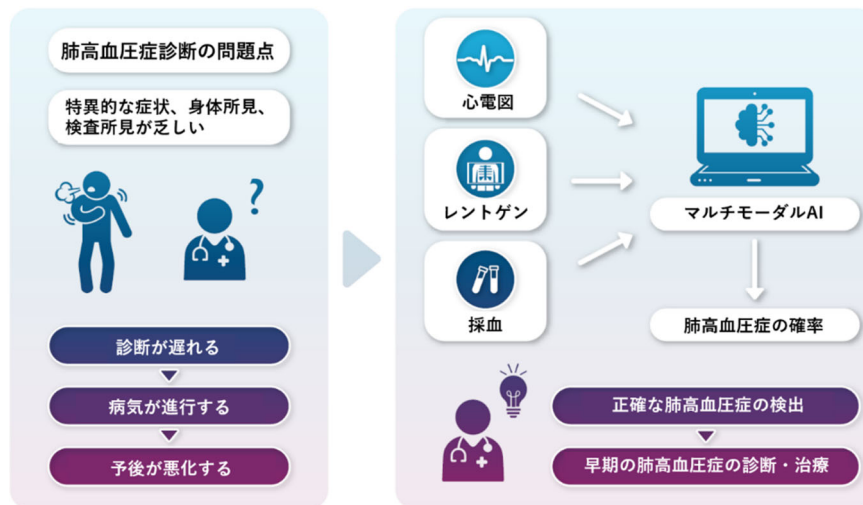


心電図、胸部 X 線、BNP を統合した 肺高血圧症診断支援 AI モデルを開発

——12 万件以上の症例を用いた深層学習技術で診断精度を大幅向上——

発表のポイント

- ◆患者の命に直結する肺高血圧症（PH）の早期診断を支援するため、心電図、胸部 X 線、脳性ナトリウム利尿ペプチド（BNP）のデータを統合した画期的な AI モデルを開発しました。
- ◆このモデルは、診断が難しい PH の検出精度を飛躍的に向上させ、受信者動作特性曲線下面積（AUC）は 0.872 を記録しました。また、医師の診断精度を 65.0%から 74.0%に引き上げる成果を示しています。
- ◆診断の遅れを短縮し、迅速な治療開始を可能にすることで、患者の予後改善に寄与するとともに、専門医が不足する医療現場での診療効率向上にも貢献できると期待されます。



肺高血圧症診断を支援するマルチモダリティ AI モデルの構築とその有効性

概要

東京大学医学部附属病院循環器内科の研究チーム（岸川理紗特任臨床医、小寺聡特任講師（病院）、武田憲彦教授）は、肺高血圧症（PH）の早期診断を支援するため、深層学習を用いたマルチモダリティ AI モデル（注 1）を開発しました。このモデルは、心電図（ECG）、胸部 X 線（CXR）、脳性ナトリウム利尿ペプチド（BNP）の 3 つの検査データを統合し、それぞれの特徴を抽出・解析し、統合された予測値を基に PH を診断します。研究には 7 施設から収集した約 12 万件以上のデータが活用され、モデルの外部検証では受信者動作特性曲線下面積（AUC）（注 2）が 0.872 と高い性能を示しました。また、循環器専門医による評価では、AI モデルを使用した場合の正答率が 65.0%から 74.0%に向上し、統計的に有意な改善が確認されました（ $P < 0.01$ ）。本研究

の新規性は、複数のモダリティを統合し、深層学習を活用することで、PHの早期診断を可能にした点にあります（図1）。この成果により、患者の予後改善や医療現場での診療効率向上が期待されます。

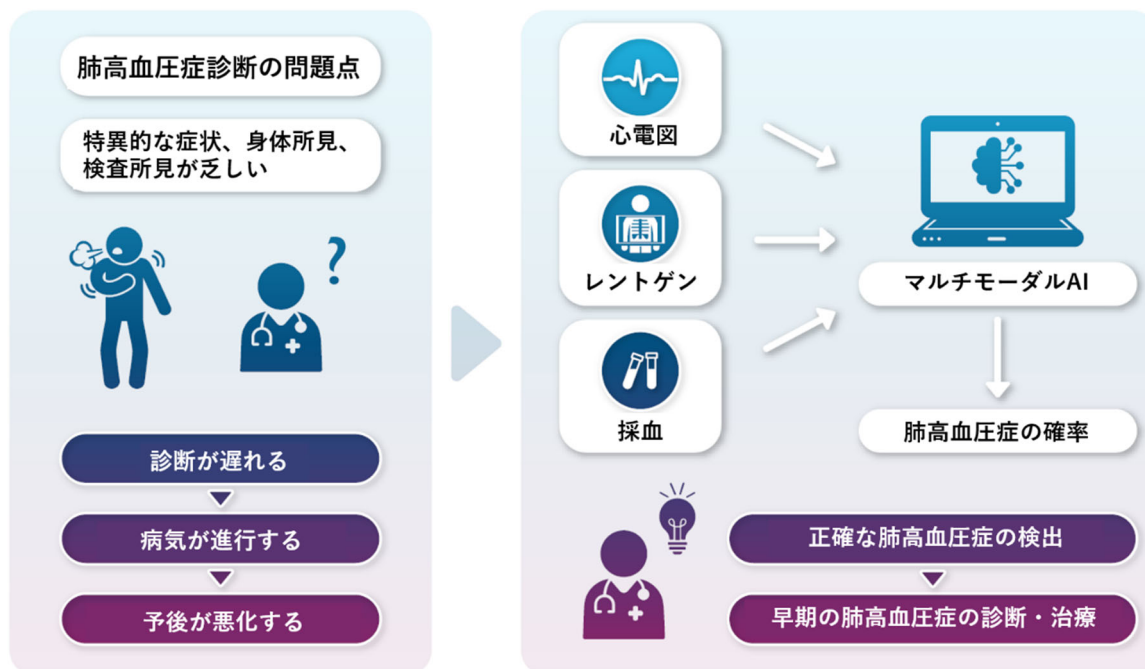


図1：肺高血圧症診断を支援するマルチモダリティ AI モデルの構築とその有効性

従来の診断の流れにおける問題点と、この AI モデルが提供する診断精度の向上およびその意義を示しています。

発表内容

肺高血圧症（PH）は初期症状が非特異的であるため、診断までに長期間を要し、診断遅延が患者の予後に大きな影響を与える疾患です。本研究では、こうした課題を解決するため、心電図（ECG）、胸部 X 線（CXR）、脳性ナトリウム利尿ペプチド（BNP）の 3 つの検査データを統合する深層学習モデルを開発しました。これらの検査は非侵襲的でコスト効率が良く、特別なスキルを必要としないため、臨床現場で広く利用されています。

研究チームは、まず ECG、CXR、BNP の各データから特徴を抽出する個別モデルを構築しました。ECG モデルには 123,260 件の心電図データを基に構築された畳み込みニューラルネットワーク（CNN）を使用し、CXR モデルでは ResNet18（注3）を採用して胸部 X 線データを解析しました。BNP モデルでは、血液検査値を基にロジスティック回帰を用いて PH のリスクを予測しました。次に、これらの個別モデルの出力値を統合し、3 層の全結合ニューラルネットワークによるエンサンブル学習モデルを開発しました。

モデルの性能評価では、AUC が 0.872 という高い数値を示し、特に医師が AI モデルを使用した場合の診断精度が 65.0%から 74.0%へ向上し、統計的に有意な改善が確認されました（ $P < 0.01$ ）。診断の精度向上に加え、AI モデルは PH の可能性を数値として示すことで、医師が患者の次の検査や治療方針を迅速に決定できるサポートを提供します。この研究で使用されたデータは日本国内の 7 施設から収集されたものであり、約 12 万件以上の症例を含む大規模データを活用した点も重要な特徴です。

本モデルの活用により、診断の遅れを短縮し、患者の予後改善に寄与するだけでなく、非専門医でも診断精度を向上させる可能性があります。これは、特にプライマリケア医が早期に専門医へ紹介する判断を支援する効果が期待されます。また、本研究の成果は、肺高血圧症に限らず、他の疾患の診断支援にも応用可能なマルチモダリティ AI モデルの開発への道を開くものであり、広く医療分野での AI 活用を加速させる基盤となることが期待されます。

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)]

岸川 理紗 特任臨床医

大学院医学系研究科 循環器内科学

武田 憲彦 教授

兼：東京大学医学部附属病院 循環器内科 科長

論文情報

雑誌名：European Heart Journal - Digital Health

題名：An ensemble learning model for detection of pulmonary hypertension using electrocardiogram, chest X-ray, and brain natriuretic peptide

著者名：Risa Kishikawa, Satoshi Kodera*, Naoto Setoguchi, Kengo Tanabe, Shunichi Kushida, Mamoru Nanasato, Hisataka Maki, Hideo Fujita, Nahoko Kato, Hiroyuki Watanabe, Masao Takahashi, Naoko Sawada, Jiro Ando, Masataka Sato, Shinnosuke Sawano, Hiroki Shinohara, Koki Nakanishi, Shun Minatsuki, Junichi Ishida, Katsuhito Fujiu, Hiroshi Akazawa, Hiroyuki Morita, and Norihiko Takeda
(*：責任著者)

DOI：10.1093/ehjdh/ztae097

URL：<https://academic.oup.com/ehjdh/article-lookup/doi/10.1093/ehjdh/ztae097>

研究助成

本研究は、内閣府の戦略的イノベーション創造プログラム (SIP)「統合型ヘルスケアシステムの構築」(課題番号：JPJ012425)、日本医療研究開発機構 (AMED) の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」(課題番号：JP23hk0102078) の助成を受けて実施されました。

用語解説

(注1) マルチモダリティ AI モデル

マルチモダリティ AI とは、異なる種類のデータ（例：画像データ、数値データ、テキストデータなど）を統合して解析を行う人工知能（AI）の技術を指します。本研究では、心電図（ECG）、胸部 X 線（CXR）、および血液検査データ（BNP）という異なるモダリティのデータを統合し、診断を行うモデルを指しています。

(注2) 受信者動作特性曲線下面積（AUC）

受信者動作特性曲線（ROC 曲線）は、診断モデルの性能を評価するための指標で、横軸に偽陽性率、縦軸に真陽性率を取って描かれる曲線です。その下面積（Area Under the Curve: AUC）は、モデルの予測精度を数値化したもので、0.5 から 1.0 の範囲を取ります。AUC が 0.5 の場合は診断性能が偶然と同程度であることを示し、1.0 に近いほど優れた診断性能を示します。本研究のモデルでは、AUC が 0.872 と高い値を示し、肺高血圧症の診断における有効性が確認されました。

(注3) ResNet18

ResNet18 は、深層学習における畳み込みニューラルネットワークの一種で、ResNet（Residual Network）シリーズのモデルの一つです。18 は、このモデルが 18 層のネットワーク構造を持つことを示しています。ResNet は、深い層のネットワークにおける学習の難しさを克服するために、残差学習（residual learning）という手法を採用しています。この手法では、出力層が入力層の情報を直接引き継ぐショートカット接続（スキップ接続）を導入し、勾配消失問題を軽減します。ResNet18 は計算効率が高く、医療データ解析や画像認識タスクに広く利用されています。

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