

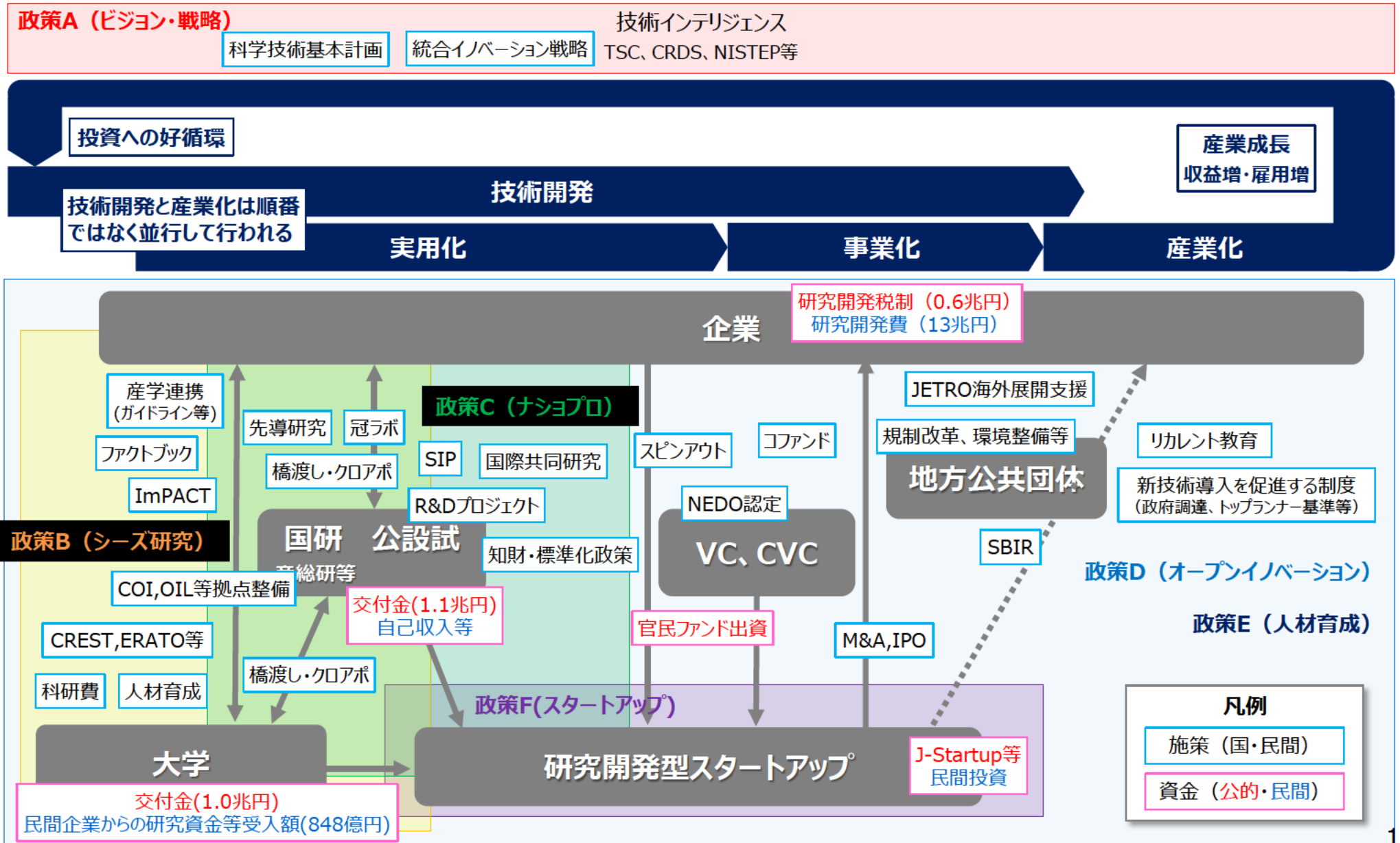
Society 5.0時代のイノベーションと研究開発の方向性

2019年2月14日

研究開発・イノベーション小委員会事務局

日本の研究開発に関する取組みの全体像

(資料) 各種公表資料を基に経済産業省作成。



何が起きているのか？

1. イノベーションによる構造転換

イノベーションの類型、イノベーションの担い手の変化

2. 技術進歩の加速

どう対応するのか？

3. 各国の政策

4. 日本のR&D政策



ある分野の専門家やある事業で成功した人は、その分野や事業を存続・発展させたという使命感から、ついつい保守的になってしまいがち。時代や環境の変化に敏感であることは難しい。

イノベーションの新たな類型

1. ビジネスイノベーション or テクノロジーによるイノベーション
2. 連続的イノベーション or 非連続的イノベーション
3. 単一組織によるイノベーション or オープンイノベーション
4. 非プラットフォーム型 or プラットフォーム型
(類型1 or 類型2, 3)

イノベーションの新たな類型（非プラットフォーム型、プラットフォーム型）

1995 2000 2005 2010 2015

産業 [従来形態]

メディア [新聞（紙媒体）]
[出版（編集業）]
[広告（新聞/TV）]

小売り [リアル店舗]
C2C [フリマ/リアル店舗]
モバイルアプリケーション
/モバイルデバイス
ホテル [ホテル業]
モビリティ [タクシー業]

自動車
機械
エレクトロニクス
素材
医薬品・医療機器

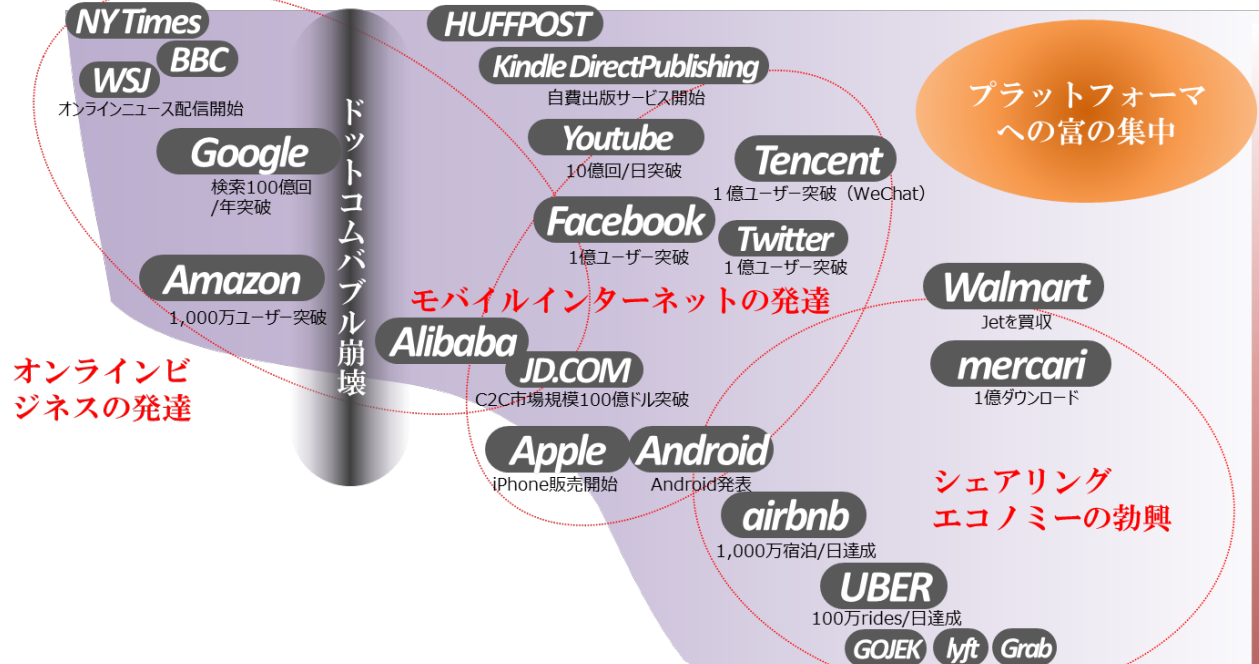
医療
ヘルスケア・介護
教育 [教育機関]

サービス業（破壊済み）

製造業

サービス

類型2：プラットフォーム形成によるパイプライン型ビジネスの破壊



類型1：パイプライン型ビジネスによるイノベーションフロンティアの開拓

リアル中心+リアル・サイバー融合へ（類型3）

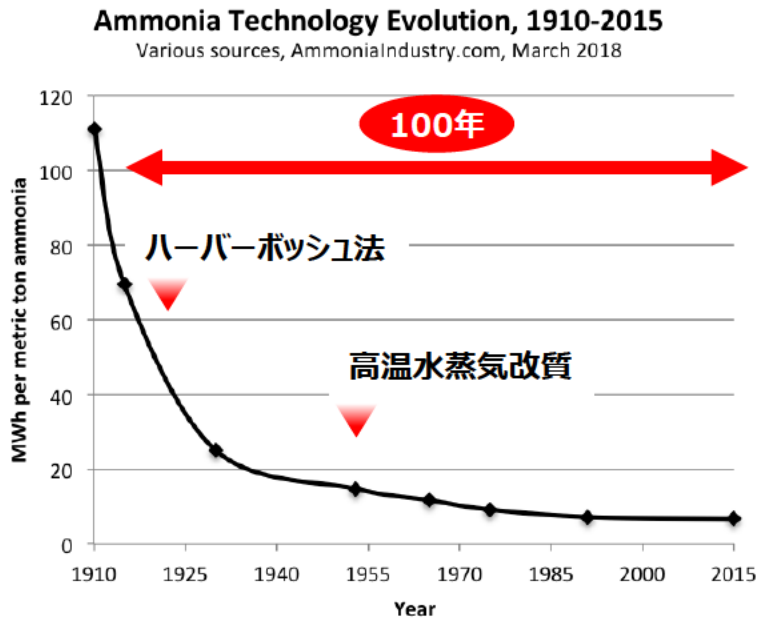


類型3：プラットフォームによるイノベーションフロンティアの開拓（巨額のR&D投資・サイバーからリアルへ）

類型1 パイプライン型ビジネスによるイノベーション

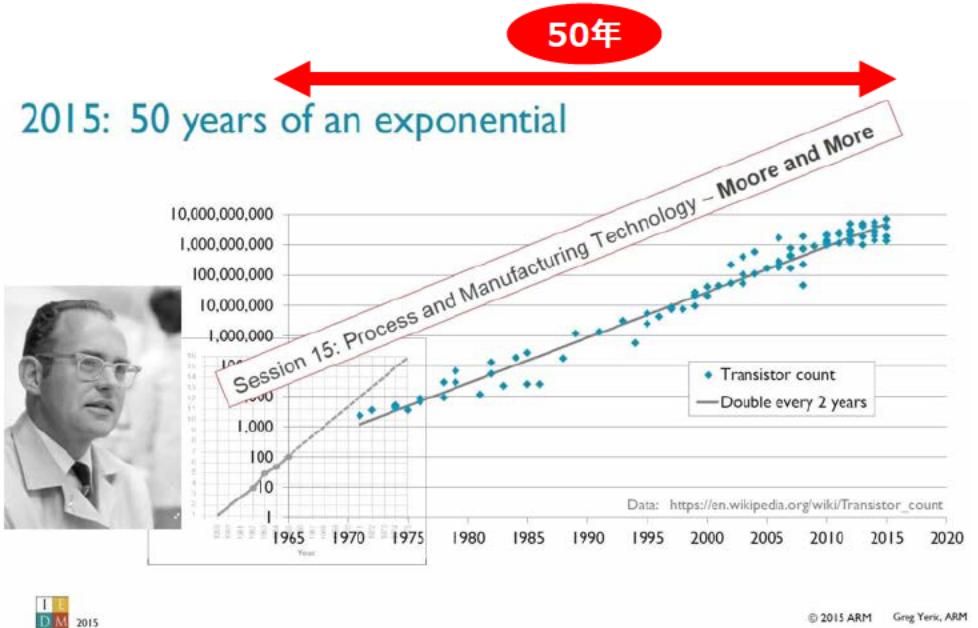
- 従来型のビジネス（＝パイプライン型ビジネス）では、生産者から消費者に向かって設計、製造・加工、販売といった工程を経て一方向的かつ段階的に価値が創出・移転されていく。
- 比較的長期の技術革新及び供給能力の拡大（供給サイドのネットワーク効果）により、単位当たりの生産コストが低減。

化学原料における技術進歩（アンモニア生産効率）



Source: Ammonia Industry (2018)を経済産業省編集

電子部品における技術進歩（半導体微細化：ムーアの法則）



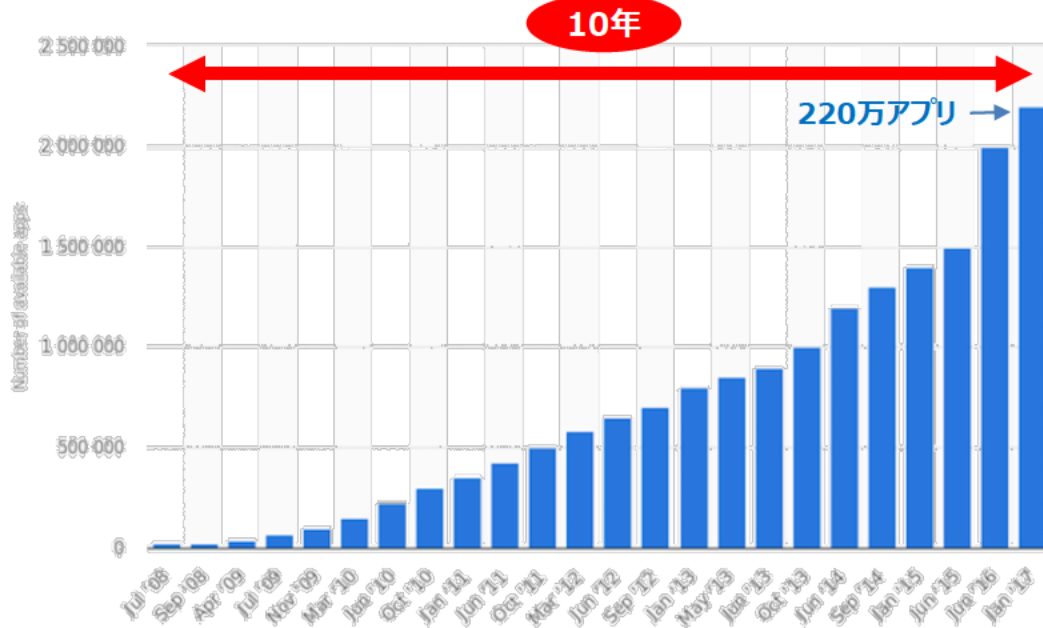
Source: "Moore's Law at 50: Are we planning for retirement?" (ARM, 2015)

類型2 プラットフォーム型ビジネスによるイノベーション

- プラットフォーム型ビジネスは、規模の拡張可能性（スケーラビリティ）を特徴として、プラットフォームに参加するコミュニティそのものに価値の源泉があり（需要サイドのネットワーク効果）、多様かつ膨大なインタラクション（データランザクション）をもたらすプラットフォームの設計が競争上の差別化要因。コミュニティが拡大するほどデータが集まり、更にプラットフォーム設計が改良される好循環が発生。
- パイプライン型と比較して極めて速いスピードで成長。資産を持たず、ファブレスで収益性も高い。

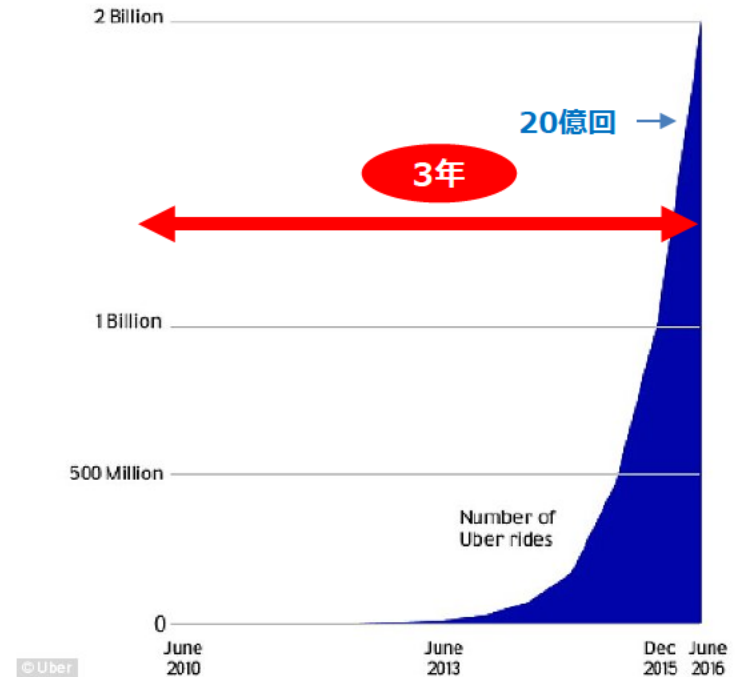
モバイルアプリケーションの飛躍的増加

※iTunes上で利用可能なアプリケーション数のトレンド



Source: Statista (2019)を経済産業省編集

ライドシェアの飛躍的増加

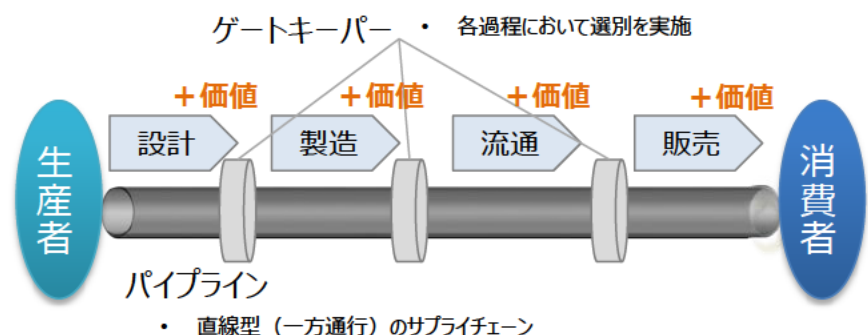


Source: UBER (2016)を経済産業省編集

【参考】プラットフォームの出現によるビジネスモデルの変化

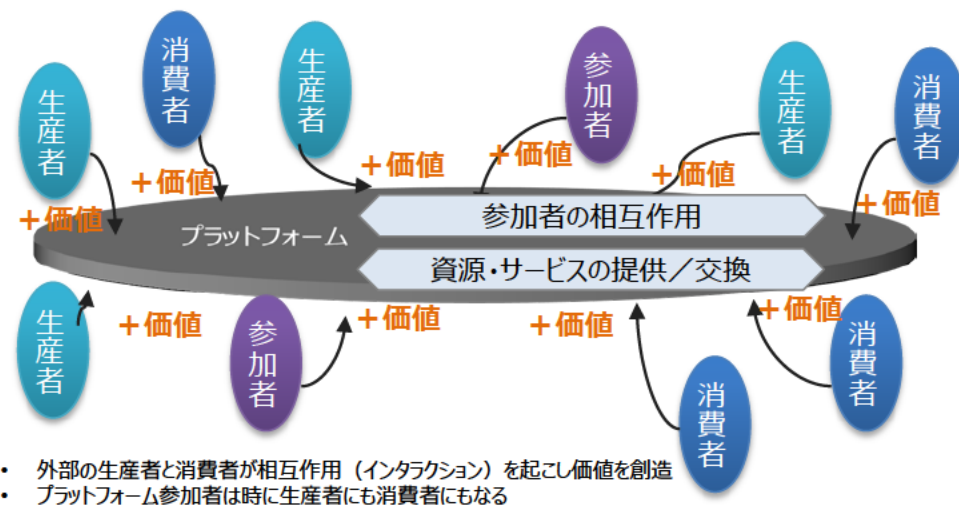
パイプライン型

パイプラインの片方に製品やサービスの生産者が、もう片方にはそれらの消費者がいて、段階的に調整しながら価値を創出し、生産者から消費者へ移転していくビジネス。



プラットフォーム型

プラットフォーム参加者（ユーザー）は生産者と消費者、ときに両方の役割を演じ関わり合う過程において、何らかの価値を交換し、消費し、時に共創することを可能にする価値を提供。



<プラットフォーム革命による変化のパターン>

非効率なゲートキーパーが生産者から消費者までの価値の流れを管理

①規模への効率的対応

プラットフォーム参加者が相互にシグナルを発信することで、より早く、より効率的に大規模化（例：Amazon Kindle）

成長に必要な投資と自前資本の維持、更新、拡張、改修

②価値創造と供給の源泉

未利用の潜在的な供給能力を供給財として活用
自分のものでない在庫を使って事業を実施（例：AirBnB）

サプライチェーン上で品質を確保、規模の拡大が進めば非効率的に

③データに基づくフィードバック

利用者コミュニティによる評価と市場の相互作用
（例：Youtube, AirBnB, 滴滴出行）

（企業内部の人材、リソース活用）

④企業活動の転回

マーケティングからIT、オペレーション、戦略に至るあらゆる機能を外部人材、資源、機能に委ねるようになる（例：Uber）

類型3 サイバーとフィジカルの融合 – Society5.0時代の主戦場

- プラットフォーマーはサイバー空間における独占的な地位から得た豊富な収益をもとに、巨額のR&Dによりリアル領域のイノベーションフロンティアを開拓（サイバーからリアルへ）。
- パイプライン型プレーヤーもAIやIoT等のデジタル技術を取り込み、リアル領域のデジタルトランスフォーメーションに乗り出している（リアルからリアル・サイバー融合へ）。

※（ ）内はプレーヤーの例、青字はプラットフォーム系

自動運転（Waymo/Toyota）



Source: Waymo, TRI

スマートシティ（Sidewalk/Mitsui）



Source: Sidewalk, 三井不動産

空飛ぶ車（UBER/Bell）



Source: UBER, Bell

スマートヘルス（Apple/Intel）



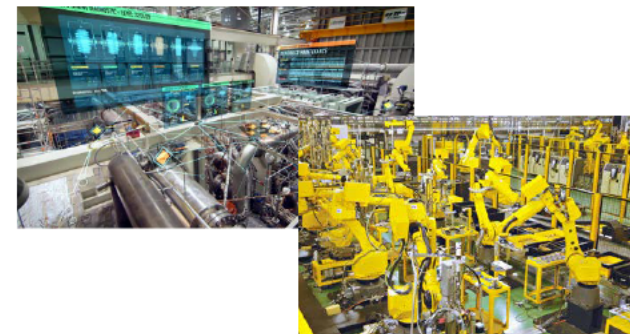
Source: Apple, Intel

レジレス（Amazon/Lawson）



Source: Amazon, ローソン

Industrial IoT（GE, FANUC）



Source: GE, FANUC

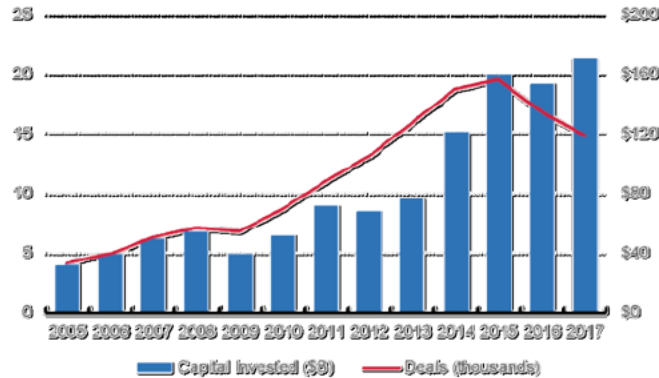
イノベーションの担い手の変化

- | | |
|-------------------|----------------------------|
| 1. 資本集約型
ものづくり | + 知識集約型
+ IT・サービス |
| 2. 既存企業 | + スタートアップ°
+ 大学
+ 国研 |
| 3. 先進国中心 | + Global & Regional |

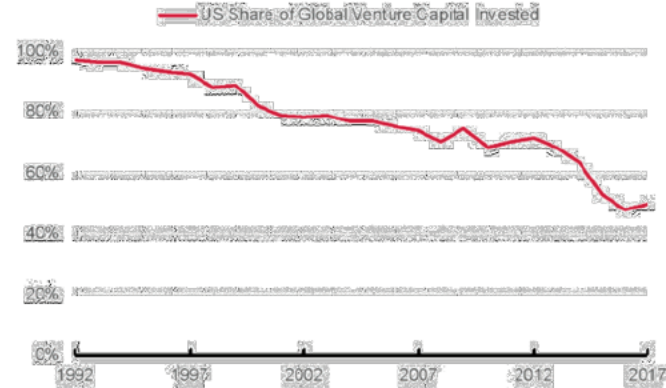
イノベーションの担い手の変化

- スタートアップへの投資は拡大しつつ、よりグローバルへ（米国のシェアは90年頃と比較して半減）。

米国におけるVCの活動（投資額・取引量）



VCによる投資の米国シェア



都市別スタートアップへの投資活動（投資額・取引量）



投資額



取引量

※下線は非米国

何が起きているのか？

1. イノベーションによる構造転換

イノベーションの類型、イノベーションの担い手の変化

2. 技術進歩の加速

どう対応するのか？

3. 各国の政策

4. 日本のR&D政策



とある国の人。「ルールがないならやらない」、「国がルールを作るのを待とう」。
某国の人。「ルールがないならやってよい」、「ルールが必要なら、自分達で作ろう」。

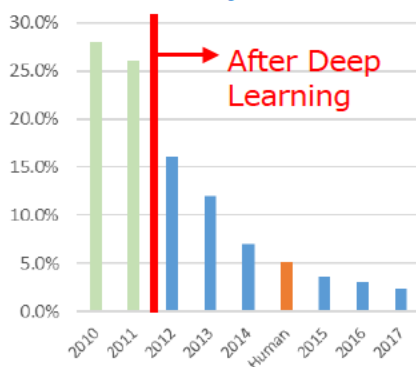
先端分野における急速な技術進歩

- AI、ゲノミクス、量子情報科学等の領域で技術的ブレークスルーが進展。

AI

- 2006年 トロント大Hinton教授がDeep learningの基本的論文発表
- 2012年 ILSVRC*においてHinton教授らのグループが優勝
*ImageNet Large Scale Visual Recognition Challenge
- 2016年 AlphaGoが世界チャンピオンを破る

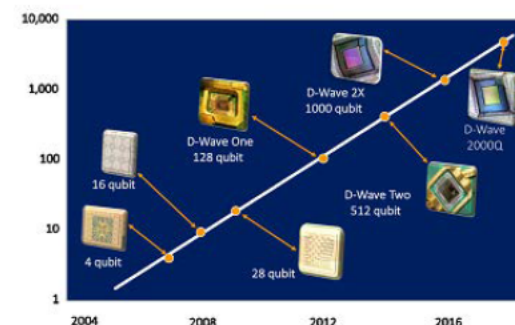
ILSVRC top 5 error rate



量子情報科学

- 2011年 D-Wave Systems社が世界初の商用量子コンピュータ（アニーリング方式）を発表
- 2019年 IBMが世界初となる統合型汎用近似量子コンピュータ（ゲート方式）を発表

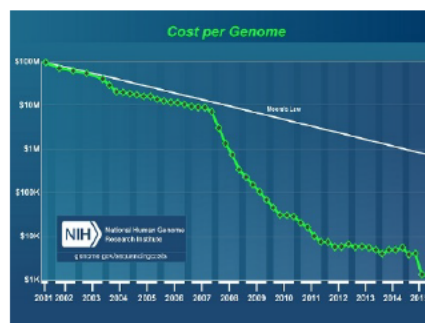
量子ビットの増加：“Law of Rose”



ゲノミクス

- 2005年 次世代シーケンサーが登場
- 2012年 UCバークレーDoudna教授らがCRISPR/cas9の論文発表
- 2017年 ゲノム解析コストが10万分の1に（\$1,100←\$0.95億 @2001年）

ゲノム解析コストの低減



エネルギー・環境

- シェールオイルの掘削コスト
100\$/バレル(2008)
→50\$/バレル(2017)
- 太陽光発電コスト(均等化発電原価)
0.36 \$ /kWh(2010)
→0.10\$/kWh(2017)
- 蓄電池コスト(リチウムイオン蓄電池)
1000 \$ /kWh(2010)
→273 \$ /kWh(2016)



【参考】 Emerging Technologies

	MIT 10 Breakthrough Technologies (2018/2017)	WEF 10 Emerging Technologies (2018/2017)	CB INSIGHTS Game Changers (2019/2018)
AI/IoT	• Sensing City • Cloud-based AI services • Duelling Neural Networks • Babel Fish earbuds • Perfecting Online Privacy (Blockchain) • Reinforcement Learning	• Augmented reality • More capable digital helpers • Deep learning for visual tasks	• AI on the Edge, AI Chips • Intelligent Beam Steering
量子	• Materials' Quantum Leap • Practical Quantum Computers	• Algorithms for quantum computers • Quantum computing	• Quantum AI
BMI・脳科学	• Reversing Paralysis	• Personalised medicine • AI-led molecular design • Implantable drug-making cells • Gene drive • Lab-grown meat • Electroceuticals • Liquid biopsies • The Human Cell Atlas • Genomic vaccines	• Neurotechnology
医療・バイオ	• Artificial Embryos • Genetic Fortune Telling • Gene Therapy 2.0 • The Cell Atlas		• Non-Opioid Pain Management • Longevity Boosters • Superbug Killers • Regenerative Medicine • Synthetic Animal Products • Synthetic Agriculture
モビリティ	• Self-Driving Trucks		• Vehicle-to-Everything Tech
エネルギー・環境	• Zero-carbon Natural Gas • Hot Solar Cells	• Harvesting clean water from air • Liquid fuels from sunshine • Affordable catalysts for green vehicles	• Ecosystem Engineering • Net-Zero Buildings • Ocean life preservers
生産	• 3D Metal Printing	• Precision farming	• Autonomous Construction

新技術の実用化スピードの加速

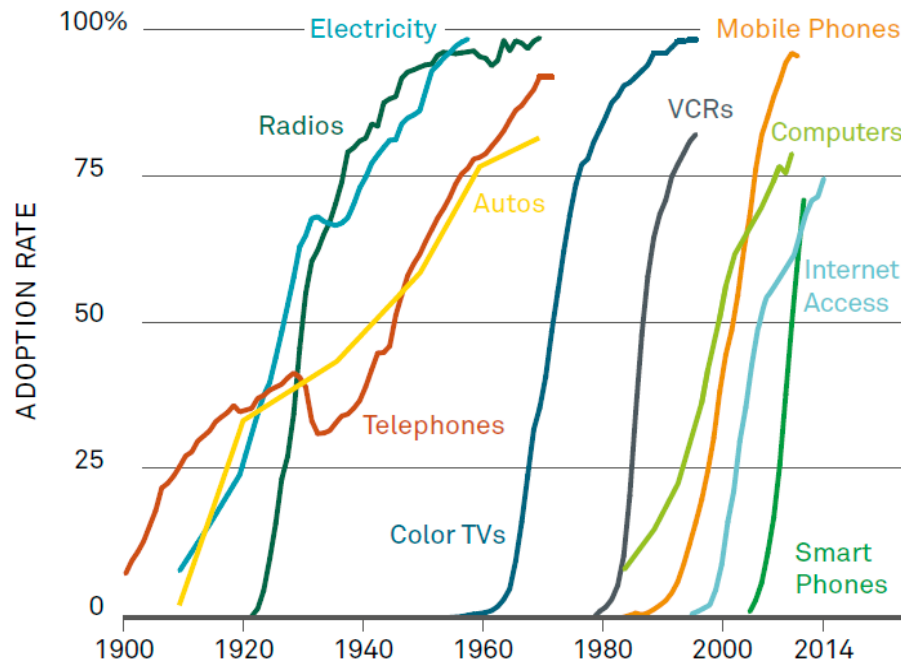
- 技術が実用化され、製品やサービスとして社会に普及するスピードは加速の一途。
- こうした変化に対し、企業等における研究開発、M&A、知財マネジメント、産学連携、国研の活動、国の研究開発支援等、あらゆる面で見直し・対応が求められる。

技術の実用化スピードの加速化

- 新技術が社会に普及する期間は大幅に短縮

QUICKER ADOPTIONS

U.S. Technology Adoption Rates, 1900–2014



Source: "Interpreting Innovation", Black Rock (2008)

企業における研究開発現場の声

- ✓ 商品化に結びつけるまでのサイクルが短くなってきている。そのため、中長期の研究開発をしている人が、現場で何が起きているのかを把握できるようにしている。
- ✓ 市場の変化が加速する中で、R&Dもとにかくスピードが命になり、デジタルイノベーションのリスクを考えると自前だけで（研究開発を）進めるのは不可能であると判断するに至った。
- ✓ 素材系の研究開発については、情報の流通スピードが速くなっていることで、同業他社も同じような研究をやるとしており、テーマ設定が昔に比べて難しくなってきている。
- ✓ これまでは、完成した技術を守るため特許を取得していたが、自動運転の分野が活性化してきたことで、スピードが非常に早くなっている。現在は、アイデア段階で申請しないと間に合わない。

Source: 経済産業省によるヒアリング

何が起きているのか？

1. イノベーションによる構造転換

イノベーションの類型、イノベーションの担い手の変化

2. 技術進歩の加速

どう対応するのか？

3. 各国の政策

4. 日本のR&D政策



「井の中の蛙大海を知らず」には続きがある。「井の中の蛙大海を知らず、されど空の深さ（青さ）を知る」。我々は世界を知らなかったかもしれない。しかし、高い理想、向上心を持っている。

米中欧の政策動向



- ✓ 米国の量子国家戦略は、基礎研究の支援を強調する「サイエンス・ファースト」のアプローチを標榜。
- ✓ 2018年9月には量子情報科学に関する米国の国家戦略の概要を発表し、12月には国家量子イニシアチブ法が成立し、今後5年間で13億ドルを投じる基本計画が策定される予定。
- ✓ 他方、2018年8月には「外国投資リスク審査近代化法」が成立。本格施行に先がけ、機微技術を保有し、航空や通信、半導体など指定27産業に関わる企業の外国投資に対する審査を強化する暫定規則が11月に発効。



- ✓ 中国では、企業主体のイノベーション、コア技術の獲得等が課題。2025年を見据えた中国における製造業の発展戦略として、10大重点分野等を選出した「中国製造2025」を策定。
- ✓ 2049年（中国建国100周年）までに製造業大国としての地位確立を目指す。当該戦略に基づくモデルパークを通じてドイツなど諸外国との連携も進む。



- ✓ 欧州では、グローバルな研究リソース（技術、人材）を積極的に活用するグローバルなオープンイノベーションを政府が先頭に立ち展開。
- ✓ 2018年6月、次期枠組み計画案として『Horizon Europe（2021-2027、総額約1,000億ユーロ）』を公表。

米中欧の政策比較

	研究開発方針	方針の骨格	重点分野等	特徴的な取組み
米国 R&D予算優先事項	◆大統領府は2018年7月「2020年度のR&D予算優先事項」を各省に通達。	1. 労働力の教育・訓練 2. R&D設備の管理・近代化 3. 各省連携、分野横断的チーム 4. 研究所から市場への技術移転 5. 産学等連携	1. 安全保障 2. AI、量子情報科学、戦略的コンピューティング 3. コネクティビリティと自律性 4. 次世代製造 5. 宇宙開発・商業化 6. エネルギー 7. メディカル 8. 農業	1. 連邦政府予算については、基本的に、引き続きBasic/Early-Stageの研究開発に注力すべきとしている。 2. 重点計画「産学等連携」には、「同盟国をとのイノベティブな連携の構築」も含まれる。
中国 中国製造2025	◆2015年5月に発表。 ◆2025年には先進製造強国との距離を縮小、製造強国に加わることを目標とする。	1. 製造業イノベーションセンター構築計画 2. インテリジェント製造計画 3. 産業基盤強化計画 4. グリーン製造計画 5. ハイエンド設備イノベーション計画	1. 次世代情報通信技術 2. 先端MC工作機械とロボット 3. 航空・宇宙設備 4. 海洋建設機械、ハイテク船舶 5. 先進軌道交通設備 6. 省エネ・新エネ自動車 7. 電力設備 8. 農業用機械設備 9. 新材料 10. バイオ医療・高性能医療機器	1. 主要部品における中国ブランド品の自給率向上を目指す項目が存在。 2. 2049年（建国100年）には「製造強国の先頭グループになること」を目標としている。
欧州 Horizon Europe	◆EUは1984年から公的資金により研究・開発を支援する枠組みを導入。 ◆第9次計画である「Horizon Europe」を提示。（2021年～2027年） ◆予算額：976億ユーロ（額は未確定）	1. オープンサイエンス（258億ユーロ） 2. グローバルな課題と産業競争力（527億ユーロ） 3. オープンイノベーション（135億ユーロ）	1. 健康 2. 共生かつ安全な社会 3. デジタル、産業 4. 気候、エネルギー、輸送 5. 食糧、天然資源 ※ただし、分野横断的な取組みである「クラスター」という概念を導入し、重点化。	1. ミッションオリエンテッド重点分野については地球規模の課題と産業界の競争力強化を目指したプログラムで構成 2. ベンチャー支援組織の新設「ヨーロッパ・イノベーション・カウンシル」を創設。 3. インパクトアセスメント事業の評価として①科学面でのインパクト、②社会に与えるインパクト、③経済、イノベーションに与えるインパクトの3つの側面から評価を実施 4. 科学者への助成・優秀な研究者向けの先端研究支援・若手研究者向けの奨学金

<参考> 研究開発に係る関連データ

● 研究開発関連指標の国際比較

順位	対GDP比率 (%)		総額 (億ドル)		研究者数 (万人)		研究費／研究者 (ドル)	
1	韓国	4.23	米国	5,111	中国	169.2	米国	359,850
2	日本	3.28	中国	4,512	米国	138.0	ドイツ	294,791
3	ドイツ	2.93	日本	1,913	日本	67.6	日本	282,837
4	米国	2.74	ドイツ	1,182	ドイツ	40.1	中国	266,640
5	フランス	2.25	韓国	794	韓国	36.1	イタリア	236,165

(出典) 平成30年科学技術基本調査

● 分野別Top1%論文 (2013-2015平均)

順位	全分野 (8分野)	化学	材料科学	物理学	基礎生命科学
1	米国	中国	中国	米国	米国
2	中国	米国	米国	ドイツ	英国
3	英国	ドイツ	韓国	中国	ドイツ
日本	12位	5位	7位	9位	12位
韓国	14位	6位	3位	13位	19位

(出典) 科学技術のベンチマーキング 2017 (NISTEP)

何が起きているのか？

1. イノベーションによる構造転換

イノベーションの類型、イノベーションの担い手の変化

2. 技術進歩の加速

どう対応するのか？

3. 各国の政策

4. 日本のR&D政策



90歳を超えてもなお元気な中小企業の会長にインタビューした。－健康の秘訣は何ですか？
「一つは、何歳になっても好奇心を持つこと。もう一つは、あなたのような若者との出会い」 －いつまでもお元気で。

産業技術ビジョン（仮称）・技術戦略・R&D政策

未来投資戦略（成長戦略）

統合イノベーション戦略

人工知能

バイオ

量子・光

エネルギー・環境

...

科学技術基本計画

エネルギー基本計画

...

技術インテリジェンス
情報収集・分析

産業構造ビジョン

産業技術ビジョン（仮称）

各技術領域における技術戦略（重要分野に関し、NEDO/TSCを中心に作成）

...

R&D政策（予算、制度等）

Society 5.0時代の重要技術分野

パラダイムシフトに向けた
ピースは揃いつつある

健康長寿社会

移動の自由

Society 5.0



サステナビリティ
スマートシティ

人手不足解消
生産性向上

ディープラーニングの実用化



横断基幹技術

AI

IoT

センシング

ブロックチェーン

5Gインフラの整備



情報通信・情報処理インフラ

5G

量子

半導体

再エネコスト
の劇的低下



エネルギーインフラ

再エネ

水素

電力貯蔵

CCUS

脱炭素社会

R&D政策の方向性

- 正解の無いVUCA (※) の時代において、目指すべき社会像 (SDGs、Society5.0) を共有しつつ、**パラダイムシフト、未来型の産業の在り方を見据えたR&D**を進めていくことが必要ではないか。
- 経済産業省は、①社会課題の解決に向けた**ビジョンオリエンテッドな取組み** (R&D政策を含む)、②ゲームチェンジをもたらす**革新的な技術シーズの各省連携による発掘・育成・実用化**、③スタートアップ・大学等の**イノベーションの担い手の育成・エコシステム形成**に取り組むべきではないか。

分野別の社会課題
オリエンテッドな
アプローチ



課題解決への道筋を
描くための分析・評価



経済産業省・NEDOの
技術インテリジェンス
機能の強化



ゲームチェンジをもたらす
非連続シーズの見極め

革新的な技術
シーズに着目した
アプローチ



スタートアップ等によるイノベーションエコシステム形成



圧倒的ビハインドを覆すための政策支援の拡充、カルチャーの醸成

内閣府、文科省

社会課題オリエンテッドのR&Dプロジェクト

- 中長期的な社会課題からバックキャストし、その解決に必要な研究開発領域、技術シーズを見定め、重点的な投資を行うべきではないか。

移動の自由の確保

- ・ 移動困難者の増大
- ・ 安全な移動の確保
(事故死亡者：国内約4千人、世界約125万人)
- ・ 物流従事者の不足

主なR & D領域 **CASE、MaaS**

脱炭素社会の実現

- ・ 2050年までにGHG排出80%削減
- ・ エネルギーシステムの統合・再編

主なR & D領域 **水素、CCUS**

社会課題オリエンテッド
(将来あるべきビジョンがベース)

人手不足解消・生産性向上・インフラ維持

- ・ 全産業的な人手不足（2050年に生産年齢人口半減）と生産性向上
- ・ 重要インフラ・老朽化インフラの点検
- ・ 災害対応

主なR & D領域 **ロボット、ドローン**

健康長寿社会の実現

- ・ 世界最先端の人口減少／少子高齢化
- ・ 要介護者増大、社会保障の持続可能性
- ・ 平均寿命と健康寿命の差（10歳）

主なR & D領域 **ヘルスケアデータ活用、医療機器、再生医療**

非連続な革新的技術に着目したR&Dプロジェクト

- 同時に、ゲームチェンジをもたらす革新的シーズを発掘し、フォアキャスティングで育成・実用化を進めることも必要。経済産業省は(a)世界の技術開発動向も踏まえ、(b)他府省と連携し、(c)第4次産業革命、Society 5.0等の実現に必要な(d)ハイインパクトな領域を扱うべきではないか。
- シーズ研究を行う若手研究者、産学連携を組成・推進する者、目利き力のある者などが重要。

	経済産業省 	内閣府 Cabinet Office 	文部科学省 	
健康長寿	先進医療機器・システム開発 創薬基盤技術開発 再生医療・遺伝子治療基盤技術開発 ヘルスケアデータ活用	AIホスピタルによる高度診療・治療システム 医療研究開発革新基盤創成事業 (CiCLE)	再生医療実現拠点ネットワークプログラム 橋渡し研究戦略的推進プログラム 次世代がん医療創生研究事業 脳科学研究の戦略的推進 感染症研究革新イニシアティブ 先端的バイオ創薬等基盤技術開発事業	戦略的創造研究推進事業 未来社会創造事業
移動の自由	革新型蓄電池、全固体電池 自動走行システム社会実装	革新的燃焼技術 自動運転システム、自動運搬 (システムとサービスの拡張) スマート物流サービス		
人手不足解消 生産性向上	プラットフォームロボット開発・標準化 ロボット介護機器開発・福祉用具開発 ロボット・ドローン社会実現PJ	インフラ維持管理・更新・マネジメント技術	海底地震・津波観測網の構築・運用 レジリエンス総合力向上プロジェクト 地震・津波等の調査研究の推進 次世代火山研究・人材育成総合プロジェクト 基礎的・基盤的な防災科学技術の研究開発の推進	
防災		レジリエントな防災・減災機能の強化 国家レジリエンス (防災・減災) の強化		
AI・IoT (横断基幹)	コネイン推進のための協調領域データ共有・AIシステム 次世代人工知能・ロボット中核技術 IoT社会実現のための超微小量センシング技術開発	ビッグデータ・AIを活用したサイバー空間基盤技術 フィジカル空間デジタルデータ処理基盤 IoT 社会に対応したサイバー・フィジカル・セキュリティ	AIP (人工知能ビッグデータ/IoT/サイバーセキュリティ統合PJ) 先端融合領域の戦略的開拓・推進 (エンジニアリングネットワーク、数理創造PG)	
情報通信・ 情報処理	AIチップ、次世代コンピューティング 高効率・高輝度な次世代レーザー技術	光・量子を活用したSociety 5.0実現化技術 (レーザー加工、光・量子通信、光電子情報処理)	光・量子飛躍フラッグシッププログラム (Q-LEAP)	
エネルギー・ 環境	再エネ、省エネ、水素、熱、CCS 人工光合成、水素還元等プロセス技術 資源循環システム etc	次世代パワーエレクトロニクス	省エネルギー社会の実現に資する次世代半導体研究開発	
		エネルギーキャリア (アンモニア等) 脱炭素社会実現のためのエネルギーシステム (無線給電、CCUS等)	未来社会創造事業 (低炭素社会の実現) 先端的低炭素化技術開発 (ALCA) 核融合 (ITER) / 気候変動適応戦略イニシアティブ	

【参考】ムーンショット型研究開発制度の概要

- 今般創設する**ムーンショット型研究開発制度**は、少子高齢化の進展や大規模自然災害への備え、地球温暖化問題など、我が国が抱える様々な困難な課題の解決を目指し、**世界中から科学者の英知を結集し、関係府省が一体となって挑戦的研究開発を推進する仕組み**を整備。
- 特に、単なる既存技術の組み合わせ型研究ではなく、**基礎研究段階にある独創的な知見・アイデア**を取り入れた挑戦的研究開発を積極的に推進することにより、失敗も許容しながら**革新的な研究成果を発掘し、破壊的イノベーションの創出につなげる**。

<制度のポイント>

1. 人々を魅了する野心的な構想を掲げ、世界中から研究者の英知の結集を目指す

→ グローバルな環境でイノベーションを創出！

2. 我が国の基礎研究力を最大限に引き上げつつ、失敗も許容しながら革新的な研究成果を発掘・育成

→ 我が国の独創的な基礎研究がイノベーションを生み出し、次なる基礎研究投資を呼び込む好循環を目指す！

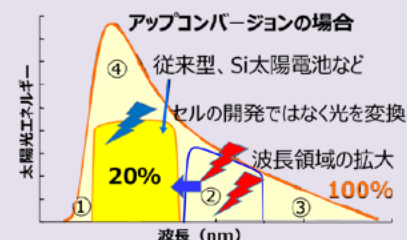
3. 研究マネジメント手法の刷新、最先端の研究支援システムの構築、オープン・クローズ戦略の徹底等

→ 世界動向を常に意識し、スピード感のあるチャレンジングな研究マネジメントに転換！

司令塔たるCSTI
の下、関係府省が
一体となって推進

研究イメージ

<炭素エネルギー利用社会からの脱却>



フルスペクトル技術による超高効率太陽光発電

<自由・安全に移動できる交通システム>



5G・VR・超高速処理によるオンタイムバード
ビュー・遠隔管制・自動制御システムの構築

【参考】米国、欧州におけるムーンショット的研究例

米国NSF 10 Big Ideas の6個の研究アイデア

生命法則の理解

生物組織における遺伝子と環境の複雑な相互作用による発現メカニズムを解明する。



AI・ロボティクスによる未来の仕事の形

生活を豊かにし人間と協調できる技術を創造する。働き方の変化に対応した労働力を創出する。



宇宙の謎の解明

電磁波やニュートリノ、重力波など様々な情報源から、起源や膨張といった宇宙の謎の解明を目指す。



北極域の新たな資源開拓

温暖化による北極域の海氷の減少に伴い、新たな天然資源・漁場へのアクセスを探索する。



21世紀の科学工学のためのデータ利用

増大な研究データの統計処理基盤を作り、有能な専門人材を育てる。



次の量子革命をリード

量子コンピュータを社会に役立つ技術として実装するために必要不可欠な量子物理の研究を実施する。



<https://www.nsf.gov/nsb/meetings/2016/0809/Presentations/20160809-CSB-NSF5BigIdeas.pdf>

<https://www.jst.go.jp/crds/pdf/2016/FU/US20170205.pdf>

欧州EIC Horizon Prizes

最先端技術による人道支援

人道支援において、途上国でも実施可能な革新的なソリューションを開発する。



太陽から燃料:人工光合成

燃料生成可能な人工光合成システムを構築する。



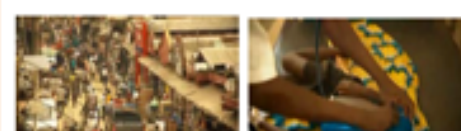
電気自動車の革新的バッテリー

容易に入手でき持続可能な材料による電気自動車用の革新的なバッテリーソリューションを開発する。



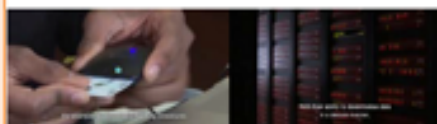
伝染病の早期警告

アウトブレイクの監視・予測・予防をめざし、途上国で実施できる早期警告システムを開発する。



社会福祉のためのブロックチェーン技術

ブロックチェーン技術を用い、効率的・効果的な社会的課題の解決策を開発する。



低コストでのロケットの打ち上げ

今後衛星データの需要が増すため、超小型光学衛星を開発し、低軌道に打ち上げる。

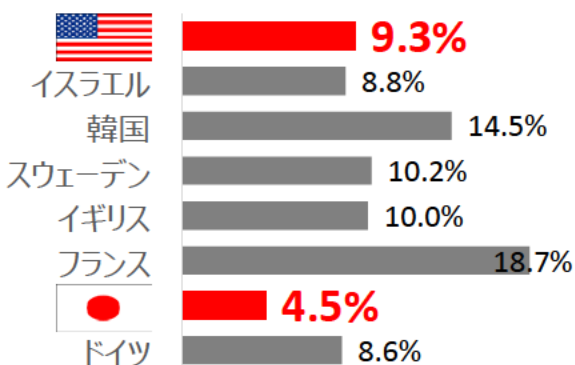


<https://ec.europa.eu/research/eic/index.cfm?pg=prizes>

スタートアップの日米比較

- 研究開発型スタートアップについては、起業数、規模、シード段階へのマネー供給量など、日本と米国との間には圧倒的な差が存在。

開業率（開業数/企業数）（2015年）

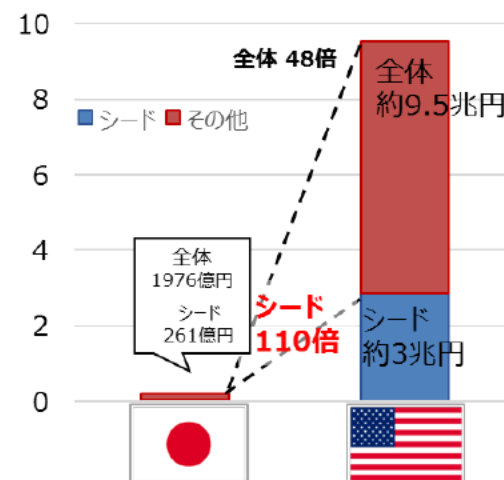


大学発ベンチャー新設数（2017年）



Source:
 起業家精神に関する調査（経済産業省、2015年）
 AUTM 2017 Licensing Activity Survey
 2017年度大学発ベンチャー調査（経済産業省、2017年度）

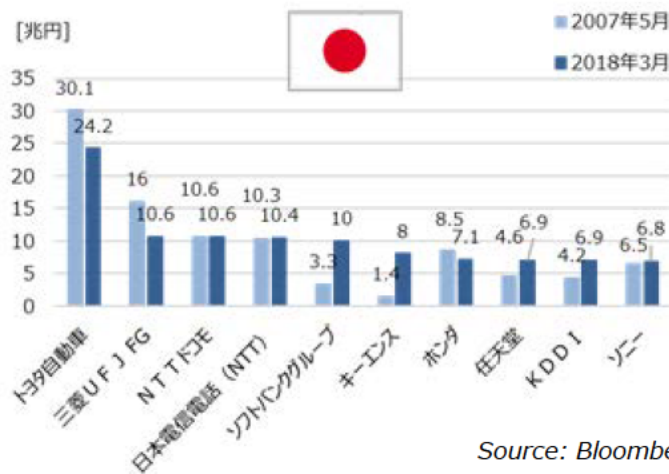
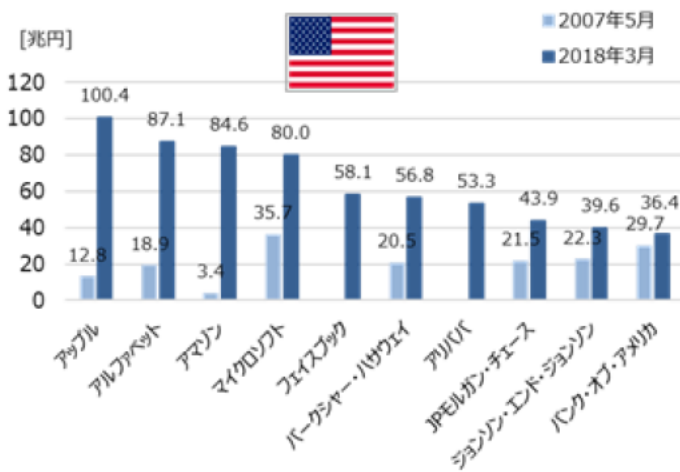
VC投資額日米比較 （エンジェルマネー含む）



1ドル = 112円換算

Source: VEC「ベンチャー白書2018」、金融庁資料、ACA(Angel Capital Association)より経産省作成

時価総額上位企業の比較



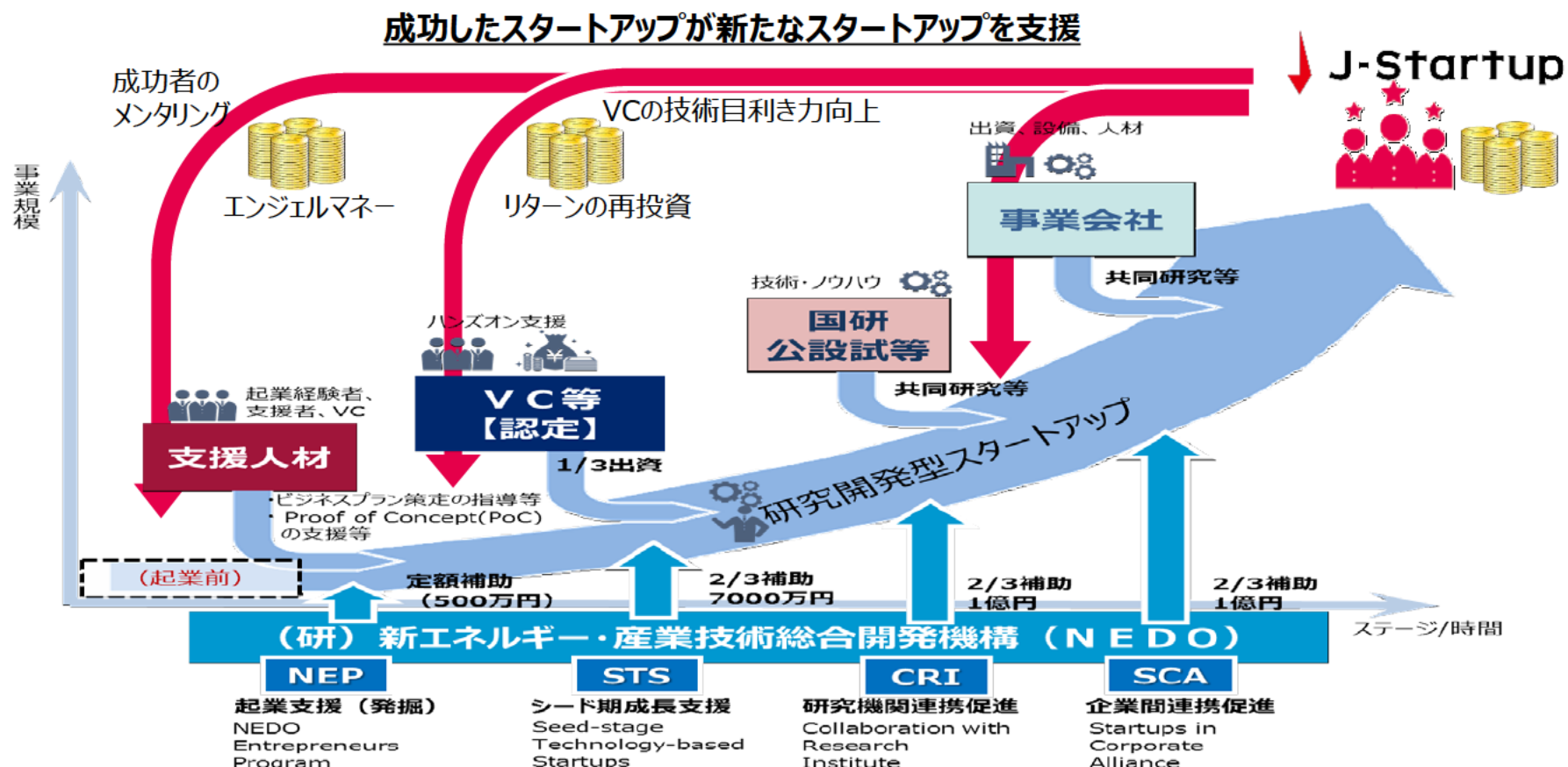
上位10社時価総額の合計[兆円]

	2007.5	2018.3
日	124.2	150.4
米	164.8	640.1

Source: Bloomberg、会社四季報、米国会社四季報より経済産業省作成

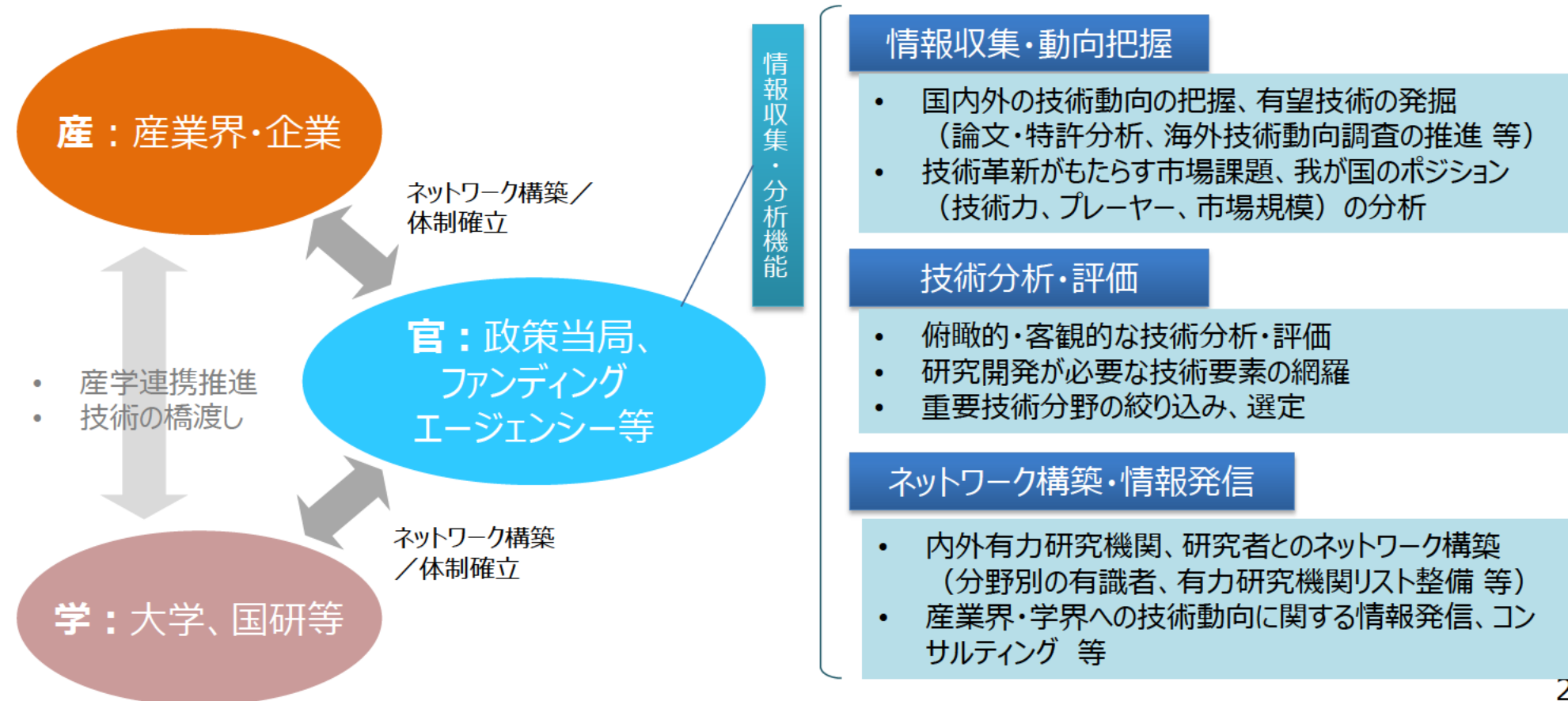
スタートアップ支援の取組

- スタートアップは、機動的かつ果敢な挑戦により、破壊的イノベーションの担い手として期待される。
- しかし、スタートアップが自律的・連続的に創出・成長を繰り返す「**エコシステム**」は**未構築**。
- スタートアップが成長の過程で直面する各課題に対し、**VCや大企業等の関係者のコミットを得つつ研究開発を行う**ことにより、成功事例の創出とエコシステムの構築・定着を目指す。
- 特に、スタートアップの持つ着眼点や技術シーズが、**社会課題解決や市場ゲームチェンジをもたらし得る場合に重点的に支援する仕組み**を検討。



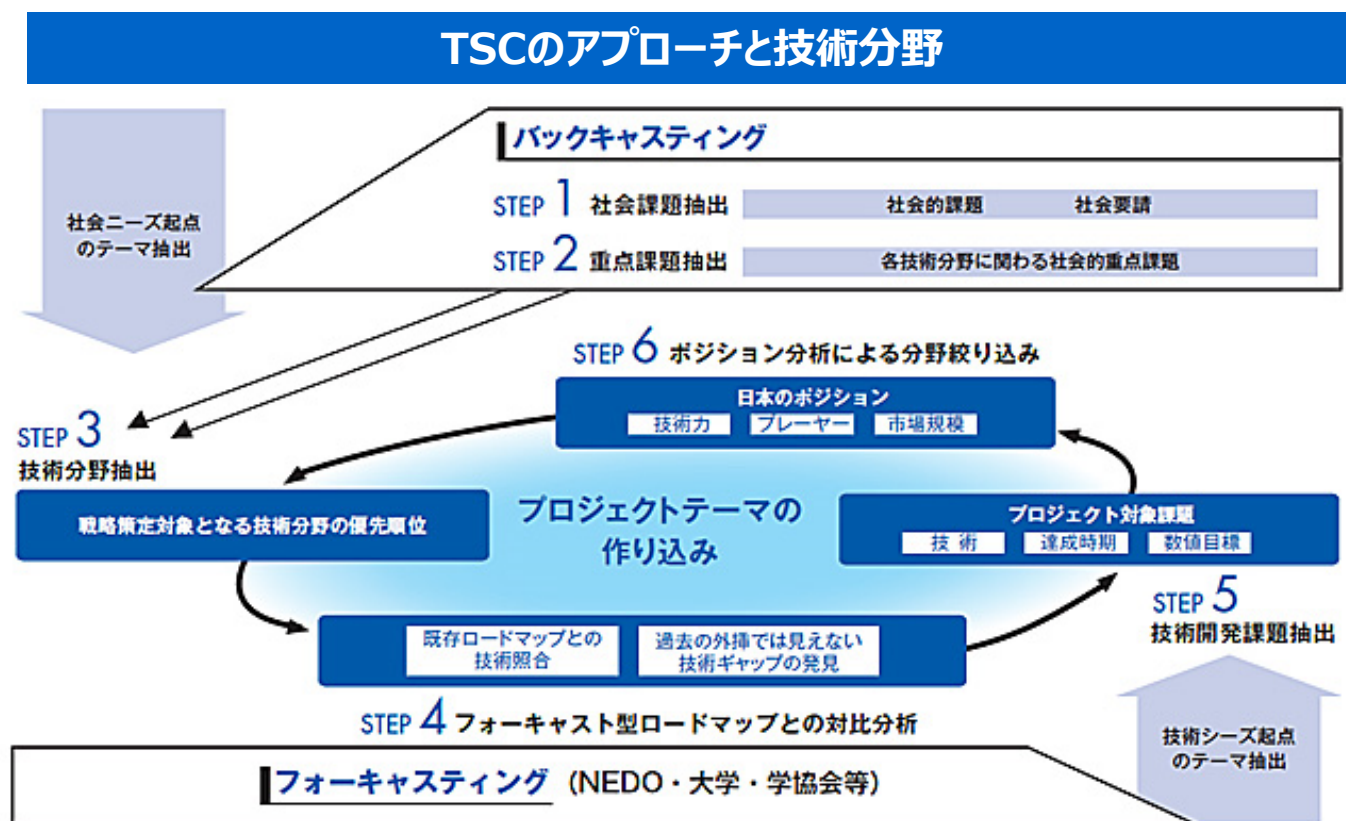
情報収集・分析機能の強化

- バックキャスト/フォアキャストのいずれのアプローチにおいても、様々な情報・知見を収集し、技術・市場・産業動向を俯瞰的・構造的に把握・分析・評価する機能・体制を確立していくことが求められるのではないかな。
- 日本が押さえるべき技術領域の特定、ゲームチェンジをもたらす革新的な技術シーズの発掘、研究開発成果の産業化等へのニーズの高まりを踏まえ、内外の産学官の連携を強化し、知見のさらなる蓄積、調査・分析、企画機能の拡充を図るべきではないかな。



【参考】NEDO/TSC

- NEDO技術戦略研究センター（TSC : Technology Strategy Center）は、内外の技術情報等の動向調査・分析を通じ、分野ごとの技術戦略の策定、プロジェクトの企画に取り組む研究機関。



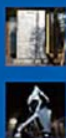
技術
分野



電子・情報・
機械システム
再生可能
エネルギー



ナノテクノロジー・
材料
環境・化学



エネルギーシステム・
水素
新領域・融合

横断
分野



マクロ分析



標準化・知財



海外技術情報

研究開発プロジェクトマネジメント

- 今後の研究開発プロジェクトにおいては、必要な技術シーズの探索・入替え、プロジェクト初期段階から産業化シナリオ（知財、標準化、法制度との連携、公共調達等の戦略も含む）が必要ではないか。
- プロジェクトマネージャー（PM）には、シーズの探索・入替え、産業化シナリオ監修等の役割も期待され、PM人材の育成と資質の客観化、キャリアパスの明確化、外部人材の活用等を進める必要があるのではないか。

プロジェクトのライフサイクル



今後の方向性（案）

PM機能の拡充

- ・ シーズ探索、産業化シナリオ監修
- ・ PM人材の育成と資質客観化
- ・ キャリアパスの明確化
- ・ 外部人材の登用 他

支援体制

- ・ サポート体制の強化

PJ実施中の軌道修正

- ・ PJの途中段階でも、方向性や目標スペックの修正、場合により中断を柔軟に決定できないか

<参考> DARPAにおけるPM

		DARPA
任用	雇用方法	企業等からの転職・任期付雇用や、大学から出向、政府内異動
	任期	3～6年程度
マネジメントの自由度	予算獲得	DODより一括で交付
	実施者決定	専門家2名程度の評価を参考に、実質的にPMの権限で決定
	PJ内予算配分	PMが実質的に決定
	計画変更	PMの権限で決定
支援体制	PM1人あたりのサポート人員	8名程度 （外部コンサルからの常勤職員派遣＋PMが指名した外部専門家計約800名/PM100名） ※管理部門を除く

【参考】NEDOのナショナルプロジェクトのマネジメント

Start

各分野での情報収集・
技術戦略策定

世界規模で技術開発の競争が激化している中、日本国内外から積極的に各分野の情報収集を実施しています。

情報収集結果を用い、技術戦略の策定やマイルストーン設定を行い、プロジェクトの企画立案に活かしています。



1-2 years

将来の有望分野の発展を
技術開発から支援
プロジェクト企画・立案



国内外の技術動向調査や有識者等へのヒアリングを通じて技術開発の目標を設定。
5年、10年先を見据えた**プロジェクトの企画・立案**を行います。

NEDOプロジェクトの特徴

中長期の取組
プロジェクト・マネージャーの指名
標準化・知財戦略と合わせた技術開発
異業種連携・融合領域
大規模実証
海外政府・機関との協定等の積極的連携

2-6 years

技術開発や
実証実験を実施

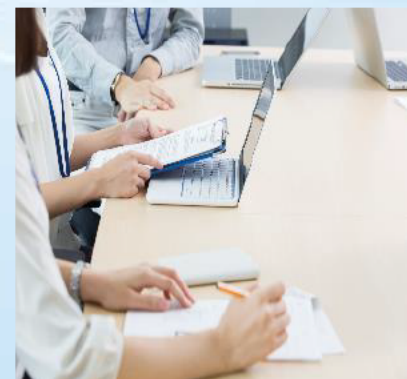
技術開発のみならず民間企業では難しい大規模な実証実験まで一貫してプロジェクトを実施します。



10 years

プロジェクトの
レビュー・追跡調査

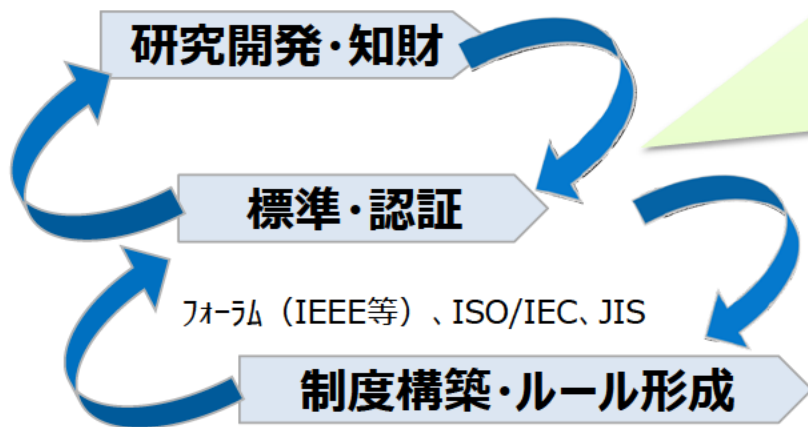
プロジェクト終了後に第三者による外部評価を実施、厳しい視点でプロジェクトの成果を評価します。
また終了後は成果の追跡調査を実施し、プロジェクトが及ぼした経済的・社会的効果のフォローとその結果をマネジメントの改善に活かします。



新技術の普及拡大のための市場環境整備（標準化）

- 新しい技術の普及拡大には、技術が受けいられる市場環境整備も必要。
- 第四次産業革命の時代においては、①ますます高速化する技術革新②領域横断的なモノとサービスのつながりによる価値創造ニーズの高まりに対応する必要。研究開発／実用化前段階から、標準化を含む社会実装を見据えた検討がますます重要に。
- 国内ではJIS法を改正し、鉱工業品からサービス・データに対象を拡大。また、民主導による迅速なJIS制定も可能とする制度整備を実施（本年7月施行）

新技術の社会実装に向けた
「同時進行」アプローチ



フォーラム（IEEE等）、ISO/IEC、JIS

社会実装を見据えた市場環境整備を検討

JISの対象拡大

（サービス、データ等の追加）

JIS制定の迅速化

（認定機関制度の創設）

制度的対応（改正JIS法）

JISマーク表示違反の

罰則強化

国際標準化の推進

（法目的への追加）
（努力義務規定の創設）

研究開発と標準化活動の同時進行（事例）

新しい分野の標準化活動（国プロにおける標準化）

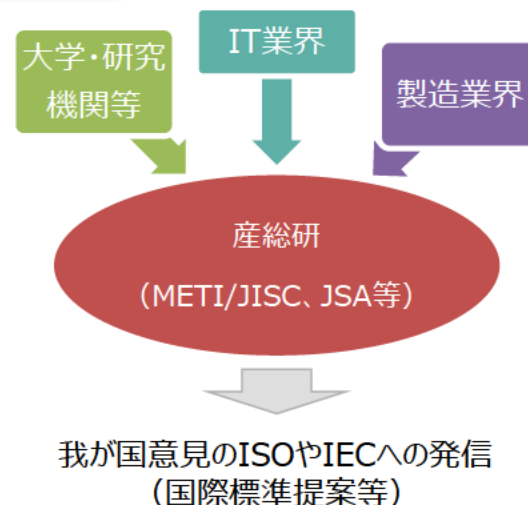
- 新たなロボット市場創出・普及拡大に向け、安全性評価の仕組み構築が必要に。
- 2009年～2013年のNEDOプロ「生活支援ロボット実用化プロジェクト」にてデータ収集、検証方法確立などを実施。同時に国際規格提案を行い、2014年にISO 13482（生活支援ロボットの安全要求事項）を制定。
- 認証機関のJQA（日本品質保証機構）は、2019年2月時点で14件の認証を実施。安全性側面の社会の受容性向上に貢献。



Prof. Sankai,
University of Tsukuba
/ CYBERDYNE Inc.

領域横断的な標準化活動（国研による国内とりまとめ）

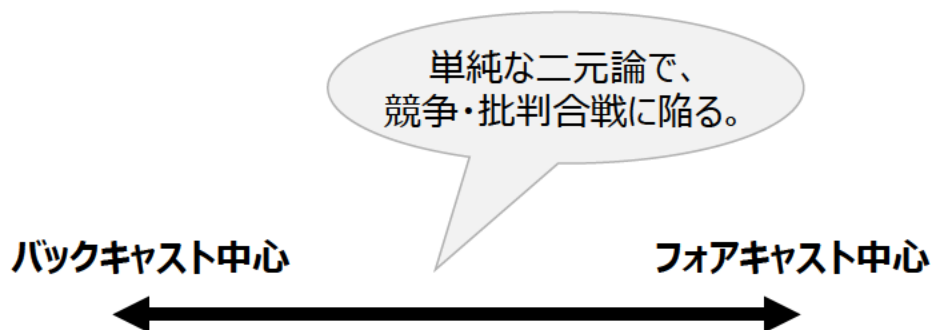
- スマートエナジーなどを含むスマートグリッド分野や、機器・製品レベルをネットワーク化し設計・生産から小売・保守までの全体を効率化するスマートマニュファクチャリング分野など、領域横断的・システム的な標準化の議論がIECで進行中。
- この対応のため、領域横断的な標準活動におけるマネジメント機能などで国研等の積極的関与を期待。



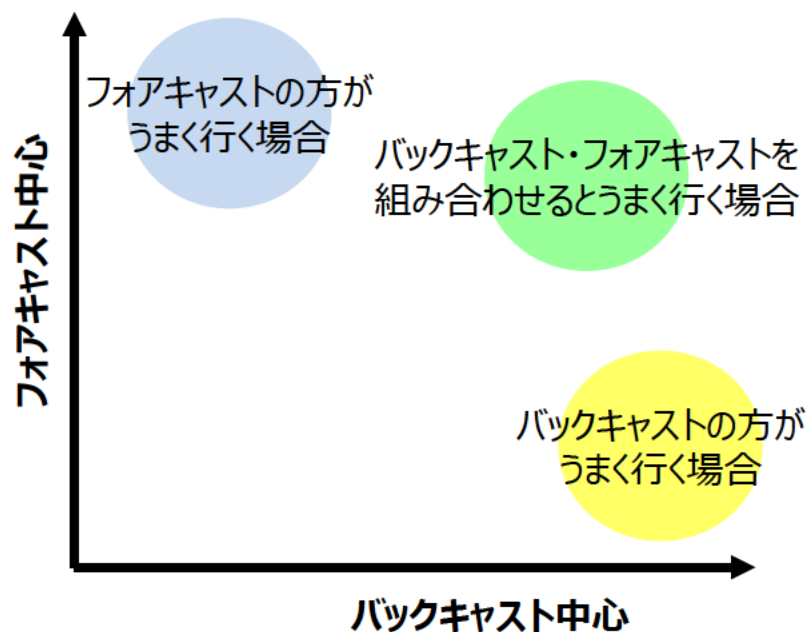
New Concept Inclusive

- 大企業かスタートアップか、バックキャストかフォアキャストか、ビジョンオリエンテッドかシーズオリエンテッドか、中長期か短期か、基礎か応用か、集中か分散か...という単純な2項対立ではなく、両者の良いところの融合、ケースバイケースでの使い分け等が重要ではないか。
- 一つのプロジェクトの中であっても、サブテーマによって手法が変わることもある。最適な組合せを決めるシステム思考、デザイン思考が重要ではないか。

従来の考え方の例



2項は対立軸ではない



御議論いただきたい論点

テーマ：イノベーションを巡る世界の動向を踏まえ、R&D政策・体制をどのように変えていくべきか。

①R&D政策の方向性

- パラダイムシフト、未来の産業等を見据えたR&D政策の3つの方向性（①社会課題の解決に向けたビジョンオリエンテッドな取組み（R&D政策を含む）、②ゲームチェンジをもたらす革新的な技術シーズの各省連携による発掘・育成・実用化、③スタートアップ・大学等のイノベーションの担い手の育成・エコシステム形成）について。

②技術インテリジェンス（情報収集・分析）機能の強化

- 社会課題の解決に向けた道筋を描く上でも、非連続なイノベーションシーズを見極める上でも、技術インテリジェンス機能は適切な戦略策定・投資判断のための基礎体力。産学官における技術インテリジェンス機能の構築・強化に向けた方策について。

③プロジェクトマネジメント強化（プロジェクトマネージャーの育成）

- 官民双方でプロジェクトマネージャーの重要性は増大し、求められる役割も拡大。R&Dにおけるプロジェクトマネジメントの強化に向けた方策について（例：人材育成と資質の客観化、キャリアパスの明確化、外部人材の活用等）。

④技術の普及拡大に向けて

- 技術開発の初期段階から、普及拡大に向けて、標準を含むルール作りの検討を進めることが重要。企業や国研、大学における、より深い議論を促すための政策・対応について。