

科学研究費助成事業 研究成果報告書

令和 4 年 6 月 22 日現在

機関番号：82606

研究種目：若手研究

研究期間：2018～2021

課題番号：18K16378

研究課題名（和文）深層学習を用いた鏡視下直腸癌手術の画像認識と評価システムの構築

研究課題名（英文）Development of computer vision and assessment system using deep learning for laparoscopic rectal surgery

研究代表者

竹下 修由（Takeshita, Nobuyoshi）

国立研究開発法人国立がん研究センター・東病院・室長

研究者番号：40645610

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,200,000円

研究成果の概要（和文）：近年の直腸癌手術領域においては、さらなる機能温存や詳細な解剖構造の認識を可能とする新たな革新的手術法が導入され始めている。一方で、技術と知識の伝承やトレーニング・評価など、高難度化する手術手技の標準化には解決すべき課題が多い。今回、鏡視下直腸癌手術映像の中で行われている手技のデジタル化・抽出を行い、深層学習、特に畳み込みニューラルネットワークを利用した解剖構造、手術工程などを画像認識・解析するシステムを構築した。純粋な手術動画のみを活用し手技操作や工程を定量化することにより、汎用性・客観性の高い手術評価システムの開発や、画像認識・熟練者の暗黙知を取り入れた新たな手術支援システムの構築へ繋げた。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究を通じて、畳み込みニューラルネットワーク（CNN）を用いた鏡視下直腸切除術における手術工程の自動認識の深層学習モデル、術中解剖構造検出としての前立腺認識モデル、さらには動画を用いた手術技能評価用の深層学習モデルの構築を達成した。これらは外科医の手術中の判断や技術の巧拙という暗黙知を定量化・客観化することに繋がり、手術支援による安全性向上や、手術教育への活用、最終的には外科手術の自動化をもたらすための要素技術となりうる。

研究成果の概要（英文）：In recent years, new innovative surgical techniques have begun to be introduced in the field of rectal cancer surgery which enable further function preservation and recognition of detailed anatomical structures. On the other hand, there are many issues to be solved in standardizing increasingly difficult surgical techniques, such as the transfer of skills and knowledge, training, and evaluation. In this study, we digitized and extracted the procedures performed in a video image of a specular rectal cancer surgery, and constructed an image recognition and analysis system for surgical instruments, anatomical structures, and surgical processes using deep learning, especially a convolutional neural network. We constructed a system that recognizes and analyzes images of anatomical structures and surgical processes using convolutional neural networks. We were also able to develop an objective surgical evaluation system that incorporates tacit knowledge of skilled operators.

研究分野：内視鏡外科

キーワード：直腸癌 内視鏡外科 深層学習

1. 研究開始当初の背景

本邦における、大腸癌（結腸癌＋直腸癌）の罹患率、死亡率はともに年々増加の一途を辿っており、2015年の大腸癌の罹患者数は135,800人におよび、胃癌、肺癌を抜いて第1位となった（がんの統計'15 公益財団法人がん研究振興財団）。現在の大腸癌に対する治療の中心は手術であり、化学療法・放射線療法などとの併用による術後予後の向上、鏡視下手術の普及による低侵襲化が近年の潮流となっている。その中で特に直腸癌領域において、骨盤内解剖の詳細な理解や手術手技の向上に伴い、術後 Quality of life (QOL) を考慮した肛門温存手術や、性功能・排尿機能に配慮した神経温存手術が取り込まれるようになった。一方で、国立がん研究センター東病院で積極的に施行している TaTME (Transanal Total Mesorectal Excision) など、さらなる機能温存や詳細な解剖構造の認識を可能とする新たな革新的手術法が導入され始めているものの、技術と知識の伝承やトレーニング・評価など、高難度化する手術手技の標準化には解決すべき課題が多く、一部の先進施設で実施されているのみに留まっているのが現状である。施設間の技術格差が広がるとともに、昨今の腹腔鏡手術に関連した医療事故の影響もあり、低侵襲・高難度手術の導入・普及に際しての安全性担保に対する社会的要請は高まっている。

手術手技は従来、術者の経験・知識に基づく判断・技量によっていわゆる暗黙知という形で行われてきたが、技術の伝承・評価は、術者・観察者の主観で行われるか、手術時間・出血量・臨床的アウトカムなどから間接的に行われることがほとんどであった（Surg Endosc 2016;30:5550-5557）。産業界で取り入れられているような、暗黙知で行われている作業をデジタル化する、という最も基本的な概念が外科手術領域では未だ構築されておらず、この体制を整備し、手術の標準化・均てん化を目的としたナビゲーションや評価・トレーニングなど、次世代の手術支援へ繋げていくことが急務であると考えられる。

低侵襲な鏡視下手術の症例数は年々増加しているが、それに伴い各医療機関が手術動画を大量に保管している現状がある。一方で、この手術動画は単なる記録として残されているのみで、評価や教育など外科医療の向上にはほとんど生かされていない。センサーや特殊機器を必要としない、日常診療で蓄積される純粋な手術動画のみを活用した手術支援・評価法が構築されれば、汎用性やデータの集め易さから、より効率的で価値のある研究開発が可能になるだろうと考えられる。

2. 研究の目的

今回、鏡視下直腸癌手術映像の中で行われている手技のデジタル化・抽出を行い、深層学習、特に畳み込みニューラルネットワーク (CNN) を利用した手術器具や解剖構造、手術工程などを画像認識、解析するシステムを構築する。純粋な手術動画のみを活用し手技操作や工程を定量化することにより、汎用性・客観性の高い手術評価システムの開発や、画像認識・熟練者の暗黙知を取り入れた新たな手術支援・ナビゲーションシステムの構築へ繋げていく。

3. 研究の方法

本研究においては、当院で記録した鏡視下直腸癌手術の動画を使用し、CNN を用いた手術器具、解剖構造、手術工程などの画像認識・評価システムを開発する。各手術動画から抽出した各フレームにおいて、抽出されている物体や場面の名称など、CNN を用いて学習させたい項目をラベリング（手作業でタグ付けを行いデータセットを作成し、教師データとする）し、データセットを作成する。データセットの追加、機械学習とバリデーションを繰り返し、自動タグ付け・画像認識アルゴリズムとして検出精度を高める。最終的には、やや探索的な要素を含むが、動画としての経時的変化の認識など、さらに高度化した手術工程解析や手術支援システムに導入可能なものを目指す。

本研究の流れは以下の通りである。

- (1) 国立がん研究センター東病院で施行された鏡視下直腸癌手術映像の収集
- (2) ラベリング項目の決定（術具の名称、手術工程の名称、解剖構造の名称など）
- (3) ラベリング作業（手作業でタグ付けを行いデータセットを作成し、教師データとする）
- (4) CNN による機械学習（画像認識・自動タグ付け）とバリデーション（テスト用画像による検出率の算出、アルゴリズムの調整による検出性能の向上）
- (5) 構築された画像認識システムを利用した、手術動画中の手術操作・工程の解析と定量化
- (6) 手技を定量化することによる手術評価システムの開発や、画像認識・熟練者の暗黙知を取り入れた新たなナビゲーションシステムの構築

平成 30 年度は、国立がん研究センター東病院で施行された鏡視下直腸癌手術映像の収集を開始し、術具の名称、手術工程の名称、解剖構造の名称など、ラベリング項目の決定を行う。このうち、比較的ラベリング作業の容易な項目についてはラベリング作業を開始する。

令和元年度は、引き続き国立がん研究センター東病院で施行された鏡視下直腸癌手術映像の収

集を行い、ラベリング作業も継続的に行う。教師データとして学習に資するデータセット量となった時点でパイロット的に CNN による機械学習（画像認識・自動タグ付け）とバリデーション（テスト用画像による検出率の算出、アルゴリズムの調整による検出性能の向上）を行い、必要な教師データ量の検討を続ける。

令和2年度は、引き続き作成したデータセットを用いて、機械学習の精度を評価しながら適切な学習モデルの検討を続ける。また、構築された画像認識システムを利用した、手術動画中の手術操作・工程の解析と定量化システムの検討を始める。

令和3年度は、手技を定量化することによる手術評価システムや、画像認識・熟練者の暗黙知を取り入れた新たなナビゲーションシステムなど、事業化・製品化に向けた道筋を明確化し、企業との共同研究や大型競争的資金の獲得へ繋げる。

4. 研究成果

高難度化する鏡視下直腸癌手術の均てん化のためには、評価・解析に活用可能な手術手技のデジタル化や、それに基づく手術支援システムの開発が必要である。本研究では、手術映像における手技をデジタル化した上でデータセットとし、手術器具や解剖構造、手術工程などを画像認識、解析するシステムの構築を行った。

2018年度の実施内容としては、(1)鏡視下直腸癌手術映像の収集、(2)ラベリング項目の決定(術具の名称、手術工程の名称、解剖構造の名称など)、(3)ラベリング作業、について予定通り実施した。

(1)においては、国立がん研究センター東病院において鏡視下直腸癌手術が行われた症例の手術映像を442例収集した。(2)においては、術具:Point dissector, Linear dissector, Grasper, Maryland, Clipperの5種類、手術工程:TME(Total Mesorectal Excision), Medial mobilization of colon, Lateral mobilization of colon, Dissection of mesorectum、解剖構造:IMA(Inferior Mesenteric Artery)、尿管、前立腺をそれぞれラベリング項目として設定した。(3)においては、手術動画から抽出した静止画に対し、術具のPoint dissectorを926枚、手術工程を1,957,100枚、IMAを234枚、尿管を333枚、前立腺を295枚、それぞれラベリングを行いデータセットを作成し、教師データとした。試験的に実施した機械学習の結果、Point dissectorでIoU:0.689、手術工程でAccuracy:0.835、IMAでIoU:0.532、尿管でIoU:0.331、前立腺でIoU:0.194の精度で予測モデルが構築された。

2019年度の実施内容としては、(1)鏡視下直腸癌手術映像の収集、(3)ラベリング作業、(4)機械学習とバリデーション、について予定通り実施した。

(1)においては、2019年度は新規で国立がん研究センター東病院において経肛門的全直腸間膜切除術(TaTME)が行われた症例の手術動画を149例収集した。(3)においては、手術動画から抽出した静止画に対し、TaTMEにおける術中解剖構造認識として最も重要であると考えられる前立腺を対象とし、17症例から500枚のラベリングを行いデータセットを作成し、semantic segmentation用教師データとした。また、術中工程認識としては、TaTME手術を5つの工程に分け、50症例の手術動画に対しラベリングを行いデータセットを作成し、classification用教師データとした。(4)において実施した機械学習の結果、術中解剖構造認識として、前立腺でDice係数0.71の精度で予測モデルが構築された(畳み込みニューラルネットワークによる深層学習モデル:DeepLab v3 plusを使用)(図1)。また、TaTMEの術中工程認識として、40症例を学習用データ、10症例をテスト用データとしたところ、Accuracy:93.2%の精度での精度で予測モデルが構築された(畳み込みニューラルネットワークによる深層学習モデル:Xceptionを使用)(図2)。

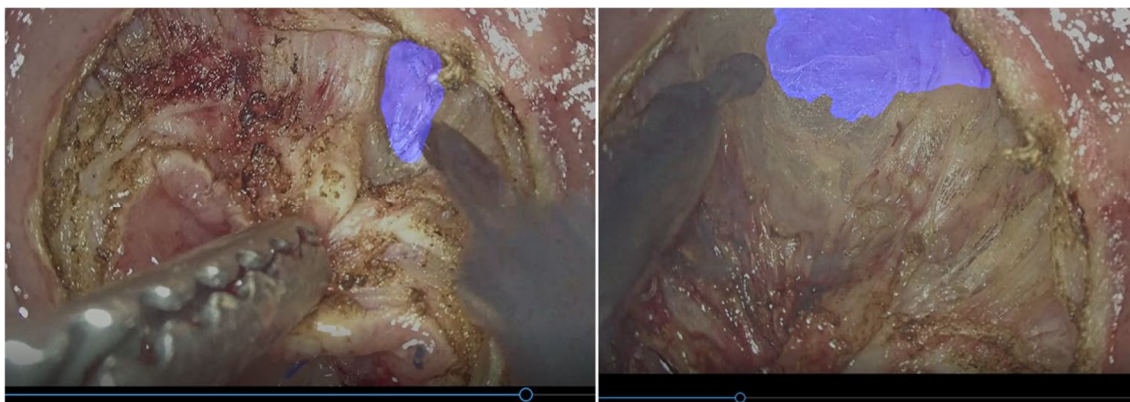


図1: TaTMEにおける前立腺認識 (Kitaguchi, Takeshita et al. Surgical Endoscopy 2020)

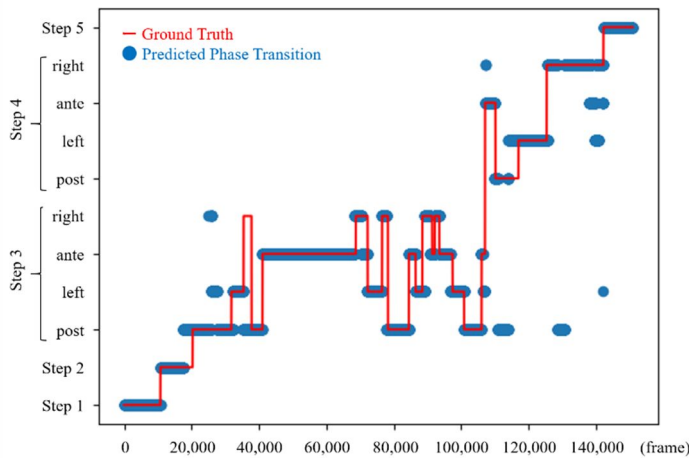


図 2 : TaME における手術工程認識 (Kitaguchi, Takeshita et al. Surgical Endoscopy 2022)

2020 年度の実施内容としては、AI 自動技術評価システムの開発に向け、(3)ラベリング作業、(4)機械学習とバリデーション、(5)作業・工程解析と定量化について予定通り実施し、(6)手術支援・評価システムの開発について 2021 年度の予定を先行して実施した。

(3)においては、本研究のメインターゲットと考える taME (経肛門的全直腸間膜切除術) の手術動画 45 例を対象に、それぞれから 5 動画ずつ評価対象動画を切り出し、計 225 動画を使用した。経験症例数が 10 例以下の執刀医が施行したもの、10-30 例の執刀医が施行したもの、30 例以上の執刀医が施行したもの、それぞれに分類しラベリングを行い、さらに手術時間の情報のラベリングも実施した。(4)においては、45 症例、計 225 動画を使用し、180 動画を学習、45 動画をバリデーションとした。Rubric という手術技能評価指標による評価スコアがタグ付けられた各動画に対し、動画内の時系列情報も含めた 3D-CNN による深層学習を行った。(5)においては、Rubric 評価の Loading the needle, Atraumatic needle passage, Planned suture path, Overall performance の 4 つの評価項目でそれぞれ 1-3 のスコアリングをマニュアルで実施した。(6)においては、マニュアルアノテーションによる Rubric スコア、手術時間、外科医の経験症例数それぞれと強い相関を持った手術技能評価用の深層学習モデルが構築された (図 3, 4)。

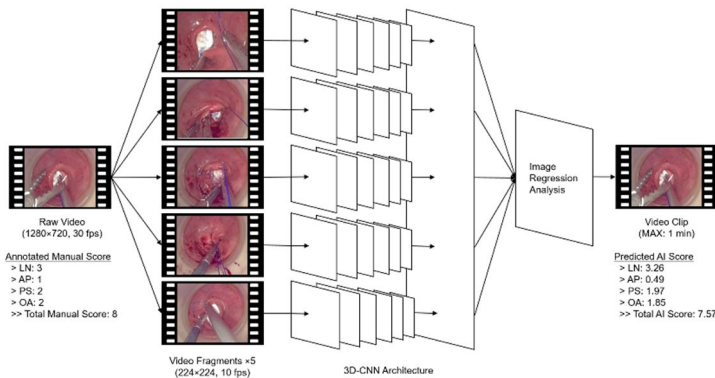


図 3 : 3D-CNN による手術技能評価アプローチ (Kitaguchi, Takeshita et al. JAMA Network Open 2021)

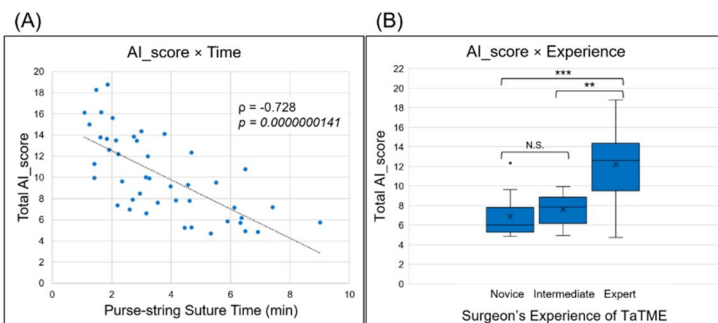


図 4 : 3D-CNN による手術技能評価結果 (Kitaguchi, Takeshita et al. JAMA Network Open 2021)

2021 年度の実施内容としては、直腸癌手術領域で最も難易度が高く、技術評価やナビゲーシ

ンのニーズの高い側方リンパ節郭清術の手術動画の収集を行った。また、2020 年度に実施した動画内の時系列情報も含めた 3D-CNN による深層学習について、データの整理と論文作成と投稿を行った。その他、これまでの研究成果の発信を積極的に行った。

本研究を通じて、鏡視下直腸切除術における手術工程の自動認識の深層学習モデル、術中解剖構造検出としての前立腺認識モデル、さらには動画を用いた手術技能評価用の深層学習モデルの構築を達成した。これらは外科医の手術中の判断や技術の巧拙という暗黙知を定量化・客観化することに繋がり、手術支援による安全性向上や、手術教育への活用、最終的には外科手術の自動化をもたらすための要素技術となりうる。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計10件（うち査読付論文 3件 / うち国際共著 3件 / うちオープンアクセス 1件）

1. 著者名 Daichi Kitaguchi, Nobuyoshi Takeshita et al.	4. 巻 79
2. 論文標題 Automated laparoscopic colorectal surgery workflow recognition using artificial intelligence: Experimental research	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 International Journal of Surgery	6. 最初と最後の頁 88-94
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.ijisu.2020.05.015	査読の有無 有
オープンアクセス 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 該当する

1. 著者名 Takeshita N, Mori K, Ito M	4. 巻 22
2. 論文標題 Constructing Database of Tacit Knowledge and Its Application for Surgical Device Innovation in Laparoscopic Surgery	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Journal of Japan Society of Computer Aided Surgery.	6. 最初と最後の頁 40-43
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス 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 -

1. 著者名 Daichi Kitaguchi, Nobuyoshi Takeshita et al.	4. 巻 -
2. 論文標題 Deep learning-based automatic surgical step recognition in intraoperative videos for transanal total mesorectal excision	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Surgical Endoscopy	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s00464-021-08381-6.	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 該当する

1. 著者名 北口 大地, 竹下 修由, 小田 竜也, 伊藤 雅昭	4. 巻 8
2. 論文標題 術の均てん化・効率化をもたらすAI支援システムの開発	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 日本臨床腎移植学会雑誌	6. 最初と最後の頁 83-88
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス 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 -

1. 著者名 長谷川 寛, 北口 大地, 竹下 修由, 伊藤 雅昭	4. 巻 27
2. 論文標題 外科治療領域でのAIの活用	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Clinical oncology	6. 最初と最後の頁 189-192
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス 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 -

1. 著者名 伊藤 雅昭, 竹下 修由, 長谷川 寛, 北口 大地	4. 巻 47
2. 論文標題 これからの手術ナビゲーションが進むべき方向性	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 月刊新医療	6. 最初と最後の頁 72-75
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス 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 -

1. 著者名 Kitaguchi Daichi, Takeshita Nobuyoshi, Matsuzaki Hiroki, Hasegawa Hiro, Honda Ryoya, Teramura Koichi, Oda Tatsuya, Ito Masaaki	4. 巻 -
2. 論文標題 Computer-assisted real-time automatic prostate segmentation during TaTME: a single-center feasibility study	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Surgical Endoscopy	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s00464-020-07659-5	査読の有無 有
オープンアクセス 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 該当する

1. 著者名 竹下修由	4. 巻 74
2. 論文標題 FOCUS 外科領域におけるAI手術支援の現状と展望(解説)	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 臨床外科	6. 最初と最後の頁 1253-1257
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス 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 -

1. 著者名 竹下修由、森健策、伊藤雅昭	4. 巻 22
2. 論文標題 内視鏡外科手術における暗黙知のデータベース構築と次世代医療機器開発への応用(総説)	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 日本コンピュータ外科学会誌	6. 最初と最後の頁 40-43
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス 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 -

1. 著者名 竹下修由, 長谷川 寛, 池田 公治, 塚田 祐一郎, 西澤 祐吏, 佐々木 剛志, 伊藤 雅昭	4. 巻 121
2. 論文標題 外科領域におけるArtificial Intelligence(AI)の活用	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 日本内視鏡外科学会雑誌	6. 最初と最後の頁 211-215
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス 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 -

〔学会発表〕 計21件 (うち招待講演 4件 / うち国際学会 4件)

1. 発表者名 Daichi Kitaguchi, Nobuyoshi Takeshita
2. 発表標題 Computer-assisted Transanal Total Mesorectal Excision (TaTME): Real-time Automatic Prostate Segmentation
3. 学会等名 The International Conference on Computer Assisted Radiology and Surgery (CARS) (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 北口大地, 竹下修由
2. 発表標題 Deep Learning-based Automatic Surgical Step Recognition in TaTme
3. 学会等名 日本内視鏡外科学会総会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 北口大地, 竹下修由
2. 発表標題 Computer-assisted Transanal Total Mesorectal Excision. Real-time Automatic Prostate Segmentation
3. 学会等名 日本消化器外科学会総会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 竹下修由, 長谷川寛, 松崎博貴, 伊藤雅昭
2. 発表標題 AI支援内視鏡外科手術と開発基盤としての手術動画データベース構築
3. 学会等名 日本外科学会定期学術集会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Daichi Kitaguchi, Nobuyoshi Takeshita
2. 発表標題 Can "AI" Understand Workflow of Colorectal Surgery?
3. 学会等名 SAGES2020 Annual Meeting (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 竹下修由, 長谷川寛, 北口大地
2. 発表標題 Information-powered Surgery に向けた開発プラットフォーム構築
3. 学会等名 日本癌治療学会学術集会 (招待講演)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Takeshita N, Sasaki K, Hasegawa H
2. 発表標題 Platform construction and development of Aipowered surgical systems for endoscopic surgery
3. 学会等名 日本肝胆膵外科学会学術集会（招待講演）
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 竹下修由, 長谷川寛, 北口大地
2. 発表標題 AI-powered surgeryに向けた情報支援内視鏡外科手術システムの開発と基盤整備
3. 学会等名 日本内視鏡外科学会総会（招待講演）
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 竹下修由
2. 発表標題 次世代AI手術支援システムの開発
3. 学会等名 第44回日本大腸肛門病学会九州地方会・第35回九州ストーマリハビリテーション研究会（招待講演）
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 竹下修由
2. 発表標題 内視鏡外科手術におけるAI手術支援システムの開発
3. 学会等名 第27回日本消化器関連学会週間
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 伊藤雅昭、竹下修由、長谷川寛
2. 発表標題 臨床現場で求められる次世代型術中ナビゲーション
3. 学会等名 第32回内視鏡外科学会総会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 竹下修由、長谷川寛、伊藤雅昭
2. 発表標題 AI-powered surgery の開発に資するオールジャパンによる基盤構築
3. 学会等名 第32回内視鏡外科学会総会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 松崎博貴、竹下修由、伊藤雅昭
2. 発表標題 内視鏡外科手術における自動アノテーションによる術具のセマンティックセグメンテーション
3. 学会等名 第2回メディカルAI学会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 竹下修由
2. 発表標題 手術の均てん化・効率化をもたらすAI支援システムの開発
3. 学会等名 第53回日本臨床腎移植学会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 竹下修由
2. 発表標題 AI支援手術に向けた内視鏡外科手術自動認識システムの開発
3. 学会等名 第73回手術手技研究会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 竹下修由、北口大地、森健策、伊藤雅昭
2. 発表標題 次世代AI surgeryに向けた内視鏡外科手術画像自動認識システムの開発
3. 学会等名 第119回日本外科学会定期学術集会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Nobuyoshi Takeshita
2. 発表標題 AUTOMATIC DETECTION AND RECOGNITION OF SURGICAL TOOLS AND WORKFLOW IN LAPAROSCOPIC SIGMOID COLECTOMY
3. 学会等名 the Society of American Gastrointestinal and Endoscopic Surgeons Annual Meeting (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Nobuyoshi Takeshita
2. 発表標題 AUTOMATIC PIXELWISE SEGMENTATION OF SURGICAL TOOLS IN LAPAROSCOPIC SIGMOIDECTOMY USING CONVOLUTIONAL
3. 学会等名 The European Association for Endoscopic Surgery Annual Congress (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 竹下修由
2. 発表標題 次世代AI-Surgeryに向けた内視鏡外科手術画像の自動認識システム開発
3. 学会等名 Japan Digestive Disease Week 2018
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 竹下修由
2. 発表標題 内視鏡外科手術動画データベースとAIを活用した手術室運営・術中偶発症マネジメントの提案
3. 学会等名 日本内視鏡外科学会総会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 竹下修由
2. 発表標題 AI支援手術に向けた鏡視下手術画像の自動認識システムの開発
3. 学会等名 第1回日本メディカルAI学会学術集会
4. 発表年 2019年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
---------------------------	-----------------------	----

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
---------	---------