

RRI マニピュレーション講演会
2026.9.8

食品小委員会

食品製造業におけるフィジカルAIの必然的活用案



ロボット革命・産業 IoT イニシアティブ協議会
Robot Revolution & Industrial IoT Initiative

一般社団法人 日本惣菜協会 フェロー
RRI WG2 食品TC TC長
荻野 武

1. 人口減少・高齢化による労働力不足

15年で500万人減

2. 経済の長期的低迷とグローバル化の進展

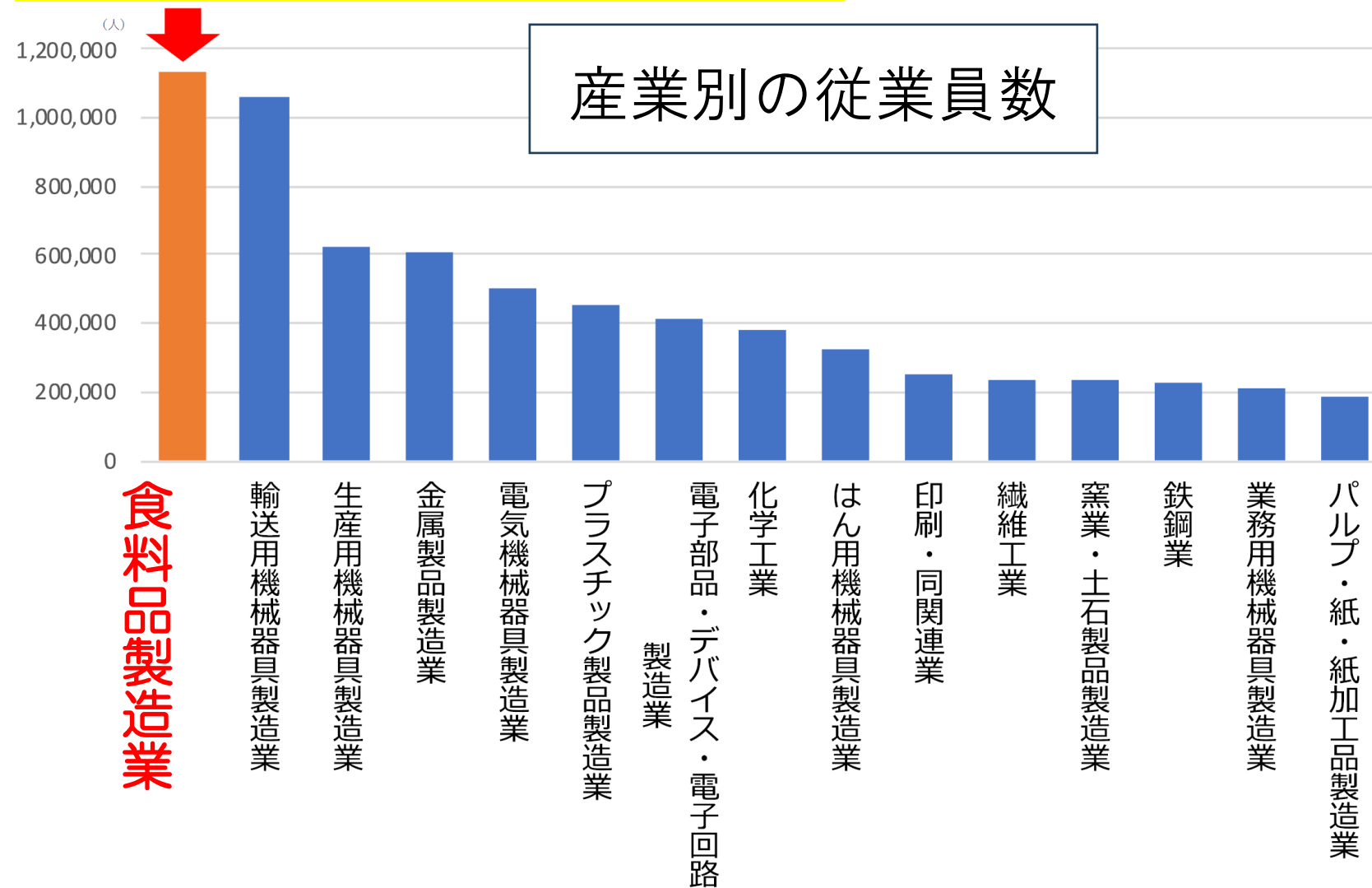
3. 環境問題

4. 戦争問題

子供の貧困、DV・虐待、パワハラ、ジェンダー格差、いじめ、
教員不足、介護、LGBT、フードロス等

製造業の中で人手がかかっている食料品製造業

人手不足の社会課題が最も大きい製造業



出典：経済産業省「令和2（2020）年6月1日現在で実施した工業統計調査」

食品製造工場における全行程の流れ

1 原料受入・検品工程



- ・原料の受入れ
- ・外観・温度・数量の確認
- ・品質・規格の検査

2 原料保管工程



- ・原料を適切な温度で保管（冷蔵・冷凍・常温）
- ・先入先出（FIFO）で管理
- ・在庫管理

3 前処理工程



- ・洗浄機：原料の洗浄・殺菌
- ・カッター・スライサー：カット・スライス
- ・異物除去・トリミング・計量

4 加熱・調理工程



- ・釜・スチームコンベクションオープン等で加熱・調理
- ・中心温度・時間を管理し、安全に加熱

5 冷却工程



- ・冷却機・ブラストチラーで急速冷却
- ・温度を管理し、品質劣化や細菌増殖を防止

6 盛付工程



- ・計量機・盛付機を使用し、規定量を盛付け
- ・異物混入防止に配慮した作業

7 包装工程



- ・包装機で密封・ラベル貼付
- ・賞味期限・ロット番号を印字

8 検査工程



- ・X線検査機・金属検出機で異物検査
- ・外観・重量・表示の検査
- ・記録・判定・トレーサビリティ管理

9 出荷・物流工程



- ・製品の保管（冷蔵・冷凍・常温）
- ・出荷準備・梱包・伝票作成
- ・適切な温度管理で配送・納品

機械化が遅れている工程（①、⑥以外は専用機械が既にある）

1 原料受入・検品工程



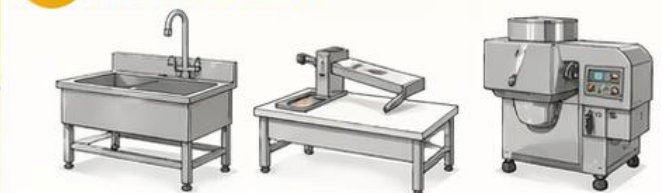
- ・原料の受入れ
- ・外観・温度・数量の確認
- ・品質・規格の検査

2 原料保管工程



- ・原料を適切な温度で保管（冷蔵・冷凍・常温）
- ・先入先出（FIFO）で管理
- ・在庫管理

3 前処理工程



- ・洗浄機：原料の洗浄・殺菌
- ・カッター・スライサー：カット・スライス
- ・異物除去・トリミング・計量

4 加熱・調理工程



- ・釜・スチームコンベクションオープン等で加熱・調理
- ・中心温度・時間を管理し、安全に加熱

5 冷却工程



- ・冷却機・ブラストチラーで急速冷却
- ・温度を管理し、品質劣化や細菌増殖を防止

6 盛付工程



- ・計量機・盛付機を使用し、規定量を盛付け
- ・異物混入防止に配慮した作業

7 包装工程



- ・包装機で密封・ラベル貼付
- ・賞味期限・ロット番号を印字

8 検査工程



- ・X線検査機・金属検出機で異物検査
- ・外観・重量・表示の検査
- ・記録・判定・トレーサビリティ管理

9 出荷・物流工程



- ・製品の保管（冷蔵・冷凍・常温）
- ・出荷準備・梱包・伝票作成
- ・適切な温度管理で配送・納品

ロボット化が困難な惣菜・弁当製造

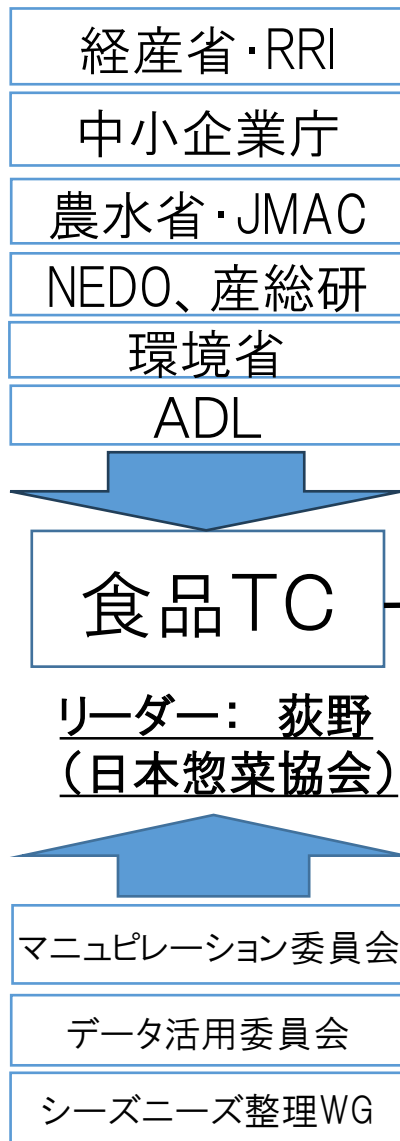


1. 全製造業の中で労働者が最も多いのが食品製造
2. 全食品製造業の労働者約120万人中
半分近くが惣菜製造に従事。
その半分は盛付作業。
3. 重労働⇒人が集まらず、
多くの作業者は、外国人。
4. 機械化がこれまで不可能
高い重量精度、品位が求められ、
現行技術では、採算ベースの解は無い。

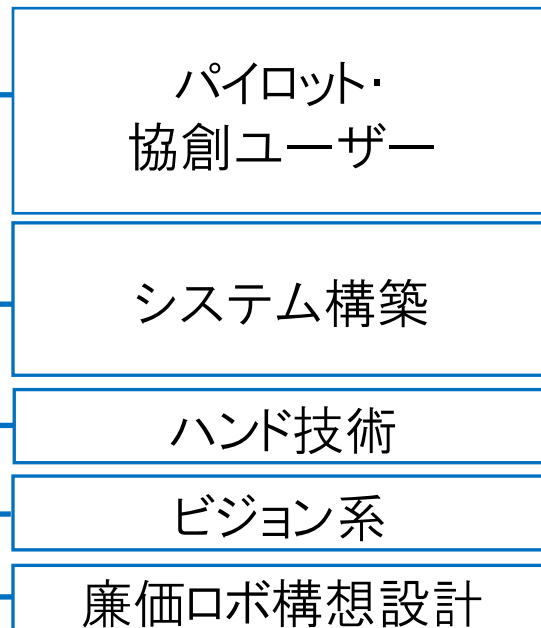
ロボット化は困難で皆諦めていた

食品TCコンソ（経産省－RRIが創設）にて開発

惣菜・弁当製造企業



1. ロボットシステムの開発



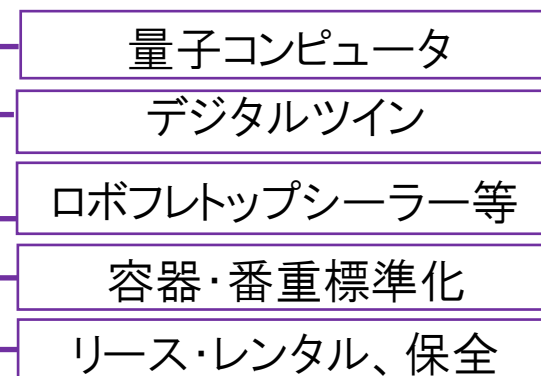
日本惣菜協会会員企業、(株)デリモ、(株)ベルク、(株)ホームデリカ、デリカ食品(株)マックスバリュ東海、ケンコ・マヨネーズ、イチビキ(株)、カネカ食品(株)、(株)今里食品、(株)三和製玉、(株)ジャンボリア、(株)デリカサイト、(株)デリモ、デリカ食品(株)、(株)フジフジッコNEWデリカ(株)、(株)フジオカ・クオリティ、(株)フレッシュセブン、(株)阪急デリカ(株)東洋食品

Connected Robotics、(株)Closer、(株)HCI、花王(株)、(株)KOBOT、筑波大(株)寺岡精工、(株)ナベル、三機工業(株)、(株)GEクリエイティブ(株)鈴木、ライオンハイジーン(株)、新エフエイコム、MGホールディングス(株)(株)東邦大信、BPM(株)、(株)フツパー、(株)カミナシ、(株)TEBIKI、(株)JET

Connected Robotics、FingerVision、SMC、(Thinker)、(SIP)、(R-GIRO)、IHaSA、(株)KOBOT、立命館大

セイコーエプソン、エプソン販売、Connected Robotics、(株)Closer、アンリツ(株)、オムロンセンテック、(株)フツパー
セイコーエプソン、エプソン販売、Connected Robotics、(株)Closer、Fingervision、(株)KOBOT

2. ロボット化の全体最適化他



(Groovenauts)、ローゼック

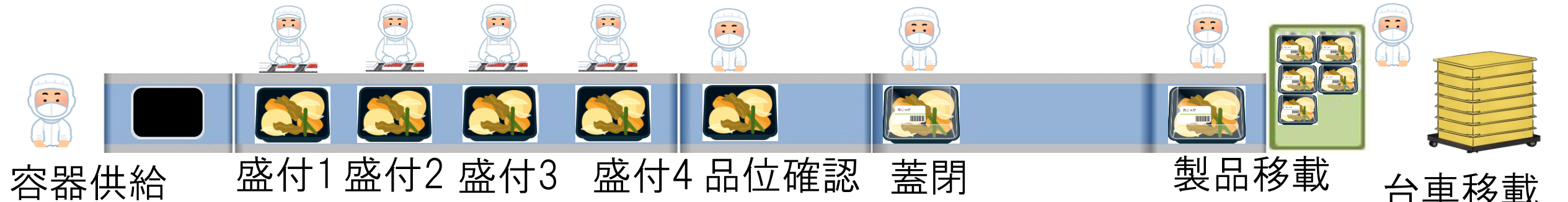
(FA Products)、ローゼック

(株)寺岡精工、三機工業(株)

JQA、(物流クレート標準化協議会)、リスパック、CP化成(株)岐阜プラスチック

三菱HCキャピタル、BPM(株)

経産省、農水省事業にて盛付全工程17種ロボット開発・現場実装



容器供給機



惣菜盛付ロボット



小袋移載ロボット



AI品位検査



清流機



蓋閉め
ロボット



トップシール機
ウェイトチェッカー
不定貫ラベラー



製品移載・番重移載
連動ロボット



台車移載
パレット移載



フライ投入

ロボット

刻み葱盛付ロボット



高速弁当盛付ロボット 多品種弁当盛付ロボット



初 業界初で開発
現場実装済

最もロボット化が困難な盛付工程



容器供給



盛付1



盛付2



盛付3



盛付4



品位確認



蓋閉



製品移載



番重移載

盛り付け対象惣菜・弁当食材とハンドのポートフォリオ

レトルト食品

- ・盛付品位不要
- ・高速

細片パック惣菜

- ・盛付品位重要
- ・重量精度要

大片パック惣菜・弁当

- ・高品位盛付

高速

専用充填機

高速化の為にロボフレ

1. 不定貫文化の醸成（現在、協会が推進中）
2. 慣性Gの低減、廉価ロボットの高速化

専用ハンド機構（諸大学の研究）

容積ハンド＋リアルタイム計量
(Connected Robotics等)



汎用触覚ハンド（フィードバック型）
(Fingervision)

ソフトハンド
・ニッタ
・OnRobot
・SoftRobotics
・ブリヂストン
等

吸着ハンド
・SMC
・ハーモテック
等

3. 超高品位盛付
(おせち等)

メタワーク
による
ハイブリッ
ド化等

低速

細（粘性高い）

食材の粒間

粗（粘性低い）

フィジカルAIを適用すべきドメイン

フィジカル A I とは？

■2026年3月の総務省・経済産業省「AI事業者ガイドライン第1.2版」

センサー等で物理環境の情報を取り込み、AIモデルによって目的達成のための方策を自律的に推論・判断し、アクチュエータ等を介して、移動・操作・加工などの物理的な行動につなげるシステム。

■NVIDIA: 自律システムが物理世界を知覚・理解・推論し、複雑な行動を実行するためのAI

■国際ロボット連盟(IFR): 仮想環境で学習し、明示的にプログラムされた動作だけでなく、経験に基づいて行動するロボット

■上記を統合: フィジカルAIとは、センサーによって実世界を認識し、AIが目的と状況に応じて推論・行動計画を行い、ロボットや機械を通じて物理的に働きかけ、その結果を再び認識して行動を適応させる自律・半自律システム

■上記を簡略化: フィジカルAI=センシング+AIによる推論・計画+物理的行動+結果のフィードバック

分類	フィジカルAIの捉え方	重視する点	主な例
広義	AIが現実世界を認識し、何らかの物理的な作用を起こすシステム	デジタル空間から物理空間への進出	ロボット、自動運転車、ドローン、AI制御機械
政策・実務上の定義	センサーで環境を捉え、AIが自律的に方策を決め、アクチュエータを通じて行動するシステム	認識・判断・行動の閉ループ	自律搬送、協働ロボット、AI制御設備
狭義・先端技術としての定義	基盤モデル、VLA、世界モデルなどを使い、未知の状況や複数作業に適応する次世代ロボットAI	学習、汎化、適応、自然言語指示	汎用ロボット、ヒューマノイド、学習型盛付ロボット

まずは、フィジカル A I の必然性あるものから始める

LLM (Large Language Model) データ：HDD転送速度200MB/s= 2 億文字/s
フィジカルAIの主技術の一つであるVLA (Vision Language Action)

物理的実世界では、人の動き 世界最速のキーボード入力 約20文字/s

実世界はバーチャルと比べ、**1000万倍遅い為、
学習させるためのデータ準備に莫大なコストがかかる**

ヒューマノイドロボットは、**B 2 C**用に大きなマーケットが期待される。
実現するには、汎用世界モデルが必要になるが、この実現は、今年、来年という短期間ではないため、ムーンショット等で長期的に取り組むことが重要と考える。

一方、**B 2 B**用は、**フィジカル A I が必然的に必要な作業を同定し、開発社会実装を進め、早々に実績を上げる。**

これにより、**AI・ロボットエンジニアが実践で育成され、**
将来、この**エンジニアが B 2 B だけでなく、B 2 C も担う**ようになるものと考ええる。

領域型フィジカル A I 適応対象選択の条件

1. A I 必然性・意義

2. R O I

(処理速度／投資)

3. 目的整合性（人手不足解消）

(対象従事人数が多いこと)

4. 実現性

(食品工場、特に惣菜製造工場では、不定形、多品種食材対応できること)

5. 安全性・高信頼性



食品製造工場におけるフィジカル A I 活用案1（@食品TC）

No.	作業工程	AI必然度	高ROI	人手不足解消	短期（～2030年） フィジカルAI適用内容	短期（～2030年） 具体的な技術・製品例	中長期（～2040年） フィジカルAI適用内容	中長期（～2040年） 具体的な技術・製品例
1	原料在庫管理				AIカメラ+RFIDによる自動在庫計測・管理システム。入出庫の自動記録、賞味期限管理、発注点アラート。	棚卸ロボット（Gather AI等）、RFID自動読取ゲート、WMS（倉庫管理システム）連携AI	自律型在庫ドローン・ロボットによる24時間リアルタイム在庫把握。需要予測AIと連携した完全自動発注。	自律飛行ドローン（Convus等）、デジタルツイン倉庫管理、予測AI統合WMS
2	原料洗浄・殺菌				洗浄度センサー搭載ロボットによる自動洗浄制御。汚染センサー連携による洗浄液量・時間の自動調整。	高圧洗浄ロボット、UV殺菌自動搬送ライン、IoTセンサー連携制御システム	AIビジョンで汚染箇所を特定し、ピンポイント高効率洗浄を行う完全自動洗浄ロボット。	マルチスペクトルカメラ搭載洗浄ロボット、プラズマ殺菌自動システム
3	原料検品	◎	◎	◎	AIカメラによる外観検査（傷・変色・異物）の自動化。合否判定と不良品の自動排除。	画像認識検品システム、AIソーティングロボット	マルチスペクトル・X線・NIRを組み合わせた内部品質まで検査可能な全数検査ロボットライン。	ハイパースペクトルカメラ検査機、X線異物検査AI統合システム
4	原料入庫・格納 （トラック→倉庫）				フォークリフト型AMR（自律移動ロボット）によるトラックからの荷降ろし・格納の半自動化。	自動フォークリフト、バーコード・QR自動読取システム	完全自律型ローディングロボットによるトラックドックでの無人荷降ろし・自動格納。	自律ローディングロボット（Mujin等）、AIクレーン自動制御、無人フォークリフト
5	原料入荷・運搬 （倉庫→工場内）	○			AMR（自律搬送ロボット）による倉庫～工場間の自動搬送。ルート最適化と障害物回避。	LIDAR、Visionセンサー×AIによる自動作図と自動運転。 AMR（GE Creative、MiR、Locus Robotics等）、AGV搬送システム、フリートマネジメントソフト	複数台AMRが協調動作する完全自動搬送ネットワーク。エレベーター・ドア連携含む施設全体対応。	自律型マルチロボットフリート（Fetch Robotics等）、施設IoT統合プラットフォーム
6	原料梱包開梱			○	段ボール・袋の自動開梱ロボット。カッター・吸盤機構と画像認識で多様な梱包形態に対応。	開梱ロボット、エアナイフ自動開封システム	梱包形態を自動認識し、あらゆる包装に対応する汎用開梱AIロボット。内容物の自動仕分けも実施。	汎用マニピュレータ+深層学習把持AI（Righthand Robotics等）
7	原料を生産ラインに運搬	○			AMRと生産ラインシステムの連携による原料の自動タイムリー供給。生産計画連動。	LIDAR、Visionセンサー×AIによる自動作図と自動運転。 生産連動型AMR、コンベア自動接続システム、MES（製造実行システム）連携	生産スケジュールをリアルタイム学習し、必要量を必要タイムリングで自動供給する自律物流AI。	AI-MES統合自律搬送システム、スマートファクトリープラットフォーム
8	原料洗浄・殺菌 （ライン内）				生産ライン組込み型自動洗浄・UV殺菌ユニット。センサーで汚染度モニタリングし自動制御。	インライン洗浄ロボット、UV-C LED自動照射システム、オゾン水自動洗浄機	AIが菌数・汚染度をリアルタイム予測し、最適殺菌プロセスを動的制御する自律殺菌システム。	リアルタイム微生物センサー、AI制御マルチ殺菌複合システム
9	原料検査・夾雑物・異物排除	◎	◎	◎	X線・金属探知・AIビジョンの複合システムによる異物（金属・骨・石・プラ）、不良原料の自動検出・排除。	X線異物検査機、AIソーティングロボット、金属探知機、AI外観検査（フツパー等）	量子センシングや高精度ハイパースペクトルで微細異物まで検出する次世代全数検査AIシステム。	量子センサー検査システム、ハイパースペクトル異物検知AI、高速エジェクターロボット
10	原料カット	○			AIビジョン搭載カットロボットによる形状認識・最適カット。歩留まり向上と均一カット実現。	食品カットロボット（Mayekawa、JBT等）、3Dビジョン搭載スライサー	食材の3D形状・繊維方向をAIが解析し、栄養・歩留まり最大化的個別最適カットを行う自律ロボット。	3Dスキャン連動自律カットロボット、AIによる個別カット最適化システム
12	原料計量	○	○	◎	AIによる重量・個数管理と自動計量ロボット。目標重量への高精度自動調整。	AIフィードバック計量システム、多連ロードセル	AI学習で計量速度・精度を継続改善する完全自律計量システム。複数原料の同時最適計量も実現。	深層学習計量AI、高速マルチヘッド計量ロボット、自動補正フィードバックシステム
13	原料廃棄物処理	○			廃棄物の自動分別・回収ロボット。種類別重量計測と廃棄記録の自動化。	廃棄物仕分けロボット、自動圧縮機、IoT計量・記録システム	廃棄物組成をAIが分析し、リサイクル・堆肥化・バイオガス化の最適ルーティングを自動決定。	廃棄物組成分析AI、自律廃棄物ルーティングシステム、バイオリアファイナリー自動連携

(株)フツパー

(株)フツパー

(株) Food Horizon



食品製造工場におけるフィジカル A I 活用案2（@食品TC）

14	調理前処理・調理				○	下処理（皮むき・下茹で・漬け込み等）の自動化ロボット。レシピAIによる工程管理。	食品処理ロボット、レシピ管理AI、自動調味システム	レシピデータから調理手順を自律生成・実行し、品質をリアルタイム評価する汎用調理AIロボット。	汎用調理ロボット（Moley等の発展型）、センサーフュージョン品質評価AI
15	加熱・調理					温度・時間・蒸気量をAI制御する自動加熱システム。製品ごとの最適加熱プロファイル自動適用。	AI制御スチームコンベクションオーブン、IoT温度管理システム、自動加熱ライン	食材状態（水分・温度・厚み）をセンシングし、個体ごとに最適加熱を動的制御する自律加熱AI。	NIRセンサー連動加熱AI、マイクロ波・IR複合加熱ロボット制御システム
16	調理済食材搬送					高温・低温環境対応AMRによる調理済食材の衛生的自動搬送。温度モニタリング付き。	LIDAR、Visionセンサー×A Iによる自動作図と自動運転、食品グレードAMR（温度管理機能付き）、衛生コンベアシステム	HACCP自動記録と連動した温度・衛生状態管理AMRによる完全レーサビリティ搬送。	HACCP連動自律搬送ロボット、リアルタイム温度・衛生モニタリングシステム
17	盛付・成形	◎	◎	◎		AIビジョン+ロボットハンドによる多品種対応の自動盛付ロボット。重量管理付き。	AIによる、盛付ロボット（コネクテッドロボティクス等）の食材物理特性バラつきに対応するチューニング	食材の形状・重量・色をAIがリアルタイム認識し、見た目品質まで管理する完全自動盛付システム。	汎用把持AI（深層強化学習）、マルチアーム協調盛付ロボット、外観品質評価AI
18	製品検査	◎	◎			AIカメラによる外観・重量・異物の全数自動検査。不良品の自動排除とトレースビリティ記録。	インライン外観検査AI（Keyence、Cognex等）、X線検査機、自動重量選別機	味・香り・食感まで評価するマルチモーダルAI検査システムによる品質全項目自動検証。	電子鼻・電子舌センサーAI、テクスチャー解析ロボット、マルチモーダル品質検査システム
19	盛付・成型品を冷蔵庫・殺菌窯へ搬送					食品グレードAMRによる冷蔵庫・殺菌窯への自動搬送。温度帯管理と優先度制御。	LIDAR、Visionセンサー×A Iによる自動作図と自動運転。冷蔵対応AMR、自動扉連携システム、生産管理AI連動スケジューリング	生産状況・設備稼働率をAIが予測し、最適タイミング・ルートで自動搬送する自律物流システム。	予測型自律搬送AI、デジタルツイン連動スケジューリングシステム
20	食品冷却・殺菌					冷却・殺菌条件（温度・時間）のAI自動制御。製品状態センシングによる最適プロセス適用。	AI制御レトルト殺菌機、急速冷却システム、IoT温度記録・管理システム	製品個体差・ロットばらつきをAIが補正し、殺菌過不足ゼロを実現する完全自律冷却・殺菌AI。	個体別殺菌最適化AI、超音波・高圧処理自動システム、リアルタイム殺菌効果モニタリング
21	搬送（工程間）				○	工場内全搬送をAMRフリードで統合管理。渋滞回避・優先度制御による効率的搬送。	LIDAR、Visionセンサー×A Iによる自動作図と自動運転。フリートマネジメントシステム、AMR複数台協調制御	デジタルツインで工場全体の搬送をシミュレーション・最適化する完全自律搬送オーケストレーション。	デジタルツイン統合搬送AI、施設全体IoP（Internet of Production）プラットフォーム
22	包装					AIビジョン+ロボットによる多品種包装の自動切替・自動包装。不良包装の自動検知・排除。	包装ロボット、AIビジョン検査、自動品種切替システム	包装材の種類・形状をAIが自律認識し、段取替えゼロで多品種少量生産に対応する汎用包装AI。	自律段取替え包装ロボット（深層学習）、フレキシブル包装AIシステム
23	ラベリング					AIによる印字内容自動生成・検証と高精度自動ラベル貼付ロボット。消費期限・ロット自動管理。	自動ラベラー、AI印字検査システム、消費期限自動計算システム	規制変更・多言語対応をAIが自動処理する法規制適合ラベリング自律管理システム。	規制AI対応ラベル管理システム、マルチ言語自動生成AI、デジタルレーサビリティ連動
24	箱詰め・梱包				○	AIビジョン+ロボットアームによる多品種対応自動箱詰め。最適充填パターンのAI生成。	箱詰めロボット（ABB FlexPicker、FANUC等）、3Dビン詰めAI、自動製図機	箱サイズ・充填パターンをAIが自律最適化し、物流効率・材料コスト最小化を実現する自律梱包AI。	生成AI箱詰め最適化システム、自律製図・充填ロボット、サステナブル包装AI
25	パレット積み				○	ロボットバレイザーによる自動積付け。AIによる最適積付けパターン生成。重量バランス管理。	ロボットバレイザー、AI積付け最適化ソフト、重量センサー	物流先・輸送条件・製品特性をAIが総合判断し、輸送品質最大化の積付けを自律決定するシステム。	物流連動AI積付け最適化、協働ロボットバレイザー、デジタルツイン積付けシミュレーション
26	台車・パレット搬送				○	AMR・自動搬送車による台車・パレットの自動牽引・搬送。出荷エリアまでの完全自動化。	LIDAR、Visionセンサー×A Iによる自動作図と自動運転。牽引型AMR（GE Creative等）、自動搬送システム（AGV）フリートスケジューリングAI	出荷計画・トラック到着時間をAIが予測し、出荷バースへの最適タイミング搬送を自律実行。	出荷予測AI連動自律搬送、スマートローディングドック自動化システム、物流統合プラットフォーム

商品仕分け

コネクテッドロボティクス（株）
（株）FingerVision
株式会社KOBOT
（株）Closer

（株）Closer

（株）GEクリエイティブ
JET（株）

食品製造における

AI必然性(必要性)・意義の一例

惣菜盛付ロボット(コネクテッドロボティクス)

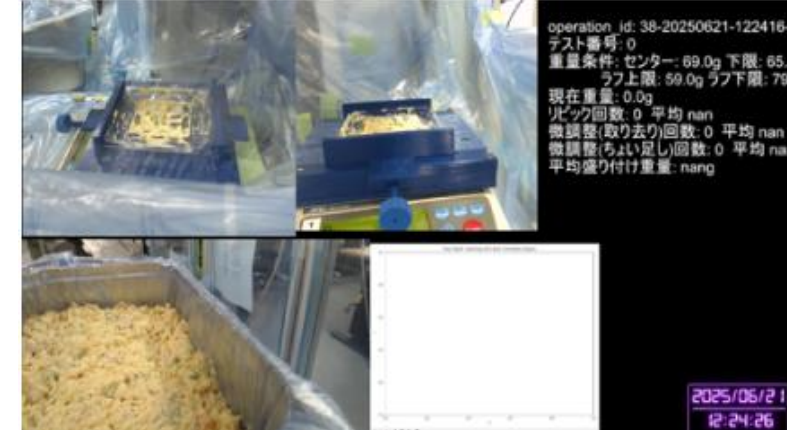
■更なる多種食材対応（重量精度含む）

1. ラフ重量形成
2. 微小ピック
3. ハンド開発

■導入後トラブル低減の為の安定稼働

4. 容器供給機の切り出し問題
5. カメラの温度ドリフト問題

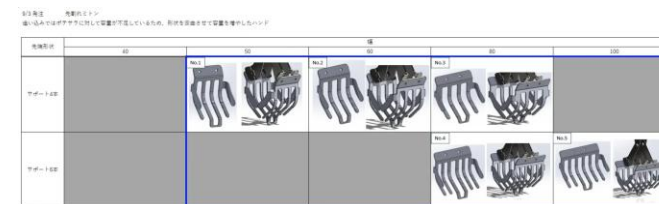
1. ラフ重量形成



2. 微小ピック



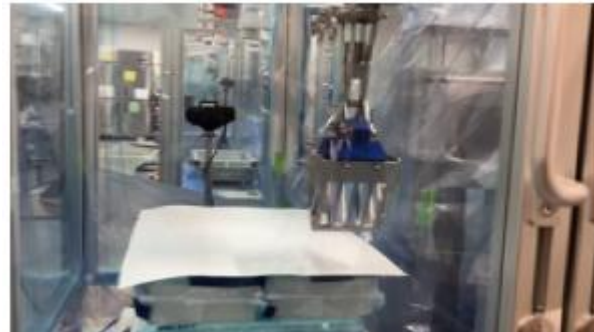
3. ハンド開発



4. 容器供給機の切り出し問題対策



5. カメラの温度ドリフト問題対策



ハンド先端を紙表面で止めるように
動作

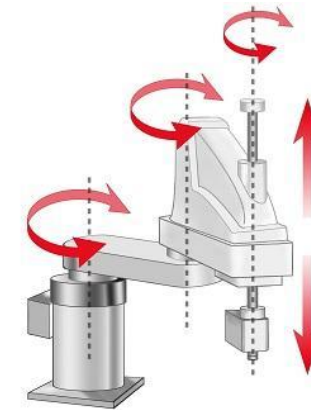
【特に】粘り気の強いポテサラ問題：

ポテサラは、スマッシュ(勢いをつけて振るい落とし)、プレス(盛り付け姿勢の安定性)といった制御で安定化。あとは微小ピックでのほまり(無限ループ)を解消していく。



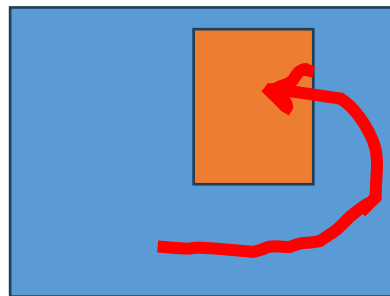
■課題：食材の飛散（衛生問題）

- ・ スカラロボットの軌道を高速で移動すると食材が飛散してしまう。

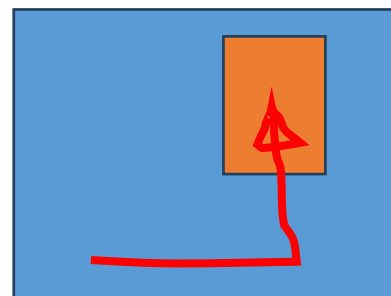


■飛散軽減/Reduce scattering

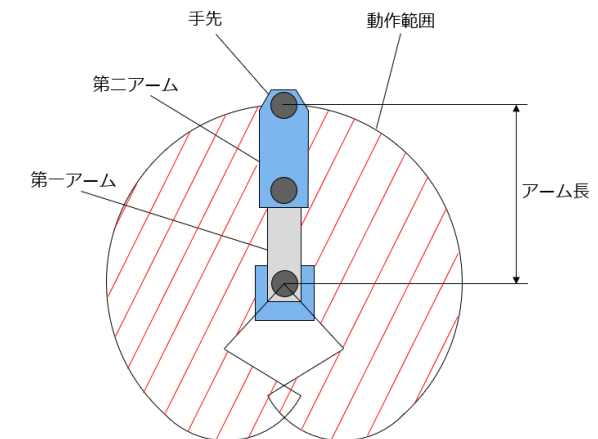
- ・ 制御：搬送経路を変更（アーチ→直角）



< arched path >



< right angle path >



多種具材対応：食材に最適なハンド開発(Try & Error)



1.AIを使った高速高精度盛付

画像センサ・深度センサ・重量センサと、AIアルゴリズムで予測計量することで、ほぼ一回での定量盛りが可能に。

1台当たり**400pcs/h（1.5人分）**の生産性を実現。

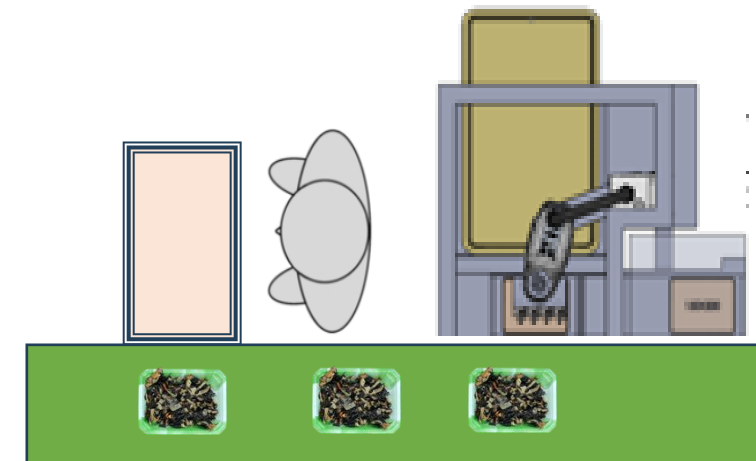
2.多彩な食材に対応する多機能ハンド

様々な食材に対応可能。（ポテトサラダ、マカロニサラダ、ひじき煮、ごぼうサラダ、きんぴらごぼう、ほうれん草和え物、卵の花、ブロッコリ、唐揚げ等）自由に移動が可能

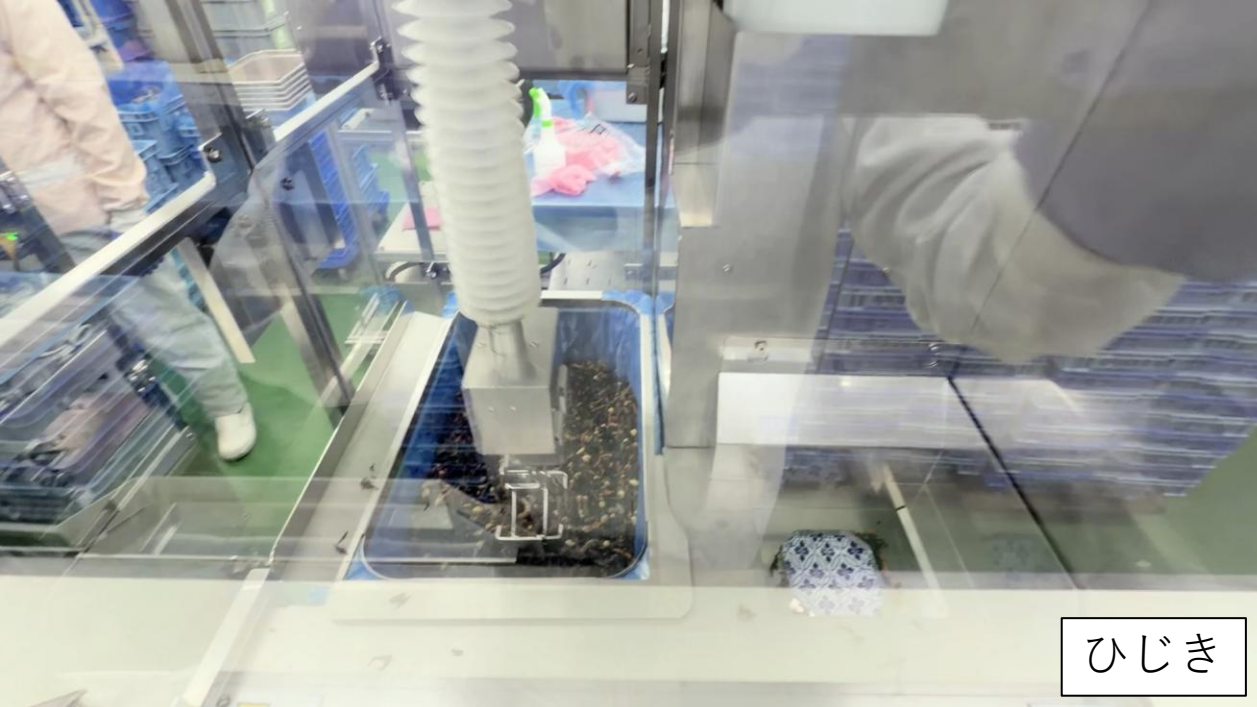
重量精度 **±4g～±7g**（OK率96%以上）

3.かんたん移動、かんたん操作

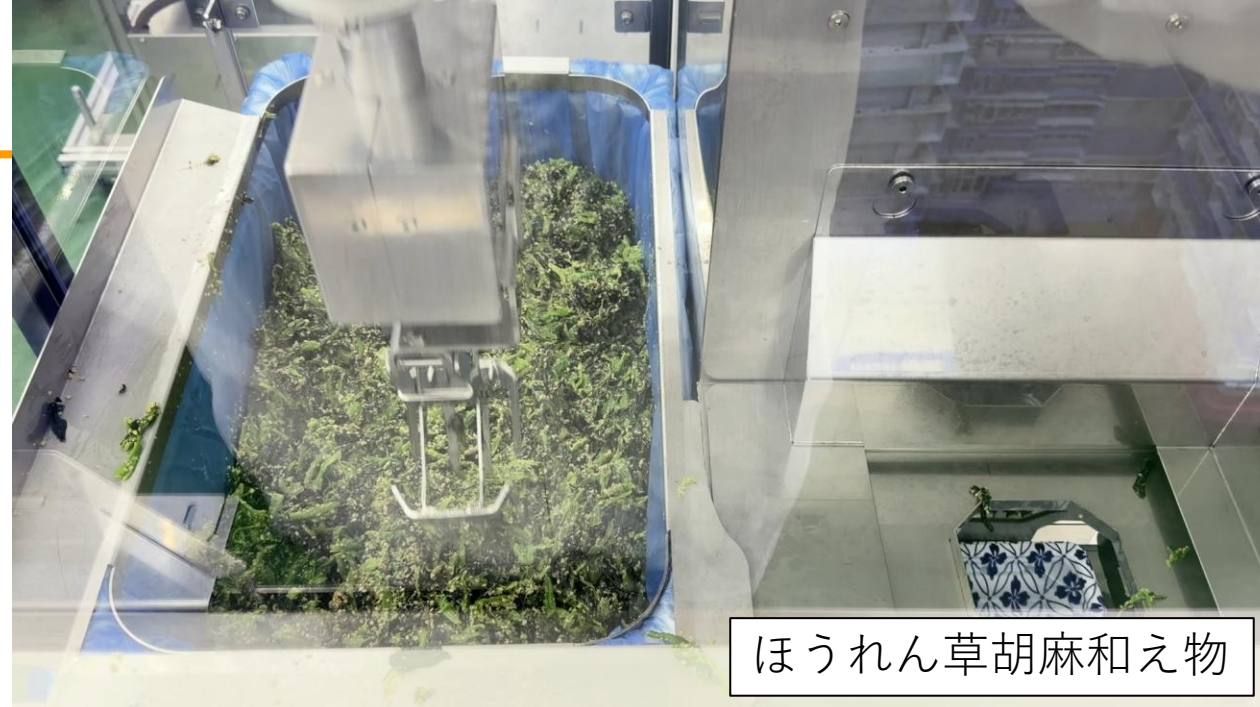
大型キャスタ付きで、1人でかんたんに移動可能。
段取り替え作業もハンド交換のあと、操作パネルで写真を選ぶだけ。



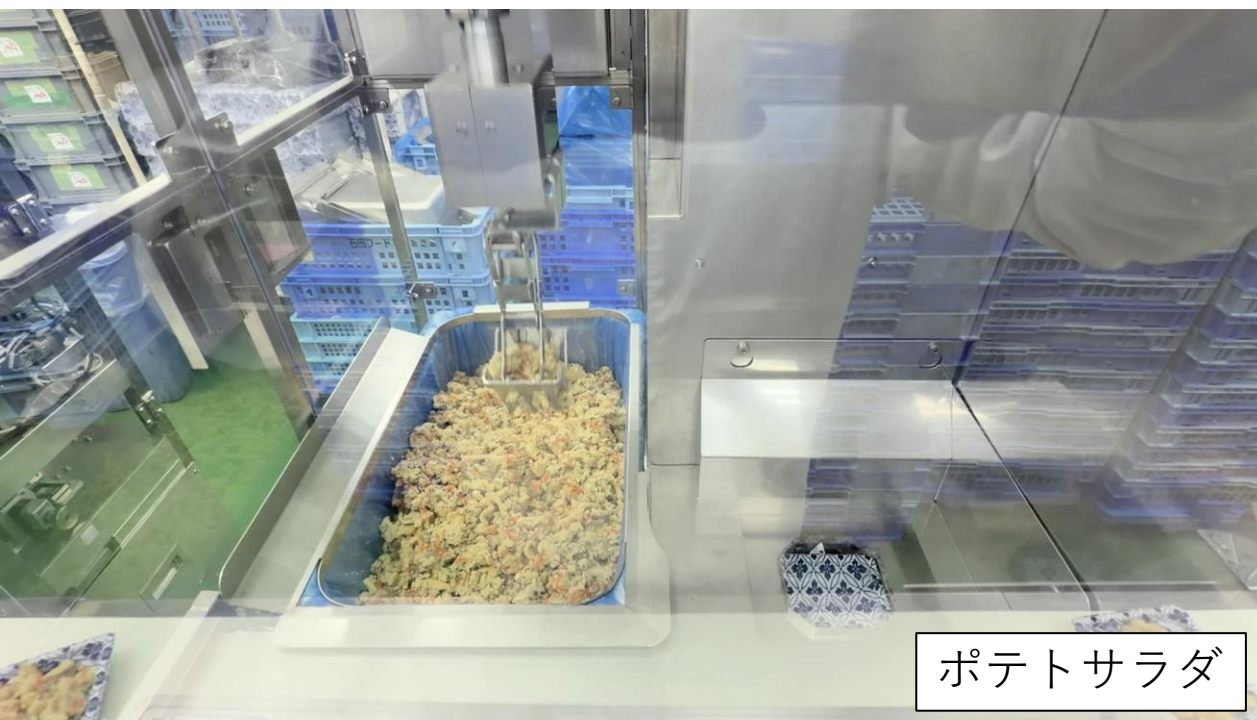




ひじき



ほうれん草胡麻和え物



ポテトサラダ



卵の花

複数の現場に導入して見えてきた課題

食材の特性差と変動幅が大きいことが本質的な難しさ

① 食材固有の特性差

- ・ 粘性（こびりつき）
- ・ 液量
- ・ 絡まり具合
- ・ 崩れやすさ
- ・ 滑りやすさ

② 同一商品でも条件で変わる

- ・ 調理方法
- ・ 具材量
- ・ 具材種類
- ・ 温度
- ・ 湿度
- ・ ラボ品と現場品の差 (現場に行ってみると違っていた...)

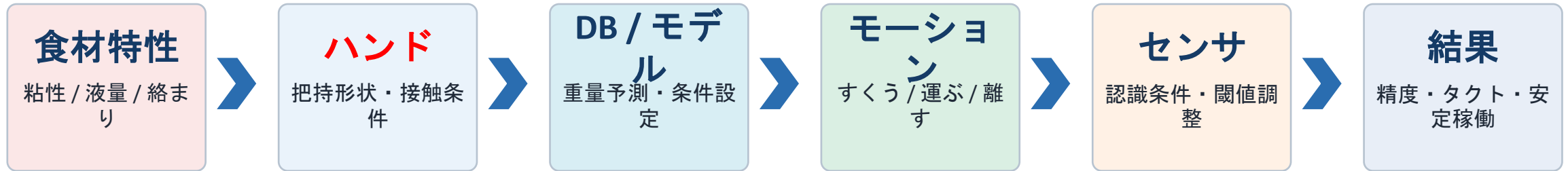
③ 食材内部の不均一性

- ・ 具材分布の偏り
- ・ ロット差
- ・ 部位差

同じメニュー名でも、ロボットから見れば別物であることが多い

食材対応の課題構造

食材ごとの違いが、ロボット全体の調整に連鎖する



変更インパクトが大きい順

- ① **ハンド** ② データベース（重量予測モデル） ③ モーション ④ センサ
 - 特に**ハンド変更**が発生すると、**後段のデータ・動作・認識も見直しが必要**になりやすい
 - そのため、食材対応は「**一点調整**」ではなく、システム全体での対応が必要
- ⇒ **設備導入時、ここに大きなエンジニアリソースが必要となっていて、スケール化が困難。**

横展開課題への対応（フィジカルA I の必要性）

食材物性変化に対応する為、これまで、高度なエンジニア行ってきた
マニピュレーションの最適化が必要。

⇒ **フィジカルA I によるワーク物性変化への対応が必要**

1. データ - $100 \times 8\text{時間} \times 365 = 29\text{万時間のデータ}$

1現場において、8時間稼働、365日。実稼働している現場から取れるデータ量は膨大。

2. 必要なパラメータ = $100 \times 30 \times 10 \times 100 = 300\text{万}$

1現場につき、30食材、食材ごと10の観測パラメータ、100種類のロボットの動きのパターン

3. ロボットのモジュール化: モータ数 = 10~20

1人あたりの作業は10~20軸の単純な機構の組み合わせで最適なシステムを実現できる。

1. 惣菜盛付ロボット Delibot は 10 => 100 へのフェーズ

2. 食材テスト(データ化)、ロボット動作構築を実施中

日々、実食材で実験しながらデータ収集およびロボット動作の学習と最適化を実施。実食材と実ロボットを使用するため、非常にコストが重い。

3. ロボットのモジュール化: 軽量モジュラーロボット 開発中

AIで動かすことや持ち運びやカスタマイズを前提としたロボットがまだ世の中にないため、それを実現すべくアクチュエータレベルから開発中。

構成部品はすべてモジュラー化され組合せ自在



Use Cases (Food Industry)

食品産業 惣菜盛り付け



FingerVision フィジカルAI活用の取り組み

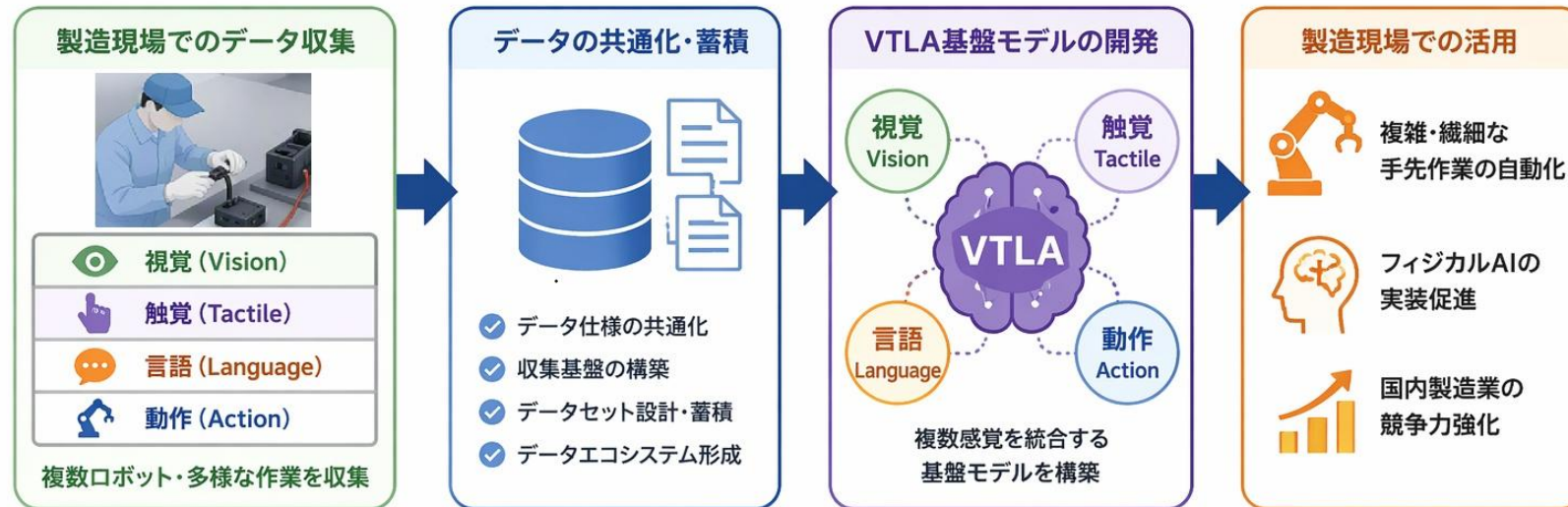


- 現地現物に紐づく価値のある触覚データ
 - ワークの物性
 - ワークとハンドの物理的接触情報
 - ハンドのアダプティブ制御の結果起きた時系列データ
 - 設計と実機の乖離（摩耗、故障など含む）
- オペレータからの入力・オペレータへの出力
 - “失敗している”、“見栄えが悪い”
 - なぜそうなっているのか、ではどうしたらいいのか

VLAではなく、VTLAの活用を目指す

グローバルでもみても先駆的領域であるVTLA(Vision-Tactile-Language-Action : 視覚だけでなく、**物体操作に必須な触覚**)を取り込んだロボット基盤モデルとデータ収集を進める

共同プロジェクト体制



波及効果



ロボット導入の加速
様々な分野へ展開



データエコシステムの拡張
継続的な価値創出



労働力不足の解決に貢献
ロボット産業全体の高度化へ

模倣学習×FV視触覚センサ

ロボットのハンドの中にカメラがあり、その一次情報（カメラの動画）及び、二次情報（画像処理により得られた視触覚データ）をAIの学習データとして活用できる点が、圧倒的に模倣学習と相性がよい

視覚
模倣学習



ロボットの動作情報
(時系列・数値)



カメラ画像情報
(時系列・画像)

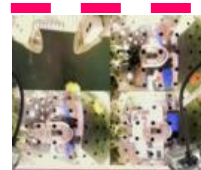


+

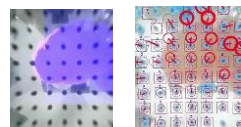
FV
模倣学習



手の中の視覚情報
(時系列・画像)



触覚情報
(時系列・モダリティ)



発展形①

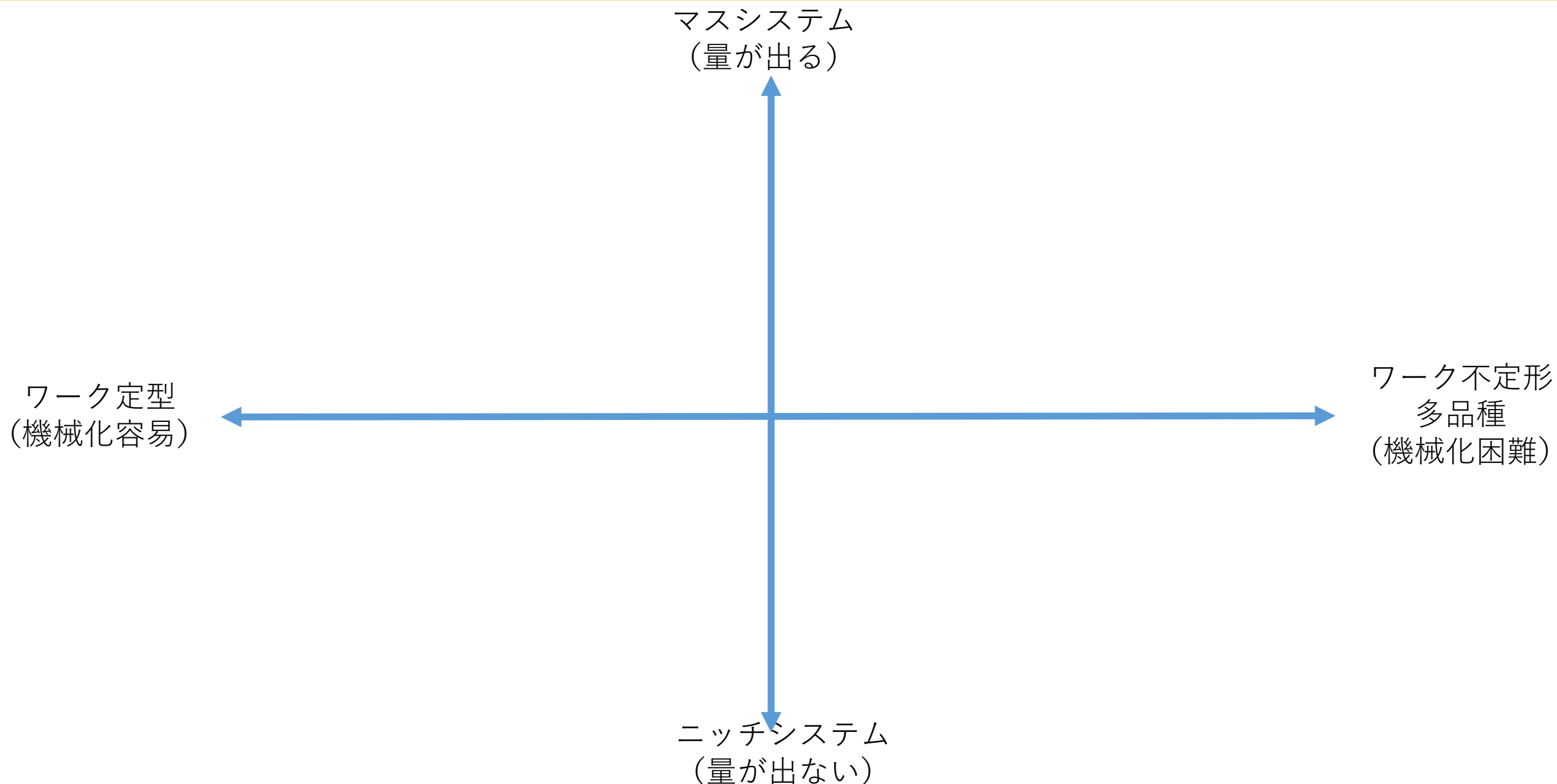
発展形②

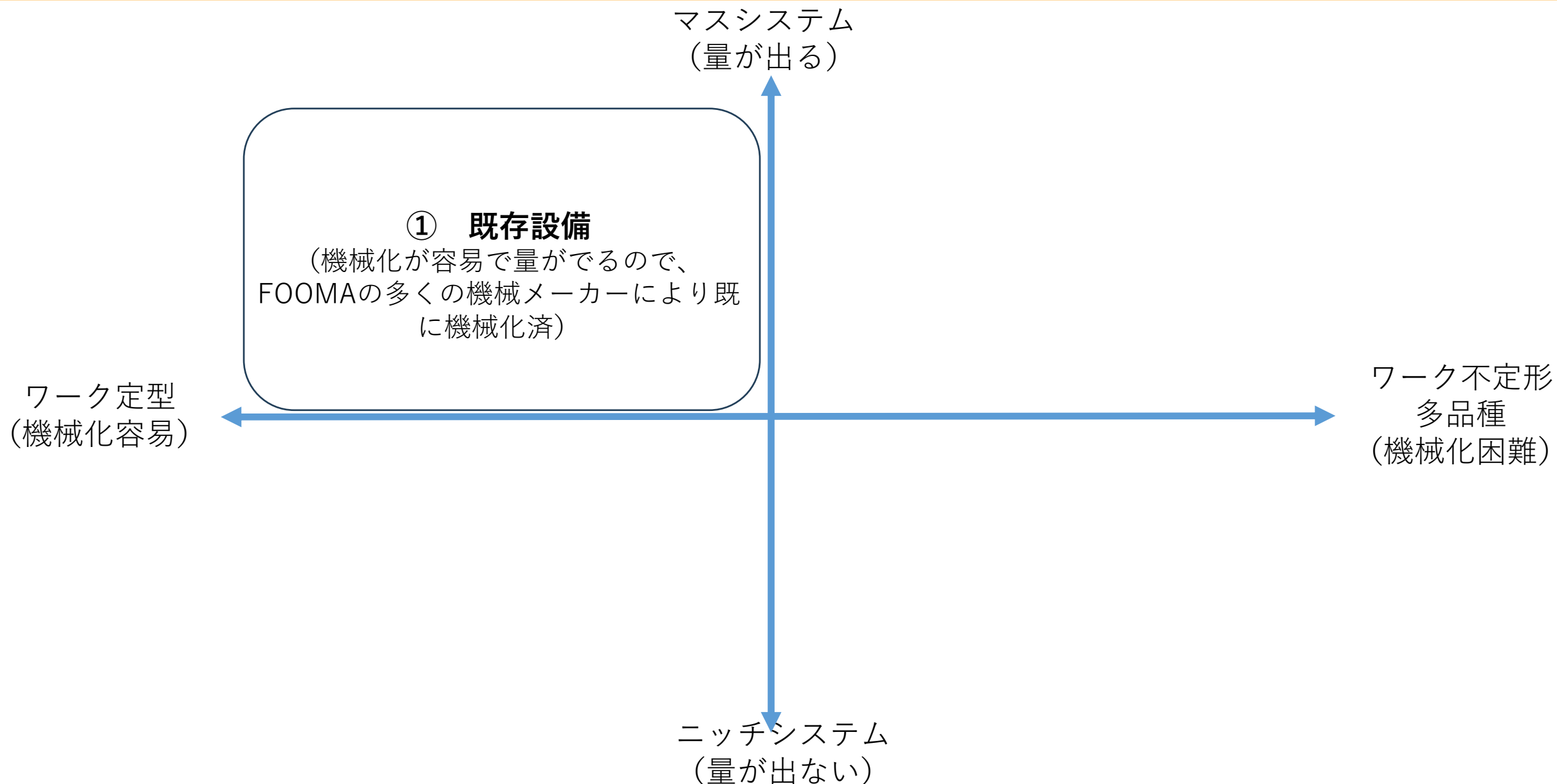


学習用データ

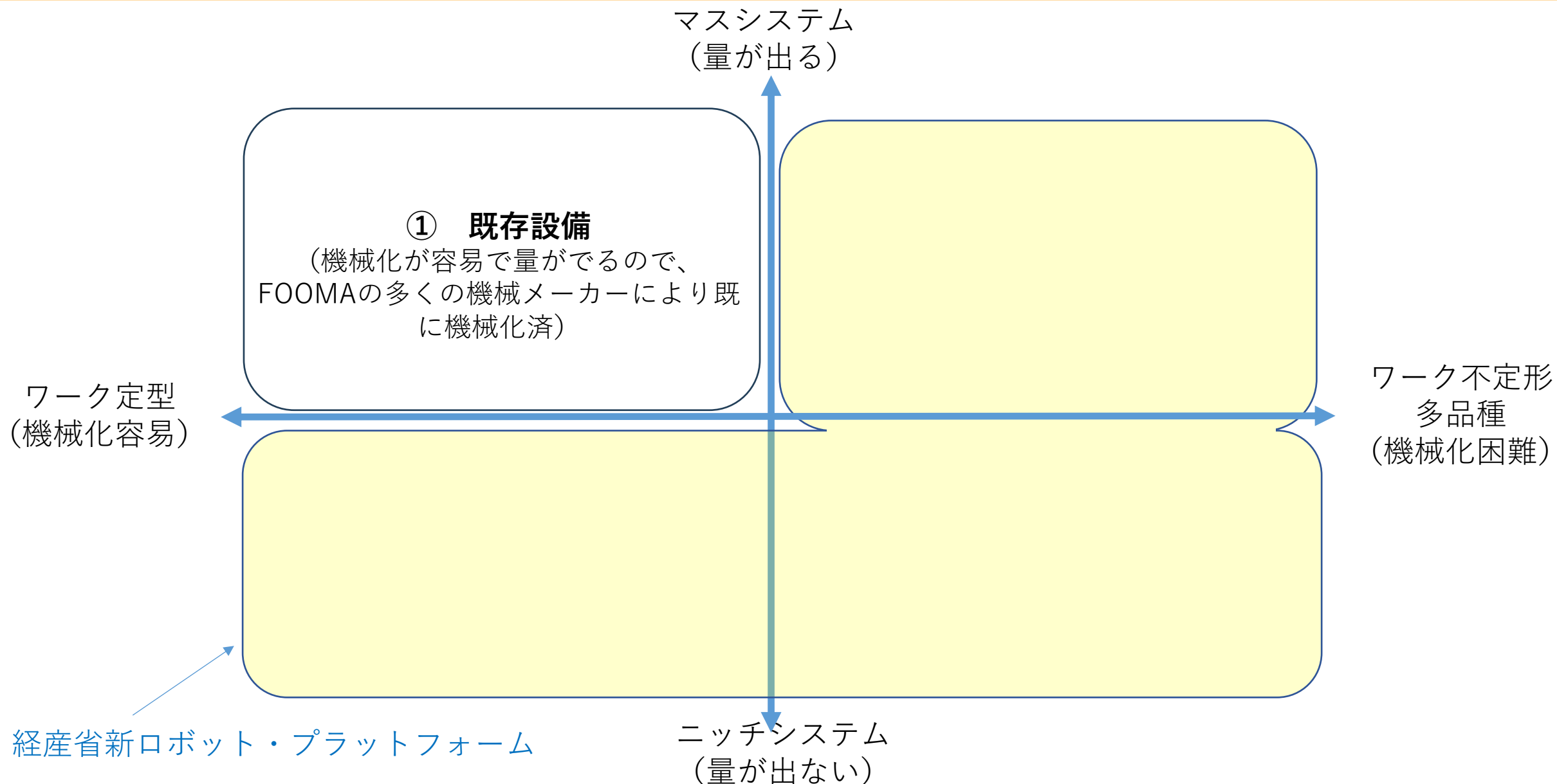
ロボットをマニピュレータで操作しながら
各情報を時系列的に保存し、AIモデルの
学習用データとして保存し、推論
に活かす

ロボットシステム等機械設備のポートフォリオ

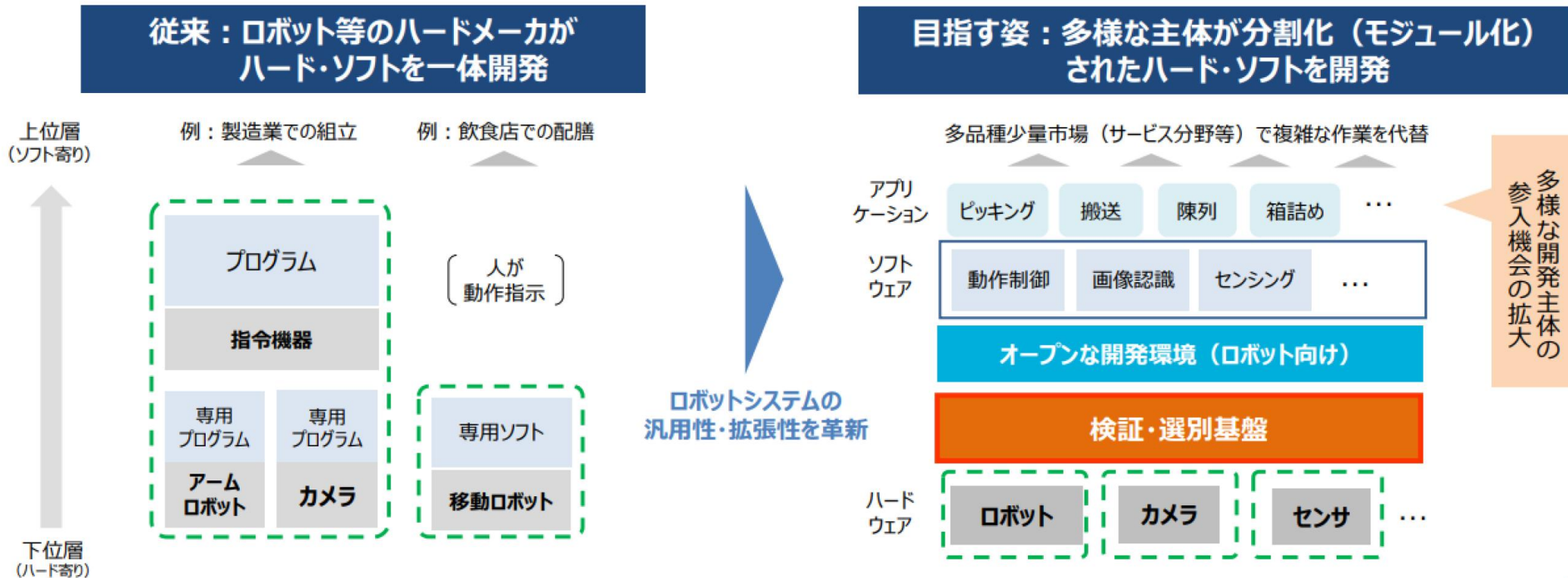




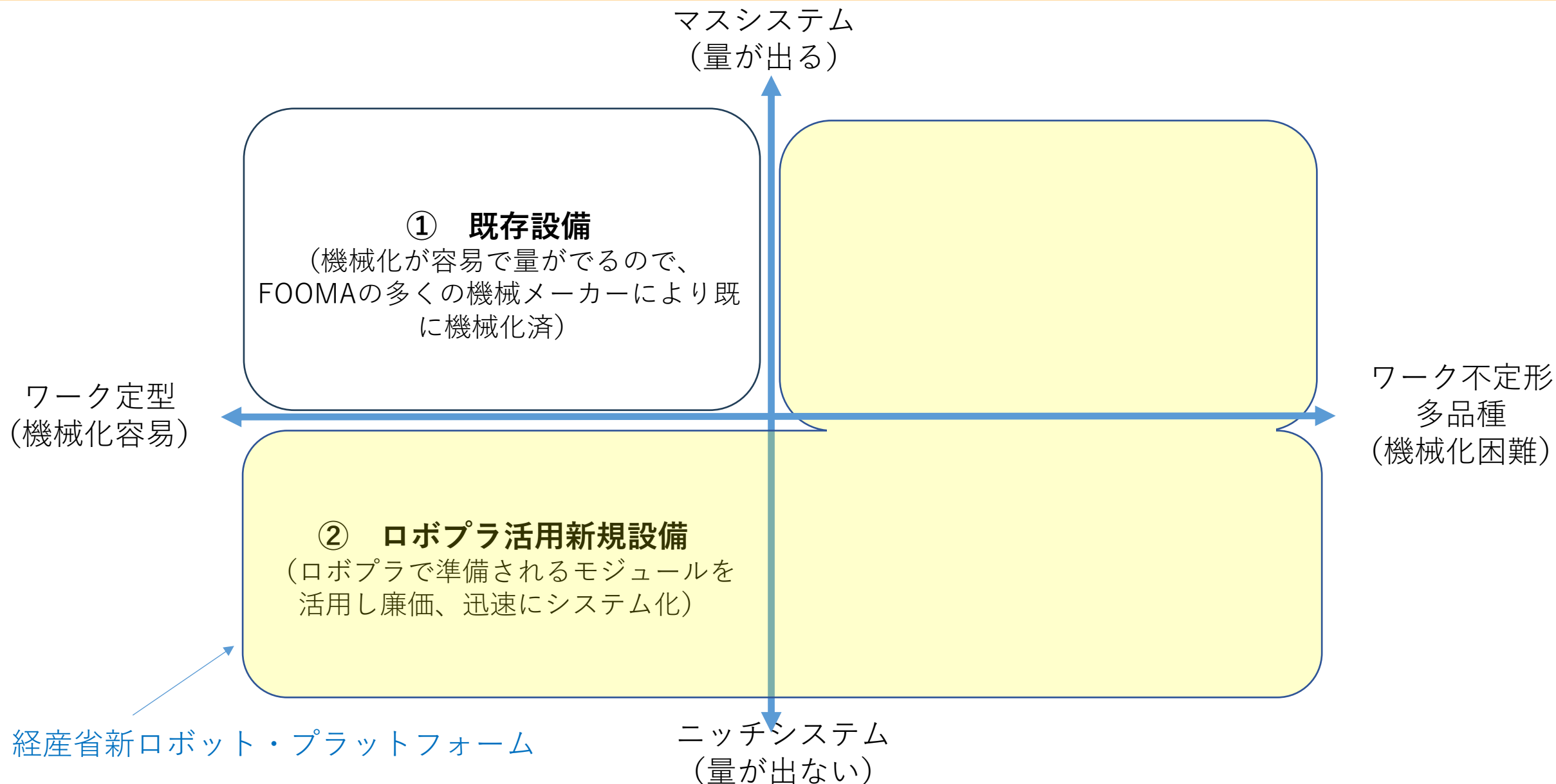
ロボットシステム等機械設備のポートフォリオ



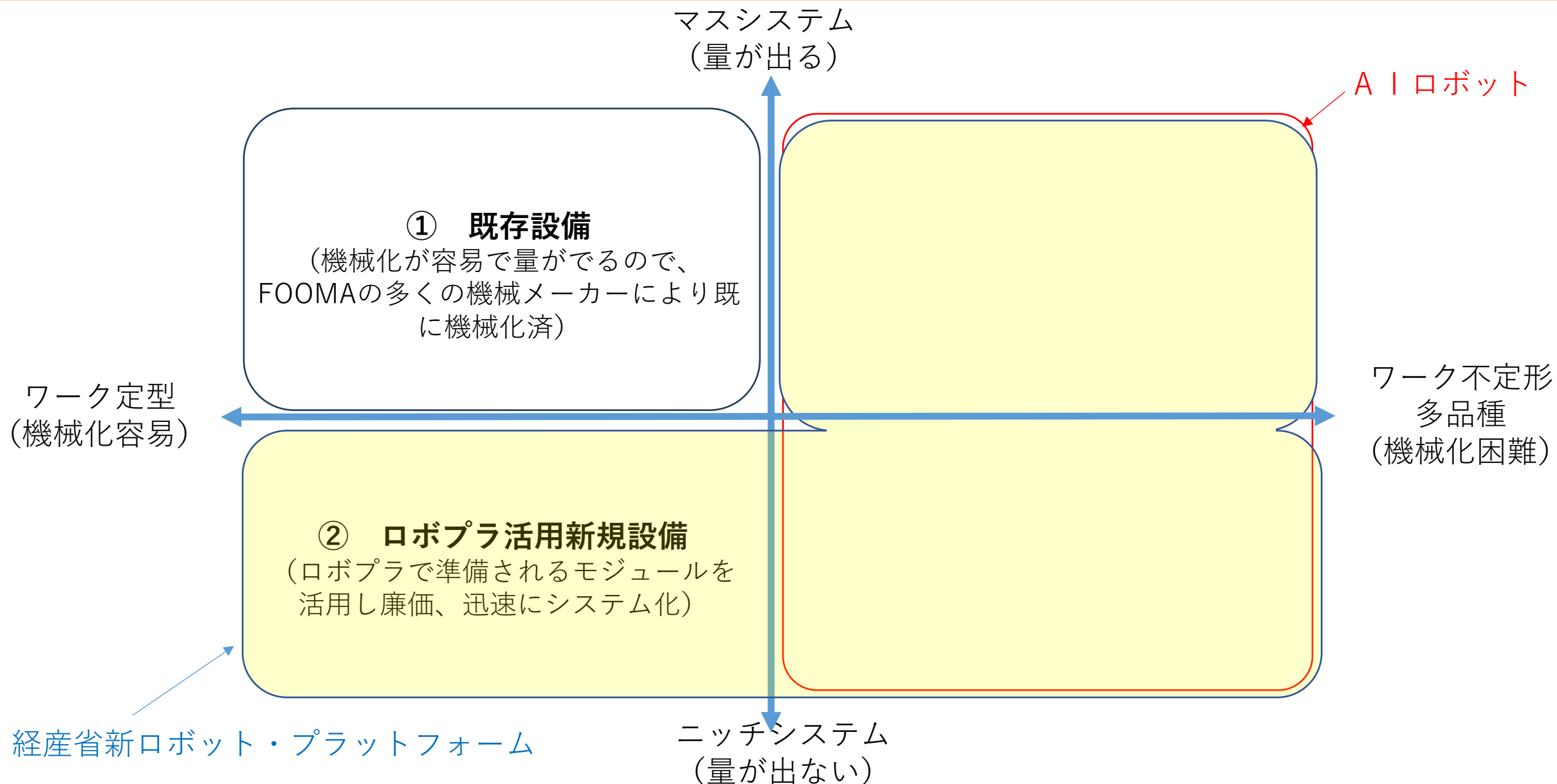
- 現在のロボットの開発基盤は、ソフト・ハードが垂直統合した構造で、汎用性・拡張性が乏しい。
- 少量多品種市場での国産AIロボット供給に向け、既存のオープン開発環境を活用しつつ、その課題である、**ソフトウェアの信頼性・安定性を検証・選別する基盤を新たに構築する**。これにより、**多様な開発主体の参入機会を拡大させる**。



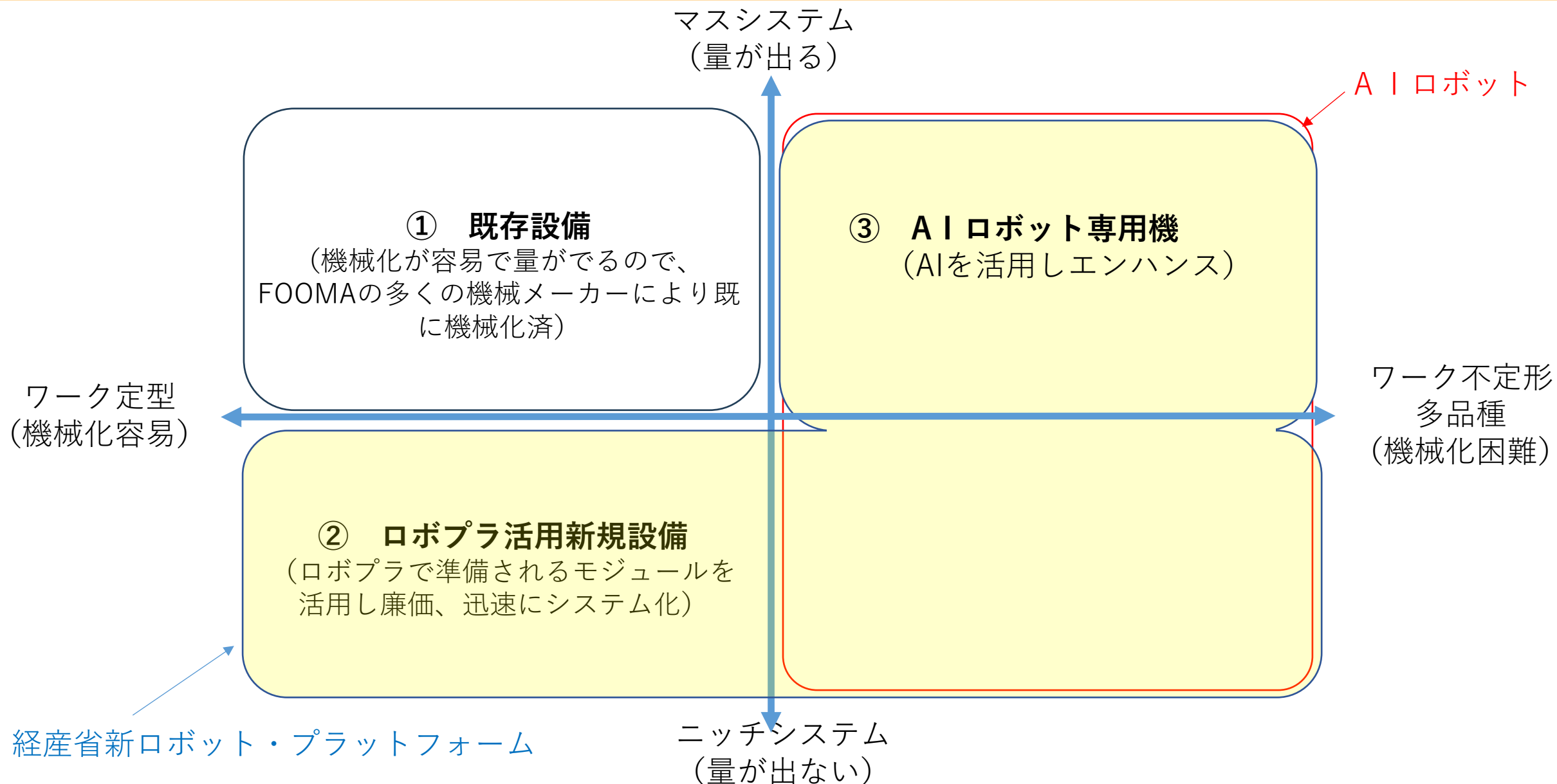
ロボットシステム等機械設備のポートフォリオ



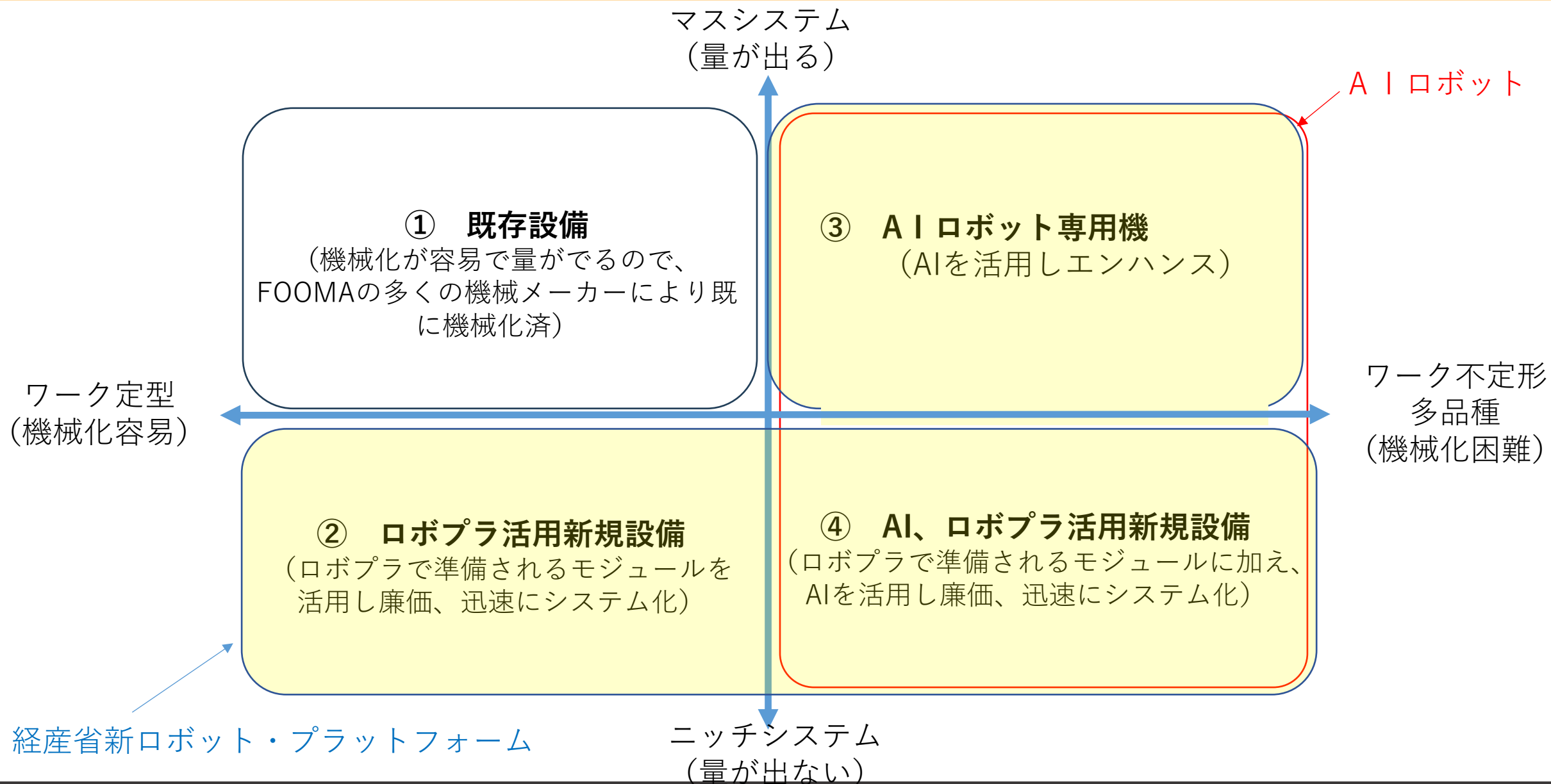
ロボットシステム等機械設備のポートフォリオ



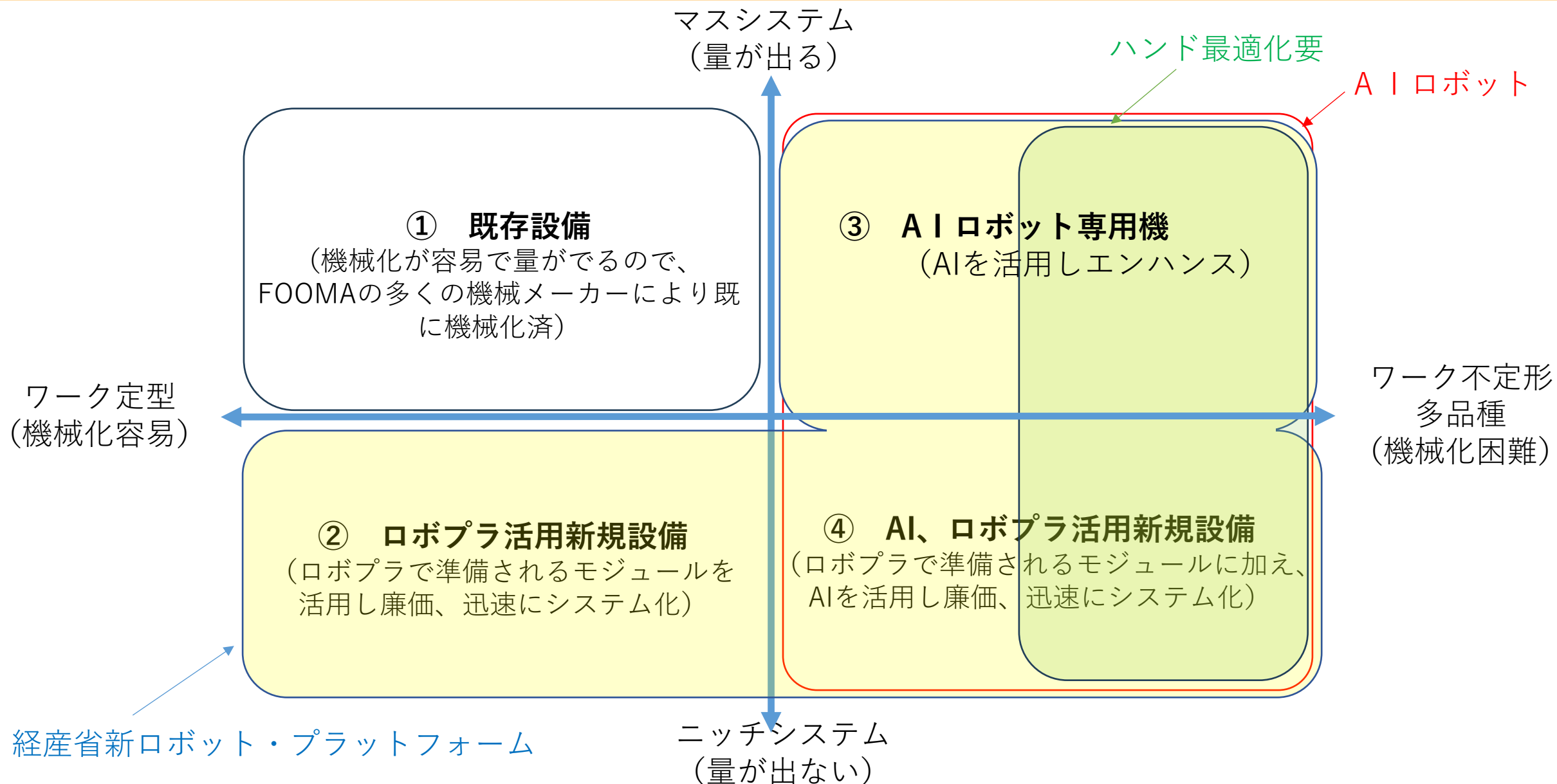
ロボットシステム等機械設備のポートフォリオ



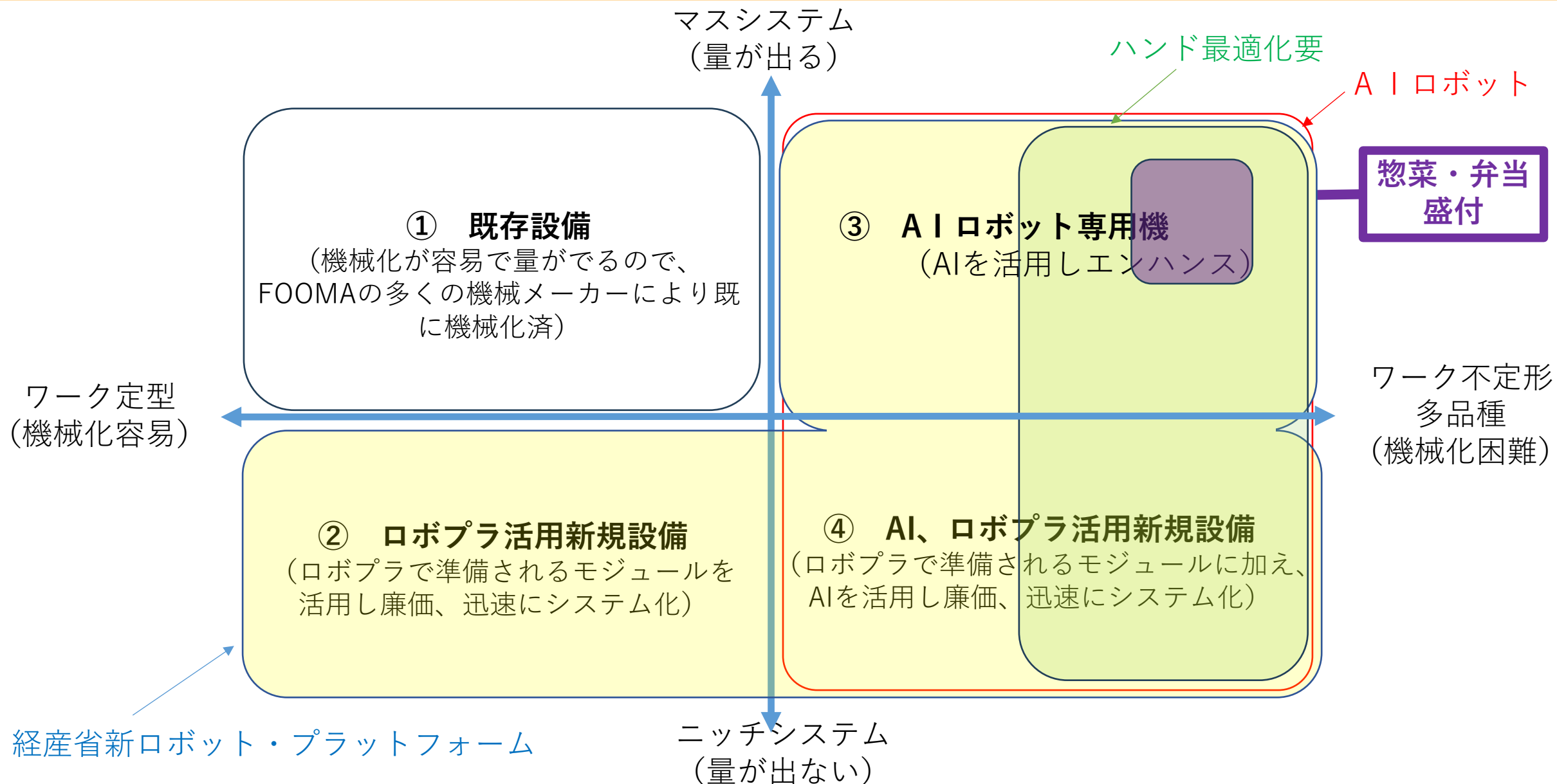
ロボットシステム等機械設備のポートフォリオ



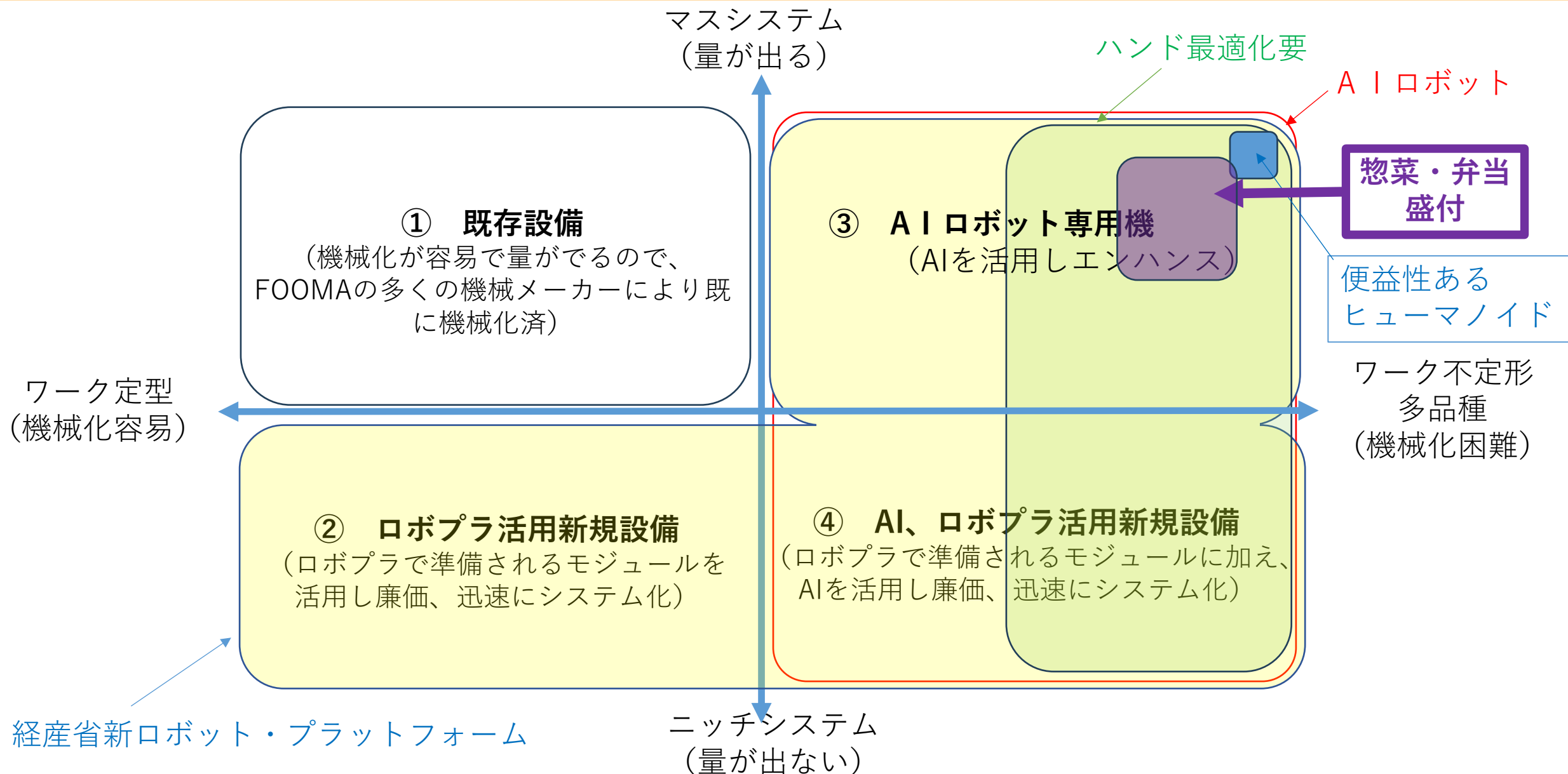
ロボットシステム等機械設備のポートフォリオ



ロボットシステム等機械設備のポートフォリオ



ロボットシステム等機械設備のポートフォリオ



1. AI・ロボットが国力を強化する為の人手不足解消とするならば、従事人口の多い業界・業種を見極め、
2. 既存設備で実現困難で、ロボット化が必須とされる領域をターゲットとして、
3. その中でも、既存技術では実現、横展開が困難であり、
解決にAIが必然性あるところを見極め、
早期に社会実装、成功例を出すことにより、現場が助かるとともに、
4. 実現場で、AI・ロボットエンジニアの技術・マインドが育ち、
5. 将来の大きなマーケットであるヒューマノイドを必然とするB2Cマーケットを実現するものでないかと考える。

ご清聴頂き
ありがとうございました。

