反復試行に伴う同異反応時間の変化と情報処理特性¹

徳島大学

松田 隆夫

EFFECTS OF PRACTICE ON SERIAL AND PARALLEL PROPERTIES OF HUMAN INFORMATION PROCESSING IN AN ARRAY MATCHING TASK

TAKAO MATSUDA

Department of Psychology, Tokushima University

“Same-different” responses to arrays consisting of 2 rows of 1, 3, 5, and 7 colored alpha-numerics were observed over 8 sessions of a four-week period with respect to whether every pair of the upper and lower items had the same attribute of either class (letter and digit) or color (red and blue). In the class attribute, the relation between the number of item-pairs (N) and reaction time (RT) was linear in every condition, and slopes for “same” were 275 msec in 1-2 sessions and 219 msec in 7-8 sessions, while those for “different” were 165 and 112 msec, respectively. These findings supported the hypothesis of the serial self-terminating processing of spatial information from class attribute, though the practice accelerated the processing rates to some extent. In the color attribute, difference between “same” and “different” RTs was not found, and RTs and N were almost independent with each other in 7-8 sessions, though the slope of N-RT function was still significant in early sessions. These suggested that spatial information from color attribute was essentially processed in parallel mode, and the practice had an effect to eliminate some nonessential operations accompanied in early sessions.

本稿は、先に本誌で報告した“項目列の異なる属性に基づく空間的情報の処理”(松田, 1971b)に関して、本誌編集委員会より提起された1つの問題に、具体的に回答する意図から執筆された。すなわち、上下2列に1-8個に配列された刺激項目列の空間的配置の同異を、刺激のクラス属性(文字と数字)あるいは色属性(赤と青)のもたらす情報にもとづいて弁別するという課題を用い、項目列の提示から同異弁別反応にいたるまでの時間を測度として、若干の情報処理モデルを検討した先の研究の中で、項目の命名と分類によってもたらされるクラス属性からの空間的配置の情報は系列的(Serial)に処理され、かつ、そこでは自動打ち切り型モデル(Self-terminating model)が妥当すること、しかしながら、系列的処理の方向は常に一定であるとは限らないこと、および、色属性からの情報についてはその処理方策に関して並列的(Parallel)な特性を断定しえなかったものの、クラス属性情報とは異質の極めて急速な処理がなされることが結論づけられた。これに対して、特定

条件下における人間の情報処理特性を明らかにするためには、同一の実験手続きを同一の被験者に反復して課すという経過の中で観測される同異反応時間の変化をも、合わせ検討することの必要性が指摘されたのである。

もともと、筆者が上述のごとき実験を試みた背景には、感覚的情報保存に関する研究(松田, 1971a)の中で示唆された推論ないし予測の正しさを、検証したいという最初の意図があった。すなわち、刺激対象に対する情報処理的アプローチを試みる場合には、処理されるべき情報の型や、情報をもたらす刺激対象の属性について考慮が払われるべきであり、それら情報に応じて処理方策や処理速度も異なっているという考えの妥当性を、項目列のクラス属性または色属性の情報にもとづいて空間的配置の同異を弁別処理する過程で検討したのであった。

反復訓練の効果については、すでに視覚検索(Visual search)課題や記憶検索(Memory search)課題、あるいは両者の混合課題に関して、Neisser (1963)やNeisser, Novick, & Lazar (1963)の先駆的研究が、あるいは、Nickerson (1966), Burrows & Murdock, Jr. (1969)の

¹ 本論文は、1972年度文部省科学研究費補助金(一般研究C)による研究成果の一部である。

研究が報告されていたし、最近も Kristofferson, M. W. (1972 a, 1972 b, 1972 c), Snodgrass (1972), Gould & Carn (1973), Kristofferson, M. W., Groen, & Kristofferson, A. B. (1973) らによって研究成果の蓄積がなされているように、人間の情報処理特性に関する新しい知見をもたらし可能性はかなり多い。しかし、筆者は、刺激項目列のマッチングという条件下で訓練効果を検討するには、当時、データを持ちあわせていなかったことや、また、実験条件の相違もあって、諸研究に示されている知見からの安易な類推を避けたいという考えから、この問題には何ら言及しえないで終っていた。

同一実験条件下における試行の反復が、ある程度まで反応時間の減少をもたらしことは、むしろ当然のことであるといえるかもしれない。問題は、こうした反応時間の減少が情報処理方策の本質的な変化にもとづくものであるのか、あるいは、単に処理速度の変化にもとづくにすぎないものであるのかということであり、従来の諸研究の関心もこの点に集中していると考えてよい。本研究の関心も、先の実験と類似の条件下で同一課題を一定期間にわたって同一被験者に反復的に課した実験データにもとづいて、訓練の効果が同異反応時間に、ひいては人間の情報処理方策にいかなる反映をもたらしかを検討し、合わせて先の結論の妥当性をも検証しようとするにあるといえる。更に、従来の諸研究でえられている知見との比較考察をも試みたい。

方 法

被験者に求められた課題は、上下に配置して同時に提示される刺激項目列が、クラス属性あるいは色属性に関して同一の空間的配置にあるとき“同”反応を、他の場合に“異”を、左右いずれかの電鍵押し反応によって報告することであった。実験方法の詳細については、先の研究(松田, 1971 b)と共通する部分が多いので不必要な重複を避け、今回の実験で採用された相違点を中心にその概略を述べればつぎの通りである。

材料および条件 アルファベット大文字およびアラビア数字が、赤または青印字で上下に配列された項目列を刺激材料として用いるが、本実験では、先の研究で用いられたもののうちから、項目対の数が 1, 3, 5, および 7 である項目列の刺激カードを選択して用いた。すなわち、刺激カードは属性条件の別に用意され、各項目対条件ごとに 20 枚(各属性条件で 80 枚ずつ、計 160 枚)で、属性×項目対の特定条件のいずれにおいても、刺激カードの半数には“同”反応が、他の半数には“異”反応が期待されるものであった。また、“異”反応条件は、項目列のうちのいずれか 1 個所の対のみで空間的配置が異なっている。

装置 3つの提示面をもつ刺激露出箱、タイムレギュ

レーター (TKK, DP 型)、タイムカウンター (ユニテック, 402 型)、電鍵等が目的に合致するように組まれ、更に、反応の正誤が電鍵押しと同時に青または赤ランプによってフィードバックされるようになっている。この装置は、今回新たに作製されたものである。刺激項目列の提示面照度は約 400 lux、観察距離は 80 cm であった。

手続き 試行は属性条件別に課せられ、同一属性条件にある 80 枚の刺激カードに対する試行は、項目列条件にかかわらず無作為順序でなされた。つまり、特定の属性条件下での 80 試行が連続して課せられた後、他の属性条件での 80 試行が同様に課せられることになる。これが 3—4 日おきに 1 週間 2 回の割で、4 週間にわたって 8 セッション繰返された。各セッションでいずれの属性条件から先に試行するかは、被験者ごとに無作為に決定された。また、いずれのセッションにおいても、特定属性条件での連続 80 試行を開始するに先立って、当該条件に関して予め用意された 20 枚の練習用刺激カード(各項目列条件で 5 枚ずつ)による練習試行が課せられた(“同”および“異”反応は各 10 回ずつ)。

被験者は、各試行のはじめに、課せられた同異反応の概要を説明された後、項目列提示面をのぞく位置にすわられ、手元にある 2 つの電鍵のいずれか一方を、できるだけはやく間違えないように押すことによって、項目列の空間的配置の同異を報告するよう要請された。そして、反応が正しいときは視野内に青ランプが、誤りのときは赤ランプが直ちに 2 秒間点灯されること、また、項目列の提示の直前には項目の提示個所を明示する枠組みが 2 秒間提示されることが告げられた。各試行は、実験者の合図の後、被験者が自らスタートボタンを足で踏むことによって開始された。

なお、今回は常に“同”反応には右電鍵が、“異”反応には左電鍵が用いられた。また、誤反応がえられたときは、そのセッションの試行の途中で当該項目列に対する試行を適宜挿入し、正反応に対する反応時間が改めて測定された。

被験者 徳島大学教育学部に在籍する女子学生 4 名で、視力および色覚とも正常の者である。いずれもこの種の実験に関する知識や経験を有していない。

結 果

被験者 4 名のうち 1 名は、事情によって最後の 2 セッションの試行を完遂しなかったため、結果の分析にあたってデータからすべて除外された。以下は被験者 3 名の結果である。また、実験の開始に先行して、同一状況のもとで各 20 回ずつ測定された左右の手による単純反応時間および 2 選択反応時間の平均は、前者で 283.7 msec と 289.0 msec、後者で 406.7 msec と 416.3 msec で

あり、左右の手による反応時間に有意差を認めえないので、左右の差は問題とされない。

Fig.1 は、提示された項目対の数の関数としての反応時間を、属性条件、同異反応条件、およびセッションの別に示したものである。これより、項目列のクラス属性情報にもとづく同異反応時間と、色属性情報にもとづくそれとの間には明白な差が存在することがわかる。そして、項目対の数の増加に伴い反応時間はほぼ直線的に増大しており、この傾向はクラス属性条件において特に顕著であること、更に、反応条件差がクラス属性条件で存在しそうなことが観察される。これらの点を、各特定条件における3被験者の平均反応時間にもとづいて、反応

条件(2)×項目対条件(4)×セッション条件(4)の分散分析によって確かめると²、クラス属性条件では、いずれの条件も反応時間に有意な効果を及ぼしており(反応条件差は $F(1,9)=85.87$ 、項目対条件差は $F(3,9)=783.26$ 、セッション条件差は $F(3,9)=14.39$ で、いずれも $p<.01$)、また、反応条件×項目対条件および項目対条件×セッション条件の交互作用は有意であった(前者で $F(3,9)=22.97$ 、 $p<.01$ 、後者で $F(9,9)=5.23$ 、 $p<.05$)。一方、色属性条件では、項目対条件およびセッション条件の2つの主効果のみが有意であった(前者で $F(3,9)=26.37$ 、

² 分散分析にあたって各反応時間の対数変換値が用いられた。以下においても同様である。

FIG. 1. Mean reaction time for "Same" and "Different" responses under each condition as a function of number of item-pairs. Averaged data from 3 Ss. Slopes and zero-intercepts of lines fitted by least squares on the data of 1-2, 3-4, 5-6, and 7-8 sessions under the condition of class attribute were 275, 268, 267, and 219, and 538, 511, 431, and 598, respectively, for "Same" responses, and 165, 172, 169, and 112, and 773, 608, 565, and 820 for "Different" responses. Those values of lines for the condition of color attribute, those being calculated without regard to the response conditions because of no significant difference between them, were 39, 23, 28, and 4, and 614, 598, 586, and 682.

TABLE 1.
F-scores obtained by the analysis of variance for each S on mean
reaction times under each condition†

	Class attribute			Color attribute		
	S ₁	S ₂	S ₃	S ₁	S ₂	S ₃
Same-Different responses (A)	22.64**	28.13**	12.15**	1.07	1.20	0.81
Number of item-pairs (B)	213.59**	188.20**	163.65**	5.56*	3.94*	17.45**
Sessions (C)	1.60	4.52**	13.98**	33.79**	8.75**	11.59**
A × B	5.41*	8.18**	5.08*	3.07	1.45	0.56
B × C	1.22	3.50*	1.60	2.00	1.09	2.41
A × C	1.93	1.15	0.02	2.10	0.13	1.52

† Values are transformed into common logarithms to stabilize variances.

** $p < .01$ * $p < .05$

TABLE 2
Zero intercepts (a) and slopes (b) in msec of linear relationship between mean
reaction times and number of item-pairs for each S. Lines were
fitted by least squares based on Fig. 3.

Condition		Param- eter	S ₁				S ₂				S ₃			
			1—2†	3—4	5—6	7—8	1—2	3—4	5—6	7—8	1—2	3—4	5—6	7—8
Class attrib- ute	Same	a	534.7	503.2	470.1	464.6	549.3	530.9	464.2	621.5	530.5	499.5	357.9	709.0
		b	235.7 **	244.2 **	287.4 *	242.9 **	292.3 *	362.7 **	245.3 **	217.1 *	297.4 **	197.2 **	269.0 **	197.9 *
	Diffe- rent	a	719.8	547.6	560.8	719.7	770.4	758.0	577.9	820.8	828.9	517.0	554.8	919.3
		b	162.1 *	181.8	168.4 *	119.0	177.8 **	179.4	162.5 **	114.2	155.0 **	155.9 *	175.1	104.0
Color attribute††		a	551.7	489.3	645.1	538.3	676.9	797.4	649.1	701.9	613.0	507.4	568.2	806.2
		b	26.2 *	11.4	4.2	0.4	38.5 **	16.9	10.4	14.2	52.6 *	39.0 *	42.2 **	—2.6

† Sessions

†† Data for “Same” and “Different” responses were pooled because no significant difference was shown between response conditions for each of 3 Ss.

** $p < .01$ * $p < .5$

後者で $F(3,9)=9.27$, いずれも $p < .01$). すなわち, 色属性情報のもたらす空間的配置に対する同異反応間には, クラス属性情報の場合とちがって, 有意差は認められなかったのである.

さて, 刺激項目列に対する同異反応時間は, 項目対の数によって有意に影響されることが確認され, 両者の間には直線増加的関係のあることが Fig. 1 より推察された. そこで, Fig. 1 にもとづいて各条件別に項目対の数 (N) と反応時間 (RT) との間の関数関係を最小自乗法によって求めると, クラス属性条件での “同” 反応の場合, セッション 1—2 で $RT=538.1+275.1 N^{**}$, セッション 3—4 で $RT=511.2+268.0 N^{**}$, セッション 5—6 で $RT=$

$430.7+267.2 N^{**}$, セッション 7—8 で $RT=598.3+219.3 N^{**}$ がえられ, 直線回帰はいずれも有意であった (単位は msec, ** $p < .01$, * $p < .05$, 以下同様). また, クラス属性の “異” 反応では, セッションの順に, $RT=773.1+165.0 N^{**}$, $RT=607.5+172.4 N$, $RT=564.5+168.7 N^{**}$, $RT=820.0+112.4 N^{*}$ であった. 一方, 色属性条件においては, 同異反応条件間に有意差が認められなかったため両反応をこみにして算出すると, セッションの順に, $RT=613.6+39.1 N^{**}$, $RT=598.0+22.5 N$, $RT=586.2+27.8 N^{*}$, $RT=682.1+4.0 N$ となった. これら関数における N の係数 (勾配) は, 1 項目対の増加あたりに増大する反応時間, 換言すれば項目対あたり

の処理時間をあらわすことになる⁸。いま、この値をセッションとの関係から条件別にプロットすると、Fig. 2の実線に示す通りである。これより、クラス属性情報にもとづく“同”反応と“異”反応、および色属性情報にもとづく反応の3条件間には、処理速度において明らかな相違が存在すること、そしていずれの条件においても、試行を反復することによって項目対あたりの処理時間は減少していく傾向にあることが読みとれる。なお、Fig. 2には、特定条件下で各セッション別に求められた4つの回帰直線が共通のゼロ切片値をとるように、上述の各関数でえられたゼロ切片の平均を通る回帰直線をそれぞれについて新たに算出したときの各勾配をも、破線によって同時に示してある。

ところで、上述の結果は3被験者の平均反応時間を基礎にした分析であった。近年、心理学の研究における個体差の問題が種々の領域で問われていることや、本実験の被験者が少数であったことを考慮して、Fig. 3に個人データを示した。また、Fig. 3にもとづく属性条件別および被験者別の分散分析によってえられたF値をTable 1にまとめた。これらの結果は、 S_1 でセッション効果が

FIG. 2. Change in slopes (solid lines) of linear relationship between mean reaction time and number of item-pairs with extended practice. Slopes will be referred to as the central processing time per item-pair. Slopes of lines which were drawn so as to have a common intercept at the average of four intercepts under each condition are also shown in broken lines.

⁸ 直線関数の勾配を、処理対象の単位あたり中枢処理速度として記述することが一般であるが、この値が単位処理に要する真の平均的処理時間と常に対応しているというのではなく、見かけ上の平均的処理速度をあらわすにすぎないこともある。詳しくは本稿で後述するが、表現上の厳密さに若干の懸念があるので、予め指摘しておきたい。

認められなかったこと、 S_1 と S_3 で項目対×セッションの交互作用が認められなかったことを除いて、平均データからえられた結果と一致するものである。すなわち、いずれの属性条件においても、刺激項目列の対の数は反応時間に有意な効果をもたらすし、反応時間はセッションによって一様ではないこと、また、クラス属性条件では“同”反応と“異”反応の間に有意な差が認められ、反応条件と項目対条件の交互作用があるといえる。

先に、項目対の数(N)と反応時間(RT)の関係は直線増加的であることを知った。このことをFig. 3に適用するとTable 2のようにまとめられる。Table 2には $RT=a+bN$ における2つのパラメータの値と、各回帰直線のあてはまりの良さが示されている。条件によっては回帰の有意性に関してかなりの問題もあるが、一般的には平均データの結果と矛盾するものではない。

次に、各条件の項目対1でえられた反応時間の間に差があるかどうかを、反応条件(3)×セッション(4)×被験者(3)の分散分析によって検討した。すでに、平均データと個人データのいずれにおいても、色属性情報にもとづく同異反応条件間に有意差の認められないことがわかっているため、ここでいう反応条件差の分析には、クラス属性に関する“同”反応時間、クラス属性に関する“異”反応時間、および色属性に関する両反応の平均反応時間の3者が用いられた。その結果、セッション差は認められなかったものの($F(3,6)=2.00$)、反応条件差に関しては $F(2,4)=24.20$ がえられ、項目対1に対する反応時間は3条件で有意に異なっていることがわかった($p<.01$)。そして、この反応条件差は、主として属性間の反応時間に基因しているものと推察される。ちなみに、いま、セッション効果はなかったためこれらをこみにして、項目対1の場合の各条件での平均反応時間を被験者別に示せば、色属性、クラス属性での“同”反応、およびクラス属性での“異”反応の順に、 S_1 では576, 735, および759 msec, S_2 では724, 841, および907 msec, S_3 では647, 793, および760 msecであった。

最後に、“異”反応時間について、異なる項目対の項目列における位置との関係を、先の報告との対比のため、セッション1-2と7-8における項目対5および3の場合に限って付言すれば、いずれの条件においても有意な位置効果を統計的には確認しえなかったものの、一般に、項目列の中央に位置する異項目対に対する反応時間は短く、両端になるにつれて反応時間はより長くなる傾向にあることが、特にクラス属性条件で観察された。

考 察

本研究の基本的立場は、すでに述べたごとく、人間の情報処理特性は処理すべき情報の型やそれら情報をもたらす刺激の属性に応じて同一であるはずはなく、したが

って、クラス属性あるいは色属性にもとづく情報から、刺激項目列の空間的位置関係の同異を弁別する過程を、反応時間を測度として検討すれば、当然、属性のちがいによる処理方策や処理速度のちがいが、観測された同異反応時間に反映されるにちがいないということであった。先の報告(松田, 1971b)および今回の結果にもとづいて、まず、この点から考察をはじめたい。

これには、“同”反応の結果を手掛りとするのが合理的である。これは、“同”反応が生起するには項目列に対する処理が、系列的であれ並列的であれ、すべての項目対にわたってなされる必要があるという単純な理由からで、したがって、項目対の数と直線関係であらわされる反応時間関数の勾配が、項目対あたりの処理速度に対応することになる。先の実験でえられたこの値は、クラ

FIG. 3. Mean reaction time for “Same” and “Different” responses under each condition as a function of number of item-pairs. Individual data of S_1 , S_2 , and S_3 .

ス属性条件で約 280 msec/対であったのに対し、色属性条件で約 50 msec/対であったが、これに対応する今回のセッション1—2での値は、前者で 275 msec/対、後者で 39 msec/対（この値は反応条件をこみにして算出されたもので、もし“同”反応だけに限れば 44 msec/対）であり、両者は極めて近似している。クラス属性にもとづく空間的配置の情報は、刺激項目の命名ないし分類を前提としてもたらされることが仮定されるため、系列的にのみ処理されうること、したがって、反応時間関数は直線増加的となること、一方、色属性の情報は容易に弁別しうる刺激の一般的物理特性そのものであるため、項目対の数とは独立に並列的に処理されうるというのが、最初の予想であったが、いずれの結果もこの予想を完全には満たしていない。しかしながら、色属性情報の処理に系列的特性を予測させる反応時間関数が示されたにしても、クラス属性にくらべてその処理が極めて急速になされうることだけは確実である。これに関して筆者は、Neisser (1967) の論理を背景に、色属性条件において課せられた反応を妥当的におこなうためには、系列的処理を特性とする“Focal attentive”な処理方策が、誤った処理をしがちである“Preattentive”な並列的処理方策に必然的に随伴せざるをえない可能性を示唆し、さらに、関与する情報の処理にとって同時に存在する無関与情報の役割を無視できないこと (Egeth, 1966) から、色属性への反応がクラス属性とまったく独立になされたとは考えられないこと (近年, Well & Green (1972) は、いわゆる Physical match の問題で、反応に無関係な色情報を付随させると、反応時間が若干ではあるが明白に増大する傾向を指摘している)、また、Beller (1970) による彼の実験結果の解釈を論拠に、両属性間にみられた反応時間関数の勾配の差を、属性のちがいにともづく単なる処理速度のちがいの反映にすぎないとして、色属性情報に対する並列的処理を完全に否定してしまうことの危険性を、先に述べた。このことは、今回の実験結果の考察においても、再び指摘されなければならないし、それは、以下の反復試行の効果に関する結果を合わせ検討するとき、一層明らかとなるであろう。

セッションの進行に伴う項目対の数-反応時間関数の勾配の変化は、Fig. 2 および Table 2 に示された。いま、クラス属性条件の“同”反応と色属性条件に関して平均データをみると、それぞれセッション1—2での約 280 msec/対と約 40 msec/対から、セッション7—8での約 220 msec/対と約 4 msec/対への変化があった。すなわち、クラス属性条件での処理速度増が約 20% であったのに対し、色属性条件でのそれは約 90% であり、後者での反応時間関数の勾配はゼロに近いことがわかる。個人データにおいても、 S_1 と S_8 の反応時間は、セッション7—8の色属性条件で、処理すべき項目対の数と殆んど独立

であるとみてよい。これらの結果は、色属性情報に対する相対的に急速な処理が、単に、試行の反復によって一層顕著になってきたという以上の意味を示唆するものであり、色属性情報に対する並列的処理特性が、反応時間関数の上にもより明確なかたちで反映されてきたと考えるべきであろう。つまり、もともと系列的特性をもった色属性情報の処理が反復訓練によって一層急速になされるべく処理能力を改善させてきたとか、あるいは、次第に並列的的特性をもつ処理方策に質的に変化してきたとかいうのではなく、むしろ、試行の初期の段階では、色属性情報の処理にとって本質的でない諸要因の影響が反応生起に至る過程に随伴し、それがセッション1—2での約 40 msec/対という反応時間関数の勾配を結果したと考えるのが妥当ではないか。

本実験と類似の課題で訓練効果を取り扱った研究は今のところ見当たらないが、視覚・記憶検索課題で幾つかの実験例があることはすでに記した。いま、これらについて要約し、比較考察の一助としたい。人間の情報処理特性が訓練によって本質的に変化することを主張する代表的研究は、Neisser (1963) と Neisser et al. (1963) の報告で、いずれも視覚検索課題を扱ったものである。彼らの主張は、人間の認知過程は低次から高次の処理へと階層的に体制化されており、特定情報に対する処理時間はそれに関与する階層の深さに依存するという。そして、高い程度の正確さが要求されない処理課題、たとえば刺激の形態的部分特徴のごとき下位属性の一次的検出といった低い次元での処理では、訓練によって幾つかの検出操作が同時的並列的になされうようになり、これは、特定の処理モードから他の処理モードへの移行を可能とする処理方策の可塑性を示すものであるとする。この論を実証するものとして、Neisser は、検索すべきターゲット文字を 1, 2 あるいは 4 個とした実験を 20 日間反復した結果から、いずれのターゲット条件でも検索処理速度が約 100 msec/項目に接近したことをあげ、また、Neisser et al. (1963) は 1, 5, 10 ターゲット条件で 27 日間の検索試行をおこなわせ、10 日余りで条件差がなくなるとともに、先と同様な処理速度に安定したことを報告したのである。しかしながら、処理方策の本質的变化を支持する成果は極めて稀で、たとえば、Nickerson (1966), Burrows & Murdock (1969), Kristofferson (1972 a, 1972 b), Kristofferson et al. (1973), Gould & Carn (1973) らは、訓練によって反応時間が有意に短くなることを確認したものの、それが決して検索処理方策の本質にかかわるものであるとは結論づけていない。つまり、Kristofferson (1972 a) や Kristofferson et al. (1973) は、反応時間関数の勾配が 30 日間の反復の後にも安定したものであることを示し、Burrows & Murdock も、14 日間の訓練が検索処理の系列的特性に何らの変化をも推察さ

TABLE 3
Relative slope values of the *N*-RT functions of
“Different” responses when each corresponding
slope of “Same” responses was taken to be 2
(Based on Fig.2 and Table 2)

Session	Averaged data	Individual data		
		<i>S</i> ₁	<i>S</i> ₂	<i>S</i> ₃
1—2	1.199	1.375	1.217	1.042
3—4	1.286	1.489	0.989	1.581
5—6	1.262	1.172	1.325	1.302
7—8	1.025	0.980	1.052	1.051
Mean	1.193	1.254	1.146	1.244

せるものではなかったという。更に、並列的処理の達成が課題の正確な遂行と背反する性質にあることを Kristofferson (1972 b) は指摘しており、これは Neisser も認めるであろう。かりに、反応時間の減少、更には勾配の減少が観測されても、それは誤反応率の上昇に伴う見かけの変化にすぎない (Nickerson (1966); Kristofferson et al. (1973)). Snodgrass (1972) は、諸種の処理モデルを検証した実験報告の中で、訓練効果については多くを明言していないものの、結果の分析にあたっては、実施した1—6セッションの後半のデータのみを、反応時間が安定したという根拠で用いているが、これも、訓練によって反応時間は減少したものの実験変数の効果を除去するには至らなかったという Nickerson の結論と一致するものである。近年の眼球運動測定にもとづく Gould & Carn (1973) のデータも、30日間の訓練による反応時間の減少が、検索中の凝視回数著しい減少に基本的に依存していることを予測させる。このように、上述の諸研究では記憶検索課題を用いたものもあり必ずしも Neisser と類似の条件でなされたものではないにしても、いずれも Neisser の主張と相容れるものとはいえない (検索課題が異なっている、訓練効果は質的に極めて類似していることが、Kristofferson (1972 c) によって示されている)。その上、Corcoran (1971) によれば、並列的処理の証拠とされた Neisser のデータも、系列の方策の適用によって充分説明されうるのである。

以上にみる通り、概して、訓練効果は反応時間の減少として観測されはするものの、それは処理課題に応じてとられる情報処理方策の本質を変えるというより、むしろ、課題の妥当な処理にとって無意味ではないにしても必ずしも不可欠とはいえない従属的ないし補完的操作を除外することによって、情報処理特性の本質をより一層純粋な状態で反応時間に反映させるということであろう。このことは、空間的配置の情報をもたらず刺激項目列の属性のちがひによって情報処理特性が同一でありえ

ないことを検証しようとした先の報告 (松田, 1917 b) や、今回の実験結果に関する考察の中で試論された見解と、何ら矛盾するものでない。最近、Peeke & Stone (1973) は幾何図形と色円を用いて同異弁別反応時間を測定し、色に対する反応時間は同時弁別条件において図形に対するよりも短かったが、継時弁別条件では逆転することが度々であったこと、そして、図形の弁別において眼球運動はより頻繁であったことを報告しているが、これらは、刺激の一次的属性である色情報の同時比較にとって、それら情報は命名されることなく急速かつ同時に処理されることの可能性を予測させる。この可能性は、今回の実験の色属性条件で平均データと個人データのいずれにおいても、同異反応間に有意差が認められなかったことから推論とも一致するものといえよう。

さて、クラス属性条件においては明確な同異反応条件差が認められた。本実験で“同”反応は、すべての項目対での系列的比較が完全に終らなければ生じえないのに対して、“異”反応はいずれかの項目対で当該属性の不一致が検出されれば、それ以後の項目対比較を打切って直ちに生じうる可能性がある。もしそうであれば、本実験で異なる項目対はいずれか1個所に、しかも等確率で配置されていたのであるから、項目対の数が*N*個の項目列に対する“異”反応は、(*N*+1)/2 個の項目列に対する“同”反応と平均的に一致することが予想され、*N*と反応時間との間の直線関数の勾配は“異”反応で他方の半分となる。この意味で、“同”反応時間関数の勾配は項目対あたりの処理速度とまさしく対応するが、“異”反応でのそれは、処理に無関係な項目対をも含めた上での平均処理速度をあらわすことになる。この点に関する検討のため、いま、“同”反応の勾配を2とし、“異”反応の各対応する勾配の相対値を、Fig.2 および Table 2 にもとづいて算出すると、Table 3 の通りである。この値が1に近いほど上述の予測とより一致することになるが、すべてがこのことを満足させるものではなかった。しかし、セッション7—8ですべての被験者とも極めて1に近似した値をとることは、先に述べた反復試行効果の意義を想起するとき、看過しえないことがらであり、“異”反応における関数関係は Self-terminating comparison mode をかなり忠実に反映していると考えてよい。なお、色属性情報については、その並列的処理が Exhaustive であるか Self-terminating であるかを本実験データから議論することはできない。

異なる項目対の位置と“異”反応時間との関係を示すデータの一部分で、項目列内位置効果は有意でないことが示された。こうした結果は、系列的処理が仮定されるとき、項目対の比較が Exhaustive になされる場合、あるいは Self-terminating でかつ比較が試行ごとにまったくランダム順序になされる場合、および、並列的処理

が仮定される場合のいずれかに起因するものと考えられる。もちろん、ここでは各位置における項目対の処理のしやすさが同一であることを前提としている。すでに同異反応条件差の考察で明らかになったように、少なくとも、クラス属性情報の処理は系列的かつ Self-terminating になされるのであるから、結論はもはや明白である。すなわち、先の報告と同様にクラス属性条件では、Serial/Self-terminating/Random order Model がデータを最もよく説明するといえよう。しかし、位置効果が統計的には認められなかったとはいえ、項目列の中央位置で相対的に短い反応時間が観察されたことに、まったく気付かないわけではない。

最後に、単純反応時間、選択反応時間、および項目対 1 の各属性条件での平均反応時間に、Donders(1868) 以来のいわゆる Subtraction method を適用し、本実験課題の処理に関与したと思われる諸要素過程の時間的特性について、試験的に言及したい。被験者は、最初のセッションに入る前に単純および選択反応時間を測定されたのであるが、その平均は前者で約 290 msec、後者で約 410 msec であった。一方、セッション 1—2 における項目対 1 への同異反応時間の平均は、色属性条件で約 650 msec、クラス属性条件の“同”反応で約 790 msec、“異”反応で約 810 msec であった。クラス属性の反応条件間にみられる僅かな差が、項目間でマッチを検出する場合としない場合の比較時間は同一であるという従来しばしば仮定されてきた問題に、何らかの示唆を与えているのかどうかは、両者に有意差のなかったことからここでは問わないこととすれば、属性条件間に認められた約 150 msec の平均差は、対をなす項目への命名・分類・比較処理に直接依存する時間と考えられる。先の実験での推定値は、約 250 msec であったことから、かなり著しい相違を認めないわけにはいかないが、かりに、セッション 1—2 における反応時間関数から推定される項目対 1 の値を基準に考えると約 260—290 msec となり、ほぼ近似した値となる。そしてこの値は、両属性の反応時間関数の勾配から推定される項目対あたりの処理速度の差と、かなりよく一致するのである。一方、色属性での反応時間から色属性の項目対あたり処理速度を減じた値（約 610 msec）は、項目対の中核比較処理以外に要する時間であり、この値は色属性の反応時間関数のゼロ切片値や、先の実験での推定値と完全に一致する。更に、この値から単純反応時間を減じると、処理すべき項目対の数とは独立な何らかの内部的過程に要した時間の推定値（約 320 msec）がえられるが、この中には反応選択過程に純粹に要する時間（約 120—130 msec）が含まれていることは当然である。ところで、こうした Subtraction method を適用する背景には、ステージ論の仮定、すなわち、人間の情報処理過程に幾つかの要素的過程が関与している

とすれば、それら諸過程は系列的ステージを構成しているという仮定が一貫してあることに注意する必要がある。ステージ論の考え方は、われわれに多くの知見を提供してくれるというものの、諸ステージが時間的に重複しあうことはないという基本的仮定について、現在のところ完全に合意された解答はない。これは今後の最も重要な課題であるといえよう。

要 約

本研究は、上下 2 列に配列された 1—7 個の項目列の空間的配置の同異を、文字または数字というクラス属性情報および赤または青という色属性情報にもとづいて弁別するという課題を、1—8 セッションにわたって 3 被験者に課し、同異反応時間を測定として人間の情報処理特性を検討した。そのためには処理すべき情報の型や情報をもたらす刺激属性について考慮することが基本的に必要であり、それら情報に応じて処理方策や処理速度も同一ではありえないという立場から、同異反応時間には属性のちがいによる処理特性のちがいが反映されることを予想し、同時に、同一課題に対する反復試行が情報処理特性に及ぼす効果を検証した。各項目列は、文字と数字、赤と青に関して等確率で構成されており、被験者は、特定属性に関して空間的配置の同異を電鍵押し反応によって報告、その正誤は反応と同時にフィードバックされた。反応は同異半々で、異反応の期待される項目列はいずれか 1 個所で異項目対を含んでいた。被験者は、各条件のバランスを充分考慮した上で 1 日 160 試行ずつ、3—4 日おきに 4 週間 8 セッションの試行を課せられた。

主たる結果は以下の通りである。

(1) クラス属性情報にもとづく同異反応時間と色属性情報にもとづくそれとの間には明白な差が存在した。そして、前者は項目列の数によって有意に影響され、その程度は“同”反応において一層顕著であった。しかし、色属性条件においては同異反応条件差は認められなかった。これは平均データのみならず、個人データにおいても一貫して妥当することで、これら結果は、先の報告と完全に一致する。

(2) クラス属性条件で、項目対の数と反応時間の関係は直線増加的であり、“異”反応時間関数の勾配は“同”反応のはほぼ半分であった。この傾向は、反復試行によっても勾配が僅かに減少する以外は一貫している。例示すれば、セッション 1—2 で 165 msec/対 : 275 msec/対、セッション 7—8 で 112 msec/対 : 219 msec/対であった。これより、項目の命名と分類によってもたらされる空間的配置の情報は、系列的に処理されることがわかるし、反応条件差は Self-terminating な処理特性の反映であるといえる。

(3) 色属性条件の反応時間関数は、試行の最初の段階で相対的に極めて緩かな勾配を示したとはいえ直線増加的であったが、試行の反復によって反応時間は項目対の数とほぼ独立になった。すなわち、セッション 1—2 で平均 39 msec/対、セッション 7—8 で平均 4 msec/対をえた。このことは、刺激項目の一次的な物理的属性としての色情報に対する並列的处理にとって、もともと本質的でない従属のないし補完的操作が初期の段階で反応生起過程に随伴していたものが、反復試行によって除去されたことを示唆するものであって、単に系列的処理速度の改善とか、系列的から並列的処理特性への質的变化の結果であると考えないほうがよい。

(4) 本実験課題の処理に関与する諸要素過程の時間的特性を平均的に推定すると、対をなす項目の命名と分類という中枢処理過程に直接依存する時間は約 150—290 msec であり、中枢比較処理時間および動作時間以外の何らかの内部的過程に要する時間は、反応選択過程(約 120—130 msec)をも含めて約 320 msec という値が、試験的にえられた。この推定は極めて大まかである上に、いわゆる Subtraction method の妥当性を前提としており、かなり問題がある。

引 用 文 献

- Beller, H.K. 1970 Parallel and serial stages in matching. *Journal of Experimental Psychology*, **84**, 213—219.
- Burrows, D., & Murdock, Jr., B.B. 1969 Effects of extended practice on high-speed scanning. *Journal of Experimental Psychology*, **82**, 231—237.
- Corcoran, D.W.J. 1971 *Pattern recognition*. Middlesex, England: Penguin Books.
- Donders, F.C. 1868—1869 Over de snelheid van psychische processen. Onderzoekingen gedaan in het Physiologisch Laboratorium der Utrechtsche Hoogeschool, Tweede reeks, II, 92—120. Translated by W.G. Koster in W.G. Koster (Ed.), *Attention and performance II. Acta Psychologica*, 1969, **30**, 412—431.
- Egeth, H.E. 1966 Parallel versus serial processes in multidimensional stimulus discrimination. *Perception & Psychophysics*, **1**, 245—252.
- Gould, J.D., & Carn, R. 1973 Visual search, complex backgrounds, mental counters, and eye movements. *Perception & Psychophysics*, **14**, 125—132.
- Kristofferson, M.W. 1972 a Effects of practice on character-classification performance. *Canadian Journal of Psychology*, **26**, 54—60.
- Kristofferson, M.W. 1972 b Types and frequency of errors in visual search. *Perception & Psychophysics*, **11**, 325—328.
- Kristofferson, M.W. 1972 c When item recognition and visual search functions are similar. *Perception & Psychophysics*, **12**, 379—384.
- Kristofferson, M.W., Groen, M., & Kristofferson, A.B. 1973 When visual search functions look like item recognition functions. *Perception & Psychophysics*, **14**, 186—192.
- 松田隆夫 1971 a 記憶における感覚的情報保存の機構 徳島大学学芸紀要(教育科学), **19**, 11—21.
- 松田隆夫 1971 b 項目列の異なる属性に基づく空間的情報の処理——同異反応時間による分析—— 心理学研究, **42**, 128—136.
- Neisser, U. 1963 Decision time without reaction time: Experiments in visual scanning. *American Journal of Psychology*, **76**, 376—385.
- Neisser, U. 1967 *Cognitive psychology*. New York: Appleton-Century Crofts.
- Neisser, U., Novick, R., & Lazar, R. 1963 Searching for ten targets simultaneously. *Perceptual and Motor Skills*, **17**, 955—961.
- Nickerson, R.S. 1966 Response times with a memory dependent decision task. *Journal of Experimental Psychology*, **72**, 761—769.
- Peeke, S.C., & Stone, G.C. 1973 Focal and nonfocal processing of color and form. *Perception & Psychophysics*, **14**, 71—80.
- Snodgrass, J.G. 1972 Reaction times for comparisons of successively presented visual patterns: Evidence for serial self-terminating search. *Perception & Psychophysics*, **12**, 364—372.
- Well, A.D., & Green, J. 1972 Effects of color differences in a letter matching task. *Psychonomic Science*, **29**, 109—110.

SUMMARY

The present study investigated the modes of human information processing for an array of colored alpha-numeric stimuli arranged in 2 rows of 1, 3, 5, and 7 items each, to which each *S* made the "same" response by pressing one of two keys if both rows had exactly the same spatial arrangement with respect to a given stimulus attribute or information source of either class (letters and digits) or color (red and blue), and the "different" response was to be made if otherwise. In the information processing approach to an array matching task as described above, it will be necessary to give careful consideration to the stimulus attributes yielding the information, and for different stimulus attributes, different processing modes and processing rates must be observed in the "same-different" reaction times (RT). Since the previous study of Matsuda (1971 b) indicated that the spatial informations from the class attribute of arrays were processed in the serial self-terminating mode, and that those from the color attribute were processed very rapidly, though the processing mode could not be determined to be either serial or parallel, the purpose of the present study was to clarify how the extended practice might affect the processing modes and processing rates as well as to reexamine the previous findings. Number of stimulus arrays used were 160 in total, 10 for each condition of Attribute (2) $\times$ Item-pairs (4) $\times$ "Same"-"Different" Responses (2), and the experimental procedure was analogous to the previous one with a main exception that the same 160 trials in a daily session were repeated 8 times (1 to 8 sessions) about 3 days apart. Data from 3 undergraduates out of 4 were analyzed because one *S* could not complete all trials over 8 sessions. Main results are summarized as follows:

In general, previous findings were all

supported by both averaged and individual data. Stimulus attributes had significant effect on both "same" and "different" RTs under almost all conditions of item-pairs by sessions. RTs obtained under the condition of class attribute were significantly affected by the number of item-pairs (N), and the functional relation between N and RT was linear, slopes for "same" responses being 275 msec/pair in 1-2 sessions and 219 msec/pair in 7-8 sessions, and those for "different" responses 165 msec/pair in 1-2 and 112 msec/pair in 7-8, on the average. Difference between "same" and "different" RTs under the condition of color attribute was not found, and although the slope of N -RT function in early sessions was very gentle but significant, RTs and N under 7-8 sessions were almost independent with each other, slope being near to zero (4 msec/pair). These results were considered to be evidences that spatial informations from class attribute, which resulted from the identification and categorization of items, were processed in serial self-terminating mode in spite of the extended practice, though the latter accelerated the processing rates to some extent, and that those from color attribute, on the other hand, were processed in parallel mode, the practice eliminating some concomitant operations which were not essential but accompanied the parallel processing of color attribute. Temporal properties of some component processes involved in an array matching task were also estimated tentatively from the simple RT, two-choice RT, and "same-different" RT; that is, central processing time for naming and categorizing each item-pair was approximately less than 290 msec, and other internal processes including response selection (about 120-130 msec) required approximately 320 msec.