

ワークショップ 1: 膀胱腫瘍の治療戦略

膀胱腫瘍の治療戦略～膀胱内視鏡における AI ～

九州大学病院泌尿器・前立腺・腎臓・副腎外科

牟田口 淳*

抄録:

人工知能 (Artificial Intelligence; AI) は、近年、目覚ましい技術発展を遂げ、実際の医療機器にも搭載されている。膀胱内視鏡においても、膀胱腫瘍をより客観的に再現性をもって検出する新たな診断支援システムとして、AI を活用することが期待される。本稿では、AI による画像認識と膀胱内視鏡画像への応用について紹介する。

(西日泌尿. 87: 186-187, 2025)

キーワード: 人工知能, 膀胱腫瘍, 膀胱内視鏡, 物体検出, セグメンテーション

人工知能 (Artificial Intelligence; AI) は第 4 次産業革命と言われるほど、目覚ましい技術革新の一つと考えられ、2024 年のノーベル物理学賞・化学賞は、ともに AI に関連する研究が受賞した。医療分野においても AI の導入は進んでおり、実際に AI を搭載した様々な医療機器が承認されている。内視鏡の分野に於いては、消化管内視鏡での導入が進んでいるが、膀胱内視鏡における AI 研究は実用化まで至っていないのが現状である。

膀胱癌における臨床的課題としては、経尿道的膀胱腫瘍切除術 (Transurethral resection of bladder tumor; TURBT) 後の膀胱内再発が多い点が挙げられる。その一因は、小病変や平坦病変の見落とし、術中の不十分な切除が原因とされる。腫瘍の検出力を改善するために、Narrow-Band Imaging; NBI や、アミノレブリン酸による光力学診断 (Photodynamic diagnosis; PDD) が腫瘍検出の感度を改善するとされているが¹⁾、NBI による診断精度は検者の経験に依存する点や、PDD は時間とともに消退し、さらには低血圧などの副作用がある点が課題とされる。ここで AI を膀胱内視鏡に導入する意義としては、AI はプログラムであるため、より客観的に再現性をもって腫瘍検出を行える新たな診断支援システムになる可能性を秘めている点であると考えられる。

膀胱内視鏡に AI を用いるためには、膀胱内視鏡画像内の腫瘍を AI が認識する必要がある。医師の場合は、これまでの経験や知識をもとに、瞬時に膀胱腫瘍かどうかを判断していくが、AI の場合は、まずは画像内の膀胱

腫瘍の特徴を学習していくという過程が必要である。AI が画像を認識する方法としては、深層学習の技術を使用した「物体検出」や「セグメンテーション」という手法が主に用いられる。物体検出は、画像内の対象の位置を検出し、さらにどのクラスに属するかを判断し、その位置を矩形で提示するものである。複数の矩形を 1 つの画像内に同時に提示することも可能であるため、多発性膀胱癌を同時に検出することが可能となる。膀胱内視鏡における物体検出の報告は多くないが、Lin ら²⁾ は Faster-RCNN という物体検出アルゴリズムを改良することで、腫瘍の検出精度を改善できたと報告している。この報告では、画像内の腫瘍を検出するのに 1 枚当たり 0.12 秒であった。

もう一つの認識手法であるセグメンテーションは、画像内の画素 (ピクセル) 単位で、「どの物体に該当するか」を分類する方法である。この手法は画素単位で分類を行うことで、画像内の対象の領域提示を行うことができる手法である。これを膀胱内視鏡に应用することで、膀胱腫瘍の AI による領域提示を行うことが可能となる。これは、PDD による腫瘍領域提示に近いものになる可能性があり、尚且つ時間とともに退縮しないため、PDD の欠点を補うことができる技術になる可能性がある。当院では、過去の TURBT 動画から膀胱癌が含まれる画像を取得し、AI によるセグメンテーションを施行した。さらには従来のセグメンテーションのアルゴリズムを改良することで、より精度が高いセグメンテーションシステムの構築を実現した³⁾。1 つの施設から得られる学習データには限りがあるため、十分な学習を行えずに精度の高い AI にならないことがある。そのような場合は、

* 〒 812-8582 福岡県福岡市東区馬出 3-1-1
TEL 092-642-5603
E-mail mutaguchi.jun.674@m.kyushu-u.ac.jp

我々のようにセグメンテーションのアルゴリズムを改良することで、AIの精度を改善することが可能である。今後はさらなる精度改善を行い、リアルタイムでのセグメンテーションシステムの構築を目指している。

膀胱内視鏡におけるAIの研究は少しずつだが進んでおり、今後の膀胱腫瘍の治療戦を考える上で、AIは欠かせない重要な技術になると考えられる。AIを搭載した膀胱内視鏡により、腫瘍の見落としを減らし、腫瘍の再発率の低下に繋がることが期待される。

文 献

- 1) Inoue K, Anai S, Fujimoto K, et al.: Oral 5-aminolevulinic acid mediated photodynamic diagnosis using fluorescence cystoscopy for non-muscle-invasive bladder cancer: A randomized, double-blind, multicentre phase II/III study. *Photodiagnosis Photodyn Ther.* 2015 Jun; **12** (2): 193-200. doi: 10.1016/j.pdpdt.2015.03.008.
- 2) Lin J, Pan Y, Xu J, et al.: A meta-fusion RCNN network for endoscopic visual bladder lesions intelligent detection. *Comput Med Imaging Graph.* 2022 Dec; 102:102138. doi: 10.1016/j.compmedimag.2022.102138. Epub.
- 3) Mutaguchi J, Morooka K, Kobayashi S, et al.: Artificial Intelligence for Segmentation of Bladder Tumor Cystoscopic Images Performed by U-Net with Dilated Convolution. *J Endourol.* 2022 Jun; **36** (6): 827-834. doi: 10.1089/end.2021.0483.

TREATMENT STRATEGIES FOR BLADDER TUMORS — AI IN CYSTOSCOPY —

JUN MUTAGUCHI

Department of Urology, Kyushu University Hospital, Fukuoka, Japan

Abstract

Artificial Intelligence (AI) has made remarkable technological progress in recent years and has been incorporated into actual medical devices. In cystoscopy, AI is expected to be utilized as a new diagnostic support system to detect bladder tumors more objectively and reproducibly. In this paper, we introduce image recognition method by AI and its application to cystoscopic images.

(Nishinoh J. Urol. **87**: 186-187, 2025)

key words: Artificial Intelligence, bladder tumor, cystoscopy, object detection, segmentation
