

# 機械学習を用いた不快感情推定技術の研究とソリューション創出への取り組み

渡邊 一規 Watanabe Kazuki

## 1. はじめに

(株)日立ソリューションズ東日本(HSE)は、2013年から4年間、東北大学病院殿よりバイタルデータ解析支援業務を受注し推進してきた。筆者はプロジェクトリーダー兼解析担当として従事し、その成果は医師により国内外の様々な学会・論文誌で発表頂いている<sup>1)</sup>。筆者は、本業務のノウハウが今後のソリューション創出に繋がると考え、コア技術創出のための研究を開始した。

筆者は、医療現場のニーズを発見するため、2016年度から2017年度まで、東北大学病院殿が主催する異業種向け医療現場視察プログラムAcademic Science Unit<sup>2)</sup>へ参画し、ICU(Intensive Care Unit, 集中治療室)を中心に医療現場を観察してきた。その中で、自分の痛みを上手く伝えられない患者や、せん妄で自分の状態を伝えようが無い患者など、自分の不快な状態が上手く伝えられないために、医療従事者が早期に治療介入する機会を損失するケースがあることが分かった。

集中治療分野の現場では、患者の疼痛を他覚的に評価する方法として、CPOT(The Critical-Care Pain Observation Tool)やBPS(Behavioral Pain Scale)などがある。しかし、従来の手法では連続的なモニタリングが困難であり、疼痛への早期介入が難しい。さらに評価者の技術レベルなどにより、疼痛評価に差が生じる問題がある。疼痛への早期介入は、患者の苦痛を緩和することばかりでなく、生命転帰の改善にも直結すると報告されているため、連続的かつ均一な疼痛評価法は、集中治療分野で治療成績の向上に直結する可能性がある。

一方、集中治療分野の経営面では、治療コストの肥大化が問題となっている。2013年の日本集中治療医学会の分析によると、6ヶ月でICUを利用した96,312症例(952施設)で、大多数の治療コストが診療報酬を上回っている<sup>3)</sup>。2017年、入院医療等の調査・評価分科会の報告では、全国のICUの病床数は5,528床であり、平均在室日数は7.2日であった<sup>4)</sup>。ICUの診療報酬の1つに特定集中治療室

管理料<sup>5)</sup>があり、患者のICU在室日数が7日を越えると減額される。疼痛への早期介入は、患者の重篤化を未然に防ぎ、早期ICU離脱によるコスト削減も期待出来る。

筆者は、連続的かつ均一な疼痛評価を実現するアルゴリズムは、今後ソリューション創出のコア技術になると考えた。そこで、2018年5月31日から東北大学殿と共同研究契約を締結し、ICUのバイタルデータを用いた機械学習により不快感情(疼痛)を推定するアルゴリズムの研究を開始した。本稿では、研究の手法と得られた結果、ソリューション創出に向けた取り組みについて述べる。

## 2. 手法

解析対象は2016年10月～2019年3月にICUに入室した患者(N=10,989名)とした。疼痛評価の指標にはCPOTを利用した(N=111,270件)。医師の指示により、以下に該当する患者・レコードは除外した(N=16,604件)。

- ① 未成年の患者
- ② CPOT判定から3時間前までで、判定直近のRASS(Richmond Agitation-Sedation Scale:患者の鎮静度)が「意識清明・落ち着いている」と判定されたレコード
- ③ 入室から30分間のレコード
- ④ CPOTが「疼痛無し」の判定で、判定1時間前までに痛みや鎮静鎮痛剤に関する単語があるレコード

利用したバイタルデータは、血圧、呼吸数、心拍数、脈拍の4つである。本手法では、背景情報とCPOT判定から30分前までのバイタルデータの推移、疼痛有無の組み合わせパターンを学習させ、二値分類で判定するモデルを作成した。背景情報では、年齢層変数(青年・壮年、中年、高齢)、性別、CPOT判定から3時間前までの直近のRASSを利用した。バイタルデータの推移を示す特徴量として、バイタルデータから算出した上昇・下降変動の積算値(上昇変動量・下降変動量)を利用した。この計算方法は、特願 2018-235488「不快感情推定装置および不

快感情推定方法」として特許出願している。

### 3. 結果

今回、最も精度の高い学習モデルを選択するため、Support Vector Machine(SVM)、Random Forest(RF)、アンサンブルモデル(RF, XGBoost, Neural Network の 3 つ, Ensemble)の 3 つの学習モデルを作成し比較した。汎化性能を確認するため、学習データと未学習データを 9:1 の割合でランダムに分離し、学習データを 10 回クロスバリデーションに掛け学習モデルを作成した上で、未学習のデータを判定する処理を 10 回実施し、ROC AUC(モデル性能)、感度(疼痛有りの正解率)、特異度(疼痛無しの正解率)の調和平均を計算した。検証結果を表 1 へ示す。Ensemble で、ROC AUC が 0.8(最高 1.0)を越える結果が得られた。

表 1 各学習モデルの検証精度

Classifier	ROC AUC	感度	特異度
SVM	0.754	74.1%	64.9%
RF	0.777	75.5%	63.1%
Ensemble	0.807	75.4%	70.2%

### 4. 考察

今回、年齢層変数、性別、RASS の背景情報とバイタルデータの上昇変動量・下降変動量、疼痛有無の二値の組み合わせパターンを学習したモデルにより、現時点で感度・特異度ともに 70%以上の精度が得られた。医師は、本学習モデルにより得られた結果について、経験的に概ね妥当な評価ができており、医療現場における疼痛評価に使用できると考察している。また、共同研究による継続した精度向上に合意頂いている。

### 5. ソリューション創出に向けた取り組み

われわれは、バイタルデータを用いた機械学習による分類・予測をコア技術とし、スマート ICU などの、集中治療分野での業務支援ソリューション展開を考えている。しかし、実現には課題が存在する。1 つは精度の向上である。医師によると、ICU での疼痛の確実な検出と早期介入を実現するには、85%以上の感度が望ましいとのご意見を頂いている。そのため、引き続き東北大学病院殿と密に連携し、医学的知見をもとに学習データのノイズ除去を行い、精度向上を図る。また、現在の精度でもビジネス適用可能な分野をあわせて検討する。もう 1 つは、

組織間連携である。今回の学習モデルを利用するには、ICU でバイタルデータを取得する必要がある、データ出力元の医療機器を取り扱う企業との連携が必要である。そこで、2019 年 2 月から、(株)日立製作所のヘルスケアビジネスユニットにご助言をいただきながら、本技術のソリューション展開について検討を開始している。

### 6. おわりに

本研究では、ICU のバイタルデータを用いた機械学習により、患者の疼痛を判定できた。本技術は、スマート ICU といった集中治療分野ばかりでなく、一般病棟や在宅医療、介護施設やフィットネスなど、ヘルスケア分野への波及が期待できる。本技術を新たなコア技術とし、更なるソリューション創出へ挑戦していく所存である。

### 参考文献

- 1) Naoya Kobayashi et al.: Arterial Blood Pressure Correlates with 90-Day Mortality in Sepsis Patients: A Retrospective Multicenter Derivation and Validation Study Using High-Frequency Continuous Data, Blood Pressure Monitoring, 2019
- 2) Academic Science Unit HP  
<https://www.asu.crieto.hosp.tohoku.ac.jp/>  
(2019 年 7 月閲覧)
- 3) 日本集中治療医学会社会保険対策委員会: 診断群分類に基づく診療報酬支払制度データから検討した ICU 収支の現状, 日集中医誌, 2013;20:118-123
- 4) 厚生労働省:平成 29 年度第 9 回入院医療等の調査・評価分科会
- 5) 厚生労働省:平成 30 年度診療報酬改定について, 診療報酬の算定方法の一部を改正する件(告示), 第 2 部 入院料等



渡邊 一規 2013 年入社  
先端基盤ソリューション部  
医療分野での統計・機械学習を用いた分析  
kazuki.watanabe.yy@hitachi-solutions.com