

星屑

2016 年 3 月号

No. 492



モンキー星雲 (オリオン座)
距離 3300 光年

モンキー星雲 (オリオン座)

ϵ -180ED KissX3 露出 20 分

熊本県民天文台

「天体写真を撮影したい！」

スマホ、タブレット、コンパクトデジカメ、デジタル一眼レフ
望遠鏡で見える天体、星座の写真、星空のある風景、直焦点
寄せられるリクエストは、実に多様です

ちょうどよいタイミングで、「デジカメ天文学」を紹介する書籍が出版されました
この本を参考に、「スバル」を構成する星団の 色等級図 を作成してみたら・・・



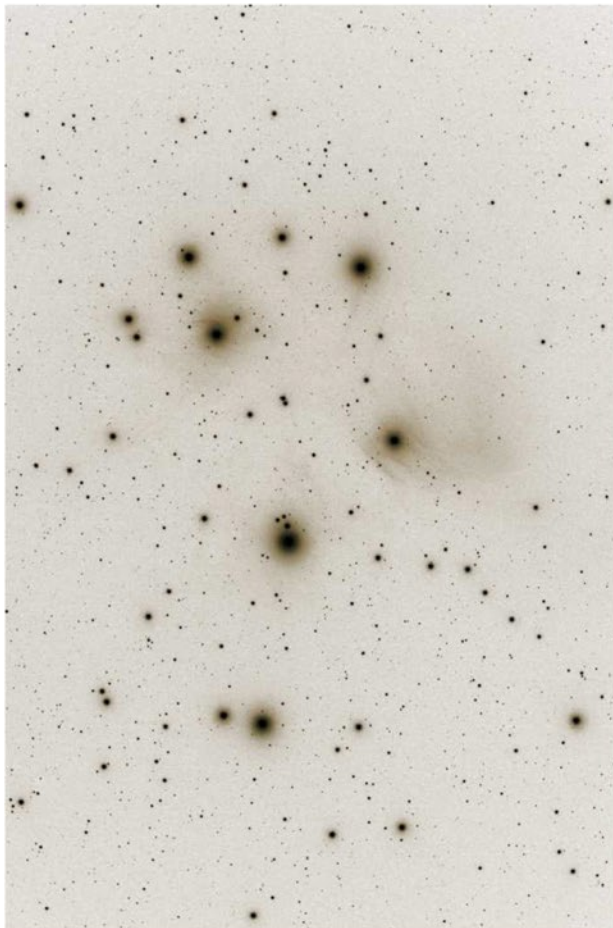
＜書籍の紹介＞

- 第1章
天体写真からこんなことがわかる
- 第2章
天体写真を写してみよう
- 第3章
デジタル・アストロノミー
- 第4章
天体写真からこんなこともわかる!
- 第5章
”マカリ”パーフェクト・マニュアル

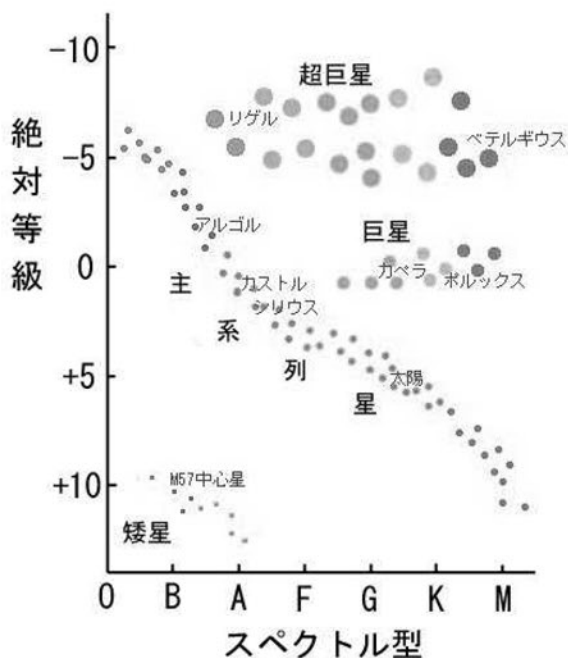
☆☆☆☆☆☆☆☆☆☆☆☆☆☆☆☆☆☆☆☆
下記の内容で不明な点は、この本の
色等級図の作成 (P60～) を参照

☆☆☆☆☆☆☆☆☆☆☆☆☆☆☆☆☆☆☆☆
はじめに

私は日頃、解説に使えるか、美しく見えて「お土産写真」として活用できるか、そのどちらかを基準に「天体写真」を撮影することが多いです。そして、たまに「デジカメで天文学」の素材として、解析して楽しめる写真を撮影することにも取り組んでいます。天体画像を天文教育の素材として活用しようという研究グループ (PAOFITS パオフィッツ) の講習会や合宿などに参加しているうちに、解析する楽しさに気づき、その虜になっているからです。



Pentax 105SDHF + Nikon D300 天体改造で撮影



元々は、すばる望遠鏡などで撮影された研究用の観測画像を解析する目的で、Paofitsの取り組みが始まったようですが、「デジカメ画像でも、解析すれば有用なデータが得られ、天文学の理解につながる」と、こある毎にしつこく主張してきましたから、この書籍が出版されたことをとても喜んでいます。

目を通してみると、これまで自分でやったことのない解析事例とその手法がまとまった形で載っているし、手順もしっかり説明され、天文学や物理学などのどのような法則を適用して解析したか・・・などまで、きちんと説明されているところがとても良いです。

で、その中のスバルの画像を使った色等級図の作成というテーマ、「私が撮影したあの画像でやってみたら、どんな結果が出るのだろう？」と、好奇心が湧いてしまいました。

それに、今月号の機関誌＝「星屑」は、たまたまイベントが少なくて紙面も余っているし、じゃあスバルの画像解析をテーマに記事を書いてみるか・・・。

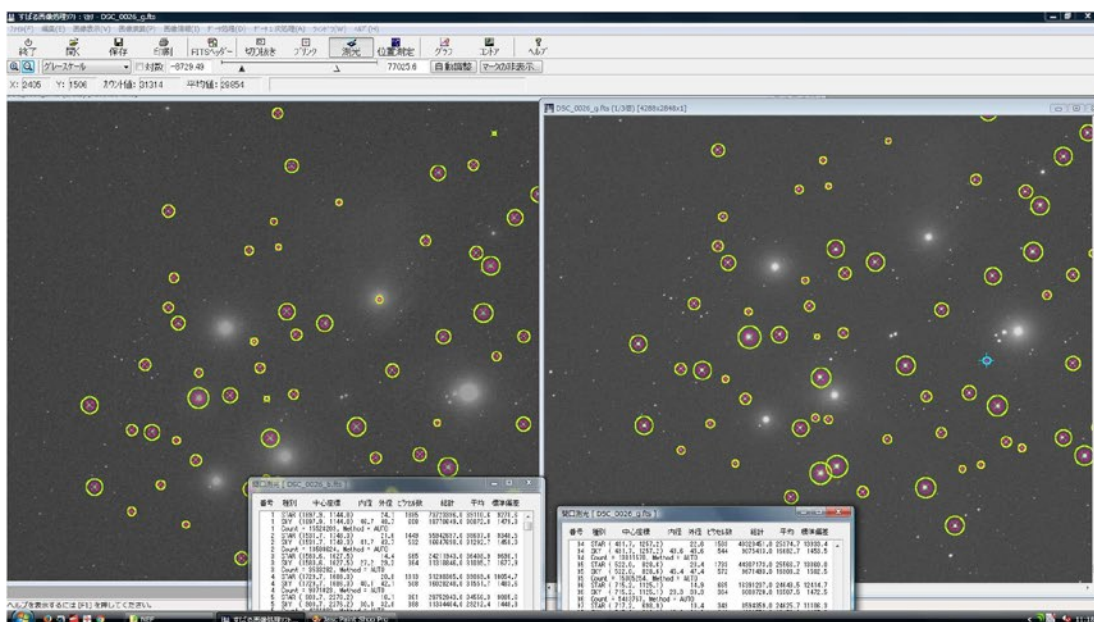
そんなわけで、きれいにまとめた「研究の成果」などではなく、行き当たりばったりの「実習レポート」として、以下の記事をお読みください。

■ 色等級図とは

いわゆるHR図（ヘルツシュプルング＝ラッセル図）のことです。この図を見れば、恒星の色（スペクトル型）と絶対的な明るさとの間に、明確な相関関係があることが一目でわかります。大半の恒星が、左上側の青くて明るい星から、右下側の赤くて暗い星へと続く、一つながりの列を作っています。これを「主系列」と呼んでいます。

ある星のスペクトル型が分かれば、その星の絶対的な明るさが分かりますから、その見かけの明るさと比較することで、恒星までの距離を計算でき、とても便利です。

でも、それって、これまでなら教科書や解説本で読んで、「ふーん、そうなの？」って思うだけでした。



■ マカリ (Makalii) で、B (青) 画像と、G (緑) 画像を測光・解析

測光に使いたいときは、撮影した画像を下処理しておきます。ダークノイズの減算やフラット補正です。画像処理をするときに、raw 2fits (星空公団、フリーソフト) やステライメージ (アストロアーツ、市販) などを使って、Fits (フィッツ) 形式で保存しておきましょう。

Fits形式の画像なら、Makalii (マカリ、国立天文台、天体画像解析用フリーソフト) を使って、いろんな解析ができるからです。

上の図は、マカリで、スバルのB (青) 画像とG (緑) 画像とを開き、両者を見比べながら測光している様子です。

スバルを構成する明るい星たちも測光したかったのですが、私が撮影したスバルは、薄雲のせいで滲んではいるもののピントがそれなりにシャープだし、露出時間が長すぎるし・・・、明るい星が写っているピクセルでは飽和していて、測光には使えない状態でした (残念)。それ

O	P	Q	R
Sky平均	SkySD	測光結果	測光方法
30872.77796053	1479.26477283	15528209.5444079	AUTO
31292.66541353	1458.02198151	10599624.8157895	AUTO
31095.73076923	1677.90185211	3533282.03846154	AUTO
31551.66929134	1483.59921634	9871023.22047244	AUTO
29212.3814433	1448.32421253	4601082.57731959	AUTO
29480.95	1432.49752887	6361530.25	AUTO
29600.52816901	1611.78762709	2517194.64084507	AUTO
29584.19811321	1418.20273533	1481076.21698113	AUTO
29786.09444444	1411.74726923	978695.28333333	AUTO
30421.90853659	1513.84671341	8807268.84756098	AUTO
28969.33928571	1598.91252787	2986345.94642857	AUTO
29031.36574074	1504.1820638	4943996.09722222	AUTO
29212.738	1662.93008433	7956604.006	AUTO
30305.42307692	1639.8933566	10511635.5	AUTO
29973.10185185	1664.18565443	4794858.71296296	AUTO
30421.36904762	1699.96033413	3207785.01190476	AUTO
31549.05088496	1945.21060228	7219381.40044248	AUTO
29635.26530612	1565.5795745	3799244.28571429	AUTO
29596.30952381	1513.22737312	3064087.16666667	AUTO
31328.07371795	1610.54558989	18738588.1314103	AUTO
29817.425	1692.77921795	5133514.875	AUTO
29664.99725275	1515.04554115	3256025.82692308	AUTO
30763.04166667	1578.14662838	4603733.79166666	AUTO
30496.69277108	1530.10494823	2860912.81325301	AUTO
31743.83130081	1475.99349826	6658429.60772358	AUTO
30361.48076923	1570.25011715	8732113.75	AUTO
30799.025	1449.6555527	5540652.875	AUTO
29511.63666667	1688.26932626	2683712.67	AUTO
29888.98809524	1556.22441455	3029742.77380952	AUTO

でも、こんなふうにして、70個ほどの恒星をそれぞれ測光しました。画面の下の方に、測光値がテキストとして表示されている「窓」があるのが分かるでしょう。測光し終わったら、それぞれの測光結果を「テキストに保存」ボタンをクリックし、保存しておきます。

測光の結果はCSV形式で保存されます。また、測光が済んだ後で「画像に名前をつけて保存」すると、上の図の「測光した恒星と測光値」のすべてのデータを含んだ形で保存できます。後から、確認のために再現することもでき、とても便利です。さすが、天体画像計測解析専用のマカリならではの機能ですね。私は、途中でいったん休憩して、あとで測光する恒星の数を増やすときなどに、この機能を活用しました。

	A	B	C	D	E
1	測光値		等級		
2	B	G	B	V	
3	15133433.43	19127116.6	7.44	7.34	
4					
5					
6	3258673.654	4622555.23	9.11	8.88	0.23
7	5151746.639	7718300.29	8.61	8.33	0.28
8	18423521.53	23199598.6	7.23	7.13	0.10
9	10256396.51	17044581	7.86	7.47	0.40
10	4709575.659	7442454.66	8.71	8.36	0.34
11	36936407.25	38653876.8	6.47	6.58	-0.10
12	6922962.955	11170384.1	8.29	7.92	0.37
13	10831649.35	13827752.6	7.80	7.69	0.11
14	3406299.019	5223059.15	9.06	8.75	0.31
15	10606395	14745502.5	7.83	7.62	0.20
16	2081312.06	3746315.22	9.59	9.11	0.48
17	4661798.056	7768760.91	8.72	8.32	0.40
18	7543276.051	10308408.8	8.20	8.01	0.18
19	14715749.35	19258491	7.47	7.33	0.14
20	16495807.07	20593978.7	7.35	7.26	0.09
21	4662683.239	7195777.52	8.72	8.40	0.32
22	13992439.46	21035705	7.53	7.24	0.29
23	11379519.39	14471050.7	7.75	7.64	0.11
24	7334416.913	13003198.4	8.23	7.76	0.47
25	4854897.358	8830231.82	8.67	8.18	0.50
26	18683825.73	24680016.5	7.21	7.06	0.15
27	9441335.352	11305118.7	7.95	7.91	0.04
28	5475924.593	8924764.92	8.54	8.17	0.38
29	5447259.772	7535177.66	8.55	8.35	0.20
30	3796360.462	5811376.43	8.94	8.63	0.31
31	3876932.327	5925190.3	8.92	8.61	0.31
32	3249178.167	4876046.56	9.11	8.82	0.29
33	1719570.587	2776288.6	9.80	9.44	0.37
34	3422263.53	5200933.84	9.05	8.75	0.30
35	9254310.724	13059391.2	7.97	7.75	0.22
36	6534380.382	8795743.84	8.35	8.18	0.17
37	2629986.939	3884285.95	9.34	9.07	0.27
38	4246829.865	7247527.55	8.82	8.39	0.43
39	2676918.22	3722051.61	9.32	9.12	0.20
40	3064283.798	4617426.83	9.17	8.88	0.29
41	5748720.185	9191495.63	8.49	8.14	0.36
42	9487457.999	9819969.94	9.54	9.49	0.05

■ 測光値を等級に直し、色指数を計算

詳しい手順については、「あなたもできる デジカメ天文学」を読んでいただくのが良いと思いますが、以下に概略を説明しておきます。

1. 比較星のデータを調べる

スバルの中の適切な星を選んで、その星の明るさ（等級）を調べます。

B（青）等級とV等級の値を、左図のように表計算ソフトの「比較星」の値として与えておいてください。

2. B（青）画像とG（緑）画像の測光値を、それぞれの列にコピー＆ペーストして、比較できるようにします。

3. 測光値を等級に変換します

このとき、以前に「馬頭星雲の距離を求める」というテーマでご紹介したのと同じ方法、求めたい恒星の明るさ（等級）＝比較星の等級－2.5Log(恒星の測光値／比較星の測光値) という公式が使えます。

3. 色指数の計算

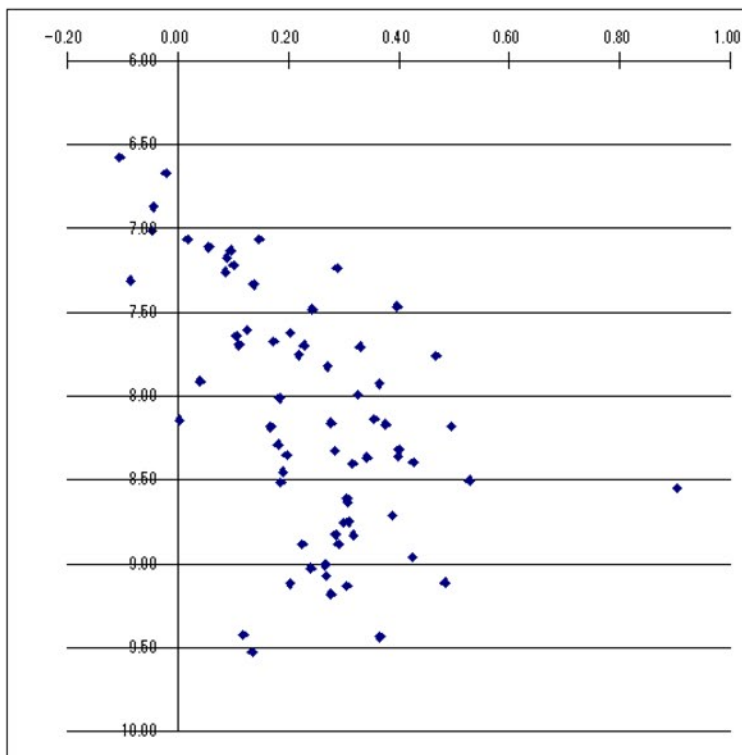
本格的な観測では、分光撮影用にU,B,Vバンドなどの正確なフィルターを使うのですが、デジカメを使った今回の事例では、色指数＝B（青）画像での等級値－G（緑）測光値 として

計算しています。

右の図が、スバルという星団を構成する星たちの色等級関係のグラフ。今回紹介した方法でデジカメ画像を解析してみた例です。

■ まとめ

解析中にパソコンのシステムがクラッシュするなどしたため、今回は、十分な下処理を済ませていない画像を使用せざるを得ませんでした。それで、暗い星ほどノイズの影響を受けている可能性が高いです。グラフを見ると、特に9等星以下の部分で色指数が青（左）



側に寄っている恒星があることが気になります。これは、画像の質のせいかもしれません。また、ピントがそれなりにシャープなのも問題で、明るい恒星は受光したセルから光（電子）がオーバーフローしてしまっており、測光値が正確ではありません。普段、「シャープなピントで撮影する」ことに神経を注いでいるものですから、測光用の画像を得るために、わざわざ「適度にピントを外して撮影する」というのは、かえって大変かもしれませんね。どれくらいピントを外すのがいいのか、それを見つけ出すのはかなりつらい作業になりそうです。

読者の中に、もし、ピンぼけの写真（スバル）を撮ってしまった方がいたら、ぜひその画像を使って測光して見てください。きれいなHR図ができあがるかもしれません。

200mm～500mm程度のレンズで撮影した画像が「最適」なのだそうです。明るいレンズなら、短時間露出の固定撮影にして、日周運動でのズレをうまく使うという手もあるらしい。

いずれにしても、いろんなことを気軽に試してみるのがお勧めかもですね。

「天体写真」も、「画像の解析」も、高価な機材が必要でとても難しいのだと思い込んでいるあなた、手持ちの機材とフリーソフトを使ってできる、おもしろい「デジカメで天文学」の世界に、飛び込んでみてはいかがでしょうか？

11/15(日) 恒星社厚生閣 から 出版されました 「あなたもできる デジカメ天文学」

”マカリ” パーフェクトマニュアル 定価(本体2,700円+税) amazonでも取扱
県民天文台から、望遠レンズで撮影した「太陽画像(黒点有り)」を提供しました

☆☆☆☆☆☆ **これからの予定** ☆☆☆☆☆☆

4月29日（金、祝）、19:30～ 城南公民館講座
「天文台で春の星空観測」 木星と春の星座

5月15日（日）、10:00～
「熊本県民天文台総会」

7月29日（金）、19:30～
火星・土星と夏の星空
この週末、夏休みですから、賑わいそうです

8月6日（土）、19:30～ フィールドミュージアムへ飛びだそう！
火星・土星と夏の星空

8月9日（火）、19:30～ 伝統的七夕
半月前の月、土星と火星、夏の大三角、天の川、月の撮影

8月11日（木、祝）19:30～
半月、土星と火星、夏の大三角、月の撮影、流れ星（?）

8月12日（金） ペルセウス座流星群が極大
半月頃ですから、夜半過ぎから絶好の条件です

9月10日（土）、19:30～ 県環境センター 「星空観察会」
半月、土星・火星、夏の大三角、夏の星座、月の撮影

9月16日（金）、満月前日（中秋の名月の翌日）、 武蔵丘コミセン
月の観察と撮影

9月17日（土）、フィールドミュージアムへ飛びだそう！
月を観察して撮影しよう

☆☆☆ まだまだ、たくさんの予定が入りそうです ☆☆☆

☆☆☆☆ ちょっと一服

Poem & Illustration

1月末の大雪と寒さにはまいりましたが、立春を迎え、やや過ごしやすい日々。ただ、この冬は気温の乱高下がすごような気が。このまま暖かい春がすんなりやって来るとはとても思えません。

それにしても、今月もまた、なかなかまともに晴れてくれず。星空の綺麗な友人宅に一泊遊びに行ったのですが、思いっきり曇られて空振り。明け方の月と惑星の撮影も狙っているのですが、8日の新月までの間にどの程度晴れてくれるのか…微妙です。冬の星をまともに撮れないまま、オリオンが傾くのも早くなってきましたね。

さて、カタリナ彗星は北斗七星を通り越してすっかり北天に…いるはずなのですが…私の貧弱な機材とぼろな目では、まったくわかりません。もう、匙を投げました。



冬の星座

待っている

木枯らしが途絶えるのを待っている
冴ゆる空より降ってくる
奇しき光を待っている

凍りついた色が時を貫いて
窓ガラスの内にキラキラと宿るのを
待っている

ぐっすり眠りこんだ猫の背中の中を
するりとかいくぐって
耳元でささやく
遠い光の言葉が
(なにかしらの)

オリオンは 闊歩しているか
オオイヌは 獲物を凝視しているか

人皆寝静まった
しじまの中で



By Dio

2016年1月の県民天文台 ～運営日誌より～

開台率 6日／12日＝50%
一般来台者数 30名

総開台日数 6日
会員来台数 11名

日付	天気	担当運営	来台数	記 事
9 日 (土)	晴れ時々曇り	中島 小林 M 西嶋 中島	2 人	M42,M45 など 北九州から2人、天体写真を撮りたいということで来台。貸し切りのためしっかりと楽しんでもいただきました。寄付もたくさん頂きました。 Talk About 星屑発送など
1 0 日 (日)	晴れ	艶島 小林 M	1 0 人	リゲル、ベテルギウス、M42 冬の大三角を初めとして冬の星座を解説。どちらも小4の子どものいる家庭。「冬の星座を観察してくること」と先生からいわれたそうです。一組は県詩人会の会長さんのご一家でした。
1 5 日 (金)	快晴	小林 J 西嶋 西嶋	4 人	ツェ、リゲル、ベテルギウス、M42、シリウス、M41、7 ^レ レベ 星の勉強をという小学生の男の子とお父さん。それから若いカップルさん。月が結構明るくて、M42 はちょっと迫力に欠けていましたが、それでもきれいでした。二組とも楽しんでいただけたようです。 一般公開終了後カタリナ彗星撮影
1 6 日 (土)	晴れたり曇ったり	中島 西嶋 中島	7 人	月、シリウス 最初の5人は残念ながら雲が広がり月しか見えなくなりました。最後の二人は1月末にオーロラを見に行くとのことで、カメラの相談があっ ていろいろと盛り上がりました。終了10時15分 2013 X1 パンスターズ彗星撮影
3 0 日 (土)	曇りのち快晴	中島	6 人	M42,M79,M45,シリウス、カノープス、木星 ふくおか天文クラブ「星ミンネ」のメンバーが来台。星のソムリエ受験メンバーが集まって作った天文クラブだそうです。カノープスを見たくての来台でした。もう一組のカップルは外国の方でした。

日付	天気	担当運営	来台数	記 事
3 1 日 (日)	晴れの ち曇り	艶島	1 人	シリウス、M42 中国の方ですが、日本滞在が長いようで日本語でほとんど話が通じました。星までの距離、UFOはいるのか、銀河系と太陽系、ダークマターなどたくさんの質問が出ました。まるで貸し切りの天文講座です。

天文台は雪の中！！

～ 1月24日 久しぶりの大雪に見舞われた天文台 ～

1月24日（日）前夜から降り始めた雪は、一日中降り続きやむことがなかった。気温もずっと氷点下を記録し、雪は融ける気配もない。どんどん降り積もり、天文台近くの我が家では犬の足が雪に埋もれて、おなかがついてしまうほどだった。もっとも、我が家の犬の足が短いせいもあるのかもしれない。それでも、15cmほどは積もっていた。午後3時過ぎに天文台まで犬を連れて散歩がてら、偵察に行ってみた。とりあえず異常はないようだったので安心して帰宅した。それにしても静かな古墳公園だった。



古墳公園内のトイレは軒並み使用不能になっていて、天文台の近くのトイレの配管は、バルブの付近で破裂していた。氷が溶けると、一気に水が吹き出すかもしれない。熊本市内のあちこちで水道管が破裂して、水道の水圧が下がり断水しそうだということだった。天文台の周りでも、あちこちの水道管が破裂していたらしい。



次の日、昼から少し雪が溶けたので商店街へと買い物に出かけたのだが、まだ断水しているお店があっけびっくりした。とても復旧作業が追いついていないようだった。天文台へも行ってみたが、水道からはちょろちょろと水が流れていたもので、一安心。ボイラーからはお湯は出なかったが、この水圧では無理だろうと判断した。公園内のトイレや水飲み場は水を止めてあり、使用不能だった。いつ復旧するのかも分からない様子だ。

こんな大雪は、2010年1月13日以来ではないか。いや、2011年のお正月にも雪が積もったような記憶があるから、5・6年ぶりの大雪ということだろう。しかし、当地でも-9℃ほどまで冷え込んだ今回の寒波は、しばらくは記憶に残ることになりそうだ。皆さんのところでは被害はなかっただろうか？しばらく雪はこりごりだと思う。

1 月後半の雪、びっくりぽんでした。県北よりも県南の方が積雪多かった熊本でしたが、私のところ中央区でも道路が大変な事になって、通勤は大変でした。車でスケーターワルツが出来て嬉しい…、いやいや、恐怖でした。(＞_＜) まあ国道に出る数百メートルまででしたが。日頃雪が積もらないので、積もったらもう大変。でも雪のお陰で近所の公園や庭先には、沢山の雪だるま。風は冷たかったけど、心はホッくりしました。(^^)

☆ 3 月の天文現象 & 行事 ☆

- 2 日 (水) 下弦 (08:11)
- 4 日 (金) 土星が西矩 (06:19 0.5等、視直径16.5")
- 5 日 (土) 啓蟄 (けいちつ … 冬眠した虫類が、陽気で地上に姿を現す)
- 7 日 (月) 明け方の東天で、細い月と金星が並ぶ
- 9 日 (水) 部分日食 (09:54~11:39) 東南アジアで皆既日食
木星が衝 (09:16 -2.5等、視直径44.4") 新月 (10:54)
- 12 日 (土) トークアバウト (20:00~ 変更の場合あり)
- 14 日 (月) ヒヤデス星団の食 (20:55 おうし座θ2星 (3.4等) の食)
(21:04 おうし座θ1星 (3.8等) の食)
(21:46 おうし座HIP 21029 (4.8等 ヒヤデス星団) の食)
- 16 日 (水) 上弦 (02:03)
- 20 日 (日) 春分 (しゅんぶん… 昼と夜の長さが同じ。前後各3日を含め先祖供養の日)
- 23 日 (水) 水星が外合 (15:03 -1.9等、視直径05.0")
半影月食 (食の最大は20:47) 満月 (21:01)
- 25 日 (金) 土星が留 (21:46)
- 30 日 (水) くじら座α星ミラが極大 (2.0~10.1等 周期332日)

特定非営利活動法人熊本県民天文台機関誌 「星屑」 2016年3月号 通巻492号
発行所 熊本県民天文台事務局 〒861-4226
熊本県熊本市南区城南町塚原2016番地 熊本県民天文台
TEL 0964-28-6060
振替口座 01700-5-105697
NPO熊本県民天文台事務局
天文台ホームページ <http://www.kcao.jp/> メールアドレス astro@kcao.jp
メーリングリストの加入申し込み受付中 kcaohige2003@yahoo.co.jp 中島まで