

言語に関連した脳活動を調べる

量子計測研究分野 竹内文也, 砂孟尚子, 栗城真也

時間分解能に優れた無侵襲脳機能計測手段である MEG を用いて, 言語に関わるヒトの脳活動, 特に「文字と単語」の視覚情報処理に関する脳活動部位の違いと, 「つづりから意味へ」の情報処理にかかわる脳活動部位を調べることを目的に 2 種類の実験を行った。その結果, 単語提示後 150 - 250ms では視覚領周辺の皮質, 特に左脳底部において視覚単語に対する形態的な処理が行われ, その後側頭連合野に単語情報が遷移し, 側頭後端において単語の意味処理や音韻変換が行われると推測された。

1 はじめに

文字として提示された言葉を処理する機能にはいくつかのステップがあると考えられている。まず, 目に提示された情報が文字や単語であるかパターンであるかなどを知るための視覚的な情報処理, 次に文字や単語を読むための処理 (音韻変換), さらに音を意味へ結びつける処理 (意味処理) などがある。

本論文では, 時間分解能に優れた MEG の手法を用いて, ヒトの言語機能のうち, 視覚領近傍における文字と単語との視覚情報処理の違い [1] と, 側頭から後側頭にかけての意味処理に伴う脳活動 [2] を調べた結果について述べる。

2 文字と単語

2.1, 実験方法

脳磁界応答を誘発する刺激 (1 個のひらがな文字, あるいはひらがな 3 文字からなる単語) に先だって予備刺激を与え, 誘発刺激に対する予備刺激の弁別結果をボタン押しで回答させた。予備刺激は, 文字刺激では 2 個のひらがな文字, 単語刺激では 2 個のカテゴリーであって, 被験者はそれぞれ共通母音の弁別と, 分類分けを行う。

被験者は右手利きの男性 6 名である。2 基の 37 チャンネル SQUID 磁束計 (岡崎国立共同研究機構生理学研究所) を用い, 後頭から後側頭にわたる領域を左右同時に計測し, 信号源を推定した。

2.2, 結果および検討

刺激提示後, 150-250ms で推定された信号源の例を図 1 に示す。信号源 (a) は, 右の後頭頭頂溝に, (b) は左の紡錘状回に, (c) は左の後頭回の外側に位置する。推定されたすべての信号源についてその位置をまとめた結果が図 2 である。信号源は, 単語に対しては後頭から側頭にかけての左右の脳底部と左の内側部に, 文字に対しては右の外側部から脳底部, 内側部にわたる広い領域と, 左の内側部に位置した。単語刺激では内側部の活動は左に限られていることがわかる。

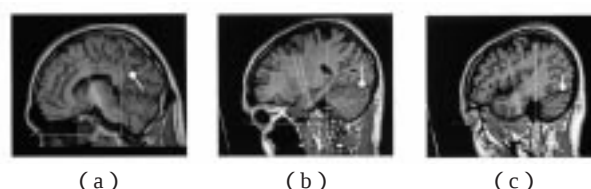


図 1 MR 画像に重畳した推定信号源
(a) 右頭頂後頭溝, (b) 左紡錘状回, (c) 左後頭回外側

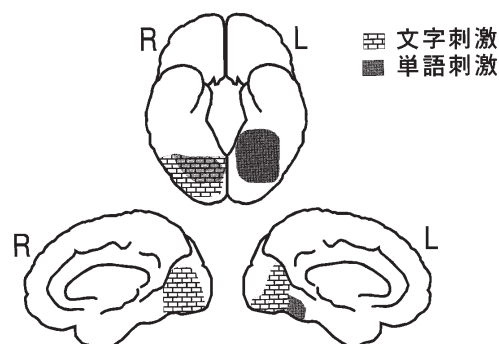


図 2 文字刺激と単語刺激に対する信号源位置のまとめ

後頭葉内側部左側では、視覚単語の認知に特異的な活動部位であるという報告[3]とそれを否定する報告[4]が出されており、picture namingのような物体の処理においても活動が観測されている[5]。カタカナ文字を用いたMEG研究においても、本実験の文字刺激と同様な結果が得られている。また、脳底部の舌状回や紡錘状回は、色や文字列、単語、顔などに反応することが知られており[6]、下側頭回後部や紡錘状回は日本語かな単語や英単語で左優位に活動する[7, 8]。

これらのことと併せて本実験の結果を検討すると、視覚単語に特異的な処理に関連する可能性がある部位として左脳底部の活動領域が挙げられる。

3 つづりから意味へ

3.1. 実験方法

呈示された3文字のひらがなからなる名詞単語が抽象名詞であるか具象名詞であるかを弁別させる課題を遂行中に、名詞単語に誘発される脳磁界を計測し、側頭あるいは後側頭における意味処理に関わる脳活動を調べた。

被験者は右手利きの男性5名、女性1名である。先の実験と同じ装置を用い、側頭から後側頭にわたる領域を左右同時に計測し、信号源を推定した。

3.2. 結果および検討

刺激呈示後340-530msで左半球に推定された信号源のいくつかを被験者毎のMR像に重ねて図3に示す。S1では、上・下側頭溝周辺に、S2では上側頭溝周辺に、S3では上側頭溝およびシルビウス裂後端に位置した。推定されたすべての信号源についてその位置をまとめた結果が図4である。潜時300-400msの信号源は、左紡錘状回付近、左上側頭溝中部、左海馬傍回に位置した。潜時400-600msでは左上側頭溝中部周辺と右シルビウス列周辺に位置した。左紡錘状回付近[1, 6, 8]や左上側頭溝付近[9]は言語処理に関わる活動が多数報告されている部位である。左上側頭溝後部周辺はWernicke言語野を含む領域であり、海馬傍回は記憶に関連した研究[10]が報告されている。

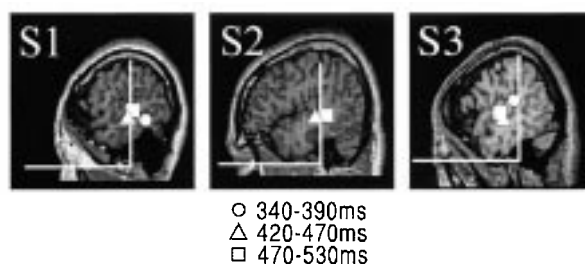


図3 MR画像に重畳した推定信号源
S1, S2, S3は被験者の違いを示す。

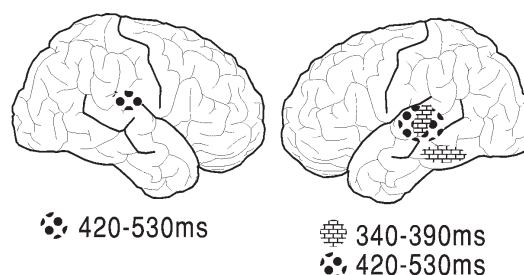


図4 潜時340-530msにおける信号源位置のまとめ

これらのことと併せて本実験の結果を検討すると、潜時300-400msの活動は単語の認知や弁別に関する処理に対応すると考えられる。ただし、この処理の中には紡錘状回や上側頭回で行われる文字単語認知や音韻変換なども含まれていると思われる。潜時400-600msの活動は単語認知後に行われる活動、例えば、カテゴリ探索、判断などに関わると考えられる。

4 まとめ

「文字と単語」と「つづりから意味へ」の2種類の実験より、以下のことが推測された。

(1) 潜時150-250msでは視覚領周辺の皮質、特に左脳底部において視覚単語に対する形態的な処理が行われ、(2) その後の潜時300-340msで側頭連合野に単語情報が遷移し、側頭後端において単語の意味処理や音韻変換が行われる。

5 謝辞

本研究を行うにあたり御討論いただいた生理学研究所柿木隆介教授、小山紗智子助手、並びに実験にご協力いただいた同永田治、竹島康行両技官に感謝致します。

【参考文献】

- 【1】 S. Kuriki, et al., Cogn. Brain Res., 6, 193, 1998.
- 【2】 砂皿尚子ほか，医用電子と生体工学，37，235，1999．
- 【3】 S. E. Petersen et al., Science 249, 1041, 1990.
- 【4】 C. J. Price et al., Brain, 117, 1255, 1994.
- 【5】 S. Kuriki et al., Cogn. Brain Res., 4, 185, 1996.
- 【6】 S. Y. Bookheimer et al., Human Brain Mapping, 3, 93, 1995.
- 【7】 A. C. Nobre et al., Nature, 372, 260, 1994.
- 【8】 Sakurai Y et al., NeuroReport, 4, 327, 1993.
- 【9】 例えば，K. R. Pugh et al., Brain, 119, 1221, 1996.
- 【10】 T. Kato et al., Neuroreport, 9, 1041, 1998.