

令和 3 年 5 月 6 日現在

機関番号：17104  
研究種目：奨励研究  
研究期間：2020～2020  
課題番号：20H00911  
研究課題名 3自由度球面機構を用いた多自由度アクチュエータの開発と試作

## 研究代表者

福丸 浩史 (Fukumaru, Hirofumi)

九州工業大学・飯塚キャンパス技術部・技術専門職員

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 480,000円

研究成果の概要：エンドプレートを複数のアームで支えるパラレルリンク機構は、多くの産業用ロボットで利用されるシリアルリンク機構よりも可動範囲に制限はあるが、高剛性、高精度、省スペース化が期待できる。本研究では、パラレルリンク機構の一つで全ての関節の回転軸が、ある1点で交わり、エンドプレートが折れ、旋回、回転の運動をする3自由度球面機構を対象とする。本研究では、本機構の逆運動学計算を提案し、CAD上でその妥当性を確認した。また、アームの配置、本数が異なる実機を試作し、動作させ、多自由度アクチュエータへの適用の可能性について確認した。

## 研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究において、今回、3自由度球面機構を制御するための逆運動学計算について、CAD上で、その妥当性と特異姿勢について確認した。そして、アームの本数および配置が異なる3自由度球面機構を試作し、その動作確認を行った。アームの干渉や特異姿勢を避ける制御は必要はあるが、アームを等角度配置とする必要はないことを実機により確認した。これにより、ロボットの様々な部位の関節に本機構を利用することが期待できる。

研究分野：機械工学

キーワード：3自由度球面機構 パラレルリンク機構

## 1. 研究の目的

本研究で対象とする平行リンク機構の一つである 3 自由度球面機構を図 1 に示す。本機構は、ベースとエンドプレートまでを 3 本以上のアームで繋ぐ。アームは、ベース上の能動関節(サーボモータ)と 2 つのリンクとエンドプレートに固定されたリンクで構成され、リンク間は角度制御できない受動関節で繋がっている。本機構のすべての関節の回転軸は、ベース上の 1 点(不動点)で交わり、エンドプレートは、この点を中心に折れ、旋回、回転の 3 自由度の運動をする。本研究では、以下を目的とする。

- (1) 3 自由度球面機構について、その逆運動学計算を提案し、CAD を用いて、その妥当性と特異姿勢について検証する。
- (2) (1) に基づき、実機を試作し、動作検証を行う。
- (3) アームの本数や配置が異なる構成の 3 自由度球面機構の実機を試作し、動作検証を行う。

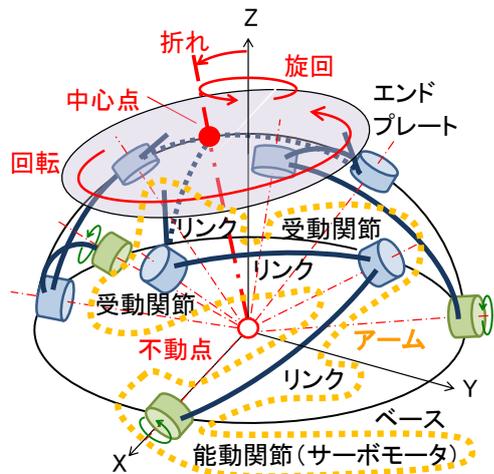
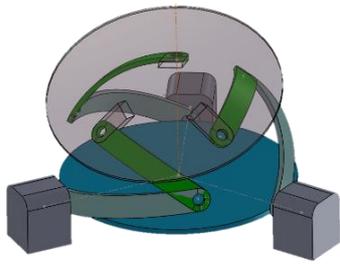


図 1 対象とする機構

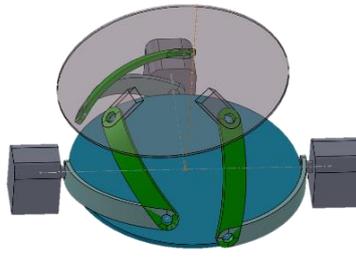
## 2. 研究成果

(1) エンドプレートの姿勢が与えられた場合(折れ、旋回、回転の角度が与えられた場合)のサーボモータの角度を求める逆運動学計算について、CAD モデルの値と比較し、その妥当性を確認した。また、CAD モデルにてアームが一直線となった時に特異姿勢となることを確認した。

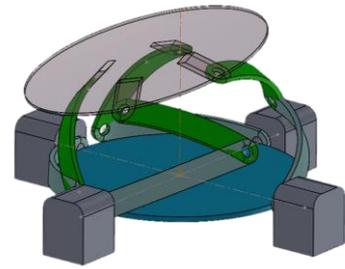
(2) ①アーム 3 本をベース上に等角度配置したモデル(図 2 (a))、②アーム 3 本をベース上に  $90^\circ$  に配置したモデル(等角度配置しないモデル)(図 2 (b))、③アーム 4 本をベース上に等角度配置したモデル(図 2 (c))を試作した。図 3 に実際に試作した実機を示す。なお、②のモデルの実機については、4 本アームの実機のアームを一つ外すことで動作確認を行った。また、アーム 4 本の実機の動作については、4 つのサーボモータの同期が必要となる。そのため、動作確認では、エンドテーブルの動作が  $1^\circ$  以下の角度で動作するような指令値を逐次、サーボモータに与え、動作確認を行った。以上より、本機構において、アームの配置は等角度配置としなくてもよい、アームが 4 本以上の場合サーボモータの同期は必要となるが、本逆運動学計算により実機を動かすことが可能であることを確認した。実際に本機構をロボットの肩関節等に利用する場合、アームがロボットのフレームなどに干渉する状況において、アームを等角度配置とすることなく変更することが可能である。



(a) アーム 3 本、均等配置

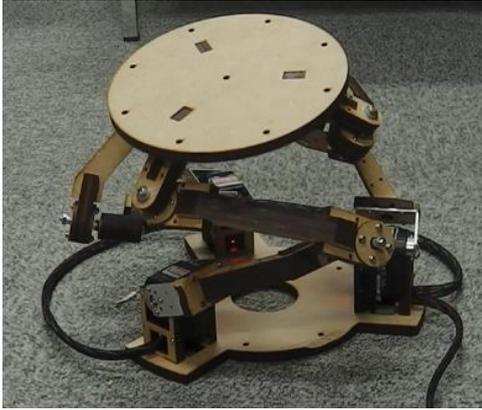


(b) アーム 3 本、90° 配置

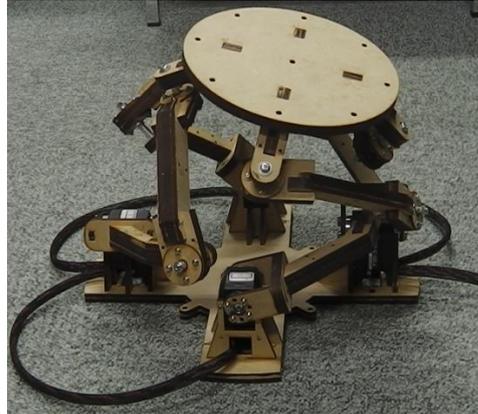


(c) アーム 4 本、均等配置

図 2 試作するモデル



(a) 3 本アームモデル



(b) 4 本アームモデル

図 3 試作した実機

主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計0件

〔学会発表〕 計1件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 0件）

1. 発表者名 福丸 浩史
2. 発表標題 3自由度球面機構の多自由度アクチュエータへの適用と試作
3. 学会等名 総合技術研究会2021東北大学
4. 発表年 2021年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

研究組織（研究協力者）

氏名	ローマ字氏名
林 朗弘	(Hayashi Akihiro)