

色残像に関する一考察

—投影面の色の効果—

有富美代子

【要約】

色刺激を一定時間見つめた後で、周囲の無地視野（投影面）に目を移すと、一般的に、原刺激の補色の残像が見える。本研究の目的は、残像色と投影面の色との相互作用に関する基礎的データを得ることである。投影面である無地視野の色を様々に変化させて、残像色の検討を行ったところ、投影面の色が異なっても、ほぼ同じ残像色が報告されることが多いという結果が得られた。補色残像の性質について、投影面との相互作用の観点から考察を行った。

着色された文字の看板をしばらく見ていて、何気なく、近くの無地の壁などに目を移すと、同じ文字が、元の補色に色づいて、短時間見えるという経験をすることがある。「陰性残像」（補色残像、負の残像）と呼ばれるこの現象について、Goethe（1810）は、「色彩論—教示編」の中で、次のように記述している（木村，2001）。

「夕方、私が、とある酒場に立ち寄り、透き通るように白い顔をした、黒い髪の毛、真っ赤な胸衣を着た、立派なからだつきの少女が私のいる部屋へ入ってきたとき、私は少し離れたところで私のまえに立っている彼女を、薄明かりの中でじっと見つめた。しばらくして彼女がその場から立ち去ると、私は向かい側の白い壁の上に、黒い顔が明るい輝きに包まれているのを見た。輪郭のはっきりした残りの衣服は美しい淡緑色に見えた。」（木村，2001，p.140）

このように、残像現象は日常よく起こっている。陰性残像が生じる前に、元の刺激と同じ性質の陽性残像（正の残像）が極めて短時間生じているが、この段階の残像を捉えることは、一般的には難しい。通常、気付かれるのは陰性残像であるが、短時間に消失するものであり、また、人の日常生活の中では、眼球が常に動いており1点を長く見つめることは少なく、さほど意識されることはない。しかし、病院の手術着や手術室などは、血液の赤の補色である青緑色が気にならないように、青や緑にするなどの配慮がなされている。

残像現象は、アリストテレスの時代にすでに記述があり、研究の歴史は古い（三浦，1994）。Goethe（1810）に代表されるような質的研究や、残像の現われ方を規定する要因（原刺激の照度・輝度・提示時間、投影面の輝度、順応などの個体内要因）に関する量的研究、残像の減衰

過程の検討などが行われている (Berry, 1922; 近江, 1954; 鬼沢, 1972; 常盤, 1973)。

残像が研究者の関心を引き起こしてきたのは、残像に特有の二面的性質 (鬼沢, 1972) による。

鬼沢 (1972) によると、残像は、原刺激の凝視によって眼が外部からの光をいったん吸収した後、再び外部に向けてその光を放射することであり、人間の眼にそのような超能力が備わっている証拠と考えられている。残像は、その生起段階では原刺激への「反応」であり、残像が見える段階では「刺激」としての作用をもつことになる (残像の二面的性質)。そして、残像の明らかな現前性によって、原刺激によって生じた感覚の過度の影響が遮蔽あるいは減殺される「保護的作用」が開始されると考えられている (鬼沢, 1972)。この点については、本論の考察においても言及する。

本論は、「陰性残像の色は、残像の投影面の色によって影響を受けるか」という問題を検討する。

色残像の現れ方については、Wilson & Brocklebank (1955) の研究がよく引用されている。Wilson & Brocklebank (1955) は、120 色相に対する残像の色を、混色円板¹と比較することによって測定している。その結果、残像として生じる補色対 (残像補色) と、加法混色²の補色対 (混色補色) には、少しずれがあることが示された。

また、今田 (1935) は、灰色台紙の中央に置かれた有彩色の小正方形を 20 秒間凝視した後、除去し、そこに現れる残像の色を、15 の色紙の番号で報告させるという実験を行っている。

残像の色と投影面との関係については、大山・鳥居 (1979) に次のような記述がある。「投射面が有彩色の場合は、残像の色と投射面の色の混色が生じる。すなわち、投射面が無彩色であった場合に生じるはずの残像色と投射面の色とを混色の原理に従って混色した場合の色が現れる。」 (大山・鳥居, 1979, p.189)

また、松田 (1995) には、Wilson & Brocklebank (1955) の研究を引用して、「安定した補色残像が現れることは少なく、残像投影面の色とも相互に影響し合う。」 (p.225) と記述されている。

常盤 (1973, p.20) にも、「つぎに残像の投影面の問題がある。これについては、多くは、原刺激と投影面の相互の色彩の組み合わせによる様相の検討である。…… (中略) ……しかしこれもまた微妙な刺激変化によって種々の様相を提出することにはなんらかわらない。」と述べられている。

これらの記述からは、投影面の変化によって残像色が異なることが示唆されている。

大山・鳥居 (1979) や松田 (1995) の記述に沿う研究として、山崎 (1958) は次のような実験結果を報告している。

「同形・同大の各種色紙と灰色紙とを左右に密接並列し、色紙を 3 秒に灰色紙を 1 秒の割合で、交互に見比べる。このような動作を繰り返す中に、灰色紙は隣接色紙の補色に相当する鮮やかな色に見える。この時、灰色紙の上に他の色紙を置いて見ると、その色と補色残像との混合色

が現れる。」(山崎, 1958 p.70)。

投影面の色と残像との相互作用に関する実験的研究は行われてきたと考えられるが、上記の山崎(1958)以外の最近の文献を見出すことができなかった。

そこで、この問題について、実験的研究による基礎的データを得るために、実験を行うことになった。

実験目的は、陰性残像(補色残像)が生じる際、残像が投影される面の色が、補色残像の色の現れ方に影響するかどうかを検討することである。投影用図版の色が異なっても、同じ色の残像が見えるのか、あるいは、投影用図版の色の影響を受けて変化するのか、5種類の投影用図版の提示順序を操作して実験を行った。

予備実験

目的：

本実験で使用する残像測定用原図版の適切な提示時間を決めるため、予備実験を行った。残像測定用原図版作成の参考とした Favreau & Corballis (1977) では、原図版の提示時間を1分間としている。予備実験では、原図版の提示時間に2水準(30秒間・1分間)を設け、各条件下で生起する残像持続時間の測定を行うとともに、参加者自身が、生起する残像色を記録できるかどうか検討した。

方法：

実験参加者：本実験には参加しない20代の男性1人と女性1人。

実験計画：残像測定用原図版の提示時間を2水準(30秒・1分)とする被験者内一要因計画。

実験材料・器具：本実験と同じ材料・器具を用いた。

実験手続き：次の3点以外は、基本的に本実験の手続きと同じであった。

本実験と異なる点：

- ①残像測定用原図版の提示時間について、30秒条件と1分条件の2条件を設けた。
- ②各条件下で5枚の投影用図版に生じた残像持続時間を測定した。
- ③投影用図版の提示順序を一定にした。

1人の実験参加者は、最初に、残像投影用原図版の提示時間が30秒の条件で5枚の投影用図版について残像色を記入し、小休止後(5分間)、残像測定用原図版の提示時間が1分の条件で同様の実験を行った。

もう一人の実験参加者は、最初に1分条件で、次に30秒条件で同様の実験

を行った。

5枚の投影用図版の提示順序は、本実験の順提示条件と同じである。

残像持続時間は、原図版除去後、実験参加者が各投影用図版を見始めた時点から、「(残像が)消えた」と報告するまでの時間をストップウォッチで測定した。

各参加者は、2回目の実験(30秒条件あるいは1分条件)終了後、内観報告³の自由記述を求められた。

結果と考察：

Table 1 に、2人の実験参加者の結果を示した。Table 1 によると、参加者 S1 の1分条件での残像持続時間平均値は16.01秒、30秒条件での平均値は11.79秒で、30秒条件の方が4.22秒短い。また、参加者 S2 の1分条件での残像持続時間平均値は13.84秒、30秒条件での平均値は8.61秒で、30秒条件の方が5.23秒短い。

上記の結果は、原図版の提示時間が長いほど、その後に生起する陰性残像の持続時間が長くなることを示唆している。また、各投影用図版における残像色の記入でも、30秒条件では、2人の参加者それぞれに書けない箇所があり、データの欠損が見られた。

このような結果から、本実験での残像測定用原図版の提示時間は1分間に決定した。

そして、参加者2人の残像持続時間平均値を比較すると、30秒条件でも1分条件でも、S1の方がS2よりも長く、残像が見えている時間に個人差があることも示唆されている(Table 1 参照)。

また、残像の色に関しては、参加者 S 1 は、3枚の投影用図版の結果と2枚の投影用図版の結果がそれぞれに同一であった。参加者 S 2 は、5枚の投影用図版すべてに同じ残像色を報告した。

Table 1 予備実験の結果—陰性残像の持続時間(単位 秒)

実験参加者	原図版 提示時間	投 影 用 図 版 の 色					平均値
		グレー	ピンク	水色	黄	白	
S 1	30 秒	11.90	11.91	9.10	13.81	12.22	11.79
	1 分	16.06	14.15	16.53	16.31	17.00	16.01
S 2	30 秒	9.47	7.63	7.22	9.40	9.35	8.61
	1 分	12.90	10.34	17.28	18.66	10.03	13.84

本実験

目的

陰性残像（補色残像）が生じる際、残像が投影される面の色が、補色残像の色の現れ方に影響するかどうかを、5枚の投影用図版の提示順序を一定にする「順提示条件」と、ランダムな順序で提示する「ランダム提示条件」を設けて検討する。

方法

実験参加者：実験参加者は、大学生60人で（男性16人・女性44人）、平均年齢は20歳であった。30人ずつ2群に分けて実験を行った。

実験計画：投影用図版の提示順序を2水準とした被験者間一要因計画。投影用図版を一定の順序で提示する「順提示群」とランダムな順序で提示する「ランダム提示群」を設け、各群に実験参加者30人を割り当てた。

実験材料：(1) 残像測定用原図版 1枚（A4サイズ 縦向き提示）

残像測定用原図版（Figure 1 参照。以下、原図版）は、Favreau & Corballis (1977) を参考にして、印刷会社に作成を依頼した。

Figure1 のように、緑（シアン 100%+イエロー 100%）、黄（イエロー 100%）、青（シアン 100%）、赤（マゼンタ 100%+イエロー 100%）に着色された4つの扇形が、時計回りで円形に配置されている。以下の記述では、4つの扇形に言及する際、時計回りに、A（緑の扇形）、B（黄の扇形）、C（青の扇形）、D（赤の扇形）と呼ぶ。

原図版の中央には、固視点用の「+」が黒で書かれている。また、右上隅に、図版の上側を明示するため、上向きの矢印と「上」の文字が小さく印字されている。

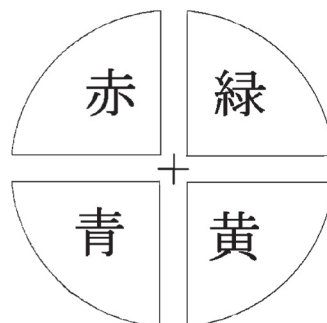


Figure 1. 残像測定用原図版

(2) 残像投影用色図版 5枚 (A4サイズ 縦向き提示)

残像投影用色図版 (以下、投影用図版) は、白・黄・グレー・ピンク・水色の5色のカード、各1枚ずつ、計5枚。いずれも、用紙の中央に、原図版と同じ固視点用の「+」が黒で書かれている。上質超厚口カード (大王製紙製)。

(3) 記録用紙 1枚 (A4サイズ)

実験の結果を、各参加者自身が記録するための用紙。予備実験の結果では、残像は明瞭に観察されるが、秒のオーダーで短時間に消失するため、残像として見えた色の記録は参加者自身に記入してもらう方法を取った。記録用紙の「結果」のスペースには、小さな4つの扇型が円形に配置された図 (原図版の模式図) が5箇所があり、それぞれの上部に「投影面の色」を記入する欄が設けられている。記録用紙には、実験を行った感想 (内観報告) を記入する「感想」のスペースも設けられている。

(4) マンセルの色相関

実験参加者が残像色を表現する際の参考にするため、実験開始前に見せた。

(5) ストップウォッチ

原図版の提示時間 (1分間) の測定に使用した。

実験手続き： 実験は個別に行われ、参加者毎に実験日は異なったが、ほぼ同じ時間帯 (午後1時～3時) に、蛍光灯で照明された静かな部屋で実施された。

各参加者は、色相関を見ながら、色の記述方法についての説明を受けた後、実験を開始した。

参加者は、原図版を1分間見つめた後、実験者の合図で、1枚目の投影用図版に眼を移し、そこに見えた残像の色を記録用紙に記入した。残像色の記入後に、投影面の色を記入した。記入を終えると、参加者は、再度、原図版を手渡され、1分間経過後、2枚目の投影用図版に眼を移し、見えた残像の色を記録用紙に記入した。この手続きが5回繰り返され、5枚目の投影用図版についての記入を終えた時点で、実験を終了した。最後に、参加者は、実験を行った感想の自由記述を求められた。

実験の教示： 実験の最初に、各参加者に、次の教示が与えられた。

「これから、1枚のカラー図版を見ていただきます。その図版の中央にプラスのしるしがありますので、その部分に目を固定するようにして、その図全体を見てください。実験者が合図をするまで見続けてください。実験者が「はい」という合図をしたら、その図版を実験者に返し、前に置かれている色無地カードに眼を移してください。そこに、先ほど見てもらったものと、形が同じで色の違う図が見えるはずですよ。その時見える色を記録用紙に記入してください。見えた色の記入が終わったら、色無地カードの色を『投影面の色』のところに書いて下さい。」

投影用図版が5枚であることは、実験開始前に知らされている。

結果

順提示群の2人とランダム提示群の2人にデータの欠損がみられたため、以下の分析は、順提示群28人とランダム提示群28人の結果に基づいている。

(1) 投影用図版毎の残像色の一致度

投影用図版毎の残像色の一致度を、提示法別に、Table 2 および Figure 2 に示した。

Table 2 および Figure 2 において、「5 図版一致」という表記は、ある参加者が、5 枚の投影用図版について記入した残像色の結果が完全に一致していることを意味している。Table 2 によると、「5 図版一致」の結果を示した参加者が、順提示条件では 11 人、ランダム提示条件では 15 人であった。

「4 図版一致」という表記は、ある参加者が 4 枚の投影用図版について記入した残像色の結果が同じで、1 枚の投影用図版についてのみ異なる残像色を記入している場合である。「記入された残像色が異なる」という判断は、1 枚の投影用図版について記入された結果が、原図版の 4 つの扇型 A・B・C・D いずれか 1 箇所でも、4 図版一致結果と異なっている場合に適用された。Table 2 によると、「4 図版一致」の結果を示した参加者が、順提示条件では 5 人、ランダム提示条件では 6 人であった。

同様に、「3 図版一致」という表記は、ある参加者が 3 枚の投影用図版について記入した残像色の結果が同じで、2 枚の投影用図版について異なる残像色を記入している場合である。Table 2 によると、「3 図版一致」の結果を示した参加者が、順提示条件では 7 人、ランダム提示条件では 3 人であった。

そして、2 枚の投影用図版の結果が同じ「2 図版一致」の結果を示した参加者は、順提示条件では 4 人、ランダム提示条件でも 4 人であった (Table 2)。

順提示条件の一人の参加者は、5 枚の投影用図版すべての結果が異なっていた (Table 2、「一致図版なし」参照)。

Table 2 の結果について二要因分散分析を行ったところ、提示法の主効果には有意差がみられず、一致図版数の主効果が 5% 水準で有意となった ($F(1, 4) = 9.8471, p < 0.05$)。Tukey 法により多重比較を行ったところ、「5 図版一致」の結果と「一致図版なし」の結果に有意差が認められた。

順提示条件とランダム提示条件との間に有意差がみられなかったため、両条件の結果を合計して、一要因分散分析を行ったところ、一致図版数の主効果が 1% 水準で有意となった。多重比較の結果、「5 図版一致」と「4 図版一致」・「3 図版一致」・「2 図版一致」それぞれとの差が 5% 水準で有意となり、「5 図版一致」と「一致図版なし」の間に、1% 水準で有意差がみられた。

他の 2 群間の比較では、有意差はみられなかった。

このように、5枚の投影用図版の残像色が一致する場合が最も多いという結果が得られた。

Table 2 各提示条件において残像色が一致した程度（セル内は人数）

	5図版一致	4図版一致	3図版一致	2図版一致	一致図版なし
順提示群	11 (39.28%)	5 (17.86%)	7 (25.00%)	4 (14.29%)	1 (3.57%)
ランダム提示群	15 (53.57%)	6 (21.43%)	3 (10.71%)	4 (14.29%)	0
合計	26	11	10	8	1

(各群の参加者数は28人)

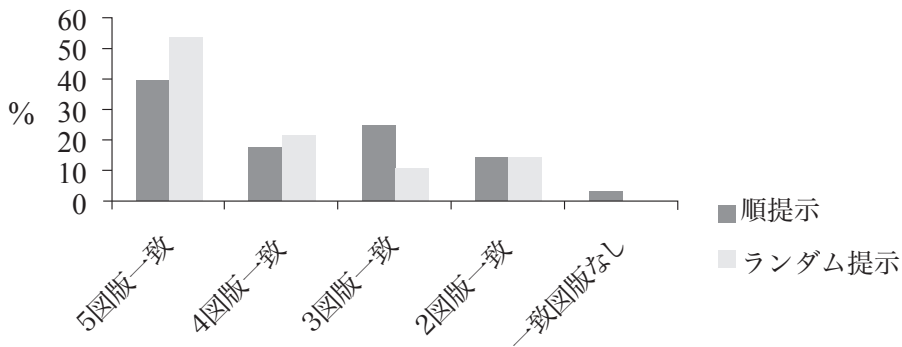


Figure 2. 各提示条件において残像色が一致した程度

(2) 残像色一致図版において報告された色

Table 3は、投影用図版の色が異なるにも拘らず、報告される残像色が一致する場合に、どのような色が最も多く生じたのかを示している。

(1) で述べたように、分散分析の結果、提示条件による有意差はみられなかったため、Table 3の結果は、両条件の合計を表している。

Table 3によると、原図版 (Figure 1) のA (緑の扇形) の部分では、残像色が一致した図版の数が5枚・4枚・3枚・2枚いずれの場合にも、ピンクの残像が見えたという報告が最も多く、次に多いのは赤である。同様に、B (黄の扇形) の部分では、一致図版数に関わらず、青の残像が見えたという報告が最も多く、紫や紫青という報告もみられる。C (青の扇形) の部分では、オレンジの残像が見えたという報告が最も多く、次に多いのは黄である。D (赤の扇形) の部分では、緑の残像が見えたという報告が最も多く、次に多いのは水色で、緑青という報告もある。

このように、原図版の4つの扇形部分について最も多く報告された残像色は、5枚の図版が一致する場合にも、2枚の図版が一致する場合にも共通する傾向がある。

以上の結果から、本実験で用いた原図版 (Figure 1) の4つの扇形には、次の残像色が共通して生じていたようである。そして、その傾向は、投影用図版の色相が変化しても、ほぼ一定であったといえる。

- ① A (緑の扇形) →ピンク
- ② B (黄の扇形) →青
- ③ C (青の扇形) →オレンジ
- ④ D (赤の扇形) →緑

Wilson & Brocklebank (1955) の研究で、残像補色と混色補色にはずれがあることが示されているが、赤の残像補色は青緑、黄に対しては紫青、青に対しては橙色、緑に対しては赤紫とされている (心理学事典、1981, p. 277)。本実験結果では、Table3 にみられるように、A (緑の扇形) に対する残像色には、赤・赤紫も含まれているが、多くの参加者はピンクと報告している。また、B (黄の扇形) やD (赤の扇形) に対して最も多く報告された残像色も事典の記述とは少し異なっている。本実験の場合、色の表記法は参加者に任されている。上記の結果が、色の表現の個人差によるものか、あるいは、本実験で用いた原図版・投影用図版の色彩的性質によるものかは、今後の検討課題である。

Table 3 一致図版において報告された残像色とその頻度

	原図版の色			
	A (緑)	B (黄)	C (青)	D (赤)
5 図版一致 (26人)	ピンク：19 赤：6 紫：1	青：20 紫：3 紫青：2 緑青：1	オレンジ：17 黄：6 赤：2 橙黄：1	緑：15 水色：5 緑青：5 エメラルドグリーン：1
4 図版一致 (11人)	ピンク：7 赤：3 赤味紫：1	青：8 紫青：2 紫：1	オレンジ：7 黄：3 黄赤：1	緑：6 水色：3 青緑：1 黄緑：1
3 図版一致 (10人)	ピンク：7 赤：2 赤紫：1	青：5 紫青：2 紫：1 紺：1 水色：1	オレンジ：6 黄：3 山吹色：1	緑：3 水色：5 緑青：2
2 図版一致 (8人)	ピンク：4 赤：4	青：6 紫：1 青紫：1	オレンジ：3 黄：4 橙黄：1	緑：3 水色：3 緑青：1 青緑：1

(3) 残像色が他の図版と一致しない投影用図版についての分析

Table 4 は、他の投影用図版と一致しない残像色が、1 図版以上報告された場合に、どの色の投影用図版で不一致が生じたかを示したものである。

Table 4 によると、4 枚の投影用図版に同じ色の残像が生じ、1 図版のみ不一致であった参加者は 11 人で、その内 2 人の参加者が、グレーの投影用図版において他の 4 枚の投影用図版との不一致が生じている。同様に、この 11 人の内、ピンクの投影用図版で不一致が生じた参加者は 4 人、水色投影用図版で不一致が生じた参加者は 2 人、黄色投影用図版で不一致が生じた参加者は 1 人、白色投影用図版で不一致が生じた参加者は 2 人となっている。

また、3 枚の投影用図版に同じ色の残像が生じ、2 図版が不一致であった参加者は 10 人であった。この場合、各参加者で不一致が生じた図版は 2 枚あり、Table 4 には、20 枚の不一致図版について、グレー・ピンク・水色・黄色・白色各投影用図版で不一致が生じた参加者数が示されている。同様に、2 枚の投影用図版に同じ色の残像が生じ、3 図版が不一致であった場合 (8 人) は、24 枚の不一致図版についての結果が示されている。

Table 4 の結果について二要因分散分析を行ったところ、投影用図版の色の主効果も、不一致図版数の主効果も有意ではなかった。したがって、特定の色の投影用図版に、他とは異なる残像色が現れやすいという傾向は認められなかった。

Table 4 残像の不一致が生じた投影用図版の色とその人数

	投影用図版の色				
	グレー	ピンク	水色	黄	白
1 図版不一致 (11 人)	2	4	2	1	2
2 図版不一致 (10 人)	4	1	4	6	5
3 図版不一致 (8 人)	3	7	3	7	4
合計	9	12	9	14	11

(4) 残像色不一致図版の内容分析

(a) 残像色不一致の箇所とその頻度

① 4 図版一致の場合 (11 人) → 不一致図版各 1 枚

不一致図版において、1 箇所の扇形のみが他の 4 枚の図版結果と異なっていたのは 9 人であった。この例は、4 枚の投影用図版の D (赤の扇形) の残像色として「緑」と記入し、残り 1 枚の投影用図版の同じ部分に「緑青」と記入している場合である。

また、2 箇所の扇形において異なっていたのは 2 人であった。この例は、4 枚の投影用図版の B (黄の扇形) の残像色として「青」を、C (青の扇形) の残像色として「黄」を記入していて、残り 1 枚の投影用図版の同じ部分に、それぞれ、「紫」・「オレンジ」と記入している場合である。

② 3 図版一致の場合 (10 人) → 不一致図版各 2 枚

不一致図版において、1 箇所のみ他の 2 枚の図版結果と異なっていたのは 7 人で、2 箇所以上の扇形が他の 2 枚の図版結果と異なっていたのは 3 人であった。

③ 2 図版一致の場合 (8 人) → 不一致図版各 3 枚

不一致図版において、1 箇所のみ他の 3 枚の図版結果と異なっていたのは 3 人で、2 箇所以上の扇形が他の 3 枚の図版結果と異なっていたのは 5 人であった。

(b) 不一致の場合の残像色

上記 (a) ①に挙げた例のように、複数の投影用図版に共通して記入された残像色と一致しない残像色が記入される場合にも、その色相は、Table 3に見られた傾向と似通っていた。つまり、B (黄の扇形) の部分に報告された残像色は青・紫・紫青・緑青などであるが (Table 3 参照)、そのいずれかが複数図版に共通回答され (例えば青)、残りの 1 枚あるいは 2 枚の図版に、それとは異なる同系色 (例えば紫青) が記入されていた。

残像色不一致図版の内容分析からは、生じた不一致が 4 つの扇形のうちの 1 箇所か 2 箇所で、わずかな不一致であること、報告される残像色も大きく異なるものではなかったことが示されている。

考察

実験結果を纏めると次のようになる。

- (1) 投影用図版毎の残像色の一致度を分析したところ、5 枚の投影用図版の残像色が一致する場合が最も多いという結果が得られた。つまり、投影用図版の色相が変化しても、残像色には影響しないことが示された。
- (2) 残像色一致図版において報告された色に関しては、原図版の 4 つの扇形部分に、次の残像色が共通して生じたようである。
 - ① A (緑の扇形) → ピンク
 - ② B (黄の扇形) → 青
 - ③ C (青の扇形) → オレンジ
 - ④ D (赤の扇形) → 緑

そして、その傾向は、投影用図版の色相が変化しても、ほぼ一定であったと言える。

- (3) 他の投影用図版と一致しない残像色が報告された場合に、どの色の投影用図版で不一致が生じたかを調べたところ、特定の色の投影用図版に、他とは異なる残像色が現れやすいという傾向は認められなかった。
- (4) 残像色不一致図版の内容分析を行ったところ、生じた不一致が、4 つの扇形の 1 箇所

か2箇所、わずかな不一致であること、報告される残像色も大きく異なるものではなかったことが示された。

以上の結果は、残像が投影される面の色に変化しても、ほぼ同じ補色残像が生じることを示唆している。

この結果は、山崎（1958）の実験結果とは異なり、大山・鳥居（1979）や常盤（1973）・松田（1995）の記述とも相違するが、限られた実験材料による結果であり、早計な結論を導くことはできない。

また、次のことを考え合わせると、問題はさらに複雑になる。

鬼沢（1972）は、残像の「保護的作用」について次のように記述している。

「すでに原刺激を凝視し続けている期間中にその刺激と反対色に発達した残像は、それを見ているときにも、その上に投影されてそれを覆うことになり、原刺激の見えの色相を混色によって無色系のものにし、さらにはその輝度を遮蔽によってくもらせたり、希薄にしたりして、その光の生体に対する直接的影響を緩和し、防御するように作用し続けるわけである。」（鬼沢，1972，p.7）

本実験の参加者の中にも、「原図版を見ている時から、図形の周辺に補色の残像が見えてきた。なお見続けると、図が白っぽくなって、元の色が褪せたような感じがした。」という内観報告をする人が複数いた。鬼沢（1972）に従って考えると、「図が白っぽくなって、色が褪せたよう」と感じたのは、原図版の色の上に補色残像が重なり、両者の混色によって灰色が生じ、その灰色が原図版を覆ったためと考えられる。この場合、原図版は、本実験での投影用図版に相当し、この時点では、原図版の色と補色残像との間に「混色」という相互作用が起こっていることになる。そして、この後、別の投影用図版に眼を移すと、明瞭な補色残像が観察され、投影用図版の色相とは混色が起こらなかったのである。

このような補色残像の推移からは、投影面と残像色との相互作用の問題がかなり複雑な要因を含んでいることが推測される。実験材料をさらに緻密に統制した研究を行う必要があると考えられる。

現在では、色彩知覚に関する生理学的研究が進み、補色残像が生起するメカニズムについては、石口（2006）に次のように簡略に説明されている。

Figure 3 は、説明のための模式図である。

Figure 3 の L・M は、眼の網膜にある視細胞（錐体細胞）⁴ で、L 錐体は赤などの長波長の光に反応し、M 錐体は緑などの中波長の光に反応して、それぞれの色彩感覚を生じる。円形は、反対色である赤（R）と緑（G）を処理する反対色神経⁵ を表している。L 錐体は反対色神経に興奮性の信号を伝達し、M 錐体は抑制性の信号を伝達する。したがって、反対色神経は、網膜に長波長の光（赤色）があたると活動性が高まり、中波長の光（緑色）があたると通常より

活動性が低下する。この反対色神経（「R + G -」神経）が、通常よりも活動性が高ければ赤色光、活動性が低ければ緑色光が来たとき脳は解釈する。

ここで、赤色をしばらく見続けると、順応⁶の結果、次第にL錐体からの信号が少なくなり、「R + G -」神経自身の活動性も低下する。順応後、白色のスクリーンを見ると、通常なら、赤入力と緑入力が相殺されるため「R + G -」神経は反応しないが（白色スクリーンはすべての波長光を反射するので、通常、「R + G -」神経は、白色に含まれる長波長光から興奮を、中波長光から抑制を受け、それらが相殺された結果、活動性は高まりもしないし、低下もしない）、赤色に順応した結果、緑光のみ有効となり、通常より活動が低下する。この結果、脳では、「緑信号」のみ受け取った時と同じ状態になり、緑知覚が成立する。このようにして、補色の残像が見えることになる。

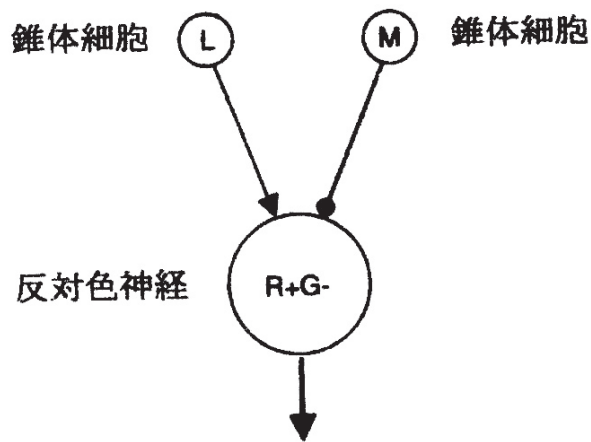


Figure 3. 補色残像の説明図
(石口 (2006) を一部改変)

残像の説明としては、上記の2段階説が有力となっているが、残像現象が網膜の段階で起こっているのか、中枢レベルの関与はどの程度かという問題も残されている。Goethe, J. W. (1749-1832) の現象記述的研究が、後の「反対色説」の発見につながったことはよく知られている。神経生理学的データはもとより重要であるが、心理現象を捉えた行動面のデータを蓄積することも、問題の解明につながる可能性を含んでいると考えられる。

引用文献

Berry, W. 1922 The flight of colors in the after image of a bright light. *Psychological Bulletin*, 19, 307-337.
Favreau, O.E., & Corballis, M.C. 1977 Negative aftereffect in visual perception, *Scientific American* (別

- 冊サイエンス 特集 視覚の心理 1982 視覚における残像と残効 日経サイエンス)
- Goethe, J.W. 1810 Zur Farbenlehre (木村直司 (訳) 2001 色彩論 ちくま学芸文庫)
- 石口 彰 2006 視覚 新曜社
- 松田 隆夫 1995 視知覚 培風館
- 三浦 佳世 1994 6.5 残像 大山 正・今井 省吾・和気 典二 (編) 新編 感覚・知覚心理学
ハンドブック 誠信書房 p.486.
- 近江 源太郎 1954 有色残像について 色彩研究, 17, 18-22.
- 大山 正・鳥居 修晃 1979 2.2 色の性質 田崎 京二・大山 正・樋渡 涓二 (編) 視覚情
報処理 朝倉書店 Pp.155-216.
- 鬼沢 貞 1972 残像の本性—とくに視覚残像について— Artes liberales (岩手大学人文社会学部),
10, 1-15.
- 新版 心理学事典 1981 平凡社
- 常盤 満 1973 残像研究の展望 日本大学心理学研究, 1, 20-29.
- Wilson, M. H., & Brocklebank, R. W. 1955 Complementary Hues of After-Images. Journal of the optical
society of America, 45, 293-299.
- 山崎 勝弘 1958 配色効果に及ぼす補色残像の定量的研究 日本建築学会論文報告集, 60,
69-72.

【註】

- 1：混色円板…混色を行うために用いられた機器。円板を扇形状に分割して異なった色をつけ、それを高速で回転させて混色させる。
- 2：加法混色…網膜上の同一部位に二つ以上の成分色を同時に当てて混合色を得る方法。一般的に色光数が増えるほど輝度が高くなるので加法混色といわれる。
- 3：内観報告…実験参加者が、実験中の自身の意識的体験（実験課題をどのように考えたか、どのように行ったか、どのように感じたか）を、実験終了後に報告すること。
- 4：錐体細胞…眼の網膜にある光受容器（視細胞）の一種。明るい所で働き、明暗と色彩感覚に関与する。
- 5：反対色神経…赤と緑、黄と青、黒と白といった反対過程を示す神経細胞。網膜神経節細胞および外側膝状体細胞の中に存在するとされる。
- 6：順応…同じ刺激が続けて与えられると、感覚細胞の応答の変化が生じ、次第にその刺激に対する反応が低下すること。