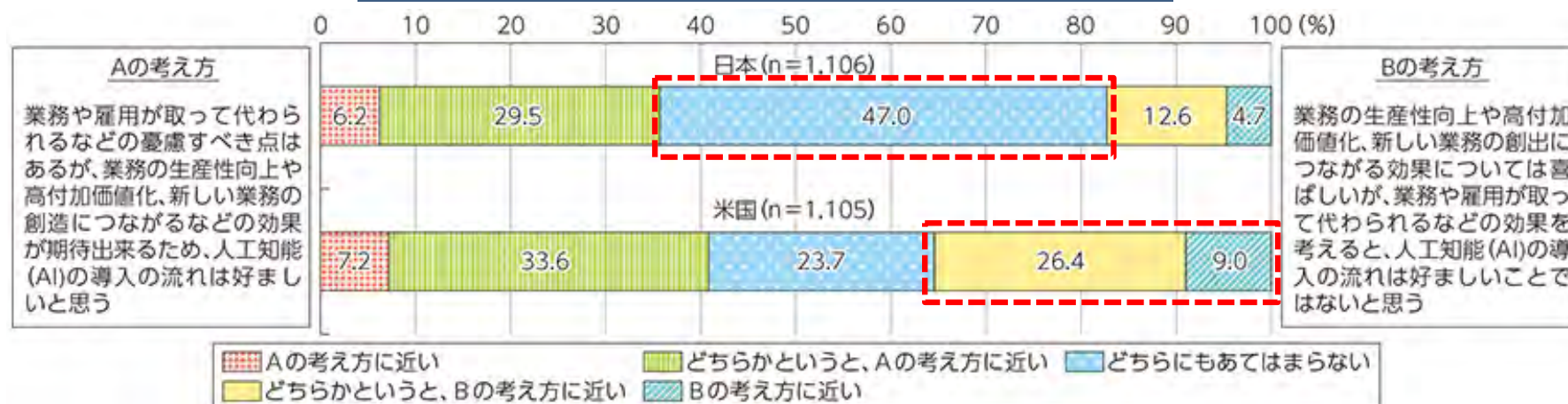
- 日本: 導入に算定的な考えが35%、導入に否定的な考えが17%。他方、「どちらにもあてはまらない」が約半数にのぼり、導入の賛否を判断しかねている状況
- 米国: 導入に算定的な考えが40%に上る一方、導入に否定的な考えも35%あり

図表1 職場への人工知能(AI)導入の有無および計画状況



(出典)総務省「情報通信白書 平成28年版」

図表2 自分の職場への人工知能(AI)導入についての賛否



(出典)総務省「情報通信白書 平成28年版」

日米のAI導入状況とユーザ企業に所属するIT人材の相関

ビジネスでのAI・IoT導入率とユーザ企業に所属するIT人材率に相関が見られる。このため、ビジネスでのAI・IoT導入率を高めるには、ユーザ企業に所属するIT人材を大幅に増加させることが重要。

図表1 日米のAI導入状況及びIT人材数の比較

指標	日本	米国	倍率	出典
AI導入状況（導入済）	1.8%	13.3%	7.4倍	MM総研「人工知能技術のビジネス活用概況」
AI導入状況（導入済＋導入検討中）	19.7%	46.2%	2.3倍	MM総研「人工知能技術のビジネス活用概況」
IoT導入状況（プロセス）	21%	48%	2.3倍	総務省「IoT時代におけるICT産業の構造分析とICTによる経済成長への多面的貢献の検証に関する調査研究」
ユーザ企業に所属するIT人材率	28.0%	65.4%	2.3倍	IPA「IT人材白書2017」
ユーザ企業に所属するIT人材数	29.2万人	274万人	9.4倍	IPA「IT人材白書2017」
IT人材数	104.5万人	419.5万人	4.0倍	IPA「IT人材白書2017」
名目GDP（2016年）	4.9兆ドル	18.6兆ドル	3.8倍	ジェトロ