

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 31 年 / 令和元年度 総括・分担研究報告書

研究代表者 江口 晋

令和 2 年（2020）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 ----- 5
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（長崎大学大学院 医歯薬学総合研究科 移植・消化器外科 講師）
- 2 . 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 ----- 8
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）
- 3 . 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 ----- 10
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 教授）
- 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（内視鏡操作ロボットの開発）に関する研究 ----- 13
諸麥 俊司（中央大学 理工学部 電気電子情報通信工学科 准教授）

- III . 研究成果の刊行に関する一覧表 ----- 15

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）

総合研究報告書
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

研究責任者 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、高度化、臨床応用に向けて改善を図る。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。

まず、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。引き続き、手術画像判断システムデータベースを用いて、リアルタイム手術ナビゲーションシステムを開発。また、改良を行った内視鏡操作支援ロボットに、前述の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行った上で、経験のある専門医、外科修練医とともにその有用性を検証し、単独でのブタ胆嚢摘出術を可能としていることを確認した。

分担研究者

伊藤信一郎（長崎大学病院 移植・消化器外科 講師）
足立 智彦（長崎大学大学院 医歯薬学研究科 移植・消化器外科 講師）
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）
藺田光太郎（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、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

でスムーズな一人手術を実現する。

(2) AIによる手術ナビゲーションシステム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

本年度は下記に示した課題1) - 5)において、それぞれ下記のように研究計画を策定した。

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

前年度までに、手術画像に対するAIを用いた学習により、データベース、および手術画像判断システムを構築していたが、これの精度上昇を図るべく、学習画像の増加、学習強化を行う。

(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

前年度までに、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気的設備の分離を実施し、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可能とし、これの実用性を動物実験で立証した。本年度は更なる軽量化と駆動系と操作指示系統の微調整を行い、よりスムーズな操作性を獲得できるよう改良を行う。また、咬筋刺激による入力デバイスの感度調整を行い、より操作性の向上を図る。

課題3) 手術ナビゲーションシステム機能

の実装

データベースを学習したAIによる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4) 内視鏡操作支援機能の実装

課題5) 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う。(諸麥、柴田、喜安)

C. 研究結果

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

独自に作成したニューラルネットワークを構築し、内視鏡手術症例の手術画像に関する畳み込み学習を実施(N=120)。手術画像診断システム、ロボット型内視鏡操作支援システム、運転支援システムに関するデータベースを作成した。

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

すでに構築したロボット型内視鏡操作支援システムの改良を実施。術野に配置する

内視鏡保持部からワイヤー駆動を改良することでスムーズな操作性を実現した。また、完全に駆動系とないきょうホルダー部を分離することで手術後滅菌に対応できるシステムへと改良がなされた。これにより、臨床応用も可能となった。また、内視鏡操作指令のプログラム改良により、後述の手術ナビゲーションシステムからフィードバックと術者からの操作入力支持のオーバーライド方式を実現した。

課題3) 手術ナビゲーションシステムの実装

データベースを学習した AI により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構築し、ブタ胆嚢摘出術モデルを用いた検証で実装可能なことを確認した。

課題4) 内視鏡操作支援機能の実装

課題5) 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。ブタ胆嚢摘出術モデルを用いた検証で実装可能なことを確認した。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、自動操作システムを総合して評価。経験のある専門医、外科修練医とともに単独でのブタ胆嚢摘出術を可能としていることを確認した。

(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。

ブタ胆嚢摘出術モデルに対するロボット内視鏡による実験において、外科修練医による手術が施行し得たことから、AI ナビゲーション、自動操作システムを実装したロボット型内視鏡操作支援システムは、外科医単独による内視鏡手術の実現に大きく寄与できる可能性が示唆されたと考えている。一方で、ブタ手術モデルを用いたことによる問題点も指摘された。特に、ナビゲーションシステム実装検証において、ヒトの臓器との色調、配置など解剖学的差異が大きく、これが明らかにナビゲーションシステムの誤操作に影響を及ぼした。今後は本システムの検証においては、ヒトにおける実証(手術画像を用いた模擬実験等)で施行する必要があると思われた。

また、操作支援、自動運転システムに関しては、実用に近いレベルで実証されたが、自動運転と術者が入力デバイスを用いて操作する術者操作のオーバーライドに関して、不具合をきたす場面も見受けられた。今後は、オーバーライドに関するアルゴリズムの改良、術者入力デバイスの入力方式の改良、安全装置の設置などを行い、製品化に向けて、をさらにシステムを頑健なものにする必要がある。

E. 結論

AI ナビゲーション、自動操作システムを実装したロボット型内視鏡操作支援システムは、外科医単独による内視鏡手術の実現に大きく寄与できる可能性が示唆された。

F. 健康危険情報

なし

G. 研究発表

1. 論文発表

- 1) Taito Manabe, Koki Tomonaga, Yuichiro Shibata, CNN Architecture for Surgical Image Segmentation Systems with Recursive Network Structure to Mitigate Overfitting,

Proc. International Symposium on Computing and Networking (CANDAR), pp.171-177 (2019)

6) 藤田光暉, 眞邊泰斗, 友永航生, 柴田裕一郎,
手術画像セグメンテーション用ニューラルネットワークのFPGA実装,
電子情報通信学会技術研究報告, vol.120, no.36, pp.25-30 (2020)

2. 学会発表

- 1) 小坂太郎、足立智彦、伊藤信一郎、山口俊、円城寺貴浩、哲翁華子、金高賢悟、高槻光寿、江口晋
ロボット型内視鏡操作支援システムの開発とAIを用いた高度化の展開
第119回日本外科学会定期学術集会 大阪 2019.4.20 ワークショップ
- 2) 小坂太郎、井上悠介、足立智彦、伊藤信一郎、金高賢悟、高槻光寿、江口晋
ロボット型内視鏡操作支援システムの開発とAIを用いた高度化の展開
第81回日本臨床外科学会総会 高知 2019.11.15 シンポジウム
- 3) 小坂太郎、井上悠介、足立智彦、江口晋、伊藤信一郎、金高賢悟、高槻光寿
ロボット型内視鏡操作支援システムの開発とAIを用いた高度化の展開
第32回日本内視鏡外科学会総会 横浜 2019.12.7 ミニオーラル
- 4) M. Arai, T. Omori, S. Moromugi, T. Adachi, T. Kosaka, S. Ono, S. Eguchi,
A robotic laparoscope holder operated by jaw movements and triaxial head rotations,
Proc. of 2019 IEEE International Symposium on Measurement and Control in Robotics (ISMCR), A1-5, Huston, TX, USA, Sep. 21. 2019.
- 5) 海野佑弥、藪田光太郎、小坂太郎、江口晋、喜安千弥
カメラ移動に頑健な内視鏡画像上の胆のうのトラッキング
第36回計測自動制御学会センシングフォーラム 東京 2019.8.30 セッション

H. 知的財産権の出願・登録状況(予定を含む。)

1. 特許取得

特許出願(特願 2020-028432)

発明の名称:内視鏡操作支援システム及び内視鏡システム

出願日:2020年2月21日

発明者:小坂太郎、江口晋、足立智彦、諸麥俊司

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 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 長崎大学大学院 医歯薬総合研究科移植・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。

また、畳み込み学習を踏まえた術中画像診断シミュレーションシステムを作成し、これを内視鏡操作支援システムにフィードバックする自動運転システムを作成。実装確認を行った。

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。本年度は引き続き、診断精度向上に向けて、教師画像を追加で作成。また、臨床動画から作成した教師画像に対して加工を加えることで、1枚の教師画像から複数の教師画像を獲得できるように工夫した。AIによる畳み込み学習を用いて、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) 手術ナビゲーション機能の実装と改良

課題3) 内視操作支援機能の実装

課題4) 内視鏡自動操作機能の実装

昨年度に検証した際、ブタ胆嚢摘出モデルに対する手術ナビゲーションシステムの胆嚢検出精度が低く、胆嚢摘出の操作中のロボット型手術操作支援システム自動運転への反映が不十分であった。それを踏まえて、手術ナビゲーションシステム、自動運転システムの改良を行った。

データベースを学習したAI画像診断システムを元に作成した、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。このシステムにおいて、ヒト、ブタの臓器の色調差を

考慮できるよう、臓器判断に対し、色調を考慮しないように調整。臓器の配置、サイズなどを重要視して臓器判断を行えるように改良。

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し、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。

ここにおいて、安全性、操作補助の観点から、AIナビゲーションを基にした自動運転とともに、術者自身の操作入力における操作を共存できるように(オーバーライドシステム)自動運転を調整する。

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実施。

(手術ナビゲーションシステム改良:江口、伊藤、足立、小坂、柴田

操作支援、自動操作機能の実装、改良:諸麥、喜安、園田、柴田

実装後の確認実験:江口、伊藤、足立、小坂)

(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

前述で提案した方法を用いて、手術ナビゲーションシステム、ロボット型内視鏡操作支援システムの操作支援、自動操作システムを作成し、実装。これをブタ胆嚢摘出モデルで、手術実験を用いて、検証した。

結果、外科専門医を有した外科医(外科医19年目)、外科修練医(外科1年目)とも

に、ロボット型内視鏡手術支援システム、手術ナビゲーションシステムを用いたワンマン胆嚢摘出手術を遂行可能であることを確認した。

D. 考察

ブタ胆嚢摘出手術モデルに対するロボット内視鏡による実験において、外科修練医による手術が施行し得たことから、AIナビゲーション、自動操作システムを実装したロボット型内視鏡操作支援システムは、外科医単独による内視鏡手術の実現に大きく寄与できる可能性が示唆されたと考えている。一方で、ブタ手術モデルも後いたことによる問題点も指摘された。特に、ナビゲーションシステム実装検証において、ヒトの臓器との色調、配置など解剖学的差異が大きく、これが明らかにナビゲーションシステムの誤操作に影響を及ぼした。今後は本システムの検証においては、ヒトにおける実証(手術画像を用いた模擬実験等)で施行する必要があると思われる。

また、操作支援、自動運転システムに関しては、実用に近いレベルで実証されたが、自動運転と術者が入力デバイスを用いて操作する術者操作のオーバーライドに関して、不具合をきたす場面も見受けられた。今後は、オーバーライドに関するアルゴリズムの改良、術者入力デバイスの入力方式の改良、安全装置の設置などを行い、製品化に向けて、をさらにシステムを頑健なものにする必要がある。

E. 結論

AIナビゲーション、自動操作システムを実装したロボット型内視鏡操作支援システムは、外科医単独による内視鏡手術の実現に大きく寄与できる可能性が示唆された。

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

- 1) 小坂太一郎、足立智彦、伊藤信一郎、山口俊、円城寺貴浩、哲翁華子、金高賢悟、高槻光寿、江口晋
ロボット型内視鏡操作支援システムの開発とAIを用いた高度化の展開
第119回日本外科学会定期学術集会 大阪 2019.4.20 ワークショップ
- 2) 小坂太一郎、井上悠介、足立智彦、伊藤信一郎、金高賢悟、高槻光寿、江口晋
ロボット型内視鏡操作支援システムの開発とAIを用いた高度化の展開
第81回日本臨床外科学会総会 高知 2019.11.15 シンポジウム
- 3) 小坂太一郎、井上悠介、足立智彦、江口晋、伊藤信一郎、金高賢悟、高槻光寿
ロボット型内視鏡操作支援システムの開発とAIを用いた高度化の展開
第32回日本内視鏡外科学会総会 横浜 2019.12.7 ミニオーラル

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 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、内視鏡で検出した胆のう摘出手術の動画を対象として、指定した特定の部位の時間変位を柔軟に追従（トラッキング）する技術を開発し、生体豚を対象として胆のう摘出手術に適用する実験を行った。内視鏡画像をリアルタイムに処理して、制御信号をロボット型内視鏡に送り、目的とする部位を自動的に追従させながら、医師が胆のうを摘出することに成功した。

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、内視鏡動画上の目的部位のトラッキングを阻害する、手術道具による遮蔽、臓器の照り、水蒸気の散乱に頑健な手法を開発し、それをロボット型内視鏡のリアルタイム制御に適用して、実験において有効性を確認することを目指した。

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。特に内視鏡動画においては、鉗子等の手術器具による目的部位の遮蔽や、臓器の照りによる白飛び、水蒸気・血液等による光散

乱など、色を基準とした目的部位のトラッキングを阻害する外因に対して頑健な手法が求められる。

これらの外因は、色相のヒストグラムの分布形態によって識別することが可能であることを実証し、外因発生時にトラッキングを停止する措置を講じた。また、内視鏡カメラの画角に追従するために、オプティカルフローにより、移動量を推定した。

テンプレートを逐次的に更新しながらテンプレートマッチングによりトラッキングを行うにあたって、手術器具により対象が大きく遮蔽される場合に、テンプレートの更新を一時的に停止することにより、追跡の誤りを低減することができた。

これらのアルゴリズムを内視鏡ロボットの制御ソフトウェアに適用し、生体豚を用いた胆のう摘出実験を実施した。内視鏡画像上で目的とする部位を医師が指定すると、その部位に連続的に追従するようにロボットを制御することができた。また、本ソフトウェアを用いたトラッキングを適用しな

がら、内視鏡を操作する補助者を要せずに1名の外科医の施術のみで胆のうを摘出した。

(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

提案手法を用いることで、手術器具による遮蔽、臓器の照り、水蒸気による散乱の影響を軽減して、トラッキングを適切に行えることを、医療者によって取得された内視鏡動画上で確認した。さらに、共同研究グループが開発した内視鏡ロボットの制御ソフトウェアに本手法によるアルゴリズムを内蔵し、生体豚を用いて胆のう摘出実験を行った結果、ロボット内視鏡を利用して外科医1名のみで胆のうの摘出が可能であることを、実用に近いレベルで実証した。

D. 考察

生体豚に対するロボット内視鏡による実験で実用に近いレベルで実証されたが、照明反射の影響が極端に大きい場合においては、追跡の誤りが生じることもあり、また、奥行方向の動きには対応できなくなるなどの問題も確認された。実際の手術に適應できる実用的なシステムとするためには、これらの問題を解決してアルゴリズムをさらに頑健なものにする必要がある。

E. 結論

内視鏡画像をリアルタイムに処理して、ロボット型内視鏡を自動制御し、手術中において目的とする部位に追従させることができた。おおむね、実用に近いレベルで、ロボットによる内視鏡操作が可能となった。

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

1) 海野佑弥、園田光太郎、小坂太一郎、江口晋、喜安千弥

カメラ移動に頑健な内視鏡画像上の胆のうのトラッキング

第36回計測自動制御学会センシングフォーラム、vol.36、pp.204-209、(2019.8)

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 胆嚢摘出手術における内視鏡の自動操作を可能とするための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実現する畳み込みニューラルネットワークについて研究を行った。まず、セグメンテーションの精度向上のためにネットワーク構造を改良し、その効果を確認した。次に内視鏡操作ロボットとニューラルネットワークシステムを接続し、模擬手術実験を通じて自動的に画角を調整できることを確認した。また、さらなる処理速度の向上と低消費電力化を図るため FPGA によるネットワークの実装法を検討し、その実現可能性に対する見通しを得た。

共同研究者

眞邊 泰斗、友永 航生、藤田 光暉(長崎大学)

A. 研究目的

昨年度に引き続き、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用畳み込みニューラルネットワークの実現法について研究を行った。本年度は、(1)セグメンテーションの精度向上のためのネットワークの改良、(2)模擬手術実験を通じた内視鏡操作ロボットとの連携性評価、(3)FPGA(Field Programmable Gate Array)使用によるリアルタイム性向上の検討の以上 3 点を研究目的とした。

B. 研究方法

まず、研究目的(1)のセグメンテーションの精度向上のためのニューラルネットワークの改良の手法として、ネットワーク中のアップサンプリング処理の際に、画像の反転を用いたサブピクセルの再構築手法の導入を試みた。また、確率的な層数正則化

手法(stochastic depth regularization)の適用について検討した。ニューラルネットワークの学習には長崎大学病院の外科医が正解ラベルを手動で付した 138 例の手術画像データを用い、評価用にはそれらとは別の 45 例の画像データを用意して実験を行った。学習フレームワークには、Python ベースの Chainer 5.3.0 を用いた。

次に研究目的(2)については、研究分担者である諸斐俊司准教授(中央大学)のグループで実装された内視鏡操作ロボットと、本ニューラルネットワークシステムを接続して動作させ、外科医が模擬手術を行う実験を行った。ニューラルネットワークの推論処理は GPU を搭載した PC で行い、その結果に基づいてロボットへの操作コマンドをリアルタイムで送信するシステムを開発して接続実験を行った。

最後に目的(3)のリアルタイム性向上については、提案ネットワークの推論処理を FPGA で高速に実現するハードウェア回路を設計し、その際に達成可能な性能や必要

となるハードウェア資源量の見積りを行った。また、省電力化を念頭にネットワーク構造の特徴を活かしたハードウェア規模削減手法について検討を行った。

(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画像を用いるように配慮した。

C. 研究結果

まず、研究目的(1)に関する実験の結果、画像の反転を用いたアップサンプリング方式の導入と、stochastic depth regularizationの双方について、ネットワークパラメータを増やすことなくセグメンテーションの精度を向上させる効果をもつことが確認できた。また、この処理をNVIDIA GTX 1080 GPUで実行した場合、毎秒約17フレーム程度の性能が得られることが分かった。

次に研究目的(2)に関する実験の結果、内視鏡操作ロボットとの連携は問題なく行えることが示された。また、画像セグメンテーションの結果が適切であれば、ロボットによって望ましい画角に自動的に内視鏡の位置を調整できることも確認できた。一方で、内視鏡画像は用いる照明器具の条件によっても大きく見た目が変化するため、セグメンテーションがうまく機能しない場合も見られた。

研究目的(3)については、FPGA回路を完全なパイプラインアーキテクチャで設計することにより、毎秒1000フレームほどの処理を行える見通しを得た。しかしながら、要求されるハードウェア規模の観点では、FPGAチップを5個程度相互に接続する必要があることも明らかになった。一方、再起的なネットワークの構造を生かしてハードウェア資源を再利用して共有することにより、規模を2倍位以上圧縮できることも分かった。

D. 考察

研究目的(1)の実験については、概ね期待通りの結果が得られた。また、ネットワークのパラメータを増やさずに済むことから、過学習の抑制にも効果的であると考

えられる。しかし、一般的な畳み込みニューラルネットワークの学習に比べると、データセットのサイズは少ないため、さらにセグメンテーションの正答率を向上させるためには学習用データセットの数を増やすことが不可欠と考えられる。

研究目的(2)の実験については、ロボットとの連携のためのインターフェースは問題なく動作することが示された。また、現在の処理性能であれば、手術中のロボット制御に支障がないことも確認できた。一方で、内視鏡の照明条件については、さらなるロバスト性が求められる。この方法としては、ニューラルネットワークの前段や後段に前処理や後処理を追加することが考えられる。しかし、追加の画像処理機能の実装は実行速度の低下を招くため、リアルタイム性が損なわれる可能性もある。

したがって、研究目的(3)の実験で検討したように、FPGAの利用などで処理性能の高速化を図ることが今後重要になると考えられる。また、ゆくゆくは持ち運びのできるポータブル型のロボットとして実現することが望ましく、低消費電力化も重要なポイントであり、今回検討したようなハードウェア資源の共有化実装も有効な手段と考えられる。

E. 結論

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実現するための畳み込みニューラルネットワークについて、精度向上のための構造上の改良を行い、その効果を確認した。また、内視鏡操作ロボットと接続して自動で画角を調整できることを実機実験によって確認した。さらなる処理速度の向上と低消費電力化のために、ネットワーク処理をハードウェア化してFPGAで実現する検討を行い、達成可能な処理速度と必要なハードウェア資源量を明らかにした。

F. 健康危険情報

なし

G. 研究発表

1. 論文発表

Taito Manabe, Koki Tomonaga, Yuichiro Shibata, CNN Architecture for Surgical Image Segmentation Systems with Recursive Network Structure to Mitigate Overfitting, Proc. International Symposium on Computing and Networking (CANDAR), pp. 171-177 (2019)

藤田光暉, 眞邊泰斗, 友永航生, 柴田裕一郎, 手術画像セグメンテーション用ニューラルネットワークのFPGA実装, 電子情報通信学会技術研究報告, vol.120, no.36, pp.25-30 (2020)

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（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。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および術者操作時の操作性向上に取り組んだ。

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。

また、AI 操作時においても、術者がいつでも視野を補正可能とする手段は必要であり、術者の作業を妨げることなく、快適に使用可能な頭部装着型の入力装置の開発にも取り組んだ。開発したロボットと頭部装着型入力装置を図 1 および図 2 にそれぞれ示す。

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。

昨年度において中央大学で開発した内視鏡操作ロボットと長崎大学情報工学部で開発した胆嚢および胆嚢管認識 AI と接続し、生体ブタによるテストを通して AI から渡された胆嚢管の位置情報を元に画面上の所定位置に胆嚢管を捉えるよう自動制御する機能の実現が確認された。

本年度は、長崎大学情報工学部が新たに開発した臓器トラッキングシステムと接続し、臓器が動いても自動追尾する機能の実装に取り組んだ。



図 1 内視鏡操作ロボット



図 2 頭部装着型入力装置

(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

開発した内視鏡操作ロボットと、長崎大学工学部の開発した AI とを接続し、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。

また、ドライボックスを用いて頭部装着型入力装置による内視鏡ロボット操作の操作性評価実験を実施した。ドライボックス内での模擬手術タスク実施に要する時間を、スコピストによる内視鏡操作の場合と、ロボットを用いた術者自身の内視鏡操作の場合とで比較したところ、術者による内視鏡操作においては腹腔内鉗子作業の作業効率は、スコピストによる内視鏡操作の場合の 1/2 から 2/3 程度となることが確認された。得られた結果は国際会議 ISMCR2019 で発表した。

ドライボックスでの実験では術者の一人二役となるため、スコピスト操作の場合より手術に時間を要する結果となった。しかし生体ブタモデルを用いた AI による内視鏡操作を術者が修正・微調整するテストにおいては十分な操作性が実現されていると術者から高い評価を得た。

D. 考察

開発した内視鏡操作ロボットおよび頭部装着型入力装置を長崎大学の AI およびトラッキングシステムと接続し、コンピュータおよび術者からの指令に沿ってロボットが内視鏡を操作する基本機能の実現を確認できた。トラッキングシステムとの接続については、一部データ送受信ルールの不一致のために、動作が不安定になる場面がみられたが、これは容易に修正可能と考えられる。

また、実験により頭部装着型入力装置によって術者自身が内視鏡操作を行った場合の作業効率への影響を定量的に示すことができた。

本研究を通して、AI から受け取った指令値に基づいた内視鏡のオペレーションに関してはほぼ想定された機能をロボットに実装することができた。ま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

1) M. Arai, T. Omori, S. Moromugi, T. Adachi, T. Kosaka, S. Ono, S. Eguchi, A robotic laparoscope holder operated by jaw movements and triaxial head rotations, *Proc. of 2019 IEEE International Symposium on Measurement and Control in Robotics (ISMCR)*, A1-5, Huston, TX, USA, Sep. 21, 2019.

H. 知的財産権の出願・登録状況(予定を含む。)

1. 特許取得

特許出願(特願 2020-028432)

発明の名称: 内視鏡操作支援システム及び内視鏡システム

出願日: 2020年2月21日

発明者: 小坂太郎、江口晋、足立智彦、諸麥俊司

2. 実用新案登録

なし

3. その他

なし

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
海野佑弥, 園田光 太郎, 小坂太一郎 江口晋, 喜安千弥	カメラ移動に頑健な内 視鏡画像上の胆のうの トラッキング	計測自動制御 学会センシン グフォーラム	36	204-209	2019.8
Masato Arai, Takato Omori, <u>Shunji</u> <u>Moromugi</u> , Tomohiko Adachi, Taiichiro Kosaka, Shinichiro Ono, Susumu Eguchi	A robotic laparoscope holder operated by jaw movements and triaxial head rotations	Proc. of 2019 IEEE International Symposium on Measurement and Control in Robotics (ISMCR)		A1-5	2019
Taito Manabe, Koki Tomonaga, <u>Yuichiro</u> <u>Shibata</u>	CNN Architecture for Surgical Image Segmentation Systems with Recursive Network Structure to Mitigate Overfitting	Proc. International Symposium on Computing and Networking		171-177	2019

藤田光暉、眞邊泰斗、友永航生、柴田裕一郎	手術画像セグメンテーション用ニューラルネットワークの FPGA 実装	電子情報通信学会技術研究報告	120(36)	25-30	2020
----------------------	------------------------------------	----------------	---------	-------	------

令和 2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



次の職員の令和元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。

令和 2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



次の職員の令和 元 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 太郎 ・ コサカ タイイチロウ

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。

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

次の職員の令和 元 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 2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



次の職員の令和 元 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 ・ 講師
（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 2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



次の職員の令和元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） 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 2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



次の職員の令和元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）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 印



次の職員の令和 元 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）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：)

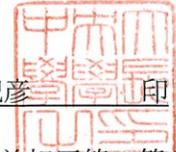
（留意事項） ・該当する□にチェックを入れること。
・分担研究者の所属する機関の長も作成すること。

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



次の職員の令和 元 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）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
- 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。