

# 博士論文審査結果の要旨

学位申請者 金子正大

主論文 1編

Urine cell image recognition using a deep learning model for an automated slide evaluation system.

BJU International Epub ahead of print [2021 Jun 18]

## 審査結果の要旨

尿細胞診はほぼ無侵襲的に繰り返し施行可能で安価な初発膀胱癌の検出スクリーニング検査であり、膀胱癌再発のフォローアップにも利用可能である。しかし、その精度は細胞検査士の経験・技量に依存し、観測者間再現性に課題がある。病理医1人が新たに診断する癌症例の数は世界的に増加しており、尿細胞診に要する病理医療従事者の労力を軽減し、精度と再現性も高い手法が必要とされている。

申請者は、ディープラーニングを用いた画像認識技術を尿細胞診に適用し、高い精度と高い再現性を持ち、細胞検査士と病理医の尿細胞診診断プロセスを支援する、自動画像識別システム artificial intelligence (AI)の開発を行った。京都市立医大病院で2016年1月から2017年12月の間に組織学的に尿路上皮癌と診断され、術前3カ月以内に尿細胞診を提出した195例の患者の尿細胞診ガラスライドを収集した。ライドは世界標準の尿細胞診診断様式であるパリ分類に基づき熟練病理医のレビューを受けた。尿細胞診診断結果の内訳は不適正1枚、高異型度尿路上皮癌陰性78枚、異型尿路上皮細胞33枚、高異型度尿路上皮癌疑い20枚、高異型度尿路上皮癌63枚であった。ライドを浜松ホトニクス製のNanoZoomer S360を用いデジタルデータ化し、合計4987個の細胞画像を抽出した。次に2人の日本臨床細胞学会認定細胞検査士が独立して細胞種類のラベル付けを行い、ラベルが一致した4637細胞画像を正解データとした。良性細胞を陰性、異型細胞あるいは尿路上皮癌細胞を陽性と定義した。80%のデータで5分割交差検証法でAIの訓練と検証を行い、残る20%はモデル評価に用いた。モデルアーキテクチャは、特徴抽出にEfficientNetB6、判定層にArcFaceを使用した。モデル評価では新たに3人の日本臨床細胞学会認定細胞検査士が、AIと同じ細胞画像を評価しAIの診断結果と比較した。3人中最高の精度を達成した細胞検査士とAIの比較においては、ベイズ推定法を用い比較した。最高精度の細胞検査士の診断能をX、AIの性能をYとしたとき、事後確率 $\Pr(Y>X)>0.8$ のときAIが細胞検査士の成績を上回ると判断した。陰性陽性の2値分類において、AIは28秒で全テスト細胞評価を完了し、Area under the receiver operating characteristic curveは0.99、精度は95%、感度は97%、特異度は95%と、最高精度の細胞検査士を上回る精度を示した。本AIは迅速かつ高精度・高再現性の尿細胞診診断支援システムの構築に寄与しうると考えられる。

以上が本論文の要旨であるが、申請者の開発したAIは尿細胞診に要する病理医療従事者の労力を軽減し、精度と再現性の高い尿細胞診診断支援システムを構築しうる点で、医学上価値ある研究と認める。

令和3年 9月 16日

審査委員 教授 田中秀央 ㊞

審査委員 教授 伊東恭子 ㊞

審査委員 教授 高山浩一 ㊞