

研究テーマ 舌表面画像の深層学習解析による急性虫垂炎の新規診断方法の開発

研究代表者：森 英毅 国立病院機構長崎医療センター総合診療科・総合内科医長

共同研究者： 山崎 一美 国立病院機構長崎医療センター臨床疫学研究室長

小森 敦正 国立病院機構長崎医療センター難治性疾患研究部長

和泉 泰衛 国立病院機構長崎医療センター内科部長

八橋 弘 国立病院機構長崎医療センター元院長、肝臓内科



1. 研究の背景と達成目標

急性虫垂炎は救急医療において頻繁に遭遇する急性腹症であり、診断の遅れは穿孔や腹膜炎などの重篤な合併症を引き起こす。既存の診断方法（身体診察、血液検査、画像診断）には、時間を要すること、放射線被ばくリスク、検査技師の経験依存など課題がある。また、Alvarado スコアなどの臨床予測ルールは軽症例や非典型例での診断精度に限界がある。

急性虫垂炎患者の舌所見に特徴があることが過去の研究で指摘されてきたが、視診による主観的評価にとどまっていた。近年の AI 技術の進展を背景に、本研究では深層学習による舌画像解析モデルを開発し、従来の臨床指標と統合することで急性虫垂炎の診断精度向上を目指した。

達成目標：

1. 深層学習を用いた舌画像解析による客観的な診断予測確率モデルの構築
2. 舌画像由来の診断予測確率と従来の臨床指標を統合した新規診断モデルの開発
3. 既存診断モデルと比較した診断精度の向上
4. 他消化器疾患への応用及び社会実装

2. 主な研究成果と社会、学術へのインパクト

- Vision Transformer (ViT) を用いた舌画像解析モデルの開発：舌画像から急性虫垂炎を予測する深層学習モデルを構築し、診断予測確率を算出
- 臨床変数と舌画像解析を統合した新規診断モデルの構築：従来の臨床指標と舌画像由来の診断予測確率を組み合わせ、高精度な診断モデルを開発（AUC 0.88）
- 既存診断モデル（Alvarado スコア）との比較検証：新規モデルは Alvarado スコア（AUC 0.68）より有意に高い診断精度を示し、臨床的有用性が確認された
- 非侵襲的かつ迅速な診断支援ツールの実現：深層学習と舌画像を活用した新たな診断アプローチの可能性を提示
- 同一モデルによる胃がん診断への応用可能性の発見：追加検証により、開発した舌画像解析モデルが胃がんのスクリーニングにも応用できる可能性が示唆された

社会・学術へのインパクト： 本研究は、AI と医療の融合による新たな診断支援ツールの開発事例として、非侵襲的・低コストかつ迅速な急性虫垂炎診断の可能性を示した。特に CT 検査へのアクセスが限られる医療資源の少ない地域での活用が期待される。また、東洋医学で重視されてきた舌診を現代医学・AI と融合させた学際的研究として、新たな診断アプローチの基盤を構築した。さらに、同一モデルが胃がん診断にも応用できる可能性が示されたことで、舌画像を用いた消化器悪性疾患の包括的スクリーニングシステムという新たな展開の可能性を見出した。

3. 研究成果

急性虫垂炎の新規診断モデルを開発する多施設共同前向き観察研究

日本国内 11 施設（2 次・3 次医療機関）で 2021 年 9 月～2024 年 3 月までデータ収集

対象者：急性虫垂炎疑いコホート(410 名)と内視鏡コホート(395 名)

最終解析対象は 402 例（急性虫垂炎群 231 例、非虫垂炎群 171 例）

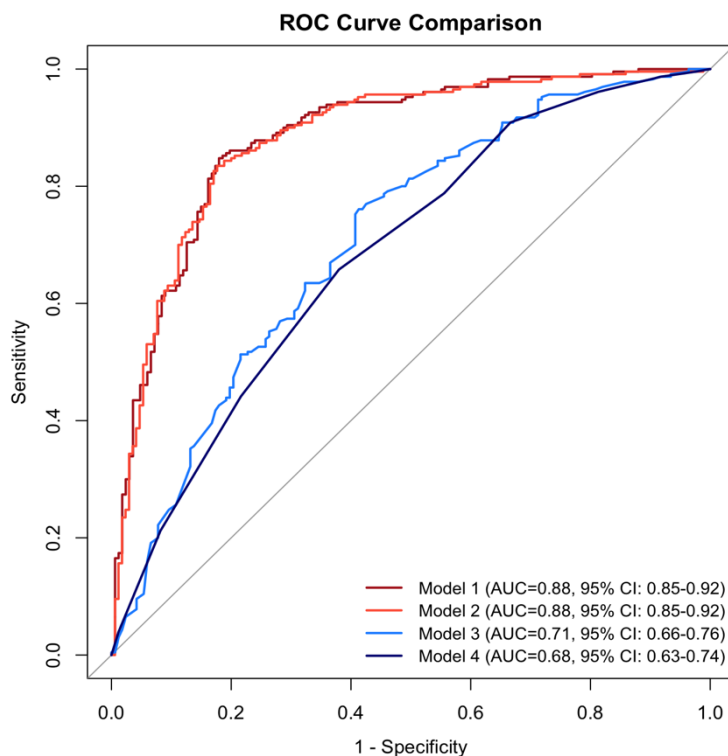
舌画像の深層学習モデル

統一された条件での舌画像撮影と SAM による舌領域自動抽出

Vision Transformer(ViT-B_32)を採用し、ImageNet の事前学習済み重みを使用

データ拡張手法を適用し、急性虫垂炎の確率を算出

開発・検証予測モデル



Model 1: 全臨床予測変数(9 項目) + 舌画像診断確率

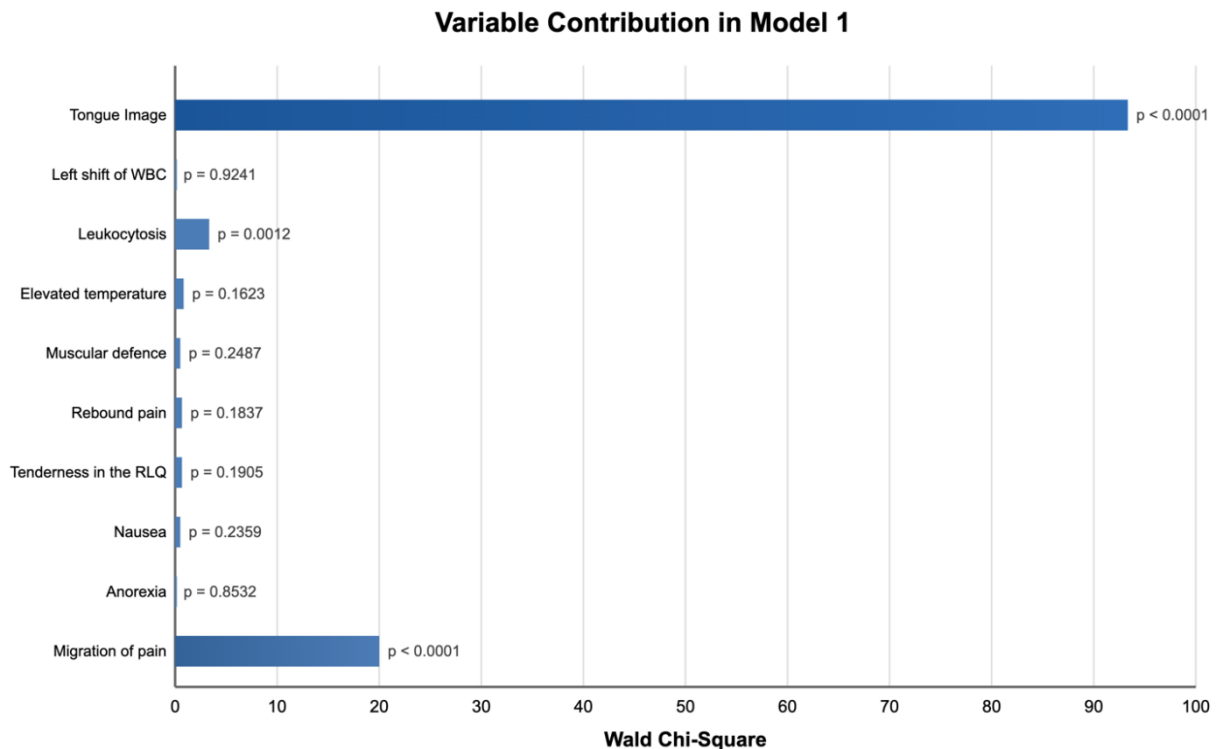
Model 2: Model 1 から血液検査項目を除外モデル

Model 3: 臨床変数のみのモデル（舌画像なし）

Model 4: 既存の Alvarado スコア

主な研究結果

舌画像を含む Model2 は、リスク閾値 0.2～0.7 の範囲で Alvarado スコア単独より高い Net Benefit を示した。変数の重要度分析では、「舌画像由来の診断確率」と「痛みの移動」が最も高い寄与を示した。補足研究として細菌叢研究を追加しメカニズムの考察を行った。胃がん診断についても同一モデルで可能であることが示唆された。



研究の意義

舌画像解析を取り入れた新しい診断アプローチが急性虫垂炎の診断精度向上に貢献する可能性を示した。その他の消化器疾患への応用へつながる知見が得られた。

4. 今後の展開

本研究は、舌画像の深層学習解析を用いた急性虫垂炎診断支援の可能性を示した。

消化器悪性疾患包括スクリーニングシステムの開発：開発した舌画像解析モデルが胃がん診断にも応用できる可能性が示されたことから、様々な消化器悪性疾患を包括的にスクリーニングできる AI システムへの拡張を目指す。

社会実装の推進：スマートフォンアプリや遠隔医療システムとの連携により、一般市民が日常的に利用できる舌画像スクリーニングサービスの実用化を目指す

外部検証の実施：多施設・国際的データセットを用いた外部検証によるモデルの一般化可能性の検討
モデルの拡張：舌画像以外の補助診断因子（血液検査、バイオマーカーなど）と統合した高精度診断システムの開発

この研究成果は、AI 技術と伝統的医学知見を融合した新たな診断支援アプローチとして、急性腹症の迅速かつ正確な診断に貢献するだけでなく、他消化器疾患の早期発見・スクリーニングシステムという新たな医療パラダイムを創出する可能性を持つ。非侵襲的かつ低コストな診断補助技術として、医療資源の最適化や健康寿命の延伸にも寄与することが期待される。

5. 発表実績

【論文】

Mori H, Yamasaki K, Saishoji Y, *et al* Diagnostic accuracy of tongue coating in identifying acute appendicitis: a prospective cohort study *Emergency Medicine Journal* Published Online First: 01 April 2025. doi: 10.1136/emmermed-2024-214210

Development and Validation of an Acute Appendicitis Diagnostic Model Using Tongue Image Deep Learning: A Multicenter Prospective Observational Study 論文投稿中

【学会発表】

- 「急性虫垂炎における舌診の診断性能」
日本プライマリ・ケア連合学会学術総会（2023 年、名古屋）
- 「舌画像の深層学習による消化器疾患の新規診断モデルの開発と検証（第一報）」
日本消化器病学会総会（2024 年、徳島）
- 「舌画像の深層学習による急性虫垂炎の新規診断モデル開発と検証 中間報告」
第 29 回日本病院総合診療医学会学術総会

【特許】

特願 2021-130640「プログラム、記憶媒体、システム、学習済モデルおよび判定方法」

出願日：令和 3 年 8 月 10 日

発明者：森 英毅、山崎 一美

本特許は、舌表面画像および急性虫垂炎の発症有無に関する教師データを用いた深層学習により学習済モデルを生成し、新たな対象者の舌表面画像から急性虫垂炎の発症有無を高精度に診断するシステム技術に関するものである。