



ラージフォーマットシネマカメラの現状

川上 一郎

フィルム撮影全盛期には、テレビドラマ撮影でのネガフィルムコスト削減目的で、通常の4パーフォ（フィルムの掻き落とし送り用の孔をパーフォレーションと称しており、この送り孔4個分の長さで、一コマの映像を撮像する映像フォーマットを4パーフォと略称している）より、ネガフィルムの使用量が低減できるとして3パーフォ（確実にコストの高いネガフィルム購入費用と現像費用が3/4となる!!）が登場し10年以上にわたりドラマ撮影用フィルムカメラでの主流となっていた。

その後、現像したネガフィルムをレーザーキャン等の手法によりデジタル化し、それ以降の編集を効率的にデジタル化して行うワークフローが定着してくると、さらなるコスト削減として2パーフォ（4パーフォより半分のネガフィルム消費と現像費用が低減できる）が出現した。

当然のことながら、2パーフォでは低予算ドラマ等に限定されていたが、3D映画の出現で2パーフォのイメージフォーマットに左右の映像配置を規格化することで、低予算3D映画の撮影・そして上映につながる新ビジネスの展開を期待した動きが話

題となっていた。この水面下の動きが活発になっていた時期に、ラスベガスで開催された映画興行関連展示会のShowWEST会場で当時パナビジョン社副社長として活躍されていた故 Miyagishima 氏が“2パーフォの映像にステレオ画像の左右を定義づけしようと SMPTE の規格会議で話題になってけど、何か知っている？”と話しかけられて立ち話をしたことが懐かしく思い出される。

この立ち話から半年ほどを経過した後に、フィルム映写機によるステレオ3D映像上映システムが登場した。この、2パーフォフィルムによる3D上映はテクニカラーがサポートして全世界で数百スクリーンを展開したが急速なデジタル化の潮流には勝てず、フィルムによる映画配給が幕を閉じてしまったことから映画興行市場から姿を消してしまった。

最近の連載記事でも上映側の PLF (Premium Large Format: プレミアム・ラージ・フォーマット 広義には IMAX を含めた 30 フィートを越える大画面上映システムを指しているが、IMAX のライセンス

料支払いや配給作品の縛りに対抗して、映画興行チェーン独自の大画面上映システムを PLF と称している）を紹介しているが、上映側の大画面化に対応できる撮影カメラの撮像範囲拡大の流れも顕著となってきている。2012年に開催された SMPTE カンファレンスでは、パナビジョンがスーパー・パナビジョン 70 と題して 7,680 × 3,240 画素でアスペクト比 2.2:1 の試作機について発表を行ったが、製品化にまでは至らなかった。

表1には RED の 4K から 8K までの全機種と、Sony の F65 と最新の VENICE カメラ、ARRI の ALEXA65、そして RED からカメラ部分の OEM 供給を受けてレンタルを開始した PanavisionDXL の主要諸元（イメージセンサーのタイプと総画素数、水平/垂直の有効画素数、センサーサイズ、ダイナミックレンジ）を示している。

図1には ALEXA65、VENICE、そして RED8KVV と Panavision DXL のイメージ全サーサイズを比較しており、現在稼働しているシネマ撮影用カメラでは ALEXA65 が最も撮像面積が大きくなっている。ちなみに、2/3 インチ CCD で

表1 ラージサイズシネマカメラ一覧表

	RED RAVEN 4.5K	RED SCARLET-W 5K	RED EPIC-W 8K S35	RED WEAPON 6K	RED WEAPON 8K S35	RED WEAPON 8K VV	Sony F65RS	Sony VENICE	ARRI ALEXA65	Panavision DXL
センサータイプ	RED DRAGON 9.9 Megapixel CMOS	RED DRAGON 13.8 Megapixel CMOS	HELIUM 35.4 Megapixel CMOS	RED DRAGON 19.4 Megapixel CMOS	HELIUM 35.4 Megapixel CMOS	MONSTRO 35.4 Megapixel CMOS	8K 20Megapixel CMOS	6K 24Megapixel CMOS	6K 20Megapixel ARRI A3X CMOS	8K 35.5Megapixel CMOS
有効画素	4608 x 2160	5120 x 2700	8192 x 4320	6144 x 3160	8192 x 4320	8192 x 4320	8192x2160	6048x4032 *	6560x3102	8192x4320
センサーサイズ _[mm]	23.0 x 10.8 (対角: 25.5)	25.6 x 13.5 (対角: 28.9)	29.90 x 15.77 (対角: 33.80)	30.7 x 15.8 (対角: 34.5)	29.90 x 15.77 (対角: 33.80)	40.96 x 21.60 (対角: 46.31)	24.7 x 13.1 (対角: 27.9)	24.1 x 36.2 (対角: 43.5)	54.12 x 25.58 (対角: 59.87)	40.96 x 21.60 (対角: 46.31)
ダイナミックレンジ	16.5+ stops	16.5+ stops	16.5+ stops	16.5+ stops	16.5+ stops	17+ stops	14 stops	15+ Stops	14 stops	15 stops

*ファームウェアアップ後の出力サイズ

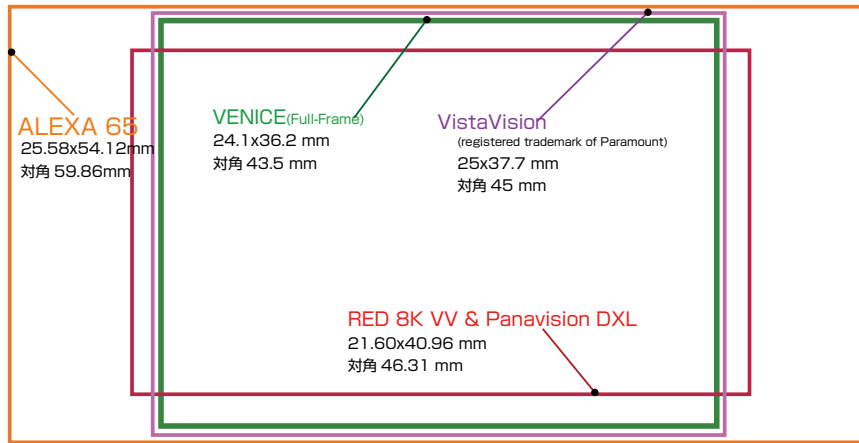


図1 ラージフォーマットイメージセンサーの比較

1.78:1 は 9.59x5.39mm、2.40:1 は 9.11x3.81mm、16mm フィルムの 1.37:1 で 10.26x7.49mm、1.78:1 で 12.20x6.86mm、35mm2 パーフォ 2.40:1 で 24.89x9.27mm、35mm4 パーフォ 1.33:1 で 20.12x15.09mm となっており、35mm4 パーフォの最大撮像範囲は 24.92x18.67mm となっている。

なお、VENICE の撮像範囲についてはファームウェアアップデートが 3.0 と成った時点で達成予定のスペックであり、現在は 4K 相当の撮像範囲であることに注意されたい。

さて、冒頭でも紹介したパナビジョンはベンハーや十戒に代表される 70mm シネラマ全盛期のカメラやレンズシステムを開発した事で有名であり、数々のアカデミー技術功労賞を受賞している。その後の、スターウォーズ作品のデジタル撮影でも先駆的な役割を果たしてきたが、ついに 70mm カメラでは RED から OEM 供給を受けることになった。レンタル用に在庫している 70mm カメラレンズのレンタル稼働が最も利益が得られるとの経営判断であろうが、一抹の寂しさを感じてしまう。

さて、RED のラージフォーマットに対する商品展開はめざましい物があり、4.5K の RAVEN、5K 解像度の Scarete、8K 解像度の SCARET、6K 解像度の WEAPON6K、そして 8K 解像度の WEAPON8KS35、最後にパナビジョンへの OEM 機器である WEAPON8KVV がある。

35mm フィルムでの Super35 は水平 24.0mm × 12.98mm からなので SCARET から S35 以上のラージフォーマットカメラとなってくる。ソニーの F65RS は S35 フォーマット相当であるが水平画素数 8192、垂直画素数 2160 の特殊な画素構成であることから、通常は 4K カメラとして使用されている。

パナビジョン DXL はダイナミックレンジを 15stop としており、RED の同等品が 17 + stop と表記しているのに対して、2stop 分ダイナミックレンジを低く表記しており、写真 1 に示しているパナビジョンのラージフォーマットレンズでの映像表現力に対するこだわりがうかがえる。

この写真 1 は、上段から Ultra-Panavision-70、Super-70、Primo-70、System-65、Sphero-65 であるが、女性モデルの背後に焦点深度範囲外で撮像されている白いオブジェクトや、ランプが独特のボケを伴った映像として捉えられている(この焦点深度範囲外の見え方を“ボケあし”等と称している)にレンズシリーズ毎の設計思想がうかがえて興味深い物がある。シネマ用のレンズでは、民生用レンズとは異なり物体側と撮像素子側ともに収差を最小限にするために平行光学系で設計されているのが一般的であるが、レンズ最前面の口径やレンズ鏡筒の長さなどから微妙に焦点深度範囲外では表現力が異なってくる。

図 2 に示しているのは撮像素子とレンズの空間周波数特性を計測するための MTF チャートの一例である。KORen2003lenstestchart のサイトには水平画素数 7086 で、ガンマを変化させ

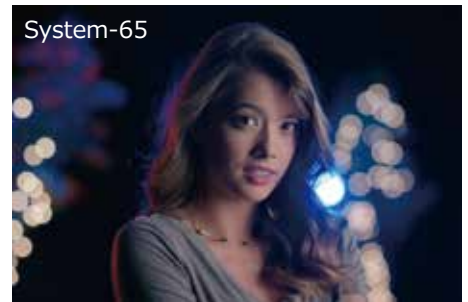
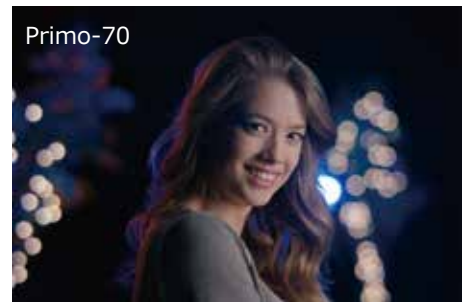


写真 1 レンズによる描画能力比較

た PNG 形式の CG 画像データが公開されているので、キャリブレーションされたディスプレイやプロジェクターで、この MTF チャートを表示して手持ちの撮像素子で評価してみれば直感的に白黒繰り返しパターンと緩やかに濃度変化をかけたパターンで限界性能が見えてくる。

図 3 に示しているのは Canon28-70f.2.8I USM での MTF 解析事例である

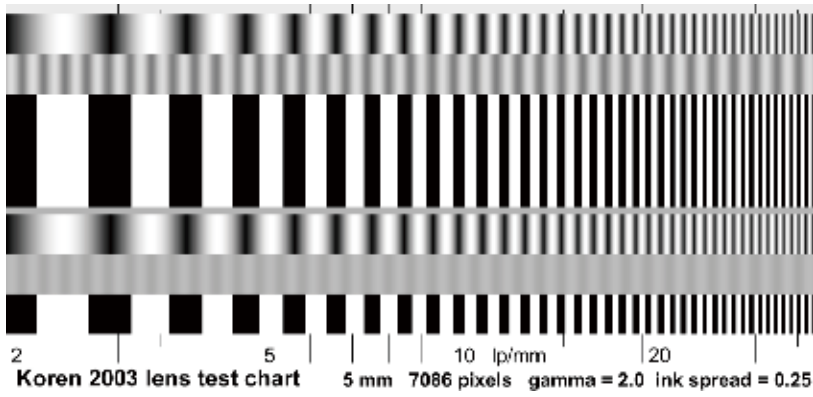


図2 MTF チャートの一例 Koren2003lens test chart

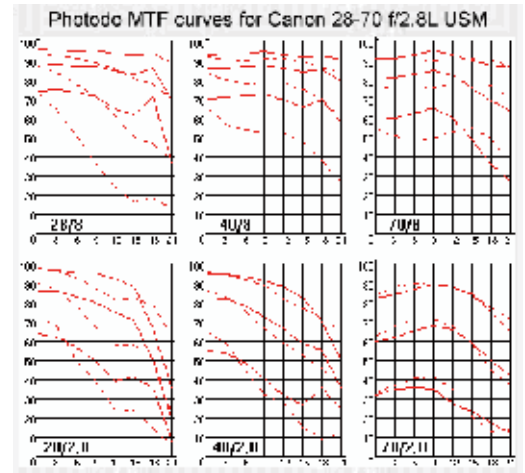


図3ズームレンズのMTF解析事例

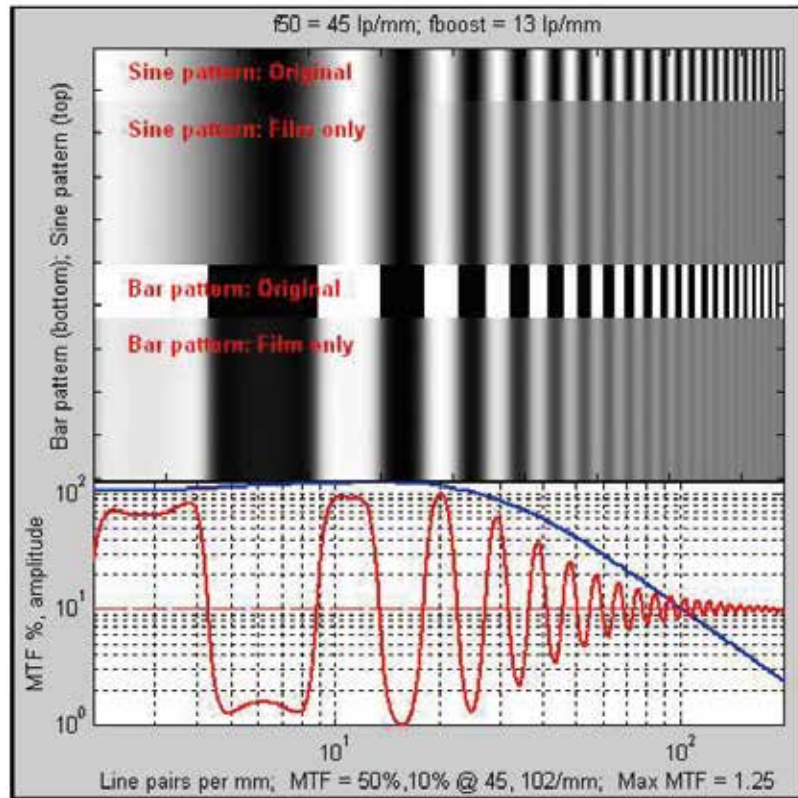


図4 MATLABによるMTF解析事例

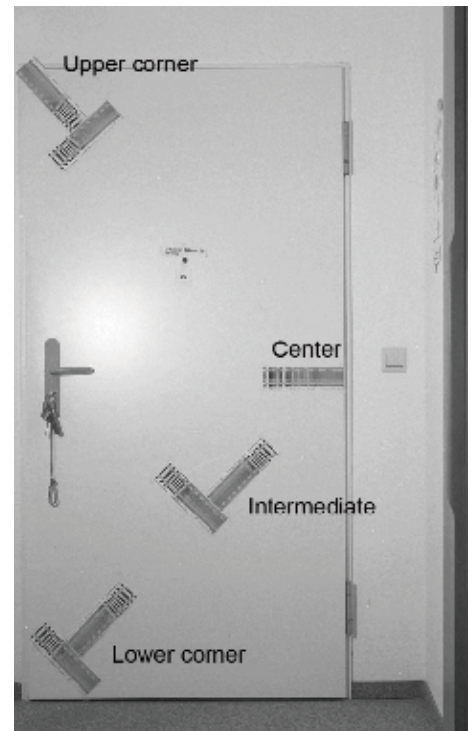


図5 テスト撮影事例

が、各図の左下に示されている数値は左側が焦点距離で、右側が絞りの値である。図の上段が絞り8でのMTF特性解析チャートであるが焦点距離により、MTF特性カーブが全く異なる挙動を示していることがうかがえる。絞り8での焦点距離変化に伴う極端なMTF特性変動の挙動に対して、絞り2.8での短焦点側でのMTF特性の急変、中間焦点距離での癖のあるMTF特性、長焦点距離でのガラガラとしてMTF特性はズームレンズの光学設計思想がはっきりとかがえるデータである。

図4は、実際のMTFチャートを画像処理してMTF解析を行った事例であり、数値演算で代表的なMATLAB(メタデータ

記述による汎用性の高い数値演算結果のグラフ化ユーティリティであり、数値計算に関連する学術部門では代表的なツールとなっている)を使用した解析事例である。

一般的なMTF解析では白黒格子パターンでの応答特性が50%となる周波数応答の限界として表記するが、図3のように絞りと焦点距離でのMTF特性に加えて、図5に示しているMTFテスト撮影事例のように上下左右でのMTF特性まで解析を行うのが撮影現場では一般的と成ってきている。

これほどまでに実際の撮影現場でMTF特性にこだわるのかは、実に単純な話であり、商業映像として完成した映像の99%以上にはCG合成が対応されている。さて、

長年CG関係の研究者とつきあっているが、単純な幾何学的映像空間しか対象としないCG研究者にとっては、実際の複数枚のレンズ群と、単板から2~3枚撮像素子で構成された撮像素子による光電変換系、さらには後段のデジタル画像処理を円滑かつ省エネルギーで行う為の画像圧縮処理(各社独自のRAW現象等々)が引き起こす、理想的な映像と、意図的と言えば関係者にとっては不本意であろうがデジタル的に変更されてしまった映像との差は如何ともしがたいのが現状である。

☆ <http://www.uni-w.com/fdi/> ではフルカラーでご覧いただけます。

Ichiro Kawakami
デジタル・ルック・ラボ