

令和元年6月5日現在

機関番号：32710

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2015～2018

課題番号：15K02623

研究課題名(和文) 言語変化と複雑適応体系－英語の史的発達に於ける言語進化と脳の相互関係に基づいて

研究課題名(英文) Language Change as a Complex Adaptive System: An Interaction between Language Evolution and the Brain in the History of English

研究代表者

小倉 美恵子 (Ogura, Mieko)

鶴見大学・名誉教授・名誉教授

研究者番号：60074291

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)： 科研費基盤研究(C)を平成17-26年度に得て、語彙拡散による英語史上の音韻、形態、統語、意味、語彙変化の研究を、複雑適応体系に内在する基本原理(淘汰、自己組織化、相転移、曖昧性と頑強性、ネットワーク)の観点から統合した。

本研究ではこれを更に進めて言語進化と脳の相互関係の観点から以下の3点について研究した：(1)文法化、特に時制と相の出現と脳の相関関係、(2)語彙体系の歴史的発達と多義語による脳のsmall-world network、(3)同音異義語に於ける曖昧性の排除と脳の機能。これらを膨大なデータと光トポグラフィーを用いた実験に基づいて明らかにした。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究では英語の歴史的発達と脳の機能の相関関係を探り、言語が変化すれば脳の機能も変化することが明らかとなった。実験の結果得られた日本語と英語の脳の活性化の違いは英語を第二外国語として習得する際にも多いに役立つ。

研究成果の概要(英文)： Supported by the Grant-in-Aid for Scientific Research (C) in 2005-2014, I examined mechanisms of lexical diffusion in phonology, morphology, syntax, semantics, and lexicon in the history of English from a perspective of complex adaptive systems, including selection, self-organization, scaling of parameters, robustness and networks of connections. In the present study I further discussed the interaction between language evolution and the brain from the following perspective: (1) grammaticalization, especially the evolution of tense and aspect as linguistic manifestations of domain-general human cognitive abilities, (2) the impact of the polysemous words on a historically robust small-world network, and the neural substrates of polysemous words, (3) ambiguity resolution and the evolution of homophones and the neural bases of homophones, based on a large amount of data and using near-infrared spectroscopy.

研究分野：人文学

キーワード：言語変化 言語進化 複雑適応体系 脳 文法化 同音異義語 多義語 small-world network

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19、CK - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

物理学、生物学、経済学などの分野では、複雑性(complexity)という学際的観点から研究が行われてきた。複雑性に関する最も基本的な概念は、行為者(agent)の局所的な係わり合いが発達して、全体的、包括的な体系を生み出すという点である。そして多くは適応性を示す体系を生み出す。複雑適応体系(complex adaptive system)に内在する基本原理として、淘汰(selection)、自己組織化(self-organization)、相転移(phase transition)、曖昧性(ambiguity)と頑強性(robustness)、ネットワーク(network)などがある。このような観点からの研究は、歴史言語学の分野ではこれまでほとんど行われていない。科研費基盤研究(C)平成 17-26 年度を得て、語彙拡散(lexical diffusion)による英語史上の音韻、形態、統語、意味、語彙変化の研究を、複雑適応体系に内在する基本原理の観点から統合してきた。

2. 研究の目的

これまで語彙拡散(lexical diffusion)による英語史上の音韻、形態、統語、意味、語彙変化の研究を、複雑適応体系(complex adaptive system)に内在する基本原理(淘汰、自己組織化、相転移、曖昧性と頑強性、ネットワーク)の観点から統合した。本研究ではこれを更に進めて言語進化と脳の相互関係の観点から以下の3点について研究した:(1) 文法化、特に時制と相の出現と脳の相関関係、(2) 語彙体系の歴史的発達と多義語による脳の small-world network、(3) 同音異義語における曖昧性の排除と脳の機能。これらを膨大なデータと光トポグラフィーを用いた実験に基づいて明らかにした。

3. 研究の方法

(1) 文法化、特に時制と相の出現と脳の相関関係

人間が生来持った認知能力の顕現として、英語史上の動詞的範疇(時制、相、法、態)、名詞的範疇(格、性、数)、語順の発達、複文の発達の中に文法化を考察し、文法化された形態が累積し、言語はますます複雑化することを明らかにした。また時制と相において、人間が生来持った認知能力の顕現として文法化が起こったことを、光トポグラフィーを用いて実証した。

(2) 語彙体系の歴史的発達と多義語による脳の small-world network

Historical Thesaurus of the Oxford English Dictionary (Christian Kay et al., Oxford, 2009) の全動詞について、単語間の距離と、群を形成する単語数を計量、分析し、単義語に多義語が加わることにより、語義間の意味が緊密になる small-world network が形成されることを古英語、中英語、初期近代英語、近代英語、現代英語という歴史的発達の中で調べた。更に small-world network の基盤を成す多義語がどのように脳の中で構成されているかを、光トポグラフィーを用いて予備的な実験を行った。

(3) 同音異義語における曖昧性の排除と脳の機能

理想的な言語は形態と意味が1対1に対応するものであるが、実際には同音異義語が起こり、その要因を話者と聴者の制約の結果起こるとする Zipf's Law の中に探った。初期近代英語以降のフランス語、ラテン語の借入、語尾の消失により大量に出来た名詞と動詞の同音異義語と、それに対して聴者による理解しやすさの結果生じた名詞と動詞のアクセントによる区別を、光トポグラフィーによる実験から探った。

4. 研究成果

(1) 文法化、特に時制と相の出現と脳の相関関係

人間が生来持った認知能力の顕現として、英語史上の動詞的範疇(時制、相、法、態)、名詞的範疇(格、性、数)、語順の発達、複文の発達の中に文法化を考察し、文法化された形態が累積し、言語はますます複雑化することを明らかにした。関係節に見られる回帰性は、歴史的には並列文から発達し、それが普遍的機能である階層性による配置により生じたものであることを主張した。その過程で曖昧性の原因となる中央埋め込み文が回避され、OV語順からVO語順が生じることを明らかにした。回帰性とその結果生じたVO語順により、古英語の談話構造と密接に結びついた統語構造が、中英語の緊密な統語構造に変化した。それに伴い進行形、完了形、助動詞、定冠詞が生じた。これは、古英語で用いられていた文脈から判断できる曖昧な形態を、より明確な形態にしようとする話者の意図により生じたことを明らかにした。

言語の進化において恐らく言語を形成したと考えられる認知領域に、mental time travelつまり過去の出来事を思いだしたり未来のできごとを想像したりする認知能力がある。これらを司る脳の領域はfMRIによる実験で、前頭葉前部、頭頂部、中央側頭部などであることが分かってきている。言語の時制と相の進化はこのような人間の持つ時間についての認知能力が引き起こしたものであることを、英米人及び日本人による光トポグラフィーを用いた実験で実証した。時制、相という概念は元々ははっきりとした範疇があったわけではなく、機能は互いに絡み合った状態から生じた。後に、古英語の談話構造と密接に結びついた統語構造が、中英語の緊密な統語構造に変化したことに伴い、迂言的な形態を持つ進行形および完了形、助動詞による未来形が現れた。このような変化に伴い、古英語では進行形、完了形はそれぞれ現在形、過去形で表され、脳はmental time travelの時に活性化する領域が活性化していたが、中英語以降は進行形、完了形を司る部位は左脳に側性化したことを実証した。

(2) 語彙体系の歴史的発達と多義語による脳のsmall-world network

*Historical Thesaurus of the Oxford English Dictionary*の全動詞に基づいて、単義語に多義語が加わることにより、語義間の意味が緊密になるsmall-world networkが形成されることを古英語、中英語、初期近代英語、近代英語、現代英語という歴史的発達の中で調べた。語の頻度が高い程、語の意味数は多く、語彙の樹状構造のより上部を構成し、この構造は歴史的に頑強であり、small-world networkの基盤となること実証した。

Small-world networkの基盤を成す多義語がどのように脳の中で構成されているかを、光トポグラフィーを用いて予備的な実験を行った。WordNetで語義数の高い動詞break, make, give, take, cutによる予備実験では、古英語では先行するO(目的語)により文脈が与えられるため、V(動詞)の意味が規定されるので前頭葉、側頭葉全体で活性化するがそれほど大きなものではない。中英語以降は多義語の意味はSVO語順では、Vの後で一時的に曖昧性が生じるが、文脈が与えられることで曖昧性は排除される。中英語以降緊密な統語構造に変化したことに伴い、多義語のそれぞれの意味は前頭葉、側頭葉に概念的局所化が認められる。しかしながら後続の文脈により意味が決定される割合が大きいため、たとえばgiveでは意味の概念的局所化は見られず談話構造と結びついた古英語と同様に、前頭葉、側頭葉全体に活性化が起こる。Takeではある意味では前頭葉、側頭葉での概念的局所化が見られるが、ある意味では活性化は全体に及んでいる。今後の研究では、どのような場合に局所的活性化が見られるのか、あるいは見られないかを明らかにする。

(3) 同音異義語における曖昧性の排除と脳の機能

理想的な言語は形態と意味が1対1に対応するものであるが、実際には同音異義語が起こる。CELEX databaseに基づき、同音異義語は頻度が高い語から成ることを明らかにした。Zipf's Lawは話者と聴者の両方の制約を充足させることにより、語の頻度はpower lawに従って分布する、つまり言語は一握りの頻度が高い語を頻繁に使用し、多義語と同音異義語はコミュニケーションにとって必要なものであることを実証した。同音異義語は古英語、中英語、現代語と時代と共に累積し、初期近代英語以降 a'buse-a'buse, 'outlaw-'outlaw に見られるような名詞と動詞の同音異義語が大量に出現し、それに対して形態と意味が1対1に対応するよう、'subject-sub'ject に見られるように名詞と動詞をアクセントにより区別をする diatoneが生じた。その過程について OED 及び Webster3 に基づき、様々な変異形の競合を呈す複雑な適応体系を明らかにした。

二音節の名詞と動詞による同音異義語と、アクセントによる名詞と動詞の区別について光トポグラフィーによる実験を行い、脳の中での基盤構造を明らかにした。音の知覚については、話者の音響的特徴に従うのではなく、聴者の意図を反映するような知覚が脳の中で行われていることを明らかにした。脳の中での名詞と動詞の最も大きな相違点は、前頭葉では動詞が名詞より脳の活性化が大きく、側頭葉では名詞が動詞より脳の活性化が大きいことが明らかになった。動詞と名詞は脳の同じ領域で司られるのか、あるいは異なった領域で司られるのかは、いまだに解決されず議論を呼んでいる問題である。今回の実験は、現代英語では、名詞と動詞という範疇の違いは左脳の前頭葉と側頭葉での活性化の違いにより現れることを実証した初の研究である。他方日本語では左脳、右脳の前頭葉、側頭葉いずれの領域でも動詞と名詞が同様に活性化する。古英語の談話構造と密接に結びついた統語構造は日本語と似ているので、おそらく古英語では名詞も動詞も脳の中で同様な領域で処理されていたものが、中英語以降緊密な統語構造に変化したことに伴い、名詞と動詞の範疇の相違が脳の領域の相違として顕現することになったと思われる。名詞と動詞の同音異義語のアクセントによる区別は、最初頻度の高い語対から始まるが、このときは脳では文法範疇として知覚されている。その後頻度の低い語対から変化が起こっているが、このときは意味に基づいて知覚が行われていることを明らかにした。

5. 主な発表論文等

[雑誌論文](計 3 件)

Mieko Ogura & William S-Y. Wang, "Evolution of Homophones and Syntactic Categories Noun and Verb," *Evolution of Language*, Vol.12, 2018, pp.355-363, 査読有.

DOI: 10.12775/3991-1.086

Mieko Ogura, "Comment on Geoffrey Sampson, 'Chinese Phonological Enigma'," *Journal of Chinese Linguistics*, Vol.43, No.2, 2015, pp.703-709, 査読有.

Mieko Ogura, "Review of *Dialogue on Sound Change between William Labov and William S-Y. Wang* (Peking University Press, 2014)," *Journal of Chinese Linguistics*, Vol.43, No.1, 2015, pp.232-248, 査読有.

[学会発表](計 4 件)

Mieko Ogura, "Neural Substrates of Homophones and Syntactic Categories: An Evolutionary Perspective," 19th HFSP Awardees Meeting, 2019.

Mieko Ogura, "Ambiguity Resolution and Evolution of Homophones," The 20th International Conference on English Historical Linguistics, 2018.

Mieko Ogura, “ Evolution of Homophones and Syntactic Categories Noun and Verb, ” The 12th International Conference on the Evolution of Language, 2018.

小倉美恵子、「英語音韻変化における Lexical Diffusion と Neogrammarian Regularity」, 近代英語協会第 34 回大会（招待講演）, 2017.

〔図書〕(計 1 件)

Mieko Ogura, *Language Evolution as a Complex Adaptive System: A Multi-disciplinary Approach to the History of English*, Oxford, 2020, pp.300.

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属されます。