

天体画像処理ソフトウェア

# StellaImage<sup>®</sup>7

ステライメージ7

## 新機能の「オートストレッチ」で 天体写真のカラーバランスを整える Part 2

「ステライメージ7」搭載の処理プロセス「オートストレッチ」は、安定した色表現を得るためのものです。今回は、フィルター係数(=露出倍数)の決め方、オートストレッチの実際の効果、応用例などを紹介しつつ、美しい天体写真とはどんなものかを解説していきます。

機能紹介 / 上坂浩光

### 色を扱うことの難しさ

個々の説明に入る前に、まず色の再現性について考えてみましょう。

RGB各色のフィルターを透過した光は、フィルターがどの波長(色)の光をどの程度透過するのかという特性(分光透過率特性)にしたがって、RGBの3つの信号に分けられます。この特性は図1のように表されます。

横軸が光の波長(色)を示し、縦軸がその透過率を示します。フィルターの最大透過率の波長をピーク波長といいます。このピークから左右に向けて透過率が減衰していきます。この透過された部分の光を積算したものが、RGBそれぞれの画像の輝度となるわけです。

さてこのままでは画像は単にデータとして存在しているだけです。私たちがそれを色として認識することはできません。そこから色を認識するためには、表示デバイスを通してそのデータを視覚化する必要があります。

たとえばモニターで見るわけですね。そしてモニターはどのように色を表現しているかといえば、1ピクセルに対応する画素の中にRGBのフィルターがあって、RGBそれぞれの輝度を変化させることによって色を表現しています。このモニターで使われているRGBのフィルターが、撮影した時とまったく同じ分光透過率特性を持っている場合、正しい色が表示されることになります。しかし実際にはこの2つが同じになることはありません。ピーク波長も違うでしょうし、入出力特性のカーブも違います。ですので、なんらかの変換を行ってこの2つを同じにしてやる必要があります。

パソコンが普及し始めたころはその違いを吸収する仕組みは何もありませんでしたが、現在は各入出力デバイスには固有の特性を記述したプロファイルデータがあって、それを使って色の補正が行われるようになってきました。入力されたデータは、プロファイルデータを使って、機器に依存しない色空間に変換され、それがモニターに出力される時に再びモニター用のプロファイルで変換が行われるという仕組みです。

しかし、冷却CCDカメラとRGBフィルターの組み合わせに対しては、現状、何のプロファイルデータも用意されていません。つまり、デバイスが出力した生のデータが出てくるわけです。ですから私たちが撮影した天体画像から正しい色を導き出すという行為は、単に適切な露出倍数で補正すればよいという話ではなく、このプロファイル補正の部分を含んでいるということになります。本来であればプロファ



CG黎明期より独自の3Dソフトを開発し、映像制作を行う。CM、ゲーム映像、大型映像、企業VPなど、その制作分野は多岐にわたる。フルドーム映像「HAYABUSA -BACK TO THE EARTH-」、「Eternal Return -いのちを継ぐも-」の監督をつとめた。リモート天文台を持つアマチュア天体写真家としても活躍している。



イルデータを作って対応すべきですが、それ以前に天体写真用の画像処理ソフトで、プロファイル補正を行えるソフトはわずかしかありません。よって、現状の対策としては、まず正しい色表現のできる（プロファイルデータできちんと補正されている）モニターを用意し、そこに表示される色を信じて、カラーバランスの調整を行うのが現実的です。このような正しい色を表示できるモニターも、最近はずいぶん安くなってきましたので、本格的に天体写真に取り組もうと思っている方は、ぜひ入手することをお勧めします。

## フィルター係数（露出倍数）の決め方

フィルター係数を得る一番確実な方法は、白いものを撮影して、それがR=G=Bとなるような係数を得ればよいことになります。しかしそもそも正確に「白いもの」を用意するのはとても難しいのです。それを照らす光の色も問題になります。ですので、僕はフィルターの透過率グラフとCCDの感度グラフから値を読み取ってその後微調整する方法をとっています。まずフィルターの分光透過率特性を示すグラフ（図1）から、フィルター自体のピーク波長の周波数と、その透過率を書き出します。次にこの値を使ってCCDの分光感度グラフ（図2）から、先程調べたフィルターのピーク波長での感度を読み取り、それを掛け算するとフィルター係数が得られます。この例の場合、右の囲みのような数値が得られます。

## 手動による微調整

このようにして導き出したフィルター係数は、そのままではまだ正確とはいえません。実際に画像処理をしながら正しい値に追い込んでいく必要があります。しかしそのブレの幅はわずかで、おそらく赤がほんの少し紫になるとか、そういう程度の問題だと思えます。どんな色が正しいのかと迷った場合、インターネットを活用して他の方の作品を見るのも参考になりますね。そしてある対象で納得のいく値が得られたら、他の対象にも同じフィルター係数を使って補正をかけてみます。それでも良い結果が得られればそのフィルター係数はかなり信憑性の高いものになります。こうしてたくさん対象に対してこの作業を繰り返すことで、おのずと正解が導き出されます。

しかしここで覚えておいてほしいのは、この追い込みにも限界があるということです。フィルター係数をいくら調整しても補正できない場合があります。なぜならフィルター係数（露出倍数）は、分光透過率特性のカーブに対し

てその高さを変えているだけなので、ピーク波長の位置や、そのカーブの形状に問題があった場合は、補正することはできないのです。ちなみにどんな不具合が起きるかという、ピーク波長のずれは色相のシフトとなって現れ、カーブの重なり具合は、微妙な中間色が描写されないという問題を起こします。でもご安心ください。天体写真用に市販されているフィルターはそのあたりの問題が起きないように設計されているはずで、よほどのことがないか

ぎり、ここまでの工程でOKとなる場合が多いと思います。

しかしもっと突き詰めたい方、実はこの分光透過率特性の補正手段が「ステライメージ」には用意されています。「マトリクス色彩調整」です。その名の通り、変換マトリクスを与えて色調を補正する機能ですが、RGBごとに分光透過率特性のカーブのピーク位置や形状をコントロールすることができます。しかしこの補正マトリクスを手動で設定するのはかなり

図1 RGB各色のフィルターの分光透過率 (IDASゴーストレスフィルター)

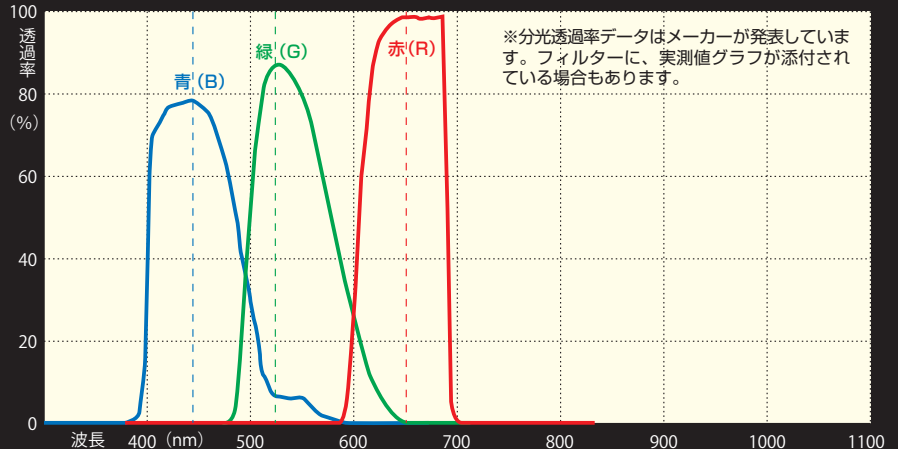
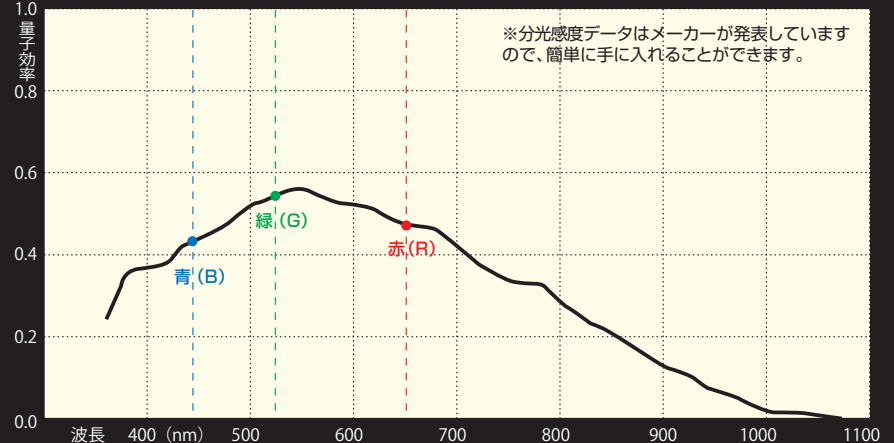


図2 CCDチップの分光感度グラフ (Kodak KAF-8300)



### ■フィルター透過率 (RGB各色の主波長)

R = 100% (650nm) : G = 88% (525nm) : B = 80% (440nm)

### ■CCDチップ感度

R = 0.47 (650nm) : G = 0.55 (525nm) : B = 0.42 (440nm)

この値をそれぞれ掛け算することで「フィルター係数」を求めることができます。

$$R' = 100 \times 0.47 \approx 47 \text{ 【0.72】}$$

$$G' = 88 \times 0.55 \approx 48 \text{ 【0.70】}$$

$$B' = 80 \times 0.42 \approx 34 \text{ 【1.00】}$$

※【 】内は、B = 1.00としてノーマライズした値。

このようにしておく、他のフィルターと比較する時に便利です。

■ 画像A M42(オリジナル)



オートストレッチ補正後



■ 画像B 間違ったバックグラウンド指定の



正しいバックグラウンド指定の例



難しく、将来的にはこのあたりが解決されて、「オートストレッチ」と「マトリクス色彩調整」が合体したようなカラー補正プロセスに発展したらおもしろいと思っています。

## オートストレッチの実際

では、実際の作例＝画像Aを見て下さい。まず左側のオリジナル画像ですが、赤にかぶっているのがわかります。そして右側がオートストレッチによる補正を行ったものです。どう変わったかは一目瞭然ですね。

オートストレッチでフィルター係数に次いで大切なのが、どのエリアをバックグラウンドとして指定するかです。間違っても星雲の淡いが

スがある部分を選択すると、良い結果は得られません。画像Bの左側の画像は、バックグラウンドのエリア指定が適切でなかったために、バックグラウンドの緑かぶりが消えていない例です。オートストレッチの結果はリアルタイムで確認できますので、何度か試して正しいバックグラウンドを探ってください。

このM42の完成形(画像C)も載せておきます。「ステライメージ7」のテーマ画像にも使っていたいただいた作品です。この作品では、L画像に画像復元処理をかけてガスのディテールを向上させました。対象が明るかったことに加え、11枚という枚数をコンポジットしたことで充分に高いS/Nが得られ、強い復元処理をか

けることができました。通常、星雲のディテールアップを狙う場合、H $\alpha$ フィルターを使った狭帯域撮影を行い、コントラストを上げるのが普通です。しかし、オリオン大星雲に関しては水素のH $\alpha$ 輝線が大部分を占めているわけではなく、H $\beta$ 輝線や、酸素など他の元素の輝線、さらには、反射星雲部分が複雑に入り組んでいることから、H $\alpha$ 撮影を行わずに通常の撮影を行いました。通常の撮影を行ったもうひとつの理由は、H $\alpha$ 画像を使うとLRGB合成を行った場合に、恒星像の周囲に色がついて画像の質を落とすという問題があるためです。

色に関して言うと、この作品でチャレンジしたのは、暗部まで色を出すことでした。人間の眼の特性として暗部にはあまり色を感じないようになっているので、通常の処理では暗部の彩度を落とすのが普通です。S/Nの問題もあるわけですし……、しかし今回は十分なS/Nが確保できていますので、逆に暗部の彩度を上げる処理をしています。これらの処理を経て仕上げたのが右ページの画像Cで、色彩豊かな作品に仕上がったと思います。

色彩を出すことにこだわるのは、色彩によっても、ディテールがアップすると信じるからです。同じ明るさのガスであっても「色が違う」という表現ができると情報量が増え、絵の奥行き感に繋がります。ガスがどう輝線の比率で輝いているか、またどんな色の星の光を受けているのかをきちんと表現することによって、絵に立体感が生まれます。

## オートストレッチの応用例

まず、デジタル一眼レフカメラによって撮影された画像を処理する場合ですが、オートストレッチのフィルター係数に(1:1:1)を入れて使うと、フィルター係数の掛け算がキャンセルされますので、純粋にノーマライズの処理のみを使うことができます。フィルター係数(1:1:1)でもバックグラウンド補正は働きますのでバックグラウンドを黒くできます。

このようにフィルター係数を作用させない使い方は、デジタル一眼レフで撮影した画像処理に向くのではないのでしょうか。デジタル一眼レフで撮影した画像は、カメラメーカーの優秀なカラーバランス処理のおかげで、正しいカラーバランスになっているケースが多いと思います。ただ、光害の緑カブリなどで背景に色が付く場合は、このような方法でオートストレッチを使えば、カメラが作ったカラーバランスはそのままに、背景を正確に黒に落とすことができます。それによって全体の色純度が増すと思います。もちろんこの方法は、赤外カット

フィルターを外すなどの改造をしたカメラではうまくいきません。

次に、H $\alpha$ 画像のノーマライズを考えてみましょう。水素原子の発する赤い散光星雲のディテールアップのために、H $\alpha$ 輝線による撮影を行うことが多いと思います。

問題はこのH $\alpha$ 画像を画像処理プロセスの中でどのように使うかです。LRGB合成のL画像をH $\alpha$ 画像で置き換えて使う場合、大きな問題点があります。それはRGB画像の星の大きさに比べH $\alpha$ 画像の星はかなり小さくなるという点です。確かに強いディテールアップの効果はありますが、これでは作品の質を落としてしまいます。

そのため僕は、R画像にH $\alpha$ 画像を比較明合成して使うことが多いです。その時に大切になるのが、R画像とH $\alpha$ 画像がノーマライズされて輝度値が合っていることです。僕はこのノーマライズの処理にオートストレッチを使っています。

もともと僕が開発した「AutoStretch」では、オプションでH $\alpha$ スイッチがあり、これをONにしておくと、H $\alpha$ 画像にはRのフィルター係数を作用させるようになっていました。今回の「ステライメージ」への実装では仕様上、その機能がありませんが、たとえばGチャンネルにH $\alpha$ 画像を入れて、フィルター係数(1:1:1)でオートストレッチすれば、同じ効果が得られます。その後チャンネルを別々に取り出して比較明合成すればOKです。ちなみに、それでもRGB画像の方が星が大きい場合は、ステライメージのスターシャープフィルターをRGB画像のみにかけることで問題を回避できます。

## 美しい天体写真とは

さて最後に、僕が思う「美しい天体写真」への思いを書いてみたいと思います。まず当たりまえのことですが、ひどい天体写真をめざしている人はいません。誰もが美しいと思える天体写真をめざしているはずですが、しかし現実には、なかなか美しくなってくれない。

「自分にはその感性がないので……」という謙遜される方がいらっしゃいますが、そんなことはありません。だって、これでは良くないという判断ができるわけですから。だからまず自分の感じたことに自信を持つことですね。

美しいという判断基準は、人それぞれだという意見もありますが、僕はそうは思いません。美しいと感じる心は人類共通のものだと思っています。それに近づく一番の近道は、やはり科学的根拠を使うことです。ロジックに裏付けられた安定した処理が必要です。今回の「オート

ストレッチ」もそのひとつだと思います。そしてその上に、薄皮程度に自分の感性(考え方)を付け加えるのがよいと思います。特に色に関しては。

そして色の話からは外れますが、僕は輝度感がとても大切だと感じています。最近、HDR写真というのをよく見かけるようになりましたが、天体写真は通常の風景以上に輝度差が激しいものです。だって、太陽のような恒星と真の暗闇がフレームの中に同居してるのですから。だからどうしても階調の圧縮をしなければならなくなります。これはHDRと同じ考え方ですね。しかし、やりすぎると輝度感の無いのっぺりとした写真になりかねないということに注

意しなければなりません。明るいものは眩しくあるべきで、輝きが必要なのです。そのあたりに気をつけて僕はいつも処理をするように心がけています。全てのディテールを出すことにこだわらなければ、トーンカーブひとつで見違えるような写真になる場合があります。ぜひ試してみてください。

最後に、天体写真はまだまだ改善されていく余地があると思っています。既存概念にとらわれず、ロジックと感性の両面から美しい天体写真にチャレンジしていきましょう。



■ 画像C M42 タカハシFSQ106(焦点距離550mm) FLI ML-8300 L:10分×11 RGB各色:10分×4