

比較決定過程の時間分析による 陽性緩電位変動 (P300) の検討

柳 原 正 文

問 題

ヒトの脳誘発電位は、刺激入力に対する中枢の応答過程を時間軸上にとり出したものである。この電位応答の総過程には、刺激が感覚特殊系を介して皮質感覚野に達するまでの感覚過程が含まれるほか、連合野における認知系の機序も介在することが予想されている。

図1は、誘発電位の諸成分とこれに対応する認知情報処理の系列を時間経過に沿って対比したものである。刺激後数十msecまでに現われる成分(図中I~VI, No~Pa)は、刺激モダリティーに特異的な成分構成をとり、しかも刺激強度にも敏感な応答を示す。こうした応答特性から、早期に観察される諸成分は感覚ないし知覚過程を反映した電位活動と考えられており、現に、聴覚系刺激に対するI~VIの成分は内側膝状体までの経路に対応することが確認されている。これに対して、潜時にしておよそ100msec以降に出現する成分にはこうした刺激束縛的な機制は認められない。これらの中一長潜時成分は、刺激に対して生ずる内部の認知過程に呼応した反応とみるものが多く、たとえばDonchinら(1979)は内発性成分(endogenous component)と呼んで、これを短潜時成分の発現機制と区別している。

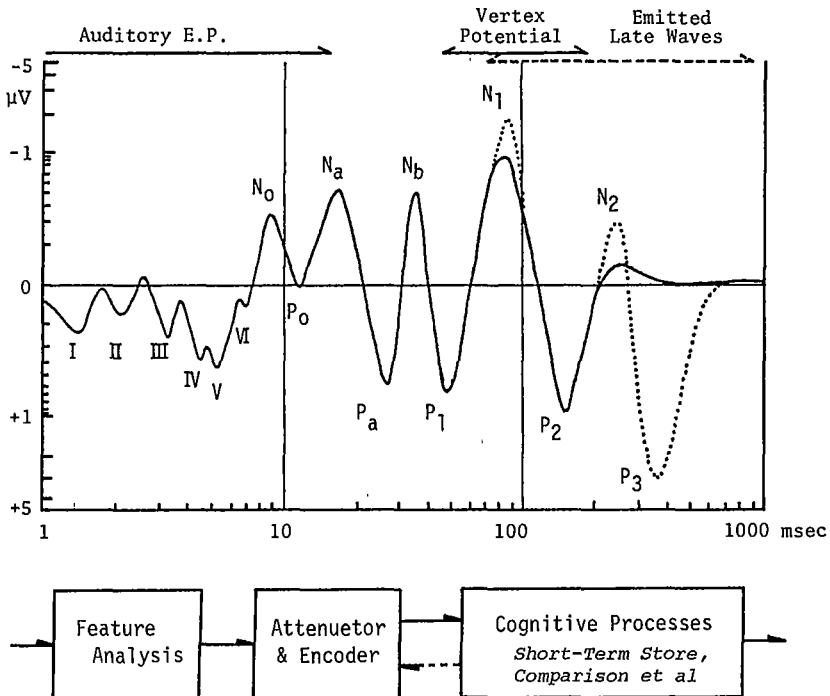


図1 誘発電位および認知情報処理の時間過程 (Hillyard (1979) を大幅に改編)

潜時300~400 msecに観察される陽性緩電位変動(図中P₃、以下P300)は、Suttonら(1965)の報告以来、刺激の媒介系によって誘発される長潜時成分として注目を集めている。Ritterら(1972)によれば、同一の物理的刺激を用いても、刺激からの意味抽出の成否いかんでP300の動態は異なるという。そのうえ、たとえ現実刺激を欠いていても、刺激表象を働かせるように促すだけで本成分が出現するという事実もある(Suttonら、1967)。これらの知見はいずれも、P300の発現が刺激所与の感覚過程には依存せず、刺激からの媒介系の発動によるものであることを示したものと見える。

しかしこの媒介系の機序をどこに求めるかについては、残された問題として議論が多い。主な動向としては、Donchinを中心とするイリノイ大学グループが刺激分析(stimulus evaluation)に、Hillyardらが反応決定(decision making)にそれぞれ特異的過程を見い出そうとしているのに対し、他方、vigilanceなどの非特異的な注意系との関係を重視する見解もある。ところが、これまでの研究の多くは、認知情報処理の観点から媒介系の機序を捉える枠組みを示しながら、必ずしも処理ステージ構成に立ち入った議論まで展開しているわけではない。この意味で、P300が真に特異的な媒介系に触発されて発現するのか、あるいは幾つかのステージの複合過程に非特異的に反応しているのか、という問題は依然未解決のままだというのが現状であろう。

本研究は、P300の中枢発現機序を論ずる際の以上の問題点をふまえて、反応時間パラダイムによる時間過程分析の視点を導入したものである。ここでは反応時間の分析に基いて処理過程の時間経過をまず明らかにし、P300潜時の時間関係を中心にその発現機序を考察するつもりである。

実験の計画と方法

実験課題の構成

同一の物理的刺激を用いて、刺激媒介過程の異なる四つの課題条件を設定した。課題は、視覚提示された文字対の異同判断(same-different judgement)を求めるものである。図2に掲げるように、各課題条件は異・同の判定基準および判定のための照合操作に基いて設計されている。形態N(physical matching)、形態R(physical matching-reversed)の二条件は文字刺激の形態素(grapheme)の一致・不一致を基準に応答すればよく、形態Rは刺激が左右上下反転して提示される点のみが形態Nと異なっている。名称(nominal matching)は、常に片カナと平カナが対提示され、両者の音素(phoneme)の一致・不一致を判断しなければならない。母音(vowel matching)の刺激状況は名称課題と同じであるが、ここでは母音の共通性のいかんが判定の根拠となる。

	Physical Matching (normal)	Physical Matching (reversed)	Nominal Matching	Vowel Matching
Stimulus	る か	る か	る カ	る カ
	(/ru/-/ka/)		/ru/-/ka/	/ru/-/ka/ //u/-/a/
Code	Visual Code	Visual Code	Nominal Code	Vowel Code

図2 実験課題の構成

四種の課題条件間の処理操作の違いは、継時的に生起する二つの処理ステージに及んでいる。ひとつは、刺激を判定基準に従って比較できるように符号変換を図っておく符号化ステージである。他ひとつは、符号同志を比較し、反応の決定を行う比較決定ステージであって、このいずれの処理ステージを欠いても応答は成立しない。

符号化ステージにおける課題間の処理操作の違いを処理ステップの面から比較することにした。形態N、形態Rともに形態特徴の照合が求められているから、この場合には現前の視覚刺激をそのまま視覚符号として利用すればよい。これに対して名称では、視覚符号を音韻符号(図中/ru/, /ka/)へ変換する操作が余分に加わる。母音課題ではさらに音韻符号を母音符号(図中/u/, /a/)へと再度変換する過程が付加されており、ステップ数からみる限り、形態N、形態R<名称<母音の関係が成り立っている。

ところで符号化のステージでは形態Nが視覚符号化のみに留まるのかという疑問が生じる。すなわちこの条件では、課題としては必ずしも要求されていない文字としての認識(音韻符号化)が付け加わる可能性が予想されるのである。伊沢ら(1979)は、このような符号の形成ないし運用を符号の自動使用と呼び、課題として要求された場合の稼動使用と区別している。彼らによれば、形態Nのような冗長な刺激状況ではこの自動使用が作動する公算が大きく、その場合には符号化ステージのみならず比較決定ステージも促通されるという。仮りにこうした機制が働くものと想定すると、符号化ステージで消費する時間は、形態N、形態R、名称、母音の順で遅延することになる。

引き続き比較決定ステージの検討に移りたい。上述の符号自動使用の問題からも推測されるように、符号化ステージに加わる負荷は比較決定のステージにも相関的に及ぶものとみなければならない。今、「同じ」の反応が生成される場合を考えてみると、符号自動使用の行われる形態Nは視覚符号、音韻符号ともに一致しており、照合のための符号が視覚符号に限定される形態Rに較べると有利な条件設定になっている。これに対して名称は、視覚、音韻の二つの符号化が行われ、このうち照合には音韻符号を利用することが求められているため、視覚符号は常に不一致(片カナ-平カナ)で音韻符号の一致を検出することになる。この意味で名称条件の場合には、雑音成分が混入している分だけ不利な状況といふべきであろう。母音はこの関係が一層悪化していて、視覚、音韻、母音の三種の符号のうち母音符号のみを抽出して照合を行わねばならず、負荷量は最大の条件だといえる。これらは、いうならば照合に必要な符号の運用の面で生じる問題で、この点に関する限り、形態N、形態R、名称、母音の順で負荷は大きくなっていく。

しかし比較決定ステージに加わる負荷はこのような符号運用上の問題だけではない。図3は、直列二重処理系モデル(sequential dual-processor)によって照合決定の過程を解

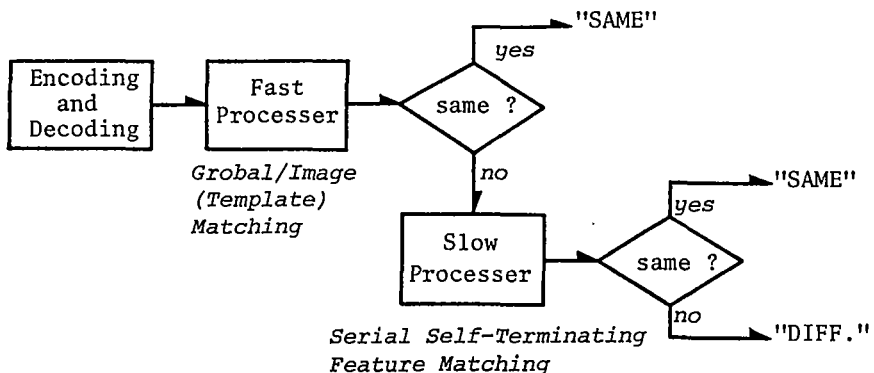


図3 異同認識の直列型二重処理モデル

く論理を示した伊沢ら（1978）の模図である。このモデルの特徴は二重の照合機構を予想している点であって、この結果「同じ」の反応生成は異なる二つの系から出力されるといふ現象が生じる。

図左のブロックに示すように符号化された刺激対が入力されると、これらはまず高速プロセッサ（fast processor）に入り、刺激の概略イメージによって「同じ」の検出が試みられる。この時点で一致が確認されるとただちに「同じ」の反応が出力されるが、確認できない場合には低速プロセッサ（slow processor）に送られる。ここでは符号対の対応する特徴が逐次照合され、不一致が検出されると「違う」を出力する中途打ち切り照合が行われる。したがって低速プロセッサから出力される「同じ」は、全要素の照合を終える必要があるため、「違う」に較べて時間が延長する。高速プロセッサで処理されるかどうかは、専ら処理容量によって決定されるので、たとえば視覚符号など構成要素の多いものはその容量を超えることが確認されている（前掲論文）。

このモデルから実験課題の照合決定の過程を予想すると、視覚符号しか利用できない形態Rの条件だけが処理系が異なるように思われる。他の三条件はいずれもイメージによる照合が可能なので、「同じ」が「違う」より速く反応されるのに対し、形態Rはその逆の関係になるものと推定され、このため消費時間も形態Rのみが増大する公算が大きい。

以上に述べた課題間の処理過程の相違に基いて、反応時間の関係を要約しておきたい。時間差を生ずる処理過程としては、符号化ステージの符号変換に要する時間（c）、および比較決定ステージの符号の選択運用（s）、照合決定（d）のそれぞれの時間に一応限られることになる。むろんこの他にも、刺激の感覚過程、反応体制化および反応のための運動発動過程に要する時間が加わるが、これらは課題間で差がないので基本時間（t）で表わすことにし、それぞれの負荷の程度が相加的に加わるといふ前提をおくと、

形態N ; $t + c + s - f$ (但しfは促通分) 形態R ; $t + c + s + d$
 名称 ; $t + 2c + 2s$ 母音 ; $t + 3c + 3s$

で表わされる。この場合、c+sとdの関係によって総過程としての反応時間の関係は異なるが、少なくとも形態Nは形態Rに先行し、しかも形態N、名称、母音の順で遅延するといふ予想が成り立つ。

被験者および手続

大学生6名（年齢：19～22歳、全例男性）を対象とした。うち1名は反応時間の著しい遅延（2標準偏差以上）を示したため分析対象から除外した。

実験は、薄明のシールドルーム内で椅子に坐った被験者に対して、刺激をスライド提示する方法により行った。一課題条件あたり80試行を1セッションとして、総計4セッション、320試行を実施した。なお「同じ」「違う」の反応（以下同反応、異反応）はセッション内で等確率ランダムとなるように刺激系列を構成している。

指示はセッション毎に与えるようにし、異同判断の基準を示すとともに、応答の要領を指示した。応答方法は、被験者の手元におかれた左右のボタン押しにより、セッション間で異同とボタンの対応関係を変えてカウンタバランスを図るようにした。実験に移る前には練習試行を設けて、特に運動の体制化を図るように努めた。

反応時間の分析は、課題条件毎の同・異反応のそれぞれについて、反応の速いもの10試行（25パーセントイル）を抽出し、これを分析データとした。この措置は加算誘発電位の算出にあたって可及的に等質なサンプルを収集するという意図による。

実験システム

刺激は、スライドプロジェクタ（KODAK AF-2）により、電子シャッタの開閉を通じて被験者の眼前約80cmの距離に提示した。刺激提示は脳波の人工雑音混入部分を避けるた

めに手動調整によった。刺激提示時間は1.5sec, 刺激間隔は3~7 secと不定である。反応時間の計測は刺激提示からボタン押し応答までを1msecの精度で計測する。刺激提示, 反応時間の計測, 脳波記録装置への同期信号などの動作は, 全て刺激反応自動制御記録測定装置 (UNITEC UP-600) による。

視覚誘発電位 (VEP) の導出は10-20法により, Ag-AgCl電極を用いて左中心部 (C₃), 右中心部 (C₄), 後頭極 (O_z) から左耳朶 (A₁) を基準電極として単極導出した。これを脳波記録測定装置 (三栄測器 IA52) を介して時定数 1.5 sec で増幅した後, 磁気記録装置 (SONY FE-30A) に刺激信号とともに記録した。VEPの加算はシグナルプロセッサ 7T07A (三栄測器) により, エラー試行を除外し, 反応時間の分析試行をA/D交換して求めた。なお今回は連合野に限定して左中心部の記録を報告する。

実験成績および考察

1. 課題処理の時間過程分析

本実験の狙いは, 反応時間 (RT) の分析という視点を導入して, P300の発現に関わる中枢機序を特定することであった。この観点に立って, まずRTの検討を通じて課題の性質を確認することにし, 次いで課題処理の時間経過の確認へと考察を進めることにしたい。

表1は, 課題別に異・同各反応の平均RTを掲げたものである。まず課題間の時間関係についてみると, 形態N, 形態R, 名称, 母音の順に遅延しており, この関係は課題構成の項で予想した処理過程が一応妥当なものであったことを示している。形態Nと名称の時間差は約130msecであるのに対して, 名称と母音の間には270msecと, およそ2倍の差があるという事実は, 符号変換 (c) およびその選択運用 (s) が本来相関的に働く性質のものであることを示唆しており, 予想を裏付ける根拠のひとつとなる。しかも, 形態Rが名称よりRTが速いことから, c+sがd (照合決定の負荷) より大きいことが明らかであるが, これらの時間関係の検討は後で一括して行うことにする。

表1 課題別の反応時間成績

TASK	TOTAL	"SAME"	"DIFF."
Physical Matching (Normal)	490.1 (77.6)	502.4 (73.8)	477.8 (79.4)
Physical Matching (Reversed)	521.0 (79.8)	526.2 (97.9)	515.8 (55.6)
Nominal Matching	625.8 (87.2)	597.4 (84.1)	654.2 (80.7)
Vowel Matching	894.8 (188.1)	843.0 (172.9)	946.6 (188.4)

(): SD

一方, 異・同反応のRTの関係に眼を転ずると, 形態Rでは異反応が同反応に先行しているのに対して, 名称, 母音の二条件ではいずれもその逆の関係をとっていることが分る。これは照合決定の段階で形態Rの同反応が低速プロセッサに委ねられていることを示すものである。これらの知見は, 表2に掲げる分散分析の結果でも, 課題間, 異・同反応間のRT差がみられ, かつ両者の交互作用が認められていることから実証されている。

しかしながら予想に反して, 形態Nにおいても異反応が同反応よりも短縮する事実が認められた。その一方で, 形態Nは形態Rに較べてRTは30msec程度速く, したがって音韻符号の自動使用が働いたことを予想させる。このことは処理過程のうえで一見矛盾した現

表 2 反応時間の分散分析

SV	SS	df	MS	F
A[same/diff.]	10056.00	1	10056.00	41.726**
B [task]	1006704.00	3	335568.00	31.726**
C [subject]	369874.00	4	92468.50	—
A × B	26612.00	3	8870.67	5.549*
A × C	964.00	4	241.00	—
B × C	126923.50	12	10576.96	—
A × B × C	19183.50	12	1598.63	—
Total	1560317.00	39		

*p<.025 **p<.01

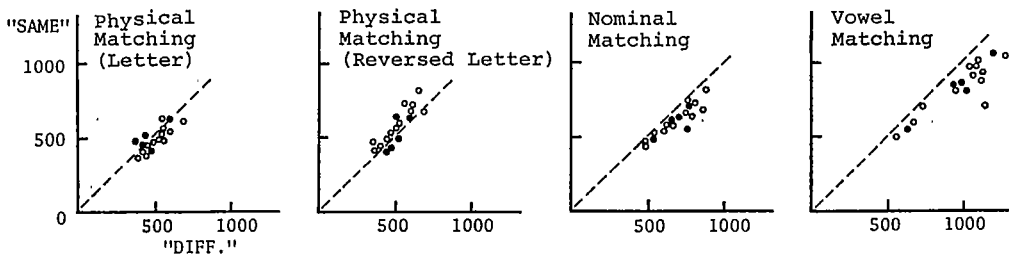


図 4 異・同反応時間の比較

象といえる。すなわち、音韻符号が自動使用されているにもかかわらず、照合に際しては効率の悪い形態符号を利用したという不自然な処理過程をとっていることになる。この点を定性的に検討するために個人別の成績を示したのが図4である。対象例は黒プロットで示し、脳波記録を施行しなかった12例を白プロットで示している。この図をみる限り、一般的傾向としては形態Nは名称、母音と同様に音韻符号による照合が行われていることが推測できる。したがってこの問題については今後個人差の問題として検討を進めることにし、ここでは結論を保留することにした。ただし、形態Nが形態RよりRTが短縮するという事実は全例に共通であったことを特に指摘しておきたい。

以上の検討に基づいて、課題処理の時間過程を概略的におさえることにする。図5は、課題間の相対的な関係を保つようにしながら、実験成績から処理過程の概要を再構成したものである。横軸は時間経過を表わす。左のブロックに示す刺激が提示されると、まず符号化ステージ（中ブロック）で符号変換が行われる。この段階で形態N、名称の両条件共に視覚、音韻符号化が行われるが、前者に要する時間が短縮するのは符号の自動使用に伴う促進が働くからである。その後、比較決定ステージ（右ブロック）に転送された情報は、照合のための符号の選択運用が図られた後で照合決定が行われる（符号の選択運用部分を白、照合決定の部分を陰影で表わす）。

ここで照合決定に要する時間を見積ることにした。伊沢ら（1979）によれば、本実験とRTのオーダーが同程度の語比較課題において、直列走査が行われた時の一文字当りの処理時間はおよそ80~180msecと算定できるという。異・同反応のRT差は100msecまでの値をとっていることを考慮すると、この照合決定の段階で消費する時間は最大200msecを超えることはないとみるべきであろう。この査定は、全ての反応が低速プロセッサに委ねられる形態Rが名称よりも平均RTが速い事実をみても妥当なことが分る（前述 $d < c + s$ ）。

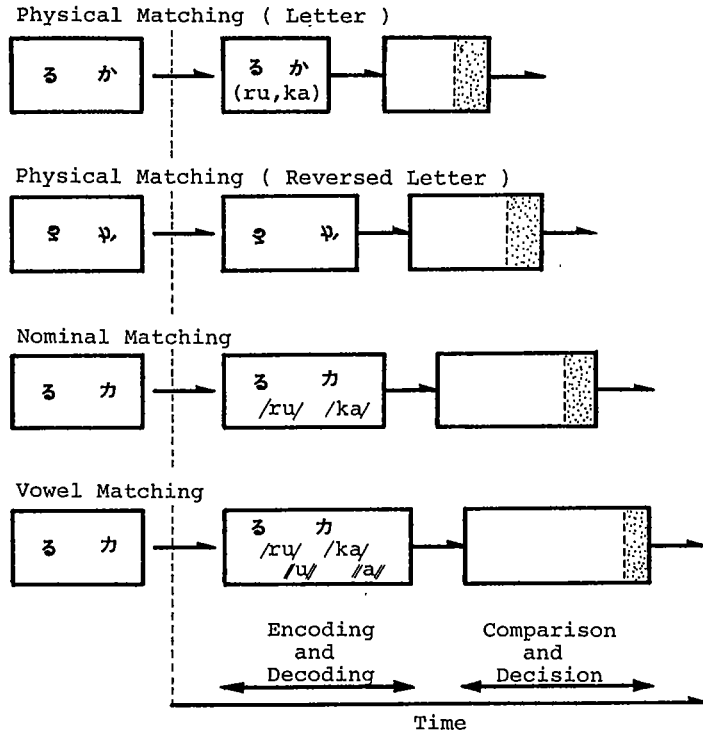


図5 比較決定の処理ステージ構成

一方、先に述べたように課題間のRT差が倍数的に増大していることを符号化および符号運用の過程で等分する根拠とすれば ($c \approx s$)、全過程の時間を割り出すことができる。先に述べた基本時間 t は、感覚過程を 50msec、決定以降の過程 70msec として計 120msec を見込みと、符号化 (c)、符号運用 (s) の一単位がおおよそ 120~130msec、照合決定 (d) に 150msec、促通分 (f) 30msec となり、課題間の時間関係とも符合する。

以上の検討により、課題の処理過程の特質とその時間経過の概要をおさえることができた。これらの知見に基づいて P300 の発現機序の考察を行うことにする。

2. P300 潜時と発現機序

図 6 は、中心部 VEP を課題別に掲げたものである。図左は VEP の個人例で、刺激前 1 sec からの解析で、加算回数 30 回で求めている (上位 10 試行に限定していないことに留意されたい)。VEP の主要成分が一通り現われる刺激後 300 msec までの基本波形パターンは、著者がこれまで連合領で確認してきた通りで (柳原ら, 1979a ; 1979b ; 1983), 潜時 100 msec の N_2 と 150 msec の P_2 との陰-陽二相性複合波がその特徴となっている。

P300 は潜時 500 msec 強の近傍に陽性緩電位として認めることができるが、母音の条件では同定することができない。こうした応答特性はこの対象例に限らず一般的な傾向として認められるもので、図右の全例の grand averaged VEP によっても明瞭である。図中矢印は、加算試行の平均 RT を示すが、RT と P300 潜時との時間的対応を認めることができる。頂点潜時と RT との相関係数は、形態 N : .906, 形態 R : .995, 名称 : .998 と極めて高く、いずれも有意であった。

図 7 は、各課題について異・同反応別に P300 の動態をとらえようとしたものである。サンプリング間隔は 4 msec、加算回数は 10 回である。この図からも、RT と P300 潜時との対

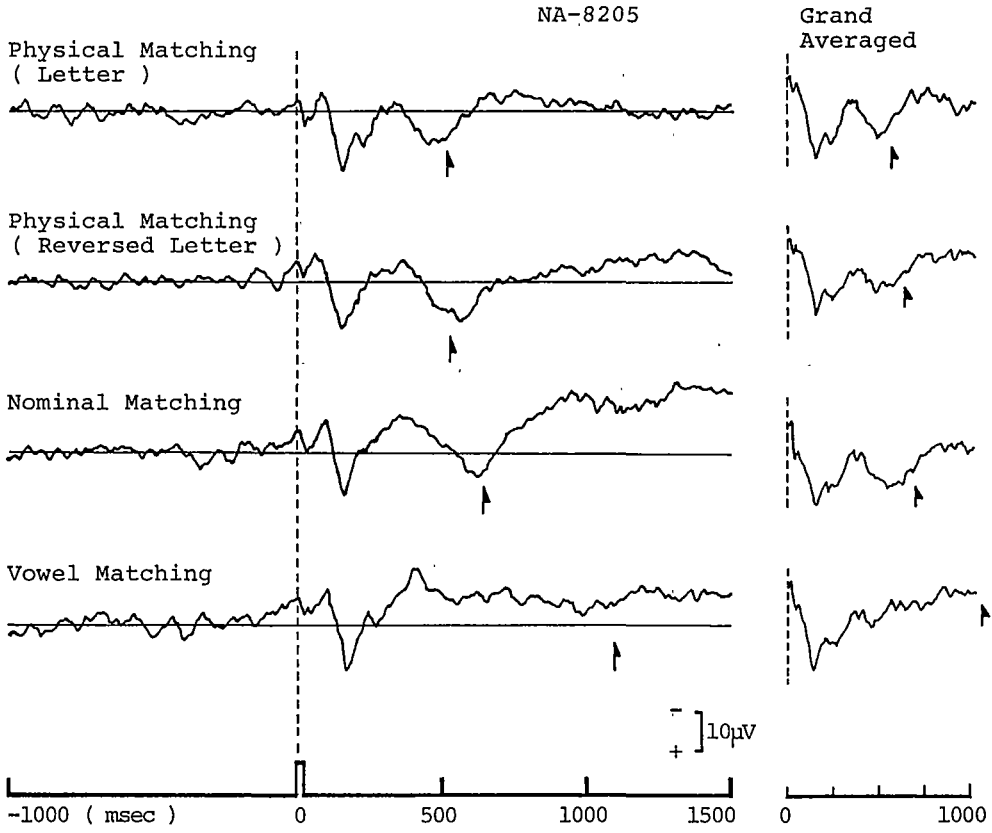


図6 P300と反応決定の時間関係

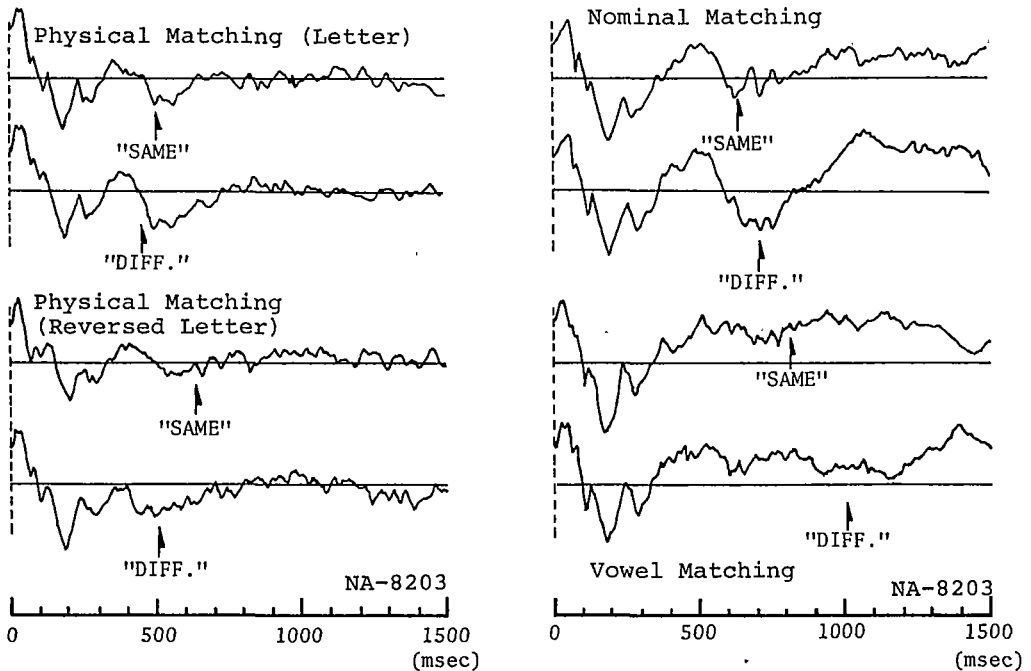


図7 課題別の異同反応とP300潜時の変動

応関係は明らかであるが、特に異・同反応の時間的ズレに伴って潜時も変動していることが分る。先にみてきたように、照合決定の処理過程に入る時間は異・同反応の間に違いはなく、両者はその後の処理系によって時間差が生まれることから、したがってP300の発現には照合決定またはそれ以後の過程が関与しているものと考えられる。この頂点潜時は、平均してRTに20~30msec程度先行していることもその傍証となるであろう。

P300の発現が照合決定という特異的過程が関わっているとすると、母音の条件に本成分を欠くのは何故かという疑問が生じる。ひとつの考え方としては、発現の十分条件として臨界期を設ける考え方である。著者らはこれまで符号化に関わる成分としてN250を指摘し、符号化を遅延させる場合には成分の増大が認められないことを主張した(水谷ら, 1979)。この想定に立って計算を行うと、母音に次いでRTの遅延する名称条件は、刺激後およそ400msec程度の時期には照合操作が始まり、550msecまでに決定が成される勘定になる。母音の場合の処理はこれより300msec弱程遅延するから、照合の始まりは早くても650msecより短縮することはないはずである。したがって臨界期があるとすれば550~700msec附近で、この頃に照合操作が進められていない場合には、波形成分として同定できなくなるという疑いが強い。

母音の場合にP300がみられないことについて、別の理由も考えられる。頭皮上から導出される誘発電位は、刺激開始を起点として多数回の反復試行を加算平均する方法をとっている。したがって、仮りにP300が照合決定過程の発動によって誘発されるのであれば、本来はこの過程の始まりを起点として加算が行われなければならない。しかし試行毎に照合決定の開始時点を決めることが事実上不可能なため、便法としてRTの比較的等質な試行を選んで計算を行っているのが実状である。表1のように、母音の場合のRTのバラツキは他の課題条件と較べて大きいために、加算の途中過程で応答波形が相殺されているという可能性も否定できない。しかしながら、図6のgrand averagedをみても分るように、個人差が混入し大きな分散をとる場合にも、P300が明瞭に同定できる事実もある。こうした点からいえば、上記の考え方だけでは本成分を欠くことの説明としては不十分である。ただし、一般的傾向としては、概してRTの速いものほどP300の頂点が明瞭で、本成分の形式には一種の分布函数的な要素の疑われることは留意すべきであろう。この点については今後の検討課題としたい。

最後に、P300の頂点潜時とRTの関係について若干述べておくことにしたい。先に述べたように、本実験では頂点潜時がRTより20~30msec先行していたが、この逆の関係が求められた場合には解釈が困難になる。図8は、先行研究の成果を含めてこの問題を検討するために用意したものである。対象とした研究は、RTとP300の関係が図または表から読みとれる論文で、1970年以降の発表論文である。作図に際しては、一次回帰式 $\hat{Y} = aX + b$ (Y:P300潜時, X:RT) を求め、RTのレンジで回帰線を記入した。

ここにとりあげた研究は、課題の内容や刺激素材の面で多彩であるにもかかわらず、全体としてみると、RTとP300の関係について一定の傾向のあることが分る。すなわち、P300潜時は一様にRTに先行し、しかもRTの絶対値が大きくなるほどその解離が大きくなっていく。しかも、これには二つの系統があって、実線で記した系統は時間差は数十msecのオーダーをとるのに対して、一点鎖線で示したものはそれよりも開きが大きい。本実験の成績は破線で示しているが、第一の系統の内挿を行ったように思われる。なお第二の系統はいずれも記憶検索課題が与えられた時の成績であり、これらの機序の詳細については別の機会に検討を加えることにしたい。

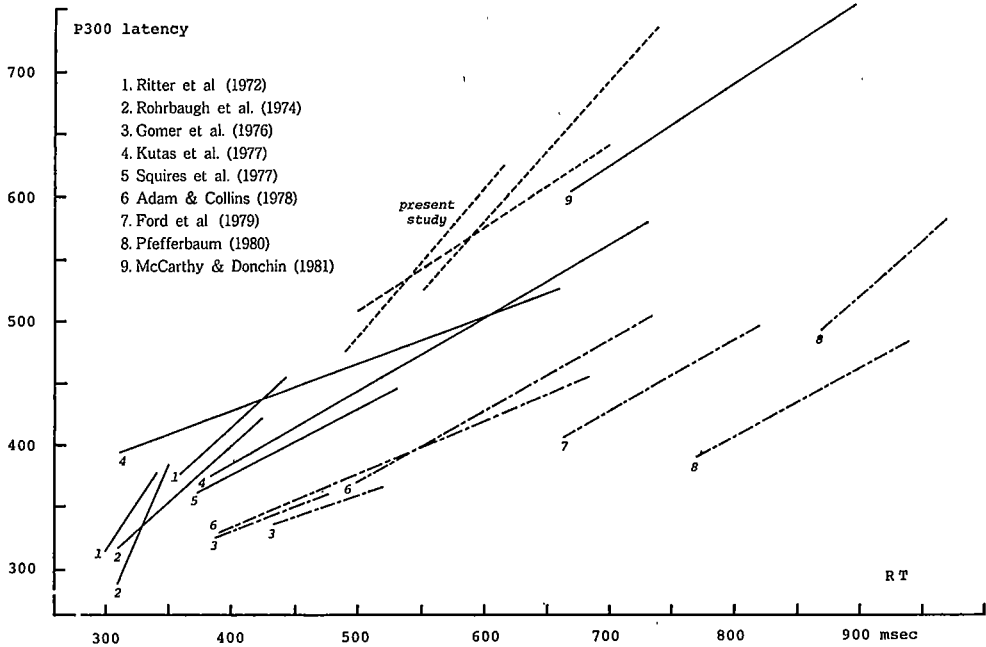


図8 P300潜時-反応時間の回帰分析 (最近の実験成績からの構成)

要 約

反応時間パラダイムによる認知情報処理過程の分析を通じて、P300の中枢発現機序を考察した。文字刺激を用いて、刺激媒介系の異なる四つの異同判断課題を与えた結果、刺激対の照合決定過程の発動に呼応してP300が出現することが明らかにされた。P300の頂点潜時が反応時間よりも20~30msec先行する事実を指摘し、最近の研究成績との関連を論じた。

伊沢秀而教授には実験の計画段階から終始有益なご助言を頂戴した。また同僚の迫明仁氏にも実験の実施やデータ解析を中心に協力頂いた。杉山慎吾氏(現県立岡山養護学校)には実験の大部分を担当していただいた。擲筆にあたって各氏に深く謝意を表したい。なお本研究の要旨は第12回日本脳波筋電図学会(1982)で発表した。

文 献

Adam, N. and Collins, G.I. Late Components of the Visual Evoked Potential to Search in Short-Term Memory. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, 1978, 44, 147-156.

Donchin, E., Ritter, W., and McCarrum, W.C. Cognitive Psychophysiology: The Endogenous Components of the ERP. In E. Callaway, P. Tueting, and S.H. Koslow (Eds.), *Event-Related Brain Potentials in Man*. New York, Academic Press. 1977.

Feth, L.L. Frequency Discrimination of Complex Periodic Tones. *Perception and Psychophysics*, 1974, 15(2), 375-378.

Ford, J.M., Roth, W., Mohs, R.C., Hopkins III, W.F., and Kopell, B.S. Event-Related Potentials Recorded from Young and Old Adults During a Memory Retrieval Task. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, 1979, 47, 450-459.

Gomer, F.E., Spicuzza, R.J., and O'Donnell, R.D. Evoked Potential Correlates of Visual Item Recognition during Memory-Scanning Tasks. *Physiology*, 1976, 4(1), 61-65.

伊沢秀而, 迫 明仁, 神園幸郎 比較処理における言語介在の機構とその発達 特殊教育研究施設報告, 1978, 19号.

伊沢秀而, 迫 明仁 関係認識の符号化過程の診断 岡山大学教育学部研究集録, 1979, 50 (2), 79-88.

Kutas, M., McCarthy, G., and Donchin, E. Augmenting mental Chronometry : The P300 as a Measure of Stimulus Evaluation Time. *Science*, 1977, 197, 792-795.

McCarthy, G. and Donchin, E. A Metric for Thought : A Comparison of P300 Latency and Reaction Time. *Science*, 1981, 211, 77-80.

水谷 徹, 柳原正文, 迫 明仁, 神園幸郎, 山田耕一郎, 伊沢秀而 言語認識過程の視覚誘発電位 文部省特定研究「言語」研究報告書, 1979.

Pfefferbaum, A., Ford, J., Roth, W., and Kopell, B.S. Age Differences in P3 - Reaction Time Associations. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, 1980, 49, 257-265.

Ritter, W., Simson, R., and Vaughan Jr., H.G. Association Cortex Potentials and Reaction Time in Auditory Discrimination. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, 1972, 33, 547-555.

Squires, N.K., Donchin, E., and Squires, K.C. Bisensory Stimulation : Inferring Decision-Related Processes from the P300 Component. *Journal of Experimental Psychology : Human Perception and Performance*, 1977, 3(2), 299-315.

Sutton, S., Tueting, P., Zubin, J., and John, E.R. Information Delivery and the Sensory Evoked Potentials. *Science*, 1967, 155, 1436-1439.

Yanagihara. M. and Sako, A. Negative component of visual evoked potential in children with cognitive processing. *RIIEEC Research Bulletin*, RRB-13. 1979

柳原正文, 迫 明仁 課題呈示による視覚誘発平均電位の変化の諸相 特殊教育研究施設報告, 1979, 23号.

(昭和58年 7 月15日受理)