

2016年3月16日 日本天文学会春季年会

企画セッション
「東京大学アタカマ天文台のサイエンス戦略」

TAO PROJECT

The University of Tokyo Atacama Observatory

6.5m 望遠鏡計画の概要

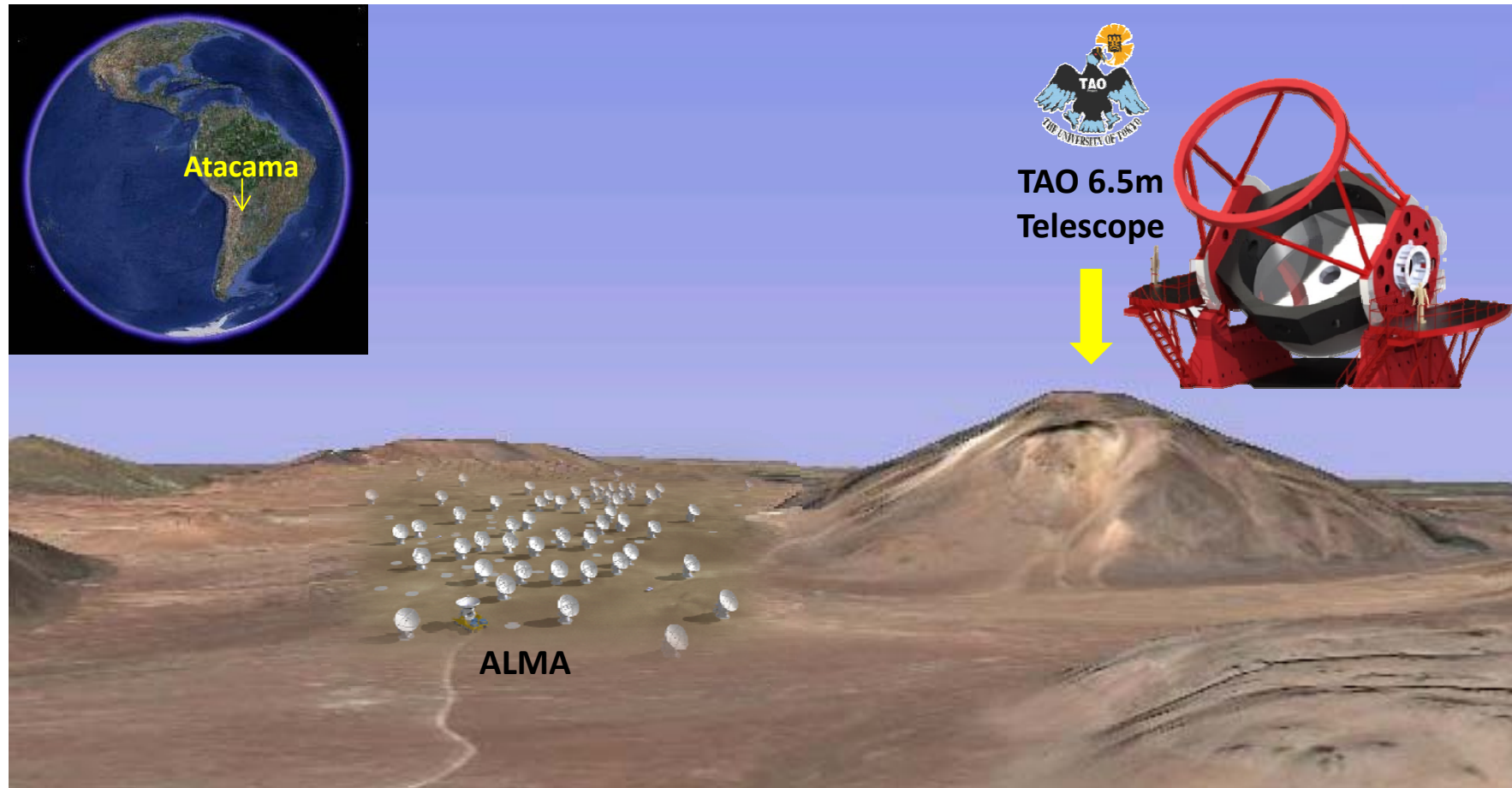
東京大学理学系研究科 吉井 讓





TAO project : Overview

- ✓口径6.5m光赤外線望遠鏡をチリ・アタカマの世界最高地点(5,640m)に建設
- ✓赤外線の高い窓を活用し、宇宙論から太陽系まで広範なサイエンスを実施
- ✓次世代を担う大学院生・若手育成を重視し、サーベイ・萌芽的研究を推進





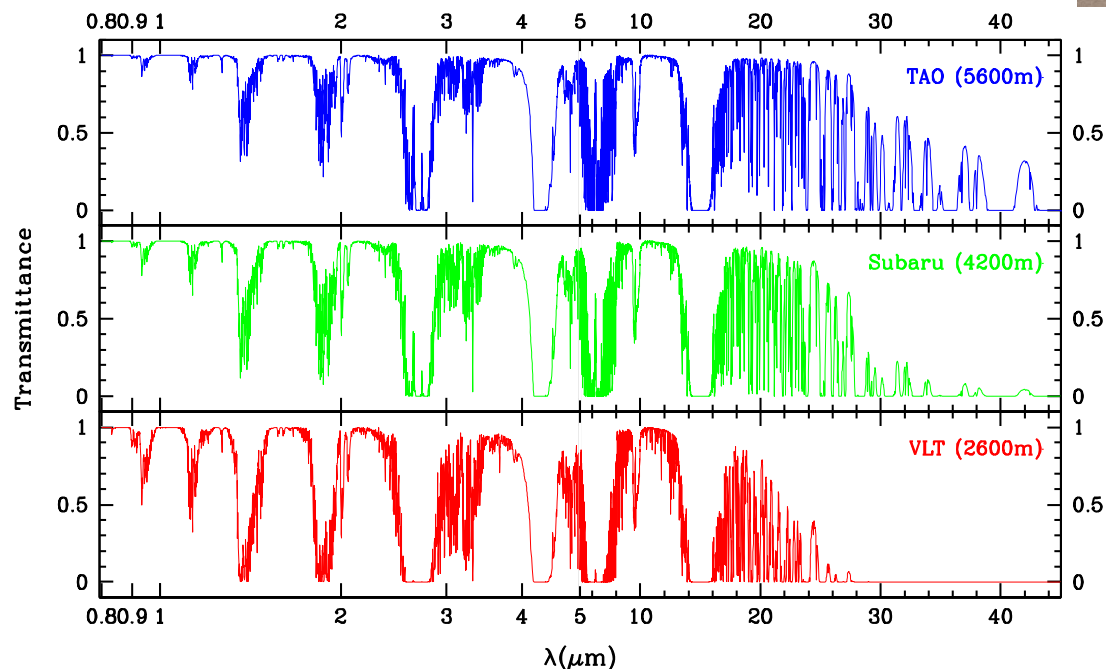
Site

サイト：チリ北部アタカマ砂漠 チャナントール山山頂
標高5,640m



“世界で最も優れた赤外線観測サイト”

✓ 低水蒸気量による抜群の大气透過率



✓ 良好なシーイング環境 (Median $\sim 0.68''$)

✓ 高い晴天率

→ これらは、miniTAO 1m望遠鏡による観測で実証済み



TAO 6.5m Telescope

TAO6.5m望遠鏡

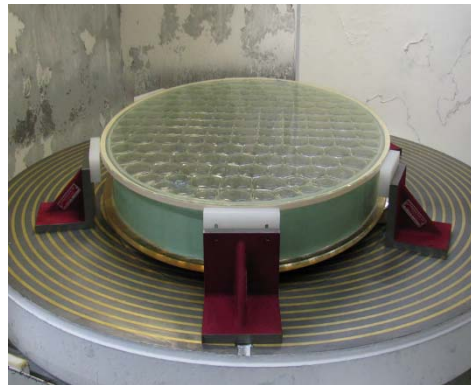
2012年度の補正予算により製作を開始





Mirrors

Mirror(M1/M2/M3)+Cell
アリゾナ大学ミラーラボで製作
2017年夏以降にチリへと輸送

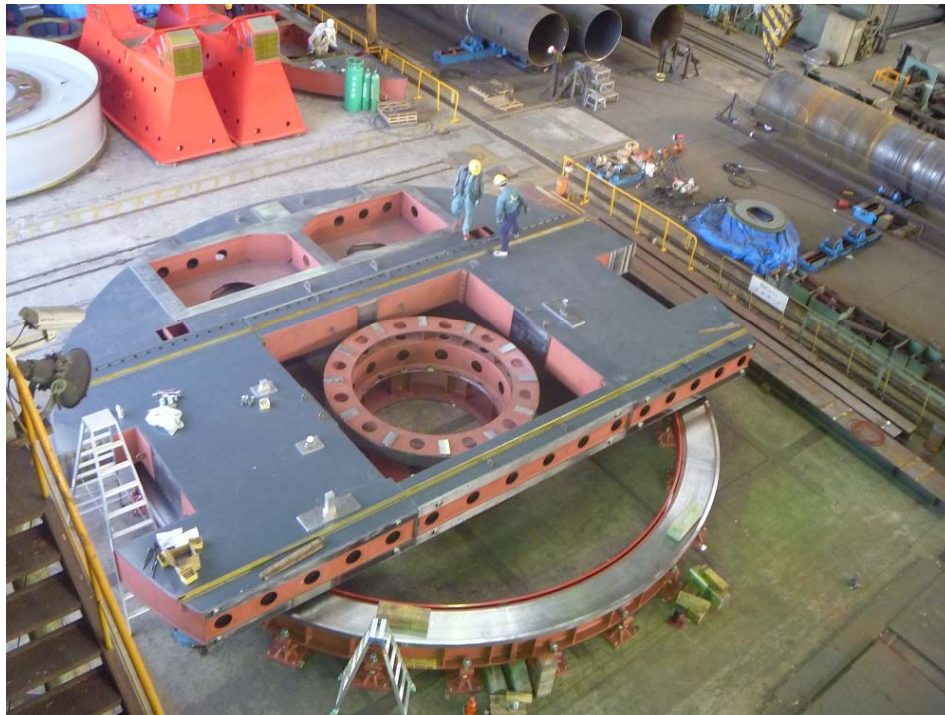




Telescope Mount

Telescope Mount

国内工場で組み立て調整中
2017年夏以降にチリへと輸送



© Nishimura Co. Ltd.



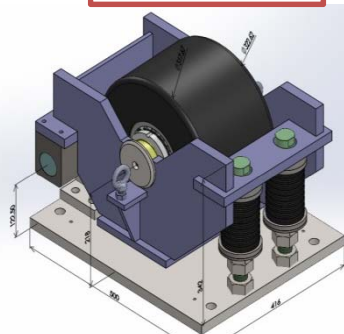
Enclosure

Enclosure

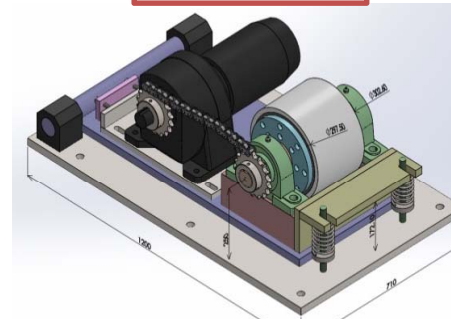
上部の駆動部分は国内で製作中
2016夏から国内で仮組試験



水平台車



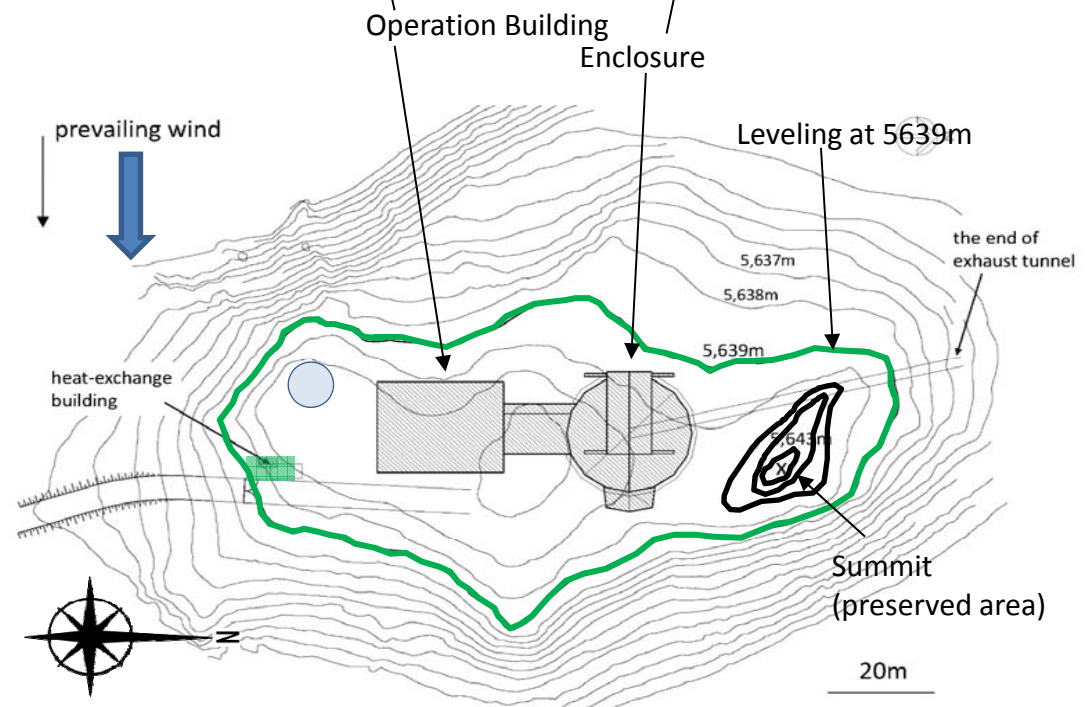
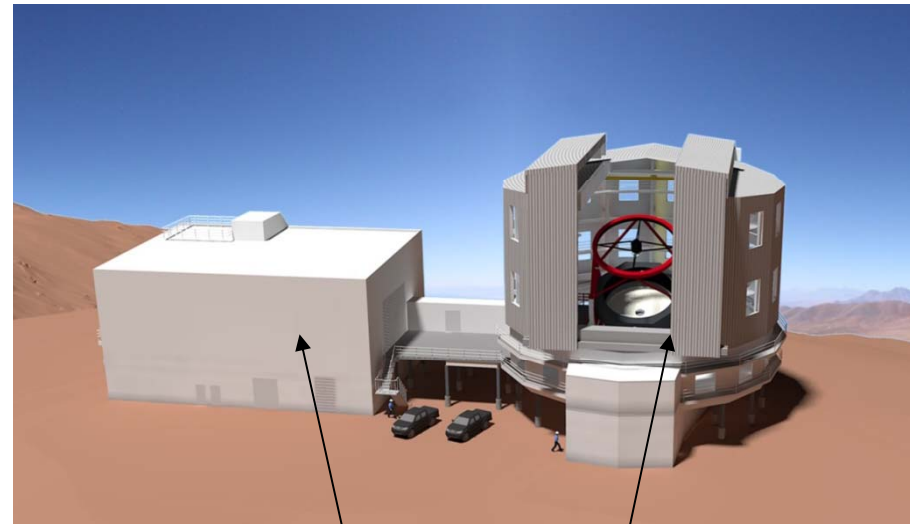
駆動車輪





Summit Facility

- ✓ 山頂に2つの建物
 - Enclosure
 - Operation Building
- ✓ 風向を考慮し、南北にレイアウト

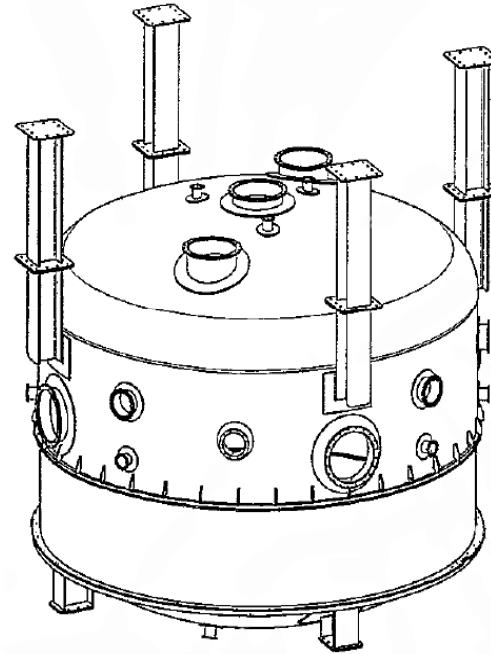




Coating System

Coating System

蒸着試験は完了
蒸着チャンバーは現在詳細設計中
移動台車・洗浄システムは完成
国内倉庫で保管中



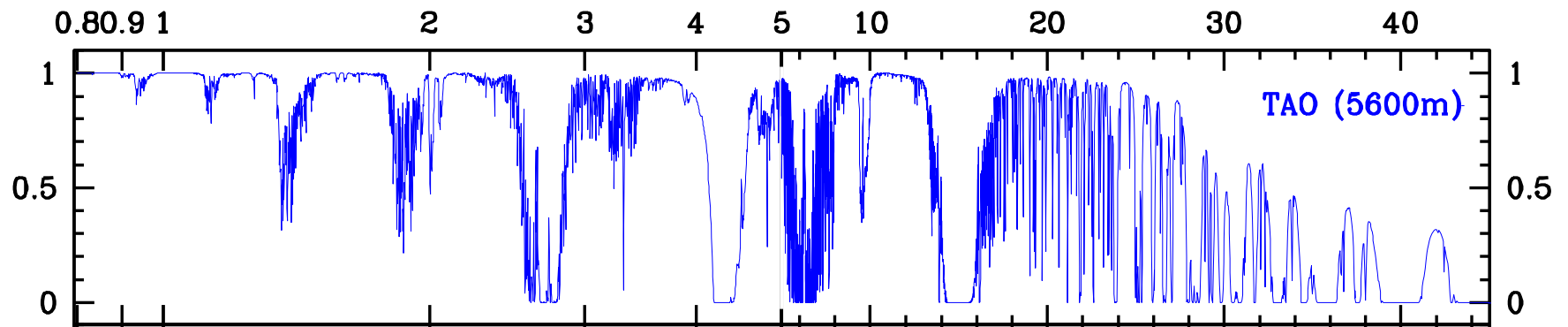


Instruments

第一期観測装置

SWIMS for near-infrared (0.8-2.5 μm)

MIMIZUKU for mid-infrared (2-38 μm)



SWIMS



MIMIZUKU

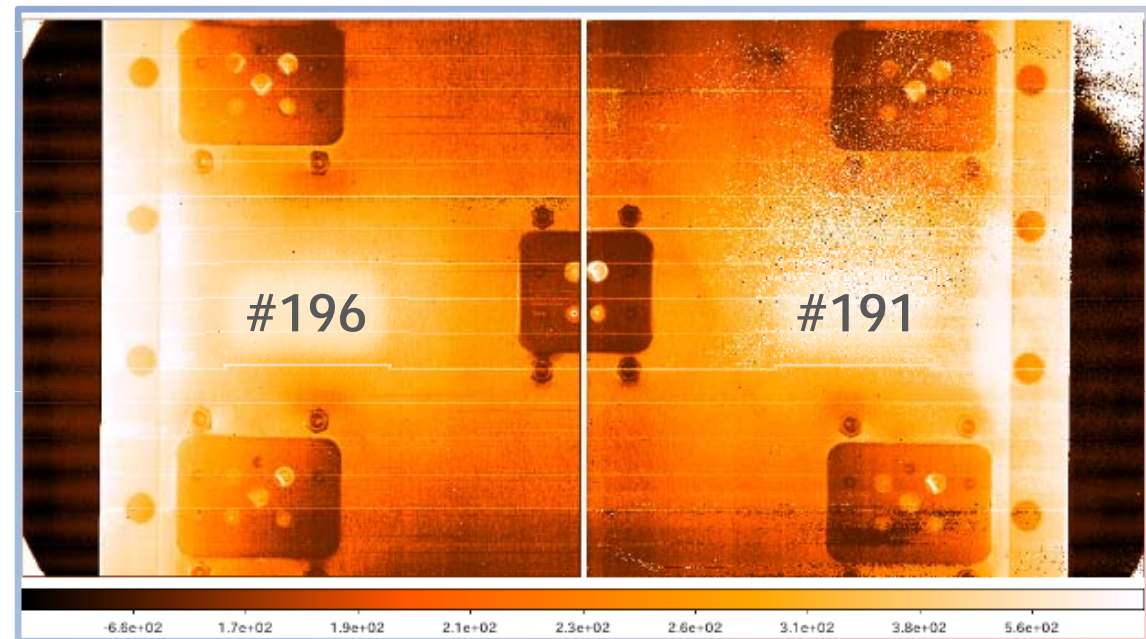




Instruments : SWIMS

近赤外線観測装置 SWIMS

- Two color (0.9-1.4/1.4-2.5 μ m) imaging
- Multi-object spectroscopy / IFU
- Hawaii-2RG arraysを4台(最終的には8台)



- 全体の組み上げ試験実施中
- 実験室での Engineering first light に成功

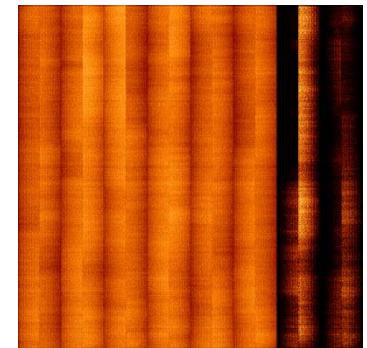
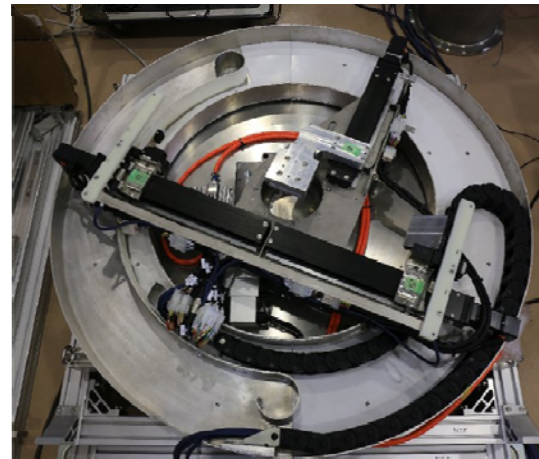
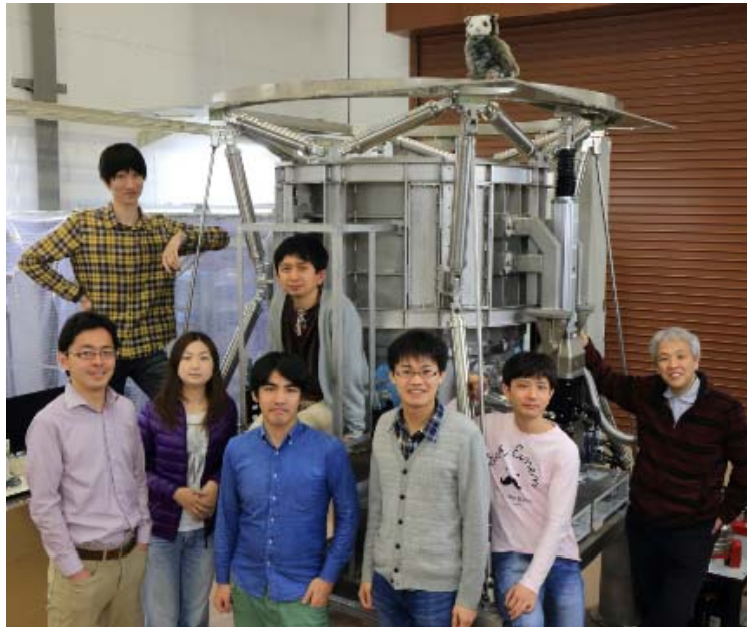
→ V228b (小西他)を参照



Instruments : MIMIZUKU

中間赤外線観測装置 MIMIZUKU

- 広い波長カバレッジ (2-38 μ m)
H1RG(5 μ m-cutoff) / Si:As 1k / Si:Sb MF-128
- 新規光学ユニット“Field Stacker”による高精度測光



- 個別ユニットの開発はほぼ完了
- 全体の組み上げ試験が間もなく開始

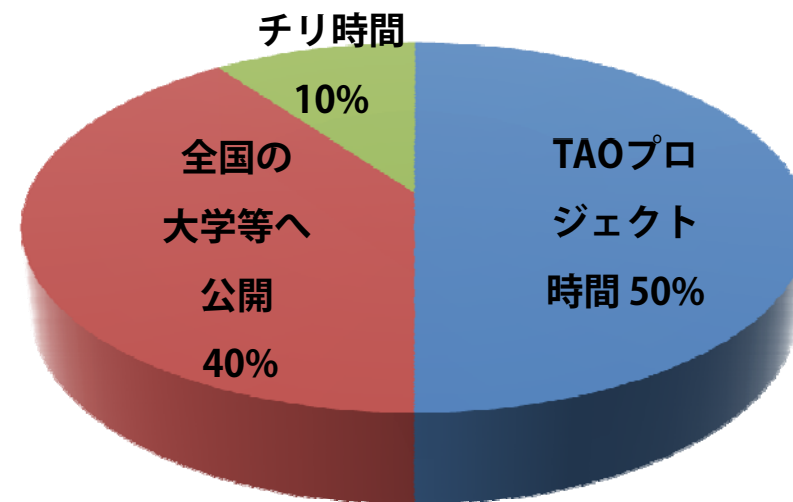
➔ V229b (上塚他)を参照



Telescope Time

観測時間の利用方法

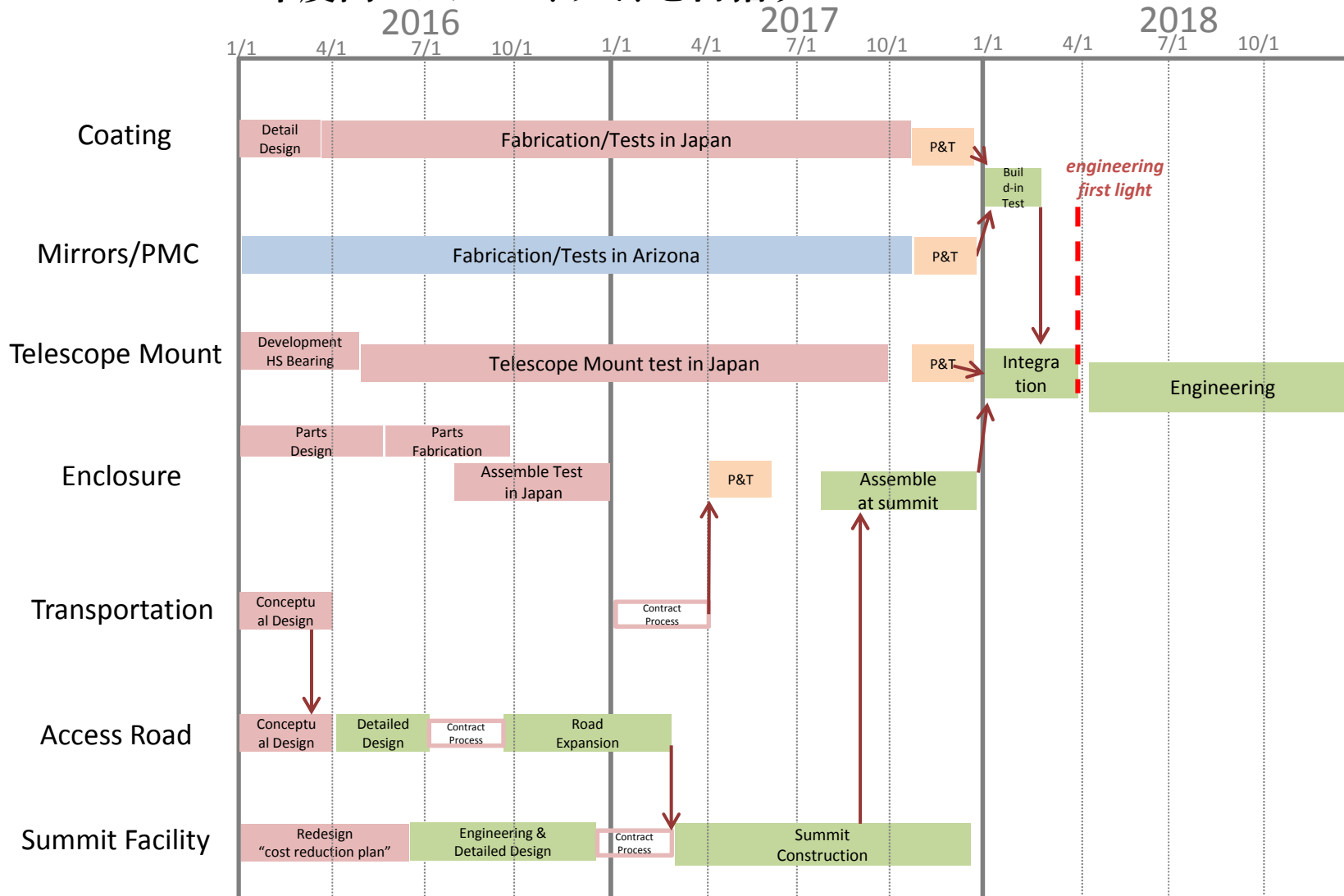
50%をプロジェクト時間、40%を全国の大学に開放
プロジェクト時間も含め、共同研究を推進
→ 全国の大学院生の学位取得のための観測を優先





Schedule

- ✓ 主要部品は日本およびアメリカで2017年秋までに調整し輸送
- ✓ 山頂建設は2017年度、それに先立って2016年度にアクセス道路拡張
- ✓ 2017年度内のファーストライトを目指す





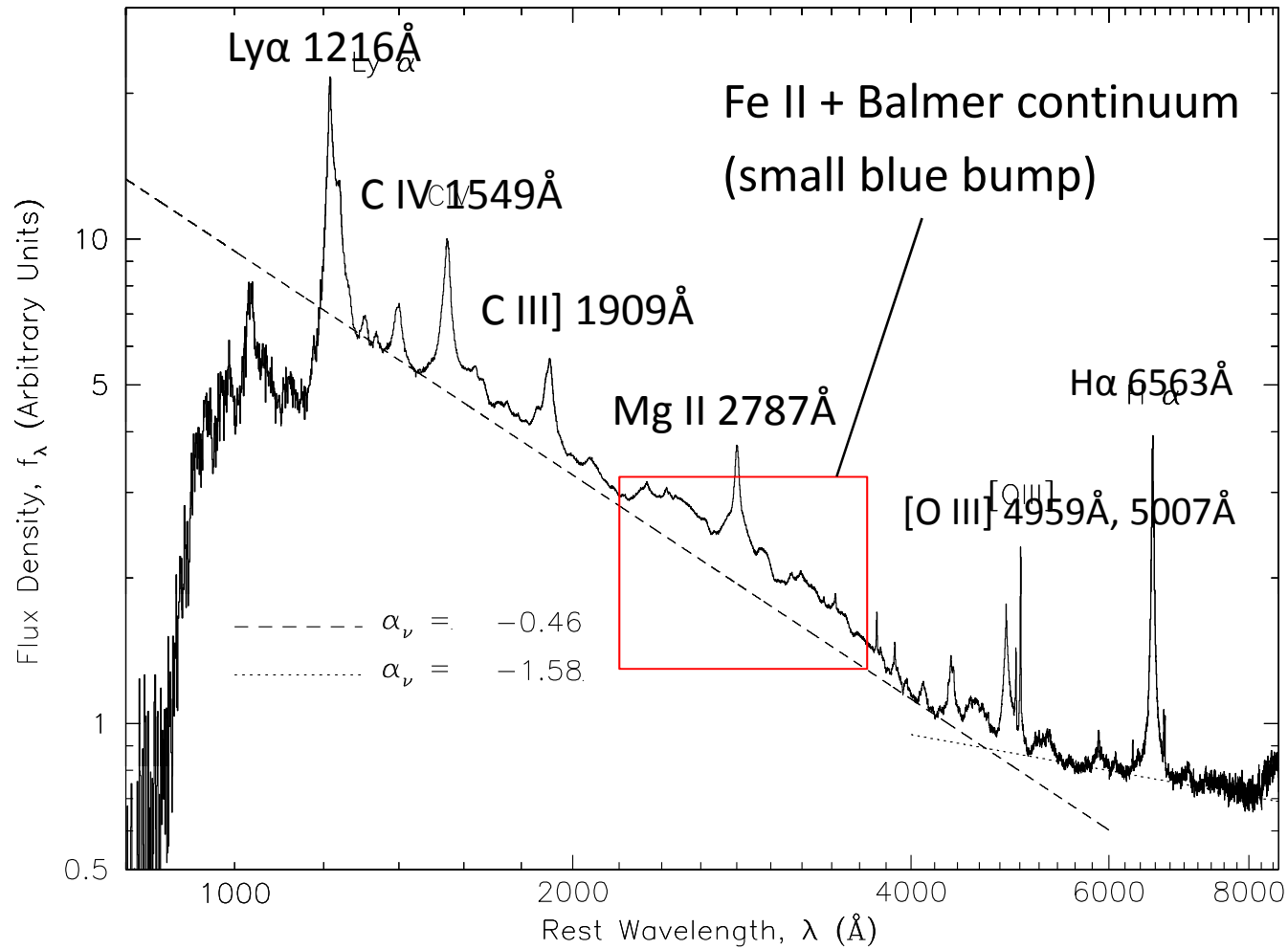
Key Science 1 :

Cosmic Chemical Evolution probed by high- z QSO

TAO による近赤外分光観測



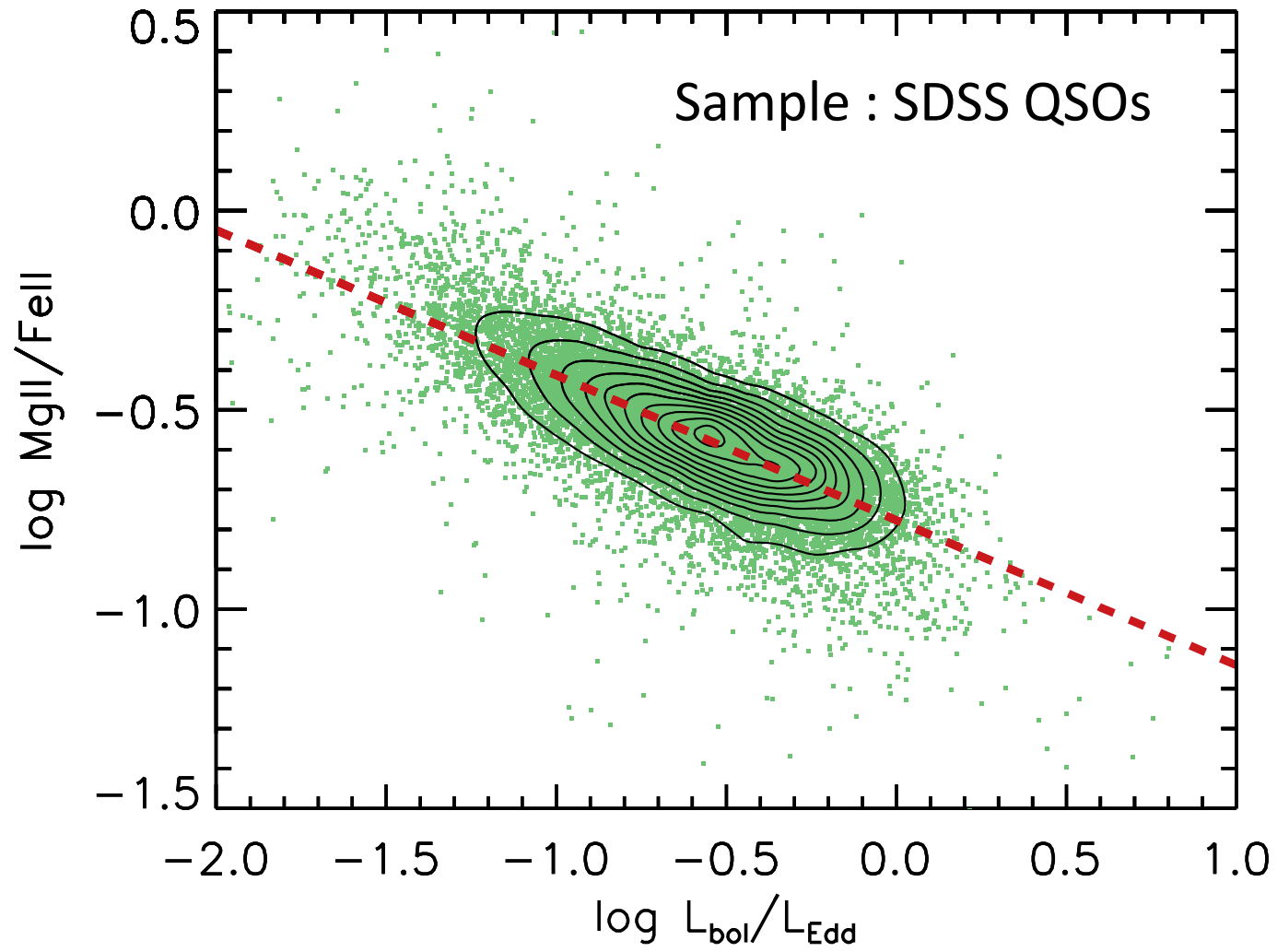
QSO Spectrum



Vanden Berk et al. (2001)



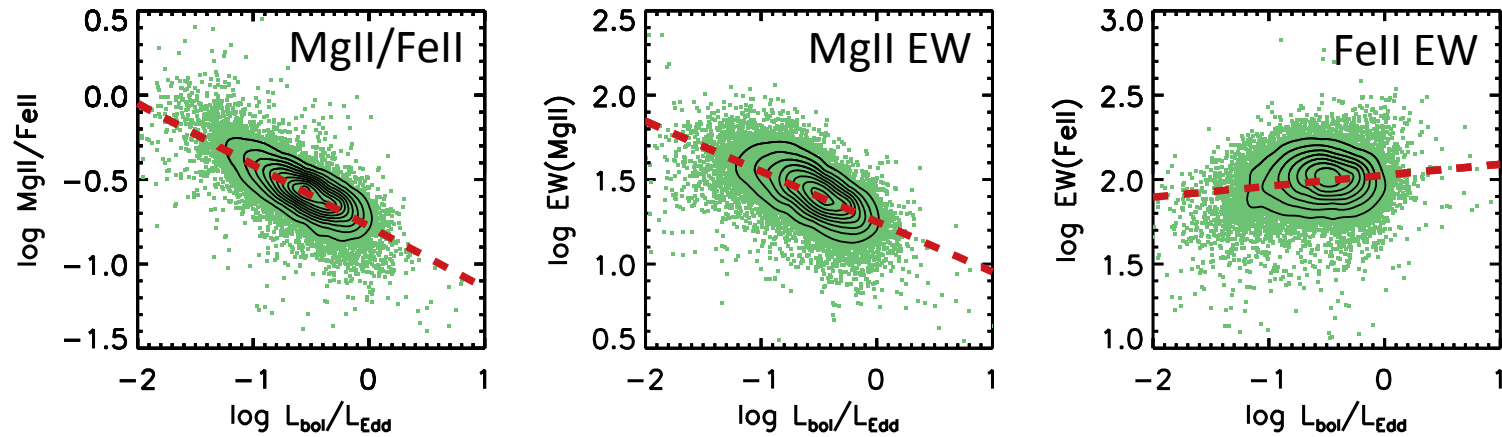
Non-abundance Effects on the Flux Ratio



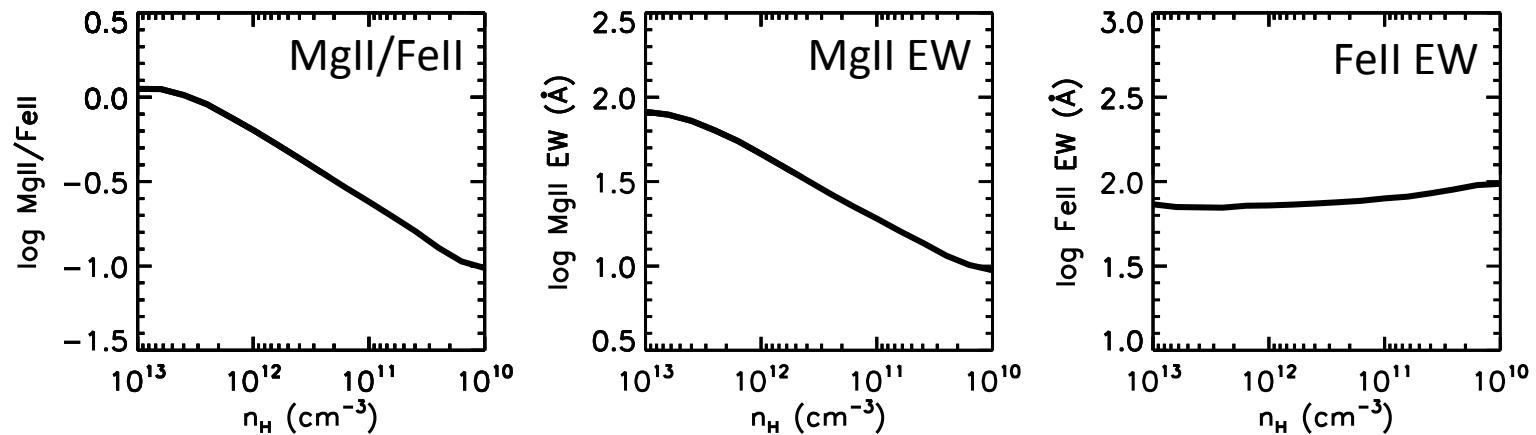


Comparison with Photoionization Calculation

Observation

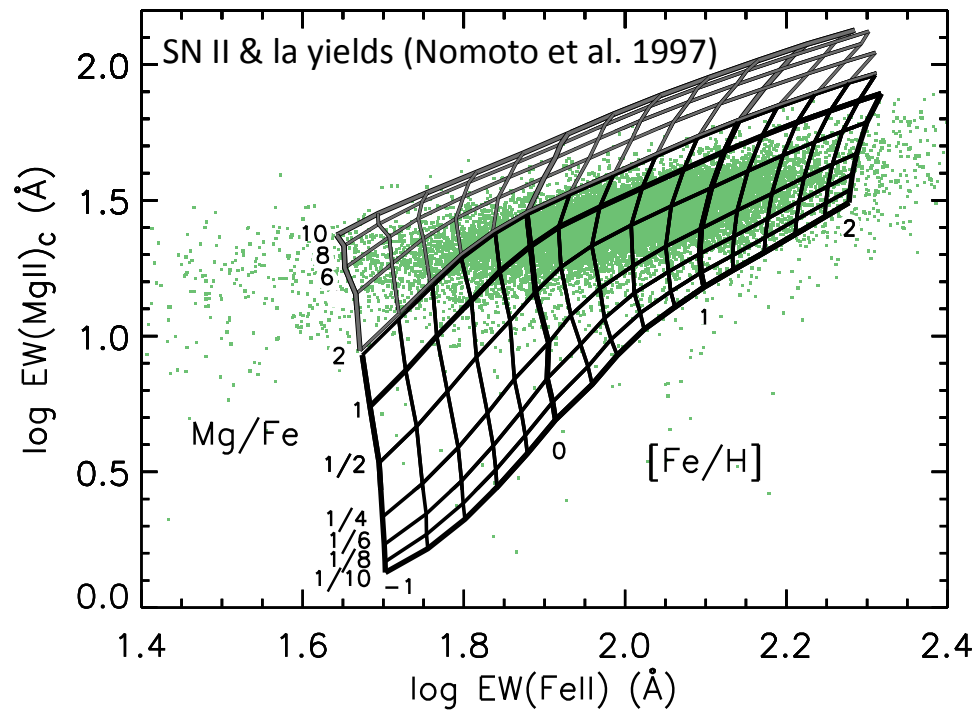


Calculation (CLOUDY photoionization code ver.13.02, Ferland+13)





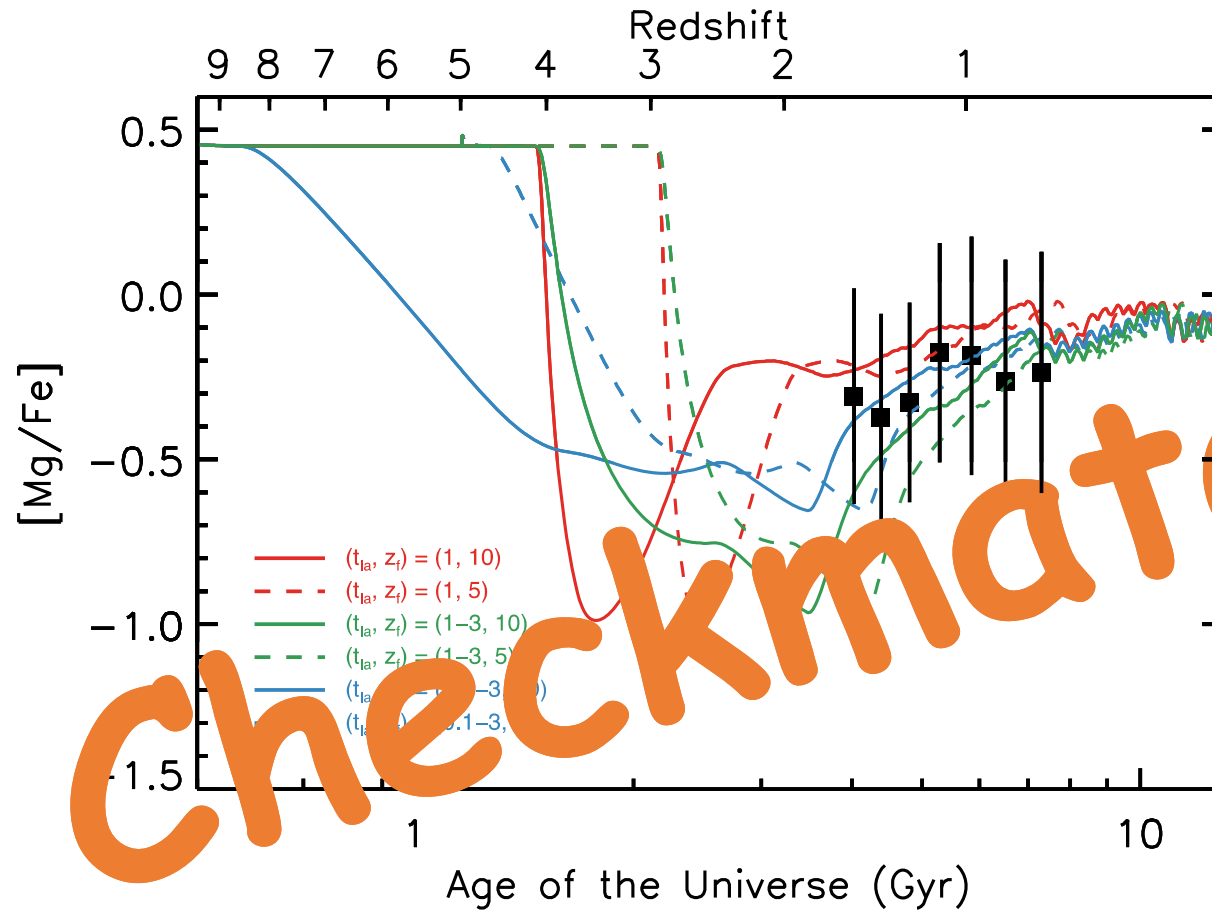
Abundance Diagnostics with QSO Emission Lines



Nomoto et al. (1997a, b)
の SN yields pattern を
組み入れて、CLOUDY で
輝線強度を計算。



Chemical Evolution of the Universe



TAO は $z \sim 7$ まで化学進化を解明する



Key Science 2 :

Super MAGNUM

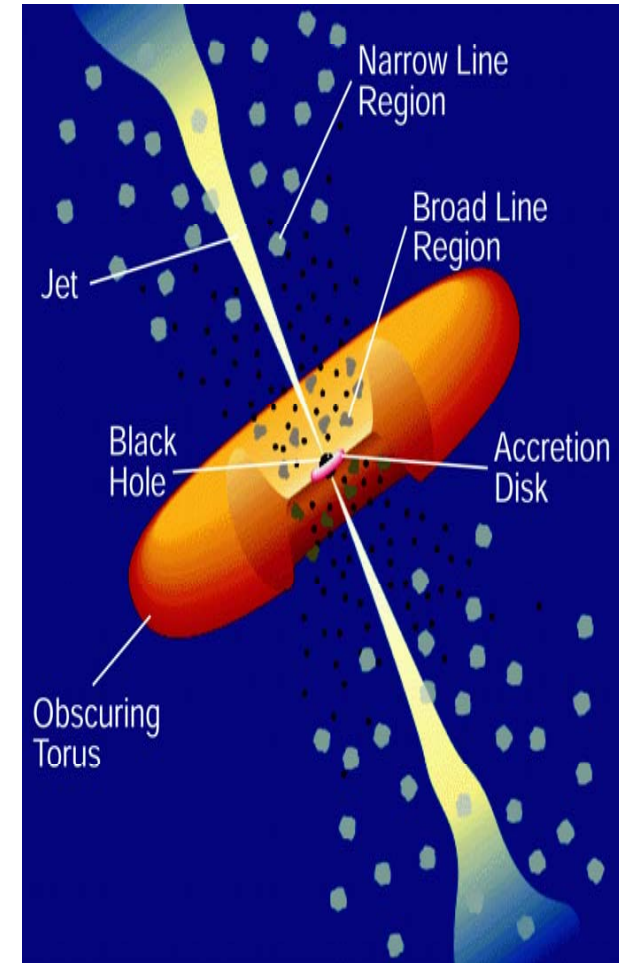
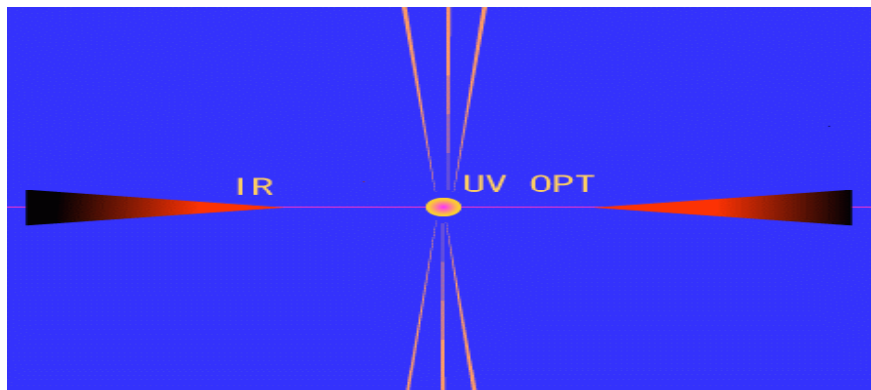
Far Distance Measurement Based on
Reverberation Mapping
of high-Z AGN/QSO

TAO による Time Domain 研究



AGN Geometrical Structure

- AGN Unified Model
Accretion Disk, BLR, Dust Torus
- Reverberation Mapping
 $L \propto \Delta t^2 \propto R^2$
 $\Delta t (\text{dust}) > \Delta t (\text{BLR})$
confirmed by **MAGNUM**



C.M. Urry and P. Padovani



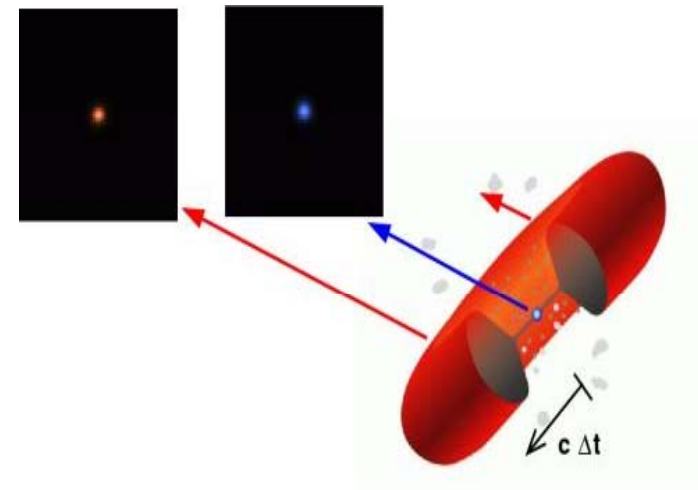
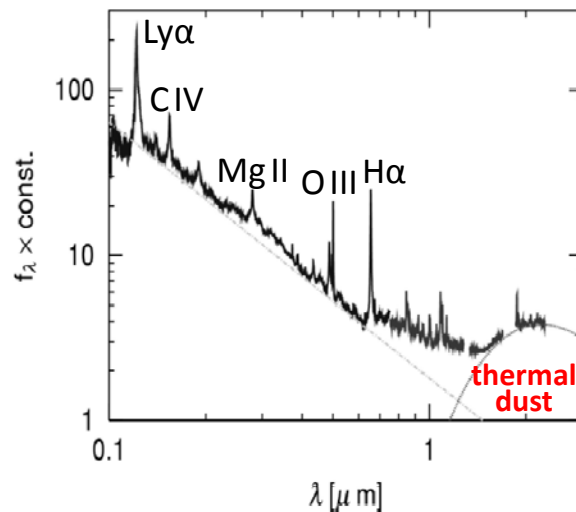
MAGNUM Distance Determination

Basic equation for luminosity distance d_L to an object at redshift z

$$f_\lambda = \frac{1}{4 \pi d_L^2} \frac{L_{\lambda/(1+z)}(z)}{1+z}$$

Energy balance equation for a dust grain

$$\pi a^2 \int_{UV} u_\lambda c Q_\lambda d\lambda = 4 \pi \cdot \pi a^2 \int_{NIR} Q_\lambda(a) B_\lambda(T_g) d\lambda$$



Three parameters in a dust reverberation model

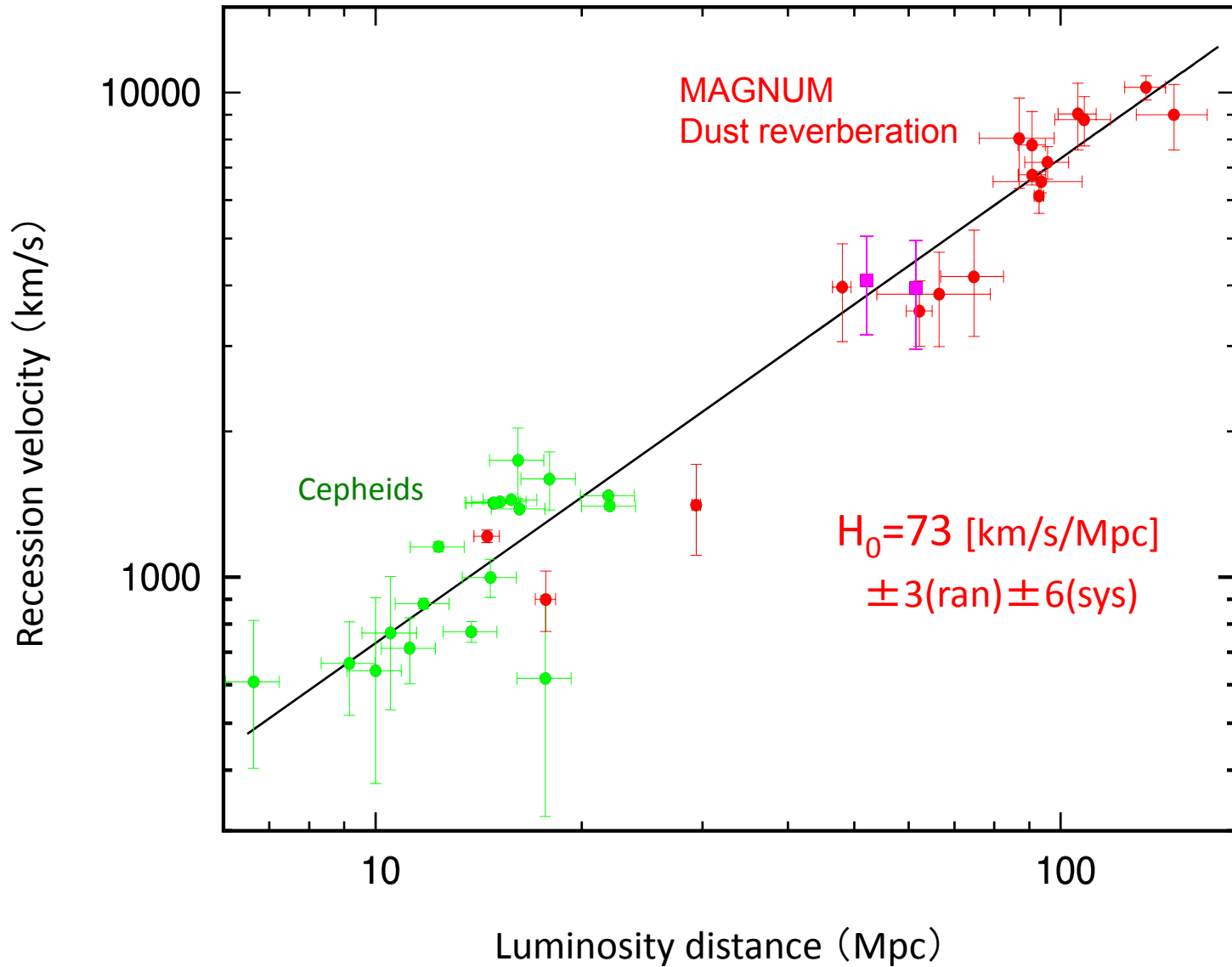
$\alpha = -0.45 \pm 0.2$ power-law index of AGN SED ($f_\nu \propto \nu^\alpha$)

$T_g = 1700 \pm 50$ K sublimation temperature of dust grain

$\langle a \rangle \doteq 0.1$ radius of dust grain



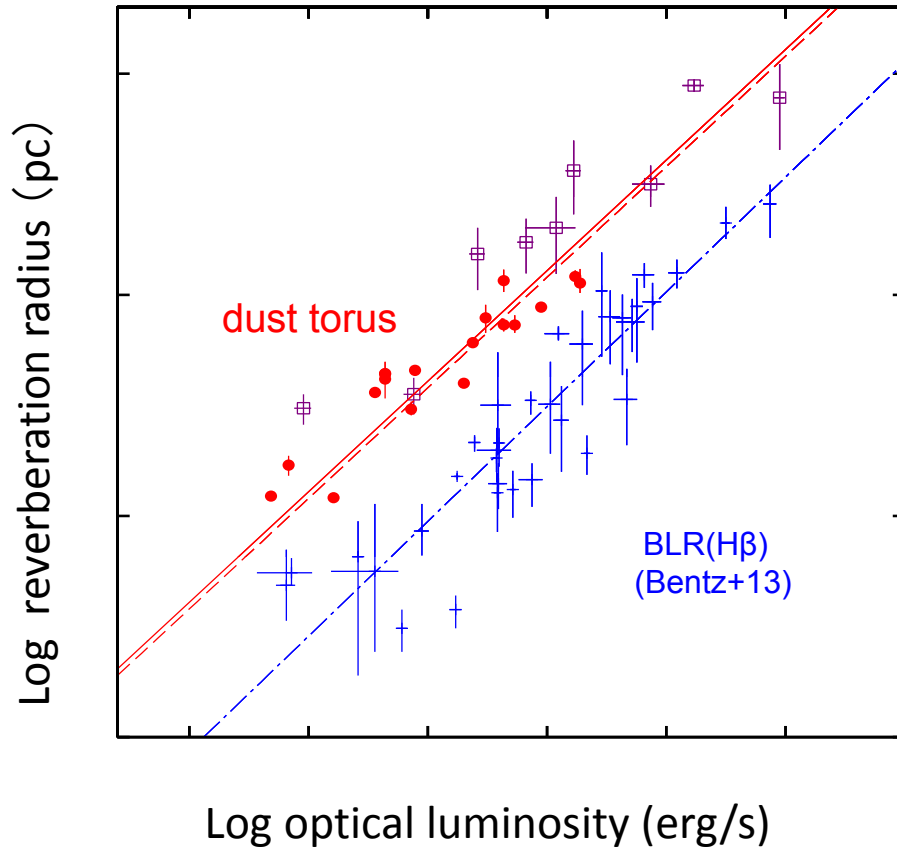
Hubble Diagram





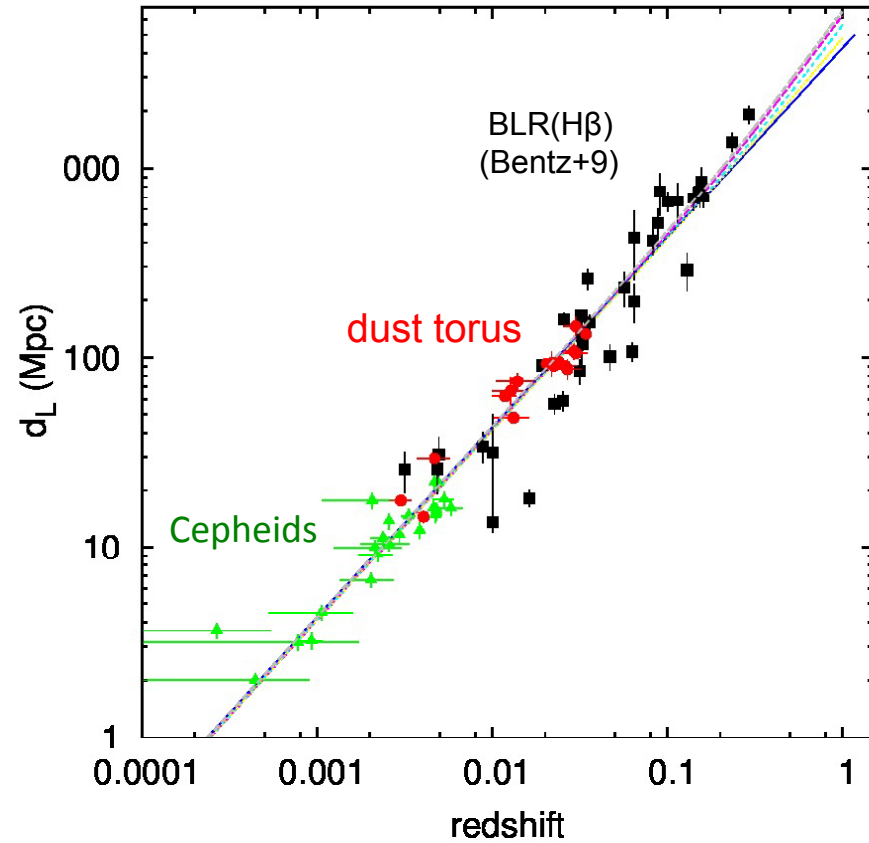
Reverberation Mapping Result

Lag-Luminosity Relation



Koshida +14

AGN Hubble Diagram



Watson +11

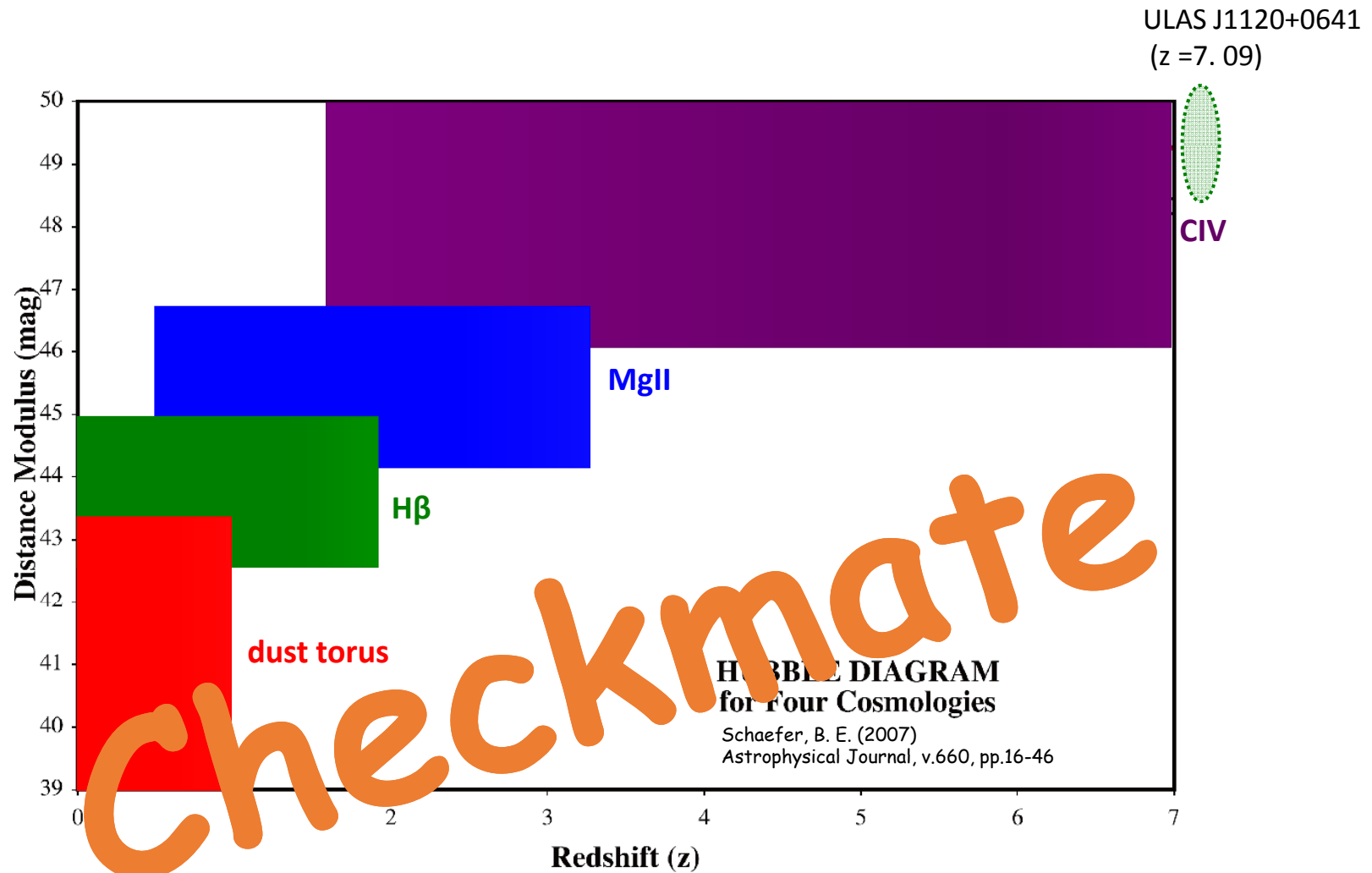


Methods of Distance Determination

	Dust torus	BLR (H β , MgII)	BLR (CIV)	Accretion disk
Method	Direct	Empirical	Empirical	Direct
Quality	○	Promising	Promising	×
Targets	Seyferts ~ QSOs	Seyferts ~ QSOs	QSOs	Seyferts only
Wavelength (rest frame)	~1-2.2 μm	0.49 μm (H β) 0.28 μm (MgII)	0.155 μm (CIV)	0.2-0.8 μm
Lag (rest frame) (@10 ⁴⁴ erg/s)	~140 days	~40 days	~15 days	~1-2 days
z=1	2-4.4 μm 280 days	0.98 μm / 0.56 μm 80 days	0.31 μm , 30 days	0.4-1.6 μm ~3 days
z=2	3-6.6 μm 420 days	1.47 μm / 0.84 μm 120 days	0.47 μm 45 days	0.6-2.4 μm ~4.5 days
z=4	8.0-11 μm 700 days	2.45 μm / 1.40 μm 200 days	0.78 μm 75 days	1.0-4.0 μm ~7.5 days



Far Distance Measurement



TAO は $z \sim 7$ まで距離を測定する

2年後の First Light を ご期待ください

