

近赤外線 2 色同時多天体分光器 SWIMS における 面分光ユニットの開発

東京大学 理学系研究科 天文学専攻 M1 北川祐太郎

(本文内容に関しては 2012/08/31 時点のものとする)

< 東京大学アタカマ天文台 (TAO) 計画 >

現在、東京大学大学院理学系研究科附属天文学教育センター (以下、天文センターと表記) は南米チリのアタカマに位置するチャナントール山頂に口径 6.5m の赤外線望遠鏡 (以下、TAO 望遠鏡と表記) を建設し、観測を行う計画を検討している。

アタカマ地区は標高が高く、大気中の水蒸気量が非常に低いことから良好な観測サイトとして知られているが、その中でもチャナントール山頂 5640m の顕著な特徴として、赤外領域に新たな大気の窓が現れることが挙げられる。

これは地上の他サイトでは不可能だった波長領域で観測を行えることを意味し、従来とは質的に異なるデータを入手することが可能となる。

このような TAO 計画のユニークさはすでに運用されている 1m 望遠鏡でも実証されている。これは主鏡口径 1m、焦点比 $f/12$ 、視野直径 10 秒角のリッチークレチアン式の赤外望遠鏡で、観測装置としては近赤外カメラ ANIR と中間赤外カメラ MAX38 が設置されている。装置群は共に 2009 年にファーストライトを果たし、ANIR では従来、地上からでは観測困難だった $\text{Pa}\alpha$ 水素輝線 (波長 $1.875\mu\text{m}$) の観測に、MAX38 では世界で初めて地上から波長 $38\mu\text{m}$ の観測にそれぞれ成功している。

このように 1m 望遠鏡の時点で、すでに TAO サイトを活かしたユニークな研究が展開されており、今後これらの成果を礎として更に TAO 計画を推進していく予定である。

< 近赤外線 2 色同時多天体分光撮像装置 SWIMS >

前項で述べた口径 6.5m の TAO 望遠鏡に搭載予定の観測装置として、すでに運用されている 1m 望遠鏡と同様に近赤外領域と中間赤外領域に対応した 2 つの装置が計画されている。これらはすでに開発が始まっており、ここでは筆者が参加している近赤外領域の撮像分光装置 SWIMS(Simultaneous-color Wide-field Infrared Multi-object Spectrograph) について述べる。

SWIMS の特長は、高い空間分解能 ($0.126''/\text{pixel}$) で広い視野 ($\phi 9.6'$) に渡って近赤外線 の 2 つの波長域 ($0.9\text{-}1.4/1.4\text{-}2.5\mu\text{m}$) を同時に撮像、もしくは多天体分光できる点にある。すなわち SWIMS では $0.9\mu\text{m}$ から $2.5\mu\text{m}$ のスペクトルを切れ目なく取得することが可能となる。これは TAO サイトに特有の近赤外領域に現れた新たな大気の窓によって初めて可能となることであり、口径 6.5m の TAO 望遠鏡が建設され、そこに搭載された際には他サイトの大型望遠鏡とは一線を画するデータを得ることが期待される。

TAO 望遠鏡の完成に先立って、試験観測や初期科学観測を行うために、まずはすばる望遠鏡への搭載が計画されている。そのため、光学系はすばる望遠鏡の光学パラメータに合わせて最適化されており、TAO 望遠鏡搭載時には一部のコリメータレンズを入れ替えることで最適化が可能ないように設計されている。

SWIMS の現時点での仕様は以下の通りである。

- 視野：撮像 $\phi 9.6'$ 、分光： $9.6' \times 6.0'$
- 観測波長： $0.9\text{-}2.5\mu\text{m}$ (blue: $0.9\text{-}1.4\mu\text{m}$, red: $1.4\text{-}2.5\mu\text{m}$)
- ピクセルスケール： $0.126''/\text{pixel}$
- 波長分解能 (スリット幅 $0.5''$)： $\text{blue}\lambda/\Delta\lambda \sim 700\text{-}1000$, $\text{red}\lambda/\Delta\lambda \sim 500\text{-}900$
- スリットマスク数：24 枚
- 同時分光天体数： ~ 30 天体/マスク

< 面分光ユニット >

SWIMS の多天体分光機能はすばる望遠鏡に搭載されている観測装置 MOIRCS が有する機構をベースに設計されている。すなわちスリットマスクの交換機能は 1) スリットマスクを低温で格納するデュワー 2) 任意のスリットマスクを選択するための回転機構 3) 目的のスリットマスクを焦点位置まで運ぶためのマスクキャッチャーから構成される。ここで SWIMS は通常のマルチスリット分光モードとは別にデュワーに格納されたスリットマスクの一部を面分光ユニットに置き換えることで、自動で面分光モードに切り替えられるような機構を有している。

一般に面分光の実現には大きく分けてファーマー方式、レンズレットアレイ方式、スライスミラー方式が挙げられるが、SWIMS 用面分光ユニットではスライスミラー方式を採用した。現在、開発は概念設計を終え、

- ユニットサイズ・重量の具体的検討
- 光学系パラメータの最終検討
- スライスミラーの加工技術等検討
- 試作ミラーの評価

などを行なっている。

日本の面分光観測装置開発の実績としては京都三次元分光器第 2 号機 (K3DII, レンズレット方式) が挙げられるが、SWIMS に搭載予定の面分光ユニットは広視野である点、観測波長が赤外領域である点、スライスミラー方式を採用している点など従来までに無い技術が求められている。しかしこれは日本発の面分光ユニットとして非常にチャレンジングかつ技術的に意義のある開発であり、完成し SWIMS に搭載された際には非常に強力な観測モードとして活躍することが期待されている。

参考 URL:東京大学アタカマ天文台 (TAO) 計画 <http://www.ioa.s.u-tokyo.ac.jp/TAO/>