

IoT/AI時代への技術潮流と日本の課題

国立研究開発法人科学技術振興機構
研究開発戦略センター
曾根 純一

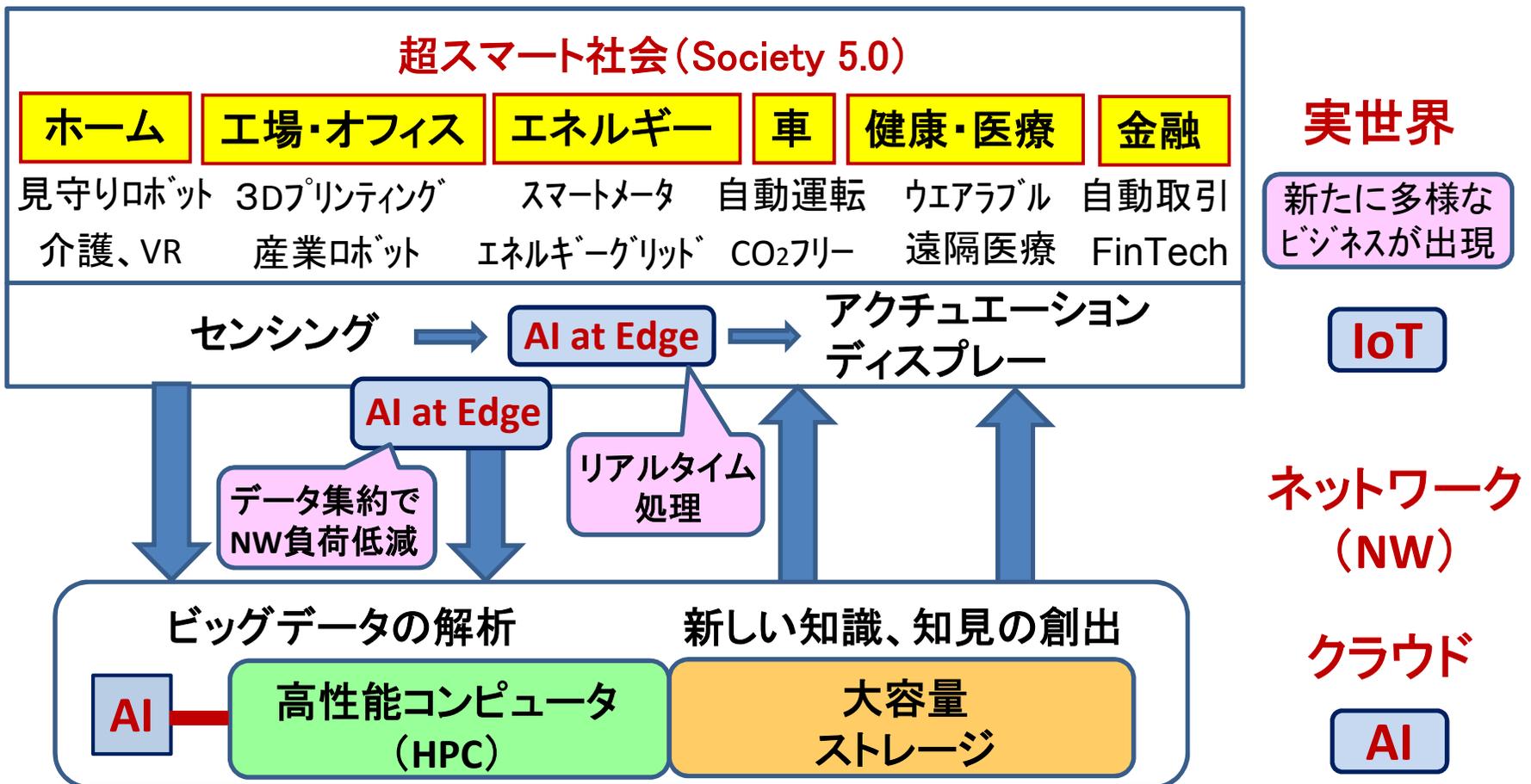


1. IoT/AIが切り拓く超スマート社会 (Society5.0)
2. IoT/AIが生み出す巨大CPS市場
 - ・日本にビジネスチャンスを生み出すIoT
 - ・AIにより創出される新たな産業
3. IoT/AI時代における半導体の重要性と環境変化
4. IoT/AIチップ革新、将来のコンピューティングへの技術潮流
5. IoT/AIチップ革新に向けた研究開発エコシステムの提言

1. IoT/AIが拓く超スマート社会（Society5.0）



- 私たちの身の周りに配置された多くのIoTが必要な大量のデータを抽出
- NWを介して大量データ(ビッグデータ)がクラウドに集結、AIが新たな知を創出
- 新たな知が実世界に配送され、サービス業、製造業に高い付加価値を提供



IoT/AIが変革する人々の生活



健康・医療

- 遠隔医療
- 情報ベースに個別医療サービス
- ウェアラブル健康モニター
Lab on Chip

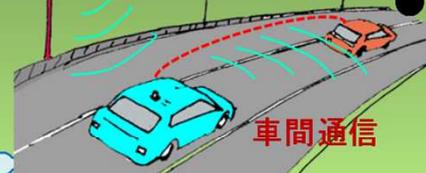


遠隔・AI診断



ウェアラブル健康モニター

ITS
インテリジェント交通システム



電力グリッド

- 自動走行による安全運転
- バッテリー、燃料電池、パワーエレクトロニクスでCO2フリー走行
- ナノ粒子触媒で排ガス浄化



太陽発電

自然エネルギー



風力発電

未来工場



太陽電池

BEMS

オフィス



2次電池

IoT

データセンター

- 廃熱利用

IoT Trillion Sensors

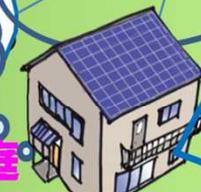
- IT機器の省エネ化

IoT

クラウド

IoT

家庭



疑似体験 (VR, AR)

オフィス・工場 (省エネセキュリティ)

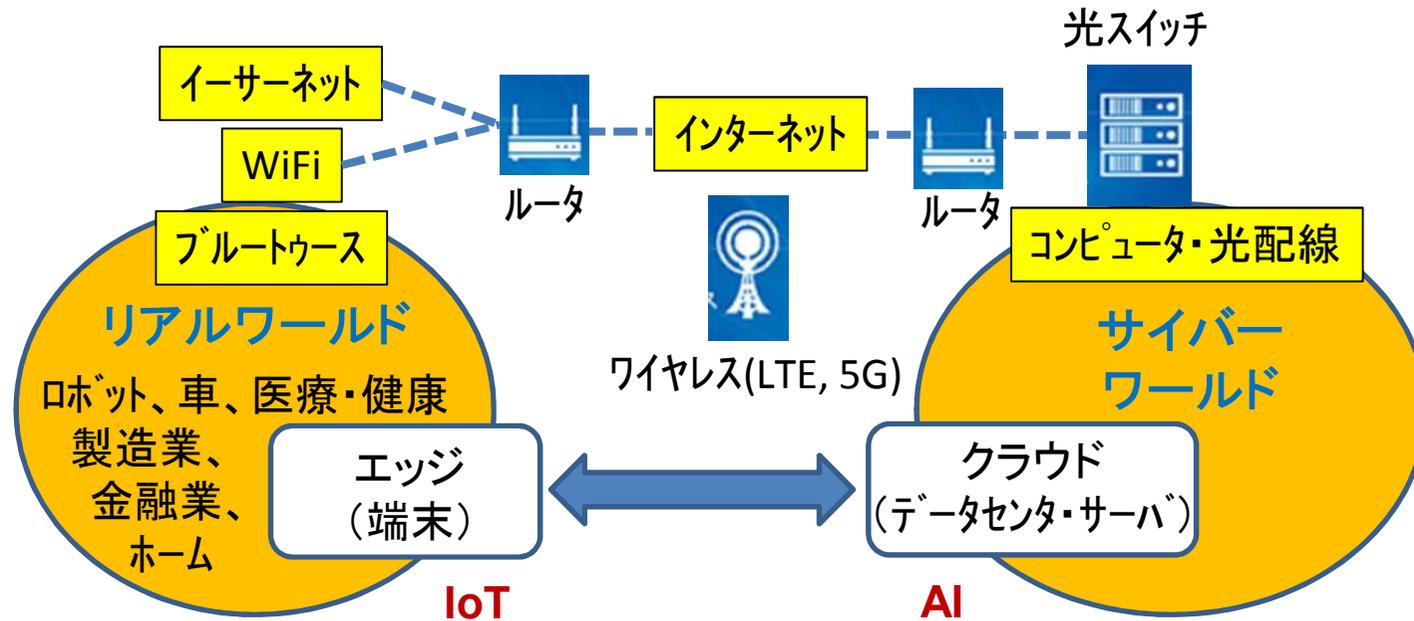
- BEMSによる省エネ化
- 分散電源によるマイクログリッド
- セキュアなモバイルテレワーク環境
- IoT情報支援による生産プロセス

家庭 (団欒、見守り)

- 疑似体験(旅行、美術館など) “超臨場感通信”
- 遠隔地意識しない家族との会話
- ロボット介護・弱者見守り



IoT/AIの進化に必要なテクノロジー



IoTの進化(人の活動支援)

デバイス主導

- *低消費電力チップ、低コスト
- *ヘテロ集積化、エネルギー自立供給
(センサ、アナログ、A/Dコンバータ)
(パワエレ、MEMS、LED、モータ等)

AIの進化(人を超える知能)

アーキテクチャ主導

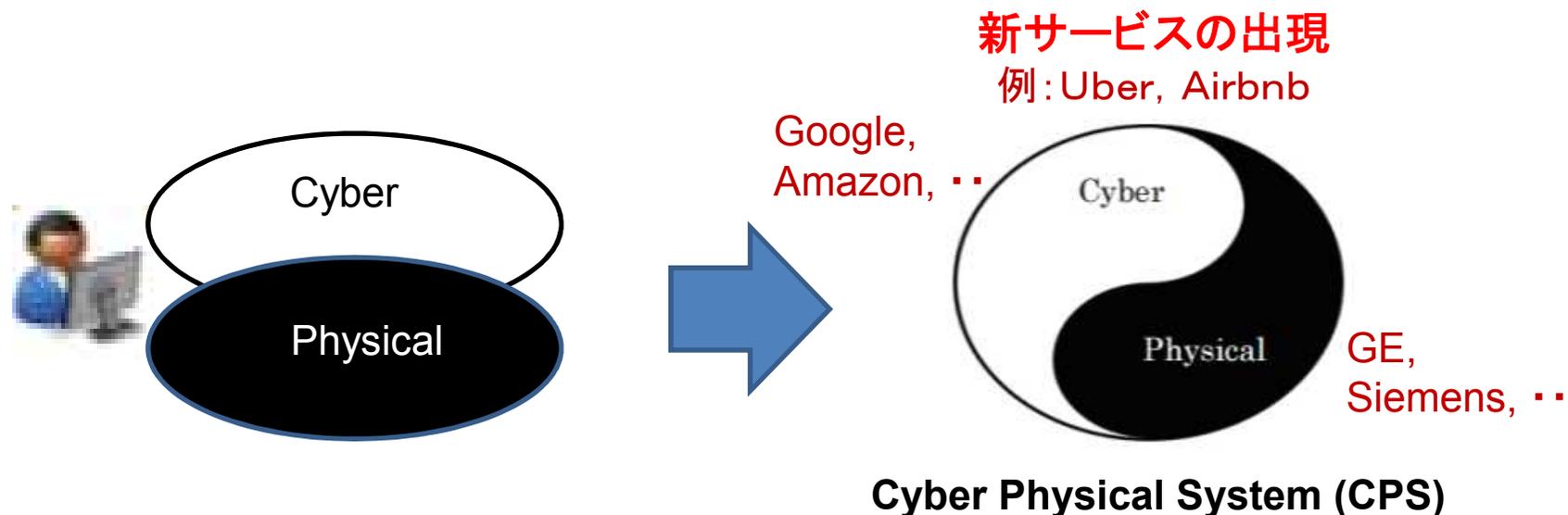
- *最先端の微細半導体
- *アーキ適合の新デバイス?
 - ・音声、画像、動画認識
 - ・言語処理、推論・抽象化、自律判断

クラウド側AIの
エッジ側IoTへの
展開

* IoT付加で、製品は単体売切りから
製品のライフサイクル通じたサービス事業へ

* 動作速度、消費電力、学習効果実装面で現状
のCPUアーキでは不十分、独自アルゴ、ソフト必要

2. IoT/AIが生み出す巨大CPS市場



■ IoT/AIビジネス

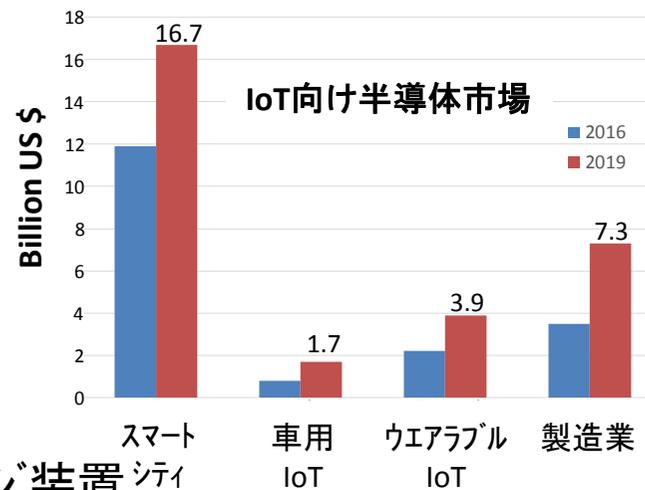
- ✓ IoT向け半導体市場
(IC Insights社 2016のデータを基に編集)

・18.4 B\$ @2016 ⇒ 29.6 B\$ @2019

- ✓ AIビジネス (日経テクノロジー
「AIチップ°創世記」2017年1月号)

・250 B\$ @2025

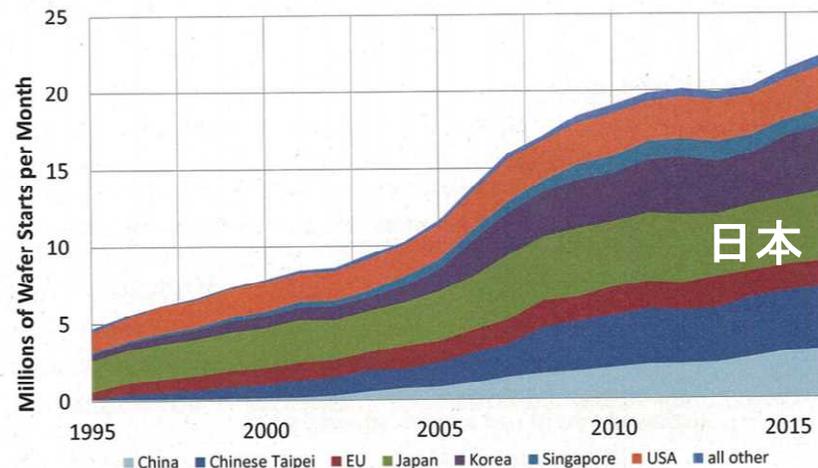
クラウドサービス, CPU, AIチップ°, NW製品, ストレージ装置



IoTは日本にとってビジネスチャンス？



- ◆ 製品を多く出荷している企業(製造業)に大きなビジネスチャンス
“IoT付加で、製品は単体売切りから製品のライフサイクル通じたサービス事業へ”
- ◆ IoTはコスト優先、機能優先のため、最先端微細半導体に限らず、半導体へのニーズは多様
- ◆ 電子部品、センサ、アクチュエータなどの多様な部品の半導体との集積化が必要
多くの競争力のある製造業(ロボット、自動車、機械産業)、電子部品企業が日本に集積
- ◆ 世界トップクラスの半導体ウエファ供給キャパシティ(300mmと200mm半導体工場並存)



Source: SEMI World Fab Watch, 2016
*Based on Maximum Capacity

半導体ウエファ供給キャパシティ

**IoTによる製造革新
“サプライチェーンの全体最適”**

センシング (IoT)

製造ラインの稼働状況、作業者の動き
部品在庫・物流、販売チャンネルの把握

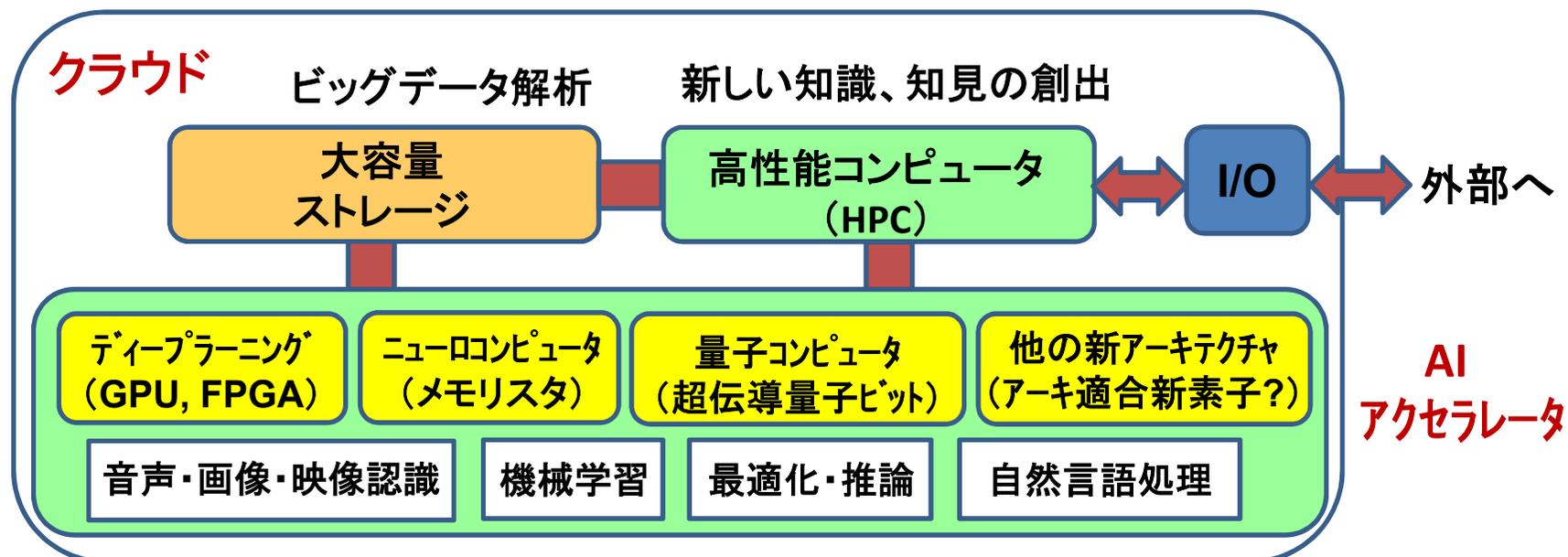
統合・分析・フィードバック (AI)

リアルタイムに把握・分析、可視化
生産計画精度向上
需要予測に基づく効率的生産
リードタイム短縮

生産性向上、コスト削減、リスク最小化

現在のAIに至る経緯

- 第1次ブーム(60年代)、第2次ブーム(80年代)を経て、
今、第3次ブーム(2013年頃から) 画像認識、音声認識で驚くべき能力
 - ・コンピュータの能力の驚異的増大(半導体の微細化がドライブ)
 - ・ビッグデータの充実(IoT、スマホ他から大量のデータ)
 - ・コンピュータアルゴリズムの進展(機械学習、ディープラーニング)
Alpha GO(画像から特徴量自動抽出、1200 CPU+176 GPU)
“理詰めでなく、パターン認識から生み出される人知を越える判断”



AIが生み出す新たな世界

認識(画像を使った特徴量の処理:人間の脳は目からの画像処理に大部分のエネルギー)、

学習(専門家に匹敵する運動能力の確保:ロボット、自動運転、ドローン、機械作業)

言語の理解(状況認識から生まれる意味理解)

⇒ **今までのコンピュータと全く異なる能力**

人間の作業を代替: 負荷大、人間では困難だった作業、判断伴い機械化が困難だった作業、

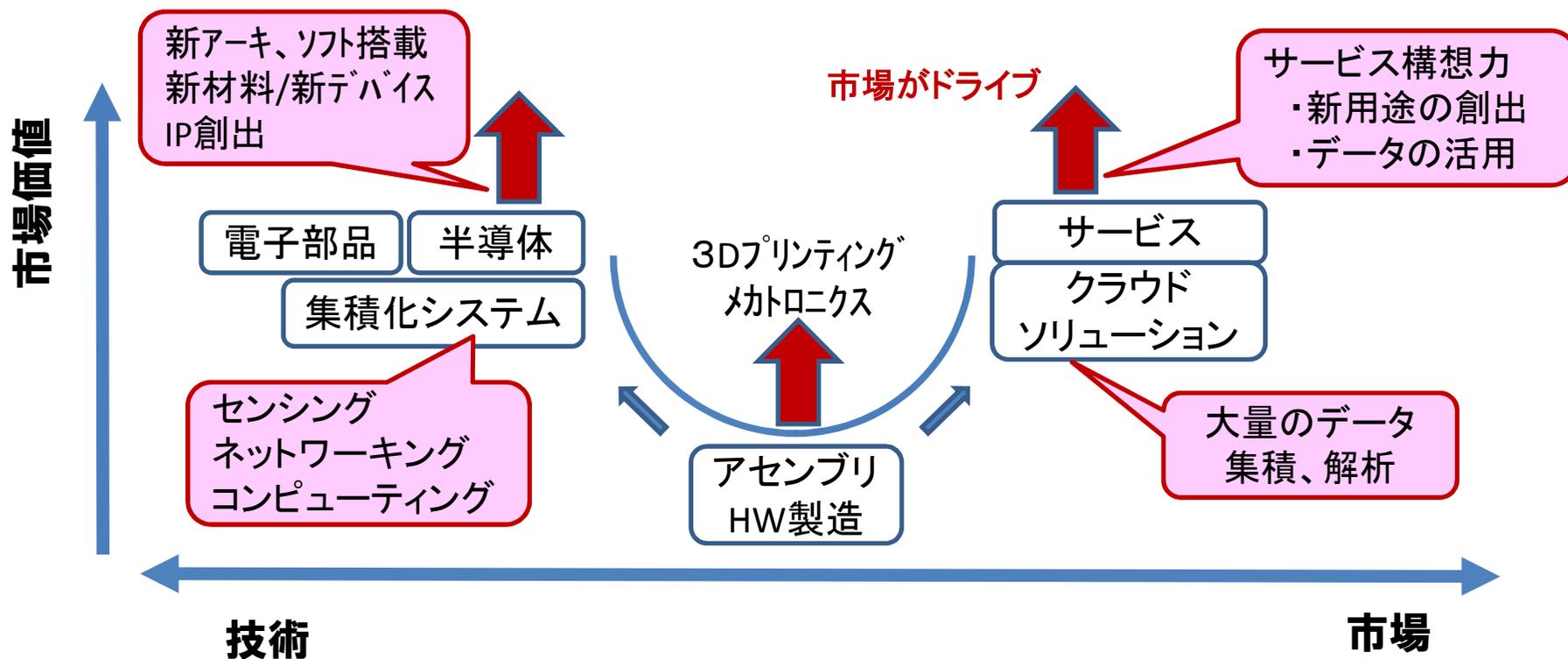
⇒ **新たな産業創出の可能性**



出典: (CRDS戦略プロポーザル)
“IoTが開く超スマート社会の
デザイン — REALITY 2.0 —”
2016年3月

ICTの利用進展度と新たな産業創出の可能性

市場創出とそれを可能にするテクノロジーの両輪が重要



■ IoT/AI時代における半導体の役割への期待

- ・サービス業、製造業に高い付加価値を与えるIoT、AIの根幹をなすのはセンシング、ネットワーク、コンピューティング機能、その核となる半導体の高性能化に大きな期待
“半導体チップやMEMSの導入でセンサーを小型化、低価格化”
“微細化限界を迎える半導体に対し、新アーキテクチャとそこで動くソフトウェア、新材料・新デバイス、3次元集積実装の導入でコンピューティングチップの革新”

■ 半導体技術に大きな変化

- ・半導体の進展を支えてきた微細化の限界が顕在化
- ・汎用CPUチップから特定用途に最適化されたチップが主役に
(GPU、FPGAの登場、将来的には量子コンピュータ、ニューロコンピュータ可能性)

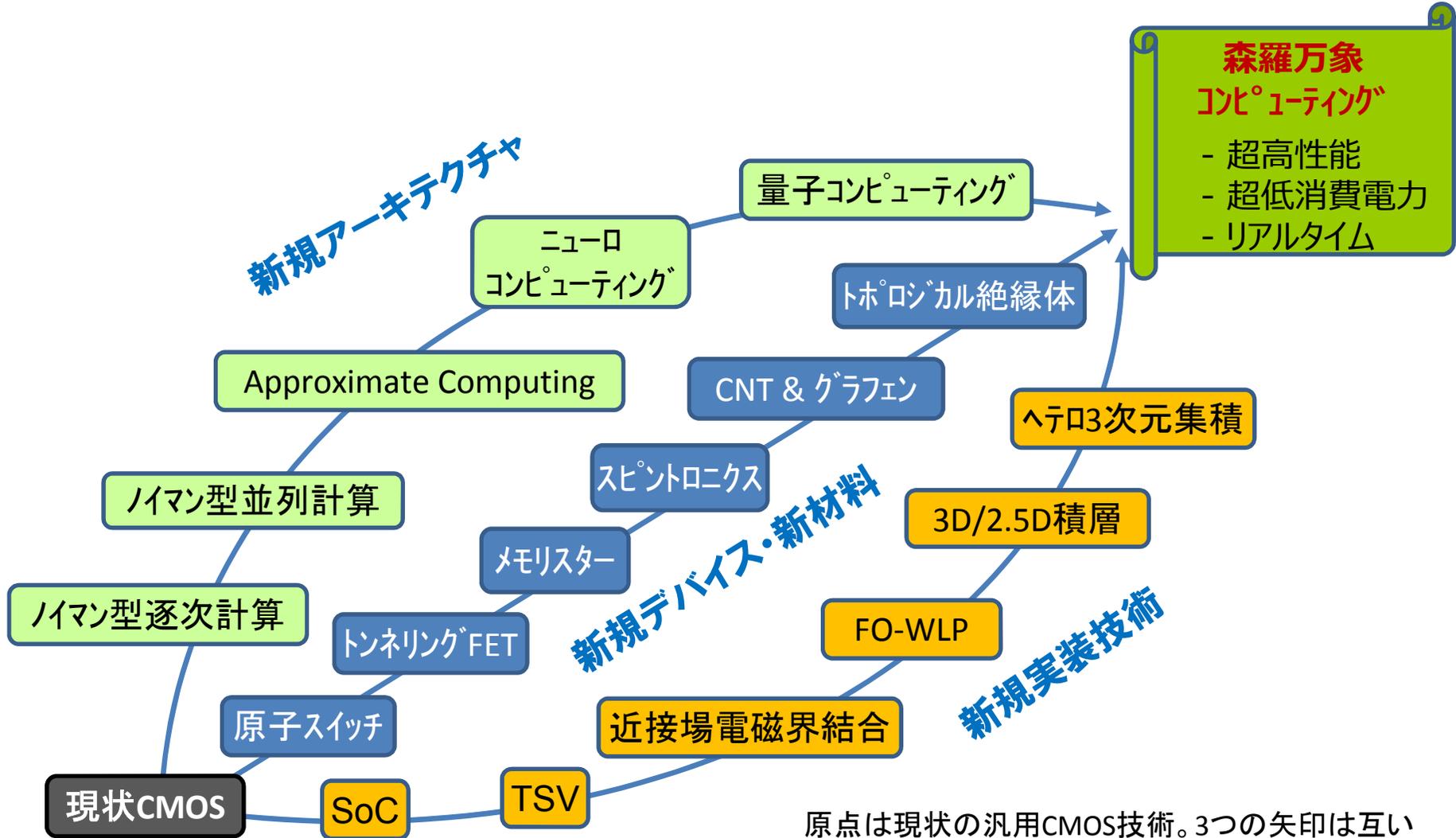
■ IoT/AI時代のビジネスを見据え、各国で半導体の大型M&Aが進展

- ・Qualcomm がNXPセミコンダクタを5兆円で買収、モバイル機器、車載、IoT、RF、NWに狙い
- ・Soft Bank がIoTビジネスを見据え、ARMを3.3兆円で買収
- ・Intel がAlteraを2兆円で買収、従来のCPUに加えFPGAを事業ポートフォリオに組み込み



- ✓ 微細化路線の限界で研究開発は海図なき世界へ
- ✓ ビジネスも巨大IoT/AI市場を見据え重要技術獲得へ

4. IoT/AIチップの革新、将来のコンピューティングへの技術潮流



**森羅万象
コンピューティング**

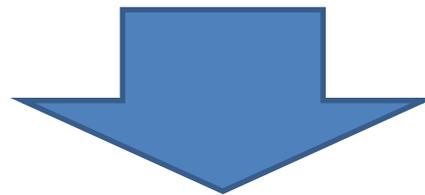
- 超高性能
- 超低消費電力
- リアルタイム

原点は現状の汎用CMOS技術。3つの矢印は互いに排他的ではないが、より高い計算能力を生み出すための研究開発の方向性を示している

FET: Field Effect Transistor, SoC: System on a Chip,
TSV: Through Silicon Via, FO-WLP: Fan-Out Wafer Level Package

◆ IoT/AI時代の到来に伴い、新たな研究開発の仕組みが必要

- ・IoT/AIチップ革新へのマーケット要求は膨大
- ・牽引役であった半導体の微細化路線は限界、新たな研究開発の枠組みが必要
- ・IoT/AIチップ革新には材料・デバイス、アーキ、実装の統合的アプローチが必要



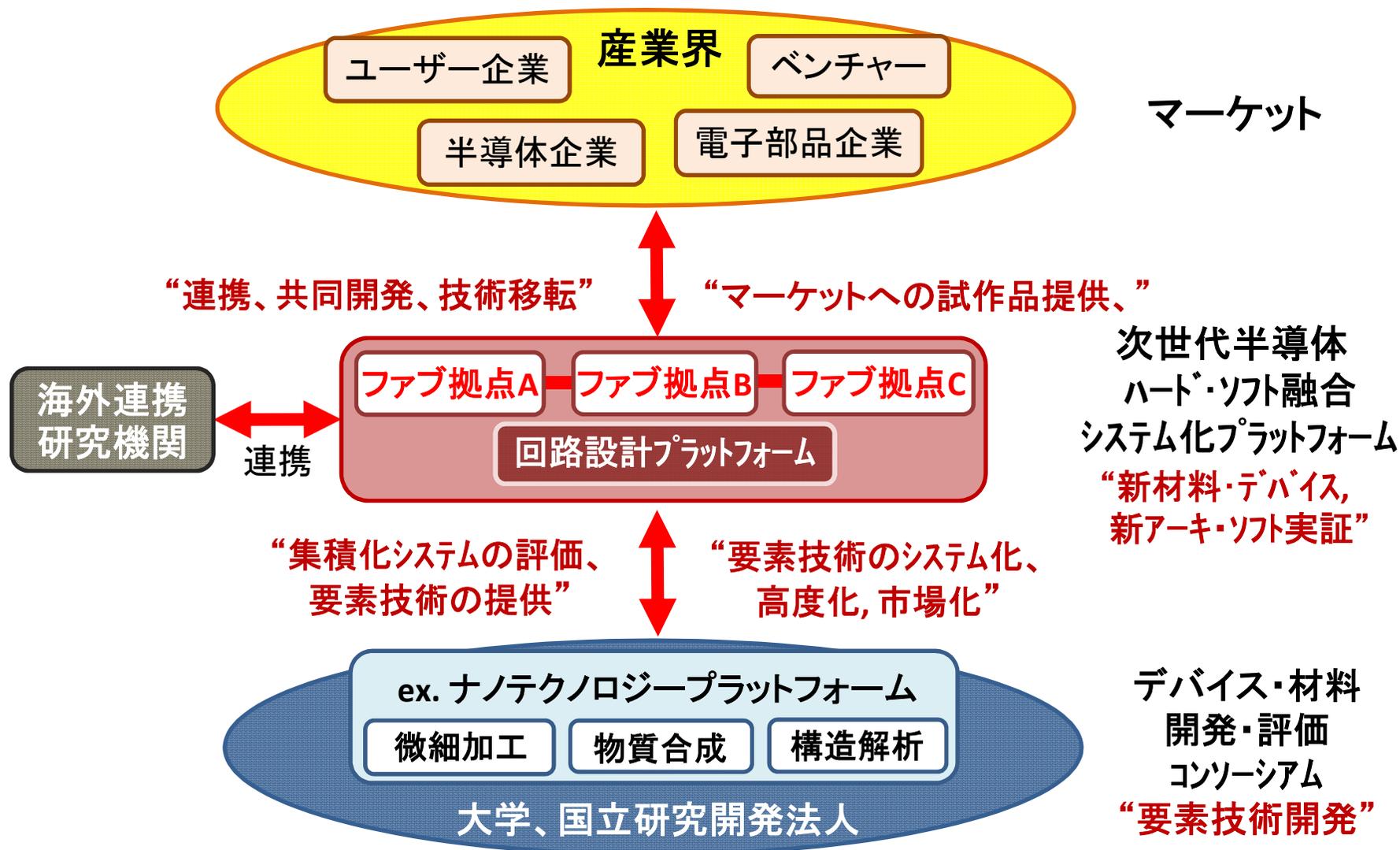
◆ IoT/AIチップ革新へ向けた産官学による研究開発エコシステム

- ・基礎研究レベルの成果が市場化までシームレスつながる仕組みを提供
- ・成果が蓄積され、再利用できる研究開発の循環システムを提供
- ・新材料・デバイス、新アーキテクチャ・ソフトウェアのアイデアをチップで具現化、回路設計IPを資産化できる場を提供
- ・次世代を担う若手研究者、技術者を吸引し、育成を可能とする場を提供

5. IoT/AIチップ革新に向けた研究開発エコシステムの提言



“新たな時代へ（IoT/AI時代の新たな産業創出、アーキ/材料・デバイス/実装の統合化）”



- ◆ IoT/AIが切り拓く超スマート社会(Society5.0)への期待は大
- ◆ IoTは人の活動支援を可能とし、AIは人をある部分で超える知能を提供する
 - IoTでは低消費電力、低コストでセンシング含む多様な機能の集積化チップに期待
 - AIでは現状のCPUアーキテクチャを超える独自アルゴリズム、ソフトウェアに期待
- ◆ IoT/AIが生み出す巨大CPS市場への期待は大
 - 多様な製造業が集積する日本にこそIoTビジネスのチャンス
 - 従来のコンピュータと全く異なる能力を提供するAIに新たな産業創出の可能性
- ◆ IoT/AIを可能とする機能はセンシング、ネットワーキング、コンピューティング、その核となる半導体チップの役割は大
- ◆ 半導体の性能向上を牽引してきた微細化路線は限界、「IoT/AIチップ革新」には材料・デバイス、アーキテクチャ、実装の統合的アプローチが必要
- ◆ IoT/AIチップ革新に向け、研究開発の新しいエコシステム構築が必要

