

令和 8 年 10 月 29 日

細胞診 AI を子宮頸部から尿へ拡張 複数の検査を支える CYTOLONE-v2 を開発

<研究成果のポイント>

- 子宮頸部細胞診の AI に尿の画像を追加学習し、1 つの AI で 2 種類の細胞診を扱う「CYTOLONE-v2」を開発。
- 「正常か異常か」から「どのような病変か」まで段階的に学ぶ仕組みを尿検体にも拡張。子宮頸部検体の正常・異常の分類では正解率 94.8%を維持。
- 選択した尿の画像で、尿路上皮がんを捉える感度 99%、がんではない反応性変化を正しく判定する特異度 46%。実用化に向けた課題も明確に。

※本研究成果は、英文科学雑誌「Cytopathology」に日本時間 2026 年 10 月 20 日に掲載されました。

<概要>

浜松医科大学光医学総合研究所の栗田佑希技術専門職員と同医学部附属病院病理診断科の目黒史織准教授らの研究グループは、子宮頸部細胞診向けに開発した AI を尿の細胞診にも拡張した「CYTOLONE-v2（サイトロン・ブイツー）」を開発しました。細胞診（※1）は、採取した細胞を顕微鏡で観察し、がんなどの病変を調べる検査です。本研究は、1 つの AI で異なる種類の細胞診を支援するための技術的な可能性を示しました。

尿路上皮がん（※2）と、がんではない反応性変化（※3）の代表画像を用いた評価では、感度 99%、特異度 46%（※4）でした。尿路上皮がんの特徴を持つ画像を高い割合で捉えた一方、がんとの区別に迷いやすい反応性変化の画像については、判定に課題が残りました。今後、実際の検査での有用性を検証する必要があります。

<研究の背景>

細胞診では、細胞検査士や病理医が細胞の形や集まり方を観察します。尿の検査では、炎症などによる細胞の変化と、がんによる変化を見分けることが難しい場合があります、専門家の経験が重要です。

細胞診 AI の多くは、ガラス標本全体を専用スキャナでデジタル化した画像である WSI（※5）を利用します。研究グループはこれまでに、WSI を作成せず、顕微鏡で観察している視野の画像を AI が解析する「CYTOLONE-v1」を開発しました。今回は、この仕組みを引き継ぎ、子宮頸部に加えて尿の細胞診にも適用できるかを検証しました。

<研究手法・成果>

画像と言葉の対応を学ぶ AI「CLIP（クリップ、※6）」を基盤とする既存 AI（CYTOLONE-v1.1）に、尿の細胞診画像を追加学習しました。「正常か異常か」「良性か悪性か」「どのような病変か」という情報を段階的に対応づける「階層ラベル（※7）」を用い、複数の観点から画像を分類できるようにしました。

開発した AI の性能検証では、尿路上皮がん 20 例の 100 画像中 99 画像が尿路上皮がん分類され、感度は 99% でした。一方、反応性変化 20 例の 100 画像では、46 画像が反応性変化、54 画像が尿路上皮がん分類され、特異度は 46% でした。尿路上皮がんの特徴を捉える一方で、がんと似た特徴を示す反応性変化との判別には課題が残りました。

追加学習後も、子宮頸部の正常・異常の分類では正解率 94.8% と、追加学習前の 94.7% と同程度でした。ただし、より詳しい病変の分類では性能が低下し、異なる検体への対応と既存の分類性能を両立させる課題も示されました。

本研究は、子宮頸部細胞診で培った AI の仕組みを生かし、対応する検査の種類を広げられる可能性を示しました。将来的には、日常の顕微鏡観察の中で、1 つの AI がさまざまな検体の評価を補助し、細胞検査士や病理医の判断を支えることが期待されます。

<今後の展開>

今後は、反応性変化など判断に迷いやすい画像の判別能力を高めるとともに、子宮頸部と尿の両方で安定した性能を発揮できるよう、学習方法を改良します。さらに、さまざまな医療機関の検体や顕微鏡カメラで撮影した画像を用いて検証を進めます。実際の検査現場で、AI が専門家の判断をどのように補助し、観察時間や作業負担の軽減につながるかを確かめ、実用化を目指します。

<用語解説>

※1 細胞診

体から採取した細胞を顕微鏡で調べ、がんやその前段階の変化などを評価する検査。子宮頸部では採取した細胞を、尿では尿中に含まれる細胞を観察します。

※2 尿路上皮がん

膀胱や、腎臓から膀胱へ尿を運ぶ通り道などの内側を覆う「尿路上皮」から生じるがん。

※3 反応性変化

炎症や刺激などによって生じる、がんではない細胞の形の変化。がんの細胞と似て見える場合があります。

※4 感度と特異度

感度は、対象となるがんの画像を正しくがんと分類した割合。特異度は、がんではない画像を正しくがんではないと分類した割合。

※5 WSI (Whole Slide Image)

ガラス標本全体を専用スキャナで高精細にデジタル化した画像。

※6 CLIP (Contrastive Language-Image Pretraining)

画像と、その内容を表す言葉の対応関係を学ぶAI。本研究では、細胞の画像と診断に関する言葉に対応づけています。

※7 階層ラベル

画像につける情報を、大まかな分類から詳しい分類へと段階的に整理したもの。本研究では、正常・異常、良性・悪性、病変の種類などを組み合わせて学習します。

<発表雑誌>

英文科学雑誌 Cytopathology

DOI: 10.1111/cyt.70140

<論文タイトル>

A WSI-Independent Inference Framework for Cervical and Urinary Cytology Using Hierarchical Labels

<著者>

栗田佑希、目黒史織、榎本泰典、河崎秀陽、齊藤岳児、鈴木誠、坂根潤一、鈴木大介、石堂統、新村和也、岩下寿秀

<研究支援>

浜松医科大学再生・感染病理学講座／腫瘍病理学講座／光医学総合研究所先端研究支援部門
先進機器共用推進部／光医学総合研究所先端生体イメージング研究分野ナノスーツ開発研究
分野／次世代創造医工情報教育センター／遠州病院病理診断科／静岡県立総合病院病理学部
／中東遠総合医療センター病理診断科

<本件に関するお問い合わせ先>

国立大学法人 浜松医科大学 光医学総合研究所 先端研究支援部門 先進機器共用推進部
〒431-3192 浜松市中央区半田山 1-20-1
TEL: 053-435-2346
E-mail: kuri358@hama-med.ac.jp

< 参考図 >

