

## 科学研究費助成事業 研究成果報告書

令和 3 年 6 月 17 日現在

機関番号：34406

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2018～2020

課題番号：18K04065

研究課題名(和文) 微細手術支援ローカル操作ガイディング術具マニピュレータ

研究課題名(英文) Locally operated guiding tool manipulator for accurate surgery

研究代表者

河合 俊和 (KAWAI, Toshikazu)

大阪工業大学・ロボティクス&amp;デザイン工学部・教授

研究者番号：90460766

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,400,000円

研究成果の概要(和文)：内視鏡下手術における執刀医の第三の手として、臓器を把持牽引し作業空間をつくるローカル操作の鉗子ロボットを提案した。円環レールと直動ローラを備えるGuide型と、閉ループ機構でピボットを構成するGimbal-link型の各術具マニピュレータを開発した。試作機の機構特性を計測して、内視鏡下胆嚢摘出模擬手術を実施し、モータ駆動では臓器モデルに十分な張力をかけて術野を確保でき、モータ非励磁の手動操作も可能であったことから、鉗子助手としての有用性を明らかにした。さらに、数理情報に基づいて内視鏡画像を認識する操作インタフェースとして、水蒸気と鉗子先端の検出、術野セグメンテーションの各手法を構築した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

医師と患者とロボットが共存協調できるロボット工学設計論が問われている。ヒトと共存し協調するマニピュレータの機構や制御に関する基盤技術の構築を医工連携研究で推進した。本研究で提案している機構や操作インタフェースを備える、とくに単体で臓器を把持して牽引する術具マニピュレータの研究は国内外になく、小型分散の手術支援ローカル操作ロボットを実現する上で必要不可欠な研究である。本技術を確立することで、執刀医の負担が少なく安全な微細手術を支援する補助ツールとしてのロボットを内外に先駆けて提供できると考える。さらには、手術スタッフの省力化や医療費の低減、感染症対策が期待できる。

研究成果の概要(英文)：A new locally operated tool manipulator as the forceps robot that can be used by a surgeon as a third arm during laparoscopic surgery have been proposed. A wire-driven manipulator with two circular ring guided rails and a linear guide roller was developed. And, a manipulator with closed loop mechanism using gimbal-mounted parallel linkage and a wire driven linear slider was developed. The positional accuracy and the mechanical deflection of the manipulator were majored. Simulated laparoscopic cholecystectomy using the prototype was performed on a surgically realistic gall bladder model. It was confirmed that the organ model could be pulled in various directions using the forceps attached to the manipulator manually and driven by the motors. For controlling the manipulator, image processing methods based on mathematical information to detect mist generated during dissection, tip of the forceps, and to segment a surgical scene into the organ, the fat, and the tool were constructed.

研究分野：医療ロボティクス

キーワード：手術支援ロボット 鉗子マニピュレータ 機構 ローカル操作

### 1. 研究開始当初の背景

患者への侵襲が少ない内視鏡外科手術が普及している。執刀医が微細手術をするためには、腹壁刺入点まわりの非直感的な操作、術具の自由度不足による動作制限、手の振戦、内視鏡や鉗子を扱う助手らとの協調といった困難さがある。これらを解決すべく、マスタフォロワー制御の手術支援ロボットが米英独伊中韓を中心として活発に研究されている。医師のハイエンドツールである da Vinci は狭くて深い術野の微細手術を可能とし、国内でも IBIS など研究が進む。しかし、オールインワンシステムの「遠隔（リモート）操作」マニピュレータでは、執刀医が患者から離れるため術中の状態が把握しにくく、また、大型なため手術室への導入が難しい。

そこで、執刀医が患者の傍にて微細手技を進めながら、補助的に「近接（ローカル）操作」マニピュレータを用いる小型で分散可能なシステムがあれば、執刀医一人で緊急時に素早い対応ができるため安全性に優れ、ロボット手術に不安を持つ患者にも安心感を与え、また、省スペースでの微細手術ができると考えた。これまでに、多自由度鉗子や内視鏡ロボットが米英仏独にて研究されている。執刀医が一人で手技を進める場合には、さらに、臓器を把持牽引して作業空間をつくる鉗子助手の役割を担うロボットが必要となる。

研究代表者らは内外に先駆けて、SCARA 型、Crank slider 型、Telescopic 型の鉗子ロボット LODEM の研究に取り組んできた。しかしながら、作業領域を素早く変更できる可動域の広い術具マニピュレータは存在せず、作用力や機構構成、操作手法などが課題となっている。

### 2. 研究の目的

本研究では、内視鏡下微細手術の支援に向けて、これまでの研究成果をさらに発展させ、作業領域を素早く変更できるマニュアル駆動と臓器へ張力をかけるモータ駆動を行える占有空間の小さいガイド術具マニピュレータと、執刀医による直感的なローカル操作インタフェースを備えた「微細手術支援ローカル操作ガイディング術具マニピュレータ」の構築と評価を目的とした。具体的には、(1) 円環レールと直動ローラを備える Guide 型マニピュレータと、(2) 閉ループ機構でピボットを構成する Gimbal-link 型マニピュレータを開発し、(3) 内視鏡映像を数値情報に基づいて画像認識する操作インタフェースを構築した。

### 3. 研究の方法

#### (1) 円環レールと直動ローラを備える Guide 型マニピュレータ

これまでに開発した Telescopic 型マニピュレータは、片持ち梁形状であり、エアギャップが累積するのでたわみが大きい。そこで、両端支持梁形状の Guide 型として、円環ガイドレールと直動ガイドローラを備える機構を、分離配置したアクチュエータでワイヤ駆動する、3 自由度の極座標系マニピュレータを開発した。なお、鉗子の Roll 軸と Grasp 軸は手動駆動とする。また、装着する鉗子先端の作用力は、成人男性の肝臓の重量の 3 分の 1 程度である 5 N とし、目標精度は助手としての役割を考慮し 0.5 mm とする。

本マニピュレータ機構は、水平面内の円環ガイドレールを円環の内側からコの字で挟み込むベアリングとボールローラで荷重を受けるブロックがスライドする Yaw 軸、Yaw 軸スライドブロック上に配置した鉛直面内の半円状円環ガイドレールをブロックがスライドし、かつ、ガイドレール両端を Yaw 軸のガイドレール上に接触して滑らせる 3 点支持構造の Pitch 軸、Pitch 軸スライドブロック上に一對のローラを駆動方向に沿って段違いにギアを介して連結かつ直交配置し、この複数ガイドローラ間に鉗子を挿入して直動する Insertion 軸、の 3 軸で構成する。駆動ワイヤは、機構から分離配置したアクチュエータユニットに接続し、ケーブルチューブを介して Yaw 軸と Pitch 軸は円環ガイドレールの外周部を沿わせ、Insertion 軸はガイドローラ装着プーリに巻きつける経路とする。

各軸の可動範囲は、Yaw 軸が  $\pm 180^\circ$ 、Pitch 軸が  $\pm 45^\circ$ 、Insertion 軸が 150 mm である。本試作機の機構部の寸法は、直径 180 mm、高さ 121 mm、重量は 0.6 kg となった。アクチュエータユニットの寸法は縦 260 mm、横幅 260 mm、重量は 1.5 kg となった (図 1)。

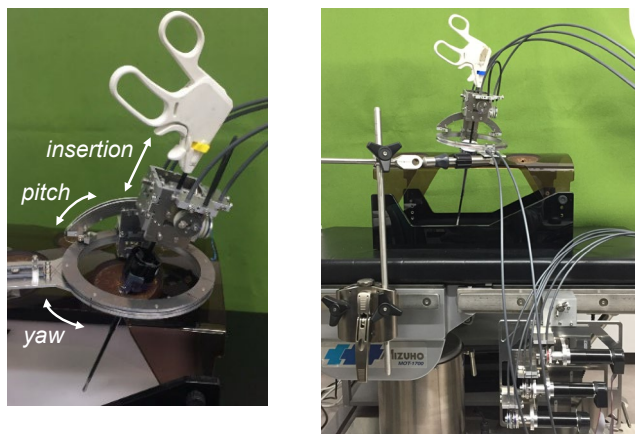


図 1 Guide 型マニピュレータ (左：機構，右：全体)

つぎに、機構のさらなる閉ループ構造化を図るべく、全周円環ガイドレールと合わさる全周円環スライダ、一對の半周円環ガイドレールとスライドブロック、従来鉗子を装着する伸縮スライダを備える直動ガイドローラからなる、改良 Guide 型マニピュレータを開発した。

本改良マニピュレータ機構は、水平面内の円環スライダが円環ガイドレールに沿って動作する Yaw 軸、鉛直面内で一對の半円状の円環ガイドレールに沿って挟み込むように一對のスライドブロックが動作する Pitch 軸、シリコンゴム製のガイドローラの摩擦を利用して装着する従来鉗子を直動する、鉗子全体の回転軸方向への受動的な回転を抑える直動伸縮スライダを設置した Insertion 軸、の 3 軸で構成する。

各軸の可動範囲は同じである。本試作機の機構部の寸法は、直径 160 mm、高さ 180 mm、重量は 1.2 kg となった (図 2)。

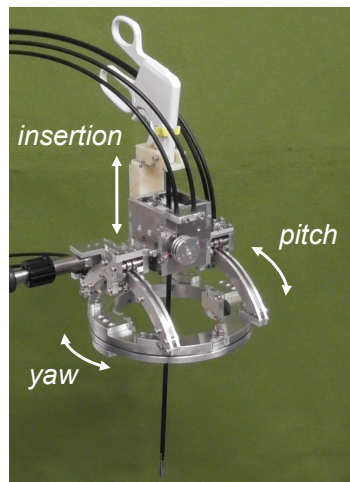


図 2 改良 Guide 型マニピュレータ

### (2) 閉ループ機構でピボットを構成する Gimbal-link 型マニピュレータ

先の Guide 型マニピュレータは閉ループで高剛性な小型の機構だが、複雑な立体機構であり、刺入点回りの占有空間は大きい。そこで、小型かつ高剛性な占有空間の小さい機構として、従来鉗子をジンバル回転 2 軸と直動 1 軸にガイドする滅菌可能なピボット拘束具、および、平行リンク機構を備える非滅菌の駆動部で構成する、閉ループ機構の手動およびモータ駆動可能な 3 自由度の Gimbal-link 型マニピュレータを開発した。

本マニピュレータ機構は、Pitch 軸の回転が拘束具の L 字部分パーツの回転と同期するように、モータ回転軸を拘束具のピボット点と一致するよう配置する。Yaw 軸は Pitch 軸と共にジンバルを形成し、モータ出力を傘歯車で直角方向に向きを変え、平行リンクを介して Insertion 軸の機構をピボット周りに回転する。鉗子を装着する Insertion 軸は、モータ出力をワイヤとプーリでリニアガイド上のスライダに伝達する構成である。

各軸の可動範囲は、Pitch 軸と Yaw が 90°, Insertion 軸が 200 mm である。本試作機の寸法は 275 mm×160 mm×275 mm、重量は 1.8 kg となった (図 3)。

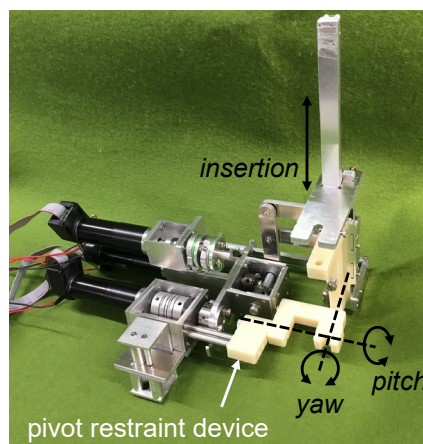


図 3 Gimbal-link 型マニピュレータ

### (3) 内視鏡映像を数値情報に基づいて画像認識する操作インターフェース

鉗子ロボットを簡便に清潔野でローカル操作するために、滅菌が必要な外部デバイスを用いない画像情報を指標とすることを考え、牽引した臓器や鉗子を認識する数値情報に基づいた画像処理手法の研究を進めてきた。これまでの研究をさらに発展させる、次の 3 手法を構築した。

まず、電気メス使用時に発生する水蒸気を検出する手法を構築した。本手法は、ヒストグラムの変化に着目し、グレースケール変換した画像に対して、Otsu の判別分析法を用いて閾値を算出する。1 フレームごとに閾値を算出し、変動が大きいフレームを水蒸気発生の開始点、水蒸気がない状態の閾値との差が小さいフレームを水蒸気発生の終了点として検出する (図 4)。

つぎに、鉗子先端を内視鏡モニター内でポインタとして操作する手法を構築した。本手法は、画像を RGB から L\*a\*b\*へ色変換し、また、銀色の鉗子先端を共通テンプレート画像として色度のヒストグラムを抽出し、両者からバックプロジェクション法でグレースケール画像を作成して、Gaussian filter で平滑化し、Otsu の判別分析法で二値化した後に、画面外枠と作業中心円から鉗子領域を検出し、最小矩形と最小二乗の直線から鉗子先端を認識する。

さらに、術野セグメンテーションおよび臓器を牽引する術具認識の手法を構築した。本手法は、L\*a\*b\*色空間を用いて、a\*軸 b\*軸に基づく脂肪、臓器、術具の術野セグメンテーションを行い、術具を簡易表現する楕円と臓器の緊張状態を表す線分の交差判定に基づき、臓器を牽引する術具を検出する。

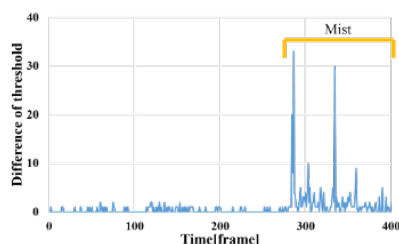


図 4 電気メス使用時の水蒸気検出

#### 4. 研究成果

##### (1) 円環レールと直動ローラを備える Guide 型マニピュレータ

鉗子先端の位置決め精度は、Yaw 軸が 0.2 mm, Pitch 軸が 0.2 mm, Insertion 軸が 1.3 mm, バックラッシュは各軸で 0.2 mm, 0.1 mm, 1.7 mm, 機構たわみは Yaw 軸が 0.5 mm, Pitch 軸が 0.2 mm であった。先に開発した多段スライダ機構を備える片持ち梁形状の Telescopic 型では、位置決め精度が 1.9 mm, 機構バックラッシュが 6.5 mm, 機構たわみが 9.3 mm, であったことから、円環ガイドレールの両持ち構造による位置決め精度の向上, バックラッシュと機構たわみの減少が確認できた。

また、改良機での位置決め精度は、Yaw 軸が 0.1 mm, Pitch 軸が 0.1 mm, Insertion 軸が 2.0 mm, 機構たわみは Yaw 軸が 0.2 mm, Pitch 軸が 0.1 mm であった。このことから、本改良機は Yaw 軸, Pitch 軸の位置決め精度を向上させ、機構たわみをさらに減少させることができた。よって、機構の閉ループ構造化によりエアギャップを減少させることができた。さらに、執刀医（技術認定医）による模擬手術では、胆嚢モデルに十分に牽引でき、医師の両手と協調して剥離を進めることができた（図 5 左）。

現在臨床利用されている極座標系の内視鏡ロボットは、展開前の寸法が直径 182 mm, 高さ 75 mm で、内視鏡を直動移動させるために 160 mm の伸縮機構を展開しながら極座標系の動きをすることから、ロボットの寸法より大きな占有空間が必要となる。これに対して、本鉗子マニピュレータの Insertion 軸機構は機構寸法が不変であることから、あらかじめ設定したマニピュレータの占有空間内に収まって駆動することが可能である。

##### (2) 閉ループ機構でピボットを構成する Gimbal-link 型マニピュレータ

鉗子先端の位置決め精度は、Pitch 軸が 1.1 mm, Yaw 軸が 0.8 mm, Insertion 軸が 0.2 mm, 機構たわみは各軸で 1.5 mm, 1.1 mm, 1.7 mm であった。鉗子装着部の手動操作に必要な力は、Pitch 軸が 7.4 N, Yaw 軸が 2.1 N, Insertion 軸では伸展方向が 18 N, 縮小方向が 13 N となった。

試作機を用いた内視鏡下胆嚢摘出模擬手術において、執刀医（技術認定医）は内視鏡から得た映像で状況を確認し、本鉗子ロボットと左手の鉗子を用いて、胆嚢モデルに十分な張力をかけて術野を確保し、右手の剪刀鉗子で胆嚢周囲の剥離を進め、術野展開もスムーズに行うことができ、医師との協調作業が可能であった。術野展開の際は、ロボットのモータを非励磁にして手動で操作し、模擬臓器の把持と牽引が可能であった。（図 5 右）。

このことから、ロボット支援ソロサージェリーに不可欠な鉗子助手としての本マニピュレータの有用性を明らかにした。これまでの開発機を発展させた本マニピュレータは、占有空間の小さい簡素な機構で小型軽量化を実現できたことから、位置決め精度と機構たわみに関して材料と組立精度を考慮すれば、ステンレス材と PEEK 材を用いたさらなる小型化と実用化に向けた期待ができる。また、市販の内視鏡ロボットに比べて、臨床試用に向けた寸法と重量、および緊急時の機構の退避と術具の着脱性を実現できたと考える。



図 5 マニピュレータを用いた模擬手術の様子（左：改良 Guide 型，右：Gimbal-link 型）

##### (3) 内視鏡映像を数値情報に基づいて画像認識する操作インターフェース

電気メス使用時に発生する水蒸気を閾値変化で検出する手法について、複数の内視鏡外科手術映像に適用し、検出率が 84% で平均処理時間が 18ms であった。

鉗子先端を色相に着目したバックプロジェクション法で認識して内視鏡モニタ内でポインタ操作する手法について、ロック画面から遷移するインターフェース画面を表示し、3 軸 on/off 動作可能であることを確認した（図 6）。

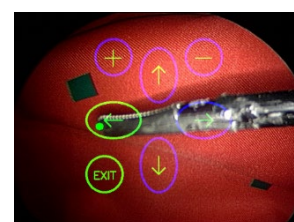


図 6 鉗子先端のモニタ内ポインタ

L\*a\*b\*色空間を用いた術野セグメンテーションの手法について、予測精度の評価指標であるF値において、大腸内視鏡下手術1症例で臓器は68%、脂肪は85%、術具は65%であり、4症例で臓器は66%、脂肪は85%、術具は69%であった。平均処理時間は16msであった(図7)。臓器牽引の術具検出では、大腸内視鏡下手術の2症例の複数画像に適用し、検出率が85%で平均処理時間が27msであった(図8)。

当初、ラーニングはアルゴリズムの言語化が難しく、臨床利用を視野に入れると数式に基づく画像処理が望ましいとして研究を進めてきたが、言語化が可能となりつつある。

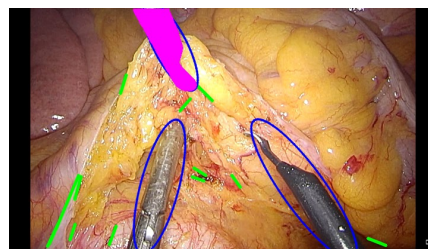


図8 臓器牽引の術具検出

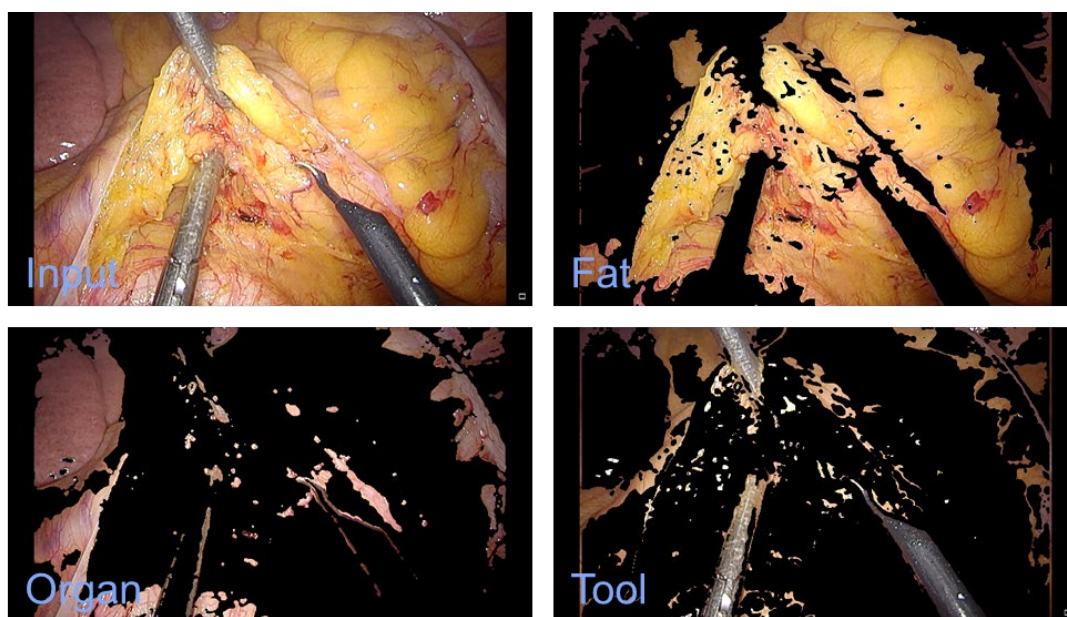


図7 L\*a\*b\*色空間を用いた術野セグメンテーション

本研究では、内視鏡下微細手術の支援を目的として、臓器を把持牽引する鉗子ロボットを構成する Guide 型および Gimbal-link 型マニピュレータと数理的画像処理に基づく操作インタフェースを提案し、模擬手術と実際の内視鏡映像に適用して、その基本性能と有用性を明らかにした。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計4件（うち査読付論文 2件／うち国際共著 0件／うちオープンアクセス 1件）

|   |                    |
|---|--------------------|
| 1. 著者名<br>Han Seungseong, Kawai Toshikazu, Nishikawa Atsushi, Nishizawa Yuji, Nakamura Tatsuo                                   | 4. 巻<br>22         |
| 2. 論文標題<br>Portable Forceps Manipulator with Closed Loop Mechanism using Gimbal-mounted Parallel Linkage for Endoscopic Surgery | 5. 発行年<br>2020年    |
| 3. 雑誌名<br>Journal of Japan Society of Computer Aided Surgery  | 6. 最初と最後の頁<br>5～13 |
| 掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子）<br>10.5759/jscas.22.5   | 査読の有無<br>有         |
| オープンアクセス<br>オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難  | 国際共著<br>-          |

|  |                       |
|--|-----------------------|
| 1. 著者名<br>Fukui Shohei, Kawai Toshikazu, Nishizawa Yuji, Nishikawa Atsushi, Nakamura Tatsuo, Iwamoto Noriyasu, Horise Yuki, Masamune Ken | 4. 巻<br>16            |
| 2. 論文標題<br>Locally operated assistant manipulators with selectable connection system for robotically assisted laparoscopic solo surgery  | 5. 発行年<br>2021年       |
| 3. 雑誌名<br>International Journal of Computer Assisted Radiology and Surgery   | 6. 最初と最後の頁<br>683～693 |
| 掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子）<br>10.1007/s11548-021-02338-9  | 査読の有無<br>有            |
| オープンアクセス<br>オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難   | 国際共著<br>-             |

〔学会発表〕 計29件（うち招待講演 3件／うち国際学会 13件）

|   |
|---|
| 1. 発表者名<br>Fumiaki Nishimura, Hisa Nakasuji, Toshikazu Kawai, Atsushi Nishikawa, Noriyasu IWAMOTO, Yuji Nishizawa, Tatsuo Nakamura: |
| 2. 発表標題<br>Image Recognition of Surgical Tool in Working Area for Laparoscope Robot Control   |
| 3. 学会等名<br>the 41st Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society (EMBC2019) (国際学会)       |
| 4. 発表年<br>2019年   |

|   |
|---|
| 1. 発表者名<br>Ayumu Sasaki, Hiroki Amemori, Toshikazu Kawai, Atsushi Nishikawa, Yuji Nishizawa, Tatsuo Nakamura                  |
| 2. 発表標題<br>Forceps Manipulator with Circular Ring Guided Rail and Linear Guide Roller for Laparoscopic Surgery                |
| 3. 学会等名<br>the 41st Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society (EMBC2019) (国際学会) |
| 4. 発表年<br>2019年   |

|   |
|---|
| 1. 発表者名<br>S. Fukui, S. Han, T. Kawai, Y. Nishizawa, A. Nishikawa   |
| 2. 発表標題<br>Portable Forceps Manipulator with Gimbal mounted Parallel Linkage and Telescopic Rail Mechanism for Laparoscopic Surgery |
| 3. 学会等名<br>the 33rd International Congress and Exhibition of Computer Assisted Radiology and Surgery (CARS 2019) (国際学会)             |
| 4. 発表年<br>2019年   |

|  |
|--|
| 1. 発表者名<br>西村文暁, 河合俊和, 岩本憲泰, 西川敦, 西澤祐史, 中村達雄 |
| 2. 発表標題<br>腹腔鏡映像にて臓器を牽引する手術器具を検出するための画像処理手法  |
| 3. 学会等名<br>日本コンピュータ外科学(JSCAS2019)            |
| 4. 発表年<br>2019年                              |

|  |
|--|
| 1. 発表者名<br>西村文暁, 河合俊和, 岩本憲泰, 西川敦, 西澤祐史, 中村達雄       |
| 2. 発表標題<br>鉗子ロボット操作に向けたLab色空間の色相を用いた内視鏡映像内の術具の画像認識 |
| 3. 学会等名<br>第31回ロボティクス・メカトロニクス講演会(ROBOMECH2019)     |
| 4. 発表年<br>2019年                                    |

|  |
|--|
| 1. 発表者名<br>佐々木歩夢, 河合俊和, 西川敦, 西澤祐史, 中村達雄        |
| 2. 発表標題<br>円環ガイドレールと直動ガイドローラを備える鉗子マニピュレータ      |
| 3. 学会等名<br>第31回ロボティクス・メカトロニクス講演会(ROBOMECH2019) |
| 4. 発表年<br>2019年                                |

|         |   |
|---------|---|
| 1. 発表者名 | Hisa Nakasuji, Toshikazu Kawai, Noriyasu Iwamoto, Atsushi Nishikawa, Yuji Nishizawa and Tatsuo Nakamura |
| 2. 発表標題 | Method of image processing to detect mist generated during dissection in laparoscopic view              |
| 3. 学会等名 | the 14th Asian Conference on Computer Aided Surgery (ACCAS 2018) (国際学会)                                 |
| 4. 発表年  | 2018年   |

|         |  |
|---------|--|
| 1. 発表者名 | SeungSeong Han, Toshikazu Kawai, Atsushi Nishikawa, Yuji Nishizawa, Tatsuo Nakamura                                |
| 2. 発表標題 | Surgical Tool Manipulator with Gimbal-Mounted Parallel Linkage and Telescopic Sliders for Laparoscopic Surgery     |
| 3. 学会等名 | the 40th Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society (EMBC2018) (国際学会) |
| 4. 発表年  | 2018年  |

|         |  |
|---------|--|
| 1. 発表者名 | Fumiaki Nishimura, Toshikazu Kawai, Atsushi Nishikawa, Noriyasu IWAMOTO, Yuji Nishizawa, Tatsuo Nakamura           |
| 2. 発表標題 | Hands-Free Interface for Laparoscope Robot Based on Image Recognition of Surgical Instrument                       |
| 3. 学会等名 | the 40th Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society (EMBC2018) (国際学会) |
| 4. 発表年  | 2018年  |

|         |   |
|---------|---|
| 1. 発表者名 | 中筋一里, 河合俊和, 岩本憲泰, 西川敦, 西澤祐吏, 中村達雄       |
| 2. 発表標題 | 内視鏡ロボット操作に向けた術具と電気メス使用状況を検出する画像処理手法の開発  |
| 3. 学会等名 | 第19回計測自動制御学会 システムインテグレーション部門講演会(SI2018) |
| 4. 発表年  | 2018年                                   |



|  |
|--|
| 1. 発表者名<br>月本庸介, 河合俊和, 西川敦, 西澤祐史, 中村達雄             |
| 2. 発表標題<br>差動リニアガイド機構を有するステッピングモータ駆動式5自由度鉗子マニピュレータ |
| 3. 学会等名<br>第32回ロボティクス・メカトロニクス講演会                   |
| 4. 発表年<br>2020年                                    |

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

|  |
|--|
| <p>大阪工業大学 ロボティクス&amp;デザイン工学部 医療ロボティクス研究室(河合研)<br/> <a href="https://medicalrobotics.ninja-web.net/index.html">https://medicalrobotics.ninja-web.net/index.html</a></p> |
|--|

6. 研究組織

|       | 氏名<br>(ローマ字氏名)<br>(研究者番号)                         | 所属研究機関・部局・職<br>(機関番号)                        | 備考 |
|-------|---|--|----|
| 研究分担者 | 西川 敦<br><br>(NISHIKAWA Atsushi)<br><br>(20283731) | 大阪大学・基礎工学研究科・教授<br><br><br>(14401)           |    |
| 研究分担者 | 西澤 祐史<br><br>(NISHIZAWA Yuji)<br><br>(50545001)   | 国立研究開発法人国立がん研究センター・東病院・室長<br><br><br>(82606) |    |
| 研究分担者 | 中村 達雄<br><br>(NAKAMURA Tatsuo)<br><br>(70227908)  | 京都大学・医学研究科・客員研究員<br><br><br>(14301)          |    |

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

| 共同研究相手国 | 相手方研究機関 |
|---------|---------|
|---------|---------|