

大学院教育支援機構 企業寄附奨学制度（DDD） 報告書

氏名	國田 裕介
研究科・専攻	工学研究科 機械理工学専攻
修士/博士・学年	修士 1 年
支援企業名	株式会社京都製作所

奨学金を得て行った研究の成果

【背景・目的】

マッキベン型空気圧人工筋(図 1)は、ゴムチューブとそれを覆うスリーブで構成されており、圧縮空気で伸縮し張力を発生する柔らかいアクチュエータである。生物の筋肉に似たばね特性や、拮抗する筋配置によって関節剛性を制御しやすい点から、安全で、人間らしい動作をする協働ロボットへの応用が期待されている。

ヒトの腕の筋骨格モデルとして、3 対 6 筋型 2 リンクアーム(図 2)が存在する。このモデルは肩と肘の各関節を駆動する単関節筋だけでなく、二つの関節を駆動する二関節筋を有している。二関節筋を有することで、アーム先端の位置と力を独立して制御することができる上に、冗長なため故障に対して頑強となる。その一方で、各関節の一定以上の回転により二関節筋が緩み、関節にトルクを及ぼすことができなくなるといった課題が生じる。

本研究では、マッキベン型空気圧人工筋によるワイヤ・プーリ駆動を用いた 3 対 6 筋型 2 リンクアームにおいて、挙上動作時の二関節筋の緩みを考慮した機構設計を行う。そこで、二関節筋が緩んだ後でも関節トルクを維持しつつ、広い関節可動角度を確保できるような、非円形プーリの形状設計を行うことを目標とした。



図 1: マッキベン型空気圧人工筋

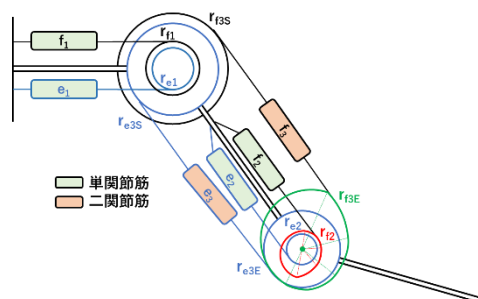


図 2: 3 対 6 筋型 2 リンクアーム

【結果】

二関節筋の緩みが発生する前後における、肘関節へ各人工筋が及ぼすトルクを考慮することで、関節角度に対して径が線形に変化するプーリを設計した(図3)。これをロボットアーム(図4)に搭載して、挙上動作時の関節角度を測定した。その結果、非円形プーリを採用することにより、円形プーリの場合に対して肘関節の可動角度が 10° ほど増加したことに加え、肘関節の角度の変化をほぼ線形に保つことが可能となった。

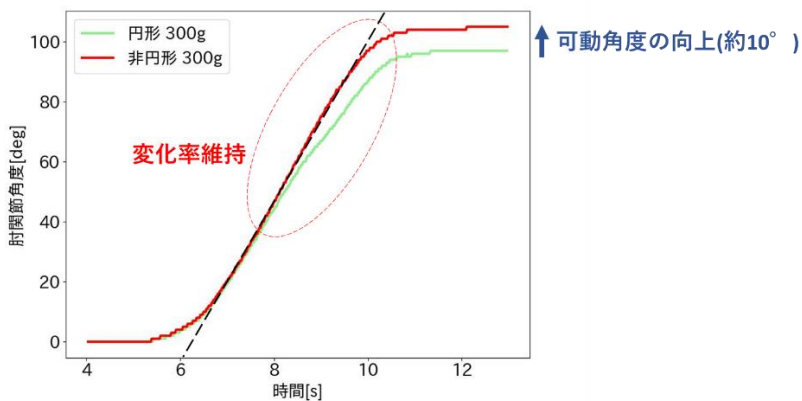


図5 肘関節の角度変化

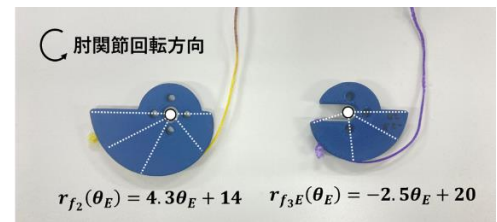


図3 設計した非円形プーリ

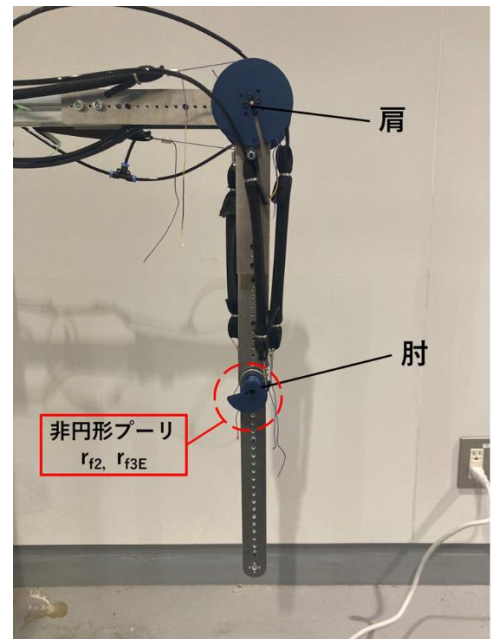


図4 ロボットアーム

産学協同の取組における成果

インターンシップに参加し、タイミングチャートを通した機構設計の考え方、メカエンジニアとしての働き方、ものづくりへのこだわりについて学んだ。さらに、産業機械が開発される現場を見学し、包装や組立の対象とする製品の豊富さと、そのそれぞれに最適化され洗練された、オーダーメイドな機械に使われている高度な技術に驚嘆した。

今後の展望

空気圧人工筋に対して非線形ばねモデルを適用し、入力圧力と関節角度から推定される人工筋の張力と、設計要件として具体的に設定したトルクから、ロボットアームに与えられたタスクと入力圧力に適したプーリ径を算出する理論の確立を行う。