

両耳分離聴法による空主語判定プロセスの分析

織田 潤里・二瀬 由理・榎 祐子・行場 次朗・坂本 勉

In a “subject-oriented sentence” such as “Taroo-ga Hanako-ni Tokyo-e iku koto-o hakuzyoosita (Taroo confessed to Hanako to go to Tokyo)”, the person who will go to Tokyo is “Taroo”. On the other hand, in an “object-oriented sentence” such as “Taroo-ga Hanako-ni Tokyo-e iku koto-o meireisita (Taroo ordered to Hanako to go to Tokyo)”, “Hanako” will go to Tokyo. In the above examples, the main clause verb’s location at the end of sentence causes a tentative ambiguity which is not resolved until this verb becomes available to the human sentence processing mechanism (i.e., a “parser”). How does the parser deal with this informationally ambiguous situation? More specifically, is the processing procedure “top-down” or “bottom-up”? We report the results of an experiment using a dichotic-listening method, examining the real-time processing of sentences. A sentence was presented to one ear of a subject, and after the offset of the sentence, a possible antecedent for the empty subject (i.e., either the subject or the object of the main clause) was given to the other ear. There were 6 test points with 300 msec intervals. The subject’s task was to answer whether the given antecedent would really go to Tokyo or not, by pressing the yes- or no-key as quickly as possible. In the case of ‘yes’ responses, at 0 msec ISI, the mean RT in the subject-oriented sentences was significantly shorter than that in the object-oriented sentences. In the case of ‘no’ responses, only the effect of ISI was statistically significant, showing that the RTs became shorter, and overlapped with those of ‘yes’ responses beyond 900 msec ISI. These results suggest that the human parser assumes that the main clause subject is the default antecedent for the empty subject of a subordinate clause. This initial “top-down” assumption seems to be suppressed by a “bottom-up” process by 900 msec after the end of the sentence.

Keywords: empty subject (空主語), subject-oriented and object-oriented sentence (主語指向文と目的語指向文), top-down and bottom-up processing (トップダウン処理とボトムアップ処理), dichotic-listening method (両耳分離聴法)

1. はじめに

人間が行う言語処理には、様々な認知処理が関わっている。それは、言語刺激(音声や文

On the real-time processing of empty subjects in Japanese using a dichotic-listening method, by Junri Oda, Yuri Ninose, Yuko Sakaki, Jiro Gyoba, Tsutomu Sakamoto (Human Science Faculty of Letters, Kyushu University).

本研究の一部は、文部省科学研究費基盤研究C(課題番号07801073, 代表者 坂本勉)により補助を受けている。

字)の知覚から、単語処理や統語解析を経て、最終的な言語理解に至る過程を含む。本稿では、次の2つの認知処理モデルについて考察する。まず、ボトムアップ(bottom-up)的な文処理のモデルが考えられる。これは、入力情報を局所的(local)にひとつひとつ積み上げていく解析法であるから、能率は悪いが間違いを犯すことは少ない。これに対して、次にどのような入力があるかをある程度予測しな

がらトップダウン (top-down) 的に解析を行っているという考え方もある。統語解析 (parsing) という側面においては、ボトムアップ的に処理が進められていることの証拠となる袋小路 (garden-path) 現象がよく知られている (Pritchett, 1992)。しかし、日本語の場合は、動詞が文の最後にでてくるので、ボトムアップ的に処理しているのであれば、文末動詞がでてくるまで文構造の決定ができない (日本語の袋小路現象に関しては、Mazuka & Itoh (1995) を参照)。この問題は空主語文の解析において特に深刻な問題となる。

ここで、空主語文とは、補文 (埋め込み文) の主語が明示されておらず、その解釈が主文の主語または目的語に依存している文のことである。次の例を見ていただきたい。

- (1) 太郎が花子に [<空主語> 東京へ行く]
ことを白状した。
- (2) 太郎が花子に [<空主語> 東京へ行く]
ことを命令した。

これらの文はそれぞれ、「太郎が花子に [<太郎が> 東京へ行く] ことを白状した」・「太郎が花子に [<花子が> 東京へ行く] ことを命令した」という解釈が最も自然だと思われる。(1) では、主文の主語 (太郎) が補文の主語と同一人物であると解釈されることから、主語指向 (subject-oriented) 文と呼ばれる。一方、(2) では、主文の目的語 (花子) が補文の主語と同一人物であると解釈されるので目的語指向 (object-oriented) 文と呼ばれる (坂本, 1995a, b)。

さて、これらの文を理解する際に問題となるのは、「東京へ行く」のは誰かということの決定である。本研究では、どの段階でどのように補文の空主語が判定されるのかを実時間において分析するため、両耳分離聴法 (dichotic listening method) を用いた。具体的には、被験者の右 (左) 耳から文刺激が提示され、左 (右) 耳から主文の主語または目的語のどちらかが

ターゲット刺激として提示された。被験者には、文刺激の空主語とターゲット刺激として提示された人物名が同じか否かを判断させた。その際、文刺激提示終了後からターゲット刺激提示までの ISI を様々に変化させた。この方法を用いて、以下の予測の妥当性を検討した。ボトムアップ的に処理がなされた場合は、文末の動詞、つまり確定的な情報があらわれてはじめて解析は完了するので、主語指向文 (1) と目的語指向文 (2) において反応時間や正答率には有意差はないと予想される。これに対して、トップダウン的に処理がなされた場合は、文末の動詞が出現する前に空主語をどちらか一方に決めてしまい、予測と一致する文はそうでない文よりも処理時間が短いとか、正答率が高いなどの差があらわれると予測される。

両耳分離聴法を用いれば、文刺激に対するターゲット刺激の時間的位置を自由に変化させることが可能で、文を聞いている最中の処理についても分析できる。これが両耳分離聴法を用いた理由である。ただし、今回は、ISI 条件がゼロからプラス、すなわち文刺激提示終了後にターゲット刺激が提示された場合の結果をショートノートとして紹介する。

2. データとして使用する文の特質

実験で用いられた主語指向動詞は、自分の行為を相手に知らせるといった意味的特性を持つものに対し、目的語指向動詞は相手に何らかの行為を求めるといった性質を持つ。また、日本語の指向動詞にはその出現環境に関して、モグリティや補文標識などいくつかの統語的な特徴が見られる。こうした意味的・統語的な特質によってこれら2種類の動詞は分類されている (坂本, 1995b)。実験に用いた文では、補文内の動詞 (「行く」) を名詞化 (「行き」) することにより、主語指向動詞と目的語指向動詞

のあらわれる統語的環境を同一にした。こうすることによって、モダリティーや補文標識の違いが中和され、動詞そのものの違いによってのみ文構造の違いが示される。また、主文の主語と目的語の位置が補文の空主語の位置と接近しすぎるのを避けて、処理プロセスを詳しく調べるために、副詞句を挿入した。実際に用いた文刺激の例を以下に示す。

- (3) 玉恵が先週 光一に オフィスで 東京行きを わざと 白状した。
- (4) 俊男が 喫茶店で 順子に おととい 東京行きを はっきりと 命令した。

3. 方法

3.1 被験者

被験者は日本語の母語話者で聴覚健全な大学生8名(女性6名, 男性2名), 実験時間は約50分で途中5分の休憩をはきんだ。被験者には報酬が支払われた。

3.2 刺激文の作成

刺激文を作成する際に、完成した文を読みあげて録音したものを提示すると、イントネーションやポーズなどの情報が入り、統語解析そのものの実態をうまく捉えられない危険がある。そこで、本研究では各単語(または句)の音声データをコンピュータによって接続することによって刺激文の音声データを生成した。単語の音声データは、52個の単語(または句)を成人女性の声でランダムに読み上げてもらい、それをコンピュータ(X68000 compact, SHARP)によってサンプリング周波数 10.4 KHzでAD変換して作成した。このデータの組み合わせを人工的な無音のデータ(100 msec)を挟んでコンピュータで接続し、(3)(4)のような文刺激を24個作った。

3.3 装置

刺激の提示にはコンピュータ(X68000 compact, SHARP)2台を用い、1台を制御用とし、もう1台(以下補助用コンピュータと呼ぶ)を連結し、制御用コンピュータに同期して刺激を提示するようにした。刺激の音声データはコンピュータ内蔵のPCM録音、再生機能を用いて、アンプ(PMA-7.55, DENON)で増幅し音量を調節した後、被験者が装着したヘッドホン(SE-4, PIONEER)によって提示された。制御用コンピュータからは片方の耳に文刺激を提示し、補助用コンピュータでその文刺激提示終了後の設定された時点で主文の主語か目的語のどちらかをターゲット刺激として提示した。

3.4 手続き

被験者は視覚的妨害がないように統制された席に座り、ヘッドホンを装着した。制御用コンピュータから警告音が提示され、1秒後に文刺激が提示された。被験者は片方の耳から聞こえる文刺激において東京へ行くと解釈される人物が、あとで他方の耳から聞こえるターゲット刺激と同一ならばマウスの右(あるいは左)ボタン(Yes反応)、違うならば左(あるいは右)ボタン(No反応)を、「できるだけ早く正確に」押すように教示された。文刺激とターゲット刺激を左右いずれの耳で提示するかについては、被験者間でカウンターバランスをとった。ターゲット刺激を提示するタイミングは文刺激提示終了後 0, 300, 600, 900, 1200, 1500 msecの6つのISI条件であった。また文刺激が主語指向文である条件と目的語指向文である条件、さらにそのそれぞれにおいてターゲット刺激が文刺激の「東京行き」の主体と一致している条件と一致していない条件の組み合わせで4条件を設けた。この4条件とターゲット刺激を提示するISI条件を組み合わせた24条件を、

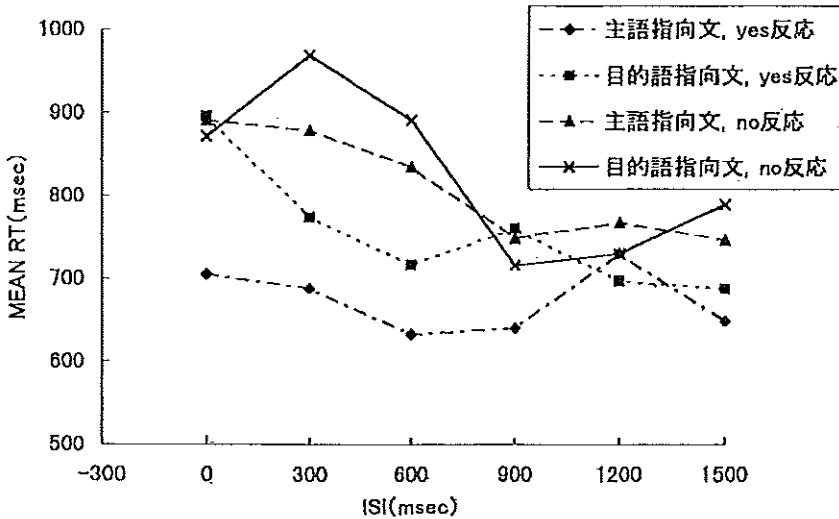


図1 文刺激条件と反応カテゴリの組み合わせごとの各ISIにおける平均反応時間

それぞれ6試行, 計144試行を5回の練習試行の後におこなった。被験者には反応の正誤についてのフィードバックは与えなかった。

4. 結果

ターゲット刺激と「東京行き」の主体が同一である Yes 反応の場合と、同一でない No 反応について、各 ISI 条件における主語指向文および目的語指向文刺激に対する各被験者の反応時間(正反応のみ)の中央値を代表値として算出した。図1は、8名の被験者の代表値の平均を示したものである。

No 反応の反応時間は Yes 反応のそれに比べて全般的に長く、被験者間のばらつきも大きかった。一般に、No 反応では、すべての可能性について否定的チェックをしなければならないので、Yes 反応よりも反応時間が長くなるのが知られている。また、言語材料を使用した別課題の先行研究において、間違っている文を間違っていると判断することは、正しい文を正しいと判断するよりも時間を要し、そして正確な反応ができないということが示唆されている (Carpenter & Just, 1975)。そこで、本研究においても、データを Yes 反応と No 反

応の場合に分け、2要因(主語・目的語指向文条件 × ISI 条件)の分散分析をそれぞれ別個に施すことにした。

Yes 反応の場合、主語指向文か目的語指向文かの要因と、ISI 条件には主効果は認められなかったが(それぞれ $F(1, 7) = 3.53, p > .1$; $F(5, 35) = 2.28, p > .06$)、それらの交互作用が有意であったので($F(5, 35) = 2.5, p < .05$)、テューキー法による下位検定をおこなった。その結果、ISI 条件が 0 msec のとき、目的語指向文に対するよりも主語指向文に対する反応時間が 190 msec ほど短く、その差は有意であった ($MSD (p < .05) = 102.24$)。

No 反応の場合、ISI 条件の主効果にのみ有意性が認められた ($F(5, 35) = 7.56, p < .0001$)。図1をみると、ISI 条件が長くなるにしたがって、反応時間は短縮していくのがわかる。テューキー法による下位検定を行うと、ISI 条件が 900 msec 以降の反応時間は、それ以前の反応時間に比べて有意に短いことがわかった ($MSD (p < .05) = 124.17$)。900 msec 以降の ISI 条件は、Yes 反応と No 反応の反応時間がオーバーラップしてくる時間間隔でもある。

表1 被験者が内的に産出したと想定される反応レパートリー

ISI条件 刺激文条件	I 0 msec	II 0~900 msec	III 900 msec 以降
主語指向文	主語 → イエス 目的語 → 未定	主語 → イエス 目的語 → ノー	主語 → イエス 目的語 → ノー
目的語指向文	主語 → イエス 目的語 → 未定	主語 → 変更中 目的語 → イエス	主語 → ノー 目的語 → イエス

5. 考察

上述した統計結果から、以下のことが明らかになった。主語指向文の Yes 反応は、ISI に依存せず反応時間が速い。これに対して、目的語指向文の Yes 反応と No 反応、主語指向文の No 反応では、ISI が短いときには反応時間が遅いが、ターゲット刺激が文末から 900 msec から 1200 msec ほど遅れて提示された場合には、主語指向文の反応時間と同じ程度になる。

これらの結果を考察するために、文処理が進行する過程で、表1に示すような反応候補(反応レパートリー)が内的に産出されていると仮定して説明を試みる。

文刺激終了直後(表1-I)では、被験者は、主語指向文と目的語指向文のいずれにおいても、主文の主語が空主語に対応するものと予想し、Yes 反応を準備していると考えられる。したがって、主語指向文でターゲット刺激が主語の場合、反応候補がそのまま採用できるので反応時間は速い。しかし、目的語指向文でターゲット刺激が主語の場合には、最初に準備した反応候補を否定しなければならないので、反応時間は長くなる。一方、このトップダウン的予測に目的語は含まれていないので、目的語に関しては、反応候補はまだ準備されていないと考えられる。したがって、両方の文においてターゲット刺激が目的語のときには、反応候

補は準備されていないので、この場合も反応は遅れる。ISI 条件が0~900 msecの間では(表1-II)、ボトムアップ的に情報を統合し、反応候補の確定や変更がなされる。そして、900 msec 以降では(表1-III)、ボトムアップ的な処理が終了し、文刺激の種類ごとにすべての反応候補が確定されていると考えられる。そのため、各条件による反応時間の差がみられなくなったのであろうと推測される。

6. おわりに

本研究で報告した両耳分離聴法による実験の結果は、上述したように、人間が行っている言語処理、すなわち、言語の計算システムはある時点まではトップダウン的に作用するというを示唆する。すると、ここで、「トップダウン的予測を可能にする情報」とはどのような性質のものであるのかという新たな疑問が持ち上がる。本研究で観察された「主語優位」の現象は、「主語」という統語的情報を解析システムが利用した結果なのであろうか。それとも、実験で用いられた文の主語はたまたま文頭の位置にあるために「顕著性(saliency, prominence)」が高く記憶に残りやすいということが原因なのであろうか。

坂本(1995a)は、今回の実験と同様の文例を被験者に聴かせ、その後「東京に行ったのは誰か」を答えさせ、被験者が文を聴いてから

答えるまでの反応時間を計測した (Sakamoto, 1996 も参照)。その結果, 主語指向文よりも目的語指向文の方が反応時間が短く, 正答率も高いことを示した。また, これらの実験においては, 主語を文頭においた場合でも目的語を文頭においた場合でも, 「目的語優位」の結果が得られた。つまり, これらの結果から, 文中の位置情報に関係なく「目的語優位」の結果が示唆されている。

本研究では, 主文の主語が文頭にある刺激文を使用した場合の結果を報告した。坂本の実験と比較して考察するためには, 今後, 刺激文 (主語と目的語の位置の交替)・実験課題 (Yes-No 判断とネーミング課題)・実験条件 (ISI が正と負の場合) 等の検討を継続していく必要がある。これらの実験結果を総合することにより, 先行研究との比較検討を含め, 認知科学的な統語処理研究として統合的に考察を深めることを課題としたい。

文 献

- Carpenter, P. A. & Just, M. A. (1975). Sentence comprehension: A psycholinguistic processing model of verification. *Psychological Review*, 82 (1), 45-73.
- Mazuka, R. & Itoh, K. (1995). Can Japanese speakers be led down to the garden path? In R. Mazuka & N. Nagai (Eds.), *Japanese Sentence Processing*. New Jersey: Lawrence Erlbaum.
- Pretchett, B. L. (1992). *Grammatical Competence and Parsing Performance*. Chicago: The University of Chicago Press.
- 坂本 勉 (1995a). 構文解析における透明性の仮説—空主語を含む文の処理に関して。『認知科学』, 2 (2), 77-90.
- 坂本 勉 (1995b). 日本語の制御文に関する覚え書き。『人間科学』, 九州大学文学部人間科学科編, 1, 31-41.
- Sakamoto, T. (1996). *Processing Empty Subjects in Japanese: Implications for the Transparency Hypothesis*. Fukuoka: Kyushu University Press.