

# Improved artificial intelligence discrimination of minor histological populations by supplementing with color adjusted images

メタデータ	言語: en 出版者: 公開日: 2024-07-01 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 八田, 聡美, Hatta, Satomi メールアドレス: 所属:
URL	<a href="http://hdl.handle.net/10098/0002000301">http://hdl.handle.net/10098/0002000301</a>

## 学位論文の要旨

※ 整理番号		ふりがな 氏名	はった さとみ 八田 聡美
学位論文題目	Improved artificial intelligence discrimination of minor histological populations by supplementing with color-adjusted images (色調補正画像の補充による、希少な組織型群に対する人工知能の識別能改善)		
<p>&lt;研究の目的&gt;</p> <p>医療情報のデジタル化が進み、医用人工知能(AI)研究も急速に進展してきた。病理学領域では、組織画像を深層学習させて腫瘍の分類や治療効果の予測などに活用されつつあり、将来的にはAIによる診断支援や施設間・病理医間の診断精度の是正に寄与することも期待されている。病理診断時、病理医は疫学データに基づく疾患頻度を考慮している。しかし、深層学習段階で学習データ数の不均衡がAIの性能低下をもたらすことから、希少症例の収集が律速段階になっている。近年、背景の異なるweb公開画像を学習に活用する研究が増え、(i)学習データの色調差異に伴う学習効果や、(ii)医師の思考に重要な疾患頻度が考慮されないAIが主流となっている。そこで本研究では、(i)収集困難な希少症例に限定して取得した他施設画像に限定して、画像生成AIを用いて主施設画像調に色調調整させる前処理を行った後に、(ii)疾患頻度を保持しながら色調調整画像を深層学習させることで、2つの問題の解決を可能とする病理組織診断用のAI構築方法を検討した。</p> <p>&lt;方法&gt;</p> <p>全組織型の甲状腺癌を対象に、自施設甲状腺永久組織標本を中心に、希少症例を共同研究施設並びに甲状腺組織アレイ(TA)標本から収集した。いずれの標本も同一条件でHE染色を施行後にNanoZoomer S60でデジタル化し、画像上で癌の領域並びに正常甲状腺部分を、NanoZoomerのフリーハンドツールで同定した。次いで全ての画像を1024x1024ピクセルの小区域(パッチ)画像に分割し、2/3を深層学習、残りをAIによる識別に用いた。一部の実験には術中迅速診断用画像も活用した(すべての実験で使用したパッチの合計枚数は187119枚であった)。</p> <p>画像識別用AI(識別器)には、予め物体認識ソフトウェア開発用画像データベース(ImageNet)で事前学習させた畳み込みニューラルネットワークのResNet18を用い、その後本研究のための学習を行って識別器を構成しテスト画像を識別させた。次に、検体固定処理法の違いによって生じる標本間の色調のムラを調整するために、画像生成用AIであるCycleGANを用いて、他施設標本を自施設画像調に調整した画像を学習させた場合の識別能に与える効果を検討し、至適学習条件を検討した。</p> <p>&lt;結果&gt;</p> <p>まず、自施設パッチ画像のみで深層学習させたAIで識別を行うと、学習用パッチの多い組織型のF1 score(感度に相当するRecall+陽性的中率に相当するPrecision)/2は74.3~96.5%と良好に識別されたが、希少な組織型では30%未満と著しく低値を示した。そこで、TA画像を学習に追</p>			

加したがさらにF1 scoreは低下したため、色調補正したTAに変更（全学習パッチの1.7%）するとrecall値が有意に改善してF1 scoreの上昇に繋がった。

次に、学習用画像に加えテスト画像に対しても色調補正の効果の有無を検討した。色調補正有無の学習用パッチを用いて構成した識別器と、色調補正有無のテスト画像から成る4種類の組合せで識別結果を比較すると、いずれにも色調補正有画像を用いた場合のF1 scoreが最も高値となった。

さらに、術中迅速診断用の凍結標本のAI識別に与える色調補正効果について検討した。永久標本で深層学習させた上記識別器を用いた凍結切片画像に対するF1 scoreは0.4%であったが、色調補正パッチ画像を1.4~16.6%学習に加えるだけで91.6~91.8%に達した。一方、大量（学習パッチの約70倍）の色調補正画像を加えるとむしろF1 scoreは低下した。

#### <考察>

病理用AIは良悪性識別を契機に、徐々に組織型分類へ進展しているが、医師の思考に関わる疫学的疾患頻度を考慮した開発には至っていない。本研究では全甲状腺癌中1~数%程度しか存在しない希少な組織型のAI識別結果は著しく低く、TA画像を補充するとむしろ悪化したが、色調補正後のTA画像に変更すると識別効果は有意に改善した。同様の結果は迅速凍結標本（凍結標本）のAI識別においても認められた。凍結標本は作製方法の違いから色調が異なる上に標本数も少ないものの、少数の色調補正画像の追加でF1 scoreが改善する反面、大量の色調補正を行うとむしろ逆効果であった。すなわち、色調補正画像には至適な添加数が存在し、それらを追加することによってAIに冗長性が生じたためと考えられた。

本研究結果は十分な学習データ取得が困難な疾患頻度の少ない病型の学習データに至適な色調補正画像を行うことで、本来の疾患頻度を保持したまま施設や染色処理法の異なる組織画像の識別を可能とする、新たな病理組織用AIの構築手法であることが示唆された。

#### <結論>

甲状腺癌において疫学的疾患頻度を考慮した上で、詳細な組織型識別を可能にするAI構築を試み、希少症例に限定して色調補正画像を少数追加することで学習データの不均衡是正に寄与するとともに、色調補正パッチの補充数には適正な割合が存在することも明らかに出来た。本研究で確立した方法を活用すると疫学的疾患頻度を保持したまま、希少症例を含めた詳細な組織型の識別を可能とする臨床病理用のAI構築が可能となることが示唆された。

備考 1 ※印の欄は、記入しないこと。

2 学位論文の要旨は、和文により研究の目的、方法、結果、考察、結論等の順に記載し、2,000字程度にまとめタイプ等で印字すること。

3 図表は、挿入しないこと。