

令和 6 年 5 月 30 日現在

機関番号：11301

研究種目：挑戦的研究（萌芽）

研究期間：2021～2023

課題番号：21K19625

研究課題名（和文）自然言語処理を用いた身体的・精神的・社会的・スピリチュアルな苦痛の評価

研究課題名（英文）Evaluation of physical, psychological, social and spiritual pain by natural language processing method.

研究代表者

宮下 光令（Mitsunori, Miyashita）

東北大学・医学系研究科・教授

研究者番号：90301142

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 4,900,000円

研究成果の概要（和文）：がん患者は痛みなどの身体的苦痛、不安や抑うつなどの精神的苦痛、仕事や家庭の問題などの社会的苦痛、生きる意味や死の恐怖などのスピリチュアルな苦痛を抱えている。本研究では自然言語処理を用いて電子カルテデータからがん患者の身体的・精神的・社会的・スピリチュアルな苦痛の強さを測定するシステムの開発を行った。結果として、がん患者の身体的・精神的苦痛の強さを評価すること、社会的・スピリチュアルな苦痛の有無を判定するシステムの開発に成功した。海外の先行研究では、身体症状の抽出のみにとどまっており、同じデータを用いて社会的苦痛やスピリチュアルな苦痛に拡大することは、世界でも初めての成果と考えられる。

研究成果の学術的意義や社会的意義

電子カルテデータからがん患者の身体的苦痛、精神的苦痛、社会的苦痛、スピリチュアルな苦痛を判別することによって、今後はリアルタイムにこれらの苦痛をスクリーニングし、診療や看護に役立てるように応用できる可能性がある。また、従来の方法では膨大な時間を必要とし、実現困難であった電子カルテデータを利用した緩和ケアの質の評価を短時間で可能とする可能性がある。これらの成果はがん患者に対する緩和ケアのみでなく、非がん疾患の緩和ケアや一般的な診療、看護ケアなどにも応用可能である。

研究成果の概要（英文）：Cancer patients suffer from physical distress such as pain, mental distress such as anxiety and depression, social distress such as work and family problems, and spiritual distress such as the meaning of life and fear of death. In this study, we developed a system to measure the intensity of physical, mental, social and spiritual distress of cancer patients from electronic medical record data using natural language processing. As a result, we succeeded in developing a system to evaluate the intensity of physical and mental distress of cancer patients and to determine the presence or absence of social and spiritual distress. Previous overseas studies have only extracted physical symptoms, and using the same data to expand to social and spiritual distress is considered to be the first achievement of its kind in the world.

研究分野：緩和ケア

キーワード：緩和ケア 全人的苦痛 自然言語処理 機械学習

1. 研究開始当初の背景

がん患者は痛みなどの身体的苦痛、不安や抑うつなどの精神的苦痛、仕事や家庭の問題などの社会的苦痛、生きる意味や死の恐怖などのスピリチュアルな苦痛といった相互に関連する苦痛を抱えている。がん患者を理解し支援するためには、それらの全人的苦痛を抱えた1人の人間として捉える必要がある。

臨床では全人的苦痛は患者本人への問診・インタビューの情報で評価する。しかし、多忙な臨床現場では身体的苦痛の評価は行われていても、数値化が困難な精神的苦痛・社会的苦痛・スピリチュアルな苦痛に関しては見逃されやすい。

一方、臨床における患者の全ての情報は電子カルテシステムに日々蓄積されている。しかし、処方や検査データなどの数値化が可能なデータではなく、医師や看護師らが膨大な時間を掛けて入力している経過記録(プロセスレコード)と呼ばれる日本語の文章(自然言語)で記述されたデータは、日本語の処理の技術的困難さが律速となり、利活用は十分とは言えない。数値化が困難な精神的苦痛・社会的苦痛・スピリチュアルな苦痛は通常、自然言語として経過記録に入力されることが多い。これらのデータから全人的苦痛を自動的に抽出することができれば、患者に対する全人的なケアの質の向上に資することが出来ると考えられる。

2. 研究の目的

本研究では自然言語処理と機械学習を用いて電子カルテデータからがん患者の身体的・精神的・社会的・スピリチュアルな苦痛の強さを評価するシステムを開発する。

3. 研究の方法

(1) 研究デザイン

本研究デザインは単施設横断研究である。本研究は報告ガイドラインである「Guidelines for Developing and Reporting Machine Learning Predictive Models in Biomedical Research」と「予測指標の報告のためのガイドライン(TRIPOD: Transparent Reporting of a Multivariable Prediction Model for Individual Prognosis or Diagnosis)」を参考に、実施と報告を行った。本研究の内容は、東北大学医学系研究科倫理委員会の承認を得ている(課題名: レセプトデータ・診療情報を活用した緩和ケアの質評価手法確立に向けた横断研究、承認番号: 2020-1-683、承認日: 2020年10月26日)。

(2) 対象者

東北大学病院で2018年1月1日~2019年12月31日に死亡した20歳以上のがん患者を対象とした。

(3) 使用データ

終末期であり患者の症状が増加することが報告されている1つの基準である死亡前1ヶ月の各患者の電子カルテの自由記載形式の診療記録を使用した。診療記録内には、医師記録(診療録)、看護師記録、処方箋、紹介状、退院サマリ、その他職種の記録が含まれる。経過表(温度板)、検査値データ、PDFの形で保存されている文書データ、レントゲン等の検査報告書に付随する文書データは含まれていない。対象記録は看護研究者1名が患者や医療スタッフの個人名、施設名、住所、電話番号等の個人情報を削除した形でコピー&ペーストにて収集をおこなった。

加えて、各対象患者の死亡前1ヶ月に評価されたSTAS(Support Team Assessment Schedule)日本語版を出力し使用した。STASは、医療者報告型の包括的な症状評価ツールの1つであり、緩和ケア領域において広く使用されている。「0: 症状なし」「1: 時折、断続的。患者は今以上の治療を必要としない。」「2: 中等度。時に悪い日もあり、日常生活動作に支障をきたすことがある。」「3: しばしばひどい症状があり、日常生活動作や集中力に著しく支障をきたす。」「4: ひどい症状が持続的にある。」の5件法で、点数が高いほど症状が強いことを示す。対象施設ではSTAS日本語版を用いてがん患者の5つの症状(疼痛、呼吸困難、嘔気嘔吐、不眠、不安)を定期的に評価している。

(4) 実験用データセット

身体/精神症状の判定モデル開発のためのデータセットとして、医師記録と看護師記録のうち、STAS日本語版と日付単位で結合することのできた5,409記録を使用した。

社会的苦痛の判定モデル開発のためのデータセットを作成するために、抽出した全診療記録対象として正解ラベル(ここでは社会的苦痛の有無)を付与することとした。正解ラベルの付与にかかる時間的コストを考慮して、社会的苦痛に関連する検索ワード673単語を含む記録への絞り込みを行った。673単語を含む診療記録を文字列一致により抽出した結果、43,119記録とな

った。そのうち、10,000 記録をランダムに抽出し、正解ラベルを付与する対象とした。

スピリチュアルペインの判定モデル開発のためのデータセットを作成する為に、文章データとして抽出した全診療記録のうち、看護記録と医師記録を使用した。前述と同様に、スピリチュアルペインに関する検索ワード(446 単語)による絞り込みを行った。それらを含む医師記録と看護記録は 27,606 記録となった。そのうち、ランダムに抽出した 10,000 記録を正解ラベル付与の対象とした。

(5) 正解ラベルの付与

専門的緩和ケアを必要とする身体/精神症状の判定モデル開発のための正解ラベルとして、医師記録・看護師記録に日付をもとに結合させた STAS 日本語版の評価スコアを使用した。本研究では STAS の値が 2 以上と 1 以下を分類する 2 値分類器を構築することとした。

社会的苦痛とスピリチュアルペインの判定モデル開発のための正解ラベルをマニュアルで付与した。正解ラベルの付与の信頼性を確保するために、正解ラベルを付与するための抽出ガイドラインを作成した。本研究では、社会的苦痛を「経済的な問題」「仕事や社会的役割に関連する問題」「家族や他者との関係性に関連する問題」の 3 点で捉えることとした。スピリチュアルペインに関しては、我が国で開発されたスピリチュアルペインアセスメントシート(SpiPas: Spiritual Pain Assessment Sheet)の内容に沿ってスピリチュアルペインを定義した。スピリチュアルペインを「スピリチュアルペインとは自己の存在の意味と消滅から生じる苦痛」と定義し、「自律性」「関係性」「時間性」の 3 つの側面から捉えることとした。自律性は、「人の世話になって、申し訳ない」や「自分の思うようにできなくてつらい」などの自立や生産性の喪失から生じる苦痛を指す。関係性は、「娘を残していくことが気がかりだ」や「孤独、自分ひとり取り残された感じだ」などの他者に関する心配事や他者との関係の喪失から生じる苦痛を指す。時間性は、「子供の成長をみられず残念だ」や「死ぬのが怖い」などの将来を失うことによる苦痛を指す。

設定された抽出ガイドラインをもとに研究者 1 名が各記録を確認し、定義された社会的苦痛、スピリチュアルペインの有無を判定し正解ラベルを付与した。ラベル付与の対象となった診療記録を確認し、いずれかの側面にあたる苦痛症状を患者が抱えているとアセスメントされた場合に 1 (症状あり)と、ない場合は 0 (症状なし)と付与した。その後、他の研究協力者 1 名が正解ラベルの付いた学習用データからランダムに各症状につき 100 個取り出し独立して正解ラベルを付与し、正解ラベルの一致率をカッパ係数()にて算出した。その結果、社会的苦痛では $=0.92$ 、スピリチュアルペインでは $=0.90$ となった。正解ラベル付けをした研究者は全員臨床経験と緩和ケアの知識を有する看護師とした。これらの正解ラベルが付与されたデータを使用して、社会的苦痛の有無、スピリチュアルペインの有無を判定する 2 値分類器を構築することとした。

(6) 文章データの前処理とベクトル化

Python 公開ライブラリである mojimoji を用いて、文章データの半角全角を統一し、改行と句点、記号を削除した。可能な限り人手を加えないリアルワールドデータでの実験を再現するために、誤字脱字の修正は実施しなかった。

次に形態素解析を行った。形態素解析には、Python 公開ライブラリであり形態素解析器である janome を使用した。形態素解析用の辞書としては、公開されている辞書の 1 つである mecab-ipadic-2.7.0-20070801 に加えて、ユーザー定義辞書を使用した。ユーザー定義辞書には、事前に医師・看護師記録の内からランダム 5,000 記録を抽出した文書の中に 5 回以上出現する連語を含めた。

その後、Python 公開ライブラリの scikit-learn 内の preprocessing を用いて Bag-of-Word の形へと変換した後に、TF-IDF (Term Frequency-Inverse Document Frequency)による重みづけを行った。

(7) 機械学習モデルの訓練

正解ラベルが付与された全データセットの 80%を訓練用データ、残りの 20%をテスト用データとしてランダムに分割した。

機械学習において、学習データが不均衡である場合、予測精度が低下する可能性があることが報告されている。本研究においては「リサンプリング法の適用なし」「アンダーサンプリング」「オーバーサンプリングとアンダーサンプリングを組み合わせた手法」の 3 パターンを訓練用データに適用し学習を行った。アンダーサンプリングとオーバーサンプリングの組み合わせた手法に関しては、Python 公開ライブラリ imblearn 内の、SMOTEENN を活用した。

分類器の構築には Python 公開ライブラリの scikit-learn を用いて、ロジスティック回帰、ランダムフォレスト、Light Gradient Boosting Machine (LightGBM)、サポートベクターマシンの 4 種類に加えて、それらのモデルをベースとした多数決法(Max voting)によるアンサンブル学習モデルを使用した。

(8) 機械学習モデルの評価

独立したテスト用データにて、最終モデルの性能を評価した。モデルの性能評価指標として、

ROC 曲線(Receiver Operating Characteristic curve)の曲線下面積(AUROC)に加えて、適合率-再現率曲線(PR 曲線:Precision Recall curve)の曲線下面積(AUPRC: Area Under the Precision-Recall curve)を用いた。本研究では、モデル全体の性能を評価する基準として、AUROC が 0.7 以上であるモデルのうち AUPRC 値が最も高いモデルを最良のモデルとした。加えて、感度、特異度、陽性的中率、陰性的中率も算出した。本研究においては専門的緩和ケアを必要とする苦痛のスクリーニングを想定し、感度を重視することとした。複数の緩和ケアニーズの判定手法に関する先行研究において、感度が約 0.8 であったことを考慮し、本研究では感度を約 0.8 に近づけた際の陽性的中率、特異度、陰性的中率を算出することとした。すべての解析には Python version 3.8(Python Software Foundation, USA)、R version 4.0.2 を用いた。

4. 研究成果

(1) 対象者背景

本研究で対象となったがん患者は 808 名であった。平均年齢±標準偏差は、67.5±13.0 歳であった。性別は男性 441 名(54.6%)、女性 367 名(45.4%)だった。原発部位は、肝・胆・膵が最も多く 146 名(18.1%)、次いで胃・食道で 115 名(14.2%)、肺で 114 名(14.1%)であった。死亡場所は、一般病棟が 364 名(45.0%)、緩和ケア病棟が 444 名(55.0%)であった。

(2) 正解ラベルの分布

STAS の値 2 以上が付与された身体/精神症状は、疼痛において 2264(40.8%)、呼吸困難において 210(3.8%)、嘔気嘔吐において 500(9.0%)、不眠において 219(3.9%)、不安において 448(8.1%)だった。

いずれかの社会的苦痛の側面が陽性となった数は 155(1.6%)であり、経済的問題は 92(0.9%)、社会的役割は 49(0.5%)、関係性の問題は 31(0.3%)であった。出現頻度が少ないものは学習が困難であると判断し、社会的苦痛全体での解析のみを実施した。

いずれかのスピリチュアルペインの側面が陽性となった数は 667(6.7%)であった。自律性に関しては 190(1.9%)、関係性に関しては 196(2.0%)、時間性に関しては 287(2.9%)であった。

(3) 判定モデルの性能

身体/精神症状の重症度判定モデルに関しては、AUROC はいずれも 0.86 を上回る値となった。AUPRC は疼痛で 0.849 (95%CI: 0.813-0.879)、呼吸困難で 0.715 (95%CI: 0.562-0.831)、嘔気嘔吐で 0.544 (95%CI: 0.446-0.639)、不眠で 0.456 (95%CI: 0.317-0.603)、不安で 0.435 (95%CI: 0.336-0.539)であった(表 6)。

社会的苦痛の判定モデルに関しては、AUROC は 0.976 (95%CI: 0.939-1.000)で、AUPRC は 0.606 (95%CI: 0.428-0.760)であった。

スピリチュアルペインの判定モデルに関しても、AUROC はいずれも 0.86 を上回る値となった。AUPRC は全体では 0.575(95%CI: 0.490-0.656)、自律性のスピリチュアルペインで 0.158 (95%CI: 0.073-0.310)、時間性のスピリチュアルペインで 0.358 (95%CI: 0.245-0.489)、関係性のスピリチュアルペインで 0.482 (95%CI: 0.334-0.634)であった

(4) 特徴量重要度

疼痛、呼吸困難、嘔気嘔吐、不眠、不安の身体/精神症状に関しては、「痛み」「呼吸」「安楽障害」「SpO2」「嘔吐」「嘔気」「ベッド」「苦痛症状」などの症状を直接的に表現していると考えられる単語や関連する表現が上位に含まれた。一方で、疼痛における「家族」や嘔気嘔吐における「大腿骨」、不安における「次女」等症状とは直接的に関連しない個別性の高い表現も含まれていた。

社会的苦痛の判定モデルに関しては、「経済」「生活保護」「不安」などの単語が上位に挙がった。また、スピリチュアルペインの判定モデルにおいては「スピリチュアルペイン」「寂し」「不安」などの単語が上位に挙がった。

5. 主な発表論文等

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

1. 著者名 Masukawa Kento, Aoyama Maho, Yokota Shinichiroh, Nakamura Jyunya, Ishida Ryoka, Nakayama Masaharu, Miyashita Mitsunori	4. 巻 36
2. 論文標題 Machine learning models to detect social distress, spiritual pain, and severe physical psychological symptoms in terminally ill patients with cancer from unstructured text data in electronic medical records	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Palliative Medicine	6. 最初と最後の頁 1207 ~ 1216
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1177/02692163221105595	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0件

〔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
研究分担者	田辺 公一 (Tanabe Koichi) (30709704)	名城大学・薬学部・准教授 (33919)	
研究分担者	青山 真帆 (Aoyama Maho) (30781786)	東北大学・医学系研究科・講師 (11301)	
研究分担者	中山 雅晴 (Nakayama Masaharu) (40375085)	東北大学・医学系研究科・教授 (11301)	
研究分担者	嶋田 和貴 (Shimada Kazuki) (80813906)	京都大学・医学研究科・特定講師 (14301)	

6. 研究組織（つづき）

	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
研究 分 担 者	横田 慎一郎 (Yokota Shinichiro) (90599490)	東京大学・医学部附属病院・講師 (12601)	

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