

周辺刺激の干渉効果における加齢変化

金子利佳*・福永克己**・熊田孝恒*

* 産業技術総合研究所 人間福祉医工学研究部門

〒305-8566 茨城県つくば市東 1-1-1 中央第 6

** 製品評価技術基盤機構 筑波技術センター

〒305-0044 茨城県つくば市並木 1-2

(受付：2003 年 6 月 27 日；受理：2003 年 9 月 8 日)

Age-Related Changes in Interference Effects of Peripheral Stimulus

Rika KANEKO*, Yoshiki FUKUNAGA** and Takatsune KUMADA*

* Institute for Human Science and Biomedical Engineering, National Institute of Advanced Industrial Science and Technology, AIST Tsukuba Central 6, 1-1-1 Higashi, Tsukuba, Ibaraki 305-8566, Japan

** Tsukuba Technology Center, National Institute of Technology and Evaluation

1-2, Namiki, Tsukuba, Ibaraki 305-0044, Japan

(Received 27 June 2003; Accepted 8 September 2003)

We examined age-related changes in target identification when task-irrelevant stimulus was presented in the periphery. We measured choice reaction time (RT) for a Gabor patch (target) tilted right or left on the fixation while another Gabor patch (distractor) was simultaneously presented to the right or left of the target. The directions of the target and distractor were consistent or inconsistent. The distance between the centers of the target and distractor was 1.5, 3.0, or 4.5 degrees, and was fixed within a block of trials. Mean RTs in inconsistent conditions were longer than those in consistent conditions for older and younger adults. The difference between the mean RTs in the consistent and inconsistent conditions was greater for older adults than for younger adults when the distractor was presented in the closest distance. These results suggest that aging affects the inhibitory process of task-irrelevant stimuli.

1. はじめに

近年の急速な科学技術の進展とともに、私たちの生活にはコンピューターや携帯電話などさまざまな情報機器が導入されるようになってきた。これらの機器は小型化され、持ち運びに便利である反面、画面はより複雑になり、狭い領域にたくさんの情報が詰め込まれる傾向がある。その結果、文字や図形のひとつひとつは十分に認識できる場合でも、全体として見にくいことがしばしばある。この見にくさの原因として、本来は関連する情報に注意を向け、関連のない情報

を無視するという焦点的注意が、周辺刺激からの干渉を受けていることが考えられる。情報機器の画面がより多くの人にとって見やすく、操作しやすいものになるためには、焦点的注意の機能を理解することが重要である。

私たちは網膜に映るものをすべて見ているわけではなく、常に注意による情報の選択を行っている。注意の空間選択機能はスポットライト¹⁾ やズームレンズ²⁾ に例えられることからわかるように、注意の及ぶ範囲は視野の中で限定されている。そして、対象の占める範囲が狭く、それらが密に提示される場合は、関連する情

報だけに注意を向けようとしても、周囲の対象まで同時に注意が向けられることがある^{3,4)}。

焦点的注意に関する代表的な研究として、Eriksenら³⁾の研究が挙げられる。彼らは、被験者に文字列を提示し、その中央に提示される文字に対して選択反応をさせた。具体的には、HかKが提示されたときには一方のキーを、SかCが提示されたときにはもう一方のキーを押すよう求めた。そしてこのときの反応時間は、反応刺激の左右に同じ反応に対応した文字が提示されたとき(例えば、KKKHKKK)に比べて、異なる反応に対応した文字が提示されたとき(例えば、SSSHSSS)に長くなった。もし中央の文字だけに焦点的に注意を向けることができれば、周辺にどのような文字が提示されても反応時間に変化はないはずである。そのため、この結果は中央の文字だけに注意を向けようとしても、その周辺にも注意が向けられたためであると考えられる。Eriksenらは周辺刺激に注意が向けられたことによって異なる反応過程の活性が生じ、それを抑制するための時間が必要となり、中央の文字に対する反応時間の遅延が生じたのではないかと考察している³⁾。この周辺刺激の干渉効果は、反応刺激との距離の増加によって弱くなること³⁻⁶⁾、色の異同で変化すること^{7,8)}が示されている。また、同じ距離でも、周辺刺激がある対象の一部として提示されたときよりも、単独で提示されたときに干渉効果が強くなることも報告されている⁹⁾。

一般に、加齢によって課題に無関係な情報の処理を抑制する機能が低下するといわれている^{10,11)}。ある課題が与えられたときには、その課題に関係のある情報だけに注意を向け、関係のない情報は無視したほうが効率的である。しかし、課題に関係のない情報も非意図的に処理してしまうことがある。このような非意図的な情報処理の進行を意図的に抑えることが加齢とともに困難になるのである。Hasherら¹⁰⁾は、加齢によりさまざまな認知スキルが低下するのは、注意の焦点化に失敗し、課題に関係のある情報に選択的に注意を向けることができず、課題

に関係のない情報が作業記憶に入り込むためであると考えた。Layton¹¹⁾は、ストループ課題などに見られる知覚パフォーマンスの加齢変化が抑制機能の低下から説明できると述べている。

加齢による情報処理の抑制の低下をEriksenらの課題のような選択反応場面に当てはめてみると、高齢者はある対象に注意を向けて反応しようとしても、周囲の対象に同時に注意が向かいやすく、反応が遅くなることが予想される。しかし、先行研究ではまだ一致した知見が得られていない。いくつかの研究は、Eriksenら³⁾と同様の選択反応課題を用いて、周辺刺激による反応の遅延が加齢によってより大きくなることを示した¹²⁻¹⁴⁾。一方、周辺刺激による反応の遅延は加齢により変化しないという報告もある^{15,16)}。Pludeら¹⁵⁾は、視覚探索課題においてはターゲット以外の刺激の干渉効果は加齢により強くなるが、ターゲットの提示位置があらかじめわかっている場合には、周辺刺激の干渉効果は加齢により変化しにくいことを示した。

本研究の目的は、加齢が焦点的注意に及ぼす影響を明らかにすることであった。高齢者と若齢者を被験者とし、Eriksenら³⁾と同様の選択反応パラダイムを用いて、周辺に提示された刺激が注意刺激への反応に及ぼす影響を調べた。特に本研究では、図形(ガボールパッチ)を用いることによって、文字の同定過程に限らず、焦点的注意に加齢変化が生じるかどうかを明らかにしようとした。先行研究の多くが文字を刺激として用いてきたが、それらの知見は文字の認知過程に固有のものであるかもしれない。また文字は高空間周波数帯域の成分を含んでいるため、若齢者と高齢者では刺激に対する感度に違いが生じている可能性もある。Owsleyら¹⁷⁾によれば、低空間周波数帯域のコントラスト感度には年齢による差はほとんど見られないが、中間周波数帯域から高周波数帯域で加齢による感度の低下が見られ、特に高周波数帯域で低下の度合いが大きくなることが明らかにされている。本研究では、文字に比較して低い空間周波数帯域の成分をもつガボールパッチを用いることによ

り、高齢者の刺激に対する感度をできるだけ損なわない状態で図形の同定における焦点的注意の比較を試みた。

さらに本研究では、反応刺激と周辺刺激の傾きとその間の距離を変えることによって、周辺刺激が反応に及ぼす影響を調べた。若齢者を被験者とする先行研究の結果³⁾からは、若齢者は反応刺激と異なる傾きの縞が周辺に提示されたときは、同じ傾きをもつ縞が提示されたときに比べ、反応時間やエラーの増加が見られ、周辺刺激がより近くに提示されるほど、無視しにくくなり、その影響を受けやすくなると予想された。また高齢者については、加齢により焦点的注意に変化が生じないならば、若齢者と同じように周辺刺激の影響を受けると予想された。もし加齢による周辺視力の低下が影響するならば¹⁶⁾、高齢者は周辺刺激がより遠くに提示されると周辺刺激の干渉を受けにくくなると予想された。またもし加齢により抑制の低下が生じるならば¹²⁻¹⁴⁾、周辺刺激がより遠くに提示されても周辺刺激の干渉を受けると予想された。

また本研究では、周辺刺激が提示されない試行が挿入されたときに見られる構えの効果についても検討した。Eriksenら³⁾は選択反応課題中に周辺刺激が提示されない試行を挿入すると、その試行の反応時間は周辺刺激が提示されない試行のみが提示されるときに比べて遅延することを見出した。彼らは、この遅延は反応そのものを抑制する構えが形成されるためではないかと推測した。周辺刺激による干渉が生じるとそれに応じて反応を抑制する過程が活性化するようになり、周辺刺激が提示されない場合にも反応時間が遅延するのではないかと説明している。しかし、Eriksenらは、周辺刺激の干渉効果とこの反応の遅延の関係について直接検討していない。そこで本研究では、周辺刺激が提示される位置をブロックごとに換え、それぞれのブロックに周辺刺激が提示されない試行を挿入し、他の試行と同様に反応時間と選択の正誤を測定した。もし、Eriksenらが推測したように、周辺刺激の干渉効果が生じることによって、反応を抑

制する過程が活性化するならば、周辺刺激までの距離が短く、干渉効果が強いほど構えは形成されやすくなり、周辺刺激が提示されない試行の反応時間はより長くなると予想された。しかし、もし干渉効果が構えの形成と関係がないならば、周辺刺激なし試行の反応時間に周辺刺激までの距離が異なるブロック間で差は見られないはずである。また高齢者については、加齢により周辺刺激の干渉を受けやすくなるならば、若齢者に比べて構えが形成されやすくと予想された。また加齢による変化がないならば、若齢者と同じように周辺刺激なし試行の反応時間は変化すると予想された。

2. 方法

2.1 被験者

被験者は、12名の高齢者と12名の若齢者であった。高齢者の年齢は62歳から78歳で平均年齢は69.6歳であった。女性は3名、男性は9名であった。若齢者の年齢は21歳から28歳で平均年齢は23.0歳であった。女性は5名、男性は7名であった。被験者は全員健康で、裸眼視力あるいは矯正視力は0.5以上あり、中心視で2種類の反応刺激の傾きの判断を正確に行なうことができた。

2.2 実験装置

刺激の提示および反応の記録には、パーソナルコンピュータ(Power Macintosh G4, 400 MHz)を用いた。刺激はCRTディスプレイ(Sonyトリニロンカラーグラフィックディスプレイ GDM-F500R)に提示された。リフレッシュレートは100 Hzで、画素数は縦768×横1024であった。視距離は75 cmであり、スクリーンのサイズは、縦29×横39 cmであった。したがって、視角にしてスクリーンは、縦16.5°×横22.1°の大きさであった。

2.3 実験刺激

実験刺激として、空間周波数3 cpd、コントラスト1のガボールパッチ(エンベロープの $\sigma: 0.11^\circ$)を用いた(図1)。縞の傾きは2種類あり、一方は垂直から時計回りに45°、もう一方は反時計回

りに45°傾いていた。

2.4 実験計画と手続き

被験者間要因として、高齢者群と若齢者群の2つの被験者群があった。被験者内要因として、周辺刺激の種類と、反応刺激と周辺刺激の中心間距離の2要因があった。周辺刺激の種類としては、反応刺激と同じ傾きのパッチが提示される条件(一致条件)、反応刺激と反対の傾きをもつパッチが提示される条件(不一致条件)、周辺刺激が提示されない条件(周辺刺激なし条件)の3条件があった。反応刺激と周辺刺激の中心間距離は1.5°, 3.0°, 4.5°のいずれかであった。

図2に実験手続きを示す。まず、実験開始のキー入力により、画面中央に固視点(十字, 1.0°

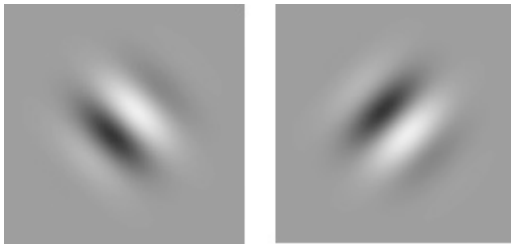


図1 刺激例。反応課題で用いたガボールパッチ。

×1.0°)が提示された。1100~1300ms後に固視点が消え、その位置に反応刺激が100ms提示された。また同時に反応刺激の左右どちらかに周辺刺激が提示された。周辺刺激なし条件では反応刺激のみが提示された。その後、マスク刺激が反応刺激とその左右の周辺刺激の提示距離に被験者が刺激に対応するキーを押すまで提示された。被験者の課題は、画面中央に提示される反応刺激の傾きに応じて、できるだけ速く正確に、手元の2つのスイッチのどちらかを選択して反応することであった。2種類のガボールパッチと左右のスイッチの対応については、被験者間でカウンターバランスをとった。各試行の反応時間と選択反応の正誤が記録された。周辺刺激の提示距離はブロック内で一定であった。実験は周辺刺激の各提示距離について2ブロックずつ行なわれた。1ブロックは100試行から成り、一致条件40試行、不一致条件40試行、周辺刺激なし条件20試行がランダムな順序で提

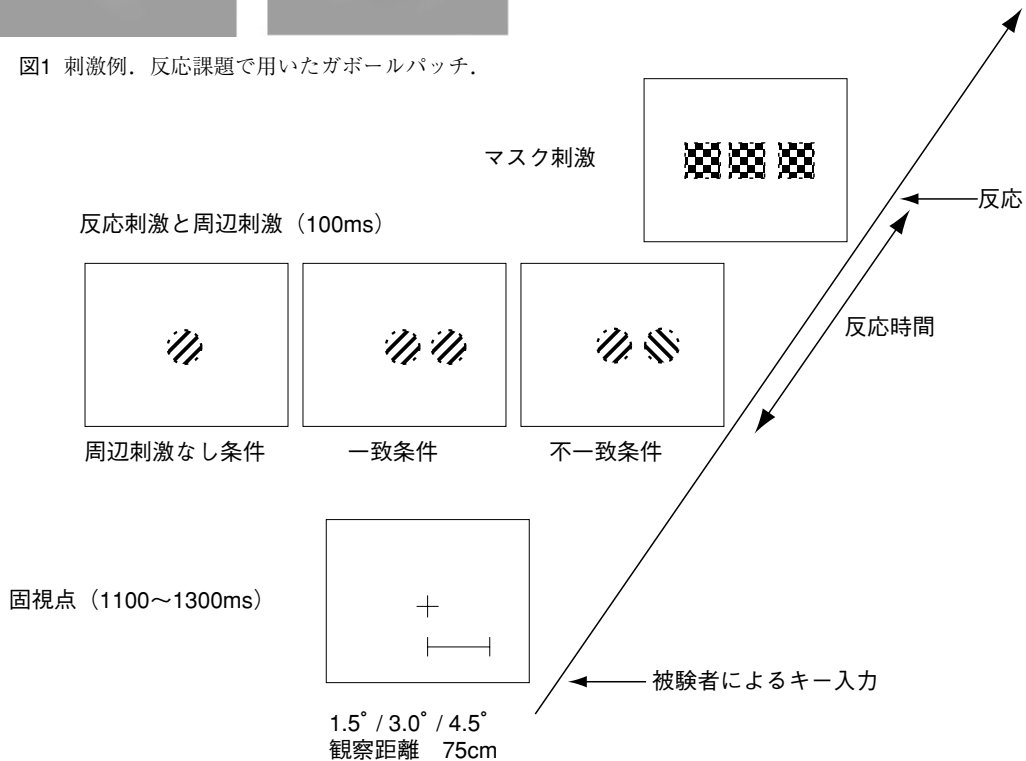


図2 実験手続き。被験者がキーを押すと固視点が提示される。その後、3条件のいずれかで刺激が提示され、被験者の反応によりマスク刺激が消える。

示された。本実験に先立って、練習試行が行われ、これは各被験者が課題に慣れたと感じるまで行われた(最低5試行)。被験者は着席し、頭部をあご台で支えられた。

3. 結果

各被験者について、周辺刺激の種類と位置ごとに平均反応時間と選択反応のエラー率を計算した。反応時間が100 ms以下あるいは1000 ms以上であった試行ははずれ値として、分析から除外した。

3.1 周辺刺激提示条件の反応時間

図3に一致条件と不一致条件で正しくキーが選択されたときの高齢者と若齢者の平均反応時間を示す。高齢者、若齢者とも2種類のガボールパッチと左右のスイッチの対応、および同一刺激に対するスイッチの違いにおいて、反応時間に差は見られなかったため、まとめて結果を示す。反応時間は若齢者に比べて高齢者で長くなった。また全般に不一致条件の反応時間は一致条件の反応時間より長かったが、その差は特に周辺刺激が1.5°のとき高齢者においてより大きくなる傾向があった。

周辺刺激が提示されたときの反応時間について、年齢(高齢者/若齢者)と周辺刺激(一致/不一致)と距離(1.5°/3.0°/4.5°)の3要因の

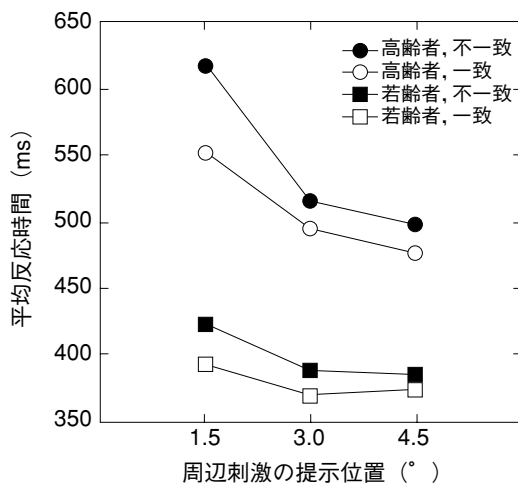


図3 一致条件と不一致条件の平均反応時間(ms)。高齢者群と若齢者群の平均反応時間を周辺刺激の提示位置ごとに示す。

分散分析を行なった。その結果、すべての主効果と交互作用が有意であった(年齢, $F(1, 22) = 23.59, p < .001$; 周辺刺激, $F(1, 22) = 66.08, p < .001$; 距離, $F(2, 44) = 38.76, p < .001$; 年齢と周辺刺激, $F(1, 22) = 5.60, p = .03$; 年齢と距離, $F(2, 44) = 11.03, p < .001$; 周辺刺激と距離, $F(2, 44) = 16.58, p < .001$; 年齢と周辺刺激と距離, $F(2, 44) = 4.33, p = .02$)。そこで距離ごとに、年齢と周辺刺激の2要因の分散分析を行った。反応刺激と周辺刺激の距離が1.5°のときに、年齢と周辺刺激の主効果および交互作用が有意であった(年齢, $F(1, 2) = 30.95, p < .001$; 周辺刺激, $F(1, 22) = 47.70, p < .001$; 交互作用, $F(1, 22) = 6.82, p = .02$)。そこで、年齢ごとに周辺刺激の単純主効果を分析したところ、高齢者も若齢者も周辺刺激の条件間に有意な差が見られた(高齢者, $F(1, 22) = 45.29, p < .001$; 若齢者 $F(1, 22) = 9.23, p < .01$)。距離が3.0°と4.5°のときは、年齢と周辺刺激の主効果は有意であったが、交互作用は有意ではなかった(3.0°, 年齢, $F(1, 22) = 22.31, p < .001$; 周辺刺激, $F(1, 22) = 26.73, p < .001$; 交互作用, $F(1, 22) = 0.06, p = .81$; 4.5°, 年齢, $F(1, 22) = 12.87, p < .01$; 周辺刺激, $F(1, 22) = 27.61, p < .001$; 交互作用, $F(1, 22) = 3.01, p = .10$)。全般に、高齢者の反応時間は若齢者よりも長かったが、周辺刺激の影響は距離によって異なることが明らかになった。周辺刺激が反応刺激にもっとも近いとき、高齢者も若齢者も不一致条件で反応時間の増加が見られたが、その増加の程度は高齢者でより大きかった。周辺刺激が反応刺激からより離れて提示されたときにも高齢者と若齢者に不一致条件における反応時間の増加が見られたが、その増加の程度に年齢による差は見られなかった。

3.2 周辺刺激提示条件のエラー率

図4に高齢者と若齢者の選択反応の平均エラー率を示す。全般に年齢による大きな差は見られなかったが、反応刺激と周辺刺激の距離が1.5°で不一致条件のときに、高齢者のエラー率が若齢者に比べて高くなる傾向が見られた。

周辺刺激が提示された試行のエラー率について、年齢と周辺刺激と距離の3要因の分散分析を行なった。その結果、年齢の主効果は有意ではなかった ($F(1, 22) = 0.11, p = .75$) が、周辺刺激と距離の主効果、年齢と距離の交互作用、周辺刺激と距離の交互作用、年齢と周辺刺激と距離の交互作用が有意であった(周辺刺激, $F(1, 22) = 17.91, p < .001$; 距離, $F(2, 44) = 13.60, p < .001$; 年齢と距離, $F(2, 44) = 5.51, p < .01$; 周辺刺激と距離, $F(2, 44) = 12.54, p < .001$; 年齢と周辺刺激と距離, $F(2, 44) = 4.27, p = .02$)。そこで距離ごとに、年齢と周辺刺激の2要因の分散分析を行った。その結果、周辺刺激までの距離が 1.5° のときに、年齢の主効果は有意ではなかったが ($F(1, 22) = 2.16, p = .16$)、周辺刺激の主効果が有意であった ($F(1, 22) = 19.78, p < .001$)。また年齢と周辺刺激の交互作用に傾向差が見られた ($F(1, 22) = 3.14, p = .09$)。年齢ごとに周辺刺激の単純主効果を分析したところ、高齢者には周辺刺激の条件間に有意な差が見られた ($F(1, 22) = 19.34, p < .001$)。また若齢者には周辺刺激の条件間に傾向差が見られた ($F(1, 22) = 3.58, p = .07$)。距離が 3.0° と 4.5° のときは、年齢と周辺刺激の主効果およびそれらの交互作用は有意ではなかった (3.0° : 年齢, $F(1, 22) = 0.21, p = .65$; 周辺刺激, $F(1, 22) = 1.97, p = .17$; 交

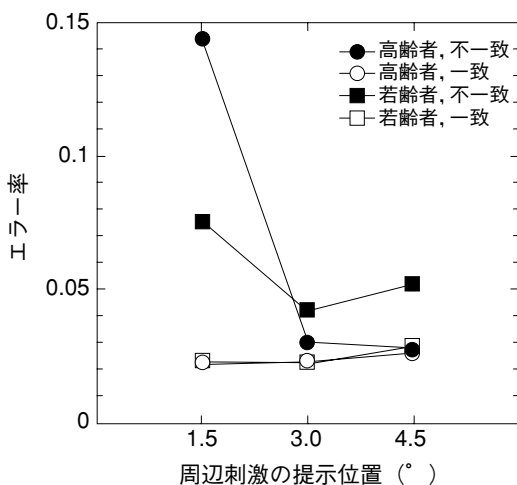


図4 一致条件と不一致条件の平均エラー率。高齢者群と若齢者群の平均エラー率を周辺刺激の提示位置ごとに示す。

互作用, $F(1, 22) = 0.40, p = .53, 4.5^\circ$: 年齢, $F(1, 22) = 0.92, p = .35$; 周辺刺激, $F(1, 22) = 2.59, p = .12$; 交互作用, $F(1, 22) = 2.14, p = .16$)。エラー率は、周辺刺激までの距離が 1.5° のときに、高齢者でより高くなった。周辺刺激がさらに離れると年齢および周辺刺激による差は見られなかった。

選択反応課題におけるスピードと正確さのトレードオフの有無を調べるために、年齢と周辺刺激と距離ごとにエラー率と平均反応時間のスピアマンの順位相関係数を求めた。ほとんどが負の相関の傾向を示した ($-0.57 < r_s < 0.27$) が、いずれも5%以下の有意差はなかった。したがって、選択反応課題にはスピードと正確さのトレードオフは見られなかったといえる。

3.3 周辺刺激なし条件の反応時間

周辺刺激なし条件の反応時間を図5に示す。高齢者の反応時間は、周辺刺激が 1.5° のブロックで他のブロックよりも増加する傾向が見られた。周辺刺激なし条件の反応時間について、年齢と周辺刺激の距離の2要因の分散分析を行なった。その結果、年齢と距離の主効果が有意であった (年齢, $F(1, 22) = 21.85, p < .001$; 距離, $F(2, 44) = 8.36, p < .001$)。また、年齢と距離の交互作用に傾向差が見られた ($F(2, 44) = 2.72, p < .08$)。そこで、年齢ごとに距離の単純主効果

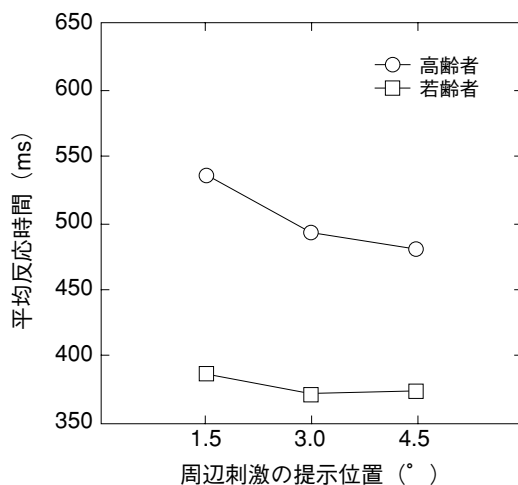


図5 周辺刺激なし条件の平均反応時間 (ms)。高齢者群と若齢者群の平均反応時間を周辺刺激の提示位置ごとに示す。

を分析したところ、高齢者では距離による有意な差が見られた ($F(2, 44) = 10.21, p < .001$)。チューキーのHSD検定による多重比較の結果、 1.5° のときの反応時間が $3.0^\circ, 4.5^\circ$ よりも有意に長かった。一方、若齢者については、距離の単純主効果は見られなかった ($F(2, 44) = 0.86, p = .43$)。

3.4 周辺刺激なし条件のエラー率

周辺刺激なし条件のエラー率を図6に示す。エラー率については、年齢と距離の2要因の分散分析を行なった。その結果、年齢と距離の主効果とこれらの交互作用は有意ではなかった(年齢, $F(1, 22) = 0.79, p = .38$; 距離, $F(2, 44) = 1.66, p = .20$; 年齢と距離, $F(2, 44) = 1.61, p = .21$)。周辺刺激なし条件ではブロック間で選択反応のエラー率に差がなかったといえる。

4. 考察

本研究では、Eriksenら³⁾の実験パラダイムを用いて、焦点的注意の加齢変化を調べた。このパラダイムを用いた多くの先行研究が文字の同定課題を用いたのに対して、本研究では図形の傾きの同定課題を用いたが、若齢者の結果はEriksenらの知見とほぼ一致する結果が得られた。このことは、Eriksenらのパラダイムが、刺激の種類が変わっても焦点的注意の検討に適用できることを示している。また同時に文字刺激

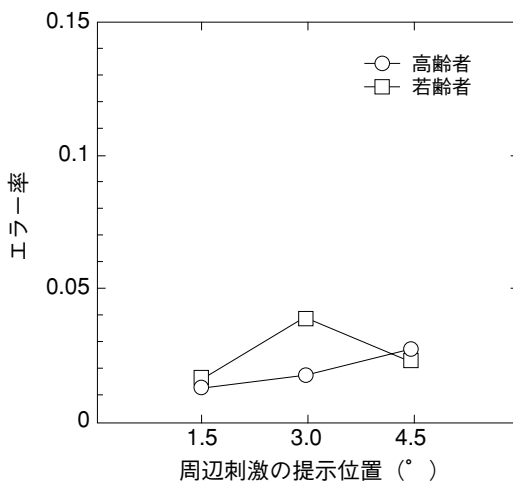


図6 周辺刺激なし条件のエラー率。高齢者群と若齢者群の平均エラー率を周辺刺激の提示位置ごとに示す。

を用いた先行研究の知見が、必ずしも文字の認知を含む焦点的注意過程だけに見られるものではないことを示唆している。

本研究の第一の目的は、加齢が周辺刺激への注意の抑制過程に及ぼす影響を調べることであった。そのために反応刺激と周辺刺激の中心間距離を 1.5° から 4.5° まで変化させて、高齢者と若齢者に対する周辺刺激の影響を調べた。その結果、年齢にかかわらず、すべての距離において不一致条件における反応の遅延が見られた。このことは、視野中央の刺激に注意を焦点的に向けようとしても、年齢にかかわらず、周辺刺激への注意を抑制することができなかったことを示している。周辺刺激への注意を抑制できる範囲が加齢により変化するのかどうかについては、さらに周辺刺激を提示する位置を離していかなければわからないが、Cerella⁵⁾の研究では、周辺刺激がより遠い位置に提示され、高齢者に対しては影響を及ぼさなくなっても、若齢者には影響を及ぼす場合があることが示されている。Cerellaは、高齢者は周辺視力が低いためにより遠い位置の刺激からの影響を受けにくいのではないかと考察している。

本研究では、周辺刺激を 1.5° から 4.5° までの位置に提示し、それらがすべて選択反応に影響を与えたが、その影響の強さは年齢と提示される位置によって異なっていた。周辺刺激が 1.5° の位置に提示されたときの反応の遅延は、若齢者に比べて高齢者で顕著に見られた。一方、周辺刺激が 3.0° と 4.5° に提示されたときには、反応の遅延に年齢による差は見られなかった。この結果は、Zeefら¹⁴⁾の結果と同様の傾向を示している。Zeefらは、文字の同定課題における周辺刺激の影響についてEriksenパラダイムを使って調べた。その結果、周辺刺激が反応刺激のもっとも近く (0.47°) に提示されたときには、若齢者よりも高齢者でその影響がより強かったが、周辺刺激の位置が離れる (0.93° と 1.40°) と、周辺刺激の影響に加齢による差はなくなった。またさらに周辺刺激の位置が離れる (3.26°) と周辺刺激の影響が高齢者、若齢者ともに見られなく

なると報告している。本研究と Zeef らの結果は、加齢によって視野全体の注意の抑制が一律に低下するのではなく、特に注意を向けている刺激の近傍に対する抑制が低下することを示している。反応刺激からある程度離れた刺激の影響を抑制する機能は保持され、近傍の刺激からの影響がより増加したということからは、加齢により注意を狭い範囲に焦点化させることがより困難になることが考えられる。本研究において、加齢による差が Zeef らの研究に比較してより遠くに周辺刺激が提示された条件でも見られたのは、周辺刺激の知覚されやすさによるものと推測される。本研究では、空間周波数が文字に比べて低い刺激を用いたため、固視点からより離れても知覚されやすく、反応の活性が起りやすかったのかもしれない。また反応刺激の傾きの判断は文字の同定に比べて容易であり、注意の焦点化が起りにくかったことも考えられる。Maylor ら¹⁸⁾は、刺激の検出課題において、少数の刺激の中から特定の刺激の有無を判断するときには、周辺視野に提示された課題に無関係な刺激の影響を受けやすいが、より多くの刺激の中から判断するときには、周辺視野の刺激の影響を受けにくくなることを明らかにした。これは、課題の難しさにより注意の焦点化の範囲が変化することを示唆している。本研究で用いた傾き判断の課題と Zeef らの課題では、注意の焦点化の範囲が異なっていたことが考えられる。

すでに述べたように、無関連刺激への注意と加齢の関係についてはいくつかの研究が行われているが、一致した知見は得られていない。本研究で加齢変化が見られた要因としていくつかの可能性を挙げることができる。ひとつは、反応刺激の定位の不確かさである。加齢による抑制の低下が見られなかった Wright ら¹⁶⁾の研究では、反応刺激が提示される前から反応が行われるまで反応刺激の位置を示す線分が提示されていた。したがって、より容易に反応刺激を定位できたと考えられる。一方、加齢の効果が見られた本研究や Zeef ら¹⁴⁾の研究では、反応刺激は常に同じ位置に提示されたが、反応刺激の位置を

示す固視点は反応刺激の出現とともに画面上から消された。そのため、反応刺激を定位するための手がかりは反応刺激と同時に画面上に存在しなかった。特に、本研究では反応刺激の左右どちらかだけに周辺刺激が提示されたため、反応刺激と周辺刺激の配置から反応刺激を定位することが不可能であった。定位の正確さは加齢により低下すること¹⁹⁾からも、本研究のように注意を向けるべき位置の手がかりが少ない場合には、高齢者は反応刺激の位置の定位がより不確かになり、周辺刺激からの影響を抑制しにくくなるのではないかと考えられる。

加齢による抑制の低下が生じた要因として、反応の競合の強さも考えられる。反応の競合は、周辺刺激に対する反応過程の活性が生じやすいほど強まると考えられる。本研究や Zeef ら¹⁴⁾の研究で用いられた周辺刺激は、いずれも反応刺激としても用いられ、特定の反応がそれぞれ割り当てられていた。したがって、周辺刺激に対する反応過程の活性が生じやすかったと推測される。一方、加齢による抑制の低下が見られなかった Plude ら¹⁵⁾の研究では、文字の検出課題が用いられたために、反応刺激間で反応の活性に差があったと予想される。彼らはあるひとつの文字刺激(目標刺激)に対しては一方のキーを、それ以外のすべての文字刺激に対してはもう一方のキーを押して反応するよう求めた。このとき目標刺激以外の文字刺激の反応時間は、目標刺激に比べて長くなった。このことは、目標刺激の検出に重点がおかれ、それ以外の文字に対する反応の活性が弱かったことを示唆する。Plude らの課題では、目標刺激以外の文字が周辺刺激として提示されたときに、本研究や Zeef らの研究で生じたほどの強い反応の競合が生じなかった可能性がある。

加齢による抑制低下の要因として、刺激の知覚しやすさも挙げられる。Cerella⁵⁾は、周辺刺激の抑制過程は刺激の知覚しやすさによって異なることを示した。周辺刺激のサイズが大きく知覚しやすい場合には、周辺視力が低下した高齢者でも周辺情報の処理を抑制することが難し

くなるが、サイズが小さく知覚が難しい場合には高齢者でも容易に無視できるようになることを示した。本研究では、図形の傾きという刺激の全体的特徴に対して反応を求めたため、周辺視でも比較的知覚しやすかったのかもしれない。

本研究の第2の目的は、干渉効果の強さが周辺刺激なし条件に見られる構えの効果に与える影響を異なる年齢間で調べることであった。周辺刺激が提示されるブロック内に挿入された周辺刺激なし条件の反応時間を高齢者と若齢者で比較した結果、高齢者は周辺刺激までの距離が短いブロックで反応時間が長くなり、距離が長くなると反応時間が短くなった。このことは、Eriksenら³⁾が推測したように、ブロック内で生じる周辺刺激の干渉効果の強さが、周辺刺激なし試行の構えに影響を及ぼしていることを示唆している。一方、若齢者は周辺刺激までの距離が異なるブロック間で反応時間に差は見られなかった。このことは、干渉効果の強さは若齢者の周辺刺激なし試行の反応に影響を与えにくかったことを示している。また、この結果からはそもそも若齢者において周辺刺激が提示されない試行で構えが形成されていたかどうかについても明らかではない。しかし本実験の結果は、加齢により周辺刺激に対する抑制が低下するだけではなく、反応の準備状態においても加齢による変化が生じていることを示唆している。高齢者は周辺刺激によって反応が干渉されやすいブロックでは、より慎重にゆっくりと反応することによってそれらの影響を防ごうとしているのかもしれない。この傾向は、スピードと正確さのトレードオフに見られる高齢者の特性とも一致する。Smithら²⁰⁾は、4選択の反応課題における反応時間とエラー率を測定し、高齢者と若齢者の反応の正確さが等しいとき、高齢者は若齢者に比べて、反応の速さの限界を追求しようとせず、より注意深く、時間をかけて反応する傾向があることを示している。

5. おわりに

本研究では、加齢により注意を向けている刺

激の近傍に提示された課題に無関連な刺激に注意が向かいやすくなることを明らかにした。また、無関連刺激が反応により強く干渉し、反応を誤りやすいほど、高齢者はゆっくりと反応する傾向が生じることを明らかにした。これらの結果から高齢者にも使いやすい情報機器の画面表示においては、周辺刺激からの干渉が生じにくい画面を設計することが重要であると同時に、一画面の見やすさだけを追求するのではなく、その前後に提示される画面も見やすいことが重要であると考えられる。

高齢者向けのウェブ画面表示の設計ガイドラインはいくつか存在する^{21,22)}が、そこで挙げられている項目の多くが経験に基づく提案であり、実験的に検討されているものはほとんどない²¹⁾。焦点的注意に関する先行研究を概観しても明らかのように、注意機能に見られる加齢の影響は実験課題や手続きの違いにより変化する。高齢者により使いやすい情報機器の開発のためには、実験的検討を積み重ねることによって、高齢者の注意機能をより詳細に明らかにする必要があると考えられる。

文 献

- 1) M. I. Posner: Orienting of attention. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, **32**, 3-25, 1980.
- 2) C. W. Eriksen and J. D. St. James: Visual attention within and around the field of focal attention: A zoom lens model. *Perception and Psychophysics*, **40**, 225-240, 1986.
- 3) B. A. Eriksen and C. W. Eriksen: Effects of noise letters upon the identification of a target letter in a nonsearch task. *Perception and Psychophysics*, **16**, 143-149, 1974.
- 4) J. Miller: The flanker compatibility effect as a function of visual angle, attentional focus, visual transients, and perceptual load: A search for boundary conditions. *Perception and Psychophysics*, **49**, 270-288, 1991.
- 5) J. Cerella: Age-related decline in extrafoveal letter perception. *Journal of Gerontology*, **40**, 727-736,

- 1985.
- 6) S. E. Gathercole and D. E. Broadbent: Spatial factors in visual attention: Some compensatory effects of location and time of arrival of nontargets. *Perception*, **16**, 433-443, 1987.
 - 7) G. C. Baylis and J. Driver: Visual parsing and response competition: The effect of grouping factors. *Perception and Psychophysics*, **51**, 145-162, 1992.
 - 8) L. Harms and C. Bundesen: Color segregation and selective attention in a nonsearch task. *Perception and Psychophysics*, **33**, 11-19, 1983.
 - 9) A. F. Kramer and A. Jacobson: Perceptual organization and focused attention: The role of objects and proximity in visual processing. *Perception and Psychophysics*, **50**, 267-284, 1991.
 - 10) L. Hasher and R. T. Zacks: Working memory, comprehension, and aging: A review and a new view. *G. H. Bower (ed): The Psychology of learning and motivation*, **22**. Academic Press, San Diego, 193-225, 1988.
 - 11) B. Layton: Perceptual noise and aging. *Psychological Bulletin*, **82**, 875-883, 1975.
 - 12) R. J. Shaw: Age-related increases in the effects of automatic semantic activation. *Psychology and Aging*, **6**, 595-604, 1991.
 - 13) E. J. Zeef and A. Kok: Age-related differences in the timing of stimulus and response processes during visual selective attention: Performance and psychophysiological analyses. *Psychophysiology*, **30**, 138-151, 1993.
 - 14) E. J. Zeef, C. J. Sonke, A. Kok, M. M. Buiten and J. L. Kenemans: Perceptual factors affecting age-related differences in focused attention: Performance and psychophysiological analyses. *Psychophysiology*, **33**, 555-565, 1996.
 - 15) D. J. Plude and W. J. Hoyer: Age and the selectivity of visual information processing. *Psychology and Aging*, **1**, 4-10, 1986.
 - 16) L. L. Wright and J. W. Elias: Age differences in the effects of perceptual noise. *Journal of Gerontology*, **34**, 704-708, 1979.
 - 17) C. Owsley, R. Sekuler and D. Siemsen: Contrast sensitivity throughout adulthood. *Vision Research*, **23**, 689-699, 1983.
 - 18) E. A. Maylor and N. Lavie: The influence of perceptual load on age differences in selective attention. *Psychology and Aging*, **13**, 563-573, 1998.
 - 19) D. J. Plude and W. J. Hoyer: Attention and performance: Identifying and localizing age deficits. *N. Charness (ed): Aging and Human Performance*. John Wiley and Sons, New York, 47-99, 1985.
 - 20) G. A. Smith and N. Brewer: Slowness and age: Speed-accuracy mechanisms. *Psychology and Aging*, **10**, 238-247, 1995.
 - 21) S. E. Mead, N. Lamson and W. A. Rogers: Human factors guidelines for web site usability: Health-oriented web sites for older adults. *R. W. Morrell (ed): Older adults, health information, and the World Wide Web*. Lawrence Erlbaum Associates, New Jersey, 89-107, 2002.
 - 22) A. J. Stronge, N. Walker and W. A. Rogers: Searching the World Wide Web: Can older adults get what they need? *W. A. Rogers and A. D. Fisk (eds): Human factors interventions for the health care of older adults*. Lawrence Erlbaum Associates, New Jersey, 255-269, 2002.