

脳波からみたカクチケル語の基本語順

Event-Related Brain Indices of the Canonical Word Order in Kaqchikel

安永大地[†]

Daichi Yasunaga

[†]金沢大学

Kanazawa University

daichi.y@staff.kanazawa-u.ac.jp

Abstract

The processing load of various word orders in Kaqchikel Maya was measured using event-related potentials. We observed a P600 effect for subject-verb-object (SVO) sentences as compared to verb-object-subject (VOS) sentences in both picture-sentence matching and sentence-picture matching experiment. These results suggest that VOS order is easier to process than SVO order. This is consistent with the traditional interpretation in Mayan linguistics that the syntactically determined basic word order is VOS in Kaqchikel. These findings also revealed that the processing load in sentence processing is greatly affected by the syntactic nature of individual languages.

Keywords — Sentence Processing, Event-Related Brain Potentials, Word Order, Kaqchikel, Field-Based Psycholinguistics

1. はじめに

世界には語順の制限が厳しい言語とそうでない言語がある。たとえば、英語や中国語は語順によって項名詞句の役割が示されるために、語順の制限が厳しい言語である。その一方で、日本語やドイツ語では、項名詞句が担う格の情報が顕在的で豊富であることもあって語順にかかる制約が比較的ゆるく、1つの命題を表すのに複数の語順が可能な言語である。語順の制約が比較的ゆるい言語では、「その言語の統語的な基本語順は何か？」がしばしば話題になる。たとえば日本語では、主語 (S) が目的語 (O) に先行する(1a)が基本語順で、(1b)はそこから派生した複雑な構造を持つ文であることが統語理論の研究において示されている。また、心理言語学的な研究においても、様々な実験データに基づいて、同様の結論が導かれている。

- (1) a. 先生が生徒をほめた。[SO 語順]
b. 生徒を先生がほめた。[OS 語順]

この研究では、グアテマラで話されているカクチケル語の基本語順が VOS なのか、SVO なのかを明らかにするために行った 2 つの ERP 実験の結果を報告し、VOS 語順が基本語順であるという議論を行う。

2. カクチケル語

カクチケル語は、マヤ諸語の一つであり、グアテマラの先住民族を中心に現在およそ 45 万人の話者がいると報告されている (Tay Coyoy, 1996[1])。カクチケル語の文法に関する特徴として次のような事柄があげられる。

- (i) 主要部標示型言語であり、主語や目的語を示す名詞は無標で、動詞に主語および目的語との一致標識が義務的に現れる。
- (ii) 能格言語であり、他動詞の主語を標示する形態素 (能格形態素; セット A) と自動詞の主語および他動詞の目的語を標示する形態素 (絶対格標識; セット B) とに分けられる。動詞内部の一致標識の生起順序は「相-セット B-セット A-動詞語幹」である。
- (2) X-φ-u-chöy ri chäj ri ajanel.
完了-B3sg-A3sg-切る 松の木 大工
"大工が松の木を切った。"
- (iii) 語順の交替が自由で、他動詞文の場合、(2)の VOS 語順以外にも、(3a)SVO、(3b)VSO、(3c)OVS といった語順も文法的と認められる。
- (3) a. [SVO] Ri ajanel x-φ-u-chöy ri chäj.
b. [VSO] X-φ-u-chöy ri ajanel ri chäj.
c. [OVS] Ri chäj x-φ-u-chöy ri ajanel.

これまでの分析では、それぞれの語順の統語構造は(4)のようになっていると分析されており、VOSが統語的に最も単純で、それ以外の語順はより複雑な構造をしていると分析されている (England, 1991[2], Aissen, 1992[3])。

- (4) a. [VOS] c. [[V gap_i S] O_i]
 b. [S_i [VO gap_i]] d. [O_i [V gap_i S]]

カクチケル語の実使用場面では、VOS以外の語順も数多く観察されており、観察される語順としてはSVOが最も多いという報告もある。そこで、本研究では、カクチケル語話者が様々な語順を処理する際の処理負荷を事象関連電位を指標として測定し、そのデータに基づいてカクチケル語の基本語順について検討した。

3. 実験 1

統語的な基本語順を探るための方法の一つに、事象関連電位 (ERP) を用いる方法がある。ERPは脳波の一種で、特定の認知処理に対して時間的に固定して特定の成分が観察されるという特徴を持つ。言語処理の中でも特に統語処理に関わる負荷が増大すると、P600と呼ばれる陽性成分が観察されると言われている。本研究では、どの語順の文を処理する際に P600 が観察されるのかに基づいて基本語順を検討した。



図 1 実験で用いられた絵画の例：左側の二人は赤で描かれ、右側の人は青で描かれている。

実験 1 では、「絵画・文一致課題」を用いた ERP 実験を行った。この課題では、実験参加者はまず、パソコン画面に呈示された絵画を 3 秒間見る。そして、画面から絵画が消失したら、イヤホンを通じて、カクチケル語の文が呈示される。文の呈示後に参加者は、絵画と文の表す内容が合致していたかどうかをマウスで回答す

る。そして、参加者が文を聞いている最中の脳波を記録した。実験では、図 1 に示すような図を視覚呈示し、その後に(5)に示す文をカクチケル語話者に聴覚呈示した。

- (5) a. [VOS] Xkoyoj ri xar ri taq kâq.
 呼んだ 青 複数・赤
 b. [VSO] Xkoyoj ri taq kâq ri xar.
 c. [SVO] Ri taq kâq xkoyoj ri xar.
 d. [OVS] Ri xar xkoyoj ri taq kâq.
 "赤たちが青を呼んだ。"

それぞれの語順について、肯定反応 (絵画と文の内容が合致するもの) となる刺激 48 文を作成した。さらに、絵画と文の内容が合致しない否定反応を 96 刺激作成した。これらの合計 288 文を実験参加者ごとにランダムに呈示した。

分析の対象となったカクチケル語話者は 16 名 (全員右利き) で、特定の地域・村への偏りはなかった。

データの分析は、S・O・Vの各文節の音声開始の瞬間を起点として、直前の 100 ミリ秒間の平均電位を基線にとり、呈示から 1,000 ミリ秒間を加算の対象区間とし、ERPを算出した。データの統計処理は、分析区間の平均電位量について、比較する 2 つの語順×電極部位を要因とする反復測定の分散分析を行った。

実験 1 でもっとも関心のある比較は、VOS 語順と SVO 語順の第 3 文節である。VOS 語順は、歴史的、理論的に基本語順だと分析され、行動指標を用いた聴解実験でも最も選好される語順であった (Koizumi et al. 2012[4], Kiyama et al., 2013[5])。その一方で、SVO 語順は、現代のカクチケル語で最も使用される頻度が高く、話者にとっては最もなじみ深い語順と言える。もし、VOS が基本語順であるならば、SVO 語順が派生語順ということになり、その処理負荷がより大きくなると予測されるし、もし SVO が基本語順であるならば、VOS 語順でその処理負荷が大きくなり、それが ERP 成分にも反映されるはずである。

実験の結果、最も関心のある比較である、VOS 語順 (5a) と SVO 語順 (5c) の比較において、第 3 領域 (VOS の S および SVO の O) では、SVO で P600 と考えられる陽性成分が観察された (図 2)。

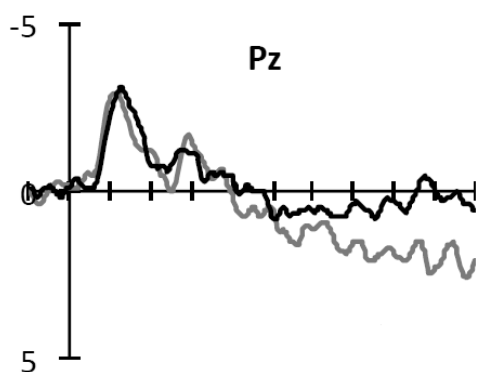


図2 実験1におけるVOS語順、SVO語順の第3領域呈示から1000ミリ秒間のERP波形。濃い線がVOS語順を示し、薄い線がSVO語順を示している。横軸が潜時を示し、縦軸が電位量（陰性方向が上向き）を示している。

この結果は、VOSが基本語順で(4a)のような構造をしており、SVOは(4b)の構造をしていて、Oが入力された後でSについてのfiller-gap依存関係の構築を行っているために得られたと解釈することができる。もし、SVOが基本語順だとすれば、VOSは、[[VO]_iS gap]_jのような構造を仮定することになり、S入力後にVOをfillerとした依存関係構築操作が行われるはずであるが、それを支持するようなERP成分は得られていない。したがって、実験1で得られた結果は、カクチケル語話者の脳内に存在する基本語順はVOSだということを示していると考えることができる。

4. 実験2

実験1の結果は、カクチケル語話者の脳内に存在する基本語順がVOSであることを示唆した結果であると解釈した。しかし、別の解釈も可能である。それは実験の手続きに由来する効果である。実験1では、画像を呈示したあとに音声呈示する、絵画-文一致課題が用いられた。この実験手続きでは、画像が先行呈示されたことにより、実験参加者は、その画像の内容に基づいてあらかじめ心内で文を生成し、文聴解時には自分の心内にある文と実際に提示された文とのマッチングが行われていた可能性がある。文を聞いている際には文構造の構築を行っているのではなく、心内であらかじめ構築されていた文と実際に聞こえてくる文の語順が同じかどうかをチェックする作業をやっていただけの可能性があるというわけである。そして、心内であらかじめ構築されていた文の語順と、実際に呈示された文の語順が異なり、そのことが原因で処理負荷の大小に

変化が生じた可能性がある。つまり、実験1の結果は、文解析にかかる処理負荷ではなく、コンテキストによって構築された期待と一致していたかどうかによって認知負荷が変化し、それがVOSとSVOの比較におけるSVOでのP600効果へと繋がったという可能性を示唆するものであり、さらなる検討が必要である。

実験2ではこの問題点の解消をはかるために、実験の手続きを変更し、文-絵画一致課題を用いた実験を行った。この実験手続きは、先に文を音声呈示し、その後には呈示される画像の内容が先行して聞いた文の内容と合っているかを判断するものである。このような手続きを取ることで、少なくとも前段で指摘した可能性によってVOS語順の処理負荷が大きくなったかどうかについては検討が可能である。

実験で用いられた画像刺激、文刺激については実験1と同様であった。分析対象は16名のカクチケル語話者（全員右利き）で、一部は実験1の参加者と重複していた。実験1と実験2の実施には数年の間があるため、特に影響はないと考えられる。また、脳波の記録方法、ERPの解析方法についても実験1に準じていた。

もし、実験1で観察されたP600効果が先に画像が呈示されたことによるコンテキスト効果でないならば、実験2でもSVO語順の処理負荷がVOS語順よりも大きくなり、P600が観察されることが期待される。

実験の結果、最も関心のあるVOSとSVOの第3文節同士の比較において、SVO語順においてP600効果が観察された。

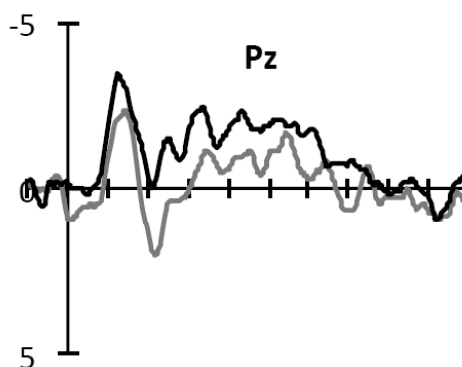


図3 実験2におけるVOS語順、SVO語順の第3領域呈示から1000ミリ秒間のERP波形。濃い線がVOS語順を示し、薄い線がSVO語順を示している。横軸が潜時を示し、縦軸が電位量（陰性方向が上向き）を示している。

5. 考察

本研究では、カクチケル語話者の脳内に存在する統

語的基本語順が VOS なのか SVO なのかという問いに対して、電気生理学的な指標を得ることで、その答えを探ることが目的であった。

実験 1 の絵画・文一致課題において、VOS 語順に対して、SVO 語順で P600 効果が得られたことから、VOS がカクチケル語の統語的基本語順であることが示唆された。同時に、実験 1 の手続きの問題で、先にコンテキストとしての画像を呈示したことにより、画像に基づいて心内に構築された文の語順と実際に呈示された文の語順が異なり、それによって認知負荷が変化したという可能性があった。実験 2 ではこの可能性を検討するために、絵画・文一致課題を用いた ERP 実験を行ったが、コンテキストを与えない状態であっても、SVO の処理負荷が VOS の処理負荷よりも大きく、それが P600 効果に反映されるということが明らかになった。これら 2 つの実験結果に基づくと、カクチケル話者の脳内に存在する統語的基本語順は VOS であると考えることが妥当であると言える。

これまでに英語、日本語だけでなく、ドイツ語、フィンランド語、ロシア語、韓国語などにおいて、主語に目的語が先行する語順 (OS 語順) は、目的語に主語が先行する語順 (SO 語順) よりも処理負荷が大きいということが示されてきた (Yasunaga et al., 2015[6]参照)。OS 語順が SO 語順よりも処理負荷が大きい理由としては主に 2 つの可能性が考えられる。一つは、その言語の統語的基本語順が SO だから、そこから派生し、より複雑な構造を持つ OS の処理負荷が大きいという個別言語の統語構造に基づく解釈である。もう 1 つの可能性は、動作主は被動者よりも認知的にアクセスが容易であるので、動作主・被動者と並ぶ SO 語順のほうが処理が容易であるという人間に普遍的な認知特性に基づく解釈である。英語や日本語では、どちらの解釈に基づいても SO 語順が OS 語順よりも選好されることを予測し、結論を出すことができない。しかし、本研究が対象としたカクチケル語での実験結果を考えると、統語構造に基づく解釈のほうがより妥当ではないかということが言える。

参考文献

- [1] Tay Coyoy, A. (1996) *Análisis de situación de la educación maya en Guatemala*. Guatemala:Cholsamaj.
- [2] England, N. C. (1991). Changes in basic word order in Mayan languages. *International Journal of American Linguistics*, 57, 446–486.
- [3] Aissen, J. L. (1992) Topic and focus in Mayan.

- Language*, 68, 43–80.
- [4] Koizumi, M., Yasugi, Y., Tamaoka, K., Kiyama, S., Kim, J., Ajsivinac Sian, J. E., & García Matzar, P. O. (2014) On the (non-)universality of the preference for subject-object word order in sentence comprehension: A sentence processing study in Kaqchikel Maya. *Language*, 90, 722–736.
- [5] Kiyama, S., Tamaoka, K., Kim, J., & Koizumi, M. (2013) Effect of animacy on word order processing in Kaqchikel Maya. *Open Journal of Modern Linguistics*, 3, 203–207.
- [6] Yasunaga, D., Yano, M., Yasugi, Y., Koizumi, M. (2015). Is the subject-before-object preference universal? An event-related potential study in the Kaqchikel Mayan language. *Language, Cognition, and Neuroscience*, 30(9), 1209–1229.