

戦略分野の検討

「スマートに生み出す、スマートに手に入れる」 (討議資料)

平成28年11月28日

産業構造審議会

新産業構造部会 事務局

目次

1. 目指すべき将来像（2030年代）

2. 重点的な分野の目標逆算ロードマップ

1. AI次世代ロボットの実現
2. スマートサプライチェーンの実現
3. スマートバイオの実現

3. 突破口プロジェクト

1. 「スマートに生み出す、スマートに手に入れる」の検討の射程

- 第4次産業革命の新技术（データ・人工知能・ロボット等）を活かした新たな「システム」を構築することにより、世界および日本の現場の様々な課題を解決、日本の経済成長に繋げる。
- 「スマートに生み出す、スマートに手に入れる」とは下記のように定義。

「一人一人の真のニーズに即した新たな製品やサービスが産み出されること。」

「それを安く、欲しいときに、安全に、環境にも優しく、入手、利用できること。」

- 「スマートに生み出す、スマートに手に入れる」分野の中で、
①AI次世代ロボット、②スマートサプライチェーン、③スマートバイオ（AI×バイオ）を重点的に取り組んではどうか。
- これら3つは
 - 第4次産業革命の革新技术が広く活用される
 - 世界・日本の課題により広く届く
 - 今後、市場規模が大きく伸びる
 - 日本の強みが生かせる

可能性。

- 強みを生かす一方でそれぞれの弱み・課題を解決する対応策のロードマップを作成。
また、それぞれの課題を検討する中で導き出される、分野横断的な課題にも対応。

1. 2030年代の目指すべき将来像 (1) 光の実現

- ①AI次世代ロボット、②スマートサプライチェーン、③スマートバイオ によって解決される主な社会課題。

①AI次世代ロボット

- 日々の暮らしにおけるサポート
- ものづくり・サービス現場の生産性向上
- 食料問題への対応
- 健康・医療・介護サービスの高度化
- インフラの高度化／維持・更新の効率化
- 労働力人口減少への対応
- エネルギー・環境負荷の低減等

②スマートサプライチェーン

- 新たな需要の創出・生産性の向上
- 「マスカスタマイゼーション」や「製造業のサービス化」により、1人1人のニーズに応じて、低コストでタイムリーな「ものづくり・サービス」提供の実現
- 中小企業も「スマートサプライチェーン」につながることで、ビジネス範囲が拡大、グローバルにも展開可能に
- 製造プロセスの安全性向上
- エネルギー効率の向上・廃棄物の減少

③スマートバイオ

- 新素材：これまで人工的に合成できなかった新たな化合物の生産
- エネルギー：再生可能資源の利用・化石資源依存からの脱却
- 食糧・農林水産：高収益・高機能食品等の生産
- 医療・介護：遺伝子治療や再生医療等の新しい医療技術の実用化

1. 2030年代の目指すべき将来像 (1) 光の実現

● 潜在需要の顕在化

これまでにはなかった新たなモノやサービスが、いつでもどこでも手に入れることが可能に。

(参考) 名目GDP・・・2015年度：500兆円→2020年600兆円超※1

(参考) IoTが付加する経済価値（世界）：ものづくり\$3.9兆、物流・流通\$2.3兆（2013～22年）

第4次産業革命による付加価値（日本）：30兆円（2020年）

● 生産性の向上と賃金の上昇

省力化等により生産性の向上が実現。また、人にしかできない、生産性が高い分野へ労働力が移動することによって賃金が上昇。

(参考) 労働生産性の伸び率・・・2014年：製造業2.0%・サービス産業1.0%
→2020年2%※1

(参考) 賃金の上昇・・・2015年度：0.2%（名目）

● 環境付加の低減

エネルギー使用量や廃棄物量の削減が実現。

(参考) CO2排出の削減：2030年度に2013年度比▲26.0%※2

● 安全性の維持・向上

今後想定される施設老朽化への対応、熟練工のスキル・ノウハウ継承。

(参考) プラント事故の死亡者数をゼロに。

(参考) 各国における産業事故（ガス事故のみ）の死者・負傷者数（2010年、仏のみ2011年）

日本：12名、米国：260名、英国：340名、仏国：53名

※1：日本再興戦略2016 ※2：国連提出の「約束草案」（15年7月）

(参考) 各国政府の動き

① AI次世代ロボット

EU : Horizon 2020(約770億ユーロを使い、卓越した科学、産業リーダーシップ、社会的課題への取組みに投資)

EU SPARC Project(総計 28 億€規模のプロジェクトが予定)

中国 : 智能製造装置産業発展計画(産業用ロボットの国内売上を 2020 年までに 10 倍 (3 兆元))

米国 : 国家ロボットイニシアティブ (National Robotics Initiative) 人工知能 (AI) 分野や認識 (音声、画像等) 分野を中心としたロボットの基礎研究に対して毎年数千万ドル規模の支援を実施

② 生産性革命

ドイツ : Industrie 4.0 考える工場 (ドイツ連邦教育研究省(BMBWF)2025 年までに米国、中国を抜いて輸出世界第 1 位に)

中国 : 製造2025 (2025年までの10 年間で、製造強国の仲間入り)

③ バイオ

EU:「Innovation for Sustainable Growth:A Bioeconomy for Europe」(2012年)

2030年までに石油由来製品の30%を生物由来に置き換え。7年間で5,180億円を投資。

英国:「Biodesign for the Bioeconomy」 (2016年)

生物の「設計・構築・試験・分析」を加速してバイオエコノミーを推進。

ドイツ:「National Research Strategy Bioeconomy 2020」 (2011年)

バイオものづくり、エネルギーなどについて戦略を立案。

米国:「Federal Activities Report on the Bioeconomy」 (2016年)

2030年に石油由来燃料36%を代替。170万人の雇用と23兆円の市場創出。

1. 「手に入れる」分野 2030年代の目指すべき将来像（影の回避）

- 一方で、技術発展に伴い、各層にて、新たなリスクが顕在化する可能性。対応策をロードマップに織り込む必要。

データ管理 ・活用 (セキュリティ)

- ✓ 次世代AIロボットやネットワークに接続された産業機械等が不正にハッキングされ、制御不可能となり事故を引き起こすリスク（セキュリティリスク）
- ✓ 個々の企業等が過度にデータを囲い込むことにより、国際的なデータ連携から隔離されガラパゴス化するリスク

システム・ ネットワーク

- ✓ 製品のIoT化やサプライチェーンのデータ連携が進むことにより、ネットワークを通じて、一度誤った情報が共有・増幅されることでシステム全体が麻痺し、社会全体に損害が生じるリスク。

雇用・労働 産業構造転換

- ✓ 産業構造の変化に伴い、新たなスキル習得、労働移動が必要に。こうした変化に、労働市場、雇用制度、社会保障制度等が対応できないリスク

社会受容

- ✓ 社会的メリットが認知される前に製品事故や情報漏洩等が発生することにより嫌悪感や忌避傾向が顕著に。その結果、技術的に可能であっても社会実装されないリスク

シンギュラリティ

- ✓ シンギュラリティ（技術的特異点）の議論が、人工知能研究や社会システム設計の在り方等に影響を与える可能性

目次

1. 目指すべき将来像（2030年代）

2. 重点的な分野の目標逆算ロードマップ°

- ① AI次世代ロボットの実現
- ② スマートサプライチェーンの実現
- ③ スマートバイオ(AI×バイオによるスマートセルインダストリー)の実現

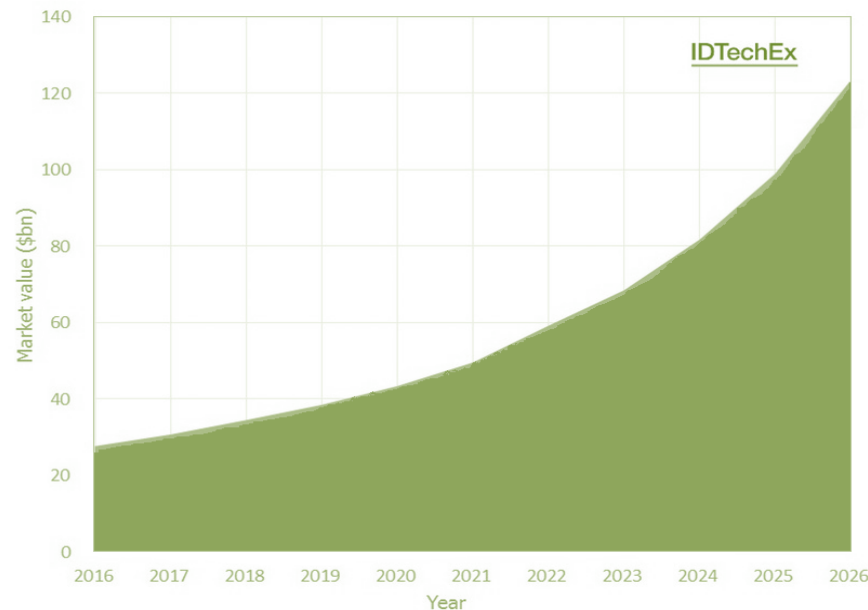
3. 突破口プロジェクト

2.① AI次世代ロボット

2.①.(1) AI次世代ロボットのポテンシャル

- ロボットは、データを収集・蓄積（ビッグデータ化）し、人工知能(AI)等によって解析した上で、現実世界にフィードバックする有力なツールの1つ。
- 特に、ネットワークに繋がり（Connected）、現場の多様なリアルデータを活用、自律的に学習（Deep Learning等）し、機能向上が可能で（ソフトウェアのダウンロード）、現場の様々な課題を人と協働しながら解決する「AI次世代ロボット」は、2030年代までにあらゆる分野での活用が見込まれる。
- 今後、AI次世代ロボットの導入等の進展に伴い、グローバルには2020年代に1500億ドル市場が創出され（イギリスIDTechEx Report）、また日本でも、現在約6000億円のロボット市場を、2020年には約4倍の2兆4000億円にまで拡大させることを目指している（2015年「ロボット新戦略」）。

今後のロボット市場予測



IDTechEx Report
“Robotics 2016-2026
Players, Technologies, Markets”

2.①.(2) AI次世代ロボット 現在の日本の立ち位置（強みと弱み）

- ロボットの各要素技術における、日本の強みと弱み（競争環境）は、次の通り。
 - － ① センサ（視覚、触覚）、アクチュエータ（体、動作）等の基幹要素部品及び最終製品は世界トップレベルの市場シェア
 - － ② 人工知能（脳）、ロボットOS（神経）においては、アルゴリズム開発をはじめ、一部に優れた日本企業も生まれている一方、全体的な層は欧米が厚い。



- ①脳：人工知能
- ②神経：OS
- ③視覚：センサ
- ④触覚
- ⑤動作、体：アクチュエーター、素材
- ⑥エネルギー：蓄電池
- ⑦デザイン設計：最終商品、統合・制御

2.②.(2) ロボットに係わる日本の強み・弱み

	要素技術	強み・弱み	競争の状況
脳	人工知能	アルゴリズム (ディープラーニング)	* 日本にも優れた企業が生まれている一方、全体的な層は欧米が厚い。 米GoogleのTensorFlow、MicrosoftのAzure Machine Learning、 日プリファードネットワークスのChainer ※オープンソース化が進展
		計算能力 (HPC)	性能指標HPCG(High Performance Conjugate Gradients) 世界第1位 京(日) 2位 天河2号(中国) 3位 Oakforest-PACS(日) 消費電力性能部門 GREEN500 世界1位 Shoubu (日) 2位 Satsuki (日) 3位 Sunway TaihuLight(中)
神経	OS	× (△)	米ROS (OSRF,Open Source Robotics Foundation) ※Linuxをベースとしたオープンソース
視覚	センサ	CMOSイメージセンサ	○ 日系シェア45.5% 、米国系28.3%、韓国系16.9%
		ロボット用赤外線センサ	○ 日系シェア81.8% 、米国系28.3%
		ロボット用ビジョンシステム	△ 欧州系シェア36.2% 日系シェア33.2% 、米国系シェア30.6%
触覚	ロボット用力覚センサ	○ 日系シェア100%	
体・動作	アクチュエータ	○ 日系シェア47.7% 、中国系33.8%、欧州系10.9%	
	素材	○ 日系シェア82.5% 、米国系16.6%	
エネルギー	蓄電池	× リチウムイオン二次電池	韓国系43.1% 中国系42.4%、 日系シェア14.5%
		△ 同 車載用	中国系45.7%、 日系シェア37.4% 、韓国系16.0%
デザイン	最終商品	○	産業用ロボット 日系シェア56.5% 、欧州系25.2% 工作機械用制御盤(CNC) 日系シェア60.1% 欧州系34.5%
	統合・制御	-	(※今後、複数のロボットの協調・制御等の技術が重要となってくる可能性)

2.①.(3) AI次世代ロボット 今後の競争戦略のポイント

【日米欧の競争戦略】

- ハードが強い日系企業は、伝統的に強い基幹要素部品及び最終製品をテコに、人工知能（脳）、ロボットOS（神経）との連携や進出を始めているところ（直近のファナックとプリファードとの提携、三菱電機、安川電機、デンソー等とMUJINとの連携、トヨタのTRIの設立等）
- ソフトが強い欧米企業は、強みを有する、人工知能（脳）、ロボットOS（神経）をテコに、ハード分野への進出を始めているところ（Googleによる自動走行分野への進出）

【今後の戦略(案)】

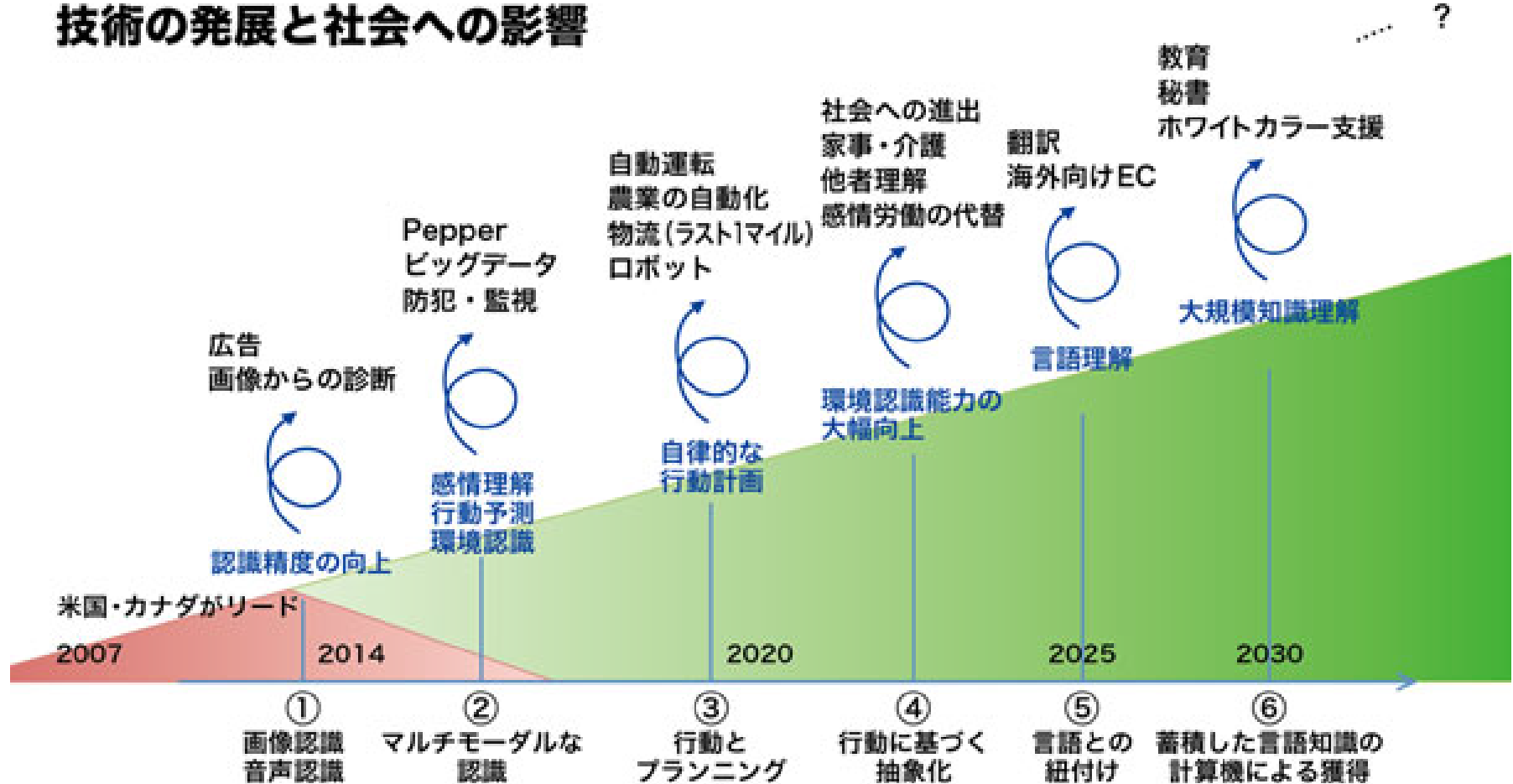
- 現在、AI次世代ロボットを巡っては、ディープラーニングに代表されるソフト分野における国際競争が激化。
- Google“TensorFlow”が公開されたように、今後、ソフト分野のオープンソース化が進む中、ハードとソフトの融合の重要性が一層高まり、その結果、AI次世代ロボットに有用なデータを取得し、これを効果的に学習させ、有意な「学習済みモデル」を確立できるか否かが競争軸に。
- このように、AI次世代ロボットの競争力の源泉は、ハードとソフトが融合したロボットの新たな全体設計・デザイン(ネットワークに繋がり、データを自律的に学習し、人と協働して様々な課題解決を実現するロボット)をいかに早く構築できるか否かに移行。

2.①.(3) AI次世代ロボット 今後の競争戦略のポイント

- そのため、
 - ①ハードの分野での強みを梃子として、ハードとソフトの効果的な融合を図るグローバル中核拠点の創設
 - ②現場での実装を世界に先駆けて実現する新たなルール・制度やインフラの整備
 - ③ハードとソフトの融合によって新たな製品・サービスを創出できる人材の強化を同時に進める。
- また、今後、競争力の源泉が再度ハードの分野に回帰する可能性を指摘する声もある。例えば、ディープラーニングを用いたアルゴリズムを半導体に落とし込む技術や、革新的な部素材の技術等が重要な比較優位の源泉となる可能性があり、こうしたハードの分野における戦略的な技術開発も必要。

(参考) 人工知能技術 (ディープラーニング) の発展

技術の発展と社会への影響



東京大学大学院 工学系研究科 松尾豊准教授 資料

(参考) 新たな半導体開発を巡る国際動向

海外企業の動向

Google

ディープラーニング処理専用の半導体チップ (TPU, テンソルプロセッシングユニット) を自社で開発し、2015年春から検索エンジン等に利用。GPU等と比較して、消費電力当たりの性能が10倍にもものぼる。

Amazon

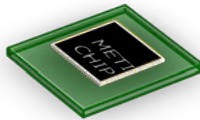
2015年にイスラエル半導体設計会社のアンナプルナ・ラブズを買収。2016年1月に、無線ルーターなどのコネクテッドホーム向けの半導体チップ「Alpine」の販売を公表。

IBM

ワトソンのようなコグニティブコンピューティングに適した、脳型チップ「TrueNorth」を自社開発。超低消費電力の特性を活かしたエッジ処理での利用も見込まれる。

国内企業の動向

DMP(デジタルメディアプロフェッショナル)



- ・既存のGPUを用いた低消費電力の推論学習エンジンを開発し、エッジとクラウドで学習処理を効率的に行うアーキテクチャーとソフトウェアを開発。
- ・デンソーやセコム、プリファードネットワークスなどの企業を実用化のパートナーとして実装を進めている。

2.①.(4) AI次世代ロボット 目標と今後の取組

【今後の取組】

- A) AI次世代ロボットを創り出すオープンイノベーションエコシステムの構築
- B) 現場での利活用を促進する新たなルール・制度やインフラの構築
- C) 人材の強化

黒字：国内の既決の目標・取組 青字：国内外の新たな動向 赤字：事業者等から聴取した新たなニーズ

【2020年までの目標】

'20年 ロボット国内生産市場規模を現状6500億円から2.4兆円へ。

【2020年以降の目標】

'30年 AI次世代ロボット国内生産市場規模を2030年に●●兆円へ。

2.①.(5) AI次世代ロボット 目標逆算ロードマップ（案）

A) AI次世代ロボットを創り出すオープンイノベーションエコシステムの構築

課題

- 世界最速で、ハードとソフトの効果的な融合を実現していくためには、海外からもトップレベルの研究者が集まってくる必要がある不可欠。
- そのためにも世界最先端のリアルデータや技術、人材を集積・獲得する場が必要。
- 加えて、研究開発の成果をいち早く社会実装に繋げるための産学連携やベンチャー育成等においても米国等に比べると、一層の取組強化が必要。

黒字：国内の既決の目標・取組 青字：国内外の新たな動向 赤字：事業者等から聴取した新たなニーズ

短期（～2020年）

<1> AI次世代ロボットのグローバル中核拠点の創設

- 高い市場シェアを誇る要素技術や、最終製品技術及びそれに裏打ちされた豊富なリアルデータを誘因にしつつ、世界最先端の人材や技術を集積・獲得する「AI×ロボット」のグローバル中核拠点を創設
- この際、新たに設置された「人工知能技術戦略会議」の司令塔機能の下で現在策定中の「人工知能の研究開発目標と産業化のロードマップ」を踏まえつつ、拠点整備を進める。

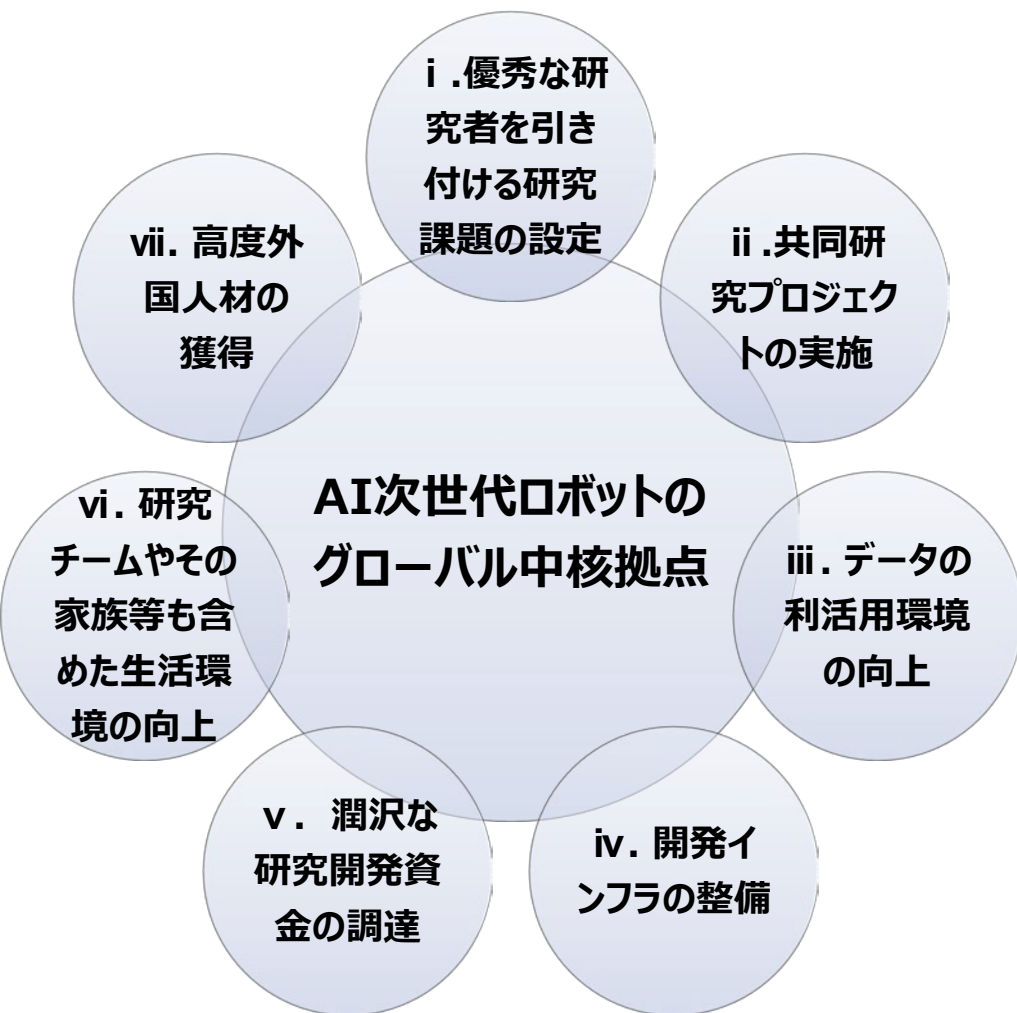
中長期（2020年以降）

- グローバル中核拠点を中心に、「人工知能の研究開発目標と産業化のロードマップ」に従い、研究開発及び産業化を強力に推進。

2.①.(5) AI次世代ロボットのグローバル中核拠点が持つべき要素

AI次世代ロボットのグローバル中核拠点の創設には下記のような項目に留意が必要。

具体的な取組み



- i. ハードとソフトの融合を図る世界最先端の研究課題であってグローバルな課題解決に繋がる
- ii. 世界の有力機関との提携や有用なリアルデータ・関連技術を有する内外企業・ベンチャーとの共同研究プロジェクトの実施
- iii. ディープラーニング等の研究推進に必要となるデータの利活用環境の向上（障害となる規制・ルールを適用除外とする特区等の設定も検討）
- iv. 高度な計算能力（最先端のAIサーバー等）やハード試作のための先端機器等
- v. 潤沢な研究開発資金の調達
- vi. 交通環境、英語環境等。特区の活用等も考えられる。
- vii. 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 等

2.①.(5) AI次世代ロボット 目標逆算ロードマップ (案)

A) オープンイノベーションエコシステムの構築

黒字：国内の既決の目標・取組 青字：国内外の新たな動向 赤字：事業者等から聴取した新たなニーズ

短期（～2020年）

中長期（2020年以降）

<2>産学連携による社会実装の推進

- AI次世代ロボットの分野においてハードとソフトの効果的な融合を実現につなげていくためには、以下を始めとする取組みを具体化し、加速していく必要。
 - 「**産学官連携による共同研究強化のためのガイドライン**」の策定（11月30日策定予定。大学側における産学連携の課題であった体制の強化や共同研究における適正な経費、知的財産、クロスアポイントメント関連の整理等）
 - **日本版フラウンフォーファーモデル構築**（産総研が大学内に直接企業・大学双方との連携拠点を創設するOpen Innovation Labの設置を検討中。）
 - **様々な企業でのディープラーニングの活用を加速化するため、大学等においてディープラーニング教育を受けた「DL学習職人」が企業をコンサルティングし、「学習済みモデル」の作成・ディープラーニングの実用をサポートする等の取組みを促進することも要検討。**

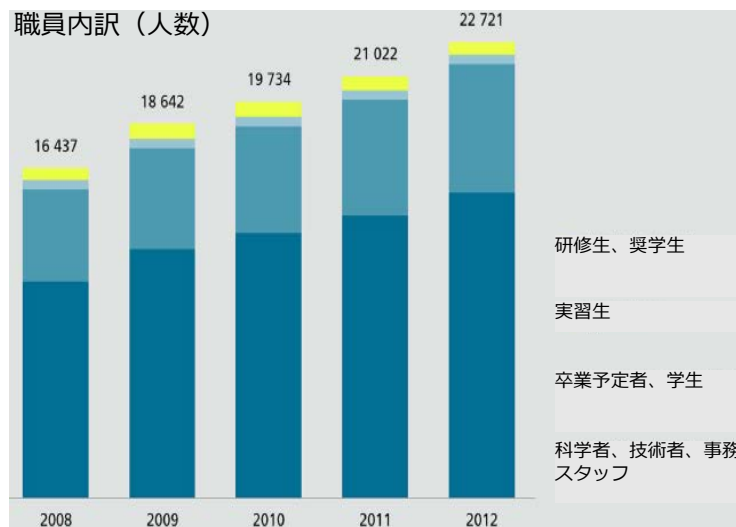
- 2026年までの10年間で企業から大学・研究開発法人への投資を3倍増を実現。（平成28年4月12日「未来投資に向けた官民対話」）

(参考) ドイツ フラウンホーファーの特長

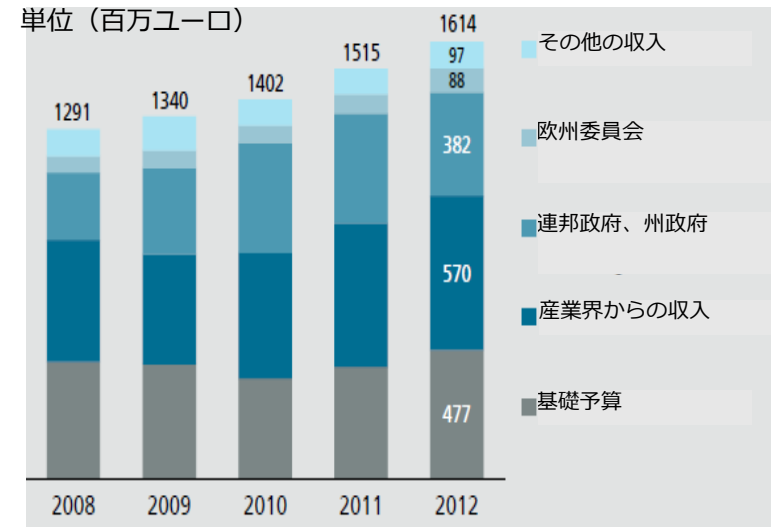
- ドイツの「イノベーション・エコシステム」は、応用研究を行う公的研究機関である「フラウンホーファー」が産学の「橋渡し」機能を果たしている（67の研究所、職員約2万3千人）

- ✓ 中堅中小企業に対して、きめ細かな研究開発サービスを提供。“Hidden Champion”（世界的なニッチトップ企業）への成長の技術的基盤。また、大企業の新製品開発においても重要な役割。
- ✓ 人員、予算規模は、産業界のニーズに対応する形で、近年拡大。
- ✓ 年間約20億ユーロ（約2700億円）の予算のうち、約7割が外部資金（企業から約4割、公的プロジェクト約3割）。資金調達のうち、企業からの資金獲得を最も重視。

(1) 職員数の推移



(2) 予算額の推移



2.①.(5) AI次世代ロボット 目標逆算ロードマップ (案)

A) オープンイノベーションエコシステムの構築

短期 (~2020年) 黒字：国内の既決の目標・取組 青字：国内外の新たな動向 赤字：事業者等から聴取した新たなニーズ 中長期 (2020年以降)

<3>ベンチャー育成の推進

- ハードとソフトの効果的な融合に向けては、大企業、研究機関だけでなく、ベンチャー企業もその重要な担い手の一つ。
- AI次世代ロボットの社会実装を一早く実現し、技術の更なる高度化につなげていくという好循環を生み出していくためには、「ベンチャーチャレンジ2020『政府機関コンソーシアム』」(省庁連携体制の構築)の下、以下の取組みを加速していく必要。
 - 世界のベンチャーエコシステムとの国際連携体制の構築(米国との架け橋PJ)、**連携先の更なる拡充(イスラエル、シンガポール、ベルリン等)**
 - 「世界で一番企業が活動しやすい国」となることを目指した、**事業者目線での規制・行政手続きコストの削減(外国企業の日本への投資活動に関する規制・行政手続きの抜本的な簡素化、起業・ベンチャー支援における行政手続きコストの削減の検討等)**
 - **研究開発型スタートアップの支援強化(NEDOの認定VCプログラム、産業革新機構や中小機構の伴走投資等)や大企業のコーポレートベンチャリング(CVC、アクセラレータ、M&A、スピンオフ等)の充実に向けた支援等(ベンチャーへのリスクマネー供給を促進)**

- 2020年に「グローバルベンチャーサミット」を開催し、さらに世界のベンチャーエコシステムとの連携を強化。
- 2022年までに、ベンチャー企業への投資額の対名目GDP比を倍増(現状の0.028%を0.056%へ)。

(参考)「ベンチャーチャレンジ2020」の概要

1. 地域と世界の架け橋プラットフォーム



2. 民間による自律的なイノベーションエコシステムの構築支援

＜大学・研究開発法人、大企業等の潜在力の発揮＞

- 産学官による世界レベルのグローバル・オープンイノベーションの推進【世界に通用する研究拠点の整備と大学改革の実行】
 - － 少なくとも5つの大学・研究法人について、世界のトップ人材や企業との共同研究施設を備えた、世界最先端の戦略研究拠点とすることを旨とする。
 - － 企業と大学双方のトップが関与した本格的な産学連携を実施する。大学は組織を挙げた産学連携体制を構築し、知財マネジメントを徹底する。
- 企業から大学・研究法人への投資3倍増を目指す（2025年まで）

- 世界レベルのイノベーション経営の実現
 - － 経済界によるイノベーション経営の実践とこれを後押しする政策の総動員

3. 新たな目標設定

ベンチャー企業へのVC投資額の対名目GDP比

2022年までに**倍増**

（※）現状：0.028%（2012-14年の3カ年平均）
（米：0.21%、スウェーデン：0.058%、韓：0.056%）

2.①.(5) AI次世代ロボット 目標逆算ロードマップ° (案)

A) オープンイノベーションエコシステムの構築

黒字：国内の既決の目標・取組 青字：国内外の新たな動向 赤字：事業者等から聴取した新たなニーズ

短期（～2020年）

中長期（2020年以降）

<4> World Robot Summitの開催

- World Robot Summit（2020年・本大会、2018年・プレ大会）に向けた、技術開発の加速（世界が注目する高度なロボット技術を内外から集結させて開発）と社会実装の促進（ロボットの具体的な利活用方法を広く提示）

2.①.(5) AI次世代ロボット 目標逆算ロードマップ（案）

B) 現場での利活用を促進する新たなルール・制度やインフラの構築

課題

- 様々な現場のデータを利活用するための制度・ルールが不十分。
- また、現在特段の規制等が存在していない分野（例：高度な人工知能研究等）については、国内だけでなく、国際的にも様々な議論が行われており、将来的な規制制度の在り方が不透明であり、ビジネスを推進する上での予見可能性が十分でない。
- さらに、AI次世代ロボットを安全かつ効果的に利活用するためのセキュリティや通信インフラを整備することが必要

黒字：国内の既決の目標・取組 青字：国内外の新たな動向 赤字：事業者等から聴取した新たなニーズ

短期（～2020年）

<1>AI次世代ロボットの導入に向けた新たなルール・制度の構築

- ものづくり、サービス、介護・医療、インフラ・災害対応・建設、農林水産業・食品産業等の重点分野における規制制度整備の着実な推進。
（「ロボット新戦略」平成27年1月23日）

※AI次世代ロボットに限らず、イノベーションの成果を活かした新しいビジネスモデルを確立させるためには「小さな失敗」を繰り返す試行錯誤が不可欠であり、新たなチャレンジを促進する制度枠組みとして、「日本版Regulatory Sandbox」などの導入も検討。

中長期（2020年以降）

- 規制制度整備の不断の見直しと更なる推進

2.①.(5) AI次世代ロボット 目標逆算ロードマップ（案）

B) 現場での利活用を促進する新たなルール・制度やインフラの構築

黒字：国内の既決の目標・取組 青字：国内外の新たな動向 赤字：事業者等から聴取した新たなニーズ

短期（～2020年）

中長期（2020年以降）

<2>データ利活用のための制度・ルール

- 以下を始めとするルール・制度整備の具体化を速やかに検討し、実現していく。
 - データベースやAI学習済みモデル等の知的財産としての保護に関する制度整備（データベースの無断複製・譲渡の禁止等）【不正競争防止法等】
 - 欧州等で進められるデータの「ポータビリティ」*1や「オーナーシップ」*2の議論も踏まえた、国際的にも遜色のない制度整備
 - *1:各個人が自己のデータを受け取り、また、その意思によりデータを移転させる権利
 - *2:法律や契約に基づいてデータの利活用権限の明確化を図ろうとする考え方
 - パーソナルデータストアなどの具体的なプロジェクトの創出を通じて、個人の関与の下、個人に関する多様なデータが流通する市場の創設
 - 事業者間のデータ流通については、先行事例を発掘・展開するとともに、契約ガイドライン等を整備し、リアルデータの流通市場実現

<3>サイバーセキュリティの強化

- 来年春を目途に、IPAに「産業系サイバーセキュリティ推進センター（仮称）」を設置。
- 分野別セキュリティガイドラインの策定検討。
- 不具合が生じた場合の影響が重大である場合には、セキュリティ対策の義務化も検討。

- EU Digital Single Market 構想の実現

（デジタル単一市場の構築により、①ネットアクセスの改善、②ビジネス環境の整備、③経済成長と雇用創出を実現）

(参考) EU Digital Single Market Strategy

- 欧州委員会は、2015年5月に三本の柱、16のアクションからなるデジタル単一市場戦略を発表。国別の規制の壁を解体、28カ国の市場から単一市場に移行することが狙い。

デジタル単一市場戦略

I 消費者と事業者のための
デジタルによるモノとサービスへのよりよいアクセス

II 繁栄のためのデジタル
ネットワークと革新的サービスの
ための同等水準の競争条件
と適正な環境の構築

III デジタル経済の成長潜在力の
最大化

- ①簡素で効率的な越境契約ルール of 立法提案
- ②消費者保護協力についての規則の見直し
- ③安価で高品質な越境荷物配送
- ④ジオブロッキング廃止のための立法提案の準備に向けた幅広い見直し
- ⑤オンラインのモノの貿易とオンラインのサービス供給に関し、電子商取引分野に影響を与える競争上の懸念の特定
- ⑥デジタルコンテンツへのよりよいアクセスのための近代的かつより欧州的な著作権フレームワークの構築
- ⑦衛星・ケーブル放送指令の見直し
- ⑧越境販売の負担や障害となる付加価値税の削減

- ⑨欧州テレコム規制の見直し
- ⑩オーディオビジュアルメディアフレームワークの見直し
- ⑪オンラインプラットフォームの役割についての包括的分析
- ⑫eプライバシー指令の見直し
- ⑬サイバーセキュリティについて産業界とのパートナーシップの提案

- ⑭データのオーナーシップ、データの自由な流通、欧州クラウドのイニシアティブ
- ⑮標準化と相互運用のための優先事項の特定
- ⑯包括的なe社会（デジタルスキルと専門性、e-government）

(参考) データベースの保護 各国制度比較

- 日・米・EUとも、創作性が認められるデータベースについては、著作権法で保護。
- 他方、創作性が認められないデータベースについては、EUでは「特別な権利」を付与する形で保護している一方、日米では、そのような権利を付与する制度はない。

※日米では、創作性が認められないデータベースでも、非公開の場合は「営業秘密」として保護される他、不法行為法等の行為規制により、一定の保護が与えられる場合もある。

	EU	日本	米国
創作性あり	著作権法による保護		
創作性なし	<p>Sui generis right (特別権)</p> <p>内容：データベースのコンテンツの実質的な部分を抽出する行為及び／又は再利用する行為を禁止する権利</p>	(なし)	(なし)

(参考) 海外の重要インフラのサイバーセキュリティ対策について

- 米国は、2015年に制定した「サイバーセキュリティ法」により、サイバーセキュリティ脅威情報を官民で共有する手続きを規定。
- EUは、2016年に採択した「ネットワーク及び情報セキュリティ指令」により、加盟国に対して、重要インフラ事業者による政府へのインシデント報告を義務化することを求めている。ドイツは当該指令を見越して、2015年に「ITセキュリティ法」を制定し、情報セキュリティ庁へのインシデント報告等を義務化。

アメリカ

【重要インフラ分野（16分野）】

化学、商業施設、通信、重要製造業、ダム、防衛産業基盤、緊急対応サービス、エネルギー、金融、食料・農業、政府施設、ヘルスケア・公衆衛生、情報技術、原子炉・核物質・核廃棄物、輸送システム、水・排水システム

【サイバーセキュリティ法（2015）】

サイバーセキュリティ脅威情報を官民で共有する手続きと、これに従い情報共有を行った民間主体等が免責を受ける旨を規定。

※法案提出時に記載があった、指定重要インフラ事業者に対するサイバーセキュリティポリシーの作成義務、政府による評価措置は、米国産業界からの強い反対を受けて削除。

EU

【重要インフラ分野（7分野）】

エネルギー、交通・輸送、銀行、金融、医療、水、デジタルサービス

【ネットワーク及び情報セキュリティ指令（2016）】

加盟国に対して、①サイバーセキュリティ国家戦略の策定、②政府としての情報交換組織・CSIRTの設置、③国内の重要インフラ分野の指定、④重要インフラ事業者に対して政府へのインシデント報告義務を課すこと、を求めるもの。

シンガポール

【重要インフラ分野（11分野）】

金融、行政、ヘルスケア、緊急サービス、メディア、エネルギー、水道、情報通信、空港、港、鉄道

【コンピュータ悪用防止及びサイバーセキュリティ法（2013）】

内務大臣が事業者に対して、サイバー攻撃等に係る重要情報を共有するよう指示できる旨を規定。（共有は義務でない）

ドイツ

【重要インフラ分野（7分野）】

エネルギー、ICT、水、食料、医療、金融、交通

【ITセキュリティ法（2015）】

重要インフラ事業者に対して、①サイバーセキュリティに係る最低限の基準を満たしていることについて情報セキュリティ庁の証明を得ること、②2年ごとにセキュリティ監査等を受けること、③サイバー攻撃と思われる事象が発生した場合に情報セキュリティ庁へ報告することを義務化。

2.①.(5) AI次世代ロボット 目標逆算ロードマップ（案）

B) 現場での利活用を促進する新たなルール・制度やインフラの構築

黒字：国内の既決の目標・取組 青字：国内外の新たな動向 赤字：事業者等から聴取した新たなニーズ

短期（～2020年）

<4>国際標準化推進体制の強化

- グローバル競争において優位を獲得するために標準を策定するために望ましい制度のあり方を検討。
 - 標準化制度の見直し
（「モノ」に加え、「サービス」に拡大）
 - 規格策定のスピードアップのための官民の役割分担の見直し
 - 専門人材の育成

<5>第5世代移动通信システム（5G）の実現

- 2020年の5G実現に向けて、5Gの社会実装を念頭に、
 - 2017年度からAI次世代ロボット等の利活用分野における総合的な実証試験の実施を検討
 - 5G用の周波数等に関する国際的動向を踏まえ、5G用周波数確保に向けた基本戦略の早期策定を検討

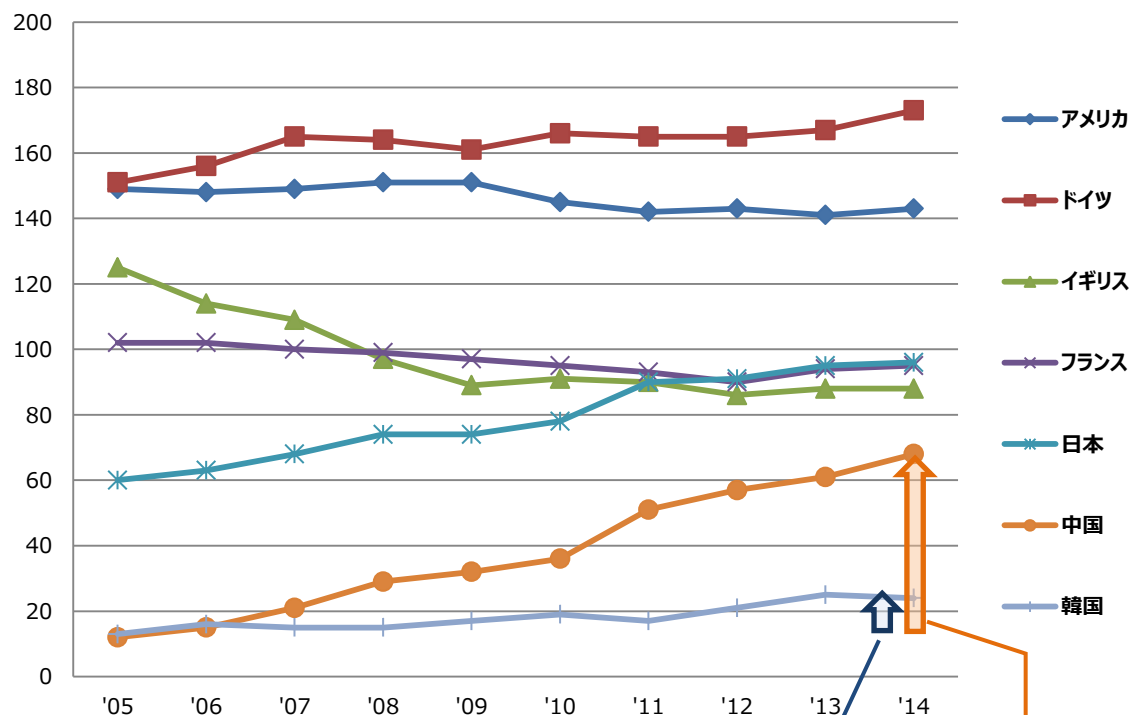
中長期（2020年以降）

- 迅速かつ効果的な国際標準の獲得・利活用による国際競争力の強化。

国際標準化機関の要職で急速に増す中国・韓国の存在感

- 中国・韓国は、国際標準化機関の要職への就任や企業単位の標準化体制の強化等により、その存在感・影響力を急速に増大させている。

ISO/IEC国際幹事引受数の推移



韓国：10年で
2倍

中国：10年で
6倍

中国

- **ISO会長**：張曉剛 氏
(鞍山鋼鉄集団董事長)
- **IEC副会長**：舒印彪 氏
(中国国家電網公司總經理)
- **ITU事務総局長**：趙厚麟 氏
(元通信系官僚)

韓国 (サムスン)

- ✓「サムスンは標準化部門に150人を配置し、7,200万ドルを使用」
- ✓「人事評価に標準化への取組が入っており、技術者が熱心に活動」

出所：企業ヒア、JETROソウル 知財ニュース

2.①.(5) AI次世代ロボット 目標逆算ロードマップ° (案)

C) 人材の強化

課題

- ハードとソフトの融合によって新たな製品・サービスを創出できる人材の強化。
- AI次世代ロボットの社会実装にあたり、ディープラーニング等を活用して、大企業、中小企業の双方に対して、それぞれが抱える課題（ニーズ）の解決策を提示しうる人材が圧倒的に不足。

黒字：国内の既決の目標・取組 青字：国内外の新たな動向 赤字：事業者等から聴取した新たなニーズ

短期（～2020年）

<1>初等中等教育、高等教育段階におけるIT・データスキルの育成の充実

- 2020年からの必修化に向けた初等中等教育におけるプログラミング教育の充実
- 省庁横断の「人材育成推進会議」でIT・データ等の今後の産業界のニーズを吸い上げ、職業訓練や教育機関（実践的な職業教育を行う新たな高等教育機関等）にインプット

<2>データサイエンス、ディープラーニング専門人材の創出

- データサイエンティストのスキル標準の普及・拡大
- ディープラーニング技能検定制度の創設の検討

中長期（2020年以降）

- データ人材の育成・獲得に向けて、
 - ①ベースリテラシーの向上
 - ②専門家育成
 - ③リーダー層育成の3層それぞれでの取組を強力に推進。

2.①.(5) AI次世代ロボット 目標逆算ロードマップ（案）

C) 人材の強化

黒字：国内の既決の目標・取組 青字：国内外の新たな動向 赤字：事業者等から聴取した新たなニーズ

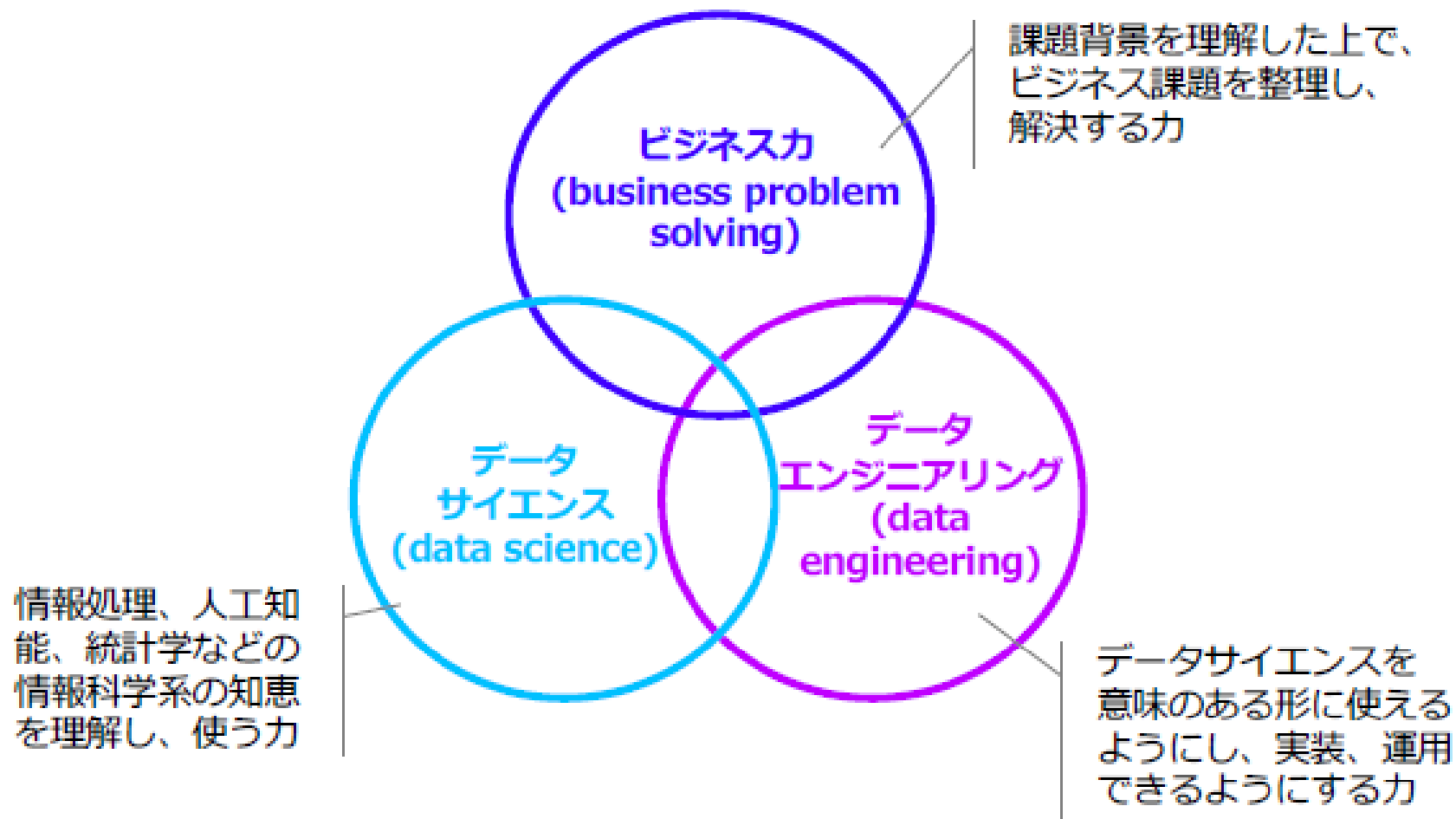
短期（～2020年）

中長期（2020年以降）

<3>ハードとソフトの融合等により生み出される新たな製品・サービスを創出するデザイナーの育成

- 経営層の高度デザイン人材を育成するため、大学院へのデザイン教育カリキュラムの導入を促進
- 実務層の高度デザイン人材を育成するための実践的な職業教育を行う新たな高等教育機関創設の検討

(参考) データの力を解き放つための3つのスキルセット



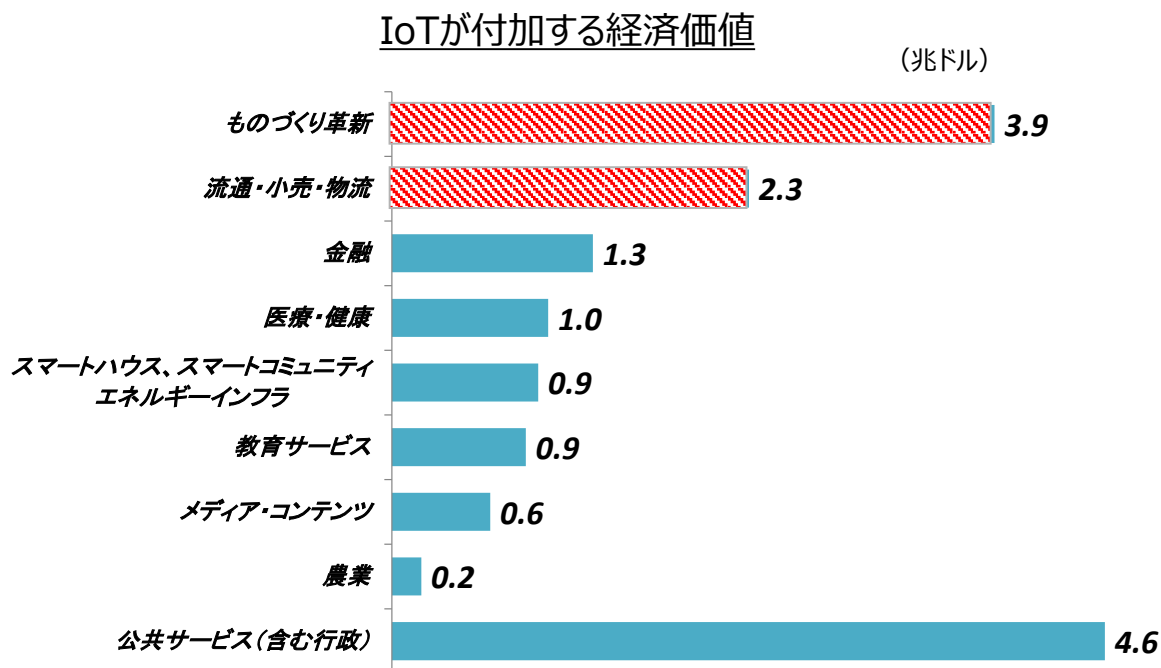
資料：データサイエンティスト協会プレスリリース (2014.12.10) <http://www.datascientist.or.jp/news/2014/pdf/1210.pdf>

出所：安宅委員資料より抜粋

2.② スマートサプライチェーン

2.②.(1) スマートサプライチェーンのポテンシャル

- 第4次産業革命の技術革新により、開発、製造、販売、消費のあらゆる段階のデータをリアルタイムに取得し利活用可能となることで、下記が実現。「いつでもどこでも手に入れる」という価値を提供。
 - ① **製品・サービスの高度化**: 個々のニーズに即した革新的な製品・サービスの創出
 - ② **サプライチェーンの最適化**: 開発、製造、販売、消費がデータで繋がった、無駄のないサプライチェーン
 - ③ **製造プロセスの安全・低負荷化**: 過酷、過重な労働からの解放された製造プロセス
- 製造現場、物流等の効率化及び新たな製品・サービスの創出を通じて、グローバルには10年間の累計で、**ものづくり約3.9兆ドル、流通・小売・物流2.3兆ドルの経済価値の創出**が見込まれている。



(出典) CISCO、McKinseyレポートを基に経済産業省分類・統合

2.②.(2) スマートサプライチェーン 現在の日本の立ち位置（強みと弱み）

- スマートサプライチェーンの構成要素における、日本の強みと弱み（競争環境）は、次の通り。
 - 日本はデータ取得のチャンネル（製品・機器等）を世界中に保有。潜在的なリアルデータの量は豊富。
 - データの利活用・分析ツール（製品開発～製造現場～経営管理をつなぐソフトウェア）は欧州が先行。
 - データ連携(機器間、企業内、企業間)は、日米欧いずれも実証段階で横一線。

検証中

項目	要素	強み・弱み	競争の状況
データ取得の チャンネル (製品・機器等)	製品	産業用ロボット	○ 日系シェア56.5% 欧州系25.2%
		自動車	○ 欧州系31.3% 日系シェア23.9%、米国系17.4%
		工作機械	○ 中国系32.9%、欧州系 29.3%、日系シェア20.6%
	機器	工作機械用制御盤 CNC (Computerized Numerically Controlled)	○ 日系シェア60.1%、欧州系34.5%
		機器制御装置PLC (Programmable Logic Controller)	○ 三菱電機18% (世界1位)
		製造実行システムMES (Manufacturing Execution System)	△ 富士通、NEC、IBM、SAP、Siemens
	CMOSイメージセンサ	○ 日系シェア45.5%、米国系28.3%、韓国系16.9%	
データの利活用・ 分析ツール	全体管理 基幹システムERP システム (Enterprise Resources Planning)	×	SAP26%、ORACLE 17%、Microsoft 11%
	製品開発 システム	×	Siemens(Team Center)、Dassault、PTC
データ連携 (コンソーシアム)(機 器間、企業内、企 業間)		—	日IVI 約200企業参加、スマート工場実証事業(14か所実施 中) 独I4.0 260企業(オンラインマップに登録 33のイノベーシ ョンプロジェクト、米IIC 約230社(2016年4月時点)

2.②.(3) スマートサプライチェーン 今後の競争戦略のポイント

【今後の戦略（案）】

- 日本は、製造現場における個々の機器や最終製品の世界的に高いシェアを背景に、潜在的に豊富なリアルデータを取得し、利活用を進めて行く素地があり、グローバルなバリューチェーン構築競争で勝ち抜くために、この強みを最大限活かしていく必要。
- その上で、最大の鍵は、現在、日米欧で横一線の状況にある、サプライチェーン全体（製造～物流～流通～小売）におけるデータ連携を、今後どれだけ進めて行けるか、という点。
- 特に、現状、日本の大企業においても、機器間、企業内のデータ連携は着手済みである一方、企業間の連携には至っていない点、また中小企業においては、機器間、企業内すらデータ連携には至っていない点、を今後いかに克服できるか、が焦点。
- さらに取得したデータを如何に有効活用するかという観点から、データ利活用を促進する制度・ルールの整備も急務。
- こうした取組を通じて、先進的なスマートサプライチェーンを構築し、ユーザーにとって競争領域である現場のノウハウはそれぞれの現場に温存しつつも、非競争領域であるサプライチェーン間のモノの移動（受発注等）データを共有することで全体システムの最適化、競争力強化を進める。

2.②.(4) スマートサプライチェーン 目標と今後の取組

【今後の取組】

A) 国際連携による共同実証の実施と国際標準化の推進

B) データ連携・利活用を促進する制度・ルール

黒字：国内の既決の目標・取組 青字：国内外の新たな動向 赤字：事業者等から聴取した新たなニーズ

【2020年までの目標】

'20年目処 工場や企業の枠を超えて共有・活用する先進システムを、全国50箇所で創出。ドイツとも協力し、国際標準化。

(海外)

IICと独PFI4.0がデファクト化に向け連携
(国際標準の構築等)

【2020年以降の目標】

'30年目処 工場内外、企業系列内外をデータ連携により最適化されたサプライチェーンの構築

(海外)

'25年目処 中国 製造2025

※2025年までに製造強国化を実現

'35年目処 ドイツ Industrie 4.0の実現

※2025年までに米中を抜き輸出世界第1位に

2.②.(5) スマートサプライチェーン 目標逆算ロードマップ（案）

A) 国際連携による共同実証の実施と国際標準化の推進

課題

- データ連携・利活用による具体的なメリットが不透明。
 - 一定量的なデータ利活用効果
 - ディープラーニング等の革新的技術と結び付いた新たなビジネスモデルの具体像
- 導入コスト・リスクの存在
 - ノウハウ流出のリスク
 - セキュリティリスク
 - 設備導入コスト
 - 現場のデータ利活用人材が不足

黒字：国内の既決の目標・取組 青字：国内外の新たな動向 赤字：事業者等から聴取した新たなニーズ

2.②.(5) スマートサプライチェーン 目標逆算ロードマップ（案）

A) 国際連携による共同実証の実施と国際標準化の推進

黒字：国内の既決の目標・取組 青字：国内外の新たな動向 赤字：事業者等から聴取した新たなニーズ

短期（～2020年）

<1> 国際連携による共同実証の実施

- IoT推進コンソーシアム(2387社, 平成28年9月20日)を創設。ドイツI4.0、アメリカIICとの間で連携協定を締結。国際的実証(テストベッド)を共同で推進。
 - ①製造現場と物流間等の企業間連携、②中小企業群によるサービス連携等を含む「先進的システム」を2020年目途で50カ所創出する方針。
（「未来投資のための官民対話」、安倍総理指示）
 - 「定量的なデータ利活用効果の見える化」、「国際標準化推進のためのデータ収集」「セキュリティのチェック」等を進める。さらに、これらを踏まえ、「具体的な標準規格の策定」、「データ利活用における規制制度等の課題の抽出」等を進める。
 - 具体的には、例えば、以下の実証を実施中。
 - (i) スマートサプライチェーンの標準システム
 - (ii) 製造現場と物流間等の企業間連携
 - (iii) 中小企業群によるサービス連携
 - 今後は、さらに中小工場のスマート化・データ連携するサプライチェーンへの参画を後押しするプロジェクト等についても検討を進めていく。

中長期（2020年以降）

- 2025年目処
「中国製造2025」
※2025年までに製造強国化を実現
- '35年目処 ドイツ
Industrie 4.0の実現
※2025年までに米中を抜き
輸出世界第1位に
- 2030年目処で、工場内外、企業系列内外をデータ連携により最適化されたサプライチェーンを構築

2.②.(5) スマートサプライチェーン 目標逆算ロードマップ（案）

A) 国際連携による共同実証の実施と国際標準化の推進

黒字：国内の既決の目標・取組 青字：国内外の新たな動向 赤字：事業者等から聴取した新たなニーズ

短期（～2020年）

<2> 国際標準化の推進

- 当初から国際標準化を目的とし、業種を越えた企業からなる「スマートマニュファクチャリング標準化推進委員会（事務局：産総研）」を設立
- 関連設備導入のコスト低減及びグローバルマーケットの獲得

<3> 中小企業等の現場におけるデータ利活用能力の底上げ

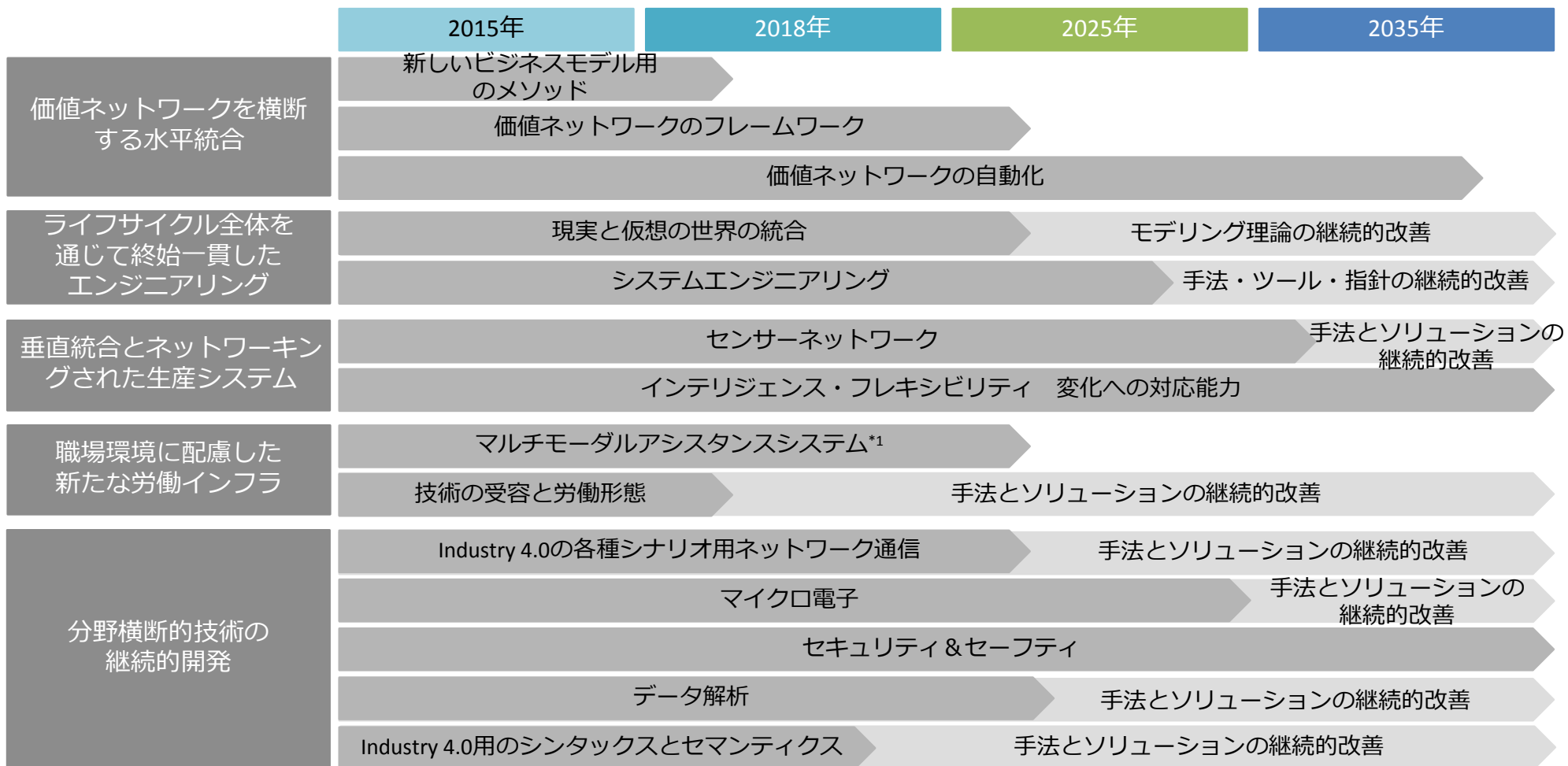
- 中小企業の現場に直接出向いて導入支援を行う「スマートものづくり応援隊」を全国5ヶ所から3年以内に40ヶ所以上に拡充

中長期（2020年以降）

【再掲】

- 2025年目処
「中国製造2025」
※2025年までに製造強国化を実現
- '35年目処 ドイツ Industrie 4.0の実現
※2025年までに米中を抜き輸出世界第1位に
- 2030年目処で、工場内外、企業系列内外をデータ連携により最適化されたサプライチェーンを構築

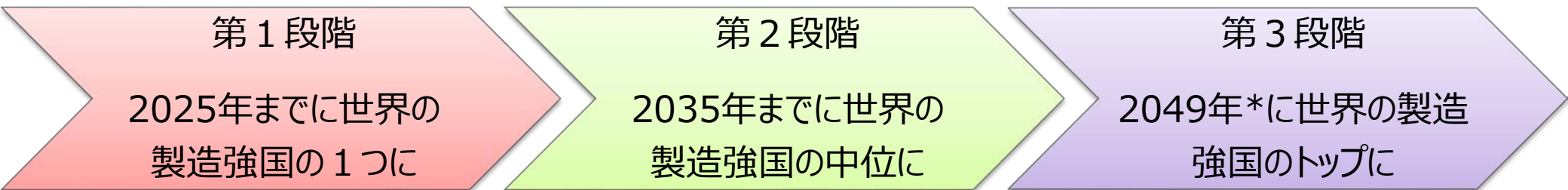
(参考) Industry 4.0の実現に向けたロードマップ^o



^{*1}: マルチモーダルアシスタンスシステム=従業員の作業の支援等を行う産業用システム

出所: 「インダストリー4.0実現戦略プラットフォーム・インダストリー4.0調査報告」(日本貿易振興機構、2015/8)

(参考)「中国製造2025」の概要



2020年および2025年における製造業の主要目標

*建国100周年

項目	指標	2013年	2015年	2020年	2025年
イノベーション能力	一定規模以上の製造業の研究開発費に関する内部支出が主要営業収入に占める割合	0.88%	0.95%	1.26%	1.68%
	一定規模以上の製造業の主要営業収入1億元あたりの有効発明特許数	0.36件	0.44件	0.70件	1.10件
品質と効率	製造業の品質競争力指数	83.1	83.5	84.5	85.5
	製造業の付加価値率の向上	-	-	2015年比で2ポイント増加	2015年比で4ポイント増加
	製造業全体の労働生産率の成長率	-	-	7.5%前後 (2016~2020年平均)	6.5%前後 (2021~2025年平均)
情報化と工業化の融合	ブロードバンド普及率	37%	50%	70%	82%
	デジタル化研究開発デザインツールの普及率	52%	58%	72%	84%
	キープロセスの数値制御率	27%	33%	50%	64%
グリーン発展	一定規模以上の企業の工業付加価値額におけるエネルギー消費の削減率	-	-	2015年比で18%低下	2015年比で34%低下
	企業の工業付加価値額における二酸化炭素排出量の削減率	-	-	2015年比で22%低下	2015年比で40%低下
	企業の工業付加価値額における用水量の削減率	-	-	2015年比で23%低下	2015年比で41%
	工業の固体廃棄物の総合利用率	62%	65%	73%	79%

(出所) 国務院「『中国製造2025』の通知」を基に作成

(参考) サプライチェーンのデータ連携の状況

- 予知保全・機器間のデータ連携など、各フェーズにわたって各国で実証・プロジェクトの動き。日本においても民間の動向を勘案しつつ、実証事業を展開。

フェーズ・類型		スマート工場実証	Industrial Value Chain Initiative (日本)	Industrie 4.0 (ドイツ)	Industrial Internet Consortium (米国)
機器の予知保全		実証	予知保全PF		予知保全テストベッド等
機器間のデータ連携			設備管理PF	「柔軟な工場」	機器の知能化テストベッド
企業内のデータ連携 (現場と経営)		実証	計画実績連携PF 生産技術情報PF 現場情報管理PF		「生産現場の作業者支援」
企業間のデータ連携	共同受発注 (製造シェアリング等)		実証	企業まるごとPF	
	在庫・物流	企業間連携PF		バリューチェーンワイドの物流連携	追尾・追跡テストベッド
	設計・提案			スマート製品開発等	
製品・保守			保守サービスPF	「付加価値ベースのサービス」等	

(参考) サプライチェーンのデータ連携 – 我が国における取組

- 工場・企業の枠を超えてデータを共有し、各企業の生産性を劇的に向上させるとともに、多様な需要に機動的に対応するサプライチェーンを構築するべく、各種の取組を推進中

	先進事例の創出	国際標準化の推進	中小企業対策	規制合理化	基盤整備
政策の考え方	<ul style="list-style-type: none"> ● 製造業の第四次産業革命への対応は新たな技術の利活用等を伴い、費用対効果や課題が見えにくい。このため、まずは数多くのトライアルを行うことが極めて重要。 ● トライアルを通じ、明らかとなった課題を解決していくアプローチが有効であり、民間事業者の先進的な取組を促す施策や、取組事例の見える化を図ることが有効。 	<ul style="list-style-type: none"> ● これまで“つながっていなかった”間を“つなぐ”ためには、競争領域に関連するデータを適切に峻別した上で、必要最低限のデータが関係する者の間を流れるようにするデータのフォーマット（データプロファイル）の作成・標準化が重要。 	<ul style="list-style-type: none"> ● エンジニアリング・チェーンやサプライ・チェーン、さらには各々のチェーン間が“つながる”ことが重要。このため、大企業だけでなく中堅中小企業が“つながる”ための体制構築が必要。 ● その際、系列等の特定のチェーンごとの“つながる”仕組みではなく、多様な企業間が柔軟に“つながる”ことが可能な仕組みとすることが重要 ※ 標準化とも深く関係 	<ul style="list-style-type: none"> ● 技術の進展や先進事例の取組等を通じて明らかとなった制度面の課題に対して迅速に対応する。 	<ul style="list-style-type: none"> ● サイバーセキュリティ対策や人材育成、研究開発を進めるほか、通信環境等の基盤整備に取り組む。

取組内容	スマート工場実証事業 * 先進事例創出の支援 * データ流通に必要な「データプロファイル」作成		スマートものづくり応援隊 * 中小企業IoT等活用を専門家が支援		製造現場へ最新のIoT機器が迅速に導入できるよう、 製造現場の規制 に関し、 国際標準 を国内規制に速やかに取り入れる仕組みの構築 等
	ロボット革命イニシアティブ協議会				
	ユークース・アクション・グループ * 先進事例の見える化。 * 事例を公募。結果を取りまとめ。 * オンラインで公表＋冊子化し配布（IoT活用事例集（仮称））	国際標準化・アクション・グループ * I E C・I S O専門家による議論 * ドイツ等との専門家会合	中堅中小企業・アクション・グループ * 低コストで手軽に使える「 中小企業向けIoTツール 」を募集・公表。 * 中小企業のIoT活用の先進事例を公募中（11月末〆切）。今後結果を公表予定。		ものづくり IoTシステムのセキュリティ対策に関する留意事項を調査・整理しオンラインで公表 等

2.②.(5) スマートサプライチェーン 目標逆算ロードマップ（案）

B) データ連携・利活用を促進する制度・ルール

課題

- 現状において、個別企業が自らの製品を梃子にしてデータを活用したサービスプラットフォームを構築する動き（GE、コマツ、ファナック等）が進展。
- その一方で、企業・業種の壁を越えたデータ利活用の円滑化に向けては、メリットが不透明であるとの声に加えて、関連ルールが一部不明確であったり、データベースの保護等が不十分である等の課題が存在。

短期（～2020年）

中長期（2020年以降）

<1>データ連携・利活用を促進する制度・ルール

- 以下を始めとするルール・制度整備の具体化を速やかに検討し、実現していく。
 - 【省エネ法】複数事業者間でデータを連携・利活用することで、サプライチェーン全体で業務効率化が図られることを踏まえ、現行法上、事業者単位で求められている省エネ目標を、複数事業者が連携して達成することも認める制度の検討。（「連携省エネ」制度の創設）
 - 【高圧ガス保安法関連】
 - ✓ IoT等の新技術を導入した事業者に対して、検査時期の柔軟化等、インセンティブを付与する高圧ガス保安法上の「スーパー事業所認定制度」を開始
 - ✓ データの利活用を円滑に行う環境を整備するとともに、保険会社及び金融機関と連携し、事業者を評価する仕組みを整備・支援。将来的な海外展開の検討も行う
 - 【労働安全衛生法関連】製造現場へ最新のIoT機器が迅速に導入できるよう、製造現場の規制に関し、国際標準を国内規制に速やかに取り入れる仕組みの構築（労働安全衛生法上の「防爆規制」の対応迅速化を求める声あり）

- 制度・ルールの不断の見直しと更なる推進

2.③ スマートバイオ (AI×バイオによるスマートセルインダ^ストリー)

2.③.(1) スマートバイオ(AI×バイオによるスマートセルインダストリー)のポテンシャル

- バイオ分野は、ゲノム解析等のコスト・時間の低減により、得られる生物情報の量が急増。生物情報を収集・蓄積（ビッグデータ化）し、人工知能(AI)等によって解析することで、ゲノム配列と生物機能の関係を解明し、生物機能を最適設計し、産業利用することが可能に。
- 2030年の世界のバイオ市場は1.6兆ドル（約180兆円）に成長すると予測（OECD）。うち約4割を占める「ものづくり・エネルギー分野」はEmerging Marketとして、横一線の競争が開始。

ゲノム解読コストの低減・短時間化

解読コストが7年前の1/1万
 (※ヒトゲノム計画時(1990年)と比して1/百万以下)

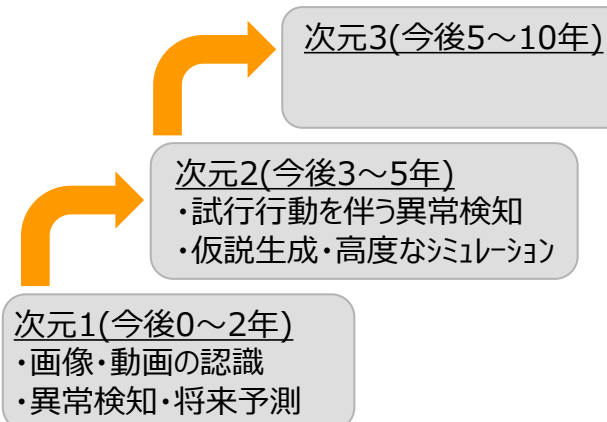


(cf.) 1990年 (ヒトゲノム計画時) 30億ドル 13年 → 現在 1000ドル、1日

全ての生物情報を安価にデジタル化

IT/AI技術の進化

ディープラーニング等によりAI技術が非連続に発展



AIによりゲノム配列と生物機能の関係解明が進みデザイン可能に

ゲノム編集技術の登場

デザイン通りに生物機能を合成する技術が登場

2013年初めにゲノム編集技術（クリスパーキャス：CRISPR-Cas9）が登場。



→固有の特性を人工的に付加した生物の作製が可能に

狙った生物機能の発現が可能に

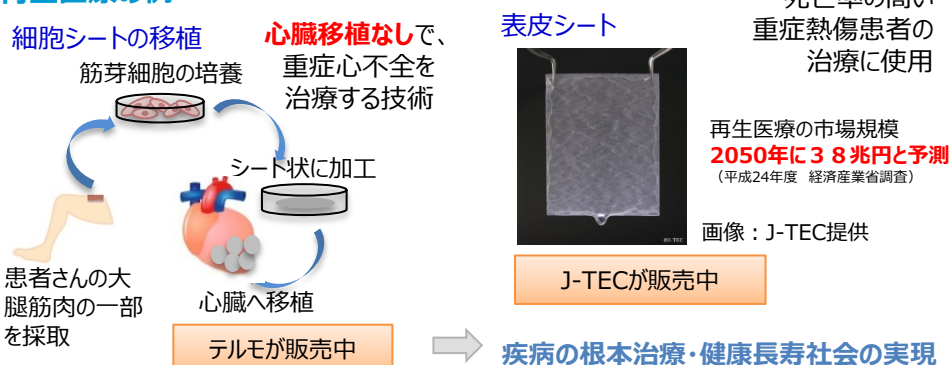
高度に機能がデザインされ、機能の発現が制御された生物細胞（スマートセル）により、これまで利用し得なかった“潜在的な生物機能”を引き出し、利用することが可能に

(参考) スマートバイオ(AI×バイオによるスマートセルインダストリー)のポテンシャル

- BD・AI による「第4次産業革命」との融合により、様々な産業分野で大きなパラダイムシフト。
- **新たな機能性物質の創出**や**石化製品の代替**を通じ、資源枯渇や食糧問題などの地球規模の課題を解決する処方箋となる可能性。

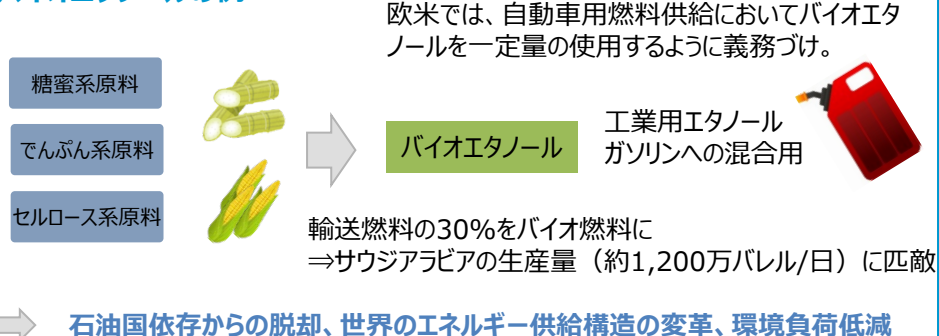
医療・ヘルスケア分野：従来は不可能だった根本治療の実現

●再生医療の例



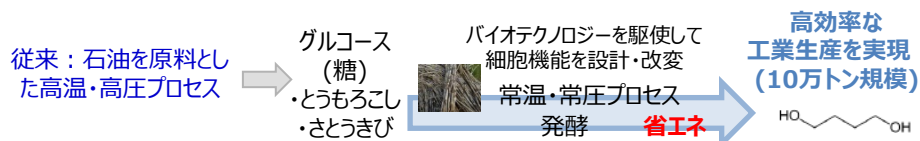
エネルギー分野：バイオ技術によるエネルギー代替の生産

●バイオエタノールの例

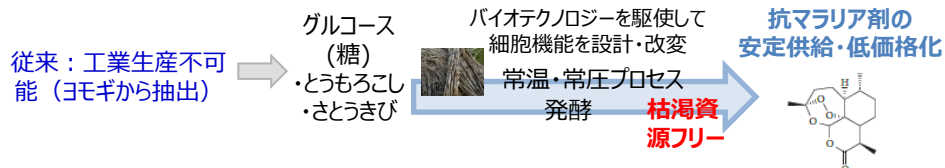


工業（ものづくり）分野：製造プロセスの抜本改革

●化学産業プロセスからの脱却：1,4-ブタンジオール（高機能プラスチックの原料）の例



●生産困難な物質の生産：アルテミシニン（抗マラリア剤）の例



→ 超省エネ（常温・常圧）プロセスの実現、資源の枯渇懸念からの脱却

食糧分野：世界の飢餓を改善、食糧問題を回避

世界の遺伝子組換え作物の栽培面積



単位 100万

組換え作物の耕作面積は急速に拡大
(1億8150万ha = 日本国土の4.8倍)

世界の大豆の83%、コーンの29%が遺伝子組換え作物
(栽培面積ベース、2015年)

●組換え植物等の例

- **害虫抵抗性**
(作業簡素化、農薬懸念フリー)
⇒化学農薬の使用量減少
(20年間で▲37%※)



- **長期保存性**
(食糧廃棄削減)



- **環境耐性**(乾燥耐性など)

→ 人口増加(97億人/2050年)に伴う食糧確保に寄与

2.③.(2) スマートバイオ(AI×バイオによるスマートセルインダストリー)に関わる日本の強み・弱み

- 各要素技術における、日本の強みと弱み（競争環境）は、次のとおり。
 - ① **ゲノム配列分析**: 分析装置のコモディティ化により、データ収集環境は横一線。
 - ② **機能解析**: AI技術を用いた解析競争に突入。今後、日米欧の競争が本格化。
 - ③ **編集技術**: 米国が革新的なゲノム編集技術を確立（CRISPR-Cas9システム）。
当該技術の産業利用に際しては高額の利用料が求められるため、競争上の軛に。
 - ④ **生産技術**: 日本は伝統的に、産業化に当たって不可欠となる発酵技術や生産管理技術に強み。

項目	要素	強み・弱み	競争の状況	検証中
ゲノム情報	データベース	—	主要モデル生物のゲノム配列情報はオープン化（一部の微生物や植物ゲノムについては日本からデータ公開）	
	分析技術	DNAシーケンサ	×	米LifeTechnonogies 50.8%, 米Illumina 30.5% ※分析装置はコモディティ化が進展
機能情報	データベース	△	日米で微生物情報等について一部データベース化（米：DOE研究機関、日：製品評価技術基盤機構(NITE)等）	
	分析技術	生化学分析装置 蛋白質解析装置	△	日系58.4%、米国系15.3%、欧州系14.7% 米国系91.3%、欧州系8.7%
データによる 機能解析・ 予測	人工知能を活用した解析技術	—	人工知能等を活用した解析勝負が始まったところ、横一線	
編集技術	CRISPR-Cas9	× (△)	最新技術は米国が保有、ライセンス料の懸念 ※一方、日本国内にもシーズ技術が存在	
生産技術	発酵・培養技術	○	高付加価値アミノ酸生産で世界トップシェア（5割以上）	

2.③.(3) スマートバイオ(AI×バイオによるスマートセルインダストリー) 今後の競争戦略のポイント

【日米欧の競争戦略】

- 欧米は、先行する医療・ヘルスケア分野を中心に、ヒトゲノム・データを蓄積。米国において確立された革新的な編集技術を活用し、バイオものづくり分野（素材、エネルギー、農水畜産品等）への応用においても競争優位の確立を狙う。
- 日本には、伝統的に微生物や植物等に関するゲノム解析・機能解析の基盤が存在。これらのデータを集約させ、ディープラーニング等を用いて機能解析を一気に加速。日本が強みを有する生産技術を梃子にバイオものづくり分野（素材、エネルギー、農水畜産品等）の産業化を進める。

【今後の戦略（案）】

- バイオの戦略分野としては、日本の伝統的な強みである微生物による発酵技術等の生産技術を活かせる、バイオものづくり分野は有望。

※日本は、伝統的に発酵技術の産業化利用に長けており（発酵食品の多さなど）、現に高付加価値アミノ酸生産では世界トップシェア（5割超）。

- 日本が、自らの強みを活かし、バイオものづくり産業の国際競争に勝ち抜くためには、
 - ① 我が国の保有する微生物・生物情報の集約化（バイオのリアルデータプラットフォーム）
 - ② AIによる生物機能解析とゲノム編集技術開発等を行う環境整備（「AI×バイオ」拠点）
 - ③ 世界に先駆けて産業化を推進するための新たな制度・ルールの構築が重要。

2.③.(4) スマートバイオ(AI×バイオによるスマートセルインダストリー) 今後の競争戦略のポイント

【今後の取組】

- A) バイオのリアルデータプラットフォームの構築
- B) 世界最先端の中核拠点の構築
- C) 産業化に向けた新たな制度・ルールの整備

黒字：国内の既決の目標・取組 青字：国内外の新たな動向 赤字：事業者等から聴取した新たなニーズ

【2020年までの目標】

'20年 バイオの国内生産市場を現状3兆円から
●兆円へ

【2020年以降の目標】

'30年 バイオの国内生産市場を現状3兆円から
●兆円へ

(海外)

'30年 石油由来製品の30%を生物由来に
置き換え。(欧州)

'30年 石油由来燃料36%を代替。
170万人の雇用と23兆円の市場創出
(米国)

2.③.(5) スマートセルインダストリー 目標逆算ロードマップ（案）

A) バイオのリアルデータプラットフォームの構築

課題

- 新たなバイオ市場の獲得にあたっては、希少生物を含む、多様なゲノム情報等をビッグデータ化したうえで、ディープラーニングをはじめとする人工知能等を活用することが必要。
- 今後、生物資源の国際間移動が難しくなってくる（生物多様性条約；名古屋議定書）ことが予想される中、国内に保有する生物資源および機能情報を集約化（ビッグデータ化）することが国際的な競争の鍵。

黒字：国内の既決の目標・取組 青字：国内外の新たな動向 赤字：事業者等から聴取した新たなニーズ

短期（～2020年）

<1> バイオのリアルデータプラットフォームの構築

- 今後伸ばしていくべき「バイオものづくり分野」を中心に、微生物・植物等のゲノム情報・機能データを官民の研究機関等と連携して収集し、相互に活用できるリアルデータプラットフォームを構築。
- NITEや遺伝研等が保有する微生物・植物等の生物資源を活用し、生物機能データ等を収集・解析。
- 利便性の高いユーザーインターフェイスやAPIの解放による多様な解析ツールの提供などを進め、利用者の利便性を高める設計とすること等を検討。

中長期（2020年以降）

- リアルデータプラットフォームの継続的な充実を通じ、一層の研究開発・産業化の推進

2.③.(5) スマートバイオ(AI×バイオによるスマートセルインダストリー) 目標逆算ロードマップ (案)

B) 世界最先端の中核拠点の整備

課題

- 新たなバイオ市場の獲得にあたって、ディープラーニング等の人工知能を活用した機能解析の高度化や国産ゲノム編集技術の開発が重要であり、そのためにも世界トップクラスの研究者が結集した研究開発が必要。
- こうした取組を通じてオープンイノベーションを促進し、バイオ分野のイノベーションエコシステムを構築する必要。具体的には、技術シーズと産業化のマッチング、異業種との連携、バイオベンチャーの支援、次世代人材の育成等を推進する。

黒字：国内の既決の目標・取組 青字：国内外の新たな動向 赤字：事業者等から聴取した新たなニーズ

短期（～2020年）

中長期（2020年以降）

<1> 世界最先端の中核拠点の整備

- 「スマートバイオ(AI×バイオによるスマートセルインダストリー)」に関連する世界最先端の人材とデータを集積する「ハブ」としての中核拠点を整備。
- AIとバイオの融合による生物機能解析技術や国産ゲノム編集技術の研究開発を推進。
- 高効率に機能性物質を生産する微生物等（スマートセル）を作製する自動化システム「Smart-Cell Foundry」を確立（生産能力の評価等を繰り返し行い、最適な微生物等を作製）
- 強みである発酵技術や生産技術を有する企業との連携など、大学・研究機関・企業・ベンチャー等が集結する場を構築。

- 新たに構築するリアルデータプラットフォームとの連携による、一層の研究開発・産業化の推進。
- 一層の産業化・社会実装を進めるため、スケールアップのための実証設備の共有など、橋渡し機能の強化を検討。

(参考)「リアルデータプラットフォーム」と「世界最先端の中核拠点」の連携

リアルデータプラットフォームの構築

原料となる生物情報の集約

- 各機関に分散蓄積されている生物情報を集約
- 機能解析を行い、官民が利活用できる意味のあるデータとして共用化



世界最先端の中核拠点の整備

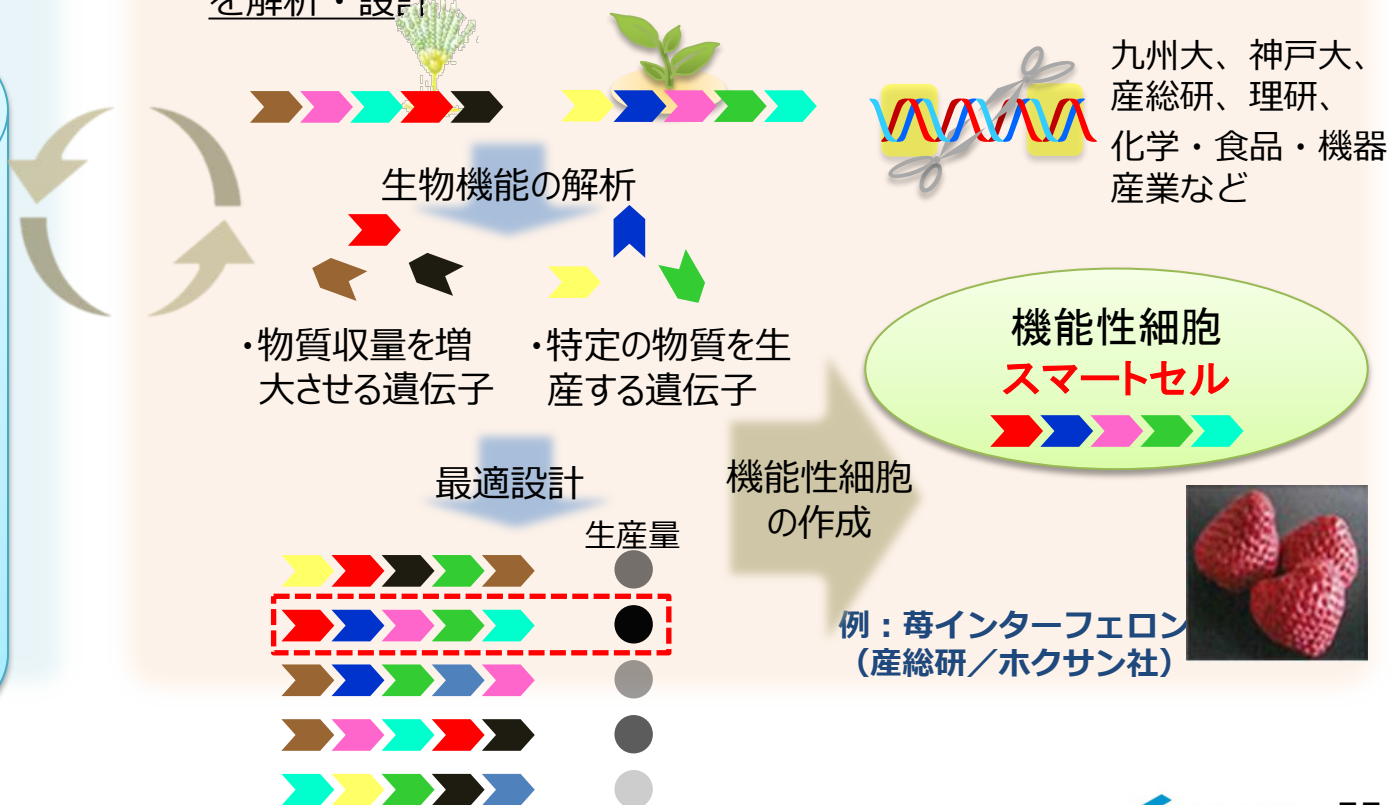
AI解析による遺伝子配列設計

- ディープラーニング等を活用し、物質生産量増大等、狙った機能を発現するために必要な遺伝子配列を解析・設計



国産コア技術の開発

- 世界トップレベルの技術・研究者を結集
- ゲノム編集技術や長鎖DNA合成技術などの国産コア技術の実用化を加速



2.③.(5) スマートバイオ(AI×バイオによるスマートセルインダストリー) 目標逆算ロードマップ(案)

C) 産業化に向けた新たな制度・ルールの整備

課題

- 遺伝子組換え生物の産業利用にあたっては、一部の低リスク案件を除き、案件毎に大臣確認申請が必要(カルタヘナ法)。技術開発終了後速やかな商業生産への移行が可能となるよう検討が必要。
- バイオ製品への転換には未だコスト的なハードル。今後、バイオ製品で国際市場を獲得するためにも、良質な製品のテストベッドとしての国内市場の創出が不可欠。

黒字：国内の既決の目標・取組 青字：国内外の新たな動向 赤字：事業者等から聴取した新たなニーズ

短期(～2020年)

<1> 遺伝子組換え生物の産業利用の円滑化

※ 諸外国では、遺伝子組換え生物の産業利用にあたり、より広範な案件について事業者の自主管理に委ねられている。

<2> 石油由来製品からの代替促進策の検討

※ 諸外国では、石油由来製品からの代替目標を設定するとともに、規制措置等を通じ、転換を促進。

中長期(2020年以降)

- EUでは、2030年までに石油由来製品の30%を生物由来とする目標を設定。
- アメリカでは、2030年までに石油由来燃料の36%をバイオマスに代替。

目次

1. 目指すべき将来像（2030年代）
2. 重点的な分野の目標逆算ロードマップ
 1. 「AI次世代ロボット」の実現
 2. 生産性革命の実現
 3. スマートバイオ(AI×バイオによるスマートセルインダストリー)の実現
3. 突破口プロジェクト

3. 「手に入れる」-突破口となるような具体的プロジェクト候補（案） -

AI次世代ロボット

（例）

- ① AI次世代ロボットの「グローバル中核拠点」の創設
- ② 「World Robot Summit」（2020年・本大会、2018年・プレ大会）の開催（開催形式と競技種目を設定）
- ③ 「福島イノベーションコースト構想」の推進（ロボットテストフィールド等）
- ④ その他

スマートサプライチェーン

（例）

- ① 企業を超えたデータ連携によるスマートサプライチェーンを世界最速で実現
※米独等との国際共同実証によるビジネスモデルの具体化や定量的な効果の見える化を図る。
これを実現するためにデータ利活用を進める制度・ルールを整備

スマートバイオ

（例）

- ① 世界最先端の「バイオ×AI」中核拠点の整備
- ② バイオの「リアルデータプラットフォーム」

(参考)「福島イノベーションコースト構想」の概要

