



Title	鮮明なイメージと残像の関係性
Author(s)	廣瀬, 健司; 菱谷, 晋介
Citation	電子情報通信学会技術研究報告 : 信学技報, 115(149), 113-116
Issue Date	2015-07-18
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/59824
Rights	copyright©2015 IEICE
Type	journal article
File Information	2015_HIPs_Paper_Hirose.pdf



鮮明なイメージと残像の関係性

廣瀬 健司[†] 菱谷 晋介[‡]

[†] 北海道大学大学院文学研究科 〒060-0810 札幌市北区北 10 条西 7 丁目

[‡] 北海道大学 〒060-0808 札幌市北区北 8 条西 5 丁目

E-mail: [†]hirose@let.hokudai.ac.jp, [‡]hishitani@let.hokudai.ac.jp

あらまし 本研究では、心的視覚イメージの鮮明度と残像の持続時間の関係を調べた。イメージの鮮明度は VVIQ 日本語版で測定した。VVIQ の半数の項目はイメージを鮮明化する描画条件のもとで、残りはイメージを不鮮明化するスター条件のもとで実施された。VVIQ の評定値は、小さいほどイメージが鮮明であることを表す。実験の結果、描画条件の評定値の合計と残像の持続時間の間に、有意な正の相関が検出された。これは、イメージが鮮明なほど、残像の持続時間が短いという関係性を意味する。この結果は、残効が強いほどイメージの鮮明度は低下しやすい、または、イメージが鮮明であるほど残効は消失しやすいという傾向のいずれか、あるいは両方があることを示唆する。

キーワード 視覚イメージ、鮮明度、残像

The relationship between vivid visual mental image and after-image.

Kenji HIROSE[†] Shinsuke HISHITANI[‡]

[†] Graduate School of Letters, Hokkaido University Kita 10, Nishi 7, Kita-ku, Sapporo, 060-0810 Japan

[‡] Hokkaido University Kita 8, Nishi 5, Kita-ku, Sapporo, 060-0808 Japan

E-mail: [†]hirose@let.hokudai.ac.jp, [‡]hishitani@let.hokudai.ac.jp

Abstract We investigated relationships between vividness of visual mental images and durations of after-images. The vividness was measured by the Japanese version of VVIQ. Half of the items on VVIQ were answered under the Drawing condition. The others were answered under the Star condition. Smaller ratings of VVIQ indicate more vivid images. The results showed significant correlation between the totals of the ratings on Drawing condition and durations of after-images. The results suggest two possibilities stated below. 1: One could generate only vague visual images when one's after-effects were robust. 2: One's after-effects were easy to decay when one could generate vivid images.

Keywords visual imagery, vividness, after-image

1. 序論

事前に提示された視覚刺激を心的視覚イメージ（以下、イメージと略記）として再現すると、その刺激が有する視覚的属性に関して、刺激の知覚時と類似した順応が起こることが示唆されている（例えば[1][2]）。これは、イメージと視覚が処理過程を共有しており、イメージを形成すると、その処理過程に順応が起こることだと考えられる。もし、イメージがそのような性質を持つなら、イメージの形成過程は、刺激の知覚によって生じた視覚的な残効の影響を受けると予想される。イメージ形成時に刺激を観察すると、イメージには妨害的にはたらくことが知られているので（たとえば[3]）、刺激の残効も、おそらく妨害的な効果を持つのではないかと推測される。イメージの形成

過程に対する残効の妨害効果があれば、イメージ形成の成否の程度を表すと考えられる指標、例えばイメージの鮮明度は、相対的に低くなるだろう。本研究ではこの仮説を検証した。

検証のための最初のステップは、まず、残効の強さとイメージの鮮明度との間に相関関係があるかどうかを調べることであろう。上記の仮説が正しければ、残効が強い者ほどイメージの鮮明度は低くなる、という関係性が検出されると考えられる。そこで本研究では、刺激によって生じる残効の強さとイメージの鮮明度の間に、負の相関関係があるかどうかを検証することとした。視覚的な残効の強さの指標としては、残像の持続時間を用いた。イメージの鮮明度は、イメージ鮮明性質問紙（Vividness of Visual Imagery Questionnaire:

VVIQ) 日本語版[4] (以下, VVIQ と略記) で測定した。VVIQ は, 4 つの場面ごとに 4 つのイメージを形成させる, 計 16 項目からなる質問紙である。

では, これらの指標で, イメージの鮮明度と視覚的な残効の関係をできるだけ精度良く検出するにはどうしたら良いだろうか。このことを考えるにあたっては, イメージと残像の生理的基盤が手がかりとなる。イメージは, 特にそれが精緻であれば, V1 のような低次の視覚野を活性化させると推定されている[5]。また, 残像は, その生理的基盤の一部が, V1 のような低次の視覚野にあることが示唆されている[6][7]。そうすると, イメージが精緻になるようにその処理過程が働く場合では, 残像の持続時間が長いほど, イメージの鮮明度は低くなるという関係性が見られるだろう。

イメージが精緻である, とは, イメージを構成する要素が, 詳細かつ明瞭に表現されていることだと考えて良いだろう。これはつまり, イメージが鮮明だということである。よって, イメージが鮮明である方が, 残効との関連が検出されやすくなると推定される。そこで, イメージの鮮明度を向上させる手続きとして, 菱谷・西原[8]がその有効性を示した, イメージ対象の輪郭をなぞって描くように指先を動かす, という手続きを採用することとした (以下, 描画条件と呼ぶ)。ただし, VVIQ の全ての項目を描画条件下で実施した場合, 描画の効果が累積し, どの参加者においてもイメージが非常に鮮明になるという可能性があった。そのような場合, イメージの鮮明度の個人間変動が小さくなり, 本来は存在する残効との関連が検出できなくなることが危惧された。そこで, VVIQ の項目のうち半分を, イメージの鮮明度を低下させる条件下で実施することとした。具体的には, 菱谷・西原[8]が報告した, 五芒星の頂点を描くように移動するドットを眼で追従する, という手続きを採用した (以下, スター条件と呼ぶ)。イメージの鮮明度向上および低下の効果が累積されないように, VVIQ の各項目は, 描画条件とスター条件に交互に割り当てられた。

イメージの場合と同様に, 残像の持続時間が極端に短く, あるいは極端に長くなった場合も, イメージと残効の関連は検出しにくくなると考えられる。残像の持続時間は, 残像の背景となる刺激の輝度によって影響を受ける。1 つの背景刺激だけを用いて実験を行ない, イメージと残効の関連が検出されなかった場合, 残像の持続時間が長短どちらに偏ったことが原因なのか, 判断することができない。そこで本研究では, 背景刺激の輝度に高低の水準を設け, 判断材料が得られるように配慮した。

2. 方法

2.1. 実験参加者

19 名の大学生 (男性 7 名, 女性 12 名) が参加した。全員心理学実験の実習の授業を受講しており, 以下の実験には授業の一環として参加した。

2.2. 刺激・材料

スター条件で使用した黒色のドットは, スクリーン上で約 5 cm であった。ドットの制御には, 西原[9]の作成したプログラムを使用した。

残像を生じさせるための順応刺激 (以下, 順応刺激と略記) は, 直径が視角 2.7° の, 赤, 緑, 青の円であり, モニタの中央に提示された。各刺激の色度と輝度を表 1 に示す。

表 1: 各順応刺激の輝度 (単位は cd/m^2) と色度。

		順応刺激		
		赤	緑	青
輝度		31.05	79.75	9
色度	x	646	311.5	166
	y	317.5	533	68

残像を観察する際の背景としては, 2.3 cd/m^2 および 26.8 cd/m^2 の無彩色刺激が使用された。以上の色度および輝度は, 実験に使用されたモニタに刺激を提示し, 提示面に CRT カラーアナライザー CA-100 (コニカミノルタ株式会社製) のプローブを密着させて測定した。

VVIQ は, イメージを参加者に形成させ, その鮮明度を, 次の基準にしたがって評定させる。1: 完全にハッキリしていて, 実物を見ているようである。2: かなりハッキリしているが, 実物を見ているほどではない。3: ハッキリした程度は, 中位である。4: ボンヤリしていて, かすかである。5: 全くイメージが浮かばないで, ただ言われたことについて自分が考えているということが, 「わかっている」だけである。このように, VVIQ の評定値は, 値が小さいほどイメージの鮮明度が高いことを表す。

実験参加者に配布した VVIQ の用紙には, 各項目の左側に「STAR」あるいは「描画」と交互に印刷されており, これらが条件を表していた。用紙は, 奇数番目の項目のどちらに「STAR」あるいは「描画」が割り振られるかで 2 種類用意された。

2.3. 装置

VVIQ は, 大学構内の教室で, 講義時に使用される一般的な明るさの照明下で実施された。スクリーンから実験参加者までの距離は, およそ 2m~5m であった。

残像の実験は暗室内で実施された。実験の制御とデータ収集には MacMini (Apple Inc. 製) が, 刺激の提示には FlexScan L367 (15 インチ LCD, EIZO 株式会社製) が使用された。モニタと参加者の間には, 正方形の開

口部のあるつい立てが置かれ、発光面以外の部分が隠された。開口部は一辺が視角約 16° であった。つい立ては、順応刺激が開口部の中央に位置するように設置された。これらの装置は間接的に照明された。開口部の各辺の中央の、開口部から約 1 cm 外側に離れた位置の輝度を、色彩輝度計 CS-100A（コニカミノルタ株式会社製）で測定した結果を表 2 に示す。

実験参加者は、上記の装置が設置された机に、モニタに向かい合うように座った。参加者の座った側には顔面固定器 TO-284（トーヨーフィジカル株式会社製）が設置され、参加者はこれにあごを載せた。

表 2：つい立ての照明状況（単位は cd/m^2 ）。

背景輝度	測定した位置			
	上	下	右	左
2.3	0.31	0.28	0.21	0.42
26.8	0.45	0.44	0.39	0.64

2.4. 手続き

最初に VVIQ が集団で行なわれた。まず参加者が 2 群に分けられた。参加者のうち 10 名は、VVIQ の 16 項目のうち、奇数番目の項目を描画条件のもとで、偶数番目の項目をスター条件のもとで行った。残り 9 名の参加者は、描画条件とスター条件の実施順が逆であった。各群には対応する VVIQ の用紙が配布された。

次に、VVIQ についての教示が行なわれた。始めにイメージとはどのようなものであるかが、続いて、鮮明度の評定の仕方が説明された。その後、イメージを形成し、その鮮明度を報告する練習が、描画条件とスター条件を交互に 2 回ずつ、計 4 回行われた。描画条件では、描画しないほうの手も机の上においておくことが求められた。スター条件でも同様に、イメージを形成している最中は手を机の上に置いておくよう求められた。最後に、イメージの鮮明さには良いも悪いも無く、感じたとおり、ありのままに、正確に報告するのが大事であることが強調された。開始に際しては、各項目を 1 つずつ実験者が読み上げ、全員で一斉に実施することが伝えられた。描画とスターのどちらの条件でも、各項目のイメージを形成する時間はおよそ 10 秒間であった。

引き続き、残像の実験が実験参加者ごとに行なわれた。参加者は、まず、練習として、本試行では使用されない、紫色の順応刺激を 15 秒間観察した。観察中に、以下の教示が行われた。すなわち、刺激除去後も刺激が提示された位置を注視し続け、除去後に何か像が見えたらすぐに、また、その後その像が消えたらすぐに、利き手に持つマウスのボタンを押すよう求められた。加えて、残像は、一度消えても再度現れることがあることも説明され、その場合は同じ手続きを繰り返すよ

う教示された。練習試行では、参加者がボタンを押すたび、その時点で残像が出現したのか、消失したのかを報告させた。続いて本試行が練習と同じ手続きで行われた。残像を観察する背景の輝度の順序は、参加者間でカウンターバランスがとられた。

3. 結果と考察

イメージの鮮明度の指標としては、描画条件とスター条件それぞれについて合計された評定値が用いられた。残像の持続時間は、残像が見えたことを示す反応から、残像の消失を示す反応までの時間を、順応刺激ごとに合計し、これを順応刺激の数で平均した値を用いた。ボタンの押し忘れなど、手続きにミスがあった場合は、その順応刺激のデータは分析から除外した。以下の全ての統計的検定において、有意水準は 5% とした。

描画あるいはスター条件の VVIQ 評定値の各合計と、背景の輝度の要因を潰した残像の平均持続時間についてマハラノビスの距離を算出し、有意に外れ値となる参加者のデータを探したところ、スター条件と残像の平均持続時間の組み合わせにおいて、1 名が該当した。続いて、外れ値となるデータを除外し、ピアソンの積率相関係数を算出したが、どちらの組み合わせにおいても有意な相関は検出されなかった（描画条件の合計と残像の平均持続時間： $df = 17, r = 0.07$, スター条件の合計と残像の平均持続時間： $df = 16, r = -0.12$ ）。

ただし、データを詳細に見ると、描画条件（図 1）において、評定値の合計が 24 より大きい者が 4 名いた（図 1、囲みの中）。これは、イメージが鮮明になるはずの描画条件の 8 項目において、平均して 3 より大きい、つまり、イメージがボンヤリしていかすかであるか、全くイメージが浮かばなかったという解答をしていたことを示している。よってこの 4 名は、描画動作によるイメージの鮮明化が起こらなかったと考えられる。そうすると、イメージが鮮明な場合に予想される残効との関連が、データに反映されていない可能性がある。そこで、この 4 名を除いたデータで、上記と同様に外れ値の有無を確認したのち、相関係数を算出したところ、外れ値はなく、有意な正の相関が検出された（ $df = 13, r = 0.74$ ）。

次に、同様の関係を、背景刺激ごとに調べた。まず、輝度の高い背景刺激（26.8 cd/m^2 ）のもとで残像を観察した場合の結果について述べる。イメージが鮮明化していなかったと推定される上述の 4 名を除き、マハラノビスの距離を算出したが、外れ値に該当するデータ対は無かった。相関係数を算出したところ、描画条件と残像の平均持続時間の組み合わせに（ $df = 13, r = 0.69$ ）（図 2）有意な相関が検出された（スター条件の

合計と残像の平均持続時間：df = 17, $r = -0.05$ 。

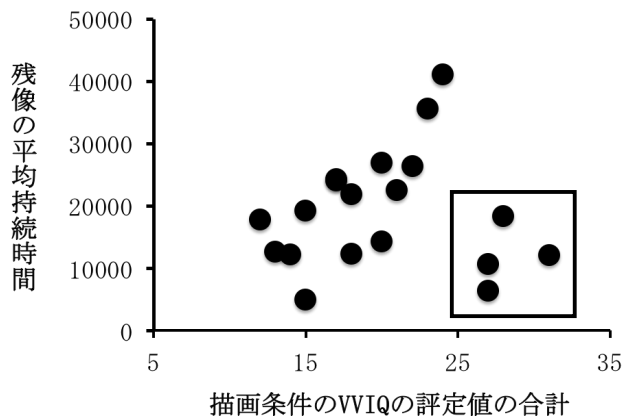


図 1：描画条件の VVIQ の評定値の合計と残像の平均持続時間の関係(囲みの中の 4 名を除いた場合, df = 13, $r = 0.74$)。

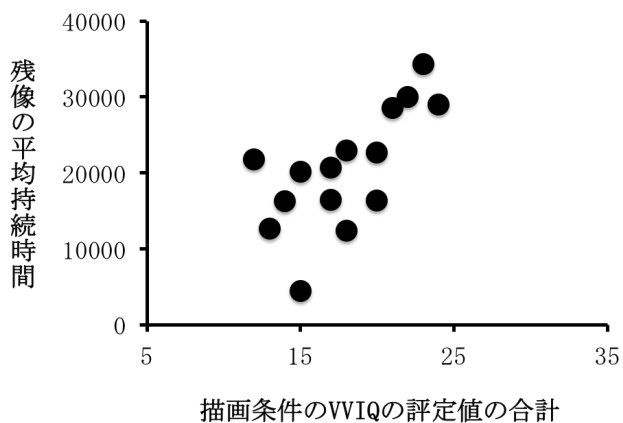


図 2：描画条件の VVIQ の評定値の合計と輝度の高い背景刺激のもとで観察した残像の平均持続時間の関係 (df = 13, $r = 0.69$)。

次に、輝度の低い背景刺激 (2.3 cd/m^2) のもとで残像を観察した場合のデータについて、同様の分析を行った。マハラノビスの距離が有意に外れ値となるデータ対が、スター、描画両条件で 1 つずつあったため、除外した。相関係数を算出したが、どちらの条件でも有意ではなかった (描画条件の合計と残像の平均持続時間：df = 12, $r = 0.51$, スター条件の合計と残像の平均持続時間：df = 16, $r = -0.02$)。このような結果が得られたのは、背景刺激の輝度が低い場合、陰性残像と背景との弁別が相対的に難しく、残像の出現と消失を報告するタイミングが不正確になっていたためではないかと推測される。

VVIQ の評定値は、小さいほどイメージが鮮明であることを表す。よって、以上の、背景刺激の要因を潰した場合と、背景刺激の輝度が高い場合の結果は、予想どおり、残像の持続時間が長い者ほど、そのイメージは不鮮明であるという関係性があることを示している。これは相関関係であるから、残効が残りやすいと、

それがイメージの鮮明度を低下させるという方向性の関係と、イメージを鮮明に形成できるほど、残効は消失しやすいという方向性の関係がありうる。前者の場合、本研究の結果は、刺激によって生じた視覚的な残効がある場合、イメージの形成過程が妨害を受けるという仮説の支持材料の 1 つになるだろう。本研究の結果のみにもとづいて、これらの関係のどちらか、あるいは双方が妥当であるか否かを考察することは難しい。ただ、いずれにせよ、イメージと残効に相互作用があるということは、それらが何らかのかたちで処理過程を共有している可能性を示している。本研究では、描画動作によって「鮮明化したイメージ」についてのみ、残像との関連が見られた。鮮明なイメージには低次の視覚野が関与するとされ[5]、残像の生理的基盤の一部も低次の視覚野にあることが示唆されている[6][7]。よって、共有された処理過程は、比較的 low-level の視覚過程に存在するのかもしれない。さらなる研究が望まれる。

文 献

- [1] K. Hirose, Imagery-induced dark adaptation, *Journal of Mental Imagery*, vol.35, no.1&2, pp.81-96, Spring/Summer 2011.
- [2] H. M. Mohr, N. S. Linder, H. Dennis, and R. Sireteanu, Orientation-specific aftereffects to mentally generated lines, *Perception*, vol.40, No.3, pp.272-290, Mar.2011.
- [3] R. Sherwood, and J. Pearson, Closing the mind's eye: Incoming luminance signals disrupt visual imagery, *PLoS ONE*, vol.5, no.12, e15217, Dec.2010.
- [4] 菱谷晋介, 心を測る, 菱谷晋介・田山忠行, (株) 八千代出版, 東京, 2005.
- [5] S. M. Kosslyn, and W. L. Thompson, When is early visual cortex activated during visual mental imagery? *Psychological Bulletin*, Vol.129, no.5, pp.723-746, Sep.2003.
- [6] D. Chan, S. J. Crutch, and E. K. Warrington, A disorder of colour perception associated with abnormal colour after-images: a defect of the primary visual cortex, *Journal of Neurology, Neurosurgery & Psychiatry*, vol.71, no.4, pp.515-517, Jun.2001.
- [7] I. Sperandio, P. A. Chouinard, and M. A. Goodale, Retinotopic activity in V1 reflects the perceived and not the retinal size of an afterimage, *Nature neuroscience*, vol.15, no.4, pp.540-542, Mar.2012.
- [8] 菱谷晋介, 西原進吉, “ワーキングメモリのモデルと信号検出理論に基づいたイメージ鮮明度査定能力の測定,” 認知心理学研究, 第 4 巻, 第 2 号, 103-115, Mar.2007.
- [9] 西原進吉, “視空間ワーキングメモリ妨害プログラム,” 心理学を学ぶハード&ソフト, 菱谷晋介 (編著), pp.183-191, (株) ナカニシヤ出版, 京都, 2009.