

次世代 30m望遠鏡構想

家 正則、光赤外天文学将来計画検討会地上班

構想の概要:

口径 30mの可視光・近赤外線セグメント望遠鏡構想。その基本仕様を下表に示す。三非球面系により、直径 20 分角(実寸 2.6m 径)の広い平坦な無収差視野をナスミス台上で実現。焦点面を分割して、複数の観測装置を配置する。広い視野をカバーする観測の場合は、低次補償光学機能で使用するため、自然

シーイングサイズを半分程度にまで改善して使用する。また、視野は限られるが高度補償光学系を備え、回折限界像(0.01 秒角@Jバンド)を提供する。国際協力により、JWST や ALMA 稼働後の早い時期の完成を目指す。

表 4.1: 次世代超大型望遠鏡 (JELT) 構想の基本仕様

M1	F/1.5, 分割鏡方式 30m 主鏡
セグメント鏡材	CFRP/ゼロ膨張ガラス/ゼロ膨張セラミック
光学系	三非球面鏡系
焦点	ナスミス焦点 x 2 または 4
視野	半径 10 分角
波長域	可視光から近赤外線
観測装置	光学分光器、赤外線分光器、カメラ
ドーム	半径 50m

光学系は図1のような三非球面光学系を想定している。1080 枚のセグメントからなる口径 30m 楕円面主鏡と口径 4m の双曲面副鏡がつくる焦点像を 3 枚目の楕円面鏡(M5)で拡大率 1 で再結像するオリジナル光学系の採用を検討中。非球面鏡を 3 枚用いることで無収差平坦像面の直径 20 分角の半円形の視野(実寸 2.6m 径)が確保できる。けられを避けるため平面鏡(M6)で折り返し最終焦点をナスミス台上に形成する。図2の光学系のスポット図は直径 8 分角まで 30m 望遠鏡の回折限界(可視光)の像質が確保できることを示している。

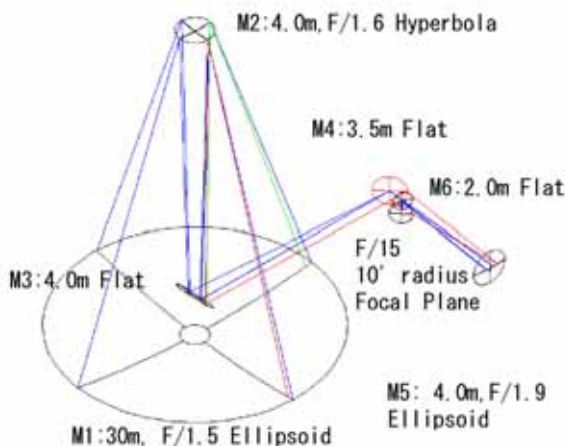


図1. M1,M2,M5 の 3 非球面光学系

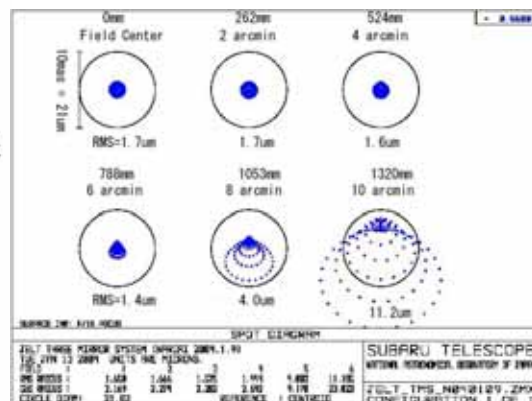


図2. 視野直径 10 分角にわたり回折限界の結像

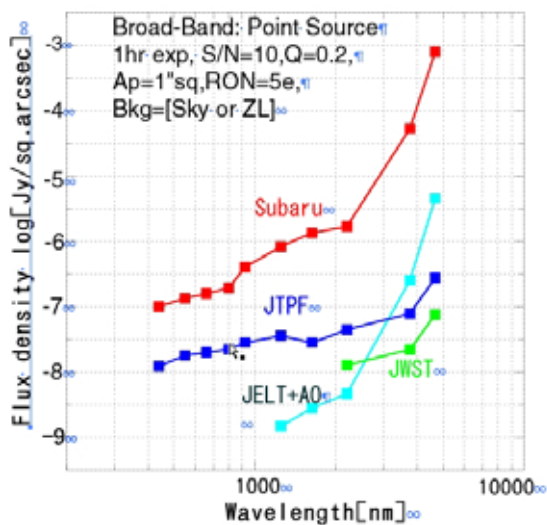


図3 点光源の撮像感度比較

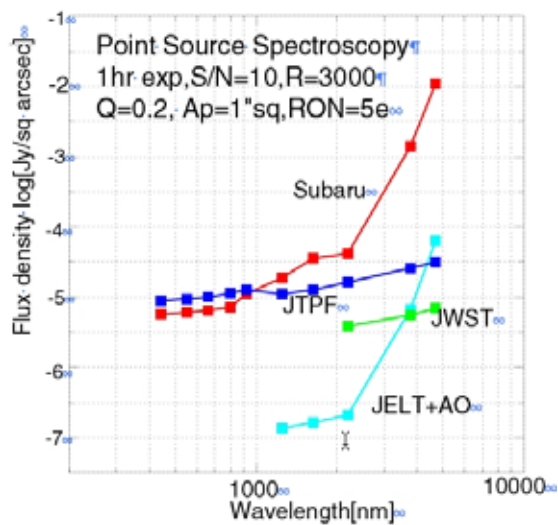


図4 点光源の分光感度比較

超大型地上望遠鏡のメリットは大集光力と、補償光学により高解像力であり、スペースミッションのメリットは低背景放射である。特に可視光から近赤外線での補償光学による回折限界撮像と分光では、点光源に対する感度に大きな飛躍が期待できる。大気の熱放射が利く $3\mu\text{m}$ 以上の長波長域での広がった天体の撮像観測などの感度はスペースミッションに一步譲るが、大集光力を生かした分光観測、および回折限界の解像力を生かした中間赤外撮像でスペースを凌駕する観測が可能である。図3, 4に点光源に対する補償光学機能搭載のJELTとスペースミッションの感度比較を示す。装置検討グループはサイエンス版がまとめたJELT観測機能の優先度を反映した装置プランの検討を開始している。19本の分光撮像装置をモザイク化した近赤外広視野カメラ/多天体分光器の構想、回折限界高解像カメラ、可視光高分散分光器、中間赤外線分光器、可視光分光撮像装置などのアイデアがある。装置は焦点面分割して使用し、交換はしない。

望遠鏡実現のための基礎技術開発の取り組みとしては、ゼロ膨張セラミック鏡の開発、超高精度研削による鏡面製作工程の短縮、レーザーガイド補償光学系の開発などを進めている。

JELT計画は未だ基本構想の検討の段階であり、建設予算の見積算はできていないが、開発項目も多く、建設・運用予算も日本単独で遂行できるレベルを越えたものとなる可能性が高いため、国際協力での建設を視野に入れた情報交換をさまざまな機会を通して始めている。光天連のもとに発足した光赤外天文学将来計画検討会地上班での検討成果を元に、現在基本計画書を取りまとめ中であり、光赤外コミュニティ、天文学研究連絡委員会などに順次構想の提案を行う予定である。