

平成 29 年 6 月 14 日現在

機関番号：34305

研究種目：挑戦的萌芽研究

研究期間：2014～2016

課題番号：26580070

研究課題名(和文) 手話言語の語順処理にかかわる脳内処理基盤の研究

研究課題名(英文) Sentence Processing of Japanese Sign Language: An fMRI study

研究代表者

金 情浩 (KIM, JUNGH0)

京都女子大学・文学部・准教授

研究者番号：70513852

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,600,000円

研究成果の概要(和文)：日本手話の語順は自由度が高く、SOV語順だけではなくOSV語順も許される。そこで、日本手話における文処理メカニズムを解明するため、手話母語話者を対象にSOV語順とOSV語順の文理解(処理)時の脳活動を機能的磁気共鳴画像法(fMRI)を用いて測定を行った。その結果、OSV語順文とSOV語順文の直接比較で、OSV語順文の文理解(処理)時のほうがSOV語順文の文理解時に比べ、左脳の言語野の活動が有意に上昇することが確認できた。この結果は、手話の統語構造の複雑さを反映しているものとみられる。

研究成果の概要(英文)：Japanese Sign Language is a well-known free word order language. Using functional magnetic resonance imaging (fMRI), we investigated the effects of word order on cortical activation by directly comparing the brain regions involved in the processing of JSL sentences with SOV and OSV word order. The result showed more activation at the left inferior frontal gyrus (IFG) and the left dorsal prefrontal cortex (DPFC) during the comprehension of OSV sentences than that of SOV sentences. These results support the linguistic hypothesis that a OSV sentence is syntactically more complex than its SOV counterpart.

研究分野：言語学

キーワード：文処理 語順 日本手話

1. 研究開始当初の背景

本研究では、日本手話の語順 (SOV vs. OSV) 処理 (理解) に固有にかかわる脳内処理基盤のモジュールを調べるための基礎的な調査を行った。

2. 研究の目的

1980年代に日本語の「かき混ぜ文 (OSV 語順文)」が英語に見られる疑問詞の文頭への移動 (WH 移動) や話題化 (topicalization) などのように、名詞句が意味役割上の解釈を受ける位置と異なる位置で発音される現象と同様に移動の一種であるかどうかは理論上の争点となって以来、失語症の研究から「かき混ぜ」が移動の一種であるとする分析を支持する証拠が多数見つかった。ブローカ失語の一種である失文法失語になると WH 移動を含む文と同様に、かき混ぜを含む文の理解に対しても選択的困難を示すことが実証されたのである (Hagiwara & Caplan 1990 など)。このように、日本語文の「かき混ぜ」が移動の一種であるとする分析は、理論言語学と神経言語学 (失語症研究) 双方の観点から支持されている。

これらのことから、「かき混ぜ」が WH 移動など他の移動と同様の脳内処理基盤を持つであろうことが推測される。この推測の妥当性を検証するために、Kim et al. (2009) は、日本語母語話者を対象に機能的磁気共鳴画像法 (fMRI) による日本語他動詞文の文理解 (処理) 時の脳活動を計測した。その結果、「基本語順文 (SOV 語順)」と「かき混ぜ文 (OSV 語順)」の文理解時に、左脳の下前頭回 (ブローカ野) やウェルニッケ野など主に言語処理に固有に関与する言語中枢領域に賦活が観察され、このことから2つの語順の理解 (処理) 時に関わる認知処理はかなりの程度共通していることが示唆された。また、「かき混ぜ文」の文理解時に有意に働く賦活領域を特定するために行った「基本語順文」との直接比較では、左脳の下前頭回 (BA44/45) に脳活動の上昇が観察された。この結果は、移動操作による統語構造の複雑さと下前頭回を含むブローカ野活動の上昇は、英語やドイツ語などの個別言語特有のものではなく、移動の統語現象を持つ言語において普遍的なものであることを示唆するものである。

一方、日本手話は音声として話される日本語と異なる文法をもつ言語で、単語は主に手指動作で、文法情報 (語順も含む) の多くは手以外の動き (非手指動作、例えば、視線、表情、頭部動作など) で表現する。日本手話の場合、日本語と同様、その語順における自由度はかなり高く、二項動詞の場合、下記のように、「主語<目的語<動詞 (SOV)」の語順 (基本語順) だけではなく、「目的語<主語<動詞 (OSV)」の語順も「目的語<動詞<主語 (OVS)」の語順も許される (ただし、下記の語順は非手指要素に着目した場合の

語順である)。下記の語順は、無変化動詞 (plain verb) と呼ばれる類の動詞群に制約されるが、日本語文と同様、目的語の「弁当」が主語の「田中」の前へ移動することで産まれる話題化構文 (2)、あるいは名詞 (弁当と田中) が文末に移動することで産まれる焦点化構文 ((3) と (4)) の一種とみられる (市田 (2005))。

- (1) 田中 弁当 作る (SOV 語順)
【田中さんが弁当を作る】
- (2) 弁当 (固定+領き) 田中 作る
(OSV 語順)
【弁当は、田中さんが作る】
- (3) 田中 作る (固定+領き) 弁当
(SVO 語順)
【田中さんが作るのは、弁当だ】
- (4) 弁当 作る (固定+領き) 田中
(OVS 語順)
【弁当を作るのは、田中さんだ】
- (5) ? 弁当 田中 作る
(文中に「固定」が現れない場合は、非文法的)

近年の日本語文法との比較などによる手話研究により、多数の文法現象がかなりのところ解明されてきたが、語順処理に関する行動実験や脳科学からの研究報告はほとんど見られないのが現状である。そこで、本研究は手話文の語順 (SOV vs. OSV) が文処理 (理解) に及ぼす影響を、脳機能画像法を用いて検証する。

3. 研究の方法

被験者 東北地方在住の手話話者 16 名 (男性 3 名、女性 13 名) が fMRI 実験に参加した。すべての被験者は右利きで、利き手調査は、エディンバラ利き手テスト (Oldfield, 1971) を用いて行った。また、ヘルシンキ宣言に沿って被験者全員に対し実験の内容と安全性について十分に説明した上で書面による同意を得た。

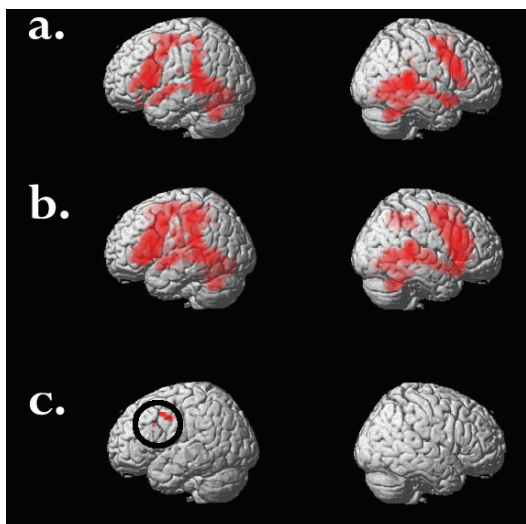
実験課題 (fMRI) SOV 語順条件と OSV 語順条件、単語条件、休息条件の 4 つの実験条件を設けた。すべての刺激文は手話話者に実演をしてもらい、動画で作成した。被験者には各語順の正文と誤文をランダムに呈示し、意味が自然かどうかを判断してもらった。

fMRI データ撮影 東北大学の 3T の MRI 装置を用いて、課題遂行中の脳活動の変化を撮影した (TR: 1500 ms, TE: 30 ms, FoV: 192 mm, スライス厚: 5 mm, スライス枚数: 25 枚)。

4. 研究成果

手話文の文理解 (処理) の際の大脳皮質の活動領域を特定するために SOV 語順条件とベースラインの安静条件を比較した。その結果、両側の上前頭回 (SFG: Superior Frontal Gyrus) と中前頭回 (MFG: Middle Frontal Gyrus)、左脳の中側頭回 (L. MTG: Middle Temporal Gyrus、通称ウェルニッケ野)、両

側の下前頭回 (IFG: Inferior Frontal Gyrus、通称ブローカ野) などに有意な賦活が見られた。次に、OSV 語順条件と安静条件を比較した結果、「SOV 条件 vs. 安静条件」の比較で観察された賦活領域とほとんど同じ領域の脳活動が観察された。SOV 語順の文を理解する際も OSV 語順の文を理解する際も言語中枢である左脳の下前頭回 (ブローカ野) をはじめ、ウェルニッケ野と補足運動野などに大脳皮質の賦活が確認されたことは、語順の違いにかかわらず認知処理がかなりの程度共通していることを示唆するものである (図の a と b)。



(a= SOV 語順条件 vs. 安静条件、b= OSV 語順条件 vs. 安静条件、c= OSV 語順条件 vs. SOV 語順条件)

最後に、「SOV 語順文」あるいは「OSV 語順文」の文理解 (理解) に有意にかかわる脳活動領域を特定するため「SOV 語順文条件 vs. OSV 語順文条件」と「OSV 語順文条件 vs. SOV 語順文条件」の直接比較を行った。その結果、前者の比較では統計的に有意な賦活領域が見られなかったが、後者の比較では左脳の下前頭回 (L. IFG) に賦活が観察された (図の c)。左半球の下前頭回 (L. IFG) を含むブローカ野は、統語的に複雑な文理解 (処理) にかかわる領域であるとする研究結果をはじめとして (Caplan et al., 1998; Dapretto and Bookheimer, 1999; Hashimoto & Sakai, 2002; Indefrey et al., 2001; Inui et al., 1998; Just et al., 1996; Kang et al., 1999; Stromswold et al., 1996; Friederici et al., 2006)、ワーキングメモリ負荷 (working memory load) の増大と下前頭回の賦活量が相関関係にあるとする研究報告も見られる (Ben-Shachar et al., 2003; Fiebach et al., 2005)。さらには、文法性判断 (Embick et al., 2000) や文法規則の獲得 (Opitz & Friederici, 2003; Musso et al., 2003) などに固有に関与する領域であるとする研究報告など、これまでの認知脳科学の研究から主に言語理解 (処理) に深くかかわる領域であることが支

持されてきた。この結果は、OSV 語順のほうが SOV 語順文よりも統語構造が複雑であるとする理論言語学や心理言語学の仮説を支持するものだと言える。また、先行研究のほとんどが英語の WH 構文やドイツ語のかき混ぜ文を用いて行われていたが、手話言語における OSV 語順でも SOV 語順文の文処理時に比べブローカ野の活動がより強くなることが確認できたことから、WH 移動とかき混ぜ構文のような移動の統語構造の相違や個別言語の違いにかかわらず、統語構造の複雑さとブローカ野の脳活動の相関はすべての言語で共通することを脳機能イメージングの観点から明らかにすることができた。

<引用文献>

① 市田康弘、文構造と頭の動き—日本手話の文法 (6) 「語順、補文、関係節」、言語、34(10)、2005、91-99

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 6 件)

- ① Yusa Noriaki, Kim Jungho, Koizumi Masatoshi, Sugiura Motoaki, Kawashima Ryuta. Social Interaction Affects Neural Outcomes of Sign Language Learning As a Foreign Language in Adults, *Frontiers in Human Neuroscience*, 査読有, 11-115, 2017, pp.1-13. DOI=10.3389/fnhum.2017.00115
- ② Masatoshi Koizumi and Jungho Kim. Greater Left Inferior Frontal Activation for SVO than VOS during Sentence Comprehension in Kaqchikel, *Frontiers in Psychology*, 査読有, 7-1541, 2016, pp.1-9. DOI: 10.3389/fpsyg.2016.01541
- ③ 金情浩. お店の意味を表す「집 jib」「가게 ga-ge」に関する一考察、言語学論集、査読無、25、2016、23-36.
- ④ Sachiko Kiyama, Meng Sun, Jungho Kim, Katsuo Tamaoka & Masatoshi Koizumi. Interference of context and bilinguality with the word order preference in Kaqchikel reversible sentences, *Tohoku Psychologica Folia*, 査読有, 75, 2016, pp.22-34
- ⑤ Kensuke Emura, Naoki Kimura, Cornelia Daniela Lupsa, Jungho Kim, Sanae Yamaguchi, Hiroko Hagiwara and Noriaki Yusa. On the Acquisition of Noun -Noun Compounds in Japanese. 国際文化研究, 査読有, 20, 2014, 17-29.
- ⑥ Masatoshi Koizumi, Yoshiho Yasugi, Katsuo Tamaoka, Sachiko Kiyama, Jungho Kim, Juan Esteban Ajsivinac Sian, Lolmay Pedro Oscar García Mátzar. On the (non-)universality of the preference for

subject-object word order in sentence comprehension: A sentence processing study in Kaqchikel Mayan, *Language*, 査読有, 90-3, 2014, 722-736. DOI: 10.1353/lan.2014.0068

〔学会発表〕(計4件)

- ① Hajime Ono, Jungho Kim, Apay Tang & Masatoshi Koizumi (2016) VOS preference in Seediq: A sentence comprehension study. AFLA (Austronesian Formal Linguistics Association) 23, 10-12 June, 2016, The University of Tokyo, JAPAN
- ② Masatoshi Koizumi, Jungho Kim, Noriaki Yusa & Manami Sato, The Primacy of Grammar in Sentence Processing: A Case in the Kaqchikel Mayan Language. HBM (Human Brain Mapping), 14-18 June, 2015, Hawaii Convention Center, UK.
- ③ Mayuko Yusa, Jungho Kim, Noriaki Yusa & Masatoshi Koizumi, Subject-verb agreement attraction in production by Japanese learners of English. AMLaP (Architectures and Mechanisms for Language Processing), 3-6 September, 2014, University of Edinburgh, Scotland, UK.
- ④ 遊佐麻友子、金情浩、小泉政利、日本人英語学習者の文産出における主語動詞一致誘引、日本言語学会 148 回大会、2014 年 6 月 7 日、法政大学

〔図書〕(計1件)

- ① 金情浩 他、共立出版、ここから始める言語学プラス統計分析、2016、336 (209-296).

〔産業財産権〕

○出願状況 (計0件)

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
出願年月日：
国内外の別：

○取得状況 (計0件)

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
取得年月日：
国内外の別：

〔その他〕

ホームページ等

6. 研究組織

(1) 研究代表者
金情浩 (KIM, JUNGH0)
京都女子大学・文学部・准教授
研究者番号：70513852

(2) 研究分担者 ()

研究者番号：

(3) 連携研究者 ()

研究者番号：

(4) 研究協力者 ()