

審査の結果の要旨

氏名 藤井 雅浩

小児内視鏡外科手術は新生児から 15 歳児までを対象としており，成人外科の内視鏡手術よりも狭く見難い鶏卵ほどの大きさのワークスペースで施術をする必要があり，一般には困難である．特に，小児外科特有の疾患である先天性胆道閉鎖症の根治術に必要な脆弱な臓器の肝臓に対する垂直面多方向での運針・結紮は非常に困難である．このような問題を解決し，先天性胆道閉鎖症根治術を容易に行うようにすることが求められている．

本論文は，上記の問題を解決するために内視鏡外科手術の要求機能と制約条件，小児内視鏡外科特有の要求機能と制約条件を分析し，操作の直感性と安定性を特徴とする手持ち型小径多自由度持針器の研究開発を目的としている．まず，小径多自由度持針器先端部開発では，要求仕様をシミュレーション，および文献値を基に決定している．材料力学的議論により既存の機構を縮小して実装することは術具剛性の観点から困難であることを明確化し，新規機構を提案・実装している．開発した先端部を用いて評価実験を遂行し，それが既存術具よりも安全かつ正確に運針可能であること，動物内でも問題なく使用できることを確認している．次に，操作の直感性と安定性を特徴とする手持ち型多自由度持針器操作部開発では，操作の直感性と安定性を実現するための要求機能の抽出，実現するために考慮すべき項目の提案，操作部設計論の構築を行っている．構築した設計論を基に小児外科用多自由度持針器操作部を製作，評価し直感性と安定性を両立していることを確認している．そして，開発した先端部と操作部とを組み合わせた小児外科用多自由度持針器を用いて実験を行い，垂直面多方向運針結紮動作が容易化していることを確認している．

論文は 7 章で構成されている．第 1 章は序論，第 2 章は目的を述べている．第 3 章で小径多自由度持針器先端部の研究開発，第 4 章で操作の直感性と安定性を特徴とする多自由度持針器操作部の研究開発について述べている．第 5 章では開発した先端部と操作部を組み合わせた小児外科用多自由度持針器の評価実験，第 6 章では総合的考察，第 7 章では結論を述べている．

本論文では，既存の術具では困難であった先天性胆道閉鎖症根治術を容易化

するための問題点を抽出し、材料力学の議論により多自由度術具のための新機構を提案し実装、その評価を遂行している。また、多自由度術具操作部の研究を通して、操作中に直感性と安定性が求められる道具やロボットの操作部に応用可能な操作部設計論を構築しており、工業的および学術的に意義が高いと判断できる。

よって本論文は博士（工学）の学位請求論文として合格と認められる。