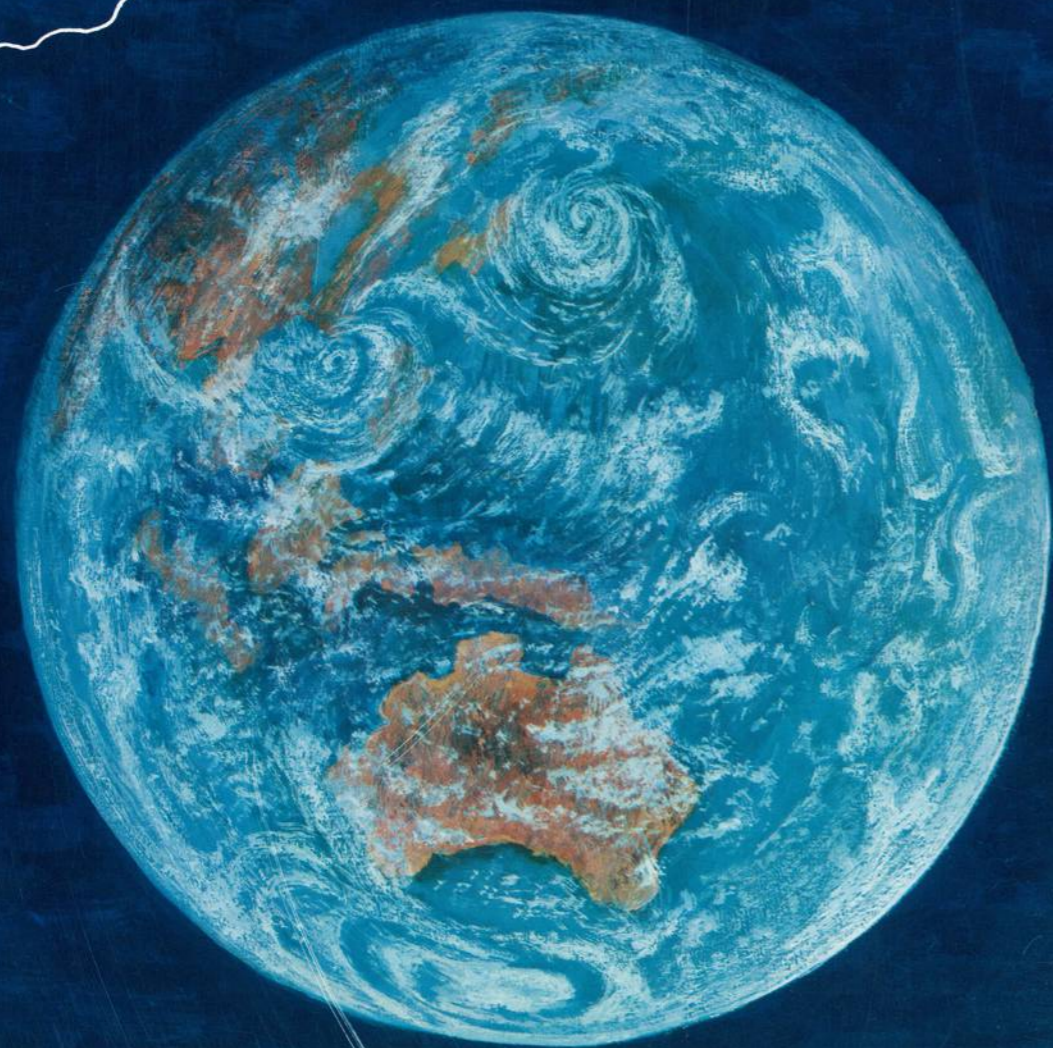
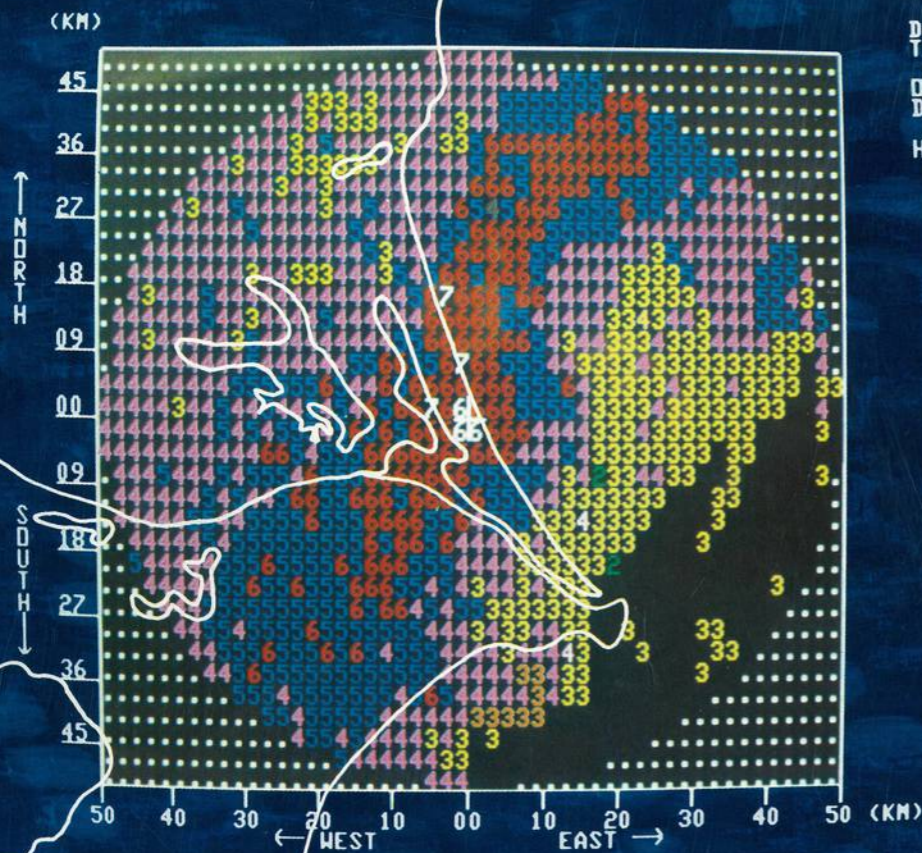


# 郵政省 電波研究所

DATE: 77. 9. 19  
TIME: 18. 2. 0  
OPN MODE : B  
DATA MODE : C  
HEIGHT : 2 KM



1978

# 電波研究所の研究概要

人類が電波の存在を発見し、利用し始めてからまだ一世紀にも満たないのですが、この間における電波科学及びその利用技術の発展はまことに目覚ましく、通信、放送、遠隔操縦、遠隔測定など極めて多方面に及んでおり、今や電波は近代社会形成に必要不可欠のものとなっております。しかも社会生活の複雑・多様化と国際交流の増大に伴い、電波に対する需要は増加の一途をたどっている現状です。

郵政省の附属機関としての当電波研究所の任務は、電波の有効利用を目指しての研究であるといえます。限られた資源である電波を最大限に国民の福祉に活用するために、必要とする研究を行うことこそが、当所の使命であるといえましょう。

当所では電離層伝搬を主体とする無線通信を効率よく行うために、短波から超長波に至る各周波数の電波の伝わり方を研究し、目的ごとにその適、不適を明らかにして行く必要があります。そのため伝統的に永続して観測及び研究を行って来ました。また、逆に、各周波数帯の電波と電離層との相互作用の機構を利用して、電離層及びその外圏に広がる宇宙空間のプラズマの状態を研究しています。これらの研究は全世界的な規模で行われる必要があります。1976年に始まった国際磁気圏観測計画には、当所も積極的に参画し、各種の観測を続けています。開始以来、当所が毎回参加している南極観測もその一つです。また、当所では電離層伝搬を利用する無線通信の効率的運用をあらかじめ利用者に報知する電波予報及び電波警報の業務を行っていますが、その電離層伝搬に影響を及ぼす宇宙空間の状態の変化を詳細に調べることによって、これらの業務を一層充実させることができます。そのために、1978年2月に電離層観測衛星「うめ2号」が打ち上げられ、その目的を果たしつつあります。

一方、各種の無線通信の需要の増大と電離層伝搬無線通信の不安定さを避けて、極超短波(マイクロ波)、ミリ波帯の電波による我が国の宇宙通信技術の確立を目指して、1977年3月に技術試験衛星「きく2号」、1977年12月に実験用中容量静止通信衛星「さくら」、1978年4月に実験用中型放送衛星「ゆり」が国家的大型研究として打ち上げられ、更に、1979年初頭には実験用静止通信衛星(ECS)が打ち上げられる予定であり、当所ではこの実験の成功を期すため総力を結集して、それから得られる成果を期しています。宇宙通信に使用される電波は短い波長を有する電波で、雨などの気象条件に大いに影響を受けるため、この種の衛星実験にも大いに力を注ぎ、また、電離層通過による衛星電波がもたらす電離層の状態についても研究を行っています。

周波数の利用が増大するにつれ、残された分野である数十ないし数百GHzの電波、はては光との隣接領域までの電磁波についてもその有効利用を図るための研究を当所は計画しています。この領域の電波が伝搬するには、大気成分や前述の気象条件との相互作用が大きな問題となっていて、当所でも実験・理論の両面で成果を挙げて来ましたが、これを逆に利用して、大気の状態を知ろうとする遠隔探査技術の開発も、当所が目指している一つの目標ですが、これはレーザー光及び音波と電波との共用の面においても発揮され、公害物質の検知にも役立つ開発研究が行われています。

既に陸上間の比較的短距離で使用されている超短波帯の電波の利用は増大する一方ですが、この周波数帯を中心にした幅広い電波のスペクトルをより有効に利用するために、信号電波のより安定した狭帯域化を目指す通信方式、通信系の研究は、音声伝送通信の分野でも行われています。また、画像処理方式、電子計算機の有効利用の研究等、情報処理の分野では、新たに人工衛星利用による計算機組織網の研究を計画しています。更に、我が国の漁業界の特色である小型船舶と陸地との安価で安定な衛星通信及び衛星間のデータ中継通信の分野では、その技術の開発に新たに取り組もうとしています。広範囲な利用周波数に対する各種通信機器の検定業務も、従前から行っている分野であります。

周波数標準値を定め、電波の物差しとしての標準電波を発射し、これによって標準時を通報する業務も国民生活と密接した当所の分野であり、「うるう秒」の設定は皆様におなじみのものでありましょう。より精度の高い安定した周波数の標準を得るための高精度セシウム周波数標準器及び周波数の精密測定のため超伝導空洞発振器の開発に力を注いでおり、現在では長時間安定で、10兆分の1の確度を有しています。また、時の精密同期があらゆる近代精密科学・技術の面で国際間で必要とされて来ましたが、人工衛星利用による時の比較が全世界的に行われようとしています。更に超高精度周波数標準に関連した技術は、今や宇宙関係技術と組み合わせられて、100km以上の長距離の精密測距に役立ち、地殻変動を知る有力な手段になろうとしています。

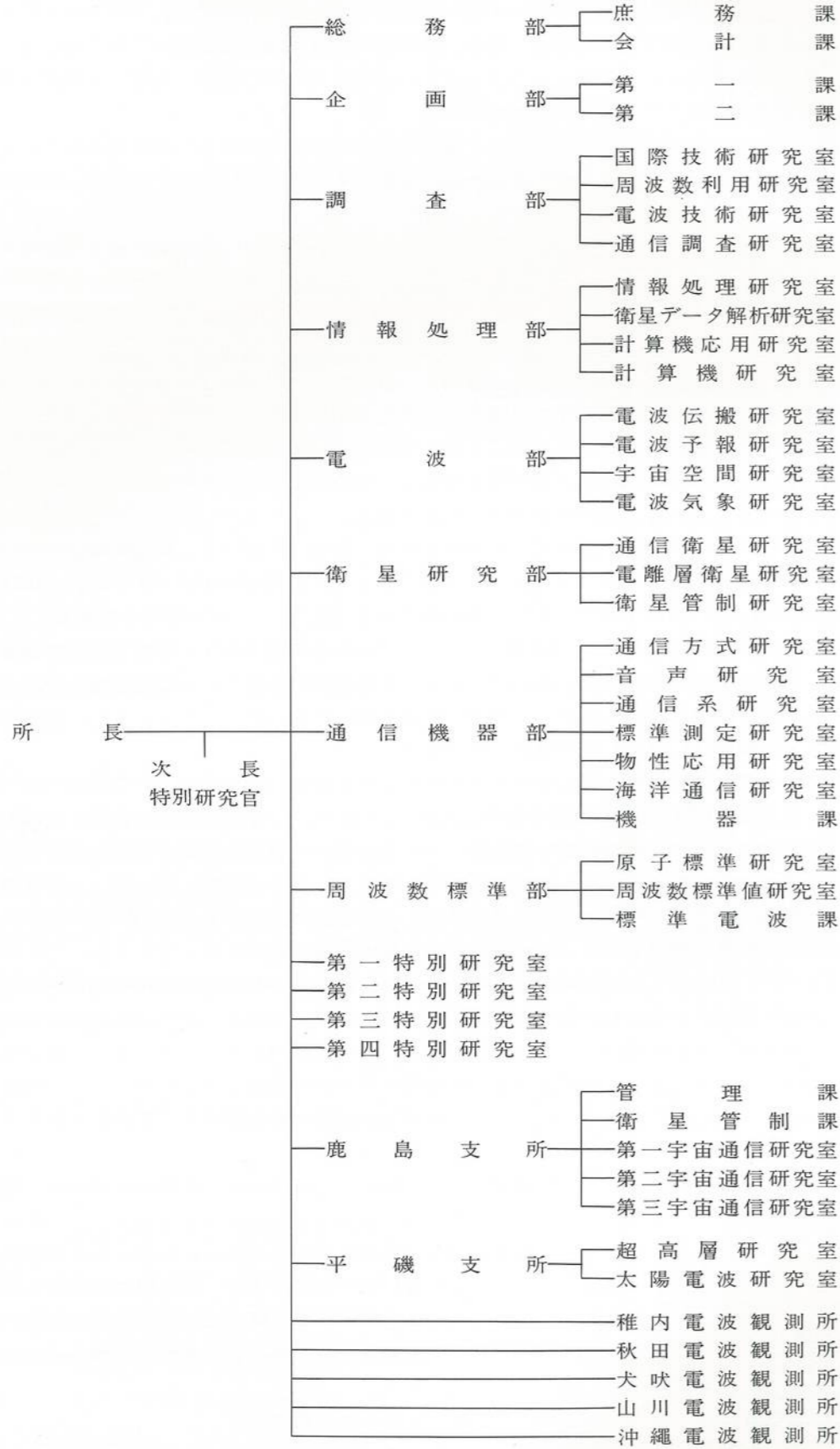
本パンフレットは、電波研究所の内容を紹介するために作成したものです。

皆様の御理解の一助となれば幸いです。

## 目次

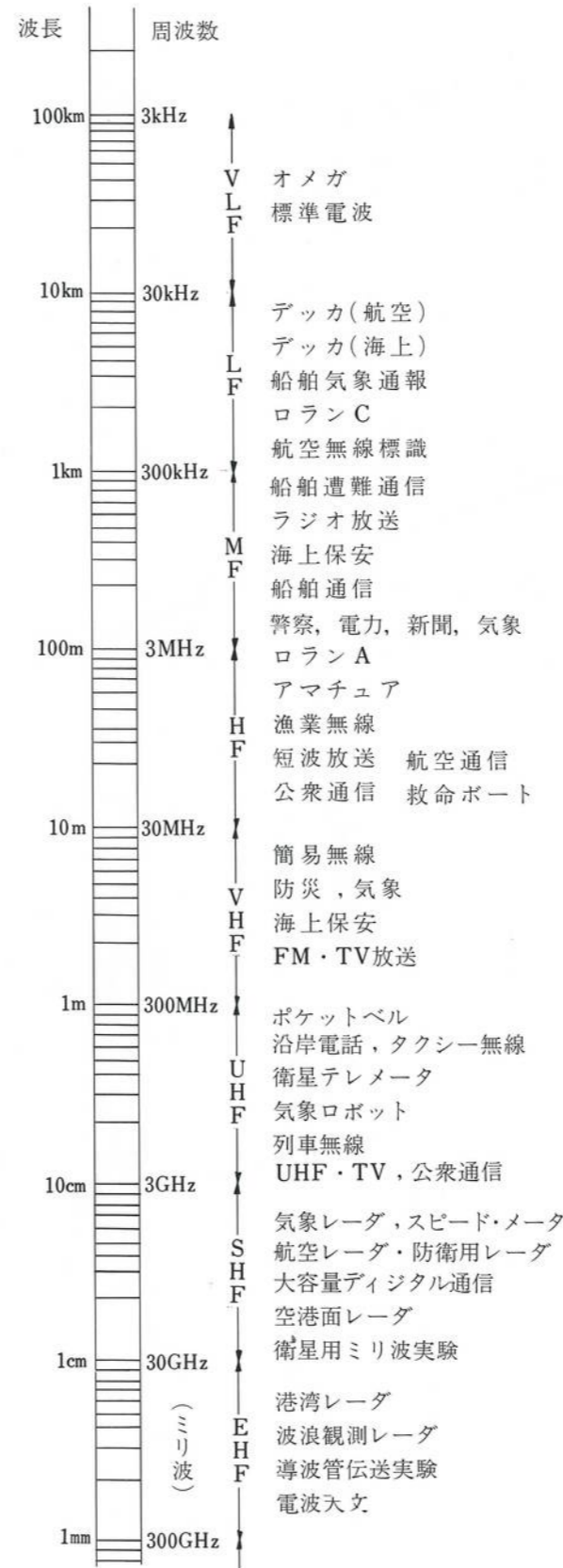
電波研究所の研究概要	1	鹿島支所の放送衛星(BS)「ゆり」用[右]と電離層観測	
電波研究所の機構	2	衛星(ISS)「うめ」用[左]パラボラ・アンテナ	16、17
周波数の利用開発	3	国際電離層研究衛星(ISIS)テレメトリ信号の受信	
電磁波スペクトルとその主な用途	3	と解析	18
周波数の有効利用と周波数資源の開発	3	電離層観測衛星(ISS)「うめ」	19、20
電波研究所の所在地と予算・定員	4、5	宇宙通信の研究	21~23
電離圏と電波	6~11	実験用静止通信衛星(ECS)	21
電離層	6	実験用中容量静止通信衛星(CS)「さくら」と実験用	
電波予報	6	中型放送衛星(BS)「ゆり」	22
電波警報	7	技術試験衛星II型(ETS-II)「きく2号」による伝	
ウルシグラム放送と世界日通信	7	搬実験	23
地上からの電離層の観測	8	人工衛星の姿勢決定と軌道の研究	24
南極観測	8	レーザーを用いた衛星の高精度姿勢決定システムの研究	
衛星電波受信による電離層の研究	8		24
太陽電波の観測	9	軌道の研究	24
磁気圏と電波	10	周波数・時間標準の研究と標準電波	25~27
流星レーダによる下部電離層の観測	10	周波数精密計測の研究	25
電波伝搬の研究	11	ロランC、オメガ電波及び人工衛星による国際時刻	
電離層世界資料C2センター	11	比較	25
地球環境のリモート・センシング	12	原子周波数標準の研究	26
レーザー・レーダによる大気汚染の監視	12	日本標準時	26
音波レーダによる気温逆転層の探査	12	標準電波JJYの発射業務	27
マイクロ波リモート・センサ	12	通信方式の研究	28、29
海洋通信の研究	13	陸上移動無線の周波数有効利用の研究	28
電波天文の研究と超長基線電波干渉の実験	13	音声通信・処理の研究	29
情報処理の研究	14	SSRA通信方式の研究	29
主計算機システムとその運用	14	無線機器の型式検定・校正及び性能試験	30、31
視覚情報の自動処理の研究	14	無線機器の型式検定	30、31
衛星利用コンピュータ・ネットワークの研究	14	校正及び性能試験	31
人工衛星による電離層の観測	15	電波研究所の定期刊行物	32
観測機の開発とロケット観測	15	表紙の説明	裏表紙内側

# 電波研究所の機構 (昭和53年4月1日現在)



# 周波数の利用開発

## ■電磁波スペクトルとその主な用途

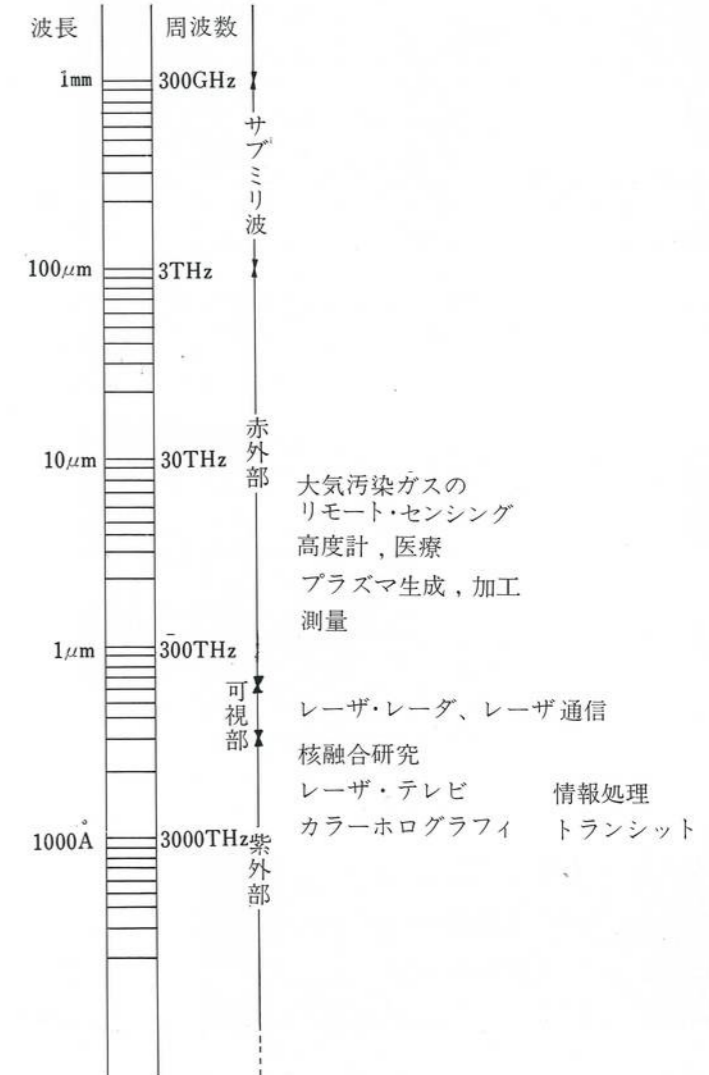


## ■周波数の有効利用と周波数資源の開発

テレビやラジオ等の放送、長距離電話、災害時の無線通信を始め、レーダ、電子レンジ、スピード・メータ、医療、工業用等の広い分野にまで電波が利用されるようになり、今後更に需要の増大が予測されます。これらに利用される周波数は数kHzからほぼ3,000THzまでの範囲にわたる有限で、しかも貴重な資源ですから、これを有効に利用することを研究しなくてはなりません。

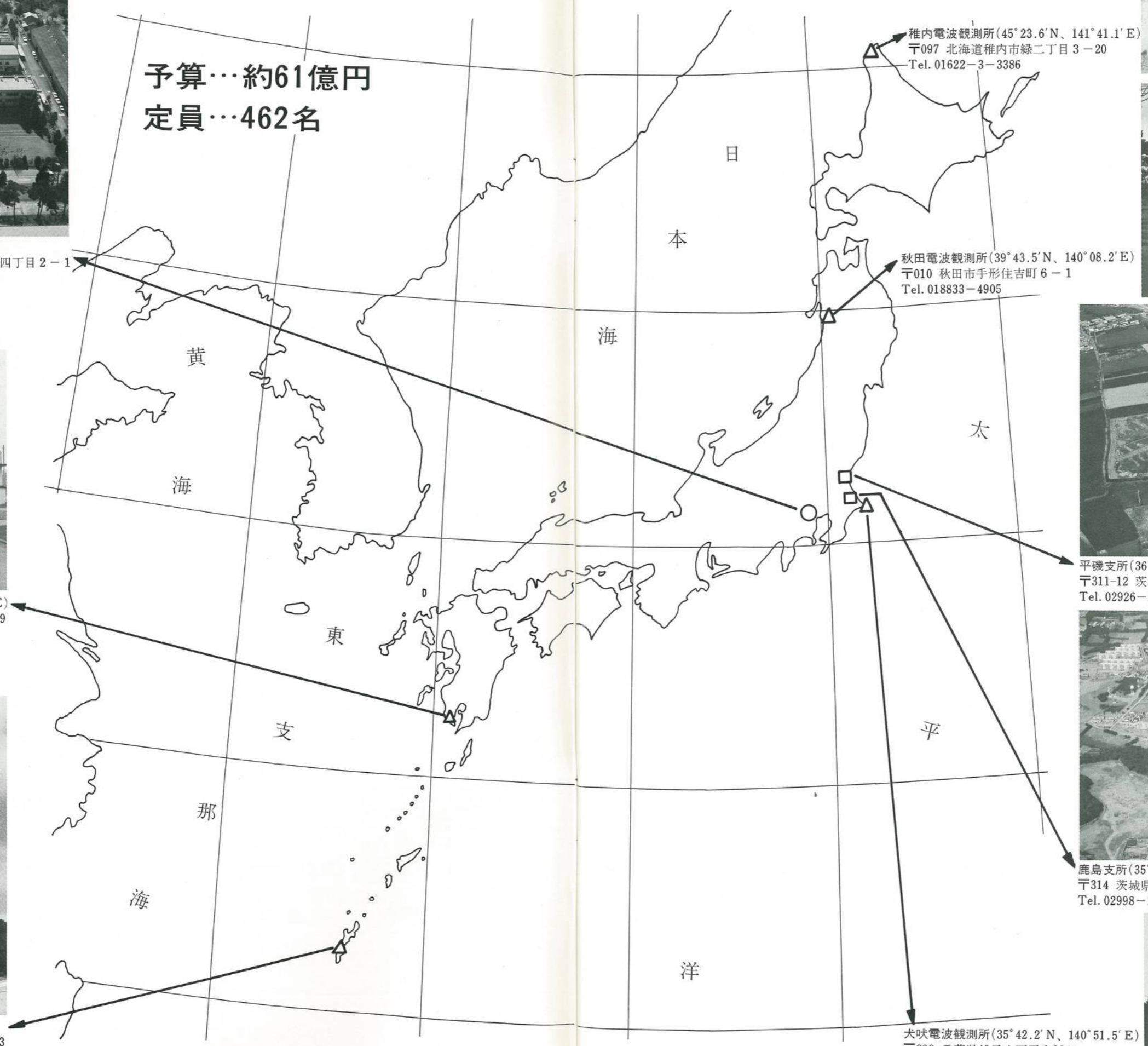
昔から使用されているSHF帯以下の周波数帯については、これを再開発するために必要な技術的な研究を行うことが重要です。例えば、狭帯域化通信方式、スプレッド・スペクトラム通信方式、宇宙通信系と地上通信系の周波数共用方式、超多重伝送方式等の研究があります。

40GHz以上レーザ光を含む超高周波帯では、まだ十分な開発利用がなされていないので、将来における電波需要の増大に備えて、この周波数帯の研究開発を急ぐ必要があります。未利用周波数帯の実用化への鍵は安価な装置の開発と電波伝搬特性の解明でありますから、通信、リモート・センシング、エネルギー伝送の基礎となる装置の開発及び電波伝搬特性を解明し、未利用周波数帯実用化への展望を開くための調査研究を行っております。



# 電波研究所の所在地と予算・定員 (昭和53年4月1日現在)

予算…約61億円  
定員…462名



本所 (35°42.4' N, 139°29.3' E)  
〒184 東京都小金井市貫井北町四丁目2-1  
Tel. 0423-21-1211



山川電波観測所 (31°12.1' N, 130°37.1' E)  
〒891-05 鹿児島県揖宿郡山川町成川2719  
Tel. 09933-4-0077



沖縄電波観測所 (26°16.9' N, 127°48.4' E)  
〒901-24 沖縄県中頭郡中城村字久場台城原829-3  
Tel. 09893-8-0045



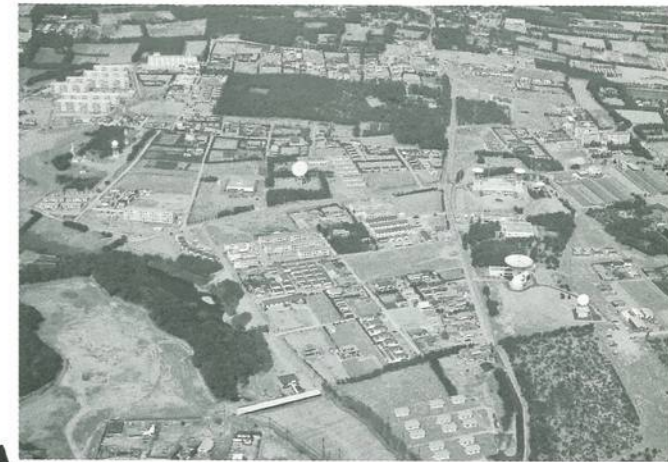
稚内電波観測所 (45°23.6' N, 141°41.1' E)  
〒097 北海道稚内市緑二丁目3-20  
Tel. 01622-3-3386



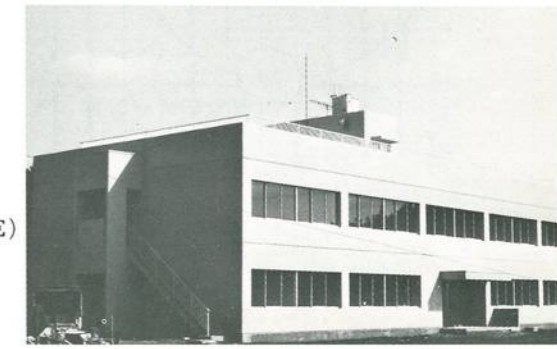
秋田電波観測所 (39°43.5' N, 140°08.2' E)  
〒010 秋田市手形住吉町6-1  
Tel. 018833-4905



平磯支所 (36°22.0' N, 140°37.5' E)  
〒311-12 茨城県那珂湊市磯崎町3601  
Tel. 02926-5-7121

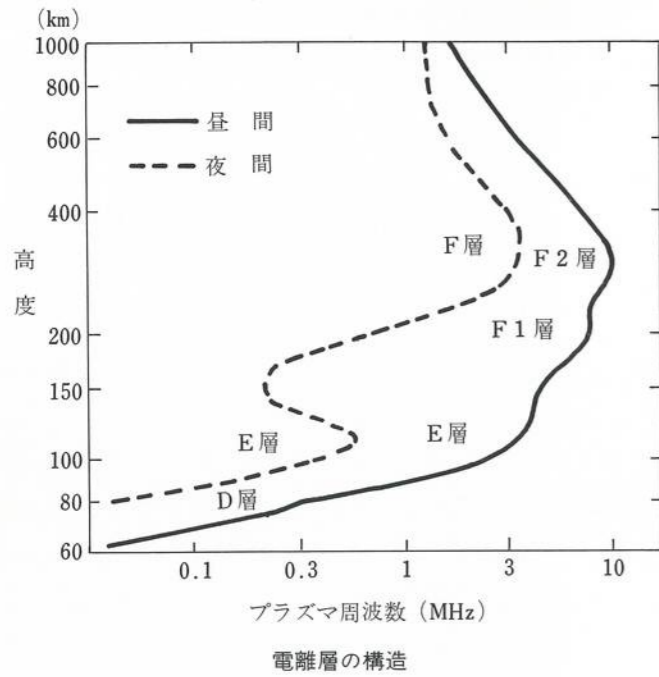


鹿島支所 (35°57.2' N, 140°40.0' E)  
〒314 茨城県鹿島郡鹿島町大字平井893-1  
Tel. 02998-2-1211



犬吠電波観測所 (35°42.2' N, 140°51.5' E)  
〒288 千葉県銚子市天王台9961  
Tel. 0479-22-0871

# 電離圏と電波



## ■電離層

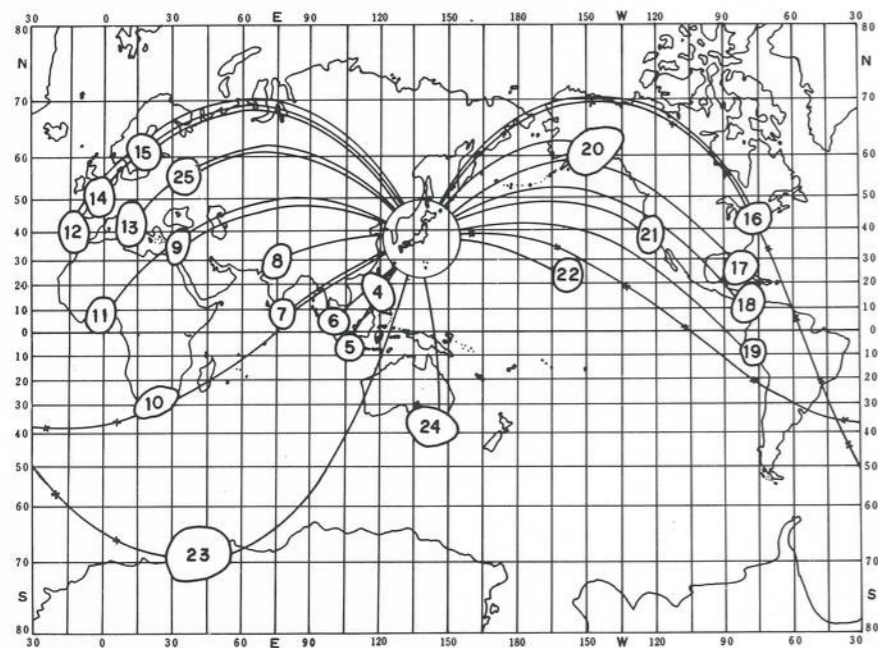
太陽からの放射線は、地球の上層大気に侵入し、それを構成している原子又は分子を電離します。遊離した電子や正負イオンが十分な量存在する領域を電離圏と言います。電離圏は地上約50kmから数1,000kmにわたっていて、その中にD、E、F層の電離層が形成されます。

電離層は短波、中波、長波の電波を反射する性質がありますので、電波は大地と電離層の間の反射を繰り返して遠方まで伝わります。短波は国際通信や船舶通信に、中波は放送に、長波は標準周波数の供給や電波航法に使用されています。これらの無線通信を円滑に行うために、また成層圏を通して気象とも関係のある上層大気を理解するために、電離層の研究が40年以上も前から始められ、最近ではロケット、人工衛星などを用いて立体的な観測が行われています。

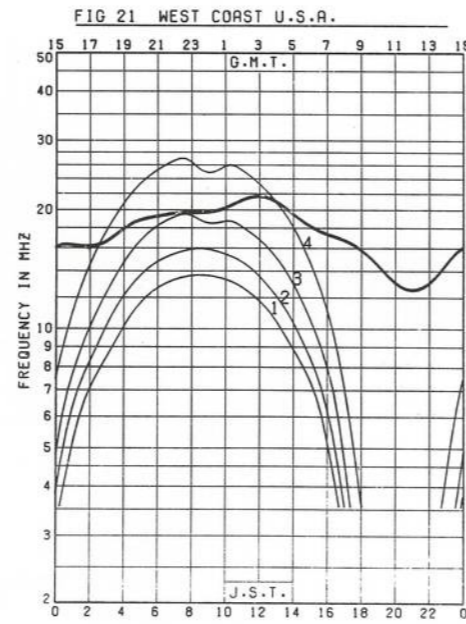
## ■電波予報

短波通信回線の使用可能周波数帯を3ヵ月前に予報する長期予報は、東京と世界中の約50地点及び国内の主要な漁港と近海向け回線について行われています。電離層の変化予報は短波通信の可否に重要な役目を果たしておりますので、毎月の平均的な電離層状態を太陽活動度データと国際協力から得られた電離層データとを用いて予測しています。長期予報は当所編集の「電波予報」で利用者に伝えられています。短期予報は現在から数日先の使用可能周波数を予報するものです。平磯支所では遠距離通信用周波数の予報精度を高めるため、チャープ・サウンダーの設置を進めています。

また電離層観測衛星 (ISS) を用いて無人地域の電離層を観測し、より正確な電離層世界分布図を描く試みも行われています。これらの施設が完成すれば、短波回線の子報は大きく改善されます。



電波予報曲線対象地域図 (○は対象地域を、その内の数字は曲線図の図面番号を表す。×は裏回り大圏コースを示す。)



電波予報曲線の一例

## ■電波警報

電離層が平穏なときは、電波予報によって能率的な短波通信を行うことができます。ところが実際には太陽面上の突発的な現象や地球磁場の変化によって電離層が大きく乱され、全く通信が途絶えてしまうこともまれではありません。このような突発的な現象を予知して、通信の障害をあらかじめ警告するのが電波警報の役目です。いわば、警報は予報からのずれを修正するものといえましょう。

当所では、平磯支所に警報センターを置き、太陽電波・地磁気・電界強度などを昼夜の別なく観測し、更に国内・外の情報を入手して、監視態勢に万全を期しています。

### ●電離層じょう乱の種類

名称	出現の場所	時間遅れ(爆発後)	持続時間	原因	地上検出器
電離層突然じょう乱 (SID)	昼半球	8分	0.5~3時間	X線	電離層各種観測 短波~超長波伝搬 太陽電波
極冠じょう乱 (PCD)	南北両極地方	1~2時間	数日間	高速陽子・電子	リオメータ 電離層観測
電離層嵐	地球全面	2~3日	2~3日間	プラズマ雲	電離層・地磁気観測
回帰性電離層じょう乱	地球全面	爆発と関係なし 27日周期	数日間	プラズマ雲	電離層・地磁気観測

### ●警報の種類と内容

名称	内容	表現	発令日時	予報期間	伝達方法	伝達先	
世界日警報	太陽・地球状態全般	PRESTO, ALERT QUIET, NIL	毎日	1日間	テレックス	世界及び地域警報センター	
電波警報	週間電波じょう乱予報	通信状況(特に短波回線)	特性指数と記号 §	火曜・金曜	1週間	郵便	各通信機関
	短期電波じょう乱予報	同上	W, U, N #	随時	12時間	JJY放送	放送聴取者
電離層特別観測通報	電離層状態	—	随時	数日	テレックス	各電波観測所	

§ 特性指数と記号の意味は次のとおりです。

1-非常に不安定 2-不安定 3-やや不安定 4-概して平穏 5-極めて平穏

\*-電離層突然じょう乱発生の可能性ややあり \*\*-電離層突然じょう乱発生の可能性あり

# W-非常に不安定 U-不安定 N-平穏

## ■ウルシグラム放送と世界日通信

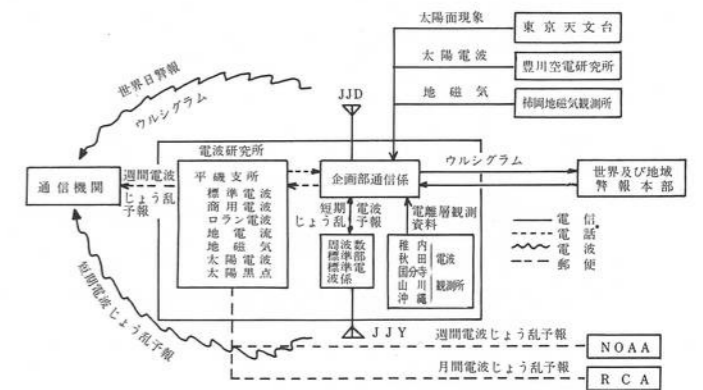
太陽面現象・太陽電波・電離層・地磁気・電離層突然じょう乱等の観測データをウルシグラムと呼んでいます。地球の電磁的環境を常時監視するためには、このウルシグラムを世界中で絶えず交換していなければなりません。この国際的な組織の中心である世界中央警報本部はボルダー(米国)にあり、当所は、パリ、モスクワ及びシドニーとともに地域警報本部として西太平洋地域を受け持っています。我が国のウルシグラムは、当所のほか東京天文台、空電研究所、地磁気観測所及び理化学研究所から提供されます。

これら警報本部間では毎日、ウルシグラムの交換のほかに、太陽と地球を含む宇宙空間の現況と予報をコード化した世界日警報という情報の交換も行っています。

当所は、これらウルシグラムと世界日警報を、受持ち地域である西太平洋地域に向けて、毎日次の表により放送しています。

我が国のウルシグラム放送スケジュール(送信地:千葉県佐倉市)

呼出符号	周波数(kHz)	電波型式	送信時刻	空中線電力	指向性
JJD	10,415	A1	午後5時	5kW	なし
JJD2	15,950				



電波警報伝達網

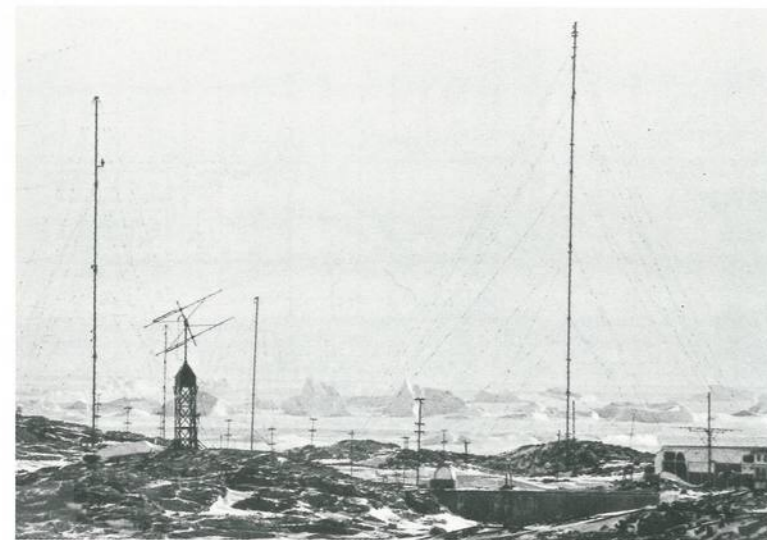
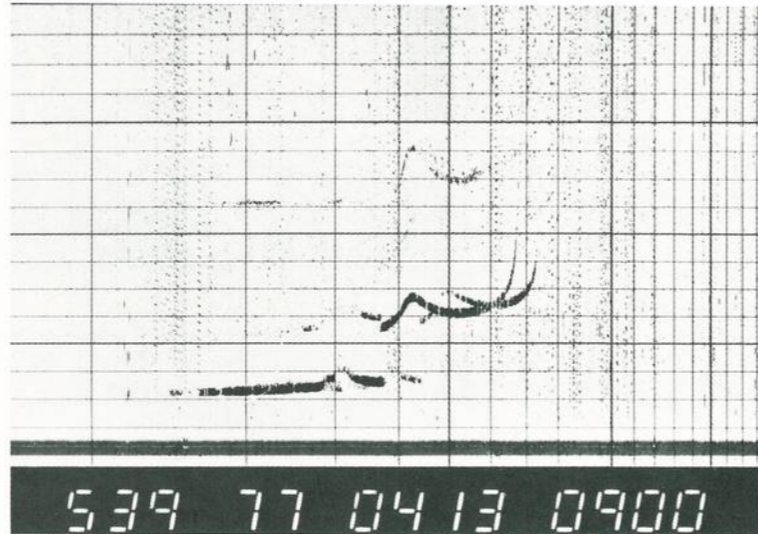
## ■地上からの電離層の観測

電離層の観測では、通常パルス電波(周波数 $f$ )を地上から送信し、電離層から反射してくる反射波(エコー)を受信し、その時間遅れから見掛け高( $h'$ )を求めています。電波の周波数 $f$ を変えたときの見掛け高さの変化を記録したフィルムを $h'-f$ 曲線(又はイオノグラム)といい、これを解析することにより電離層の状態を知ることができます。

このため電離層の定時観測は現在世界中の約150の地点において行われています。日本では、本所のほか、稚内、秋田、山川、沖縄の各電波観測所及び南極の昭和基地において観測を行っています。



電離層観測装置



昭和基地

## ■南極観測

当所では、南極昭和基地に毎年越冬隊員を送り、電離層観測、オーロラ・レーダ観測、リオメータによる電離層吸収等の定常観測を行っています。この外にVLF電波の位相、強度及びVLF放射、地磁気等の研究観測も行っています。これらの観測資料は、高緯度地方の環境を調べるために役立つほかIMS計画にも寄与しています。

## ■衛星電波受信による電離層の研究

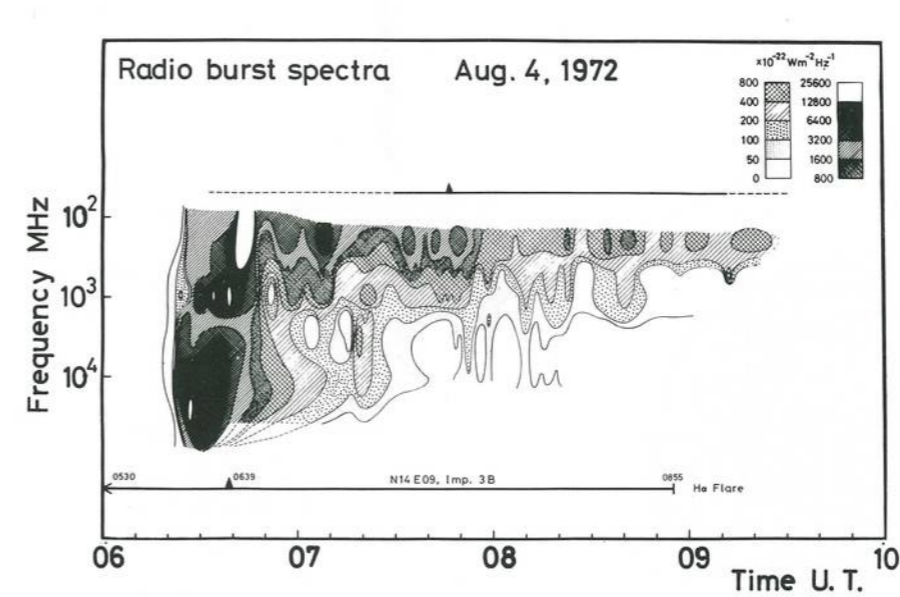
本所及び山川電波観測所においては静止衛星からのVHF帯電波を受信し、電離圏の全電子数の変動とシンチレーションと呼ばれる散乱現象を調べています。連続受信のため詳細な変動が検知できるので、超高層大気の研究に寄与するほか、実用通信特に航行測位の精度向上に役立ちます。

## ■太陽電波の観測

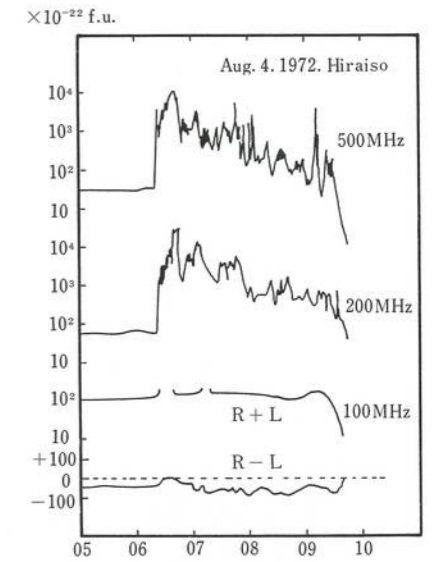
太陽の活動を調べるには、光波のほか天候に支配されない電波による観測が行われています。

平磯支所では、100、200、500、及び9500MHzの周波数で太陽電波を観測し、このデータを電波警報業務に使用しています。

太陽面で爆発が起こると、急激な電波の強度増加(バースト)が観測されます。特に100~500MHz帯に起こるIV型バーストは、短波通信の妨害を起こす地磁気嵐の子知に重要な役割を果たしています。



1972年8月4日の太陽バーストのダイナミック・スペクトル



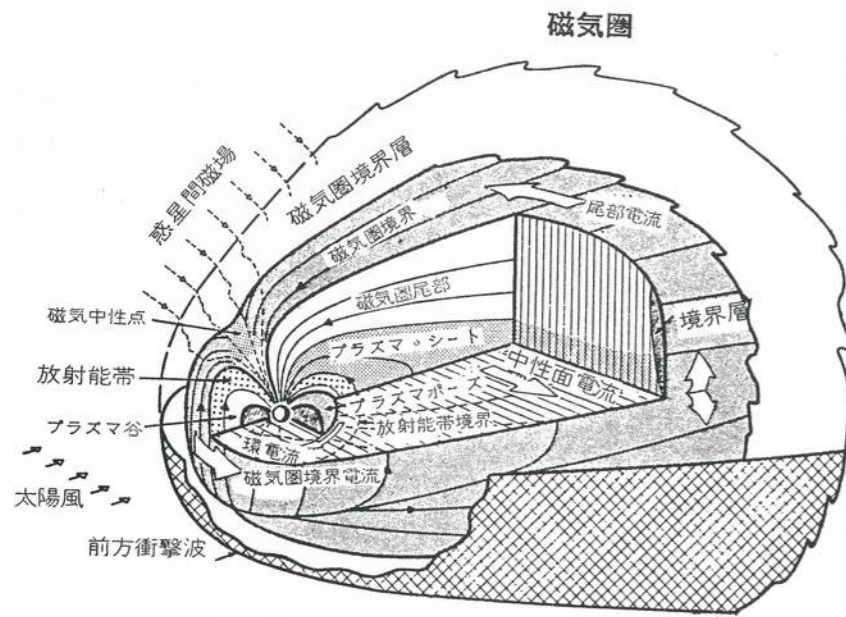
1972年8月4日の太陽電波バースト



太陽電波観測用アンテナ群

## ■磁気圏と電波

地球磁力線の影響の及ぶ空間を磁気圏といい、この中には磁力線に捕捉された高エネルギー・プラズマが飛びかっています。この磁気圏と地球の大気が、宇宙線、太陽風、太陽紫外線など各種の放射線から地上の生命を守る役目を果たしています。太陽フレアが起り、太陽風の速度が増すと磁気圏は圧縮され、あふれた粒子が磁気圏尾部から極地方大気に降り注ぎます。その結果、地上では磁気嵐、電離層嵐などが起こります。静止衛星も夜間側にあると高温プラズマに囲まれて2万ボルトにも帯電し、強い電磁干渉とアーク放電の発生により、とう載電子機器が誤動作することがあります。

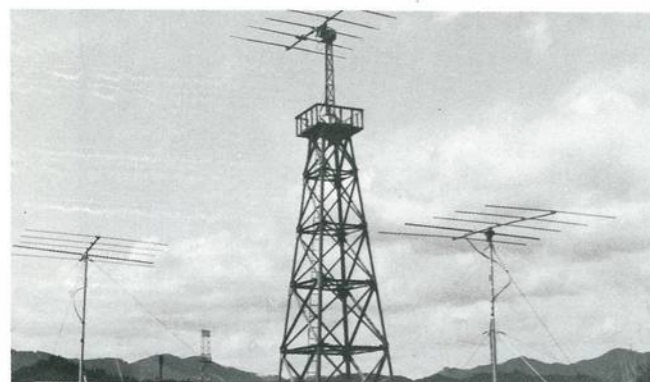


### ●国際磁気圏観測計画(IMS)

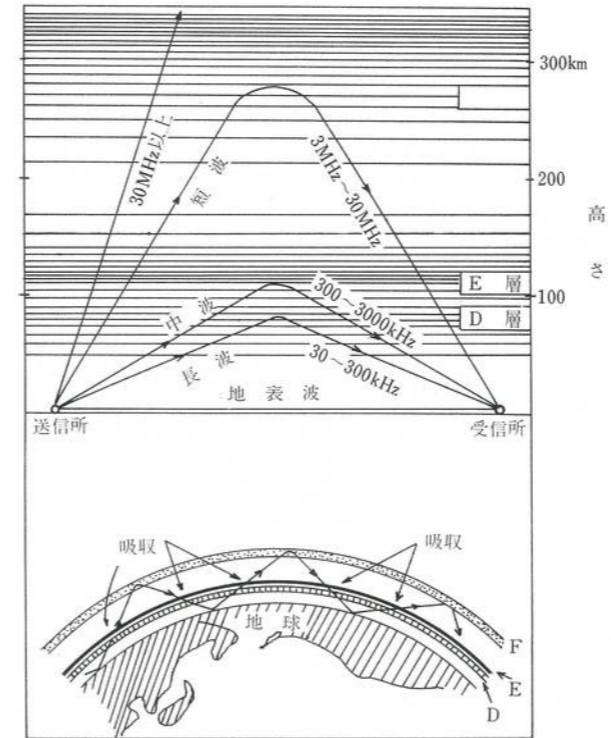
IMSは1976年から始まり、世界各国が協力して、人工衛星とともに、地上からの磁気圏諸現象の観測を行っています。当所では電離層観測衛星(ISS)、電離層研究衛星(ISIS)によって電子密度と温度、電波雑音、イオンの組成と温度を観測し、沖縄及び稚内電波観測所でホイッスラーやVLF電波を観測し、犬吠電波観測所はVLF電波の受信設備の強化、秋田電波観測所での流星レーダによる観測施設の整備を行い、本計画に協力しています。

### ■流星レーダによる下部電離層の観測

秋田電波観測所において流星レーダによるD層の風及び中性大気密度の観測を行っています。E、F層に比べ変化の少ないD層ですが、太陽フレアの時とか大気運動の変動に起因すると思われる冬季異常吸収の時にはかなりのじょう乱を受けます。このようなじょう乱時にはD層によって反射される長波、超長波の位相及び振幅は大きく変動し、D層伝搬を利用する標準周波数の供給及び電波航法に大きな影響を及ぼします。電離層下部の大気運動の役割を解明し、長波、超長波伝搬に及ぼす影響を調査するため、レーダのほかにも各種測定装置を用いて下部電離層の研究を行っています。



流星レーダ観測用ダイバシティー・アンテナ(秋田)



電離層による電波の伝わり方

### ●観測結果の利用

電離層、太陽電波、電波伝搬に関する諸特性の観測資料は、当所発行の「電離層月報」に、また、諸現象の報告は年報「RADIO AND SPACE DATA」に掲載されます。速報的情報も内外の関係機関に連絡され、通信関係者や学術研究者に広く利用されています。

### ■電離層世界資料C2センター

世界資料センターは、国際地球観測年(IGY)に国際学術連合会議(ICSU)の下に設けられた国際地球観測年特別委員会(CSAGI)の勧告に基づいて設立されました。1958年以降、当所の電離層世界資料C2センターは、電離層観測所あるいは世界的な科学協力体制に参加している諸機関から入手する電離層に関するすべての資料の収集・交換・保管を続けています。また、資料の到着状況を紹介するため、年に1回カタログを発行し、各センター、内外の研究機関及び観測所に送付しています。

### ●外国の電離層世界資料センター

A センター	B2 センター	C1 センター
米国ボルダー 商務省国立海洋大気局	ソ連モスクワ 太陽地球物理学研究所	英国スラウ アップルトン研究所

## ■電波伝搬の研究

〔超長波、長波〕VLF電波は伝搬状態が安定しているので標準周波数の供給や電波航法に使用されています。太陽フレアの発生した場合、ふだんは規則正しい日変化を繰り返すD層もじょう乱を受け標準の周波数がずれたり、船位の測定ができなくなったりします。犬吠電波観測所ではVLF標準電波及びオメガ電波の位相と強度の観測を行って、伝搬特性の研究をしています。平磯支所ではロランA及びC電波を受信し、Es層(スボラディックE層)、冬季異常吸収、太陽X線による電離層突然じょう乱の研究を行っています。秋田電波観測所ではJG2AS長波標準電波を受信しています。

〔短波〕稚内及び秋田電波観測所では、JJY標準電波を受信し、短波近距離伝搬の研究を進めています。平磯支所は国際電界強度測定基準局に選ばれ、1962年以来WVW局(米国コロラド州)とWVH局(ハワイ)の15MHz標準電波を測定し、遠距離伝搬の研究を行っています。

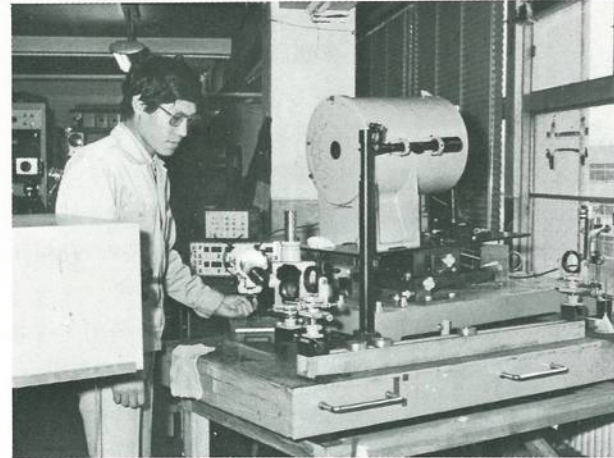
〔超短波〕電離層を媒体として情報伝達に利用できる電波の周波数帯域は、一般的にはHF帯以下ですが、地球の南北通信回線では、電離層の赤道異常と呼ばれる現象が関係するため、VHF帯の電波まで伝搬可能となります。このことは日豪間の共同伝搬実験で確かめられており、山川電波観測所ではパルス電波による周波数掃引観測を実施し、伝搬機構解明の研究を行っています。



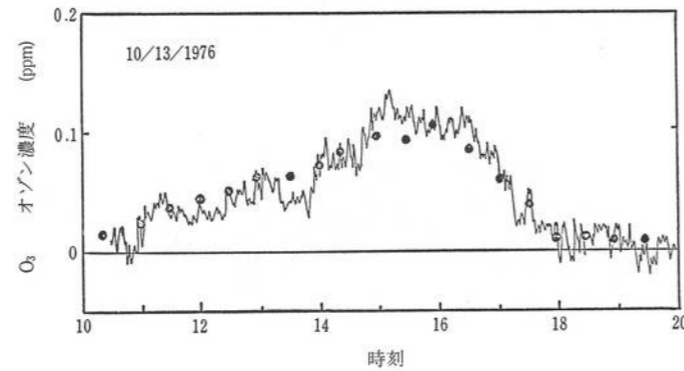
電離層世界資料C2センター

## ■レーザ・レーダによる大気汚染の監視

9 $\mu$ m帯の炭酸ガスレーザを用いた長光路吸収法によって、光化学スモッグの原因となるオキシダントの主成分である大気中のオゾンの濃度を0.03ppmの精度で測定することに成功し、環境モニタへのレーザ利用に明るい見通しが得られました。現在は、差分吸収方式レーザ・レーダによってオゾンの濃度分布を求める研究を進めています。将来は、航空機や人工衛星を用いた広域監視システムの開発に発展させる予定です。右下の図は、このレーザ・オゾン・モニタ装置で測定した結果と、従来からあるエチレンとオゾンの化学発光を利用したオゾン・メータで測定した結果との比較を示しています。



レーザ・レーダによる大気汚染監視装置



測定結果の一例（実線はCO<sub>2</sub>レーザによるもの、●印はオゾンメータでの測定値を表わしている）

## ■音波レーダによる気温逆転層の探査

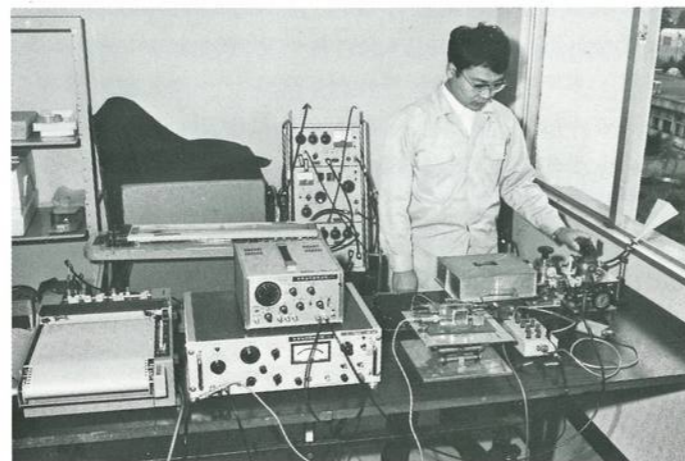
マイクロ波の伝播に影響を及ぼすラジオダクトや上空の気温逆転層の探査にパルス音波(800~2,000Hz)を利用すれば、マイクロ波レーダよりはるかに簡単な装置でこれらを測定することができます。直径16メートルのコンクリート・パラボラを備えた固定式音波レーダや自動車とった移動式音波レーダを開発して対流圏構造を研究するために測定を行っています。



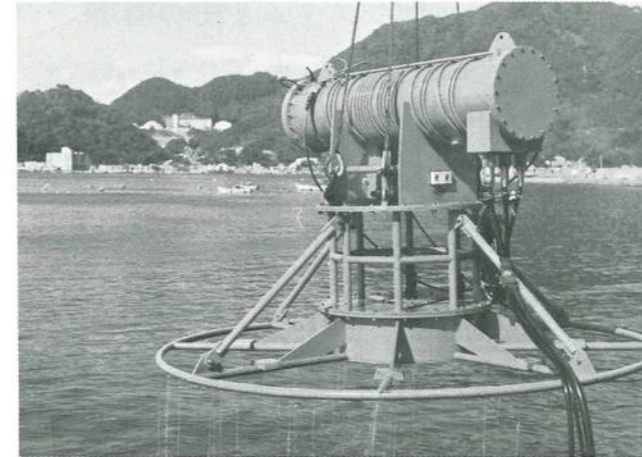
音波レーダによる気温逆転層の探査

## ■マイクロ波リモート・センサ

人工衛星を用いて地球の環境、資源、気象現象等を遠隔探査する観測器には、従来から赤外及び可視の波長領域を利用するものがありましたが、最近ではマイクロ波、ミリ波を使用する電波センサの重要性が明らかになってきています。当所では、35GHz帯のマイクロ波ラジオ・メータを試作して基礎実験を行うとともに、衛星とった載用の各種の電波リモート・センサの基礎研究及び総合的な調査、検討を行っています。



マイクロ波リモート・センサ



海中レーザ通信装置



海中レーザ・スコープの内部

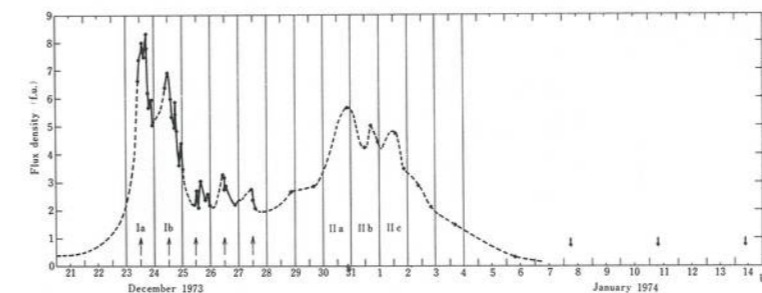
## ●レーザによる海中情報伝送の研究

海中における電磁波は、周波数の増加とともに強い減衰を受けますが、可視光の領域では減衰の小さいことが知られています。最近、レーザ技術の進歩によって可視光領域の安定したレーザ発振が可能になっており、この電磁波を海中情報伝送に利用する研究が進められています。当所では、レーザ光の海中における散乱伝搬特性の基礎研究と、これを応用した海中レーザ通信装置、海中レーザ・スコープなど、レーザ応用機器の開発を行ってきました。また、これらを用いた室内水槽実験、臨海実験の結果からレーザ光の海中減衰特性、伝送可能容量等が明らかになってきています。

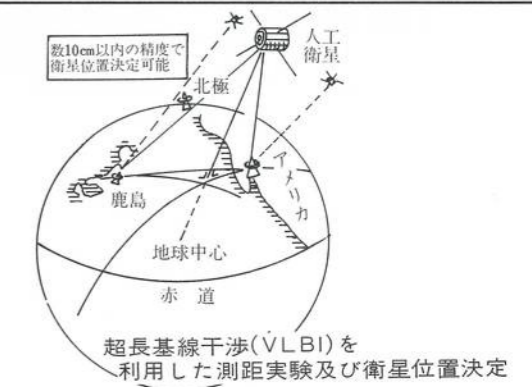
## ●衛星による船舶、航空機通信の研究

現在、主に短波によって行われている船舶、航空機との通信においては、その性質上、現行技術では今後の量的、質的需要をまかないきれません。これに対して、人工衛星による回線を利用すれば全世界のどこからでも安定な通信回線が確保できます。当所では、小型船舶等を主な対象とした衛星通信システムについて検討を行い、公衆電話、データ伝送、ファックス伝送、TELEX通信、海象・海況データの収集等が簡易な装置で行えるシステムについて研究を行っています。この衛星構想については運輸省、科学技術庁、宇宙開発事業団とも綿密な連絡を取りながら研究が進められています。

# 電波天文の研究と超長基線電波干渉の実験



26mアンテナによるX線星白鳥座Cyg-X-3電波バーストの観測例



## ●電波天文の研究と超長基線電波干渉(VLBI)の実験

鹿島支所では、マイクロ波帯で我が国唯一の宇宙電波観測用の26mアンテナを用い、X線星、変動電波源、カニ星雲からの電波の太陽コロナによるファラデー回転及びコンパクト銀河等の観測を行っています。ファラデー回転の測定からは太陽コロナの磁場、プラズマ密度等が求められます。

一方、鹿島のアンテナは従来から行っている天体物理学的応用のほか、最近VLBI技術を用いて測地学的方面や静止衛星の軌道決定等多方面の応用が考えられています。国内初のVLBI実験は、昭和52年1月末から8日間にわたり、鹿島の26mアンテナと日本電信電話公社横須賀通信研究所の12.8mアンテナとの間で行われ、両アンテナに電波の到達する時刻差を精度 $\pm 5$ nsec(光路差1.5m相当)で、また相対位相差を10度(光路差2mm相当)以内で決定できました。また、このVLBIのデータを基にして応用技術衛星(ATS-1)の軌道決定ができました。





主計算機システム



高解像度文字入力装置

## ■主計算機システムとその運用

科学計算、事務計算及びデータ処理の需要の増大に応じるため、昭和50年度から本所の主計算機システムにはTOSBAC 5,600/160を使用しています。このシステムは、高速・高能率のセンター・バッチ処理のほか、本所と鹿島支所との2か所の端末から、磁気テープによる伝送を含むリモート・バッチ処理も可能です。また各地方支所・観測所を含む10数か所に配置された端末によってTSS処理ができ、それらで構成される本格的なマルチ・ディメンショナル・オペレーションが実現されています。更に、NEAC 3,200/50やPDP 11/45などの小型計算機とチャンネル結合方式で接続し、異種計算機間結合ネットワークを形成しています。

また、昭和52年度に打ち上げの行われた電離層観測衛星 (ISS-b) を初めとする電波研究所に関連の深い衛星計画に対する諸計算や大量の観測データの処理・解析に応じることも重要な役割となっています。

## ■視覚情報の自動処理の研究

文字や画像は音声とともに人間にとって最も基本的な情報の伝達手段であり、その能率的伝送と電子計算機による自動処理は、情報化社会の進展とともにますます重要な課題となっています。

電気通信技術を利用した視覚情報の伝送にはテレビジョン及びファクシミリが主として用いられていますが、限られた電波や通信回線を有効に利用して情報を高速で伝送するために、これらの伝送帯域圧縮方式の研究を行っています。また、日本語文字情報の電子計算機処理の上で最も重要でかつ困難な課題とされている手書き漢字の自動認識についても、漢字の持っている字画構造を利用したストローク抽出法による認識システムの研究を行っています。

その外、電離層観測写真などのレーダ画像を中心に、画像の形で得られる各種観測データの自動読取り、解析システム等の研究を行っています。

- 写真1. 手書き漢字認識実験システム
- 2. 高速ファクシミリ伝送実験装置

## ■衛星利用コンピュータ・ネットワークの研究

コンピュータ・ネットワークとは、電子計算機を通信回線で接続し、お互いにハード・ウェア、ソフト・ウェア、データ・ベースを共用し合うシステムのことで、これにより電子計算機の利用率や信頼性を飛躍的に向上させることができます。特に、通信回線に衛星回線を利用する「衛星利用コンピュータ・ネットワーク」は、大量のファイル転送が可能であり、また移動体や離島等からのネットワークへの参加が容易である等の長所を有しています。

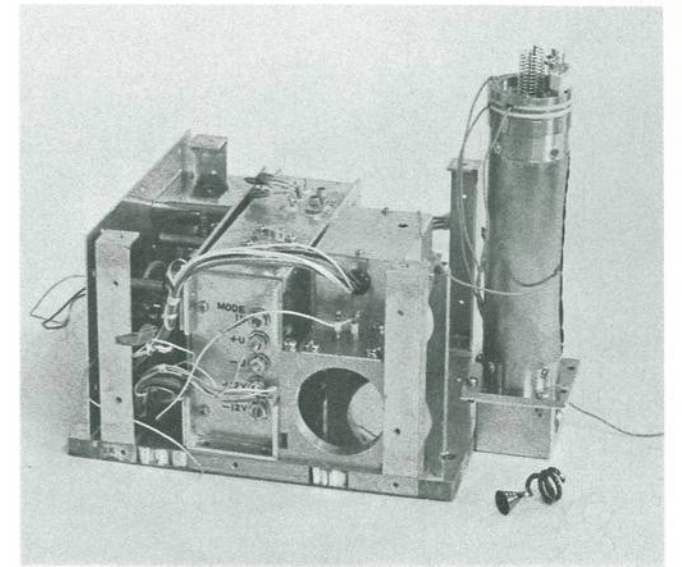
当所では、衛星利用コンピュータ・ネットワーク・システムの方式確立のための基礎資料を得るために、通信衛星を利用した基礎実験を計画し、多元接続衛星パケット交換方式等についての検討を行っています。

## ■観測機の開発とロケット観測

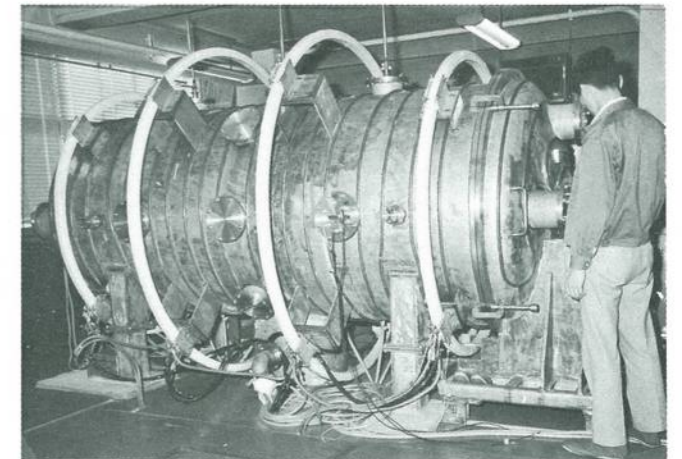
地球の上層大気は、主に太陽の紫外線やX線により電離され、「プラズマ」の状態になっています。特に、高度約80kmから500kmの間には電離層 (Ionosphere) と呼ばれるプラズマ密度の高い層が存在し、遠距離電波通信の重要な担い手となっていますが、このプラズマの領域は、さらにはるか上空の地球半径 (約6,370km) の4~6倍の高度まで広がっており、電離圏 (Plasmasphere) と呼ばれています。電離圏プラズマの状態は、太陽活動や地球大気の状態を敏感に反映して変化するので、近年、地上からの観測に加えて、人工衛星やロケットによる電離圏の詳しい観測により、次第にその様相が明らかになって来るとともに、地球環境のモニターとしての電離圏観測の重要性が増してきています。

当所は協同利用研究機関である東大宇宙航空研究所及び国立極地研究所のプロジェクトに参加して、衛星及びロケットによる上層大気の電子及びイオン密度、電子及びイオン温度、イオンの組成などの分布の直接測定を行っています。特に飛しょう体とう載用機器の精密化、高性能化を図るため種々の開発研究を行うとともに、南極昭和基地におけるロケット観測、東大宇宙航空研究所の鹿児島宇宙空間観測所から打ち上げられる衛星及びロケットによる観測から、上層大気データの収集、解析を行い、超高層物理の解明に取り組んでいます。

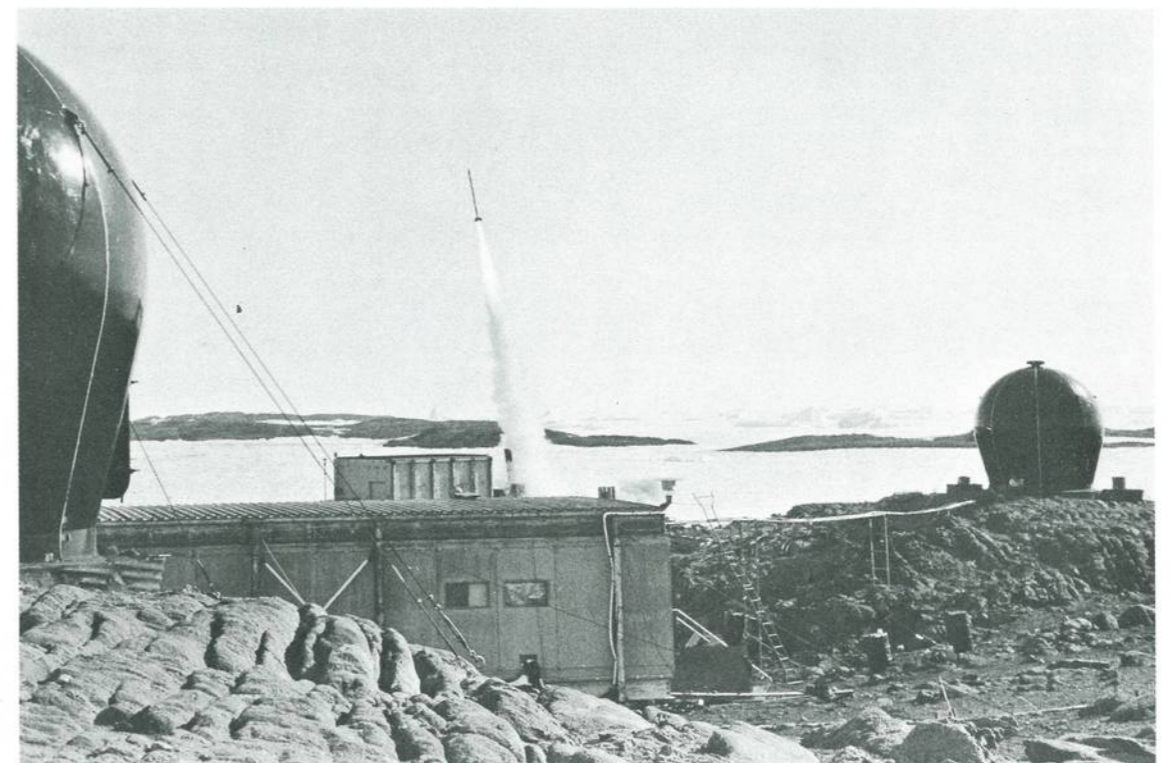
現在までに観測ロケット64機 (うち22機は南極昭和基地から発射した。) 及び科学衛星「たいよう」によって電離層の観測を行い、貴重なデータを得て地球物理学の進展に大いに貢献しました。



衛星とう載用四重極型質量分析器



大型プラズマ・チェンバー



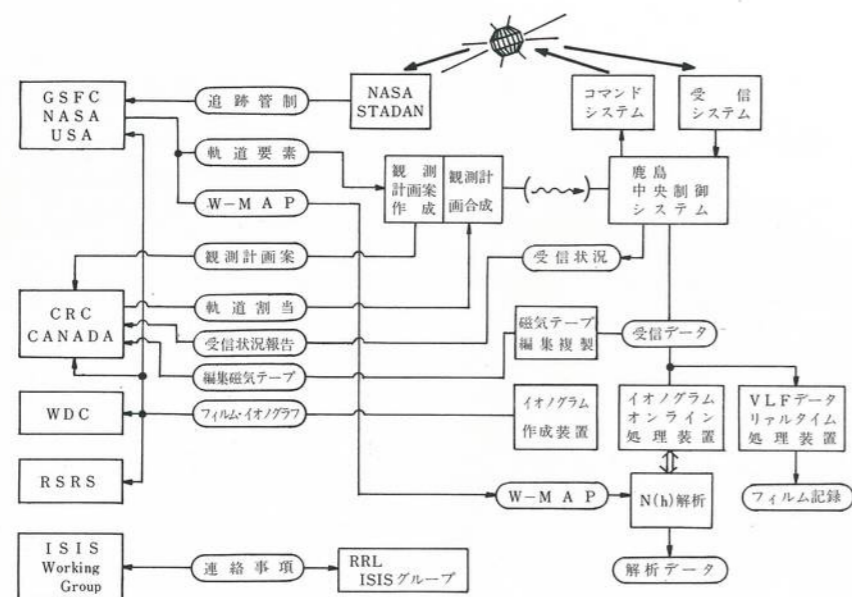
南極におけるロケット観測

鹿島支所の放送衛星(BS)「ゆり」用〔右〕と  
電離層観測衛星(ISS)「うめ」用〔左〕パラボラ・アンテナ

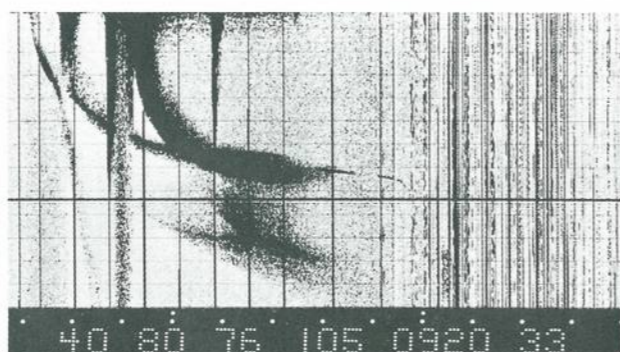


## ■国際電離層研究衛星(ISIS)テレメトリ信号の受信と解析

昭和41年5月、当所鹿島支所にテレメトリ局が完成し、同年8月からAlouette-1, 2号衛星のテレメトリ信号の受信を開始し、昭和45年1月からISIS-1号衛星、昭和46年5月からISIS-2号衛星の信号も受信し現在に至っています。ISIS衛星のテレメトリ及びデータ解析研究には9か国の研究機関が協力しています。昭和51年4月からは南極昭和基地でのISIS-1, 2号のテレメトリ受信を開始しました。これは国立極地研究所と電波研究所との共同研究プロジェクトとして行っています。

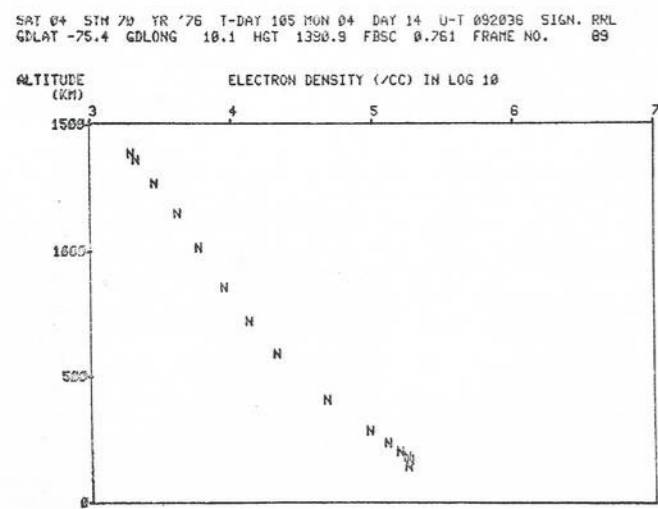


ISIS計画の概略図



南極におけるイオノグラムの例

ISIS衛星はAlouette衛星に比較して大型で固定周波数による電離層観測をはじめイオン密度、イオン温度、質量分析等の観測項目が加えられています。それぞれの観測項目から興味ある成果が得られていますが、中でもトップサイドイオノグラムには上部電離層の構造や電波現象に関する多くの情報が含まれています。イオノグラム上のエコーの軌跡の遅れ時間と電波の周波数の関係を利用することによって、左図のような電子密度の高度分布N(h)を求めています。これらの解析結果をまとめて“Data on Top-side Ionosphere”として出版しています。



イオノグラム・オンライン処理装置によるN(h)プロファイル

## ■電離層観測衛星(ISS)「うめ」

### ●ISSの計画

電離層観測衛星(Ionosphere Sounding Satellite; ISS)の研究開発は昭和42年に当所において着手しました。昭和44年10月、宇宙開発事業団(NASDA)の発足と同時に衛星の開発は同事業団に引き継がれました。ISSの打ち上げに備えて、当所鹿島支所の管制センターにコマンド、テレメトリの諸施設を整備し、本所に大型計算機を含むデータ処理施設を整備し、更に昭和49年2月、所内にISS研究運用本部を設ける等、ISSの運用並びに研究プロジェクトの総合調整を図ってきました。

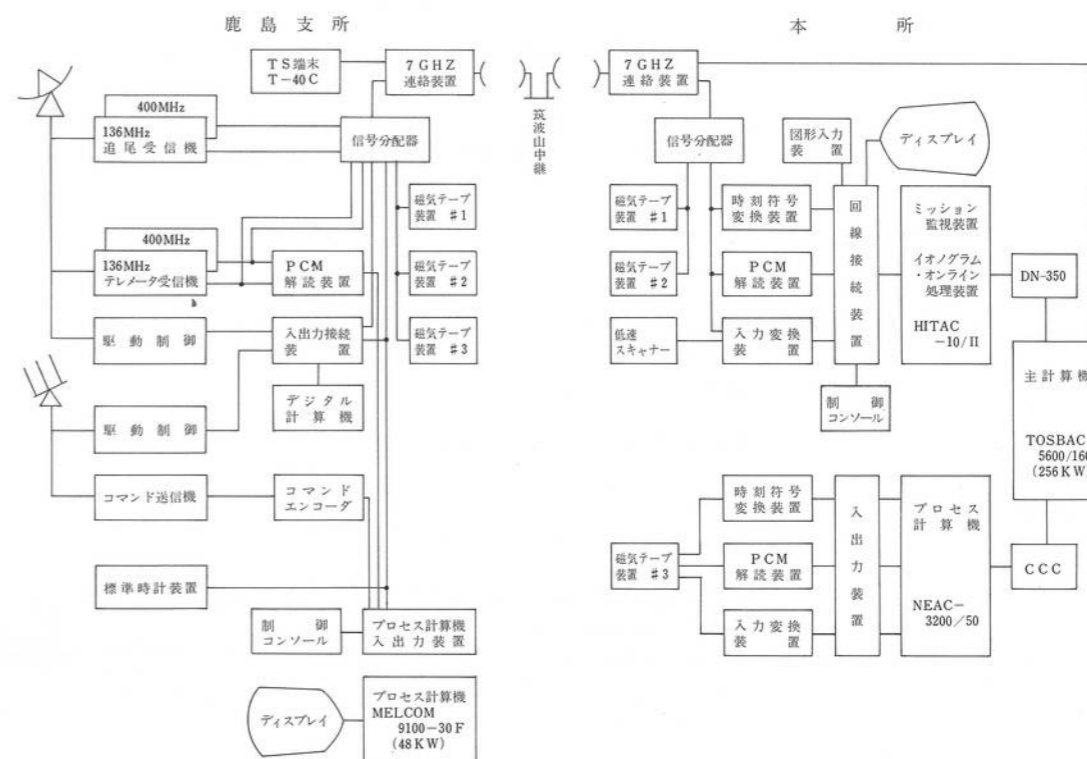
昭和51年2月に国産実用衛星の第1号としてISS「うめ」がNASDA種子島宇宙センターから打ち上げられましたが、約1か月間の初期段階の最終期に電源系の不具合が発生し、同衛星は運用不能となりました。電源系の改良を施した予備機ISS-bが昭和53年2月に打ち上げられ、約1か月半の初期段階には宇宙開発事業団による衛星動作状態チェックが行われ、また当所でのミッション・データ評価が行われました。その後、引き続き定常運用段階に入り、当所による本格的な観測が行われています。

ISSプロジェクトの目的は、20頁の項目(1)~(4)の四つのミッション・データを用いて電離層の電離状態、電離層上部の環境及び空電に伴う電波雑音についての世界的分布を定常的に観測し、その結果を短波通信の効率的運用に必要な電波予報、警報に利用するとともに、電離圏内における電波現象、電波伝搬に関する物理的研究に利用することにあります。

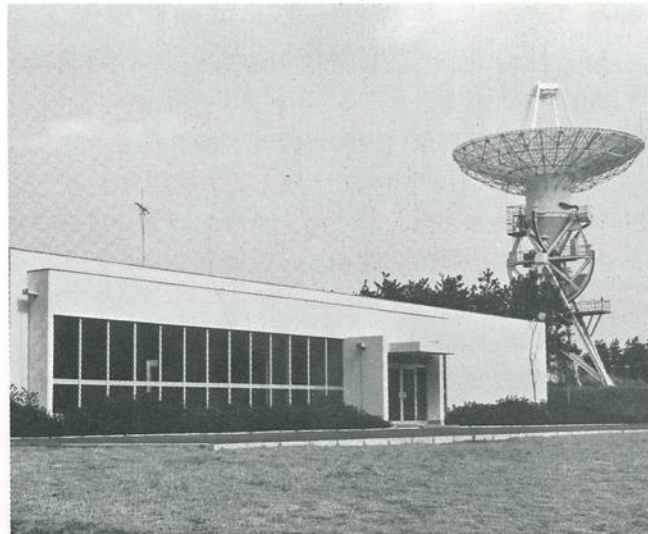
なお、ISSの設計寿命は1.5年ですから、太陽活動度と電離層の関連を調べるために、これに続くものとして、2号衛星及び更に機能の拡充と改良を加えた後続衛星の実現を目指しています。

### ●ISSの運用

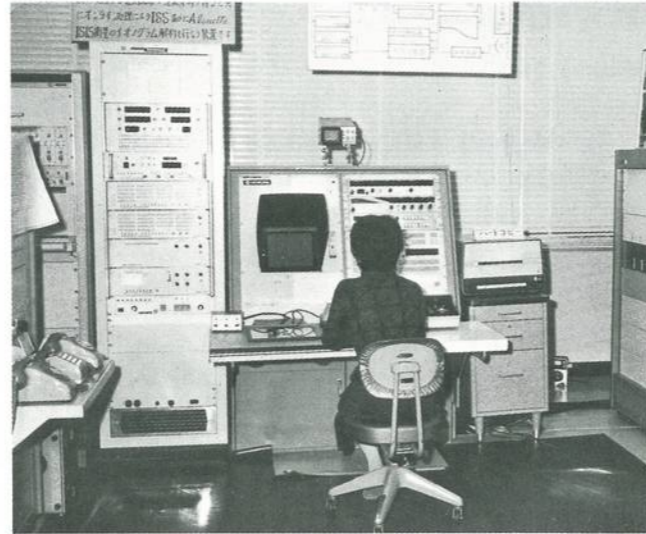
ISS衛星のテレメータ受信及びコマンド送信は鹿島地球局において行われます。衛星データはコマンドにより衛星が地球局の可視領域内にきたときに、テレメトリ系(136.81MHz及び400.9MHz)を通じて地球局へ伝送され、磁気テープに記録されます。伝送方式はPCM-PM方式であり、伝送速度は実時間観測時には毎秒1024ビットで録音再生時にはその26倍です。鹿島支所と本所との間には7GHzのマイクロ波回線が設置され、データ伝送並びに技術連絡用に使われます。この回線を通じて本所で受信された衛星データは、信号分配器を通して磁気テープに記録されるとともにミッション監視装置に取り込まれて、衛星データの即時監視が行われます。磁気テープに記録されたデータは大型計算機及びイオノグラム・オンライン処理装置により処理解析が行われ、電離層及び電波雑音データの世界分布図が作成されます。



ISS運用システムブロック図



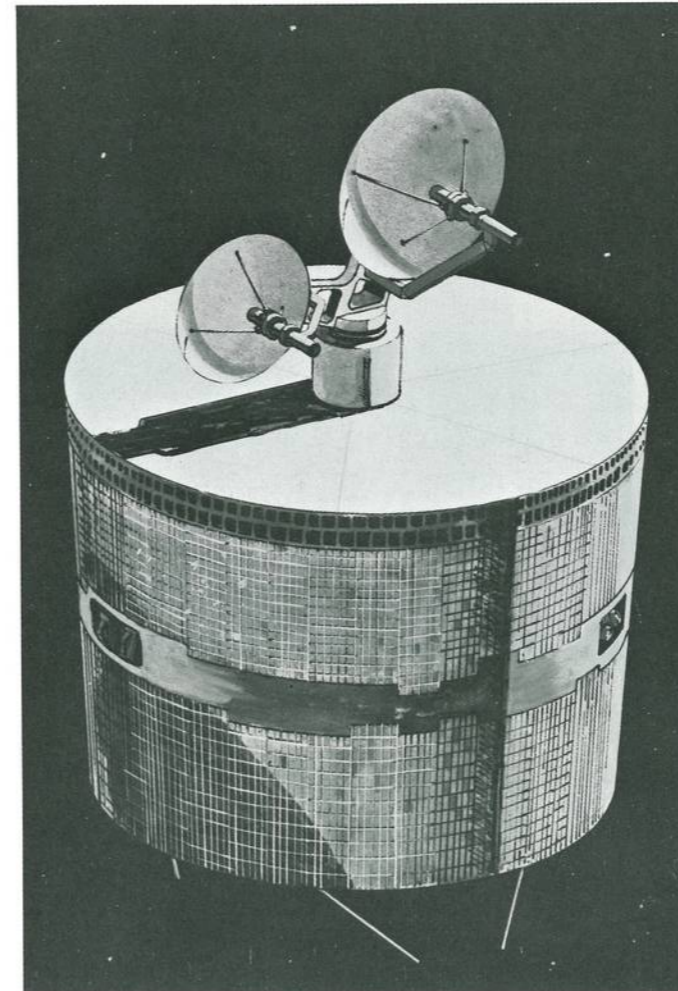
鹿島支所管制庁舎



本所衛星データ解析装置

●ISS観測系性能概要

項目	性能・概要
(1) 電離層観測装置 (TOP)	観測周波数範囲：0.5~15MHz (100kHzステップで変化) 観測周波数精度：60kHz 送信出力：100W パルス巾：300μs
TOP-A	電離層臨界周波数( $f_c$ )の観測
TOP-B	$d'-f$ 特性の観測( $d'$ ：見掛け反射距離、 $f$ ：観測周波数)
(2) 電波雑音観測装置 (RAN)	観測周波数：2.5MHz、5MHz、10MHz、25MHz帯の標準電波のガードバンド 電波雑音平均強度の観測 電波雑音のひん度の観測
(3) プラズマ測定器 (RPT)	測定対象及びその範囲 電子密度及びイオン密度 ( $10^3 \sim 10^6 \text{ cm}^{-3}$ ) 電子温度及びイオン温度 (1000~5000 K)
(4) イオン質量測定器 (PIC)	測定対象及びその範囲 正イオン質量：1~24 密度範囲： $10^2 \sim 10^6 \text{ cm}^{-3}$
(5) 姿勢測定器 (AS)	地磁気検出器 (3軸)：ASM 太陽方向検出器：ASS 地球方向検出器：ASE 総合角度検出誤差：±2.5°以内
(6) 衛星環境測定器 (HK)	衛星内部及び外部表面の温度、電源の電圧及び電流、各サブシステムの動作状況など計135項目の測定



ECS

■実験用静止通信衛星 (ECS)

●ECSの諸元

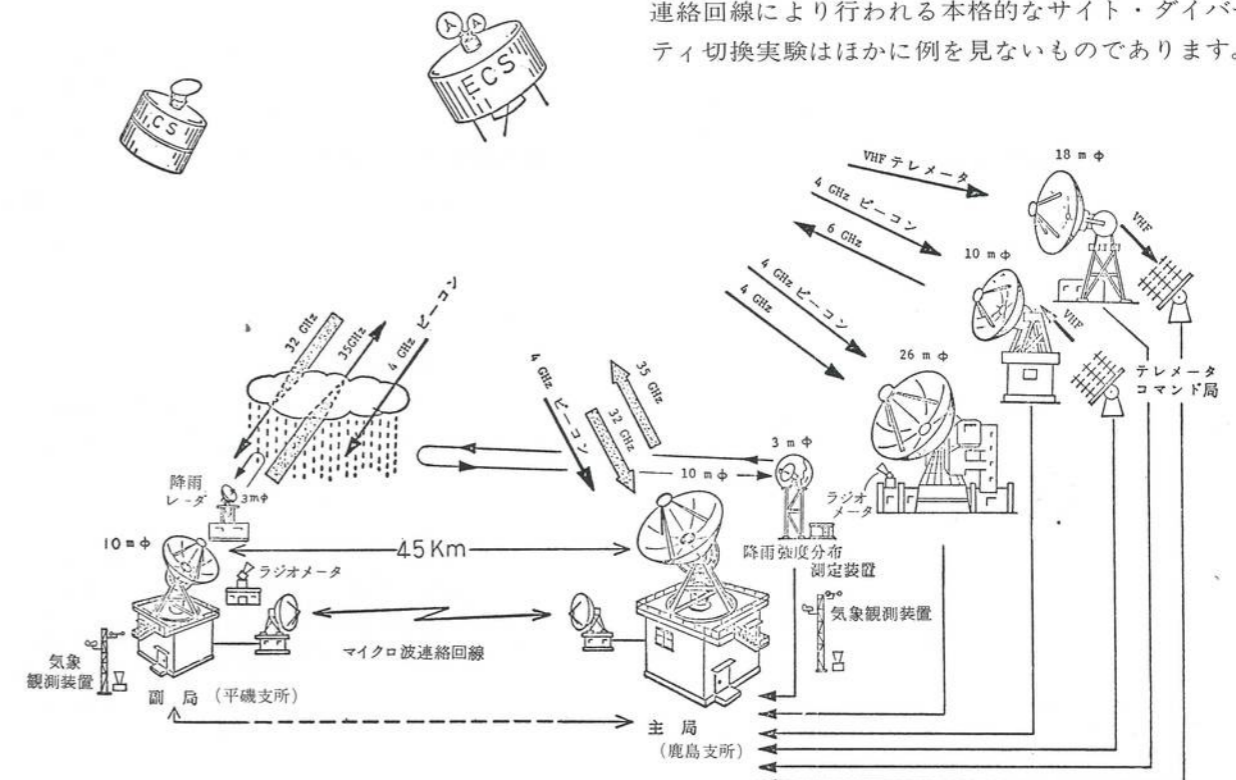
(1) 軌道	東経145°(予定)の赤道上 約3万6千kmの静止軌道上
(2) 寿命	約1年(設計値)
(3) 形状	円筒形
(4) 寸法	直径 約1.4m 高さ 約1.8m(アンテナを含む)
(5) 質量	約130kg(静止軌道上の初期値)
(6) 太陽電池発生電力	約100W(1年後)
(7) 太陽電池の大きさ	直径 約1.4m 高さ 約0.8m
(8) 姿勢安定方式	スピン安定方式
(9) 通信系	アンテナ：2パラボラ型機械的デスペンアンテナ 中継器：マイクロ波(6/4GHz) 帯1系統及びミリ波(35/32GHz)帯1系統 コマンドによるクロストラップ(交差接続)可能

ミリ波を使用した衛星通信システムの実用化を主な目標として、衛星による将来の新しい通信体系の確立に必要な諸データを得ることを目的とした衛星で昭和54年2月打ち上げの予定です。下図にECSによる実験システムの概要を示してあります。

●主要実験項目

1. 降雨のミリ波帯電波伝搬に及ぼす影響
2. サイト・ダイバーシティ効果の利用
3. 静止衛星軌道の有効利用(CSとの共同実験)

をはじめとして、様々な実験が計画されています。特に主局(鹿島支所)・副局(平磯支所)と両者を結ぶ地上連絡回線により行われる本格的なサイト・ダイバーシティ切替実験はほかに例を見ないものであります。

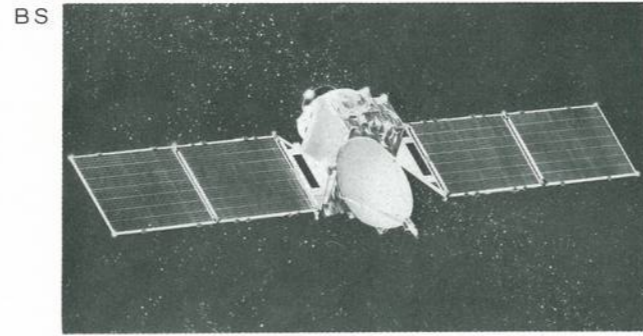
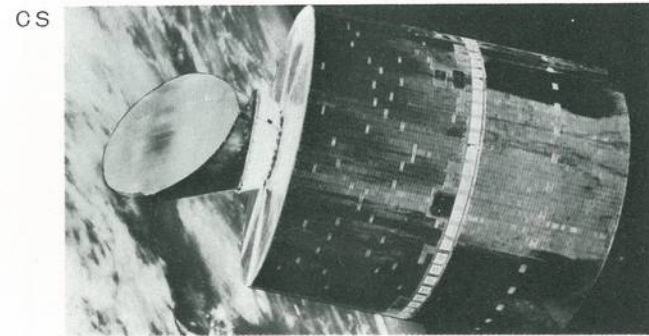


ECS実験用地上局の構成

## ■実験用中容量静止通信衛星(CS)「さくら」と実験用中型放送衛星(BS)「ゆり」

### ●CS・BSの目的

衛星通信は、情報流通の増大する今日、新しい情報メディアとして大きな役割が期待されています。我が国でも、このような情勢を踏まえながら、実験用中容量静止通信衛星と実験用中型放送衛星を開発してきました。当所ではこれら衛星による諸実験の中核的役割を担う主局を鹿島支所に完成し、更に関係機関との協力の下に、各種地上施設もほぼ完成し、近く利用実験が開始されようとしています。



### ●CSの諸元

(1) 軌道	東経135°(予定)の赤道上 約3万6千kmの静止軌道
(2) 寿命	約3年
(3) 形状	円筒形
(4) 寸法	直径 約2.2m 高さ 約3.5m(アンテナを含む)
(5) 質量	約340kg(静止軌道上の初期値)
(6) 太陽電池発生電力	約420W(3年後)
(7) 太陽電池の大きさ	直径 約2.2m 高さ 約2.2m } の円筒状
(8) 姿勢安定方式	スピン安定方式
(9) 通信系	アンテナ: ホーンリフレクタ型 機械的デスパンアンテナ成形ビーム 中継器: マイクロ波帯中継器 2系統 準ミリ波帯中継器 6系統

### ●BSの諸元

(1) 軌道	東経110°(予定)の赤道上 約3万6千kmの静止軌道
(2) 寿命	約3年
(3) 形状	展開型ソーラパドル付箱形 衛星本体の最大幅 約1.3m 衛星本体の高さ 約3.1m
(4) 寸法	太陽電池展開時最大長 約9m 約350kg(静止軌道上の初期値)
(5) 質量	寿命末期約800W
(6) 太陽電池発生電力	1.5m×3.3m 2枚
(7) 太陽電池パネルの大きさ	
(8) 姿勢安定方式	三軸姿勢安定方式
(9) 通信系	伝送容量: カラー・テレビジョン 信号2チャンネル 送信出力: 1チャンネル当り 約100W

### ●実験用中容量静止通信衛星(CS)

将来の通信需要の増大に応じる大容量衛星打ち上げの準備として、準ミリ波及びマイクロ波による衛星通信実験などの各種技術実験を行うことを目的とした衛星で昭和52年12月15日午前9時47分(日本時間)、米国航空宇宙局(NASA)のデルタ2914型ロケットによって打ち上げられました。実験に参加する地上施設は、当所鹿島支所に建設した通信実験及び衛星運用管制の機能をもつ主固定局のほか、可搬型固定局、車載移動局などで構成され、日本全土に配備されたこれらの施設によって、種々の衛星通信実験が打ち上げ後約3年間にわたって行われる予定です。主な実験項目は次のとおりです。

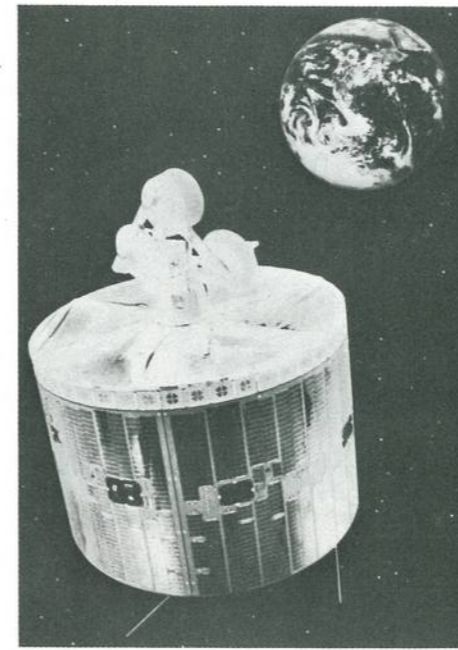
1. 衛星通信システムとしての伝送実験
2. 降雨の電波伝搬に与える影響に関する実験
3. 衛星とう載機器及び地上設備の特性に関する実験
4. 地上通信系との混信に関する実験
5. 衛星通信システムの運用技術に関する実験
6. 衛星管制技術に関する実験

### ●実験用中型放送衛星(BS)

将来の各種放送需要に対処するために必要な大型放送衛星の打ち上げに備えて、画像及び音声の伝送試験などの技術実験を行うことを目的とした衛星で昭和53年4月打ち上げの予定です。実験に参加する地上施設は、当所鹿島支所に建設した14GHz/12GHzカラーTV2チャンネルの送受及び衛星運用管制の機能をもつ主送受信局のほか、可搬型送受信局、受信専門局、簡易受信局などで構成されます。日本全土に配置されたこれらの施設によって種々の衛星放送実験が打ち上げ後約3年間にわたって行われる予定です。

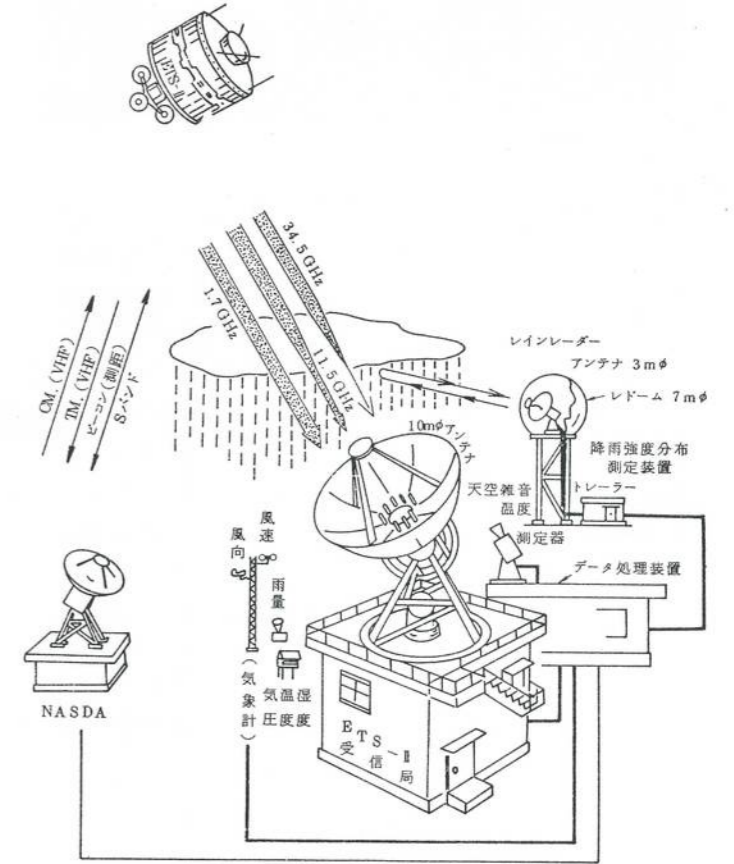
## ■技術試験衛星II型(ETS-II)「きく2号」による伝搬実験

ETS-IIは昭和52年2月23日、国産Nロケットにより宇宙開発事業団の種子島宇宙センターから打ち上げられ、3月5日、東経130度の予定位置に達し、我が国初の静止衛星となりました。ETS-IIは大きさ、重量などはほぼECSと同じで、当省の依頼によって、1.7、11.5、34.5GHzの3波の位相のそろったビーコン電波を地上へ送信しています。当所では後に続く通信・放送衛星(CS、BS、ECS)のための予備実験として、これらの電波の伝搬特性の測定を行っています。

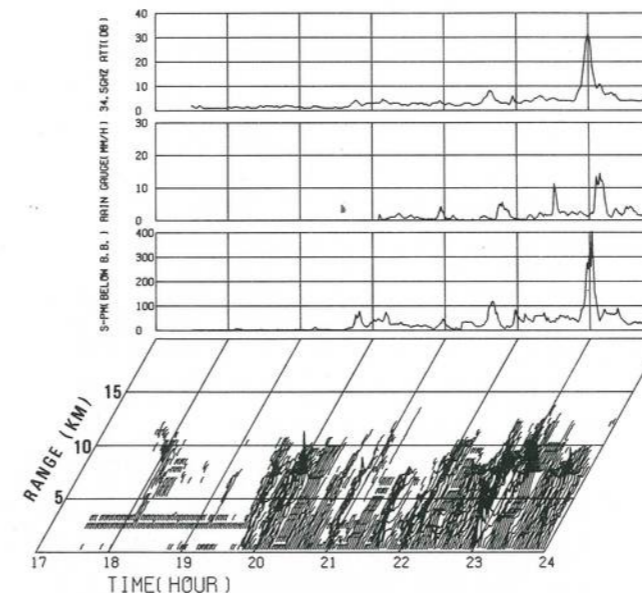


ETS-II

ミリ波や準ミリ波はこれからの衛星通信に多く使われることが予想されます。しかし、これらの電波の伝わり方は雨などの気象条件によって大きく左右されます。ETS-IIのビーコン電波を使った実験では、衛星からの電波の受信装置のほかに気象の状態をよく知ることができるよう工夫されています。特に、降雨強度分布測定装置と呼ばれる特殊な気象レーダでは、衛星から受信アンテナまでの実際の電波の伝わる経路に沿った雨の強さや周囲の雨の動きなども知ることができます。



ETS-II 地上施設概略図



ETS-IIによる伝搬実験のデータの一例

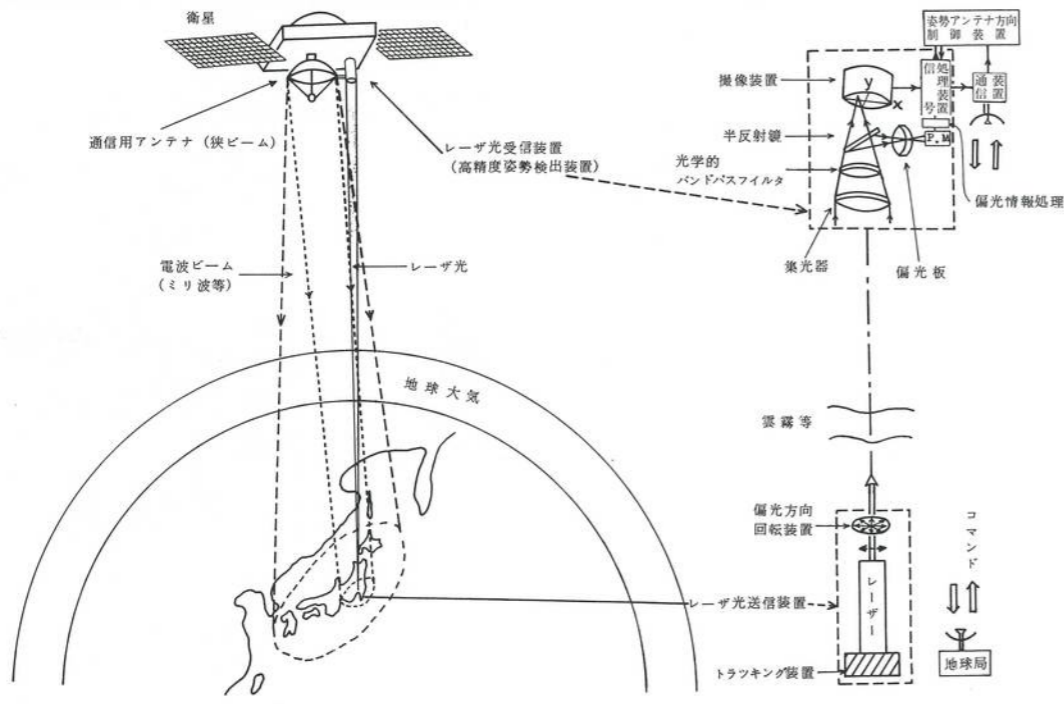
左図はETS-IIによる伝搬実験のデータの一例で、上からミリ波の減衰、受信アンテナ横の雨量計により測定された雨量、電波の伝搬路上の雨量の和の時間変化を示すグラフと伝搬路に沿った雨の様子を鳥瞰図の形で示したものです。雨の降ってくる様子やそれがミリ波の電波の伝わり方に与える影響がよくわかります。

## ■ レーザを用いた衛星の高精度姿勢決定システムの研究

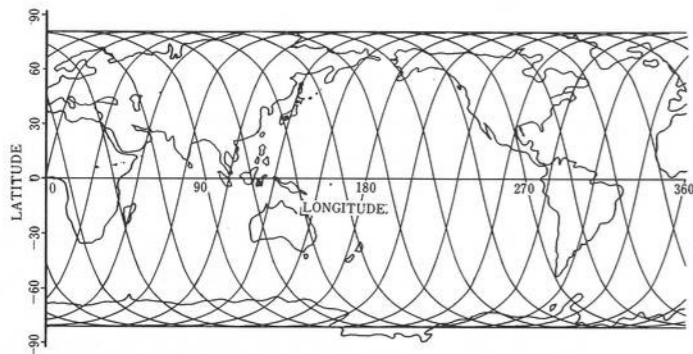


室内基礎実験装置

マイクロ波帯より高い周波数の電磁波による通信では、指向性の鋭いアンテナが用いられるようになると、衛星の姿勢変動によるビームの偏りを抑え、目的とする方向にアンテナを向け、効率良く通信を行うための衛星の高精度姿勢検出と制御システムが必要になります。この目的のために、図に示されているような地上のレーザ光送信装置と衛星上のレーザ光受信装置とから成るシステムが提案され、現在室内基礎実験が行われています。このシステムは、衛星の姿勢の3要素が全部一度に決定できるという従来のセンサにない特徴を有しており、アンテナの高精度方向制御のほか、高分解能の地球観測、衛星～衛星間の光通信等多方面への発展性を有しています。



レーザを用いた衛星アンテナの高精度方向制御システム図

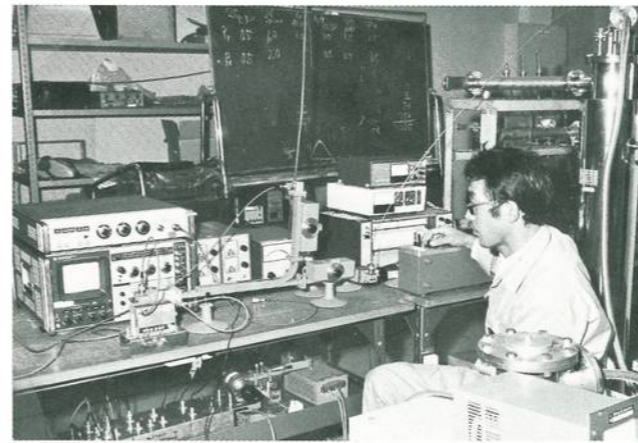


太陽同期回帰軌道(回帰数14)の軌跡

## ■ 軌道の研究

人工衛星のミッションは、衛星がそれに適した軌道(例えば、極軌道、太陽同期軌道、回帰軌道、同期軌道、静止軌道など)をとることによって達成されます。このため、軌道の性質、軌道決定法、軌道維持の研究が、人工衛星そのものの研究と並行して行われています。また、衛星の軌道制御や、アンテナ指向方向の制御等のために必要な衛星の姿勢の解析も行っています。特に、静止衛星の軌道と姿勢に関しては、実験用中容量静止通信衛星、実験用中型放送衛星、実験用静止通信衛星等を利用して、詳細な研究が進められています。

## ■ 周波数精密計測の研究



超伝導空洞安定化発振器の実験装置

最近、精密無線航法、高速度通信、放送、測地学、各種の計測など精密科学の各方面で周波数安定度の非常に良い(周波数のふらつきの非常に少ない)信号発生器が使われるようになりました。信号発生器をそれぞれの目的に有効に利用するには、周波数安定度の測定方法の確立が必要で、当所でも、これについて研究を行っています。

周波数安定度の測定には、極めて安定度の良い基準発振器が必要です。このような基準発振器を作ることは、100MHzぐらいまではそれほど困難ではありませんが、GHz帯以上の周波数では非常に困難です。

そこで当所では、最近、超伝導空洞安定化発振器という非常に短期安定度の良い発振器の研究を始めました。これはニオブという金属がおよそ $-264^{\circ}\text{C}$ 以下の極低温で、直流電気抵抗が零になる性質、いわゆる超伝導現象を利用するもので、この金属でマイクロ波の空洞共振器を作り、 $-272^{\circ}\text{C}$ ぐらいの液体ヘリウム中に入れると、 $10^9$ というような非常に高いQ値(コイルや空洞共振器の周波数選択性を表わす数値)が得られます。研究中の発振器はその発振周波数(9GHz帯)を、この高いQ値の空洞共振器で安定化するもので、これが完成すれば10秒の観測時間で $1 \times 10^{-15}$ という極めて良い短期安定度が期待できます。

なお、この発振器は上記のような安定度測定の基準としてだけでなく、将来、サブミリ波、遠赤外、更に光領域におけるいろいろの計測や、天文、測地学における超長基線干渉計などに直接応用することも可能です。

## ■ ロランC、オメガ電波及び人工衛星による国際時刻比較

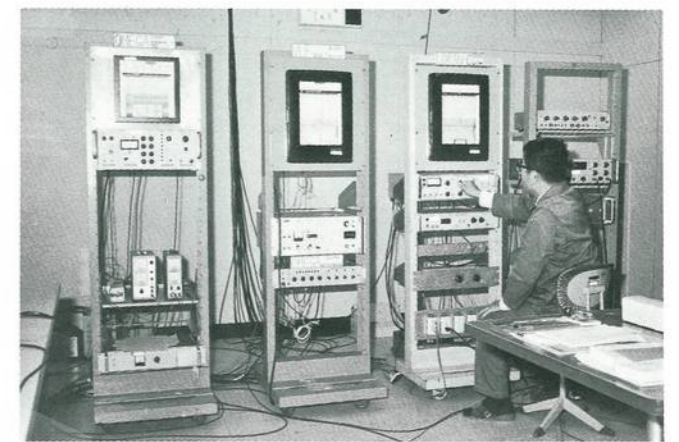
時間と周波数標準を正確に維持するには、国際比較が必要です。当所が実施又は関連する国際間の高精度時刻比較には、ロランC及びオメガ電波を仲介とする常時比較、原子時計運搬による年1～2回の直接比較、更に静止衛星による時刻比較実験があります。

ロランCは100kHzパルスによる高精度の航行用電波で、時刻比較には北西太平洋チェーンの硫黄島主局から送信される電波の地表波成分を受信し、その位相を測定することにより、当所及び米国海軍天文台の主標準時計をおよそ1マイクロ秒( $10^{-6}$ 秒)の精度で比較できます。

オメガは10～14kHzのVLF電波による航行システムで、8か所の送信局で全世界をカバーします。当所では、ノース・ダコタ、ハワイ、対馬の各局からの電波を受信し、およそ4～5マイクロ秒の精度で時刻の国際比較をしています。

1975年8月、米国航空宇宙局(NASA)と当所が共同して、静止衛星ATS-1による時刻比較実験が行われました。地上局の鹿島及びロスマンには高性能のセシウム時計が用意され、これらはそれぞれ当所及び米国海軍天文台の主標準時計に対して、原子時計の運搬、TV信号及びロランCを仲介にして精密にモニターされました。秒信号比較は、SSRA方式の測距用PN符号を用いて1ナノ秒( $10^{-9}$ 秒)という高分解能で行われ、また、この種の時刻比較における地球自転効果の補正をも行うことにより、10ナノ秒という従来にない高精度で日米間の時間比較ができました。

なお、航行用の移動衛星による国際比較の実施についても現在調査中です。



ロランC、オメガ受信比較装置

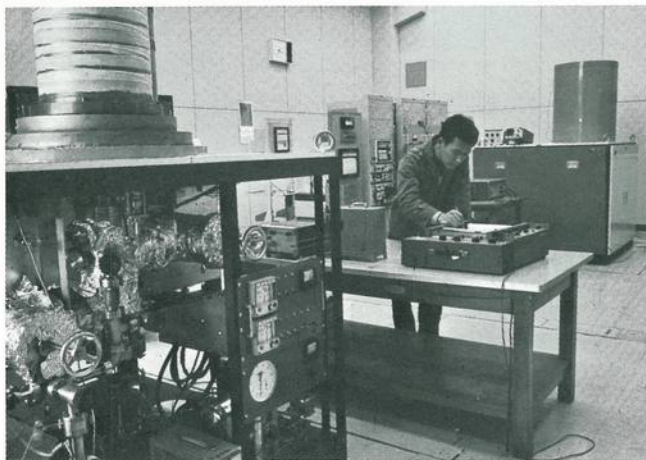
## ■原子周波数標準の研究

原子の固有共鳴周波数が一定不変なことを利用して時間と周波数の定義が決められています。当所では、古くはアンモニア原子時計、その後は水素メーザ型原子時計の研究を進め、国家標準として実用してきました。

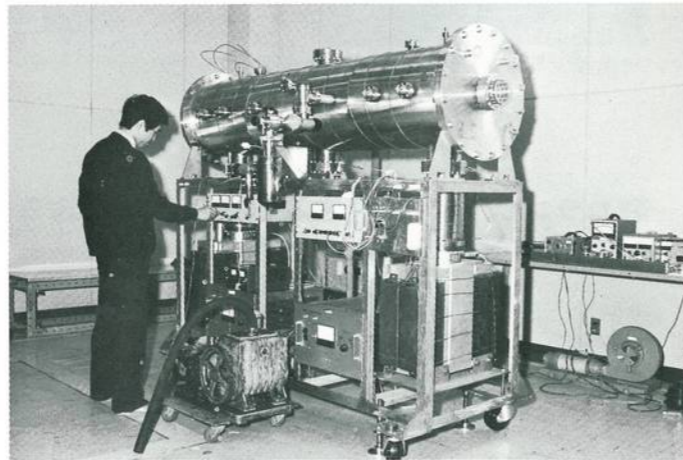
水素メーザ用の自作の水素蓄積球をカナダの装置に設置して直接水素メーザ周波数の国際比較を行った結果 $2 \times 10^{-13}$ で一致しました。水素メーザ標準器の短期周波数安定度は、90秒平均で $6 \times 10^{-15}$ に達し、その周波数精度は $2 \times 10^{-12}$ であります。

現在、改良型水素メーザ標準器の精密調整を行い、一方、周波数精度と長期安定度のよいセシウム標準器の実験も行っており、精度向上が期待されています。

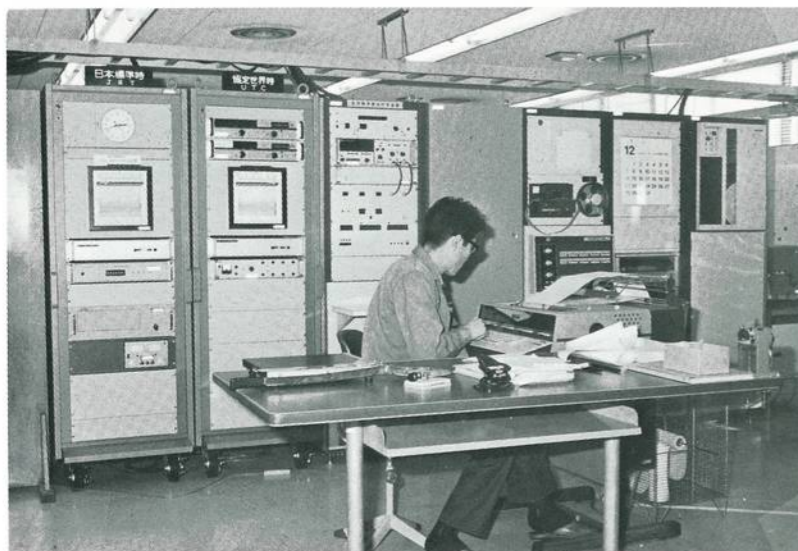
これらの研究は、周波数国家原器としてのみならず、原子時計の一般科学分野での利用面にも広く貢献しています。



改良型水素メーザ標準器



高精度セシウム標準実験装置



日本標準時自動計測処理システム

## ■日本標準時

日本の時刻標準は、国際的取決めに従って1972年から従来の天文時に代わり、セシウム原子時計により当所が決定しています。実際には一次標準器と連続運転の数台の実用型セシウム原子時計及び標準電波発射施設などが自動計測処理システムによって結合され、標準時を決定しています。この日本標準時は、国際比較により国際標準との関係も明らかにされています。

## ■標準電波JJYの発射業務

標準電波は正確、かつ安定な周波数と時間の標準、日本標準時、日本標準時と地球自転時との差DUT1及び電波警報を一般の利用者にお知らせするために発射しています。

周波数と時間間隔の精度は、秒の定義により決めた値に対して $\pm 1 \times 10^{-11}$ 以内に保たれています。時刻信号は国際間で $\pm 0.001$ 秒以内に同期が保たれ、協定世界時(UTC)システムに基づき地球自転時(UT1)に対して0.9秒以上の差を生ずるに至ったときには、1秒のステップ調整(うるう秒)が行われます。

長波40kHz標準電波は、伝搬による周波数精度の劣化が極めて少ないため、原子周波数標準器などの高級な発振器の周波数校正に使われています。

なお、これらの標準電波は、当所(本所)からの遠隔制御により、日本電信電話公社名崎無線送信所から発射されています。

### ●標準周波数局及び実験局の諸元

呼出符号	JJY	JG2AS
送信所	名崎無線送信所(茨城県猿島郡三和町)	
緯度	36° 11' N	
経度	139° 51' E	
空中線電力	2 kW	10 kW ※1
運用時間	常時(毎時、休止時間を除く。)	常時 ※2
標準搬送波	2.5; 5; 8; 10; 15 MHz	40 kHz
周波数変調波	1; 1000 Hz	1 Hz
秒信号の発射時間	常時	JJF-2局運用時以外の常時
低周波標準による変調時間	0~5分、10~15分、20~25分 30~35分、40~45分、50~55分	なし
周波数と時間間隔の精度	$\pm 1 \times 10^{-11}$	
秒信号の型式	1600 Hzの8サイクル	0.5秒マーク
DUT1信号	1600 Hz 45ミリ秒幅の特別秒信号による。	なし

注意 ※1 実効ふく射電力 1 kW (推定値)

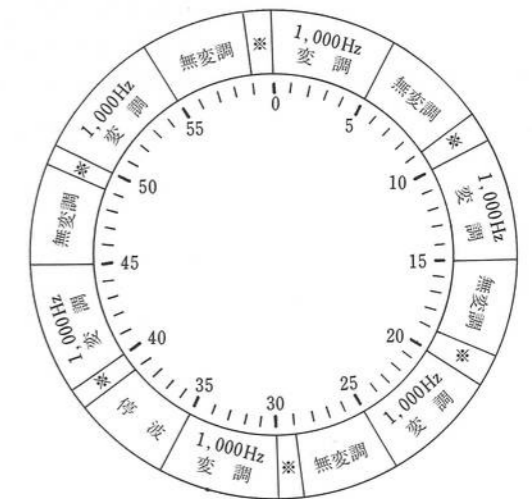
※2 海岸局JJF-2局と共用し、JJF-2の通信(A1)を優先して行い、その通信の空き時間のみ、JG2AS局として運用します。しかし、周波数はJJF-2局運用中も標準化されているので、標準周波数として利用できます。



送信所標準原器室(名崎)



長波標準電波空中線(名崎)



JJY 1時間中の発射スケジュール  
※認識信号(電波警報を含む。)

## ■陸上移動無線の周波数有効利用の研究

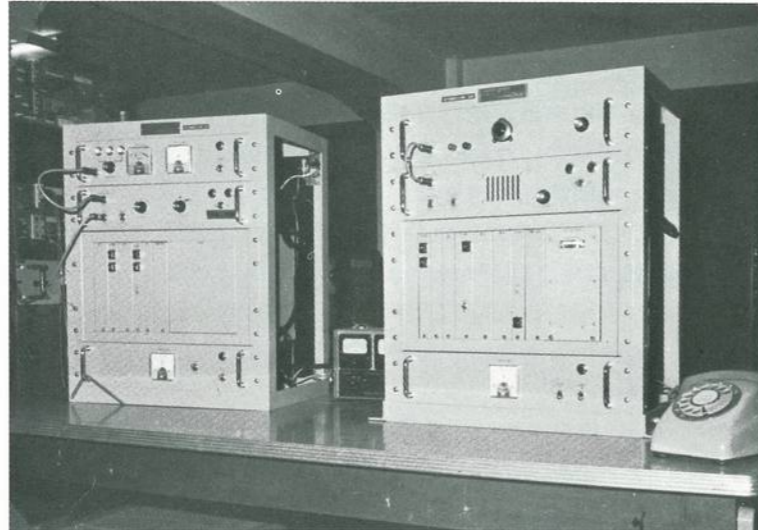
最も電波が混雑し、潜在需要の多い陸上移動業務を対象として、狭帯域化を目的とした新方式の開発や通信系のモデル化による妨害予測など、有限な周波数スペクトラムの有効利用の研究を多面的に進めています。

現用のFM方式に比べて伝送帯域幅を約1/5に超狭帯域化したリンコンベックス方式の150MHz帯可搬型装置を試作し、これと現用FM方式及びSSB方式との比較伝搬実験を行っております。その結果、表に示すように受信電界強度が5～10dB低くても他の方式と同程度の受信品質が得られました。また、試作した信号発生器による隣接妨害波の実験からは約6kHzの割当間隔が可能とみられています。引き続き、多数のチャンネルが共存する場合の研究を進めています。

また、FM方式の伝搬モデル、受信機モデル及び運用モデルを実測資料に基づいて定量化し、運用規則を取り入れた妨害予測プログラムを作成しました。これをある都市の150MHz帯(全33波、284局)のシミュレーションに適用して有効性を確認したので、400MHz帯に拡張することを計画しています。このような手法の活用は今後ますます重要になると考えられます。

更に現用FM方式の帯域再縮小化の可能性を検討するために、種々の工夫を施したFM方式の150MHz帯可搬型装置を試作してリンコンベックス端局を付加する実験等を進めています。

なお、陸上移動無線に妨害を与える都市雑音について、限られた実測資料から各地点における雑音値を推定するために、人口密度等を考慮した予測法の検討も始めています。

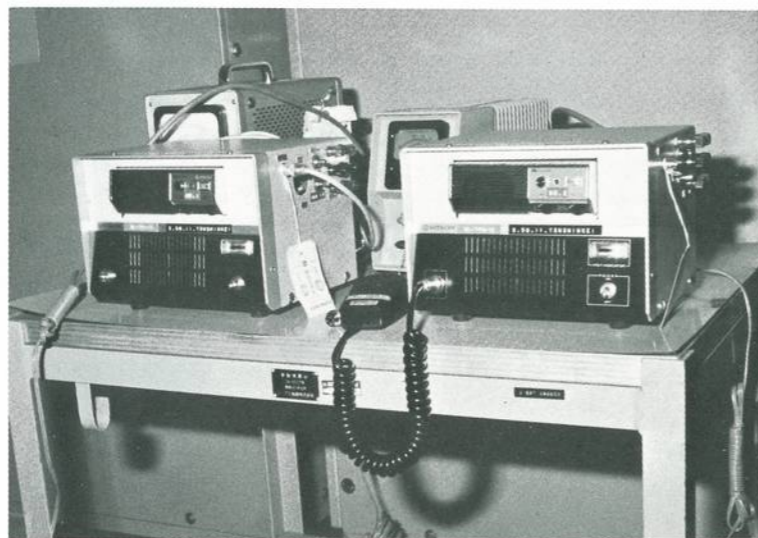


150MHz帯リンコンベックス装置

### ●比較伝搬実験の結果

評価値 (総合的に判断して)	評価別の平均電界強度 (dB $\mu$ V/m) ( )内は測定地点数		
	リンコンベックス	F M	SSB
5 (非常に良い)	41 (18)	47 (26)	*
4 (良い)	25 (18)	30 (30)	37 (38)
3 (普通)	18 (20)	22 (27)	24 (14)
2 (悪い)	18 (7)	16 (14)	19 (13)
1 (非常に悪い)	*	*	*

\*評価されなかった箇所



150MHz帯FM装置(狭帯域切替可能)

## ■音声通信・処理の研究

無線通信回線で伝送された音声は、雑音、フェーリング、混信などにより、しばしば品質が劣化します。音声と雑音の性質の相違に着目し、雑音レベルやひずみを減少して通話品質を向上させる方法を開発中です。

また、狭帯域伝送による占有帯域の有効利用、特に移動無線・衛星通信への適用を考えた10kbps/sec以下の伝送速度の音声デジタル通信について検討を進めています。

昭和50年に、自己相関関数を利用した音声処理方式SPACを考案し、音声スペクトルの圧縮・拡大や時間軸の伸縮などの処理が音声の品質をほとんど損わずに行え、音声に重畳した雑音レベルを大幅に減少できることを計算機シミュレーションによって確かめました。現在、SPACのハードウェアの製作を進めると共に、上記のSN比の改善や低ビット・レート通信への利用に重点を置いて研究を進めています。



音声信号処理システム

### ●SPACの機能と期待される用途

機能	用途
周波数スペクトルの圧縮	ヘリウム音声の復元 難聴者の通話補助 狭帯域伝送方式(圧縮-拡大) 男女声の変換
周波数スペクトルの拡大	録音テープの低速再生と 組合わせて速記代用 特殊効果
時間軸の短縮	情報検索、情報サービス 読書サービス 放送プログラムの時間長調整 音声応答装置用音声ファイルの時間調整
時間軸の伸長	速記代用 特殊効果、教育
雑音レベルの低下	騒音環境における音声通信 通話品質の改善 零交差波による通信の実用化
ひずみの減少	通話品質の改善 ひずみや雑音のために利用できなかった通信方式の実用化
振幅量子化レベルの節減	情報伝送量の節減 新通信方式の開発

## ■SSRA通信方式の研究

SSRA(周波数拡散多元接続)通信方式は、衛星多元接続方式の一つで、局の識別に高速のクロックで駆動されたPN符号を使用することが他の方式と異なります。長所としては、①比較的自由的なランダム・アクセスができる。②干渉やマルチパスに強い。③秘密性が保てる。④通信と同時に測距ができる等があげられます。他方、同時通信局数が少ないことが短所です。これまでは、情報伝送にFMを採用した装置で実験を進めてきましたが、情報信号をデジタル化し、符号理論を採用すると従来の方式より4倍近い局数増加が見込まれるため、デジタル化SSRA装置の試作、検討を始めています。また、簡易で操作の容易な装置の完成、完全に自由的なランダム・アクセス化の実現、PN符号の再利用法等の問題にも取り組み、衛星通信方式で得られた特殊技術を地上の無線回線へ応用することも検討しています。



# 無線機器の型式検定・較正及び性能試験

## ■無線機器の型式検定

無線機器の型式検定は、電波の円滑な利用を確保する上から、その無線機器が、国の定めた技術基準に適合するかどうかについて試験を行うもので、この基準に適合した機器には合格証書が交付されるとともに官報に告示され、合格機器を設置する無線局には、各種の優遇措置が与えられることになっています。

なお、型式検定に合格したものでなければ使用できないことになっている機器は次のとおりです。

周波数測定装置、警急自動受信機、救命艇用携帯無線電信機、無線方位測定機、航空機用載用無線機。

そのほか、技術基準を維持するために委託を受けて、型式検定を行うものもあり、その主なものは次のとおりです。

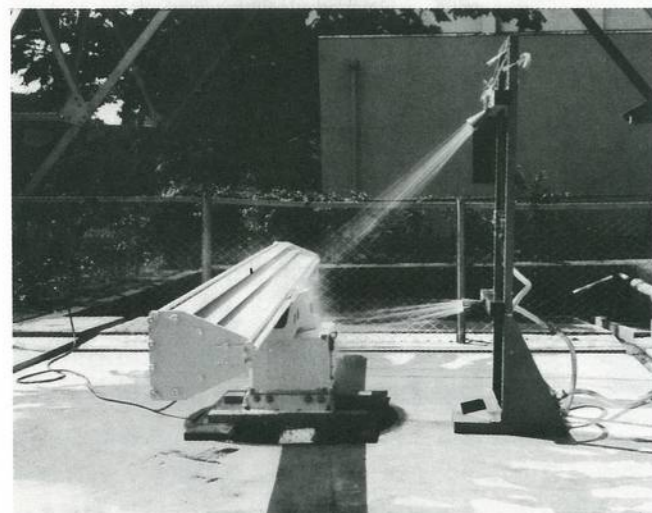
気象援助用無線機（ラジオゾンデ、気象用ラジオロボット）、簡易無線機、遭難自動通報無線機、公共用トランシーバー、船舶用レーダーなど。



合格機器に付けるマーク



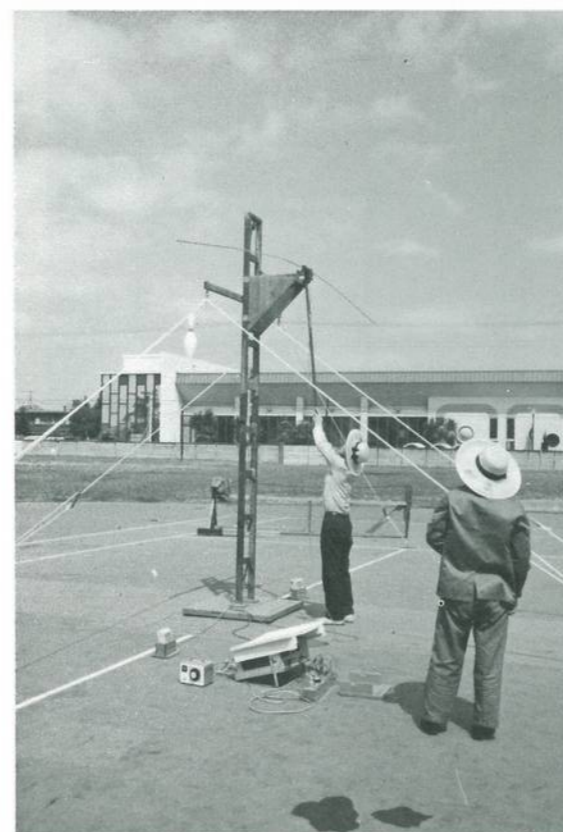
船舶レーダー用振動試験機



注水試験



SSB試験装置



VHF帯電界強度測定器の較正



高周波電力計の較正

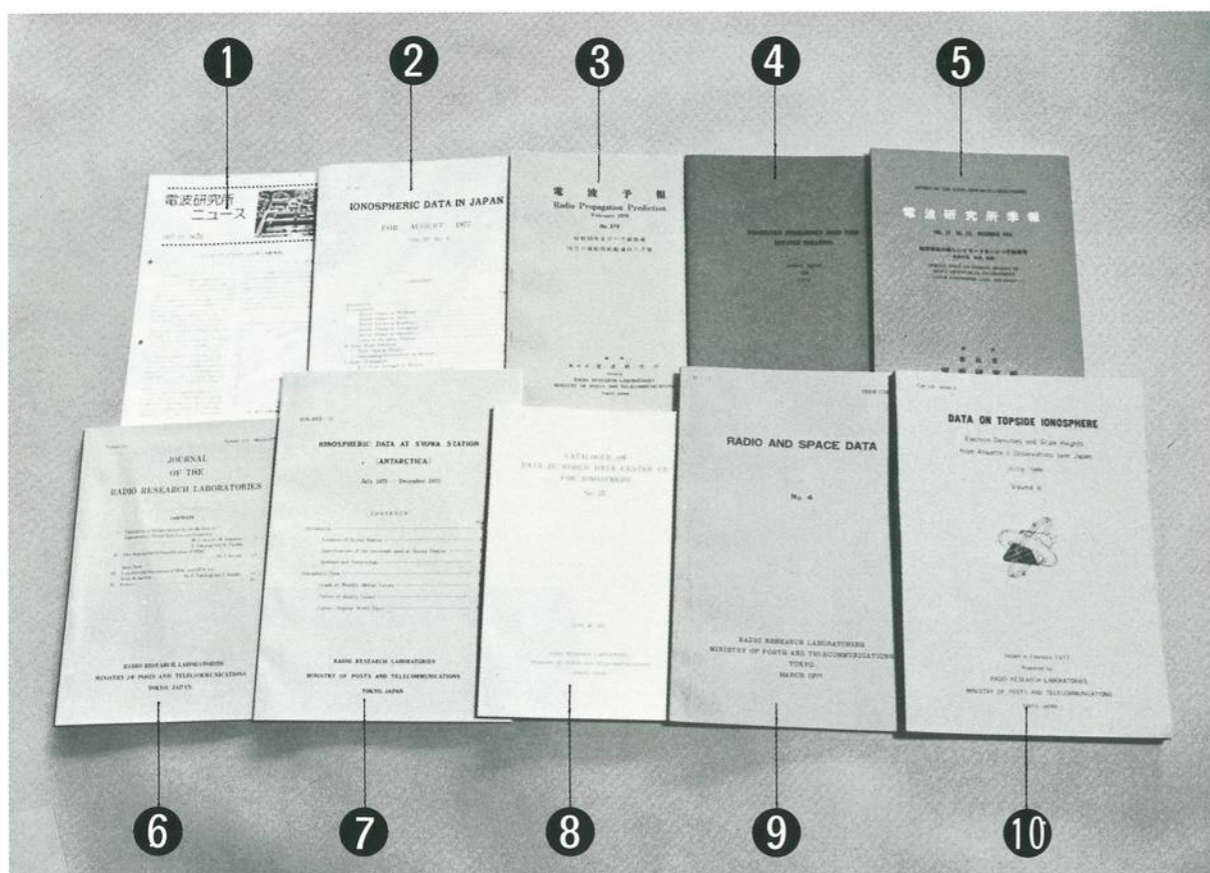
## ■較正及び性能試験

一般からの委託をうけて、無線設備の検査や性能試験に使用される測定器を対象に、次のような機種の較正を行っています。そのほか、無線機や雑音電界強度測定器などの性能試験も行っています。

◎委託を受けて較正を行うもの

電界強度測定器、高周波電力計、標準信号発生器、空洞周波数計、真空管電圧計など。

# 電波研究所の定期刊行物



①電波研究所ニュース	毎月刊行
②Ionospheric Data in Japan	毎月 "
③電波子報	毎月 "
④Standard Frequency and Time Service Bulletin	毎月 "
⑤電波研究所季報	年4回 "
⑥Journal of the Radio Research Laboratories	年3回 "
⑦Ionospheric Data at Syowa Station (Antarctica)	年2回 "
⑧Catalogue of Data in WDC-C2 Center for Ionosphere	年1回 "
⑨Radio and Space Data	随時 "
⑩Data on Topside Ionosphere	随時 "

## ■表紙の説明

表紙は、実験用静止通信衛星(ECS)の宇宙飛しょう想像図と、降雨強度分布測定装置(降雨レーダ)によって得られた水平面パターンの写真です。

本文21、22、23ページでも述べていますように、これからの衛星通信に使われる可能性の多いミリ波、準ミリ波の伝わり方は、雨の降り方によって大きく左右されますので、「きく2号」、「さくら」、「VP4」によって行われ、ECSで予定している一連の電波の伝わり方の実験には、その伝わる経路に沿った空間の雨の強さや、その周辺の雨の動きを知っていなければなりません。

現在(昭和53年3月)鹿島支所において、「きく2号」からのミリ波(34.5ギガヘルツ)と、それよりも波長の長い他の電波(1.7及び11.5ギガヘルツ)を同時に受信し、その伝搬路及び周辺の瞬間雨量を記録しています。

ここに描かれている地球は、昭和52年9月18日12時20分(日本標準時)、静止気象衛星「ひまわり」からの雲画像です。中央上、日本列島南のうずまきは、北上中の台風11号、南シナ海上のうずまきは台風12号です。

また、上のパターン写真は、9月19日18時2分(日本標準時)のレーダ・データを処理したもので、高さ2キロメートル、鹿島支所を中心とした半径50キロメートルの領域の雨の様子です。指数は1から7まで、それぞれ毎時0~1、1~2、2~4、4~8、8~16、16~32、32~64ミリに相当する瞬間雨量を示しています。指数5以上の雨はどしゃ降りの雨です。どしゃ降りの領域が帯状に走っているのは台風の特徴です。

ミリ波では、電波がどしゃ降りの雨の中を通過すると約百分の一から千分の一まで弱くなってしまいます。しかし、こんなことはめったにありません。年間を通じて1パーセントにも満たないのが普通で、しかも時間的にも極めて短いものです。この台風の時も、電波が千分の一以下に弱まったのはほんの2、3分で、2回だけでした。

(衛星及び雲画像の資料は宇宙開発事業団の提供)

郵政省 電波研究所

〒184 東京都小金井市貫井北町四丁目2-1  
Tel. (0423)21-1211(代)