



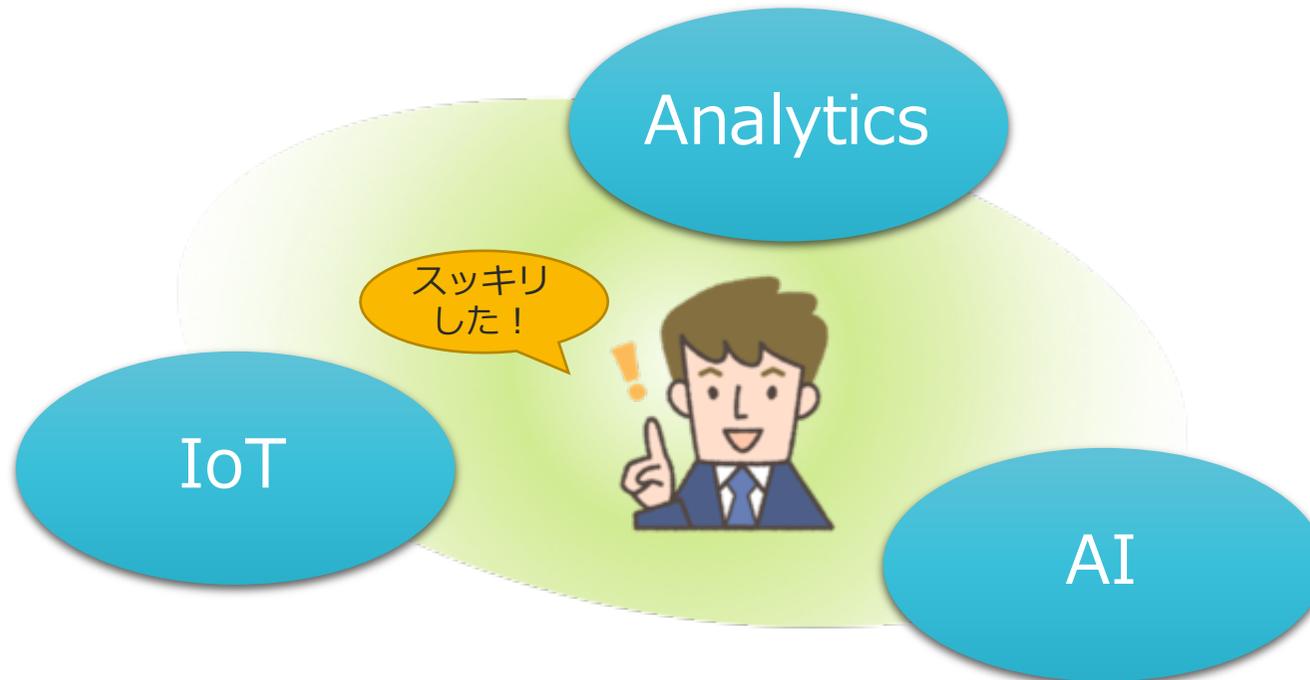
今さら聞けないITキーワード

for ITコーディネータ実務研究会（第51回）2016年1月9日

株式会社クレスコ 先端技術事業部 コンピテンシーセンター
ITビジネスコンサルタント 齋藤 秀幸

目的

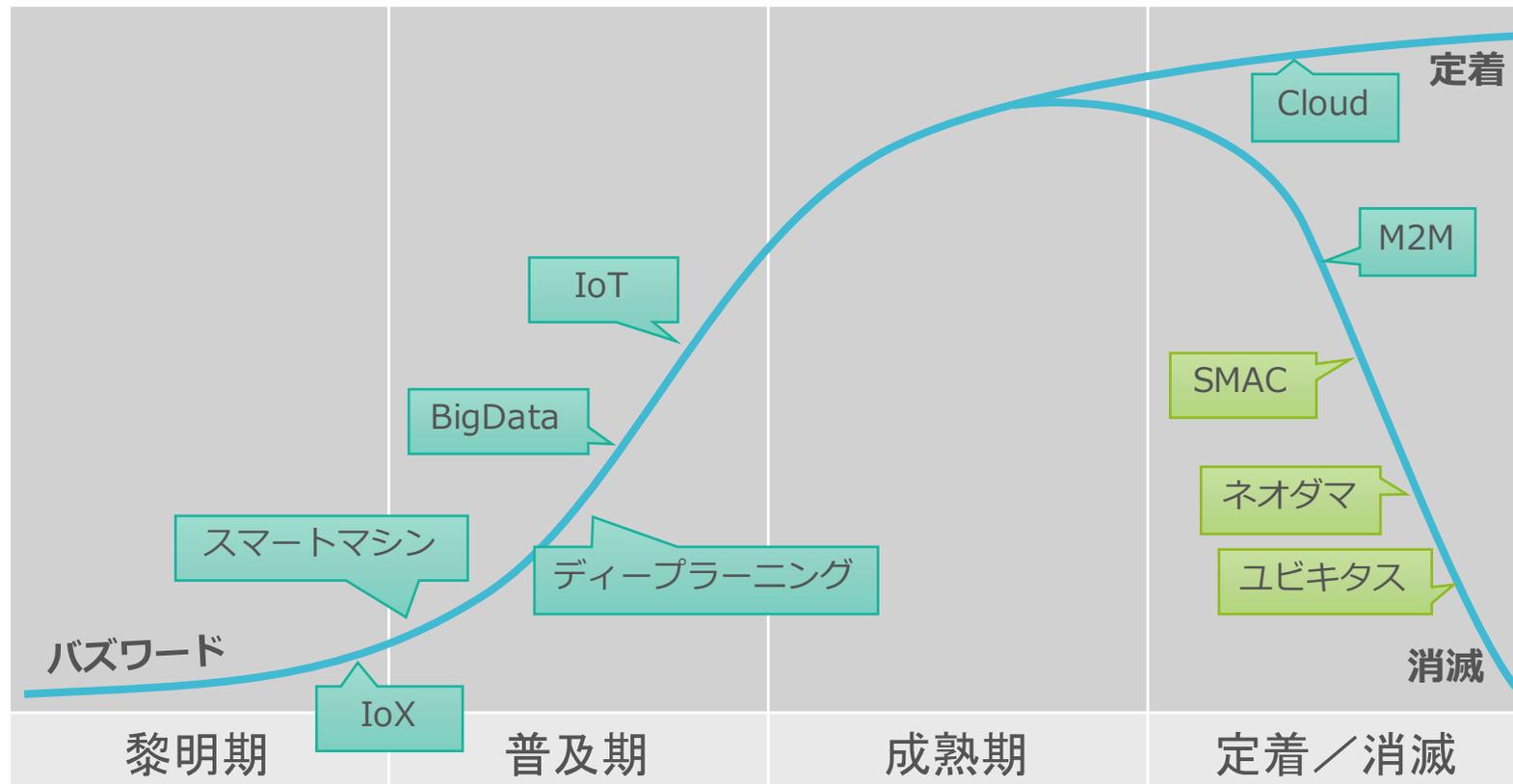
- 今、押させておくべきIT関連キーワードを整理します。
- キーワードの正確な定義よりも、それぞれのキーワードの背景がつなげて『ハラオチ』することを目指します。



IoT … Internet of Things (モノのインターネット)
AI … artificial intelligence (人工の知能)
Analytics … 分析論・分析学

プロダクト・ライフ・サイクル的な見方

ITキーワードのライフサイクル



※ バズワードが生まれてから定着/消滅するまでのイメージです。

自己紹介

齋藤 秀幸（株式会社クレスコ）

（過去）

基幹系、情報分析系、フロント系等の様々なシステムや業務において、企画から開発、保守まであらゆる工程を、担当SEからアーキテクト、プロマネ、コンサルなど様々な役割で経験。

（現在）

クラウドソリューションやSAP向けモバイルソリューションの企画・開発を経て、自社IoT基盤サービスの拡充と、Analyticsビジネスの仕込みに取り組んでいる。

もくじ

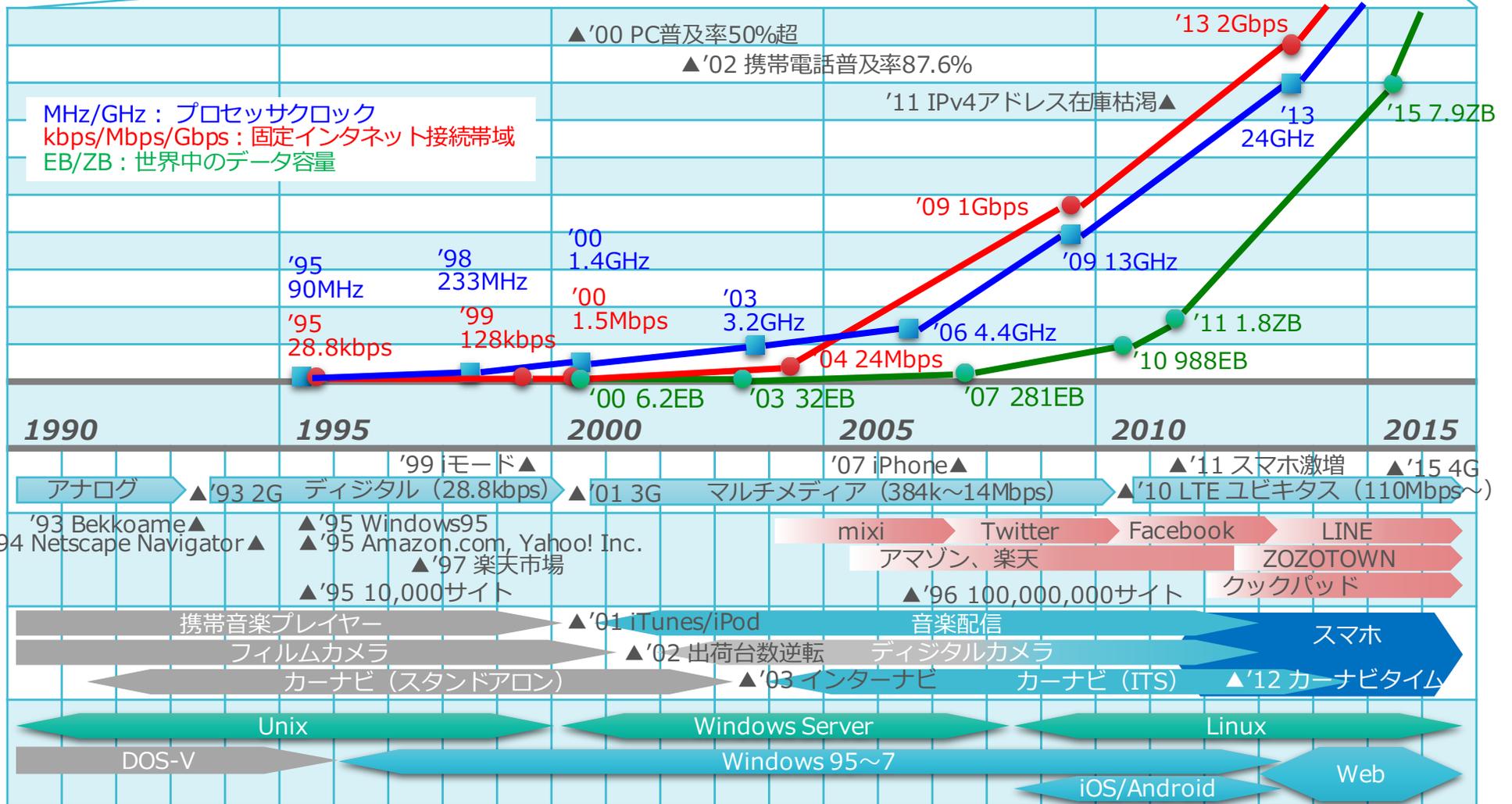
1. はじめに ～ ICTの発展からIoTを見てみる ～
2. CPS ～ 今、覚えるべきキーワード ～
3. IoT
4. Analytics
5. AI
6. その他
7. まとめ

1. はじめに

ICTの発展からIoTを見てみる

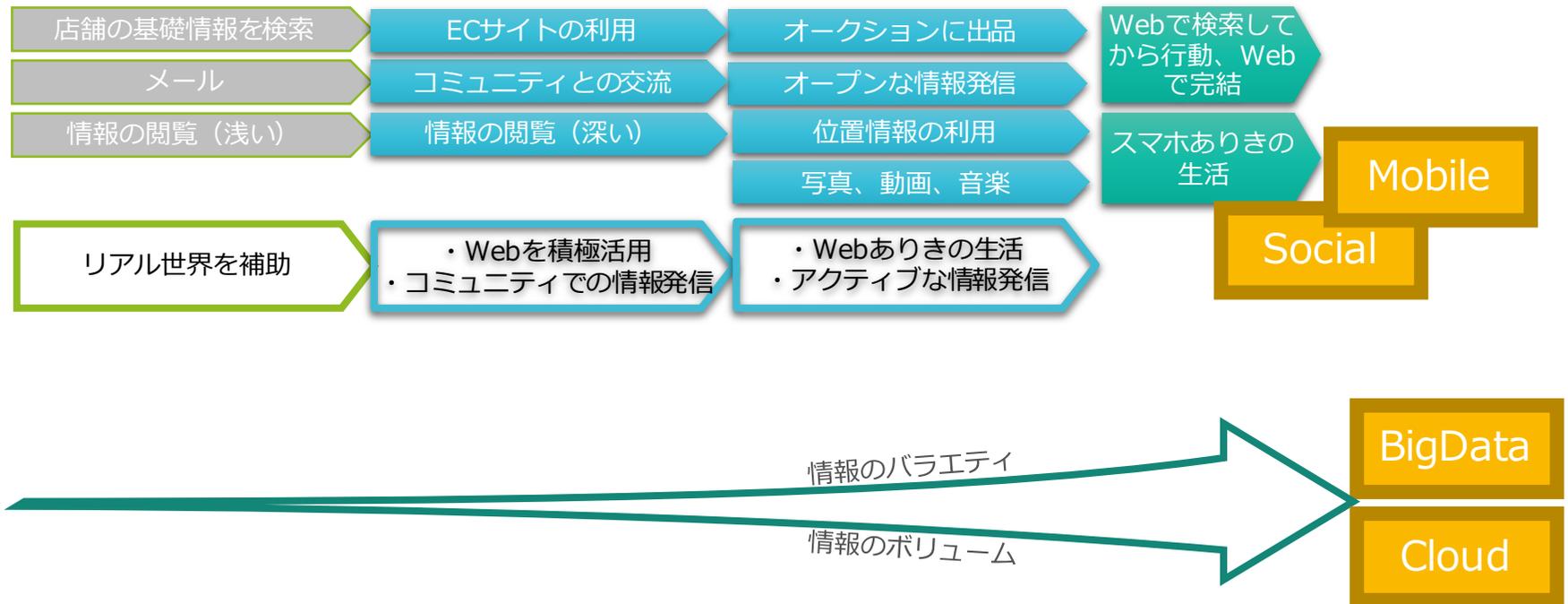
ICTの急速な発展 (テクノロジー視点)

1955	1960	1965	1970	1975	1980	1985	1990	1995	2000	2005	2010	2015
	'64 S/360▲		▲'69 UNIX	▲'77 Apple II		▲'85 PC98+一太郎 ▲'87 ドコモ携帯電話		▲'95 Win95 ▲'99 iモード		▲'07 iPhone	▲'11 AWS東京Region	▲'14 契約数逆転



見えること（社会へのICTの浸透）

- 一般消費者へのパソコンやスマホの普及を通じて、日常生活にICTが浸透



- パーソナルデータをクラウドに吸い上げる仕掛けが、できている



見えること（テクノロジー）

- 10年程度のスパンで、段階的に、ユビキタスへ向かっている



- 莫大なコンピューティング・パワー（計算処理能力）がクラウドにある



見えたこと（小まとめ）

- インターネット／メールを目的に、一般消費者にPCが浸透
- PCの普及により性能向上し、音楽や動画をストレスなく扱えるように。

PCの利用用途が広がる



- モバイル自体の性能向上と回線速度向上により、リッチなコンテンツをストレス無く利用可能に。
- モバイルが様々なセンサー／デバイスを搭載し、それらを活用したアプリが無償で提供（GPS、ジャイロ、カメラ）

Mobile

スマホの利用用途が広がる → データのバラエティが更に増える

肌身離さないスマホが、ソーシャルを発展させる

Social

BigData

- モバイルの利用により、クラウドを使っている（本人は気づかずに）

膨大なパーソナルデータをクラウドにアップロード

Cloud

便利なアプリが利用を促進する循環によりデータ量が増大

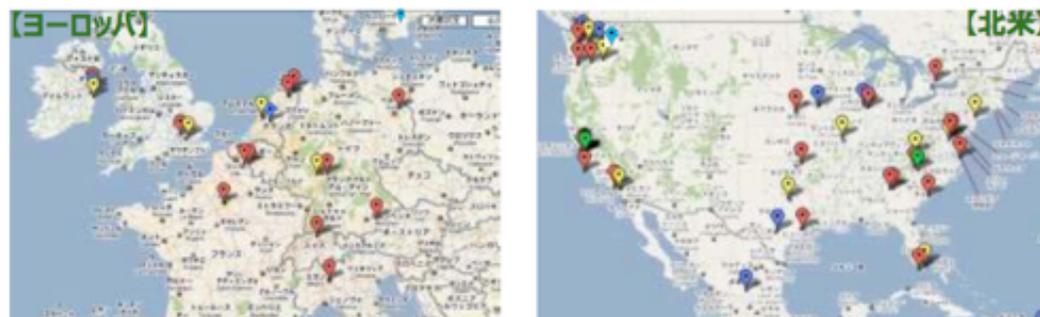
BigData

世界規模の事業者は、行動も世界規模

ICTサービス企業におけるデータセンター拠点動向

- 技術の進化により場所選択の自由度が上がり、冷却にかかるコストや全体の電力、その他コストが抑制できる地域にデータセンターが設置されている傾向にある。

グーグル、アマゾン、マイクロソフト、アップル、Facebookの主なDC設置拠点



凡例
 グーグル
 アマゾン
 マイクロソフト
 アップル
 Facebook

Key Findings

【ヨーロッパエリア】

- グーグル、アマゾン、マイクロソフト3社がアイルランドのダブリンをDC拠点として選択。Facebookはスウェーデンに設置。Appleも今後ヨーロッパへの設置を計画
- 年間を通して温度の低い地域で冷却装置が不要の、運用コストが削減可能な地域

【北米エリア】

- アクセス良好な人口密度の高いエリア（カリフォルニア州）から、電気料金の安いエリア（オレゴン州、バージニア州、S./C.キャロライナ州等）への設置箇所の移動が多く見えることから、電気料金が安く、税制優遇措置の適応によって運用コストが低く済むエリアを選択

【アジアエリア】

- 政府主導で誘致策を展開するシンガポール、台湾、香港などに集積
- 近年、韓国やベトナムなども誘致策を展開

世界規模の事業者は、行動も世界規模

データセンター x 再生可能エネルギー

- 24時間365日稼働が求められるデータセンターは電力エネルギー確保が重要。
- 先端ICT企業各社は再生可能エネルギーを利用したデータセンターを推進。



【米国ノースカロライナ州データセンター】

• **太陽光20MW以上、
10MW燃料電池**

- トータルで1年間に1万7600軒の家を維持できるだけの電力を生産しDCに利用
- 再生可能エネルギー100%で運用
- 冷水蓄熱システムなど外気も活用



【スウェーデン ルーレオデータセンター】

• 主力電源は**水力発電**
• **米国のDCとあわせ90MWの電力利用**

- ほぼ再生可能エネルギー100%で運用
- 冷涼な気候と安定電力が立地の理由



【フィンランド ハミナデータセンター】

• 地域の**風力発電29基 (59MW)**から電力供給を受ける予定。

- オクラホマ州のデータセンターでは、260MWの風力発電から電力供給を受けるなど、クリーンエネルギー利用を推進

- 外資系企業のアジア拠点として、日本国内にデータセンター誘致を推進することで、ICT産業や設備産業の他、エネルギー産業においても産業活性化を資することができる。
- 国内電力自由化を見据えて、外資系企業の日本国内へのデータセンター誘致策を展開

2. CPS

旬なキーワードは Cyber Physical System

経産省によるCPSの定義

CPS (Cyber Physical System)	デジタルデータの収集、蓄積、解析、解析結果の実世界へのフィードバックという実世界とサイバー空間との相互連関。
データ駆動型社会	上記CPSがIoTによるモノのデジタル化・ネットワーク化によって様々な産業社会に適用され、デジタル化されたデータが、インテリジェンスへと変換されて現実世界に適用されることによって、データが付加価値を獲得して現実世界を動かす社会。
IoT: Internet of Things (モノのインターネット)	様々なモノがインターネットにつながる。上記CPSのプロセスのうち、センサー等によって現実社会がデジタルデータ化され、ネットワークに流通することを指す
ビッグデータ	上記CPSのプロセスのうち、多量、多発生頻度、多様性を特徴とするデジタルデータが集積したものを指す。

	レベル	キーワード	内容	時代
自律化	V	AI	AIによる価値創造と完全自律・自動化	今後
最適化	IV	CPS	実世界をデジタルデータに変換し、そのデータを処理した上で、現実フィードバックするというループの発生	10年頃～
制御	III	クラウド	データ集積・集計・処理といった機能が、個別の端末からネットワーク上のデータセンター等へ移行	～ 00年代後半
可視化	II	ネットワーク	一部機器がネットワークに接続され、デジタルデータの流通が開始	～ 00年代前半
	I	スタンドアロン	個別機器を独立して使用	～ 90年代後半



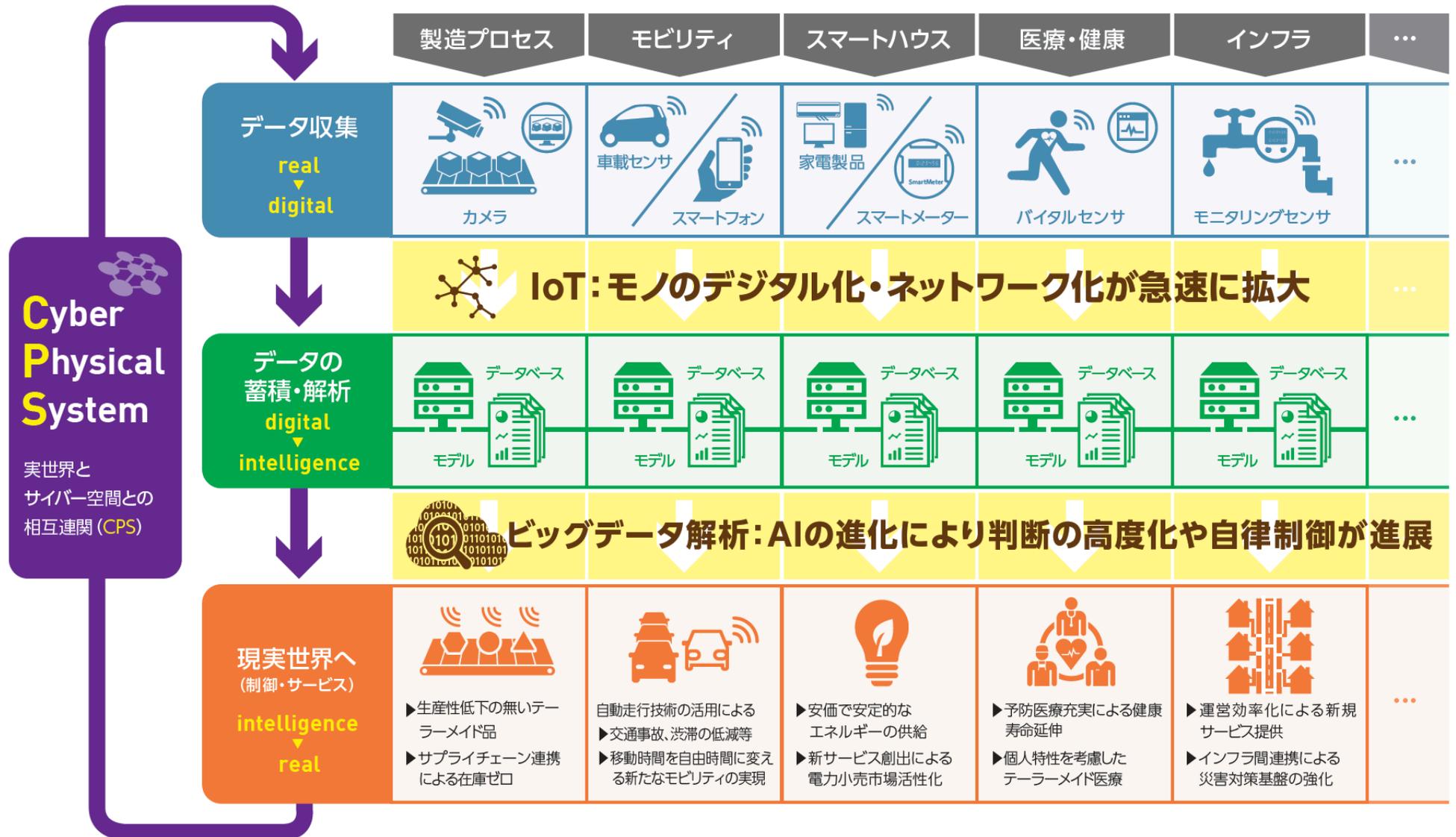
以下をベースに作成

(Source) 産業構造審議会 商務流通情報分科会 情報経済小委員会 中間取りまとめ ～CPSによるデータ駆動型社会の到来を見据えた変革～ 平成27年4月

CPSによる「データ駆動型社会」

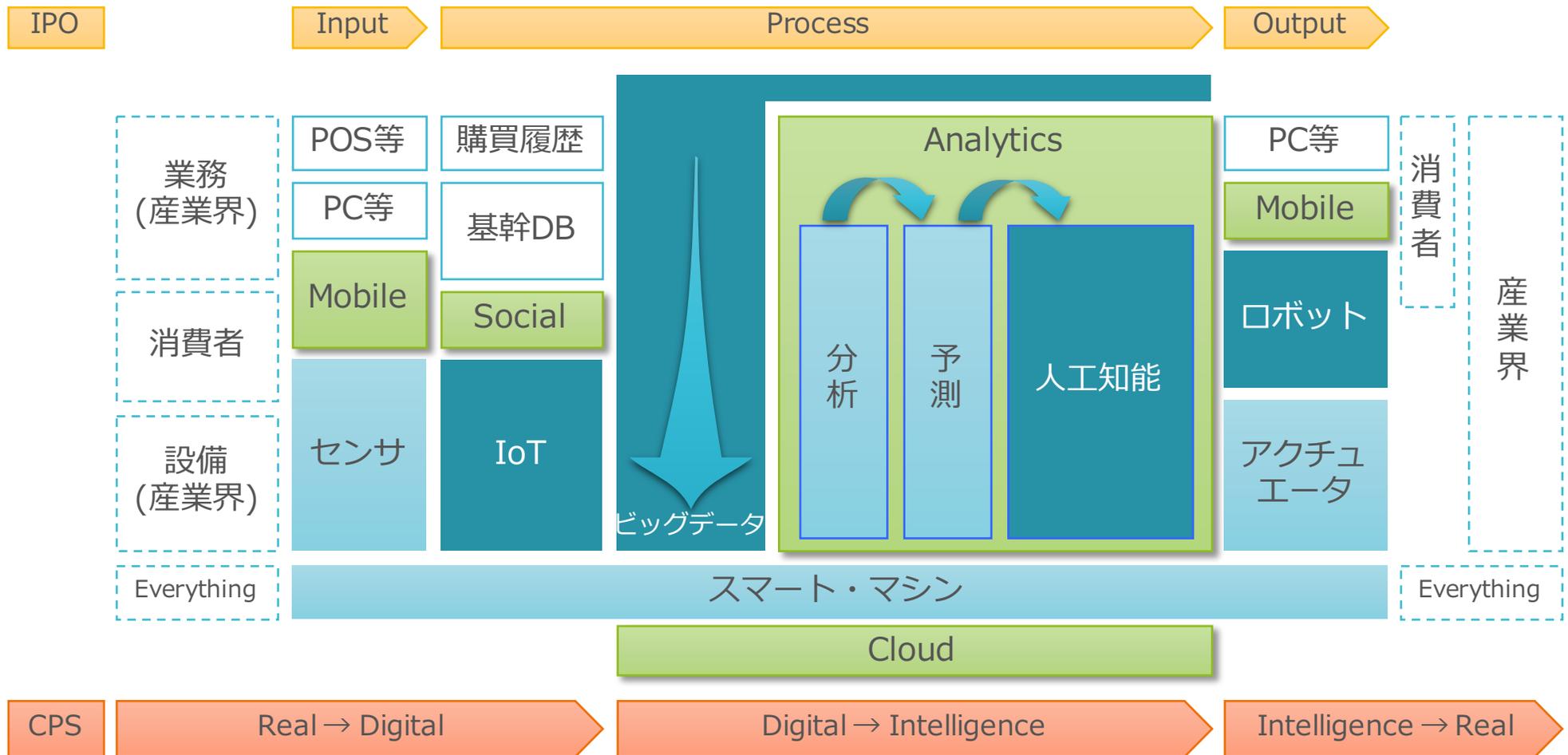
CPSによるデータ駆動型社会

▶ 実世界とサイバー空間との相互連関 (Cyber Physical System) が、社会のあらゆる領域に実装され、大きな社会的価値を生み出していく社会



(Source) 産業構造審議会 商務流通情報分科会 情報経済小委員会 中間取りまとめ ～CPSによるデータ駆動型社会の到来を見据えた変革～ 平成27年4月

CPSで見るとキレイにつながっている



3. IoT

M2Mを言い直しただけ？

IoTとM2Mの違い

※M2Mを言い直しただけ？

- M2M
 - モノをPeer to Peer で接続する技術。
 - 機器間で、情報取得→判断→実行を完結させる。
 - 目的を実現するために実装したもの。

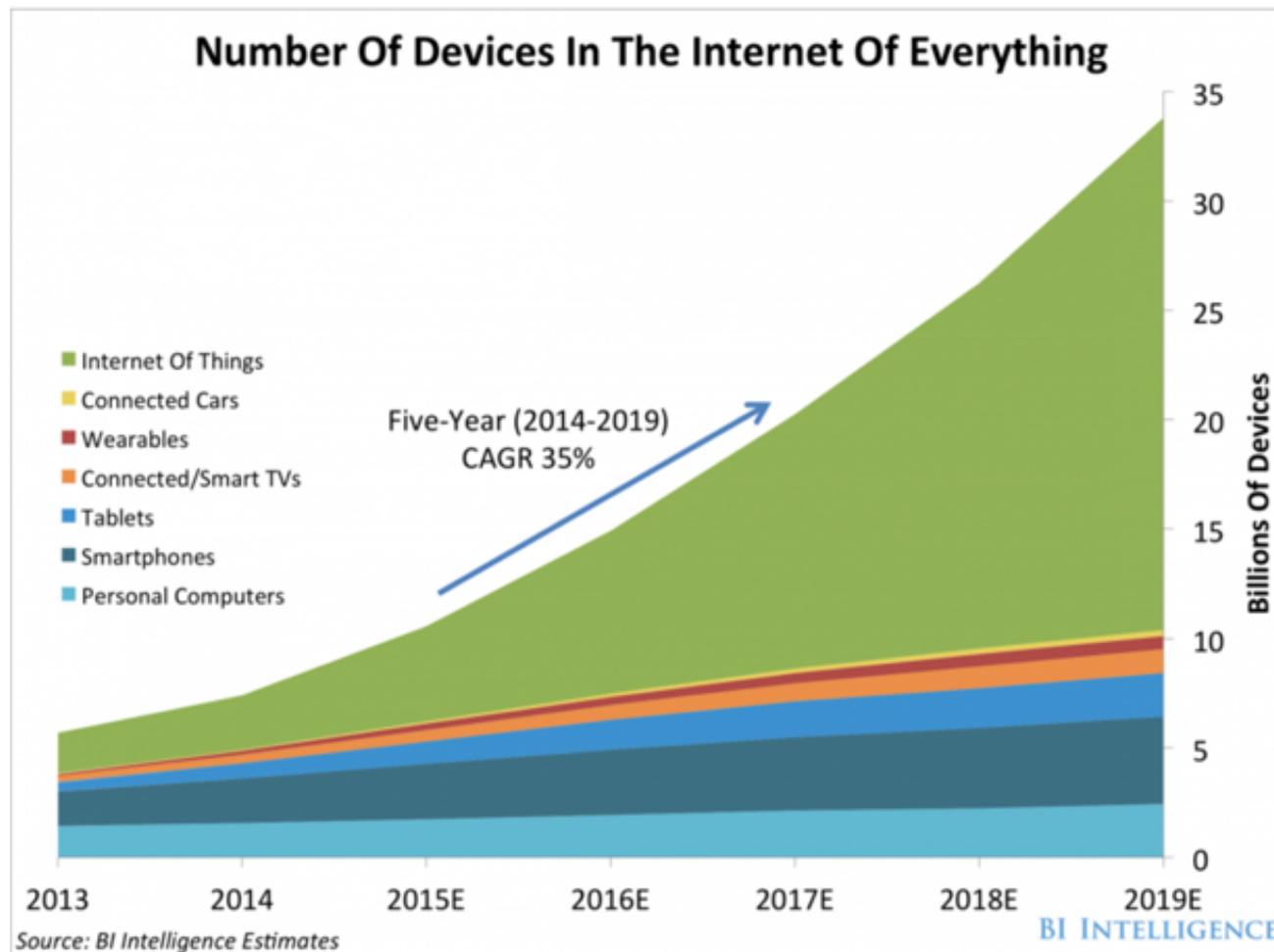
- IoT
 - 多くのモノを何らかの仕組みで自由に接続する。
 - 人を含む場合もある。
 - 明確な目的なく、とりあえず繋いで、後から用途を考えることもある。

3. IoT

3.1 センサー

IoTデバイスの普及は、PCやスマホを大きく上回る

物量（数）のチカラ



- ベンリな社会？
- 逃げ場がなく息苦しい社会？

ありとあらゆる場所で、何が起きているのかが把握できるようになる。

人知れず、様々な場所で、黙々とデータを取得しクラウドにアップロードする。

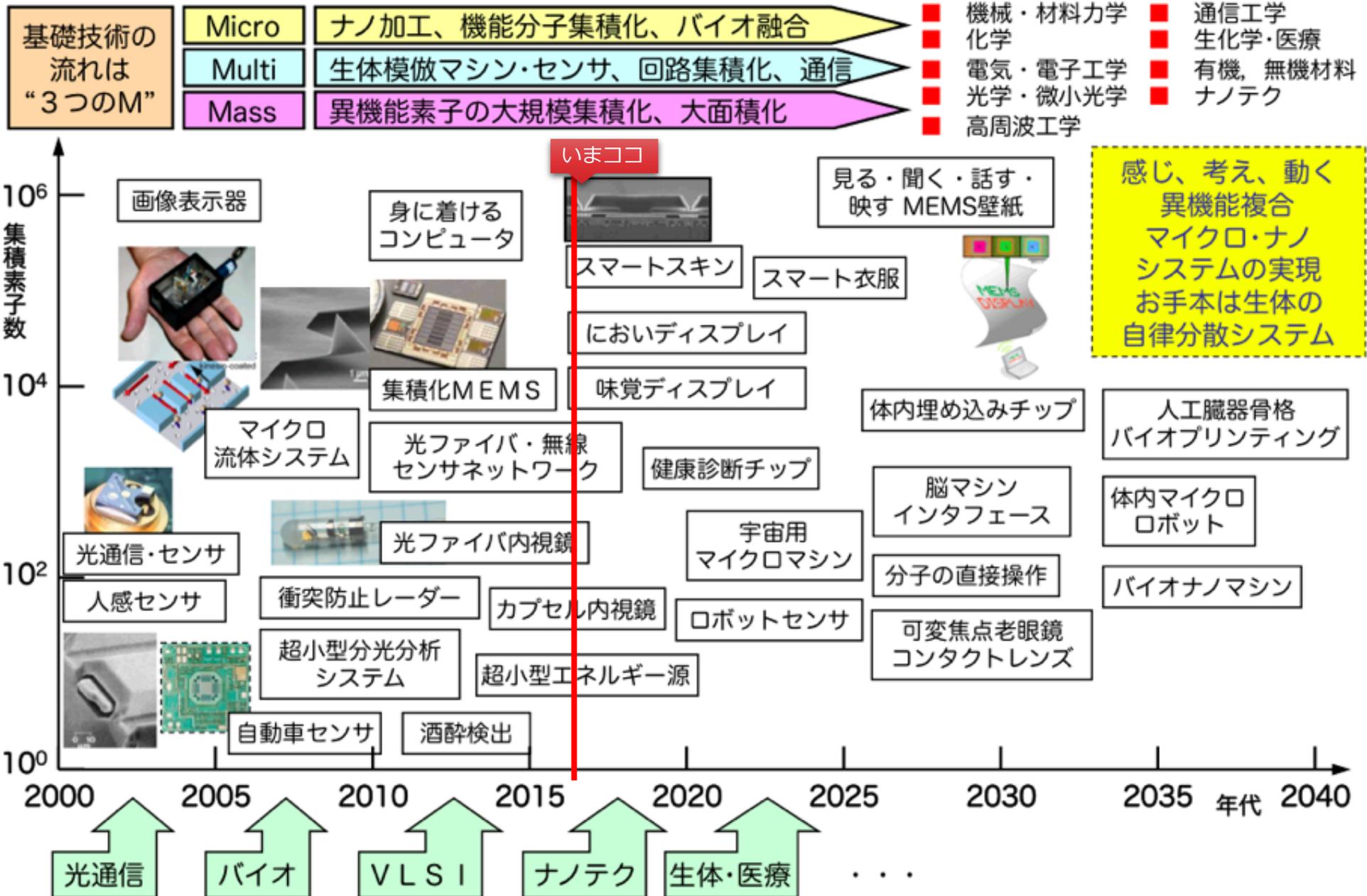
センサが自動で取得するデータ (24X365)

- ヒトの行動データ
- ヒトが入力するデータ

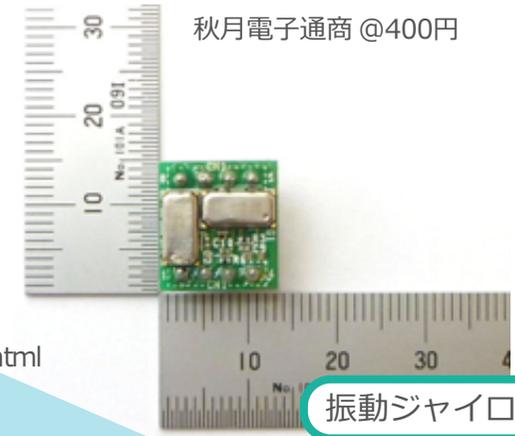
(Source) <http://www.businessinsider.com/internet-of-everything-2015-bi-2014-12>

13. マイクロ・ナノメカトロニクス 将来ビジョンマップ

マイクロ・ナノメカトロニクス技術クラスター、応用物理学会 集積化MEMS技術委員会



(センサーの進化の例) ジャイロ



振動ジャイロ

財団法人 宇宙システム開発利用推進機構
http://www.jspacesystems.or.jp/library/archives/usef/project/servis/s1_foiru_result.html



光ファイバジャイロ

写真 1 光ファイバジャイロ(FOG)外観

リングレーザジャイロ



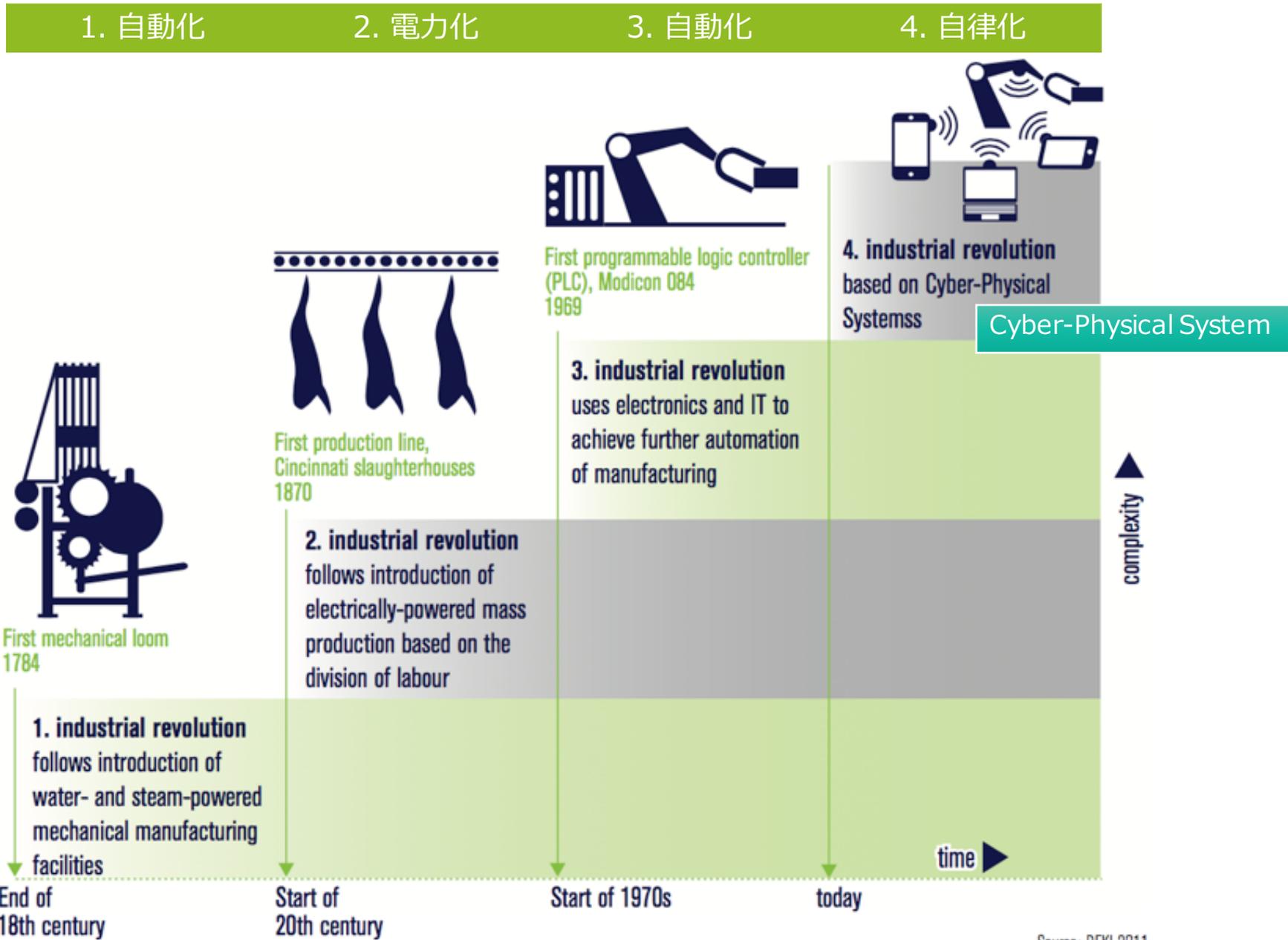
Photo by [Nockson](#)

スマホの普及がなければ、個人がジャイロを持ち歩くことはなかった。

3 . IoT

3.2 Industrie4.0がIoT ?

第4次産業革命（インダストリー4.0）

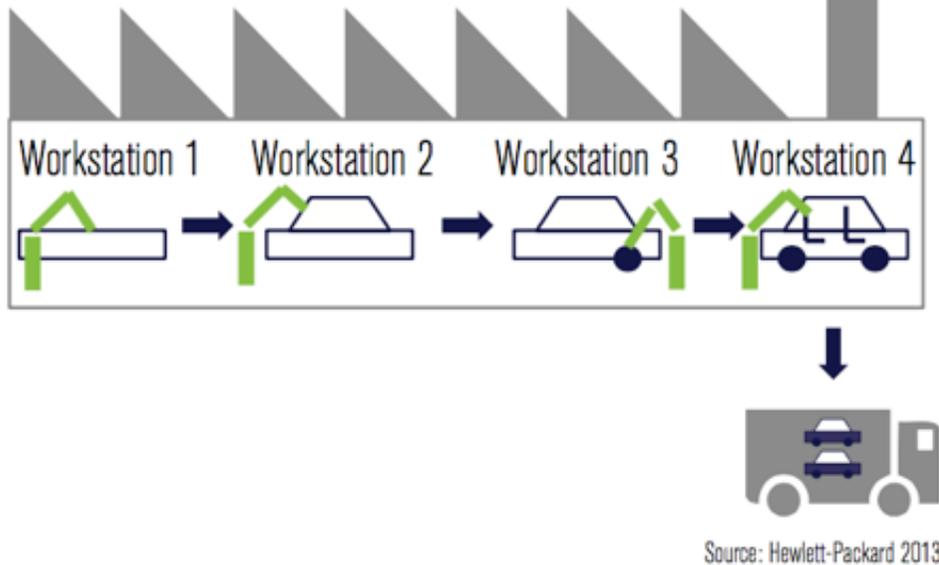


Source: DFKI 2011

スマート工場

Today

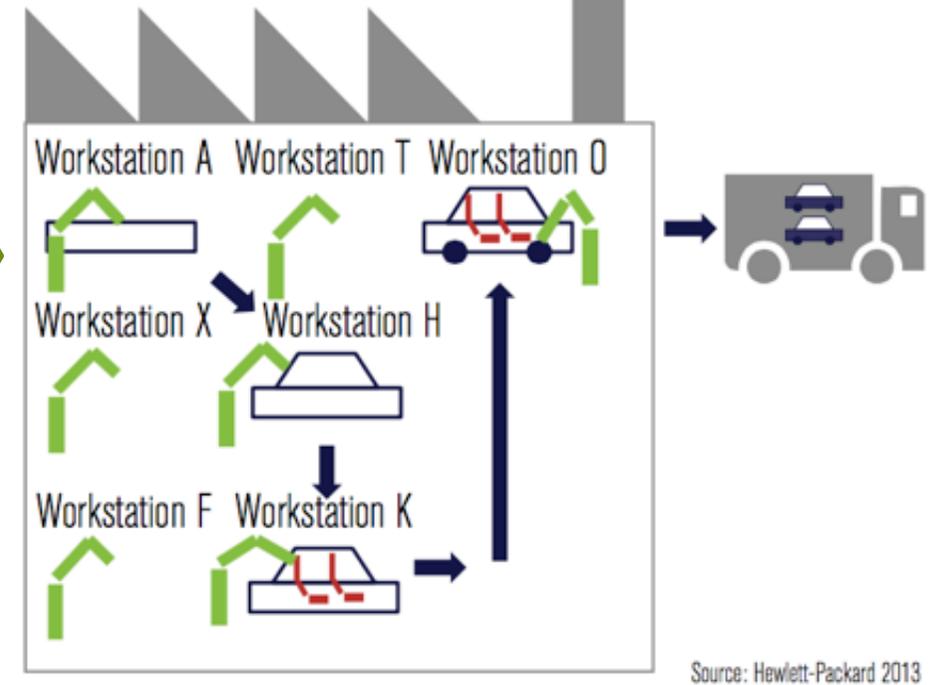
Rigidly sequenced car manufacture on a production line



厳密に決められた工程で自動車が生産される

Tomorrow

Decoupled, fully flexible and highly integrated manufacturing systems



切り離され、高度に統合され、柔軟性が高い生産システム

スマート工場の例（Indstrie4.0の手本）

- ・ノビリア社（nobilia）

<https://www.youtube.com/watch?v=32Dpi8NRhLc>

欧州最大の高級キッチンメーカー
毎日2600セット、年間58万セット

モノづくりで完成品ビジネスを展開するドイツの中堅企業が、生産拠点をドイツ国内に残しながら、品質を維持しつつコストを下げて、国際的な価格競争力を維持し、世界70カ国に向けて製品の出荷している。

工場働く従業員：2500人

売上高：1300億円

従業員当たりの売上高：5200万円

Nobilia
ノビアキッチン

<http://www.nobilia-k.com/>



インダストリー4.0 (独)

2. 欧米における動向

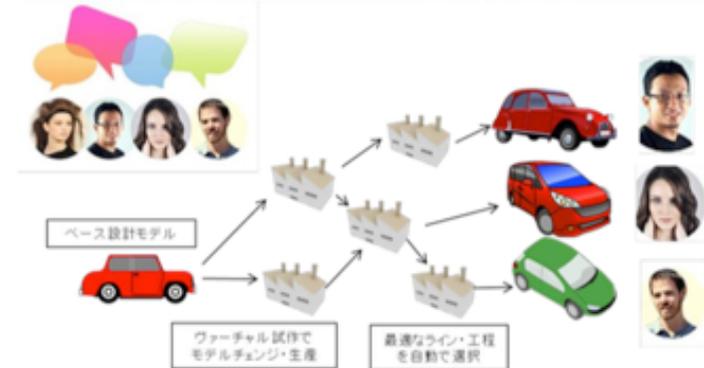
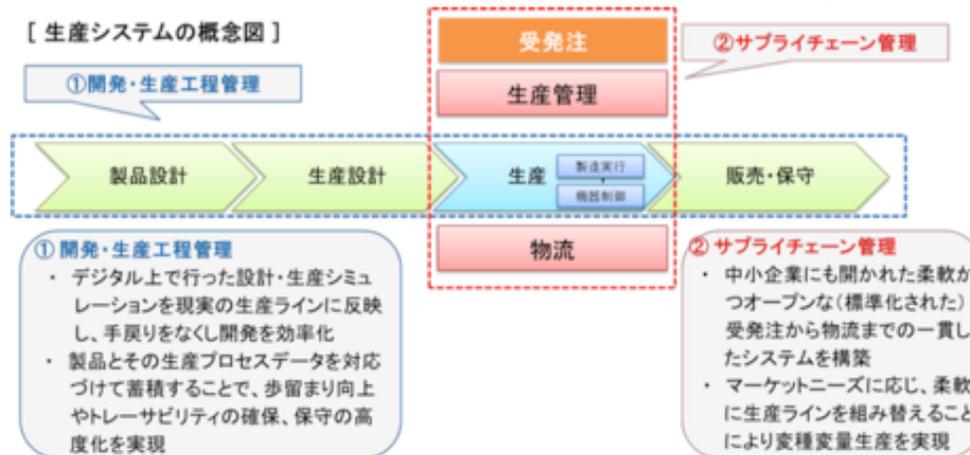
- ドイツは、IoTを活用した製造業振興策として「**インダストリー4.0**」を推進。
- **企業や工場の内部が「つながる」**ことで、市場ニーズに応じて柔軟な生産を行うスマート工場を作り、さらに**企業間の壁を越えてつながる**ことで、**国内製造業の全体最適化**を目指す。
- 現場からのボトムアップで生産効率化やサプライチェーン最適化を行ってきたこれまでの生産方式から、**トップダウンで全体最適化**をはかる方式へと根本的な変革を目指す。

【図表1 インダストリー4.0(第4次産業革命)とは】



【図表2-1 インダストリー4.0の生産システム概念図①】 【図表2-2 インダストリー4.0の生産システム概念図②】

【生産システム概念図】



【コラム:ハノーバーメッセ】

- ◆ ドイツにて年1回開催される世界最大の国際産業技術見本市。政府や企業、研究開発機関がインダストリー4.0に関するによる取組を披露し競争する場として機能。
- ◆ インダストリー4.0は、その技術的側面よりもむしろ、産官学が「つながる」という目標を共有し、着実に前進している点に脅威がある。

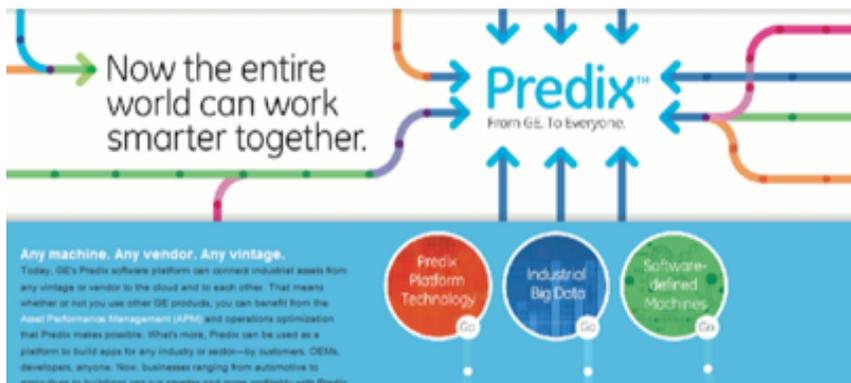
インダストリアル・インターネット（米）

- アメリカでは、GEを中心に「**インダストリアル・インターネット**」を推進。
- 航空機エンジン等、**製造物に取り付けたセンサーから稼働状況データを取得**し、機器運用の効率化や予知保全に活用。
- データ分析アプリケーションの外販により、それを導入した他社製機器のデータも取得。世界中のデータを集め、ビジネスモデルを高度化させる可能性も。
- IoTを活用した製造業高度化の背景に、**グーグル等IT企業との付加価値獲得競争**も。

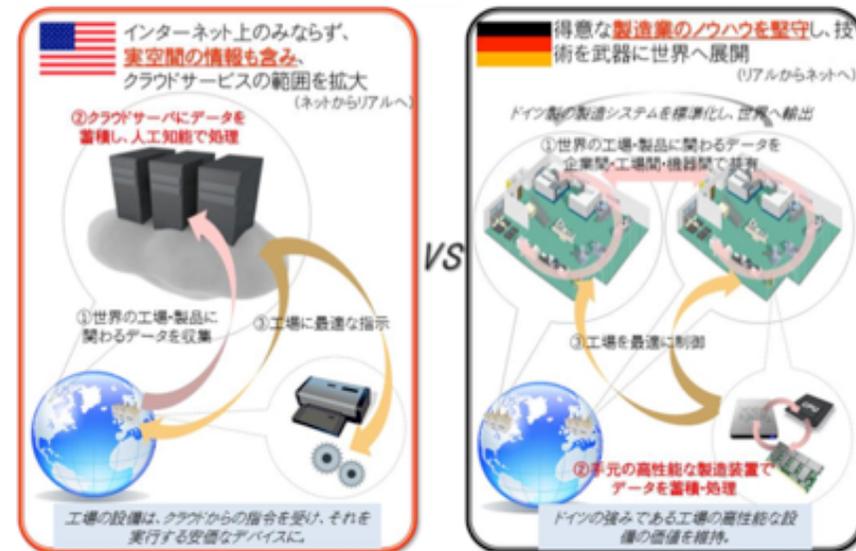
【図表1 インダストリアル・インターネットのイメージ】



【図表3 GEのデータ分析アプリ”Predix”】

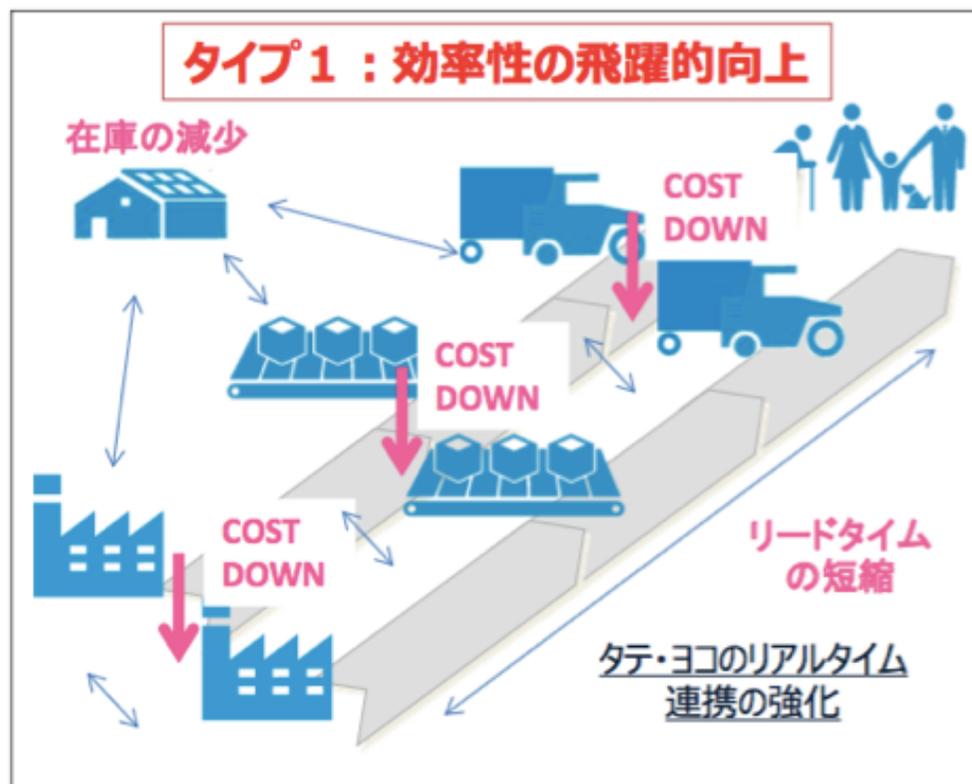


【図表2 ITとものづくりの付加価値獲得競争の構図】



2 (2) 「第4次産業革命」における新たな付加価値の源泉

- 「第4次産業革命」においては、「データの収集・蓄積とその利用手法・戦略」が付加価値の新たな源泉として重要となる可能性。
- 具体的には、以下の両面から新たな付加価値の増大につながることを期待される。
 - ① 効率性の飛躍的な向上
 - ② 革新的な新たなサービス・製品の創出（マスカスタマイゼーションによるテイラーメイド製品・サービスの迅速・安価な供給／業種の壁を超えた新たなサービス・製品の提供 等）



(Source) 経済産業省新産業構造部会の検討の背景とミッション平成27年9月経済産業政策局

3. IoT

3.3 小まとめ

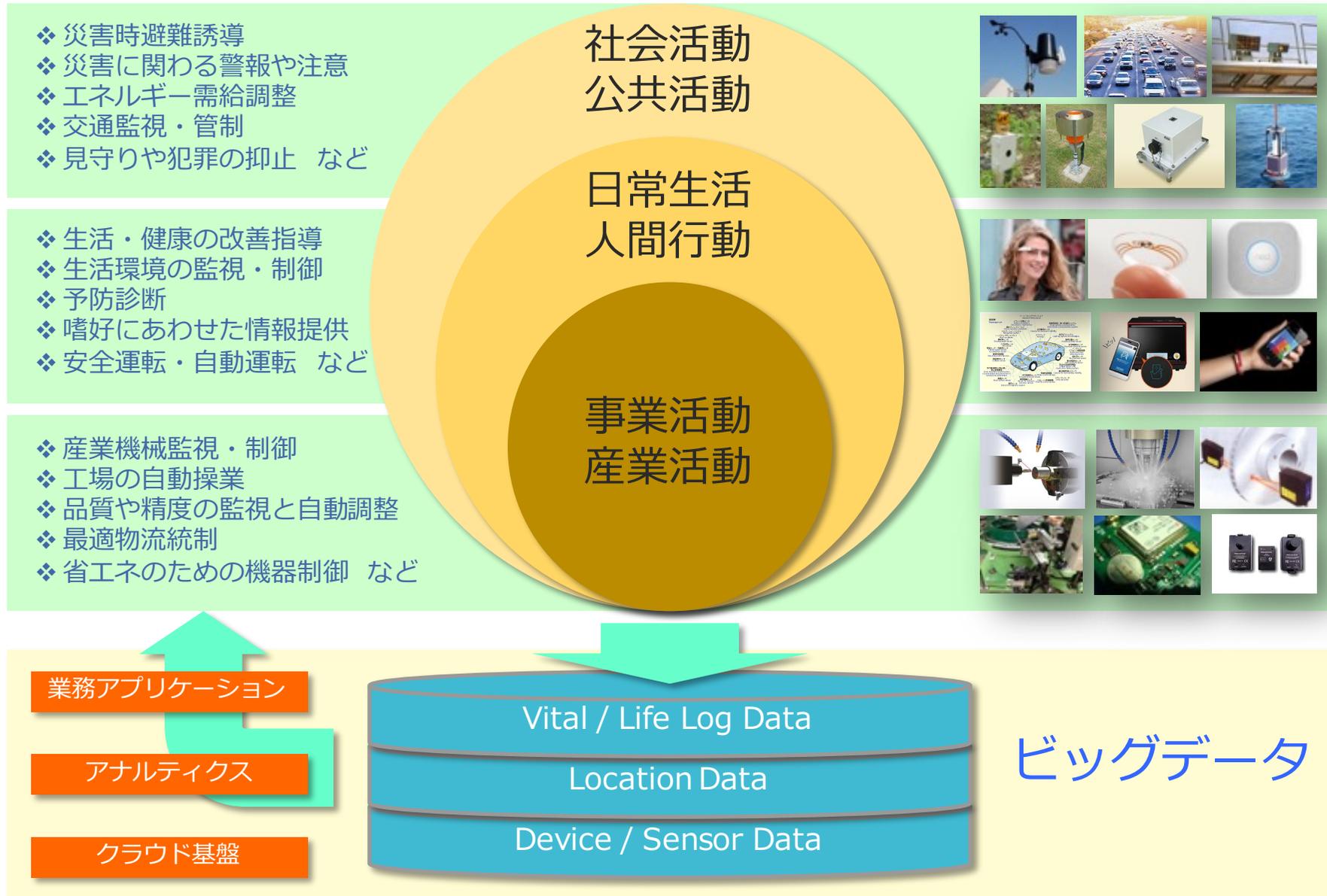
20年後に向けた主要分野の将来像

分野	状態	経済社会へのインパクト	キーワード	備考
ものづくり革新	規格品からテーラーメイドへ	自分好みの製品を安く	IoT	独・米が強力に推進
	設計リードタイムゼロ、在庫ゼロ	世界との競争力を強化		
自動走行	完全自動走行	交通事故減少、渋滞解消、高齢者の移動手段	AI	自動車メーカー、IT企業、各国政府が強力に推進。
エネルギー・インフラ	発送電の最適制御、予知保全による効率化	コスト合理化	IoT	IoTの費用対効果が高いと想定される。
金融	小口与信、決済（マイクロファイナンス）	小規模リスクマネー供給	Analytics	ベンチャーが推進。静かにメガバンクを脅かし始めている
	リスク評価精緻化によるカスタマイズ保険	保険コスト適正化	IoT	テレマティクス保険
流通・小売	EC高度化と拡大	多様な消費ニーズ喚起	Analytics	世界的なIT大手が圧倒的（Google、アマゾン、アップル、等）
	カスタマイズサービス拡大	高齢世帯へのサービス		
医療・健康	データによる予防、診療、の高度化・統合管理	医療・介護費の適正化	IoT	高齢化社会からのニーズが高い。
教育サービス	アダプティブラーニング	能力別教育、多様な教育機会	AI	
スマートハウス・スマートコミュニティ	機器の最適制御、統合制御	省エネ	IoT	
		対個人サービスの拡大	Analytics	

産業、
公共

以下を加工
 (Source) 経済産業省 H27 新産業構造部会の検討の背景とミッション

IoTとアプリケーション



(Source) ネットコマース株式会社 最新のITトレンドとビジネス戦略 サービス&アプリケーション編 2016年1月版

IoTは、緩やかだが、大きな流れ

- 全産業の垣根が薄く曖昧になってきている。
GE/ジーマンス/ボッシュ : 製造業 → ICT
グーグル : ICT → 自動車、通信、物流、医療・健康
アマゾン : EC → 物流 (フルフィルメントサービス、ドローン)
- IoTは以前からある概念であり、新しい技術や考え方ではない。概念に周囲の環境が追いついてきた。
- IoTが目指すことは、IT/ICTが目指すことと本質的に変わりはない。
- 同じものを指す言葉である「IT」と「ICT」のイメージが異なるように、IoTという言葉のイメージが一人歩きしている。

ロボットでフルフィルメントサービスを運営するアマゾン https://www.youtube.com/watch?v=8of0t_tpWI0

IoTの本質は地味

- IoTの適用は、大きく2パターン
 - ✓ スマホ系 … スマート家電など
 - ✓ ガテン系 … 社会インフラ（漏水検知、橋梁の耐久性チェック）

※本質的な価値は、「ガテン系」にある。
- 50年前のPLC（プログラマブル・ロジック・コントローラ）の出現により、製造業がマニュアル作業からオートマティック作業に変わったことで、生産性が劇的に向上し、生産性の劇的な工場は社会に大きな影響を与えた。
- IoTも、PLC出現と同じように生産性の革命を起こす。（スマート工場）
- 生産性の革命（スマート工場への進化）は、5～10年のスパンで地味に進む。

IoTの本質は地味

- IoTの技術はすでにある。ICTの成熟がIoTの下地になっている。
- 使い方をうまく考えた者が勝つ

面白い、嬉しい

- 誰が、どこに価値を感じてカネを払うか？

コスト削減

- 効果が出る例

古紙回収事業が、スーパーの古紙回収ボックスにセンサーを設置し、トラックでの回収コストを1/2～1/3に削減した。



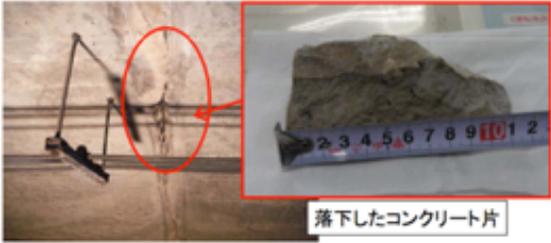
ありとあらゆる産業が、ビジネスにつかえるデータの生成源になる。

社会インフラ（橋梁、トンネル）

老朽化

<p>19年8月31日</p>	<p>本荘大橋 (秋田河川国道事務所)</p> 	<p>点検(はつり調査)時にトラス橋の斜材の破断が発見される。</p>  <p>(注)「はつり」とは、鋼材周辺のコンクリートを削る等により除去すること</p>
<p>20年6月19日</p>	<p>見晴橋 (横浜市)</p> 	<p>点検の結果、基礎に使用されている鋼鉄製の支柱1本に腐食による損傷が発見され、貝殻等を除去し再点検した結果、橋脚の断面欠損がさらに2本発見される。</p> 

■犬伏トンネル[国道253号]
1979(昭和54)年開通:34歳
所在地:新潟県十日町市
発生日:平成25年12月21日
※長さ約11cmのコンクリート片が落下



財政難

点検



社会インフラの保全にはIoTが必要

水道管 61万km

ガス導管 東京ガス 60万km、大阪ガス 60万km

橋梁 15m以上の橋16万橋、合計70万橋（50年以上経過したものは2013年に43%）

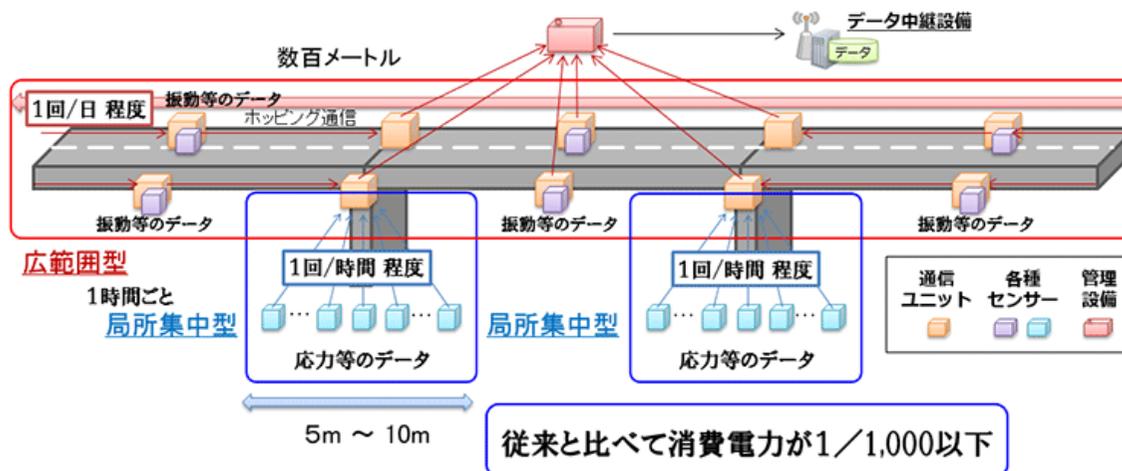
トンネル 1万本（50年以上経過したものが2013年に34%）

資金不足

土木技術職員不足

橋梁におけるセンサーの設置

(M2Mのインフラへの活用事例)



(Source) 総務省

社会インフラ（自治体、公益企業）

ライフライン

- ・ 交通網の保全（橋梁やトンネルの補修）
- ・ 導管の保全（漏水、ガス漏れ）

IoT

BigData

Analytics

Smart
Machine

省エネルギー

- ・ スマートグリッド（エネルギーミックス、需給調整）

IoT

BigData

AI

防犯、交通管制

- ・ 犯罪者の追跡
- ・ 信号等の最適化による渋滞緩和

IoT

BigData

AI

Robot

災害対策

- ・ ハザードマップ（洪水、噴火）
- ・ 震災時の誘導（航空機、湾内の船舶、緊急車両）

IoT

BigData

AI

社会インフラ（企業）

建設

- ・ スマート建機
- ・ 空撮（ドローン）による測量

IoT

BigData

Analytics

Smart
Machine

農業

- ・ 環境測定（接地センサ、赤外線等による空撮）
- ・ 作業の省人化
- ・ 栽培時期の最適化

IoT

Smart
Machine

AI

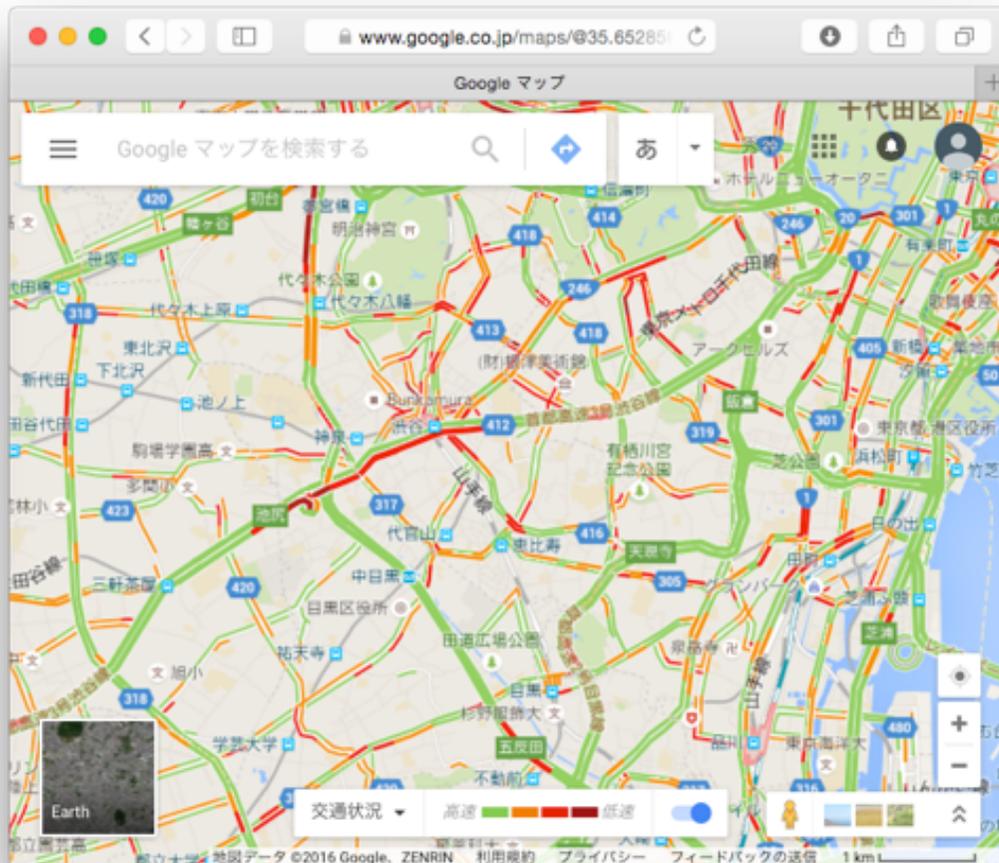
4 . Analytics

BigDataとの違いは？

BigDataに関するキーワードの定義 (2012年頃)

- 3つのV (または 4つのV)
 - Volume 大量データ処理
 - Variety 様々なデータが対象 (音声、画像、などの非構造データも)
 - Velocity 高速処理
- Value ビジネス価値
- データレイク
旧来のDHW等にあったような準備 (データ変換、ロードなど) を不要にしたデータストア。
ビッグデータ (3V) を使うアプリケーションからみて理想的なデータストア。

身近なビッグデータ Google Maps 交通状況



スマホのGoogle Mapアプリから匿名で送信される位置情報・速度データを基に渋滞状況を計算し、表示

ネットワーク接続が前提で台数の多いスマホをセンサーとして利用

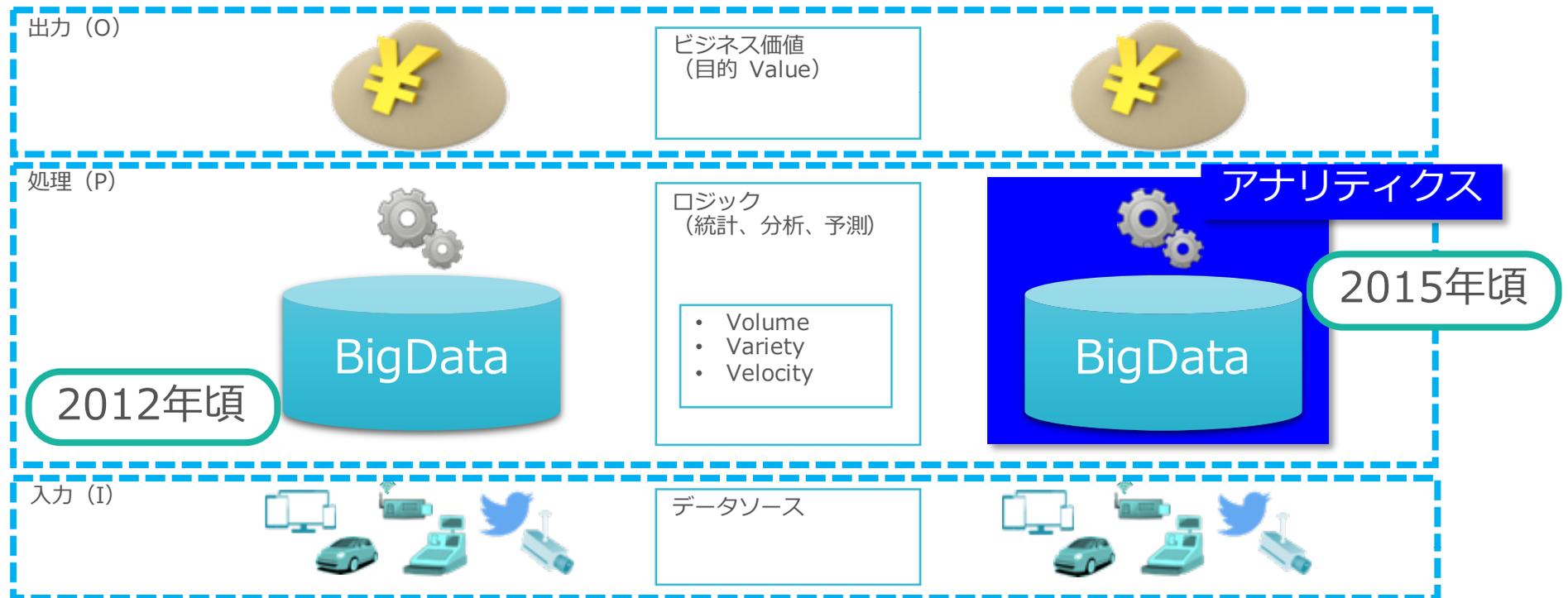
車センサーやカメラなどの設備投資が不要

都市部では精度が上がるが、車が少ない地方部では精度が落ちる

キーワードの整理

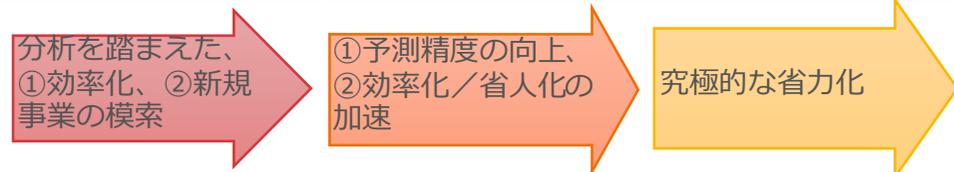
「ビッグデータ」は、本来はデータの特徴に着目した概念
「アナリティクス」はビジネス目的・用途の視点での概念

センサー等が着目されるIoTの文脈では、「処理」の内部にビッグデータが収まったので着目されなくなった。

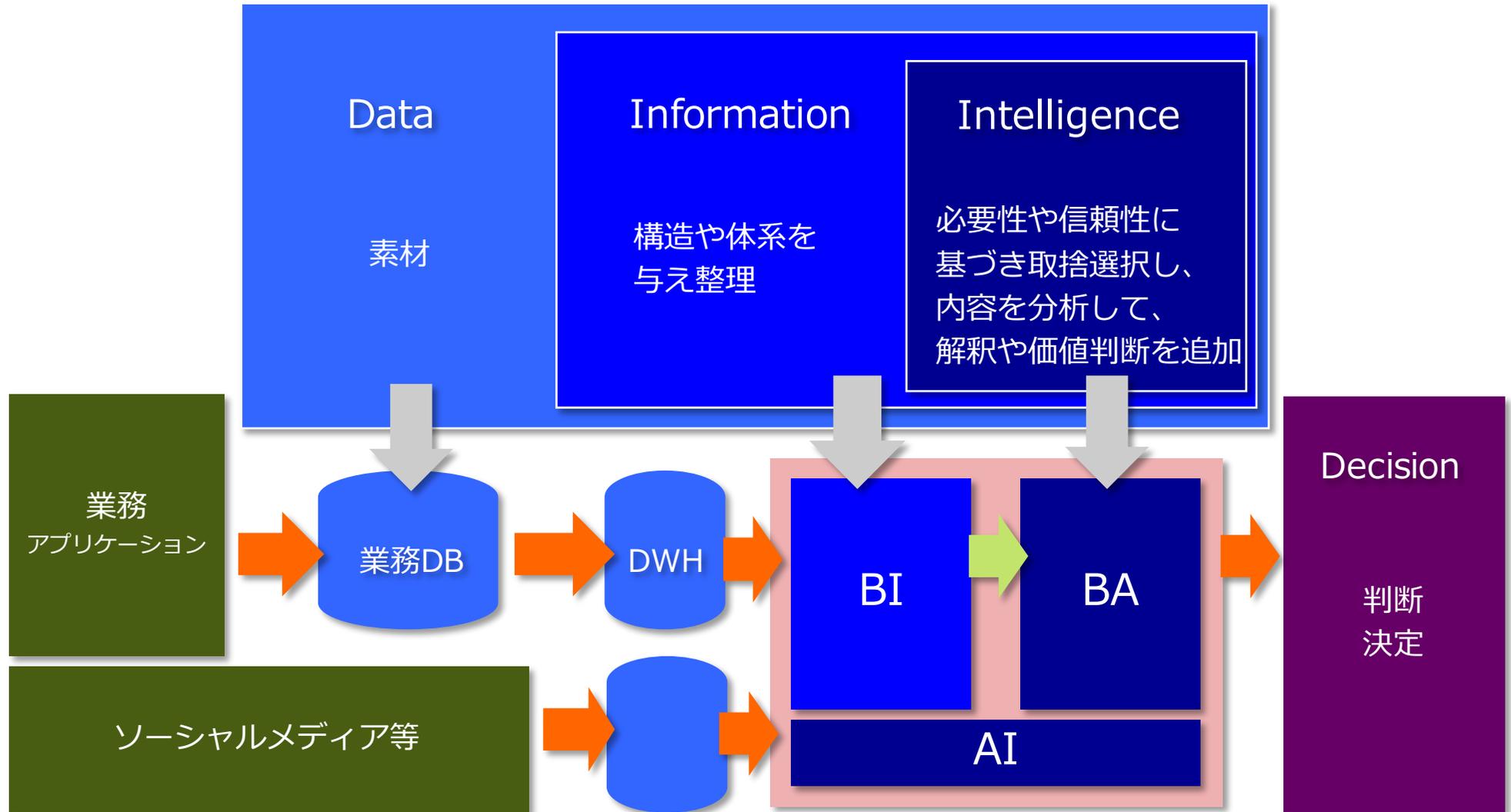


典型的な業務を例としたアナリティクスの適用

分類	例	Step0	Step1	Step2	Step3
計画	<ul style="list-style-type: none"> 生産計画 購買計画 販売計画 要員計画 	 計画系	 計画系	 計画系	 AI 計画系
実行	<ul style="list-style-type: none"> 生産管理 購買管理 販売管理 顧客管理 	 実行系	 実行系	 実行系	 実行系
ビッグデータ	データ	既存SYS データ	既存SYS データ	既存SYS データ	既存SYS データ
	IoT	センシングデー タ	センシングデー タ	センシングデー タ	センシングデー タ
アナリティクス	分析 (現状分析)	⊘	 BIツール	 BIツール	 AI BI
	予測 (将来予測)	⊘	⊘	 BAツール	 AI BA

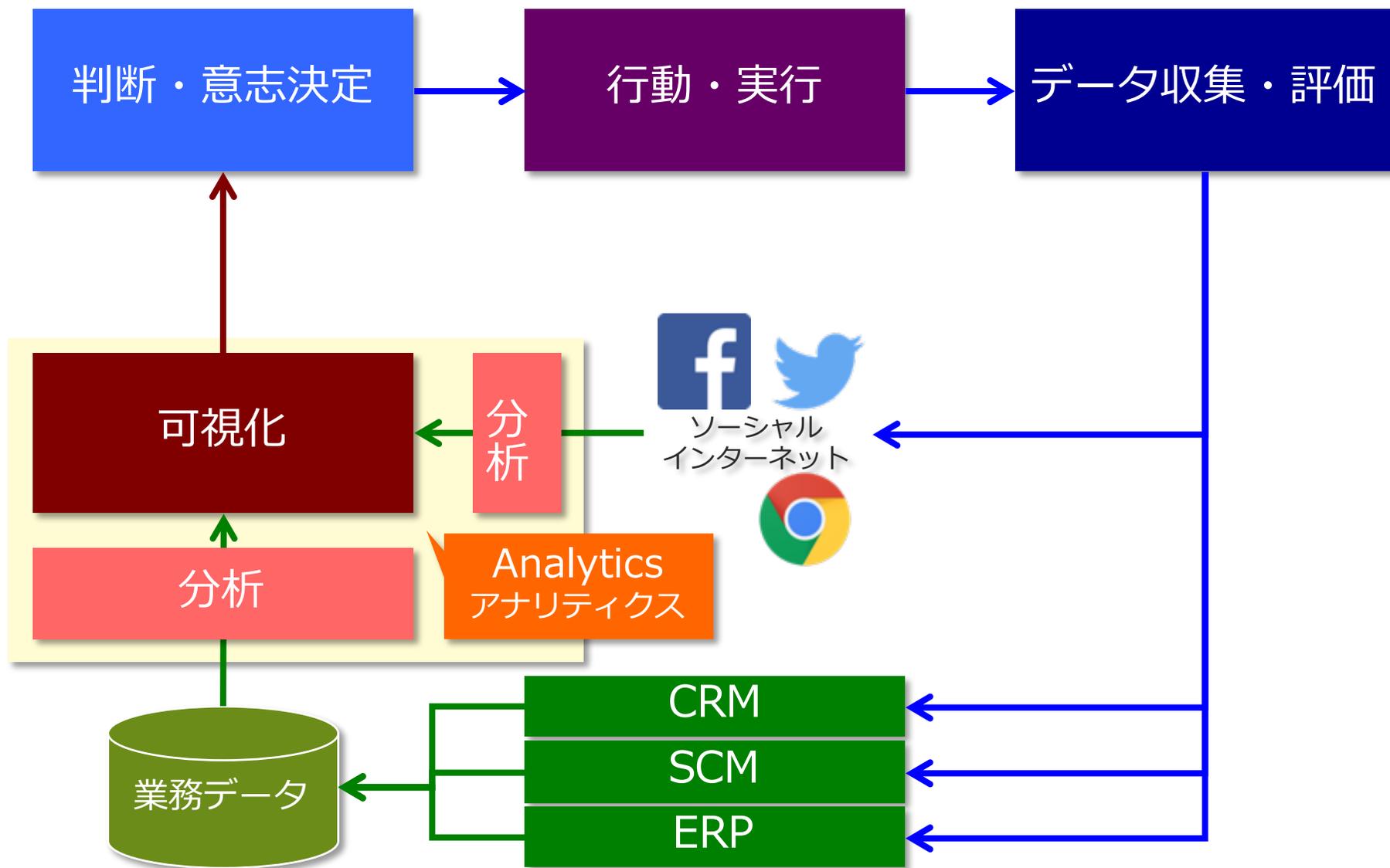


「情報」が価値を生むまでの流れ（素材→整理→知恵）



(以下をベースに作成)

「情報」の活用サイクル

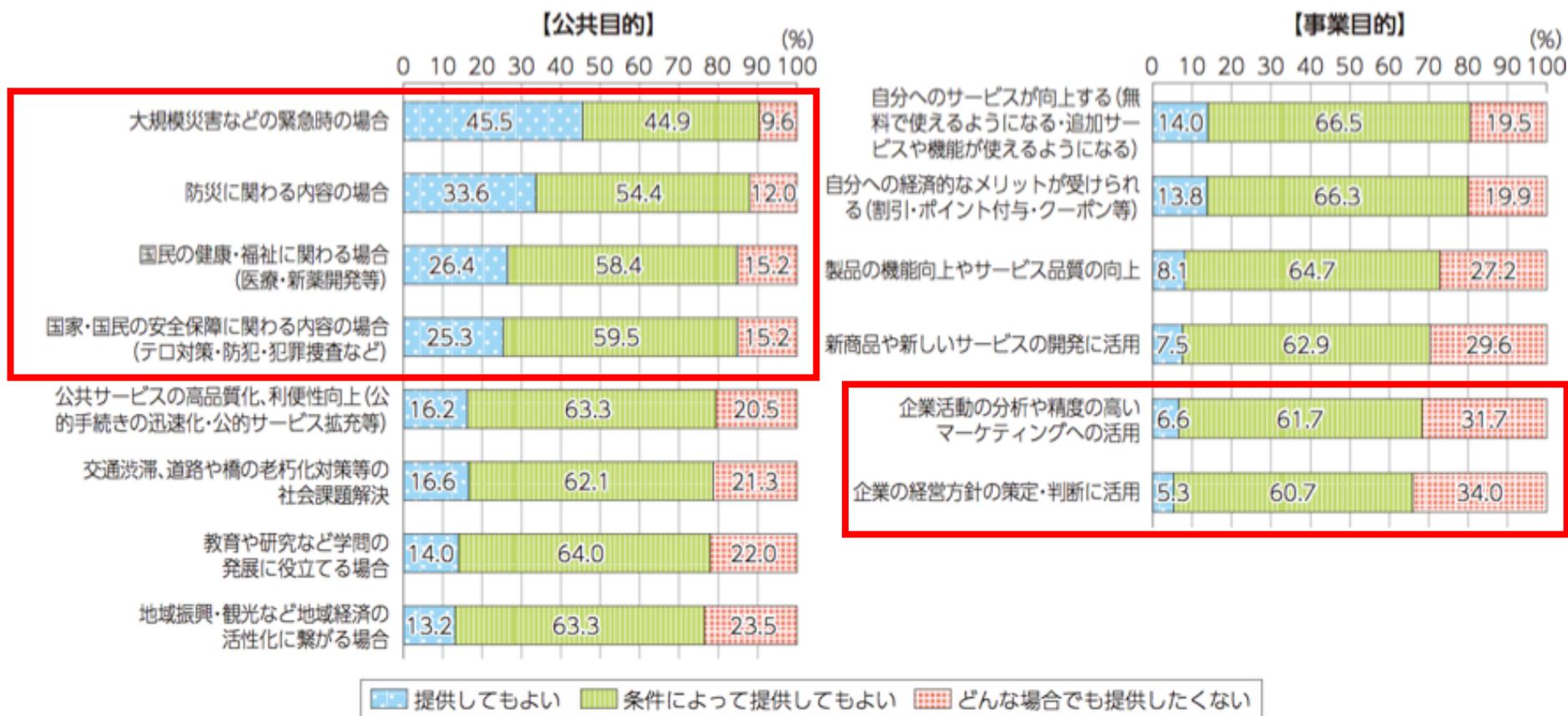


4 . Analytics

4.1 コンシューマのパーソナルデータ

パーソナルデータを提供してもいいと考えるケース

- 公共目的、とくに災害・防災・国民の健康福祉・国家国民の安全保障については、条件付も含めれば8割以上の回答者がパーソナルデータを提供してもよいと回答。
- 一方で企業のマーケティングや経営方針に関わるデータ提供には消極的。



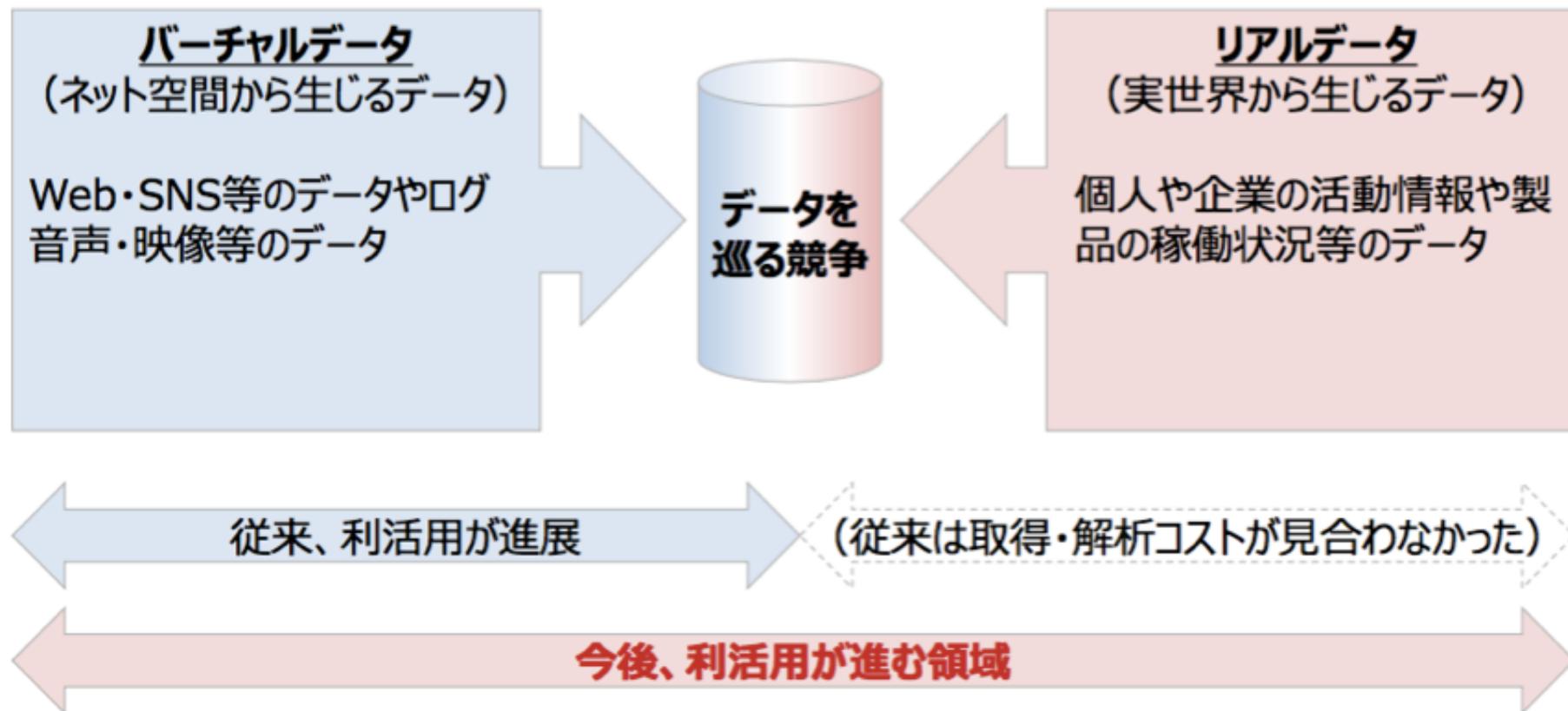
(出典) 総務省「ICTの進化がもたらす社会へのインパクトに関する調査研究」(平成26年)

出所：総務省「平成26年度版 情報通信白書」

Copyright © 2015 METI. All rights reserved. **26**

参考② リアルデータを巡る競争

自らが競争力をもつエリアを起点とし、競争力強化のため業種を超えて先進的な取組みを推進。欧米勢のターゲットは現場のリアルデータをいかに集積し利活用するか。



(Source) 経済産業省 第4次産業革命への対応の方向性 {主要領域についての議論:ものづくり革新領域:流通・小売・物流領域} 平成27年11月 経済産業政策局

(事例) Tポイントカード

- Tポイントは5,556万人、提携先は131社、約45万店舗のユニーク・アクティブユーザ。
- データ提供者にはポイント還元、提携企業には、T会員の“所在地・利用ポイントの状況・リピート率・購入単価”の四つを月単位で報告。
- 加盟店が[加盟金55,000円(初回のみ) + 基本料金7,500円(月額固定)] × 店舗数 + 各店の手数料(Tポイント関与売上の3%)の支払いを行う。



出所：CCC website

Copyright © 2015 METI. All rights reserved. 24

(事例) 消費者が自分の意志で企業に売る

(蘭) Datarepublic <http://www.datarepublic.org/>

- SemLabが提供する「データリパブリック」で、消費者が個人データ(スポーツ活動、消費、意見等)の共有と引き換えに企業から優待や現金等の利益を得られるサービス。
- 利用者はいつでも好きな時に企業に対して共有権を停止する権利を持ち、どのデータをいくらで誰と共有するかを決定できる。
- データリパブリックは個人に対しデータの管理ツールを提供し、現在のパーソナルデータがいくらで取引できるかを示す。

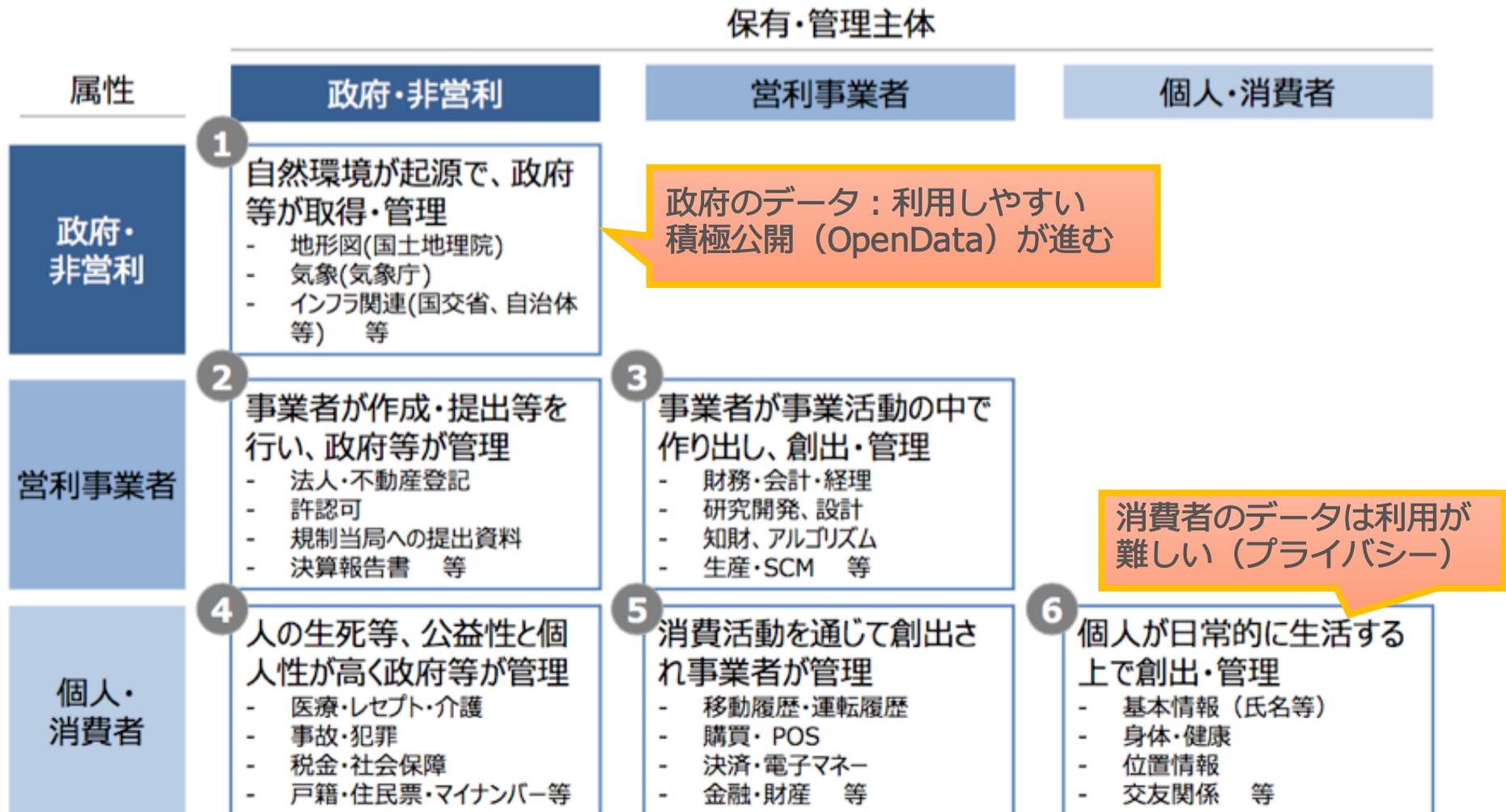
種類	内容
取引	銀行及びクレジットカードでの取引
スポーツ活動	乗馬、ランニング、スケート、水泳などのスポーツに関するデータ
消費	どのような商品を、どこで購入しているのか
意見	特定のテーマについてどのように考えているか
健康	咳、風邪、痛みなどの深刻ではない身体上の不具合
身体	心拍数、血圧、体温など全身の健康状態
GPSの位置情報	どこに向かっているのか、どこにいたのかなど
経験	映画、コンサートなどの娯楽や観光地について、実体験で格付けしたデータ
薬	服用している薬の効果をどう感じているか

出所：SemLab website (<http://www.datarepublic.org/>)
日経ビッグデータ

Copyright © 2015 METI. All rights reserved. 25

データの属性

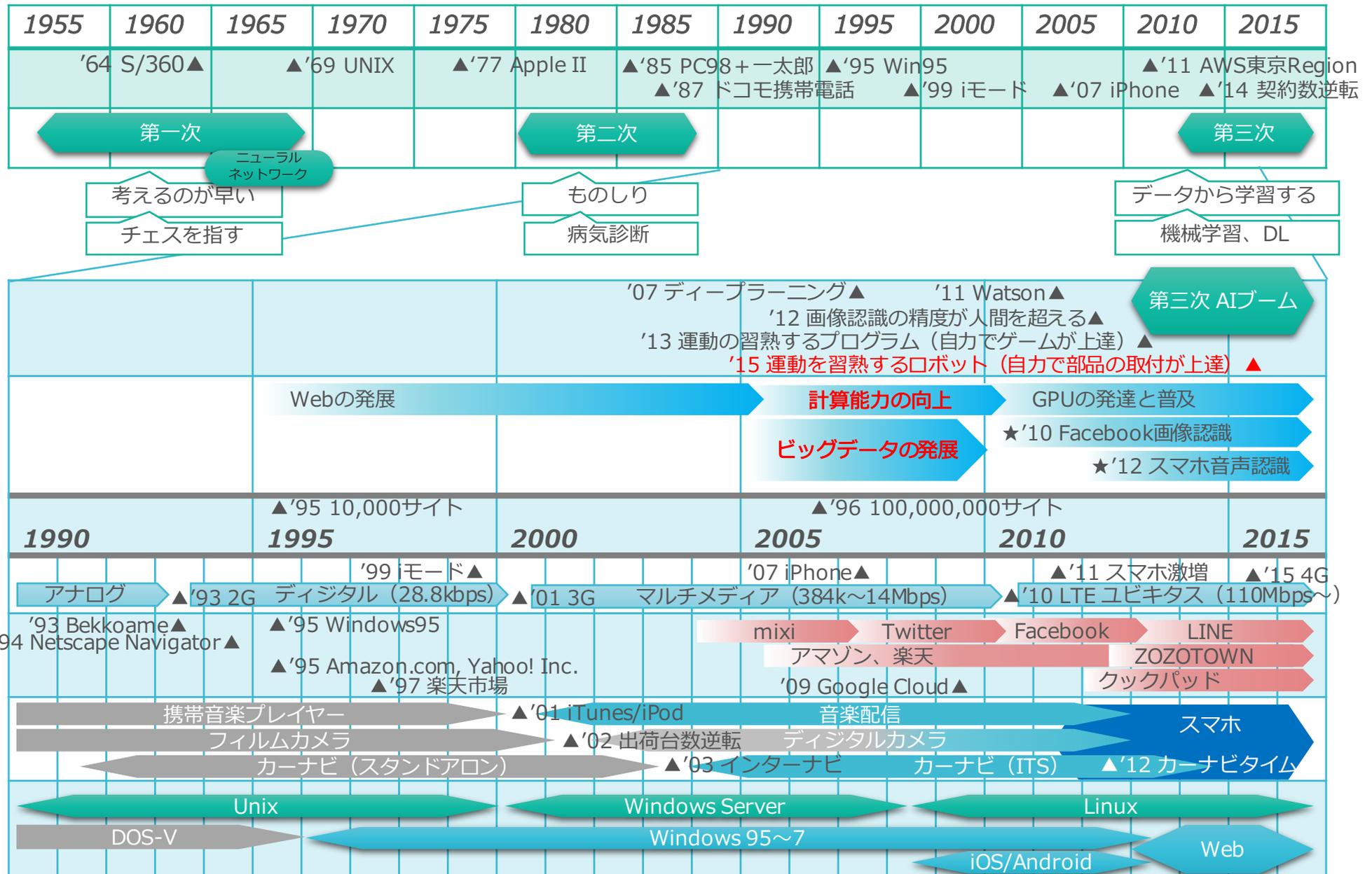
データの属性・保有主体に着目することで、主に6つの組合せが考えられるのではないか。



5. AI

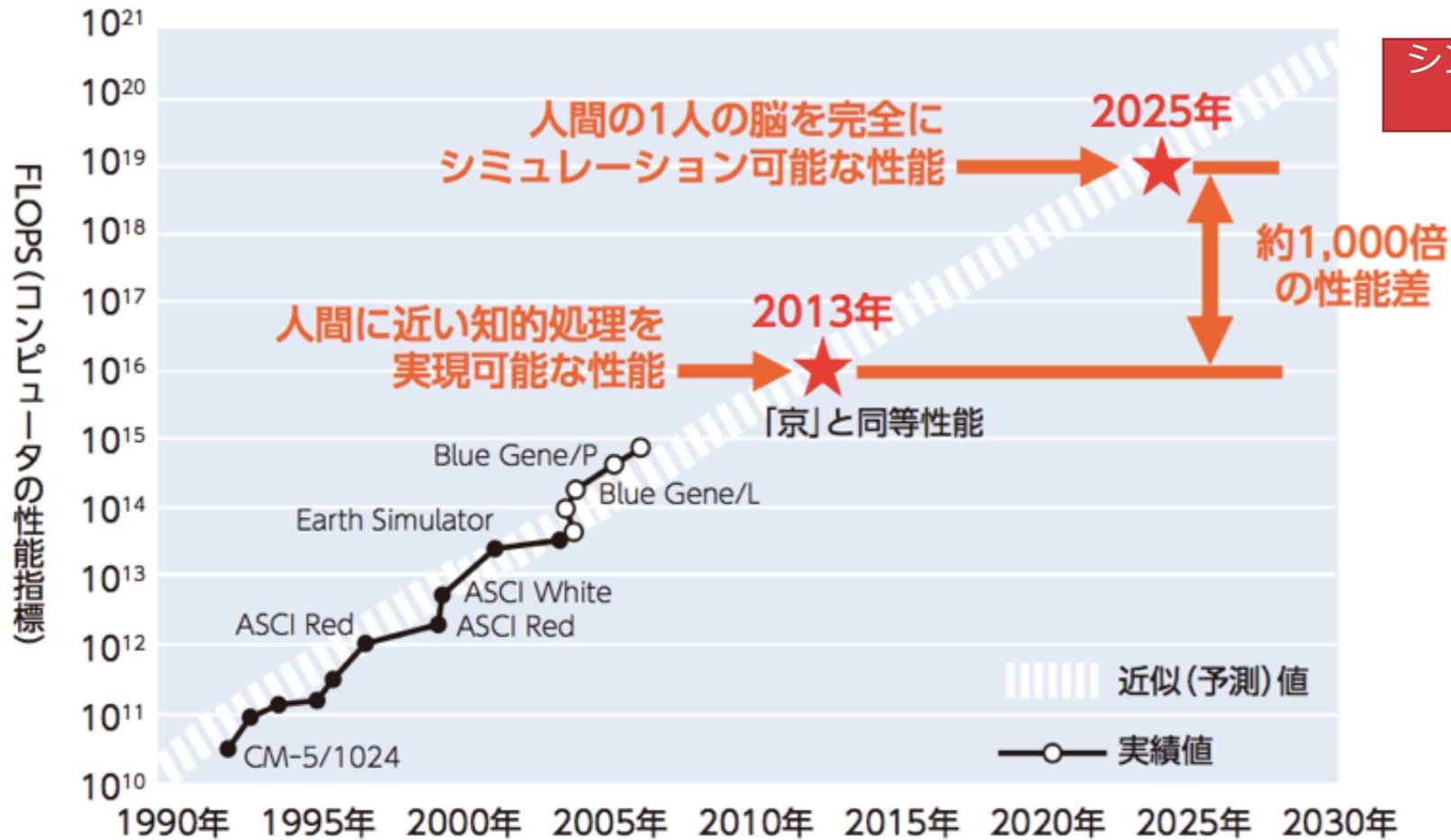
ディープラーニングと機械学習の関係

冬の時代を乗り越えてきたAIの発展



向上し続ける演算速度

演算速度の向上



シンギュラリティ
2045年

(出典) 総務省「ICT新事業創出推進会議」(第3回) 木谷構成員提出資料

(Source) 総務省 平成26年度 情報通信白書

人工知能の進化の段階

1. 単なる制御

温度が上がるとスイッチを入れる。

2. 探索／推論

将棋やチェスなど。既定のルールに従って手を探す。
診察結果から処方薬を導く

3. 機械学習

パターン認識と一体化した統計的言語処理。
自動的に精度を上げていくグーグル翻訳など。
※機械が学習するために必要な特徴は、人間が与える。

4. ディープラーニング

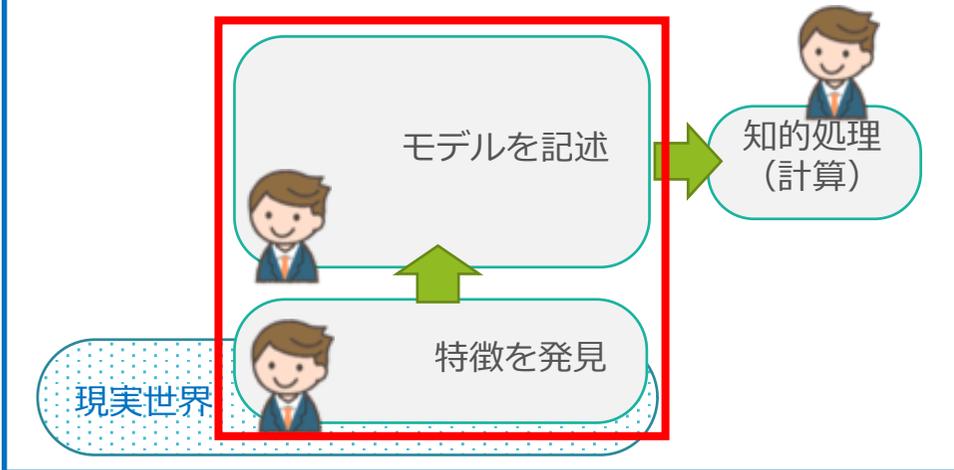
知識や思考に必要な特徴を、機械が自ら抽出する。

(Source) 総務省「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」

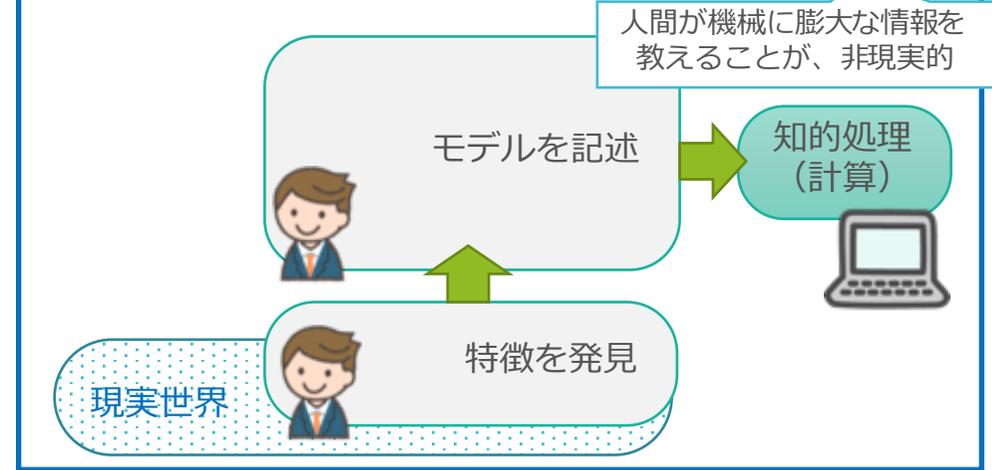
人工知能の自動化

□ … 個別説明します

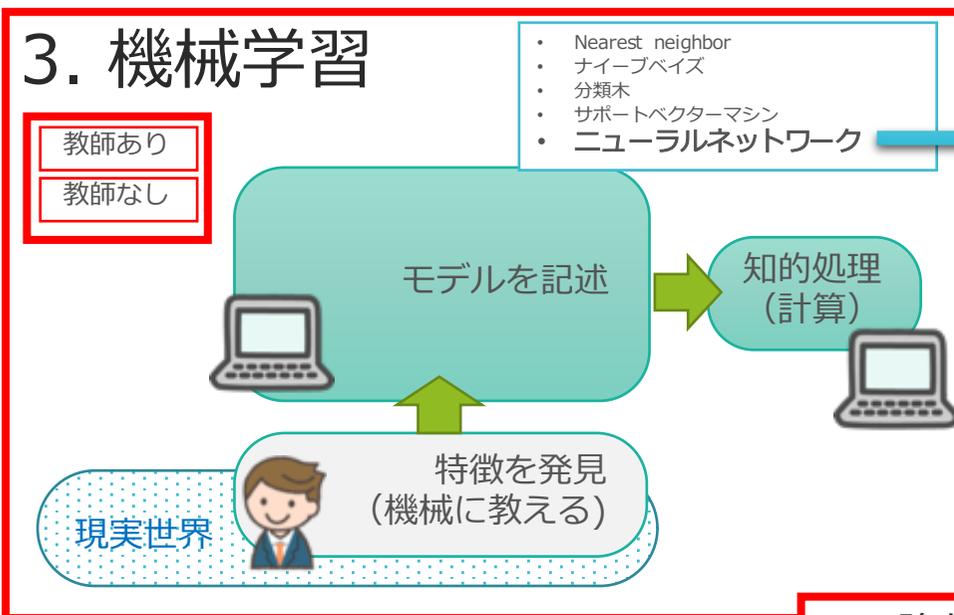
1. 人工知能以前



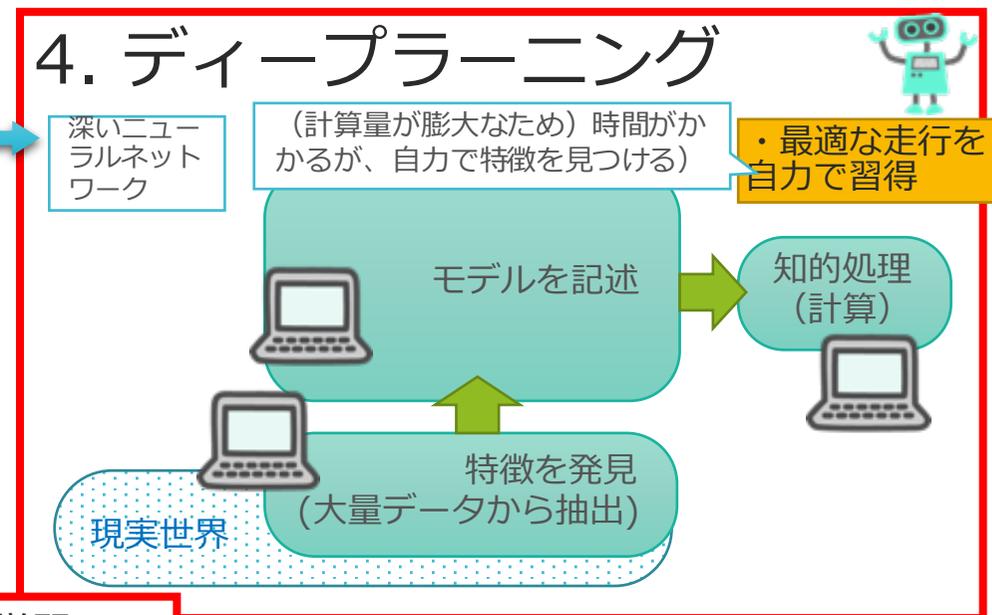
2. 探索/推論



3. 機械学習



4. ディープラーニング



強化学習

以下を参考に作成

(Source) 経済産業省 人工知能に関する技術動向と作業分野への利用可能性 東京大学 松尾 豊 氏

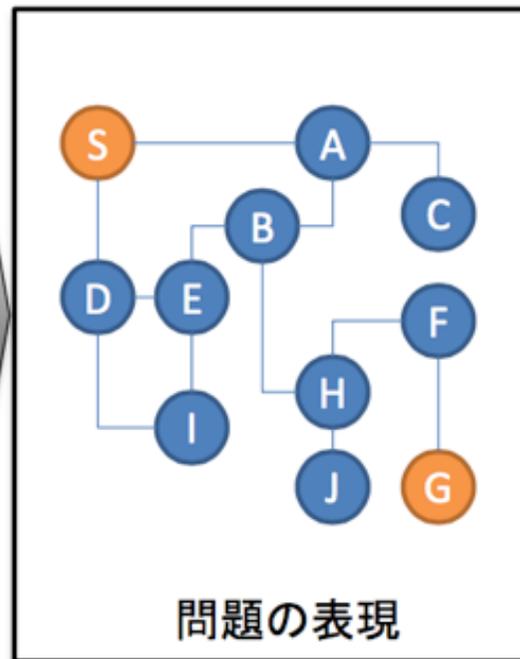
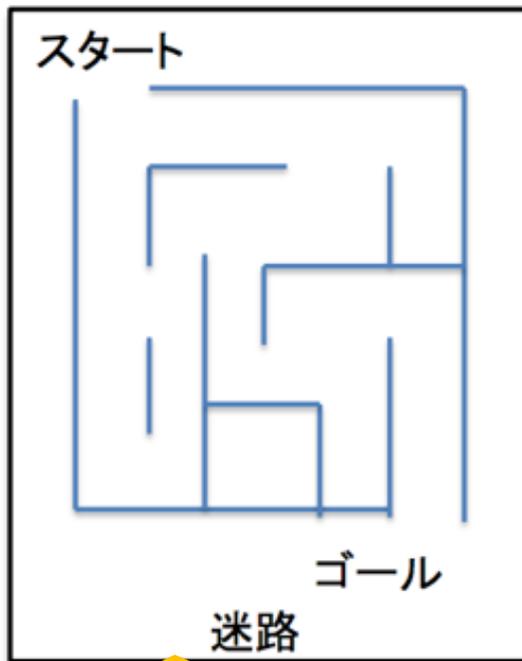
「特徴を発見」と「モデルを記述」のイメージ

探索

(Source) 独立行政法人 経済産業研究所(RIETI) BBLセミナープレゼンテーション資料 2015年6月3日
「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 をベースに作成。

• 探索木

- Sからはじめて、ひとつずつ展開していく
- Gが見つければ、探索成功
- いろいろな戦略
 - 深さ優先探索: どんどん進む
 - 幅優先探索: 一段ずつ進む

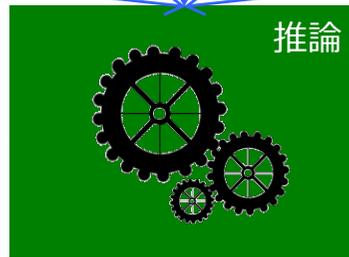


(特徴を発見: のイメージ) スタートから右手を壁に伝って行けば、必ずゴールにたどり着く

(モデルを記述: のイメージ) 特徴を実現するための、ロジックを組み立てる
※本例の場合、探索木までつくれば、プログラミングできる

教師あり学習、教師なし学習

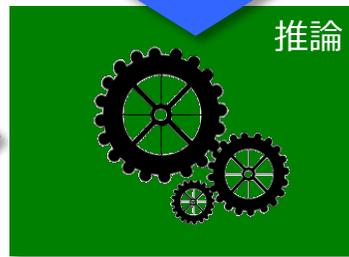
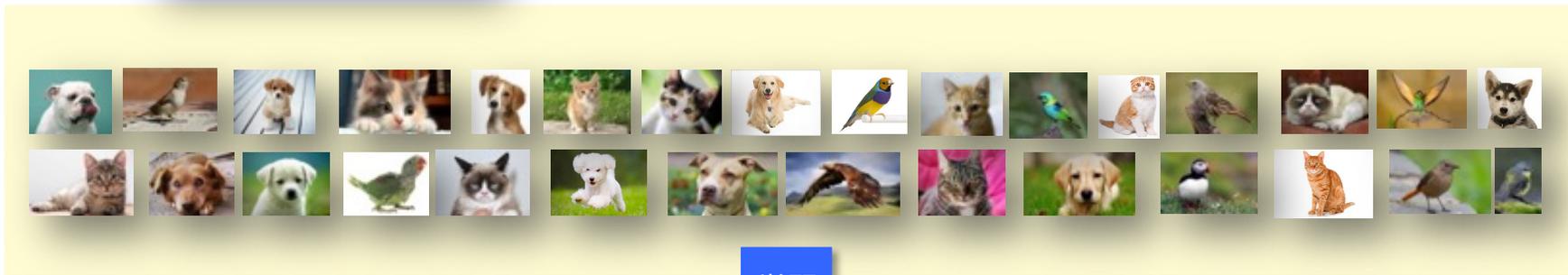
教師あり学習



- dog : 15% ❌
- cat : 95% ○
- bird : 2% ❌

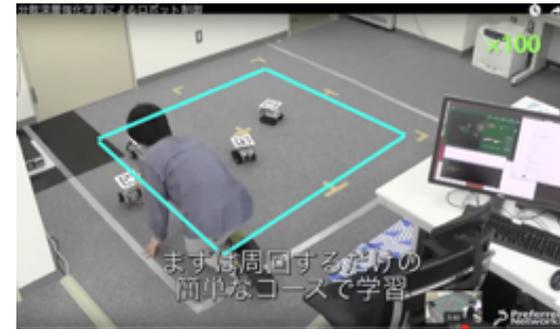
機械の判断結果について、毎回、人間が正解/不正解を教える

教師なし学習



- 概念 ❌
- 概念 ○
- 概念 ❌

強化学習



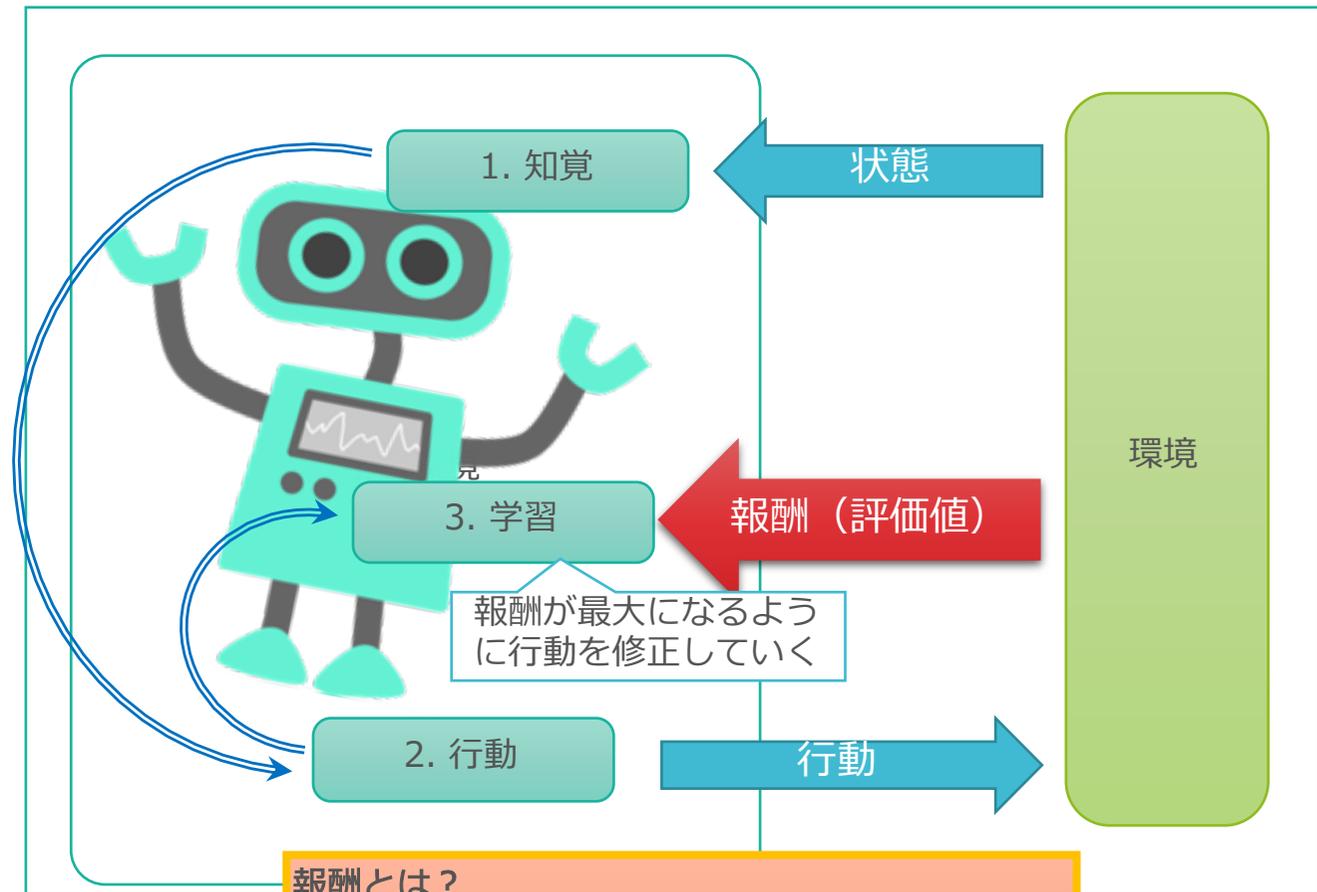
<https://research.preferred.jp/category/深層学習-deep-learning/> より

メリット

- 教師が不要
- 環境に適応できる

デメリット

- 思考錯誤が必要
- 閉じた環境が必要



報酬とは？
プラスの報酬 : 道にそって、早く進む
マイナスの報酬 : ぶつかる、逆走する
※正解/不正解を教えるのは「教師あり学習」

ディープラーニング

- 人工知能における50年来のブレークスルー
 - ✓ 特徴量の抽出ができるようになり始めている

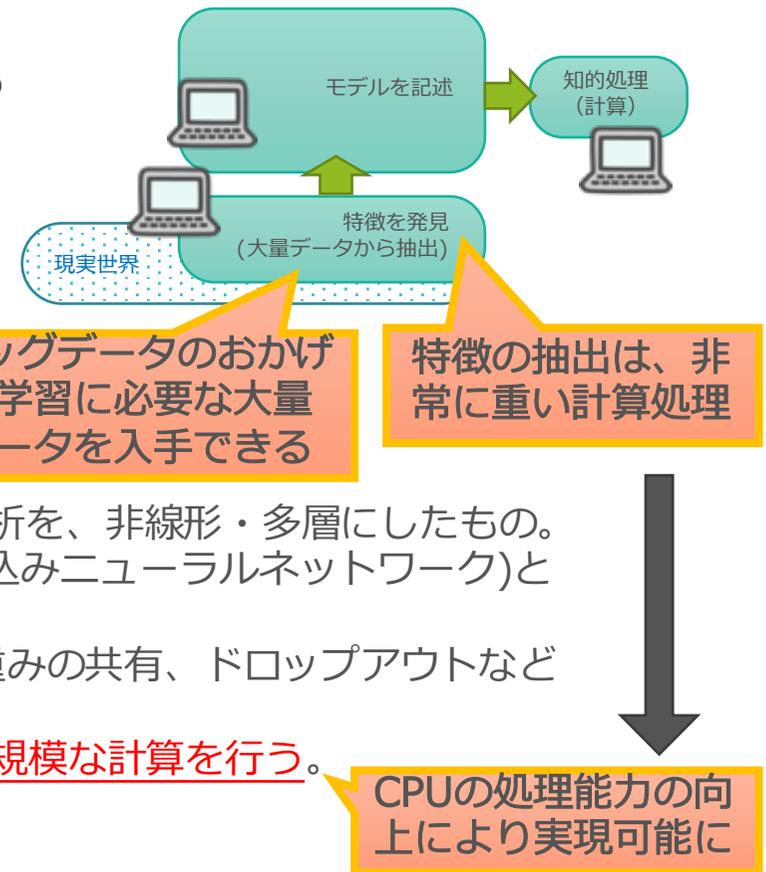
- 多層の(深い)ニューラルネットワーク
 - ✓ 1960年代 ニューラルネットワーク登場
 - ✓ 2006年頃 Hinton教授(トロント大)らの研究が契機
 - ✓ 2012年 画像認識のコンペティションで躍進

- 「特徴量の抽出」自体を計算機が行う技術。

- ✓ オートエンコーダと呼ばれる仕組みを用いる。主成分分析を、非線形・多層にしたもの。
- ✓ 画像認識の場合はConvolutional Neural Network(畳み込みニューラルネットワーク)という仕組みが一般的。
- ✓ 実際に精度があがったのは、ReLUという関数の利用、重みの共有、ドロップアウトなどさまざまな要因か。
- ✓ 計算量が非常に大きく、GPUを数個から数十個用いて大規模な計算を行う。

- 近年、可能になった理由

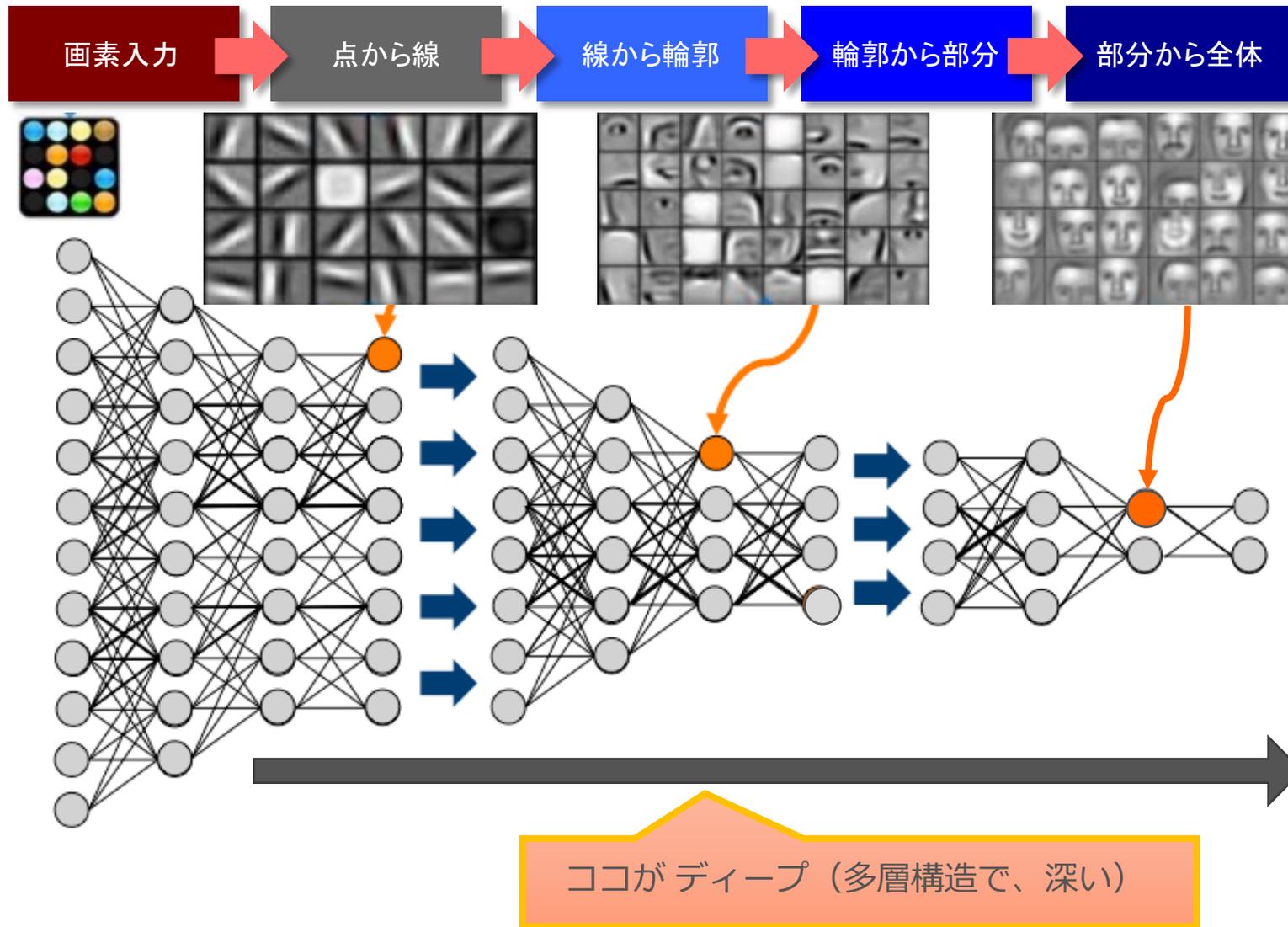
- ✓ インターネットの普及により大量データが容易に入手可能になった
- ✓ コンピュータの処理能力が飛躍的に向上した
- ✓ 地味にニューラルネットワークの研究が続いていた



以下に加筆

(Source) 経済産業省 人工知能に関する技術動向と作業分野への利用可能性 東京大学 松尾 豊 氏

何が「ディープ」なのか？

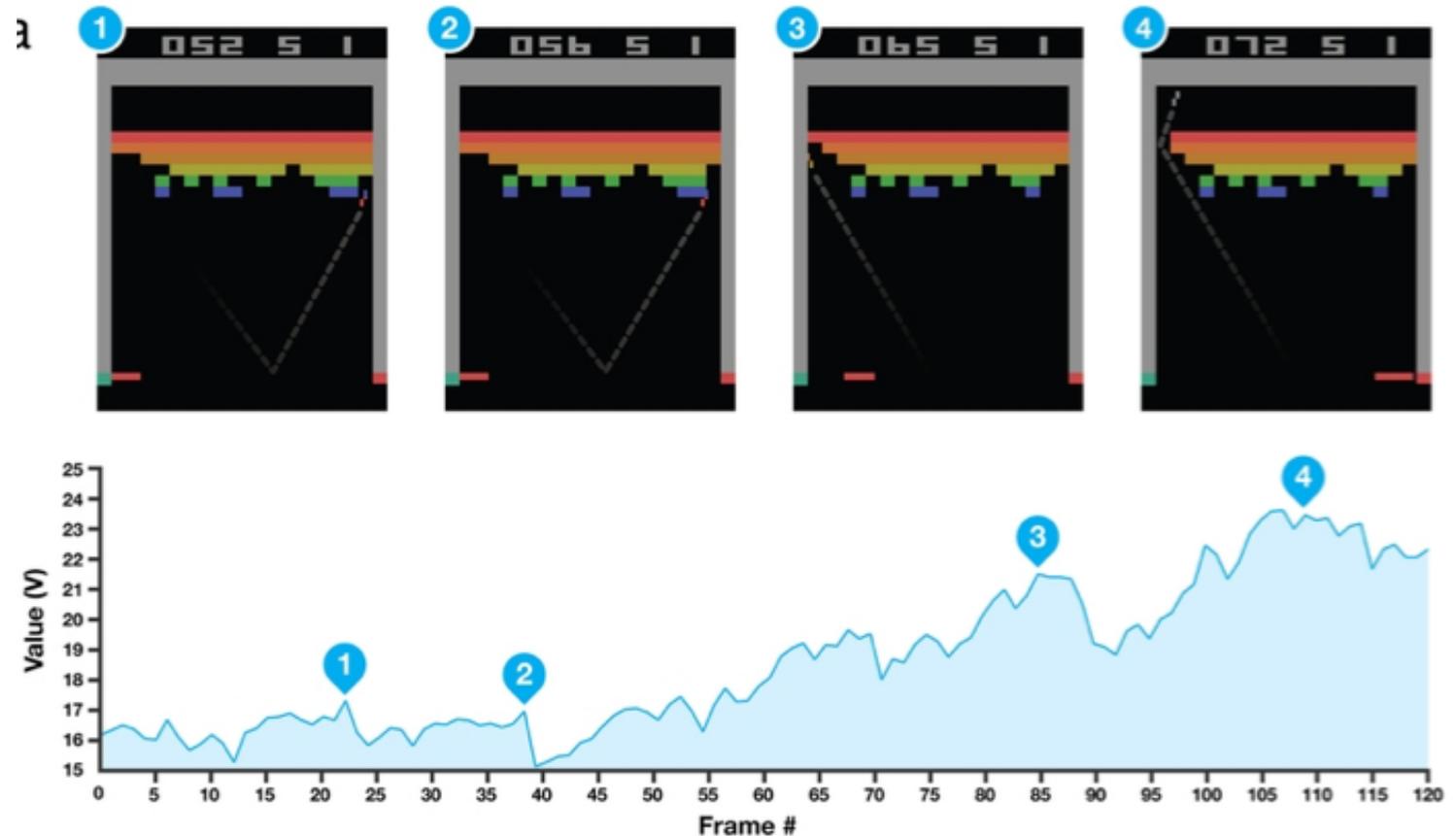


事例：ディープラーニング + 強化学習

試行錯誤することによって、運動の習熟ができる

(Source) 経済産業省 人工知能に関する技術動向と
作業分野への利用可能性 東京大学 松尾 豊 氏

- 最初は下手。繰り返すうちに、うまくなっていく。
- 最終的には、ブロック崩しでの通路を作る方法や、インベーダーゲームでの「名古屋撃ち」も身に付ける。
- 「全く同じプログラム」で、異なるゲームが学習できる
- 半数以上のゲームで人間のハイスコアを上回る



事例：ディープラーニング

ディープラーニング＋強化学習（仮想空間の運動）

- ・ ブロック崩しの効率的な攻略方法を自力で見つけるプログラム

<https://www.youtube.com/watch?v=cjpEIotvwFY>

ディープラーニング＋強化学習による「実空間の運動」

- ・ 試行錯誤をしながらスムーズな組立作業を自ら学習するロボット

<https://www.youtube.com/watch?v=JeVppkoloXs>

- ・ 最適な運転を自力で学習するロボットカー

<https://www.youtube.com/watch?v=a3AWpeOjkzw>

子供のできることは難しい

モラベックのパラドックス(1988)

- 長年、人工知能の分野で言われていたこと:「子供のできることほど難しい。」
- ハンス・モラベック、ロドニー・ブルックス、マービン・ミンスキーらが提唱。
- **高度な推論よりも、認識や運動スキルの方が難しい。**
 - ✓ 1960年～70年代に、定理証明、チェス、医療診断などができている。
 - ✓ 画像認識や「積み木を上手に積む」ような人工知能は一向にできなかった。
- 「コンピュータに知能テストを受けさせたりチェッカーをプレイさせたりするよりも、1歳児レベルの知覚と運動のスキルを与える方が遥かに難しいか、あるいは不可能である」(モラベック)
- ところが、ここ3年くらいの間に
 - ✓ 画像認識で人間の精度を上回った。
 - ✓ 運動の習熟ができるようになった。

①推論 (クイズ番組で優勝) よりも、
②認識や運動 (ロボットが瓶のフタを閉める)
の方が難しい。



①推論
(大人の思考)



②認識や運動
(子供の発育)

モラベックのパラドックスが崩れた。

現実世界の森羅万象から、特徴量を抽出するところが、実は最も計算量が大きく大変だった。そこができるようになった。今後、これまでに実現されてきた人工知能の技術と組み合わせられて、急速に進展することが予想される。

「子どもの人工知能」と「大人の人工知能」

大人の人工知能:

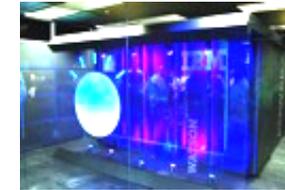
言語

- 情報世界に近い
- 前提知識が多い

頭でっかちな大人

ビッグデータから人工知能へという持続的イノベーション

- ビッグデータ全般、IoT全般、ワトソン、Siri、Pepper...
- 一見すると専門家(大人)ができることができるが、人間が裏で作りこんでいる。(特徴量の抽出、あるいは関係の記述をしている)
- かなりの専門知識、背景知識を最初から組み込んでいる
- 新たにデータが取れるようになってきた分野では、機械学習の技術が大いに役立つ。
- 販売、マーケティングなど。今後は、顧客管理、医療、金融、教育など



特徴量の設計の有無が決定的な違い

子どもの人工知能:

認識・運動

- 実社会に近い
- 前提知識が少ない

遊びながら成長する子供

ディープラーニングを突破口とする破壊的イノベーション

- ディープラーニングを中心とする発展
- 背景知識がほとんどいない状態からの学習
- 人間の発達と同じような技術進化:
 - ①認識能力の向上 → ②運動能力の向上 → ③言語の意味理解



以下に加筆・修正

(Source) 経済産業省 人工知能に関する技術動向と作業分野への利用可能性 東京大学 松尾 豊 氏

AI普及の本質は何か (産業へのインパクト)

大人のAIである画像認識で、不審者や異常の監視のコストが劇的に下がる（しかも、精度があがる上に、24時間働く）

画像・映像認識

- ✓ 世の中に、画像認識ができないから人間がやっている仕事がたくさんある。そこが自動化される。
- ✓ コストが下がる。少なく見積もっても、監視のコストは100分の1以下になる。
- ✓ それによってペイするものが一気に増える。隠れていた潜在的な価値を見る必要

運動の習熟

- ✓ 我々は、機械は「機械的な動き」しかできない、ロボットは「ロボットの動き」しかできないと思い込んでいる。(まさにこの形容詞が表している。)それが変わる。
- ✓ コストは下がるが、設備コスト次第。徐々に価格が下がってくる。
- ✓ 既存産業は、部品の時点で規格化され、「機械的な動き」によっても、ある程度の自動化がされている。あるいは、液状化し、成形加工する。今後、自動化できてない部分が自動化できる。
- ✓ 自然物を相手にしているものは場面場面で状況が異なるので、そもそも自動化が難しかった。例えば、農業、建設、食品加工。これらは産業としても大きく、ここを勝ち上がった企業が、日常生活・仕事用の機械・ロボットの市場を狙うことができるのではないか。

今迄は、管理された工場の中しか自動化できなかったが、子供のAIにより、自然物を相手にする仕事の自動化が進む。

Watson

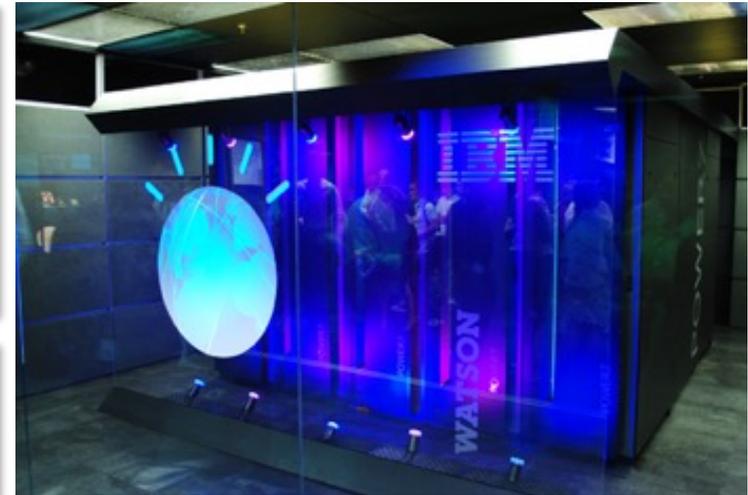
(本質)

ワトソンは、持続的イノベーションの成果であり、破壊的イノベーションではない

Cognitive

「経験的知識に基づく」
「認知の」

自ら学習し、考え、膨大な情報源からの大量のデータを瞬時に統合し、分析・回答できるシステム



Watson = 自然言語処理によるリアルタイム質疑応答システム

自然言語
での質問
を理解

文脈を含
めて質問
の主旨を
理解

大量の情報
の中から最
適な回答を
選択

医療診断支援

過去の判例の参照

コールセンター支援

(Source) ネットコマース株式会社 最新のITトレンドとビジネス戦略 サービス&アプリケーション編 2016年1月版

大人のAIであるワトソンは、会話ができる質疑応答システムである。(すくなくとも2015時点では)

6. そのた

スマートマシン

スマートマシン

「“自律型”で行動し、人間の行動領域に対して侵入するもので、これまで人間にしかできないと思っていたことを実行するマシン」

※Gartner Symposium/ITxpo 2013トム・オースティン氏

自律化

自分で学習し、独自にルールを生成し、
状況を自ら把握して、最適な選択や判断を行う

自動化

決められたやり方を
その通り確実にこなす

自律走行車

無人ヘリコプター

音声アシスタント

専門家アドバイザー

ロボット

クラウド

ビッグデータ

人工知能

スマートマシンの本質 ～自動化から自律化へ～

自動化

人間が作業手順を構築し、制御プログラムを作成する

決められたやり方を
その通り確実にこなす

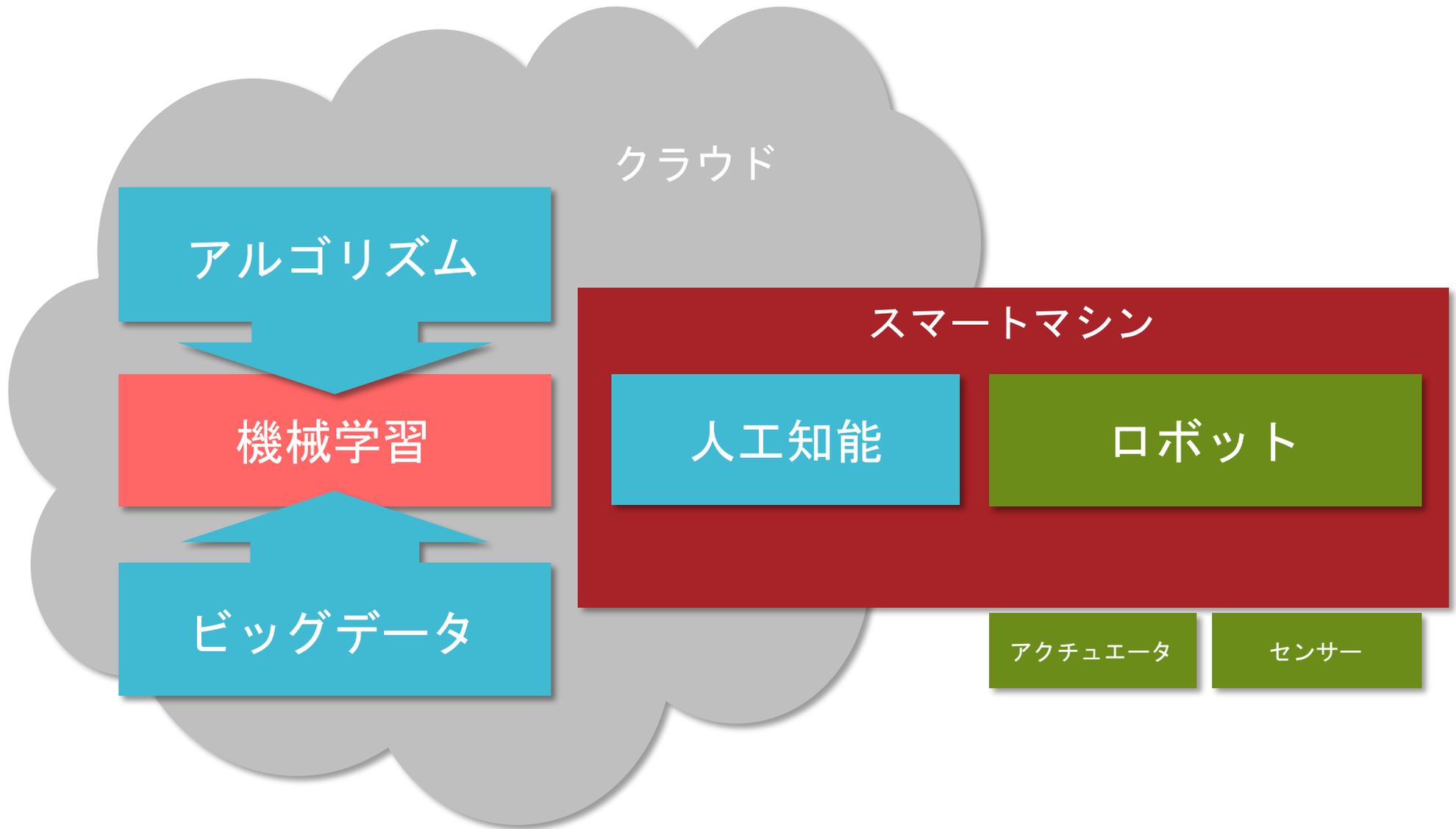
自律化

人間が学習手順を指示し、それに従って学習を行う

何も無いところから、自ら学習手順を作り上げる

大量のデータを元に、自分で学習し、仮説を立て、検証し、状況を自ら把握して、独自にルールを生成し、最適な選択や判断を行う

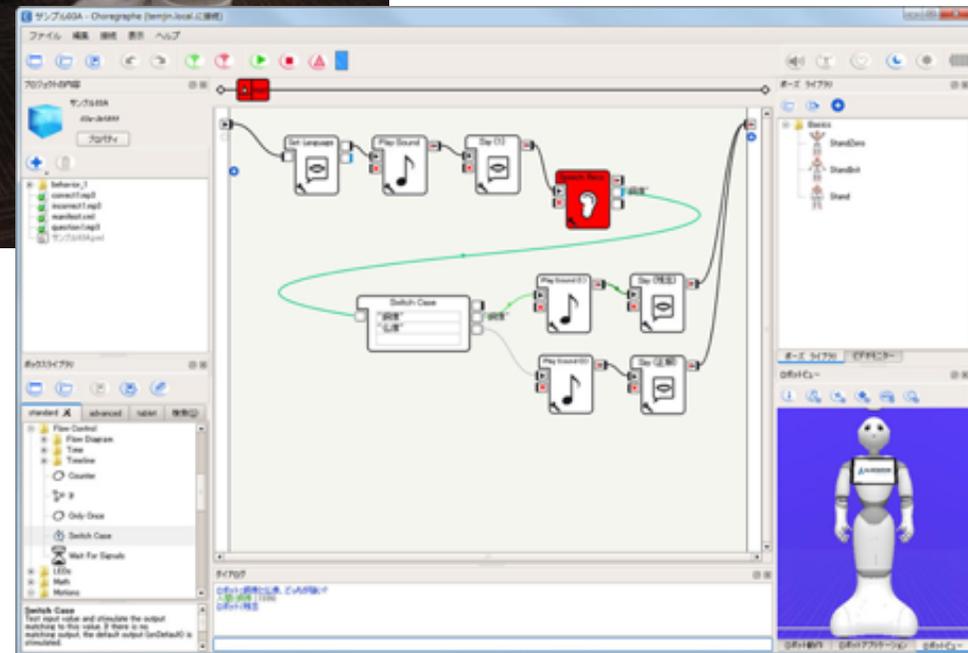
スマートマシン = 人工知能 + ロボット



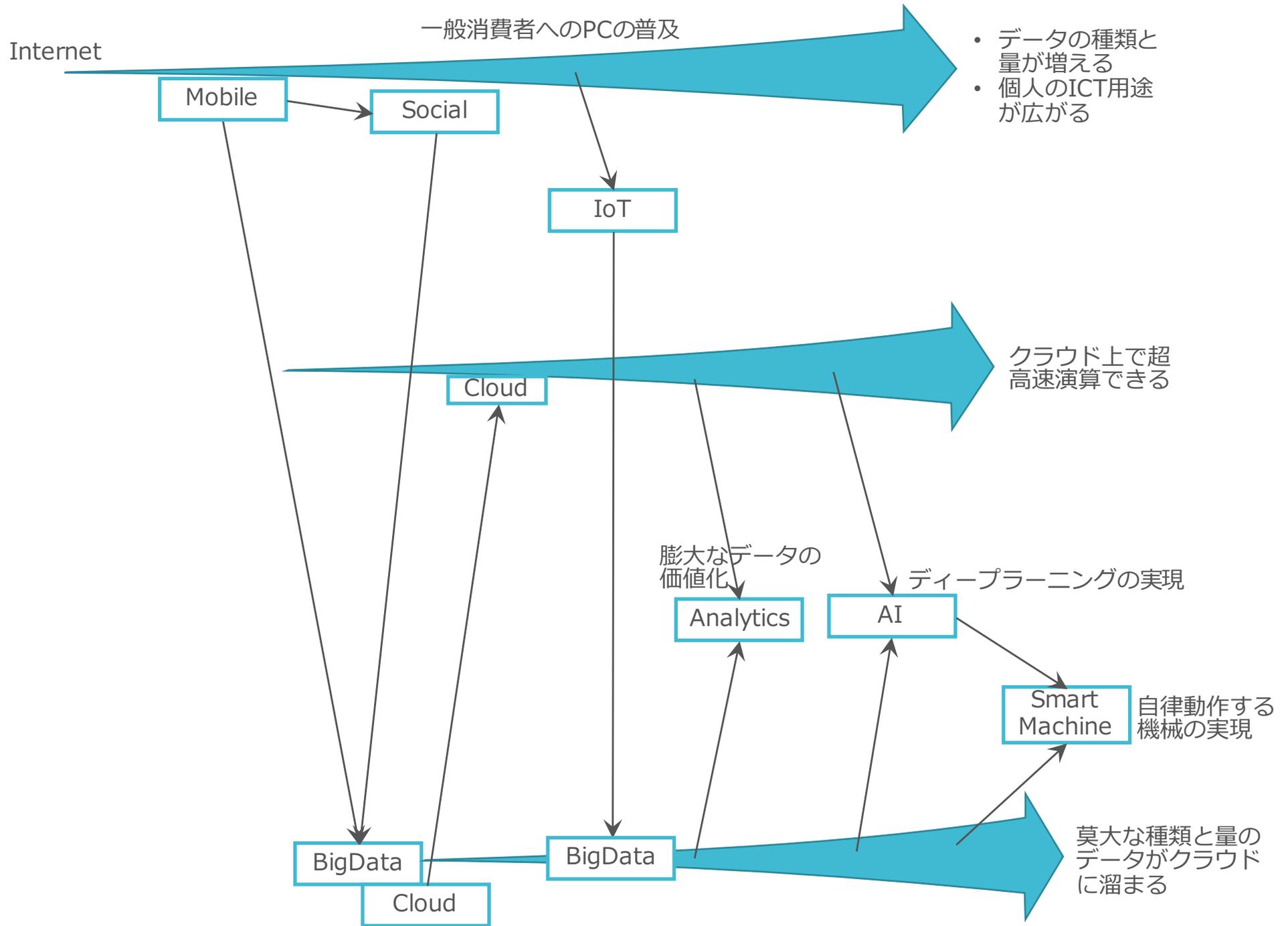
～ Pepperくんが居ればお喋りできて楽しそう？～



(本質)
ペッパーは、持続的イノベーションの成果であり、破壊的イノベーションではない



7. まとめ



ありがとうございました。