

空の暗さを測る デジカメによる背景光の評価のススメ

先月はラブジョイ彗星の尾っぽを撮影しようと、暗い空を求めて近場をさまよいました。やはり、星を撮るなら空は暗いに越したことはないことを再認識した訳ですが、足を伸ばせばより暗いところに行けるものの、日常生活との兼ね合いでそうもいきません。ではどのあたりで折り合いをつけるかと考えるときに、空の暗さを定量評価して持っておくのはどうかと思い至りました。

空の暗さを調べるという、その昔、「全国星空観察」の一環で、星空をスライドフィルムで段階露光してフィルムのカブリを測ることにより光害の程度が評価されていたことを思い出します。また、最近ではデジタルカメラを使用した測定の試みもなされています。

夜空は、どれだけ暗いところでも、自然光により一定の明るさがあります。環境省の旧光害対策ガイドラインでは、1平方秒角あたりの光度として評価され、全国星空観察でもおなじ尺度での評価が行われています。また、理科年表では、1平方度あたりの10等星の数として数値が示されています。後に比較のため必要になるので、見かけ平面上の夜空の輝度も参考に掲げて表にしておきます。

自然光による夜空の明るさ

	等級 Mag	S(10)vis	Cd/m ²
大気光	23.4	55	4.5*10 ⁻⁵
黄道光*	22.5	135	1.1*10 ⁻⁴
星野光	22.5	130	1.1*10 ⁻⁴
合計	22.1	320	2.6*10 ⁻⁴

さて、まずは測定法を決めます。デジタルカメラでは、撮影した画像を再生するときにヒストグラムを表示できるモードがあります。画像処理ソフトでも同じ表示ができます。星空を撮影すると、露出時間を伸ばせば伸ばすほど背景の空がかぶってきて、ヒストグラムのピークが右(明るいほう)にずれてきます。そこでヒストグラムのピーク*が丁度真ん中(128/8bit)になったときのISO感度(S)、絞り(F)、露光時間(T)を読み取って、次のような評価式で数値化します。

$$B = 15.4 \times F^2 \div (T \times S) \times \text{fac} \quad \text{※Fac}=1.16$$

この式は、カメラ映像機器工業会(CIPA)の標準出力感度の測定法規格から導いたもので、Bは、輝度値(cd/m²)を表します。

実際の測定(撮影)には全国星空観察と同様に標準レンズを使用し、天の川を避けて天頂に近いところを狙います。設定は、ISOが3200、絞りが2.8くらいが丁度いい感じで、これで露出時間は数秒から2分程度に収まります。

例えば、ISO3200で絞りF2.8、露出時間が30秒でヒストグラムが真ん中になったとすると、

$$B = 15.4 \times 2.8^2 \div (3200 \times 30) \times 1.16 = 1.4 \times 10^{-3} (\text{cd/m}^2)$$

ということです。

ここから、S(10)visへの変換は、

$$S(10)_{\text{vis}} = B \div (8.2 \times 10^{-7})$$

さらに、1平方秒角あたりの光度への変換は、

$$\text{Mag} = 27.8 - \text{Log}_{10}(S(10)_{\text{vis}}) \times 2.5$$

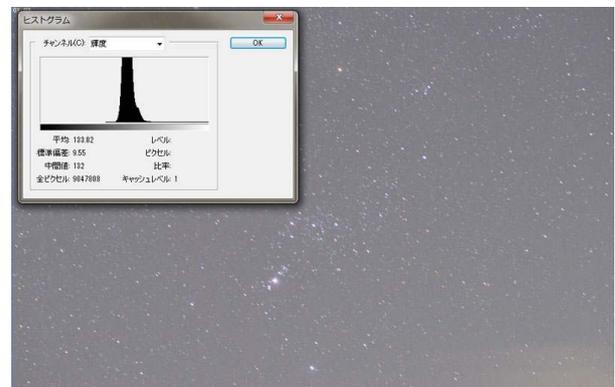
となります。

ここまで考えたところで、実際に晴れた夜に近所を自動車で移動して空の暗さを測定をしてみたところ、その結果は裏ページの地図のとおりになりました。

感覚的には、magが20等級を越えたあたりからいい感じの星空になってきます。また、このくらいの空になると少し離れた外灯が結構影響してくることもわかりました。

ちなみに同じ尺度とはいいい難いのですが、西オーストラリアで撮影したときの写真から同様の計算をしてみると、だいたい20.8等級(以上)といった数字になりました。

もう少しデータを貯めたらさらにいろんなことがわかってくるかもしれません。けっこうアバウトな測定方法ですが案外実用できそうです。





その他留意事項等(※印注釈)

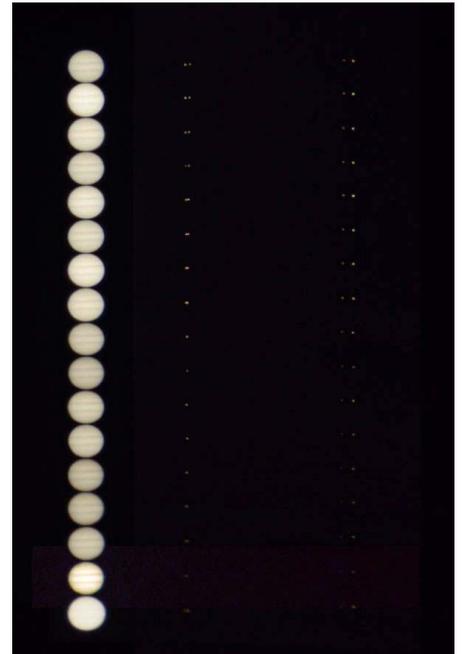
- ・ヒストグラムの中央値として、今回はピーク(頂点)の値を採用しています。また、ピークが中央にない場合は、あらかじめテスト撮影で係数を求めておいて補正するのが望ましいのですが、1/3EV程度は誤差と考えてよいと思います。
- ・CIPAの標準出力感度の測定方法では、基準レベルを118/8bitとしているので、中央値(128/8bit)との差を補正するため、係数 fac を置いています。
- ・黄道光の明るさは太陽からの離角により異なります。

ガリレオ衛星の相互食を撮る これがけっこう難しい

今年は6年に1度のガリレオ衛星の相互食が見られる年にあたっていて、これから暫くの間は衛星どうしのランデブーが楽しめます。海外のサイトでは、衛星が食されて半月形になっている様子を撮影した写真などが紹介されていたりして、まったく足元には及ばないものの、何か面白いアプローチは無いものかと思案中です。

そんななか、2月11日の夜に、まずはトライアルということで、松阪市天文台のFS152で写真撮影をしてみました。経験上、接眼鏡で拡大するのはコントラストが今ひとつになるので、(これはこれでどうかと思うけど)テレコンの二段重ねで焦点距離を4,000mmまで伸ばしてタイムラプス撮影しました。

撮影にあたり、露出を伸ばして衛星を明るく写すと、木星が白く飛んでしまますし、何より減光や接触の様子が不明瞭になります。その辺のバランスも見ながら調整して撮影したものの、結局、薄雲の通過などもあって出来上がりはよくありませんでした。それより何より呆れたのは、赤道儀の追尾精度のほうで、低価格赤道儀もびっくりのピリオディックがあることが改めて判明しました。タイムラプス動画にするには、1コマ1コマを位置あわせをする必要があります。さてどうしたものやら...



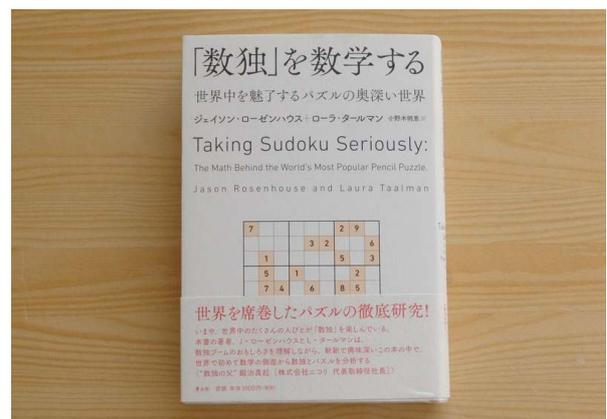
Books & CDs 数独を数学する/イマヌエル・ヴェリコフスキー

数独はナンバープレースとも呼ばれ、暇つぶしのためパズルとしてとてもポピュラーです。でも、一見しただけでは、問題の難易度がわかりにくくて、いざ着手してもなかなか盤が埋まらずに予定外の時間を使ってしまうことも少なくなく、油断がなりません。(途中で止められない性分なもので...)

さて、標題の本は、数独の解法テクニックの本ではありません。確かに、冒頭で解き方のテクニックを少しだけ披露してくれますが、大部分は、数独のパターンはどれだけあるのかとか、どのようにパズルの問題を作ったらよいのかとか、数独の盤の本質に迫る深い内容になっています。

特に私としては、この本で初めて群論の実用的な使い

方に出会ってとても新鮮でした。「何に使うのかわからない」数学がとても身近に感じられる本でした。お勧めです。



編集雑記

今回は、数字の話が多い号になったので、いささか退屈されるかもしれません。背景光のことをいろいろ調べるためウェブサイトを巡ったりしましたが、結局最後に行き着いたのは理科年表でした。改めて、そ

のデータの豊富さに感服しました。

Kz_Wada 和田一人 Kazuto.wada@nifty.com