

平成12年度日米科学技術協力事業「脳研究」分野長期派遣共同研究者実施報告書

所属機関・職名・氏名：生理学研究所・助手・小山幸子

研究課題：脳磁図を指標とした聴覚認知機構におよぼす言語環境の影響

米国側研究機関・共同研究者：Biomagnetic Imaging Laboratory
Department of Radiology
University of California, San Francisco
Dr. Timothy Roberts

派遣期間 平成12年11月16日～平成13年7月15日

研究の概要

語音の構成は言語によって異なるために外国語学習時には、母語に存在しない音素の認識、聞き分けが学習者にとって大きな課題となる。行動的な検討から生後6カ月の乳児でも母語に含まれる言語音と含まれない言語音に対する反応が異なることが報告されている。母語に含まれる言語音のメモリートレースが左聴覚野があることが、限られた脳損傷例から、示唆されてきた。しかし、その神経機構については不明な点が多い。本研究では、非侵襲的脳機能計測法の1つである脳磁図(magnetoencephalography, MEG)を指標として、言語音処理の神経基盤について検討することを目的とした。本研究では、特に、日本語には含まれない言語音である/l//r/に対する脳磁図を日本人と米国人で比較検討した。

MEG計測では、神経活動に伴って生じる微弱な磁場を頭部外においたセンサでとらえ、その分布から活動部位を推定する(Hamalainen et al., 1993)。類似の用途を持つPETあるいは機能MRIと比較して、数ミリ秒以下という短い時間分解能を特徴とする。機能MRIでは測定に伴って音が発生するが、MEG計測では発生しないため、聴覚研究に適している。また、PETでは放射性物質を使用するため、安全上の問題から同一被験者を対象として繰り返し記録を行うことは困難である。これに対して、脳磁場計測では同一被験者で繰り返し計測が可能のため、学習に伴う脳活動の変化を観察するのに適している。

短い間隔で繰り返し提示される同一の音(標準刺激)の中に標準刺激とは異なった聴覚的特性を持つ逸脱刺激がまれ(10~15%)に挿入された場合に、逸脱刺激に特異的に認められる事象関連脳電位(Event-Related brain Potential, ERP)および脳磁場成分がある。この成分は刺激提示後130~200ms後に出現し、脳波では極性が陰性となるためミスマッチ陰性電位(Mismatch Negativity, MMN)、磁場ではミスマッチフィールド(Mismatch Field, MMF)あるいはMMNmと呼ばれている。MMNは刺激に対して注意を向けていなくても出現すること、また、知覚される標準刺激と逸脱刺激との差が大きくなるにつれてMMN振幅が大きくなり、潜時が短縮することが知られている。これらの知見か

ら MMN は 1) 前注意的な、2) 逸脱検出過程を反映した成分である、と考えられている。

MMF の振幅は、標準刺激によって形成されたメモリトレースと逸脱刺激との差を反映して大きくなる、と考えられている。報告者らはすでに、日本語の音素体系にはない /l//r/ を子音に持つ刺激を用いて MMNm を記録し、母音部が短い場合のみ、明瞭に MMNm が出現するという知見を得ている (MMNm に対する刺激長効果) (Koyama et al., 2000, NeuroReport, 11: 3765-3769, 2000)。この知見について、母音部から子音部へのバックワードマスキングが生じるために、子音部の聞き取りが困難になっていると解釈した。

報告者は、米国人被験者 10 名から (Koyama et al., 2000) と同様の実験条件で、脳磁図の記録を行った。カリフォルニア大学サンフランシスコ校の Biomagnetic Imaging Laboratory には生理学研究所統合生理研究施設と同じの脳磁図計測装置が設置されているため、実験データの直接的な比較検討が可能である。その結果、米国人被験者の MMNm は日本人被験者と比較して、出現潜時が長く、その振幅が小さい傾向があった。さらに、日本人と同様に、MMNm に対する刺激長効果も認められた。米国人被験者で、日本人被験者よりも MMNm の出現潜時が延長していたのは、刺激が母語に含まれる場合には、音響的な違いに対する反応が抑制され、言語音として処理されるため、と解釈した。また、我々はすでに日本人被験者を対象に /l//r/ の聞き分け学習の前後に MMNm を記録した。その結果、学習前に出現していなかった MMNm が学習後には出現した例が認められた。学習によって出現した日本人の MMNm の潜時と米国人の潜時はよく一致していた。刺激長効果が日本人だけではなく、米国人に対しても生じたため、母音によるマスキング効果は、刺激音が母語であるかどうかによらない現象であることが示された。脳磁場反応の推定発生源については現在、解析中である。

本研究では言語音 (/la//ra/) に対する聴覚野の反応が、その言語音を母語とする被験者 (米国人) としない被験者 (日本人) で明確に異なることを明らかにすることができた。本成果を発展させることによって、神経科学のみならず、英語教育学、教育工学、リハビリテーション医学など、はば広い分野に適用可能である。