

近赤外線2色同時多天体分光撮像装置SWIMSのための多天体分光ユニットの開発

高橋 英則、本原 顕太郎、小西 真広、館内 謙、北川 祐太郎、西嶋 颯哉、加藤 夏子 (東大・team SWIMS)、岡田 則夫 (NAOJ/ATC)

Institute of Astronomy, The University of Tokyo

http://www.ioa.s.u.tokyo.ac.jp/TAO/swims/

東京大学天文センターでは、標高5640mのチリ・アタカマ高原チャナントール山頂に口径6.5mの光赤外線望遠鏡を建設する計画を進めている。観測装置の一つである近赤外分光撮像装置SWIMSには前置光学系として多天体分光ユニット (MOSU: Multi-Object Spectroscopy Unit) が搭載される。カルーセルと呼ばれる回転構造体に複数のスリットマスクが装填され、撮像観測後に任意のマスクを選択することで、一度に20~30の天体の分光を行うことができる。多天体分光ユニットの冷却のためにはいくつかの新たな機構 (MLI、熱バス等) 用いられており、特に熱バスはこれまで使われてきた銀ロウ付けではなくハンダ付けを採用することで、低温での熱伝導率が高くなるという過去の文献を実証した。その他、収納マスク回転機構 (カルーセル) や、マスク取り出し・収納機構 (キャッチャー) などと併せて、機械的には実運用に向けてほぼ完成型となったSWIMS/MOSUについて報告する。

SWIMS MOSU Multi-Object Spectroscopy Unit ~多天体分光ユニット~

- ❖ MOSUでできる面白いこと
 - 分光フォローアップ
 - クラスタ構成天体の分光
 - 広がった天体の空間的な特性
 - スペクトルの時間変化
- ❖ SWIMS/MOSUの特徴 (仕様)
 - 0.9-2.5um 全域を一気に分光 (R~1000, 0.5" slit)
 - 冷却スリットマスク (24枚 (IFU含む))
 - 最大30天体同時分光
 - IFU module (面分光ユニット) を内装
- ❖ 点源限界等級 (AB等級、1時間積分、S/N~5)
 - Y=22.6, J=21.7, H=21.1, Ks=21.3 @TAO
 - Y=22.9, J=22.0, H=21.4, Ks=21.6 @Subaru

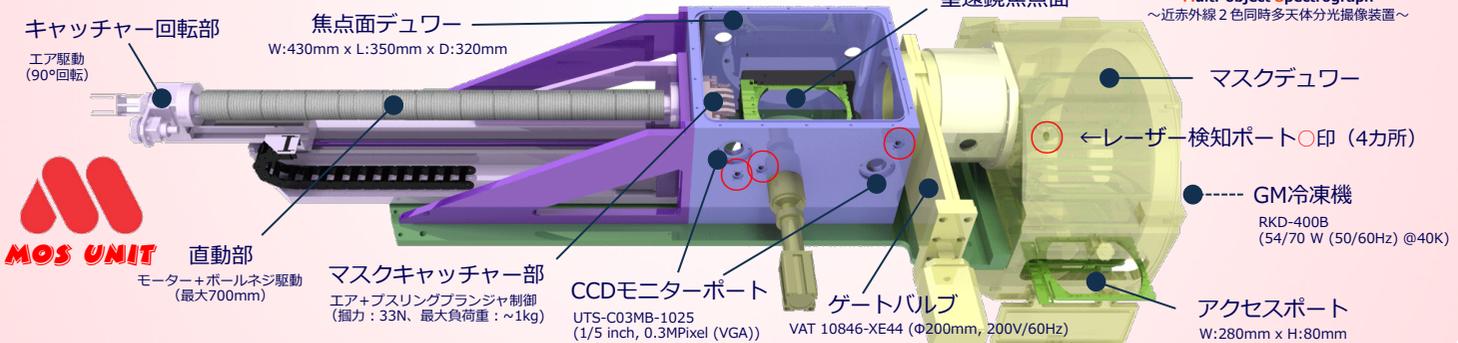
- ❖ 構成
 - 焦点面デューワー
 - マスクデューワー (カルーセル)
 - マスクキャッチャー
- ❖ 仕様
 - 長さ: ~2.4m
 - 重さ: ~370kg
 - 真空度: <10⁻⁶ torr
 - 温度: ~100K
- ❖ 製作
 - センテシア、ルミナス、ADSTEC、VIC、パスカ、オプトクラフト

SWIMS

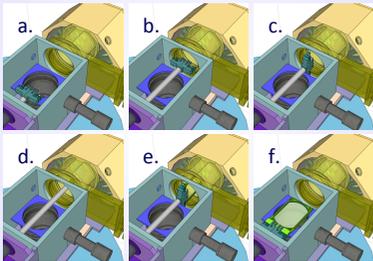


1.293m

Simultaneous-color Wide-field Infrared Multi-object Spectrograph
~近赤外線2色同時多天体分光撮像装置~

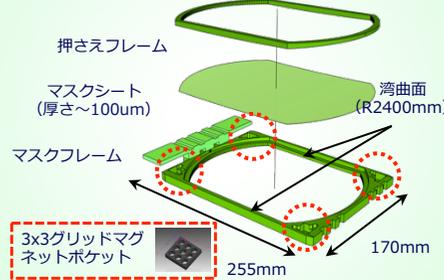


Mask Exchange Procedure

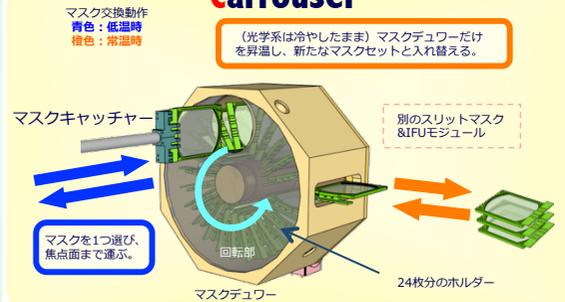


マスク交換時間: 約2分

Slit Mask



Carousel



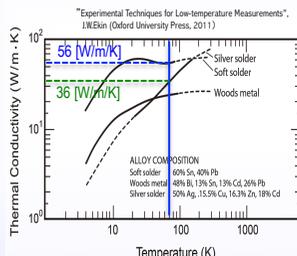
MOSU Original Components for Cooling

MOSUに対する熱的・機械的要求

- 短時間 (~24時間) での冷却 (~100K) → MLI、熱バス、ラディエーションシールド
- スムーズなマスク交換 → 移動機構 (直動部) → 回転機構 (ゼネバギア、低抵抗軸受)

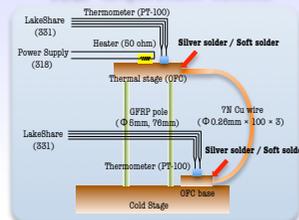
高純度銅(7N)製フレキシブル熱バス

「銀ロウ付けとハンダ付け」どちらがよい?



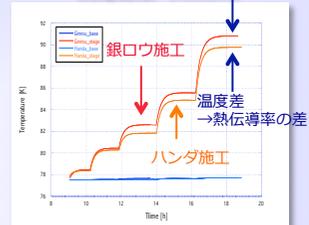
- 常温では銀ロウ付けのほうがよい
- <160Kではハンダ付けのほうが熱伝導率高くなる
- 熱伝導率: 約1.5倍 (@77K)
- 低温になるほどその効果は大きい

実験 (Experiment outline)



1. 熱バスの一方を熱浴に、他方を熱的に浮かしたステージに固定。
2. ステージ上のヒーターを熱して、一定の熱量を付加する。
3. ステージが一定温度になるまでを計測する。

測定結果 (Results)



評価 (Evaluation)

$$k = \frac{Q}{dT} \cdot \frac{L}{S}$$

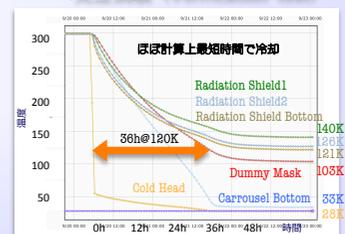
熱量 [W] 長さ = 0.2[m]

熱伝導率 [W/mK]

温度変化 [K] 断面積 [m²] = (0.26mm/2)² × π × 100本 × 3本 = 1.59x10⁻⁶ [m²]

ハンダ付け > 銀ロウ付け (約10%高 @~80K)

実証試験 (Verification test)



ラディエーションシールド



(Aluminized Mylar 30um + Polyester Mesh, KN-20) x 10 layers

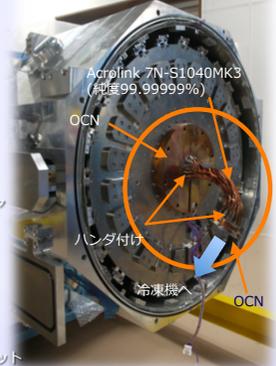
IoオリジナルMLI

ゼネバギア

ハンダ付け

冷凍機へ

モーター



Acrolink 7N-S1040MK3 (純度99.99999%)

OCN

Motor: Orientalmotor AR06VAK

Torque: 0.8 N.m

Rotation: 0.36°/バリス、4秒/スロット