

日本語の文処理における動詞予測に関わる情報について

—語順の問題を中心にして—

Prediction of sentence final verbs in Japanese:

The effect of word order

矢野 雅貴[†], 備瀬 優[‡], 坂本 勉[‡]

[†]九州大学大学院人文科学府, [‡]九州大学人文科学研究院

[†]Graduate School of Humanities, [‡]Faculty of Humanities, Kyushu University

myano1988@gmail.com

Abstract

This study investigates whether the parser utilizes word order information (i.e. which NP appears at which point in the course of input strings) when predicting sentence final verbs in Japanese. To test this, two types of verbs are used: dative object verbs (DOVs) and dative subject verbs (DSVs). Both take an NP with nominative case ('ga') and an NP with dative case ('ni') as their arguments. However, canonical word order differs between DOV sentences and DSV sentences, namely [NP-ga NP-ni V] and [NP-ni NP-ga V], respectively. In Experiment 1, a sentence-completion task is employed to confirm that DOVs and DSVs have psychological reality among native speakers of Japanese. In Experiment 2, an experimenter-paced reading experiment is conducted to examine whether word order affects the parser's prediction of the verbs. The results reveal that word order does influence such prediction, which suggests that the parser makes use of word order information when predicting what type of verb will appear in the sentence final position.

Keywords—sentence processing, prediction process, word order information, sentence final verbs

1. はじめに

人間は、ある刺激を知覚すると、それに対して何らかの認知的な処理（ボトムアップ処理）を行い、その処理によって得られた情報に基づいて、次にどのような事象が後続するのかわかるという予測（トップダウン処理）を行う。人間の認知処理の重要な側面である文処理においても同様に、このようなボトムアップ処理とトップダウン処理が行われていると考えられる[1]。

文の構造、つまり名詞句と動詞の関係は、個々の動詞が持つ項構造によって決定される。そのため、文処理におけるボトムアップ処理は、動詞を中心としてその他の要素(名詞句)を関係付けることだと考えられる。しかし、文処理は時間軸上で展開されるものであり、関係付けに必要な名詞句と動詞が同時に入力されることはない。つまり、名詞句または動詞のいずれか一方が、必ず他方に先行して入力される。

例えば、英語は SVO 型の言語であるため、比較的早い段階で動詞が解析器に入力される。そのため英語の場合、解析器は、動詞の情報に基づいて名詞句を関係付けることができる。一方、日本語は SOV 型の言語であるため、文末まで動詞が入力されない。そのため、日本語の場合、解析器が名詞句をどのように関係付けるべきかは文末まで曖昧である。しかしこれまでの日本語の文処理研究において、解析器

は動詞の入力以前に、入力された要素に対する即時的な処理を行っていることが指摘されている[2][3]。

このことから、解析器は何らかの情報に基づいて文末に出現する動詞を予測し、入力された要素との関係を推定していると考えることができる。そこで、これまで日本語の文処理研究においては、解析器がどのような情報を利用して動詞の予測を行っているのかについて関心が寄せられてきた。

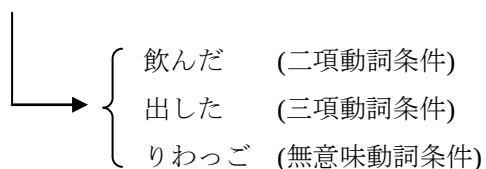
本研究では、解析器が動詞予測に利用する情報の一つとして、どの名詞句がどの順序で入力されたかという情報、すなわち、「語順の情報」に着目し、語順を操作した実験を行った。その結果、解析器の動詞予測に語順が影響を及ぼすことが明らかとなった。

2. 先行研究

従来の研究では、解析器が動詞の予測を行う際に利用している情報として、名詞に付される格助詞が注目されてきた[4]。

例えば、Yamashita(1997)は、「が・に・を」という格助詞のセットの情報が、二項動詞や三項動詞といった動詞タイプの予測に利用されていることを示した。Yamashita の実験 2 では、まず(1)に示すような不完全な文が文節毎に呈示された。その直後に動詞が呈示され、被験者はその語が実在語であるかどうかの判断を行った。

- (1) a. かわいい女の子が/若い先生に/おいしい
/お茶を... (基本語順条件)
b. 若い先生に/かわいい女の子が/おいしい
/お茶を... (かき混ぜ語順条件)



実験の結果、語彙判断時間において語順の主効果は見られなかったが、動詞の種類(二項動詞・三項動詞)の主効果が見られた。また、語順と動詞の種類の交互作用はなかった。

この結果は、語順に関わらず「が・に・を」という格助詞のセットが入力されると、この格助詞のセットに合致しない二項動詞よりも合致する三項動詞の方が強く予測されていることを示している。このことから、Yamashita は、語順の情報は動詞の予測に利用されないが、格助詞のセットの情報は利用されていると主張した。

Yamashitaの研究に残された課題として、次のことが挙げられる。Yamashitaは三項動詞を取り上げたが、Matsuoka (2003)によると、日本語の三項動詞には、「がにを」を基本語順とするShowタイプの動詞と「がをに」を基本語順とするPassタイプの動詞がある[5]。とすれば、入力される語順が「がにを」であれば、Showタイプを予測し、入力される語順が「がをに」であればPassタイプを予測している可能性がある。つまり、語順による効果が、三項動詞の下位分類に対する予測において現れている可能性がある。しかし、Yamashitaの実験で比較されたのは二項動詞と三項動詞の反応時間であった。このため、「が・に・を」という格助詞のセットが入力された際に、Showタイプ・Passタイプの予測に対して語順の影響があったのかどうか、ということが明らかでない。

Koizumi & Tamaoka (2004)は、これら二種類の三項動詞を用いて、語順と動詞タイプを操作した容認性判断課題実験を行っている[6]。実験の結果、反応時間に動詞タイプの主効果は見られなかった。このことから、「が・に・を」というセットの場合、基本語順が異なっても格助詞のセットに合致する動詞であれば、同程度に予測されていると解釈することができる。

しかしこれらの結果から、解析器が動詞の予測に語順の情報を全く利用していないと一般化するのは早計である。なぜなら、先行研究では「が・に・を」という格助詞のセットしか用いられていないからである¹。日本語には別の格助詞のセット「が・に」をとる動詞があるため、まだ検討の余地があると考え

¹ 発表要旨の査読者より、既に「が・を」の格助詞のセットを用いて語順の効果を検討した研究[7]があることをご指摘頂いた。しかし本研究は、「が・を」のセットを用いた場合、語順の効果は検討できないと考える。詳しくは、3.2 節を参照。

られる。

また、Yamashita や Koizumi & Tamaoka の実験の場合、解析器が格助詞の情報を三つ利用できたことで動詞タイプを絞り込むことができ、語順の効果を隠してしまったと考えることもできる。

この可能性を検討するためには、情報量がより少ない二つの格助詞のセット（「が・に」）を用いた実験が必要だと考えられる。

3. 二項動詞の分析と解析器の予測

2節で指摘した通り、格助詞に関する情報が少ない場合、解析器は、語順の情報を利用しながら動詞の予測を行っている可能性がある。そこで本研究は、「が・に」という二つの格助詞のセットをとる動詞を用いた。

3.1. 二項動詞の統語的分析

日本語の統語論において、二項動詞は、「が・に」という格助詞のセットをとる動詞と、「が・を」という格助詞のセットをとる動詞とに大別される。「が・に」の格助詞のセットをとる動詞に関しては、更に二種類に下位分類される。一つは、「太郎が花子に会った」のように、主語にガ格を選択し、目的語にニ格を選択するニ格目的語動詞である(2)。もう一つは、「太郎に花子が必要だ」のように、主語にニ格を選択し、目的語にガ格を選択するニ格主語動詞である(3)。

この動詞の区別に関する論証は、柴谷(1978)にある[8]。ある名詞句が主語であるかどうかは、「自分」の先行詞や主語尊敬化の対象になることができるかによって判定できると言われている。(4a,b)に示す通り、ニ格目的語動詞文では、ガ格名詞句がこの判定基準を満たす。つまり、(4a)で、「自分」は、「田中さん」のことを指し、(4b)では、「田中さん」が尊敬化の対象となっている。このことから、ニ格目的語動詞文では、ガ格名詞句（「田中さんが」）が主語であることが分かる。一方、(5a,b)に示す通り、ニ格主語動詞文では、ニ格名詞句が判定基準を満たす。つまり、(5a)で、「自分」は、「田中さん」のことを

指し、(5b)では、「田中さん」が尊敬化の対象となっている。このことから、ニ格主語動詞文では、ニ格名詞句（「田中さんに」）が主語であることが分かる。

日本語は「主語-目的語-動詞」が基本語順である。このため、ニ格目的語動詞は「NP が-NP に-動詞」、ニ格主語動詞は、「NP に-NP が-動詞」がそれぞれ基本語順であると考えられる。

以上述べた通り、「が・に」という格助詞のセットをとる動詞は、ニ格目的語動詞とニ格主語動詞の二種類あり、それぞれ「NP が-NP に-動詞」、「NP に-NP が-動詞」が基本語順である。

(2) [太郎が_{主語} 花子に_{目的語} 会った]

(3) [太郎に_{主語} 花子が_{目的語} 必要だ]

(4) a. 田中さん_iが奥さん_jに自分_{i,j}の職場で会った。

b. 田中先生が太郎君にお会いになった。

(5) a. 田中さん_iには奥さん_jが自分_{i,j}の仕事をするのに必要だ。

b. 田中先生には現状がお分かりになっていない。

一方、「が・を」という格助詞のセットをとる動詞は、一種類だけである。「NPが-NPを-動詞」を基本語順とするヲ格目的語動詞は存在するが、「NPを-NPが-動詞」を基本語順とするヲ格主語動詞は存在しない。このことは、「が・を」の格助詞のセットをとる動詞は全て、ガ格名詞句が主語判定の基準を満たすことから明らかである(6)。つまり、これらの動詞は、主語にガ格、目的語にヲ格を選択しており、「NPが-NPを-動詞」が基本語順であると考えられる(7)。

(6) a. 田中さん_iが自分_iの息子を褒めた。

b. 田中さんが花子をお褒めになった。

(7) [太郎が_{主語} 花子を_{目的語} 褒めた]

3.2. 解析器が予測する動詞タイプ

ここで、解析器が語順の情報を利用していると仮

定した場合と利用していないと仮定した場合に、それぞれの格助詞のセットで解析器がどのような文末動詞²を予測するのか考えてみよう。

まず「が・に」の格助詞のセットでは、基本語順とかき混ぜ語順の区別において語順の情報を利用していないと仮定した場合、どちらの語順でも解析器は両方の動詞タイプを同程度に予測すると考えられる³(表1)。

一方、語順の情報を利用していると仮定した場合、解析器は入力された語順を基本語順とする動詞を予測すると考えられる。つまり、ガニ語順の場合、解析器は「NPがNPに」を基本語順とするニ格目的語動詞を予測し、ニガ語順の場合、「NPにNPが」を基本語順とするニ格主語動詞を予測すると考えられる⁴。なぜなら、かき混ぜ語順の処理は基本語順に比べて処理コストが増大するため、解析器はより処理コストの少ない方、すなわち、基本語順を選好すると考えられるからである。

表1 解析器が予測する動詞のタイプ（「が・に」）

語順情報の利用	無		有	
	ガニ	ニガ	ガニ	ニガ
動詞のタイプ	DOV	DOV	DOV	DSV
	DSV	DSV		

※DOV：ニ格目的語動詞, DSV：ニ格主語動詞

このように、「が・に」の格助詞のセットを用いた場合、解析器が語順の情報を利用しているかどうかによって、予測する動詞タイプが異なる。そのため、

² ある名詞句が入力された際、解析器は、その名詞句を含む文構造が単文なのか複文なのかという判断を行う。しかし本研究では、単文構造の文のみを扱うため、この判断に関する処理は対象外としておく。このため、本研究が問題にするのは、「文末動詞」に関する予測である。

³ 理論上、格助詞がどちらの順序で入力されても、両方のタイプの動詞を同程度に予測すると考えられるが、頻度など、その他の要因によりどちらか一方が選好されている可能性もある。

⁴ ニ格名詞句が無生名詞の場合、解析器が自動詞を予測している可能性がある。しかし、本研究ではニ格名詞に有生名詞のみを用いているため、解析器が自動詞を予測している可能性を除外しておく。また、ヲ格名詞句・三項動詞が続くことも可能であるが、本研究では、二項動詞文のみを用いるため、この可能性も本研究の対象外としておく。

「が・に」の格助詞のセットを用いることで、語順の情報を解析器が利用しているかどうかを検討することができると考えられる。

一方、「が・を」の格助詞のセットの場合、解析器が語順の情報を利用しているかどうかに関わらず、同じ動詞タイプを予測すると考えられる(表2)。

まず、解析器が基本語順とかき混ぜ語順の区別において語順の情報を利用していないと仮定した場合、解析器はヲ格目的語動詞を予測すると考えられる⁵。

次に、解析器が語順の情報を利用していると仮定した場合、解析器はヲ格目的語動詞を予測すると考えられる。「NP が NP を」が入力された場合、解析器は、その語順を基本語順とするヲ格目的語動詞を予測する。「NP を NP が」と入力された場合、その語順を基本語順とする動詞(ヲ格主語動詞)は存在しないため、解析器は、その語順がかき混ぜ語順であると判断すると考えられる。そのため、「NP を NP が」が入力された場合でも、ヲ格目的語動詞を予測すると考えられる。

表2 解析器が予測する動詞のタイプ（「が・を」）

語順情報の利用	無		有	
	ガヲ	ヲガ	ガヲ	ヲガ
動詞のタイプ	AOV	AOV	AOV	AOV

※AOV：ヲ格目的語動詞

このように、「が・を」の格助詞のセットを用いた場合、解析器が語順の情報を利用しているかどうかに関わらず、予測する動詞タイプは同じである。そのため、「が・を」の格助詞のセットを用いた場合、語順の情報を解析器が利用しているかどうかに関しては検討できないと考えられる。

以上のことから、入力された名詞句の順序の情報を解析器が用いているかどうかを検討するためには、「が・に」の格助詞のセットを用いる方が望ましいと考えられる。このため、本研究では、「が・に」の

⁵ 「が・を」の格助詞のセットの場合でも同様に、解析が自動詞または三項動詞を予測している可能性は、本研究の対象外としておく。

格助詞のセットを用いた。

4. 実験 1

まず実験 1 では、二格目的語動詞と二格主語動詞に心理的実在性があるかどうかを調べるために文完成課題実験を行った。もし、文完成課題においてこれらの動詞が産出された場合、日本語母語話者のメンタル・レキシコンにこれらの動詞が心的に実在するといえる。一方、産出されなかった場合は、これらの動詞が心的に実在しない、または実在はするが何らかの要因によって産出されなかったと考えることができる。

また本実験では、二格目的語動詞と二格主語動詞が産出された場合に、語順によってこれらの出現率が異なるかどうかという点に着目する。もし、二格目的語動詞と二格主語動詞の比率がガニ語順とニガ語順で有意に異なれば、解析器が語順の情報を参照しながら文末動詞の予測を行っていることが示唆される。

被験者：被験者は、日本語を母語とする大学生・大学院生 42 名(男性 12 名、女性 30 名)であった。被験者の平均年齢は 19 歳 7 ヶ月、標準偏差は、2 歳 7 ヶ月であった。

刺激：実験では、(7)に示すような1要因2水準からなる実験文42組、84文を使用した。ラテン方格法を採用し、質問紙には、同じ組の実験文が重複しないようにカウンターバランスをとった。これに加えて、実験文とは格助詞のセットが異なるフィラー文42文(「が・に・を」文22文・「が・(場所)で」20文)を使用した。従って、被験者一人に対して、合計84文の刺激文を呈示した。

- (7) a. ガニ語順条件：
病気がちの娘が単身赴任の父に_____。
b. ニガ語順条件：
単身赴任の父に病気がちの娘が_____。

手続き：実験は、講義の一部として行った。被験者には、不完全な文を読み、単語を一つ補って文を

完成させるように教示した。
結果：被験者が回答した中で、日本語として容認不可能な文、および文字が判読できなかった文(ガニ条件21文、ニガ条件47文)を除外した。
まず、ガニ条件の結果について記す。ガニ条件では、二格目的語動詞が344文、二格主語動詞が22文であった⁶。その他、三項動詞文が176文、使役文・受動文が116文であった。
次に、ニガ条件では、二格目的語動詞文が294文、二格主語動詞文が76文であった。それに加えて、三項動詞文が163文、使役文・受動文が108文であった。上記の結果の中で、被験者が二格目的語動詞、二格主語動詞を回答した結果を表3 に示す。

表 3 ガ/ニ格名詞句に後続して出現した要素

動詞のタイプ	DOV	DSV	計
ガニ語順	344 (94%)	22 (6%)	366
ニガ語順	294 (79%)	76 (21%)	370
計	638	98	736

※DOV：二格目的語動詞, DSV：二格主語動詞

実験1の一つ目の目的は、二種類の動詞タイプが心的実在性を持つかどうかを調べることであった。これに関しては、二格目的語動詞と二格主語動詞が共に産出されたことから、日本語の母語話者のメンタル・レキシコンには、これらの動詞が心的に実在しているといえる。

二つ目の目的は、これらの動詞タイプの出現率が語順によって変化するかどうかを検討することであった。表3から明らかなように、産出数に関しては、二格目的語動詞の方が二格主語動詞よりも多かった。しかしここで問題にしているのは、語順が動詞タイプの産出率に影響を与えるかどうかである。これに関して検討するために、フィッシャーの直接確率計算を行った。その結果、有意であった($p<.000$, 両側検定)。つまり、語順という要因が、動詞タイプの出

⁶ 動詞のタイプの判定に関しては、付記を参照。

現率に影響を及ぼしたことが明らかとなった。

考察：実験 1 のオフライン調査(文完成課題)では、二格目的語動詞と二格主語動詞という二種類の動詞タイプが心理的実在性を持ち、産出される動詞タイプに語順が影響を与えることが明らかとなった。このことから、解析器は語順の情報を利用しながら文末に出現する動詞の予測を行っていることが示唆された。

4. 実験 2

実験 1 では、語順によって産出される動詞タイプが影響を受けることが示された。しかし、実験 1 だけでは、時間軸上で展開される文処理において、解析器が語順の情報を利用しながら文末動詞の予測を行っているかどうかは明らかではない。

そこで、実験 2 では、実験者ペースの読文実験を行った。実験では、(8)に示すように 2 要因 4 水準からなる刺激文を用いた。被験者には、動詞が呈示された直後、文が文法的かどうかを判断し、できるだけ早く、正確に Yes/No ボタンを押すように教示した。

(8) a. ガニ・DOV 条件

病気がちの/娘が/単身赴任の/父に/会った。

b. ガニ・DSV 条件

病気がちの/娘が/単身赴任の/父に/心配だ。

c. ニガ・DOV 条件

単身赴任の/父に/病気がちの/娘が/会った。

d. ニガ・DSV 条件

単身赴任の/父に/病気がちの/娘が/心配だ。

実験の結果、語順が動詞タイプの予測に影響を与えることが明らかとなった⁷。このことから、本研究では、解析器が文末動詞の予測に語順の情報を利用していることが示された。本研究は、解析器が文末動詞を予測する際のメカニズムの一端を明らかにし、

日本語の文処理研究に新たな知見を提供するものである。

付記

実験 1(文完成課題実験)において、動詞タイプを判定した基準に関して記す。

二格主語動詞：ガ格名詞句と二格名詞句を項としてとる動詞の中で、柴谷(1978)であげられた二格主語動詞の判定基準(9)(10)のいずれかを満たす場合

(9)二格名詞句が「自分」の先行詞になることができる。

(10)二格名詞句を主語尊敬化の対象にすることができる。

二格目的語動詞：ガ格名詞句と二格名詞句を項としてとる動詞の中で、(9)(10)の基準をいずれも満たさない場合

三項動詞：日本語語彙体系(岩波書店)において三項動詞として登録されている場合、または被験者の回答にヲ格名詞句が書き加えられている場合

使役形・受動形：動詞に-(s)ase や、-(r)are のような活用語尾が付け加えられている場合

容認不可能な文：日本語語彙体系(岩波書店)でヲ格動詞として登録されている場合

謝辞

本研究を進めるにあたり、日本学術振興会科学研究費基盤研究 (B) 20320061 (研究代表者：坂本勉) の助成を受けた。ここに記して謝意を表す。

参考文献

- [1]坂本勉 (1998). 「人間の言語情報処理」『岩波講座 言語の科学 11 言語科学と関連領域』 1-55, 岩波書店.
- [2]大石衡聰・坂本勉 (2004). 統語解析の即時・遅延性の検証—P600を指標として—. 『認知科学』, 11(3), 311-318.
- [3]Kamide, Yuki and Don C. Mitchell (1999).

⁷実験の詳細に関しては、発表の際に行う。

Incremental pre-head attachment in Japanese parsing.

Language and cognitive processing 14: 631-662.

- [4]Yamashita, H. (1997). The Effects of Word-Order and Case Marking Information on the Processing of Japanese. *Journal of Psycholinguistic Research*, Vol. 26, No. 2.
- [5]Matsuoka, M. (2003). Two types of ditransitive constructions in Japanese. *Journal of East Asian Linguistics* 12:171-203.
- [6]Koizumi, M. & Tamaoka, K. (2004). Cognitive processing of Japanese sentences with ditransitive verbs. *Gengo Kenkyu*, 125, 173-190.
- [7]中條和光 (1983). 日本語の単文理解過程－文理解ストラテジーの相互関係－. *The Japanese Journal of Psychology*, vol. 54, No.4, 250-256.
- [8]柴谷方良 (1978). 『日本語の分析』. 大修館書店. 東京.