

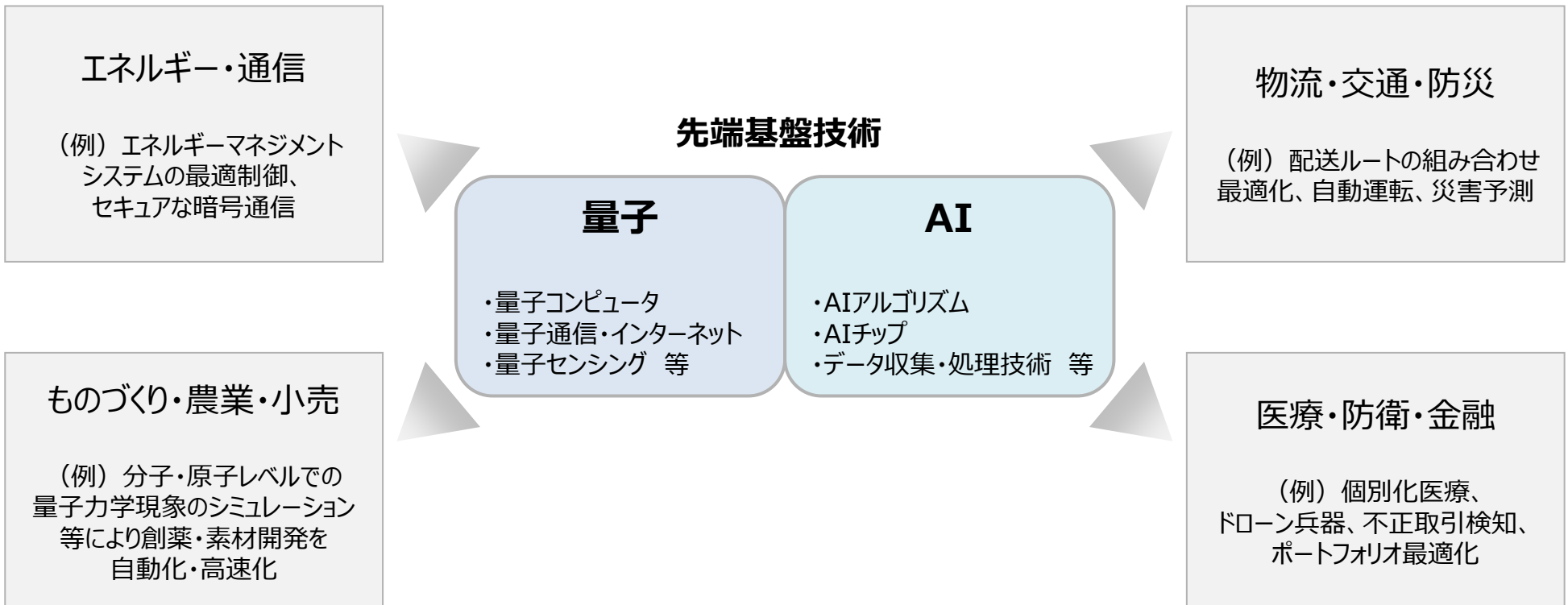
イノベーション創出に向けた 経済産業省の取組について

令和4年3月
経済産業大臣

1. 先端基盤技術（量子・AI）戦略について

現状と課題：先端基盤技術（量子・AI）の競争力強化の重要性

- 量子・AIは、従来型計算機技術とも相まって、計算能力の飛躍的向上やデータ利用の高度化等により、経済・社会全体の構造転換をもたらし、新たな産業創出、生産性の向上、カーボンニュートラル社会、安全・安心な国民生活等を実現する、DX・デジタル化の基盤技術。
- この基盤技術の開発から実装にかけて我が国企業が競争力をいかに確保できるかは、当該産業の競争力だけでなく、日本経済全体の競争力に関わる課題。
- 他方、過去は、半導体等で技術で勝って実装で負けるという状況があったことを踏まえて、いかに「勝ち筋」を見つけるかが課題。



対応の方向性：先端基盤技術（量子・AI）に関する官民戦略

- 特に国際的な状況変化が激しい量子・AI等の先端基盤技術については、競争状況を不断に分析して勝ち筋を見定め、実装段階まで視野にいたした官民戦略が必要。

これまでのイノベーション政策の限界 （旧機軸）

先端基盤技術のインテリジェンス低下
＜国・企業レベルで勝ち筋を見定めず＞

既存産業構造前提
漸進的な技術開発を志向

大企業中心のオールジャパン型

これからのイノベーション政策のあり方 （新機軸）

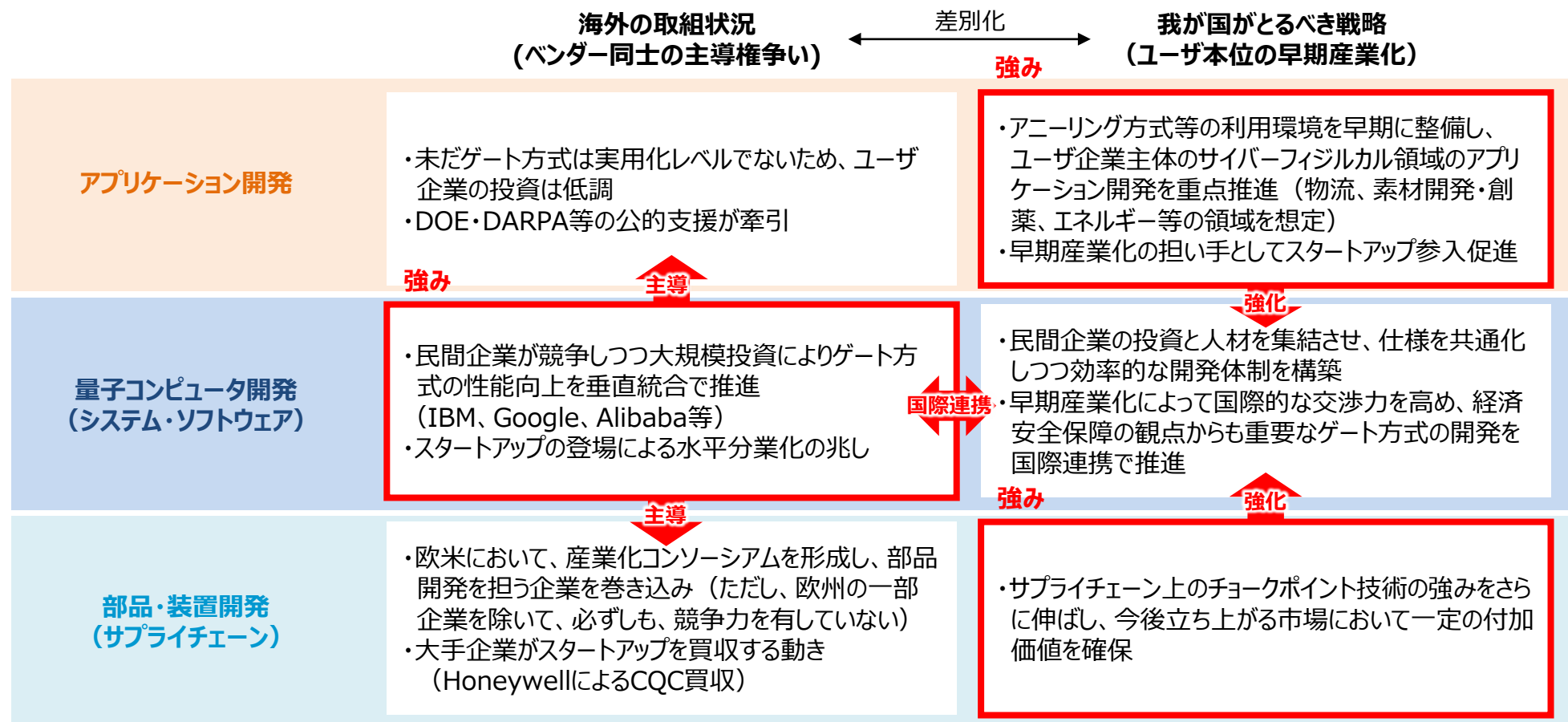
先端基盤技術のインテリジェンス強化
＜勝ち筋＝注力領域を特定、他国と差別化＞

ユーザーからサプライチェーンまで視野に入れた
アーキテクチャー発想の競争戦略・
非連続な技術開発を志向

グローバル連携前提
国内外からの民間投資・多様な主体の参画

対応の方向性：量子コンピュータに関する官民戦略

- 世界では、量子コンピュータの開発競争が激化しており、我が国としては、オールジャパン型ではなく、戦略的グローバル連携を前提とした、効率的な開発体制の構築が必要。
- さらに、注力領域を差別化し、日本が先行するアニーリング方式により、アプリケーション開発とサプライチェーン構築によって早期産業化を実現することで、国際的な交渉力を高め、経済安全保障上重要なゲート方式の国際共同研究を有利に進める。



対応の方向性：量子コンピュータに関する官民戦略（具体的取り組み）

- 量子技術が社会実装され、民間投資で自律的に成長する市場を形成するためには、早い段階から、産業化を見据えた、アプリケーション開発やサプライチェーン構築、人材育成、標準策定等に着手することが必要。
- 不確実性の高い量子分野への民間投資を引き出すため、長期間にわたって技術・知見・ネットワーク等にアクセス可能となる産業化の核となるグローバル拠点が必要。

ユーザー側

物流・輸送

創薬

素材開発

通信

エネルギー

最先端の量子技術等へのアクセスするための投資

産業化・社会実装に必要な機能をワンストップで提供できるプラットフォーム（グローバル拠点）が必要

量子デバイスの
製造技術開発・評価

・デバイス製造技術
・パイロットライン構築

量子コンピュータの
システム設計・評価

・国産量子コンピュータの
アーキテクチャ開発と
評価設備の整備

量子コンピュータの
利用環境構築

・古典コンピュータと組み合わせた
研究開発用スパコン供用

性能評価等の
国際標準化

・ISO・IEC、IEEEへの対応

産業人材育成・
国際共同研究の
ハブ機能

・国内外の大学・企業等から
研究人材を受け入れ

⇒ 産総研への新センターの創設等により、官民が連携したプラットフォームの構築を検討

必要な技術・人材を国内外の大学・企業等から集約

ベンダー側

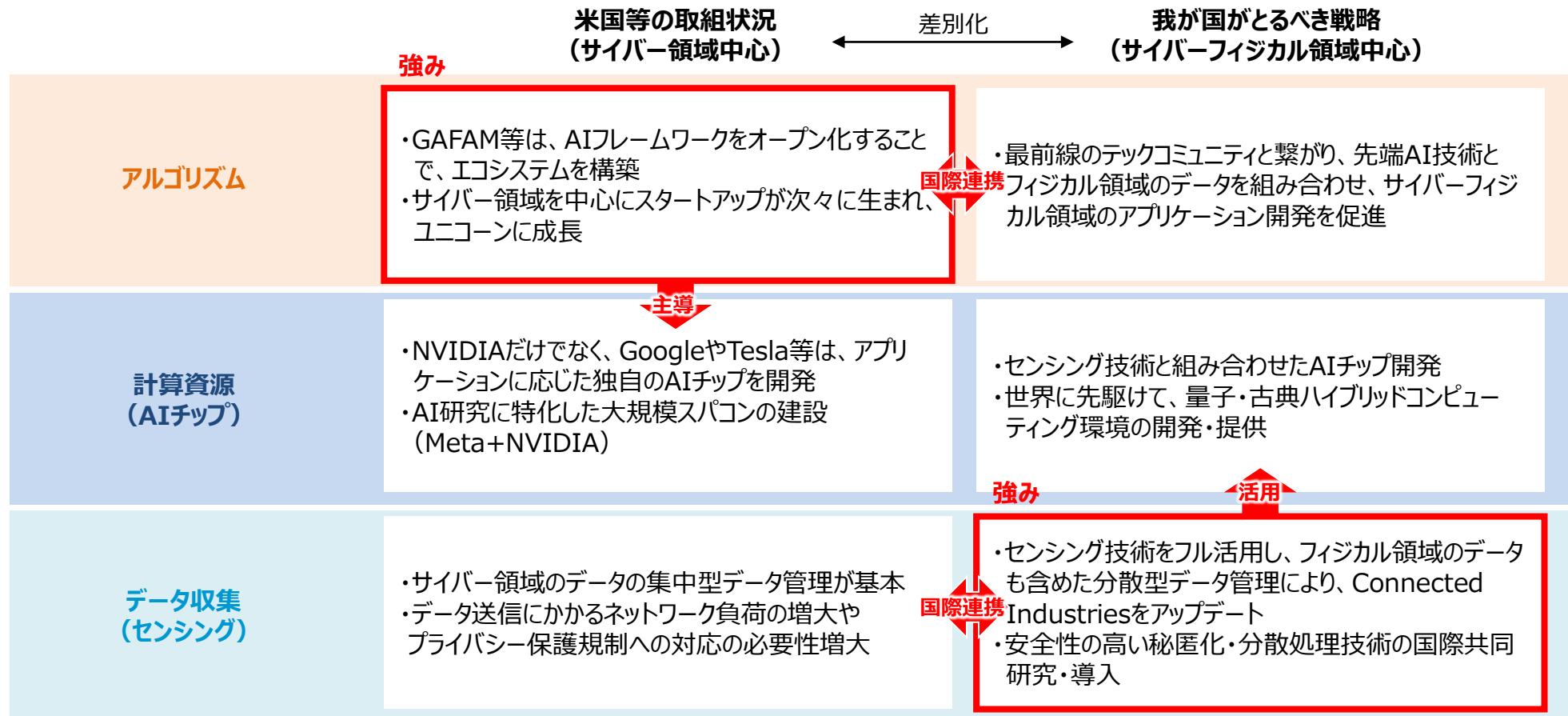
量子に関する基礎技術・基礎学理
（コヒーレント制御、光波制御、
量子アルゴリズム、誤り訂正技術等）

量子分野を担う
若手研究者・エンジニア

量子コンピュータの設計・製造・サービスを
担う大企業・中小企業・スタートアップ

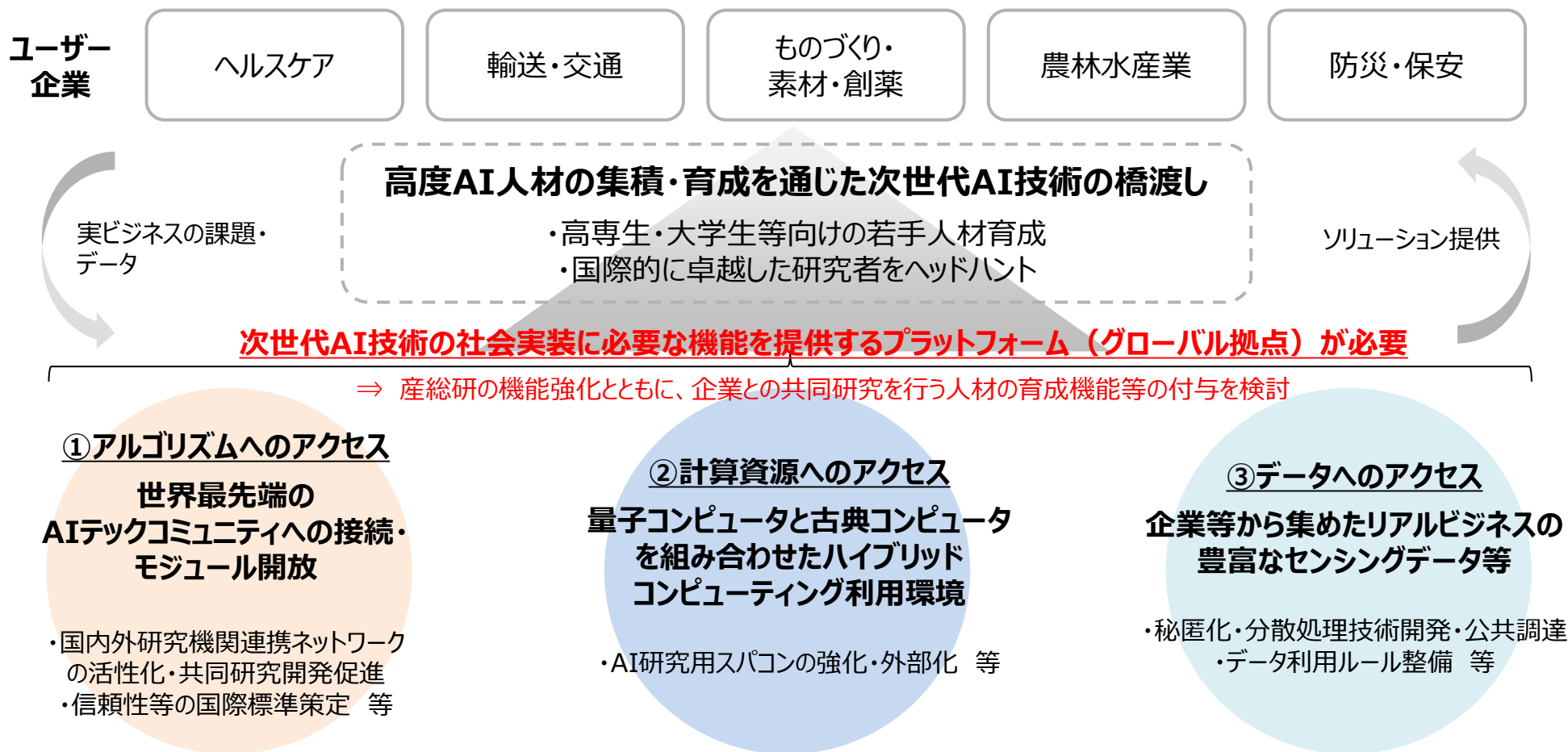
対応の方向性：次世代AI技術に関する官民戦略

- 世界では、AI技術の社会実装が進展し、自動走行や個別化医療等のアプリケーションの幅も拡大。今後、市場形成が本格化し、企業間の競争も激化すると見込まれる中、ものづくり等のサイバーフィジカル領域では、我が国も一定の競争力を確保できる可能性。
- 米国等と差別化し、センシング技術等の強みを生かしながら、最先端のAI技術・計算資源とフィジカル領域のデータを組み合わせたアプリケーション創出を後押しする。



対応の方向性：次世代AI技術に関する官民戦略（具体的取り組み）

- サイバーフィジカル領域のアプリケーション開発には、日本のユーザ企業が、世界最高水準のアルゴリズム・計算資源・データ収集の3つの技術にアクセスできる環境が必要。
- 他方、様々な実ビジネスの現場にAIを実装するには、次世代AI技術の企業への橋渡しを担う研究人材が必要だが、不足している状況。こうした人材の育成も必要。



(参考) 次世代の古典／量子ハイブリッドコンピューティング (イメージ)

- 次世代の計算需要を満たすためには、古典コンピューティングにおけるソフトウェア、ハードウェアの技術の高度化に加え、量子コンピューティングの実用化・高度化が重要。
- AI向けのスパコンと量子コンピュータ等を組み合わせ、計算基盤全体として最適に制御するためには、ソフトウェアの開発が必要。

【ユーザー】

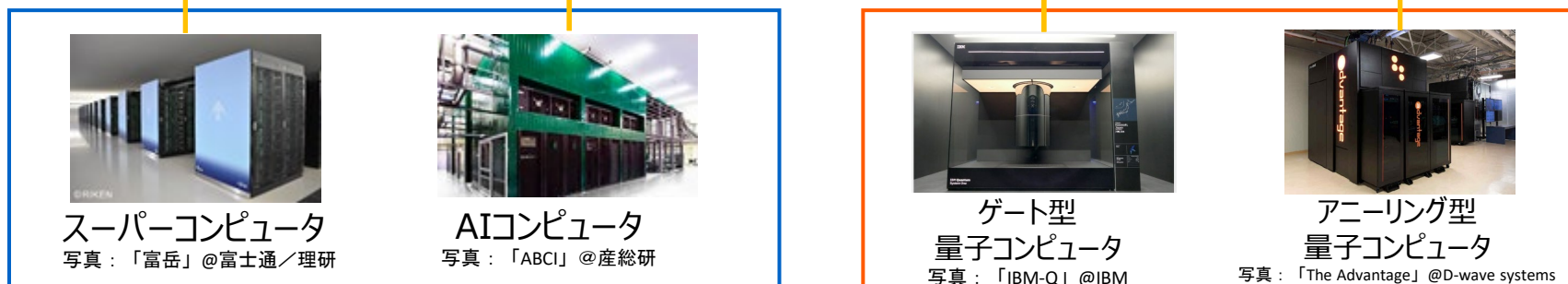


【クラウド】

超高速・大容量光ネットワーク



【計算基盤】



【古典：汎用、AI、科学技術など】

【量子：組み合わせ最適化問題など】

...

2. バイオものづくり産業について

対応の方向性：バイオものづくり産業の課題と打ち手（例）

● 現状のビジネス環境

- 市場は、従来バイオプラスチック製造など活用分野は限られていたが、ゲノム改変・構築技術とデジタル技術の融合により、今後対象分野が拡大し、市場が急拡大する見込み。
- 米国では、2020年には前年度比でバイオ市場への投資が倍増。

● 日本のプレイヤーの動向

- 日本は、微生物開発段階では、プラットフォーム技術を有する有望なプレイヤーが複数登場するなど、産業発展の萌芽が見られる。物質生産段階では、日本古来の発酵・醸造の技術を有しており、国際競争力の面で高いポテンシャルがある。

■ 今後の方向性

【微生物開発の段階】

- 革新的な素材や燃料などの異分野事業者との共同開発の促進等を通じて、バイオものづくりの中核を担う微生物設計プラットフォーム事業者の育成に取り組む。

【バイオ物質生産の段階】

- 発酵生産分野での日本の強みを活かし、有用微生物のスケールアップ生産実証や目的物質に応じた有用物質の分離・精製技術の高度化を促進する。

【その他の政策手法】

- 有志国との連携のほか、サステナブルな製品としてのバイオ製品の位置づけを確立（品質評価・表示などの標準化等）を進める。

(参考) 合成生物学の活用 (バイオものづくりの技術要素)

- 直近の10年でDNA合成、ゲノム編集等の技術革新による、**合成生物学が急速に台頭**。さらに、**ゲノム解析、IT・AI技術の進展**とあいまって、**バイオ×デジタルの潮流が加速**している。
- その結果、**高度にゲノムがデザインされ、物質生産性を高度に高めた細胞** (=スマートセル) を利用した、**新たな物質生産プロセス (バイオものづくり)** を利用することが可能となりつつある。

生物情報のデータ化・デジタル化

① ゲノム解析のコスト低下・時間短縮 **読む**

次世代シーケンサーの登場で一人当たりのヒトゲノム解析は、
コスト・時間：1億ドル・10年 → 100ドル・1日
(※2000年と2020年の比較)

② IT・AI技術の進化 **理解する**

ディープラーニング等によりゲノム配列が示す「意味」を解明

生物機能のデザイン

③ ゲノム編集の技術革新 **操作する**

2020年にノーベル化学賞を受賞したCRISPR/Cas9などにより、ゲノム編集の難易度が低下



④ ゲノム合成の技術革新 **作る**

塩基のブロックから、ゲノムを合成する技術が進展し、
コスト：1/1000に低減 (※2000年と2020年の比較)

* 合成生物学は、遺伝子配列や代謝経路を設計し、生物機能をデザインする学問

スマートセルの創出

ゲノムの設計・
代謝経路の
最適化

Design

Build

ゲノム合成
・ゲノム編集による
微生物作成

DBTL
サイクル

AI,IT技術を
活用した学習

Learn

Test

物質作成
効率の評価

スマートセル



有用物質の生産性が
大幅に向上した微生物

物質生産・商用化

素材

燃料



機能性ポリマーなど
高機能材料原料

(参考) バイオものづくりのポテンシャル (水素酸化細菌等)

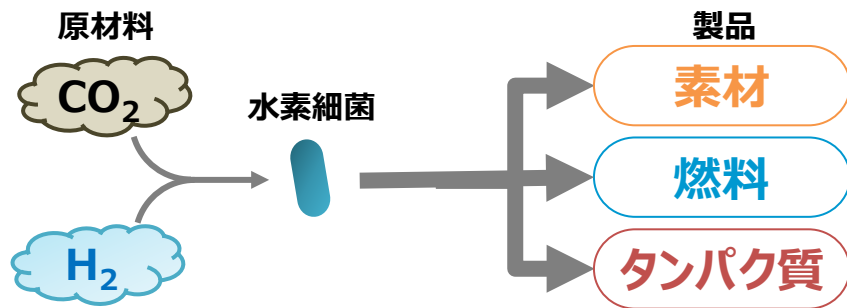
- 微生物を利用して、CO₂等から化学品原料やタンパク質等の物質生産をする取り組みに関心が集まっている。
- 一部の独立栄養細菌（水素酸化細菌等）は、藻類（ラン藻）と比較して50～70倍高い炭素固定能力を持つことから、CO₂の吸収源として有望。
- 化石資源由来の物質生産と比べて、生産過程におけるCO₂排出削減だけでなく、CO₂を吸収するダブルの効果により、排出量が大幅に削減される可能性が示唆されている。

【参考 1】微生物の炭素固定機能比較

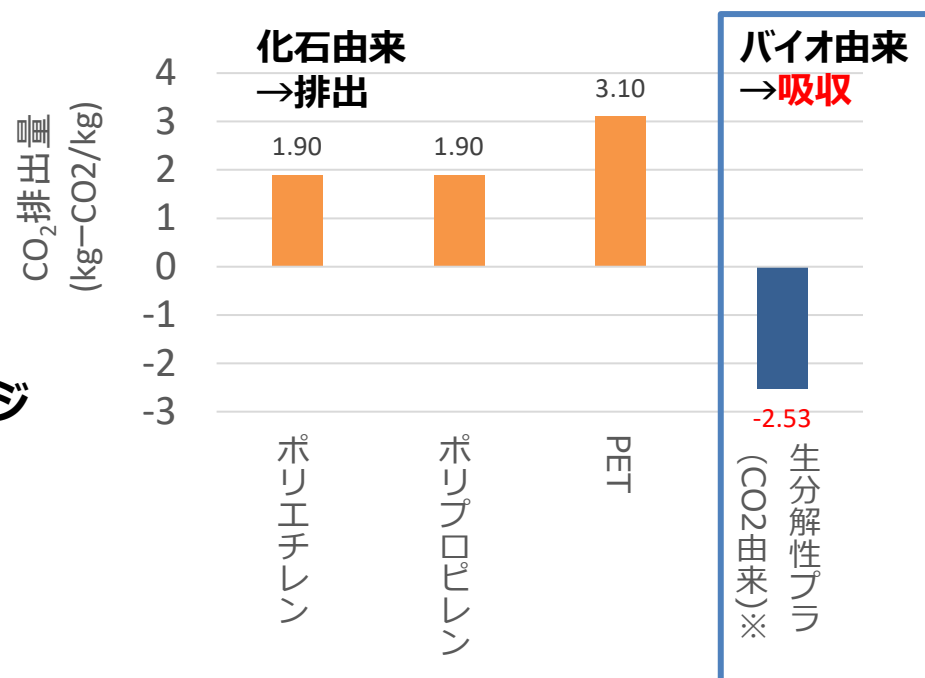
生物種	CO ₂ 固定能力（相対）
ラン藻	1
海洋性微生物	2～4
光合成細菌	18～35
独立栄養細菌 （水素酸化細菌等）	53～75

（出所）「微生物の機能を活用したCO₂固定化の検討」重富徳夫、三菱総合研究所/所報No34、1999 を参考に生物化学産業課にて作成

【参考 2】水素酸化細菌による物質生産のイメージ



【参考 3】水素酸化細菌による物質生産のCO₂削減効果

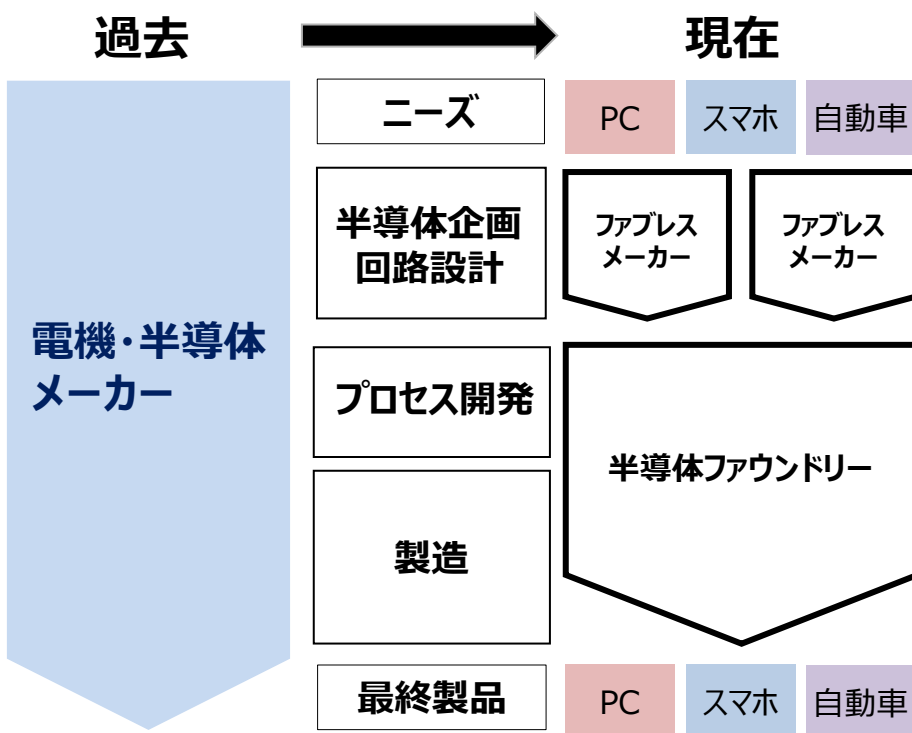


（出所）M. Akiyama, T. Tsuge, Y. Doi, *Polym Degrad Stab*, 2003
 ※M. Akiyama, T. Tsuge, Y. Doi, *Polym Degrad Stab*, 2003 をもとに生物化学産業課試算
 ※再エネ使用時を想定。CO₂濃縮、回収についてのエネルギーは考慮していない。

(参考) バイオものづくりの産業構造の変革 (水平分業化)

- バイオものづくりでは、上流の微生物開発では、AI・ロボットを用いた効率的な微生物構築技術、下流の発酵生産では、培養・精製技術の高度化といった、バリューチェーンの段階に応じて全く異なる高度な技術・設備が必要となる。
- このため、今後のバイオものづくり産業は、水平分業化が進展し、それぞれの基盤技術を確保したプレーヤーが付加価値の源泉を握ることが予測される。

半導体の産業構造



バイオものづくりの産業構造

