

## ラジオミクス技術を用いた心筋症の 自動診断人工知能プログラムの開発



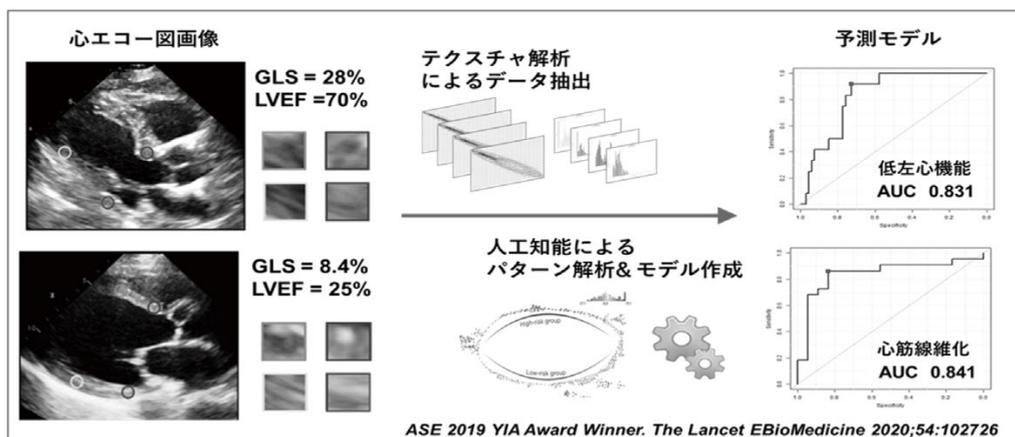
順天堂大学医学部循環器内科・特任准教授 鍵山 暢之

### 研究背景と目的

高血圧性心疾患を代表として、心臓が肥大する疾患は日常臨床にもありふれており、その中には心臓弁膜症、肥大型心筋症、心アミロイドーシス、ファブリー病などの難病が紛れ込んでいる。近年これらの難病に対して特別な治療法（弁膜症に対するカテーテル治療、肥大型心筋症や心アミロイドーシスに対する新規薬物治療やファブリー病に対する酵素補充療法）が開発され、利用可能となってきた。しかし、これらの病気に対する診断技術は未だに十分とはいえず、とくに安価で広く使用できる診断方法がないため、これらの疾患を抱える患者が未治療のまま見逃されるケースが多い現状であった。

近年、ディープラーニングなどの人工知能を使って医用画像を解析する技術が飛躍的に進歩しており、従来に比べて多くの情報を画像検査から引き出せる事例が数多く報告されるようになってきた。特に心電図と心臓超音波画像を人工知能技術で解析する方法の発展は目覚ましく、我々も今までに心臓超音波画像から心筋の線維化など今までわからなかった情報を引き出すことに成功した（図1）。この研究で活用したラジオミクス技術という技術の中では、心筋画像のテクスチャー（質感）情報から心筋の性質を読み出したが、今回の研究課題である弁膜症、肥大型心筋症、心アミロイドーシスやファブリー病は心筋の細胞配列が変化したり、心筋に異常な沈着物が蓄積したりすることにより心筋のテクスチャーが変化したりすると考えられている。

図1. 人工知能を用いて心筋テクスチャーを解析した研究の概要

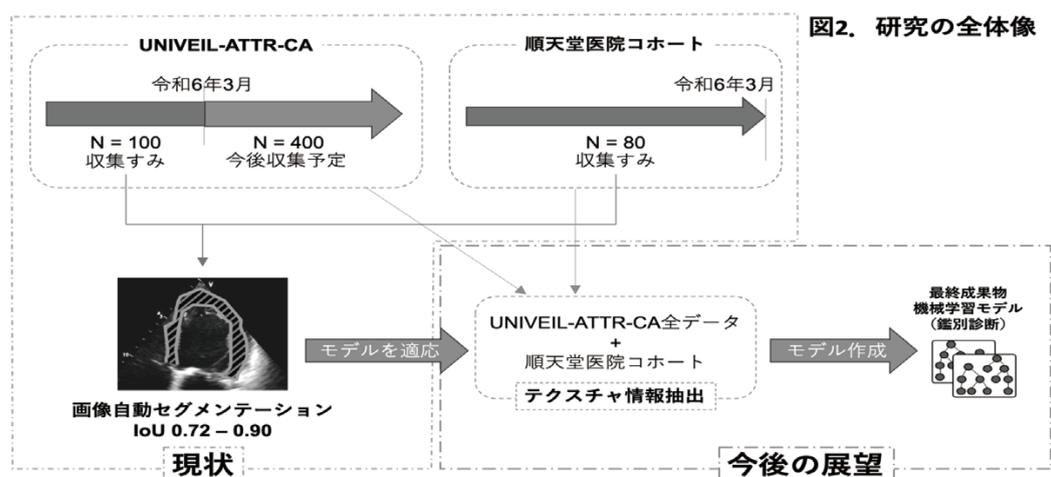


以上より本研究では、比較的安価で幅広く行われている、心臓超音波検査の画像を使って、心肥大を自動で判別する新しい人工知能を用いた診断システムを開発することを目的とした。

### 研究結果

このプロジェクトは症例登録と、2段階のプログラム作成で計画されており、まず多施設共同前向き観察研究で質の高いデータを集めて、そこから心臓超音波画像の中の心筋セグメンテーションをするモデルを作成し、その後同定された心筋からテクスチャー情報を抽出して鑑別をする人工知能モデルを作成することを計画した。

UNVEIL-ATTR-CA (<https://jrct.niph.go.jp/latest-detail/jRCT1031210714>) は、私たちの所属する順天堂大学医学部循環器内科を主幹として、順天堂大学循環器内科を中心に全国11の病院施設で行われる多施設共同観察研究であり、令和5年末までに500例の心肥大を伴う心不全症例を登録し画像を保存することを予定しており、その予定に従って、研究計画を立案し倫理委員会への申請を行った。しかし、コロナ禍による患者登録の遅延や、想定よりも心肥大を伴う心不全症例数が少なかったことによって、令和5年6月の時点で予定の約1/3である75例しか登録することができなかった。このため研究計画の見直しを行い、このUNVEIL-ATTR-CAのデータのみではなく、順天堂大学医学部附属順天堂医院において過去に心不全入院したことがありUNVEIL-ATTR-CAの基準に合致する症例、もしくは99mTcピロリン酸シンチグラフィ、遺伝子検査、ないし心筋生検などによって、心アミロイドーシス、肥大型心筋症、心ファブリー病の確定診断がついた症例を同時に含めて、研究を続けることとして倫理委員会へ変更申請を行った。結果として、令和6年3月の時点で1. UNVEIL-ATTR-CA から約100例、2. 順天堂医院の症例からは約80例のデータを登録できる手筈となった。これらの画像を収集し、ここまでに使用可能な画像数を計算したところ、約10,800枚の画像が使用できるため、こちらのデータを使って自動的に画像内の心筋を特定するプログラムの作成を開始した。同様のプログラムはこれまでにU-Netを基礎とした畳み込みニューラルネットワーク (CNN) によってすでに作成されており、画像セグメンテーションの正確度の指標であるIntersection over Union (IoU) が0.72-0.90と高い正確性を示した。



### 今後の展望

ここまでの研究過程で、上記のように遅れはしているものの画像データの収集を進め、当初の目標の半数程度の収集を行った。また2段階のプロセスの前半である、基盤となるセグメンテーションモデルの作成を行った。来年度にかけて、さらにデータの収集を行い、2段階目のプログラム作成を行うが、現在の症例登録ペースではUNVEIL-ATTR-CAの500例全例を集めるためには今後3～5年程度が必要となると考えられる。そのため、まずは現在の症例のみから予測モデルを作成し、十分な性能に結びつかない場合は、UNVEIL-ATTR-CA参加施設を中心に、後ろ向きにデータの収集を追加で行うことを検討する。いずれにしても、最終成果物として心筋テキストの自動解析から診断を行うプログラムの作成を目指す。

### 謝辞

本研究を行うにあたり、多大なるご支援をいただいております公益財団法人難病医学研究財団、およびご寄付をいただきました多くの皆様に心よりお礼申し上げます。今後も、本研究および心臓超音波と人工知能を通じて難病の克服に向けてより一層励んで参る所存です。