

同時提示される複数文字の認知的方略

— 文字の提示時間間と認知反応時間からの検討 —

中 村 章 人

問 題

視野内のある位置に複数の視覚対象が同時に現れるとき、人間は個々の視覚対象を一つずつ順次に認知処理をしていくのか、それとも、視覚対象全体を同時に処理していくのか。前者は系列処理 (serial processing)、後者は並列処理 (parallel processing) といわれ、いずれが人間内部で優勢にはたらくかについて1960年代以降多くの研究が行われてきた。しかし、それを検証するために採られてきた被験者に与える課題 (教示)、提示刺激の設定条件、および被験者の反応様式などは、研究者によって異なることが多い (例えば Neisser Novick, & Lazar 1963; Kaplan & Carvellas, 1965; Egeth, 1966)。しかも、系列—並列処理に関する従来の研究の中には、刺激の受容から外部的反応に至る認知的処理過程に含まれる知覚、記憶、判断・決定などのいくつかの下位処理過程のうち、1つの下位処理過程を対象として実験的に見いだされた結果を、他の下位処理過程の結果と同列に論じている場合も見られる。

人間の認知的処理機構を問題にするときには、当然のことながら、記憶過程、知覚的過程、判断・決定過程などいずれを主要な対象とするかを明白にするとともに、その対象が刺激の同定過程なのか、刺激の探索過程なのか、記憶内容の検索過程なのか等についても明白に示す必要がある。実験において検証しようとする対象は、被験者に与える教示や刺激の設定条件などによって規定されるので、過去の研究結果を引用するときには、それらの実験の諸条件を細部にわたって吟味しておく必要がある。

視覚的認知における系列—並列処理機構の問題が提起される発端となった2つの代表的研究がある。Sperling (1960) は、数個の文字を同時に短時間画面に提示して、被験者が認知することができる文字をすべて報告させた。その結果、被験者が正しく報告できた文字数の最大値は、文字の提示時間が15~500msec の範囲では、提示された文字数と提示時間に関係なくほぼ一定であることが示された。このことは、人間が複数の文字について同定判断をするとき、複数の文字を並列的に処理することを示唆するものであった。また、この結果は、人間の瞬間的・文字認知の一つの限界容量を示すものであるとも考えられてきた。Sternberg (1966) は、被験者にあらかじめいくつかの文字 (検査文字) を記憶させた後、それらを含むいくつかの文字の一つずつ提示し、その文字が記憶した文字のうちの一つかどうかを判断させて反応時間を求め、記憶した文字の検索過程を調べた。その結果、記憶文字数の増加に伴って反応時間は直線的に増大することが示された。このことは、記憶された検査文字の検索、あるいは検査文字と提示文字との照合が逐一的に行われると考えられ、系列処理の考えが支持される一つの根拠ともなった。以上2人の研究は、後になって系列—並列処理の問題が盛んに採り上げられる契機になった。Sperling の研究対象は、表示画面上の文字の同定

判断過程の特性であるのに対して、Sternberg の研究対象は、記銘内容の検索過程に焦点が当てられたものといえる。

一方、視覚的認知における系列—並列処理の問題は、提示された複数刺激の中から特定の刺激を検索する選択的あるいは検索的課題において多くの検証がなされてきた（例えば Egeth, Jonides, & Wall, 1972 ; Treisman & Gelad, 1980 ; Treisman & Sato, 1990 ; Moor & Osman, 1993）。視覚検索課題における系列—並列処理を検証する 2 つの典型的な方法がある。1) あらかじめ決められた 1 つの検査刺激を検査対象としない他のいくつかの刺激と一緒に画面上に同時に提示して、被験者に検査刺激の有無を探索させる。その結果、提示刺激数と処理時間の関係が正の直線関係となれば、提示刺激全体を系列的に検索していることを示し、一方、処理時間が提示刺激数に関係なく一定となれば、全刺激を同時的あるいは並列的に検索していることを意味する。しかし、この考えには異論もある（Townsends, 1990）。2) 画面上に提示される 1 つの刺激が、記憶された複数刺激（検査刺激）の 1 つであるか否かを被験者に判断させる。この場合も、検査刺激の数と処理時間との関係から処理過程の特性を探ることができる。検査刺激の数が増すとともに処理時間が直線的に増大すれば系列処理、処理時間が変化しなければ並列処理を示すことになる。探索課題における系列—並列処理の問題においては、表示画面の検索が主となる過程と、記銘内容の検索（走査）が主となる過程に区分することができる。上述の 1) のような実験設定では画面上の刺激の検索過程についての検証が主題となり、2) のような設定では記銘された内容の検索過程が主題となる。

本研究においては、表示画面上に提示される複数の文字を被験者が同定判断をするとき、それらの文字を系列的に処理するのか、それとも並列的に処理をするのかについて、刺激の提示時間閾と反応時間を指標として検討するとともに、提示時間閾と反応時間を対応させることによって刺激の検出過程と文字の同定判断の生起に至る過程の特徴について考察しようとする。刺激の提示時間閾は、刺激を検出するために必要な最小の時間を表すとともに、それは感覚的検出過程が終了する時間を示すと考えられる。また、反応時間は刺激の提示開始から感覚的検出過程を経て、知覚的同定判断過程、さらに運動過程が終了するまでの総時間を表すと考えられる。したがって、反応時間と提示時間閾との差 (D_{R-I}) は感覚的検出過程が終了した後の処理過程を表すことになる。この D_{R-I} の値が文字数の違いによっても等しければ、知覚的同定判断から運動反応に至る過程の処理方略は、文字数に関わりなく一定であることを示し、 D_{R-I} が等しくなければ文字数によって処理方略が異なることを示す。

Sperling (1960) は、複数文字の同定判断過程についてすでに詳細な実験を行っている。彼は文字が 3 個から 12 個まで描かれた 8 種の刺激を 50 msec 提示して、被験者がいくつの文字を同定できるかを調べた。その結果、最大文字数は同時提示された文字数に関係なく平均して 4.3 個であった。さらに、6 つの文字を提示して文字の提示時間を 15~150 msec の範囲で変化した場合でも、同定が可能な文字数は提示時間に関係なくほぼ一定であった。これらの結果から、複数文字の同定判断過程においては並列処理が行われていると考えられる。

しかし、ここに一つの問題がある。人間の目に感じられる光の量は、光の強さと提示時間の長さの両方に規定されることは Bunsen-Roscoe の法則が示すとおりよく知られている。もし瞬間的に検出できる最大文字数が文字刺激の強さによって規定されるならば、光の強さ

がかなり弱くなると、1つの文字は検出されても4つの文字は同時に検出できないこともあり得ると考えられる。この場合は並行処理がなされているとはいえない。Raab, Fehrer, & Hershenson (1961) は、刺激の強度が $300\text{ft}\cdot\text{L}$ 以上では反応時間は刺激の提示時間に依存しないことを示したが、Raab & Fehrer (1962) は、 $30\text{ft}\cdot\text{L}$ 以下では提示時間の短縮とともに反応時間は増大することを見出した。すなわち、刺激の強度を弱めることによって、反応時間が刺激の提示時間によって規定されることを示すことが可能となった。したがって、Sperling の実験において、提示時間がかなり短いときでも他の提示時間と同様に4文字を検出できたのは、文字部分の強度がかなり強かったためであったとすれば、その結果は必ずしも並行処理を示したとはいえず、文字の同定判断は系列的に行われている可能性が残されているとも考えられる。以上のことから、文字刺激の強度をかなり弱く設定することによって、複数文字の同定判断が系列的に行われているか否かが明らかになると考えられる。

方 法

被験者 正常な視力を有する大学生5人（女3人，男2人）を被験者とした。

装置 刺激文字の提示とその提示時間の設定、および文字名の発声反応時間を測定するために、AV式タキストスコープ（岩通製 IS-701A）とそれを操作するためのパーソナルコンピュータ（日本電気製 PC-9801RA）を用いた。音声反応を入力させるためにボイスキーを本体に接続した。

刺激条件 刺激としてA,B,F,H,K,N,S,Xの8つの文字を用いた。提示文字数は、条件1では1個，条件2では2個，条件3では3個，そして条件4では4個であった。これらの文字は、画面の中央に提示される凝視点（視角 $4'$ ）を中心として、 2×2 のマトリックス上の計4ヶ所のいずれかに提示した。1つの文字の大きさは視角で縦横ともに $28'$ ，文字が提示されるマトリックスの縦および横の視角はそれぞれ 1° であった。条件1で提示する刺激パターンとして、4つの各提示位置に8つの文字のいずれか一つを入れた32の異なるパターンをコンピュータ操作によって作製した。条件2では、4つの提示位置のいずれか2ヶ所に、8つの文字のうちのいずれか2つを入れた32の異なる刺激パターンを作製した。2つの文字はすべて異なる組み合わせであった。条件2と同様にして、条件3および条件4においてもそれぞれ3文字と4文字の32の異なる刺激パターンを作製した。文字刺激は黒色の背景上に白色で提示された。

被験者が1つの刺激パターンに反応し終わるまでの1試行は、凝視点の提示、用意のブザー（1sec）、凝視点の消失、1.2～1.8secの空白時間、刺激文字の提示および計時開始、被験者の反応、凝視点の提示の順で構成された。1試行の終了から次の試行が開始されるまでの時間は4 secであった。1つの刺激パターンの提示時間は、10msec から10msec 間隔で100msec までの10条件であった。予備実験により、文字の正検出率がほぼ0 から100%の範囲内に入るように文字領域の輝度を調節した。10の提示時間と4つの提示文字数条件との組み合わせで、40の刺激条件を設定し、1つの提示文字数条件と1つの持続条件の組み合わせ（刺激条件）ごとに24の刺激パターンを提示した。24の刺激パターンは、1つの刺激条件ごとに32の刺激パターンの中から無作為に抽出された。

手続き 被験者には、画面から120cmの位置に設置された顔面固定器で頭部を固定し、凝視点を凝視して、ブザーが鳴った後に画面の中央部に表れるすべての文字名をできるだけ早く、しかも正確に発声するように教示した。1ブロックの本実験の開始前に、被験者に文字パターンを20回提示して練習を行わせた。1人の被験者について24回×10（提示時間）×4（文字数条件）=960回の刺激パターンを提示した。実験は、1ブロックに4つの文字数条件と5つの提示時間条件が含まれるように4ブロックに分け、異なる日に1ブロックずつ4回に分けて行われた。1ブロックで実施される文字数条件の順序は被験者ごとに変えた。

結 果

1 刺激の提示時間と正検出率との関係

図1は、各提示時間と正検出率との関係を、文字数条件ごとに示したものである。正検出率は、刺激パターンの全提示回数に対して正しく刺激を検出した回数の割合であって、5人の被験者の平均値である。複数の文字の1部だけを検出した場合は、正検出回数には含めていない。図1は、刺激の提示時間による正検出回数の確率分布を示しているが、文字数が多くなるにしたがって不定帯となる提示時間の範囲はより広くなる。また、文字数が増すにしたがって、各提示時間ごとの刺激の正検出率が低下する傾向が見られる。刺激の正検出率について、提示時間と文字数による2要因の分散分析を行った。その結果、提示時間および文字数の主効果が有意となった（ $F(9, 160)=3.22, p<.005$ ； $F(3, 160)=5.38, p<.005$ ）。なお、交互作用には有意な差は見られなかった（ $F(27, 160)=1.54$ ）。図2には、図1の結果をもとにして、提示時間ごとに文字数と正検出率との関係を示す。この図では、文字数が増加するにしたがって刺激の正検出率が低下することが明白に示されている。

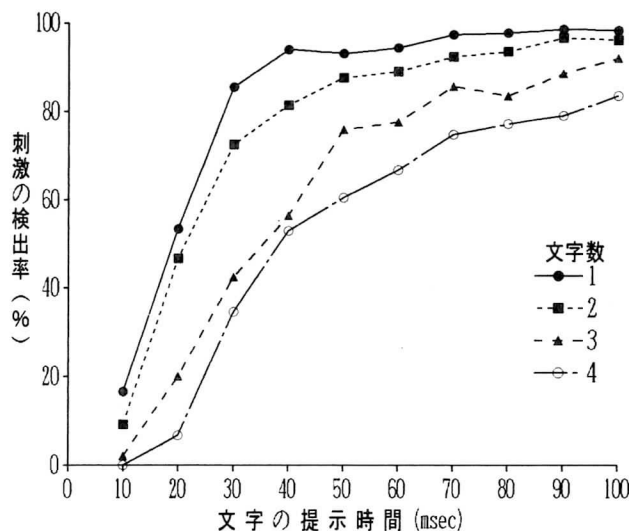


図1 各文字数における刺激の提示時間と正検出率との関係

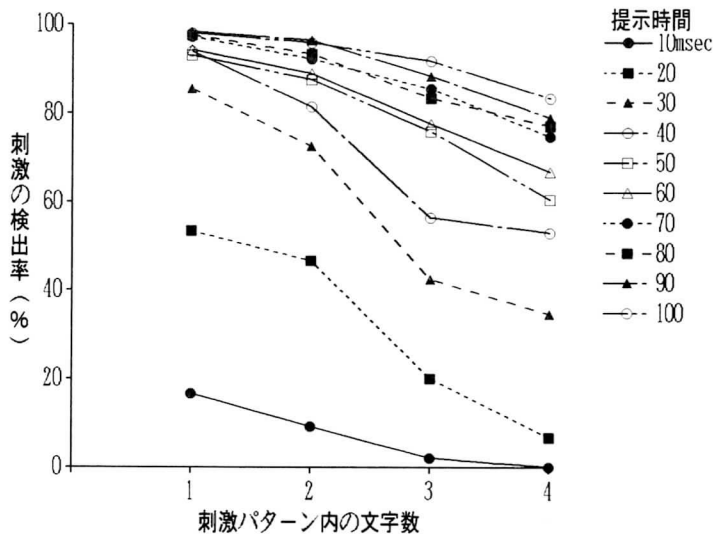


図2 各刺激の提示時間における文字数と正検出率との関係

2 提示文字数と刺激の提示時間閾との関係

図1には、刺激の正検出率が0%付近から100%付近までの確率分布が示されている。したがって、刺激の提示時間が10~100msecの範囲内に提示時間閾が存在する。図1を見ると、文字数が増すにしたがって分布曲線は提示時間軸（横軸）に沿って移動している。これは、文字数が増すにしたがって、提示時間閾が大きくなることを意味している。

図3は、文字数と刺激の提示時間閾との関係を示している。提示時間と正検出率（平均

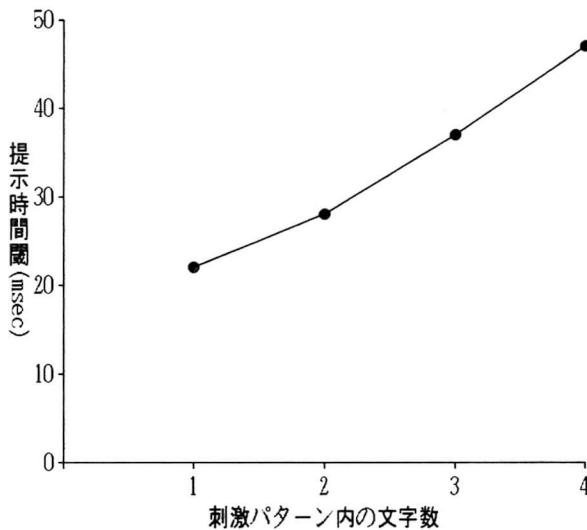


図3 文字数と提示時間閾との関係

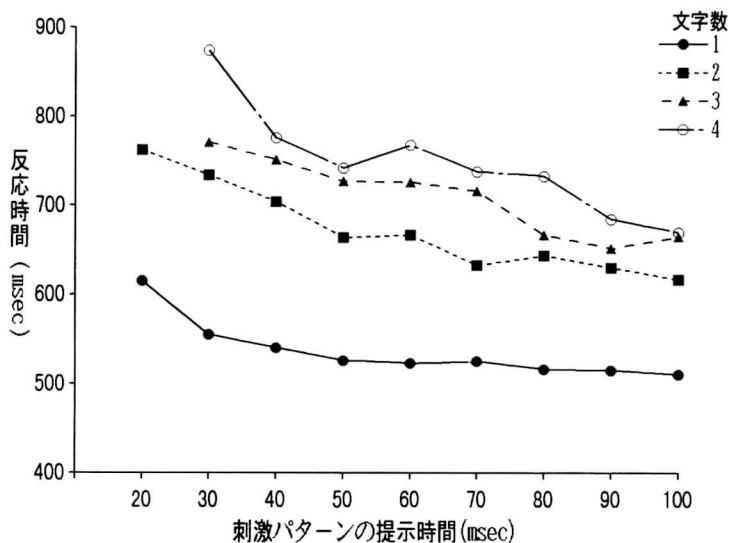


図4 各文字数における提示時間と反応時間との関係

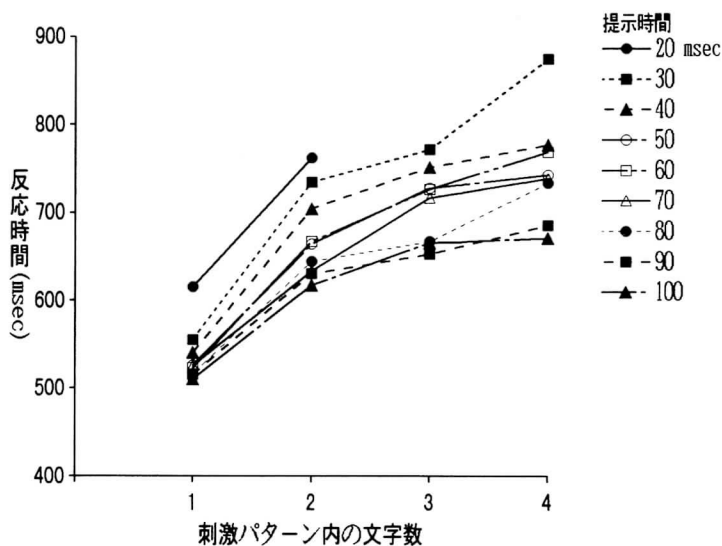


図5 各刺激の提示時間における文字数と反応時間との関係

値)との値(図1)から,恒常法による処理法によって提示時間閾を求めた。それらの提示時間閾は,文字数の各条件で,それぞれ22, 28, 37, 47 (msec)であった。図は,文字数が増すにしたがって提示時間閾は直線的に増加することを示している。図3の文字数と提示時間の相関係数は $0.85(n=20)$ で,両者の関係は直線的であるといえる。

3 刺激の提示時間と反応時間との関係

図4は,刺激の提示時間と5人の被験者の平均反応時間との関係を文字数の条件ごとに示

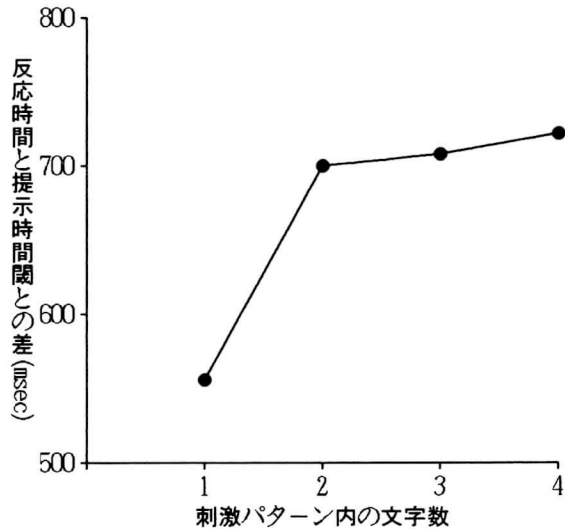


図6 文字数と〔反応時間－提示時間〕(D_{R-t})との関係

している。図1から判るように、提示時間が10および20msecでは刺激の正検出率がかなり少なかったため、提示時間が10msecにおける平均反応時間と、提示時間が20msecの提示文字数が3と4における平均反応時間は表示していない。図4では、いずれの文字数条件においても、提示時間が長くなるにしたがって平均反応時間は減少し、提示時間が大になると一定の値に収斂する傾向が見られる。図5は提示文字数と反応時間の関係を各提示時間ごとに示したものである。これを見ると、いずれの提示時間においても文字数が増すにしたがって反応時間は増加しているが、その増加の程度は文字数が1と2の間で最も大きく、文字数が2, 3, 4では増加量は小さくなっている。提示時間と文字数の違いによる平均反応時間について2要因の分散分析を行った。その結果、提示時間および文字数の主効果が有意となった ($F(7, 128)=3.51, p<.01$; $F(3, 128)=2.98, p<.05$)。交互作用には有意な差は認められなかった ($F(21, 128)=1.48$)。

4 提示時間と反応時間の差

図6は、各文字数に対する提示時間と、閾付近の反応時間の平均値との差(D_{R-t})を示す。反応時間の平均値は、図3の提示時間閾を算出するときの基礎とした提示時間において測定された反応時間をもとにして計算した。図を見ると、文字数が1の条件での D_{R-t} の値は他の条件と比較してかなり小さく、文字数が2, 3, 4の文字数条件間には大きな差は見られない。 D_{R-t} の値について1要因の分散分析をした結果、文字数の主効果が有意となった ($F(3, 12)=7.01, p<.01$)。また、文字数が1の条件を除いた分散分析の結果では、文字数の主効果は有意ではなかった ($F(2, 8)=1.53$)。

考 察

本研究は、文字の同定判断過程において系列処理が行われるのか、それとも並列処理が行

われるのかという伝統的問題を再吟味することを目的とした。情報を処理する機構は、刺激同定判断、刺激検索、記憶検索などの処理過程によってそれぞれ異なるので、当然系列—並列処理の機構もこれらの処理過程の違いによって異なると考えられる。そこで本研究においては、文字の同定課題における処理過程に限定して系列—並列処理の問題について実験的検討を行った。

文字数および刺激の提示時間を独立変数として、刺激の正検出率を調べた結果、各提示時間における正検出率は文字数が増大するとともに低下した（図1および2）。このことは、文字数が増すにしたがって文字の検出がより困難になることを示している。もし、並行的に文字の処理が行われるとすれば、各提示時間での正検出率は等しくなり、図1の4つの確率分布は重なるはずである。したがって、この実験結果からは、文字の同定判断過程で並行処理が行われているとは言えない。では、文字の同定判断は系列的に行われるのであろうか。この可能性は高いが、文字数によって正検出率に違いがあるということだけで結論づけることはできない。

人間の刺激情報の処理には必ず時間の経過を伴うので、ある心理的反応が生ずるために必要な最低時間を測定することは、処理過程を解明するための重要な手段となる。反応時間はその指標として、とくに1970年代以降多く用いられてきた。そこで、本研究ではこの反応時間を文字の処理過程を見るための指標とするとともに、文字刺激の提示時間閾も併せて指標とした。

提示時間閾は刺激を検出できる最小の提示時間であって、刺激がこの閾に達することによって刺激についての情報が短期記憶に入ることが可能となる。もし、複数の文字が並行的に処理されるとすれば、提示時間閾は文字数が異なっても等しくなるはずである。しかし、本研究の実験の結果では提示時間閾は一定とはならなかった。図3では、提示文字数が増すにしたがって提示時間閾は直線的に上昇することが示された。これは、人間が時間経過に伴って文字刺激を逐一的に処理していることを示唆している。図3の關係に当てはまる直線の式を最小自乗法によって求めた結果、 $y = 8.5x + 12.3$ （1式）となった。結果のところで述べたように、文字数と提示時間閾の相関係数はかなり高い値であったので、実測値の分布をこの直線の式で表すことは妥当であるといえる。1式は、文字数が1文字増すごとに時間閾は8.5msecずつ増していくことを示している。しかし、もし、複数の文字が系列的に検出されて、文字の処理時間が文字数に正比例して増していくとすれば、1式は座標の原点を通らなければならない。1式では、 x が0のときの y の値は12.3となる。これは、いずれの文字数の条件においても、文字の提示が開始されてから文字の検出が可能な処理段階に達するまでに、ある共通の処理過程を経ていることを示唆している。これは並行処理過程であるのかもしれない。

提示時間閾は刺激の検出過程を調べるための有効な指標として用いることができるが、提示時間閾がそのまま刺激の検出時間を表すとはいえない。中村（1967）は、閾下の2つの光をある時間間隔をおいて提示したとき、閾下刺激の加重的効果によって光覚が生じることを見いだした。また、中村（1978）は、文字提示後ある時間をおいてマスキング刺激を提示すると、文字刺激が単独で提示された場合より刺激に対する反応時間が長くなることを示した。これらの結果は、刺激が消失した後の一定時間はその刺激による知覚的処理が持続している

ことを示している。したがって、提示時間閾は「文字が検出された時間」を示すものではなく、厳密には「文字の検出に要する刺激の最低提示時間」を示すものであるというべきである。

次に、反応時間から文字の処理過程の特性について考察をする。もし、同時に提示される複数の文字が並列的に処理されるならば、文字数および提示時間に関わりなく反応時間は等しくなるはずである。しかし、実験ではそのような結果は見られなかった（図4および5）。一方、もし複数文字が系列的に処理されるならば、どの提示時間においても文字が1字増加したときの反応時間の増加量は等しくなるはずである。すなわち、図4の4つの曲線は一定の間隔を保って平行となり、図5の各曲線は平行な直線になるはずである。しかし、実験結果はこのことを示さなかった。このように系列処理でも並列処理でもないという矛盾した結果はどのように考えればよいであろうか。

本研究で測定した反応時間は、刺激の提示開始から発声反応までの時間であって、この間に刺激の検出、同定判断、発声決定、発声などの処理過程すべての時間が含まれている。中村（1971）は人間の光覚において光の強度と提示時間を変数として光覚閾における反応時間を測定し、反応時間と提示時間閾の差（ D_{R-I} ）を求めた。その結果、ある輝度の範囲では D_{R-I} の値は光の輝度に関係なく一定となった。このことは、判断過程から運動反応過程に至る処理時間は、光の輝度に関係なく一定となることを示唆した。今回調べた文字数と提示時間閾との関係（図3）からは、刺激の提示開始から検出過程までは、おそらく系列処理が行われると考えられる。したがって、残りの同定判断およびそれ以後の処理過程について検討する必要がある。この処理過程は、反応時間から提示時間閾を引いた時間内に進行する。図6を見ると、文字数が1のとき D_{R-I} の値は他の条件と比較してかなり小さいが、他の文字条件では差は見られなかった。これは、文字数が1の条件では2以上の条件とは異なる処理方略が行われているのに対して、文字数が2から4までの条件では類似の処理方略が採られていることを示している。

本研究では、複数文字の認知的処理が並行的に行われるかどうかを調べるために、1文字の条件での処理方略を基準として、他の文字条件でもその方略と同じかどうかを問題としてきた。しかし、文字数が1から2になると D_{R-I} の値は上昇しているので、文字数2では系列処理が行われているとも考えられる。そして、文字数が2の条件を基準にすると、文字数が3と4の条件では並行処理が行われているともいえる。この場合、系列処理と並列処理の定義づけの違いによって解釈が曖昧になるおそれが生じてくる。

人間の情報処理過程における系列—並列処理の問題は、人間の情報処理の限界容量の問題と関連をもちながら発展してきた。Spearling（1960）の実験結果から直接見いだされたことは、短時間内で検出できる文字数の限界値についてであった。それ以後の多くの研究においては、容量に限界がないとすれば並行処理が行われ、容量に限界があるときには系列処理がなされると考えられてきた（例えばKinchila, 1993；Eriksen & James, 1986；Eriksen, 1969）。しかし、Townsend（1990）は、容量に限界があっても並行処理が生ずる可能性があり、反応時間の直線的上昇は必ずしも系列処理の結果を示すものではないと主張した。またEgeth（1966）は、容量に限界がなく並行処理が行われる可能性を示唆し、処理時間は処理すべき刺激数の関数として上昇すると予想した。

系列一並列処理についてのこれらの考え方は、系列一並列処理についての考えを単に変えるだけでなく、人間の情報処理過程についての新しい知見が実証的に得られる可能性を示唆している。本研究の図6で示された結果を従来とは異なる観点から再考してみると、「提示文字数が2以上の3つの条件では、いずれも構成文字が1つずつ系列的に処理されるが、その処理の速さは文字数が多くなるにつれてより早くなる。」という考えも提起できるかもしれない。

Sperling (1960) は、刺激の提示時間を変化させても検出できる文字数は一定であることを示した。これは提示時間がかなり短いとき (15msec) でも同様であった。本研究では、提示時間が10~100msecの範囲の文字の認知閾付近の文字の同定処理過程を調べ、文字の提示時間によって文字の検出率や反応時間が異なることを見いだした。Sperlingの実験結果において、刺激の提示時間が異なっても検出文字数が一定であったのは、用いた文字の強さがかなり強かったために、刺激の提示時間が短くとも十分処理が可能であったからであると考えられる。

本研究においては、文字の同定処理過程における系列一並列処理の問題に限って検討してきた。系列一並列処理の問題は、このほか記憶検出過程、選択・探索過程などについても多くの研究が行われているが、これらの処理過程の特性を個別的に比較した研究はほとんど見られない。今後、各処理過程ごとの詳細な研究が必要であろう。

本研究の一部は、日本心理学会第59回大会 (1995) において発表した。

文 献

- Egeth, H.E. 1966 Prarell versus serial processes in multidimensional stimulus discrimination. *Perception and Psychophysics*, 1, 245-252.
- Egeth, H.E., Jonides, J., & Wall, S. 1972 Search for conjunctively defined targets. *Journal of Experimental Psychology : Human Perception and Performance*, 10, 32-39.
- Eriksen, C.W. & Collins, J.F. 1969 Temporal course of selective attention. *Journal of Experimental Psychology*, 80, 254-261.
- Eriksen, C.W. & James, J.D.S. 1986 Visual attention within and around the field of focal attention. *Perception and Psychophysics*, 40, 225-240.
- Kaplan, I.T. & Carvellas, T. 1965 Scanning for multiple targets. *Perceptual and Motor skills*, 21, 239-243.
- Kinchla, R.A. 1992 Attention. *Annual Review of Psychology*, 43, 711-742.
- Moor, C.M. & Osman, A.M. 1993 Looking for two targets at the same time: One search or two? *Perception & Psychophysics*, 53, 381-390.
- 中村章人 1967 光覚における断続光の時間的加重効果 人文科学論集 (信州大学人文学部), 2, 19-27.
- 中村章人 1971 視覚系における弁別過程に関する研究 一刺激の持続時間閾と反応時間からの分析 日本心理学会第35回大会発表論文集, 281-282.
- 中村章人 1978 反応時間に表れる加重効果とマスキング効果 日本心理学会第42回大会発表論文

集, 324-325.

- Neisser, U., Novick, R., & Lazar, R. 1963 Search for ten targets simultaneously. *Perceptual and Motor Skills*, 17, 955-961.
- Raab, D. & Fehrer, E. 1962 The effect of stimulus duration and luminance on visual reaction time. *Journal of Experimental Psychology*, 64, 326-327.
- Raab, D., Fehrer, E., & Hershenson, M. 1961 Visual reaction time and the Broca-Sulzer phenomenon. *Journal of Experimental Psychology*, 61, 193-199.
- Sperling, G. 1960 The information available in brief visual presentation. *Psychological Monographs*, 74, 1-29.
- Sternberg, S. 1966 High-speed scanning in human memory. *Science*, 153, 652-654.
- Townsend, J.T. 1990 Serial vs. parallel processing : Sometimes they look like Tweedledum and Tweedledee, but they can (and should) be distinguished. *Psychological Science*, 1, 46-54.
- Treisman, A. & Gelade, G. 1980 A feature-integration theory of attention. *Cognitive Psychology*, 12, 97-136.
- Treisman, A. & Sato, S. 1990 Conjunction search revised. *Journal of Experimental Psychology : Human Perception and Performance*, 16, 459-478.