

Subject	sex	age	MT (% output max)	Optimal intensity (% output max)	Peak Latency (msec.)		
					P25	N40	P55
1	M	29	66	0.6MT (40%)	28.0	36.0	55.0
2	M	22	73	0.6MT (44%)	28.0	43.8	51.4
3	M	30	69	0.7MT (48%)	23.8	36.9	45.2
4	M	32	72	0.6MT (43%)	27.2	39.7	58.3
5	M	28	80	0.6MT (48%)	19.0	35.5	67.9
6	M	23	62	0.7MT (43%)	-	44.5	52.8
<i>mean</i>		27	70.3	0.63MT(44.3%)	25.2	39.4	55.1
7	M	24	65	-	-	-	-
8	M	30	70	-	-	-	-
9	M	25	96	-	-	-	-
10	M	32	100	-	-	-	-
<i>mean</i>		28	80.3	-	-	-	-

上段の被験者 1 から 6 は短潜時誘発脳波が同定できた被験者で、下段の被験者 7 から 10 は短潜時誘発脳波が確認できなかった被験者である。両群において性別や年齢に差はないが、運動閾値 MT は短潜時誘発脳波が確認できた群の方が 70.3%と確認できなかった 80.3%より低かった。

短潜時誘発脳波が最も明瞭に認められる刺激強度は平均 0.63MT で、刺激装置の最大出力の 44.3%であった。P25、N40、P55 の潜時はそれぞれ平均で 25.2、39.4、55.1 msec.であった。

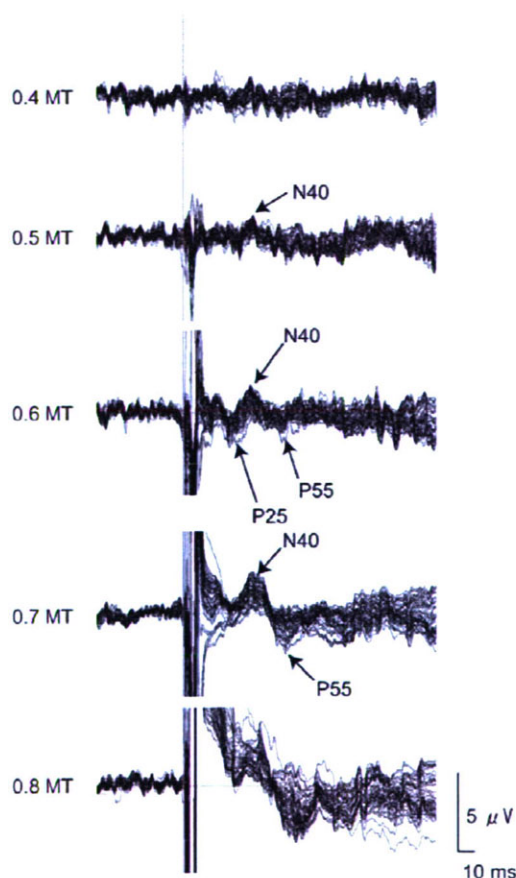


図 2 刺激強度増大に伴う短潜時誘発脳波(被験者 4)

MT=72%, 0.4MT=29%, 0.5MT=36%, 0.6MT=43%, 0.7MT=50%, 0.8MT=58%

(%は、最大磁気刺激強度に対する割合を示す。)

全 60 チャンネルの代表的被験者の加算平均波形を示す。0.4、0.5MT においても N40 成分が認められる。0.6MT に刺激強度を増加させると明瞭な P25-N40-P55 が出現する。更に 0.7MT においては各成分の増大が認められた。しかし、その一方、刺激強度が増加するに従い、刺激後から認められている側頭筋の筋収縮による筋電アーチファクトによって脳波の基線が歪み、このため 0.7MT ではより短い潜時の P25 が歪んでしまい、0.8MT においては、P25-N40-P55 すべてにこれらの影響が及んでしまっている。

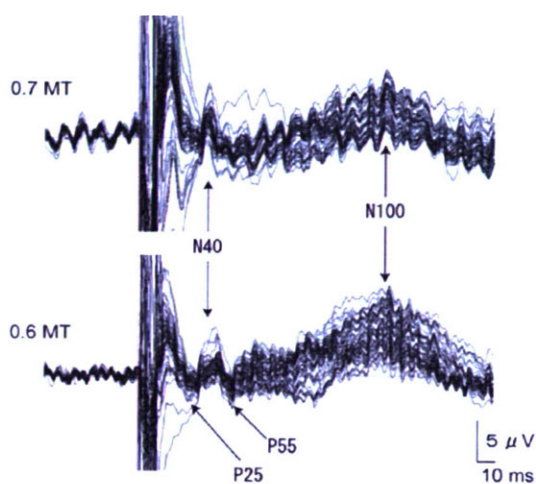


図 3 刺激強度増大に伴う短潜時誘発脳波(被験者 2)

MT=73%, 0.6MT=44%, 0.7MT=51%

(%は、最大磁気刺激強度の割合を示す。)

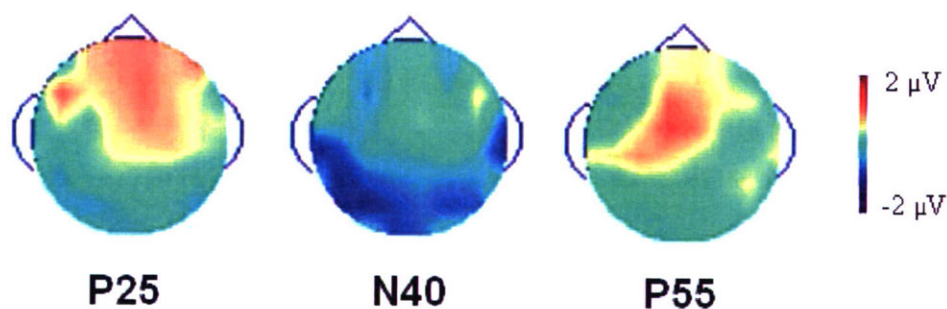


図 4 経頭蓋磁気刺激による短潜時誘発脳波の頭皮上電位分布図

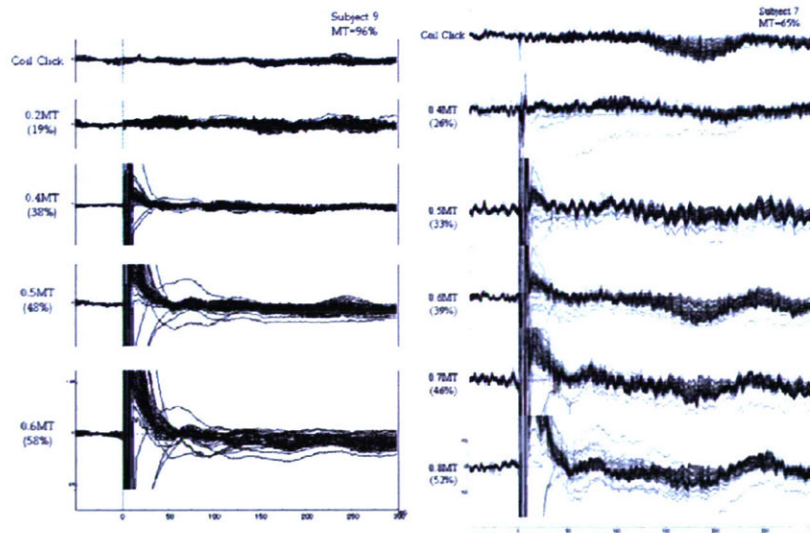


図5 短潜時誘発脳波が確認できなかった被験者の記録例

図3は、図2とは別の被検者で、同様に0.6MTから0.7MTでN40は振幅を増大させた。しかしながら、P55の顕著な増大は見られなかった。

短潜時誘発脳波が記録できた6被験者のgrand average波形の各頂点潜時での頭皮上電位分布図を図4に示した。P25は前頭部に広く分布し、P35は側頭部から後頭部にかけて広がり、P50は前頭部中心付近に分布していた。

一方、短潜時誘発脳波が確認できなかった4名について検討すると、2名の被験者では運動閾値が96%、100%と高く、短潜時誘発脳波が出現し始める0.5MTで既に脳波の基線の歪みが見られている(図5左)。このため、短潜時誘発脳波が誘発されなかったのか、誘発されているが基線の歪みのため、確認できないのか不明であった。また、他の2名においては低い刺激強度から強い側頭筋の筋収縮による筋電活動が認められ、脳波の基線が歪んでしまっていた(図5右)。

左図に示した被験者は運動閾値MTが96%と高く、短潜時誘発脳波成分が明瞭になると考えられる0.6MTの刺激強度で既に刺激装置最大出力58%に達してしまっている。このため、脳波の基線は刺激後約70msecま

で広範囲に渡り歪んでしまい、短潜時誘発脳波成分を確認することが出来なかった。右図に示した被験者は運動閾値が65%と比較的低いにも拘わらず、側頭筋の筋収縮の影響が低い刺激強度(0.5MT)から出現しているため、0.5MTより強い刺激強度においては短潜時誘発成分が脳波の基線の歪みにマスクされてしまい、確認することが出来なかった。

D. 考察

経頭蓋磁気刺激による短潜時誘発脳波にはP25、N40、P55という成分を確認した。これらの電位は各被験者の運動閾値の0.6MTから0.7MTで最も明瞭に記録でき、この刺激強度は磁気刺激装置最大出力の50%以下であった。逆に磁気刺激装置最大出力の50%以上の刺激ではこれら短潜時の誘発脳波を確認することは困難であった。したがって、短潜時誘発脳波の記録に最適な刺激強度は磁気刺激装置最大出力の50%以下で、被験者の運動閾値MTの60%から70%(0.6MTから0.7MT)を用いるのが妥当と考えられた。

今回我々が記録した経頭蓋磁気刺激によって誘発された短潜時誘発脳波は刺激強度の増加に伴い振幅が増加する傾向があった。

また、頭皮上電位分布は、P25 は広く前頭部に分布し、N40 は側頭部から後頭部にかけて広がり、P55 は前頭部中心付近に局在していた。これらの短潜時誘発脳波の起源は不明であるが、各成分とも頭皮上電位分布パターンが異なっていることから、それぞれ異なる部位の神経活動を反映している可能性が示唆される。脳病変に起因する運動障害者の誘発波形と比較することにより、発生機構など推定できると考えられ、臨床応用も期待できる。

今回、10 被験者のうち 4 名で短潜時誘発脳波が確認できなかった。これらの被験者では、磁気刺激により 50msec. 以内の短潜時帯に脳波が誘発されなかったのではなく、刺激アーチファクトや側頭筋などの収縮による筋電活動により、脳波の基線が歪んでしまい、これにより誘発されている脳波が確認できない可能性が考えられた。この原因には以下の 2 つの理由が考えられた。

1. 被験者の運動閾値(MT)が非常に高い

運動閾値が高いと短潜時誘発脳波を確認しやすい 0.6MT でさえ、磁気刺激装置最大出力の 50% 以上の強い刺激強度となり、脳波に歪みが生じる。運動閾値は、被験者によりさまざまであるが、健常被験者の場合は、中心前回の走行や頭蓋からの深さ、頭蓋骨の厚さなどといった解剖学的な要因の影響が主体であると考えられる。また一次運動野における皮質細胞の興奮性が非常に低いということも考えられる。従ってこれらの被験者でも他の皮質領域においては低い刺激強度を用いることが出来る可能性はある。

2. 側頭筋の筋収縮が低い刺激強度で出現する

磁気刺激装置最大出力の 50% 以下の刺激強度でも、側頭筋活動が大きく誘発される被験者では、脳波の基線が歪んでしまうため

に、短潜時誘発脳波が確認できない。このような被験者への対策としては、まず筋走行を考慮した角度にコイルを配置することが有効と考えられる。側頭筋は主に頭頂部から耳前部へ走行している。これに磁気刺激によって誘導される電流を直行するように配置することによって、筋収縮を減弱することができると考えられる。今回の実験では運動誘発電位 MEP が最も誘発されやすいコイル角度にコイルを設置したため、被験者によっては側頭筋が収縮しやすい角度になってしまった可能性も考えられた。また、今回用いたコイル径は 70mm のダブルコイル(8 の字型コイル)であり、比較的頭蓋直下の大脳皮質細胞を刺激する場合、より直径の小さいコイルを使用することで筋収縮を減弱することが出来ると考えられる。

(2) 二連発経頭蓋磁気刺激法を用いた短潜時誘発脳波成分の発生機序の解明

A. 研究目的

Intracortical Inhibition(皮質内抑制)を引き起こす 2 連発刺激によって、誘発脳波が記録できるか、また記録できた場合、誘発脳波の成分に皮質内抑制の影響は見られるかを検討している。まずは昨年度までに明らかにされてきた長潜時成分である N100 成分に関して検討した。

B. 研究方法

2 連発刺激の方法と原理

2 台の Magstim200(経頭蓋磁気刺激装置, Magstim, Whitland, Dyfed)を bistim module で連結し、2 台の刺激装置の出力が 1 つの刺激コイルから任意の時間的遅れをもって与えられる機構となっている。条件刺激を安静時運動閾値(Resting motor threshold)の約 80% の刺激強度に、試験刺激を約 0.5 mV の運動誘

発電位(MEP)振幅が得られる強度にそれぞれ設定し、刺激間隔を 3 ms で与える。

条件刺激により皮質内の閾値の低い介在神経が活性化され、皮質細胞へ GABA_A 由来の抑制作用をもたらす。これにより刺激間隔 3-5ms で与えられる 2 発目の刺激に対する応答、すなわち試験刺激に対する MEP は抑制され振幅が小さくなる(Kujirai et al. 1993)。

脳波との同時記録において問題となるのは以下の点である。

磁気刺激の刺激アーチファクトを除去する機構である EEG gating 機構は時間が短いため(2ms)、2 発目の磁気刺激による刺激アーチファクトの影響が残る。

MEP を指標としているため、刺激強度が高

く、側頭筋活動等の影響を多分に受けてしまい、短潜時誘発脳波にそのまま応用することは困難であると考えられる。

上記の問題を解決するため、以下を検討中。

EEG gating 機構を 2 回ないし 3 回連続して行う。これに関して以下の図 1 を参照されたい。

刺激コイルを小さくすることで、側頭筋等への影響を可能な限り小さくする。また刺激強度を可能な限り低く設定し、検討を重ねる。

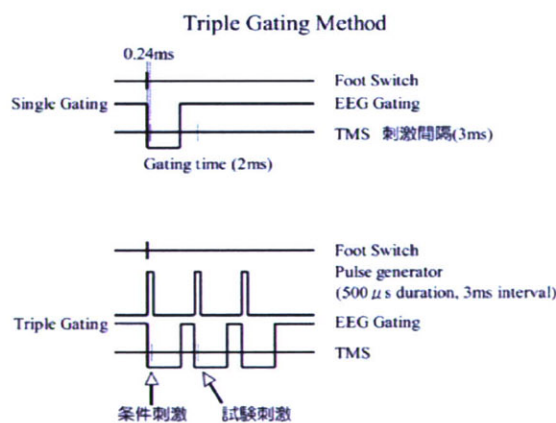


図 1 連続 gating 法

Single Gating 法では、2 発目の試験刺激が Gating 外で与えられているが、Triple Gating 法では、Gating 内に入っているため、刺激アーチファクトの影響が最小限に抑えられる。

C. 研究結果

図 2 は、Single gating と Triple gating 時に試験刺激を与えた時の誘発脳波の記録を示している。図 1 から分かるように、Single gating では試験刺激が Gating の外で与えられるため、図 2 左のように基線のばらつきが見られた。しかしながら、Triple gating では、試験刺激が Gating 内で与えられるため、図 2 右の様に基線が揃い、解析に耐え得るデータの記録が可能であった。

図 3 は、Triple gating 法を用いて 2 連発

刺激を与えた時の 2 名の被験者による誘発脳波を示している。試験刺激のみに対し、条件刺激を加えた 2 連発刺激では、N100 成分の振幅が低下する傾向があった。また、B の被験者では 2 連発刺激時に N40 成分が顕著に現れた。図 4 から分かるように運動誘発電位(MEP)は 2 連発刺激により抑制された。これは、皮質内抑制を反映したものであり、誘発脳波の変化はこれを反映したものであると考えられる。

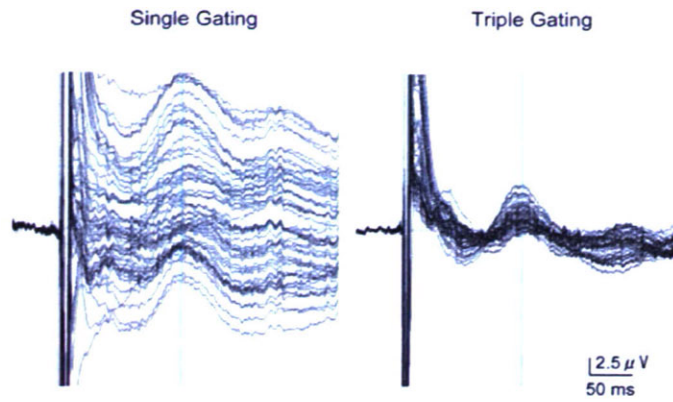


図2 図1の Single gating(左)と Triple gating(右)で記録した時の試験刺激応答の相違
試験刺激が gating の外で与えられたため、刺激後に基線がぼらついている(左)。

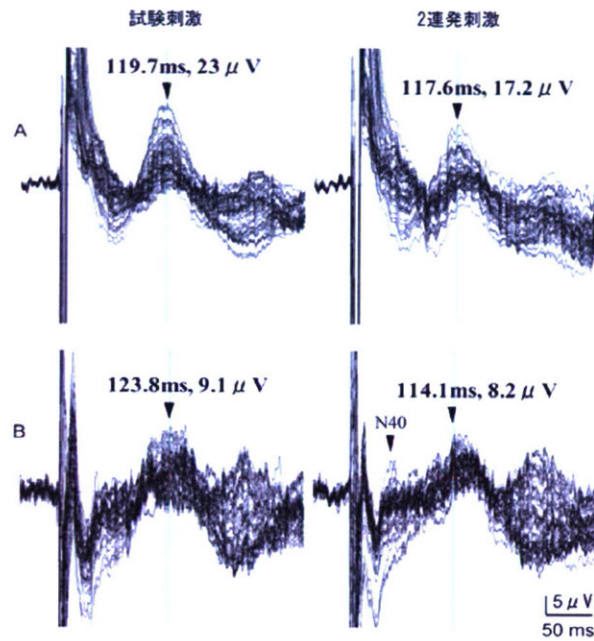


図3 試験刺激と2連発刺激に対する応答
縦線および▼は長潜時成分である N100 成分のピーク値および潜時を示す。B の被検者では2
連発刺激時(右)に、N40 成分が観察された。

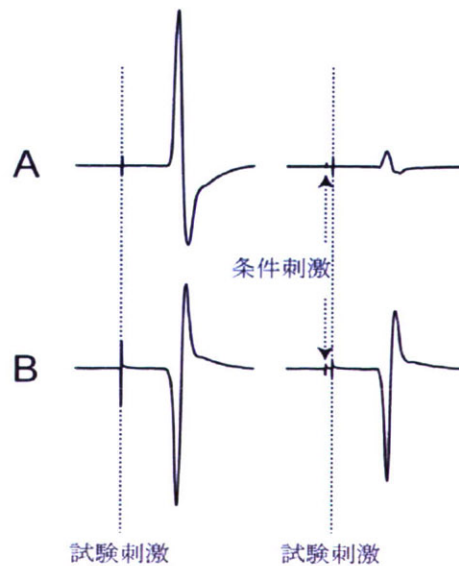


図4 試験刺激(左)および2連発刺激(右)に対しFDIにおいて記録されたMEP振幅

A, Bはそれぞれ図3のA, Bと同一被験者のデータである。

A: 安静時運動閾値強度(MT)は刺激装置最大出力の63%強度であり、試験刺激強度は76%、条件刺激強度は50%(0.8MT)であった。B: 安静時運動閾値強度(MT)は刺激装置最大出力の43%強度であり、試験刺激強度は50%、条件刺激強度は34%(0.8MT)であった。

D. 考察

図4から分かるように、皮質内抑制の結果MEP振幅は低下している。このとき図3に見られる誘発脳波は、長潜時成分であるN100成分においてその振幅が低下する傾向が見受けられる。この傾向は他2名においても見られた。すなわちN100成分は、刺激直下の皮質細胞の影響を受けている可能性が示唆される。これは経頭蓋磁気刺激による入力、刺激直下の皮質細胞から神経結合を通して他の領域へと伝達される成分を含むことを意味しており、誘発脳波成分が神経ネットワークを反映することを裏付けるものである。

Aの被験者においては刺激強度が比較的高いため、短潜時誘発脳波成分に関して検討することは困難であったが、Bの被験者は閾値強度が比較的低かったため、試験刺激強度をさらに低く設定することで、短潜時成分に関して検討することが可能であるかもしれない。Bの被験者においては、2連発刺激時にN40成分が誘発されているチャンネルも見られたことから、今後の手技の工夫(コイルサイズ、刺激方向の変更等)で、抑制性の結合や興奮性の結合を検討できる可能性に期待がもたれる。一次運動野における閾値強度の比較的高いAのような被験者においては、他の皮質領域を検討することは可能であるかもしれない。

引用文献

Nakajima Y and Kohno Y. Scalp-recorded potentials evoked by TMS. *Leipzig Series in Cognitive Science* 5, *Evoked Potentials*

International Conference XIV, Leipziger Universitätsverlag, 2004.

Kohno Y, Sekiguchi H and Nakajima Y. A study of brain evoked potential in 100 ms after transcranial magnetic stimulation. *International Congress Series 1278, Invited Papers of the 8th Evoked Potentials Symposium*, (in press, Expected Month of Publication: April 2005).

Kujirai T, Caramia MD, Rothwell JC, Day BL, Thompson PD, Ferbert A, Wroe S, Asselman P and Marsden CD. Corticocortical inhibition in human motor cortex. *J Physiol.(Lond.)* 1993, 471:501-19.

- (3) 一次運動野から前頭前野への経路を活性化する最適な磁気刺激コイル方向の検討

A. 研究目的

一般に言語、記憶、認知、感情などの高次脳機能の障害は前頭葉障害などにより多く認められることから、本研究では関心領域を前頭前野に絞り、健常者の一次運動野を刺激して前頭前野を起源とした誘発脳波成分が最もよく現れる刺激方向があるのか否か、あるとすればどの方向かを明らかにすることを目標とした。

B. 研究方法

被験者は右利き健常者 12 名を用いた。被験者には実験前日と当日に飲酒や服薬をしないように指示し、前日に良く睡眠をとるようにさせた。実験中、被験者はリクライニング可能なデンタル椅子に腰掛け、安静にするように指示した。記録は安静開眼状態で行った。

被験者には、実験の前に実験の目的、方法、安全性等、十分な説明をし、文書にて同意書を得た上で実験を施行した。また、本研究の実験は国立身体障害者リハビリテーションセンターの倫理委員会の承認を受けている。

経頭蓋磁気刺激：

経頭蓋磁気刺激装置は、二相性の磁気パルスを発生させることのできる Magstim220(Magstim 社製, Whitland, Dyfed, UK)を用いた。この刺激装置は持続時間 385 μ sec.の二相性の磁気パルスを発生させることができ、従来の单相性のものに比べて、短い持続時間でより効率的に大脳皮質を刺激できる。刺激コイルは 8 の字型コイル(Double 70 mm coil)を用いた。刺激コイルは、右第一背側骨間筋(FDI: first dorsal interosseous muscle)から運動誘発電位(MEP: Motor Evoked Potential)を記録するのに最適

な位置を探すため、初期位置として Cz から左外側約 7cm に置き、前後・左右に 5-10 mm ずつ移動させた。そして被験者が安静時に最も低い刺激強度で FDI から MEP が明確に記録できる位置[OPT(MEP): optimal position for MEP recording]に置いた。安静時閾値刺激強度(RMT: Resting Motor Threshold)は、被験者が安静な状態で少なくとも 50 μ V の振幅の MEP が 5 回の刺激により 3 回得られる強度とした。刺激強度はこの MT の倍数で表した。

ナビゲーションシステム(Nexstim Ltd., Helsinki, Finland)により、刺激中、刺激コイルの位置を PC 画面上でモニターし、刺激コイルは optimal position から 2 mm 以内の位置を保ち刺激した。

刺激は、OPT(MEP)を基準に、時計回りに 45 度(C45)、90 度(C90)及び、反時計回りに 45 度(CC45)、90 度(CC90)の計 5 方向で与えられた(図 1)。これらは、ナビゲーションシステムを用いることにより、同一ポイントを中心に平面状を正確に回転させ、各条件で同一の刺激方向を維持させた。これらの刺激は 0.6RMT 強度、3-5 秒間隔で少なくとも各刺激方向で 55-60 回行った。

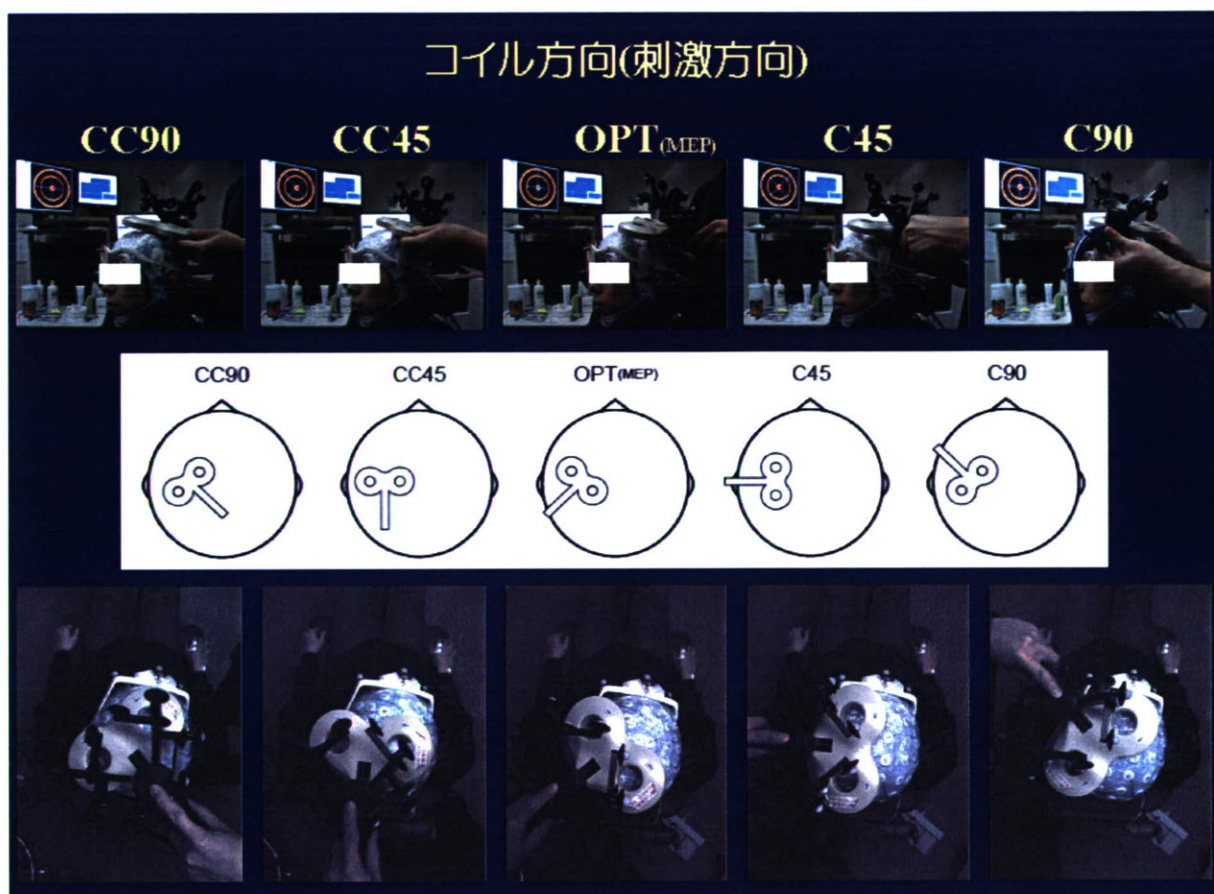


図 1 実験風景とコイル方向(刺激方向)最上段：被験者を横から、最下段：被験者を頭上から見たところ。中段：刺激コイル方向の模式図。

筋電図記録：

右手 FDI(図 2)の筋腹および中手基節間関節に表面電極(10 mm diameter; Vitrode F, F-150S, NIHON KOHDEN CORPORATION)を貼付し、手首にアース電極(a disposable ground electrode, 45400, GE Yokogawa Medical System, Ltd.)を巻いた。帯域フィルタは 10Hz-10kHz で増幅し(Neuropack, MEB-2200, NIHON KOHDEN CORPORATION)、サンプリング周波数は 5kHz でモニターに表示した。



図 2 第一背側骨間筋

脳波記録：

被験者は、60 チャンネルの Ag-AgCl の脳波電極が取り付けられている電極キャップを被り、前額に ground 電極、両耳朶に reference 電極を貼付した。眼輪部に眼電図電極を装着し、同時に記録した。各電極インピーダンスは、5k Ω 以下に保った。脳波記録には磁気刺激装置からのトリガー信号によって、一時的に増幅器の入力を遮断する回路(sample and hold circuit)が組み込まれている脳波計(Nexstim Ltd., Helsinki, Finland)を使用した。この脳波計を使用することにより、磁気刺激による刺激アーチファクトの脳波へ混入を防ぎ、経頭蓋磁気刺激と脳波が多チャンネルで記録できるようになった。脳波は 1450Hz でサンプリングし、帯域フィルタは

0.1-500Hz で増幅した。

記録した脳波は脳波解析ソフト EMSE(Source Signal Imaging Inc, San Diego, CA)をもちいて解析した。アーチファクトが混入している誘発脳波を除いた後、刺激前 50msec. から刺激後 300msec. まで誘発脳波 40-60 回分を加算平均した。刺激前 50msec. の各チャンネルにおける平均値を基線とした。各刺激方向ごとに加算平均波形を作成、短潜時誘発脳波を同定し、それらの頂点潜時と振幅を算出した。また、各刺激方向ごとにすべての被験者の脳波を加算平均し、刺激後約 20msec. から 55msec. までの誘発脳波分布図を作成、比較した。

被験者 1 名において刺激方向の違いによる瞬目反射の相違が前頭前野に起源する誘発脳波成分に影響を与えていないか検討した。

C. 研究結果

記録した 12 名の被験者のうち、5 名においては、5 種類の刺激方向の内、いずれかの刺激方向で側頭筋収縮によると思われるアーチファクトが約 30msec.-40msec. まで残り、P25 や N40 成分の同定が困難だったため、残りの 7 名に関して、解析を行った。各被験者の情報を表 1 に示す。

表 1 上段の 7 名は、5 種類の刺激方向のすべてにおいて 20msec. 以内にアーチファクトが終息した被験者で、短潜時誘発脳波成分に関して解析を行った。下段の 5 名に関しては、いずれかの刺激方向においてアーチファクトがあり、短潜時誘発脳波成分を解析できなかった。

表 1 各被験者のプロフィールおよび経頭蓋磁気刺激のパラメータ

Subject	sex	age	RMT(%)	0.6RMT(%)
1	M	31	72	43
2	M	35	76	46
3	M	23	78	47
4	M	32	75	45
5	M	36	72	43
6	M	30	66	40
7	M	23	73	44
Mean		30.0	73.1	43.9
SD		5.2	3.8	2.3
8	M	23	73	44
9	M	31	76	46
10	M	23	63	38
11	M	23	78	47
12	M	30	67	40
Mean		26.0	71.4	42.8
SD		4.1	6.3	3.8

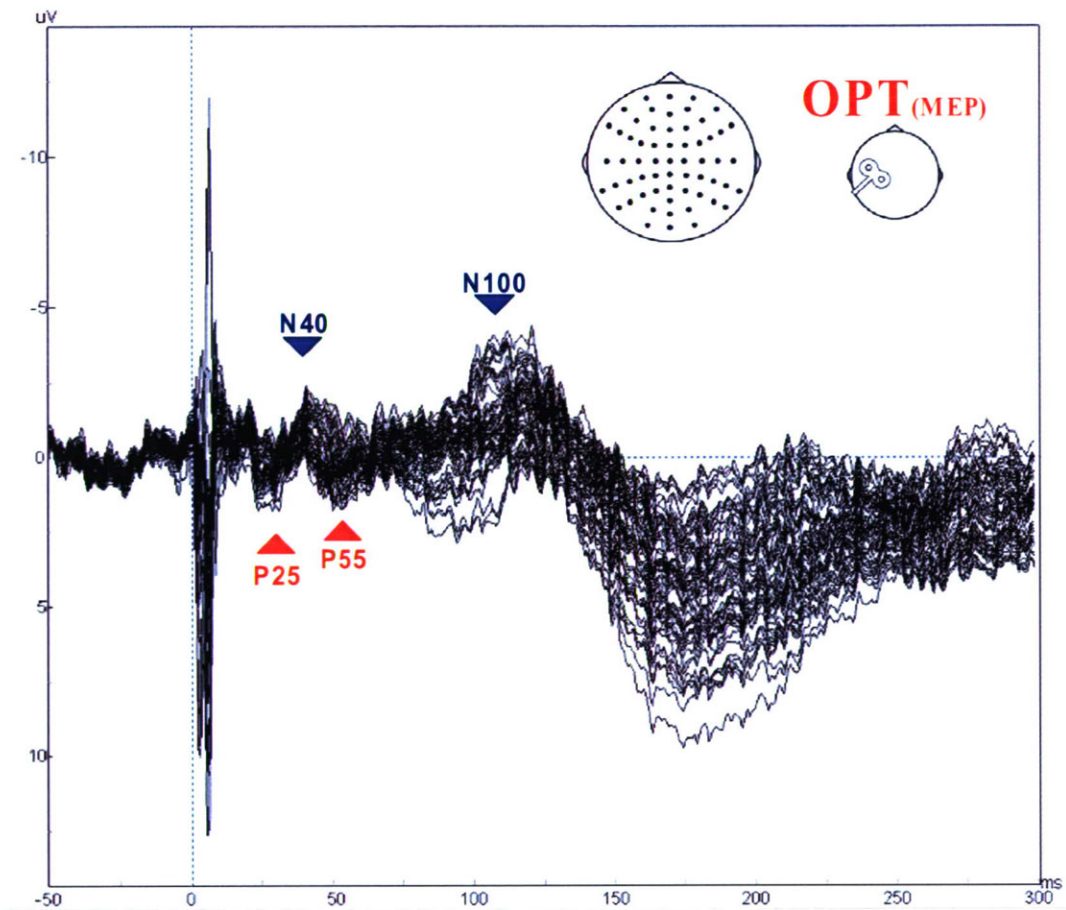


図3 OPT(MEP)方向で刺激したときの7名の各チャンネルの加算平均波形
(60チャンネルの重ね書き)

図3は、刺激前50msから刺激後300msまでの7名の各チャンネルにおける加算平均波形を60チャンネル重ね書きしたものである。P25、N40、P55、N100がはっきりと見られるのがわかる。

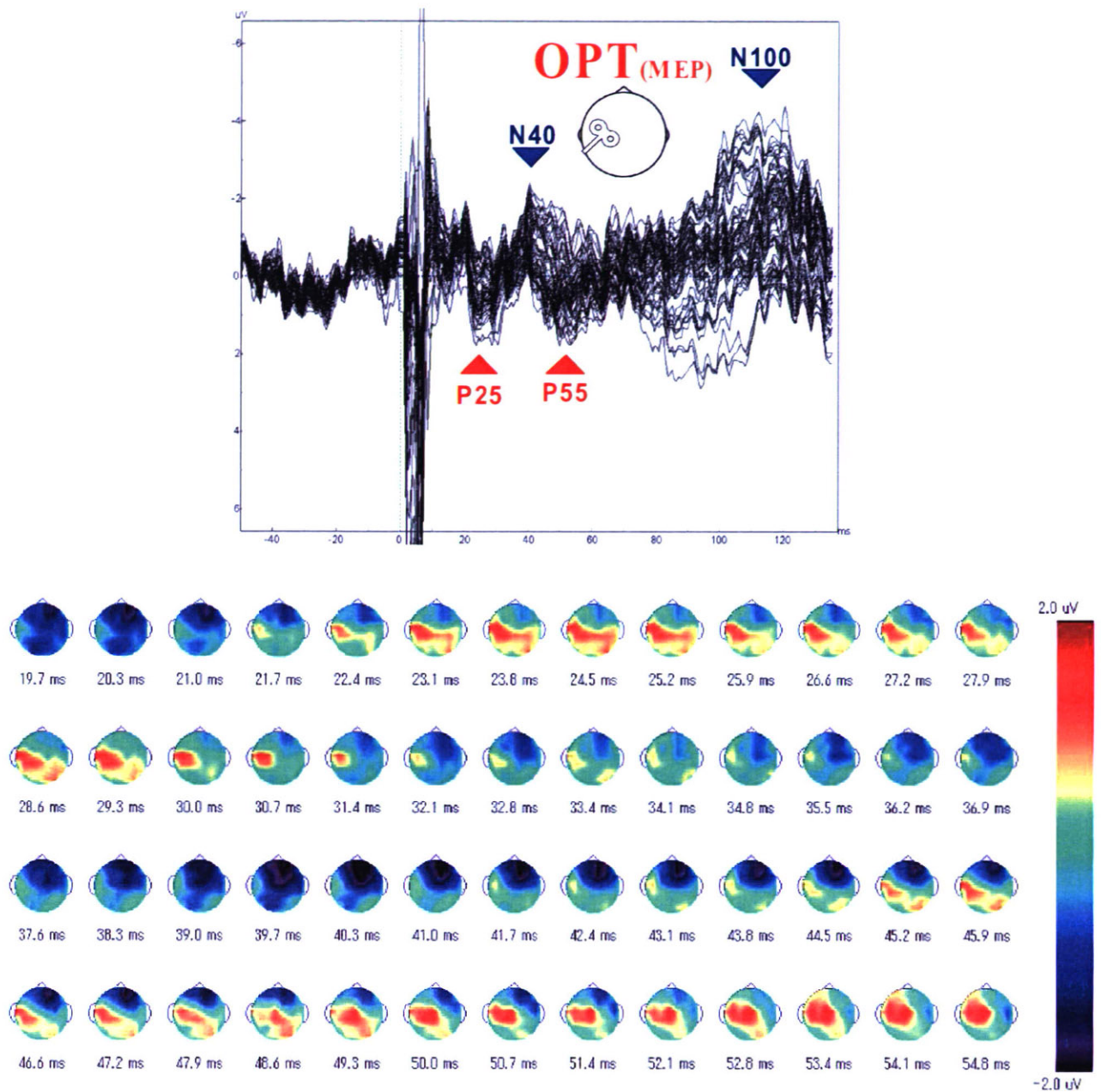


図4 OPT(MEP)の波形と分布

上段：短潜時誘発脳波の波形をクローズアップした図

下段：約20msから55msまでの誘発脳波分布

図4下段の分布を見ると、OPT(MEP)においてN40成分が長い時間、前頭前野に広く分布していることが分かる。

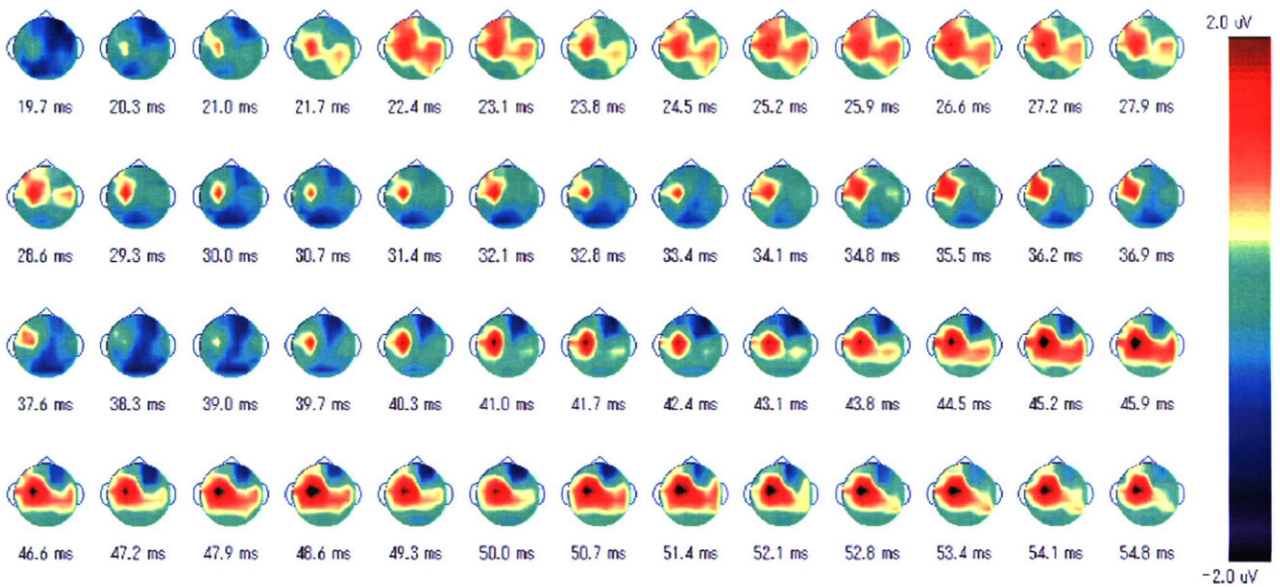
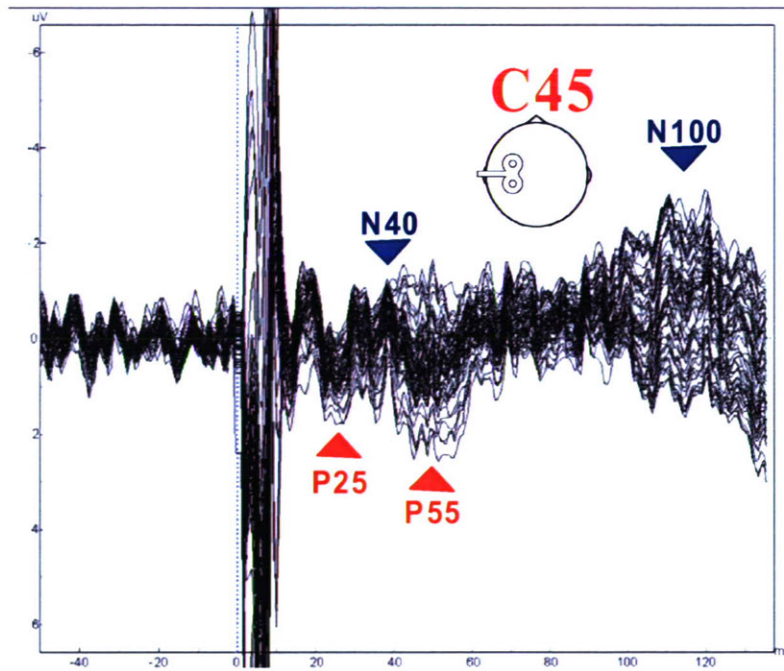


図5 C45の波形と分布

上段：短潜時誘発脳波の波形をクローズアップした図

下段：約20msから55msまでの誘発脳波分布

図5下段の分布を見ると、P25成分が刺激と反対側において局所的に出現していることが分かる。また、N30の新たな成分が後頭部に現れ、N40も後頭部で強くなっている。

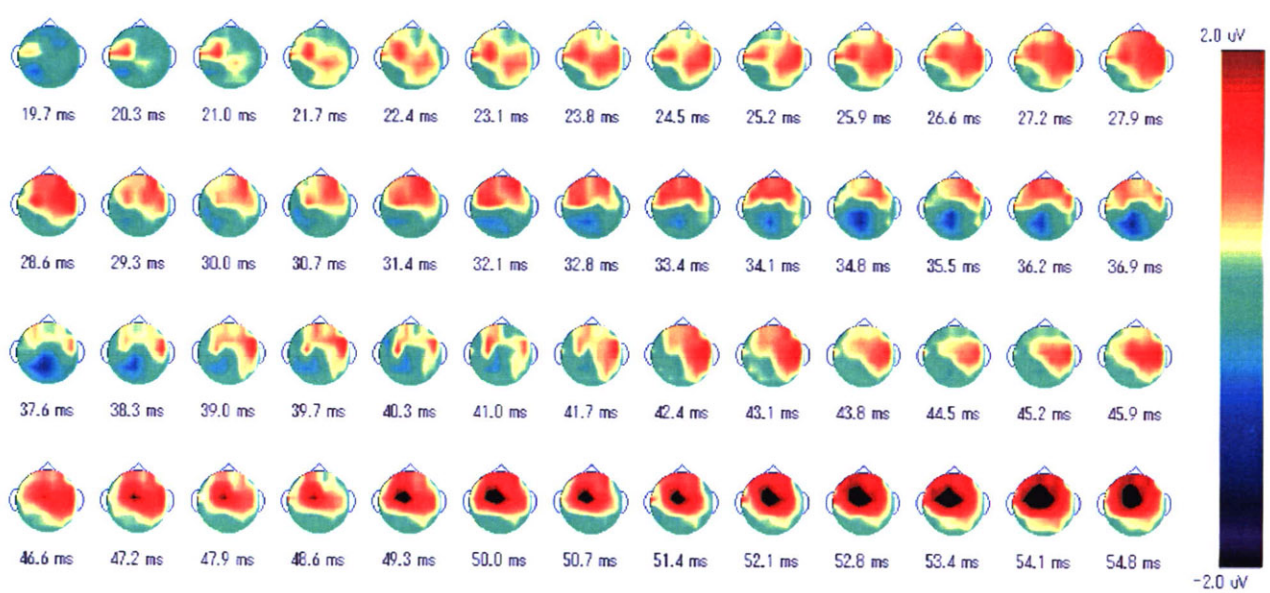
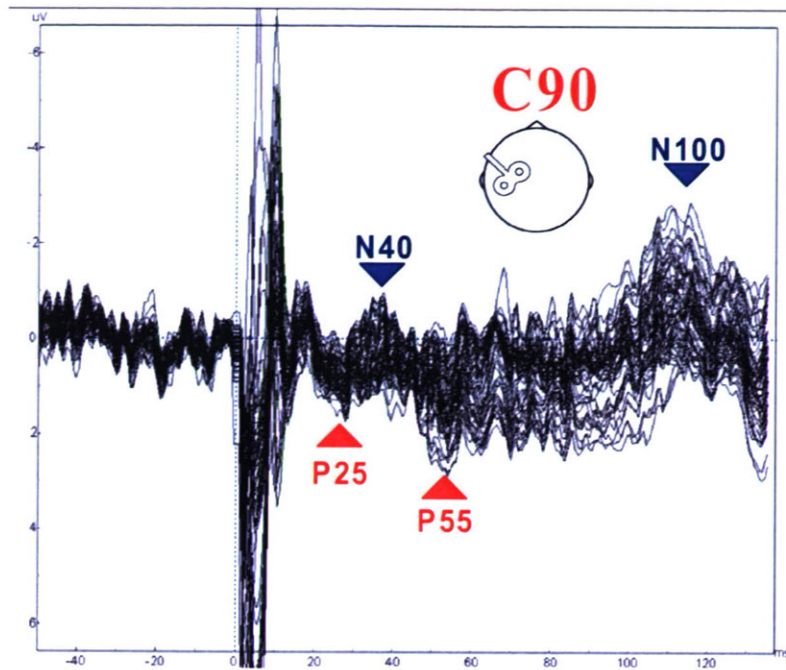


図 6 C90 の波形と分布

上段：短潜時誘発脳波の波形をクローズアップした図

下段：約 20ms から 55ms までの誘発脳波分布

図 6 下段の分布を見ると、前頭前野に広く、
 現れている。
 そして長く P25 が分布しているのが分かる。
 N40 は頭頂から後頭部にかけて早い潜時で

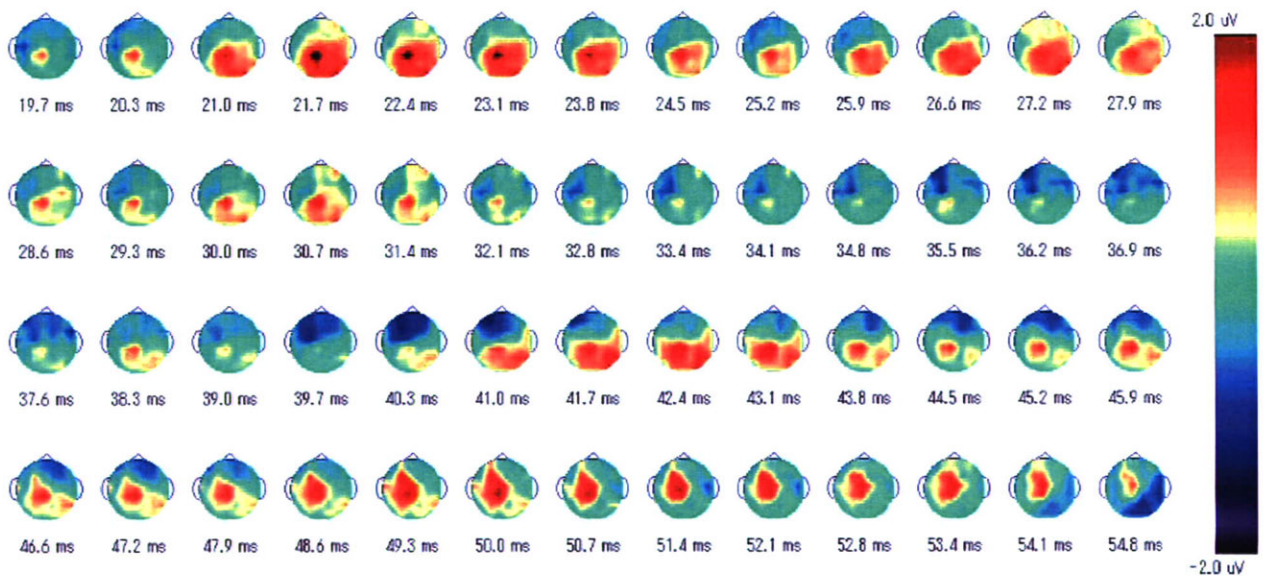
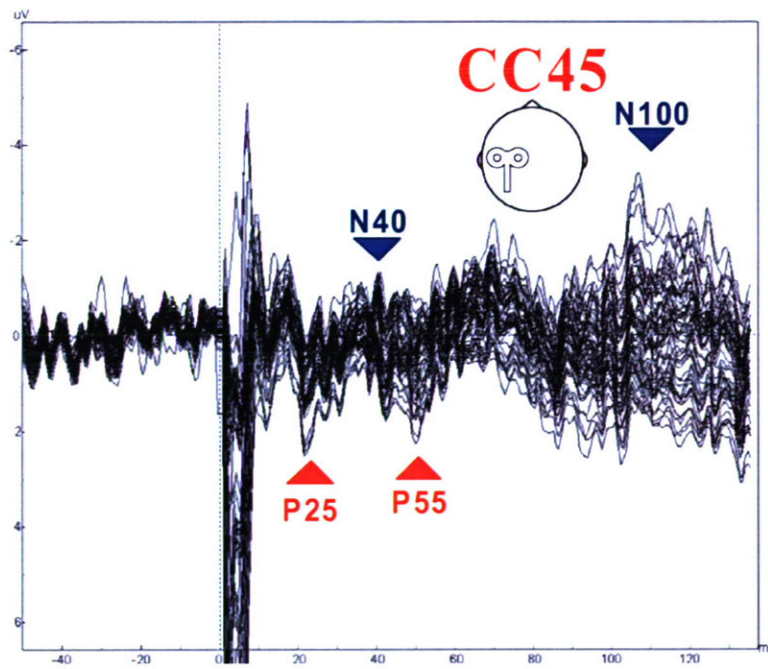


図7 CC45の波形と分布

上段：短潜時誘発脳波の波形をクローズアップした図

下段：約20msから55msまでの誘発脳波分布

図7下段の分布を見ると、P25が頭頂から後頭部にかけて見られる。N40は前頭前野に見られるが、断続的で明瞭ではない。

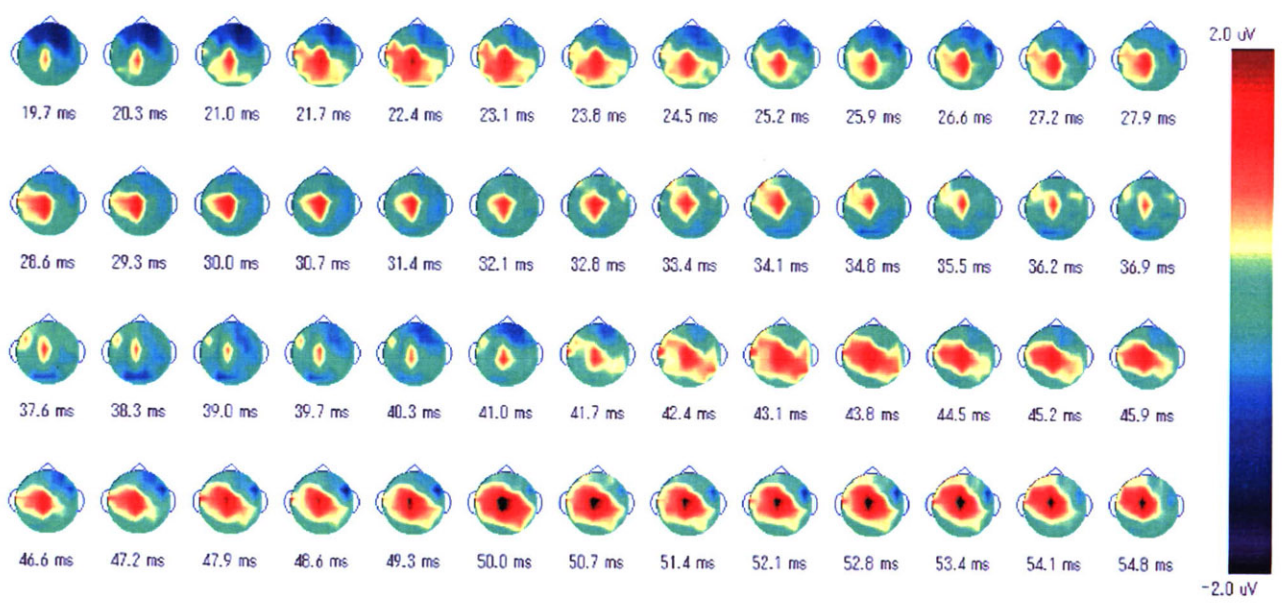
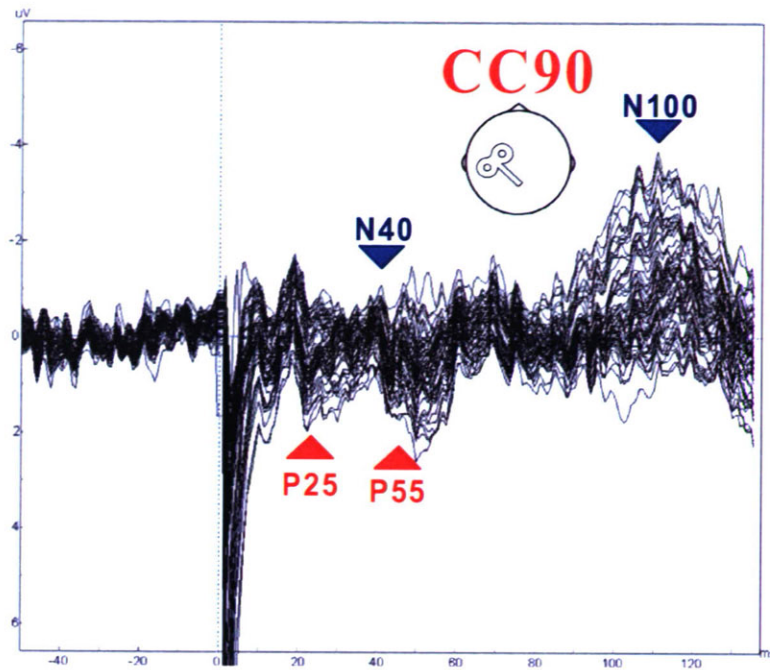


図 8 CC90 の波形と分布
 上段：短潜時誘発脳波の波形をクローズアップした図
 下段：約 20ms から 55ms までの誘発脳波分布

図 8 下段の分布を見ると、とりわけ前頭前野
 に関して特記すべき分布は見られなかった。

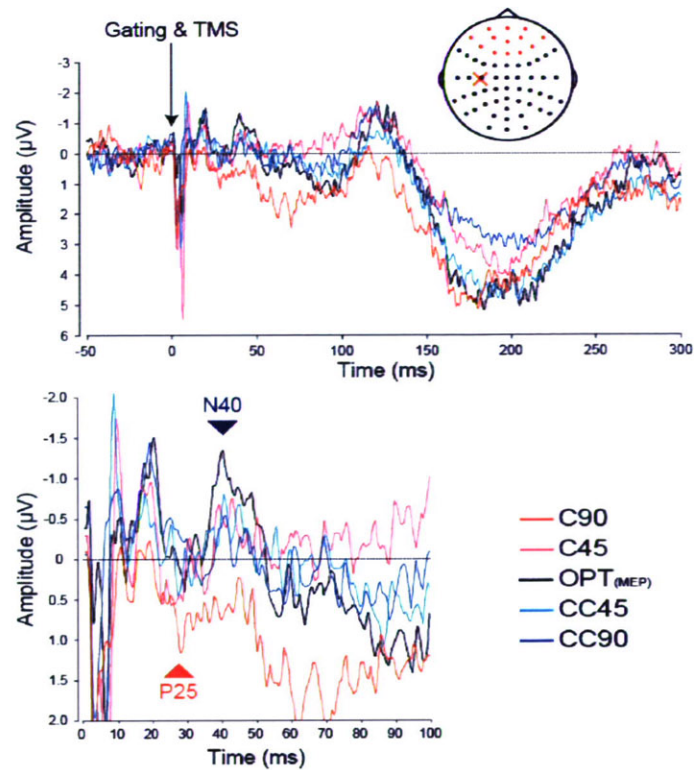


図9 各刺激条件における前頭前野での誘発脳波
 上段：刺激前 50ms から刺激後 300ms までの各刺激条件における加算平均波形
 下段：短潜時成分をクローズアップした図

図9は、前頭前野に位置する13個の電極から記録された誘発脳波の加算平均を7名に関して平均し、各刺激条件で重ね書きしたものである。下段から分かるようにC90でのP25とOPT(MEP)でのN40が他より突出している。しかしながら、上段の図から分かるようにC90の波形は刺激後、他より下方へシフトしているようにも見える。これに関して、被験者個人ごとの観察で特に一個人のデータが影響しているとは考え難かった。ま

た、刺激後前半でC90の下方シフトが顕著ではあるが、後半では他の波形と比べて変わらないことが分かる。

このC90およびOPT(MEP)の突出したP25, N40の成分に関して、刺激条件の相違による瞬目反射の影響が反映されている可能性があるため、以下に被験者1名の瞬目反射のデータを示す。

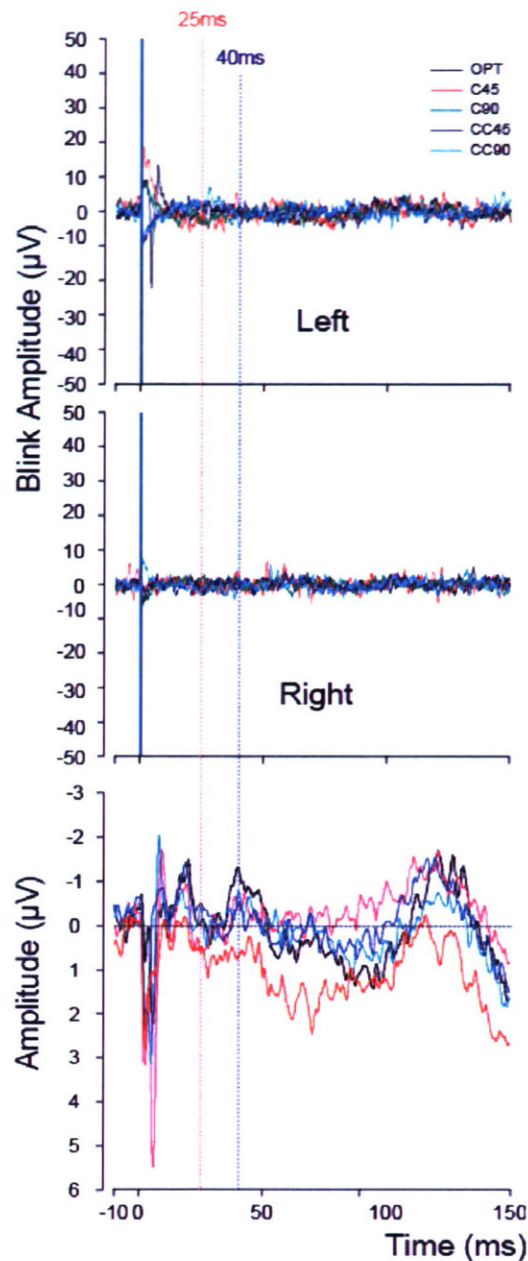


図 10 被験者 1 名の瞬目反射の記録

上段、中段はそれぞれ左眼、右目の瞬目の有無を示す。最下段は前頭前野における誘発脳波を参考として表示している。

図 10 は、被験者 1 名の瞬目反射の様子を示したものである。スパイク状の瞬目反射は OPT(MEP)の左眼においてのみ観察され、その他の刺激条件では観察されなかった。また、いずれの刺激条件においても刺激後

15ms で基線に収束しており、その後各条件間でほぼ同様であると考えられた。したがって、誘発脳波の短潜時成分における刺激条件間の相違が、瞬目反射の影響によるとは考え難い。

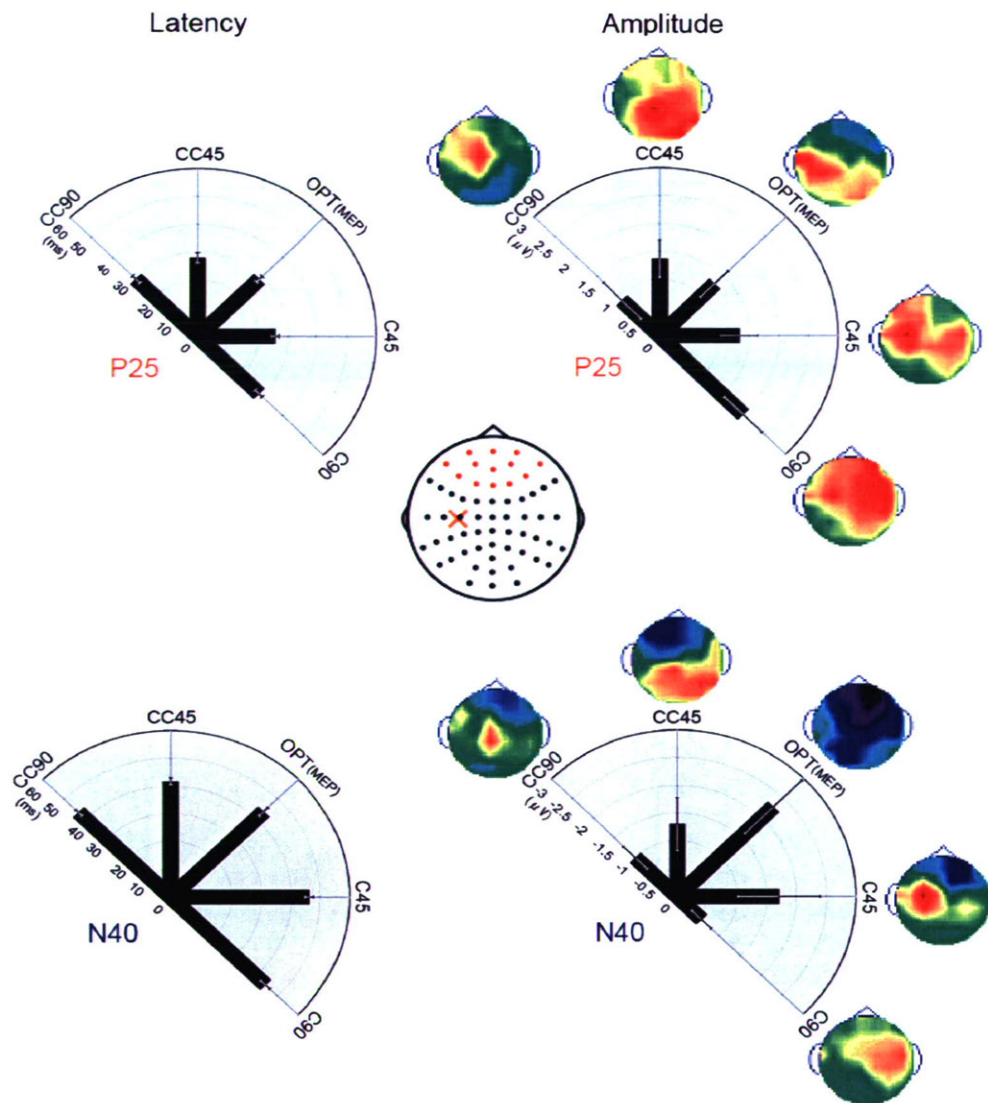


図 11 各被験者の P25、N40 に相当するピーク値とピーク潜時の平均
中心に描かれている電極添付図の×印は、刺激場所を示す。
誘発脳波上のピークは赤い電極 13 個の加算平均から求められた。

図 11 より、ピーク潜時の平均と標準誤差は、
P25 に関して、OPT(MEP) : 29.05 ± 1.36 ms、
C45 : 25.7 ± 1.24 ms、C90 : 28.76 ± 1.63 ms、CC45 :
 28.17 ± 1.8 ms、CC90 : 28.96 ± 1.7 ms であった。

N40 に関しては、OPT(MEP) :
 43.74 ± 2.03 ms、C45 : 46.4 ± 1.66 ms、C90 :
 44.63 ± 2.23 ms、CC45 : 41.77 ± 1.11 ms、CC90 :
 43.05 ± 1.46 ms であった。

ピーク値の平均と標準誤差は、P25 に関し
て OPT(MEP) : 1.31 ± 0.33 μ V、C45 :
 1.34 ± 0.31 μ V、C90 : 1.99 ± 0.45 μ V、CC45 :
 1.38 ± 0.34 μ V、CC90 : 0.89 ± 0.46 μ V であった。

N40 に関しては、OPT(MEP) : -2.51 ± 0.74 μ V、

C45 : -1.88 ± 0.76 μ V、C90 : -0.64 ± 0.25 μ V、
CC45 : -1.41 ± 0.52 μ V、CC90 : -1.08 ± 0.31 μ V
であった。

したがって、潜時に関してはいずれにおい
ても大きな差は見られなかった。しかしなが
ら、ピーク値に関しては、P25、N40 共に刺
激方向により差異が生じる傾向が観察され
た。

D. 考察

経頭蓋磁気刺激コイルの方向を変えるこ
とで、とりわけ短潜時誘発脳波成分分布が異
なっていた。これは皮質神経細胞や軸索に対

し、脳内に誘導される電流の影響が異なることを示しており、先行研究で報告されている筋電応答(MEP)や認知・行動に対するコイル向きの影響と矛盾するものではない。したがって誘発脳波においてもコイル向きに依存した関係が見られることを示している。一方、比較的潜時の長い 50msec.以降の成分に関しては、どのコイル方向でも分布に大きな差は見られなかった。これは、複数のシナプスを介し、共通の脳部位に投射した結果と考えることができる。また、この成分は潜時も長く、刺激部位から頭頂へ分布しているため、前頭葉損傷の指標には不向きである。

短潜時誘発脳波の P25、N40 成分は、それぞれ C90 方向、OPT(MEP)方向において前頭前野によく分布していた。潜時、分布の面からこれらの刺激方向によるこれらの脳波成分は前頭葉損傷の有無を判別する指標になり得ると考えられる。しかしながら、その振幅には個人差が大きく、現被験者数では統計処理するに至らない。将来的に、より多くのデータを蓄えることで健常者のデータベースを作成し、健常範囲を策定することで障害者を外れ値的に抽出することが期待される。

各刺激方向で算出された P25、N40 のピーク潜時の平均値は、それぞれ刺激方向間で同等であった。したがって、いずれの刺激方向においても同じ神経連絡路が刺激されている可能性が考えられる。しかしながらピーク振幅の平均値は、前者で C90 方向、後者で

OPT(MEP)方向が最も大きかった。これを考慮すると、刺激され活性化される神経細胞や軸索の population が異なる可能性が考えられる。