

# 潰瘍性大腸炎の鑑別・診断と治療 効果判定が可能なAIソフトウェア

安藤 勝祥 [旭川医科大学/助教]  
佐藤 裕基 [旭川医科大学/客員助教]  
盛一 健太郎 [旭川医科大学/准教授]  
藤谷 幹浩 [旭川医科大学/教授]  
森 正人 [株式会社サンフレエ/代表取締役]  
森 雄斗 [株式会社サンフレエ/開発部]

## 背景・目的

潰瘍性大腸炎(UC)は患者数が増加しており、本邦で20万人以上、道内にも1万人以上の患者がいる。大腸内視鏡観察での重症度と長期予後には相関が認められるため、大腸内視鏡は診断・治療に欠かせないツールとなっている。専門医のみならず非専門医や一般医家による診療が必須であり、内視鏡画像を適切に鑑別し、重症度を評価できるシステム構築が重要な課題である。

本研究では、①一般医家も扱えるようなシステムへの改良、②画像を分類し画質を均一化するフローの自動化、③診断根拠の明確化、④診断精度の向上と鑑別診断、⑤同一症例における治療効果判定への応用、⑥国際特許取得と事業化提案を目的とする。

## 内容・方法

### 1. ユーザーインターフェースの開発

スタンドアロンWindows PCで動作し、タッチ操作やマウス操作でJPEG画像を用いて判定を行える設計とする。

### 2. 色相補正の自動化

現状の色相補正は、各内視鏡機種で撮影された画像を手動で判定し、その機種に応じて、基準画像の色調に補正しているため、画像処理フローと人工知能を用いたUC診断の処理を一括して自動化する。

### 3. 診断精度の向上と鑑別診断システムの実装

本年度は札幌市内にIBDセンターを有する1施設(札幌東徳洲会病院)を加え、合計5施設(旭川医科大学、旭川厚生病院、市立旭川病院、旭川赤十字病院、札幌東徳洲会病院)での多施設共同研究とし、精度向上を目指す。

### 4. 診断根拠の表示(Explainable AIの実装)

「異常と判断した根拠」(診断根拠、鑑別診断の根拠)を提示する。具体的にはGrad-CAMなどの手法を用いて、画像に対してヒートマップをオーバーレイすることで異常部分を明示する。

### 5. 治療効果判定への応用

UC診断に用いているアルゴリズムが、鑑別診断のみではなく、治療効果判定(寛解、非寛解の判定)にも有用か検証を行う。

### 6. 特許取得・事業化への提案

画像補正技術を中心にPCT国際特許を取得する。HSFCのGAPファンドへの応募、パートナーングイベントへの応募を通して、札幌・北海道発のスタートアップを目指す。

## 結果・成果

### ① 診断精度の向上

前年度までに開発検証したAI学習モデルを用いて、正常画像1000枚、潰瘍性大腸炎(UC)画像1021枚を追加収集し、UCと正常画像の学習モデルの再検証を行った。その結果、検証データの平均正答率は0.97と高く(表1)、学習と検証に使用していないテストデータを用いた検討においても正答率0.9697、f-1スコア0.9704と高い診断精度を有していた。

また、UCの重要な鑑別診断となるクローン病(CD)の内視鏡画像を871枚収集した上で、正常・UC・CDの3クラス分類による学習モデルを作成したところ、テストデータでの正答率は0.9347と、3クラスとしても高い診断精度が得られた。

K	学習データの loss	学習データの正答率	検証データの loss	検証データの正答率
1	0.0189	0.9951	0.0779	0.9835
2	0.0365	0.9908	0.1297	0.9615
3	0.0476	0.9859	0.0551	0.9725
4	0.0317	0.9914	0.054	0.9725
5	0.0411	0.9872	0.1062	0.967
6	0.021	0.9957	0.2202	0.956
7	0.0222	0.9933	0.0903	0.978
8	0.0291	0.9884	0.2038	0.9451
9	0.0183	0.9896	0.0443	0.9779
10	0.038	0.9835	0.0372	0.9834

表1:学習モデルの精度評価(層化k分割交差検証 k=10にてデータセットを分割)

### ②診断根拠の表示(Explainable AIの実装)

本検討では、GradCAMと呼ばれるExplainable AI(XAI)の一手法を用いて、対象となる内視鏡画像に対して、異常・正常画像としてとらえた場合の反応画素を強調表示することが可能であった(図1)。また、近年新たに開発されている複数のXAI手法を検証したところ、GradCAMとは異なる部位へ反応を示すXAI手法や正常と異常画像とで注目部分が大きく異なるXAI手法があることが明らかとなった。

### ③ユーザーインターフェースの開発・鑑別診断システムの実装

これらの学習モデルやXAIをベースとし、正常・異常の診断確率と判定結果を自動診断することに加え、XAIにより判断根拠を強調表示する機能を有するアプリケーションを作成した(図2)。診断対象となる内視鏡画像を取り込み、正常・異常の診断確率と判定結果とともに、正常・異常それぞれに対してXAIにより診断根拠となる部位の強調表示を自動表示させることが可能となった。またUC・CD・正常の3クラス分類に基づいた自動診断・複数のXAIによる強調表示する機能を有したアプリケーションへの強化・変更を進めている。

### ④色相補正の自動化

実装化に向けては内視鏡画像に特化した色相補正技術の確立と自動化を進める必要があった。明るさとトーンカーブに着目し、解析対象となる内視鏡画像を基準画像に合わせた色調補正を行う自動化アプリケーションを開発した。

### ⑤治療効果判定への応用

寛解期病変は過去の炎症による瘢痕などが多発する場合に加え、専門医であっても正常とは判別がつかない内視鏡所見を呈することがある。前者の病変を加えてUCの学習モデルを構築していることから、寛解期ではあっても異常(UC)と判定

される病変が生じうると考えられ、実際のテスト画像においても異常と判定される画像がみられた。治療効果の判定への適用には今後更なる学習モデルの検証を要する。

### ⑥特許取得・事業化への提案

本研究開発においては、前年度までに国内特許・PCT出願済みであり、国際予備審査報告により、すべての請求項に関して新規性、進歩性および産業上の利用可能性が認められるとの見解が得られている。この結果を踏まえ、本研究費および特許庁海外権利化支援事業への応募・採択を受け、本年度に株式会社サンクレエと共同で米国・EUでの海外特許出願を行った。診断・色相補正の自動化アプリケーションの開発により、臨床試験や事業化がさらに加速することが期待される結果となった。次年度以降、札幌圏の参加施設の拡大、関連企業との交渉、GAPファンドなどスタートアップ支援の活用など、札幌・北海道発の事業化をさらに進めていく。

## 今後の展望

多施設における内視鏡画像を多数収集し、さらに鑑別可能な疾患を増やすとともに説明可能なAI技術により既存技術との差別化を図っていく。自動化アプリケーションの鑑別診断能および専門医・非専門医との診断能の比較について検証を進める。また、色相補正の自動化アプリケーションの更なる機能強化および診断アプリケーションとの一体化を目指す。また、実臨床での使用にあたっては静止画像のみでなく動画への対応が不可欠であり、開発を進める。本研究結果をさらに発展させるべく、事業化やスタートアップに向けた取り組みを進めていく。

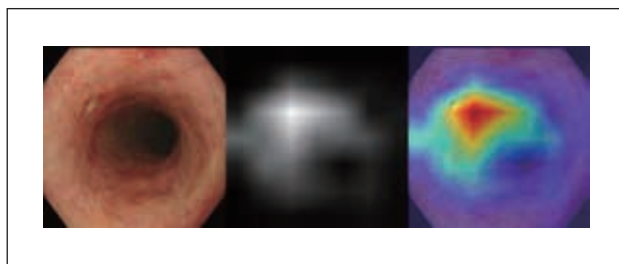


図1:Explainable AIにより異常(UC)の判定に成功した画像での反応画素

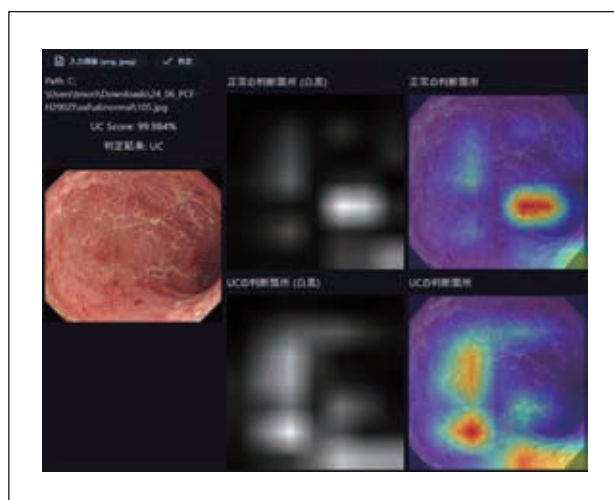


図2:自動診断アプリケーションの開発