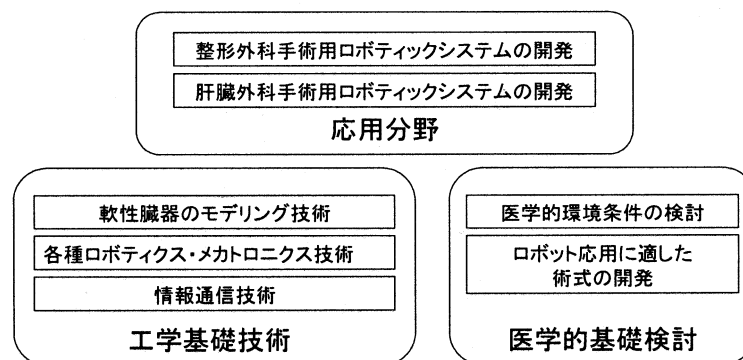


Development of Surgical Robotic System 手術ロボティックシステム開発プロジェクト

プロジェクトリーダー 辻 隆之

東京大学 大学院新領域創成科学研究科
教授



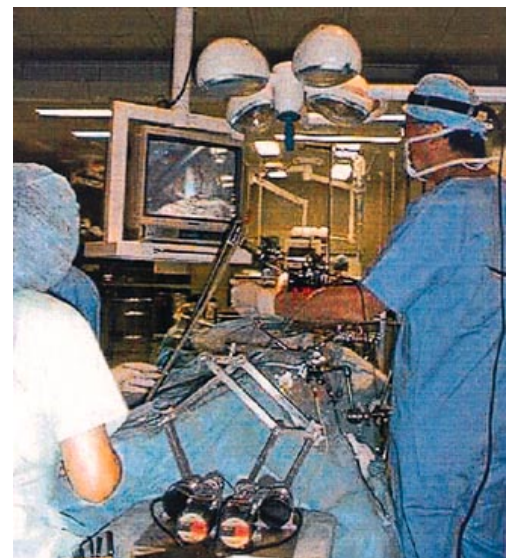
手術ロボティクスシステム開発プロジェクト

1. 研究の目的

手術支援ロボットを実際の臨床において使用する場合、単にロボットの機構のみを開発するのではなく、それを使用する環境の整備ならびに環境情報が重要となる。環境情報として術前ならびに術中における各種三次元画像情報が挙げられる。特に術中三次元画像は術中における各種生体情報とともに、手術支援ロボットを制御操作するうえで不可欠である。それらの環境下で操作できる外科医の新しい手としての手術支援ロボットの、機構、制御、ならびに安全性について、総合的に研究開発を行う。具体的には下記の4つの技術開発を目標とする。

- 1) ロボット応用する上での作業計画には不可欠となる臓器のモデリング技術、特に術中外力や生理的条件の変化により大変形する軟性臓器のモデリング技術の開発。
- 2) 通常の工業的なロボットを使用する環境とは異なる外科手術という環境下での使用を想定し、安全性・医学的要求を十分に考慮した、整形外科等骨格系の手術を支援するロボットならびに肝臓に代表される内臓の外科手術を支援するロボットの開発
- 3) 遠隔手術や人間の手では到達できない部位の手術など広い意味での遠隔手術を実現するためのロボット機構ならびに計測制御情報伝達技術、特にワイヤレス化された高速信号伝達方式、ならびに local intelligence と global な制御を最適化した制御技術の開発。
- 4) ロボットを各種外科手術へ応用する場合の医学的環境条件の明確化、術野確保技術、ロボットでの使用に適した各種物理治療技術の開発

外科手術の手術成績の向上と患者・術者の肉体的、精神的、時間的負担の軽減し、低侵襲手術の実現による患者の早期社会復帰、医療費の抑制並びに有効利用を可能とし、また、従来不可能または困難であった新規な手術方式を実現することが期待される。



腹腔鏡ナビゲータによる in vivo 実験

2. 研究の内容

(1) ロボット制御への応用を目的とした軟性臓器の3次元モデリング

手術支援ロボットを正確にナビゲートするには、体位や血圧等により変形する軟性臓器の形状を測定あるいは推定する必要がある。その為、有限要素法、生体組織の材料定数等に基づいて軟性臓器の変形シミュレーションモデルに関するソフトウェアを開発し評価する。関連する医用画像処理技術に関しては同一研究分野内の大阪大学グループと密接に連携し研究を実施する。

(2) 手術支援ロボットメカニズムの研究（骨格・整形用ロボット）

手術支援ロボットに要求される機能の他、滅菌可能性、洗浄性、MRI 対応性等考慮したロボットの開発を行う。また、人間（医療スタッフ・患者）と機械系の干渉、相互作用を考慮した安全性の高い機構、並びに制御方法の開発ならびに評価を行う。ここでは特に、整形外科における骨切断・切除を行うロボットメカニズムの研究を行う。同課題については同一研究分野内の大阪大学グループと密接な情報交換を行う。

(3) 手術支援ロボットメカニズムの研究（軟組織用ロボット）

前項で示した手術支援ロボットに要求される機能に加えて、肝臓に代表される軟性臓器の手術を支援する場合に重要となる、軟性臓器のハンドリング技術、血管吻合、結紮、組織切除等の外科処置を行わせるためのメカニズムならびに治療技術の研究を行う。同課題については同一研究分野内の九州大学グループと密接な情報交換を行う。

(4) テレオペレーション用ロボット

遠隔地医療における手術支援を目的としたテレオペレーション用ロボットの機構、ならびに制御に関して開発と評価を行う。その際必ず問題となる通信回線による時間遅れに対処するロボットの自立的処理についても検討を行う。一方、手術室におけるテレモニタリングは重要課題であるため、手術室における各種情報の光通信による方法についても検討を行う。

(5) ロボット使用上の環境条件の医学的問題点

術野の確保などロボットを使用する上の医学的環境条件、ならびに治療に適した新しい術式とロボットの機構について検討し、臨床使用上必要となる手術支援ロボットに対する要求仕様を検討する。

3. 研究の体制

期 間：1999 年 8 月～2004 年 3 月

構 成：プロジェクトリーダー 1 名

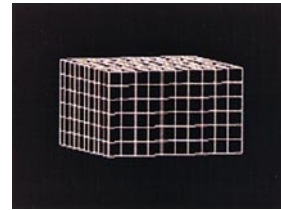
コアメンバー 3 名

研究協力者 18 名

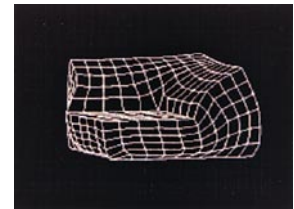
実施場所：東京大学大学院新領域創成科学研究科

東京大学大学院工学系研究科

東京大学大学院医学系研究科

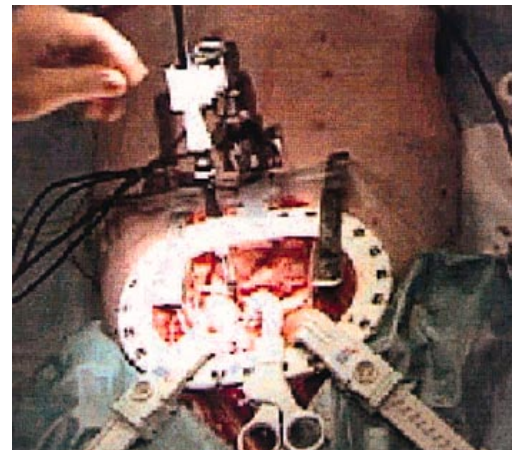


変形前

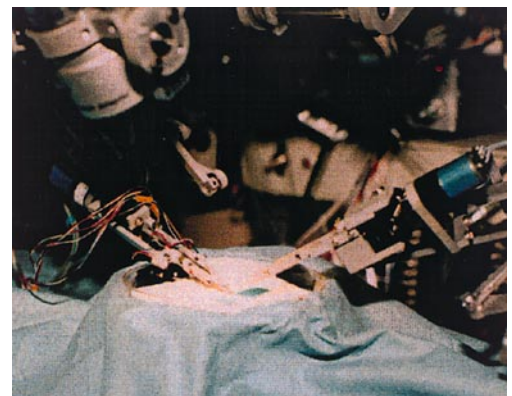


変形後

数値シミュレーションによる非線型弾性体の変形解析



臓器の運動に追従するロボットの制御法に関する研究



テレオペレーションロボットによる血管吻合実験