

画像からくり



Fig. 1 屈曲光学系を用いたカメラとプロジェクター



Fig. 2 プロジェクターのミラーを開いた状態



Fig. 3 屈曲光学系を用いたインスタントカメラ

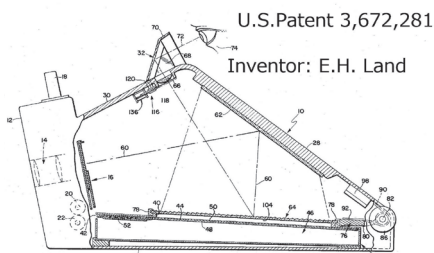


Fig. 4 ポラロイド SX-70 の光学系 一眼レフ
 ファインダー (米国特許 3,672,281 号)



Fig. 7 General Imaging 社のカメラ総合カタログ表紙

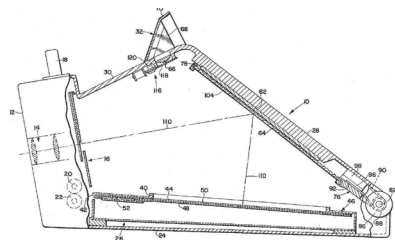


Fig. 5 撮影状態のカメラの光学系

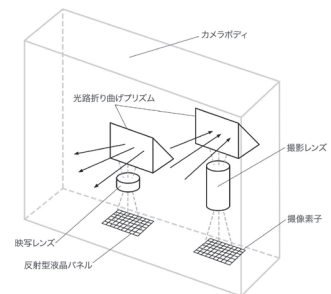


Fig. 6 2つの屈曲光学系を内蔵した
 デジタルカメラ光路の模式図

口絵解説

「画像からくり」

第 61 回 カメラとプロジェクターの屈曲光学系

61 Folded Optics in Cameras and Projectors

桑山 哲郎 Tetsuro KUWAYAMA

スマートフォンのカメラでは、カメラの撮影光学系の光軸をプリズムなどで折り曲げることで、全長が長いレンズでも薄型の本体に収めることのできる屈曲光学系方法を用いることが増えている。調査を行うと、屈曲光学系を用いている多数の特許が見つかる。一方発売されているスマートフォンでの使用状況は、正確な状況の確認がやや難しい状況なので、まず手持ちの機材、屈曲光学系を使用しているカメラとプロジェクターを確認することとした。この「画像からくり」の連載では、これまで2回^{1,2)}この種の光学機器を紹介しているのであわせてお読みいただきたい。

まず Fig. 1 の2台を紹介する。この写真だけでは実物の形を十分お伝えできないのだが、両方とも結像レンズの光軸に対して45度の角度で平面ミラーを配置した屈曲光学系を用いている。左は“Fotochrome”という名前のカメラで、反転現像用の印画紙（フィルム）のロールを装填して撮影する仕掛けになっている。現像後の印画紙は、撮影時に光が入射する方向から観賞するため、ミラーを用いて像を反転させ正しい向きのプリントにしている。画面は6×9判相当で、120フィルムを使用できるように改造された機種もある。1965年、ペトリカメラ（株）がアメリカのフォトクローム社から受注して製造したユニークなカメラである。製品としては発売されず、日本国内で販売されたということで、中古カメラ販売のイベントで入手した。大きさが分かるよう、18cmの物差しを手前に置いている。

向かって右は、“スマートフォンプロジェクター”という名前の商品で、内部にスマートフォンを水平に置き45度に配置されたミラーと映写レンズにより上下左右正立像がスクリーンに映写される。この光学機器でも、裏返し像にならない様ミラーが用いられている。Fig. 2はミラーを開いた状態である。このプロジェクターは、「フライングタイガーコペンハーゲン」という雑貨を扱うチェーン店で、2020年に発売された。商品が店頭で積み上げられ、かなりの人気だったとのことである。光学機器の原則通り、映写された像はかなり暗い。このためか、現在では店頭で出会うことが少ない。

ポラロイド社が1972年から発売している、モノシートタイプのインスタント写真方式では、撮影レンズからの光が感光材料に入射する方向から、出来上がったプリントを観賞する。このため裏返し像にならない様、撮影光路中にミラーが必須となる。Fig. 3は1994年ごろ発売された“Polaroid JOYCAM”カメラである。折り畳み式で黒いゴム膜の中に大型のミラーが置かれている。次に説明するSX-70カメラと同様な一眼レフカメラの構造である。

1972年に発売されたSX-70カメラから始まるポラロイド社のインスタントカメラのシリーズは独自の光学系で、詳しく説明すると大変長くなるが、ごく短く解説する。Fig. 4と

Fig. 5はこのカメラの光学系を示した断面図で、発明者であるE.H. Land氏（1909～1991年）による特許³⁾に見ることができる。Fig. 4は一眼レフファインダーを覗いている状態で、撮影レンズから入射した光束は平面ミラーで反射され、ファインダースクリーン面に入射・結像する。ここで用いているスクリーンは、中心位置を画面中心から上にずらしたフレネル反射面、凹面鏡で、ファインダー方向に光を反射・集光させ、同時に表面の拡散性でピント合わせをすることができる様になっている。Fig. 5の撮影状態では、画面を覆っていたフレネル反射面が跳ね上げられ、その裏面に配置された撮影用の平面ミラーが、所定の位置に移動して撮影が行われる。大変見事な構造である。

Fig. 1ではカメラとプロジェクターを並べたが、デジタル技術の進展で、カメラにプロジェクターを内蔵した製品が続々と登場するようになった。大きな注目を集めたのは、2009年10月に発売された“ニコン COOLPIX[®] S1000pj”で、Fig. 6はその構造の模式図⁴⁾である。プロジェクターと撮影光学系が相似の形をしており、どちらも屈曲光学系を用いているが、代表的な特許⁵⁾からその詳細を知ることができる。ニコンからは続いて“COOLPIX[®] S1100pj”同S1200pjと後続機が発売され、またビデオカメラでは2011年にソニーからプロジェクターを内蔵した“オール・イン・ハンディカム[®] PJ40v / PJ20”が発売された。この時代、プロジェクター内蔵がひとつの写真を楽しむ文化になるのではという期待を持った。Fig. 7は、General Imaging社のデジタルカメラ総合カタログの表紙で、ボディの中央にプロジェクターを組み込んだコンパクトデジタルカメラ“PJ1”が配置されている。カタログの下部に書かれている「一人ひとりに、エジソンを」という言葉に、文化の担い手としての同社の自負が感じられた。

プロジェクターと一体のデジタルカメラは、複数の会社から発売されたが、ひとつのジャンルとして定着することはなかった。新技術の開発により、これらも新たな形の製品、写真文化の登場が期待できると思われる。屈曲光学系については、多くの話題があるので、次回以降も報告したい。

参 考 文 献

- 1) 桑山哲郎, 画像からくり連載第32回「実物映写機」, 日本写真学会誌, 第79巻, 1 (2016).
- 2) 桑山哲郎: 画像からくり連載第58回「鏡が見えないことを利用したからくり」, 日本写真学会誌, 第85巻, 141 (2022).
- 3) 米国特許, 3,672,281, “Reflex camera”, Inventor: E. H. Land, Date of Patent: June 27, 1972.
- 4) 鏡惟史, 連載ホビーハウス「最新デジタルカメラの中に生きている400年前の光学系」, O plus E, 第33巻, 499 (2011).
- 5) 特許第4957333号, プロジェクタ内蔵カメラ, 発明者:後藤孝夫, 2007年3月30日出願, 2012年3月30日登録.