



HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	視覚刺激の継時処理に伴う脳波・誘発電位の変動の分析
Author(s)	田村, 卓哉
Citation	北海道大學教育學部紀要, 43, 43-63
Issue Date	1984-02
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/29271
Type	departmental bulletin paper
File Information	43_P43-63.pdf



視覚刺激の継時処理に伴う脳波・ 誘発電位の変動の分析

田 村 卓 哉

An Analysis of Changes in EEG and Evoked Potentials
during Visual Processing of Stimulus Sequences

Takuya Tamura

目	次
第1章 問 題	43
第2章 実験仮説	44
第3章 方 法	46
第4章 結 果	50
第5章 考 察	59

第1章 問 題

生体の環境に対する適応の基礎には、常に学習過程が存在する。学習がその証明に時間の推移を必要とする以上、それは記憶過程と不可分の関係にあり、両者の区別は一連のプロセスの中で問題とされる局面に基づく。記憶の担い手を神経細胞に求めるとしても、RNA、シナプス伝達物質等、学習に伴う変動因は多く、特定化は困難である。

近年の認知心理学はコンピューターを基礎とした情報処理モデルにより、ヒトの認知過程にごく微少な時間関係をもって複数の異なる記憶系が存在することを見出した。これらは、健常な被験者が能う限りの努力を払う中で、その認知された当体の変容の有様として明らかになる。これらは被験者の意図的な処理を前提とし、所謂選択的注意を要件とする。しかし、記憶は意識を離れ、衰退しながら他の表象との干渉の中に生き存らえる何かであり、リハーサル、処理水準、符号化といった記銘内容に対する意図的作業の性質のみによって記述し得るものではない。

従来、心理学は記憶の固定・忘却・干渉をその対象のうちに含み、電気ショック、麻酔、薬物投与等の操作をはじめとする生化学的、電気生理学的手法をその道具立てに加えて来た。習得相における注意水準、ストラテジー等を必ずしも一義的に統制し得ない障害児等を含めて記憶過程の研究、とりわけ記憶の長期化を検索する場合、これらの方法、対象がもつ意義はいまだに大きい。狩野(1967)は、認知のあり方を生体の「刺激対象とのかかわりあいの強さ」として記述することの意義を認め、脳波の振舞に着目した。また、北島(1982)はその「覚え書」において、認知機構を支える処理資源の「配分の開始と維持に発動エネルギーを与えるメカニズム」を探索する材料として誘発電位を取り上げた。本論文は、記憶の固定・干渉に関わる側面を脳波、とりわけ Alpha 波を示標とした生体の基礎的活動性に即して明らかにすることを目的とする。古塚(1974)が、教育心理学において生体の刺激後過程を操作し、その効果を検討する営みの少なさを指摘したことは今なお有効であると思われるからである。

記憶学習において、記銘材料の学習後それが長期的に保持され再生可能となる為には、一定の時間経過を必要とし、その間に記憶の固定が進むことを示した資料は多い。しかし、その記銘、

保持、再生を通じて生理学的な示標との関わりを論じたものは必ずしも多くない。Thompson, L. W. & Obrist, W. D. (1964) は、対連合学習事態において学習の成立に伴って Alpha 波の増加, arousal の低下を認めた。また, Kleinsmith, L. J. & Kaplan, S. (1963, 1964) は、対連合学習中の skin conductance を示標として、低 arousal 状態が直後再生(学習後約2分)を促進するのに対し、高 arousal 状態は短期間の再生を妨げるが長期的な保持(同、45分～1週間)には有利であることを、刺激後の意味内容による arousal 操作及び無意味綴りを刺激語とした場合の arousal 分類両実験事態において示した。さらに、Gale, A., Jones, D. et al. は一連の研究(1974, 1978, 1979)において、数字刺激を継時的に提示して記憶させ直後再生を求めると、刺激提示前の安静時及び刺激提示中に特定の Alpha 波成分が増大した条件の方が再生率が高く、この傾向は記憶材料を視覚よりも聴覚に提示した場合の方が顕著であることを見出した。一方、Warren, L. et al. (1975, 1976) は、コード化、記憶材料の意味内容等によって、被験者の arousal 条件を統制し、Alpha 波量に加えて、左右半球間の対称性を問題にしている。

これらは相互に実験条件等が異なるものの、Alpha 波を含む生体の活動性と記憶過程の関係を示唆する。ただし、いずれも記憶作業中の Alpha 波を分析対象とし、記憶条件を統制し得ておらず、Alpha 波の賦活過程が記憶程度を規定しているのか、学習の成立の結果としての arousal の低下、注意の低減を Alpha 波が示しているに過ぎないのか、一義的には解釈し難い。また、Surwillo, W. W. (1971, 1973) は、従来からの Alpha 波位相と反応時間の関係をふまえて、Alpha 波に中枢処理プログラミングの単位時間を推定し、word-association, WISC の digit-span 課題において、子どもの発達程度(Alpha 波の周波数)と成績との関係を検索したが、結果は必ずしも明瞭ではない。

これらとは方法を異にし、古塚(1974)は、英文字列を記憶させた後、視覚と聴覚双方に同時に刺激を提示し、それらを勘定させて干渉作業とした。さらに、その際いずれの modality に注意(勘定)させるかによって Alpha 波量を統制し、聴覚注意条件の方が、Alpha 波量が多く想起レベルも高いことを見出した。Alpha 波が記憶を干渉から守り、固定を促進するあり方に関わることを示したのである。私は上述の諸研究よりも、古塚実験のパラダイムが記憶過程と Alpha 波の関係を探索する上で有効であると考え。ただし、記憶材料、干渉刺激に対していずれも機械的な処理を求めていること、また干渉作業の注意 modality を条件間で変えるために末梢的な gating が生じ、条件間で感覚入力量が異なるのではないかという疑い等検討すべき問題を残していることも事実である。これらの問題は未解決のままであり、この第1報告後、追試も行なわれていない。本論文では、記憶材料、干渉刺激をいずれも視覚 modality に限定し、さらに干渉刺激に有意義語を用いて、古塚実験の見出した Alpha 波の機能的な意義を検討する。Luria, A. R. の報告を待つまでもなく、精神薄弱児は新しい学習材料に意味を見出し難く、わずかに獲得された意味も、局外刺激の持つ圧倒的な意味によって干渉を受け損われてしまうからである。

第2章 実験仮説

問題となる Alpha 波の局面に限定を与えよう。Alpha 波は従来、Andersen, P. & Eccles, J. C. (1962) に代表される如く、皮質一視床を単位とする回路網の抑制とその解除が基本的な時間単位として推定されて来た。加えて近年、Lopes da Silva, F. H. et al.

(1973) は、動物実験をもとに Alpha 波のコヒーレンスが視床—皮質間よりも、むしろ皮質—皮質間、特に同一皮質層内部及び皮質表面に高く、その範囲が直径 5～6 mm に及ぶことを示した。睡眠—覚醒を軸とする皮質と下位中枢の関係を基礎としながらも、大脳皮質固有の活動と調整によって Alpha 波が規定されている可能性は高い。

また、認知のレベルにおいて、狩野 (1967) は視知覚活動の定常化を Alpha 波に推定し、古塚 (1980, 1983) は、誘発電位測定事態において入来刺激処理に際しての刺激属性の特定化 (内部表象の形成) を脳波事象に認めている。田村 (1982) は、視覚刺激の継時呈示に伴う形態弁別判断中に規則的な局外刺激を挿入すると、それに対して優勢な Alpha 波の出現を認めた。Alpha 波は視覚に対する注意を維持した状態においても、求められている課題解決に応じた刺激処理の安定化 (同実験においては、局外刺激を棄却するあり方の形成) が成立すれば優勢に出現し、ある認知の成立に対応する。このような Alpha 波の振舞は所謂、慣れ (habituation, Sokolov, E. N. (1958)) の成立と関わる局面を持ち、興奮の拡散に対する抑制を通じて、新たな条件反応の形成、遅延反応の維持等、学習の成立と保持の基盤となり得る。

Alpha 波と記憶過程との関係においては、少なくとも 2 つの局面を推定し得る。ひとつは、Alpha 波が干渉刺激によって引き起こされる脳内興奮のあり方に関わる側面である。即ち、ある材料の記銘学習に引き続き干渉刺激が提示されると、その処理に伴う広汎な皮質覚醒と処理の収束に伴う Alpha 波の再賦活が生ずる。覚醒に伴う興奮の拡散は、既に形成された記銘材料の活動性痕跡を攪乱し、その構造化の過程を阻害しよう。脳波上の速波化が、直流電位の上昇からも推測される如く、多様な興奮過程が同時並行的に、或いは維持的に次々と生起し、刺激処理に関わる脳内表象の活性化の多様性を示すと思われるからである。これに対して Alpha 波が優勢に出現する事態は、habituation の資料等からも、干渉刺激の処理がそれらの神経モデルの形成、特定化を通じて安定化し、脳内の活動性が定常レベルを逸脱することなく刺激処理が進行するあり方を示すと推定し得る。脳波上速波化した状態が興奮の拡散による一種の混乱状態であるのに比して、Alpha 波が干渉作業中も優勢である場合は干渉刺激による興奮が時空間上限定され、結果として干渉効果が減弱すると推測し得る。

さらに、Alpha 波そのものが、直接記憶の固定を促進することが考えられる。即ち、動物の学習実験等からも、干渉とは異なる記憶の衰退や、Hull, C. L. (1952) の反応抑制等が、あるレベルでの反応性の低下と共に、その記憶表象の固定や連合をその衰退を通じて実現していくあり方を示すと考えることは出来ないか。また、再生時の効果と区別し難いが、吉川 (1958)、高橋 (1976) 等の睡眠時記憶の資料も、記銘直後に局外刺激によって強制的に Alpha 波を誘発することが、記銘後そのまま覚醒レベルを低下させる場合に比して再生を有利にすることを示している。狩野 (1982a) は、自律訓練法による催眠にさいし、Alpha 波が混入し減衰する状態で生じた幻視は、Alpha 波を欠く時期の幻視像発現徴候と異なり、再生が良好であることを報告している。これらは多様であり、覚醒水準の変動方向も相互に異なるが、Alpha 波が記憶の固定を担い、反応を促進する局面に関わることを示唆する。

以上の推定を基に、本実験では特に干渉条件を操作して Alpha 波を統制し、記憶過程に対する干渉効果を検討する。被験者に対して 9 個の数字列の記銘を求め、引き続き 3 文字から成る Alphabet のセットを 3 回呈示し、それらの直後再生を干渉作業として課す。この際、各呈示毎に 3 文字が有意味語として命名可能な場合 (以下、第 1 条件と呼ぶ) は、命名に伴いその都度視覚作業が収束し、表象も最終的な再生に必要な形で限定出来るために Alpha 波賦活が高

く、3文字を3回、合計9文字全部を見ないと命名出来ない場合（以下、第2条件と呼ぶ）は、最後の3文字が呈示されるまで、再生されるべき単語名とは異なる形で複数の記憶表象を維持し続けねばならないために視覚作業が収束せず、緊張が持続して Alpha 波の減衰が強いと仮説する。この干渉条件の作業内容の違いに基づく Alpha 波賦活の差に応じて、Alpha 波量の多い第1条件の方が、Alpha 波減衰の強い第2条件に比して、直前に記銘した数字列の再生率が高いと仮説する。

実験仮説 1. 第1条件の方が、第2条件に比して、干渉作業中の Alpha 波量が多い。

実験仮説 2. 第1条件の方が、第2条件に比して、記銘材料（数字列）の再生率が高い。

第3章 方 法

3-1. 被験者：被験者は8名（男子6名、女子2名）で、いずれも大学生又は大学院生（年齢21歳～28歳）であった。矯正を含めて全員視力は正常であり、他に問題とすべき既歴もなかった。また、視察による脳波所見も全員 normal であった。

3-2. 刺激呈示装置：被験者の課題遂行に関わるすべての刺激（警告刺激、記銘材料、干渉刺激、再生命令）は視覚的に呈示した。これらは黒地に白ヌキの文字（数字）でスライドに作成し、プロジェクター（Kodak Carousel SRA-2000）2台を用いて、電気シールド付防音室外から室内アクリル製ドームに投射した（Fig. 3-1）。光源はプロジェクター本体に標準装備されているハロゲンランプを用い、Neutral-Density-Filter（Kenko ND-40）2枚を装着して光量を調節した。刺激呈示の時間制御は、竹井機器製 Digital Preset Timer により、電子シャッターを駆動することにより行なった。この際必要となるスライド選択、試行の開始、タイマーの駆動及び実行中のモニターは、Teac/Tandy 製マイクロコンピューター（PS-80）により制御した。刺激 onset のタイミングは被験者の脳波条件に従属させ、脳波出力と連動する

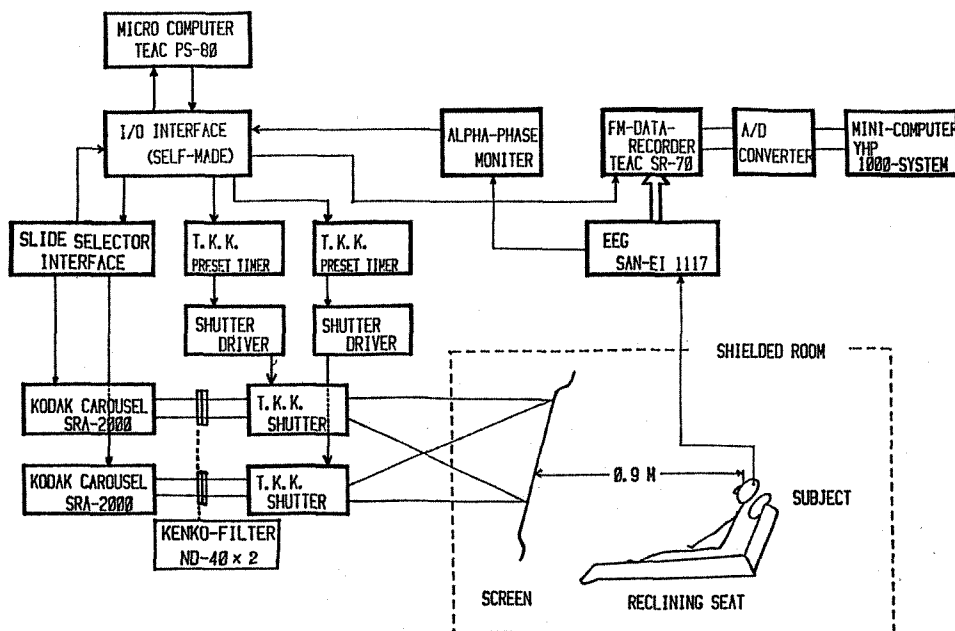


Fig. 3-1 実験装置のブロックダイアグラム

Alpha 波の位相検出器により、常に一定レベル以上の Alpha 波の位相0°の時点で刺激が呈示された（Alpha 波位相検出器、その他の周辺機器の詳細については、狩野他（1982b）を参照）。

3-3. 脳波計測：EEG は、三栄測器製生体用 DC アンプ（1117）を用いて被験者の頭皮上

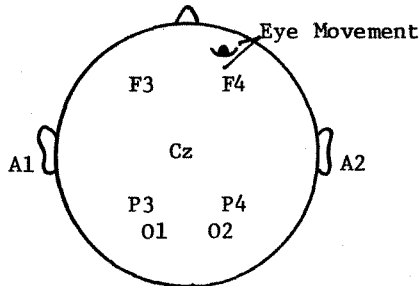


Fig. 3-2 EEG 導出部位

（国際10-20 systemに基づく）

合に限り生体用アンプのフィルター上限周波数を25 Hz としたが、本論文の主たる分析対象である O₁ と Cz においては、計測状態はいずれも良好であった。増幅された EEG は、Teac 製 FM データ・レコーダー（SR-70（DC～330 Hz））に記録し保存した。

3-4. 刺激呈示条件：Fig. 3-3 に、呈示した刺激とその時間関係を示した（ただし、実際のものとは陰陽が逆転している）。＜記銘材料＞は9個の数字列であり、1つのセットに1から9までの数字が1回ずつ含まれ、同一数字の反復と連続数の隣接はなかった。この9個の数字列を3行×3列に配置し、1枚のスライドで呈示した。視角度は縦横共に約5度であった。記銘材料は40セット用意し、2つの実験条件で15セットずつを本実験に用いた。残りを適宜練習系列に使用した。各条件で15セットを同一順序で2回反復して呈示したがこのことは被験者には知らせなかった。

＜干渉刺激＞は、2つの実験条件（干渉条件）で呈示方法が異なる。両条件とも、3文字の Alphabet（大文字）であり、1試行中に3回呈示される点においては共通であった。また、これらは空間配置としては、記銘材料の呈示位置と重複するよう調整された。（a）第1条件では、Fig. 3-3 中の Cond. 1（Interfere 1～3）に示す如く、呈示される各セットが CVC の音韻を持つ有意義語であった。各単語は大学生の語学レベルでは熟知されたものであり、意味内

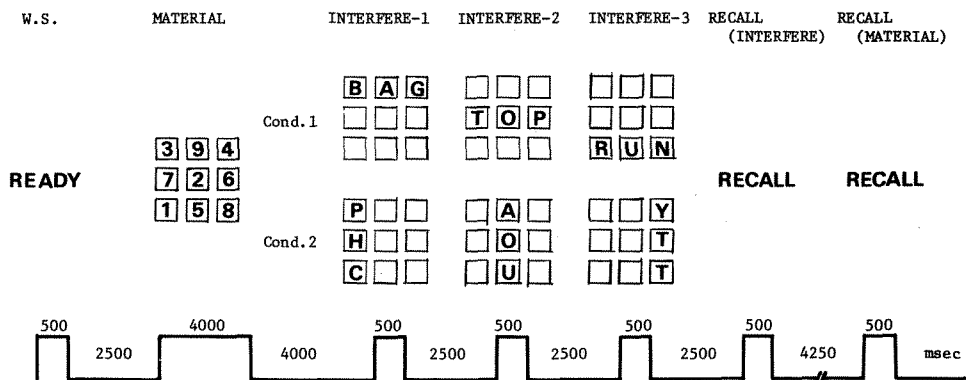


Fig. 3-3 刺激提示の時間関係と提示例

容が極端に arousal の上昇を引き起こす可能性のあるものは避けた。実験中、ある単語が複数回呈示されることはあったが、その場合は呈示位置、順序、他の干渉刺激との組み合わせが変えられた。(b) 第2条件においては、各セットが縦に配置され、左から右へ3回呈示された (Fig. 3—3 中の Cond. 2)。各セットは英単語としての意味を持たないが、3セットを合わせて想起すると3つの英単語として読めるように組み合わせた。第1条件と同様、実験中あるセットが複数回使用されることはあったが、条件間での重複はなかった。

＜警告刺激＞は“READY”，また干渉語と記銘材料の＜再生命令＞は“RECALL”とそれぞれ英単語で呈示された。これらは、記銘材料の2段目に相当する位置に配置され、視角度は最大約6度30分であった。

刺激呈示の＜時間関係＞は両条件とも同一であった。最初、試行の開始を知らせる警告刺激 (READY) が持続時間 500 msec で呈示された。その後 2500 msec 間暗黒面が呈示され、続いて記銘材料が 4000 msec 呈示され、被験者は左上から右下へ数字を読み上げをことを求められた。これは呈示された数字列の内容を実験者が確認すると共に、被験者のリハーサルを統制することが目的であった。そのため、被験者には 4000 msec で丁度一度だけ読み上げるように速度を指定した。次の 4000 msec の暗黒面呈示中、被験者は直前に読み上げた数字列をもう一度だけ復唱するように教示され、リハーサルが統制された。

続いて、持続時間 500 msec, ISI 3000 msec の時間関係で3組の干渉刺激が呈示された (Fig. 3—3 中の Interfere 1~3)。両条件で呈示方法が異なるが、いずれも各セット呈示毎に1文字ずつ一度だけ読み上げるように教示し、特に第1条件の場合単語として命名出来ても1文字ずつ読み上げることを強制した。この間、干渉刺激のリハーサル、音韻の組み合わせ等を声を出さずに行なうことは許可したが、数字列に注意を向けることは禁止した。

3つの干渉刺激呈示後、干渉刺激の再生命令 (RECALL) が持続時間 500 msec で呈示され、被験者はいずれの条件においても、干渉刺激を3組の英単語として再生するよう求められた (Fig. 3—3 中, Cond. 1 では, BAG, TOP, RUN, Cond. 2 では, PAY, HOT, CUT)。この再生作業のために暗黒面を 4250 msec 呈示し、再生時間を保証した。また単語の再生は順序を問わず、また完全な単語としては再生出来なくとも一部を再生出来る場合にはそれも再生を求めた。再生開始の潜時は各被験者、条件毎に異なり、500 msec+4250 msec では必ずしも全部再生出来ない場合があるが、干渉作業の時間を一定に保つことが必要なため、次の刺激が呈示されたら即座に干渉語の再生を中止するよう被験者に徹底した。

最後にもう一度再生命令 (RECALL) が呈示され、被験者に数字列の再生を求めた。数字列は読み上げた順に左上からの再生を義務づけ、系列の途中を再生出来ない場合はその位置を明示させた上で残りの項目を再生させた。数字列の再生については、特に時間の制限を設けなかった。

3—5. 手続き・教示: 被験者に既応歴等の簡単な質問を行なった後に、電極を装置しながら上記の課題を説明した。加えて実験全体の目的、遂行上の注意として以下の事柄を教示した。

1) 本実験は記憶実験であるが、記憶作業中の EEG の変化の観察が目的なので成績を気にしないこと。そのため必要以上に緊張したり、神経質にならないこと。ただし、試行中に課題以外のことを考えたり、自ら達成水準を決めてそれ以上の努力を放棄したりしないこと。

2) 試行中は安静を保ち、まばたきや体動を減らして、正面上部 (数字列の最上段よりさらにやや上) に配置された凝視点 (赤色 LED) を見続けること。また、リハーサル及び再生中

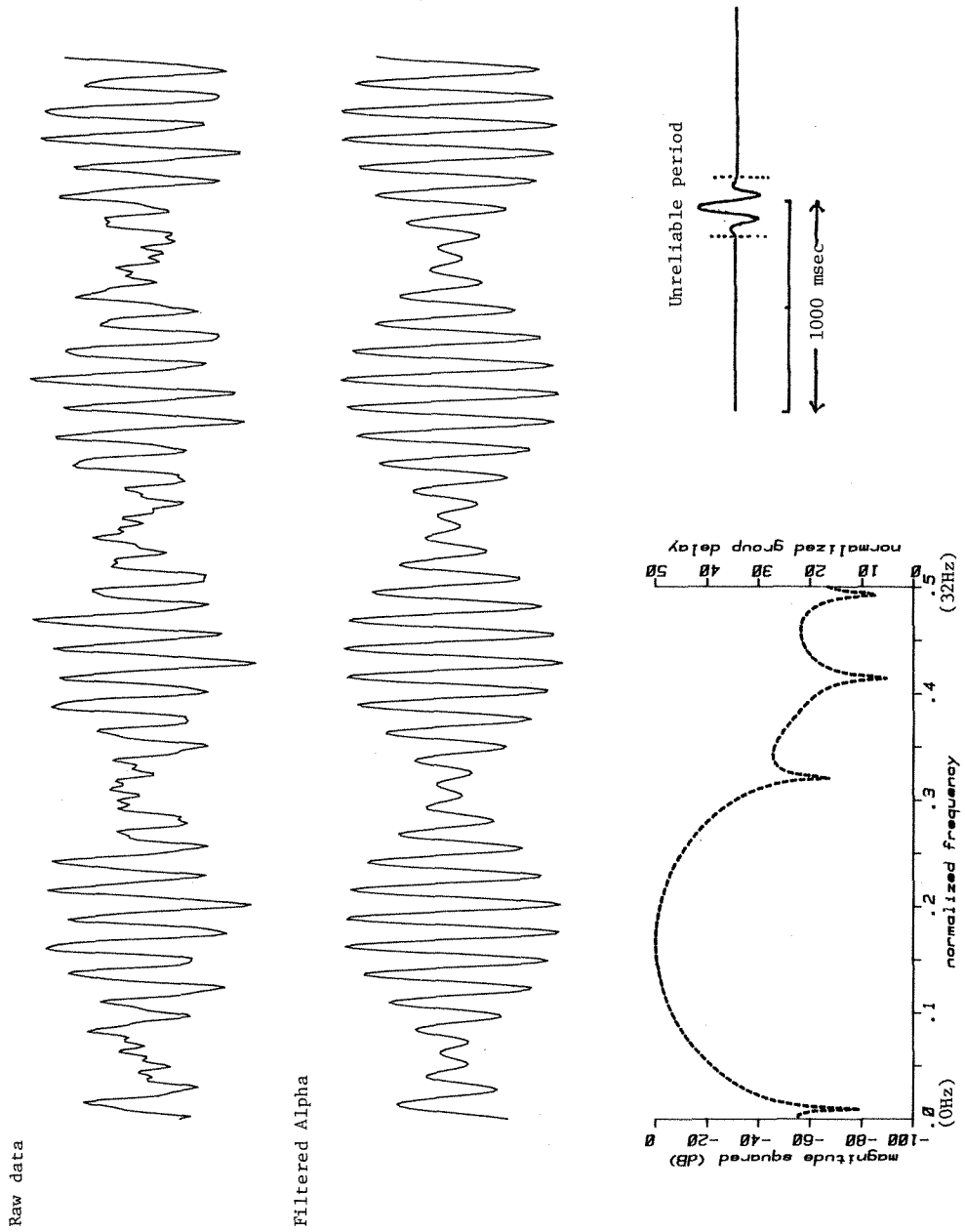


Fig. 3-4 F. I. R. filter の特性

に目を閉じないこと。

3) 干渉刺激の再生に際し、発音の巧拙を気にしないこと。必要以上に大声を出さないこと。

4) 数字列は各段階毎に、3 数字ひとまとめにして憶えると憶えやすいこと。

5) 第2条件の場合、干渉刺激は音韻としてまとめられる場合には (esp. 第2刺激提示後)、その都度、まとめると再生しやすいこと。

以上の如き教示を実験準備中から訓練試行中にわたって繰り返して行なった。被験者は電極装着後、防音室内に入り、歯科用安楽椅子に腰かけた。その後、EEG の測定状態の監視と外部装置の準備を兼ねて、被験者を完全な暗黒状態に置き、さらに閉眼させて暗順応を15分間行なった。

2種類の実験条件はそれぞれ2セッションから成り、1セッションは15試行であった(各条件30試行で合計60試行)。1セッションの実施に約15分を要した。各条件の施行順序は被験者間でカウンターバランスをとった。各条件の第1セッション施行前に練習系列を5試行ほど行なった。各セッション終了後、5分ほど休憩をとり、電極装着から実験終了までに約2時間を要した。実験終了後、簡単な内省報告を求めた。

3-6. データ分析：再生された数字のセット、干渉刺激はすべて記録された。数字列は系列位置ごとに、正しい再生のみを正解とした。記銘リハーサル中に混乱が起こったと思われる試行は分析から除外した。干渉語は再生順序を問わず、正しい語が再生された場合は正解とした。また、単語の一部分を再生した場合は、3文字につき1語に勘定したが、実際には事例は少なかった。

EEG のデータは、磁気テープに記録されたものを off-line で処理した。O₁ 及び Cz の出力を A/D 変換し (sampling rate=7.85 msec/point)、警告刺激の on-set に同期させて以後30秒間のデータを、YHP 製ミニコンピューター (YHP 1000 System) 内磁気ディスク (7900) 及び Digital Magnetic Tape (7970) に格納した。

さらに、これらのファイルから各刺激の on-set に同期させてデータを加算平均し誘発電位を求めた(掃引時間1秒)。誘発電位は各被験者、各条件毎に求めたが、加算回数が平均20回程度であり S/N 比を高める為に、全被験者を合わせた総加算平均誘発電位を今回の分析対象とし、各頂点潜時、頂点間振幅を求めた。

Alpha 波は、各ファイルから任意の8秒間のデータ (1024 points) を取り出し、digital filter (F.I.R. filter) を用いて抽出した。F.I.R. filter の周波数帯域は 8 ~ 13Hz とし、フィルターの基本単位は31次 (約 240 msec) に設定した。filter 出力から Alpha 波量を算出するために、8秒間のデータを 500 msec 毎の区間に分け、区間平均積分値を求めて当該区間の Alpha 波量を代表させた。さらに、各被験者毎に安静時の Alpha 波量を測定し、slice level を決定した。F.I.R. filter の周波数特性、impulse response 及び入出力波形の一例を Fig. 3-4 に示した。

第4章 結 果

4-1. 再 生 成 績

記銘材料 (9 個の数字列) の再生成績 (8 人の被験者の平均値) を、Fig. 4-1 に示した。横軸は系列内位置、縦軸は再生された項目数を表わす。図中下段は各条件をセッション別に、上段は各条件の第1、第2セッションを合計したものである。また上段には標準偏差を合わせて示した。両段とも実線が第1条件、破線が第2条件を、また下段では太線が各条件の第1セッション

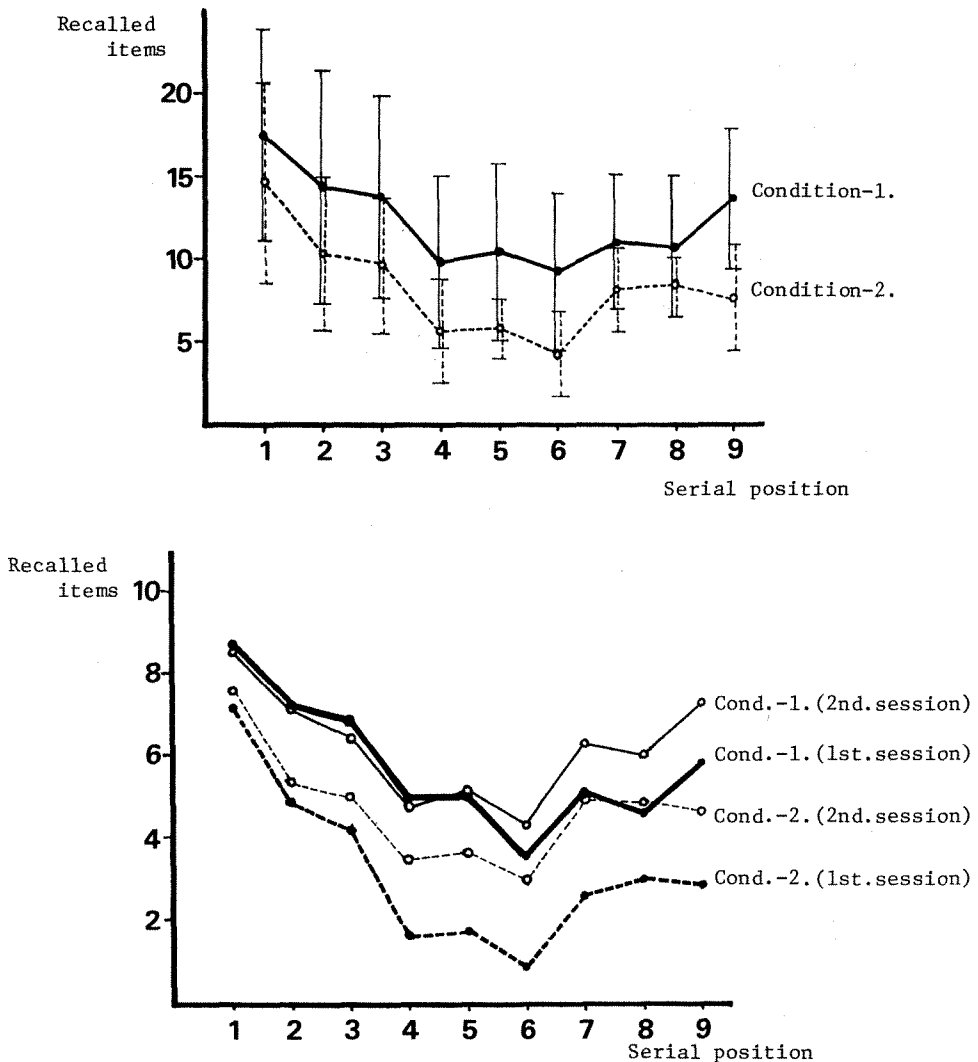


Fig. 4-1 各条件毎の記録材料の再生成績

両図とも縦軸は再生数、横軸は系列位置を示す。上段は各条件毎に第1セッションと第2セッションを合計したものの平均値と標準偏差。下段は、それを各セッション別に表わしたものの。いずれも実線が第1条件、破線が第2条件、太線が第1セッション、細線が第2セッションを表わす。

ンを、細線が第2セッションをそれぞれ表わす。Table 4-1 には、再生成績の条件間差異の t 検定の結果を示した。

総体として再生率は50%以下であり、課題が困難であったことを推測させる。また、系列位置効果があり、特に初頭効果が顕著であるが、新近効果は必ずしも一定の傾向を示さない。全般に第1条件に比して第2条件で再生率が低く、この傾向は Table 4-1 に示す如く有意であり、仮説を支持する。ただし、被験者間で再生レベルにかなりの差が見られるため、個人別の条件間の再生数の差を Table 4-2 に示した。表中、数値がプラスであると、第1条件の方が第2条件に比して再生数が多いことを示す。大半の被験者で、第1条件の方が再生成績が良いことがわかる。

Table 4-1 条件間の再生成績の有意差検定 (t-検定)

Serial position	Whole	1st. session	2nd. session	
Pos.1.	1.507 n.s.	1.193 n.s.	1.467 n.s.	
Pos.2.	2.167 **	2.259 **	1.727 n.s.	
Pos.3.	2.534 **	2.400 **	2.509 **	
Pos.4.	3.676 ***	3.576 ***	2.022 *	
Pos.5.	2.887 ***	3.687 ***	1.527 n.s.	
Pos.6.	2.719 ***	3.555 ***	1.717 n.s.	
Pos.7.	3.108 ***	2.758 ***	1.722 n.s.	* p.<0.1
Pos.8.	2.022 *	1.545 n.s.	1.180 n.s.	** p.<0.05
Pos.9.	4.150 ***	2.393 **	3.666 ***	*** p.<0.01

縦軸は系列位置, 横軸は左から全体 (第1セッションと第2セッションの合計) 第1セッション, 第2セッションを示す。差が有意であると第2条件に比して第1条件の方が再生数が多いことを意味する。

Table 4-2 各被験者毎の条件間の再生数の差

Serial position	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.
Sub.1.	7 (5,2)	7 (4,3)	9 (6,3)	7 (4,3)	4 (5,-1)	5 (4,1)	5 (3,2)	7 (4,3)	9 (6,3)
Sub.2.	2 (3,-1)	2 (3,-1)	0 (0,0)	0 (1,-1)	8 (4,4)	1 (1,0)	5 (3,2)	-2 (1,-3)	3 (1,2)
Sub.3.	-4 (-5,1)	2 (-1,3)	2 (0,2)	2 (-1,3)	-3 (-1,-2)	0 (0,0)	2 (4,-2)	2 (4,-2)	4 (5,-1)
Sub.4.	-1 (-1,0)	-5 (-2,-3)	-1 (-1,0)	1 (2,-1)	-1 (0,-1)	-1 (0,-1)	0 (-2,2)	-2 (-4,2)	0 (-4,4)
Sub.5.	7 (6,1)	10 (6,4)	12 (8,4)	7 (6,1)	6 (3,3)	7 (4,3)	2 (2,0)	3 (0,3)	6 (2,4)
Sub.6.	-3 (-2,-1)	2 (1,1)	2 (2,0)	5 (3,2)	6 (4,2)	6 (4,2)	6 (2,4)	3 (0,3)	5 (2,3)
Sub.7.	4 (3,1)	3 (2,1)	2 (2,0)	5 (3,2)	7 (6,1)	3 (3,0)	0 (1,-1)	2 (3,-1)	6 (5,1)
Sub.8.	9 (4,5)	12 (6,6)	8 (5,3)	11 (7,4)	11 (5,6)	12 (6,6)	10 (7,3)	9 (5,4)	13 (7,6)

縦軸は各被験者, 横軸は系列位置を示す。数値がプラスであると第2条件に比して第1条件の方が再生数が多いことを意味する。(カッコ内は上段の数値を第1セッションと第2セッションに分けて示したものの)。

再生成績を系列位置毎に見ると, 両条件で初頭効果があり, 特に第1ポジションでは一貫して有意差がない。このことは, 系列内初頭位置は記銘作業中に固定が進み, 本実験の干渉条件の

差による異なる効果を受けなかったことを示す。また、教示の中で9個の数字を3個ずつひとまとめにするると再生に有利であることを被験者に伝えたが、その効果は明瞭ではない。このことは、上述の如くポジション1では条件間で差がないのに対し、ポジション2及び3では有意な差があったり、ポジション8では見られない条件間差異がポジション9では顕著であったりすることにより確かめられる。さらに、Jones, D. et al. (1979), Broadbent, D. E. et al. (1980)等では、9数字を3グループに分けて記憶させ直後再生を求めると、各グループ内の中央位置（ポジション2, 5, 8）の再生成績が低下することが報告されているが、本実験の結果ではこの傾向も明瞭ではない。筆者も以前に別の実験事態で、9数字を呈示し4個と5個の2グループにまとめて直後再生を求めたが、各グループ毎に顕著な系列位置効果を認めた（1982年秋実験、未公表）。本実験においてこのグループ化リハーサルの効果が弱かったことは、記憶作業の時間が短かったことに加えて、上述の諸実験にはない干渉作業の影響が強く、グループ内での数字の置換、グループ単位での系列内の移動など、所謂 output-interference に属する事象を誘発したと推定される。

また、Fig. 4—1 下段及び Table 4—1 中の各セッション毎の成績を見ると、第1セッションに比して、第2セッションでは条件間の再生成績の差が減少していることが認められる。その原因として、試行の反復に伴う成績変化が条件間で異なることを推定し、Table 4—3 に各条件毎の第1セッションと第2セッションの再生成績の差の t 検定の結果を示した。表からも明らかな如く、第2条件の後半のセッションで有意に再生数が増加し、第1条件の再生レベルに

Table 4—3 各条件におけるセッション間の再生成績の
差の有意差検定 (t-検定)

Serial position	Cond.1.	Cond.2.	
Pos.1.	0.098 n.s.	-0.623 n.s.	
Pos.2.	0.187 n.s.	-0.661 n.s.	
Pos.3.	0.531 n.s.	-1.369 n.s.	
Pos.4.	0.133 n.s.	-1.929 *	
Pos.5.	-0.131 n.s.	-4.254 ***	
Pos.6.	-0.850 n.s.	-8.188 ***	
Pos.7.	-1.722 n.s.	-3.034 ***	* p.<0.1
Pos.8.	-3.130 ***	-1.828 *	** p.<0.05
Pos.9.	-1.870 *	-1.727 n.s.	*** p.<0.01

縦軸は系列位置、横軸は左からそれぞれ第1条件、第2条件を表わす。t-score がマイナスであると、第1セッションに比して第2セッションで記憶材料の再生数が増加したことを意味する。

近づくことがわかる。

この理由として、両条件毎に第1セッションと第2セッションで全く同一の数字列を繰り返して使用したことにより、一種の反復効果が生じた可能性が上げられる (Hebb, D. O.(1972))。Hebb によれば、この効果は各試行の記憶内容が短期記憶から払拭されても、長期記憶に何らかの表象が残る、それが反復呈示における再学習を促進すると考えられる。これによると、系列内中間位置を中心に再生量が増加することは、反復効果が順向性、逆向性の抑制に対する一種の抗力として作用

した結果であると推定することは可能である。しかし、この反復効果が何故第2条件で強く、第1条件ではポジション8でしか生じないのかは、この説明のみでは包摂し得ない。むしろ、干渉刺激の処理にある種の学習効果が生じ、その結果として干渉効果が減弱したと見るべきであろう。また、全体として新近効果が弱く、特にポジション9で条件間の再生数が特に明瞭に異なるこ

Table 4-4 各被験者別の干渉語の再生成績

	Condition-1.		Condition-2.	
	1st. session	2nd. session	1st. session	2nd session
Sub.1.	1.73 (0.59)	2.66 (0.72)	1.53 (0.39)	1.73 (0.65)
Sub.2.	2.40 (1.05)	2.93 (0.25)	0.96 (0.29)	1.40 (0.71)
Sub.3.	2.53 (0.52)	2.50 (0.82)	1.00 (0.35)	1.27 (0.89)
Sub.4.	2.00 (0.75)	2.33 (0.82)	1.21 (0.69)	1.67 (0.72)
Sub.5.	2.13 (0.64)	2.20 (0.41)	1.73 (0.56)	2.14 (0.53)
Sub.6.	2.40 (0.63)	2.73 (0.59)	2.20 (0.77)	1.96 (0.93)
Sub.7.	2.26 (1.16)	2.66 (0.72)	1.13 (1.18)	1.60 (1.05)
Sub.8.	2.73 (0.45)	2.86 (0.51)	2.33 (0.48)	2.66 (0.72)

縦軸は各被験者、横軸は左から第1, 第2セッション, 第2条件の第1, 第2セッションにおける干渉語の平均再生数(カッコ内は標準偏差)を表わす。再生数は最高3.00。

とも、記銘材料がこの種の実験としては比較的短く、初頭及び新近両効果が系列内中間位置に対しても重畳していること、再生を系列再生(初頭から順に再生させた)に限定したことに加えて、干渉作業の条件間差異及び試行の反復に伴う干渉効果の変化を考慮する必要がある。故に、干渉効果については Alpha 波の資料とつぎ合わせて全体の考察を後に行う。

干渉効果が条件間で異なり、試行の経過と共に変化した可能性が示唆されたので、Table 4-4 に、各被験者別の干渉語の再生成績を示した。被験者に対して、干渉作業は記銘材料から注意を転換することが目的なので成績向上に固執しないこと、干渉作業の時間を一定にするために干渉作業期間が終わったら干渉語再生を打ち切ることなどを教示したため、この干渉語の再生成績には種々の限定が伴う。しかし、被験者が干渉作業中に記銘材料をリハーサルすると干渉語の再生率が下がり記銘材料の再生率が上がる可能性があり、第2セッションにおける記銘材料の再生成績の向上がこのためではないかという疑いがある。また、干渉刺激も試行間で複数回使用されており、この学習効果もあり得る。それらを確認することが干渉語の再生成績を分析する目的である。示された数値は各条件、セッション別の再生数の平均値(カッコ内は標準偏差)であり、全試行において正しく再生し得た場合は3.00となる。表からも明らかな如く、全被験者で第1条件の方が第2条件に比して再生率が高い。これは第1条件の方が刺激が呈示される度に命名が可能であり、第1刺激から課題に応じた符号化を終えたリハーサルがなされ、総体としてリハーサル量が増えることから理解出来る。また、第2条件の場合はたとえ第2刺激までを完全に再生し得たとしても、第3刺激呈示後に第2刺激までの再生と第3刺激の組み合わせ、符号化等を行うため、相対的に時間を要し再生が間に合わない場合もある。また、わずかながら両条件共に第1セッションに比して、第2セッションで再生成績が上昇している。これは、刺激の反復に伴い符号化が安定すること、また特に第2条件の場合、第1, 第2刺激を処理しながら第3刺激に対してある程度予測が可能になる等が考えられよう。いずれも、干渉作業中、被験者は干渉刺激の処理を忠実に進めていたと推定され、干渉作業そのものについても学習効果が生じた可能性が示唆された。

4-2. 誘発電位 (VEP)

各刺激の onset を起点とする1秒間の誘発電位を測定した。これは、干渉条件の差異に基

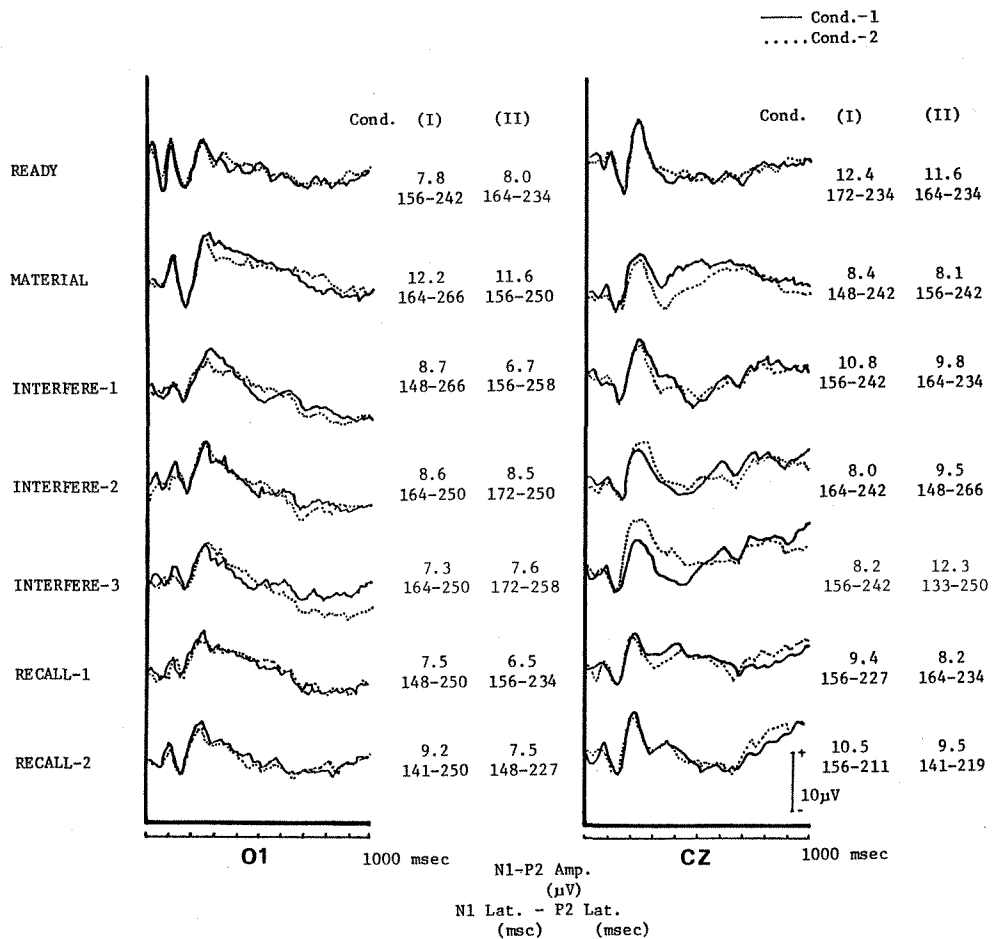


Fig. 4-2 全被験者の総加算平均誘発電位

上から、提示順序に従って、各刺激の onset を起点とする 1 秒間の誘発電位波形を示す。実線は第 1 条件、破線は第 2 条件を表わし、positivity は上方。波形右側の数値は、上段が N_1 - P_2 頂点間振幅値 (μV)、下段が N_1 成分頂点潜時 - P_2 成分頂点潜時 (msec) をそれぞれ表わす。

づく注意効果が末梢的なレベルで gating 等を起こし同一刺激に対しても異なる処理を引き起こしたり、入力刺激量が異なるために Alpha 波の反応に差が生じたりする可能性があったためである。そのため、刺激の物理的強度を監視する目的で後頭領左側 (O_1) を、また被験者の注意状態の示標として中心領中央 (C_z) を対象として、この 2 つの部位から誘発電位を求めた。

Fig. 4-2 に全被験者を合わせた各条件毎の総加算平均誘発電位を示した。また、各波形において同定し得た N_1 , P_2 成分の頂点潜時 (刺激 onset を起点とする) 及びその頂点間振幅値を掲げた。総加算平均誘発電位のみを示したのは、各被験者の条件別誘発電位は加算回数が 20 回程度と少なく信頼性が低いと判断したからである。図は positivity を上方とし、実線が第 1 条件、点線が第 2 条件の誘発電位を示す。波形はおおむね安定し、潜時は多少相互に異なるものの、明瞭な N_1 , P_2 成分を有する。

後頭領 N_1 - P_2 振幅値は刺激の物理的布置による刺激強度の差異を反映し、視角度、光量共に大きい記銘材料に対して振幅値が高い。また干渉刺激については、第 1 条件の場合上方凝視点

に対して第1刺激が最も近接し、第2、第3刺激と下方へ移るため、第1刺激において N_1-P_2 振幅値が高く、以後減少を示す。他方第2条件では、縦に並んだ文字列が第1刺激は凝視点に対して左方、第2刺激は真下、第3刺激は右方と提示されるため、最も中心視に近い第2刺激に対する N_1-P_2 振幅値が他に比して高い。これらは、後頭領の刺激の物理的布置に対する忠実な反応を示し、凝視が確保されていたことを示唆する。

また、中心領中央 (C_z) については、干渉刺激に対する VEP に条件間差が見られる。 C_z における誘発電位に対する注意効果は、元来聴覚刺激を用いた研究が多いが (eg. 北島 (1982)), 視覚刺激についても注意を左右視野に振り分けた場合 N_1-P_2 振幅にその効果が反映することが確認されている (eg. Van Voochris, S. T. & Hillyard, S. A. (1977), 古塚 (1980))。本実験では注意刺激の出現する視野は被験者によって熟知されており、上述の実験とは注意のレベルが異なるが、一応 N_1-P_2 振幅値を測定し、干渉刺激に対する被験者の注意のあり方の示標とする。本実験中、第1条件における干渉刺激に対する C_z 導出 VEP の N_1-P_2 振幅は、第1刺激から第3刺激にかけて、横ばいからやや減少傾向を示すのに対し、第2条件では増加傾向が、特に第3刺激において顕著である。これは、第2条件の場合、第3刺激呈示によって初めて再生の為の符号化が可能となるために、相対的に第3刺激の情報価が第1条件に比して高まり、注意配分に差が生じたのであろう。また両条件とも、特に第2条件の第2刺激から第3刺激にかけて P_2 成分は尖度を減じ、陰性方向への shift が潜時約 300 msec 付近まで遅延する傾向がある。これは所謂, information delivery に関わる P_3 成分 (Sutton, S. et al. (1967)) の重量が考えられるが、必ずしも P_3 成分は明確ではない。両条件とも他の刺激に対する誘発電位については一貫した傾向が見られなかった。また、 O_1 導出 VEP は、両条件において第1セッションから第2セッションにかけて、わずかながら N_1-P_2 振幅値が減少する傾向が見られたが、 C_z 導出 VEP においては明瞭ではなかった。

以上のことから、誘発電位に関する限り、両条件でかなり等質な刺激が呈示され、後頭領において被験者の忠実な反応が確保されていたと推測し得る。また、中心領中央 (C_z) の資料によると、干渉刺激に対する N_1-P_2 振幅値の変動が条件間でやや異なり課題遂行に要する注意配分が相互に異ったことを示唆する。いずれにおいても、被験者は干渉刺激に対してかなり強固にくくりつけられた状態にあったと言えよう。

4-3. Alpha 波

Alpha 波は、左後頭領 (O_1) 導出の EEG を一応の分析対象とした。Alpha 波量は、第3章において述べた方法により、各刺激の onset を境界とする 500 msec 毎の区間平均値により算出し、各条件毎に被験者間の平均値を求めた。しかし、被験者間、試行間の変動が大きく標準偏差が高い。このことは、Mulholland, T. B. (1972) も指摘しているように、Alpha 波の最も基本的な特徴のひとつである waxing & waning 等が関与していると推測し得る。そこで、各被験者毎に基礎律動を視察したところ、警告刺激消失後 1500 msec~2000 msec の時点で安定的に Alpha-burst が出現しているため、第1条件第2セッションの後半5試行における当該区間の Alpha 波量の平均値をもって各被験者の平均 Alpha 波レベルを代表させ、それ以上の Alpha 波量の出現回数をもって各区間毎の Alpha 波量とした。これは被験者相互に差異はあるものの、平均 $15\mu V \sim 25\mu V$ の Alpha-burst が 500 msec 間持続する Alpha 波量に相当する。

分析対象区間は、警告刺激呈示から記銘材料提示まで、記銘材料消失後のリハーサルから干

渉刺激の呈示期間に限定した。このうち、警告刺激呈示を起点とする区間と記銘材料リハーサル中の区間は、干渉条件の違いによって被験者の待ち受け状態、記銘材料処理に際しての effort 等に条件間で差が生じなかったかを監視するためであり、干渉刺激提示中は仮説の当該対象区間

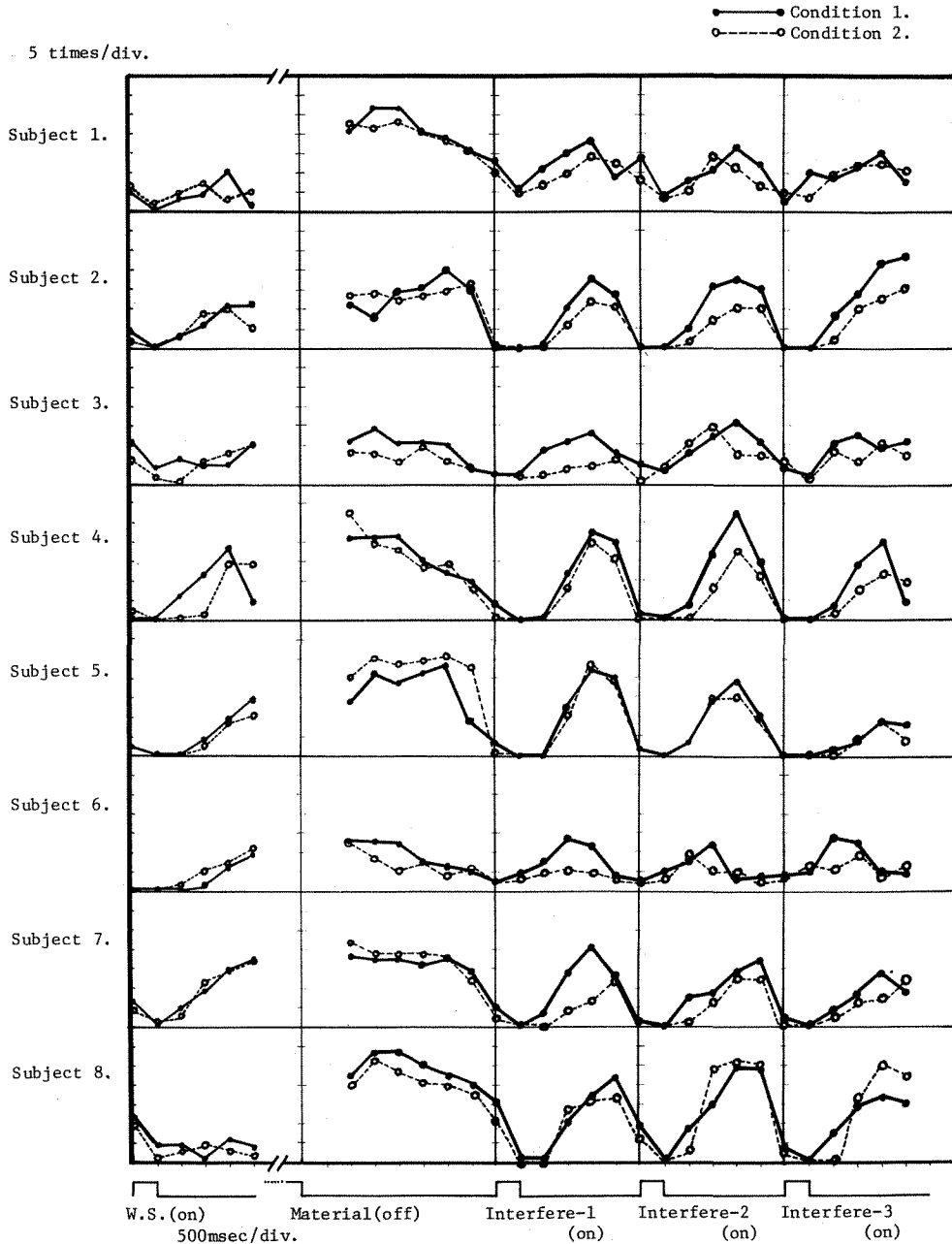


Fig. 4-3 各被験者別の Alpha 波量の変化

縦軸は出現回数を表わし、一目盛につき 5 回、横軸は時系列を表わし、一目盛 500 msec を示す。図中の縦線は下に示した各刺激の onset 又は offset を示す。各点はプロット位置を起点とする 500 msec 間の Alpha 波量の平均値を示す（実線は第 1 条件、点線は第 2 条件）。

である。記銘材料呈示中及び干渉刺激と記銘材料再生中の Alpha 波の振舞も本来問題とすべきであるが、今回の開眼凝視状態では、まばたきやそれに伴う眼球運動、筋電図が多数混入し、さらに行動上の反応潜時等が極端に異なることなどの理由により、資料の信頼性が低いと考え、分析の対象から除外した。

Fig. 4-3 に、各被験者毎の条件別の Alpha 波量の変動を示した。横軸は時間の推移を示し、縦軸は Alpha 波の出現回数である。各点は、その時点を起点とする 500 msec 間の一定レベル以上の Alpha 波の出現回数を表わす。また図中の縦線は刺激の onset 又は offset を示す。図からも明らかな如く、警告刺激呈示に伴い顕著な Alpha-blocking が生じ、引き続きゆるやかな回復に向かう。これらは各被験者で同一の傾向を示し、条件間でも明瞭な差は見られない。また、記銘材料呈示後は、当初から Alpha 波の回復があり、その後多くの被験者で一定の減衰を示す。しかし、条件間での Alpha 波量の差は一定の傾向を持たない。このことから、試行の開始から記銘材料リハーサルまでは、各被験者とも両条件において等質な作業が保障されていたと考えてよい。両区間中の Alpha 波量は条件間で統計的有意差がなかった。

また、3つの干渉刺激の処理中は、各刺激 onset に同期した Alpha-blocking とその後の再賦活が見られる。被験者間で、総体としての出現量にやや変動が見られるのは、slice level を決定した分析区間と、干渉作業中の Alpha 波の賦活度の比率が被験者間で若干異なることを示唆する。しかし、明瞭な傾向として、第2条件の第1干渉刺激呈示後1秒～2.5秒区間及び第2刺激呈示後2秒区間等で、第1条件に比して Alpha-blocking が持続し、Alpha 波量が少ない。Table 4-5 に示す如く、これらは統計的にも有意であり、このことは実験仮説を支持する。ただし、第2、第3刺激では必ずしも傾向が一定せず、有意性も低い。

Table 4-5 には、全体の有意差検定に加えて、各セッション毎の Alpha 波量の条件間の有意差検定結果を示した (t 検定)。これによると、第1セッションに比して第2セッションで条件間差が減少する傾向があることがわかる。また各条件毎に前半と後半の Alpha 波量を比較すると、両条件とも第2セッションで Alpha 波量が増大する傾向があった。この傾向は、再生成績のそれと対応を持ち、また直接的には干渉刺激の再生率と関係するであろう。即ち、Table 4-4 に示した如く、干渉語の再生成績は第1セッションから第2セッションにかけて増加傾向を持つ。このことは、Jones, D. et al. (1979) の資料とも合致し、Alpha 波の増大が結果的に干渉語の再生を促進したのであろう。この効果をもたらした原因としては、干渉刺激を反復使用したことが考えられるが、その内容は両条件でやや異なることが推測される。第1条件では、干渉刺激は毎回単語としての命名が可能で、一回ごとの読み取りが確実であり、各単語の固定が提示中に促進される可能性が高い。これに対し、第2条件では、第3刺激まで単語としての命名は遅延するが、第1刺激から既に3単語ともある範囲で予測が成り立ち、当初最上段の一単語しか再生し得ない場合でも、反復に伴って第1、第2刺激時点での予測が高まり、結果として中段、下段の単語を読みとる余裕が出てくることが考えられる。また、第2条件において、それぞれは無意味な Alphabet のセットをひとつのまとまりとして速やかに読み上げ、いわばそれ自体としての命名が自動化する傾向が試行の後半になって強くなっていく。これらの事態の中に、全体としては第2条件の方が再生が困難でありながら、反復に伴う学習効果を生みやすい条件が含まれているものと考えられる。

また、干渉作業として記銘材料に対する効果を考えると、記銘材料の処理が両条件で等質に行なわれていたと考えられることから、この干渉作業における Alpha 波量の差異が記銘材料

Table 4-5 条件間の Alpha 波量の有意差検定 (t-検定)

	Whole	1st. session	2nd. session	
Interfere-1.				
0- 500	**	*	**	
-1000	**	**		
-1500	***	*		
-2000	***	**	**	
-2500	**			
-3000		**	**	
Interfere-2.				
0- 500	*			
-1000				
-1500		**		
-2000				
-2500				
-3000	**			
Interfere-3.				
0- 500				
-1000				
-1500	**		**	* p.<0.1
-2000				** p.<0.05
-2500				*** p.<0.01
-3000				

縦軸は時系列を表し、各刺激 onset から 500 msec 毎の平均 Alpha 波量の差を示す。横軸は左からそれぞれ、全体（第1セッションと第2セッションを合計したもの）、第1セッション、第2セッションにおける検定結果を示す。有意差がみられる箇所はいずれも第1条件の方が第2条件に比して Alpha 波量が多いことを意味する。空白は non-significant.

の再生に影響したと推測される。即ち、誘発電位の資料によれば、O₁ 導出 VEP は、干渉第1刺激に対しては第1条件の方が若干大きいにもかかわらず、第1条件の方が Alpha 波賦活も高い。この干渉効果は、単なる物理的エネルギーの入力によって規定されるのではなく、それを契機とする処理の性質、それに伴って生ずる皮質覚醒の複雑な時空間パターンによるのであろう。本実験事態においては、第1条件の干渉作業が各刺激毎の単語の読み取りにより視覚作業がその都度収束し得るのに対して、第2条件の場合各干渉刺激に対する処理が次の干渉刺激との結合、変換等の処理に関わり、第3刺激処理まで高い緊張を持続させざるを得ないのであろう。

第5章 考 察

結果は、Alpha 波量、再生成績とも実験仮説を支持する。再生成績は第2条件に比して、第1条件の方が良く、両条件共後半のセッションで再生数が増大した。このことは、特に第2条件において顕著であり、後半のセッションでは再生成績の条件間差異が減少した。両条件において再生パターンに系列位置効果が見られ、特に初頭効果が顕著であった。またこの初頭効果により、系列内第1ポジションでは一貫して条件間差異が有意ではなかった。これに対して、新近効果においては、第8ポジションでは両条件の再生成績が接近しているものの、最後の第9ポジションでは特に条件間で差が大きく、第1条件では第8ポジションよりも再生数が多いのに対して、第2条件では横ばいから減少傾向を示した。また、後半のセッションでは第1条件では新近効果が

顕著になり、第2条件では系列内中間位置の再生が増加した。

この反復に伴う再生数の増加は、同一記銘材料を2度使用したことに伴う Hebb-effect の可能性もあるが、それだけでは何故この効果が系列位置において特異的に作用し、なおかつ条件間で相互に異なるのかを包摂し得ない。これは干渉効果の変化との複合的な作用と見做すべきであろう。Alpha 波の変動は、干渉刺激中第1刺激において第1条件で Alpha 波賦活が高く、第2、第3刺激ではその条件間差異は減少した。また、これらの条件間差異は試行の積み重ねに伴って減少し、それは第1条件よりも第2条件において Alpha 波の増加傾向が強いことに帰因していた。Alpha 波の振舞は直接には干渉作業そのものの性質を示し、第1刺激呈示において生ずる認知的な作業に由来するのであろう。しかし、これについても、第2刺激以降条件間の差異は減少を示すと共に、心的負荷の増加（記銘材料の増加）にもかかわらず、総体としての Alpha 波量は減少しない。このことは、Alpha 波が単に入来した刺激の処理だけではない一般的な処理メカニズムの発動を示し、被験者のストラテジーの反映として第2条件における干渉第1刺激においてより強い緊張をもたらしたのかもしれない。いずれにしても、記銘材料リハーサル直後の Alpha 波量に差異を生じたことが、再生成績に大きな影響を及ぼしたことが推測される。

新近効果（特に第9ポジション）の差異については、Loftus, G. R. et al. (1976) が引用している Craik, F. I. M. (1970) の負の新近効果の発生メカニズムと関係すると思われる。負の新近効果は、記銘リストの長さについての知識を被験者が持つか否かで、リハーサルのストラテジーが変わることによって生ずるものであることが、Watkins, M. J. et al. (1974) によって指摘されており、本実験とは実験事態がかなり異なる。しかし、リストの最終項目後に、予想し得ない混乱が強く生じた場合は最終項目の再生成績が低下し、それが単なるリハーサルの回数のみでは規定されないことにおいては本実験と共通点を持つ。系列後半の項目を再生可能な形で維持するためには、単に逆行性抑制の解除だけではなく、事後の興奮を減ずる働きが必要なのであろう（狩野（1982a））。

Alpha 波においても、干渉作業の効率上昇をもたらす反復効果が生じているが、これは如何なる形で再生成績に影響しているのであろうか。第1条件の新近効果の増大は上述の事後の興奮の抑制が短期的な保持を保全するという推測で了解し得る。しかし、第2条件における中間位置に対する効果については説明し得ない。ひとつには、第1セッションでの干渉効果の相異に基づく学習量の差異が考えられ、この上に再学習が行なわれた結果と考えられる。さらには干渉条件における興奮が第1条件に比して依然高いため、より長期記憶にかかわる系列の中央部の再生を促進したとも考えられる。これらは、本実験事態では分離して考えることは出来ないが、第2条件の再生ボタンが第1条件に類似していく経過をとるので、さらに反復して試行を継続するとある程度明らかになるものと思われる。また、ひとつの推定として平野（1981）が引用している如く、海馬と中脳網様体がそれぞれ短期、長期の記憶を促進する中枢と考えられ（Kesner, R. et al. (1973), 本実験における皮質覚醒ボタンがこれらの中枢に対して相互に異なる効果をもたらしたとも考えられるがここでは確かめ得ない。また、Corteen, R. S. (1969) も、Kleinsmith, L. J. et al. (1963, 1964) の実験を反復し、記銘中の興奮が高いほど事後の長期記憶が促進されることを示している。しかし、直後再生における長期記憶の促進が系列内の初頭から中間位置での再生増加という形であらわれると仮定しても、本実験における第2条件第2セッションの再生数増加は Alpha 波の増大（覚醒レベルの低下）と対応しており、上述の研究と

は矛盾する。本実験の再生増加が、より長期的な保持と如何なる対応を持つかについては、さらに別の証明を要する。

本実験の結果が示唆することは、記銘材料学習直後の干渉過程において Alpha 波賦活が高い状態は、その干渉効果を減じ直後の系列再生を有利にする条件を含んでいるということである。干渉とは、単に記銘内容から注意を転換する時間の長さによって一義的な規定を受けるといった性質のものではなく、Alpha 波に代表される皮質覚醒のあり方によって示されるより物質的な基礎に立つプロセスに應ずる性質を有する。記憶学習においては、記銘中のリハーサル、先行学習、干渉作業のタイミング、難易性などが複雑に効果を及ぼし、再生結果を規定する。本実験においては、干渉作業に Alphabet の読み取り、命名、再生という課題を用いたが、これらに対する反応は、刺激に対する処理の性質（そのまま英単語として命名できるか、命名のためにその element の保持、結合を要するか）に基づく特異的な反応に加えて、干渉作業全般を遂行するためにメカニズムの組織的発動ともいべき general な興奮の拡散が初期反応として複合的に働かし、特に干渉第 1 刺激後に強い効果を示したと見られる。

記憶の固定と Alpha 波の関係はいまだに一義的な定立には至らないが、認知心理学の領域における知見が幾つかの推定を可能にする。山口 (1982) が論じている如く、当初短期記憶内における情報はリハーサルを通じて長期記憶へ転送されることを主張していた Shiffrin, R. M. が 1975 年以降、短期記憶は長期記憶の活性化であり、長期記憶化とは各記憶表象を媒介し結合する特性の強化であるとの見解を提出している。これは、今後の実験的探索によってさまざまな展開が可能であろうが、活性中の短期記憶がその衰退の経過の中に長期化、連合を伴う永続化を実現する契機が含まれるという側面に着目すると本論文の問題と密接に関係してくる。また、Baddeley, A. D. et al. (1974) による Working memory 仮説も単に意識レベルで保持し得る共用作業空間のみを問題とするのではなく、本実験の如き短時間で共用作業空間の交替使用が脳内の興奮過程によって規定されると考えればさらにその特性が明らかになろう（本実験では、試行の後半において記銘材料、干渉語とも再生量が増加し、Working memory の使用効率が高まったとも考え得る）。現段階においては、Alpha 波が対象認知の成立中に誘発されている状態は、その表象と関連表象の活性化レベルは比較的類似しており、速波化した状態よりも化学的符号化を含む沈降過程（連合を含む）をとるのに有利な側面を持つ可能性を指摘するにとどまらざるを得ない。記憶の長期化も、リハーサルの手段による enrichment のみならず、後続条件の表象喚起性、その連合のあり方など、複数の因子によって支えられ、Alpha 波の持つ有利さも特定の局面に限定されよう。事後の鎮静過程は、必然的に記憶の衰退と干渉を含み、これらを固定のプロセスと操作的に分離して検討する方が求められる。

本実験の結果はいずれも仮説を支持し、古塚実験とも傾向を同じくする。また、干渉条件を通じてすべて視知覚に対する注意を維持した状態においても、Alpha 波の振舞いが特異的に干渉効果を規定し、それが系列位置効果を生むこと、また干渉刺激に対する habituation 効果とそれに起因する干渉効果の変化など新たな知見を加えた。ただし、これらは直後再生時の効果に限定され、所謂記憶の長期化については系列内初頭効果等を通じて間接的な検討をするにとどまった。本実験で示唆された Alpha 波が記憶に対して持つ促進効果をさらに検討するためには、本実験の如き rote learning を越えた学習事態の導入が求められると共に、その効果の及ぶ時間的範囲を確定することが必要である。また、Alpha 波が干渉とは独自に記憶を強化していくあり方は、より単純で等質な記銘後過程を条件づけ、bio-feedback 等によって実現することに

よって、ある程度検索可能となろう。仮説系はいまだ多くの推定を含み、その検証が求められる。

附記 本論文は、1983年2月に提出した同名の修士論文の一部を加筆修正したものである。この間通じて懇ろな御指導、御援助を賜った狩野陽教授をはじめとする教室内諸氏及び実験遂行にあたって数々の御協力を頂いた同僚、友人の諸兄姉に感謝します。

References

- Andersen, P. & Eccles, J. C. (1962): Inhibitory phasing of neuronal discharge. *Nature*, 196: 645-647.
- Baddeley, A. D. & Hitch, G. (1974): Working memory. In G. H. Bower (ed.), *The Psychology of Learning and Motivation*. New York: Academic Press, Vol. 8: 47-90.
- Broadbent, D. E., Cooper, P. J., Frankish, C. R. & Broadbent, M. H. P. (1980): Modality differences in relation to grouping in immediate recall. *British J. of Psychol.*, 71: 475-485.
- Corteen, R. S. (1969): Skin conductance changes and word recall. *British J. of Psychol.*, 60: 81-84.
- Craik, F. I. M. (1970): The fate of priming memory items in free-recall. *J. of Verb. Learn. and Verb. Behav.*, 9: 143-148.
- 古塚 孝 (1980): 先行経験により作られた内部モデルからの予期と外部入力との照合の示標としてみた誘発電位の振舞について. 北海道大学教育学部紀要, 37: 77-100.
- 古塚 孝 (1983): 誘発電位におよぼす時間評価活動安定化の効果—外発性対内発性概念の検討— 心理学研究, 53: 344-350.
- 古塚正恵 (1974): 記憶過程にかかわる生体活動性の推移—Alpha 活動を示標として—. 北海道大学教育学部紀要, 23: 87-108.
- Hebb, D. O. (1972): *Textbook of Psychology*. (白井訳, 紀井國屋書店).
- 平野俊二 (1981): 学習と記憶. 平野編「現代基礎心理学 12. 行動の生物学的基礎」, 第5章: 171-201. 東京大学出版会.
- Hull, C. L. (1952): *A System Behavior*. (能見他訳, 誠信書房).
- 狩野 陽 (1967): 学習の基礎機構—視知覚における試論—. 北海道大学教育学部紀要, 13: 43-74.
- 狩野 陽 (1982a): 学習に伴う興奮と抑制のダイナミックス—視刺激に応ずる意識と脳の活動の微小な推移—. 「日本の心理学」刊行委員会編 日本の心理学, 第3編—3: 331-350.
- 狩野 陽他 (1982b): 脳波(誘発電位)を示標とした認知学習過程の分析. 昭和55-56年文部省科学研究費補助金. 一般研究(C) 551018. 研究成果報告書.
- Kesner, R. & Connor, H. S. (1973): Effects of electrical stimulation of rat limbic system and midbrain reticular formation upon short- and long-term memory. *Physiol. and Behav.*, 12: 5-12.
- 北島象司 (1982): 注意についての覚え書. 北海道大学教育学部紀要, 41: 13-28.
- Kleinsmith, L. J. & Kaplan, S. (1963): Paired-associate learning as a function of arousal and interpolated interval. *J. of Exp. Psychol.*, 65: 190-193.
- Kleinsmith, L. J. & Kaplan, S. (1964): Interaction of arousal and recall interval in nonsense syllable paired-associate learning. *J. of Exp. Psychol.*, 67: 124-126.
- Jones, D. & Rhodes, R. (1978): Short-term memory and the EEG: Effects of instructions to rehearse. *Biol. Psychol.*, 7: 239-248.
- Jones, D., Gale, A. & Smallbone, A. (1979): Short-term recall of nine-digit strings and the EEG. *British J. of Psychol.*, 70: 97-119.

- Loftus, G. R. & Loftus, E. F. (1976) : Human Memory : The Processing of Information. (大村訳, 東京大学出版会).
- Lopes da Silva, F. H., van Lierop, T. H. M. T., Schrijer, C. F. & Storm van Leeuwen, W. (1973) : Organaization of thalamic and cortical alpha rhythm : spectra and coherences. *Electroenceph. & Clin. Neurophysiol.*, 35 : 627-639.
- Mulholland, T. B. (1972) : Occipital alpha revisited. *Psychol. Bull.*, 78 : 176-182.
- 芋阪満里子 (1982) : 脳波パワースペクトルの α 波ピーク周波数の変化と心的負荷との関係—心的負荷量と効果及び半球優位性について—. 京都大学教育学部紀要, 28 : 114-128.
- Sokolov, E. N. (1963) : Perception and Conditioned Reflex. (金子他訳, 世界書院).
- Surwillo, W. W. (1971) : Frequency of the EEG during aquisition in short term memory. *Psychophysiol.*, 8 : 587-593.
- Surwillo, W. W. (1973) : Word-association latency in normal children during developement and the relation of brain electrical activity. *Psychophysiol.*, 10 : 154-166.
- Sutton, S., Tueting, P., Zubin, J. & John, E. R. (1967) : Information delivery and the sensory evoked potential. *Science*, 155 : 1436-1439.
- 高橋尚武 (1979) : 睡眠時記憶の脳波学的研究. 大阪大学医学雑誌, 28 : 237-246.
- Thompson, L. W. & Obrist, W. D. (1964) : EEG correlates of verbal learning and over-learning. *Electroenceph. & Clin. Neurophysiol.*, 15 : 105-114.
- 田村卓哉 (1982) : 認知に対応する誘発電位の後期成分〔その5〕, 5. 条件刺激による α 波の変動. 第46回日本心理学会大会 (学会発表).
- Van Voohris, S. T. & Hillyard, S. A. (1977) : Visual evoked potential and selective attention to points in space. *Percep. & Psychophys.*, 22 : 54-62.
- Walker, E. L. (1958) : Action decrement and its relation to learning. *Psychol. Rev.*, 65 : 129-142.
- Warren, L. R. & Harris, L. J. (1975) : Arousal and memory : Phasic measures of arousal in free recall task. *Acta Psychologica*, 39 : 303-310.
- Warren, L. R., Peltz, L. & Hauster, E. R. (1976) : Patterns of EEG alpha during word processing and relation to recall. *Brain & Language*, 3 : 283-291.
- Watkins, M. J. & Watkins, O. C. (1974) : Processing of recency items for free recall. *J. of Exp. Psychol.*, 102 : 488-493.
- 山口快生 (1982) : 記憶情報の制御. 小谷津編「現代基礎心理学 4. 記憶」, 第7章 : 189-212. 東京大学出版会.
- 吉川郁男 (1959) : 睡眠時の夢と記憶に関する脳波的研究. 大阪大学医学雑誌, 11 : 4329-4336.