

# 各分野別のAIロボティクス 実装ロードマップ<sup>o</sup>

令和8年3月26日

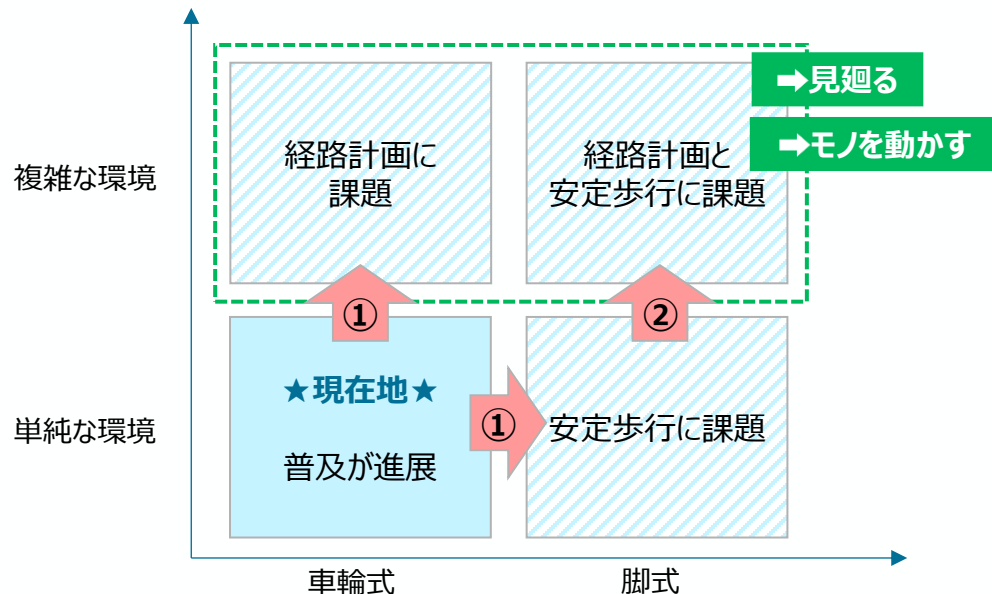
AIロボティクスに関する関係府省連絡会議

# ロボティクスの現状と発展の方向性

- **ロコモーション（移動）** について、車輪式は工場内など単純な環境（整地）で普及している一方、屋外をはじめとした複雑な環境下では経路計画に関する課題が残る。脚式は、単純な環境下でも経路計画と安定歩行が課題。
- **マニピュレーション（物体操作）** について、用途が限定された状態で単純な作業を行う従来のプログラミングベースのロボットは、コストとともに、精度や速度が担保されている。一方で、複雑な作業に対応するには高度な作り込みを要し、さらにAIによる自律制御を行うロボットは、現時点では単純な作業に用いられるのに限られ、精度・速度も課題。
- こうした現状の技術進展度合いを踏まえ、より多くの市場に導入されるロボットを開発するため、**複雑な環境下での移動や、多様で複雑な作業の実施を目指し、段階的に開発・実装を進めていくことが必要。**

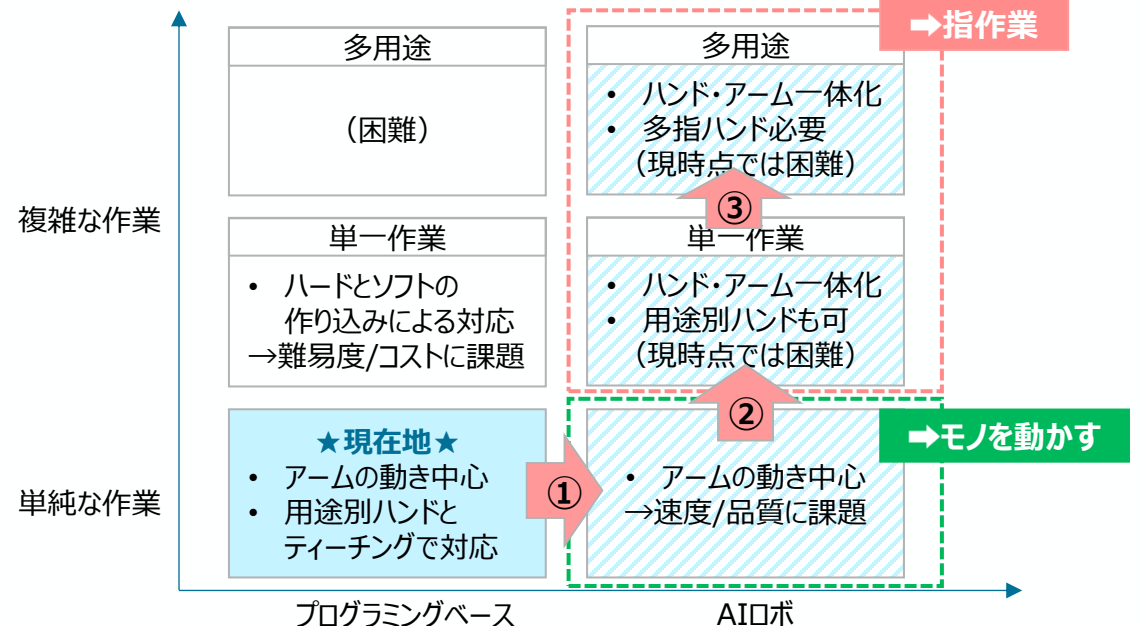
## ロコモーションの現状と課題

- 現在、単純な環境での車輪式の活用は進展している
- 複雑な環境への対応や、脚式の現場活用には課題



## マニピュレーションの現状と課題

- 現在は対象物や作業内容に応じて、都度ハンドを選定あるいは設計・製造し、アームとインテグレーションすることで個別対応



# AIロボティクス実装ロードマップの基本的な考え方

- ロボット開発者等のリソースが限られている中で、先行して注力すべきドメインを特定し集中的にリソースを投入するとの方針に基づき、**産業横断でロボット代替ニーズのある作業**について、前頁のロボティクスの現状を踏まえ、**まずは「見廻る」「モノを動かす」「指作業」※の実現を目指す**。これを受け、ロボット導入の時期・範囲から、以下のとおりに整理。  
※その他の発展の方向性としては、既存機械にAIを融合させたAIロボティクスや、コミュニケーション型のロボットなどが考えられる。
- **短期的**には、既存技術の延長で実現でき、ユースケースを想像しやすいことから、**「見廻る」「モノを動かす」といった動きの実現に注力**。
- **中長期的**には、指先の器用さや状況判断を必要とすることから、**技術開発・コスト・社会実装のハードルが高い「指作業」に着目し、現時点から具体的なユースケースの特定とともにそれに向けた研究開発等に着手しつつ、技術の確立・実装を目指す**。

## AIロボティクス活用の基本的方向性

<b>短期</b> ~2030年 (実装時期)	<b>短期：「見廻る」「モノを動かす」レベル</b> <ul style="list-style-type: none"><li>● 人間でいう「腕・脚」が中心となる動作。簡易な認知・判断・計画も含む。</li><li>● 対象物を持ち上げる・運ぶ・並べる、もしくはロボット自体が移動し点検をする程度の動きで成立する作業。</li><li>● 動作品質や速度が伴わなくても成立する作業。</li></ul>	<b>「見廻る」「モノを動かす」</b> <ul style="list-style-type: none"><li>● 対象や手順が限られた状況で、モノを動かすor巡回する</li><li>● 高い動作精度を求めない</li></ul>
<b>中長期</b> 2030年頃~ (実装時期)	<b>中長期：「指作業」レベル</b> <ul style="list-style-type: none"><li>● 人間でいう「指先・巧緻動作」まで含めたレベル。複雑な認知・判断・計画を伴う。</li><li>● 対象の形や向きが一定でなく、例外が多いことから、状況判断が必要。</li><li>● つまむ・こねる・組み付けるなど、器用さや力加減が必要な物理動作を行い、動作品質や速度が求められる作業。</li><li>● 現状のプログラミングベースでも実施可能な作業も存在するが、費用・工数面から実現が困難な作業。</li></ul>	<b>「指作業」</b> ※AIを用いた汎用的なロボットを想定 <ul style="list-style-type: none"><li>● 多様な要求に対応しながら、緻密な指作業を行う</li><li>● 高い動作精度を求める</li></ul>

# ① 短期的に取り組むタスクと先行開発・導入市場

- 「見廻る」「モノを動かす」といったAIロボティクス技術が短期的に活用できる動作が中心であり、多くの市場で共通するタスクとして、点検（屋外・半屋外）、点検（屋内）、搬送（屋外・半屋外）、搬送（屋内）、清掃、入出荷/パレタイズ、ハンドリング、溶接・塗装の8つを選定。
- その中で、ロボットの開発・導入が始まりつつある市場における導入の障壁となる課題を解消した上で、ロボットを他の市場に展開していく。

## 見廻る

### 点検（屋外・半屋外※1）

建築：測定・検査・記録	警備業：巡回	建設・土木：調査・測量 (災害調査含む)	インフラ保守 ：巡回点検
建築：墨出し	警備業 ：駐車場監視等（立哨）	建設・土木（維持管理） ：土木インフラ点検	インフラ保守 ：燃料荷役設備保守
警察活動： 情報収集（NBC）	警備業：出入り管理	災害対応：消火・救助活動 (要救助者の有無・現場状況の確認)	インフラ保守 ：LNG基地設備保守
警察活動： 環境モニタリング（NBC）	農業：除草 (露地野菜作、果樹作、水田作、畑作)	災害対応：火災原因調査	警察活動： 情報収集(災害)
警察活動： 除染（NBC）	農業：防除 (露地野菜作、果樹作、水田作、畑作)	廃棄物処理業（収集・運搬） ：異物混入確認（限定物）	警察活動： 捜索・救助支援（災害）
警察活動： 活動後の除染（NBC）	農業：施肥 (露地野菜作、果樹作、水田作、畑作)	廃棄物処理業（中間処理(選別)） ：検知（限定物）	林業：巡視
廃棄物処理業（収集・運搬） ：回収物の検知（限定物）		造船：検査	

### 点検（屋内）

警備業：巡回	農業（施設園芸） ：除草
警備業 ：駐車場監視等（立哨）	農業（施設園芸） ：防除
警備業：出入り管理	農業（施設園芸） ：施肥
宿泊業 ：防犯対応業務	介護：介護データの記録

※1 半屋外：施工の途中段階、屋外と屋内を行き来する、庇の下で作業する、など

既に開発・導入が始まっている市場（1-2年程度での実装検討）

2030年までの実装検討

先行市場の技術に対して追加の技術開発要素を含むもの

# ① 短期的に取り組むタスクと先行開発・導入市場（つづき）

モノを動かす			
移動させる		アームを動かす	
<b>搬送（屋内）※1</b>	<b>清掃</b>	<b>入出荷/パレタイズ</b>	<b>溶接・塗装</b>
物流（倉庫）：搬送	農業（畜産）：搾乳	物流（倉庫）：荷積み	物流（倉庫）：荷卸し
製造業：工程間搬送	農業（施設園芸）：運搬	物流（倉庫）：パレタイズ	製造業：入出荷
宿泊業：荷物預かり	物流（倉庫）：入庫・格納	<b>ハンドリング</b>	
宿泊業：備品等の運搬	介護：食事・おやつ の配膳・下膳等	小売：品出し（飲料）	建設・土木（土工）：積込
<b>搬送（屋外・半屋外※2）</b>	介護：居室清掃・片付け	物流（倉庫）：ケースピッキング	建設・土木（土工）：掘削
建設・土木（土工）：現場内小運搬	建築：垂直搬送	製造業：検査（組立）・検品	建設・土木（土工）：敷均
物流（輸配送）：荷下ろし、 受領・署名、不在時対応	建築：水平搬送	廃棄物処理業（収集・運搬）： 積込（限定物）	小売：調理
農業：運搬（急斜面以外） （露地野菜作、果樹作、水田作、畑作）	建設・土木（土工）：運搬	廃棄物処理業（中間処理（選別））： 把持・仕分け・情報化（限定物）	小売：品出し（その他）
農業（畜産）：給餌・給水	造船：運搬	物流（倉庫）：ピースピッキング（少品種）	
廃棄物処理業（収集・運搬）： 運搬（私道）	物流（輸配送）：配送		
	林業：資材運搬		

※1 搬送（屋内）は工程間搬送、ロード・アンロードを含む

※2 半屋外：施工の途中段階、屋外と屋内を行き来する、庇の下で作業する、など

既に開発・導入が始まっている市場（1-2年程度での実装検討）

2030年までの実装検討

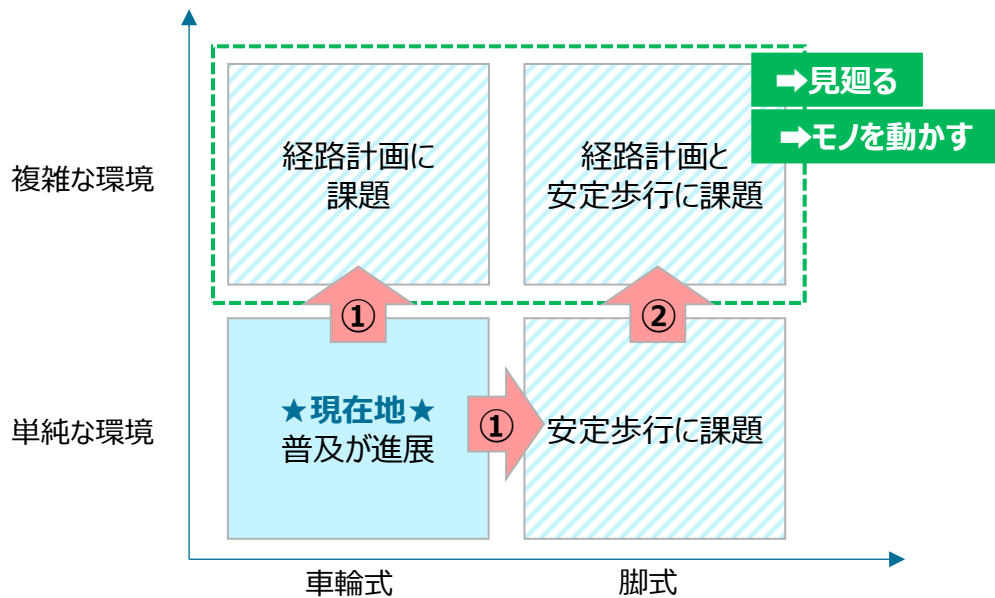
先行市場の技術に対して追加の技術開発要素を含むもの

## ②中長期：自律移動型ロボットのロコモーションの現状と課題

- 車輪式や脚式の自律移動型ロボットの開発・普及が進んでいるが、複雑な現場環境や運用シナリオへの柔軟かつ安定した対応は未だ難しく、煩雑な事前調整や作業員による断続的な関与を要することから、満足な現場実装に至っていない。
- 各市場において、こうした自律移動型ロボットが環境に柔軟に適応し、人間の仕事を代替していくためには、経路計画（どこを通るか）の柔軟性と、歩行制御（どう歩くか）の安定性・安全性の双方を十分に高める必要がある。

### ロコモーションの現状と課題（再掲）

- 単純な環境での車輪式の活用は進展している
- 複雑な環境への対応や、脚式の現場活用には課題がある



### 経路計画／歩行制御の現状と課題

- 経路計画では、状況理解や地図と現実の乖離への対応が課題。
- 歩行制御では、実環境での安定・安全な動作が課題。

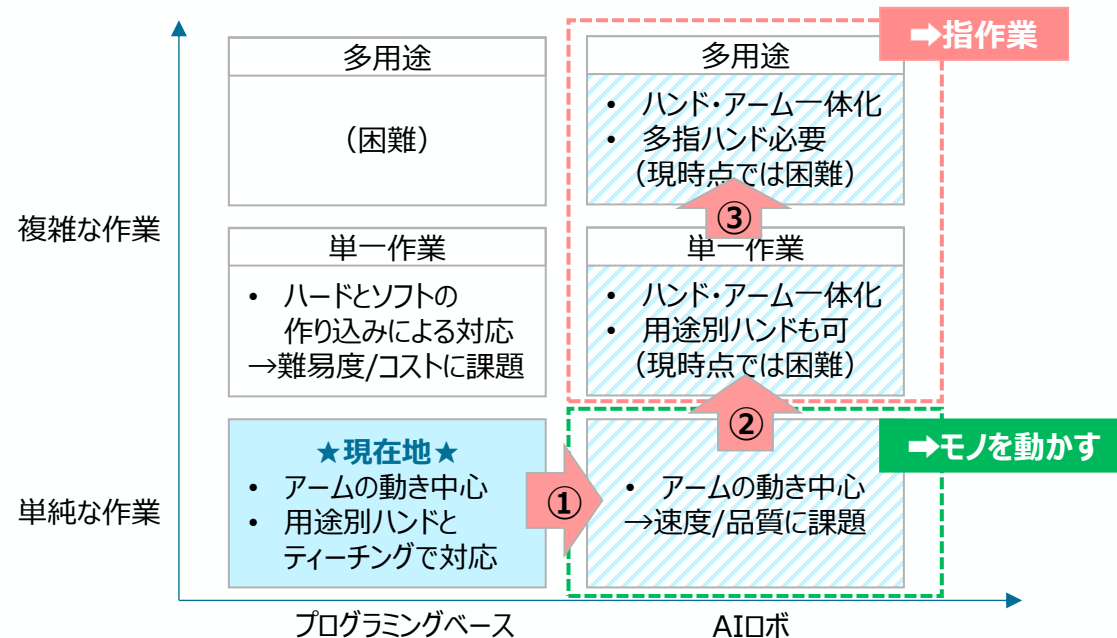
1	経路計画の課題 (どこを通るか)	<p>自己の位置・環境変化が理解できずに停止</p>	<p>通れるかの判断を誤り、迂回し続ける・進めない</p>
2	歩行制御の課題 (どう歩くか)	<p>狭隘部や雑然環境での動作が安定しない</p>	<p>動作制御を誤り転倒や立ち往生する</p>

## ②中長期：AIロボティクスにおけるマニピュレーション技術の現状と課題

- 産業用ロボットはアームによる動作が得意である一方、これまでもハンド（＝指先）の動作は苦手と言われてきた。
- 現在研究開発が進んでいるAIロボティクスにおいても、上半身の動作はアームの動きが中心であり、指先の緻密かつ失敗のできない作業までたどり着いていない。
- 今後各市場にAIロボットを普及させていく上では、AIによるアームとハンドの動きの一体的な自動化とともに、緻密さを求められる作業向けのデータセットやAIモデルの構築を進めていく。

### マニピュレーションの現状と課題（再掲）

- 現在は対象物や作業内容に応じて、都度ハンドを選定あるいは設計・製造し、アームとインテグレーションすることで個別対応



### AIロボティクスが実現しつつある作業例

- 握る/離すの動作までで実現可能な作業が大半を占める。また、速度や品質には課題がある。
- 手先の作業を伴う場合も、やり直しが可能な作業が大半を占める。



出典：(左) Figure AI HP <https://www.figure.ai/news>  
(右) Galbot HP <https://www.galbot.com/news>

# 製造業（少量多品種製造）

## 市場課題

- ・ 中小製造業は大企業の大量生産を支える垂直統合したサプライチェーンの中で、低価格・高品質・短納期という要求に対応する必要。また、大量生産からスマート工場やスマートマニュファクチャリングの目指すマスカスタマイゼーションを要求される状況。
- ・ 設備や生産ラインの改造費用が高額となることから投資が見合いにくく、中小企業にはロボットの導入負担が高いことや、ロボット教示・オフラインプログラミングをこなせる人材の不足が課題。

## 技術課題

### 短期

### 2030年頃

### 中長期

#### 現状の課題

#### 必要となる技術例

#### 溶接

立ち上げ時の教示や治具調整など調整工数がかかる  
溶接条件の最適化が難しく、品質が安定しない

ティーチングレス溶接パス自動生成・補正  
電流・速度・トーチ姿勢の統合最適制御  
溶接姿勢・干渉チェック用3Dシミュレータ

#### 塗装

新製品対応のために多くの教示・調整工数がかかる  
塗装ブースの壁面や設置したワークにロボが衝突する  
塗装ムラや膜厚ばらつきが発生し、品質が安定しない

塗装パスの自動生成・補正  
塗装ブース内ロボ動作干渉シミュレータ  
塗装の出来栄評価(意匠物の場合)  
対象物の輪郭・向き3D形状認識  
搬送・回転治具との同期塗装制御

#### 工程間搬送

人との衝突等の懸念があり、安全性の確保が困難  
狭い通路での搬送が困難  
複数のロボによる渋滞や空走により稼働率が低下

マップのリアルタイム更新  
人混在状況での安全走行制御  
狭小動線対応の搬送機構  
狭路走行制御(自己位置推定精度の向上)  
複数台ロボットの協調制御  
他の移動体位置情報との統合マップ

### <中長期で対処が求められる主な技術課題>

- ・ 人間が行っていた機械加工・仕上げを、高度な認知と判断により代替
- ・ 人の組立・段取り替え等の指先作業を、少ない教示で高速かつ高精度に再現
- ・ 人の五感に頼っていた外観・官能検査を高度に代替する知覚機能を実現
- ・ 高度な認知・判断と柔軟ハンドリングによる多様な荷姿・包装への対応

※短期タスクのうち、主なタスクを選定し掲載。

## 主な制度課題

### 1. 人との協働・接触を前提とする安全確保【労働安全衛生法】

- ・ 定格出力80W超のロボットは、産業用ロボット規制の対象となりうるため、柵や囲い等の措置が必要。
- ・ そのため、人との協働作業を行う場合には、リスクアセスメントに加え、停止機能、速度・距離監視、力・圧力制限等を含む安全設計を含む安全規制・安全基準等の整理が必要。

### 2. 充電設備・蓄電池に関する防火基準への適合【消防法・火災予防条例】

- ・ 複数のAIロボット無人で自律充電させる運用では、充電設備や内蔵電池等について、防火基準（充電場所、同時充電台数、異常時停止、監視・通報体制等）を一体で整理することが必要。等

# 造船

## 市場課題

- 初期導入に伴うイニシャルコストやランニングコストの低減
- 造船業界内のAI・ロボティクス人材の確保・育成
- 造船業界での適用拡大のためのAI共有プラットフォーム体制の構築

## 主な技術課題

短期

2030年頃

中長期

### 運搬

- AI生産工程シミュレーション基盤と連携した最適経路計画の生成
- 移動中自己位置情報取得と周辺検出による起伏・ギャップ回避・踏破技術
- 重量・重心位置推定技術、はみだし部の干渉チェック機能

### 溶接 (隅肉)

- 作業箇所(溶接線)の抽出と最適位置保持機能
- プログラミングされた溶接協働ロボットとAI自立移動ロボットの融合
- ケーブル等の挙動予測と反力を考慮した移動
- AI生産工程シミュレーション基盤のCAE機能、生産計画情報の個機への最適割り当て、連携、補完技術(複数台制御)

### 塗装 (難易度低)

- 塗装作業箇所の自動認識
- AI生産工程シミュレーション基盤との連携と塗装作業情報のAI自動生成
- 対環境対策(防爆、ミスト、静電気等の安全対策)

### 検査

- 傾斜部・垂直部・狭隘部の走行機能
  - 計測情報の高速処理技術、判定技術
- ※溶接・塗装の検査技術の自動化は開発が進展中のため移動媒体が獲得できれば実現性大

### <中長期で対処が求められる主な技術課題>

- 共同利用可能な模倣学習技術の確立とAI共有プラットフォームの構築
- 複雑作業に対応するマニピュレータ開発
- 板継溶接他 5感のフィードバック技術と当該技術に対応する複雑動作の制御技術
- 省電力仕様
- 耐久性、堅牢性の向上(メンテナンスフリー)

※黒字：短期的に技術開発が進むと想定される課題

※緑字：中長期にかけても継続して技術開発が必要な課題

※短期タスクのうち、主なタスクを選定し掲載。

## 主な制度課題

- フィジカルAIと人との協同作業環境の安全確保
- フィジカルAIによるデジタル検査結果の扱い及び検証手段
- サイバーセキュリティ対応

# 物流（倉庫・輸配送）

## 主な市場課題

- ・ 物流は労働集約型かつ労働環境下（労働負荷や時間等）にある産業の一つであり、人手不足倒産が過去最大となっている等状況は深刻（2025年52件 全業界ワースト2位）。
- ・ ロボットの導入にあたっては複数台の導入が必要となるケースが多く、システム連携・保守費用も比較的高額となることから、現時点で導入は限定的。
- ・ 小規模事業者が多く大規模・高額投資に見合う物量を扱う事業者が少ないうえ、物量波動による必要台数の変動、荷主・流通の方針変更による設備ニーズの変動等のリスクがある。

## 主な技術課題

### 短期

### 2030年頃

### 中長期

#### 現状の課題

#### 必要となる技術

#### 搬送

人との衝突等の懸念があり安全性の確保が困難、商品の改廃が早くレイアウト変更の反映が煩雑  
狭い通路での搬送が困難  
複数のロボによる渋滞や空走により稼働率が低下

マップのリアルタイム更新  
人混在状況での安全走行制御  
狭小動線対応の搬送機構  
狭路走行制御(自己位置推定精度の向上)  
複数台ロボットの協調制御  
他の移動体位置情報との統合マップ

#### 荷積み

多様な箱形状による把持ミスや箱潰れのリスク  
積載パターン設計を人の経験に頼ることによるムダ積み  
ドライバーの停車位置のばらつき

多様なケース形状、荷姿に適應したグリッパ  
重量センサーによる荷積みロジック  
3D積載シミュレーションとロボット制御連携  
トラック荷台との自動位置合わせ機構

#### パレタイズ

入荷形態や多様な箱形状により把持ミスや箱潰れ、荷崩れのリスク  
積付け計画とロボ動作の個別設計による時間的コスト増加  
関連設備・システムとの連携構築の負荷が高い

入荷形態、ケース形状、荷姿に適應する多機能グリッパ、積付計算  
3D積載シミュレーションとロボット制御連携  
WMS・WES等とのI/F標準化

#### ケースピッキング

高速コンベアとの連動（取り逃がしリスク）  
乱雑棚や多品種ピッキングにおける目標ケースの探索困難性  
品種追加の度に詳細な教示が必要  
サイズ違いの箱ごとに治具交換が必要で連続ピッキングが難しい

コンベア追従のピック軌道自動生成  
乱雑棚、多品種への対応力とスピードの共存  
品種追加時の教示負荷削減・ティーチングレス化  
治具の自律的な切り替え制御  
多様なサイズに適應可能な汎用グリッパ

### <中長期で対応が求められる主な技術課題>

- ・ 高度な認知・判断と柔軟ハンドリングによる多様な荷姿・包装への対応
- ・ 多種多様な例外状況への対応
- ・ 丁寧なプレイス動作制御
- ・ ラストワンマイル配送における多様な人流・交通状況と公道環境への対応

※短期タスクのうち、主なタスクを選定し掲載。

## 主な制度課題

### 1. 人との協働・接触を前提とする安全確保【労働安全衛生法】

- ・ 定格出力80W超のロボットは、産業用ロボット規制の対象となりうるため、柵や囲い等の措置が必要。
- ・ そのため、人との協働作業を行う場合には、リスクアセスメントに加え、停止機能、速度・距離監視、力・圧力制限等を含む安全設計を含む安全規制・安全基準等の整理が必要。

### 2. 充電設備・蓄電池に関する防火基準への適合【消防法・火災予防条例】

- ・ 複数のAIロボット無人で自律充電させる運用では、充電設備や内蔵電池等について、防火基準（充電場所、同時充電台数、異常時停止、監視・通報体制等）を一体で整理することが必要。

### 3. 防火壁等のレイアウトの設計【建築基準法】

- ・ 大型の自動倉庫を設置する場合や複数区画を移動するAGV/AMRの運用は防火壁など物理的障壁への対応が必要。

# 建設・土木

## 市場課題

- 建設分野では省人化に向けてICT施工を進めているが、将来のさらなる人手不足を見据え、建設機械等による自動施工やインフラ点検、維持管理、災害対応などでのロボット活用が期待されている。
- 現在、ロボットの導入については開発・導入コストが高く、従来の作業手法（人力作業など）の方がコスト面で優位であることから導入が進みにくい状況にある。また、現場条件の違いにより効果が不透明であることや、AI・ロボティクスを開発・活用できる人材の不足といった課題もある。

## 主な技術課題

### 短期

### 2030年頃

### 中長期

#### 土工 掘削・積込・運搬・ 敷均・現場内小運 搬

- 人・他機械・障害物が混在する現場環境や積載状態を考慮した安全な作業計画・制御技術の確立
- 施工により変化する現場環境や粉塵・視界不良、GNSS不良環境などの条件に対応した環境認識および自己位置推定技術の確立
- 建設機械の自動化技術を支える技術共有基盤のAI開発向けの改良
- 部分的な自動化でも現場全体の作業最適化を検証する技術・手法の確立

#### 調査・測量 (災害調査含む)

- 不整地・斜面での安定走行を可能にする走行機構の開発
- GNSS不良環境での自己位置推定技術の確立
- 部分的な自動化でも現場全体の作業最適化を検証する技術・手法の確立

#### 維持管理 (点検) 土木インフラ

- 点検撮影時の照度不足や視界不良などの厳しい環境下での安定した画像品質の確保と、大量の画像から必要な変状を過不足なく検出する技術が課題
- 移動時の障壁への対応やGPS不感地帯での自己位置推定（高度SLAM）の確保
- 橋梁・トンネル・下水道など多様な現場条件での技術適用性の検証

### <中長期で対処が求められる主な技術課題>

- 多様な地形・地質・天候条件に適応可能な自律作業技術の確立
- 熟練オペレーターと同等の作業効率を実現する高度な自動操作技術
- 複数の建設機械やロボットにおける施工工程を含めた建設現場全体の作業最適化
- 建設機械やロボットの現場実証・技術開発動向を踏まえた技術共有基盤の拡張
- 維持管理（点検）においてはロボットによる自律作業やリアルタイム処理、清掃など視覚情報以外の現地作業を含めた点検作業全体の効率化の技術開発が必要

※ここでは建設・土木分野におけるタスクの一部を記載

※黒字：短期的に技術開発が進むと想定される課題

※緑字：中長期に欠けても継続して技術開発が必要な課題

## 主な制度課題

- ロボットに対応した施工や維持管理関係基準（出来形、品質、安全、点検内容及び手法等）・積算基準の整備が必要
- メーカー、ソフトウェアベンダー、研究者等の多様な関係者で開発及び普及を促進する技術共通基盤（共通プラットフォーム）の整備が必要  
〔建設機械の自動化では土木研究所にてOPERA（自律施工技術基盤）を開発し、民間企業や大学等と開発を推進中〕
- 維持管理（点検）においては構造物の健全性把握は現状は人の技能に依存しており、技術開発の指針となる知見の形式知化が十分でないことが課題。

# 建築

## 市場課題

- ・ 就労者の高齢化、入職者の減少などによる技能労働者の不足が顕在化。専門工事は高度な技能が必要だが、資材運搬や検査記録、清掃片付けなどの高度な技能を必要としない作業にも人手が多くなっており、技能労働者の生産性を阻害。
- ・ 専門工事会社は極零細企業が多く、高額なロボットへの設備投資が困難。建設現場においてロボットを扱う能力を有する人材が確保できない状況。

## 主な技術課題

短期

2030年頃

中長期

<p><b>墨出し</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 作業の自動化対象範囲を拡大するためのBIMから墨出しに必要な情報を自動で抽出し、変換する機能</li> <li>・ 段差等に対応した現場走行機構</li> </ul>
<p><b>測定/検査/記録</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 作業の自動化対象範囲を拡大するための建築現場に求められる精度の確保             <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 鉄筋検査などのように本数、径、長さを認識できる精度をもった認識機能</li> <li>・ 耐火被覆の厚さ検査などのようにミリ単位で計測できる技術</li> </ul> </li> <li>・ 作業の自動化対象範囲を拡大するための時々刻々と変化する作業動線に応じたMAP作成</li> <li>・ 作業の自動化対象範囲を拡大するためのBIM、施工管理システムとの連携による記録場所、タイミング、巡回経路を自動生成する機能</li> <li>・ 段差等に対応した現場走行機構</li> </ul>
<p><b>水平搬送</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 搬送範囲の通信環境の確立</li> <li>・ 日々変化する作業動線に応じたMAP作成</li> <li>・ 現場の揚重計画との連携</li> <li>・ 搬入物の種類、形状、重さ及び目的地の自動取得機能</li> </ul>
<p><b>垂直搬送</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 人・障害物の接近検知視覚認識</li> <li>・ 複数台ロボットの運行計画・協調制御</li> </ul>

- ・ 段差・スロープ対応の現場走行機構

- ・ 仮設エレベータとの自動連携機能
- ・ 外扉の自動開閉機能

### <中長期で対処が求められる主な技術課題>

- ・ 多様な施工条件に適応可能な自律作業技術の確立
- ・ 多種多様な工種について、熟練技能者と同等の作業効率・品質等を実現する高度な自動作業技術
- ・ 多種多様な工種について、複数の建設機械やロボットによる施工工程を含めた建築現場全体の作業最適化（人とロボットの役割分担及び連携を含む）
- ・ 施工の自動化を想定したBIM活用方法の確立

※黒字：短期的に技術開発が進むと想定される課題

※緑字：中長期にかけても継続して技術開発が必要な課題

※「墨出し」、「測定/検査/記録」については、市場への導入に向けて既に開発が進んでいる製品もあるため、先行市場の扱いとした上で、緑字の技術の確立により、現場のニーズにより適した性能のロボットを開発できると整理している。

## 主な制度課題

- ・ 建設現場における移動ロボットの安全基準が明確化されていない。
- ・ <測量・測定、検査・記録>
  - ・ 工事現場と建設事務所間で、4足歩行ロボットを公道で自立的に移動させる場合、当該ロボットの法令における走行ルールの整理等が必要。
  - ・ 建築中の建物内、敷地内、敷地外でのドローンの飛行申請の取扱いの明確化が必要。（申請が必要な場合は、専門業者に依頼する必要があり、コスト高）
- ・ <墨出し>測量機とロボットが通信を行うため、電波法により電波強度の制限があり、広範囲を一度に実施することが困難。

# インフラ保守

## 市場課題

- 現状、ドローン・ロボットを活用した平時の巡回点検、災害時の事故状況の把握に活用されている。現在、発電所・変電所・プラント等各サイトでの無人化を目指し、活用を推進。
- ドローンについては、航空法含め規制制度を踏まえた導入方法の検討が課題。ロボットについては、平坦とは限らない巡回路を想定した走行技術や、異常が発生した際にも指示・活用できる指先作業等が課題。

## 主な技術課題

短期

2030年頃

中長期

### 巡回点検

- 高耐熱・耐寒・防水防塵のロボ構造設計
- 複数巡回ロボによるエリア分担制御
- バルブ開閉、スイッチ押下、多種扉の開閉
- 異常検知のためのセンシング（異音検知、漏洩検知等）
- 複雑狭隘環境の移動機構・制御

### <中長期で対処が求められる主な技術課題>

- バルブ開閉、スイッチ押下、多種扉の開閉を代替するエンドエフェクタ技術
- 人間による機械の分解・組立等の指先作業を、少ない教示で高速かつ高精度に再現
- 設備の運転・点検・工事・修繕等を支援するロボット技術

※短期タスクのうち、主なタスクを選定し掲載。

※黒字：短期的に技術開発が進むと想定される課題

※緑字：中長期にかけても継続して技術開発が必要な課題

## 主な制度課題

- ドローンの運用拡大においては、航空法、個人情報保護法等の制度の整理が必要。

# 小売

## 市場課題

- 流通業は2024年の我が国の就業者の約15.4%を占める重要な産業である一方、労働生産性の低さが課題。**小売業では同時に人手不足も深刻な課題**であり、スーパーマーケット業界では「レジ対応をするパート・アルバイトが不足している」と回答した事業者数は全体の61.8%である。
- 政府では**令和7年6月に「省力化投資促進プラン—小売業—」を公表**し、対策に取り組んでいるが、**ロボットを活用した店舗やA Iを活用した需要予測や受発注システムの効率化なども進展しているが、そうした動きはまだ限定的で、人手不足解消には至っていない**
- 主な市場課題は、機器が高額であり、導入コストが見合わないこと、補助制度も中小企業に限られていること、量産化できておらず、価格協争力の育成ができていないことなどが上げられる。

## 主な技術課題

短期

2030年頃

中長期

清掃  
(店舗)

- 狭通路・什器下対応の小型走行機構
- 汚れ・ごみを検知する床面認識技術
- 複数清掃ロボットのエリア分担制御
- 顧客の自動認識、回避する機構
- 日々のメンテナンスが容易な機構

品出し  
(飲料)

- 乱雑な棚の状態認識
- 滑りやすい対象物の把持機構・制御
- 棚割データに基づく自動品出しパターン生成
- 多種類、多頻度入れ替えがある商品の識別/認識のためのデータ整理
- バックヤード⇔商品棚間の移動制御
- 初見の現場でのゼロショット性能向上（大量の現場データ収集・活用）

### <中長期で対処が求められる主な技術課題>

- 指先を使った機器の分解・組立・清掃機構技術
- レジ・店舗内配送・簡易調理を統合し、省人化店舗運営を実現する技術

※短期タスクのうち、主なタスクを選定し掲載。

## 主な制度課題

- 販売形態、取扱品目が多様であり、そこで適応される制度も多岐に渡る可能性があることから、精査継続中。

# 宿泊業

## 市場課題

- 宿泊業は、観光需要の回復等に伴い、人手不足感がさらに高まっている。また、小規模の事業者が多く、省力化が十分に進んでいない傾向がある。
- 省力化にあたっては、事務関係と接客関係の業務に分けて分析するとともに、事業者の規模によって直面している課題が異なることにも留意する必要がある。
- 宿泊業は収益性が低く、小規模の事業者が多いため、投資対効果が見えにくいロボット導入は費用面での負担が大きい。（特に、PMSやエレベータ等の既存インフラとの連携コストの不透明性が障壁）

## 主な技術課題

### 備品等の 運搬/ 防犯対応 業務/ 荷物預かり

- 複数台ロボットの協調制御、廊下・通路等狭路走行制御(自己位置推定精度の向上)
- エレベータ連携可能な階層間走行機構・多種多様な備品・人物に対応することができる仕様
- 防水・防汚・防菌等の仕様
- 多種多様な荷物・人物に対応することができる仕様

### <中長期で対処が求められる主な技術課題>

- 指先を使って行う高度な作業（清掃・調理）を少ない教示で高速かつ高精度に再現
- 複数タスク間を協調遂行するロボット群制御技術（調理・配膳・宴会設営・客室清掃）
- 様々な緊急事態対応の認識・判断・実行を代替

## 主な制度課題

- 宿泊施設におけるロボットを使った避難誘導や警備等の位置付けの記載がない。
- 荷物がロボットにより破損された場合、責任の所在・交渉先が不透明。

# 介護

## 市場課題

- 2040年に介護人材が57万人不足すると見込まれる中、省力化投資促進プランにおいて2029年までに介護現場の生産性向上等の推進が重要とされたところであり、介護テクノロジー等の更なる導入・普及に向けた継続的な支援や、居宅サービス等も含めた実証と適切な報酬上の評価、ケアプランのデータ連携を含めた介護情報基盤等の活用による関係者（事業者・保険者）間の情報共有の迅速化、介護データの記録など、更なる開発支援が必要。これらの取組とAIロボティクスを効果的に併用することにより相乗効果を発揮し、特にテクノロジー導入が進んでいない介護現場の領域で更なる生産性向上を推進することが重要であり、その整理が必要。

## 主な技術課題

短期

2030年頃

中長期

<p>食事・おやつ の配膳・ 下膳等</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>狭通路・段差対応の小型走行機構</li> <li>家具の認識技術</li> <li>人優先の安全動作制御</li> <li>利用者机へ配膳を実現する機構・制御</li> <li>多層施設の場合のエレベータの昇降機構</li> <li>食堂への移動・誘導の自動化等（入浴支援等他の業務にも効果有）</li> <li>顔認証による服薬の利用者確認</li> <li>食事量・服薬状況の自動入力機能（入浴支援等他の業務にも効果有）</li> </ul>
<p>居室清掃・ 片付け</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>汚れ・ごみを検知する床面認識技術</li> <li>多様な清掃を実現する機構・制御</li> <li>扉の開閉機構</li> <li>ベッドの下に隙間がほぼ無いため、ベッド自体を移動して掃除をする技術</li> <li>在室中・睡眠中等の利用者の状態把握</li> </ul>
<p>介護データの 記録</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>介護特化のVLM開発</li> <li>介護記録やバイタル等を含む基礎情報を正確に記録するエッジ端末</li> <li>暗所・逆光・照明環境の変化に強い高感度画像認識</li> <li>人優先の安全動作制御</li> <li>異常検知・利用者状態判断の高度化</li> </ul>

### <中長期で対処が求められる主な技術課題>

（ロボティクス全体）

- 利用者の理解を得られるような、安全性やセキュリティの面の担保
- 高度な認知・判断と柔軟なハンドリングによる多様な利用者への対応

（各場面のロボット活用可能性の具体的整理が必要であるが、以下に一案を挙げる）

- 移乗・移動・体位変換を安全に支援できるロボット技術
- 尊厳と衛生に配慮したトイレ介助・オムツ交換の省力化技術
- 入浴・洗体・整容・更衣を高温多湿環境でも安全に支援するロボット技術
- 自立度に応じて支援量を調整しながら食事介助を安全に行う協調技術
- VLAやVLMモデルの構築やプライバシー性の高い情報に配慮したエッジ処理技術

※黒字：短期的に技術開発が進むと想定される課題

※緑字：中長期にかけても継続して技術開発が必要な課題

## 主な制度課題

- 介護報酬が公定価格で定められているため、導入費用について投資負担が大きい
- 安全規格に関する分類の整理が必要
- ロボットと利用者の接触等の事故に関する責任の所在や、リスクアセスメント、安全管理体制の必要性

# 警備業

## 市場課題

- ・ 警備業は、人手不足と高齢化が深刻である他、交通誘導警備を中心に業務中の死亡事故も年間で30名程度発生している危険な業務であり、労働環境改善と安全対策の強化が喫緊の課題である。
- ・ 警備業は、労働集約型で省人化が不可欠であるが、中小企業が大半を占め、DXやロボット導入に必要な初期投資負担が大きい（経済安保上の観点から高額な国内製ロボットの導入を求められる）。
- ・ 警備ロボットと警備員が別発注となり一体的なDX提案が困難な他、ロボットの操作性（設定・運用・障害対応等）や省人化効果（走行性能や人による介在支援頻度等）を客観的に示す指標がない。

## 主な技術課題

### 短期

### 2030年頃

### 中長期

#### 共通課題

- ・ 暗所・逆光・照明環境の変化に強い高感度画像認識および状況認識の高度化（人の検知、天候や混雑状況の把握）
- ・ 有事の際の対処機能の高度化
- ・ ロボットを使用する場所全体で安定的に使用できる無線通信環境（エレベーター内なども含む）
- ・ 異音や異臭による異変の察知
- ・ 雨天時等での設備への水滴や汚れの付着、内部ファン等への埃の蓄積、センサーの汚れによる誤動作の恐れ
- ・ 階段等の周辺環境条件や混雑状況の影響による、走行可能エリアの制限

#### 巡回

- ・ エレベーター連携可能な階層間走行機構
- ・ ドアの開閉およびドアを開け跨いでの移動
- ・ ドアや窓等の施錠確認

#### <中長期で対処が求められる主な技術課題>

ロボットに求めるタスクの難易度によって  
中長期タスクが生じる可能性があるため、継続精査中

※短期タスクのうち、主なタスクを選定し掲載。

## 主な制度課題

- ・ 現状では警備業法上の課題はないが、警備業者以外がロボット等を活用して結果として警備業務を実施し、不適切な事業により社会の安全を毀損することのないよう注意喚起が必要。
- ・ 事業者は、ロボットに起因する労働災害の発生を防止するため危険防止措置、安全装置の点検整備等を講じる必要がある（労働安全衛生法第2条、第3条、第20条、第23条、第24条、第28条、第59条関係）。
- ・ 道路性を有する場所（公道や公開空地等）の巡回ロボットは、道交法を遵守する必要がある。仮に、遠隔操作型小型車に該当する場合は、JIS規格上、類似の安全性担保の基準があり、目的が重複しており、両方の準拠するのは技術・手続両面で事業者にとって負担が大きい。
- ・ 「遠隔操作型小型車」とした場合には、人による遠隔操作が求められており、省人化の効果が限定的である。
- ・ JIS規格が必須となった場合に規格取得費用がロボット単価の上昇に繋がるとともに、バージョンアップする度に規格の取得が必要となる（JIS B 8445）。
- ・ 警備ロボットは安定的運用が必要であり月額提供が多いが、政府助成金などはイニシャル費用補助に偏っている。
- ・ 今後、機能や整備の向上、管理体制の高度化等により、警備業法を含めた関係法令との整理が必要な場合もあり得る。

# 農業

## 市場課題

- 農業者の急減・高齢化が進む中、食料供給の確保を図るためには、省力化を図りつつ生産性を高めていく必要があり、そのためには、ロボット技術を活用したスマート農業技術の普及が不可欠。
- AIロボティクス導入に向けた主な市場課題としては、様々な複雑な作業（やわらかい果実の把持など）があることや地形条件が施設内/平地（屋外）/傾斜地など多様であること等に伴う新技術開発・導入に係るコストの高さ、デジタル人材の不足、農地の立地上一部地域では通信インフラが脆弱であること。

## 主な技術課題

### 短期

### 2030年頃

### 中長期

<b>運搬 (急斜面 以外)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 不整地・狭路対応の自律走行技術</li> <li>• 人混在下の安全走行制御</li> <li>• 複数台ロボットや人との協調制御</li> </ul>
<b>除草/防除 /施肥</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 雑草・作物・病害虫等の高精度画像認識</li> <li>• 不整地・斜面・狭路対応の自律走行技術</li> <li>• 人混在下の安全走行制御</li> <li>• 除草機構・制御</li> <li>• 土壌・作物の状態に応じた肥料散布機能（可変施肥）</li> </ul>
<b>給餌・給水 (畜産)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 狭隘通路対応の移動機構・制御</li> <li>• 人混在環境の安全走行制御</li> <li>• 飼養管理システムとの連携</li> <li>• 餌寄せの自動化</li> </ul>
<b>搾乳 (畜産)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 牛体姿勢・位置認識の高精度化</li> <li>• 個体情報連携型自動搾乳管理</li> </ul>
<b>畜舎清掃 (畜産)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 段差・狭隘環境の移動機構・制御</li> <li>• 汚れ・ごみを検知する認識技術</li> <li>• 複数清掃ロボットのエリア分担協調制御</li> <li>• 人・家畜優先の安全動作制御</li> </ul>

### <中長期で対処が求められる主な技術課題>

- 適切な状態判断と損傷防止を可能とする、識別・ハンドリング技術の高度化
- 複数作業を単一ロボットで連続的かつ効率的に実施する技術の開発
- 多様な品目、地形・地質、気象条件に適応可能な汎用ロボットシステムの確立
- 熟練生産者並みの意思決定自動化・作業最適化技術の構築
- 複数ロボットが連携・協調し、異なる作業を同時並行で実施可能とする統合管理技術の確立と、少人数による一元管理体制の実現

## 主な制度課題

- 現状、特段の制度課題はないと認識しているが、継続精査中。

# 林業

## 市場課題

- 全産業平均約10倍の労働災害発生率や厳しい自然条件下での高い労働負荷などの過酷な林業労働を抜本的に改善する必要があり、加えて労働人口の減少等を踏まえ、生産性向上のためにも、人力作業に代わるスマート林業技術（ICTや林業機械の自動運転、林内走行等の新技術）の導入が不可欠。
- AIロボティクス導入に向けた主な市場課題としては、新技術開発・導入に係るコストの高さ、デジタル人材の不足、充電・通信インフラの脆弱性、地形条件の特殊性が存在。

## 主な技術課題

短期

2030年頃

中長期

### 巡視

- 路網施設（路面、路体、法面、排水施設等）の点検や、土場における木材等の管理で必要とされる画像認識及び状況認識の高度化
- 不整地や斜面、倒木、雑草木、枝条の絡まり、不規則に集積された木材等に対応した自律走行技術の確立
- 充電環境が限られる中、長大な路網であっても巡視等が行える連続稼働時間及び再充電等技術の確保
- 巡視環境の三次元点群地図の効率的な取得・更新技術の確立
- 通信・GNSS不良域での自己位置補完測位技術及び自律制御技術の確立

### 資材運搬

- 形状、重量などが多様な資材の自動認識、最適な積込・固定及び荷下ろしを行う技術の確立
- 障害物や雑草木等に対する環境認識及び対象物の物性に合わせた判断技術の確立

### <中長期で対処が求められる主な技術課題>

- 複数作業を単一ロボットで連続的かつ効率的に実施する技術の開発
- 多様な地形・地質、気象条件に適応可能な汎用ロボットシステムの確立
- 通信圏外や限定された充電環境であっても連続的に作業可能とする技術の確立
- 多様な作業を熟練作業者並みの作業効率で実現する高度な自動化
- 複数の林業機械やロボットも含めた現場全体の作業最適化

※黒字：短期的に技術開発が進むと想定される課題  
※緑字：中長期にかけても継続して技術開発が必要な課題

## 主な制度課題

- 安全基準が明確でない。

# 廃棄物処理業

## 市場課題

- 廃棄物処理業は社会インフラとして廃棄物の適正な処理の確保に加え、重要鉱物資源やプラスチック等の炭素資源の国内循環など、循環型社会形成の社会的要請が高まっている。
- 一方、製品の多様化や分別品目増加による負担増、新型コロナウイルスなどの感染症リスク、衝撃により発火の恐れがある製品対応など、作業員の安全性確保と人手不足対策は喫緊の課題。
- 現状、機械選別技術が導入されつつも、廃棄物は製品の利用に伴う汚れや形状変化が様々であるところ、技術的制約から自動化が困難な工程は人が作業している。国内資源循環を支える技術的基盤としての機能を維持しつつ、作業員の負担軽減につなげるため、AIロボットとの連携ニーズがある。

## 主な技術課題

短期

2030年頃

中長期

収集運搬：  
回収物の  
検知  
(限定物)

- 回収対象廃棄物の認識（荒天時や積雪時への対応）
- 段差・斜面对応の自律走行技術

中間処理  
(選別)：  
検知  
(限定物)

- 乱雑な製品の状態認識（つぶれたもの含む）
- リチウムイオン電池使用製品等の認識
- VLM・VLAによる廃棄物の識別/認識
- 不適正ごみ・危険物の自動検知

### <中長期で対処が求められる主な技術課題>

- 多種多様な廃棄物と周辺環境の状況を安定して把握する認識・判断技術
- 廃棄物の把持・積込み・仕分け・分解・解体を精度よく実施できる機構・制御技術
- 公道を含む実環境で安定かつ安全に回収・運搬を行う自律走行・搬送技術

※黒字：短期的に技術開発が進むと想定される課題  
※緑字：中長期にかけても継続して技術開発が必要な課題  
※短期タスクのうち、主なタスクを選定し掲載。

## 主な制度課題

- ヒトと協働することに伴う安全面の標準化（ISO 13482に対応するJIS）

# 災害対応

## 市場課題

- 消防活動の現場には、建物倒壊やCBRNEテロ、津波警報の発令など、隊員が安全に近づくことができない状況が存在する。
- 消防庁が策定した「消防技術戦略ビジョン」に基づき、危険環境下において要救助者の有無や有害ガスの滞留状況の把握などに資するAIロボティクスの研究開発・現場導入が必要。
- また、現場導入に際しては、現場活動で使用するため、高い操作性や信頼性、セキュリティ面の確保（IT 調達に係る国等の物品等又は役務の調達方針及び調達手続に関する申合せ）が必要。

## 主な技術課題

短期

2030年頃

中長期

消火・  
救助活動  
(要救助者の  
有無・現場状  
況の確認)

- 瓦礫・狭隘空間対応の移動機構・制御
- 低照度・煙環境下の画像認識
- 要救助者探索のための生体センシング
- 高耐熱・防水防塵のロボ構造設計
- 二次災害リスクの高い初動調査を代替する多センサ搭載ロボット調査技術

火災原因  
調査

- 低照度・煙環境下の画像認識
- 防水防塵のロボ構造設計
- 火災原因の推測機能の高度化

※黒字：短期的に技術開発が進むと想定される課題  
※緑字：中長期にかけても継続して技術開発が必要な課題

### <中長期で対処が求められる主な技術課題>

- 火災建物内の進入・偵察・消火を代替し、隊員の危険を低減するロボット技術
- 倒壊家屋・ガス漏洩現場での要救助者探索・救出を代替するロボット技術
- 救急現場での担架搬送・階段搬送を支援するロボット技術

## 主な制度課題

- 災害現場における救助活動等での活用を想定しているが、現場導入に向けた技術検証や訓練での活用シーンも含め、制度上の課題について継続精査中。

# 警察活動

## 市場課題

- 都道府県警察においては、大規模災害発生時、土砂崩れ発生箇所や倒壊家屋内外等において、被災情報の収集に当たるほか、被災者の捜索・救出活動を実施している。また、CBRNEテロ発生時には、原因物質等が残存する現場環境下において、被害情報の収集や避難誘導のほか、採証を含めた所要の現場活動に当たることとなる。
- 需要が都道府県警察、消防、自衛隊など、災害対処等に当たる公的機関に主に限定されるほか、導入コストに課題がある。

## 主な技術課題

- 各タスクにおける技術課題について、継続精査中。

## 主な制度課題

- 災害現場やCBRNEテロ等発生現場における警察等公的機関による活動であり、立入を含めた活動における制度上の課題は小さいと考えているが、継続精査中。