

Physical AI がもたらす産業構造変化の先読み

— AI Defined Machine の時代へ —

AI 戦略コンサルティング部 シニアコンサルタント 坂上 竜馬
AI 戦略コンサルティング部 コンサルタント 久米 脩平
AI 戦略コンサルティング部 コンサルタント 小林 透己

1 はじめに

Physical AI は、2025 年の CES で NVIDIA のジェンスン・フアン CEO が提唱した概念である。市場は Physical AI を生成 AI・Agentic AI に続く次世代 AI トrendとして期待しており、Morgan Stanley は 50 年までにヒューマノイドロボット市場が 5 兆 US ドルを超える規模まで成長すると予測している^{※1}。

地域別では、米国と中国がロボット基盤モデルの開発や AI ロボットの量産、社会実装で先行している。日本は高市早苗政権が 2040 年時点で AI ロボットの市場規模を 20 兆円（世界シェア 3 割）に拡大することを掲げ、需要創出や基盤の整備などに投資を開始した^{※2}。

昨今の Physical AI を取り巻く外部環境動向を踏まえ、本稿では Physical AI の技術革新がもたらす産業構造の変化を先読みし、需要者と供給者のそれぞれが取るべきアクションを考察する。第 2 章では Physical AI の定義および産業構造の現状をバリューチェーン・需給構造から整理し、第 3 章では Physical AI がもたらす「機械の能力を AI が定義する」未来として「AI Defined Machine」の概念を示す。第 4 章では「普及する作業範囲」という軸で発展のシナリオを考察し、需要者と供給者のそれぞれが今後取るべきアクションを提言する。

2 Physical AI バリューチェーンの現在地

1) Physical AI の定義

Physical AI という言葉は、使い手や文脈によって意味や対象範囲が異なるケースが見られ、一般化された定義が存在していない。本稿では「学習プロセスに物理データを用いる AI」を「広義の Physical AI」と定義する。また、その中でも物理空間と相互作用する AI を「狭義の Physical AI」と定義する（図表 1）。ここでの「物理空間との相互作用」は、センサーなどにより物理データをインプットし、物理的な動作をアウトプットして物理空間に影響を与えることと定義する。以降、本稿で言及する Physical AI は「狭義の Physical AI」を指すものとする。

2) Physical AI のバリューチェーン

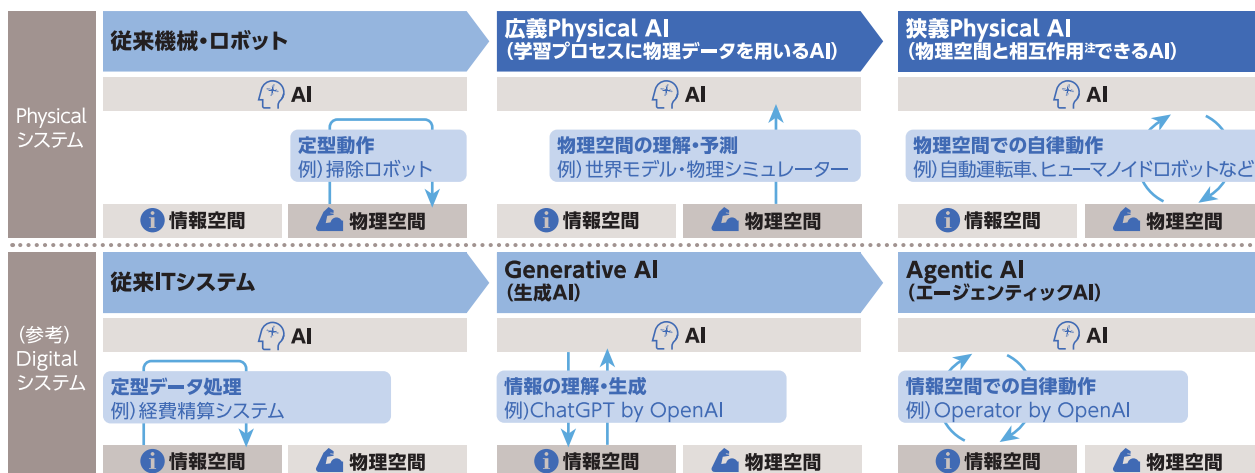
Physical AI のバリューチェーンは、図表 2 のように「コンポーネントの開発・調達とアセンブリー」「システムインテグレーション (SI)」「現場導入・アフターサービス」の大きく三つのセグメントで整理される。

「コンポーネントの開発・調達とアセンブリー」において、主なコンポーネントはハードウェア・ソフトウェア・AI モデルの三つから構成され、アセン

※1 Morgan Stanley 社, “Humanoids: A \$5 Trillion Market”, <https://www.morganstanley.com/insights/articles/humanoid-robot-market-5-trillion-by-2050>

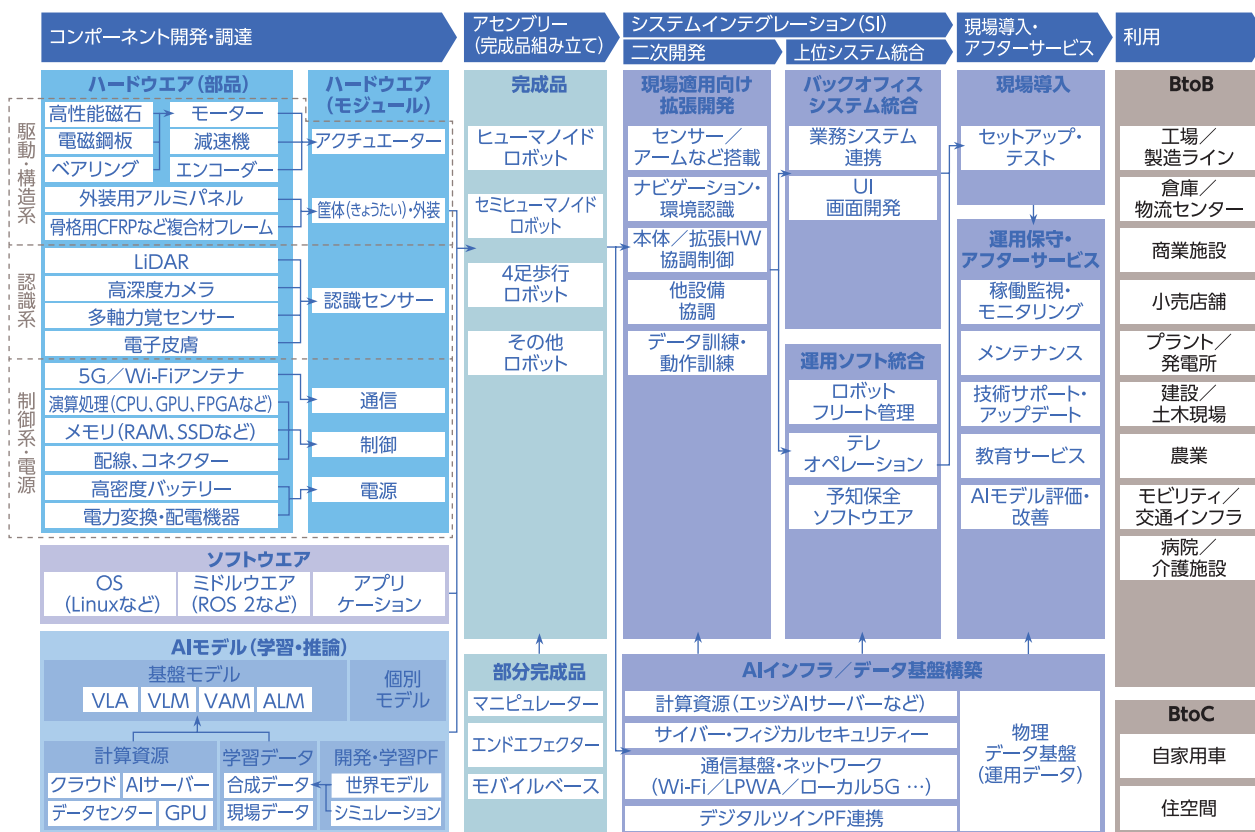
※2 内閣官房 日本成長戦略会議（第 3 回）資料 2「先行して検討を進めている主要な製品・技術等の官民投資ロードマップ素案」（令和 8 年 3 月 18 日修正）

図表 1 Physical AI の定義



注) 物理データをインプットし、アウトプットとして物理空間に影響を与えること
出所) NRI 作成

図表 2 Physical AI バリューチェーン



出所) NRI 作成

ブリーではそれらを統合する。AIモデルは、モデル・計算資源・データの三つから構成される。データは、現実世界で収集した物理データに加え、世界モデルを用いた合成データを活用するケースがある。

次に「システムインテグレーション (SI)」は、完成品を現場に実装するバリューチェーンである。導入現場に合わせて追加開発を行う「二次開発」と「上

位システム統合」が必要となる。また、Physical AI ロボットを現場で運用するための通信基盤やセキュリティ基盤、物理データ基盤などのインフラ構築が必要である。

最後に「現場導入・アフターサービス」では、現場環境に応じたセットアップ、稼働監視・モニタリング、AIモデルの評価・改善などの体制整備が必要

である。

図表 2 から分かる通り、Physical AI は多様な技術が組み合わさっており、部品メーカー、AI ベンダー、ヒューマノイドロボットなどのロボットメーカー、それを現場に適用させるシステムインテグレーター（SIer）、そして通信やインフラを提供する企業が連携して成立する。現時点では、需要者は概念実証（PoC）段階の導入が多く、企業間の役割分担は流動的である。国や地域によって進展の差はあるが、業界標準は十分に整備されておらず、サプライチェーンは構築途上といえる。

3) Physical AI 実装における需要者と供給者の関係

現在の Physical AI 市場においては、ヒューマノイドロボットなどの製品・サービスを提供する供給者がハードウェア・ソフトウェアの開発や AI モデル・学習基盤構築、SI、運用保守までを広く担い、製品・サービスを現場で利用する需要者は現場業務のナレッジや物理データ、実証フィールドを提供する役割にとどまるケースが多い。

Physical AI の供給者は、NVIDIA や Google など大手テック企業やベンチャーキャピタル（VC）による投資を追い風に技術開発を加速させており、多様なプレーヤーが参入することでエコシステムが形成されつつある。一方で、需要者側は技術感度が高いイノベーターや外部要因により投資せざるを得ない一部の事業者による技術研究・技術検証が多いと推察される。需要者側での投資が加速しない要因には、サプライチェーンが未熟で業界標準が存在せず、パートナーの比較検討が容易でないことや、需要者内部に専門人材・知見が乏しく、技術の有用性や投資回収の見極めが難しいことが挙げられる。供給者が先行する形で市場が拡大しているが、需要者側の市場拡大は比較的緩やかで、大規模な商用化には到達していないのが現状である。

このように、現状の Physical AI 市場を需要者と供給者の視点から比較すると「供給者先行」の市場

と捉えることができる。

3 Physical AI がもたらす社会の未来

Physical AI の技術と市場が発展した未来には、何が起こり得るのか。自動車で完全無人運転が見込まれているのと同様に、完全自律でほぼ人間のよう動作する Physical AI も、将来的に登場が見込まれる。本章では、そのような Physical AI が普及した未来を先読みする。具体的には、Physical AI がもたらす「機械の能力を AI が定義する」未来とそこで生まれる価値を考察し、その価値を左右する需要者の重要性を論じる。

1) 機械の能力を AI が定義する AI Defined Machine の時代が到来

従来のルールベースの時代では、機械ごとに人間が専用ハードウェア・ソフトウェアを規定し、物理的な動作を伴うタスクが遂行されてきた。たとえば、食器洗浄機は「皿を洗う」という物理タスクのためにハードウェアが設計され、あらかじめルール化されたソフトウェアで動作する。テーブルを拭くことも、床を掃除することもできない。Physical AI は、この構造を根本から変える可能性がある。

Physical AI による構造変化は、生成 AI が情報空間にもたらした変化から類推し得る（図表 3）。現在の生成 AI は、入力（プロンプト）に応じた情報処理タスクをその場で推論・設計して遂行できる。たとえば、「自社と競合の決算資料を比較して」と指示すると、資料調査→情報抽出→比較表作成の一連のタスクを自ら設計し、望みの結果を出力してくれる。事前に「決算資料処理専用ソフトウェア」を開発する必要はない。何をどう処理するかは、生成 AI がその場で推論し、最適な回答を生成している。

同様に、Physical AI の進化が進むと、物理タスクごとの専用ハードウェア・ソフトウェアを設計する必要性は、現在より大幅に減る可能性がある。

図表 3 情報空間・物理空間でのこれまで・これからのタスク遂行

	これまで	これから (AI Defined)
情報空間	専用ソフトウェアをタスクごとに開発 例: 翻訳専用アプリ、プレゼンテーション作成アプリ	生成AIがタスクをその都度設計・遂行 例: AIチャットボット コーディングエージェント
物理空間	専用ハードウェア・専用ソフトウェアを タスクごとに開発 例: 食器洗浄機、車種専用 プログラムされた溶接ロボット	Physical AIがタスクをその都度設計・遂行 例: 汎用ヒューマノイドロボット ^注

注) 現在の技術レベルではまだ、抽象的な目的が与えられるたびに自らタスクをその都度設計・遂行できるヒューマノイドロボットには至っていない
出所) NRI 作成

図表 4 Physical AI がもたらす価値のパターン

パターン		具体例
A 既存価値の拡大	A-1 人間との協調	介護現場で、Physical AIが移動補助や備品運搬を担うことで、職員は一人ひとりへのケアにより多くの時間を割けるようになる
	A-2 完全無人化	工場・倉庫・店舗のオペレーションを既存機械とPhysical AIで運用し、人手に縛られず連続稼働させることができる
B	新規価値の創出	災害直後の倒壊建物内をPhysical AIが調査し、これまで人が入れず断念していた初動対応に踏み込める

出所) NRI 作成

Physical AI は、指示に応じて最適な物理動作をその場で推論・設計して遂行できる。その結果、汎用(はんよう)的なハードウェアが、複数の異なる物理タスクを遂行できるようになる。たとえば、家庭用のヒューマノイドロボットは、食器洗い・清掃・見守りといった複数の異なる物理タスクを1台で担えるようになるだろう。

こうして、物理タスクの遂行能力が、ハードウェアではなくAIに左右されるようになる。このように、物理タスクを遂行する「機械」の能力を「AI」が定義する「AI Defined Machine」の時代が到来すると予見される。

2) Physical AI が未来社会にもたらす価値

未来社会においてPhysical AIは、どのような価値を社会にもたらすのか。本節では、その価値のパターンを考察する。

Physical AI がもたらす価値は、大きく「既存価値の拡大」と「新規価値の創出」が考えられる。さらに前者は、人とPhysical AIで役割分担する「人

間との協調」と、人を介さない「完全無人化」に分かれる(図表4)。

パターン A-1：人間との協調 人を完全には置き換えず、人とPhysical AIが協調して価値を創出するパターンである。介護・医療・教育など、対人対応や情緒的な関わりが重要な現場で選択されやすい。この場合、Physical AIは人との役割分担を自律的に考えながら周辺業務を担い、人は人間しかできない業務に集中する。その結果、業務負荷軽減に加え、安定したサービス提供が可能になる。

パターン A-2：完全無人化 人を含めて実現していた価値創出を、人を介さずに実現するパターンである。工場・倉庫・店舗など、経済合理性が重視される現場では、この形を目指して導入が進みやすい。この場合、業務は人の不在とPhysical AIの活用を前提に再設計・最適化される。その結果、低コスト化に加え、高い稼働率が実現される。

パターン B：新規価値の創出 人やこれまでの機械では実現できなかった新たな価値を創出するパターンである。非定型な危険環境・極限環境のよう

に、物理動作をその場で推論する必要がありつつも人が立ち入れない現場では、この形での価値創出が期待される。たとえば、災害直後の倒壊建物内で Physical AI に初期調査をさせることで、人が入れない段階でも被害状況の把握ができるようになる。このように、これまで人にも機械にも不可能だった領域が Physical AI 適用の対象となり、新たな市場が生まれるだろう。

3) 未来社会での需要者と供給者の関係

以上のような未来では、Physical AI が社会にもたらす価値を、供給者のみならず需要者も大きく左右するようになる。その主要な理由は、技術の成熟・民主化に伴い、Physical AI の性能を決める要素のうち、「需要者の持つ現場固有の物理データ」の重要性が高まっていくことである。

この変化は、すでに生成 AI の世界で起きつつある。2023 年ごろの黎明（れいめい）期には基盤モデルの性能向上そのものが生成 AI の価値を大きく左右していた。だが 26 年現在、基盤モデルの能力はユーザーの必要水準に達し、上位モデル間の性能差は縮小している^{※3}。その結果、実務上の成果を分ける要因は「どのモデルを使うか」から「対象タスクに必要な固有のデータをいかにモデルに与えられるか」へと移っている。

同じ構図は、Physical AI でも起こると考えられる。現在はロボット基盤モデルの性能が Physical AI の価値を大きく左右しているが、やがて基盤モデル単体での性能進化が頭打ちになってゆくだろう。その後は、基盤モデルの優劣ではなく、現場固有の物理データが Physical AI の性能を左右する。こうしたデータを保有している需要者は、自社の現場に合った Physical AI 活用を進められる。一方、供給者は需要者の持つ現場固有の物理データを学習できなければ、十分な価値提供が難しくなる。したがって、未来の Physical AI の価値は、現場固有の物理データを握る需要者側にも左右されるだろう。

4 Physical AI の発展の道筋と求められる動き

本章では、第 2 章で述べた Physical AI の現在地から、第 3 章で述べた「AI Defined Machine」の世界へとどのように移り変わっていくのか、狭義 Physical AI の代表であるヒューマノイドロボットを例にその道筋を考察し、そのうえで、需要者・供給者それぞれにどのような動きが求められるか述べる。

1) ヒューマノイドロボットはどのような発展をたどるか

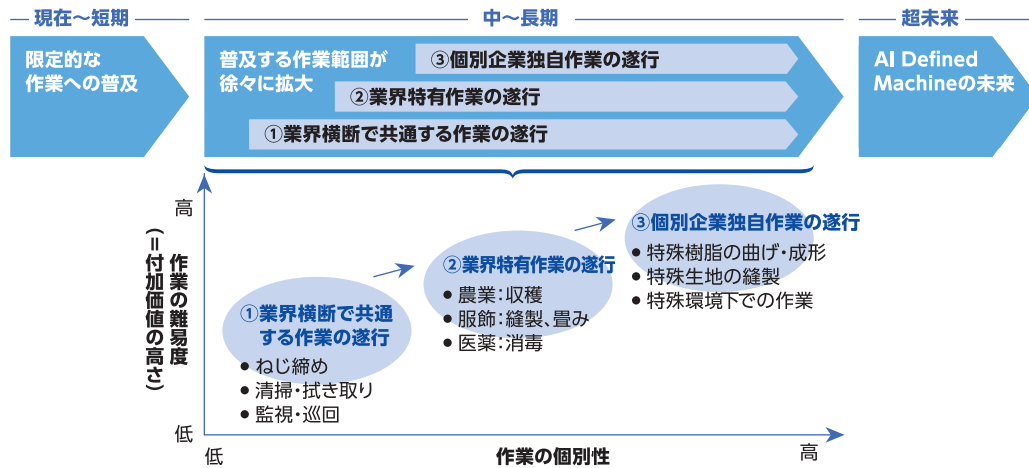
ヒューマノイドロボットの発展の道筋を「普及する作業範囲」という軸から論じる（図表 5）。短期的には、小型軽量物のピック＆プレースのような限定的な作業の遂行にとどまる。しかし、中長期では、基盤モデルの技術進化に伴い、以下の 3 段階で普及範囲が広がっていくと考えられる。

① 業界横断で共通する作業の遂行

まず、複数の業界・企業で共通する作業から普及が進むと考えられる。ねじ締め、清掃、監視・巡回などが該当する。これらは現時点でも単体作業の遂行は技術的に可能なものもあるが、1 台あたりの付加価値が小さく、投資利益率（ROI）などの観点で現場導入には至っていない。今後、基盤モデルの発展によって複数作業を 1 台でこなせる、多能工的ヒューマノイドロボットを完成させる供給者が現れ、需要者視点での投資対効果が成立すると、本格的な導入が進むと予想される。

※3 スタンフォード大のレポートによれば“Arena Leaderboard”におけるスコアで、2023 年初めには 1 位の OpenAI のモデルと 2 位の Google のモデル間には約 200 ポイントの差が存在した。26 年 3 月時点では、上位 4 モデル（Anthropic、xAI、Google、OpenAI）のスコア差は 25 ポイント以内まで縮小している
出所）Stanford University Human-Centered Artificial Intelligence.
“The 2026 AI Index Report”

図表5 ヒューマノイドロボット発展の道筋



出所) NRI 作成

② 業界特有作業の遂行

次に普及するのは、特定の業界・業種で共同的に必要な作業と考えられる。たとえば、農業での収穫作業、服飾業での縫製作業など、対象物や環境は個社ごとに異なるものの、求められる動きの目的や精度は共通している作業である。この段階では、ヒューマノイドロボットによる省力化範囲を広げようとする需要者と、特定業界に深く入り込んで差別化を図るニッチ戦略を取る供給者が出現すると考えられる。需要者と供給者のパートナーリングなどを通して、業界特有作業の物理データを大量に学習し、動作を安定させ、対象物や環境の差異を容易に吸収できるようになることで導入が進むと推察する。

③ 個別企業独自作業の遂行

最後に普及するのが、企業ごとに固有のミッションクリティカルな作業、すなわち高付加価値な作業と考えられる。特殊樹脂の曲げ・成形や特殊生地縫製の縫製、放射線環境など特殊環境下での作業などが例として挙げられる。この領域は現状、熟練工の手作業に依存していることが多く、動作・所作のデータ化の難しさや、求められる精度・安定性の高さ、環境の複雑さの面

でハードルは高い。しかし、熟練工の高齢化・人手不足により、競争の源泉を維持できなくなる需要者が現れたり、技術進歩により、あらゆる環境で複雑な作業を高い精度で動作できるヒューマノイドが現れたりすることで導入が進むと予想される。

2) 発展を加速させる要素と市場の変化

第2章で述べた、供給者先行という現在の市場状況から、第3章で述べた、導入者主導の未来に移り変わるまでに、その変化を加速させる要素は二つありうる。一つ目は「需要者を取り巻く労働力不足」、二つ目は「供給者側のオープンソース化の動き」である。前者は、労働力不足の深刻化により、Physical AIによる省人化への需要が高まることで、需要者のリスク許容度が高まることが予想される。その結果、供給者を内部化（垂直統合）する需要者が現れ、需要者が主導する形で市場の形成が早まる可能性がある。後者は、供給者がシェアの拡大を狙い、物理データやロボット基盤モデルをオープンソース化する「オープンエコシステム戦略」を取る供給が増えると、技術の民主化が進む可能性がある。需要者視点で供給者の選択肢が増えることにより、需要者はより低コストでのヒューマノイド実装を求めることができるようになる。今後、労働力不

図表 6 Physical AI の需要者・供給者が求められる検討

	中長期のビジョンの検討	短期に必要なアクションの検討
需要者	業務のあるべき将来像を描く 人がやるべき業務とAIに代替させるべき業務はそれぞれ何か？	Physical AI Readyな状態をつくる - 動作・所作をどうデータ化するか？ - AI人材をどう確保するか？
供給者	競争・成長戦略を描く 多能工ロボットの開発を目指すか、特定業界特化を目指すか、新規事業創出に乗り出すか？	学習用データを確保する 何のデータをどのように集めるのか？（データ収集工場の整備、需要者とのパートナーリング、デジタルツインの活用など）

出所）NRI 作成

足とオープンソース化の二つの動きは、環境変化のドライバーとなりうるため、特に注視すべきである。

3) 今後需要者・供給者に求められること

今後、需要者・供給者が行うべき検討を「中長期のビジョンの検討」と「短期に必要なアクションの検討」のそれぞれで整理する（図表 6）。

需要者に求められる検討

需要者には、業務のあるべき将来像を描いたうえで、Physical AI Ready な状態をつくることが求められる。前者は、Physical AI によって自動化できる業務の範囲が広がる可能性がある中で、人間がやるべき付加価値の高い仕事とは何か、自動化で削減される人員の雇用をどう守るか、などの人と機械の業務範囲の境目が論点になる。そのうえで、自社が目指す業務の姿とは何かを検討すべきである。後者については、将来像を実現するために Physical AI を活用すべき業務での人間の動作・所作をデータ化しておくことや、将来的な内部化を目的に AI 人材を確保しておくことが求められる。実際に、需要者の最大手である Amazon は、2024 年 8 月、物流系ロボット企業 Covariant の CEO・研究者・エンジニアグループを内部化したと発表している^{※4}。

供給者に求められる検討

供給者には、競争・成長戦略を描いたうえで、学

習用データを確保することが求められる。前者は、汎用多能工的ヒューマノイドロボットの開発を進めるのか、もしくは特定業界の特定作業用途の開発を進めるニッチ戦略を取るのか、さらには新規事業による多角化を図るのか、といった成長戦略を見通す必要がある。後者については、その戦略に基づいて、必要な学習データは何か、どのように集めるかを検討する必要がある。多能工的ヒューマノイドロボットの開発を進めるのであれば、データ収集工場に投資した AGIBOT のように^{※5}、さまざまな動作の学習データを低コストで収集する必要がある。他方、特定業界の特定作業の代替を狙う場合は、自前でのデータ収集は難しく、需要者とパートナーリングし、その現場固有の物理データ収集や、デジタルツインを活用した合成データ活用など、データ取得が戦略上必要となる。

5 おわりに

Physical AI が広く普及する未来社会では、第 3 章で述べた通り AI が物理タスクをその都度推論・設計して遂行する「AI Defined Machine」の世界

※4 Amazon 社ウェブサイト AmazonNews 「An update on how we're accelerating the use of AI in robotics at scale」 2024 年 8 月 30 日

※5 中央日報／中央日報日本語版ウェブサイト「中国ヒューマノイド、実験室を出て職業学校へ…商用化が秒読み」 2025 年 10 月 7 日

観が見通される。ロボット基盤モデルが成熟し、ハードウェアが汎用化していく未来において、競争優位の源泉となる価値は「現場固有の物理データ」へとシフトしていくだろう。

第2章で述べた通り、現在の Physical AI 市場は「供給者先行」の状況にあり、需要者目線では高額なハードウェアなどの投資コストがリターンに見合いにくい状況である。しかし、将来的に Physical AI が進化し、第4章で示した「個別企業独自作業の遂行」や第3章で示した「AI Defined Machine」の段階となると、物理データを持つ需要者もまた Physical AI の価値を左右するようになる。他方で供給者視点では、現場固有の物理データを獲得しつつ自社製品・サービスの競争力を向上させる好循環を構築できるかどうかは勝者の要件となり得る。

Physical AI は、単なる自動化ツールとして企業プロセスを改善するだけでなく、産業構造全体を再定義するポテンシャルを秘めている。「AI Defined Machine」の時代に向けて、需要者・供給者ともに「物理データ基盤」の構築を進めるべきである。具体的には、設備や人のオペレーションなどの企業固有の物理データを統合し、継続的に収集・蓄積できるデータ基盤の構築を始めるべきである。現場の複雑な物理環境を、Physical AI が解釈・学習できる資産へと転換できた企業こそが、次世代の産業競争を制するだろう。

(監修：岡部 泰久)

筆者



坂上 竜馬 (さかうえ りょうま)
株式会社 野村総合研究所
AI 戦略コンサルティング部
シニアコンサルタント
専門は、新規事業戦略策定 (AI・データ活用)、AX・DX 伴走支援 (製造業・物流業) など



久米 脩平 (くめ しゅうへい)
株式会社 野村総合研究所
AI 戦略コンサルティング部
コンサルタント
専門は、データサイエンス、AI・生成 AI の業務活用、DX 推進人材育成など



小林 透己 (こばやし とうき)
株式会社 野村総合研究所
AI 戦略コンサルティング部
コンサルタント
専門は、データ・AI・生成 AI 活用、先端技術活用、AX・DX 伴走支援など