

令和 5 年 5 月 29 日現在

機関番号：13901

研究種目：若手研究

研究期間：2019～2022

課題番号：19K17633

研究課題名（和文）びまん性肺疾患の診断と予後予測における機械学習アルゴリズム構築に関する研究

研究課題名（英文）A Study Development of Machine Learning Algorithm for Diagnosis and Prognosis Prediction of Diffuse Lung Disease

研究代表者

古川 大記（Furukawa, Taiki）

名古屋大学・医学部附属病院・特任助教

研究者番号：30837654

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,300,000円

研究成果の概要（和文）：本研究では、びまん性肺疾患の診断と予後予測AIを構築するための大規模データベース構築と各モデルを開発した。

まず、全国の専門病院から系統だった疾患データを収集して、AI診断に適した形に変換し、精度の高い診断AI及び予後予測AIの開発に成功した。さらに、一般に利用可能なモデルにするために解析を行い、非専門施設でも利用可能なデータへの対応を進め、AIの再構築を行った。構築したモデルが一般に使用可能なアプリケーションを実行するためのプラットフォーム(PaaS)対応のプロトタイプを構築した。これらの成果により、本研究の目標「びまん性肺疾患のデータベース構築と精度の高いAI診断・予後予測開発」を達成した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究により、世界でも最大規模かつ高精度なびまん性肺疾患データベースが構築された。構築したデータベースを用いて、該当領域におけるAI診断システム開発で世界をリードする位置に立つことができた。特に、構築したプロトタイプAI診断システムでは、特発性肺線維症の診断精度が85%と、医師の診断結果と同等かそれ以上の成果を達成した。また、予後予測AIシステムの構築により、個々の患者の治療選択や患者意思決定の一助となる事が可能となった。以上の結果から、本研究により、国内外の診断が困難な稀少疾患や難病を含むびまん性肺疾患の実臨床における診療レベルの飛躍的向上を促進する事が可能となった。

研究成果の概要（英文）：In this study, we constructed a large database and developed each artificial intelligence (AI) model for diagnosis and prognosis prediction of interstitial lung diseases.

First, systematic disease data was collected from nationwide specialized hospitals and transformed into a form suitable for AI diagnosis, resulting in a highly accurate diagnostic and prognostic AI. Moreover, we analyzed to make the models generally usable, and reconstructed the AI in order to make the data accessible to non-specialized facilities. A Platform as a Service (PaaS) compatible prototype was built to enable the constructed model to run publicly available applications. With these results, we achieved our research goal of "constructing a database of interstitial lung diseases and developing highly accurate AI diagnostic and prognostic predictions."

研究分野：呼吸器内科学

キーワード：間質性肺炎 人工知能 特発性肺線維症 データベース構築 医療知識マッピング

1. 研究開始当初の背景

びまん性肺疾患の中でも、特に特発性肺線維症の平均予後は診断されてから3～5年と予後不良の疾患であるため、特発性肺線維症を早期にスクリーニング・診断・予後予測を行って治療を開始する事が最重要課題である{Kondoh, et al. *Respirology*, 2017}。しかし、びまん性肺疾患は稀少疾患を多く含み、一般の呼吸器科医には診断が困難なことが多いため、この領域の国際的および我が国のガイドラインでは呼吸器専門医、胸部専門の放射線科医、肺病理専門の病理医の3者が合議の上で診断すべき、と明記されている。これは MDD 診断 (multidisciplinary discussion 診断) と呼ばれ、びまん性肺疾患診断の国際的な Gold standard である。

国内外の各施設の特発性肺線維症の診断一致率は 値=0.35 と低いが、国際的なびまん性肺疾患専門家では一致率は 値=0.71 と格段に上昇する{谷口博之, 古川大記. *医学のあゆみ*, 2017}。また精度の高い診断のためには高精細 X 線 CT 画像や系統だった所見・臨床所見データ及び病理データが必要であるが、びまん性肺疾患専門医在籍病院以外の病院では欠損データが多い。また現実には、3つの領域の専門医が揃って討議し、MDD 診断ができる施設はほとんどない。さらに、施設によって診断にばらつきがあり、正解データの精度にも自ずから差があったためデータベース構築および人工知能 (AI) 診断が困難であった。さらに予後不良の疾患にもかかわらず予後予測する手段が無かった。

このため、AI の教師データとして精度の高い画像・臨床データ・診断結果・予後情報が揃っている、びまん性肺疾患専門家が在籍する多施設での症例を AI の教師データとして、びまん性肺疾患診断・予後予測人工知能 (AI) の開発を目指す。

2. 研究の目的

本研究の目的は、全国のびまん性肺疾患専門病院から画像データ及び基本臨床データをオプトアウト同意で可能な限り収集する。収集されたビッグデータを用いて臨床情報・画像データと医療知識のマッピングを行い、深層学習による医療画像・臨床情報からの自動所見抽出を行う。さらに広義の機械学習を用いて、びまん性肺疾患の診断・予後予測を行う AI を開発する。

構築された AI 診断アルゴリズムを用いて、新規症例の蓄積時にデータ提供病院に解析結果を提供し、びまん性肺疾患診断の時間的効率性の改善と飛躍的な精度向上を目的とするプラットフォームの開発、を目的とする。これらの目標を達成することで、びまん性肺疾患の早期診断・予後予測を支援し、より良い医療に繋がる可能性がある。

3. 研究の方法

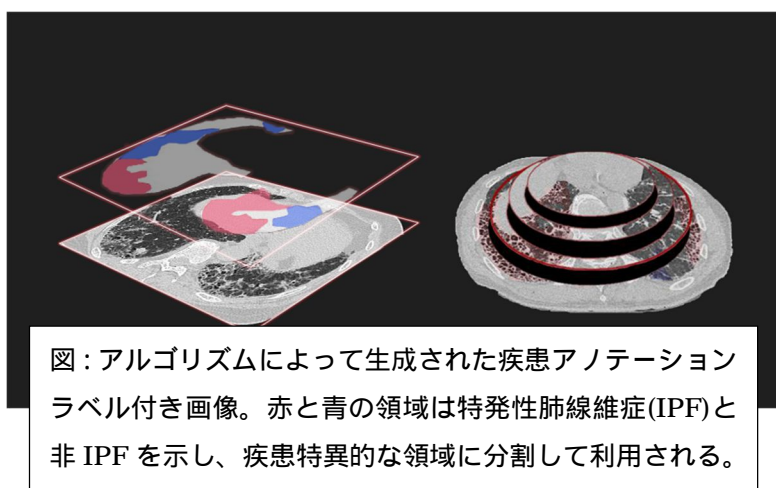
全国のびまん性肺疾患の系統だった疾患データを蓄積してデータベースを構築し、臨床情報・

画像データと医療知識のマッピングを行い、AI 診断に適したデータ変換を行う。さらに、深層学習による医療画像・臨床情報からの自動所見抽出を行う。次に、広義の機械学習を用いて、びまん性肺疾患の診断 AI を構築し、単施設データで作成された診断 AI モデルと精度を比較する。加えて、予後情報に対して深層学習と機械学習を組み合わせ、精度の高い予後予測 AI を構築する。構築した予後予測 AI を応用し、個々人での治療効果予測を可能とするアルゴリズムを構築する。作成したびまん性肺疾患診断・予後予測 AI を広く前向きに使用するためのプラットフォーム構築と、汎化性能向上のために必要な解析を行う。

4. 研究成果

本研究では、びまん性肺疾患の診断と予後予測を目指した AI モデルの開発と、それに必要な大規模データベースの構築を達成した。具体的には、全国のびまん性肺疾患専門病院から詳細な疾患データを系統的に収集し、AI 診断システムで利用可能な形へと変換することで、世界最大規模の精緻なデータベースを構築した。構築したデータベースを用いて、高精度な AI による診断及び予後予測が可能となった。さらに、一般の非専門施設でも使用可能な形への変換と AI の再構築も成功した。また、構築したモデルを使えるプラットフォーム (PaaS) 対応のプロトタイプを実現した。これらの成果により、本研究の目的であった「びまん性肺疾患の大規模データベース構築と、精度の高い AI 診断・予後予測の開発」を達成した。世界でも最大規模かつ高精度なびまん性肺疾患データベースの構築は、AI 診断システム開発における世界のリーダーシップを確立する大きな一歩であった。

特に注目すべきは、プロトタイプの AI 診断システムにより、特発性肺線維症の診断精度が 85% に達し、これが医師の診断と同等かそれ以上であったことである。さらに、予後予測の AI システムも構築し、これが個々の患者の治療選択や意思決定の重要な支援を提供することが可能となった。



本研究の成果は、診断が困難な稀少疾患や難病を含むびまん性肺疾患の実臨床における診療レベルの飛躍的な向上を促進するとともに、国内外のびまん性肺疾患診療の進化に寄与する可能性があると考えられる。以上が本研究の主な研究成果であった。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計4件（うち査読付論文 2件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 0件）

〔学会発表〕 計13件（うち招待講演 7件 / うち国際学会 3件）

1. 発表者名 古川大記
2. 発表標題 びまん性肺疾患MDD診断の為に 双方向性Webプラットフォーム構築と 人工知能診断の社会実装に関する前向き研究
3. 学会等名 第62回日本呼吸器学会学術集会（招待講演）
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 古川大記
2. 発表標題 IPFのAI診断の現状と問題点
3. 学会等名 第62回日本呼吸器学会学術集会（招待講演）
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 古川大記
2. 発表標題 医療用AIとアルゴリズムの構築
3. 学会等名 第7回日本肺高血圧・肺循環学会学術集会（招待講演）
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 古川大記
2. 発表標題 間質性肺炎の診断・予後予測アルゴリズム構築と社会実装に向けて
3. 学会等名 ARO協議会 第9回学術集会（招待講演）
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 古川大記
2. 発表標題 間質性肺炎MDD 診断と予後予測の立場から
3. 学会等名 第2回日本びまん性肺疾患研究会（招待講演）
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 古川大記
2. 発表標題 間質性肺炎とBIG-DATA/AI
3. 学会等名 第61回日本呼吸器学会学術集会（招待講演）
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Taiki Furukawa
2. 発表標題 Development Of A Deep Learning Model For Accurate Predicting Interstitial Lung Disease Prognosis
3. 学会等名 International conference of American Thoracic Society（国際学会）
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 古川 大記
2. 発表標題 PROMISE試験-多施設前向き観察研究-について
3. 学会等名 第117回日本呼吸器学会東海地方会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 古川 大記
2. 発表標題 深層学習を用いた間質性肺炎の高精度予後予測アルゴリズム
3. 学会等名 第60回日本呼吸器学会学術講演会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 古川 大記
2. 発表標題 AIを用いた間質性肺炎の自動診断
3. 学会等名 第60回日本呼吸器学会学術講演会（招待講演）
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Taiki Furukawa
2. 発表標題 Development Of A Machine Learning Combination With Deep Learning For Diagnosing Idiopathic Pulmonary Fibrosis In Chronic Interstitial Lung Disease
3. 学会等名 ERS International Congress 2020（国際学会）
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 古川大記
2. 発表標題 深層学習を用いた機械学習による特発性肺線維症診断アルゴリズム
3. 学会等名 第59回日本呼吸器学会学術講演会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Taiki Furukawa
2. 発表標題 Development of a Machine Learning Combination with Deep Learning for Diagnosing Idiopathic Pulmonary Fibrosis in Interstitial Lung Disease
3. 学会等名 The ATS International Conference (国際学会)
4. 発表年 2019年

〔図書〕 計2件

1. 著者名 古川 大記	4. 発行年 2020年
2. 出版社 メディカルレビュー社	5. 総ページ数 4
3. 書名 Pharma Medica	

1. 著者名 古川大記, 大山慎太郎	4. 発行年 2021年
2. 出版社 医学書院	5. 総ページ数 8
3. 書名 呼吸器ジャーナル 69巻3号	

〔出願〕 計1件

産業財産権の名称 判別装置、学習装置、方法、プログラム、学習済みモデルおよび記憶媒体	発明者 古川 大記、横田 秀夫、大山 慎太 郎、長谷川 好規、	権利者 東海国立大学機 構
産業財産権の種類、番号 特許、特願2019- 94757	出願年 2019年	国内・外国の別 国内

〔取得〕 計1件

産業財産権の名称 Identifying device, learning device, method, and storage medium	発明者 古川大記, 横田秀夫, 大山慎太郎, 長谷川 好規, 白鳥義宗	権利者 東海国立大学機 構
産業財産権の種類、番号 特許、US11,361,443 B2	取得年 2022年	国内・外国の別 外国

〔その他〕

-

6. 研究組織	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
---------	---------------------------	-----------------------	----

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------