

令和 5 年 5 月 1 日現在

機関番号：12601

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2020～2022

課題番号：20K09302

研究課題名(和文) 蘇生救急領域における診療支援を目的とした機械学習モデルの開発

研究課題名(英文) Development of machine learning models to support medical treatment in the field of resuscitation and emergency medicine

研究代表者

関 倫久 (Seki, Tomohisa)

東京大学・医学部附属病院・助教

研究者番号：30528873

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,400,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では、救急蘇生領域の診療フローにおける臨床判断や診療の管理を支援し、臨床成績の向上、臨床医の負担軽減へ繋がる機械学習モデルの開発を行うことを目的として総務省消防庁の救急蘇生統計及び電子診療録データを用いた救急入院における重症度評価モデルの開発を試み、病院到着時の情報から推定心原性心肺停止例を予測する機械学習モデル、及び入院時の採血データと患者背景情報から院内死亡リスクを予測する機械モデルを作成した。本研究により機械学習技術の救急蘇生領域への適用可能性が示されたとともに、機械学習によるリスク層別化を行うことで、医療の質の向上に資する可能性が期待できると考えられた。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究において、本領域に対する機械学習の適用性を検討した研究は限られていたが、現存するデータベースを用いた予測モデルの開発がより正確なリスク層別化に資する可能性があることを示し、医療の質の向上に資する可能性が期待できると考えられた。診療に伴って蓄積されつつも、人間が扱いやすい粒度まで単純化されたスコアなどで利用しきれていない患者データの特徴を利用することが可能になると考えられ、現状でデータから定量化できていない情報を計算機上で扱い、予測を出力するモデルの重要性が示された。

研究成果の概要(英文)：The purpose of this study is to develop a machine learning model that supports clinical judgment and management in the flow of medical treatment in the field of emergency resuscitation, improves clinical outcomes, and reduces the burden on clinicians. We developed a machine learning model to predict cases of presumed cardiogenic cardiopulmonary arrest based on information at the time of arrival at the hospital, and a machine learning model to predict the risk of in-hospital mortality based on blood sampling data and patient background information at the time of admission. This study demonstrated the applicability of machine learning technology to the field of emergency resuscitation, and the risk stratification by machine learning is expected to contribute to the improvement of the quality of medical care.

研究分野：救急医療

キーワード：救急医療 蘇生医療 機械学習 予測モデル

1. 研究開始当初の背景

研究開始当初、レジストリや電子診療録から得た膨大なデータを教師あり機械学習に供することで、臨床医の判断を支援する機械学習モデルを開発する報告が海外をはじめとして散見され始めていた状況であった。膨大なデータから機械的に特徴を抽出するアルゴリズムを作成することで、臨床医の現場での判断を支援することに期待が集まっていた。救急医療をはじめとする緊急性を要する場面が多い臨床領域では、特に時間的制限のある中で予測を行うモデルの必要性は高いと考えられ、そのような中で我が国でのデータでの検証を行い、機械学習への予測モデル開発への適用性を検討することの重要性は高いと考えられた。

2. 研究の目的

当該領域の診療では臨床的判断に時間的制約が存在するケースが多いため、自動化・システム化による診療支援体制の構築が強く求められている。そこで本研究では、蘇生救急領域の診療フローにおける臨床判断や診療の管理を支援する機械学習モデルの開発を行うことを目的として研究を開始した。

3. 研究の方法

1) 救急蘇生統計を利用した心原性心肺停止の予後予測モデルの開発

総務省消防庁の救急蘇生統計を用い、前方視的にリスク層別化を行うと同時に後方視的に救命可能性が高いにもかかわらず救命できなかった心肺停止例の検出モデルを作製する。さらにこれにより複数施設間や特定地域間のより厳密な治療成績の比較も可能となるため、本研究は社会的にも大きな意義を有する。

2) 入院時の電子診療録の情報から患者死亡リスクを予測するモデルの開発

集中治療室の入室時の評価において、特定集中治療室用の重症度、医療・看護必要度に係る評価票が利用されるが、本評価票は患者側の病態は項目として含まれておらず、医療者側が処置として何を行なったかという点が評価されるため、患者の病態を加味したより厳密な重症度評価、リスク層別化を行うことで、医療の質の向上に資することが可能となる可能性が期待できると考えられた。そこで東京大学医学部附属病院における SS-MIX2 標準化ストレージに保存された診療データを用いて、入院後 14 日以内の院内死亡を予測するモデルを作成する。

4. 研究成果

1) 救急蘇生統計を利用した心原性心肺停止の予後予測モデルの開発

総務省消防庁の救急蘇生統計 2005 年から 2016 年の 1,423,338 例を対象に 18 歳以上の推定心原性心肺停止例を抽出し、584,784 例を学習、223,314 例を検証用として、ロジスティック回帰、ランダムフォレスト、マルチパーセプトロン、グラディエントブースティング決定木による予測モデル作成を行なった。神経学的予後良好を予測したモデルにおいて、グラディエントブースティング決定木モデルが ROAUC 及び PRAUC とともに優れた結果を示した (図 1)。

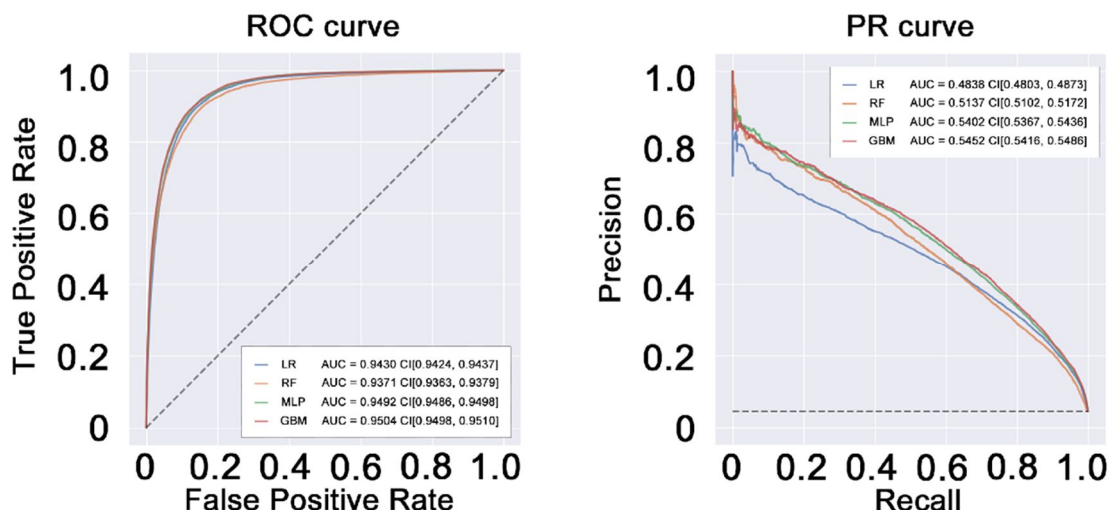


図 1. 神経学的予後に対する予測性能結果

SHAP value による解釈評価において、このモデルは既存の知識と矛盾のない項目を重要視して

予測を行なっていることが明らかとなった(図2)。

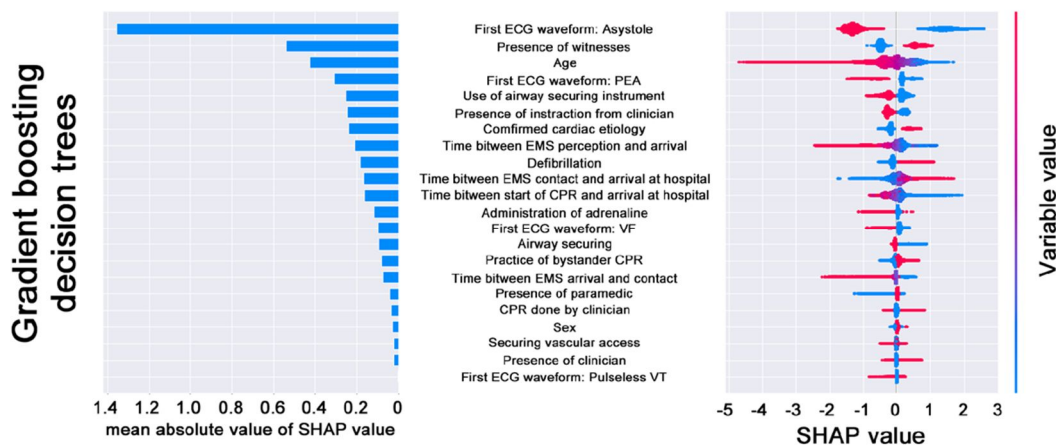


図2. グラディエントブースティング決定木モデルの SHAP value による解釈結果

2) 入院時の電子診療録の情報から患者死亡リスクを予測するモデルの開発
 2009 年から 2017 年の東京大学医学部附属病院の 173,578 回の入院のエピソードを対象とし、119,160 回の入院を学習用、33,970 回の入院を検証用として、入院時の採血及び患者背景情報を入力として、ロジスティック回帰、ランダムフォレスト、マルチパーセプトロン、グラディエントブースティング決定木によって 14 日以内の院内脂肪を予測する機械学習モデルの作成を行なった。ROAUC においてはランダムフォレストとマルチパーセプトロンが優れていたが、PRAUC においてはグラディエントブースティング決定木が最も優れていた(図3)。

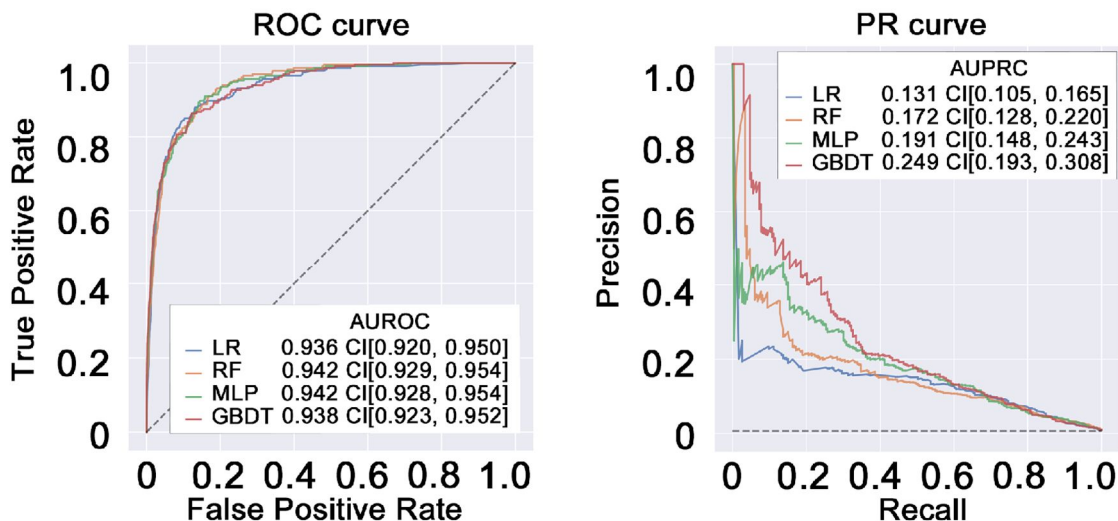


図3. 14 日以内の院内死亡に対する予測性能結果(Seki T, et al. PloS one, 16(2), e0246640. より転載)

また、SHAP value による解釈評価において、このモデルは既存の知識と矛盾のない項目を重要視して予測を行なっていることが明らかとなった(図4)。

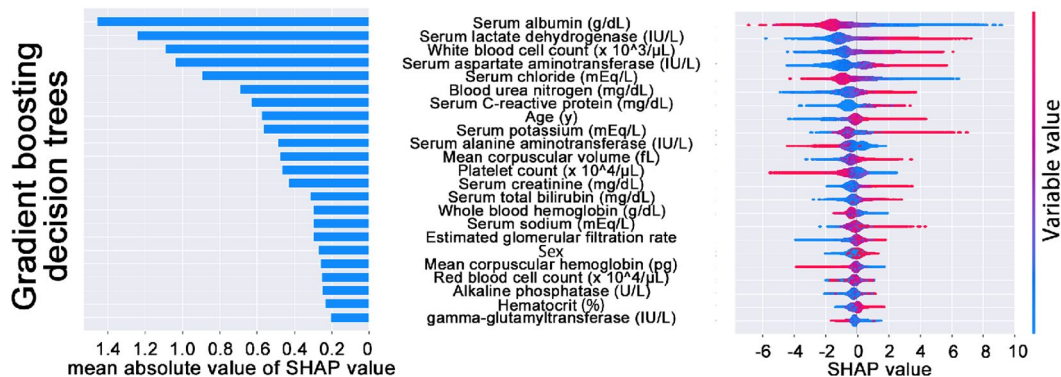


図4. グラディエントブースティング決定木モデルの SHAP value による解釈結果(Seki T, et al. PloS one, 16(2), e0246640. より転載)

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計4件（うち査読付論文 4件/うち国際共著 0件/うちオープンアクセス 1件）

1. 著者名 S Katsushika, S Kodera, M Nakamoto, K Ninomiya, S Inoue, S Sawano, N Kakuda, H Takiguchi, H Shinohara, R Matsuoka, H Ieki, Y Higashikuni, K Nakanishi, T Nakao, T Seki, N Takeda, K Fujiu, M Daimon, H Akazawa, H Morita, I Komuro	4. 巻 62
2. 論文標題 The Effectiveness of a Deep Learning Model to Detect Left Ventricular Systolic Dysfunction from Electrocardiograms	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 International Heart Journal	6. 最初と最後の頁 1332 ~ 1341
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1536/ihj.21-407	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 S Katsushika, S Kodera, M Nakamoto, K Ninomiya, S Inoue, S Sawano, N Kakuda, H Takiguchi, H Shinohara, R Matsuoka, H Ieki, Y Higashikuni, K Nakanishi, T Nakao, T Seki, N Takeda, K Fujiu, M Daimon, H Akazawa, H Morita, I Komuro	4. 巻 62
2. 論文標題 The Effectiveness of a Deep Learning Model to Detect Left Ventricular Systolic Dysfunction from Electrocardiograms	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 International Heart Journal	6. 最初と最後の頁 1332 ~ 1341
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1536/ihj.21-407	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Tomohisa Seki, Yoshimasa Kawazoe, Kazuhiko Ohe	4. 巻 16
2. 論文標題 Machine learning-based prediction of in-hospital mortality using admission laboratory data	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 PLOS ONE	6. 最初と最後の頁 e0246640
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1371/journal.pone.0246640	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -

1. 著者名 Kurasawa Hisashi, Waki Kayo, Chiba Akihiro, Seki Tomohisa, Hayashi Katsuyoshi, Fujino Akinori, Haga Tsuneyuki, Noguchi Takashi, Ohe Kazuhiko	4. 巻 3
2. 論文標題 Treatment Discontinuation Prediction in Patients With Diabetes Using a Ranking Model: Machine Learning Model Development	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 JMIR Bioinformatics and Biotechnology	6. 最初と最後の頁 e37951 ~ e37951
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2196/37951	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計1件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 0件）

1. 発表者名 関倫久
2. 発表標題 グラフ表現学習を用いた教師なし学習による電子カルテデータ構造の自動特徴抽出手法の開発
3. 学会等名 第42回医療情報学連合大会（第23回日本医療情報学会学術大会）
4. 発表年 2022年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔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
---------	---------