保守点検
×
Smart Robotics



【関連インダストリー】製造業、インフラ、ユーティリティ、スマートメンテナンス、サービスロボット

目 次

Executive Overview

Chapter 1
Smart Roboticsのトレンド

1.1. ロボットの種類と市場動向
1.2. ロボット開発に関する各社の動向
1.3. 経済産業省の動向
1.4. 進展が期待されるロボットの技術

Chapter 2
NTT DATAの取り組み

2.1. 工場点検ロボット
2.2. データセンタ点検ロボット
2.3. 今後の方向性

Chapter 3
Smart Roboticsが実現する未来

Appendix
最新のAI×ロボットの例



Executive Overview

近年、現場で活用されるロボットの開発を目指して、生成AIを取り入れたロボットとロボットプラットフォームの研究が活発化しています。生成AIがセンサからの環境情報や人間の命令を元に、ネットの情報も参考にして、物理面も含めたロボットの制御情報を出力します。VLM（Vision-Language Model：画像や映像をもとにAIが判断する技術）も利用して環境状況や作業進捗を判断できるようになりました。作業に必要な一連のタスクを思考連鎖推論により計画し遂行できます。

また、ロボットの機能のモジュール化が進んでおり、ロボットの種類に問わずフリーで接続できるロボットプラットフォームからモジュールが配信されることで、ロボット全体の機能性や信頼性の向上が期待されています。最新の生成AIを搭載し、プラットフォームと連携することで、ロボットの作業の汎用性が高まり、人とロボットのインタラクションが進化して、人間の代替ができる業務や行動範囲が広がることが期待されます。

NTT DATAは、センシング・AI・ソフトウェアなどの技術を強みに、ロボットプラットフォームの構成技術を開発し、精度や技術の有効性を検証してきました。工場やデータセンタの点検の事例では、ロボットやAIが製造業における点検業務に資する機能と自律性を備えていることを確認しました。グローバルでの横展開を加速させる「Joint Lab」で各国の開発パートナーとの事例の共創も推進しています。



Chapter 1
Smart Roboticsのトレンド

ロボットは主に産業用として工場等における作業の自動化・効率化を目的に普及してきました。近年は人々の生活・業務を補助するサービス提供を目的としたサービスロボットの利用が進んでいます。ロボットの活用により労働人口の減少に依る人手不足の解消などが期待されています。※1 内閣府もムーンショット目標で「2050年までに、AIとロボットの共進化により、自ら学習・行動し人と共生するロボットを実現」を掲げ、研究開発を促進しています。※2

生成AIの登場以降、生成AIの能力を活かすことでロボットの更なる能力向上が期待されています。最新のAIはデジタルの世界だけではなく、物理的な制御にも使われるようになってきました。AIが状況や人間の命令を推論することで、ロボットは進捗を判断しながら複雑な作業をこなせるようになってきています。

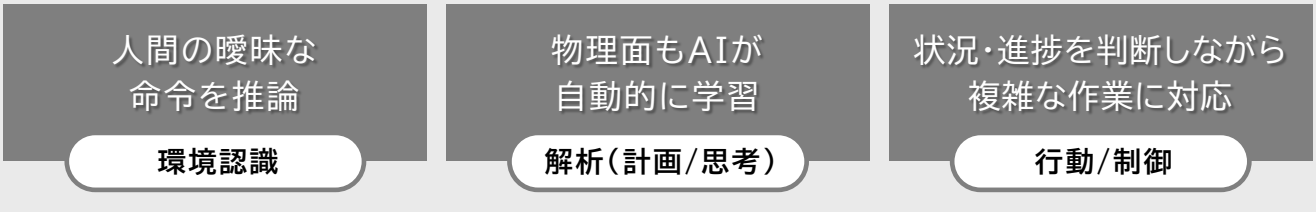
AIの進化に目を向けると、2010年代から機械学習・深層学習が登場し、ヒトの視覚システムのモデル化から始まり、文字認識、画像認識・音声認識など、さまざまな感覚情報からの認識・判断能力が人間を上回るレベルにまで達してきました。※3 2020年頃からはロボット基盤モデルや、ロボットの一部機能に生成AIを適用する研究が始まっています。大規模言語モデルと画像・動作情報を組み合わせることで、行動計画や動作生成などの運動情報を出力できるようになり、これまで困難だったタスクを自動化できる可能性が高まっています。しかし、AI技術を搭載したサービスロボットは多数登場しているものの、実環境への導入はまだ進んでいません（2025年3月現在）。ロボットが顧客課題に応えるには、技術の組み合わせ、実環境に耐えうるロボティクスの技術開発が必要です。

今後はロボットに特化した基盤モデルや現場環境のモデル化の研究が進み、ロボット基盤モデルを拡張したロボットプラットフォームの構築が期待されています。ロボットプラットフォームはロボットの種類に問わずフリーで接続でき、どのロボットでも利用できるものです。ミドルウェアについては共通利用できるROS（Robot Operating System）が既に存在しており、今後ソフトウェアについても共通利用化が進むでしょう。様々な種類のロボットでソフトウェアが使われるため、ロボット間でソフトウェアの精度が向上し機能が共進化します。近い将来、ロボットプラットフォームを通じて人間のような知能・身体性・対話能力を備え、多様なタスクを担えるロボットの機能配信の実現が期待できます。

時期	技術トレンド	技術トレンド詳細
第1段階（2010～）	機械学習・深層学習の適用	文字認識、画像認識・音声認識など、さまざまな感覚情報からの認識・判断能力が、人間を上回るレベルにまで達した。
第2段階（2020～）	基盤モデル・生成AIの適用	大規模言語モデルと画像・動作情報を組み合わせることで、これまで困難だったタスクの自動化の可能性が高まっている。
第3段階（今後）	**ロボットプラットフォームの構築**	ロボットに特化した基盤モデルや現場環境のモデル化（世界モデル）の研究が進んでいる。**近い将来、人間のような知能・身体性・対話能力を備え、共に多様なタスクを担えるロボットの実現が求められる。**

※出展：JST 生成AIとロボット研究の新たなフロンティア、
https://www.jst.go.jp/crds/sympo/20240823_IJ/pdf/CRDS-FY2024-XR-09.pdf

今後のロボットプラットフォームの発展により、下記の実現が期待されている



※1　総務省 令和6年度 情報通信白書 図表I-3-2-5 ロボティクスの市場規模
https://www.soumu.go.jp/johotsusintokei/whitepaper/ja/r06/pdf/n1320000.pdf

※2　内閣府 ムーンショット型研究開発制度ホームページ
https://www8.cao.go.jp/cstp/moonshot/index.html

※3　JST 生成AIとロボット研究の新たなフロンティア
https://www.jst.go.jp/crds/sympo/20240823_IJ/pdf/CRDS-FY2024-XR-09.pdf

1.1. ロボットの種類と市場動向

世界のロボット市場は拡大が見込まれ、中でもサービスロボットが占める割合が拡大する予測となっています。分野別にBtoBとなるサービスロボットを見ると、市場規模の大きい検査・点検、災害救助、医療と、市場成長率が高い運搬（配送）が注目されています。

ロボットの種類			用途	市場規模（2024）	市場成長率
産業用ロボット			搬送	168億9,000万米ドル	11.7%
			供給、加工・組み立て、検査（ロボットアーム）	206億3,000万米ドル	12.71%
サービスロボット	屋内	家庭用	コミュニケーション（エンタメ）	1億2,882万米ドル	21.3%
			家電（清掃）	450億米ドル	0.28%
			家電（消毒）	14億米ドル	24.6%
			教育	20億9,000万米ドル	18.13%
		業務用	医療用	218億9,000万米ドル	11.34%
			福祉・介護	13億2,284万米ドル	17.86%
			配膳	182億8,450万米ドル	26.1%
			ラストワンマイル運搬	59億米ドル	13.63%
			受付・案内	77億2,340万米ドル	5.8%
	屋外	地上	農業	158億9,000万米ドル	18.20%
			建設	2億3,180万米ドル	21.09%
			検査・点検	367億米ドル	20.2%
			災害・探索	218億6,401万米ドル	18.12%
			運搬（物流）	101億6,000万米ドル	34.76%
			警備	98億1,000万米ドル	14.33%
			移動支援	13億2,000万米ドル	20.07%
RaaS				27億4,000万米ドル	18.54%

※4　グローバルインフォメーションのレポートを元にNTT DATAが算出
https://www.gii.co.jp/

1.2. ロボット開発に関する各社の動向

生成AIを取り入れてロボットを制御する研究は各社活発化しています。Googleの「RT-2」は、視覚言語モデル（VLM）とネット情報とロボティクスのデータから学習し、得た知識をロボット制御のための指示に変換する生成AIモデルです。生成AIを使うことで既存データにはないシナリオやモノを推論し、動作に移すことが可能です。論文では、ロボットの汎用性が向上し、学習済タスクの成功率は90%、未学習のタスクも40%から60%に向上し、AIのティーチングが数か月から数日に短縮されています。※5 思考連鎖推論により、長期的なロボットの動作を計画できるため、対応できる業務の幅が広がるとされています。

NVIDIAは「Physical AI」を発表しました（2025年1月）。※6 物理空間で稼働する自律型ロボットが、周囲を認識・学習しながら複雑な行動を取れるようにするAIです。Omniverseを拡張し、物理シミュレーションが可能な大規模な3D環境を構築し、ロボットアームのパスプランニングの高精度化や自律性の向上に寄与しています。

Figure AIは人間との対話やロボットの視覚や記憶から、ロボットが自律的に状況や理由を推論し、次の動作を計画して行動するロボットの動画を公開しました。※7 数週間にわたり実施されたBMWの試験運転で、穴の開いた板金部品を固定具の突起部分に合わせて配置するといった、一定の器用さが求められる作業を行い、シャシーの一部を組み立てることに成功しています。

1X technologiesはワールドモデルという現実世界をシミュレートし理解するための高度なAI技術を有し、何百万ものシナリオを高速でシミュレートし、環境の変化を学習し適応できるため、多様な状況下でのとるべき行動を正確に予測できます。※8 人間の生活空間での安全性を最優先に設計されており、家の中でも自然でスムーズな動作を実現しました。

Boston Dynamicsは、身体能力に長けたヒューマノイドAtlasや犬型ロボットSpotを市場に投入しました。※9 Atlasがタスクや遠隔操作に関する動作を実行すると、パフォーマンスデータが収集されます。このデータは生成AIのトレーニングに使用され、ハードウェアとシミュレーションによるテストを経て、トレーニングされた生成AIがAtlasに適用されます。人間のシミュレーションを行うCOTSソフトウェアDI-Guyといった製品を開発しています。

他にも、Unitree Roboticsはロボットの環境認識技術や運動制御機能を自社開発し、身軽さと運動能力に長けた人型ロボや四足歩行ロボットを市場に投入しています。自律走行による車輪移動が可能な業務ロボットを作成するugoは、自社ロボットを制御するugo Platformを提供しています。

ロボットのプラットフォームに目を向けると、Panasonicは物流倉庫でのピッキングに必要なハードウェアI/Fや画像認識などのコア技術をフレームワーク化し、ロボットを一元制御できるプラットフォームとライブラリを提供しています。SONYはロボットの根幹となるソフトやツールなどの開発キットを提供し、複数台制御・自立走行機能・自動追従機能・システム状態検知機能を具備しています。

Googleのロボット「RT-2」

汎用なロボットの制御に対応する生成AI。

※Googleオフィス内での開発・検証を実施。まだ実社会における現場導入は行われていない。

汎用性向上

- ✓ 学習済タスクの成功率は90%。未学習のタスクも40%→60%に向上。
- ✓ AIのティーチングに数か月から数日に短縮。

業務効率化

思考連鎖推論により、長期的なロボットの動作を計画できる。

企 業	事 例
■ AI系	
NVIDIA	”Physical AI”を発表(2025/1)。物理空間で稼働する自律型ロボットが、 周囲を認識・学習しながら複雑な行動を取れるようにするAI。Omniverseを拡張し、 物理シミュレーションが可能な大規模な3D環境を構築。 ロボットアームのパスプランニングの高精度化や自律性の向上に寄与したと発表。
Google	**生成AIでロボット13台の動作データを収集・学習、Web上のテキストと画像も 学習することで、700種類のタスクで97%の成功率を誇る。**
■ ロボットメーカー系	
Unitree Robotics	ロボットの環境認識技術や運動制御機能を自社開発し、 身軽さと運動能力に長けた人型ロボや四足歩行ロボットを市場に投入。
Boston Dynamics	身体能力に長けたヒューマノイドAtlasや犬型ロボットSpotを市場に投入。 人間のシミュレーションを行うCOTSソフトウェアDI-Guyといった製品を開発。
Ugo	自律走行による車輪移動が可能な業務ロボット。 Ugoのロボットを制御するugo Platformも提供。
■ ロボットプラットフォーム系	
Panasonic	物流倉庫でのピッキングに必要なハードウェアI/Fや画像認識などのコア技術を フレームワーク化し、ロボットを一元制御できるプラットフォームとライブラリを提供。
Sony	ロボットの根幹となるソフトやツールなどの開発キットを提供。 複数台制御・自立走行機能・自動追従機能・システム状態検知機能を具備。

※5 Google DeepMind RT-2: New model translates vision and language into action
https://deepmind.google/discover/blog/rt-2-new-model-translates-vision-and-language-into-action/

※6 NVIDIA NVIDIA が生成フィジカル AI で Omniverse を拡張
https://blogs.nvidia.co.jp/blog/nvidia-expands-omniverse-with-generative-physical-ai/

※7 Figure AI
https://www.figure.ai/

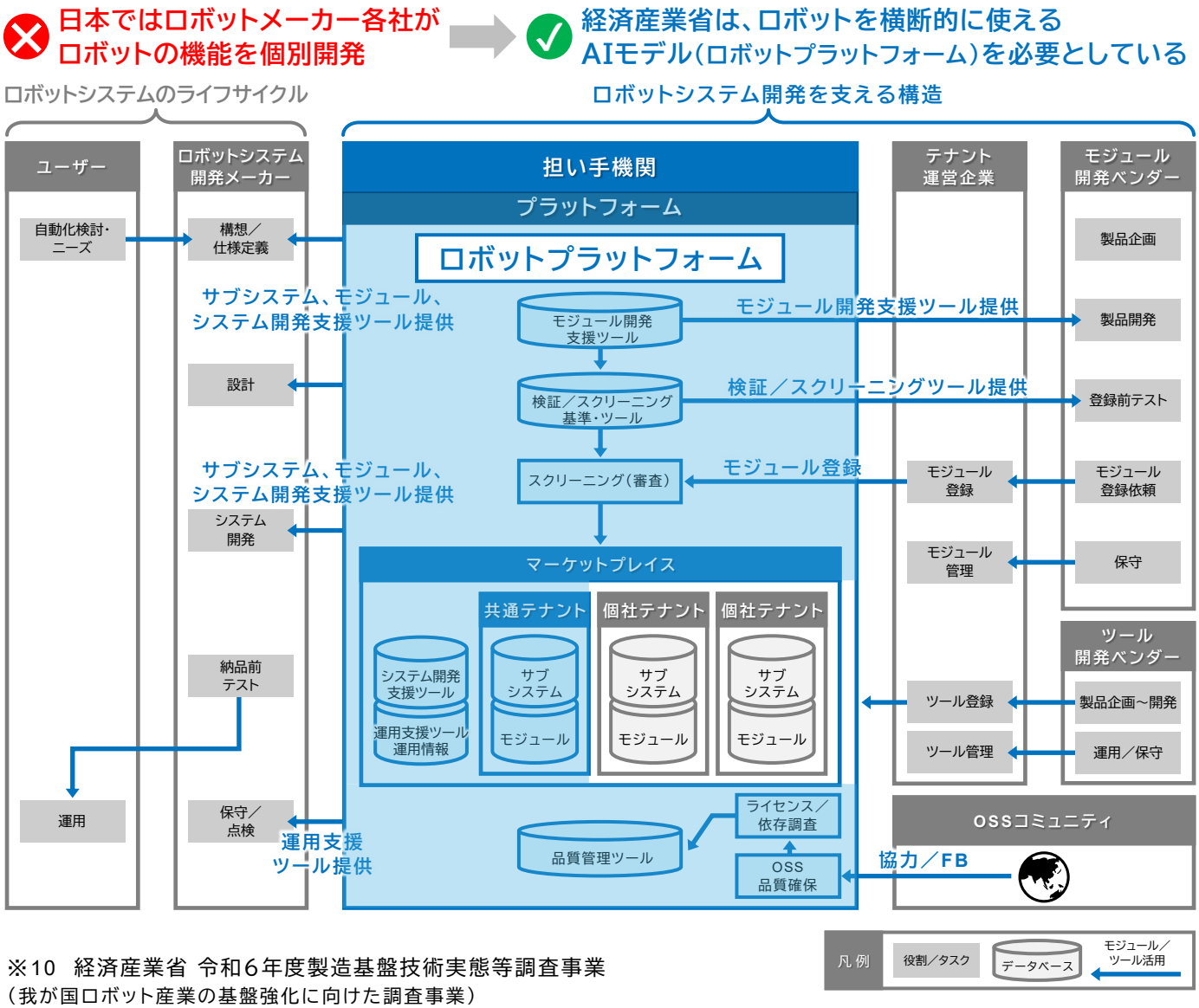
※8 1X technologies
https://www.1x.tech/

※9 Boston Dynamics
https://bostondynamics.com/

1.3. 経済産業省の動向

経済産業省は、ロボットの開発競争力を高めて海外のロボットメーカーに対抗するため、ロボットを横断的に使えるプラットフォームの構想を公開しています。※10 中堅・中小製造業やサービス分野においては、ニーズが急速に拡大している多品種少量生産が原因で、複雑な判断や処理が求められるなど、ロボット化の難易度が高いケースが多く、企業によってはロボットシステム全体が高額であるため、導入を躊躇するといったケースがあります。また、現場作業員のロボット活用の習熟度が低いため、運用が難しいといった課題もあります。

こうした多様なニーズに的確に対応できることが重要であり、マニピュレータそのものの機能向上だけでなく、エンドエフェクタ、センサやビジョン、AI解析などの様々なデバイスが柔軟に組み合わされたロボットシステムと、それを促すオープンなロボット開発プラットフォームが必要となっています。産業界が協調して構築に取り組む必要があり、具体的なユースケースを対象として、ロボットシステムと産業横断基盤となる開発プラットフォーム/マーケットプレイスの検討が重要です。



※10 経済産業省 令和6年度製造基盤技術実態等調査事業
(我が国ロボット産業の基盤強化に向けた調査事業)
https://www.meti.go.jp/meti_lib/report/2024FY/000698.pdf

1.4. 進展が期待されるロボットの技術

ロボットには大まかに、センシングによる環境認識、ロボットの計画策定や思考を含む解析、行動制御に関する各種技術と、学習させるためのデータが必要です。

環境認識では、センサやカメラなどの外部環境の情報を元に、ロボットが置かれている状況をAIが認識します。情報を解析し、ロボットや外部環境で位置推定する技術（SLAM等）が必要ですが、これらの技術はすでにロボットメーカー等によってロボットに基礎実装されていることが多いです。画像、音、熱など複数のセンシング手段で環境情報を総合的に取得できると、ロボットの認識能力が向上します。

解析では、AIが認識した状況からロボットの動作やタスクを計画策定し、シミュレーションと学習をします。この分野は最新の生成AIにより、ロボットが策定できる計画の汎用性が著しく向上すると待望されています。例えば、計画策定では、Googleが未学習のタスクの精度向上が大幅に向上したと報告※5 していますし、シミュレーションでは、OpenAIが動画生成技術「diffusion model」によって、生成AIが作成したロボットが動作している動画をシミュレーションに利用しています。※11 学習では、NECがロボット制御をAIで自動化し、ティーチング作業を1/100に効率化したと発表しました。※12 技術者が従来40日を要していたティーチングを不要化し、AIによってわずか1日で動作プランを自動生成できることが確認されています。また、生産速度を高めるための動作プランをAIが試行錯誤し、製造工程にかかる時間の約10%の短縮を実現しました。

行動制御では、AIが動作計画に従ってロボット内のモーターなどを実際に動かします。ロボットメーカー等によって技術が提供されており、既にロボットに基礎実装されています。

ロボットプラットフォームは、環境認識、解析、行動制御といったロボット共通の機能を全て備えています。特に解析では、学習するためのデータが複数のロボットから入力され、AIが大量のデータを自動的に学習することで、機能の拡張と精度向上が見込まれます。

※11 Prafulla Dhariwal, Alex Nichol Diffusion Models Beat GANs on Image Synthesis
https://arxiv.org/abs/2105.05233

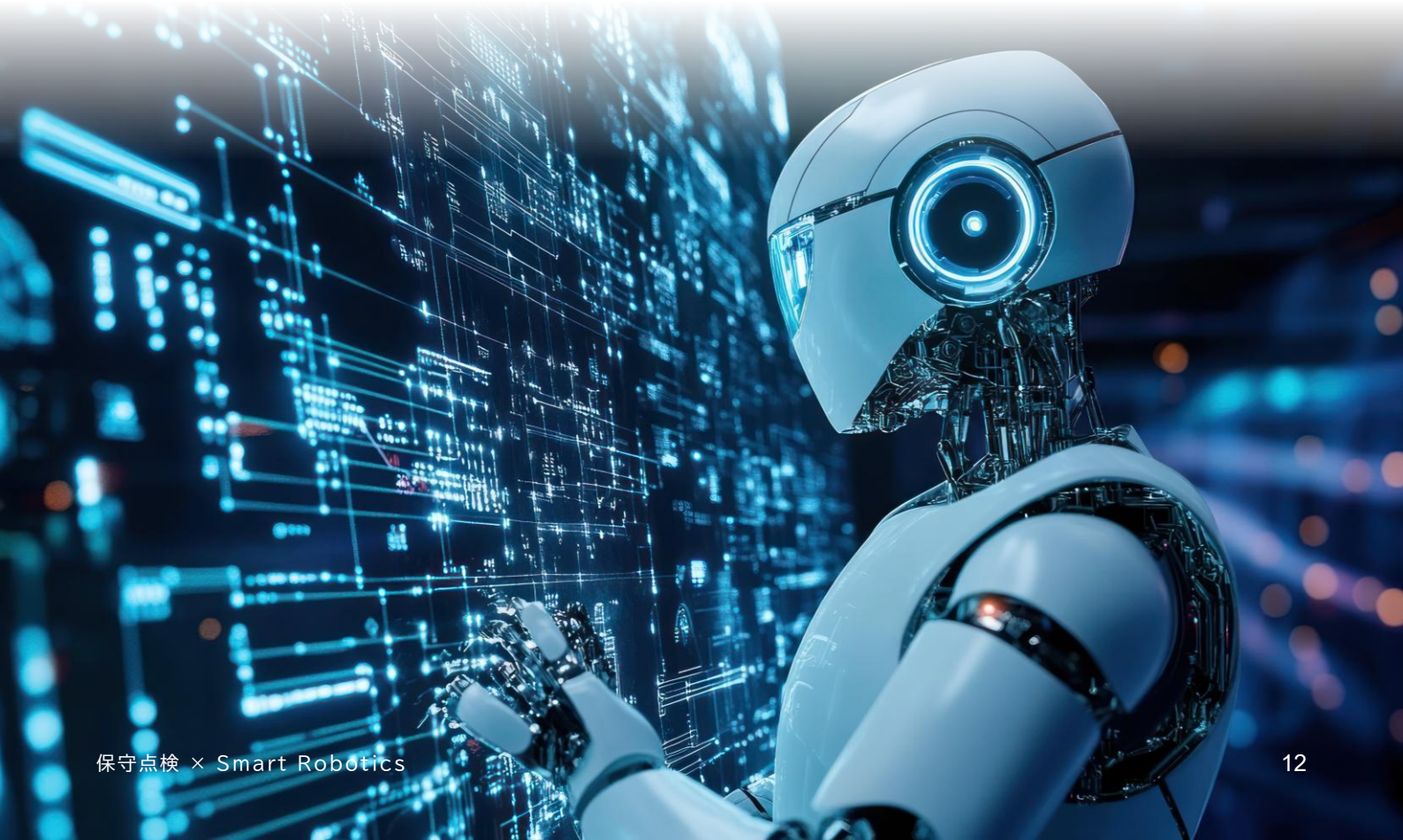
※12 NEC「世界モデル」がさらに進化 環境に適応して精密な動きをするロボットAI技術
https://jpn.nec.com/rd/technologies/202316/index.html

技術分野	詳　細	具体的な技術	使用される場面
環境認識	センシング	カメラの映像解析	ロボットが視覚的に周囲の物体や障害物を認識する。2Dカメラ、3Dカメラなど。
		LIDARの解析	レーザーを使って、物体までの距離を高精度で測定。
		超音波センサの解析	近距離の障害物を検出。音波の反射を利用して、物体までの距離を計算。
		IMU(慣性計測装置)の解析	ロボットの姿勢や動きの情報を計測。ロボットの動きの補正や安定性が向上。
		ロボットに取り付けられた圧力センサの解析	ロボットが物との接触や路面の状況などを判断する。
		マイクで集音した音/超音波カメラの解析	ロボットが聴覚的に周囲の物体や障害物を認識する。 指向性マイク、パラボラアンテナなど。
		サーモグラフィーによる熱の解析	サーモグラフィーを使って、物体の表面の温度を高精度で測定。
		ガス検知器/カメラによるガスの解析	ガス検知器を使って、空気中のガスの有無を測定。
		においセンサの解析	においセンサを使って、周囲に立ち込めているにおいを測定。
	自己位置推定	SLAM	環境地図を作成しながら、ロボットが自分の位置を把握する技術。 ロボットは移動しながら自分の位置を正確に特定し、障害物を避けながら目的地に向かうことができる。ランドマークによる位置補正も。
		GPS	屋外での位置測定に使用。屋内ではLIDARやカメラと併用することが一般的。
	コンピュータビジョン	物体認識	カメラで取得した画像や映像を解析し、物体や人物を認識。
		シーン解析	環境全体の理解を深めるため、画像の中の構造やテクスチャ、奥行き情報を解析。
	人間とのインタラクション	音声認識、自然言語処理	人間の指示を受け取るための音声認識技術。 人間とロボットが自然言語でコミュニケーションを取る。
		ジェスチャー認識	手のひらの動きなどを認識して、ロボットに指示を出す技術。
		感情分析	ロボットの感情を分析して、行動を変化させます。

技術分野	詳　細	具体的な技術	使用される場面
解析（計画/思考）	移動計画	経路計画	ロボットが目的地に向かって進むための経路を決定する技術。 障害物を避けることが重要です。
		逆運動学	ロボットのアームや脚などの関節を動かして、指定した目標位置に正確に移動させるための計算方法。
		動的計画	ロボットが動きながら変化する環境や状況に適応できるように、リアルタイムで計画を更新する技術。
	タスク計画	タスク計画	ロボットが目標に向かって進むために必要なステップを決定する。 複数の作業を順番に行う場合、最適な順序を見つけ出すためにAI技術が使われる。 タスクを実行する際の時間的な制約や順序も考慮。
	インタラクション	ロボット同士の協調	複数のロボットが協力して、効率的に作業を進めるための計画を立てる。
		人間との協調	ロボットが人間の指示やフィードバックに基づいて、動作を調整しながら計画を変更する。
		マニュアル等外部情報の理解	ロボットが外部情報を参照し、状況を理解して計画を変更する。
	学習と意思決定	デジタルツイン	デジタル上にロボットがシミュレーションするための環境を作成。
		確率的推論	ロボットが不確実な情報を扱うために、確率論を用いた推論を行う。
		マルコフ決定過程	環境の状態、アクション、報酬の関係をモデル化して、最適な行動を決定します。
		強化学習	ロボットが試行錯誤を通じて、どの行動が最も効果的かを学習するための技術。
	シミュレーションと予測	モデル予測制御	環境の変化やロボットの動きの影響をリアルタイムで予測して、適切な制御入力を導き出します。
		動作シミュレーション	実際のロボットが動く前に、仮想環境で動作をシミュレートして、計画が実現可能かを検証します。
	計画策定全て	生成AI	実世界におけるロボットの行動計画・動作生成を柔軟化・ロバスト化。

Chapter 2
NTT DATAの取り組み事例

NTT DATAは、センシング・AI・ソフトウェアを強みに、ロボットプラットフォームの構成技術を開発・検証し、精度や技術の有効性を確認してきました。開発パートナーシップと連携したグローバルでの横展開を加速させる「Joint Lab」を共通メソドロジーとすることで、より迅速に各国の開発パートナーとの共創による事例を横展開しています。ロボットプラットフォームに使用する技術を開発し、お客様の課題を解決するソリューションを共同開発してきました。

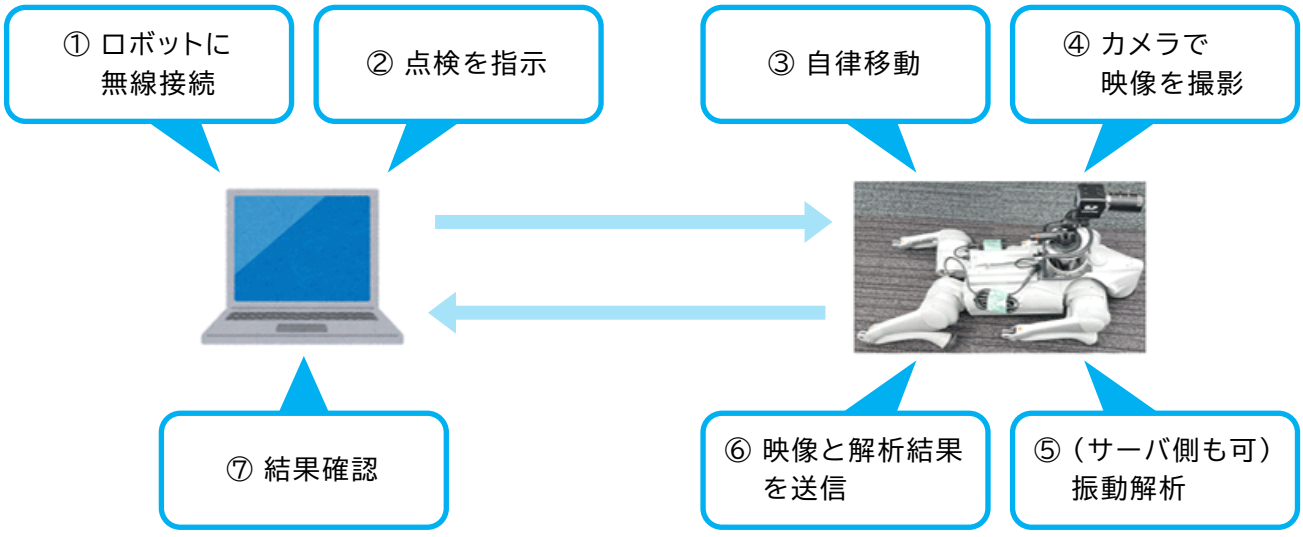


2.1. 工場点検ロボット

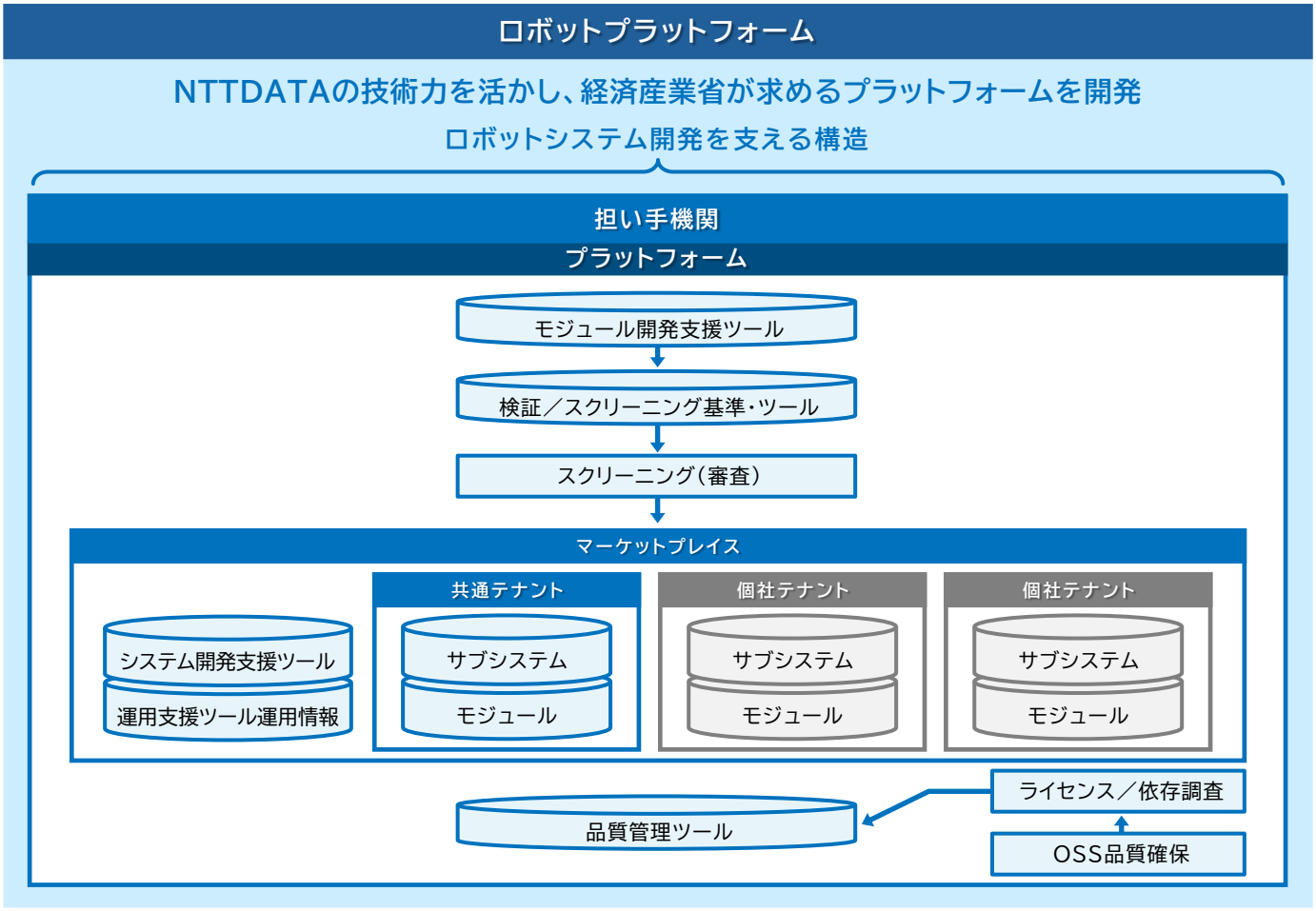
NTTDATAと三菱ケミカルは、持続可能な社会の実現に向けて、IOWN Global Forum※13の活動に参画し、製造業の保守点検業務における一般的な課題を解決すべく、ロボットとAIが実用に資するか確認する共創PoCを実施しています。※14 ※15 このPoCでは、ロボットプラットフォームに求められる環境認識と解析に関する技術の実用性を確認しています。

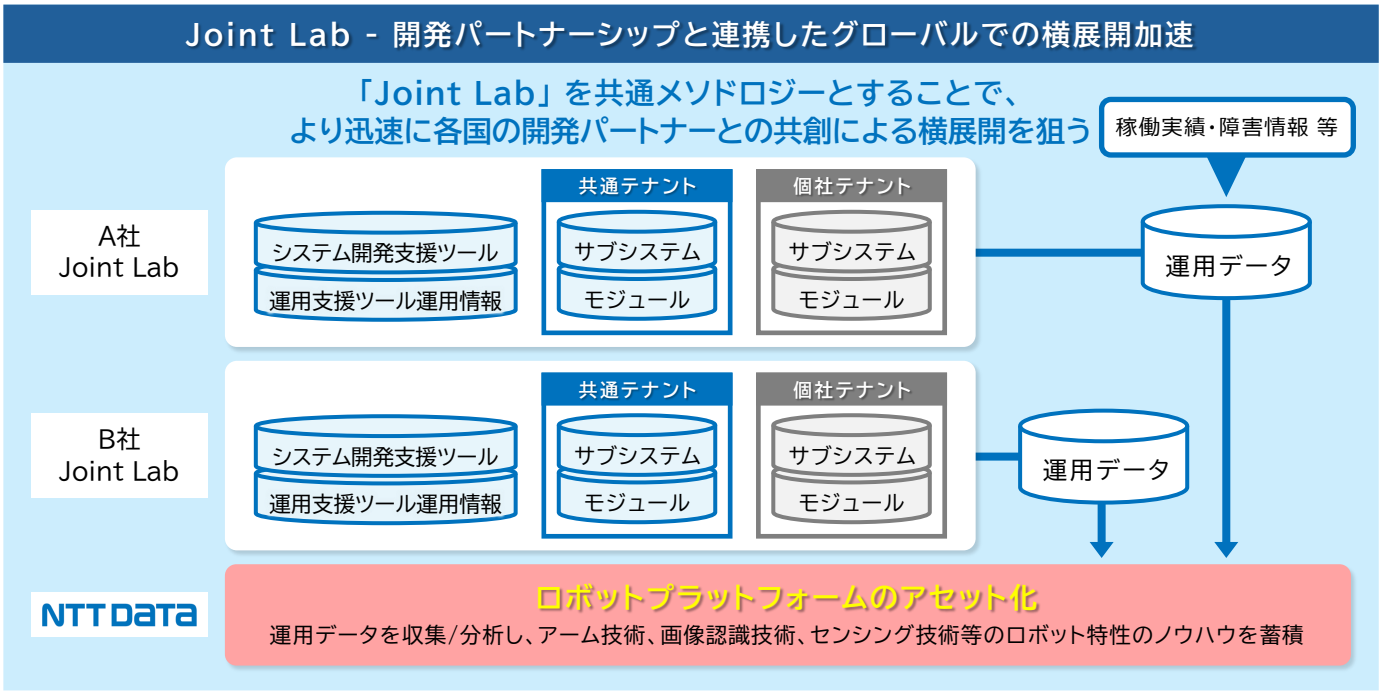
工場等の製造現場において、設備保全のための定期的な点検は不可欠なため、施設規模が大きいと、点検に多くの手間がかかります。また、転落などの危険が伴う高所点検もあります。こうした現場作業員の負担を減らすため、高速かつ超低遅延、広帯域の通信を可能とするIOWN APN（All-Photonics Network）の強みを活かし、遠隔地からロボットを巡回させる仕組みや、リアルタイムな映像を用いたパイプの異常を検知する仕組みを検証しました。具体的には、日本のお台場-五反田間を120km離れたAPN環境として構築し、複数のデバイスから高画質な映像を低遅延で遠隔地に送信し、AI解析による設備の異常検知が可能か、を検証しました。

このPoCに際して、NTTDATAは、ロボットにカメラなどのセンサを搭載して自動点検するソリューションを開発しました。これまで蓄積してきたコンピュータービジョンに関する技術と、最新のロボットを組み合わせることで、遠隔地にある設備を自動点検/監視する構想を実現しています。Unitree製の犬型のロボットUnitree Go2を遠隔操作し、カメラから撮影された映像をもとに、検査対象物であるパイプの振動をAIで解析した結果、実用レベルの参考値として指定した 振幅0.1mm、周波数60Hzを解析できることを、三菱ケミカル岡山事業所設備技術部と結果確認しています。※16 ※17 また、カメラからオンデマンドに配信される映像は、遠隔地のPCに作業者が遅延を感じることなく操作でき、作業者が映像を見ながらPCのキーボードやリモコンでロボットを遠隔操作できることも確認しました。パイプの異常振動は、劣化や破損の兆候を示す重要なデータであり、これまでは熟練した作業員が点検し、目視や音で判断していました。



工場点検ロボットは「Joint Lab」に組み込まれており、海外と共同でソリューションを展開しています。海外で開発された画像解析などの基礎技術を日本で2次開発し、現場で実用するための課題を解消しました。海外の製造業の現場の点検作業でも知見が共有されており、複数台のロボットやドローンを連携させた事例も創出しています。





※13　IOWN Global Forum
https://iowngf.org/

※14　NTTDATAGroup　IOWN APNを活用した遠隔操作型ロボットによる工場設備点検を検証
https://www.nttdata.com/global/ja/news/release/2024/122000/

※15　NTTDATA　Unleashing the Future: Smart Robots Conduct Remote Inspections Using IOWN APN
https://www.nttdata.com/global/en/news/press-release/2025/january/012000

※16　DATA INSIGHT：AIロボットによる働き方改革－最新施設点検の事例から
https://www.nttdata.com/jp/ja/trends/data-insight/2024/1101/

※17　NTT DATA Focus：Smart Robotics in Action: A Case Study of Automated Facility Inspection
https://www.nttdata.com/global/en/insights/focus/2024/smart-robotics-in-action-a-case-study-of-automated-facility-inspection

2.2. データセンタ点検ロボット

少子高齢化に伴う人手不足の影響は、24時間365日稼働のデータセンタにおいても例外ではなく、特に設備管理業務で、人材の高齢化や業務の属人化によるノウハウ消失が問題となっています。NTT DATAは、このような現地・現場の業務を遠隔化／自動化することで、人手不足の解消や、多様な働き方が可能な社会の実現をめざしています。その一策として2021年からロボットを活用した設備管理業務の変革に取り組んでおり、ロボットを提供するugoと共同で、点検業務に最適化した新機種「ugo mini」を開発しました。※18

業務の棚卸し・可視化から、ロボット適用の実証試験、ネットワーク等環境整備、ロボットやセンサの提供、導入時の設定代行、運用保守、現場への定着化、その先の用途拡大まで一貫して提供しています。NTT DATAがロボット活用で蓄積した知見をもとに、単なるロボットの提供だけでなく、ありたい姿や環境をふまえた業務フローの再定義、最適なEdgeデバイス、ネットワークの組み合わせを提案、提供できることが特徴です。

データセンタ点検の事例は、お客さまの課題や環境に合わせて、ゲージやランプの異常検知、高熱の検知など、様々なロボットやセンサを組み替えて提供しています。

※18　NTTDATA ロボット活用による現場業務変革サービスを提供開始 ～導入コンサルティングから検証、用途拡大まで一括支援～
https://www.nttdata.com/global/ja/news/topics/2023/122101/

2.3. 今後の方向性

NTT DATAはユースケースで検証した技術を強みに、ロボットメーカーと協業し、ロボットプラットフォーム（特にセンシングとAI）の開発・展開をめざしています。自律的に移動し汎用的な作業を可能とするロボットの、先進的な活用事例を創出していきます。

市場動向		市場動向に対するロボットの課題		当社が目指す価値提供	
最新AIの進化	国際競争力の強化	汎用性向上	✓ インプット情報のセンシング能力の向上 ✓ 計画作成能力の向上	生成AI活用	✓ マルチモーダルなセンシング技術の開発 ✓ 生成AIによる行動制御
人手不足の解消	高負荷な作業の解消	業務効率化	✓ 予測・学習の自己完結化 ✓ 複数タスク対応による費用対効果の改善	ロボットプラットフォーム	✓ 汎用的なAIを搭載したプラットフォームの提供 ✓ センシング、OTセキュリティやインフラサービスとの組合せ

ロボットの多機能化・汎用化

ロボットの環境認識力、行動・制御能力がロボット基盤モデルにより飛躍的に向上が期待され、最新のモデルを組み込み活用していく

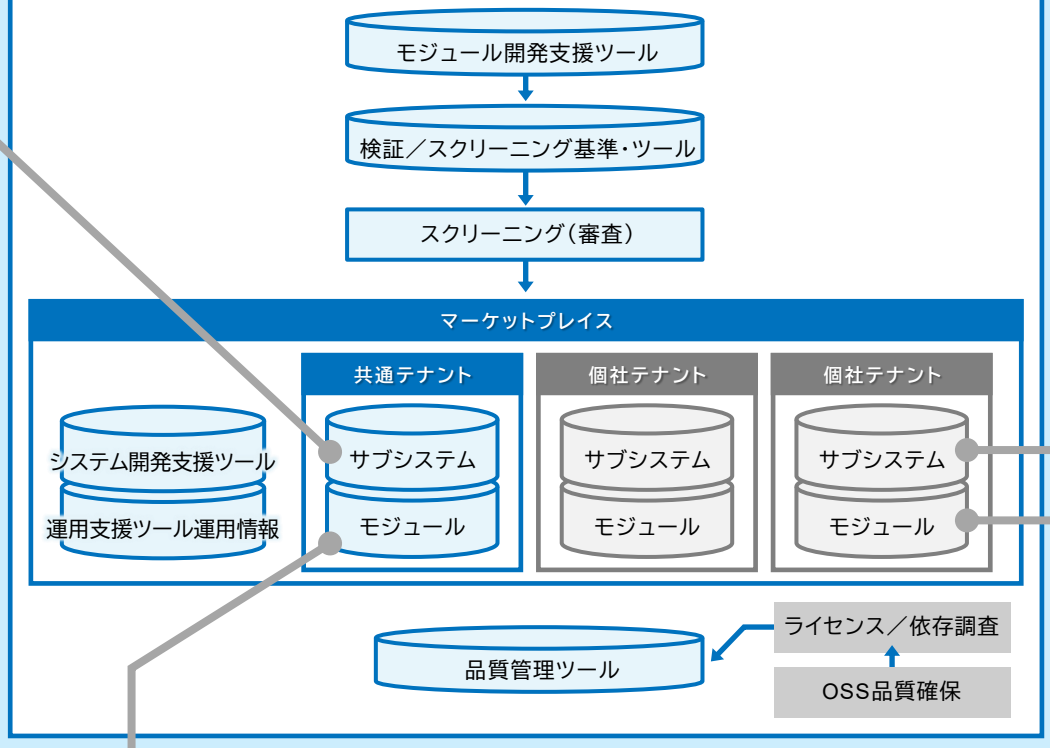
センサやロボットの行動データ管理

ロボットが収集するデータだけでなく、その行動データなど企業活動データがますます生成され、この管理・活用が競争力になる

ロボットプラットフォーム構想

NTTDATAの技術力を活かし、経済産業省が求めるプラットフォームを開発

ロボットシステム開発を支える構造



多種・多様なロボット・センサの管理

多種多様な業務のロボットによる代替は、非常に大量のロボット（センサ）の管理が必要になる

適切なロボット・センサの選定・組み込み

多種多様な要件に対応するために、最適に組み合わせる知識・インタフェースが重要になる



Chapter 3
Smart Roboticsが実現する未来

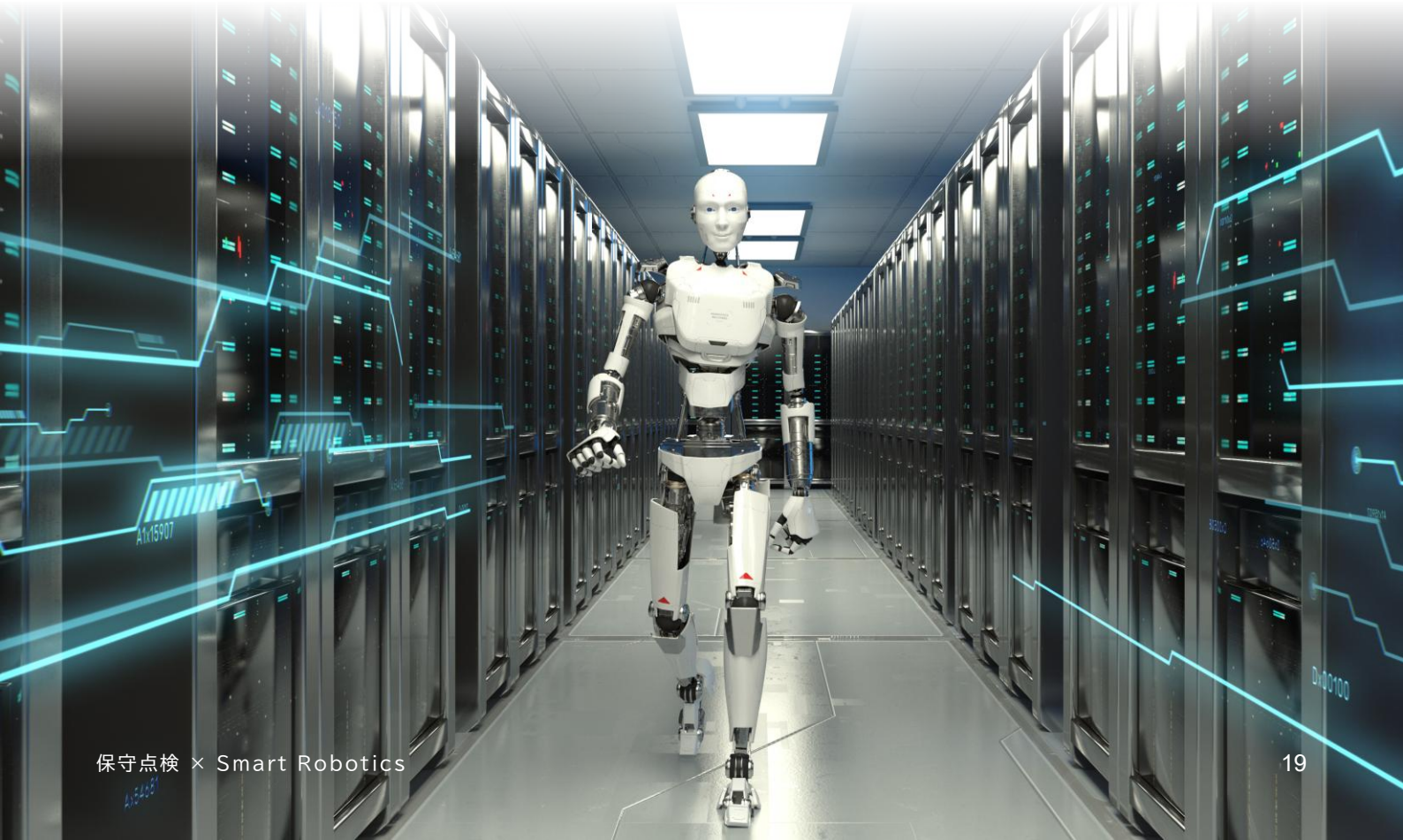
生成AIなど最新の技術を搭載したロボットプラットフォームにより、汎用性の高いロボットが出来上がり、人とロボットのインタラクションが進化し、ロボットが実施できる業務や行動範囲が広がることが期待されます。ロボットがAI技術を駆使して、人間の動きをリアルタイムで感知し、人間の動きに合わせて作業を調整します。例えば、工場では、人間が行う複雑な作業を支援しつつ、重労働や繰り返し作業をロボットが担当することで、全体の効率を高めることができます。人間の創造的な業務への集中を促進し、企業は生産性の向上とコスト削減を同時に実現できます。また、ロボットによる手術のサポートや診断なども注目されています。診断ロボットが患者の状態をリアルタイムで分析し、医療スタッフに最適な治療方針を提案します。手術支援ロボットは人間と複雑な手術を高精度で行う上に、侵襲性の低い手術を手助けすることで患者の回復時間を短縮する効果が期待されています。

汎用性の高いロボットは、新しいタスクに迅速に適応できるため、変化の激しい環境でも効率的に作業を行うことが可能です。例えば農業分野では、人間の代わりにロボットが導入され、作物の状態をモニタリングし、最適な時期に肥料や農薬を散布する技術が進展しています。AIを活用したロボットは、農場内で収集した膨大なデータを解析し、農作物の状況を自律的に判断するとともに、天候や土壌の状況も踏まえた最適な作業を自動で行います。収穫量の向上と労働コストの削減が期待されています。従来のロボットは単一のタスクしかできないことが多かったですが、生成AIにより複数のタスクを連続して実行することができます。日々のタスクの結果を収集してその場で学習するため、AIが

進化し続けます。AIの自学自習により、コストパフォーマンスが高く、マルチタスクや多様なニーズに応じたロボットの導入が進められます。

ロボットが既存のシステムとシームレスに統合することで、ロボットと既存の業界別ワークフローやエンタープライズ・アプリケーションが共進化する未来も想像されています。ロボットから収集されたデータや解析結果が既存システムに蓄積され、既存システムが進化し、既存システムのデータをロボットが手に入れることでロボットの学習が促進され精度が向上する、というフィードバックループです。例として、清掃ロボットと倉庫管理システムや運用ソフトウェアの連携などがあります。清掃ロボットが倉庫を自律的に掃除する傍ら、カメラやセンサで取得したデータがシステムに送られ、在庫データと実物の対応付けや入出荷データの更新などに活用できます。

ロボットプラットフォームと汎用性の高いロボットの進化を通じて、こうした未来が着実に近づいています。





Appendix
最新のAI×ロボットの例

ロボット	会　社	説　　明
Ameca	Engineered Arts（イギリス）	AmecaはEngineered Artsによる、AI(ChatGPT含む)と人工ボディによりつくられたリアルな人間に近い表情・ジェスチャーを再現できるヒューマノイドです。プログラミングされたモーションキャプチャーによる目や口の仕草、指のジャスチャー、ゴム製の皮膚などによって限りなく人間に近い印象を見る人に与えます。
PUDU D9	Pudu Robotics（中国）	PUDU D9はPudu Roboticsによるヒューマノイドです。視覚、触覚、力覚、聴覚センサで周辺環境のマルチモーダル情報を取得し、LLMに接続することで、実際の人間のようなインタラクションを実現しています。全身の関節は42自由度、20kg以上の荷重に対応する7自由度のロボットアームを2本、11自由度の5本指も持っています。大人と同等の速度2m/秒で二足歩行し、階段、坂道、足元の悪い道など様々な地形に対応することができます。
Figure02	Figure（アメリカ）	Figure02はFigure(OpenAIも出資)によるChatGPTによるコミュニケーションが可能なヒューマノイドです。ロボットに内蔵されたスピーカーとマイクを通じてロボットのChatGPTと会話できます。BMWの数週間にわたって実施された試験運転で、穴の開いた板金部品を固定具の突起部分に合わせて配置するなどといった、一定の器用さが求められる作業を行い、シャシーの一部を組み立てることに成功しました。
LOOI	Tangible Future	LOOIはTangibleFutureによるChatGPTと生体模倣行動システムに統合したコミュニケーションロボットです。スマホ＋胴体という簡素な作りにかかわらず、自律的な意思決定能力と独特の個性に加え、障害物検出や崖感知などの最高レベルの感覚能力も備えており、プロのように机の上を移動することができます。
Romi	Mixi（日本）	RomiはMIXIによる大規模言語モデル(LLM)を用いた雑談を得意とする感情豊かなコミュニケーションロボットです。カメラで捉えた情報を踏まえて会話できます。質問への応答やアドバイスなどを得意とするChatGPTを利用した「アシスタントモード」を使用することで、Romiは相談や質問に対してより適切な回答ができるようになります。
Kebbi Air	NUWA Robotics（台湾）	Kebbi AirはNUWA Robotics による、ChatGPTをベースにした独自の自然言語処理技術「KebbiGPT」を搭載したコミュニケーションロボットです。5つの性格と8種の感情を組み合わせた40種類の感情表現を持ち、実際に人が相手をしているかのような会話体験を提供します。介護施設における利用者との日々のコミュニケーションだけでなく、スタッフの負担軽減や、施設全体の雰囲気を明るくすることにも貢献します。
NEO Beta	1X technologies（ノルウェー）	NEO BETAは1X technologies(OpenAIも出資)による家庭向けに設計されたヒューマノイドです。NEO Betaは人間の生活空間での安全性を最優先に設計されており、家の中でも自然でスムーズな動作を実現します。ワールドモデルという現実世界をシミュレートし理解するための高度なAI技術を有し、何百万ものシナリオを高速でシミュレートし、環境の変化を学習し適応できるため、多様な状況下でのとるべき行動を正確に予測できます。
Optimus Gen 2	Tesla（アメリカ）	Optimus Gen 2はTeslaによるヒューマノイドです。手に特徴があり、11DoFの自由度を備え、左右10本の指をスムーズに動かし、指先の圧力センサーにより生卵もソフトに扱うことが可能になっています。Teslaは「安全ではない、反復的、退屈なタスクを実行できる汎用の二足歩行の人型ロボット」の開発を目指しています。
Apollo	Apptronik（アメリカ）	ApolloはApptronikによるヒューマノイドです。Mercedes-Benz社は、Apolloを製造施設に導入し、作業員が組み立てるための部品を生産ラインに運び、同時に部品を検査する、いわゆる組み立てキットの配送を担わせています。Mercedes-Benz社は低スキルで肉体的に負荷のかかる手作業を自動化することを計画しています。
Atlas	Boston Dynamics（アメリカ）	AtlasはBoston Dynamicsによるヒューマノイドです。ロボティクスの身体能力としては世界最高峰の技術が実現されています。 例えば、二足歩行で雪の上を歩いたり、ジャンプをしたり、バク宙したり、ブロックの3段跳びなどのパルクール競技を模倣した動きも可能となっています。
Astribot S1	Astribot（中国）	Astribot S1はAstribotによるヒューマノイドです。最高速度 10m/sで動作し、片腕あたり 10 kg の荷重に耐えられます。ロボットが人間の動きを真似るのが上手で、ワインを開けて注ぐことから、キュウリを丁寧に削ること、フライパンでサンドイッチをひっくり返すこと、ちょっとした書道を書くことまで、あらゆることを驚くほど正確にこなします。
SE01	ENGINEAI（中国）	SE01はENGINEAIによるヒューマノイドです。SE01の特徴の1つは、最先端のエンドツーエンドニューラルネットワークソリューションです。ロボットが「刻々とした足取り、曲がった膝、重い足音」を踏むという固定観念を完全に覆し、滑らかで迅速かつ流れるような歩みを可能にしました。
Unitree G1	Unitree（中国）	Unitree G1はUnitree Roboticsによる小型ヒューマノイドです。関節が多く、力と位置のハイブリッドに制御することで、動きの性能が高いです。模倣学習と強化学習で、人間の手をシミュレートして、物体の正確な操作します。
Generative-AI-Robot	Denso（日本）	Generative-AI-Robotはデンソーによる生成AIを使用したロボットアームです。Generative-AI-Robotに人が話しかけ、「水・お茶・ペンを取って」や「ベルを組み立てて鳴らして」と指示をすると、その指示に応じてロボットが動作を判断・実行します。また、「甘い飲み物が欲しい」「書けるものが欲しい」といったあいまいな指示であっても、生成AIが実施タスクを判断し・実行することができます。

※19 Ameca
https://engineeredarts.com/robot/ameca/

※20 PUDO D9
https://www.pudurobotics.com/jp/news/1016

※21 Figure02
https://www.figure.ai/

※22 LOOI
https://looirobot.com/

※23 ROMI
https://romi.ai/

※24 Kebbi Air
https://www.nuwarobotics.com/ja/product/

※25 NEO BETA
https://www.1x.tech/discover/announcement-1x-unveils-neo-beta-a-humanoid-robot-for-the-home

※26 Optimus gen 2
https://youtu.be/cpraXaw7dyc

※27 Apollo
https://apptronik.com/apollo

※28 Atlas
https://bostondynamics.com/atlas/

※29 Astribot S1
https://www.astribot.com/

※30 SE01
https://youtu.be/zmqWU2dQKZ8

※31 Unitree G1
https://www.unitree.com/g1/

※32 Generative AI robot
https://www.denso.com/jp/ja/driven-base/project/generative-ai-robot-technology/



当ホワイトペーパーで使用している一部の画像は、Microsoft Image Creatorで生成した画像を編集したものです。

株式会社NTTデータグループ
〒135-8671　東京都江東区豊洲3-3-9　豊洲センタービルアネックス
https://www.nttdata.com/jp/ja/

技術革新統括本部　Innovation技術部
https://www.nttdata.com/jp/ja/technology/