

光通信実験地上施設の概要

有本 好徳*¹ 荒木 賢一*²
(1994年1月24日受理)OVERVIEW OF THE GROUND FACILITY FOR ETS-VI LASER
COMMUNICATIONS EXPERIMENT

By

Yoshinori ARIMOTO and Kenichi ARAKI

This paper shows an overview of the optical ground station developed for the ETS-VI laser communication experiment. The ground station consists of a large telescope, optical systems which supports precise pointing and tracking of a narrow laser beam and a medium bit-rate communication, and a telemetry and command system for the remote control of the onboard laser communication equipment. Configuration and performance of the telescope is also described briefly.

[キーワード] 望遠鏡, 光通信地上局, ETS-VI.
Telescope, Optical Ground Station, ETS-VI.

1. 概 要

ETS-VI 光通信実験における実験系の構成を第1図に示す。EST-VIによる光通信実験は、衛星を用いたレーザー通信実験としては世界初の実験となる。本実験の目的は衛星間の通信にレーザー光を用いることであるが、図に描かれているような光通信機を搭載した周回衛星がまだ無いので、実験は静止衛星(ETS-VI)と通信総合研究所の構内(東京都小金井市)に設けられた「宇宙光通信地上センター」との間で実施される。なお、第1図の可搬地球局については、当初の計画では開発する予定であったが、少なくとも実験の初期段階には手配できない見込みである。

地上からは、 $0.51\mu\text{m}$ の波長をもつアルゴンレーザーを送信し、衛星に搭載された半導体レーザーからの $0.83\mu\text{m}$ の光を受信する。この地上施設は昭和63年4月に建設されたもので、口径1.5mの大型望遠鏡とレーザー通信装置より構成される光学系と、地上からNASDAの管制局を経由して衛星搭載光通信装置の制御を行うテ

レメトリ・コマンド系の2つのシステムにより構成される。口径1.5mの主鏡は国内では国立天文台(岡山)の1.88mの望遠鏡に次ぐ大きさの望遠鏡であり、宇宙光通信の他に、衛星追尾、天体観測、衛星レーザー測距、ライダーによる地球大気観測、ラジオメータによる惑星大気観測等にも使用されている。望遠鏡を用いた研究分野の概要を第2図に示す。

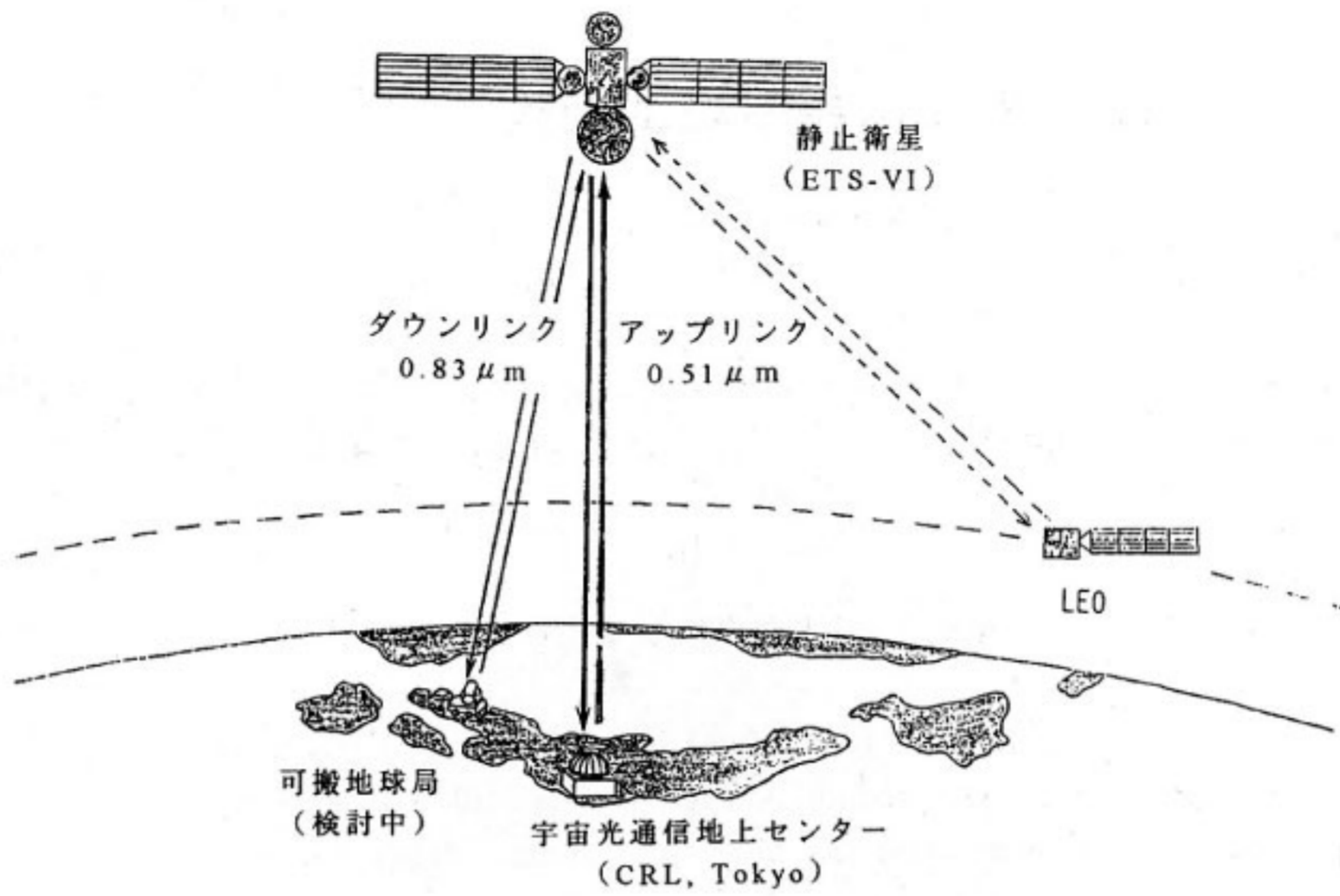
2. 望遠鏡システムの構成と性能

地上光学システムは、(1)衛星からのレーザー光の受信に主に用いられる口径1.5mのカセグレン反射望遠鏡、(2)レーザー光の送信に用いられる口径20cmのオフアクシス型送信望遠鏡、(3)衛星の捕捉やアライメントに用いられる口径20cmのシュミットカセグレン型のガイド望遠鏡の3個の望遠鏡で構成される。

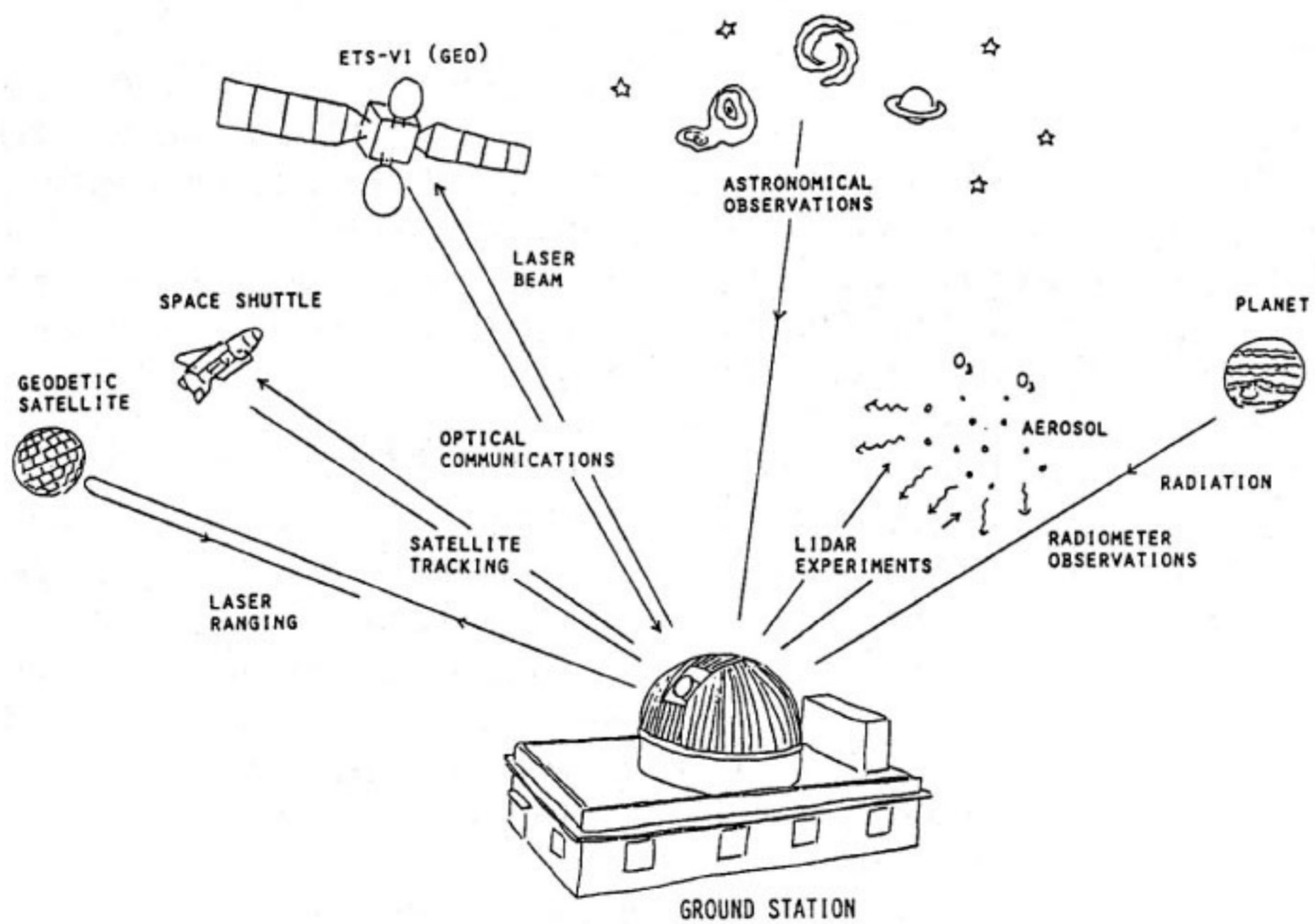
主鏡の焦点は、ナスミス焦点2ヶ所、ベントカセグレン焦点2ヶ所、カセグレン焦点(通常は使用しない)、及びクーデ焦点の6ヶ所が使用できる。第3図に望遠鏡システムの外観図を示す。望遠鏡は建物の2階の直径11mのドームに納められている。

望遠鏡の諸元を第1表に示す。1.5m望遠鏡はクラシカルカセグレンと呼ばれる形式で、焦点距離2.25m、F

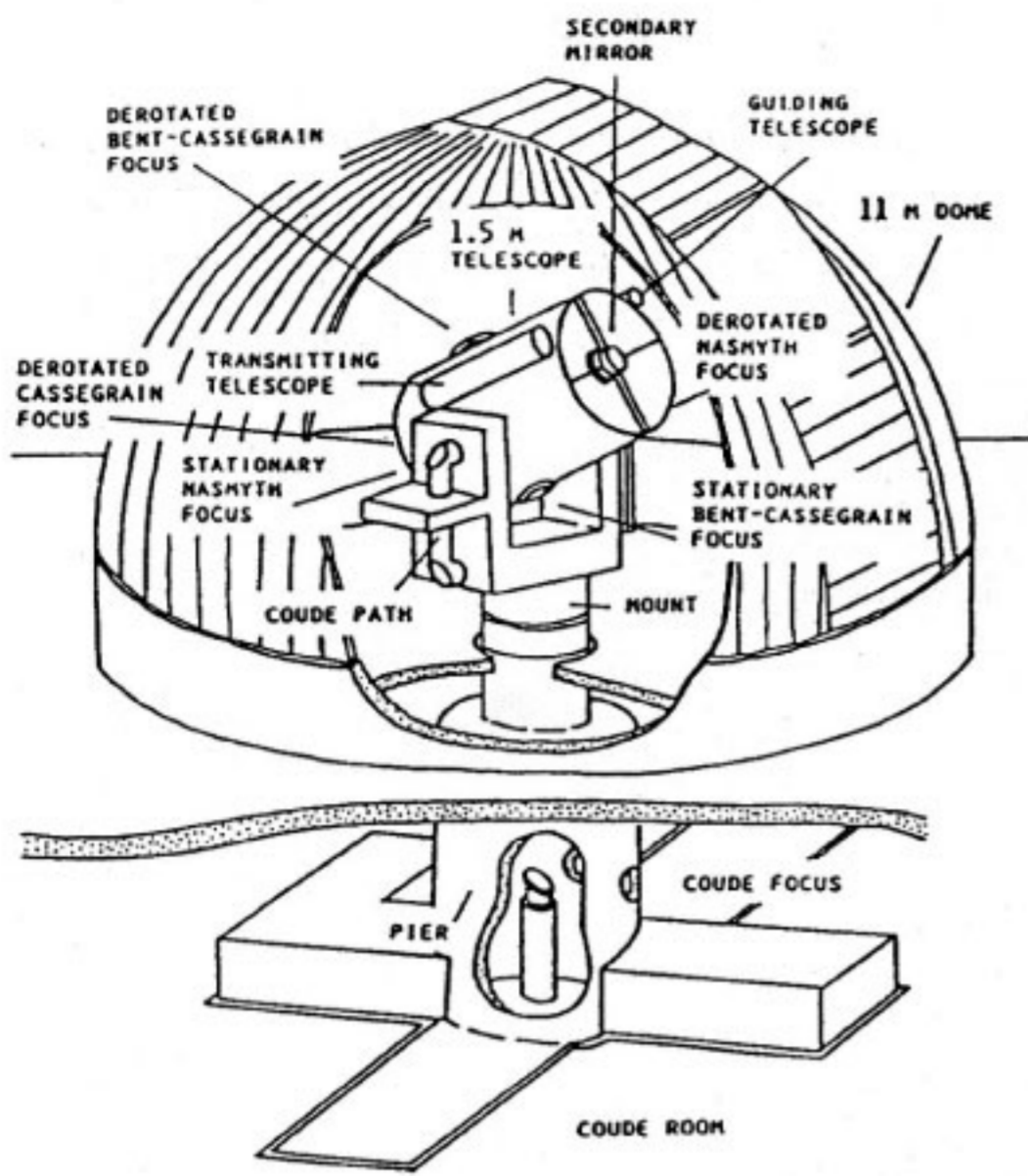
*¹ 宇宙通信部 宇宙技術研究室*² 電磁波技術部 光技術研究室



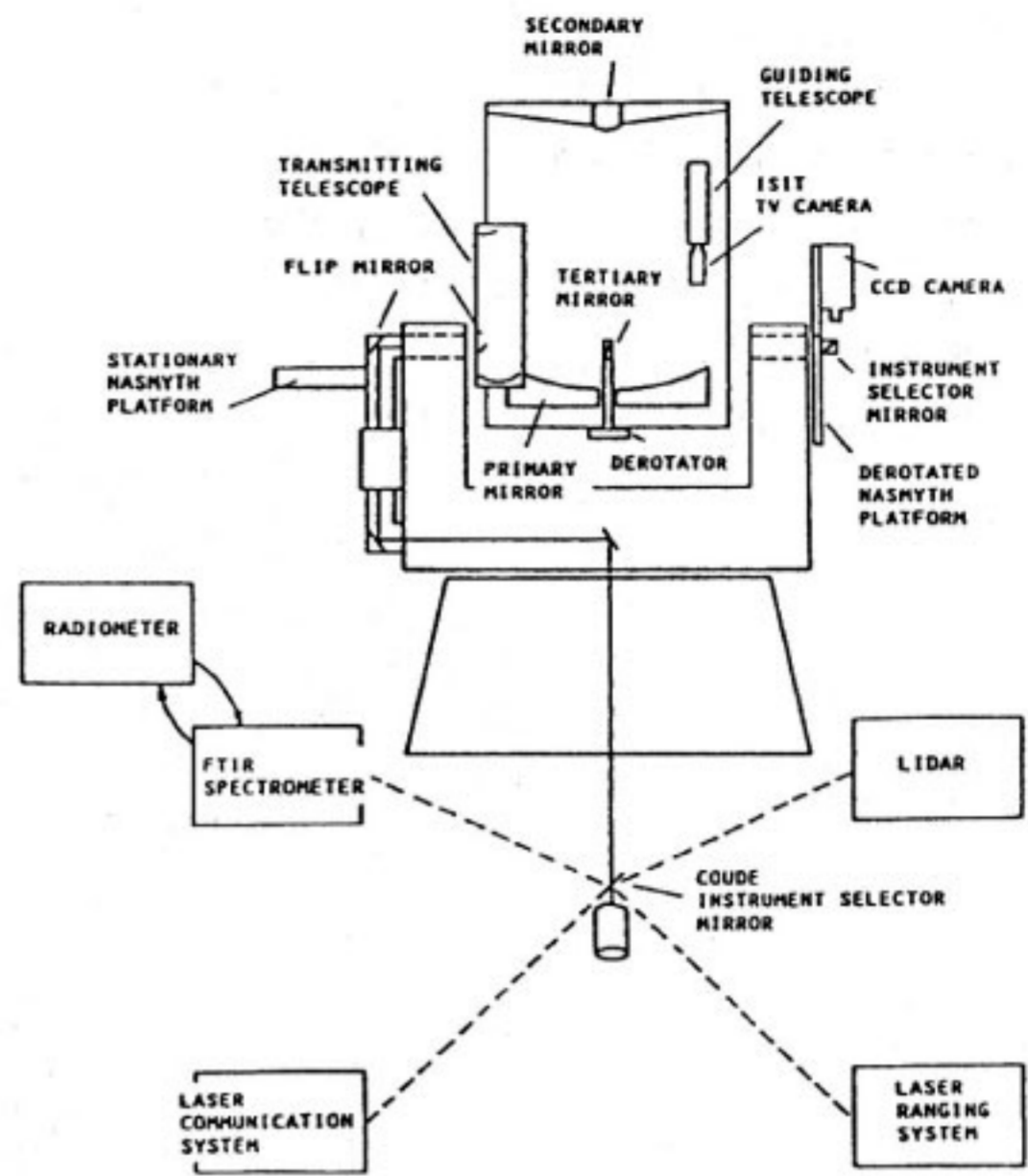
第1図 ETS-VIレーザー通信実験の構成



第2図 大型望遠鏡を用いた多目的研究の概念



第3図 1.5 m 望遠鏡システムの外観



第4図 望遠鏡における各種観測機器の配置

第1表 1.5 m 望遠鏡の諸元

主鏡 (放物面)	
口径	1.5 m
焦点距離	2.25 m
材質	ゼロデュアー
副鏡 (双曲面)	
焦点位置	クーデ ^o / ナスミス / カセグレン / ベント カセグレン
合成焦点比	∞ (クーデ) F / 18 (その他)
架台・駆動系	
構造	経緯儀
エンコーダ	720極インダクトシン
追尾速度	最大 15° / 秒 (方位角) 最大 5° / 秒 (仰角)

値 (f/D) 1.5 の放物面の主鏡と双曲面の副鏡との組合わせで合成焦点距離 27 m, F 値 18 であり, 光軸上では収差の無い像を結ぶ。鏡面の材質はガラス質とセラミックを複合化することによって熱膨張係数を極めて小さくしたゼロデュアーと呼ばれる光学鏡面材料を用いており, 温度変化による鏡面の変形が起こらないようになっている。また, 副鏡の保持も主鏡からの距離が温度によらず一定に保たれるような構造になっており, 温度変化による焦点の移動も極めて小さい。

第4図に通信装置及び観測機器の構成概念図を示す。副鏡からの光は3次鏡 (平面鏡) によって観測装置に導

かれる。3次鏡の方向を切り替えることによってナスミス焦点, クーデ焦点, ベントカセグレン焦点の3ヶ所の焦点を選択することができる。光通信実験のための受信装置はベントカセグレン焦点の位置に取り付けられている。1.5 m 主鏡の鏡面は直径1秒角の視野の円の中に80%の光が集まるように研磨されている。この分解能は, 日本における大気ゆらぎによって決まる望遠鏡の角度分解能 (シーイングサイズ) が数秒角程度であることを考えれば十分な値であるといえる。

望遠鏡の架台 (マウント) には経緯儀式を用いており, コンピュータコントロールにより衛星あるいは天体を追尾することができる。方位角 (Az) と仰角 (El) の直交度は 0.00003°, 角度エンコーダの分解能は 0.0001° である。高精度の追尾を行うため, 位置の正確にわかった星を多数観測し, 望遠鏡の誤差を求め, 補正することによって高精度の追尾を行うスターキャリブレーションシステムを備えている。望遠鏡の絶対指向精度はスターキャリブレーションの際のデータを解析した結果, 4~5秒角 (rms) であった。現在, この精度を2秒角程度まで改善することを検討している。望遠鏡の駆動はダイレクトドライブ方式で, ギアを使ったモータを用いていないため高速の駆動が可能である。Az で最大 15°/秒, El で最大 5°/秒の高速追尾が可能であり, スペースシャトルなどの低高度を高速で周回する人工衛星についても

追尾が可能となっている。

レーザー送信用の望遠鏡が、1.5 m 望遠鏡の横に取り付けられている。この望遠鏡には口径 20 cm のオフセット形式が用いられている。また、1.5 m 望遠鏡には口径 20 cm で視野が 1° 角の超高感度テレビカメラ付きのガイド望遠鏡が取り付けられており、モニター画面上で 12 等星までの対象を見ることができる。

参 考 文 献

- (1) 有賀 規, 板部敏和, 石津美津雄, 廣本宣久, 高部政雄, 吉門 信, 鈴木良昭, 有本好徳, 高橋鉄雄, 鹿谷元一, “通信総合研究所の多目的 1.5° 望遠鏡システム”, レーザー研究, 17, 4, 1989.

