

研究用大型機器解説

ドームレス太陽望遠鏡

1 装置の目的

太陽面現象の微細構造の研究

2 装置の使用分野

太陽物理学 プラズマ物理学 電磁流体力学 恒星物理学

3 装置の種類、名称、メーカー等

装置の名称	メーカー
60 cm グレゴリー式真空望遠鏡	ツァイス(西独)
14 m ツルニーターナー型真空垂直分光器	同上
10 m ツルニーターナー型水平分光器	同上

4 装置の解説

(1) ドームレス太陽望遠鏡(DST)とは

地上から太陽面を観察すると、太陽に熱せられた地面から上昇する気流の乱れ(かげろう)によって、微細な表面の模様をはっきりとみることが出来ない。

ドームレス太陽望遠鏡(DST)は、地上付近のかげろうや、望遠鏡内部の筒内気流を除去する特殊な仕掛けがしてあり、表面微細構造の解明については太陽電磁流体力学の研究に重要な役割を果たすものであります。

(2) DSTの原理(特徴)

表面微細構造の観察には、まずシーイングの良い(大気の流れに影響されない)しかもハイ・コントラストの(散乱光の少ない)太陽像を結像させることが太陽望遠鏡にとって最も大切な課題であります。その為にはまず、(1)望遠鏡を上空のラミナー・フロー(一様な気流の流れ)内に設置することが必要となります。それ以下の場合には、図1に示す様に、熱せられた地面から上昇して風に流されたブルーム(熱気泡、内部は温度の乱れが激しい)の部分を通して見ることになり光学的な影響を受けて像が歪んで見える。無限に高いのが理想であるが、現実的なDSTの場合は、温度変動測定値の統計処理からコスト・パフォーマンス最大の高度、即ち

23 mを実用的な値として適用しています。ついで、(2)望遠鏡を塔の上に設置する訳ですが、太陽直下の塔壁コンクリートは表面温度が60°C以上に上昇して、その表面から二次的な乱れた上昇気流を発生し(1)の努力を無にするような結果を招くことになる。そこで、塔表面を反射能の良い保守の容易なステンレス製パネルで全面を覆い、裏面に冷却水を流して表面温度を気温から少し下になるように制御している。これで殆んどの上昇気流による影響は除去されている。

望遠鏡表面等の可動部分についてはチタン・ホワイトのペンキ(赤外輻射量が可視域入射量より大で表面の温度が気温より少し低くなる性質がある)を塗って対応している。外因性の乱気流対策の三番目で、しかも名前の由来にもなっているのは、

(3)望遠鏡を保護用のドーム無しでむき出しのまま塔上に設置していることであ

る。ドームがあると、日射を受けて内部に対流を生じ、スリット、レンズ付近で乱流が発生するからである。このようにして太陽から望遠鏡の筒先までの光路内の乱れを最小限に留めても、太陽熱で(4)鏡筒内部が高温になり、特に焦点位置は数百度にも達し、所謂、筒内気流を発生して像を乱す原因を作る。この対策として、図2に示す様に、入射窓から観測焦点まで延べ31.7 mの光路の内88%は2 mm Hgまで真空化されている。これによって望遠鏡に光が入射してから太陽像に乱れが生ずる恐れは殆ど無いといえることになる。像の分解能の良さだけでなくコントラストの低い暗い対象を相手にする場

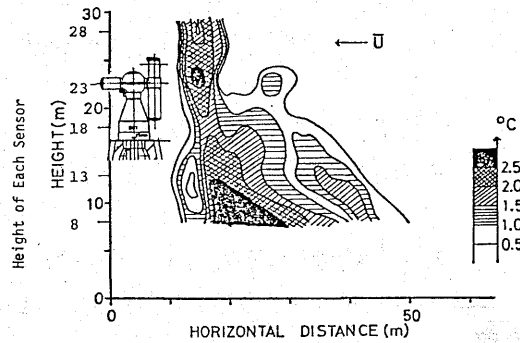


図 1

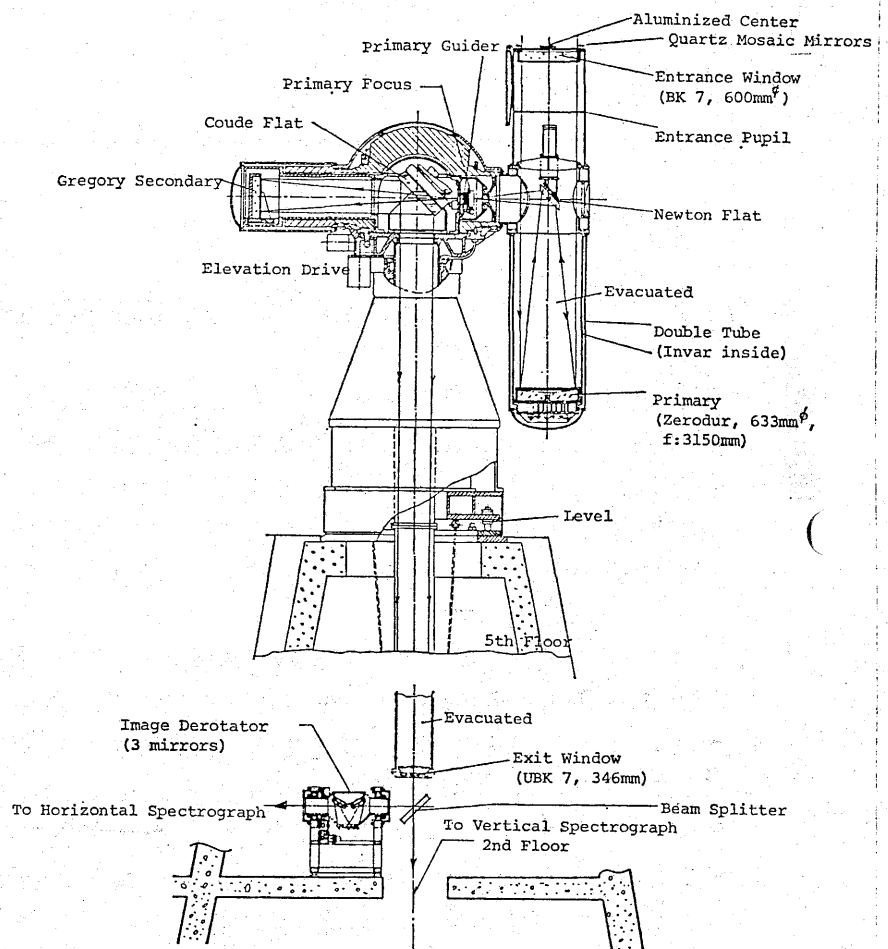


図 2

合には、(5) 散乱光の有無が問題になってくる。DSTはこの点についても十分な配慮がなされている。即ち、図2に示される様に、60 cm NEWTON 光学系と GREGORY 光学系を組み合わせ、一次焦点(焦点距離:3150 mm 太陽像直径:約 30mm)にダイヤフラムやオッカルディング・コーンを挿入して不用な部分の光を遮蔽してから拡大する仕組みになっている。この部分は非常に高温になるので7気圧で圧送される冷却水により周囲温度から+2°Cの範囲に温度調整されている。

GREGORY 鏡で拡大された二次焦点(焦点距離:32.2 m 太陽像直径:約 30 cm)では、H α フィルタによる写真や分光写真を撮影することが出来る。

DSTが太陽望遠鏡として世界一流のレベルにあるのは、主として、以上の五点の新構想によるものと思われる。勿論、この他に天体望遠鏡としての構成要素は全て備えている。即ち、経緯儀式マウンティング(架台)、制御用コンピュータ、太陽追尾用CCD センサ、分光器等である。

(3) DST 観測例

この望遠鏡は地上観測で望み得る最高の空間分解能を達成できる様に設計されており、世界でも屈指の性能を有している。事実この望遠鏡の稼働以来、従来本邦には存在しなかった高分解能単色太陽像が撮影され、太陽活動現象の微細構造に関して多くの新事実が解明されてきた。(ユーザーは単に京都大学の研究者だけでなく、海外を含めた他機関の研究者にもおよんでいる。)

写真1は水素のH α 線で見えた黒点領域の彩層である。この写真はDSTで撮影されたもので0.5"以下の細かい微細構造が鮮明にみえており、現在地上で望み得る最高の写真であることは確かである。この写真では、黒点を中心にして、放射状に黒い筋模様がある規則性をもって並んでいる。これは、活動領域の彩層内ではガスの運動は磁場に沿って流れると考えられるから、この模様はガスの磁力線に沿った流れであり、白い所(プラージュ)は磁力線が彩層に垂直に立ちその断面が見えているものと考えられる。黒ぐろとした太い模様は紅炎(プロミネンス)が太陽面に投影されて見えているものである。

写真2は、同じくH α フィルタを通して撮影された、太陽の縁にあるプロミネンス(左)とその分光写真(右)である。散乱光が少なく周辺にておよそ太陽面中心の1%ぐらいであるから、ループ模様の淡い部分まで明瞭に写し出す事ができる。右のスペクトルは、左のプロミネンスに分光器のスリット(写真で縦に黒い線として写っている)をあてて撮ったもの。ヘリウムのD3輝線のシフト量から対応する部分の視線速度が計算できる。

写真3は、噴出型のプロミネンスで太陽の縁から爆発的に噴出したプラズマ流である。秒速約300 kmの高速で太陽表面から約25万 kmの高さに達している。

写真4は、フレアと呼ばれる太陽磁気プラズマの爆発現象である。持続時間はおよそ十数分で、この間に高温プラズマは数千万度にも温度が上昇し放出するエネルギー

一は平均して毎秒10の29乗 erg に相当する。

写真1 (右)
水素のH α 線で見た
黒点領域

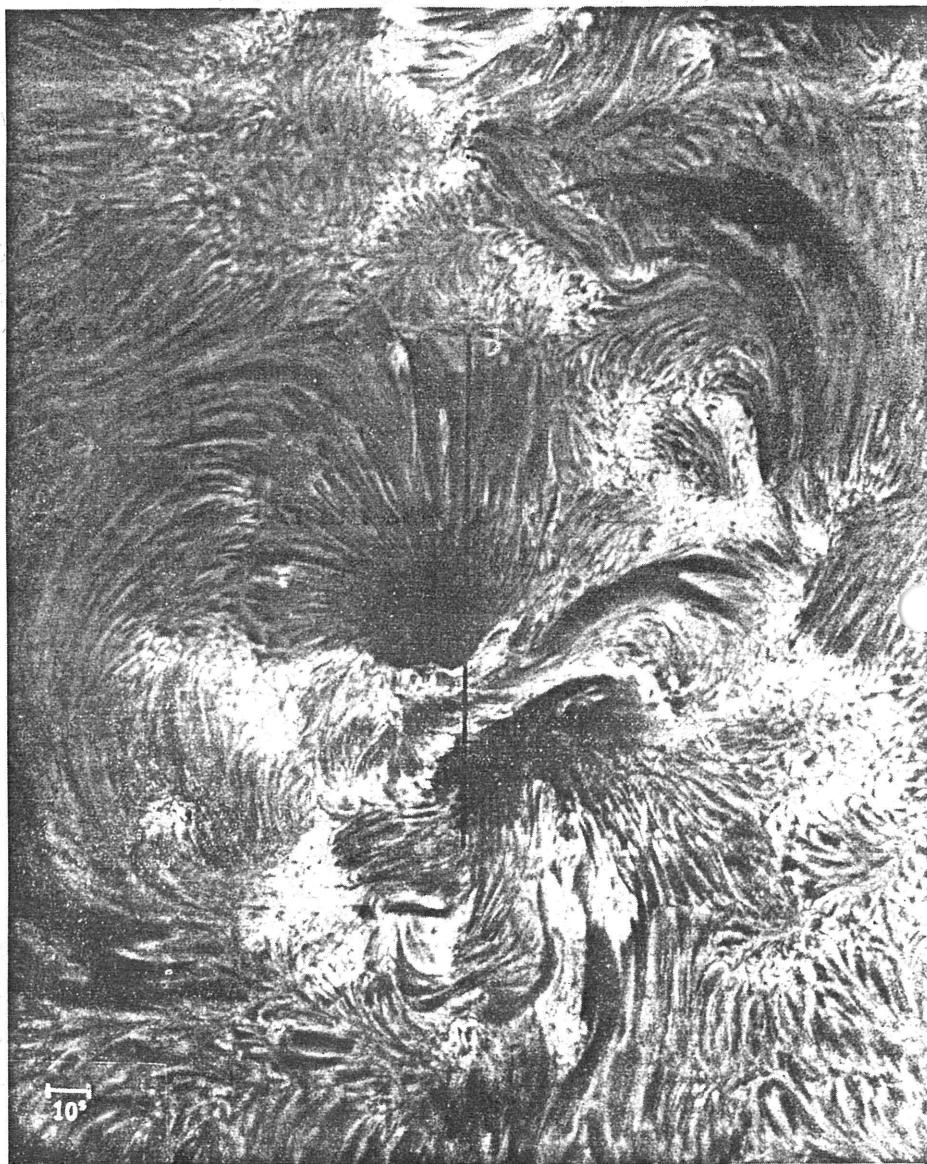
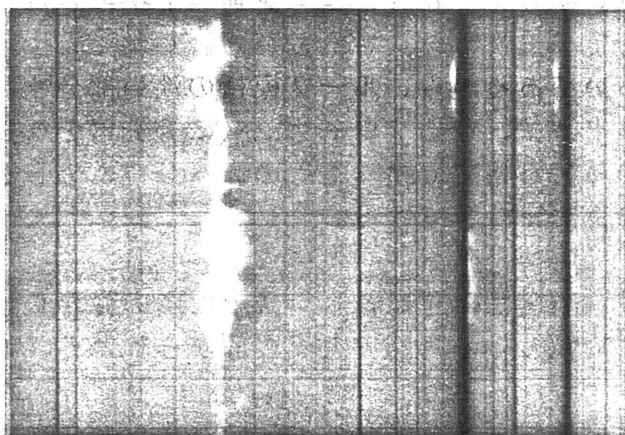


写真2 (下)
太陽縁のプロミネン
ス(左)とスペクト
ル(右)



HeD₃ NaD₁ D₁
ヘリウム輝線 ナトリウム輝線

写真3
噴出型紅炎

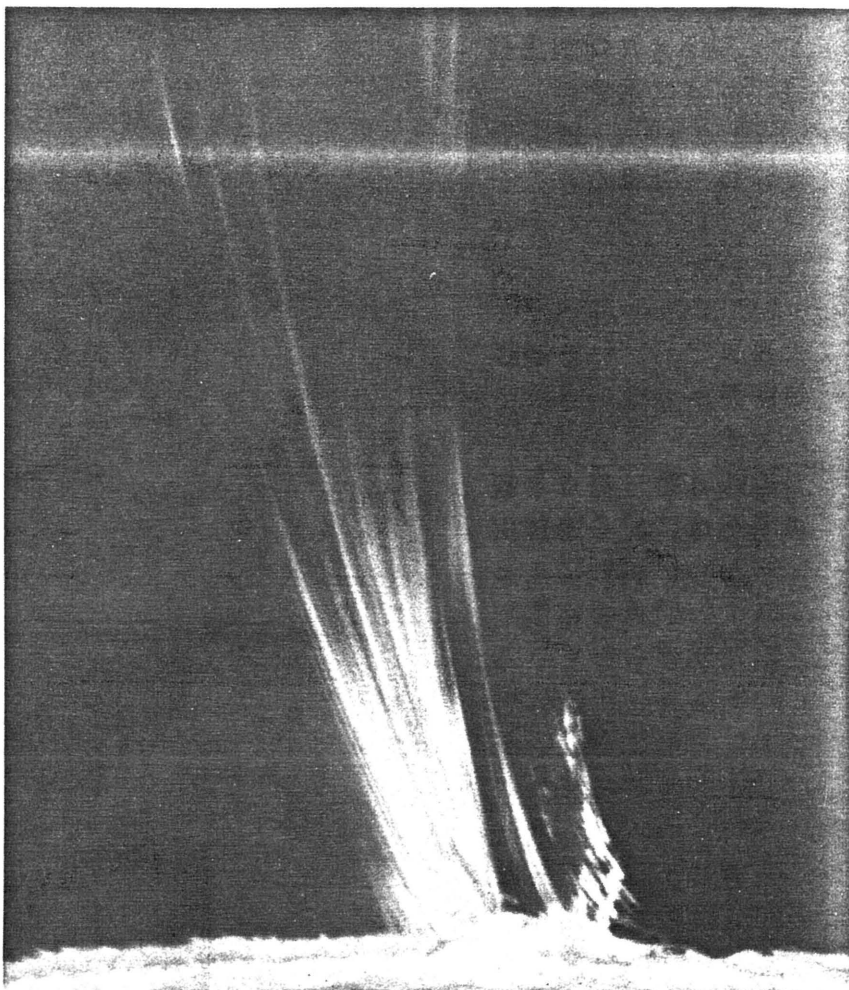
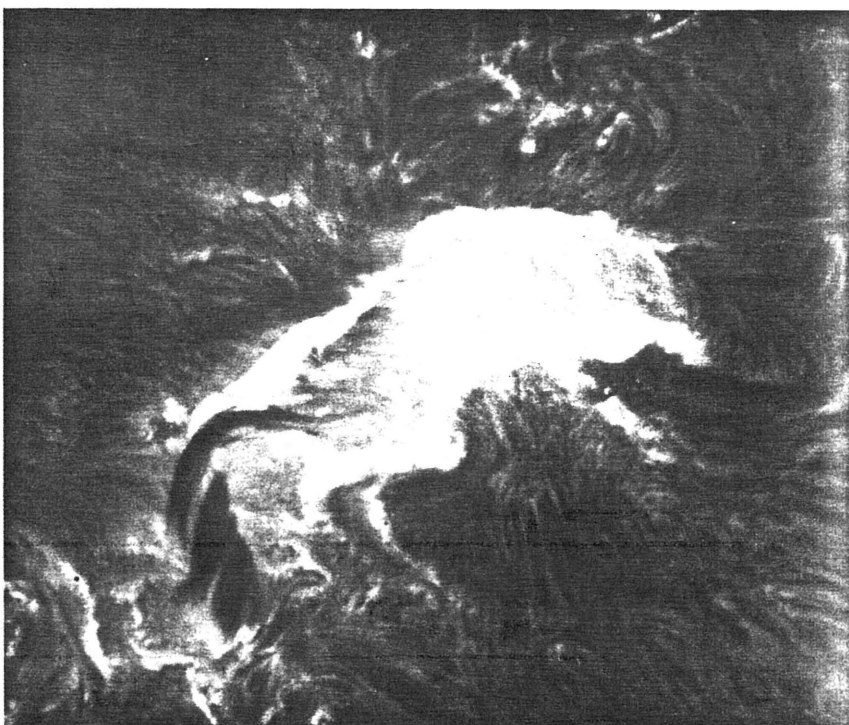


写真4
フレア-



(4) 装置の構成

ドームレス太陽望遠鏡は、図3に示す様に60 cm グレゴリー式真空望遠鏡（経緯台）、14 m ツルニ・ター型真空垂直分光器、10 m ツルニ・ター型水平分光器及びコンピュータ制御装置等から構成されています。

望遠鏡は第一焦点と観測用焦点にある追跡用センサーとコンピュータによって常に0.2"角の精度で太陽に向けられている。太陽光は用途に応じて、二階にあるビーム・スプリッター鏡で10 m ツルニ・ター型水平分光器や一階（から地下五階の間に設置）の14 m ツルニ・ター型真空垂直分光器に振分けられる。分光器の諸性能を表1に、望遠鏡の諸性能を表2に示してある。また、水平分光器と垂直分光器の内部構造の詳細については図4と図5に夫々示してある。

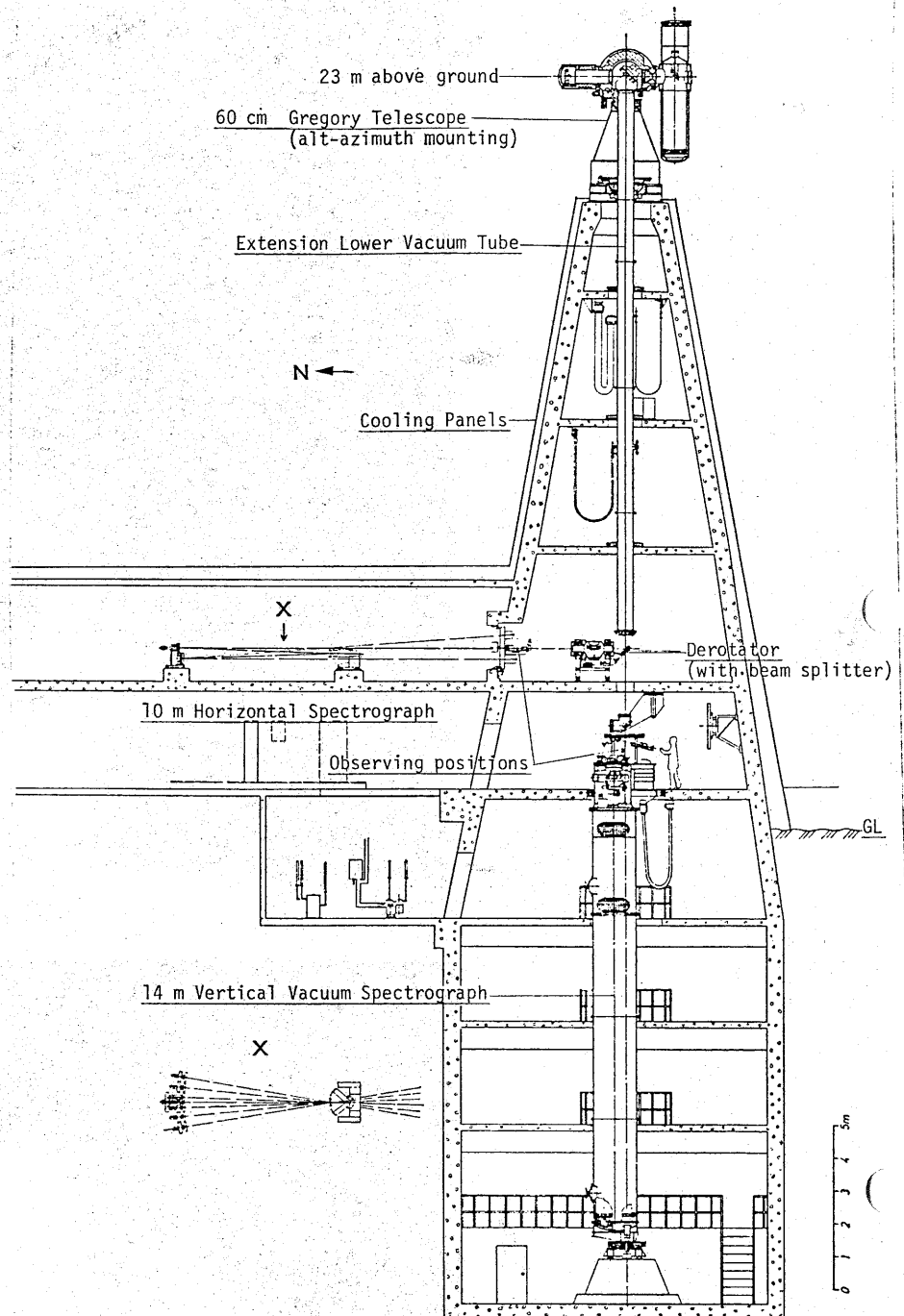


図 3

(5) その他

維持・管理・保守： この様に大きいシステムになると、天文台独自の人員と技術力では到底保守していくことは出来ない。海外を含めた他機関の研究者の利用もあり、お互いに少ない時間を分け合って利用しているので、デッド・タイムを最小限に押さえるため年間約2千万円をかけて保守の外注をおこなっている。

(6)

●分光器の性能

	水平分光器	垂直分光器
光学形式	ツェルニー・ターナ型	ツェルニー・ターナ型真空分光器
焦点距離	10m	14m
分散能	0.23Å/mm (5次スペクトル)	0.14Å/mm (5次スペクトル)
有効波長域	3,600~11,000Å	3,600~11,000Å
総重量	3 ton	10ton
特長	全波長域同時撮影可能	高分解能

表 1

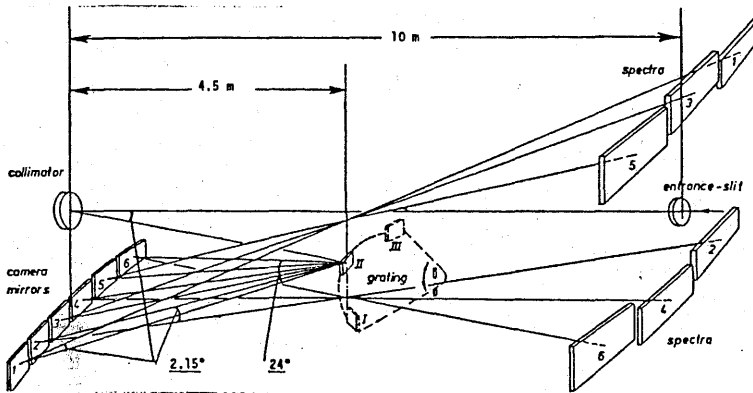


図 4

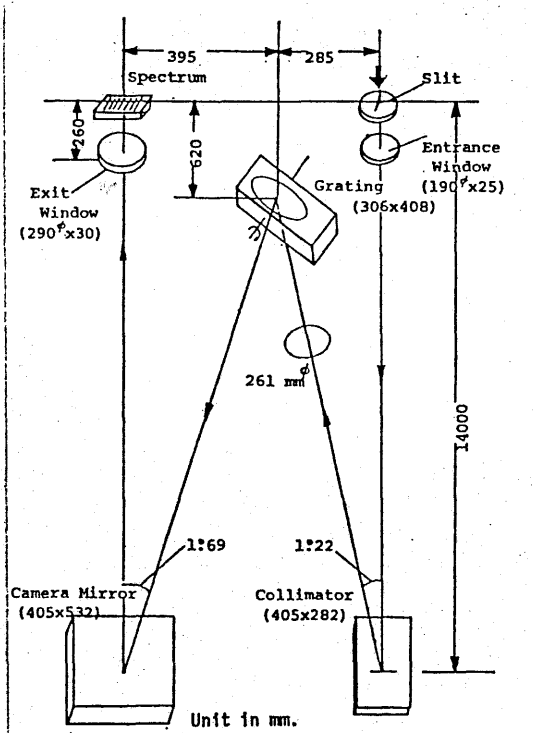


図 5

●望遠鏡の性能

型 式	ドームレス型真空式塔望遠鏡
光学形式	グレゴリー式反射望遠鏡
有効口径	600mm
主鏡焦点距離	3,150mm
副鏡との合成焦点距離	32.19m
副鏡との組合せによる照るさ	F/53.7
分解能	0".18
有効視野	±18'
中心遮蔽率	0.39
二次太陽像直径	300mm
日周追尾方式	コンピューター制御光電案内装置付
望遠鏡筒内真空度	2~5mmHg
架 台	高度方位式
望遠鏡総重量	21ton

表 2