

政策科学総合研究事業(臨床研究等 ICT 基盤構築・人工知能実装研究事業)

分担研究報告書

研究課題:集中治療領域における生体情報や診療情報等を活用した人工知能(AI)の実装を推進するための基盤整備に係る社会的・技術的課題等についての実証的研究(19AC0201)

分担研究 2. パネルデータを活用したユースケースの検討

研究分担者

高木 俊介, 橋本 悟, 飯塚 悠祐, 野村 岳志, 長谷川高志

自治医大さいたま医療センター, 京都府立医大, 昭和大, 横浜市立大学などにおいて, ICU のパネルデータを用いた AI 解析による重症度アルゴリズム構築をそれぞれ行なっていく. 単施設での研究と並行して, 有用と思われるユースケースに関しては多施設での検討に移行していく. また, パネルデータを用いたアルゴリズムで診療支援システムに活用をする事が有用と思われるモデルに関しては, リアルタイムでの実装を目指してプログラムの構築を行なっていく.

①心臓外科手術後の AKI 発症予測モデルとして時系列関数データ分析

研究概要

心臓外科手術の術後患者の ICU における腎機能障害の発生を予測するアルゴリズムの構築を行っている. 集中治療室の入室中のデータは 1 分毎にデータが蓄積されており, それらの変動を評価することで, 人では気づけない変化を捉える事を目的としている. モニターで測定されたデータをスプライン関数により個体毎の全測定データを関数データ化して, 予測モデルを作成する事を行った.

研究方法

関数ロジスティックモデル構築

応答変数 $\{y_i; i=1, 2, \dots, n\}$: 二値データ(0:AKI 発症あり, 1: AKI 発症なし)

説明変数 $\{x_{ik}(t); t \in \mathcal{T}, i=1, 2, \dots, n, k=1, 2, \dots, K\}$: K 変数関数データ

モデル評価基準 AIC により変数選択を行い、最適なモデルとして選択
条件付き確率が閾値 0.5 以上/未満で分類

- ① 利用データ: 心臓外科術後に ICU に入室した患者データ. 特徴量を抽出するタイミングは, 入室当日の 18:00~24:00 とした.
- ② 観測データの関数データ化処理・関数ロジスティックモデルを構築
- ③ モデル評価基準 AIC により変数選択
- ④ トレーニングデータ/テストデータ ($n_{\text{train}}=100/n_{\text{test}}=111$) を 3000 回分ランダムに作成
- ⑤ 3000 回分の ROC AUC を計算して要約した.

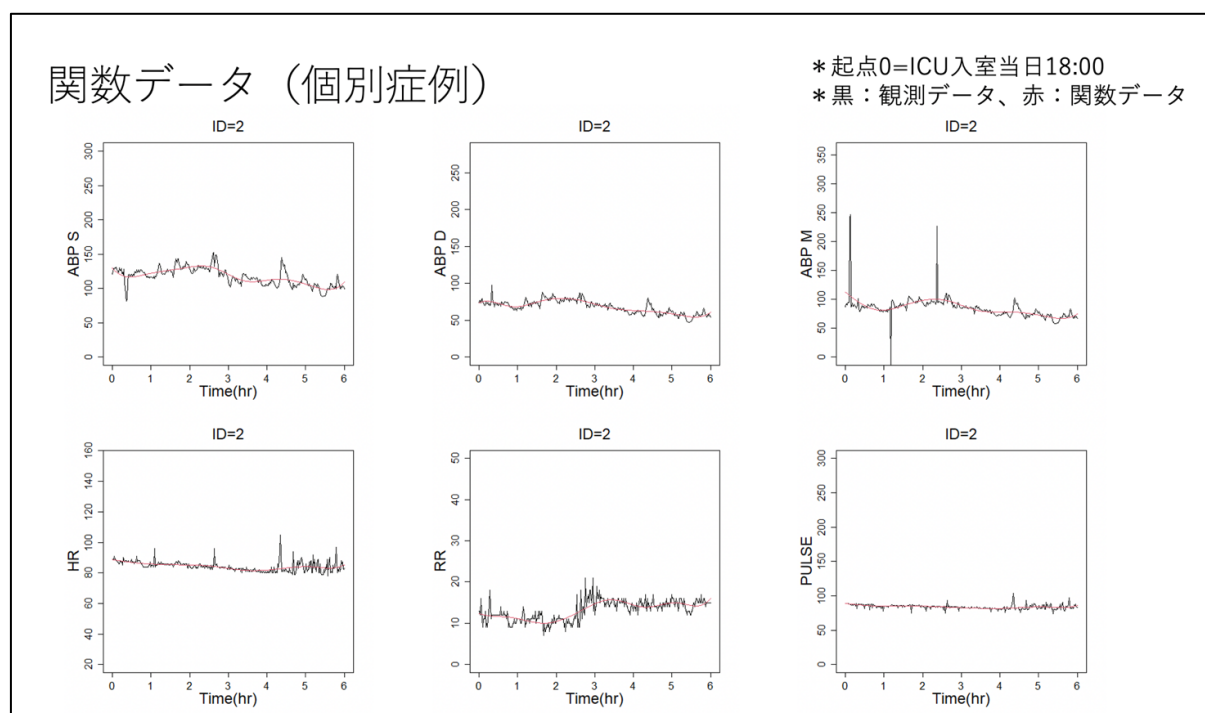
研究結果

・心臓外科患者 2017~2019 年 全体の患者数=211

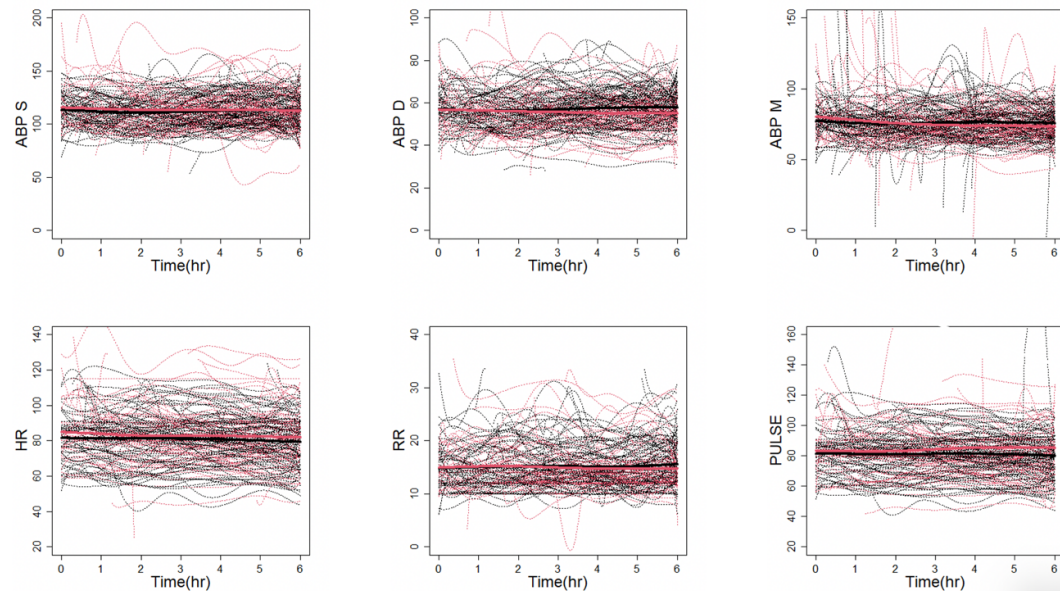
(腎機能障害発生患者数 $n_{\text{AKI}}=96$, 非発生患者数 $n_{\text{NonAKI}}=115$)

関数ロジスティックモデルによる腎機能障害予測モデルによる ROC AUC の平均 (95%CI*)

トレーニングデータ: 0.80 (0.69-1.00) テストデータ: 0.84 (0.78-0.89)



関数データ (全体)



* 起点0=ICU入室当日18:00
* 赤：AKI、黒：Non-AKI
* 太線：平均

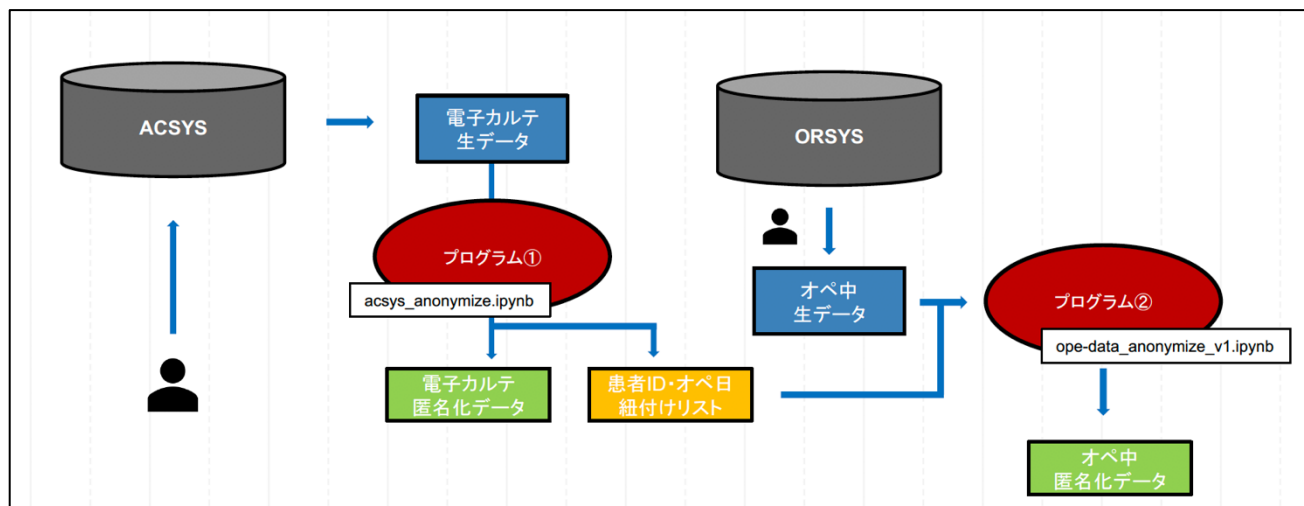
②重症系部門システムからの抽出データの匿名化処理プログラムの開発

横浜市立大学附属病院の集中治療部にはPHILIPSの重症系の病床管理システム(ACSYS)が導入されている。手術室には手術室部門システム(ORSYS)が導入されている。また、患者背景情報などの詳細なデータは病院情報システム(HIS)で管理されている。これらのデータを抽出したのちにデータ解析のためのデータサイエンティストとの共有に向けて、ACSYSとORSYSのファイルに入っている個人情報を秘匿化する必要がある。患者1人のデータファイルには、患者情報、経過記録、指示、バイタルデータなどが別々のシートで管理されているため、マニュアルで匿名化するには膨大な作業が必要となる。そのため、下記のフローに従って、データ匿名化のプログラムを構築した。

プログラム動作環境

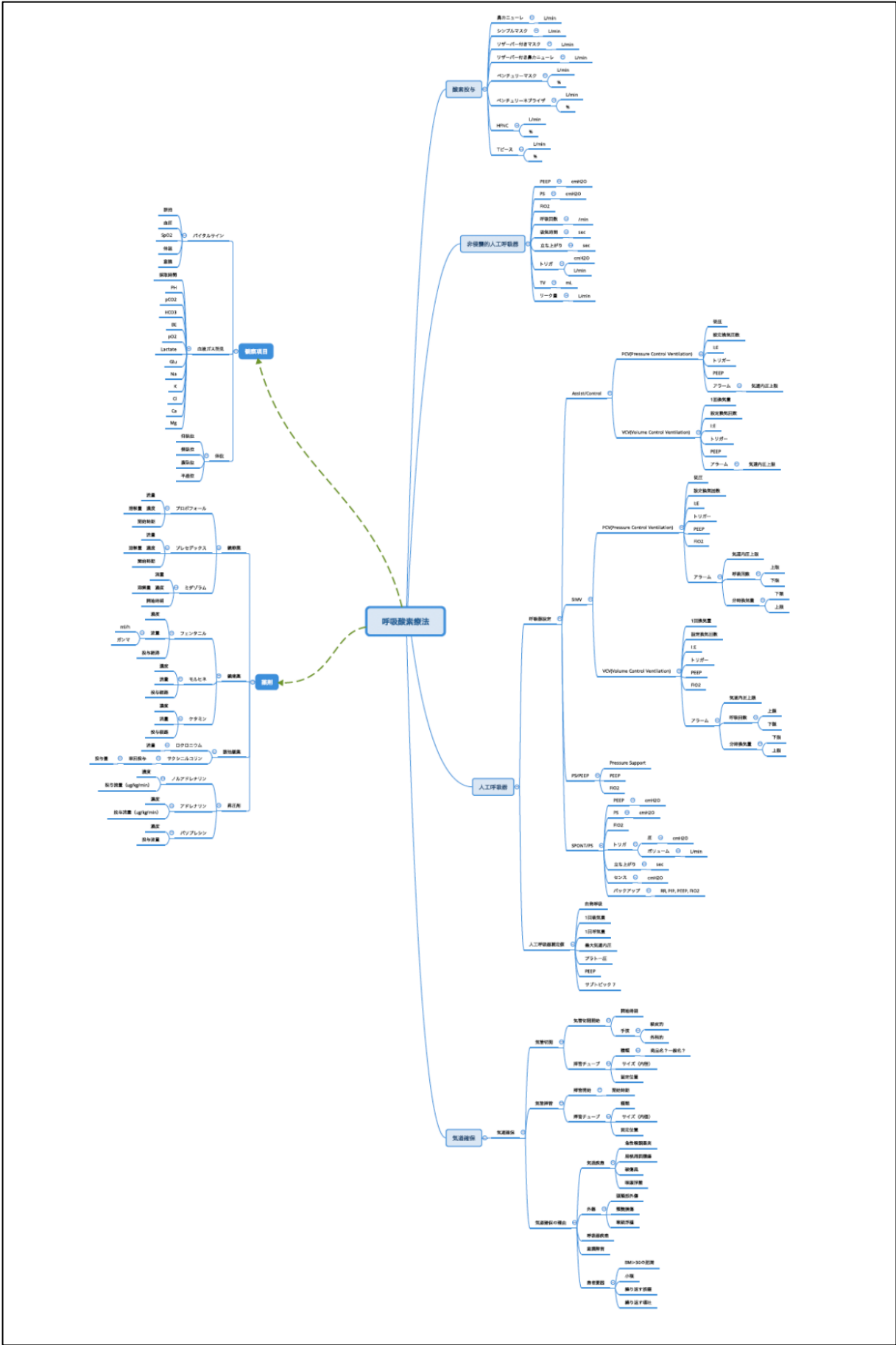
- ・ 実行環境: Mac Mini(メモリ:64GB, ストレージ: 2TB, OS : Catalina)
- ・ 言語: python3.7
- ・ 仮想環境: Anaconda使用
- ・ モジュール: requirements.txt 参照
- ・ 使用データ: 電子カルテデータ, 手術中データ(ORSYS), 集中治療室デー

タ(ACSYS)



③集中治療室の時系列データの構造に係る調査

集中治療室では複数の医療機器を用いて対症療法を行なっている。人工呼吸器，人工心肺，腎代替療法などの機器を用いており，これらは複数の企業の製品がある。また，複数の施設に導入された際に，各施設で取得されるデータ項目は異なっているのが現状である。これらのデータの構造をまずは，視覚化する作業を始めた。具体的には人工呼吸器，CHDF（持続血液濾過装置），ECMO について，データ構造のマッピングを行った。これにより，各施設で収集すべき最低限のデータ項目についての整理を行った。今後はこのデータモデルに準拠したデータ形式で ICU 部門システムからデータを抽出する際にどの程度負荷がかかるのかについて実験を行う予定としている。



④手の動作検知による患者の危険行動予測検知モデル

せん妄とは軽度～中程度の認知障害を伴う意識障害で、ICU 患者の 87%に発症すると言われている(Fong et al. Nat Rev Neurol, 2009). せん妄の発症により、ICU 死亡率の増加、ICU 滞在期間の延長、人工呼吸器装着期間の延長が指摘されている(内野成美 and 三苔里香, 2019). これらを惹起する背景には、せん妄時に発生しやすいチューブ類またはカテーテル類の自己抜去という危険行動に関連があり、非せん妄時より優位に発生している(Nejla Tilouche, et al., 2018). また、自己抜去した後に再挿管に至った症例は、合併症頻度、死亡率が高くなる危険性がある(大岩雅彦 et al., 2017).

カメラ映像を用いて、顔や手の位置及び指の動きを検出することで、患者が医療器具を自己抜去するリスクの高い動作を検知する. Hand Detection に関する近年の研究では、指関節の検知精度も高くなっており、手の位置だけでなく、指の動きを高精度かつリアルタイムに認識できるようになっている.

本研究では、集中治療室という特殊な環境下において使用可能な Hand Gesture 認識モデルを構築する必要がある. 「カメラの画質が悪い」「医療機器を手に装着している」などの特殊要件に対し、独自の方法でアプローチを行う.