

ワークショップ 2: 医療システムの坂と雲〜医工連携が切り開く近未来の医療

泌尿器内視鏡における AI

筑波大学医学医療系腎泌尿器外科¹⁾ 産業技術総合研究所人工知能研究センター²⁾池田 篤史^{* 1)}・野里 博和²⁾

抄録:

近年、内視鏡検査において、人工知能 (AI) 技術を活用したプログラム医療機器が臨床現場へ導入されつつある。本邦では、いくつかの消化器内視鏡向けの AI が承認され、2023 年 12 月には早期胃がんに特化した AI も承認された。泌尿器領域の内視鏡検査においても、診断精度や診断効率の向上が期待されているが、実用化に向けた研究開発はいまだ途上である。本稿では、消化器内視鏡向けおよび膀胱内視鏡 AI の研究開発事例を紹介する。

(西日泌尿, 86: 225-226, 2024)

キーワード: 人工知能, 膀胱癌, 膀胱内視鏡検査, 深層学習, 転移学習

1. 内視鏡検査における AI の現状

近年、内視鏡検査においても、AI 技術の活用が始まっている。2023 年 10 月 19 日更新された米国 FDA (U.S. Food and Drug Administration) のホームページでは、AI を利用したプログラム医療機器は 692 件が承認されている。しかし、内視鏡分野においては、消化器領域の 7 件という状況にあり、その対象臓器のほとんどが大腸であり、泌尿器領域はゼロである¹⁾。消化器内視鏡における AI を用いた診断支援システムは、本邦、欧州および米国において Table 1 のような承認状況にあり、本邦では直近の 2023 年 12 月に、早期胃がんに特化した上部内視鏡検査の AI も承認されている²⁾。泌尿器領域の内視鏡検査においても、膀胱内視鏡検査における AI の研究開発が進められているが³⁾、未だ実用化の途上である。AI による診断支援方法は、医師に気付きを与えるコンピューター検出支援 (CAdE: Computer Aided-Detection)、医師が良悪性や組織型の鑑別を行うためのコンピューター診断支援 (CAdx: Computer Aided Diagnosis) に大別される。現状では、CAdE が全体の 2/3 を占めている。

2. 泌尿器内視鏡 AI の現状と研究開発の紹介

本邦では、保険診療分だけで年間約 1100 万件以上が施行されている消化器内視鏡 AI の開発は進んでいる。一方、膀胱内視鏡検査のように年間約 74 万件と消化器内視鏡と比較し、施行件数が少ない内視鏡検査における AI の実用化は遅れている。これは、AI の学習用データ

を大量に収集し、正確なアノテーションを作成すること、また、大量のデータを現実的な時間で学習するための計算資源の確保などが難しいことが要因として挙げられる。また、泌尿器内視鏡 AI の研究開発に係る投資コストが、市場規模に対して高いことも大きな実用化への障害となっていると推察される。

我々は、筑波大学附属病院泌尿器科と産業技術総合研究所人工知能研究センターの共同研究として、少量の学習用データしか集まらない場合でも、高精度な内視鏡 AI を実現することを目指し、CAdE の膀胱内視鏡 AI の研究開発を行っている。対象画像の学習用教師データが 10,000 枚未満の少量でも高精度の AI モデルを構築することができる技術として、数式駆動型の自動生成画像を学習した大規模基盤モデル (Formula-Driven Supervised Learning (FDSL)) をベースに転移学習する新たな手法を提案し、その有効性を示している⁴⁾。これらの成果を基に、既存の内視鏡装置にケーブル 1 本で接続し、リアルタイムで病変検出を行うことができる膀胱内視鏡検査支援システム (Fig. 1) の構築も行っている。

3. 膀胱内視鏡 AI の社会実装への取り組み

我々は、研究成果の社会実装を目指した活動を研究開発と並行して行っている。いくつかの医療アントレプレナー育成プログラムに参加し、この経験を基に、筑波大学発および産総研の研究成果活用のベンチャーを米国法人として設立した。2023 年 12 月には、医療機器・診断・デジタルヘルスのスタートアップ企業を支援する非営利団体で業界最大のメドテックアクセラレータの MedTech Innovator Asia Pacific における「Olympus Asia Pacific Innovation Program」にて、初代優勝チームに選出されている⁵⁾。我々は、アカデミアの矜持を堅

* 〒 305-8575 茨城県つくば市天王台 1-1-1

TEL 029-853-3223, FAX 029-853-3203

受付日: 2024 年 1 月 26 日

受理日: 2024 年 3 月 4 日

Table 1 Development status of endoscopic AI

approval	Target	Function	Company	Product name	Area
2018	Colon	CADx	CYBERNET SYSTEMS	EndoBRAIN	JP
2019	Colon	CADe	Medtronic	GI Genius	EU
2019	Colon	CADe	PENTAX	DISCOVERY	EU
2020	Colon	CADe	CYBERNET SYSTEMS	EndoBRAIN-EYE	JP
2020	Colon	CADe, CADx	FUJIFILM	CAD EYE	EU, JP
2020	Colon (ulcerative colitis)	CADx	CYBERNET SYSTEMS	EndoBRAIN-UC	JP
2020	Colon	CADx	CYBERNET SYSTEMS	EndoBRAIN-Plus	JP
2020	Colon	CADe	OLYMPUS	Endo-AID	EU
2020	Colon	CADe	NEC	WISE VISION	EU, JP
2021	Colon	CADe	Medtronic	GI Genius	EU, US
2021	Esophagus	CADe	NEC	WISE VISION	EU
2021	Gastrointestinal	CADe	Wision A.I.	EndoScreener	US
2022	Colon	CADe	LPIXEL	EIRL Colon Polyp	JP
2022	Gastrointestinal	CADe	FUJIFILM	CAD EYE (EW10-EG01)	JP
2023	Gastric	CADx	AIM	GastroAI-model G	JP

持しつつ、事業化へ引き続き励んでいきたいと考えている。

4. 利益相反の開示

筆頭著者は、本研究成果を基に設立した筑波大学発ベンチャーである Vesica Corporation の株式を保有している。

5. 謝 辞

本研究の一部は、JSPS 科研費 JP16H02903, JP17K16775, JP21K16751, 公益財団法人内視鏡医学研究振興財団および国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 (NEDO) の委託事業 (JPNP20006) の結果得られたものである。

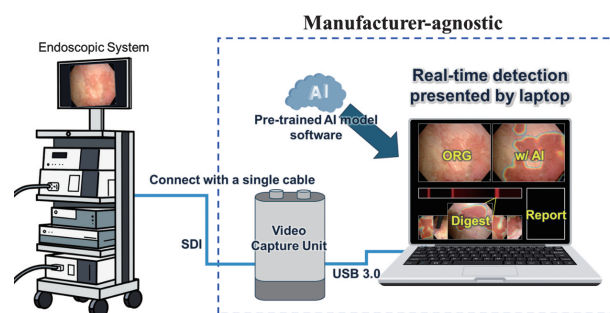


Fig. 1 Cystoscopy support system using AI. This prototype can connect to conventional cystoscopy systems with only one cable.

文 献

- 1) Artificial Intelligence and Machine Learning (AI/ML)-Enabled Medical Devices : <https://www.fda.gov/medical-devices/software-medical-device-samd/artificial-intelligence-and-machine-learning-aiml-enabled-medical-devices> (2024 年 1 月 25 日確認)
- 2) AI メディカルサービスプレスリリース, <https://www.ai-ms.com/news/product/20231226> (2024 年 1 月 25 日確認)
- 3) Ikeda A, et al.: Curr Opin Urol. 2024 Jan 1; 34 (1): 27-31. doi: 10.1097/MOU.0000000000001135.
- 4) Kouns R, et al.: SPIE Medical Imaging, <https://spie.org/medical-imaging/presentation/Artificial-intelligence-in-cystoscopic-bladder-cancer-classification-based-on-transfer/12927-78> (2024 年 1 月 25 日確認)
- 5) オリンパスプレスリリース, <https://www.olympus.co.jp/news/2023/nr02592.html> (2024 年 1 月 25 日確認)

ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN UROLOGY ENDOSCOPY

ATSUSHI IKEDA

Department of Urology, Institute of medicine, University of Tsukuba, Ibaraki, Japan

HIROKAZU NOSATO

Artificial Intelligence Research Center, National Institute of Advanced Industrial Science and Technology, Ibaraki, Japan

Abstract

Medical devices utilizing artificial intelligence (AI) technology for endoscopic examinations have recently been introduced into clinical settings. There are expectations for improved diagnostic accuracy and efficiency in the field of urology endoscopy, although research and development toward practical implementation are still ongoing.

(Nishinoh J. Urol. **86**: 225-226, 2024)

key words: Artificial Intelligence, Bladder cancer, Cystoscopy, Deep learning, Transfer learning