別紙

各分野別のＡＩロボティクス
実装ロードマップ

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
（令和８年5月27日 一部変更）
（令和８年８月28日 一部変更）

目次

１．ＡＩロボティクス実装ロードマップ策定にあたっての基本的な考え方

・ＡＩロボティクスの現状と発展の方向性 ･･････････････････････････････････････ P3
・短期的な取組･･ P5
・中長期的な取組･･ P16

２．各分野別のＡＩロボティクス実装ロードマップ

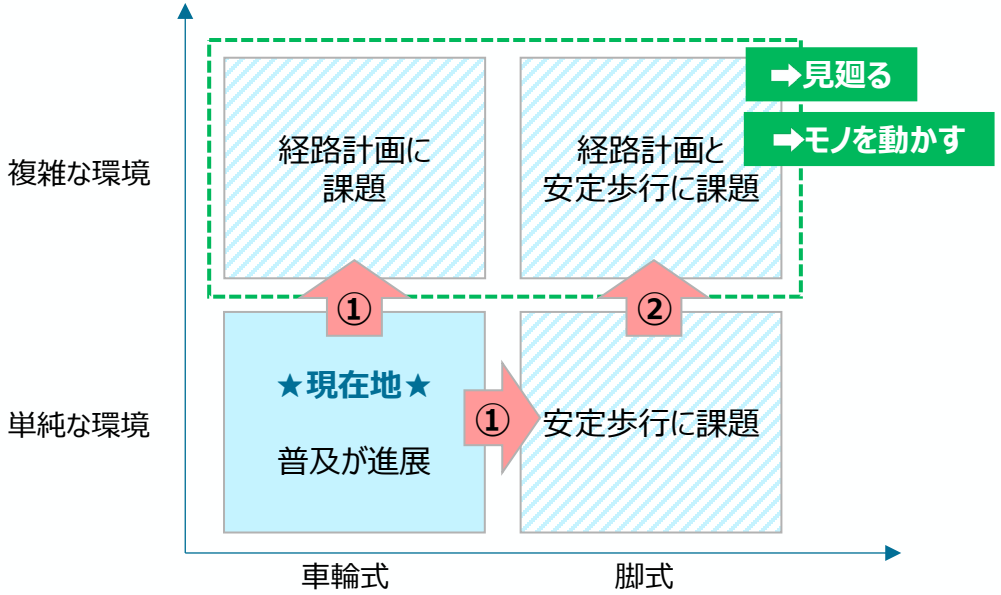
・製造業（多品種少量生産）･･･ P18
・造船･･ P20
・物流（倉庫・輸配送）･･･ P22
・建設・土木･･ P24
・建築･･ P26
・インフラ保守 ･･･ P28
・小売･･ P30
・宿泊業･･ P32
・飲食・食品製造業･･ P34
・医療･･ P36
・介護･･ P38
・警備業･･ P40
・農業･･ P42
・林業･･ P44
・廃棄物処理業･･ P46
・災害対応･･ P48
・警察活動･･ P50
・防衛･･ P52

ＡＩロボティクスの現状と発展の方向性

- **<u>ロコモーション（移動）</u>**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。
- **<u>マニピュレーション（物体操作）</u>**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開発するため、**<u>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</u>**。

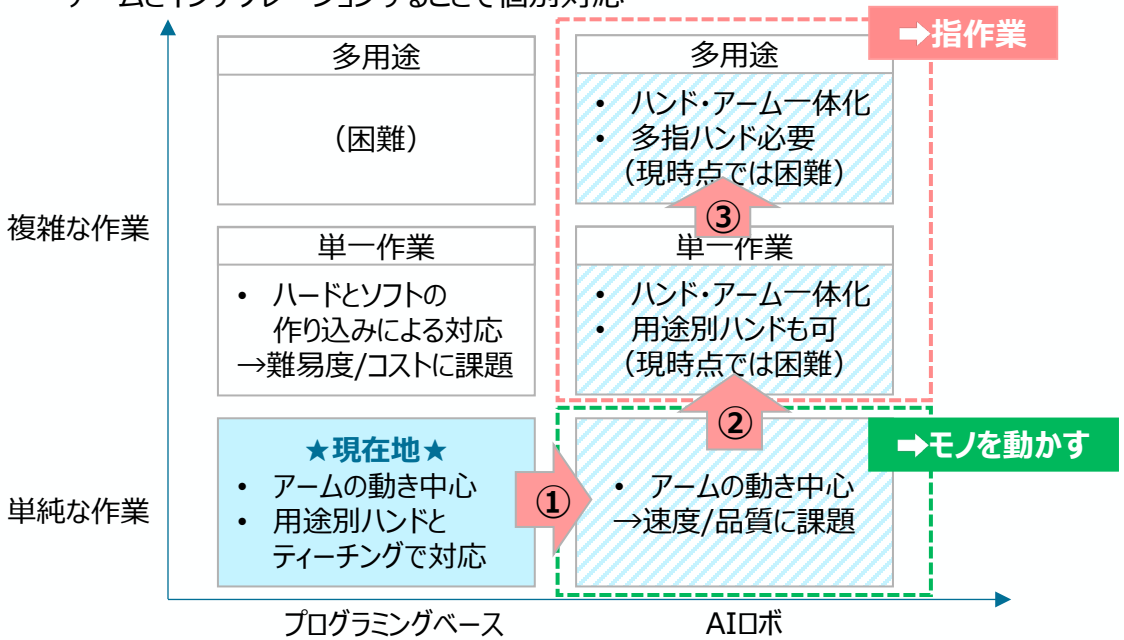
ロコモーションの現状と課題

- 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方向性

- 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・社会的な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**。
- これらを踏まえ、**各分野で導入目標を設定**（注）し、**市場課題、制度課題、技術課題に対して必要な対応策を講じていく**。

AIロボティクス活用の基本的方向性

短期 ～2030年 （実装時期）	**短期：「見廻る」「モノを動かす」レベル** • 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。 • 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。 • 動作品質や速度が伴わなくても成立する作業。	**「見廻る」「モノを動かす」** • **対象や手順が限られた状況で、モノを動かすor巡回する** • **高い動作精度を求めない**
中長期 2030年頃～ （実装時期）	**中長期：「指作業」レベル** • 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。 • 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。 • つまむ・こねる・組み付ける等の、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。 • 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	**「指作業」** ※AIを用いた汎用的なロボットを想定 • **多様な要求に対応しながら、緻密な指作業を実施** • **高い動作精度を求める**

（注）必要な政策リソースを十分に活用できることを前提に試算

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

点検（屋内）

警備業：巡回	介護：介護データの記録
医療：巡回支援	農業：除草（施設園芸）
宿泊業：防犯対応業務	農業：防除（施設園芸）
警備業：駐車場監視等（立哨）	農業：施肥（施設園芸）
警備業：出入り管理	防衛：巡回警備
警察活動：巡回	医療：電子カルテ等への患者状態・ケア情報の記録・連携

※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

搬送（屋外・半屋外※1）

- 建設・土木（土工）：現場内小運搬
- 物流（輸配送）：荷下ろし、受領・署名、不在時対応
- 農業（畜産）：給餌・給水
- 廃棄物処理業（収集・運搬）：運搬（私道）
- 飲食業：廃棄物運搬
- 食品製造業：廃棄物運搬
- 造船：運搬
- 物流（輸配送）：配送
- 建設・土木（土工）：運搬
- 建築：垂直搬送
- 建築：水平搬送
- 農業：運搬（急斜面以外）（露地園芸作、果樹作、水田作、畑作）
- 林業：資材運搬
- 災害対応：資機材搬送
- 防衛：輸送（狭域）

搬送（屋内）※2

- 製造業：工程間搬送
- 物流（倉庫）：搬送
- 飲食業：案内・配膳・下膳
- 医療：検体・薬剤等の搬送
- 宿泊業：荷物預かり
- 宿泊業：備品等の運搬
- 農業（畜産）：搾乳
- 飲食業：廃棄物運搬
- 食品製造業：廃棄物運搬
- 食品製造業：工程間搬送
- 物流（倉庫）：入庫・格納
- 介護：食事・おやつの配膳・下膳等
- 農業：運搬（急斜面以外）（施設園芸）
- 防衛：入庫・格納
- 防衛：輸送（狭域）
- 飲食業：納品物の搬送・格納
- 食品製造業：納品物の搬送・格納
- 医療：患者搬送（支援）
- 医療：食事の配膳・下膳等

清掃

- 小売：清掃（店舗）
- 医療：共用部清掃
- 造船：清掃
- 建築：清掃
- 農業（畜産）：畜舎清掃
- 食品製造業：清掃（工場床面）
- 建設・土木（維持管理）：清掃・除草・除雪
- 建設・土木（土工）：清掃
- 介護：居室清掃・片付け
- 医療：病室清掃・片付け

※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
※2 搬送（屋内）は工程間搬送、ロード・アンロードを含む

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

アームを動かす

ハンドリング

- 物流（倉庫）：ケースピッキング
- 小売：品出し（飲料）
- 食品製造業：盛付（限定物）
- 製造業：部品供給・取出し
- 防衛：物資選定・取出し
- 食品製造業：製造（限定物）
- 医療：検査装置への投入
- 製造業：検査（外観・官能）
- 物流（倉庫）：ピースピッキング（少品種）
- 建設・土木（土工）：積込
- 建設・土木（土工）：掘削
- 建設・土木（土工）：敷均
- 小売：調理
- 小売：品出し（その他）
- 農業：収穫（主要品目）
- 廃棄物処理業（収集・運搬）：積込（限定物）
- 廃棄物処理業（中間処理(選別)）：把持・仕分け・情報化（限定物）
- 廃棄物処理業（中間処理(選別)）：分解・解体（限定物）
- 飲食業：検品
- 飲食業：加熱・調理（限定物）
- 食品製造業：検査・検品
- 医療：診察

溶接・塗装・加工

- 製造業：塗装
- 製造業：溶接
- 製造業：機械加工
- 製造業：仕上げ
- 造船：溶接（隅肉）
- 造船：塗装（難易度低）
- 造船：歪取り
- 造船：線上加熱

入出荷/パレタイズ

- 物流（倉庫）：荷積み
- 物流（倉庫）：パレタイズ
- 製造業：入出荷
- 物流（倉庫）：荷卸し
- 防衛：荷積み

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

短期技術マップ：点検（屋外・半屋外）

- 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
- 開発が求められる技術開発要素
- **太字** 2分野以上で開発が求められる技術開発要素

短　期

技術課題	前半：1-2年程度での実装検討	前半：分野特有の課題を解決、他市場に展開	後半：追加技術を開発し、他市場に展開
a.ロバスト認識・状況理解	**対象物の認識**	**用途毎の対象物の認識**	**高度な状況認識**
b.ティーチングレス動作生成・知能制御	**簡易作業動作のみ、協調制御**	個別課題への対応	**高度な判断・動作制御**
c.人等混在環境での安全制御			
d.安定移動・経路計画	**比較的複雑でない環境への対応**		**複雑環境への対応**
e.走行環境に対応した移動機構	**比較的複雑でない環境への対応**		**複雑環境への対応**
f.安全・安定な把持機構			**多品種・多様形状への対応**
g.環境耐性・メンテナンス性を考慮した機構	環境耐性		**過酷環境への対応**
h.システム連携・設備連携基盤	**エレベーター連携、システム連携、通信環境、自動ドアとの連携**		**多様な現場条件に対する適用性評価・検証、通信環境**
i.データ整備・保守運用基盤			

展開先の市場

複雑でない環境下における点検

建築：墨出し【b,d,e,h】、測定・検査・記録【a,b,d,e,h】
警備業：巡回【a,b,d,e,g,h】

分野特有の課題への対応
・汚染状況の検知

警察活動：除染（NBC）【a,b】

・荒天・積雪時の回収物の検知

廃棄物処理業（収集・運搬）：回収物の検知（限定物）【a】

先行市場のロボットをベースに展開

警備業：出入り管理、駐車場監視等（立哨）
警察活動：巡回

早期実現見込みのタスク無し

複雑環境下における点検

造船：検査【a,b,d,e】
建設・土木：（維持管理）維持管理（点検）土木インフラ【a,b,d,e,h】、調査・測量・検査（情報把握）〔災害対応含む〕【d,e】
インフラ保守：巡回点検、燃料荷役設備保守、LNG基地設備保守【a,b,d,e,f】
農業（露地園芸作、果樹作、水田作、畑作）：除草、防除、施肥【a,b,d,e】
林業：巡視【a,b,d,e,g,h】
廃棄物処理業：検知（限定物）【a,b】、異物混入確認（限定物）【a,b,f】
災害対応：消火・救助活動（要救助者の有無・現場状況の確認）【a,b,d,e,g】、火災原因調査【b】
警察活動：捜索・救助支援【a,d,e,g】、情報収集・環境モニタリング【d,e】
防衛：巡回警備【a,b】、（大規模震災対応）情報収集【a,d,e,h】、（大規模震災対応）捜索【a,d,e,g,h】

短期技術マップ：点検（屋内）

- 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
- 開発が求められる技術開発要素
- **太字** 2分野以上で開発が求められる技術開発要素

短　期

技術課題	前半：1-2年程度での実装検討	前半：分野特有の課題を解決、他市場に展開	後半：追加技術を開発し、他市場に展開
a.ロバスト認識・状況理解	**対象物の認識**		**高度な状況認識**
b.ティーチングレス動作生成・知能制御	**簡易作業動作のみ、協調制御、自律制御**		**高度な判断・動作制御**
c.人等混在環境での安全制御	人混在環境への対応		**人優先の高度な安全配慮への対応**
d.安定移動・経路計画	**比較的複雑でない環境への対応**	**段差・斜面・狭隘環境への対応**	複雑環境への対応
e.走行環境に対応した移動機構	**比較的複雑でない環境への対応**	**段差・斜面・狭隘環境への対応**	複雑環境への対応
f.安全・安定な把持機構	形状のばらつきが小さい対象物への対応		
g.環境耐性・メンテナンス性を考慮した機構	環境耐性		
h.システム連携・設備連携基盤	**エレベーター連携、通信環境、自動ドアとの連携**	システム連携	**エッジ端末処理、システム連携**
i.データ整備・保守運用基盤			

展開先の市場

複雑でない環境下における点検

警備業：巡回【a,b,d,e,g,h】
医療：巡回支援【a,b,c,d,e,f,h】

分野特有の課題への対応
・**段差・人混在環境**への対応
宿泊業：防犯対応業務【d,e,h】
・**段差・斜面・狭隘環境**への対応
警察活動：巡回【d,e】
先行市場のロボットをベースに展開
警備業：出入り管理、駐車場監視等（立哨）

早期実現見込みのタスク無し

複雑環境下における点検
農業（施設園芸）：
除草、防除、施肥【a,b,d,e】
防衛：巡回警備【a,b】

人優先の高度な安全配慮への対応
介護：介護データの記録【a,b,c,h】
医療：電子カルテ等への患者状態・ケア情報の記録・連携【a,b,c,h】

短期技術マップ：搬送（屋外・半屋外）

- 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
- 開発が求められる技術開発要素
- **太字** 2分野以上で開発が求められる技術開発要素

短　期

技術課題	前半：1-2年程度での実装検討	前半：分野特有の課題を解決、他市場に展開	後半：追加技術を開発し、他市場に展開
a.ロバスト認識・状況理解	環境認識	安全確認	**高度な状況認識**
b.ティーチングレス動作生成・知能制御	協調制御	**個別課題への対応**	**高度な判断・動作制御**
c.人等混在環境での安全制御	人混在環境への対応		人優先の高度な安全配慮への対応
d.安定移動・経路計画	比較的複雑でない環境への対応	**階段、段差、狭隘通路への対応**	**複雑環境への対応**
e.走行環境に対応した移動機構	比較的複雑でない環境への対応	**階段、段差、狭隘通路への対応**	**複雑環境への対応**
f.安全・安定な把持機構		形状のばらつきが小さい対象物への対応	
g.環境耐性・メンテナンス性を考慮した機構	環境耐性		**過酷環境への対応**
h.システム連携・設備連携基盤		**エレベータ連携、システム連携**	**多様な現場条件に対する適用性評価・検証、システム連携**
i.データ整備・保守運用基盤	共通技術基盤		

展開先の市場

複雑でない環境下における搬送

建設・土木（土工）：現場内小運搬【a,b,c,d,e,g,i】

分野特有の課題への対応

・段差・人混在環境への対応

物流（輸配送）：荷下ろし、受領・署名、不在時対応【b,d,e,f,h】

・段差・狭隘通路への対応

飲食業：廃棄物運搬【d,e】

食品製造業：廃棄物運搬【d,e】

・飼料・牛の位置の検知

農業（畜産）：給餌・給水【b,d,e,h】

・荒天時・積雪時の安全確認

廃棄物処理業（収集・運搬）：運搬（私道）【a,b,d,e】

複雑環境下における搬送

造船：運搬【a,d】

建設・土木（土工）：運搬【a,b,d,h】

建築：垂直搬送、水平搬送【d,h】

農業（露地園芸作、果樹作、水田作、畑作）：運搬（急斜面以外）【d,e】

防衛：輸送（狭域）【d,e,g】

人優先の高度な安全配慮への対応

物流（輸配送）：配送【c,d】

不整地・瓦礫・狭隘環境下における搬送

林業：資材運搬【a,b,d,e,g,h】

災害対応：資機材搬送【d,e】

短期技術マップ：搬送（屋内）

- 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
- 開発が求められる技術開発要素
- **太字** 2分野以上で開発が求められる技術開発要素

短　期

技術課題	前半：1-2年程度での実装検討	前半：分野特有の課題を解決、他市場に展開	後半：追加技術を開発し、他市場に展開
a.ロバスト認識・状況理解		用途毎の対象物の認識	
b.ティーチングレス動作生成・知能制御	**簡易作業動作のみ、協調制御、自律制御**	個別課題への対応	**高度な判断・動作制御**
c.人等混在環境での安全制御	**人混在環境への対応**		**人優先の高度な安全配慮への対応**
d.安定移動・経路計画	**比較的複雑でない環境への対応**	**段差への対応**	**複雑環境への対応**
e.走行環境に対応した移動機構	**比較的複雑でない環境への対応**	**段差への対応**	**複雑環境への対応**
f.安全・安定な把持機構	形状のばらつきが小さい対象物への対応		**多品種・多様形状への対応**
g.環境耐性・メンテナンス性を考慮した機構	環境耐性		過酷環境への対応
h.システム連携・設備連携基盤	エレベータ連携、システム連携、通信環境		
i.データ整備・保守運用基盤			

展開先の市場

複雑でない環境下における搬送

- **製造業**：工程間搬送【b,c,d,e】
- **物流（倉庫）**：搬送【b,c,d,e】
- **飲食業**：案内・配膳・下膳【b,c,d,e】
- **医療**：検体・薬剤等の搬送【b,c,d,e,f,g,h】

分野特有の課題への対応

・段差への対応

- **宿泊業**：荷物預かり、備品等の運搬【b,d,e】
- **飲食業**：廃棄物運搬【d,e】
- **食品製造業**：廃棄物運搬【d,e】

・牛の姿勢・位置の認識

- **農業（畜産）**：搾乳【a】

先行市場のロボットをベースに展開

- **食品製造業**：工程間搬送

複雑環境下における搬送

- **農業（施設園芸）**：運搬（急斜面以外）【d,e】
- **防衛**：輸送（狭域）【d,e,g】

人優先の高度な安全配慮への対応

- **介護**：食事・おやつの配膳・下膳等【b,c,d,e,f】
- **医療**：患者搬送（支援）【c】、食事の配膳・下膳等【b,c,d,e,f】

多様形状物のハンドリング

- **物流（倉庫）**：入庫・格納【b,f】
- **防衛**：入庫・格納【b,f】
- **飲食業**：納品物の搬送・格納【b,f】
- **食品製造業**：納品物の搬送・格納【b,f】

短期技術マップ：清掃

- 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
- 開発が求められる技術開発要素
- **太字** 2分野以上で開発が求められる技術開発要素

短　期

技術課題	前半：1-2年程度での実装検討	前半：分野特有の課題を解決、他市場に展開	後半：追加技術を開発し、他市場に展開
a.ロバスト認識・状況理解	**対象物の認識**	清掃場所の認識	
b.ティーチングレス動作生成・知能制御	**他ロボットとの協調制御**	個別課題への対応	**高度な判断・動作制御**
c.人等混在環境での安全制御	**人混在環境への対応**	**人・家畜混在環境への対応**	**人優先の高度な安全配慮への対応**
d.安定移動・経路計画	**比較的複雑でない環境への対応**	**段差、傾斜部、垂直部への対応**	**複雑環境への対応**
e.走行環境に対応した移動機構	**比較的複雑でない環境への対応**	**段差、傾斜部、垂直部への対応**	**複雑環境への対応**
f.安全・安定な把持機構			**多品種・多様形状への対応**
g.環境耐性・メンテナンス性を考慮した機構	メンテナンス容易な機構	耐薬剤性	
h.システム連携・設備連携基盤			
i.データ整備・保守運用基盤			

展開先の市場

複雑でない環境下における清掃

小売：清掃（店舗）【a,b,c,d,e,g】
医療：共用部清掃【a,b,c,d,e】

分野特有課題への対応
・**人・家畜混在環境**への対応
建築：清掃【c,d,e】
農業（畜産）：畜舎清掃【c】
・**造船現場環境**への適応
造船：清掃【a,b,d,e】
・**洗剤等の薬剤**への耐性
食品製造業：清掃（工場床面）【g】

複雑環境下における清掃

建設・土木（土工）：清掃【b,d,e】
建設・土木（維持管理）：清掃・除草・除雪【b,d,e】

人優先の高度な安全配慮への対応

介護：居室清掃・片付け【b,c,f】
医療：病室清掃・片付け【b,c,f】

短期技術マップ：ハンドリング

- 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
- 開発が求められる技術開発要素
- **太字** 2分野以上で開発が求められる技術開発要素

短　期

技術課題	前半：1-2年程度での実装検討	前半：分野特有の課題を解決、他市場に展開	後半：追加技術を開発し、他市場に展開
a.ロバスト認識・状況理解	**対象物の認識**	**重量・重心位置推定、対象物の状態検知**	**高度な状況認識**
b.ティーチングレス動作生成・知能制御	**簡易作業動作のみ**	**個別課題への対応**	**高度な判断・動作制御**
c.人等混在環境での安全制御	人混在環境への対応		
d.安定移動・経路計画	比較的複雑ではない環境への対応		**複雑環境への対応**
e.走行環境に対応した移動機構			複雑環境への対応
f.安全・安定な把持機構	**形状のばらつきが小さい対象物への対応**	**個別課題への対応**	**多品種・多様形状への対応**
g.環境耐性・メンテナンス性を考慮した機構	環境耐性		
h.システム連携・設備連携基盤	**システム連携**		多様な現場条件に対する適用性評価・検証
i.データ整備・保守運用基盤	**データ整備**		

展開先の市場

複雑でない環境下における定型物のハンドリング

- **物流（倉庫）**：ケースピッキング【a,b,f,h】
- **小売**：品出し（飲料）【a,b,d,f,i】
- **食品製造業**：盛付（限定物）【a,b,c,f,g,h,i】

分野特有の課題への対応

・微小部品・製品への対応

- **製造業**：部品供給・取出し【b,f】

・重量・重心位置推定による把持

- **防衛**：物資選定・取出し【a,b,f】

・対象物の状態検知

- **医療**：検査装置への投入【a,b】

・製造工程への対応

- **食品製造業**：製造（限定物）【b,f】

早期実現見込みのタスク無し

多様形状物のハンドリング

- **物流（倉庫）**：ピースピッキング（少品種）【b,f】
- **小売**：調理【a,b,f】、品出し（その他）【a,b,f】
- **農業**：収穫（主要品目）【a,b,d,e,f】
- **廃棄物処理業（中間処理(選別)）**：分解・解体（限定物）【b,f】、把持・仕分け・情報化（限定物）【a,b,f】、積込（限定物）【b,f】、

検知・判断の高度化

- **製造業**：検査（外観・官能）【a,b】
- **飲食業**：検品【a,b,f】、加熱・調理（限定物）【a,b】
- **食品製造業**：検査・検品【a,b,f】
- **医療**：診察【a,b】

複雑環境下のハンドリング

- **建設・土木（土工）**：積込、掘削、敷均【a,b,d,h】

短期技術マップ：溶接・塗装・加工

- 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
- 開発が求められる技術開発要素
- **太字** 2分野以上で開発が求められる技術開発要素

短　期

技術課題	前半：1-2年程度での実装検討	前半：分野特有の課題を解決、他市場に展開	後半：追加技術を開発し、他市場に展開
a.ロバスト認識・状況理解	対象物の認識		**高度な状況認識**
b.ティーチングレス動作生成・知能制御	簡易作業動作のみ、協調制御	個別課題への対応	**高度な判断・動作制御**
c.人等混在環境での安全制御			
d.安定移動・経路計画			複雑環境への対応
e.走行環境に対応した移動機構			複雑環境への対応
f.安全・安定な把持機構			
g.環境耐性・メンテナンス性を考慮した機構			
h.システム連携・設備連携基盤			AI生産工程シミレーション基盤との連携
i.データ整備・保守運用基盤			

展開先の市場	1-2年程度での実装検討	分野特有の課題を解決、他市場に展開	追加技術を開発し、他市場に展開	
	複雑でない環境下における溶接・塗装作業 **製造業**：塗装【a,b】、溶接【b】	**分野特有の課題**への対応 **・加工条件**に応じた動作生成 **製造業**：機械加工【b】	**複雑環境下**における塗装・加工作業 **造船**：線上加熱【d,e】、塗装（難易度低）【b,d,e,h】	**多様な対象物**への対応 **製造業**：仕上げ【a,b】 **造船**：歪取り【a,b】、溶接（隅肉）【a,b,h】

短期技術マップ：入出荷/パレタイズ

- 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
- 開発が求められる技術開発要素
- **太字** 2分野以上で開発が求められる技術開発要素

短　期

技術課題	前半：1-2年程度での実装検討	前半：分野特有の課題を解決、他市場に展開	後半：追加技術を開発し、他市場に展開
a.ロバスト認識・状況理解	対象物重量のセンシング技術	**人・フォークリフトの検出、重量・重心位置推定**	
b.ティーチングレス動作生成・知能制御	簡易作業動作のみ、イレギュラー対応	**個別課題への対応、協調制御**	
c.人等混在環境での安全制御		人混在環境への対応	
d.安定移動・経路計画	トラック荷台との位置合わせ		
e.走行環境に対応した移動機構	トラック荷台との位置合わせ		
f.安全・安定な把持機構	形状のばらつきが小さい対象物への対応	重量・重心位置推定	
g.環境耐性・メンテナンス性を考慮した機構			
h.システム連携・設備連携基盤	積載シミュレーションとロボット制御の連携、システム連携		
i.データ整備・保守運用基盤			

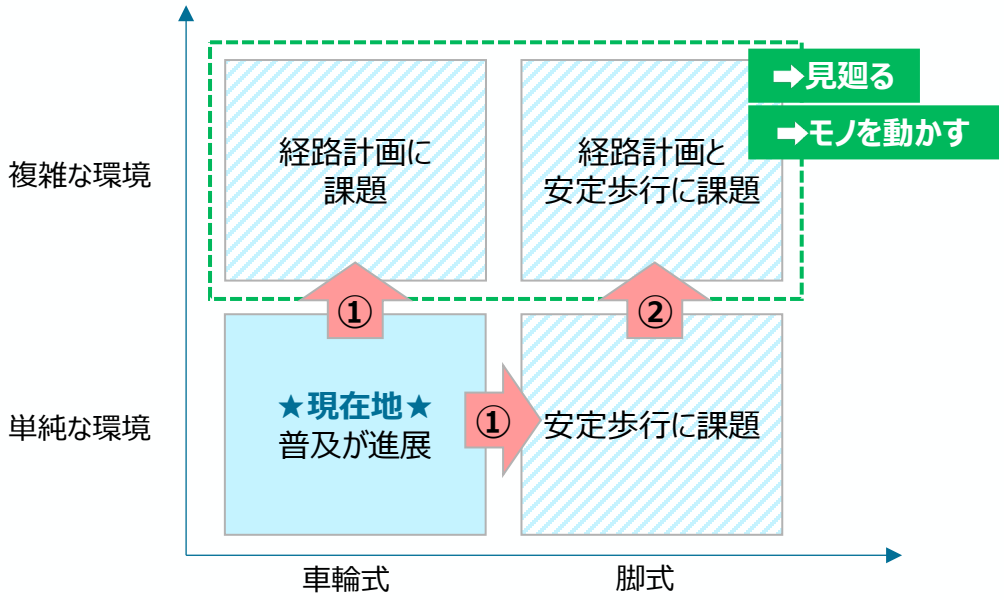
展開先の市場		
	複雑でない環境下における定型物の移動 **物流（倉庫）**：荷積み【a,b,d,e,f,h】、パレタイズ【b,f,h】	**分野特有の課題**への対応 ・**こわれもの等**への対応 **物流（倉庫）**：荷卸し【b】 ・**製造現場環境**への適応 **製造業**：入出荷【a,b,c】 ・**重量・重心位置推定**による把持 **防衛**：荷積み【a,b,f】

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。

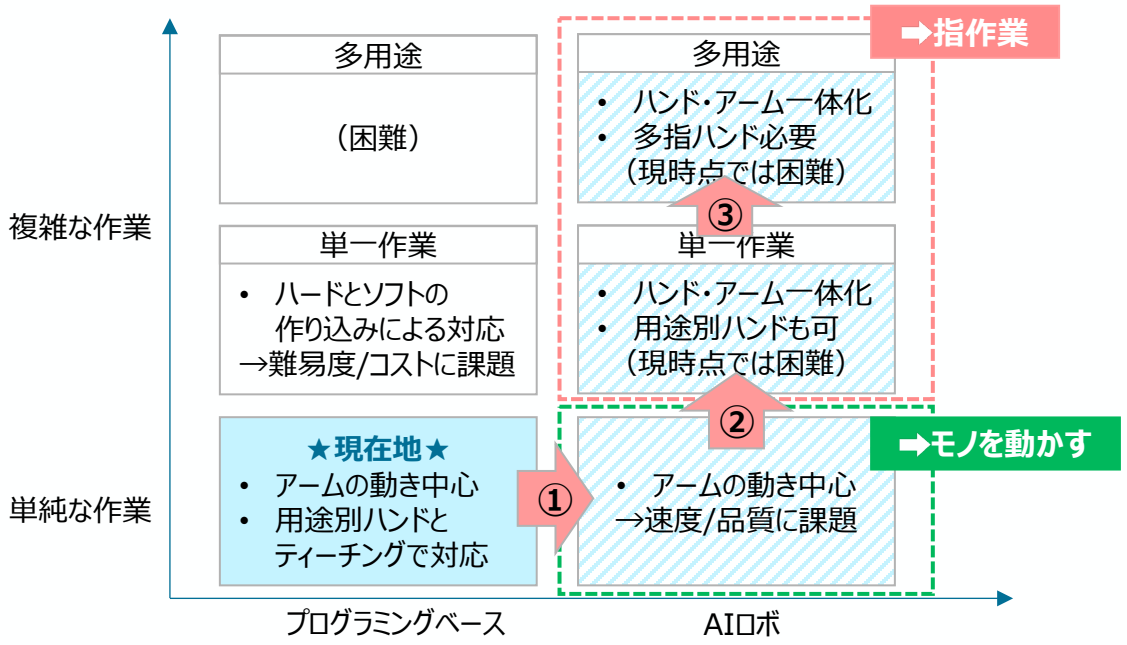
1	経路計画の課題（どこを通るか）	自己の位置・環境変化が理解できずに停止	通れるかの判断を誤り、迂回し続ける・進めない
2	歩行制御の課題（どう歩くか）	狭隘部や雑然環境での動作が安定しない	動作制御を誤り転倒や立ち往生する

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は得意である一方、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に特化型のデータセットや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（多品種少量生産）

導入目標			
2030年	16万台	2040年	221万台

短　期			2030年頃	中　長　期	
塗装	機械加工	検査（外観・官能）		開梱・梱包	組立
溶接	部品供給・取出し	仕上げ		清掃（設備清掃含む）	段取り替え
工程間搬送	入出荷				

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

市場課題

① 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ことが必要。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ため、製品の品種を変更する度に段取り替えや治具調整等が発生する。こうした中、ロボットによる自動化には、設備の購入に加えて工場レイアウトや工程も自動化に適した形に見直す必要があるが、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い。また、ロボットや関連機器の接続作業は複雑であることから、費用・技術の両面で中小企業にはロボットの導入負担が高いことが課題。

② ロボット教示・オフラインプログラミングを担えるロボットの実装人材や運用・保守人材が不足。

対応施策

① 技術・事業フェーズに応じた段階的な導入支援を進めるとともに、既存の各種導入支援策の継続的な制度見直しを検討する。実証段階ではデータ収集・評価・モデル開発を前提とした支援、本格導入段階では継続導入に向けた需要家のリスク軽減策を講じる。
機能モジュール、インターフェース、安全性論証・認証の標準化・共通化を進めるとともに、ロボット・周辺機器の接続・統合を容易にする共通ソフトウェア基盤として、ROS 2 等のオープンなミドルウェアの活用を促進するための開発環境整備等を進める。また、AIロボティクスの中核拠点であるCenter of Excellence（CoE）のモックアップ環境で検証し、Sim2Realギャップを低減させることにより、案件ごとの個別作り込みによる立上げコストの低減や実装期間の短縮を図る。
併せて、老朽化したビンテージ加工機から、段取り替え工程を組み込んだ工程集約型加工機への設備更新を促進する。

② AIとロボティクスの双方に跨る実装・運用・保守人材を育成し、SIer機能の裾野拡大と高度化を進める。CoEを活用し、評価・安全・運用まで含めた実践教育、共同研究・実証、ハッカソン等を実施する。
また、中小製造業へのロボットの円滑な導入をサポートするコーディネーター人材の育成を図る。

主な制度課題

① AIロボットの導入など自動化に向けた既存工場の拡張や新規工場の建設において、敷地内の生産施設の立地スペースや工場用地の確保が課題。

② 産業用ロボット（定格出力が小さく労働者に及ぼす危険が少ない（80W以下）ものを除く）であって、規制対象機械が労働者に危険を生ずるおそれがあるものは、柵や囲い等の措置が必要。この規制の在り方を含め、機械の自律・遠隔運転の安全規制・安全基準等が必要。AIロボットを用いた作業についても、安全規制・安全基準等の整理が必要。

③ 複数のAIロボットを自律充電させる運用では、リチウムイオン電池等の発火リスクを踏まえ、消防法・火災予防条例に基づく防火基準との整合性を整理する必要がある。

④ 工場内における円滑な無線利用に向けた検討。

対応施策

① 生産施設の拡張スペースや新規建設用の工場用地の確保に向けて、地域未来投資促進法の枠組みの下、工場立地法で定める緑地面積率等について、地域の実情を踏まえて条例で定めることができる制度（下限１％）や、産業用地整備に係る支援制度を創出すべく、2026年６月に、地域未来投資促進法の改正法が公布され、今秋の施行を予定。

②～④ 各制度課題について、労働安全衛生法、消防法、電波法など、各制度の所管省庁と連携して、対応策の検討に取り組む。

- 労働安全衛生法については、自律・遠隔運転を行う機械の使用が想定される作業の内容、周辺環境、運転制御方式、技術水準等を把握した上で、作業ごとに必要な安全義務、技能要件、機械の技術水準について検討すべき項目を専門家検討会において整理しているところ、その結果を踏まえ、AIロボットを含めた個別の機械ごとに求められる措置の検討を進める。
- 消防法については、多品種少量生産における複数台ロボットの無人自律充電について具体的な課題事例等の実態を踏まえ、消防法・火災予防条例に基づく防火基準との整合性確保に向けた運用を整理する。

製造業（多品種少量生産）

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
①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	ティーチングレス溶接パス自動生成・補正
	溶接条件の最適化が難しく、品質が安定しない	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
②塗装	新製品対応のたびに多くの教示・調整工数がかかる	塗装パスの自動生成・補正
	塗装ブースの壁面や設置したワークにロボが衝突する	塗装ブース内ロボ動作干渉シミュレータ
	塗装ムラや膜厚ばらつきが発生し、品質が安定しない	塗装の出来栄え評価(意匠物の場合)
		対象物の輪郭・向きの3D形状認識
		搬送・回転治具との同期塗装制御
③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	マップのリアルタイム更新
		人混在環境での安全走行制御
	狭い通路での搬送が困難	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）
	複数のロボによる渋滞や空走により稼働率が低下	複数台ロボットの運行計画・協調制御
		他の移動体位置情報との統合マップ

④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を、高度な認知と判断により代替
  - ➢ 工作機械に加工データを学習させたAIを搭載することで、作業者の経験に依存していた加工条件を自動で設定し、品質や加工時間のばらつきを抑制
- 工場の機器へのロボット接続の簡易化等による導入障壁の低減
  - ➢ ロボットとPLCなど関連機器の接続方法の簡易化や接続した機器間での自動認識の実現
- 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
  - ➢ ワーク着脱ロボットを搭載し、複数の加工機能を集約した工程集約型加工機を用いることで、段取り作業等を大幅に削減し、生産性・加工精度を向上
- 工作機械や産業用ロボットなどの生産装置間について、段差に強い自動搬送車を用いて接続することで、生産ラインの自動化率を向上
- 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
  - ➢ 生産装置に、その稼働・故障データ等を学習したAIを搭載することで、熟練作業員の知覚に依存していた装置の保全を自動化し、装置の故障や工具破損等による突発停止を予兆・回避
- 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
- 生産実績・稼働情報等を学習したAIによる生産計画のリアルタイム構築
- 多用途ロボットの導入による自動化コストの低減
  - ➢ 組立対象に合わせて、動作を柔軟に自動生成できるロボットを用いることで、ロボットの導入台数を減少させ、組立工程の自動化における経済合理性を確保
  - ➢ 多用途ロボットの導入に向けた通信・バッテリー・ハンド着脱などに関するインターフェースの標準化

対応施策		
	短期	①　溶接条件・品質・不良情報等の現場データをAI-Ready化し、学習・評価・改善の循環を構築する。 ②　塗装品質データを蓄積し、認識・計画・制御・品質評価を一体で改善できる評価基盤を整備する。 ③　工場内設備や他搬送体とも連携できる共通基盤とインターフェースを整備する。
	中長期	④　製造AX（AI Transformation）拠点構想を推進する。具体的には、多様なメーカーの生産装置の加工・稼働情報など製造現場で生成されるデータの収集や異種データを統合した製造データベースの構築を図るとともに、製造データベースを活用したAIモデルを組み込み、生産の効率化・省人化等に資する機能を提供する製造プラットフォームの開発を支援する。 また、製造現場の多様な異種データを処理することのできるロボット基盤モデルの開発を支援する。 さらに、力覚・画像・音・振動等を含むマルチモーダルデータのAI-Ready化、データスペース整備、CoEでの評価ベンチマーク整備等を進める。

造船

短　期			2030年頃	中　長　期	
清掃	塗装（難易度低）	歪取り		塗装（難易度高）	溶接（板継等）
運搬	検査	線上加熱		取付（船殻・艤装）	足場架設
溶接（隅肉）				電線敷設	ボルトナット締め

□ 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

市場課題

① 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が課題。
② 造船業界内のAIロボティクス人材の確保・育成が十分に進んでいない。
③ 造船業界でのAIロボティクスの実装を進める前提として、業界全体でデータセットや評価環境等の共通化が進んでいない。

対応施策

① 検査、運搬、隅肉溶接、難易度の低い塗装等の短期タスクを先行領域としてAIロボットを重点的に導入する支援策を措置し、先行現場での実装を通じたユースケースを蓄積し、一気に横展開を進める。また、AI生産工程シミュレーション基盤、機能モジュール、インターフェース、安全性論証・認証の標準化・共通化を進め、案件ごとの個別作り込みによる立上げコストの低減や実装期間の短縮を図る。
② 造船現場の工程、作業安全、検査実務を理解した実装人材を育成するため、AIとロボティクスの双方に跨る人材育成を進める。CoE等におけるモックアップ環境を活用し、評価・安全・運用までを含めた実践教育や共同研究・実証を行い、SIer機能の裾野拡大と高度化を図る。
③ 造船業界内で共有可能な模倣学習技術、共通データセット、評価環境、AI生産工程シミュレーション基盤を整備する。分散した現場データを、権限管理・トレーサビリティ・相互運用性を確保しつつ連携できるデータスペース型の基盤として構築し、業界横断でモデル改善と横展開を可能にする。

主な制度課題

① 産業用ロボット（定格出力が小さく労働者に及ぼす危険が少ない（80W以下）ものを除く）であって、規制対象機械が労働者に危険を生ずるおそれがあるものは、柵や囲い等の措置が必要。この規制の在り方を含め、機械の自律・遠隔運転の安全規制・安全基準等が必要。AIロボットを用いた作業についても、安全規制・安全基準等の整理が必要。
② フィジカルAIを用いた検査や外観判定等については、デジタル検査結果の品質保証上の扱い、検査結果の検証方法、誤判定時の責任分担等を整理する必要がある。
③ 自律型AI制御のロボットの誤作動による人的災害や船体を含む製品に損傷を発生した場合に備えて、AIの意思決定記録やセンサーログ等を保存・検証できる仕組みを整備する。また、メーカー、SIer、ユーザー等の間で責任範囲の明確化が必要。

対応施策

① 自律・遠隔運転を行う機械の使用が想定される作業の内容、周辺環境、運転制御方式、技術水準等を把握した上で、作業ごとに必要な安全義務、技能要件、機械の技術水準について検討すべき項目を専門家検討会において整理しているところ、その結果を踏まえ、AIロボットを含めた個別の機械ごとに求められる措置の検討を進める。
② デジタル検査の信頼性を担保するため、検査データの記録方式、真正性確認、再現可能な検証手順等の手法を整理・普及させることで、現場実装を後押し。
③ 造船現場のAI共有プラットフォームや生産工程シミュレーション基盤を前提に、アクセス権限管理、通信・データ保護、ログ管理、更新管理等のセキュリティ要件を整理。データ共有と機密保護を両立できる運用基準を整備。

造船

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
①運搬	最新工程計画に連動した最適搬送経路の選択が必要	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
	周辺環境変化に応じた安定した走行確保が必要	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・衝突防止機能
	重量や重心のばらつきにより安定した搬送が困難	重量・重心位置推定技術
	はみだし部により周囲環境の確認が困難	はみだし部の干渉チェック機能
②溶接(隅肉)	溶接線の特定と姿勢維持が困難	作業箇所(溶接線)の抽出と最適位置保持機能
	移動機能と溶接機能の連携調整が必要	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
	ケーブル等の挙動や反力により安定した作業が困難	ケーブル等の挙動予測と反力を考慮した移動・動作
	作業条件ごとの設定作成・連携が煩雑	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)
③塗装(難易度低)	塗装対象位置の特定が困難	塗装作業箇所の自動認識
	作業条件ごとの設定作成が煩雑	AI生産工程シミレーション基盤との連携と塗装作業情報のAI自動生成
	可燃性雰囲気や静電気で安全確保が困難	対環境対策(防爆、ミスト、静電気等の安全対策)
④検査	傾斜・垂直部・狭隘部での安定した走行が困難	傾斜部・垂直部・狭隘部の走行機能
	計測データ量が多く即時判断が困難	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

⑤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ュピュレータ開発
- 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)

対応施策	短期	① 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を整備し、自己位置推定、周辺検出、起伏・ギャップ回避・踏破技術を高度化する。あわせて、重量・重心位置推定、はみ出し部の干渉チェック、複数台制御を進め、船内特有の狭隘・段差・複雑動線環境に対応する。 ② 共同利用可能な模倣学習と溶接データセットを整備し、溶接線抽出、最適位置保持、5感フィードバック、複雑動作制御の高度化を進める。あわせて、プログラミング済み協働溶接ロボットとAI自律移動ロボットの融合、ケーブル挙動や反力を考慮した移動制御、Sim2Real環境での検証を進める。 ③ 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連携した塗装作業情報の自動生成を進める。加えて、防爆、ミスト、静電気等への対環境・安全対策を標準化し、塗装工程での安全な自動化を可能にする。 ④ 傾斜部・垂直部・狭隘部の移動機構・制御を高度化するとともに、計測情報の高速処理と判定技術を整備する。さらに、デジタル検査結果を活用可能とするため、検査データの標準形式化、保存、追跡、検証手段を整備し、検査工程の自動化と信頼性向上を両立する。
	中長期	⑤ 中長期では、板継溶接等を含む高度作業を対象に、複雑作業対応マニピュレータ、5感フィードバック、省電力化、メンテナンスフリー化、複数台協調制御を重点研究開発テーマとして推進する。CoEで物理空間とサイバー空間を一体運用し、模倣学習、評価ベンチマーク、シミュレーション検証を回す。

物流（倉庫・輸配送）

導入目標			
2030年	8万台	2040年	160万台

	短　期		2030年頃	中　長　期	
倉庫	荷積み	搬送	入庫・格納	梱包	ピースピッキング（多品種）
	パレタイズ	荷卸し	ピースピッキング（少量種）		
	ケースピッキング				
輸配送	荷下ろし、受領・署名、不在時対応	配送			

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

市場課題

① 物流は労働集約型かつ過酷な労働環境下（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）。こうした背景もあり、物流業界におけるAIロボットの導入余地は大きく、既に開発・導入が始まっているタスクも多いものの、業界全体における社会実装にまでは至っていない。
② 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。
③ 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。

対応施策

① 倉庫内搬送、入庫・格納、パレタイズ、荷積み・荷卸し、ケースピッキング、配送等の短期タスクを先行領域としてAIロボットを重点的に導入する支援策を措置し、成立したユースケースを一気に横展開する。導入台数の拡大だけでなく、現場データと運用ノウハウを蓄積し、評価・検証を経てモデル改善へ還流させる循環を構築する。
② 技術・事業フェーズに応じた段階的導入支援を講じる。実証段階ではデータ収集・評価・モデル開発を前提とした支援、本格導入段階では継続導入に向けた需要家のリスク軽減策を講じる。あわせて、複数台制御や周辺システム連携を前提とした共通基盤・標準インターフェースを整備する。
③ 小規模事業者でも導入しやすいよう、再利用可能な機能モジュール、エンドエフェクター、ソフトウェア基盤等の標準化・共通化を進める。また、CoEを含めて、複数事業者で共有可能なモックアップ環境を活用し、実装案件ごとの個別作り込みによる立上げコストの低減や実装期間の短縮を図る。

主な制度課題

① 産業用ロボット（定格出力が小さく労働者に及ぼす危険が少ない（80W以下）ものを除く）であって、規制対象機械が労働者に危険を生ずるおそれがあるものは、柵や囲い等の措置が必要。この規制の在り方を含め、機械の自律・遠隔運転の安全規制・安全基準等が必要。AIロボットを用いた作業についても、安全規制・安全基準等の整理が必要。
② 複数のAIロボットを自律充電させる運用では、リチウムイオン電池等の発火リスクを踏まえ、消防法・火災予防条例に基づく防火基準との整合性を整理する必要がある。
③ 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、建築基準法に基づく防火壁など物理的障壁への対応が必要。

対応施策

① 自律・遠隔運転を行う機械の使用が想定される作業の内容、周辺環境、運転制御方式、技術水準等を把握した上で、作業ごとに必要な安全義務、技能要件、機械の技術水準について検討すべき項目を専門家検討会において整理しているところ、その結果を踏まえ、AIロボットを含めた個別の機械ごとに求められる措置の検討を進める。
② 物流業における複数台ロボットの無人自律充電について具体的な課題事例等の実態を踏まえ、消防法・火災予防条例に基づく防火基準との整合性確保に向けた運用を整理する。
③ 関係省庁が連携し、防火区画をまたぐ自動搬送機器の標準設計指針、連動要件、性能確認手法を策定する。感知器作動による防火区画形成空間を回避する無人搬送マテハンや、コンベアと防火シャッターの連動設備の全国的整備を進める。（各関係ガイドライン参考）。

物流（倉庫・輸配送）

技術課題

短　期　　**2030年頃**　　**中　長　期**

	現状の課題	必要となる技術
①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	マップのリアルタイム更新 人混在環境での安全走行制御
	狭い通路での搬送が困難	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)
	複数のロボによる渋滞や空走により稼働率が低下	複数台ロボットの運行計画・協調制御 他の移動体位置情報との統合マップ
②荷積み	多様な箱形状による把持ミスや箱潰れのリスク	多様なケース形状、荷姿に適応したグリッパ 重量センサーによる荷積みロジック
	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	3D積載シミュレーションとロボット制御連携
	ドライバーの停車位置のばらつき	トラック荷台との自動位置合わせ機構
③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	入荷形態、ケース形状、荷姿に対応する多機能グリッパ、積付計算
	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	3D積載シミュレーションとロボット制御連携
	関連設備・システムとの連携構築の負荷が高い	WMS・WES等とのI/F標準化
④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）	コンベア追従のピック軌道自動生成
	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	乱雑棚、多品種への対応力とスピードの共存
	品種追加の度に詳細な教示が必要	品種追加時の教示負荷削減・ティーチングレス化
	サイズ違いの箱ごとに治具交換が必要で連続ピックが難しい	治具の自律的な切り替え制御 多様なサイズに対応可能な汎用グリッパ

⑤中長期で対処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

対応施策	短期	①　マップのリアルタイム更新、人混在環境での安全走行制御、狭小動線対応の搬送機構、狭路走行制御、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を開発する。倉庫管理システム等との連携を前提に、システム間インターフェースと運用設計を標準化する。 ②③多様なケース形状・荷姿に適応した汎用グリッパ、重量センサーを用いた荷積みロジック、3D積載シミュレーションとロボット制御の連携、トラック荷台との自動位置合わせ機構を整備する。現場で得られる荷姿・破損・積載効率データをAI-Ready化し、積載最適化モデルの改善に還流する。 ④　乱雑棚・多品種対応と速度を両立する認識技術、品種追加時の教示負荷削減・ティーチングレス化、治具の自律切替制御、多様サイズ対応の汎用エンドエフェクターを開発する。また、倉庫内の棚情報、SKU情報、作業結果を標準化し、データセット化してモデル改善を進める。
	中長期	⑤　物流現場データを活用したロボット基盤モデル・個別モデルの開発を進める。特に、荷姿認識、柔軟ハンドリング、例外処理、丁寧なプレイス制御、配送時の公道環境理解を重点ユースケースとして、データセット整備、シミュレーション環境、評価ベンチマークを構築する。

建設・土木

導入目標			※建築分野との合計値
2030年	3万台	2040年	62万台

短　期　　2030年頃　　中　長　期

短期

施工

土工・ICT土工

- 現場内小運搬
- 掘削
- 積込
- 運搬
- 敷均
- 清掃

維持管理

- 維持管理（点検）土木インフラ
- 清掃・除草・除雪

調査・測量・検査（災害対応含む）【情報把握】

中長期

施工

舗装・ICT舗装

- 路床工
- 路盤工
- 敷均
- 転圧

土工・ICT土工

施工全体

維持管理

- 維持管理全体

調査・測量・検査（災害対応含む）〔現場作業〕

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

※ここでは建設・土木分野におけるタスクの一部を記載

市場課題

① 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AI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に加えて、現場条件の違いにより効果が不透明であるため、導入が進みにくい状況にある。
② AIロボティクスを開発・実装・運用できる人材の不足といった課題もある。

対応施策

① 調査・測量・検査、土工、維持管理（点検）清掃・除草・除雪を先行領域として技術開発を進め、実証フェーズではデータ収集・評価・モデル開発を前提とした支援、本格導入フェーズでは官需も活用した継続需要の確保を進める。また、先行現場で成立したユースケースによる導入効果の見える化を進める。さらに、施工条件や現場条件の違いによる知見や経験を集積・活用できる枠組みを構築しつつ、共通データ形式、シミュレーション、評価手法、インターフェースの標準化を進める。
② 建設機械、施工管理、点検実務等の現場の知見と、AIやロボティクスの双方に跨る知見を有した人材育成を進める。現場での試行・活用を通じた人材育成を推進し、技術の円滑な普及を図るとともに、得られた知見・経験を蓄積・共有する仕組みを構築する。

主な制度課題

① AI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）や積算基準の整備が必要。
② 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や普及を促進する技術共通基盤（共通プラットフォーム）の整備が進んでいないことが課題。
③ 維持管理（点検）では、構造物の健全性把握は人の技能に現状依存しており、技術開発の指針となる知見の形式知化が十分でない。
④ 産業用ロボット（定格出力が小さく労働者に及ぼす危険が少ない（80W以下）ものを除く）であって、規制対象機械が労働者に危険を生ずるおそれがあるものは、柵や囲い等の措置が必要。この規制の在り方を含め、機械の自律・遠隔運転の安全規制・安全基準等が必要。AIロボットを用いた作業についても、安全規制・安全基準等の整理が必要。

対応施策

① ロボット施工・点検を前提とした出来形管理、品質管理、安全要件、点検項目・手法、積算基準を整備する。実証結果を踏まえ基準改定に反映する。
② 産学官の多様な関係者が利用できる共通プラットフォームを整備し、データ形式、API、評価手法、シミュレーション環境を共通化することにより、個社ごとの閉じた開発から、現場実装と横展開を可能にする開発体制へ移行する。
③ 熟練者の点検判断、変状評価、補修要否判断等をデータ化・形式知化し、点検AIの高度化に向けて評価手法を整理するとともに、点検の知見を標準化し、技術開発と制度整備の双方の基盤とする。
④ 自律・遠隔運転を行う機械の使用が想定される作業の内容、周辺環境、運転制御方式、技術水準等を把握した上で、作業ごとに必要な安全義務、技能要件、機械の技術水準について検討すべき項目を専門家検討会において整理しているところ、その結果を踏まえ、AIロボットを含めた個別の機械ごとに求められる措置の検討を進める。
⑤ 「自動施工における安全ルール（令和7年３月）」を策定済みであり、今後、現地試行等を通じて、無人建設機械のさらなる安全対策の向上や、AIロボット等の安全対策を検証していく。

建設・土木

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
①土工 掘削・積込・運搬・敷均・清掃・ 現場内小運搬	人・他機械・障害物との衝突等の懸念があり、安全性の確保が困難	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
	粉塵や地形変化、GNSS不良環境などでの環境認識および自己位置特定が困難	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
	自動化技術の個別開発は非効率	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
	部分的な自動化が全体の作業最適化に繋がるか不透明	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
②調査・測量・検査 （災害調査含む）	不整地・斜面での安定した走行が困難	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特定が困難	GNSS不良環境での自己位置推定技術の確立
	部分的な自動化が全体の作業最適化に繋がるか不透明	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
③維持管理（点検）土木インフラ	暗所や視界不良では画像品質・認識が低下する	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
	障壁のある環境やGNSS不感地帯では移動・自己位置推定が困難	移動時の障壁への対応やGNSS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・鉄道など多様な現場条件での適用確認が必要	橋梁・トンネル・下水道・鉄道など多様な現場条件での技術適用性の検証

④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

※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

対応施策	短期	①　人・重機・資材が混在する現場を含め、安全な作業計画・制御技術を高度化する。施工計画、動線、積載状態を踏まえた協調制御、危険予測、実時間制御を開発し、部分自動化でも現場全体の作業最適化につながる運用設計を進める。また、土木研究所OPERAなどの既存の技術共有基盤をAI開発向けに改良・拡張し、複数の建設機械やロボットを含む施工工程全体の最適化基盤を整備する。データ共有、シミュレーション、評価手法、複数台協調制御を統合し、現場全体の作業最適化を検証可能にする。 ①②不整地・斜面対応の走行機構、GNSS不良環境での自己位置推定、粉塵・視界不良下でも機能するセンシング・エッジ基盤を強化する。 進捗に応じて変化する地形や障害物を反映できる地図更新・環境認識技術を整備する。 ③　低照度・視界不良環境でも安定した点検ができる画像取得・処理技術、大量画像から必要な変状を過不足なく検出する判定技術、高度SLAMを開発する。また、橋梁・トンネル・下水道・鉄道等の多様な現場で検証を進め、点検データの標準形式化とデジタル検査の実装基盤を整備する。
	中長期	④　建設・土木向けのロボット基盤モデル・個別モデルの開発を進める。施工・点検・災害対応の現場データをAI-Ready化し、シミュレーションと実機を往復する検証環境を整備し、熟練オペレーター相当の自動操作と複数機械協調の高度化を図る。

建築

導入目標 ※建設・土木分野との合計値			
2030年	3万台	2040年	62万台

短 期	2030年頃	中 長 期		
墨出し	測定・検査・記録	土工事	躯体工事	区間整理
清掃	垂直搬送	外装工事	内装工事	清掃片付け
	水平搬送	設備工事	仮設工事	測量
		外構工事	資機材管理	

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

市場課題

① 就労者の高齢化や入職者の減少等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、清掃片付け等の高度な技能を要しない作業にも人手が多くかかっており、技能労働者の生産性を阻害。こうした背景もあり、建築業界におけるAIロボットの導入余地は大きく、既に開発・導入が始まっているタスクも多いものの、業界全体における社会実装に至っていない。
② 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AIロボットを扱う能力を有する人材が確保できない状況。

対応施策

① 測定／検査／記録、墨出し、清掃、垂直搬送、水平搬送を先行領域としてAIロボットを重点的に導入する支援策を措置し、高度技能を要しない周辺作業から自動化する。これにより、技能労働者を本来の専門工事に再配置し、生産性を向上させる。また、現場データと運用ノウハウを蓄積し、評価・検証を経てモデル改善へ還流させる循環を構築するとともに、他現場への横展開を進める。
② 個社ごとにゼロから設計・構築することを避けるため、機能モジュール、インターフェース、データ形式、安全論証の標準化・共通化を進める。また、CoEを含めて研究拠点やモックアップ環境を活用し、建築現場向けの実装教育を行い、システムに関する広範囲なサービス提供を行う企業や組織等の機能の裾野拡大と高度化を図る。

主な制度課題

① 産業用ロボット（定格出力が小さく労働者に及ぼす危険が少ない（80W以下）ものを除く）であって、規制対象機械が労働者に危険を生ずるおそれがあるものは、柵や囲い等の措置が必要。この規制の在り方を含め、機械の自律・遠隔運転の安全規制・安全基準等が必要。AIロボットを用いた作業についても、安全規制・安全基準等の整理が必要。
② 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、道路交通法における走行ルールの整理等が必要。
③ 建築中の建物内、敷地内、敷地外でのドローンに関する、航空法上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、コストも高い。
④ 墨出しでは、測量機とロボットの通信に関し、より高速大容量かつ広範囲で通信可能な無線システムが必要。

対応施策

① 自律・遠隔運転を行う機械の使用が想定される作業の内容、周辺環境、運転制御方式、技術水準等を把握した上で、作業ごとに必要な安全義務、技能要件、機械の技術水準について検討すべき項目を専門家検討会において整理しているところ、その結果を踏まえ、AIロボットを含めた個別の機械ごとに求められる措置の検討を進める。
② 工事現場と建設事務所等をまたぐ運用を想定し、公道走行時のルール、責任分界、運用条件を整理する。特に、屋外をまたぐ建築ユースケースに即した制度整理を進める。
③ 測定・検査・記録におけるドローン活用を見据え、飛行申請の要否・範囲・手続の明確化を進める。これにより、専門業者依存による高コスト構造を緩和し、現場実装を進めやすくする。
④ 墨出しユースケースに即して、通信方式、運用条件、必要な制度整理を進める。技術面では、通信制約下でも運用可能なアーキテクチャを整備し、制度面では広範囲実施に支障が出ないルールの明確化を図る。

建築

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
①墨出し	BIMから必要情報の抽出・変換負荷が高い	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
	段差等での安定した走行が困難	段差等に対応した現場走行機構
②測定/検査/記録	建築現場で求められる測定精度の確保が困難	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 ・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 ・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　等
	現場状況の変化の反映が煩雑	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
	BIM、施工管理システムと現場データの連携が不十分	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
	段差等での安定した走行が困難	段差等に対応した現場走行機構
③水平搬送	段差やスロープでの搬送が困難	段差・スロープ対応の現場走行機構
	建築現場により通信環境が不安定	搬送範囲の通信環境の確立
	作業動線の変更の反映が煩雑	日々変化する作業動線に応じたMAP作成
	揚重計画との連携が難しい	現場の揚重計画との連携
	搬入物情報の把握と仕分けが煩雑	搬入物の種類、形状、重さ及び目的地の自動取得機能
④垂直搬送	人・障害物との衝突等の懸念があり安全性の確保が困難	人・障害物の接近検知視覚認識
	複数ロボによる渋滞や空走により稼働率が低下	複数台ロボットの運行計画・協調制御
	仮設エレベータとのスムーズな接続が困難	仮設エレベータとの自動連係機能
	外扉の開閉に人手を要する	外扉の自動開閉機能

⑤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。

対応施策	短期	①　BIMから墨出しに必要な情報を自動抽出・変換する機能を整備し、測量機・ロボット・施工管理データを接続する共通基盤を構築する。また、段差等に対応した現場走行機構を高度化し、墨出し作業の自動化範囲を広げる。 ②　高精度センシング、ミリ単位計測、画像認識・判定技術を整備するとともに、BIM・施工管理システムと連携し、記録場所・タイミング・巡回経路を自動生成する機能を開発する。また、動的MAP生成と段差対応走行機構を整備し、現場実装とデータ還流を一体で進める。 ③④仮設エレベータ、外扉、搬送ロボット間のインターフェースを標準化し、建築現場の搬送系設備とロボットを一体で設計するとともに、建築現場での動線計画・揚重計画と連携した運用設計を進める。また、搬送範囲の通信環境整備、リアルタイムMAP更新、人・障害物検知、複数台ロボットの運行計画・協調制御を進める。さらに、搬入物の種類・形状・重量・目的地の自動取得機能と、揚重計画・施工計画との連携を実装し、現場全体での搬送最適化を図る。
	中長期	⑤　建築現場データを活用した基盤モデル・個別モデルの開発を進め、多様な施工条件への適応、自律作業、人とロボットの役割分担を含む現場全体最適化を実現する。また、施工自動化を前提としたBIM活用方法、シミュレーション・検証環境、評価ベンチマークを整備する。

インフラ保守

短　期	2030年頃	中　長　期
巡回点検 燃料荷役設備保守 LNG基地設備保守		設備の運転（環境）監視・テスト 設備の点検・工事・修繕 設備管理操作 機器の分解・組立

～～ 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

市場課題

① 少子高齢化が進み、インフラ保守分野における人手不足が深刻化している。こうした背景もあり、インフラ保守業界におけるAIロボットの導入余地は大きいため、発電所・変電所・プラント等各サイトでの無人化を目指す動きがみられる。例えば、ドローンを含めたAIロボットを活用し、平時の巡回点検や災害時の事故状況の把握への活用が一部で始まっているが、業界全体としての社会実装に至っていない。
② ロボットの導入にあたっては複数台の導入や周辺システムとの連携が必要となるケースが多く、システム連携・保守費用も高額傾向となる点が課題。
③ インフラ保守業界においてAIロボティクスの開発・実装・運用を担う人材が不足している。

対応施策

① 巡回点検を先行領域としてAIロボットを重点的に導入する支援策を措置するとともに、発電所・変電所・プラント等の現場ごとに、遠隔運用、保全、点検業務との接続を含めた実装モデルを整備し、成立したユースケースを「現場ファースト運動」を用いて一気に横展開する。
② 点検・保全・遠隔監視の既存システムとの接続や複数台のAIロボットの連携等を円滑に行うことができるようにするとともに、個社ごとにゼロから設計・構築することによる導入コストの増加を避けるため、機能モジュール、インターフェース、データ形式、安全論証の標準化・共通化を進める。
③ CoEを含めてモックアップ環境を活用し、AIとロボティクスの双方に跨る実装人材、遠隔運用人材、保全人材を育成する。

主な制度課題

① ドローンの運用拡大にあたって、航空法上の特定飛行、レベル4飛行、機体認証・操縦者技能証明等について、関係法令・施設管理者手続との整合を整理する必要がある。また、点検映像には通行人や車両等が映り込む可能性があることから、個人情報保護法等の関係を明確化する必要がある。
② 産業用ロボット（定格出力が小さく労働者に及ぼす危険が少ない（80W以下）ものを除く）であって、規制対象機械が労働者に危険を生ずるおそれがあるものは、柵や囲い等の措置が必要。この規制の在り方を含め、機械の自律・遠隔運転の安全規制・安全基準等が必要。AIロボットを用いた作業についても、安全規制・安全基準等の整理が必要。

対応施策

① ドローン点検の導入類型を整理し、航空法や個人情報保護等との関係で飛行ルール、撮影範囲、データ取得・保存・利用等のルールを明確化する。
② 自律・遠隔運転を行う機械の使用が想定される作業の内容、周辺環境、運転制御方式、技術水準等を把握した上で、作業ごとに必要な安全義務、技能要件、機械の技術水準について検討すべき項目を専門家検討会において整理しているところ、その結果を踏まえ、AIロボットを含めた個別の機械ごとに求められる措置の検討を進める。

インフラ保守

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
①巡回点検	屋外・高温低温環境では故障が発生しやすい	点検現場での高耐熱・耐寒・防水防塵のロボ構造設計
	複数のロボによる巡回範囲の重複や空走により稼働率が低下	複数台ロボットの運行計画・協調制御
	バルブ・スイッチ・扉の操作には指先の動作が必要	バルブ開閉、スイッチ押下、多種扉の開閉
	異常の適切な検知が困難	画像・センサーによる異常検知・判断（異音、漏洩等）
	複雑狭隘環境での安定した移動が困難	複雑狭隘環境の移動機構・制御

※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。

②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

対応施策	短期	① 高温・低温・降雨等に耐える堅牢設計を進め、インフラ現場特有の過酷環境で連続運用できる仕様を確立する。 また、複数巡回ロボットを統合的に管理する群制御基盤を整備する。具体的には、巡回ルート・担当エリア・引継ぎ地点・優先順位を共通ルールとして標準化し、地図・点検データ・異常情報を共有できるようにするとともに、通信途絶時や故障時にも他機が代替巡回できる運用設計を進める。 さらに、実証を通じて施設内の動線、充電、昇降設備、保安設備との接続条件を整理し、複数巡回ロボットの運用に必要なインフラ要件を明確化する。
	中長期	② バルブ、スイッチ、扉といった多様な対象物を扱えるエンドエフェクタの共通基盤を整備し、用途別の作り込みを低減する。 また、現場ごとに散在するデータを共通形式で蓄積し、設備の運転・点検・工事・修繕等の支援レベルの高度化や横展開を可能にする。 さらに、CoEを含めて発電所・プラント等のモックアップ環境を整備し、Sim2Real環境の下で継続的にモデル改善を進める。

小売

導入目標			
2030年	7万台	2040年	153万台

短　期	2030年頃	中　長　期
清掃（店舗） 品出し（飲料） 調理 品出し（その他）		清掃（機器） 接客（レジ）

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）

～～ 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

市場課題

① 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「省力化投資促進プラン―小売業―」に基づき必要な対策に取り組んでおり、ロボットを活用した店舗やＡＩ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。
② AIロボットの初期投資が高額であり、導入コストが見合わないことや、補助制度も中小企業に限られていることが課題。
③ 小売業界においてAIロボティクスの開発・実装・運用を担う人材が不足している。

対応施策

① 品出し（飲料）・清掃（店舗）を先行領域としてAIロボットを重点的に導入する支援策を措置し、成立したユースケースを一気に横展開する。導入台数の拡大だけでなく、現場データと運用ノウハウを蓄積し、評価・検証を経てモデル改善へ還流させる循環を構築する。
② 技術・事業フェーズに応じた段階的導入支援を講じるとともに、店舗で共通利用しやすい機能モジュール、インターフェース、データ形式の標準化・共通化を進める。
③ CoEを含めてモックアップ環境を活用し、AIとロボティクスの双方に跨る実装人材、遠隔運用人材、保全人材を育成する。

主な制度課題

① 産業用ロボット（定格出力が小さく労働者に及ぼす危険が少ない（80W以下）ものを除く）であって、規制対象機械が労働者に危険を生ずるおそれがあるものは、柵や囲い等の措置が必要。この規制の在り方を含め、機械の自律・遠隔運転の安全規制・安全基準等が必要。AIロボットを用いた作業についても、安全規制・安全基準等の整理が必要。

対応施策

① 自律・遠隔運転を行う機械の使用が想定される作業の内容、周辺環境、運転制御方式、技術水準等を把握した上で、作業ごとに必要な安全義務、技能要件、機械の技術水準について検討すべき項目を専門家検討会において整理しているところ、その結果を踏まえ、AIロボットを含めた個別の機械ごとに求められる措置の検討を進める。

小売

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
①清掃（店舗）	狭い通路や什器下の走行が困難	狭通路・什器下対応の小型走行機構
	清掃漏れが発生し清掃品質が安定しない	汚れ・ごみを検知する床面認識技術
	複数のロボによる清掃範囲の重複や空走により稼働率が低下	複数台ロボットの運行計画・協調制御
	人との衝突等の懸念があり安全性の確保が困難	人混在環境での安全走行制御
	保守負荷が高いと店舗での運用が困難	日々のメンテナンスが容易な機構
②品出し（飲料）	乱雑な棚における商品の位置把握が困難	乱雑な棚の状態認識
	対象物が滑りやすく落下しやすい	滑りやすい対象物の把持機構・制御
	棚割変更時の品出しパターンの修正が煩雑	棚割データに基づく自動品出しパターン生成
	多種類、多頻度な入れ替えにより商品の識別/認識が困難	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
	バックヤードと商品棚間の安定した移動が困難	バックヤード⇔商品棚間の移動制御
	店舗ごとに異なる条件への対応が煩雑	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）

※短期タスクのうち、主なタスクを選定し掲載。

③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

対応施策	**短期**	① 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・回避機構を開発する。また、店舗従業員が扱いやすいよう、保守・清掃・消耗品交換が容易な機構を標準化する。 ② 棚状態認識、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を進める。また、SKU、棚割、在庫位置、作業結果を標準化し、現場データをAI-Ready化して、モデル改善に還流する。バックヤードから売場までの移動制御も含め、店舗内物流と売場作業を一体設計する。
	中長期	③ 指作業を伴う保守・清掃技術や、レジ・店舗内配送・簡易調理を統合した店舗運営技術を重点研究開発テーマとして進める。CoEをを含めて、店舗モックアップ環境で評価・検証・安全確認を行い、将来的には省人化店舗運営の共通基盤へ接続する。

宿泊業

短　期	2030年頃	中　長　期
備品等の運搬 防犯対応業務 荷物預かり		レストラン調理・配膳 夜間における対応作業 部屋の清掃

□ 2030年までの実装検討

市場課題

① 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、事務関係と接遇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。
② 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）

対応施策

① 防犯対応業務、備品等の運搬、荷物預かりを先行領域として重点導入し、成立しやすい共通タスクから導入実績を蓄積する。あわせて、フロント、館内搬送、客室サービス、警備の運用フローを見直し、単体ロボットの導入ではなく宿泊業務全体の省力化として効果を顕在化させる。
② 技術・事業フェーズに応じた段階的導入支援を講じるとともに、先行導入施設での効果検証を通じて費用対効果を見える化する。特に、客室数・館内構造・サービス水準の異なる施設でも展開できるよう、再利用可能な機能モジュール、共通ソフトウェア基盤等を整備する。
また、PMS、エレベータ、館内通信、鍵・入退室管理等とのインターフェースを整備する。また、宿泊施設の既存設備とロボットを一体で設計・運用できるオーケストレーション能力を高め、案件ごとの個別接続費用を低減する。

主な制度課題

① 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。また、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。
② 空間認識のためのカメラやセンサーが、宿泊客の顔や客室内などのプライバシー情報を意図せず取得してしまう場合のデータ取扱い（個人情報保護等）ルールが整備されていない。
③ 産業用ロボット（定格出力が小さく労働者に及ぼす危険が少ない（80W以下）ものを除く）であって、規制対象機械が労働者に危険を生ずるおそれがあるものは、柵や囲い等の措置が必要。この規制の在り方を含め、機械の自律・遠隔運転の安全規制・安全基準等が必要。AIロボットを用いた作業についても、安全規制・安全基準等の整理が必要。

対応施策

① 宿泊施設での避難誘導、警備、巡回、異常時対応におけるロボットの位置付けを整理する。安全性論証、責任分界、運用条件等を明確化し、導入ガイドラインや認証の在り方を検討につなげる。特に、宿泊施設、ロボット事業者、保守事業者の役割分担を明確化し、利用者への説明可能性を高める。
② 宿泊施設内で取得したプライバシー情報の扱いについて、責任分界、漏洩した際の交渉先、保障の考え方を整理する。
③ 自律・遠隔運転を行う機械の使用が想定される作業の内容、周辺環境、運転制御方式、技術水準等を把握した上で、作業ごとに必要な安全義務、技能要件、機械の技術水準について検討すべき項目を専門家検討会において整理しているところ、その結果を踏まえ、AIロボットを含めた個別の機械ごとに求められる措置の検討を進める。

宿泊業

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
①備品等の運搬/防犯対応業務/荷物預かり	複数のロボットによる渋滞や空走により稼働率が低下	複数台ロボットの運行計画・協調制御
	狭い通路での安定した走行が困難	廊下・通路等狭路走行制御 (自己位置推定精度の向上)
	階層間移動が困難	エレベータ連携可能な階層間走行機構
	多種多様な備品・人物への対応が必要	多種多様な備品・人物に対応することができる仕様
	水濡れや汚れにより衛生維持が困難、故障が発生しやすい	防水・防汚・防菌等の仕様
	システム面（APIを用いた予約データや客室ステータスの自動連携）等の多種多様な機器を連携するにあたり、コストがかかる	統一的な連携フォーマットが必要となる
	「Wi-FIの死角」など通信が届かない環境でロボットが停止する可能性	安定した通信環境の確保（メッシュWi-Fiや５G活用等）

②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

対応施策	短期	① 狭隘な館内動線を前提に、自己位置推定精度の向上、狭路走行制御、複数台ロボットの協調制御を進める。廊下、エレベータ前、客室前、ロビー等の人混在環境で安全に運用できるよう、現場データを蓄積し、評価・改善を継続する。 また、エレベータ連携可能な階層間走行機構を整備するとともに、客室備品、アメニティ、手荷物、人の通行に対応できる搬送・回避・把持仕様を検討し、館内設備との連携を前提に、客室階・共用部・バックヤードを跨ぐ運用設計を進める。 さらに、清掃・衛生管理を伴う宿泊現場に対応するため、防水・防汚・防菌を前提とした筐体・機構設計を進める。特に、客室、厨房周辺、浴場周辺等の多様な環境で連続運用できる耐環境仕様を整備する。
	中長期	② 清掃・調理等の指作業ユースケースを特定し、データセット整備や個別モデルの開発を進める。その際、CoEを含めて、客室・厨房・宴会場等を模したモックアップ環境下で、AIロボットの評価・検証を行う。 また、単一タスクごとの自動化にとどめず、調理・配膳・宴会設営・客室清掃を跨ぐロボット群制御を進める。PMSや予約情報、館内稼働状況、人員配置と接続し、宿泊施設全体のオペレーション最適化につなげる。

飲食・食品製造業

	短　期			2030年頃	中　長　期		
飲食業	案内・配膳・下膳	検品	加熱・調理（限定物(※2)）		開梱	カット	盛付	食器・調理器具洗浄
	廃棄物運搬	納品物の搬送・格納			原料洗浄・殺菌	加熱・調理（多種多様品(※2)）	清掃（設備清掃含む）	
食品製造業	盛付（限定物(※3)）	清掃（工場床面）	検査・検品		開梱	調製(※2)	盛付(※2)（多種多様品(※3)）	
	製造(※1)（限定物(※3)）	廃棄物運搬	納品物の搬送・格納		生産ラインへの原料投入(※2)	製造(※2)（多種多様品(※3)）	清掃（食品機器、製造ライン）	
	工程間搬送							

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 製造：調製後から包装までの間に行う加工（混合、発酵等）、成形、加熱等の工程をいう。
※２ 生産ラインへの原料投入、洗浄、カット、計量、前処理、配合・混合、選別、取出し等の調製、製造・盛付について、AIロボティクスによる一連の工程の自動化を目指す
※3 扱う対象が概ね一定の種類である作業には「（限定物）」と記載、多様な種類も扱う場合は「（多種多様品）」と記載

市場課題

① 食品産業の国内生産額は全経済活動の約１割を占め、飲食・食品製造業はその過半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。また、飲食・食品製造業はその大半が中小・小規模事業者であり、AIロボットの導入コストの負担が大きい。
② 「省力化投資促進プランー飲食業ー」「省力化投資促進プランー食品製造業ー」に基づき、ロボットを活用した配下膳や運搬、AI搭載カメラを活用した製造作業補助などが進展しているが、そうした動きはまだ限定的で、人手不足の解消には至ってない。
③ 作業現場は高温・低温・多湿など特殊な環境になりやすいため精密機械のロボットにとって過酷であること、厨房や作業場はスペースが限られ、段差や凹凸があるため、ロボットフレンドリーな環境ではないことが多い。また、期間限定商品等、顧客のニーズに対応するべく多品種少量生産が求められやすく、その製品特有の作業やライン切り替え、注文内容に応じた柔軟な対応が必要であり、現在も多くを人手に頼っている。

対応施策

①②飲食業における案内・配膳・下膳、廃棄物運搬、検品、納品物の搬送・格納、加熱・調理（限定物）および食品製造業における盛付（限定物）、製造（限定物）、工程間搬送、清掃（工場床面）、廃棄物運搬、検査・検品、納品物の搬送・格納を先行領域としてAIロボットを重点的に導入する支援策を措置する。それにより、先行現場での実装を通じたユースケースの蓄積と横展開を進めることで、生産性向上と人手不足の解消につなげる。あわせて、中小・小規模事業者の導入負担を軽減するため、技術・事業フェーズに応じた段階的な導入支援や、継続導入に向けたリスク軽減策を講じるとともに、AIロボットを始めとする省力化技術の現場導入に向けた人材育成や情報発信を行う。さらにガイドブック等で自動化・省力化の業界への周知を進めていく。

③ 現場向けの耐環境性能、走行・作業性能、安全性に関する機能モジュール、インターフェース等の標準化・共通化を進める。あわせて、多品種少量生産や頻繁なライン切替にも対応できるよう、CoEを含めてモックアップ環境を活用し、実証を通じて柔軟な作業判断・工程切替を可能とするAIロボットの実装を進める。

主な制度課題

① 産業用ロボット（定格出力が小さく労働者に及ぼす危険が少ない（80W以下）のものを除く）であって、規制対象機械が労働者に危険を生ずるおそれがあるものは、柵や囲い等の措置が必要。この規制の在り方を含め、機械の自律・遠隔運転に必要な安全規制・安全基準等を検討しているところ、AIロボットを用いた作業についても、併せて安全規制・安全基準等の整理が必要。
② 飲食・食品製造現場で使用するロボットは、食品衛生法に適合した部材（樹脂、ゴム、潤滑剤等）を使用し、ポジティブリスト制度（食品に接触可能な物質を限定して使用を認める制度）への適合を確認することが必要。また、異物混入防止や洗浄性を考慮したHACCP対応の衛生設計が求められる。さらに、食品工場は高湿度環境や洗浄工程を伴うため、防水・防塵性能を示すIP規格への適合も重要である。

対応施策

① 自律・遠隔運転を行う機械の使用が想定される作業の内容、周辺環境、運転制御方式、技術水準等を把握した上で、作業ごとに必要な安全義務、技能要件、機械の技術水準について検討すべき項目を専門家検討会において整理しているところ。その結果を踏まえ、AIロボットを含めた個別の機械ごとに求められる措置の検討を進める。
② 食品衛生法に適合した部材の使用やポジティブリスト制度への適合確認、異物混入防止や洗浄性を踏まえたHACCP対応の衛生設計、高湿度環境や洗浄工程を前提とした防水・防塵性能を示すIP規格への適合について、導入現場の実態や技術水準を踏まえたより詳細な要件整理を行いつつ、業界での周知を進めていく。

飲食・食品製造業

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
① 案内・ 配膳・下膳	狭い通路での安定した走行が困難	狭小動線対応の小型走行機構、狭路走行制御（自己位置推定精度の向上等）
	複数のロボットによる渋滞や空走により稼働率が低下	複数台ロボットの運行計画・協調制御
	人との衝突等の懸念があり安全性の確保が困難	人混在環境での安全走行制御
② 盛付 （限定物）	食品の把持・盛付・蓋閉め品質が安定しない	食品の輪郭・向きの３D認識、把持・盛付・蓋閉め機構・制御
	盛付・蓋閉めの度に詳細な教示が必要	ティーチングレス盛付・蓋閉め軌道自動生成・補正
	熟練技能への依存と属人化	製造現場（工場）の製造・作業データの蓄積、システムへの反映
	人との衝突等の懸念があり安全性の確保が困難	人混在環境での安全動作制御
	狭小作業場での安全性の確保が困難	狭小作業場対応の小型機構・制御
	洗浄時等の水濡れにより故障が発生しやすい	防水、耐衝撃、耐洗剤等薬品のロボット構造設計
	高い処理速度・精度が必要	高速・高精度な動作計画・制御
③ 検査・検品	納品物・夾雑物・異物・不良品の把持が安定しない	対象物の輪郭・向きの3D認識、多様な対象物の把持機構・制御
	照合データの活用のために関連システムとの連携が必要	システム等とのリアルタイム連携
	検査・検品の度に詳細な教示が必要	ティーチングレス検査・検品軌道自動生成・補正
	高い処理速度・精度が必要	高速・高精度な動作計画・制御
	洗浄時等の水濡れにより故障が発生しやすい	防水のロボット構造設計
	検品の精度が安定しない	画像・センサーによる汚損や位置のばらつきへの対応（バーコード検知等）、納品物の状態、夾雑物・異物、不良品検知・判断

④中長期で対処が求められる主な技術課題

- 商品に応じた工程順序・処理条件の自律判断技術
- 五感に関わるセンシングによる食材等の状態把握と品質制御技術
- 高度な認知・判断と柔軟ハンドリングによる多様な食材・器具等への対応技術
- 指先作業を伴う繊細な把持・操作機構・制御技術
- 指先を使う繊細作業を少ない教示で高速・高精度に再現する技術
- 多種多様な例外状況に対応する認識・判断・実行技術
- AIとロボットによる複数工程を一貫して自動化し、高速・高精度な作業と人の介在を最小限にする技術（計量、ピッキング、盛付、配置の微調整対応等）

※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

対応施策	短期	① 狭隘な店内動線を前提に、小型走行機構、狭路走行制御（自己位置推定精度の向上等）、人混在環境での安全走行制御を一体で高度化する。あわせて、複数台ロボットの運行計画・協調制御を整備し、ピーク時でも安定稼働できる運用基盤を構築する。さらに、ロボットが稼働可能な現場の環境（通路幅、段差、床材、什器配置、電源容量、バックヤード動線）を整備する。 ② 食品の輪郭・向きの3D認識、把持・盛付・蓋閉め機構、蓋閉め軌道の自動生成・補正を一体で高度化し、食品別の作業条件データをAI活用可能な体制を整備し、継続的に改善する。あわせて、防水・防汚を前提としたロボット構造設計と、高速・高精度な動作計画・制御を標準化する。人混在での安全動作制御、防水構造、狭小作業場対応の小型機構・制御、高速・高精度な動作計画を整備する。さらに、盛付品質や作業条件データを蓄積し、認識・制御・配置精度の継続改善を進める。 ③ 画像・センサーを統合した認識基盤を整備し、汚損や位置ばらつきのあるバーコード、対象物の輪郭・向き、納品物・夾雑物・異物・不良品を高速・高精度に検知・判定するとともに、多様な食品形状に対応する把持機構・ティーチングレス軌道生成・動作計画制御を高度化する。あわせて、飲食業はPOS・発注・購買・在庫システム等、食品製造業はWMS・MES等の関連システムとリアルタイムで情報をやりとりできる仕組みを標準化し、防水・耐環境性を備えたロボット構造設計と、検査・検品データの蓄積・AI活用可能な運用基盤を整備する。
	中長期	④ 飲食・食品製造現場データを活用したロボット基盤モデル・個別モデルの開発を進める。具体的には、食材の形状、物性、重量、温度、色、盛付状態、器具・設備状態等をAI活用可能な体制を整備し、五感に関わるセンシング、柔軟ハンドリング、指先作業、例外処理、工程順序・処理条件判断を重点ユースケースとして、データセット、シミュレーション環境、評価モデルを整備する。さらに、CoEを含めて現場のモックアップ環境を構築し、衛生要件を満たした現場での動作検証と継続的なモデル改善を進める。

医療

短　期			2030年頃	中　長　期		
検体・薬剤等の搬送	検査装置への投入	診察 ※		手術 ※	内視鏡検査 ※	カテーテル検査 ※
巡回支援	患者搬送（支援）	電子カルテ等への患者状態・ケア情報の記録・連携		入浴・整容・更衣	リハビリ・ADL支援	食事支援
共用部清掃	食事の配膳・下膳等	病室清掃・片付け		移乗・体位変換	排泄介助・支援	リネン交換・ベッドメイク

※ 現行では医師等の指示・監督の下で実施されるため、遠隔操作・監視等を前提に医師の業務を一部代替するロボットを想定し整理

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

市場課題

① 医療現場では、搬送・清掃支援などの周辺業務からロボット導入が進みつつあるが、ロボット本体に加え、院内導線の調整、エレベーター連携、既存システム接続、保守運用まで含めると導入負担は大きい。さらに、医療機関の規模や病棟構成、業務量によって削減工数が変わるため費用対効果を見通しにくく、診療報酬上の明確な導入インセンティブも十分ではないことから、投資判断が難しい。
② 医療分野でロボティクスを広く活用するには、機器選定、導入設計、操作教育、トラブル対応、継続改善を担う人材が必要だが、医療機関側・ベンダー側の双方で不足している。
③ 医療機関においてロボット制御を行うAIを開発および検証するためのデータが大規模には蓄積されていない。

対応施策

① 検体・薬剤等の搬送、巡回支援、共用部清掃、検査装置への投入、患者搬送(支援)、食事の配膳・下膳等、診察、電子カルテ等への患者状態・ケア情報の記録・連携、病室清掃・片付けを先行領域として重点導入し、成立したユースケースを横展開する。また、導入モデルを整理し、施設条件別の費用対効果見える化と需要家負担軽減を進める。
② 医療実務とAIロボティクス双方にまたがる実践教育、共同研究・実証、訓練を進める。医療機関とベンダーを繋ぐ人材や保守・遠隔運用を担う事業者を育成し、導入後の伴走支援体制を強化する。
③ AI開発および検証に必要となるデータを蓄積・利活用するための基盤を整備する。

主な制度課題

① 産業用ロボット（定格出力が小さく労働者に及ぼす危険が少ない（80W以下）ものを除く）であって、規制対象機械が労働者に危険を生ずるおそれがあるものは、柵や囲い等の措置が必要。この規制の在り方を含め、機械の自律・遠隔運転の安全規制・安全基準等が必要。AIロボットを用いた作業についても、安全規制・安全基準等の整理が必要。
② 診療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。あわせて、人員配置基準等との関係から、ロボット導入による効率化の効果が直ちに収支改善に結び付きにくい。
③ 診断、治療、予防、身体機能への影響を目的とするロボットについては、薬機法上の医療機器（医療機器プログラム（Software as a Medical Device; 以下、SaMD）を含む。）の該当性、承認制度の整理が必要である。あわせて、実際の診療等の場面において関連する法令、規制等を含めて整理が必要である。安全規格・安全基準、自律・遠隔運転時の規制、事故時の責任分界、リスクアセスメント、安全管理体制など、安全確保に向けた整理が必要である。
④ ロボット支援手術やSaMD等については、薬事承認と保険適用が別建てであることを踏まえ、有効性・安全性評価、保険収載、既存技術との比較、実機データを踏まえた検討が必要である。

対応施策

① 自律・遠隔運転を行う機械の使用が想定される作業の内容、周辺環境、運転制御方式、技術水準等を把握した上で、作業ごとに必要な安全義務、技能要件、機械の技術水準について検討すべき項目を専門家検討会において整理しているところ、その結果を踏まえ、AIロボットを含めた個別の機械ごとに求められる措置の検討を進める。
② 民間医療機関における導入、運用・保守、教育訓練、システム連携等の支援の在り方を検討するとともに、事業者や医療機関への伴走支援を強化する。あわせて、業務効率化や医療安全の向上等の導入効果を適切に評価する方策を検討する。
③ 自律・遠隔運転を行うロボットについて、作業内容、院内環境、運転制御方式、技術水準等を踏まえ、必要な安全義務、技能要件、技術基準を整理し、個別機器ごとの措置を検討する。あわせて、事故時の責任分界、リスクアセスメント、安全管理体制、個人情報保護・サイバーセキュリティを含む運用の在り方を整理する。
④ 薬機法上の医療機器の該当性、承認制度の整理を進める。あわせて、実際の診療等の場面において関連する法令、規制等を含めて整理する。有効性・安全性評価、既存技術との比較、保険収載判断の整理を進める。さらに、実機活用し、導入後の使用実態を踏まえた対応を検討する。

医療

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
①検体・薬剤等の搬送	複数のロボットによる渋滞や空走により稼働率が低下	複数台ロボットの運行計画・協調制御
	狭い通路での安定した走行が困難	廊下・通路等狭路走行制御(自己位置推定精度の向上)
	自動ドア・引き戸の開閉を含む、ドアを跨いだ自律移動が困難	自動ドアとの連携機能・引き戸の開閉及びドアの解放状態における跨ぎ移動を含む自律移動技術
	階層間移動が困難	エレベータ連携可能な階層間走行機構
	医療従事者の業務を妨げない階層間移動が困難	人混在環境での相乗り最適化制御
	人との衝突等の懸念があり安全性の確保が困難	人混在環境での安全走行制御
	多種多様な検体・試薬等への対応が必要	多種多様な検体・試薬等に対応することができる仕様（温度、振動等への対応）
	水濡れや汚れにより衛生維持が困難、故障が発生しやすい	防水・防汚・防菌等の仕様
	システム面等の多種多様な機器との連携にコストがかかる	統一的な連携フォーマット
	「Wi-Fiの死角」など通信が届かない環境での動作継続が困難	通信が届かない環境でも継続動作可能な自律制御機能
②患者搬送（支援）	狭い通路での安定した走行が困難	廊下・通路等狭路走行制御(自己位置推定精度の向上)
	階層間移動が困難	エレベータ連携可能な階層間走行機構
	医療従事者の業務を妨げない階層間移動が困難	人混在環境での相乗り最適化制御
	自動ドア・引き戸の開閉を含む、ドアを跨いだ自律移動が困難	自動ドアとの連携機能・引き戸の開閉及びドアの解放状態における跨ぎ移動を含む自律移動技術
	システム面等の多種多様な機器との連携にコストがかかる	統一的な連携フォーマット
	「Wi-Fiの死角」など通信が届かない環境での動作継続が困難	通信が届かない環境でも継続動作可能な自律制御機能
	複数のロボットによる渋滞や空走により稼働率が低下	複数台ロボットの運行計画・協調制御
	人との衝突・患者の転落等の懸念があり安全性の確保が困難	人優先の安全動作制御
③電子カルテ等への患者状態・ケア情報の記録・連携	暗所・逆光・照明環境の変化により認識精度が低下する	暗所・逆光・照明環境の変化に強い高感度画像認識
	データを記録するための医療現場特有の文脈理解が必要	医療特化のVLM開発
	不正確な記録や記録漏れが許容されず、自動記録時に高い精度が必要	患者状態・ケア情報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
	人との衝突等の懸念があり安全性の確保が困難	人優先の安全動作制御
	患者状態の異常の適切な検知が困難	画像・センサーによる異常検知・判断（患者状態等）
	電子カルテとAIソフトウェアとの情報連携が困難	AIエージェントの電子カルテ対応（MCP等）

※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

④中長期で対処が求められる主な技術課題

- 指先感覚を要する繊細作業を高精度かつ安定的に制御する支援技術
- 体格・身体状況・生活動作の個体差や変動に柔軟適応可能とする汎用化技術
- 高度な状態認識により患者状態を検知し人間による判断・対応を促す技術
- 高湿度・狭隘・衛生制約下でも安定稼働と保守性を維持する機構技術
- 少ない教示で複数業務へ展開可能な多用途化・連続作業対応の制御技術
- 患者等の理解を得るための説明性および透明性を備えた安全性やセキュリティを担保する技術

対応施策		
	短期	① 複数台ロボットの運行計画・協調制御、狭路での自己位置推定精度向上、自動ドア・引き戸との連携や跨ぎ移動、エレベータ連携による階層間走行、人混在環境での相乗り最適化と安全走行制御を一体で整備する。あわせて、多様な検体・試薬等に対応可能な仕様、防水・防汚・防菌設計、統一的な連携フォーマット、自律制御機能を整備し、安定搬送を実現する。 ② 廊下・通路等の狭路に対応する自己位置推定精度の向上、エレベータ連携による階層間走行、自動ドア・引き戸との連携や跨ぎ移動、人混在環境での相乗り最適化、複数台ロボットの運行計画・協調制御を一体で整備する。あわせて、統一的な連携フォーマットと自律制御機能を備え、人優先の安全動作制御を中核とした基盤を構築する。 ③ 医療特化のVLMを開発し、バイタル等の基礎情報を正確に記録するエッジ端末を整備する。画像・センサーによる患者状態の異常検知・判断と人優先の安全動作制御を組み合わせるとともに、AIエージェントの電子カルテ対応（MCP等）を進めることで、記録の正確性・相互運用性と記録負担軽減を同時に実現する。
	中長期	④ 医療現場データを活用したロボット基盤モデル・医師の最終判断を前提とした個別モデルの開発を進める。特に、状態認識、臨床判断支援、指先感覚を要する繊細作業、個体差適応を重点ユースケースとして、マルチモーダルデータのAI-Ready化、シミュレーション環境、評価ベンチマークを整備する。あわせて、狭隘・衛生制約下でも安定稼働可能な機構・保守技術、安全性・説明可能性・セキュリティを担保するエッジ処理基盤や検証環境を整備し、少ない教示で複数業務へ展開可能な多用途化・連続作業対応の高度化を図る。

介護

導入目標	
2040年	70万台

短　期	2030年頃	中　長　期
食事・おやつの配膳・下膳等 介護データの記録	居室清掃・片付け	移乗・体位変換 入浴・整容・更衣 機能訓練・リハビリ・医療的処置 排泄介助・支援 食事支援

～～ 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

市場課題

① 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が必要である。

② 居宅サービス等も含めた実証と適切な報酬上の評価や、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、介護データの記録の自動化などが課題。これらの課題を解決とともに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。

対応施策

① 介護データの記録、配膳・下膳、居室清掃・片付けを先行領域として重点的に開発支援を行い、まずは導入しやすい共通タスクから実装を進めていく。このため、介護テクノロジー等の複数年度にわたる継続的な導入支援を行う。

② 居宅サービス等も含めた事業所への伴走支援の機能強化や適切な評価の検討を行う。また、事業所内に留まらず、地域（保険者）や他事業所との連携を通じて業務を効率化し、生産性向上に取り組む観点から、介護情報基盤等の活用を進めていく。
また、実証フェーズでは、介護データの記録の自動化を含めて、データ収集・評価・モデル開発を念頭に置いた導入支援を行い、本格導入フェーズでは、介護現場での継続利用を見据えた継続的な支援を講じる。導入台数だけでなく、現場データと運用ノウハウを収集・加工し、モデル改善に還流させる仕組みを整備する。その際、施設介護だけでなく居宅も含めて、導入場面ごとのユースケースを整理し、共通モジュール、インターフェース、データ形式の標準化・共通化を進める。これにより、個別施設ごとのフルスクラッチ導入を減らし、横展開可能な供給基盤を構築する。

主な制度課題

① 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。
② AIロボットの安全規格に関する分類の整理が不十分な状況にある。
③ 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。
④ 産業用ロボット（定格出力が小さく労働者に及ぼす危険が少ない（80W以下）ものを除く）であって、規制対象機械が労働者に危険を生ずるおそれがあるものは、柵や囲い等の措置が必要。この規制の在り方を含め、機械の自律・遠隔運転の安全規制・安全基準等が必要。AIロボットを用いた作業についても、安全規制・安全基準等の整理が必要。

対応施策

① 介護分野について、介護テクノロジー等の複数年度にわたる継続的な導入支援を行うとともに、居宅サービス等も含めた事業所への伴走支援の機能強化や適切な評価の検討を行う。これらの支援を継続的に実施することにより、介護現場が投資判断しやすい環境を整える。

② 機器の開発にあたって安全性の確保や個人情報の取り扱い等も含め、ガイドライン等の整備について検討する。

③ 介護事故を防止する観点から、責任分界、リスクアセスメント手順、安全管理体制を介護現場向けに明確化する。また、機器の開発を進めるに当たって、個人情報の取り扱いのガイドライン等の整備についても併せて検討する。

④ 自律・遠隔運転を行う機械の使用が想定される作業の内容、周辺環境、運転制御方式、技術水準等を把握した上で、作業ごとに必要な安全義務、技能要件、機械の技術水準について検討すべき項目を専門家検討会において整理しているところ、その結果を踏まえ、AIロボットを含めた個別の機械ごとに求められる措置の検討を進める。

介護

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
①食事・おやつの配膳・下膳等	狭通路や段差での安定した移動が困難	複雑狭隘環境・段差対応の小型走行機構
	家具との衝突等の懸念があり安全性の確保が困難	家具の認識技術
	人との衝突等の懸念があり安全性の確保が困難	人優先の安全動作制御
	利用者机への配膳のためには指先の動作が必要	利用者机へ配膳を実現する機構・制御
	階層間移動が困難	多層施設の場合のエレベータの昇降機構
	利用者の移動・誘導に継続的な見守りが必要	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）
	服薬者確認に人手を要する	顔認証による服薬の利用者確認
	食事量や服薬記録の入力負担が大きい	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）
②居室清掃・片付け	清掃漏れが発生し清掃品質が安定しない	汚れ・ごみを検知する床面認識技術
	清掃対象が多様であり単一機構では不足	多様な清掃を実現する機構・制御
	扉の開閉に人手を要する	扉の開閉機構
	ベッドの下に隙間がほぼ無いため清掃できない	ベッド自体を移動して掃除をする技術
	利用者の状態に応じた配慮が必要	在室中・睡眠中等の利用者の状態把握
③介護データの記録	データを記録するための介護現場特有の文脈理解が必要	介護特化のVLM開発
	不正確な記録や記録漏れが許容されず、自動記録時に高い精度が必要	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
	暗所・逆光・照明環境の変化により認識精度が低下する	暗所・逆光・照明環境の変化に強い高感度画像認識
	人との衝突等の懸念があり安全性の確保が困難	人優先の安全動作制御
	異常の適切な検知が困難	画像・センサーによる異常検知・判断（利用者状態等）

④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）
- 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

対応施策	短期	① 配膳・下膳、移動・誘導を先行タスクとして、エレベータ連携、配膳機構、施設内動線制御、利用者移動・誘導を一体で整備する。食堂移動・誘導等の技術は、入浴支援等の他業務にも展開できるよう、共通基盤として設計する。 ② 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、利用者の自動認識・回避機構を開発する。また、エレベータ連携可能な階層間走行機構を整備するとともに、介護職員が扱いやすいよう、保守・清掃・消耗品交換が容易な機構を標準化する。 ③ 介護データ記録の自動化を重点テーマとし、顔認証、食事量・服薬状況の入力補助、バイタル・介護記録を扱うエッジ端末の整備を進める。また、データの正確性、相互運用性、記録負担の軽減を同時に実現する。
	中長期	④ 介護現場の多様性を踏まえ、高度な認知・判断と柔軟ハンドリングを要する介護向け個別モデル・基盤モデルの開発を進める。利用者属性、行動、生活環境、ケア内容に関する現場データをAI-Ready化し、評価・改善を継続する。また、介護特化のVLM/VLAと、プライバシー性の高い情報を施設内で安全に処理するエッジ処理基盤を整備するとともに、映像・バイタル・行動データを安全に扱えるよう、センシング、推論、保存、共有の設計を一体化する。

警備業

導入目標			
2030年	7千台	2040年	19万台

短　期　　2030年頃　　中　長　期

巡回

駐車場監視等（立哨）

出入り管理

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

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

市場課題

① 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労働環境改善と安全対策の強化が喫緊の課題であるため、AIロボットの導入余地は大きい。
② 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）。
③ 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、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。
④ 他業種のロボットのように汎用性がなく、操作（設定・運用・障害対応等）を担う専門的な技術者を全国的に網羅させることが難しい。

対応施策

① 駐車場監視等（立哨）、出入り管理、巡回を先行領域として重点的に導入し、省人化を進める。その上で、ロボットによる危険作業の代替・人員の高付加価値業務への再配置を行う。
② 警備ロボットの月額提供・運用サービス型に対応した支援制度の導入や、現在の補助金の柔軟化に向け、省庁間で検討等を進める。
③ ロボット単体ではなく、警備員配置、遠隔監視、設備連携、障害対応を含む一体運用モデルを整備する。また、介在支援頻度、異常検知率、誤報率、走行安定性等の評価ベンチマークを整備し、導入効果を見える化する。
④ 遠隔での専門的技術者による操作（設定・運用・障害対応等）や現場で使用する者による容易な操作が可能になるように支援する。

主な制度課題

① 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おそれがある。
② 産業用ロボット（定格出力が小さく労働者に及ぼす危険が少ない（80W以下）ものを除く）であって、規制対象機械が労働者に危険を生ずるおそれがあるものは、柵や囲い等の措置が必要。この規制の在り方を含め、機械の自律・遠隔運転の安全規制・安全基準等が必要。AIロボットを用いた作業についても、安全規制・安全基準等の整理が必要。
③ 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、両方を準拠するのは技術・手続両面で事業者にとって負担が大きい。また、「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。さらに、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。
④ 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。

対応施策

① 社会の安全を毀損する不適切な事業について、事例の収集を行い、結果を踏まえ必要に応じて、効果的な注意喚起を行っていく。
② 自律・遠隔運転を行う機械の使用が想定される作業の内容、周辺環境、運転制御方式、技術水準等を把握した上で、作業ごとに必要な安全義務、技能要件、機械の技術水準について検討すべき項目を専門家検討会において整理しているところ、その結果を踏まえ、AIロボットを含めた個別の機械ごとに求められる措置の検討を進める。
③ JIS規格の適用関係等を整理し、警備ロボットに過剰な二重規制が生じない制度設計を進める。省人化効果を確保しつつ安全を担保できる運用要件を明確化する。
④ イニシャル費用補助に偏らず、実運用を前提とした継続利用支援やユーザーのリスク軽減策を講じる。

警備業

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
①共通課題 対象タスク：出入り管理・駐車場監視等（立哨）・巡回	暗所・逆光・照明環境の変化により認識精度が低下	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）
	有事対応が限定的	有事の際の対処機能の高度化
	場所によって通信環境が不安定	ロボットを使用する場所全体で安定的に利用可能な無線通信環境（エレベータ内なども含む）
	音や臭いを含む異常の適切な検知が困難	画像・センサーによる異常検知（異音、異臭等）
	水滴・埃・汚れの付着による誤動作が発生	雨天時等における水滴や汚れの付着、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防止技術
	階段や混雑環境により走行範囲が制約	階段等の周辺環境条件や混雑状況の影響を受けにくい走行機能
②巡回	階層間の移動が困難	エレベーターと連携した階層間移動を可能とする走行・制御機構
	ドアの開閉に人手を要し、ドアを跨いだ自律移動が困難	自動ドアとの連携機能及びドアの解放状態における跨ぎ移動を含む自律移動技術
	ドアや窓等の施錠状態の正確な認識が困難	画像・センサー等によるドアや窓等の開閉状態・施錠状態等の検知

※短期タスクのうち、主なタスクを選定し掲載。

③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

対応施策	短期	① 暗所・逆光・混雑環境に強い高感度画像認識や状況認識モデルを開発する。また、人流、異常行動、侵入兆候等の検知性能を継続的に評価・改善できるデータ基盤を整備する。異音や異臭による異変の察知機能及び有事の際の対処機能を高度化する。屋内外混在の警備現場を前提に、防水・防塵・耐汚損設計、自己診断、保守容易性を強化する。エレベーター内も含む、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の整備を進める。また、走行可能エリアを動的に判断する経路計画、混雑回避、階段等の物理制約を踏まえた運用設計を進める。 ② 建物内警備を前提に、エレベーター、入退室管理、監視システム等とのインターフェース標準化を進める。複数フロアを跨ぐ巡回シナリオをCoE等で検証し、再利用可能な実装アーキテクチャを整備する。 扉・窓・施錠確認を重点ユースケースとして、ドア操作、跨ぎ移動、施錠状態認識を一体で開発する。建物側の設備仕様も含めて、ロボットが扱いやすい標準的なインターフェースや環境整備を進める。
	中長期	③ 中長期では、警備ドメインに必要な高度な認知・判断・対処行動のユースケースを具体化した上で、段階的に研究開発を進める。CoEの活用を含めて、巡回や出入り管理等を再現したモックアップ環境で検証を進める。

農業

短　期	2030年頃	中　長　期
除草 施肥 収穫（主要品目） 畜舎清掃（畜産）	防除 運搬（急斜面以外） 給餌・給水（畜産） 搾乳（畜産）	栽培管理（※１）（露地園芸作、施設園芸作、果樹作） 収穫（多品目対応） 運搬（急斜面） 選別・調製（※３）（露地園芸作（※２）、施設園芸作、果樹作）

□ 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摘芯、摘果、摘葉、整枝、剪定等を想定。
※２いも類含む。
※３スマート農業技術活用促進法の基本方針等において、主要な品目に関する技術開発については2030年までの実用化を目標としている。2030年以降は、対象品目の拡大や複数品目で活用可能な技術開発を進めていくことが必要。

市場課題

① 農業者の急減・高齢化が進む中、食料供給の確保を図るには、省力化を図りつつ生産性を高めていく必要がある。そのためには、AIロボティクスを活用したスマート農業技術の普及が不可欠であるが様々な複雑な作業（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が課題である。
② 農業分野においてAIロボティクスの開発・実装・運用を担う人材が不足している。
③ 農地の立地上一部地域では通信インフラが脆弱である点が課題。

対応施策

① 防除・除草・施肥・運搬・給餌給水・畜舎清掃・搾乳を先行領域としてAIロボットを重点的に開発・導入する支援策を措置し、成立したユースケースを一気に横展開する。導入台数の拡大だけでなく、現場データと運用ノウハウを蓄積し、評価・検証を経てモデル改善へ還流させる循環を構築する。また、技術・事業フェーズに応じて段階的に導入支援を行う。
② 農業現場でAIロボティクスを運用できるAIとロボティクスの双方に跨る実装人材、保全人材を育成する。
③ 通信インフラ整備のほか、通信が弱い地域でも使えるエッジ処理・遠隔監視・低通信量運用を前提に導入環境を整備する。

主な制度課題

① 産業用ロボット（定格出力が小さく労働者に及ぼす危険が少ない（80W以下）ものを除く）であって、規制対象機械が労働者に危険を生ずるおそれがあるものは、柵や囲い等の措置が必要。この規制の在り方を含め、機械の自律・遠隔運転の安全規制・安全基準等が必要。AIロボットを用いた作業についても、安全規制・安全基準等の整理が必要。

対応施策

① 自律・遠隔運転を行う機械の使用が想定される作業の内容、周辺環境、運転制御方式、技術水準等を把握した上で、作業ごとに必要な安全義務、技能要件、機械の技術水準について検討すべき項目を専門家検討会において整理しているところ、その結果を踏まえ、AIロボットを含めた個別の機械ごとに求められる措置の検討を進める。

農業

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
①運搬（急斜面以外）	不整地・狭路での安定した走行が困難	不整地・狭路対応の自律走行技術
	人との衝突等の懸念があり安全性の確保が困難	人混在環境での安全走行制御
	複数のロボによる運搬の重複や空走により稼働率が低下	複数台ロボットの運行計画・協調制御
②収穫（主要品目）	収穫物の識別が難しい	収穫物の高精度画像認識・識別
	収穫物の状態に応じた適切な把持が困難	収穫物の把持機構・制御
	収穫物の位置に応じた適切な動作調整が困難	ティーチングレス収穫軌道自動生成・補正
	不整地・狭路での安定した走行が困難	不整地・狭路対応の自律走行技術
	人との衝突等の懸念があり安全性の確保が困難	人混在環境での安全走行制御
	複数のロボによる運搬の重複や空走により稼働率が低下	複数台ロボットの運行計画・協調制御
③除草/防除/施肥	雑草・作物・病害虫の識別が難しい	雑草・作物・病害虫等の高精度画像認識・識別
	不整地・斜面・狭路での安定した走行が困難	不整地・斜面・狭路対応の自律走行技術
	人との衝突等の懸念があり安全性の確保が困難	人混在環境での安全走行制御
	作物を避け雑草のみを除去することが困難	除草機構・制御
	土壌・作物の状態に応じた適切な施肥量調整が困難	土壌・作物の状態に応じた肥料散布機能（可変施肥）
④給餌・給水（畜産）	狭路での安定した走行が困難	狭隘通路対応の移動機構・制御
	人との衝突等の懸念があり安全性の確保が困難	人混在環境での安全走行制御
	給餌量管理と現場作業の連携が困難	飼養管理システムとの連携
	餌寄せ作業に人手を要する	餌寄せの自動化
⑤搾乳（畜産）	牛の姿勢や位置の正確な認識が困難	牛体姿勢・位置認識の高精度化
	個体情報と連携した搾乳情報の管理が困難	個体情報連携型自動搾乳管理
⑥畜舎清掃（畜産）	段差・狭隘環境での安定した走行が困難	段差・狭隘環境の移動機構・制御
	清掃漏れが発生し清掃品質が安定しない	汚れ・ごみを検知する認識技術
	複数ロボによる清掃範囲の重複・空走により稼働率低下	複数台ロボットの運行計画・協調制御
	人・家畜との衝突等の懸念があり安全性の確保が困難	人・家畜混在環境での安全走行制御

⑦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

※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

対応施策		
	短期	①　圃場・農道・施設内通路を跨ぐ自己位置推定、経路計画、複数台協調制御等に関する技術開発を進める。加えて、収穫物・資材・飼料等の運搬を前提に、人との役割分担を含む運用設計を推める。 ②③高精度画像認識、走行制御等に関する技術開発を進める。 ④⑤⑥給餌・給水、搾乳、畜舎清掃を重点ユースケースとし、個体識別、姿勢認識、飼養管理データ連携等を進める。
	中長期	⑦　果実等の損傷防止ハンドリング、熟練生産者の判断代替、複数ロボットの統合管理等に関する技術開発を進める。

林業

短　期	2030年頃	中　長　期
巡視 資材運搬		植栽 施設修繕等 下刈り 伐採、造材、集材

～～ 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

市場課題

① 全産業平均の約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ことが必要。また、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）の導入が不可欠だが、新技術開発・導入に係るコストの高さが課題となり、普及が進んでいない。
② AIロボティクスの開発・実装・運用を担う人材が不足している。
③ 林業の現場は、充電・通信インフラが脆弱な傾向にあるとともに、地形条件の特殊性・多様性が存在し、具体的な費用対効果を見通すことが困難。

対応施策

① 路網や土場の管理のための巡視・点検や資材運搬を先行領域として重点導入し、反復性の高い作業から人力代替を進める。労働安全の確保や労働負荷の軽減といった導入効果を見える化し横展開を進める。ICT、林業機械の自動運転等のスマート林業技術を段階的に導入し、現場データと運用ノウハウの蓄積評価・検証といった改善サイクルを構築する。
② 林業現場を理解したAIロボティクスを導入・運用できる実装人材、SIer機能を有するサービス支援事業体等を育成する。実証環境を活用し、評価ベンチマーク、安全・運用を含む実践教育、共同研究・実証を通じて人材の裾野を広げる。
③ 技術・事業フェーズに応じた段階的導入支援などのコスト構造の改善に努めるとともに、現場ごとのフルスクラッチ開発・導入を避け、コスト低減、費用対効果の見える化に努める。

主な制度課題

① 産業用ロボット（定格出力が小さく労働者に及ぼす危険が少ない（80W以下）ものを除く）であって、規制対象機械が労働者に危険を生ずるおそれがあるものは、柵や囲い等の措置が必要。この規制の在り方を含め、機械の自律・遠隔運転の安全規制・安全基準等が必要。AIロボットを用いた作業についても、安全規制・安全基準等の整理が必要。

対応施策

① 自律・遠隔運転を行う機械の使用が想定される作業の内容、周辺環境、運転制御方式、技術水準等を把握した上で、作業ごとに必要な安全義務、技能要件、機械の技術水準について検討すべき項目を専門家検討会において整理しているところ、その結果を踏まえ、AIロボットを含めた個別の機械ごとに求められる措置の検討を進める。

林業

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
①共通課題	不整地や傾斜地、倒木、雑草木、枝条の絡まり、不規則に集積された木材等がある環境での走行が困難	不整地や障害物の物性に対応した環境認識及び判断技術を含む自律走行技術
	活動エリアにおける基盤的な三次元点群データの整備が必要	三次元点群地図の効率的な取得・更新技術
	山間部では充電環境が限られるなど、電力確保が困難	長時間巡視等が行える連続稼働及び再充電等技術
	通信・GNSS不良域では活動が困難	自己位置補完測位技術及び自律制御技術
②巡視	路網（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が行えるよう、画像認識及び状況認識の精度向上が必要	画像認識及び状況認識の高度化
③資材運搬	資材形状・重量が多様であり最適な積込・固定・荷下ろしが困難	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

④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
- 限定された充電環境や通信圏外で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

対応施策	短期	① 不整地や障害物の物性に対応した環境認識や判断を含む自律走行技術を確立する。具体的には、不整地・斜面・狭隘環境に対応する走行機構、GNSSが不安定な環境での自己位置推定、経路計画、障害物回避に関する技術を重点開発する。実環境との差を埋めるため、Sim2Real環境と現場に近い実証環境の活用により導入前検証を可能とする。路網や土場、資材運搬のための歩道などの状況に応じた、ロコモーション、センシング、搬送機構、遠隔運用系等の標準化を進め、他の屋外点検系の市場との共通化を図ることにより、幅広い条件下での導入・運用を進める。 自動運転林業機械などのスマート林業技術で統合的に活用可能な三次元点群データを整備するなど、三次元点群地図の効率的な取得・更新技術の確立を進める。 長時間巡視等が行える連続稼働時間や再充電等技術を確保した運用基盤の整備を進める。 自己位置補完測位技術及び自律制御技術の確立に向けた低通信量運用、エッジ処理、遠隔監視、自律判断等を前提とした運用基盤を整備する。通信・電力制約を踏まえたモデル・データ・運用の全体最適を図り、現場条件に耐える仕様を確立する。 ② 林内画像、地形、異常兆候等のデータをAI-Ready化してモデル改善に還流し、画像認識及び状況認識を高度化する。 ③ 資材運搬を重点ユースケースとして、重心変動や滑りやすい路面も考慮した搬送制御、人・他機械との安全協調、複数台ロボットの協調制御を進める。搬送ルート、荷姿、現場条件のデータを蓄積し、他現場へ再利用可能な運用モデルを整備する。
	中長期	④ 林業特有の現場データを用いた基盤モデル・個別モデルの開発を進め、地形、路面、天候、作業履歴等を統合した意思決定・作業最適化を実現する。加えて、複数ロボット・林業機械を少人数で一元管理できる統合管理基盤を整備する。

廃棄物処理業

短　期				2030年頃	中　長　期			
収集・運搬		中間処理（選別）			収集・運搬		中間処理（選別）	
回収物の検知（限定物）	異物混入確認（限定物）	検知（限定物）	分解・解体（限定物）		回収物の検知（多種多様品）	異物混入確認（多種多様品）	検知（多種多様品）	分解・解体（多種多様品）
積込（限定物）	運搬（私道）	把持・仕分け・情報化（限定物）			積込（多種多様品）	運搬（公道）	把持・仕分け・情報化（多種多様品）	

□ 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

市場課題

① 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。

② 廃棄物処理分野においてAIロボティクスの開発・実装・運用を担う人材が不足している。

対応施策

① 回収物の検知、異物混入確認、検知、積込、把持・仕分け・情報化、運搬のうち、限定物を対象として成立しやすいタスクから重点導入し、資源循環高度化と現場負担軽減を両立する。単なる省人化ではなく、現場データの蓄積・評価・モデル改善・再実装を循環させることで、国内資源循環を支える基盤機能の高度化として導入効果を位置付ける。危険度の高い工程から優先してロボット導入を進め、危険物・不適正ごみの検知、発火リスク製品の識別、人の近接作業の低減を図る。導入支援は、労働負荷低減と安全性向上を評価できる形で設計し、先行現場での実績を横展開する。技術・事業フェーズに応じた段階的導入支援を講じ、まずは限定物・限定工程での自動化から進める。あわせて、認識、把持、仕分け、情報化、搬送を支える機能モジュール、インターフェース、データ形式の標準化・共通化を進め、個別作り込み依存を下げる。

② 廃棄物処理現場を理解しつつAIロボティクスを導入・運用できる実装人材・SIer機能を有するサービス支援事業体等を育成する。

主な制度課題

① 産業用ロボット（定格出力が小さく労働者に及ぼす危険が少ない（80W以下）ものを除く）であって、規制対象機械が労働者に危険を生ずるおそれがあるものは、柵や囲い等の措置が必要。この規制の在り方を含め、機械の自律・遠隔運転の安全規制・安全基準等が必要。AIロボットを用いた作業についても、安全規制・安全基準等の整理が必要。

対応施策

① 自律・遠隔運転を行う機械の使用が想定される作業の内容、周辺環境、運転制御方式、技術水準等を把握した上で、作業ごとに必要な安全義務、技能要件、機械の技術水準について検討すべき項目を専門家検討会において整理しているところ、その結果を踏まえ、AIロボットを含めた個別の機械ごとに求められる措置の検討を進める。

廃棄物処理業

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
①収集運搬：回収物の検知（限定物）	回収対象廃棄物の正確な認識が困難	回収対象廃棄物の認識（荒天時や積雪時への対応）
	段差・斜面での安定した走行が困難	段差・斜面対応の自律走行技術
②中間処理（選別）：検知（限定物）	乱雑な製品の正確な状態認識が困難	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であるかの正確な認識が困難	リチウムイオン電池使用製品等の認識
	廃棄物の種類に応じた対応が限定的	VLM・VLAによる廃棄物の識別/認識
	不適正ごみ・危険物の見逃しリスクがある	不適正ごみ・危険物の自動検知
③中間処理（選別）：分解・解体(限定物)	リサイクルに向けた製品種別・部品構成の正確な認識が困難	家電や自動車等の製品種別・部品構成の認識
	リサイクル可能な製品ごとに分解・解体手順が異なる	家電や自動車等の製品ごとの分解・解体技術

※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。

④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ロボット、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

対応施策	**短期**	①　荒天・積雪下でも機能する認識技術と、段差・斜面・私道環境に対応する自律走行技術を重点開発する。限定物の回収・運搬から着手し、現場データを収集・加工してモデル改善に還流する。 ②③乱雑・汚損・変形を含む廃棄物認識を重点テーマとし、LiB使用製品、不適正ごみ、危険物を判別できる認識基盤を整備する。複数現場から得られる現場データ・運用ノウハウを学習資産として蓄積し、モデル改善と現場実装へ還流する横展開可能なAIロボティクス基盤・学習インフラを構築する。視覚情報に加えて文脈情報も扱えるよう、VLM・VLA活用を前提としたデータセット整備とAI-Ready化を進める。
	中長期	④　廃棄物の材質、形状、汚れ、破損状態、周辺環境情報のAI-ready化を進める。収集・運搬、中間処理、選別の各工程で得られるデータを共通形式で蓄積し、工程横断でモデル改善を図る。 把持・積込み・仕分け・分解・解体を重点研究開発テーマとして進める。単一用途ごとの個別ハンドに閉じず、用途切替しやすいエンドエフェクタや制御技術を開発する。さらに、用途切替なしで利用が可能なエンドエフェクタ、ロボット、制御技術を開発する。 施設内・私道から段階的に適用範囲を広げつつ、将来的には公道を含む実環境での安全な自律走行・搬送に向けた技術開発と制度整備を進める。経路計画、障害物回避、安全停止、遠隔監視を一体で整備する。

災害対応

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） 火災原因調査 資機材搬送		消火活動 救助活動 救急活動

～～　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

市場課題

① 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。また、傷病者や資機材といった重量物の搬送が求められるケースも少なくない。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、傷病者や資機材の搬送などに資するAIロボティクスの研究開発・現場導入が必要。一方、需要が自治体消防、警察、自衛隊など、災害対応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。
② 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。
③ 消火・救助活動等の現場に資するAIロボティクスの開発・実装・運用を担う人材が不足している。

対応施策

① 消火・救助活動における状況確認と火災原因調査、資機材搬送を先行領域として重点導入し、まずは危険環境下での偵察・状況把握から実装を進める。単なる省人化ではなく、初動時の危険暴露低減と救助判断の高度化を導入効果の中核に据える。実証フェーズではデータ収集・評価・モデル開発を前提とした導入支援、本格導入フェーズでは、市場が限定される分、モデル事業・試験的運用・評価結果に基づく配備を段階的に設計するほか、消防・災害対応機関による継続調達の後押しを行う。また、訓練・実証・実装を連動させ、現場データをモデル改善へ還流する。
② 災害対応向けに、遠隔操作性、UI/UX、通信安定性、フェイルセーフ、セキュリティ要件を一体で定義し、調達要件・性能評価項目として標準化する。
③ 消火・救助現場等を理解するSIer機能・実装人材を育成し、現場導入後の保守・改善まで担える体制を整備する。

主な制度課題

① 技術検証や訓練での活用、災害現場での救助活動等での活用をつなぐ仕組みや取組が求められる。
② 円滑な調達の観点から、プライバシー、セーフティ、セキュリティの確保等を踏まえた安全性認証制度等が求められる。
③ 産業用ロボット（定格出力が小さく労働者に及ぼす危険が少ない（80W以下）ものを除く）であって、規制対象機械が労働者に危険を生ずるおそれがあるものは、柵や囲い等の措置が必要。この規制の在り方を含め、機械の自律・遠隔運転の安全規制・安全基準等が必要。AIロボットを用いた作業についても、安全規制・安全基準等の整理が必要。

対応施策

① 訓練・実証・実災害投入をつなぐ制度設計を進める。具体的には、訓練での使用、技術検証での評価方法、実災害現場投入時の運用ルール、責任分界、指揮命令系統との接続を整理し、関係省庁と連携して段階的な導入ガイドラインを整備する。
② プライバシー、セーフティ、セキュリティの確保や、人とロボットとの協働を両立する観点から、必要な技術要件・基準の検証・整備を進めるとともに、高度な検証を行う体制に裏打ちされた安全性認証制度や安全規制の在り方を検討する。
③ 自律・遠隔運転を行う機械の使用が想定される作業の内容、周辺環境、運転制御方式、技術水準等を把握した上で、作業ごとに必要な安全義務、技能要件、機械の技術水準について検討すべき項目を専門家検討会において整理しているところ、その結果を踏まえ、AIロボットを含めた個別の機械ごとに求められる措置の検討を進める。

災害対応

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
①消火・救助活動（要救助者の有無・現場状況の確認）	瓦礫・狭隘空間での安定した移動が困難	瓦礫・狭隘空間対応の移動機構・制御
	低照度・煙環境下での正確な状況認識が困難	低照度・煙環境下の画像認識
	要救助者の位置特定に時間・能力を要する	画像・センサーによる生体検知(要救助者探索等)
	高温・水に濡れやすい環境では故障が発生しやすい	過酷環境下での高耐熱・防水防塵のロボ構造設計
	初動調査では多様な状況認識が必要	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
②火災原因調査	低照度・煙環境下での正確な状況認識が困難	低照度・煙環境下の画像認識
	水に濡れやすい環境や塵環境では故障が発生しやすい	防水防塵のロボ構造設計
	高度な判断が必要であり火災原因の推測が困難	火災原因の推測機能の高度化
③資機材搬送	瓦礫・狭隘空間での安定した移動が困難	瓦礫・狭隘空間対応の移動機構・制御
	人との衝突等の懸念があり安全性の確保が困難	人混在環境での安全走行制御

※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

④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

対応施策	短期	①③瓦礫、狭隘空間、段差、不安定床面に対応するロコモーション技術を重点開発し、実災害環境に近いモックアップ環境や訓練施設で検証を進める。屋外・半屋外の複雑環境向け横断技術も活用し、経路計画・自己位置推定・遠隔操縦支援を高度化する。 ①②低照度・煙・粉塵環境に強い画像認識と、要救助者探索のための生体センシングを重点テーマとして開発する。画像、熱、ガス、音、バイタル等のデータをAI-Ready化し、訓練・実災害・実証から得たデータを統合してモデル改善を進める。 高耐熱・防水防塵・耐衝撃を備えた筐体・機構設計を進めるとともに、可視・赤外・ガス・音響等を統合した多センサ搭載調査ロボットを開発する。重要コンポーネントやセンシング・エッジ基盤の強化と合わせ、危険環境での連続運用に耐える仕様を確立する。
	中長期	④　進入・偵察・消火と探索・救出を重点研究開発テーマとして位置付ける。単一機能のロボットにとどめず、偵察、状況把握、救助手順への接続まで含めた複合ミッション対応ロボット群として設計し、訓練環境で段階的に実装範囲を広げる。 担架搬送・階段搬送支援を、消防・救急の人協働タスクとして重点開発する。搬送時の荷重制御、安全保持、人との役割分担、狭隘階段対応を含めた実証を進め、将来的な高負荷搬送支援につなげる。

警察活動

短　期		2030年頃	中　長　期	
巡回	情報収集・環境モニタリング		危険物の採取・運搬（NBC）	爆発物処理
除染（NBC）	捜索・救助活動		雑踏警備	パトロール

□ 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

市場課題

① 大規模災害時には、土砂崩れ発生箇所や倒壊家屋内外での被災情報収集や捜索・救出活動が必要。
CBRNEテロ発生時には、原因物質等が残存する現場環境下で、被害情報収集、避難誘導、採証等の現場活動が必要。
少子高齢化・人口減少、地方の過疎化と都市部への人口集中等の急速な進行により、社会構造が変化しており、各種警察活動における警察力の補強（増強・支援）のためのAIロボティクスの導入ニーズが高い。一方、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。
② 公的機関向けであるため、現場投入後の運用、保守、訓練、改善までを担える体制整備が必要。

対応施策

① 情報収集と捜索・救助支援を先行領域として重点的に導入し、まずは危険環境での実装を進める。その際、危険暴露低減と初動判断の高度化も導入効果として見据える。
情報収集、環境モニタリング、除染を重点ユースケースとして、危険物質環境下でも投入可能なAIロボティクスの導入を進める。これにより、隊員が直接暴露される場面を減らしつつ、情報収集・証拠保全・現場管理の精度向上を図る。
官需を起点とした継続需要の確保を目指し、実証フェーズではデータ収集・評価・モデル開発を念頭に置いた導入支援、本格導入フェーズでは、市場が限定される分、モデル事業・試験的運用・評価結果に基づく配備を段階的に設計するほか、公的機関における共同使用の枠組みを構築することによる、よりコストを抑えた活用の推進を検討する。
② 警察活動に関する業務理解を持つ実装人材・SIer機能を育成する。評価・安全・セキュリティ・運用を含む実践教育、共同研究・実証を進める。

主な制度課題

① 産業用ロボット（定格出力が小さく労働者に及ぼす危険が少ない（80W以下）ものを除く）であって、規制対象機械が労働者に危険を生ずるおそれがあるものは、柵や囲い等の措置が必要。この規制の在り方を含め、機械の自律・遠隔運転の安全規制・安全基準等が必要。AIロボットを用いた作業についても、安全規制・安全基準等の整理が必要。
② パトロールロボットが真に警察のものと住民に認知される必要があるところ、なりすましへの対応策を検討する必要がある。
③ 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、その他の点についても継続精査中。

対応施策

① 自律・遠隔運転を行う機械の使用が想定される作業の内容、周辺環境、運転制御方式、技術水準等を把握した上で、作業ごとに必要な安全義務、技能要件、機械の技術水準について検討すべき項目を専門家検討会において整理しているところ、その結果を踏まえ、AIロボットを含めた個別の機械ごとに求められる措置の検討を進める。
② パトロールロボットの目的・外形等が効果的に住民に浸透する広報を検討する。
③ 制度上の制約が比較的小さいことを前提に、訓練・実証・実運用をつなぐ導入ルールを整備する。具体的には、投入判断、指揮命令系統、証拠保全との整合、現場活動記録、責任分界を整理する。

警察活動

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
①巡回	階層間移動が困難	エレベーターと連携した階層間移動を可能とする走行・制御機能
	ドアの開閉を含む、ドアを跨いだ自律移動が困難	自動ドアとの連携機能及びドアの解放状態における跨ぎ移動を含む自律移動技術
	不整地・斜面・狭隘環境での安定した走行が困難	段差・斜面・狭隘環境対応の走行機構
	場所によって通信環境が不安定	ロボットを使用する場所全体で安定的に利用可能な無線通信環境（エレベータ内なども含む）
	水滴・埃・汚れの付着による誤動作が発生	雨天時等における水滴や汚れの付着、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防止技術
	異常の適切な検知が困難	画像・センサーによる異常検知（異音、不審行動、不審物等）
②除染（NBC）	汚染対象へ均一に除染処理することが困難	除染機構・制御
	汚染残存の見逃しリスクがある	画像・センサーによる汚染残存検知
	除染のムラが発生し、除染精度が安定しない	対象物の輪郭・向きの3D形状認識
	対象ごとの噴霧パスの教示や調整などに調整工数がかかる	ティーチングレスな薬液等噴霧パス自動生成・補正
③情報収集/環境モニタリング	異常の適切な検知が困難	画像・センサーによる異常検知（汚染状況、異音、漏洩、不審行動、不審物等）
	複数のロボによる巡回範囲の重複や空走により稼働率が低下	複数台ロボットの運行計画・協調制御
	低照度・煙環境下での正確な状況認識が困難	低照度・煙環境下の画像認識
	不整地・斜面・瓦礫・狭隘環境での安定した走行が困難	不整地・斜面・瓦礫・狭隘空間対応の移動機構・制御
④捜索・救助支援	低照度・煙環境下での正確な状況認識が困難	低照度・煙環境下の画像認識
	不整地・瓦礫・狭隘空間での安定した移動が困難	不整地・瓦礫・狭隘空間対応の移動機構・制御
	要救助者・行方不明者等の位置特定に時間を要する	画像・センサーによる要救助者等の検知
	高温・水漏れ環境では故障が発生しやすい	過酷環境下での高耐熱・防水防塵のロボ構造設計

⑤中長期で対処が求められる主な技術課題

- 危険物・爆発物と疑われる物品や雑踏状況を安全に把握する認識・判断技術
- 危険物採取・処理や雑踏整理誘導など各種の警察作業を代替・支援する機構・制御技術
- 現場への接近・巡回・監視を安定かつ安全に行う自律走行・搬送技術
- パトロール活動における、危険物等の探知や対象者の捜索を行う認識・判断技術

※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

対応施策	短期	①②③④災害対応分野の横断課題も踏まえ、不整地・瓦礫・狭隘空間に対応するロコモーション、自己位置推定、遠隔操作支援、低照度環境での認識技術を重点強化する。捜索・救助支援に必要な情報収集能力として実装する。 ②③④環境モニタリング、危険物質環境下でのセンシング、多センサ統合、耐環境設計を重点開発し、NBC現場での被害情報収集・採証・除染支援に使える基盤を整備する。現場データを用いた訓練・実証・実運用からモデル改善へ還流する循環を構築する。
	中長期	⑤　情報収集、環境把握、採証、避難誘導支援、捜索・救助支援等を一体で遂行できる複合ミッション型ロボット群を研究開発テーマとして位置付ける。CoEで訓練・模擬現場・評価ベンチマークを整備し、段階的に実装範囲を広げる。

防衛

短　期	2030年頃	中　長　期

短期

- 巡回警備
- 物資選定・取出し
- 荷積み
- 入庫・格納
- 輸送（狭域）

大規模震災対応

- 情報収集
- 捜索

中長期

- 整備作業
- 輸送（広域）
- 自衛隊員の支援活動

大規模震災対応

- 危険作業
- 救助活動

□ 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

市場課題

① 人間と同じ空間で活動できる多用途ロボットは、人口減少に伴い自衛官の減少が見込まれる防衛分野においても重要な役割を果たしうる。例えば、基地警備、倉庫内での補給業務や災害派遣での活用、自衛隊員の支援活動、さらには人間が活動しがたいCBRNE環境下での除染作業など、様々な任務で活躍できる可能性がある。
② デュアルユース分野における積極的な投資を通じ、技術の社会実装を早め、国内外の民生市場を獲得することで経済成長に貢献するとともに、民生市場の獲得により強化された基盤を防衛装備品の質と量の向上につなげられることといった要素を満たすことが今後の課題

対応施策

① 警備のリモート監視システムや補給倉庫の自動化に関する検証などに取り組んでおり、引き続き無人化・自動化・省人化の取り組みを進めていく。
② 多用途ロボットは、デュアルユースを想定した研究開発を促進し、社会実装を進めることが重要である。経済産業省等の関係省庁と連携し、国内生産・技術基盤を発展させ、防衛装備品の安定的な供給につなげていく。

主な制度課題

① 国際法との整合性等、AIの安全な利用に関する国際的な議論を踏まえた対応が求められる。自衛隊員の支援活動、CBRNE環境下での活動等、防衛分野特有の事情を踏まえた国際法・国内法上の整理が必要。
② 情報保全を確保しつつ利便性を向上させるため、民間企業等が活用可能なデータ、評価環境等を提供可能な制度上の整理が必要。

対応施策

① ＡＩの安全な利用について、人道的考慮・安全保障の観点の双方を考慮しつつ、国際的な議論に積極的に参画するとともに、我が国としてバランスの取れた対応を行う。引き続き関係省庁と連携しつつ、制度上の整理を図る。
② 装備品等秘密等の既存の官側と企業間での情報保護の枠組みを参照しつつ、秘匿情報を含まない抽象化したシナリオ、評価等を提供し、民間企業等が防衛分野の技術開発に参画しやすい環境を整備する。

防衛

技術課題

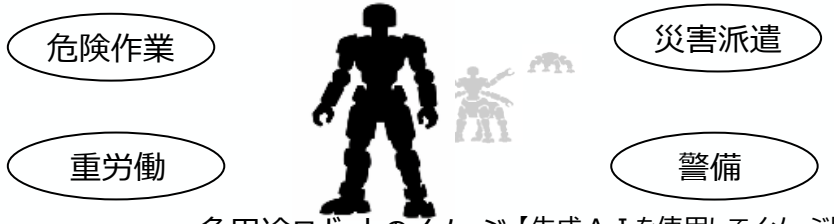
短　期　　**2030年頃**　　**中　長　期**

	現状の課題	必要となる技術例
①巡回警備	動的環境下における異常検出・認知	画像・センサーによる異常検知・知能統合
	広範囲の効率的な捜索	捜索ルート最適化
②物資選定・取出し	多品種扱い時の探索	多品種の検出・識別
	品種追加の度に必要となる学習	品種追加に対する適応的制御
	収納形態に応じた治具	汎用的マニピュレータの開発または治具選択の最適化
③荷積み	多様な重量物の最適位置での把持	重量・重心位置推定・把持機構・関節制御
	荷姿に応じた積付け・積載計画が必要	3次元空間認識とセンサ・アクチュエータ連携制御
④入庫・格納	人との衝突の懸念や安全性の確保	マップ・人・障害物のリアルタイム空間認識
	段差・狭路等での安定な移動	段差・狭路等に対応した移動機構・制御
	複数ロボットによる渋滞等の稼働率低下	複数台ロボットの運行計画・協調制御
	多様な荷姿に対応した把持・荷姿変換が困難	荷姿変換・多様な荷姿対応の自動把持機構・制御
⑤輸送	非通信・GNSS環境下での活動	自己位置推定及び自律制御
	不整地・斜面での安定した走行	不整地・斜面に対応した移動機構・制御
	長期間にわたる作業の遂行	耐久性・燃費・出力の最適化
⑥大規模震災対応：情報収集/捜索	瓦礫・狭隘空間での安定した移動が困難	瓦礫・狭隘空間対応の移動機構・制御
	低照度・煙環境下での正確な状況認識が困難	低照度・煙環境下の認識
	要救助者の位置特定に時間を要する	画像・センサーによる生体検知(要救助者探索等)
	場所により通信環境が不安定	使用空間内での安定的な通信が可能な無線通信

※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

⑦＜中長期で対処が求められる主な技術課題＞

- 倒壊家屋を代表とする危険な環境下で要救助者の探索・救助等が可能なロボットのためのインテグレーション技術
- 多様な地形・地質・天候等の環境での作業を保証するセンシング・駆動機構・制御技術
- 複合したタスクに対応可能な高度の認知・判断に必要な知能化技術
- 多種多様な物品のピックアップ作業を要求速度・精度等に応じて実施可能な多自由度のマニピュレーション技術
- 複数ロボット間での協調制御を実現するネットワーク技術
- 長時間のミッション継続を可能とするエネルギー・マネジメント・熱制御技術



多用途ロボットのイメージ【生成ＡＩを使用してイメージ図を作成】

対応施策	短期	②③④⑤屋内での自己位置推定、人・障害物の接近検知、経路計画を高度化する。 重量物の把持機構・制御、視覚情報等の活用が可能な現場の映像・運用データセット整備を進める。 異常（不具合）発生等の検知を継続的に評価・改善できる基盤を整備する。 ①⑥平時の巡回業務から不整地等まで対応するロコモーション技術を開発し、実災害に近い環境や施設で検証を進める。これにより、複雑環境への対応を念頭に、経路計画・自己位置推定・遠隔操縦支援を高度化する。 視認性が悪い環境にも対応したセンサフュージョンや要救助者探索のための生体センシングを開発する。 訓練・実災害・実証から得たデータを統合してモデル改善を進める。
	中長期	⑦　危険環境下における探索・救出をテーマとして研究する。偵察、状況把握、救助等一連のシーケンスに対応したロボット群を想定し、段階的に実装範囲を広げる。搬送時の荷重制御、安全保持、人との役割分担、狭隘階段対応を含めた実証を進める。現場データを活用したモデル開発を進め、地形、天候等を考慮した作業最適化を実現する。荷姿認識、柔軟ハンドリング等のためのデータ整備、シミュレーション環境、評価指標を構築する。