

機関番号：40115

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2008～2010 年度

課題番号：20730472

研究課題名（和文） 心理物理学的手法を用いた文処理の時間的特性に関する検討

研究課題名（英文） Temporal traits of sentence processing revealed by a psychometric paradigm

研究代表者 植月 美希（函館短期大学保育学科・専任講師）

研究者番号：70431781

研究成果の概要（和文）：

本研究課題では、主にガーデンパス文を一例として取り上げて、文処理の時間特性について検討した。先行研究からガーデンパス文を長く提示すると文理解精度が低下することが明らかになっているが、この原因について検討したところ、文の統語構造の再解析処理が関与している可能性が高いことが示された。また、文処理の時間コストについて検討したところ、ガーデンパス文の処理速度の指標は、非ガーデンパス文のおよそ1/3程度であることが明らかになった。本研究で明らかになった文処理の時間特性を統一的に説明するために、処理と減衰という2つの時間関数を仮定し、それぞれの増加や減衰の傾きが文構造や熟練度によって変化するというモデルを提案した。

研究成果の概要（英文）：

In this study, temporal traits of sentence processing were examined. Previous studies showed that our comprehension of garden-path sentences was impaired when phrases were presented slowly. Then, factors were examined that decline our understanding of garden-path sentences using a psychophysical method. It was suggested that syntactic reanalysis processing declined our comprehension in longer duration. For temporal costs of sentence processing, it was shown that the speed of processing garden-path sentences was about one third as large as that of non-garden-path sentences. A temporal model of sentence processing was presented that processing and decay function decide our performance.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
平成 20 年度	1,300,000	390,000	1,690,000
平成 21 年度	1,100,000	330,000	1,430,000
平成 22 年度	700,000	210,000	910,000
年度			
年度			
総計	3,100,000	930,000	4,030,000

研究分野：社会科学

科研費の分科・細目：心理学・実験心理学

キーワード：言語・文処理・ガーデンパス文・日本語・時間特性

1. 研究開始当初の背景

一般的な文処理研究では、自己ペース読文 (Self-Paced Reading) 法や眼球運動測定法といった手法が用いられ、どのように文の処理 (特に、統語処理) が行われるのかが議論されてきた (cf. Just and Carpenter, 1980; Just, Carpenter, and Wooly, 1982; Gibson, Pearlmutter, Canseco-Gonzalez, and Hickok, 1996)。しかし Ferreira (2003) は、文処理研究で広く用いられてきたこのような手法は、文を読んでいる際の時間を測定するだけで、実験参加者がどのような解釈が構築しているのかについての情報が不足しており、そのため、人の文解釈の重要な測度を実際に含む「文理解」の研究はほとんどないという状況を導いてしまったと指摘している。また、自己ペース読文法や眼球運動測定法といった手法で得られる指標は精度が低く、個人差も大きく現れるために多くの実験参加者を必要とするという短所もある。更に MeElree (1993) は、読み時間や反応時間は文処理のタイムコースの差を反映しない場合があることを指摘しており、これらの手法には批判も多い。そこで本研究では、従来の文処理研究ではほとんど用いられていなかった心理物理学的手法を応用した実験者ペース読文法 (Experimenter-paced reading method) 使用し、文処理の時間特性に着目した検討を行った。

実験者ペース読文法を使用した先行研究 (Uetsuki, Maruya, and Sato, 2006) では、ガーデンパス文と非ガーデンパス文を取り上げ、文処理の時間特性を検討し、長提示時間条件ではガーデンパス文のみで文理解精度が低下することを明らかにした。しかし、使用した文はこの 2 種類に限定されており、どのような原因でこのような文理解精度の低下が生じるのかは、まだ明らかになっていない。そのためまず、この原因についての検討を重点的に行う必要があると考えられる。第二に、上述の先行研究からは、長提示時間条件におけるガーデンパス文理解低下には記憶過程が関与していないことが示唆されている。しかし、先行研究で用いた文節再認課題は文刺激提示後に、ある 1 つの文節を提示してその文節が文中にあったかどうかを回答させるといったものであった。従って、この文節再認課題の結果だけでは、必ずしも完全に正しく文が記憶されていたことが保証されておらず、文節は記憶していたものの、正しい順序で記憶していなかった可能性を排除できない。従って、文節再認課題以外の記憶課題を使用し、記憶が関与していた可能性について、再度検討しておく必要がある。

第三に、上述の先行研究では、長提示時間条件におけるガーデンパス文と非ガーデンパス文の成績の違いにのみ着目していたが、データからは短提示時間条件でも若干の成績の差が見られており、この点についても検討する必要があると考えられる。

2. 研究の目的

先行研究では、ガーデンパス文を中心に、文処理の幅広い時間特性が検討されており、ガーデンパス文では長い提示時間条件において文処理パフォーマンスが低下することが明らかになっている。しかしながら、「1. 研究開始当初の背景」でも述べたように、まだまだ検討すべき点が多々ある。そこで本研究課題では、(A) 長提示時間条件におけるガーデンパス文理解の低下の原因の検討、(B) さまざまなタイプの文処理の時間特性を幅広く検討、(C) 短提示時間条件における文理解精度を精密に検討し文処理にかかる時間コストの定量化という 3 点について重点的に検討した。

このような観点から実験を行うことで、幅広い文処理の時間特性についての知見を得ることができるとともに、非ガーデンパス文、ガーデンパス文理解のそれぞれの処理時間の閾値を測定し、これらの閾値から再解析・埋め込み節処理に必要とされる時間を精密に導き出すことが可能になるのではないかと考えている。本研究では、このような側面から検討することで、文処理の実時間処理の特性を含めた文処理メカニズムについて明らかにすることを目指した。

3. 研究の方法

本研究では、心理物理学的手法を応用した実験者ペース読文法を用いて、文処理の時間特性を検討した。この手法では、刺激文の提示時間を実験者側が幅広く操作し、そのときの読み手の文処理精度を測定することで、処理と時間の関係について明らかにすることができる。

本研究で使用した提示時間は、短い条件で 33-500 ms/phrase、長い条件では 133-3000 ms/phrase であった (いずれか一方の条件で、各 6 段階の提示時間を設定した)。

本研究で使用した刺激文は、統語的再解析や中央埋め込み節構造処理が要求される「ガーデンパス文」、統語的再解析も中央埋め込み節構造処理も要求されない「非ガーデンパス文」、統語的再解析はないものの中央埋め込み節構造処理は要求される「再解析のない中央埋め込み文」、上述のガーデンパス文と

は異なる統語再解析が要求される「ガーデンパス文2」を主に使用した（それぞれの例は以下の(1)～(4)に示した；実験では、文中の[]は提示されなかった）。

(1) ガーデンパス文

春代が [食器を 磨いた 春美に] お礼を渡した

(2) 非ガーデンパス文

[春代が お花を 飾った 和室に] 春美が座った

(3) 再解析のない中央埋め込み文

春代が [春美が 磨いた 食器を] 和室に運んだ

(4) ガーデンパス文2

春代が 湿布を [転んだ 春美に] 急いで渡した

なお、実験参加者は、一般の日本人大学生・大学院生等の健常者を使用した。実験参加者の課題は、実験者側が操作した様々な提示時間で提示される刺激文を理解しているか、あるいは記憶しているかについて、二肢強制選択法で回答するというものであった。

4. 研究成果

(A)の長提示時間条件におけるガーデンパス文理解の低下の原因の検討については、先行研究で、文の再解析処理を伴わない非ガーデンパス文では文理解パフォーマンスは高かったものの、文再解析処理を伴うガーデンパス文において長提示時間条件で文理解精度低下が確認されていた。この文理解精度低下の原因としては、(a)ガーデンパス文理解に不可欠な文再解析処理が影響している可能性と、(b)記憶メカニズムにおける問題が考えられる。

文の再解析処理が生じると、文理解に要する時間が長くなり、また文理解精度も若干低下することが分かっている。このような処理があることにより、ガーデンパス文処理の際には記憶負荷の高い長提示時間条件で文理解精度が低下している可能性が考えられる。この可能性を調べるために、再解析のない中央埋め込み文のように、文の再解析処理は必要とされないが文処理負荷の高い文を使用し、検討した。もし再解析のない中央埋め込み文では文理解精度の低下が見られないのであれば、文再解析処理がガーデンパス文理解低下に影響していた可能性が非常に高くなると考えられる。

この(A)を検討するに当たっては、先行研究の実験結果の信頼性について指摘を受けたため、実験参加者を従来の実験の3倍程度に増やし、また、刺激文の見直しもを行い、実験を行った。その結果、（ガーデンパス文の

結果と異なり、）再解析のない中央埋め込み文は遅い提示速度条件で文理解パフォーマンスが低下しないことが示された。従って、長提示時間条件でガーデンパス文の文理解精度が低下していた原因として、(a)文再解析処理の関与が考えられる。再解析処理には既に作った構造を一度破壊して構築し直すという処理が含まれるが、新たに作られた構造は保持時間が短いといった特性がある可能性が考えられる。

(B) 様々なタイプの文処理の時間的特性を幅広く検討するというテーマについては、従来使用していなかった、別のタイプの刺激文を使用することで、文処理の様々な過程における時間的特性を明らかにすることを目的とした。例えば(4)は、文頭から読んで行くと、第3文節で意味的逸脱が生じ(すなわち、「春代が湿布を転んだ」という文は意味的におかしいと判断される)、再解析を行わなくてはならないガーデンパス文の一種である。先行研究で使用したガーデンパス文(1)は、意味的な逸脱は生じず、純粋に統語情報から再解析処理が生じる点で、(4)とは刺激特性が異なる。(1)と(4)のような刺激文に対するパフォーマンスを比較することで、意味的逸脱が生じた際の文処理の時間的特性が明らかに出来るのではないかと考えられる。

実験の結果、(1)のガーデンパス文に比べ、(4)のガーデンパス文2は処理精度が全体的に低く、3000 ms/phraseの提示時間で提示しても、文理解精度が80%に達することはなかった。(4)のような一時的な意味的逸脱を伴い、また、遅い閉鎖の原則に反する統語構造を持つガーデンパス文は、非常に処理が困難であることが分かった。また、この文では長提示時間条件で文理解精度が低下する傾向は見られなかった。これは(1)のガーデンパス文とは異なる傾向であるが、(1)よりも処理が困難であるため、3000 ms/phraseでもまだ処理精度がピークに達しておらず、それ以上の提示時間を与えた場合には文理解精度が低下する可能性を否定できないと考えられる。このように本検討では、処理の難易度が異なる文を使用してパフォーマンスを比較する場合には困難が伴うことが示され、様々なタイプの文の処理時間特性を一律には比較できないという問題点が指摘された。今後、このような検討を行うためには、統語構造が異なるものの難易度が同程度である刺激文を用意する必要があると考えられる。

(C) 短提示時間条件における文理解精度を精密に検討し、文処理にかかる時間的コストを定量化するというテーマに関しても検討を行った。短提示時間条件におけるガーデン

パス文と非ガーデンパス文の理解精度の差は先行研究でも示されており、ガーデンパス文は短提示時間条件では文理解精度が低いことが分かっている。これは、文の処理速度の差を反映していると考えられるものの、どの程度の差があるのかと言った詳細な検討は行われていなかった。そこで、短提示時間条件を細かく設定し、得られた文理解精度のデータから、各タイプの文の処理に必要なとされる時間（文処理にかかる時間コスト）を定量化することとした。従来は、およそ100～3000 ms/phraseの提示時間で各文節を提示していたが、本研究では10～250 ms/phrase程度の間で提示時間を操作し、文処理コストを正確に捉えることを目的とした。なお、得られたデータは、SAT 関数 (cf. Carrasco and McElree, 2001) に当てはめ、処理速度と処理開始時間、処理精度という3つの指標を得ることとした。

その結果、熟練した実験参加者では、ガーデンパス文と非ガーデンパス文の間で、最終成績や処理開始時間には差がないことが示された。一方、ガーデンパス文の処理速度の指数は、非ガーデンパス文のおよそ1/3倍であり、t検定を行った結果、その差は有意であることが確認された。

なお、この傾向が熟練した実験参加者だけに当てはまるものであるのか、熟練していない実験参加者でも見られるものであるのかについても検討を行った。その結果、非熟練者は熟練者に比べ全体的に処理時間が長い傾向があると同時に、データのばらつきも相対的に大きかった。しかしながら、文処理の時間コストに関しては、熟練者、非熟練者で共通して、ガーデンパス文では処理速度の指数がおよそ1/3であることが明らかになった。このことから、非熟練者ではデータの安定性等に問題があるものの、非熟練の実験参加者であっても熟練者同様に実験者ペース読文法で文処理負荷の差を明らかにできることが示され、実験者ペース読文法の精度の高さが示されたと言える。

ところで、一連の実験から、非熟練の実験参加者と熟練した実験参加者の間で、一部、異なる文理解パフォーマンスが示された。それは、前提となった先行研究 (Uetsuki, Maruya, and Sato, 2006) では、熟練した実験参加者では遅い提示速度条件でガーデンパス文の理解が低下することが示されていたのに対し、非熟練の実験参加者ではそのような傾向が見られなかったという点である。この結果は、今回初めて明らかになったものであり、かつ、これまで予想していないものであった。

以上の検討で明らかになった結果を統一

的に説明するために、以下のような文処理の時間モデルを提案する。

まず、文理解パフォーマンスは、文の提示時間が長くなるにつれて単調増加する、文処理の進行に関する時間関数（文処理関数と呼ぶ）が考えられる。さらに、提示時間が長くなるにつれて記憶負荷が高まると言った原因のために、時間の経過とともに処理精度が低下することを表す減衰関数（文処理時間が長くなるにつれて単調減少する関数）も存在すると考えられる。我々の最終的な文理解パフォーマンスは、これら2つの関数の相互作用によって決定されると考えられる。

さらに、この2つの関数は、文や実験への熟練度によって増加や減衰の速度が異なることが、(A)(C)の結果から示唆される。具体的には、ガーデンパス文と言った処理負荷の高い文では文処理関数の傾きは緩やかであり、また、非熟練者でも全体的に文処理関数の傾きは緩やかである。一方、ガーデンパス文では文処理負荷が高いため、減衰関数の傾きが急峻であると考えられる。

このようなモデルを仮定することで、熟練者では、ガーデンパス文の文処理速度が非ガーデンパス文に比べて遅く、また、長提示時間条件でパフォーマンスの低下が見られたことを説明できる。一方、非熟練者では、ガーデンパス文のパフォーマンスは長提示時間条件で低下しなかったが、これは非熟練者の処理速度がそもそも遅いために、減衰関数の影響が処理精度の上昇の著しい遅れとして現れたと考えることで説明できる。

このように、文理解パフォーマンスの時間特性について、処理と減衰と言う2つの時間関数を仮定し、さらにその傾きが文や熟練度によって異なると仮定することで、本研究で明らかになった文理解パフォーマンスの時間関数を、統一的に説明することが可能である。

5. 主な発表論文等

（研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線）

〔雑誌論文〕（計0件）

〔学会発表〕（計2件）

(1) 植月美希, 丸谷和史, 佐藤隆夫 提示時間による構造的曖昧文解釈の変化 日本基礎心理学会第28回大会, 2009.12

(2) 植月美希, 丸谷和史, 佐藤隆夫 長提示ガーデンパス文における理解低下の要因 日本基礎心理学会第27回大会, 2008.12

〔図書〕（計 1 件）

(1) 植月美希 実験者ペース読文法による日本語文処理の時間特性の検討 東京大学大学院人文社会系研究科博士論文 2011.3

〔産業財産権〕

- 出願状況（計 0 件）
- 取得状況（計 0 件）

〔その他〕

研究内容の広報：

(1) 植月美希 FM いるか（北海道函館地区）
出演 2011 年 5 月 2 日（木）夜 番組名「My sweet Life」

(2) 植月美希 FM いるか（北海道函館地区）
出演 2010 年 5 月 12 日（水）午前 番組名「暮らしつづれおり」

6. 研究組織

(1) 研究代表者

植月美希 (UETSUKI MIKI)
研究者番号：70431781

(2) 研究分担者

なし

(3) 連携研究者

なし