

令和 6 年 6 月 21 日現在

機関番号：36301

研究種目：若手研究

研究期間：2021～2023

課題番号：21K13065

研究課題名（和文）英語ライティング能力の構成要素間における相互作用の解明

研究課題名（英文）The investigation of interactions among components of L2 writing ability

研究代表者

西村 嘉人（NISHIMURA, Yoshito）

松山大学・経済学部・准教授

研究者番号：00882432

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,500,000円

研究成果の概要（和文）：本研究の目的は、ネットワーク分析を活用し、英語ライティング能力を構成する要素間の相互作用を検討することによって、英語ライティング能力の表象プロセスを明らかにすることであった。言語能力及び談話能力を構成する観測変数間の相関係数に基づきネットワーク分析を行った。結果は、学習者の熟達度の違いによってネットワークが統計的に有意に変化するという結論は得られなかった。また、生成AIを活用することで、大規模なデータに対する正確性指標の自動算出の可能性が見出された。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究の学術的意義として、英語ライティング能力の構成要素のうちの一つである言語能力の下位概念間のシステム（系）は熟達度に応じて必ずしも変化するというわけではないことが明らかになった。社会的意義として、予期せぬ生成AIの登場により、これまで人的及び経済的制約があり、一度に大規模な算出が困難であった正確性指標の計算が、生成AI及び自然言語処理の技術を活用することで、自動化できうることを明らかにしたことである。

研究成果の概要（英文）：The purpose of this study was to elucidate the representation process of English writing proficiency by examining the interactions among its components using network analysis. Network analysis was conducted based on the correlation coefficients among the observed variables that constitute linguistic and discourse knowledge. The results did not yield a statistically significant conclusion that the network changes according to differences in learners' proficiency levels. Additionally, the use of generative artificial intelligence, such as ChatGPT, demonstrated potential for the automatic calculation of accuracy indices on large-scale data.

研究分野：応用言語学

キーワード：L2ライティング ネットワーク分析 学習者コーパス CAF 言語産出能力 生成AI 自動採点

1. 研究開始当初の背景

英語ライティング能力は、「言語能力」「談話能力」「社会言語能力」「方略能力」「メタ認知能力」などの複数の下位概念から構成される能力である (Grabe & Kaplan, 1996; Hayes, 2012; Oh et al., 2015)。これまでの先行研究では、Component Skills Approach (構成要素を複数同時に分析することで上位の構成要素を総合的に理解しようとする分析)の枠組みに則り、これらの概念を個別に研究することで、英語ライティング能力の研究が広く行われてきた (Kojima & Kaneta, 2022)。しかしながら、構成要素間の相互作用まで踏み込み、英語ライティング能力を構成する下位概念間の関係を明らかにしたうえで、英語ライティング能力がどのような相互作用を経て構成されているかを検証した研究は、第二言語習得研究において、現状ではその知見が十分に蓄積されているとは言えない。これまでの先行研究の課題を解決するための一つの手法が、構成要素間の関係を視覚的に提示することが可能なネットワーク分析を活用することである。ネットワーク分析では、英語ライティング能力を表層的なシステム(系)とみなし、下位概念間の全体的な相互作用を可視化することで、構成要素間の関係を容易に把握し理解し、検討することが可能となる。この手法が第二言語習得研究に応用された例は少ないが (e.g., Gallagher & Robins, 2015; Nishimura, 2020; Nishimura et al., 2018a, 2018b)、複雑な相互作用を視覚化できる点において注目を浴びている手法であり、近年になってその有効性も徐々に認識されつつあり、第二言語習得研究でのネットワーク分析の活用方法を紹介する論文も出版されている (e.g., Freeborn et al., 2023)。

2. 研究の目的

本研究の目的は、ネットワーク分析を活用し、英語ライティング能力を構成する要素間の相互作用を検討することによって、英語ライティング能力の表象プロセスを明らかにすることであった。先述したように、英語ライティング能力は、「言語能力」「談話能力」「社会言語能力」「方略能力」「メタ認知能力」などの構成要素が相互作用した結果で構成される。本研究では、使用するデータの制限上、これら全てを扱うことが出来なかったため、機械的に算出可能な言語能力と談話能力の二つに限定して、これら構成要素、及び構成要素の更に下位の構成要素 (例えば、言語能力ならば複雑性、正確性、流暢性)の相互作用をネットワーク分析で視覚化した。また、英語学習者の熟達度ごとのネットワークを描写することで、熟達度ごとにネットワークの構造がどのように変化するかを統計手法を用いて検討した。

3. 研究の方法

本研究では、英語学習者のデータとして、*ETS Corpus of Non-Native Written English* を使用した。このコーパスは、12,100 件の英作文を収録した世界最大級の学習者コーパスであり、日本語、韓国語、中国語、ドイツ語など 11 の異なる母語を持つ英語学習者のデータが含まれている。各母語に 1,100 件の英作文が収録され、内容に応じて Low、Medium、High の 3 段階で英作文の評価が付与されている。本研究では、日本語を母語とする英語学習者の英作文の一部を分析対象とした。言語能力と談話能力の観測変数を算出するために、以下の手法を用いた。言語能力の観測変数である「複雑性指標」と「流暢性指標」は、*L2 Syntactic Complexity Analyzer* を用いて算出した。「正確性指標」は、学習者の英作文に対応する英語母語話者の添削文を使用し、*ERRor ANotation Toolkit (ERRANT)* を用いて自動的にエラーを検出した (詳しくは後述する)。談話能力の観測変数である文法的結束性および語彙的結束性は、*TAACO* を使用して算出した。これらの観測変数の相関関係に基づいてネットワークを図示し、英語ライティング能力の構成要素間の相互作用を可視化した。ネットワークの解釈には、中心性指標を使用した。ネットワークの構造比較には、統計解析環境 R の *NetworkComparisonTest* package を使用し、統計的にネットワーク構造の違いがあるかどうかを検証した。また、学習者コーパスに付与されている 3 段階の評価を学習者の熟達度の代理指標として扱った。学習者を 3 つのグループに分類し、それぞれのネットワークを描写することで、熟達度ごとの相互作用の変化を検証した。本研究では、「言語能力」と「談話能力」という構成要素間の複雑な相互作用を解明することにより、英語ライティング能力がどのように表現されているのかを明らかにした。また、学習者の熟達度に基づいてネットワークを分類することで、熟達度の違いが相互作用にどのような影響を与えるのかも検討した。

ERRANT では、エラーのカテゴリー別 (欠落エラー (Ø A)、置換エラー (A B)、不必要エラー (A Ø)) に合計で 55 種類に及びエラーを自動算出することが可能である。ERRANT では、英語学習者と英語母語話者による英作文を一文一文比較することで、それら英作文の構造の違いを検出し、そこからエラーの種類が自動的に分類される。50 種類を超えるすべてのエラーを正確性指標として扱いネットワーク分析に投入すると結果の解釈が困難になるため、本研究では、カテゴリー別に正確性指標を統合した。つまり、それぞれのエラーカテゴリーごとに、内容語のエラーと機能語のエラーという 2 つに分類することで、合計 6 種類の正確性指標を分析に用いた。

4. 研究成果

(1) 熟達度によるネットワーク構造の変化

熟達度ごとのネットワーク構造(言語能力の構成要素内ネットワーク)は、図1から図3に示している通りである。ネットワークの描写には、Fruchterman-Reingold algorithmを使用した。このアルゴリズムでは、観察された変数間の関係が強いときにノードが近くに配置され、エッジが太くなり、逆に、関係が弱いときにはエッジが細くなり、ノードが離れた位置に配置されるため、視覚的にネットワークを把握するうえで最適なアルゴリズムである。図1から図3に示されているように、いずれのネットワークも、見かけ上はその構造が変化しているように見えるが、Low-Medium、Low-High、Medium-Highのそれぞれの構造をNetworkComparisonTest packageを使用して比較した結果、Network Invariance Test 及び Global Strength Invariance Test のいずれにおいてもネットワーク構造が統計的に有意に変化するという結果を得ることはできなかった。つまり、熟達度が向上しても言語能力を構成する下位の構成要素間のネットワーク構造は変化しているとは言えないという結果が得られた。この結果は、英語ライティング能力を系として捉える上で重要である。しかしながら、言い換えると、帰無仮説を棄却できなかったため、現時点でネットワーク構造の変化に関して何かしら言及することは難しい結果となった。また、言語能力の構成要素内ネットワーク及び言語能力及び談話能力の構成要素間のネットワーク分析の結果に関しては、現在論文としてまとめている最中である。

図1

熟達度 Low のネットワーク構造

Estimated Network for Low

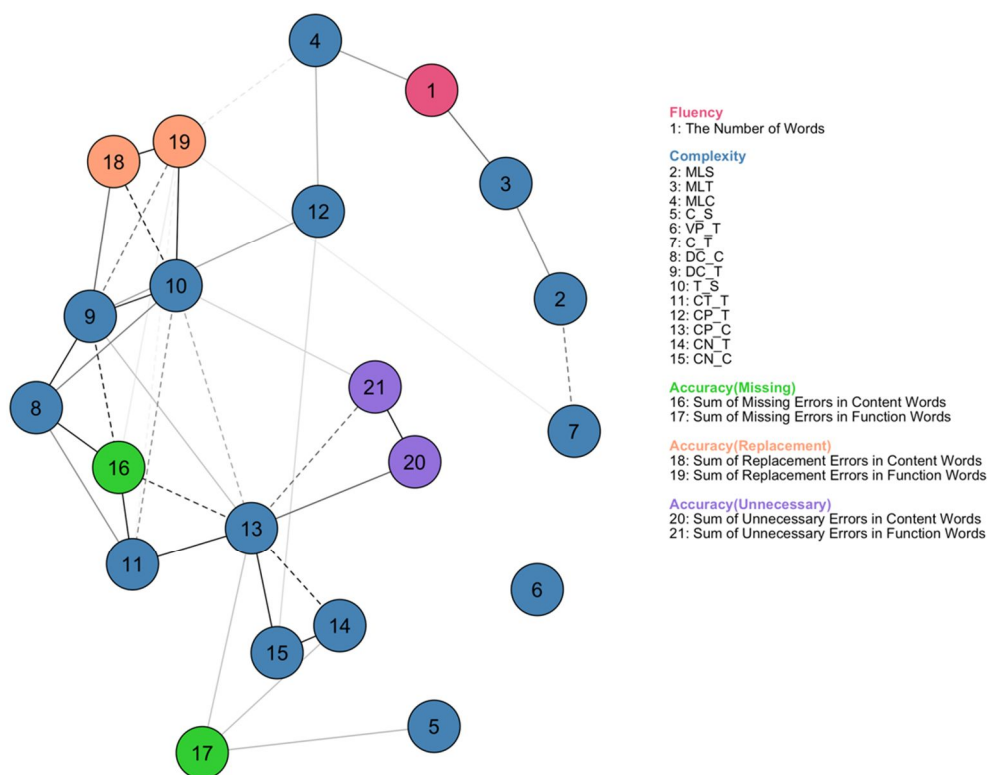
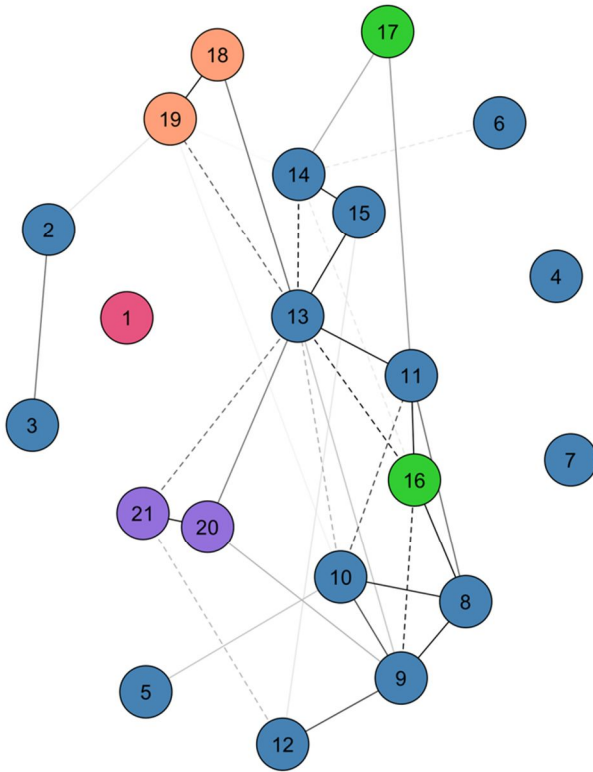


図2

熟達度 *Medium* のネットワーク構造

Estimated Network for Medium



Fluency
1: The Number of Words

Complexity

- 2: MLS
- 3: MLT
- 4: MLC
- 5: C_S
- 6: VP_T
- 7: C_T
- 8: DC_C
- 9: DC_T
- 10: T_S
- 11: CT_T
- 12: CP_T
- 13: CP_C
- 14: CN_T
- 15: CN_C

Accuracy(Missing)

- 16: Sum of Missing Errors in Content Words
- 17: Sum of Missing Errors in Function Words

Accuracy(Replacement)

- 18: Sum of Replacement Errors in Content Words
- 19: Sum of Replacement Errors in Function Words

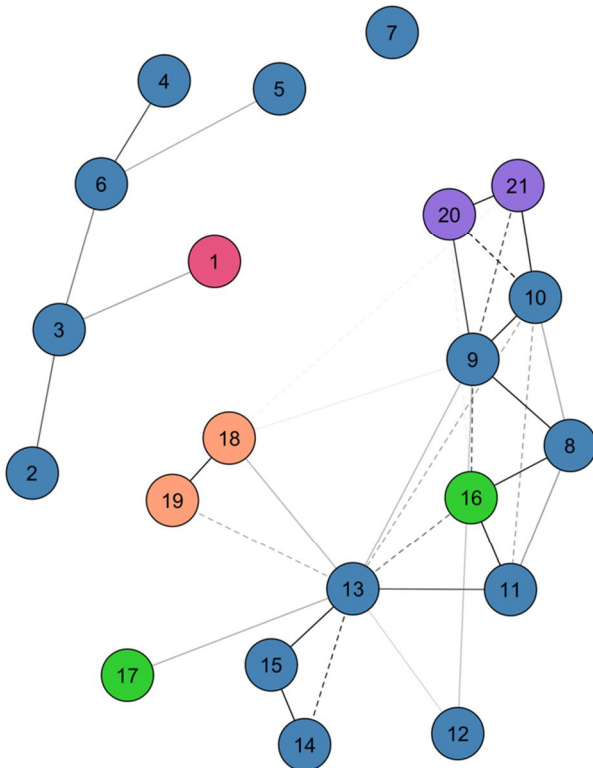
Accuracy(Unnecessary)

- 20: Sum of Unnecessary Errors in Content Words
- 21: Sum of Unnecessary Errors in Function Words

図3

熟達度 *High* のネットワーク構造

Estimated Network for High



Fluency
1: The Number of Words

Complexity

- 2: MLS
- 3: MLT
- 4: MLC
- 5: C_S
- 6: VP_T
- 7: C_T
- 8: DC_C
- 9: DC_T
- 10: T_S
- 11: CT_T
- 12: CP_T
- 13: CP_C
- 14: CN_T
- 15: CN_C

Accuracy(Missing)

- 16: Sum of Missing Errors in Content Words
- 17: Sum of Missing Errors in Function Words

Accuracy(Replacement)

- 18: Sum of Replacement Errors in Content Words
- 19: Sum of Replacement Errors in Function Words

Accuracy(Unnecessary)

- 20: Sum of Unnecessary Errors in Content Words
- 21: Sum of Unnecessary Errors in Function Words

(2) 生成 AI と ERRANT を活用した正確性指標算出

本研究を申請したのは、2020 年 10 月である。研究期間中の 2022 年 11 月 30 日に Open AI 社が対話型 AI の ChatGPT を公開したことによって、第二言語習得研究でも広く生成 AI を活用した研究が行われるようになった (e.g., Mizumoto & Eguchi, 2023; Mizumoto et al., 2024)。申請当時は、生成 AI が登場することは予期しておらず、正確性指標算出のために、英語学習者の英作文に対して、英語母語話者による添削文を付与することで、正確性指標を算出することとしており、本研究では、実際に英語母語話者による添削文の付与に基づいて正確性指標は算出し、その結果に基づいてネットワーク分析を行っている。

これまで英語母語話者による添削文の付与は、人的資源の制限や経済的成約の都合等により、一度に大量のファイルに対して添削文を付与することはどうしても難しかった。しかしながら、生成 AI を利用した先駆的な研究に示されているように、英語学習者の英作文に対する添削文の付与についても、生成 AI で代替できる可能性が徐々に見え始めている。そこで、当初は予期していないことではあったが、本研究では、代表的な生成 AI を 3 種類 (ChatGPT、Claude、Gemini) 使用し、それぞれが付与した添削文が英語母語話者の添削文とどの程度一致するか、添削文に基づいて算出したエラータグの種類及びその数がどの程度一致するかを検証した。その結果、生成 AI を正確性指標の算出に活用できる可能性が見いだせる結果を得ることができた。この結果については、現在、論文としてまとめている最中である。

引用文献

- Feebom, L., Andringa, S., Lunansky, G., & Rspens, J. (2023). Network analysis for modeling complex systems in SLA. *Studies in Second Language Acquisition*, 45(2), 526–557.
<https://doi.org/10.1017/S0272263122000407>
- Gallagher, H. C., & Robins, G. (2015). Network statistical models for language learning contexts: Exponential random graph models and willingness to communicate. *Language Learning*, 65(4), 929–962. <https://doi.org/10.1111/lang.12130>
- Grabe, W., & Kaplan, R. B. (1996). *Theory and practice of writing: An applied linguistic perspective*. Longman.
- Hayes, J. R. (2012). Modeling and remodeling writing. *Written Communication*, 29(3), 369–388.
<https://doi.org/10.1177/0741088312451260>
- Kojima, M., & Kaneta, T. (2022). L2 writing and its internal correlates: A meta-analysis. In E. H. Jeon & Y. In'nami (Eds.), *Understanding L2 proficiency: Theoretical and meta-analytic investigations* (pp. 109–158). John Benjamins. <https://doi.org/10.1075/bpa.13.05koj>
- Mizumoto, A., & Eguchi, M. (2023). Exploring the potential of using an AI language model for automated essay scoring. *Research Methods in Applied Linguistics*, 2(2), Article 100050.
<https://doi.org/10.1016/j.rmal.2023.100050>
- Mizumoto, A., Shintani, N., Sasaki, M., & Teng, M. F. (2024). Testing the viability of ChatGPT as a companion in L2 Writing accuracy assessment. *Research Methods in Applied Linguistics*, 3(2), Article 100116. <https://doi.org/10.1016/j.rmal.2024.100116>
- Nishimura, Y. (2020). *Longitudinal network structure changes of linguistic features in L2 writing development: An exploratory study employing complex dynamic systems theory* [Unpublished doctoral dissertation]. Nagoya University.
- Nishimura, Y., Kawaguchi, Y., & Abe, D. (2018a). The relationship between complexity and fluency in L2 writing: An approach using network analysis. *Language Education & Technology*, 55, 171–198.
- Nishimura, Y., Tamura, Y., & Fukuta, J. (2018b). Network structures in L2 oral performance: A learner corpus study. *ARELE: Annual Review of English Language Education in Japan*, 29(1), 113–128.
https://doi.org/10.20581/arele.29.0_113
- Oh, E., Lee, C. M., & Moon, Y. I. (2015). The contributions of planning, L2 linguistic knowledge and individual differences to L2 writing. *The Journal of Asia TEFL*, 12(2), 45–85.

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計3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 3件）

1. 著者名 Nishimura, Y.	4. 巻 44(1)
2. 論文標題 Interplay between communicative adequacy and essay scores in second language writing: A preliminary study	5. 発行年 2024年
3. 雑誌名 言語文化研究	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 オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -

1. 著者名 Nishimura, Y.	4. 巻 43(1)
2. 論文標題 Exploring the availability of error-free sentence ratio as a measure of second language accuracy predicting essay score : A preliminary study	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 言語文化研究	6. 最初と最後の頁 1-16
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 Fukuta, J., Nishimura, Y., & Tamura, Y.	4. 巻 6
2. 論文標題 Pitfalls of production data analysis for investigating L2 cognitive mechanism	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Journal of Second Language Studies	6. 最初と最後の頁 95-118
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1075/jsls.21013.fuk	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 -

〔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

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
---------	---------