

誄詩: *TRISPEC* (トライスペック) 可視-近赤外3チャンネル撮像/分光-偏光装置

佐藤 修 二

〈名古屋大学大学院理学研究科・光赤外天文計測学研究室 〒464-8602 名古屋市千種区不老町〉
e-mail: ssato@z.phys.nagoya-u.ac.jp

TRISPEC (トライスペック) = *Triple Range Imager and SPECTrograph with Polarimetry*: 可視-近赤外3チャンネル撮像/分光-偏光装置: は2011年6月に運用を停止した. このプロジェクトは1994年に始まり, 2011年に終了した. この18年間, 24編の論文と6名の博士学位授与者を出した.

はじめに

1994年から18年間, *TRISPEC*: 可視-近赤外3チャンネル撮像/分光-偏光装置の開発を行った. 自分たちの頭で考え, 自分たちの手で作った作品であった. ハワイ, 岡山, 東広島, とさまよった末, 18年後の2011年6月に瞑目した. これはその装置の始末記である.

1. 計画以前; 夢の始まり

当時の天文月報¹⁾に, 『偏光—岡山, 上松, マウナケア, そして「すばる」; フォトンΦのもつ情報: {A(t)/σ/ν/k}を同時に記述するような装置を実現したい』と書いた.

「撮像」「分光」「偏光」の3モードすべてを, 一つの装置の中に組み込み, 時々刻々とフォトンの情報/属性(方向/スペクトル/偏り)を記録することを目的とした.

広波長・多色もまた, 1970年代の上松天体赤外線観測室時代にさかのぼる. 三つのInSb(インジウム・アンチモナイド)と一つのSi(シリコン)ダイオード, 計四つの単素子を並べて, λ: {0.8/1.6/2.2/3.6} μmの4バンド同時測光器を製作してマウナケア24インチ望遠鏡で銀河面を掃天して点源カウントした. 80年代には, {H/K} 2バ

ンド同時で, 銀河中心部をオーストラリアANU40インチ望遠鏡で掃天して特異天体を探索した.

1990年代に赤外2次元検出器が出現, 干渉フィルターが多層成膜技術が確立した.

2. 計画の始まり

1994年, 科研費基盤Aを元手にZ研初の院生中屋秀彦, 山室智康の両君を迎えて計画に着手した. 目標は, 1) 広波長域(λ₁~λ₂; λ/Δλ), 2) 測光(I), 3) 偏光(σ: q/u), 4) 視野{θ_xθ_y}~方向, すなわち, 『フォトンの属性(θλσ)を, Δtごとに時系列“t”でフォトン数“I”を計測する』こと.

$$I\{\theta \otimes \sigma(t): \Delta t\} \Leftrightarrow I\{\lambda \otimes \sigma(t): \Delta t\}$$

“⊗”は同時測定, “⇔”は即時切り換えを意味する. [3色撮像・偏光]モードで探査, [広波長域分光・偏光]モードで天体の特性を確認する.

仕様は0.36-4.2 μm(結果的に0.46-2.5 μm)を3バンドに分割して, 視野/スリットは, 3バンド共通とする. 偏光は複屈折(波長板+偏光子)の組み合わせ.

3色強度測定あるいは広波長域エネルギースペクトル測定は, 放射源の熱(温度)か非熱成分かを分類する. 偏光測定もまた放射源を, 熱(温度)か非熱天体かに分ける.



この装置は、従来に類のない仕様であったため、さまざまな試作、実験、開発が必要であった。主な課題^{2),3)}は、①低温屈折率測定、②多点温度制御計、③小型低温モーター、④異種アレイ読み出し回路MACS2、⑤MESSIA-III、⑥ハネカム・クライオスタット。『TRISPECなお生きて在り』にこれらの解説記事⁴⁾(天文月報2009年4月号)あり。

1990年後半の6年間、名大理Z研の中屋秀彦、山室智康、渡邊 誠、禅野孝広、名大金工室の河合利秀、その他の諸君の尽力とで推進した。われわれの手に余る分は町工場に依頼した。一進一退しながら、それらを通して、“ものごと”のすじみち=道理=リアリティ=「物理」を学び、研究開発の何ごとかが垣間見えるようになった。

3. マウナケアから東広島まで

漸くたどり着いたマウナケアの2年間は悪戦苦闘であった。UH88、UKIRTと渡り歩いた末、2001年4月名古屋へ撤退、その後を木野 勝君が引き継いだ。一つひとつ光学系を分解して律儀に再測定、再計算、再研磨、再組立調整した。再計算と再研磨はレンズ屋と林レンズにお願いした。

帰国後2年間、岡山74⁷⁾で4回の観測をした。台風下、ドーム内で浸水したこともある。この間、東アジア中口径望遠鏡天文台を夢みて叫んだが、はかばかしからず、命運尽きんとした矢先の2004年に川端君より天文台建設への協力依頼を受けた。ここに望みをつないだ。木野君と新生かなた望遠鏡の改造およびTRISPECの準備、東広島市福成寺地区のサイトサーベイにも立ち会った。

2006年6月、6年間の流浪の末に東広島天文台かなた望遠鏡にたどり着いた⁴⁾。広大の川端、植村、院生諸君の熱意で、当初の使命『広波長域にわたる測光と分光と偏光機能=多モード同時』の実現を見とどけた。変動偏光源の多色時系列追跡の機能は他の追従を許さない。3C 279の偏光変動検出の仕事⁵⁾では、30機関-300人の観測の中で、かなた/TRISPECの仕事“A change in

the optical polarization associated with a gamma-ray flare in the blazar 3C279”がタイトルを飾った。太陽系天体を広波長域でガス-岩石-氷型に分類したTHN(東北-広島-名古屋)低分散分光カタログも愉快的な仕事である。その他論文18編、TRISPECの「多様性および独自性」を確かめた^{6),7)}。

4. 計画の終わり

2011年6月、MESSIA読み出し、フィルター駆動、温度制御、数々の不全により瞑目、使命を終えた。福成寺の5年間は安らかだった。

2011年末現在、TRISPECが主人公となった論文は24編⁸⁾、博士学位取得者は6名(資料4)。

5. 回顧；戦い済んで

TRISPECは分をわきまえず高みを望み過ぎたのだ！限られた人員、手狭な実験室、不確定な資金の中で18年間、自力開発を貫き通し、当時「成し難い」と見なされた計画を成し終え、その生涯の晩年の5年間は、かなた望遠鏡でユニークな成果となって天文学に貢献できた。

しかし、当初目標とした『すばる』から外れてしまった。「フィージビリティ不足のうえ、空間、波長スペクトルの分解能が低くサイエンスが不適合」との評価であった。開発要素が多岐にわたった。広い波長域($\lambda_1 \sim \lambda_2$)で特異スペクトル分布の天体を探索する目的、異種の検出器を割り当てて特徴をもたせようとしたのである*1。「大気色分散」と「大気夜光」対策の指摘は晴天の霹靂であった。

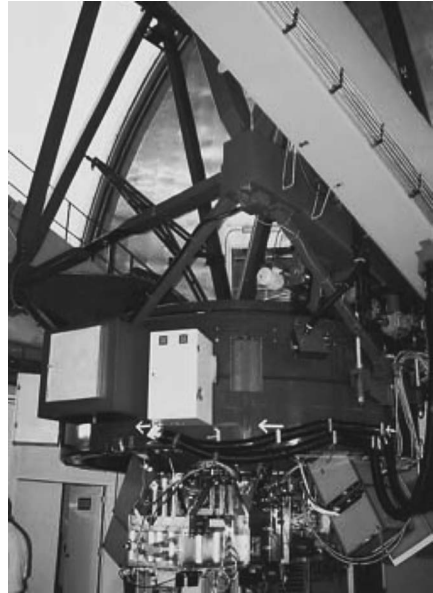
『すばる』を目前にしなが、長年の夢=広波長多モード=可視-近赤外3チャンネル撮像/分光-偏光装置⇒TRISPEC⇒『すばる-Z-shooter』の夢は遠ざかっていった。

奮闘空しく夢潰えたが、振り返ると、TRISPECの開発なしには南アフリカIRSF/SIRIUSカメラはありえなかったし、聞き及ぶところ、それから派生した技術や人材は、多くの装置で光学系や

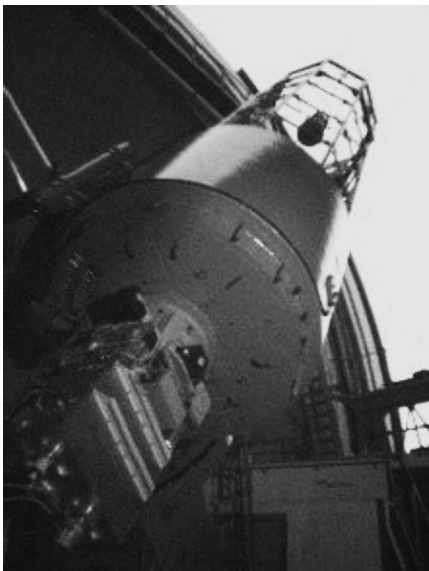
在りし日の TRISPEC (1999~2011)



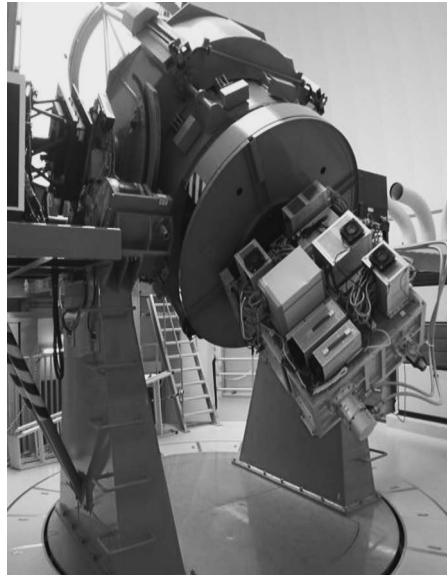
UH88 (1999)



UKIRT (2000-2001)



岡山74" (2002-2003)



かなた (2006-11)

*1 “VLT: X-shooter” は、われわれと同様に波長0.36-2.5 μm をダイクロイック・フィルターで3チャンネルに分割する紫外-近赤外同時分光装置（偏光なし）。ESOが、“The 1st Instrument of the 2nd Generation VLT” と号して、2001年から、8人の専従技術者、7億円の資金、8年の歳月をかけて開発。2009年から、VLT-Kueyen (UT2) のカセグレン焦点にて稼働中。その使命は“Shoot rare, unusual or unidentified sources.”



検出器から、すばる HSC や AO にわたってわが国の礎石・要石になっているとのこと、また東北大-すばるによる MOIRCS 開発において「大学における実験開発-研究」の姿勢を做ったとのこと、さらにそのうえに、広島大では TRISPEC の発展継承である HONIR を準備中とのこと。

“TRISPEC” 以て瞑すべし！

6. 思い出すこと

18 年間、開発から観測までさまざまな場面でご支援いただいた企業や町工場の方々、すばる観測所の諸氏、広大宇宙科学センター大杉、川端、植村、東北大天文の市川、ランドックの諸氏、代々の院生諸君、名大理物理と金工室の諸君には訃報のお知らせとともに、生前のご厚情に深甚なる御礼を述べる。

すばる不採択判定後も、海部、西村氏には、持ち込み装置カセグレン-ケージ、ハワイアレイ検出器提案など、など、いろいろの配慮をいただいた。中桐、西村氏には山麓での調整や山頂での観測の際、梱包・運搬・取り付けの便宜を図っていただいた。観測所事務の方にもお世話になった。2 年間のヒロ滞在の最期、運送費も尽きて途方に暮れたときに、すばる装置と認定して送還してもらった。

当時若手だった何人かが、TRISPEC 装置の企図を汲み、さらに 10 年の年月を経て覚えて成果を出したことに感銘している。

1999, 2000 年に中井君は科研費の分担者となってくれた。J. Hough と海老塚の両氏には偏光素子と分散素子を提供していただいた。浅井氏には常に励まされ続けた。私のたびたびの判断ミスに寛容でいてくれた名大理 Z 研には感謝と愛惜の思い尽きない。忘れ難い事々々々、書き尽くせない。

倦んで幾度か放擲せんとしたが、こうして天寿を全うできたことを報告できるのは夢のようで不思議に思える。

参考文献

資料 1 = 関連記事 =

- 1) 天文月報, 第 87 巻第 7 号 (1994 年 7 月号), 290
- 2) Watanabe M., et al., 2005, PASP 117, 870-884

- 3) 科学研究費報告書 (課題番号: 07404007) 平成 12 年 3 月 研究代表者 佐藤修二
- 4) 天文月報, 第 102 巻第 4 号 (2009 年 4 月号), 267
- 5) Abdo, et al., 2010, Nature 463
- 6) 天文月報, 第 104 巻第 10 号 (2011 年 10 月号), 530
- 7) 天文月報, 第 104 巻第 12 号 (2011 年 12 月号), 680
- 8) <http://www.hiroshima-u.ac.jp/hasc/kenkyuseika/>

資料 2 = 経費 =

- | | | |
|------|---|-----------------------|
| 1995 | 科研費基盤 A: 広波長域低分散分光測光による天体動スペクトルの研究 (4 年間) | 3,390 万円 |
| 1996 | 民間共同研究 (藤井光学): 極低温下における光学定数測定装置の開発 | 500 万円 |
| 1997 | 大学院最先端設備費 超構造総合解析システム「電磁波回折構造解析装置」 | 3,000 万円 |
| 1998 | すばる開発経費 (3 年間) | 1,800 万円 |
| 1999 | 科研費基盤 B: 広波長帯偏光撮像装置によるフロキュラントな渦巻き銀河の研究 (2 年間) | 1,510 万円 |
| 2000 | PPARC (英国粒子物理天文委員会) 7 年間の開発経費総計 | 168 万円
1 億 0368 万円 |

資料 3 = 年表 =

1994. 広波長域低分散分光測光装置の提案
1999. 5 三鷹赤外シミュレータからハワイへ
1999. 6 マウナケア天文台 UH88 で観測 撮像
1999. 12 すばる持ち込み審査: 不採択
2000. 3 マウナケア天文台 UKIRT で観測 分光 偏光 <1998~2002 IRSF/SIRIUS: 特定領域 マゼラン星雲大研究>
2001. 4 マウナケア天文台から撤退, 光学系改修
2003. 10 岡山天文台 74" で観測 (2 年間で 4 回)
- 2004~ 東広島天文台計画に参加
2005. 10 岡山天文台から撤収, データ取得系を改修
2006. 7 東広島天文台へ搬送
2006. 8 かなた望遠鏡カセグレン焦点にて観測
2011. 6 運用停止

資料 4 = 学位 =

- 1) 中屋秀彦 (名大: 2001), 2) 渡邊 誠 (名大: 2003), 3) 新井 彰 (広大: 2009), 4) Ramsey Lundock (東北大: 2011), 5) 笹田真人 (広大: 2011), 6) 上原岳士 (広大: 2011)

Eulogy for TRISPEC

Shuji SATO

Optical and Infrared Astrometry Lab., Graduate School of Science, Nagoya University, Furo-cho, Chigusa-ku, Nagoya 464-8602, Japan

Abstract: TRISPEC (Triple-Range Imager and Spectrograph with Polarimetry), a three channel imager/spectrometer/polarimeter from optical to near infrared region, has finished its operation in June, 2011. The project was initiated in 1994 and closed in 2011. TRISPEC has produced 24 papers and 6 PhD recipients.