

別紙 1

厚生労働科学研究費補助金

政策科学総合研究事業（臨床研究等 ICT 基盤構築・人工知能実装研究事業）

ロボット型内視鏡操作支援システムの AI による高度化と
各種医療機器統合インターフェースとしての展開に関する研究

平成 30 年度 総括・分担研究報告書

研究代表者 江口 晋

令和元年（2019）年 5 月

目 次

I . 総括研究報告

ロボット型内視鏡操作支援システムのAIによる高度化と各種医療機器統合インターフェース
としての展開に関する研究 ----- 1
江口 晋 (長崎大学大学院 医歯薬学総合研究科 移植・消化器外科 教授)

II . 分担研究報告

1 . ロボット型内視鏡操作支援システムのAIによる高度化と各種医療機器統合インターフェース
としての展開に関する研究 ----- 6
小坂 太一郎 (長崎大学病院 移植・消化器外科 助教)
伊藤 信一郎 (長崎大学病院 移植・消化器外科 講師)
足立 智彦 (長崎大学病院 移植・消化器外科 講師)

4 . ロボット型内視鏡操作支援システムのAIによる高度化と各種医療機器統合インターフェース
としての展開に関する研究に関する研究 ----- 10
喜安 千弥 (長崎大学大学院 工学研究科 電気情報科学部門 教授)
藪田 光太郎 (長崎大学大学院 工学研究科 電気情報科学部門 助教)

5 . ロボット型内視鏡操作支援システムのAIによる高度化と各種医療機器統合インターフェース
としての展開に関する研究 ----- 12
柴田 裕一郎 (長崎大学大学院 工学研究科 電気情報科学部門 准教授)

7 . ロボット型内視鏡操作支援システムのAIによる高度化と各種医療機器統合インターフェース
としての展開 (内視鏡操作ロボットの開発) に関する研究 ----- 15
諸麥 俊司 (中央大学 理工学部 准教授)

III . 研究成果の刊行に関する一覧表 ----- 17

総括研究報告書

ロボット型内視鏡操作支援システムの AI による高度化と
各種医療機器統合インターフェースとしての展開に関する研究

研究代表者 江口 晋

長崎大学大学院 医歯薬総合研究科 移植・消化器外科 教授

研究要旨 ロボット型内視鏡操作支援システムに AI を組み込むことで、術中に外科医を適切にサポートするシステムとして発展させ、同時に、各種術中のデータを体系的に統合・収集できるインターフェースとしても機能させることを目的とする。

本年度は AI システムの構築として、AI システムに対する学習用の手術時動画、静止画を用いたデータベースの構築の基礎を完成。また、改良を行った内視鏡操作支援ロボットにデータベースを基にした AI を用いた手術ナビゲーションシステムを組み込み、ブタの胆嚢摘出術モデルで動作検証を実施した。

共同研究者

伊藤信一郎（長崎大学病院 移植・消化器外科 講師）

足立 智彦（長崎大学病院 移植・消化器外科 助教）

小坂太一郎（長崎大学病院 移植・消化器外科 助教）

喜安 千弥（長崎大学大学院 工学研究科 電気情報科学部門 教授）

柴田裕一郎（長崎大学大学院 工学研究科 電気情報科学部門 准教授）

藪田光太郎（長崎大学大学院 工学研究科 電気情報科学部門 助教）

諸麥 俊司（中央大学 理工学部 准教授）

A. 研究目的

当研究グループは、これまで内視鏡担当医に代わって腹腔鏡を支持し、術者の操作信号に沿って腹腔鏡の操作を行うロボット型内視鏡操作支援システムの開発に取り組み、外科医 1 名による腹腔鏡手術を可能とするシステムを高安全性、高コスト性のもとに実現した。本研究課題では開発したロボット型内視鏡操作支援システムを他の手術関連機器と接続し、また AI を組み込むことで術者らとコミュニケーションを取りながら、術中に外科医を適切にサポートするシステムとして発展させる。本システムは、

外科医の負担軽減と精度の高い判断を支援すると同時に、各種術中のデータを体系的に統合・収集できるインターフェースとしても機能する。具体的には本研究は次の二つの研究目的を有する。

(1) 上記内視鏡操作支援システムに AI を組み込み、事前に熟練外科医の内視鏡操作を学習させることで、熟練の内視鏡担当医のような腹腔鏡操作を可能とし、より確実にスムーズな一人手術を実現する。

(2) AI によるナビゲーション機能の実装とそのためデータベースの構築方法および標準化の方法を検討する。

開発するシステムは、一人手術の実現に加えて、若手外科医の執刀時に、あたかも熟練外科医が内視鏡担当として立会い、内視鏡操作を行うと同時にアドバイス提供を行うような高度な外科手術サポート機能を実現する。

B. 研究方法

実施課題

ロボット型内視鏡操作支援システムのAIによる高度化に向けて本研究で計画している実施課題は次の7つである。

課題1)操作支援、(自動操作)ナビゲーションシステムのためのデータベースの構築(データベース共通化・標準化の検討含む)

内視鏡の操作支援(自動操作)及びナビゲーションシステムの構築を目的として、AIに与える術前、手術情報のデータベースを構築する。術前のカンファレンスで使用した術前画像データ、電子カルテの患者情報(年齢、性別、身長、体重、炎症マーカーなど)手術前工程表データ、執刀データなどを用いる。執刀データは具体的には手術動画解析、モーショントラッキングによるカメラワーク、内視鏡画像データから抽出される鉗子操作とともに、外科医が判別しマーキングを行った手術操作用メルクマール画像(静止画)とカメラ焦点、中心との位置関係等が含まれる。手術操作用メルクマールの対象臓器は手術で摘出対象となる胆嚢(周囲ライン)切離対象となる胆嚢管、胆嚢動脈(点線などで図示)損傷を回避すべき総胆管(領域図示)とし、手術症例の動画より静止画を約30枚程度抽出、画像上に手術操作用メルクマール(胆嚢、胆嚢管、胆嚢動脈、総胆管)にデジタルペンでマーキングしたものをメルクマール画像とする。本研究施設及び研究協力施設で、過去に施行された手術症例(胆嚢摘出術)(n=100)に関して、前述データを収集し、これを解析、データベースを構築する。

その後、AIシステムを構築する。アプリケーションはGoogle社の無償提供システムである「テンサー・フロー」を使用する予定

である。

(江口、伊藤、足立、小坂、(収集情報の決定、収集方法の検討担当)喜安、柴田(情報収集技術担当))

課題2)AI知能化とその評価を目的としたロボット型内視鏡操作システムの製作

すでに構築したロボット型内視鏡操作支援器具は、プタを用いた動物モデルを用いた安全性の確認を施行しており、更なる操作性および実用性向上のためのハードウェア構成に関して以下の改良に取り組んでいる。

(1)内視鏡支持部品のディスプレイ化

これまでの生体プタによる実験を通して、術中に内視鏡の着脱が必要となった際に血液等により装置が汚れ、衛生管理上の対策の必要性が認識されていた。装置本体は他の手術ロボットと同様にビニール製カバーで覆うことで保護可能であるが、内視鏡を支持あるいはロックするための部品はビニールカバーでは十分な保護が困難である。そこで、内視鏡と触れる部分は全てディスプレイ化し、手術毎に交換できるように設計を見直す。

(2)装置本体からモータや回路など電気的設備の分離

現在の内視鏡操作支援ロボットは本体にモータやモータドライバなどの電気システムを内蔵している。これらを本体から切り離し、ワイヤ駆動方式とすることで、本体をまるごと清掃、滅菌可能とすることを検討する。本体の詳細設計および製作は自動車用ドア窓の駆動ユニットの最大手で多数のワイヤ駆動ユニットの製品群を有する株式会社ハイレックスコーポレーションに依頼する予定であり、現在協力して設計を進めている。自動車用の駆動ユニットの採用で駆動系の信頼性向上および装置本体の大幅なスリム化も期待される。

改良型装置の完成後に引き続き、安全性の確認を行うべく、PMDAへの相談実施準備を行っている。PMDAから指摘を受けた評価項目に沿って、プタを用いた更なる安全性の評価を行う(n=3~5)。(現在、想定している評価項目としては、手術時間、出血量、

操作鉗子の移動距離、カメラヘッドの移動距離などを予定している。)安全性を確認の後、同装置に AI 実装を行う。
(諸麥、柴田、喜安)

課題 3) 手術ナビゲーション機能の実装

データベースを学習した AI の判断したメルクマールを元に、リアルタイムに画面上に切離ラインや切除対象部位など線や色調変化として臓器上に重ねて表示する。画面上の適切な位置に適切なタイミングで執刀医の安全・確実な施術に役立つ情報をリアルタイムで提示する技術を確立する。
(喜安、柴田、諸麥)

課題 4) 手術ナビゲーション機能の評価

同システムを用いて、3 名の研修医を施行者とし、プタを用いた生体試験を施行し、そのシステムの有用性を、手術時間、出血量、内視鏡技術認定医による審査、内視鏡および鉗子に取り付けた 3 次元位置センシング、カメラワークと施術の正確さ、やりやすさ、作業時間などから評価する。
(江口、伊藤、足立、小坂)

課題 5) 内視鏡操作支援機能の実装

課題 1) で構築した術前取得情報のデータベースから随時判断して術者による内視鏡操作をアシストする機能を実装する。特にデータベース内の過去の術式データ (施術内容 (胆嚢管周囲剥離、胆嚢動脈同定・切離、胆嚢管切離、胆嚢床剥離) とスコピストあるいはロボット型内視鏡操作支援システムによるカメラワークデータから最適なカメラ操作および適切でないカメラ操作を判断。適切でないカメラ操作を自動的に修正するとともに、最適な操作に近づける補助的制御機能を実現する。具体的にはカメラの先端移動時の移動不足、行き過ぎの補正、適切でない視野で鉗子操作がなされた際の警告と視野の補正 鉗子操作中の操作野のセンタリング (視野の中心に操作部位を置く) の安定化時補助 (鉗子操作の追尾など) を行う。

(喜安、柴田、諸麥)

課題 6) 内視鏡自動操作機能の実装

課題 2) と同様にデータベースと術中取得データから随時判断して常時最適視野を確保するための自動的内視鏡操作の機能を実装する。ただし、微調整を人的操作 (ヘッドセット) で可能とする。
(喜安、柴田、諸麥)

課題 7) 操作支援機能、自動操作機能の評価

同システムを用いて、3 名の内視鏡手術技術認定医を施行者とし、胆嚢摘出術を施行 (各術者 n=3)。そのカメラワークと施術の進行具合、やりやすさ、作業時間などから評価する。
(江口、伊藤、足立、小坂)

C . 研究結果

課題 1) 操作支援、(自動操作) ナビゲーションシステムのためのデータベースの改良

昨年同様に胆嚢摘出術内視鏡手術動画よりキー画像となる、静止画を抽出。これに胆嚢、胆嚢管、総胆管部位を外科医がマーキングしたものを教師画像として、AI 画像診断システムに学習を施行させた。その後検証を行っている。

まず、セグメンテーションの正答率 (全画素のセグメンテーション結果を教師データと比較したとき、全画素数に占める正しいクラスに分類された画素数の割合) の評価を行った。その結果は、ノード数が 12 のとき 79.7%、ノード数が 16 のとき 82.9%、ノード数が 20 のとき 81.7%であった。

次に、推論の処理時間について評価を行った。実験環境として、CPU に Intel 社 Core i7-5930K 3.50GHz、GPU に Nvidia 社 GeForce GTX 1080 を用いた。それぞれ 600 枚の画像を処理した時の平均フレームレート (fps: frames per second) を測定したところ、ノード数が 12 のとき 56.71 fps、ノード数が 16 のとき 55.40 fps、ノード数が 20 のとき 55.17 fps であった。

課題 2) AI 知能化とその評価を目的としたロボット型内視鏡操作システムの製作、改

良

ワイヤ駆動による操作を実現し、操作性、軽量化によるポータビリティの向上を実現した。また、手術野に行けるパーツをすべて滅菌可能化し、臨床応用可能な状態とした。

課題3) 手術ナビゲーション機能の実装

課題5) 内視鏡操作支援機能の実装

課題6) 内視鏡自動操作機能の実装

データベースを学習した AI 画像診断システムを元に、リアルタイムに画面上に臓器(胆嚢、総胆管、胆嚢管など)を色調変化として臓器上に重ねて表示。画面上の適切な位置に適切なタイミングで執刀医の安全・確実な施術に役立つ情報をリアルタイムで提示する術中画像ナビゲーションシステムを確立した。

また、操作支援、自動操作機能に重要となる対象物追尾機能を内視鏡操作支援システムに実装。これとナビゲーションシステムの画像データを組み合わせて、対象臓器をセンタリングするシステムを実装した。

これをブタ手術モデルで検証した。具体的にはまた、課題1で検証したセグメンテーション結果に基づき、本課題研究分担者である中央大学の諸麥准教授らが作成した内視鏡操作ロボットを操作できるよう、ロボット接続のためのインターフェースを、非同期シリアル通信を用いて実装した。接続実験の結果、ニューラルネットワークによってロボットを正常に制御できることを確認した。

D. 考察

以下に本研究の成果と思われる項目を挙げる。

課題1) セグメンテーションについては概ね80%程度の良好な正答率が得られている。一方、ノード数が20のときの正答率は、ノード数が16のときよりもわずかに低下しており、この結果は過学習の影響が反映されたものと解釈できる。クラスラベリングの結果画像についても、臓器の位置を概ね妥当に捉えることができていることが確認できた。学習用データセットが少ない中、過

学習による品質劣化をある程度抑制することができており、提案ネットワークの構造上の工夫により一定程度の成果を得ることができたと判断できる。

また、ニューラルネットワークの構成をコンパクトにしたことにより、推論処理に要する時間の短縮にもつながっていることが、性能評価の結果から伺える。GPUによる計算アクセラレーションの効果ともあいまって、実験に用いたいずれの構造の場合でも55fpsを上回るリアルタイム性が確認できた。この処理性能は、ロボット制御の観点からも十分なものであると判断できる。

課題3) 手術ナビゲーション機能の実装

課題5) 内視鏡操作支援機能の実装

課題6) 内視鏡自動操作機能の実装

内視鏡操作支援システムに手術ナビゲーション、内視鏡操作支援、自動操作機能の実装を行い、動物実験において基本機能の実装可能であることを確認した。

E. 結論

本年度で、AIシステムのための学習データの収集・作成を完了し、術中ナビゲーションシステム、操作支援、自動操作機能の実装までを施行し得た。現時点では更なる制度の向上に向けてシステムの改良、検証を施行していく必要がある。

F. 健康危険情報

なし

G. 研究発表

1. 論文発表

T. Manabe, Y. Shibata, K. Oguri, FPGA Implementation of a Real-Time Super-Resolution System Using Flips and an RNS-Based CNN, IEICE Transactions on Fundamentals of Electronics, Communications and Computer Sciences, Vol.E101-A, No.12, pp.2280-2289 (2018.12)

H. Egawa, Y. Shibata, Storing and Compressing Video into Neural Networks by Overfitting, Advances in Intelligent Systems and Computing, Vol.772, pp.615-626 (2018.7)

2 . 学会発表

Y. Shibata, Near-I/O reconfigurable computing for medical engineering, International Symposium on Computing and Networking, CANREXI Workshop (2018.11)

H . 知的財産権の出願・登録状況(予定を含む。)

なし

厚生労働科学研究費補助金
政策科学総合研究事業（臨床研究等 ICT 基盤構築・人工知能実装研究事業）
分担研究報告書

ロボット型内視鏡操作支援システムの AI による高度化と
各種医療機器統合インターフェースとしての展開に関する研究

研究分担者 小坂太一郎 長崎大学病院 移植・消化器外科 助教
伊藤信一郎 長崎大学病院 移植・消化器外科 講師
足立 智彦 長崎大学病院 移植・消化器外科 講師

研究要旨

ロボット型内視鏡操作支援システムに AI を組み込むことで、術中に外科医を適切にサポートするシステムとして発展させ、同時に、各種術中のデータを体系的に統合・収集できるインターフェースとしても機能させることを目的とする。

本年度は AI システムの構築として、AI システムに対する学習用の手術時動画、静止画を用いたデータベースの構築の基礎を完成。また、改良を行った内視鏡操作支援ロボットにデータベースを基にした AI を用いた手術ナビゲーションシステムを組み込み、ブタの胆嚢摘出術モデルで動作検証を実施した。

A. 研究目的

当研究グループは、離島医療など外科医数が少ない環境下でも腹腔鏡手術が施行できる新規デバイスを目指し、内視鏡担当医に代わって腹腔鏡を支持し、術者の操作信号に沿って腹腔鏡の操作を行うロボット型内視鏡操作支援システムの開発に取り組んでいる。本研究課題では現在開発を進めているロボット型内視鏡操作支援システムに AI を組み込むことで、術中に外科医を適切にサポートするシステムとして発展させることを目的としている。本システムは、外科医の負担軽減と精度の高い判断を支援すると同時に、各種術中のデータを体系的に統合・収集できるインターフェースとしても機能する。具体的には本研究は次の二つの研究目的を有する。

(1) 上記内視鏡操作支援システムに AI を組み込み、事前に熟練外科医の内視鏡操作を学習させることで、熟練の内視鏡担当医のような腹腔鏡操作を可能とし、より確実にスムーズな一人手術を実現する。

(2) AI によるナビゲーション機能の実装とそのためのデータベースの構築方法および標準化の方法を検討する。

開発するシステムは、一人手術の実現に加えて、若手外科医の執刀時に、あたかも熟練外科医が内視鏡担当として立会い、内視鏡操作を行うと同時にアドバイス提供を行うような高度な外科手術サポート機能を実現する。

B. 研究方法

昨年度は以下の課題に取り組んだ。

課題1) 操作支援、(自動操作) ナビゲーションシステムのためのデータベースの構築(データベース共通化・標準化の検討含む)

課題2) AI 知能化とその評価を目的としたロボット型内視鏡操作システムの製作、改良

昨年度は胆嚢摘出術 50 以上の手術画像をマーキングし教師画像を作成。胆嚢、胆嚢管、総胆管の各所の部位を学習させ、術中ナビゲーションシステム、操作支援、自動運転システムの根幹となるデータベースを構築した。

また、AI ナビゲーション、操作支援、自動運転システムを搭載すべく、当科で開発した内視鏡操作支援システムの改良を行い、操作性の向上を獲得した。

以上を踏まえ、本年度は以下の課題に取り組んだ。

課題1) 操作支援、(自動操作) ナビゲーションシステムのためのデータベースの改良

昨年度、独自ネットワークを応用した AI を用いた手術画像診断システムにおいて、検証画像を用いたテストで、85%以上の臓器判別率を確認した。本年度は更なる診断精度向上に向けて症例 N=100 を目標に教師学習画像(静止画)を作成。更なる手術画像学習を行った。

(江口、伊藤、足立、小坂、(収集情報の決定、収集方法の検討担当)喜安、柴田(情報収集技術担当))

課題2) AI 知能化とその評価を目的としたロボット型内視鏡操作システムの製作、改良

すでに構築したロボット型内視鏡操作支援器具は、ブタを用いた動物モデルを用いた安全性の確認を施行しており、更なる操作性および実用性向上のためのハードウェア構成に関して以下の改良を実施。

内視鏡支持部品の滅菌可能化、装置本体からモータや回路など電氣的設備の分離

現在の内視鏡操作支援ロボットは本体にモータやモータドライバなどの電気系統を内蔵している。これらを本体から切り離し、ワイヤー駆動方式とすることで、本体をまるごと清掃、滅菌可能とすることを検討する。本体の詳細設計および製作は自動車用ドア窓の駆動ユニットの最大手で多数のワイヤー駆動ユニットの製品群を有する株式会社ハイレックスコーポレーションに依頼。自動車用の駆動ユニットの採用で駆動系の信頼性向上および装置本体の大幅なスリム化実現を図った。

課題3) 手術ナビゲーション機能の実装

データベースを学習した AI 画像診断システムを元に、リアルタイムに画面上に臓器(胆嚢、総胆管、胆嚢管など)を色調変化として臓器上に重ねて表示。画面上の適切な位置に適切なタイミングで執刀医の安全・確実な施術に役立つ情報をリアルタイムで提示する術中画像ナビゲーションシステムを確立。

課題5) 内視鏡操作支援機能の実装

課題6) 内視鏡自動操作機能の実装

操作支援、自動操作機能に重要となる対象物追尾機能を内視鏡操作支援システムに実装。対象物をナビゲーションシステムで確認し、その画像情報を基に、追尾したい対象臓器、部位を判断し、これを追尾、センタリ

ングすることで上記の機能実現を図る。

ただし、微調整を従来の操作入力システムであるヘッドセットを利用した人的操作で可能とする。

改良型内視鏡操作支援システムの完成後に、AI 搭載手術画像診断システムを搭載した術中ナビゲーションシステム、操作支援システム、自動操作システムの実証を行うべく、ブタ手術モデルを用いた評価を行った。(n=1)

(諸菱、柴田、喜安)

C. 研究結果

課題 1) 操作支援、(自動操作) ナビゲーションシステムのためのデータベースの改良

昨年同様に胆嚢摘出術内視鏡手術動画よりキー画像となる、静止画を抽出。これに胆嚢、胆嚢管、総胆管部位を外科医がマーキングしたものを教師画像として、AI 画像診断システムに学習を施行させた。また、検証画像を用いて画像診断精度の検証を行った。画像診断の正診率は 85%以上と良好な結果を示した。

課題 2) AI 知能化とその評価を目的としたロボット型内視鏡操作システムの製作、改良

ワイヤー駆動による操作を実現し、操作性、軽量化によるポータビリティの向上を実現した。また、手術野に行けるパーツをすべて滅菌可能化し、臨床応用可能な状態とした。

課題 3) 手術ナビゲーション機能の実装

課題 5) 内視鏡操作支援機能の実装

課題 6) 内視鏡自動操作機能の実装

データベースを学習した AI 画像診断システムを元に、リアルタイムに画面上に臓器(胆嚢、総胆管、胆嚢管など)を色調変化として臓器上に重ねて表示。画面上の適切な位置に適切なタイミングで執刀医の安全・確実な施術に役立つ情報をリアルタイムで提示する術中画像ナビゲーションシステムを確立した。

また、操作支援、自動操作機能に重要となる対象物追尾機能を内視鏡操作支援システムに実装。これとナビゲーションシステムの画像データを組み合わせて、対象臓器をセンタリングするシステムを実装した。これをブタ手術モデルで検証した。ブタモデルでは内視鏡画像診断システムの実装動作、内視鏡操作支援システムの体操物自動追尾システムの実装動作確認を行った。

D. 考察

以下に本研究の成果と思われる項目を挙げる。

課題 1) 操作支援、(自動操作) ナビゲーションシステムのためのデータベースの改良

正常臓器は N=100 程度の学習によるデータベースを基にした画像診断システムで十分な正診率を得られた。今後は出血などのトラブル症例の学習を進め、どのような場面でも正診率高く画像判断ができるデータベース構築を目指す。

課題 3) 手術ナビゲーション機能の実装

課題 5) 内視鏡操作支援機能の実装

課題 6) 内視鏡自動操作機能の実装

内視鏡操作支援システムに手術ナビゲーション、内視鏡操作支援、自動操作機能の実装を行い、動物実験において基本機能の実装可能であることを確認した。しかし、いず

れのシステムも現時点では精度が低いため、より精度を高めるべく、データベースの改良、操作支援、自動操作機能の改良を行っていく。

E．結論

本年度で、AI システムのための学習データの収集・作成を完了し、術中ナビゲーションシステム、操作支援、自動操作機能の実装までを施行し得た。現時点では更なる制度の向上に向けてシステムの改良、検証を施行していく必要がある。

F．健康危険情報

G．研究発表

なし

H．知的財産権の出願・登録状況(予定を含む。)

なし

厚生労働科学研究費補助金
政策科学総合研究事業（臨床研究等 ICT 基盤構築・人工知能実装研究事業）

分担研究報告書

ロボット型内視鏡操作支援システムの AI による高度化と
各種医療機器統合インターフェースとしての展開に関する研究

研究分担者 喜安 千弥 長崎大学大学院工学研究科 教授
園田 光太郎 長崎大学大学院工学研究科 助教

研究要旨 本研究課題ではロボット型内視鏡操作支援システムに AI を搭載し、内視鏡の自動操作機能と術者支援機能を追加することを目指している。ロボット型内視鏡に理想的な術野を捉えさせるためには、撮像上の複数の部位それぞれの位置の変位に追従し、的確にロボット内視鏡に運動量を伝える必要がある。今年度は、動画上の特定の部位の時間変位を柔軟に追従（トラッキング）する技術について研究を行った。具体的には、心臓に対する超音波エコー動画を題材に、僧房弁の時間的変位のトラッキング実験を行い、柔軟に弁先、弁輪の位置変化に追従できる技術を開発した。今後は、内視鏡動画上の胆のう、胆管、肝臓などの部位にトラッキング技術を適用していく。

A. 研究目的

本研究課題の目的である“ロボット型内視鏡操作支援システムの AI による高度化”を達成するためには、内視鏡から得られる画像を適切に処理し、そこから得られる情報を内視鏡操作の支援に有効に利用する必要がある。この目的を達成するために、本年度は、パターン認識および画像解析技術を医用画像に適用するノウハウの蓄積を目指し、限られた学習データを用いた場合の医用画像の識別、さらに識別された部位のトラッキングの可能性について研究を行った。

B. 研究方法

画像中の目的部位の時間的な変位に柔軟に対応してロボットに理想的な画像を捉えるよう指示するために、目的部位の時間的なトラッキング技術を開発する必要がある。そこで超音波エコー画像上の心臓弁の動きをトラッキングする実験を行った。従前、画像上の物体追跡は、逐次的に次フレーム画像に現フレーム画像の目的物と類似した領

域を探索することで行われるが、従来の手法では、心臓弁のような動きが速い物体の場合、追跡に失敗する問題がある。そこで、心臓弁が心拍に沿う周期的な動きをすること、弁構造の断面は伸び縮みが無く連なった構造体であることに着目したモデル化を行い、そのモデル拘束の上で探索を行う手法「周期的多関節モデル」を開発した。

（倫理面への配慮）

長崎大学の倫理審査の承認を受けるとともに、人体組織を対象として取得される画像データを研究に用いる場合には、個人情報が含まれないことに注意して実験を行った。

C. 研究結果

複数の心エコー動画に対して本手法を適用して実験を行ったところ、従前の手法に比較して格段に追跡性能が向上した。

今後は、内視鏡動画上の胆のう、胆管、肝臓などの部位にトラッキング技術を適用していく。

D．考察

内視鏡動画像上の胆のう周辺の部位を追跡する際にもモデル化が肝要であるが、それ以外に、水飛沫や流血等による画像の撮影条件の変化に対応した追跡手法を開発する必要がある。

E．結論

内視鏡画像に対する AI 手法の適用にあたっては、利用できる学習データの状況によって適切な方法を適用することが望まれる。

F．健康危険情報

なし

G．研究発表

1．論文発表

なし

2．学会発表

塩道一重、藺田光太郎、恒任章、前村浩二、喜安千弥、「多関節モデルを用いた超音波動画像における心臓弁のトラッキング」、計測自動制御学会 第 35 回センシングフォーラム

H．知的財産権の出願・登録状況(予定を含む。)

1．特許取得

なし

2．実用新案登録

なし

3．その他

なし

厚生労働科学研究費補助金
(政策科学総合研究事業(臨床研究等 ICT 基盤構築・人工知能実装研究事業))

分担研究報告書

ロボット型内視鏡操作支援システムの AI による高度化と
各種医療機器統合インターフェースとしての展開に関する研究

研究分担者 柴田 裕一郎 長崎大学大学院工学研究科 教授

研究要旨 内視鏡から得られる画像データを解析し、執刀医にとって望ましい画角となるように内視鏡操作ロボットを自動制御するメカニズムの要素技術として、胆嚢摘出手術を例に、入力画像の角画素を臓器部位に従って 4 クラスに分類するセグメンテーションシステムを畳み込みニューラルネットワークを用いて構築した。深層学習技術を医療分野に応用する場合、利用可能な教師付きデータセットの量が少ないという問題がある。そこで過学習による品質低下の抑制を図るため、ネットワークの構造を工夫することでパラメータ数を削減する手法を提案した。実験の結果、672×528 ピクセルの画像に対し、最大 82.9%の正答率をフレームレート 55.40 fps で達成できることを確認した。

共同研究者

眞邊 泰斗、友永 航生(長崎大学)

A. 研究目的

本研究課題「ロボット型内視鏡操作支援システムの AI による高度化と各種医療機器統合インターフェースとしての展開」の目的を達成するためには、内視鏡から得られる画像データを解析し、執刀医にとって望ましい画角となるように内視鏡操作ロボットを制御するメカニズムの実装が必要である。このためには、内視鏡画像の中の臓器部位を識別し、それらの配置や画角内に占める面積割合などをリアルタイムに算出することが必要となる。このような処理には、深層学習に基づく畳み込みニューラルネットワークを用いた AI による画像セグメンテーション技術の応用が有望である。しかし、AI 技術を医療分野に応用する場合、学習用に利用可能な教師付きデータセットの量が極めて少ないという本質的な問題がある。このため、画像セグメンテーションに有効なニューラルネットワークをそのま

ま応用しようとしても、過学習の問題が生じ望ましい学習結果を得ることができない。そこで、既存のネットワークを参考にしつつ、小規模なデータセットでも学習が可能な新しいニューラルネットワークの構成を提案し、その効果と課題を明らかにすることを研究目的とした。

B. 研究方法

画像セグメンテーション分野での効果が高いことで知られる畳み込みニューラルネットワークの一種である U-Net をベースとし、構造を単純化したネットワークを提案した。U-Net 全体が 1 つの大きなネットワークとして設計されているのに対し、本提案ネットワークは縮退用の小規模サブネットワークと特徴マップ連結用の小規模サブネットワークを再帰的に用いる構造とした。このことにより、少ないパラメータで学習を行い、過学習を抑制することを可能とし

ている。また、これらのサブネットワークは、複数の異なる解像度をもつ画像に対して処理を行う構成とすることで、特定のサイズにとらわれずに、より普遍的な特徴を抽出するよう工夫している。このことも過学習の抑制につながりうる。

提案ネットワークの学習には Python 上で作動するニューラルネットワーク向けフレームワークである Chainer 1.17.0 を用い、また学習高速化のために NVIDIA 社の GPU 向けコンピューティングフレームワーク CUDA を用いた。学習および評価に必要な各種処理には、数値計算ライブラリの Numpy 1.8.2、画像処理ライブラリの scikit_image 0.12.3 および Pillow 4.2.1 を用いた。

学習に用いる訓練用データセットと、分類の評価に用いる評価データセットはそれぞれ 23 枚、8 枚であり、画像サイズは 672 × 528 ピクセルのものをを用いた。これらは実際の胆嚢摘出手術の記録映像から抽出した静止画像であり、これらを胆嚢、胆嚢管、総胆管、その他の 4 つのクラスに医師が手動でラベリング・アノテーションを行ったものである。学習にはミニバッチ学習を採用した。訓練データから 256 × 256 ピクセルの小領域をランダムに切り出し、水平・垂直方向にランダムで反転させた後、これらを 4 組ずつ束ねることで生成した。損失関数には Softmax Cross Entropy を用い、最適化関数には Adam を用いた。提案ネットワークの構成については、パラメータを変更することで、ノード数が 12、16、30 の 3 種類のネットワーク構成を評価し比較した。

(倫理面への配慮)

学習用のデータについては個人が特定され得ない手術画像を用いた。

C. 研究結果

まず、セグメンテーションの正答率(全画素のセグメンテーション結果を教師データと比較したとき、全画素数に占める正しいクラスに分類された画素数の割合)の評価を行った。その結果は、ノード数が 12 のとき 79.7%、ノード数が 16 のとき 82.9%、

ノード数が 20 のとき 81.7%であった。

次に、推論の処理時間について評価を行った。実験環境として、CPU に Intel 社 Core i7-5930K 3.50GHz、GPU に Nvidia 社 GeForce GTX 1080 を用いた。それぞれ 600 枚の画像を処理した時の平均フレームレート (fps: frames per second) を測定したところ、ノード数が 12 のとき 56.71 fps、ノード数が 16 のとき 55.40 fps、ノード数が 20 のとき 55.17 fps であった。

また、これらのセグメンテーション結果に基づき、本課題研究分担者である中央大学の諸麥准教授らが作成した内視鏡操作ロボットを操作できるよう、ロボット接続のためのインタフェースを非同期シリアル通信を用いて実装した。接続実験の結果、ニューラルネットワークによってロボットを正常に制御できることを確認した。

D. 考察

セグメンテーションについては概ね 80% 程度の良好な正答率が得られている。一方、ノード数が 20 のときの正答率は、ノード数が 16 のときよりもわずかに低下しており、この結果は過学習の影響が反映されたものと解釈できる。クラスラベリングの結果画像についても、臓器の位置を概ね妥当に捉えることができていることが確認できた。学習用データセットが少ない中、過学習による品質劣化をある程度抑制することができており、提案ネットワークの構造上の工夫により一定程度の成果を得ることができたと判断できる。

また、ニューラルネットワークの構成をコンパクトにしたことにより、推論処理に要する時間の短縮にもつながっていることが、性能評価の結果から伺える。GPU による計算アクセラレーションの効果ともあいまって、実験に用いたいずれの構造の場合でも 55 fps を上回るリアルタイム性が確認できた。この処理性能は、ロボット制御の観点からも十分なものであると判断できる。内視鏡自動操作ロボットの接続テストについても正常な動作確認が行えたことから、今後は学習用データセットを追加することによりセグメンテーションの確度を向上し

ていくことが今後の主たる課題として挙げられる。

CANREXI Workshop (2018.11)

E. 結論

胆嚢摘出手術における内視鏡の自動操作を可能とする要素技術のひとつとして、入力された画像の各画素を胆嚢、胆嚢管、総胆管、その他の4クラスに分類する画像セグメンテーションシステムを畳み込みニューラルネットワークを用いて構築した。少ないデータセットで過学習の影響を抑制するために、医療画像セグメンテーション用に考案されたU-Netをベースとしつつ、小さなサブネットワークを再帰的に適用する構成を提案し、パラメータ数を削減した。評価の結果、672×528ピクセルの画像に対し、最大82.9%の正答率をフレームレート55.40fpsで達成できることを明らかにした。

H. 知的財産権の出願・登録状況（予定を含む。）

1. 特許取得
なし
2. 実用新案登録
なし
3. その他
なし

F. 健康危険情報

なし

G. 研究発表

1. 論文発表

T. Manabe, Y. Shibata, K. Oguri, FPGA Implementation of a Real-Time Super-Resolution System Using Flips and an RNS-Based CNN, IEICE Transactions on Fundamentals of Electronics, Communications and Computer Sciences, Vol.E101-A, No.12, pp.2280-2289 (2018.12)

H. Egawa, Y. Shibata, Storing and Compressing Video into Neural Networks by Overfitting, Advances in Intelligent Systems and Computing, Vol.772, pp.615-626 (2018.7)

2. 学会発表

Y. Shibata, Near-I/O reconfigurable computing for medical engineering, International Symposium on Computing and Networking,

分担研究報告書

ロボット型内視鏡操作支援システムの AI による高度化と
各種医療機器統合インターフェースとしての展開（内視鏡操作ロボットの開発）
に関する研究

研究分担者 諸麥 俊司 中央大学 理工学部 准教授

研究要旨 本研究課題ではこれまで開発に取り組んできたロボット型内視鏡操作支援システムに AI を搭載し、内視鏡の自動操作機能と術者支援機能を追加するとともに、各種医療機器統合のインターフェースとしての展開について検討する。具体的には、まず AI に熟練外科医の内視鏡操作を学習させ、手術中に適宜内視鏡操作のアシストや自動操作を行う機能を実装する。次に、内視鏡操作だけでなく AI によるナビゲーション機能を実現し、内視鏡手術を総合的に支援するシステムを構築すると同時に、そのためのデータベースの構築方法および標準化の方法を検討する。本年度は主に内視鏡操作ロボットの開発に取り組んだ。

共同研究者

江口晋、小坂太一郎、伊藤信一郎、足立智彦（長崎大学病院 移植・消化器外科）、喜安千弥、柴田裕一郎、藪田光太郎（長崎大学大学院工学研究科）

A. 研究目的

これまで開発してきた内視鏡操作支援ロボットに AI を搭載し、内視鏡操作支援に加え、手術ナビゲーションの機能を実装し、内視鏡手術を総合的に支援するシステムへと展開を図る。その中でも特にロボットの製作と制御を担当する。

B. 研究方法

これまでの内視鏡操作支援ロボットの研究で得た経験を踏まえ、本研究課題で実現する手術支援システムに適した内視鏡操作ロボットを開発した。

開発に取り組むロボットはデータ収集や評価のために生体モデルでの実験に頻繁に適用されると想定されるため、これまで以上に手術室の環境に適応し、操作や運用への負担の少ない仕様とした。このため、生体と触れる部分はディスプレイとし、また

電気モータはロボット本体ではなく、附属する制御ユニットに配置、同時にケーブル駆動方式を採用して大幅なスリム化・軽量化を実現した。開発したロボットを図 1 に示す。



図 1 開発した内視鏡操作ロボット

（倫理面への配慮）

中央大学で内視鏡ロボットの開発および機能評価試験を実施するにあたって中央大学の倫理審査の承認を受けて実施した。動

物実験については長崎大学にて、同大学の倫理委員会の承認を得て行い、動物実験倫理に準じて施行した。

C．研究結果

洗浄および滅菌が可能な内視鏡操作ロボットを実現した。AI との接続を想定して、内視鏡画像から色情報に基づく対象物検出を行ない、対象物を移動させても常に画面上の指定した位置および大きさに写るよう、ロボットの追従制御を行い、その実現を確認した。その上で、長崎大学工学部の開発した AI と接続し、生体ブタモデルを用いた手術でのテストを通して、AI から胆嚢管の位置および大きさの情報を渡されると、胆嚢管を常時画面上の所定位置に捉える自動操作の実現を確認した。



図2 AIによる内視鏡ロボットの自動操作のテスト

D．考察

開発した内視鏡操作ロボットを長崎大学の AI と接続し、想定どおり動作することが確認された。実験を通して内視鏡の自動操作や操作支援機能の実装のための基礎データが得られた。

E．結論

AI を搭載した内視鏡ロボットによる術中の内視鏡自動操作および操作支援の実現へ向けて、大きな進展を得た。

F．健康危険情報

なし

G．研究発表

- 1．論文発表
なし
- 2．学会発表
なし

H．知的財産権の出願・登録状況(予定を含む。)

- 1．特許取得
なし
- 2．実用新案登録
なし
- 3．その他
なし

別紙 4

研究成果の刊行に関する一覧表

書籍

著者氏名	論文タイトル名	書籍全体の 編集者名	書 籍 名	出版社名	出版地	出版年	ページ

雑誌

発表者氏名	論文タイトル名	発表誌名	巻号	ページ	出版年
塩道一重, 園田光太郎, 恒任章, 前村浩二, 喜安千弥	多関節モデルを用いた超音波動画像における心臓弁のトラッキング	第 35 回センシングフォーラム予稿集	1/1	115-118	2018
T.Manabe, Y.Shibata, K.Oguri	FPGA Implementation of a Real-Time Super-Resolution System Using Flips and an RNS-Based CNN	IEICE Transactions on Fundamentals of Electronics, Communications and Computer Sciences	Vol.E101-A, No.12	2280-2289	2018
H.Egawa, Y.Shibata	Storing and Compressing Video into Neural Networks by Overfitting	Advances in Intelligent Systems and Computing	772	615-626	2018

平成31年3月31日

厚生労働大臣 殿

機関名 国立大学法人長崎大学

所属研究機関長 職名 学長

氏名 河野 茂 印



次の職員の平成30年度厚生労働科学研究費の調査研究における、倫理審査状況及び利益相反等の管理については以下のとおりです。

- 研究事業名 政策科学総合研究事業（臨床研究等 ICT 基盤構築・人工知能実装研究事業）
- 研究課題名 ロボット型内視鏡操作支援システムの AI による高度化と各種医療機器統合インターフェースとしての展開
- 研究者名 （所属部局・職名）大学院医歯薬学総合研究科・教授
（氏名・フリガナ）江口 晋・エグチ ススム

4. 倫理審査の状況

	該当性の有無		左記で該当がある場合のみ記入（※1）		
	有	無	審査済み	審査した機関	未審査（※2）
ヒトゲノム・遺伝子解析研究に関する倫理指針	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
遺伝子治療等臨床研究に関する指針	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
人を対象とする医学系研究に関する倫理指針（※3）	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
厚生労働省の所管する実施機関における動物実験等の実施に関する基本指針	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
その他、該当する倫理指針があれば記入すること （指針の名称： ）	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>

（※1）当該研究者が当該研究を実施するに当たり遵守すべき倫理指針に関する倫理委員会の審査が済んでいる場合は、「審査済み」にチェックし一部若しくは全部の審査が完了していない場合は、「未審査」にチェックすること。

その他（特記事項）

（※2）未審査に場合は、その理由を記載すること。

（※3）廃止前の「疫学研究に関する倫理指針」や「臨床研究に関する倫理指針」に準拠する場合は、当該項目に記入すること。

5. 厚生労働分野の研究活動における不正行為への対応について

研究倫理教育の受講状況	受講 <input checked="" type="checkbox"/> 未受講 <input type="checkbox"/>
-------------	---

6. 利益相反の管理

当研究機関におけるCOIの管理に関する規定の策定	有 <input checked="" type="checkbox"/> 無 <input type="checkbox"/> （無の場合はその理由： ）
当研究機関におけるCOI委員会設置の有無	有 <input checked="" type="checkbox"/> 無 <input type="checkbox"/> （無の場合は委託先機関： ）
当研究に係るCOIについての報告・審査の有無	有 <input checked="" type="checkbox"/> 無 <input type="checkbox"/> （無の場合はその理由： ）
当研究に係るCOIについての指導・管理の有無	有 <input type="checkbox"/> 無 <input checked="" type="checkbox"/> （有の場合はその内容： ）

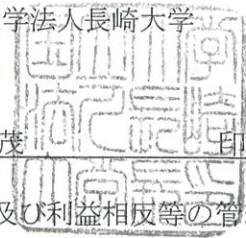
（留意事項） ・該当する□にチェックを入れること。
・分担研究者の所属する機関の長も作成すること。

厚生労働大臣 殿

機関名 国立大学法人長崎大学

所属研究機関長 職名 学長

氏名 河野 茂



次の職員の平成30年度厚生労働科学研究費の調査研究における、倫理審査状況及び利益相反等の管理については以下のとおりです。

1. 研究事業名 政策科学総合研究事業（臨床研究等 ICT 基盤構築・人工知能実装研究事業）
2. 研究課題名 ロボット型内視鏡操作支援システムの AI による高度化と各種医療機器統合
インターフェースとしての展開
3. 研究者名（所属部局・職名） 病院 ・ 助教
（氏名・フリガナ） 小坂 太一郎 ・ コサカ タイチロウ

4. 倫理審査の状況

	該当性の有無		左記で該当がある場合のみ記入（※1）		
	有	無	審査済み	審査した機関	未審査（※2）
ヒトゲノム・遺伝子解析研究に関する倫理指針	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
遺伝子治療等臨床研究に関する指針	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
人を対象とする医学系研究に関する倫理指針（※3）	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
厚生労働省の所管する実施機関における動物実験等の実施に関する基本指針	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
その他、該当する倫理指針があれば記入すること (指針の名称：)	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>

（※1）当該研究者が当該研究を実施するに当たり遵守すべき倫理指針に関する倫理委員会の審査が済んでいる場合は、「審査済み」にチェックし一部若しくは全部の審査が完了していない場合は、「未審査」にチェックすること。

その他（特記事項）

（※2）未審査の場合は、その理由を記載すること。

（※3）廃止前の「疫学研究に関する倫理指針」や「臨床研究に関する倫理指針」に準拠する場合は、当該項目に記入すること。

5. 厚生労働分野の研究活動における不正行為への対応について

研究倫理教育の受講状況	受講 <input checked="" type="checkbox"/> 未受講 <input type="checkbox"/>
-------------	---

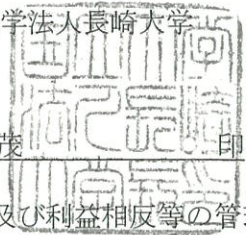
6. 利益相反の管理

当研究機関におけるCOIの管理に関する規定の策定	有 <input checked="" type="checkbox"/> 無 <input type="checkbox"/> (無の場合はその理由：)
当研究機関におけるCOI委員会設置の有無	有 <input checked="" type="checkbox"/> 無 <input type="checkbox"/> (無の場合は委託先機関：)
当研究に係るCOIについての報告・審査の有無	有 <input checked="" type="checkbox"/> 無 <input type="checkbox"/> (無の場合はその理由：)
当研究に係るCOIについての指導・管理の有無	有 <input type="checkbox"/> 無 <input checked="" type="checkbox"/> (有の場合はその内容：)

（留意事項） ・ 該当する□にチェックを入れること。
・ 分担研究者の所属する機関の長も作成すること。

厚生労働大臣 殿

機関名 国立大学法人長崎大学
 所属研究機関長 職名 学長
 氏名 河野 茂



次の職員の平成30年度厚生労働科学研究費の調査研究における、倫理審査状況及び利益相反等の管理については以下のとおりです。

1. 研究事業名 政策科学総合研究事業（臨床研究等 ICT 基盤構築・人工知能実装研究事業）
2. 研究課題名 ロボット型内視鏡操作支援システムの AI による高度化と各種医療機器統合
インターフェースとしての展開
3. 研究者名 (所属部局・職名) 病院 ・ 助教
(氏名・フリガナ) 足立 智彦 ・ アダチ トモヒコ

4. 倫理審査の状況

	該当性の有無		左記で該当がある場合のみ記入 (※1)		
	有	無	審査済み	審査した機関	未審査 (※2)
ヒトゲノム・遺伝子解析研究に関する倫理指針	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
遺伝子治療等臨床研究に関する指針	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
人を対象とする医学系研究に関する倫理指針 (※3)	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
厚生労働省の所管する実施機関における動物実験等の実施に関する基本指針	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
その他、該当する倫理指針があれば記入すること (指針の名称：)	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>

(※1) 当該研究者が当該研究を実施するに当たり遵守すべき倫理指針に関する倫理委員会の審査が済んでいる場合は、「審査済み」にチェックし一部若しくは全部の審査が完了していない場合は、「未審査」にチェックすること。

その他 (特記事項) _____

(※2) 未審査の場合は、その理由を記載すること。

(※3) 廃止前の「疫学研究に関する倫理指針」や「臨床研究に関する倫理指針」に準拠する場合は、当該項目に記入すること。

5. 厚生労働分野の研究活動における不正行為への対応について

研究倫理教育の受講状況	受講 <input checked="" type="checkbox"/> 未受講 <input type="checkbox"/>
-------------	---

6. 利益相反の管理

当研究機関におけるCOIの管理に関する規定の策定	有 <input checked="" type="checkbox"/> 無 <input type="checkbox"/> (無の場合はその理由: _____)
当研究機関におけるCOI委員会設置の有無	有 <input checked="" type="checkbox"/> 無 <input type="checkbox"/> (無の場合は委託先機関: _____)
当研究に係るCOIについての報告・審査の有無	有 <input checked="" type="checkbox"/> 無 <input type="checkbox"/> (無の場合はその理由: _____)
当研究に係るCOIについての指導・管理の有無	有 <input type="checkbox"/> 無 <input checked="" type="checkbox"/> (有の場合はその内容: _____)

(留意事項) ・ 該当する□にチェックを入れること。
 ・ 分担研究者の所属する機関の長も作成すること。

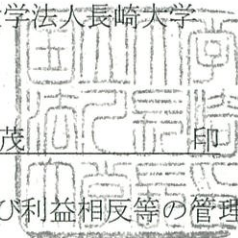
2019年2月28日

厚生労働大臣 殿

機関名 国立大学法人長崎大学

所属研究機関長 職名 学長

氏名 河野 茂



次の職員の平成30年度厚生労働科学研究費の調査研究における、倫理審査状況及び利益相反等の管理については以下のとおりです。

1. 研究事業名 政策科学総合研究事業（臨床研究等 ICT 基盤構築・人工知能実装研究事業）

2. 研究課題名 ロボット型内視鏡操作支援システムの AI による高度化と各種医療機器統合
インターフェースとしての展開

3. 研究者名 (所属部局・職名) 病院 ・ 講師
(氏名・フリガナ) 伊藤 信一郎 ・ イトウ シンイチロウ

4. 倫理審査の状況

	該当性の有無		左記で該当がある場合のみ記入 (※1)		
	有	無	審査済み	審査した機関	未審査 (※2)
ヒトゲノム・遺伝子解析研究に関する倫理指針	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
遺伝子治療等臨床研究に関する指針	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
人を対象とする医学系研究に関する倫理指針 (※3)	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
厚生労働省の所管する実施機関における動物実験等の実施に関する基本指針	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
その他、該当する倫理指針があれば記入すること (指針の名称:)	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>

(※1) 当該研究者が当該研究を実施するに当たり遵守すべき倫理指針に関する倫理委員会の審査が済んでいる場合は、「審査済み」にチェックし一部若しくは全部の審査が完了していない場合は、「未審査」にチェックすること。

その他 (特記事項) _____

(※2) 未審査に場合は、その理由を記載すること。

(※3) 廃止前の「疫学研究に関する倫理指針」や「臨床研究に関する倫理指針」に準拠する場合は、当該項目に記入すること。

5. 厚生労働分野の研究活動における不正行為への対応について

研究倫理教育の受講状況	受講 <input checked="" type="checkbox"/> 未受講 <input type="checkbox"/>
-------------	---

6. 利益相反の管理

当研究機関におけるCOIの管理に関する規定の策定	有 <input checked="" type="checkbox"/> 無 <input type="checkbox"/> (無の場合はその理由:)
当研究機関におけるCOI委員会設置の有無	有 <input checked="" type="checkbox"/> 無 <input type="checkbox"/> (無の場合は委託先機関:)
当研究に係るCOIについての報告・審査の有無	有 <input checked="" type="checkbox"/> 無 <input type="checkbox"/> (無の場合はその理由:)
当研究に係るCOIについての指導・管理の有無	有 <input type="checkbox"/> 無 <input checked="" type="checkbox"/> (有の場合はその内容:)

(留意事項) ・該当する□にチェックを入れること。
・分担研究者の所属する機関の長も作成すること。

令和元年5月27日

厚生労働大臣 殿

機関名 国立大学法人長崎大学

所属研究機関長 職名 学長

氏名 河野 茂 印



次の職員の平成30年度厚生労働科学研究費の調査研究における、倫理審査状況及び利益相反等の管理については以下のとおりです。

- 研究事業名 政策科学総合研究事業（臨床研究等 ICT 基盤構築・人工知能実装研究事業）
- 研究課題名 ロボット型内視鏡操作支援システムの AI による高度化と各種医療機器統合インターフェースとしての展開
- 研究者名 （所属部局・職名）大学院工学研究科・教授
（氏名・フリガナ）喜安 千弥・キヤス センヤ

4. 倫理審査の状況

	該当性の有無		左記で該当がある場合のみ記入（※1）		
	有	無	審査済み	審査した機関	未審査（※2）
ヒトゲノム・遺伝子解析研究に関する倫理指針	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
遺伝子治療等臨床研究に関する指針	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
人を対象とする医学系研究に関する倫理指針（※3）	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
厚生労働省の所管する実施機関における動物実験等の実施に関する基本指針	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
その他、該当する倫理指針があれば記入すること （指針の名称： ）	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>

（※1）当該研究者が当該研究を実施するに当たり遵守すべき倫理指針に関する倫理委員会の審査が済んでいる場合は、「審査済み」にチェックし一部若しくは全部の審査が完了していない場合は、「未審査」にチェックすること。

その他（特記事項）

（※2）未審査の場合は、その理由を記載すること。

（※3）廃止前の「疫学研究に関する倫理指針」や「臨床研究に関する倫理指針」に準拠する場合は、当該項目に記入すること。

5. 厚生労働分野の研究活動における不正行為への対応について

研究倫理教育の受講状況	受講 <input checked="" type="checkbox"/> 未受講 <input type="checkbox"/>
-------------	---

6. 利益相反の管理

当研究機関におけるCOIの管理に関する規定の策定	有 <input checked="" type="checkbox"/> 無 <input type="checkbox"/> （無の場合はその理由： ）
当研究機関におけるCOI委員会設置の有無	有 <input checked="" type="checkbox"/> 無 <input type="checkbox"/> （無の場合は委託先機関： ）
当研究に係るCOIについての報告・審査の有無	有 <input checked="" type="checkbox"/> 無 <input type="checkbox"/> （無の場合はその理由： ）
当研究に係るCOIについての指導・管理の有無	有 <input type="checkbox"/> 無 <input checked="" type="checkbox"/> （有の場合はその内容： ）

（留意事項） ・該当する□にチェックを入れること。
・分担研究者の所属する機関の長も作成すること。

令和元年5月27日

厚生労働大臣 殿

機関名 国立大学法人長崎大学

所属研究機関長 職名 学長

氏名 河野 茂 印



次の職員の平成30年度厚生労働科学研究費の調査研究における、倫理審査状況及び利益相反等の管理については以下のとおりです。

- 研究事業名 政策科学総合研究事業（臨床研究等 ICT 基盤構築・人工知能実装研究事業）
- 研究課題名 ロボット型内視鏡操作支援システムの AI による高度化と各種医療機器統合インターフェースとしての展開
- 研究者名 （所属部局・職名）大学院工学研究科・教授
（氏名・フリガナ）柴田 裕一郎・シバタ ユウイチロウ

4. 倫理審査の状況

	該当性の有無		左記で該当がある場合のみ記入（※1）		
	有	無	審査済み	審査した機関	未審査（※2）
ヒトゲノム・遺伝子解析研究に関する倫理指針	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
遺伝子治療等臨床研究に関する指針	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
人を対象とする医学系研究に関する倫理指針（※3）	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
厚生労働省の所管する実施機関における動物実験等の実施に関する基本指針	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
その他、該当する倫理指針があれば記入すること （指針の名称： ）	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>

（※1）当該研究者が当該研究を実施するに当たり遵守すべき倫理指針に関する倫理委員会の審査が済んでいる場合は、「審査済み」にチェックし一部若しくは全部の審査が完了していない場合は、「未審査」にチェックすること。

その他（特記事項）

（※2）未審査の場合は、その理由を記載すること。

（※3）廃止前の「疫学研究に関する倫理指針」や「臨床研究に関する倫理指針」に準拠する場合は、当該項目に記入すること。

5. 厚生労働分野の研究活動における不正行為への対応について

研究倫理教育の受講状況	受講 <input checked="" type="checkbox"/> 未受講 <input type="checkbox"/>
-------------	---

6. 利益相反の管理

当研究機関におけるCOIの管理に関する規定の策定	有 <input checked="" type="checkbox"/> 無 <input type="checkbox"/> （無の場合はその理由： ）
当研究機関におけるCOI委員会設置の有無	有 <input checked="" type="checkbox"/> 無 <input type="checkbox"/> （無の場合は委託先機関： ）
当研究に係るCOIについての報告・審査の有無	有 <input checked="" type="checkbox"/> 無 <input type="checkbox"/> （無の場合はその理由： ）
当研究に係るCOIについての指導・管理の有無	有 <input type="checkbox"/> 無 <input checked="" type="checkbox"/> （有の場合はその内容： ）

（留意事項） ・該当する□にチェックを入れること。
・分担研究者の所属する機関の長も作成すること。

令和元年5月27日

厚生労働大臣 殿

機関名 国立大学法人長崎大学

所属研究機関長 職名 学長

氏名 河野 茂 印



次の職員の平成30年度厚生労働科学研究費の調査研究における、倫理審査状況及び利益相反等の管理については以下のとおりです。

- 研究事業名 政策科学総合研究事業（臨床研究等 ICT 基盤構築・人工知能実装研究事業）
- 研究課題名 ロボット型内視鏡操作支援システムの AI による高度化と各種医療機器統合インターフェースとしての展開
- 研究者名 （所属部局・職名）大学院工学研究科・助教
（氏名・フリガナ） 藺田 光太郎・ソノダ コウタロウ

4. 倫理審査の状況

	該当性の有無		左記で該当がある場合のみ記入（※1）		
	有	無	審査済み	審査した機関	未審査（※2）
ヒトゲノム・遺伝子解析研究に関する倫理指針	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
遺伝子治療等臨床研究に関する指針	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
人を対象とする医学系研究に関する倫理指針（※3）	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
厚生労働省の所管する実施機関における動物実験等の実施に関する基本指針	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
その他、該当する倫理指針があれば記入すること （指針の名称： ）	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>

（※1）当該研究者が当該研究を実施するに当たり遵守すべき倫理指針に関する倫理委員会の審査が済んでいる場合は、「審査済み」にチェックし一部若しくは全部の審査が完了していない場合は、「未審査」にチェックすること。

その他（特記事項）

（※2）未審査の場合は、その理由を記載すること。

（※3）廃止前の「疫学研究に関する倫理指針」や「臨床研究に関する倫理指針」に準拠する場合は、当該項目に記入すること。

5. 厚生労働分野の研究活動における不正行為への対応について

研究倫理教育の受講状況	受講 <input checked="" type="checkbox"/> 未受講 <input type="checkbox"/>
-------------	---

6. 利益相反の管理


当研究機関におけるCOIの管理に関する規定の策定	有 <input checked="" type="checkbox"/> 無 <input type="checkbox"/> （無の場合はその理由： ）
当研究機関におけるCOI委員会設置の有無	有 <input checked="" type="checkbox"/> 無 <input type="checkbox"/> （無の場合は委託先機関： ）
当研究に係るCOIについての報告・審査の有無	有 <input checked="" type="checkbox"/> 無 <input type="checkbox"/> （無の場合はその理由： ）
当研究に係るCOIについての指導・管理の有無	有 <input type="checkbox"/> 無 <input checked="" type="checkbox"/> （有の場合はその内容： ）

（留意事項） ・該当する□にチェックを入れること。
・分担研究者の所属する機関の長も作成すること。

厚生労働大臣 殿

機関名 中央大学

所属研究機関長 職名 学長

氏名 福原 紀彦 

次の職員の平成30年度厚生労働科学研究費の調査研究における、倫理審査状況及び利益相反等の管理については以下のとおりです。

- 1. 研究事業名 政策科学総合研究事業（臨床研究等 ICT 基盤構築・人工知能実装研究事業）
- 2. 研究課題名 ロボット型内視鏡操作支援システムの AI による高度化と各種医療機器統合インターフェースとしての展開
- 3. 研究者名 (所属部局・職名) 中央大学理工学部・准教授
(氏名・フリガナ) 諸麥俊司・モロムギシュンジ

4. 倫理審査の状況

	該当性の有無		左記で該当がある場合のみ記入 (※1)		
	有	無	審査済み	審査した機関	未審査 (※2)
ヒトゲノム・遺伝子解析研究に関する倫理指針	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
遺伝子治療等臨床研究に関する指針	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
人を対象とする医学系研究に関する倫理指針 (※3)	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	中央大学理工学部「人を対象とする研究」倫理審査委員会	<input type="checkbox"/>
厚生労働省の所管する実施機関における動物実験等の実施に関する基本指針	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
その他、該当する倫理指針があれば記入すること (指針の名称:)	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>

(※1) 当該研究者が当該研究を実施するに当たり遵守すべき倫理指針に関する倫理委員会の審査が済んでいる場合は、「審査済み」にチェックし一部若しくは全部の審査が完了していない場合は、「未審査」にチェックすること。

その他 (特記事項)

(※2) 未審査に場合は、その理由を記載すること。

(※3) 廃止前の「疫学研究に関する倫理指針」や「臨床研究に関する倫理指針」に準拠する場合は、当該項目に記入すること。

5. 厚生労働分野の研究活動における不正行為への対応について

研究倫理教育の受講状況	受講 <input checked="" type="checkbox"/> 未受講 <input type="checkbox"/>
-------------	---

6. 利益相反の管理

当研究機関におけるCOIの管理に関する規定の策定	有 <input checked="" type="checkbox"/> 無 <input type="checkbox"/> (無の場合はその理由:)
当研究機関におけるCOI委員会設置の有無	有 <input checked="" type="checkbox"/> 無 <input type="checkbox"/> (無の場合は委託先機関:)
当研究に係るCOIについての報告・審査の有無	有 <input checked="" type="checkbox"/> 無 <input type="checkbox"/> (無の場合はその理由:)
当研究に係るCOIについての指導・管理の有無	有 <input type="checkbox"/> 無 <input checked="" type="checkbox"/> (有の場合はその内容:)

- (留意事項)
- ・該当する□にチェックを入れること。
 - ・分担研究者の所属する機関の長も作成すること。