

平成 29 年 6 月 1 日現在

機関番号：12601

研究種目：基盤研究(B) (一般)

研究期間：2013～2016

課題番号：25284089

研究課題名(和文) 語レベルの言語処理メカニズムの解明：理論言語学と言語脳科学の協働による実証的研究

研究課題名(英文) An empirical study on word-level language processing: Collaboration of theoretical linguistics and the brain science of language

研究代表者

伊藤 たかね (ITO, Takane)

東京大学・総合文化研究科・教授

研究者番号：10168354

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 6,100,000円

研究成果の概要(和文)：本研究は、語レベルの言語処理にかかわる心内・脳内メカニズムの解明を目指し、語形成にかかわる音韻・形態・統語という異なる側面に焦点を当て、事象関連電位(ERP)計測の手法を用いた実験を行った。具体的には、複合語における連濁(音韻現象)、動詞の屈折(形態現象)、接辞として実現される機能範疇(統語現象)をとりあげ、いずれも句レベルの統語処理同様のメカニズムが働くことを示唆する結果を得た。また、屈折については語彙記憶が関わる現象も併存することが示唆された。総合的に見て、語レベルの言語処理に、規則による演算と語彙記憶という、質的に異なる2つのメカニズムが関与するというモデルが支持される。

研究成果の概要(英文)：We conducted Event Related Potential (ERP) measurement experiments in order to reveal the mental and neurological mechanisms involved in the word-level language processing. Specifically, we examined word-level processes from three different perspectives: (a) phonological aspect, focusing on sequential voicing (rendaku) in compound formation, (b) morphological aspect, taking up verb inflection, and (c) syntactic aspect, focusing on the order of verbal suffixes which realize functional categories (e.g. tense and negation). Our findings suggest that the computational mechanism involved in phrase-level syntactic processing is at work in some word-level processes. Our results on verbal inflection also suggest that network memory is at work in other processes. All things considered, our study corroborates the model where two qualitatively different mechanisms of rule-based computation and associative memory are employed in the word-level processing.

研究分野：言語学・英語学

キーワード：言語脳科学 レキシコン 形態論 事象関連電位 「語」の処理

1. 研究開始当初の背景

規則による演算処理とネットワーク的記憶という二つの異なる心内メカニズムに焦点をあて、脳内処理過程を見ることによって語レベルの言語処理メカニズムを明らかにしようとする研究は、欧米諸言語では屈折を中心に様々な成果をあげてきたが([1]など)、日本語についての研究は、本研究グループのそれまでの成果を除いてほとんどないのが実情であった。

2. 研究の目的

本研究は、語の認知処理に関わる心内・脳内メカニズムの実証的な解明と、それに基づく文法理論への貢献を目的とした。具体的には、日本語の語レベルに見られる音韻現象、形態現象、および統語現象を取り上げ、そこで働く心内メカニズムを、事象関連電位(ERP)計測の手法を用いて明らかにし、その理論的意味付けを考察することを目指した。

3. 研究の方法

本研究では、語レベルの処理モデルを構築するために、事象関連電位(ERP)計測の手法を用いた。先行研究の知見から、言語処理にかかわる成分として確立していると考えられる N400, LAN, P600 等の成分を指標として用いた。このうち、N400 は意味違反の反応としてよく知られているが、語の使用頻度によってその振幅が変化するなど、レキシコンの語彙情報にも強くかかわる成分であると考えられる[2]。一方、LAN は形態統語上の違反などに対して観察されており、規則による演算処理にかかわる成分であると考えられる[3]。本研究では、レキシコンの語彙にかかわる記憶と規則による演算処理という心内メカニズムに焦点をあてて考察を行うため、おもにこれらの陰性成分に着目した分析を行った。

4. 研究成果

(1)音韻現象：連濁にかかわる研究

複合語形成に見られる連濁現象は、理論的音韻論研究において、規則と捉えるべきか、語彙的に記憶されていると捉えるべきかについて論争がある。語彙的に連濁を起こさない要素(連濁忌避語)が知られている(e.g. 「姫」)ほか、第二要素が同じでも連濁が起こる場合と起こらない場合がある(「草原(くさはら)」vs. 「松原(まつばら)」)ことから、語彙的な分析が提唱されているが[4]、一方、新奇な複合語にも適用される生産性をもつことから、連濁は規則であるとする立場もある[5]。

本研究では、実在する2語を組み合わせて新奇な実験用複合語を作成し(e.g. 「りんご姫」)連濁した形としない形の読み方を視覚提示し、違反条件のERP反応を対応する正条件と比較した。条件は、連濁忌避語条件(連濁したものが違反)(e.g. 「りんごひめ vs.

「りんごびめ」)、ライマン条件(連濁したものが違反)(e.g. 「すなかべ vs. *すながべ」)、連濁不適用条件(連濁しないものが違反)(e.g. 「*ためきてら vs. ためきでら」)の3種から成る。

連濁が規則適用であるなら、の違反条件は規則の過剰適用(過剰規則化:holdの過去形をholdedとしてしまうのと同様の現象)と解釈され、規則違反にかかわるLAN(およびP600)が観察されることが予測できる。また、の連濁不適用は、連濁への語彙的例外を過剰に適用した過剰不規則化(flowの過去形をflewとしてしまうのと同じ現象)と解釈され、語彙記憶にかかわるN400が惹起されることが予測できる。

一方、連濁の有無が語彙的に記憶されていると考える立場を採るなら、いづれのタイプの違反も語彙的な記憶検索によって違反が検知されるはずであり、条件間で異なる反応が惹起されることは予測されない。

分析の結果、の連濁忌避語に連濁を誤って適用した条件ではLANとP600が、のライマン条件ではP600が、の連濁不適用条件ではN400が、それぞれ観察された。のライマン条件でLANが惹起されていない理由などの検討課題は残るものの、大筋として新奇複合語における連濁の適用が規則処理であるとする仮説を支持する結果である。

この研究は、国内の学会で口頭発表を行い[学会発表[6]]、国際学術誌に投稿して掲載された[雑誌論文[11]]。なお、この口頭発表[学会発表[6]]は日本言語学会大会発表賞を得た。

(2)形態現象：動詞の屈折違反にかかわる研究

欧米の言語では屈折や一致などの形態統語的な違反についてはLANが観察されることが報告されているが、日本語ではこれに対応する基礎データがない。また、実験用新語の屈折形を覚えてもらういわゆるwugテストは、日本語の動詞では成人であっても成績が良くないことが知られている[6]。

本研究グループは日本語動詞(語幹末が子音となるいわゆる五段活用動詞)の屈折についてのERP実験を実施し、音便変化の違反(例:「*読みた」)が、正しい形(「読んだ」)に比較してN400とP600が観察されたことをすでに(本研究開始以前に)報告していたが、本研究ではその結果の解釈について補完するために、wugテストの質問紙実験を実施した。実験用新語を文中で活用させる課題において、音便形を含む動詞過去形と、音便の生じない形容詞過去形を比較すると、前者の方が後者よりも有意に正答率が低かった。また、同じ動詞の活用であっても、音便形を含まない連用形や否定形は、音便形を含む過去形よりも高い正答率を示した。

これらの結果を総合すると、屈折形の中でも音便を含むものは語彙的な記憶で処理さ

れているのに対し、音便を含まない形は規則で処理されている可能性が示唆される。ただし、音便形の中でも音便の種類（撥音便、促音便、イ音便）による差も観察され、また音便の種類によって音韻変化プロセスの理論的な扱いが異なる可能性もある[7]。さらに、実験協力者が自由に時間を使える質問紙形式では、無意識レベルの言語知識と意識レベルでのメタ言語的思考の結果と、いずれが強く反映されているか判断できないという問題点もある。こうした課題が残っていることを踏まえて、今後さらに検討を重ねていく予定である。

この研究の結果は、国内の研究集会で口頭発表を行った。〔学会発表[4]〕

(3)統語現象：句構造違反

膠着言語である日本語は、機能範疇の多くを動詞に付加される接尾辞の形で実現する。本研究ではこの日本語の特性を用いて、語レベルで具現化される句構造違反にかかわるERP計測実験を実施した。

具体的には、非過去時制（「-u」）と否定辞（「-na(i)」）に焦点を当て、その接辞順序を逆転させた句構造違反（「読まない」：Tense PがNeg Pに支配されている）に対するERP反応を、正しい形（「読まない」：Tense PがNeg Pを支配している）と比較した。また、比較のために、句構造違反をとまなわれない純粋に形態的な違反（「*読まない」）の正しい形との比較も行った。

結果としては句構造違反条件（「*読まない」）では300-400msの潜時で左側頭に陰性波が観察され、また500-800msの潜時ではP600が観察された。一方、形態的違反条件（「*読まない」）ではP600のみが観察された。したがって、300-400msの陰性波は、句構造違反の処理にかかわる成分であると考えられる。この陰性波は、前頭ではなく側頭に観察されている点で古典的なLANとは分布が異なるものの、左半球に局限した陰性波であり、LAN同様に統語的演算処理にかかわる違反検知の指標と捉えることができると考えられる。これは、句構造違反にLANを観察してきた欧米諸言語にかかわる先行研究の結果と整合すると言える。

ただし、本研究の実験は、語レベルで接辞の順序として実現した句構造違反であり、先行研究の句レベルの違反とは異なっている。先行研究の句構造違反は主に先行要素と後続要素の選択関係の違反（e.g.,所有格名詞の後ろに前置詞が現れる(Max's of)のような違反）であったのに対して、本研究で用いた違反は機能範疇の支配関係の逆転であるという、2点において新奇性をもっている。この点を踏まえて、左半球に局限して観察される陰性波が、語か句かというレベルの相違を超えて、また違反のタイプの相違を超えて、統語構造にかかわる演算の違反を反映するものと議論することができる。

この研究の成果は、国際学術誌に投稿し、現在査読中である。

(4)総合的考察

このように、本研究では、「語」のレベルにかかわる言語処理について、音韻・形態・統語という3つの異なる側面から、ERP計測による実験研究を実施した。

従来のERPによる言語処理研究において、特にLAN成分に注目する統語演算にかかわる研究は、文・句レベルの処理に集中しており、「語」のレベルでは1.研究開始当初の背景の項で紹介した欧米諸言語の屈折処理以外には先行研究は少ない。特に日本語の特徴を活かした語レベルの処理研究は、本研究グループの成果以外にほとんどないと言ってよい。

本研究の成果は、音韻現象や形態現象であっても統語処理と同様の演算という心内メカニズムが用いられることがあること、また、文・句レベルと同様の統語演算処理が語レベルでも行われていること、を示した点で、言語処理プロセスの理解に新たな視点を提供することに成功した。また、屈折については、同じ動詞（いわゆる五段活用動詞）の屈折であっても音便という不規則性の有無によって記憶と演算という異なるメカニズムが用いられていることを示唆しており、欧米諸言語の規則活用動詞と不規則活用動詞とで処理が異なるという先行研究とは異なる見方が必要であることが示された。

理論言語学においては、本研究が対象とした複合語形成や屈折といった語レベルの現象について、それらを句や文のレベルの現象と同様に統語部門で扱うか、それとは独立した語彙部門で扱うかという論点をめぐって異なる複数の理論が対立している。本研究の成果は、語形成に演算処理という統語現象を司る心的メカニズムが関わる可能性を示した点で、少なくとも一部の語形成について統語的アプローチを支持するものだと言える。また、屈折にかかわる研究の結果は、語彙的な記憶を用いた処理も用いられていることを示唆しており、総体として、語形成全体の理論言語学における位置づけについては、統語と語彙の両部門が関与するという方向性が示唆されたと言える。

(5)他分野の研究者等への成果発信

本研究は、理論言語学と言語脳科学の協働という分野横断的な研究を行っており、その一環として、理論言語学の分野の研究者向けに概説的な発信を行う〔雑誌論文[3],[4],[5],[8]〕と同時に、心理学・神経科学などの隣接他分野研究者〔雑誌論文[9]、学会発表[1],[5],[7]〕や、一般読者あるいは初学者向け〔雑誌論文[1],[2],[7]、学会発表[2]〕の発信など、分野の境界を超えて「言語の認知脳科学」への理解を広める努力を行った。

<引用文献>

- [1] Ullman, M. T. (2001) A neurocognitive perspective on language: The declarative/procedural model. *Nature Reviews Neuroscience* 2, 717-726.
- [2] Kutas, M. & K. D. Federmeier (2000) Electrophysiology reveals semantic memory use in language comprehension. *Trends in Cognitive Sciences* 4, 463-470.
- [3] Coulson, S., J. W. King, & M. Kutas (1998) Expect the unexpected: Event-related brain response to morphosyntactic violations. *Language and Cognitive Processes* 13, 21-58.
- [4] Rosen E. (2003) Systematic irregularities in *Rendaku*: How the grammar mediates patterned lexical exceptions. *Canadian Journal of Linguistics*, 48, 1-37.
- [5] Ito, J. & R. A. Mester (1986) The phonology of voicing in Japanese: Theoretical consequences for morphological accessibility. *Linguistic Inquiry*, 17, 48-73.
- [6] Klafehn, T. (2013) Myth of the *wug* test: Japanese speakers can't pass it and English speaking children can't pass it either. *BLS* 37, 170-184.
- [7] K. Nishiyama (2016) The theoretical status of *ren'yoo* (stem) in Japanese verbal morphology. *Morphology* 26, 65-90.

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 14 件)

- [1] 伊藤たかね (2017) 「「は」に点々がついたら「が」: 子どもの言語獲得に見られる過剰一般化」高見健一・行田勇・大野英樹編『<不思議>に満ちた言葉の世界』(上) 58-62. 開拓社 (依頼原稿・査読有)
- [2] 杉岡洋子 (2017) 「「書きもの」と writing--項のあらし方をめぐる日本語と英語の違い--」高見健一・行田勇・大野英樹編『<不思議>に満ちた言葉の世界』(下) 56-60. 開拓社 (依頼原稿・査読有)
- [3] Sugioka, Yoko and Takane Ito (2016) “Derivational affixation in the lexicon and syntax.” Taro Kageyama and Hideki Kishimoto (eds.) *Handbook of word formation and the lexicon* (Handbook of Japanese Language and Linguistics Series), 347-386. Mouton de Gruyter. (依頼原稿・査読有)
- [4] 伊藤たかね・杉岡洋子 (2016) 「「語」は頭の中でどう処理されるのか」『レキシコンフォーラム』7, 73-93. (査読有)
- [5] 伊藤たかね・杉岡洋子 (2016) 「語の処理の心内・脳内メカニズム」漆原朗子編『形態論』(朝倉日英対照言語学シリーズ) 113-140. 朝倉書店 (依頼原稿・査読有)
- [6] Mishina-Mori, Satomi, Kazumi Matsuoka, and Yoko Sugioka (2016) “Cross-linguistic

influence at the syntax-pragmatics interface in Japanese/English bilingual first language acquisition.” *The Studies in Language Sciences: Journal of the Japanese Society for Language Sciences*, 14, 59-82. Kaitakusha (査読有)

- [7] 伊藤たかね (2015) 「ことばを使いこなす人間って、すごい!--言語と心・脳」東京大学教養学部編『高校生のための東大授業ライブ—学問への招待』87-99. 東京大学出版会 (依頼原稿・査読無)
- [8] Hagiwara, Hiroko (2015) “Language acquisition and brain development: Cortical processing of a foreign language.” Mineharu Nakayama (ed.) *Handbook of Japanese psycholinguistics* (Handbook of Japanese Language and Linguistic Series), 303-336. Mouton de Gruyter. (依頼原稿・査読有)
- [9] 萩原裕子 (2015) 「言語発達、その神経基盤を中心に」『児童心理学の進歩』54, 251-274. (査読無)
- [10] 由本陽子・伊藤たかね・杉岡洋子 (2015) 「「ひとつまみ」と「ひと刷毛」--モノとコトを測る「ひと」の機能」由本陽子、小野尚之編『語彙意味論の新たな可能性を探って』開拓社 pp. 432-462. (依頼原稿・査読有)
- [11] Kobayashi, Yuki, Yoko Sugioka and Takane Ito (2014) “*Rendaku* (Japanese sequential voicing) as rule application: An ERP study,” *NeuroReport* 25(16) pp. 1296-1301. doi: 10.1097/WNR.0000000000000262 (査読有)
- [12] Uchida, Shodai, Edson T. Miyamoto, Yuki Hirose, Yuki Kobayashi, and Takane Ito (2014) “An ERP study of parsing and memory load in Japanese sentence processing: A comparison between left-corner parsing and the Dependency Locality Theory.” 電子情報通信学会技術研究報告 (IEICE Technical Report) Vol. 114, No. 176, ISSN 0913-5685, 101-106. (査読無)
- [13] 杉岡洋子 (2014) 「主観的形容詞の二次述語的用法」慶応義塾大学言語文化研究所紀要 45, 21-39. (査読無)
- [14] Uchida, Shodai, Edson T. Miyamoto, Yuki Hirose and Takane Ito (2013) “Working-memory load and left-corner parsing in Japanese sentence processing.” *Proceedings of the Mental Architecture for Processing and Learning of Language 2013*, 99-103. (査読無)
- [学会発表](計 7 件)
- [1] 小林由紀・広瀬友紀・伊藤たかね 「日本語アクセントにかかわるレキシコン検索と規則処理: 単独語および複合語におけるアクセント違反のERP計測(その3)」坂本勉記念神経科学研究会 2017、2017年2月19日、大正大学西巢鴨キャンパス (東京都豊島区)
- [2] 伊藤たかね 「ことばを覚える子どもって、すごい!」夢ナビライブ 2015 福岡会場、

2015年10月17日、マリンメッセ福岡(福岡県福岡市)(招待講演)

- [3] 小林由紀・広瀬友紀・伊藤たかね「日本語複合語アクセント規則の違反に関わるERP研究」日本言語学会第150回大会、2015年6月20日、大東文化大学(東京都板橋区)
- [4] 伊藤たかね・小林由紀・杉岡洋子「日本語動詞屈折の処理メカニズム:wugテストとERP実験による検証」国立国語研究所共同研究プロジェクト「日本語レキシコンの文法的・意味的・形態的特性」研究発表会、2015年2月21日、東京大学駒場キャンパス(東京都目黒区)
- [5] 萩原裕子「言語を学ぶ脳--分子と社会をつなぐ架け橋--」日本基礎心理学会第33回大会、2014年12月6日、首都大学東京(東京都八王子市)(招待講演)
- [6] 小林由紀・杉岡洋子・伊藤たかね「規則適用としての連濁:事象関連電位計測実験の結果から」日本言語学会第147回大会、2013年11月23日、神戸市外国語大学(兵庫県神戸市)
- [7] 秦政寛・保前文高・萩原裕子「事象関連電位N400成分にみられる個人差の起源に関する検討」第36回日本神経科学大会、2013年6月22日、国立京都国際会館(京都府京都市)

6. 研究組織

(1)研究代表者

伊藤 たかね (ITO, Takane)
東京大学・大学院総合文化研究科・教授
研究者番号: 10168354

(2)研究分担者

杉岡 洋子 (SUGIOKA, Yoko)
慶応義塾大学・経済学部・教授
研究者番号: 00187650

萩原 裕子 (HAGIWARA, Hiroko)
首都大学東京・大学院人文科学研究科・教授

研究者番号: 20172835
(平成27年まで)