

文字の注意の範囲と視覚マスキング¹

筑波大学心理学系 菊地 正

Attention span of letters and visual masking

Tadashi Kikuchi (*Institute of Psychology, University of Tsukuba, Tsukuba 305, Japan*)

In Experiment I, the duration of a visual display of eight hiragana letters, followed by a random noise mask, was increased until subjects could report all letters perfectly. The number of correct reports was increased rapidly up to about 3 or 4 letters in the first 200ms of the visual display. However, further marked increase in correct reports was not observed until 700ms or more.

Experiment II studied the letter identification processes in visual masking by varying the nature of masks. Two hiragana letters were preceded or followed by one of three types of masks: a random noise mask, a mask composed of two upright hiragana letters or two inverted hiragana letters. No differences were found among three masking functions in the forward masking. However, the masks affected differentially the identification of target hiragana letters in the backward masking. Masking was stronger with both the upright and inverted letter masks than with the random noise mask. It is suggested that the random noise mask affects an early visual encoding process from the target, while the letter masks affect a late accessing process to the stored knowledge.

Taking these and the previous findings together, the limiting factors in the visual information processing for a briefly presented display was discussed.

Key word: span of attention, visual masking, visual information processing.

景色を鑑賞したり、文章を読んでいる時、我々の目は絶えず動きまわっている。目は短時間静止した後、サッケードと呼ばれる跳躍的に別の位置に動く眼球運動を引起す。目は静止、サッケードを次々に繰返す。サッケードの持続時間は10~80ms、静止しているときの停留時間は通常150~300msといわれる (Schmidt, 1978)。サッケードは1秒に3~4回程度生じていることになる。視覚情報は目が静止している停留時間に獲得される。サッケードの前後とサッケード中は視覚情報の獲得は抑制されている。従って、我々は目を静止させて注視している時に獲得した視覚情報の系列を処理していることにな

る。

視覚情報処理の研究では、一度の注視でどれくらいの情報が獲得されるかが問題とされてきた。その研究の方法として、タキストスコープを使用して、眼球運動ができないほどの短時間、視覚刺激を提示する。約200ms以下の提示時間であれば、この時間内で次の注視を行なうことができず、新しく視覚情報を獲得できない。被験者は短時間提示されたドットの数を報告する場合には、8個程度までしか正しく報告できない。提示された刺激の数だけではなくそれが何であったかを要求する文字刺激の場合には、4ないし5文字しか報告できない。このことは、1871年のJevonsの研究や1885年のCattellの研究以来何度も確認されてきており、注意の範囲、知覚の範囲あるいは理解の範囲と呼ばれて研究されて来ている (Woodworth & Schlosberg, 1954)。しかしなぜ、8個や4個程度が限界であるのかに関しては

1 本研究の実施にあたり、人間学類生(当時)の西山陽一郎、袴田初子、保苺明子、星 純子(実験I)、五十嵐三津子、池田昌子、石寺修三、小堂真由美、加藤純代(実験II)の協力を得た。ここに感謝の意を表す。

Coltheart (1972) 等の考察があるが、その原因はまだ明らかにされていない。

この報告は視覚情報処理における文字の注意の範囲などに見受けられる情報処理の制限の原因について考察したものである。実験Ⅰでは、以前の実験と同様に、文字刺激を提示した後、マスク刺激を提示し、被験者にどんな文字が提示されていたかを報告させた。ただし、以前の実験とは異なり、文字刺激のなかの文字全てが正しく報告できるまで、提示時間をさらに増加させていった。文字刺激にはひらがな8文字が含まれており、文字は注視点から等距離になるように円状に配列されている。この文字刺激の提示時間を全ての文字が正しく報告されるまで次第に増加してゆきながら、文字の報告数曲線の時間経過を調べた。実験Ⅱでは、より詳しく初期の文字の情報処理過程を調べるために、文字のマスキング実験が行なわれた。ターゲット刺激としてひらがな2文字が短時間提示された。ランダムノイズマスク、正立文字マスク、倒立文字マスクの3種類のマスク刺激が使用された。この3種類のマスクが順向マスキングと逆向マスキングの事態で用いられ、それぞれのマスキング関数が比較された。

実験Ⅰ：提示時間の関数としての文字の注意の範囲

方法

被験者 大学生4名(男子1名, 女子3名)。被験者が交代に実験者と記録係もつとめた。

装置と刺激 3チャンネルのタキストスコープ(竹井機器製)が使用された。各チャンネルにはそれぞれ注視点、文字刺激、マスク刺激が設置された。注視点は白色ケント紙に描かれた直径約1cmの円で、タキストスコープの提示面中央に提示された。文字刺激は円状に配置されたひらがな8文字からなる。ひらがな8文字は注視点から等距離になるようにケント紙上に半径5cmの円が想定され、時計の12時の位置から45度づつに円周を8等分した位置に配置された。文字は8等分された位置を中心とした領域に正立されて配置された。文字の大きさは1.5cm×1.5cmである。文字刺激に含まれる8文字は重複することのないように、ひらがな48文字からランダムに選択された。マスク刺激は注視点を中心とした半径4cmの円と半径6cmの円の円環の部分にひらがな文字を切刻んだ断片をランダムに配置したもので、1種類作成された。

実験手続き 実験は、文字刺激の提示時間を次第に長くしてゆきながら、同じ文字刺激を繰返し提示して、被験者が文字刺激に含まれるひらがな8文字をすべて正しく報告出来るまで行われた。1回の試行は、実験者の試行開始の合図、注視点、文字刺激、マスク刺激の提示、被験者の文字の報告から成立っている。試行と試行の時間間隔は約10秒程度であった。注視点と文字刺激、文字刺激とマスク刺激の時間間隔は無く、後続刺激は先行する刺激の提示終了と同時に提示された。注視点とマスク刺激はともに2000ms提示された。文字刺激の提示時間は各被験者とも共通に、40, 60, 80, 100, 120, 140, 160, 180, 200, 250, 300, 400, 500, 600, 700msの順序で次第に増加された。700ms以降は8文字を完全に報告できるまで、50msづつ提示時間が増加された。各被験者は、8文字を完全に正答するまでの試行セットを異なる文字刺激を使用して4回行った。各試行セットごとに約3分間の休憩時間を設けた。

結果と考察

4名の被験者が上記の手続きにそって4回の試行系列を行った。各被験者ごとに文字刺激の各提示時間条件における平均正答報告数を算出した。図をプロットしたところ、1名の被験者が他の3名の被験者より際立って良い成績を示した。調べたところ、この1名の被験者が他の被験者が使用した4つの文字刺激カードを使用してしまったことが判明した。4名の被験者は交代で記録係もつとめたので、この被験者のデータは他の3名の被験者のデータとは異なってしまった。そこで、以後は3名の被験者の結果のみを考察の対象とする。

Figure 1が結果である。Figure 1の縦軸は平均正答文字数で、横軸は文字刺激の提示時間を示して

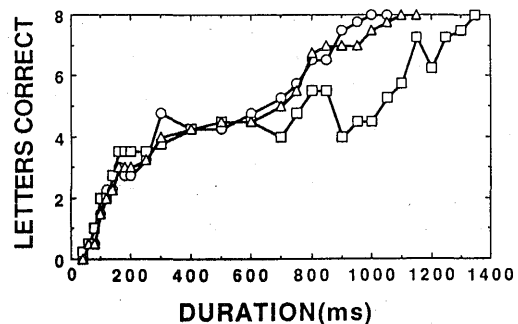


Fig.1 Number of correct reports as a function of exposure duration.

いる。Figure 1 の3つの曲線は各被験者の結果を表している。

3名の被験者の結果は多少の相違は認められるものの、共通した傾向が認められる。Figure 1 から明らかなように、文字刺激の提示時間が40msから200msの範囲では正しい文字報告数は急激に増加し、3～4個程度にまで達する。それ以後の250msから700msの提示時間範囲では、初期の200msの時間範囲のような急激な増加は認められず、4～5個程度の正答数に留ったままの状態が続く。さらに提示時間が長くなると、正答の文字報告数は再び上昇し始める。正答報告数の再上昇の開始される提示時間は2名の被験者では700～750msごろで、もう一人の被験者では、同じ時期に一旦上昇の気配を示すが、再び低下した後1000msあたりから8個の正答報告まで順調に上昇した。つまり、全員とも、正答数は提示時間が200msまでは3～4文字程度まで急速に増加するが、その後は4～5文字の正答という状態がしばらく続いた後、再び急上昇し、8文字正答に至っている。

被験者の報告文字の記録から8文字の報告の順序を調べたところ、全8文字を正しく報告できた場合には、例外なく円状の文字配列の真上あるいは左上の文字から時計回りの順番で報告していた。勿論、全8文字正答に至る途中の過程で反時計回りや飛び飛びで文字を報告する場合も見受けられたが、この場合には全8文字の正しい再生に達する提示時間が他の場合よりも長くなっていた。一名の被験者の成績は、提示時間700ms頃から一旦上昇しかけて低下した後、再び上昇している。この被験者は特に飛び飛びに報告している試行が多く続いていた。

文字刺激の提示時間が長くなればなるほど、視覚情報が収集でき、刺激の処理に利用できる時間も長くなり、正しい文字を多く報告できるであろう。ところが提示時間と正しい報告文字数とは、提示時間が長くなると一定の割合で文字数が増加するという単純な比例関係は成立しない。この実験では、試行ごとに文字刺激に含まれる8つのひらがな文字は変化されていない。従って、被験者は短い提示時間の試行で観察した文字を記憶して、次の試行にそれを利用できる可能性がある。それにもかかわらず、250msから700msにかけて正答文字の報告数の増加が停滞する時期が生じた。このことは被験者の視覚情報処理過程の何処かに制限があることを意味している。この傾向は注意の範囲とか知覚の範囲とよばれ、以前から研究されており、本実験結果も他の研究結果と一致している。例えば、Sperling (1960) の実験では、文字刺激の提示時間を15msから

500msまで増加したが（この実験ではマスク刺激は提示されていない）、文字の報告は常に4～5文字であった。マスキングの手法を用いた実験において、アルファベット文字を報告させたSperling (1963) やドットの提示個数を報告させたAverbach (1963) やOyama, Kikuchi and Ichihara (1981) の実験でも、初期の急上昇の後に緩やかな停滞時期が続く曲線が得られている。さらには、数字やドットの提示位置を再生させたIchikawa (1982) の実験では、ドットパターンの提示時間をさらに長くして、本実験で得られたようなゆるやかな停滞時期の後の再上昇を観察している。

何故、文字報告数の曲線は、先ず始めに直線的に増加した後、しばらく停滞の時期を迎え、そしてその後再び上昇するというパターンを描くのかを考察する前に、実験Ⅱで行った文字のマスキング実験をみることにしよう。

実験Ⅱ：文字のマスキング

方法

被験者 大学生3名（男子1名、女子2名）が被験者として実験に参加した。実験Ⅰと同様に、実験者と記録係もつとめた。

刺激と装置 実験Ⅰと同じ3刺激提示用のタキストスコープ（竹井機器製）が使用された。タキストスコープの各チャンネルはそれぞれ、注視点用、ターゲット刺激用、マスク刺激用に使用された。

ターゲット刺激は、15mm×15mmの大きさのひらがな文字2個から成り、刺激提示面の中心（注視点）から左右に15mmの等距離の位置に配列された。ターゲット刺激のひらがな2文字は無意味綴りとなるようにされ、「へて」、「ろも」のような文字対が15種類作成された。

マスク刺激はランダムノイズマスク、正立文字マスク、倒立文字マスクの3つのタイプがある。ランダムノイズマスクはひらがな文字3つを細かく切刻んだ断片をターゲット文字よりもやや大きい25mm×25mmの領域にランダムに配置したパターン2個から成る。この様にして作成された2つのランダムノイズが2つのターゲット文字を覆う位置に配列された。正立文字マスクはターゲット刺激がそのままマスク刺激として使用されたもので、ターゲット刺激と同じ15種類から成る。倒立文字マスクはターゲット刺激と全く同じ15種類のひらがな2文字を倒立したものである。ただし、倒立は各文字の位置で倒立されている。例えば、ターゲット文字の「ぬむ」

は倒立文字マスクでは「 ay 」のように倒立されて倒立文字マスクとして使用された。

実験手続き ターゲット刺激の提示時間は、予備実験でターゲット刺激が単独で提示される時、誤らずに読取れる提示時間を調べ、20msとした。マスク刺激の提示時間もこれに合せ、同じ20msとした。実験は順向マスクと逆向マスクの2条件下でなされた。順向マスク条件では、注視点が2秒間提示された後、30msの後にマスク刺激が20ms提示され、続いてある時間間隔 (ISI) をおいて、ターゲット刺激が20ms提示された。逆向マスク条件では、注視点が2秒間提示された後、30msの後にターゲット刺激が20ms提示され、続いてある時間間隔 (ISI) をおいて、マスク刺激が20ms提示された。被験者はターゲット刺激を報告するように要求された。ISIは、0, 15, 30, 50, 100msの5条件設定された。被験者は各実験条件で15種類のターゲット刺激を各1回ずつ提示された。従って、実験の全試行数は各被験者について、450回 [= 順向・逆向マスク (2) × マスクのタイプ (3) × ISI (5) × ターゲットの数 (15)] となった。実験順序は各被験者とも常にISI条件が30, 0, 15, 50, 100msの順でなされ、さらに各ISI条件ごと、逆向マスク、順向マスクの順で試行がなされた。さらに各マスク条件で、正立文字マスク、倒立文字マスク、ランダムノイズマスクの順でそれぞれ15試行づつなされた。なお、正立文字マスク条件と倒立文字マスク条件では、ターゲット刺激とマスク刺激の文字が同じ文字を含まないように組合された。

結果と考察

ターゲット刺激2文字のうち1文字でも正しければ正答とみなす文字別正答の場合 (最大正答数30文字) とターゲット刺激の2文字を正しく報告した時 (最大正答数15対) の2通りの分析を行ってみた。文字対別正答の場合は文字別正答の場合よりも多少正答率は低下するが、両者の一般的傾向は同じであったので、Figure 2に1文字だけ正しい時にでも正答とする文字別正答の結果のみを図示する。Figure 2には、順向マスク条件 (Figure 2a) と逆向マスク条件 (Figure 2b) の結果が条件別に示されている。横軸はISIで、縦軸は正答率を表している。図中の3つの曲線はマスク刺激のタイプを表している。

順向マスク条件では、3種類のマスク刺激の

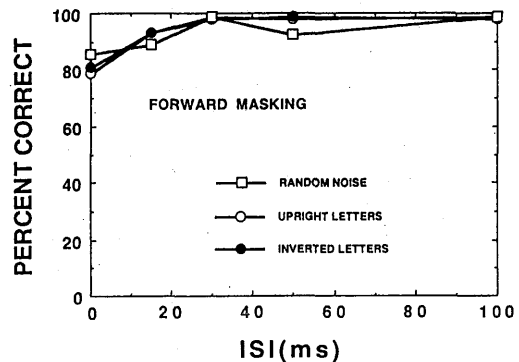


Fig.2a Percentage of correct letter reports as a function of interstimulus interval (Forward masking).

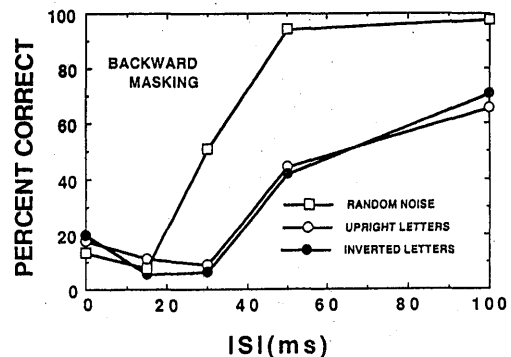


Fig.2b Percentage of correct letter reports as a function of interstimulus interval (Backward masking).

マスク関数はほとんど同じ傾向を示し、マスク刺激の種類による相違は認められない。順向マスクの妨害効果は弱く、最大の妨害効果を示したISI=0ms条件でさえも、正答率は全てのマスク刺激条件でほぼ80%の成績を示した。ISIが30ms以上の条件では100%に近い高い成績を示した。

逆向マスク条件では、マスク関数にマスク刺激のタイプによる相違が認められる。ランダムノイズマスクを使用した場合、ISIが0, 15msでは正答率が10%程度の低い成績であるが、ISIが30msに達すると急激に正答率は51.1%にまで上昇し、さらにISIが50, 100msに増加されると、正答率は94.4%, 97.8%となりほぼ完全にターゲット刺激を報告できるようになる。一方、正立文字と倒立文字のマスクを使用した場合には、ランダムノイズマスクとは異なるマスク関数が得られた。正立文字マスクの場合、正答率はISIが0msでは17.8%, 15msでは11.1%, 30msでは8.9%とISIが増加する

につれて多少であるが低下し続けた。ランダムノイズマスクの場合、30ms条件では既に50%以上の成績を示しているのに、このISI条件では40%程度の成績の差が生じたことになる。ISIがさらに増加すると正立文字マスクの正答率は一転して増加し始め、50msで44.4%、100msで65.6%となった。しかし、ISI=100ms条件でも、正立文字マスクの成績は、ランダムノイズマスクの成績と比較すると、30%程度も低いままである。倒立文字マスクの場合も、正立マスクの場合とほとんど同じ曲線を描いた。正答率はISIが0msでは20%、15msでは5.6%、30msでは6.7%と短いISI条件では低下しているが、ISIが50msとなると成績は急上昇しはじめ(42.2%)、100msで71.1%に達する。

次に、報告エラーについて述べる。エラーのタイプとして、「ターゲット刺激文字の類似文字の報告」、「マスク刺激文字の報告」、「マスク刺激文字の類似文字の報告」、「無関係文字の報告」、「わからない(文字報告なし)」の5種類が考えられる。類似文字の報告とは、例えば、「ぬ」が提示された時に「め」と反応する(逆の場合もある)ような視覚的に類似した文字を報告した場合を意味している。この例の他には、「ぬ」と「ね」、「ほ」と「は」等が挙げられる。この三つの類似文字対は類似文字反応と判断された全回数(80報告)の60%弱の割合で生じていた。「ターゲット刺激文字の類似文字の報告」と判断された報告数は順向と逆向の両マスクング事態での各マスクタイプ条件で7~12回生じていた。順向マスクング事態では合計27回(総エラー数 89回の30.3%)、逆向マスクング事態でも合計27回(総エラー数 848回の3.2%)生じていた。

報告エラーとして特に興味を引くタイプは「マスク刺激(類似)文字の報告」である。当然のことであるが、ランダムノイズマスク条件ではマスクとして文字を使用していないので「マスク刺激(類似)文字の報告」はない。順向マスクング事態では、「マスク刺激(類似)文字の報告」の回数は、正立文字マスク条件でマスク文字の報告10回、類似文字報告2回、倒立文字マスク条件でマスク文字報告3回、類似文字報告1回であった。これは両文字マスク条件での総エラー数(57回)の24.56%に相当する。

逆向マスクングの事態では、「マスク刺激(類似)文字の報告」の回数はかなり多く、正立文字マスク条件でマスク文字の報告185回、類似文字の報告8回、倒立文字マスク条件でもマスク文字の報告165回、類似文字の報告15回であった。これは両マスク条件でのエラー数(636回)の58.65%に相当する。両文字マスク条件で、ISIが30msのときにマスク文

字の報告エラーが最も多く生じていた。

「無関係文字」の報告とは、ターゲット文字ともマスク文字とも類似していない文字を報告したと判断された場合で、いわゆる侵入エラーといわれるものである。順向マスクング事態でのこのタイプのエラー数は、ランダムノイズマスク、正立文字マスク、倒立文字マスクの順にそれぞれ、21、4、9回(合計34回)であった。この「無関係文字の報告」は順向マスクングでの総エラー数(89回)の38.2%にあたる。逆向マスクングでの「無関係文字」の報告は、ランダムノイズマスク、正立文字マスク、倒立文字マスクの順にそれぞれ、47、50、48回(合計145回)で、逆向マスクングでの総エラー数(848回)の17.1%にあたる。

正答率の結果と報告エラーの分析から、ターゲット文字の認識に対し、順向マスクングと逆向マスクングはかなり異なった影響を与えていることがわかる。順向マスクングはターゲット文字とマスクがほとんど同時に提示された時にのみ妨害的効果を生じ、しかもマスクのタイプによる相違は認められない。被験者は、ISIが0ms~30msの短い条件では、「後の文字が残る感じ」、「後の方しかわからない」と報告する。順向マスクング事態ではターゲット刺激の後にさらにマスク刺激が提示されないで、後続刺激であるターゲット文字の処理はあまり影響を受けない。この結果は多くの研究結果と一致している(例えば、Turvey, 1973; Michaela & Turvey, 1979)。

一方逆向マスクングでは、順向マスクングと比較すると、かなりの妨害効果が認められた。妨害効果の程度は特に文字マスクを使用した条件で大きかった。倒立文字マスクについて、もし、倒立文字マスクが正立文字と同じ視覚的特徴と面積を持つが、文字としては認識されずに無意味なランダムパターンとして視覚処理過程に作用するならば、ランダムノイズマスクと類似したマスクング関数を示すであろう。また倒立であっても文字として作用するのであれば正立文字マスクのマスクング関数に近い結果となるであろう。さらには倒立文字と認識され心的に回転される過程を必要とされるのであれば、正立文字マスクよりもさらにターゲット文字の正答率を悪化させるのではないかと予想された。実験の結果、正立文字マスクと倒立文字マスク条件の相違は認められなかった。報告エラーの分析より、倒立文字マスク条件の「マスク刺激(類似)文字の報告」の回数は多く、正立文字マスクでの「マスク刺激(類似)文字の報告」の回数とほとんど同程度であった。このことより、倒立文字はランダムパターンというよりも文字として作用しており、ひらがな2文字は特に

心的回転を行わなくても容易に文字として認識されるか、あるいは心的回転がなされたとしてもほとんど時間や労力を要しなかったであろう。

実験Ⅱで得られたランダムノイズマスクと文字マスクのマスクング関数は多少の程度の相違と考えるには大きすぎる相違である。ランダムノイズマスクと文字マスクはターゲット文字処理の全く異なる段階に妨害的な影響を与えていると考えるべきであろう。

Oyama et al. (1981) のマスクング手法を用いた注意の範囲に関する研究で、被験者は5ms提示されたターゲット刺激のドットの数を報告するよう求められた。ターゲット刺激とマスク刺激の間の時間間隔が短い場合には、ドットの報告個数は顕著に過小評価され、逆向マスクングの効果が現われた。しかし、ターゲット刺激とマスク刺激の間の時間間隔が長くなると、マスク刺激の提示されない場合とほぼ同じ反応傾向を示した。被験者は、マスク刺激が提示された後も、マスク刺激が提示されない場合と同じように、数え続けられたのである。ドットの提示個数が多いときには、報告に要する反応時間は長くなり、4秒を越える場合もあった。被験者はマスク刺激の妨害を受け付けられない処理段階に達している視覚情報に基づいて数え続けていたと推測される。実験結果を説明するために、Oyama et al. (1981) はアイコニックストア、視覚イメージ(短期視覚記憶)、短期言語記憶の3種のストアを想定した。逆向マスクングはアイコニックストアと次の短期視覚記憶への転送過程(視覚的コード化過程)に作用するとし、逆向マスクングをまぬがれ、短期視覚記憶に送られた情報がさらに音韻的コード化を受け短期言語記憶に保持され報告されるとした。実験Ⅱにおけるランダムノイズマスクは初期の段階である視覚的情報の走査過程(視覚的コード化)に妨害を与え、一方文字マスクは、短期視覚記憶にある抽出された視覚情報を基にして、記憶に貯蔵されている文字に関する知識の検索過程に関係する処理段階(音韻的コード化)に影響を与えているのではなかろうか。音韻的コード化は視覚的コード化に比較すると、遅い過程である(Coltheart, 1972; Oyama et al., 1981)。従って、音韻的なコード化を受ける間、情報はしばらく短期視覚記憶に保持されていなければならない。しかし、Kikuchi (1987) が示しているように、短期視覚記憶のなかの情報は感覚的なマスクングは受けないが、被験者が次の視覚入力刺激にさらに処理を行なうために注意を向けると、失われてしまう。文字マスクの逆向マスクング事態で正立と倒立の文字マスク(類似)文字の報告エラーが多かったのは

このことを反映しているのかもしれない。

全体的考察

何故、実験Ⅰで、文字報告数の曲線は、先ず始めに直線的に増加した後、しばらく停滞の時期を迎え、そしてその後再び上昇するというパターンを描いたのであろうか。文字を正しく報告するためには先ず始めに文字を認識し、そして記憶しておかなければならない。Sperling (1960) は文字認識の初期過程を検討するために、部分報告法を開発し、視覚刺激の提示終了後も実際に報告できる以上の情報が利用可能な状態で一時的に保持されていることを実証した。Sperlingはこの情報の一時的保存を視覚的情報保存とよんだ。後にNeisser (1976) はこれをアイコニックメモリと呼び、この名称が一般化している。

アイコニックメモリの性質をさらに検討した研究から、アイコニックメモリは視覚的狀態で利用可能であって、音韻的あるいはカテゴリー的な状態で保存されていない前カテゴリー的な状態にあることがわかって来た。部分報告法において、空間的位置、形、色、明るさ等の視覚的属性を報告手がかりにすると、部分報告の全体報告に対する優位性が認められたが、報告手がかりを文字対数字とか、文字にある音素が含まれるか否か等のカテゴリー判断を要求する場合には、この優位性は認められなかった(Coltheart, Lea & Thompson, 1974; von Wright, 1972)。このことより少なくともアイコニックメモリは音韻的にコード化される以前の段階にあることがわかる。

ところで、短時間提示された文字刺激から4個程度の文字を報告するまでに必要とされる時間は、アイコニックメモリの持続時間だけでは不十分である。そこで、Sperling (1967) はアイコニックメモリを走査して視覚像を運動反応指令に変換する機構としての認知バッファや認知バッファの指令を実行するリハーサル機構等をモデルに組込んで、比較的長時間情報を保持できるようにしている。

前述のように、Oyama et al. (1981) もマスクングを用いたドットの注意の範囲の実験結果を説明するために、アイコニックストア、視覚イメージ(短期視覚記憶)、短期言語記憶の3種のストアを想定し、逆向マスクングはアイコニックストアと次の短期視覚記憶への転送過程(視覚的コード化過程)に作用するとした。このタイプの逆向マスクングが作用する時間範囲はせいぜい200ms程度である。何故逆向マスクングをまぬがれるほど提示時間が長くなっても報告文字数が4個程度に留まっている状態

が長く続くのかが問題となる。

眼球運動が不可能な程度の提示時間で（例えば、200ms）、4文字報告出来るのであれば、眼球運動が2回程度可能な500msの提示時間であれば、さらに、4文字認識でき、8文字程度は報告できるはずである。ところが、実験Ⅰの結果から認められるように、文字刺激の提示時間を500msまで増加させて文字を報告させても、報告文字数は提示時間の長さに関係なく4～5文字と一定であった。文字の注意の範囲が4～5文字に制限されている理由として、文字のパターン認識過程かあるいは短期記憶に制約の原因があると考えられる。ところが、周知の様に、無関係な項目が1秒に1項目程度の速度で提示された場合には、人は7項目程度は間違いなくオウム返しに再生報告できる（直後記憶範囲）。音韻的にコード化されているならば、8個程度の文字は直後再生できるのである。従って、制約は言語的な短期記憶にあるのではないらしい。そうであれば、制約はパターン認識過程かあるいは短期視覚記憶の容量にあることになる。Oyama et al. (1981)のモデルでは、パターン認識は視覚的コード化と音韻的コード化に別れていた。視覚的コード化はアイコニックストアと短期視覚記憶の間でなされ、音韻的コード化は短期視覚記憶と短期言語的記憶との間でなされていた。実験Ⅱの結果から、マスクが文字である場合にはランダムノイズマスクとは性質の全く異なった逆向マスクング関数が得られた。その原因は抽出された視覚情報を基にして、記憶に貯蔵されている文字に関する知識の検索過程に係る処理段階（短期視覚記憶と音韻的コード化）に求められた。音韻的コード化は視覚的コード化に比較するとかなり時間を必要とするゆっくりした過程である。このことが視覚情報処理の制約の原因の一部になっているのかもしれない（Coltheart, 1972）。また、短期視覚記憶の容量もアイコニックメモリと比較すると小さいことが知られている（Intraub, 1987; Kikuchi, 1987）。このことも制限の一部をなしているのかもしれない。

アイコニックメモリの情報は被験者の選択的走査によって短期視覚記憶に送られる。実験Ⅰの被験者は円状に配列された8文字を報告する際に時計回りの順に文字を報告していた。これ以外の、例えば、文字刺激の一部を反時計回りに、あるいは飛び飛びに報告する試行があると、この時の文字刺激の全8文字報告までの試行数は増加する傾向が見受けられた。従って、時計回りという選択的走査が効果的な方略であることがうかがえる。アイコニックメモリからの選択的走査は被験者の注意の働きを反映している。ランダムドットの位置のプロープ再認実験

を行った熊田・菊地（1988, 1990）は、視覚情報処理において注意の配分には限界があり、配分された注意の量がある基準以下では、その位置の情報の保持が困難になることを示した。視覚情報処理には空間的な限界が存在し、この限界は配分される注意量に依存しており、要求される処理の負荷が大きくなると、注意を多く配分された位置の対象が優先的な処理を受ける。一度に注意を向けることの出来るドットの個数は約4個である。また、同時に2つの全く異なる位置に注意を分割することは困難である。

熊田・菊地（1988, 1990）の実験結果を考慮に入れると、何故逆向マスクングをまぬがれるほど提示時間が長くなっても報告文字数が4個程度に留まっている状態が長く続くのかがかなり明らかになって来る。過剰の視覚情報が与えられた場合、視覚情報は一時的な感覚的バッファであるアイコニックメモリから注意の働きによる選択的な走査を受ける。注意の量には限りがあるので、約4個の文字が視覚コードに変換され、短期視覚記憶に保存される。マスク刺激はアイコニックメモリの形成や走査過程に妨害を与え、その妨害の作用する時間範囲は約100～200ms程度の時間帯で生じる。次に短期視覚記憶内の情報は、記憶に貯蔵されている文字に関する知識の検索を通じて、音韻的なコードへ変換され、短期言語記憶に送られる。この音韻的コード化は視覚的コード化に比較するとかなり長い時間を必要とするので、文字刺激の提示時間が長くされても、しばらくの間は文字の報告数にはほとんど影響しない。また、音韻的コード化はゆっくりとした過程であるので、短期視覚記憶内の情報の一部は減衰してしまうかもしれない。音韻的コード化が終了すると、まだ、文字刺激が提示されているならば、眼球運動をともなう注意のメカニズムによって、アイコニックメモリから次の文字群が視覚的コード化を受け、短期視覚記憶に送られ、さらに音韻的コード化がなされる。しかし、次の選択的注意による文字の走査は、時には前回の走査と一部重複するかもしれない。特に、円状に配列されている場合には文字の位置が広がっている。注意は異なる2つの位置に分割できないので、重複せずに2回の選択的走査で8文字全てをカバーできないであろう。従って、文字報告数の曲線の再上昇部分の傾きは初期の上昇部分より緩やかになる。

以上2つの実験結果とOyama et al. (1981), Kikuchi (1987), 熊田・菊地 (1988, 1990) などの研究結果を参考にして、文字の注意の範囲の制限がどの処理段階にあるかを考察した。その結果、制限

は、特に視覚的コード化が迅速な過程であるが、一度に4文字程度しか行なえないことと音韻的コード化がゆっくりとした過程であることにあと結論された。アイコニックメモリからの視覚的コード化は注意による選択的走査によってなされる。被験者の文字報告の分析から、選択的走査は空間的位置を手がかりとして時計回りに行なう方略が有効であることがわかった。

要約

本研究では文字認識に関する二つの実験結果を報告した。実験Ⅰでは、被験者に8個のひらがな文字を円形に配列した文字刺激とマスク刺激を連続して提示し、被験者が文字全てを正しく報告できるまで、文字刺激の提示時間を次第に増加しながら、同じ文字刺激を繰り返して提示した。報告文字数は最初の200msの提示時間までに急激に増加し3～4個に達した。しかし、その後報告文字数は提示時間の増加にもかかわらず顕著な増加を示さず、被験者の成績は停滞期を迎えた。再び増加に転じたのは提示時間が約700msの頃になってからであった。

実験Ⅱでは、3種類のマスク刺激(ランダムノイズマスク、正立文字マスク、倒立文字マスク)を使用して、順向と逆向のマスクング事態で、ひらがな2文字をターゲット刺激として視覚マスクング実験が行なわれた。順向マスクング事態では、マスク刺激による文字認識に対する妨害効果は小さく、三つのマスクング関数には相違が認められなかった。ところが、逆向マスクング事態では、マスク刺激のタイプによる相違が生じた。マスクング効果はランダムノイズマスクよりも文字マスクを使用した時に大きく、そして正立と倒立の両文字マスク間には相違は認められなかった。得られたランダムノイズマスクと文字マスクの逆向マスクング関数は単なる程度の相違と考えるには大きすぎる相違であるので、ランダムノイズマスクと文字マスクはターゲット文字処理の全く異なる段階に妨害的な影響を与えていると考えられた。ランダムノイズマスクは初期の処理段階である視覚的情報の視覚的コード化に妨害を与え、一方文字マスクは、抽出された視覚情報を基にして、記憶に貯蔵されている文字に関する知識の検索過程に関係する処理段階(音韻的コード化)に影響を与えていると考えられた。

以上の二つの文字認識実験の結果と他の実験結果(Oyama Kikuchi & Ichihara, 1981; Kikuchi, 1987; 熊田・菊地, 1988, 1990)を基にして、実験Ⅰの注意の範囲に見られるような短時間提示される視覚刺

激に対する視覚情報処理の制限要因が考察された。

文 献

- Averbach, E. 1963 The span of apprehension as a function of exposure duration, *Journal of Verbal Learning and Verbal Behaviour*, 2, 60-64.
- Coltheart, M. 1972 Visual information-processing. In P.C. Dodwell(Ed.), *New Horizons in Psychology*. Harmondsworth: Penguin.
- Coltheart, M., Lea, C.D., & Thompson K. 1974 In dependence of iconic memory. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 26, 633-641.
- Ichikawa, S. 1982 Verbal and visual recall span curves between 1ms and 1min. *Psychological Research*, 44, 269-281.
- Intraub, H. 1984 Conceptual masking: The effects of subsequent visual events on memory for pictures. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition*, 10, 115-125.
- Kikuchi, T. 1987 Temporal characteristics of visual memory. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 13, 464-7.
- 熊田孝恒・菊地 正 1988 位置の再認における空間的注意の分布 心理学研究 59, 99-105.
- 熊田孝恒・菊地 正 1990 位置の再認における空間的注意の分布(Ⅱ)―ある位置にあらかじめ注意を向けた場合について―筑波大学心理学研究 12, 21-27.
- Michaels, C.F. & Turvey, M.T. 1979 Central sources of masking: Indexing structures supporting seeing at a single, brief glance. *Psychological Research*, 41, 1-61.
- Neisser, U. 1967 *Cognitive psychology*. New York: Appleton-Century-Crofts.
- Oyama, T., Kikuchi, T., & Ichihara, S. 1981 Span of attention, backward masking, and reaction time. *Perception and Psychophysics*, 29, 106-112.
- Schmidt, R.F. 1978 *Fundamentals of Sensory Physiology*. Berlin-Heidelberg: Springer-Verlag.
- Sperling, G. 1960 The information available in brief visual presentations. *Psychological Monograph*, 74, (11 Whole no. 498)
- Sperling, G. 1963 A model for visual memory tasks. *Human Factors*, 5, 19-31.
- Sperling, G. 1967 Successive approximations to a model for short-term memory. *Acta Psychologica*, 27, 285-292.

Turvey, M.T. 1973 On peripheral and central processes in vision: Inference from an information processing analysis of masking with patterned stimuli. *Psychological Review*, 80, 1-52.

Woodworth, R.S. & Schlosberg, H.1954 *Experimental*

Psychology. London: Methuen.

von Wright, J.M.1972 On the problem of selection in iconic memory. *Scandinavian Journal of Psychology*, 13, 159.-171.

—1990.9.30受稿—