

高齢者・ロービジョン者の文字探索

VISUAL SEARCH OF LETTERS FOR ELDERLY PERSONS AND LOW VISION PERSONS

和氣 典二¹・和氣 洋美²・安間 哲史³・三田 武⁴

Tenji WAKE^{1*}, Hiromi WAKE², Tetushi YASUMA³, Takeshi MITA⁴

The present study is concerned with visual search. In this study, The characters were used as stimulus patterns. The task of observer is to detect a fixed character through many characters, and to measure reaction time of the target character. The results are as follows: 1.The reaction time is increased with the increase of number of characters. 2.The reaction time is increased with the increase of color difference. 3. Similar results were observed low vision persons. 4. The reaction time and the critical color difference is dependent upon age and visual acuity.

Key Words : elderly persons, serial search, pop-out search, low vision

1. はじめに

本研究は、高齢者やロービジョンが駅構内を歩くときに目的とする情報を、どのように得ているかを視覚探索の面から検討したものである。Triesman & Gelade¹⁾ 以来の視覚探索の研究では、複数の幾何学的パターンの中から色や傾きの異なるパターンを検出して、そのときの反応時間を求めるというものである。彼らの研究結果によると、提示されるパターンの数 (set size) が増すと、反応時間が長くなる場合と大きな変化がない場合がある。前者が逐次探索であり、後者がポップアウト探索である。また、Nagy and Sanches²⁾ は、色を用いた視覚探索の研究を試み、target 検出における色差と古典的な色弁別閾とは異なることを示した。他方、Yoshida, et al.³⁾ の変化の見落とし (change blindness) 研究では、加齢や視力の効果が探索時に顕著に認められることを示している。

日常生活で効率よく文字を読み取るためには、逐次探索だけでなくポップアウト探索も有効に利用する必要がある。本研究では、逐次探索からポップアウト探索へ移行する過程をターゲット文字とその周囲に配置された文

字との色差を変えて、若年者群と高齢者群について反応時間を検討した。その後、緑内障や糖尿病網膜症についても同様な検討を加え、年齢や視力との関連を調べた。

2. 実験方法並びに結果

実験は明室でなされた。この部屋には天井光とCRT モニターが設置されている。机上面照度は458lx であり、眼前の鉛直面照度は1,281lx である。15分間の明順応した後で、実験が開始された。明順応の間に実験画面に1文字のみ色の異なる漢字がサンプルを用いて説明される。実験画面を表示するモニターは観察者から50cm 離れたところに設置された。それぞれの色の組み合わせにつき10試行なされた。

(1) 実験1 文字数と色差

観察者 この研究には7名の健常若年者と健常高齢者が参加した。若年者は視力が1.0以上の大学生であり、年齢は20歳から23歳であり、彼らの視力は1.0以上である。

キーワード：ロービジョン、ポップアウト検索、逐次検索、高齢者

¹ 非会員 神奈川大学マルチモーダル研究所 客員研究員 Kanagawa University, Research Institute for Multimodal Sensory Science, visiting researcher, (E-mail:tenji.wake@gmail.com)

² 非会員 神奈川大学マルチモーダル研究所 客員研究員 Kanagawa University, Research Institute for Multimodal Sensory Science, visiting researcher

³ 非会員 安間眼科 医院長 Yasuma ophthalmological clinic, Head physician

⁴ フェロー会員 株式会社日建設シビル 都市基盤 エンジニアリング部門 技師長 Principal Civil Engineer, Urban Infra & Engineering Div.Nikken Sekkei Civil Engineering Ltd.

高齢者は、67歳以上で白内障手術を受けている。彼らの両眼視力は、1.0以上である。

条件 図-1は、10×10 の漢字がマトリックス状に配置された実験画像の一例である。図中には漢字1個のみが他の漢字とは異なっている画像が示されている。観察者は、周囲の漢字とは異なる色漢字 (target) を探し出して、マウスのボタンを押すことによって反応時間が測定される。

観察者が学生の時と高齢者の時とでは、実験場所が異なるため、測光・測色条件が異なる。若年者の測定に使用された白背景の輝度は、55cd/m² であり、その色度は $x=0.283$ 、 $y=0.302x$ である。高齢者の測定に使用された白背景の輝度は55.0cd/m² であり、その色度は $x=0.288$ 、 $y=0.306$ である。白背景の大きさは、10.54° ×10.54° である。この実験に使用された色は、薄紫、黄緑、緑、青、黄、シアン、赤、ピンクである。また、実験に使用された文字数は5×5個、10×10個、15×15個の3種である。

この実験に用いられた文字は、7画または8画からなる漢字である。漢字の大きさは、24pt (0.8° ×0.8°)であり、

その字体はゴシック体である。用いられた色の組み合わせは、薄紫と薄紫、黄緑と黄、緑と黄、青とシアンの4種である。それぞれの色差は、若年者用では0.0, 26.1, 35.4, 60.5 (ΔE^*ab) であり、高齢者用では0.0, 24.6, 34.1, 69.6(ΔE^*ab)である。

結果

図-2、図-3、図-4、図-5 は、若年者群と高齢者群の結果が示されている。若年者群と高齢者群とも色差が大きくなると、反応時間は短くなっているが、色差が40 ΔE^*ab 以上になると、反応時間は短くなっているが、色差が40 ΔE^*ab 以上になると、反応時間はほぼ一定値を示すようになる。また、文字数が増すと、反応時間は増大している。Target 文字とnoise 文字が薄紫－薄紫の組み合わせでは、夫々の文字が同色のため、文字数が増すにつれて反応時間は長くなる。だが、色差の小さい青－シアンの組み合わせでは、文字数が増しても反応時間はあまり変化しない。また、若年者と高齢者を比較すると、高齢者の方がわずかに長い。

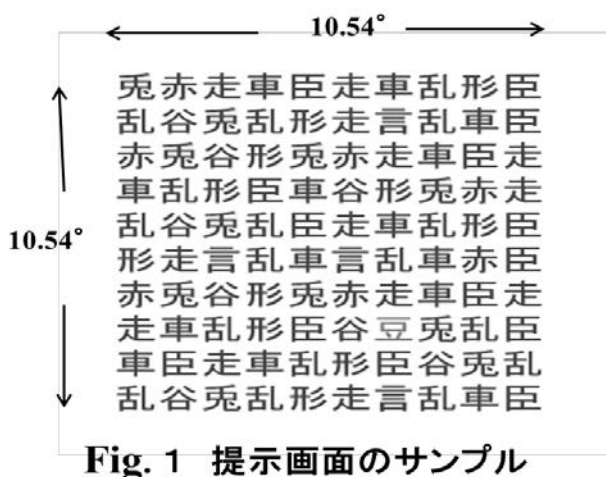


図-1 提示画面のサンプル

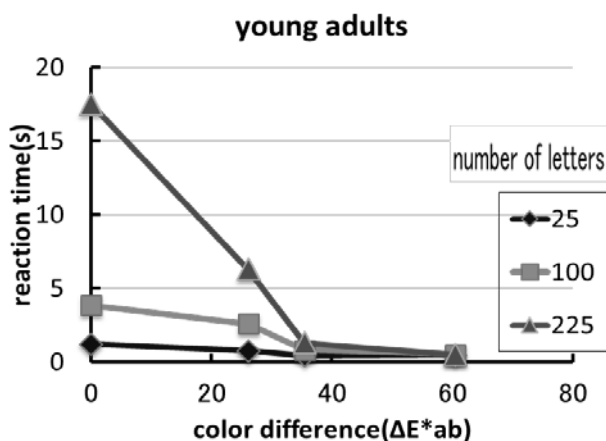


図-2 若年者群の結果

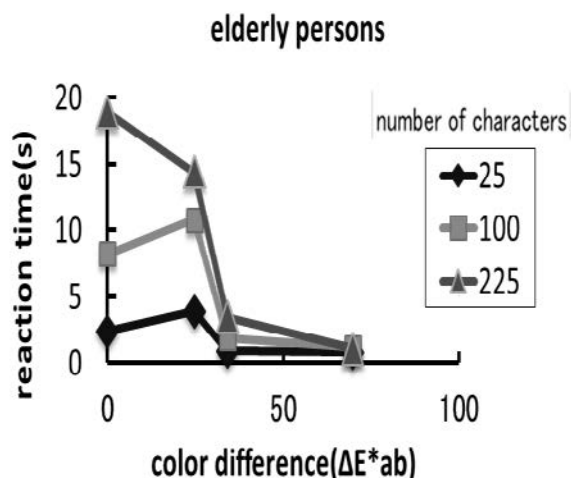


図-3 高齢者群の結果

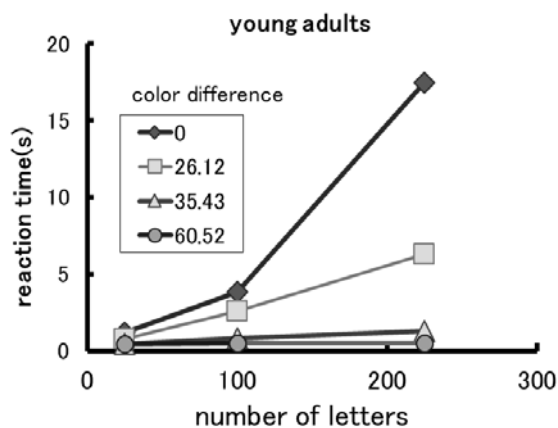


図-4 若年者群の結果



図-5 高齢者群の結果

表-1 実験2の色差

	若年者	高齢者
薄紫—薄紫	0	0
黄緑—黄	11.08	26.12
赤—ピンク	19.46	
薄紫—紫	29.06	30.23
緑—黄	32.06	35.43
青—シアン	57.02	60.52
赤—緑	84.57	89.60
青—黄	106.31	106.07

(2) 実験2 視力1.0の健常若年者と健常高齢者の反応時間の比較

条件 白色背景の上にターゲット刺激と妨害刺激の文字が提示された。色の組み合わせとその色差は表-1に示されている。この実験では、10×10個の文字マトリックスが使用された。それ以外の条件と手続きは実験1と同じである。

観察者

6名の健常若年者群と7名の高齢者群が、この実験に参加した。高齢者群はかつて白内障手術を受けた人工偽水晶体眼である。若年者群の年齢は20歳から23歳の範囲内にあり、両眼視力は1.0以上である。高齢者は67歳以上で、

両眼視力が1.0ある。また、かれらの色覚は正常である。

結果

図-6、図-7は、若年者と高齢者の結果である。ともに色差が増すにつれて反応時間は短くなり、しかもある色差以上になると、反応時間はほぼ一定値に達している。ここで、色差の増大とともに反応時間が短縮する範囲が、逐次探索であり、それ以後の反応時間は、大きな変化がなく、ポップアウト探索である。そこで、逐次探索の反応時間の結果に1次式を当てはめ、ポップアウト探索へ移行する境界を個人毎に求めた。この境界点が、臨界色差 (critical color difference) に該当する。

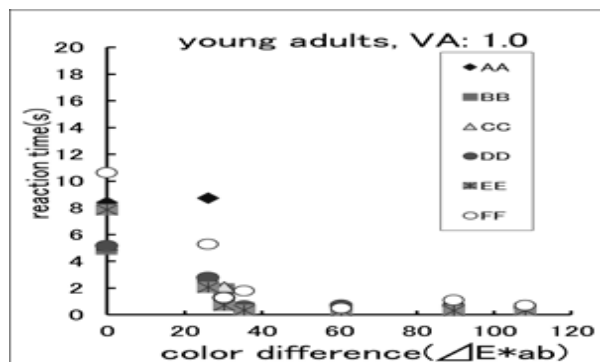


図-6 若年者の結果

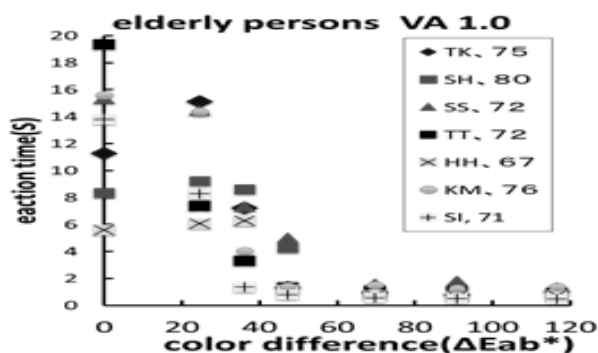


図-7 高齢者の結果

(3) 実験3 緑内障と糖尿病網膜症

条件 実験3で用いられた色差は表-2に示されている。

観察者

この実験に参加した観察者は緑内障5名であり、糖尿病網膜症3名である。いずれも視力は1.0である。

結果

図-8, 図-9は、視力1.0の5名の緑内障と3名の糖尿病網膜症の結果である。彼ら以外に視力が、1.0未満の人5名もこの実験に参加している。図-10, 図-11には、視力1.0

の眼疾者と健常高齢者の平均が示されている。緑内障と糖尿病網膜症の反応時間の多くは、高齢者のものより長い。緑内障のMKのように反応時間が短い人もいる。ここで、視力が1.0の若年者、高齢者、緑内障、糖尿病の人たちの個人毎の臨界色差とslopeを比較すると、全員が加齢とともに臨界色差は小さくなっている。また、健常若年者の個人毎の臨界色差の分布を見ると、高齢者のものより低い人がいる。これに対して、高齢者のslopeの分布は若年者のものとほぼ同じである。

表-2 実験3の色差

	ロービジョン者
薄紫-薄紫	0
黄緑-緑	20.63
紫-薄紫	26.76
緑-シアン	33.33
青-シアン	43.68
赤-緑	64.03
青-黄	78.30

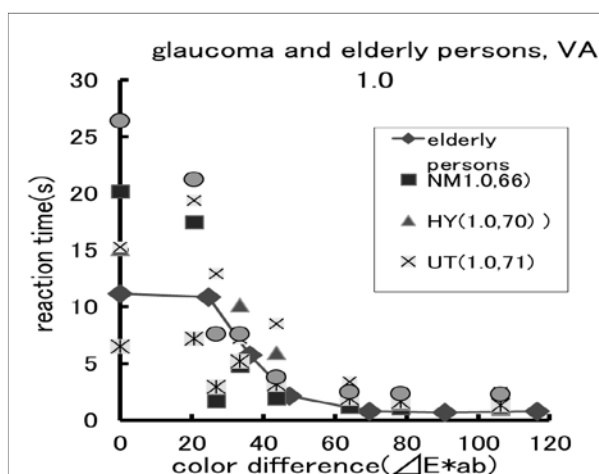


図-8 緑内障患者結果

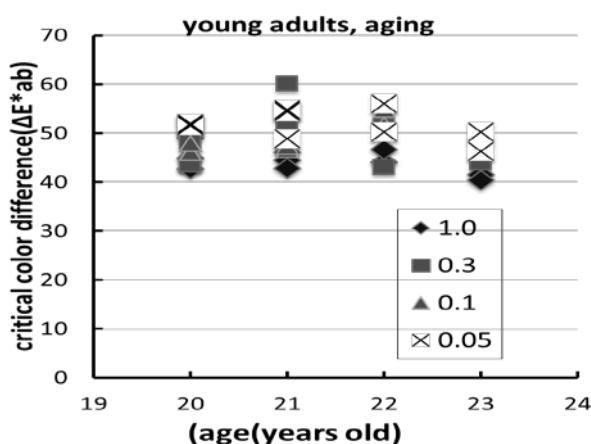


図-10 若年者の平均値

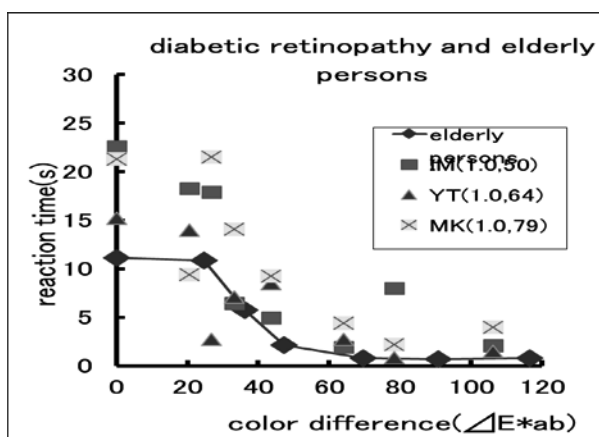


図-9 糖尿病網膜症患者の結果

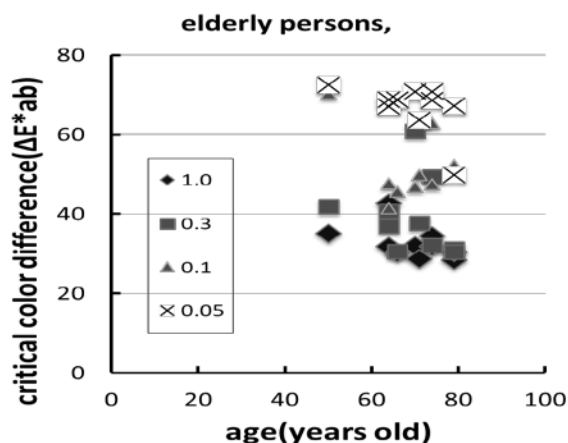


図-11 視力1.0の眼疾者と健常高齢者の平均値

(4) 実験4 視力と臨界色差

条件

この実験では、個人の視力に合わせて眼鏡にocclusion foilを装着して、所定の視力が得られるように調整した。使用された視力は、1.0, 0.3, 0.1, 0.05 である。また、この実験の色差条件は、表-3に示されている。

観察者

この実験には、10名ずつの若年者群と高齢者群が参加している。

結果

図-12は、若年者群と高齢者群の視力毎の平均反応時間である。視力が低下するにつれて反応時間は低下する。さらに、その範囲内の標準偏差は大きくなっている。これらの結果は、若年者群と高齢者群ともに視力の低下とともに反応時間が長くなるが、若年者群と高齢者群との間に大きな違いが認められていない。このような結果は臨界色差やslopeにも影響し、これらにおいても若年者と高齢者に差が認められない。

表-3 実験4の色差

	若年者	高齢者
薄紫－薄紫	0	0
黄緑－黄	11.08	11.08
赤－ピンク	19.48	19.46
薄紫－紫	29.06	29.06
緑－黄	32.38	32.06
青－シアン	57.02	57.02
赤緑	84.67	84.57
青－黄	106.31	106.31

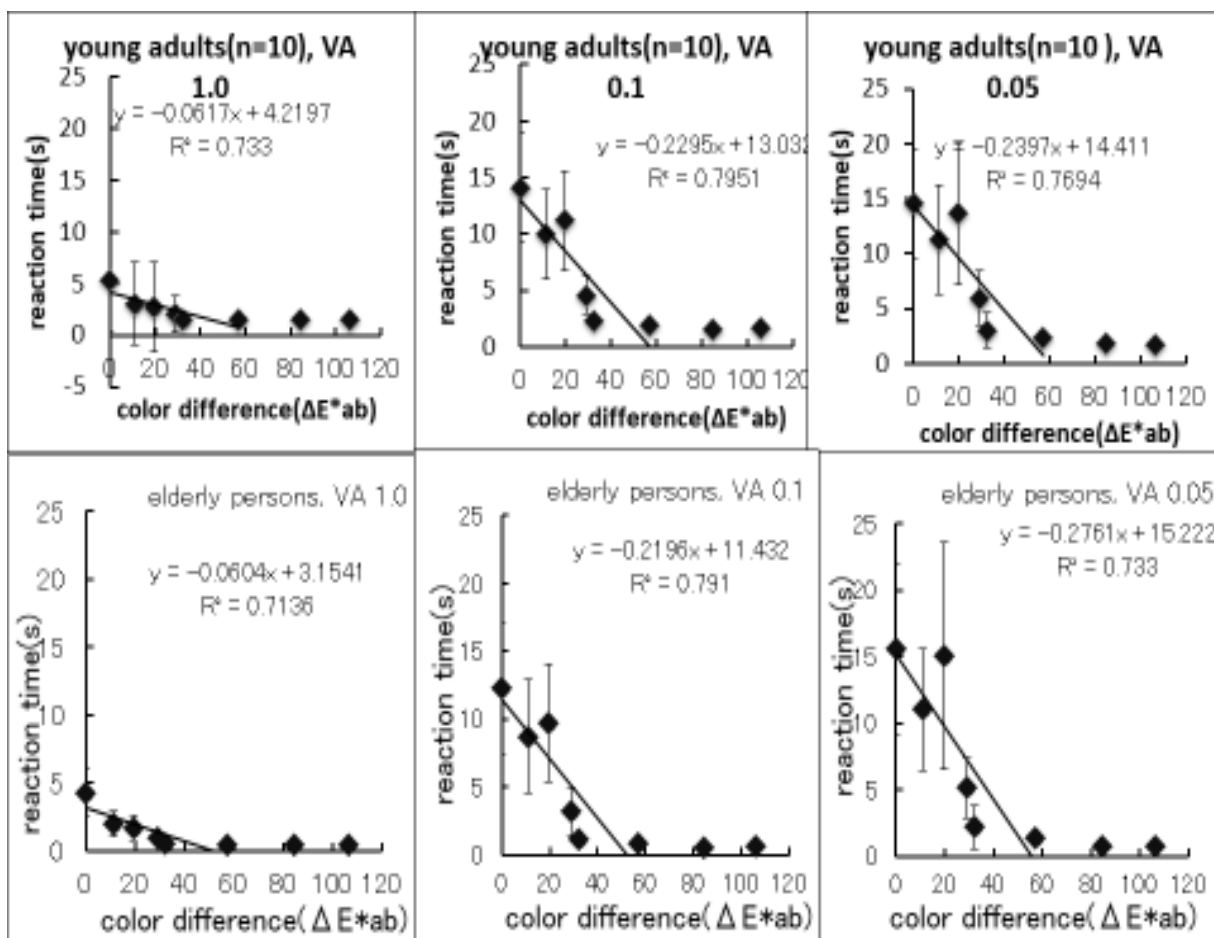


Fig. Reaction time against

図-12 若年者群と高齢者群の視力毎の平均反応時間

3. 考察

Treisman & Gelade¹⁾によれば、ポップアウト探索と逐次探索という処理方式の違いが反応時間に影響することを指摘した。つまり、**target** と **noise** 文字が明らかに異なっていれば、ポップアウト探索となり、刺激数（セットサイズ）が増しても反応時間はほぼ変化しない。しかし、**target** 文字と **noise** 文字が似てくると、セットサイズが増すごとに反応時間も増している。このような知見が文字探索ではどのように現れるかが本研究の主題である。**target** 文字と妨害文字との類似性が色差を変えて変えられた。色差が大きい色組み合わせでは、文字数が増えても反応時間はほぼ一定値を示しているが、**target** 文字と妨害文字との色差が小さい色組み合わせでは、文字数が増加とともに反応時間は直線的に長くなる。

この研究では、色差を変えて、ポップアウト探索と逐次探索を観察した。さらに、反応時間以外に臨界色差や **slope** が標識設置の評価基準として用いられるかを検討するため、高齢者やロービジョンを観察者とした。何故かと言えば、案内標識であれ、料金表であれ、ポップアウト探索の範囲が大きく取れる条件が望ましいからである。本研究の結果は、色差以外に観察者の年齢や視力に依存することを示している。ポップアウト探索の限界値

を示す臨界色差も年齢に強く依存するが、視力については不明な点が残されている。また **slope** は処理時間のことを意味するが、高齢になると視力とともに **slope** が大きくなっている。これは加齢とともに処理能力が小さくなることを意味する。その色差は年齢や視力に大きく依存する。さらに **slope** は、若年者と高齢者の双方とも視力が低下すると顕著に観察される。勾配が急になるということは課題の困難さを表すとも考えられる、しかし、この実験は健常者を被験者とし、人為的に視力を低下させたので、若年者と高齢者の違いが検出されにくかった。今後は眼疾病の患者を用いても検討すべきであると思える。

参考文献

- 1) Treisman, A.M. and Gelade, G. A feature-integration theory of attention. *Cognitive Psychology*, 12, 97-136, 1980.
- 2) Nagy, A.L. and Sanchez, R. R. Critical color difference determined with a visual search task. *Journal of the Optical Society of America A*, 7, 7, 1209-1217, 1990.
- 3) Yoshida, T, Yamaguchi, A., Tsutsui, H., Wake, T. Tactile Search for Change has Less Memory Than Visual Search for Change. *Attention, Perception, & Psychophysics*, 77, 4, pp 1200-1211, 2015.