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

Title	短期記憶におけるデータ依存と処理力依存
Sub Title	Dependence of memory scanning on the quality of data and on processing resources
Author	小谷津, 孝明(Koyazu, Takaaki) 安積, 薫(Azumi, Kaoru)
Publisher	慶應義塾大学大学院社会学研究科
Publication year	1976
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.16 (1976.) ,p.1- 10
JaLC DOI	
Abstract	
Notes	論文
Genre	Departmental Bulletin Paper
URL	https://koara.lib.keio.ac.jp/xoonips/modules/xoonips/detail.php?koara_id=AN0006957X-00000016-0001

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.

短期記憶検索におけるデータ依存と処理力依存

Dependence of Memory Scanning on the Quality of Data and on Processing Resources

小谷津孝明
Takaaki Koyazu
安積薫
Kaoru Azumi

人間の認知・記憶現象の研究において，ここ十数年来の最も特徴的な動向は人間を一つの**情報処理システム**として模型化することであろう。最初それはいろいろな入力刺激に対する人間の**受容系**としての特性を，情報量という共通の指標のもとで比較検討することに始まった。Miller (1956) が絶対判断や記憶に関するいくつかの研究を瞥見して，人間の情報路容量が 2.8 bits 前後（入力選択肢の数にして 7±2）と論じたことは余りに有名である。精神物理学の領域における情報の絶対閾の概念 (Munson & Karlin, 1954) もこの類に属するといえよう。次いで人間を**情報変換系**として眺める観方が現われる。視覚の空間周波特性の研究はその代表的な例である。空間の x 軸上の輝度勾配が急激に変化する入力パタン $I(x)$ を見るとき，その変化点の近傍では明暗が際立って知覚されるが ($O(x)$)，視覚系にはこのように $I(x)$ を $O(x)$ に変換する特性 $H(x)$ があり，これを明らかにしようという訳である (Lowry & DePalma, 1961)。しかし，上の諸例では情報処理システムとはいっても，人間をただ一つの**暗箱**として置き換えているにすぎない。今日，情報処理システムの設計者の中で，独立した入力装置とそれらの間に内部処理情報（**データ**）の一時的保存装置（**ストレッジ**又は**バッファ**）を考えぬ者はおそらくいない。この理由は多くの場合入出力の様式や速度が同じでないことによっているのだが，高度な処理システムであればあるほど，多くの処理ユニットの階層的結合構造を考えざるを得ぬことを物語っている。**短期記憶ストレッジ** (Short-Term Storage, STS) が認知情報の一時的保存機構 (temporary storage) として提起されたのも同様な事情によるものであろう (Brown, 1958, Murdock, 1962, Waugh & Norman, 1965)。だが，人間は，刻々と変化する環境を認知し，その情報を，自己の目的に向って積極的に利用しつつ，行動し，自己を変改してゆく，いわば**動的システム**である。その意味では，一時的記憶も単なる長期記憶の **preprocess** としてではなく，次に来たるべき入力情報の理解と，それを組み入れた既存知識の再組織化を志向するものとして考えられねばならない（小谷津，1974, 1975）。システムの**構造**は常に**目的**を志向した**機能**との関係において設計されねばならぬのである。

処理力依存とデータ依存　ところで，いかなるシステムも内蔵しているユニットをいくつかの目的に向って駆動するための**プログラム**をもつ。そして，それらのうちの特定のプログラムが実行されるとき，**データ**が要求され，データを処理するための適切な**ユニット**が選択される。一般に，同一の目的に対して駆動されるユニットの数が多いほど，単位時間あたりのデータ処理量（処理効率）は大きい。逆に目的の方が多数となる場合には，処理ユニットの増員をはからぬ限り，処理効率は低下する。人間についていえば，ユニットの増員には明らかに生物学的制限があり，たとえ異なる感覚様式（たとえば視覚と聴覚器管）を共用したり，同一感覚様式でも異なる感覚路（たとえば両耳）を独立的に利用したりしても，入力情報に対する処理効率はさほど上らない。それどころか，一方の感覚ユニットないしは感覚路からの入力を選択的に処理することだけで，相当な注意集中のエネルギーを費やさねばならぬのが普通である (Broadbent, 1958, Treisman & Geffin, 1967, Norman, 1969)。いわば人間の **task performance** はその**固有処理力**によって制限されているのである。これに対して，聴覚モードで提示される語句の短期記憶再生実験から Crowder (1972) が提唱した Pre-categorical Acoustic Storage, PAS の（残

響)情報のように,意味水準とは明らかに異なった水準のデータを積極的に利用すると，処理効率が高まることが報告されているが，これなどはどのような性質の**データ**がその時点で保持されているかに依存して，人間システムの performance の有り態が変わることを示している。前述の処理力依存に対比させれば,一口に performance が**データに依存**しているケースということができるであろう。

さて，**処理力**とは，上述の感覚情報路容量や注意などの他，記憶ストレッジの容量，データ編集，データ検索方式の集合などを綜合したものと考えられる。記憶容量が大であれば，それだけ入力状況の文脈的理解もよくなろうし，適確なデータ編集は長期記憶 (data base) の再組織化の要(かなめ)であり，連想機能を支えるデータ間の意味的連結網 associative links を確立する主力である。データ検索方式の種類が豊富であればそれだけ最適方式の選択可能性も増す筈で，これらはいづれも結果的に performance の向上となって表われる。短期記憶走査は再認の基底をなす機能として重要な意味をもつが，それは Sternberg (1966, 1967) の主張するように直列悉皆走査 serial exhaustive scanning ばかりとは限らない。それが実行される場合というのは，(1) 記憶データの数が比較的少ないとき，そして，(2) それら相互の間に特別な系列的連合がなく，そのため系列順アドレスにしたがって走査するよりほかによい方法がないとき，といった条件が必要で，たとえば意味情報が利用可能な場合などにおいては，むしろ並列走査 parallel scanning や中途打ち切り走査 self-terminate scanning が効率のよい方式として選択されるのである(小谷津, 1974, 1975)。そのときどきの目的やデータの状況に応じて，どのような処理方式が選択的に実行されるのか。必要とあらば人間システムはそれまでに一度も実行したことのない，考えたこともない方式を開発しさえして実行に移す。このような実行プログラムの実体を明らかにすることは，task performance としての人間行動を考えるときには忘れてはならぬ重要な仕事であるように思われる。

次に，処理対象の**データ**にはどのような種類があるかを考えておこう。今日の情報処理論的発想からすれば，それはストレッジの数だけあるということになろうか。基本的にはまず感覚的データ,次いで短期記憶データ,そして長期記憶データが上げられる。人間システムに課せられた,あるいは自から課した目的の遂行のために,ある一時点で，これらのデータのうちのいずれか一種類のみが処理対象として扱われているのであれば，話は比較的簡単である。しかし，事実は必らずしもそうではなさそうである。なるほどこれら3種類のデータの間には階層的水準の相違があり,それ故に質的相違がある。しかし，各水準において処理されたデータは固有の時定数をもって,たとえ次の水準の処理が始まっても,なお残存するといわれている。(Averbach & Sperling, 1961)。そうであれば，目的課題の性質如何によっては一水準以上のデータの同時利用が可能となる筈で,また,それによって performance の効率はより高まるものと思われる。先述の **PAS** もそのような一例といえる。また,データは基本的には入力刺激の性質とその入力条件によって特徴づけられるが,文字や語句や文章などの記憶にあっては,入力モードの如何に拘わらず，有声・無声の復唱によってそのデータの一時的・長期的保持が強化されるという (Sperling, 1967)。そしてそのような事態でのデータ検索は検索開始点がランダムとなって，反応時間の系列位置曲線は平坦となる筈である (Sternberg, 1976)。いま数個の仮名文字音節を無作為に選び，2個/秒程度の速さで聴覚的に継時提示した後，特定の検索ターゲット（1文字音節）を提示してそれが前に提示した音節群の成員であったか否かを迅速に応答させる，項目再認型の短期記憶検索実験を行なうと，正反応時間の系列位置曲線は逆U字に近い型を示す。しかし検索ターゲットの提示に先立って数の逆唱作業を挿入すると,同曲線の後尾部は高まり，全体的にも反応時間は遅延する傾向を示す。それは音韻的残響感覚が減衰して，検索ターゲットとの **physical match process** が不可能となったばかりか，復唱が不能のため，データ初頭部を検索開始点とする継時的照合検索プログラムのみに頼って目的反応を生成した結果であることが指摘されている(小谷津 1974, 1975)。これはまさしく**データに依存した選択的プログラム実行過程**を示すものといえよう。

実　　験

目的　このように眺めてくると，データの生成や保存がきびしい制限を受ける場合ほど，実行プログラムもきびしい制限を受けることが解る。いま,同音異義の漢字を数個視覚的に継時提示する条件での短期記憶検索を考えてみよう。この場合にはたとえ音声的な復唱を積極的に行なったとしても，それによってもたらされる音声感覚的データは,異音異義漢字の場合と違って,データを弁別する上には役に立たず，検索目的に対してさほど有効に機能するとは思われない。それに,検索文字を提示する迄の時間が遅延することになるから，視覚イメージも消失し

てしまう。つまり有効データは主として意味の認知的記憶だけとなる。このような事態で，人間が task performance を最大にしようとするなら，一体どのような検索方式を適用するのであろうか。本報告では，そのような観点から**短期記憶検索**における**プログラム実行過程のデータ依存性**および**処理力依存性**の問題を検討してみたい。

方法　〔刺激と手続〕　音読で1音節の漢字または片仮名文字1～5個のリストを，記銘刺激として視覚的に継時提示した後，特定の検索ターゲット（漢字または片仮名文字1字）を提示し，それが記銘刺激リストの成員であった (YES) か，否 (NO) かを迅速かつ正確に判断させ，対応する反応ボタンを押させる。反応の指標は検索ターゲット提示開始からボタン押しまでの所要時間である。記銘刺激としては，**データ依存性**を積極的に検討するため，次の4種類が用意された。すなわち，(1) 仮名文字リスト（片仮名文字の無作為配列—無意味綴—，たとえば，「ナモエルセ」，**KANA C.**），(2) 異音漢字リスト（異音異義漢字の無作為配列，たとえば「義路区孤和」，**HETEROPHNIC C.**），(3) 同音漢字リスト（同音異義漢字の無作為配列，たとえば「加化果貨科」，**HOMOPHONIC C.**），(4) 単語リスト（たとえば「囲碁倶楽部」**WORD**）などである。リスト数はそれぞれ 46, 44, 44, 52 で計 186。この中には検索ターゲットが記銘リストの成員である場合 (POS セット)と，ない場合 (NEG セット) が等頻度で含まれており，練習試行用リスト 22 を除き，リスト(セット)サイズ(記銘リストの成員数) 5種類，また POS セットの場合には検索ターゲットがリスト内で占める系列位置5種類，がそれぞれ等頻度で含まれている。記銘刺激文字の提示速度は2文字/秒，リストの最終文字の 0.5 秒後に小黒点が提示され，これが検索ターゲットの予告信号となる。**処理力**の一つである**データ検索方式**を検討するため，検索ターゲット提示前に，記銘文字リストを声を出して提示順どおり復唱させる**復唱群**と，検索ターゲット予告小黒点と同時に実験者が読み上げる3桁の乱数から始めて順次1を減じた数を計4個（1個/秒の速度で）呼唱させる**逆唱群**と，予告小黒点提示 0.5 後，直ちに検索ターゲットを提示する**直後群**の3作業条件がつくられた。言うまでもなく (1) 復唱群では復唱が直列型であるから検索も直列型になり易いのではないか，(2) また直後群では直列継時検索に加えて physical match 方式の反映もあるのではないか，(3) 逆唱群は上述両群の中間的傾向を示すのではないか，などが期待されている。復唱・逆唱による検索ターゲット遅延時間は6秒である。4種の記銘刺激リスト条件と3種の作業(直後・逆唱・復唱)条件とは，ラテン方格を利用して28名の被験者について counter balance してあり，実験順序の効果を除くよう配慮してある。ただし，すべての被験者は3作業すべてを行なう。各記銘刺激リスト条件内では記銘刺激セットの種類 (POS 又は NEG)，サイズ (S=1～5)，ターゲットのリスト内系列位置 SP などの条件がすべて無作為に配列されている形になっている。YES, NO のボタン押し反応は右手第2，4指で行ったが，これについても被験者半数づつを counter balance してある。

試行間時間々隔は11秒に固定し，各試行は常に3秒間の小黒点提示で開始され，全186試行に要する時間は，途中の休憩をはさんで約1時間30分程度であった。

〔装置ほか〕　記銘刺激文字は1文字づつカードに手書きされ，120拍節/秒のメトロノーム音に合わせて VTR (SONY・EV 310) に録画された。ブラウン管 (SONY・PVJ-51RJ) 上の再生文字画像は 7.5×8.5 cm² の黒窓を通して観察された。観察距離 1.4 m。反応時間はユニバーサルカウンタ(竹田理研 TR-5765U) による。VTR システムとカウンタの制禦装置は手製。

Table 1　Fitted Linear Functions for SSF's

TASK COND. \ LIST	KANA	HETEROPHONIC	HOMOPHONIC	WORD
IMMEDIATE	RT (P)=447.5+30.6 S	RT (P)=474.5+35.9 S	RT (P)=461.8+36.9 S	RT (P)=455.2+40.8 S
	RT (N)=509.0+19.0 S	RT (N)=527.3+17.2 S	RT (N)=546.8+9.7 S	RT(N)=545.4+12.8 S
COUNT-BACK	RT (P)=405.8+44.0 S	RT (P)=497.2+38.0 S	RT (P)=488.0+43.5 S	RT (P)=452.9+40.4 S
	RT (N)=383.5+54.8 S	RT(N)=510.0+31.6 S	RT(N)=531.2+16.6 S	RT(N)=543.0+16.1 S
REHEARSAL	RT (P)=432.3+36.2 S	RT (P)=440.6+58.5 S	RT (P)=453.0+52.6 S	RT(P)=451.3+44.3 S
	RT (N)=475.8+23.7 S	RT(N)=461.5+45.6 S	RT(N)=533.9+15.6 S	RT(N)=491.4+26.2 S

結果　測定結果のうち，正反応に対する平均反応時間RTを記銘刺激リスト条件，およびターゲット提示前の作業条件別に，記銘セットサイズの関数としてプロットしたのが Fig. 1 の反応時間関数 (SET SIZE FUNCTION, SSF)，検索ターゲットの記銘リスト内系列位置の関数としてプロットしたのが Fig. 2 の系列位置関数 (SERIAL POSITION FUNCTION, SPF) である。図中，● および○印はそれぞれ POS セットおよび NEG セットの場合を示す。Fig. 1 の SSF's にはすべて，後述するような曲線および曲線式が描かれているが，中には一見して直線式がよく当てはまるものがある。そこで Table 1 に，最小自乗法による直線式 RT(X)=a+b·S (単位は msec) を掲げておいた(X=P の場合は POS, X=N の場合は NEG セットを表わす)。まず SSF's から眺めていこう。おおまかな傾向はこの SSF's の直線式から解る。まず全体的な傾向として，POS·NEG いずれのセットの場合も勾配は正で有意(ただし，平均値の残差不偏分散に対する回帰性 (F) 検定，$\alpha=.05$，以下すべて同様)。また，全般的に NEG セットの場合の方が POS セットの場合より勾配は緩く，検索速度は速い。したがって，短期記憶走査に関して，単純な直列・並列処理モデルは該当しない。POS·NEG の SSF's が比較的一致しているのは，逆唱·復唱条件とも，仮名文字，異音漢字リストを用いた場合だけである。直列悉皆検索が行われているとしたら，これら4つの場合ということになろう。しかし，Fig. 2 で対応する SPF's を見ると，そう結論してもよさそうなのは，逆唱・仮名文字リスト条件の場合しかないようである。少し甘い基準で判定して，復唱・仮名文字リスト条件の場合も該当しているといえようか。SSF's の一致性は別として，SPF's が比較的きれいな直線性を示すとみてよいものとしては，復唱·単語リスト条件の結果をあげることができよう。ただし，系列位置 SP=1 における RT's の状況をみると，系列第一番地を locate するのに，記銘リストサイズの大きい場合ほど時間がかかるというべきかもしれない。検索ターゲットが記銘リスト直後に提示される場合の SPF's は，だいたいにおいて逆U字型もしくは右肩下りとなる。physical match 過程の存在は疑うべくもなかろう。ただ，共在していると思われる相手の過程ないし方式は何かが問題である。この曲線群だけからでは特定の検索方式を指定することは容易で

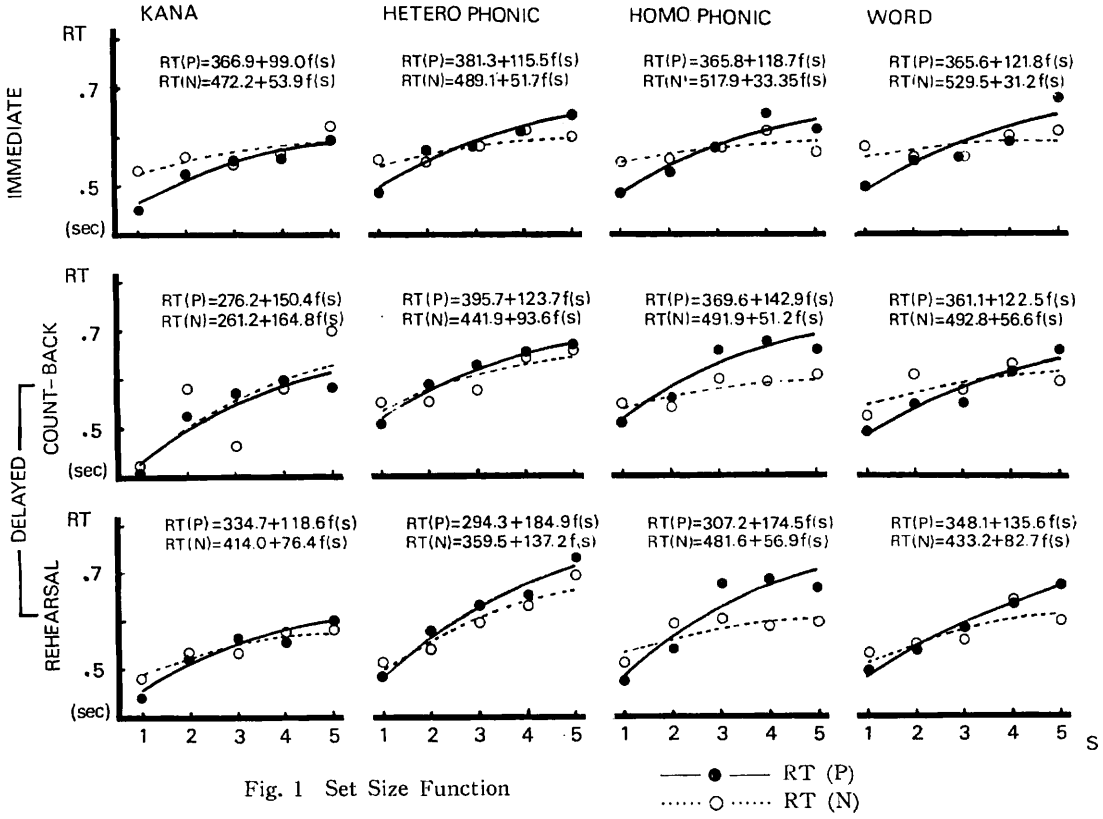

Fig. 1　Set Size Function

ない。次に，仮名文字リスト条件においては他の如何なる漢字リスト条件の場合に比べても，作業条件群の如何に拘わらず全体的に反応時間は短かい。とくに，リストサイズ S＝1の場合にそうであり，かつ漢字リスト条件においてリストサイズSの変化に対してSPF's の変化範囲が大きいことから，ターゲットの認知速度も検索処理効率も漢字データの場合の方がやや劣るものと推察される。同音漢字リスト条件においては，リストサイズSの大きい場合においてとくに結果の変動が大きく，相当な内部データの不安定化を招いていることが解る。Sの小さな場合は，他の諸条件下の結果とほぼ軌を一にし，そのような傾向はない。単語漢字リスト条件では，すくなくとも他の漢字リスト条件よりもSPF's が低まることが期待されたが，結果はさほどではなく，それどころか直後群でSが大きなときに中央で大きくふくらんだ逆U字型のSPFが得られたのは意外といえるほどであった。ここでSSF's にもどろう。SSF でも SPF でもこれに回帰直線を当てはめようという考えの基には，継時検索の可能性を想定している向きがある。今度は，記銘リストの認知データが一つずつ継時的にターゲットデータと比較走査されるのではなく，すべて同時に比較されることを前提としてみよう。そして，この一つのデータの比較に要する時間は，試行毎に確率的に変動し，$f(\tau)$ で表わす密度分布にしたがうものと仮定する。いまボタン押し反応解発の前にはS個すべてのデータの比較が完了していなければならないとすれば，反応時間の分布は $f(\tau)$ から任意に抽出される変数のうち最大のものによって決定されることになる。これを最大単一処理時間と呼ぶことにすると，その累積頻度分布は $F^S(t)$，ただし $F(t)=\int_0^t f(\tau)d\tau$ である。したがってリストサイズS個の場合の比較時間は，いわばS個の比較装置の等確率的な選択が終了することによって定まる訳で，その期待値は

$$E\{t(s)\}=\int_0^\infty t\,dF^S(t)dt \qquad (1)$$

となる。

よく行われているように $f(\tau)$ が指数形式

$$f(\tau)=Ke^{-K\tau} \qquad (2)$$

で表わせるものとすると，

$$F(t)=K\int_0^t e^{-K\tau}d\tau=1-e^{-K\tau} \qquad (3)$$

$$F^S(t)=\sum_{j=0}^{S}(-1)^j{}_SC_j\,e^{-jKt} \qquad (4)$$

故に

$$E\{t(s)\}=\int_0^\infty t\sum_{j=0}^{S}(-1)^j{}_SC_j\,e^{-jKt}dt$$

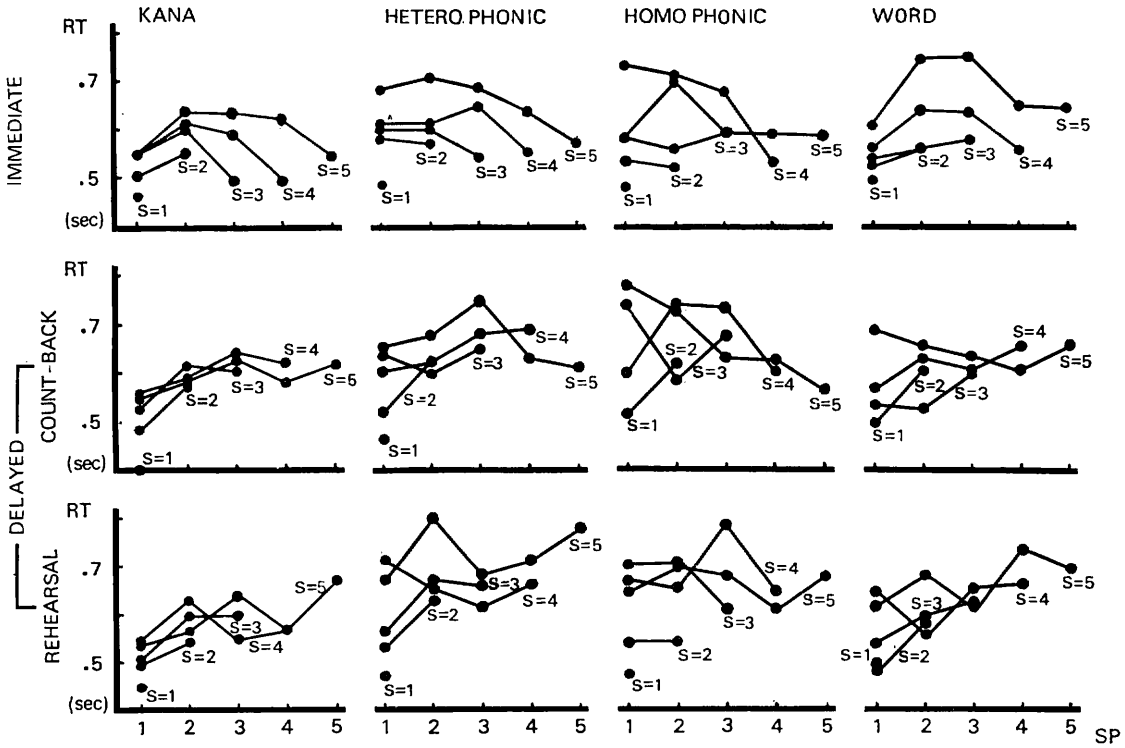

Fig. 2　Serial Position Function

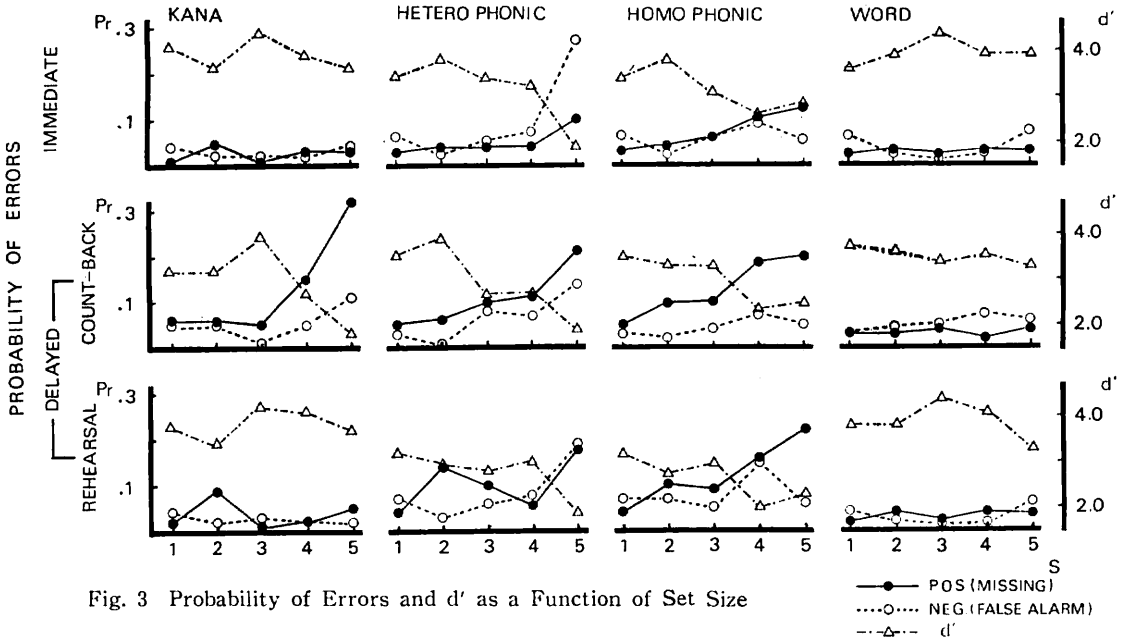

Fig. 3 Probability of Errors and d′ as a Function of Set Size

$$=\frac{1}{K}\sum_{j=1}^{S}\frac{1}{j} \qquad (5)$$

したがって，運動反応時間を考慮した全反応時間の期待値は

$$RT=a^*+b^*\cdot f(s) \qquad (6)$$

ただし

$$f(s)=\sum_{j=1}^{S}\frac{1}{j} \qquad (7)$$

となる。Fig. 1 に描いた曲線群は，実は，この (6) 式を最小自乗法的に当てはめた（単位は msec）ものなのである。Fig. 1 でリストサイズ S＝1 の場合の実測平均反応時間は二・三のケースを除き，直線式を当てはめるにはやや小さすぎ，この(6)式の当てはめの方が，適合性はずっとよくなるように見える。以後，これを**最大処理時間並列抽出モデル**と呼んでおくことにしよう。

次に，反応の正確さという点から performance を眺めてみよう。Fig. 3 に，POS セットの検索ターゲットに対する誤反応率 Pr(POS) および NEG セットのそれに対する誤反応率 Pr(NEG) を，それぞれ黒丸実線および白丸点線で，リストサイズSの関数として描いた。有意味な単語の構成要素を検索するときは，リストサイズの如何に拘わらず，判断は正確で誤動作が少ないことが一目瞭然である。一方，無意味な乱配列仮名文字リストの場合でも，記銘リスト提示直後かまたは復唱後であれば，誤動作はほとんど無いといってよい。ところが，逆唱条件下ではリストサイズが大きくなるほど誤動作は増加する。また，復唱が検索を正確ならしめる効果は，仮名文字のような単純パタンでは著しいが，漢字のような複雑パタンになると誤反応が逆唱条件の場合とほぼ同様な増加を示し，上記の効果はさほどではないようでもある。一般的に POS セットにおける誤反応率は NEG セットにおけるそれと比較して高いかまたは等しいが，この関係が明らかに逆転しているのは異音漢字リストを用いたときの直後群で，リストサイズが最大 (S＝5) の場合だけといえる。同じ場合で同音漢字リストを用いたときは誤反応率が低いことからすると，記銘リストが視覚的属性と聴覚的属性という二つの属性をあわせもっていても，リストサイズが大きくなれば必然的に最初に提示されたリスト要素の時間経過が大きくなるから，それだけ保持が不十分になるものと思われる。何故なら，Fig. 4 の POS セットにおける誤反応率のリストサイズ別系列位置曲線（横軸 SP は検索ターゲットがそれ自身に最も近いリスト内系列位置の成員であるときを 1 として逆順に目盛ってある）を見れば明らかなように，SP＝3〜5 つまりターゲットにあたる文字がリストの最初の方の成員であった場合に誤反応率が相対的に大きくなっているからである。誤反応率の系列位置曲線で興味深いのは，上と同様な傾向が同音漢字リストを用いた逆唱群で顕著にみられ

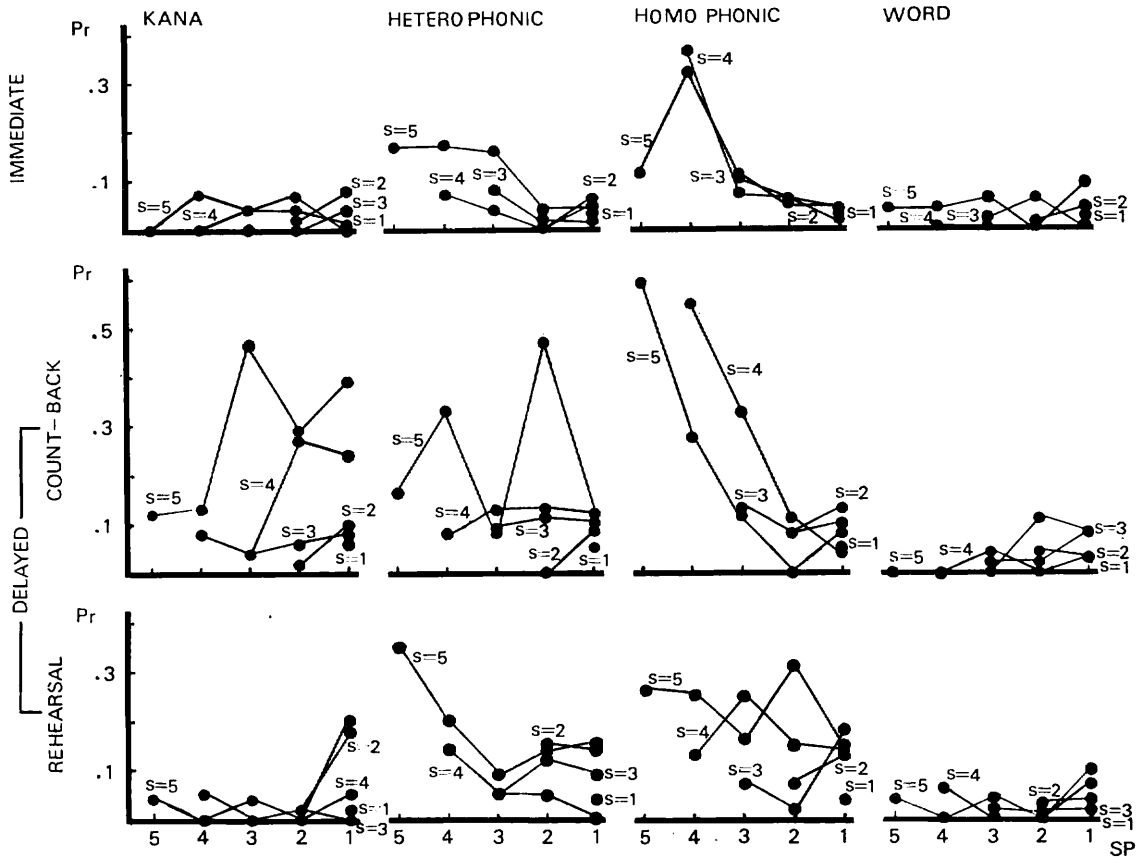

Fig. 4　Probability of Errors as a Function of Serial Position

るのに対し，同復唱群では誤反応率がリストサイズの増加につれて横軸で平行に増加している点である。つまりリストを復唱することでリスト内データの公平な強化が行なわれたものと考えられる。この場合に対応する反応時間の系列位置曲線 (Fig. 2 の SPF) が並列検索を示唆しているのか，リスト内の不規則な系列位置を出発点とする直列検索を示唆しているのかは決め難いが，これらの検索の基礎は復唱によるデータの平均化的強化にあるという訳である。このような強化がほとんどまったく行われない逆唱群では，単語リスト条件を除いて他のどの条件においても誤反応が大きい。また仮名文字リスト条件では，やや直列検索の傾向もなくはないが，異音漢字リスト条件では，すくなくともその傾向は認められない。

ところで，Pr(POS) および Pr(NEG) は，それぞれ，本来YES と反応すべきを誤って NO と反応した率，いわば Missing Probability，および本来 NO と反応すべきを誤って YES と反応した率，いわば False Alarm Probability である。そこでこれらを組み合わせて信号検出理論 (小谷津，1973) でいう d′ を求め，記銘リストサイズの関数として描いたのが Fig. 3 △印鎖線である。d′ を求めた理由は言うまでもなくそれが刺激パラメータ (刺激の弁別力の測度) としての性質をもっていることを利用して，作業条件と分離した形でリスト条件に対する performance の特徴を眺めてみたいと考えたからに他ならない。まず単語リストの場合は，作業条件の如何に拘わらず d′≒4.0 と弁別力インデックスは極めて高い。仮名文字リスト条件における直後群，復唱群でも，これとほとんど同傾向を示す。記銘リストとターゲットの比較走査がきちんと高い正確さをもって行われていることは明らかである。直後群で弁別力インデックスが大きな落差を示し始めるリストサイズは，同音 (S=3)，異音 (S=2) 漢字リスト条件の順で，やはり同音漢字リストの方が比較走査が容易でないようにみえる。この関係は復唱群でも同様であるが，ただ，同音で S=4，異音漢字リストで S=5 という工合に，1段階リストサイズが大きくなっており，復唱効果が表われていることが

解る。他方，逆唱群では，仮名文字リスト条件の場合でも S=4 から d′ が落ちこんでおり，これは逆唱という新たな作業が記憶データ保持におよぼす禁止的効果，ないしは検索ターゲット遅延期間における(短期)記憶データの時間的衰退過程を意味するものと考えられる。また逆唱群では，異音漢字リストの場合といえども，リストサイズの小さいうち(S=3) から d′ の劣化が始まっており，6 秒間程度でも逆唱作業がもたらす反応劣化 performance degradation は相当に顕著なものがある。これは先述の反応時間および誤反応率の系列位置曲線の変動状況からの結論と相呼応するものである。

しかしそのような場合でも，d′ の絶対値はそう小さくないから，迅速な反応を要求したにも拘わらず POS・NEG の弁別が高度に正確に行われていることを銘記しておきたい。それはまた RT's の解析の有効性を主張する基礎でもあるからである。それにしても，d′ のリストサイズ関数の条件別変化が縦軸に沿って全体的に平行移動するのではなく，むしろ横軸のリストサイズ上の落差点の変化という形で現われることは興味ある発見であった。

考察　直列中途打ち切り走査では NEG セットの反応時間関数の勾配が POS セットのそれの約 2 倍となることが期待されるが，本実験ではそのようなケースは一例も得られなかった。それどころか，条件のほとんどすべてにおいて NEG セットの勾配が逆に緩やかであり，したがって直列走査を前提とする限りデータ一文字あたりの平均走査速度 (時間) は NEG セットにおいて POS セットにおけるよりも速いという結果である。中でも，特に速いケースには Table 1 の中で下線を附してある。他方，最低平均走査速度 (それは同時に POS セットでの最低速度でもある) はこの最高速度の約 6 倍にもなっている。10〜20 msec/文字という走査速度は，高度に習熟した後の結果ならいざ知らず，Sternberg (1966) 以来の標準的な走査速度，30〜60 msec/文字，に比較してずっと高速である。POS・NEG セット条件はもちろんのこと，すべての刺激条件は不規則な試行順序を割り当てられていたから，検索ターゲット提示前に被験者があらかじめ NO 反応を期して走査速度を速める体制をつくっていたなどとは到底考え難い。それに POS セットの反応時間関数に対する直線式の当てはまりはどうみてもよくない。まして，系列位置曲線群の多様なパタンは，直列走査といった単一の原理だけではとても説明しきれないようである。それなら，いっそ並列走査を基本仮説としてみてはどうか。先に，その例として最大処理時間抽出モデルを紹介し，そのデータ適合性が比較的よいことを述べた。しかし，リストサイズが小さい (S=1, 2) ときの POS セットの反応時間が NEG セットのそれよりも短かく，逆にリストサイズが大きいときの POS セットの反応時間が NEG セットのそれより長いという，POS・NEG 両セットにおける反応時間関数の不一致は明らかな事実である。これはどのように説明したらよいのだろうか。最大処理時間抽出モデルでは，検索ターゲット提示と同時に S 個の比較すべき文字と同数の比較箱が同時に動作し始める。そして，各比較箱は処理時間に関して同一のパラメータの指数過程にしたがって動作し，その箱の中でたまたま最も動作完了が遅かった箱からの信号で，YES・NO 反応が触発されると仮定している。比較箱の確率的均質性が条件に入れられているので，比較箱

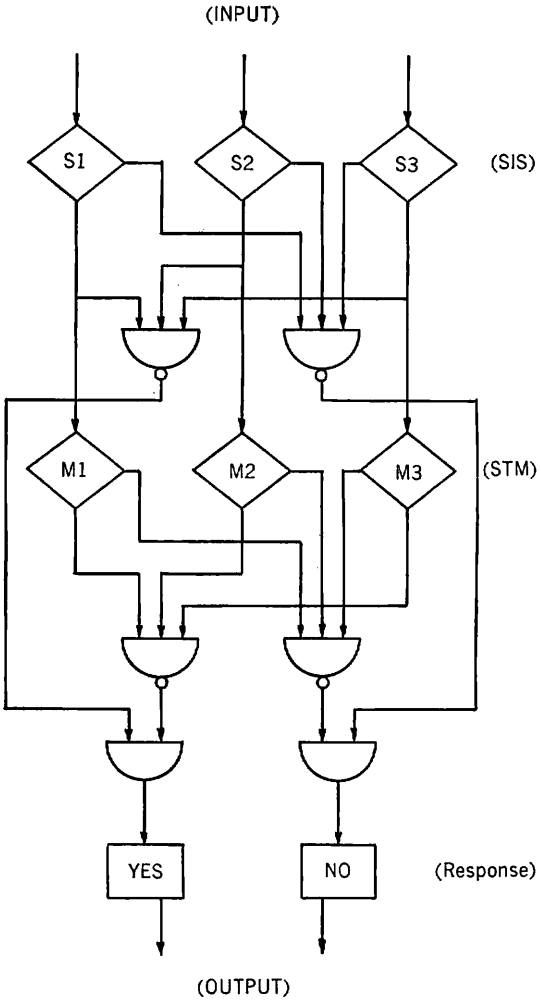

Fig. 5　Hierarchical Parallel Processing Model

の設置されている生理的・機能的水準はすくなくとも一定であろうと考えられる。さらに言うならば，それは短期記憶ストレッジ STS 以外の何ものでもないが，そこには，上記の POS·NEG 両セットの反応時間関数の不一致を説明する理由が何も見当らないのである。そこで，このモデルの改良を試みる。まず Fig. 5 (簡単にするためリストサイズ S=3 としてある)に示したように，感覚情報処理機構 SIS のレベルで **physical match** が起これば，それだけでも（短期記憶情報処理機構 STM を経由しなくとも）教示された反応の開発信号となりうるとしよう。そうすれば，SIS は STM よりも階層的には始めの水準にあるし，SIS におけるデータ衰退過程の時定数は STM にけおるそれよりもずっと短かいから，このようなときには反応時間は非常に速い値に定まるといえる。一般に継時視覚入力の場合，入力要素は次々とマスキングを受けていくので，各々の感覚情報の消失は極めて速く，条件にもよるが 50～100 msec 位である (Averbach & Sperling, 1960)。したがってリストサイズ S=1 における POS セットの反応時間の歩留まりの良さが，上のような改良モデルの下で同程度の 50～100 msec とよく予測できることになる。また，そのように考えることは，直後群の系列位置曲線 (Fig. 2) で検索ターゲットに近い方の系列位置（記銘リストの最終位置）において反応時間が同程度短縮されることを説明するにも大変都合がよい。つまりこれは Crowder (1972) の **PAS** のモデル化にもなっているのである。さらに処理方式を固定して考える限り，その処理力は一定の上限をもち，被験者が常にその最高処理能力を発揮して，課題を遂行しているにしても，処理すべき対象の数が増せば一対象あたりに配分される処理エネルギーは逆に減少する。そうであれば，反応時間関数の単調増加性や系列位置関数の離接的増加性はこれを反映するものとして，並列処理モデルにより充分に理解できる。とくに，記銘リストの短時間提示に続けて検索ターゲットが直ちに提示される直後群では，被験者にいくら注意深い内省を求めてみても，直列継時走査を行なっていることはなさそうであり，判断はもっと**直感的，全体的**に行われたといった方がよいと報告されている。この点からしても，すくなくともこの場合の処理方式は，並列型と考えた方がよいように思われる。一方，仮名文字および単語漢字リストを用いた場合の復唱群では，系列位置曲線の傾向として直列走査の可能性が強い (Fig. 1)。これはおそらく，復唱が提示されたリストの文字順序通りに行われたため，検索方式もそれにひきづられて文字順通りの継時的検索となったのであろう。処理方式の選択が作業条件に依存して規定されたケースと考えたい。ところが，異音漢字リストの場合には直列走査が行われたとみえるのは，リストサイズが S=3 位までである。それ以上のサイズの場合には並列処理とみるのが妥当であろう。こうしてみると，**データ** の数と質の **モーメント** がある値を超えると，直観的・全体的判断の方が被験者にとって楽な仕事となるのであろうか。それが証拠には，同音漢字リストの場合には，作業条件(群)の如何に拘わらず系列位置曲線が平坦化し，直列検索はとられなくなることが示唆されているのである。逆唱条件でも，あまり複雑でないパタンの処理においては，提示順通りのデータ保持が容易であり，したがってまた提示順通りの継時的検索走査が行われ易かったのであろう。結果は仮名文字リストを用いた場合直列走査方式が，他のリストの場合並列走査方式がそれぞれとられていたことを示している。ただ直観的並列処理がとられる場合というのは，必らずしもそれが処理効率を高めるが故にではない。被験者がいわば易きに流れた結果とも考えられるのである。上に該当するいずれの場合も，誤反応の増加，d′ の減少という結果がそれをよく物語っている。たとえば，そのもっともよい例として Fig. 1 同音漢字リストの逆唱群における系列位置曲線の結果をみるとよい。リストサイズが S=5 において反応時間が極めて速くなっているが，逆に誤反応の増加 (Fig. 4) と d′ の低下 (Fig. 3) ははなはだしいものがある。反応の正確さを多少は犠牲にしても速度だけは維持したい（一種の **speed-accuracy trade-off**）という現われともいえるであろう。

このようにみてくると，人はその行動状況や入力状況，そして内部データの状態などを速みやかに綜合して，動員可能な最適処理ユニットを選択し，あるときは受動的に，またあるときは能動的に，自分がもつ処理能力を充分に発揮して，課題遂行を完遂させていることが解る。

最後に，単語漢字リストを用いた場合について簡単に触れておく。逆唱および復唱群では検索ターゲットの遅延があるにも拘わらず，リストサイズの大きい場合に，他の漢字リスト条件におけるよりも反応時間が短かくなっている。そればかりか，並列処理に起こり易い誤反応がほとんど出現していない。復唱群でも処理方式が直列型であるだけで結果は同様である。データが意味構造を担ってくるという過程はもっとも高い階層水準でのことである。そこで処理効率が高くなっているというのは極めて興味深い。言うまでもなく，吾々の生活空間において漢字が意味もなく乱配列されているというケースはよ

ほどでないと出会わない。限界処理効率を検討するという目的なら，そのような実験事態を設定することも意味があろう。しかし吾々が通常行なっている情報処理を統べているルールは何かという命題に対して解を求めているのであればそれは考えなければならぬ問題である。

結　語

人の一生は言ってみれば情報処理の連続である。情報処理はほとんどの場合目的をもつが，そのときどきの目的は，自から設定するものもあろうし，他から与えられるものもあろう。いずれにしても，ある目的課題が遂行されるとき，結果は，すくなくともそのとき扱うデータの質と量のモーメントに依存し，自からがもつ処理力の豊かさに依存して定まる。上の実験結果は，これらのデータと処理力が必らずしも相互に独立とはいえないことを示した。データの質と量によって，選択される処理方式が異なってきたのである。そして，その選択基準は，概ね performance の最大化を指向しているけれども，常にそうであるとも断言できない。反応速度の向上と誤反応増加の関係で眺めたように，場合によっては **speed-accuracy trade-off** という置き換えもあるのである。ところで，処理力がデータに規定されることが多いとなると，task performance は結局のところデータのみに依存しているのだというべきであるという意見も出よう。そして，データがほとんど入力の性質によって定まるとなれば，これは**S-R** 説めく。せいぜい媒介過程を前提とした S-R 説ということになろうか。しかし，本来データと処理方式は決して一義的に結合しているものではない。処理方式はあくまで選択される自由性をもって内在しているのであり，あくまで目的課題とそれを達成するための動機との関係において選択される。そこにまた方式あるいは道具としての意味もある筈である。ただ，ある状況のもとではある方式が他のいずれよりも powerful であろうという洞察は，その人がこれまでにつくってきた経験的世界に全面的に依存する。つまり，あくまでデータと処理力とは別ものとして，しかし相互関連情報を伴って，人間システム内部に蓄積され，両者を組み合わせるサブプログラムの，目的課題に即した最適選択が，その人の自由に委ねられているというべきであろう。まさにそこにこそ人間行動の能動的積極性の根源がある。筆者を含めて，従来，短期記憶走査は直列走査だとか並列走査だとかという議論を，とかくこの目的課題や行動目的とかけ離れた形で賑々しく行なってきた傾向があるが，とくに条件を限定した実験室的実験の結果にもとづいて理論的展開を行なう者としては，充分に反省しなければならぬことであろう。

参 考 文 献

1) Averbach, E. & Sperling, G. Short-term storage of information in vision. "Information-theory". Proc. 4th London Symp., Butterworth, 1960, 196-201.
2) Broadbent D. E. Perception and communication. Pergamon Press, 1958
3) Brown, J. Some tests of the decay theory of immediate memory. Quart. J. exp. Psychol., 1958, 10, 12-21.
4) Crowder, R. G. Visual and auditory memory. (In Language by ear and by eye. (eds.) Kavanagh, J. F. & Mattingly, I. G. 1972)
5) 小谷津孝明　統計的決定——刺激の弁別における信号検出理論——心理学研究法 17 モデル構成 印東太郎(編), 1973, 57-93.
6) 小谷津孝明　記憶走査における反応時間の検討 第37回 日本心理学会大会報告論文集 1973, 546-547.
7) 小谷津孝明 Ordered AND/OR content addressable. 第38回日本心理学会大会報告論文集 1974, 186-187.
8) 小谷津孝明 Ordered AND/OR content retrieval. 第 39 回日本心理学会大会報告論文集 1975, 153.
9) 小谷津孝明　記憶とアドレス bit, 1975, 7, (2) 160-165, (3) 213-219, (4) 328-336.
10) Lowry, E. M. & DePalma, J. J. Sine-wave responses of the visual system. I. The Mach phenomenon. J. opt. Soc. Amer., 1961, 51, 740-746.
11) Miller, G. A. The magical number seven plus or minus two: Some limits on our capacity for processing information. Psychol. Rev., 1956, 63, 81-97.
12) Munson, W. A. & Karlin, J. E. The measurement of human channel transmission characteristics. J. acous. Soc. Amer., 1954, 26, 542-553.
13) Murdock, B. B. Jr. The serial effect of free recall. J. exp. Psychol., 1962, 64, 482-488.
14) Norman, D. Memory while shadowing. Quart. J. exp. Psychol., 1969, 21, 85-93.
15) Rapoport, A. A study of disjunctive reaction times. Behav. Science, 1959, 4, 229-315.
16) Sperling, G. Successive approximations to a model for short term memory. Acta. Psychol., 1967, 27, 285-292.
17) Sternberg, S. High-speed scanning in human memory. Science, 1966, 153, 652-654.
18) Sternberg, S. Memory-scanning: Mental processes revealed by reaction-time experiments. Amer. Scientist, 1969, 57, 4, 421-457.
19) Sternberg, S. Two operation in character recognition. Perception and Psychophysics, 1967, 2, 45-53.
20) Treisman, A. M. & Geffin, G. Selective attention: Perception or response? Quart. J. exp. Psychol., 1967, 19, 1-17.
21) Waugh, N. & Norman, D. Primary memory. Psychol. Rev., 1965, 72, 89-104.