様式 C-19

科学研究費補助金研究成果報告書

平成２２年６月５日現在

研究種目：特定領域研究
研究期間：2008～2009
課題番号：20020022
研究課題名（和文）生成文法理論に言語の社会性をリンクさせた第二言語獲得研究

研究課題名（英文）Second language acquisition research incorporating generative grammar and the role of social interaction

研究代表者
遊佐　典昭（YUSA NORIAKI）
宮城学院女子大学・学芸学部・教授
研究者番号：40182670

研究成果の概要（和文）：
本研究は、生成文法で得られた知見を基盤として、非侵襲的脳機能測定手法である機能的磁気共鳴画像法 (functional magnetic resonance imaging, fMRI)を駆使することで、 第二言語獲得に関して次の 3 点が明らかになった。(1) 第二言語の熟達度における個人差を、左下前頭回における脳活動の変化としてとらえることが可能である。(2) 大人の第二言語使用者は、子供の母語獲得同様に、経験以上の知識を得ることが可能である。(3) 大人が、第二言語の統語構造を獲得する際にも、母語獲得同様に、言語モデル（例えば、教師）の存在だけでは不十分で、脳活動の変化を伴う真の学習のためには、言語モデルと第二言語使用者の社会的相互作用が不可欠である。

研究成果の概要（英文）：
This study provides the functional magnetic resonance imaging (fMRI) data to show that (1) two distinct regions of the left frontal gyrus explain individual differences in second language proficiency; (2) post-puberty second language (L2) learners can acquire abstract and complex properties of an L2 that could not be deduced from the L2 input, suggesting the availability of an innate mechanism in SLA; (3) availability of a language model by itself is not sufficient, as availability of communicative interaction is also necessary for the second language acquisition accompanied by changes in the brain to occur.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合　計
２００８年度	1,700,000	0	1,7000,000
２００９年度	1,700,000	0	1,7000,000
年度			
年度			
年度			
総　計	3,400,000	0	3,4000,000

研究分野：言語学
科研費の分科・細目：言語学・言語学
キーワード：生成文法、個人差、下前頭回、普遍文法、fMRI、日本手話、社会性、構造依存性

１．研究開始当初の背景

言語研究に生物学的意味づけを与えた生成文法理論（生物言語学）は、言語獲得を可能とする仕組み(言語機能）の解明を目標の一つとしている。この言語機能が、言語経験との相互作用により成長したものが母語話者の脳に内在する言語知識である。ここで、言語機能の特質を言語学者が構築し

た理論を、普遍文法 (Universal Grammar, UG) と呼ぶ。UGは、少数の一般原理と、それに付随するパラメータからなると想定する「原理とパラメータモデル」が1970年代に提案されて以来、言語機能に関して活発な研究が行われてきた。従来の研究は、言語の領域固有性を追求するあまり、UGの特殊性が追求されてきたが、近年の研究（ミニマリストプログラム）は、他の認知機能とのインターフェスを考慮して、UGに帰せる文法装置は最小化されるべきであるとの研究指針がとられている。現在は、言語設計の要因として、遺伝的要因であるUG、環境的要因である言語刺激、第三要因である自然法則が想定されている (Chomsky 2005)。

第二言語獲得(SLA)研究は、生成文法誕生とほぼ同時期に本格的に始まったが、言語理論の精緻化と母語(L1)獲得研究の蓄積のなか、1990 年代に入り、検証可能な実質的仮説を提示できる段階に到った。さらに、高次脳機能研究や、非侵襲的脳イメージング技術の発展により、SLA が脳科学の研究対象となり、自然諸科学との有機的連携を深めながら広大な新領域を形成してきた。研究代表者は、生成文法の枠組みに基づくSLA 研究の重要性をとなえ、生物言語学としてのSLA 研究の必要性を説いてきた。

人間の言語知識とは、つまるところ「音」と「意味」という異質な二物を結びつける脳内システムであるが、この仲介をするのが「統語構造」である。レキシコン（脳内辞書）から選んだ語彙項目を順次併合することで階層性を有する統語構造を作り、この構造を脳内の意味解釈と音声解釈システムに送り出すのが、統語演算（シンタクス）である。この統語演算の研究は、人間言語やそれを司る脳を理解する上で不可欠なものであり、人間の認知能力の研究でも重要な領域である。

この統語構造に作用する「構造依存性の原理」は、UGを構成する原理であり、母語を対象とした多くの研究がなされてきた。しかし、第二言語獲得におけるUGの利用可能性に関しては、心理行動実験に限定されており、脳科学からの本格的研究は行われていない。

UGを構成する「原理」に関しては、「原理とパラメータモデル」のもと、実質的な研究が行われ大きな進展があった。それに対して、言語獲得の基盤となる「パラメータ」に関しては、パラメータのリストアップに過ぎず、手つかずの状態である。パラメータは、言語刺激によりその値が設定されることを考慮すると、環境要因である言語刺激の解明が重要となる。

ここで、母語が「育つ」ためには他者との係わり（社会性）が必要であることが知られている。他の認知機能である視覚もその成長には、外的な刺激が必要であるが、必ずしも「他者との相互作用」を必要としない。しかし、子供にテレビやCDからの音声刺激を与えただけでは、子供は母語獲得に成功せずに、「他者からの働きかけによる刺激」を通して初めて言語獲得に成功する (Baker 2001、福井2005)。この意味で、言語は、視覚等の認知機構とは根本的に異なり、「言語は社会の産物」であることを示唆している。しかし、第二言語学習における社会性に関しては、幼児の外国語獲得を扱った研究は存在するが (Kuhl *et al*. 2003)、生後９ヶ月の幼児の音声習得研究にすぎず、大人の統語獲得を扱った研究は存在しない。

２．研究の目的

以上の研究状況を鑑みて、本研究は、第二言語処理に関与する脳内メカニズムを、生成文法理論に「社会性」の概念をリンクさせ、さらに脳機能イメージング研究と連携させながら、第二言語獲得のメカニズム、言語処理の解明を目的とした。具体的には、(1)第二言語の熟達度（到達度）における個人差を、定量的に測定可能かどうかを探る。(2)自然言語の特徴である階層構造に関する原理が、第二言語獲得でも利用可能かどうかを探る。(3)環境要因である言語入力に伴う「社会性」が、第二言語獲得でどのような影響を及ぼすのかを探る。

３．研究の方法

３つの実験とも、日本人を被験者として、トレーニングを行い、トレーニングの前後での行動実験、およびfMRIを用いての脳機能の変化を測定した。実験結果に基づき、第二言語使用者の脳内言語処理メカニズムのモデルを構築する。

４．研究成果

本研究で、次の三点が明らかになった。

(1) 英語を中学１年から学ぶ場合に、中学校から大学にかけての６年間の学校教育で、英語が定着するにつれて、人間言語の統語処理に関与していると想定されている左脳の前頭葉下部にある「統語中枢」（BA45）の活動がダイナミックに変化することが明らかになっている (Sakai 2005)。英語を習い始めた中学１年生は、英語の成績が向上するにつれて統語中枢の活動が上昇するが、中学から英語を始め６年間英語に接触した大学生の場合は、熟達度が高くなるほど統語中枢の活動が減少する。

本研究は、英語の学習開始年齢が異なっても、統語中枢に同じような活動の変化が見られるのかを確かめるために実験を行い、学習開始６年を境に統語中枢の活動が節約されて

いくこと（英語知識が確かなものになり、統語中枢が効率的に使われたために、脳活動が少なくなること）を突きとめた。実験に参加したのは、小学校１年から英語イマージョン教育をうけて英語接触期間６年以上の中高校生からなる「長期習得群」と、中学校から英語学習を始めた英語接触期間６年未満の中高校生からなる「短期習得群」である。短期習得群は、２ヶ月間英語の動詞の使用法に関するトレーニングを授業中に行い、上記の二つの課題を行っている最中の脳活動を、教授の前後にfMRIで計測した。教授後の短期習得群の平均成績は、長期習得群の成績と等しいので、両群の相違は、平均成績、年齢からは説明できず、英語に対する接触期間だけとなる。実験結果は、短期習得群では、左脳の前頭葉下部にある「統語中枢」（ブロードマンの45野）が、成績が良くなるほど活発になるが、長期習得群では成績が高いほど活動が弱くなった。つまり、６年間の英語接触で、統語中枢が効率的に機能するという機能変化が起こることが明らかになった。さらに、文と文の意味的なつながりに特化していると考えられる「文章理解中枢」（BA47）は、長期習得群では反応時間が短いほど脳が活性化しており、逆に短期習得群では反応時間が長いほど活動が活発化していることが分かった。つまり、英語に熟達すると短時間で文章理解中枢を活性化するとういう機能変化が起こっている。以上の結果は、Sakai (2005) の結果とあわせると、外国語としての英語の定着は英語の開始年齢だけでは説明できずに、６年以上の接触が重要であることを示唆している。この結果は、英語力の個人差を、脳科学を用いて定量的に測定したことで、第二言語獲得の解明に大きな貢献をすると思われる。研究成果は、*Human Brain Mapping*誌に掲載された(Sakai *et al*. 2009)。

学習開始年齢が異なっても、外国語として英語の定着が同じように起こるという実験結果は、英語を早期に学ばなければならないという強迫観念や、学習の初期に生じる不安感の軽減に役立ち、学習法の効率を評価するにも役立ち、外国語教育の改善に重要な意味をもつ。また、第二言語獲得のメカニズム解明のみならず、脳活動の変化を捉えることで、効率的なリハビリテーションへの糸口が見いだされる可能性を有している。

（2）UGを構成する「構造依存性の原理」が、敏感期を越えた日本人英語学習者にも利用可能であることを示唆する証拠が得られた。人間言語の普遍的原理である構造依存性が関与している文法規則を、臨界期・敏感期を越えた日本人大学生に対して教授(トレーニング）を行い、脳がどのように機能変化するのかをfMRIを用いて調べた。その結果、トレーニングをうけた教授群では、トレーニングで用いられていない複文についても、教授後には教授前と比べて文法判断の成績が向上し、「統語中枢」である左ブローカ野三角部（BA45）の賦活が見られた。このBA45の賦活は、階層性が関係する統語規則を獲得したときの脳の機能変化を示す研究（Musso *et al*. 2003; Sakai *et al.* 2009）とも一致する。つまり、第二言語学習者は、構造依存性の原理を用いて、今まで経験したことのない複雑な文の判断ができ、さらにその知識が半年後も保持されることが示された。このデータは、UGの原理に関しては、臨界期が存在しないことを示唆しており、第二言語獲得研究における臨界期・敏感期問題に、大きな意味を持つと思われる（研究成果は、現在論文を投稿中）。

（3）大人の日本人聴者が、(人間言語である）日本手話を、外国語として教室で学ぶ際に社会性の果たす役割について実験を行った。被験者は、聾者である教員と相互作用を通して日本手話を学習している実験群と、その学習を撮影したDVDで日本手話を学習した実験群である。従って、両グループの共通点は、言語モデルの存在であり、相違点は、教員と直接かかわるか否かの「社会性」の有無である。学習の段階で２回のfMRIによる撮像を行った。詳しいデータは解析中であるが、ブローカ野の機能変化に関して両グループの相違が見いだせる実験項目が判明した。このことは、母語のみならず、第二言語獲得においても、言語獲得には言語モデルだけでは不十分で、脳活動の変化を伴う真の学習のためには、言語モデルと第二言語学習者が相互に働きかける社会性が役割を果たしている可能性を示唆している (Human Brain Mapping 2010で研究成果の発表を行った)。もし、社会性が第二言語獲得にも関与するならば、日本人の英語習得に関しても、大きな洞察を与えると予想される。すなわち、日本人英語学習者が入力として接するものとして、英語母語話者、日本人英語教師、語学番組、CD 等の教材等種々があるが、「他者からの働きかけ」が、どの程度必要なのか、また「他者からの働きかけ」と同じ働きをするものがないのかを、今後探る予定である。

結語

従来の脳科学研究は、言語を扱いながらもナイーブな言語観に基づき、言語学的に妥当性の低い言語課題が採用され、さらに刺激制約にも不備が多い。この結果、実験結果は状況証拠にすぎず、演繹的な説明は与えられていない。本研究は、生成文法理論の観点から、

言語理論に基づいた新しい実験パラダイムを提案し、第二言語学習者の言語計算システムの解明に言語学からの貢献ができことを示した。

生物言語学は、言語知識の解明を通して、人間の心、脳、認知を探ろうとしている。二つの統語的対象から新しい統語対象を作り出す併合操作を無限に適用することで、同一範疇が繰り返し生じる言語の回帰性が生じる。ここで、併合のターゲットを変えることで、言語以外の、音楽、数能力、心の理論、創造性等が生まれる可能性が最近の研究で示唆されている。このことは、回帰性の研究が、人間の心、知性、ひいては人間の本性を理解する大きな手がかりを提供し、言語の脳科学研究で大きなヒントを与えると思われる。

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 10 件）

① Sakai, L.K., Nauchi, A., Tatsuno, Y., Hirano, K., Muraishi, Y., Kimura, M., Bostwick, M., & Yusa, N. Distinct Roles of Left Inferior Frontal Regions that Explain Individual Differences in Second Language Acquisition. *Human Brain Mapping*, 査読有, vol.30, 2009, pp. 2440-2452.

② Yokoyama, S., Kim, J., Uchida, S. Miyamoto, T.,Yoshimoto, K., Jorge, R., Yusa, N, & Kawashima, R. Left Middle Temporal Deactivation Caused by Insufficient Second Language Word Comprehension by Chinese-Japanese Bilinguals, *Journal of Neurolinguistics* 査読有, vol. 22, 2009. pp. 476-485.

③ Kim, J., Koizumi, M., Ikuta, N., Fukumitsu,Y., Kimura, N., Iwata, K., Watanabe, J.,Yokoyama, S., Sato, S., Horie, K., & Kawashima, R., Scrambling Effects on the Processing of Japanese Sentences: An fMRI study. *Journal of Neurolinguistics* 査読有, vol. 22, 2009. pp. 151-166.

④ Otaki, K and Yusa, N., The Sloppy-Identity Interpretation in Child Japanese: Its Acquisition and Implications," *The Proceedings of the Tenth Tokyo Conference on Psycholinguistics*, 2009. 査読有, pp. 193-214.

⑤ Koizumi, M., Neurophysiological Effects of Early L2 Exposure on the Development of L1. *Proceedings of the 2009 Summer Special Conference of the New Korean Association of English Language and Literature: The Brain and Language*. 2009. 査読有, pp.33-43.

〔学会発表〕（計 15 件）

① Masatoshi. K. Experimental Syntax: What we can expect. 第 27 回日本英語学会、2009 年 11 月 14-15 日、大阪大学

② 遊佐典昭. 第二言語を生み出す脳 （招待講演 、公開シンポジウム 統語構造と文脈―言語認知脳科学の可能性―、2009 年 6 月 13 日、東北大学

③ 遊佐典昭. 言語を生み出す脳：脳科学から見た第二言語獲得研究（招待講演)、第 17 回言語人文学会、公開シンポジウム「言語と脳と思考」2009 年 9 月 28 日、岩手大学

④ Yusa, N., Koizumi, M., Kim, J., Sakai, Y., Kimura, N., Horie, K., Sato, S., Kawashima, R., & Hagiwara, H. A Neurological Index of Instructed SLA: Evidence from fMRI, The European Second Language Association 2008, 2008 年 9 月 4 日、Aix-en-Provence, France.

⑤ 金情浩. 日本語かき混ぜ文の文処理、第 7 回日本語教育世界大会、2008 年 7 月 11 日、釜山外国語大学、韓国.

〔図書〕（計 3 件）

① 遊佐典昭『はじめて学ぶ言語学』(共著)、2009 年、ミネルヴァ出版、pp.231-250.

② 小泉政利 『語彙の意味と文法』(共著)、2009 年、くろしお出版、pp.281-305.

③ 金情浩『「言語・脳・認知」科学と外国語習得』(共著)、2009 年、ひつじ書房、pp.85-97.

６．研究組織

(1)研究代表者
遊佐 典昭（YUSA NORIAKI）
宮城学院女子大学・学芸学部・教授
研究者番号：40182670

(2)研究分担者
小泉 政利（KOIZUMI MASATOSHI）
東北大学・文学研究科・准教授
研究者番号：10275597
金 情浩（KIM JUNGHO）
東北大学・文学研究科・助教
研究者番号：70513852