

補助事業番号 2023M-348

補助事業名 2023年度 移動ロボットによる球体搬送のための制御理論・機構設計論の構築  
補助事業

補助事業者名 近畿大学工学部ロボティクス学科 筑紫彰太

## 1 研究の概要

本研究では、移動ロボットによる球体搬送のための制御理論・機構設計論の構築に向けて、① ローラを用いた球体搬送の運動学特性に基づいた制御手法を構築する。また、② ローラを用いた球体搬送の運動学特性を考慮した搬送機構を開発する。

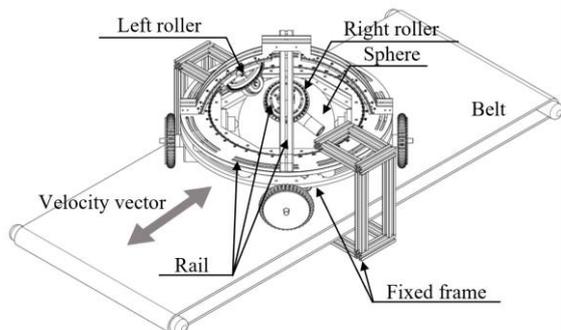
## 2 研究の目的と背景

省人化、省力化を目的に、移動ロボットによる物体搬送に関する研究が様々行われている。移動ロボットによる物体搬送の一つに球体搬送があるが、球体搬送のため制御理論、機構設計の方法論は解明されていない。そこで、本研究では、移動ロボットによる球体搬送のための制御理論・機構設計論の構築を目的とする。

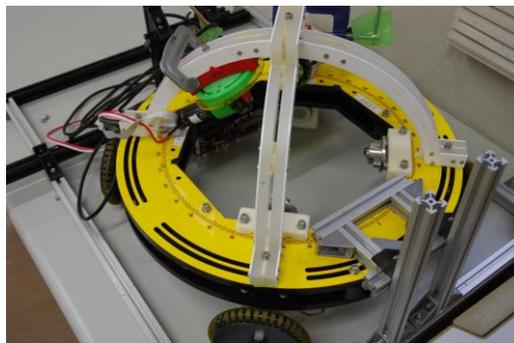
## 3 研究内容

### ① 制御手法の構築

本研究では、球体を搬送するローラの制御手法の構築に向けて、ローラ角速度を対象としたローラ・球の運動計測システムの開発ならびに、ローラ配置の有効性の検証を目的とした。この目的を達成するために、ローラ配置条件を導出した。また、ローラ配置条件を検証可能な運動計測手法を新規に構築した。本研究で構築した運動計測システムを用いて、ローラ配置条件を満たすローラ配置と満たさないローラ配置で実験を行った。その結果、ローラ位置が同じであっても、ローラ姿勢によって、ローラ角速度が異なり、ローラ配置条件を満たすローラ配置と満たさないローラ配置でローラ角速度に相対的な誤差が生じることを明らかにした。したがって、ローラ配置条件が有効であることを明らかにした。これらの検証から球体の移動方向、球体・ローラ接点によってローラの姿勢角度、ローラ角速度を制御する制御手法を構築した。本研究で開発した運動計測システムを下図に示す。



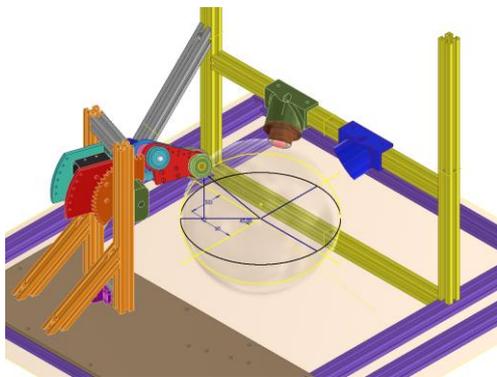
運動計測システムのCAD図



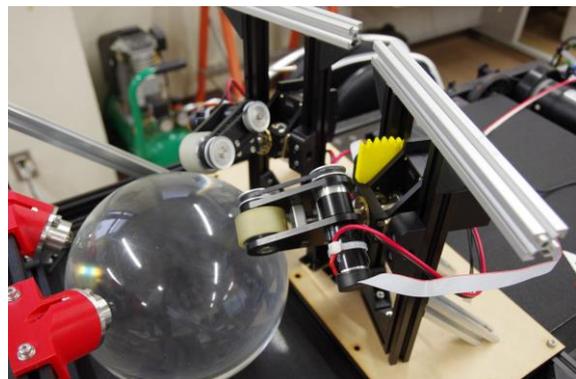
開発した運動計測システム

## ② 搬送機構の開発

本研究では、ローラ・球体の運動学特性に基づいて球体搬送機構を設計した。はじめに、球体搬送のためのローラ・球体の逆運動学を用いて、ローラ配置条件を明らかにした。ローラ配置条件とは、ローラ位置をパラメータに持つローラ・球体の運動学を用いたときに、ローラ姿勢を制約することである。すなわち、ローラ・球体の運動学を適用する場合、ローラ位置に基づき、ローラ姿勢が一意に定まる。次に、ローラ配置条件に基づき、球体搬送機構の設計に必要な要求仕様を明らかにした。最後に、要求仕様に基づき、球体搬送機構を設計した。本研究で開発した球体搬送機構を下図に示す。



球体搬送機構のCAD図



開発した球体搬送機構

## 4 本研究が実社会にどう活かされるか—展望

球体制御、球体搬送機構設計の方法論を解明することで、従来の“積載搬送型”、“把持搬送型”、“滑り搬送型”などの物体搬送方法と比較して、エネルギー、搬送時間の観点から効率的な物体搬送の実現が期待できる。

## 5 教歴・研究歴の流れにおける今回研究の位置づけ

本研究の推進者は、これまでに、移動ロボットの自律化、球体搬送の基礎理論に関する研究を行ってきた。本研究は、それらの研究を統合、発展させる研究であり、教歴・研究歴の流れにおける応用研究に位置づけられる。

## 6 本研究にかかわる知財・発表論文等

- [1] 筑紫 彰太, 木村 憲二, 安 鍾賢, 石井 和男: “ローラ・球体の運動学特性に基づいた球体搬送機構の設計”, 日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス講演会'23講演論文集 (ROBOMECH2023), 1A1-H21, pp. 1-2, June 2023.
- [2] 筑紫 彰太, 木村 憲二, 安 鍾賢, 石井 和男: “球体運動計測システムを用いた球体搬送制御のためのローラ・球体の順運動学の評価”, 日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス講演会'23講演論文集 (ROBOMECH2023), 1A2-H21, pp. 1-2, June 2023.

- [3] Shota Chikushi, Kenji Kimura, Jonghyun Ahn and Kazuo Ishii: "Development of a Sphere Motion Measurement System and Evaluation of the Roller Arrangement Requirement", Proceedings of the 2023 20th International Conference on Ubiquitous Robots (UR2023), pp. 250–254, June 2023.
- [4] Shota Chikushi: "A Study of Current Consumption Estimation Method for Driving System of Skid-Steering Type Mobile Robot Considering Skidding", Proceedings of the 2024 IEEE/SICE International Symposium on System Integration (SII2024), pp. 947–952, 2024.

(URL) [近畿大学工学部ロボティクス学科](#)

#### 7 補助事業に係る成果物

特になし

#### 8 事業内容についての問い合わせ先

所属機関名: 近畿大学 工学部(キンキダイガク コウガクブ)

住 所: 〒739-2116

広島県東広島市高屋うめの辺1番

担 当 者: 講師 筑紫彰太(チクシショウタ)

担 当 部 署: ロボティクス学科(ロボティクスガツカ)

E - m a i l: [chikushi@hiro.kindai.ac.jp](mailto:chikushi@hiro.kindai.ac.jp)

U R L: <https://www.kindai.ac.jp/engineering/>