

経済産業省  
製造産業局産業機械課ロボット政策室 御中

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)

報告書

PwCコンサルティング合同会社

2025年02月28日



## エグゼクティブサマリ

本事業では、ロボットの導入・実装の拡大に資するオープン開発環境の構築を念頭に、ロボット・アプリケーション創出に係る課題等の整理と、関連企業が協調して取り組むべき施策と実施方法について整理した

上記整理にあたり、ロボットメーカー／システムインテグレーター／ロボットユーザー企業等へのヒアリングや、産業界／中立的機関の関係者で構成される検討会にて全3回の議論を行い、上記整理の一助とした

### ロボット・アプリケーション 創出に係る課題等の整理

近年ニーズが急速に拡大している多品種少量生産の中堅・中小製造業やサービス分野といった新たな産業分野においては、多品種少量生産であるがゆえに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ことが窺える。  
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窺えた。

### 関連企業が協調して 取り組むべき施策と実施方法

上記のような課題を有する新たな産業分野への施策としては、多様なニーズに的確に対応できることが重要であり、そのためには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せら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重要であり、構築にあたってはロボット産業界が協調して取り組むことへの賛同を得た。実現に向けたプロジェクトとして、具体的なユースケースを対象としたロボットシステムの開発・実装、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開発を実施する。

# 目次

## エグゼクティブサマリ

### 1. 本事業の背景と目的

### 2. 業務内容の全体像

### 3. 調査結果

#### 3.1 ロボット・アプリケーション創出に係る課題等の整理

#### 3.2 関連企業が協調して取り組むべき施策と実施方法の提示

#### 3.3 我が国ロボット産業の基盤強化に向けた検討会

#### 3.4 調査／検討にかかる個別調査

### 4. 調査結果総括

# 1

本事業の背景と目的

## 本事業の背景と目的

ロボットの導入・実装の拡大に資するオープン開発環境の構築を念頭に、協調領域となり得る領域の特定や企業間で協調して取り組むべき方策等について、調査する

### 背景

#### ①社会課題解決に向けたロボット技術へのさらなる期待の高まり

- 少子高齢化等による人手不足により、あらゆる産業においてロボット技術による自動化や生産性向上が求められている
- これまでの産業用ロボットの主たるユーザー業界（自動車、電機等）のみならず、中小企業等の多品種少量生産の現場、食品等の三品業界、物流業界、建設業界等へのすそ野拡大が求められている

#### ②我が国ロボット産業の競争力への懸念

- 一方、ロボット市場はグローバルで拡大を続けているが、その中での日本のロボット産業の存在感・競争力には懸念がある
- 特に、AIやデジタルツイン等のデジタル技術が進展する中、アーキテクチャ変革も含め、その活用に出遅れている懸念がある

#### ③裾野拡大と産業競争力強化に向けたシステム・産業のアーキテクチャ変革の必要性

- 裾野拡大を実現し、日本のロボット産業の競争力を向上させるためには、柔軟かつ効率的な組合せを実現し、それらを低コストに設計・運用できるオープン開発プラットフォームを含むアーキテクチャの変革が有効と考えられる
- また、こうしたプラットフォーム／アーキテクチャの活用拡大と効果創出に向けて、ロボット事業者が業界共通の課題解決、業界構造の変革に協調して取り組む必要がある

### 目的

ロボットの導入・実装の拡大に資するオープン開発環境の構築を念頭に、協調領域となり得る領域の特定や企業間で協調して取り組むべき方策等について、下記の調査・検討を通じて明確化する

- (1) ロボット・アプリケーション創出に係る課題等の整理
- (2) 関連企業が協調して取り組むべき施策と実施方法の提示
- (3) 我が国ロボット産業の基盤強化に向けた検討会

2

業務内容の全体像

## 業務内容の全体像

我が国ロボット産業の基盤強化に向けた検討会を開催し、ロボット・アプリケーション創出に係る課題等を整理した上で、関連企業が協調して取り組むべき施策と実施方法を整理した

### (1) ロボット・アプリケーション創出に係る課題等の整理

- ▶ ロボット関連企業が直面している（今後直面しうる）課題の整理
- ▶ オープン開発PFを実現した際に克服できる課題と効果の提示

### (2) 関連企業が協調して取り組むべき施策と実施方法の提示

- ▶ オープン開発PFの構築・利活用に向けて協調して取り組むべき施策と推進方策の提示

### 報告書の作成

調査・分析結果のまとめ

有識者インタビュー／ディスカッション実施

### (3) 我が国ロボット産業の基盤強化に向けた検討会の開催（全3回）

- ・ 検討会の組成
- ・ 検討会の事務局運営（日程調整、会場設営、議事次第等資料作成、議事録・議事要旨作成、構成員への委託・謝金等の事務作業、等）

# 3

## 調査結果

- 3.1 ロボット・アプリケーション創出に係る課題等の整理
- 3.2 関連企業が協調して取り組むべき施策と実施方法の提示
- 3.3 我が国ロボット産業の基盤強化に向けた検討会
- 3.4 調査／検討にかかる個別調査



## 3.1

# ロボット・アプリケーション創出に係る課題等の整理

- 3.1.1 ロボット関連企業が直面している（今後直面しうる）課題の整理
- 3.1.2 オープン開発プラットフォームを実現した際に克服できる課題と効果の提示



### 3.1.1

ロボット関連企業が直面している(今後直面しうる)  
課題の整理

## ロボット関連企業が直面している（今後直面しうる）課題の整理方法

ロボット関連企業が直面している課題をロボットSIのバリューチェーンに沿って整理することとした。一般的なロボットSIの流れは下記のとおりである

### 事前検討／企画構想／仕様定義

- 自動化に関するニーズをまとめる。
- 予算規模を勘案しながら概算見積を立て、投資回収の目安を検討する。
- 現状の作業工程における課題を抽出し、その原因を分析する。
- 整理した課題の解決手段を検討し、ロボットシステム全体を構想する。
- システム構築の実施計画を作成する。
- 実施計画に基づき、達成手段や実現方法を要求仕様として定義する。
- システム全体と処理の流れを決定し、信頼性・利用性・保守性・復旧性の観点から精査する。

### 設計（基本・詳細）／製造／納入前テスト

- 具体的なロボットシステムの方式や詳細の設計を行い、運用と能力の妥当性を検証する。
- リスクアセスメントを行い、安全性確保に関する方針を策定する。
- 設計に基づきロボットシステムの製造やプログラミングを行う。
- 実稼動環境への据付けや調整を行い、内部テストを経て、総合確認を行う。

### 保守／点検

- ロボットシステム稼動後も定期点検を行い、不具合があれば修正する。
- ロボットシステムの障害発生時に復旧支援を行う。

# ロボット関連企業が直面している（今後直面しうる）課題

ロボット関連企業（ロボットメーカーやロボットSIer、ロボット関連ソフトウェア企業等）が個々に直面している、または今後直面し得る課題を整理した

	事前検討／企画構想／仕様定義	設計（基本・詳細）／製造／納入前テスト	保守／点検
ロボットユーザー企業	<ul style="list-style-type: none"> <li>未活用領域では、顧客からの要求が高い・多い</li> <li>ロボット活用に関する知見がなく、要求仕様を固められない。</li> <li>ユーザー企業で、検討／構想の工数を負担することは難しい</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>スクラッチでの開発となり、導入までに時間と費用を要する。</li> <li>製造／導入コスト（ハード代金、SIコスト含む）が合わない。</li> <li>ユーザー企業の高い・多い要求に対して、処理スピードと品質のすり合わせが必要になる。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>ロボットに知見があり、保守対応できる担い手がない。</li> <li>ワーク・段取りの仕様変更が多いため、システムの変更の頻度とバリエーションが多い。</li> <li>扱う商品・品種が変化する度に設定変更だと生産性が落ちる。</li> </ul>
ロボットSIer	<ul style="list-style-type: none"> <li>顧客からの高い要求を調整するため、事前検証などの工数が膨らむ</li> <li>最新技術は実績がなく、事前検証や要求レベルの調整が必要になる。</li> <li>未活用領域は、既存品をカスタマイズして対応しており、コスト増の傾向にある。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>要求に応えるため、様々な技術・製品の組合せが求められる</li> <li>同業界、同工程でも要求レベルが異なりスクラッチ開発となる。</li> <li>ソフトウェアとアーム制御に関する互換性や、要求に合わせたハンドなど都度設計／開発が必要となり、時間と工数がかかる。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>保守対応において、遠方だと移動等の費用がかさみ、ベンダーの負担が大きい。</li> <li>扱う商品・品種に合わせてハンドを組み替えて動作させるには再度設計から行う必要があり、追加で工数がかかってしまう。</li> </ul>
ロボットメーカー	<ul style="list-style-type: none"> <li>伝統的市場<sup>*1</sup>に向けたハードウェアの提供が多く、それらは新たな領域にとってスペックやコストが合わず、ユーザーに受け入れられない。</li> <li>非リアルタイム層のみ制御が可能のため、力覚制御等が必要となるユースケースへの活用が広がらない。</li> </ul>		
ロボット関連ソフトウェア企業	<ul style="list-style-type: none"> <li>ハードウェアメーカーに合わせたソフトウェアを個々に提供しているため、汎用性がない。</li> <li>ソフトウェアの内容は変わらないが、各ハードウェアで接続する方法が異なるため、接続するハードウェアそれぞれに対して動作／接続性の検証を行う必要がある。</li> </ul>		



### 3.1.2

オープン開発プラットフォームを実現した際に  
克服できる課題と効果の提示

# オープン開発プラットフォームを実現した際に克服できる課題と効果

オープン開発プラットフォームがロボットSIにおける事前検討～保守・点検まで、ワンストップで支援することで、ロボットSIの工数削減効果が得られると整理した

## 事前検討

## 企画構想

## 仕様定義

## 設計 (基本・詳細)

## 製造/ 納入前テスト

## 保守・点検

克服できる課題

- 未活用領域では顧客からの要求が複雑であり、その調整のため、事前検証などの手間がかかる

- ユーザーは導入のイメージを明確に持っておらず、構想検討して提案、すり合わせる必要があり手間がかかる

- 未活用領域の要求に答えるため、ハードウェア/ソフトウェア製品をカスタマイズや個別開発を行い、対応する必要がある

- 要件を満たすよう様々な製品を組み合わせる必要があるため手間がかかるが、製品間の互換性が低い場合は特に手間がかかる

- 要求に基づく処理スピードや品質を満たすためのシステム構築やチューニングに手間がかかる

- ワーク・段取りの仕様変更が多く、システム変更の頻度とバリエーションが多く手間がかかる

効果

- 見積作成工数削減

- 動作検証とシステム構想整理、実施計画作成工数削減

- 仕様定義に係る工数削減

- 設計やリスクアセスメントに係る工数削減

- プログラミングに係る工数削減
- 動作担保をしつつ、テスト工数を削減

- 運用・保守に係る工数を削減



## 3.2

# 関連企業が協調して取り組むべき施策と実施方法の提示

3.2.1 オープン開発プラットフォームの構築・利活用に向けて協調して取り組むべき施策と  
推進方策の提示



### 3.2.1

オープン開発プラットフォームの構築・利活用に向けて  
協調して取り組むべき施策と推進方策の提示

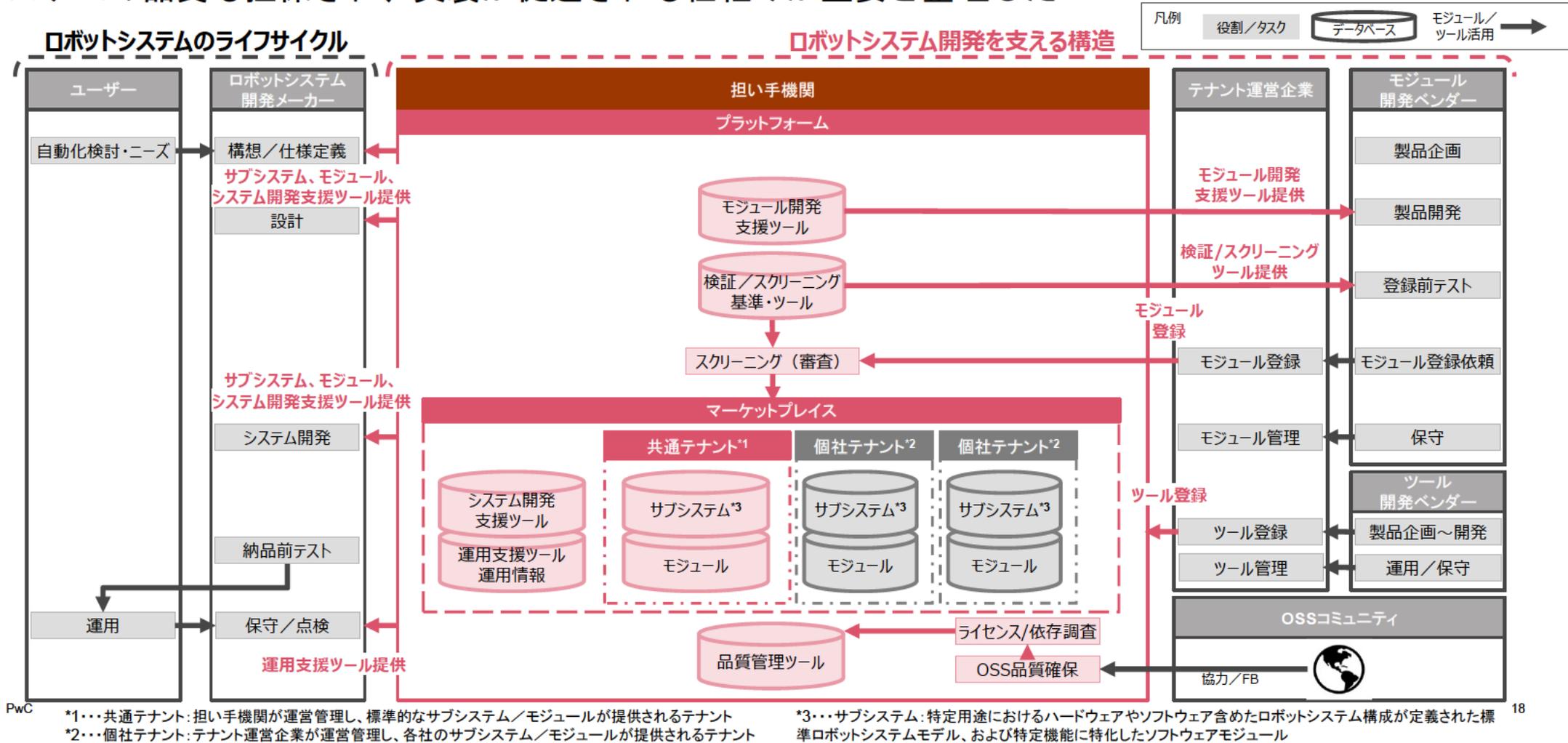
## オープン開発プラットフォームへの要求事項

ユーザーがロボットに不慣れ、要求が高い/多い、市場が小さい等の特徴をもつロングテール市場では、従前から潜在するロボットSIに係る課題の克服が一層重要である。このため、ユーザーフレンドリーなロボット開発とコスト低減のためのモジュール化が不可欠であり、これを実現するためには、以下の機能を備えた開発環境が必要と考えられる

新たなオープンな開発環境	ロボット導入コストの削減が可能	モジュールの十分なラインナップ	<ul style="list-style-type: none"> <li>幅広いソリューションラインナップを提供</li> <li>高頻度でアップデートされたモジュールを提供</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>過去成果のモジュールを提供</li> </ul>
		簡易にアプリ構築可能	<ul style="list-style-type: none"> <li>プラグアンドプレイでロボット構築が可能な仕組みを提供</li> <li>モジュールの組み合わせが簡単に可能な開発環境を提供</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>特定用途のリファレンスモデルを提供</li> <li>PF・モジュールの利用範囲、条件、影響範囲を定義</li> </ul>
		新たなハードウェアの提供	<ul style="list-style-type: none"> <li>ロングテール市場に合うハードウェアの提供</li> <li>リアルタイム層への制御が可能なハードウェアの提供</li> </ul>	
	品質確認された機能を利用可能	品質・信頼性の確認	<ul style="list-style-type: none"> <li>信頼性担保のために認証制度を提供</li> <li>商用利用可能な品質でのモジュール・機能の提供</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>OSSの不足機能を補ったモジュール・機能の提供</li> </ul>
		互換性の担保	<ul style="list-style-type: none"> <li>ハードウェア/ソフトウェア間、ソフトウェア間の互換性を確認する仕組みの提供</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>ハードウェア切り替えによるソフトウェアへの影響を抑制する仕組みの提供</li> </ul>
	簡単にロボット導入／運用が可能	ユーザー・SIの活用意欲向上	<ul style="list-style-type: none"> <li>安価に短期間で自動化範囲の認識合わせが可能な機能の提供</li> <li>簡易的にロボットの要求仕様を定義可能な機能の提供</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>機器・モジュール構成ごとに必要なコストを定義</li> <li>ロボット導入後をイメージできる機能の提供</li> <li>直観的で操作しやすいオペレーションが行える機能の提供</li> </ul>
		持続的な運営	モジュール開発者間での相互情報共有	<ul style="list-style-type: none"> <li>データ共有とその仕組みの提供</li> <li>現場ニーズの共有とその仕組みの提供</li> </ul>
	コミュニティ形成		<ul style="list-style-type: none"> <li>プレイヤーが集まるコミュニティの形成（グローバル）</li> <li>継続的なコミュニティの運営</li> </ul>	
	技術進化への対応		<ul style="list-style-type: none"> <li>先進技術・技術進化へ適応できる環境の提供・維持管理</li> </ul>	

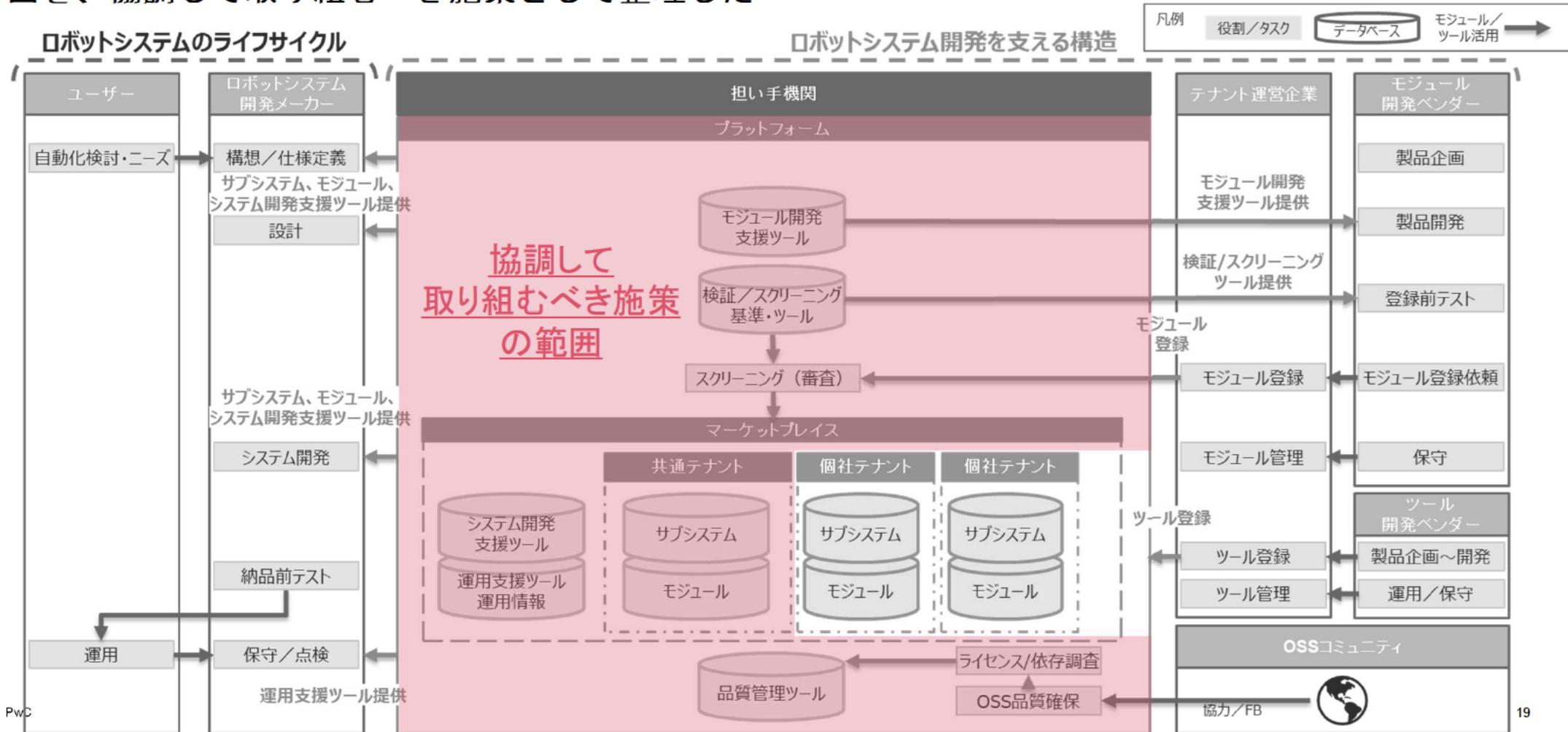
# ロボットシステム開発を促すオープン開発プラットフォームの仕組み(案)

オープン開発プラットフォームがモジュールの品質を担保することで、それを活用したロボットシステムの品質も担保され、実装が促進される仕組みが重要と整理した



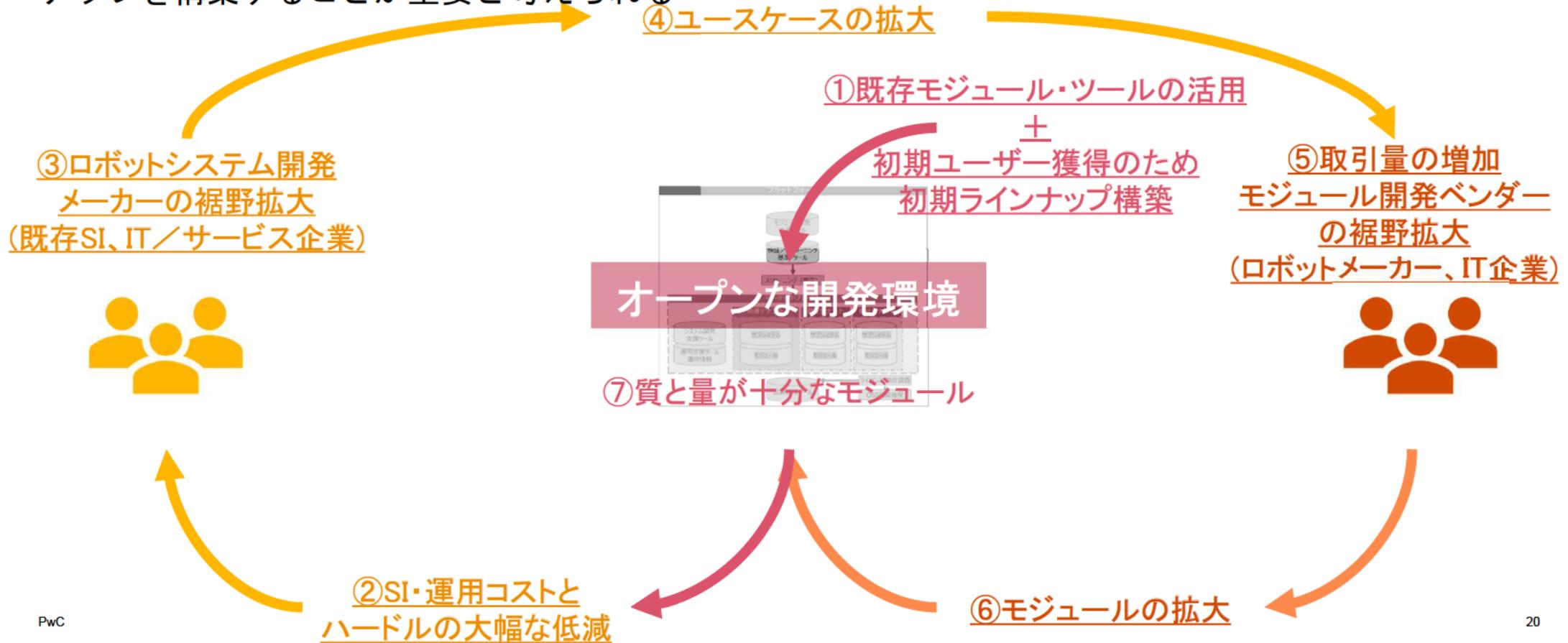
# オープン開発プラットフォームの構築・利活用に向けて協調して取り組むべき施策

オープン開発プラットフォームの構築・利活用に向けた品質検証及びマーケットプレイス事業の創出を、協調して取り組むべき施策として整理した



# オープン開発プラットフォームの成功要因

オープンな開発環境の成功のカギは、質と量の十分なモジュールを多くの担い手に提供し、幅広いユースケースを創出、それによりベンダーから見た魅力を高め、さらにより多くのモジュールを集めることです。第一歩目として、既存のモジュールやツールを取り込むことを含め、初期のラインナップを構築することが重要と考えられる



# ロボットの導入・実装の拡大に向けたアプローチ

現状をロボティクス1.0とし、1.0で実現していた自動化がロングテール市場においてSIコストを抑えながら導入が進むロボティクス1.5、今まで実現できなかった自動化ニーズを実現するロボティクス2.0とステップを踏みながらロボットの導入・実装の拡大を目指すアプローチとして整理した

	ロボティクス1.0	ロボティクス1.5	ロボティクス2.0
	伝統的市場に対して従来ロボットによる一品一葉でのロボットシステムを構築	ロングテール市場に対して効率化されたSIによって安価にロボットシステムを構築	ロングテール市場に対してリアルタイム制御を有するユースケースでのロボットシステムを構築
ユーザー	<ul style="list-style-type: none"> <li>ロボットに慣れたユーザーが運用</li> <li>伝統的市場の自動化が可能</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>ロボットに一定以上慣れたユーザーが運用</li> <li>伝統的市場で実現していたロボット技術をベースに、<b>ロングテール市場の一部で、SI・運用コストを抑えた形での自動化が実現</b></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>ロボットに慣れていないユーザーでも運用が可能</li> <li>SI・運用コストをさらに抑えた形でロボットシステムを利用可能</li> <li>ロングテール市場の<b>自動化が難しかった作業の自動化が可能</b></li> </ul>
SI	<ul style="list-style-type: none"> <li>ハードウェア、ソフトウェアを組み合わせ、ユーザーニーズに合わせた<b>一品一葉のロボットシステムを構築</b></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>ユースケース毎に用意された<b>標準モデルを基にロボットシステムを構築</b></li> <li>都度開発ではなく、<b>自社・他社含め様々なモジュールを活用したロボットシステムを構築</b></li> <li>これらにより<b>従来のSIer以外(特にソフトウェア系)の参入が加速</b></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>ユースケース毎に用意された標準モデルを基にロボットシステムを構築</li> <li>都度開発ではなく、<b>自社・他社含め様々なモジュールを活用したロボットシステムを構築</b></li> <li>生成AI等の活用により<b>プログラミングレスでロボットシステムを構築</b></li> </ul>
ソフトウェアメーカー (スタートアップ含む)	<ul style="list-style-type: none"> <li><b>ハードウェアメーカーに合わせたハードウェア・ソフトウェアを個々に提供</b></li> <li><b>各社個別に動作検証を実施</b></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li><b>ハードウェアメーカーに依存しないハードウェア・ソフトウェアを提供</b></li> <li><b>製品開発時の動作検証作業が軽減</b></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li><b>ハードウェアメーカーに依存しないハードウェア・ソフトウェアを提供</b></li> <li><b>製品開発時の動作検証作業が軽減</b></li> </ul>
ハードウェアメーカー	<ul style="list-style-type: none"> <li><b>伝統的市場向けハードウェアを提供</b></li> <li><b>非リアルタイム層のみ制御が可能</b>なため、力覚制御等は困難</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>伝統的市場向けハードウェアを提供</li> <li><b>ROS等のOSSに対応可能なコントローラーを提供</b></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li><b>ロングテール市場に向けたハードウェアを提供</b></li> <li><b>力覚制御等への対応に向けて、リアルタイム層への制御が可能</b>なコントローラーを提供</li> </ul>

## ロボティクス1.5、2.0で想定されるユースケース

ロボティクス1.5ではモジュール化によって創出されるユースケース、ロボティクス2.0ではリアルタイム制御まで含めたモジュール化によって創出されるユースケースが想定される

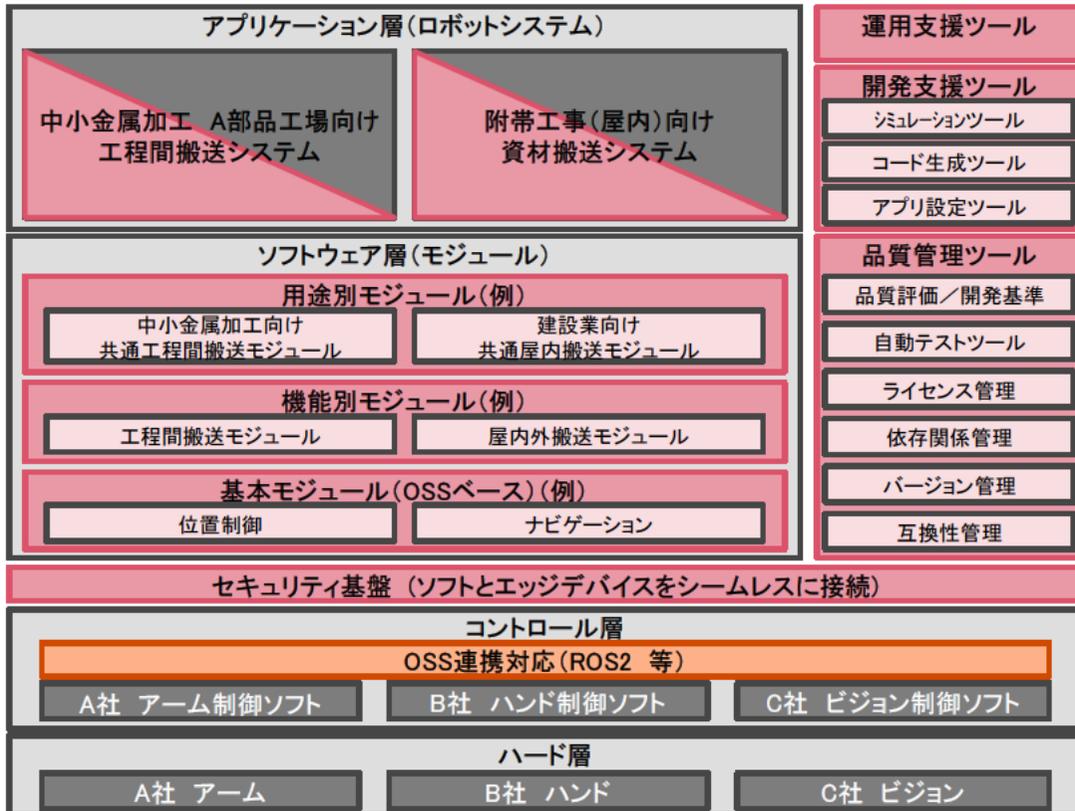
	ロボティクス1.5の世界		ロボティクス2.0の世界	
	①モジュール化によって創出されるユースケース		②リアルタイム制御まで含めたモジュール化によって創出されるユースケース	
想定分野	<ul style="list-style-type: none"> <li>製造業(変種変量、脱専用化)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>建築業</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>製造業(変種変量、脱専用化)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>建築業</li> </ul>
想定ユースケース(例)	<ul style="list-style-type: none"> <li>工程間搬送(ロード・アンロード含む)</li> <li>検査・検品</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>運搬</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>配線・布線作業</li> <li>研磨・研削作業</li> <li>検品・梱包</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>内装工事(吹付等)</li> </ul>
想定対象物	<ul style="list-style-type: none"> <li>多品種</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>—</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>柔軟物(ケーブル取扱)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>—</li> </ul>
想定環境	<ul style="list-style-type: none"> <li>屋内</li> <li>環境変化:小</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>屋内/屋外</li> <li>環境変化:大</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>屋内</li> <li>環境変化:小</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>屋外</li> <li>環境変化:大</li> </ul>
移動の必要性	<ul style="list-style-type: none"> <li>中</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>大</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>中</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>大</li> </ul>
標準的ロボットシステム構成	○	○	○	○
モジュール化	○	○	○	○
製品間の接続性	○	○	○	○
動作担保	○	○	○	○
AI等の新たな制御技術の必要性	△ 現行技術の延長	△ 現行技術の延長	○ 高度な力制御等が必要	○ 高度な力制御等が必要
リアルタイム制御の要求の程度	△ 現行技術の延長	△ 現行技術の延長	○ ティーチング、シミュレーション、AI活用の高度化が必要	○

# 各ユースケースにおいて想定されるアーキテクチャ

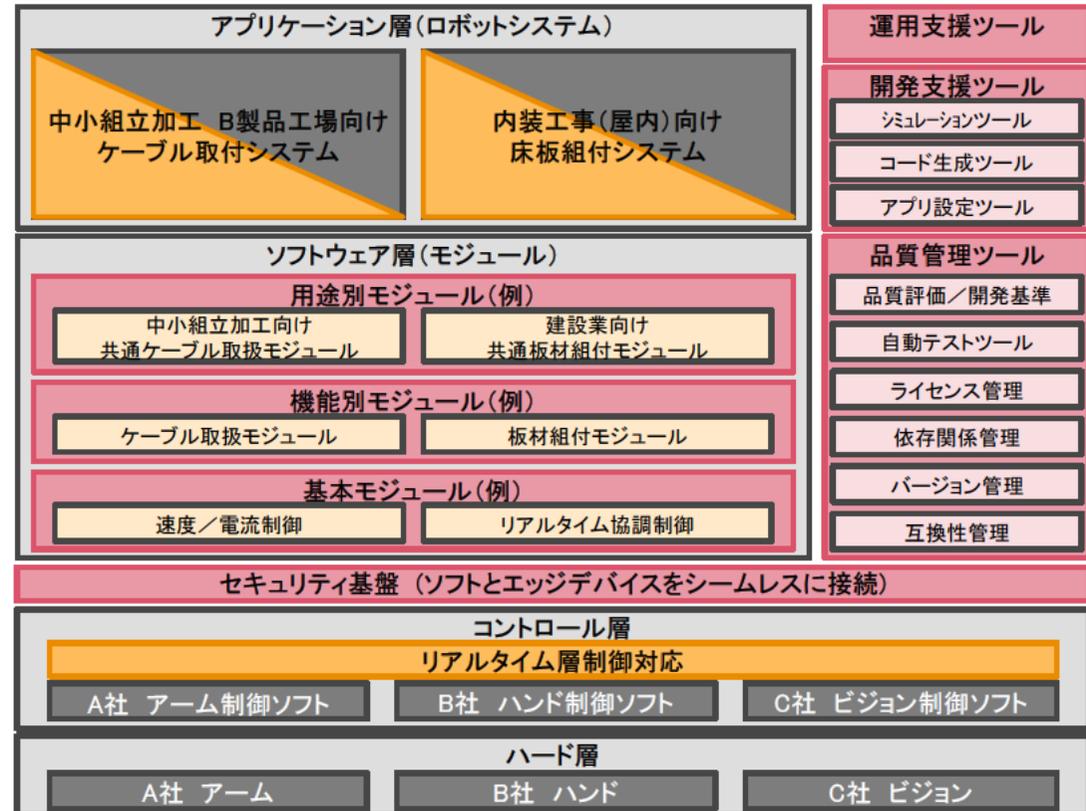
「ロボティクス1.5」を実現するためには、効率良い開発を促すモジュール開発の仕組み（左側）は不可欠である。更に、高度なロボット制御が必要な「2.0」を目指すためには、コントロール層まで踏み込んだ対応も必要になるため、詳細な設計の検討が必要ではないかと考えられる

凡例  
■: ①で整備する領域  
■: ②で整備する領域  
■: メーカーに働きかける領域

## ①モジュール化によって創出されるユースケース



## ②リアルタイム制御まで含めたモジュール化によって創出されるユースケース



# オープン開発プラットフォームの構築・利活用に向けた施策実行の推進方策

オープン開発プラットフォームの構築には短期と中長期の目線があり、それぞれを3年間の研究開発事業として推進していく

3年程度をかけてそれぞれ必要な研究開発を行いながら構築

短期目線

モジュール

具体的なユースケースにおけるロボットシステムを設計  
(波及効果が大きい分野(例えば、多品種製造現場、建築等)から着手)

設計したロボットシステムを基に用途別・機能別・基本モジュールを構築

用途別・機能別・基本モジュールに対する動作検証・品質検証の技術と体制確立

各種ツール

動作検証・品質検証の考え方とツールの構築

設計したロボットシステムを基に標準的ロボットシステム構成(HW含む)を定義

標準的なロボットシステム構成に対する動作検証・品質検証の技術と体制の確立

シミュレーションツール・アプリケーション設定ツールの構築  
マーケットプレイスの構築

中長期目線

研究・POC

具体的なユースケースにおけるロボットシステムのアーキテクチャを検討

安全性担保の在り方を検討

メーカー横断での取組内容の定義・標準化に向けた協議

必要な研究開発の実施



3.3

## 我が国ロボット産業の基盤強化に向けた検討会

## 検討会の位置づけとスケジュール

我が国ロボット産業の基盤強化に向けた検討会として、下記位置づけ／スケジュールにて開催した

### 位置づけ

未活用領域であるロングテール市場への活用推進に向けて、新たなロボットシステムおよびその開発基盤の在り方やその実現のための協調施策について、議論および業界としての共通認識の醸成を目的とする。

### スケジュール

#	日程	検討事項
第1回	2回に分けて実施 ・2024年12月18日 ・2024年12月26日	<ul style="list-style-type: none"><li>検討会の位置づけとスケジュール</li><li>ロボット未活用領域へのロボット活用における課題へのご意見伺い</li><li>新たなロボットシステムの開発基盤への期待へのご意見伺い</li><li>想定されるロボットシステム開発基盤へのご意見伺い</li></ul>
第2回	2025年1月29日	<ul style="list-style-type: none"><li>ロングテール市場に必要な開発基盤の重要成功要因へのご意見伺い</li><li>重要成功要因・実現のための協調施策および留意点へのご意見伺い</li></ul>
第3回	2025年2月14日	<ul style="list-style-type: none"><li>重要成功要因・実現のための協調施策について賛同の確認</li><li>協調施策を推進するための体制の在り方についての合意</li></ul>

# 検討会 構成員名簿

座長	谷川 民生	国立研究開発法人産業技術総合研究所 情報・人間工学領域 インダストリアルCPS研究センター 研究センター長
事業者(50音順)	川崎重工業株式会社	
	セイコーエプソン株式会社	
	株式会社ダイヘン	
	株式会社デンソー	
	ファナック株式会社	
	三菱電機株式会社	
	株式会社安川電機	
	ヤマザキマザック株式会社	
有識者(50音順)	安藤 慶昭	国立研究開発法人産業技術総合研究所 情報・人間工学領域 研究企画室 研究企画長
	岡田 慧	東京大学 大学院情報理工学系 研究科創造情報学専攻 教授
関係省庁	経済産業省 製造産業局 産業機械課 ロボット政策室	
オブザーブ(50音順)	佐藤 知正	東京大学名誉教授
	芹沢 哲	ロボット革命・産業IoTイニシアティブ協議会 事務局長
	原田 研介 <sup>*1</sup>	大阪大学 大学院基礎工学研究科
	森本 淳 <sup>*1</sup>	京都大学 情報学研究科 教授
	国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 AI・ロボット部	
	株式会社HCI <sup>*1</sup>	
	株式会社LexxPluss <sup>*1</sup>	

\*1:第3回のみご参加いただいた方



## 3.4

# 調査／検討にかかる個別調査

3.4.1 ヒアリング目的／論点

3.4.2 ヒアリング実施結果



3.4.1

## ヒアリング目的／論点

## ヒアリング目的／論点

下記論点について、各社へのヒアリングを実施した

目的	<p>未活用領域(=ロングテール市場)は、経済インパクトがあり、人手不足に伴う多様な省力化・自動化ニーズがある一方でロボット活用が進展していないという課題がある。</p> <p>ロングテール市場への裾野拡大の取り組みと、我が国ロボット産業の競争力強化のための取り組みの方向性を見出すため、オープンな開発環境の構築を検討しておりロングテール市場への裾野拡大に資するために必要な論点についてご意見をお伺いし、検討に反映する。</p>	
論点	①	ロングテール市場への裾野拡大に向けた取組みへの課題と期待
	②	ロングテール市場で想定されるユースケース実現に向けた課題と期待
	③	OSS(ROS等)を活用したオープンな開発環境の構築に向けた課題と期待

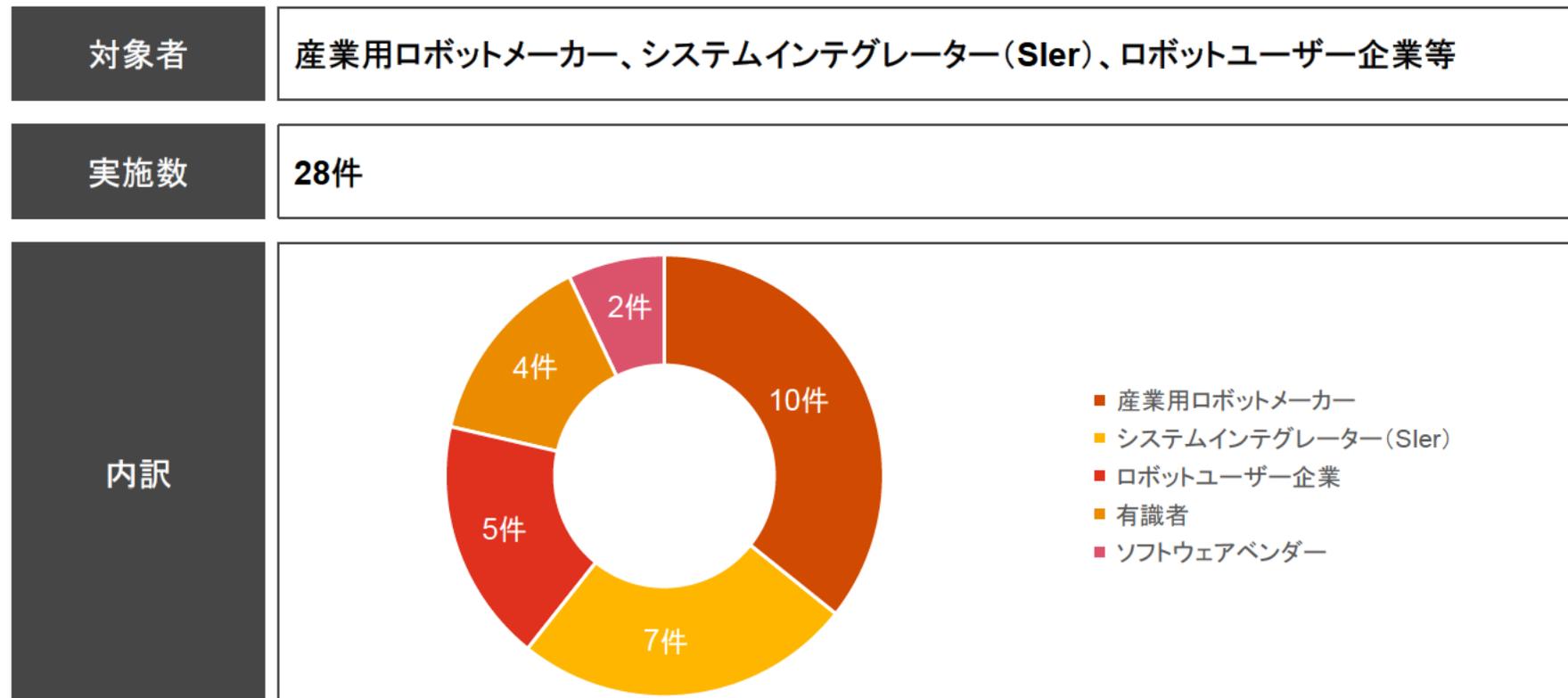


3.4.2

## ヒアリング実施結果

## ヒアリング先の構成

産業用ロボットメーカーを中心に、ロボット関連企業及び国内有識者合計28件に対してヒアリングを実施した



## ヒアリング実施結果 1/3

各社へのヒアリングから、下記のような回答が得られた

### ① ロングテール市場への裾野拡大に向けた取組みへの課題と期待

#### 【ユーザー視点での使いやすさ／始めやすさ】

- 様々なソフトを援用し、ハードがモジュール化され、簡単にロボットが組み上げられると良いと思う。ユーザーは開発環境が欲しいのではなく、すぐに使えるようになることが望まれる。
- 開発側で便利になったとしてもユースケースは広がらないと意味がない。

#### 【ソフトウェアの共有】

- ソフトウェアは様々な企業の良いものが各社に散らばっており、これらを自社ソフト含め、皆が利用できると良いだろう。
- 自社ソリューションを他社が、他社ソリューションを自社が使えると良い。

#### 【利用環境の定義・ルール化】

- ロボットの利用環境の条件を定義することで、モジュール化を進めやすくなると考えている。
- ロボットの利用環境条件を固定化すれば、ROSベースでの開発環境を利用でき、様々なハード、ソフトを自由に組み上げて開発できるようにはなると思うし、そうした開発が各社でできれば良いと思う。

#### 【アップデート対応／品質】

- OSSの活用にはアップデート対応が必要であり、すでに検証されたかどうか分かる仕組みがあると良いだろう。
- 品質検証が過剰であると、アプリケーションが広がらないし、広げるためには検証のスピード感も重要だと考えている
- 品質検証されているとはいえ、結局自社で利用するかどうか判断し、精査する必要がある
- OSSパッケージの検証をしていただけるのはありがたいが、スピード感が重要と考えている

## ヒアリング実施結果 2/3

各社へのヒアリングから、下記のような回答が得られた

### ② ロングテール市場で想定されるユースケース実現に向けた課題と期待

#### 【ハードウェア制御のオープン化】

- 過去事例で動作制御のチューニングが大変で、ロボット制御のAPI公開だけではなく、細部の制御まで可能になるとありがたい。ハードのオープン化。

#### 【互換性の担保】

- ロボットアームを付け替えた際、ソリューションを作り直すことは避けたい。ユーザーが好きなロボットを使えるようにインターフェースを整えていく必要がある。
- アームをメーカー差し替えた際、既存のソリューションが動かないという状態は避けたい。
- ティーチングペンダントはメーカー統一してほしい。加えて、コントローラー部も共通化してほしい。学生がA社を学習して現場に行った際、B社のコントローラーだと学習した成果が活かせない。データ形式が揃っていて、メーカーを変えても動作するのが良いだろう。
- モーションコントローラーの領域は、従来のものは残しつつ、ロングテール市場のポテンシャルが期待できれば、モーションコントローラーの領域を協調領域として製品検討することも可能と考えている。

#### 【リアルタイム制御への対応】

- リアルタイム性を求められるものについては対応するが、要求としてクリティカルかどうかを見極める必要がある。リアルタイム性の担保は、ハンド側で満たす取組を当社では進めている。
- 用途に応じて選択できると良いと考えており、リアルタイム制御はイーサーキャットを活用、ノンリアルタイム制御であればROS活用など。

## ヒアリング実施結果 3/3

各社へのヒアリングから、下記のような回答が得られた

### ③ OSS(ROS等)を活用したオープンな開発環境の構築に向けた課題と期待

#### 【OSS(ROS等)活用の現状と期待】

- ROS活用は検討しており、事前検証などでは活用している。
- 少量多品種など都度ワーク・作業を変化させながら対応する必要がある中小企業領域においてはROSベースで開発し、様々な要求に答える世界観が絶対に必要で、当たり前になっていくべきだと思う。
- ROSは仕様の把握に時間がかかるなど、とっつきにくい部分があり、ドキュメント整備などがされると利用しやすくなると思う。

#### 【OSS(ROS等)活用による接続の共通化】

- ROSベースで自動化を進める際には、周辺機器との接続を共通化していく必要がある。
- ROSを援用した独自のROSのような環境を用意しており、様々なロボットメーカーに対応できるようにしている。
- コントローラーのハード部は変えないが、ROSを活用した制御ができるようIFを整備することを考えている。

#### 【OSS(ROS等)の処理性能】

- ROSはロボット内の通信環境が安定していることを前提として作られているので、少し外部通信環境が入ったりすると不安定になる。ROSのノード間通信が遅い、パケットロスしてしまうこともある。
- ROS自体はアップデートのバグなど不安定さや、複雑性があるため、独自環境を用意している。

#### 【OSS(ROS等)活用の担い手】

- ROSを扱える人材を増やし、ROSが使えるようにメーカーが対応してくれると良いだろう。
- 現場はPLC制御が主流で、ROSを扱える人材がいないため、ROSベースでのアプリケーションでは使ってもらえない。

# 4

## 調査結果総括

## 調査結果総括

本事業を通じて得られた結果に基づき、オープン開発プラットフォーム組成に向けた研究開発事業の推進が重要である

### ロングテール市場への取組の方向性

- ロングテール市場の裾野拡大に向けて、国内ロボットメーカーが有する競争力を発揮、推進することへの重要性
- ロングテール市場の裾野拡大に向けて、ロボット産業全体で取組むことへの必要性
- ロングテール市場の裾野拡大に向けて、品質・性能が可視化されたオープンな開発環境の重要性
- ロングテール市場のユースケースを大別して、ロボティクス1.5からロボティクス2.0に向かって取り組むことへの重要性
- ロングテール市場の裾野拡大に向けて、マーケットプレイスへの登録者と利用者のエコシステム形成(スタートアップ含む)への重要性

### プラットフォームが満たすべき要件

- サブシステム／モジュールを活用して簡単にロボットシステムの組上げができること
- 様々なハードウェアとソフトウェアが相互接続可能な仕組みがあること
- AIを活用したシステム構築や運用ができること
- セーフティ／セキュリティが担保可能なサブシステム／モジュールが提供できること
- ロボットシステムの保守／運用業務を支援する仕組みがあること

### プラットフォームの運営体制が満たすべき要件

- 一つの組織の意向に偏らない中立性が担保され、実績等から本取組の実現性が高く、長期的な運営を見据えた高い事業性を有すること

## 来期取り組むべき論点

本事業を通じて得られた論点に基づき、研究開発を推進するとともに、ロボット産業界への働きかけを行い、品質検証及びマーケットプレイス事業の創出に向けた取組みを推進することが重要である

### 研究開発の方向性

#### デジタル・ロボットシステム技術基盤構築事業

##### 具体のユースケースを対象にしたロボットシステム開発・実証

ユーザー企業とベンダー企業の協力体制の下、モジュール化されたロボットシステムの開発（HW/SW）と現場実証を実施。

※アーム型と移動型それぞれのアプリケーションを選定



#### ロボティクス分野におけるソフトウェア開発基盤の構築事業

##### 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開発

サブシステム/モジュール化の全体アーキテクチャ設計、ソフトウェアの品質検証・管理基盤の開発、検証用のリファレンスシステムの開発、マーケットプレイスの開発等について、出口志向かつ事業性を確保する形で研究開発、ビジネスモデル検討を実施。

### ロボット産業界における取組

#### プロジェクト成功に向けた共通の取組み

- ロボットメーカー、モジュール開発者、ユーザーから組織される、品質検証及びマーケットプレイス事業の担い手として創設する運営法人(令和7年度内を想定)に対して、国PJ事業終了後の自走を可能とするための支援

#### ロボティクス1.5に向けた取組み

- 本PFに接続できるためのロボットコントローラーのOSS対応
- 本PF上でのシミュレーションが可能なモデル・情報の提供(提供方法の検討への協力・参画を含む)
- モジュールのスクリーニングに係る基準作成への参画

#### ロボティクス2.0に向けた取組み

- 高度な制御を必要とするアプリケーション開発をサポートする仕組み(例えば、より精緻なシミュレーションのあり方、リアルタイムレベルでの連携や安全性の確保のあり方等)の構築に向けた検討への参画

# Thank you

[www.pwc.com/jp](http://www.pwc.com/jp)

© 2025 PwC. All rights reserved.

PwC refers to the PwC network member firms and/or their specified subsidiaries in Japan, and may sometimes refer to the PwC network. Each of such firms and subsidiaries is a separate legal entity. Please see [www.pwc.com/structure](http://www.pwc.com/structure) for further details.

This content is for general information purposes only, and should not be used as a substitute for consultation with professional advisors.