

*** 1977年6月版の大型宇宙電波望遠鏡観測装置パンフレット**

アーカイブ新聞第668号(2013年4月9日)に「山下芳子氏からの資料(野辺山宇宙電波観測所、光電子午環建設のころ)」という記事を書いた。山下芳子氏から2013年4月8日に届いた封筒の中にあつたもののリストが次である。

- 1) 国立天文台岡山天体物理観測所パンフレット 2001年1月版:1冊
- 2) 文部省国立天文台岡山天体物理観測所パンフレット 1988年10月版:1冊
- 3) 東京大学東京天文台パンフレット 1983年版:表紙がエッセルスペクトル
- 4) 建設中の野辺山宇宙電波観測所(45m電波望遠鏡)写真:年次報告の口絵写真
- 5) 東京大学東京天文台木曾観測所パンフレット(1974年10月開所)
- 6) 東京天文台100年記念郵便切手カバー:2個
- 7) 磯部琇三「光学天文観測における多量情報処理」:科学 Vol.47, No.5, 1977. May (別刷)
- 8) 井上 允(名古屋大学理学部)「電波言カタログ(II)」:天文月報別刷 p331
- 9) 清水実、磯部琇三「世界の望遠鏡技術の現状と展望」天文月報別刷:第75巻第3号
- 10) 東京大学東京天文台「大型宇宙電波望遠鏡観測装置」パンフレット昭和52年6月版:2冊
- 11) 東京大学東京天文台「自動光電子午環パンフレット」:昭和55年5月版
- 12) NITSUKI REPORT「特集:ミリ波への挑戦」(東京大学投稿天文台 大型宇宙電波望遠鏡観測装置)

今回はこのリストの10) 東京大学東京天文台「大型宇宙電波望遠鏡観測装置」パンフレット昭和52年6月版について記事にしたい。

昭和52年というのは1977年である。この大型宇宙電波望遠鏡が完成し野辺山宇宙電波観測所の開所式が行われたのは1982年3月1日であった。

野辺山にはこの大型宇宙電波望遠鏡に先立ち、160MHz太陽電波干渉計が完成し、1969年10月には野辺山太陽電波観測所は開所式を行っている。また、1969年4月には宇宙電波部門が設置され、太陽電波部から宇宙電波部が分離発足している。そして三鷹で開発を続けていた6mミリ波宇宙電波望遠鏡が完成している。1971年にはこの6m宇宙電波望遠鏡で、星間分子フォルムアルデヒドなどの検出に成功し、着々と実績を重ねていた。

1976年1月に大型宇宙電波望遠鏡建設を目指す電波望遠鏡準備室が発足している。このパンフレットはこの電波望遠鏡準備室が作成したものであろう。建設費100億円と言われた45mミリ波電波望遠鏡という大きな計画であった。この計画を進めている時期の台長は

第9代台長大沢先生の時代であった。筆者の隣の大沢先生の部屋には田中春夫、赤羽賢司などの諸先生がしばしば出入りしていたのを覚えている。

このパンフレットの表紙には大型宇宙電波望遠鏡の完成予想図が書かれている(写真1)

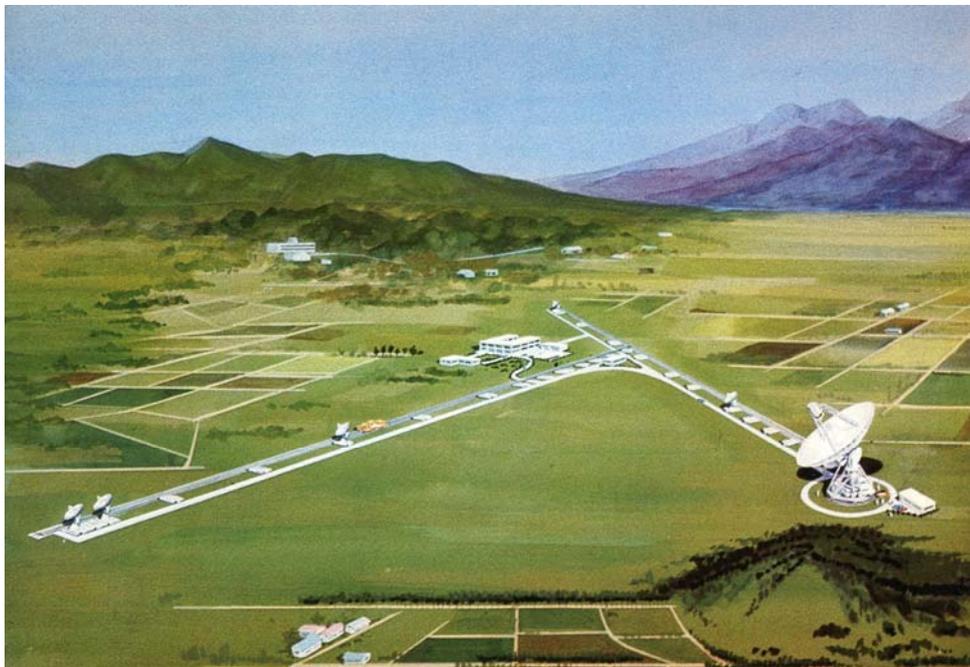


写真1

電波望遠鏡は、宇宙からの電波をとらえて、先ではみることのできなかった幾多の天体を発見し、私達の宇宙像を一新させました。この装置は、わが国独自の新技术を用いた世界で初めての高精度・大型電波望遠鏡で、その画期的な高性能によって、新しい宇宙への扉をさらに大きくおしひらくでしょう。

大型宇宙電波望遠鏡観測装置

東京大学東京天文台
昭和52年6月

〈完成予想図〉

世界の主な宇宙電波望遠鏡

1. パラボラ型電波望遠鏡

観測所	国	完成年	口径	観測精度
ジョドレルバンク	イギリス	1957	77m	5 m
パークス	オーストラリア	1960	64m	2 m
アンテナバー	アメリカ	1960	30m	2 m
キットピーク	アメリカ	1964	11m	0.14m
グリーンバンク	アメリカ	1965	42m	1 m
クリミア	ソ連	1965	22m	0.5 m
アルゴンキン	カナダ	1966	46m	1 m
三浦	日本	1970	6 m	0.14m
ボン	ドイツ	1971	100m	1 m
オンセラ	スウェーデン	1976	20m	0.3 m
野辺山	日本	本計画	45m	0.3m以下

2. 干渉計型電波望遠鏡

観測所	完成年	アンテナ	基線の長さ	観測波長	分解能
オーニスバレー (アメリカ)	1961	27m × 2基	1 km (2方向)	21cm 3cm	49" 7"
ウェスタボーク (オランダ)	1970	25m × 14基	1.6km	21cm	20"
グリーンバンク (アメリカ)	1971	26m × 3基	2.7km	11cm 3.7cm	8" 3"
ケンブリッジ (イギリス)	1971	13m × 8基	5 km	6cm 2cm	2" 0.7"
スタフォード (アメリカ)	1971	18m × 5基	206m	2.8cm	19"
ニューメキシコ (アメリカ)	建設中	25m × 27基	21km (3方向)	11cm	1"
野辺山 (日本)	本計画	10m × 5基	600m (2方向)	1cm 以下	3"

写真2

写真2が表紙と裏表紙である。裏表紙には当時の世界の主な宇宙電波望遠鏡と日本の計画の対比の表が示されている(表1)。

観測所	国	完成年	口径	鏡面精度
ジョドレルバンク	イギリス	1957	77m	5mm
パークス	オーストラリア	1960	64m	2mm
アンバー	アメリカ	1960	30m	2mm
キットピーク	アメリカ	1964	11m	0.14mm
グリーンバンク	アメリカ	1965	42m	1mm
クリミア	ソ連	1965	22m	0.5mm
アルゴンキン	カナダ	1966	46m	1mm
三鷹	日本	1970	6m	0.14mm
ボン	西ドイツ	1971	100m	1mm
オンサラ	スウェーデン	1976	20m	0.3mm
野辺山	日本	本計画	45m	0.3mm以下

表1

日本の計画の鏡面精度 0.3 mm以下、口径 45m とずば抜けた性能が示されている。

見えない宇宙を探る - 電波天文学

宇宙を探る電波天文学 — 宇宙からの電波は、1931年に偶然の事から発見されました。星と星の間の空間をみたす低密度のガスなど、光をださずに電波だけをだす天体が多く発見され、各国で極めて巨大な電波望遠鏡が建設されました。ことに1960年代、波の天体「クエーサー」(準星)、爆発して飛び散る銀河、100億年前の「大の玉宇宙」の名残りの電波、電子や分子の電波スペクトル線など数多くの大発見があいつぎ、私達の宇宙観は大きく変わりました。

電波天文学の特徴 — 地上から宇宙を観測できるのは、電波と光だけです(左図)。主として高温のプラズマ(星・高温ガス雲)を見ることのできる光に対し、電波は光ではみえない低温のガス(星間空間をみたす水素分子・星の母体となる極低温の暗黒星雲など)や、高エネルギー粒子の集団(爆発する銀河など)を主としてみることができ(右図)。このように、電波望遠鏡は光やX線観測と補い合って宇宙の姿を探ります。

世界の動向と日本の計画 — 電波天文学は急速な進歩を続けており、新鋭電波望遠鏡の建設が各国で盛られています。本計画は、太陽電波干渉計・宇宙電波スペクトル観測等を切り開いてきたわが国の実績を最大限に生かし、大型宇宙電波望遠鏡を持たないわが国の現状を一気に打開して、最近注目を集めている電波スペクトル観測では世界のリードをめざしています。

この大型宇宙電波望遠鏡は— 直径45mの高精度パラボラ型電波望遠鏡と、直径10mのパラボラアンテナ5基を縦横に移動させて直径約600mのアンテナ面を合成する「開口合成望遠鏡(5素子電波干渉計)とで構成されます。この装置は、大型電波望遠鏡としては初めての高精度を、世界に先がけて実現しようとするものです。特に経費長での高信頼な高性能によって、わが国が先進的に開始してきた「宇宙電波スペクトル」の分野をはじめ、宇宙研究の新しい領域を大きく切りひろくして下さい。

	53年度	54年度	55年度	56年度
造成・基礎工事	開始	進行	完了	
望遠鏡設計・建設	開始	進行	完了	
受信機開発	開始	進行	完了	
共通設備	開始	進行	完了	
建物・付帯設備	開始	進行	完了	

大型宇宙電波望遠鏡完成予想図 (表紙裏面)

写真3

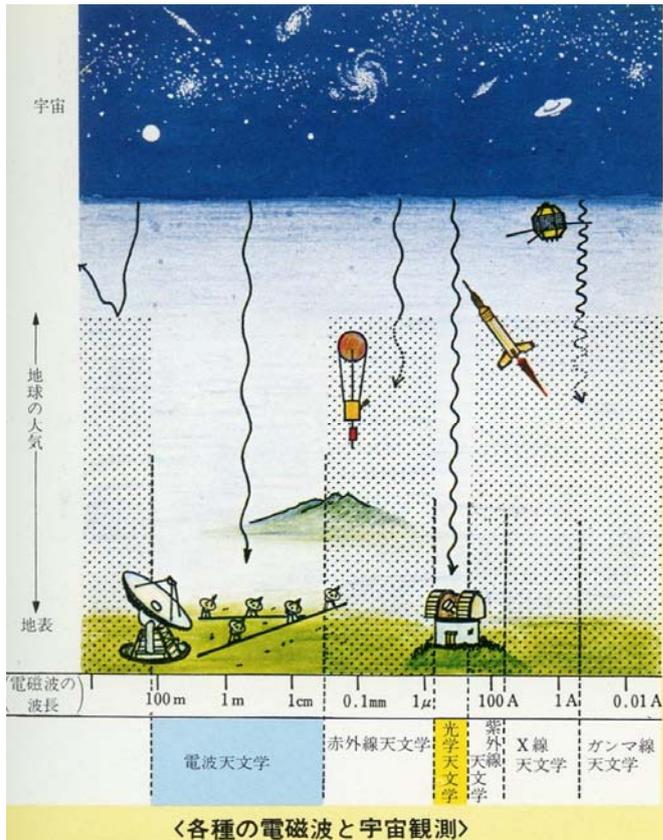


図 1

写真 3 には、見えない宇宙を探る電波天文学の特徴などの解説、またこの大型宇宙電波望遠鏡の特徴、建設年次計画などが載せられている。

写真 3 のページの図 1 は、電磁波が地上に届く窓の説明であり、従来の可視光を使った天文学の窓は狭く、人間の目には可視光の世界しか見えないが、宇宙からはあらゆる波長の電磁波が地球に降り注いでおり、電波領域での情報の多さが推察できるのである。地球を取り巻く大気の吸収により、地上に届かない電磁波の領域では、大気球搭載観測機器、ロケットによる大気圏外での観測、また人工衛星による宇宙空間での観測と、人類は常に新しい目を求めて観測装置の開発を進めているのである。

世界で初めての 大型・高精度・高効率 電波望遠鏡

短波長領域において、集光力・像の分解能力・データ取得能力などあらゆる面で世界水準を抜き、特に電波スペクトル観測には桁違いの性能を実現します。

高精度 主鏡の音組設計・アンテナ配列の新手法の開発で可能となった高精度により、波長1m以下の短波長(スペクトル観測に有利)では、世界一の集光力(45m鏡——左図参照)・像の分解能力(5集子干渉計)をもちます。

従来の高い集光力 電波望遠鏡としては世界で初めてのアーチ光学系を採用し、主鏡で集めた電波を鏡によって直接地上の観測室へ導きます。これによって同時にいくつもの波長で観測が可能になると、望遠鏡の効率も数倍に上がります(右頁上の概念図参照)。

光情報技術の応用

レーザを用いた新しい電波分光法の開発(下図参照)により、45m鏡では従来の10倍以上のデータ獲得が、5集子干渉計では干渉計として初めての本格的電波スペクトル観測が、それぞれ可能になります。

レーザを用いた電波分光計 東京天文台で開発された、新しい原理(超音波によるレーザ光の回折効果を利用)による電波分光計。

アーチ光学系概念図 主鏡で集められた電波は半分をアンテナをもつ下部機器室へ直接導かれ、ここで多数の受信機に分配される。

完成予想図(部分)

45m鏡および干渉計の一部(南北レールの一部、ステーションにおかれた10mアンテナ2基)を示す。南北レール上はアンテナ移動用の走行台車、引き込みレール上は同じく走行台車がある。45m鏡の水平回転台上の建物は受信器をおく下部機器室で、電波は直接ここへ導かれる(上右の概念図)。

単年度の積算

45m電波望遠鏡

光学系	アーチ光学系・アーチ方式
主鏡の口径	45m
主鏡の面積	全径0.3m以下、中心径0.3m以下
天体の直視精度	1/2,000
観測高	20m~3m以下(3バンド)
全重量	700トン

5集子電波干渉計(開口合成望遠鏡)

1集子	1ヶ月かけて集めた積算にシームレスな電波写真が10枚(4バンドを電波写真)
干渉計の口径	110m×55m
集光力	1.35倍
レールの長さ	東西・南北とも約600m
アンテナのステーションの数	30
観測波長	1m(10m以下まで)
像の分解能力	1/7,000(画素1m)

データ処理制御装置 観測データの大量データ・大容量データのオンライン・オフライン処理
高速大容量の大型電子計算機を主体とした中央制御装置と、中型計算機を主体とした直接制御系より成る。

写真 4

装置の諸元

45m 電波望遠鏡

光学系……………グレゴリアン・クーデ方式
 主鏡面口径……………45m
 主鏡面精度……………全面0.3mm以下、中心部0.2mm以下
 天体の追尾精度……………1/2,000度
 観測波長域……………30cm～3mm以下（9バンド）
 全重量……………700トン

5素子電波干渉計（開口合成望遠鏡）

パラボラアンテナ…口径10m×5基、重量1基35トン
 レールの長さ……………東西・南北とも約600m
 アンテナステーションの数……………30
 観測波長……………1cm（将来3mm以下まで）
 像の分解能……………1/1,000度（波長1cm）

データ処理制御装置

高速大容量の大型電子計算機を主体とした中央制御・処理装置と、中型計算機を主体とした直接制御系より成る。

万能型だが、特に短波長のスペクトル観測で高性能

1～3ヵ月かかって像の非常にシャープな電波写真が10枚くらいとれる電波写真機

望遠鏡の制御・大容量データのオンライン・オフライン処理

表 2

写真4には、大型宇宙電波望遠鏡が世界で初めての、「大型・高精度・高能率」の電波望遠鏡である説明がなされており、短波長領域において、集光力・像の分解能力・データ取得能力などあらゆる面で世界水準を抜き、特に電波スペクトル観測には桁違いの性能を発揮するとうたっている。

大型宇宙電波望遠鏡(45m 電波望遠鏡)とともに建設される5素子の10m 電波干渉計があり、表2にそれら装置の諸元が紹介されている。この干渉計は東西・南北600mの基線の長さを持っている。また高速大容量の大型電子計算機を主体とした中央制御処理装置と中型計算機を主体としたデータ処理制御装置がある。

この装置によって……短波長の宇宙電波、特にスペクトル。また電波天文学のあらゆる領域で第一線の装置として活躍するでしょう。全地球的観測ネットワークで天体の超微細構造を調べる。さらに、物理・化学・生物学・通信

観測を中心に、以下その例をあげるような新しい分野が開拓され、光・X線・赤外線観測等と協力して、宇宙の研究を進展させる「VLBI観測」にも参加し、これを利用して大陸移動や地球技術・電子工学等の諸分野への大きな波及効果が期待できます。

新しい宇宙像への期待

星と生命の誕生

星の誕生の瞬間……光やX線ではみとれなかった冷たい暗黒星雲の中で、星が生まれ、輝きだす瞬間の姿を、電波のスペクトル観測で調べることができるようになってきました。自己重力で激しくおちこむ濃いガス雲の中では、星と同時に惑星系の形成も進んでいるようです。この宇宙電波望遠鏡は、従来の10倍以上の感度と像の分解能力でこれらの天体を観測することができ、先づいくつかの惑星系の姿を直接とらえられるでしょう。

生命誕生の謎にせまらる……太陽系外の広大な宇宙に、果たして生命は存在するのでしょうか。この数年間で飛躍的發展を遂げた宇宙電波スペクトル観測（宇宙電波分光学）によって、生命の材料となる複雑な有機分子が、私達の銀河系の中いたるところに存在することが明らかになりました。本計画の電波望遠鏡は、特に電波スペクトルについては画期的な観測能力を備え、この分野を大きく切り開いてでしょう。蛋白質の構成単位であるアミノ酸の宇宙空間での発見が、まず期待されます。

宇宙の歴史をさぐる……電波望遠鏡は、はるか宇宙の奥深くまでみとることができます。右の写真は、電波干渉計がとらえた数億～数十億光年の彼方からとらえられた微かな電波天体を示します。この写真から、宇宙空間の形を読みとることができるのです。この観測装置は、宇宙が膨張をはじめて間もない頃の爆発天体や、宇宙が初めて「大の玉」であった頃の残りの電波などを観測することができ、100億～200億年におよぶ宇宙の歴史と構造の秘宝をさぐります。

銀河構造と「クエーサー」の謎……この宇宙に百億以上も存在するといわれる銀河——その各々はまた、一千億もの星と、ガス雲とから成る巨大な天体です。銀河の中心部では、時に銀河全体をよきよきとばす大爆発がおこることが、電波観測からわかってきました。謎の天体「クエーサー」「準星」とも呼ばれるは、その最大規模のものとも考えられます。この装置の得意とする短波長での電波観測は、爆発直後の銀河中心の状態や爆発の証がかりなどをとらえ、この現代天文学最大の謎に迫るでしょう。

上：有機分子の電波スペクトルのデータの例。
 中：オリオン分子雲におけるHCO⁺イオンの電波スペクトルの観測（東京天文台6mミリ波観測による）。

写真 5

写真 5 のページには、この観測装置に期待される新しい宇宙像について解説がなされている。

こういった大型観測装置の建設前の大風呂敷を広げたパンフレットも貴重なアーカイブの対象である。

これらアーカイブ新聞の記事にお気づきのことがあれば、編集者中桐にご連絡いただければ幸いです。中桐のメールアドレスは、arcnaoj@pub.mtk.nao.ac.jp