

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 29 年 6 月 26 日現在

機関番号：33929

研究種目：基盤研究(B) (一般)

研究期間：2013～2016

課題番号：25284110

研究課題名(和文)日本人英語学習者の心的辞書における英語語彙間の非対称構造の可視化

研究課題名(英文) Visual Representation of Asymmetries in the Japanese EFL Learner's Mental Lexicon

研究代表者

青谷 法子 (AOTANI, Noriko)

東海学園大学・教育学部・教授

研究者番号：00278409

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 9,200,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では、語彙ネットワーク構造における項目間の非対称性に着目し、非対称フォン・ミーゼス尺度法(AMISESCAL)およびグラフ可視化プラットフォームである Gephi を用い、日本人英語学習者が持つ心的語彙ネットワーク構造の可視化を試み、分析を行った。また、アソシエーション分析とネットワーク分析を併用することにより、リーディング教材に内在する語彙の構造的関係を描出し、ジャンル別や難易度別の分析を行った。

研究成果の概要(英文)：The aim of this research project was to investigate and visualize the network properties of the mental lexicon, with a particular focus on the strength and directionality/asymmetry of links between lexical items. One of our achievements was that we succeeded in the attempt to construct some models of lexical network by using Asymmetric von Mises Scaling (AMISESCAL) and Network Visualization Tool, Gephi. Both strength and asymmetry of the connections among vocabulary items were explained using this model, and distinctive features of the EFL learners' mental lexicon were obtained. Another achievement was that we could extract lexical network structures inherent in texts (lexical network profiles; LNPs) by employing association analysis and Gephi. Different LNPs were obtained from the texts in different genres and readability.

研究分野：心理言語学

キーワード：教育評価・測定 非対称多次元尺度法 心的語彙ネットワーク

1. 研究開始当初の背景

我々の心的辞書が“giant multidimensional cobweb” (巨大で多次元に広がるクモの巣) のようなネットワーク構造を持つことは概念的には広く受け入れられている (Aitchison, 2003 など)。このような心的辞書のネットワーク構造は、我々の脳が、実際に、神経のネットワーク構造から成り立っていることから発想されたものであり、個々の語彙項目 (node) が脳の神経細胞を、それをつなぐ節 (link) がシナプスを比喩的に写像している。語彙数の増加は node が増加すること、それぞれの語についての知識を増やすことは新しい link を張ることに例えられ、我々の脳の中で実際にそのような現象が起こっているかのようなリアリティを与えている。実際、The Hierarchical Network Model (Collins & Quillian, 1969)、The Semantic Features Model (Smith, et al., 1974)、The Spreading Activation Model (Collins & Loftus, 1975) など語彙ネットワークのモデル化を試みた様々な研究がなされている。また、1985 年からプリンストン大学で開発されている WordNet や、その情報に基づく Visuwords™、商用ソフトウェアである Thinkmap® 社の Visual Thesaurus® など、視覚的に関連語句をオンラインで表示する辞書サイトも開設されている。しかし、これらはあくまでも一般的な辞書機能を果たすことのみが意図された辞書であり、例えば学習者が検索履歴とともに自らが学習した意味や用法のみを保存し学習結果を蓄積するといった機能はない。

一方、言語学習の分野においては、学習者の認知過程への関心が増大するのとともに、言語連想研究を語彙習得過程の解明に応用しようとする試みが多くみられるようになってきた。自由連想の実験手法には、SD 法 (Osgood, et al., 1957) によって語の意味を多次元尺度で測定するもの、刺激語から得られた連想語を上位概念、下位概念、全体-部分、属性、類義語、連語関係などのパラメーターで分類し、その傾向を分析したり、刺激語と連想語間のユークリッド距離を定量化することにより概念同士のつながりの図式化を試みたりするものが多くみられている。しかしながら、現状ではいずれのモデルにおいても、実際の心的辞書の構造を正確に反映することには成功していない。

こうした試みは、近年のテクノロジーの発展により実験データのより詳細な解析が可能になったことで新しい局面に入っている。例えば、グラフ可視化プラットフォーム Gephi (Bastian, Heymann, & Jacomy, 2009) を用いることでさまざまなネットワーク構造の可視化が可能となっており、カーディフ

大学の Paul Meara 教授らのグループは、英語の L1 話者から得られた 900 個の刺激語に対する連想関係をこのプラットフォームを援用してモデル化することを試みている。

心理測定の分野でも、従来からのデータの対称性を前提とした多次元尺度構成法に加えて、非対称データを分析し視覚化するための統計モデルである「非対称フォン・ミーゼス尺度法」(AMISESCAL) が提案されている (Shojima, 2011)。

本研究チームは、上述した関連分野における新しい動向から着想を得て、日本人英語学習者が持つ心的辞書のネットワーク構造の非対称性に着目し、Gephi および AMISESCAL を用いて可視化を試みるとともに、学習者の語彙知識を質的に評価する手法を確立するために本研究課題に取り組んだ。

2. 研究の目的

本研究課題は、(1) 語彙間における非対称性に着目して心的辞書のネットワーク構造を実証的に可視化し、学習者・指導者にフィードバックすることにより英語語彙学習を支援すること、および(2) 可視化された語彙ネットワークを分析することにより、英語学習の進行に伴う語彙知識の拡充過程をモデル化することを通して、理論研究と実践の両面で貢献することを目的とした。

3. 研究の方法

非対称データを分析し視覚化するための統計モデルである「非対称フォン・ミーゼス尺度法」(AMISESCAL) を用いて学習者から得られた語彙データの分析を行った。AMISESCAL は、2011 年に荘島によって開発・提唱された新しい統計モデルであり、その英語教育学の分野における応用は世界的にも先駆的な試みである。本来、非対称的である語彙項目間の関係性を、従来のように対称的なデータであるかのごとく扱うのではなく、非対称性が持つ情報量をありのまま活用できるという点で従来の分析手法よりも正確な分析とネットワーク構造の可視化が可能となっている。また、グラフ可視化プラットフォームである Gephi を用いた語彙ネットワーク構造の可視化、さらに、アソシエーション分析を援用することで、個々の学習者の持つ語彙の共起ルールを抽出し、ネットワーク図として提示を行った。

4. 研究成果

(1) 語彙間における非対称性に着目し、日本人英語学習者の心的辞書のネットワーク構造を様々な角度から実証的に可視化するために、「非対称フォン・ミーゼス尺度法」

AMISESCAL を用いて以下のような分析を行った。

「An asymmetrical network model of the Japanese EFL learner's mental lexicon」では、8つの名詞間に存在する関係性が、それらすべてと結びつく1つの形容詞を加えることによってどのように変化するか(しないか)について分析を行った。その結果、形容詞を刺激語として与えることによって、名詞間の語彙ネットワーク構造に非対称的な変化が起こることが実証された。また、形容詞の多義構造が心的辞書の中でそのような構造を示すかについての知見が得られた。

「An asymmetrical network model of synonymic adjectives in the Japanese EFL learner's mental lexicon」では、beautiful, pretty, lovely, cute の4つの類義形容詞間に存在する関係性が、日本人英語学習者の心的辞書の中でどのように認知されているのかについて、英語母語話者との比較も行いながら分析を行った。その結果、形容詞がどの名詞を修飾するかによって、類義形容詞間の語彙ネットワーク構造が変化することが実証された。また、どの表現を典型的と捉えるか、他の表現をどのようにマッピングするかについては、英語学習間のみならず、英語母語話者間でも個人差が認められた。

「An asymmetrical network model of basic verbs in the Japanese EFL learner's mental lexicon」では、動詞の語義拡張に関する情報について、日本人学習者がどのようにそれらを心的語彙の中に位置づけるかについて、2種類の実験を行った。実験1では、多義動詞runとそれぞれ語義の一致が見られるflow, work, stretch, move, melt, manage, continue の7つの動詞との類似性の評価に基づく分析を、実験2では、同じく動詞runの様々な語義を含む8つの文を提示し、それぞれの文の間の類似性の評価に基づく分析を行った。本ネットワークモデルにより、英語運用能力の異なる学習者の心的語彙内の差異を解明するためのひとつの知見が得られた。

「An investigation into how learning strategies affect the mental lexicon of L2 learners」では、語彙知識のネットワーク構造面での拡張・深化を促進する要因として学習方略との関連性を探るため、語の連合関係を対象とし、関係の非対称性に注目しながら類似性の評価がどのように行われるかについて心理言語学的見地からの分析を行った。探索的因子分析から導き出された学習方略の3つの下位尺度のうち、熟考方略の使用頻度が語彙ネットワーク形成に影響を及ぼす因子であるという仮説が得られた。

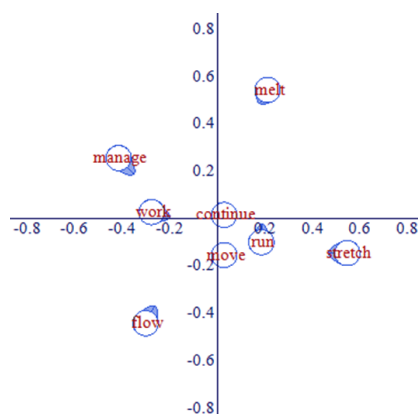


図1：AMISESCAL を用いてある日本人英語学習者の動詞間の非対称ネットワーク構造を可視化した例。中央に配置されるほど、他のすべての動詞との意味的關係が強いと認識されていることを示し、非対称性は vMDs (図では青い部分) で表される。

(2)日本人英語学習者による英語語彙学習、特にネットワーク構造の可視化による語彙知識の構造化支援を目的とした本研究プロジェクトの基礎研究として、リーディング教材に内在する語彙の構造的関係を描出することを試みた。

この描出にあたり、アソシエーション分析とネットワーク分析を併用し、節内における語の共起関係をアソシエーション・ルールとして抽出した後、抽出されたアソシエーション・ルールをネットワークとして可視化する、という手法を採った。アソシエーション分析では、出現頻度に基づく指標(支持度・確信度・リフト値)を基準としてアソシエーション・ルールを抽出するため、分析者による予断の介在を可能な限り回避して、ある語と別の語との非対称的な共起関係を検出することができる。加えて、得られたアソシエーション・ルールをネットワーク構造として可視化することにより、複数のアソシエーション・ルール間の関係性を把握できるとともに、ネットワーク構造の統計量や指標(密度、中心性、次数等)による客観的な分析も可能となる。

この手法を用いた予備的な調査として、「Lexical network potentials based on co-occurrence patterns: A preliminary analysis of graded readers」では、異なるジャンルのリーディング教材に内在する語彙の構造的関係を調査した。まず、同じレベルの多読教材から物語文と説明文を無作為に選び、それぞれのジャンルで約 30,000 語のマイクロ・コーパスを構築した。対象となった各教材と各ジャンルでアソシエーション・ルールの検出とネットワーク構造の視覚化を行った結果、物語文からは比較的少数の語によって構成され、相互に独立したクラスターから構成されるネットワーク構造が得ら

れるのに対し、説明文からはより多くの語をメンバーとするクラスタが相互に結びついたネットワーク構造が得られることが示された。

「Comparison of lexical network potentials based on two graded readers corpora: A preliminary study」では、異なる難易度の多読教材を基礎資料としたマイクロ・コーパス (multi-level corpus; MLC; 約 70,000 語) と、同じレベルにある複数の多読教材を基礎資料としたマイクロ・コーパス (single-level corpus; SLC; 約 70,000 語) をデータとして、それぞれに内在するネットワーク構造の特徴を比較した。いずれのコーパスから得られたネットワーク構造も、相互に独立したクラスタで構成されていたが、SLC から得られたネットワーク構造の方がより多くの語によって個々のクラスタが構成されていた。

いずれの調査もアソシエーション分析とネットワーク分析の併用によって、テキストに内在する語の非対称的な共起関係をネットワーク構造として描出できることを確認することを目的とした予備的な調査であった。そのため、コーパスのサイズも小さく、ここで得られた知見を一般化することは困難である。また、アソシエーション・ルールの抽出にあたり、語自体の出現頻度の影響を十分に排除するためにリフト値を有効に活用するなど、手法自体も改善の余地が残されている。一方で、これらの調査結果は、一連の手法によって構造化という質的な観点からテキストの語彙的特徴を描出しうることを示しており、従来の語彙レベル、語彙サイズや n-gram 分析といった量的観点からの分析を補完するものと考えている。

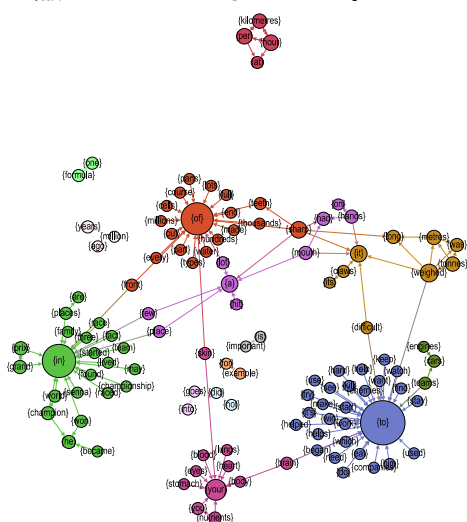


図 2 : アソシエーション分析により抽出された多読教材 (説明文) に内在する共起ルールを Gephi により可視化した例。ノードの大きさは中心性の度合いを表し、強く関連付けられている語彙項目群が語のまとまりとして表現されている。

(3)日本人英語学習者と英語母語話者間の英語語彙ネットワーク構造の違いを可視化するために、Gephi を用いた分析を行った。

「A graph-theoretical approach to understanding Japanese EFL learners' lexical organisation and development」では、日本人英語学習者と英語母語話者に対し JACET8000 のレベル 1 から選択した 100 語を提示し、その範囲内で考えられうるすべての語彙関係を抽出させた。そのデータについて Gephi を用いることによって語彙ネットワークの可視化を行い、比較分析を行った。この手法を用いることにより、今後英語運用能力の差による比較やより多くの語彙数での分析または ESP の立場からの語彙拡張の研究に応用できることが示された。

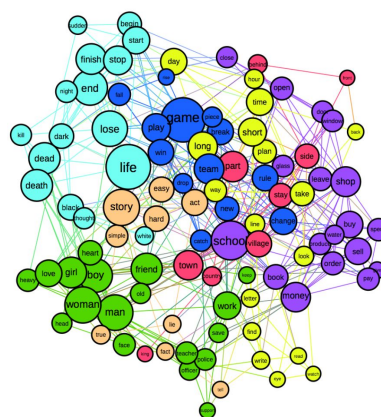


図 3 : 指定された 100 語内における、ある日本人学習者の語連想を Gephi により表した例。ノードの大きさは他の語との連想の多さを表し、語のままとまりは色の違いによって表示される。

5 . 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文](計 4 件)

Aotani N., Sugino N., Fraser S., Koga Y., & Shojima K. (2016). An Asymmetrical Network Model of the Japanese EFL Learner's Mental Lexicon. *Journal of Pan-Pacific Association of Applied Linguistics*, 20(2), 95-108. 【査読有】

Aotani N., Sugino N., Fraser S., Koga Y., & Shojima K. (2016). An Investigation into How Learning Strategies Affect the Mental Lexicon of L2 Learners. *Proceedings of the 7th CLS International Conference*, 8-13. 【査読無】

http://paal.kr/html/sub04_03.asp

Sugino N., Fraser S., Aotani N., Shojima K., & Koga Y. (2015). *Capturing and representing*

asymmetries in Japanese EFL learners' mental lexicon: A preliminary report. 「英語教育学研究」, 第6号. 広島大学英語教育学会. 21-30. 【査読有】
荘島宏二郎. (2014). 「仮説検定、効果量、そして適合量指標 - SEM を用いた分散分析の理解」. 教育心理学年報, 53, 147-155. 【査読有】

DOI:10.5926/arepj.53.147

〔学会発表〕(計 12 件)

Aotani N., An Investigation into How Learning Strategies Affect the Mental Lexicon of L2 Learners. The 7th CLS International Conference, 2016年12月2日, シンガポール(シンガポール)

Sugino N., Comparison of Lexical Network Potentials Based on Two Graded Readers Corpora: A Preliminary Study. The 7th CLS International Conference, 2016年12月2日, シンガポール(シンガポール)

Sugino N., Lexical Network Potentials Based on Co-occurrence Patterns: A Preliminary Analysis of Graded Readers. Proceedings of the 21st Conference of Pan-Pacific Association of Applied Linguistics, 80-81. 2016年8月22日, 新北(中華民国)

Fraser S., A Graph-theoretical Approach to Understanding Japanese EFL Learners' Lexical Organisation and Development. Proceedings of EUROSLA25 - Book of Abstracts, 65. 2015年8月27日, エクスアンプロヴァンス(フランス)

Aotani N., An Asymmetrical Network Model of Basic Verbs in the Japanese EFL Learner's Mental Lexicon. FLEAT2015, 2015年8月13日, ポストン(アメリカ合衆国)

Sugino N., Visual Representation of Asymmetries in Word Association Responses by Japanese EFL Learners. Lexical Studies Research Network Conference. 2015年3月10日, カーディフ(連合王国)

Sugino N., Using *Gephi* to Visualize the Mental Lexicon. The 6th CLS International Conference, 2014年12月4日, シンガポール(シンガポール)

Aotani N., An Asymmetrical Network Model of Synonymic Adjectives in the Japanese EFL Learner's Mental Lexicon. The 6th CLS International

Conference, 2014年12月4日, シンガポール(シンガポール)

Aotani N., An Asymmetrical Network Model of the Japanese EFL Learner's Mental Lexicon. AILA2014, 2014年8月14日, ブリスベン(オーストラリア)

Sugino N., Capturing and representing asymmetries in Japanese EFL learners' mental lexicon. Vocab@Vic2013, 2013年12月18日, ウェリントン(ニュージーランド)

Shojima K. Structural space scaling. 2013年9月6日. 第41回日本行動計量学会. 東邦大学(千葉県船橋市)

荘島宏二郎. 「潜在ランク理論 - 段階評価のためのテスト標準化理論」. 第11回日本テスト学会. 2013年8月28日. 九州大学(福岡県福岡市)

〔図書〕(計 1 件)

荘島宏二郎(編著). (2017). 計量パーソナリティ心理学. ナカニシヤ出版. (256 ページ).

〔産業財産権〕

○出願状況(計 0 件)

○取得状況(計 0 件)

〔その他〕

ホームページ等

6. 研究組織

(1) 研究代表者

青谷 法子 (AOTANI, Noriko)
東海学園大学・教育学部・教授
研究者番号: 00278409

(2) 研究分担者

杉野 直樹 (SUGINO, Naoki)
立命館大学・情報理工学部・教授
研究者番号: 30235890

フレイザー サイモン (FRASER, Simon)
広島大学・外国語教育研究センター・教授
研究者番号: 10403510

荘島 宏二郎 (SHOJIMA, Kojiro)
独立行政法人大学入試センター・研究開発部・准教授
研究者番号: 50360706

(3) 連携研究者

(4) 研究協力者

古賀 友也 (KOGA, Yuya)