

視覚像の再認におよぼす色コントラストと輝度変化の効果

天野欽治郎・内川恵二・氏家弘裕

東京工業大学 工学部 像情報工学研究施設

〒227 横浜市緑区長津田町4259

1. はじめに

一度見た場面を忘れることなく覚えている、これは我々が日常よく経験することである。つまり同じ場面や対象に出会うと、「これは見たことがある」と認識する。このような視覚場面の再認がなされる時、様々な視覚情報の要素の一つである色情報はどのような役割を果たしているのだろうか。本報告では、色情報が視覚像の記憶、再認にどれほどの役割をもつのかを調べ、その認識機構へ及ぼす寄与を明らかにすることを目的とした。

2. 実験方法

2.1 刺激・装置

我々の日常に近い視環境を実現するために刺激には自然画像を用いた。またこれにより、絵を絵として認識する過程を経た応答を取り出すことを期待した。刺激の大きさは 18 deg x 12 deg で、被験者は両眼自然視でこれを観察した。刺激呈示には CRT ディスプレイを、その制御にはパーソナルコンピュータを用いた。被験者の応答はキーボードによりコンピュータに取り込んだ。

刺激画像に加えた変化は色コントラスト変化、輝度コントラスト変化である。ここでいう色コントラストは、 u^*v^* 色空間上で各原画像の色の平均値からその画像中の全ての色への距離を1とし、その距離変化の割合により定義した。輝度コントラストも同様に、各画像の平均

輝度値と各画素の輝度値との距離変化の割合である。実験では輝度コントラスト変化を加えた刺激画像として、画像を白黒画像に変換し輝度コントラストのみを変化させたもの、画像中の色はそのまま保存し輝度値のみを変化させたものの二通りを用意した。用意した刺激画像の色、輝度コントラストは次のとおりであった。色コントラスト変化を加えたものは 0, 20, 40, 60, 80, 100% (未処理画像)、輝度コントラスト変化を加えたもののうち白黒画像は 20, 40, 60, 80, 100%、および色情報を保存したものは 0, 20, 40, 60, 80, 100% (未処理画像) である。

2.2 手続き

実験には、被験者が記憶した刺激画像に色度の変化を加え、それを再び呈示したときの被験者がその変化に気づくかどうかを調べる、という手法を用いた。実験は記憶過程と再認過程からなる。記憶過程では 20 枚、再認過程では 40 枚の画像を呈示した。再認過程での 40 枚は、記憶過程の 20 枚とそれとは全く別の画像 20 枚からなる。記憶過程の 20 枚のうち 10 枚に、色コントラスト変化または輝度コントラスト変化を加えた。変化を加えた刺激画像は、常に記憶過程と再認過程とで未処理画像 (あるいは 100%) と対になっている。また、一度呈示した画像は、同じ被験者に二度と見せないようにした。被験者の課題は、記憶過程で呈示される画像を観察すること (記憶課題)、そして再認過程で呈示される画像それぞれに対して、それが

記憶過程で観察したものとまったく同じか否かを強制選択法により応答すること（再認課題）であった。1試行は記憶過程と再認過程から構成された。手続きを次に記した。まず被験者は暗室に入り、記憶課題の教示をうけた。その後記憶過程に入り、継続的に呈示される20枚の画像を観察した。刺激画像の呈示時間は1枚につき2秒、呈示間隔は1秒であった。記憶過程を終えると約45秒の時間間隔がおかれた。この間に再認課題の教示をうけた。その後再認過程に入り、呈示される画像1枚ごとに判断、応答を求められた。刺激呈示は被験者が応答するまで続けられ、応答が終わると次の画像が呈示された。これを40枚の刺激画像に対しておこなった。さらに実験後に、被験者は内観報告を求められた。

2.3 被験者

被験者はMS, HU, TY, YY（男性4名、色覚正常）であった。彼らは本実験の目的を知っていた。

3. 実験結果

3.1 応答の確実性

記憶過程と再認過程でまったく同じ画像が呈示されたときの応答と、再認過程でのみ呈示された画像に対する応答を比較した（表1）。色コントラストが変化したもの、輝度コントラストが変化したものそして変化なしの刺激画像に対する応答を合わせた結果である。また、表中

表1 記憶、再認の両過程において同じ画像 (same) を呈示したときと異なった画像 (diff) を呈示したときの Yes と No の応答の比較 response

stimulus		Yes	No
		same	0.717
diff.	0.024	0.976	

注) 太字は正答を示す。

の数値は全被験者の平均値である。全くおなじ刺激画像に対しては約70%の正答率 (same の Yes 応答) であった。再認過程でのみ加えられた画像に対しては約98%の正答率 (diff の No 応答) であった。すなわち、今観察した画像が先に観察した画像ではない、という判断が正確におこなわれていることがわかる。このことから、被験者の応答の確実性が保証された。

3.2 色コントラスト変化

色コントラスト変化に対する結果を図1 (a), (b) に示す。ここでは、記憶過程で呈示された刺激画像の色コントラストに対して、再認過程で呈示された画像の色コントラストの変化が下降した場合と上昇した場合とに分けて示した。グラフの横軸は色コントラスト変化の割合をコントラスト比によって表わす。例えば、記憶過程で未処理画像 (100%) を観察し、再認過程において色コントラストが20%の画像を観察したときは色コントラスト比は0.2となる (図1

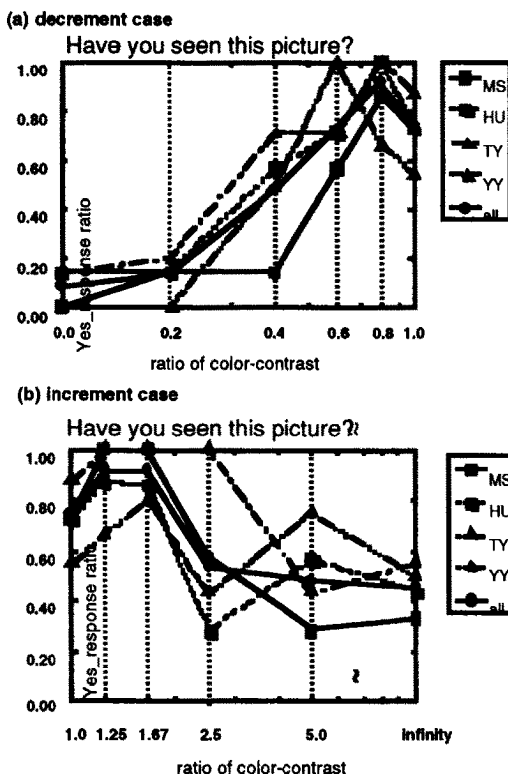


図1 色コントラスト変化に対する応答率。(a) 色コントラスト変化が下降の場合。(b) 色コントラスト変化が上昇の場合。

(a) . 逆に、記憶過程で色コントラスト20%の画像を観察し、再認過程で未処理画像を観察したときは、5.0となる(図1(b)).そして、刺激画像が記憶過程、再認過程で変化がないときには1.0となる.縦軸は被験者が再認過程において「全く同じ」(Yes)と応答した割合を表わす.色コントラスト比が1.0の軸を除いて、Yesの応答は不正解を表す.色コントラスト変化が下降の場合は色コントラスト比が小さいほど色コントラスト変化が大きく、上昇の場合はコントラスト比が大きいほど変化が大きい.グラフでシンボルの違いは被験者の違いを表わす.また、allは全被験者の平均を表わす.

下降の場合(図1(a))では、色コントラスト比が小さいほど、すなわち記憶、再認過程間で色コントラスト変化が大きいほどYes応答率が小さくなっている.これは、刺激画像が大きく異なると被験者はその変化に気がつく割合が高くなることを示す.これに対し上昇の場合(図1(b))には、色コントラスト比が大きくなって(色コントラスト変化が大きい)Yes応答率は小さくならない.Yes応答率は50%付近に落ち着いている.下降の場合のように色コントラスト変化に沿った応答率の変化は見られない.この結果は、色コントラストが低い画像を観察した後に、それよりも色コントラストが高い画像を観察しても、両者をを同じものと判断してしまう傾向があることを示す.ここに、色コントラスト変化の下降と上昇に対する応答に「非

対称性」という注目すべき特性が見られた.

色コントラスト変化の50%閾値を近似的に求めると、下降の場合では色コントラスト比は約0.4,すなわち、色コントラストを未処理画像から40%にまで落とすとその変化に気づく.しかし、上昇の場合は色コントラストが20%,0%であってもYes応答率は約50%のところにとどまり変化は見られない.

また、横軸が1.0のとき、つまり刺激画像が記憶過程と再認過程で変化しないときに、「同じ画像である」と再認する割合が、変化を加えられた画像に対するそれよりも小さい.これは採用した実験手法により、試行回数が増えるある画像のそれと比べてかなり多いためかもしれない.

3.3 輝度コントラスト変化

輝度コントラスト変化に対しては、現段階ではコントラスト変化が上昇の場合のみしかおこなっていない.結果を図2に示した.試行回数が少ないため、全被験者の平均値のみをプロットした.グラフの横軸、縦軸は色コントラスト変化の場合の表記法と同様である.シンボルの違いは刺激の種類の違いを表わす.三角形は色情報を保存して輝度値のみを変化させた刺激、円形は白黒画像の刺激に対する応答を表わす.

輝度コントラスト比が大きくなると、Yes応答率が低下する.色コントラスト変化に対する応答と比較すると、その応答特性の違いがうかがえる.さらに、色情報と輝度情報の記憶、再

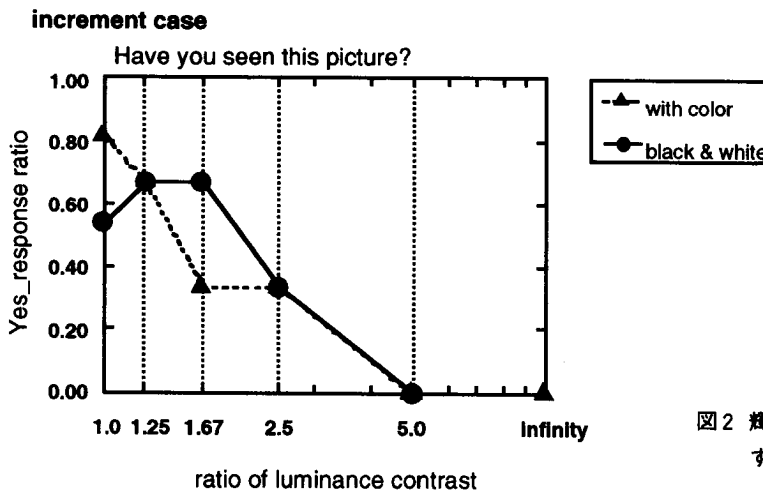


図2 輝度コントラスト変化に対する応答率

認における役割の違いを表わしていると推測できる。しかし、上述のように試行回数が少ないためここではまだ積極的な議論はできない。

4. 考察

以上の実験結果をまとめる。色コントラスト変化に対しては、下降の場合、コントラストを約 40% にまで落として（色コントラスト比 0.4）はじめて未処理画像からの変化に気がつく。しかし、上昇の場合、色コントラスト比が無限大であってもその変化に気がつく割合は色コントラスト比 0.4 のときと変わらない。この性質は輝度コントラスト変化に対する応答には現われなかった。

色コントラスト変化に対する応答の非対称性が「記憶の効果である」と考えた場合、視覚像の記憶、再認における色情報の役割を考察する。これまでに、人間の色知覚は特定の色カテゴリに集約されるという生理学、心理学の両分野から報告されている。また、色記憶のカテゴリ性の報告もされている。それは、入力された色情報はそれぞれの色カテゴリ内に集約され、そのフォーカル色へ移行する。そして、その色が記憶される¹⁾、というものである。本実験から得られた、色コントラストが強められてもその変化に気づかない割合が高い、という結果をこれらの知見に照らし合わせて考えると次のようになる。すなわち、記憶過程において色コントラストが低い画像を観察することにより、被験者はその画像を記憶する。記憶されたその画像中の色は、その色が含まれるカテゴリ内のフォーカル色に向かって移行、変換された色となる。つまり、もと見た色はよりあざやかな色、そのカテゴリを代表する色となって記憶される。よって、先に観察した画像は、よりあざやかな画像となって記憶されるだろう。このように考えると、記憶過程で観察した画像よりも色コントラストが高い画像を観察した場合に同じ画像であると判断してしまう、という現象を説明できる。そして、ある画像を記憶する場合には、色情報については入力される色が何色で

どのカテゴリに含まれるかという情報だけが必要な情報である、と推測できる。

以上から、呈示された画像が同じものであるかどうかという判断に対して色の役割はそれほど大きくない、と考えられる。しかし、本実験では比較すべき輝度コントラスト変化に対する測定が不十分なため、ここから色の役割を言及するには限界がある。

また、本実験結果が記憶による効果であると断定することはまだできない。記憶を介さない条件での色コントラスト、輝度コントラスト変化に対する感度を測定し、上記の結果と比較しなければならない。その一つとして、2枚の画像を同時呈示に近い状況して比較するという、記憶への依存を最小限にした実験を計画している。さらに、色知覚、記憶のカテゴリ性と視覚場面の記憶、再認における色情報の役割との関係について検討したい。

文 献

- 1) 杉山 徹, 内川恵二: 色の記憶とカテゴリカル色知覚の比較. *VISION*, 5, 85-88, 1993.