

# ターゲット間の時間差の関数としての Attentional Blink

— 漢字系列中の仮名探索課題における加齢効果の検討を通して<sup>1)</sup> —

立花 恵理

(発達教育学研究科後期博士課程)

御領 謙

(本学発達教育学部教授)

## 要 約

高速連続視覚呈示 (RSVP) 事態において、RSVP系列中の特定の2項目について報告を求めると、2つめの項目についての報告がしばしば困難になる。この現象はAttentional Blink (AB) として知られており、本研究では、漢字をディストラクタ、ひらがなをターゲットとし、文字の認知的処理時間の個人差と加齢効果を考慮した上で、ABが生起する最適な課題と条件を検討した。若年者群、高齢者群それぞれについて検討した実験1では、若年者群ではABが生起、高齢者群ではそれよりも大きく、広い時間範囲でABが生起し、先行研究と同様の結果が得られた。より強固なABを生起させるため、被験者ごとに項目間時間間隔 (SOA) を変化させた実験2を行ったが、両群において平均検出率の上昇がみられ、若年者群ではABが消失した。これらの結果から、ABは漢字—ひらがな間でも生起し、文字の認知的処理時間の個人差に関わらず同様のタイムラインで生起することが示された。

キーワード：Attentional blink, 加齢, 個人差, SOA

視覚情報処理には時間的、空間的な注意の制限が存在し、これを反映する様々な現象が数多くの実験によって示されてきた。時間的な注意の制限を反映すると考えられる現象のひとつに、Attentional Blinkがある。視覚刺激が短い項目間時間間隔 (SOA) で連続して呈示される高速連続視覚呈示 (RSVP) 事態において、RSVP系列中の特定の1項目については高確率で正しく報告できるにも関わらず、特定の2項目について報告を求めると、2項目間の時間間隔が約180～450msの場合に、2つめの項目についての報告がしばしば困難になる (Broadbent & Broadbent, 1987)。この現象が、Attentional Blink (以下AB; Raymond, Shapiro, & Arnell, 1992) である。

筆者らはABの発現メカニズムを探る1つの

試みとして、報告を求める項目 (ターゲット) とその他の項目 (ディストラクタ) とを異眼に呈示する一連の実験を行い、一定の成果を得ている (立花・御領, 2009; Tachibana, 2010)。立花・御領 (2009) では、22項目のアルファベットを94msのSOAで連続的に呈示する標準的なRSVP法を用いた。黒背景画面にディストラクタを白色で呈示した。1つめのターゲット (T1) は赤色のHかSであり、2つめのターゲット (T2) は白色のXまたはYであった。T1とT2は1～8の項目間隔 (Lag) で呈示された。RSVPの呈示終了後、被験者はT1, T2それぞれについて系列中にどちらのアルファベットが出現したかを報告した。両眼で刺激系列を観察するという通常のパラダイムである両眼条件では、Lag 2, Lag 3においてT1に正

1) 本研究は平成24年度学術振興会科研費基盤研究 (C)「文字と非文字パターンの知覚・認知的処理における共通性と異質性の解明」(代表者 御領 謙 研究課題番号: 23530964) の助成を受けている。また、本稿に報告した実験の実施とデータ整理に協力した京都女子大学4回生の森田真奈に感謝する。

答した試行におけるT2の正報告率が、T1の正報告率に比べて低下するという典型的なAB現象が観察された。これを受け我々は、ディストラクタを左右どちらか一方の眼のみに呈示し、T1またはT2あるいはその両方を、ディストラクタとは異なる眼に呈示するという条件（両眼分離条件）で実験を行った。この結果のうち最も明確であったのは、T1とT2をともにディストラクタの異眼に呈示した場合にABが消失するという興味深い結果であった。その後、この現象の頑健性を確認する作業および、T1ないしはT2のみを異眼呈示した場合の傾向等を、課題や呈示時間等を操作し、様々な条件下で確かめる作業を進めてきた。しかし、その経緯で1つ大きな問題があった。異眼間呈示の効果を精密に検討するためには、通常の両眼条件において十分なABが観察できる条件での検討が望ましい。しかし、筆者らがこれまで対象としてきた被験者群においては、筆者らが用いた課題、例えば上記と同じ課題や、数字の中から2つのアルファベットを探す課題（Tachibana, 2010）において、ABにみられる正答率の低下が10%前後と、非常に小さいという結果がしばしばみられた。そのため、統計的に有意な結果を得るためには試行数を非常に多くする必要があり、また精緻な条件比較を行うことに困難を感じて来た。

この問題を克服するにはより顕著なAB効果を得ることが必要である。その方法としてはターゲットの類似性の操作が有効であることが示されてきた（Chua, 2005; Chun & Potter, 1995; Grandison, Ghirardelli, & Egeth, 1997; Raymond, et al., 1992; Raymond, Shapiro, & Arnell, 1995）。例えば、1）ディストラクタとT1、T2の類似性を増大させてターゲットの検出率を下げる、2）T2に比べT1の検出を容易にする（T1のsaliencyを増大させる）ことによりT2の検出率を低下させるなど、いろいろな方法によってABをより顕著に生起させることが可能である。筆者らは様々な検討を加え、両眼分離呈示のようなABの詳細な検討を行う前提となる、ABが生起する最適な課題と条件

を見つけ出す努力を行っており、本稿ではその試みの1つについて報告する。本研究では、日本人であればどのような被験者にも通用する漢字とひらがなを刺激材料とする課題を用いることにより、識字者であればどの年齢層の被験者にも実施出来る条件を整えることを試みた。

本稿の実験ではまず、1）刺激材料として、これまで用いていたアルファベットや数字ではなく、漢字とひらがなを用いた。刺激材料の母集団を大きくすることにより、RSVPにおける文字認識の負荷が増大し、より大きなAB効果が見られることになるかもしれない。また、母語により文字の符号化特性が異なることに注目した水野・松井（2009, 2011）によれば、日本語母語者はターゲットとディストラクタの形態的親近性の差異によって識別性が規定される。従って、漢字とひらがなを用いることでその差異が小さくなり、識別性が低下することでよりABが生じやすくなるのではないかと考えられる。さらに2）個人差を考慮し、すべての被験者が一定のターゲット検出率を示すようにRSVPの呈示速度（SOA）を個人ごとに設定することも試みた。個人差がAB実験の結果に影響を与えることは様々な研究で示されてきた。例えば、ベースラインとなるT1のパフォーマンスや、ディストラクタを抑制する能力における個人差がABの大きさに影響を与えることが示されており（Dux & Marois, 2008）、このような個人差をクリアするため、本稿ではT1とT2の検出率が一定の条件に合うようにあらかじめ個人ごとにSOAを決定した上でAB課題を行った。

今回の実験で、常に一定のAB効果が期待できる条件を設定することができれば、両眼分離条件における詳細な分析のみならず、ABのメカニズムに関する理解を深めるために必要とされている様々な側面についての検討を更に進めることが出来るであろう。

個人差を扱う以上、これまでに筆者らが対象としてきた20歳前後の女子大学生だけでは不适当であるため、今回は高齢の被験者群についても検討した。高齢者を対象としたこれまで

のAB研究から、加齢によりABの大きさが大きくなること、統制条件と同程度の正答率への復帰が遅れることが、一定の傾向として報告されている (Georgiou-Karistianis, Tang, Vardy, Sheppard, Evans, Wilson, Gardner, Farrow, & Bradshaw, 2007; Lahar, Isaak, & McArthur, 2001; Maciokas, & Crognale, 2003)。そこで本研究では最後に、3) ABについて知られているこれらの加齢の効果の再現可能性を検討するとともに、本研究の文脈におけるその意味を探った。このことは加齢による認知機能の低下の特性を知る上でも、ABの生起メカニズムを探る上でも有意義な検討である。

### 一般的方法

#### 被験者

今回の実験には、19～22歳の女子大学生と65～75歳の高齢者が参加し、それぞれ若年者群、高齢者群とした。高齢者群の被験者は、京都市シルバー人材センターから有給で派遣された。高齢者群は本稿の実験以外にも、同じ機会に各種の認知心理学的実験、調査に参加しており、全員に対して長谷川式簡易精神機能検査とWAISの簡易知能検査（5種類の下位検査）を実施した。本稿の実験に参加した被験者のこれらの検査における得点にはかなりなばらつきが見られたが、特に特異な成績を示した者は含まれていなかった。また、読み書きの不自由な被験者も含まれていなかった。いずれの被験者からも、実験目的についてのインフォームドコンセントを得た上で実験を実施した。

#### 刺激

2つのターゲットT1、T2には「あ」から「ん」までのひらがなを使用した。ディストラクタには、海保、野村 (1983) の「漢字情報処理の心理学」中の「付章3節 学習漢字の諸特性と読み書き成績の一覧表」より、使用率0.07%以上、音主率70%以上の基準を満たした漢字200字の中から、4～12画の漢字50字をランダムに選出して使用した。

RSVP系列の各試行は、ターゲットとディストラクタを含む20項目から成り、黒色の

背景に白色の文字でランダムな順に呈示した。SOAは各実験において異なるので後述する。なお、項目間には常に空白時間は含まれなかった (ISI=0 ms)。

以下の2つの刺激条件を設け、各被験者は2条件合わせて120試行を行った。被験者の半数は一方の条件から先に、残りの半数は他方の条件から先に参加した。

コントロール条件：各RSVP系列にターゲットを1項目 (T1) のみ呈示した。T1の出現する系列位置はRSVP系列の7～14番目のいずれかであり、位置は毎試行ランダムに選ばれた。それぞれの出現位置で5試行ずつ、計40試行を行った。

実験条件：各RSVP系列に2項目のターゲット (T1, T2) を呈示した。ターゲットが2つ出現する場合には、T1の出現位置をランダムに変化させる研究もあるが、結果に大差はないことが示されていることから (Chun & Potter, 1995)、T1の出現位置は7番目に固定した。T1とT2の項目間間隔 (Lag) は1～8で変化させた。例えば、Lag 1の場合にはT1の次の項目としてT2が呈示された。Lag 2の場合にはT1の後にディストラクタが1個提示された後にT2が続いて呈示された。T2の後には残りのディストラクタが後続して呈示された。8つの各Lag条件について10試行ずつ、計80試行を行った。

#### 装置

MATLABによって作成した刺激呈示と反応取得のためのプログラムをデスクトップコンピュータ (DELL PRECISION 390) を用いて実行し、刺激呈示装置 (CRS社製 Visage) を介して、CRTディスプレイ (MITSUBISHI社製 RD17G II) に刺激を呈示した。実験は通常の照明下で行われたが、ディスプレイ画面の輝度は、ディスプレイの電源がOFFのとき (黒色背景のとき) に0.06cd/m<sup>2</sup>であり、刺激呈示時の白色文字の輝度は80.0cd/m<sup>2</sup>であった。被験者は57.3cmの距離でディスプレイを観察し、呈示される文字の視角は約1.8° (18mm) であった。CRTディスプレイの垂直方向のrefresh

rateは160Hzに固定され、画面1フレームの  
 表示速度は6.25msであった。試行の開始と反  
 応の入力は、実験者がキーボード上から行った。  
 手続き

実験は個別に行った。被験者はコンピュータ  
 のディスプレイの正面に座り、顎台を用いて頭  
 部を固定した。まず、画面上の中央付近の上下  
 左右4か所に白色の十字が呈示され、被験者は  
 その中央を注視した。実験者が教示を行い、数  
 回の練習試行で被験者が実験の手続きを十分に  
 理解した上で実験を開始した。実験者が「はい  
 」と合図をして刺激呈示装置のボタンを押す  
 と試行が始まり、被験者は4つの十字の中央に  
 高速連続呈示される漢字の中から、コントロ  
 ール条件では1つ、実験条件では2つのひらが  
 なを探し、刺激系列の呈示後に見えたひらが  
 なを報告した。実験者は、被験者の反応が正し  
 ければキーボードの「1」キー、誤りであれば  
 「3」キーを押した。なお、ターゲットの報告  
 順序は問題にらなかった。

### 実験 1

#### 目的

筆者らの調査の範囲では漢字をディストラク  
 タとし、ひらがなをターゲットとしたABの研究  
 で公開されたものを知らない。そこで、まず  
 はこのような刺激を用い、典型的なAB効果が  
 得られることを若年群と高齢者群の双方で確  
 認することが本実験の第1の目的であった。そ  
 して、既に先行研究で知られている若年群と  
 高齢者群との差異が本実験の条件下でどの  
 ように現れるかを確認することが第2の目的  
 であった。

#### 方法

被験者 女子大学生21名（平均年齢19.38  
 歳）と高齢者27名（平均年齢70.5歳、66～73  
 歳；男性13名、女性14名）が実験に参加した。  
 若年者群は心理学の授業の受講生であった。

刺激 SOAを100msとした以外は、一般的  
 方法において述べた通りであった。なお、若  
 年者群、高齢者群ともにSOAを100ms以外に  
 設定した条件の実験にも参加しているが、そ  
 れらの結果についてはABにおける加齢効果の  
 問題

として、稿を改めて論じる機会に公表するこ  
 とをしたいので、本稿では割愛する。

#### 結果と考察

各被験者の結果の測度を以下のように表現す  
 る。主に $P(\text{single } T)$  と $P(T2/T1)$  の2項目  
 を用い、刺激条件間の差を比較検討した。

$P(\text{single } T)$ ：ターゲットが1つのみ出現す  
 るコントロール条件において、7～14番目の8  
 つの出現位置ごとに求めたターゲットの検出率。

$P(T2/T1)$ ：ターゲットが2つ出現する実験  
 条件において、T1が正しく検出された場合の  
 T2の平均正検出率。

$P(T1)$ ：実験条件において、T1が正しく検  
 出された平均検出率。

$P(T2)$ ：実験条件において、T2が正しく検  
 出された平均検出率。

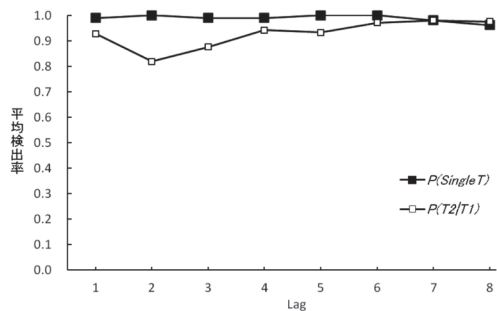


図1 条件別の各Lagにおけるターゲットの平均検出率  
 (若年者群)

図1に、若年者群の各Lagにおけるターゲット  
 の平均検出率を、刺激条件別に示す。ここで  
 はコントロール条件の $P(\text{single } T)$  と実験条件  
 の $P(T2/T1)$  のみを示しているが、省略して  
 いる $P(T1)$  と $P(T2)$  は、それぞれ $P(\text{single } T)$ 、  
 $P(T2/T1)$  に極めて近接していた。 $P(\text{single } T)$   
 と $P(T2/T1)$  について、刺激条件とLagの反  
 復測定の2要因分散分析を行った結果、刺激条  
 件の主効果 ( $F(1,20)=24.252, p=.00$ ) および  
 Lagの主効果 ( $F(7,140)=5.310, p=.00$ )、交互  
 作用 ( $F(7,140)=8.976, p=.00$ ) が有意であ  
 った。単純主効果の検定を行ったところ、Lag 1  
 からLag 6において、 $P(T2/T1)$  は $P(\text{Single } T)$   
 よりも有意に低かった。さらに、 $P(T2/T1)$  を  
 Lagごとに比較するため、Lagについて1要因

分散分析を行った結果、Lagの主効果は有意であった ( $F(7,140)=8.353, p=.00$ )。下位検定の結果、Lag 2における $P(T2/T1)$ は有意に低下しており ( $p<.05$ )、ABが生起したといえる。

図1からも分かるように、 $P(single T)$ は安定して高い値を示しており、コントロール条件において1つのターゲットを検出することは容易であったことが分かる。しかし、2つのターゲットが呈示される実験条件においては、Lag 2、Lag 3の $P(T2/T1)$ が低下しており、2つめのターゲットの正しい検出が一時的に困難になるという、ABが生起した場合の典型的な結果パターンを示した。

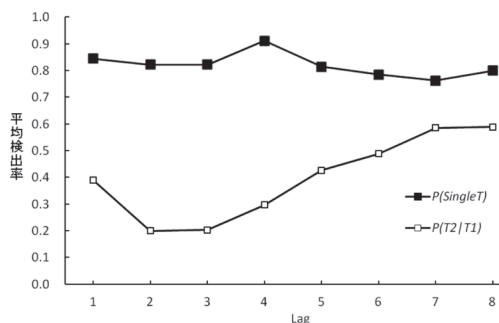


図2 条件別の各Lagにおけるターゲットの平均検出率 (高齢者群)

続いて高齢者群について、図2に各Lagにおけるターゲットの平均検出率を条件別に示す。若年者群と同様の分析を行ったところ、刺激条件の主効果 ( $F(1,26)=164.194, p<.00$ ) およびLagの主効果 ( $F(7,182)=7.792, p<.00$ )、交互作用 ( $F(7,182)=16.328, p<.00$ ) がそれぞれ有意であった。図2からも分かるように、若年者群と比べると検出率の低下が著しく、より大きなABが生起しており、また、コントロール条件と同等の検出率に復帰するまでの時間が長くなっていることから、より長いLag範囲でABが生起したといえる。これらの結果は、先行研究で得られた知見に一致する (Georgiou-Karistianis et al., 2007; Lahar, Isaak, & McArthur, 2001; Maciokas, & Crognale, 2003)。また、 $P(T1)$  と  $P(T2)$  にも多くの研究と同様のパターンが見られ (図3)、年齢や刺激材料によらず典型的なABが生起したといえる。

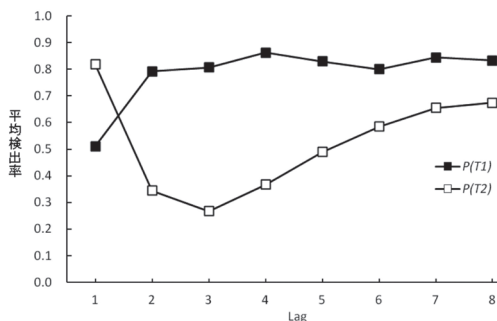


図3 実験条件での各Lagにおけるターゲットの検出率 (高齢者群)

本実験の結果から、漢字の中から2つのひらがなを検出するという課題において、被験者の年齢に関わらずABを観察できることが明らかとなった。図1の若年者群ではABによる検出率の低下量は20%程度であり、これは本実験に参加した若年者群と同様の女子大学生を被験者とした我々の先の研究 (Tachibana, 2010) のいくつかの結果と同様であり、課題を変えたことによる影響はなかった。

しかし、高齢者群ではLag 2、Lag 3における検出率は20%程度と非常に低く、若年者群よりも大きなABが観察された。高齢者の結果について解釈をする場合に、以下の点に着目しておく必要がある。高齢者においては単純に文字認識の効率が低下しているだけではないという点である。確かに、高齢者群では若年者群に比べて全体的に低い検出率を示した。しかし、 $P(T2/T1)$ 、 $P(T2)$  にみられる低下がLagに選択的であること、そしてそのパターンは若年者群と類似しているがLag 2からLag 4にかけての低下の程度が若年者群と比較して非常に大きいことから、高齢者群においてはABそのものの効果がより顕著に現れていると結論づけることができる。このような結果は、高齢者群を対象とした先行研究 (例えば Shih, 2009; Lahar et al., 2001) の結果と非常によく似ており、本実験の結果は一般化可能性の高い結果といえよう。高齢者におけるAB効果の増強については、一般的考察において改めて論じることにする。

ところで、本実験の若年者群における効果は、Shih (2008) の近似の条件下における結果と比較すると小さい。本研究の目的の1つは、よりダイナミックレンジが大きくとれるような課題を見つけることにあるが、その点から言えば、本実験の条件は若年者群を用いたAB研究には必ずしも適切なものではないと結論づけなければならない。漢字の中からひらがなを検出するという課題は、本研究に参加した若年者群には容易すぎたのであろうと考えられ、課題の難易度を操作する必要性が指摘できる。そこで、難易度を操作するため、以下ではRSVPの呈示速度、すなわちSOAの要因について検討した。

本実験の $P(T2/T1)$ を個人ごとに全てのLagにおける平均を求めたところ、若年者群の平均(標準偏差)は0.93(0.055)で範囲は0.99~0.80、高齢者群では0.40(0.21)で範囲は0.10~0.80であった。高齢者群の個人差は極めて大きく、若年者群についても、天井効果によって隠れている個人差が存在することが考えられる。

本稿では触れないが、すでに高齢者群、若年者群ともに別の被験者群を対象に、SOAを高齢者群では120ms、若年者群では80msにそれぞれ設定し、実験1と同じ課題の実験を行った。その結果、若年者群においては若干全体的な成績の低下が見られ、高齢者群ではその上昇が観察された。これに加え、特に高齢者群の被験者の「もう少しゆっくりであれば2つとも言えそうだ」という内観がしばしば得られたことを考慮し、実験2では、個人ごとに一定の検出率が得られる、いわば閾値SOAをあらかじめ決定しておく方法を考案して実施した。

## 実験2

### 目的

実験1では漢字の中から2つのひらがなを検出する課題を用い、SOAを100msに固定してABの検討を行った結果、高齢者群、若年者群ともにABが観察されたが、大きな加齢効果が観察されるとともに、特に高齢者群において検出率に極めて大きな個人差が見られた。文字刺

激の認知速度の差がこの個人差をもたらす重要な要因の1つであるとするならば、一定のターゲット検出率が保証されるSOAをあらかじめ測定しておき、その条件下でABを測定すれば、個人差の多くが解消され、あらゆる被験者群で同様の大きさのABが観察可能となるかもしれない。そこで実験2では、AB課題に先立ち、SOA以外は実験1と同じ条件下において、一定のパフォーマンスが保証されるSOAを個人ごとに求め、その結果を用い実験1と同じAB課題を試みた。

### 1) 個人別SOAの測定

#### 方法

被験者 女子大学生10名(平均年齢19.9歳)と高齢者25名(平均年齢70.32歳;男性12名,女性13名)が実験に参加した。

刺激 T2の出現位置はLag 3またはLag 4のどちらかであった。その他の点は実験1と同様であった。

手続き 被験者ごとに、 $P(T1)$ が80%かつ、Lag 3、Lag 4の $P(T2/T1)$ が合わせて50%となる閾値SOAを、上下法を用いて測定した。明らかにT1とT2を容易に検出できであろうSOAから始め、各SOA条件のもとで、各Lagにつきそれぞれ5試行、計10試行を実施した。10試行が終了した時点で $P(T1)$ 、 $P(T2/T1)$ を計算し、 $P(T1)$ が.80より高くかつ $P(T2/T1)$ が.50より高い場合にはSOAを10ms下降させ、低い場合には10ms上昇させ、そのSOA条件でまた10試行を行った。このように10試行ごとに変化点を求めることを11回繰り返し、得られた11個の変化点前後の数値の平均を閾値とした。これら11個の閾値のうち、最初の2つを除いた9つの閾値の平均値を求め、10の位で四捨五入した値を個人別SOAとした。その他の点は実験1と同様であった。

#### 結果と考察

上記の方法で得た若年者群の個人別閾値SOAの平均値と標準偏差は67.0msと10.04msであり、範囲は60~80msであった。若年者群では、閾値SOAが50msや60msという、極端に短い値を示す被験者がみられた。このような

短いSOAにおいては、明らかに時間的な視覚マスキングが発生しうる。従って、本実験の課題において若年者群からデータを得ることはAB実験の観点からみて妥当性に疑問を抱かざるを得ず、10名の被験者の測定を終えた時点でそれ以上のデータを取ることを中止した。そのため、若年者群と高齢者群との被験者数が異なった。しかし閾値SOAを求めた10名に対しては、高齢者群と同様に引き続きAB実験を行った。高齢者群の個人別SOAは、平均が132.4msで標準偏差が27.17ms。そして範囲が100~160msと個人差が大きいことを示している。この場合、あまり長いSOA条件でAB実験を行うことは短期記憶の時間的限界等の問題が発生する可能性が考えられるが、この点についての検討は今後のこととしたい。

## 2) AB実験

### 方法

上記の若年者群10名、高齢者群25名に対して、それぞれSOAを個人別SOAに設定し、その他については実験1と同一の方法でAB実験を行った。

### 結果と考察

実験1と同じく4つの測度を求め、同様に分析を行った。

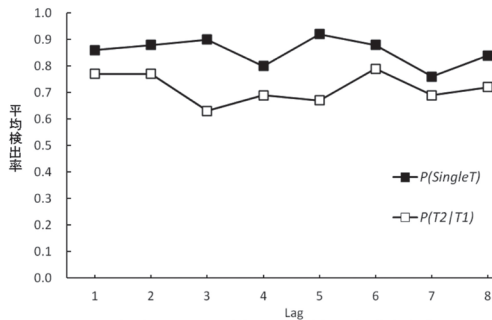


図4 個別SOAによる各Lagの平均検出率 (若年者群)

若年者群の結果 図4に、若年者群の各Lagにおけるターゲットの平均検出率を、測度別に示す。実験1と同様に、 $P(single T)$ 、 $P(T2/T1)$ について、刺激条件、Lag条件の2要因分散分析を行ったが、各主効果、交互作用ともに有意ではなく、( $p > .10$ ) 明確なABの

傾向は認めがたい結果であった。この結果について、次のような推測が可能である。本実験の若年者群のSOAは通常のAB実験のSOAよりもかなり短い場合が多かった。そのため、ABの効果のみられる時間帯が、通常よりも後のLagの位置に及んでいることが考えられ、本実験におけるLag 8までの時間帯では検出率の低下が現れる確率が小さかったのではないかと推測できる。もしそうであるならば、LagごとではなくT1、T2間の時間間隔によって検出率をプロットすると、異なる傾向が見られる可能性がある。この点については、後に検討する。

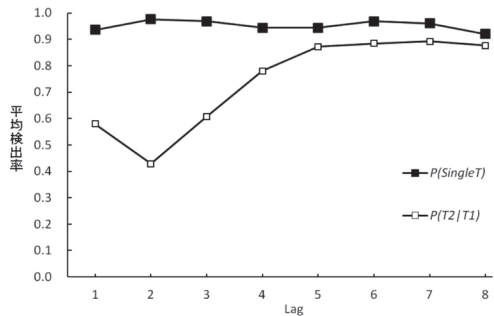


図5 個別SOAによる各Lagの平均検出率 (高齢者群)

高齢者群の結果 図5に、高齢者群の各Lagにおけるターゲットの平均検出率を、測度別に示す。実験1(図2)に比べ全体に検出率が向上し、さらに実験1ではLag 2、Lag 3の両方で最も低下したが、本実験ではLag 2で最も低い検出率を示し、ABの生起するLag範囲が実験1における若年者群と同じ程度まで短くなったことが示唆される。また、図示は略すが $P(T1)$ 、 $P(T2)$ も実験1(図3)と比較すると全体的に検出率が向上していた。

実験1と同様に、 $P(single T)$ 、 $P(T2/T1)$ について、刺激条件、Lag条件の2要因分散分析を行ったところ、刺激条件( $F(1,24) = 66.993$ ,  $p = .00$ )、Lag条件( $F(7,168) = 30.274$ ,  $p = .00$ )の主効果ならびに交互作用( $F(7,168) = 22.264$ ,  $p = .00$ )は、それぞれ有意であった。下位検定の結果、Lag 2、Lag 3において $P(T2/T1)$ の低下が有意であった( $p < .05$ )。

実験1では、本課題のパフォーマンスに大き

な差のある被験者の結果が混在しており、ある意味ではABの真の姿を捉えていないのではないかという懸念があった。しかし実験2において、SOAを個人別に設定して検出率における個人差を考慮する操作をした場合にも、明確なABが観察されることが明らかとなったことから、そのようなアーティファクトは含まれておらず、より純粋なABを捉えることができたと考えられる。しかし、個人別SOAを計測する段階で、合わせて50%となるように閾値SOAを設定していたLag 3, Lag 4における $P(T2/T1)$ が、それぞれ約0.6, 0.8にも達していた。これは、閾値SOAを決定する段階でターゲットの検出を多数経験したことで、これらの位置のターゲットの検出に経験によるバイアスが生じた可能性が考えられる。今回の個人別SOAの測定に際し、検出率を一定に保つ位置としてLag 3とLag 4を選んだことの妥当性についても一層の検討が必要であろう。

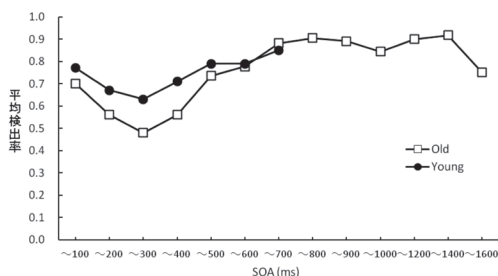


図6 個別SOAによる各被験者群のT1-T2間のSOAごとの $P(T2/T1)$

ターゲット間の時間間隔の関数としての $P(T2/T1)$  最後に、ターゲット間つまりT1-T2間のSOAの関数として、 $P(T2/T1)$ を100msごとに集計してプロットし直したものを図6に示す。実験2では被験者ごとにSOAが異なっており、SOAカテゴリーの両端におけるデータ数が中央付近に比べ少なくなってしまうため、SOAカテゴリー間でデータ数が異なる。従って、あえて統計的検定を行うことはしなかった。しかし結果は明瞭であり、高齢者群よりも若年者群の方が高い検出率を示した。そして何よりも両群がともに200~300msという同じ時間帯を

底とした明確なABを示している点が極めて興味深い。

### 一般的考察

ABにおける検出率の低下の大きさとその発生位置に関して、これまでの多くの研究間で様々な食い違いがみられてきた。筆者らはAB研究をより発展させるため、まず研究のベースラインとなるような実験課題と時間条件を見いだしたいと考えた。筆者らがこれまでに対象とした被験者群は、主に20歳前後の女子大学生であったが、標準的と思われるAB課題と呈示速度条件下で得られたT2の検出率の低下量はごく微量であり、かつ最大の低下量を示す位置がLag 2やLag 1であることもしばしばであった。そのため、T2検出率の低下量と位置を決める要因の特定を急務と考えた。これに関係すると考えられる要因のうち、本研究では個人差に着目した。

RSVP事態において、他の刺激と特徴を異にする2つのターゲットを検出するという課題に現れる個人差の主要な原因の1つに、刺激の認知速度が挙げられる。筆者らは先の研究(御領・立花, 2012)において、視覚マスキング法により漢字の認知的処理時間を推定した。この測度は、運動反応時間を含まない、認知的処理のみに要する時間であった。その結果、平均(標準偏差)は65~75歳の高齢者群では76.7(35.90)ms, 19~22歳の若年者群では30.9(7.56)msであった。同じ被験者群の中でも大きなばらつきがあると同時に、加齢の効果が著しいことがわかる。文字の処理時間にこれだけの個人差と加齢効果が見られる以上、当然このような差がAB実験の結果にどのような効果をもたらしているかを精査しておく必要がある。本研究はこのことに関する1つの試みとしての意味を持つ。

データの国際的比較をするためには、筆者らもTachibana(2010)で用いたようにアルファベットや数字を刺激材料に用いることが適切であろう。しかし、加齢の効果をも視野に入れた実験を行うためには、すべての世代、階層にお



いて利用可能な刺激材料を用いる必要がある。そこで本研究では、日本語で使用される文字を用いることとし、まず漢字の中から2つのひらがなを検出するというAB課題を採用した。

#### 実験1について

実験1では、この課題を若年者群と高齢者群を対象に実施した。SOAは標準的な100msに固定した。その結果、どちらの被験者群でもABが生起したが、若年者群では $P(T2/T1)$ の低下量が小さく、その値が最小となるT1とT2の項目間隔はLag 2であった。一方、高齢者群におけるその低下量は極めて大きく、最小となったのはLag 2, Lag 3であり、検出率低下の効果はLag 4にまで及んでいることが確認された。実験1の要点をまとめると、

- 1) 漢字とひらがなを刺激材料としてABを確認した。質、量とも十分なデータが得られた。本実験の結果はごく自然で当然の結果であろうが、日本人を対象とした研究を行う上では無くてはならない結果である。
- 2) 若年者群においても、20%程度の検出率の低下が得られたが、筆者らが行っているようなAB現象の諸特性を精密に検討するためには、これよりも広いダイナミックレンジが望ましい。今後は若年者群の文字処理能力に応じた難易度を持つ課題を設定する必要がある。この点に関しては、すでに若年者群に対し、カタカナの中から2つのひらがなを検出する課題を用いて実験を行った。本稿の目的

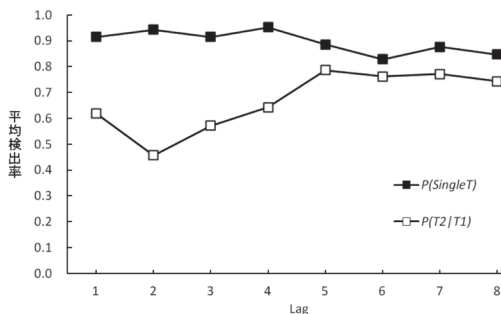


図7 カタカナを背景とした場合の各Lagの平均検出率 (若年者群)

と若干異なるため詳細は省略するが、その結果を図7に示しておく。実験1と全く同じ方法であり、被験者も同一集団に属している別サンプル21名(平均年齢19.76歳)であった。ABのダイナミックレンジも十分に広く、今後この課題を用いた検討を進める予定である。

- 3) 実験1の結果と考察の項で述べたように、 $P(T2/T1)$ の総平均には大きな個人差、年齢による差が見られた。このような個人差の混入した結果からABの特性を論じるには何らかの制約があることを銘記すべきであろう。
- 4) Shih (2009) と同等以上の加齢による効果が観察された。Shih (2009) は自身の計算論モデル (Shih, 2008) を適用し、その結果を、高齢者における文字認識過程において必要な、短期記憶のための記憶痕跡の固定化 (consolidation) に必要な時間が加齢により長くなるためであると結論づけており、例えば注意の窓 (attention window) の時間幅が短くなる、注意のシフトに要する時間が長くなるといった可能性を排除している。このことは、ABの生起メカニズムを知る上でも、また、加齢による認知機能の変容の理解にとっても重要な論点であると考えられる。この点についても、今後の一層の検討課題としたい。

#### 実験2について

実験1の結果にも明確にみられたように、AB実験の結果には大きな個人差が含まれる。この個人差の主要な要因の1つを、文字の認知的処理時間の差であると考え、AB実験においてすべての被験者で共通のSOAに固定することに疑問を抱かざるを得ない。そこで本研究では新しい試みの1つとして、同一のターゲット検出率をもたらす閾値SOAをあらかじめ個人ごとに決定し、そのSOAを用いてABの効果を検出することとした。実験2の要点は、

- 1) 若年者群においては、得られた閾値SOAが50~100msと、AB実験には短い

SOAの範囲にまで縮小された。視覚マスキング現象等、視覚的干渉効果が混入する時間帯を含む結果となっており、果たしてAB効果を検討するのに適しているのか疑問が残る結果であった。実験1の要点2で述べたように、課題を変更する必要性が示唆される。

- 2) これに対し高齢者群では、SOAの範囲は100～160msと比較的長い範囲に広がったが、非常に明確なAB現象が観察された。
- 3) 若年者群では明確なAB効果が見られなかった。
- 4) 個人差や加齢効果の原因を、認知的処理時間の差であるという想定のもとに行った実験であったので、結果をT1-T2時間間隔の100msごとに集計し直し、図6に示した。この図6に現れている結果が本研究の結果の中でもっともユニークな結果といえるであろう。
- 5) 図6では、認知的処理時間における個人差や年齢差は解消されており、いわば平均的人間の結果が示されたといえる。このT1-T2の時間間隔の関数としての $P(T2/T1)$ の曲線は、200～300msの範囲で最低値を示し、600msまでの時間帯の中で左右対称的なU字型を示した。一見不適切なSOAの範囲で無理に行ったように見える若年者群の結果も、このプロットのもとでは高齢者群と全く同じ形状を示した。若年者群、高齢者群ともに、ABはこのように同一の時間帯で同様の現れ方をすることが示された。

このような結果が得られたとはいえ、若年者群における個人別SOAの範囲はいかにも短い方に偏りすぎている。逆にこのような状況でもSOAの関数としてみた場合にAB効果が見られたという点に新鮮な意味を見いだすことも出来るが、被験者数を増やし、図7に示したような課題において更なる検討が必要であろう。次に問題となるのは、実験2における閾値SOAの求め方にある。今回はAB課題においてT1

の検出率が80%、Lag 3とLag 4におけるT1とT2の同時検出率が合わせて50%となる閾値SOAを求めたが、この方法を用いることの明確な根拠がある訳ではなかった。事前に種々の基準の取り方を検討する必要があったといえるかもしれない。例えば、もっと簡単にT1の検出率のみを基準とするだけで事足りたのかもしれない。そのようにすれば、実験2の結果と考察の項で述べたような懸念、すなわち閾値決定の際にLag 3とLag 4の位置にあるターゲットの検出に対し、訓練の効果が生じたかもしれないという懸念をさけることが出来たかもしれない。この点も今後の課題として検討していく必要があるだろう。

今後もさらに安定して一定のAB効果が期待できる条件を探るとともに、本実験で用いた漢字やひらがなを刺激に加えてTachibana (2010)の実験的検討を発展させていくことで、ABのメカニズムだけでなく、文字認識のメカニズムに関する理解を深める知見を得ることが出来るだろう。また、加齢による認知機能の低下の特性を知る方法としてABを利用する等、研究ツールとしてのABパラダイムの利用や、様々な現象との関連についても更なる検討が必要とされる。

#### 参考文献

- Broadbent, D. E. & Broadbent, M. H. (1987) From detection to identification: response to multiple targets in rapid serial visual presentation. *Perception and Psychophysics*, 42, 2, 105-113.
- Chua, F. K. (2005) The effect of target contrast on the attentional blink. *Perception and Psychophysics*, 67, 5, 770-788.
- 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 and performance*, 21, 109-127.
- Dux, P. E. & Marois, R. (2008) Distractor inhibition predicts individual differences in the attentional blink. *PLoS ONE*, 3, e3330.
- Dux, P. E. & Marois, R. (2009) The attentional blink: A review of data and theory. *Attention, Perception, & Psychophysics*, 71, 8, 1683-1700.
- Georgiou-Karistianis, N., Tang, J., Vardy, Y.,

- Sheppard, D., Evans, N., Wilson, M., Gardner, B., Farrow, M., & Bradshaw, J. (2007) Progressive age-related changes in the attentional blink paradigm. *Aging, Neuropsychology, and Cognition*, 14, 3, 213-226.
- 御領謙・立花恵理 (2012) 加齢による認知的処理速度の低下について. 京都女子大学発達教育学研究, 6, 19-30.
- Grandison, T. D., Ghirardelli, T. G., & Egeth, H. E. (1997) Beyond similarity: Masking of the target is sufficient to cause the attentional blink. *Perception and Psychophysics*, 59, 2, 266-274.
- 河原純一郎 (2003) 注意の瞬き. 心理学評論, 46, 3, 501-526.
- Lahar, C. J., Isaak, M. I., & McArthur, A. D. (2001) Age differences in the magnitude of the attentional blink. *Aging, Neuropsychology, and Cognition: A Journal on Normal and Dysfunctional Development*, 8, 2, 149-159.
- Lee, T-Y. & Hsieh, S. (2009) The limits of attention for visual perception and action in aging. *Aging, Neuropsychology, and Cognition*, 16, 3, 311-329.
- Maciokas, J. B. & Crognale, M. A. (2003) Cognitive and attentional changes with age: Evidence from attentional blink deficits. *Experimental Aging Research*, 29, 2, 137-153.
- 水野りか・松井孝雄 (2009) 母語による文字符号化の相違が注意の瞬き現象におよぼす影響 —その2— 日本認知科学会第26回大会発表論文集, 338.
- 水野りか・松井孝雄 (2011) 標的と妨害刺激の識別性の規定因の母語による相違 —注意の瞬きへの影響 (2) — 日本認知科学会第28回大会発表論文集, 380-383.
- Raymond, J. E., Shapiro, K. L., & Arnell, K. M. (1992) Temporary suppression of visual processing in an RSVP task: An attentional blink? *Journal of Experimental Psychology: Human Perception & Performance*, 18, 849-860.
- Raymond, J. E., Shapiro, K. L., & Arnell, K. M. (1995) Similarity determines the attentional blink. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 21, 3, 653-662.
- Shih, S. (2008) The attention cascade model and attentional blink. *Cognitive Psychology*, 56, 210-236.
- Shih, S. (2009) Using the attention cascade model to probe cognitive aging. *Psychology and Aging*, 24, 550-562.
- 立花恵理・御領謙 (2009) Attentional Blink (AB) に初期知覚システムは寄与しているのか —ターゲットとディストラクターの異眼間呈示による検討— 日本基礎心理学会第28回大会.
- Tachibana, E. (2010) On the Levels of Attentional Blink. *Kyoto Women's University Master's Theses*.
- 渡邊洋, 足立公洋, 梅村浩之, 松岡克典 (2005) 先行する課題内容が高齢者の注意の瞬きに及ぼす影響. 人間工学, 41, 4, 244-247.