

3 × 3 配列の高速系列提示による文字の検出

筑波大学心理学系 菊地 正

筑波大学大学院(博)心理学研究科 中澤 宏光

Character Detection in the Rapid Serial Visual Presentation of 3 × 3 Arrays

Tadashi Kikuchi and Hiromitsu Nakazawa (*Institute of Psychology, University of Tsukuba, Tsukuba 305-8572, Japan*)

A sequence of 3 × 3 arrays composed of 9 hiragana characters was presented in a rapid serial visual presentation task, with targets presented in red and distractors in green. University students were asked to report on either a single red hiragana character that appeared in one of the nine possible positions in a critical array (Experiment 1), all nine red hiragana characters in the array (Experiment 2), or a single red hiragana character located at the center of the array (Experiment 3). Accuracy of reports was 55 % and 81 % in Experiments 1 and 3 respectively, but only one character was correctly reported in Experiment 2. The same sequence of arrays yielded different error patterns. Post-target intrusions were dominant under the spatial uncertainty condition (Experiment 1), whereas a symmetrical pattern of almost equal pre-target and post-target intrusions was found when spatial uncertainty was eliminated (Experiments 2 and 3). These results suggested that the participants adopted different strategies depending on task demands.

Key words: RSVP, character detection, attention.

R.S.V.P.あるいはRSVPとは通常の英和辞典ではフランス語の *répondez s'il vous plaît* (=please reply) の略記で、招待への応諾の返事を出して頂きたいという意味をもつ。しかし、最近の心理学の学術雑誌で使用されている RSVP は上記の意味ではなく、rapid serial visual presentation の略記である。RSVP 実験では、かなりの数の刺激項目が同じ空間位置に継時的に次々と短時間提示され、被験者は指定されたターゲット項目を検出する課題が与えられる。RSVP は、刺激項目の処理速度、記憶、注意、時間領域での視覚探索を研究する目的で使用されている (Botella & Eriksen, 1992; Broadbent & Broadbent, 1987; Chun & Potter, 1995; Gathercole & Broadbent, 1984; Intraub, 1985; Lawrence, 1971; McLean, Broadbent & Broadbent, 1982; Raymond, Shapiro & Arnell, 1992; Shapiro, Raymond &

Arnell, 1994; Reeves & Sperling, 1986)。刺激項目としては、英文字、英単語、数字、仮名、漢字、絵、写真など多様な材料が使用されてきている。提示時間は刺激や課題に依存するが、1画面あたり約100ms程度である。RSVP課題ではターゲット特徴と報告特徴が指定される。緑の文字刺激系列の中の赤いターゲット文字を検出するという課題では、ターゲット特徴は赤色であり、報告特徴はその赤い文字の名前となる。

RSVP課題は、ターゲット特徴に注目して、特定ターゲット課題とカテゴリー・ターゲット課題に分類されることがある。前者はターゲット項目に関する情報が試行開始以前に明確に与えられている場合であり、後者はあるカテゴリーのメンバーであるとしてだけ与えられる。特定ターゲット課題の例としては、赤色という刺激属性を持つ文字を報告する課題

やある特定の文字の色を報告する課題などがあげられる。一方、カテゴリー・ターゲット課題の例としては、数字系列の中の英文字(どんな文字かは特定されない)や普通名詞系列のなかの動物の名前(なんという動物かは特定されていない)を報告するなどがある。前者の課題では、被験者はある刺激特徴の有無に基づいて選択が可能となるが、後者の課題ではできない。

RSVP 課題では、被験者はかなり頻繁に誤った刺激特徴の結合(illusory conjunctions)を行い報告エラーをする。赤い項目がターゲット項目である時に、被験者は緑の項目を報告するのである。報告エラーはターゲット項目の直後項目を報告する後項目侵入エラー(post-target intrusions)とターゲット項目の直前項目を報告する前項目侵入エラー(pre-target intrusions)がある。被験者の報告をターゲット項目を中心とした相対的な提示系列位置に対してプロットすると、報告エラーのタイプに依存して、後項目エラーパターン、対称エラーパターン、あるいは前項目エラーパターンという異なる種類の系列位置曲線が得られる。

Broadbent と共同研究者は RSVP 課題の説明原理として検出・同定説(serial detection-identification model)と並列処理説(parallel processing model)という二つの説を提唱している(Broadbent & Broadbent, 1986, 1987; Gathercole & Broadbent, 1984; McLean et al., 1982)。検出・同定説は、被験者が刺激項目系列に対してまず始めにターゲット特徴の検出のための処理を行い、ターゲット特徴が検出されたならば、次にその項目の報告特徴の分析を開始する。つまり、検出と同定という2段階の処理過程が系列的になされると考える。一方、並列処理説では、RSVP のそれぞれの刺激項目に対し、ターゲット特徴の処理と報告特徴の処理が並列的になされ、ターゲット特徴が検出された時点で、報告特徴の処理において最も活性化されている刺激項目がターゲット特徴と結合されると主張する。検出・同定説では、ターゲット特徴が検出された後に報告特徴の処理が開始されるので、対称エラーパターンや前項目エラーパターンを説明できない。並列処理説では、ターゲット特徴と報告特徴の相対的な処理速度に依存して得られるエラーパターンが異なる。

Broadbent らは、ターゲット特徴が明白な刺激属性で定義されている特定ターゲット課題の場合にはフィルターリングに基づく検出・同定の2段階処理でなされるが、ターゲット項目がカテゴリーで定義されている場合には、ターゲット項目に関する十分な情報が与えられていないため、視覚系は並列処理

を採用するとしている。しかし、Kikuchi(1996)の実験は、ターゲットが刺激の色属性で定義されている課題であるにもかかわらず、明白な前項目エラーパターンが得られており、検出・同定説では説明できない。一方、並列処理説の検討は、McLean et al. (1982)によってターゲット特徴と報告特徴を交換させた実験で行われている。ターゲット特徴と報告特徴の相対的な処理速度がエラーパターンの決定要因であるならば、ターゲット特徴と報告特徴を交換させた場合には、異なるエラーパターンが得られるはずであるが、実際の実験結果は、指定された色の文字を報告させる条件でも、指定された文字の色を報告させる条件でも、後項目エラーパターンが得られ、並列処理説が否定されている。従って、並列処理説も検出・同定説も最適な説明原理とは言えないようである。

Intraub(1985, 1989)、Kikuchi(1996)、菊地・後藤(1998)は、RSVP 課題では特異的な前項目エラーパターンを得た。彼らの使用した刺激項目は、他の RSVP 課題で使用されてきた文字や数字と比較すると相当複雑な形態をした線画や漢字熟語である。菊地・後藤(1998)は漢字熟語に回転・鏡映などの変換を加えたり、3の連続減算を被験者に課し、漢字の RSVP 課題を行わせた。3の連続減算や漢字熟語の回転・鏡映変換は被験者の漢字熟語の意味処理を妨害すると考えられるが、前項目エラーパターンを取り除くことはできなかった。Kikuchi(1996)は意味処理の関与を示唆する結果を得ているが、前項目エラーパターンに対しては漢字の意味的処理は大きな関与をしていないようである。この結果は、漢字のような既に知覚学習がなされている複雑な視覚刺激の形の処理過程がこの特異的な前項目エラーパターンを引き起こしている可能性がある。もし、形態が複雑であるために形の処理過程に多大の負荷をもたらしたために、前項目エラーパターンという特異的な結果が引き起こされていたのであれば、刺激項目として多くの仮名文字を同時に提示しても処理負荷が増加するので、前項目エラーパターンが得られるかもしれない。そこで、本研究では、刺激項目として9個の平仮名文字を3×3に配置した刺激を15種類作成し、RSVP の刺激系列として提示する。15個から成る刺激系列の各刺激項目の中の9個の平仮名文字はそれぞれ緑色で描かれているが、ある刺激項目にターゲット文字が赤く描かれている。被験者の課題はこの赤い平仮名文字を報告することである。ターゲット文字が一つで、3×3の中の位置が不明の場合、被験者は3×3配置のどの位置に赤いターゲット文字が提示されるか前もって知らされていない

いので、系列的に次々と提示される3×3配置の刺激全体を監視しなければならない。つまり、被験者は赤い文字の提示される時間と空間位置に関して不確定な状態に置かれる。通常の RSVP 課題では、各刺激項目が同じ位置に提示されるので、被験者は刺激項目の提示される位置をあらかじめ知っているが、ターゲット項目の提示される時間は不確定である状態に置かれている。そして、被験者はこの事態でターゲット項目として誤ってターゲット項目の直後や直前の項目を報告するエラーを頻繁に引き起こす。つまり、エラーが時間軸上で引き起こされる。ターゲットの検出にとって空間位置と時間が不確定である事態では、通常の位置確定・時間不確定の事態とは異なり、空間位置でのエラーも生じる可能性があるであろう。刺激特徴の結合には注意が必要とされると言われているので、もし、RSVP 課題で生じるエラーが注意の分布を反映するという仮定が成立するならば、時間上と空間上でのエラーの頻度は注意の時間・空間的な分布を示すことになるであろう。

また、文字配置のなかから報告すべき文字を手がかりを与えて指定するという課題は Sperling (1960) や Averbach & Coriell (1961) の部分報告法に相当する。Sperling (1960) は高、中、低の信号音で報告すべき文字行を指定し、Averbach & Coriell (1961) は視覚的に棒印あるいは丸印で報告すべき一つの文字を指定した。本実験では赤色で報告すべき一つの文字を指定する。従って、一つの文字を視覚的手がかりを利用して報告させるため、Sperling (1960) の部分報告法よりも Averbach & Coriell (1961) の部分報告法に類似している。Averbach & Coriell (1961) は英文字 8 文字を 2 列に配置した文字刺激を 50ms 提示し、提示前後のいろいろな時点で一つの文字を指定する視覚的手がかりを与えた。Averbach & Coriell (1961) は視覚手がかり (丸印) を文字配列と同時に提示した場合には約 70% の正答率を得ている。提示された文字数は 16 文字であるので、この時点で利用可能な文字数は約 11 文字であった。視覚手がかりの提示が文字提示から 200ms 以後になると正答率は 25～30% にまで低下し、この時点での利用可能文字数は 4.5 文字程度となる。一方、Sperling (1960) の場合は、音手がかりと文字提示が同時の時には、利用可能な文字数は約 9 文字であった。音手がかりが遅延されると利用可能文字数は、全体報告のレベルの約 4.5 文字に次第に近づいていった。

視覚的手がかり (赤色) の提示位置が不明の場合には、RSVP 事態での利用可能文字数の検討も可能になるであろう。

実験 1

方 法

被験者 大学生 12 名が実験に参加した。被験者の自己申告による色覚及び視力は正常であった (視力は矯正視力を含む)。

装置 実験の制御はマイクロコンピュータ (Apple 社製 Macintosh IIcx) によって行われた。刺激は 13 インチのカラーモニター画面 (Apple 社製 Macintosh Color Display) に提示された。被験者は顔面固定器を使用し、モニター画面を両眼で 115cm の距離から観察した。被験者の反応はマウスを用いて行われた。

刺激 各試行での RSVP 刺激系列は、3×3 に配列されたアスタリスク (*) 画面、3×3 に配置された平仮名 9 文字を含む画面 15 個、3×3 に配列されたアスタリスク画面、ターゲット再認用の反応メニュー画面から構成された。提示系列の最初と最後のアスタリスク画面は文字の画面と同じ大きさで構成され、系列の最初の画面は試行開始の合図と注視点のために、終了時の画面はマスク刺激及び文字系列の提示終了の合図として使用された。RSVP の各文字刺激画面を構成している 9 個の平仮名文字は同じ画面に同じ平仮名文字が含まれないように平仮名 45 文字からランダムに選ばれた。文字の大きさは 1.2cm×1.2cm (視角 0.6度×0.6度) で、3×3 配置の文字刺激の全体の大きさは 3.8cm×3.8cm (視角 1.9度×1.9度) であった。RSVP の各文字刺激系列は異なった 15 画面から構成され、系列に出現する文字 (9 文字ずつ 15 画面、計 135 文字) は、黒い背景に赤色で表示されるターゲット 1 文字を除いて、その他の全ての文字は緑色で表示された。赤と緑の輝度はそれぞれ 16.4cd/m²、20.0cd/m² であった。ターゲット文字の出現する画面は 15 個の画面系列の中央付近の 6～10 画面目とされた。そして、特にターゲット文字の出現する画面とその前後の 2 画面の計 5 画面には、全て異なる文字 (平仮名 45 文字) が提示され、この系列の範囲では同じ文字が 2 度提示されないように配慮された。なお、ターゲット文字は 3×3 の各位置に等頻度で出現した。マスク用アスタリスク画面の提示終了後、ターゲット再認用の反応メニュー画面が提示された。反応メニュー画面にはターゲット再認用の平仮名 45 文字の表と確信度評定のための 1～5 までの数字が示されていた。

手続き 被験者は簡易暗室に入り、顔面固定器にあごをのせてモニター画面を両眼で観察した。被験者の課題は次々と提示される 9 文字の平仮名画面系列

のなかに出現する一つの赤いターゲット文字を検出し、マウスを使用して反応メニュー画面からターゲット文字を選択し、その選択反応の確信度を5段階評定することであった。被験者はまず初めに準備ができ次第マウス・キーを押下する。するとアスタリスク画面が60～105ms提示された後に15個の文字刺激画面が間隔時間なしで($ISI = 0$ ms), 75msずつ提示された。そして最後の文字刺激の提示が終了するとマスク用のアスタリスク画面が1005ms提示された。被験者は次に提示された反応メニュー画面の平仮名45文字のなかからターゲット文字をマウスを使用して選択し、次にその反応に対する確信度をマウスを使用して、「5:完全に自信あり」から「1:全く自信なし」までの5段階の範囲で評定を行った。各被験者は実験の手続きに習熟するために、10試行ほどの練習が与えられた後に、90試行の本実験を行った。なお、45試行終了後に休憩が与えられた。

結果と考察

ターゲット文字として反応メニュー画面から選ばれた文字はターゲット文字の出現画面とその前後2画面の計5画面のいずれかの画面に表示されていた文字に含まれていると仮定して、被験者の応答の分析をおこなった。

被験者が赤い文字を正しく選択した正答の割合は55.1%であった。被験者はターゲット位置の文字を約90%の割合で報告しており、空間的なエラーはほとんど認められなかった。

被験者は試行開始時点で刺激系列のターゲット画面のどの位置にターゲット文字が提示されるか知らされていない条件下で55.1%を正しく報告できたので、ターゲット画面の中で報告に利用できる文字数の推定値は、 $9 \times 0.551 = 4.96$ 文字、つまり約5文字となった。

ターゲット画面での3×3の文字位置ごとに正答率を分析したところ、表1に示した結果が得られた。各被験者の正答数に基づいて分散分析を行ったところ、有意な位置の効果が得られた($F(8,88) =$

37.34, $p < .001$)。

表1に示されているように、ターゲット画面の各行での平均はそれぞれ、63.1%, 60.6%, 41.7%となり、上段から下段に行くにつれて正答率は低下した。特に第3行で正答率が著しく低下していた。一方第1列から第3列までの平均正答率はそれぞれ、52.0%, 56.4%, 57.0%となり、左から右にターゲット文字の位置が変化するにつれて成績が増加した。

被験者がターゲット画面の文字を選択した割合は全試行中の57.8%であったが、その選択された文字がターゲット文字であった割合は95%であり、被験者は赤いターゲット文字を報告する際に空間的に異なった位置の文字を選択する位置ずれを示すことはほとんどなかった。

被験者が誤った文字を選択した割合は44.9%であった。ターゲット画面の2画面前、1画面前、1画面後、2画面後ごとに、ターゲット文字が出現した位置と同じ空間位置で生じたエラーの割合を調べた。表2はターゲットと同じ位置に出現した文字を選択した割合をターゲット画面を中心とした相対系列位置の関数として求めた結果を示している。相対系列位置での報告文字数に基づいて分散分析を行ったところ、有意な系列位置の効果が認められた($F(4,44) = 66.4$, $p < .001$)。LSD法による多重比較の結果、ターゲットの直後画面の報告数は直前画面と有意に異なっており、エラーパターンが後項目侵入パターンであることが示された($MSe = 88.9$, 5%水準)。

ターゲット直後画面のターゲット文字と同じ位置の文字を選択した後項目侵入エラーの割合は全誤答中の71.1%で、一方ターゲット画面の直前の画面のターゲット文字と同じ位置の文字を選択した前項目侵入エラーの割合は全誤答中の2.7%であった。ターゲット画面の直後画面に出現した文字の選択は全試行中の33.8%で生じたが、ターゲット直後画面の文字が選択された場合でも、ターゲット文字と同じ空間位置の文字が選択された割合は94.5%で、ターゲット画面の場合と同様に空間位置の異なる文字が選択されることはほとんどなかった。

表3はターゲット直後画面においてターゲットと同じ空間位置で生じた後項目侵入エラーの割合を文字位置ごとに示したものである。各被験者の各位置

Table 1 ターゲット画面の各位置ごとの正答率(実験1)

	左	中央	右	平均
上段	56.7	68.3	64.2	63.1
中段	56.7	65.8	59.2	60.6
下段	42.5	35.0	47.5	41.7
平均	52.0	56.4	57.0	55.1

Table 2 ターゲット出現位置と同じ位置の文字を報告した割合(実験1)

	2画面前	1画面前	ターゲット画面	1画面後	2画面後
報告率	0.2%	1.2%	55.1%	31.9%	1.3%

ごとの報告数に基づき、分散分析を行ったところ、位置の効果は有意であった($F(8,88)=5.13, p<.001$)。表3から明らかなことは、ターゲットの出現位置が上段、中段、下段へと変化するにつれて後項目侵入エラーが増加していることである。下段中央位置では特に後項目侵入エラーの出現する割合が高い。この下段中央位置はLSD法による多重比較の結果、他の全ての位置よりも報告の割合が有意に高いことが示された($MS_e=2.25, 5\%$ 水準)。

表1と表3を各位置ごとに加算して、ターゲット画面とターゲット直後画面の二つの画面でターゲット位置の文字を選択した割合を求めたところ表4の結果となった。各位置での選択率は92.5%(中段右位置)から79.2%(下段左位置)の範囲で、平均87.0%であった。従って、被験者はターゲット文字あるいはターゲット直後画面のターゲット位置の文字を約90%の割合で選択しており、その他の画面の文字やターゲット文字以外の位置の文字をほとんど選択していないことがわかる。各被験者がおこなったターゲット画面とターゲット直後画面の二つの画面でターゲット位置の文字の選択数に基づいて分散分析を行ったところ、位置の主効果は有意ではなかった($F(8,88)=1.41, n.s.$)。被験者は、ターゲット文字の位置がどこであれ、ターゲット文字かあるいはターゲット直後画面のターゲット位置の文字を報告していた。

被験者の行った確信度の評価は平均2.6であった。各確信度ごとの反応率は16.7%(確信度1)、32.0%(確信度2)、28.0%(確信度3)、19.2%(確信

度4)、4.2%(確信度5)で、確信度2の反応が一番多く、確信度5の評価はほとんどなされなかった。しかし、各確信度ごとの正答率は36.1%(確信度1)から84.4%(確信度5)の範囲で変化し、確信度が上昇するにつれて正答率は上昇した。

本研究では、高速系列提示の刺激項目を複雑な視覚刺激にするために9個の平仮名文字を3×3に配置し、一試行に15画面を提示した。被験者は赤いターゲット文字が刺激系列のどの画面のどの位置に提示されるか知らされていないので、時間と空間の位置に関して不確定な状態に置かれていた。実験にあたり、このように時間と空間について不確定な状態におかれるため、被験者は赤い文字の報告について時間上でのエラーと同様に空間上でのエラーを行うのではないかと予想された。しかし、被験者はターゲット位置の文字を約90%の割合で報告しており、空間的なエラーはほとんど認められなかった。特にターゲット画面とターゲット直後画面の文字を報告した場合には、被験者は約95%の割合でターゲット位置の文字を報告していた。対照的に被験者は時間上でのエラーを頻繁に行い、特にターゲット文字位置での後項目侵入エラーを顕著に示した。一方、前項目侵入エラーはほとんど生じてはいなかった。この後項目侵入エラーパターンは被験者の文字検出の方略が検出・同定の2段階系列処理を採用している可能性を示唆している。McLean et al.(1982)によると、RSVP課題において文字の提示位置が不確定である場合には、被験者は刺激定義特徴と反応定義特徴を並列的に処理する方略を採用すると論じているが、本研究は、Broadbent & Broadbent(1986)と同様に後項目侵入エラーパターンを示し、この見解を支持しない結果を得た。McLean et al.(1982)のRSVP実験では、RSVPの各刺激項目は1文字のみを含み、文字は2カ所のうちのどちらかに提示されており、本研究の9文字9カ所とは刺激事態がかなり異なる。本研究は特定ターゲット課題ではあるが、9文字の系列のどの画面のどの位置にターゲット文字が提示されるか不確定であるため、被験者は9カ所の位置を広く監視し、赤色の出現を検出した後にその文字を同定するという検出・同定処理の方略を採用せざるを得なかったのであろう。表1に示されているように、被験者は中央から右上の4カ所の部分で高い正答率を示し、下段で低い正答率を示した。このことは、被験者が右上の4領域を集中的に監視する傾向を反映している。そして、被験者は赤いターゲット文字が下段に出現したときには、表3の後項目侵入エラーに反映されているように文字の同定処理が遅れるようである。被験者は9カ所の

Table 3 ターゲット直後画面の各位置におけるターゲット出現位置と同じ位置で生じた後項目侵入エラーの割合(実験1)

	左	中央	右	平均
上段	29.2	18.3	22.5	23.3
中段	34.2	24.2	33.3	30.6
下段	36.7	50.8	38.3	41.9
平均	33.4	31.1	31.2	31.9

Table 4 ターゲット画面とターゲット直後画面の2つの画面でターゲット位置の文字を選択した割合(実験1)

	左	中央	右	平均
上段	85.8	86.7	86.7	86.4
中段	90.9	90.0	92.5	91.1
下段	79.2	85.8	85.8	83.6
平均	85.3	87.5	88.3	87.0

文字位置を均等に注意を配分出来ず、右上方向の領域に注意を向けて監視する傾向があり、そのため赤い文字が特に下段に出現した場合には、その文字を深く分析するために注意を下段位置に移動させなければならない。注意の移動を行うことにより、その時間だけ文字同定処理の開始が遅れ後項目侵入エラーが頻繁に生じたのであろう。

RSVP 事態で被験者の利用できる文字数を推定したところ約 5 文字となった。Sperling(1960)や Averbach & Coriell(1961)の部分報告法によるとブローブを刺激提示と同時に提示した場合の利用可能文字数は 9~10 文字であった。従って、RSVP 事態では利用可能な文字数は半減していると言える。しかし、もし、ターゲット直後画面のターゲット位置での後項目侵入エラーをも考慮にいれ、ターゲット画面とターゲット直後画面の二つの画面でのターゲット位置の報告率で利用可能文字数を推定すると、この 2 画面での文字報告率は 87.0% であるので、7.8 文字となる。この約 8 文字という利用可能文字の推定値は Sperling(1960)や Averbach & Coriell(1961)の部分報告法による推定値にかなり近い値といえよう。

実験 2

短時間提示された文字列をすべて報告するようにと要求されると(全体報告法)、被験者は約 4 個の文字を報告することができる(御領, 1977; 菊地, 1991; Sperling, 1960; Woodworth & Schlosberg, 1954)。しかし、短時間提示された文字列の一部のみを報告させる部分報告法の研究から、被験者は 4 個以上の文字が利用可能であることが示された(Sperling, 1960; Averbach & Coriell, 1961)。RSVP 事態での部分報告法の実験 1 では、利用可能文字数は約 5 個であり、一つの画面で文字系列が提示された先行研究の実験結果と比較するとかなり推定値が小さいことが判明した。そこで、実験 2 では、RSVP 事態で全体報告の実験を行い、先行研究の結果と比較する。実験 2 は実験 1 と異なり、報告すべき文字数は増加し(最大 9 個)、そしてターゲットの位置は確定している。

方 法

被験者 大学生 9 名が実験に参加した。被験者の自己申告による色覚及び視力は正常であった(視力は矯正視力を含む)。

装置 実験 1 と同じ装置が使用された。

刺激 実験 1 とほぼ同じ刺激が使用された。ただ、実験 2 では、実験 1 のように赤いターゲット文字が一つではなく、一つの画面のなかの全ての 9 文字が赤色で表示された。

手続き 基本的には実験 1 と同じ手続きが用いられたが、ただ報告を要求する文字数を 9 文字に増加したため、刺激系列の提示時間が 105ms に変えられた。また、実験 2 では、反応メニュー画面からターゲット文字を選択するという再認手続きから、出来るだけ多くの文字を口頭で報告するという再生手続きに変えられた。この手続きの変更は反応メニュー画面の 45 文字から文字を探しだし選択する間に文字を忘れるという可能性を考慮してなされた。そして、実験 2 では確信度の評価は求められなかった。

結果と考察

実験 1 と同様に、ターゲット文字として報告された文字はターゲット画面とその前後 2 画面の計 5 画面のいずれかの画面に表示されていた文字であるとして、被験者の応答の分析をおこなった。

1 試行あたりの被験者の平均報告文字数は約 2 個であった。そして報告された文字のなかで実際に赤いターゲット文字を報告した平均正答文字数は約 1 個であった。表 5 は、全被験者が 90 試行中に報告した総報告文字数を 3×3 の各位置ごとに示したものである。被験者の報告文字数の総計は 1500 個、一人当たりでは 166.7 個であった。この表から明らかのように、被験者は左上と右上の位置の文字を多く報告していることがわかる。分散分析の結果、被験者の報告した文字は提示位置によって有意に異なることが示された($F(8,64)=5.39, p<.001$)。LSD 法による多重比較の結果、上段の左上と右上の位置の文

Table 5 90 試行に報告された各位置ごとの平均報告文字数(実験 2)

a) 被験者あたり

	左	中央	右
上段	43.8	14.2	42.3
中段	13.1	19.1	16.1
下段	6.1	3.6	8.3

b) 全被験者の合計

	左	中央	右
上段	394	128	381
中段	118	172	145
下段	55	32	75

字が他の位置よりも有意に多く報告されていた ($MSe=363.1$, 5%水準). 9人の被験者のうちで, 最多報告位置が上段の左端であった被験者が2名, 右端の位置であった者が4名であった. 他の3名の最多報告位置は中段の中央が1名, 中段右が2名であった.

表6は90試行中に全被験者が報告した正答文字数を3×3の各位置ごと示したものである(括弧内の数字は報告された文字の中で正答のターゲット文字であった割合を示す). 90試行中の総正答文字数は804個で, 90試行中の一人当たりの平均正答文字数は89.3個であった. 従って, 被験者が報告した文字(平均166.7文字)のうち約54%がターゲット文字であったことがわかる. 分散分析の結果, 被験者の報告した正答文字は提示位置によって有意に異なることが示された ($F(8,64)=4.62$, $p<.001$). LSD法による多重比較の結果, 上段の左端と右端の位置の文字が他の位置よりも有意に正答であることが示された ($MSe=182.5$, 5%水準).

表7はターゲット画面を中心とした画面ごとの平均報告文字数をまとめたものである. この表から1

Table 6 90試行に報告された各位置ごとの平均正答数(実験2).

(括弧内の数字は報告された文字がターゲット文字である割合を表す).

a) 被験者あたり

	左	中央	右
上段	28.7 (65%)	7.3 (52%)	22.2 (52%)
中段	5.7 (43%)	13.3 (70%)	6.8 (42%)
下段	2.0 (33%)	0.7 (19%)	2.7 (32%)

b) 全被験者の合計

	左	中央	右
上段	258 (65%)	66 (52%)	200 (52%)
中段	51 (43%)	120 (70%)	61 (42%)
下段	18 (33%)	6 (19%)	24 (32%)

Table 7 系列位置ごとの報告文字数(実験2)

	2画面前	1画面前	ターゲット画面	1画面後	2画面後
平均報告文字数	8.3	25.3	89.3	33.1	10.4

画面前と1画面後の画面からの文字が誤って報告されている割合が2画面前や2画面後と比較して高いことがわかる. この系列位置の報告文字数について分散分析を行ったところ, 系列位置が有意であった ($F(4,32)=42.6$, $p<.001$). さらに多重比較をLSD法に従って行ったところ, 2画面前と2画面後の間, 1画面前と1画面後の間には有意な差異は発見されなかった ($MSe=230.1$, 5%水準). 従って, エラーパターンは対称的であることが認められた.

表8と表9は90試行中に被験者がターゲット画面の直前と直後画面の文字を報告した報告文字数を3×3の位置ごとに表したものである. つまり, 3×3の位置ごとに, 表8は前項目侵入エラーを, 表9は後項目侵入エラーを表している. これらの表から, 前項目侵入エラーは, 他の位置と比べ上段の左端と右端の位置で, 後項目侵入エラーも同様に上段左端と右端で多く生じていることがわかる. 下段では前項目侵入エラーと後項目侵入エラーはともにほ

Table 8 前項目侵入エラー: 90試行中に報告された各位置ごとのターゲット直前画面の文字数(実験2).

a) 被験者あたり

	左	中央	右
上段	7.3	2.2	7.2
中段	1.6	1.9	2.1
下段	1.3	0.6	1.1

b) 全被験者の合計

	左	中央	右
上段	66	20	65
中段	14	17	19
下段	12	5	10

Table 9 後項目: 90試行中に報告された各位置ごとのターゲット直後画面の文字数(実験2).

a) 被験者あたり

	左	中央	右
上段	6.2	2.8	10.0
中段	2.8	2.3	4.1
下段	1.2	0.9	2.9

b) 全被験者の合計

	左	中央	右
上段	56	25	89
中段	25	21	37
下段	11	8	26

とんど生じていなかった。

RSVP 事態で全体報告法の実験を行ったところ、被験者が報告できる文字数は約2個で、ターゲット画面の文字を正しく報告できる文字数は約1個という結果が得られた。文字を使用した知覚の範囲の多くの実験で、一般に4文字程度という結果が得られている(Sperling, 1960; 御領, 1977; 菊地, 1991)。これらの研究の提示時間もたいてい短く、たとえば、Sperling(1960)も御領(1977)も50msの提示時間で実験を行っている。文字刺激の提示直後にマスク刺激を提示することにより、文字刺激の提示時間の効果を調べた実験でも、文字刺激が50ないし100msではほぼ3～4文字の正答に達している(Sperling, 1963; 菊地, 1991; Merikle, Coltheart & Lowe, 1971)。この実験では、各文字画面の提示時間は105msであるので、従って、単に提示時間が短いがために被験者が正しくターゲット文字を報告できる数が約1個とかなり少なくなった訳ではない。この結果は RSVP という課題に原因を求める必要があるであろう。幾つかの研究で示されているように、視覚マスクング事態では、マスク刺激の性質によってマスクング効果が大きく異なる。テスト刺激が文字である場合、マスク刺激が単なるノイズ刺激よりは、パターンマスク刺激がより強い効果を生じさせ、さらにはマスク刺激がテスト刺激と同じ様な文字刺激である場合にマスクングの影響が持続する(Breitmeyer, 1984; Michaels & Turvey, 1979; Taylor & Chabot, 1978; 菊地, 1991)。

実験1と実験2の被験者は、基本的に同じ刺激系列を観察しており、異なっていたのはターゲット画面のなかの赤い文字の数だけであった。実験1では緑の文字配列の刺激系列に入れられたターゲット画面のなかの赤い文字はただ一つであった。この実験で被験者は顕著な後項目侵入パターンを示した。一方実験2では、ターゲット画面の赤い文字は文字配列のすべての9文字であった。この実験で被験者は対称的なエラーパターンを示した。この二つの実験の課題は共に赤い文字を報告することであった。RSVPの実験では、文字を口頭で再生した場合にも反応メニューから再認した場合にも同じ傾向の結果が得られているので(例えば、Botella & Eriksen, 1992; Kikuchi, 1996)、もし実験1で口頭再生させる手続きを採用していたとしても同じ傾向が得られたと思われる。従って、実験1と実験2の再認と再生という報告手続きの相違はこのエラーパターンの相違の決定要因ではないであろう。

もし、RSVP 事態における情報処理過程がボトムアップ的になされているのであれば、被験者は、基

本的に同じ刺激系列を観察しているので、この二つの実験のエラーパターンは同じ傾向を示すはずであるが、実際には異なるエラーパターンを示した。従って、この侵入エラーパターンの相違は McLean et al.(1982)が主張しているように被験者の採用する方略の相違によるものであろう。実験1では赤い文字がいつどこに出現するか不明で、被験者は時間的にも空間的にも不確実な状態におかれているが、一方で報告すべき文字の数はただ一つである。実験2では赤い文字の位置は試行開始以前から定められているので、被験者は時間的にのみ不確実な状態におかれている。しかし、報告すべき文字の数は多い。実験2の被験者はできるだけ多く文字を報告するために、提示されてくる文字を積極的に処理しようとしていたため、前項目侵入エラーを起こし、さらに多くの文字を報告しようとして後項目侵入エラーを起こしていたのかもしれない。次の実験3では、実験1のように報告すべき文字数を一つとし、しかも実験1とは異なり赤い文字の提示位置を一定にして、再度実験をおこない、侵入エラーパターンを検討する。

実験 3

実験1と実験2では、報告すべき対象の出現位置と数という二つの側面で異なっており、結合錯誤現象を示すエラーパターンの相違がどちらの側面によって影響されたのか不明である。そこで、実験3では、実験1と同様に3×3配置の刺激画面系列にただ一つの赤い文字を提示するが、赤い文字が出現する3×3配置の空間位置を固定し、赤い文字の出現する空間位置を既知とすることによって、ターゲット文字の出現する空間位置の予測の効果がエラーパターンに及ぼす影響を調べる。

方 法

被験者 大学生13名が実験に参加した。被験者の自己申告による色覚及び視力は正常であった(視力は矯正視力を含む)。

装置 実験1と同じ装置が使用された。

刺激 実験1と実験2と同じ刺激が使用された。しかし、実験3では、実験1と同様に赤いターゲット文字は一個とされ、しかもターゲット文字の出現する空間位置は3×3の文字配列の中央位置に固定された。

手続き 実験1と基本的に同じ手続きが用いられた。刺激画面系列の提示時間は75ms(時間間隔なし

で、 $ISI = 0$ ms)にされた。被験者の反応の方法も、口頭による再生ではなく、反応メニューからの選択に変えられた。なお、実験1とは異なり、実験3では確信度の評定は要求されなかった。

結果と考察

ターゲット文字として選択された文字はターゲット画面とその前後2画面の計5画面のいずれかの画面に表示されていた文字であるとして、被験者の応答の分析を行った。

被験者の選択した文字の96%がターゲット位置の文字であった。表10はターゲット画面とその前後2画面のターゲット出現位置での文字選択の割合を示している。全体の正答率は81%と高く、侵入エラーについては、前項目と後項目侵入エラーはそれぞれ、5.1%と8.6%であった。分散分析の結果、系列位置の主効果は有意であった($F(4,48) = 167.3$, $p < .0001$)。LSD法による多重比較を行ったところ($MS_e = 76.0$, 5%水準)、前項目侵入(ターゲット直前画面)と後項目侵入(ターゲット直後画面)の間には有意な差異は認められず、エラーパターンは対称的であった。

ターゲット出現位置の予測のできなかった実験1の結果(表2)と比較し、同じ系列位置同志でも検定を行ったところ、実験3では実験1と比較して有意に正答率が増加し、有意に前項目侵入エラーが増加し、有意に後項目侵入エラーが低下していた。

実験3で被験者は3×3の文字配列の中央位置の文字を96%の割合で報告した。一方ターゲットの出現位置が予測できない実験1でのターゲット出現位置の文字報告率は全体では90%であったが、特に報告数が多かったターゲット画面とターゲット直後画面では共に95%であった。従って、ターゲットの出現位置が既知であれ未知であれ被験者は赤いターゲット文字の出現位置を正しく検出でき、その位置の文字を報告できることがわかる。しかし、報告した文字が赤いターゲット文字であった正答の割合はかなり異なり、出現位置が固定していた実験3では81%と高く、一方出現位置が不明である実験1では全体で55%、中央位置では65.8%であった。また、報告エラーのパターンにも大きな相違が認められ

た。実験1では後項目侵入エラーパターンが得られ、一方実験3では対称エラーパターンが得られた。実験3では正答率が高いので、顕著なエラーパターンが得られていないが、平仮名一文字を同じ位置に提示した我々の実験3でも、他の研究者の実験でも(西浦, 1998; 下村・横澤, 1998), 対称的なエラーパターンが得られている。

このようにターゲット文字の出現する空間位置の情報はターゲットの出現する空間位置からの文字の報告に大きな影響を与えなかったが、ターゲット文字の正答率に大きな影響を与えた。また、エラーパターンにも大きな影響を与えた。

全体的考察

3×3配列にした9個の平仮名文字の刺激画面15枚を次々に同じ位置に連続的に提示し、緑色の文字のなかに含まれていた赤色のターゲット文字を報告させる三つの実験を行った。実験1では、被験者は赤いターゲット文字が3×3配置のどの位置に提示されるか不明であるので、赤いターゲット文字の提示される時間と空間位置に関して不確定な状態に置かれた。実験1のようなターゲットの出現する空間位置と時間が不確定である事態では、通常の時間上でのエラーに加え、空間位置でのエラーも生じる可能性があると予想された。実験1の結果、55.1%の正答が得られ、44.9%のエラーが出現した。しかし、空間的な報告エラーは生起することではなく、被験者はターゲット文字が出現した空間位置の文字を約90%の割合で報告していた。そして、文字報告が多くなされたターゲット画面と直後画面の2画面に限定すると、ターゲット文字の出現した空間位置の報告は約95%の割合であった。報告された文字はターゲット文字の出現する画面とその前後2画面からもたらされたものとして分析したので、空間位置エラーは被験者が文字を検出できなかった、あるいは文字を見誤ったものが大部分で、ターゲット文字の隣の文字を報告するという本来の空間位置のエラーは出現しなかったと結論できるであろう。一方、時間的なエラーは頻繁に生じ、特にターゲット直後画面からのエラーが圧倒的に多かった(31.9%)。実際、この後項目侵入エラーは全誤答中では71.1%で、全ての時間エラーの中では92.2%にも達した。これとは対照的に、ターゲット直前画面からの前項目侵入エラーは1.2%の試行で生じただけであり、全ての時間エラーの中の3.5%にすぎなかった。

実験1の正答率は55.1%であった。被験者はター

Table 10 ターゲット出現位置と同じ位置の文字を報告した割合(実験3)

	2画面前	1画面前	ターゲット画面	1画面後	2画面後
報告率	0.1%	5.1%	81.0%	8.6%	1.0%

ゲット画面のどの位置に赤い文字が提示されるのか予め予測できないので、ターゲット画面のみをアイコンニック記憶に保持したとし、Sperling(1960)やAverback & Coriell(1961)と同様に部分報告法での利用可能文字数を推定すると、約5文字($=9 \times 0.551$)という結果が得られた。勿論、被験者は15個の刺激画面系列のなかの3×3配列のどの位置に提示されるか不明であるので、ターゲットの出現する可能性のある文字数は15(画面)×9(文字)=135、そして正答率が55.1%であれば、利用可能文字数は74.4文字という計算も可能であろう。しかし、この計算方法では、刺激画面系列の長さを変化すれば、かなり自由に利用可能文字数を変化できるので、妥当とは言えないであろう。Sperling(1960)やAverback & Coriell(1961)の部分報告法における一つの重要な独立変数に手がかり提示の遅延があった。実験1のような RSVP 事態において刺激画面系列の中の一つの刺激画面の一つの刺激項目に手がかりを与えて報告させるという部分報告の方法では、ターゲット画面と同時に手がかりを与えることは出来るが、RSVP 事態において手がかり提示の遅延時間を変化させるという実験手続きを導入することは困難である。

実験2では、RSVP 刺激画面系列の一つの画面に含まれる9文字全てを赤色で提示し、被験者にこのターゲット画面の全文字を報告させるという RSVP 事態での全体報告課題を課した。この課題は非常に困難であることが実験から明らかになった。実験2では実験1の75msという提示時間を105msに長くして実験を行ったが、被験者は1試行あたり平均して約2文字しか報告できなかった。しかも赤い文字を含むターゲット画面から報告できたのは1文字だけであった。被験者の報告がどの画面の文字であったか分析したところ、ターゲット直前画面と直後画面からの文字の報告がほぼ等しい割合でなされていた。実験2では実験1とは異なり対称的なエラーパターンが得られた。

当初、被験者は実験2で約3～4個程度の文字を頻繁に報告し、報告された3個の文字を分析すると、例えば、報告の1番目と2番目の文字がターゲット画面の上段の左と中央の文字で、3番目の文字がターゲット直後画面の上段の右の文字のように二つ以上の刺激画面にわたって報告される例が多く生じるであろうと予想していた。実際、実験2では、二つの刺激画面にわたっている報告も存在したが、3～4文字以上の報告はまれであったのでこのような分析は特に行わなかった。しかし、試行あたりの平均報告数が約2文字、ターゲット画面の文字報告数が約1文字、エラーパターンが対称的である

という結果から、2文字が報告された場合には、直前画面とターゲット画面の文字、あるいはターゲット画面と直後画面の文字の組み合わせが多いことが推察される。

実験1と実験2では、異なるエラーパターンが得られたので、エラーパターンの相違を検討するために、実験3が計画された。実験3では実験1と同様に赤いターゲット文字を1文字だけとしたが、ターゲット文字の提示される空間位置を3×3の中央位置に固定させて RSVP 実験を行った。実験3の試行では、被験者は実験1でターゲット文字が中央の空間位置に出現する試行と全く同じ RSVP 刺激画面系列を観察した。実験3と実験1が異なる点は実験1では被験者はターゲット文字の出現する位置が未知であることだけであった。実験1では被験者は中央にターゲット文字が出現した試行で65.8%の正答率を得ていた。一方実験3では81%の正答率が得られた。また、エラーパターンは実験1では典型的な後項目侵入エラーパターンが得られたが、実験3では対称的なエラーパターンが得られた。従って、全く同じ RSVP 刺激画面系列を観察した時でも、ターゲット文字の位置が既知と未知の場合には異なったエラーパターンが出現した。

もし、被験者の文字報告がボトムアップ的な視覚分析処理にのみ依存しているのであれば、全く同じ RSVP 刺激画面系列を観察している事態では、同じ傾向の報告エラーが生じるはずであるが、実際には異なる報告エラーパターンが生じた。このことは、RSVP 課題の遂行がボトムアップ的な処理だけではなく被験者の方略等のトップダウン的な処理の影響も受けていることを示唆している。ターゲット文字の位置が未知の場合、3×3配列の9文字は認知的負荷が高すぎるので、色情報と形態情報を同時に並列的に処理する方略よりも、ターゲット定義特徴の色情報の探索から赤色を検出した後にその位置に注意を移動して形態情報を詳細に分析するという方略を採用したようである。表1から推測すると、被験者は3×3配列の上段と中段の位置を重点的に探索していたようである。注意を向けていた位置以外の位置に赤色が検出されると被験者は注意を移動させ、その位置の文字を報告したようである。その場合には注意の移動に時間が必要とするため、特に後項目侵入エラーが生じ易かったようである。表4に示されているように、ターゲット画面と直後画面の報告を加算した場合には3×3配列のどの位置でもほぼ等しい割合の報告がなされているので、この大きさの3×3配置では最初の注意の向けられた状態と一度の注意の移動で、3×3配置をカバーで

きたようである。従って、注意の移動は75ms 以内で完了できるようである。

実験2では、被験者は3×3配列の9文字の報告を要求された。この場合被験者にはターゲット文字の位置は既知である。しかし、3×3配列の9文字は認知的に負荷が高すぎるので、3×3配列の上段の位置を重点的に走査していたようである。この実験3では報告すべき文字の位置が既知であり、平仮名は被験者にとって熟知している文字であるので、被験者は刺激画面の文字を‘読もう’という態度をとっていたのであろう。勿論刺激系列が次々と提示されるので、それぞれの刺激画面の全ての文字が同定されるレベルまで深く分析されるわけではないであろう。ある程度までは分析が進んでいるであろう。赤色が検出されると、処理系はこの画面を短期視覚記憶に保存しさらに詳細な分析を進めるために注意のゲイトを開く(Reeves & Sperling, 1986)。文字の分析はある程度進行しているので、赤色が検出された時に、最も活発に分析されている刺激画面は直前画面かターゲット画面であろう。幾つかの実験は、RSVP 事態では2～3枚の視覚画面を短期視覚記憶に保持できると報告している(例えば、Intraub, 1985)ので、従って、短期視覚記憶に保持される可能性が高い刺激画面は直前画面、ターゲット画面、直後画面であろう。刺激画面は9文字を含んでいるので2～3画面分では文字は18～27文字となってしまう。短期視覚記憶は2～3画面を保存できる可能性があるとと言っても18～27文字という大量の文字で、しかも高速で提示された画面では、混乱してしまうので少数の文字しか詳細に分析できないであろう。被験者は3×3配列の中心位置を注視しつつ上段を重点的に探索しているので、そして上段の左と右端の文字は周りの文字から側方妨害を受けないので、画面の中で最も報告され易い文字は上段の両端と注視点の中央の文字に限られることになり、対称的なエラーパターンが得られるであろう。実験3では、報告すべき文字の位置が既知であるので、本質的には実験2と同じ方略が取られるであろう。ただ報告する文字は一つであるので、被験者の課題は容易になる。

以上の様に、3×3配列の9個文字を刺激画面系列とした三つの RSVP 実験から、全く同じ刺激画面系列が提示されているとしても、課題の認知的負荷の性質が変化することにより、被験者の採用する方略が変化し、異なるタイプのエラーパターンが出現することが判明した。

引用文献

- Averbach, E. & Coriell, E. 1961 Short-term memory in vision. *Bell System Technical Journal*, **40**, 309-328.
- Botella, J. & Eriksen, C.W. 1992 Filtering versus parallel processing in RSVP tasks. *Perception & Psychophysics*, **51**, 334-343.
- Breitmeyer, B.G. 1984 *Visual masking: An integrative approach*. Oxford University Press, New York.
- Broadbent, D.E. & Broadbent, M.H.P. 1986 Encoding speed of visual features and the occurrence of illusory conjunctions. *Perception*, **15**, 515-524.
- Broadbent, D.E. & Broadbent, M.H.P. 1987 From detection to identification: Response to multiple targets in rapid serial visual presentation. *Perception & Psychophysics*, **42**, 105-113.
- Chun, M.M. & Potter, M.C. 1995 A two-stage model for multiple target detection in rapid serial visual presentation. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception & Performance*, **21**, 109-127.
- Gathercole, S.E. & Broadbent, D.E. 1984 Combining attributes in specified & categorized target search: Further evidence for strategic differences. *Memory & Cognition*, **12**, 329-339.
- 御領 謙 1977 知覚の範囲と記憶範囲の差異について 千葉大学人文研究, **7**, 23-45.
- Intraub, H. 1985 Visual dissociation: A illusory conjunction of pictures and forms. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception & Performance*, **11**, 431-442.
- Intraub, H. 1989 Illusory conjunctions of forms, objects and scenes during rapid serial visual search. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, & Cognition*, **15**, 98-109.
- 菊地 正 1991 文字の注意の範囲と視覚マスキング 筑波大学心理学研究, **13**, 23-31.
- 菊地 正・後藤なおみ 1998 漢字の高速系列課題における変換提示と妨害課題の影響 筑波大学心理学研究, **20**, 15-22.
- Kikuchi, T. 1996 Detection of Kanji word in a rapid serial visual presentation. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception & Performance*, **22**, 332-341.
- Lawrence, D.H. 1971 Two studies of visual search for word targets with controlled rates presentation. *Perception & Psychophysics*, **10**, 85-89.

- McLean, J.P., Broadbent, D.E. & Broadbent, M.H.P. 1982 Combining attributes in rapid sequential visual presentation tasks. *Quarterly Journal of Psychology*, **35A**, 117-186.
- Merikle, P.M., Coltheart, M. & Lowe, D.G. 1971 On the selective effects of a patterned masking stimulus. *Canadian Journal of Psychology*, **25**, 264-279.
- Michaels, C.F. & Turvey, M.T. 1979 Central sources of visual masking: Indexing structures supporting seeing at a single, brief glance. *Psychological Review*, **41**, 1-61.
- 西浦和樹 1998 高速度継時呈示事態における注意資源の消費とモニタリングに関する研究 心理学研究, **69**, 178-187.
- Raymond, J.E., Shapiro, K.L. & Arnell, K.M. 1992 Temporal suppression of visual processing in an RSVP task: An attentional Blink? *Journal of Experimental Psychology: Human Perception & Performance*, **18**, 849-860.
- Reeves, A. & Sperling, G. 1986 Attention gating in short-term visual memory. *Psychological Review*, **93**, 2, 180-206.
- Shapiro, K.L., Raymond, J.E. & Arnell, K.M. 1994 Attention to visual pattern information produces the attentional blink in RSVP. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception & Performance*, **20**, 357-371.
- 下村満子・横澤一彦 1998 高速提示された刺激の時間的結合錯誤 — ターゲットの複雑性操作による効果 — 心理学研究, **68**, 449-456.
- Sperling, G. 1960 The information available in brief visual presentations. *Psychological Monographs*, **74** (Whole No.498).
- Sperling, G. 1963 A model for visual memory tasks. *Human Factors*, **5**, 19-31.
- Taylor, D.A. & Chabot, R.J. 1978 Differential backward masking of words and letters by masks of varying orthographic structure. *Memory & Cognition*, **6**, 629-635.
- Woodworth, R.S. & Schlosberg, H. 1954 *Experimental Psychology*. New York: Holt.
- 1999. 9. 30 受稿 —