

日本語分裂文の ERP 研究—使役形を用いた検討—

矢野雅貴^{1,2} 立山憂^{1,2} 坂本勉³

(¹九州大学大学院人文科学府,²日本学術振興会特別研究員,³九州大学大学院人文科学研究院)

masayano@kyudai.jp

1. はじめに

人が文を理解するためには、文中に存在する様々な要素間の依存関係を構築しなければならない。従来の文理解研究では、移動した要素 (filler) と移動の元位置 (gap) の依存関係が含まれる関係節の処理に関心が寄せられてきた。英語や日本語など様々な言語において、目的語関係節の方が主語関係節よりも処理負荷が高いことが知られている (i.e., 主語関係節選好, King & Kutas, 1995; Miyamoto & Nakamura, 2003)。この処理負荷の非対称性は、filler と gap の間に介在する節点の数が多いほど処理負荷が増大するという構造的距離仮説によって説明できると主張されてきた。本研究は、この仮説によって、関係節文のみならず分裂文の処理選好性も説明可能かどうかを検証した。

2. 日本語の分裂文に関する先行研究

Kahraman, Sato, Ono & Sakai (2011a)は、(1)のような日本語分裂文を用いて、実験参加者ベースの読み時間実験を行った。実験の結果、第4文節 (介抱したのは) で、(1b)の目的語分裂文の方が、(1a)の主語分裂文に比べて読み時間が有意に短くなった。この結果は、目的語分裂文の方が主語分裂文よりも処理負荷が低いことを示している。

(1)a. 主語分裂文 (SC) :

去年 <S-gap> 祖母を 田舎で 介抱したのは 遠い 親戚;だと母が言った。

b. 目的語分裂文 (OC) :

去年 祖母が <O-gap> 田舎で 介抱したのは 遠い 親戚;だと母が言った。

しかし、「介抱したのは」を読んだ時点では、(2)のように分裂文以外の文である可能性があるため、Kahraman et al. (2011a)で観察された読み時間の遅延は、filler と gap を統合する負荷ではなく、構造的曖昧性 (i.e., 遷移的確率効果) による影響を反映している可能性が考えられる。¹

¹ Kahraman et al. (2011b) によると、遷移的確率効果は、主語分裂文 (0.57) の方が目的語分裂文 (0.75) よりも低い。つまり、「介抱したのは」の時点において、主語分裂文の方が構造的曖昧性が高く、その

(2) 去年 祖母を 田舎で 介抱したのは 大変だった。

そこで、Yano, Tateyama & Sakamoto (2014) は、遷移的確率を統制するために、(3)に示した（非言語的）文脈を加えて、事象関連電位（ERP）を用いた実験を行った。

(3) 文脈：

1. 「竹内さん」「小西さん」と示される2人の画像を呈示
2. 「この2人のうち、」

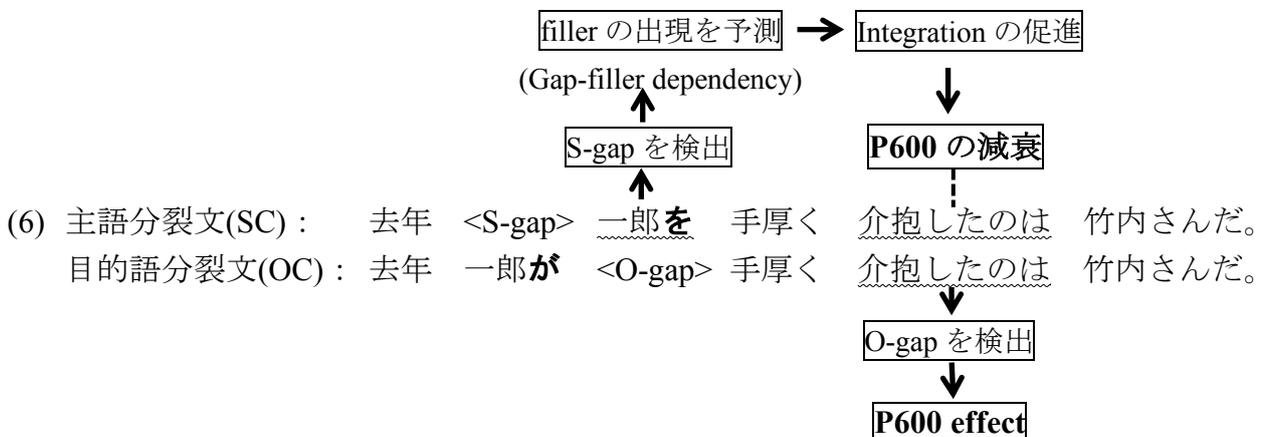
(4) 主語分裂文(SC)： 去年 <S-gap> 一郎を 手厚く 介抱したのは 竹内さんだ。
目的語分裂文(OC)： 去年 一郎が <O-gap> 手厚く 介抱したのは 竹内さんだ。

(3)のような文脈を呈示することによって、主語・目的語以外の要素が動詞（介抱したのは）に後続する文は、以下の(5)に示すように、容認不可能となる。このため、「介抱したのは」の時点における遷移的確率は、条件間で統制されていると考えられる。

(5) *この2人のうち、去年 一郎を 手厚く 介抱したのは 大変だった。

ERP 実験の結果、「介抱したのは」位置において、目的語分裂文で P600 effect が観察された。これは、Kahraman et al. (2011a)の結果とは異なり、目的語分裂文の方が処理負荷が高い、すなわち、主語分裂文選好が見られることを示している。この結果は、構造的距離仮説の予測と合致する。

しかし、Yano et al. (2014)の実験文には、次のような問題点がある。主語分裂文条件では、第2文節が「を格名詞（一郎を）」であるため、この時点で S-gap の存在に気づくことができる。一方、目的語分裂文条件の第2文節は「が格名詞（一郎が）」であるため、「介抱したのは」を読むまで O-gap の存在に気づかない。



効果によって、主語分裂文の方が読み時間が長くなった可能性が考えられる。

つまり主語分裂文条件では、「介抱したのは」の入力以前に gap の存在に気づき、分裂文や関係節を予測していたために、「介抱したのは」の入力時の統合処理が促進された可能性がある。一方、目的語分裂文では、「介抱したのは」の時点で初めて gap の存在に気づくため、そのような促進はないと考えられる。もし gap の存在に気づくタイミングが「介抱したのは」位置での統合の負荷に影響を与えているとすれば、Yano et al.で観察された主語分裂文選好は、構造的距離仮説を支持する証拠にはならない。従って、gap の検出のタイミングを統制した実験文を用いて、構造的距離仮説の妥当性について再検討を行う必要がある。

3. 実験

本研究では、gap の検出タイミングを統制した上で filler と gap の統合負荷を検討するために、以下のような使役形の動詞を用いた。

(6) 文脈

1. 「竹内さん」「小西さん」と示される2人の画像を呈示
2. 「この2人のうち、」

(7) 実験文

使役 SC：去年 京子が <S-gap> 一郎を 介抱させたのは 竹内さんだ。

使役 OC：去年 京子が 一郎に <O-gap> 介抱させたのは 竹内さんだ。

「が格-を格」や「が格-に格」の連続では「見る」や「会う」などの動詞が後続する単文構造が可能であるため、第3文節（一郎を／に）の時点で、解析器は、gap を含むより複雑な構造を仮定しないと考えられる（佐藤・カフラマン・小野・酒井, 2007）。従って、両方の条件において、「介抱させたのは」の時点で初めて gap の存在に気づき、filler と gap の統合処理が行われると考えられる。

3.1. 実験刺激・手順

実験文は、5文節で構成され、条件間で、第3文節の格助詞（を／に）以外の違いはない。実験文は、2条件を1ペアとし、64セット128文用いた。また、フィラー文として、関係節を含む64セット、128文を作成した。これらの刺激文は、ラテン方格法に基づき、2つのリストに分配し、実験参加者には、一方のリストの文をランダム呈示した。

実験文は、実験参加者から約130センチメートル前に置かれたCRT画面の中央に呈示した。各試行では、まず文脈が呈示され、その後、分裂文が文節毎に実験者ペースで呈示された。各文節の呈示時間(DOS)は700ms、刺激呈示時間間隔(ISI)は、200msであった。試行後に、50%の割合で文理解課題が課され、実験参加者は、Yes/No ボタンを押して回答

した。

3.2. 予測

先行研究では、gap-filler 依存関係の構築において、gap と filler 間の距離が処理負荷に影響を及ぼすことが指摘されている。そこで本研究では、gap と filler の距離に関する二つの仮説に基づいて実験結果の予測を行った。一つは、構造的距離仮説(Structural Distance Hypothesis: SDH) (O'Grady, 1997)である。これは、filler と gap 間に介在する節点の数が多いほど、処理負荷が増大することを予測する仮説である。従って、SDH に基づけば、構造的距離が長い使役 OC 条件で、gap と filler の統合負荷を反映した P600 effect が観察されると予測される (Kaan et al. 2000; Phillips et al. 2005; Ueno & Garnsey, 2008)。

もう一つは、線形的距離仮説(Linear Distance Hypothesis: LDH) (Gibson, 1998, 2000)である。この仮説は、filler と gap 間に介在する要素の数が多くなるほど、処理負荷が増大することを予測する。従って、LDH に基づけば、線形的距離が長い使役 SC 条件で、P600 effect が観察されると予測される。

3.3. 実験参加者

実験参加者は、日本語を母語とする九州大学の学部生 12 名 (女性 : 11 名、平均年齢 : 21 歳 4 ヶ月) であった。参加者全員が正常な視力 (矯正視力を含む) を有しており、Oldfield (1971) の利き手調査票によって右利きであることを確認した。測定前に、脳波測定装置の安全性・個人情報等の取扱いについて説明を行い、実験参加者からインフォームドコンセントを得た上で、同意書への署名をして頂いた。実験終了後、謝金を支払った。

3.4. 脳波の記録方法

脳波の記録には日本光電製の EEG-1200 を用いた。電極は銀電極 (日本光電製 NE-113A) を用い、国際 10-20 法に基づいて、頭皮上の 19 カ所 (Fp1, Fp2, F3, F4, C3, C4, P3, P4, O1, O2, F7, F8, T3, T4, T5, T6, Fz, Cz, Pz) に配置した (Jasper, 1958)。接地電極は Fpz、基準電極は両耳朶結合とした。さらに、眼球運動と瞬目によるアーチファクトの監視のために、左眼下及び左眼左に電極を装着した。電極間抵抗値は全て 5 k Ω 未満とし、ローカットフィルタは 0.03 Hz、ハイカットフィルタは 120 Hz に設定した。サンプリング周波数は 1000 Hz とした。

3.5. 実験結果

実験参加者 12 人の課題に対する平均正答率は、使役 SC 条件が 68%、使役 OC 条件が 80% であった。 t 検定を行ったところ、有意傾向が見られた ($t(11) = -2.1283, p = .05674$)。この結果は、使役 SC 条件の方が理解が困難な傾向にあることを示している。

図 1 に、第 4 文節 (介抱させたのは) における総加算平均波形を示した。

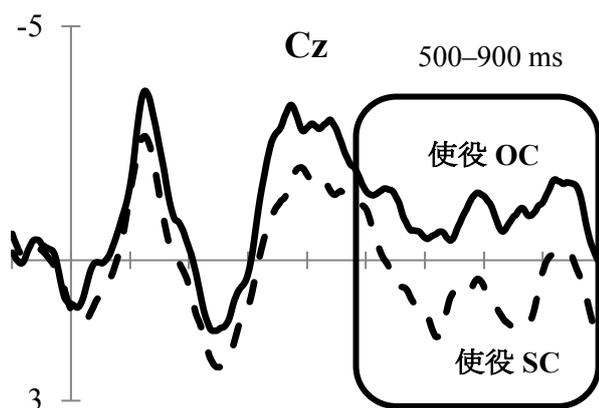


図1. 第4文節呈示後-100-900ms間の総加算平均波形

実線：使役 OC 破線：使役 SC

横軸：時間（1目盛り 100 ms）

縦軸：電位量（1目盛り 5 μ v）

陰性が上向き

第4文節呈示開始後 500-900 ms における平均電位量について、正中線・傍矢状洞部・側頭部に分けて分散分析を行った。正中線の要因配置は、前後（3水準） \times 文の種類（2水準）、傍矢状洞部・側頭部の要因配置は、前後（傍矢状洞部：3水準、側頭部：5水準） \times 左右（2水準） \times 文の種類（2水準）である。分散分析の結果、正中線と側頭部において、文の種類の主効果が有意であった（正中線: $F(1, 11) = 6.0411, p = .0318$, 側頭部: $F(1, 11) = 5.3037, p = .0418$ ）。傍矢状洞部においては、文の種類の主効果は有意傾向であった（ $F(1, 11) = 4.7966, p = .0510$ ）。いずれの検定でも、前後や左右との交互作用は有意ではなかった。その他の潜時帯や第5文節（竹内さんだ）においては、有意差は認められなかった（すべて $p > .10$ ）。

実験の結果、第4文節呈示開始後 500-900 ms の潜時帯において、頭部全体で、使役 OC 文条件の波形に比べて、使役 SC 条件の波形が陽性に偏位していた。この成分は、極性・潜時帯・頭皮上分布などから、gap と filler の統合を反映した P600 であると考えられる。

4. 総合考察

本研究では、日本語における gap-filler 依存関係の処理過程を検討するために、使役形の分裂文を用いた ERP 実験を行った。ERP 実験の結果、「介抱させたのは」位置において、使役目的語分裂文（OC）と比較して、使役主語分裂文（SC）の方が、統合負荷が大きかった。この結果から、以下の3点が明らかとなった。

- i. P600 effect は、filler（竹内さんだ）が入力される以前の「介抱させたのは」の位置において観察された。従って、日本語分裂文では関係節とは異なり、filler の入力以前に統合処理が行われることが明らかとなった（cf. Ueno & Garnsey, 2008; Yano et al., 2014）。
- ii. Gap と filler の統合負荷は、使役目的語分裂文（OC）よりも使役主語分裂文（SC）の方が大きい。すなわち、「目的語分裂文選好」が見られた。この結果は、線形的距離仮説が予測する結果と合致する。
- iii. 一方、Yano et al. (2014)で報告された主語分裂文選好の結果とは矛盾する。従って、

Yano et al. で報告された主語分裂文選好は、「を格名詞」の入力によって、S-gap の存在が前もって予測され、分裂文における統合処理 (gap-filler integration) が促進されたためであると考えられる。

参照文献

- 佐藤淳・カフラマン バルシュ・小野創・酒井弘 (2007) 関係節処理における普遍性と個別性—日本語使役関係節の処理を通して—, *Technical report of IECIE*, 107(138), 51-56.
- Gibson, E. (1998) Linguistic complexity: Locality of syntactic dependencies. *Cognition*, 68, 1-76.
- Gibson, E. (2000) The dependency locality theory: A distance-based theory of linguistic complexity. In A. Marantz, Y. Miyashita, and W. O'Neil (eds.), *Image, language, brain: Papers from the first mind articulation project symposium*, 95-126.
- Hawkins, J. (2004) *Efficiency and complexity in grammars*. Oxford, UK: Oxford University Press.
- Jasper, H. H. (1958) The ten twenty electrode system of the international federation. *Electroencephalography & Clinical Neurophysiology* 10: 371-375.
- Kaan, E., Harris, A., Gibson, E., & Holcomb, P. (2000) The P600 as an index of syntactic integration difficulty. *Language and Cognitive Processes*, 15, 159-201.
- Kahraman, B., Sato, A. Ono, H., & Sakai, H. (2011a) Incremental processing of gap-filler dependencies: Evidence from the processing of subject and object clefts in Japanese. *The Proceeding of the Twelfth Tokyo Conference on Psycholinguistics*, 113-147.
- Kahraman, B., Sato, A. Ono, H., & Sakai, H. (2011b) Why object clefts are easier to process than subject clefts in Japanese: Frequency or expectation?. *Technical report of IECIE*, 111(170), 67-72.
- King, W. J, and Kutas, M. (1995) Who did what to when?: Using word- and clause-level ERPs to monitor working memory usage in reading. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 7, 376-395.
- Miyamoto, E. T, and Nakamura, M. (2003) Subject/object asymmetries in the processing of relative clauses in Japanese. In G. Garding & M. Tsujimuran (eds.), *Proceedings of 22nd West Coast Conference on Formal Linguistic*, 342-355. Somerville, MA: Cascadilla Press.
- O'Grady, W. (1997) *Syntactic development*. Chicago, University of Chicago Press.
- Oldfield, R. (1971) The assessment and analysis of handedness: The Edinburgh inventory. *Neuropsychologia*, 9, 812-815.
- Phillips, C., Kazanina, N., & Abada, S. (2005) ERP effects of the processing of syntactic long distance dependencies. *Cognitive Brain Research*, 22, 407-428.
- Ueno, M., & Garnsey, M. S. (2008) An ERP study of subject and object relative clauses in Japanese. *Language and Cognitive Process*, 23, 646-688.
- Yano, M., Tateyama, Y., & Sakamoto, T. (2014) Processing of Japanese cleft constructions in context: Evidence from event-related brain potentials, *Journal of Psycholinguistic Research*. DOI: 10.1007/s10936-014-9294-6.

謝辞

本研究は、以下の助成を受けて行われた。記して謝意を表す。

日本学術振興会特別研究員奨励費 13J04854 (研究代表者：矢野雅貴)

日本学術振興会特別研究員奨励費 14J05113 (研究代表者：立山憂)

日本学術振興会科学研究費基盤研究 (A)25244018 (研究代表者：坂本勉)