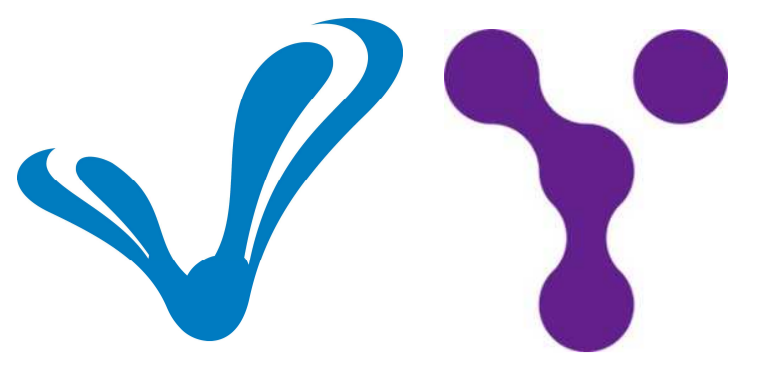


4台のスカラ型ロボットアームの 衝突回避と柔軟物操作



大学院総合研究部 工学域 機械工学系（メカトロニクス工学）助教 孫瀟
大学院総合研究部 工学域 機械工学系（メカトロニクス工学）教授 寺田英嗣

【今後の展開 商品イメージ応用できる分野】

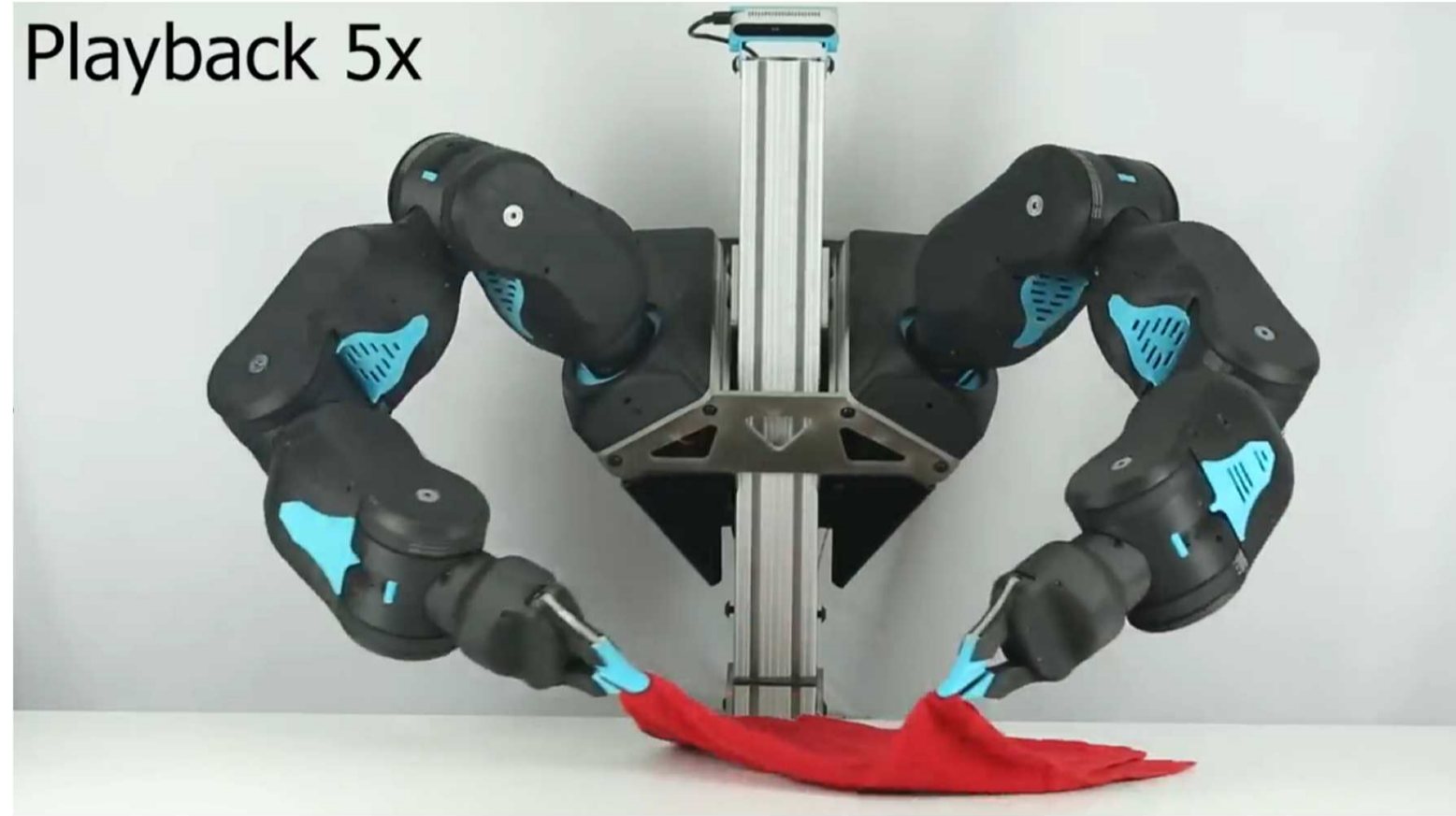
ハードウェアに依存せず、また計算量も少なく幅広く使える衝突回避の手法となります。
ロボット間協調制御はもちろん、複雑・動的環境への転用も可能です。

研究背景・目的

ロボットによる柔軟物の把持・操作

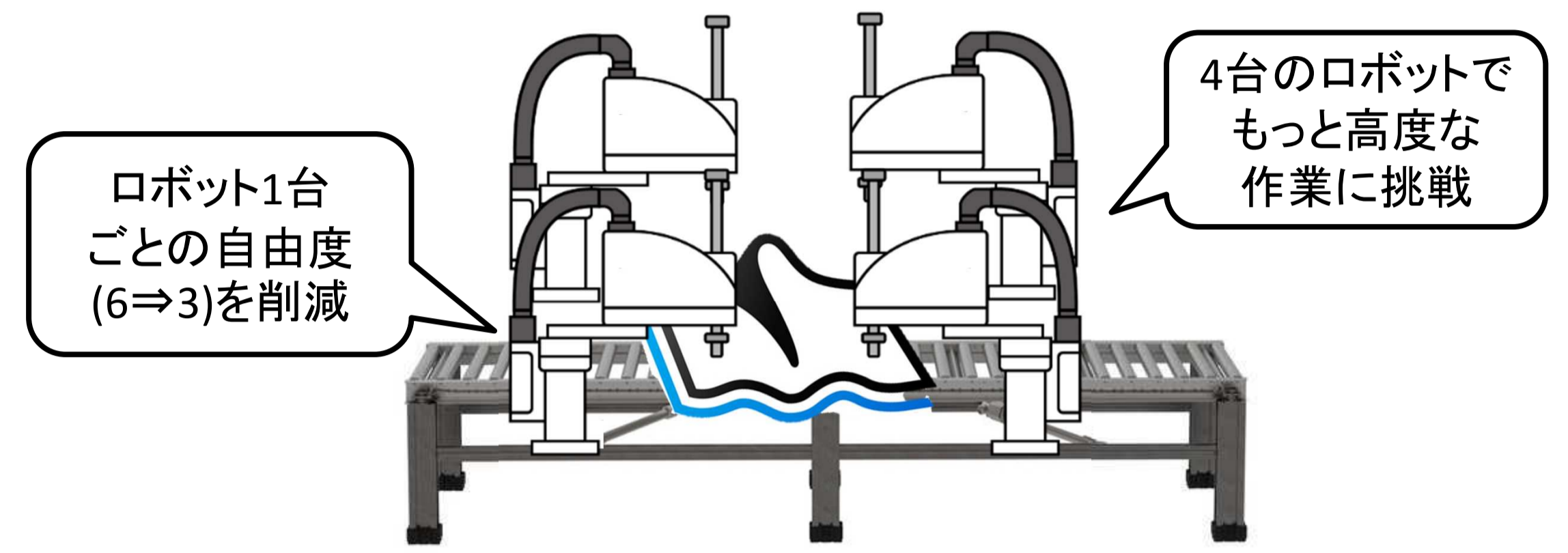


タオル・衣類の折り畳みと展開 紙・布などのラッピング



研究動向: 折り畳み動作を学習する双腕ロボット[1]
○人間らしい自然な動き、知能化制御
△効率に課題あり、把持点が2つのみで机が必要

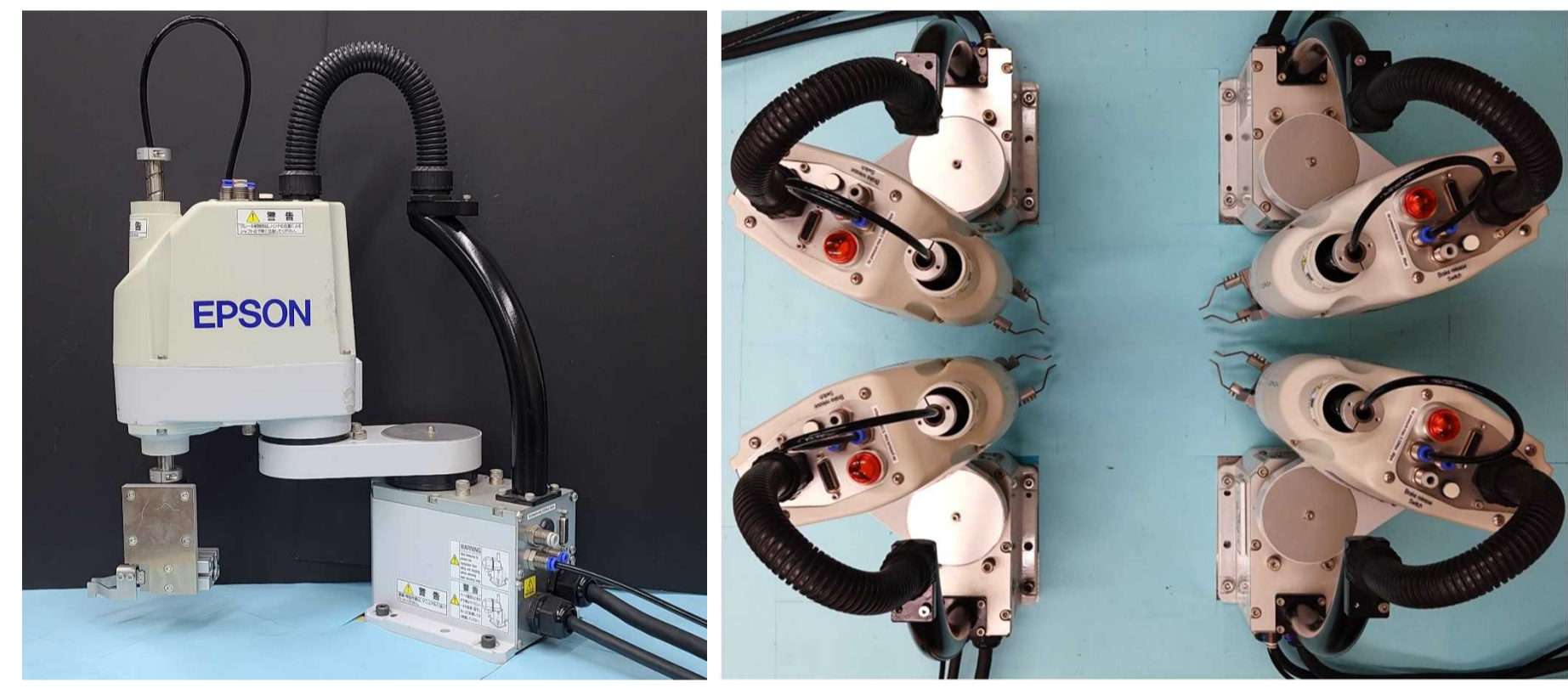
提案する対策: ロボット(把持点)を増やし、複雑度を減らす



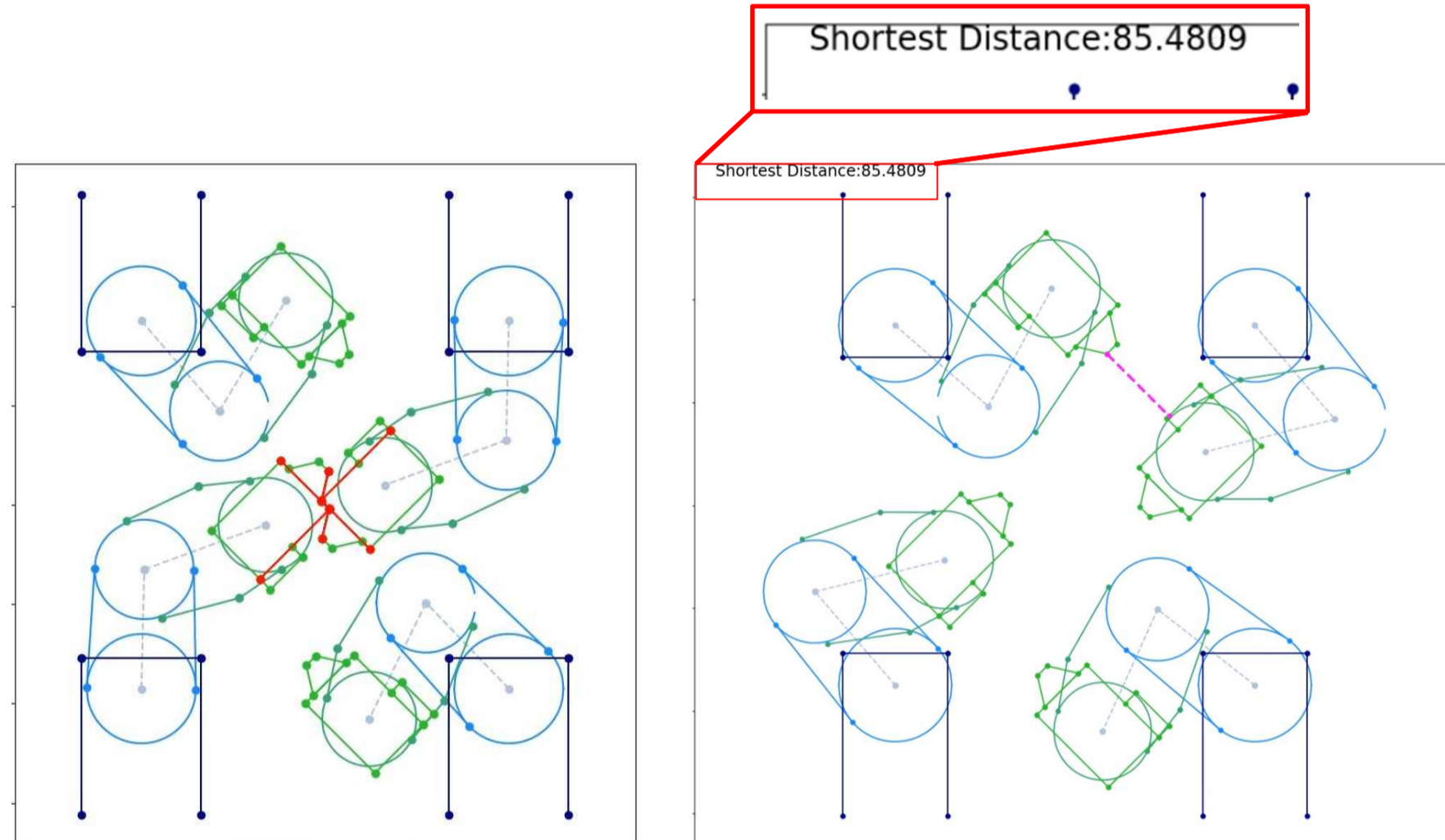
4台のスカラ型ロボットアームで構成: Quad-SCARA
● 3点把持で面を確保し、残りの1点で+αの作業を実行
● 産業用コンベアの両側での取り付け・運用を想定

日常的な作業が多く非常に有用だが、同時に挑戦的

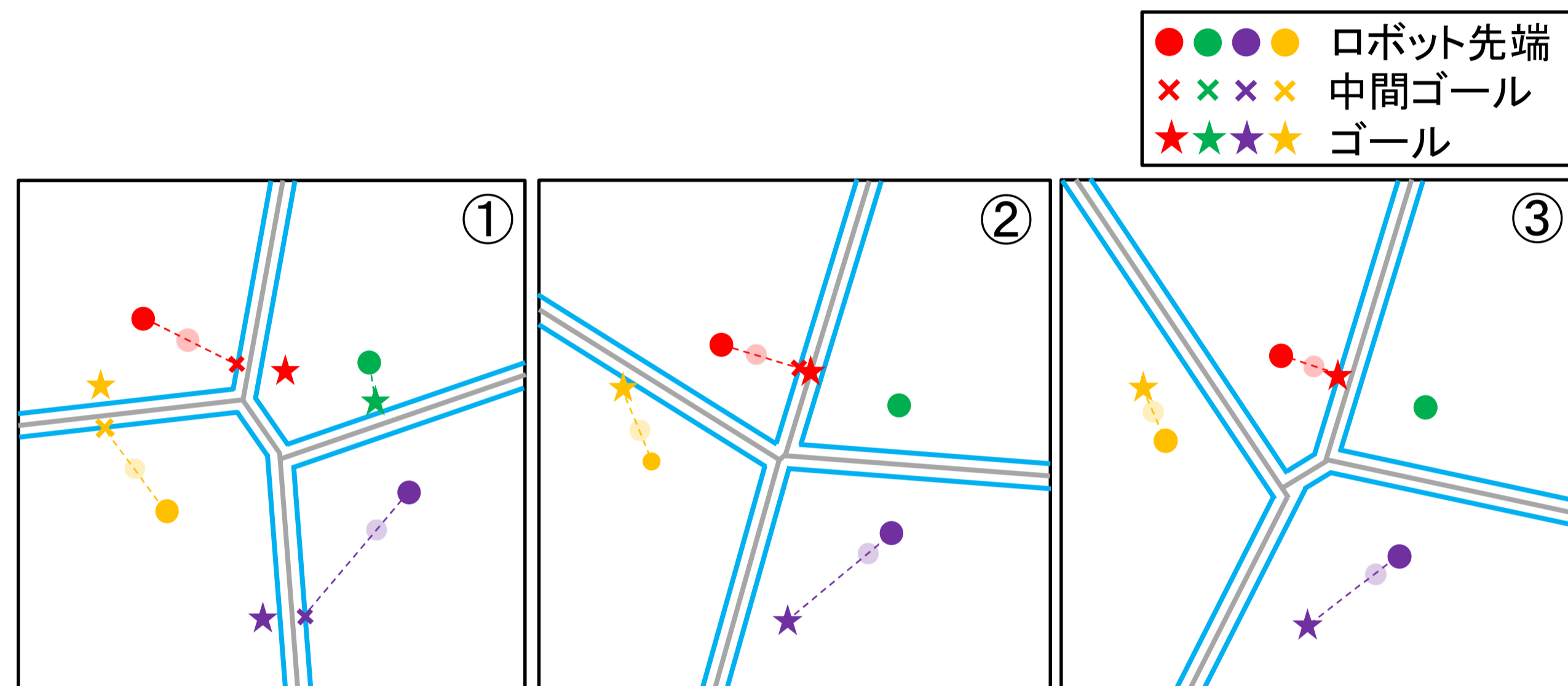
研究方法・内容



山梨大学発、全世界で幅広く採用されているスカラ型ロボット(EPSON G3-251S)を4台採用
※柔軟物把持用のグリッパを新規設計

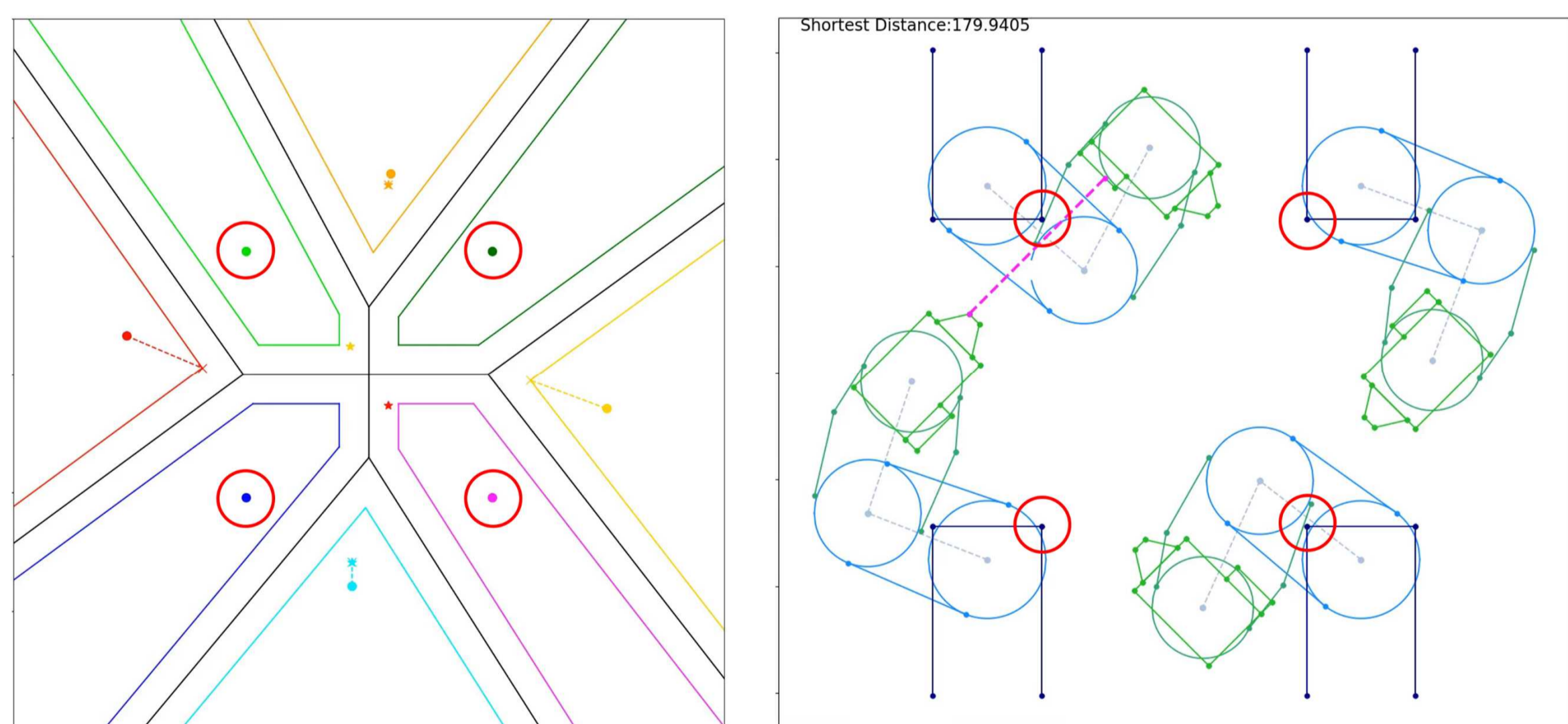


衝突回避動作分析用2Dシミュレータを開発
機能1: 衝突検知&該当部分赤表示(左図)
機能2: 最短距離リアルタイム表示(右図)



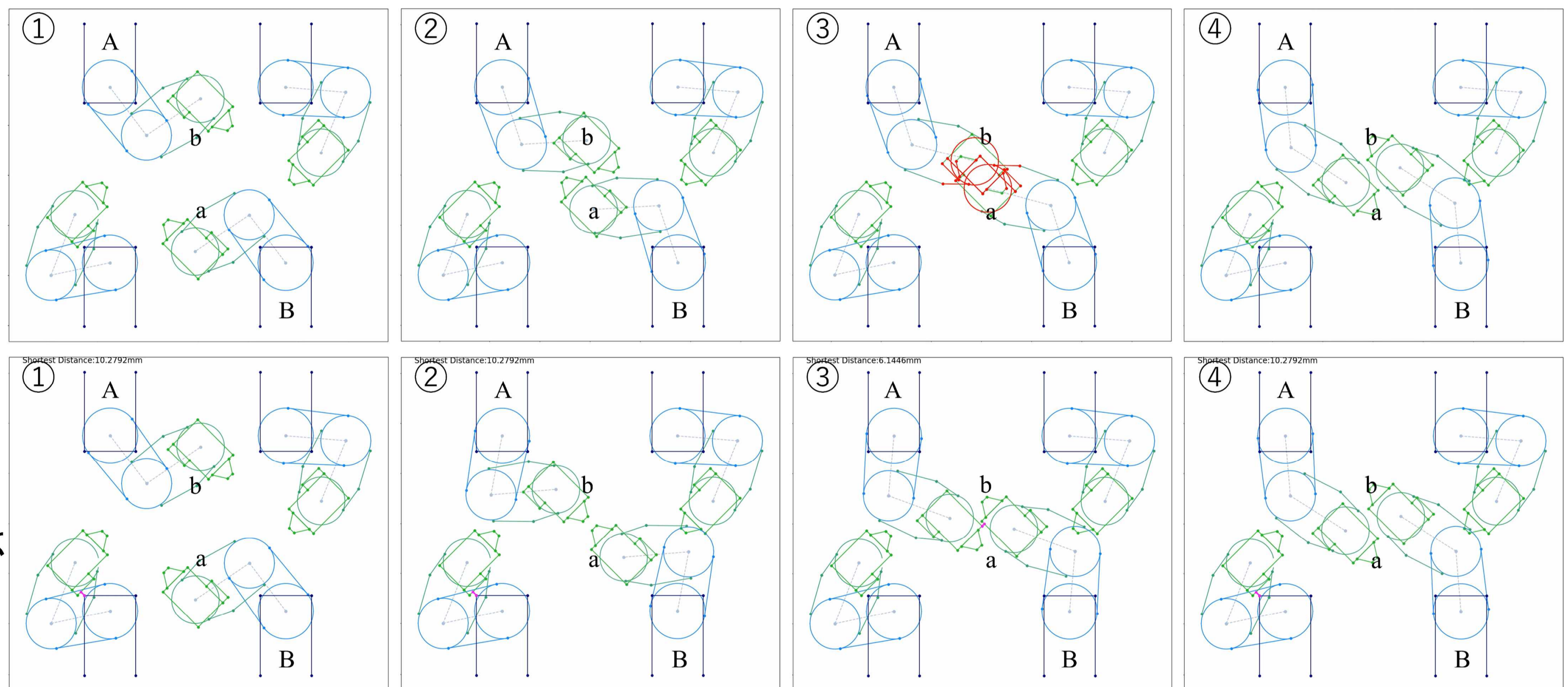
スカラ型ロボットの2次元+高さの運動特徴を活用し、多運動体用の衝突回避アルゴリズムBuffered Voronoi Cell (BVC)[2]を改造し、本来想定していない据え置き型ロボット群に転用[3]

改造1: 「静的BVC」を新規提案し、自己衝突を回避[4]



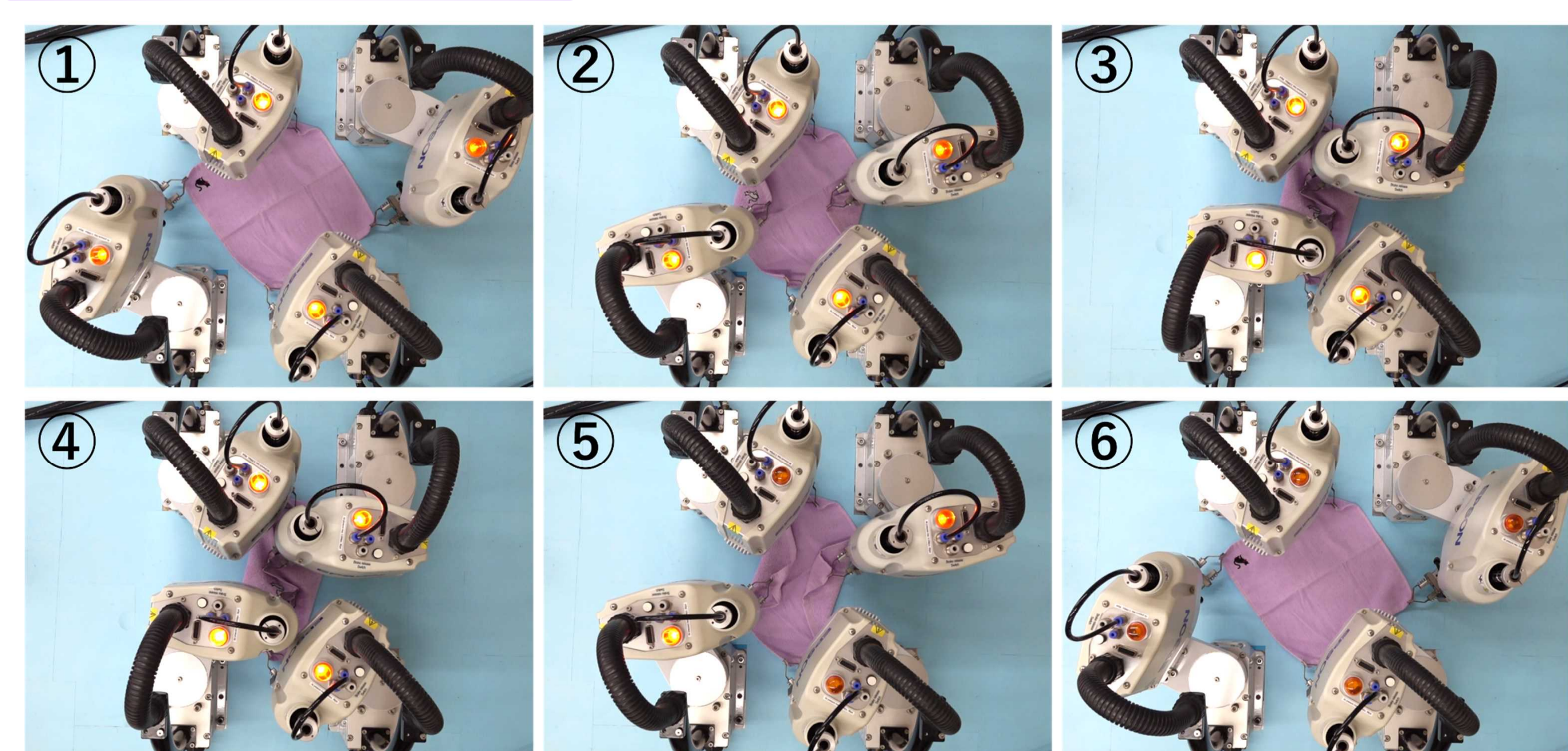
オリジナルのBVC手法は運動体のみを対象とし、動かないロボットアームのベースとロボット先端の衝突回避に未対応
⇒ベースを「動かない」移動体(BVC)として見なす(赤丸)

改造2: 回避方向検知&衝突予知アルゴリズムを提案し、間違った回避方向を適切に修正[5]



オリジナルのBVC手法はロボットのアーム部分を想定していないためロボット先端が回避に成功してもロボットアーム同士が激突するケースが存在(上の行③)⇒対策: アームを考慮(下の行)

研究成果



狭い空間内で4台のロボットが衝突回避しながら柔軟物(ハンカチ)の折り畳みと展開を実現

今後の展望

本研究で得たアイデアとノウハウの拡張・活用
□ 研究成果の3D化
□ 複雑・動的環境への適用

参考文献

[1] <https://news.berkeley.edu/2019/04/09/meet-blue-the-low-cost-human-friendly-robot-designed-for-ai/>
[2] Zhou, D., Wang, Z., Bandyopadhyay, S., & Schwager, M. (2017). Fast, on-line collision avoidance for dynamic vehicles using buffered voronoi cells. IEEE Robotics and Automation Letters, 2(2), 1047-1054.
[3] Sun, X., Ishida, K., Makino, K., Shibayama, K., & Terada, H. (2022, August). End-Effector Collision Avoidance System for Four SCARA Robots Using Buffered Voronoi Cell. In The International Conference of IFToMM ITALY (pp. 645-652). Cham: Springer International Publishing.
[4] Sun, X., Ishida, K., Makino, K., Shibayama, K., & Terada, H. (2023). Development of the "Quad-SCARA" platform and its collision avoidance based on Buffered Voronoi Cell. Robotica, 41(12), 3687-3701.
[5] Sun, X., Shibayama, K., Ishida, K., Makino, K., & Terada, H. (2024, June). Development of a Redirection System for Collision Avoidance of "Quad-SCARA" Robot Platform Based on Buffered Voronoi Cell. In International Symposium on Advances in Robot Kinematics (pp. 297-305). Cham: Springer Nature Switzerland.

研究者個人ホームページ:

<https://sites.google.com/view/xiao-sun-homepage/>

