

NILS による科学と教育活動

時政典孝

兵庫県立西はりま天文台

The Educational and Scientific Activities with the NILS

Noritaka TOKIMASA

Nishi-Harima Astronomical Observatory, Sayo, Hyogo 679-5313, Japan

E-mail: tokimasa@nhao.go.jp

(Received 2007 August 1)

概要

西はりま天文台では、2001 年に 60 センチ望遠鏡用の分光観測装置として、西はりま低分散分光器 NILS (Nishiharima Low dispersion Spectrometer) を開発製作した。波長分解能は光学機器を交換することにより、6 段階切り替えることができる。最も低い分解能は 35、高い分解能は 2.9 である。波長 5000 における S/N 比が 20 以上となる NILS の観測限界等級は 12 等級 (R バンド) である。ここでは、NILS の概要を紹介し、NILS を使って行ってきた教育研究活動と科学研究活動について報告する。

Abstract

In 2001 we have developed and produced the NILS (Nishiharima Low dispersion Spectrometer) as the equipment of the spectroscopic observation with 60cm Telescope of NHAO (Nishi-Harima Astronomical Observatory). It is able to change the dispersion 6 steps by changing the optical element in the spectrometer. The lowest resolution is 35 and the highest one is 2.9. A limiting magnitude of the NILS (S/N over 20 at 5000) is 12.0 in R-band. We have carried out some educational and scientific researches with the NILS. We introduce the overview of the NILS and report those activities in this paper.

Key words: Spectrograph – Education – Science

1. はじめに

西はりま天文台では、1990 年の開園以来、60 センチ望遠鏡と液体窒素冷却の CCD カメラという当時としては画期的な装置を使って、測光観測や位置観測による科学教育活動を行ってきた。開園当初より、更にこの活動を発展させるために、天体の物理量を測定することのできる分光器の導入が望まれていた。一方で 2000 年になって、口径 2 m の望遠鏡設置計画が本格化し、その 1 つの装置として分光器の導入が計画された。私は、

分光器の開発設計、分光観測における知識取得が急務となり、60 センチ望遠鏡の分光器開発と製作し、2 m 望遠鏡計画のプロトタイプとするとともに、分光観測の知識を得ることにした。分光器開発の目的をまとめると、以下ようになる。

- 1．2 m望遠鏡計画に向けて
 - 分光器製作の演習、2 m 望遠鏡計画のプロトタイプ
 - 観測とリダクション実習
 - 分光観測による天文学学習
- 2．教育資材として
 - 分光器を使った実習
 - 教育目的のサンプルデータ取得
- 3．研究観測
 - 中低分散分光 で行える科学研究観測

目的のうち、研究観測では、60 センチ望遠鏡でも科学研究観測できる分野として、以下が考えられる。

- 1．彗星の低分散分光
 - 各彗星の位相角、日心距離における 3800 から 6000 にかけての分子輝線量の系統化。
- 2．彗星の中分散分光
 - 各彗星の位相角、日心距離における NaD 輝線の有無の系統化。
- 3．超新星の低分散、中分散分光
 - 超新星の早期タイプ分類、時系列進化の追跡。
- 4．新星の低分散、中分散分光
 - 新星の膨張速度測定、時系列進化の追跡。
- 5．小惑星の低分散分光
 - 小惑星のタイプ分類。

また、教育研究活動としては、

- 1．恒星のスペクトルタイプ毎の標本作成
- 2．星雲の輝線強度分布
- 3．惑星のスペクトル標本作成
- 4．恒星の自転速度測定

これらを観測テーマとするために、中分散と低分散を切り替えられる分光器の設計とした。仕様は、以下の通りである。

2. NILS 仕様

- (1) 観測波長：4000 -8000
- (2) 分光器分解能 (@5000)：
 - 2.5" スリットの場合
 - 1700 (60 /mm) , 1100 (100 /mm), 550 (200 /mm), 280 (380 /mm)
 - 5" スリットの場合
 - 850, 550, 270, 140

(3) 分光器光学部：

- ・スリット：ミラースリット

スリット長 5mm (約 3')

スリット幅 70 μm (2.5"), 140 μm (5")

- ・コリメーター：オフセットパラボラ鏡 ($f = 120\text{mm}$, F12)

- ・分散機構：反射型グレーティング 300, 600, 1200, 1800 grooves 5000 にブレース

- ・カメラレンズ：NIKON カメラレンズ

$f = 85\text{mm}$ F1.4, $f = 50\text{mm}$ F1.2

(4) CCD 撮像部：SBIG ST6 CCD カメラ

撮像波長幅：3300 , 1700 , 830 , 550 (5500 , 2900 , 1400 , 950)

(グレーティングの溝数順 (カッコ) 内は 50mm レンズ使用の場合)

限界等級 12 等 (SN20 10minexp) 14 等 (SN10 10minexp)

(5) 視野確認部：F12→F6 Watec WAT-120N

限界等級 14 等

(6) 画像校正光源部

波長比較光源：ホロカソードランプ (Fe-Ne)

(7) その他：

視野回転装置, オーダーカットフィルターポート

製作会社 株式会社西村製作所

(8) 設計図面

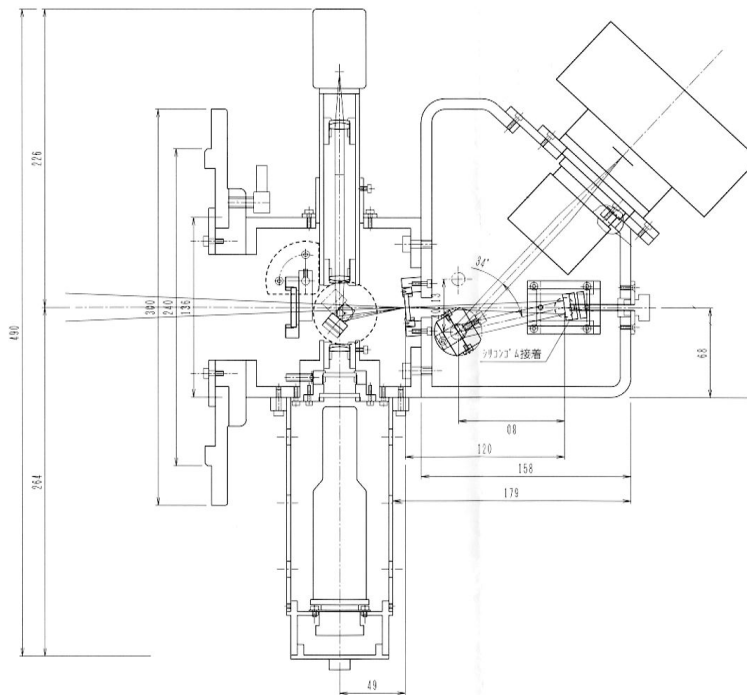


Fig. 1. A draft of NILS.

3. NILS による教育研究活動

製作された NILS により、2001 年より 2005 年までに以下のような教育活動を行った。

1. 高校生夏の天体観測体験 2000 年 7 月 31 日～8 月 2 日、太陽観測

参加した高校生とともに太陽を観測し、吸収線の元素同定を行った。夜間晴天ならば、恒星で同様の観測実習を実施予定であったが、悪天候のため、60 センチ望遠鏡に 10 センチマスクを付け、太陽を導入するという異例の措置をとった。

2. 分光勉強会 2000 年 10 月、分光器、惑星と M42 の観測

近隣の大学生と連携し、分光器の仕組みと分光観測について、相互の発表会を設けた。夜間には土星などの惑星の分子による吸収と、散光星雲の輝線の観測などを行った。

3. 高校生冬の天体観測体験 2002 年 12 月 25 日～27 日、自転速度

参加した高校生とともに、高速自転星のスペクトルを観測し、吸収線の幅から自転速度を求める実習を行った。求めた値をカタログと比較すると、差はあるものの、近い値を求めることができた。

4. M42 の輝線強度分布 2005 年 3 月 6 日、14 日、15 日

西はりま天文台近隣の兵庫県立大学附属高校自然科学部の 2 名が、天文雑誌に記載されたオリオン大星雲のフィルター画像に関心を持ち、オリオン大星雲の輝き方について調査するために、オリオン大星雲の中心部をスリットスキャン観測した。輝線毎の強度分布を作成したり、電離度を求め、ブライトバーの成因について議論した。

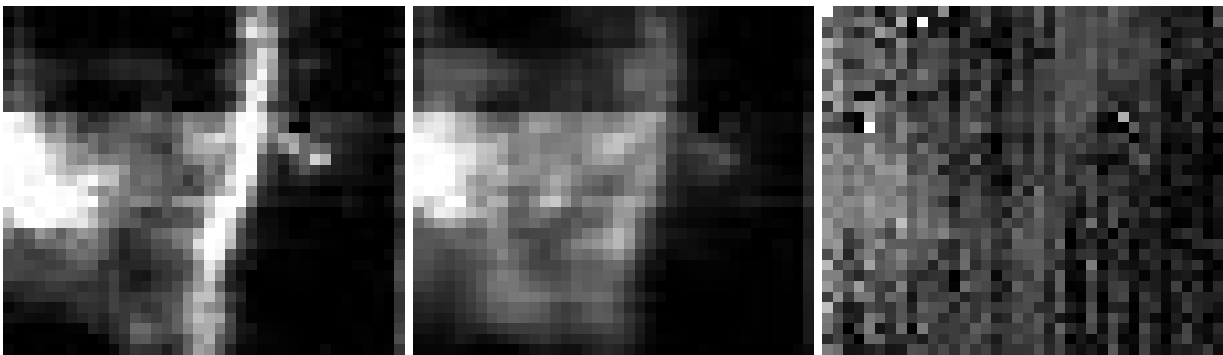


Fig. 2. These are spectrograms of M42 with the NILS. The left image is made by the [NII] (6548) emission line and center one is made by H.alpha. We can recognize the difference of distribution of each emission lines. The right image is an image of relative electron density calculated by [SII] 6713 and 6731 emission lines.

5. 惑星の色の調査 2007 年 1 月 17 日、2 月 4 日

惑星の色の違いは、惑星を作る大気や地表の成分によって色の反射率が異なることが原因である。この事実を確かめるために、内藤とスターキッズのメンバーが NILS を用いて惑星の低分散分光観測を行った。

6. サンプルデータの取得

特徴的な分光データ標本を作成するために、幾つかの天体を観測した。まだ少数であるので、充実してゆきたい。

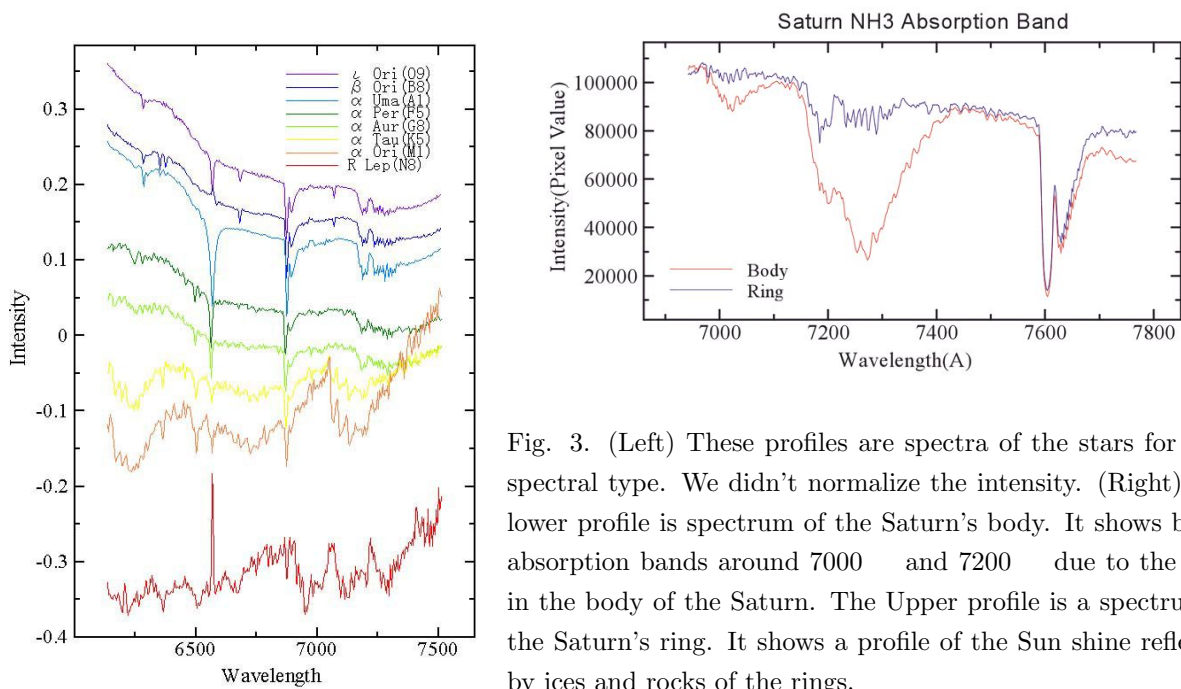


Fig. 3. (Left) These profiles are spectra of the stars for each spectral type. We didn't normalize the intensity. (Right) The lower profile is spectrum of the Saturn's body. It shows broad absorption bands around 7000 and 7200 due to the NH_3 in the body of the Saturn. The Upper profile is a spectrum of the Saturn's ring. It shows a profile of the Sun shine reflected by ices and rocks of the rings.

4. NILS による科学活動

これまでに行った NILS による科学観測活動について紹介する。ここでは、観測天体を紹介し、観測日数や観測フレーム数については述べない。

Comet

C/2001 WM1 LINEAR
153P C/2002 C1 Ikeya-Zhang
C/2002 X5 Fujikawa
C/2002 V1 NEAT
C/2002 T7 LINEAR
C/2004 Q2 Machholz
C/2002 V1 NEAT

Nova

V838 Mon
V2361 Cyg(IAUC 8484, IVBS No.5699 Naito et al. 2006)

Miscellaneous

Atmospheric Absorption
Vesta
Mars Flare(Video Obs.)

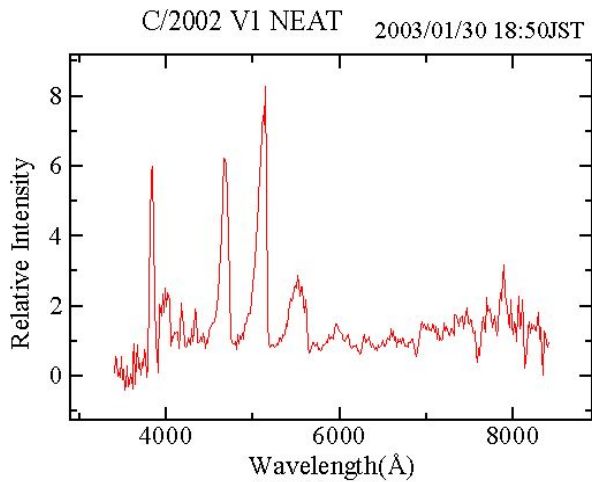


Fig. 4. The low resolution spectrum of the comet C/2002 V1 NEAT. It shows some characteristic emission bands of the comet.

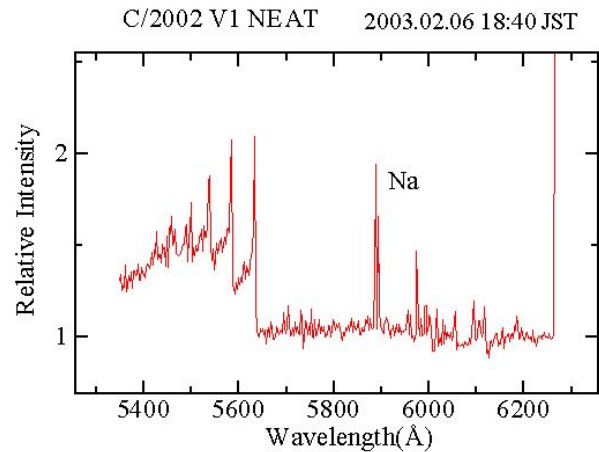


Fig. 5. The middle resolution spectrum of the comet C/2002 V1 NEAT. It shows NaD emission lines.

5. まとめ

以上のように、私は NILS を開発し、これを用いてさまざまな活動を行ってきた。NILS による活動を振り返ると、ほぼ目的を果たしたと考える。今後はこれまで同様に定常運用し、更に成果を上げてゆきたい。課題は、60 センチ望遠鏡の装置としては、まだ深度と SN が足りないため、これらの向上を目指す必要がある。それには分光イメージのディテクターとスリットビューワーディテクターのリプレイスが必要となる。また、なゆた可視光分光器 MALLS とは、なゆた望遠鏡の運用状況を見ながら、異なる手段や波長で 60 センチ望遠鏡と NILS を活かしていく必要があると考える。

さいごに、NILS 製作にあたって、speclub というメーリングリストの参加者のみなさん、清水実さんには多大なご教授を賜り、誠にありがとうございました。ここに感謝の意を表します。