

2. 操船技術者の情報処理能力 について 第1報

目 次

まえがき	35
A 連続選択反応時間検査	36
イ 意義	36
ロ 方法	36
ハ 結果	36
B カード分類検査	40
イ 意義	40
ロ 方法	40
ハ 結果	40
C 交互打叩検査	43
イ 意義	43
ロ 方法	44
ハ 結果	44
附 記憶検査	47

まえがき

操船技術が如何なる構造を有するかということの分析は幾つかのアプローチの角度を考慮することが出来るが、操船者の側からすれば、先ず実際の操船に伴う作業の分析を行うことから始めるのが順序であろう。我々はすでに在来型の貨物船と略これに見合う自動機械化がこれよりも進んだ段階にある新鋭貨物船とにおいて、労働負担の調査を行った際に、予備的な試みとして船橋における時間調査を実施した。主として出入港時に行ったものであるが、主なる狙いとしては次の様な事柄があった。船橋において直接操船に従事するパイロット、船長、航海士、操舵手等相互間に流れる情報、及びこれらと船橋以外の各部署との間に流れる情報、のパター

ン、性質、頻度といったものを図式的に把え、精神的な負担の性質内容等が船の自動機械化に伴ってどのような変容を遂げるかということをも明らかにしようとした。操船作業を含む看視的な業務一般の持つ特性の一つに、操作処理すべき対象的な物から抽象的な情報への移行を挙げることが出来るので作業分析を行う一つのポイントとして情報をとりあげたのである。情報処理に伴う判断決定等の過程はすべて大脳において行われ、それが高次なものであればある程、操船技術にとって大きな比重を占めるであろうことは疑問の余地ない。従って制御ループに組み込まれた操船技術者の情報処理能力の良否が操船技術を左右する一つの問題点となるということもうなずけることでなければならぬ。この能力のすぐれたものを選び出す手段として適性という見地からその検査法を考案するという立場にたてば、現実の作業場面に含まれる情報の種類、性質等に応じて夫々の情報処理能力をみる検査方法を作製するというのが正統的な方法であるといわなければならない。しかし現実場面に含まれる情報は定量的定性的に充分把えることが出来る程単純なものではないし、心理学における情報理論的研究も、未だ緒についたばかりであって未だこうした複雑な事象を統一的に理解するにはほど遠い現状であるといわなければならない。そこで今回は我々が或程度量的に操船し得る程度の情報処理能力をみるために、簡単な検査条件を設定して検討を加えてみようとした。とりあげた検査は、連続選択反応時間、カード分類検査、交互打叩検査 etc である。これらの検査を通して見た精神的諸性能と実際作業における Performance との関係は今後の課題として残されている訳であって、適

性検査という観点からみるならば不完全なものでもあり、予備的な性質が濃厚であるといわなければならない。

検査の対象としては海技大学校の航海科及び機関科の学生であって、海上実務経験を有し、更に上級免状を取得するために修学中の者である。航海科及び機関科の学生を選んだのは両者には職務上の相異により、要請される技能が異なることから、情報処理機能にも相異がみられるのではないだろうかということを追及しようとしたものである。尚検査の目的上航海士に重点が置かれているが、時間の都合上、各検査項目によって人員に若干の凸凹がみられる。更にここで無視し得ない要因として年齢をあげることが出来る。上記の如き情報処理機能は年齢の推移と共に変化していくものであることが、これまでの資料によって明らかになりつつあるのでこの点も当然考慮に入れなければならない。実際には経験の要素が附加されるから、こうした実験的な検査事態で得られた値が操舵技術そのものの評価とは直接結びつかないが基礎的な資料としては必要になると考え、予備的データとしてとりまとめることとした。調査の行われたのは1963年6月であった。

A 連続選択反応時間検査

イ 意義

幾つかある対象刺激を認知し、弁別し、反応するという事は人間の情報処理の一つの基本的なパターンであるということが出来る。この反応に要する時間は反応時間 (Reaction Time) といわれられている。この反応時間 R. T. と刺激情報Hとの関係は従来の実験結果によると $R. T. = a + bH$ であらわされるとされる。但

し a, b は常数。この場合Hを大きくする一つの方法として刺激の数を増すという仕方があり、選択肢の数を2以上にした場合にこれを選択反応と呼び、選択肢が1つの場合にこれを単純反応と称える。選択肢の数が増す程に大脳中枢において入力情報を出力情報に転換する過程が複雑となり、それに要する時間が増大するという事を情報理論を採用することによって統一的に説明出来るというのである。

ロ 方法

測定に用いた装置は労働科学研究所考案のRIDAC-8001 連続選択反応時間測定装置で図式的に示したダイアグラムは図1の如くである。刺激ランプは合計8箇あるから8選択まで可能である。刺激の呈示は1選択の場合は実験者によってランダムな時間間隔で行われるが、2選択(以下2cと略す)、4選択(以下4cと略す)、8選択(以下8cと略す)、の場合、因みに選択反応として今回はこの3種が選ばれている)には被験者が手前にあるスタートキーを押すと予めプログラムされたランダムな刺激呈示順序に従って Stimulus-Geuerator から送り出される電気的信号によって刺激ランプがランダムな位置にランダムな順序に点灯される。点灯された瞬間から、被験者がこの光の位置を確認し、その位置に対応した反応キーを押す迄の時間的なおくれが Digital 記録器の上に自動的に印字記録される仕組みになっている。又誤反応も印字記録される。試行回数は単純反応は10回、2c, 4c, 8c, は20回の数値がとれるようそれを若干上廻る回数であった。

ハ 結果

結果の整理に当っては誤反応及び焦燥反応はこれを省いた。又横軸に Pit 単位で刺激情報量

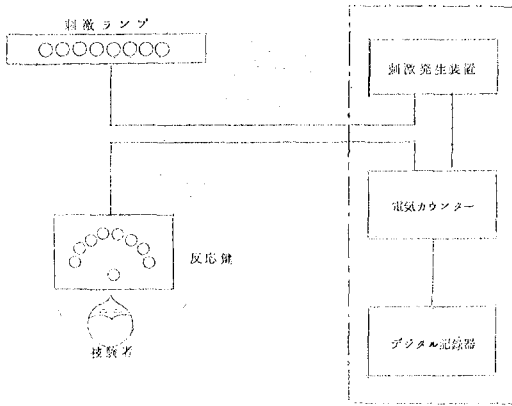


図1 連続選択反応時間測定装置配置図

を目盛ったものがあるがこれは $\log_2(n+1)$ によって計算してある。この場合の n は選択肢数即ち刺激のカテゴリー数を表す。これは反応時間 $R.T.$ の適合式として、

$$R.T = a + b \log_2(n+1) \dots\dots\dots (1)$$

をとったことになるが、これについては別に、

$$R.T = a + b \log_2 n \dots\dots\dots (2)$$

の方が妥当であるとの議論もあるが、立ち入った説明は省略する。なお Bit は Binary digit を合成した語で 2 者択一的な事態の情報量を表わす単位である。従ってこの場合は単純反応は 1 ビット、2c は約 1.58 ビット、4c は約 2.32 ビット、8c は約 3.16 ビットの刺激情報量を持つとされる。しかしここでは適合式の算定は行わなかった。というのは単純反応と 2c、4c、8c 各反応の間には前述の如き測定手続上の相違もあり、統一的に定式化することの可否についての結論を未だ得ていないからである。

以下順を追って得られた知見を要約すると、

(I) 図 2、図 4 及び図 3、図 5 は夫々航海科(N)及び機関科(E)において ~29 と 30~ の 2 群に分けた場合を示す。N においては 30~ の方が 29~ に比してどのカテゴリー数におい

ても反応時間が長くなっているが、E においては 8c のみが 30~ においてかえって速くなっていることに注目される。

(II) 図 6 及び図 7 は同じ年令層において N 及び E に分けると両者に如何なる相違が見られるかを検討するためのもの、~29 ではいずれのカテゴリー数についてみても僅かながら N の方が反応時間が速いといえるが、30~ では単純反応は両者変わらず、2c、8c においては E が速く、4c については逆に N が速くなっているがその差は数ミリ秒から 20 数ミリ秒の範囲である。

(III) 図 8 は N 及び E 別に対象者全員を分けた場合の結果を示すが各カテゴリー共ほんの僅かずつながら N の方が速いが両者は殆んど同じような傾向を辿ることも偶然とはいえない

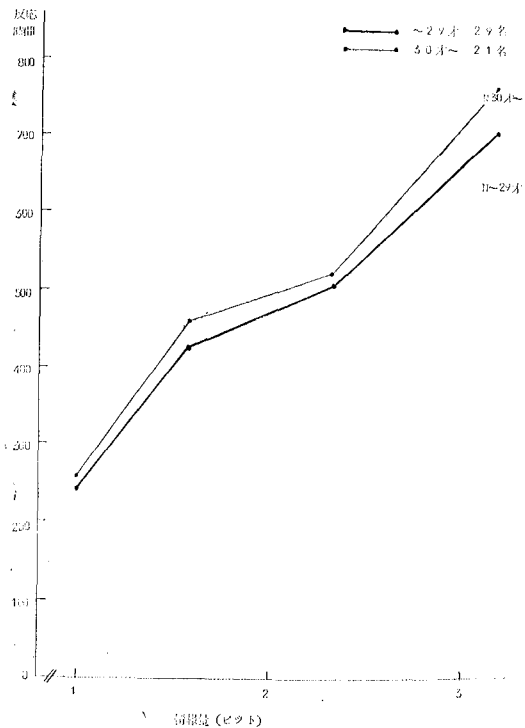


図2 連続反応時間 (N)

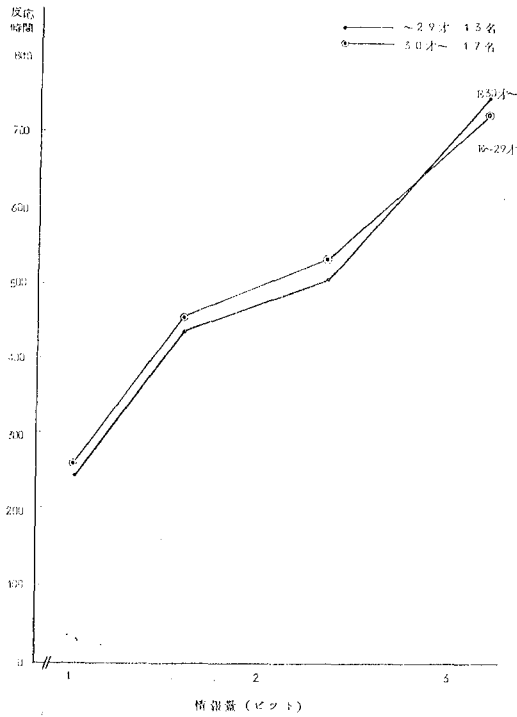


図3 連続反応時間 (E)

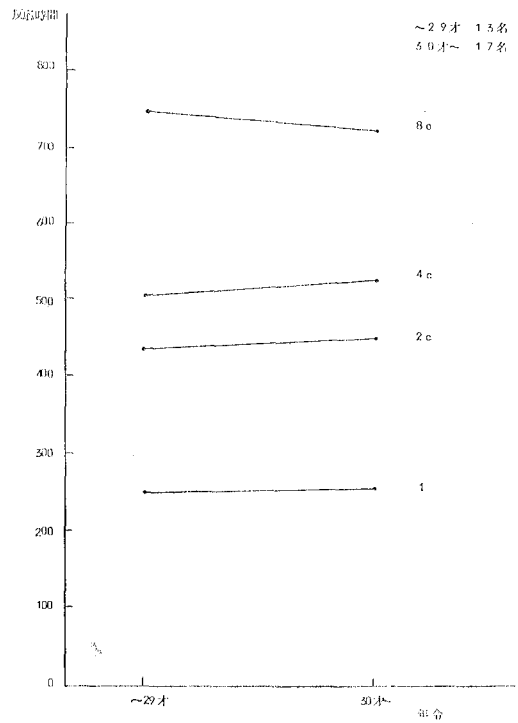


図5 連続反応時間 (E)

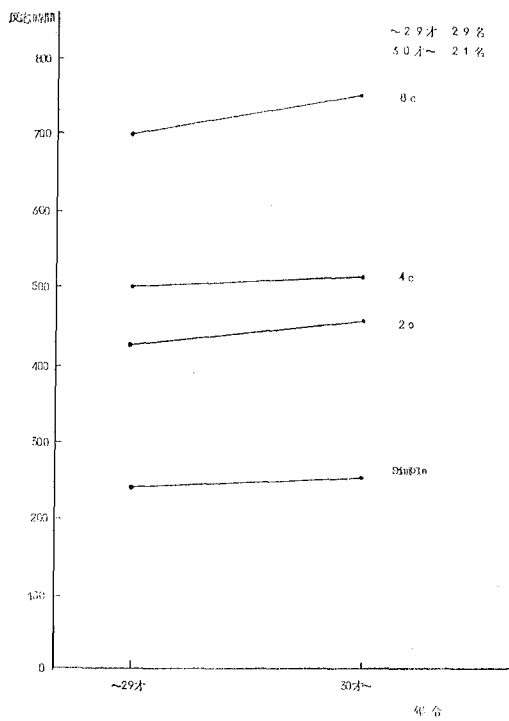


図4 連続反応時間 (N)

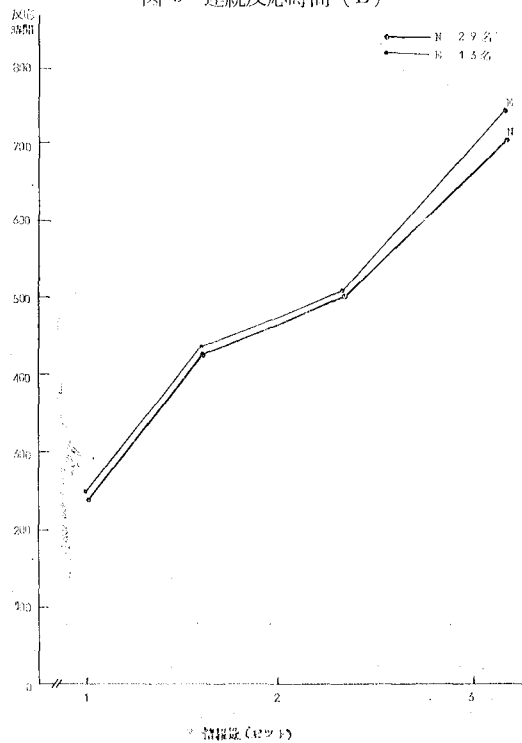


図6 連続反応時間 (~29才)

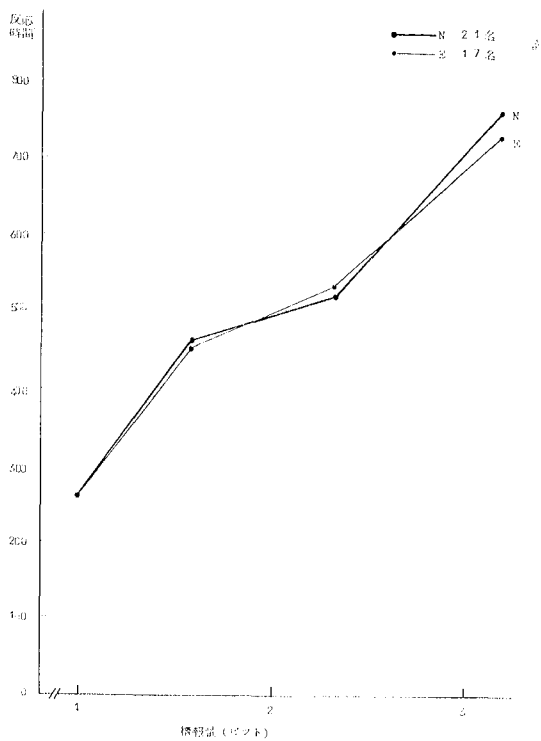


図7 連続反応時間 (30才~)

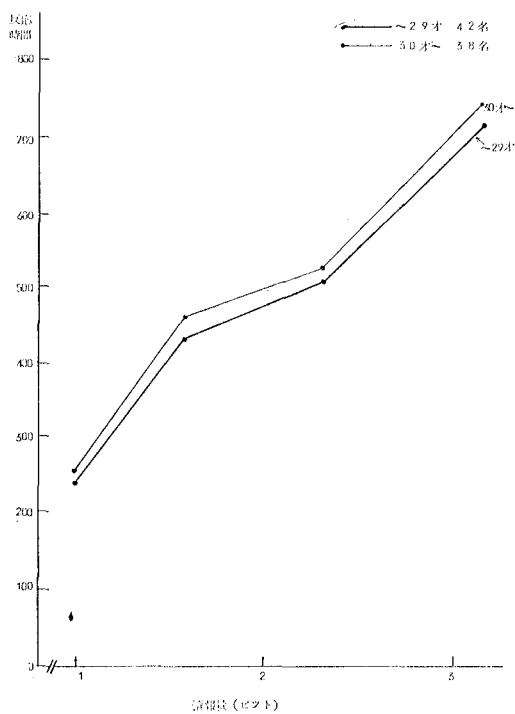


図9 連続反応時間 (N+E全員)

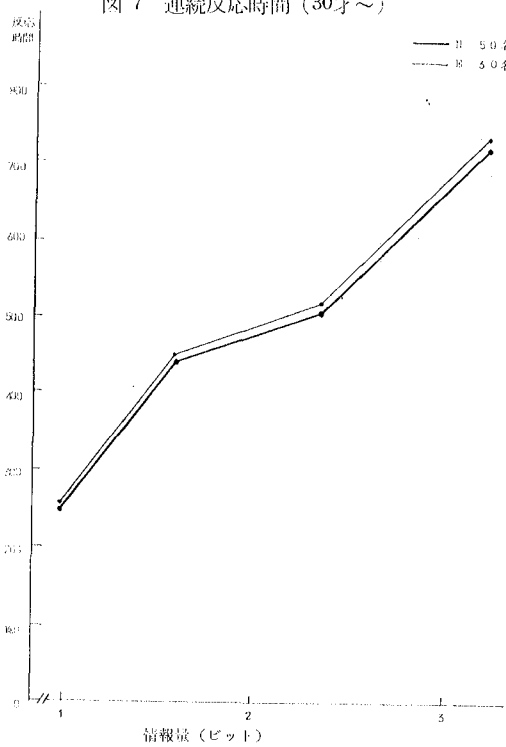


図8 連続反応時間 (E, N)

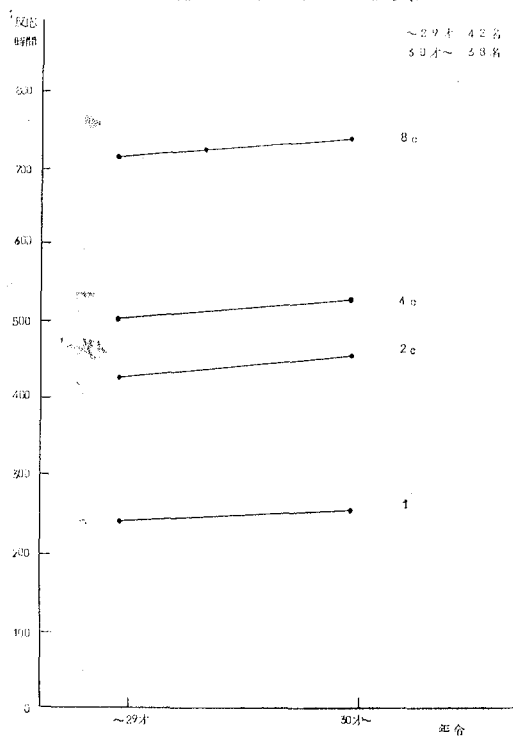


図10 連続反応時間 (N+E全員)

何者かがあるのかも知れない。

(IV) 図9及び図10はN・E全員を30～及び～29の各年齢層別に分けた場合であるが何れのカテゴリー数においても～29の方が反応時間が短かく、その傾向は両者殆んど軌を一にする。

B カード分類検査

イ 意 義

先述の連続反応時間測定と同じく人間の情報処理能力をカード分類法によってみようという試みである。

我々の用いた連続選択反応測定装置では、選択肢数が8迄であったが、今回試みたカード分類法はカテゴリー数を32迄とったから刺激情報量は、反応時間の場合に比して増すことが可能となる。手続きは反応時間と若干異なるが大脳における情報処理過程をみるものであることには変りがない。

ロ 方 法

縦8ケ×横8ケ、計64ケの窓口を持つ分類箱の中心に立った被験者は左手に裏返して束ねて持ったトランプカードを「用意始め」の合図と共に一枚宛右手で表返し、その種別を確認して対応する窓口へ出来るだけ早く正確に投入することを要求される。分類の基準は1選択(1c)の場合は、一組64枚のカードを定められた1つの窓口へ前記の要領で無選択に全速力で投入する。8cはトランプカードの2～9の数字のみに着目して8種に分類し、その他の色、形等の如何に係らず8ケの窓口(横一列)に投入する。因みに刺激カードは普通のトランプカードの中から2～9以外の数字のカードを省いたものを64枚特別に用意してある。16cの場合には2～9

の数字を更に赤黒の2種に振り分けて2列16ケの窓口に入力、32cの場合には2～9の数字別を夫々クラブ、ハート・ダイヤ・スペードの4種に区分投入する。4列32ケの窓口へ。なお各試行とも最初の1枚目には員数外のカードが1枚入れてあり、これが窓口を通過した時から最後の1枚が窓口を通過した時までの時間をストップウォッチで計測。

ハ 結 果

結果の整理に当っては、次のような方法をとっている。まず誤反応も含めて1組64枚の分類を完了するに要した時間をカード数で除し、1枚当りの所要分類時間を算出した。これには勿論選択そのものに要した時間とカードを移動するに要した運動時間とが含まれているがこの両者を分離することは出来ないので分類時間はこの両者を合せたものとして理解しなければならない。各カテゴリー数別の情報量は1c. 0ビット、8c. 3ビット、16c. 4ビット、32c. 5ビットで計算してある。得られた知見を要約すると、

(I) mean sorting time/Curd を E, N 別にプロットしたものが図11であるが1c, 8c, 16c においてはEの方が分類時間は若干早くなっているが、32cにおいては逆に僅かながらNの方が早くなっている。8cと16cの間には分類基準の上で質的な差異のあることを示唆するような結果を示しているがこれらの分析は今後の実験にまたねばならないので詳述はしない。ただし以後の資料も略似た様な傾向のあることは測定法それ自体に問題のあることを推定せしめるに足る。

(II) Nについて30～及び～29の各年齢層別に分けて見たのが図12及び図13である。いずれ

の 카테고리数においても~29の方が分類時間が短い。同様な結果がEについても得られている。図14, 図15。

(III) 30~の年齢層をN・E別に分けてみるといずれの 카테고리数においてもEの方が分類時間が短いという結果が得られている。図16。同様の事を~29の年齢層について試みると、1c. 8c. 16cは30~の時と同じくEの方が分類時間が短いだが32cにおいてはほんの僅かながらNの方が短くなっている。図17。

(IV) N・Eこみで全員を~29及び30~の各年齢層に分けてみるといずれの 카테고리数においても~29の方が分類時間の短いことは図18, 図19に明らかである。

以上のごとくカード分類検査の結果は概してEがNに較べて分類能力がすぐれているといえるが、これは平常従事している作業の性質によるものなのかどうかは明らかではないが、或程度はこうした説明も可能かもしれない。取扱う情報の特性と併せて考える必要を示唆するものであろう。特に投入対象を認知してからの感覚運動系の能力の良否が大きな影響を持つと思われるがこの点は後述の交互打印検査の成績と併せて考えると興味がある。

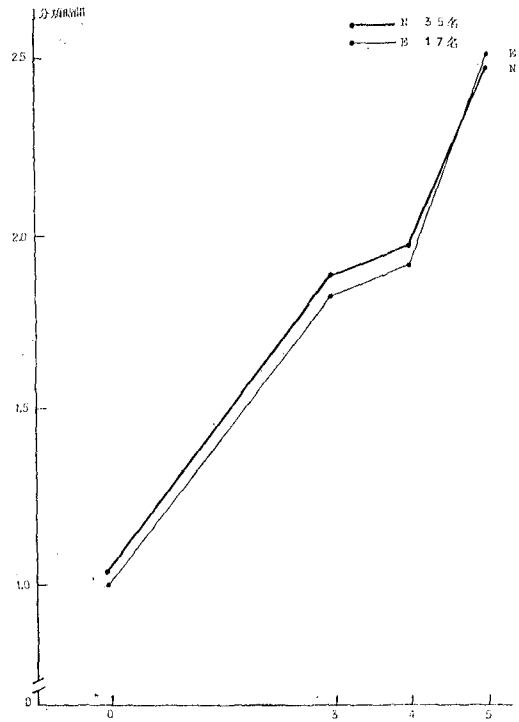


図11 平均分類時間 / 1カード

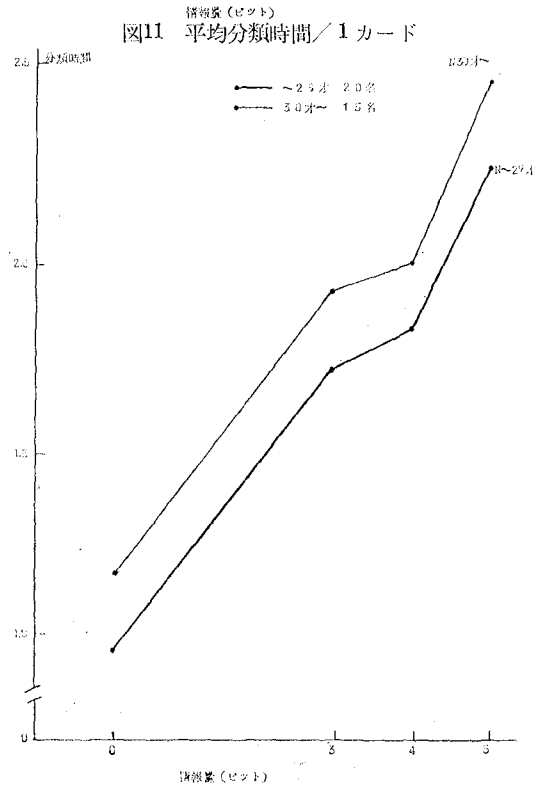


図12 平均分類時間 / 1カード (N)

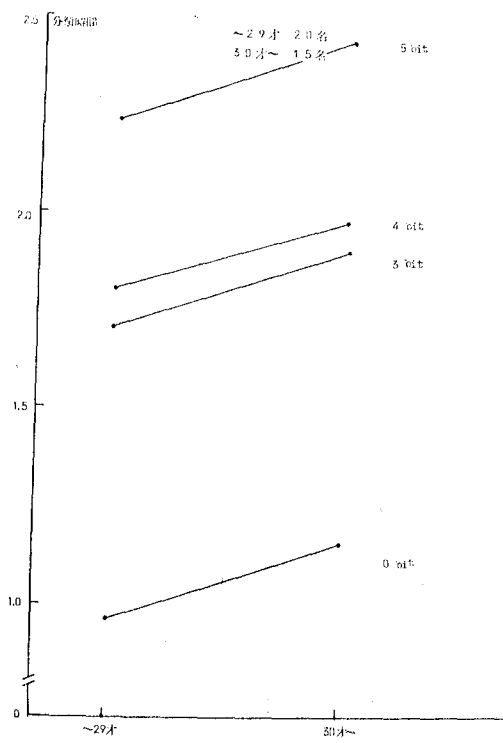


図13 平均分類時間/1カード (N)

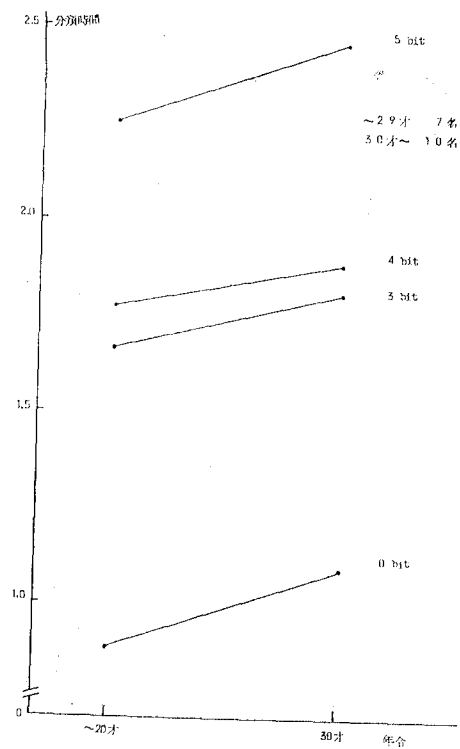


図15 平均分類時間/1カード (E)

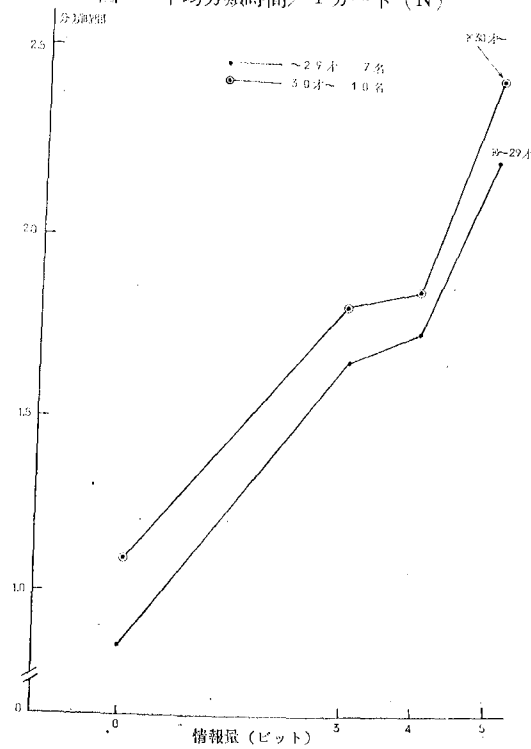


図14 平均分類時間/1カード (E)

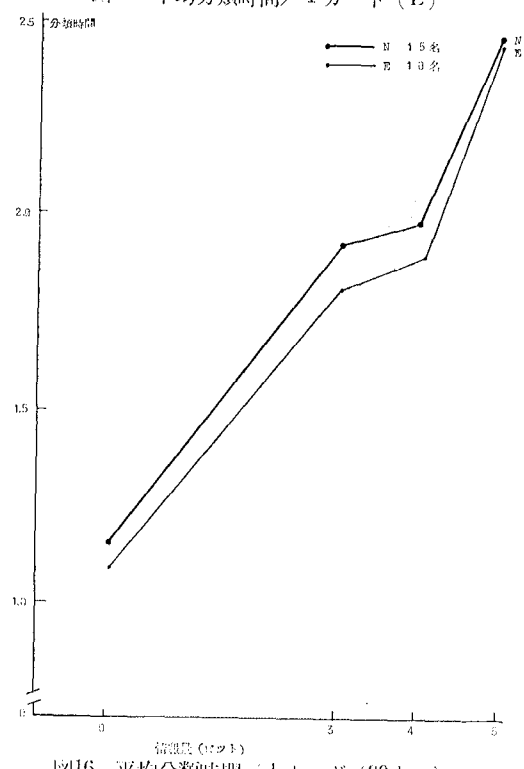


図16 平均分類時間/1カード (30才~)



図17 平均分類時間 / 1カード (～29才)

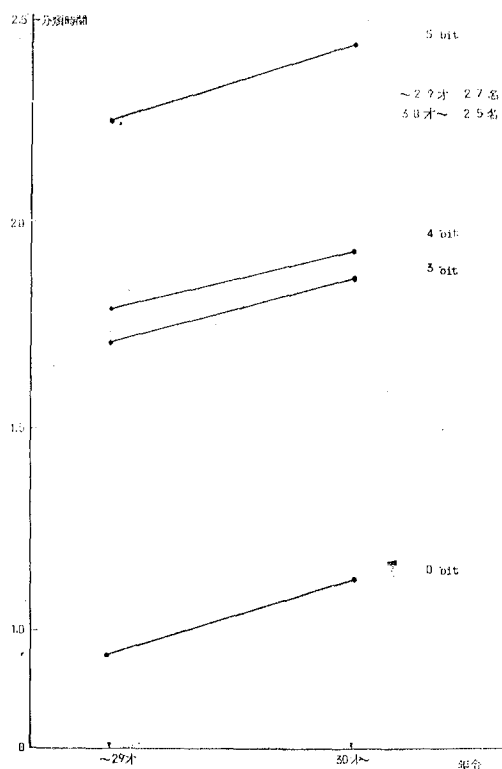


図19 平均分類時間 / 1カード (N+E全員)

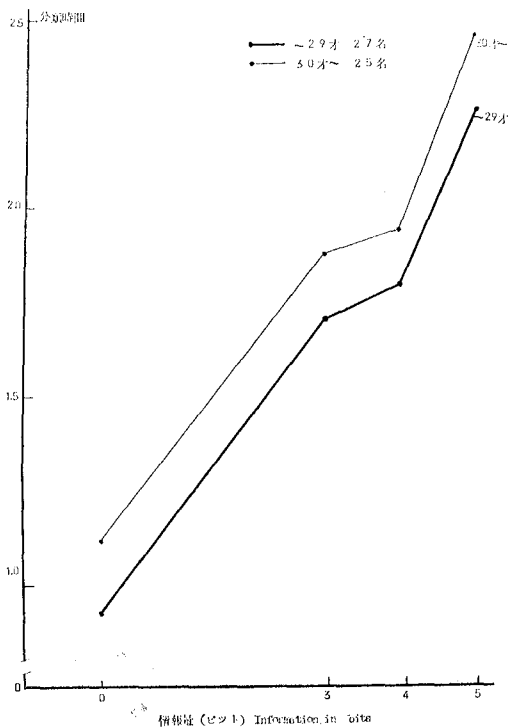


図18 平均分類時間 / 1カード

C 交互打叩検査

イ 意義

手の単純な動きの中にも如何に複雑な精神過程が含まれているか、大脳の精緻な制御機構が支配しているかということは我々の日常生活の中での簡単な動作一つにもうかがうことが出来る。そこには Feedback mechanism を含む自動制御機構が見事な形であらわれているのを見ることが出来る。刺激を認知し判断を下すという感覚機序を含む運動系の一つの働きとして手の単純な動きをとりあげ、これを情報理論的な見地から解析し、人間の持つ情報処理能力の一側面を明らかにしようとするのが本検査法の意義があるということが出来よう。具体的には鉛筆様の狙準棒 (Stylus) である間隔において配

置された目標を出来るだけ正確にしかも速く左右交互に打叩することが要求されるとき、運動の振巾(A)即ち標的板(Target)の中央と、中央の距離と target の巾(WS)が規制されていて、その条件下で出来るだけ速く正確に運動することが要請される。その際の反応に要する平均時間がその反応当りの最小情報量に比例するであろうという仮説は Fitts によって樹てられた。我々もかってこの点についての検討を行ったことがあった。Aが大きくなる程、WSが小さくなる程反応時間が長くなるということを確率的な観点から情報理論的に説明出来るとしたのであった。

ロ 方 法

Taget Plate の前に椅座して Stylus を利手に持ち、target と target の中間にあるスタートポイントにおいた Stylus を「用意始め」の合図と共に右から始めて左右交互に出来るだけ速く、出来るだけ target をはずさないように打つことが要求せられる。標的板の左右にはこれと同面積を持つ error zone が設けられている。実験装置の大要は図20に示されている如く

であって、左右の target 及び error zone に Stylus が当たるたびに Electric Counter にその数が記録され、実験者は15秒経過して実験者の「止め」の合図と共に打叩が終了する毎にこの値を読みとる仕組みとなっている。

ハ 結 果

標的板の間隔Aとその巾WSとから刺激情報量Hを算定するには次式による。

$$H = \log_2 \left(\frac{A}{WS} + 0.5 \right)$$

その根拠についてはここでは触れない。今回とりあげた刺激としては次の4組であった。

WS (inch)	A (inch)	H (bit)
2	4	1.32
2	16	3.09
1/4	4	4.04
1/4	16	6.01

簡単に要約すると結果は次の如くなる。

(I) 各選択条件毎に1試行当りの平均エラー回数をNとEに分けてプロットしたものが、図21である。いずれもNに比してEの方が平均エラーが小であることが知れる。

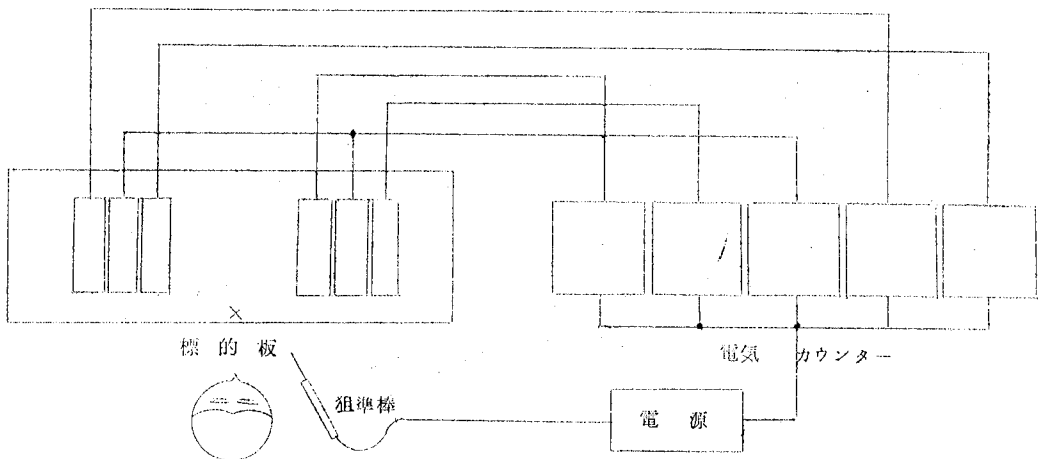


図20 交互打叩測定装置配置図

(II) ~29, 30~の年齢層別を更にN, Eの別に分けて, 1試行当りの平均エラー回数をとったものが図22, 図23である。 $1/4-4$ 及び $2-16$ についてはNがEよりエラーが多く, ~29より30~の方がエラーが多い。 $1/4-16$ 及び $2-4$ については~29についてはNの方がEよりエラーが多いが, 30~については逆にEの方が多いか等しいかである。N, Eこみで年齢層別に分けて平均エラー回数をみたものは図24であるが $2-4$ 及び $1/4-16$ については~29の方がエラーが多く, $2-16$, $1/4-4$ については30~の方がエラーが多いという相反する傾向を示す。

(III) 各刺激条件毎に年齢層別, NE別に運動時間をプロットしたものを図25に示す。運動時間は調和平均値をとってある。刺激情報量の小である $2-4$, $2-16$ については, 30~の方が~29よりも運動所要時間が長いという傾向がみられるが, NE別には一義的な差を示さず, 刺激情報量の大きい $1/4-4$, $1/4-16$ に関しては年齢層別, 職種別に一義的な差異を示さない。これらの結果には誤打回数は省かれている。

(IV) 誤打の場合をも含めた平均運動時間を年齢層別, 職種別にまとめたものが図26である。各刺激条件とも年齢層別, 職種別に一義的な差異傾向を示さない。同様な指標を用いて, NEを分けて示したのが図27であるが $2-4$ では同じ値, $2-16$ ではEの方が短いが, 刺激情報量の多い $1/4-4$, $1/4-16$ については僅かながらNの方が早い。

これを職種をこみにして年齢層別に分けてプロットしたものが図28であるが両者は殆んど同一の傾向を示し極く僅かに30~の方が長

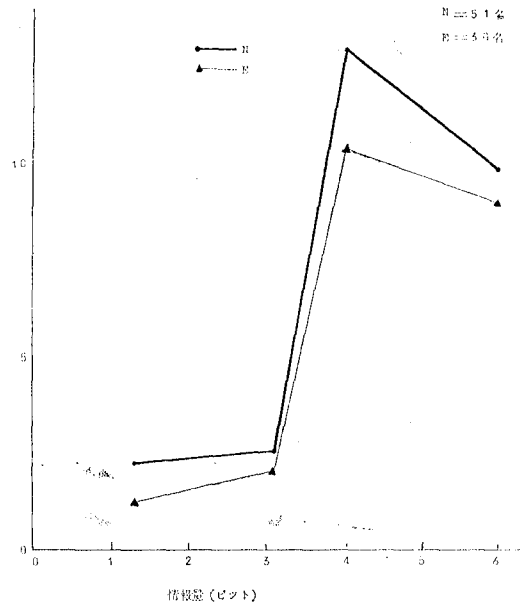


図21 平均エラー/1試行

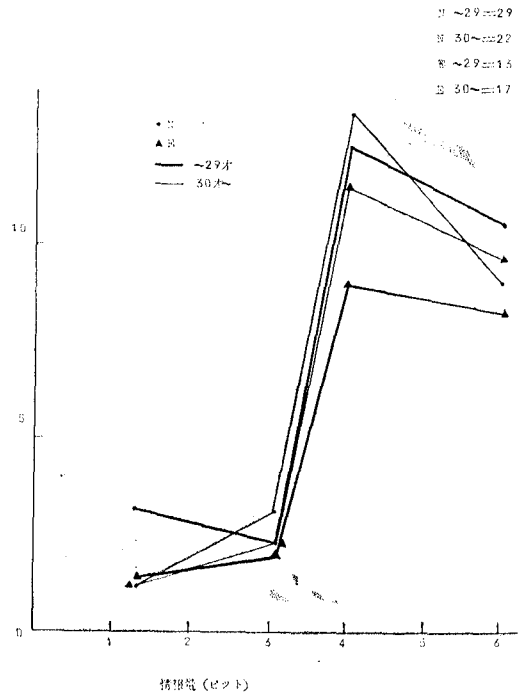


図22 平均エラー/1試行

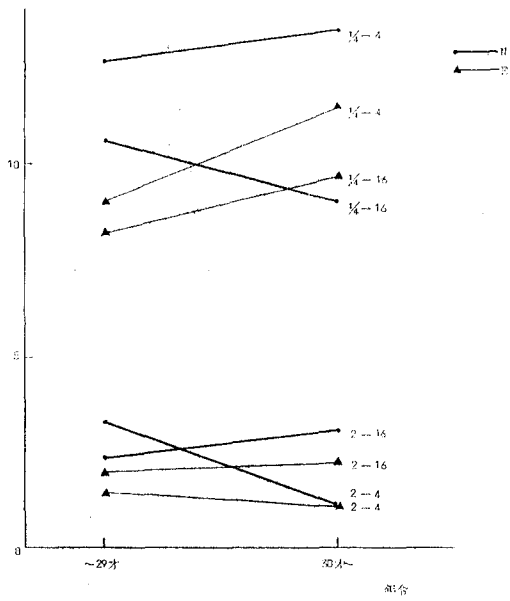


図23 平均エラー／1 試行

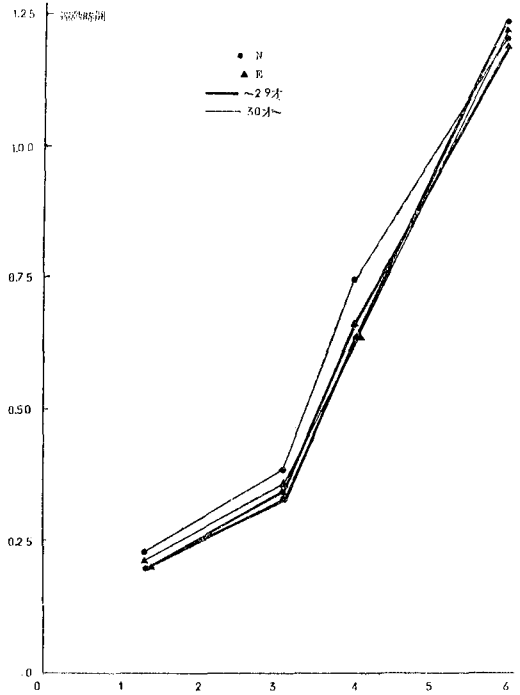


図25 平均運動時間

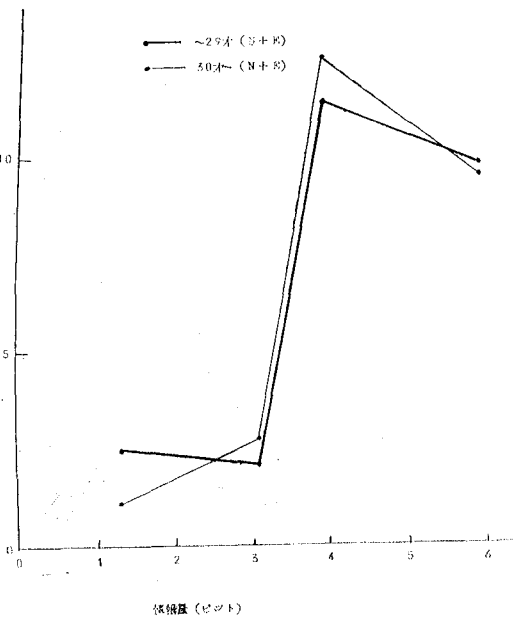


図24 平均エラー／1 試行

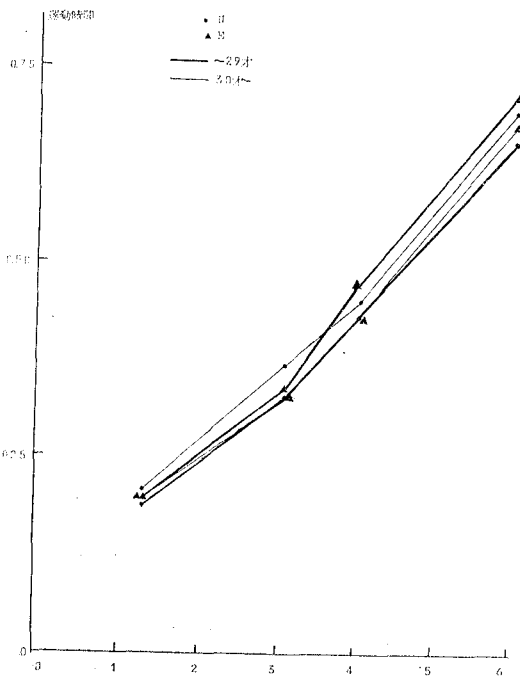


図26 平均運動時間 (エラーを含む)

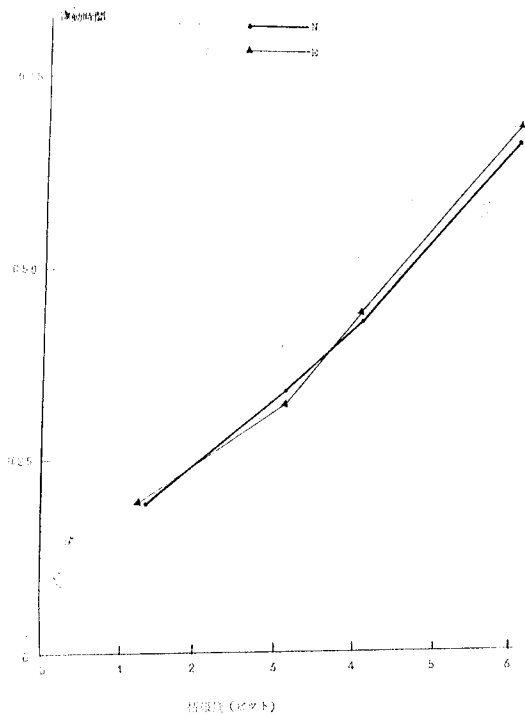


図27 平均運動時間 (エラーを含む)

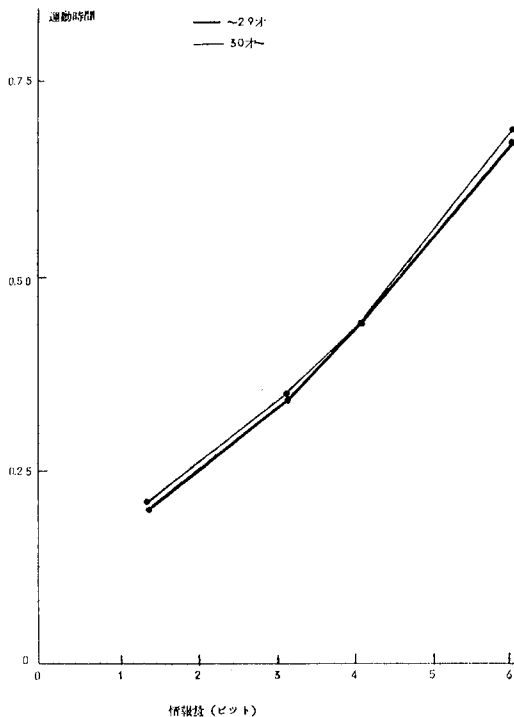


図28 平均運動時間 (エラーを含む)

い運動時間を示すといえるであろう。

以上交互打叩検査の結果が比較的多義的であることの原因としては、教示の持つ多義性即ち正確に早くという教示のどちらを重点として受取るかという被験者の態度によって著しく影響を受けることが考えられる。測定法自体の問題点として挙げられているが未だに確実な実験資料に乏しいので今後の追究にまたねばならない点である。

附・記憶検査

記憶の検査方法として通常用いられているものとは若干異なる手続きにより、注意配分計算能力と記憶再生の両面に亘ってその能力を検討するため次の如きテストを実施した。既述した情報処理能力とは直接の関係はないが操船技術に必要な能力を補足検討しようとする予備的な試みである。

先ず2桁+1桁の加算問題を10秒の間隔を置いて次々にテープレコーダーにより音声的に呈示し、その暗算した解答のみを手許の用紙に記入せしめる。次々2分間の中断期間を置いて、今度は10秒おきに同じ順序で先の問題の正答のみを音声的に呈示し、今度は逆に問題の方を再生せしめる。再生の場合には前の記入部分は見せない。要領はあらかじめ充分実験者によって

表 1

年齢区分	~29		30~	
職 種	N n=29	E n=12	N n=21	E n=17
暗 算	9.6	9.8	9.8	9.1
記 憶	1.6	2.3	2.5	2.5
平 均	暗算 9.7		9.4	
	記憶 1.8		2.4	

表 2

職 種	N n=50	E n=29
暗 算	9.7	9.4
記 憶	2.0	2.4

教示され、数人宛集团的に検査が施行される。結果を要約すると次の如くなる。表1, 2参照

(I) 暗算成績(10問中の平均正答数)は~29においてはEの方が若干すぐれているが30~においては逆にNの方がすぐれている。記憶再生は~29においてはEの方がすぐれ30~に

おいては両者は等しい値を示す。

(II) NEこみで年齢層別にみると暗算能力は~29の方がすぐれているが記憶再生能力は30~の方がすぐれている。

(III) 各年齢層こみでN・E別にみると暗算能力はNの方がEに比して若干勝り、記憶再生能力はEの方が勝れている。

以上が何に起因するのか、被験者自体からくるのか、それとも測定法上の問題かは、これからのみでは明らかではない。