

プレス発表資料

PRESS RELEASE

令和6年11月20日

国立大学法人弘前大学

学校法人青森田中学園 青森中央学院大学

報道関係各位

青年期および成人期の自閉スペクトラム症の診断評価に
インタビュー型の自然言語処理が有用である可能性を発表

【本件のポイント】 * (番号) は注釈あり。

保健学研究科及び医学研究科の客員教員である加藤澄先生（青森中央学院大学・教授）が、本学の斉藤まなぶ教授（保健学研究科）、中村和彦教授（医学研究科）と共同で研究を進め、青年期および成人期の自閉スペクトラム症（ASD）の診断評価に、自然言語処理技術を用いてインタビュー中の言語を解析する手法が有用である可能性を発表しました。これは、機械学習の技術を用いた語彙-文法資源の選択の分析（1）による判別の可能性を示唆する初めての発表です。

本研究の成果は、9月に米国の権威ある学術誌「PLOS ONE」に掲載されました。

【本件の概要】

ASDの主症状は、社会的コミュニケーションの課題を中心に、特に語用論的障害（以下、PI）（2）として現れます。PIは、社会的文脈で言語を効果的に使用することに関連する語用論的レベルでの言語理解と表現の困難を特徴とします。PIには、状況に基づいて言語形式を適応させること、字義通りでない言語（慣用句、比喩、皮肉、揶揄など）を解釈すること、および対人関係に影響を与える言語のニュアンスを理解することにおける困難が含まれます。これは、基本的な文法構造における問題ではなく、語用論的側面での問題となります。

一般にPIは言語、非言語的側面、認知など複数の要因を組み込んで包括的に査定される必要があります。ASDのPIを包括的にマッピング（3）する有効的な方法の1つは、ASD者の話し言葉のコーパスを利用することです。コーパス（4）の作成は海外で先行しているものの、解析情報の注釈がない生テキストです。日本では、加藤（筆頭著者）らが、2022年に初めて日本語話者であるASDとnon-ASD者の語彙-文法資源の選択を分析するための包括的な注釈スキームに基づくコーパスを開発しました。加藤らのコーパスは図1に示すように、言語活動の相互に関連した層を構造化した選択体系機能言語学（以下、SFL）（5）の理論的枠組みに基づいて開発されました。

プレス発表資料

PRESS RELEASE

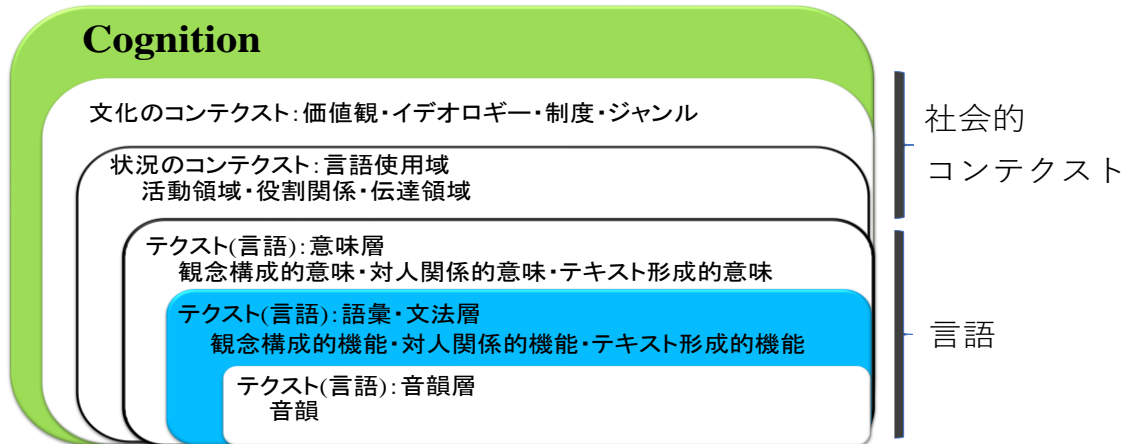


図 1

本研究の目的は、自然言語処理の技術を利用したASDの診断ツールを開発することです。背景事情として、次のような事情があります。ASD診断支援ツールとして最も一般的に使用されているのは、ADOS-2とADI-Rです。ADOS-2は行動観察に基づく半構造化の診断評価ツールで、ADI-Rは保護者からのインタビューを通じて発達歴や現在の機能特性を評価する標準化ツールです。これらは併用が推奨され、高い診断妥当性が示されています。しかし、特に成人の診断においては、ADOS-2の汎用性に課題があると指摘されています。例えば、ASDと他の神経発達症（ADHDなど）や精神疾患（統合失調症の陰性症状、不安障害、気分障害など）との区別が不明瞭であること、またASD自体の多様性が鑑別診断をさらに複雑にしていることが挙げられます。

加えて、カモフラージュ行動や補償戦略によって症状が隠され、診断が困難になることがあります。特に成人の場合、保護者やケア提供者からの発達報告が不足することや、患者自身の自己洞察が信頼性に欠ける点も問題です。そのため、ASDの診断には多角的なアプローチが必要とされており、本研究は言語分析を補助的な診断ツールとして活用する可能性を示しています。

この研究は、ASD者の語彙-文法資源の選択を機械学習させ、それをアルゴリズム化し、診断ツールとすることの実現可能性を証明する初めての試みです。この研究の仮説は、ASDに関連する神経認知異常が言語生成に反映され、それによってASDとnon-ASDを区別するために活用できるASD者固有の語彙-文法資源パターンが特定できるとするものです。これらは、社会的相互作用において一般的とされる語彙-文法資源の選択からの変異として捉えることができ、ASD者の神経認知の違いに関連する可能性がある言語行動を示唆していると考えられます。これらの判別には機械学習を適用しています。

プレス発表資料

PRESS RELEASE

本研究では、語彙-文法資源の選択の分析を通して、コーパス内のテキストと注釈に機械学習を適用して、ASDとnon-ASDを区別できるモデルを開発することを目的としました。機械学習に使用したデータベースは、加藤らが作成したASDとnon-ASDの話し言葉コーパスです。言語獲得の臨界期を過ぎた14歳以上、主に14歳から20歳までのASD (N=64、M=18、SD=3.48) とnon-ASD (N=71、N=19、SD=2.77) が選択されました。ASDの診断は、ADOS-2の他、知能検査などの精密検査を踏まえ、専門医によりDSM-5診断基準で行われました。機械学習アプローチでは、解釈のしやすさと性能のバランスに焦点を当て、ASDとnon-ASDを区別するために、線形モデル(ロジスティック回帰)とディープニューラルネットワーク(DNN) (6) モデルの両方が検討されました。本研究では、ASDを区別するための3つのモデルを提案しています。①タグ (7) のみを使用する線形モデル (以下、タグ線形)、②タグのみに依存するDNNモデル (以下、タグDNN)、③タグとテキストの両方を組み込んだDNNモデル (以下、テキスト+タグDNN) です (図2)。

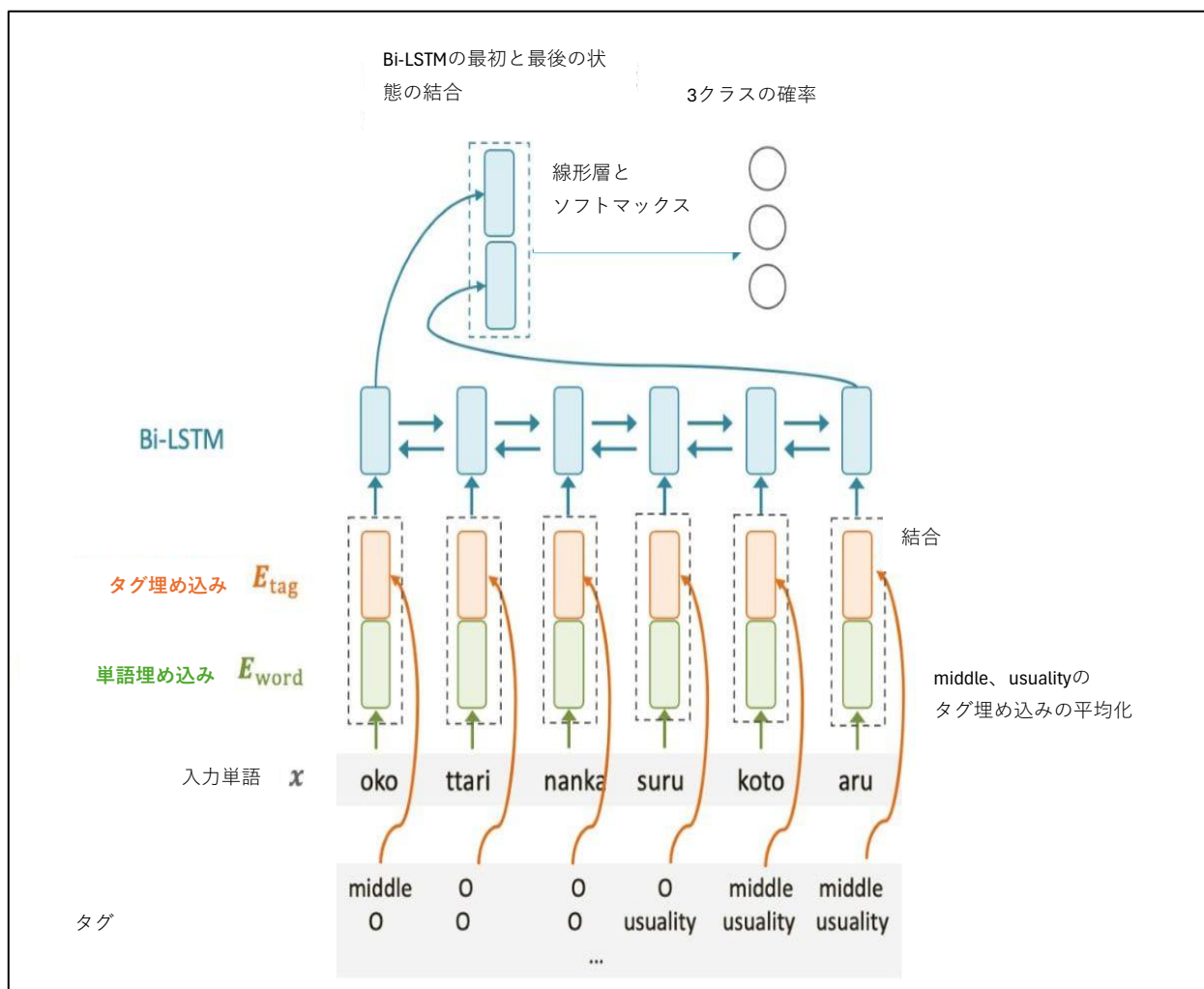


図2

プレス発表資料

PRESS RELEASE

3つのモデルによって生成された結果には、有意差は見られませんでした。モデルのパフォーマンスはテキスト+タグDNNモデルがわずかに優れていました。また、「インタビュー」(8)と「物語を語る」(9)のテキストの比較では、「インタビュー」の方がASDの言語行動に関して、non-ASDとの違いが顕著に観察されることが示唆されました。「インタビュー」は本質的に双方向的で社会的であるため、ASDの神経認知特性に関連する語彙-文法資源の選択の違いが現れやすくなる傾向があります。物語を語ることも、聞き手を前にしているので社会的ではありますが、そのモノローグ的な性質により、語彙-文法資源の選択の違いが顕在化する機会は少なくなります。こうした背景から、本研究では、インタビューの方がより効果的な診断手法であることが判明しました。

本研究の主な限界は、サンプルサイズが小さい点にあります。次の段階では、このツールの包括的な検証が求められます。そのためには、より多様で大規模なサンプルを収集し、研究結果の妥当性と一般化可能性を高める必要があります。

もう一つの限界は、ASDの診断手法として感度と特異度がそれぞれ、73%、87%であることです。これは、ASD診断において偽陰性または偽陽性として現れる潜在的なエラー率がそれぞれ27%、13%であることを示唆しています。精緻さを上げるために、本研究で組み立てた注釈スキーム(10)に、システムネットワーク(11)から追加注釈項目を組み込んだスキームの構築が今後の課題です。いずれにしても、ASDの診断には、言語ベースの診断を従来の方法と統合することで、より包括的で精緻な方法の探求が、誤診率の低減において重要となります。

【本研究による結論】

本研究は、自然言語処理を使用してASDの診断ツールを開発する可能性を実証しました。テキスト+タグのDNNモデルは、語彙-文法資源の選択によってASDとnon-ASDを鑑別診断できる可能性を示しています。これは、語彙-文法資源の選択を調べることで、ASDの多分野にわたる診断をサポートする可能性を意味します。自然言語処理と機械学習を活用して、言語ベースの診断を従来の方法と統合し、ASDの正確な診断へのサポートを強化できることが期待できます。

【研究プロジェクトについて】

本研究は、日本学術振興会（JSPS）科学研究費補助金JP26284060(代表：加藤澄)およびJP26590161(代表：加藤澄)の助成により行われました。

プレス発表資料

PRESS RELEASE

【論文情報】

著 者 : Sumi Kato, Kazuaki Hanawa, Manabu Saito, Kazuhiko Nakamura
論 文 名 : Creating a diagnostic assessment model for autism spectrum disorder by
differentiating lexicogrammatical choices through machine learning
雑 誌 名 : PLOS ONE
文 献 URL : <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0311209>

【用語解説】

- (1) 語彙-文法資源：選択体系機能文法（SFL）の体系による語彙と文法資源。一般的な文法とは異なる。
- (2) 語用論的障害（PI：pragmatic impairment）：社会的場面での適切な言語使用ができず、言語の理解と表現の両面で困難を持つこと。
- (3) マッピング：特定の情報を位置づけたり、対応づけたりすること。
- (4) コーパス：言語データの集積データベース
- (5) 選択体系機能言語学（SFL：Systemic Functional Linguistics）
- (6) ディープニューラルネットワーク（DNN：deep neural network）
- (7) タグ：文字列
- (8) 「インタビュー」のテキスト：参加者が抱える困難や責任感、社会的な状況の捉え方、人間関係（友情、結婚、家族関係など）についての理解を評価することを目的としています。また、架空の世界の創造や自己を客観的に表現すること、自身の感情について述べる質問も含まれています。プロトコルに従い、面接者は会話のような口調で進行し、単なる質問と回答の形式ではなく、参加者の発言に対して興味を示しながらコメントを加えることで、対話を深めるよう努めます。
- (9) 「物語を語る」のテキスト：絵だけで構成された絵本を使い、参加者がその内容をどれだけ再現できるかを評価します。この際、登場人物の感情や気持ちについても自発的に説明することが求められます。物語再現は独白形式ですが、聞き手の立場を考慮しながら、物語を分かりやすく、かつ興味深く伝えることが求められます。
- (10) 注釈スキーム：アノテーション（注釈）とは、あるデータに対して関連する情報（メタデータ）を注釈として付与すること。注釈スキームとは、アノテーション体系のこと。
- (11) システム・ネットワーク：語彙-文法資源選択体系網

【情報解禁日時】なし

プレス発表資料

PRESS RELEASE

【取材に関するお問い合わせ先】

(所 属)	弘前大学大学院保健学研究科 心理支援科学領域
(役職・氏名)	教授 齊藤 まなぶ
(電話・FAX)	客員研究員 加藤 澄 (青森中央学院大学経営法学部教授)
(E - m a i l)	0172-39-5488
	齊藤 smanabu@hirosaki-u.ac.jp
	加藤 kato@omoricgu.ac.jp