

身体図式を基礎とした歯のパターン認知に関する事象関連電位の変化

日本大学大学院松戸歯学研究科歯学専攻

日本大学松戸歯学部歯科総合診療学講座*

栗原 克彦, 海老原 智康*

(指導: 伊藤 孝訓 教授)

目 次

緒 言

研究方法

結 果

考 察

結 論

参考文献

英文抄録

㊦

緒 言

診断における思考過程の研究は、脳の認知過程の性質や仕組みについて認知心理実験を行うことで試みられている。心理実験には脳活動を客観的かつ無侵襲的に測定する方法として内観法¹⁾、眼球運動測定²⁴⁾、そして脳波測定⁵⁻⁷⁾が通常行われている。脳波測定では、感覚刺激を呈示し、大脳で一定の処理時間をもって出現する電位変動、すなわち誘発電位を測定解析する。誘発電位の中でも、与えられた刺激課題に関連した認知、弁別、課題解決などの心理活動によって誘発される事象関連電位（ERP：Event-related Potential）は、脳の高次機能の解明に有用とされ広く用いられている⁸⁻¹¹⁾。

診断の思考様式の中でもパターン認知に関しては、当講座においてこれまで、エックス線写真を用いた内観法による根尖病変プロトタイプ¹⁾の抽出¹⁾や ERP を用いた正常歯肉と歯周炎の鑑別⁷⁾などがある。また、歯種鑑別のパターン認知をテーマとした認知心理学的検討については当講座では ERP を用いて多角的に実験を行っている。大山¹²⁾は歯をパターン認知する際に解剖学的特徴パラメータがどのように用いられて推論されているか、特徴分析モデル理論をふまえて、「輪郭」が「溝」や「縁」に比べて関わりが強いことを ERP の波形成分である P300 を用いて明らかにした。海老原¹³⁾は、歯種鑑別のパターン認知をする際、始めに歯が自分に対してどのように向いているかを認知する最初の段階で、眼前の歯と脳内にある歯のイメージをマッチングさせるために、イメージの心的回転¹⁴⁾を行い、その際に自己中心参照枠¹⁵⁾が左右の鑑別に寄与していることを明らかにした。歯を呈示試料とした歯種鑑別のパターン認知の検討は、他論文報告はみられないのが現状である。

物体を認知する際、脳内の心的イメージの操作機能は、これまでに手や手用道具を呈示試料に用いて、イメージの生成や変換に自己の運動制御機能や身体図式が重要な役割を果たしている¹⁵⁾と報告されている。海老原¹³⁾の報告からも、歯種鑑別する際の

心的イメージの回転に自己中心参照枠，すなわち自己の左右歯の関わりがある可能性を示唆した。また，手の心的回転においては，課題の回転と対応して実際に手を回転させることで心的回転の効率が促進される¹⁶⁾と報告されている。これらのことから，自己の歯は眼前に呈示し比較することはできないが身体の一部であることから，身体図式が用いられている可能性は大きいと推測される。

そこで本研究は，身体の一部である視覚刺激として「歯」と「手」，そして身体に関わらない視覚刺激として「文字」を用いて，歯種鑑別の課題遂行時の心的回転に伴う身体図式の関わる脳内情報処理について，明らかにすることを目的に，P300を用いて認知心理学的に検討を行った。

研究方法

被験者は，歯の解剖学的形式知を既に習得した臨床実習中の5年次生17名，平均年齢23.0歳である。すべて右利きで実験に支障のない程度の視力を有し，精神疾患の既往のない者とした。

測定条件は，被験者をシールドルーム内にある椅子に安静な状態で坐位をとらせ，頭部を固定し50cm前方にあるモニターに試料となる画像を呈示した。視覚刺激である画像は画像呈示用モニターに呈示し，その際に誘発される脳波信号およびアーチファクトとなる眼電位（EOG）をデジタル脳波計（日本GEマーケット SYNAFIT 5800）にて記録し，そこからERPを抽出し解析処理を行った。

ERP測定解析システムを図1に示す。脳波は，サンプリング周波数を1000Hzとして，国際脳波学会連合標準電極配置法（国際10-20法）に基づき，Fz，Cz，Pzの3箇所より導出した。電極は銀・塩化銀電極を使用し，両側耳朶連結を基準とし，接触インピ

ーダンスは $5k\Omega$ 以下とした。低周波フィルタを 0.1Hz, 高周波フィルタを 100Hz と設定した。

課題は、写真や影を含む絵では特徴成分が複雑なため「歯」「文字」「手」の線画（以下模式図とする）を使用し、図形刺激の大きさは 480×480 ピクセルとした。課題の詳細を以下に示す。

1) 「歯」課題

呈示試料は頰側が上方を向いた状態を基準として、時計回りに 0, 90, 180, 270 度と回転させた模式図である。低頻度刺激（以下標的的刺激とする）は下顎右側第一大臼歯の模式図、また高頻度刺激（以下非標的的刺激とする）は上顎左側第一大臼歯、下顎左側第一大臼歯および上顎右側第一大臼歯の模式図を用いた。呈示試料を図 2 に示す。

2) 「文字」課題

標的的刺激は正立文字「ア」、また非標的的刺激は正立文字「マ」と「ア」「マ」の鏡映文字の模式図を用いて、「歯」課題と同様に試料を 90 度ずつ回転させて呈示した。呈示試料を図 3 に示す。

3) 「手」課題

標的的刺激は右手の第 2 指、第 3 指を立てるジェスチャーの模式図、また非標的的刺激は左手の第 2 指、第 3 指を立てるジェスチャー、右手の第 4 指、第 5 指を立てるジェスチャーおよび左手の第 4 指、第 5 指を立てるジェスチャーの模式図を用いて、「歯」「文字」課題と同様に試料を 90 度ずつ回転させて呈示した。呈示試料を図 4 に示す。

なお、形状の規則性から判別時に視野のある一点のみの凝視による認知を防ぐために、形状に関して方向性の自由度を持たせた。すなわち、90 度ずつ回転させた 4 種類の画像の近心位にマーク（白点）を付けて、初めに概形の方向性を定めた後にパターン認知させるという負荷をかけた。

試料は、多目的刺激コントローラ（メディカルトライシステム Multi Trigger System

2001) を用いて呈示した。各試料の呈示時間は 1500msec とし、標的刺激と非標的刺激を 2:8 の割合で、呈示方法はオドボール課題に準じて、1 課題につきランダムに 500 回呈示した。課題において形状認知を行うため、被験者には標的刺激が呈示された時のみボタン押しを行い回答するよう指示した。その際、被験者には自身の手を目視できないようにした。回答時の脳波から P300 潜時および P300 振幅を測定し、実験ごとに反応時間（刺激開始からボタン押しまでの時間）、正答率を記録した。課題に対する認知機能を反映する P300 は、低頻度刺激で得られた加算平均波形において刺激開始時より 300~600msec 間に最大振幅を持つ陽性成分を P300 振幅とし、刺激開始から P300 振幅までの時間を P300 潜時とした。方向による集計と課題による集計を行った。また、「歯」課題と「文字」「手」課題との近似性を検討するため、0 度の潜時 300~600msec の波形成分において 25msec ごとに 12 区間の面積を求めそれぞれ検討を行った。今回は、P300 成分が最も大きく記録できるとされる Pz から導出された成分について検討した。また、脳波測定後に課題の主観的難易度の検討として、視覚的評価スケール (VAS : Visual Analogue Scale) を用いて回答させた。

統計処理は、統計ソフト PASW Stastics18 (エス・ピー・エス・エス株式会社) を用い、課題における方向間の比較として Wilcoxon の符号付き順位検定、課題間の比較として Mann-Whitney の U 検定を用いて Bonferroni の調整を行い、それぞれ危険率 $p < 0.008$, $p < 0.017$ として多重比較検定を行った。

試料を呈示する順番によって負荷がかかるのを回避するため、試料を呈示する順番を被験者ごとに入れ替え、被験者の慣れ、疲労を考慮して、実験の準備から終了までを 1 回 90 分程度とし、課題の間に 10 分間の休息時間を設けた。

なお本研究は、日本大学松戸歯学部倫理委員会の承認 (EC11-010) と、各被験者に対して実験の趣旨を説明し同意を得て行った。

結 果

1. 課題の正答率

「歯」課題における正答率は、0度で $99\pm 2\%$ 、90度で $99\pm 3\%$ 、180度で $97\pm 4\%$ 、270度で $99\pm 3\%$ であった。

「文字」課題における正答率は、0度で $100\pm 0\%$ 、90度で $99\pm 2\%$ 、180度で $96\pm 7\%$ 、270度で $98\pm 3\%$ であった。

「手」課題における正答率は、0度で $98\pm 3\%$ 、90度で $98\pm 3\%$ 、180度で $97\pm 4\%$ 、270度で $98\pm 3\%$ であった。

各課題ともに有意差を認めなかった。図5に示す。

2. 「歯」課題における認知傾向

「歯」課題におけるP300潜時、振幅および反応時間は、P300潜時は、0度で $423\pm 105\text{msec}$ 、90度で $470\pm 97\text{msec}$ 、180度で $483\pm 48\text{msec}$ 、270度で $471\pm 94\text{msec}$ であった。P300振幅は、0度で $13.7\pm 4.0\mu\text{V}$ 、90度で $10.5\pm 5.8\mu\text{V}$ 、180度で $10.0\pm 4.9\mu\text{V}$ 、270度で $12.4\pm 4.3\mu\text{V}$ であった。反応時間は、0度で $633\pm 152\text{msec}$ 、90度で $716\pm 127\text{msec}$ 、180度で $785\pm 128\text{msec}$ 、270度で $707\pm 140\text{msec}$ であった。

P300潜時は有意差を認めなかった。P300振幅は0度と180度、反応時間は0度と90度、0度と180度、0度と270度に有意差を認めた ($p < 0.008$)。図6に示す。

3. 「文字」課題における認知傾向

「文字」課題におけるP300潜時、P300振幅および反応時間は、P300潜時は、0度で $394\pm 36\text{msec}$ 、90度で $402\pm 85\text{msec}$ 、180度で $489\pm 79\text{msec}$ 、270度で $445\pm 76\text{msec}$ であった。

P300振幅は、0度で $18.9\pm 6.1\mu\text{V}$ 、90度で $13.8\pm 5.8\mu\text{V}$ 、180度で $12.0\pm 5.0\mu\text{V}$ 、270度で $15.3\pm 5.5\mu\text{V}$

であった。反応時間は、0度で $466 \pm 79 \text{ msec}$ 、90度で $563 \pm 94 \text{ msec}$ 、180度で $760 \pm 162 \text{ msec}$ 、270度で $574 \pm 110 \text{ msec}$ であった。

P300 潜時は0度と180度、90度と180度、P300 振幅は0度と90度、0度と180度、0度と270度、反応時間は0度と90度、0度と180度、0度と270度、90度と180度、180度と270度に有意差を認めた ($p < 0.008$)。図7に示す。

4. 「手」課題における認知傾向

「手」課題における P300 潜時、振幅および反応時間は、P300 潜時は、0度で $434 \pm 119 \text{ msec}$ 、90度で $462 \pm 86 \text{ msec}$ 、180度で $448 \pm 71 \text{ msec}$ 、270度で $442 \pm 112 \text{ msec}$ であった。P300 振幅は、0度で $13.9 \pm 6.1 \mu\text{V}$ 、90度で $10.4 \pm 4.7 \mu\text{V}$ 、180度で $11.1 \pm 5.7 \mu\text{V}$ 、270度で $11.4 \pm 3.8 \mu\text{V}$ であった。反応時間は、0度で $628 \pm 110 \text{ msec}$ 、90度で $758 \pm 141 \text{ msec}$ 、180度で $736 \pm 133 \text{ msec}$ 、270度で $644 \pm 126 \text{ msec}$ であった。

P300 潜時、振幅は有意差を認めなかった。反応時間は0度と90度、0度と180度、90度と270度、180度と270度に有意差を認めた ($p < 0.008$)。図8に示す。

5. 課題ごとの比較

「歯」課題における P300 潜時は $462 \pm 64 \text{ msec}$ 、「文字」課題における P300 潜時は $432 \pm 49 \text{ msec}$ 、「手」課題における P300 潜時は $447 \pm 72 \text{ msec}$ であった。「歯」課題における P300 振幅は $11.7 \pm 3.7 \mu\text{V}$ 、「文字」課題における P300 振幅は $15.0 \pm 4.7 \mu\text{V}$ 、「手」課題における P300 振幅は $11.7 \pm 3.8 \mu\text{V}$ であった。「歯」課題における反応時間は $706 \pm 127 \text{ msec}$ 、「文字」課題における反応時間は $569 \pm 99 \text{ msec}$ 、「手」課題における反応時間は $685 \pm 118 \text{ msec}$ であった。反応時間の「歯」と「文字」、「文字」と「手」に有意差を認めた ($p < 0.017$)。図9に示す。

6. 課題における正答率と主観的難易度

「歯」課題における正答率は $98\pm 2\%$ 、「文字」課題における正答率は $99\pm 2\%$ 、「手」課題における正答率は $97\pm 3\%$ であった。「歯」課題における主観的難易度は 46 ± 27 、「文字」課題における主観的難易度は 24 ± 15 、「手」課題における主観的難易度は 50 ± 19 であった。「歯」と「文字」、「文字」と「手」に有意差を認めた ($p < 0.017$)。図 10 に示す。

7. 課題における近似性

課題の認知情報処理過程における近似性は、被験者ごとに潜時 300~600msec の波形成分を 25msec ごとに 12 区間の面積を求め比較した結果、300~450msec 間において「歯」と「文字」課題、325~450msec 間において「文字」と「手」課題に有意差を認めた。図 11 に示す。

考 察

1. 課題鑑別と心的回転

人間が対象を認知するとき、データ駆動型処理という対象自身の輪郭線やエッジといった刺激特性を強く受けるボトムアップ的な情報処理と、概念駆動型処理という記憶に蓄えられた日常世界に関する知識からくるトップダウン的な情報処理が行われている。パターン認知のプロセスはある対象空間から不変特徴を抽出して、その中からさらに特徴パラメータを抽出し、特徴分析が行われる。その際には入力された信号のみでなく、注意や過去の経験などによる文脈も影響してパターン認知されている¹⁷⁾といわれている。

歯種鑑別のような標的刺激のパターン認知における内的イメージ操作を検討する上で重視されるのが、Shepard & Metzler¹⁸⁾の心的回転 (mental rotation) である。心的回転の存在は、3次元立体の線画を刺激図形として角度差の異なる2つの図形を同時に呈示し、立体イメージを頭の中で一方を回転させて形状が一致するかを判断させる認知実験で証明されている。これまでに回転した物体を認知する場合、イメージした物体を頭の中で回転させて形状認知を行うまでには、一定の時間を要するということが明らかにされており、判断に要する時間は刺激画像間の角度差が大きくなるほど比例して延長すると報告している。また Cooperら¹⁹⁾は、立体的な図形を用いて心的回転の実験を行い、回転しない場合でも呈示図形と同じと判断するのに1秒前後の反応時間を要したが、回転が大きくなるにつれて反応時間は極めて規則的に延長したと報告している。これらは頭の中で心的イメージを回転する速度を表していると考えられており、宮谷ら²⁰⁾もカタカナを用いた同様な実験を行い、回転角度が0~320度までの条件下で行った結果、160~200度付近で反応時間が約700msecに延長したと報告している。本実験の反応時間は「歯」課題で633~785msec、「文字」課題で466~760msec、「手」課題で628~758msecであり、呈示試料は異なるがほぼ同様な反応時間であった。また、「歯」および「文字」課題では回転角度の増加とともに反応時間は180度で最大に延長し、270度で短くなる傾向が認められた。「手」課題では90度の反応時間でやや延長傾向も認められたが、他方向では「歯」や「文字」と同様な傾向を示した。これは心的イメージの回転照合にかかる所用時間が角度の増加に伴い加算されたためと推定され、頭の中で試料を回転させ0度に近づけることで、それが正しいのか否かの判断をしていると考えられる。また、180度に比べて270度が短くなったのは、そのまま時計回りに270度回転して0度にするのではなく、反時計回りで90度回転させて認知しているために、回転照合にかかる時間が短くなったためと考えられる。このことは、ヒトが対象を認知するとき、言語的にイメージされる場合（言語的コード）と絵画的にイメー

ジされる場合（絵画的コード）があるが、今回の結果から試料を絵画的イメージとして認識し、それを頭の中で回転させて判断していることが推察された。以上のことから、本実験課題において心的回転による認知は正しく行われていることが確認できた。

2. 課題における認知傾向について

本実験の課題に対する正答率は、呈示方向によって違いがなく、すべての方向で非常に高い正答率であった。このことから、呈示方向による違いは、被験者の判断応答に大きな影響を示さないことがいえる。しかし、課題における脳認知レベルではどのようなプロセスを経ているか、ERP成分のP300潜時、振幅および反応時間を検討した結果、その発現に違いがみられた。

「歯」課題において、P300潜時は0度で最も短く、180度で最も延長傾向を認めた。P300振幅は0度で最大、180度で最小であった。反応時間は0度で最も短く、180度で最も延長した。「文字」課題において、P300潜時は0度で最も短く、180度で最も延長した。P300振幅は0度で最大、180度で最小であった。反応時間は0度で最も短く、180度で最も延長した。「手」課題において、P300潜時は0度で最も短く、90度で最も延長傾向を認めた。P300振幅は0度で最大傾向を認め、90度で最小傾向を認めた。反応時間は0度で最も短く、90度で最も延長した。

ERP波形成分の中でも、P300は能動的に情報を処理するときの脳内プロセスに関連している¹¹⁾といわれ、課題により影響を受けやすく認知機能を反映することが知られている。P300潜時は刺激評価時間を、P300振幅は認知過程における文脈あるいは作業記憶の更新や課題遂行に必要な処理容量を反映するといわれ、P300潜時、振幅は、課題が困難になると潜時が延長し、振幅が減少すること^{21, 22)}がこれまでに報告されている。またP300と同様の指標として反応時間があり、脳内の刺激処理系と判断後ボタン押しなどの反応処理系の両者から影響を受ける²³⁾といわれており、従来から評価項目

として実験に多用されている²⁴⁾。

本実験の「歯」の鑑別では、0度でP300潜時が短く、振幅の増加および反応時間が短くなったことから、他の方向に比べて少ない処理容量で、しかも情報処理時間が早いため認知しやすい方向であったことが示唆された。0度は頬側が上方を向いた状態で、教科書などによく記載されているため日常的によく見る方向である。したがって、これまでの学習効果から形式知としての教科書的パターンが形成されており線画のパターンマッチングがしやすく、特徴抽出しやすかったと考えられる。先行研究である海老原¹³⁾の報告と同様の歯種である下顎右側第一大臼歯の呈示試料においては、潜時、振幅はほぼ同じ傾向を認めた。歯の鑑別時のパターン認知には、歯の鑑別時のパターン認知には、特徴を抽出しながら判断するボトムアップ的な特徴分析モデルによる情報処理と同時に教科書的な知識による文脈効果が強く反映していることが推定された。

「文字」の鑑別では、0度でP300潜時が短く、振幅の増加および反応時間が短くなったことから、「歯」の鑑別と同様に他の方向に比べて少ない処理容量で、反応処理時間が早いため認知しやすい方向であることが示唆された。また180度においてはP300潜時の延長、振幅の減少および反応時間の延長したことから、多くの処理容量が必要で情報処理時間がかかっているため認知しにくい方向であったことが示唆された。文字は一般的に0度の位置で形を習得し、日常生活において使用している。また、今回使用した文字はカタカナであり、文字の性質上、点や直線などの単純化された構造のため特徴抽出や形状認知はしやすいと考えられる。また、倒立像としての180度の文字認識は、ボトムアップ的な情報処理やトップダウン的な情報処理を行うことは可能と考えるが、0度と比較すると回転照合のしにくさは否めない。その結果、P300振幅の減少や反応時間の延長が認めたと考えられる。

「手」の鑑別では、0度でP300潜時が短く、振幅の増加および反応時間が短くなったことから、「歯」の鑑別と同様に他の方向に比べて少ない処理容量で、しかも情報処

理時間が早いため認知しやすい方向であったことが示唆された。また 90 度においては P300 潜時の延長、振幅の減少および反応時間の延長を認めることから、多くの処理容量が必要で、情報処理時間がかかっているため認知しにくい方向であったことが示唆された。Amorim ら²⁵⁾は、物体の視覚的イメージを回転させる心的回転においては、回転と対応して実際に手を回転させることにより、心的回転の効率が促進されることを報告し、石橋²⁶⁾は物体や文字等を用いる場合と異なり、反応時間が実際の手の運動制約に即し、被験者自身の手の状態の影響を受けると報告している。本実験で認知しにくいとされた 90 度は、自分の手をもとにイメージするには困難な角度で、他の方向に比べ、P300 潜時の延長、振幅の減少および反応時間の延長を認めたことからイメージの運動制約が存在するためと考えられた。

以上のように「歯」「文字」「手」課題それぞれにおいて、回転角度における特徴の違いを抽出できた。

3. 課題の難易性と認知情報処理過程の近似性

本実験の目的は、「歯」「文字」「手」の模式図を用いて、認知過程にどの程度の違いがあるか、またカテゴリ間の近似性について、ERP や反応時間等の測定結果から認知心理学的に明らかにすることである。

本実験において P300 潜時は「文字」課題が 432msec で最も短く、次いで「手」課題で 447 msec, 「歯」課題は 462 msec であった。P300 振幅は「文字」課題が 15.0 μ V で最も大きく、次いで「手」と「歯」課題の 11.7 μ V であった。反応時間は「文字」課題が 569msec で最も短く、次いで「手」課題で 685 msec, 「歯」課題は 706 msec であった。VAS における課題の主観的難易度は、「文字」課題が 24 で最も小さく、次いで「歯」課題で 46, 「手」課題は 50 であった。

「文字」課題は、「手」「歯」に比べ P300 潜時が短く、P300 振幅の増加および反応時

間が短くなり、主観的難易度が最も低いことから他課題に比べ認知しやすいことが明らかになった。本実験の「文字」課題は「歯」や「手」課題と比べ、簡単な形状からマッチングが容易であるため効率的に処理され、そのため処理容量に余裕ができ、情報処理時間が短くなったと考えられる。「歯」の外形や咬頭の大きさなどの形状的特徴は、一般的な既知の知識ではないため、文脈効果によるトップダウン的な処理が困難であることが推察される。そのため「歯」は「手」課題に比べ難易度が高く、P300潜時が延長し、振幅の低下および反応時間の延長を予想した。しかし、本実験の結果では、「歯」と「手」課題においては、P300潜時、振幅および反応時間、主観的難易度に大きな差は認めなかった。これは、今回の被験者が臨床実習中の歯科学生で、低学年から基礎、臨床講義や実習などにより、歯の解剖学的特徴に対する知識を既に習得し、「歯」課題の鑑別正解率が97~99%であることから、「手」課題と同じ程度の特徴抽出という専門知識の獲得が成されているためと考える。

入戸野²⁷⁾は、time-windowが長く複数の成分が重畳している場合、時間ポイントごとに統計検討をすることで確かめられると報告している。そこで通常P300成分の比較は、決められたtime-window内における頂点潜時や頂点振幅を用いるが、課題の認知情報処理過程の近似性を比較検討する場合、P300成分の頂点潜時や頂点振幅のようなある一点のみの比較だけでは不十分と考え、潜時300~600msecについて25msecごとに面積を求め、情報処理過程の時間帯ごとの変化について比較検討を行った結果、300~450msec間で「歯」と「文字」課題、325~450msec間で「文字」と「手」課題に有意差を認めた。

P300は一般的にP3aとP3bの2つの成分が重畳していることが知られており、P3aはP3bに比べて、潜時が60~80msec短く、前頭-中心部寄りに分布し、P3aは注意の定位に、P3bは認知符号化処理の終結あるいは作業記憶の更新に関連する^{28, 29)}といわれている。本実験における300~450msecは判断における注意の定位などパターン認知に近

い処理過程である P3a 成分に違いがあることが示唆された。「文字」課題は、特徴抽出の難易度も低く、文脈効果によるトップダウン処置が容易にできることから認知情報処理過程のなかでも早期に受動的注意によって引き出された評価過程に関連した P3a 成分が優位に出現したと考えられる。

身体の一部である「手」の認知情報処理過程は、「文字」課題のような形態などの文脈効果によるトップダウン処理と運動制約や自己中心参照枠¹³⁾に見られるような脳内においてイメージ生成や変換に関して身体図式を基にした記憶や知識の照合をしながら処理を行っているといわれている。本実験は、自己中心参照枠でも特に身体中心参照枠の例としてよく用いられる「手」に対して、頭部に位置づけられた座標系である「歯」が同じ身体参照枠の中でどのような関係性を持つか、潜時 300～600msec 間を 25msec ごとに区分けし、P300 について詳細な検討を試みたが、その差を見出すには至らなかった。

結 論

歯種鑑別時の認知過程の解明を行うため、異なるカテゴリーである「文字」や「手」の認知過程について認知心理学的観点から P300 潜時、振幅および反応時間等を用いて検討した結果、以下の結論を得た。

1. 「歯」課題は、0 度で P300 潜時は短く、振幅の増加および反応時間が短くなったことから、認知しやすい方向であった。
2. 「文字」課題は、0 度で P300 潜時は短く、振幅の増加および反応時間が短くなったことから、認知しやすい方向であり、180 度で P300 潜時の延長、振幅の減少および反応時間の延長を認めることから、認知しにくい方向であった。
3. 「手」課題は、0 度で P300 潜時は短く、振幅の増加および反応時間が短くなったことから、認知しやすい方向であった。
4. 「歯」課題は、「文字」課題に比べ難易度が高く、「手」課題と認知情報処理過程において近似性が高かった。

以上のように、P300 を用いて歯種鑑別の課題遂行時の身体図式に関わる脳内情報処理について認知心理学的に検討を行った結果、歯種鑑別におけるパターン認知は「文字」に比べ、「歯」と「手」はより高度な認知機能が行なわれていることが推察され、認知情報処理過程に近似性があることが示唆された。

参考文献

- 1) 笹原廣重, 伊藤孝訓, 戸田博文, 他: 歯科医師のX線診断過程におけるパターン認識—根尖性歯周炎の標準パターンの抽出と認識—. 日口診誌, 5 : 98-105, 1992.
- 2) 山野博可, 笹原廣重, 音琴三郎, 他: アイマークレコードシステムによる読影者の視覚行動. 歯放線, 14 : 1-7, 1974.
- 3) 井出壺也: 視覚行動による X線読影時の診断思考過程に関する研究. 日口診誌, 6 : 216-226, 1993.
- 4) 伊藤孝訓, 戸田博文: パノラマX線写真読影時における歯科医師の意思決定と注視点解析. 日口診誌, 13 : 29-41, 2000.
- 5) 関 真之: 事象関連電位による歯科医師の認知過程に関する基礎的検討. 日口診誌, 7 : 213-227, 1994.
- 6) 青木伸一郎: 事象関連電位による歯科学学生の学習利得に関する認知科学的検討. 日口診誌, 11 : 205-219, 1998.
- 7) 井田聡子: 直感的思考様式に関連した事象関連電位の成分分析. 日口診誌, 18 : 189-198, 2005.
- 8) Näätänen, R., Gilliland, A.W.K. and Mäntylä, E.: Only selective attention effect on evoked potential reinterpreted. Acta Psychologica 42 : 313-329, 1978.
- 9) Ritter, W. and Vaughan, H.G.: Average evoked responses in vigilance and discrimination. Science 164 : 326-328, 1969.
- 10) Kutas, M., McCarthy, G., Donchin, E.: Augmenting mental chronometry: The P300 as a measure of stimulus evaluation time. Science, 197 : 792-795, 1977.
- 11) 入戸野 宏: 心理学のための事象関連電位ガイドブック. 第3版, 北大路書房, 東京, pp.18-26, 2009.

- 12) 大山和次, 青木伸一郎 : 歯のパターン認知における解剖学的構成要素の役割. 日口
診誌, 25 : 113-120, 2012.
- 13) 海老原智康 : 歯のパターン認知における心的回転にともなう事象関連電位の変
化. 日口診誌, 26 : 141-148, 2013.
- 14) 乾 敏郎, 吉川左紀子, 川口 潤 : よくわかる認知科学. 第1版, ミネルヴァ書
房, 京都, pp60-65, 2010.
- 15) 朝倉暢彦, 水原啓暁, 笹岡貴史, 他 : 身体図式を基礎とした動的イメージ生成の脳
内メカニズム (2) —物体のイメージ機能と認識—, 信学技報. NC, 2010-147:119-124,
2011.
- 16) Wexler, M. , Kosslyn, S.M. and Berthoz, A.: Motor processes in mental rotation. *Cognition*, 68 :
77-94, 1998.
- 17) 八木昭宏 : 知覚と認知. 第1版, 培風館, 東京, pp.84-97, 2004.
- 18) Shepard, R.N. and Metzler, J.: Mental rotation of three-dimensional objects. *Science*, 171 : 701-703,
1971.
- 19) Cooper, L.A. , and Shepard, R.N.: Turning something over in the mind. *Scientific American*,
12 : 106-115, 1984.
- 20) 宮谷真人, 永野真紀子 : 文字の心的回転にともなう事象関連電位の変化. 広島大学
大学院教育研学科紀要, 51 : 187-194, 2002.
- 21) Donchin, E. and Coles, M.G.H.: Is the P300 component a measure of context updating? *Behavioral
and brain Sciences. Science*, 11 : 357-374, 1988.
- 22) Cacippo, J.T., Crites, S.L.Jr, Gardner, W.L., et al.: Bioelectrical echoes from evaluative
categorizations : LA late positive brain potential that varies as a function of trait negativity and
extremity. *J Personality and Social Psychol*, 67 : 115-125, 1994.

- 23)大沼 歩, 木村 格, 成川弘治, 他: 聴覚弁別作業時の事象関連電位と反応時間との関連性について—正常者での検討—. 臨神経, 28 : 781-788, 1988.
- 24)井上由紀子, 山根一人, 大河俊博: 反応時間の学習効果について—特に健常人に対する検索—. 理療のための運動生理, 6:1-4, 1991.
- 25)Amorim, M.A. , Isableu, B. , and Jarraya, M.: Embodied spatial transformation ; body analogy for the mental rotation of objects. J.Exp.Psychol.Gen., 135 : 327-347, 2006.
- 26)石橋 遼: 手のメンタルローテーション課題における被験者自身の手の状態の影響. 電子情報通信学会技術研究報告.HIP, ヒューマン情報処理, 105 : 125-129, 2005.
- 27) 入戸野 宏: 事象関連電位(ERP)と認知活動: 工学心理学での利用を例に. 行動科学, 42 : 25-35, 2003.
- 28)Halgren, E. , Marinkovic, K. and Chauvel, P.: Generators of the late cognitive potentials in auditory and visual oddball tasks. Electroencephalogr Clin Neurophysiol, 106 : 156-164, 1998.
- 29) Knight, R. T., and Scabini, D.: Anatomic bases of event-related potentials and their relationship to novelty detection in humans. J Clin Neurophysiol, 15 : 3-13, 1998.

英文抄録：

Event-related potentials related to pattern recognition of teeth based on body schema

KATSUHIKO KUWAHARA

Abstract:

This study was compared about the cognitive process of letters, hands and tooth types differentiation using P300 which are waveform components of ERP.

We instructed 17 fifth-year clinical interns to examine diagrams of teeth, letters, and hands rotated at varying degrees. Based on waveforms elicited in the medial parietal region, P300 latency and amplitude, correct response rates, and reaction times were determined. We also measured the area of the twelve segments between 300 and 600 msec.

The results show that the P300 latency for tooth differentiation is longer, P300 amplitudes smaller, and reaction times longer than for letter differentiation. However, the three parameters for tooth differentiation were generally comparable to those for hand differentiation. Differences in the area for segments from 300 to 450 msec were observed between teeth and letters and between letters and hands.

The results suggest that the difficulty of cognitive processing for differentiating teeth is similar to that for hands, but greater than for letters.



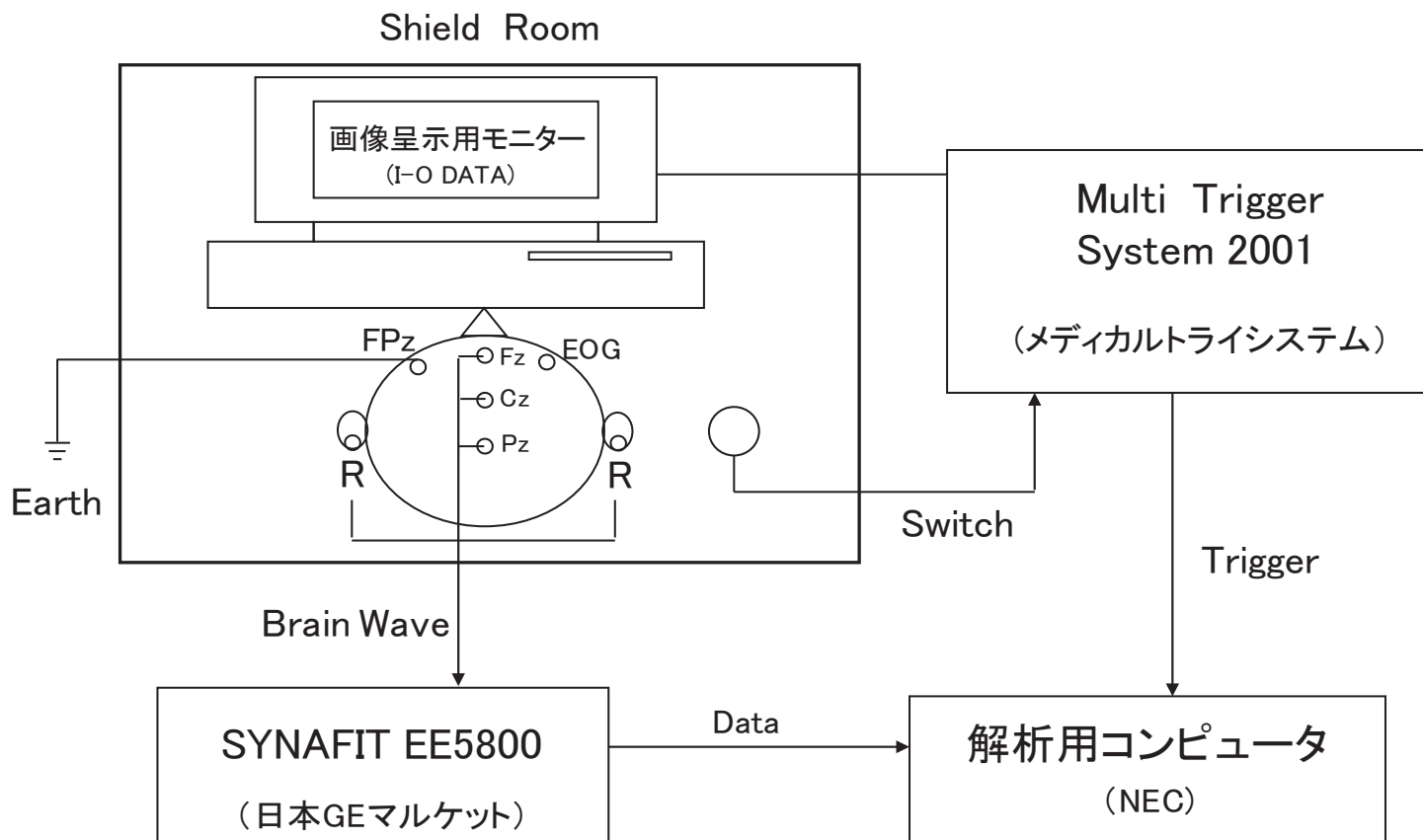
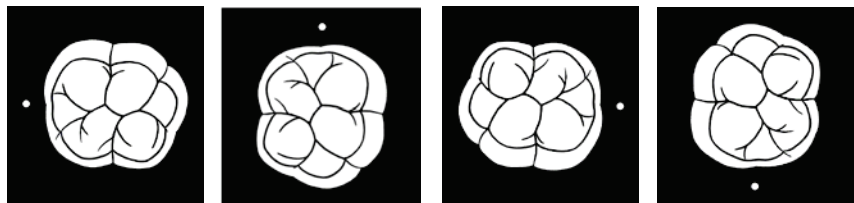


図1 ERP測定解析システム

標的的刺激(下顎右側第一大臼齒)



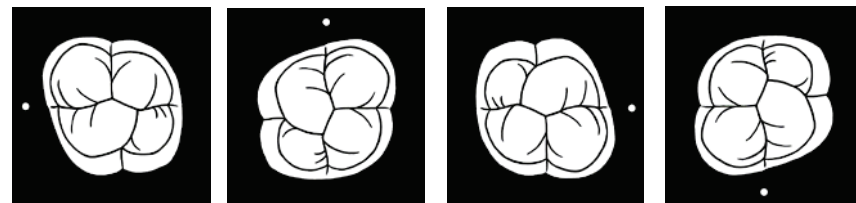
0度

90度

180度

270度

非標的的刺激(上顎左側第一大臼齒)



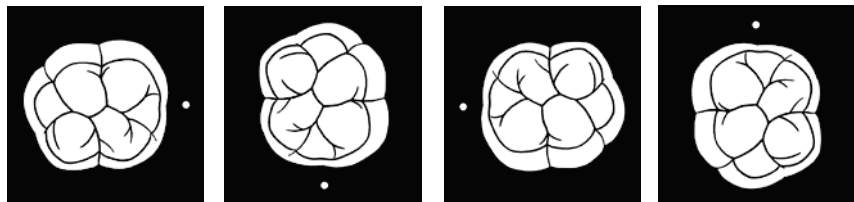
0度

90度

180度

270度

非標的的刺激(下顎左側第一大臼齒)



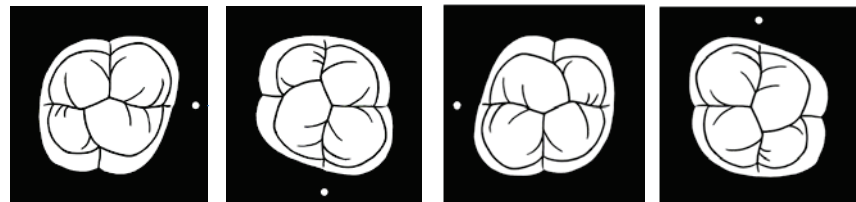
0度

90度

180度

270度

非標的的刺激(上顎右側第一大臼齒)



0度

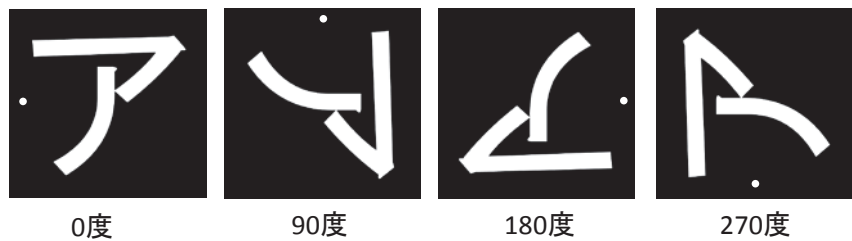
90度

180度

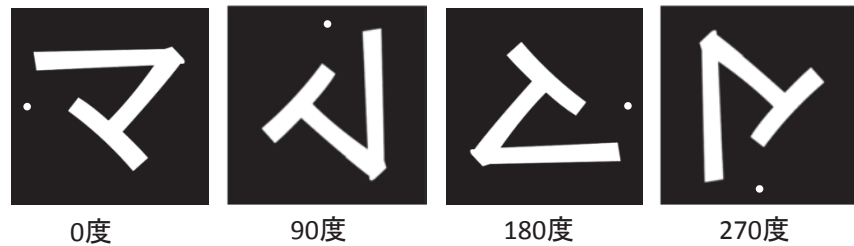
270度

図2 「歯」課題に用いた模式図

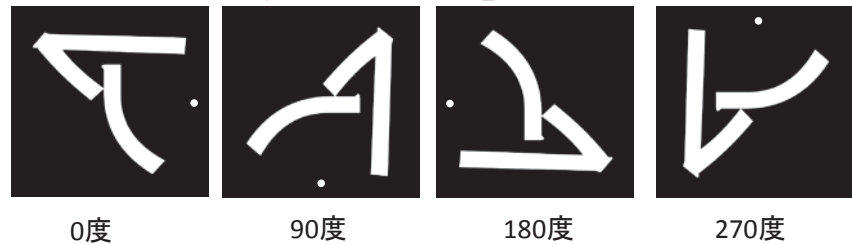
標的刺激(正立文字「ア」)



非標的刺激(正立文字「マ」)



非標的刺激(鏡映文字「ア」)



非標的刺激(鏡映文字「マ」)

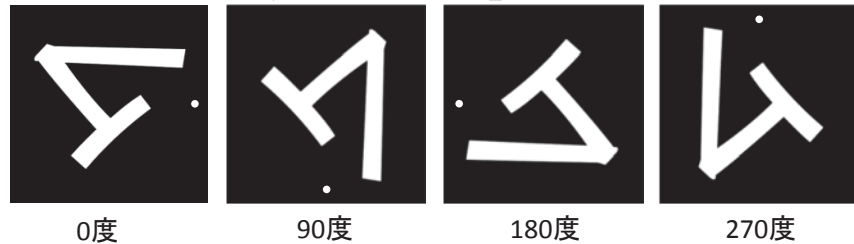
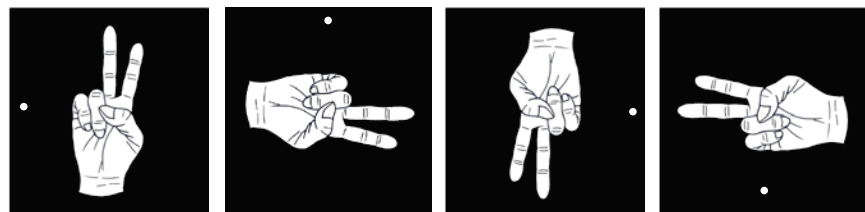


図3 「文字」課題に用いた模式図

標的的刺激(右手第2指, 第3指)



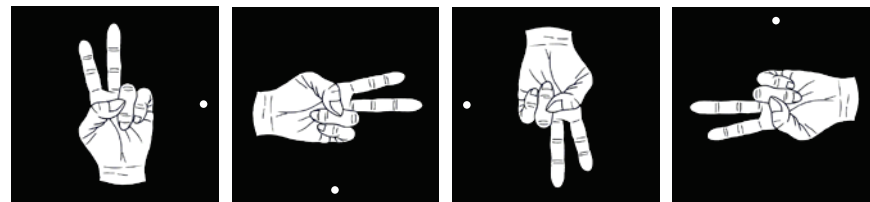
0度

90度

180度

270度

非標的的刺激(左手第2指, 第3指)



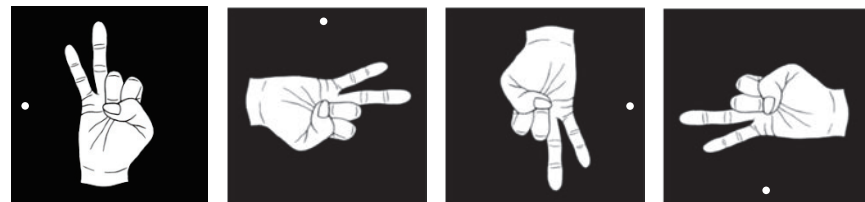
0度

90度

180度

270度

非標的的刺激(右手第4指, 第5指)



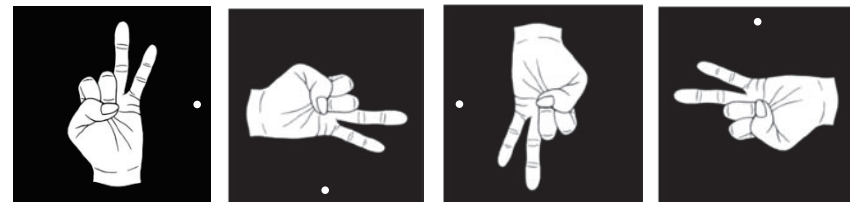
0度

90度

180度

270度

非標的的刺激(左手第4指, 第5指)



0度

90度

180度

270度

図4 「手」課題に用いた模式図

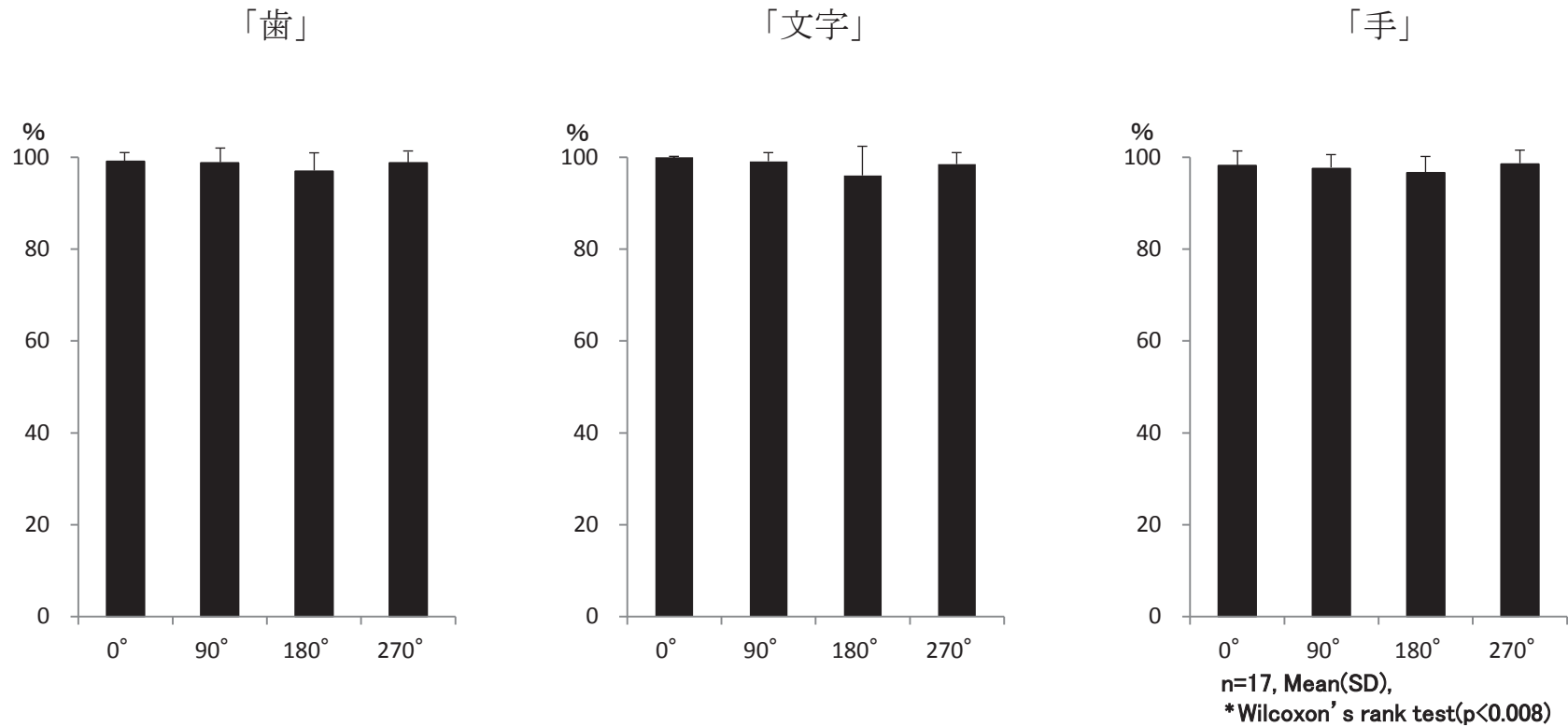


図5 課題の正答率

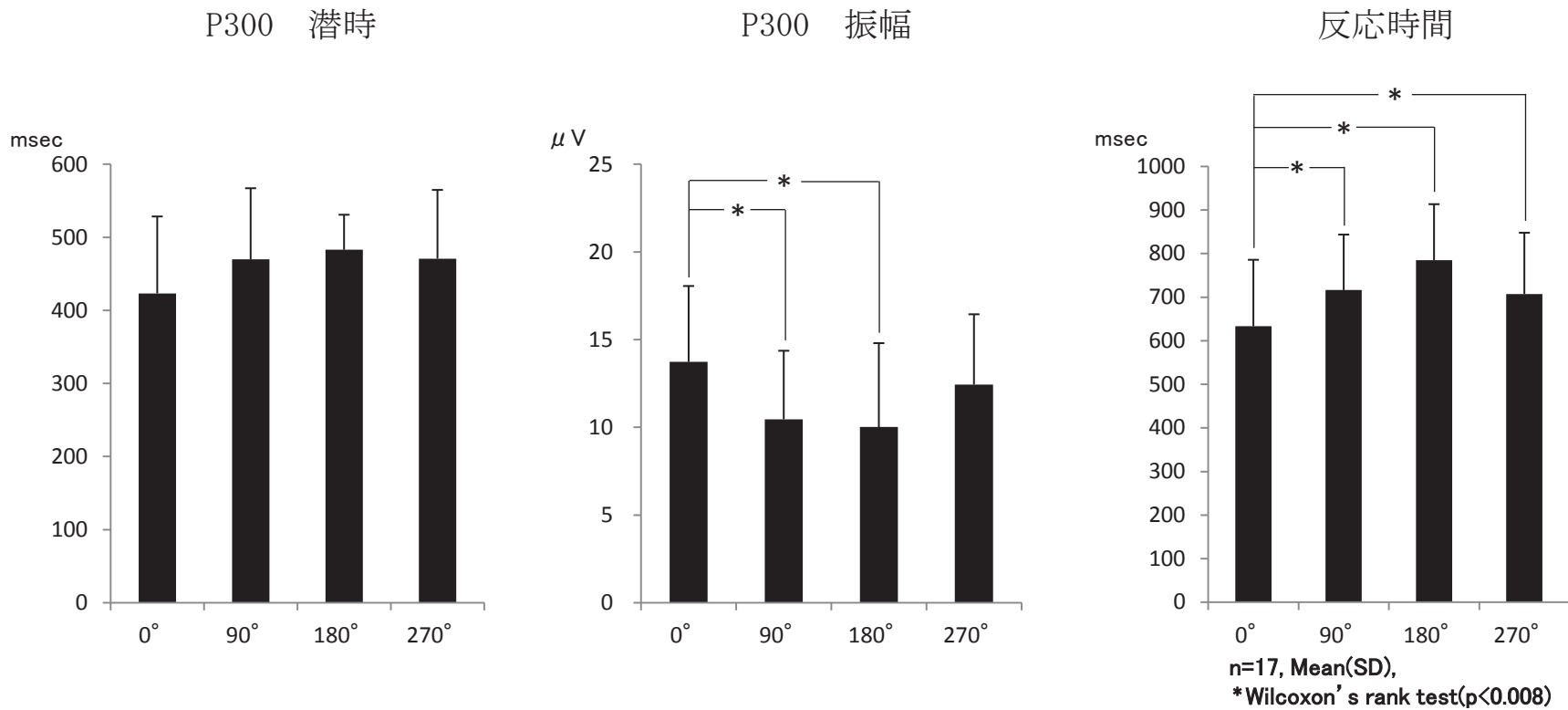


図6 「歯」課題の角度別P300潜時，振幅および反応時間

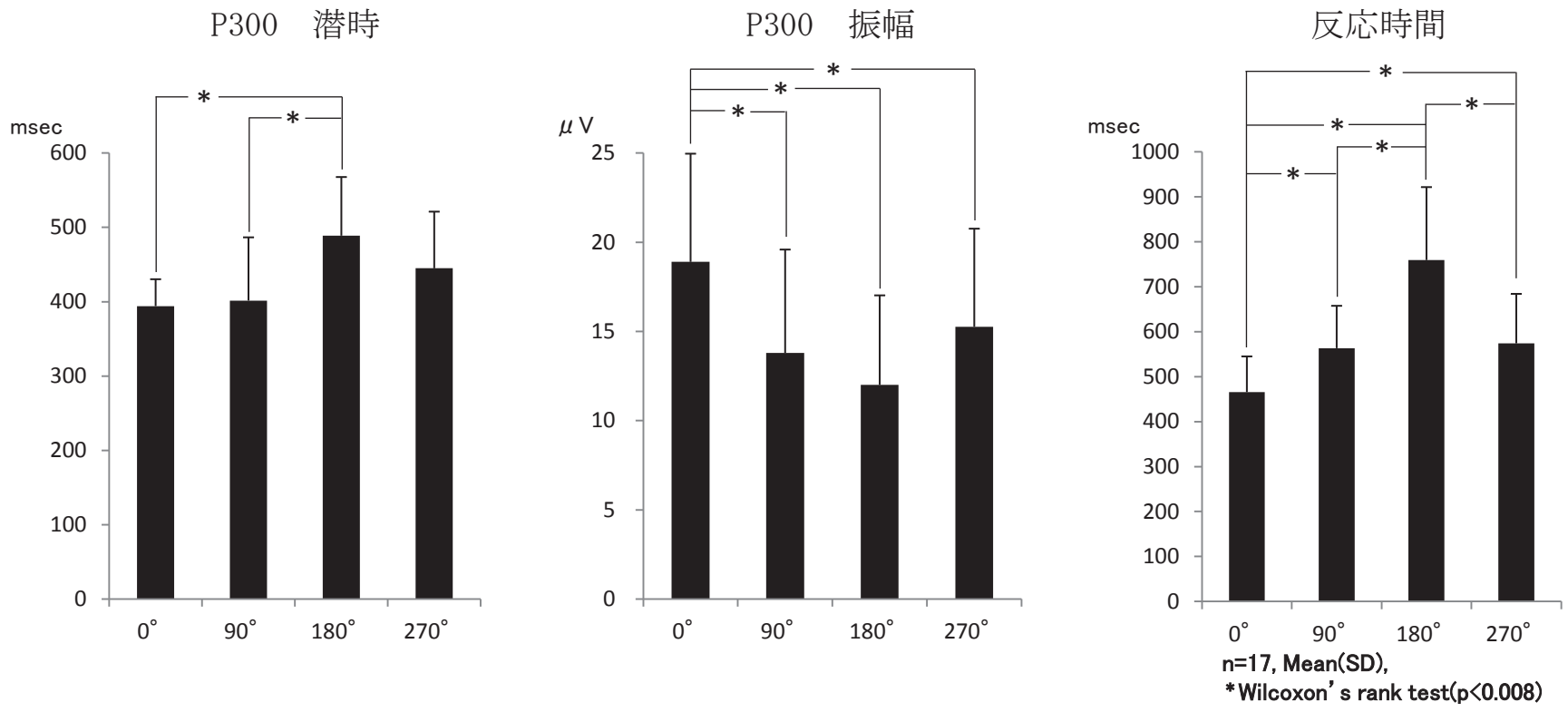


図7 「文字」課題の角度別P300潜時，振幅および反応時間

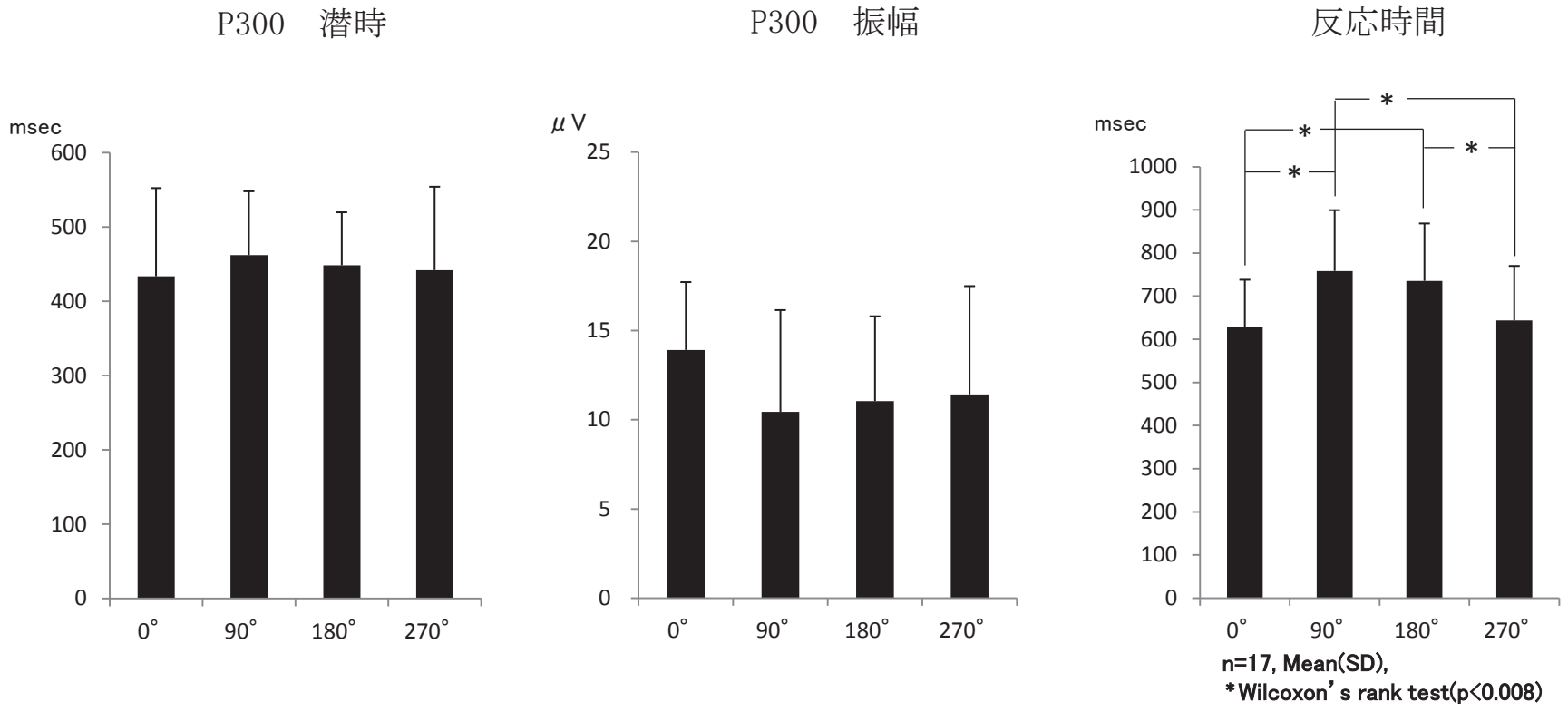
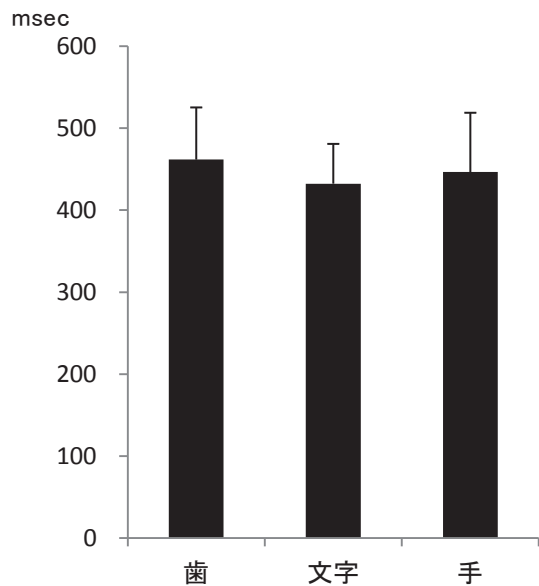
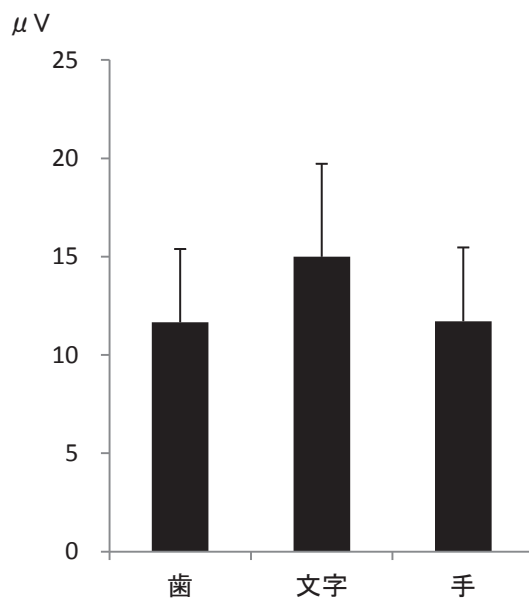


図8 「手」課題の角度別P300潜時，振幅および反応時間

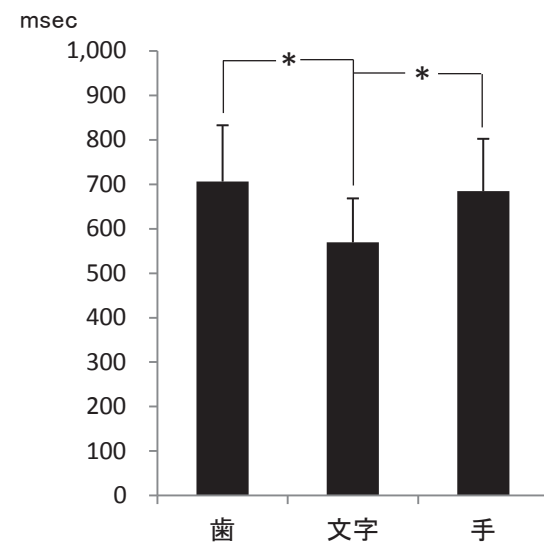
P300 潜時



P300 振幅



反応時間



n=17, Mean(SD),
*Mann-Whitney U test (p<0.017)

図9 課題ごとのP300潜時, 振幅および反応時間

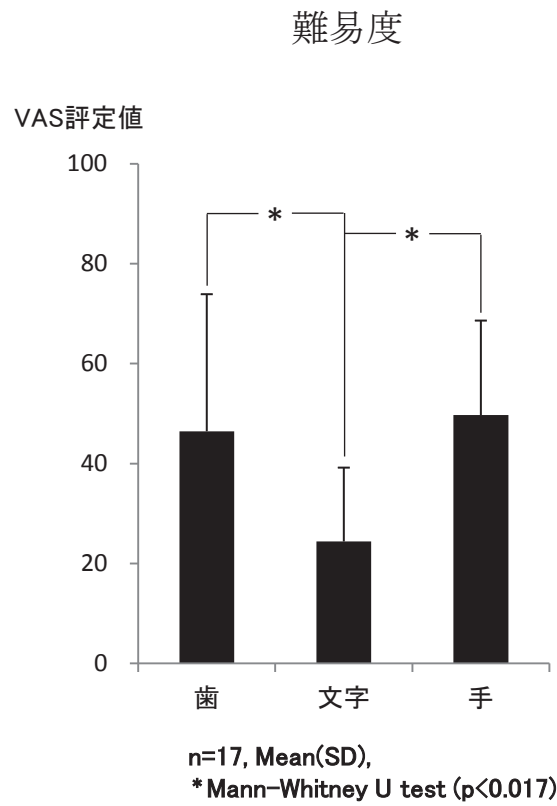
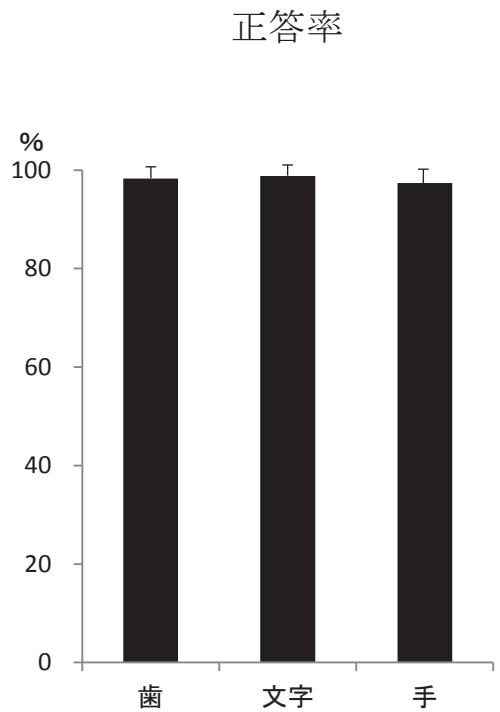
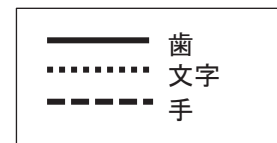
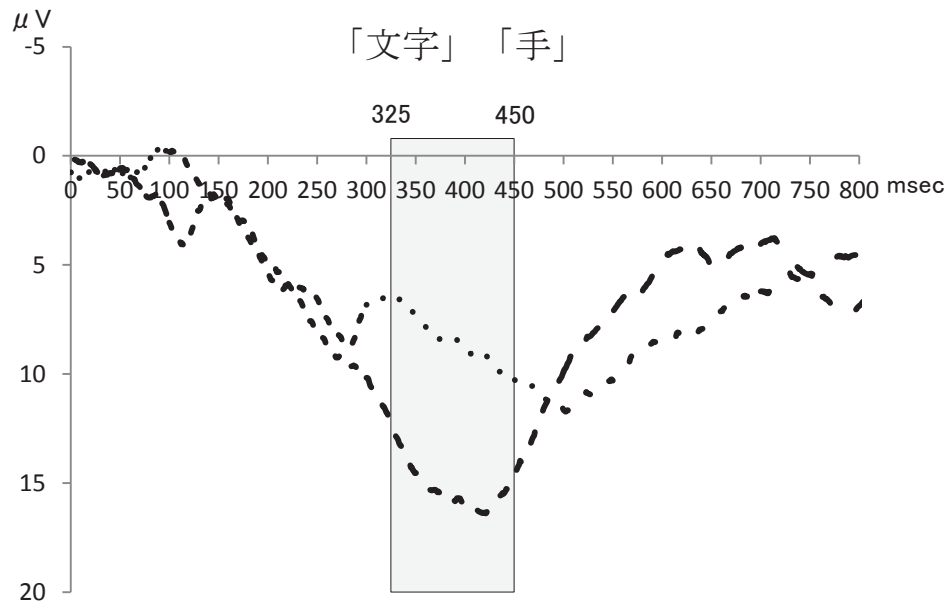
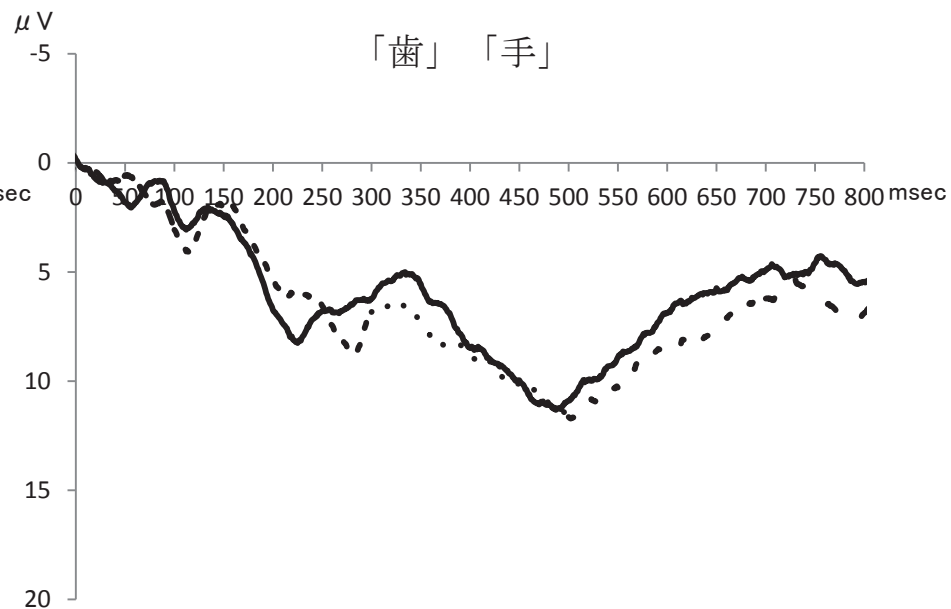
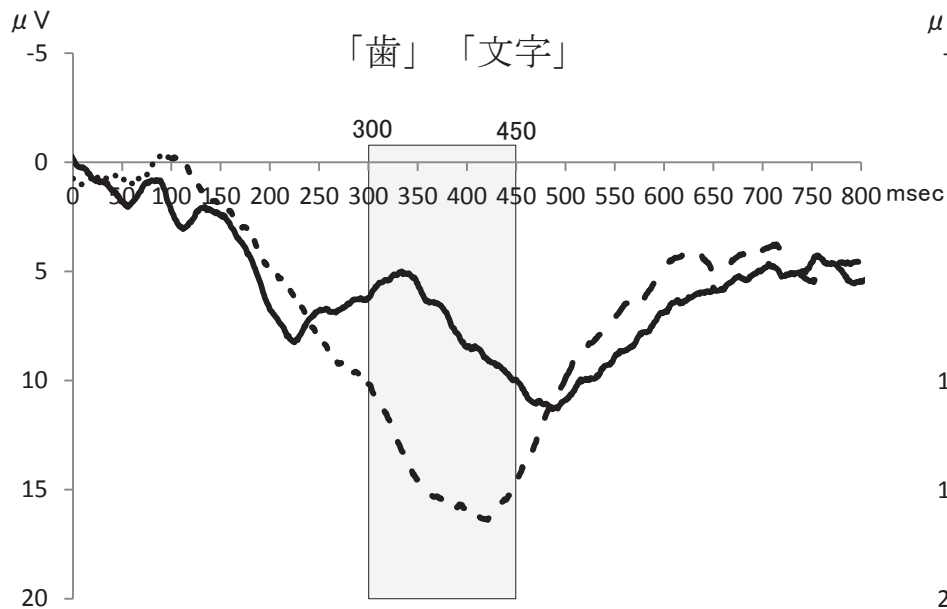


図10 課題ごとの正答率，難易度



□ Mann-Whitney U test ($p < 0.017$)

0度の潜時300~600msecの波形成分において25msecごとに12区間の面積を求めた(n=17)。課題間に有意差を認めた区間を枠線で示す。

図11 課題における面積の比較