

文処理における容認性と語順の関係

高橋 慶^{1,2,3}, 横山 悟², 神原 利宗^{2,3}, 吉本 啓³, 川島 隆太²

¹ 日本学術振興会

² 東北大学加齢医学研究所

³ 東北大学国際文化研究科

kei-ta@idac.tohoku.ac.jp

1 背景

人間による自然言語理解において、言語現象について様々な分析手段が存在する。その中で、理論言語学では、言語の構造性を仮定することにより、様々な言語現象の分析に成功してきた。一方、構造性のみによる分析では説明困難な現象も存在し、そのような現象についても、理論言語学、とりわけ統語論において分析が試みられてきた (Bayer 1996 など)。しかし依然として理論的枠組みだけでは説明が困難な現象も存在し、構造性による分析のみでは不十分であるように見受けられる。¹ また、特に容認性について考慮した場合、容認性の連続性、実時間処理性という観点からの分析も重要であると考えられる。以下に英語の例を示す。²

(1) a. ??The executive producer denied, but the general manager agreed with [that the project is interesting].

b. ?The general manager agreed with, but the executive producer denied [that the project is interesting].

(1) では *that* 節を項として許容する不完全動詞句と許容しない不完全動詞句の等位接続される順番によって容認性が変化している (linear-order effect) とし, Takahashi, Ishikawa, and Yoshimoto (2006) では一連の現象を文法ではなく、文処理器の特性として、作業記憶の観点から分析を試み、以下のようなモデルを提案した。

(2) 文処理過程において、語の依存関係情報は以下の条件により減衰する

- (i) 意味的項構造が完成したと仮定されたとき
- (ii) 処理時間の経過や挿入句など他の情報を処理したとき

¹Fulst and Phillips (2004) では ellipsis の例を取り上げ、文法性と容認性について議論されている。

²このような語順による影響については理論言語学においてすでに観察されている (Sadock 1998 など)。例えば Moosally (1999) では、アフリカ系言語について同様の現象を観察している。また、英語において、主語の等位接続と語順に関しては、Johannessen (1998) において構造的に分析を試みているが、統一的な説明には失敗している。

心理言語学において、記憶メカニズムを考慮に入れたモデルは他にも見られ、処理過程について議論がなされているが (Gibson and Thomas 1999, Lewis and Vasishth 2005 など) 適格文の処理過程についての議論にとどまっているため、非適格文と適格文の間に位置されるような文についての言語現象についての説明にまでは至っていない。

しかし当モデルは英語のみを対象としたものであり、実験により実証されていなかった。また、処理器、作業記憶のもつ特徴の影響が語順と容認性の関係として観察されるとすれば、そのような現象は英語のみならず、日本語についても見られることが予測される。そこで本稿では、語順が実時間処理性を反映するものと捉え、日本語における容認性と語順との関係に着目し、心理物理実験を行うことによって、語順の違いが及ぼす容認性への影響について検証し、考察を行う。³

2 日本語における語順と容認性

日本語は語順に関し、制約が英語などに比べ制約が緩いといわれている。よって、(1) に見られるような語順が及ぼしていると思われる現象については観察が難しいと考えられる。しかし、(3) のような等位接続構文において、容認性が変化するように見受けられる。

(3) a. [健は [コンビニで買った] 弁当を, 奈緒美は [生協で買った] ジュースを] 飲んだ。

b. [奈緒美は [生協で買った] ジュースを, 健は [コンビニで買った] 弁当を] 飲んだ。

(3a) では第 1 conjunct の「弁当」と第 2 conjunct の「ジュース」が動詞「飲んだ」の目的語となっており、その項述語関係は (3b) でも同様である。一方、動詞と目的語の整合性に着目すると、「ジュース」は「飲んだ」と整合性が保たれるのに対し、「弁当」は「飲んだ」とは不一致である (*「健は弁当を飲んだ」)。よって、(3a-b) における違いは conjunct の順番のみであるために、(3a, b) 共に動詞の整合性が保たれない名詞を 1 つ含んでい

³容認性の測定方法については、Magnitude Estimation 法 (Bard 1996, Keller 1996) などがある。また容認性の連続性、非連続性については本稿では議論しないことにする。

ることになる。よって、(3a-b) 間においての文法的な差は理論上はないはずである。しかしもし処理器が文判断に影響を与えるのであれば、文法的には同等に不適格とされる (3) において、本モデルにおいて仮定している処理時間、実時間処理上の (a-b) 間において容認性に有意な差が見られることが予測される。また、もし処理時間が長ければ語の依存関係が減衰するために、第 1 conjunct が不適格であっても、第 2 conjunct が適格であったほうが、その逆の conjunct の順番を持つ文よりも容認性が高くなると予測される。

3 心理実験

3.1 被験者

東北大学在学の日本語母語話者 22 人 (男性 19 人, 女性 3 人) が本実験に参加した。被験者の平均年齢は 21.2 歳 (SD=2.06) であった。被験者は全員右利きであり、実験参加に際しては実験内容の事前説明を行い、同意書を得た。

3.2 刺激

心理実験において、ターゲットとして以下のような条件を用意した。

- (4) a. 動詞とより近い目的語 (B) が動詞と整合性が取れる (Vb) もの (条件 ABVb) (例: 健は生協で買った弁当を, 奈緒美はコンビニで買ったジュースを飲んだ)
- b. (a) において, conjunct の順番を逆にしたもの (条件 BAVb)

また、統制をとるため、以下の条件を追加した。

- (5) a. 第 1, 第 2 目的語両方 (A, B) が動詞と整合性の取れる (Vab) もの (条件 ABVab) (例: 健は生協で買ったジュースを, 奈緒美はコンビニで買ったお茶を飲んだ。)
- b. (c) において conjunct の順番を逆にしたもの (条件 BAVab)
- c. 第 1, 第 2 目的語両方 (A, B) が動詞と整合性の取れない (Vnon) もの (条件 ABVnon) (例: 健は生協で買った弁当を, 奈緒美はコンビニで買ったジュースを殺した。)
- d. (e) において conjunct の順番を逆にしたもの (条件 BAVnon)

以上の条件のうち, ABVab, BAVab, ABVnon, BAVnon についてはボランティア 46 人に対し質問紙を用いて, 1 を容認不能, 7 を容認可能とする 7 段階のレーティングを行い, 2 つの conjunct が動詞と整合性が取れる条件に関し

ては, 平均の容認性が 5.0 以上のものを条件 AB/BAVab の刺激として選択し, また, 2 つの conjunct 両方と動詞の整合性が取れないものについては平均の容認性が 2.0 以下のものを条件 AB/BAVnon の刺激として選択することで容認性を統制した。また, 条件 ABVb, BAVb については, ボランティア 11 人に対し, 各 conjunct を単文にして同様の 7 段階のレーティングを行わせ, 整合性のとれる目的語については容認度の平均が 6.0 以上, もう一方の目的語となる名詞を含む単文の容認度の平均が 2.0 以下になるように刺激選定を行った。各条件の刺激例を図 1 に示す。以上から選定された刺激を用い, 以上 6 条件について 8 文用意し, また, 被験者に課題に対するストラテジーを立てさせないために, フィラー文を 96 文用意した。

3.3 手順

実験手順は次の通りである。本実験では self-paced reading を行った。各刺激について文節ごとに提示し, 当該の文節を読み終えたら利き手でスペースバーを押すように指示し, 文を読み終えたら出来るだけ早くキーボードを利き手で押して 7 段階で判断するように指示した。なお, 一度表示された句はスペースバーを押すことによって表示される句が出ると同時に画面上から消えるようにし, 被験者が一度読んだ句を読み返せないようにした。また, ISI は 2000 ミリ秒とした。図 2 に提示手順を示す。刺激提示にはノートパソコンを用い, 刺激提示作成用ソフトウェア E-prime (version 1.3) を使用した。

3.4 分析方法

解析方法としては, 各個人についての統計値を求め, 標準偏差の 2.5 倍の差があるアイテムについては解析対象からはずすこととした。また, 今回は 7 段階のレーティングを行ったが, 個人によるばらつきを抑えるために標準化を行い, 0.0 を基準とした容認性値に変換した。条件間の比較については, 一元配置の分散分析を行った。

4 結果

得られた結果データに対し, 参加者全 22 人のうち, 実験中に計算機上で問題が起きた 3 人については解析対象からはずすことにした。結果としては次の通りであった。まず, 実験に際して行った刺激選定が適切であったかどうかについて検証するための検定を行った。目的語 2 つとも動詞と整合性が取れない条件 (ABVnon, BAVnon) とどちらか一方の目的語と整合性がとれない条件の比較 (AB/BAVnon vs. AB/BAVb) では, 後者の方が有意に容認性が高かった ($F(1,38)=117.38, p < 0.001$)。また, 両目的語と動詞との整合性がそれぞれ保たれる

条件	例
ABVab	明美は父が修理したテレビを, 文子は兄が修理したラジオを設置したようだ.
BAVab	文子は兄が修理したラジオを, 明美は父が修理したテレビを設置したようだ.
ABVb	一郎は皮膚科が処方した軟膏を, 次郎は接骨院が処方した湿布を張ったようだ.
BAVb	次郎は接骨院が処方した湿布を, 一郎は皮膚科が処方した軟膏を張ったようだ.
ABVnon	直美は料亭で下ごしらえした鶏肉を, 文子はレストランで下ごしらえしたスープを監禁したようだ.
BAVnon	文子はレストランで下ごしらえしたスープを, 奈緒美は料亭で下ごしらえした鶏肉を監禁したようだ.

図 1: 各条件と刺激例

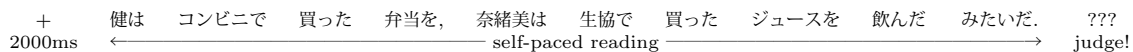


図 2: 刺激提示手順

もの (ABVab, BAVab) とどちらか一方の目的語とが不一致である条件の比較 (AB/BAV ab vs AB/BAVb) では, 前者の方が有意に容認性が高かった ($F(1,38)=248.34$, $p < 0.001$).

次に, conjunct の順番と容認性についての比較だが, まず, 2 つの conjunct が両方とも動詞との整合性がある場合においては, conjunct の順番を変えても容認性に有意な差は認められなかった (ABVb vs. BAVab, $F(1,19)=0.44$, $p = 0.50$, ns).

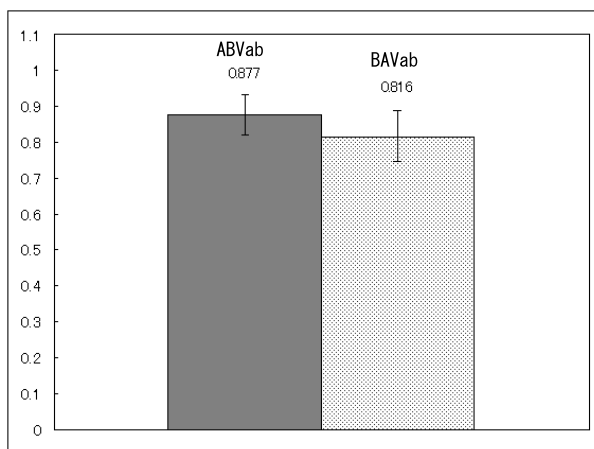


図 3: 条件 ABVab と BAVab の容認性の比較結果. 縦軸に容認性, 横軸に条件を示す.

また, 2 つの目的語が両方とも動詞との整合性がない場合においても, conjunct の順番を変えても有意な差は観察されなかった (ABVnon vs BAVnon, $F(1,19)=0.11$, $p = 0.74$, ns).

一方, 片方の目的語が動詞と整合性が取れていない場合, 動詞と不一致を起こす目的語が動詞とより近い場合の方が, より近い場合に比べて有意に容認性が高いことが観察された (ABVb vs. BAVb, $F(1,19)=4.91$, $p < 0.05$).

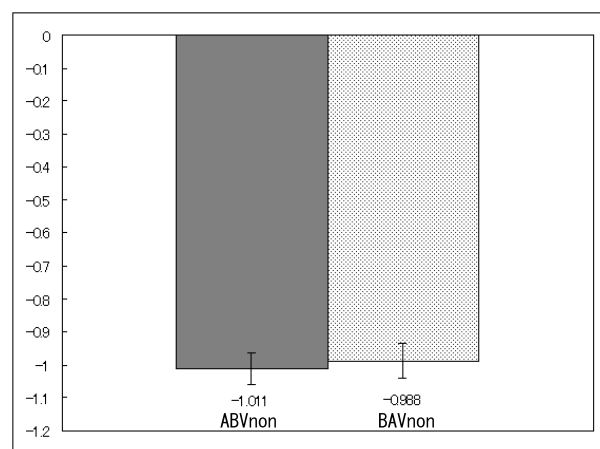


図 4: 条件 ABVnon と BAVnon の容認性の比較結果. 縦軸に容認性, 横軸に条件を示す.

5 考察

本実験における予測の通り, 日本語において, 動詞と整合性を持つ目的語と整合性を持たない目的語が等位接続された文において, 動詞と整合性を持たない目的語が動詞に対し距離的により遠い場合の方が, 動詞に対しより近い場合に比べて有意に容認性が高いという結果を得た. よって, 語順による影響, すなわち, 処理時間による影響が要因として考えらる. これは処理器の実時間性との関係から, 処理時間が容認性に影響を及ぼすと仮定する本モデルを支持する結果となった. ここで, 両目的語の差は動詞との意味的な一致情報であるが, 両名詞における上位概念は共通していると考えらることから, (「弁当」, 「ジュース」→飲食物) 概念的な情報は保持される一方, 具体性を持つ下位概念については実時間処理上減衰すると考えることが可能である. 一方, 2 つの目的語が動詞と整合性を持つ場合において, conjunct の順番を逆にしても容認性には有意差が見られなかった条件 (ABVab vs. BAVab, ABVnon vs. BAVnon) について

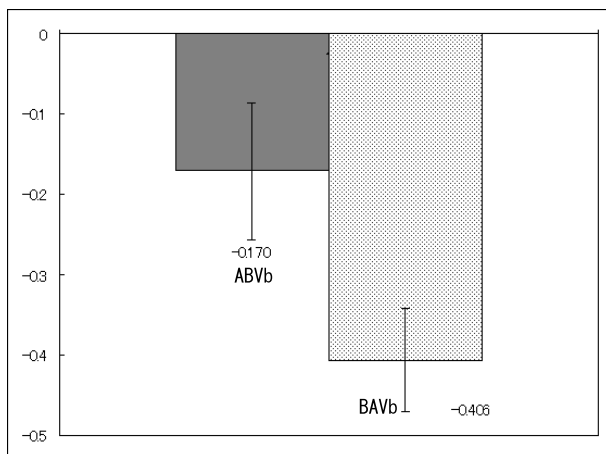


図 5: 条件 ABVb と BAVb の容認性の比較結果. 縦軸に容認性, 横軸に条件を示す.

は以下のように考察できる.

まず, 両目的語が動詞と整合性がある場合においては, conjunct の順番を変えても, 必ず整合性の取れる目的語が動詞に対しより近い位置にあるために容認性に対し差が見られなかったと考えられる. 同様に, 両目的語が動詞と整合性がない場合においても, conjunct の順番を変えても, 必ず整合性の取れない目的語が動詞に対し, より近い位置にあるために, 容認性に差が見られなかったと考えられる.

一方, 片方の目的語と動詞との整合性が取れている形を持つ文については, 第 1 conjunct が処理器に入力され, 動詞との依存関係を予測し, 作業記憶内に保持すると考えられる. 次に, 第 2 conjunct の処理, およびその節内の目的語による動詞との依存関係予測負荷によって, 先に処理された第 1 conjunct 内の目的語によって予測された依存関係が減衰したと考えることができる. そしてこれは, 「記憶容量は有限である」とされる作業記憶上の特徴からも支持される. よって, 依存関係が減衰したと考察できる一方, 予測され, 作業記憶中に保持された情報の抽出が動詞を処理した時点では困難になっていると考えることも可能である.

しかし, 両目的語が動詞と整合性の取れている条件 (AB/BAVab) より有意に容認性が低いことから, 第 1 conjunct によって予測される依存関係が完全に減衰したと考えることは困難である. というのは, もし完全に減衰しているのであれば, 条件 AB/BAVab と条件 ABVb との間に容認性の差が見られないことが予測されるが, 実験結果では両者の間には容認性に有意な差が見られている. よって, 文理解上の依存関係は徐々に減衰すると理解することができる.

6 まとめ

本論では, 構造のみに基づく言語分析方法では説明が困難であると考えられる言語現象について注目し, それらの現象について, 語順, すなわち実時間処理性の与える処理器への影響が容認性に反映されているという仮説の下に心理物理実験を行った. その結果, 片方の conjunct が動詞との整合性を持たないような等位接続構文について, 語順が容認性に対し影響を与えていることを実験的に実証し, 考察を行った. その上で, 実時間処理上, 動詞と項に関する意味概念的側面に関して部分的な情報が徐々に減衰している可能性について示唆した. 一方, 具体的にどのような情報が結果として容認性に影響を与えているのかについては, さらに細分化された言語情報について加味することにより, 更なる緻密な実験による現象観察, およびモデル構築が今後の課題として挙げられる. また, 本実験では日本語についての語順と容認性の関係について観察を行ったが, もしこの語順効果が文処理器特有の特徴であるとすれば, 他の言語についても同様の現象が観察され则认为. そこで, 中国語や韓国語など, 多言語における語順効果の検証, 脳内での語順の文処理に与える影響の観察についても今後の課題として挙げられる.

参考文献

- Bresnan, Joan. 2000. *Lexical-Functional Syntax*. Oxford: Blackwell.
- Bard, Ellen G., Dan Robertson and Antonella Sorace. 1996. Magnitude Estimation of Linguistic Acceptability. *Language* **72**, No.1, 32–68.
- Bayer, Samuel. 1996. The Coordination of Unlike Categories. *Language* **72**, No.3, 579–616.
- Fulfs, Scott and Colin Phillips. 2004. The Source of Syntactic Illusions. poster at the 17th Annual CUNY Conference on Human Sentence Processing.
- Gibson, Edward and James Thomas. 1999. Memory Limitations and Structural Forgetting: The Perception of Complex Ungrammatical Sentences as Grammatical. *Language and Cognitive Processes* **14**, No.3, 225–248.
- Johannessen, Jonne B. 1998. *Coordination*. Oxford: Oxford University Press.
- Keller, Frank. 1996. Gradience of Grammaticality: Experimental and Computational Aspects of Degrees of Grammaticality. Doctoral Dissertation, University of Edinburgh.
- Lewis, Richard L. and Shravan Vasishth. 2005. An Activation-based Model of Sentence Processing as Skilled Memory Retrieval. *Cognitive Science* **29**, No.3, 375–419.
- Moosally, Michelle J. 1999. Subject and Object Coordination in Ndebele: An HPSG Analysis. *WCCFL 18*, eds. S. Bird, A. Camnie, J. Haugen, P. Norquest, 379–392. MA: Cascadia Press.
- Sadock, Jerrold M. 1998. Grammatical Tension. *CLS 34: The Panels*, 179–198.
- Takahashi, Kei, and Kiyoshi Ishikawa and Kei Yoshimoto. 2006. An Activation-based Sentence Processing Model. *PACLIC 20*, eds. T. He, M. Sun and Q. Chen. 303–310. Beijing: Tsinghua University Press.