

## 静止衛星観測用光学望遠鏡の現状と改修プラン

○布施哲治 (NICT 鹿島), 黒田大介 (天文台岡山), 久保岡俊宏 (NICT 鹿島)

鹿島宇宙技術センターでは、本館の屋上に設置した口径 35cm 光学望遠鏡2台を用いた静止衛星の位置観測を行っており、得られた画像データはウェブ上に公開している(※URL は下記参照)。また可動基線電波干渉計による静止衛星の位置測定も実施しているが、測定精度が 5/1000 度と低いため、精度が 1/1000 度である光学望遠鏡の画像データを干渉計のキャリブレーションとしても利用している。一方、光学望遠鏡の精度は現状の 1/10 程度が目標であることから、この度システム全体を見直したところ、望遠鏡駆動系、撮像カメラ本体、データ解析プロセスにおいて改良すべき項目が認められた。本発表では、現在の望遠鏡システムおよび検討中の改修プランについてまとめる。

※[http://www2.nict.go.jp/w/w122/control/telesco/Optical\\_observation/newindex-date.html](http://www2.nict.go.jp/w/w122/control/telesco/Optical_observation/newindex-date.html)

## 静止衛星観測用光学望遠鏡 の現状と改修プラン

布施哲治 (NICT鹿島)

tetsu.fuse@nict.go.jp

黒田大介 (天文台岡山), 久保岡俊宏 (NICT鹿島)

# もくじ

1. 本研究の背景
2. 鹿島宇宙技術センターの紹介
3. 「人工衛星軌道の研究」の紹介
4. 可動型電波干渉計の概要
5. 光学観測装置の概要
6. 光学観測装置の現状
7. 光学観測装置の改修プラン

2

## 1. 本研究の背景

- 国立天文台ハワイ観測所のすばる望遠鏡
  - 巨大望遠鏡＝システムをいかに効率よく使うか？
  - ユーザーによるカスタマイズはフィルター作成程度



- 鹿島宇宙技術センターの望遠鏡による静止衛星の観測
  - 口径35cmと非常に小型だが、自分で最適化しなければならない
  - 高効率化 and 高精度化 → 現状把握と改修作業が必要
  - 静止衛星だけでなく、静止軌道のデブリも観測対象にしたい
  - 経験豊富な皆様のお知恵を拝借したい

3

## 2. 鹿島宇宙技術センターの紹介

### ● 歴史

- 昭和39年に開所、当時は電波研・鹿島支所
- 現在の職員数約50名、うち研究者は15名

### ● 所属する研究グループ

- 光・時空標準グループ
  - 次世代時空計測プロジェクト（34mアンテナ）
- 宇宙通信ネットワークグループ
  - WINS プロジェクト、ETS-VIII プロジェクト、人工衛星軌道の研究



## 3. 「人工衛星軌道の研究」の紹介

### ● 通称：『軌道班』

### ● メンバー

- 久保岡俊宏、布施 哲治

### ● 研究テーマ：『混雑する軌道資源の有効活用』

- 電波監視：可動基線電波干渉計
- 光学監視：口径35cm望遠鏡2台
- 精密軌道決定
- 多数衛星制御
- 準天頂衛星

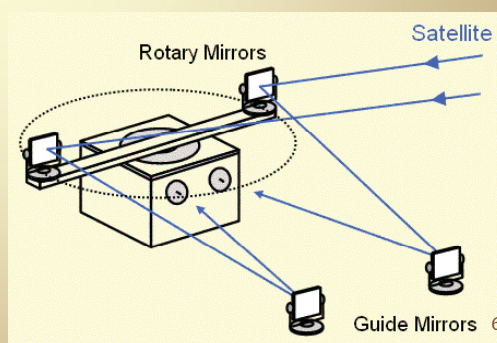




## 4. 可動型電波干渉計の概要

### ・システム

- 2台のアンテナで静止衛星の電波を受けて位相を検出、電波の来た方向を割り出す
- 計測対象はビーコンでも帯域信号でもよい  
→ 運用中の衛星のみ。デブリは検出不可能
- 天候によらず、昼夜も問わない
- 精度は 5/1000度 (≒18秒角、静止軌道上で約 3km)



## 5. 光学観測装置の概要

### ・背景

- 研究本館の屋上にドーム設置
- 東は海、南東は製鉄所などの工場群、成田空港が近い→ 観測環境としては非常に悪い
- ただ、研究室から近いところにある



## 5. 光学観測装置の概要

### ・システム 全体像

- ・ 同一のものが2台
- ・ 望遠鏡: タカハシ  $\varepsilon$ -350 (口径35cm)、焦点距離 1,248mm
- ・ カメラ: BITRAN BT214E 1,024 × 1,024 pix 24  $\mu$ m
- ・ 視野: 1度 × 1度
- ・ シャッター精度: UTC < 0.01秒
- ・ 位置測定精度: 1/1000度 (=3.6秒角、静止軌道上で約700m)

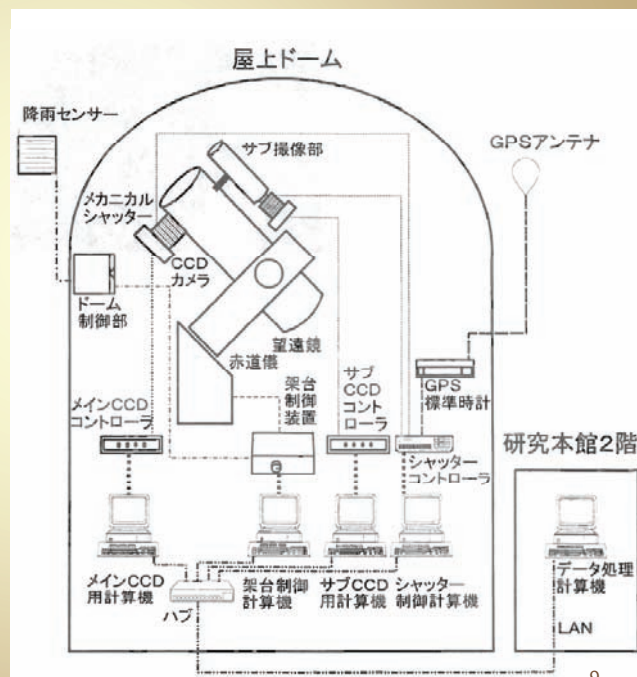


8

## 5. 光学観測装置の概要

### ・システム全体像

- ・ 2台の望遠鏡にシャッター、カメラ、架台の制御 PC が各 3 台
- ・ 研究室から Windows のリモートデスクトップでコントロール
- ・ 電波干渉計のキャリブレーションにも利用
- ・ 制御プログラム、データ解析プログラムは業者作成のパッケージ



9



## 5. 光学観測装置の概要

### ● 観測の流れ

1. 観測スケジュールを考える
  - 例: 15秒露出で、直下点緯度0度を保ちつつ、直下点経度を200度から80度まで0.5度ずつ西にずらしながら撮像を繰り返す
2. シーケンスファイルの作成
  - メカニカルシャッター、CCD カメラ、架台について、制御用のスクリプトファイル(シーケンスファイルと呼ぶ)を作成
3. シーケンスファイルを制御PCに転送
  - シャッター、カメラ、架台の各制御プログラムに、それぞれのシーケンスファイルを読み込ませる
4. 自動運転開始
  - それぞれのシーケンスファイルにのっとり、自動観測を実施
  - 雨滴センサーにより、降雨時にはドームのスリットが自動で閉まる

10

## 5. 光学観測装置の概要

### ● データ処理の流れ

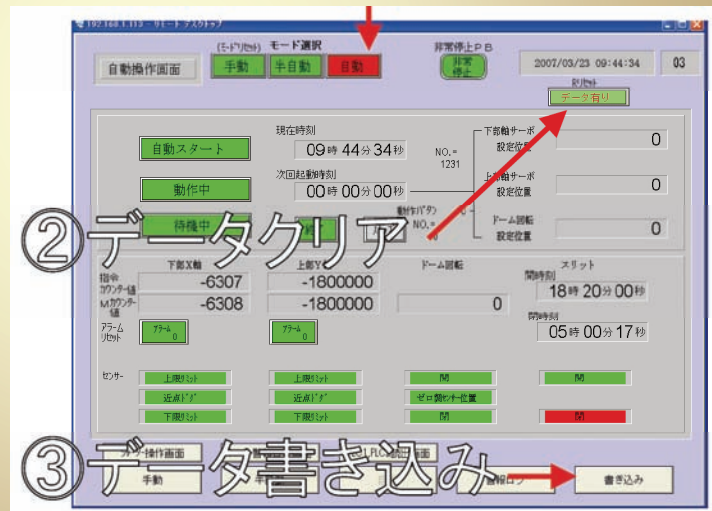
1. 取得した画像データから「恒星＝線状、静止衛星＝点状」を検出
2. 恒星の中央点の位置を測定
3. 恒星の中央点と星表カタログを比較、赤経・赤緯を求める
4. 恒星の位置との相対位置関係から、衛星の赤経・赤緯を求める
5. 衛星が静止軌道にある(地心距離 42,164km)と仮定して、衛星直下点の緯度・経度を求める
6. 画像データに、衛星直下点の緯線・経線を描き込む
7. ウェブにて画像公開  
<http://www2.nict.go.jp/w/w122/control/telesco/index-j.html>

11

## 6. 光学観測装置の現状

### ● 制御プログラム

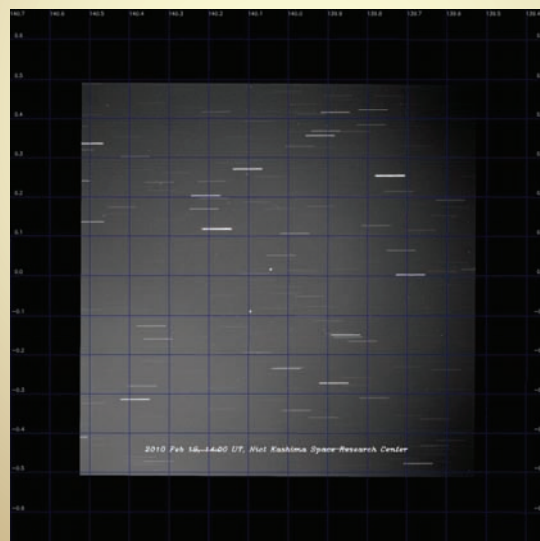
- 業者によるパッケージのため、中身がわからない
- 望遠鏡の向き：赤経・赤緯および方位角・高度の表記なし



## 6. 光学観測装置の現状

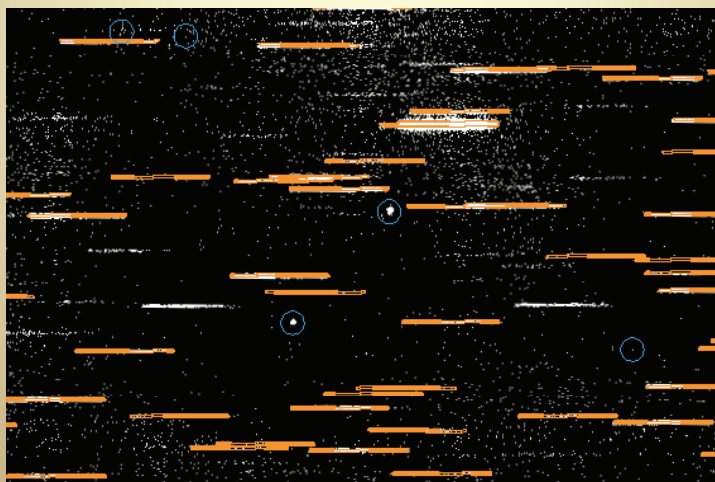
### ● 観測データの処理プログラム

- 業者によるパッケージのため、中身がわからない
- Dark 処理はしているようだが、Flat Fielding は未処理？



## 6. 光学観測装置の現状

- 位置測定の精度が低い ( $1/1000$ 度 = 3.6秒角)
  - 使っている星表カタログが Guide Star Catalogue 1.1
  - 線状の恒星位置の決定方法 (中央?)
  - CCDカメラのピクセルスケールが大きい ( $24\mu\text{m}$ )



14

## 7. 光学観測装置の改修プラン

- 制御プログラムのインターフェース
  - 一般的な観測プログラムのスタイル、直感的な GUI にする
- 観測データの一次処理
  - 天文学でいう一般的な一次処理の手順にのっとる
  - Flat Fielding の取得方法 の検討
    - Dome Flat、Sky Flat、Object frame から作る
- 位置の測定精度
  - 星表カタログを USNO B 1.0 に変更する
  - ピクセルスケールの小さいカメラの導入 → 新製品、デジカメ?
  - 線状になっている恒星位置の検出方法の最適化

15



## 7. 光学観測装置の改修プラン

- 望遠鏡本体の整備
  - 主鏡の再蒸着
  - 駆動系の改修
- 観測の効率化
  - 画素数の多い CCD に変え広視野にする
  - 読み出し時間の短いカメラにする
  - 短時間露出の画像の重ね合わせ
- その他
  - ウェブ上での観測データ公開ページの改訂
  - 他の観測所との同時観測の検討

16

## 参考文献

1. 木村、澤田、梅原、川瀬：信学技法 SANE99-34
2. 川瀬：信学技法 SANE2001-123
3. 高橋、梅原、川瀬：信学技法 SANE2003-111
4. 高橋、梅原、川瀬：信学技法 SANE2004-65
5. 高橋、梅原、川瀬：信学技法 SANE2005-47
6. 高橋：信学技法 SANE2006-113
7. 高橋：信学技法 SANE2007-129
8. 鹿島宇宙技術センターホームページ <http://ksrc.nict.go.jp/>

17