先端医療デバイス研究室

連絡先　荒田純平　jumpei@mech.kyushu-u.ac.jp

ロボット・センサ・システム統合技術による新しい医療提供

研究室では，ロボット技術を中心とした新技術創出と，その医療応用による新たな治療提供を目指して研究開発を行います.

ロボット技術は，機構・センサ・システム統合などの複合的な領域から構成されています．これら技術を医療従事者との連携から改めて見つめ直し，臨床応用可能な技術まで昇華できる新技術へと発展，応用を行います.

研究室が取り組む課題とその背景

ロボット工学は，機械工学，電気電子工学，情報工学などの工学を応用してロボットの設計・製造からその動作を扱う複合領域です.

本研究室では，ロボット工学を中心に先端技術の医療応用を目指します

医療ロボットは，次の２つの応用が先行しており，医学的有効性が示されています.

外科手術支援

人体奥の体腔へ挿入し小さな身体ダメージで手術を行う低侵襲ロボット

入院期間短縮・合併症低減・出血量減少 [Trinh2012]

リハビリテーション

センサフィードバックに基づく機械動力によるロボットリハビリテーション

脳卒中リハビリテーションに有効性あり [Mehrholz2015, Kwakkel2008]

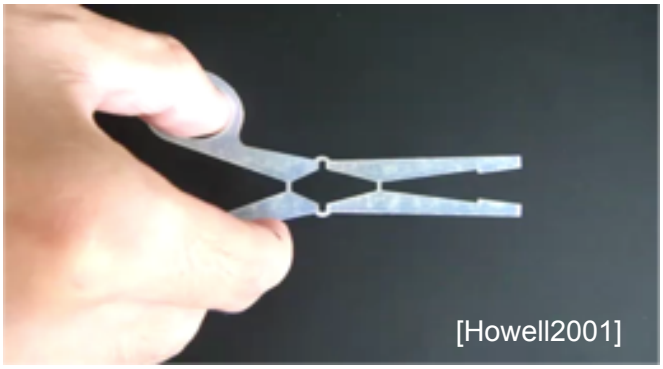
医療ロボットのさらなる発展と普及に向け，次のような課題に取り組みます

超小型の人体内で動作する機構，清潔性の維持（滅菌消毒），操作UI，人体への装着性・軽量性，人体との近接動作のための安全性，生体センサ等の開発を行い，医療の質向上に貢献します.

基盤技術①　柔軟メカニズムの構築

弾性変形の複合的な組み合わせによる動力伝達・変換を用いた，従来にない医療に向けた機構を開発しています．

医療ロボットは，患者・医療従事者の極めて近傍で動作し，精密な動作を行う必要があるため，従来の機械では求められなかった高い要求に応える必要があります．本研究室では，ばねの大変形を機構動作に活用するコンプライアントメカニズムのコンセプトに，パラレルメカニズムと呼ばれる多脚型機構の考え方を導入した柔軟メカニズムを開発しています．この機構により，人体に対して安全で清潔なロボットを実現することが出来ると考えています．



コンプライアントメカニズム

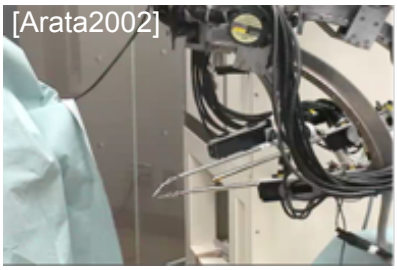
パラレルメカニズム

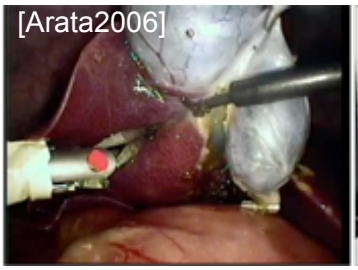
基盤技術②　システムインテグレーション

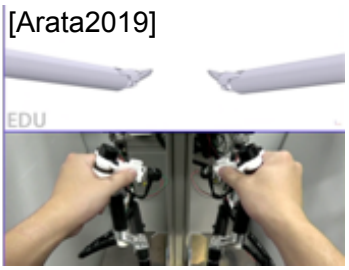
手術ロボット等で，医師がロボットを道具として「操り」，目的を達成するには優れた操作性が要求されます．

そのための基盤技術として，多自由度ロボットの遠隔制御技術，人間特性・感性を考慮したシステム構築，実時間制御，ネットワーク制御，ユーザーインターフェース等を統合し，実装するインテグレーション技術に注力しています．

「操作性」とは曖昧な用語ですが，より直感的に操作が可能な道具は，その効能をより高めることが出来ると考えられます．そのためにどのようにシステムを開発したら良いか，検討する必要があります．また，統合されたロボット・システムは遠隔医療に役立つ可能性があり，医師の地域的偏在が生じている日本では今後さらに重要となると見込まれます．



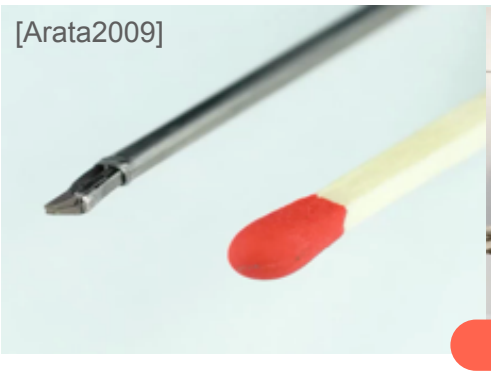


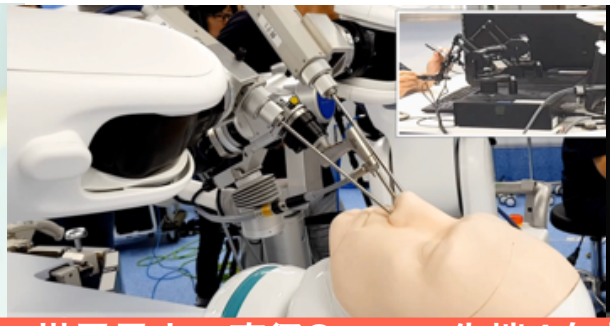


研究事例①　手術ロボット・システムに関する研究

Da Vinciと同じ先端4自由度を直径2mmのサイズで有する超小型ロボット鉗子を開発し，その応用に挑戦しています．

これまでの手術ロボットでは不可能であった，脳神経外科や小児外科におけるより深部の，より狭所へ活用可能な超低侵襲ロボットを開発しています．そのため，柔軟メカニズムと私たちが呼んでいる，ばねの大変形による動力伝達・変換を導入します．



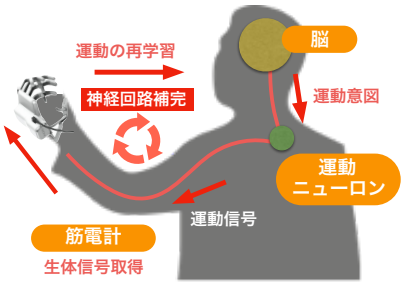


世界最小・直径2mmで先端4自由度のロボット鉗子

研究事例②　リハビリテーション・ロボットに関する研究

医療機関，ベンチャー企業，製薬企業，製造企業と連携し，脳卒中を対象とした手指リハビリテーションロボット実用化を目指しています．

手指動作を筋電位によりトリガし，ニューロリハビリテーションを行うシステムを開発しています．本システムは九州大学病院等での臨床研究を行っており，新たな治療の提供を目指しています．



Robot-aided neurorehabilitation [Krebs1998]

装着型ロボットによるリハビリテーション

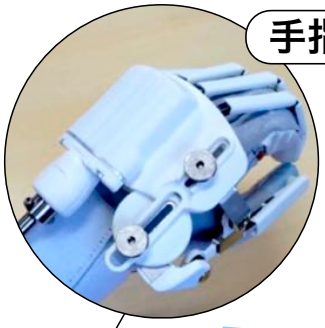
その他の研究課題

これらの研究の他，手術ロボットの応用に関する研究，上肢リハビリテーションに関する研究，宇宙環境下での遠隔操作ロボットに関する研究，等を行っています．

基礎的研究が応用まで昇華できるような見通しを立てながら研究開発に取り組めるよう，医療・工学等に関する様々な外部専門家との連携によって進めています．

研究室が関連する技術とその発展

本研究室では，医学部，他機関連携病院，他大学工学部，企業等と広く連携し，研究開発を行います．機械工学・ロボット工学を基礎とする基礎的研究と，臨床的研究を両輪とし，患者のためとなる新たなデバイス開発を目指します．



手指リハビリロボット

基礎～臨床研究を実施
実用化を目指す

臨床的研究

医療現場での活用へと昇華

- 生体工学
- バイオデザイン
- レギュラトリーサイエンス
- 先端医工学
- リハビリテーション科学
- 一般外科学
- 整形外科学
- 脳神経外科学
- 小児外科学
- 泌尿器外科学

医療への
ロボット技術活用

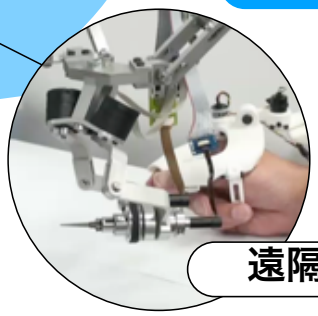
基礎的研究

柔軟メカニズムとSI技術をコアに

- 柔軟メカニズム
- 有限要素法
- 離散化モデル
- パラレルメカニズム
- ソフトロボティクス
- ネットワーク技術
- 遠隔操作技術
- ユーザーインターフェース
- 実時間制御
- 機械学習

微細手術ロボット

企業との連携により従来
では不可能な手術実現



遠隔微細作業を可
能とする基盤技術

遠隔操作ロボット

ものづくりの医療活用に興味のある方の参加をお待ちしています

ロボット技術は複合的な技術であるため，多くの知識や経験が必要です．そのため，研究室では機械設計，プログラミング，電気回路を一から学べるスタートアップゼミからスタート，研究生活をスタートします．研究課題はそれぞれが独自の目標を持ち，研究室で協力しながら目標の達成を目指します．研究では，様々な共同研究機関との連携を行っていますので，多くの経験・知識を得る機会が得られます．
先端医療に役立つロボットを作ってみたい方，制御してみたい方の参加をお待ちしています．