

# 大型宇宙電波望遠鏡建設の現況

田 中 春 夫\*

## 1. まえがき

今から2年前、この装置の建設が決定した1978年の5月号に計画の概要を紹介したが、その後建設は急ピッチで進んでいる。この間、具体的な設計段階で更に最高の技術を追求した結果、当初期待した性能を上回る装置が実現する見通しとなっている。ここにその設計上の主な進歩と、建設の経過、現況について報告する。

## 2. 土木工事

図1に再び全体配置図を示す。前回報告した干渉計ステーション配列では2重3重のステーションがあり、温度に対する安定度に問題があるので図のように変更した。その特徴は図中に示すように、45m鏡を含むグレーティング、東西4通りのグレーティング観測ができることと、中心部でも2分の1分解能のほぼ完全な全合成ができることとである。

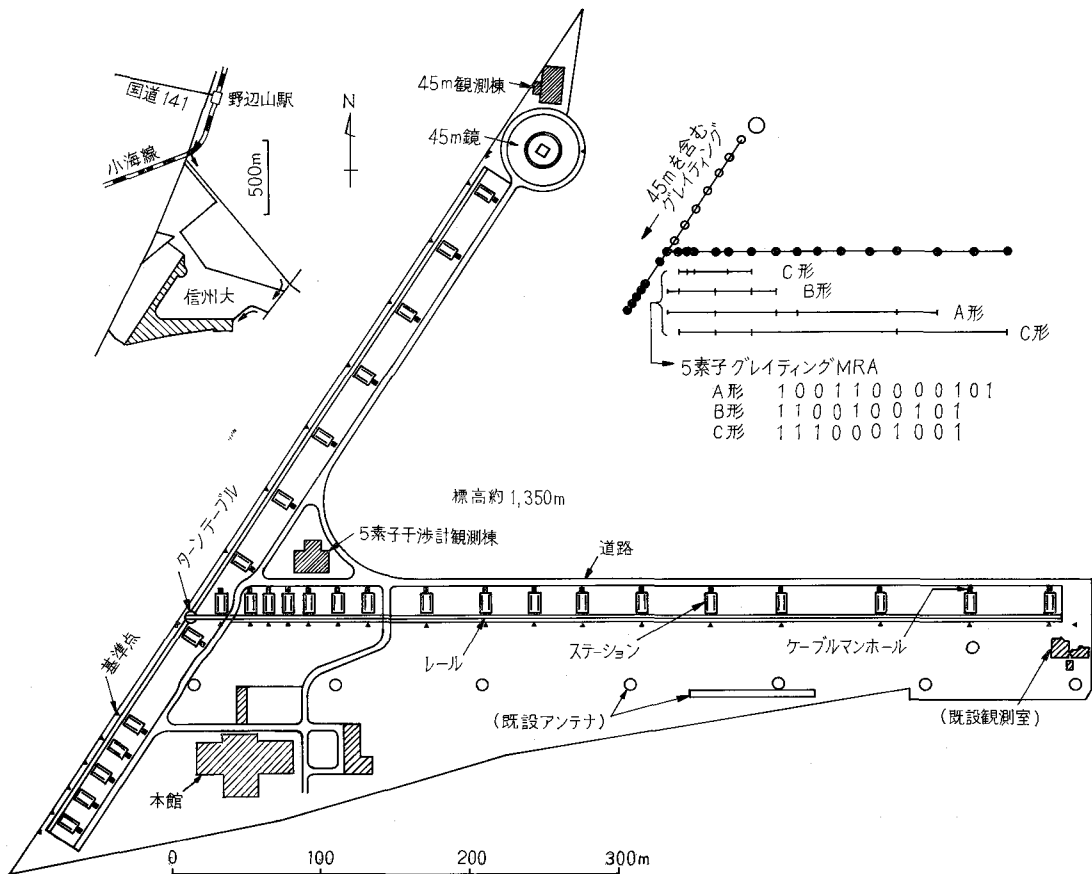


図1 全体配置図と干渉計グレーティング観測モード

\* 東京天文台 Haruo Tanaka: Present Status of Large Radio Telescope Construction

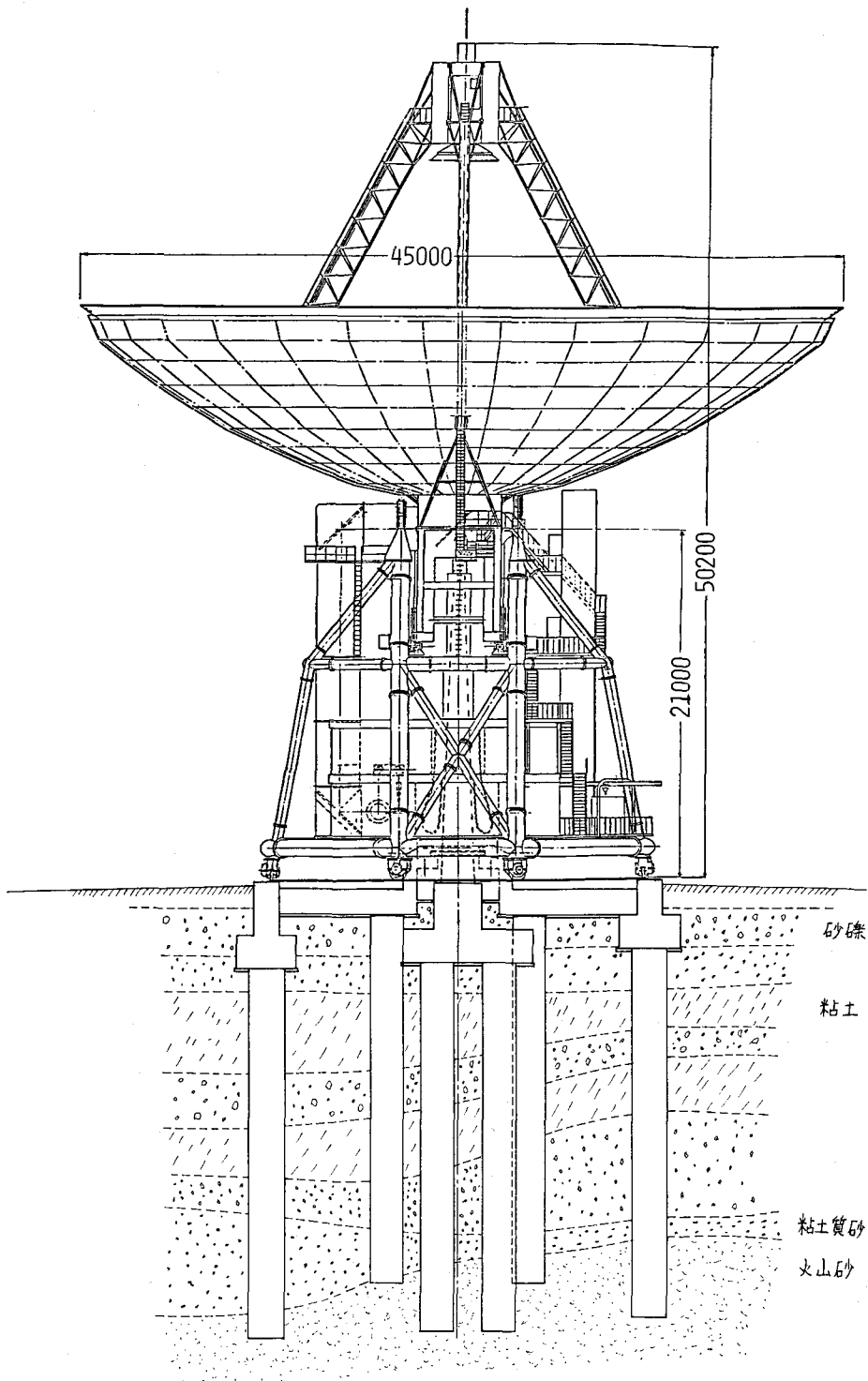


図 2 45m 電波望遠鏡とその基礎断面図

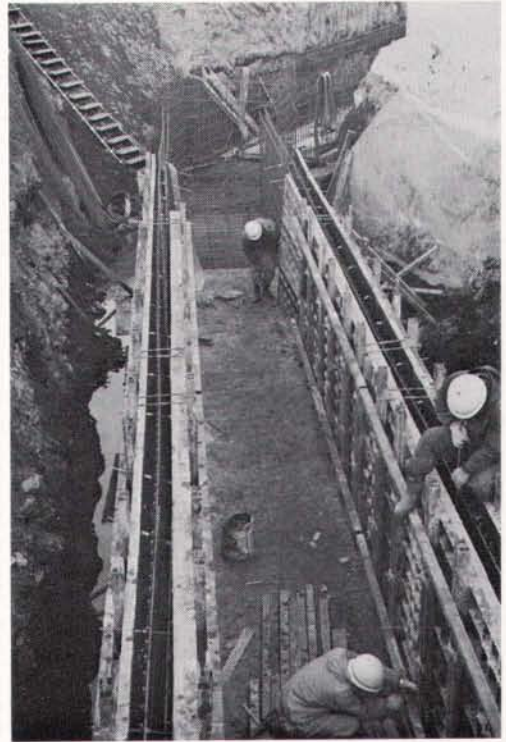
図5 干渉計ステーション基礎工事 (79/12/8)▶



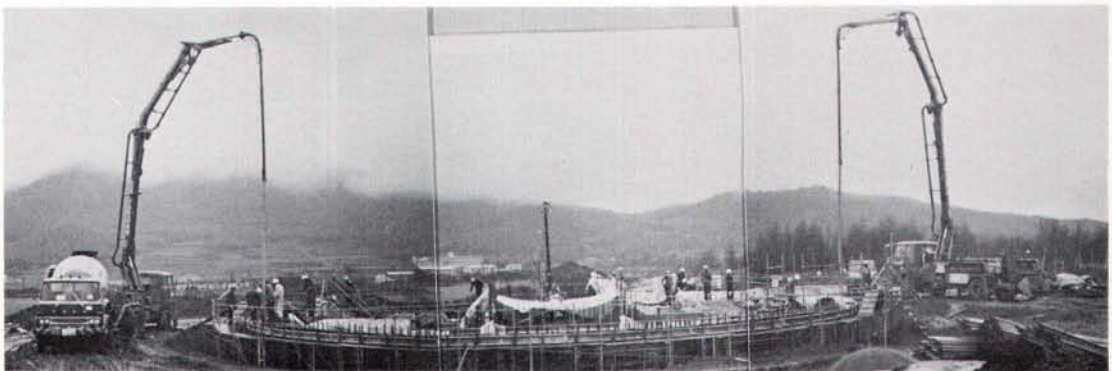
▼図3 ベント杭工事 (79/9/17)



図6 共同溝工事 (79/9/19)▶



▼図4 45m 鏡基礎最上段生コン打ち工事 (79/11/10)





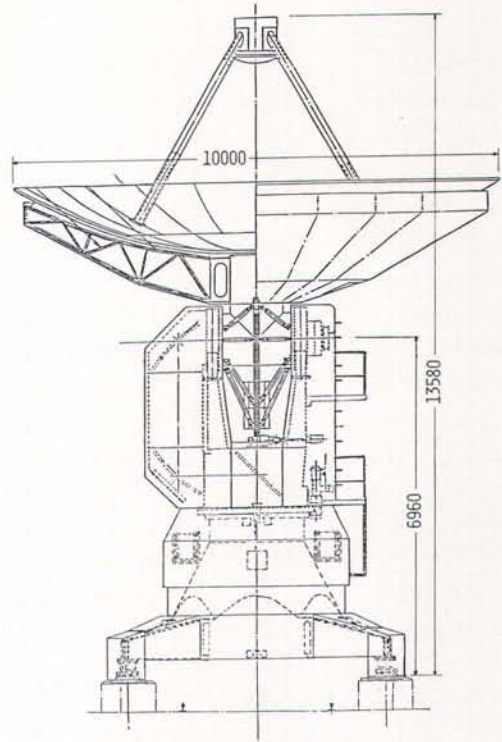
▲図7 センターハブ



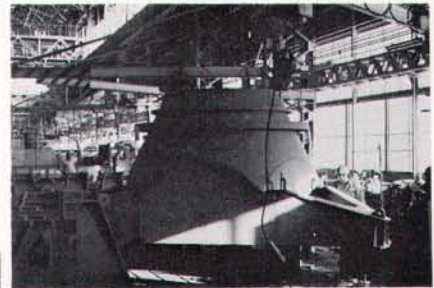
▲図8 45m 主鏡の主骨組



▲図9 700個のパネル調整装置



▲図10 10m 鏡



▲図11 10m 主鏡架台固定部

1978年度は、測量・地盤調査、およびそれに基づく設計が主体であった。30か所に及ぶボーリング調査の結果、図2に一部示すように複雑な地層をしていて、約15~20mの深さに固い砂層があることがわかった。この調査による地耐力の条件と、平均風速7mでアンテナ指向偏位数秒以下という使用条件とから、ベント杭——フーチング工法を採用することになった。1979年、工事を担当することになった鹿島建設が、暖くなるのを待ちかねて3月下旬に工事用道路に着工、4月19日、折からの吹雪の中で起工式を済ませ、5月半ばからベント杭工事が始まった。これは図3に見られるような大掛りなもので、直径2mの鉄パイプを、中を掘りながら沈めてゆく。何本か継ぎ足して所定の深さ（最長22m）に達したとき、右下に見えるような丸く組んだ鉄筋を入れ、ホースで生コンを下から打ち込むと同時に鉄パイプを抜いてゆく。これで地盤に密着した杭が打ち上り、固まってから数十センチ頭部を砕いて鉄筋を出し、その上にフーチング基礎を打つ。というわけで大変立派な基礎ができ上ったわけであるが、穴掘りの段階で予想以上に大きな点石にしばしば悩まされ、工程がやや遅れて一部1980年春に持ち越さざるを得なかった。

図4は45m鏡の基礎フーチングの最上段に生コンを打ち込む風景であるが、この下にベント杭が図2のように、円周に18本、中心のAZ軸受を支える桁の下に4本、AZ軸受の中を通る独立したコリメータ基礎の下に3本が打たれている。レール基礎総重量は6000トンを超え主鏡重量の約9倍に達する。コリメータの杭とAZ軸受の杭が近接しているが、後者はAZ軸の水平荷重に対して杭の頭部が滑るようになっていて、コリメータ塔の安定性を保つように配慮されている。

図5は干渉計ステーションの基礎の一つであるが、3本のベント杭の上のフーチングと、三本足の1段目基礎ができたとこで、これは全部地下に埋まる。手前にプラットフォームの擁壁、後ろに信号ケーブルマンホール、左に電力ケーブルマンホールが見える。基礎中心部には基準ターゲット用の円すい柱が立ち上る。総重量約300トンで、10m鏡重量の約8倍である。

図6は干渉計ケーブル用の共同溝工事風景であるが、当初ヒューム管を考えていたのが幅1.6m、高さ1.7mの四角となった。このほか図1に示す位置に測量基準点が設けてあり、0.1mmで読みとれるマーキングプレートがついている。

建物については、45mおよび干渉計観測棟それぞれ約900m<sup>2</sup>が近く完成、本館も今年着工される。

### 3. 45m電波望遠鏡

1978年度に三菱電機で製造を開始、3月末でほとんど

の部品が出来上り、5月から現地搬入、組立て工事が始まる。図2に示すように形が多少変わった。主鏡設計上の主な進歩としては、主鏡中心部に、熱変形の少ないカーボン繊維強化プラスチック(CFRP)で厚さ10cmのアルミハネカムを挟んだ鏡面パネルを採用したこと、また主鏡骨組背面に厚さ3cmの日除けパネルを張り、主鏡パネルとの間の骨組部分で円周方向に空気を回転させて骨組の温度を均一にし、昼間でも高い面精度が得られるようにしたことである。更に副鏡については、センターハブに対する三次元位置と傾きを光学的に実時間で測定して指向誤差を修正するようにした。

図7は主鏡骨組の基準となる剛性の高いセンターハブ(6.8mφ×3m)で、これに図8に示す30本の主骨組がつく。この骨組は、主鏡が傾いても放物面を保つというホモロジー構造の基本となるもので、計算値との誤差を小さくするために豆細工構造となっている。センターハブも主骨組も、運搬の都合上2分割となっている。

主鏡についてのもう一つの大きな進歩は、600枚のパネルのコーナー会合部700点に設ける支持台として、図9に示すような電動機制御のパネル調整装置を採用したことである。ストローク30mmで、10μm毎にパルス信号を発生させて順次遠隔操作をすることにより、短時間で鏡面調整ができる。問題は鏡面の誤差測定であるが、これについても0.1mmの精度で自動測定ができるめどがついている。上記パネル調整装置の頭部に50mmφのコーナーキューブをつけ、主鏡の底から70cm上に測距・測角儀を置いてこれを視準する。測距では、レーザダイオードを1.2GHzで変調して0.2mm以上の精度が得られ、また測角では、同じ鏡筒にLED-像位置検出の光学系を併設して1秒角の精度が得られることになっている。更に主鏡を傾けたときの光軸の偏位角を0.1秒の桁で測定する光学系がついている。測機舎がこの製作を担当し、近く出来上る。これらの技術は、前述の副鏡偏位測定にも応用されている。

パネル遠隔調整装置と鏡面測定装置とのシステムを計算機制御することにより、鏡面設定誤差0.1mm rms以下、鏡面全体の誤差0.2mm rmsが実現できそうで、波長2.6mmのCOスペクトル線の観測に大きな期待を寄せている。

アンテナの指向方向の基準となるコリメータについては、鏡筒内にクォドラントディジコンという高感度の位置検出器を組み込み、3等級以上の星を使って角度の校正ができるようにした点が主な進歩である。これは鏡面精度の向上に伴って使用波長が短波長へ伸びたため、指向精度への要求が増大したことに対処するためである。

4. 10m 5素子干渉計

10m 鏡および移動台車の製作は、45m 鏡と併行して三菱電機の工場ではほとんど出来上り、5月からの現地搬入・組立てを待っている。図10にその外観を示す。

36枚の主鏡パネルはすべてアルミ板ハネカム構造であるが、主鏡骨組背面、副鏡支持柱、および主鏡架台全面に日除け構造をつけ、それぞれファンにより外気を流通させて、日照による変形を極力小さくするようにした。鏡面測定には、無接触マイクロメータ14個をつけた舟形ゲージを用い、誤差50 $\mu$ m以下の測定をすることになっている。使用波長は2.6mmのCO線と1.35cmのH<sub>2</sub>O線で両者の受信機を備える予定であるが、土木・機械設計は当然2.6mmを基準にしている。このため架台構造にも、図11に見られるような高い剛性と、精密な機械工作を要求している。

基礎への据付けは、三本足が半径方向にだけ自由に滑るようになっていて、温度変化で伸び縮みがあっても中

心がずれない構造になっている。その上基礎中心にあるターゲットを光学的に常時視準して、0.1mmの精度で偏位を検出する光学装置を備えている。

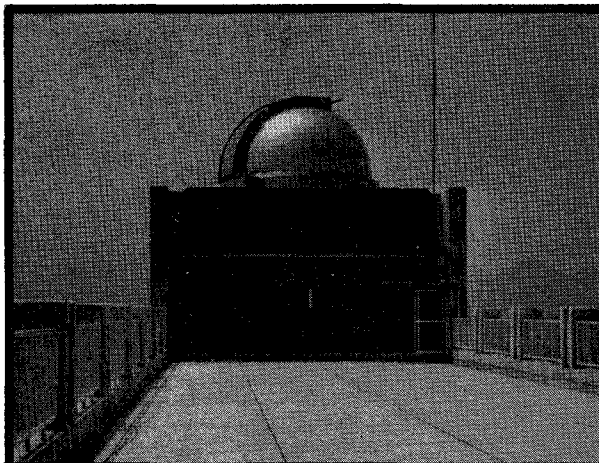
5. あとがき

受信機やデータ処理・制御装置の製作は1980年度に開始されるが、いまその準備に忙殺されている。また野辺山の現地では、地下4mまでの地中温度、地上30mまでの風向・風速・気温・絶対湿度の観測を続けている。これらにより、共同溝内温度変化が年間を通じて約10度と予想されること、地上の気温が高さにより思いのほか変化すること、また昨年近くを通過した台風16号で、地上30mで風速42m毎秒を記録したが、高さ10mでは38m毎秒で、あまり大きな差がないこと、などがわかった。間もなく野辺山も、時には-27°Cに及ぶ厳しい寒気から解放されて再び活況を呈し、秋には45m鏡が八ッ岳を背景に巨大な姿を現わすことであろう。

☆

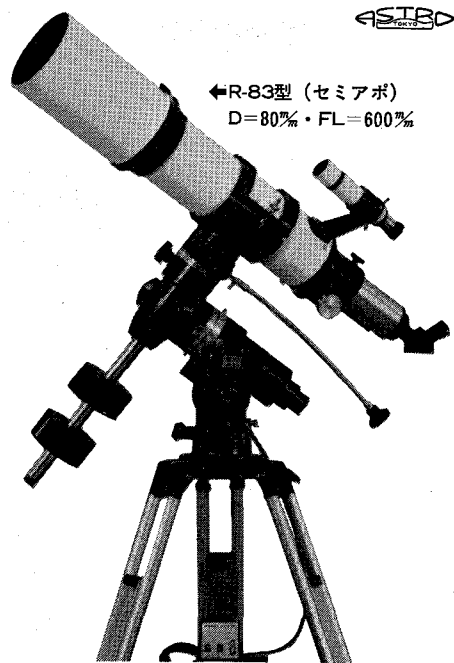
☆

☆



★営業品目★  
天体望遠鏡と双眼鏡  
各種部品と撮影用品  
ドームの設計と施工

★新総合カタログご希望の方は切手300円を同封下さい。  
★全国有名デパート・光学品取扱店でお買い求め下さい。



**ASTRO** 光学工業株式会社

〒170 東京都豊島区池袋本町2-38-15  
☎03(985)1321 振替口座東京5-52499番