

機械安全の観点からみた 中速・中型および中速・小型ロボ

2024年9月25日

「より配送能力の高い自動配送ロボットの社会実装検討WG」

第2回WG

国立研究開発法人 産業技術総合研究所

インダストリアルCPS研究センター

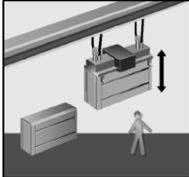
ディペンダブルシステム研究チーム

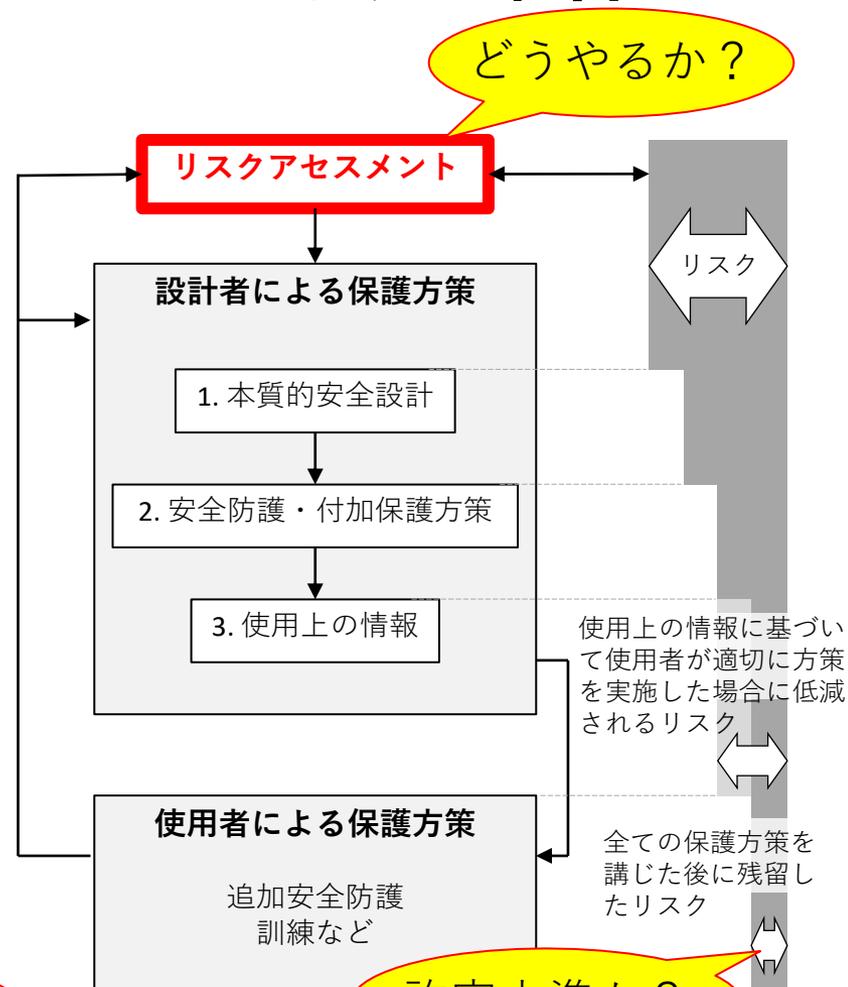
主任研究員 中坊 嘉宏

機械安全におけるロボットの安全確保

- 製造者が従うべき安全方策の基本概念は ISOガイド51やISO 12100に示されている
- サービスロボットについては ISO 13482、産業用ロボットについては ISO 10218 が制定されている
- 3ステップで許容リスク水準まで下げる
- ただし、公道走行の場合は車両としての観点も考慮すべきと考えられる

規格に掲載された危険源の例

Hazard		Hazard	
	<p>Origin cutting parts</p> <p>Potential consequences</p> <ul style="list-style-type: none"> — cutting — severing 		<p>Origin falling objects</p> <p>Potential consequences</p> <ul style="list-style-type: none"> — crushing — impact
	<p>Origin moving elements</p> <p>Potential consequences</p> <ul style="list-style-type: none"> — crushing — impact — shearing 		<p>Origin moving elements (three examples)</p> <p>Potential consequences</p> <ul style="list-style-type: none"> — drawing-in — friction, abrasion — impact



ISO 12100 より引用

課題と考えられる点

1. リスクアセスメントに関して

- a. 主たる危険源： 衝突（および、その2次的被害）
- b. 制御に関わる安全： 低速 → 中速で制御が変わる

2. 許容リスク水準について

- どのようにリスクが社会に受容されるか

課題に対する意見（1）

- 「1-a. 衝突の危険源」および「2. 許容リスク水準」に対して
 - 衝突時の危険性を見積る際の要素（予想）
 - 速度、重量（積載量）、出力 ← 中速・中型／中速・小型でリスクは増大
 - 形状、堅さ、破損による発火等の2次リスク ← 従来と同様の対処
 - ある程度の見積もりは可能だが、衝突相手の想定を完全にするのは困難
- 既存の交通規則に従った移動体を参考にし、追従すべきではないか？
- 具体的に、以下の連続性を考慮すべきではないか：
 - 中速・中型 <> 超小型モビリティ、ミニカー
 - 中速・小型 <> 電動キックボード（特定小型原付）



Wikipediaより引用

リスク & 社会受容性
(違反件数, 事故の様態, 被害の程度, 迷惑度)

課題に対する意見（2）

- 「1-b. 制御安全」に対して、次の2つの制御性能の検証が必要

① 中速走行性能

- 中速 → 遠隔制御は、ほぼ不可能。リアルタイムの軌道生成と動的制御が必須（車いすの操縦と、自転車の運転との違いに等しい）
- 公道における走行性能仕様が、水準に達しているかが判断されるべき

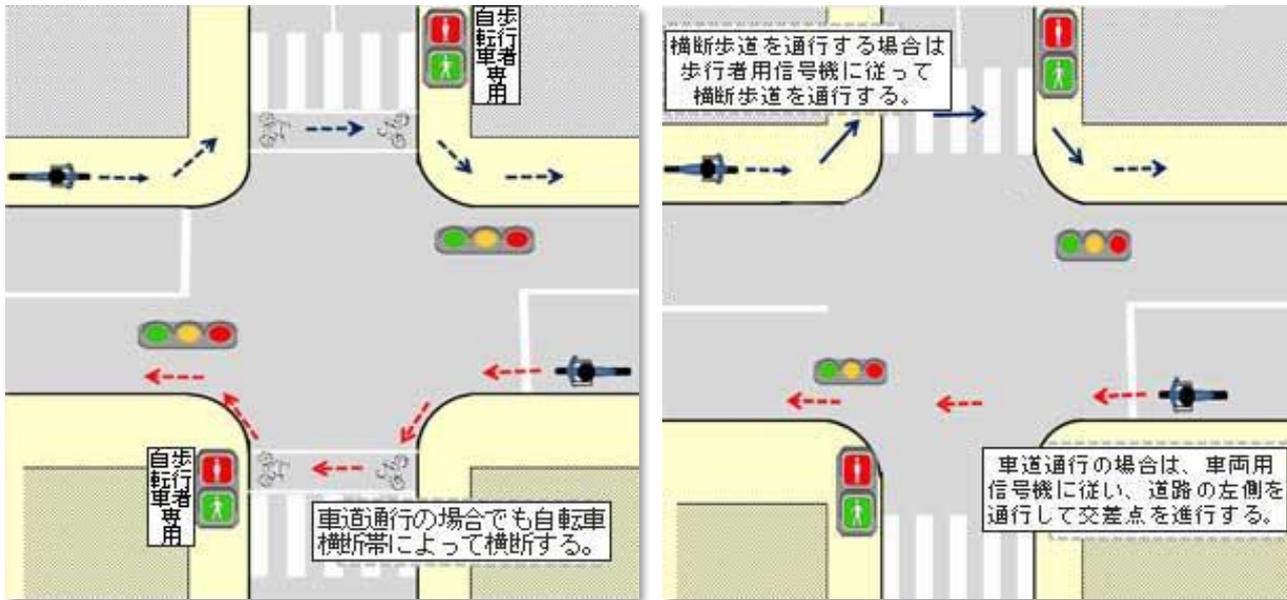
② 遠隔制御モードとの切り替え

- 遠隔制御が必要な場合は、モードを切り替えて速度を制限し、モード表示で可視化
- 中速自律走行／低速遠隔制御／安全停止 の3つを、相互に安全に切り替えできるか
- 通信やGPSの一時的な遮断等、シナリオに基づいた運用試験実証を十分実施すべき

参考

ルール形成、社会受容にむけた絶好のチャンスと考えられる

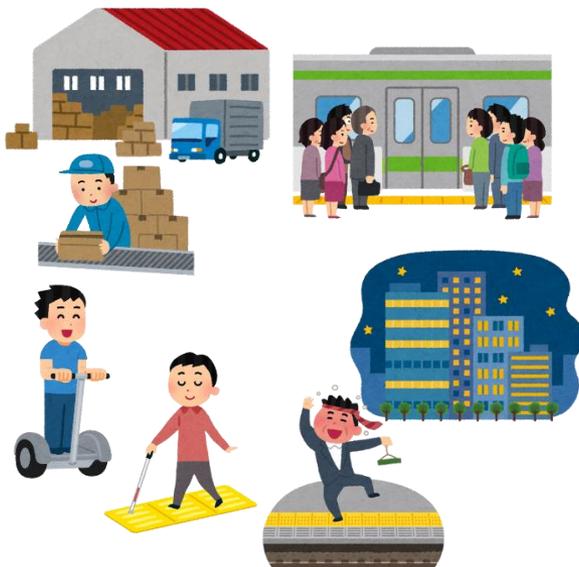
- 自動車横断帯を撤去中（兵庫県警HP、乗りものニュースより）
- 自転車の位置づけが、大きく変わってきている



サービスロボットのリスクアセスメントの実際

① 利用条件（機械類の制限）の決定

- 周囲の環境
- 誰がいるか
- 誰が利用するのか



② 許容リスク水準の決定



③ リスクの推定 ④ 保護方策の評価

$$R = S \times (F + A + Ps)$$

重篤度 頻度 発生確率
回避可能性



環境条件



人とロボットの共存における、人からの隔離や管理への依存

	ロボットの形態 (代表例)	適用分野	小 ←← 人による管理への依存 →→ 大			
			人からの 隔離	第三者か らの隔離	環境の確実性 (管理の程度)	訓練された人 による操作
産業用ロボット	垂直/水平多関節 ロボット	製造業	○	○	○	○
共存型（セル生 産）ロボット	双腕ロボット、 上体ヒューマノイ ド、協働ロボット	製造業	△	○	○	○
農業用ロボット	自律走行ロボット、 装着型ロボット、 ドローン	農業	×	△	○	○
搬送・パトロー ルロボット	自律走行ロボット、 装着型ロボット、 ドローン	運送・警備	×	×	△	○
介護ロボット	移乗ロボット、 歩行アシスト、 装着型ロボット	介護福祉	×	×	×	△
案内ロボット	自律走行ロボット、 ヒューマノイド	サービス業	×	×	×	×

様々な業界ごとのロボット安全基準の策定

※自分の関わった、一部から

- **ロボット介護機器（2013年）** 「安全基準」策定プロジェクトを開始
 - AMED事業を継続。8分野13項目を重点機器として選定し安全ガイドライン作成、個別製品安全規格の策定検討を開始
- **農業用ロボット（2017年）**
農業機械の自動走行に関する安全性確保ガイドライン
 - 農林水産業におけるロボット技術安全性確保策検討事業を継続。随時改訂中
- **駅サービスロボット（2019年）**
自律移動型駅サービスロボットの安全性確保に関するガイドライン
- **公道走行配送ロボット（2022年）**
道交法改正、ロボットデリバリー協会設立
 - 自動走行ロボットを活用した配送の実現に向けた官民協議会を継続



NEDO資料より引用