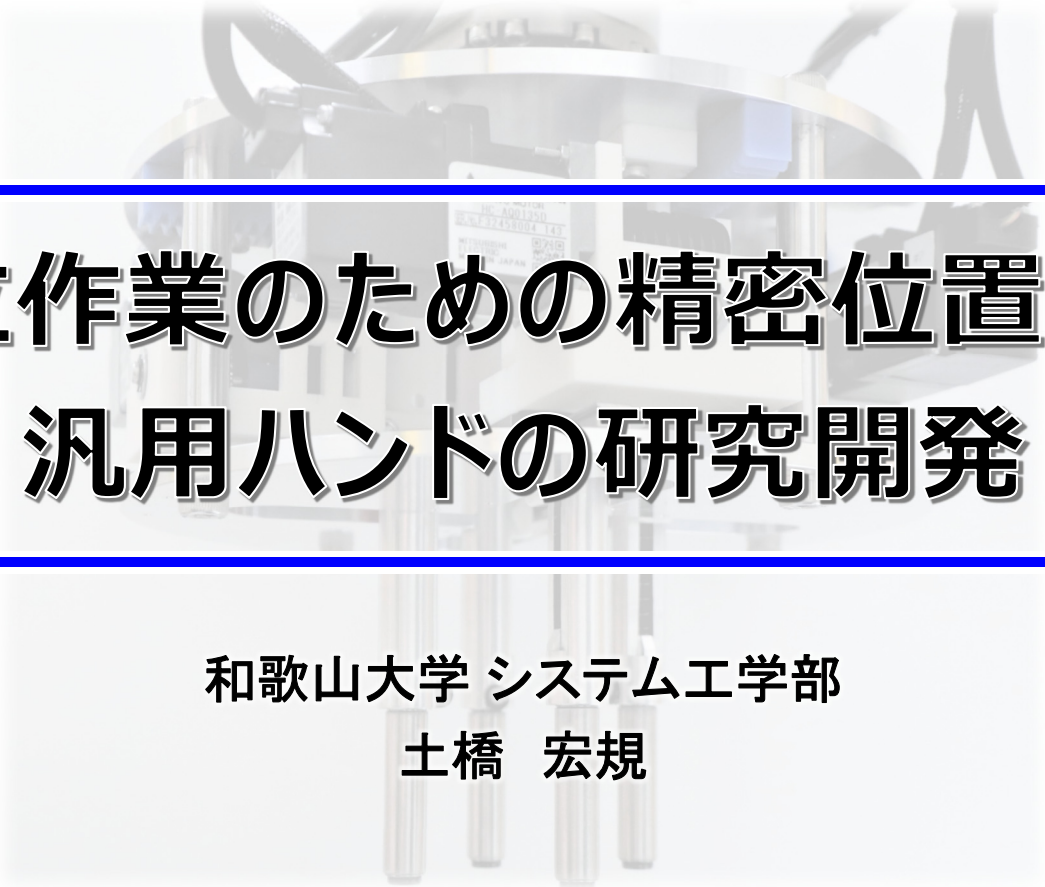




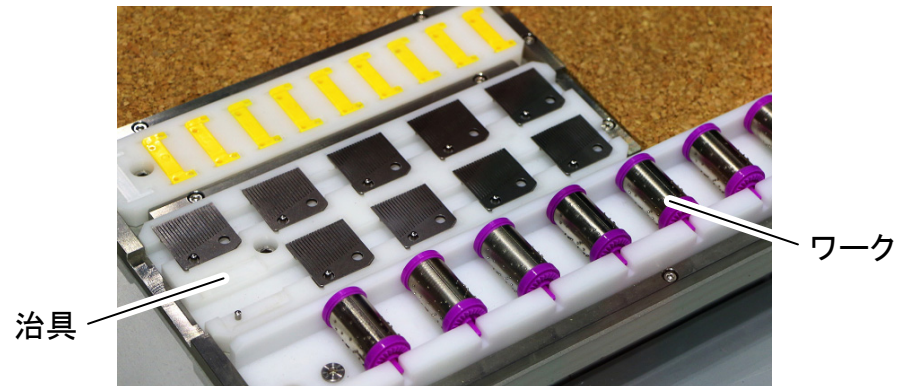
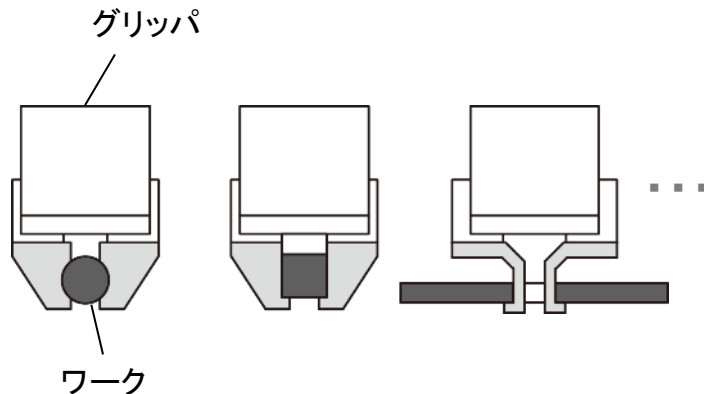
組立作業のための精密位置決め 汎用ハンドの研究開発

和歌山大学 システム工学部
土橋 宏規

研究概要(1/2)

■ 研究背景

- 組立作業では、多種多様なワークの把持と組付けが必要
(特に位置制御ベースのロボットでは、精密な位置決めが必要)
 - ワークの種類ごとに専用のグリップを使い分け
 - 専用の治具を用いて、各種ワークを整列状態で供給
- ワーク形状に対する汎用性の低さ、ワークの事前整列の必要性が課題



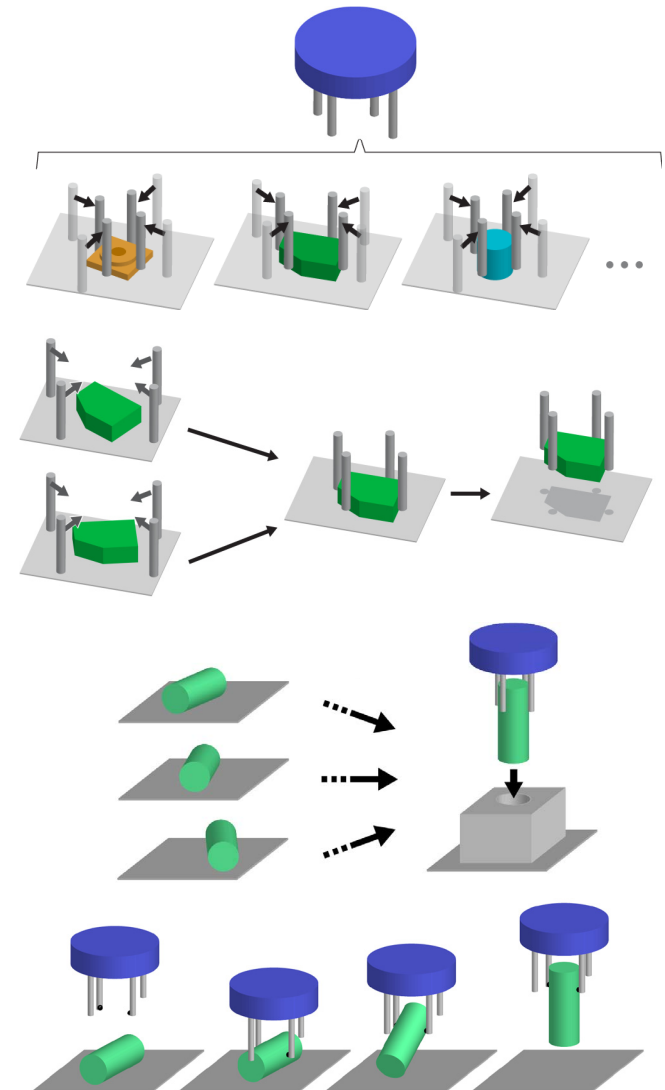
研究概要(2/2)

■ 研究目的

- 様々な形状のワークを治具レスでも精密に把持・組付けできる, **汎用ハンドの機構**の開発と**ロバストな把持戦略**の構築

■ アプローチ

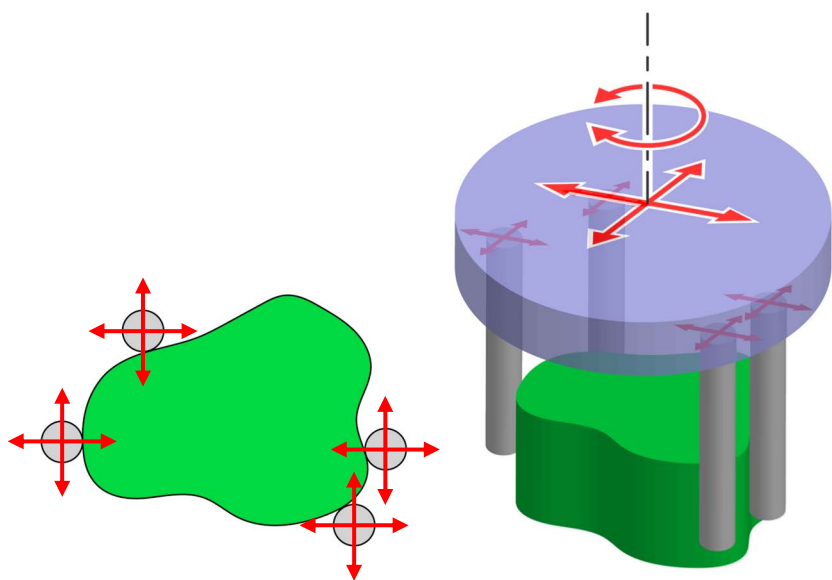
- **平行スティック指**を有する機構と, ワークの精密位置決めに適した, **form closure**による把持を採用
- ワークの供給位置における不確定性は, 指の動きによる**アライメント**で吸収
- 横たわった軸状のワークには, 姿勢変更操作を導入して対処



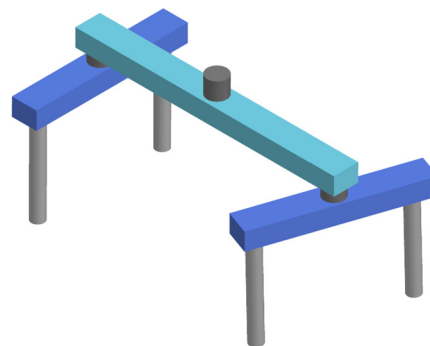
汎用ハンドの機構(1/3)

■ ハンドの自由度*

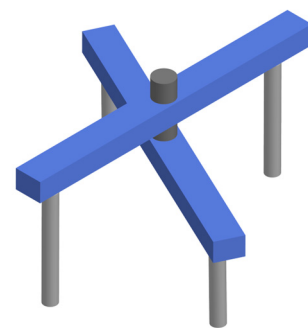
- 任意の断面形状のワークの断面方向を form closure により拘束するためには、**少なくとも 4本の指が必要**
- ハンドを6軸ロボットアームに取り付けることを想定すると、**ハンド自体には 5 ($= 2 \times 4 - 3$) 自由度が必要**



【機構例1】



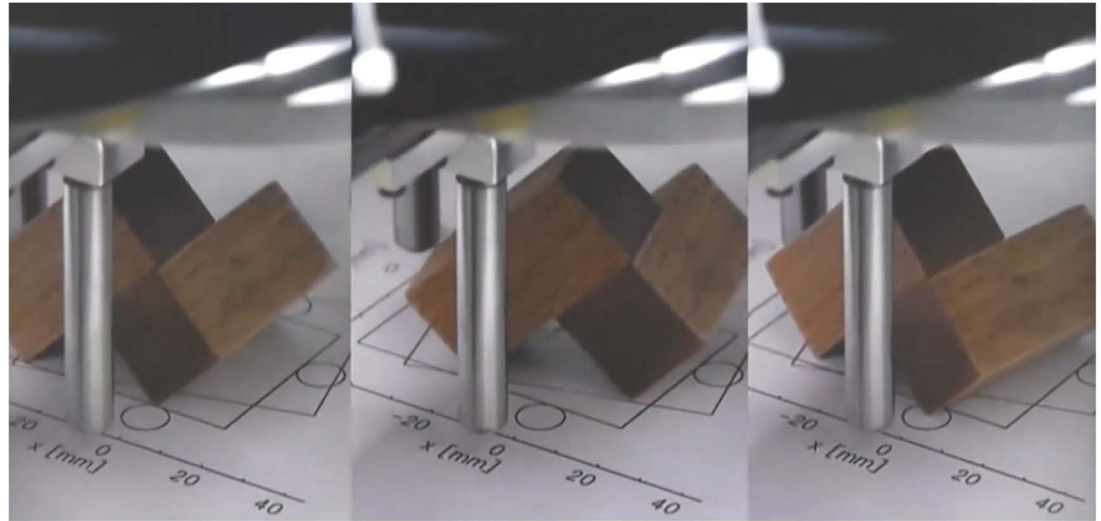
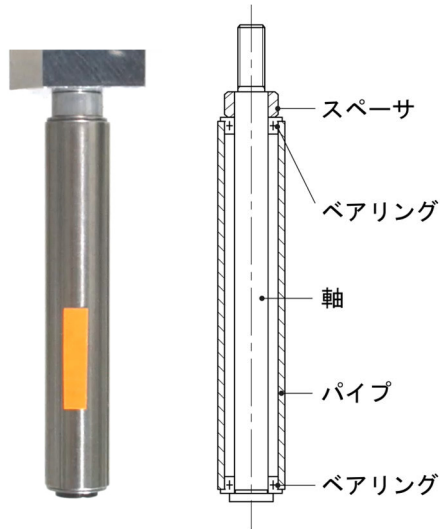
【機構例2】



* 土橋宏規:“センサレス把持を実現するロボットハンドの機構と把持計画の手法”, 機械設計, vol. 67, no. 13, pp. 28–31, 2023.

汎用ハンドの機構(2/3)

■ 指の機構*



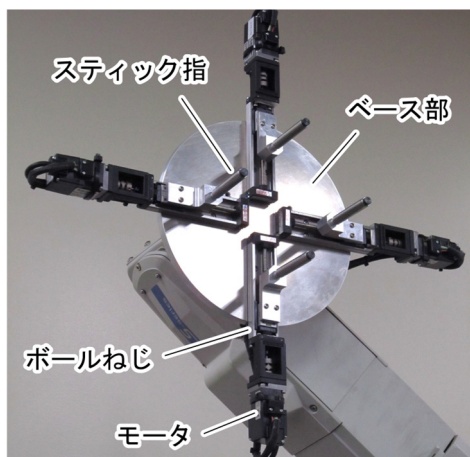
- 水平方向の摩擦の影響を低減し、ワークの位置ずれを滑らかに吸収
- 鉛直方向には摩擦が生じるため、ワークの把持(持ち上げ)も可能

* H. Dobashi, J. Hiraoka, T. Fukao, Y. Yokokohji, A. Noda, H. Nagano, T. Nagatani, H. Okuda and K. Tanaka: "Robust Grasping Strategy for Assembling Parts in Various Shapes," Advanced Robotics, vol. 28, no. 15, pp. 1005–1019, 2014.

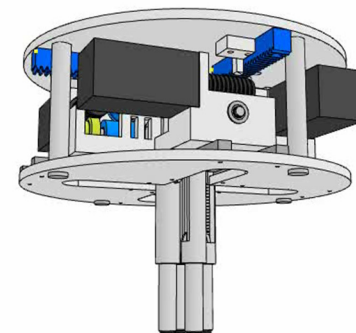
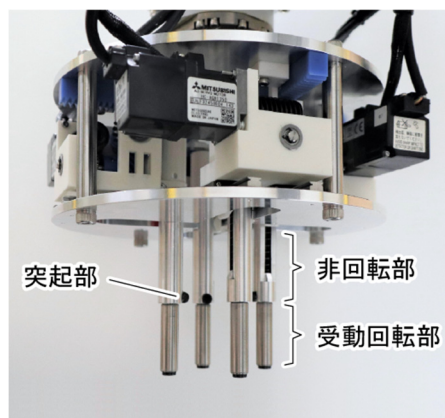
汎用ハンドの機構(3/3)

■ ハンドの試作例

【試作例1】*1



【試作例2】*2



- **4指・4自由度**のハンド（フルスペックの 5自由度から1自由度を省略）
- 試作例2 では、**指の伸縮**により回転部と非回転部の使い分けが可能

*1 H. Dobashi, J. Hiraoka, T. Fukao, Y. Yokokohji, A. Noda, H. Nagano, T. Nagatani, H. Okuda and K. Tanaka: "Robust Grasping Strategy for Assembling Parts in Various Shapes," Advanced Robotics, vol. 28, no. 15, pp. 1005–1019, 2014.

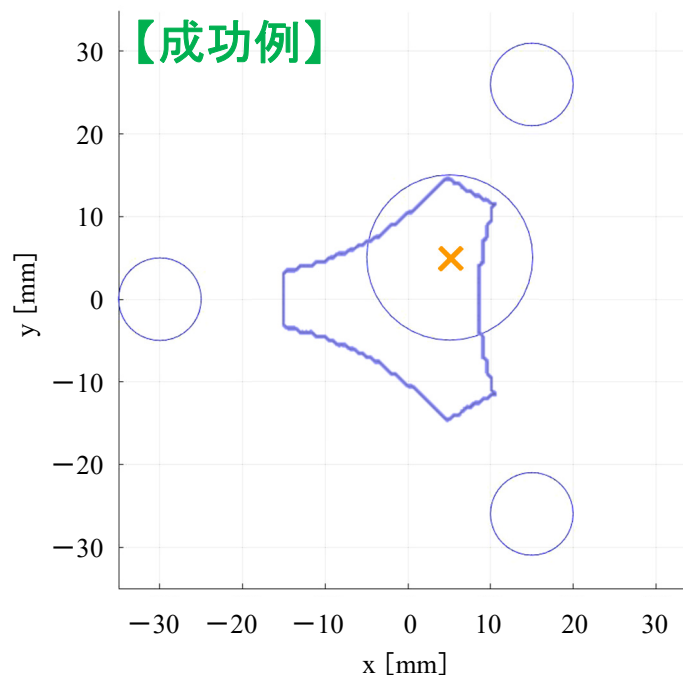
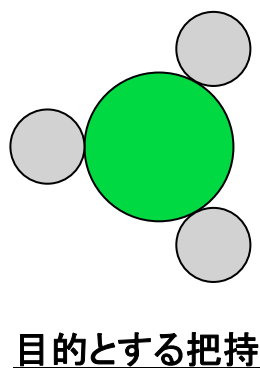
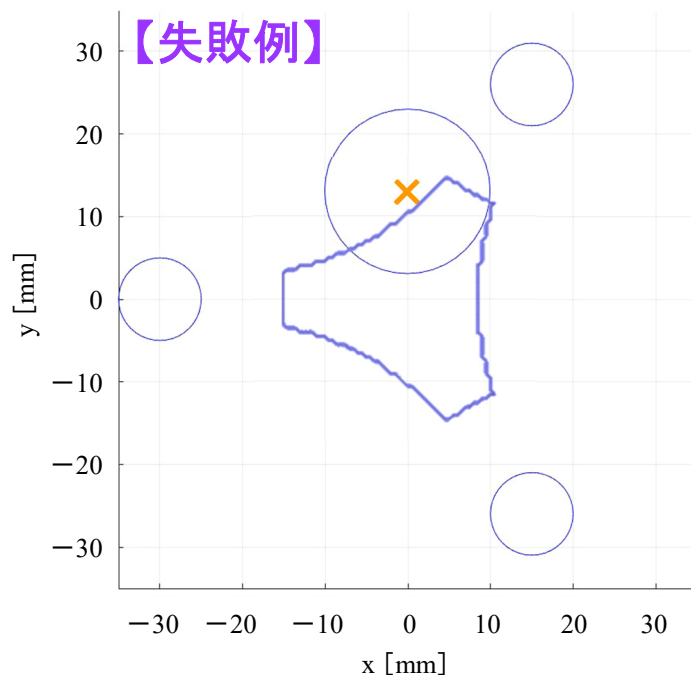
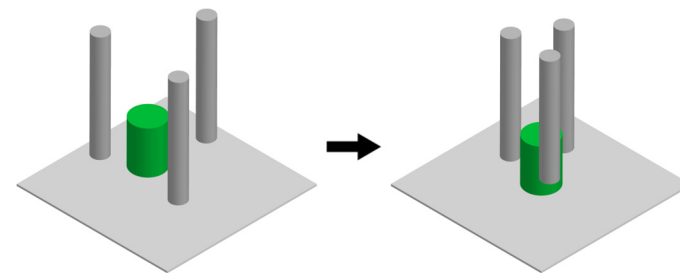
*2 K. Shibata and H. Dobashi: "Development of a Versatile Robotic Hand Toward Jig-less Assembly of a Shaft-Shaped Part," IEEE Robotics and Automation Letters, vol. 9, no. 2, pp. 1222–1229, 2024.

ロバストな把持戦略(1/2)

■ ワークの位置ずれの吸収

■ 把持動作中のワークの動きの解析により, ずれの吸収の成否が確認できる

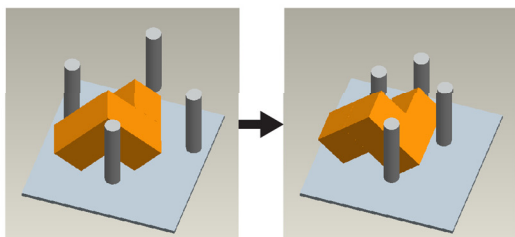
⇒ 吸収可能なずれの範囲が求まる



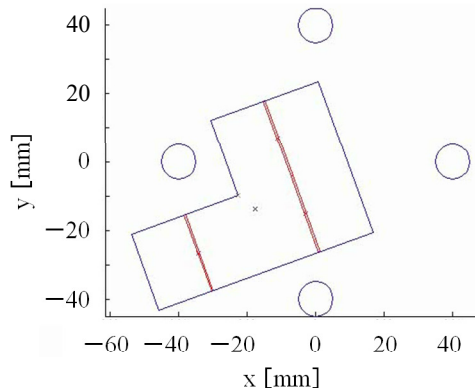
ロバストな把持戦略(2/2)

■ 把持戦略の計画*

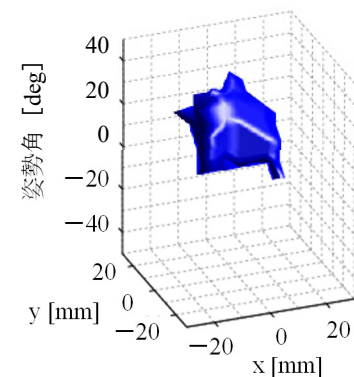
① 把持戦略を想定



② ワークの動きを解析



③ ロバスト性を評価



OK
→

完了

NG
→

④ 把持戦略を再考

* H. Dobashi, J. Hiraoka, T. Fukao, Y. Yokokohji, A. Noda, H. Nagano, T. Nagatani, H. Okuda and K. Tanaka: "Robust Grasping Strategy for Assembling Parts in Various Shapes," Advanced Robotics, vol. 28, no. 15, pp. 1005–1019, 2014.

組立作業の実現例(1/2)

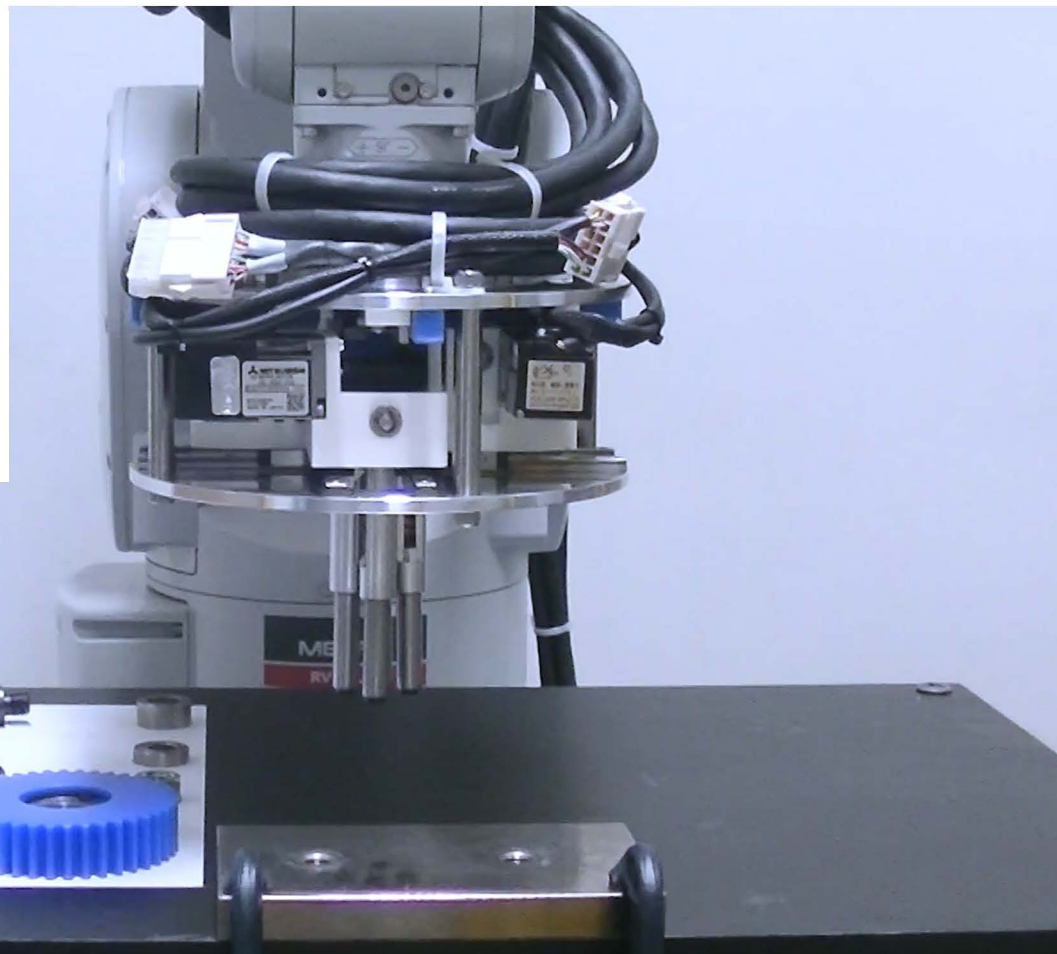
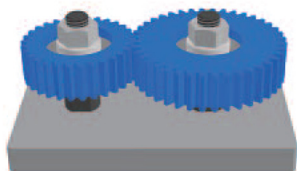
■ Soma Cube の治具レス組立て

位置ずれが「ない」状態

位置ずれが「ある」状態

組立作業の実現例(2/2)

■ ギヤユニットの治具レス組立て*

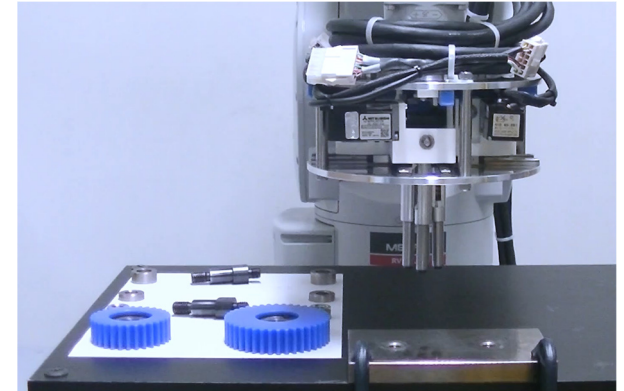


* 柴田康平, 土橋宏規: “軸状部品の姿勢変更・アライメント機能を備えた汎用ハンドによるギヤユニットの治具レス組み立て”, 日本ロボット学会誌, vol. 42, no. 8, pp. 809–812, 2024.

まとめと今後の課題

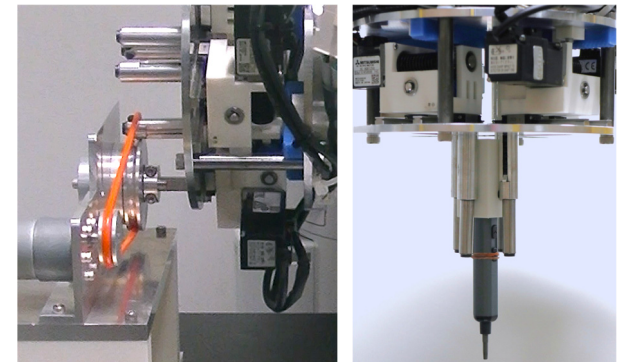
■ まとめ

- ワーク形状に対する汎用性の低さ, ワークの事前整列の必要性が課題
- 課題解決に向けて, 汎用ハンドの機構の開発とロバストな把持戦略の構築を実施
- 提案手法により治具レス組立てを実現



■ 今後の課題*

- 汎用ハンドの汎用性の向上と機能拡充
 - 多製品の組立作業の実現
 - 柔軟ワークの把持・組付け
 - 工具使用作業の実現, ほか



* JSPS科研費 JP25K07681 の助成を受けて, 研究を推進しています.