

美星スペースガードセンターにおけるスペースデブリ観測

西山広太

日本スペースガード協会

Space debris observation in the Bisei Spaceguard Center

Kota NISHIYAMA

Abstract

I We developed the application optimized for the space debris observation in the Bisei spaceguard center. This application detects and measures the space debris by the automatic operation. Recently, we have been improving application, in order to carry out follow-up observation of the satellite which does not appear in a catalog..

Key Words:Space debris, Spaceguard

1 美星スペースガードセンター

美星スペースガードセンター(図1)は、スペースデブリ及び地球接近小惑星等の観測を目的とする施設として、財団法人日本宇宙フォーラム(JSF)が、文部科学省の特別電源所在県科学技術振興事業補助金により整備したもので(1999年に完成)、主な利用者は宇宙航空研究開発機構(JAXA)であり、観測業務はNPO法人日本スペースガード協会が実施している。主な観測機器としては口径1m光学望遠鏡(F3、視野角3度)と口径50cm光学望遠鏡(F2、視野角2度)がある。発見・追跡を主目的としているため広い視野を持つことが特徴となっている。

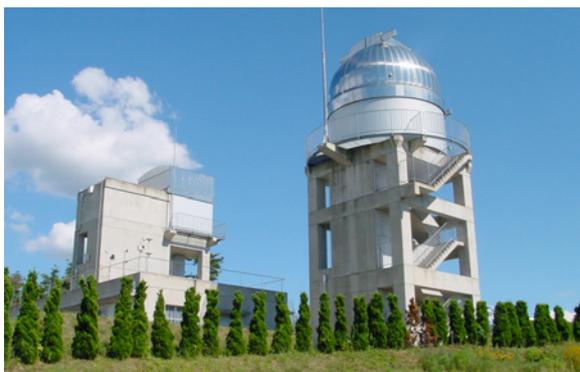


図1 美星スペースガードセンター外観

美星スペースガードセンターの1.0m光学望遠鏡の制御計算機システムは、望遠鏡駆動系の制御計算機部分、CCDカメラ制御計算機部分、両者の連携をはかり観測システム全体を制御する部分(望遠鏡制御計算機)の3つの部分から構成されている(図2)。望遠鏡制御計算機はCCDカメラによって取得した画像に駆動

系制御計算機から得た望遠鏡の指向方向等の必要な情報を付加してFITSファイルとして内部に保存する。望遠鏡制御計算機内部のディスクは所内ネットワークにより他のパソコンに公開することで、天体の検出・解析等の処理を複数のパソコンで実行できるようになっている

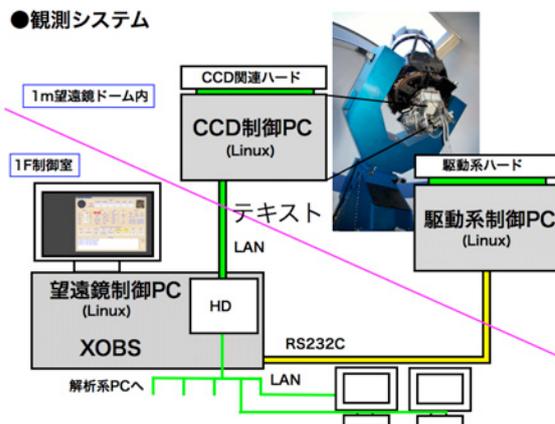


図2 1.0m望遠鏡制御システム図

2 スペースデブリ観測方法

スペースデブリの検出は、連続して複数枚の画像を撮影し、計算機の画面上で時系列に表示を切り替えることで、背景の恒星像との動きの違い等から判別しておこなう。画像は連続して4枚から6枚程度取得する。検出した目的物体の位置測定は、まず、写っている恒星の位置をピックアップしこれを星表と比較、CCD画像の座標を決定する。そして、目的物体のCCD画像上の座標を測定し、画像の座標との比較から目的天体の位置を決定する。美星スペースガードセンターではこ

れら撮像から天体の検出、位置測定に至る一連のプロセスをほぼ自動で処理するシステムを独自に開発し、効率的な運用を行っている。

美星スペースガードセンターでは2006年から2007年にかけて、1.0m望遠鏡の駆動軸の改修を行い恒星時追尾時はもちろんのこと、高速な駆動速度においても高精度で追尾可能なシステムを実現している。改修後から2010年2月までの期間、制御ソフトウェアのプログラム上の問題から十分な性能を発揮できずにいたが、その後プログラムの改修を行いほぼ実観測において期待される追尾性能を実現している（表1）

指向精度	6分角程度	ほぼ全天
追尾精度	0.1秒角rms	恒星時追尾時 (1.5秒角/秒)
	6.3秒角rms	低軌道衛星追尾時 (1.0度角/秒)

表1 1.0m望遠鏡の追尾と指向の精度

3 データ解析アプリケーション

美星スペースガードセンターでは、それまでいくつかの市販アプリケーションを組み合わせて行っていたスペースデブリ検出・測定処理を、より効率的で処理過程のロジックが明確なシステムとする事を目的に、スペースデブリ検出・位置測定アプリケーションの開発を2007年より開始した。具体的には、まず、効率的なシステムと同時に人的エラーが発生しないよう全体のプロセスは極力自動処理とする。また、開発は観測者グループによるものとし、実際の使用にあった変更・修正が柔軟・迅速に実施できるようにする。望遠鏡制御系との連携や開発のしやすさを考慮してLinux上で動作するものとする事とした。言語はC言語とPerl、GUIはPerl/Tkを使用した（図3）。

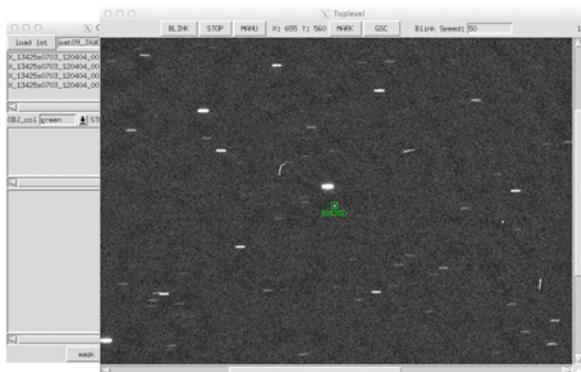


図3 検出結果チェックプログラム(GUI)

2009年7月に完成して以降、使用しながらの部分的な改修を重ねながら現在に至っている。目的天体の90%程度は自動での検出・測定を実現している。また、アプリケーション導入後は効率的なデータ処理、およ

びそれによる観測者へ作業負担は明らかに軽減し、従来に比べて検出・測定作業が50%~70%程度効率化したと考えている。処理の自動化によりこれまであった人為的な作業ミス（例えば目的物体の名称間違い）も減少した。

4 未知デブリの検出・追跡観測

未知デブリ（カタログに未登録の物体）の発見・監視は、運用衛星への衝突や新たなデブリの発生を未然に防ぐ上で重要な課題の一つとなっている。美星スペースガードセンターでは、衛星の観測中に偶然未知デブリを発見することがある。未知デブリの観測には発見後迅速に追観測を行う必要があるが、これまでデータ処理システムが十分迅速な観測に対応していなかった。そこで、われわれは2011年より、開発したデータ処理アプリケーションに、未知デブリを追観測可能とする修正を行ってきた。主要な修正は、自動検出した物体をカタログと照合し、未知デブリであった場合は観測データより追観測のための位置予測を行う、というものである。画像取得から位置予測までのプロセスは5~10分程度で実行可能となっており、発見後短時間で追観測に移行することができるように、これまで見逃していたような未知デブリの大半を追観測可能となっている。

5 まとめ

美星スペースガードセンターではスペースデブリの検出・測定を行う専用のアプリケーションを独自に開発し、効率的で柔軟な運用を可能としている。また、現在も運用を行いながら改良を進めている。2011年には未知デブリの追観測を可能とする機能を加える修正を行い、検出された大半の未知デブリを追観測可能となっている。現在、追跡精度向上と効率化のため予報位置計算プロセスの改良を進めている。

(2012年12月24日受付, 2013年1月15日受理)