



Spatially-Resolved Study of Planetary Nebulae with the Seimei/KOOLS-IFU

M. Otsuka (Okayama Obs, Kyoto U.),
T. Ueta (U. of Denver), Y.-H. Chu (ASIAA), X. Fang (Hong Kong U.),
and PEGASS consortium

This work is based on NAOJ open-use and Kyoto-U. programs

1

Stellar Evolution and Material Recycling between the stars and the host Galaxy



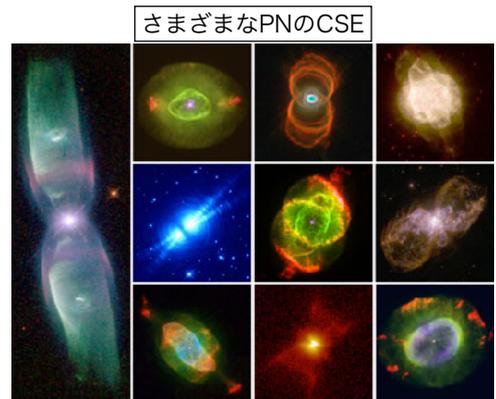
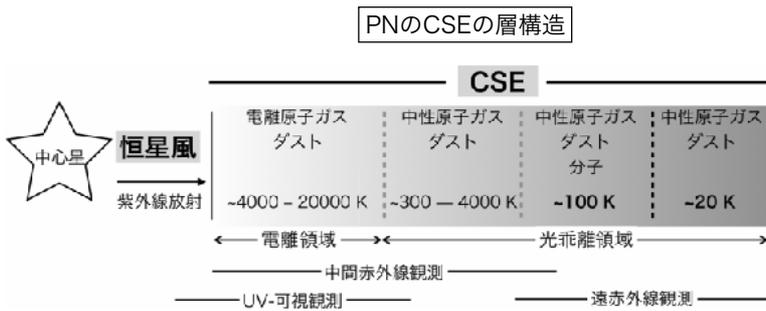
AGB 星/PN からの質量放出の解明は銀河の化学進化の理解に必須

2

この研究で明らかにしたいこと

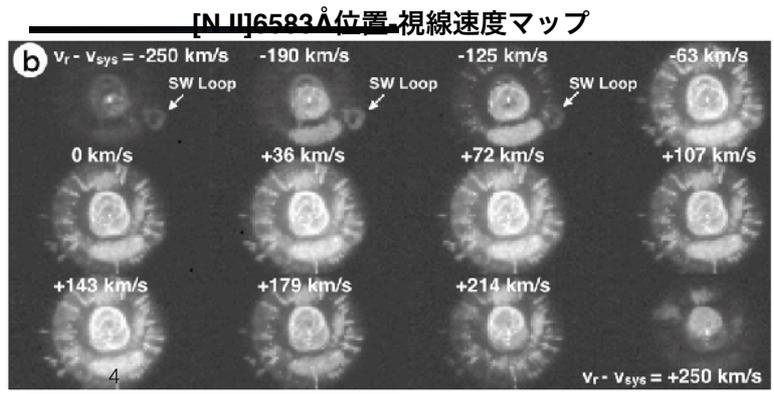
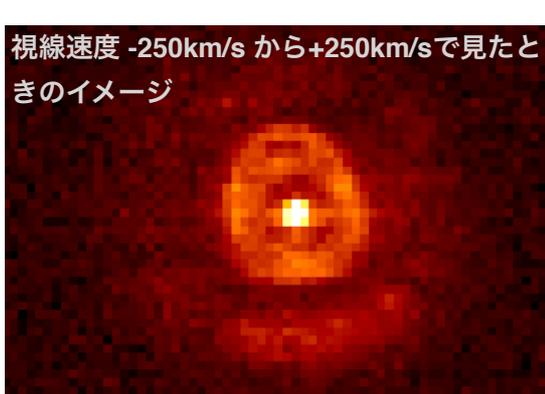
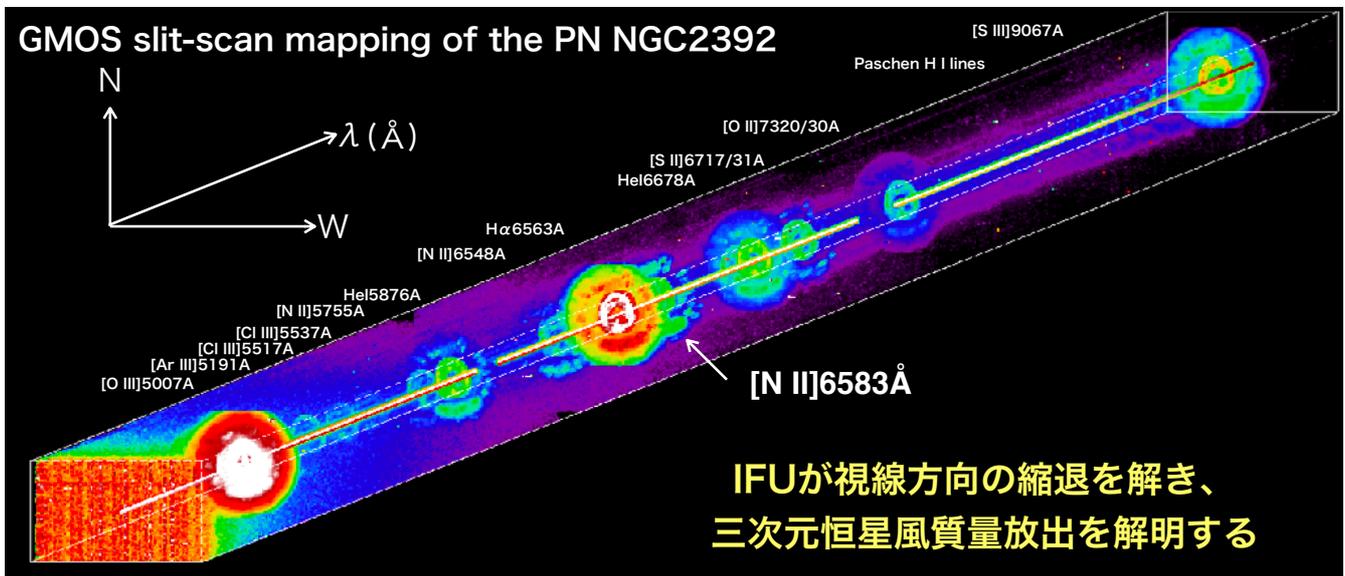
恒星風質量放出をCSE(星周殻)の詳細解析で説明し、最終的に銀河の物質循環における中小質量星の役割の理解につなげたい。

- いつ/どの方向に/どれ位の量の質量放出をしてきたのか?そして、CSEの多様な形状を決定する恒星風の運動学的特性は何か?



- どの元素も一様に星周物質(ISM)へと拡散してるのか?
- 恒星風質量放出が周辺のISMに与える化学的作用は?

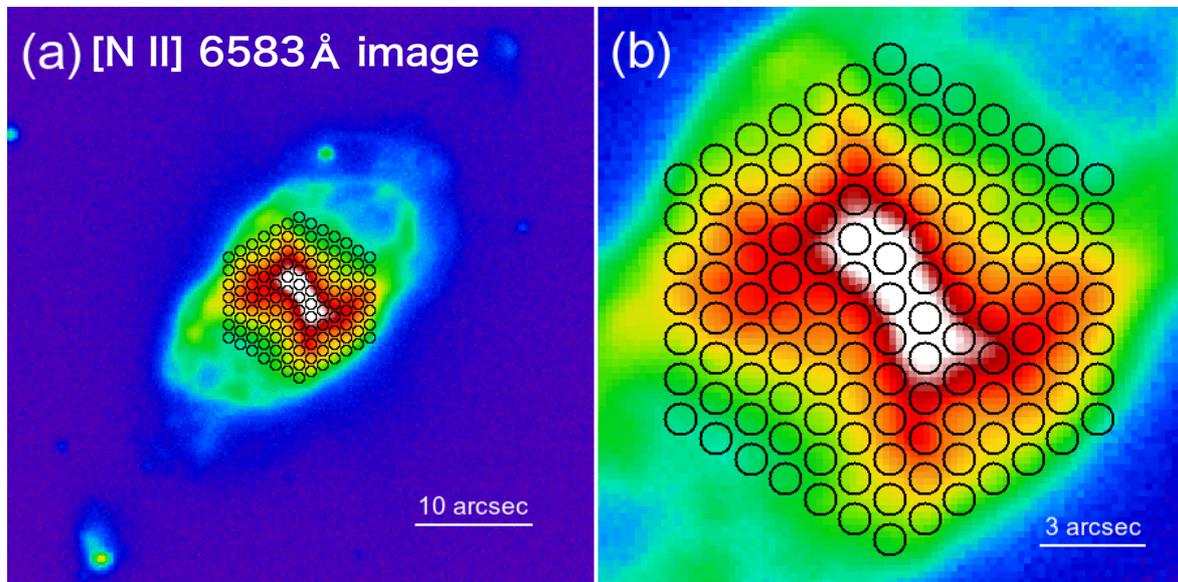
3



KOOLS Observation of Galactic PNe; the case of Hu1-2

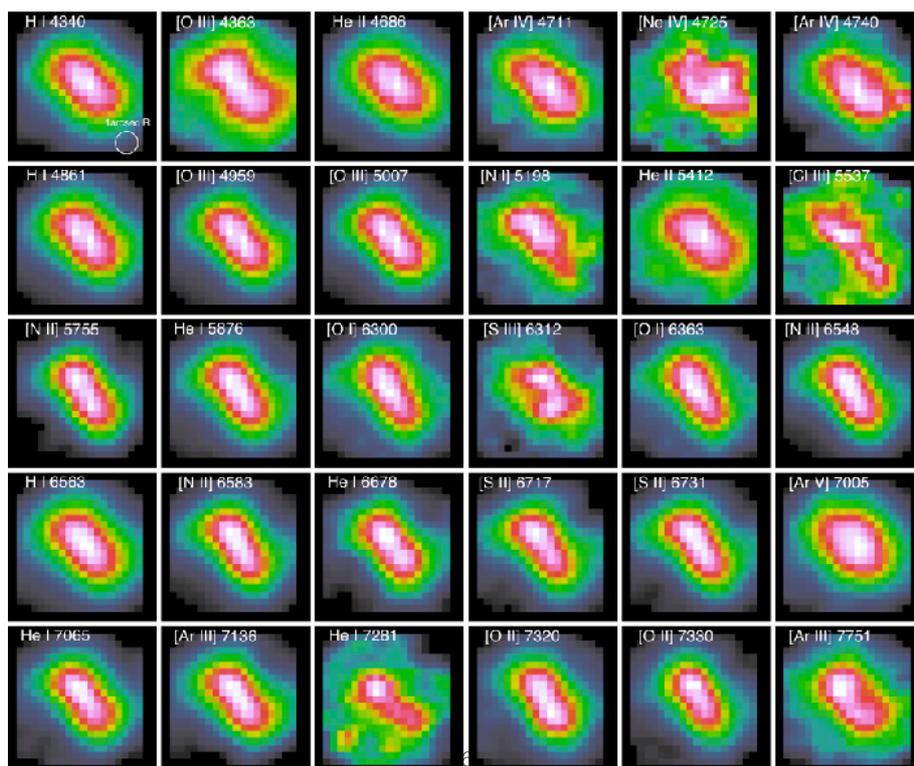
せいめい望遠鏡とKOOLの特性を知り、どのようなPNサイエンスが展開できるか見極める

2019年5月15日に実施、シングル360秒積分、背景光引き用オフソースデータも取得

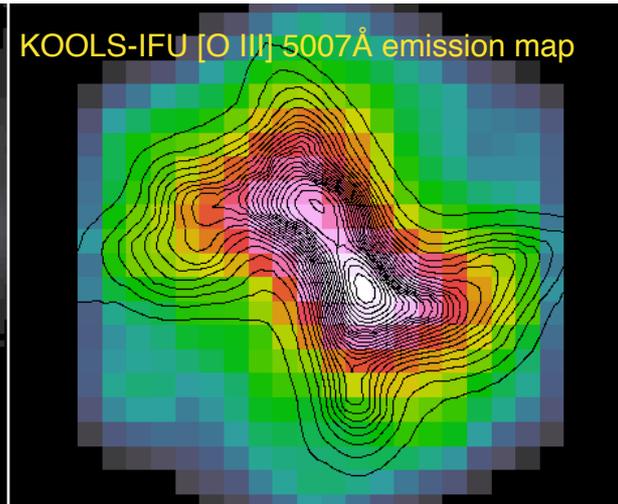
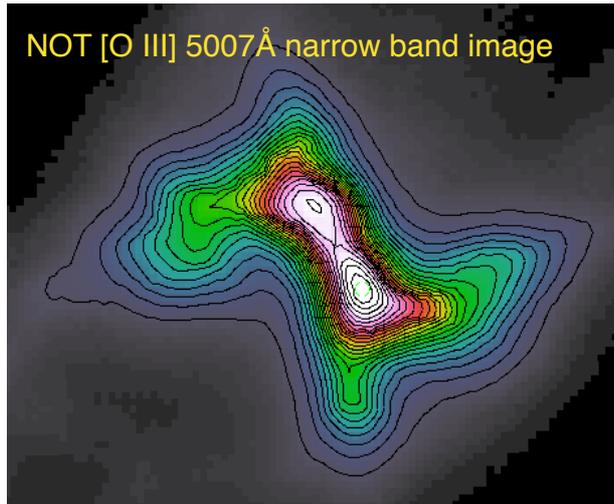
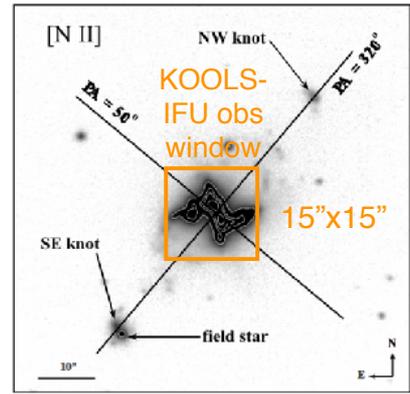
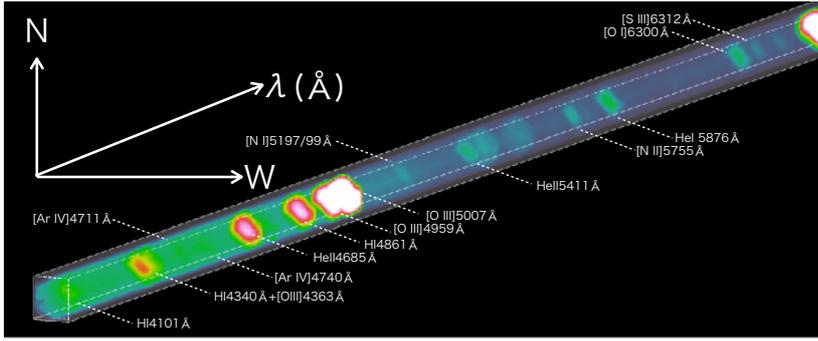


5

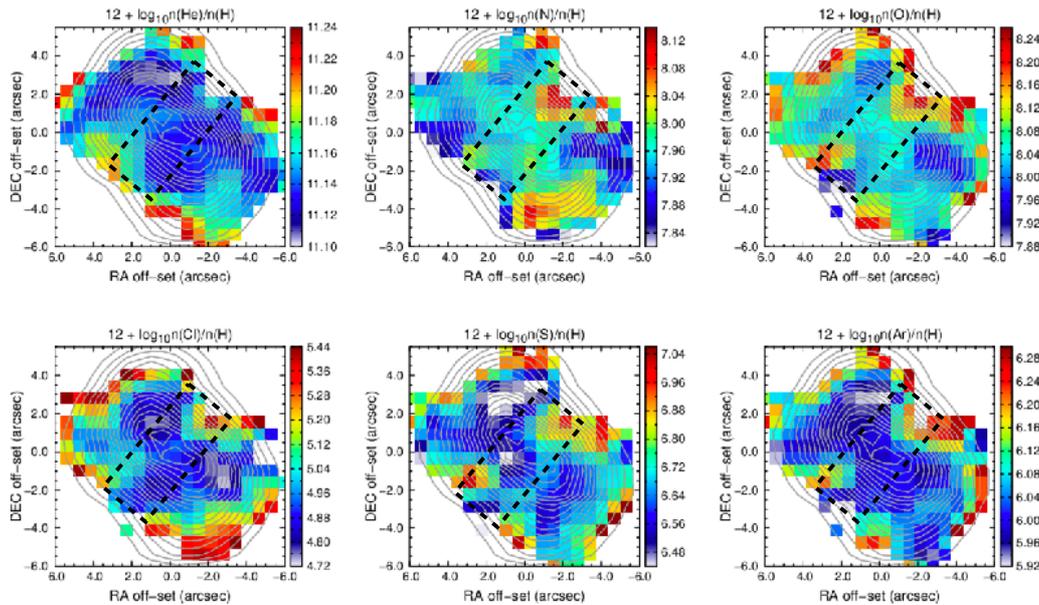
30 emission-Line maps created from Multiple Gaussian Fitting



Comparison b/n NOT 2.5-m Narrow-band image and Seimei 3.8-m Emission map

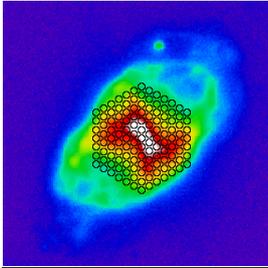


Inhomogeneous element distribution

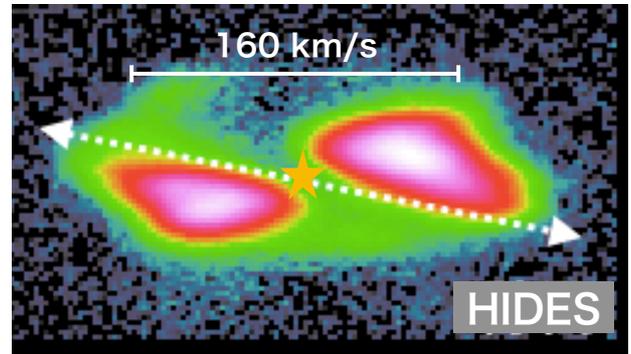
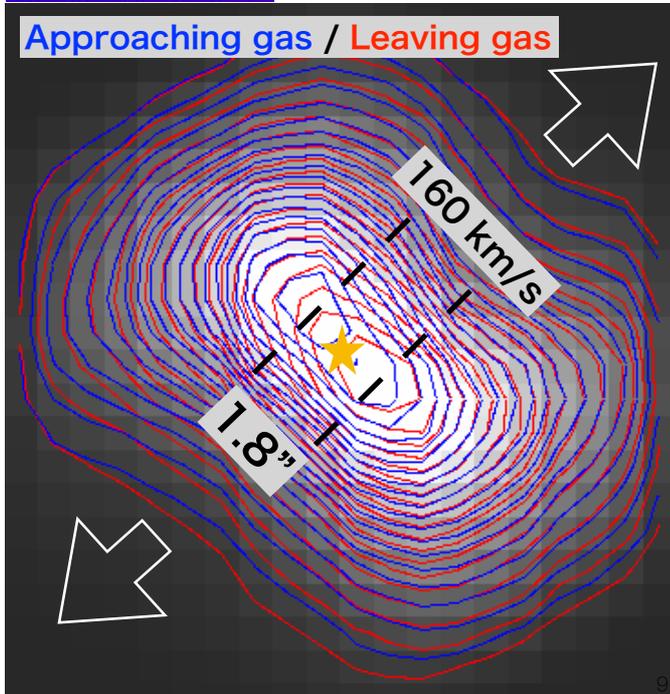


	He	N	O	Cl	S	Ar
This work	11.15+/-0.06	7.97+/-0.07	8.05+/-0.07	4.97+/-0.15	6.68+/-0.14	6.06+/-0.09
Fang et al. 2015	11.16+/-0.04	8.12+/-0.07	8.15+/-0.06	—	6.62+/-0.13	5.92+/-0.12
Hyung et al. 2004	11.11	8.23	8.11	5.08	6.48	6.08

各研究の結果の違い(私たちは星雲全体の、他はBOXで示した領域での値)は見積り誤差、データの質由来ではなく、そもそも元素組成分布が非一様であるから。

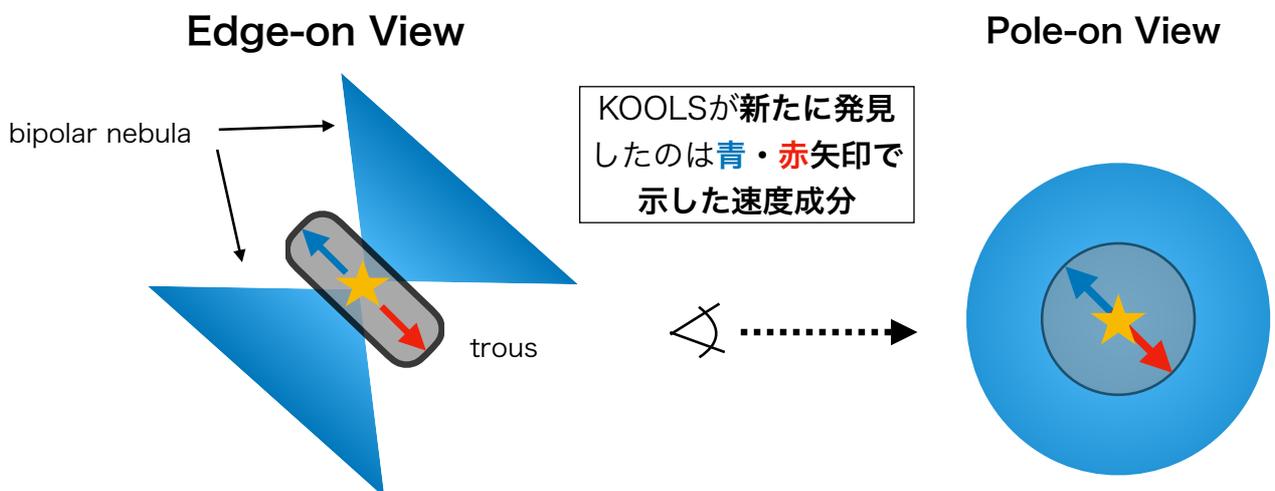


KOOLS/HIDES PV-maps of [OIII]5007 Å; Rotating Disk?



- Diskの両端で速度のズレ (KOOLS)
- Keplerian rotation curveに良く似たプロファイル (HIDES)
- 中心星質量0.65太陽質量と仮定したときの回転速度@10AUは7.5 km/s。ディスク回転成分+別の速度成分を見ている。

Plausible Nebula Structure

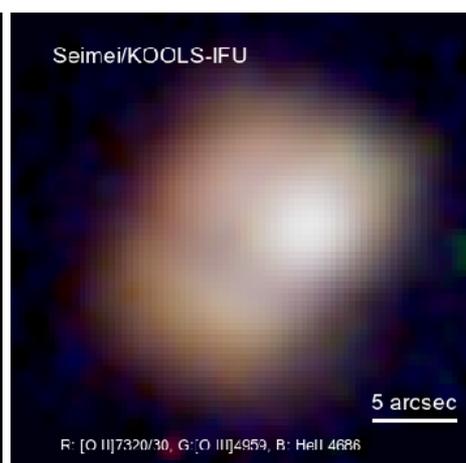
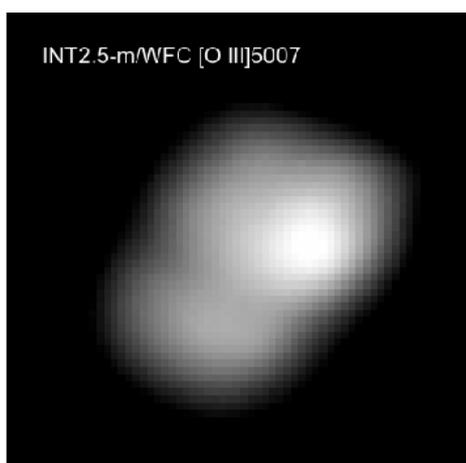
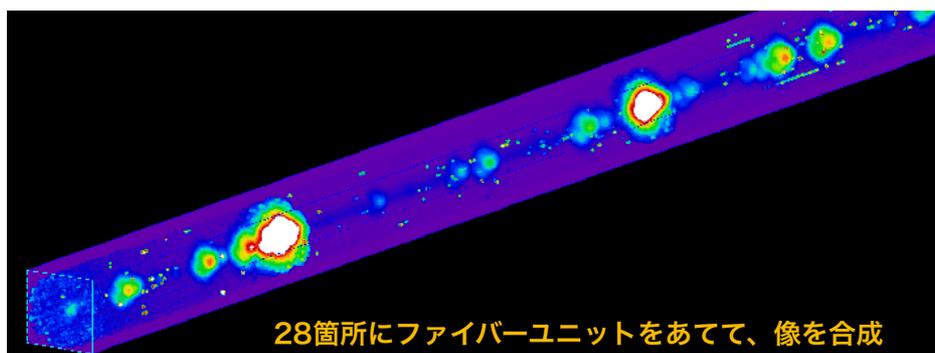


Lessons learned from our Hu1-2 study with Seimei/KOOLS-IFU

- 元素組成分布は一様ではない。天体のサイズに対してエントランスが狭いスリット分光でえられた物理量は対象天体の代表的値であることを保証しない。
- 一方、KOOLS-IFUなど面分光観測は物理量の空間的分布、代表的な値を得ることが可能。よって、面分光観測で得られる物理量マップは、
 1. 対象天体の理解、
 2. AGB元素合成モデルのカリブレーション、
 3. 銀河の化学進化（たとえば金属量勾配）、などに有用。
- 視線方向の縮退で決して見ることができない速度成分も面分光を使えば見ることができる。

11

Mapping observation of the PN NGC7027



よりよいアウトプットを高効率?でえるための提言

KOOLS-IFU 編

- (提言1) **Observing window**が大きい**ファイバアレイモード**もあるとサイズが大きめの天体観測で助かる。スペースでもディザリングしてファイバ間を埋める。
- (提言2) **4000 Å**でも**十分な感度があると嬉しい**。現状の感度では[O III]4363 Å、Hg 4340 Åでも検出は厳しい。[O III]4363 Å、Hg 4340 Åが検出できないと、VPH-Blueの場合、[O III] 電子温度、バルマーライン比を使った星間赤化補正ができない。わたしたちは星間赤化補正をできるだけ多くのバルマーラインとパッシェンラインを使って行なっている。
- (提言3) **広い波長範囲で波長分解能1000以上を達成する分散素子**。現状のVPH495/683グリズムは分散は高いが、波長カバレッジがかなり限られている(ミディアムバンドフィルタに近い)&オーバーラップ波長域がないのでスペクトルの1本化、ライン強度比較ができない。VPH Blue/Redは波長カバレッジが大きい一方、分散が足りない。4363 Å、5755 Åにある人口光は電子温度測定に必要な[O III]4363 Åと[N II]5755 Å測定に影響を及ぼしている。現状は全天体に対してスカイフレームも取得している。分散が高ければ、目的ラインからこうしたコンタミの同定・除去ができる。ボーナスとしてスカイフレームをとる必要もなくなるので、その分サイエンスターゲットに積分をかけられるかと。