

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 16 日

目次

1 概要	1
2 ナスミス焦点での天体像の移動の見積もり	1
2.1 CCD 面上での視野回転の影響	2
2.2 ナスミス焦点面上での像移動	2
3 積分時間に対する補正の見積もり	2

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 ナスミス焦点での天体像の移動の見積もり

T-POINT ソフトウェアでナスミス視野回転機構の中心軸ずれ (NRX/NRY) を考慮した補正パラメータセットを得た場合、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す。このとき、ナスミス視野回転機構より前の軸ずれなどは補正パラメータで対処されているものと考えてよいため、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。

ナスミス焦点での視野回転機構による回転補正角は、経緯台式望遠鏡の高度軸と同じである。よって、赤経 α 、赤緯 δ の天体を、緯度 θ の地点で水平位置が南から ϕ の角度のところ観測した場合の毎秒の補正角の変化 $\delta p[\text{arcsec/sec}]$ は

$$\delta p \sim \frac{360^\circ}{86400} \cos \delta \sin \theta \sin \phi$$

とあらわされる。

この視野回転は、同じ方向に固定されている CCD 上での像回転と、XY ステージ上での像移動の二つの影響として SH/PCS 系に現れる。

2.1 CCD 面上での視野回転の影響

CCD 面上での視野回転の影響を見積もる。CCD 面上での影響の評価は pixel に対してどの程度像が移動するかが指標となり、利用を考えている 2k pixel の CCD では

$$\begin{aligned}\delta\text{pixel} &\sim \sqrt{2} \cdot 1000 \times \frac{2\pi}{360^\circ} \cdot \frac{360^\circ}{86400} \cos \delta \sin \theta \sin \phi \\ &\sim 0.1028 \cos \delta \sin \theta \sin \phi [\text{pixel/sec}]\end{aligned}$$

となる。

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。

2.2 ナスミス焦点面上での像移動

ナスミス視野回転に伴い、XY ステージの座標上では像が移動する。この像の移動は視野回転機構の中心軸を中心とした回転運動のみであり、移動量は中心軸から対象天体までの距離と視野回転機構の回転角のみによる。

いま、ナスミス焦点のプレートスケールは $9''.1/\text{mm}$ であるので、中心から R' 離れた天体での絶対移動量 δd は

$$\delta d \sim \frac{60R}{9.1} \times \frac{2\pi}{360^\circ} \cdot \frac{360^\circ}{86400} \cos \delta \sin \theta \sin \phi \sim 0.4795R \cos \delta \sin \theta \sin \phi [\text{um/sec}]$$

である。この駆動量にしたがって XY ステージを駆動する必要がある。

が、XY ステージの駆動精度についてはこれ以降の光学系パラメータによる。

3 積分時間に対する補正の見積もり

前節で検討したように XY ステージ方式にした場合、補正できない視野回転と、XY ステージの駆動によって補正可能な像の移動の 2 種類が発生する。なお、視野回転機構上に載せた $r\theta$ 駆動にした場合はこれら二つは考慮する必要はなく、 $r\theta$ ステージはいったん天体を導入した後は固定したままでよい。

いま、補正できない視野回転について、SH の像中心位置導出に影響を及ぼさないために CCD 上での像の移動を 0.1pixel 以内に制限したとすると、積分時間 t が

$$t \sim 0.9723 (\cos \delta \sin \theta \sin \phi)^{-1} [\text{sec}]$$

に制限される。¹

¹日本国内が観測地だとすると $t \sim 1.7(\cos \delta \sin \phi)^{-1} [\text{sec}]$ になるので 1 点 (1 セグメント) に対する主鏡上のサイズが約 60cm 以下となる SH カメラでは少し厳しい時間制限になると思われる。もっとも、東西方向では SH をしないなどという制限をつけるなどすれば積分時間への制限はもっとゆるくなるが。