

## 最近の技術から

# フルカラーレインボウホログラム

大沼 一彦

凸版印刷(株)総合研究所基盤研究センター 〒345 埼玉県北葛飾郡杉戸町高野台南 4-2-3

## 1. ま え が き

白色光再生カラーホログラムを実現するには、リップマンホログラムの多色化とレインボウホログラムの多色化<sup>1)</sup>の二つの方法がある。2種類の方法とも撮影するときに RGB 3色のレーザーを用いると自然の色に近い色再現ができ、1色のレーザーを用いて撮影するやり方では疑似カラーの色再現となる。リップマンホログラムのカラー化については久保田氏の報告<sup>2)</sup>があり、また詳しいまとめが Hariharan<sup>3)</sup>によってなされているので、ここでは新しく開発された1色のレーザーで自然の色に近い色再現を実現する方法について紹介する。この方法はレインボウホログラムの多色化に属し、画像の三色分解とアクロマチックホログラムの方法<sup>4)</sup>を組み合わせることによって実現され、見える範囲が狭いという欠点はあるもの、感光材料にフォトレジストを使えばカラーポートレートやカラーの CG 画像をエンボスホログラムにできる魅力がある。

## 2. フルカラーレインボウホログラムの作製方法

この方法は被写体のカラー撮影、3色分解、平面型ホログラフィックステレオグラムの合成、レインボウホログラムの撮影からなっている。被写体の撮影はカメラを被写体に対して横に直線上を移動させながら行ない、50枚から100枚のコマを撮影する。次に、撮影したカラーポジ原稿をスキャナーにかけて R (赤), G (緑), B (青)の連続調ポジに分解する。この分解ポジを使って三つの平面型ホログラフィックステレオグラムを1色のレーザーを用いて合成する。その方法を図1に沿って示す。

この光学系は Benton<sup>4)</sup>の開発したアクロマチックホログラムを合成する光学系であり、ホログラム乾板は拡散スクリーンに対してある角度をもって傾いていることを特徴としている。合成の手順は、分解ポジの1コマが拡散スクリーンに投影され、スクリーンからの光と参照光で作る干渉縞をスリットを通してホログラム乾板に記

録し、次の1コマに代えてホログラム乾板をスリットの大きさ分移動し、再び記録するというものである。この操作を三つの分解ポジについて記録する場所を変えて行なう。次に、図2に示すように、これらのホログラムを作製したときと同じ波長でこの三つのホログラムから同時に像を再生し、一枚のホログラム乾板にレインボウホログラムを記録する。このホログラムを白色光で再生すると、図3に示すように三つの平面型ホログラフィックステレオグラムの像は、ホログラム乾板のあった平面の上にそれぞれ位置がずれて虹の色をもってひろがる。これは記録のときにホログラム乾板がアクロマチックアングル<sup>4)</sup>と呼ばれる角度で傾けてあるためであり、このために各色の再生画像の位置ずれが生じない。特定のところに目を置くと青のポジ画像の再生像が青く見え、緑のポジ画像の再生像が緑に見え、赤のポジ画像の再生像が赤に見えて全体として自然の色に近いカラーの画像を見ることができる。

いま各色の記録するホログラムを  $H_R, H_G, H_B$  とすると、記録の位置が再現される色に関係していて、ホログラムの中心付近で考えれば近似的にその関係は(1)式で与えられる。

$$(\sin \theta_i + \sin \theta_r) / \lambda = (\sin \theta_i + \sin \theta_r) / \lambda' \quad (1)$$

$\theta_i$ :  $H_R, H_G, H_B$  がスクリーンの中心に対してはる角度  $r$  で R, G, B に対して異なる値をもつ。

$\theta_r$ : 参照光の角度

$\lambda$ : レインボウホログラム作製時のレーザーの波長

$\theta_i$ :  $\lambda'$  で再生される光の角度。  $\theta_i$  は三つの異なる値をもつ。

$\theta_R$ : 再生光の角度

$\lambda'$ : 再生光の波長

この(1)式を用いて再生したときに三つの色がうまく重なるように、各色を記録する位置および角度を決める。

## 3. 色 再 現

色再現に影響する因子を考えると、3色を決定するのは、(1)式で示したように平面型ホログラフィックステ

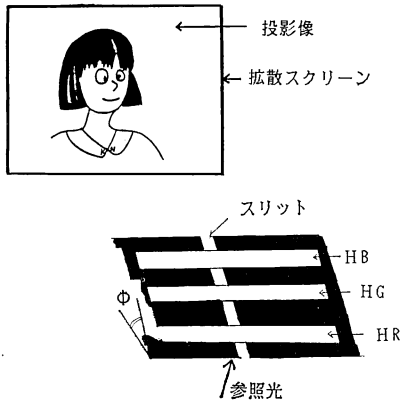


図1 平面型ホログラフィックステレオグラムの合成

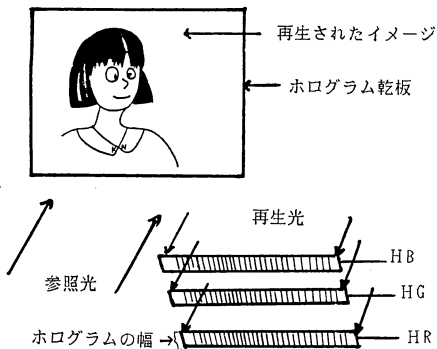


図2 レインボウホログラムの記録

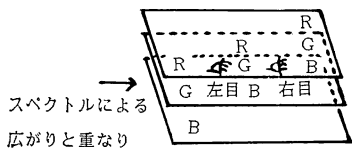
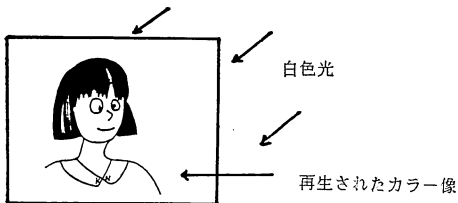


図3 フルカラーレインボウホログラムの白色光再生

レオグラムを記録する位置である。三つのホログラムの間の距離を広げると色再現の領域が広がるが、あまり広げすぎると色が再現されないことになる。また、レインボウホログラムを撮影するときの三つのホログラムの幅

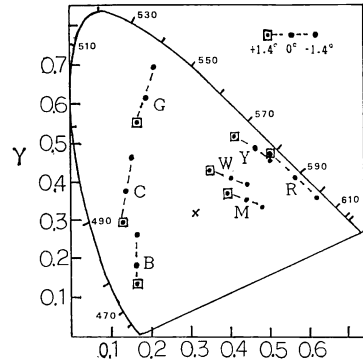


図4 色再現 (目を上下に $\pm 1.4^\circ$ 移動したときの色ずれ)

を広げると、色の純度が低下し少し再現域が狭くなる。コントラストに影響を与えるものとしては、拡散スクリーンによるばけ、ホログラムのノイズ、見るときの周囲の明るさが考えられ、これらは色の純度を低下させ、とくに暗部の色再生を悪化させる。これは色分解のときに少し補正することができる。また、色ずれの要因となるものとして光源のスペクトル分布、レインボウホログラムの回折効率の波長依存性があるので、これらを考慮に入れてレンボウホログラムを撮影するときの信号光と参照光の比を決定することになる。

図4に色再現の結果の1例を示す。これはフィルムにカラーチャートをつくり、これを原画として用い、アルゴンレーザーで8E56HD感材に記録しGP-431で漂白して、ハロゲンランプで再現したときの明るい部分のものであり、RGBとその加法混色であるYMCおよびW(白)の色度座標を示している。目を動かすとすぐに違う色になるがかなり広い範囲の色が再現できることがわかる。

文 献

- 1) 鈴木正根, 斉藤隆行, 松岡 猛: "カラーレインボウ・ホログラム", 光学, 7 (1978) 29-31.
- 2) 久保田敏広: "カラーホログラフィー", 光学技術コンタクト, 25 (1987) 689-697.
- 3) P. Hariharan: "Color holography," *Progress in Optics* XX, ed. E. Wolf (North-Holland, Amsterdam, 1983) pp. 265-324.
- 4) S. A. Benton: "Achromatic holographic stereogram," *J. Opt. Soc. Am.*, 71 (1981) 1568A.

(1988年2月22日受理)