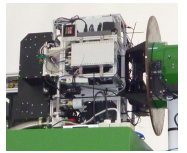


可視光ファブリ・ペロー分光撮像装置の開発

橋場康人、土居守、酒向重行、諸隈智貴、Hanindyo Kuncarayakti
小久保充(東京大学)、渡辺誠(北海道大学)

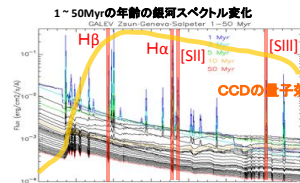


概要

我々は、液晶型エタロン(口径:68mm, λ :400-950nm, $R \sim 1000$)を用いたファブリ・ペロー分光撮像装置を開発している。カメラ部には、浜松ホトニクス社製の完全空乏型2K \times 1KCCDと、コンパクトで低価格な検出器デューアを目指しツインバード工業社製の冷凍機 SC-UD08を用いた。2012年10月に北海道大学ピリカ望遠鏡に搭載し、試験観測を行った。その結果、狭帯域フィルターを用いておおむね設計通りの感度と結像性能が得られること、フィルタや分光素子の交換機構が問題なく動作することを確認した。また、エタロンを用いて明るい輝線天体のH α 、[SII]輝線の観測や、長波長側に感度の高い検出器の特性を活かし[SIII]輝線の観測に成功した。ただし、エタロンの波長制御において数日のタイムスケールでの不安定性が見つかり、原因と対策を検討中である。

目的

ファブリ・ペロー分光撮像観測は、銀河の星生成史を広くかつ高い空間分解能で調べることに適している。この装置により、広帯域撮像では求めることが難しい物理量を空間構造と分けて求めることが可能となる。

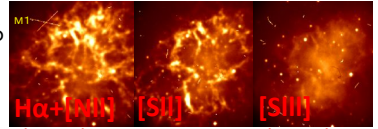


パルマー線 (H α , H β) \rightarrow Myrのタイムスケールの年齢
パルマー線や禁制線 (H α , [NII], [SII], [SII] / [SIII]) \rightarrow 金属量
Balmer decrement (H α / H β) \rightarrow 減光量

試験観測

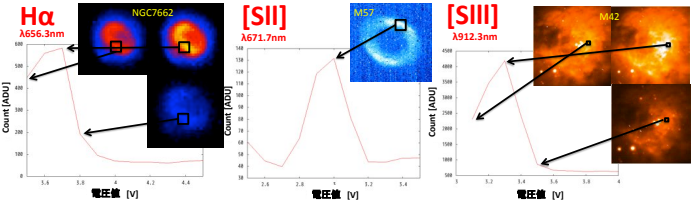
狭帯域フィルターを用いた観測

今回の観測では、H α 、[SII]、[SIII]の狭帯域フィルターを用いて観測を行った。点源を撮像したところ、視野全体でSeeingリミットの均一なPSFが得られることを確認した。FWHM \sim 6pixel ($\sim 2''$)
また、H α フィルターを用いて分光標準星を観測し、効率を求めた結果18.8%とほぼ設計通りの効率を得た。



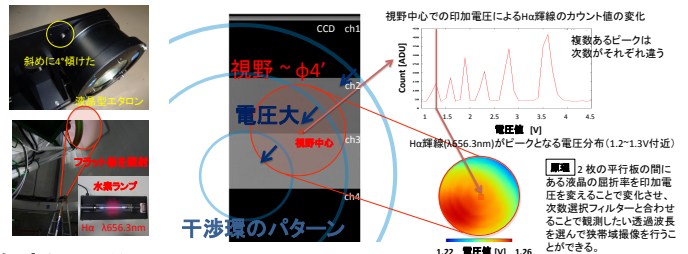
エタロンを用いた観測

エタロン(口径:68mm, λ :400-950nm, $R \sim 1000$)を用いて、明るい輝線天体を観測し、H α 、[SII]、[SIII]輝線の観測に成功した。



輝線ランプを用いた波長校正用データの取得

本装置ではゴーストを視野外に逃がすためエタロンを適当な方向に約4°傾けて用いた。そのため、エタロンの干渉環の中心が光軸中心からずれている。輝線ランプをフラット板に照射し、エタロンの印加電圧を変えて撮像を行い、各視野の場所での輝線のカウント値がピークとなる電圧の分布図を下に示す。



解析して分かったこと

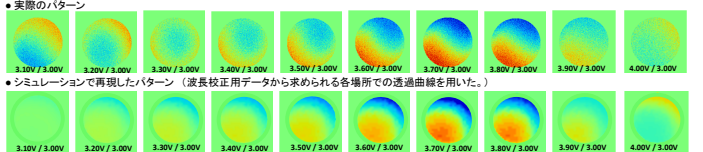
●合焦位置の視野位置依存性

星団を観測し、ある焦点位置で、CCDのx軸y軸方向の星像のFWHM分布を調べた結果、Y軸方向のFWHM分布に傾きがあることが分かった。
 \rightarrow CCDを傾けて補正予定

●フラットパターン

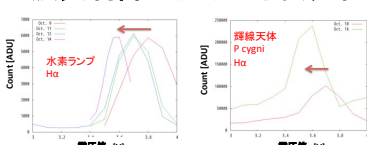
エタロンのドームフラットパターンは、印加電圧により変化する。その大体のパターンは、各場所での透過曲線の違いを考えることにより理解できる。

各電圧値でのフラットフレームを3Vのフラットフレームで割ったもの(上が実測、下が計算)。



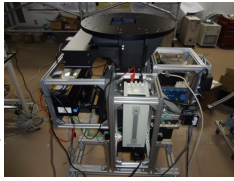
●波長制御における不安定性

液晶型エタロンの波長制御において数日のタイムスケールでの不安定性が見つかった。エタロンの電圧コントローラーが出力する電圧値の不安定性が原因と考えている。



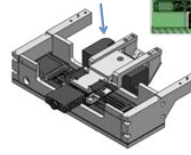
全体構成

全体設計・製作は、オプトクラフト社と共同で行った。国内外1m級望遠鏡に設置できるように設計されサイズは、W800 \times D540 \times H900mm。広帯域撮像モードに加え、エタロンによる狭帯域撮像モードとグリズムによるスリット分光モードを使用できる。検出器デューアはコンパクトで低価格を目指しツインバード工業社製の冷凍機 SC-UD08を用いた。



オフセットガイド

Canon EOS-5D markII



スリットビューワー(予定)



検出器デューア



スリット交換機構(予定)

スリット交換機構(予定)

コリメーターレンズ

コリメーターレンズ

フィルターホイール2連

H β (λ 4861Å)
H α (λ 6563Å)
[SII] (λ 6717Å)
[SIII] (λ 9069Å)
全7枚 \times 2



冷凍機

ツインバード工業 SC-UD08
価格は10万円。24Vリニア電源を使用。ヘッド部で-150℃まで冷却可能。



カメラレンズ



エタロン・グリズム交換機構

エタロン・グリズム交換機構

グリズム R \sim 400

スリット分光モード

広帯域撮像モード

狭帯域撮像モード



シャッター

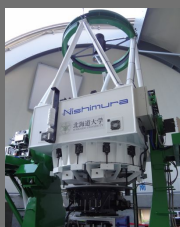
シャッター



ボードを製作

望遠鏡搭載時の性能

北海道大学
ピリカ望遠鏡



搭載する望遠鏡の仕様	
口径	1.6m
望遠鏡F比	12
搭載焦点	ナスミス焦点
望遠鏡搭載時の装置性能	
装置最終F比	6
ピクセルスケール	0.32"/pixel
視野	4.2'φ
ゲイン	2.3 e-/ADU
読み出しノイズ	16 e-