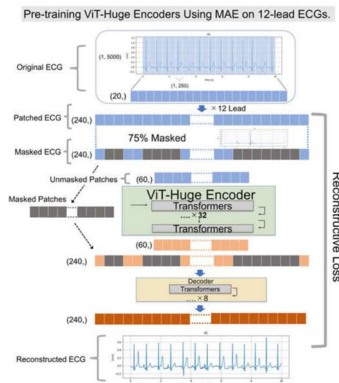


心電図解析に画期的な AI 技術を導入、 多施設データで高精度を実現 ——多施設データを用いた MAE 手法で ECG 解析の精度を大幅向上——

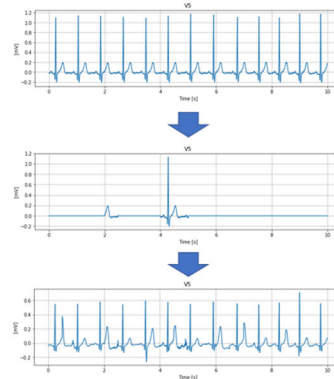
発表のポイント

- ◆ マスクドオートエンコーダー (MAE) を用いた自己教師あり学習で高精度な心電図 (ECG) 解析モデルを開発しました。
- ◆ 多施設からのデータを活用し、モデルの一般化性能を向上しました。
- ◆ 我が国で最も問題になっている心不全の診断に役立つ心機能の低下の検出精度向上に貢献できると期待されます。

新しい構造の心電図AIを開発
従来の手法ではなく、Transformerを拡張



**わずかな心電図情報から
元心電図を再構築することで
心電図の特徴を学習**



**心電図からEF低下を
高精度で判別**



新しい AI 技術を用いた心電図解析：従来手法を超える精度

概要

東京大学大学院医学系研究科の澤野晋之介（医学博士課程：研究当時）、同大学医学部附属病院循環器内科の小寺聡特任講師（病院）、同大学大学院医学系研究科先端循環器医科学講座の小室一成特任教授と協力機関の研究チームは、心電図 (ECG) 解析における画期的な人工知能 (AI) 技術を開発しました。この技術は、最新の自己教師あり学習（注 1）手法であるマスクドオートエンコーダー (MAE)（注 2）を採用し、多施設から収集された約 23 万例のデータを活用して高精度な解析を実現しています。今回の研究では、MAE を用いてマスクされた ECG データを再構築し、ビジョントランスフォーマー (ViT) モデル（注 3）を事前学習しました（図 1 左、中央）。この手法により、限られた ECG データを用いても非常に高い精度で我が国で最も問題になっている心不全の診断に役立つ心機能の低下を検出することが可能となりました。7 つの医療機関からのデータを活用した外部検証コホートでは、受信者動作特性曲線下面積 (AUC)（注 4）が 0.962 という高い性能を示しました（図 1 右）。この成果は、医療分野における AI 技術の実用化に向けた大きな一歩となります。

新しい構造の心電図AIを開発
従来の手法ではなく、Transformerを拡張

わずかな心電図情報から
元心電図を再構築することで
心電図の特徴を学習

心電図からEF低下を
高精度で判別

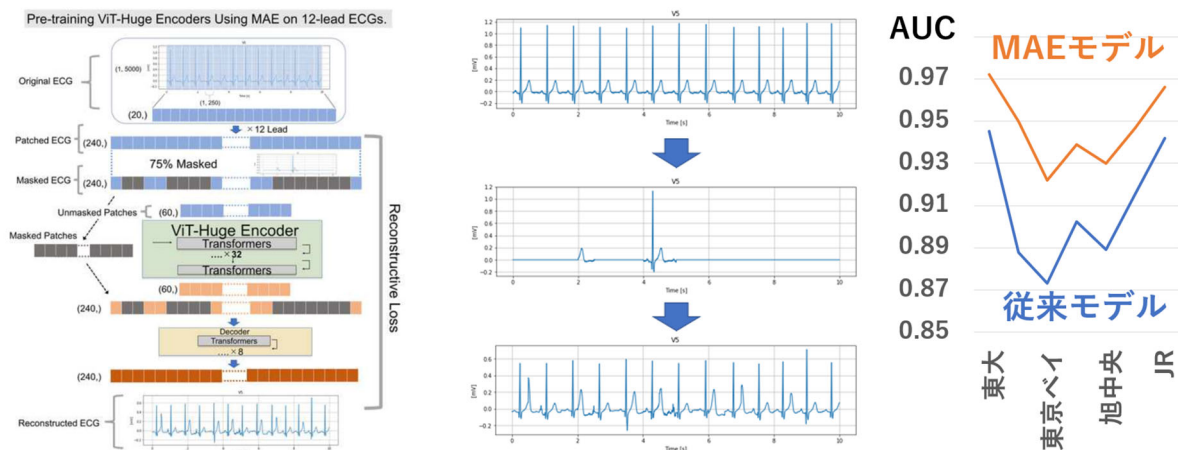


図1：新しいAI技術を用いた心電図解析：従来手法を超える精度

左側の図は、Transformerを拡張した新しい構造のAIモデル（MAEモデル）が、心電図（ECG）データをどのように処理し再構築するかを示しています。

中央の図は、元の心電図データ、マスクされた心電図データ、および再構築された心電図データの例を示しており、MAE手法を使用して心電図の特徴を学習するプロセスを視覚的に説明しています。

右側の図は、左室収縮機能不全（LVSD）の検出における新しいAIモデル（MAEモデル）と従来のモデルの検出精度の比較結果です。心電図データを提供した医療機関（略称で記載）ごとの受信者動作特性曲線下面積（AUC）の値を示しており、MAEモデルのほうが高精度を達成していることがわかります。（※EFとは左室駆出率のことで、左室の収縮力がわかります。）

発表内容

これまでの心電図（ECG）解析では、精度の高い異常検出には大量のラベル付きデータが必要とされてきました。しかし、医療分野ではデータの収集やラベリングが困難で、この制約が精度向上の大きな障害となっていました。本研究チームは、この課題を克服するために、最新の自己教師あり学習手法であるマスクドオートエンコーダー（MAE）を用いて高精度なECG解析モデルを開発しました。

本研究では、MAEを用いてマスクされたECGデータを再構築し、ビジョントランスフォーマー（ViT）モデルを事前学習しました。MAEは、データの一部を隠し、その隠された部分を再構築することで学習を行います。この手法により、大量のラベル付きデータがなくても心機能低下を高い精度でECGから判読するモデルを実現することが可能です。研究チームは、東京大学医学部附属病院を含む7つの医療機関から収集した約23万例の多施設データを活用し、モデルを訓練・検証しました。

その結果、MAEを用いたECG解析モデルは、外部検証コホート全体で受信者動作特性曲線下面積（AUC）が0.962という非常に高い値を示し、他の深層学習モデルを凌ぐ性能を示しました。このモデルは、国際的に評価されているECGベンチマークデータセット（PTB-XL）でも高い性能を維持し、ECG解析の新たな標準となる可能性を示しています。

さらに、研究チームは、MAEベースのECG解析モデルの性能がモデルの容量と訓練データの量に依存することを発見しました。具体的には、東京大学医学部附属病院のECGデータ38,245件を使用して訓練されたViTモデル（ViT-Base38K、ViT-Large38K、ViT-Huge38K）での性能向

上が確認されました。これにより、データが限られている場合でも、適切な自己教師付き学習手法を用いることで高性能なモデルを構築できることが示されました。

本研究の意義は、多施設データの活用により、AI モデルの一般化性能が大幅に向上したことです。これにより、異なる医療機関や地域でも一貫して高精度な ECG 解析が可能となり、より広範な医療現場での応用が期待されます。また、MAE を用いることで、大量のラベル付きデータがなくても高性能な AI モデルを構築できるため、データ収集のコストや時間を大幅に削減することが可能です。

発表者・研究者等情報

東京大学

医学部附属病院 循環器内科

小寺 聡 助教 [特任講師 (病院)]

大学院医学系研究科

澤野 晋之介 (研究当時：医学博士課程)

大学院医学系研究科 先端循環器医科学講座

小室 一成 特任教授

兼：国際医療福祉大学 副学長

論文情報

雑誌名：PLOS ONE

題名：Applying masked autoencoder-based self-supervised learning for high-capability Vision Transformers of electrocardiographies

著者名：Shinnosuke Sawano*, Satoshi Kodera, et al.

(*：筆頭著者)

URL：<https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0307978>

研究助成

本研究は、日本医療研究開発機構 (AMED) 医療機器開発推進研究事業「在宅で高齢者に使用可能な心電図 AI の開発 (JP21hk0102078h0001)」の支援により実施されました。

用語解説

(注1) 自己教師あり学習

AI がデータの一部を利用して、自身で正解を見つけながら学習する方法。これにより、ラベルなしデータでも効果的に学習が進められます。

(注2) マスクドオートエンコーダー (MAE)

データの一部を隠し、その隠された部分を再構築することで学習を行う自己教師あり学習手法。

(注3) ビジョントランスフォーマー (ViT)

画像を小さな部分に分割し、それぞれの部分を処理して全体を理解する AI モデルです。これにより、画像全体の文脈を捉え、高い精度で解析ができます。

(注4) 受信者動作特性曲線下面積 (AUC)

分類器の性能を評価する指標で、0.5 から 1.0 の範囲で表されます。1.0 に近いほど、高い性能を示します。

問合せ先

(研究内容については発表者にお問合せください)

東京大学医学部附属病院 循環器内科
特任講師 (病院) 小寺 聡 (こでら さとし)

〈広報担当者連絡先〉

東京大学医学部附属病院 パブリック・リレーションセンター
担当：渡部、小岩井
Tel : 03-5800-9188 E-mail : pr@adm.h.u-tokyo.ac.jp