

AIロボティクス検討会

第1回事務局資料

目次

1. 本検討会の検討対象 と 議論の進め方
2. ロボットの歴史 と 近年のブレイクスルー
3. AIロボットの市場動向
4. ハードウェア
5. ソフトウェア
6. 主な論点

1. 本検討会の検討対象 と 議論の進め方

2. ロボットの歴史 と 近年のブレイクスルー

3. AIロボットの市場動向

4. ハードウェア

5. ソフトウェア

6. 主な論点

本検討会の検討対象と議論の進め方

＜本検討会と新たなロボット戦略における対象範囲＞

- ロボティクスは、自律制御可能なロボットから、人間が直接操作する機械システム（自動運転等）までを網羅する産業・技術体系全体の総称。
- 足下、ヒューマノイドを含めた多用途ロボットを中心に、知覚・計画・制御に機械学習や基盤モデルを統合し、自律性や汎用化を高めるAIロボティクスの研究開発競争が世界で激化。ここで生まれる要素技術やアーキテクチャは、自動運転車やドローン・無人航空機等にも一部共通化されるなど大きな変革をもたらさう。このため、本検討会の議論では、AIロボティクスに共通するレイヤーを意識しつつ、多用途ロボットを主な対象とする。
- 新たなロボット戦略では、多用途ロボットを中心としつつ、日本が目指すべきAIロボティクスの方向性と必要な政策を策定する。

＜新たなロボット戦略の方向性＞

- 多用途ロボットの開発・実装やマーケットインに向けて、供給側と需要側に着目し、我が国の強みと弱み、そこから見えてくる勝ち筋や必要な政策を検討する。その際、それぞれの技術・製品の成熟度や市場ドメインの環境整備等の状況が異なることから、新たなロボット戦略では時間軸を意識する。
 - 供給側： ※Software Defined Robot：ロボットの機能をハードウェアと分離し、ソフトウェアで定義・更新する設計・運用モデル
 - ✓ AIの高度化とSDR※への移行を見据え、産業競争力強化や経済安全保障の観点から重要なハードとソフトのキーコンポーネントを特定する。これらのコンポーネントを含むグローバルサプライチェーンやリスクファクター等を詳細に分析した上で、今後のあるべき産業構造の方向性や各事業者に求められる機能・能力を整理する。
 - 需要側：
 - ✓ 建築、医療・介護、小売、物流等のロングテール領域で、各市場ドメインで普及が進まない原因を分析する。市場ニーズに応じた付加価値の訴求とともに、先行して重点的に導入すべき市場ドメインや導入条件を整理する。

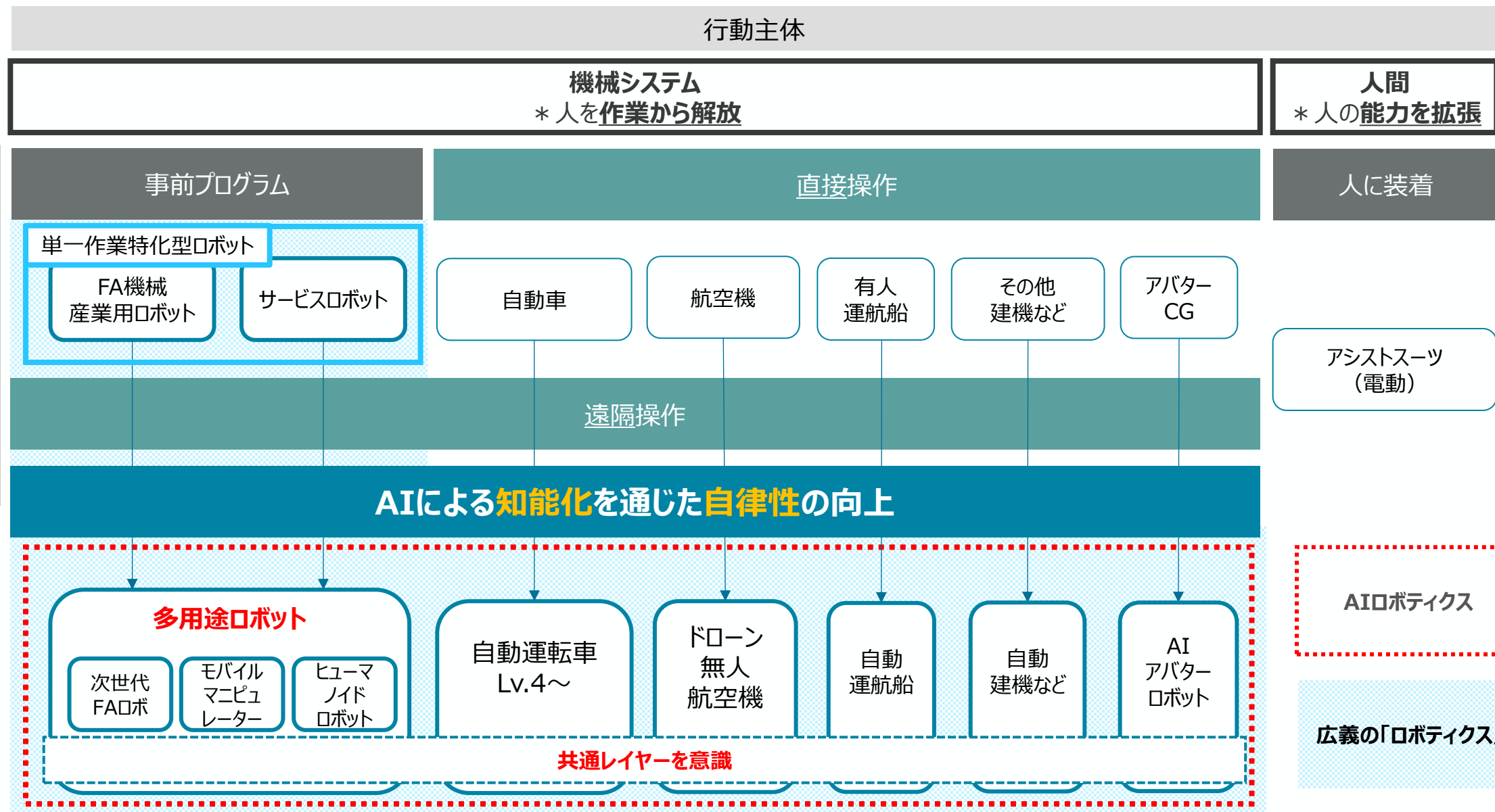
＜各回における検討テーマ＞

- 第1回では主に供給側、第2回では供給側と需要側の現状と課題について議論を行う。
- 第3回では、新たなロボット戦略の方向性と、足下で必要となる施策をとりまとめる。

(参考) 検討会におけるロボティクス概念の整理

ロボット とは「センサー、知能・制御系、駆動系の3つの要素技術を有する、**知能化した機械システム**」

(経済産業省「ロボット政策研究会」(2006年)における定義)



AIロボティクス戦略の方向性（案）

- 多用途ロボットの開発・実装及びマーケットインに向けては、供給サイド・需要サイド双方の取組を検討する必要がある。
- 第1回検討会においては、主に供給サイドについて議論を行う。

第1回の議論

供給サイド

AIロボティクスのサプライチェーン構築

AIロボティクス開発環境の整備

オープンな
開発PFの構築

AI基盤モデル開発

データセット構築

市場ニーズに適したシステム設計・調整技術の確立

SIer機能の強化

高度人材育成
エコシステムの確立

需要サイド

先行官需の創出

防災分野

防衛・宇宙分野

建設・
インフラ保守
分野

ロングテール市場での導入促進

飲食業

宿泊業

小売業

製造業

運輸業

建設業

介護・福祉

農林水産業

等

1. 本検討会の検討対象 と 議論の進め方

2. ロボットの歴史 と 近年のブレイクスルー

3. AIロボットの市場動向

4. ハードウェア

5. ソフトウェア

6. 主な論点

(参考) 近年のロボット戦略の概要

2015年の「ロボット新戦略」

- 日本の強みであるものづくりを基盤に、高齢化やインフラ老朽化等の社会課題をロボットにより解決するべく、①世界のロボットイノベーション拠点創出、②世界一のロボット利活用社会実現、③IoT時代を見据えたロボットの展開、の3本柱を掲げた。
- アクションプランとして、2015年度から5年間を「ロボット革命集中実行期間」と位置付け、各業種別にロボット導入に向けた市場規模の数値目標を設定。製造分野では堅調に推移をしていたものの、サービス分野や医療・介護分野では伸び悩んだ。

2019年の「ロボットによる社会変革推進計画」

- 上記戦略を踏まえ、個別のロボット開発支援から、分野横断的な施策に焦点を絞り、導入・普及を加速するエコシステム構築として、「ロボットフレンドリー」な環境の実現や、地域エコシステムの組成、ロボットSIer人材育成など、ロボット導入を促進する事業環境整備の実施に力点を移した。

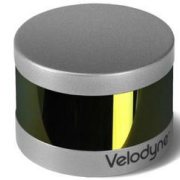
ロボティクスにおけるハードウェアの現状

- EVや自動運転の開発進展等により、**ロボティクスに必要な電子部品やセンサー技術の量産が進み価格が低下**。また、**コンポーネントの疎結合化**により**部品の共通利用や開発が効率化**し、価格低下に寄与。
- 民間調査（ARK Invest）によれば、産業用ロボットについて、**1995年から2017年にかけて平均価格が約80%低下**。結果、ユースケースの拡大につながり、**全体としての市場拡大につながった**。

各コンポーネントの価格低下

【センサー（カメラ、LiDAR等）の高性能化・価格低下】

- EV・自動運転の大量生産で、カメラ、LiDAR、レーダー等が安価で入手可能に。
- Velodyne社の「Puck VLP-16」は、\$7,999（販売当初）⇒\$4,000と、**4年間で約50%低下**。



【バッテリーの小型化・価格低下】

- EV向けバッテリーの高エネルギー密度化・低価格化。
- リチウムイオンセルの平均価格は、**1990年代～2018年で97%下落**



【アーキテクチャの変化（密結合から疎結合へ）】

- 従来のHW・SWの密結合から、両者の**疎結合化**が進むことで、同じ制御基板やセンサー、アクチュエータの複数ロボットでの**共通利用**や、**開発の効率化**が可能に。

ロボットの製品価格の低下の例

【産業用ロボット】

- Kassow Robotsの「KR1805」（7軸ロボ）は、\$67,815⇒\$52,700と、**約22%低下**。



【サービスロボ】

- PUDU社の「BellaBot」（配膳ロボ）は、\$20,000⇒\$15,900と、**約21%低下**。



（出所）ARKInvest「BIG IDEAS 2019」、Our World in Data「The price of batteries has declined by 97% in the last three decades」

各製品の価格は販売代理店・サイト（Delahenty Machinery, RS Marketplace, RobotLAB）や各種報道・レポート（日刊工業新聞、LIDAR MAGAZINE, K 8 NEWS）による公表情報から引用

ロボティクスにおけるAIの発展

- 従来のロボティクス（単一作業特化型ロボット）は、ティーチングプレイバック（人間がロボットに直接動作を覚えさせる制御手法）が主流。各動作にティーチングが必要なため、導入コストが高く、環境変化への柔軟性がない。
- 近年は、**VLA（Visual Language Action Model）、模倣学習、強化学習等の活用**を通じて、**実データとシミュレーションデータも含めた大量のデータをAIに学習**させ、**未知の環境にもゼロショットで対応できるEnd to Endのソフトウェアが開発可能に**。

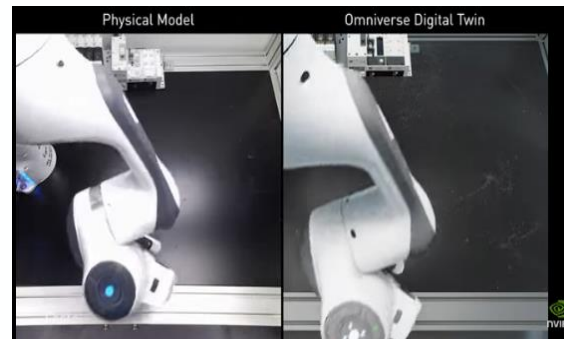
従来の制御（ティーチングプレイバック）

- 従来のティーチングプレイバックは、定型作業に強く動作の精度は高い。
- 一方、**教示時間が数週間や場合によっては数か月/ 1ライン**かかり、**初期導入コストが高い**。
- また、**段取り替えが発生する場合、都度教示が必要**で、環境変化への柔軟性がない。



近年のAIを活用した学習・制御（Visual Language Action等）

- VLA、模倣学習、強化学習等の活用により、従来の**教示時間を大幅に短縮**が可能（学習時間を数週間から数分間に短縮できるとの見方も存在）。
- また、環境変化に強く、**新たな部品・生産ラインでもゼロショットでの対応が可能に**。



高精度なシミュレーション環境



学習データの生成

AIロボティクスによって実現できること

- 従来のロボティクスは、ある環境で決まったタスクを正確かつ安定的に行う高い信頼性が確保されている一方、開発の柔軟性の低さや異なった環境における自律的判断が困難。そのため、少量多品種市場（ロングテール市場）に対応するには、個々のニーズに応じたそれぞれのロボットを開発する必要があり、長期の開発期間と高コスト構造から困難が生じている。
- ロボットの高コスト構造を解消するため、多様なユースケースで活躍可能な多用途ロボットの開発が不可欠。AIの発展により、①多様な動作の実現、②人と接する等の複雑な環境への対応も可能な多用途ロボットの開発が期待できる。

既存ロボットの開発・導入の課題

開発制約

ロボットのハード・ソフトが
一体化しており、
開発の柔軟性が低い

技術制約

周囲の環境等に合わせて
自律的に判断・動作を
行うことが困難

ロボットのハード・ソフトの
切り分け・分割化による
汎用性・拡張性の革新

高度なAIの融合による
自律性・拡張性・操作性
の革新

ロボットの導入市場

ロボットシステムの数・量

伝統的市場



多品種少量製造

建築

ホテル・宿泊

小売

【未活用領域】

ロボットの
需要種別

【既活用領域】
大規模需要

少量多品種市場

ロボットによる
判断・処理
は限定的

ロボットに様々な機能、複雑な判断・処理が求められる

米中のロボティクス分野における投資・資金調達の状況

- 米中では、自動車や半導体メーカーもロボティクス分野に進出し、既存のAIインフラ等も活用しつつ**兆円超えの研究開発・設備投資**が進み、**ヒューマノイドの商用化**も見据える。
- スタートアップも、**米中は時価総額数千億円～数兆円、資金調達は数千億円規模**だが、**日本は数十～数百億円**に留まる。

米中主要メーカーの投資状況

【米国・Tesla】

- ヒューマノイドロボット「**Optimus**」を開発。自社工場での活用から始め、26年から外販開始を目指す。
- 24年に、OptimusやロボタクシーのAI領域等も含め、全体で**研究開発に約45億ドル（約6,800億円）、設備投資に約113億ドル（約1.7兆円）**を投資。



【米国・NVIDIA】

- GPU・OS・物理シミュレータ・AI基盤モデル等からなる**ロボティクス開発プラットフォーム「Isaac」**を提供。
- 25年から4年間、AIチップ製造やIsaacなどの物理AIインフラの構築に**約5,000億ドル（約75兆円）**を投じる方針。



【中国・Unitree】

- SWとHW一体で自社開発するフルスタック戦略。ヒューマノイド（**G1/H1/R1**）や四足ロボ（**Go1/B2**）に注力。R1は**5,900\$（約90万円）**で販売。
- 投資情報は非公開であるものの、**25年シリーズCで約1.4～1.7億ドル（約200～250億円）**を調達。



ロボティクススタートアップの資金調達状況

【米国・Figure AI : ヒューマノイド】

- 時価総額約5.9兆円。25年5月に約2,300億円調達、累計調達額は約3,500億円。Open AI、NVIDIA等も出資。

【中国・Unitree : 四足・ヒューマノイド】

- 時価総額約2500億円。25年シリーズCで約1.4～1.7億ドル（約200～250億円）を調達。

【ドイツ・Neura Robotics : ヒューマノイド】

- 25年1月に約200億円調達、累計調達額は約500億円。

【日本・MUJIN : ピッキング倉庫ロボ】

- 23年12月に約150億円調達、累計調達額は約230億円。

【日本・TELEEXISTENCE : 小売・物流向け多関節ロボット】

- 23年7月に約230億円調達。類型調達額は275億円超。

【日本・Preferred Robotics : 清掃ロボ】

- 22年3月に約6億円調達。

AIロボティクス実現に向けた各国の政策的対応・現状



【方向性・現状】

- ・ GAFAM中心とした民間リスクマネー主導での市場創出



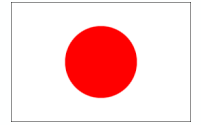
【方向性・現状】

- ・ AIルールメイキングを通じた競争優位性の確立



【方向性・現状】

- ・ キャッチアップ・国家主導型での大規模な産業政策の実施



【方向性・現状】

- ・ 産業用ロボット技術に強み
- ・ AIロボティクス領域では出遅れ

【対応】

- ヒューマノイドロボット企業の資金調達へ巨額の民間リスクマネーが流入し、研究開発を強力に推進。2025年は20億ドル超の資金が流入する見通し（Tesla, NVIDIA, Figure AI等）
- 政府においても、こうした民間の企業活動を後押し。トランプ大統領は2025年1月に大統領令にて、規制緩和を通じて民間によるAI関連技術の開発を促す方針を発出
- また、連邦政府や州政府による補助支援も実施。一例として、国立科学財団(NSF)は、2025年7月にAI研究機関に1億ドルを投資し、研究開発・社会実装を促進すると発表

【対応】

- 2024年にAI規制法を施行。開発を促進しながら倫理的・法的枠組みも強化し、国際標準を確立。域内企業の競争力を高めることを企図
- 同時に、科学研究プログラム「Horizon Europe」の第9期(2021～2027年)でロボット研究を支援。この中の官民連携事業を通じて資金を供給し、予算規模は2021～2030年累計で最大約26億ユーロ
- 2024年1月に、AIスタートアップを支援する「AI Innovation Package」をスタート。2027年までに官民の総投資額40億ユーロを目指す

【対応】

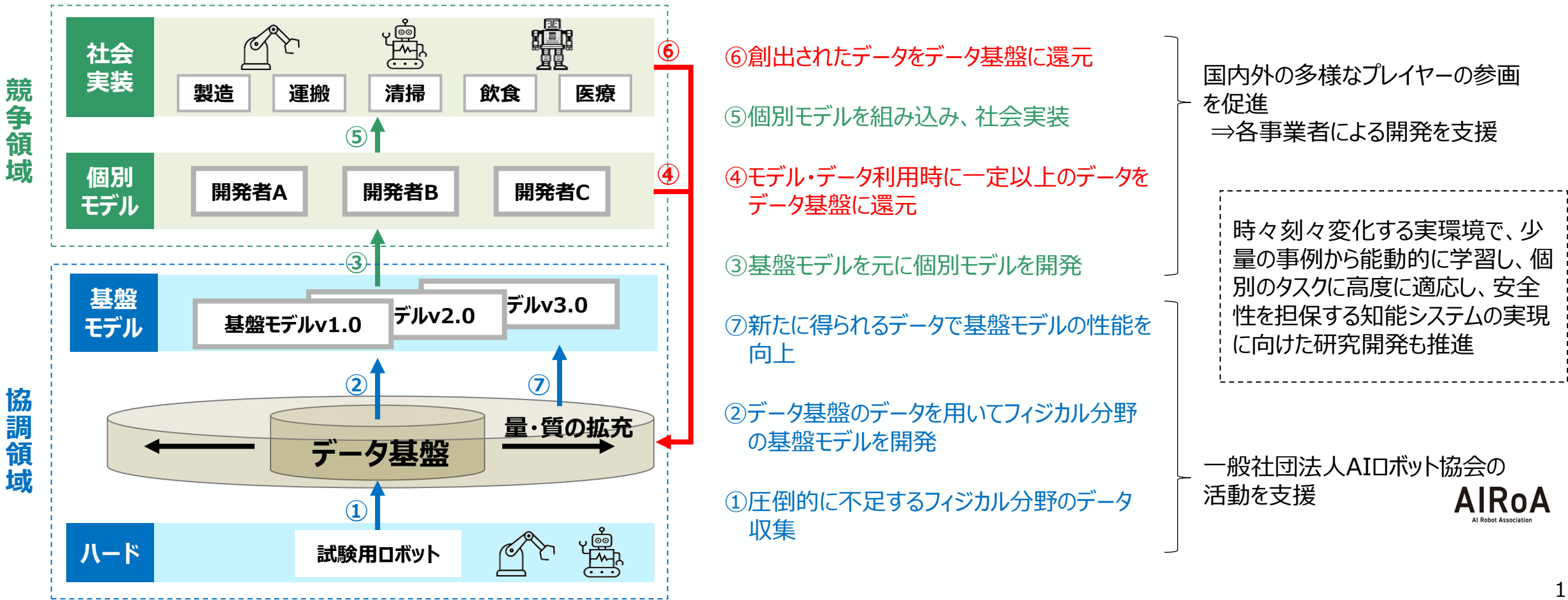
- 産業政策「中国製造2025」(2015年)と「第十四次五カ年計画」(2021～2025年)でロボットに対する政策支援と投資を展開、ヒューマノイドロボットに約200億ドル以上を割り当て
- 「世界的影響力を持つ企業」を2、3社育成し、2027年までに国際的競争力を持つサプライチェーンを構築を狙う
- 2025年3月、ヒューマノイドロボット等の先端技術に特化したベンチャーキャピタルファンドを設立、約1兆元を投資する体制を整備

【対応】

- 日本の強みとして「産業用ロボットで培った高度技術基盤」と「高齢化・人手不足のような現場ニーズの高さ」が存在
- 2015年の「ロボット新戦略」では、2020年までにロボット導入を拡大し、介護医療等サービス分野への活用を推進。しかし、日本はAI技術で遅れ、2025年の「ヒューマノイドロボット産業の100社」に入ったのは9社のみ

(参考) 日本における主な取組①：フィジカルAIの開発促進 (R6補正：220億円)

- フィジカル分野の基盤モデルにより、従来は難しかった汎用・自律的なロボットの動作が可能に。米中では、プロプライエタリにデータを蓄積し、基盤モデルを開発する動きが加速。
- 日本では、オープンなデータ基盤の成長を加速させることにより、基盤モデルの開発や社会実装を促進する。



(参考) 日本における主な取組②：AI・ソフトウェア起点のロボット開発を促進する オープンな開発環境の構築 (R6補正：103億円)

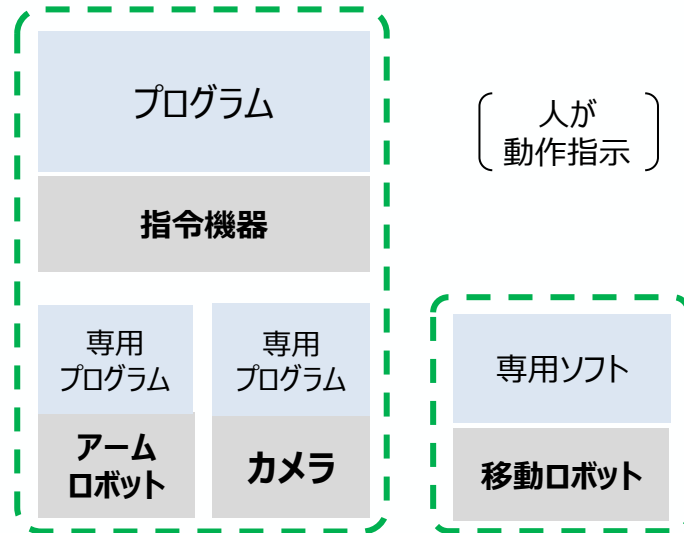
- AIロボティクスの実装領域のスピード感ある拡大に向けて、ロボティクスの機能をモジュール化した上で、モジュール単位での柔軟なロボットシステム開発が可能となる、ソフトウェアとハードウェアのオープンな開発環境の構築を進める。

従来：ロボット等のハードメーカーが
ハード・ソフトを一体開発

上位層
(ソフト寄り)

例：製造業での組立

例：飲食店での配膳



下位層
(ハード寄り)

目指す姿：多様な主体が分割化（モジュール化）
されたハード・ソフトを開発

多品種少量市場（サービス分野等）で複雑な作業を代替

アプリ
ケーション

ソフト
ウェア

ハード
ウェア



ロボットシステムの
汎用性・拡張性を革新

1. 本検討会の検討対象 と 議論の進め方

2. ロボットの歴史 と 近年のブレイクスルー

3. AIロボットの市場動向

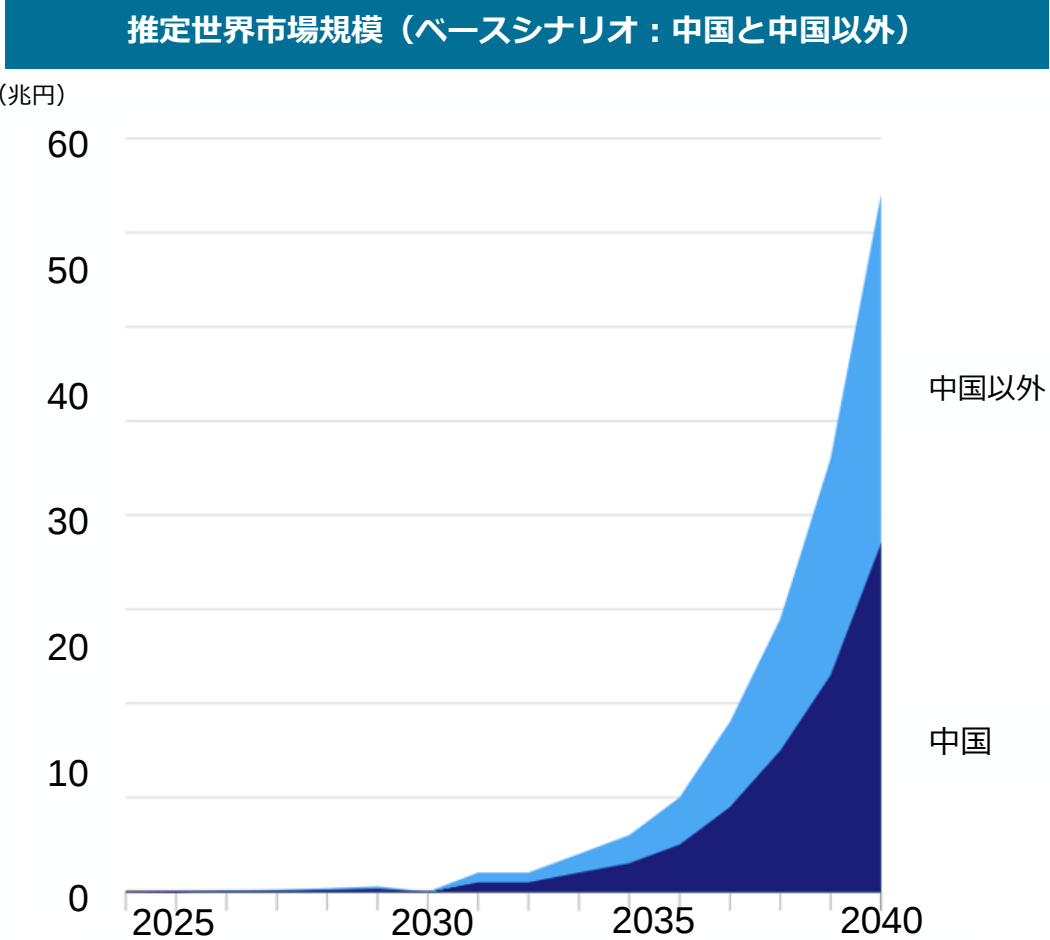
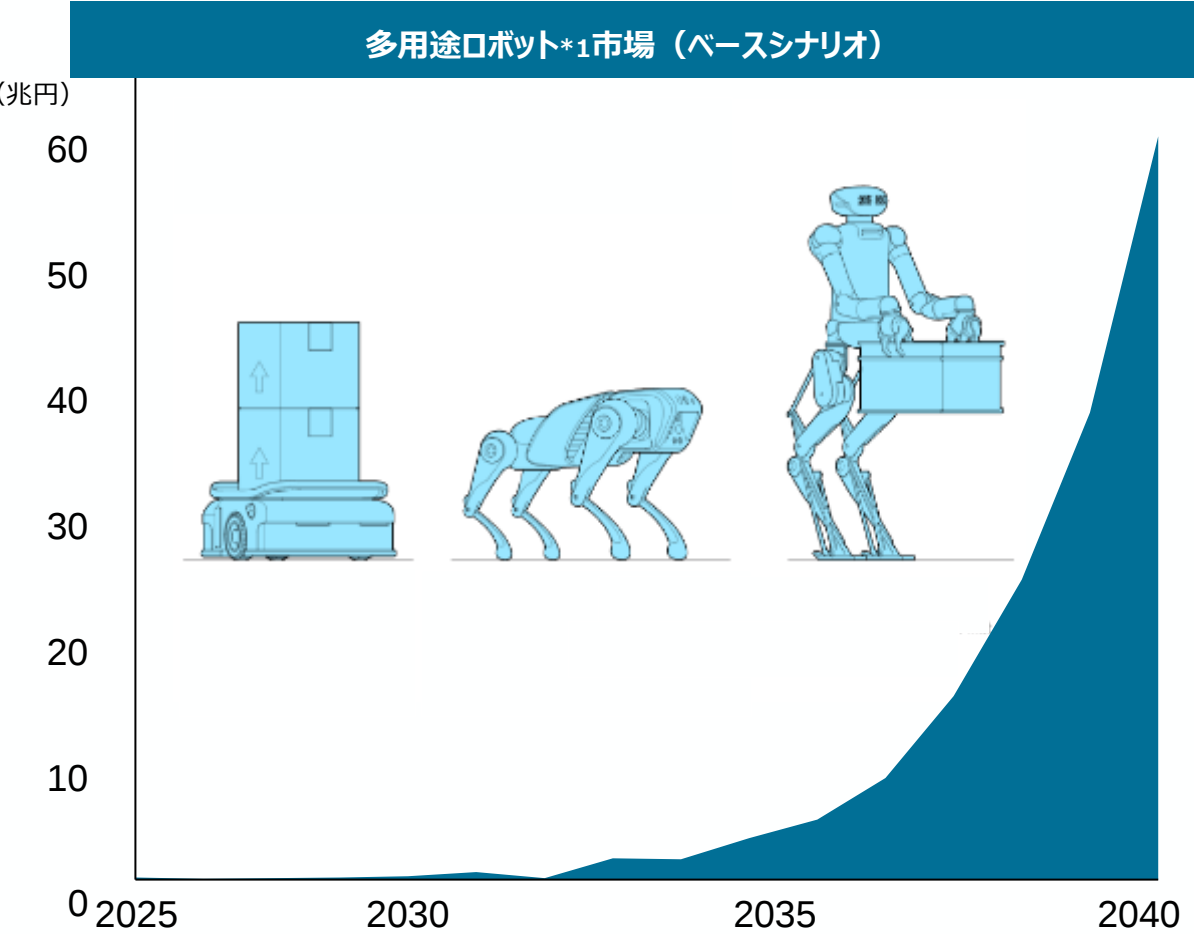
4. ハードウェア

5. ソフトウェア

6. 主な論点

拡大する多用途ロボット市場

- ヒューマノイドを含む**多用途ロボット*1市場の規模は2040年までに約60兆円に達する見込み。**
*1：特に、ここではヒューマノイドや4足歩行型、モバイルマニピュレーターといった形態を念頭に置いている（注1）。
- 現状の市場動向や各国の政策動向が続くと仮定すれば、**市場規模の半分以上を中国が獲得すると想定される。**

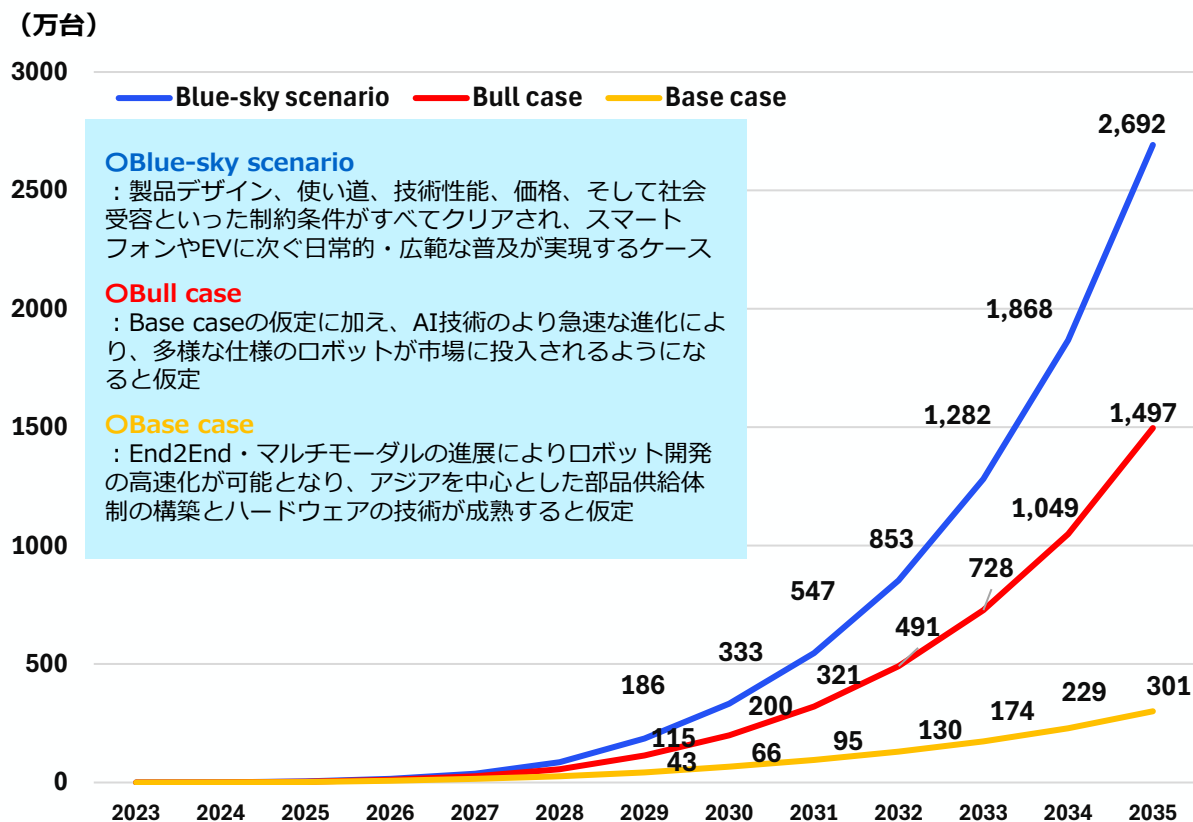


(出典) マッキンゼー・アンド・カンパニー社
(注1) McKinsey & Company (June 30, 2025) Will embodied AI Create robotic coworkers? <https://www.mckinsey.com/industries/industrials-and-electronics/our-insights/will-embodied-ai-create-robotic-coworkers>
(注2) ベースシナリオ（基本シナリオ）では、中国におけるロボット導入が一定の速度で進むことを想定。この導入促進要因としては、中国政府のロボット導入補助金、導入ロボットの普及拡大（新市場や新しい作業用途の拡大を含む）、一般的なハードウェアの学習曲線に伴うユニットコストの低下（欧米では1台あたり4万ドル、中国では3万ドル）、および機能の開発サイクル（3～4年）が挙げられる // 1ドル＝150円換算

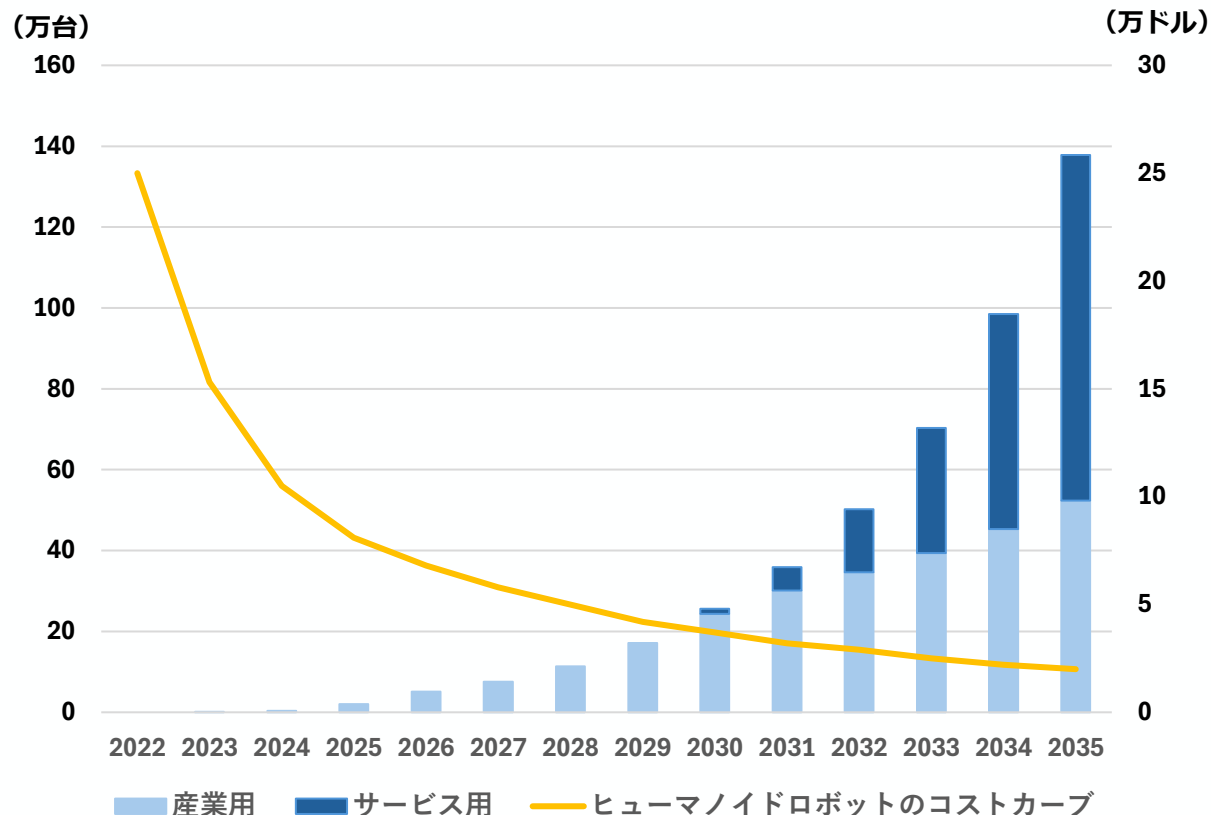
ヒューマノイドロボットの出荷台数の見通し

- ヒューマノイドロボットに限っても、出荷台数は2035年にかけて加速度的に増加していくと予想されており、ベースケースでも2035年には累計出荷台数が300万台を超える見通し。
- 現状、平均25万ドルの高額な導入コストも、部品の量産や技術革新が進むとともに急激に低下することが見込まれる。
- 今後、サービス用途の導入が加速し、2035年には産業用途よりもサービス用途の方が出荷台数が多くなると見込まれる。

ヒューマノイドロボット累計出荷台数



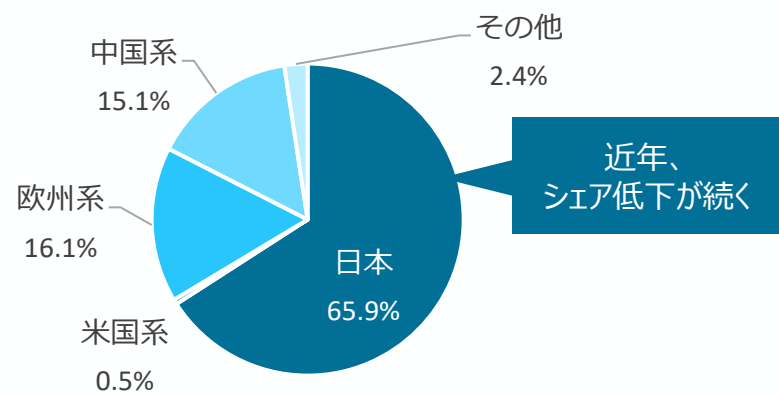
ヒューマノイドロボットのコストカーブと用途別出荷台数の見通し (ベースケース)



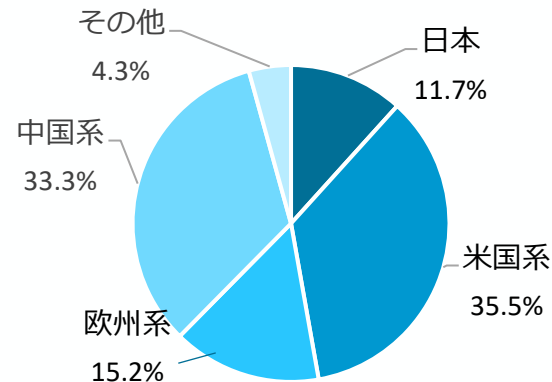
ロボット市場と日本のロボット産業の動向

- 我が国は産業用ロボット市場では約 7 割のシェアを誇るも、近年はシェアが低下中。また、今後大きな市場規模と成長が見込まれるサービスロボット市場においては、米欧中に後れを取っている。
- 足下、AIロボティクス開発が米中で進む中で、ヒューマノイド技術開発によりもたらされる、ロボティクス領域全体におけるハード・ソフト両面での技術革新や、人材エコシステム形成でも劣後する結果、既存の産業用ロボット領域における産業競争力も喪失するおそれ。

産業用ロボット市場 0.8兆円（2022年）

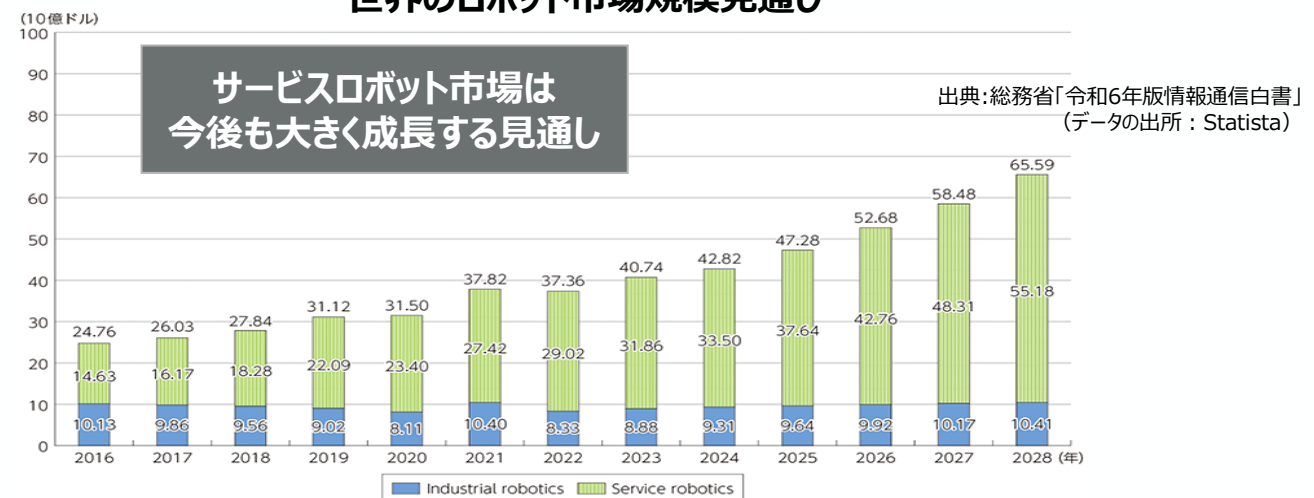


サービスロボット市場 2.8兆円（2022年）

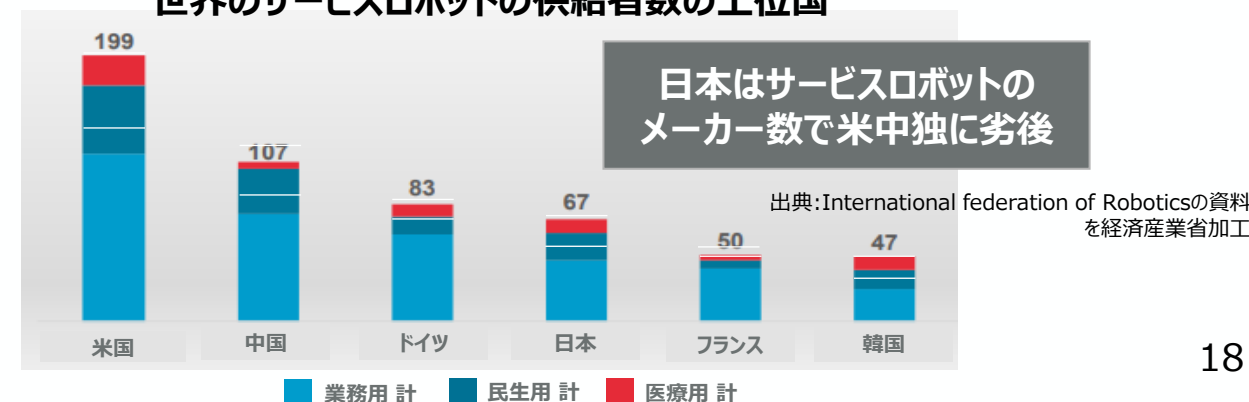


出典: NEDO 成果報告書データベース2023 年度成果報告書『情報収集費 2023年度 日系企業のモノとITサービス、ソフトウェアの国際競争ポジションに関する情報収集』

世界のロボット市場規模見通し



世界のサービスロボットの供給者数の上位国





1. 本検討会の検討対象 と 議論の進め方

2. ロボットの歴史 と 近年のブレイクスルー

3. AIロボットの市場動向

4. ハードウェア

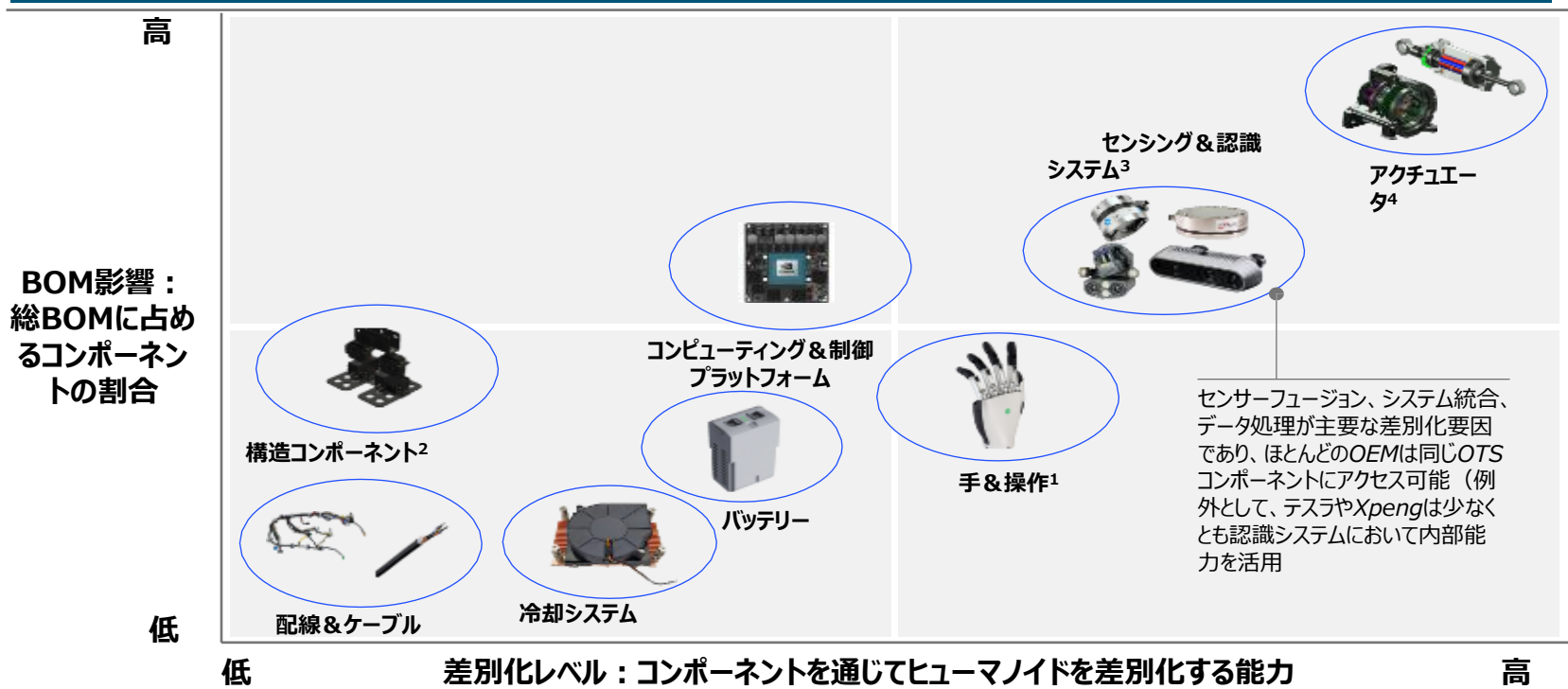
5. ソフトウェア

6. 主な論点

ハードウェアコンポーネントの差別化要因

- ヒューマノイドロボットのハードウェアの構成コンポーネントのうち、製造原価（BOM）に占める割合と性能に影響を与える度合いの双方が高いのはアクチュエーターとセンサー。
- アクチュエーターは自律歩行やハンド操作、物理的相互作用など諸々のタスクの実行に必要不可欠。また、センサーは、VLM・VLAでの情報処理・推論の前提として欠かせない、物理世界の情報の認識能力に直結する。

BOM影響と差別化レベルに基づくヒューマノイドコンポーネントのマッピング



- アクチュエータは、BOM影響（40-60%）と差別化レベルが高いため、最も重要なハードウェアコンポーネント
- 多くのヒューマノイドプレイヤー（例：テスラ、Figure AI、ポストンダイナミクス、Apptronik）は、コンポーネントの重要性と特定のOEM仕様を満たす高性能統合OTSソリューションの不足のため、アクチュエータ開発プロセス（設計、組み立て、システム統合）の重要な側面を通常内部で実施

1. 別途調達される場合のみ；それ以外の場合、手&操作はアクチュエータとセンサーの一部

2. BOM影響は材料（例：複合材対合金）および生産方法（例：ダイカスト対鍛造）に依存します。また、プラスチックカバーも含まれる

3. コンポーネントの品質（例：LiDARは500ドルから5,000ドル）およびコンポーネント統合レベルに応じてコストが大きく異なる

4. 構造/主要アクチュエータ

注：安全システムのBOM影響は、例えば安全認証済みアクチュエータや追加のセンサー/認識システムなど、さまざまなコンポーネントで考慮される必要がある



1. 本検討会の検討対象 と 議論の進め方

2. ロボットの歴史 と 近年のブレイクスルー

3. AIロボットの市場動向

4. ハードウェア

5. ソフトウェア

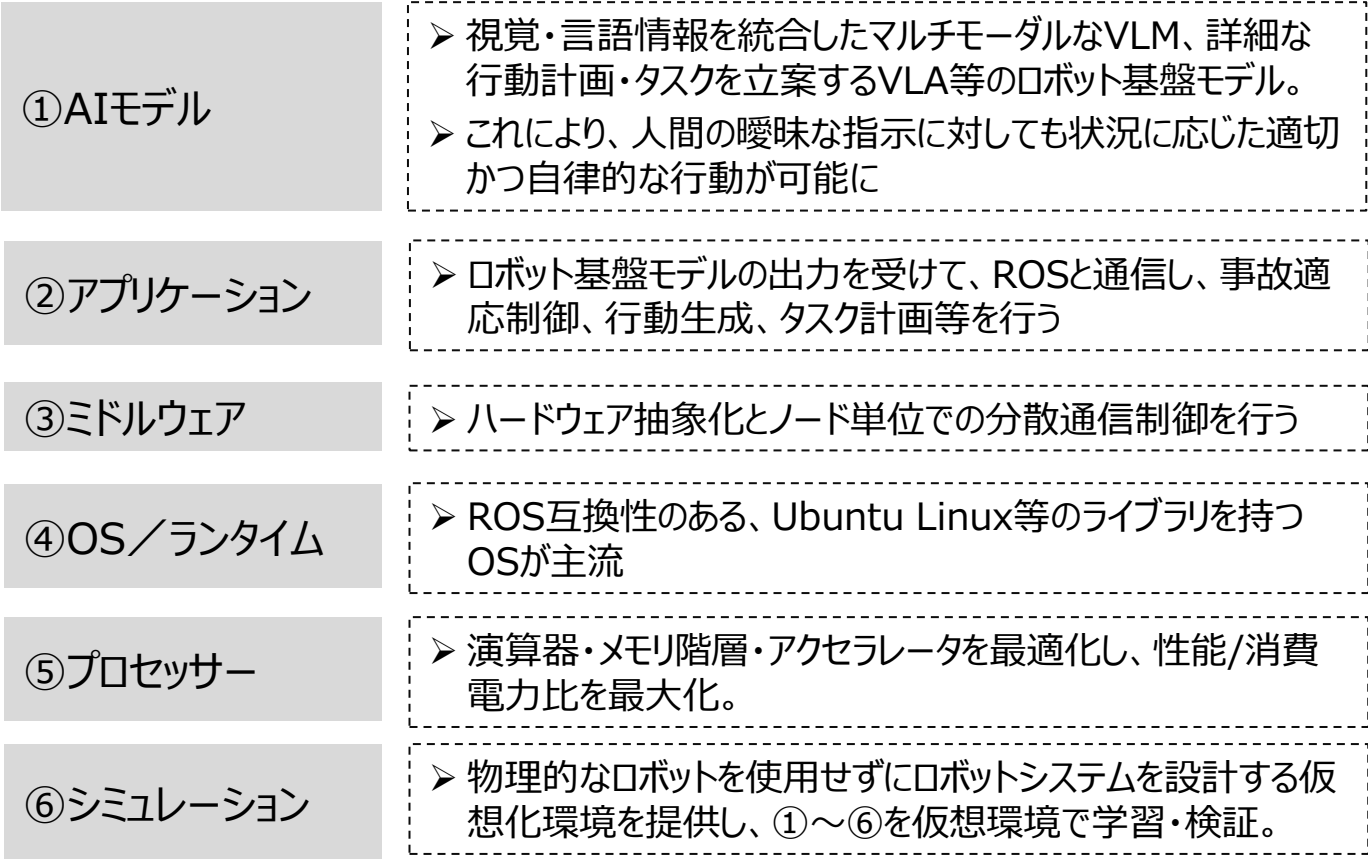
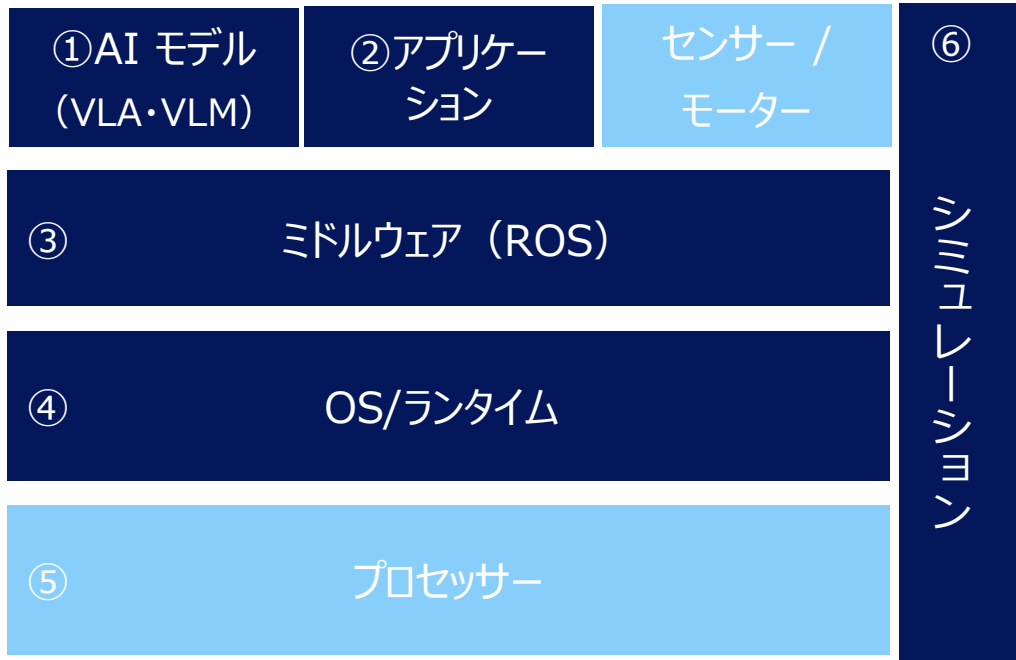
6. 主な論点

ヒューマノイドのソフトウェア・スタックのレイヤー構造

- ロボット性能をAIが左右する状況になりつつあり、ソフトウェア・スタックの中でも、視覚・言語情報を統合しタスクを生成するVLA・VLM等のロボット基盤モデル、高速に推論・論理演算を実行するプロセッサ（エッジコンピューティング）、仮想環境で膨大な学習を可能とするシミュレーター、が差別化・競争優位のカギを握る。

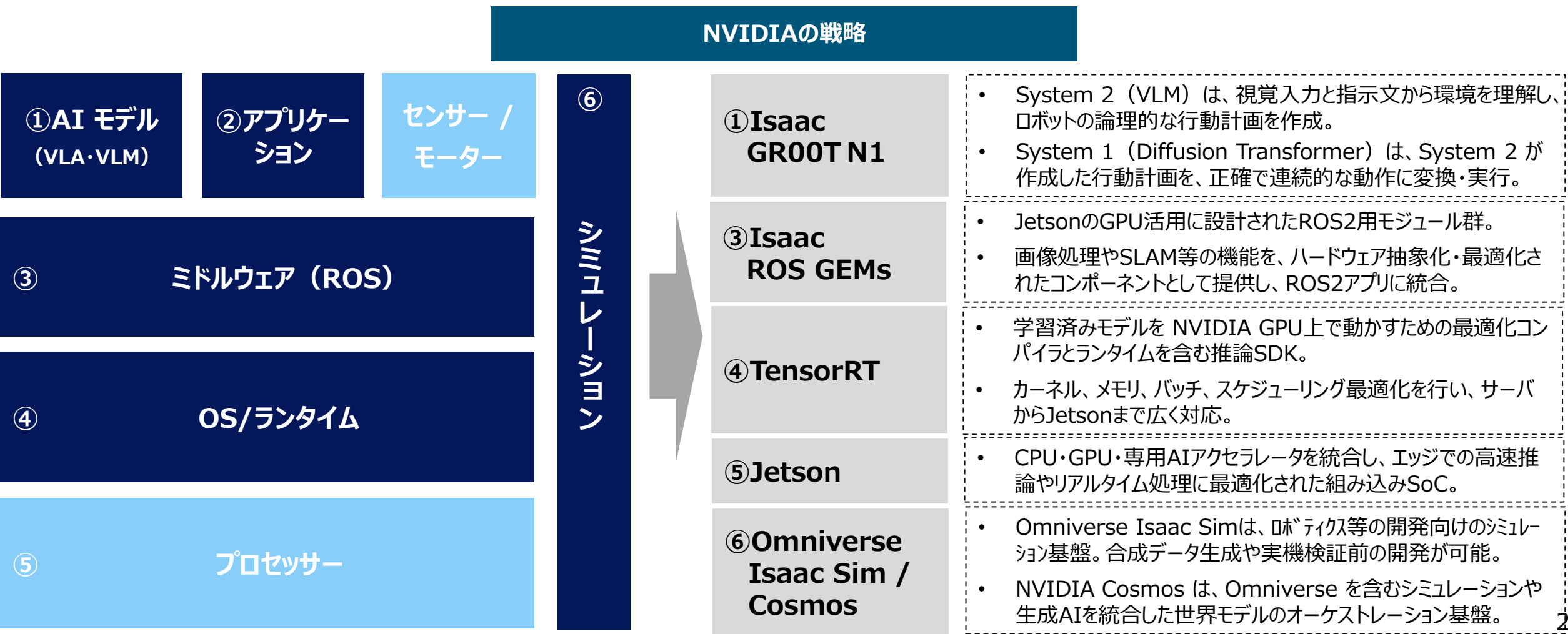
ソフトウェアレイヤー構造の詳細（特徴）

- 近年、自然言語理解・マルチモーダル推論・状況判断を可能とするVLA、VLM等のロボット基盤モデルの実装が進む。
- 各ノード間の通信・管理には、ROSやその互換ミドルウェアが一般的だが、ROS互換を維持しつつ、独自SDKを併用する例も増加。
- 世界モデル等の実装が進み、実機を利用せずとも仮想環境で、強化学習を行うシミュレーション（Sim 2 Real）が進む。



NVIDIAの戦略と、日本の取るべき方向性

- NVIDIAは、ハード（プロセッサ）から、VLAやミドルウェア等の主要なソフトウェアコンポーネントまでを一体的に提供し、競争力を確立。
- 日本にはこうした統合的な基盤を提供する企業が存在しないため、既存のOSSやソフトウェアを取捨選択し、国内事業者の育成・強化と、世界の主要事業者との提携を組みあわせながら、AIロボティクスのエコシステムを構築することが重要。





1. 本検討会の検討対象 と 議論の進め方

2. ロボットの歴史 と 近年のブレイクスルー

3. AIロボットの市場動向

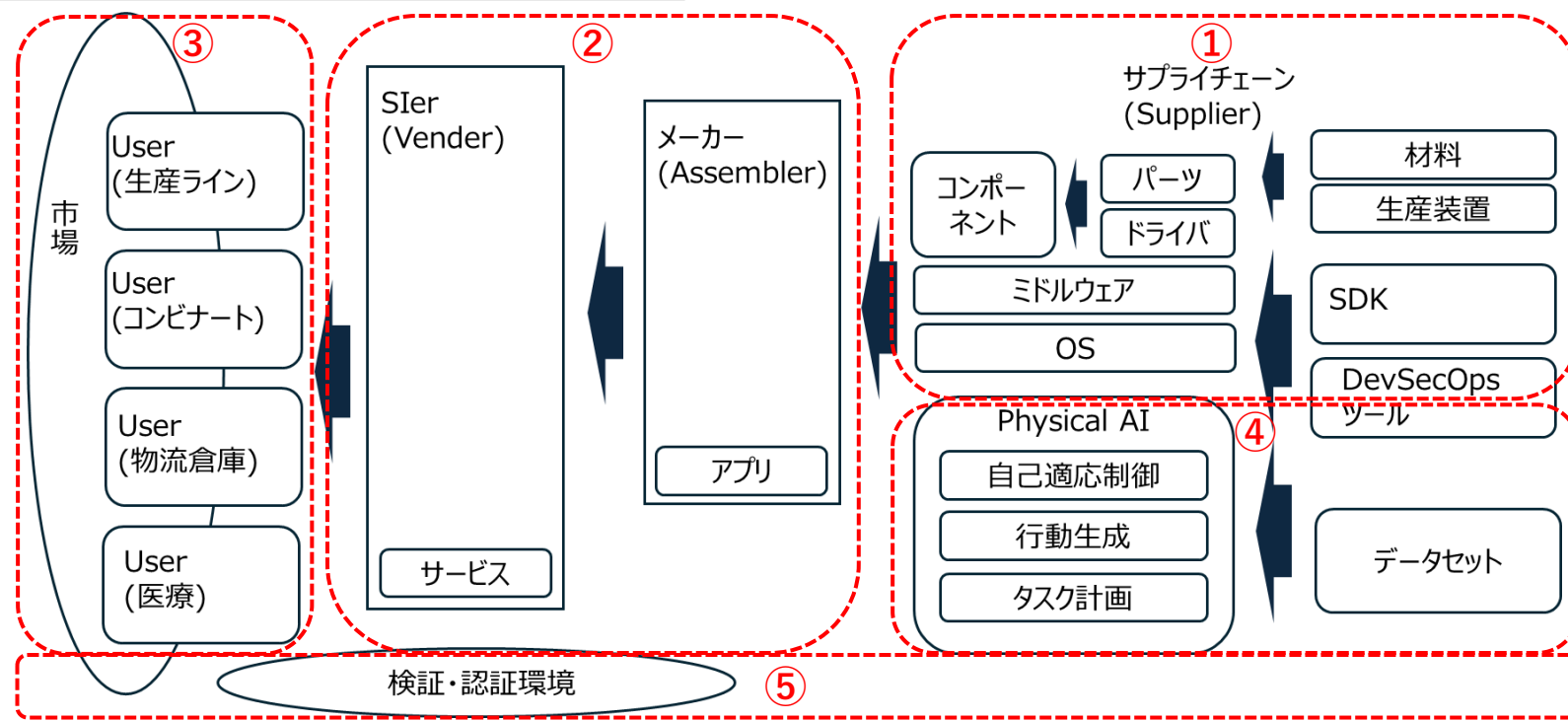
4. ハードウェア

5. ソフトウェア

6. 主な論点

主な論点

- これまでのロボット戦略をどのように評価・総括するか。新たなロボット戦略に活かすべき教訓はあるか。
- 以下の論点について、時間軸を意識しながら、“As is”と“To be”の差をどのように埋めていくか。
 - ① AIの高度化やSDRの潮流を踏まえ、どのようなサプライチェーンが必要か。
 - ② 多様な市場ニーズの要請やサプライチェーンの変化等に対して、Sierやメーカーはどのような役割や能力が必要か。
 - ③ 各市場ドメインのニーズや制約要因に応じて、どのような導入条件や認証が必要か。先行して注力すべき市場ドメインはどこか。
 - ④ AIエンジンに求められる機能やデータセットは何か。AIエンジンの開発競争が激化する中、日本は何に注力し、どのような形で世界の主要プレイヤーと組むべきか。
 - ⑤ 国内外の優秀な人材や情報が集まるための環境整備や、それを支える人材育成にはどのような取組が必要か。



※機能の観点から整理をしており、事業体の単位で示したものではない。一つの事業体が複数の機能を担っていることも多い。