慶應義塾大学学術情報リポジトリ
Keio Associated Repository of Academic resouces

Title	マトリクス図形の短期記憶と後続刺激の妨害効果
Sub Title	Short-term memory of matrix pattern and interference of following stimulus
Author	山田, 恭一郎(Yamada, Kyoichiro)
Publisher	慶應義塾大学大学院社会学研究科
Publication year	1974
Jtitle	慶應義塾大学大学院社会学研究科紀要 : 社会学心理学教育学 (Studies in sociology, psychology and education). No.14 (1974.) ,p.81- 89
JaLC DOI	
Abstract	
Notes	論文
Genre	Departmental Bulletin Paper
URL	https://koara.lib.keio.ac.jp/xoonips/modules/xoonips/detail.php?koara_id=AN00069 57X-00000014-0081

慶應義塾大学学術情報リポジトリ(KOARA)に掲載されているコンテンツの著作権は、それぞれの著作者、学会または出版社/発行者に帰属し、その権利は著作権法によって保護されています。引用にあたっては、著作権法を遵守してご利用ください。

The copyrights of content available on the KeiO Associated Repository of Academic resources (KOARA) belong to the respective authors, academic societies, or publishers/issuers, and these rights are protected by the Japanese Copyright Act. When quoting the content, please follow the Japanese copyright act.

マトリクス図形の短期記憶と後続刺激の妨害効果

Short-term Memory of Matrix Pattern and Interference of Following Stimulus

山田恭一郎
Kyôichirô Yamada

人間の知覚現象や記憶過程を研究する一つの手法として，与える刺激マテリアルを2つあるいはそれ以上にふやし，それらの連続提示条件下での個々の反応および相互作用による変化を実験的に求めることが以前から汎く行なわれている。

記憶はその保持の時間の長さに応じて，伝統的に短期記憶 (short-term memory, STM) と長期記憶 (long-term memory, LTM) に分類され，前者では記銘直後から数分以内，後者ではそれ以上の保持時間が考えられている。複数刺激の連続提示による効果という点からみると，LTM における順向・逆行抑制が該当するものとしてあげられる。前の記憶によって後の記憶が妨げられる順向抑制，反対に後の記憶によって前の記憶が歪められる逆向抑制は記憶現象の一般的な傾向として周知であり，スカッグス・ロビンソン仮説やオスグッドの転移逆向曲面による説明が与えられている。一方 STM では再生がすぐに不能になってしまう性質から，再生の容易な記憶刺激として，単純なマトリクス図形やドット図形を用い，単一提示条件での memory span や figural goodness と関係した記憶マテリアル自体の記銘の容易度の研究が主に行なわれ，複数提示条件下での検討はそれほどなされていない。ここに1つの問題を設定することが可能である。(Clement, D. E. et al., 1967; Schnore M. E. et al., 1967; Sndograss, J. G., 1971; Deregowski, J. B., 1971; Zusne, L. 1970)

ところで，最近十余年前から見られる心理学の流れとして information-processing と称されるアプローチが隆盛をみせている。以前の情報理論が入力と出力の不確定性のみで心理学的な問題を記述し，その間に介在する black box 内部の様相には比較的無関心であったのに対し，information-processing では情報理論の循環論的限界を打破すべく black box の内部にまで立ち入り，computer のプログラムとの類比による schematic なモデルが多く構成されるようになった。記憶の研究もその風潮の及ぶところであり，記憶の実体をより分析的かつ構成的に探ろうとする試みがなされた。Sperling (1960, 1963) による visual information storage (VIS) の発見はその成果の1つである。

従来の STM, LTM の2分法に加え，STM よりもさらに持続時間の短かい 300 ms 以下の記憶の存在を提唱し，彼はこれに VIS と名づけた。Neisser (1967) の謂ゆる iconic memory も VIS の別名であるが，この種の記憶の実験において偶然に視覚的マスキング (visual masking, VM) という現象が発見された。視覚的な記憶マテリアルをいくつか極めて短かい時間 (50 ms 程度) 提示し，その消失後に小円形のポインターを提示して該当する場所にあった刺激を想起させようとしたところ，後続する小円の存在によって時間的には先に提示されたにも拘わらず，空間的に近傍にあった刺激がまったく知覚されなくなることがあるという現象である。VM は刺激提示法から見れば VIS の時間域での連続提示にあたるわけだが，その後の研究によって，VM の両方向性 (backward と foward) が確かめられ，また2つの刺激間の類似度によってマスキング効果に変化が生じるなど，LTM における連続提示条件下の結果と通じるものがある。(Ericksen, C. W., 1966; Schiller, P. H., 1966)。

また，VM 現象を知覚現象の側から位置づけると，Werner (1935, 1940) の輪郭線効果との親近性をみとめ

ることができる。Werner の実験は，やはり刺激を2種使用し，それぞれ 10〜20 ms の duration でサイクリックに提示すると一方の刺激 (disk) が，それを包囲する他方の刺激 (ring) によって absorb され，消失してしまうこと報告したものである。以上の諸実験結果を，2刺激連続提示という実験 paradigm から概括すると，下表のごとき1つの時間軸上での展望を仮定することが可能である。

時間的 order	10〜20ms 以下	50〜100 ms	秒	分以上
process-er	percep-tion	VIS	STM	LTM
現象名	輪郭線効果	visual ma-sking	?	順向・逆向抑制

Table 1　時間的 order による2刺激連続提示条件の分類

Table 1 は視覚刺激の場合であり，STM が ? となっているのは，まだ試みられたことがないためであるが，聴覚的な刺激を用いた同様の実験は Wickelgren (1966) によって既になされており，2〜8秒程度の刺激提示でも，後続する妨害音刺激によって，前の標準音の記憶が衰えること，2音の高さが近いほど，妨害音が長いほど error が生じやすいことを明らかにした。

そこで，筆者は今回の実験において視覚刺激を用いた連続提示条件下での STM の特性を検討してみようと思う。その結果にもとずいて Table 1 の STM の ? に解答を与えることが本報告の目的である。

実　験　1

目　的

マトリクス図形の記憶を後続刺激提示の条件のもとで考察する。後続刺激の存在によって先行刺激の記憶に妨害効果が生ずるか否かを験べる exploratory な実験である。

方　法

装置：刺激提示のための瞬間露出器（竹井機器工業，TKK tachistoscope) および時間統制用の preset digital timer（ユニテック電子，UDT-306）を用いる。

刺激：テスト刺激 (TS) と後続刺激 (FS) の2種用意する。TS は被験者によって記憶されるべき刺激でケント紙に製図用黒インク（太さ 0.8 mm）で描かれた4×4 の正方マストリクス図形（縦横 4 cm）で，16 の cell のうちいくつかに対角線が引かれ⊠の形をなしている。

⊠の数は，4〜10 cell，それに 16 cell の場合があり，⊠の position によって3種の図形特性を構成する。1. ⊠ cell が左右対称に配置される symmetry TS (STS), 2. ⊠が間隙なく凝集し gestalt 的特性の強い massed TS (MTS), 3. 各行各列に少なくとも1つ以上の⊠を含むという限定つきの rardom TS (RTS) の3種で，それらの typical な例が Fig. 1 に示されている。

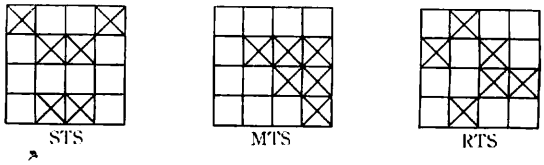

Fig. 1　図形特性のちがいによる3種の TS（個数6）

その他，特殊な TS として市松模様の checkered TS やすべての cell に⊠がある all cross TS も参考のため加え，TS は総計80枚（75種）になる。FS は TS に引き続いて提示され，妨害効果をもたらすと予想される刺激で，1. TS と同大の⊠が tachistoscope の fieid 全面に提示される cross FS (CFS), 2. cross のかわりに直径 5 mm の黒い dot が同数並べられる dot FS (DFS), 3. 時間要因の control のために黒色紙を用いた black FS (BFS) の3種あり，Fig. 2 に簡略にして図示されている。

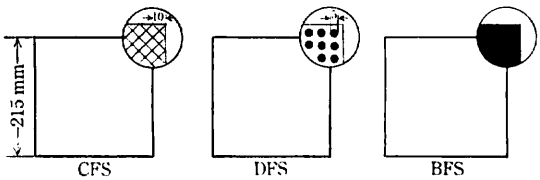

Fig. 2　3種の FS の簡略図

TS, FS のほか凝視点を示す field には，BFS と同質の黒色紙の中央に直径 1.5 mm の小穴を穿けたものを使用する。

被験者：20〜25歳の心理学専攻学生，男5名，女1名を被験者とし，うち女1名は矯正視力で実験をうける。

手続：実験は暗室条件で行なわれるため，被験者は実験に先立ち10分程度の暗順応をうける。被験者は tachistoscope の前の椅子に座し瞳孔間距離を調節した後，実験に入る。刺激は Fig. 3 に示されるような順序で提示

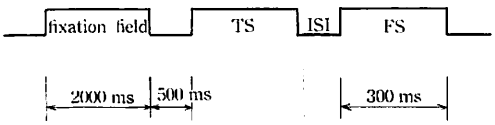

Fig. 3 実験1の刺激提示

される。

時間的な実験変数は，TS duration の4条件 (200, 500, 1000, 1500 ms) と TS と FS の interstimulus interval (ISI) の3条件 (0, 100, 300 ms) で，fixation field と FS の duration は全体を通じて一定にしておく。被験者の課題は，TS を記銘し，FS 終了直後にそれを再生することであるが，反応用紙には予め TS と同大の 4×4 のマトリクスが書かれており，TS の同じにするためには該当する cell に cross を記入するだけで

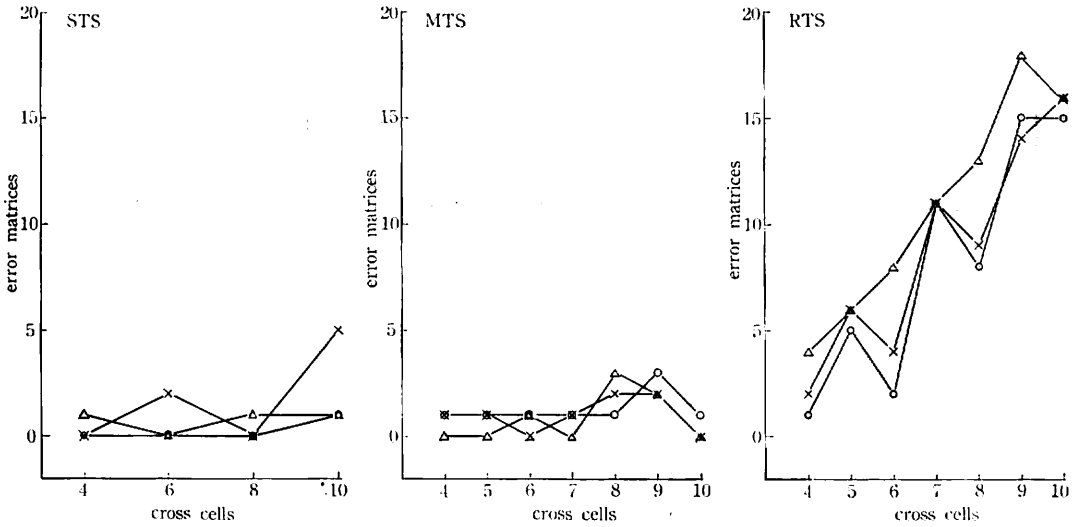

Fig. 4 実験1の結果。TS=200 mS で誤ったマトリクス総数（6被験者）による BFS (○), CFS (×), DFS (△) の比較

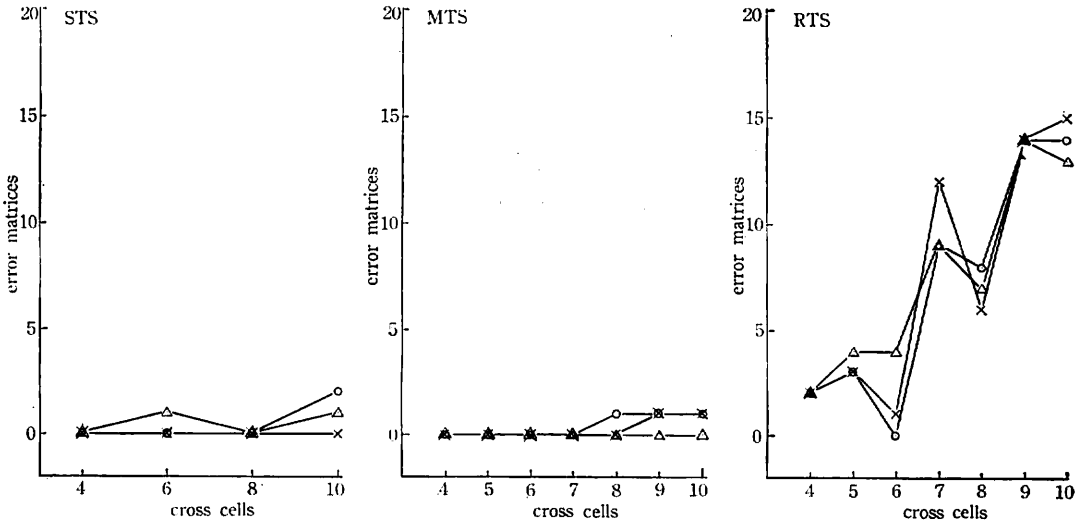

Fig. 5 実験1の結果。TS=50 ms で誤ったマトリクス総数（6被験者）による BFS (○), CFS (×), DFS (△) の比較

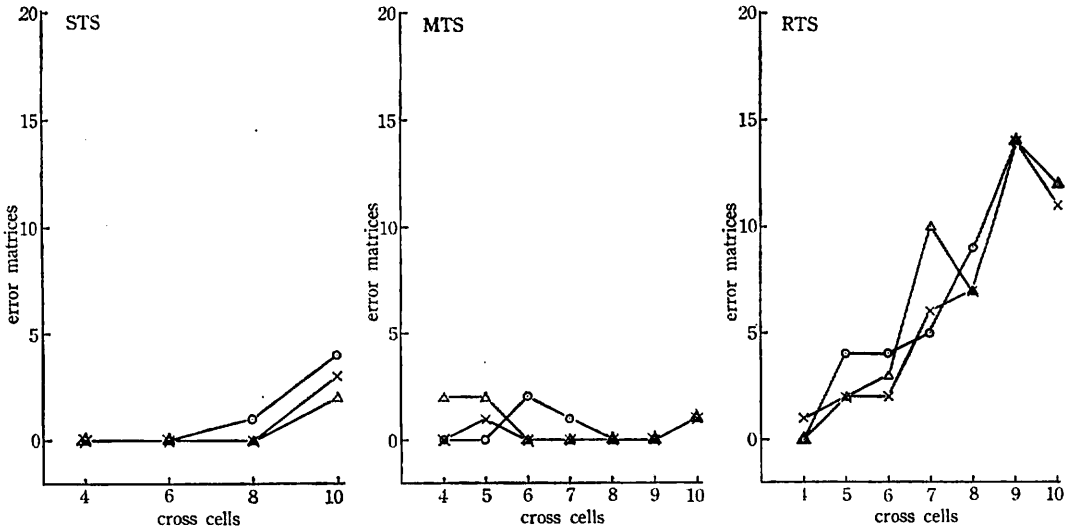

Fig. 6 実験 1 の結果。TS=1000 ms で誤ったマトリクス総数（6 被験者）による BFS (○), CFS (×), DFS (△) の比較

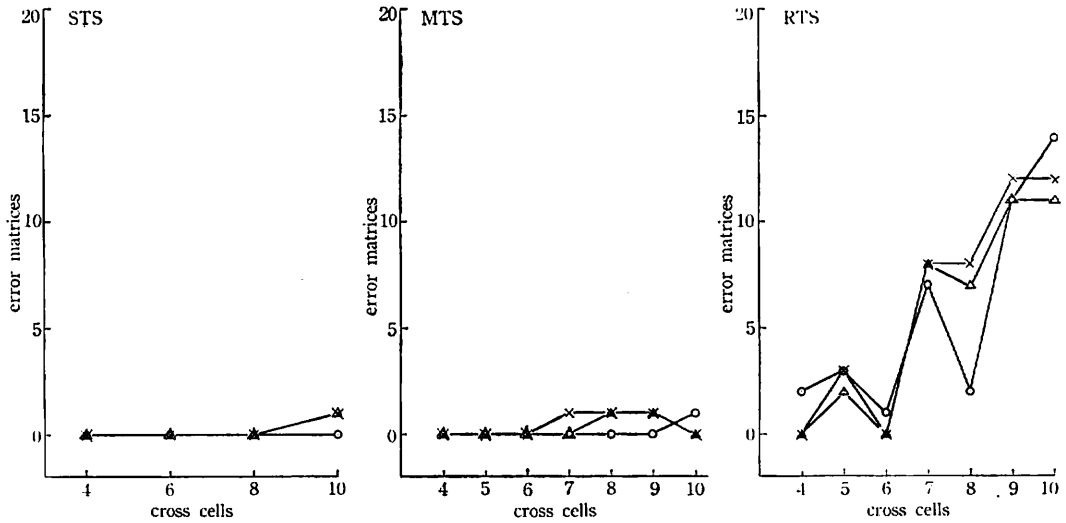

Fig. 7 実験 1 の結果。TS=1500 ms で誤ったマトリクス総数（6 被験者）による BFS (○), CFS (×), DFS (△) の比較

よい。観察距離は 80 cm, TS の図形は視角にして 2.87° に相当する。明るさの条件は TS, FS が約 0.15 ftL, fixation field は残効を防ぐため極度に輝度を落としておく。反応は被験者の pace で行なわれ，再生途中の訂正も許される。TS の⊠の個数や図形特性は random な順序に提示される。また再生した図形の正誤について被験者はいっさい知らされない。

20試行からなる 1 系列を同一の TS duration で行ない，1 日 4 系列計80試行を実験する。FS の特性の 3 種類，ISI の 3 種，それに「TS のみ」提示の条件を加えて10回(10日)で全実験が終了するよう計画されている。

結果と考察

妨害効果：Fig. 4～7 は実験 1 の被験者 6 人の結果を

TS duration 別にまとめたものである。

プロットされた数値は error matrices で，16の cell を完全に再生できたものだけを correct matrix とした。ISI の3種はマルめられているが，これは 0, 100, 300 ms で差がみられないことがわかったからである。これらの図によると，予想に反して FS による妨害効果はみとめられない。あるとするならば BFS 条件に比し，CFS や DFS 条件において，より多数の error が生起するはずだが，そのような傾向はどの TS duration でも見られず，とりわけ STS や MTS では多くの場合ほとんど同数になっている。RTS でも TS=20 ms の場合にわずかに DFS で error が多くなるのが目につくが，全体的にながめると FS による妨害効果はなかったものと思われる。

TS の図形特性：TS の図形特性の種類によって記憶の強さに差異がみられた。

STS, MTS は⊠の個数には無関係に常に error が少なく，all cross, checkered では error が皆無である。一方 RTS では error が多く，しかも⊠の個数が増加するに従って error も増加するという比例関係に近い傾向がある。

位置効果：被験者の内観によると，TS 提示中の scanning は多くの場合，左上から右下に移動するという。この strategy が再生にどう反映するかを調べたものが Fig. 8 である。1つマトリクス図形を左上・右上・左下・右下の4区域に分け，「TS のみ」提示の試行の error を集計したものである。この場合の error は cell 単位，すなわち⊠を□と，逆に□を⊠と誤まる2つのケースがある。この図によって左上，右上に較べ左下，右下でより多くの error が生起することがうかがえる。統計的にも χ^2 検定によって有意差が得られた [$\chi^2_{(3)}=12.56$, $P<.01$]。上と下，または左と右の2区域にわけて比較した図が Fig. 9 である。明らかに左右の差は小さく，上下の差の大きいことがわかる。χ^2 検定によっても上下では有意差がみられ，[$\chi^2_{(1)}=11.56$, $p<.01$]，左右では有意差なし [$\chi^2_{(1)}=.64$, $p>.05$] であった。

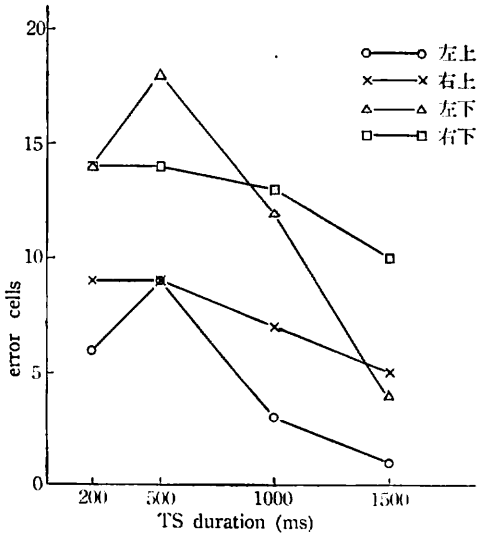

Fig. 8　実験1の結果にみられる位置効果（4分区域）

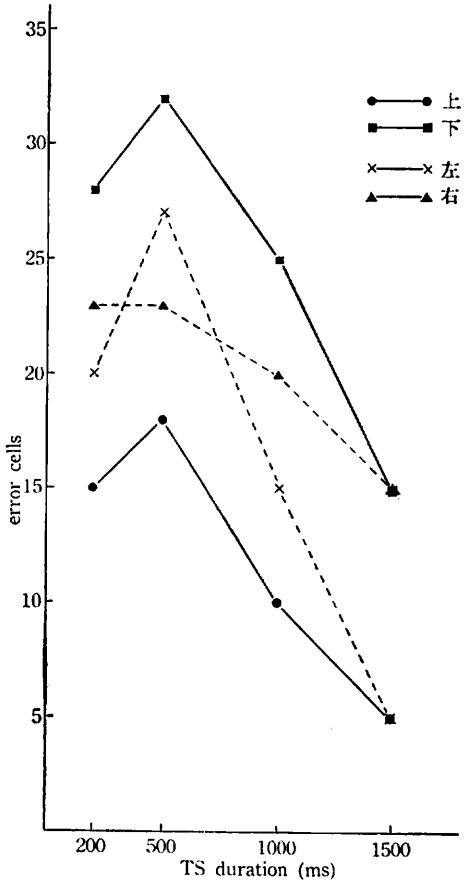

Fig. 9　実験1の結果にみられる位置効果（2分区域）

実験条件の検討：以上に見たように実験1においては TS の記憶に対する FS の妨害効果はほぼ全く見られなかった。その原因として次のことが考えられる。(1) まず，数百 ms 以上の提示による視覚刺激の STM は FS によって妨害されるような性質をもともと持っていな

い，という全面否定的な推測もなりたつが，その他に以下のような実験条件の要因によるものとも考えられる。すなわち，(2) STS, MTS が刺激の場合，図形が長期記憶にまで coding されてしまい，その後の実験でもそれが利用される。(3) 一方 RTS の場合は，図形の再生そのものが困難で，なかんづく⊠の個数が多いときには FS の有無に拘わらず再生ができない。そのような刺激では，かりに FS による妨害が潜在的にあったとしても実験的に検出するのには不適である。(4) FS が field 全面の cross や dot であったため，TS のマトリクス図形とは特性が違いすぎて，単なる「地」に過ぎなかった。

その点で CFS や DFS も BFS と同じ機能を果たしただけであった。ここでは実験 1 の結果を一応 (2) 以下の要因によるものと判断し，次の実験では条件を下記のように改めてみる。

(1) マトリクスにふくまれる⊠の数を一定にし TS の間の similarity を高めることによって，長期記憶からの推測的情報を抑制する。

(2) その⊠を "6" とし，少なくとも BFS 条件下ならば RTS でも再生できる範囲に限定する（内観によれば，6 個位ならば大体再生できるという報告を得た）。

(3) (2) と同じ理由から，実験 1 で多くの被験者が最も反応しやすかった 500～1000 ms の間に TS duration を限定する。

(4) FS の図形性を高めるために，こちらも 4×4 のマトリクス図形を用いる。

(5) FS duration を延長してみる。

実　験　2

目　的

実験 1 の考察にもとづいた条件の修正が反応にどう影響するかを験べる。また再生課題に加えて反応用紙に⊠を記入した順序と error の生起との関係から記憶衰退の継続的側面もあわせ考察する。

方　法

装置：実験 1 に同じ

刺激：TS は実験 1 で使われていたものと同大，同質のマトリクス図形で，図形特性の 3 種も前実験と共通しているが，実験 2 では⊠の個数が 6 に一定し，計36枚（36種）使用する。FS は 2 種あり，TS と同じ位置に同大のマトリクス図形が提示される pattern FS (PFS) と control のための black FS (BFS) である。

PFS は TS と同じく 3 種の図形特性を備えており，BFS および fixation field は実験 1 で使ったものと同一である。

被験者：20～25歳の心理学専攻学生，男 3 名，女 3 名を被験者とする。2 種の FS duration（後述）によって 3 名づつの 2 群に分ける。

手続：暗順応，照明条件，観察距離，field の提示順序など基本的な点は実験 1 を踏襲するが，TS, FS ともにマトリクス図形を使用することから，両 field の位置の整合がさらに入念に行なわれた。TS の提示は乱数表に従うが，PFS の提示は TS の図形特性に依存して同一時間条件内で 9 種の組合せ (STS-SFS, MFS, RFS; MTS-SFS, MFS, RFS; RTS-SFS, MFS, RFS) が均等の頻度で生起するように準備する。

時間的条件としては，TS duration の 3 種 (600, 800, 1000 ms), FS duration の 2 種 (300, 500 ms), そして ISI の 3 種 (0, 100, 300 ms) を用いる。以上の条件が順序効果を相殺するように randomize され，「TS のみ」提示の条件を加えて，1 人の被験者が 8 回（8 日）で全実験を終了するように計画された。

被験者の課題は TS 図形の再生を行なったあと，記入した順番を⊠の中に数字で書きこむことを求められる。

結果と考察

妨害効果：6 人の被験者を TS の特性別にまとめたものが Fig. 10 である。ここでは FS duration の 2 種，ISI の 3 種がマルめられている。

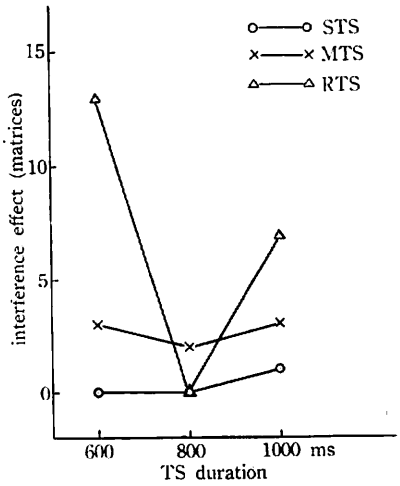

Fig. 10　実験 2。3 種の TS による妨害効果（マトリクス）の比較

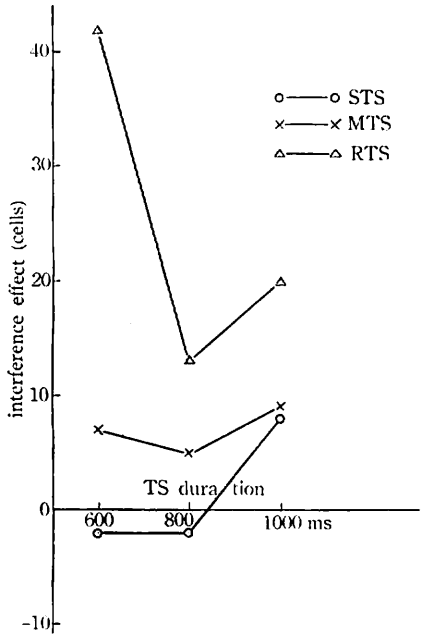

Fig. 11　実験2。3種の TS による妨害効果（セル）の比較

妨害効果の量は PFS 条件での error 数から BFS 条件での error 数を減じた差を以ってプロットしてあるが，それによると STS では皆無であるが，MTS ではわずかの妨害が見出せ，RTS になると TS duration によって相当数の妨害量にのぼる。従って少なくとも RTS では妨害効果の存在を考えてもよいと思われる。error の単位を cell になおしてプロットするとFig. 11 のようになる。図形全体の正誤でなく，TS の⊠(□)を□(⊠)と再生したものを error として集計したこの図では，3種の TS の関係がいっそう明瞭になる。STS では BFS, PFS の差が一貫せず，MTS では妨害効果がどの TS duration でも見られるが，RTS における量ほど多くなってはいない。結局実験2では，FS の TS の記憶に対する妨害効果が存在するが，その程度は TS の種類によって異なってくることがわかった。

ISI: ISI を横軸に error matrices を縦軸にとったときの妨害効果が Fig. 12 にあらわされている。この図によると error の生起が ISI の長さによって組織的な変化をもたらしているとは考えられない。実験1の結果でも ISI による変化がみられなかったことを考えあわせ，ISI が 0～300 ms 程度では妨害効果に影響を与えていないということができる。

FS の duration: FS の duration には 300 ms と

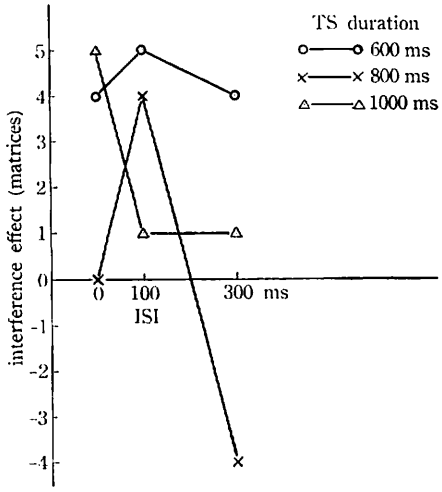

Fig. 12　ISI と妨害効果

FS duration / TS duration	300 ms 群	500 ms 群
600 ms	7	1
800 ms	4	0
1000 ms	2	1

Table 2「TS のみ」提示条件での FS duration と error matrices

500 ms の2種があり，被験者を2群にわけて妨害効果を比較を試みようとしたが，Table 2 を見ると grouping に不備のあったことを認めざるを得ない。この表は「TS のみ」の条件での2群の error を3種の TS を総合したデータで比較したもので，FS=300 ms においてより多数の error が生じてしまっている。これは両 group の memory capacity の差に原因した差異で，この点の統制を欠いたまま FS duration の要因を考察することは保留すべきと判断され，むしろ被験者の memory capacity の観点から妨害効果を点検しなおすことが妥当である。

memory capacity と妨害効果: BFS 条件の error matrices の数によって全被験者を large memory capacity (LMC) と small memory capacity (SMC) の2群にわけ，両群の妨害量を比較したものが Fig. 13 である。LMC では TS=600 ms で少し妨害があるだけで，1000 ms では 0，800 ms では逆に BFS 条件の方で error が多くなるなど PFS の効果が安定しない

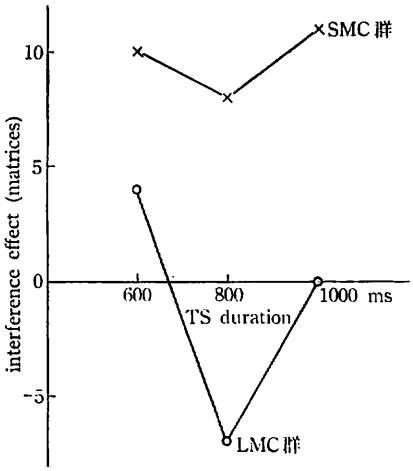

Fig. 13 memory capacity による妨害効果のちがい

のに反し，SMC では一貫して妨害効果がみられる。

この事実から FS の効果の存在は肯定されるが，その顕現は memory capacity によって規定され，情報量の面で極めて critical な範囲において見出される性質ものと解釈される。

TS と FS の類似度：Table. 3 は TS-FS の図形特性の異同が error の頻度にどう関係するかを調べたものだが，この実験では類似度と error 数とは依存関係はない。3 種の FS に平均して error が起っている。しかしながら実験 1 で用いた FS から実験 2 の FS への変化は，量や大きさの点ではなく，質的に TS のマトリクス図形に近づけた変化であった。それゆえ実験 2 で発見された妨害効果を TS と FS の類似度の接近がもたらした結果と見なすことは可能である。しかし本実験では取扱われなかったところの，cell レベルの類似度と妨害量との検討も残されているので，この問題については結論をさし控えるべきであろう。

TS \ FS	S	M	R	計
S	3	1	1	5
M	2	3	6	11
R	31	30	31	92
計	36	34	38	108

Table. 3 TS, FS の図形特性と error の生起頻度

response order effect：反応用紙に⊠を記入していく過程で，まだ書いていない⊠の記憶が衰退していくことが予想される。Fig. 14 は⊠の記入順序と error 生起の頻度の関係をみようとしたものである。明らかに反応が遅れるに従って error cell が増す傾向がある。BFS, PFS では誤りの実数が異なるだけで，いずれも漸増傾向をみせており，PFS の存在による再生能力の急落といった現象は特になかった。

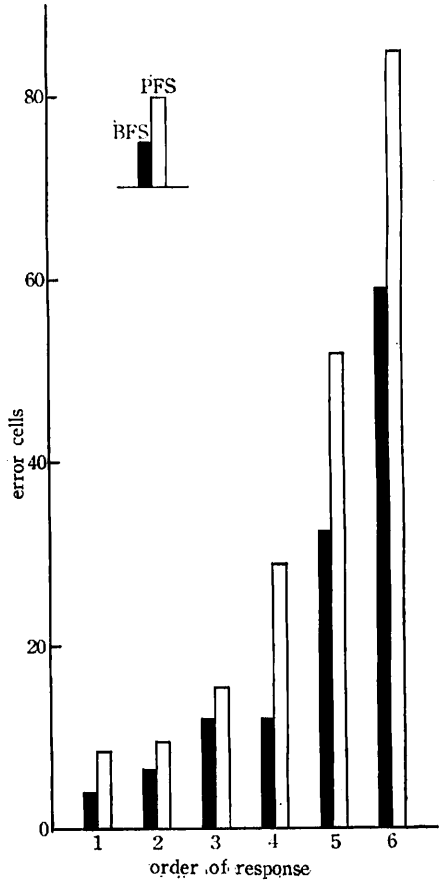

Fig. 14 反応順序と error の生起

要　約

図形の STM に関する実験が 2 つ行なわれた。

2 刺激連続提示の方法による記憶の妨害効果を指標とした場合，TS の図形が重要な要因になり，左右対称図形，gestalt 性の大きい図形，random な図形の順に妨

害量が増加することがわかった。Attneave (1955) などによってつとに明らかにされた図形特性と記憶の関係が，妨害効果に対する persistence の面からも確認された。

妨害は TS と FS が過度に異なる条件では検出されず，ある程度の類似性を備えたとき効果を発揮する。これらは他のレベルの記憶の性質に一致するもので，Table. 1 の？には肯定的な解答を充てることができよう。

その他，図形の記憶に関する空間的，時間的要因の考察が行なわれた。

文　献

Attneave, F. (1955) Symmetry, information, and memory for pattern. *American Journal of Psychology*, **68**, 209-222.

Clement, D. E., and Varnadoe, K. W. (1967) Pattern uncertainty and the discrimination for visual patterns. *Perception & Psychophysics*, **2**, 427-431.

Deregowski, J. B. (1971) Symmetry, gestalt and information theory. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, **23**, 381-385.

Eriksen, C. W. (1966) Temporal luminance summation effects in backward and foward masking. *Perception & Psychophysics*, **1**, 87-92.

Neisser, U. (1967) *Cognitive psychology*. New York: Appleton-Century-Crofts.

Schiller, P. H. (1966) Foward and backward masking as a function of relative overlap and intensity of test and masking stimuli. *Perception & Psychophysics*, **1**, 161-164.

Schnore, M. E. (1967) Immeadiate memory for visual patterns: Symmetry and amount of information. *Psychonomic Science*, **8**, 421-422.

Snodgrass, J. G. (1971) Objective and subjective complexity measures for a new population of patterns. *Perception & Psychophysics*, **10**, 217-224.

Sperling, G. (1960) The information available in brief visual presentations. *Psychological Monogragh: General and Applied*, **74**, 1-29.

Sperling, G. (1963) A model for visual memory tasks. *Human Factors*, **5**, 19-31.

Werner, H. (1935) Studies on contour: I Qualitative analyses. *American Journal of Psychology*, **47**, 40-64.

Werner, H. (1940) Studies on contour: Strobostere oscopic phenomena. *American Journal of Psychology*, **53**, 418-422.

Wickelgren, W. A. (1966) Consolidation and retroactive inteference memory for pitch. *Journal of Experimental Psychology*, **72**, 250-259.

Zusne, L. (1970) *Visual perception of form*. New York: Academic Press.