

(続紙 1)

京都大学	博士（情報学）	氏名	岩渕 俊樹
論文題目	文照合課題における統語処理と意味解釈の脳内機構		
(論文内容の要旨)			
本論文は、文理解における統語的処理、および意味的処理の脳神経的メカニズムに関する研究をまとめたものである。本論文は 5 章から構成され、その主な内容は 3 つの実験的研究から成る。これらの研究はそれぞれ、ピクチャ・文照合課題、内言文・視覚提示文照合課題、および複文・単文プロープ照合課題というパラダイムを用いている。 第 1 章は、言語の認知神経科学的研究に関する背景を紹介している。あらゆる文は、個々の要素が統語規則にしたがって構造化されたものである。したがって文を理解するためには、その文がどのような統語構造を持つかを解析する脳内メカニズムが必要となる。このメカニズムには大脳における左半球の諸領域が特に重要であることがわかっている。一方、われわれが文を理解するときには、その文の内容に関わるイメージが内的に形成されるということがこれまでの研究から示唆されてきている。そこで本論文は、文理解における統語処理と、意味理解に伴う心的イメージ処理の関わりを検討している。 第 2 章は、ピクチャ・文照合課題に関する研究（実験 1）についてまとめている。この研究は、課題遂行中の実験協力者の脳活動を機能的核磁気共鳴画像法（fMRI）という技術を用いて計測したものである。この実験では、協力者は初めに赤と青の 2 物体が左右に移動するピクチャを観察し、そののちに提示される日本語単文を読んで、意味内容が先行するピクチャと合致するかどうかを判断した。本実験では、ピクチャの提示直前、画面上の一点に瞬間的に cue が提示される。これにより、協力者の視覚的注意を一方の物体（赤もしくは青）に対して誘導した。さらに、このとき協力者に対しては、cue で指示された対象を注視しつつピクチャを観察するように教示を行った。実験 1 の結果、cue で指示された注意の対象と提示文の主語が一致しない条件においては、一致する条件と比べて協力者のヒット率が低下するということが明らかとなった。さらに、cue と主語が不一致の条件では、一致する条件よりも右上中心前溝（SPCS）という領域が高い活動を示すことがわかった。この領域はトップダウン的な注意の制御に関わることが知られている。したがって、cue と主語の不一致条件においては、心的イメージにおける注意の切り替えが生じていたのではないかと考えられる。 第 3 章は、前章の結果を踏まえて行った実験 2 を扱っている。この実験により、意味処理に伴うイメージ処理において主語が果たす役割をさらに詳しく検討した。実験 1 と同様、実験 2 でもピクチャと文刺激を継時提示され、協力者は意味内容の照合課題を遂行した。ただし実験 2 では、協力者はピクチャの観察中、cue で指示された対象を主語としてピクチャの内容を内言するように教示された。つまり、実験 2 は内言と視覚提示文の照合課題であるといえる。また、実験 2 では標準的な語順の文に加え、かき混ぜ文（目的語－主語－動詞の語順を持つ文）も文刺激として用いた。実験 2 の結果、内言と視覚提示文の主語が不一致の場合には、一致の場合に比べて照合課題のパフォーマンスに低下がみられた。fMRI 分析における同条件間の比較では、右 SPCS に加え、イメージ形成に関わるとされる楔前部（PCun）なども賦活された。さらに、こうした主			

語の不一致性による行動や脳活動への効果は、かき混ぜ文が提示された場合にも一貫して観察された。このことは、文とイメージの照合において（文頭の名詞句ではなく）主語が特に重要であるということを示唆している。

第 4 章は、複文と単文の照合課題に関わる実験 3 を紹介している。実験 1 および実験 2 では明示的なピクチャ刺激を協力者に提示していたことから、照合過程における視覚的イメージ処理の関与が課題依存的である可能性は排除できなかった。そこで実験 3 ではピクチャ刺激を用いず、視覚モダリティにおける複文刺激と単文プロープ刺激の照合課題を実施した。複文刺激には中央埋め込み文、左分枝文、等位接続文という 3 種類の文タイプを使用した。このうち、中央埋め込み文は他 2 つの文タイプに比べてより複雑な統語構造を持つと考えられている。事実、中央埋め込み文の条件では他の 2 条件に比べてヒット率が低下する傾向がみられた。さらに中央埋め込み文の理解においては、左 SPCS、左 IFG、左側頭頭頂接合部（TPJ）といった左半球の統語処理関連領域が高い活動を示し、のみならず右 SPCS、PCun も賦活されるということがわかった。したがって第 4 章の結果からは、文の意味解釈においては課題の構成に依存せず、視覚的イメージ処理が関与する可能性が示唆される。

第 5 章は、本論文で得られた知見をまとめ、総合的な考察を与えている。文の意味理解において、左 IFG、左 SPCS、左 TPJ といった領域から成る統語処理ネットワーク、および右 SPCS や PCun から成るイメージ処理ネットワークが共に重要であることを述べ、本論文の扱った各種の文照合課題を実現する脳内モデルを提案している。

(論文審査の結果の要旨)

本論文は、文理解の脳内過程を研究した成果をまとめたものであり、得られた主な成果は次のとおりである。

文の意味は、基本的にその統語構造が一意に定まることによって決定され则认为られる。また、われわれは文の意味を知覚的あるいは運動的なイメージと対応付けることができる。これら2つの点はヒトの言語が持つ重要な特性である。これまで、文刺激の統語的な複雑さに相関する脳領域や、単語や文の意味理解に伴う脳の知覚・運動システムの働きなどが広く調べられてきた。しかしながら、脳内でどのように統語構造の解析が行われ、その処理が知覚・運動的な情報処理とどのように相互作用するかという問題についての知見は少ない。本論文では、文照合課題と呼ばれる実験パラダイムを利用することにより、統語処理メカニズムと視覚的イメージ処理メカニズムの関係について検討している。

論者はピクチャ刺激と文刺激の照合課題を用いたfMRI実験を実施し、文の意味内容と視覚的イメージを照合する際に統語構造が及ぼす影響を調べている(第2章、第3章)。その結果、ピクチャ観察中の注意の焦点が文主語と一致しない場合に照合のパフォーマンスが低下することが示された。さらに本論文では、このような場合には心的イメージにおける視点変換が生じると論じ、その過程に右上中心前溝、および楔前部といった脳領域が関わることが明らかにされている。これらの結果は、言語から視覚的イメージを形成する過程において、主語という特定の統語機能が中心的役割を果たすということを示唆している。加えて第4章では、明示的なピクチャ刺激を含まない実験においても、同様に楔前部や右上中心前溝のような領域の働きが重要であることが示されている。また本論文は、大脳の左半球における上中心前溝、下前頭皮質、側頭頭頂接合部、下頭頂小葉という領域から成るネットワークによって複雑な統語構造の解析が実現されることも明らかにしている。全体として、これらの左半球領域が統語構造の処理や表象を行っており、そうした情報に基づいて視点変換のようなイメージ関連処理が楔前部や右中心前溝によって実現される、というのが本論文の結論である。このように、本論文は意味理解に伴うイメージ機能と文法機能の関係を実験的に示し、さらにその脳神経基盤を解明した数少ない例であるという点で評価できる。以上の知見は、言語理解に関する認知プロセスの解明や、精緻な脳内モデルの構築に大きく寄与し得ると考えられる。

よって、本論文は博士(情報学)の学位論文として価値あるものと認める。

また、平成25年2月18日に実施した論文内容とそれに関連した試問の結果合格と認めた。