

# 分割主鏡制御 – SH/PCS 系 I – 駆動ステージ検討

岡山新技術望遠鏡グループ

平成 22 年 11 月 17 日

## 目次

1	概要	1
2	焦点面での視野回転	1
2.1	視野回転角の時間変動	2
2.2	M2・カセグレン焦点上での回転	2
2.3	ナスミス焦点のトラス上での回転	2
2.4	ナスミス焦点の視野回転機構上(ナスミス焦点面)での回転	2
3	視野回転の影響	2
3.1	視野回転の像への影響	3

## 1 概要

ナスミス焦点に取り付ける SH/PCS カメラについて、焦点面上の駆動方式を  $r\theta$  駆動にするのか、XY ステージ駆動にするのかについて像の移動量の観点から検討する。ナスミス焦点には視野回転機構がついているが、それに対して独立な XY ステージ駆動を行う場合視野上での移動を XY ステージで補正する必要がある。

なお、PCS はナスミス焦点から出射するレーザー光を光源とする計画を立てており、この場合はナスミス焦点の視野回転の影響を受けないことに留意する必要がある。

## 2 焦点面での視野回転

本望遠鏡では T-POINT ソフトウェアでナスミス焦点面までの軸ずれ・傾きなどについての補正パラメータを導出し利用する予定である。ナスミス視野回転機構についての補正パラメータ NRX/NRY までを考慮すると、ナスミス視野回転機構の中心軸ずれまでを補正できるので、導入したある視野における天体像はナスミス視野回転機構の中心軸を中心に回転するような運動を示し、ナスミス焦点での天体像の移動の見積もりは視野回転機構上の座標系のみで考えることができる。逆に、望遠鏡エレベーション軸からは少しずれた回転運動になる(可能性がある)。

対象とする天球面上の座標を赤経  $\alpha$  赤緯  $\delta$  とし、観測の時間  $H_{LST}$  時角  $h$ 、望遠鏡指向方向の方位角  $A$  天頂距離  $z$ 、観測点の緯度  $\phi$  とすると、これらの間の関係は

$$h = H_{LST} - \alpha$$
$$\tan A = -\frac{\sin h}{\cos \phi \tan \delta - \sin \phi \cos h}$$
$$\cos z = \sin \phi \sin \delta + \cos \phi \cos \delta \cos h$$

となる。また、天頂と天の北極のなす角を  $p$  とすると

$$\tan p = \frac{\sin h}{\tan \phi \cos \delta - \sin \delta \cos h}$$

とあらわされる。

## 2.1 視野回転角の時間変動

視野回転角は時間によって変動し、それぞれ次のようになる。

$$\begin{aligned} \frac{dz}{dh} &= \frac{d \arccos(\cos z)}{dh} = \frac{d \cos z}{dh} \frac{d \arccos(\cos z)}{d \cos z} = \cos \phi \cos \delta \sin h (\sin z)^{-1} \\ \frac{dA}{dh} &= \frac{\cos h \sin h \sin \phi}{\sin^2 h + (\cos \phi + \tan \delta - \sin \phi \cos h)^2} \\ \frac{dp}{dh} &= -\frac{\cos h \sin h \sin \delta}{\sin^2 h + (\cos \delta + \tan \phi - \sin \delta \cos h)^2} \end{aligned}$$

## 2.2 M2・カセグレン焦点上での回転

視野面では天頂方向は常に同じ方向を向いている。つまり、視野面の回転は天頂と天の北極のなす角  $p$  であらわされる。

SH で必要な M1 像は反射面だけであるので回転しない。よって、ローテータより前では視野上での回転なし、ローテータ後では視野回転を戻す逆回転をかける必要がある。

## 2.3 ナスミス焦点のトラス上での回転

カセグレンに対して、M3 によって 1 回曲げられた状態である。つまり、基本的な視野回転の状況はカセグレン焦点と変わらない。

## 2.4 ナスミス焦点の視野回転機構上(ナスミス焦点面)での回転

ナスミス台上では望遠鏡の鏡筒が傾く分だけトラス上に対して視野が回転する。つまり、視野は鏡筒の傾き  $z$  と天頂からの天の北極のなす角  $p$  の和だけ回転する。

SH で必要な M1 像は鏡筒の傾き分だけ回転するため回転角  $z$  である。これに対して、ローテータ上に乗った視野でとった場合には M1 像は過補正になり、 $-p$  だけ逆補正をかける必要がある。

## 3 視野回転の影響

今回、ナスミス焦点に取り付ける SH カメラでの視野回転の影響を調べることが目標であるので、各取り付け位置における CCD 面上での M1 像の回転の影響を把握する。なお、PCS では光源がナスミス焦点から出射したレーザー光であるために望遠鏡を動かす必要はなく、視野回転を考慮する必要はない。

可能性のある SH/PCS カメラ取り付け位置は以下のようになる。

- ナスミス焦点近くのトラスに XY ステージを取り付け
- ナスミス台上に XY ステージで視野回転機構と独立に取り付け
- ナスミス焦点視野回転機構上に取り付け

これらについて、上二つでは XY ステージの駆動により視野上での像の移動を追いかける必要がある。また、下二つでは像の回転が発生する。まとめると表 1 のようになる。

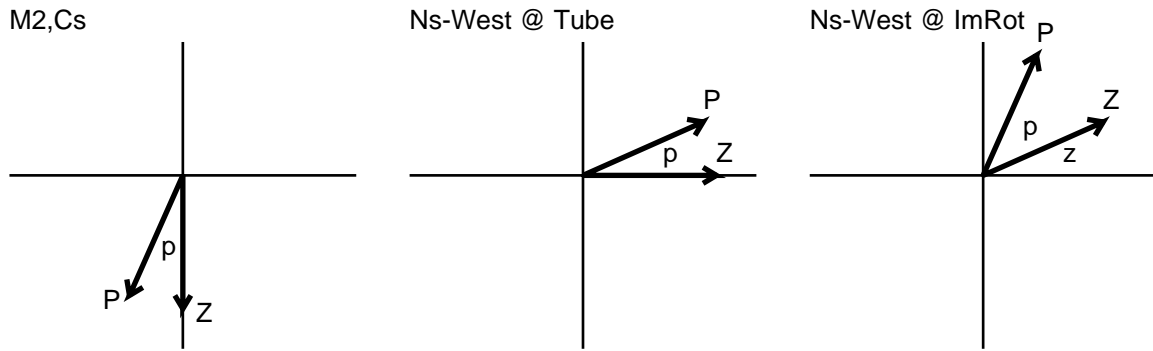


図 1: 視野回転模式図

表 1: 取り付け位置と必要な補正パラメータ

取り付け位置	回転軸ずれ	天体の回転移動	視野上の像回転	備考
焦点近くのトラス	XY ステージ	XY ステージ	—	トラスから吊り下げ
台上の XY ステージ	—	XY ステージ	$z$	視野回転機構に対して調整
視野回転機構上	—	—	$-p$	カメラが回転する

### 3.1 視野回転の像への影響

CCD を回転させない場合におこる像への影響は、視野回転角の変化量に相当する。利用を考えている 2k pixel の CCD では、その画面端において

$$\delta\text{pixel} \sim \sqrt{2} \cdot 1000 \times \frac{2\pi}{360^\circ} \sim 3.8563e-3 [\text{pixel/arcsec}]$$

程度となる。これは最大移動量  $15'' (= 2\pi/360^\circ)$  で 0.103pixel 程度である。

ただし、実際には SH では視野端ぎりぎりに像ができることはないので、これよりは影響は小さい。