

# 美星スペースガードセンターにおける観測環境の整備 (スカイモニターとGPS受信NTPサーバーの構築)

奥村真一郎<sup>1)</sup>・橋本就安<sup>1)</sup>・西山広太<sup>1)</sup>・浅見敦夫<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup> 日本スペースガード協会

Preparations for the observation environment in Bisei Spaceguard Center  
- Development of a sky monitor and an NTP server with a GPS receiver -

Shin-ichiro OKUMURA<sup>1)</sup>, Nariyasu HASHIMOTO<sup>1)</sup>, kota NISHIYAMA<sup>1)</sup>, and Atsuo ASAMI<sup>1)</sup>

## Abstract

We have developed a sky monitor and an NTP time server with a time synchronous GPS receiver. They consist of commercial products not so expensive. The sky monitor system supplies a sky image every minute, and the sky image is also open on world wide web every 15 minutes, with the weather information at that time. The NTP server, connected with the GPS receiver, supplies accurate time information, especially needed when satellites or space debris are observed.

Key Words: Sky monitor, GPS, NTP server

## 1 はじめに

美星スペースガードセンターでは地球近傍小惑星とスペースデブリ等の光学観測を日々実施している。お盆・正月関係なく365日、悪天候の場合でも夜間は常に待機し、好天化すれば速やかに観測に移るという体制をとっているため、天候を常時監視するためのスカイモニターが不可欠である。以前は岡山天体物理観測所(OAO)など他所のスカイモニターを参照していたが、OAOのある浅口市鴨方町と井原市美星町は南北に直線でわずか12kmほどの距離であるにもかかわらず、天候は必ずしも一致しない事が多い。そこで美星における現場の天候を直接監視できるモニターが必要となり、スカイモニターを開発した。安価なCCDカメラ(WATEC社WAT-120N)とビデオキャプチャーボード、ホームセンターで売られている程度の物品を組み合わせることにより、低予算での製作を実現した。出力画像の読み出しノイズが大きいものの、キャプチャした生画像を20枚程度足し合わせるなど工夫する事により5等程度の星は確認できる画質となっている。

ところでスペースデブリや人工衛星の観測の際には、背景に写る恒星を基準にして位置を測定する。静止衛星の場合、恒星に対して時刻1秒につき赤経(時分秒)で1秒、すなわち角度にして15秒角移動するため、たとえば測角精度を1秒角以内におさえる必要のある場合には $1/15=0.07$ 秒以下の時刻精度が要求される。これまで、時刻合わせはネットワークを通じて外部NTPサーバー

に同期させる方法をとっていたが、これでは何らかのトラブルによりネットワークが停止した場合に観測精度が落ちる可能性がある。そこで、外部との通信が途絶えた場合のために、所内にGPS受信NTPサーバーを構築した。こちらも安価なGPS受信機(GARMIN社Saturn17x)を購入して低価格での製作を実現した。以下、スカイモニターとGPS受信サーバーの仕様について紹介する。

## 2 スカイモニター

安価なモノクロCCDカメラとレンズ、凸面鏡を組み合わせるスカイモニターを製作した。製作の際に購入した物品は、

- ・ CCDカメラ (Watec社WAT-120N) 約7万円
- ・ CSマウントレンズ (25mm F/1.8) 3万円程度
- ・ 凸面鏡 3千円 (ホームセンターで購入)
- ・ 固定用アルミパイプ 1千円
- ・ 自動ON-OFF用明暗センサーコンセント 2千円
- ・ PCIバス用キャプチャーボードCBP-AV 8千円
- ・ 延長ケーブル 1千円
- ・ フラッシュメモリ (市販のUSBメモリ) 1千円
- ・ その他 (結露防止用ヒーター、固定用ボルトなど) 5千円程度

である。サーバーとして使用するPCはすでにあるものを利用することで、出費は約12万円である。

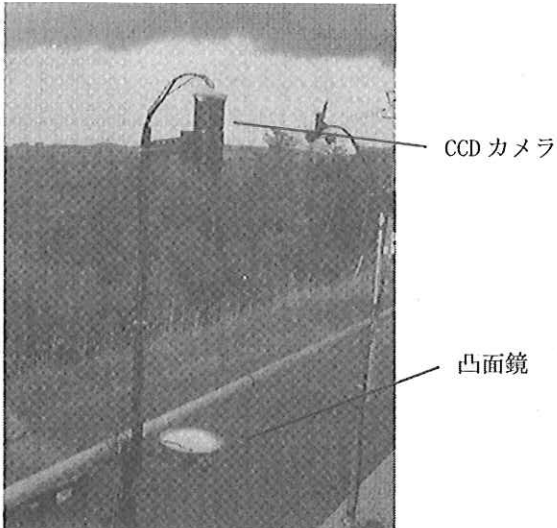


図1 スカイモニタの外観

図1のようにCCDカメラは下向きに取り付け、上向きに設置した凸面鏡と組み合わせて視野角約120°の範囲をカバーする。1秒程度の積分で画像を読み出し、アナログ出力をリアルタイムでTVモニターに表示させるとともにLinux上で「webcam/xawtv」を用いてキャプチャーボードより640×480画素のJPEG画像としてPCに取り込む。1枚ではS/Nが十分ではないので、1秒間隔で20枚取り込み、Linuxの「convert」コマンドを使用して平均化処理(足し合わせ)を行なう。画像の取り込み時にはハードディスクへ記録すると書き込み時間が遅いため、毎秒1枚の画像のキャプチャにおいつかない。そのため市販のUSBメモリをLinuxファイルシステムにてフォーマットし直した後にマウントさせ、画像の読み書き等の処理はこのディレクトリ上で実行している。最近ではSSDが搭載されたPCが出回っているので、これを使用すればこのような手間をかけてUSBメモリをマウントさせるような必要はない。平均化した画像には「convert」コマンドにより時刻等の文字情報をオーバーライトし、さらにmovie画像(アニメーションgif)を作成し、所内のマシンから閲覧できるようにしている。また15分毎の画像については、気象データとともに日本スペースガード協会のWebサーバーから一般に公開している。(図2、  
[http://www.spaceguard.or.jp/SKY\\_MONITOR/](http://www.spaceguard.or.jp/SKY_MONITOR/))  
 最新画像とともに過去2時間分のmovie閲覧機能とmovie画像を並べて表示する機能も搭載し(図3)、天気  
 の移り変わりが一目でわかるようにした。

またOAOや東広島天文台など近隣の観測所でもスカイモニターを運用しているので、そちらの画像と比較することにより天候の変化を予想することもできる(図4)。

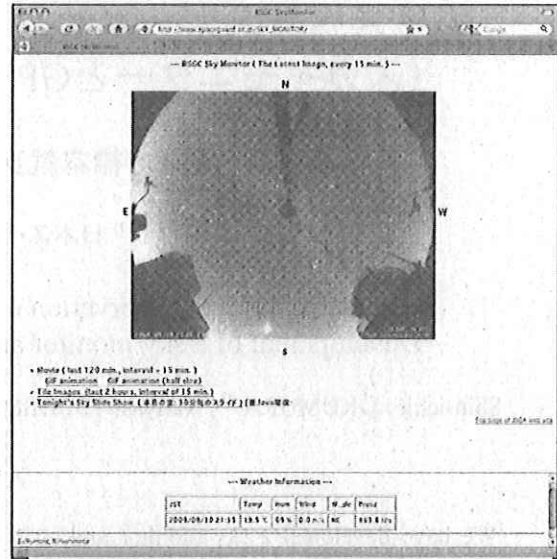


図2 Webで公開している画面。天の川が写っているのがわかる。

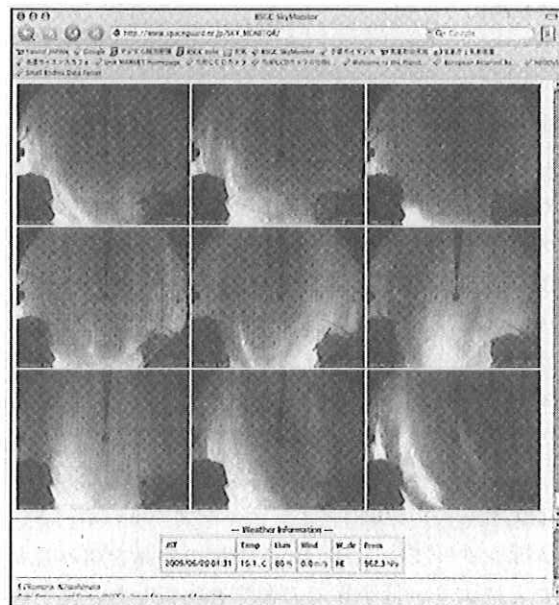


図3 過去2時間分、15分おきの画像を並べたモード。

## 美星スペースガードセンターにおける観測環境の整備

### 3 GPS受信NTPサーバー

外部ネットワークに頼らず正確な時刻情報を得るための手段として安価なGPSレシーバーを購入し、GPS受信サーバー兼Stratum-1 NTPサーバーを立ち上げた。用意したものはLinuxPCの他にはGARMIN社のSaturn17x GPSレシーバー（3.6万円程度、図5）である。付属のケーブルを用いてPCとレシーバーをシリアルで接続するだけでハードウェアの設定は完了である。Linuxカーネル(2.4.33)にppskit-2.1.7のpatchをあて、レシーバーからのPPS (Pulse Per Second) 信号に対応させ再構築した。その際ntpdについても再コンパイルを実施した。定常状態（時刻同期できている状態）で「ntpd」コマンドにより情報を出力させると以下の通りである。実用上は問題ないレベルであると考えている。

```
ntpd> kern
pll offset:                1.376e-06 s
pll frequency:             -78.915 ppm
maximum error:             0.002066 s
estimated error:           1e-06 s
status:                    2107  pll  ppsfreq
                           ppstime  ppsignal
                           nano
pll time constant:         10
precision:                 1.28e-07 s
frequency tolerance:       496 ppm
pps frequency:             -78.915 ppm
pps stability:             0.013 ppm
pps jitter:                9.44e-07 s
calibration interval:     256 s
calibration cycles:       13512
jitter exceeded:          11756
stability exceeded:       98
calibration errors:       0
```

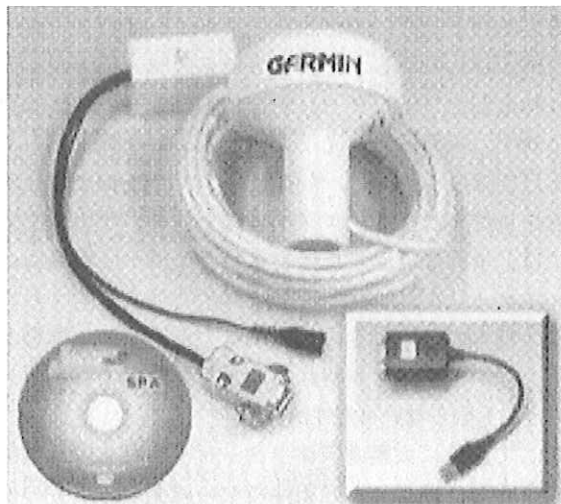


図5 GARMIN社製GPS受信ユニット  
サターン17x。

(2009年12月21日受付, 2010年1月15日受理)

Google マップ

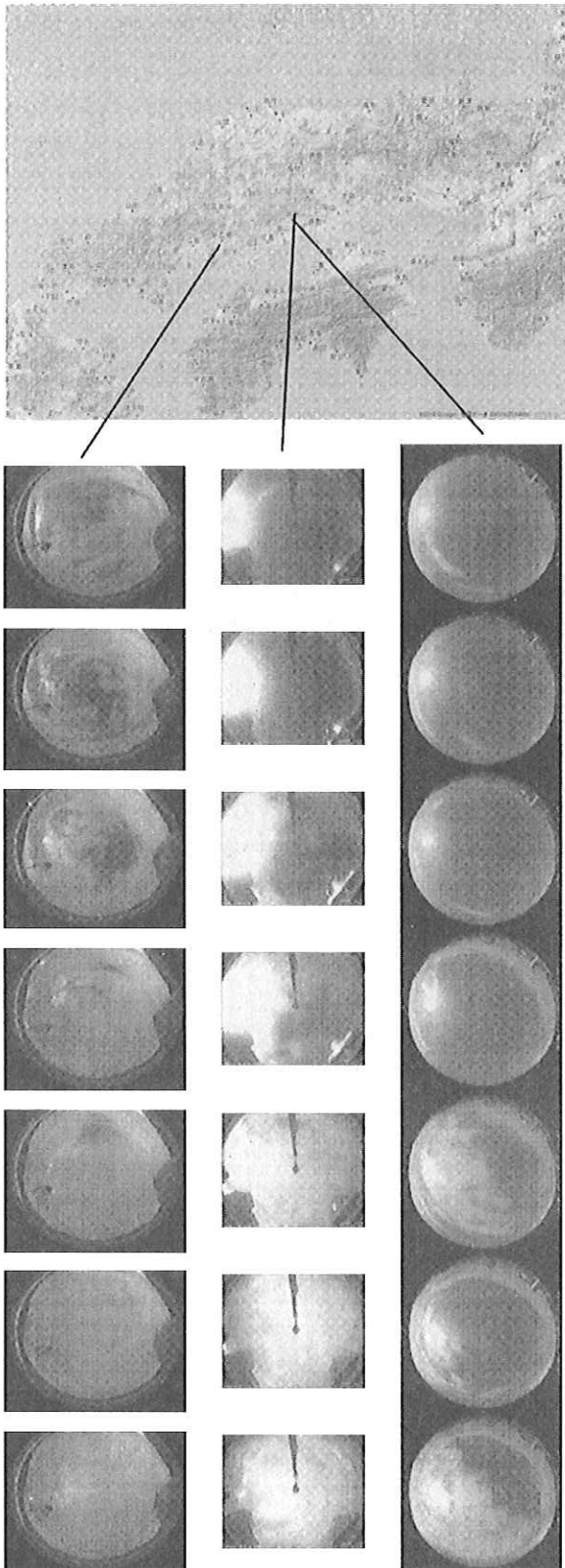


図4 左：東広島天文台、中：美星スペースガードセンター、右：岡山天体物理観測所、のスカイモニター画面。上から順に、2009年12月5日22時～23時30分までの90分間、15分毎の画像。いずれも上が北、右が西。地図はGoogle、スカイモニター画像は広島大学宇宙科学センターと国立天文台岡山天体物理観測所の提供による。