

国内で製作中の鏡筒・架台

「すばる」望遠鏡の製作は1991年に開始され、今年が9年計画の中間点にさしかかる。米本土のピッツバーグでは主鏡材裏面にアクチュエータのための穴あけという形状加工の山場を迎え、ハワイの山頂ではドーム外観が整いつつある。目を国内に転じると、望遠鏡のメカニクスが部品として完成し、工場の仮組試験がまさに始まろうとしている。

鏡筒・架台は望遠鏡の骨格だ

8m主鏡が巨大望遠鏡の顔とすれば、主鏡を支えて望遠鏡の体をなす鏡筒・架台はさしあたり骨格であり筋肉であり関節、制御系は頭脳と神経、化粧直しの真空蒸着設備を持ち、ドームという立派な家に住み、観測装置や計算機の道具だてを揃えて、観測三昧と洒落込む日を夢見ながら、せつせと「すばる」を造っている……

なぜ経緯台式か

「すばる」の構造の理解を深める一助になればと、盛り沢山の写真をつい並べ過ぎてしまった。

図に示すように、光学系の主要部である主鏡と副鏡を支持する部分を鏡筒部と呼び、架台中央を軸に水平面内回転を方位軸、架台ヨークの2つの先端にある高度軸に支えられ、鏡筒部は天頂から水平高度近くまで回転できる。この両軸とも静圧軸受を使い、さらに望遠鏡駆動に影響しないようにケーブル巻取りにも工夫を凝らしてある。特別な磁石と配置により低コギングトルクを実現した新開発のダイレクトドライブ、コンピュータで両軸を連動制御すると、天頂の特異部分 0.5° を除いて天体を $0.07''$ で精密追尾することができる。

電波望遠鏡でお馴染みの経緯台式にした訳は、巨大主鏡を支える鏡筒部の自重変形が高度軸の回転角に依存し再現するので、比較的単純な機構で

撓み量を補正できるということにある。

要であるセンターセクションは、あまりにも大きいので4分割されて40mm厚の鋼板を函型に溶接し(専門家は製缶物と呼ぶ)、その上部にはパイプ状のトラスによって筒先の副鏡や主焦点ユニットを保持するためのトップリングを支え、その下部には主鏡セルが上部よりも細いトラスによって結合されている。この様に上下のトラスの太さを変えることで、望遠鏡の姿勢変化で生じる副鏡と主鏡間の正対からのずれを少なくできる、いわゆるセルリエトラスを採用した。この機構だけでは精度が不十分なので、姿勢変化に応じて、副鏡をスチュワートプラットホーム駆動式で6軸の微調補正する。この優れた物は、直径1.3mの赤外副鏡を数10HzでTip-Tiltすることを可能にした。

分割製作されたトラスやセンターセクションなどは、これらの接合部を高剛性フランジで接合するので、力の伝わり方は一体ものとは比べ遜色ない。

「すばる」の性能を引き出す部品たち

経緯台式で不都合な点は、天体の日周運動に起因する視野回転補償を必要とすることである。このため、カセグレンと主焦点ではインストルメントローテータ、ナスミス焦点ではイメージローテータを装備する。

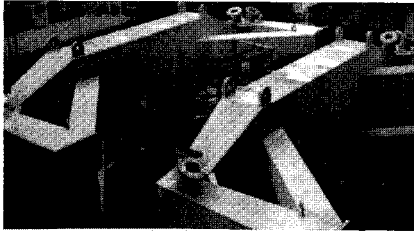
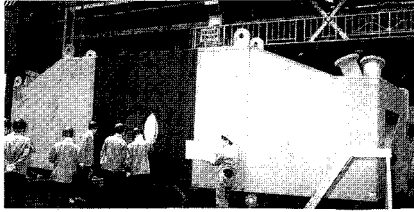
性能を引き出す工夫として、スパイダーに鏡を貼付て空を見たり、天体の高度角に依存する大気分散量を補正する。また、主鏡の面形状を測定するシャック・ハルトマン装置、オートガイド機構、較正用光源、スリットビューが狭い焦点近傍にひしめき合って装備される。さらに、カセグレンとナスミス焦点では大気の乱れを実時間で補正するアダプティブオプティクスも何とか工夫して押し込める。これらの装備の「できの善し悪し」が観測効率を左右し性能に大きな影響を与える。

勢揃いした部品は、作業環境の悪い現地据え付け時にトラブルのないように、丁寧に仮組試験した後、マウナケア山頂へ船出する日も遠くない。

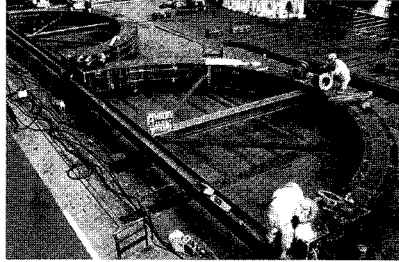
野口 猛(国立天文台)

「すばる」の鏡筒・架台

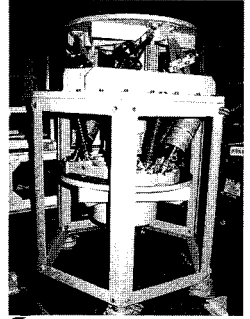
望遠鏡総合の固有振動数4.3Hzをクリアするため、鏡筒・架台は軽くて高剛性のものを目指している。また、シーリング改善策として、構造物の表面はできる限り断熱材を貼り、その上に特殊塗料を塗った薄いアルミ板を貼り、さらに通風を良くして主鏡その他の表面から立ち上る微熱乱流を自然風で吹き飛ばす。



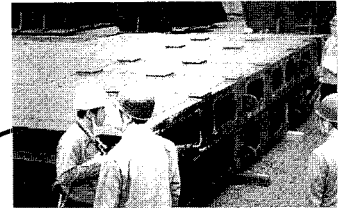
風通設計のセンターセクションは4分割、高度軸穴、トラス接合部が見える



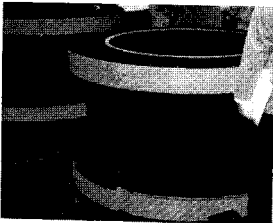
10mのトップリングを2分割で製作



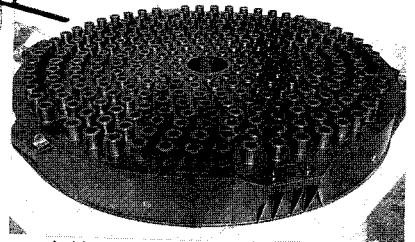
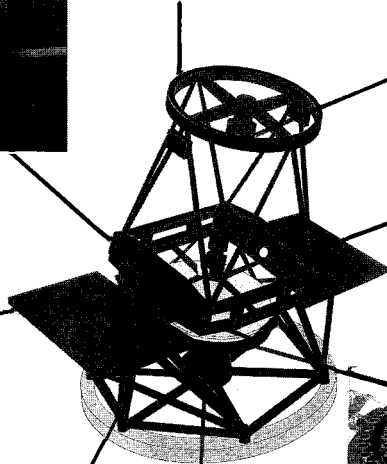
副鏡の6軸駆動実験



2分割のベース台(30畳敷)

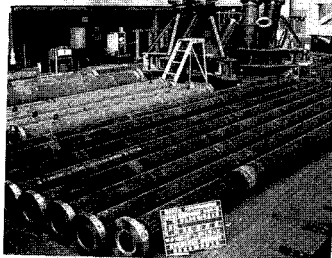


内径1m、鍛造製の2つの高度軸部品

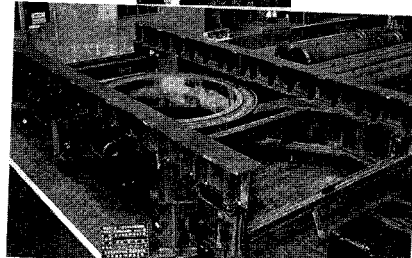


主鏡セルの多数の穴には主鏡を能動支持するアクチエータを装着する

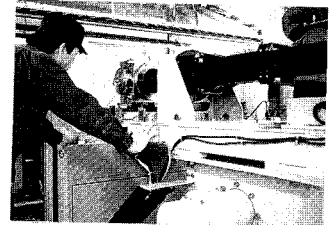
ヨークコアブロック(トラス接合部)



トラス用のパイプ



ヨークセンターと特殊鍛造の方位軸部品



高度依存性など単体試験中の主鏡能動支持用アクチエータ