

# HOWPolを用いたナスミス焦点における器械偏光の評価

○小松智之、田中祐行、千代延真吾、川端弘治(広島大学)、  
中屋秀彦、鎌田有紀子(国立天文台)、大杉節、植村誠、山中雅之、宮本久嗣、  
笹田真人、新井彰、池尻祐輝、先本清志、伊藤亮介(広島大学)

## ☆かなた



国立天文台の「赤外シミュレータ」を  
広島大学が譲り受け、東広島天文台  
に設置されたもの。  
口径1.5mクラスの望遠鏡としては世界最  
高水準の駆動性能をもち、ガンマ線バース  
トなどの即時観測を行っている。

光学系	リッチー・クレチアン光学系
主鏡	有効径1540mm/主鏡のF比=2.0
焦点モード	カセグレン焦点(F/12.0)・ナスミス焦点(F/12.0)
焦点面スケール	カセグレン11.15"/mm・ナスミス11.15"/mm
焦点距離	18,300mm
分解能	1" FWHM
視野	15' φ
最大駆動速度	5"/sec以上(方位角)・3"/sec以上(高度軸)

カセグレン焦点: TRISPEC(可視1赤外2バンドの同時撮像・分光・  
偏光観測可能)

HONIR(開発中)

ナスミス焦点: HOWPol  
高速分光器

## ☆偏光観測

天体の偏光情報はストークスパラメータを用いて表す。  
入射した光のストークスパラメータ  $I, Q, U, V$  は次の式で表わされる。

$$I = i(0) + i(90) = i(45) + i(135)$$

$$Q/U = \{i(0) - i(90)\} / \{i(0) + i(90)\}$$

$$U/V = \{i(45) - i(135)\} / \{i(45) + i(135)\}$$

$i(\varphi)$ はφの向きに  
偏光した光の強度

これらを使って偏光度Pと偏光方位角θがもとなる。

$$P = \{(Q/U)^2 + (U/V)^2\}^{1/2}$$

$$\theta = (1/2) \tan^{-1}(U/Q)$$

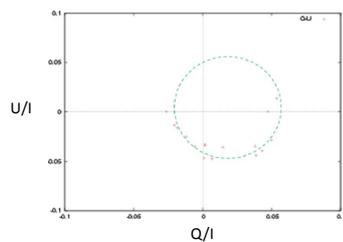
## ☆器械偏光

無偏光の光でも望遠鏡や観測装置を通ると、光学系の不完全性によ  
って器械偏光が起こる。カセグレン焦点では光軸に対称に光を集める  
ので通常0.1%以下であるが、ナスミス焦点では第3鏡での90°反射  
によって数%の器械偏光が起こる。よって0.1%オーダーでの偏光度を  
求めるために器械偏光を補正する必要がある。

今後の大口径望遠鏡においてはナスミス焦点のみ実装される例も多  
いと予想されることから、どの程度の偏光測定精度が達成できるか、  
どういった補正方法が可能かをテーマに研究を行っている。

### ☆HD18803の観測

名前	赤経	赤緯	V等級	観測期間
HD18803	03 02 26.0	+26 36 33	6.2等	2008.11.5~11.26の8夜



観測結果をグラフ  
にしたもの

上のグラフがある点を中心とした円を書いとすると

$$Q = P \cos(2\theta_{instr} + \theta_0) + Q_0$$

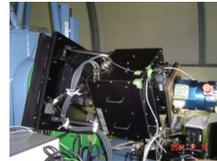
$$U = P \sin(2\theta_{instr} + \theta_0) + U_0$$

器械偏光の偏光方位角 $\theta_{instr}$ は以下のように時角Hのみの関数になるの  
で横軸H縦軸Q,Uでグラフを書きQ,U2式でフィットして各パラメータを求  
めた(図右)

φ: 緯度、δ: 赤緯、H: 時角

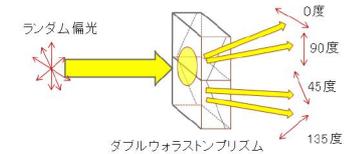
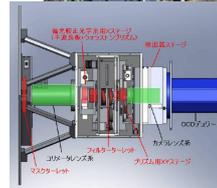
$$\theta_{instr}(H) = \cos^{-1}(\sin\phi \sin\delta + \cos\phi \cos\delta \cos H) - \frac{\pi}{2} - \tan^{-1}(\sin H / \tan\phi \cos\delta - \sin\delta \cos H)$$

## ☆HOWPol

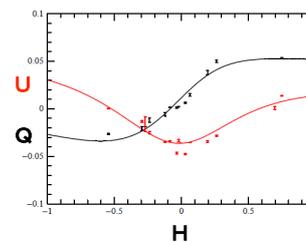


ガンマ線バーストの初期残光等の時間変化が  
激しく且つ位置誤差の大きい天体を観測する  
ために、開発されている装置。

このHOWPolは広視野で、ウェッジ付きダブル  
ウォラストン・プリズムをつかうことで1回の露  
出で4方位の直線偏光像を取り出すことがで  
きる。



波長域	可視450nm - 1100nm
観測モード と視野	撮像: 15分φ 広視野偏光撮像: 7分×7分 狭視野偏光撮像: 15分×1分 分光: 2.3秒×15分 偏光分光: 2.3秒×1分
フィルター	B,V,R,I,z'+Y, 偏光フィルター(青/赤), 減光フィルター
グリズム	低分散(474/mm, R=610), 高分散(1579/mm, R=2300)
ウォラストン・ プリズム	広視野用ウェッジ付きダブルウォラストンプリズム 狭視野用ウェッジ付きダブルウォラストンプリズム シングルウォラストンプリズム
CCD	完全空乏型CCD 2k-4k×2ヶ(浜松ホトニクス、国立天文台), 空乏層の厚さ200μm
限界等級	撮像: R=19.2mag(10分露出, 測光精度0.02mag) 偏光撮像: R=16.0mag(10分露出, 偏光誤差0.2%)



$$P = -0.0432 \pm 0.0002$$

$$\theta_0 = 72.08^\circ \pm 0.25^\circ$$

$$Q_0 = 0.0094 \pm 0.0002$$

$$U_0 = 0.0069 \pm 0.0002$$

モデルからのズレ 0.6%

### ☆結果

この $Q_0, U_0$ から求めた偏光度は1.17%、偏光方位角は18.14%であり、  
第3鏡による偏光度4.3%以外にも1%程度器械偏光が起こっている。  
またモデルからのズレが0.6%あるのでレーザー等の偏光の変動の激  
しい天体では観測を行えるが、さらに良い精度を目指そうと思うと更なる  
補正が必要になる。  
よって、現在下のような考え方を元にこのバラツキがなんなのか、また補  
正できるかどうかを求めるために無偏光標準星の観測を行っている。

1. 器械偏光度の波長依存性  
ひとつの標準星の各バンドでのHA依存性を出す
2. 器械偏光度のHA(時角)依存性  
いろんな時角で観測する
3. 器械偏光度の赤緯依存性  
異なった赤緯の天体を観測する
4. 器械偏光度の再現性  
第3鏡を出し入れする、比較星のある標準星を観測しつづける
5. 器械偏光度の長期安定性  
比較星のある標準星を観測し続ける
6. 器械偏光度の視野内位置依存性  
星団など、視野の広がったものを観測する