

# 言語理論に基づいた脳内言語処理機構の解明 —多チャンネル脳波による検討—

研究代表者： 萩原裕子(人文学部英文学専攻)

研究分担者： 中島平三・高見健一・長谷川宏・本間猛(人文学部英文学専攻)

今中國泰(理学研究科身体運動科学専攻)

## 研究の目的・意義

ヒト言語には、ある要素が音として現れる位置と、文の意味を解釈するための位置とが異なる場合がある。図1に示すような生成文法の「極小主義モデル」では、このような現象を「転位 (dislocation)」と呼び、チンパンジーやサルのコミュニケーション体系には存在しない、ヒト言語に固有の計算体系としている(Chomsky, 2001)。

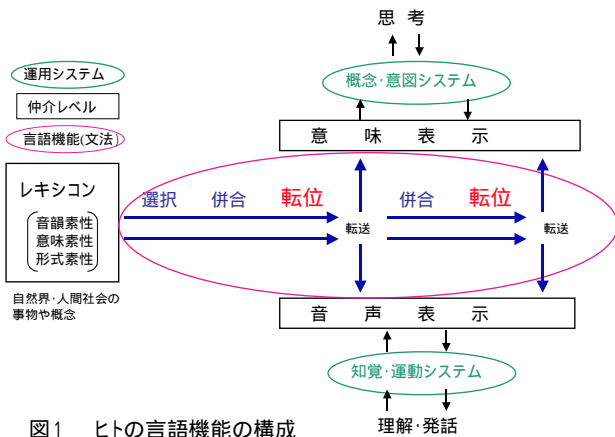


図1 ヒトの言語機能の構成

本研究プロジェクトは、この人間言語に固有の計算体系といわれる転位の脳内メカニズムを明らかにすることを通して、ヒトにしかない言語機能の生物学的基盤を探ることを究極的な目標としている。

## 言語処理の電気生理学的アプローチ

さまざまな脳機能イメージング技法のなかでも言語機能の脳内メカニズムを探る方法として最近注目されているものに脳波の一種である事象関連電位(Event-related potentials, ERPs)がある。超高速で行われる言語処理の変容をミリ秒単位で捉えられる時間分解能の高さ、および、言語処理の諸側面に関わる生理的指標がある程度確立されていることが利点として広く知られている。一方、かねてより空間分解能の低さが問題となっているが、電極数を増やすこと、解析ソフトウェアの開発な

どで次第に改善されつつある。

言語処理にかかわる ERP 成分には大まかに4種類ある。意味処理に関わる N400、統語処理に関わる (E)LAN, P600, 文処理に必要な作業記憶を反映するといわれている sustained LAN である。本研究に関係するものとしては、LAN と P600 がある。LAN とは、刺激呈示後約 300~500 ミリ秒の潜時帯で左前頭部に現れる陰性波(left anterior negativity)のことであり、形態・統語的な処理を反映しているといわれている。一方刺激呈示後約 500~800 ミリ秒の潜時帯で中心～頭頂部の広い範囲に現れる陽性波 P600 は、統語処理および、および文処理における「統合」の役割を反映しているといわれている。転位を含む文を理解するプロセスにおいて、これらの脳波成分が出現するならば、それは、まさにヒト言語に固有な脳生理現象の反映と考えることができる。

これまでに、ドイツ語、英語においてこの種の先行研究はあるが、いずれも言語の構造上の理由から調べる項目に制限があり、純粋に統語的要因のみからなる転位現象を調べた実験はない。

## 多チャンネル EEG によるかき混ぜ文の処理\*

ここでは、本研究プロジェクトの一環として行った多チャンネル脳波(multichannel EEG)による実験の結果を報告する。具体的には転位の一種である移動現象を取り上げ、次に示すような移動のない Canonical 文と移動のある scrambled 文(かき混ぜ文)を課題とした。

Canonical 文:

会見の時、弁護士は 検察官が 社長を 告訴したと 発表した。

Middle scrambled 文:

会見の時、弁護士は 社長を 検察官が *t* 告訴したと 発表した。

Long scrambled 文:

会見の時、社長を 弁護士は 検察官が *t* 告訴したと 発表した。

↑

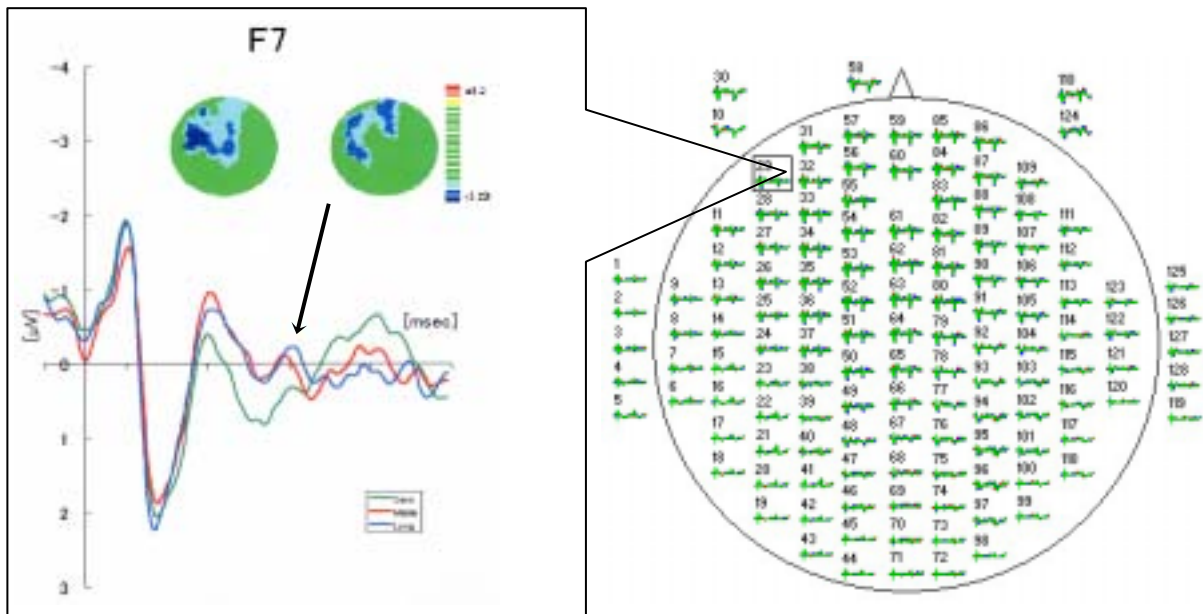


図2 128チャンネルの全波形および主文動詞における左前頭部陰性波の波形とトポグラフィー

Canonical 文は基本的な日本語の語順からなる移動のない文、Middle scrambled 文は、補文の目的語「社長を」が本来の位置から補文節の文頭に移動した文、Long scrambled 文は、それが補文節および主節の主語を越えて文頭に移動した文である。

128チャンネル脳波装置(Neuroscan,128 ESI system)を用いて実験を行った結果、第一名詞、補文動詞、それに主文動詞において、移動のある文とない文との間で、その波形成分と頭皮上分布の違いがいくつか明らかになった。第一名詞では、250～270msの潜時間帯にて、long scrambled 文(ヲ格の名詞句)で、陰性波が左側頭～頭頂の狭い領域で認められた。この早い時間帯での処理は、格助詞の情報に基づいて、移動のある文の統語構造の再構築を反映しているものと考えられる。

主文動詞(「発表した」)では、刺激呈示後、約360～450msの潜時間帯においてLANに相当する左前頭部陰性波がMiddle scramble 文とLong scramble 文で376msと392msをそれぞれピークとして認められた(図2)。この陰性成分は、ドイツ語や英語において報告されているように、統語処理に関係したものと思われる。日本語では、3つの名詞句の文法関係の処理を、(名詞句ではなく)動詞句に行っている可能性が示唆される。2つ目の陰性波は568ミリ秒をピークとする550～580ミリ秒の潜時間帯において、両文ともに右頭頂～後頭部にて出現した。この陰性成分は、後続する陽性波の前に出現しており、文処理に特有のものと考えられる。最後に、

736msをピークとする陽性波が700～800msの潜時間帯にて中心～頭頂にかけて出現しており、これはP600と推定される。P600は補文動詞(「告訴した」)においても認められており、576msをピークとしてCanonical 文の処理で顕著に現れている。文は動詞が現れてはじめて名詞句の表す意味役割が決まり文の主題関係が理解される。2つの動詞句にて現れた陽性成分は文理解における「統合」のプロセスを反映しているものと推測され、その際には、移動のある文の方がない文に比べて処理にかかる負担が大きいことが分かった。

### 将来の展望

ここでは、転位の事例研究として、移動のあるかき混ぜ文の処理についてみてみた。生成文法に基づく言語の脳内メカニズム研究は、ヒト言語の生物学的基盤を明らかにするのみならず、ひいては母語の獲得や外国語の習得・学習のプロセスの理解にも役立つものと期待される。

\* この実験には本学大学院、理学研究科博士課程石原正規氏、人文科学研究科博士課程曾嶋崇弘氏が研究協力者として参加した。記して謝意を表す。