

# シームレスな全方向から 連結可能な機械式コネクタ

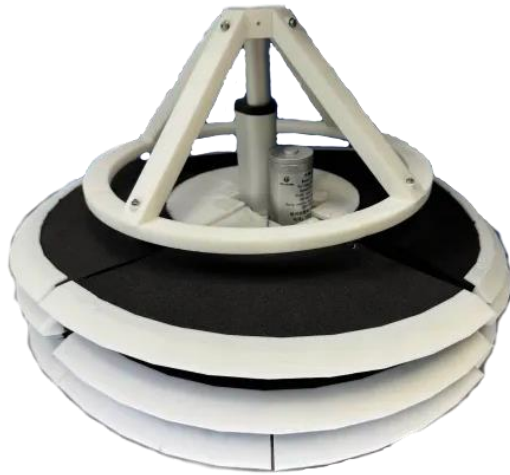
八戸工業高等専門学校  
産業システム工学科 電気情報工学コース  
助教 赤川徹朗

2025年10月14日

# 本技術の要点と貢献

## 【要点】

多数のロボットが“素早く自律的に”連結して**変形可能**な構造を発明



## 【貢献】

自律的な連結が困難だった“物理的”課題を解決し、  
移動ロボットが

**状況に応じて“変形”して目的を達成する手段**を獲得

# 産業現場のロボット

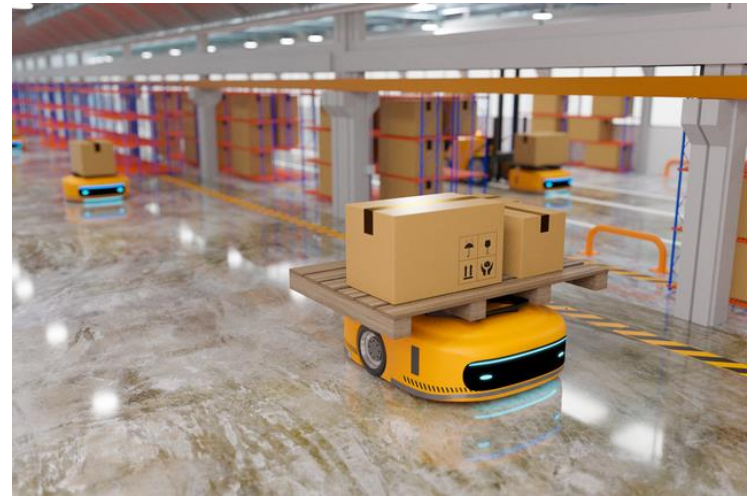
## 産業用アームロボット



### 例：工場の生産ライン

- ・ ロボットの設置位置を固定
- ・ 決められた位置にある対象に対して精密な操作

## 移動ロボット

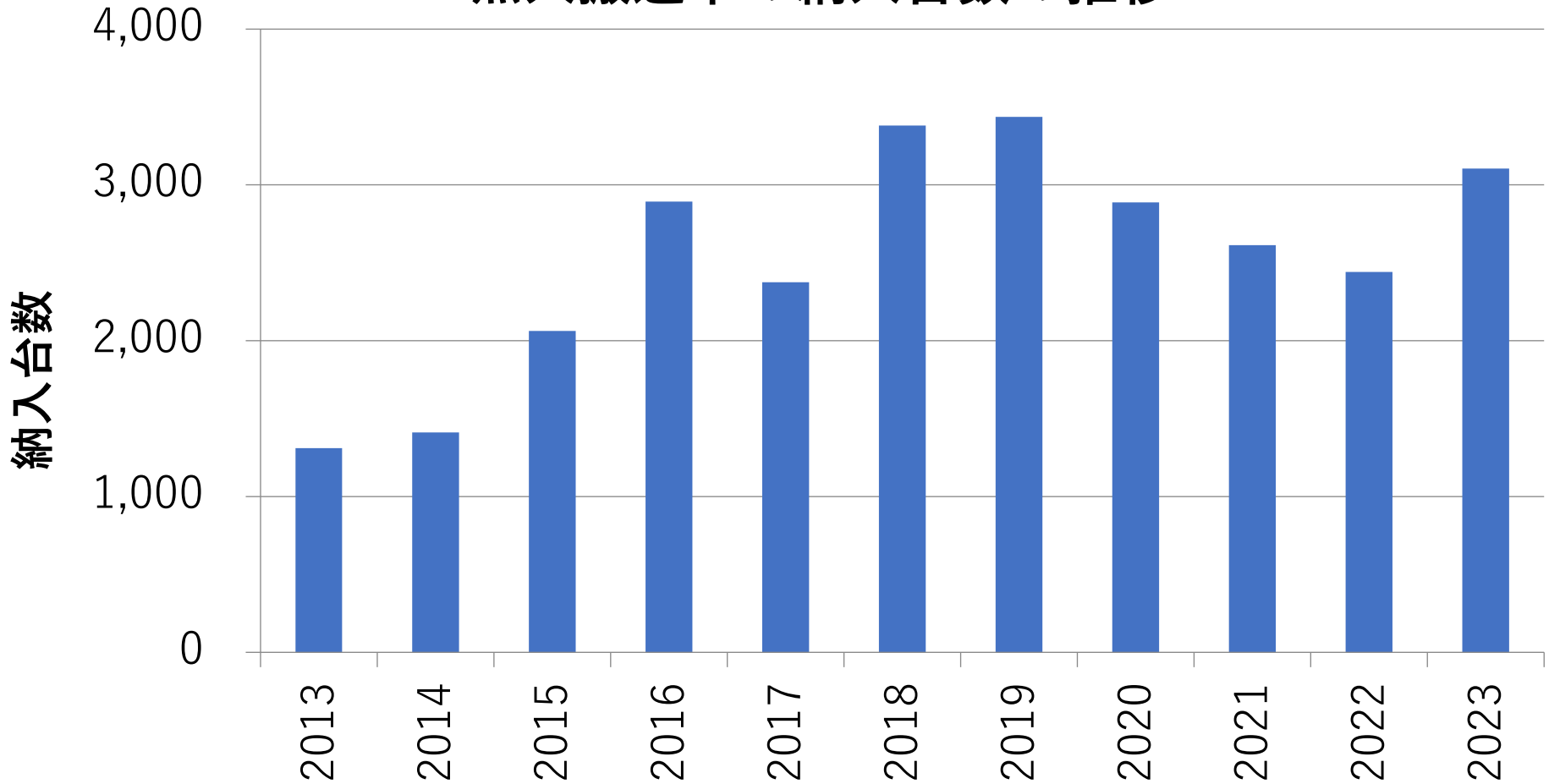


### 例：自動搬送車，清掃ロボット，配膳ロボット

- ・ ロボットが自動で移動する
- ・ 様々な位置に配置された対象に対して操作

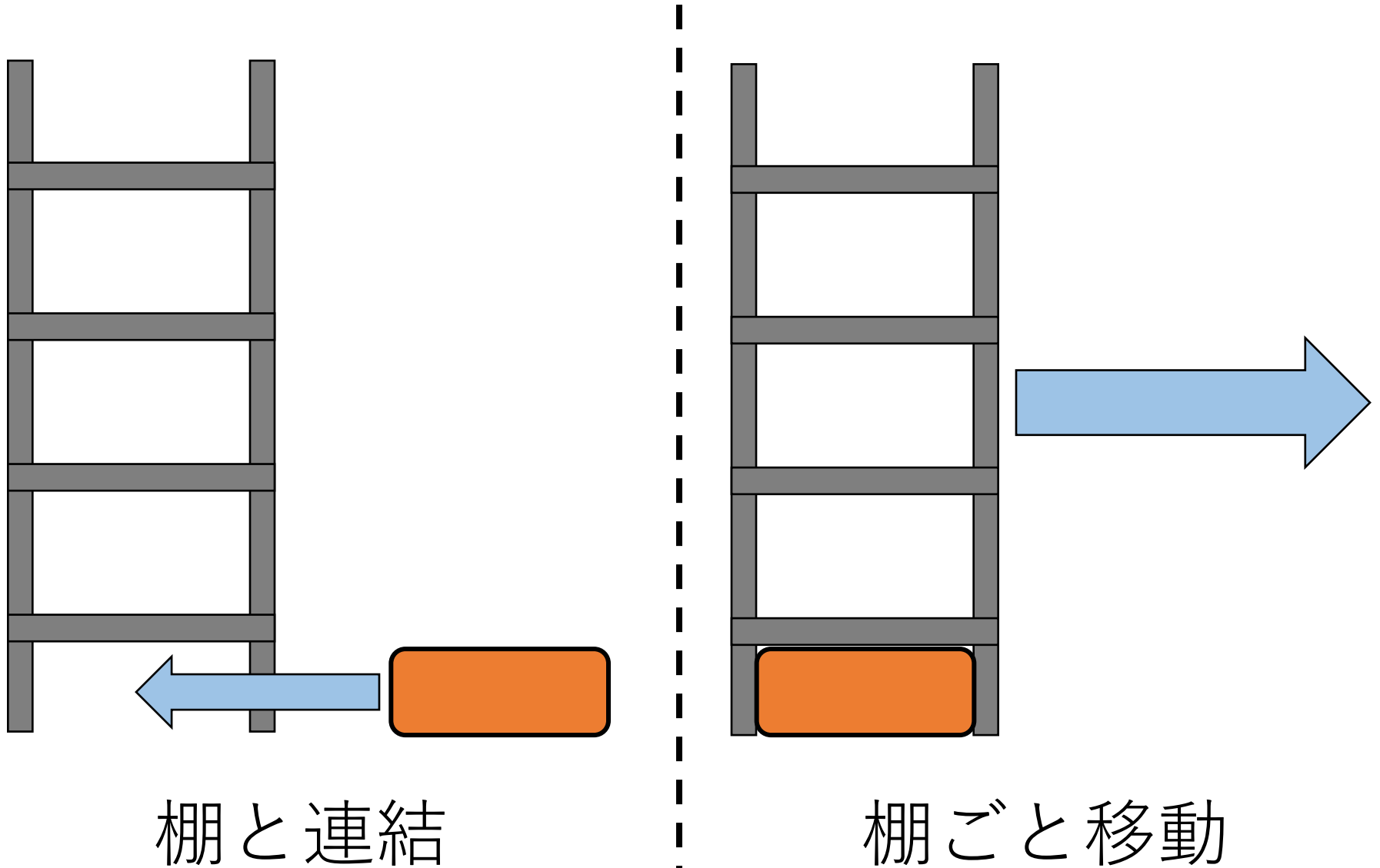
# 無人搬送車の導入状況

## 無人搬送車の納入台数の推移

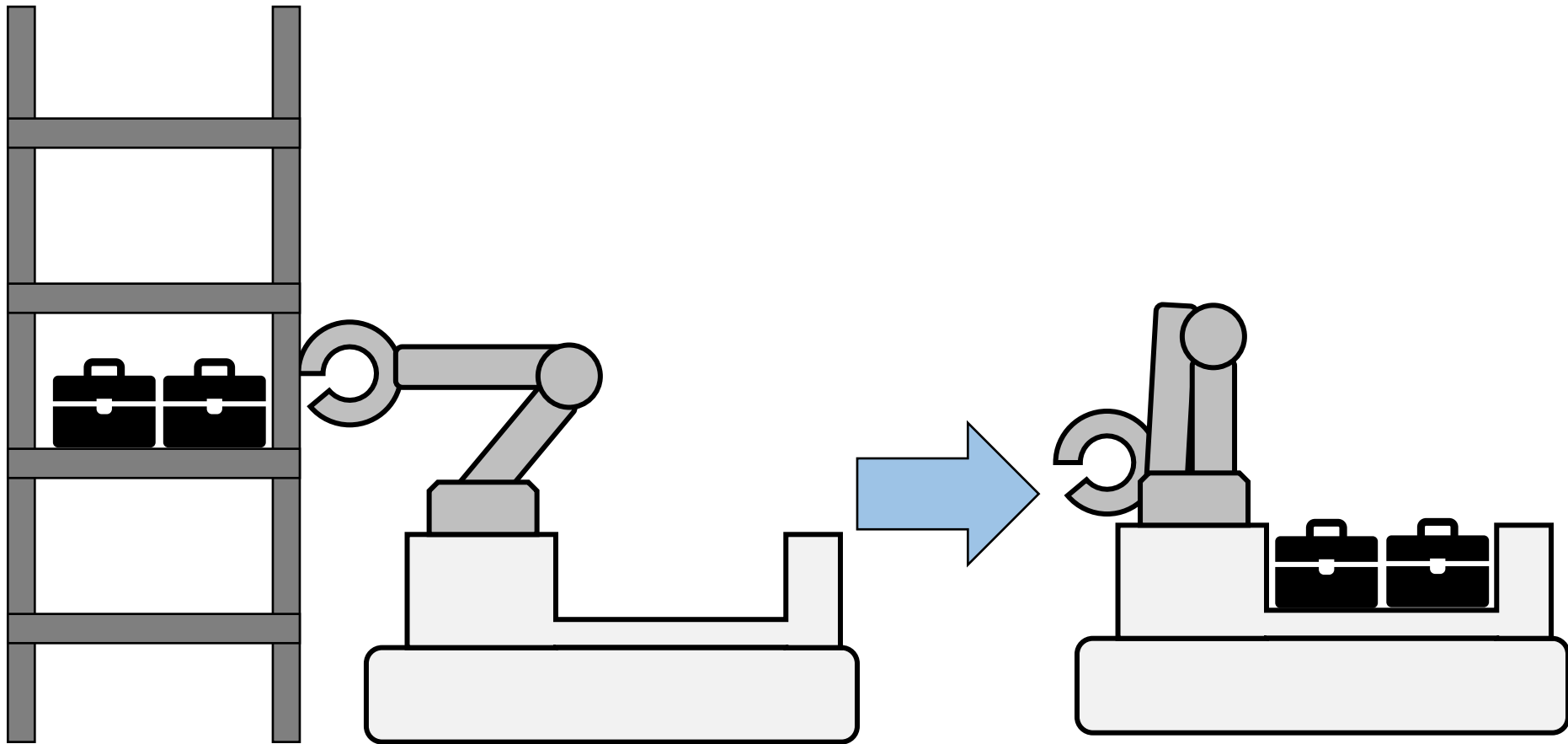


一般社団法人日本産業車両協会、輸出向けを合わせた無人搬送車システム  
納入件数（2023年）をもとに作成

# 搬送方法(棚搬送)



# 搬送方法(アーム)



アームを用いて運搬物をピックアップ

# 導入の障壁

ロボットの規格に合わせた環境が必要となる

→すでに稼働している現場への導入は敷居が高い

## 【問題1：環境・目的ごとに適したロボットのサイズが違う】

- ・ロボットが大きいと走行通路の確保が難しい
- ・ロボットが小さいと小物しか運搬できない

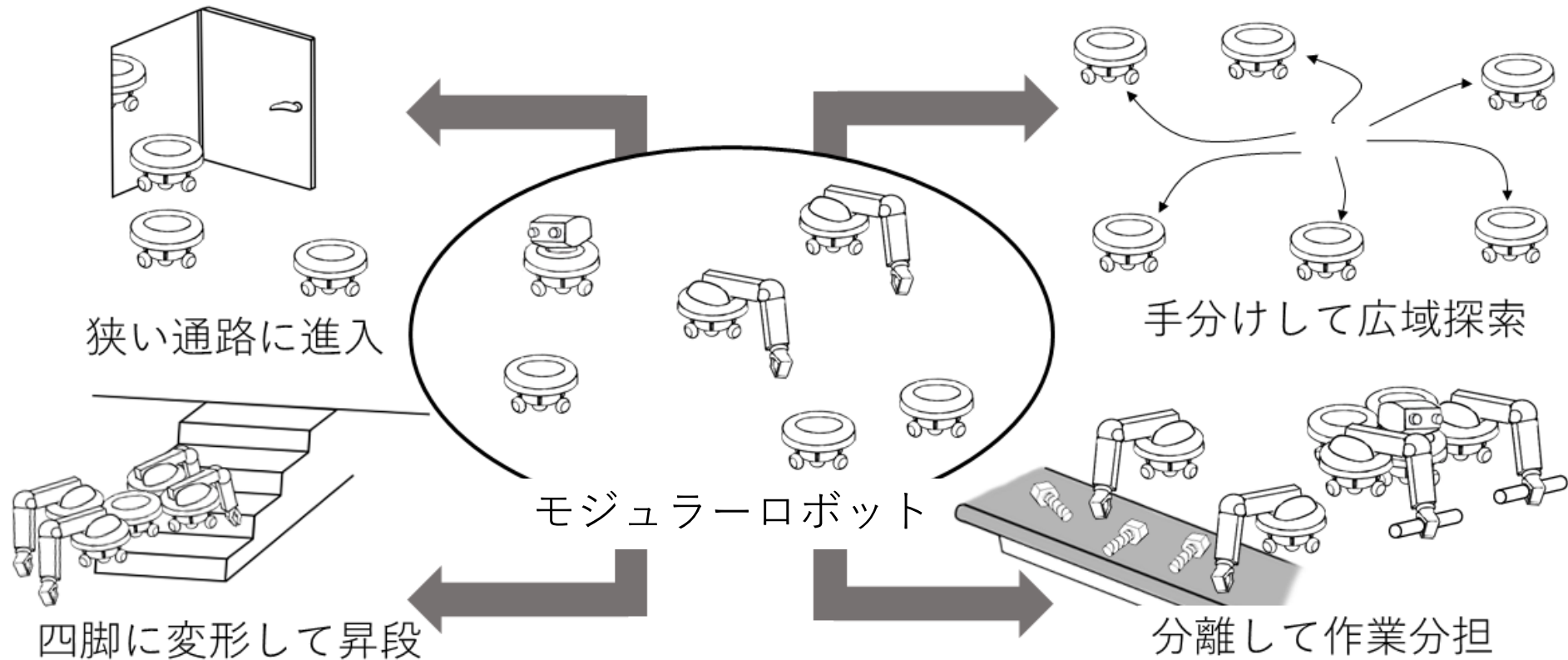
## 【問題2：環境・目的ごとにロボットに必要な機能が異なる】

- ・棚ごと移動させたい場合と、単体を運搬したい場合でロボットの構造（アームの有無など）が異なる

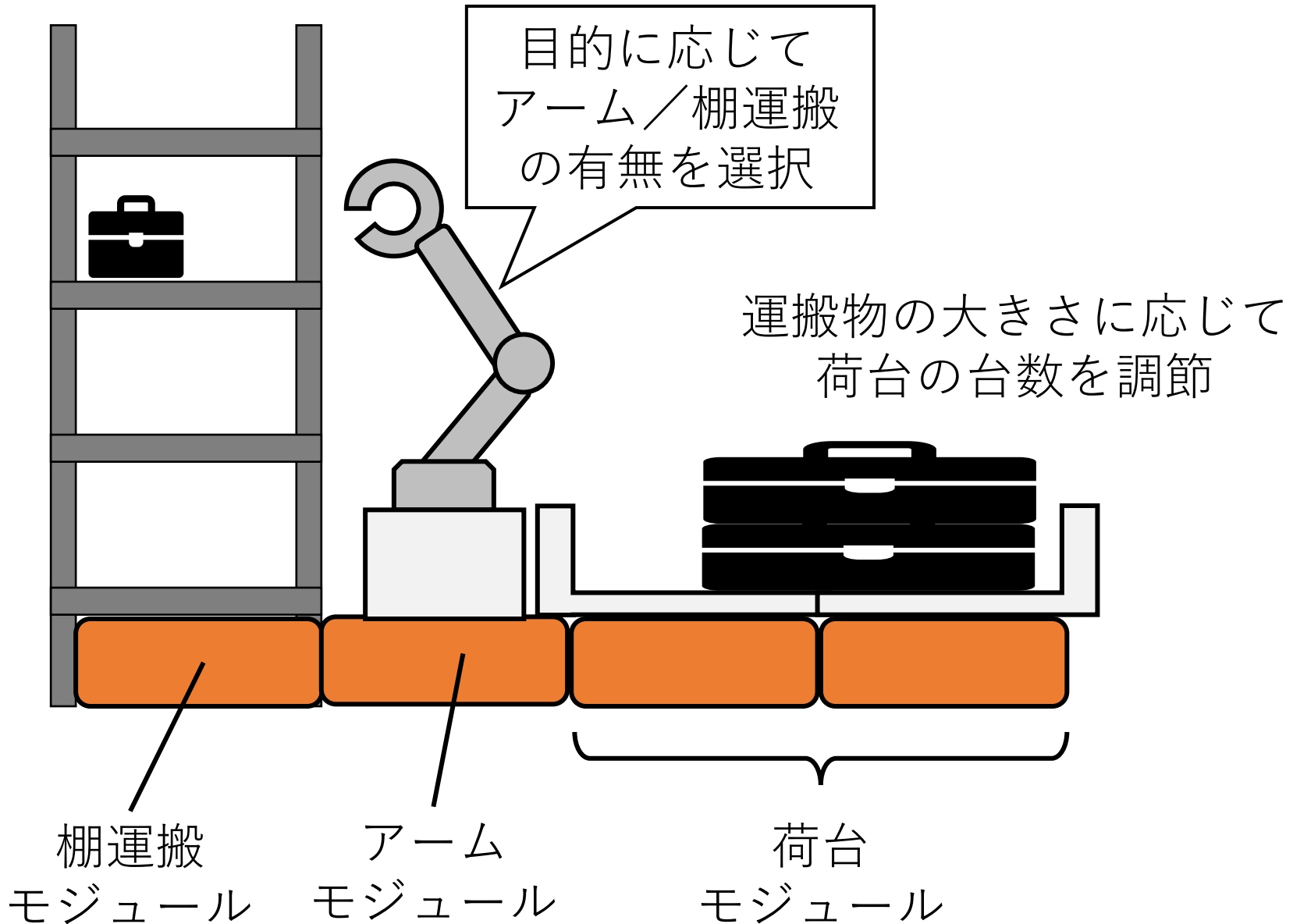
# モジュラーロボット

複数のロボットが連結して1台の集合体として行動する

→ 連結位置や台数を切り替えて様々な形状へ「変形」する

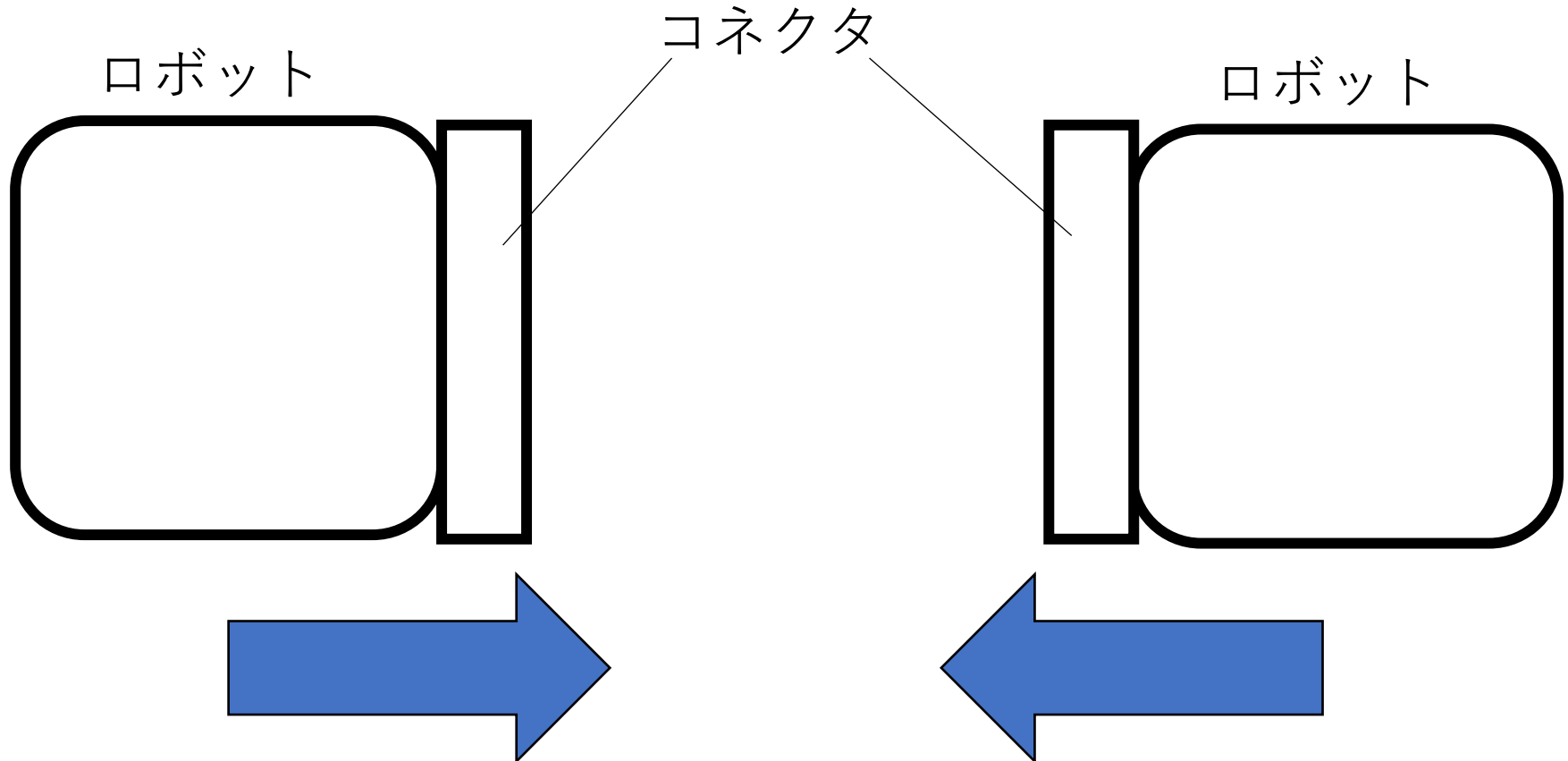


# 自動搬送車への応用



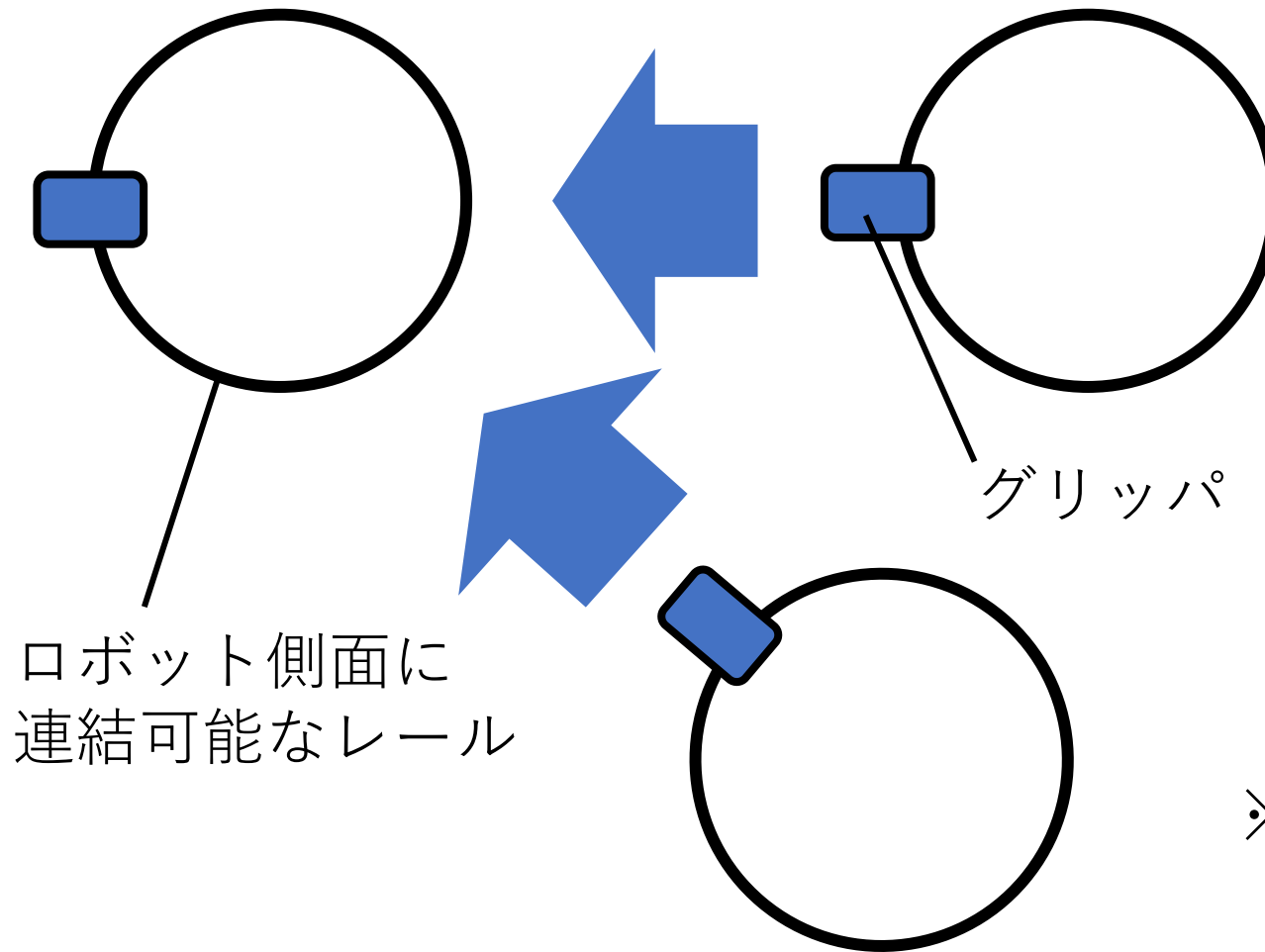
# 従来の連結方法[1,2]

※上から見た図



- [1] C. Liu, Q. Lin, H. Kim, and M. Yim. Smores-ep, a modular robot with parallel self-assembly. In *Autonomous Robots 47.2*, pp. 211–228, 2023.
- [2] W. Liu and A. F. T. Winfield. Self-assembly in heterogeneous modular robots. In *Distributed Autonomous Robotic Systems*, pp. 219–232, 2014.

# 従来の連結方法[3]



※上から見た図

- [3] F. Mondada, G. C. Pettinaro, A. Guignard, I. W. Kwee, D. Floreano, J. Deneubourg, S. Nolfi, L. M. Gambardella, and M. Dorigo. Swarm-bot: A new distributed robotic concept. In *Autonomous Robots 17*, pp. 193–221, 2004.

# そもそも集合体に “連結”は必要なのか

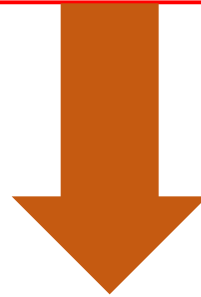


# 従来の課題点

特定の位置に“連結口”を作ってしまうと、連結時に

**ミリメートル単位の精度で連結口をうまく重ねる手間**

が生じる



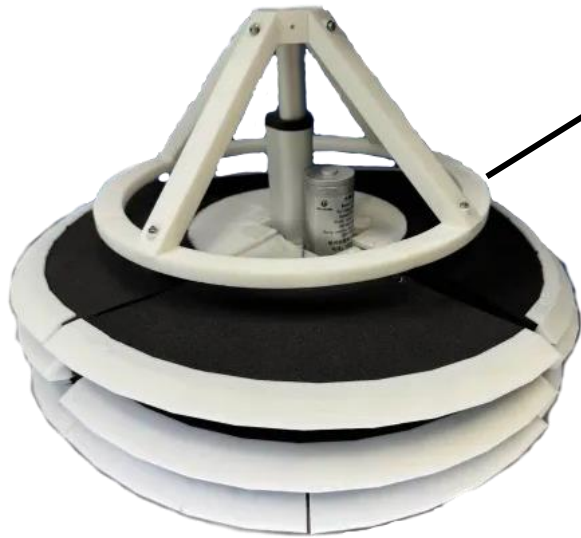
変形を繰り返すたびに  
数分～数十分が必要となる

モジュール型の自動搬送車が目的を遂行するうえで  
**無視できないボトルネック**として存在

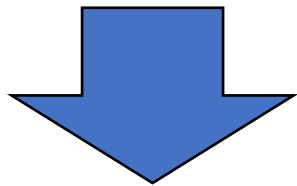
## 【望ましい連結構造】

- シームレスな全方向から連結可能
- ジェンダーレスな構造（オス／メスが無い）

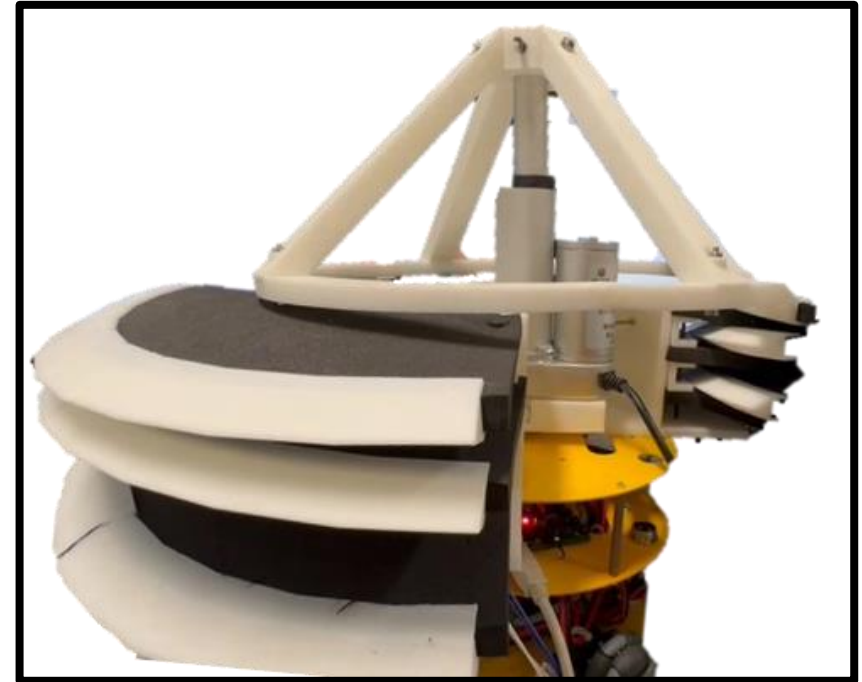
# シームレスな全方位から 連結可能なコネクタ



本技術に基づいて開発した  
コネクタ

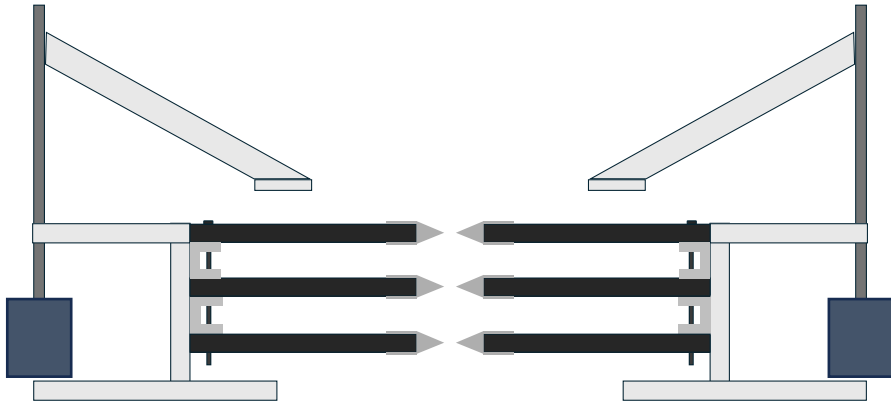


市販のオムニホイールロボット  
(ヴィストン株式会社, Nexus robot)

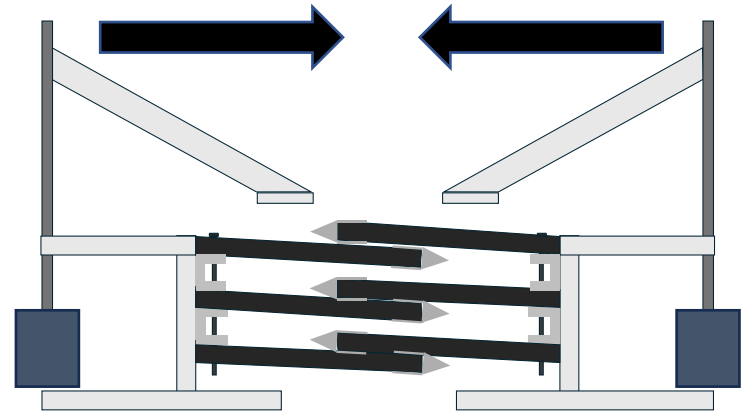


# 連結の過程

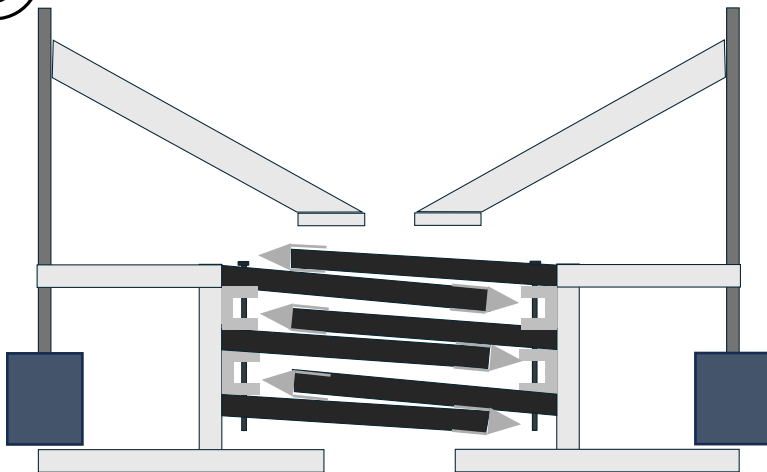
①



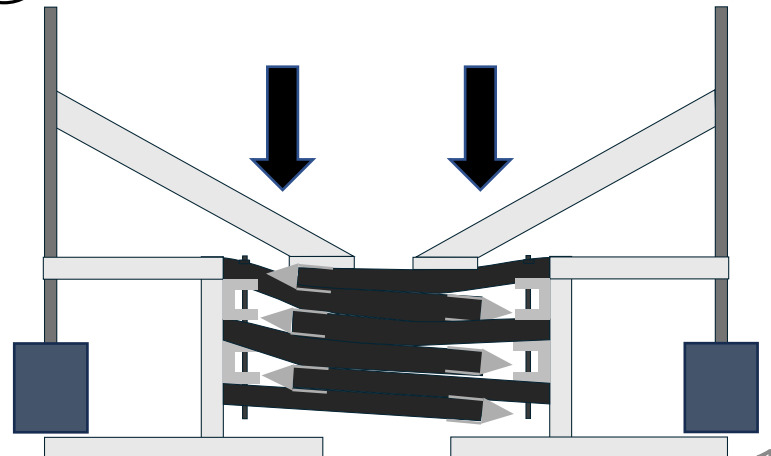
②



③



④

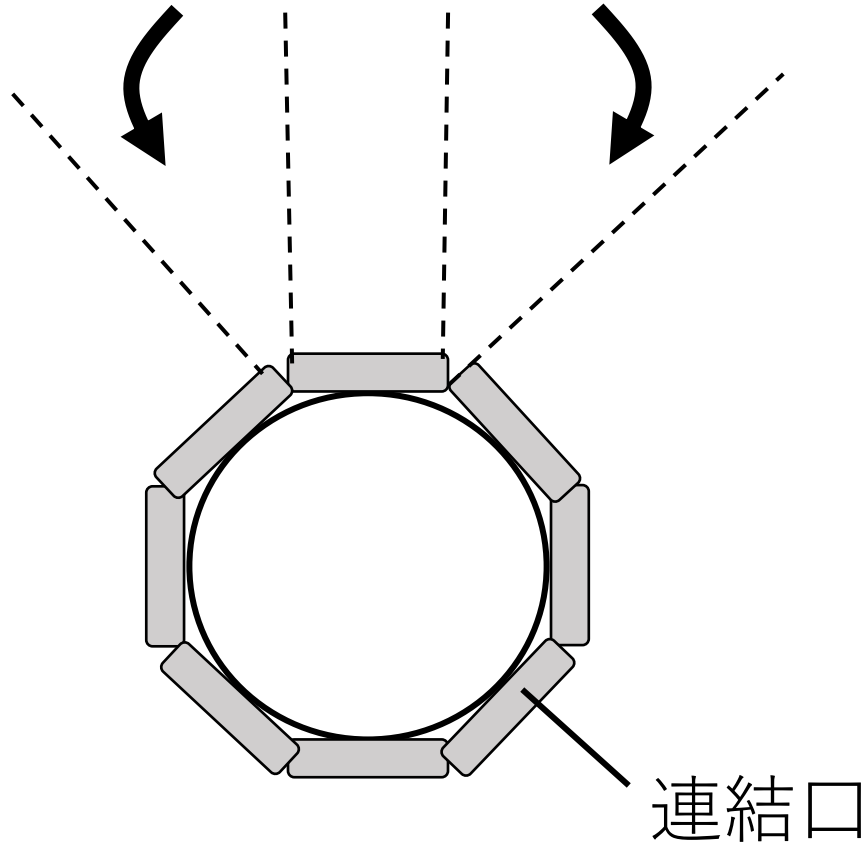


# 連結の様子(動画)

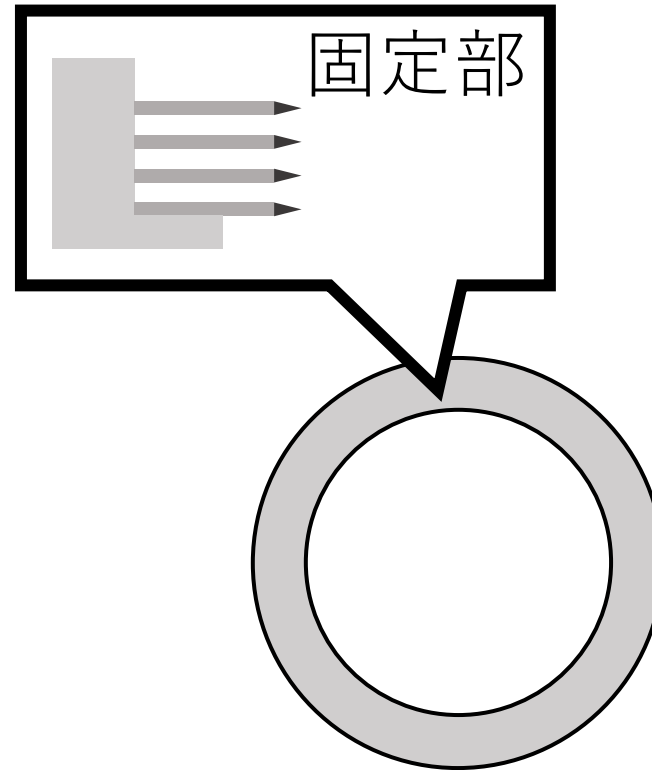


# 従来手法との比較

連結不可能な位置・方向が発生



× 連結口を合わせる  
精密な位置調整が必要



○ 細かな位置調整なしに  
どこからでも連結可能

# 達成した課題

## 【従来技術】

4～9台のロボットによる集合体形成に  
(長い形状だと) **3～10分の時間を要する**

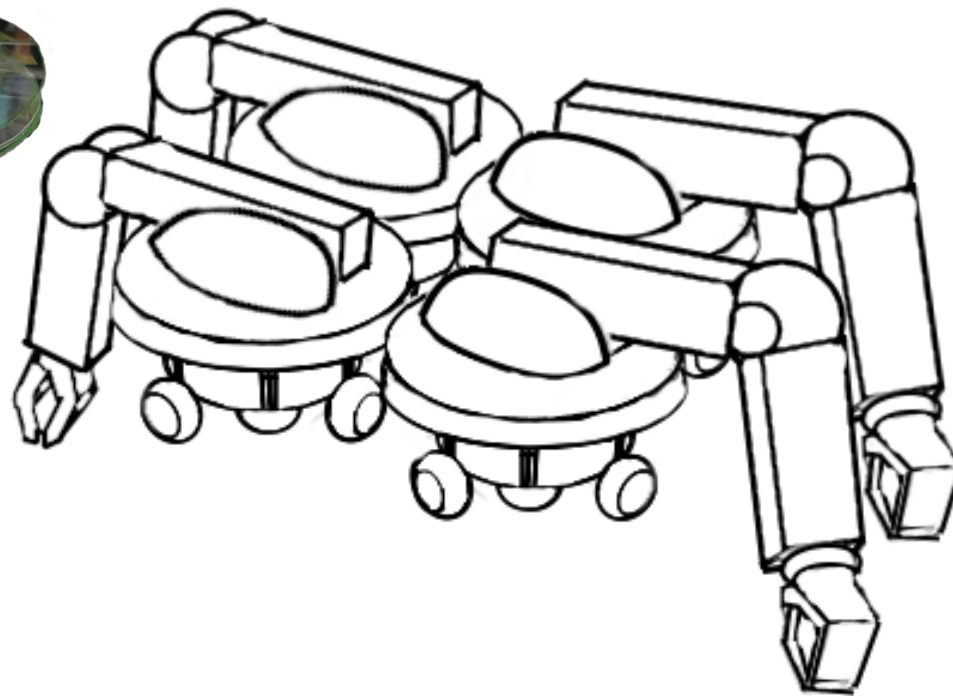
## 【新技術】

ロボットの現在位置から最短距離の方向へ  
集合が可能なため、**数十秒で集合体形成が可能**

# 車輪→四足歩行

【新型機】

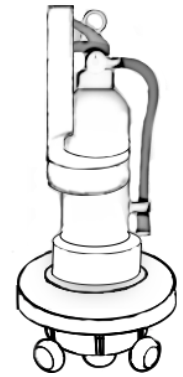
小型化 + 軽量化



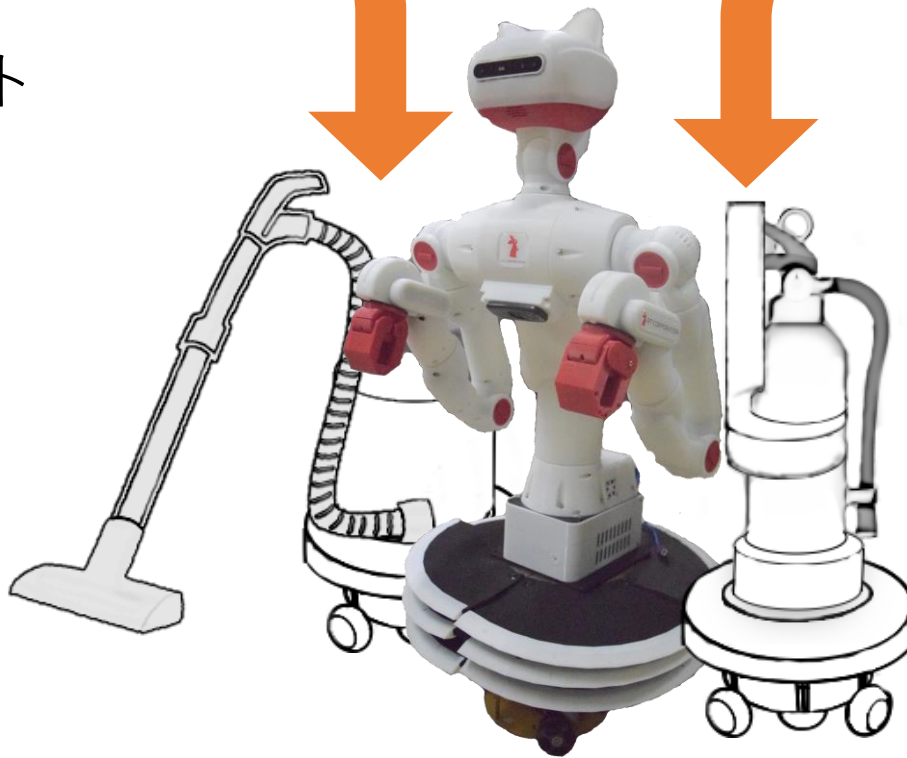
# 今後の開発



掃除ユニット



消火ユニット



装備の切り替えが可能な人型ロボット

# 実用化に向けた課題

【課題】 連結部の層の重なり具合が完全でない

【対策】 より薄い“PETシート”で開発中

【課題】 加圧部が必要以上に大型

【対策】 より小型で低価格な装置で再設計

【課題】 ロボット本体に他ロボットの位置を計測する装置が搭載されていない

【対策】 上部に小型全方位カメラを搭載してロボット間位置計測装置を実装中

# 社会実装への道筋

時期	取り組む課題	社会実装への取り組み
現在	本技術を採用したコネクタを実装	
1年後	本コネクタを搭載したモジュラーロボットの完成	モジュール構造を利用したデモンストレーションの実施
2年後	量産を視野に入れて低コスト化した量産型コネクタの設計が完了	量産型コネクタのサンプル・設計データの提供
3年後	様々な装置に搭載し、コネクタの有用性を検証	<ul style="list-style-type: none"><li>・試験サービスの実現</li><li>・研究・教育用にコネクタ販売に向けて始動</li></ul>

# 企業への期待

## 【期待する産学連携のタイプ】

何らかの計測装置 や ロボット の開発技術  
を持つ企業との共同研究を希望

「どの分野に」「どのように貢献するか」は  
**“機能の組み合わせ次第”**

既存の装置との組み合わせから  
画期的な提案に繋がる技術と一緒に作りたい

# 企業への貢献 PRポイント

本技術は既存のあらゆる装置間を容易に繋げる  
**“接着剤”**の役割を果たす

## 【貢献】

- ・ 既存の装置に本技術を組み込むだけで  
**後付けで新しい機能を追加／削除できる**
- ・ 既存の装置を“今までにない新しい分野”へと  
活用の幅を広げられる

# 本技術に関する 知的財産権

発明の名称    ロボット連結装置

出願番号        特願2024-137455

出願人            独立行政法人国立高等専門学校機構

発明者            赤川徹朗

# 本技術に関する 外部との連携

2021年4月～2025年3月 若手研究（代表）に採択，4,550千円

2025年4月～2026年3月 競輪とオートレースの補助事業（若手研究）に採択，1,999千円

2025年4月～2029年3月 若手研究（代表）に採択，4,810千円

# お問い合わせ先

八戸工業高等専門学校  
総務課 地域連携係

TEL 0178-27-7239

e-mail [renkei-o@hachinohe-ct.ac.jp](mailto:renkei-o@hachinohe-ct.ac.jp)