

令和元年5月24日現在

機関番号：32622

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2017～2018

課題番号：17K15971

研究課題名(和文)ディープラーニングを応用した人工知能による大腸内視鏡自動診断

研究課題名(英文)Automated diagnosis for colonoscopy using deep learning

研究代表者

三澤 将史(MISAWA, MASASHI)

昭和大学・医学部・講師

研究者番号：90459206

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)：人工知能にもとづく大腸内視鏡診断支援ソフトウェアが大腸内視鏡診療の質・精度向上に寄与すると考え、2つの研究を行った。1. 超拡大内視鏡画像にもとづく病理診断支援システムはsupport vector machine(SVM)を用いた。腫瘍と非腫瘍の鑑別精度を97.4%達成した。2. 通常内視鏡画像にもとづくポリープなどの病変検出システムを検討した。3次元畳み込みニューラルネットワークを活用し180万フレームの大腸内視鏡動画を収集・学習した。この予測モデルは未知の病変に対して感度90%を達成し、十分な精度を達成した(Misawa M, et al. Gastroenterology 2018)。

研究成果の学術的意義や社会的意義

大腸内視鏡におけるリアルタイム病変検出・診断は、近年重要視され高精度化が要求されている。これは病変の見落としを防ぐことで、大腸癌罹患を予防し、加えて治療不要な非腫瘍性ポリープを確実に診断することで、かかる治療・病理検査を省略できるためである。本研究では大腸内視鏡における、病変の発見、病変の診断を人工知能で支援し、どのようなレベルの医師であっても均てん化した医療が提供できる可能性を示した。これにより、本邦がん罹患数1位のがん種である大腸がんを抑制することが期待される。

研究成果の概要(英文)：The aim of this research was to develop computer-aided detection(CADe) and computer-aided diagnosis(CADx) system for colonoscopy and evaluate its diagnostic performance.1.We developed CADx system based on ultra-magnifying endoscopy for differentiating colonic neoplasms and non-neoplasms. Support vector machine which is a traditional machine learning method, was applied for the CADx and achieved 97.4% accuracy. 2.The CADe system that works on conventional endoscopy, was developed using 3-dimensional convolution neural network. We prepared fully annotated 1.8 million frame of colonoscopy videos for machine learning.The CADe system achieved 90% sensitivity for colorectal lesion based on video based analysis.(Misawa M, et al. Gastroenterology 2018)

研究分野：消化器内科学

キーワード：人工知能 内視鏡 大腸癌

## 1. 研究開始当初の背景

大腸内視鏡におけるリアルタイム病変検出・診断は、近年重要視され高精度化が要求されている。これは病変の見落としを防ぐことで、大腸癌罹患を予防し、加えて治療不要な非腫瘍性ポリープを確実に診断することで、かかる治療・病理検査を省略できるためである。しかし、高精度の診断ができるのは限られた大腸内視鏡専門医で(Rees CJ et al. GUT, 2016, Ladabaum U et al. Gastroenterology, 2013)、大多数の一般内視鏡医による不要な治療・病理検査が、多く実施されていることが大きな課題である。

この医療ニーズに対し、高精度かつ均てん化された診断を可能とする人工知能による診断に着目した。2013年からサイバネットシステム社(IT企業)名古屋大学森健策研究室(医用画像解析のトップ施設)との医工産連携研究を開始した。その成果を特許出願のうえ(特願2015-200803、36671)超拡大内視鏡をベースとした自動診断システムを構築した。本システムは日本医用画像工学会奨励賞(三澤 2015年)欧州消化器病週間 Oral paper prize(Misawa 2015年)を受賞し、トップジャーナル(Misawa et al. Gastroenterology, 2016)にもアクセプトされるなど、国内外から注目されている。

## 2. 研究の目的

この人工知能システムの基盤となる技術は完成している。しかし先行研究の人工知能技術は2000年代初頭の技術であり、専門医を超える診断精度は達成できなかった。一方で、近年は大量のデータからコンピュータ自らが共通する特徴を見つけ、学習を繰り返して判断する技術「ディープラーニング」が実現し、世界最強クラスの囲碁棋士を倒すなど急速に進歩している。これに着想を得て、本研究ではディープラーニングと、申請者の従来手法を融合した新規の人工知能で、専門医を超える診断能を達成することを目的とする。

## 3. 研究の方法

本研究では2点の検証を行った。すなわち深層学習をベースとした2つの人工知能(AI)((1)超拡大内視鏡画像に基づく病理予測、(2)通常内視鏡に基づく病変の自動検出)を、名古屋大学森研究室とともに検討した。

(1)昭和大学横浜市北部病院で撮影された超拡大内視鏡画像を、内視鏡医師が病理画像ごとに分類。この一部を学習画像として従来型機械学習、深層学習の2種類で比較検討を行った。なおアルゴリズムは名古屋大学森健策教授、伊東隼人研究員によって構築された。

(2)昭和大学横浜市北部病院で撮影された通常内視鏡の動画を収集し、ポリープなどの病変が映っているかいないかについて、全フレームに対してタグ付け作業を実施した。これを深層学習手法で学習し、精度評価を行った。

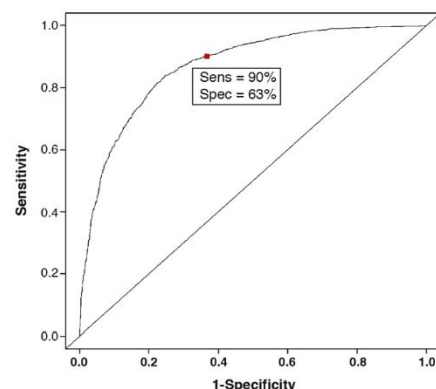
## 4. 研究成果

### (1)超拡大内視鏡画像にもとづく病理診断予測システム

超拡大内視鏡 AI のアルゴリズムは一般的な深層学習手法である畳み込みニューラルネットワーク(CNN)を用い、従来手法である support vector machine (SVM) との比較を行った。学習には 10000 枚以上の超拡大内視鏡画像を収集し、全ての画像を腫瘍と非腫瘍に分別した。CNN と SVM それぞれで、この画像を用いて学習を行い予測モデルを構築した。CNN の腫瘍・非腫瘍鑑別正診率 95.7% に対し、SVM は 97.4% であり、従来手法が優れていた。これは CNN が物体検出などエッジが検出しやすい対象に対して親和性が高いのに対し、SVM と組み合わせたテキスト解析が超拡大内視鏡像と親和性がより高いためと考えられた。

### (2)通常内視鏡画像にもとづくポリープなどの病変検出システム

通常内視鏡画像に対する新規の深層学習アルゴリズムを開発した。このアルゴリズムは3次元畳み込みニューラルネットワークとよばれるもので、動画に親和性が高いのが特徴である。この学習のために997分(180万フレーム)の大腸内視鏡動画を収集し、全てのフレームに対して病変が映っているかいないかに関するタグ付けを行った。これらの動画は名古屋大学森研究室で学習され、予測モデルが構築された。この予測モデルは未知の病変に対して感度90%を達成した。



## 5 . 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計 9 件)

1. Misawa M, Kudo SE, Mori Y, Takeda K, Maeda Y, Kataoka S, Nakamura H, Kudo T, Wakamura K, Hayashi T, Katagiri A, Baba T, Ishida F, Inoue H, Nimura Y, Oda M, Mori K. Accuracy of computer-aided diagnosis based on narrow-band imaging endocytoscopy for diagnosing colorectal lesions: comparison with experts. *Int J Comput Assist Radiol Surg*. 2017 May;12(5):757-766. 【査読あり】
2. Ichimasa K, Kudo SE, Mori Y, Misawa M, Matsudaira S, Kouyama Y, Baba T, Hidaka E, Wakamura K, Hayashi T, Kudo T, Ishigaki T, Yagawa Y, Nakamura H, Takeda K, Haji A, Hamatani S, Mori K, Ishida F, Miyachi H. Artificial intelligence may help in predicting the need for additional surgery after endoscopic resection of T1 colorectal cancer. *Endoscopy*. 2018 Mar;50(3):230-240. 【査読あり】
3. Takeda K, Kudo SE, Misawa M, Mori Y, Yamano M, Inoue H. Endocytoscopic findings of colorectal neuroendocrine tumors (with video). *Endosc Int Open*. 2018 May;6(5):E589-E593. doi: 10.1055/a-0591-9279. Epub 2018 May 8. 【査読あり】
4. Misawa M, Kudo SE, Mori Y, Cho T, Kataoka S, Yamauchi A, Ogawa Y, Maeda Y, Takeda K, Ichimasa K, Nakamura H, Yagawa Y, Toyoshima N, Ogata N, Kudo T, Hisayuki T, Hayashi T, Wakamura K, Baba T, Ishida F, Itoh H, Roth H, Oda M, Mori K. Artificial Intelligence-Assisted Polyp Detection for Colonoscopy: Initial Experience. *Gastroenterology*. 2018 Jun; 150(8):2027-2029.e3. 【査読あり】
5. Mori Y, Kudo SE, Misawa M, Saito Y, Ikematsu H, Hotta K, Ohtsuka K, Urushibara, F, Kataoka S, Ogawa Y, Maeda Y, Takeda K, Nakamura H, Ichimasa K, Kudo T, Hayashi, T, Wakamura K, Ishida F, Inoue H, Itoh H, Oda M, Mori K. Real-Time Use of Artificial Intelligence in Identification of Diminutive Polyps During Colonoscopy: A Prospective Study. *Ann Intern Med*. 2018 Aug 14. 【査読あり】
6. Maeda Y, Kudo SE, Mori Y, Misawa M, Ogata N, Sasanuma S, Wakamura K, Oda M, Mori K, Ohtsuka K. Fully automated diagnostic system with artificial intelligence using endocytoscopy to identify the presence of histologic inflammation associated with ulcerative colitis (with video). *Gastrointest Endosc*. 2019 Feb;89(2):408-415. doi: 10.1016/j.gie.2018.09.024. Epub 2018 Sep 27. 【査読あり】
7. Mori Y, Kudo SE, Mohamed HEN, Misawa M, Ogata N, Itoh H, Oda M, Mori K. Artificial intelligence and upper gastrointestinal endoscopy: Current status and future perspective. *Dig Endosc*. 2018 Dec 14. doi: 10.1111/den.13317. [Epub ahead of print] Review. 【査読あり】
8. Mori Y, Kudo SE, Misawa M, Mori K. Simultaneous detection and characterization of diminutive polyps with the use of artificial intelligence during colonoscopy. *VideoGIE*. 2019 Jan

1;4(1):7-10. 【査読あり】

9. Kudo SE, Mori Y, Misawa M, Takeda K, Kudo T, Itoh H, Oda M, Mori K. Artificial intelligence and colonoscopy: Current status and future perspectives. Dig Endosc.2019 Jan 9. [Epub ahead of print] Review. 【査読あり】

〔学会発表〕(計 9 件)

1. 2017/04/20 第103回日本消化器病学会総会 東京 京王プラザホテル  
WS4-11 Advanced Diagnostic Endoscopy (ADE)-最新の知見  
三澤将史 工藤進英 森健策
2. 2017/05/06 DDW 2017 Chicago  
(シンポジウム) Adenoma Detection Where Are We Now and Where Are We Going  
Computer-aided Diagnosis Based on Endocytoscopy with Narrow-band Imaging Allows Accurate Diagnosis of Diminutive Colorectal Lesions  
Masashi Misawa, Shin-ei Kudo, Yuichi Mori, Kenichi Takeda, Shinichi Kataoka, Hiroki Nakamura, Yasuharu Maeda, Yushi Ogawa, Akihiro Yamauchi, Kenta Igarashi, Takemasa Hayashi, Toyoki Kudo, Kunihiko Wakamura, Atsushi Katagiri, Toshiyuki Baba, Fumio Ishida, Masahiro Oda, Kensaku Mori
3. 2017/08/24 ヒューマンケアデバイス・システム技術分科会 東京 大手センタービル  
大腸内視鏡診断支援ソフトウェアの開発  
三澤将史、工藤進英、森悠一
4. 2018/10/24 Vienna Austria UEGW2018, poster presentation  
A PROSPECTIVE EVALUATION OF STUDY FOCUSED IMAGE ACQUISITION FOR COLORECTAL ENDOCYTOLOGY  
Masashi Misawa, Shin-ei Kudo, Yuichi Mori, Shinichi Kataoka, Hiroki Nakamura, Katsuro Ichimasa, Kenichi Takeda, Yusuke Yagawa, Naoya Toyoshima, Toyoki Kudo, Takemasa Hayash, Tomokazu Hisayuki, Kunihiko Wakamura, Fumio Ishida  
Takemasa Hayashi, Kunihiko Wakamura, Fumio Ishida, Holger Roth, Hiromasa Oda, Kensaku Mori
5. 2018/11/01 神戸 JDD2018 (ワークショップ) 大腸がん検診における内視鏡と大腸CTの役割  
JDDW 若手奨励賞受賞演題  
人工知能に基づく大腸内視鏡のリアルタイム病変検出支援システム  
三澤将史、工藤進英、森健策
6. 2018/11/09 奈良 第27回コンピュータ外科学会 シンポジウム1 AI医療機器開発の規制と製品化への道(依頼講演)  
AIを実装した医療機器を世に出すために通った茨の道-内視鏡診断支援ソフトウェア

の医工産官連携研究-

三澤将史、工藤進英、森悠一、伊東隼人、小田昌宏、森健策

7. 2018/11/11 奈良 第27回コンピュータ外科学会 シンポジウム AIによるコンピュータ外科の変革(依頼講演)

大腸内視鏡 AIによるリアルタイム診断

三澤将史、工藤進英、森悠一、伊東隼人、小田昌宏、森健策

8. 2018/12/06 Bangkok, Thai Gastro2018 Lanchon symposium

Ultramagnification for routine colonoscopy (依頼講演)

Masashi Misawa, Shin-ei Kudo

9. 2019/02/09 仙台 第206回日本消化器病学会東北支部例会 特別講演

AIは大腸内視鏡診療をどう変えていくのか?

三澤将史

〔図書〕(計 0 件)

〔産業財産権〕

出願状況(計 1 件)

名称:画像解析装置及び画像解析方法

発明者:三澤将史、森悠一、工藤進英、脇坂隆史、華原革夫

権利者:学校法人昭和大学、サイバネットシステム株式会社

種類:特許願

番号:特願 2017-246114

出願年:2017

国内外の別:国内

取得状況(計0 件)

〔その他〕

ホームページ等

なし

## 6. 研究組織

(1)研究分担者

なし

(2)研究協力者

研究協力者氏名:森健策、伊東隼人、小田 昌宏

ローマ字氏名:Kensaku Mori, Hayato Itoh, Masahiro Oda

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属されます。