

日本語における繰り上げ文とコントロール文の空範疇処理について

山口 航輝¹, 太田 真理²¹九州大学大学院人文科学府, ²九州大学大学院人文科学研究院koki.yamaguchi.linguist@gmail.com

要旨 :コントロール文の補文の主語位置に出現する空範疇の性質に関しては長年論争が続いており、照応形と代名詞の特徴を併せ持つ PRO を仮定する立場と、名詞句の移動の痕跡 (NP trace) を仮定する立場が存在している。PRO と NP trace を実験的に比較した先行研究では、意味役割などの空範疇以外の要因が統制されていない点が問題であった。本研究では自己ペース読文課題とプローブ語認識課題を用いて、日本語のコントロール文と、空範疇に NP trace が仮定されている繰り上げ文の言語処理を比較した。コントロール文にそれぞれ PRO を仮定したモデルと NP trace を仮定したモデルを作成し、両者の適合度を赤池情報量基準 (AIC) に基づき比較したところ、PRO を仮定するモデルの方がデータへの適合度が高かった。この結果はコントロール文に空範疇 PRO を仮定する理論を支持するものである。

キーワード : 日本語、心理言語学、生成文法、空範疇、自己ペース読文課題

1 背景

生成文法をはじめとする理論言語学では、発音されないが文法的機能を担う空範疇が提案されてきた。空範疇には、空代名詞 *pro* や移動の痕跡 *trace*、コントロール構文 (John_i expects [PRO_i to win.]) の非定形節の主語位置の空範疇 PRO などがある。代名詞に対応する *pro* や、名詞句や *wh* 句に対応する *trace* と異なり、PRO は代名詞と照応形の特徴を持つため、音形を持つ名詞表現に対応するものが存在しない (Chomsky 1981)。従って、PRO の位置付けは理論言語学において長年議論されてきた。例えば Hornstein (1999) は、義務的コントロール構文の PRO を移動の痕跡 NP *trace* と考え、PRO を仮定しない理論を提案したが、この分析の妥当性は論争が続いている (Culicover & Jackendoff 2001, Bobaljik & Landau 2009 など)。PRO を仮定する理論と仮定しない理論のどちらが妥当か判断するには、理論的検討に加えて実験データに基づく検討も必要である。英語の繰り上げ文とコントロール文を比較した先行研究では、両者のプローブ語の認識時間が異なることを根拠に、これらの構文には異なる空範疇 NP *trace* と PRO が含まれると主張された (Bever & McElree 1988)。しかし、繰り上げ文とコントロール文には意味役割の数や種類にも違いが存在する。繰り上げ文は内項のみに命題を付与する一項述語であるのに対し、コントロール文は外項と内項に意味役割を付与する二項述語である。またコントロール述語の多くは内項に非現実を付与するとされている (Pesetsky 1991)。したがって、先行研究の結果は空範疇以外の要因で説明できる可能性が残されていた。本研究の目的は、空範疇以外の要因を統制した刺激文に対して、文節ごとに読み時間を計測する自己ペース読文課題と、プローブ語が文中に含まれるか否かを判断するプローブ語認識課題を用いて、PRO を仮定する理論と仮定しない理論のどちらが妥当かを検証することである。コントロール文に PRO を仮定したモデルと NP *trace* を仮定したモデルを作成し、両者の適合度を赤池情報量基準 (Akaike information criterion, AIC) に基づき比較する。PRO を仮定する理論が言語機能の実態に即した理論であるならば、行動実験で得られたデータに対し、コントロール文に PRO を仮定するモデルの方がより低い AIC を示すと予想される (AIC が低いほど、データに対するモデルの適合度が高い)。

2 実験方法

本研究の目的は、空範疇PROを含むとされてきた義務的コントロール文とNP trace を含むとされている繰り上げ文の言語処理を比較し、PROを仮定する理論と仮定しない理論のどちらが妥当かを検証することである。

2.1 実験参加者

日本語母語話者254名がインターネットを介したオンライン実験に参加し、課題の正答率が低かった2名を除いた252名のデータを分析した (男性146名、平年齢 42.8 ± 9.7 歳)。

2.2 刺激と課題

実験では(1)に示されている5条件をターゲットとして用いた。日本語では(1a)、(1b)のような複合動詞が、それぞれ繰り上げ文とコントロール文に相当する (影山1993)。繰り上げ文条件とコントロール文条件に加え、(1c)PROによる再活性効果が生じるのか検討するための再帰代名詞文条件、(1d)意味役割の数を統制するための使役文条件、(1e)空範疇を含まない基準文条件を用いた (各条件30文を提示)。これら5種類の刺激文に対して、オンライン実験プラットフォームのPCibex上で自己ペース読文課題を行った (Zehr & Schwarz2018)。全条件で刺激文を6文節に分けて提示し、参加者が刺激文を読んでいるか確認するために、プローブ語が文中に含まれるか否かを判断するプローブ語認識課題も実施した。先行研究に基づき (Bever & McElree 1988; Featherston 2001)、ターゲット文では先頭の名詞句をプローブ語として設定した。

ターゲットの150文に、150文のフィラー文を加えた計300文を実験に用いた。フィラー文もターゲット文と同様に6つの文節に分けて提示された。Bever & McElree (1988) に基づき、フィラー文の半分はプローブ語認識課題を行い、もう半分は内容理解課題を実施した。

- | | | | | | | | | |
|-----|----|-----|----|-------|-----|-----|--------|-----------|
| (1) | a. | 中村が | 先週 | 火曜日に | 会社で | 高橋を | 叱り過ぎた | (繰り上げ文) |
| | b. | 中村が | 先週 | 火曜日に | 会社で | 高橋を | 叱りそびれた | (コントロール文) |
| | c. | 中村が | 先週 | 自分自身で | 会社で | 高橋を | 叱った | (再帰代名詞文) |
| | d. | 中村が | 先週 | 山崎に | 会社で | 高橋を | 叱らせた | (使役文) |
| | e. | 中村が | 先週 | 火曜日に | 会社で | 高橋を | 叱った | (基準文) |

2.3 手続き

ラテン方格法を用いて刺激文とフィラー文を5つのグループに分け、各実験参加者に提示される文の条件はカウンターバランスをとった。1人の実験参加者に60文 (ターゲット30文+フィラー30文) を提示した。文の提示は、非累積的・移動窓式で行った。

2.4 データ分析

Witzel & Witzel (2011) に基づいて、データクリーニングを以下のように行った。まずフィラーを含めた全試行の正答率が70%未満である実験参加者2名のデータを除外した。さらに誤答試行と回答時間が4000msを超える試行を見なして除外した。そのうえで、実験参加者ごとに反応時間が平均値 $\pm 2SD$ を超える試行を、平均値 $+2SD$ に置き換えた。

文節ごとの読み時間と、プローブ語認識課題における反応時間を自然対数に変換し、R (version 4.2.1) を用いて検定を行った。まず各文節の読み時間に条件間で差があるかを反復測定分散分析 (rANOVA) で検討した (anovakun version 4.8.7: <http://riseki.php.xdomain.jp/index.php?ANOVA%E5%90%9B>)。その後、有意差が生じた動詞 (文節6) の読み時間とプローブ語認識課題の反応時間を、*lmerTest*パッケージ (Kuznetsova et al., 2017) を用いて、線形混合効果モデルで分析した (Baayen et al. 2008)。まず初めに、空範疇以外の読み時間と反応時間に影響を与えると考えられる従属変数を含む最も複雑なモデル(2)を作成した。Bever & McElree (1988)では、空範疇と代名詞を含む文において、プローブ語の認識時間が短縮されることを報告した。これは空範疇と代名詞の言語処理において先行詞と同じ指示対象が活性化される、再活性化効果によるものだと報告されている。また、前の文節が次の文節の読み時間に影響を与える、スピルオーバー効果が指摘されている (Nakatani 2021)。モデルには、参加者と刺激文をランダム切片として含めた (PROとNP trace はダミー変数)。

表 1 各条件の従属変数の値

条件	空範疇	形態素数	意味役割数	節の種類	再活性化効果
繰り上げ文	NP trace	3	3	1 (複文)	?
コントロール文	PRO	3	4	1	?
再帰代名詞文	NA	2	2	0 (単文)	+
使役文	NA	3	4	1	-
基準文	NA	2	2	1	-

(2) 文節6の読み時間/プローブ語の認識時間 ~ 動詞の文字数 + 意味役割の数 + 形態素の数 + 節の種類 + 再活性化効果 + スピルオーバー効果 (直前の文節の読み時間) + (1|参加者) + (1|刺激文)

その後、step関数を用いた後進選択法で固定効果の選択を行った。文節6の読み時間とプローブ語の認識時間に対しては、それぞれ(3)と(4)の固定効果が選択された。

(3) 文節6の読み時間 ~ 動詞の文字数 + スピルオーバー効果 + (1|参加者) + (1|刺激文)

(4) プローブ語の認識時間 ~ 動詞の文字数 + 形態素の数 + スピルオーバー効果 + (1|参加者) + (1|刺激文)

(3)と(4)のそれぞれの式から、コントロールの空範疇をPROと仮定したモデル (繰り上げ文とコントロール文に異なるダミー変数を付与) とコントロールの空範疇をNP traceと仮定したモデル (繰り上げ文とコントロール文に同じダミー変数を付与) を作成し、より適合度の高いモデルを選択した。

3 結果

3.1 条件ごとの主効果

各条件のターゲット文に対する正答率を図1に示す。全ての条件において正答率は95%以上であった。正答率に対してrANOVAを実施したところ、条件間の有意差は検出されなかった ($F(4,988) = 0.55, p = 0.70$)。

各条件の文節の読み時間とプローブ語認識時間を図2に示す。文節1から5において、条件ごとの有意差は観察されなかった (文節 1: $F(4,988) = 0.14, p = 0.97$; 文節 2: $F(4,988) = 0.21, p = 0.93$; 文節 3: $F(4,988) = 0.28, p = 0.89$; 文節 4: $F(4,988) = 2.1, p = 0.081$; 文節 5: $F(4,988) = 1.8, p = 0.14$)。文節6では条件間の有意差が観察され ($F(4,988) = 9.4, p < 0.0001$)、プローブ語認識時間でも条件間の有意差が観察された ($F(4,988) = 13, p < 0.0001$)。

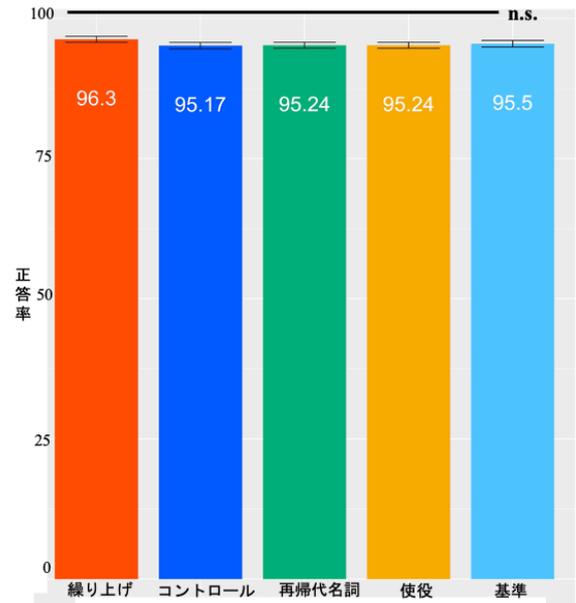


図 2 正答率: ターゲット文に対する正答率。エラーバーは標準誤差を示す。

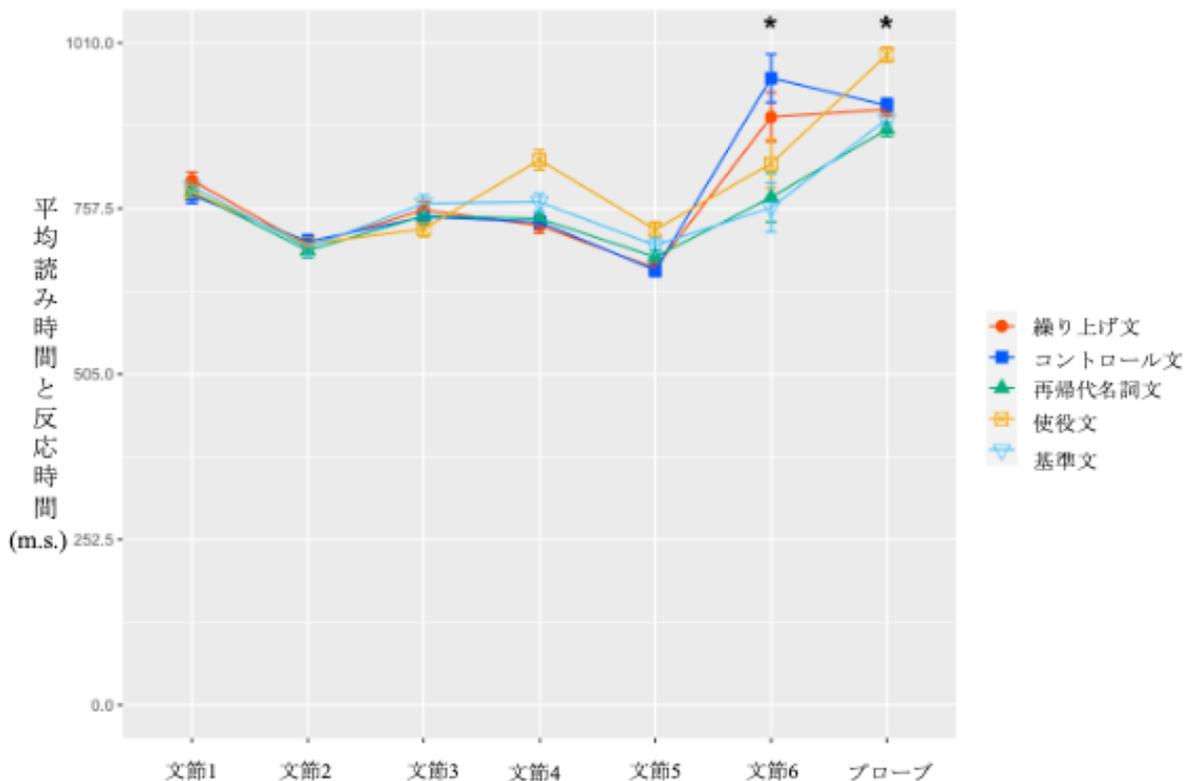


図 1 条件ごとの各文節の読み時間とプローブ語の認識時間: 反復測定分散分析の結果で有意差が生じた文節 6 とプローブ語認識時間にアスタリスクを付与した。エラーバーは標準誤差を示す。

3.2 線形混合効果モデル

文節6の読み時間に対する線形混合効果モデルの結果を表2に示す。コントロール文にPROを仮定するモデル(PRO + Trace)と、繰り上げ文と同じくNP traceを仮定するモデル (Trace + Trace)を比較した結果、PROを仮定するモデルの方がAICのスコアが低く、データへの適合度が高かった。この結果は、文節6の読み時間に対して、空範疇にPROを仮定する理論の方がより言語機能の実態に即した理論であることを意味する。またPRO + Traceのモデルでは、動詞の文字数とスピルオーバー効果 (文節5の読み時間) の固定効果が有意であった。この結果は、文の読み時間に文字数と直前の文節の読み時間が強い影響力を持つことを示している。

プローブ語の認識時間に対する結果を表3に示す。文節6の結果とは異なり、こちらではコントロール文にPROではなく、繰り上げ文と同じNP traceを仮定したモデルの方がデータへの適合度が高かった。この結果はHornstein (1999) のように、コントロール文の空範疇にNP traceを仮定するモデルの方が、より言語機能に実態に即した理論であることを示す。また、動詞の文字数、動詞の形態素数、スピルオーバー効果 (文節6の読み時間) の固定効果が有意であった。この結果は、文の読み時間において、直前の文節の文字数と形態素数、直前の文節の読み時間が、プローブ語の認識時間に対して強い影響力を持つことを示している。

表 2 文節 6 に対する線形混合効果モデルの結果

モデル	パラメータ数	AIC	対数尤度	逸脱度	χ^2	自由度	p
PRO + Trace	8	5539.1	-2761.6	5523.1	4.85	1	0.028
Trace + Trace	7	5542	-2764	5528	0.146	1	0.70

PRO + Trace	推定量	標準誤差	t 値	自由度	p
(Intercept)	4.2	0.10	40	1990	< 0.0001
文字数	0.072	0.013	5.4	138.1	< 0.0001
スピルオーバー	0.32	0.014	23	6850	< 0.0001
PRO	0.043	0.038	1.1	138.1	0.25
NP trace	-0.036	0.042	-0.86	136.9	0.39

表 3 プローブ語認識時間に対する線形混合効果モデルの結果

モデル	パラメータ数	AIC	対数尤度	逸脱度	χ^2	自由度	p
PRO + Trace	9	1507.2	-744.62	1489.2	0.115	1	0.74
Trace + Trace	8	1505.3	-744.67	1489.3	5.04	1	0.02

Trace + Trace	推定量	標準誤差	t 値	自由度	p
(Intercept)	5.7	0.095	61	309.7	< 0.0001
スピルオーバー	0.12	0.0085	14	6105	< 0.0001
形態素数	0.10	0.030	3	139	< 0.0001
再活性効果	-0.03	0.030	-1	138	0.31
NP trace	-0.09	0.040	-2	139	0.027

4 考察

本研究の目的は、空範疇 PROを含むとされる義務的コントロール文と、NP traceを含むとされる繰り上げ文の言語処理を比較し、PROを仮定する理論と仮定しない理論のどちらが妥当かを検証することである。図2で示したように、文節6とプローブ語の認識時間において条件間の有意差が観察された。文節6と認識時間に対して線形混合効果モデルを用いて、コントロール文にPROを含むモデルと含まないモデルを比較したところ、文節6と認識時間に対して、それぞれ相反する結果が示された(表2、表3)。文節6の読み時間に対してはコントロール文にPROを仮定するモデルの方が当てはまりがよい一方で、プローブ語の認識時間に対してはPROではなくNP traceを仮定するモデルの方が当てはまりがよかった。

上記の相反する結果は、それぞれ課題における認知処理が異なることが原因であると考えられる。文節の読み時間はオンラインの言語処理を反映していると考えられる一方、認識時間に関しては、記憶探索の処理をより反映していると考えられる。本研究では、プローブ語への反応時間に関しては空範疇PROとNP traceの有意差は観察されなかった。しかしながら、行動データ上に両者の有意差がなくても、その脳活動や脳の活動部位が異なる可能性は大いに考えられる。一方で、空範疇以外の要因が統制された本研究において、PROとNP traceの有意差が観察された読み時間に関しては、両者をそれぞれ別の脳活動、活動部位から発生したものと考えた方が合理的である。一般的に、同じ脳領域の活動が異なる処理を反映するとは想定しにくいためである。したがって、本研究ではPROを仮定する言語理論のほうが、より言語機能に実態に即した理論であると結論付ける。

謝辞

本研究は、科研費 (JP19H01256, JP21K18560, JP17H06379, JP19H05589)、吉田学術教育振興会令和4年度学術奨励金、住友財団2022年度基礎科学研究助成、並びにQRプログラム、SENTAN-Qプログラム(九州大学)、JST次世代研究者挑戦的研究プログラムJPMJSP2136の助成を受けて行いました。

参考文献

- 影山太郎 (1993) 『文法と語形成』東京：ひつじ書房。
- Akaike, H. (1974). A new look at the statistical model identification. *IEEE Transactions on Automatic Control* 19. 716–723.
- Baayen, R. H., Davidson, D. J., and Bates, D. M. (2008). Mixed-effects modeling with crossed random effects for subjects and items. *Journal of Memory and Language* 59. 390–412.
- Bever, T. G., and McElree, B. (1988). Empty categories access their antecedents during comprehension. *Linguistic Inquiry* 19, 35–43. Available at: <http://www.jstor.org/stable/4178573>.
- Bobaljik, J. D. and Landau, I. (2009) Icelandic control is not A-movement: The case from case. *Linguistic Inquiry* 40. 113–132.
- Chomsky N. (1981) *Lectures on Government and Binding*. Dordrecht: Foris.
- Culicover P. W., and Jackendoff R. (2001) Control is not movement. *Linguistic Inquiry* 32. 493–511. 10.1075/la.43.
- Featherston, S., Gross, M., Münte, T. F., and Clahsen, H. (2000). Brain potentials in the processing of complex sentences: an ERP study of control and raising constructions. *J Psycholinguist Res* 29, 141–154.
- Hornstein N. (1999) Movement and control. *Linguistic Inquiry* 30. 69–96.
- Kuznetsova, A., Brockhoff, P. B., and Christensen, R. H. B. (2017). lmerTest Package: Tests in Linear Mixed Effects Models. *J Stat Softw* 82, 1–26.
- Nakatani, K. (2021). “Locality Effects in the Processing of Negative-Sensitive Adverbials in Japanese,” in *The Joy and Enjoyment of Linguistic Research: A Festschrift for Takane Ito*, eds. R. Okabe, J. Yashima, Y. Kubota, and T. Isono (Tokyo: Kaitakusha), 462–472.
- Pesetsky, D. (1991). Zero syntax. vol. 2: Infinitives. *final Structures*, eds. H. Yamashita, Y. Hirose, and J. L. Packard (Dordrecht: Springer Netherlands), 23–47.
- Zehr, J., and Schwarz, F. (2018). PennController for Internet Based Experiments (IBEX). <https://doi.org/10.17605/OSF.IO/MD832>