

インダストリー4.0と産業構造の変化 ～業務プロセスのIoT化が生み出す破壊力～

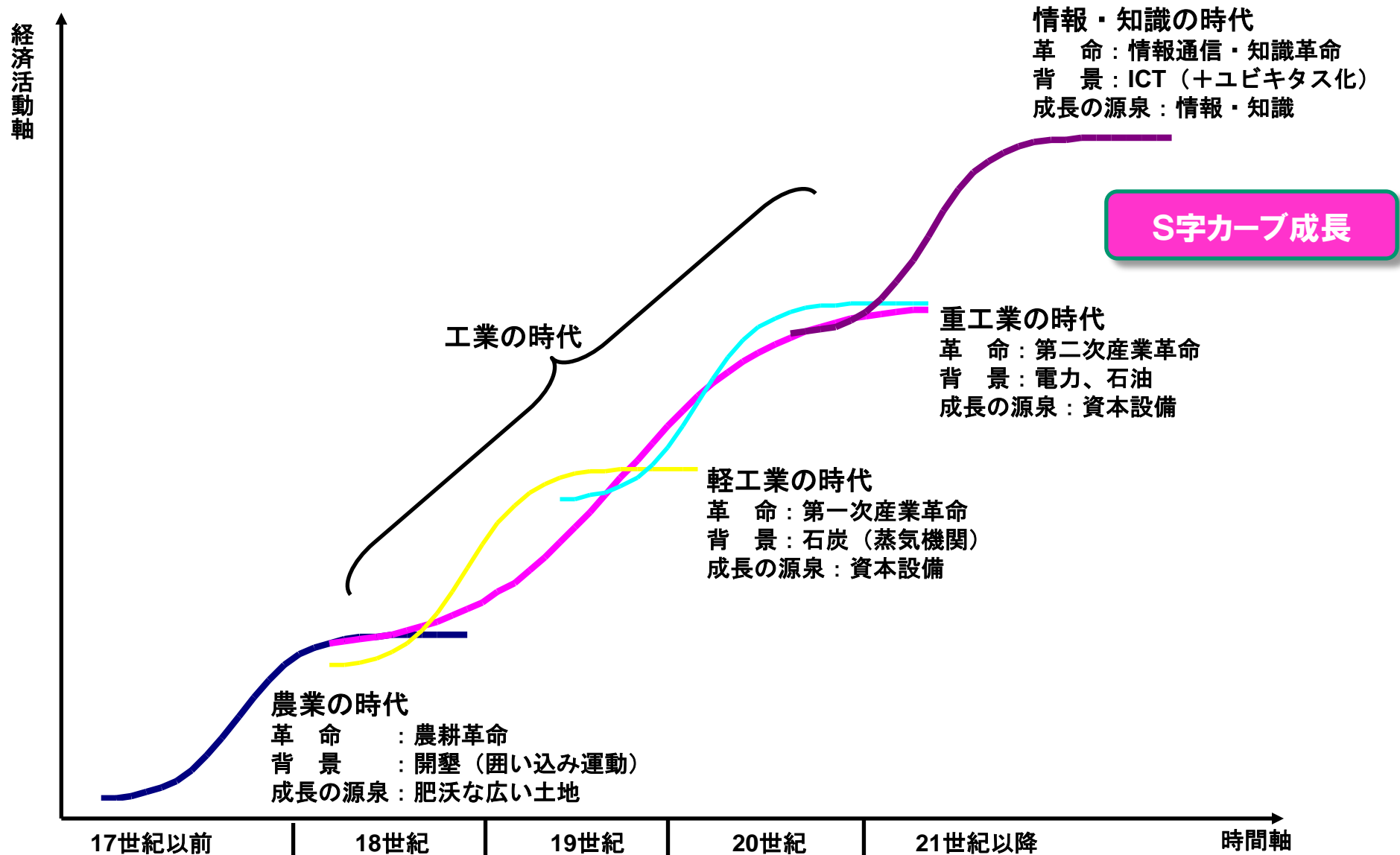
近畿総合通信局長

関 啓一郎

2017年1月25日

意見にわたる部分は個人的見解であり、総務省を代表するものではない。

革命的技術導入による人類の発展ステージ



※平成19年度版 情報通信白書を元に一部変更

革命的技術の導入と人類の発展ステージ

【農耕革命】 8千年～1万2千年前頃 メソポタミア

- ・狩猟生活から定住化(集落の発生)
- ・指導者の登場と階級社会の形成 → 国家へ発展

【(第一次)産業革命】 18世紀後半 イギリス

- ・人間や牛馬の労働(筋肉)の機械化 → 飛躍的な生産性の向上
- ・農村から都市への人口移動、労働者の発生
- ・家業から工場・株式会社へ (工場と会社制度の発明)、大量生産
- ・交通機関の発達により、グローバル化が進展
- ・産業革命の実現国(先進国)と未実現国(途上国)間の巨大な格差が発生

【情報通信革命(インダストリー4.0等)】 20世紀後半 アメリカ

- ・人間の知的処理能力(脳・神経・五感)の機械化
- ・知識が価値を生む時代:大組織の優位性減少、小規模企業・個人が優位?
- ・時間と距離の克服により、グローバルな活動を実現
- ・モノ(紙幣、本、CD、DVDなど)に化体していた「情報」の独立(デジタル信号)
- ・モノ自体よりも、モノが実現する「価値」が重要となる。
- ・情報通信革命に乗り遅れると産業革命時のように大きな差がつくのか?

- 90年代以降の日本経済の低迷は、アメリカと異なり、**情報通信革命とグローバル化に対応できていない**ため。垂直統合的な組織と終身雇用の下で暗黙知が一般的な日本企業では、業務の可視化が進行する米国企業と異なり、情報通信を使った水平分業、間接部門の効率化などができていない。
- 情報通信がもたらす変化は産業革命に匹敵。**情報通信は「汎用技術」（General Purpose Technology）**であり、産業横断的に活用され、様々な用途に利用可能
- 情報通信以前の汎用技術の例として、電力・電気や内燃機関が挙げられる。電力を使いこなすために、送電等のインフラ整備、既存機械の置換え、電気製品の開発などに膨大な時間がかかったように、情報通信の本格的な活用にはなお時間がかかる。
- 加えて、**紙や対面を前提として作られた制度・慣習**や**平均的に知的水準が高い日本人の有能さ**が情報通信の利用を阻害

氾濫するバズワードと議論の混乱

クラウド、IoT、ビッグデータ、AI、ロボット、インダストリー4.0、CPS（サイバー・フィジカル・システム）、スマートハウスなどの用語が氾濫し、議論がかみ合っていない。

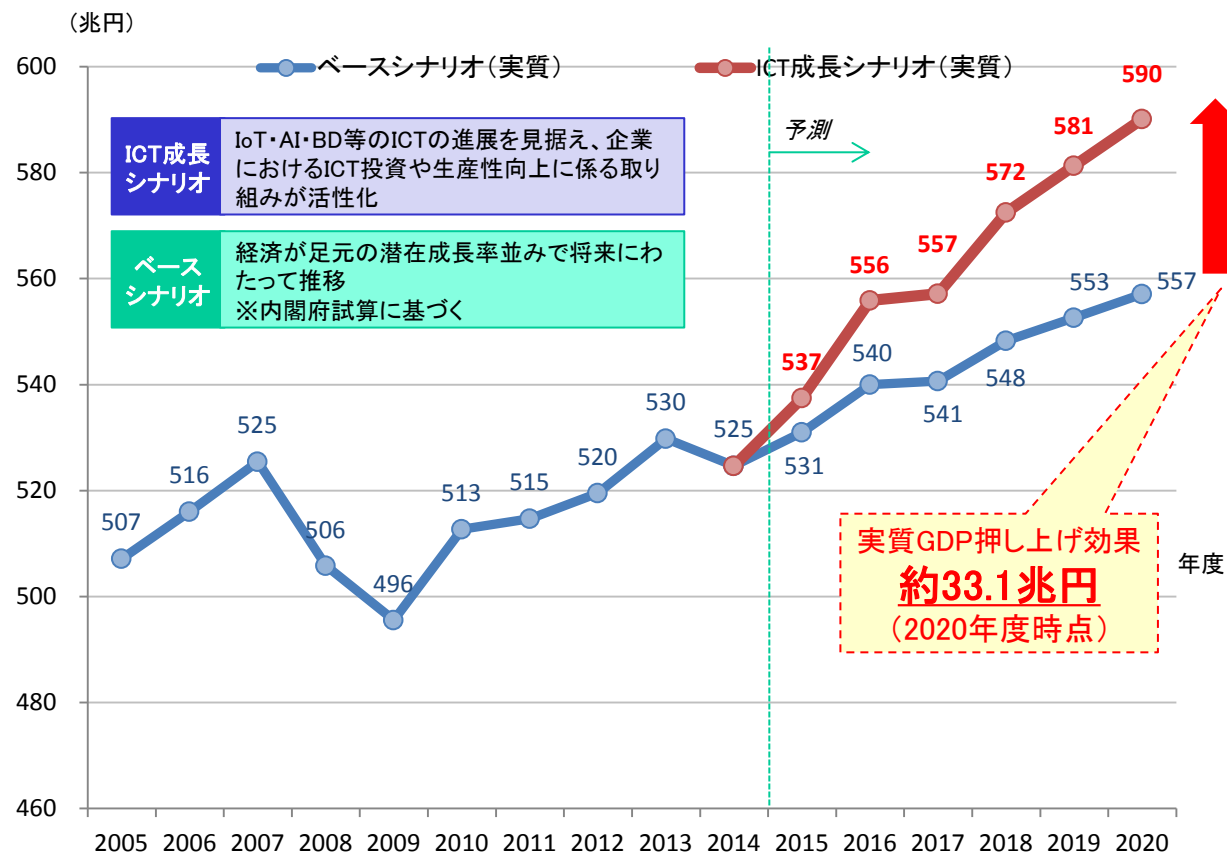
- IoTとビッグデータはどう関係するのか？
- AI（人工知能）とは何？ビッグデータをAIが自動的に分析してくれるのか？
- なぜIoTが叫ばれるのか？：IoTはインターネットのB2C利用からB2B／B2B2C利用への拡大？
- クラウドサービスは、IoT、ビッグデータ、AI、ロボットとどう関係するのか？
- IoTとインダストリー4.0は同じもの？違うもの？
- インダストリー4.0／CPSは、FA（工場の機械化）とどう違うのか。個別注文生産／多品種少量生産（mass customization）の実現やAI・3Dプリンターの導入の話か？
- IoTとスマートハウス／スマートシティの関係は？HEMS（Home Energy Management System）やBEMS（Building～）、情報家電との関係は？

経済成長への貢献

- IoT・ビッグデータ・AI等のICT投資等が進展すれば我が国経済成長は加速し、2020年度時点で実質GDPを約33.1兆円の押し上げる効果が見込まれる。
- 成長要因別にみると、TFP(全要素生産性)※の寄与度が大きい。ICTはTFPの寄与度をさらに高める効果が期待される。

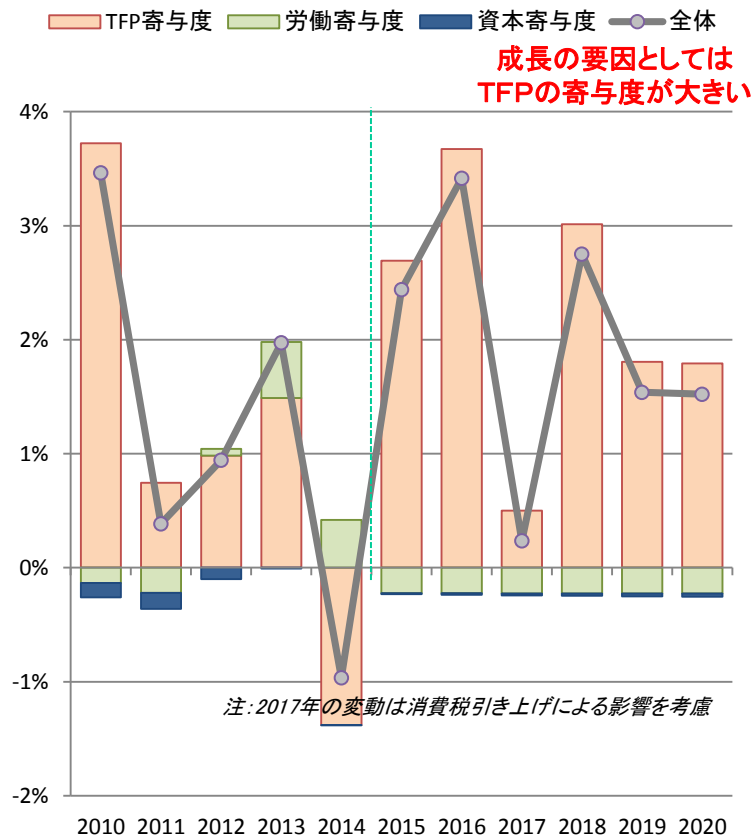
※TFP(Total Factor Productivity)：生産要素(労働、資本)以外で付加価値増に寄与する部分。具体的には、技術の進歩、労働者のスキル向上、経営効率や組織運営効率の改善など。

ICT成長による実質GDPへのインパクト



(出所)「平成28年情報通信に関する現状報告」(「情報通信白書」)

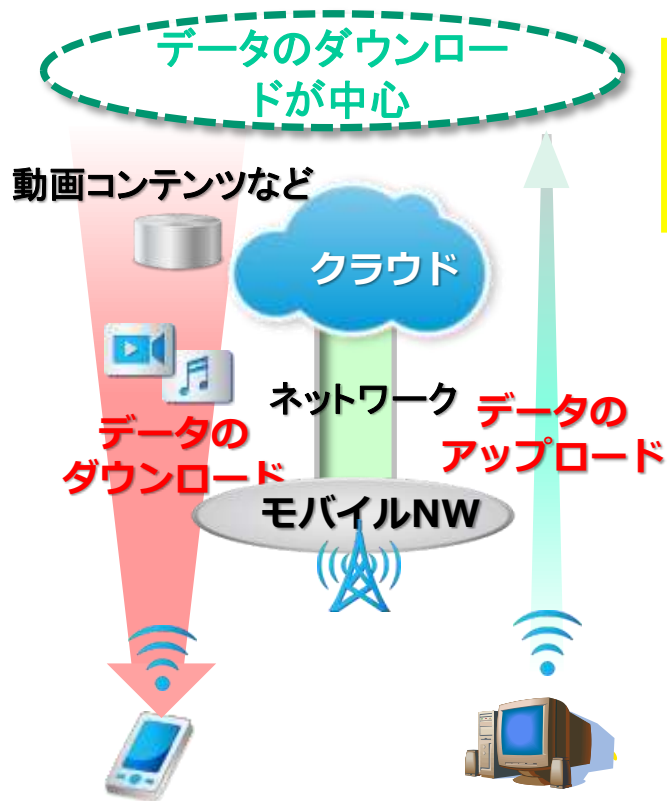
成長要因の分解 (ICT成長シナリオ)



出典: 総務省作成資料を一部変更

ビッグデータ：IoTの社会浸透に伴うデータ量の増大

〔従来〕



データの
アップロードが
増加

2010年
約1ゼタバイト

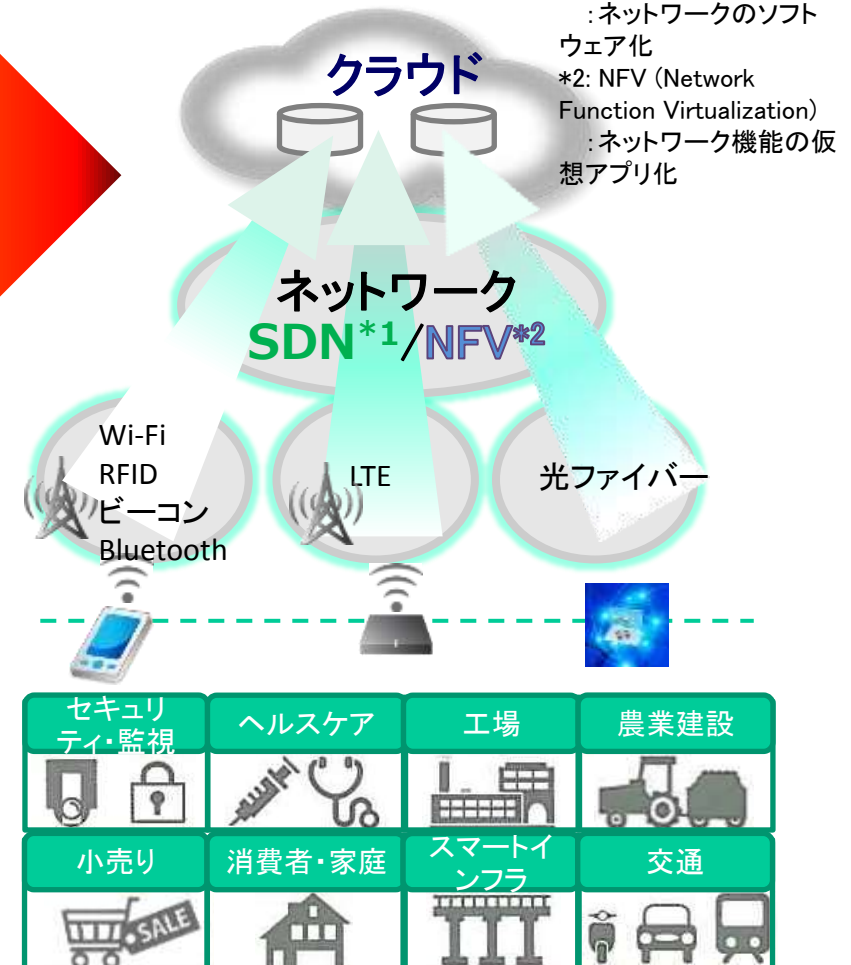
* ゼタバイトはテラバイトの10億倍

10年で
約40倍

2020年
約40ゼタバイト



〔将来〕

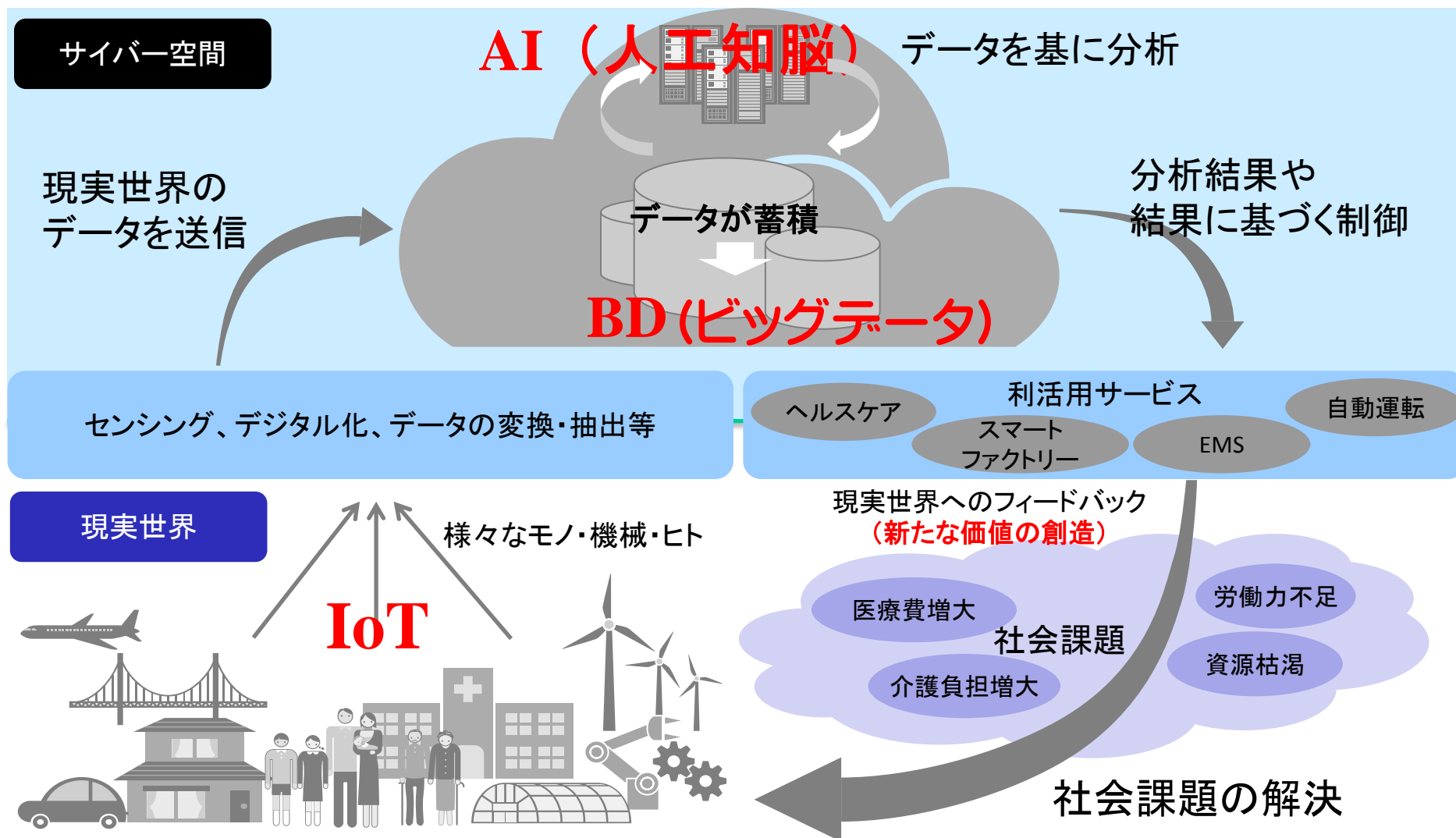


*1: SDN (Software-Defined Networking)
: ネットワークのソフトウェア化
*2: NFV (Network Function Virtualization)
: ネットワーク機能の仮想アプリ化

出典: 総務省作成資料を一部変更

データ主導社会の実現による新たな価値

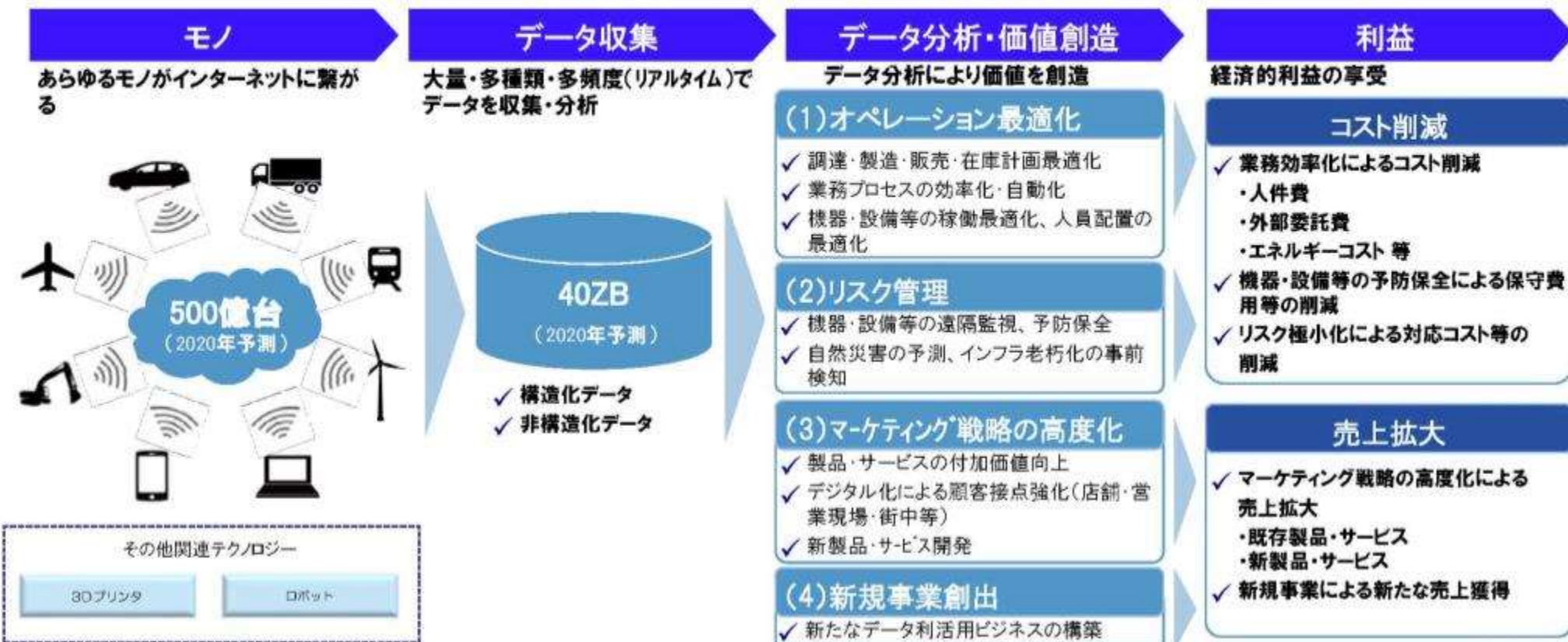
■ IoT等の新たなICTは、企業の生産性向上や新たな商品・サービスの創造等を通じて、より一層重要な役割を果たすことが期待されている。〔平成28年版情報通信白書〕



IoTによる価値創造

- IoT時代における価値創造の源泉は「情報(データ)」
- データを如何に活用出来るか、活用出来る環境を整えられるかがポイントに

【IoT・ビッグデータがもたらす新たな付加価値領域のイメージ】

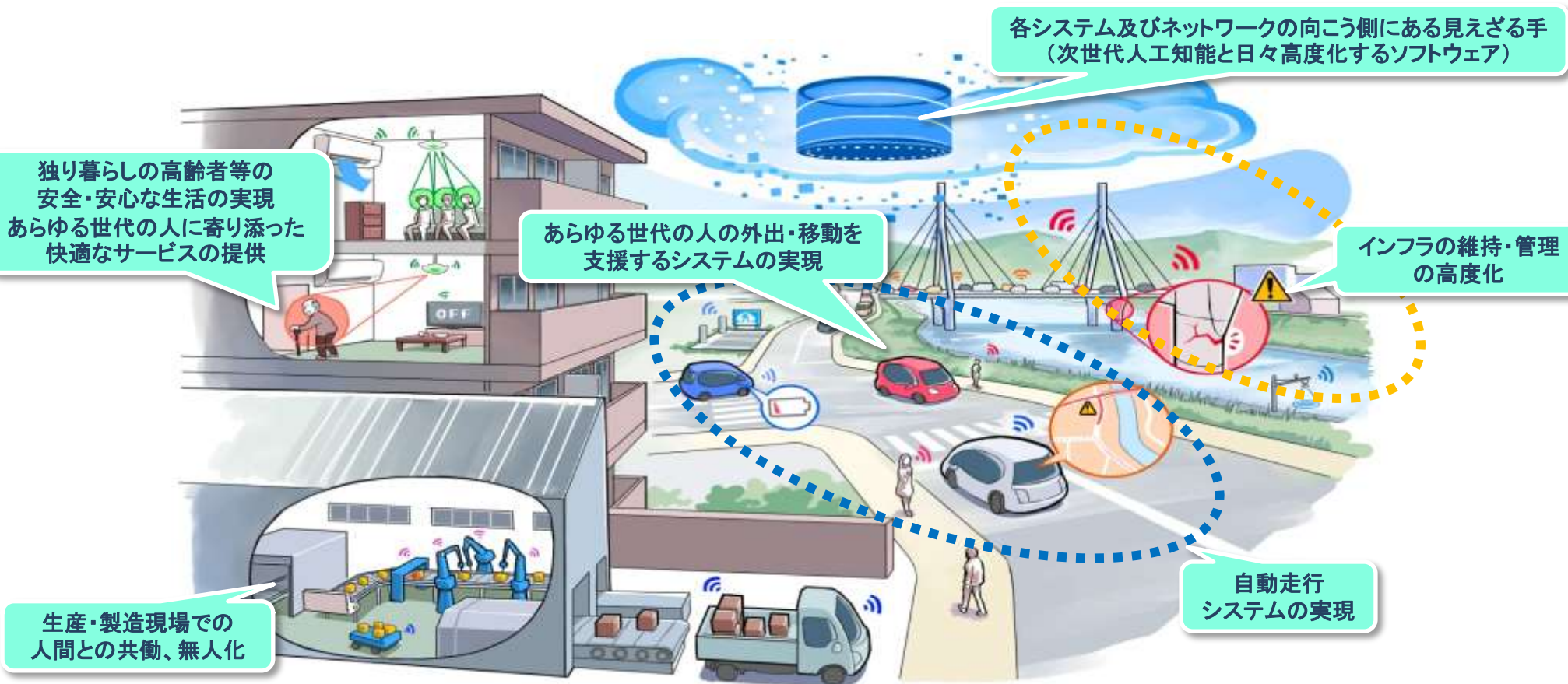


ZB(ゼタバイト)=1000EB(エクサバイト)=100万PB(ペタバイト)=10億TB(テラバイト)=1兆GB(ギガバイト)

(出所)みずほ銀行産業調査部作成

先端的なIoTにより実現されるスマート社会

- 「自律型モビリティ社会」として、超高齢化社会を迎える中で、**すべての人が、自律的な移動を可能とし、安全・安心で豊かな生活を送れる社会**、また、人口減少により労働力の確保が難しくなる中で、**自律的に稼働するロボットや産業機械等により生産性を確保し、持続的に経済成長する社会**を想定。
- 先端的なIoTにより、このような社会を実現するため、以下のような「自律型モビリティ・システム」の実現を目指すことが重要。
 - ・ あらゆる世代の人の移動手段を提供する**ネットワークと連携した電気自動車、電動車いす**
 - ・ あらゆる世代の人の自宅まで生活必需品を毎日搬送するような**ネットワークと連携した小型無人機**
 - ・ あらゆる世代の人の安全・安心で快適な生活を見守る**ネットワークと連携したコミュニケーションロボットや支援ロボット**
 - ・ 生産現場やインフラの維持管理等で、人間と共働したり無人で生産・監視を行う**ネットワークと連携した製造ロボットや産業機械（無人建機・農機等）**



I o T /BD (ビッグデータ) /A I (人工知能) 時代の到来

- モノの生産やサービスの提供について、現実空間とサイバー空間を先端的なIoTによりつないで、膨大なビッグデータをAIにより解析することで高度化を図る「サイバーフィジカルシステム」(CPS)の実現
- IoT/BD/AI時代においては、様々な産業において、CPSの進展により、ハードウェアシステムに係るノウハウ・レシピがオープン化(透明化)され、
 - ① データ駆動によるソフトウェアのレバレッジによる価値形成
 - ② 国際的なビジネスエコシステムへの組み込みによるハードウェアのコモディティ化を通じて、付加価値の源泉がハードウェアからソフトウェアに移行。産業構造を大変革させ、「データ」と「プラットフォーム」と「人工知能」を制するものが勝つというゲームチェンジが起きる可能性あり。

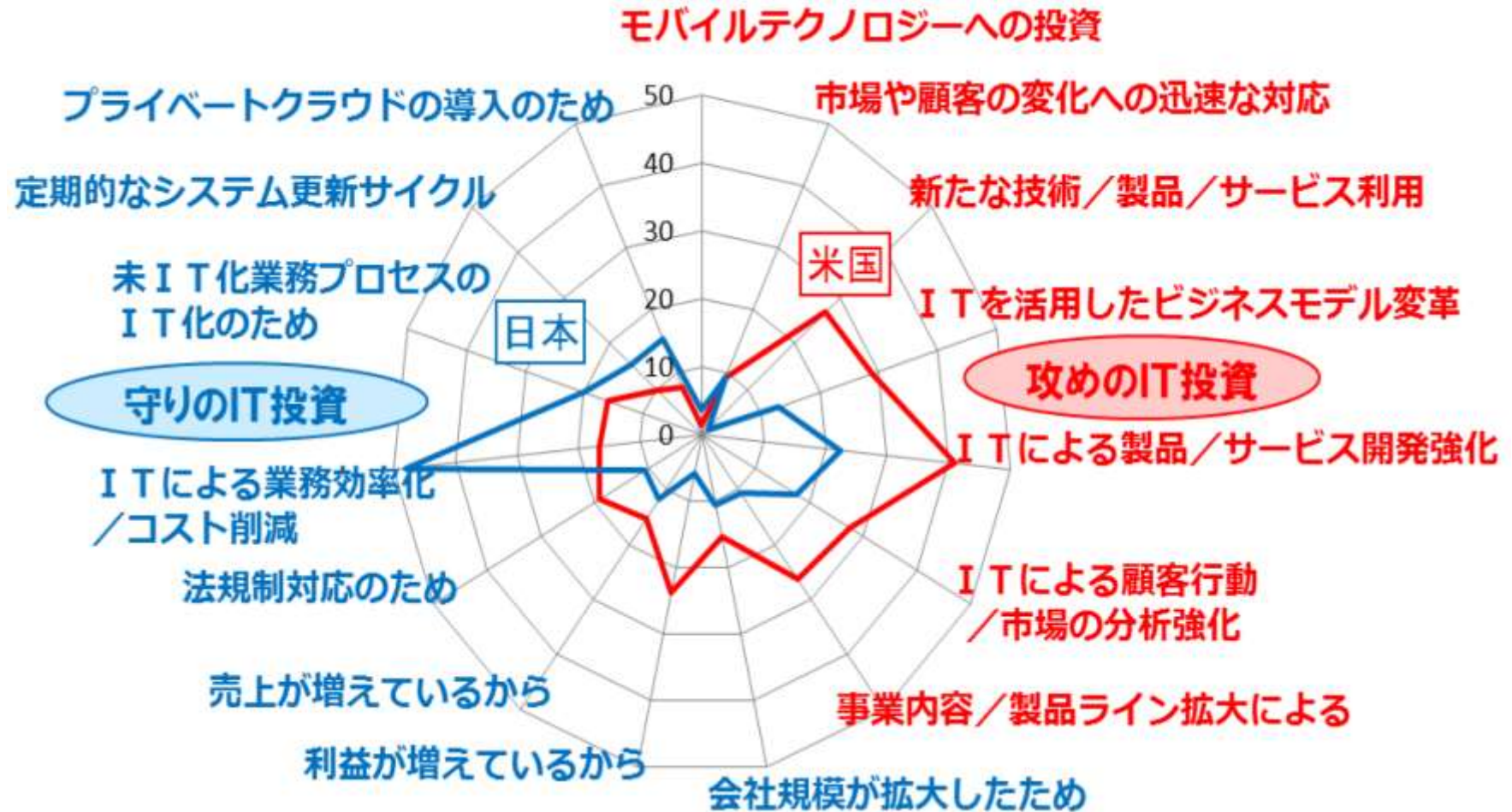
ビジネスで価値を生み出す要素

20世紀 (ヒト・モノ・カネが重要)	IoT/BD/AI 時代 (データ・ソフト・サービスが重要)
熟練工による「巧みの技」	AIとロボットで安価・迅速に需要に応じた少量多品種生産
経験と勘によるカイゼン	データ解析による自動最適化
効率的に量産できる工場が希少価値	製品&サービスの設計力が希少価値
ハードの機能/性能で差別化	デザイン・ソフト・サービスで差別化
社内業務プロセスの効率化	サプライチェーン、さらにビジネス全体の自動最適化
供給側の宣伝広告でブランド・市場を作る	データで賢くなった顧客がブランド・市場を作る
大企業に資金が集まる	優れたアイデア・技術に資金が集まる

IoT/BD/AI 時代を迎え、価値を生み出す要素が大きく変化

ICT投資の日米比較

これまでのIT予算を増額する企業における増額予算の用途
(日米比較)



※出典：一般社団法人 電子情報技術産業協会 (JEITA)、IDC Japan (株)「ITを活用した経営に対する日米企業の相違分析」調査結果 (2013年10月)

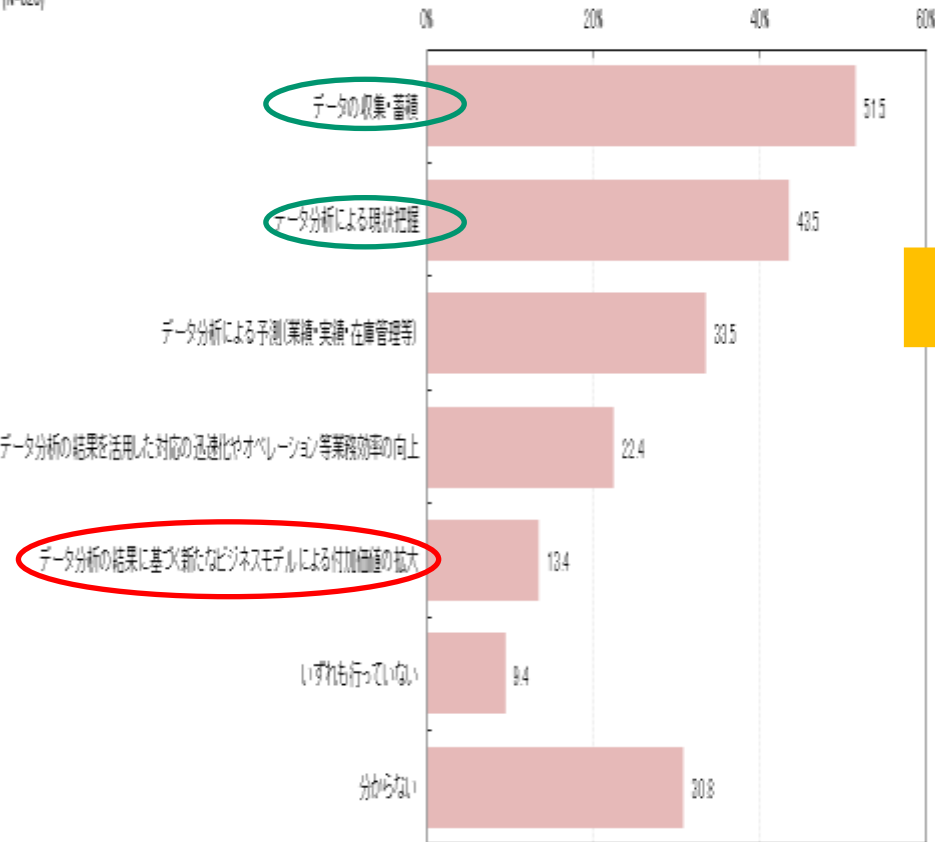
(参考)「平成28年情報通信に関する現状報告」(「情報通信白書」)より引用。

出典：総務省作成資料を一部変更

立ち遅れているデータ利活用

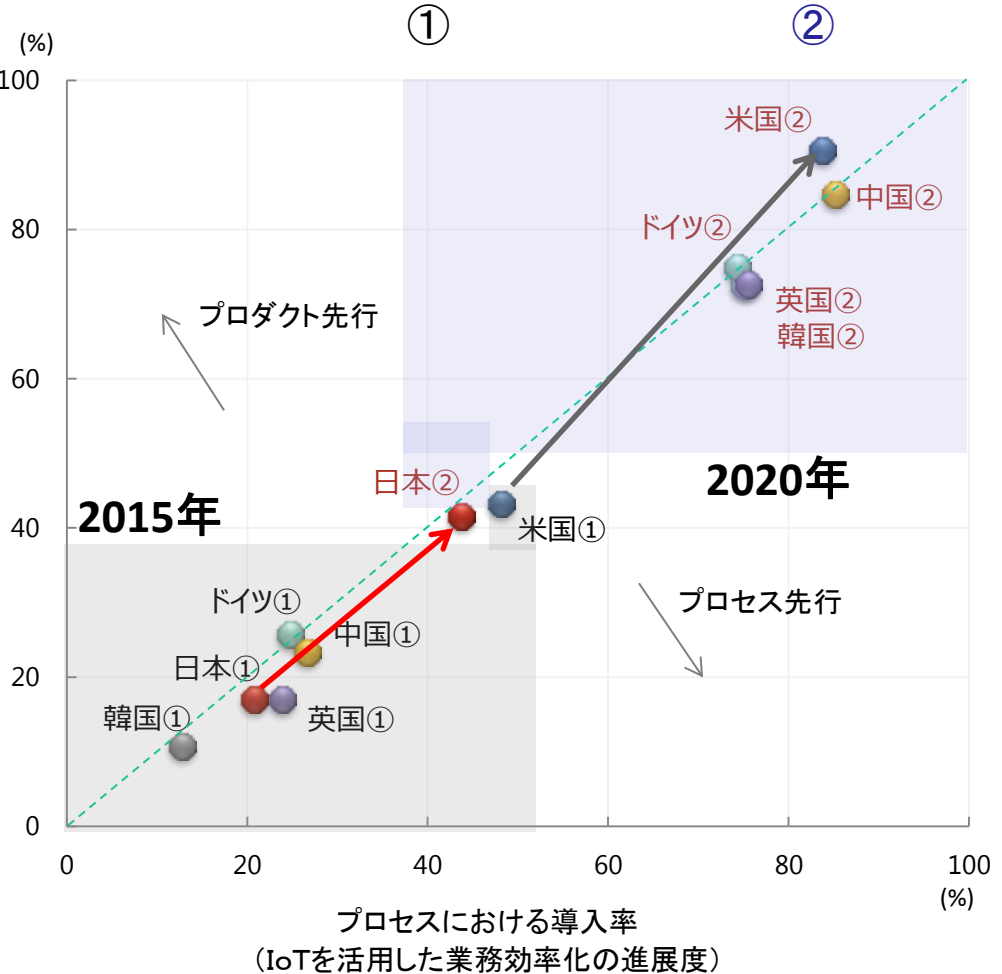
日本企業のデータ利活用状況

(N=620)



プロダクトにおける導入率（IoTを活用した新商品・サービスの開発・提供に係る進展度）

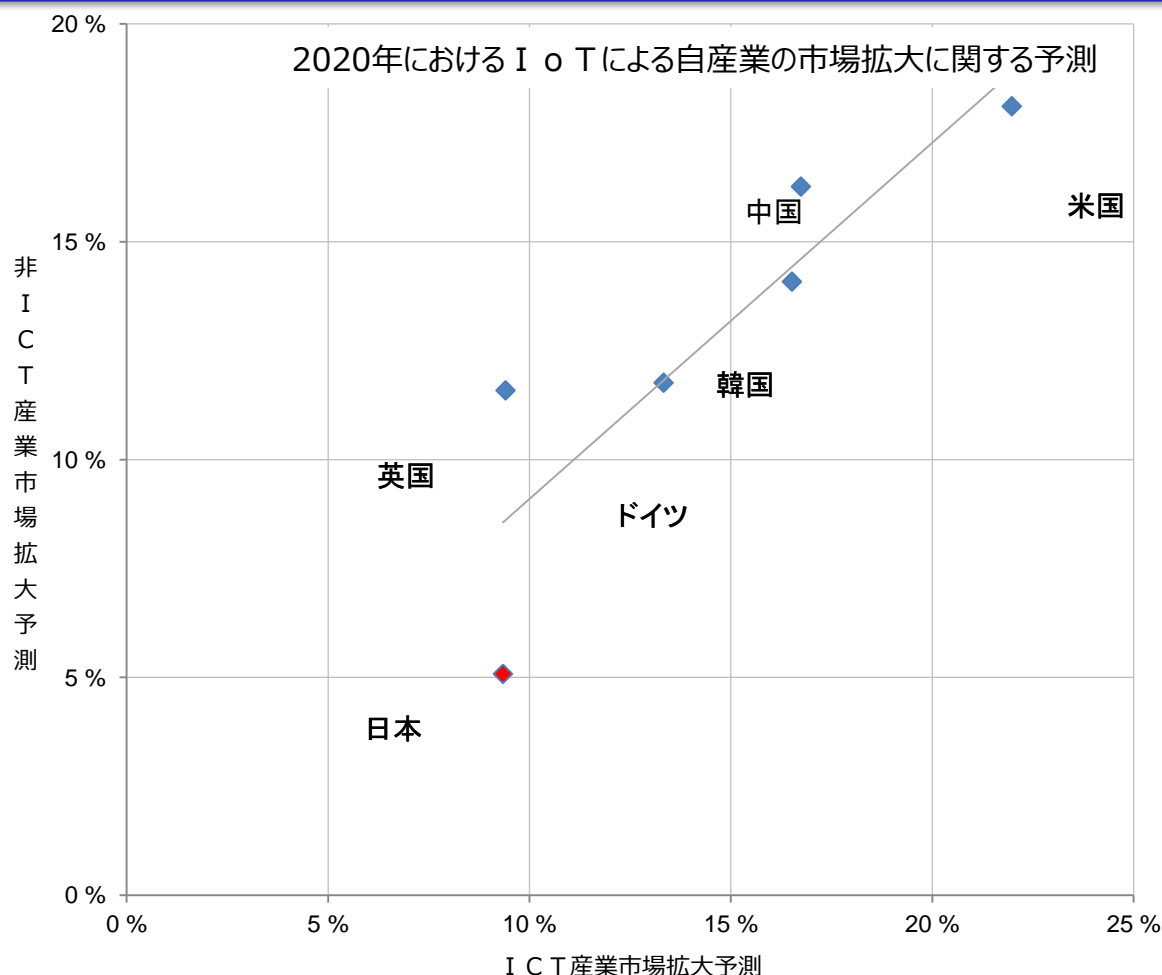
IoT導入状況（2015年）と今後の導入意向（2020年）



（出所）「平成28年情報通信に関する現状報告」（「情報通信白書」）

ユーザー企業のIoTへの投資意欲を高めることが必要

- 日本、米国、英国、ドイツ、韓国及び中国の6か国の企業を対象に、IoTによって今後自産業・業界における市場規模がどの程度拡大するか（＝市場拡大に対するIoTへの期待）を尋ねたところ、**日本企業は他国企業と比べ、低い水準の回答**となった。
- 日本企業では特に**非ICT企業においてIoTへの期待が低い**。
（他国企業では、概ね**非ICT産業におけるIoTへの期待は、ICT産業におけるIoTへの期待の0.8倍だが、日本企業では0.5倍。**）



（出所）「平成28年情報通信に関する現状報告」（「情報通信白書」）

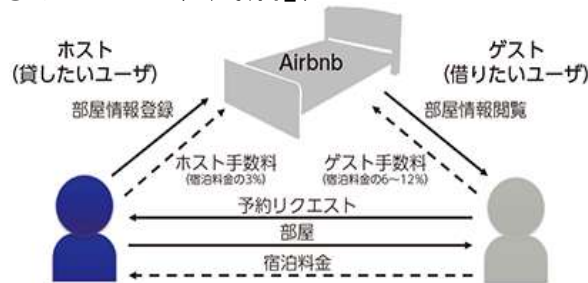
出典：総務省作成資料を一部変更

新たな動き：「シェアリングエコノミー」（×IoT）

場所・乗り物・モノ・人・お金などの遊休資産をインターネットを介して貸借・売買・交換することでシェアしていく新しい経済の動き

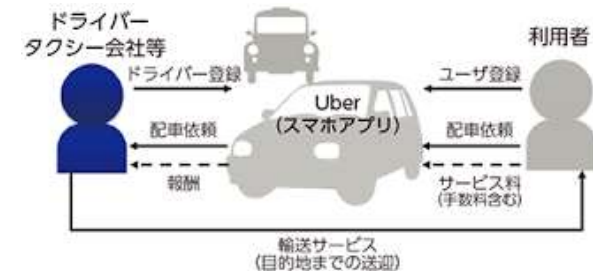
Airbnb（米国）

個人宅の空き部屋をネットを介して、旅行者に対して仲介するサービス（「民泊」）



Uber（米国）

一般のドライバーと移動を希望する者をマッチングするサービス



Space Market（日本）

「お寺で研修会」「映画館で社員総会」など場所の貸し借りを仲介するサービス



TIME CHIKET（日本）

「英日翻訳手伝います」「犬の散歩代わりにします」など個人のスキルをシェアするサービス



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との指摘

- NRIでは、英オックスフォード大学のマイケル A. オズボーン准教授等との共同研究により、日本の601職種についてコンピュータで代替される確率を試算。

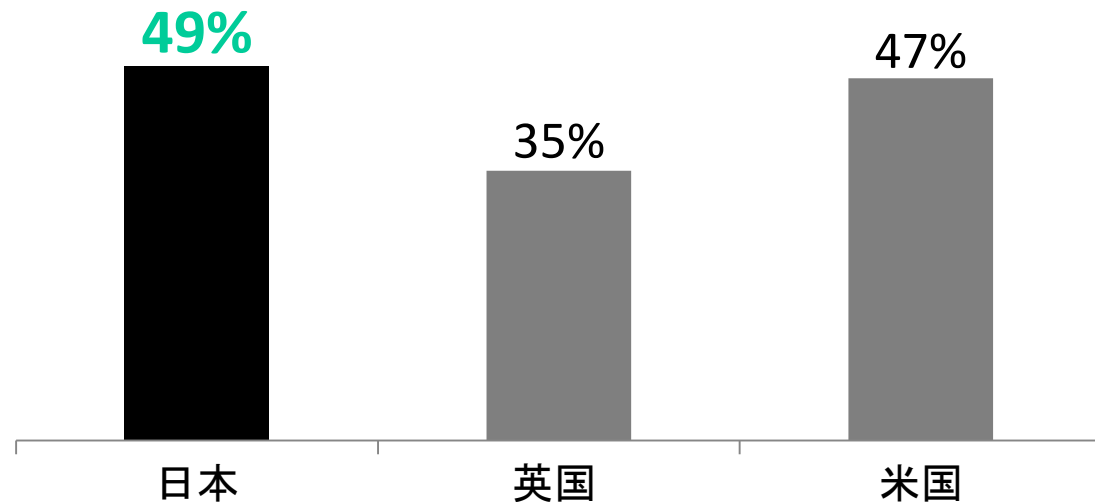
※ コンピュータで代替とは、ある職種に従事する1人の業務すべてをコンピュータが代わって遂行できる技術的代替の可能性



マイケル A. オズボーン准教授

労働政策研究・研修機構
「職務構造に関する研究」の
601職種・30因子の定量データ

人工知能やロボット等による代替可能性が高い労働人口の割合



※ 米国データはオズボーン准教授、フレイ博士の共著“The Future of Employment”（2013年）、
英国データはオズボーン准教授、フレイ博士、およびデロイトトーマツコンサルティング社による報告結果（2014年）

【代替可能性が高い職業(例)】

・行政事務員(国・地方) ・銀行窓口係
・警備員 ・スーパー店員 ・配達員
・電気通信技術者 ・路線バス運転者 等

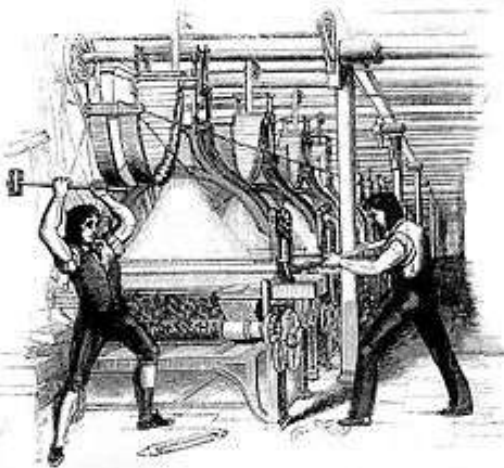
【代替可能性が低い職業(例)】

・カウンセラー ・デザイナー ・教師
・ディレクター ・医者 ・俳優
・評論家 ・ミュージシャン 等

(参考) 産業革命とラッダイト (機械打ち壊し) 運動

- ラッダイト運動 (Luddite movement) とは、イギリス中・北部の織物工業地帯で、1870年代後半から1810年代に発生した機械破壊運動である。
- 機械使用の普及により、失業・賃金低下を恐れた手工業者・労働者が起こした産業革命に対する反動とされる。
 - ※ 「ラッダイト」とは、ニット製造機を壊したネッド・ラッドという者に由来とされているが、実在も含めて真偽不明である。
- 労働運動の先駆ともされるが、雇用・賃金体系の見直しではなく、機械という生産手段の破壊を対象としたことについて、後世の批判がある。
- 結果としては生産性の飛躍的向上により労働需要は増大。しかし、一時的には失業が増えるなど、雇用増とのタイムラグや求められる人材のミスマッチなどが発生
- IoT/AI時代にも、求められる人材の能力が変わる可能性が高く、再訓練・生涯教育などの手当てが必要

出典: Wikipediaなどを参考に作成



出典: 「ラッダイト運動」についてのグーグル画像検索結果より

欧米における新たなIoT戦略

- 今後、**ビッグデータ・人工知能・IoT・ロボット等の先端技術が極めて重要**となるが、**欧米では**、最先端のICTを活用してモノの生産やサービスの提供等をサイバー空間とつないで高度化を図る「サイバーフィジカルシステム」(CPS)の実現に向け、**新たなIoT戦略を打ち出し**ており、それを踏まえて技術開発に取り組んでいる。

米国の動向

『スマートアメリカチャレンジ』

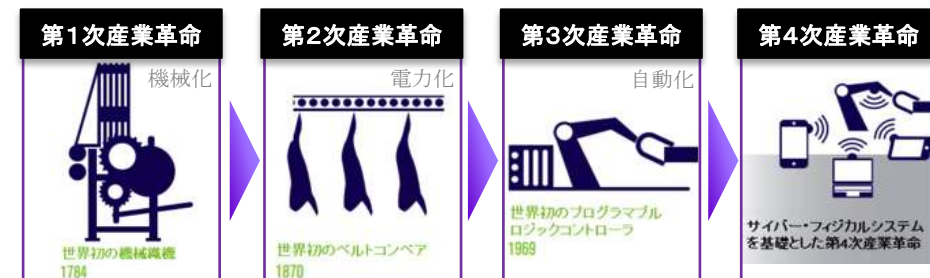
- 米国政府が実施するIoTによる生活水準の向上、雇用創出、新規ビジネスの機会創出、経済活性化への寄与を目的とした産学官連携でIoTの社会実装を促すプログラム。
- IoTに対応したネットワーク技術の開発、ネットワーク環境の構築を行うとともに、同環境を活用した住宅、輸送、セキュリティ、製造業、ヘルスケア、エネルギー等の分野でIoTの効果を測定するための実証試験を一体的に実施。



ドイツの動向

『Industrie 4.0』

- 「ハイテク戦略2020」におけるアクションプランの1つ。
産官学共同でセンサーや自ら考えるソフトウェア、機械や部品の情報蓄積・相互通信を実現して、生産工程を高度化し、製造分野の国際競争力強化を目指す。
- 複数の工場をネットワークで接続するとともに、「CPS (Cyber Physical Systems: サイバー空間と現実の物理空間を効率的に連携させるシステム)」で『考える工場』を実現することが目的。



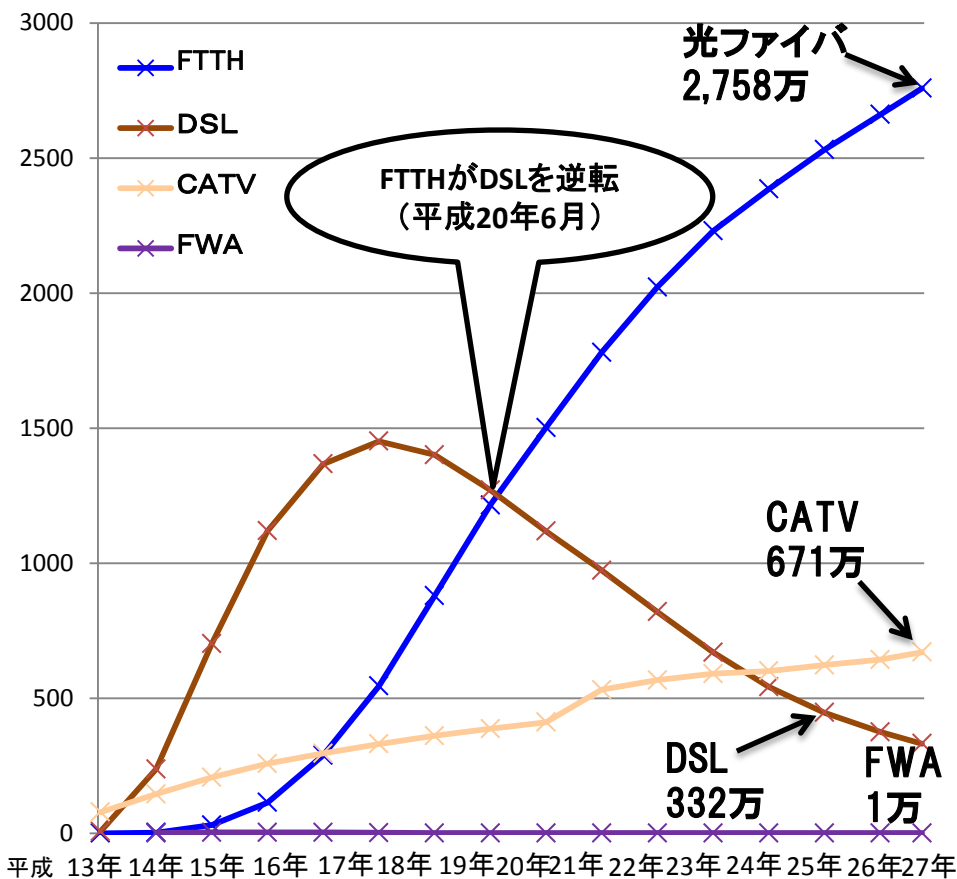
情報通信インフラ・技術の発展

情報通信基盤（ブロードバンド）の進展①

固定系

- FTTH(光ファイバ)は、平成20年6月にDSL契約数を超え、現在、固定系ブロードバンド全体の約73%を占める。

(万契約)



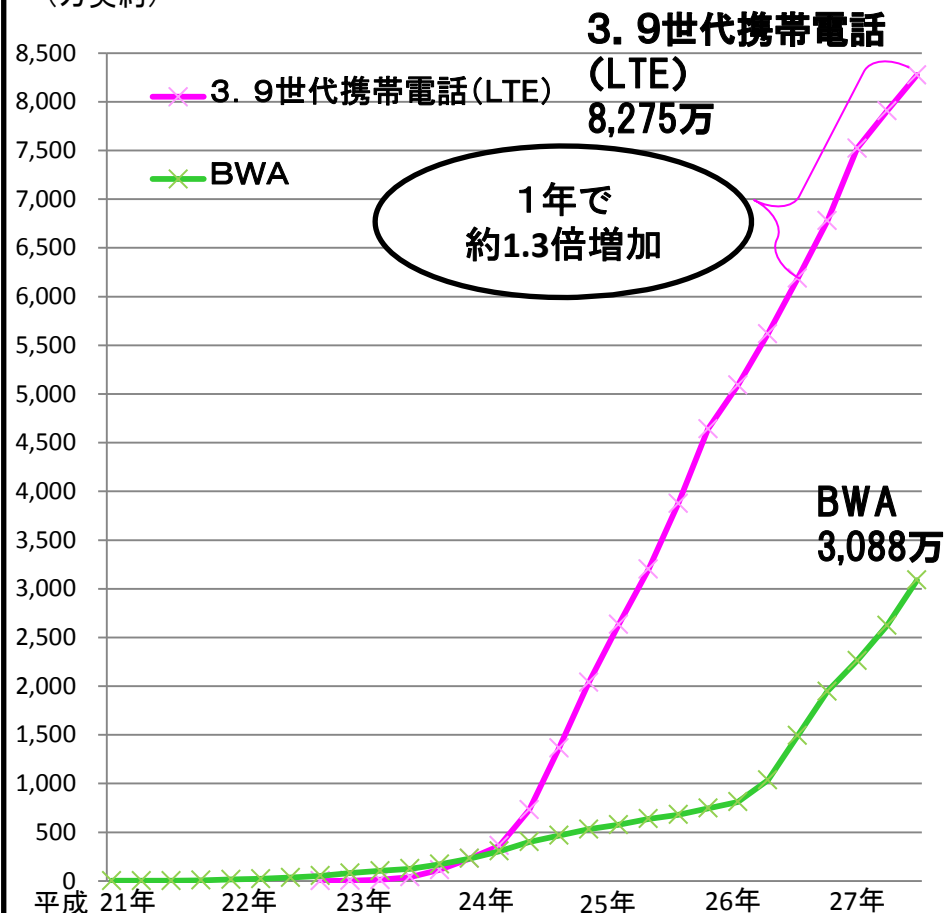
※ 平成22年におけるCATVアクセスサービスについては、一部事業者より集計方法の変更が報告されたため、前年度との間で変動が生じている。
 ※ FWA:Fixed Wireless Access (固定無線アクセス)
 ※ DSL:Digital Subscriber Line (デジタル加入者線)

平成27年12月末時点

移動系

- 3. 9世代携帯電話(LTE)アクセスサービスの契約数は、前年度比約1.3倍と増加。

(万契約)



※ BWA: Broadband Wireless Access (広帯域移動無線アクセス)

平成27年12月末時点

情報通信基盤（ブロードバンド）の進展②（国際比較）

- NTT東西等のネットワークの開放を制度上義務付け、通信市場における競争を促進する政策をとってきたことにより、世界最高レベルのICT基盤を実現

固定通信分野

光ファイバの契約数の割合

（固定ブロードバンド）

→ OECD加盟国中, **1位**

<参考>

日:73%、米:9%、仏:4%、独:1.3%、
韓:69%（2015年6月） [出典:OECD]

単位速度当たり料金

（固定ブロードバンド）

→ OECD加盟国中, **最安値**

<参考>

1Mbps当たり料金(2014年9月)
日:\$0.02、米:\$0.59、英:\$0.32、仏:\$0.10、
独:\$0.32、韓:\$0.22 [出典:OECD]

固定・モバイル分野

利用可能世帯

（超高速ブロードバンド）

→ **99.98%**（2015年3月末）

<参考>

米(AT&T):23%、英(BT):15%、
独(DT):25%（2011年調査時）
[出典:英国通信庁(Ofcom)]

モバイル分野

3G(第3世代携帯)の契約数比率

→ **100%**(世界に先駆けて実現)

<参考>

各国は2Gも利用。OECD諸国の3G比率平均は44%(2011年末)。
日本では2Gは2012年7月に終了。 [出典:OECD]

100人中のモバイルブロードバンド契約数比率

→ **2位**(フィンランドに次ぐ)

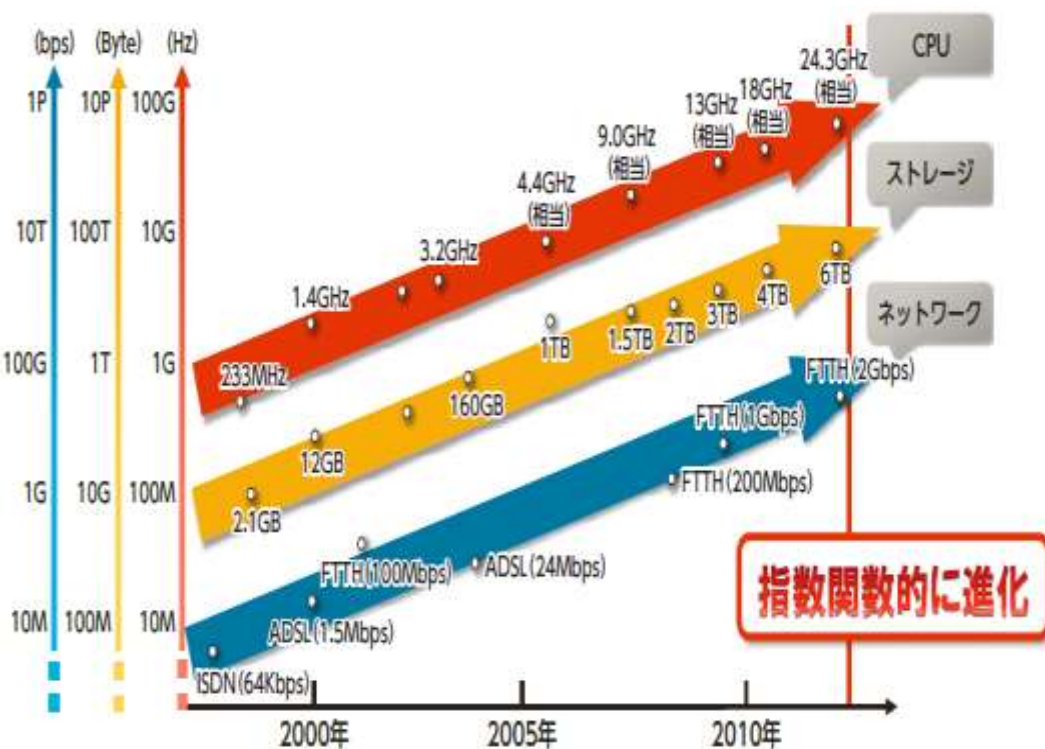
<参考>

フィンランド:138.8(758万)、日本:130.5(16,576万)、スウェーデン:118.1
(1,146万)（2015年6月） [出典:OECD]

ハードウェア性能の飛躍的な進化

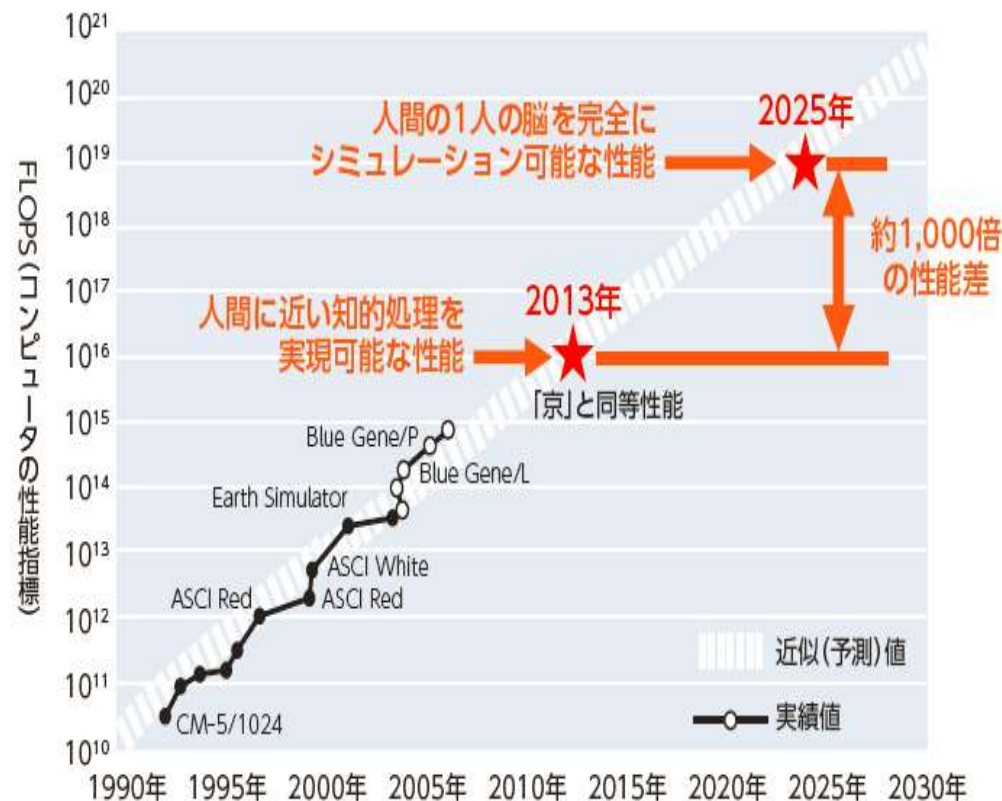
- ハードウェアのCPUの計算速度、ストレージの容量、ネットワークの速度は指数関数的に進化。コンピュータの演算速度の向上と相まって、より大容量のデータを伝送・蓄積し、より短時間での分析が可能となっている。

【ハードウェアの進化】



(出典)平成26年版情報通信白書

【演算速度の向上】



I C T 分野の発展に関する経験則

■ ムーアの法則

半導体の集積密度:「18ヶ月で2倍」
(性能向上)

Intel社の創設者の一人であるGordon Moorが1965年に提唱

■ ギルダーの法則

通信網の帯域幅:「6ヶ月で2倍」

米国の未来学者・技術評論家George Gilderが1990年代後半に提唱

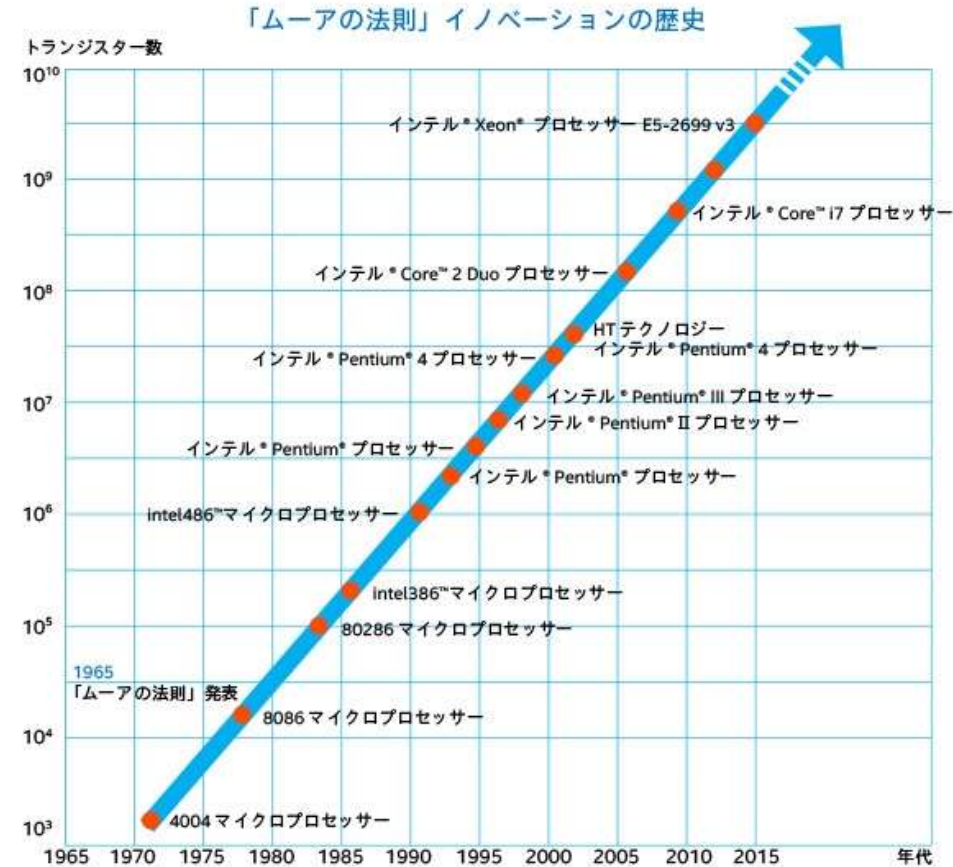
■ ストレージの法則

データストレージ:「12ヶ月で2倍」

■ メトカーフの法則

通信網の価値:「利用者数の2乗」に比例

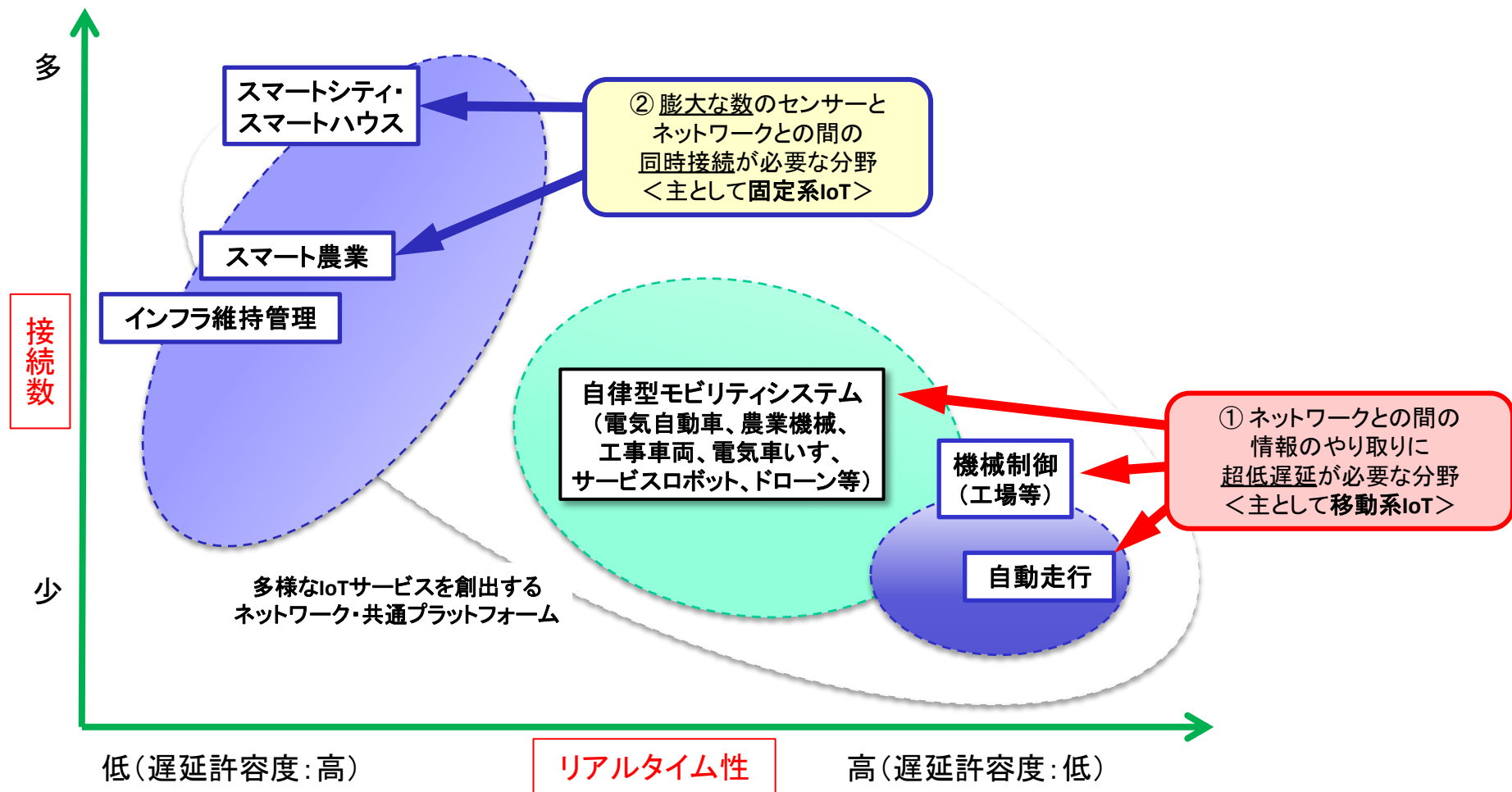
イーサネットの提唱者で米国スリーコム社の共同設立者としても知られるRobert M. Metcalfeが1993年に提唱



出典: インテル社ホームページ

先端的なIoTに必要な情報通信インフラ

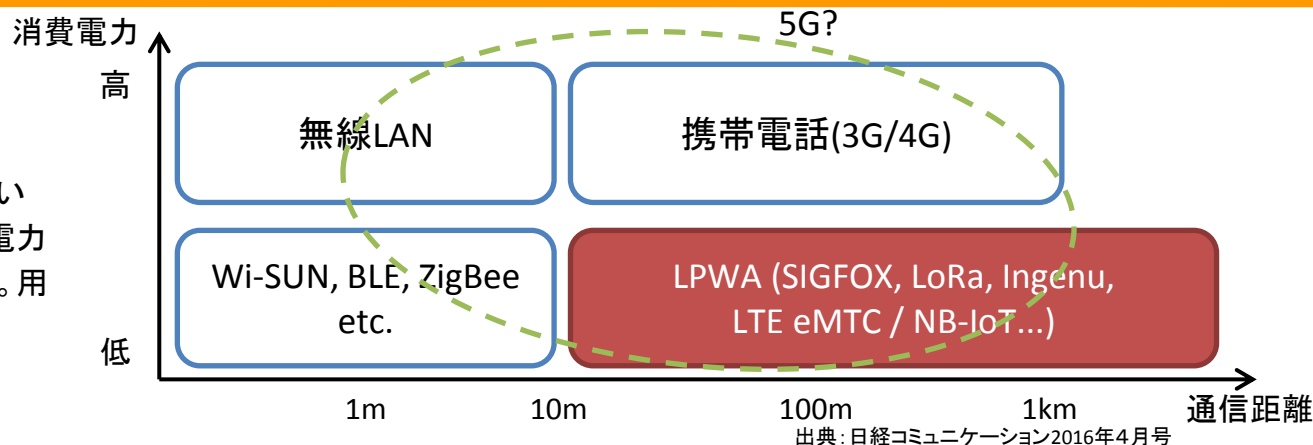
- 本格的なIoT時代には、あらゆるものがネットワークとつながり、付加価値の源泉がネットワークの向こう側(ソフトウェア)に移行 ⇒ 産業全体の知識化・ソフトウェア化の動きに対応し、多様なIoTサービスを創出するため、①超低遅延や②超大量接続を可能とするネットワークが重要
- 従来、ネットワークに接続されていなかったような機器までもが、ネットワークに接続されるようになるという前提で、ソフトウェア上でのセキュリティ対策にとどまらず、ハードウェアを含めたシステムワイドなセキュリティ対策を行うことが重要。



IoTを支える無線技術 (LPWA)

LPWA

LPWA(Low Power, Wide Area)とは、Bluetooth、ZigBeeなどの近距離無線(~数十m程度)よりも広い範囲をカバーし、LTEのような移動通信に比べて電力消費量が少なくコストが安い無線技術を総称する。用途に応じてIoTのネットワークに用いる。



● SIGFOX

フランスのベンチャー企業SIGFOX社が開発し、免許不要帯域を利用。料金・端末が低コストで到達距離が長いが端末側からの発信のみ。仕様はクローズのため、同社から権利を得た者のみサービスを提供できる。

● LoRaWAN

業界団体「LoRaWAN Alliance」で仕様が策定されるオープン規格で、誰でも導入可能。免許不要帯域を用いる。

● NB-IoT、eMTC

移動通信の標準化団体3GPPが仕様を策定しているもの。免許が必要だが、移動通信事業者は既存ネットワークに用いることができ投資負担が少ない。

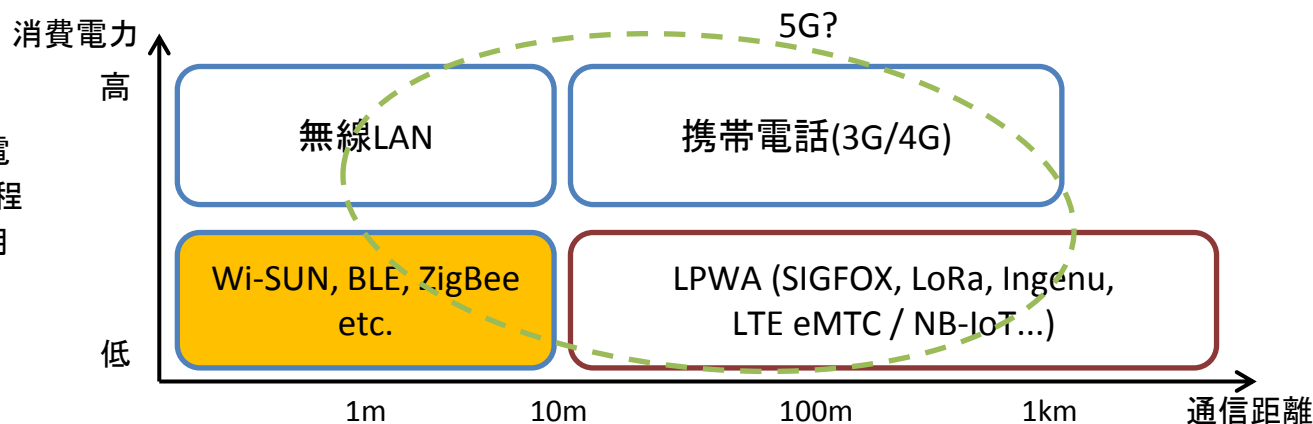
NB-IoTは、Narrow Band IoT、eMTCは、enhanced Machine Type Communicationの略である。

名称	SIGFOX	LoRaWAN	RPMA	Flexnet	NB-IoT	eMTC
推進団体	仏SIGFOX	LoRa Alliance	Ingenu (旧OnRamp)	米Sensus	3GPP	3GPP
規格／仕様	クローズ	オープン	クローズ	クローズ	オープン Cat-NB1	オープン Cat-M1
無線局免許要否	不要			要		
規格／仕様	クローズ	オープン	クローズ	クローズ	オープン	オープン
周波数帯域	日本920MHz帯、北米915MHz帯、欧州868MHz帯		2.4GHz	280MHz	各通信事業者免許帯域	各通信事業者免許帯域
伝送速度	up:100bps down:600bps	300~10kbps	up:62.4kbps dn:156kbps	10Kbps	up:62kbps dn:21kbps (移動局1局あたり)	up:300kbps dn:800kbps (移動局1局あたり)
通信距離	郊外:30~50km 都市:3~10km	郊外:~8km 都市:3km	北米:2.8km 欧州:9.2km	20k程度	屋外:~15km	屋外:~15km
その他	SIGFOX、またはパートナー企業による通信サービスを提供するビジネスモデル EUを中心に北米などで事業拡大	欧州や米国、ロシア、韓国でサービス開始	プライベートネットワーク向け技術から、IoT向け通信サービス(Machine Networkという名称)の提供にビジネスモデルを転換	欧州や米国でスマートメーター向け通信方式として採用	2016年6月に標準化が完了。 2016年後半から携帯電話事業者を中心に採用が始まる見込み	2017年に標準化を予定。 狭帯域化とともに、繰り返し送信やパワーセーブモードなど導入したIoT向けの技術。ウェアレブルデバイスやスマートフォン向けIoTサービスを提供。

IoTを支える無線技術(WPAN)

WPAN

WPAN(Wireless Personal Area Network)とは、家電などを無線で接続するための近距離無線(～数十m程度)ネットワークである。Bluetooth、ZigBeeなどが、用途に応じてIoTネットワークに用いられている。



出典: 日経コミュニケーション2016年4月号掲載資料を一部変更

● Wi-SUN

Wi-SUN(Wireless Smart Utility Networks)は、NICTが開発し2012年にIEEEで国際標準化。業界団体「Wi-SUNアライアンス」でWi-SUN対応機器の相互接続性等の認証を行う。

● Bluetooth/BLE

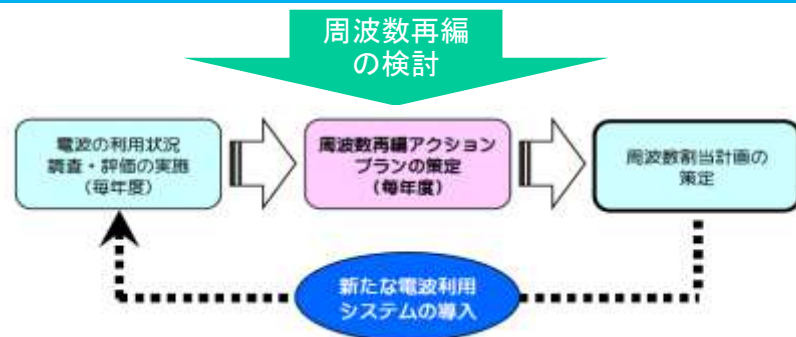
Bluetooth SIG が策定するプロトコル。最新バージョンは 4.2 である。BLE(Bluetooth Low Energy)は、Bluetoothの拡張仕様の一つで、Bluetooth 4.0規格の一部として策定された。iBeacon は BLE を使った技術。

● Zigbee

Zigbee Allianceにより2004年に策定された規格。M2MやIoTに関連する、ワイヤレスセンサネットワークを想定して策定された規格

名称	Wi-SUN	ZigBee	Bluetooth
推進団体	Wi-SUN Alliance	Wi-Fi Alliance	Wi-SUN Alliance
規格／仕様	IEEE802.15.4g	IEEE802.15.4	IEEE802.15.1
無線局免許要否	不要		
周波数帯域	920MHz帯	2.4GHz	2.4GHz
伝送速度	50k～400kbps	20k-250kbps	1M-24Mbps
通信距離	1km	100m	数m-100m
その他	日本の情報通信研究機構(NICT)が中心となって開発されたプロトコル。近い到達距離やマルチホップ通信が大きな特徴。	・消費電力が小さい ・メッシュ(網の目状の)ネットワークの構築が可能	・全世界で共通仕様となっており、無線局免許不要で、各国のBluetooth製品と相互接続させることが可能。 ・周波数ホッピング方式(FHSS: Frequency Hopping Spread Spectrum)を採用することにより、干渉する周波数を発する機器が周囲に存在していても、その影響を極めて少なくすることができる。

移動通信事業者等からのIoTに関する電波利用ニーズの高まり



平成28年11月改訂周波数再編アクションプラン

- ・920MHz帯小電力無線システムの高度化のための技術検討を平成29年3月末までを目処に行う。
- ・今後、920MHz帯、2.4GHz帯及び5GHz帯を利用するIoTシステムに関連した周波数有効利用のための研究開発を推進。
- ・今後、無線LANやIoTシステムにおける周波数逼迫に対応するための研究開発を推進。 など

近畿管内で事業者によるLPWAサービスがスタート

■西日本電信電話(株)がフィールドトライアルを実施中【LoRaWAN】

- ①農業における給水・温度等の遠隔制御(積水化学工業 平成28年6月～ 滋賀県野洲町)
- ②空調機のシステム管理(ダイキン工業 平成28年11月～)
- ③ゴルフカートの運行管理(ジーアサプライ 平成28年12月～) など

■京セラコミュニケーションシステム(株)が本年2月から順次サービス開始【SIGFOX】

・水道・ガス・電気などの社会インフラ、AED・空調などの設備、健康管理・見守りなどのヘルスケア、物流、農業などを予定。

今後の制度整備の動き

電波利用ニーズの更なる増加やIoT時代に対応可能な新たな無線システムの実現

新世代モバイル通信システム委員 ワイヤレスIoTアドホックグループの設置

IoT時代のICT基盤として第5世代移動 通信システム(5G)が期待されており、2020年の5G実現に向けた制度整備を行うため新世代モバイル通信システムの技術的条件について検討を開始。

検討の方向性

検討の前提となる事項

- ✓ 基本コンセプト
- ✓ ネットワーク構成
- ✓ サービスイメージ
- ✓ 要求条件
- ✓ 4Gから5Gへの進化シナリオ 等

IoTへの展開等、4Gまでと異なる進化が期待される5Gの早期実現に向けて、検討の前提となる事項を明確にした上で、技術的条件の検討に着手する必要。

技術的条件のとりまとめ

2020年の5G実現に向けて、5Gの導入が想定される周波数帯毎に、技術的条件をとりまとめ

検討スケジュール

	28年度	29年度	30年度	31年度	32年度
情報通信審議会	新世代モバイル通信システムの技術的条件検討				5G実現
ITU					
3GPP*	要求条件等のレポート作成	3GPP Rel 14 (5Gの調査検討)	無線インターフェースの提案募集 3GPP Rel 15 (5Gの基本仕様)	3GPP Rel 16 (5Gの全体仕様)	

人工知能の進化と研究開発の変遷

- 人工知能は、1950年代後半～1960年頃の第一次ブーム、1980年頃～1990年頃の第二次ブームを経て、現在、機械学習の一種である**深層学習(ディープラーニング)**が画像認識において高い能力を見せ始めたことが発端となって期待が高まっている。



- ・ 人工知能「アルファ碁」が、プロ棋士に3連勝(4戦目は人間の勝利)(2016年)
- ・ Googleがディープラーニング技術を活用しAIに「猫」を認識(2012年)
- ・ コンピュータによる物体認識の精度を競う国際コンテストILSVRC (ImageNet Large Scale Visual Recognition Challenge)で ディープ・ラーニングが圧勝(2012年)
- ・ 電王戦で人工知能が米長邦雄永世棋聖に勝利(2012年)

ワトソン(IBM)がクイズ番組で勝利(2011年)

深層強化学習に基づく囲碁ソフト「AlphaGo」が欧州チャンピオンのプロ棋士に勝利(2016年)

Geoffrey Hinton氏(カナダ、トロント大学)らの研究グループがディープ・ラーニングを考察(2006年)

Deep Blue(IBM)がチェスで勝利(1997年)

冬の時代

現在～機械学習・表現学習の時代
2010年代～

・ウェブとビッグデータの発展
・計算機性能の飛躍的向上

福島邦彦氏による脳科学研究に基づく
ネオコグニロン(※)の発表(1979年)

※視覚パターン認識に関する階層型神経回路モデル。
畳み込みニューラルネットワーク(CNN)の原型。

第2次ブーム～知識表現の時代
1980～1990年代

・専門家の意思決定を再現する「エキスパートシステム」の出現。
人の知識・常識を網羅的に記述、管理することの困難さが判明。

冬の時代

第1次ブーム～探索・推論の時代
1956～1960年代

「人工知能(AI)」の原型が生まれる。
当時のAIでは極めて簡略化された問題しか解けないことが判明。

「人工知能」という言葉の出現@ダートマス夏の研究会(1956年)

世界初のコンピュータENIAC(1946年)

【出典】「人工知能の未来-ディープラーニングの先にあるもの」松尾豊氏(東京大学)、「人工知能が拓く新たな情報社会」神田武氏(NTTデータ経営研究所)の資料を基に作成

(参考)IoTの先進事例

ヘルスケア分野におけるIoT・ビッグデータ利活用の先進事例

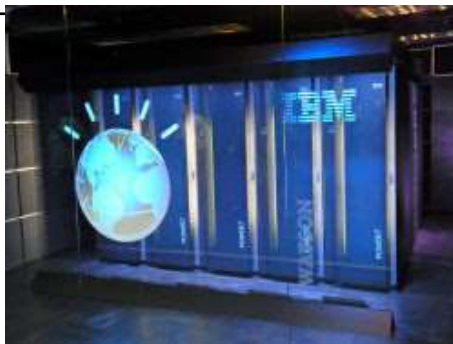
【グーグルのスマートコンタクトレンズ】

- ・グーグルが開発したスマートコンタクトレンズは、眼内の涙液から血糖値を測定し、モバイル機器にワイヤレス送信。これにより、糖尿病患者の継続的な血糖値レベルの測定が可能。
- ・2014年7月にスイスの製薬大手Novartis傘下のAlcon社がライセンスを受けることで合意。



【IBMのワトソンの事例】

- IBMの学習するコンピューター「ワトソン」は、医療データや1200万ページの文献などを基に800種類の乳がんの治療法から最適な治療法とその根拠を医師に示すことで、医師の意思決定を支援。



出典：総務省作成資料を一部変更

【広島県呉市のデータヘルス活用の事例】

- ・呉市では、国保患者のレセプト情報を㈱データホライゾン社が開発したアルゴリズムを活用して分析。
- ・糖尿病患者から重症化リスクの高い患者50～70名程度を抽出し、集中的な食事等の指導を行うことで、年間10人程度重症化を抑制し、医療費を削減。（重症化し透析治療を行う場合の医療費は年間約600万円）
- ・レセプトデータ分析によるジェネリック医薬品の差額通知を継続することで8割が実際に切替え（▲約2.0億円）
- ・他の取組みもあわせて、**約2.9億円の医療費削減に成功。**
（本事業の事業費は、約2800万円～3700万円（被保険者1人当たり500円～660円相当））



〔㈱データホライゾン資料を基に総務省作成〕

【ルナルナ（㈱エムティーアイ）】

- ・800万人のビッグデータ分析から、(1)精度の高い排卵日予測、(2)もっとも妊娠確率の高い日を予測

日本の新生児100万人／年のうち、約10%の誕生に貢献

利用者数約800万人の女性が使う
体調管理のモバイルサービスです。

【サービスの特徴】

- ✓生理日管理、体調記録
生理日予測、排卵日予測
- ✓妊娠サポート
妊娠可能性が高い「仲良し日」予測
- ✓出産～育児サポート
育児アドバイス、子どもの成長記録

80万人の妊娠希望女性がルナルナで“妊活”

- ・生理日・排卵日
- ・基礎体温・妊娠有無
- ・出産予定日
- などを入力

[第2回クラウド時代の医療ICTの在り方に関する懇談会 ㈱エムティーアイ資料を基に総務省作成]

マイナンバーカードの活用を想定した母子健康情報の提供(群馬県前橋市)

マイナンバーカードの活用を想定した母子健康情報提供

課題

- ✓ 健康管理の分野においては、医療機関や小学校、幼稚園等における健康診断情報などが一元的に管理されておらず、市民にとって情報を入手しにくい状況であることが課題。

実証内容

- ✓ 幼児や児童を持つ世帯を対象に、過去の母子健康手帳の記録を電子化。現在の健康記録と結びつけ、予防接種記録や医療機関、保健センター、小学校等における検診情報も記載することで、一貫した子供の健康情報を提供。ICカードをリーダー等にかざすだけでログインできるシステムを実装。
- ✓ また、診療所や拠点病院等の医療機関間で検査画像等の画像情報を共有し、ICカードを用いた個人認証により閲覧出来る仕組みを構築。
- ✓ マイナンバーカードの配付開始後は、マイナンバーカードを使用。

成果・効果

- ✓ 電子母子健康手帳については、実証実験に参加した市民へのアンケートでは8割以上がサービスの継続・実用化を希望。
- ✓ 上記システムの自主的・継続的な運営を担う組織を設立(平成27年3月)。

群馬県前橋市は、総務省からの支援により、ICT街づくり推進事業(H25・26年度)を実施。



農業分野におけるIoT・ビッグデータ利活用の先進事例

【IoTを活用した農業の生産性向上・高付加価値化】

- みかんの園地にセンサーを設置することにより、糖度等の情報を定量的に把握。
- センサーから取得したデータに基づき、伐採による日照量の調節等を行うことで、収穫量が増大するとともに、収穫量のうち高糖度ブランドみかんの割合が1.5倍以上に増加。(20%→32%)
- 収穫量のうち高糖度ブランドみかんの割合については、最大で3倍にまで高められると試算。



金融分野におけるIoT・ビッグデータ利活用の先進事例（フィンテック）

- ・ 仮想通貨とそれを支えるブロックチェーン（※）の仕組み：フィンテック革命の代表例

➡ 限られた人だけが受けている金融サービスの大衆化（設立間もないスタートアップ企業が中心）

(例) ケニアの「M-PESA」は、フィンテックの一種

銀行口座を持たない人（アンバンクド）でも、携帯電話さえあればSMSを用いてお金のやりとりが可能。

登録者数は2000万人を超え、ケニアのGDPの3割に相当するお金のやりとりを実現。

首都ナイロビでは強盗・凶悪事件が減少。

(※) ブロックチェーン：P2P（ピア・トゥ・ピア）技術を利用した分散ネットワーク上で、トランザクションを管理する「分散型台帳」

＜フィンテックの銀行業務に対する主な影響＞

Before	After
有料の銀行振り込み	無料の送金アプリが定着
店舗・サイトにカード決済機能 (手数料1~10%)	無料のカード決済が普及
高コストの海外送金 (手数料3000~5000円)	仮想通貨やその仕組みを活用。 ほぼ無料に。
決算書類や不動産担保の有無を重視	日々の資金・商品の動きで与信判断
企業より信用力が低い個人は高金利	ネット上の個人情報や購買行動 を活用し、低利で貸し付け
専門家が投資指南。手数料率1.5~2.5%	コンピューターが指南。手数料率1%未満

新サービス (例) ロボアドバイザー
(株字型)クラウドファンディング

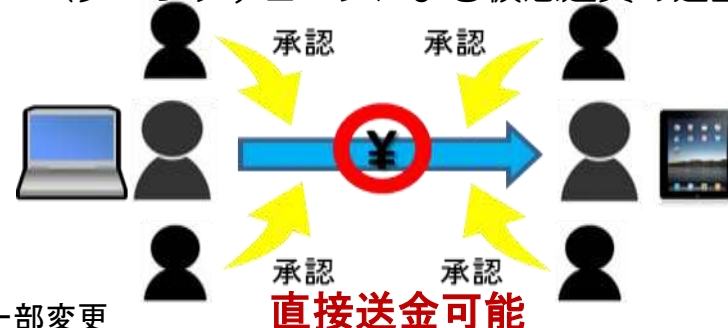
代替サービス (例) ブロックチェーン
P2Pによる海外送金
オンライン融資

補完サービス (例) 家計簿アプリ
モバイル銀行

(従来の銀行の送金)



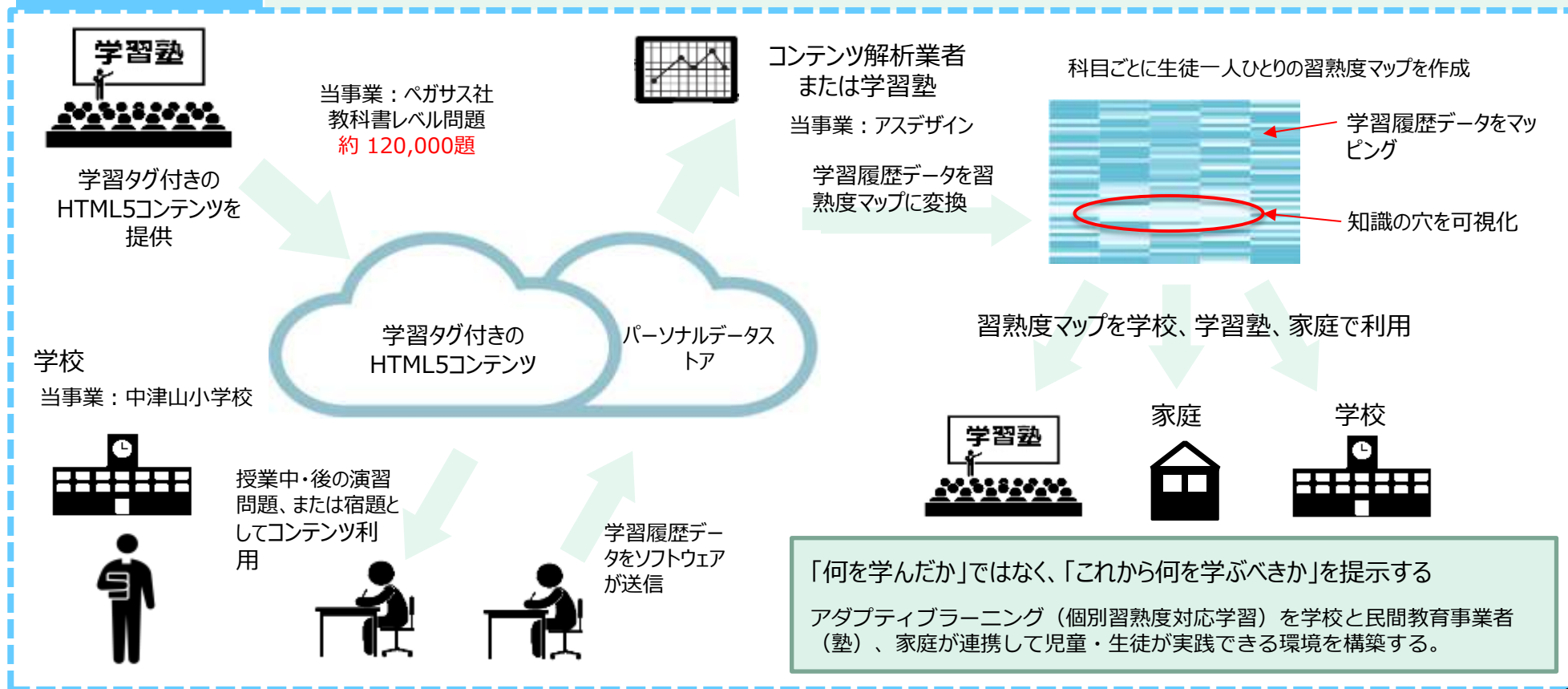
(ブロックチェーンによる仮想通貨の送金)



出典：総務省作成資料を一部変更

教育分野におけるIoT・ビッグデータ利活用の先進事例

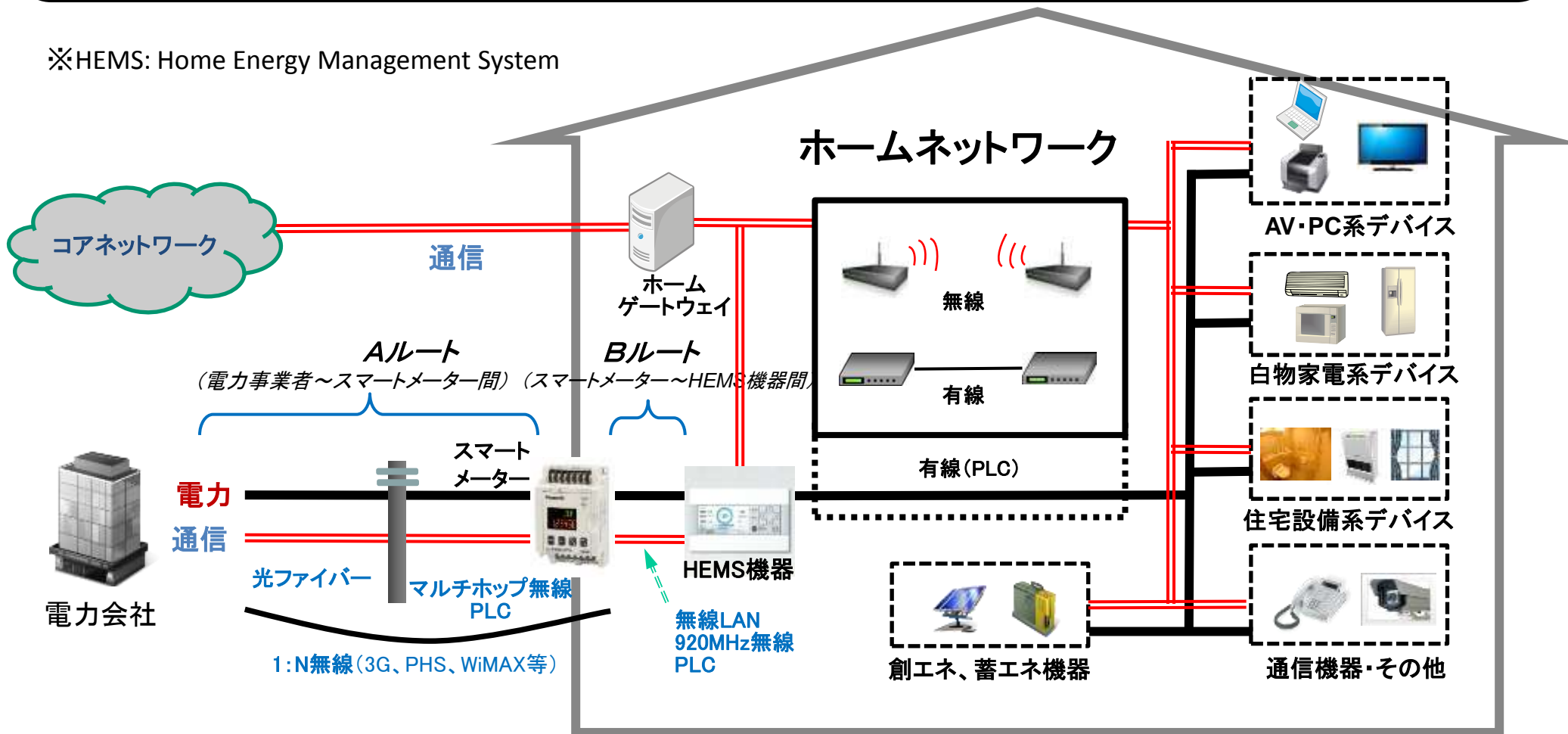
実施主体	株式会社デジタル・ナレッジ
実践校名	宮城県登米市立中津山小学校
実証概要	<ul style="list-style-type: none"> ・小中学校の各科目ごとに、生徒一人ひとりに教科書レベルの「習熟度マップ」を作成 ・学習塾であるペガサス社と協力し、ペガサス社所有の小中向けの問題データベース（約120,000題）に学習タグを付与、「学習・教育・クラウド・プラットフォーム」にアップロード。 ・生徒がタブレット等で取り組んだ問題の学習履歴データを蓄積、そのデータを基に「習熟度マップ」を作り、知識の穴を視覚化 <p>➡ 学校・塾・家庭での学習記録をつなぐことで、生徒の個別習熟度に沿った最適な学習指導環境を提供するアダプティブ・ラーニングを実現。</p>



住宅のIoT化:ホームネットワークとHEMSのイメージ

- 住宅の省エネ管理を行うHEMSは、住宅内のAV・PC・印刷機器、各種家電、設備機器を結ぶホームネットワークと一体化し、**住宅全体のIoT化**を推進
- 各機器を接続するネットワークで、作動状況のデータ(消費電力を含む)を集め、住宅内を最適化 = **Internet of Houses** 個別に着目するとInternet of Home Appliances

※HEMS: Home Energy Management System



政府の取組み

安倍内閣総理大臣施政方針演説 (平成28年1月22日 第190回国会)

人工知能、ロボット、IoT、宇宙など、次世代を切り拓く挑戦的な研究を支援し、大胆な規制改革によって新しい可能性を開花させてまいります。

安倍内閣総理大臣施政方針演説 (平成29年1月20日 第193回国会)

チャレンジを阻む、あらゆる「壁」を打ち破ります。イノベーションを次々と生み出すための、研究開発投資、そして規制改革。安倍内閣は、三本目の矢を、次々と打ち続けます。

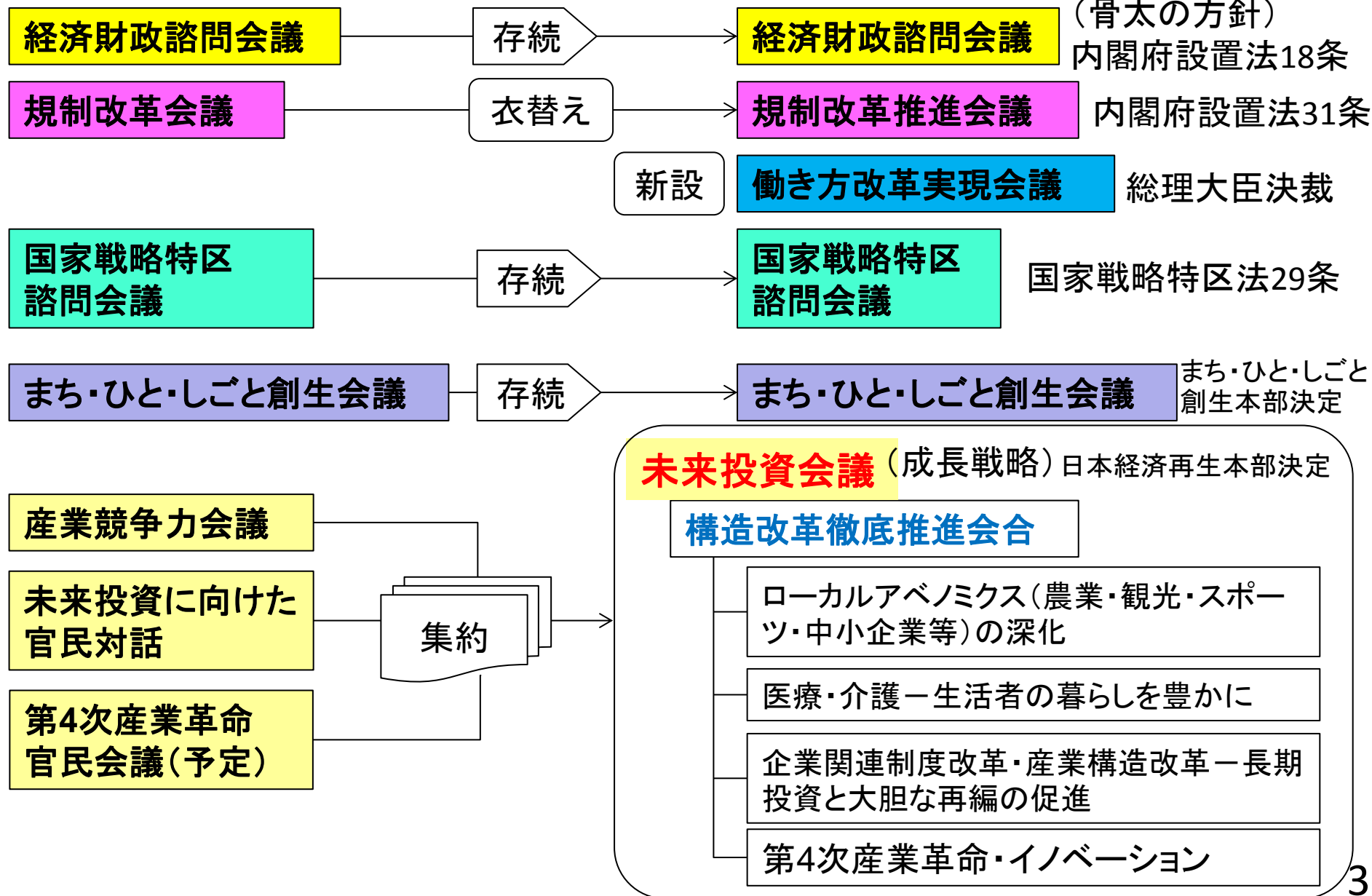
医療情報について、匿名化を前提に利用可能とする新しい仕組みを創設します。ビッグデータを活用し、世界に先駆けた、新しい創薬や治療法の開発を加速します。

人工知能を活用した自動運転。その未来に向かって、本年、各地で実証実験が計画されています。国家戦略特区などを活用して、自動運転の早期実用化に向けた民間の挑戦を後押しします。

ミクロ・マクロ政策に関する政府の検討体制

2016年夏まで

2016年秋以降



第1 総論

I 日本再興戦略2016の基本的な考え方

(第4次産業革命と有望成長市場の創出)

今後の生産性革命を主導する最大の鍵は、IoT（Internet of Things）、ビッグデータ、人工知能、ロボット・センサーの技術的ブレークスルーを活用する「第4次産業革命」である。

II 日本再興戦略2016における鍵となる施策

1. 600兆円に向けた「官民戦略プロジェクト10」

1-1：新たな有望成長市場の創出

（1）第4次産業革命（IoT・ビッグデータ・人口知能）

IoTにより全てのものがインターネットでつながり、それを通じて収集・蓄積される、いわゆるビッグデータが人工知能により分析され、その結果とロボットや情報端末等を活用することで今まで想像だにできなかった商品やサービスが次々と世の中に登場する。

名目GDP600兆円に向けた成長戦略(「日本再興戦略2016」の概要)

出典:総務省作成資料を一部変更

- 長年の構造改革のタブーへの切り込み(電力・農業・医療等での岩盤規制改革、国家戦略特区)
- 国際競争上の足かせとなっていた、円高、高い法人税、TPPの妥結遅れ等の6重苦は大きく改善。

- ・雇用情勢・企業収益は歴史的な高水準を実現。
- ・しかしながら、民間の動きはまだまだ力強さを欠いている。

- 回り始めた経済の好循環を、民間の本格的な動きにつなげる際の「3つの課題」
 - ①潜在需要を掘り起こし、600兆円に結びつく新たな有望成長市場の創出・拡大
(「官民戦略プロジェクト10」)
 - ②人口減少社会、人手不足を克服するための生産性の抜本的向上
 - ③新たな産業構造への転換を支える人材強化

1. 600兆円に向けた「官民戦略プロジェクト10」

1-1: 新たな有望成長市場の創出

① 第4次産業革命の実現～IoT・ビッグデータ・AI・ロボット～【付加価値創出: 30兆円(2020)】

総合的な司令塔の設置

- 第4次産業革命を推進する政府全体の司令塔として「**第4次産業革命官民会議**」を設置。
(「未来投資に向けた官民対話」の機能を事実上置き換え)
- 同会議の下に、「人工知能技術戦略会議」、「第4次産業革命 人材育成推進会議」、「ロボット革命実現会議」を位置づけ
- 日本として「取るべき」重点分野の特定、「重点分野別戦略」の策定、横断的施策(規制改革、研究開発、資金供給、人材育成等)の加速化

未来投資会議へ
名称変更

新たな規制・制度改革 メカニズムの導入

- 産業革新の将来像に基づき設定した中期目標からバックキャストして、具体的改革を実施する方式の導入(「**目標逆算ロードマップ方式**」)
- 事業者目線での規制・行政手続コスト削減(規制改革、行政手続の簡素化、IT化を一体的に進める新たな手法の導入)

データ活用プロジェクトの推進、 中堅中小企業への導入支援

**個別化健康サービス、
介護IoT活用**

- レポート・健診・健康関連データの活用
- IoT・センサー活用介護

**サプライチェーン全体
の在庫ゼロ、
即時オーダーメイド生産**

スマート工場
生産現場のセンサー
データを活用した予
防保全

自動走行
2020年高速道路
での自動走行、3D
地図情報

FinTech
オープンイノベーションを
活用したITシステム形成

ドローン
3年以内のドローン
配送実現

- 企業・組織の枠を超えたデータ活用プラットフォーム
- シェアリングエコノミーの推進、サイバーセキュリティ強化等の実施
- 中堅中小企業向け小型汎用ロボットの導入コスト2割減、中小企業1万社をIT化支援等

イノベーションの創出

- 企業から大学・研究法人への**投資3倍増(2025年)**等によるオープンイノベーションの推進
- 国内外のトップ人材を集めた**世界的研究拠点5ヶ所創出**、
- 民間主導の「地域と世界の架け橋プラットフォーム」整備
- **人工知能の研究開発・産業化の司令塔設置(人工知能技術戦略会議)**等

チャレンジ精神に溢れる 人材の創出

- 初等中等教育での**プログラミング教育の必修化(2020年～)**、IT活用による**習熟度別学習**、高等教育での数理・情報教育の強化、トップレベル情報人材の育成
- 世界最速級の「**日本版高度外国人材グリーンカード**」の創設(高度外国人材の永住権付与の迅速化)
- 「第4次産業革命 人材育成推進会議」の設置等

※第4次産業革命の推進に当たっては、総合科学技術・イノベーション会議におけるSociety5.0の基本方針の検討と連携しつつ進める。

「未来投資会議」始動（2016.9.12～）

【目的】

第4次産業革命をはじめとする将来の成長に資する分野における大胆な投資を官民連携して進め、「未来への投資」の拡大に向けた成長戦略と構造改革の加速化を図る。

【構成員】

総理（議長）、副総理（議長代理）、経済再生担当大臣、官房長官、経済産業大臣（以上副議長）、**総務大臣**、文部科学大臣、科学技術政策担当大臣、規制改革担当大臣、ほか有識者6名

産業競争力会議
（H25.1月～）

未来投資に向けた
官民対話（H27.10月～）

集約

未来投資会議

- 第4次産業革命(Society 5.0)をはじめとするイノベーションの社会実装
- 構造改革の総ざらい

2016年9月12日（火） 第1回会合
2016年11月10日（木） 第2回会合
2016年12月19日（月） 第3回会合

下部組織

構造改革徹底推進会合

- 第4次産業革命(Society 5.0)・イノベーション
- 企業関連制度改革、産業構造改革(長期投資と大胆な再編を促進)
- 医療・介護（生活者の暮らしを豊かに）
- ローカルアベノミクス（農業、観光、スポーツ、中小企業等）の深化

IoT推進コンソーシアム

- IoT／ビッグデータ／人工知能時代に対応し、企業・業種の枠を超えて産学官で利活用を促進するため、総務省及び経済産業省の共同の呼びかけのもと、民主導の組織として「IoT推進コンソーシアム」を設立。（平成27年10月23日（金）に設立総会を開催。）
- 技術開発、利活用、政策課題の解決に向けた提言等を実施

総会

- 会長
- 副会長

運営委員会（15名）

会長 村井 純 慶應義塾大学 環境情報学部長兼教授
副会長 鵜浦 博夫 日本電信電話株式会社 代表取締役社長
中西 宏明 株式会社日立製作所 執行役会長兼CEO

運営委員会メンバー 委員長 村井 純 慶應義塾大学 環境情報学部長兼教授

大久保 秀之
越塚 登
小柴 満信
齊藤 裕
坂内 正夫
志賀 俊之
篠原 弘道

三菱電機株式会社 代表執行役
東京大学大学院 教授
JSR株式会社 社長
株式会社日立製作所 副社長
情報通信研究機構 理事長
産業革新機構 会長(CEO)
日本電信電話株式会社 副社長

須藤 修 東京大学大学院 教授
堂元 光 日本放送協会 副会長
徳田 英幸 慶應義塾大学大学院 教授
野原 佐和子 イプシ・マーケティング研究所 社長
程 近智 アクセンチュア株式会社 会長
林 いづみ 弁護士
松尾 豊 東京大学 准教授

技術開発WG (スマートIoT推進フォーラム)

ネットワーク等のIoT関連技術の開発・実証、標準化等

先進的モデル事業推進WG (IoT推進ラボ)

先進的なモデル事業の創出、規制改革等の環境整備

IoTセキュリティWG

IoT機器のネット接続に関するガイドラインの策定等

データ流通促進WG

データ流通のニーズの高い分野の課題検討等

協力

協力

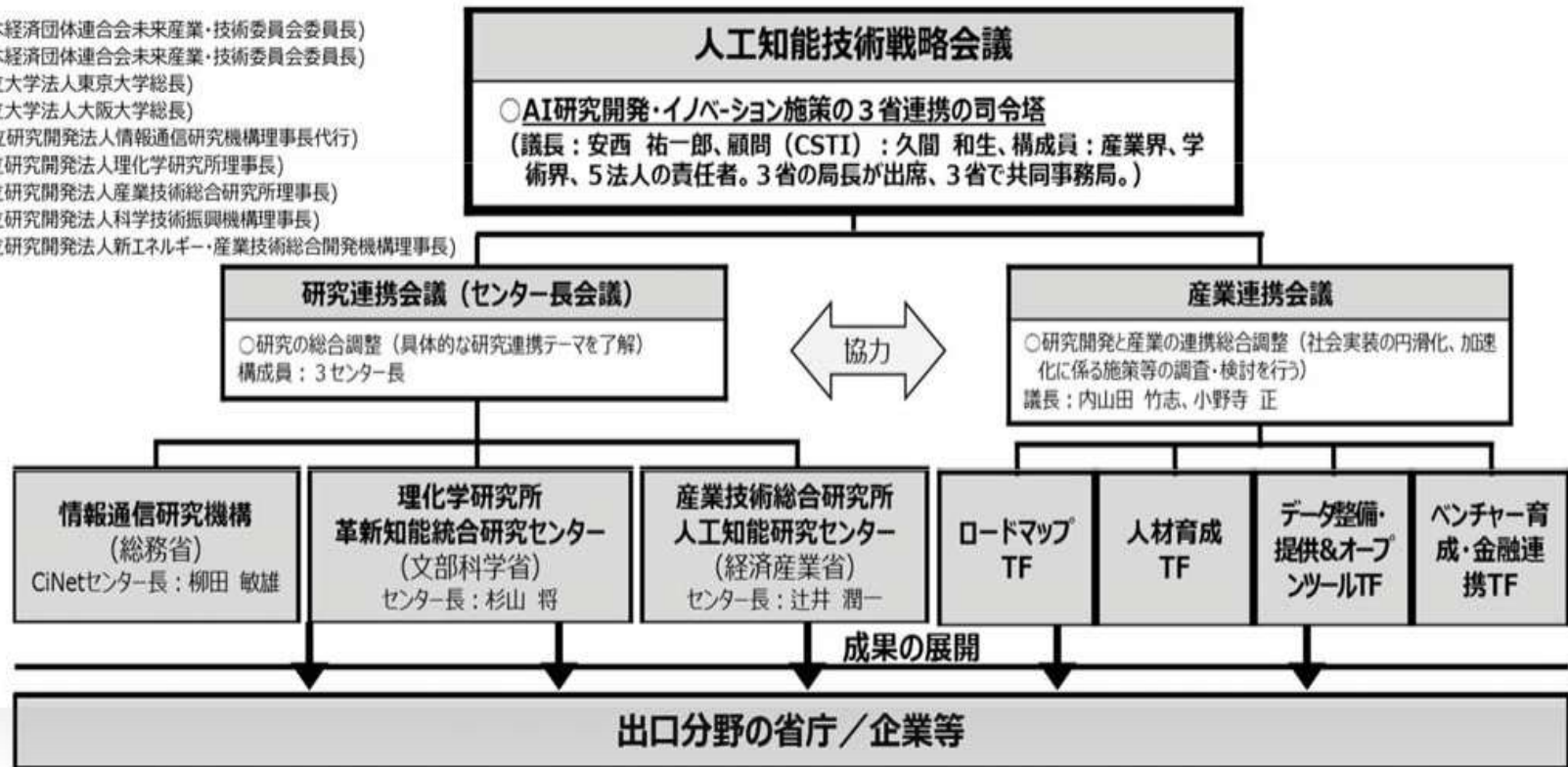
総務省、経済産業省 等

人工知能技術戦略会議

- 「未来投資に向けた官民対話」における**総理指示**を受け、2016年4月に「人工知能技術戦略会議」を設置
- 本会議が司令塔となり、その下で**総務省・文部科学省・経済産業省の人工知能(AI)技術の研究開発を連携**
- 本会議の下に「研究連携会議」と「産業連携会議」を設置し、AI技術の研究開発と成果の社会実装を加速化する。

- 議長
安西 祐一郎（独立行政法人日本学術振興会 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
内山田 竹志（日本経済団体連合会未来産業・技術委員会委員長）
小野寺 正（日本経済団体連合会未来産業・技術委員会委員長）
五神 真（国立大学法人東京大学総長）
西尾 章治郎（国立大学法人大阪大学総長）
黒瀬 泰平（国立研究開発法人情報通信研究機構理事長代行）
松本 紘（国立研究開発法人理化学研究所理事長）
中鉢 良治（国立研究開発法人産業技術総合研究所理事長）
瀧口 道成（国立研究開発法人科学技術振興機構理事長）
古川 一夫（国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構理事長）



出典：総務省作成資料を一部変更

世界に先駆けた「超スマート社会」の実現（Society 5.0）

～第5期科学技術基本計画（答申）より

- サイバー空間とフィジカル空間（現実社会）が高度に融合した「超スマート社会」を未来の姿として共有し、その実現に向けた一連の取組を「**Society 5.0**」※とし、更に深化させつつ強力に推進
- サービスや事業の「**システム化**」、システムの高度化、複数の**システム間の連携協調**が必要であり、産学官・関係府省連携の下、**共通的なプラットフォーム（超スマート社会サービスプラットフォーム）構築**に必要となる取組を推進

※ 狩猟社会、農耕社会、工業社会、情報社会に続くような新たな社会を生み出す変革を科学技術イノベーションが先導していく、という意味を持つ



- **超スマート社会サービスプラットフォームに必要となる技術**
⇒ サイバーセキュリティ、IoTシステム構築、ビッグデータ解析、AI、デバイスなど
- **新たな価値創出のコアとなる強みを有する技術**
⇒ ロボット、センサ、バイオテクノロジー、素材・ナノテクノロジー、光・量子など

黎明期のインターネットが想定しなかった抜本的变化

- 大量のデータの「収集」を可能とする技術（センサー、ネットワーク・ロボット、AI等）
- 大量のデータの「流通」を支えるICTインフラ（IPv6、SDN/NFV、5G等）



指数関数的なデータの増加・多様化

我々が直面する社会変化

データが価値の源泉に

- データがビジネスの主役となり、産業構造・就業構造が大転換
- 社会経済の効率化（ICT）から 新たな社会経済の創造（IoT）へ

データ利活用
による変化

複数分野をまたいだ
協調的イノベーション

既存サービス分野の質の向上
《健康医療、農林水産業、観光・・・》

新たなサービスの促進、産業の新陳代謝による人材の流動化
《自動走行、ドローン・ロボット、スマートハウス・・・》

いま取り組むべき課題 ＜生活に身近な分野に重点化＞

データによる付加価値を最大化するルールづくり

利用者の「安心・安全」に係るルール
（セキュリティ、プライバシー等）

「分野横断」を支えるルール（技術標準化等）

高品質のサービスを支える環境の確保

世界最高水準のインフラ整備（ネットワーク、データ）

ネットワーク運用等に関する人材育成
人材の基礎となるプログラミング教育

国際展開

データ流通基盤
等我が国市場
の魅力向上

【参考】「経済財政運営と改革の基本方針2016」（いわゆる「骨太の方針」）

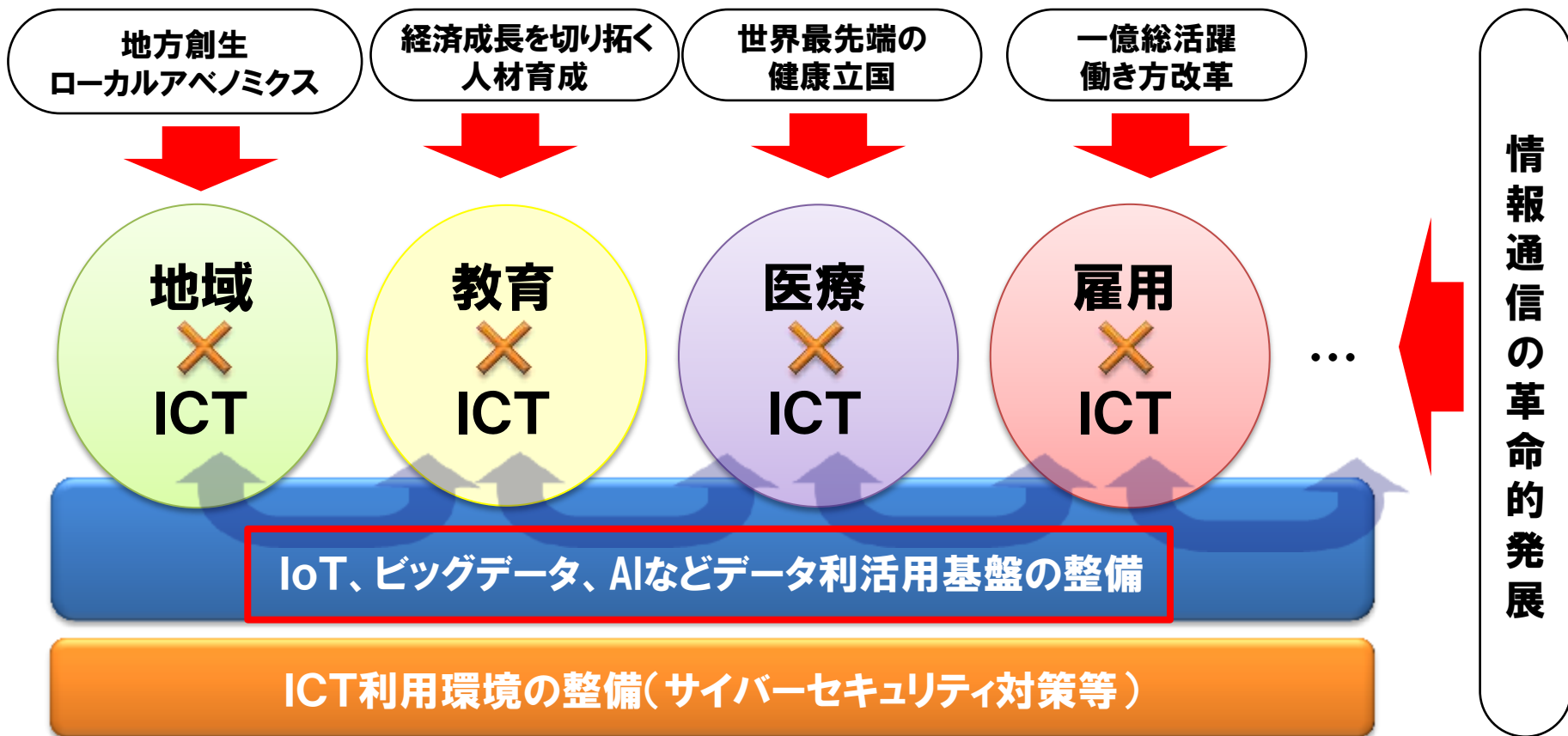
Ⅱ 成長戦略の加速等

（１）生産性革命に向けた取組の加速

● 世界最高水準のITインフラ環境、その運用を行う人材の確保及び生活に密着した分野における利活用促進、サイバーセキュリティ対策、知的財産戦略の推進、先端技術の国際標準化に、官民挙げて取り組む。

ICT振興／利活用政策の全体像

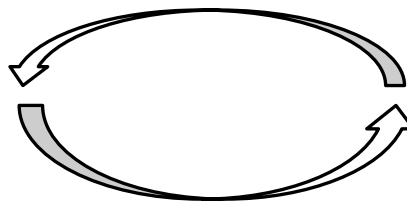
日本再興戦略 等



実証と実装の好循環を通じ重要課題を解決

実 証

先進的な利活用
モデルの創出



実 装

実証成果の地方
への展開

出典:総務省作成資料を一部変更

インダストリー4.0／IoTによる産業構造変化

「インダストリー4.0」と「IoT」を理解するための基礎

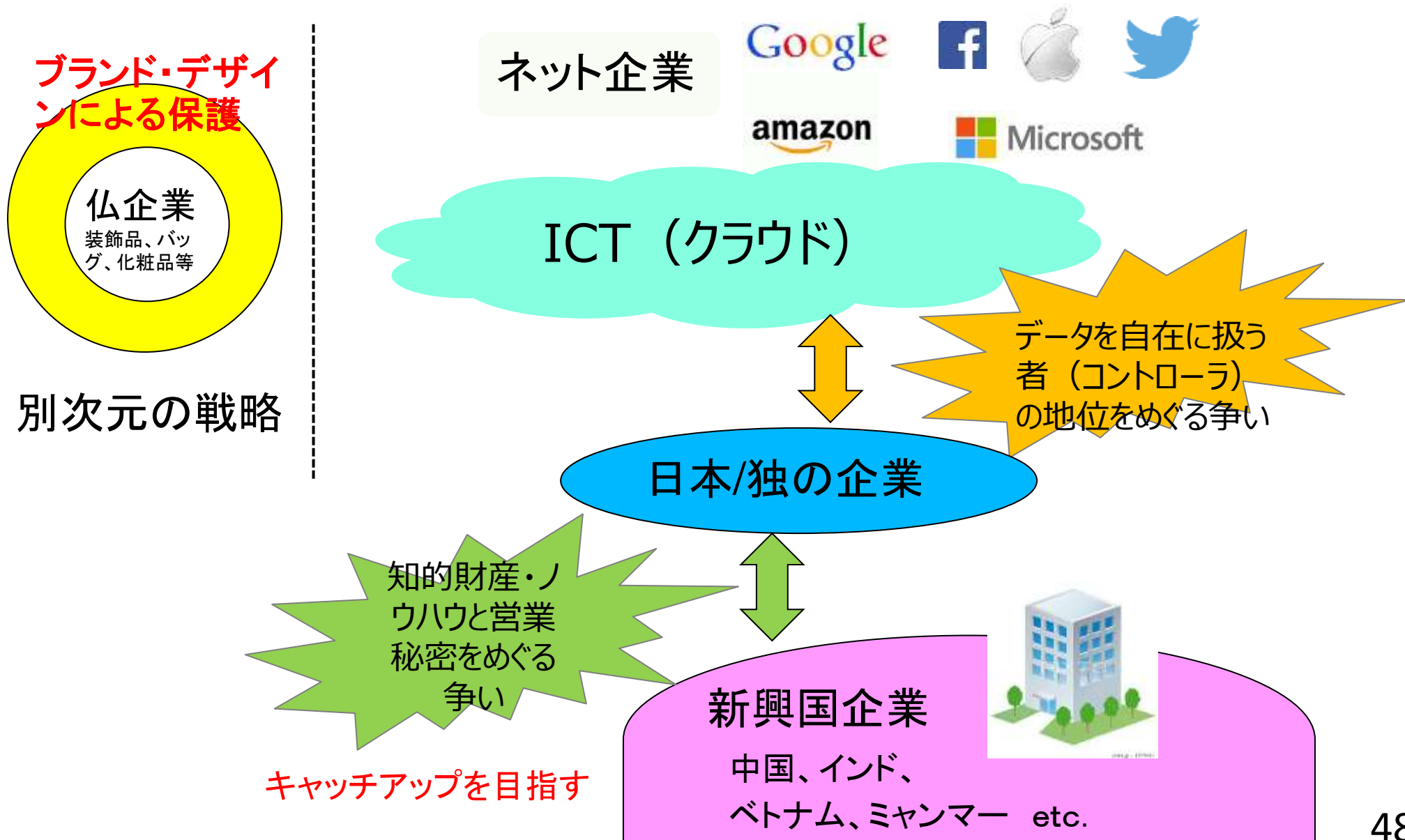
<https://www.nri.com/~media/PDF/jp/opinion/teiki/chitekishisan/cs201603/cs20160307.pdf>



- WEB上から、左記の拙著「『インダストリー4.0』と『IoT』を理解するための基礎」をダウンロードすることができます。（無料）
- 製造業側から説明が一般的なインダストリー4.0をネットワーク側からIoTとの関係で解説したものです。
- ぜひお読みいただければ幸いです。

製造業が置かれた現状の認識 ⇒ 構造転換が必要

新興国企業と米国ICT企業からの挟撃を受ける日独企業



インダストリー4.0とIoTをめぐる議論の混乱

- 議論がかみ合わない原因: 人により異なる認識
 - ・ インダストリー4.0は概念はとても大きい。注目する部分により、例えばFA(工場の機械化)、標準化の議論、あるいはmass customization、さらにAIや3Dプリンターの話に見える。ICTとOT(オペレーションテクノロジー)との融合という人もいる。
 - ・ また、見る者により違うものが見える。完成品メーカー、部品メーカー、製造装置メーカーなどの立場により利害が異なるので、自己に都合よく見えてしまう。
- 注目すべき点は、現象面か、目的・狙いか
 - ・ 「すべてのものがインターネットにつながり、様々なデータを集めて分析・活用する」(IoT・IoE)という現象面に人は注目しがち。大切なのはIoT・IoEを使って「何を実現するか」
 - ・ インダストリー4.0を現象面でみるとIoTの業務プロセスへの導入(CPS、Cyber Physical Systemの発想)だが、狙いはスケーラビリティ(スピードを含む)とオープン・クローズ戦略
- 米国発でICT業界由来の「IoT」とドイツ発で製造業界由来の「インダストリー4.0」の関係の理解が困難
 - ・ ミクロのIoT(個々の装置、製品・部品)に注目するか、マクロのIoT(業務プロセス全体)に注目するかの区別がついていない人が多い。
 - ・ 各「業務プロセス内」においては、個々の機器・装置類の相互運用性を確保し、どのメーカーの機器・装置類でも使用可能化 → 競争による品質向上・低コスト化を図る。
 - ・ 各「業務プロセス」においては、ネットワーク化された機器・装置・インフラ等からのデータを収集・分析し、ノウハウ、匠の技、品質管理、部品管理、設備の保守・管理その他の業務プロセス全体を可視化／デジタル化・ソフトウェア化 → 業務プロセスのモジュール化

インダストリー4.0を巡る誤解

➤ 既に我が社では実現しているという誤解

- 標準化・オープン性か、独自基準・囲い込みをめざすかの違いがある、
- 「既に実現している」という場合、それは系列・パートナー企業だけに通用する独自基準過ぎないものが多い。
- インダストリー4.0の狙いは、知的財産部分をクローズ化・ブラックボックスとしたモジュールをパッケージ化、インターフェイスを標準化・オープン化し、標準採用者は誰でも参入可能とする。→ 世界規模でのスケーラビリティを確保:新興国の需要増大に対応

➤ 国内では既に実現しているという誤解

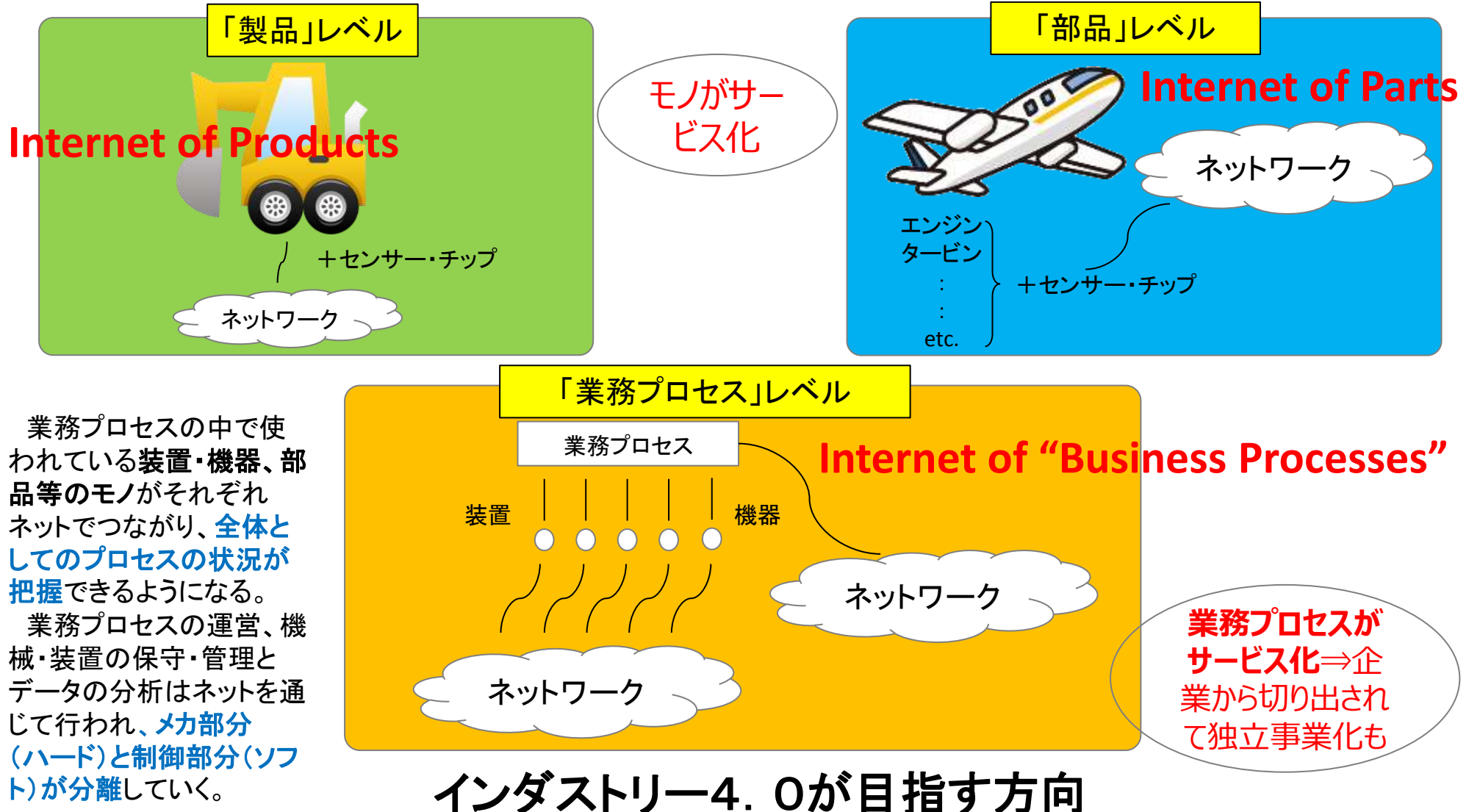
- ファクトリーオートメーション的なイメージだと誤解する。また、主な導入対象地域をどこと考えるかで違いが生じる。
- インダストリー4.0の主な対象は先進国内ではなく新興国市場:膨大な需要対応に世界中の企業を使い、かつ主導権を保持・競争力を失わない(頭脳部分は本社・自国で保持)ことを狙っている。

➤ 製造業の問題に留まるという誤解

- 影響の範囲をどこまでと考えるか？
- 影響があるのは、製造業だけではない！農業、小売・流通業、医療、金融業その他のサービス等に展開(ドイツは強みのある製造業に焦点を当てているだけ)
- たとえば、コンビニのような流通業のPOSでは、インダストリー4.0が狙う業務プロセスのIoT化、店舗経営(業務プロセス)のサービス化が実現している。

IoTの区分とインダストリー4.0

■ IoTは「製品＋ネット」から「部品＋ネット」というミクロの方向と「製品・部品の集合体＋ネット」(業務プロセス)というマクロの両方向へ深化



CPS (Cyber Physical System)

Cyber (ICT) 領域

Digital Twin

Physical 領域

ビッグデータ分析

シミュレーション

最適化

制御・指示 etc.

ビッグデータ

ビッグデータ

ビッグデータ

ビッグデータ

プロセス

プロセス

プロセス

プロセス

Physical

プロセス

プロセス

プロセス

プロセス

Physical

プロセス

プロセス

プロセス

プロセス

支える技術の例

AI / Deep Learning etc.

支える技術の例

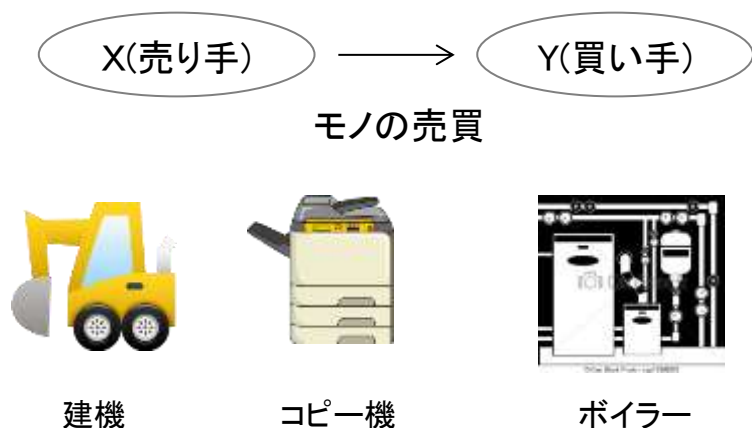
3Dプリンター、ロボット、RFID、
センサーネットワーク etc.

「モノ」単体のスマート化：ネット接続による付加価値

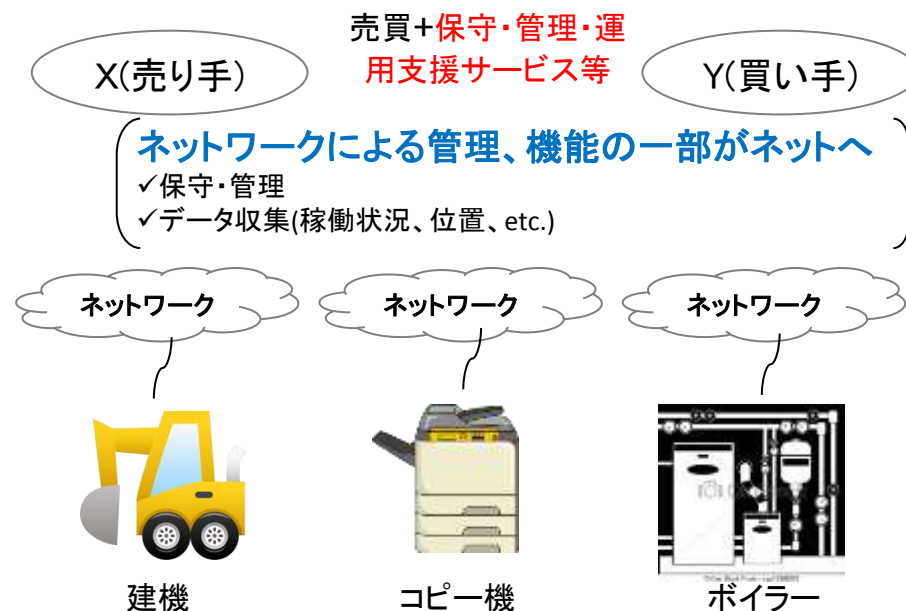
顧客へのモノの販売から顧客が求める機能の提供へ（モノからサービス）

- **コマツのKOMTRAX**: 販売後も位置、稼働状況(稼働時間、時間帯、異常など)をオンラインでモニターし、最適な利用方法を提示するとともに、適切な時期での点検、故障時の迅速対応などを実現、盗難時には遠隔操作で停止、**三浦工業**: オンラインによるボイラーの稼働状況の把握とメンテナンス、**シスメックス**: 毎日ネット計測で医療検査機器の精度を確認、動作回数・エラーログなどのリアルタイム収集で異常時に素早く対応、**富士ゼロックス**: 印刷機の画質、トナー濃度、部品の磨耗状況等をネットで監視し異常を察知し、顧客に通知
- **Google**の自動走行は、ICTの上のレイヤ側から、モノのサービス化を図ろうとしたもの

【単体の販売】



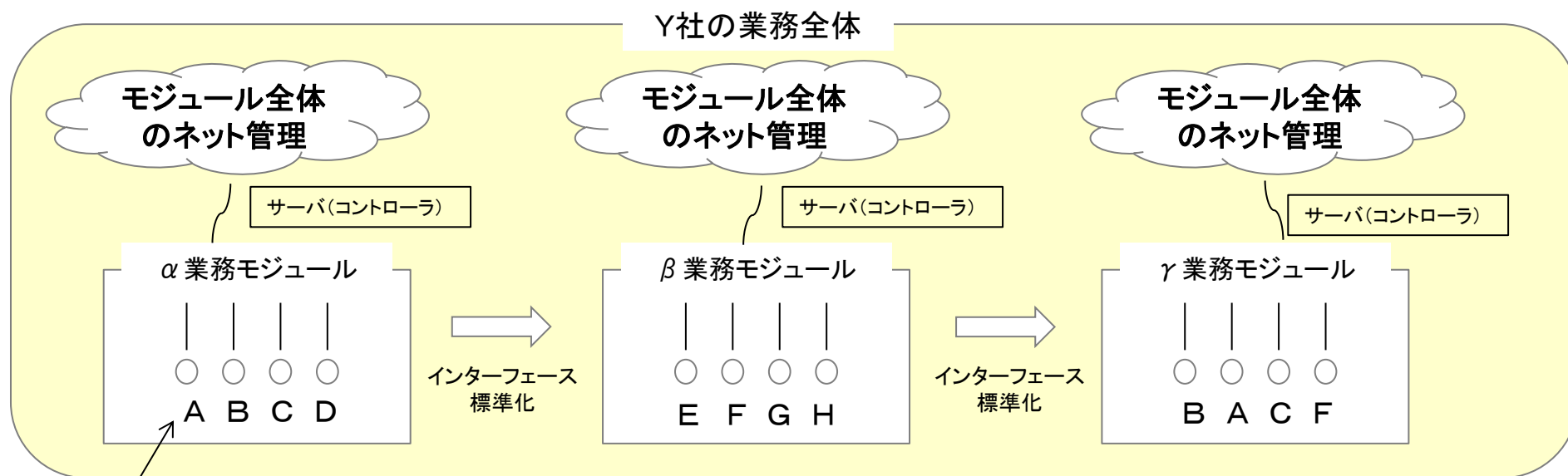
【ネット接続による付加価値を提供】



業務プロセスのIoT化による産業構造の変化と水平分業の実現

ーモジュール化・インターフェースの標準化ー

- 各業務プロセスがIoT化することにより、各プロセスそれぞれがモジュール化、**モジュール間のインターフェースは標準化／モジュール内は差別化**(オープン・クローズ戦略)
→ 新興国でもすぐに業務開始可能:パッケージ化、“Plug and Produce”、本国でIoTによる管理
- モジュール(業務プロセス)ごとに参入が可能(水平分業): **産業がパソコン化！半導体産業みたいに**
- 「業務プロセス」内でも使用される部品、各機器・装置類が標準化・相互運用性確保 → メーカー間の競争
- 製造業のみならず、**農業、小売・流通業、医療、金融業、サービス業等の業務プロセスで実現**

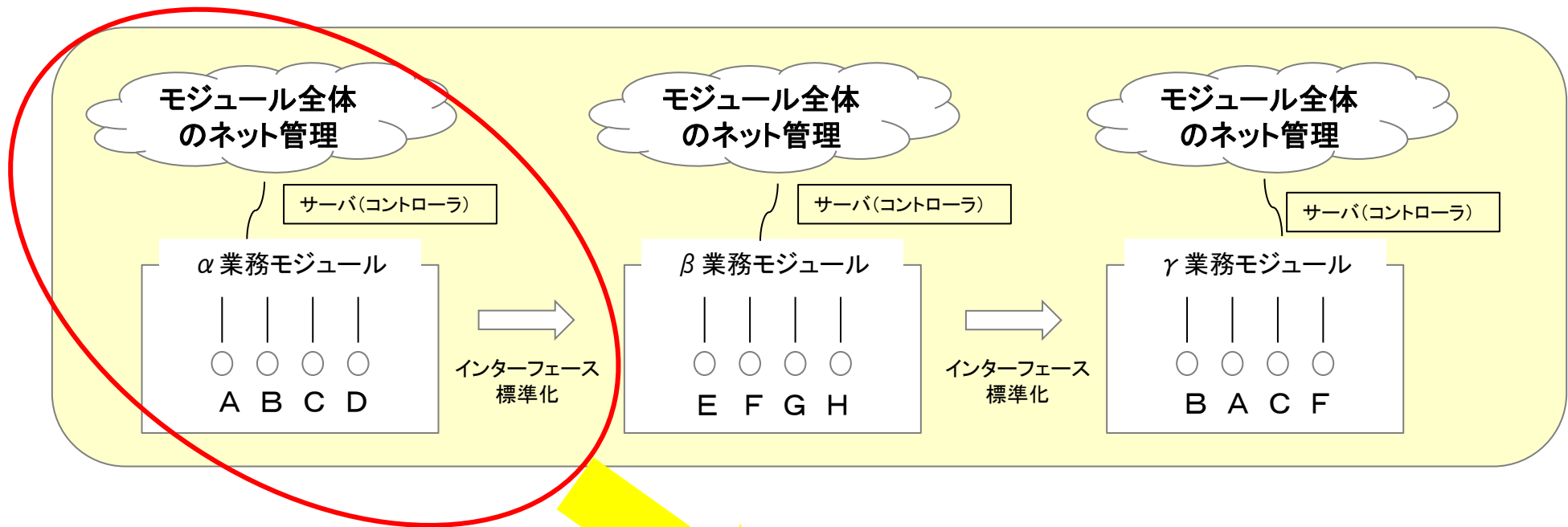


個々の機器・装置
標準化、相互運用性
どのメーカーのものも使用可

- 個々の機器・装置は、それぞれのインターフェースが標準化され、互換可能(メーカー間競争)
- 個々の業務プロセスもモジュール化(中はブラックボックスでよい)され、モジュール間のインターフェースは標準化⇒業務プロセスごと取り換え可能

水平分業／スライスされたモジュールの独立・パッケージ化・サービス業化

- **モジュール(業務プロセス)が分離・独立(水平分業)し、パッケージで他へ提供／サービス業化**
- **例えば、工場立ち上げ、ライン設定、(化学などプラントでの)廃棄物・環境処理、(鉱山業での)採掘業務など、これまで企業の一部だったものがモジュールとして切り出され、サービス業として他企業へ提供可能となる。⇒ すべての分野で垂直統合より水平分業の方が当たり前に。**



※ 日本企業: **終身雇用制の下で業務の切り出しは困難**。垂直統合維持を好む傾向あり。
⇒ 日本企業の弱点

一部のモジュールが分離・独立し、他企業へサービスとして提供される。
新興国での生産(ファウンドリー化)

業務プロセスのIoT化は既存の競争力の源泉を破壊する

従来は人手と暗黙知に頼っていた**現場の英知(ノウハウ、匠の技、品質管理、部品管理、設備の保守・管理など)**が、ICT(ネットワーク化で吸い上げたデータ解析)でできるようになる。これは製造業だけでなく、医療、流通・小売り、農業などすべての産業で生じ、**人間の優秀さに頼っていた既存の競争力の源泉を破壊**する。



匠の技
すり合わせ
品質管理
おもてなし

・
・
・

これからICT化が
進行

人の能力からICT化による飛躍的生産性向上

販売管理 例 POS
配送管理 例 GPS、追跡システム
在庫管理
財務会計



既にICT化進行

Quality ControlとScalabilityの両方を実現

品質とコストのイメージ

従来: 100の品質のモノ・サービスを100のコストで展開

今後: ICTを用いて、例えば、

新興国向け**90の品質: 50のコスト**で展開

さらに100の品質: 80のコストで展開

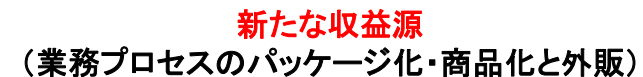
+ **スケーラビリティ(生産能力・規模)**の飛躍的増大

多品種少量生産／個別受注生産
(Mass Customization)

顧客の個別注文を直接受け、IoTで自律的にコントロールされた生産過程(業務プロセス)にインプットすることにより、安い費用で個別の商品・サービスを提供できる。

～ 日本型現場主義の崩壊／工場運営のサービス化 ～

- ## 従来の典型例



コンビニ業界：「店舗運営」のサービス化を古くから実現

大手総合スーパー



個人商店



個人商店



個人商店



専門店



専門店

フランチャイザー（本部）



運営指示



加盟店

売れ筋商品仕入、配送の手配と
ともに、陳列・店内レイアウト方法
などの店舗運営の指示

+

周辺のイベント・工事
当該地域の天候な
ど、関連する環境
データと組み合わせ
分析

販売状況・購入店情報等のデータ



加盟店



加盟店

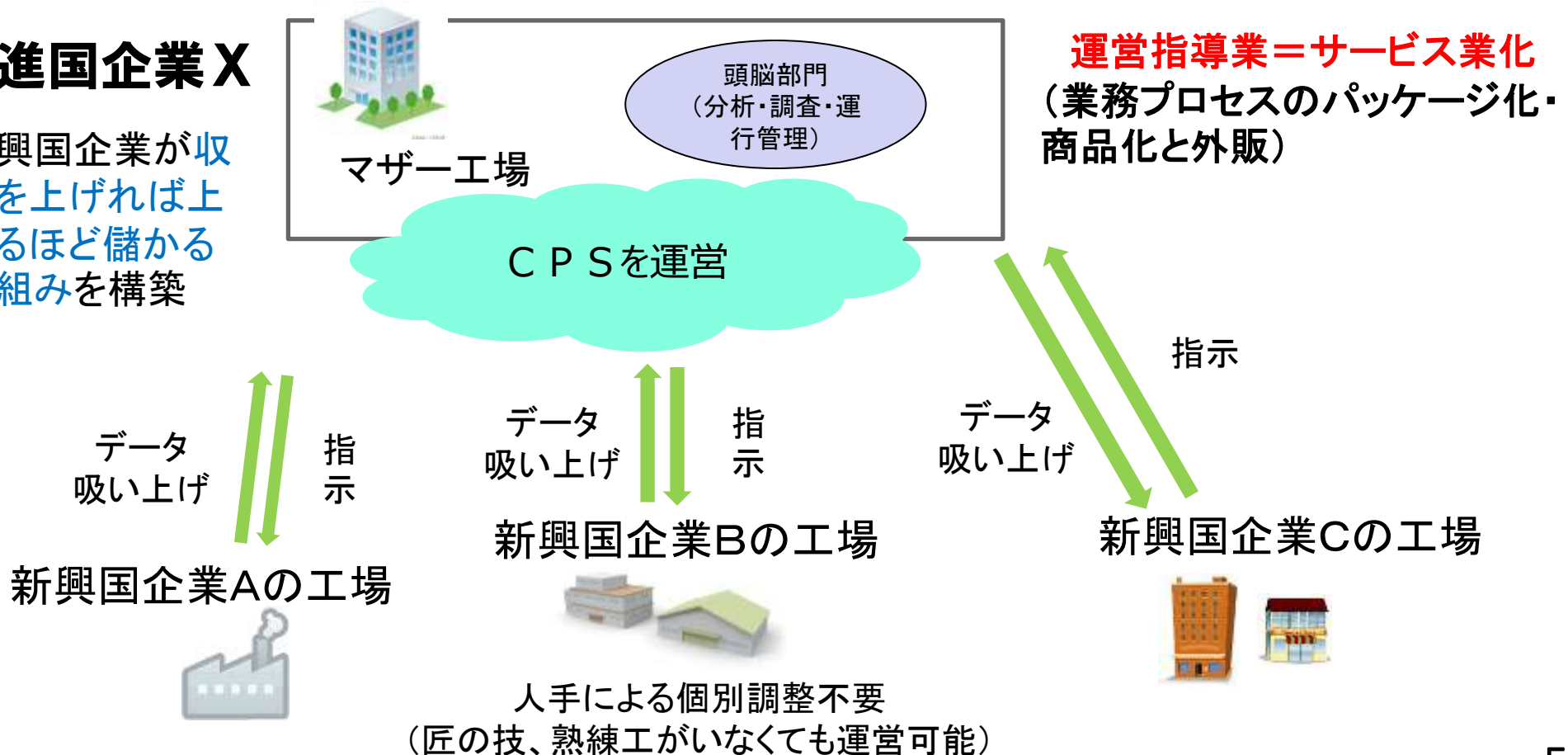
フランチャイジー

先進国の製造業はモノを作らなくなる：運営指導（サービス）業化

- 先進国の製造業は、**企画、設計、意匠、研究開発、データ収集・分析などの頭脳部分のみを国内マザー工場に残し**、CPS(サイバーフィジカルシステム)を通じて、工場運営ノウハウをパッケージ化して、新興国企業に対し、**サービスとして提供** ⇒ 新興国企業には**すぐに事業を立ち上げる**ことができる利点
- 新興国企業の労働者に(過程は教えずに)結論のみ指示し、知的財産部分は**ブラックボックス化**
- 先進国企業は**設備投資のリスクも負うことなく**、**新興国の成長力**(企業活力、増大する需要)を**取込み可能**
- 運営サービスは、工場に限らず、**病院、銀行、農場、店舗、学校、鉄道など、あらゆる分野で可能化**

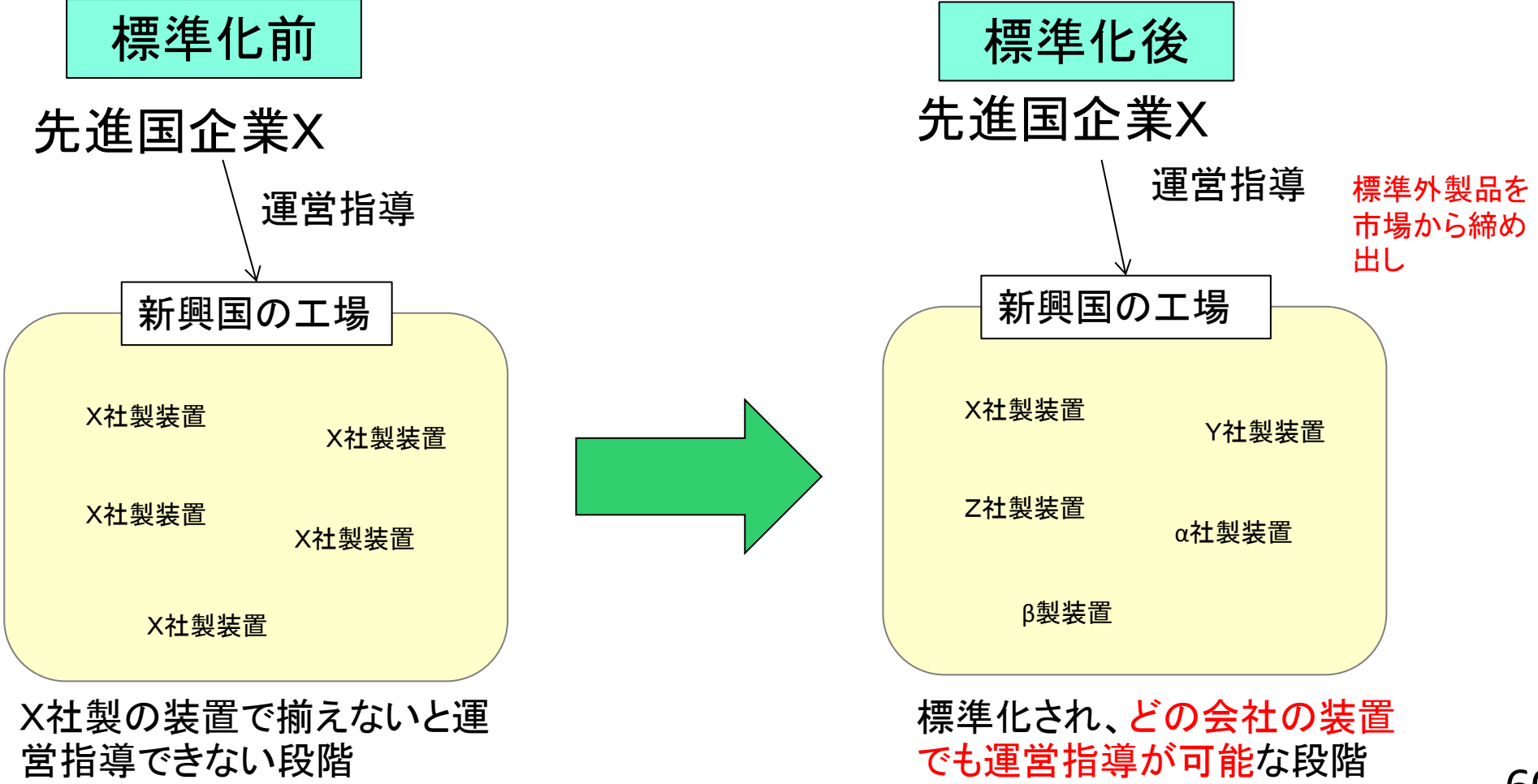
先進国企業 X

新興国企業が**収益を上げれば上げるほど儲かる**
仕組みを構築



標準化により他社製品の組合せでも運営指導が可能／標準外製品を市場から締め出し

- 現状では、指導企業は、被指導企業に同指導企業製の装置で揃えさせない運営サービスを提供できない。
- インターフェイスの標準化（インダストリー4.0対応装置）が進展すれば、先進国企業は**自社製の装置とは独立に運営指導サービスに専念することが可能**となる。
- 特定のメーカーにロックインされることを嫌う企業も顧客化**
- インダストリー4.0標準仕様外の製品を**市場から締め出すことが可能**



主導権争い：データを握るのは誰か？（ネット企業 VS 既存企業）

ネット企業

米国企業が強い

ICT（クラウド）

進行中

自動車(自動走行)

ドローン

3Dプリンター

Google



amazon



Microsoft

データ
吸い上げ

改善
最適化
新商品開発・
サービス
etc.



既存企業（完成品・部品）

ドイツ企業が強い



本社によるコントロール

データ
吸い上げ

工場・取引先へ指示
(改善・最適化・新商
品・サービス開発etc)



- グーグルは、家の中のデータを収集・分析することで、スマートハウスの中心となる戦略を持っていると思われる。ただし、2016年時点では必ずしも計画通りは進んでいないかもしれない。
- 将来的には、**照明や洗濯機などの家電もグーグルの仕様に合わせる**必要が出てくることもあり得る。



Nest Learning Thermostat
出典: NEST



煙と一酸化炭素を検知するNest Protect
出典: SLindsey Turrentine/CNET

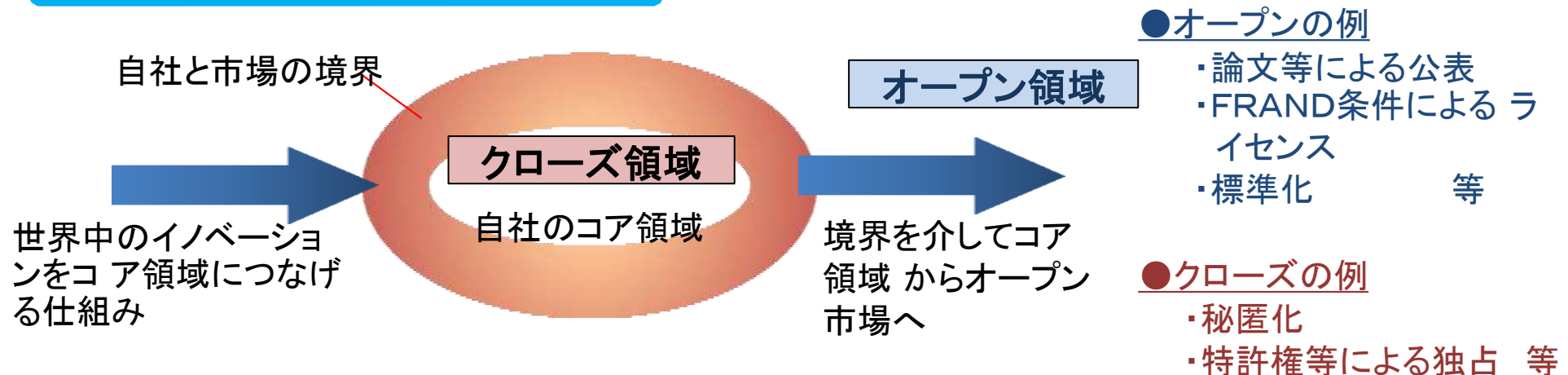
- グーグルは、2014年1月にNest Labsの32億ドルでの買収を発表
- Nest Labsは、家の温度調整を行うサーモスタットや火災報知機を製造する会社で、同社のサーモスタットは人工知能を搭載し、温度の自動調節でエネルギーを節約するものだが、他の**家屋内機器のコントローラーとしての機能**も有する。
- Googleは**電力管理分野への進出も視野**に入れているのかもしれない。

(参考) Introducing Works With Nest
<https://www.youtube.com/watch?v=bPdltu-93pM>

インダストリー4.0は典型的な「オープン・クローズ戦略」

- 「オープン・クローズ戦略」: 自社で手がける部分(クローズ)と他社にゆだねる部分(オープン)を分け、その間のインターフェイスを統制することで、自社に優位な国際分業体制を構築し、他社の成長力を取り込みつつ高い収益を挙げる戦略 (小川紘一「オープン&クローズ戦略」参照)
- インダストリー4.0においては、
 - ・ データの利活用するための中枢=CPSプラットフォーム(IoTによるデータの分析・シミュレーション等のシステムで、知見を生む出す部分)をブラックボックスとしてクローズ化
 - ・ 各装置・機械類について、データの種類・内容、収集・フィードバック方法、通信プロトコルなどのインターフェイスを標準化して、標準に合致すれば誰でも参入可能となるようオープン化

オープン・クローズ戦略



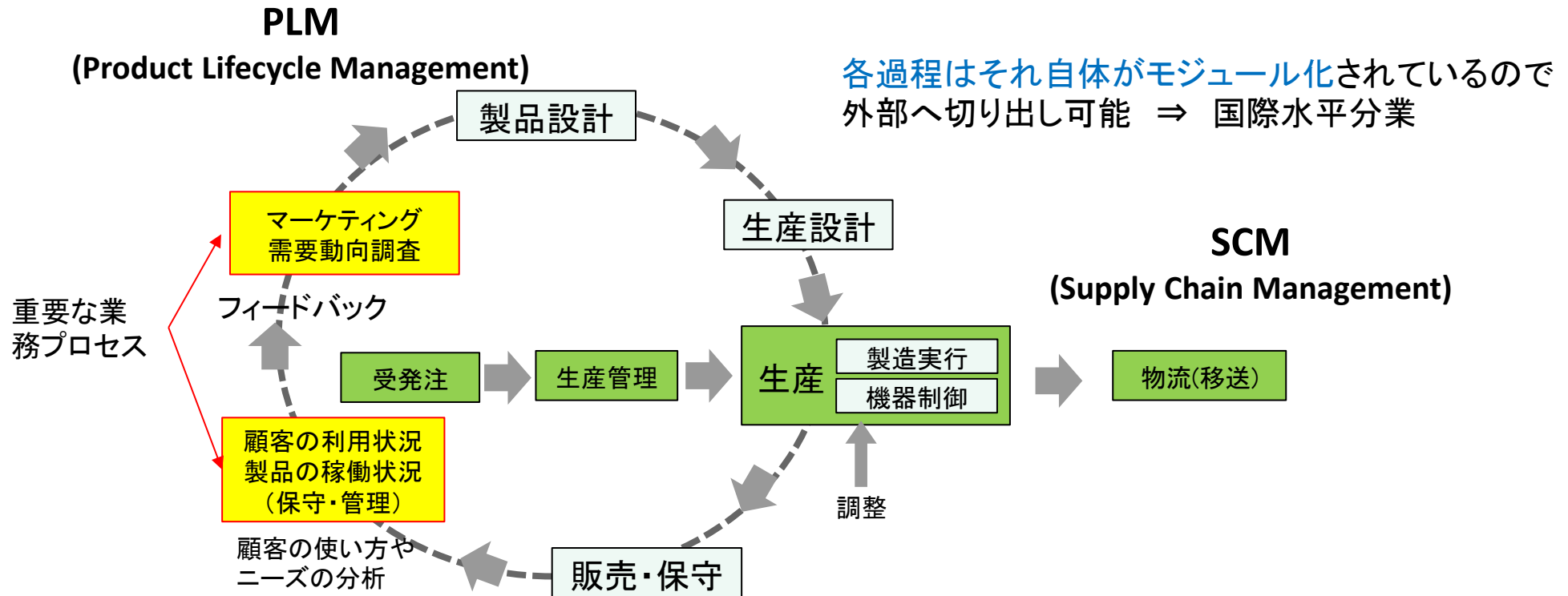
出典: 小川紘一「オープン&クローズ戦略 増補改訂版」(2015年 翔泳社)を元に一部変更

I o Tはモノ作りではSCMとPLMへのI C T導入

個人が関与する場合にはパーソナルデータ保護に注意

P L M(Product Lifecycle Management)の各過程をデジタル化・モジュール化し、ネットワークで接続することで、必要なデータ入手・分析し、各過程を最適化する。同様にデジタル化・ネットワーク化されたS C M(Supply Chain Management)と連携することで、P L M／S C Mを通じた全体最適を実現する。

B 2 Cビジネスの場合には、大量の顧客情報（パーソナルデータ）が含まれることになるので、個人情報保護との関係が重要となる。

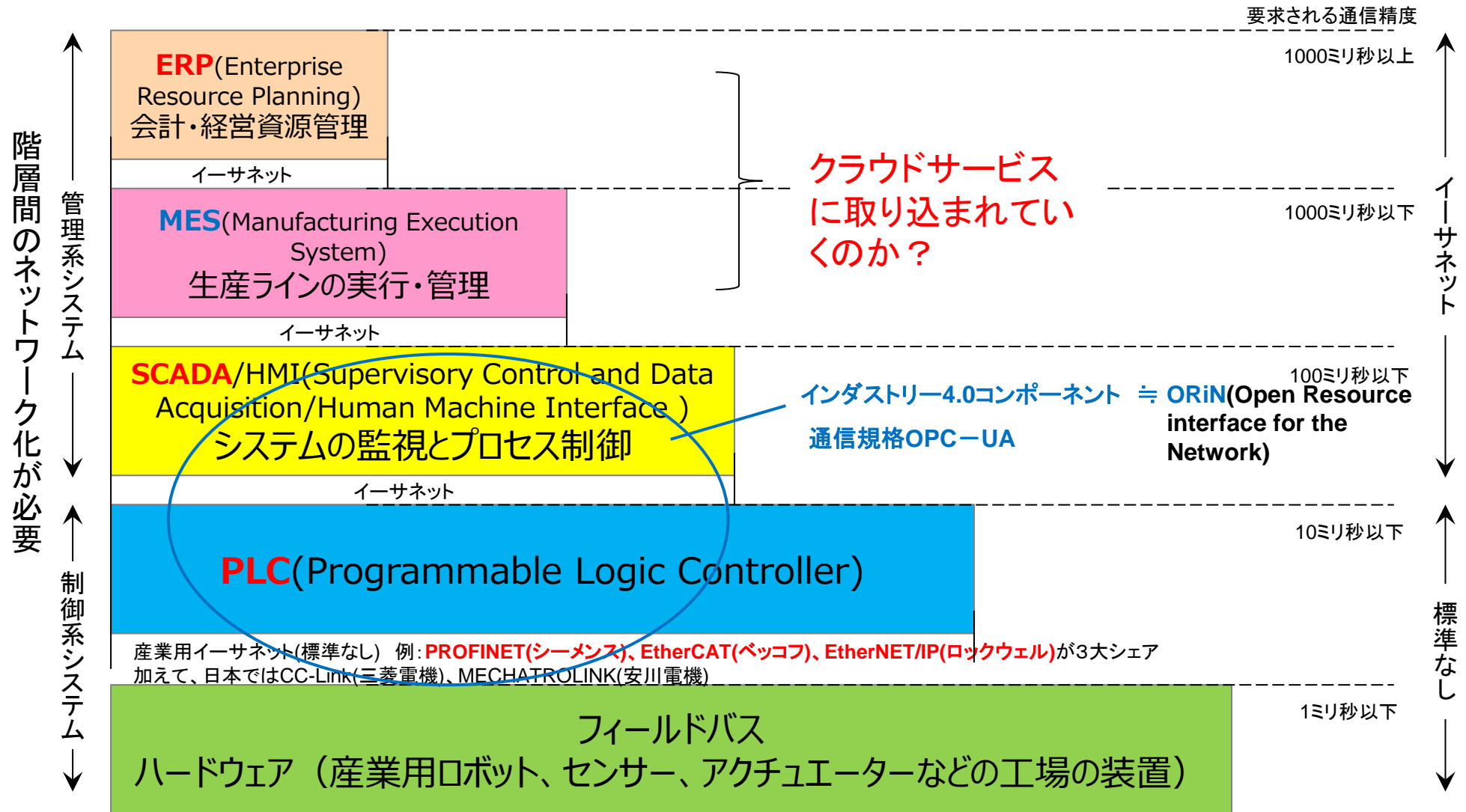


製造業であっても、B2Cの場合には大量のパーソナルデータが発生(例:自動車)
流通・小売・医療のように消費者が対象の場合にはパーソナルデータの扱いが特に重要



- 平成27年の個人情報保護法改正で、世界に先駆けて、ビッグデータ時代に対応し、本人の同意や目的による制限なしに用いることができる**匿名加工情報**が規定された。
- 特定の個人を識別することができないように個人情報を加工したもので、加工基準(委員会規則)、作成方法・安全管理措置(委員会規則・民間の個人情報保護指針)の規定とともに、事業者による公表や再識別禁止などの取扱いについての規律が設けられた。
- 汎用的な匿名化の方法は存在しないという結論を得たことから、技術的措置に加えて公表・再識別禁止などの制度的措置をとることで流通を図ることとした制度である。
- 匿名加工情報には「容易照合性」は適用されない。

製造業における階層別システムとネットワーク環境



出典: 川野俊充「通信規格の標準化」(「インダストリー4.0の衝撃」所収 2015年洋泉社MOOK) P140の図を参考に作成

ICTに対する経営者の姿勢を変えるきっかけが必要

日本企業は、終身雇用制、自前主義、現場主義、暗黙知、経営者の内部昇進の傾向 ⇒ IoT・Industry4.0の時代に対応できない可能性

終身雇用制／自前主義／現場主義の呪縛

- ・ 終身雇用制のもとで、**垂直統合**を守り、水平分業のメリットを実現できない。
- ・ 自前主義により、**自社・グループ企業で顧客を囲い込もう**とする。**(オープン・クローズ戦略や標準化への対応で失敗)**
- ・ IoT・CPS導入に協力するように**強い現場を説得**できない。

構造変化に気づいていない経営者

- ・ ICTは技術の問題だから**経営者がやることじゃないとバカにする**タイプ
- ・ ICTは難しい、**わからない、やっておけ**と開き直るタイプ

目先の利益を優先する経営者

- ・ 今は儲かっているのだから、**無理をしなくてやり過ごそう**と考える保身タイプ
- ・ 今のビジネスモデルは当面大丈夫、今これを壊すと**将来は良くても現状の経営が悪化するからやれない**と冷静に分析するタイプ

社内の利益相反を克服できない経営者

- ・ 設計部門・製造部門・販売部門、完成品部門・部品部門などの**内部の部門対立を解消できない**ので、新たなビジネスモデルを採用できない。

ICTにより産業構造が変化する時代の課題

- 業務プロセスのICT化・モジュール化の中で何を守るべきかの合意作り
 - 何が困るのか、何を守るのか？例：巧みの技術を持つ中小企業のグローバル化を支援？
- 構造変化に係る日本の立ち位置の見極めと改革の方向性についての世界への発信
 - 米 “Industrial Internet”、独 “Industry4.0”、仏 “Industry of the Future ”などの我が国の方向性の打出し
- IoT推進のための環境整備
 - データの利用に関するルール作り(ガイドライン、標準契約など)、IoT時代のプライバシー保護の在り方、営業秘密流出防止等の産業スパイ対策（業務プロセスのICT化を想定した情報保護の制度）
 - 業務プロセス保護のためのサイバーセキュリティ(技術、啓発、情報共有など)、労働環境安全確保
 - IoTのためのネットワーク環境整備(周波数、機器ID・識別符号、通信方式、省電力化、電池長寿命化等)
 - ネットワーク化された財・サービスの提供者と利用者間の責任分界点に関するルール作り
- 経営者の理解を深める方策
 - IoTのメリットの見える化(定性的、定量的)
 - 経営者の理解を深めるためのマスコミ・経済団体等を通じた啓発活動(官民の協力)
- 利害関係者間の調整
 - 部分最適に走る利害関係者の調整、全体最適実現への誘導(ベンダーロックインの排除)
- 米独の関係者と実務的に協議できる者への支援
 - 専門家・実務家を集めた議論・国内合意作りの場の設定
 - 米独とモジュール化・標準化議論(必須・推奨、ローカルを許すゆるい標準など)の開始
- 就労環境の劇的変化への対応支援(人の役割をICTが代替／新たな人の役割)
 - 権限分配・職制などの組織体系の見直し、労働のミスマッチを防ぐための再訓練・継続教育などへの支援

- ① “Industrie 4.0” – Bosch plant in Blaichach, Germany
https://www.youtube.com/watch?v=370NDwj_DP4&feature=youtu.be
- ② NX Product Engineering Software Accelerates Development Siemens PLM Software
<https://www.youtube.com/watch?v=uOqk6TUAcd4>
- ③ アパレルのPLM Optitex Technology 2:35
<https://www.youtube.com/user/OptiTex>
- ④ オムニチャネル・レコメンデーションエンジンの例 Pier1 IMPORT
<https://www.youtube.com/watch?v=fN8Cixcc5yg>
- ⑤ 社会基盤 Bentley Water solution(上下水道)
https://www.youtube.com/watch?v=_gi-GpPm6LE
- ⑥ 住宅内 Introducing Works With Nest
<https://www.youtube.com/watch?v=bPdltu-93pM>

ありがとうございました。