
ICTインテリジェント化影響評価検討会議 第1回会合

討議用資料3 ICTインテリジェント化の影響

平成28年2月
総務省情報通信政策研究所

目次

1. はじめに	3
2. ICTインテリジェント化の影響に関する展望	5
(1) 公共分野	6
(2) 生活分野	11
(3) 産業分野	14
3. 経済への影響	27
(1) 関連する市場の規模の予測例	28
(2) 経済への波及効果の予測例	43
(3) 雇用への影響の予測例	51
4. 今後注視し、又は検討すべき事項	58

1. はじめに

はじめに

- インテリジェント化が加速するICTの未来像に関する研究会「報告書2015」においては、「インテリジェントICTが社会に与える影響を正しく評価するための「インパクトスタディ」（影響度研究）を行うべきである」と提言されている。
- インパクトスタディの対象については、「経済発展や産業構造の変化、雇用や所得への影響等の経済的側面から研究を進め、教育や社会への影響に範囲を拡大していくべきと考えられ」、「インテリジェントICTの存在を前提として活動する人間の行動や思考がどのように変化するかについても、継続的に研究する必要がある」と提言されている。
- そこで、討議用資料3においては、「報告書2015」の提言を踏まえ、「経済的側面から」のインパクトスタディに向けた御議論に資するよう、公共分野、生活分野及び産業分野の別に、ICTインテリジェント化の影響に関する展望の素案を先行研究を踏まえ整理するとともに、ICTインテリジェント化の経済への影響に関する先行研究を紹介する。
その上で、経済への影響及び社会・人間への影響の別に、今後注視し、又は検討すべき事項の素案を構成員から事前に御提供いただいた資料や先行研究を踏まえ整理する。
- なお、本検討会議におけるインパクトスタディの対象とする「影響」としては、「社会に与える影響」を想定する。個人的な影響は、「社会に与える影響」に還元されたものとして捉えるものとする。
- おって、本検討会議におけるインパクトスタディの対象とする「影響」は、正の影響（ポジティブインパクト。例えば、GDPの拡大、効率化等。）のみならず、負の影響（ネガティブインパクト。例えば、社会における失業増、平均所得の下落等。）をも包含するものとする。

2. ICTインテリジェント化の影響に関する展望

(1)公共分野

ア 公共インフラ

- インフラに係る需要と供給のリアルタイムなデータの収集・分析により、異常気象、災害など急な環境変化にも即時に対応
- メンテナンスのオートメーション化により、効率化を実現

2020年

2030年

2040年

- ▲ 老朽インフラを点検するロボットが実用化(2018)[白書]
 - ▲ メンテナンス・レジリエンスサービス※1の実現(2020)[未来]
 - ▲ インテリジェント・グリーン・インフラ※2の実現(2020)[未来]
 - ▲ 省エネによる環境保全(2020)[MRI]
 - ▲ インフラ管理熟練者のスキルの形式知化、省人力化(2020)[未来]
 - ▲ 国内の重要インフラ・老朽化インフラの20%はセンサー、ロボット、非破壊検査技術等の活用により点検・補修が高効率化(2020)[口新]
 - ▲ ITS・コネクテッドカーの普及により、渋滞の緩和や交通流の円滑化[MRI]
 - ▲ 発送電/電力需給バランスの自動最適化による省エネの実現[MRI]
 - ▲ 設備保全コスト低減、劣化事故低減
 - ▲ 原発用ロボットの実用化による危険作業の代替[MRI]
 - ▲ 自律型の深海重作業ロボットが実用化(2027)[白書]
 - ▲ 設備運用/保全/更新の自動化/全体最適化[MRI]
 - ▲ ITS・コネクテッドカーの本格普及により、安全なドライビングによる事故低減(2040)[環境]

※1 センサーデータなどを用いた道路、橋梁、水道管等の自動点検、異常検知、最適管理

※2 一般ゴミの集積状況把握と最適なゴミ収集管理

イ 防災

■ 災害影響のリアルタイム予測の高性能化とそれらと連動した避難誘導により、被害を軽減

2020年

2030年

2040年

▲ 老朽インフラを点検するロボットが実用化(2018)[白書]

▲ 地震センサーデータからリアルタイムで津波到達域を予測し、スマートフォンによる避難誘導が実用化(2020)[理研、MRI]

▲ 災害時の大勢の避難行動の予測が実用化(2020)[未来]

▲ 監視カメラ、SNS等の分析によるテロ発生予測システムの実用化(2020)[未来]

▲ 土砂崩落や火山等の過酷な災害現場においても有人施工と比べて遜色ない施工効率の実現[口新]

▲ 災害救助ロボット技術が実用化(2027)[白書]

▲ 気象観測センサーから集中豪雨やハリケーン等の局所的な災害の予測が実用化[MRI]

ウ スマートシティ

■ 街全体における街頭カメラの活用やエネルギーマネジメントの実現により、快適・安全・効率的な街を実現

2020年

2030年

2040年

▲ スマートフォン・デジタルサイネージによる街情報提供の個人最適化[MRI]

▲ セーフアー・シティー※ の実現(2020)[未来]

▲ デマンドレスポンスによる街全体のエネルギーマネジメントの実現(2020)[未来]

▲ 監視カメラ等のスマートセンシングによる不審者特定システムの実用化(2020)[未来]

▲ 街頭カメラによる弱者（高齢者、子供、女性）の見守り支援などの住民サービスの普及[白書]

▲ 人流/物流/情報流の完全把握[MRI]

▲ 都市保全全体(点検/修理)の自動化[MRI]

▲ 街全体で快適・安全・効率化を実現[MRI]

※ 防犯カメラ、インフラ管理、緊急災害対策の一括モニタリングと管理

エ 行政

■ 関連する施策・制度について、AIによるオープンデータの分析結果を活用することにより、行政水準が向上

2020年

2030年

2040年

▲ 犯罪の予防（テロ警戒区域の予測）[林雅之構成員]

▲ 関連施策の自動検索、施策の相互関係の可視化表示の実現(2020)[MRI]

▲ 法案、ガイドライン案等の文書と既存文書の矛盾の自動検出の実現[MRI]

▲ 画像認識による自動投稿監視システム(2020)[未来]

▲ 統計等のオープンデータのA I による分析結果の政策形成における活用[MRI]

▲ 施策案の複数提示、期待効果スコアリングの実現[MRI]

(2)生活分野

ア 生活支援(パーソナルアシスト)※

- 身体、室内のセンサーやロボットを利用した、各人の生活パターンに沿った家事等雑務支援により、人の負担を軽減
- 機械翻訳の実用化や対話支援サービスの進展により、コミュニケーションコストを低減

2020年

2030年

2040年

- ▲ 空調・電力を一元管理し最適化する技術が実用化[MRI]
- ▲ メール/SNS情報に基づく予定の管理支援[MRI]
- ▲ 身体、室内に多数のセンサーを配置して、意識にのぼらない運動機能の異常を検知する技術が実用化(2017)[白書]
- ▲ 住宅内の各種センサによる人の生活パターン把握による家事支援[MRI]
 - ▲ AI集合知による一部の助言サービス[MRI]
 - ▲ パーソナルなコミュニケーションロボットが登場(2018)[白書]
 - ▲ 個人の行動履歴と連動した対個人サービスの拡大(2020)[競争]
 - ▲ 監視カメラ、センサーデータ等を統合管理するスマートホームセキュリティの普及(2020)[競争]
 - ▲ 音声認識、画像認識による直感的なインタフェースの普及[MRI]
 - ▲ AIの言語理解(翻訳、海外向けEC)が進む(言語との紐付け)(2020)[白書]
 - ▲ コミュニケーション/ネットサービスの対話支援サービス[MRI]
 - ▲ AIを搭載したインテリジェント住宅が登場(2025)[白書]
 - ▲ 一般家庭で介護・家事などを支援するロボットが実用化(2025)[白書]
 - ▲ 人工知能が人間と自然な会話ができるようになる(2030)[白書]
 - ▲ 介護・育児のロボットサポート普及[MRI]
 - ▲ 常識備えた汎用的な執事ロボット[MRI]
 - ▲ 機械翻訳の実用化[MRI]

※ 家事や予定管理、安全確保等の定まった目的を達成するためのサポートや、スマートホーム等の基盤により生活の利便性・効率性を高めることを対象とする。

イ 豊かさ創造※ 1

- 3Dプリンター等を利用したパーソナルファブリケーションが普及し、製品・サービスの利用者によるカスタマイズ等が一般化
- センサーやメディアの発達により出会い支援や体験共有が行われることで、人とのつながり方が質的に変化

2020年

2030年

2040年



- ▲ 危険物、模倣品などを自動で判断して停止する3Dプリンター向けプログラムが実用化(2017)[生活]
 - ▲ ユーザ作成のコンテンツ（UGC）の普及 [MRI]
 - ▲ シェアリング・エコノミー※2の普及 [白書]
 - ▲ 画像・動画・音声データに対するメタデータを、メディア認識技術と人手によるソーシャルアノテーション※3を併用して、自動生成する技術の社会実装(2021)[科技]
 - ▲ 個人が身に付けるセンサーや、街に配備されるセンサを利用し、自然な出会いを装うような出会い支援サービスが普及(2023)[科技]
 - ▲ 情報技術を用いたデザイン支援ツールの拡充と3Dプリンター等の普及に伴い、ユーザ自身での製品・サービスのカスタマイズやリデザインが一般化(2023)[科技]
 - ▲ パーソナルファブリケーションが普及し、ハイアマチュアや複数人の共同によって作成される製品が増加(2025)[科技]
 - ▲ 個人の体験を、視覚情報のみならず匂いや温度などの感覚情報に加えて、その時の心理状態なども含めて生々しい肌感覚として記録し、それを伝達・体験・共有できるようにするメディアの社会実装(2030)[科技]
 - ▲ デザインや創造的問題解決などの知的作業の生産性、知的協調活動における貢献度を計測・評価する手法が確立(2030)[科技]

※1 定まった目的を超えた創造的な活動、人のコミュニティ活動、パートナーとの関係など豊かさの創造につながることを対象とする。

※2 個人が保有する遊休資産（スキルのような無形のものも含む）の貸出し等を仲介すること

※3 ユーザがデータに注釈となる情報をメタデータとして付加すること。動画へのコメントやタグ付等を指す。

(3)産業分野

ア 分野共通(コーポレート業務※等)

■ バックオフィス業務等の単純作業を個人適応させた自動化(自分代行秘書サービス等)により、業務の効率性を向上

2020年

2030年

2040年

▲ スタートアップ企業が事業を立ち上げる際のコストが低下、優秀な人材の採用や育成のコストを抑制[林(雅)構成員]

▲ バックオフィス業務(特に定型業務)の自動化進展[MRI]

▲ 顧客の性格に適したコールセンター応答支援機能の普及[MRI]

▲ 個人適応AIで自分代行秘書サービス[MRI]

▲ AIが一部の自動決裁権限を持つ[MRI]

▲ コールセンターにおけるAIによる自動応答[MRI]

※ 事務、コールセンター等

イ 農林水産

■ 自動栽培や農業用ドローン、インテリジェントファームिंग等により、生産効率の向上や収穫量の拡大を実現

2020年

2030年

2040年

- ▲ 自動走行できる次世代トラクターの量産開始(2017)[白書]
- ▲ 自動栽培による野菜工場の普及拡大[MRI]
 - ▲ 苗植え、刈取り、雑草除去を自動で行うスマート農機の普及(2020)[未来]
 - ▲ 自動走行トラクターの有人-無人協調システムの普及並びに複数台 同時走行技術の実用化(2020)[口新]
 - ▲ 土壌、気象データを活用した農作物の育成最適化による収穫量拡大[MRI]
 - ▲ 施設園芸の高度環境制御（温度、CO2、施肥溶液濃度等）システム、 選果・加工工程における傷害果判別ロボット、原木の品質判定ロボット等の普及(2020)[口新]
 - ▲ 農業用ドローンによる農作物の育成状況把握の実現(2020)[未来]
 - ▲ 野菜等の収穫、畜産における自動搾乳・給餌、林業における下刈りや 苗木の植栽、漁業における養殖網・船底の洗浄等を自動で行うロボット並びにパワーアシストスーツの普及(2020)[口新]
 - ▲ 気象観測に基づく収穫量予測による農業保険の普及(2020)[未来]
 - ▲ ビッグデータ解析による日本型環境制御技術の実用化(2020)[口新]
 - ▲ AIの自律的な行動計画が可能になる（農具の自動化）（行動とプランニング）(2020)[白書]
 - ▲ ベテラン農家のスキル形式知化とスキル提供サービスの実現※¹(2020)[未来]
 - ▲ インテリジェント・ファームिंग※²の普及(2020)[未来]
 - ▲ 精密食味分析ロボットが実用化(2024)[白書][未来]

※1 土壌、気象等を考慮した農業知識の形式化

※2 気象、土壌、排水等のセンサーデータをもとに耕作方法を決定

ウ 製造業

- 製造プロセスとサプライチェーンのスマート化により、動的な需給バランスに対応した生産最適化や多品種変量生産を実現
- 利用者の稼働データの分析により、デジタルマーケティングや、付加価値が高いアフターサービス・メンテナンスサービスを実現

2020年

2030年

2040年

- ▲ 人と協業できる協調型ロボットの普及[MRI]
- ▲ 無人メンテナンス※ 2の実現(2020)[未来]
- ▲ 製品需要予測の精度向上、リアルタイムデータによるサプライチェーンの効率化[I4.0]
- ▲ 需要データの活用によるリードタイム短縮[I4.0]
- ▲ 産業用ロボット・工作機械のスマート化により、高度な多品種変量生産(マスカスタマイゼーション)が実現※ 1 (2020)[未来]
- ▲ 移動工場によるオンデマンド製造により納期の大幅短縮を実現(2020)[未来]
- ▲ ユーザーの製品利用時の稼働データ分析より、付加価値が高いアフターサービス、メンテナンスサービスを実現(2020)[未来]
 - ▲ 「勘・コツ」の技能をAIロボットが習得[MRI]
 - ▲ 製品の設計・試作・試験等にA Iが導入され、開発作業効率やスピードが向上[MRI]
 - ▲ 製品の性能対価格の向上[MRI]
 - ▲ 生産工程変更等、複雑な環境変化に対応できる自律型ロボット(2029)[白書]
 - ▲ 「設計リードタイムゼロ」、「在庫ゼロ」の実現(2030)[競争]
 - ▲ 規格品からテーラーメイド品へ(2030)[競争]
 - ▲ 大企業の無人化工場の一般化
 - ▲ 製品設計の半自動化・完全自動化[MRI]

※1 消費者の購買行動から将来の需要をAIで予測

※2 人間のメンテナンスフリー

工 運輸・物流

■ 自動運転レベルの向上により、事故の減少、渋滞の解消、環境負荷の低減、地方や高齢者等の交通難民の解消を実現

2020年

2030年

2040年

- ▲ 特定道路の自動運転（レベル3）の登場(2017)[白書]
- ▲ 追突や歩行者接触防止機能の標準装備[MRI]
 - ▲ 無人海運船の実用化(2020)[未来]
 - ▲ 用途に応じて形態を変えるAIを持った小型電動車の発売(2020)[白書]
 - ▲ 熟練者のスキルの形式知化、熟練者の労働代替(2020)[未来]
 - ▲ 市街地を走行する自動車を実用化(2020)[白書]
 - ▲ AIの自律的な行動計画が可能になる（自動走行、物流ロボット）（行動とプランニング）(2020)[白書]
 - ▲ Eコマース購買データからのAIによる出荷予測、予測先行配達による配達時間の短縮(2020)[未来]
 - ▲ 駐車場内のスペース検索や移動・駐車を自動化の実現[MRI]
 - ▲ 自動車内センサーで故障を予知し、事故を回避するシステムの実用化(2024)[白書]
 - ▲ 自動運転(レベル4)の登場(2030)[白書][競争][矢野]
 - ▲ 地方・高齢者の交通難民の解消(2030)[競争]
 - ▲ 渋滞の解消・環境負荷低減(2030)[競争]
 - ▲ 運転時間が他用途へ活用可能に[MRI]
 - ▲ 幹線物流の自動運転、マイカー通勤の半自動運転[MRI]
 - ▲ タクシー、バス等の無人旅客運送サービス実用化[MRI]
 - ▲ 車が所有から共有・準公共財へ本格シフト[MRI]

オ 卸売・小売

■ インテリジェントコマースや購買レコメンデーション等、各顧客のデータのきめ細かい分析結果の活用により、消費を喚起

2020年

2030年

2040年

▲ Web行動パターンの解析に基づく個人に最適な広告提供（インテリジェントコマース）（2020）[未来]

▲ 実世界とサイバー空間の行動の統合分析に基づく購買レコメンデーションの普及（2020）[未来]

▲ 消費者の感情データの分析によるマーケティングが普及[MRI]

▲ カスタマイズWebサービスによる消費の喚起(2030)[競争]

▲ 接客や店舗運営などのオペレーションの最適化が普及[MRI]

力 金融・保険

■ リスク評価の精緻化等により、商品・サービスの高度化・多様化を実現

2020年

2030年

2040年

- ▲ ドライビングレコーダなど運用データを用いた新しい保険料商品の誕生(2020)[未来]
- ▲ エージェントによるファイナンシャルプラン支援の普及(2020)[未来]
- ▲ ソーシャルメディアを利用した報道予測[MRI]
 - ▲ アナリストエージェントによる投資助言・支援[MRI]
 - ▲ 相続手続きの相談に対応する自動応答サービスが実用化[MRI]
 - ▲ リスク評価の精緻化によるカスタマイズ保険(2030)[競争]
 - ▲ 中小、個人への新たなリスクマネーの供給(2030)[競争][MRI]
 - ▲ Fintechによる小口・個別与信・決済機能の高度化(2030)[競争]
 - ▲ 保険コストの適正化により、保険対象市場の拡大(2030)[競争][MRI]
 - ▲ ファイナンシャルプランナーの労働代替[MRI]
 - ▲ 自動トレーディングの普及[MRI]
 - ▲ ローン審査、与信管理の自動化の普及[MRI]

キ 医療・介護

- 患者のバイタルデータを活用した医療により健康寿命を延伸
- 研究論文の自動分析により、研究や新薬開発を加速

2020年

2030年

2040年

- ▲ AI診断支援を活用した診断精度の向上、誤診の低減[MRI]
 - ▲ 視覚障害者向けガイダンスロボットの実用化(2016)[白書]
 - ▲ センサーを駆使した手押し車型歩行補助器が発売(2016)[白書]
 - ▲ 身体センサー等から意識にのぼらない身体異常を検出(2017)[白書]
 - ▲ AIによるセカンドオピニオンサービスの普及[MRI]
 - ▲ バイタルデータからの発病予測サービス普及[MRI]
 - ▲ 肺がん等の画像診断、自動検出の実用化[MRI]
 - ▲ 遺伝子情報による健康管理が実用化(2020)[未来]
 - ▲ 肺がん等の画像診断、自動検出の実用化[MRI]
 - ▲ 調剤の自動化[MRI]
 - ▲ ユビキタス生体情報モニタリングによる健康管理(2023)[白書]
 - ▲ 運動能力をアシストロボットによる高齢者のQOL 改善(2023)[白書]
 - ▲ 健康寿命延伸によるセカンドキャリア拡大、シニア経済の拡大[MRI]
 - ▲ 高齢者の外出を促すアシストネットワークロボットの実用化(2028)[白書]
 - ▲ センサ・アクチュエータによる医療・介護・健康・障害者行動支援※(2030)
[原井構成員]
 - ▲ 認知症改善、認知力強化機能の普及[MRI]
 - ▲ 製薬会社によるAIを活用した新薬開発の普及[MRI]
 - ▲ 健康寿命延伸による医療費低減[MRI]
 - ▲ AIを用いた医学研究の加速的進化[MRI]

※ 具体例: 事故状況の監視等の救助支援、異常行動の見守りや介護・自立支援などの福祉・インフラ整備、双方向の遠隔医療 等

ク 教育

■ 教材・テストからキャリアに至るまで個人に応じたきめ細かい教育が進展

2020年

2030年

2040年

- ▲ 教材・テストの自動作成の普及(2020)[未来]
- ▲ 興味や習熟度に応じた適切な教材・習得すべきスキルのレコメンドの実現(2020)[未来]
- ▲ パーソナライズド・カリキュラム設計支援による教育の実現(2020)[未来]
- ▲ ディグリー・コンパス※² の活用 [林(雅)構成員]
- ▲ パーソナライズド・キャリア設計支援による最適な企業・職種の推薦(2020)[未来]
- ▲ 認知解析に基づくパーソナライズド・アダプティブラーニング※¹の実用化(2020)[未来]
- ▲ 能力別教育の進展(2030)[競争]

※1 表情認識により受講者の理解度、関心を判断し、最適な教育を実施

※2 これまでの生徒の成績などのデータをもとに、履修すべき強化（良い成績がとれる強化）をAIが予測し、アドバイスする

ケ サービス業※

- バックヤードやコールセンターにおける比較的単純な作業の自動化
- 不動産取引の円滑化

2020年

2030年

2040年

- ▲ 「ロボットの接客」の実現[林(雅)構成員]
- ▲ ロボットやドローン等による警備の実用化[林(雅)構成員]
 - ▲ 全国の防犯カメラによる容疑者の自動発見[MRI]
 - ▲ 集配膳や清掃などバックヤード作業のうち、単純かつ負担の大きい作業について、ロボットによる自動化(2020)[口新]
 - ▲ 顧客の性格に適したコールセンター応答支援機能の普及[MRI]
 - ▲ 不動産仲介サービスにて顧客ニーズを捉えた物件紹介・物件販売により成約効率が向上[MRI]
 - ▲ 不動産の適正価格の自動評価の普及[MRI]
 - ▲ コールセンターにおけるA Iによる自動応答[MRI]
 - ▲ 旅行・レジャー等の手配・手続きを行うA Iパーソナル秘書の普及[MRI]

※警備・防犯、不動産、旅行・レジャー、広告、エンタメ、飲食店、スポーツ指導等

コ 建設

■ 危険作業や苦渋作業へのロボット技術の導入等により、より従事しやすい建設産業へ

2020年

2030年

2040年

▲ 生産性向上や省力化に資する情報化施工技術の普及率3割(2020)[口新]

▲ 施工現場における危険作業や苦渋作業へのロボット技術の導入により、女性、高齢者、若年層が従事しやすい建設産業に(2020)[口新]

▲ 建設現場で「パワードスーツ」が実用化（2020-25） [白書]

▲ 3Dプリンターによる最適部品の迅速調達[MRI]

▲ マンションの一部自動建設、自動解体の実用化[MRI]

参照文献

- [インテリ] インテリジェント化が加速するICTの未来像に関する研究会「報告書2015」(総務省情報通信政策研究所、2015)
- [科技] 文部科学省科学技術・学術政策研究所 科学技術動向研究センター「第10回科学技術予測調査分野別科学技術予測」(2015年9月)
< <http://hdl.handle.net/11035/3080> >
- [環境] 環境省「自動車分野において目指す将来像(2050年)」
- [競争] 経済産業省「データ駆動型経済、未来投資について」第27回 産業競争力会議実行実現点検会合資料(2015)
< <https://www.kantei.go.jp/jp/singi/keizaisaisei/jjkaigou/dai27/siryou5.pdf> >
- [稼ぐ力] 経済産業省経済産業政策局「ビッグデータ・人工知能がもたらす変革を日本の力とするために」日本の「稼ぐ力」創出研究会第8回配布資料(2015)
- [白書] 総務省編「平成27年版情報通信白書」(2015)
- [特許] 特許庁「平成26年度特許出願技術動向報告書 人工知能技術」(2015)
- [展望] 文部科学省科学技術・学術政策研究所 科学技術動向研究センター「科学技術予測調査 分野別科学技術予測 各分野の将来展望」(2015年5月)
- [未来] 日経BP社「人工知能の未来 2016-2020」vol1、vol2 (2015)
- [林(雅)構成員] 林雅之構成員提供資料(2015/11/26)
- [原井構成員] 原井洋明構成員提供資料(2015/11/3)
- [MRI] 三菱総合研究所「インテリジェント社会萌芽研報告書」(2015)
- [矢野] 矢野経済研究所「自動運転システム世界市場に関する調査結果2015」<<https://www.yano.co.jp/press/press.php/001410>>
- [口新] ロボット革命実現会議「ロボット新戦略 Japan's Robot Strategy ―ビジョン・戦略・アクションプラン―」(2015)
- [Cisco] Cisco「Cisco フォグ・コンピューティングソリューション戦略とIoTソリューションのアップデート」
<<http://exploredoc.com/doc/6011444/cisco-フォグ・コンピューティングソリューション戦略と-iotソリューションの>>
- [I4.0] Federal Ministry of Education and Research, “Recommendations for implementing the strategic initiative INDUSTRIE 4.0”(2013)
- [IIC] Industrial Internet Consortium, “INDUSTRIAL INTERNET INVESTMENT STRATEGIES: NEW ROLES, NEW RULES”, 2015

主な参考文献

- 岩野和生、「知のコンピューティング：人間と機械の共創する社会を目指して」、情報管理 Vol. 58(2015) No.7 P515-524
- 小林 雅一「AIの衝撃 人工知能は人類の敵か」(2015/3/19、講談社現代新書)
- コンデナスト・ジャパン「WIRED VOL.20 (GQ JAPAN 2016年1月号増刊)/特集 A.I.(人工知能)」(2015/12)
- ジェレミー・リフキン「限界費用ゼロ社会」(2015、NHK出版)
- 情報通信審議会「IoT/ビッグデータ時代に向けた 新たな情報通信政策の在り方」中間答申 ～「データ立国ニッポン」の羅針盤～」(2015/12/14)
- 情報通信審議会 情報通信技術分科会 技術戦略委員会 重点分野WG第3回資料「人工知能・ロボット アドホックグループ報告資料」(2015)
- 生活総研「未来年表」<<https://seikatsusoken.jp/futuretimeline/>>
- ダイヤモンド社「ハーバードビジネスレビュー 人工知能特集 2015/11号」(2015)
- ダイヤモンド社「ハーバードビジネスレビュー別冊2016年01月号 (IoTの競争優位)」(2015)
- 日経BP社「人工知能テクノロジー総覧」(2015)
- 野村総合研究所「NRI未来年表 2016-1065」< <https://www.nri.com/jp/opinion/nenpyo/index.html> >
- ミチオ・カク「2100年の科学ライフ(Physics of the Future: How Science Will Shape Human Destiny and Our Daily Lives by the Year 2100)」(2012、NHK出版)
- 三菱総合研究所「メガトレンド・サブトレンド AI・ロボット」(2015)
- 本山美彦「人工知能と21世紀の資本主義—サイバー空間と新自由主義」(2015、明石書店)
- 山際大志郎「人工知能と産業・社会」(2015、経済産業調査会)
- Communications of ACM, “Rise of Concerns about AI: Reflections and Directions”
- CRDS JST「科学技術未来戦略ワークショップ 知のコンピューティングとELSI/SSH」(2014)
- IEICE「電子情報通信学会が描くICT 社会の未来像」< <https://www.ieice.org/jpn/message/mirai.html> >
- ITpro / 日経コンピュータ 編「人工知能アプリケーション総覧」(2015)
- Siemens, “Artificial Intelligence:Facts and Forecasts: Boom for Learning Systems”
- その他各種学会(人工知能学会倫理委員会、AGI研究会、AI社会論研究会全脳アーキテクチャ勉強会、情報処理学会、AIR等)、企業(グーグル、IBM、日立等)における議論

3. 経済への影響

(1) 関連する市場の規模の予測例

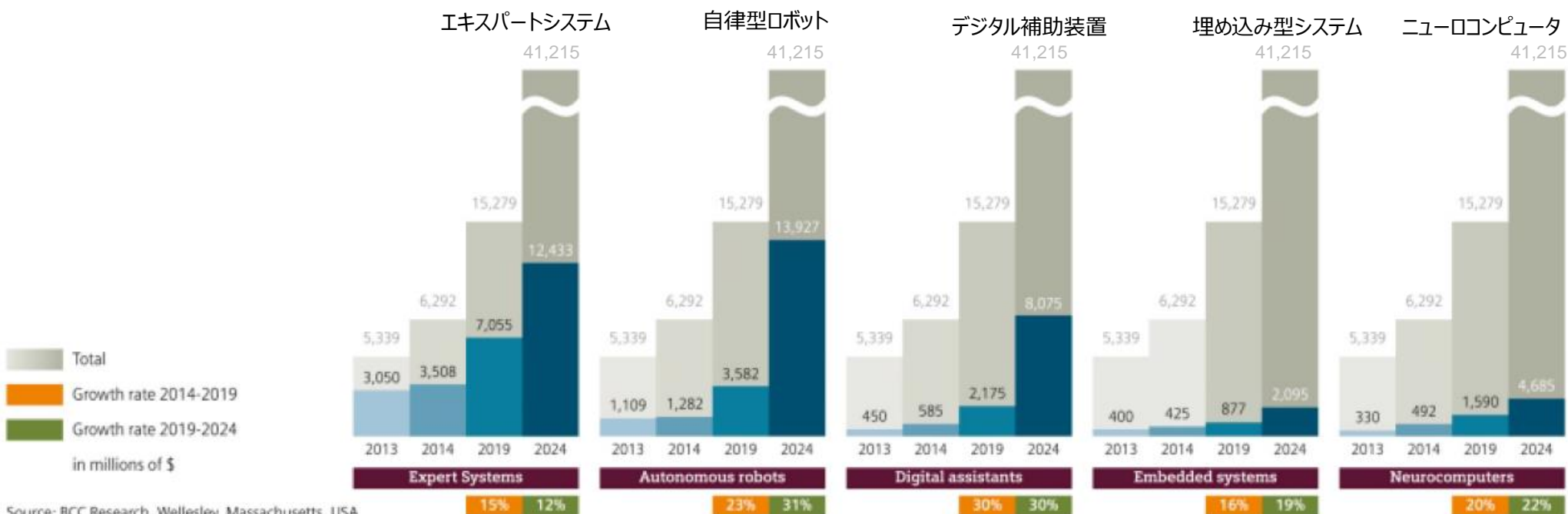
関連する市場の規模の予測例

機関名	対象市場	予測値
BCCリサーチ	スマートマシン (世界市場)	62 億ドル (2014年) → 412億ドル (2024 年)、年間20.9%の成長率 スマートマシン市場の内訳：自律型ロボット (最大シェア)、医療支援システム等
	自律型ロボット(世界市場)	約12.8 億ドル (2014 年) →約139 億ドル (2024年)
トラクティカ	企業向けAIシステム市場(世界市場)	2 億250万ドル(2015年) → 111億ドル (2024年)
バンクオブアメリカ メリルリンチ	ロボット・AI市場 (世界市場)	約580億ドル (2014年) → 1530億ドル (2020年) (内、ロボット市場：830億ドル、AI市場700億ドル)
	農業用ロボット 自動運転車 (世界市場) 生活支援ロボット	163億ドル (2020年) 870億ドル (2030年) 174億ドル (2020年) 等
アスタミューゼ	AIの基礎となる深層学習・ 表現学習部分(世界市場)	AIの基礎となる深層学習・表現学習部分の世界市場規模は60億ドル(2015年) ⇒ AI関連のグローバル市場規模は同1200億ドル (≒14.4兆円) (2020年)
ヘクサリサーチ	スマートマシン(世界市場)	153億ドル (2020年)
アクセンチュア	IoT市場 (世界市場)	世界市場規模14.2兆ドル。内、米国6.1兆ドル、中国1.8兆ドル、日本1.1兆ドル (2030年)
EY 総合研究所	AI活用機器・システム (国内市場)	3兆7,450億円 (2015年) → 86兆9,600億円 (2030年) 内、製造12兆円、建設・土木6兆円、卸・小売15兆円、運輸30兆円、 医療・福祉2兆円、生活関連4兆円 等
経産省・NEDO	自律型モビリティ(国内市場)	自動車、ロボット、ドローン等市場は1.6兆円(2015年) → 9.7兆円(2035年)
野村総合研究所	AIアプリケーション(国内市場)	合計8兆円。内、自動運転車4.6兆円、Web広告等1.6兆円 (2050年)
IDC Japan	IoT市場 (国内市場)	9.4兆円 (2014年) →16兆円 (2019年)

BCCリサーチ (BCC Research: 米国の調査会社)

- スマートマシン市場：62 億ドル（2014年）→412 億ドル（2024 年）（年平均成長率20.9%）
 - ▶ スマートマシン市場:自律型ロボット、エキスパートシステム、音声アシスタント、組み込みシステム、ニューロコンピュータ等
- エキスパートシステム：35 億ドル（2014年）→124億ドル（2024 年）（年平均成長率13.5%）
 - ▶ エキスパートシステム：人間の専門家（エキスパート）の意思決定能力をルール（規則）に基づき実行するシステム
- 自律型ロボット：13 億ドル（2014 年）→139 億ドル（2024年）（年平均成長率26.7%）

スマートマシンの市場予測：世界市場（2014年公表）



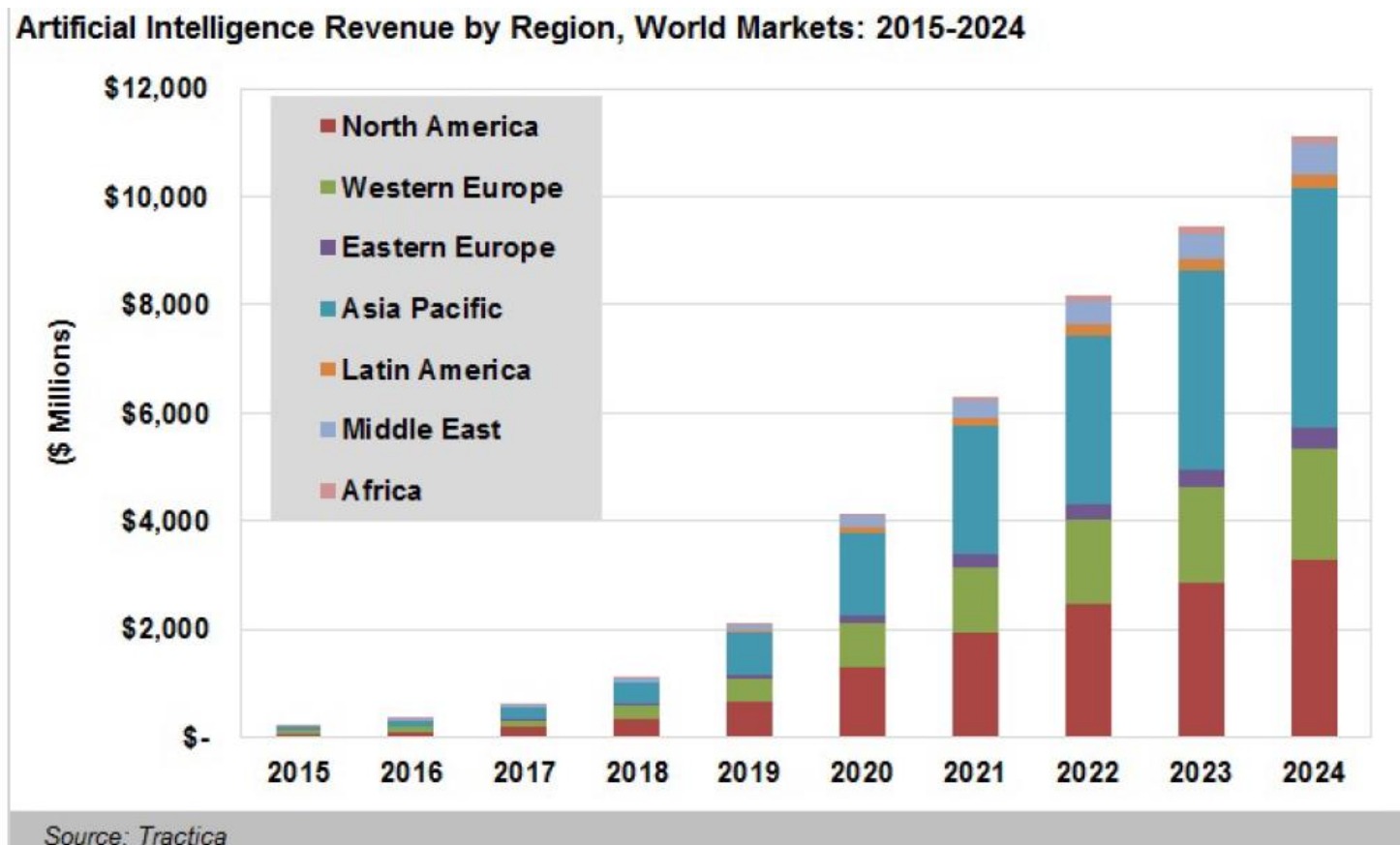
(出所) BCC Research, "Smart Machines: Technologies and Global Markets," May 2014.

<http://www.siemens.com/innovation/en/home/pictures-of-the-future/digitalization-and-software/artificial-intelligence-facts-and-forecasts.html>

トラクティカ(Tractica: 米国の調査会社)

- 企業向けAIシステム市場：2億250万ドル(2015年) →111億ドル (2024年) (年平均成長率54.2%)

世界の地域別人工知能市場収益 (2015~2024年) : 世界市場 (2015年公表)



(出所) Tractica, "Artificial Intelligence for Enterprise Applications to Reach \$11.1 Billion in Market Value by 2024," Apr. 2015.

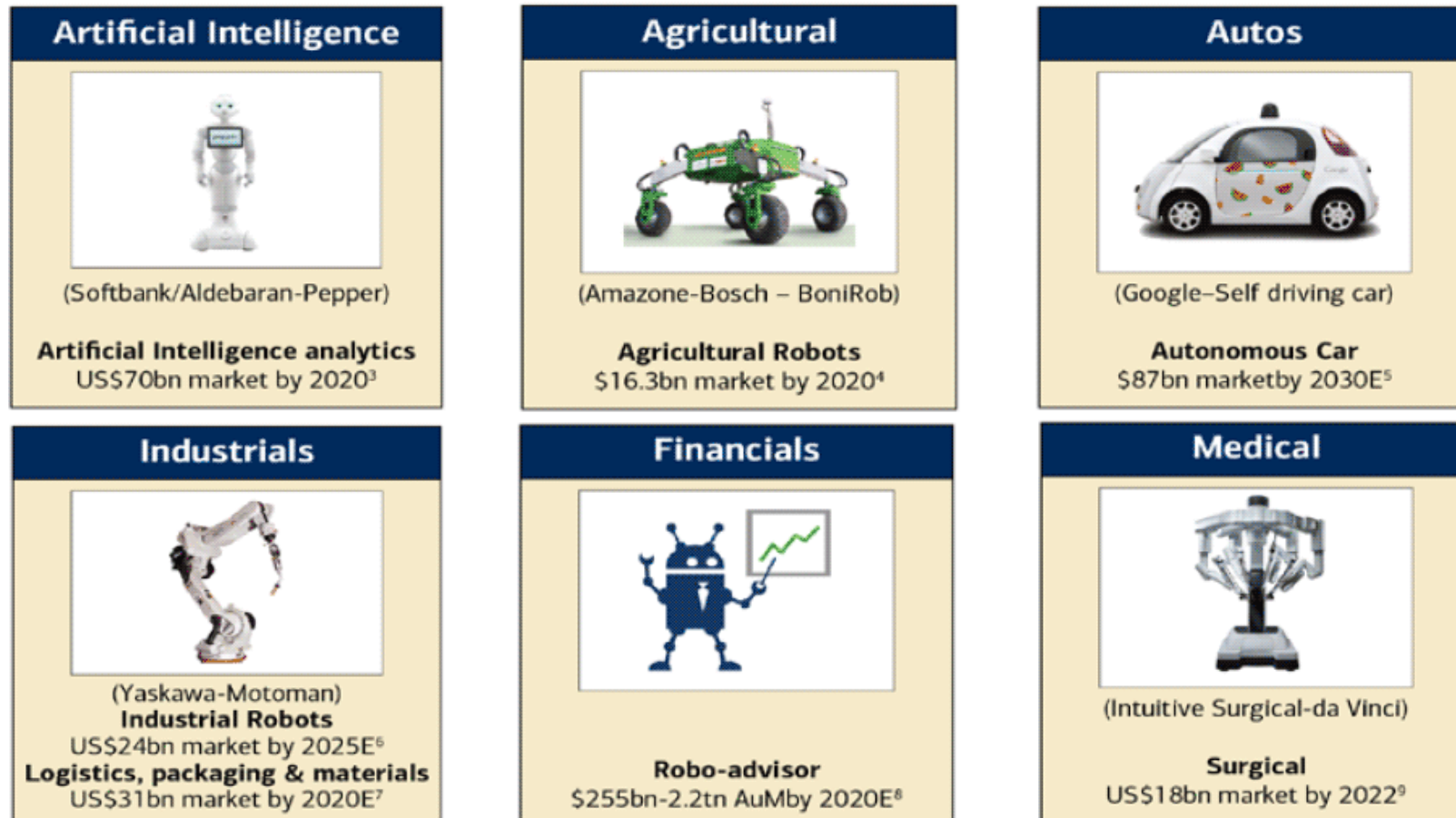
<https://www.tractica.com/newsroom/press-releases/artificial-intelligence-for-enterprise-applications-to-reach-11-1-billion-in-market-value-by-2024/>

バンクオブアメリカ・メリルリンチ(1/2)

(Bank of America Merrill Lynch: 米国の金融機関)

- ロボット・AI市場：約580億ドル（2014年）→1530億ドル(2020年)：世界市場
 - 内、ロボット市場：830億ドル、AI市場700億ドル(2020年)

人工知能（AI）活用の中長期予測:世界市場（2015年公表）



(出所) Bank of America Merrill Lynch, "Robot Revolution: Global Robot & AI Primer," Dec. 2015.


http://www.bofaml.com/content/dam/boamlimages/documents/PDFs/robotics_and_ai_condensed_primer.pdf

バンクオブアメリカ・メリルリンチ(2/2)

(Bank of America Merrill Lynch: 米国の金融機関)

人工知能 (AI) 活用の中長期予測: 世界市場 (続き) (2015年公表)


Bionics



(Indego-exoskeleton)

Exoskeletons
\$2.1bn market by 2021E¹⁰


Healthcare



(Fraunhofer-Care-O-bot 4)

**Rehabilitation
Personal & Care-bots**
\$1.1bn market by 2021E¹¹
US\$17.4bn market by 2020E¹²


Home



(iRobot-gutter cleaner)

Domestic Robots
\$12.2bn market by 2018E¹³

Entertainment



(Lego-Mindstorm)

Entertainment & Leisure
US\$7.6bn market by 2018E¹⁴

Military



(QinetiQ-MAARS)

Military
\$7.5bn market by 2018E¹⁵

UAV/UGV/UUV (Drones)



(Northrop-Global Hawk)

Drones
US\$14bn market by 2025E¹⁶

(出所) Bank of America Merrill Lynch, "Robot Revolution: Global Robot & AI Primer," Dec. 2015.

http://www.bofaml.com/content/dam/boamlimages/documents/PDFs/robotics_and_ai_condensed_primer.pdf

アスタミューゼ（日本の調査会社）

- AIの基礎となる深層学習・表現学習に関する部分は60億ドル（2015年）
 - 上位概念の機械学習・深層学習関連のグローバル市場規模を300億ドル（≒3.6兆円）（2015年）
- AI関連のグローバル市場規模は約1200億ドル（≒14.4兆円）と推計（2025年）
 - 深層学習・表現学習以外の脳神経科学由来の新技术も合わせ、年間平均成長率（CAGR）を35%と仮定

人工知能の市場規模推定：世界市場（2015年公表）



(出所)アスタミューゼ「asta vision 人工知能」(2015年)
<http://astavision.com/market/10/48>

ヘクサリサーチ（米国の調査会社）

- スマートマシン市場は2020年に153億ドル：世界市場（2015年公表）

スマートマシン市場の分類

<プロダクト>

- ・自律型ロボット
- ・エキスパートシステム
- ・アシスタント・サービス
- ・ニューロコンピュータ
- ・AI組み込み型システム

<テクノロジー>

- ・マイクロ・ナノセンサー
- ・無線通信
- ・音声認識

<アプリケーション>

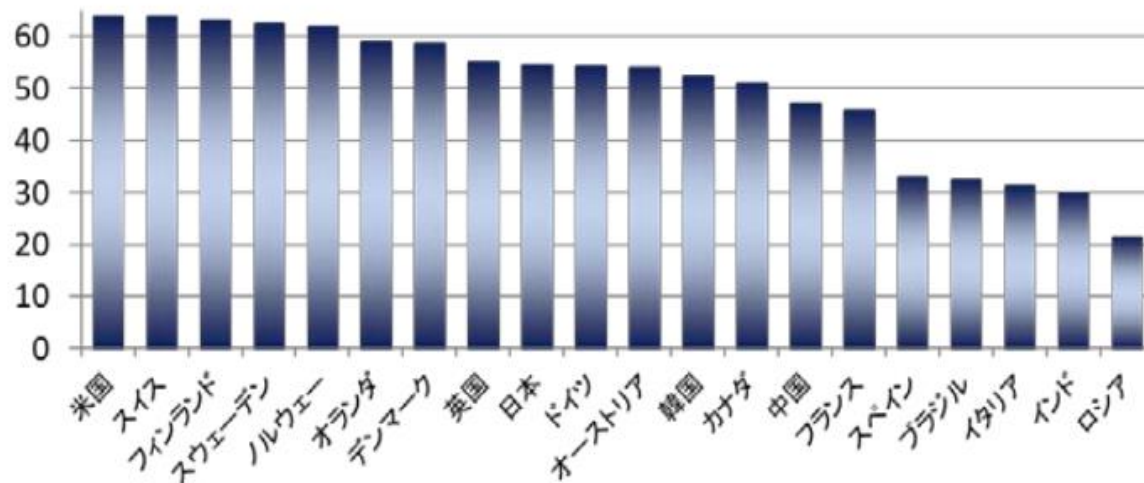
- ・自動車
- ・家電
- ・健康管理
- ・製造
- ・ロジスティクス・運輸
- ・軍事
- ・航空宇宙・防衛
- ・情報セキュリティー

林雅之構成員提供資料に基づき作成

アクセンチュア (Accenture:コンサルティング会社(本社アイルランド))

- IoTの市場規模は14.2兆ドル：世界市場（2030年）
 - 米国は6.1兆ドル、中国は1.8兆ドル、日本は1.1兆ドル
- IoTを実現する環境整備状況（指数）：日本は9位
 - 新技術の活用に必要なインフラやスキル、制度基盤が重要

IoTを実現する環境整備状況（2015年公表）



世界の市場規模予測(2030年)
米国: 6.1兆ドル
中国: 1.8兆ドル
日本: 1.1兆ドル 等

産業分野におけるIoTの競争力で日本は20か国中9位
(Accenture 2015)

(出所) 情報通信審議会「IoT/ビッグデータ時代に向けた新たな情報通信政策の在り方」中間答申（平成27年12月14日）
<https://newsroom.accenture.com/news/industrial-internet-of-things-will-boost-economic-growth-but-greater-government-and-business-action-needed-to-fulfill-its-potential-finds-accenture.htm>

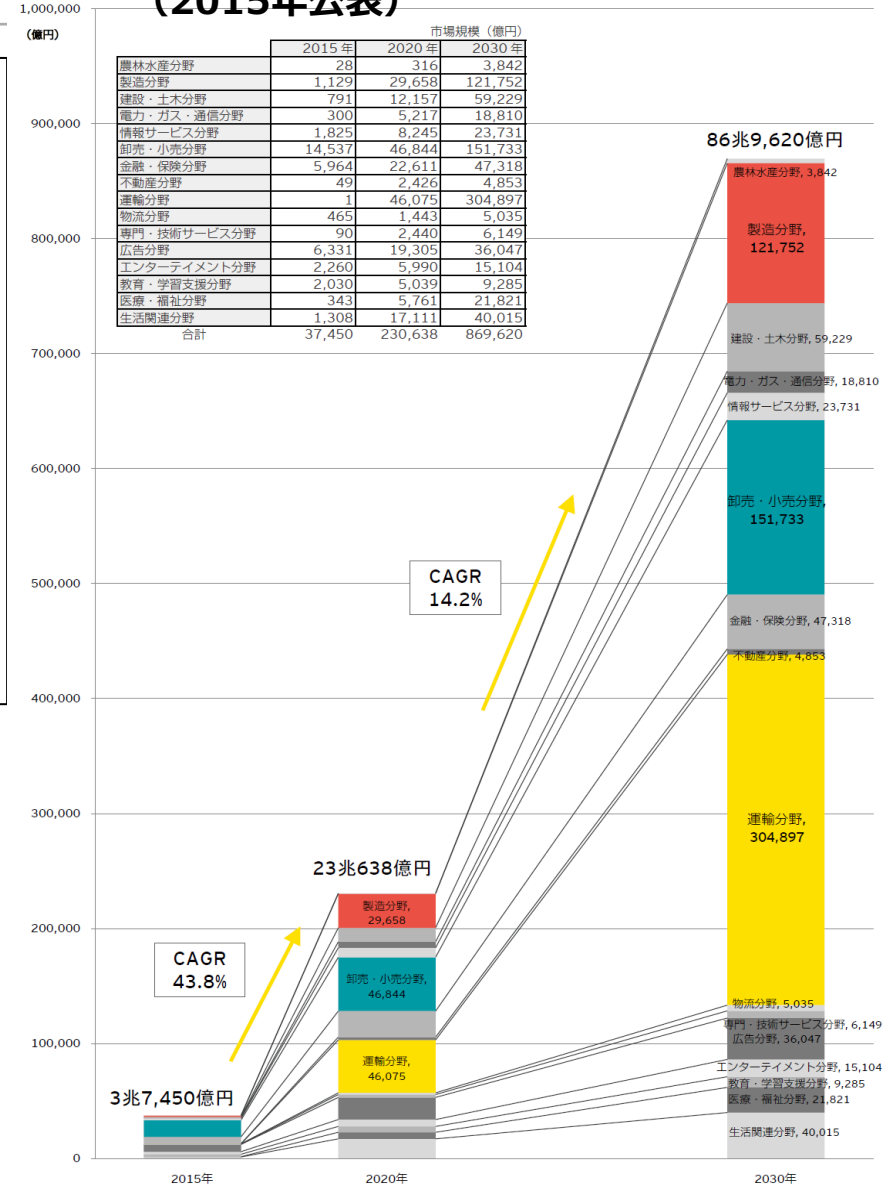
EY 総合研究所(日本のシンクタンク)

- AI活用機器・システムの国内市場規模 (2015年) : 合計3兆7,450億円 (推計値)
 - 電子商取引(EC)などのIT領域が中心
 - 卸・小売1.5兆円、広告0.6兆円、金融・保険0.6兆円
- 今後運輸・製造・生活関連等の産業分野で市場形成
 - 技術の成熟
 - 安全性の向上
 - コストの減少
- 市場は急速に拡大
 - 2020年: 23兆638億円 (15～20年: 年平均成長率(CAGR) 43.8%)
 - 2030年: 86兆9,620億円 (20～30年: CAGR14.2%)

(出所)EY総合研究所「人工知能が経営にもたらす「創造」と「破壊」」(2015年)

<http://eyi.eyjapan.jp/knowledge/future-society-and-industry/pdf/2015-09-15.pdf>

人工知能関連産業の市場規模:国内市場 (2015年公表)



出典: 各所公表資料等(注1)に基づき、EY総合研究所作成
産業別の市場規模の概要・詳細については、次項の表2を参照

(参考)EY総研： 人工知能関連の産業別市場規模の詳細:国内市場 1

			2015年	2020年	2030年
No	カテゴリ	概要	市場規模 (億円)		
1	農林水産業関係		28	316	3,842
		農林水産業用ロボティクス市場等	28	316	3,842
2	製造業関係		1,129	29,658	121,752
		産業用ロボティクス市場等	60	6,164	17,571
		自動運転車製造市場	1,069	23,494	104,181
3	建設・土木関係		791	12,157	59,229
		建設用ロボティクス市場等	302	10,156	51,788
		老朽インフラ監視システム市場等	488	2,001	7,441
4	電力・ガス・通信関係		300	5,217	18,810
		電力市場 (デマンドレスポンス、HEMS) 等	249	4,734	15,112
		通信トラフィック制御関係市場	51	483	3,697
5	情報サービス業関係		1,825	8,245	23,731
		クラウド AI 市場等	376	2,610	8,507
		経営支援システム市場	1,381	5,289	14,359
		ソーシャルメディア等監視システム市場	68	346	865
6	卸売・小売業関係		14,537	46,844	151,733
		顔認証受付 / 店舗監視 / 顧客行動観察システム等市場	14	646	1,405
		AI 利用電子商取引市場 (BtoB、BtoC)	14,523	46,198	150,328
7	金融・保険業関係		5,964	22,611	47,318
		Fintech (与信・貸付審査、クラウドファンディング等) 市場	15	8,327	17,171
		HFT 関係市場	5,949	10,129	22,555
		自動運転車保険市場	0	4,155	7,593
8	不動産業関係		49	2,426	4,853
		都市再開発設計支援システム市場等	49	2,426	4,853
9	運輸業関係		1	46,075	304,897
		オンデマンド・モビリティ市場	0	8,630	106,449
		自動運転トラック輸送市場	1	37,445	198,448

(出所)EY総合研究所「人工知能が経営にもたらす「創造」と「破壊」」(2015年)

(参考) EY総研：人工知能関連の産業別市場規模の詳細：国内市場 2

No	カテゴリ	概要	2015年	2020年	2030年	
			市場規模 (億円)			
11	物流関係		465	1,443	5,035	
		倉庫業等システム対応機器、ドローン利用輸送システム等市場	465	1,443	5,035	
12	専門・技術サービス関係		90	2,440	6,149	
		法務・財務等業務支援システム市場	21	1,068	2,718	
		デザイン作成支援システム市場	69	1,372	3,431	
13	広告業関係		6,331	19,305	36,047	
		アドテクノロジー関連システム市場	6,331	19,305	36,047	
14	エンターテインメント関係		2,260	5,990	15,104	
		旅行業関係市場 (添乗員アプリ市場等)	127	1,946	6,341	
		ペット産業関係市場 (体調診断・活動レコメンドシステム等)	2,025	3,735	8,028	
		興業場関係市場 (来客者支援システム、イベント支援システム等)	108	309	735	
15	教育・学習支援業関係		2,030	5,039	9,285	
		自学習支援システム等市場	664	1,880	5,424	
		教員用授業支援・評価支援システム等市場	1,366	3,159	3,861	
16	医療・福祉関係		343	5,761	21,821	
		介護・手術支援ロボティクス市場	5	72	2,390	
		医療診断支援システム・医療助言アプリ等市場	31	2,064	5,536	
		遺伝子解析・新薬開発支援等システム市場	307	3,625	13,895	
17	生活関連産業関係		1,308	17,111	40,015	
		職業紹介業関係 (人材マッチングシステム等) 市場	11	707	6,906	
		清掃用ロボティクス市場	641	13,542	26,645	
		警備業関係 (警備用ロボティクス・警備警戒監視システム等) 市場	591	2,038	3,110	
		コールセンターオペレーター補助システム市場	65	824	3,354	
			計	37,450	230,638	869,620

(出所) EY総合研究所「人工知能が経営にもたらす「創造」と「破壊」」(2015年)

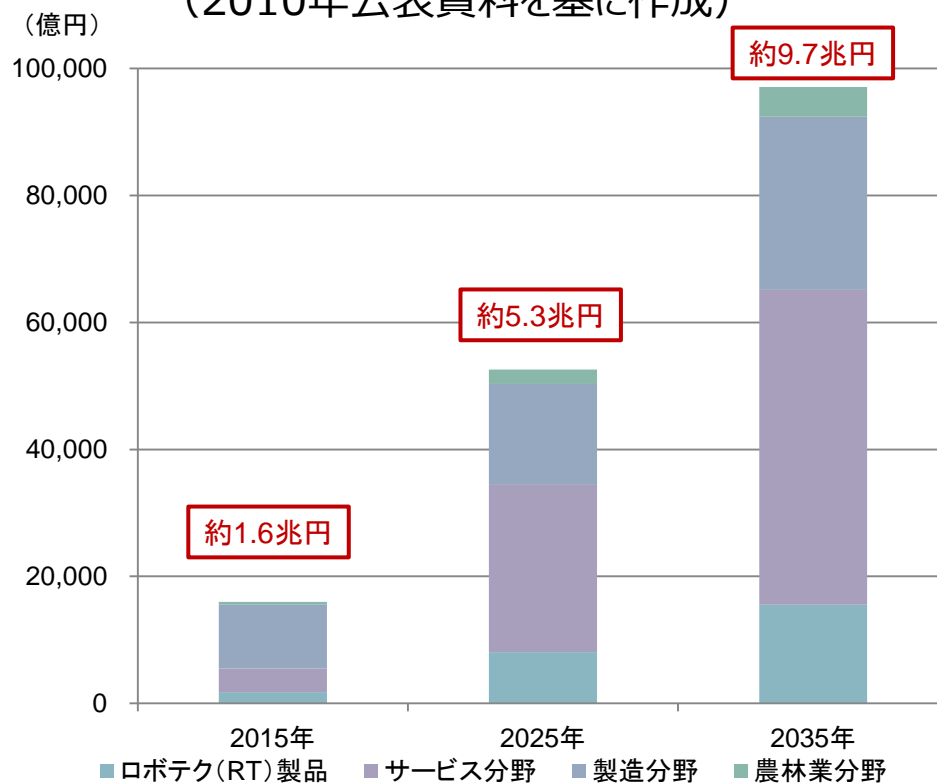
経済産業省・NEDO(国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構)

- 自律型モビリティ・システムの自動車, ロボット, ドローン等の市場は2035年に10兆円規模(年平均10%成長)

自律型モビリティシステムの対象(例)

- (1) 自動走行システム関連
 - ・ 自動車に搭載される情報通信機器(センサー等)
 - ・ 自動走行等を支援する通信サービス
 - ・ 過疎地向け等の自律型走行車(らくらくカー等)
- (2) 自律型ロボット(ネットワークロボット)関連
 - ① 家庭用ネットワークロボット
 - ・ コミュニケーションロボット
 - ・ 介護用ロボット 等
 - ② 産業用ネットワークロボット
 - ・ 製造ライン用ロボット
 - ・ 資材搬送用ロボット 等
- (3) 自律型福祉機器関連
 - ① ネットワーク車いす
- (4) 自律型無人飛行機(ドローン等関連)
 - ① 輸送用ネットワークUAV
 - ② 警備用ネットワークUAV
- (5) 自律型マシン関連
 - ① ネットワーク建機
 - ② ネットワーク農業機械
- (6) その他

自律型モビリティ・システムの市場予測:国内市場 (2010年公表資料を基に作成)



(出所) 三菱総合研究所「IoT/AIを取り巻く最近の動向について」
情報通信審議会情報通信技術分科会技術戦略委員会
第7回会合資料7-3(平成27年)

注:平成22年ロボット産業将来市場調査(経済産業省・NEDO)を基にMRIが作成した資料

野村総合研究所

- 人工知能の市場規模は3兆円（2015年）から8兆円（2050年）（年平均成長率2.8%）
 - 自動運転車は4.6兆円、Web広告・レコメンデーションは1.6兆円等

人工知能アプリケーション別市場規模：国内市場（2015年公表）

分野	アプリケーション	機械学習	自然言語処理	画像認識	2015年時点 (億円)	2020年時点 (億円)	2050年時点 (億円)
金融	与信管理	●			14	14	17
	不正検知	●			49	85	104
	アルゴリズムトレーディング				-	-	-
製造	投入量の最適化	●			1	24	90
	不良品検査			●	131	135	167
自動車	自動運転			●	0	0	46,031
情報機器	音声インターフェース		●		24,530	21,882	7,680
軍事	誘導兵器・無人機等			●	-	-	-
出版	記事の自動生成		●		0	6	6
	文章要約		●		-	-	-
	翻訳		●		20	50	143
セキュリティ	自律警備ロボット			●	10	44	1,278
	顔認識			●	-	-	-
医療・介護	診断代行(読影)			●	0	0	57
	診断支援(病気推定)		●		0	0	1,724
	介護用ロボット		●	●	14	120	2,770
コールセンター	応答支援・自動応答		●		16	117	1,903
広告・マーケティング	Web広告・レコメンデーション		●		5,666	9,568	16,301
ホテル・宿泊施設	コンシェルジュ		●		1	60	400
小売	配送自動化(ドローン)			●	0	0	1639
合計					30,452	32,105	80,310

(出所) 情報通信審議会「IoT/ビッグデータ時代に向けた新たな情報通信政策の在り方」中間答申（平成27年12月14日）
注：野村総合研究所作成資料

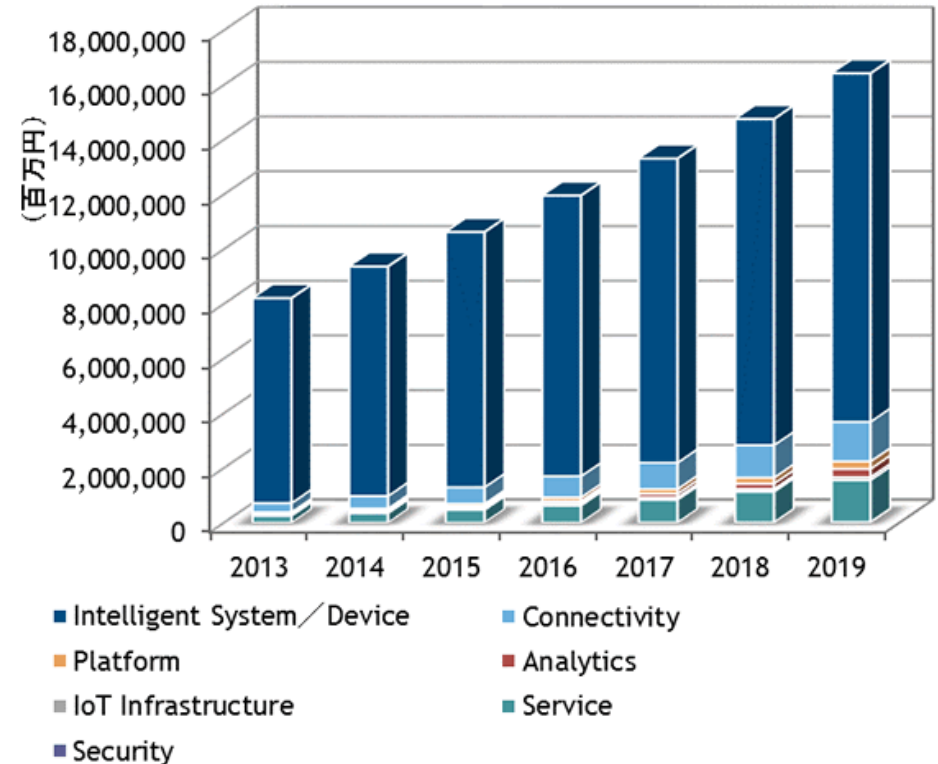
IDC Japan (日本の調査会社)

- 国内のIoT市場は今後5年間平均12%成長：9.4兆円（2014年）→ 16兆円（2019年）
 - IoT接続機器は5.57億台（2014年）→ 9.56億台（2019年）
- 産業、運輸・物流、インフラ管理をはじめとして、施設管理、健康管理、小売等幅広い領域への適用が期待

IoTサービスの対象(例)	
産業	<ul style="list-style-type: none"> 工場プロセスの広範囲に適用可能な産業用設備の管理・追跡の高度化 鉱業、灌漑、農林業等における資源の自動化
運輸・物流	<ul style="list-style-type: none"> 車両テレマティクス・追跡システムや非車両を対象とした輸送管理の高度化 交通システム管理の高度化
セキュリティ・公衆安全	<ul style="list-style-type: none"> 緊急帰還、公共インフラ(環境モニタリング等)、追跡・監視システム等の高度化
エネルギー	<ul style="list-style-type: none"> 需給関係設備の管理を通じた電力需給管理 資源採掘や運搬等に係る管理の高度化
施設	<ul style="list-style-type: none"> 施設内設備管理の高度化(自動監視・制御等)
家庭・個人	<ul style="list-style-type: none"> 宅内基盤設備管理の高度化 宅内向け安心・安全等サービスの高度化
小売	<ul style="list-style-type: none"> サプライチェーンに係る高度な可視化 顧客・製品情報の収集 在庫管理の改善 エネルギー消費の低減
ヘルスケア・生命科学	<ul style="list-style-type: none"> 医療機関/診察管理の高度化 患者や高齢者のバイタル管理 治療オプションの最適化 創薬や診断支援等の研究の高度化
IT・ネットワーク	<ul style="list-style-type: none"> オフィス関連機器の監視・管理の高度化 通信インフラの監視・管理の高度化

注：総務省「平成27年情報通信白書」を基にMRI作成

国内IoT市場 テクノロジー要素別売上予測 :国内市場 (2015年公表)



注：IDC Japan「国内IoT市場 テクノロジー要素別売上予測 2013年～2019年」(2015年2月5日)より取得

(出所)三菱総合研究所「IoT/AIを取り巻く最近の動向について」情報通信審議会情報通信技術分科会技術戦略委員会第7回会合資料7-3(平成27年)

(2) 経済への波及効果の予測例

経済への波及効果の予測例

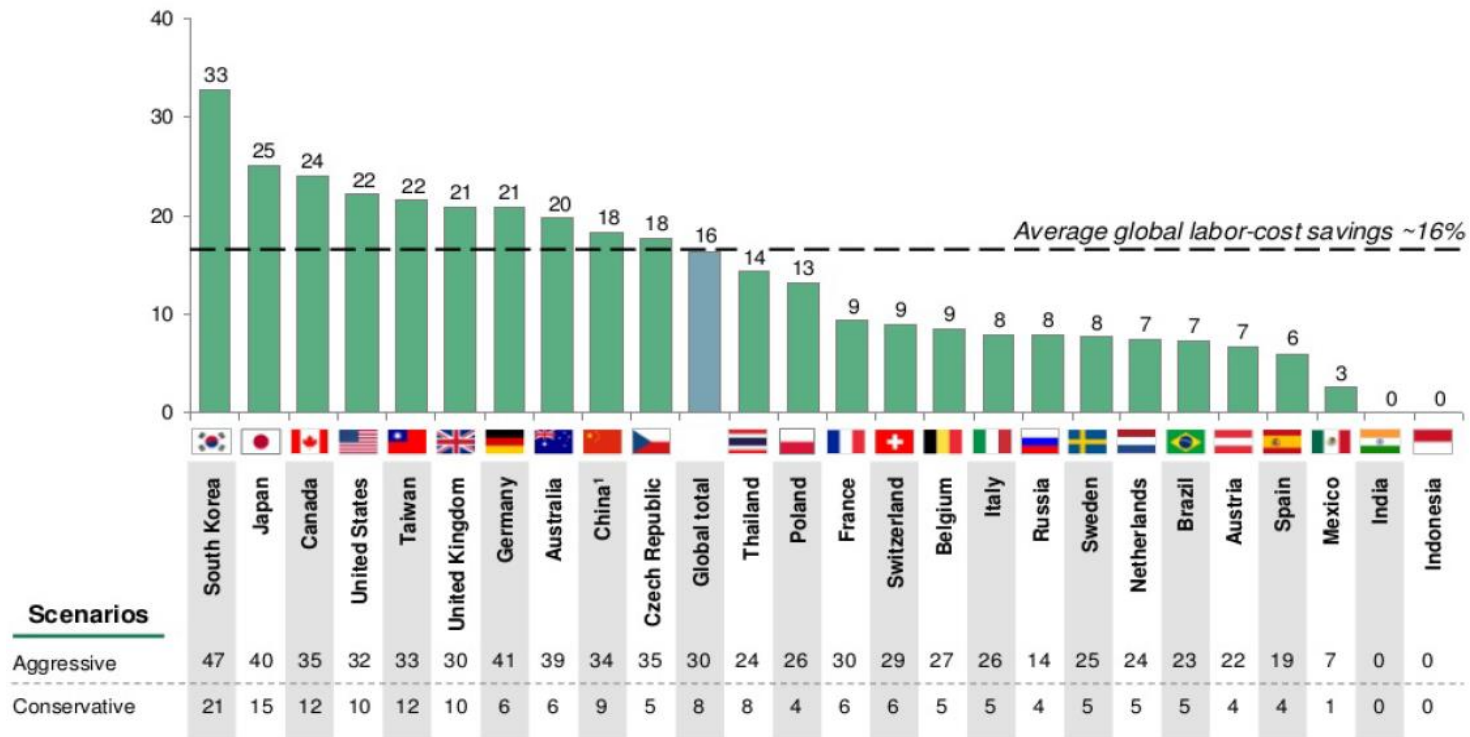
機関名	波及対象	予測値
ボストン コンサルティング グループ	労働コスト (世界各国比較)	労働コストは世界平均で16%削減（2025年まで） 日本は25%削減（韓国に次ぐ大きな削減幅）
	コスト競争力 (世界各国比較)	ロボット化に伴うコスト競争力は日本は米国比1%減少（2025年時点対2014年比） 自動車・電機ではロボットが労働コストを下回る。 他産業も10年程度でロボットの方が安価
マッキンゼー	知識労働自動化 による経済的 インパクト (世界市場)	5兆ドル超（2025年）
みずほ銀行	経済価値 (直接売上+ ユーザへの効果) (世界市場)	8兆ドル（2025年）

ボストンコンサルティンググループ (BCG) (Boston Consulting Group :米国のコンサルティング会社)

- 先進的な産業用ロボットの採用により、2025年までに労働コストは平均16%削減
 - 低賃金労働時代の終焉
 - 労働者に要求されるスキルの変化
- 2025年までに、多くの産業でロボットは生産性を10%-30%向上させる
 - ロボット導入の4分の3はコンピュータ、電気、運輸、機械による

先進的産業用ロボット導入による労働コストの削減予測：世界各国比較（2015年公表）

Labor-cost savings from adoption of advanced industrial robots (% , 2025)



(出所) Boston Consulting Group, "The Shifting Economics of Global Manufacturing: How a Takeoff in Advanced Robotics Will Power the Next Productivity Surge", Feb.2015

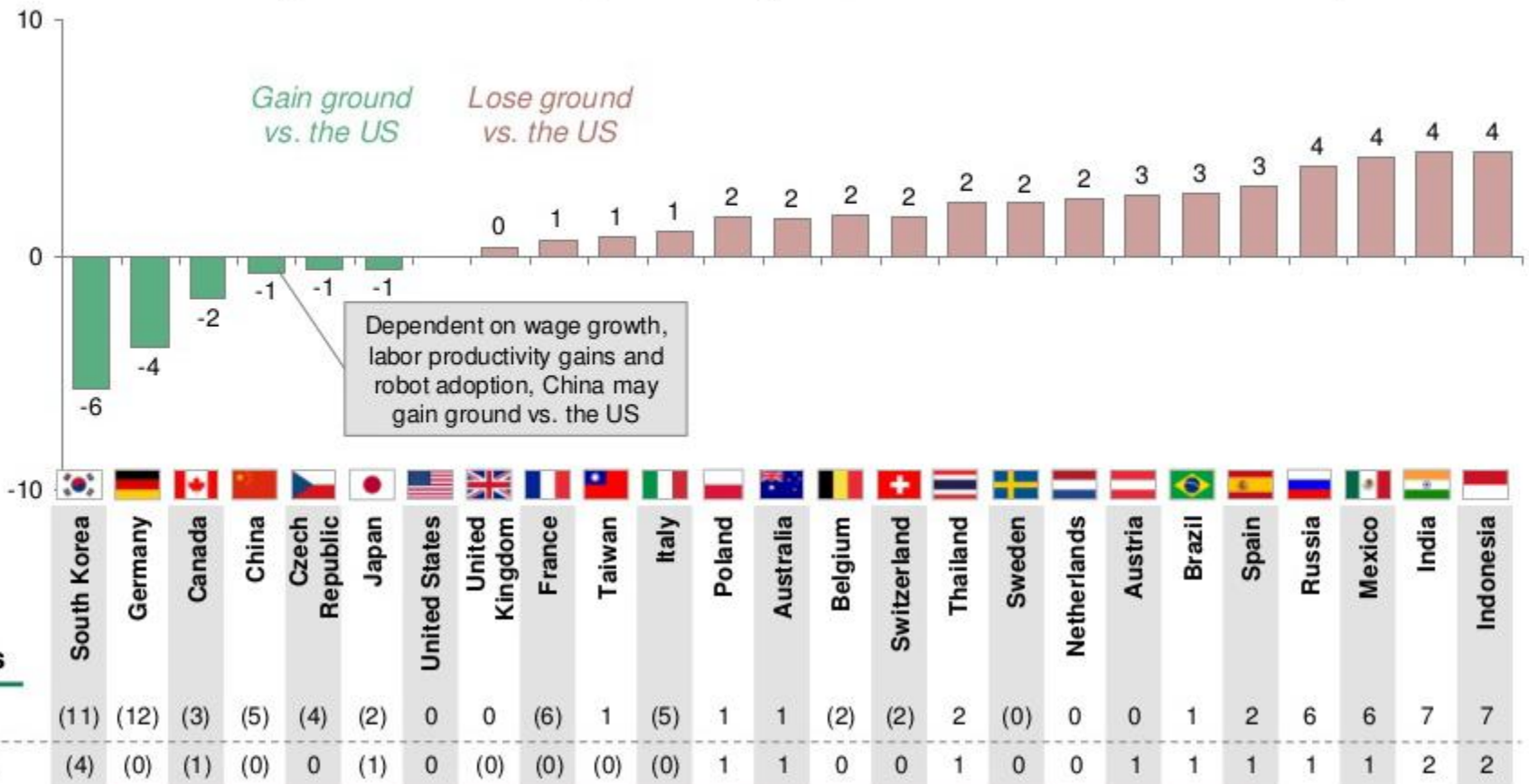
¹China figures based on YRD region. Sources: STAN Bilateral Trade Database, US Bureau of Labor Statistics, BCG analysis

ボストンコンサルティンググループ

- ロボット化による製造業のコスト競争力指数の変化：日本は米国比で1%減少（2025年時点(2014年比)）
 - 製造業者は安価さのみを基準に労働力を調達しなくなる。ロボット化に対応できる労働力の調達可能性がカギ

ロボット化による製造業コスト競争力の変化予測：世界各国比較（2015年公表）

Potential change in manufacturing cost-competitiveness index¹ due to robotics, 2014 – 2025



(出所) Boston Consulting Group, "The Shifting Economics of Global Manufacturing: How a Takeoff in Advanced Robotics Will Power the Next Productivity Surge", Feb. 2015

ボストンコンサルティンググループ

● ロボットと労働のコスト比較（能力調整済み価格比）

- 自動車、電気機械産業ではすでにロボットの方が安価（能力調整済み価格比）
- 他の産業においても10年程度でロボットは人間を凌ぐ

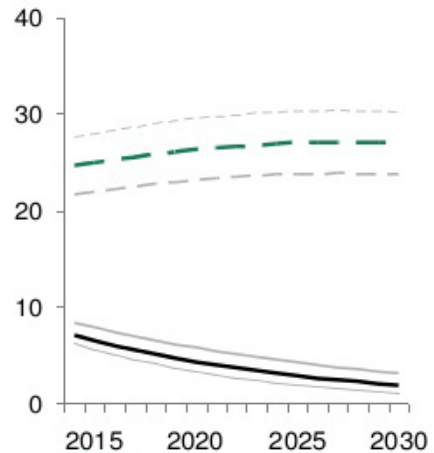
ロボットと労働のコストの比較：産業別予測（2015年公表）

Within the US automotive and electrical equipment industries, robotic price/performance is better than or near parity with manual labor costs

US automotive industry

2013 industrial robot shipments (units)	10,320
---	--------

Price/performance-adjusted nominal wages and operating cost (\$/hour)

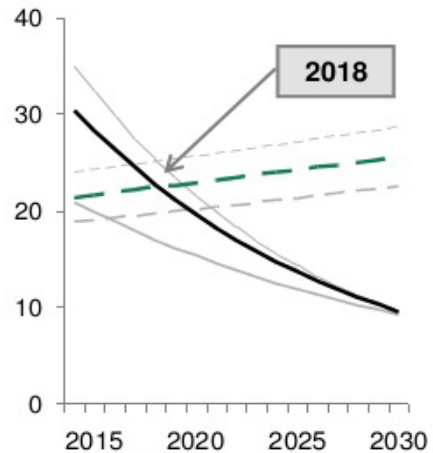


— Southern US auto wages
— Robot (automotive)¹

US electrical equipment industry

2013 industrial robot shipments (units)	3,328
---	-------

Price/performance-adjusted nominal wages and operating cost (\$/hour)



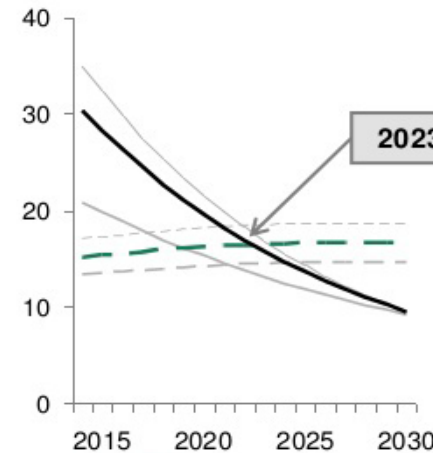
— Electrical wages
— Robot (generic)²

In other industries, robotic systems may surpass manual labor in the next 10 years

US furniture industry

2013 industrial robot shipments ³ (units)	23
--	----

Price/performance-adjusted nominal wages and operating cost (\$/hour)



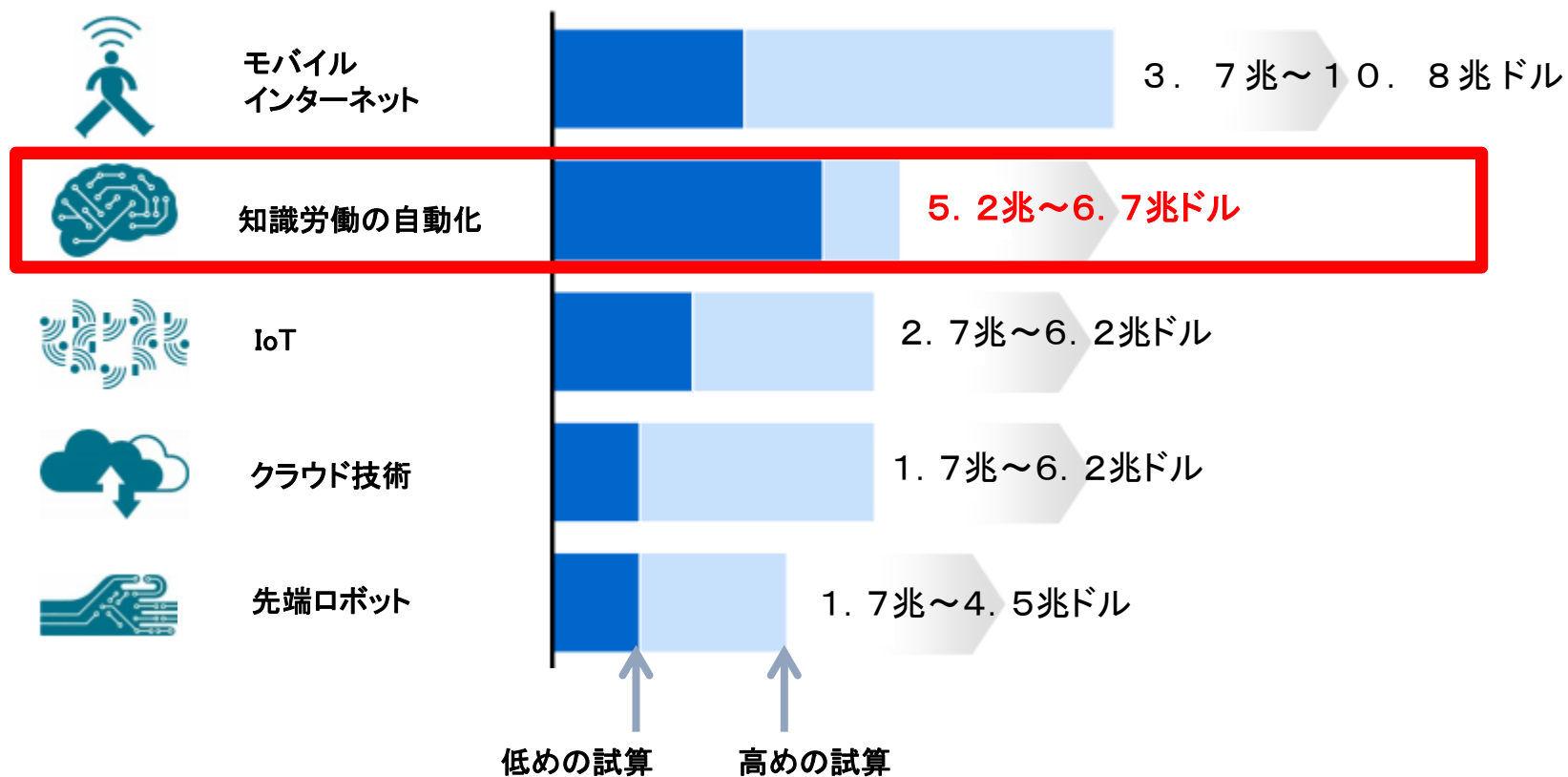
— Furniture wages
— Robot (generic)²

(出所) Boston Consulting Group, "The Shifting Economics of Global Manufacturing: How a Takeoff in Advanced Robotics Will Power the Next Productivity Surge", Feb.2015

マッキンゼー (McKinsey: 米国のコンサルティング会社)

●知識労働自動化による経済的インパクトは2025年時点で5兆ドルを超える

各種先進技術の2025年における経済的インパクトの予測:世界市場 (2015年公表)



注: McKinsey Global Institute "Disruptive technologies" (2013) を一部改編

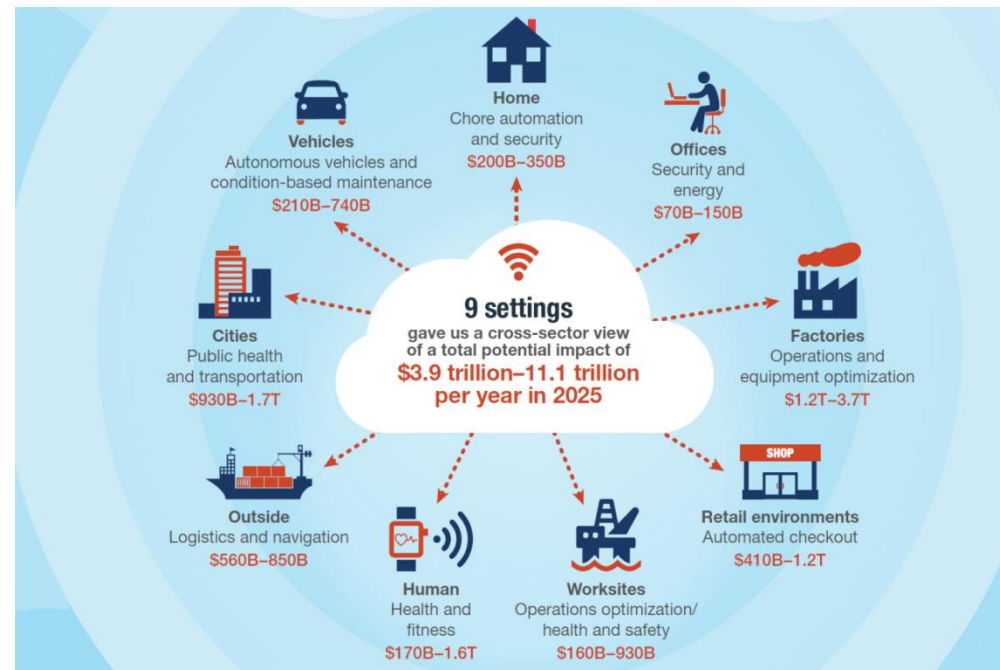
(出所) インテリジェント化が加速するICTの未来像に関する研究会「報告書2015」(平成27年) 図表 1 2

(参考) McKinsey (2015)

“The Internet of Things: Mapping the value beyond the hype”

- IoTが効果をもたらすと考えられる9つの分野（住宅、オフィス、工場、小売業、工事現場、医療・健康、外部輸送、都市、輸送機器）を特定
- これらの9つの分野におけるIoTの発展は、2025年には年間3.9兆ドル～11.1兆ドルの効果を世界市場にもたらすと予測

IoTの経済効果の予測:世界市場（2015年公表）



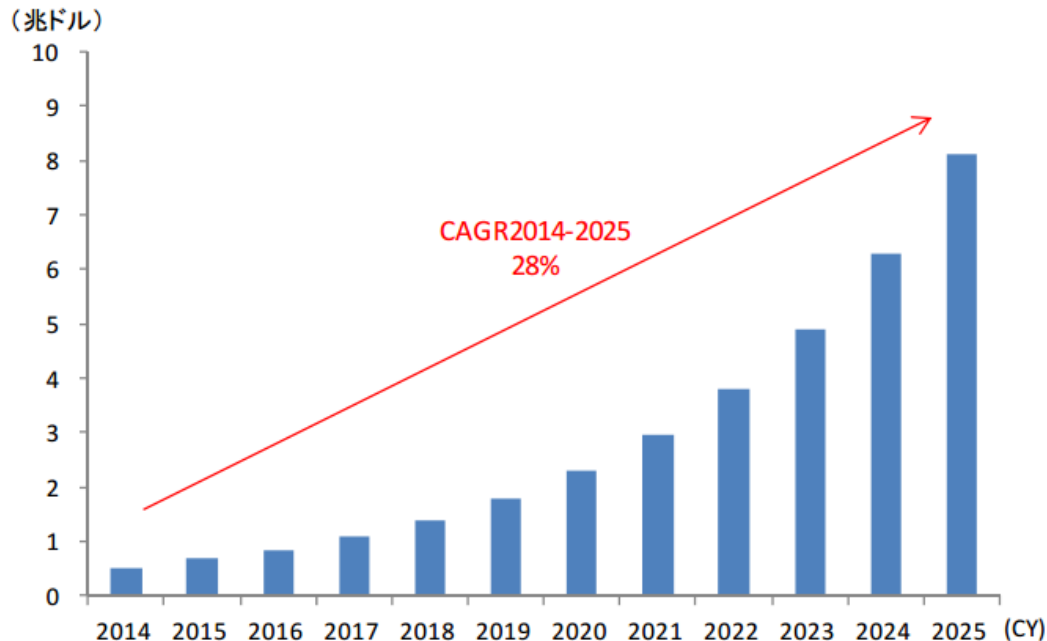
(出所) McKinsey Global Institute, “The Internet of Things: Mapping the value beyond the hype”, June 2015

みずほ銀行

●IoTのもたらす経済価値は8兆ドル（2025年）（年平均成長率28%）

➤ 経済価値としてはIoT関連製品の直接的売上に、ユーザ側の経済効果を加えたもの

IoTが付加する経済価値:世界市場（2015年公表）



IoT関連サービス市場規模：世界市場（2014年公表）

(ガートナー社(Gartner:米 IT アドバイザリ企業))

2014年	2020年
523 億ドル	2,628 億ドル

注：IoT関連サービスとしてはコンサルティング、システム 開発、運用が含まれる

出典：Gartner, "Forecast: Internet of Things, Endpoints and Associated Services, Worldwide, 2014", 20 October 2014

(出所)みずほ銀行「みずほ産業調査 (Vol.51) IoT (Internet of Things) の現状と展望: IoTと人工知能に関する調査を踏まえて」(2015年8月)

(3)雇用への影響の予測例

雇用への影響の予測例

機関名	分析対象	予測値
オックスフォード大学, Frey and Osborne	コンピュータ化に伴う 雇用への分野別影響 (米国市場*2)	米国雇用の47%はハイリスク・カテゴリー(*1)に分類 事務支援、生産関連、運輸、ロジスティクス等は特に厳しい ここ数十年にわたり雇用の伸びを支えてきたサービス業への影響も大
デロイト, Frey and Osborne	コンピュータ化に伴う 雇用への分野別影響 (英国市場*2)	英国雇用の35%はハイリスク・カテゴリーに分類 低賃金の仕事はリスクが高い
野村総合研究所, Frey and Osborne	コンピュータ化に伴う 雇用への分野別影響 (日本市場*2)	労働人口の49%が技術的に代替可能 創造性、協調性が必要な業務や、非定型な業務は将来も人が担う
アクセンチュア	IoT/ビッグデータの 雇用への影響 (世界経営者)	経営者の過半数(52%)がインダストリアル・インターネットが雇用の「喪失」を上回る「機会」を生み出すと回答
世界経済フォーラム	2020年の労働市場 (世界15カ国・地域)	対象国・地域では710万の雇用が失われ200万の雇用が創出

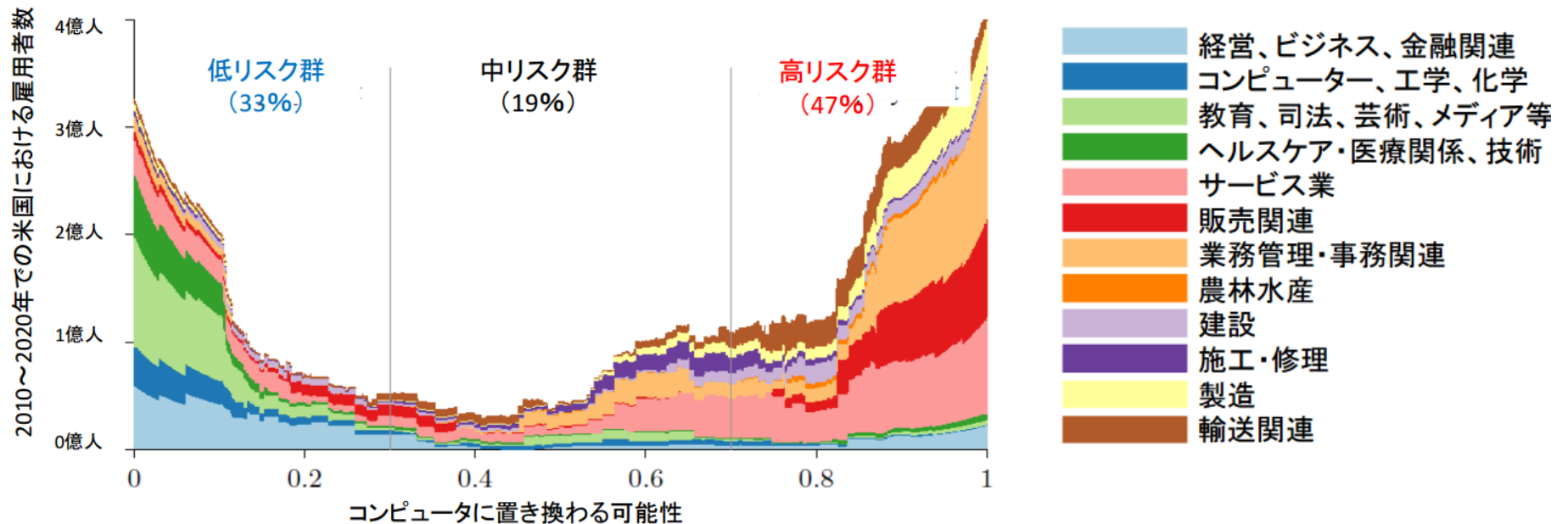
*1: 今後10年～20年の比較的早い時期に代替される職業

*2: 米国は702種類の職業、英国は369種類の職業、日本は601種類の職業を対象

オックスフォード大学

- コンピュータによる労働代替が技術的に可能となる確率に応じて、職業を低リスク・中リスク・高リスクに分類
 - 確率が70%以上の職業を高リスク、30%以下の職業を低リスクと定義
 - 輸送産業、ロジスティクス、事務職、生産分野は高リスク
 - 管理職、教育、ヘルスケア、芸術、学術研究などは低リスク
 - サービス業、販売業、建設業などはスキルに応じてリスクが異なる
- 米国雇用の47%は高リスク（ハイリスク・カテゴリー）に分類

コンピュータによる労働代替が技術的に可能となる確率の職業別予測：米国雇用（2013年公表）



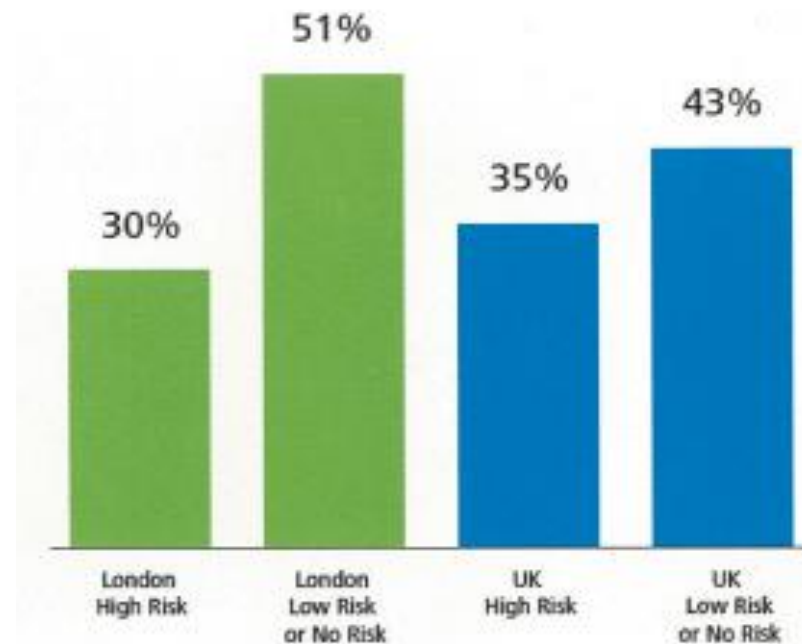
注：Frey and Osborne, Univ. of Oxford, "The Future of Employment : How susceptible are jobs to computerisation?" Sep. 17, 2013.
http://www.oxfordmartin.ox.ac.uk/downloads/academic/The_Future_of_Employment.pdf

(出所)インテリジェント化が加速するICTの未来像に関する研究会「報告書2015」(平成27年)

デロイト (Deloitte : 米国の会計事務所)

- オックスフォード大学と共同で、イギリスをロンドンと英国全土(ロンドン含む)の二つに分類
- コンピュータによる労働代替が技術的に可能となる確率に応じて分析
 - 英国全土では35%、ロンドンでは30%が高リスク (ハイリスク・カテゴリー)
 - ロンドンは創造性や協調性が必要な業務比率が高く、英国全土より高リスク職業比率が低い

コンピュータによる労働代替が技術的に可能となる確率の高低別の労働人口の割合: 英国雇用
(ロンドン、英国全土の比較) (2014年公表)

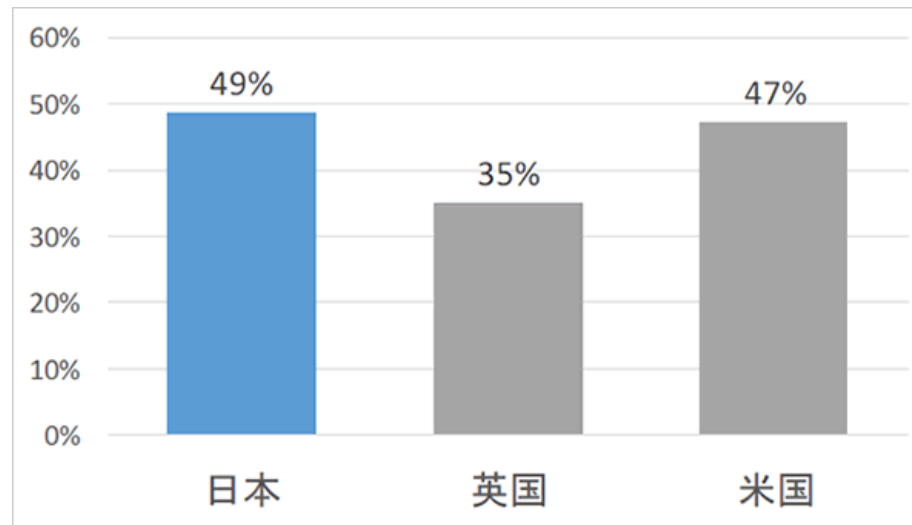


(出所) Deloitte, "Agiletown: the relentless march of technology and London's response", Nov. 2014.
<http://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/uk/Documents/uk-futures/london-futures-agiletown.pdf>

野村総合研究所

- 人工知能やロボット等による労働代替が技術的に可能となる確率が高い労働人口の割合
 - 日本の労働人口の約49%は、人工知能やロボット等による労働代替が技術的には(*1)可能となる確率が高い
 - 創造性、協調性が必要な業務や、非定型な業務は将来も人が担う
- (*1) 技術的な代替可能性であり、コスト等を含めた総合的な判断による代替可能性ではない
- オックスフォード大学（米国）、デロイト（英国）と同じ方法論で調査
 - 日本は、米国とほぼ同等水準

人工知能やロボット等による労働代替が技術的に可能となる確率が高い労働人口の割合の日・英・米比較
(2015年公表)



(出所) 野村総合研究所「日本の労働人口の49%が人工知能やロボット等で代替可能に」(2015年12月)

注：米国データはオックスフォード大学調査(2013)から、英国データはデロイト社調査(2014)から取得。

http://www.oxfordmartin.ox.ac.uk/downloads/academic/The_Future_of_Employment.pdf

<http://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/uk/Documents/uk-futures/london-futures-agiletown.pdf>

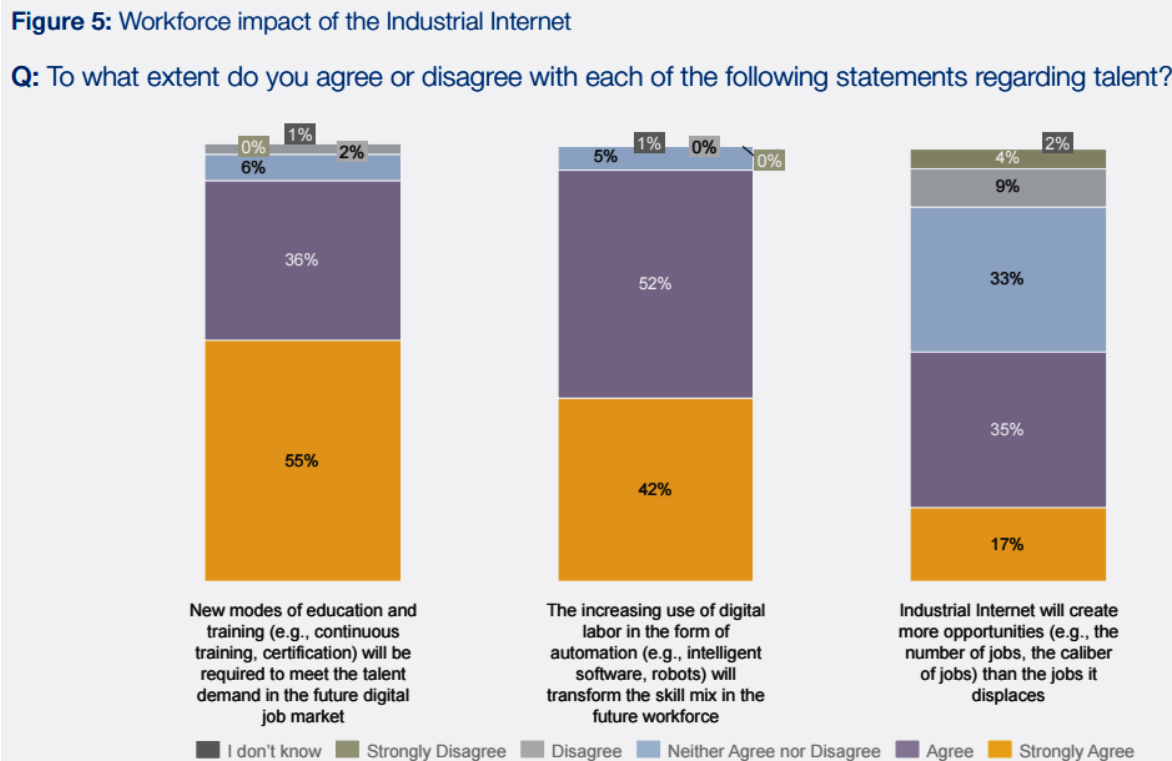
https://www.nri.com/jp/news/2015/151202_1.aspx

アクセンチュア (Accenture:コンサルティング会社(本社アイルランド))

● 世界の経営者へのアンケート調査

- 経営者の過半数（17%+35%）は、インダストリアル・インターネットが雇用の「喪失」を上回る「機会」を生み出すと回答
 - ◆ 仕事の数が増え、仕事の範囲が拡大する
- インダストリアル・インターネットのもとで必要な能力を満たすには、新たな教育・訓練を必要とする（55%+36%）
- インテリジェントソフトウェアやロボットの普及は、必要とされるスキルを変える（42%+52%）

インダストリアル・インターネットの雇用への影響：世界の経営者へのアンケート（2014年公表）

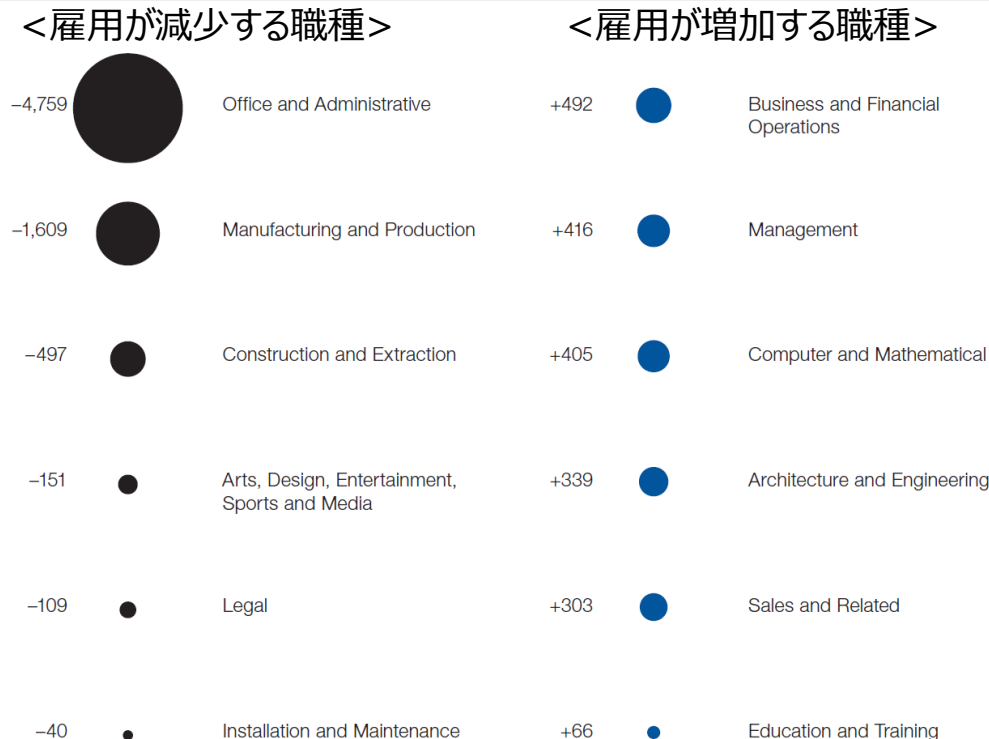


(出所) 情報通信審議会「IoT/ビッグデータ時代に向けた新たな情報通信政策の在り方」中間答申（平成27年12月14日）
 注：World Economic Forum Industrial Internet Survey 2014（アクセンチュア）より取得

世界経済フォーラム(WEF:スイスに本部を置く国際機関)

- 世界の企業（15カ国・地域）の管理職へのヒアリングに基づく調査
 - ASEAN、オーストラリア、ブラジル、中国、フランス、GCC諸国、ドイツ、インド、イタリア、日本、メキシコ、南アフリカ、トルコ、英国、米国の15国・地域を対象
- 対象国・地域では710万の雇用が失われ200万の雇用が創出されると予測（2020年）
 - 技能の低い事務職や、製造業・製造部門における雇用は最も影響を受ける
 - 高技能が必要とされる金融部門、管理職、コンピュータ・数学分野では雇用が増加

職種による雇用の増減の予測（2015年－2020年）：（2016年公表）（単位：千人）



4.今後注視し、又は検討すべき事項

(1) 経済への影響

ア 経済発展への影響

(ア) 経済成長

(イ) 産業構造

(ウ) イノベーション

(エ) 国際競争力

イ 雇用への影響

ウ 所得の分配への影響

エ インテリジェントICTのエコシステム

(ア) イノベティブかつ競争的なエコシステムの確保

(イ) インテリジェントICT相互間のネットワークの形成の円滑化

オ ICTインテリジェント化の進展及び影響を評価するための指標

(2) 社会・人間への影響

ア インテリジェントICTと社会

(ア) インテリジェントICTと社会の相互作用

(イ) インテリジェントICTに関するステークホルダーの理解と意識

(ウ) インテリジェントICTデバインド

イ インテリジェントICTと地域社会

(ア) 地域内・地域間のヒト・モノ・コト相互間の空間を越えた協調

(イ) 生活空間の再構築

(ウ) 交通

(エ) 防災

ウ インテリジェントICTと国際社会

エ インテリジェントICTと人間

(ア) 人間の心理への影響

(イ) 「インテリジェントICT依存」の可能性

(ウ) 人間とインテリジェントICTのインタラクション

(エ) 教育

(オ) 医療・福祉

オ インテリジェントICTと科学

カ インテリジェントICTと法

(ア) 権利義務及び責任の帰属主体の在り方

(イ) 法律行為及び不法行為並びに犯罪に関する法制の在り方

(ウ) インテリジェントICTの保護の在り方

(エ) 情報通信ネットワークシステムに関する法制度の在り方

(オ) パーソナルデータに関する法制度の在り方

(カ) コンテンツ等に関する法制度の在り方

討議用資料3 別紙

4. 今後注視し、又は検討すべき事項

(1) 経済への影響

ア 経済発展への影響

(ア) 経済成長

- ・ ICTインテリジェント化が牽引する「第四次産業革命」の成否により、今後の我が国の経済成長率が大きく左右される可能性が指摘されている¹。ICTインテリジェント化により我が国の経済成長を促すための取組の在り方如何。
- ・ ICTインテリジェント化による持続可能かつ包摂的な世界経済の成長の実現のための取組の在り方如何。

(イ) 産業構造

- ・ 人工知能等の発展により、ビジネスプロセスやバリューチェーン構造の変化、ものづくりにおける付加価値構造の変化（サービス化）、競争環境の変化などが促されることを通じて、産業構造が大きく変化する可能性が指摘されている²。ICTインテリジェント化により産業構造の変化を円滑に進め、我が国の経済成長及び国際競争力強化を実現するための取組の在り方如何。

(ウ) イノベーション

- ・ インテリジェントICTの研究開発及び利活用に関するイノベーションを促すための取組の在り方如何。
 - 分野の垣根を越えたヒト・モノ・コト相互間の協調によるイノベーションを促すために、分野の垣根を越えたインテリジェントICTの相互接続性・相互運用性の確保の在り方を検討すべきではないか。
 - インテリジェントICTの研究開発及び利活用に関するイノベーションの阻害要因如何。

(エ) 国際競争力

¹ 井上構成員提供資料参照。IoT／ビッグデータ等により牽引される「第四次産業革命」の展望については、情報通信審議会「IoT／ビッグデータ時代に向けた新たな情報通信政策の在り方」中間答申～「データ立国ニッポン」の羅針盤～」5・13頁（平成27年）等を参照。

² 日本の「稼ぐ力」創出研究会「とりまとめ」26・33頁（平成27年）等を参照。

- ・ ICTインテリジェント化により我が国の国際競争力を高めるための取組の在り方如何。

イ 雇用への影響

- ・ ICTインテリジェント化には雇用を創出する側面と雇用を代替する側面の両面があるが、長期的に雇用の創出と雇用の代替のいずれが勝るかについて見通しを立てることは容易ではなく、また、短期的にも雇用の創出と雇用の代替のいずれが先行するのかについて予測が困難であると指摘されている³。
 - 我が国のように労働供給制約が生じている労働市場においてICTインテリジェント化は、労働力不足を補うことにより、経済成長を促す可能性が期待されている。また、インテリジェントICTの支援により女性や高齢者の社会参画が容易になり、労働力不足が緩和される可能性も指摘されている⁴。ICTインテリジェント化による雇用の補完や労働力不足の緩和を促すための取組の在り方如何。
 - 他方で、ICTインテリジェント化により、定型的な仕事を行うことの多い非正規雇用を中心に雇用の代替が進展する可能性も指摘されている⁵。ICTインテリジェント化を見据え、労働者が人工知能やロボットによる代替が困難な能力を身につけ、新たな産業に柔軟に移動することができるようにするための働き方や法制度の在り方如何。
 - 今後の急速な技術進歩の結果、一つの職業に長期的に従事するのではなく、異なる複数の職業に就くことも一般化する可能性がある。そのような変化に柔軟に対応できる人材の育成の在り方如何。また、労働者の流動性を前提とした安定的な就労環境の確保の在り方如何⁶。

ウ 所得の分配への影響

- ・ ICTインテリジェント化により労働分配率の低下や格差の拡大が生ずる可能性が指摘されている。ICTインテリジェント化により労働分配率の低下や格差の拡大が生じた場合における対処の在り方如何（例：

³ インテリジェント化が加速するICTの未来像に関する研究会「報告書2015」33-36頁（平成27年）（以下「インテリ研報告書」という。）等を参照。

⁴ 山本（勲）構成員提供資料等を参照。

⁵ 同上。

⁶ インテリ研報告書41頁等を参照。

ベーシック・インカムの導入等)⁷。

エ インテリジェントICTのエコシステム

(ア) イノベティブかつ競争的なエコシステムの確保⁸

- ・ インテリジェントICTの機能を提供するサービス（以下「IICTサービス」という。）は、その利用者相互間を媒介し、又は複数の利用者集団相互間を媒介するプラットフォームとなり得るものである。プラットフォーム事業者の在り方については、様々なアプリケーション等の開発や提供に大きく影響することから、公正性や透明性を高めて、アプリケーションの開発・提供に多様な事業者が参加できるようにすることが必要であることが指摘されている⁹。インテリジェントICTに関するエコシステムがイノベティブかつ競争的なものとして高度化していくのかについて、プラットフォームの通有性たるネットワーク効果やプラットフォームにおけるデータの寡占化傾向等を踏まえ、関係する市場の動向を継続的に注視していくべきではないか。
 - 注視すべき市場の画定、注視の視点、評価基準等の在り方を検討すべきではないか。
 - IICTサービスの供給者による行為であって、イノベティブな研究開発や（IICTサービスの供給者間及び利用者間の）公正な競争を阻害するおそれがあるものとして典型的に想定されるものの類型を検討した上で、その動向や影響を継続的に注視していくべきではないか。
- ・ イノベティブかつ競争的なエコシステムを確保するためには、インテリジェントICTと情報通信ネットワークシステムの各要素との間の円滑な接続や連携に向け、インターフェイス等の標準化やオープン化の在り方を検討すべきではないか¹⁰。

(イ) インテリジェントICT相互間のネットワークの形成の円滑化

- ・ インテリジェントICT相互間のネットワークの形成の円滑化に向け、

⁷ インテリ研報告書 41 頁、井上構成員提供資料等を参照。

⁸ 石井構成員提供資料、佐藤構成員提供資料、実積構成員提供資料、高橋構成員提供資料、林（秀）構成員提供資料、林（雅）構成員提供資料、福井構成員提供資料、渡辺構成員提供資料等を参照。

⁹ ICTサービス安心・安全研究会「近未来におけるICTサービスの諸課題展望セッション 取りまとめ 近未来におけるICTサービスの発展を見据えた諸課題の展望」33-34 頁（平成 27 年）等を参照。

¹⁰ インテリジェントICT相互間のネットワークの形成に関し検討すべき課題としては、この項目のほか、(イ)に掲げる項目をも参照。

相互接続性・相互運用性を確保すべく、インターフェイス等の標準化やオープン化の在り方を検討すべきではないか¹¹。

- ・ インテリジェント I C T相互間のネットワークの形成に当たっては当事者間の協議が必要となるが、当事者間の協議をめぐる紛争に関し、その動向や影響を継続的に注視していくとともに、必要に応じ、当事者間の協議を円滑化する見地から、紛争処理の在り方を検討すべきではないか。

オ ICTインテリジェント化の進展及び影響を評価するための指標

- ・ ICTインテリジェント化の進展及び影響を評価するための指標の在り方如何¹²。
- ・ ICTインテリジェント化が進展した社会においてGDPは国民の豊かさや幸福を計測する上で適した指標ではなくなる可能性が指摘されている。GDPに代わる経済指標を検討すべきではないか¹³。

(2) 社会・人間への影響

ア インテリジェント I C Tと社会

(7) インテリジェント I C Tと社会の相互作用

- ・ 技術は社会の在り方を一方的に決定するものではなく、技術と社会は相互作用しながら発展していく。したがって、インテリジェント I C Tについても、技術と社会の相互作用を今後継続的に注視していくべきではないか¹⁴。

(4) インテリジェント I C Tに関するステークホルダーの理解と意識

- ・ インテリジェント I C Tに関するステークホルダーの理解と意識は、インテリジェント I C Tの研究開発及び利活用の方向性に大きな影響を及ぼし得る。したがって、インテリジェント I C Tに関して各界の専門家や一般市民等ステークホルダーがどのような理解や意識をもっているか今後継続的に注視していくべきではないか¹⁵。

¹¹ 実積構成員提供資料を参照。

¹² 林（雅）構成員提供資料等を参照。

¹³ インテリ研報告書 42-43 頁等を参照。The Future of Life Institute, *Research Priorities for Robust and Beneficial Artificial Intelligence* (2015) (以下「FLI」という)。

¹⁴ 江間構成員提供資料等を参照。

¹⁵ 同上。

(ウ) インテリジェント ICT デバイド

- ・ インテリジェント ICT を利活用しその恵沢を享受することができる人とそうでない人との間に活動条件の差が少なからず生ずる可能性がある。このようなインテリジェント ICT デバイドの形成を防止するためのインテリジェント ICT の公平な利活用の確保の在り方如何¹⁶。

イ インテリジェント ICT と地域社会

(ア) 地域内・地域間のヒト・モノ・コト相互間の空間を越えた協調

- ・ インテリジェント ICT を利活用したヒト・モノ・コト相互間の空間を越えた協調により活力ある地域社会を実現するための取組の在り方如何。

(イ) 生活空間の再構築

- ・ インテリジェント ICT が実装された場所（スマートハウス、スマートシティ）が情報通信ネットワークを通じてつなげることによる生活空間の再構築の在り方如何。

(ウ) 交通

- ・ 自動運転車やコネクテッドカー等を利活用して地域の交通ネットワークを再構築し活力ある地域社会を実現するための取組の在り方如何¹⁷。

(エ) 防災

- ・ インテリジェント ICT を利活用した防災・災害対応（ロボットによる人命救助、ドローンによる被災状況把握・物資搬送等）により地域社会の安全・安心を実現するための取組の在り方如何¹⁸。

ウ インテリジェント ICT と国際社会

- ・ 国連においては、持続可能な開発のための地球規模の課題として、貧困、保健医療、教育、ジェンダー、エネルギー、レジリエンス、気候変動等が掲げられている¹⁹。インテリジェント ICT を基盤として構築される知のネットワークを通じた国際的な分散協調による地球規模の課題解決の在り方如何。

¹⁶ 久木田構成員提供資料等を参照。

¹⁷ 林（雅）構成員提供資料等を参照。

¹⁸ 同上。

¹⁹ 第 70 回国連総会「持続可能な開発のための 2030 アジェンダ」（2015 年）等を参照。

- ・ 国際的な分散協調により途上国の発展を支援するための取組の在り方如何。
- ・ ICTインテリジェント化が国際社会の平和及び安定の促進に貢献するための取組の在り方如何。
- ・ ICTインテリジェント化が国際社会の不安定化を招く要因とならないために留意すべき事項如何²⁰。

エ インテリジェントICTと人間

(ア) 人間の心理への影響

- ・ ICTインテリジェント化が人間の心理に及ぼす影響如何²¹。
- ・ 人間がインテリジェントICTに対して抱く感情や不安如何²²。

(イ) 「インテリジェントICT依存」の可能性

- ・ ゲーム依存やネット依存と同様に、利用者がインテリジェントICTに関するコミュニケーションやコンテンツに心理的に依存するおそれがあるのではないか。「インテリジェントICT依存」への対処の在り方如何²³。
- ・ ICTインテリジェント化に伴い人間同士の直接的なコミュニケーションの機会が減少した場合における子供の発育への影響如何²⁴

(ウ) 人間とインテリジェントICTのインタラクション

- ・ インテリジェントICTの擬人化・表現型が人間の心理に及ぼす影響如何²⁵。
- ・ インテリジェントICTと人間のインタラクションの設計の在り方如何。

(エ) 教育

- ・ ICTインテリジェント化に対応した人材を育成するための教育の在り方如何²⁶。

²⁰ インテリジェントICTを応用した自律型兵器は、国際関係や安全保障の在り方に根本的な変化をもたらす可能性があるとして指摘されている（久木田構成員提供資料等を参照）。自律型兵器に関する問題及び規制の在り方について検討したものとして、FLI等を参照。

²¹ 河井構成員提供資料等を参照。

²² 同上。

²³ 同上。

²⁴ 久木田構成員提供資料等を参照。

²⁵ 河島構成員提供資料、赤坂構成員提供資料等を参照。

²⁶ インテリ研報告書41頁等を参照。

- ・ インテリジェント I C T の教育への利活用の在り方如何（例：アクティブラーニングの促進等）²⁷。

（オ）医療・福祉

- ・ ウェアラブルによるデータ収集や人工知能による自動診断等により、生活の質を改善し、健康寿命を延ばすための取組の在り方如何²⁸。

オ インテリジェント I C T と科学

- ・ インテリジェント I C T を利活用したビッグデータの分析の進展は、科学の在り方をいかに変えるか²⁹。
- ・ インテリジェント I C T を科学研究に用いた場合に科学研究のプロセスが不透明化し検証不能なものとなる可能性について今後継続的に注視していくべきではないか³⁰。

カ インテリジェント I C T と法

（ア）権利義務及び責任の帰属主体の在り方

- ・ 人間の介在なしに自律的判断を行うインテリジェント I C T の発展を見据え、インテリジェント I C T を、法人と同様に、一定の範囲で権利義務及び責任が帰属される主体として認めるべきか³¹。
- ・ インテリジェント I C T が人間と連携・融合する場合における権利義務及び責任の帰属主体の範囲如何³²。
- ・ ロボットアプリの開発者等の責任主体の多様化への対処の在り方如何³³。

（イ）法律行為及び不法行為並びに犯罪に関する法制の在り方

- ・ インテリジェント I C T の「行為」に関し、法律行為及び不法行為並びに犯罪に関する法制の見直しの在り方如何³⁴。
 - この場合において、インテリジェント I C T が「行為」の「主体」となる場面（例：自動運転車による事故等）とインテリジェント I C T が「行為」の「客体」となる場面（例：「ロボット愛護管理

²⁷ 林（雅）構成員提供資料等を参照。

²⁸ 同上。

²⁹ 中西構成員提供資料等を参照。

³⁰ 渡辺構成員提供資料等を参照。

³¹ 大屋構成員提供資料、湯浅構成員提供資料、河島構成員提供資料、赤坂構成員提供資料、渡辺構成員提供資料等を参照。

³² 石井構成員提供資料等を参照。

³³ 工藤郁子情報通信政策研究所特別フェローの示唆等による。

³⁴ 赤坂構成員提供資料等を参照。

法」等) とに区別して検討すべきではないか³⁵。

(ウ) インテリジェント I C T の保護の在り方

- ・ 将来的に「ロボット愛護管理法」等のインテリジェント I C T に対する人間の感情や社会の風潮を保護するための制度的対応が必要になる可能性はあるか³⁶。

(エ) 情報通信ネットワークシステムに関する法制度の在り方

- ・ I o T の発展や I C T インテリジェント化を見据え、通信の秘密等通信法制の見直しが必要となるのではないかと。

(オ) パーソナルデータに関する法制度の在り方

- ・ 利用者の権利利益の保護等の観点から、インテリジェント I C T に関するデータポータビリティに関し検討すべきではないかと。

(カ) コンテンツ等に関する法制度の在り方

- ・ インテリジェント I C T によるコンテンツ創作の爆発的増大を見据え、知的財産法の見直しが必要となるのではないかと³⁷。
- ・ インテリジェント I C T によるモノのデータの創造・流通・処理に対応した知的財産法の在り方如何³⁸。

³⁵ 深町構成員提供資料等を参照。

³⁶ 河島構成員提供資料、赤坂構成員提供資料、深町構成員提供資料等を参照。

³⁷ 福井構成員提供資料等を参照。

³⁸ 田中構成員提供資料等を参照。