

(5) 警察関係資料(被爆直後の資料)

(6) その他種々のフィルム, 学校・工場等の資料, 被爆者の日記など

8-18

総学庶第452号 昭和45年5月1日

内閣総理大臣 佐藤 栄作 殿

日本学会議会議長 江上 不二夫

写送付先: 科学技術庁長官, 大蔵, 文  
( 部, 運輸および郵政各大臣 )

### 電波天文学の振興について(勧告)

標記のことについて, 本会議第56回総会の議に基づき, 下記のとおり勧告します。

#### 記

戦後急速に発達した電波による天体観測は, 従来の光学, 天文学の視野を著しく拡大し, 新しい天体の発見などにより天体物理学は革命的ともいえる段階に至っている。電波天文学の最近の進歩は, 特にめざましく, 宇宙の深奥部を探究するための有力な手段となっている。すなわち, 今では光学望遠鏡とともに, 大型宇宙電波望遠鏡による観測が, この分野の研究にとって不可欠のものとなっている。特に世界的に進められている。大型宇宙電波望遠鏡による国際共同観測において, わが国は各国の研究者から大きな期待を寄せられており, これにこたえるためにも高性能の観測装置の必要性が痛感されている。

わが国の関係研究者は, このような事情のもとに, 慎重な検討を加えた結果, 別紙説明のとおり, 直径45メートル級で, 特に鏡面精度の高い宇宙電波望遠鏡を早急に設置することが望まれるとの結論を得た。

政府がこの大型宇宙電波望遠鏡の早期設置のために特別な措置を講じられるよう勧告する。

#### 説明

##### 1. 観測装置:

宇宙電波の観測による天文学振興のために次の装置を設置することが必要である。

#### 「大型宇宙電波望遠鏡観測装置」

##### 2. 理由:

- (1) 天文学は古くから「光」を通して行なわれてきた。戦後電波による天体観測が急激に発達し, 太陽・銀河・宇宙等の研究に画期的な発展をもたらしつつある。また電波天体による天文測量等の進展にも大きな将来性を持つに至っている。
- (2) 各国の大型宇宙電波望遠鏡観測装置と比較検討した結果, この観測装置は, 口径45メートルの電波望遠鏡を主体とする干渉観測装置とし, 特に主望遠鏡の鏡面精度を0.5ミリメートルまで保つ点を特徴とした。すなわち, この観測装置は, むやみに大きな口径を追わずに, 鏡面の高精度という点にねらいをおき, 国内的には勿論, 世界的にも天文学に新しい分野を拓く十分な可能性を持たせている。

またこの観測装置は全体としての性能が国際的な水準にあり, 宇宙物理学はもちろん, 測地学等の国内の多数の研究者の要求に応えることができる。

よって、これを全国の関係研究者の利用に供する、共同利用の施設として運営する。

- (3) この観測装置は、わが国に設置されるという地域的な意味において、各国間ですでに行なわれている国際共同観測に対するわが国の当然の役割りを果たすことができる。すなわち、わが国がこれらの国際共同観測に参加することによって、地球上で今までにとれなかったような観測基線が実現することになり、電波星の国際的な規模による研究は著しく推進される。

### 3. 観測装置の意義：

この計画案による大型宇宙電波望遠鏡観測装置は、主体となる大型電波望遠単体としては、諸外国に既に存在するいわゆる大型宇宙電波望遠鏡としての役割りを十分に果たしそれによって各分野の研究の推進は勿論可能となるが、一方副望遠鏡による干渉観測によって、中世水素線（波長21センチメートル）の他、更に短い波長域での高分解能観測が実行可能となる。

しかし、この観測装置の大きな特徴は、波長0.5センチメートル～2センチメートルにおいて、充分集光力を持つ大型電波望遠鏡の建設である。大型電波望遠鏡が波長0.5センチメートルという短い波長で充分使用可能であるということは、まだ世界にその例がなく、このような高精度の鏡面及び駆動装置の製作自体に極めて高度の総合技術の開発という意味をも含んでいる。

波長0.5センチメートル～2センチメートルの領域においては、世界的にはまだ口径25メートル程度の集光力による観測しかなされておらず、しかもこの波長域での電波は電波星（電波で見える多くの天体の総称）の発生進化に極めて重要な鍵を与えているにもかかわらず、観測の不確定さと共に、観測し得る電波星の数をも著しく制限しているのが現状である。従ってここでの大型電波望遠鏡のもつ意味は、今までにまだ見えなかった多くの電波星の観測を可能にし、光学、X線、赤外線等の観測も併せ行なうことによって、今まで知られなかった電波星の持っている物理的に重要な事実を的確に見出し得ることである。

現在の電波天文学の動向から類推すると、多くの電波星（準星等も含めて）のこの波長域での振舞を知ることによって、それらの天体の神秘性を一つつつほぐして行くこと又、この波長域での分子スペクトル線等を世界最高の感度で観測することによって、銀河系構造についてののてがかりを飛躍的に増大させること等は大きく期待できうることである。

この大型宇宙電波望遠鏡観測装置は、我が国における多くの関連分野と密接に関係している。光学を主体とする在来の天文学の分野は勿論、X線天文学、赤外天文学、理論天文学、宇宙論等、又一方においては、測地天文学、宇宙計測等の分野を著るしく刺激し、こうした分野の研究者が、それぞれ独自の新しい研究を推進するために、この装置を使用しなければならないことは明らかである。すなわち、これにより各分野で大きい進歩が期待されるからである。

我が国にこのような大型電波望遠鏡が設置された暁には、天体の国際共同観測という立場から、この装置の固有性を発揮することになる。このような装置と、諸外国の大型電波望遠鏡との連携観測は、既にオーストラリア、アメリカ等からも強く提案されてきているものである。この意味でも我が国に大型電波望遠鏡の設置がぜひとも要望されるのである。実際、アメリカ、欧州、カナダ、オーストラリア等各国の大型電波望遠鏡は超高精度の時計によってそれぞれ結合され、既に天体の共同観測を実施中であり、宇宙の果てを見るという意味で、画期的な成果を上げつつある。これらの計画は、電波星の超微細構造を世界的な規模で共同研究しようとするものであるが、一

方電波星の観測に関連した測地学地球物理学の立場からも、これらの国際共同観測はぜひとも強力に推進されなければならない時点に来ている。

特に我が国とオーストラリアとを結ぶ電波観測の基線は、天球の走査に対して全くユニークなものであり、これによる天文学研究の重要性にもついて、以前よりオーストラリアから、我が国との共同観測について強く要望されている。

我が国の電波天文学は過去20年間主として太陽電波を中心として世界的な成果を上げてきた。この間に培われた、電波による天体の観測技術並びに理論的研究は、新しい宇宙電波の観測、研究に対して極めて高い潜在力となっており、実際過去10年間にわたっては、宇宙電波観測固有の基礎的研究にもかなりの実績を上げてきている。これらの研究者達は、ここに提案している大型宇宙電波望遠鏡観測装置の建設、及びこれを使用する観測等を実際に担当して、この装置の持つべき実質的な研究効果を導き出すのに、充分な原動力を持つに至っている。

#### 4. 観測装置の概要：

##### (1) 基本的な理念

(a) この計画は、「わが国に国際レベルの電波天文の観測装置をそなえる」必要性から起こったものである。すなわち、国際的な水準でしかも多数の研究者の多種多様な要求に応えるものでなくてはならない。

装置の中心が大口径パラボランテナとなったのはこのためで口径は一応45メートルという結論がえられた。

(b) この装置は天文学に新しい分野を拓くようなユニークなものでなければならない。諸外国の装置の模倣や費用さえかければできるといった安易なものであってはならないし、また外国に例のないわが国にしてはじめてできるようなものでなくてはならない。ただし、そのために(a)で与えられた条件、すなわち「普通の大口径電波望遠鏡」としての性能を少しでも犠牲にしてはならない。

(c) 装置として「経済的」なものでなければならない。同時に諸外国の施設と比べても少ない費用で建設可能なものでなければならない。この点は、わが国はこの方面の技術では諸外国の水準を抜いているが、米国やヨーロッパ等とくらべて国内需要が少ないために部分的にかなり割高になる面があるので、全体の建設費用にこれが響いてこないような経済的な設計をもとめることによって解決しなければならない。

##### (2) 具体的な設計の要点

(a) 中心となる望遠鏡の口径は45メートル、経緯儀式の架台として焦点比(おわんの深さ)を0.4とした。

天体望遠鏡としては赤道儀式が一般的であるが、大型望遠鏡では鏡面の変形をコントロールしやすい経緯儀式が適している。

焦点比は、0.25~0.3程度の、おわんの深いものが最近の傾向であるが、重力変形のうけやすさ等を検討してやや浅目のものの採用となった。

(b) アンテナの光学系は修正カセグレイン方式を採用し、鏡面周辺部の効果的な利用をはかった。これによって実質的に口径50メートル以上のパラボランテナに相当する集光力(電

波を集める力)をもつ。

- (c) 鏡面の精度を  $0.5\text{mm}$  ( r. m. s ) 程度まで検査し調整し得るようにした。天空のいろいろの場所を観測するために、反射鏡をかたむけると、鏡面の支支構造の重力によるたわみによる変形がかなり大きいので、普通は鏡面精度としてはこれほど厳密には考えられていない。しかし、本案では、比較的多く使用される高度角の範囲で最高の面精度を得る様このような考慮がはらわれた。
- (d) 重力による「おわん」の変形(理想鏡面からのずれ)は  $1\text{mm}$  ( r. m. s ) 以内におさえた。

これらの考慮によって集光力、精度を高く保つ反面本計画では

- (a)' 望遠鏡の向けられる範囲を高度  $20^\circ$  までに限って、構造設計を容易にし極度の重量増大をさけた。
- (b)' 指向精度はきわめて高いものが要求されるが、角度よみとりを、回転軸によらずコーリメーターによって鏡面から直接行なうこととし、回転支持構造に対する精度の要求をやわらげた。
- (c)' 観測のよく行なわれる重要な高角度の範囲で鏡面を調整し、他の高角度では、鏡面の重力による変形が一つのパラボラを、別の新しい形のパラボラに移すような形になるような骨組構造を見出した。これによって、望遠鏡の性能をあまりおとさずにかなり大きな重力変形をゆるすような設計とした。

等のかなり思いきった方策により、設計としては非常に経済的なものとなり、諸外国の同程度の規模の装置とくらべてはるかに性能が高くしかもすくない費用で製作可能な見通しである。とくに仰角  $60^\circ$  近くでは非常に高い性能を示し、観測可能な波長が1センチ以下ミリメートル波の領域までのびている。この波長域で充分使える望遠鏡といえば、従来から10メートル程度が限度とされていたが、本計画によりそれを大きく打破することができる。波長1センチ以上5センチあたりまででは、現在の水準を倍くらい抜くことができる。さらに、この望遠鏡のどちらかといえば不得手といえる波長10センチ以上でもパークスの64メートル望遠鏡とくらべてあまりおとらない集光力をもつ。高度  $60^\circ$  からはなれた方向でも面精度1ミリは確保できるので、現在世界最高といわれている望遠鏡とくらべてはるかに高い性能をもつ。

さらに、これと組み合わせる干渉装置については観測能率に特に重点をおき、干渉計で特にやりやすくスペクトル線の観測をやりやすいように考えた。これによって、45メートル望遠鏡単独ではできない部分まで観測分野をひろめ現在日本における宇宙電波研究者の多様な要求に応え得るものとなる。

受信機は波長1cm附近に重点を置く。それはこの大型電波望遠鏡の大切な特徴を生かすためである。波長5cm~30cmまでについては、この間に少くとも5周波の独立した受信機が必要である。この中には波長21cmと18cm帯での、それぞれ重要な中性水素及びOH分子の線スペクトル受信機が含まれている。

これらの受信機は干渉計としての受信機にそのまま流用できる。45m主鏡単体での観測

と、干渉計としての観測が全く同時に行なわれることは少ないから、各受信機を能率よく流用することは可能である。干渉計としては受信機の出力をデータ処理する計算装置が特有なものとなる。

計算装置としては、上に述べたように、干渉計そのものに含まれる部分と、一般のデータ処理に必要な部分と、更に望遠鏡及びその干渉システムが、観測を始めると、観測プログラムの編成に従って、各種の観測が昼夜、連日行なわれて、その間各望遠鏡及び計算機はフル運転となる。

電波天文においては受信機に特別に庫度の安定度が要求される。又受信信号からいうと、いくらでも弱い天体の電波が存在するのであるから、それだけ勝れた受信機を必要とする。そして受信機の特定の部分、部品、或は又材料等の研究試作が天体電波受信固有の研究として重要な問題となって来る。そのために実験工場を設け、常に第一線級或は最高の受信機を維持し続けなければならない。

この計画案の観測装置に関する具体的な検討については、当初より東京天文台、空電研究所等のこの分野の研究者グループが大きな推進力となって来ており、これらの研究者グループ並びに関連分野の多くの研究者は、この装置の建設に関する実務を担当する用意と十分な熱意を持っている。そしてこれらのグループの総合的な協力体制は、この装置の実際の建設にあたっては基本的な推進力となることは明らかである。

昭和37年頃から、東京天文台、空電研究所、電波研究所国際電々研究所等の宇宙電波のグループは不十分な設備を用いて観測を行なって来た。特に東京天文台と電波研究所とは、宇宙通信実験用に造られた鹿島の30メートルアンテナによって銀河系内の電波源の観測を行なって来たが、構造が天文観測用に設計されていないことと、鏡面精度等のために、十分な天体観測を行なうことは困難な状態である。このような状況が我々がいかにか努力しても、天文学のための大型電波望遠鏡を持たない限り、もはやこれ以上の研究を推進することは全く不可能になって来た。それほど電波天文学の世界的進展はめざましく、観測自体が勝れた装置と、ぼう大な観測時間を必要とする段階に来てしまった。

世界で高精度宇宙電波望遠鏡として活躍している代表的なもの(又具体的に計画されているもの)を列挙すると大体第1表のようになる。

所 在	国	口 径	完 成年	鏡面精度
ジヨドレルバンク	英	76 m	1957	15 mm
ジヨドレルバンク	英	40×25 m	1965	—
パ ー ク ス	濠	64 m	1960	4 mm
アルゴンキン	カナダ	45 m	1966	1 mm
グリーンバンク	米	91 m	1962	10 mm
グリーンバンク	米	42 m	1965	1 mm
ボ ン	西 独	100 m	建設中	2 mm
[CAMROC]	米	120 m	建設中	4 mm

第1表 世界の大型電波望遠鏡

これらの諸望遠鏡は既に精密な時計によって連結されており、互に国際共同観測を実施中である。そして地域的にも我が国に対して、国際共同観測を求める要望が強くなっている。

天文学研究連絡委員会では、天文学全般について、多岐にわたる将来計画の検討を進めてきたが、天文学のために種々の新しい高性能の観測装置の必要性が提案されて来ている。しかしながら、その中でも宇宙電波の観測については、その目的のための大型観測装置がないために、我が国は世界のこの分野の学問の水準から全く除外されるまでになっている。このような状況にもとづいて、日本学術会議は、電波による天体の国際共同観測に対する、我が国の役割りを重視して天文学全体の進歩のために、今回特に大型宇宙電波望遠鏡観測装置を設置することが、緊急に必要であるという結論に達したのである。

日本学術会議では、天文学、測地学、物理学等の関連分野の研究者が、ひとしくこの観測装置を必要としていることを認め、従ってこの装置はそれぞれの研究目的に応じて使用されなければならない。ということをも原則として検討を進めて来た。即ちこの装置は共同で使用できる観測施設であることを目標としている。

## 参 考

### 1. 建設費用及び年間経費

大型宇宙電波望遠鏡観測装置	41,200.0万円
付帯設備(建物其他)	4,500
設備費総額	41,650.0
運 営 経 費	6,500.0万円
保 修 費 (鏡面保持, 其他)	2,000
事 業 費 (機器開発, 其他)	6,000
年間経費総額	14,500

### 2. 建設計画の具体案

#### (1) 建設の年次計画

この計画は建設着手より完成までほぼ3ケ年を必要とする。建設の年次計画の見通しは第2表の通りである。

第2表 大型宇宙電波望遠鏡観測装置建設年次計画

項目 \ 年次	1	2	3	4	5
土木, 建築工事	土地調査 (旅費・ホテル)	設計及建設 (架台基礎工)・工事			
観測室, 宿舍		設計及建設			
主 鏡 面	準備研究 (計算機シミュレーション)	設計・製作・建設			
主 鏡 架 台	準備研究 (計算機シミュレーション)	設計・製作・建設			
干 渉 計			設計・製作	建 設	
受信機, 計算機	準備研究	設計・製作	製 作		
主 鏡 による観測				天 体 観 測 開 始	
干渉計による観測					天 体 観 測 開 始

(2) 観測のための要員

この装置全体を保守、整備し、観測事業を実行して行くためには、専用の人員として30名程度が必要である。観測施設としての監理、実務要員の内容は第3表の通りである。普通の観測についての勤務は昼夜3交替で行なうことになる。

第3表 観測業務に必要な人員

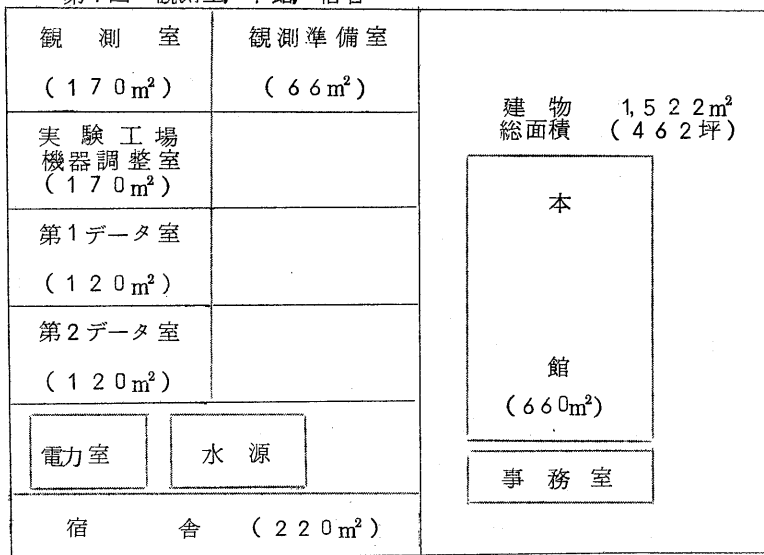
項目	年次	1	2	3	計
管理・技術要員		2人	2	1	5
技(術一般)要員		6	5	5	16
事務要員		1	5	3	9
労務要員			3		3
合計		9	15	9	33人

全装置の稼働時間については、年間を通じて大体半はこの施設での観測要員を主体とする試験観測、保守、整備、改造作業にあてられ、半がそれぞれの観測計画にもとづいた観測に使用されることになろう。

(3) 附帯設備(観測室、本館、宿舍)

この装置によって、実際の観測を行なう場合に大体第1図のような本館、観測室、工場及び宿舍が必要である。

第1図 観測室、本館、宿舍



3. 運用に関する事項

この装置の運用事項(取扱う事柄)は次の通りである。

(1) 宇宙電波に関する観測事項

- 強度観測
- 偏波観測
- スペクトル分光観測
- 可変距離干渉観測

- 中距離干渉観測
- 長距離干渉観測\*
- えんべいの観測
- パルス波の観測
- レーダー観測
- 子午線観測
- 電波星表の作成
- 未知の天体，スペクトル線の探索
- 電波の領域で大集光力，高分解能を必要とするその他の天文観測
- \*大陸間長距離干渉計観測（国際共同観測，VLBA）

(2) 宇宙電波の観測に関連する研究事項

- 宇宙の絶対温度の研究
- 銀河系群の研究
- 銀河系間空間の研究
- 銀河系星雲の研究
- 銀河系内特殊星の研究
- 中性水素雲の研究
- 電離水素雲の研究
- 宇宙及び銀河系の高速電子雲の研究
- 宇宙磁場および銀河系磁場の研究
- 分子雲の研究（OH, H<sub>2</sub>CO, NH<sub>3</sub>, H<sub>2</sub>O, HCN, etc）
- パルサーの研究
- 準星の研究（恒星状天体）
- X線星（エクスター）の研究
- 星間塵，星間空間の研究
- 惑星間空間の研究
- 太陽コロナの研究
- 惑星表面及びその大気の研究
- レーダーによる惑星表面の研究
- 天文測量及び宇宙計測の研究
- 未知の天体，未知のスペクトル線等の探索に関する研究

(3) プロジェクトにもとづく附属装置の改造，開発事項

- 高感度，高安定度の受信装置の改造，開発
- 測定に要する精密機器の改造，開発
- データ処理法と，その装置の改造，開発
- 新しい開発諸装置による天体の試験観測