

令和 5 年 6 月 14 日現在

機関番号：32689

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2018～2022

課題番号：18K00849

研究課題名(和文) 学習者コーパスと連携した自動採点システムの開発と産出能力に関する測定・評価の検証

研究課題名(英文) Development of automated scoring system linked to learner corpus research and measurement and evaluation of speaking and writing

研究代表者

近藤 悠介 (Kondo, Yusuke)

早稲田大学・グローバルエデュケーションセンター・准教授

研究者番号：80409739

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)：従来の自動採点システムの構築においてタスク個別に特徴量および予測方法を選定しなければならないが、文章で示された評価基準を分析し、その結果に基づいて妥当な特徴量および予測方法を自動で選択するシステムを構築できる可能性が示された。また、これまでの研究は、統語構造の「複雑さ」に関して十分に検討していないということが分かった。この知見に基づき、依存文法に基づき文を解析した結果をグラフと捉え、グラフの構造の複雑性に関する特徴量を文の「複雑さ」と捉えた分析を試みた。この分析から得られた統語構造の「複雑さ」に関する指標は、学習者言語における統語構造の「複雑さ」を示すものである可能性が示された。

研究成果の学術的意義や社会的意義

自動採点システムに関する研究、言語テスト、第二言語習得研究、学習者コーパス研究は、対象が同じでありながら、それぞれ別々に発展している。本研究の目的は、これらの分野それぞれに関わり、それぞれの分野から他の分野で利用できる知見を得ることであった。自動採点システムの開発には大きなコストがかかるが本研究で得られた知見によりそのコストの削減が可能になることが示唆された。また、第二言語習得研究において利用されている学習者言語の統語的複雑さに関する特徴量に関して新たな特徴量を取り入れた分析が本研究によって提案された。このことによって第二言語習得研究に新たな知見が生まれることが予想される。

研究成果の概要(英文)：While in the construction of conventional automatic scoring systems, task-specific features and prediction methods are selected individually, the study implies that it is possible to construct a system that analyses the evaluation criteria presented in the text and automatically selects reasonable features and prediction methods based on the results of the analysis. It was also found that previous studies have not sufficiently considered the "complexity" of syntactic structures. Based on this finding, an analysis was attempted in which the results of the analysis of sentences based on dependency grammars are regarded as graphs, and the features concerning the complexity of the graph structure are regarded as the "complexity" of the sentence. It was shown that the index of the "complexity" of syntactic structures obtained from this analysis may indicate the "complexity" of syntactic structures in the learner language.

研究分野：学習者コーパス

キーワード：自動採点 言語テスト

1. 研究開始当初の背景

日本の英語教育においてパフォーマンス能力の育成が重要視されているが、人的、時間的コストを理由にその評価があまり導入されていない。この問題の解決策のひとつとして自動採点システムの導入が挙げられる。「話す」、「書く」などの英語学習者のパフォーマンスを自動で採点するシステムとは、評価値が付与された学習者の作文(テキストデータ)あるいは発話(音声データ)から学習者言語の特徴量(単語の出現回数などテキスト情報、話す速さなどの音声情報など)を抽出し、評価値をよく予測する特徴量の組み合わせを探し出し、精度の高い予測方法を選択し、この予測方法を用いて評価値が付与されていない発話の評価を特徴量に基づいて決定するものである。英語学習者のパフォーマンスの自動採点は、言い換えれば、自然言語処理の技術を用いて学習者言語から特徴量を抽出し、機械学習における「教師あり学習」の手法を用いて精度の高い予測方法を提示することである。この過程のかなりの部分が、現在行われている、第二言語習得研究(Second Language Acquisition: SLA)、学習者コーパス研究(Learner Corpus Research: LCR)、言語テストと共通する。

第二言語の習得過程を明らかにすることは SLA の目的のひとつである。学習者が産出した話し言葉や書き言葉を計量的に分析する試みは 1970 年代より始まったと言われ、第一言語習得研究の手法を援用して始まったこの種の研究は、当初、その測定は人手で行なっていたことから、対象とするデータは小規模なものであった。その後、1990 年代から始まった LCR では、それまでのコーパス言語学の手法を取り入れ、文法項目の使用や単語の頻度が習熟度や学習年数によって異なることを示す研究が行われた。近年の LCR の発展に伴い、SLA においても学習者コーパスを利用する研究が増えつつある。SLA、LCR はそれぞれ異なる発展を遂げているが、コンピュータの発達に伴い、それぞれの分野で自然言語処理の技術を取り入れ、学習者の発達を捉える変数として自然言語処理で使用される特徴量を採用し始めた。さらに、言語テストでは、評価が付与された学習者コーパスを分析し、その特徴量に基づいて評価尺度の妥当性を検証する研究も増えていた。

これらの研究には、「自然言語処理や機械学習の手法を取り入れ、学習者コーパス(大量のデータ)において学習者の評価、習熟度、発達と言語的特徴量の関係を検証する」という共通点があるにも関わらず、SLA、LCR および言語テストにおいて、自動採点研究の成果が活用されているとは言い難い状況であった。LCR が注目され、SLA、言語テストで学習者コーパスから得られる情報の有用性は認識されているが、学習者コーパスを利用した SLA および言語テストの研究は始まったばかり出会った。自動採点研究が SLA、LCR、言語テストすべての分野の成果を統合して行われているのにも関わらず、SLA、LCR、言語テストが自動採点研究の成果を参照している例はない。方法論、目的を共有する自動採点研究の知見を活用することで、これらの分野はさらに発展する。評価値が付与された複数の学習者コーパスを用いて自動採点システムを開発し、その過程で得られた知見は SLA における発達指標の検討、学習者コーパスの設計、言語テストにおける評価の妥当性の検証にとって有益な情報となる。

研究代表者はこれまで英語学習者のための発話自動採点システムの開発を行い、その過程で発話を誘出(elicit)するタスクの作成、データの収集を行ってきた。近年、学習者コーパス研究の発展に伴い、多くの学習者コーパスが国内外で公開され、その中には評価値が付与された学習者コーパスも存在する。このことから、これらのデータを活用することでさまざまな種類の学習者のパフォーマンスに関して自動採点システムの導入可能性が検討できると考えた。また、それらは自動採点研究のみならず、学習者コーパス研究にも貢献できる大きな可能性を含んでいる。それに加えて、コーパスはさまざまなタスクを用いて習熟度の異なる学習者の発話、作文を誘出しているため、これらのデータを分析することによって、特徴量同士の関係を検討し、整理することで第二言語習得研究の発展につながると考えた。

2. 研究の目的

本研究の第一の目的は、国内外で公開されている複数の英語学習者コーパスを用いて英語学習者のパフォーマンスを自動的に採点するシステム開発の手順を提案することである。現在公開されているまたは構築中の評価値が付与された学習者コーパスを利用して学習者の「書く」、「話す」能力を自動で採点するシステムを構築する。国内において英語学習者のための自動採点システムの開発は数例であり、LCR と連携した自動採点システムの開発は行われていない。

本研究の第二の目的は、学習者言語の特徴量を用いて評定者による評価の妥当性を検討する方法を提案することである。本申請者がこれまで開発した自動採点システムの開発過程において得られた特徴量を参照して評定者が付与した評価値を吟味すると、評価の妥当性を再考すべきものが散見された。特徴量を用いて評定者の評価を分析することは評定者の妥当性を検討する上で有用である。公開されているコーパスにおいては、評価値が付与されているものがいくつか存在するが、これらの評価値において、評定者の信頼性が示されているものはない。自動採点の研究においては、評定者の信頼性(評定者間の評価の一致度)が高い評価値が付与されている場合の方が、一般に精度の高い予測ができることが分かっている。英語学習者の発話評価における「流暢さ」という評価項目と客観的に測定できる、話す速さに関する特徴量(Word per minute

など)はある程度の相関が期待されるが、「流暢さ」の項目と話す速さとの相関が低い場合、評価の妥当性を再検討すべきであろう(当然、この場合低い相関が無条件で評価の妥当性の低さを示唆していない)。

本研究の第三の目的は、自動採点システムの開発を通して得られた特徴量に関する統計的情報と先行研究でのそれら特徴量の使われ方を参照し、学習者言語に関する特徴量の統計的情報をまとめて提示することである。具体的には、特徴量の計測方法、計算方法、取りうる分布、他の特徴量との関係などをリストとして発表する。SLA において学習者言語の特徴量を選択しようとした場合、SLA や第一言語習得研究の先行研究を参考にすると、それら特徴量がどのような統計的特性を持っているかが共有されておらず、また、計測方法が統一されていない特徴量もある。自動採点システムの開発過程で得られる特徴量の統計的特性に関する情報をまとめて提示することは今後の SLA の発展にとって有益である。

3. 研究の方法

代表者は、これまで学習者のパフォーマンスの自動採点システムを構築してきた。この知見に加え、既存の学習者コーパスの設計基準、公開されている情報の有無などを確認し、また、先行研究から、どのような特徴量が SLA および LCR で使用されているのかを確認した。この知識を踏まえて、言語テスト、学習者コーパス、自動採点システムに関する研究プロジェクトに参加し、分野横断的な知見を提供し、同時に分野横断的な知識を得る。

4. 研究成果

2018 度前半では既存の学習者コーパスの設計基準や提供されている情報を精査し、自動採点システムを開発する上で利用可能なコーパスを選定した。日本人英語学習者の話し言葉/書き言葉のコーパスにおいて評価値が付与されたものはかなり限定されており、また、国外の学習者コーパスにおいても評価値が付与されたものは数少なかった。しかし、ある程度信頼ができる評価値が付与された学習者コーパスは存在し、その中から、話し言葉および書き言葉の抽出方法が統一されているもの、収集上の条件が明記されているものなど、自動採点が可能なデータが含まれているものを選定した。また、同時に学習者コーパスの構築を行なっている研究と連携し、自動採点システムを開発する上で必要なデータの提供を受けた。これらは日本人英語学習者の話し言葉/書き言葉のコーパスであり、設計、データ整理の段階から研究代表者が関わっており、自動採点システム開発に利用できるデータであった。2018 度後半からこれらのデータを検証し、この知見を活かし、日本人英語学習者の話し言葉および書き言葉コーパスの構築に関わり、その成果を複数の学会で発表した。

2019 年度は、SLA および LCR で使用されている学習者のパフォーマンスを捉えられると考えられている特徴量を先行研究から選定し、それらの妥当性を検討した。また、これまでの研究では学習者のパフォーマンスを捉える際に学習者の発話、文に対して統語構造を解析した上で特徴量を抽出することは稀であったが、昨今の技術の発展により学習者言語であってもある程度の精度を保って統語構造を解析できるようになった。学習者言語の統語構造の解析に関しても妥当性の検証を行なった。これらの知見を活かし、2019 年度ではコーパス構築を目的とする研究グループ 2 つと協働し、日本の高校生の話し言葉、書き言葉コーパスを構築した。話し言葉コーパスに関してはほぼ完成し、論文として発表した。

2020 年度も引き続き、複数の研究グループと協働し、自動採点システムの構築を検討した。それぞれの研究では、再話、談話完成、モノログをタスクとして用い、学習者のデータを収集し、自動採点システムを構築した。人間の評定者の訓練においてタスクが異なれば、異なる評価基準、訓練方法があるのと同様、自動採点システムの構築においてもタスク個別に特徴量および予測方法を選定しなければならない。さまざまに条件が異なるタスクの自動採点システムを構築するという過程を経て、本研究では、文章で示された評価基準を分析し、その結果に基づいて妥当な特徴量および予測方法を自動で選択するシステムを構築することが可能ではないかという新たな仮説にたどり着いた。これは、人間の評定者に対する聞き取りにおいて得られた、評定者が評価値を付与する際に手がかかりとしている受験者の発話に表れる特徴などを参考に自動採点システム構築の際に使用する特徴量を選択する過程から得られた知見である。

2021 年度は、言語テストの専門家と協働し、再話タスクを用いたテストの自動化に関する研究を行い、その成果を論文として報告した。この、再話をタスクとして用いたテストに自動採点を導入するプロセスの中で、言語的特徴量の選別と評価の関係について有意義な議論ができた。また、自動採点システムが算出する評価と人間が付与する評価が大きく異なる受験者のパフォーマンスを詳細に分析することができた。次に、大学の入学試験への自動採点システムの導入を検討する研究に参加した。この研究では、実際に自動採点システムを開発し、受験者からのフィードバックを得た。この研究に関しては、学会発表を行なった。縦断的コーパスの共同研究では、学習者の言語的発達を捉えることを試み、その成果を発表した。また、英語教育における自動採点に関するシンポジウムを主催した。英語教育のみならず、関連する研究者が募り、有益な議論ができた。

2022 年度は、引き続き、入学試験への自動採点システムの導入を検討する研究に参加し、自動採点システムを構築し、実際に教室内に受験環境を用意し、構築したシステムの実用可能性を検討するための実験を行った。自動採点システムの精度を検証し、成果を論文として発表した。

また、学習者コーパスに関する研究では、学習者言語の複雑性の指標となりうる特徴量の検討を行い、その成果を 2023 年度に発表する予定である。今年度の学習者コーパスの研究において、これまで学習者のパフォーマンスを「複雑さ」という観点から捉える特徴量として考えられてきた特徴量を検討する機会が得られた。これまで「複雑さ」に関する特徴量と考えられていたもの(1 文あたりの語数)などは、統語構造の一側面のみを捉えている指標と考えることができる。言い換えれば、これまでの言語の「複雑さ」に関する研究は、統語構造の「複雑さ」に関して十分に検討していないということが分かった。この知見に基づき、本研究では、依存文法に基づき文を解析した結果(依存木)をグラフ理論におけるグラフとして捉え、このグラフの構造の複雑性に関する特徴量を文の「複雑さ」と捉えた場合の分析を試みた。結果、グラフ理論に基づいた分析から得られた統語構造の「複雑さ」に関する指標は、学習者言語における統語構造の「複雑さ」を示すものである可能性が示された。この成果は 2023 年度中に、論文として発表する予定である。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計7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 2件）

1. 著者名 Kobayashi, Y., Abe, M., & Kondo, Y.	4. 巻 29
2. 論文標題 Exploring L2 spoken developmental measures: Which linguistic features can predict the number of words?	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 English Corpus Studies	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	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 近藤 悠介	4. 巻 4月号
2. 論文標題 高校3年間のスピーキング力の発達を探る: 学習者コーパス研究から [3] スピーキングにおける流暢さの変化	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 英語教育	6. 最初と最後の頁 60-61
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
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 小林雄一郎・近藤悠介	4. 巻 7月号
2. 論文標題 高校3年間のスピーキング力の発達を探る: 学習者コーパス研究から [6・最終回] スピーキングの自動採点	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 英語教育	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
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 Akiyo HIRAI, Yusuke KONDO, Ryoko FUJITA	4. 巻 58
2. 論文標題 Development of an Automated Speech Scoring System: A Comparison With Human Raters	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Language Education & Technology	6. 最初と最後の頁 17-41
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.24539/let.58.0_17	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 Kondo, Y.	4. 巻 1
2. 論文標題 Issues in the Evaluation and the Measurement of Learner Language	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Learner Corpus Studies in Asia and the World	6. 最初と最後の頁 95-104
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
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 Abe, M., & Kondo, Y.	4. 巻 29
2. 論文標題 Constructing a longitudinal learner corpus to track L2 spoken English	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Journal of Modern Languages	6. 最初と最後の頁 23-44
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.22452/jml.vol29no1.2	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 Hayashi Yuko, Kondo Yusuke, Ishii Yutaka	4. 巻 -
2. 論文標題 Automated speech scoring of dialogue response by Japanese learners of English as a foreign language	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Innovation in Language Learning and Teaching	6. 最初と最後の頁 1~15
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1080/17501229.2023.2217181	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14件 (うち招待講演 3件 / うち国際学会 8件)

1. 発表者名 林裕子, 近藤悠介, 石井雄隆
2. 発表標題 談話完成タスクを用いた英語発話自動採点システムの構築
3. 学会等名 全国英語教育学会第46回長野研究大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 近藤悠介
2. 発表標題 スピーキング能力の発達・評価・自動採点
3. 学会等名 Symposium on Automated Scoring 2022
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 近藤悠介
2. 発表標題 日本人英語学習者コーパスにおける文法的複雑性の時間的变化
3. 学会等名 英語コーパス学会語彙研究会シンポジウム
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 近藤悠介
2. 発表標題 学習者言語の評価に関する問題
3. 学会等名 習者コーパス国際シンポジウムLCSAW5 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Abe, M., Kondo, Y., Fujiwara, Y., and Kobayashi, Y.
2. 発表標題 A Longitudinal study of novice learners' development of complexity
3. 学会等名 Teaching and Learner Corpora 2020 (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Abe, M., Kondo, Y., Kobayashi, Y., Murakami, A., & Fujiwara, Y.
2. 発表標題 A longitudinal study of L2 spoken English: Development of fluency and pronunciation
3. 学会等名 Learner Corpus Research 2019 (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Kondo, Y.
2. 発表標題 Introduction to word embedding for learner language wranglers
3. 学会等名 Methodology Special Interest Group in The Japan Association for Language Education & Technology
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Kondo, Y
2. 発表標題 In the age of AI, does pronunciation matter?
3. 学会等名 World Englishes Forum (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Kondo, Y., Abe, M., Ishii, Y., & Kobayashi, Y.
2. 発表標題 The relationship between word error rate and proficiency in automatic speech recognition of L2 speech
3. 学会等名 The 23rd International Conference of Pan-Pacific Association of Applied Linguistics (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 阿部真理子・巨理陽一・近藤悠介・福田純也・天野修一・石井雄隆・田村祐
2. 発表標題 日本人英語学習者のパフォーマンス能力の縦断的調査
3. 学会等名 外国語教育メディア学会第58回全国研究大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Yuichiro Kobayashi, Yusuke Kondo & Mariko Abe
2. 発表標題 Predicting EFL learners' oral proficiency levels in monologue tasks
3. 学会等名 Asia Pacific Corpus Linguistics Conference 2018 (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Mariko Abe, Yusuke Kondo, Yuichiro Kobayashi, Akira Murakami & Yasuhiro Fujiwara
2. 発表標題 Initial findings from a longitudinal learner corpus: A year-long development of L2 speaking performance
3. 学会等名 Teaching and Learning Corpora 2018 (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Mariko Abe, Yusuke Kondo & Yuichiro Kobayashi
2. 発表標題 Constructing a longitudinal learner corpus
3. 学会等名 The 12th International Free Linguistics Conference (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 近藤悠介
2. 発表標題 外国語教育の周辺技術と今後の可能性 トピック2: 自動採点
3. 学会等名 外国語教育メディア学会 (LET) 第61回全国研究大会 (招待講演)
4. 発表年 2022年

〔図書〕 計1件

1. 著者名 石井雄隆、近藤悠介 (編著)、石岡恒憲、金田拓、小島ますみ、小林雄一郎、永田亮	4. 発行年 2020年
2. 出版社 ひつじ書房	5. 総ページ数 164
3. 書名 英語教育における自動採点-現状と課題-	

〔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	小林 雄一郎 (Kobayashi Yuichiro) (00725666)	日本大学・生産工学部・助教 (32665)	
研究分担者	川口 勇作 (Kawaguchi Yusaku) (10805378)	愛知学院大学・教養部・講師 (33902)	
研究分担者	石井 雄隆 (Ishii Yutaka) (90756545)	早稲田大学・大学総合研究センター・助手 (32689)	

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	A P P E L R A N D Y (Appel Randy) (10802043)	早稲田大学・グローバルエデュケーションセンター・准教授 (32689)	

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