



HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	短期記憶走査時における脳磁界リズムの変動
Author(s)	小林, 哲生; 土屋, 憲晃; 栗城, 眞也 他
Citation	電子科学研究, 2, 98-101
Issue Date	1995-01
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/24319
Type	departmental bulletin paper
File Information	2_P98-101.pdf



短期記憶走査時における脳磁界リズムの変動

量子計測研究分野 小林 哲生, 土屋 憲晃, 栗城 真也
ニューヨーク大学心理学部* Lloyd Kaufman*

Sternberg タスクに基づく短期記憶走査時における自発脳磁界を 37 チャンネル SQUID 磁束計により計測し, α リズム (8-13 Hz) と β リズム (16-24 Hz) の時空間的変動特性を調べた。その結果, 後頭正中, 左右側頭後部において, 刺激呈示に伴い α , β リズムの抑制がみられること, さらに反応時間と α リズムの抑制時間との間には相関が見られることが分かった。一方, β 波帯域では相関はみられなかった。 α リズムの抑制率の空間分布は, 後頭正中近傍の抑制率が最大であることを示した。

1. はじめに

脳機能の中でも記憶は非常に重要なものである。Sternberg は, 被験者に聴覚または視覚刺激により連続的にアイテム (メモリセット) を与え, その後に呈示するプローブアイテムがメモリセットに含まれているか否かを応答させるタスクにより短期記憶の定量的研究が行えることを示した^[1,2]。近年の短期記憶に関する研究にこの実験のパラダイムに基づいたタスクが広く用いられている^[3,4]。

本研究では, この Sternberg タスクに基づき, 視覚的に呈示された仮名 (ひらがな, カタカナ混合) による記憶走査課題を遂行させ, メモリセットサイズ (MSZ) と反応時間 (RT) との関係調べると共に, 課題遂行時における自発脳磁界を計測し, その抑制の時空間的特性を調べた。

2. 実験方法

被験者は, 年齢 23 歳, 右利きの, このタスクに対し十分な訓練を受けた (誤答率は, 5%以下) 男性 2 名 (NS, NT) である。メモリセットは, 連続的に読んでも意味をなさないように, また同じメモリセット内に同じ発音の文字がないようにあらかじめ作られている。

実験では, MSZ に応じてメモリセットから 1 文字ずつ順に 1s おきに 0.2s 間, 仮名 (ターゲット) が呈

示され, 被験者がこれを記憶する。メモリセットの呈示が終了して 2s 後プローブとなる仮名が呈示される。被験者は, プローブがメモリセット内にあった (old) か否 (new) かを 2 つのボタンのいずれかをできるだけ早く押すことによって, 応答しなければならない。その際, 文字の発音が同じであっても, ひらがなとカタカナの区別をする (Graphically Identical:GI) 場合と, 読みが同じであればひらがな, カタカナを区別しない (Phonemically Identical:PI) 場合の 2 種類の課題を行った。なお, プローブが old と new になる確率は等しくなるようプログラムされている。コンピュータディスプレイの画面に出力された仮名は, 光学伝送システムにより, 磁気シールドルーム内に取り込み, 視角にして $1^\circ \times 1^\circ$, 輝度 3 cd/m^2 で呈示される。

脳磁界は, 37 チャンネル SQUID 磁束計 (BTi 社製) を用いて, 後頭正中中部と, 左右の側頭の前, 後部のあわせて 5 カ所で計測し, 後部正中においては, MSZ が 1, 3, 5 の場合, 他の 4 カ所の部位では, 1, 3 の場合について各々 100 回の試行 (エポック) を行った。その際, 反応時間も同時に計測した。

計測終了後, オフラインで 8-13 Hz および 16-24 Hz のバンドパスフィルタをかけ α 波, β 波帯域を抽出した後, トリガ信号を基準に各潜時における分散 (自発波形の自乗, すなわちパワーの平均に対応) を求めた。

さらに, プローブ呈示直前の潜時 -500~0 ms にお

ける分散の平均 (R) を基準とした抑制率を,

$$(R - P)/R \times 100 \quad (\%)$$

と定義し, 各センサ位置における抑制率を求め, その空間分布の解析を行った。ここで, P は各潜時における分散値である。

3. 結果および検討

図1は, 両被験者の課題GIにおける, 後頭正中測定時のMSZとRTとの関係を示している。図中の回帰直線から, MSZの増加につれRTが増加する傾向がみられる。課題PIについても, 傾きは課題GIの場合に比べ小さいものの同じくMSZの増加に対してRTの増加がみられた。この結果は, これまでのSternbargタスクに基づく研究の結果^[1,2,4]と一致しており, RTが短期記憶走査に関連する過程を反映すると考えられる。

後頭正中以外の測定部位に関しては, まず左右の側頭後部において, 刺激呈示に伴う α 波, β 波の抑制がみられた。しかし, 左右側頭前部においては, 刺激の呈示に伴う抑制はみられなかった。

図2は, 両被験者の後頭正中測定時における α 波帯

域の分散である(GI, MSZ 1, 3, 5の場合)。ここで, この分散は異なるMSZ間での比較のため37チャンネル中, 各試行でセンサ位置がほぼ一致している正中線付近の7つのチャンネルの平均をとったものである。潜時に対して分散, すなわち α 波の大きさが急激に変化する様子が明確に認められる。

次に, この抑制とRTとの関係を調べるため, いったん抑制された分散の値が, プローブ呈示直前の潜時-500~0msにおける分散の平均の値まで回復する時間を抑制時間(ST)と定義し, RTとSTとの関係を調べた(図3)。なお, 図3には, 課題GIのMSZ 1, 3, 5における, 正中線付近の7つのチャンネルでの値がプロットしてある。その結果, α 波帯域において, 被験者NS, NTのRTとSTとの間の相関係数は各々0.935と0.763であり, 共に強い相関があるといえる。これらの結果から, α 波帯域の抑制は記憶走査に関連していると判断できる。ただし, 記憶走査はRTより短い時間に行われていると考えられるものの, 図3から分かるようにSTの方が対応するRTより長い。このことは α 波帯域の抑制は記憶走査後の回復過程も含んでいると考えられる。

一方, β 波帯域に関しては, 被験者NTのRTとST

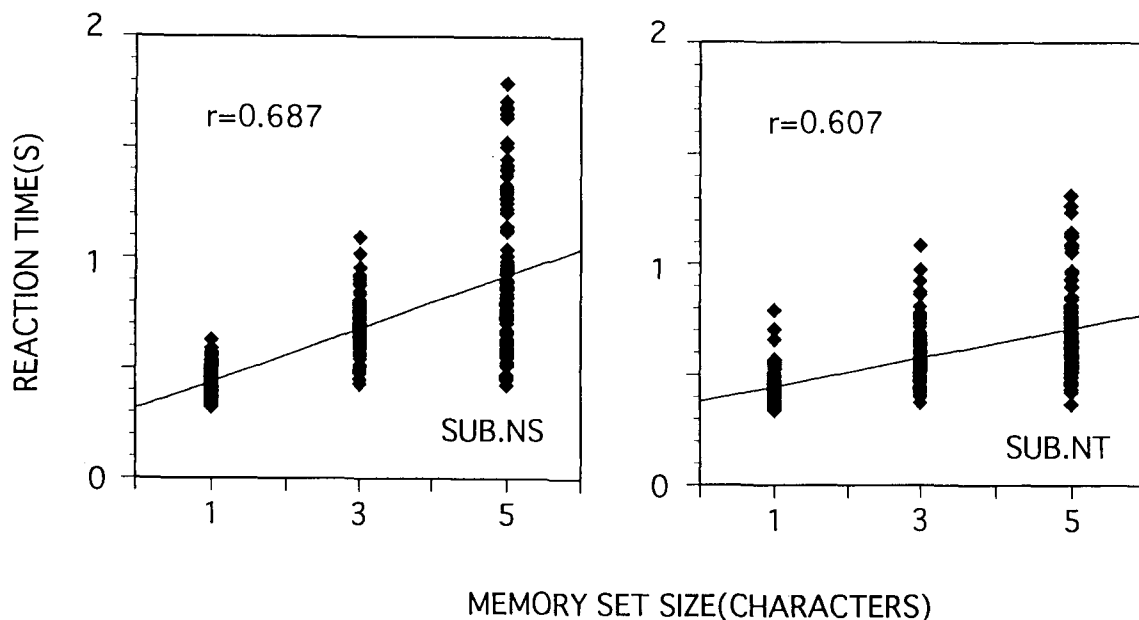


Fig.1 Reaction time versus memory set size for subjects NS and NT in graphically identical task. Coefficients of correlation (r) are presented in each graph.

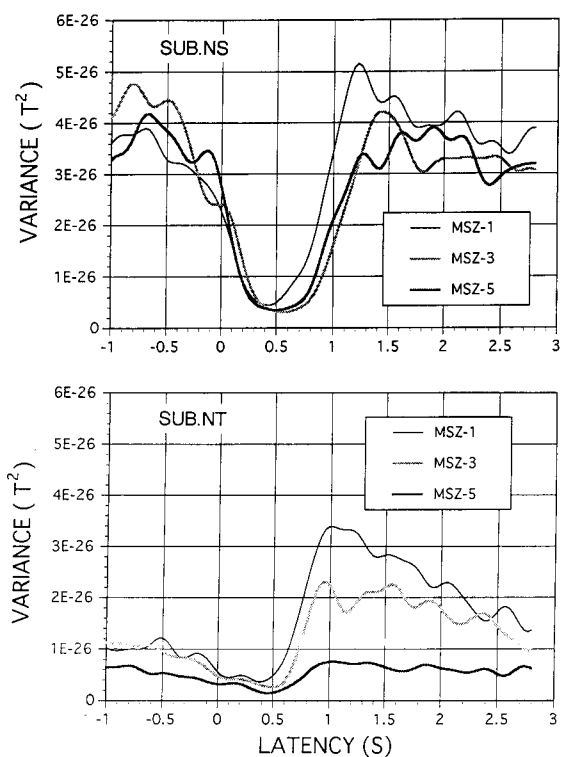


Fig.2 Sample graphs of changes in MEG variance in the 8-13 Hz band for subjects NS and NT as a function of latency for 3 memory set sizes.

との相関係数は0.54であったものの、回帰係数が0.133と小さく、RTに拘わらずSTがほぼ一定とみなせることが分かった。また、NSに関しては相関はないという結果であった。さらに、STに関しては、 α 波帯域に比べ β 波帯域の方が短いという傾向が両被験者でみられた。

ここで、RayとCole^[5]は、 β 波が、情動及び認知活動に関わると報告しているが、 β 波のSTとRTとの間に明確な対応関係がみられないことから、 β 波帯域の抑制は、記憶走査ではなくむしろプローブが呈示された後の仮名の認知などのような他の活動を反映している可能性があるかと推察できるが、現段階では不明である。

次に、RTとの相関がみられた α 帯域に関し、抑制率の空間分布の検討を行う。図4は、両被験者のMSZ3について、左側頭後部、後頭正中部、右側頭後部において α 波が最も抑制された潜時での抑制率の空間分布である。各位置ともz軸の正の向きにセンサ位置を対応させて上向きに描いている。太い実線はゼ

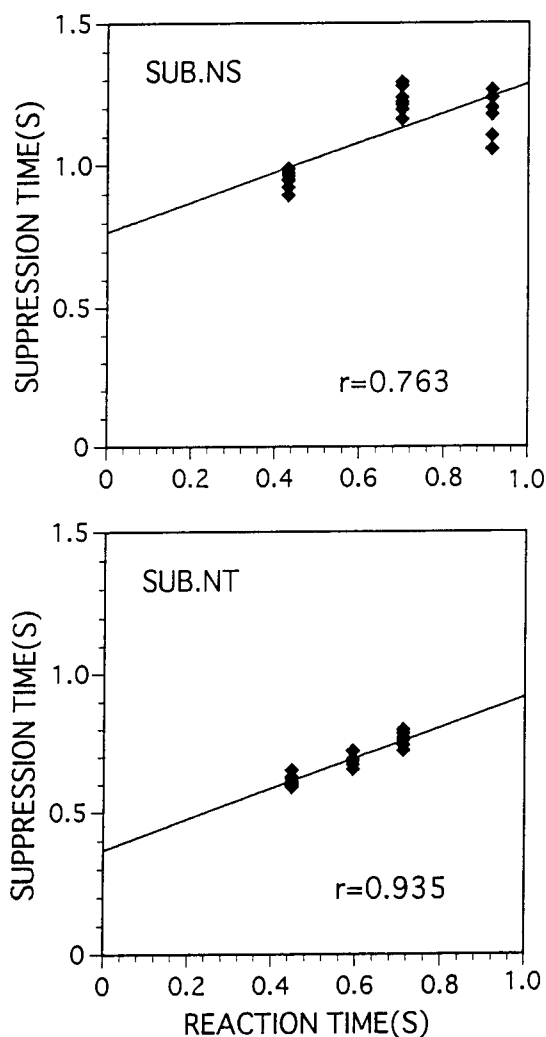


Fig.3 Regression lines showing how suppression time varies with RT. Coefficients of correlation (r) are presented in each graph.

ロラインを示す。後頭正中における分布図の直線は、正中線を表す。図から、左右側頭後部については、記憶走査遂行に関連すると考えられる α 波の抑制率がどちらの場合も後頭に向かって大きくなっているのがみられる。後頭正中においては、正中よりやや右寄りに抑制率最大の位置があることが分かる。このような傾向は課題PIに関しても同様にみられた。

仮に、 α 波帯域の抑制率の大きさが皮質神経活動の大きさを反映するとするなら、後頭正中近傍の皮質がある潜時において最も活動度が高まるとみることができる。本実験のタスク遂行は、少なくともプローブの認知、記憶走査、ボタン押しなど幾つかの段階を経て

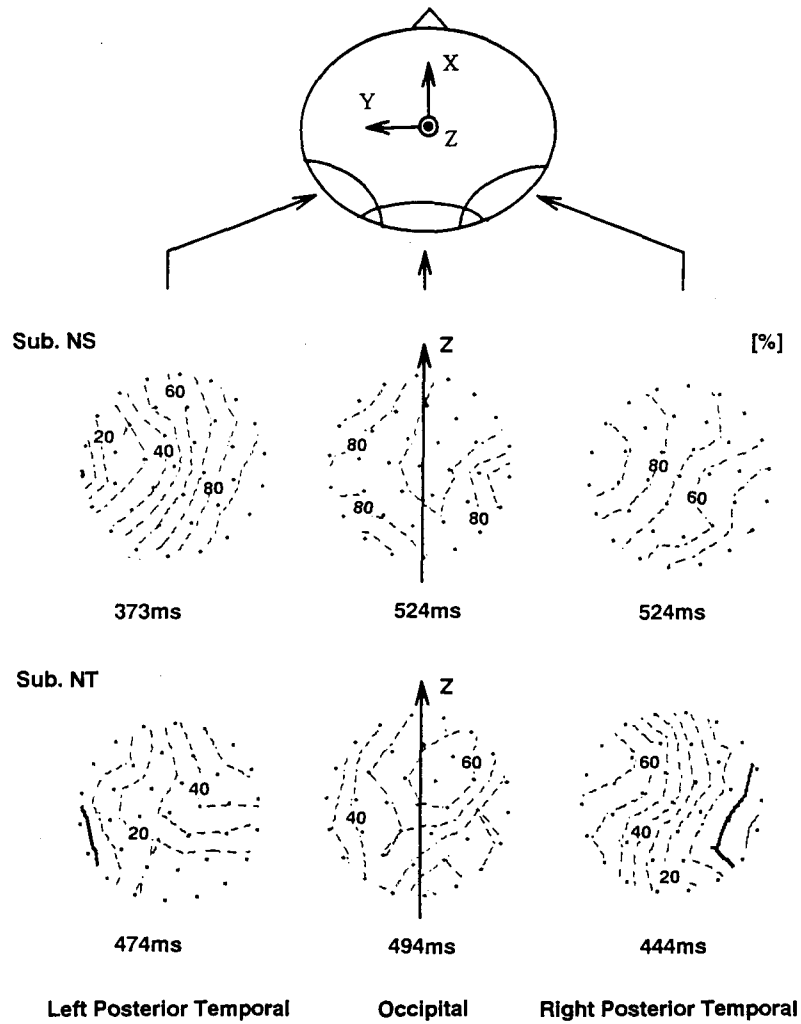


Fig.4 Suppression distributions of MEG variance in alpha band for subjects NS and NT at the latency when the largest suppression was observed at each measuring location.

行われると考えられるが、最も活動度が大きい潜時が
 いづれの段階に関連する脳の活動であるかを定めるこ

とは困難である。しかし、その潜時からみて記憶走査
 に関連する活動を含んでいることが推察できる。

【参考文献】

- [1] Sternberg S., Science, 153, 652/654 (1966).
- [2] Sternberg S., American Scientist, 57, 421/457 (1969).
- [3] Lang W., Starr A., Lang V., Lindinger G. and Deecke L.,
 Electroenceph. clin. Neurophysiol., 82, 285/295 (1992).
- [4] Kaufman L., Curtis S., Wang J. Z., and Williamson S. J.,
 Electroenceph. clin. Neurophysiol., 82, 266/284 (1992).
- [5] Ray W. J. and Cole H. W., Science, 228, 750/752 (1985).