miniTAO1mで見えてきた大質量星クラスターの特性とTAO6.5mへの期待

高橋 英則
東京大学・天文学教育研究センター

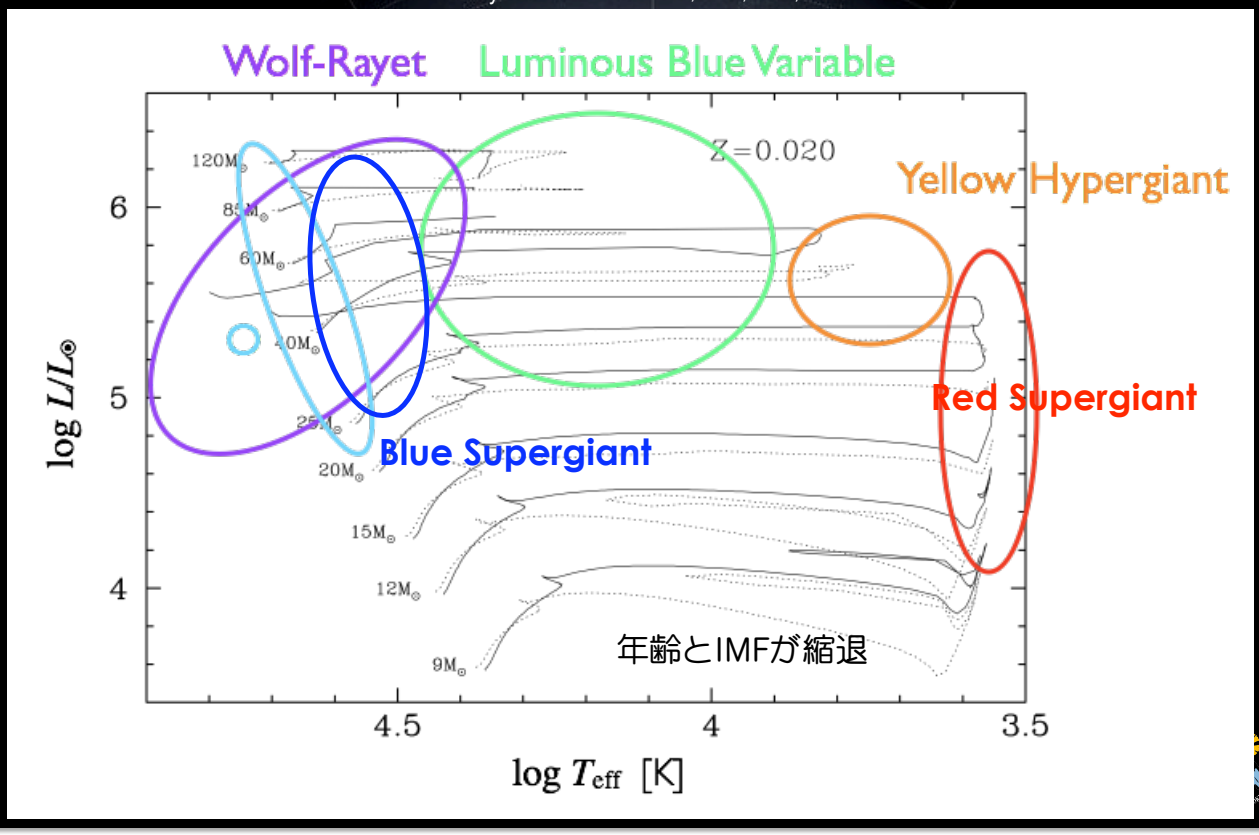
研究の目的と手法

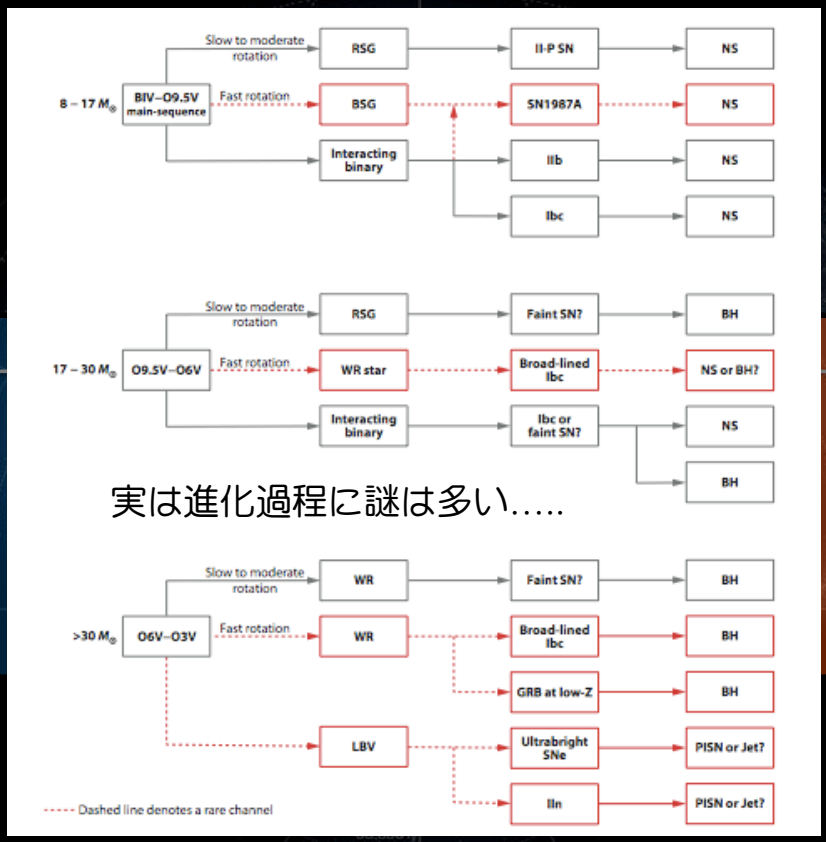
❖!大質量星（※）の面白いところ
- 膨大なエネルギー放射、多様な金属の生成・放出
- 銀河や星間物質の進化に大きな影響を及ぼす
- 超新星の母天体

❖!大質量星の誕生から最期までの進化シナリオは？
- どんな環境で生まれるの？
- 個数・質量分布は？（IMF）
- 質量放出の量・メカニズムは？
- 予想よりも少ないWR星

※大質量星：20~ >100Msolor

for Solar metallicity (Z=0.02) and an initial rotation velocity of 300 km/s
Meynet & Maeder 2003, A&A, 404, 975





実は進化過程に謎は多い.....

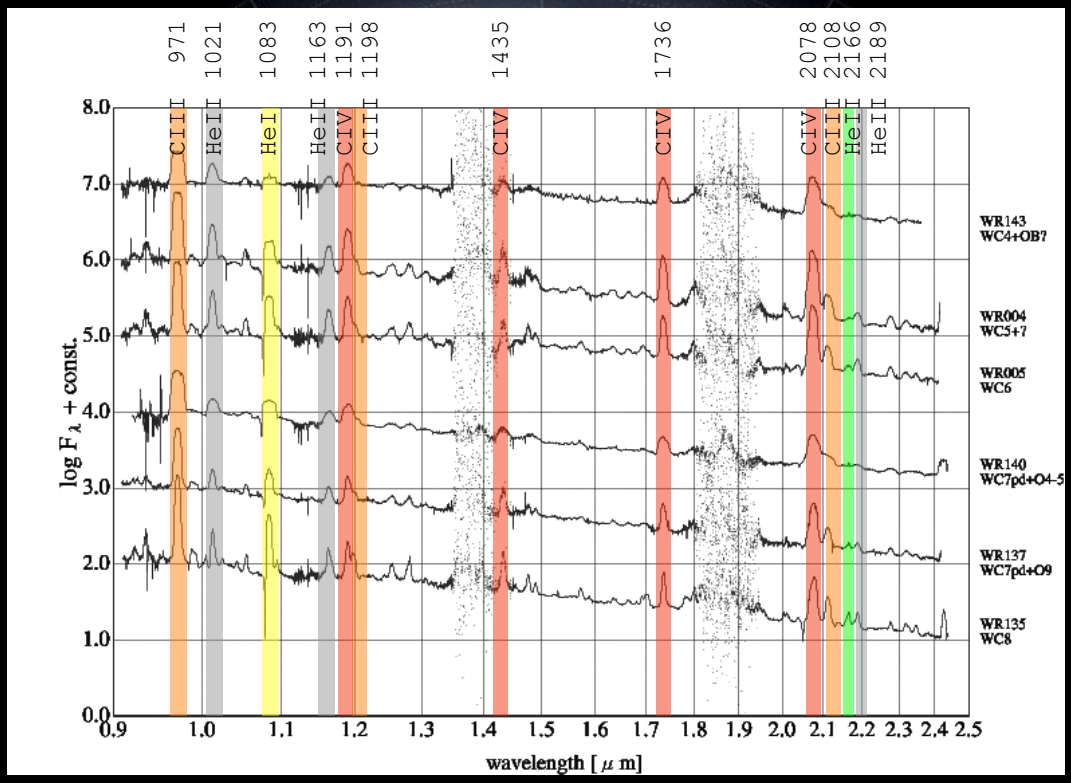
研究の目的と手法

❖! 大質量星に焦点を絞った観測

- 特徴的な輝線の検出
- 減光に強い波長での観測
- アレイを利用した効率的な測光

近赤外狭帯域フィルターによる撮像観測

Sample spectrum of WN/WR (NIR)



観測

望遠鏡

- →

観測装置

- →

主な観測領域

特徴的なフィルターセット

N187 filter

- フィルター情報 : λ center = 1.875 μm, Δλ = 0.008 μm
- 検出輝線 : Paα, He II [n=8-6, n=6-5]
- 検出天体 : WN型WR星, LBV

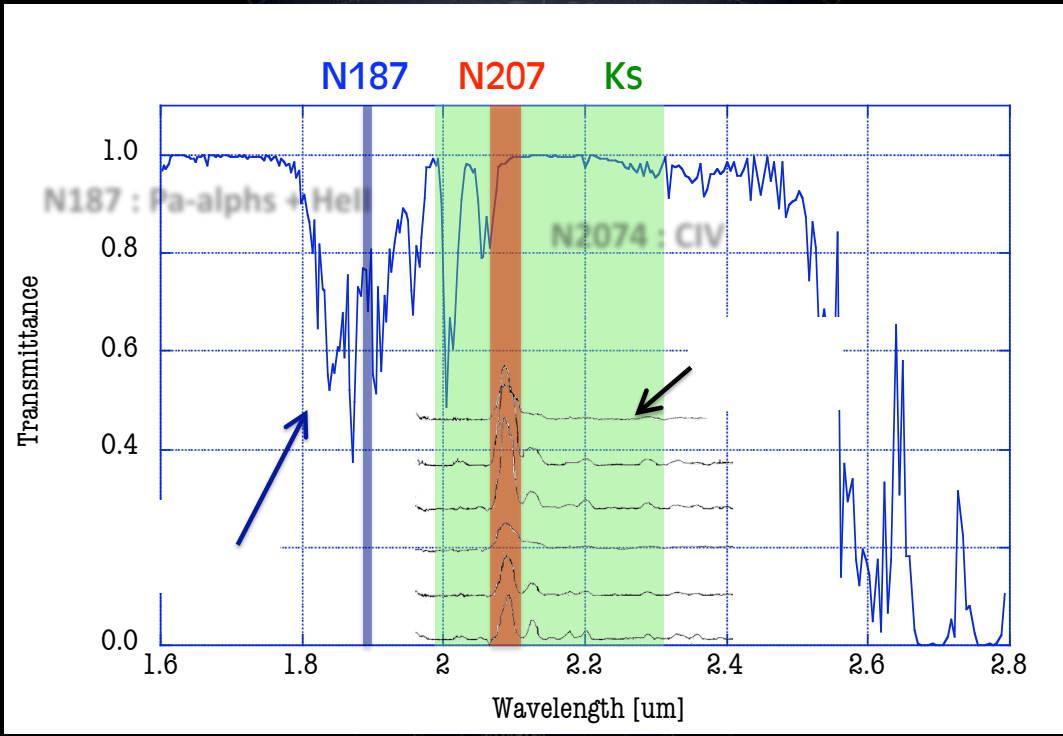
N207 filter

- フィルター情報 : λ center = 2.074 μm, Δλ = 0.041 μm
- 検出輝線 : CIV 2.07 μm
- 検出天体 : WC型WR星

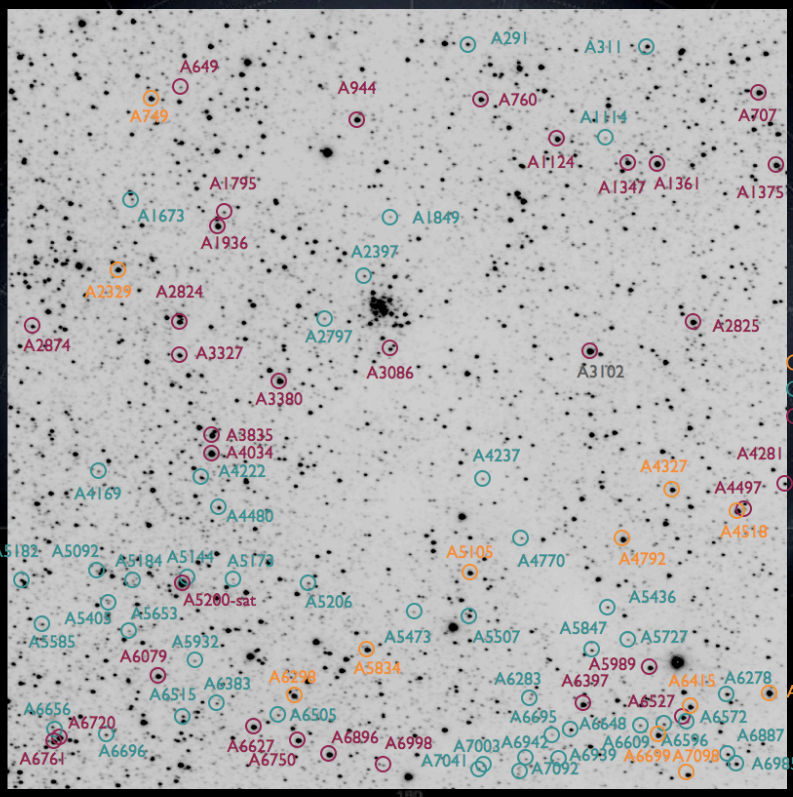
Ks filter

- フィルター情報 : λ center = 2.149 μm, Δλ = 0.322 μm
- 検出スペクトル : continuum（Line offフィルターの役割）
- 検出天体 : All

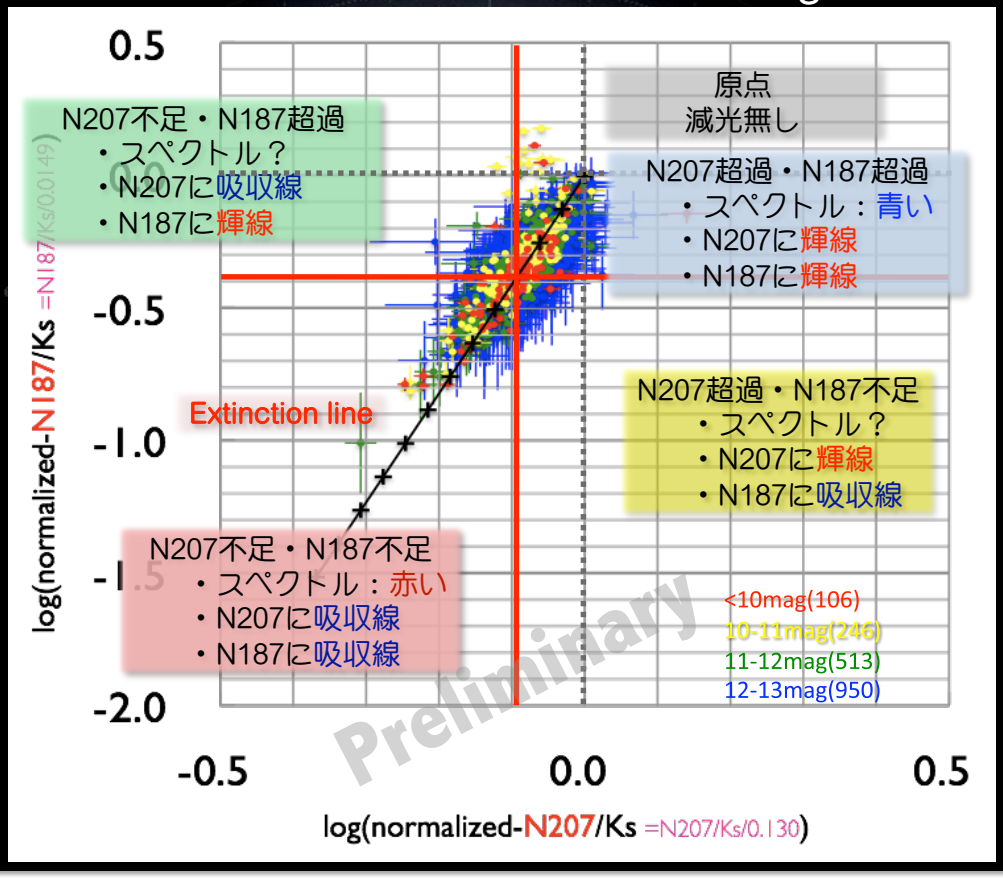
特徴的なフィルターセット



Photometry

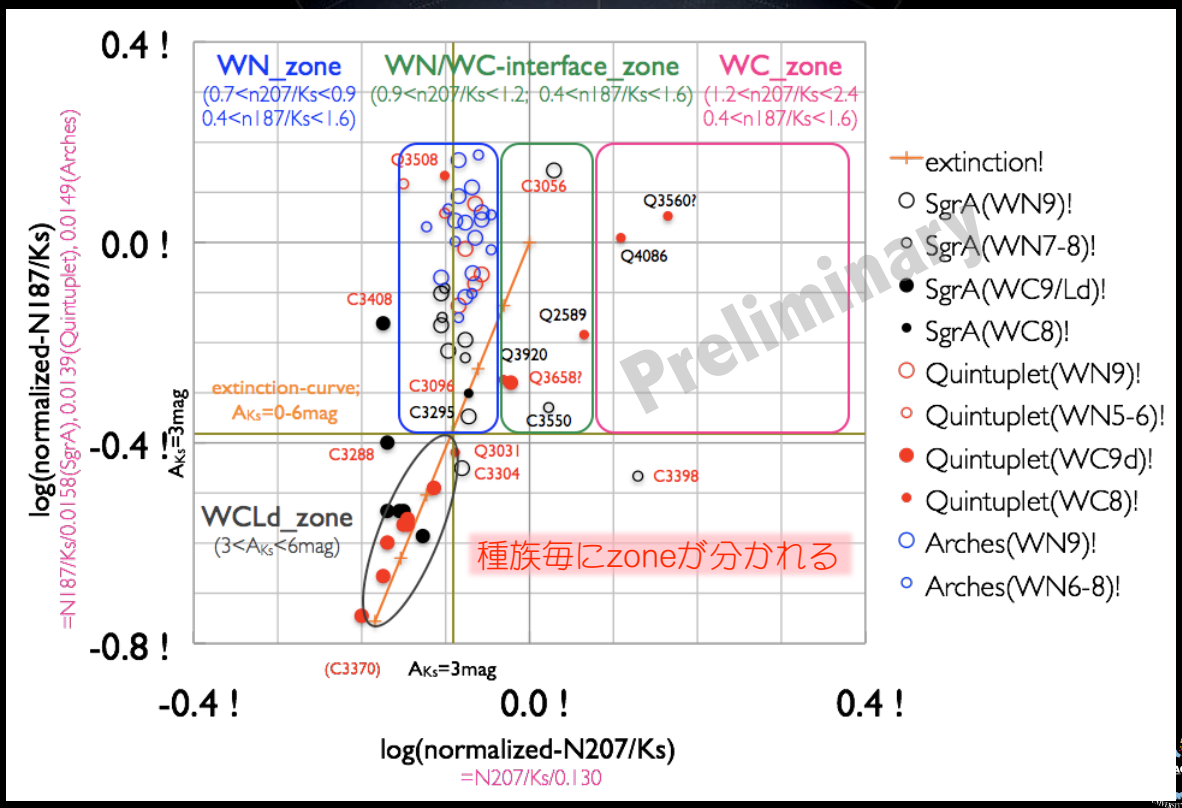


N187/Ks vs N207/Ks color-color diagram

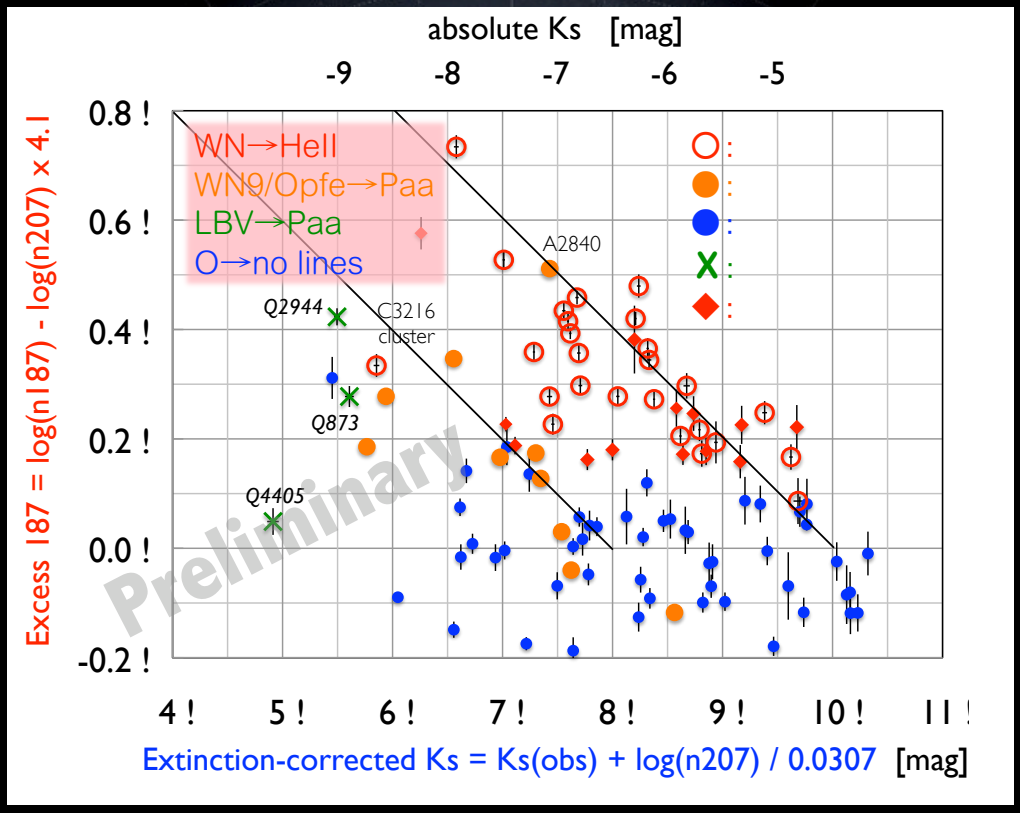


組織的若手派遣事業研究会
2013.4.22@東大・宇宙線研究所

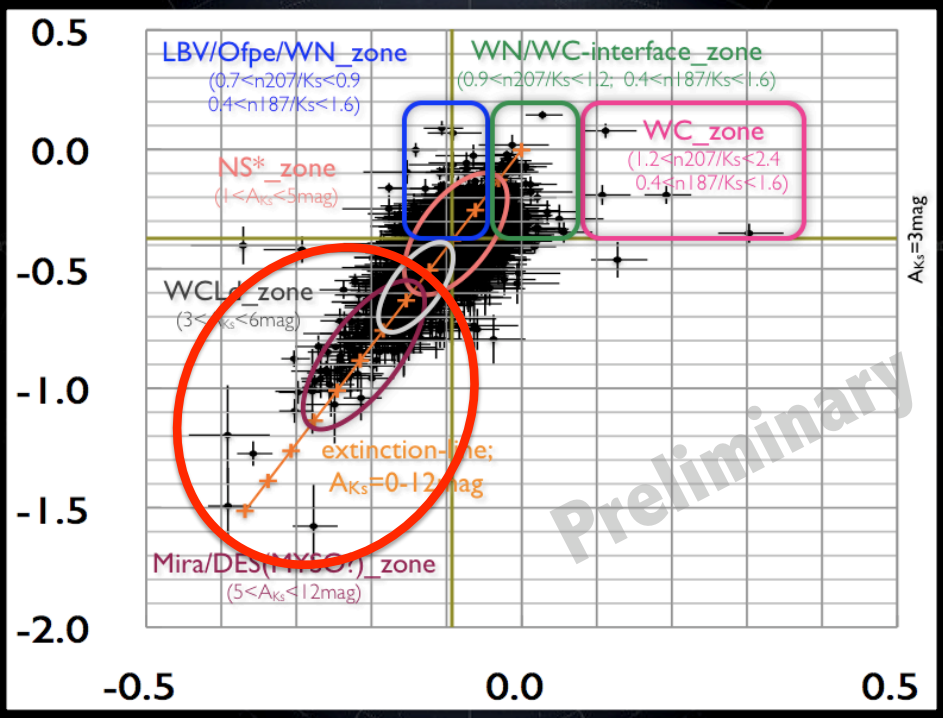
N187/Ks vs N207/Ks color-color diagram



N187/Ks excess



赤い天体



個々の天体の素性を知りたい！

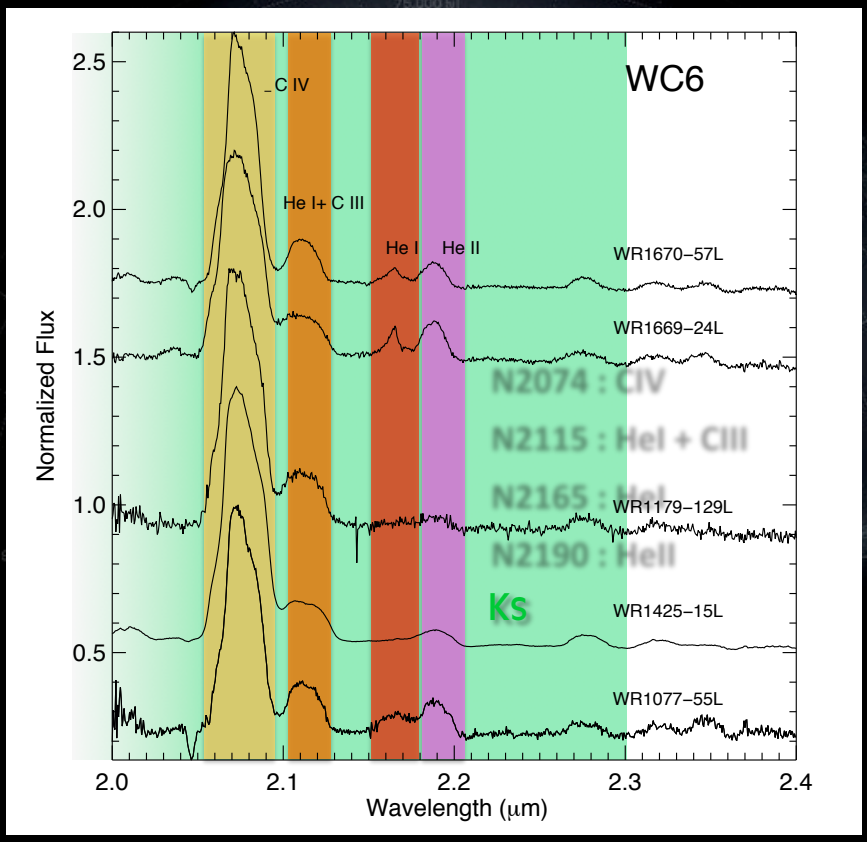
- ❖分光フォローアップ観測！
- ❖種族分類
- ❖大質量星を含む星形成領域のIMF・年齢に制限

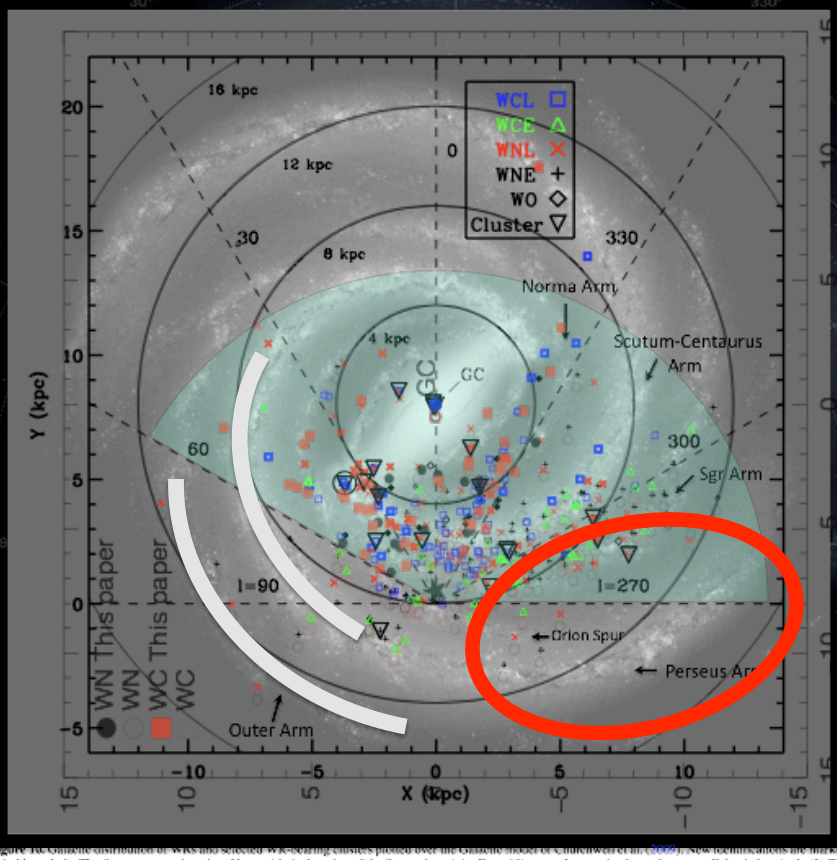
SWIMSによる大質量星クラスターの観測

- ❖!広い波長範囲：特徴的な輝線を一網打尽
- ❖!視野：集団で形成される（存在する）多種の大質量星を一網打尽
- ❖!高空間分解能：クラスタリングした天体を分解して分光
- ❖!南天における大規模サーベイ

組織的若手派遣事業研究会
2013.4.22@東大・宇宙線研究所

N2074 N2115 N2165 N2190

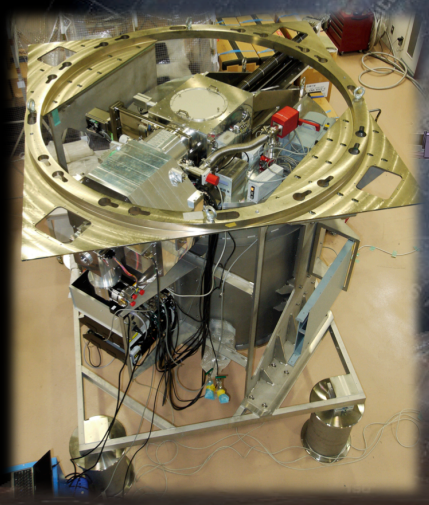


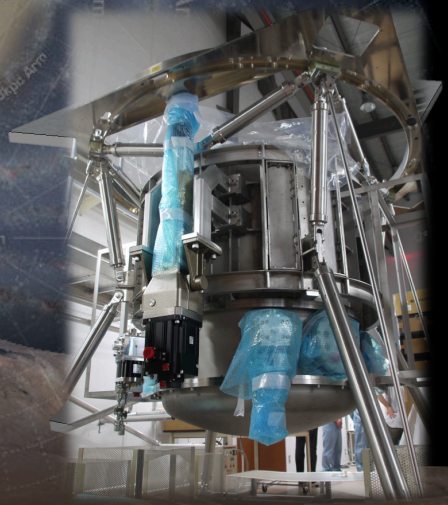


as bold symbols. The figure axes are in units of kpc, with the location of the Sun at the origin. Dotted lines mark several values of constant Galactic longitude (l). The

Instrumentation for TAO 6.5m

- 2 つの観測装置
  - NIR Multi-object spectrograph/Imager (SWIMS)
  - MIR Imager/Spectrograph (MIMIZUKU)
- 2009年度補正予算で製作費用が措置.（~ 2010年度）
- 2014年度までに完成→すばる望遠鏡での試験観測



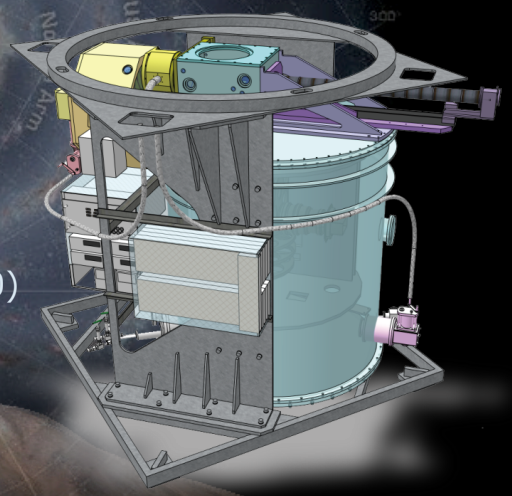


NIR : SWIMS

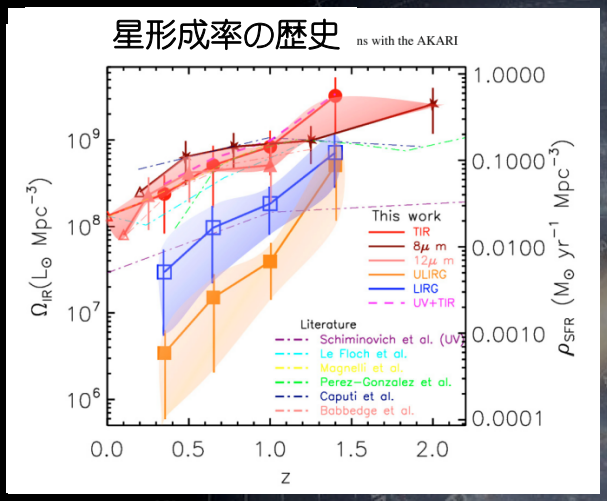
近赤外線広視野多天体分光器

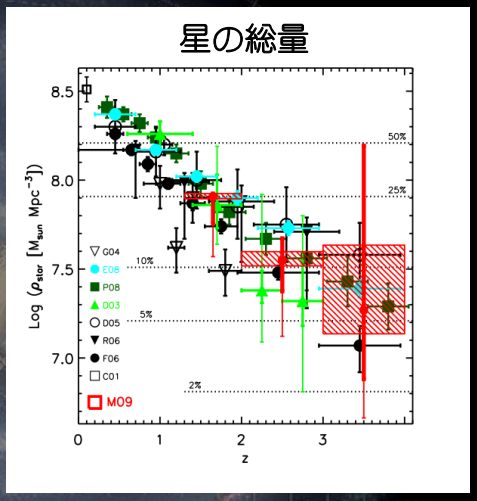
Simultaneous-color Wide field Infrared Multi-object Spectrograph

- 広い視野: 9.6′ Φ with 4K x 4K pixels (0.096arcsec/pix)
- 2バンド同時撮像分光
  - 短波長側: 0.9-1.4um
  - 長波長側: 1.5-2.5um
- 多天体分光
  - 冷却スリットマスク
  - 最大30天体
  - 0.9-2.5um 全域を一気に分光 (R~ 1000)
- IFU module（面分光ユニット） 検討中
- Member : 本原、小西、高橋、加藤、館内、北川、西嶋、尾崎、吉川、住重、センテンシア、オプトクラフト



～





- 現在の星の総量の約半分が形成された時代
- dusty galaxyが増加、爆発的星形成 (>100-1,000 M_{sun}/yr)
- z～2に多くのAGNが分布

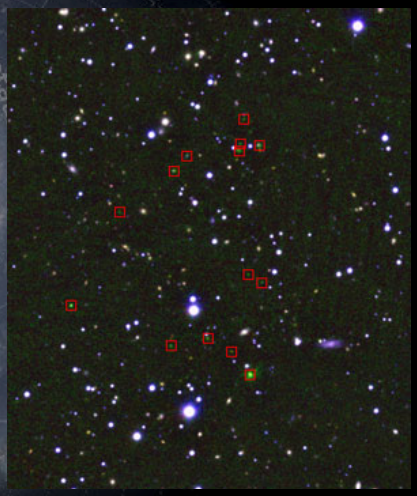
この時代、なぜ銀河は活動的な状態を維持できたのか？

SWIMS広視野サーベイ計画

- z～1-3の包括的な銀河カタログの作成をおこなう

① 多色近赤外線撮像サーベイ
- >3 deg^2 (～7x10^7 Mpc^3)
- >100 clusters, 20,000 galaxies
- 400 nights

② 多天体分光ユニットによる近赤外線分光フォローアップ
- R ～ 500 - 1,000
- > 2,000 galaxies
- 400 nights



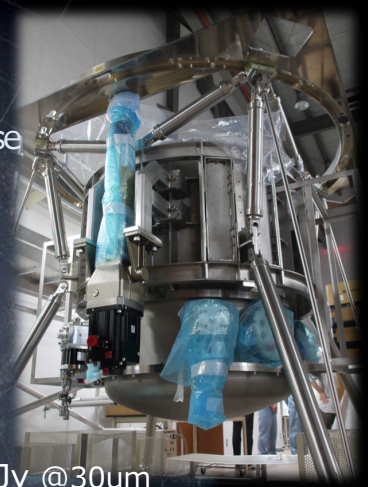
すばる望遠鏡多天体分光装置の画像

- 望遠鏡の運用時間をサーベイ観測へ集中的に投入する

MIR : MIMIZUKU

中間赤外線観測装置

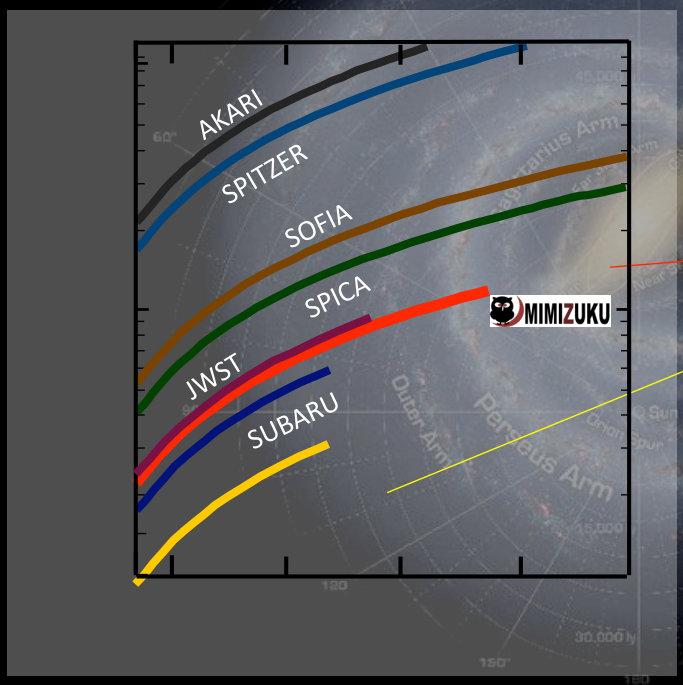
Mid-Infrared Multi- field Imager for gaZing the UnKnown Universe



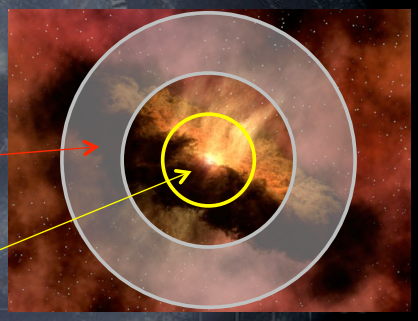
- 高い解像度: 0.3″ @10um, 1.0″ @30um
- 30um帯観測
  - 短波長側: 6-26um
  - 長波長側: 26-38um
  - 近赤外バンド: 2-6um
- 高精度測光／分光観測
  - 撮像感度： 30mJy@10um/ 130mJy@20um/ 0.5Jy @30um
  - 分光感度：150mJy@10um/ 0.6mJy@20um/ 1.5Jy @30um
  - 波長分解能：R~ 250 (N-band/Q-band/30um-band)
- Member：宮田、酒向、上塚、浅野、内山、岡田
  住重、鈴木商館

広い波長範囲で高解像度

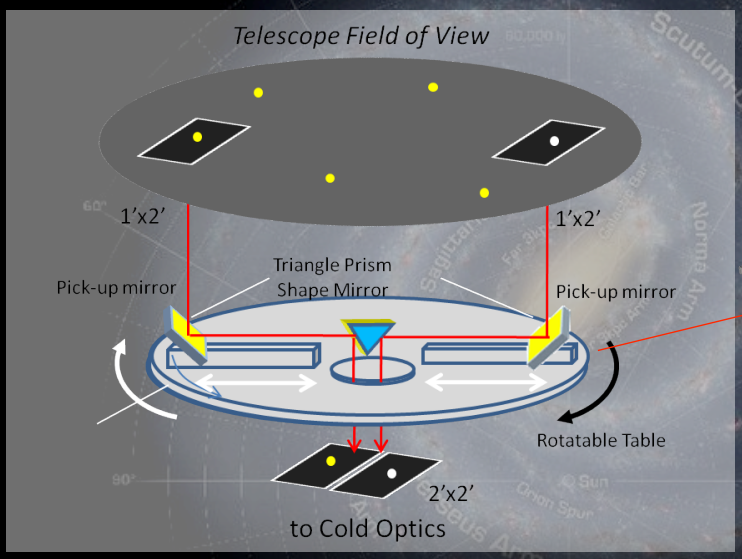
λ =10 μ m @30m-TMT : 解像度0.1” → hot/warm inner領域 < 10AU
λ =30 μ m @6.5m-TAO :解像度1.0” → cold outer領域 < 100AU

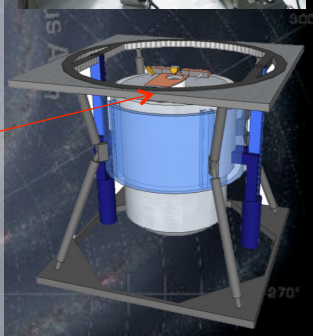


原始惑星系円盤 d=100pc



2台のピックアップ鏡により、φ25 以内の任意の2視野を同時観測





基準光源（天体）と同時に、目標天体を観測できる
地球大気の変動の影響を除去

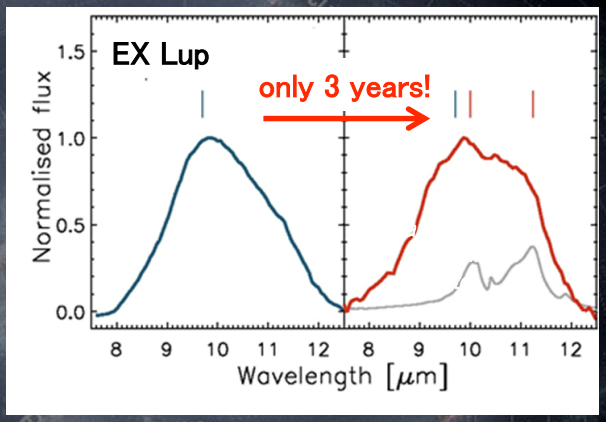
➔! 高精度の測光、分光観測を実現

MIMIZUKU

高精度な測光/分光観測

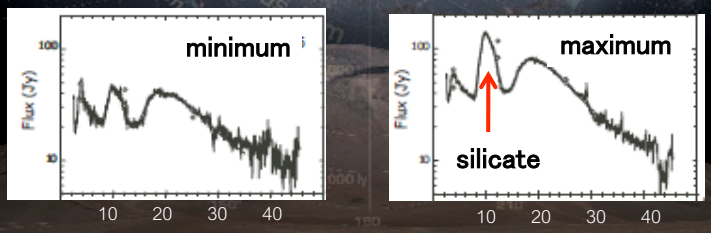
中間赤外線源の多くは短時間に変光？
→惑星やダストの起源への手がかり

✓原始惑星系円盤



Abraham+ 2009

✓晚期型星の周囲のダスト(AGB stars, WR stars, LBVs…)

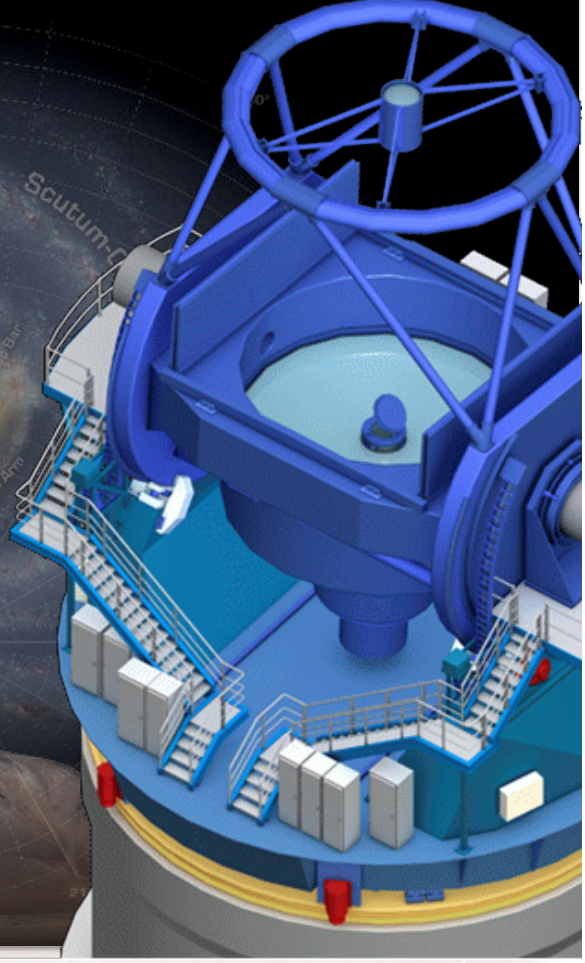


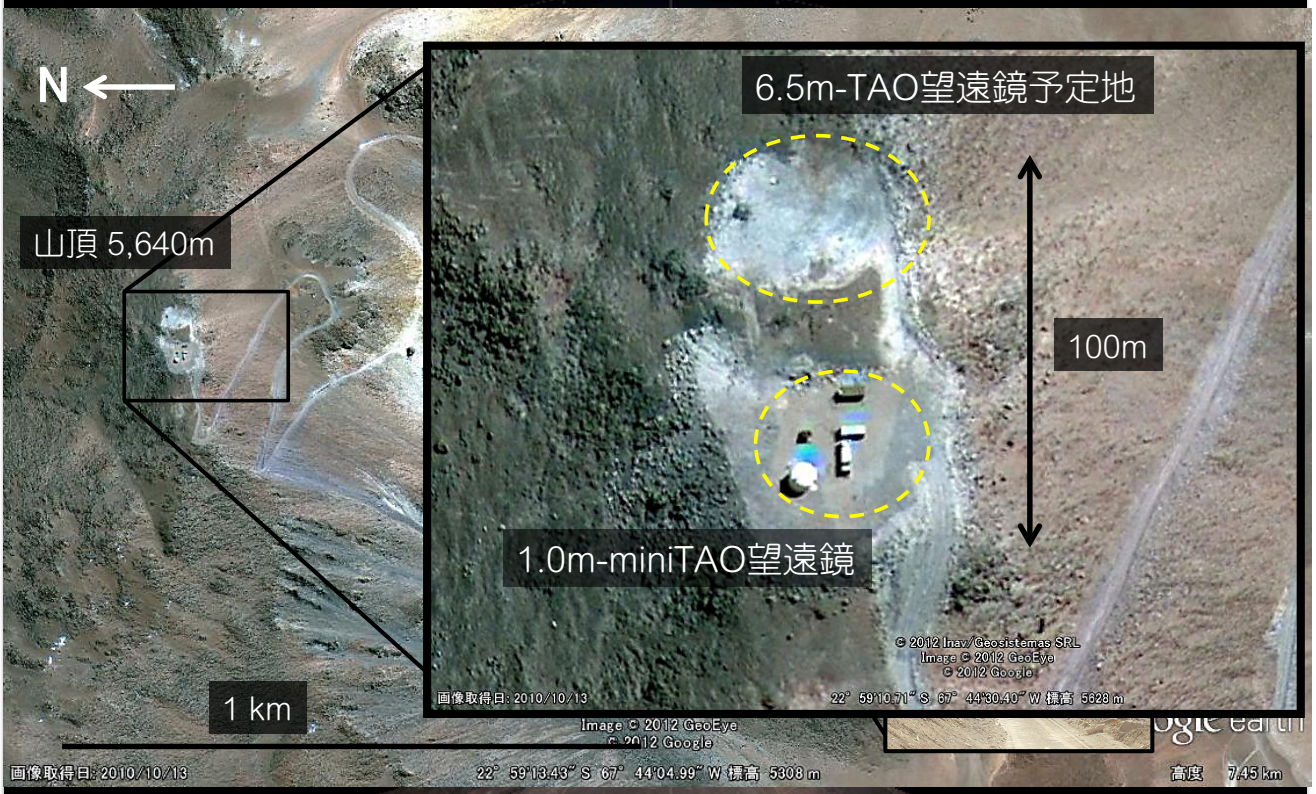
Onaka+ 2002

TAO 6.5m望遠鏡

2013年度補正予算で本格始動！

- 口径6.5m
  - Magellan 6.5m (チリ)がモデル
  - 国内企業で本検討開始
- 光学パラメータ
  - 口径6.5m, 赤外線仕様
  - F/12.2, Ritchey-Chretien光学系
  - 基本的にすばる望遠鏡と同じ
  - 視野φ25
- 焦点
  - ナスミス 赤外
  - ナスミス 中間赤外

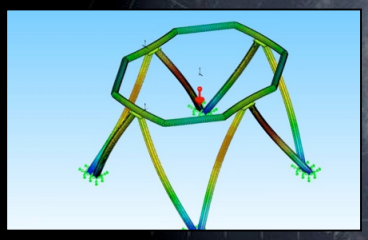


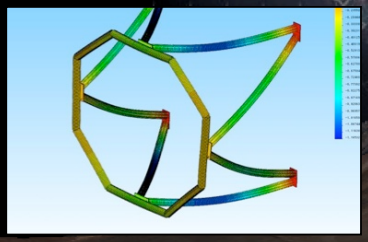


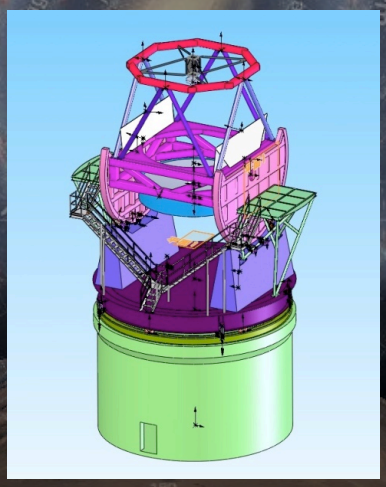
6.5m-TAOの設計検討

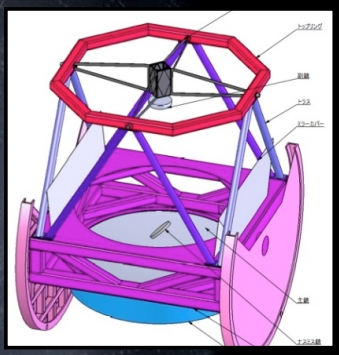
現在、基本設計検討中

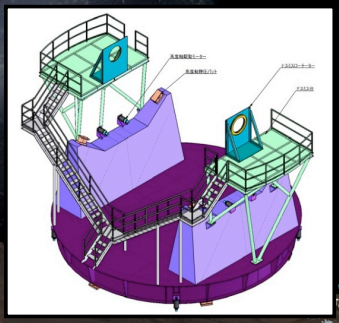
基本パラメータ、装置インターフェイス、
ドーム、インフラ設備、付帯設備、
山頂建設土地、etc....



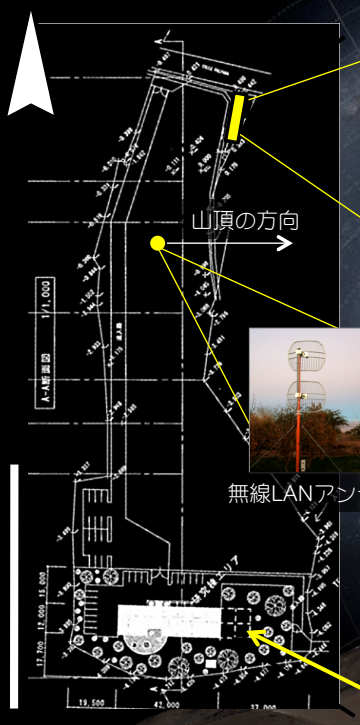








サンペドロ山麓施設



1.0m-miniTAO用山麓施設
遠隔観測を行う

山麓から見たminiTAO

6.5m-TAO用山麓施設 建設予定地　2013年10月竣工予定

まとめ

miniTAO/ANIR

- !輝線に注目した大質量星クラスターの撮像観測
- !近赤外狭帯域フィルターを用いた図の考察
  - 二色図（n207 vs n187）
    - 種族の分類
    - 既知天体の検出
    - 候補天体の検出
    - 減光マップ・赤い天体の検出
  - Ks等級 vs N187 excess
    - WN型の詳細クラス分類

SWIMS WS 6/7?
MIMIZUKU WS 5/24

TAO6.5m / 近赤外２色同時分光撮像装置SWIMS

- 分光フォローアップ観測！
- 種族分類
- 大質量星を含む星形成領域のIMF・年齢に制限

TAO6.5m開発プロジェクト遂行中