

近赤外イメージスライサー型 面分光ユニットの開発

ご質問等は北川 (東大)まで
y_kitagawa@ioa.s.u-tokyo.ac.jp

北川祐太郎^a, 尾崎忍夫^b, 本原顕太郎^a, 吉川智裕^c, 所仁志^d

小西真広^a, 高橋英則^a, 館内謙^a, 西嶋颯哉^a, 加藤夏子^a

a: 東京大学 天文学教育研究センター, b: 国立天文台 先端技術センター, c: 京都産業大学, d: (株)ナノオプトクス・エナジー

✓ イメージスライサー型面分光

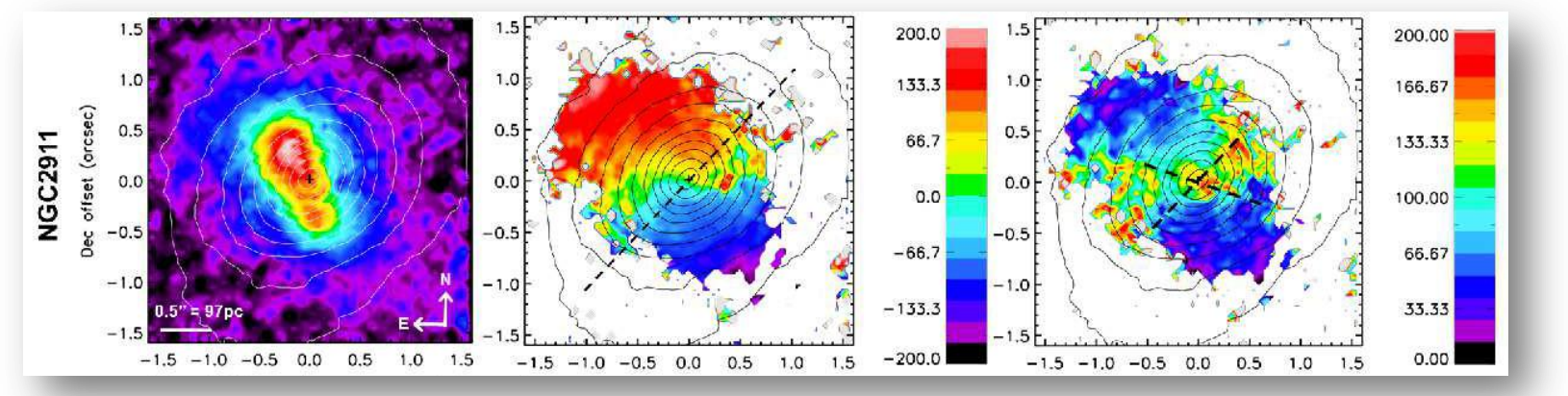
・面分光とは？

空間 2 次元 + 波長 1 次元の情報を一度に取得

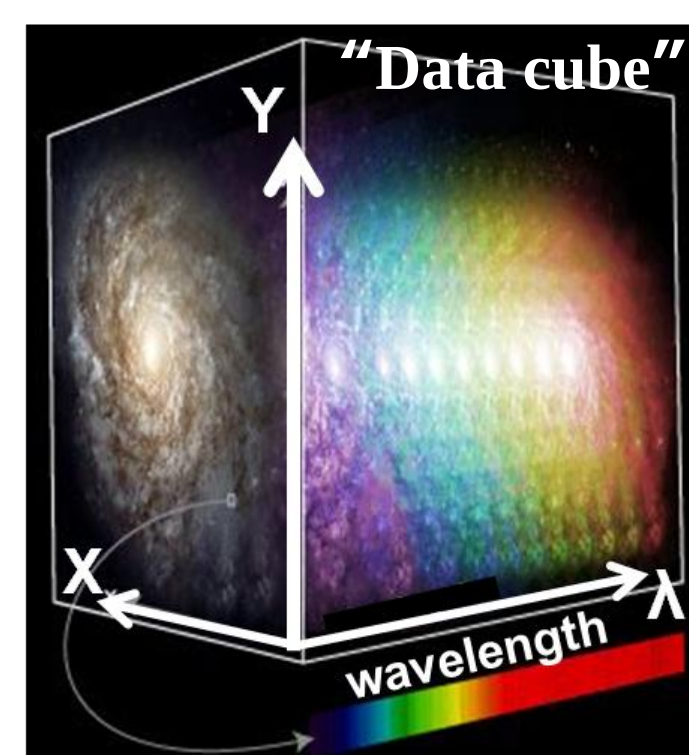
= 天体の重要な物理量(星形成率、減光量 etc..)の空間分布を高い観測効率で取得可能

NGC2911の例

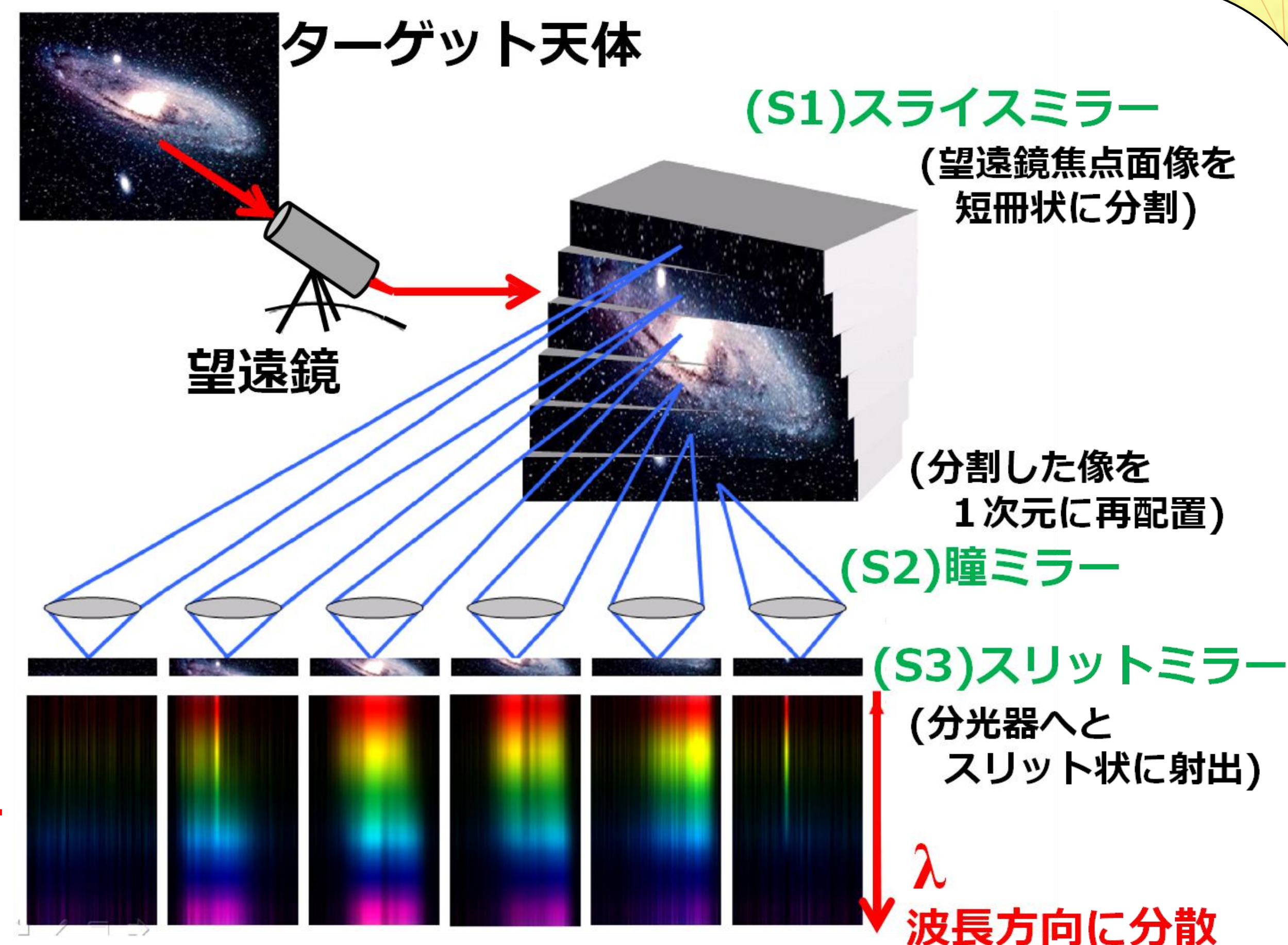
左から
・ H₂ガスflux分布
・ 速度場
・ 速度分散場



Müller-Sánchez et al. (2013)



ソフトウェア上で再構築



【イメージスライサーを用いた面分光の原理】

S.Vives & E. Prieto (2006)

・イメージスライサーの利点

- 1) すべての光学面を金属鏡で構成できる
→ 母材を支持構造と統一し、冷却時の光軸ズレを回避
- 2) 連続的な視野分割
→ 天体からのフラックス、検出器面積を有効活用。

✓ 近赤外面分光ユニット SWIMS-IFU

・SWIMSとは？

近赤外多天体分光カメラ

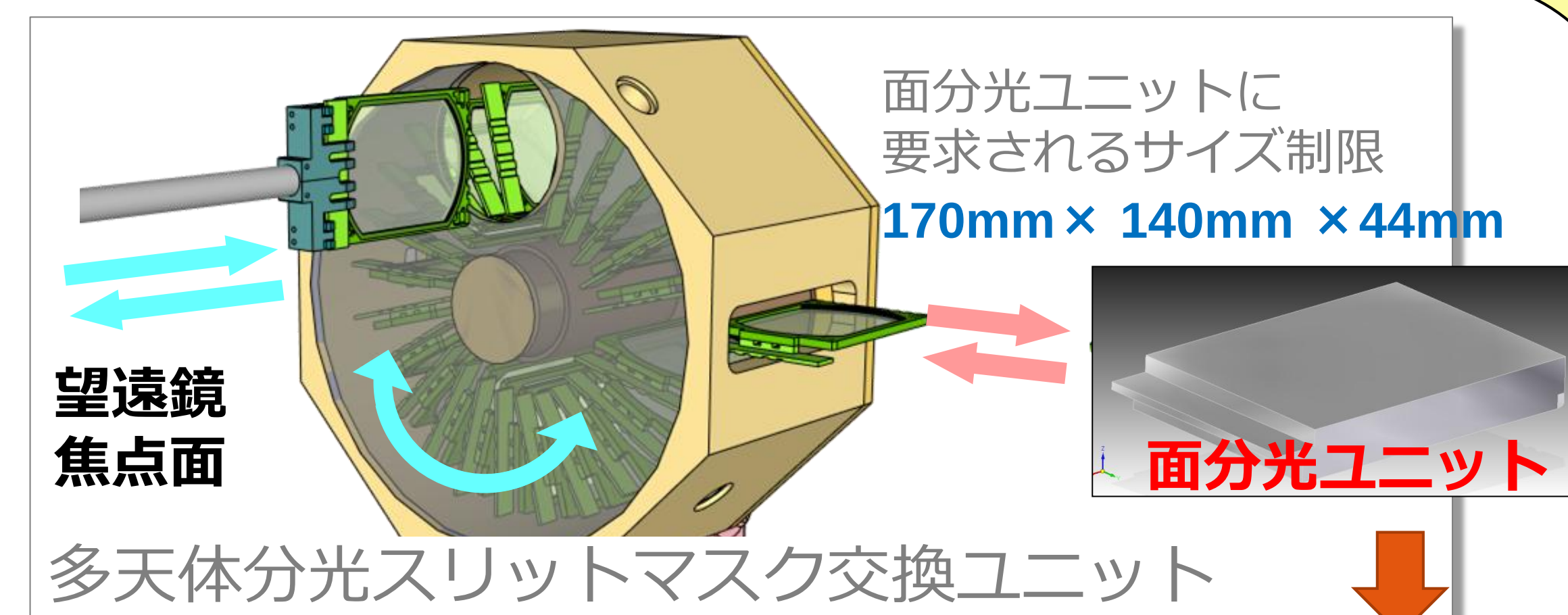
広視野かつ0.9-2.4umの広波長帯のデータが一度に取得可能

〔2015~ すばる望遠鏡での初期科学観測
2017~ TAO望遠鏡でのファーストライト〕

・本研究の目的

「多天体分光装置に搭載可能な小型・軽量な面分光ユニットの設計」

既存の光学系を崩さずに多天体分光装置の1スリットマスクとしてインストール可能な非常に汎用的な面分光ユニット



各焦点面に検出器を4つ並べた場合→

視野	スライス幅	スライス数
14" × 10"	0.4"	26

【面分光ユニットの基本パラメータ】

SWIMS-IFUが切り開く新規技術

コンパクトな光学解の構築

このようなサイズ要求を満たす光学解は実際に構築可能か？

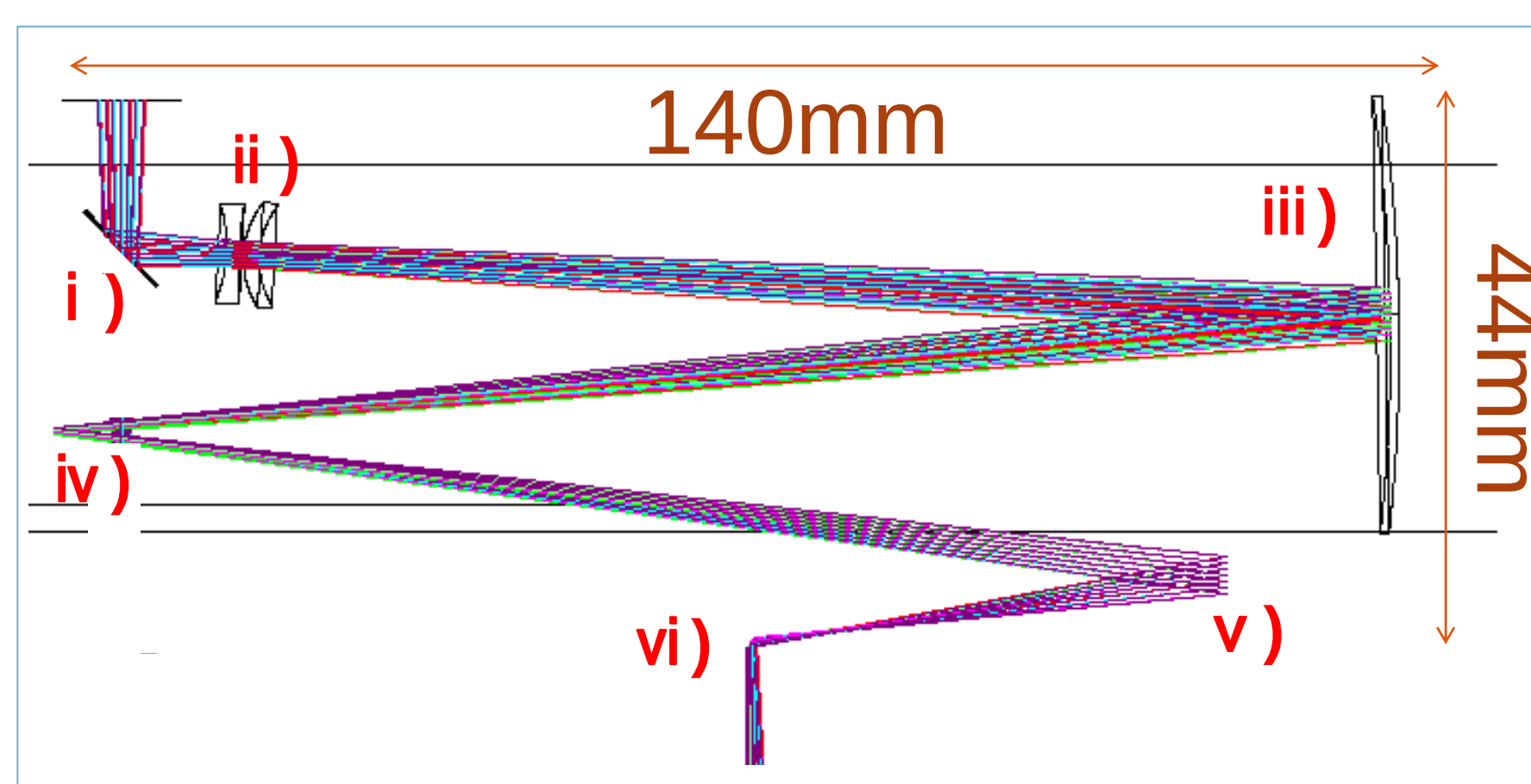
超精密加工技術の近赤外天文学への応用

近赤外での要求精度を満たすミラーをAl合金の切削加工で製作可能か？

【Ⅰ】光学設計

SWIMS-IFUに含まれる光学面は以下の6つ

- i) ピックオフ鏡
- ii) 拡大光学系1(レンズ)
- iii) 拡大光学系2(凹面鏡)
- iv) スライスミラー
- v) 瞳ミラー
- vi) 擬似スリットミラー

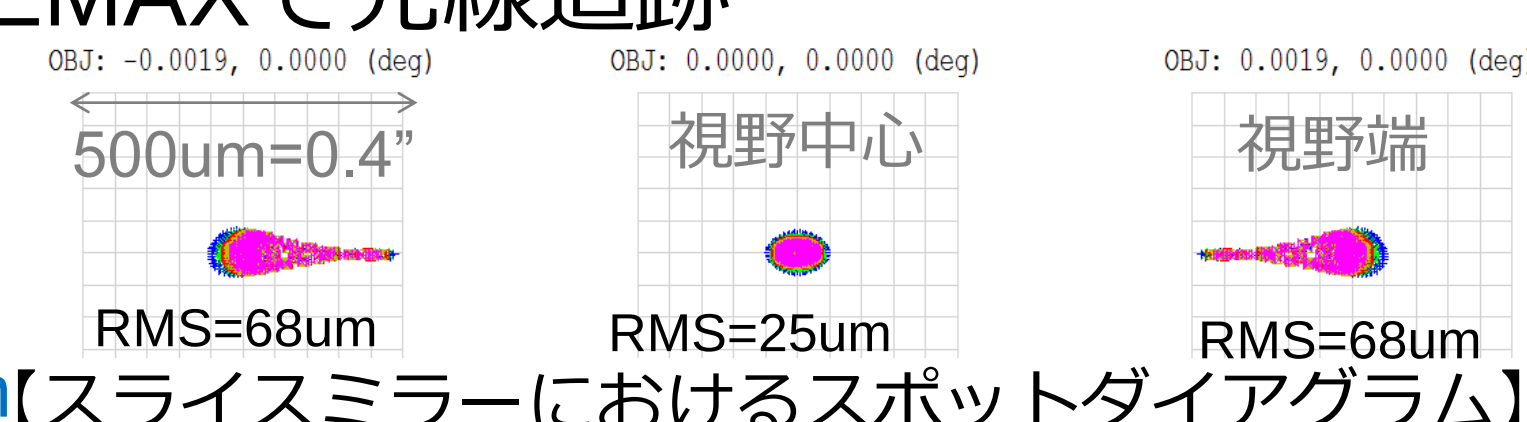


【各ミラーを配置した光線追跡図】

Step1) 許容サイズを束縛条件として与えて近軸計算による解の探索
Step2) 求めた近軸解をもとにZEMAXで光線追跡

<ポイント(束縛条件)>

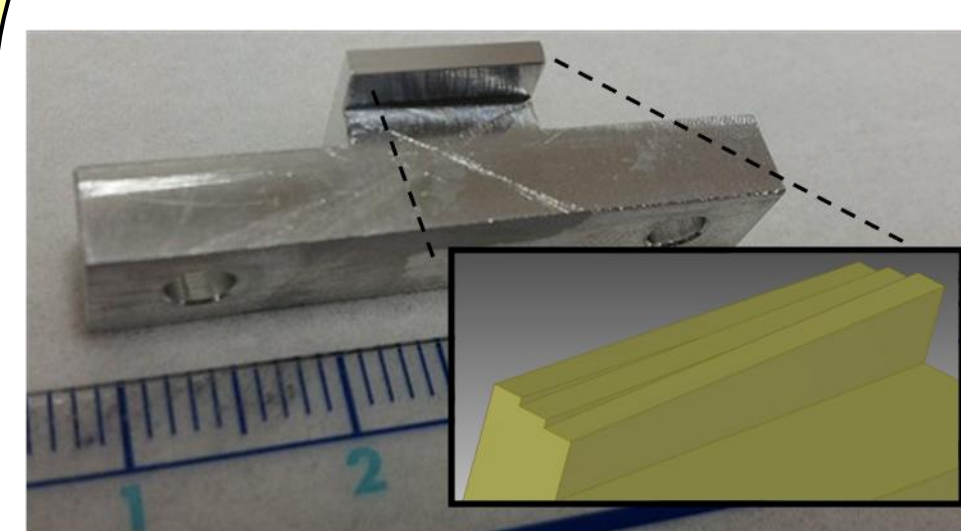
- ①スライサー鏡面は平坦
- ②各ミラーはユニットの端に配置
- ③サイズ制限は170mm × 140mm × 44mm [スライスミラーにおけるスポットダイアグラム]



サイズ制限を満たしスライサー鏡面が平坦となる解の構築に成功

【Ⅱ】超精密加工技術

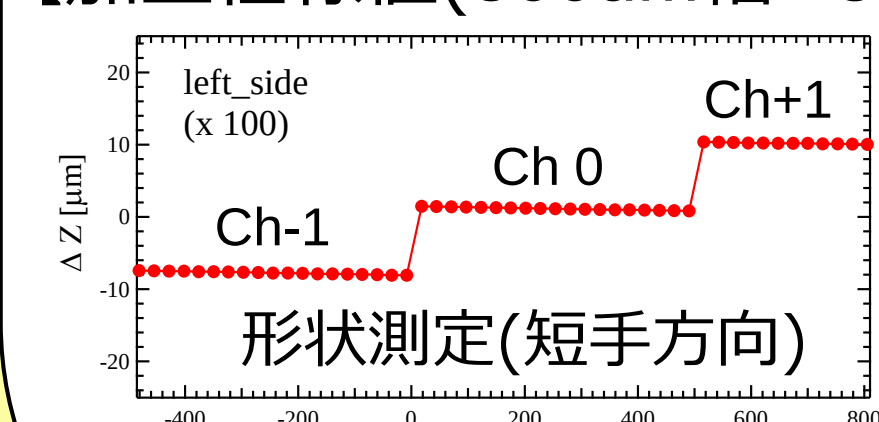
*ナノオプト(株) 所仁志氏との共同開発



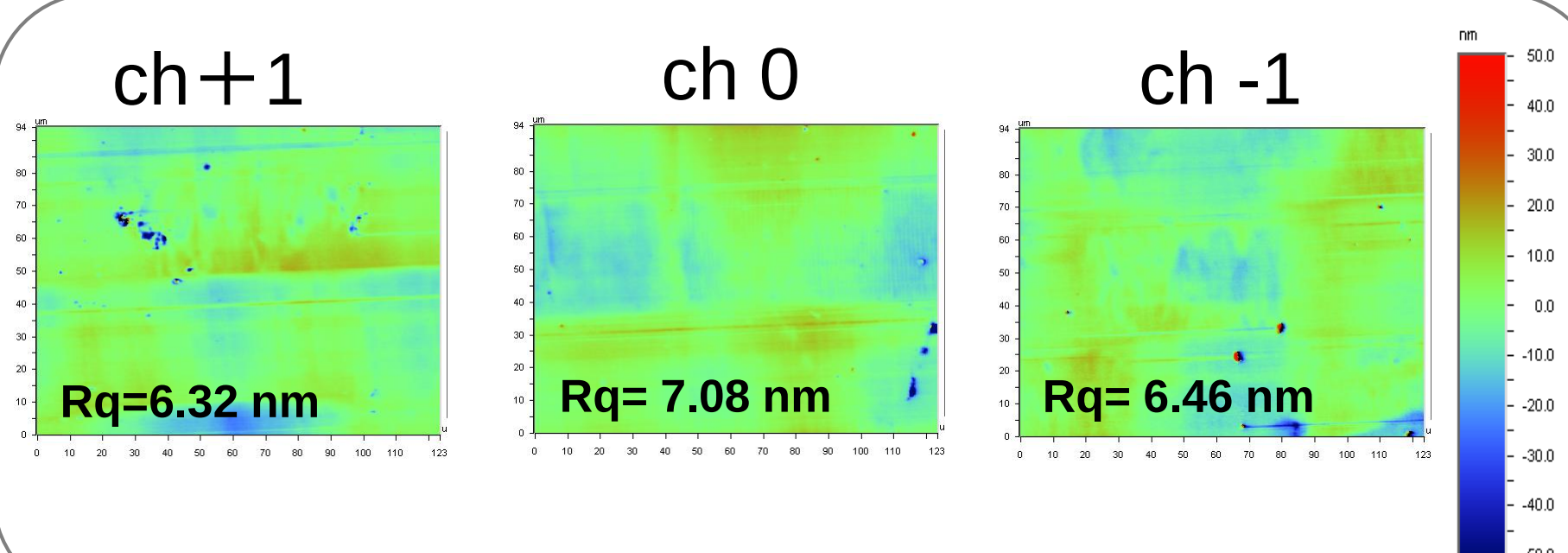
Step1) 超精密加工によるスライスミラーの試作
Step2) レーザ干渉計による表面粗さ測定

ch	角度 (degree)	端部の相対高さ (mm)
+1	+0.1604	+0.0140
0	0.000	0.0000
-1	-0.1604	-0.0140

【加工仕様値(500um幅×3ch)】



各chの3点(120×90um)をWYKO NT-1100で測定



【各ch表面粗における表面粗さの二次元マップ】

超精密加工によって表面粗さR_q~7nmを達成できることを実証

✓ 将来計画

- ・分光器まで含めた光学系をモデル化、面分光ユニットの光学パラメータを最適化し最終仕様値の決定
- ・スライスミラー、瞳ミラー、擬似スリットミラー1式の試作(~5ch)と赤外点/面光源による評価