



Title	MEG analysis of gamma-band activity related to higher processing
Author(s)	井原, 綾
Citation	大阪大学, 2003, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/43959
rights	
Note	著者からインターネット公開の許諾が得られていないため、論文の要旨のみを公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、大阪大学の博士論文についてをご参照ください。

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

The University of Osaka

氏 名	井 原 綾
博士の専攻分野の名称	博 士 (保健学)
学 位 記 番 号	第 1 7 7 1 1 号
学 位 授 与 年 月 日	平成 15 年 3 月 25 日
学 位 授 与 の 要 件	学位規則第 4 条第 1 項該当 医学系研究科保健学専攻
学 位 論 文 名	MEG analysis of gamma-band activity related to higher processing (高次脳活動に伴う γ 帯域律動変化の脳磁図による解析)
論 文 審 査 委 員	(主査) 教 授 依 藤 史 郎 (副査) 教 授 彼 末 一 之 教 授 稲 垣 忍

論 文 内 容 の 要 旨

〔目 的〕

脳波 (EEG) や脳磁図 (MEG) において、認知・思考などの高次脳機能の賦活に伴い γ 帯域 (>30 Hz) の脳律動が変化することが最近注目されている。 γ 帯域の脳律動は、異なる神経細胞群の活動を機能的に結合し、まとまった情報として統合するのに重要な役割を果たしている可能性が考えられている。しかし、等価電流双極子法などの従来の MEG 解析法では、長潜時に複数領域が活動する高次脳機能の局在や、高周波数帯域の活動の局在を捉えることは困難なため、 γ 帯域活動の局在はほとんど解明されていない。そこで我々は、MEG 解析に空間フィルター法の SAM (synthetic aperture magnetometry) 法を用いて研究を行った。本法は、適合ビームフォーマー技術を MEG デジタル信号処理に適用して、関心領域外の空間からの信号やノイズをキャンセルすることにより、高い空間分解能を実現する。本研究では、体性感覚と言語という 2 つの異なるモジュールの情報処理を例にとり、高次脳機能賦活に伴う γ 帯域の活動を解析し、その働きを明らかにすることを目的とした。

〔方法ならびに成績〕

1. 体性感覚野の解析

a. 体性感覚刺激に誘発される γ 帯域脳律動

健常成人 7 名に対し、右手首部正中神経電気刺激を 5 s 間隔で行い、刺激前後の脳磁場を CTF 社製 64 チャンネル全頭型脳磁計により測定した。SAM 法により、全脳領域を 5 mm 四方の多数の voxel に分け、voxel ごとに γ 帯域の各周波数帯域における刺激前後の信号強度の差を t 検定により統計学的に計算し、有意な活動が認められた voxel を MRI 上に表示することで局在を同定した。さらに、等価電流双極子法でも解析し、SAM 法の結果と比較した。その結果、刺激直後には刺激対側の一次体性感覚野 (SI) に限局して著しい同期反応を認めた。刺激後 80 ms 以降では、low- γ 波 (40 Hz 帯域) は対側 SI において数百 ms 間脱同期した後、再び同期するのにに対し、high- γ 波 (70~90 Hz) は 80~180 ms に対側 SI と両側の 2 次体性感覚野 (SII) で同期反応を示した。本研究は、ヒト体性感覚誘発 γ 帯域活動をはじめて空間的・時間的に捉え、low- γ 波と high- γ 波が大腦皮質の体性感覚情報処理過程において異なる神経生理学的メカニズムを反映することを明らかにした。特に、high- γ 帯域の脳律動は、SI と SII の神経細胞群の活

動を機能的に結びつけ、SI から SII への情報伝達に関与することを示した。

b. 体性感覚刺激脱落に誘発される γ 帯域脳律動

脳は外部からの情報入力に対してだけでなく、脳内に構築された情報によっても活動する。本研究では、健常成人 7 名を対象に、刺激非注意下にて一定のリズム (1 s に 1 回) で右手首部正中神経を電気刺激し、その刺激がランダムに脱落する時の脳活動を検討した。刺激脱落時には SII から上側頭回後部にかけて low- γ 帯域の脱同期反応が誘発された。さらに一定の刺激間隔 2 s で刺激を与え、刺激後 1 s 前後の脳活動を測定・解析を行ったが刺激脱落時に誘発された反応は観察されなかったことから、SII から上側頭回後部での low- γ 帯域活動が刺激脱落に起因することを確認した。本研究では、脳内に一時的に蓄えられた体性感覚情報に起因した反応を捉え、その局在を明らかにした。

2. 言語関連領域の解析

対象は右利きの健常成人 6 名で、被験者の前に設置したモニター上に、「歩く」「読む」など、漢字と平仮名それぞれ 1 文字ずつからなる日本語の動詞 100 個を各 4 秒間隔で 2 秒間呈示した。実験 1 では呈示された動詞を黙読させ (動詞課題)、実験 2 では呈示された動詞の過去形を想起させた (過去形課題)。各課題の遂行に伴う γ 帯域 (25-50 Hz) における事象関連同期/脱同期反応の局在及び時間的推移を SAM 法により解析した。両課題共に、左下前頭溝と中心前溝の境界領域、左縁上回、左中前頭回、左前頭回弁蓋部・三角部、両側角回、両側後頭部など、複数領域における脱同期反応が時間的に並行して観察された。最も強い反応を示したのは左下前頭溝と中心前溝の境界領域で、呈示直後から 1 s 後まで、他の言語関連領域の活動と並行して持続したことから、この領域は言語処理に関与する複数領域を駆動し制御する機能をもつと考えられた。課題による違いは左縁上回で顕著に認められた。過去形課題では動詞課題と比べ、継続的かつ強い脱同期反応を誘発した。この結果は、音韻変化及び音韻情報の保持に関与する神経機能の賦活の強さを反映していると考えられた。

〔総括〕

SAM 法を用いることにより、体性感覚及び言語機能に関連した γ 帯域の脳律動変化の局在と機能を明らかにした。我々の一連の研究は、 γ 帯域の脳律動が高次脳活動に重要な働きをしており、各領域の神経細胞群の活動を機能的に並列して結びつけることによって複雑な情報を統合しているという仮説を支持する結果であった。

論文審査の結果の要旨

近年、高次脳機能の賦活に伴って γ 帯域脳律動が変化することが注目されている。本論文は、高次脳機能賦活時の MEG を空間フィルター法の一つである SAM 法を用いることにより、 γ 帯域脳律動変化の局在を明らかにしている。体性感覚処理の研究では、正中神経電気刺激による体性感覚誘発 γ 帯域活動を時空間的に捉え、low- γ 波と high- γ 波が大脳皮質の体性感覚情報処理過程において異なる神経生理学的メカニズムを反映し、特に、high- γ 帯域の脳律動は SI と SII の神経細胞群の活動を機能的に結びつけ、SI から SII への情報伝達に関与することを示した。言語処理の研究では、 γ 帯域の脱同期反応が複数領域において時間的に並行して誘発されることを示し、 γ 帯域脳活動が言語処理に関与する複雑な神経ネットワークの活動を反映していると考えられた。

本研究は、 γ 帯域活動部位が高次脳機能の局在と神経ネットワークの活動を解明する上で重要な指標となりうることを示した。以上のことより、本論文は博士の学位に値するものと考えられる。