

かなた望遠鏡/HONIRで得られる偏光撮像データの自動解析システムの構築及び性能評価

森 文樹 笹田 真人 (広島大学)

研究背景

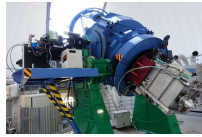
天体の偏光観測

偏光観測から天体の内部構造や性質などの物理的状態を推定できる
広島大学のかなた望遠鏡でも偏光観測が可能となっている

かなた望遠鏡における自動解析の必要性

かなた望遠鏡

広島大学が所有する主鏡1.5mの光学赤外線望遠鏡。カセグレン焦点に取り付けられた観測装置HONIRでは、可視光と近赤外線での同時撮像が可能である。



自動解析の意義

- 解析の効率化
- 人為的ミスの低減
- リアルタイム解析

撮像データの自動解析は完成・実装済み
偏光データの自動解析システム構築が進められている

かなた望遠鏡で得られた偏光観測データ

かなた望遠鏡に取り付けられた観測装置HONIRでは、2014年から7年間にわたって約1700日の観測が行われた
一日平均50枚ほどの偏光画像データが得られるとすると、単純計算で $1700 \times 50 = 85000$ 枚と約10万枚の画像データが保存されていることがわかる
→ 自動解析による解析の効率化は必要不可欠

研究目的

- 偏光標準星の自動解析結果から、自動解析の安定性を測る
- プレーザータ体における手動/自動解析結果の比較から、自動解析システムの性能評価を行う

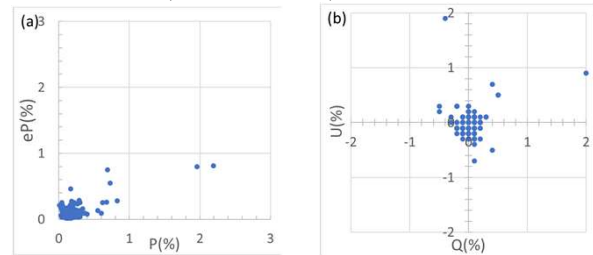
研究結果

無偏光標準星の解析結果

無偏光標準星6天体(G191B2B,HD12021,HD14069,HD154892,HD212311,HD94851) 251データセットに対して自動解析を行った

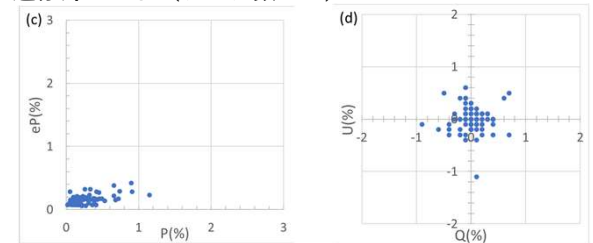
(a)(c)偏光度P(%)とそのエラーeP(%)の比較。(b)(d)Q-U平面図

可視光バンド (データ数: 171)



	平均	標準偏差	中央値
P(%)	0.21	0.24	0.17
Q(%)	0.02	0.20	0.00
U(%)	-0.02	0.24	0.00

近赤外バンド (データ数: 80)



	平均	標準偏差	中央値
P(%)	0.28	0.21	0.22
Q(%)	0.03	0.26	0.00
U(%)	0.00	0.24	0.00

数点外れ値が見られるが、偏光度とそのエラーが0%に近い値で、同程度の大きさとなっている

自動解析システムの流れ

偏光解析に必要なデータ

- 偏光パラメータの計算には4方位(0° 45° 22.5° 67.5°)での常光・異常光のデータが必要となる。
- 半波長板…光量を変えずに、入射した光の偏光方位を回転させる
 - ウォラストンプリズム…入射光を偏光面が直交した二つの成分(常光・異常光)に分解する

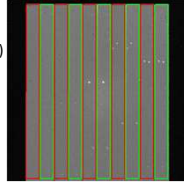
一次処理 (撮像/偏光画像ともに共通)

オーバースキャン、バイアス、ダーク引き → フラット割り → 宇宙線除去

偏光画像における解析

偏光画像の常光・異常光を分けている領域を推定する

かなた望遠鏡で撮影された偏光画像とマスク領域 (赤枠: 常光、緑枠: 異常光)

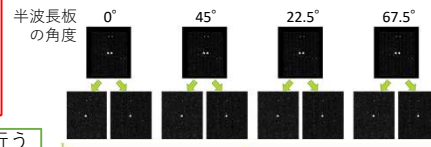


求めた領域に沿ってマスクをかけ、常光のみ・異常光のみの画像を作成する

常光・異常光画像をシフトさせ、天体の位置で重ね合わせたスタッキング画像を作成する

半波長板の角度が0度、45度、22.5度、67.5度のスタッキング画像4枚をさらに重ね合わせる

複数の画像を重ね合わせることでS/N比を上げ、天体検出の精度を向上させる



計8枚が重なった画像において天体検出を行う

それぞれの画像において、天体検出位置で測光を行う

画像内で検出された天体全てに対して偏光パラメータを計算する

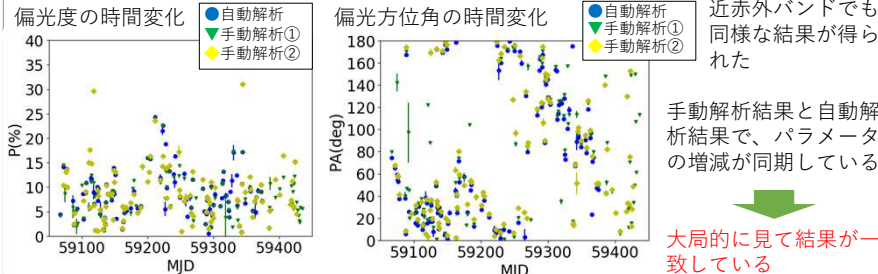
目標天体と比較星の位置関係から目標天体を特定する

画像スタッキングの模式図

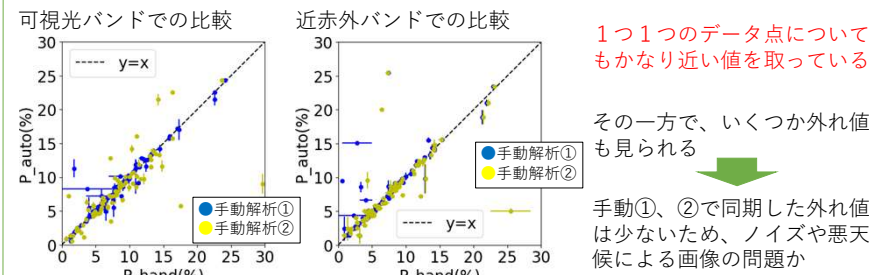
BL Lacの解析結果

BL Lacはプレーザータ体の一種であり、20%を超える高い偏光度を示す、偏光パラメータが時間変化する、などの特徴を持っている。
BL Lacの約一年間分の偏光データについて、自動解析システムを用いた解析を行い、二人の人間(手動①、手動②)による手動解析の結果と比較を行った

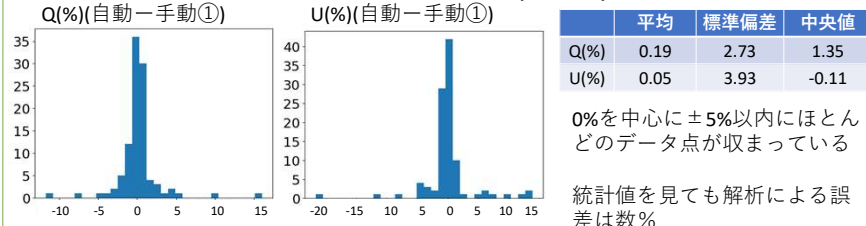
手動/自動解析の比較 (Rバンド)



偏光度の比較 (自動と手動① or 手動②)



ストークスパラメータ同士の差によるヒストグラム(Rバンド)



BL Lacの解析結果

偏光度と偏光方位角の時間変化のグラフから、大局的に見ると自動解析が、手動解析と同様な増減をしていることがわかる
偏光度の比較のグラフからそれぞれの解析結果を比べると、1つ1つのデータ点についてもほとんど一致した値を取っていた

自動解析システムを用いた解析は十分な安定性があり、手動解析と同等の精度を持つことが分かった