

誘目性と視覚探索の関係について (1)

河合雅仁*・川上元郎**・近江源太郎*

* 女子美術大学・** 女子美術大学大学院

〒228-8538 相模原市麻溝台1900

1. はじめに

色の違いを利用した視覚探索(以下, 色の視覚探索)に関する研究では, 探索の対象となる刺激(目標刺激)と, 探索を妨害する刺激(妨害刺激)との間の色差を問題にすることが多い. 現在までの研究により, 色差が十分に大きければ探索が早くなること¹⁾, 色差の大きさに比例するのではなく, ある程度の色差(臨界色差)を超えると探索が早くなること²⁾, とはいえ, 色差だけでは探索の難易度は決められないこと³⁾などが明らかにされている.

一方で, 「目立つ色」や, 「目を引く色」は, 探索が容易になることが予測される. 従って, 実験方法が異なっても, 「色の目立ち」や「色の誘目性」などの研究も, 間接的には色の視覚探索に関係すると考えられる. とりわけ, 誘目性は, 神作らによって1960年代よりきわめて系統的に研究が行われている. さらに, 視覚探索課題では反応時間が指標とされているのに対して, 神作らの誘目性に関する研究では主観的な色の見え方が指標とされている点も興味深い.

したがって, 色の視覚探索の難易が, 目標刺激と妨害刺激との間の色差では説明できないものの, 目標刺激と妨害刺激との目立ちの程度の違いによって説明が可能ではないかと考えられる.

2. 目的

そこで, 当実験では, 神作らの結果と視覚

探索による結果との比較を行い, 色の視覚探索が色の誘目性で説明可能かどうかを検証することを目的とした.

3. 実験方法

3.1 刺激の選択と設定

誘目性に関する神作らの実験⁴⁾では, 多くの色の中に置かれている1つの色について, 被験者が主観的な「目立ち」を7段階評定した. 神作らの実験の動機から, 安全色彩を基に90色が選ばれていた. 今回は, 神作らの実験における被験者の評定の結果が比較的広い範囲に広がっていた「赤系統の色」⁵⁾の10色に注目した. これらの10色は, マンセル色票の2.5R, 5R, 7.5Rから選択されていた. 神作らの実験では刺激媒体に物体色が用いられていたが, 当実験ではCRTに表示された色が用いられた. そのため, 神作らの実験における彩度の高い色がCRTで再現不可能であったので, 当実験では6色が用いられた. なお, 当実験で刺激として用いた色を, 以後, 刺激色と称する.

刺激色の輝度は, 神作らの実験で用いられた条件(A光源相当の電球を用い, 照度200lxで照明し, 被験者は十分に光源に順応した)に近づけるように努めた. 実際には, 標準の光D₆₅を模擬した蛍光灯(Macbeth Color Judge 2)を用い, 照度300lxで照明したJIS標準色票を実測して求めた. 測色にはPHOTO RESEARCH社製PR-650分光測色計が用いられた. 当実験で用いられた刺激色の色度を図1に示す.

当実験の1回の試行では、図1に示した6色のうちから、目標刺激と妨害刺激が1色ずつ、計2色が被験者に提示された。すなわち、合計30組が提示された。刺激色の提示にはApple社製Macintosh Centris660AVと同社製Multiple Scan 15 Displayが用いられた。

刺激の形状は直径が視角0.4度の円形であり、一辺が視角9度の正方形の領域内に、重なり合わない程度に位置を移動して布置された。したがって、刺激の個数が増えるにつれて刺激の密度も増加した。1回の試行で提示した刺激の個数は9, 36, 81, 144のいずれかであり、目標刺激が含まれる場合と含まれない場合とが半々であった。

被験者には、刺激に関係する以上の条件がすべて教示された。

3.2 手続き

被験者に課せられた実験手順は以下の4段階から構成された。

- 1) 画面中央に提示される色を覚える。
- 2) 刺激画面が提示されたら、なるべく早く、かつ、正確に目標刺激を探し出す。目標刺激が存在しない場合は、存在しないとなるべく早く判断する。
- 3) 判断ができ次第、キーボードを押して、刺激の提示を打ち切る。
- 4) 判断内容を実験者に伝達する。

実験に参加した被験者は合計3名(MK:30代男性, SML:20代女性, MN:30代女性)であった。3名とも色覚正常で、視力矯正を

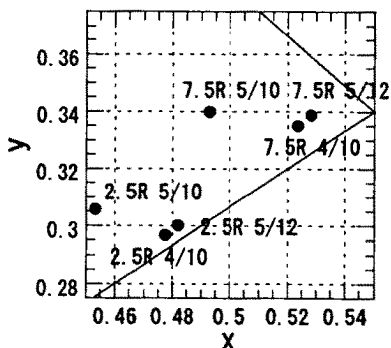


図1 実験で用いられた刺激色の色度。図中の実線は用いられたCRTで呈示可能な領域を表す。

している。2名の女性は、美術教育を受けた経験を有していた。

4. 結果

4.1 「探索関数グラフ」

視覚探索実験の結果は、一般に例えばBauer²⁾などによれば、横軸に提示された刺激の総数、および縦軸に提示された反応時間とした座標に描かれた「探索関数グラフ」によって示されている。

当実験における探索関数は、前述のとおり30個になるので、ここでは3人の被験者について、それぞれ1個の探索関数を図2に示すに止める。

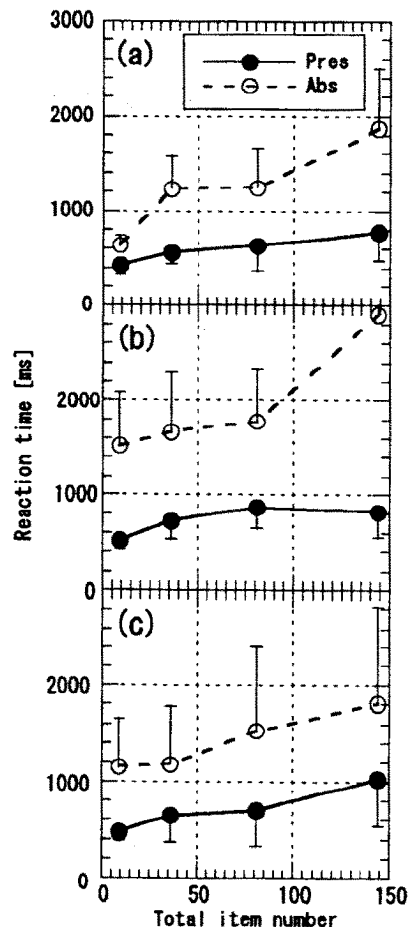


図2 探索関数グラフ。(a)被験者MK、(b)被験者SML、(c)被験者MN。誤差棒は標準偏差を表す。

尤も図2に示された例は、全く任意に選ばれたグラフであるが、探索関数を用いて視覚探索の結果を検討する場合、探索関数グラフの線形近似を行い、その傾きで評価される。これは、以下の2つの現象を探索関数グラフの傾きがうまく説明しているからである。

その1つは、目標刺激が目立つ刺激の場合で妨害刺激を調べるまでもなく目標刺激が発見可能となる。その結果、妨害刺激の個数に因らずに反応時間は、ほぼ一定となり、探索関数グラフの傾きは小さくなる。

他の1つは、目標刺激が目立たない刺激の場合で妨害刺激を含めたすべての刺激を逐一見なければならない。その結果、刺激の個数が多くなるに従って反応時間は長くなり、探索関数グラフの傾きは大きくなる。

つまり、この探索関数グラフの傾きは、探索が容易か又は困難かを見極める指標になる。

当実験では、探索関数グラフの傾きを導出するにあたり、全ての刺激の総数について試行回数の8割以上が正解であった結果を用いることとした。そのため、幾つかの条件では探索関数グラフの傾きが求められていないものもあった。さらに、この条件で求められた近似直線について、線形相関の程度を表すピアソンの積率相関係数の自乗を求め、この値が0.5以下の場合も結果に含められていない。

目標刺激と妨害刺激の全ての組み合わせ30組について、3人の被験者それぞれについて、上記の条件を満たした探索関数グラフの傾きが表1に示されている。

4.2 神作らの実験結果との比較

神作らによって得られた「誘目性評価尺度」は、間隔尺度を構成していると考えられるので、誘目性評価尺度の差を求めることが可能である。そこで、当実験で目標刺激に用いた刺激の誘目性評価尺度と、当実験で妨害刺激に用いた刺激の誘目性評価尺度との差を求め、表2に示す。この表における負の値は、妨害刺激の方が目標刺激よりも「誘目性評価尺度」が大きい、つまり、神作らの尺度では妨害刺激の方が目立つことを意味している。

表1と表2との関係を明らかにする目的で、横軸に誘目性評価尺度の差、縦軸に探索関数の傾きとしたグラフ(図3)を作成した。

5. 考察

当実験は、「色の目立ち」や「色の誘目性」などが色の視覚探索に関係するかどうかを確かめるために企図された。より具体的には、目標刺激と妨害刺激それぞれの刺激の目立ちの度合いが近ければ、結果的にどちらも目立たなくなるので、探すことが困難になると予測し、実験が行われた。目立ちの度合いの差は表2に示した数値の絶対値の大小で表され(小さければ目立たない)、また、探索の難易は表1に示した数値の大小で表される(大きければ探索は困難である)と考えた。しかし、図3に示したとおり、誘目性評価尺

表1. 各被験者の探索関数グラフの傾き:(a)被験者MK, (b)被験者SML, (c)被験者MN

		目標刺激					
		2.5R5/12	2.5R5/10	2.5R4/10	7.5R5/12	7.5R5/10	7.5R4/10
(a)	2.5R5/12	-	3.21	-	4.63	-	5.14
	2.5R5/10	-	-	2.39	6.11	3.76	-
	2.5R4/10	1.74	-	-	5.28	5.17	-
	7.5R5/12	-	2.21	2.81	-	-	3.68
	7.5R5/10	-	-	2.87	-	-	3.70
	7.5R4/10	7.78	-	7.66	-	2.55	-
(b)	2.5R5/12	-	7.93	1.76	-	7.10	9.24
	2.5R5/10	-	-	-	8.78	-	7.72
	2.5R4/10	-	7.75	-	-	-	6.88
	7.5R5/12	3.55	-	1.86	-	-	3.34
	7.5R5/10	-	2.43	1.26	-	-	7.18
	7.5R4/10	-	-	9.25	-	2.03	-
(c)	2.5R5/12	-	-	-	4.82	1.66	-
	2.5R5/10	-	-	3.95	3.89	1.69	-
	2.5R4/10	3.53	-	-	1.54	-	-
	7.5R5/12	1.96	-	1.81	-	-	2.23
	7.5R5/10	1.09	5.44	0.84	-	-	2.72
	7.5R4/10	1.44	-	-	3.71	3.07	-

表2. 誘目性評価尺度の差

		目標刺激					
		2.5R5/12	2.5R5/10	2.5R4/10	7.5R5/12	7.5R5/10	7.5R4/10
妨害刺激	2.5R5/12	-	-0.80	-1.42	-0.13	-0.67	-1.04
	2.5R5/10	0.80	-	-0.62	0.67	0.13	-0.24
	2.5R4/10	1.42	0.62	-	1.29	0.75	0.38
	7.5R5/12	0.13	-0.67	-1.29	-	-0.54	-0.91
	7.5R5/10	0.67	-0.13	-0.75	0.54	-	-0.37
	7.5R4/10	1.04	0.24	-0.38	0.91	0.37	-

負の値は、妨害刺激の誘目性尺度が目標刺激の誘目性尺度よりも大きいことを示す。

度の差と視覚探索の結果との間には、単純な相関関係は見いだされないように見受けられる。その理由として、神作らの実験と当実験との間で異なる点を中心に、以下の3点が考えられる。

1) 提示した刺激の組み合わせが異なる点：神作らの実験では、多くの色の中に布置された1色について評価が行われた。当実験では、同系統（赤系統）の色同士の探索課題であった。同系統の色同士の探索は困難になることは十分に考えられる。従って、刺激の組み合わせの違いが結果の違いに大きく働いたと考えられる。この点に関しては、「赤系統の色」以外の色も含めた実験を行って改善する事を検討している。

2) 実験手続きが異なる点：課せられた実験手続きの中でも、とりわけ、被験者が刺激色を覚える必要があるかどうか、という点が全く異なっていた。これは、被験者の内観報告に、「目標刺激の色が、記憶しやすい場合と記憶しにくい場合とがあり、その差が探索の場面での難易度に影響している。」という報告があったことから、結果への影響が考えられる。この「記憶の難易度」と、探索の難易とが関係すると予測することも可能であるが、当実験の結果からだけでは、これ以上の考察は不可能である。刺激色を記憶する場合と記憶しない場合とが含まれた実験を行わな

くてはならない。

3) 刺激の提示の状態が異なる点：神作らの実験では、刺激媒体として物体色が用いられた。当実験では刺激媒体としてCRTが用いられた。当実験の実験手続きの中に、見えのモードを被験者に問う手続きは含まれていないものの、刺激色の提示の状態は物体色モードを呈する状態であった。従って、この点は結果の違いには大きく影響しないと考えられる。

さらに、探索関数の傾きと、目標刺激と妨害刺激との間の色差とを比較したところ、やはり単純な相関関係は見いだされなかった。これは、Nagy²⁾らの実験においても、容易な探索となる色差の大きさは必ずしも一定ではなく、刺激の組み合わせによって臨界色差は異なることが報告されている点と一致する。当実験は、色の誘目性との比較を目的としているので、この点に関する詳細な検討は、目標刺激と妨害刺激との間の色差が系統的に選ばれている実験が必要である。

6. おわりに

赤系統同士の色の間では、神作らによって測定された誘目性の評価尺度と、探索課題における探索の効率との間に明確な関連性は見いだされなかった。今後の実験において、神作らの実験刺激により近い、複数の色の組み合わせによる探索課題の実験を行う予定である。

文 献

- 1) H. S. Smallman and R. M. Boynton: Segregation of basic colors in an information display. *Journal of the Optical Society of America A*, 7, 1985-1994, 1990.
- 2) A. L. Nagy and R. R. Sanchez: Critical color differences determined with a visual search task. *Journal of the Optical Society of America A*, 7, 1209-1217, 1990.
- 3) B. Bauer, P. Jolicoeur and W. B. Cowan: Visual search for colour targets that are or are not linearly separable from distracters. *Vision Research*, 36, 1439-1465, 1996.
- 4) 神作 博, 福本純一: 安全色彩の誘目性について. *日本色彩学会誌*, 1, 4-14, 1972.

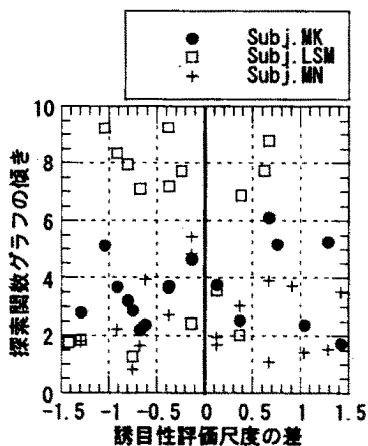


図3 誘目性評価尺度の差と探索関数グラフの傾きとの比較