

科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成25年 6月 5日現在

機関番号：12601

研究種目：基盤研究（B）

研究期間：2008～2012

課題番号：20320069

研究課題名（和文） 複雑述語の処理メカニズム—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 complex predicate 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・大学院総合文化研究科・教授

研究者番号：10168354

研究成果の概要（和文）：

本研究では、語レベルの言語処理にかかわる心内・脳内メカニズムを明らかにすることを目的として、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、複文の特徴を示す複雑述語（サセ使役）および、動詞の屈折を取り上げ、いずれの場合にも規則による演算処理と、レキシコン内のネットワーク的記憶という、質の異なる処理メカニズムが働いていることを示唆する結果を得た。

研究成果の概要（英文）：

We conducted Event Related Potential (ERP) measurement experiments with the aim at revealing the mental and neurological mechanisms employed in the word-level language processing. More specifically, we examined the processing of the so-called *sase*-causative, a type of complex predicates which exhibit bi-clausal properties, and of verb conjugation patterns, and obtained results suggesting that two different mechanisms of rule-based computation and associative memory are at work in the word-level processing.

交付決定額

(金額単位：円)

| | 直接経費 | 間接経費 | 合計 |
|--------|------------|-----------|------------|
| 2008年度 | 2,100,000 | 630,000 | 2,730,000 |
| 2009年度 | 2,000,000 | 600,000 | 2,600,000 |
| 2010年度 | 2,000,000 | 600,000 | 2,600,000 |
| 2011年度 | 2,000,000 | 600,000 | 2,600,000 |
| 2012年度 | 2,000,000 | 600,000 | 2,600,000 |
| 総計 | 10,100,000 | 3,030,000 | 13,130,000 |

研究分野：人文学

科研費の分科・細目：言語学・英語学

キーワード：言語脳科学，事象関連電位，言語処理，形態論，統語論，レキシコン

1. 研究開始当初の背景

語レベルの言語処理について、規則による演算処理と記憶という異なるメカニズムが関与するとする二重メカニズムモデル（以下、DM）が提唱され、コネクショニズムなどの単一メカニズムモデルとの間で激しい論争を繰り返してきた(*Trends in Cognitive Sciences*

6(11), 2002)の“The Past-Tense Debate”特集など)。DMは言語の脳科学的研究から数多くの証拠を得て(Ullman 2002)説得力のあるモデルとなっていたが、これらの研究は欧米諸語の屈折形態論に議論が集中しており、日本語についての研究、また派生形態論を視野に入れた研究は、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

(1) 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第一の目的とした。具体的には、埋め込み構造を伴うと考えられる複雑述語の理解等に焦点をあて、語レベルの言語処理メカニズムを、事象関連電位 (ERP) 計測の手法を用いた実験を行うことによって明らかにし、その理論的意味付けの考察を行った。

(2) 本研究の第二の目的として、日本語処理に関する ERP の基礎データ蓄積をめざした。日本における言語処理の ERP 研究は欧米に比して遅れており、日本語を対象とする基本的なデータの蓄積が急務である。具体的には、屈折の違反などについてどのような ERP 成分が誘発されるかを検討する実験を行った。

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、言語処理に関わる成分として確立していると考えられる N400, (L)AN, P600 等の成分を指標として用いた。このうち、N400 は意味違反の反映として良く知られているが、語の使用頻度によってその振幅が変化するなど、レキシコンの語彙記憶にも強くかかわると成分であると考えられる。一方、(L)AN 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関わる成分であると考えられる。本研究では、規則による演算処理とレキシコンの語彙に関わる記憶という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) 使役動詞にかかわる実験結果の検討

接辞(-s)ase を用いる使役 (以下サセ使役, 例:「並ばせる」) は、意味的に整合する動詞であれば、どの動詞にも適用可能であり、その規則性、生産性において突出している。また、日本語統語論の分野で議論されてきたように、複文の諸特徴を示す。これらの性質から、サセ使役は、規則による演算処理を用いた処理が行われると想定される。一方、いわゆる自他交代による使役他動詞 (以下語彙使役, 例:「並べる」) は、その形態がかならずしも予測できないこと、生産性がサセ使役に比して低いことなどから、記憶による処理が想定できる。この対比に関わる ERP 計測実験は、本研究プロジェクト開始以前に本研究グループによって実施されていたものであ

るが、そこではサセ使役を含む意味違反文では、正文と比較して早い潜時の LAN とそれに続く N400 が、一方語彙使役を含む意味違反文には正文との比較において N400 が観察されていた。この実験結果を受けて、本研究ではその理論的考察を進め、早い潜時の LAN は、意味違反を検知する以前に、統語処理として複文構造を構築する必要を検知したことを反映しており、その後意味違反を反映する N400 が惹起されていること、これに対して語彙使役ではレキシコンに記憶されている語彙意味情報の違反の反映として N400 のみが惹起されていることを論じた (雑誌論文[8], 図書[4])。

(2) 複文構造処理についての実験

上記の使役動詞処理についての論考においては、サセ使役が統語レベルで複文構造を持つことを前提として論じた。しかしながら、日本語統語論にかかわる理論言語学的研究においては、サセ使役がいくつかの複文の特徴を示すことには合意があるものの、その複文の性質を統語構造における埋め込みと考えるのか、項構造や機能構造など統語とは異なるレベルの埋め込みと考えるかについて、意見が分かれる。そこで、(1) の LAN が複文構造の統語処理にかかわる反応であるとする結論の傍証を得るために、動詞が現れる以前の時点で、単文構造処理から複文構造処理に切り替える必要のある刺激文を作成し、その切り替えの際に惹起される ERP を、切り替えの必要のない刺激との比較において観察した結果、(1) の LAN に類似した成分が得られた (雑誌論文[3])。この結果を (1) の結果とあわせて、サセ使役が統語的複文構造をもつと分析するのが妥当であると論じた (雑誌論文[2], 学会発表[3])。

(3) 動詞屈折についての実験

欧米の言語では屈折や一致などにかかわる形態統語的な違反には 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。そこで、本研究では日本語の子音語幹動詞 (五段活用動詞) の活用を取り上げて、違反に対する ERP 反応の計測を行った。過去形に接続する連用形活用のうち、いわゆる音便変化を含む形には例外もあり、新語への適用が難しいことから、語彙レベルの記憶が関与していると考えられる。一方、否定形に接続する未然形活用は例外がなく規則的であり、演算処理が行われている可能性が高い。実験の結果、音便変化の違反 (例:「*読みた」) には正しい形 (「読んだ」) との比較において N400 と P600 が観察されたのに対し、未然形の違反 (例:「*読まない, *読むない」) では、N400 は観察されなかった。これは、N400 がレキシコンの記

憶に関連する成分であるとの前提に立てば、音便変化を含む活用形の処理にレキシコンの検索が関わっており、その点で未然形の処理と異なっていることを示唆する(雑誌論文[3], 学会発表[2])。この実験については、未然形の違反のうち、終止形+ない(「読まない」)に観察された左側頭の陰性波(潜時300-400ms)の頭皮上分布が一般に観察されるLANとは異なっていること、連用形+ない(「*読まない」)には陰性波が観察されなかったことなど、検討課題が残っている。また、この結果は日本語では同じ動詞で異なる活用形(未然形か連用形か)で処理メカニズムが異なること、すなわち英語のように動詞ごとに規則形と不規則形の区別があるのとは根本的に異なっていることを示唆している。これらの点を含めて、今後さらに検討を重ねる必要があると考えられる。

(4) 総合的考察

上述のようないくつかの実験から、DMで主張されているような、演算と記憶という性質の異なる心内・脳内メカニズムが、語レベルの処理にも働いていることを示す証拠が得られた。この結果は以下のような点で、新しい知見をもたらすものと言える。

①サセ使役は、たとえば英語であれば複数の独立した動詞を用いて表現される複文構造を、接尾辞によって実現するため、文末動詞の位置ではじめて複文構造であることが認識されるような刺激を作ることができる。この性質を利用して、LANが複文構造を構築する必要性の検知を反映している可能性を示すことが可能となったが、これは膠着性をもつ日本語の研究ならではの成果であると言える。

②サセ使役の複文としての性質を統語構造レベルで捉えるべきか否かは、日本語統語論研究において大きな論争となってきた問題であるが、言語事実だけから決着をつけることは難しい。本研究は、この問題に心内・脳内処理のメカニズムのレベルから示唆を与える可能性を拓く点で新規性をもつ。

③日本語の動詞活用については、そもそも何が「規則形」なのか、不明である。新語動詞の活用形産出実験を行った先行研究では、動詞の活用形はレキシコンの記憶によるものが多い(Batchelder and Ohta 2000など)が、本研究は動詞の活用形をすべて一律に扱うのではなく、規則性のある活用形と不規則な面をもつものに分類することによって、新たな知見を得た点で、日本語の屈折にかかわるメンタルレキシコン研究に一石を投じることとなる。

④理論言語学的な形態論研究としては、現在の極小主義統語論の流れの中で、すべての複雑語の生成は統語演算で行われ、生成力の

あるレキシコンは存在しないとする分散形態論が優勢である。この理論では、規則性・生産性の高い語形成と低いものを、構造の大きさ(語レベルか語根レベルか)の区別として捉えようとしているが、本研究が明らかにした心内・脳内処理メカニズムの相違は、そのような構造の大きさとして説明することができるか否か、自明ではない。そのような意味で、本研究の成果は、理論的形態論研究に対して考察すべき課題を新たに提供するものであると言える。

(5) 他分野の研究者への成果発信

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(雑誌論文[9],学会発表[3][4])を行うと同時に、心理学・神経科学(雑誌論文[7],学会発表[8]),計算言語学(学会発表[2],図書[4][5])などの隣接他分野研究者や教育関係者(学会発表[1])への発信、一般読者あるいは初学者向けの発信(図書[1],[2],[3],[6])など、分野の境界を超えた「言語の認知脳科学」への理解を広める努力を行った。

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 20 件)

- [1] Hata, M., F. Homae, and H. Hagiwara “Semantic categoris of written words affect the early ERP component”, *NeuroReport* 24(6), 292-297, 2013 (査読有)
- [2] Ito, T., “On the bi-clausality of Japanese productive causative construction: Evidence from ERP experiments.” *Language, Information, Text*, 119-129, 2012 (査読無)
- [3] Kobayashi, Y., Y. Sugioka, and T. Ito, “ERP responses to violations in Japanese verb conjugation patterns”, in N. Miyake et al. (eds.) *Proceedings of the 34th Annual Conference on the Cognitive Science Society*, 611-616. 2012 (査読無, 発表時査読有)
- [4] Okabe, R., Y. Kobayashi, and T. Ito “Antecedent selection of a reflexive pronoun in bi-clausal structure: An ERP study in Japanese” in *The Proceedings of the Twelfth Tokyo Conference on Psycholinguistics (TCP 2011)*. ひつじ書房, pp.209-228, 2011 (査読無, 発表時査読有)
- [5] Hata, M., F. Homae, and H. Hagiwara Semantic relatedness between words in each individual brain: An event-related potential study. *Neuroscience Letters*, 501(2), 72-77. 2011 (査読有)
- [6] Hata, M., F. Homae, and H. Hagiwara,

“Conceptual knowledge and semantic categorization: Studies of the event-related potentials.” *Metropolitan Linguistics*, 25, pp. 29-43, 2010. (査読無)

- [7] 萩原裕子, 「言語からみるこころと脳」『こころの科学』(日本評論社) 150, 113-117 ページ, 2010. (依頼原稿)
- [8] Ito, T., Y. Sugioka, and H. Hagiwara “Neurological evidence differentiates two types of Japanese causatives.” In Hoshi, H. (ed.) *The Dynamics of the Language Faculty*, Tokyo: Kurosio Publishers, pp. 273-291, 2009. (依頼原稿)
- [9] 杉岡洋子, 「語形成とメンタルレキシコン研究」『上智大学言語学会会報』第 22 号, pp. 131-146. 2008. (依頼原稿)

[学会発表] (計 15 件)

- [1] 萩原裕子 「脳はどのように言語を処理しているのか」日本私立小学校連合会・平成 24 年度全国教員夏季研修会、2012 年 8 月 22 日、於アルカディア市ヶ谷 (招待講演)
- [2] Ito, T., Y. Kobayashi, and Y. Sugioka, “ERP responses to violations in Japanese verb conjugation patterns”, Korea-Japan Workshop on Linguistics and Language Processing. 2012 年 12 月 1 日, 於早稲田大学 (招待講演)
- [3] Ito, T. “ERP effects of Syntactic embedding: Studies on Japanese causative constructions and *zibun*-binding”, The English Linguistic Society of Korea (ELSOK) Annual Conference. 2011 年 6 月 11 日, 於 Kyung Hee University, Seoul (韓国) (招待講演)
- [4] 伊藤たかね, 「生成文法と脳科学—形態論の事例から」日本英語学会第 28 回大会公開シンポジウム 2010 年 11 月 13 日, 日本大学文理学部 (招待発表)
- [5] 杉岡洋子, 「複合語の統語と意味—語形成のモジュール性を考える」第 84 回ドイツ語文法理論研究会 2010 年 5 月 30 日, 慶應義塾大学日吉キャンパス (招待講演)
- [6] 秦政寛, 保前文高, 萩原裕子, 「語の意味的な関連性に関する事象関連電位研究—個人データからの検討」日本認知科学会第 27 回大会, 2010 年 9 月 18 日, 神戸大学鶴甲第一キャンパス
- [7] Hagiwara, H. (2008) “Brain science and foreign language education: A cohort study. “OECD/Japan Seminar on Globalization and Linguistic Competencies (GLP), 2008 年 10 月 23 日, 青山学院大学 (招待講演)
- [8] 伊藤たかね, 杉岡洋子, 星宏人 「語の処理における記憶と演算—失語症研究の知見」釧路ニューロサイエンスワークショップ, 2008 年 7 月 19 日, 釧路プリンスホテル (招待講演)

[図書] (計 6 件)

- [1] 杉岡洋子, 伊藤たかね 「脳科学と形態論—語形成の心内・脳内メカニズム」漆原朗子編『形態論』朝倉書店, 未刊, 掲載確定
- [2] 伊藤たかね 「意味構造の骨組みと肉付け: 二つのタイプ of 他動詞」一人二役か, 役割のミスマッチか: コントロールと繰り上げ」東京大学言語情報科学専攻編『言語科学の世界へ』, pp. 16-32, 92-105, 東京大学出版会, 2011.
- [3] 杉岡洋子, 「語の仕組みを探る」大津由紀雄編『はじめて学ぶ言語学』pp.35-56, 大修館書店, 2009.
- [4] 萩原裕子 「言語の脳科学」言語処理学会編『言語処理事典』pp. 772-795. 共立出版, 2009.
- [5] 伊藤たかね 「形態論・レキシコン」言語処理学会編『言語処理事典』pp. 594-615. 共立出版, 2009.
- [6] 長谷川寿一, C.ラマール, 伊藤たかね, (編) 『こころと言葉—進化と認知科学のアプローチ』236pp, 東京大学出版会, 2008.

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

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

杉岡 洋子 (SUGIOKA YOKO)
慶應義塾大学・経済学部・教授
研究者番号: 00187650