

要 旨 (和文)

(1, 000字程度)

専攻名	電気・化学専攻	氏 名	林 賢吾
学籍番号	2181260		
主 題	体内深部到達を目的とした単孔式手術ロボット鉗子の2自由度関節機構の開発		

要 旨

腹部外科手術は従来の開腹手術から、内視鏡を用いた腹腔鏡手術に進化した。開腹手術は腹部を200[mm]程度切開するため、高侵襲である。腹腔鏡手術は複数の10[mm]程度の切開創で行うことが可能であり、低侵襲化が行われている。近年では、単一の20[mm]程度の切開創で行う単孔式腹腔鏡手術が普及しており、更なる低侵襲化が進んでいるが、手術器具操作の困難性から術者にとって難易度の高い手術である。本研究では、術者の技術的負担を軽減し、体内深部に到達可能なロボット鉗子の関節の機構を開発する。現在、臨床の現場や本学の先行研究で開発されたロボット鉗子の関節は、プーリを2つ用いてワイヤの拮抗構造で動作を行う2構造2自由度にて構成される。また動作範囲は手首の可動範囲から設定している。しかし、手首は1構造2自由度であり可能な動作の乖離が大きい。そこで、ロボット鉗子において1構造2自由度で構成される関節の開発を行い、手首と同じ動作が可能な関節を目指す。

関節の構造は磁石型ボールジョイントを参考に構想を行った。通常のボールジョイントはボール軸とソケットからなる球状の軸受のことを指す。ボールをソケットにはめ込むため、剛性は高いが目標とする屈曲角度を満たすことが不可能である。そこで、ソケット側に磁石を配置し、ボールをソケットにはめ込まない構造の磁石型ボールジョイント構造により動作において機械的な拘束が少なく、要求動作を満たすことが可能と考える。ボール軸は中空とし、十字に溝を配置する。溝にワイヤを通す構造とし、ワイヤ駆動にて関節動作を行う。関節に加える力は「磁石の磁力による吸引力」と「ワイヤの張力」の2つである。磁力は関節構造の維持、張力は関節の運動と仕事を分け検討する。

はじめに、アクリル樹脂製の簡易機能試験機を製作し提案する関節構造の動作検証を行った。スケールは実機の10倍であり、ワイヤはタコ糸を使用した。関節動作はタコ糸を手で引っ張ることで制御を行った。関節の目標屈曲角度は全方位に対し90[deg]である。関節を伸ばした状態からワイヤ配置方向への屈曲、ワイヤ間の方向への屈曲、屈曲角度を保ったままの方向転換において動作の検証を行い、可能であることが示唆された。

次に実機サイズの力学モデルによる必要吸引力のシミュレーションを行った。磁力はボール軸と受け軸が外れることなく関節構造を保つ構造維持を仕事とする。モデルは関節静止時、質点での集中荷重にて構築した。力学モデルから得られたモーメントの式、質量と構造の長さから構造維持に関して49.7[N]以上の磁力による吸引力が必要であると考えた。

最後にボール部に発生する吸引力を求めるため、磁石/ヨーク/ボール部における仮定磁路法を用いて、提案する機構が吸引力49.7[N]を満たすか検証を行った。