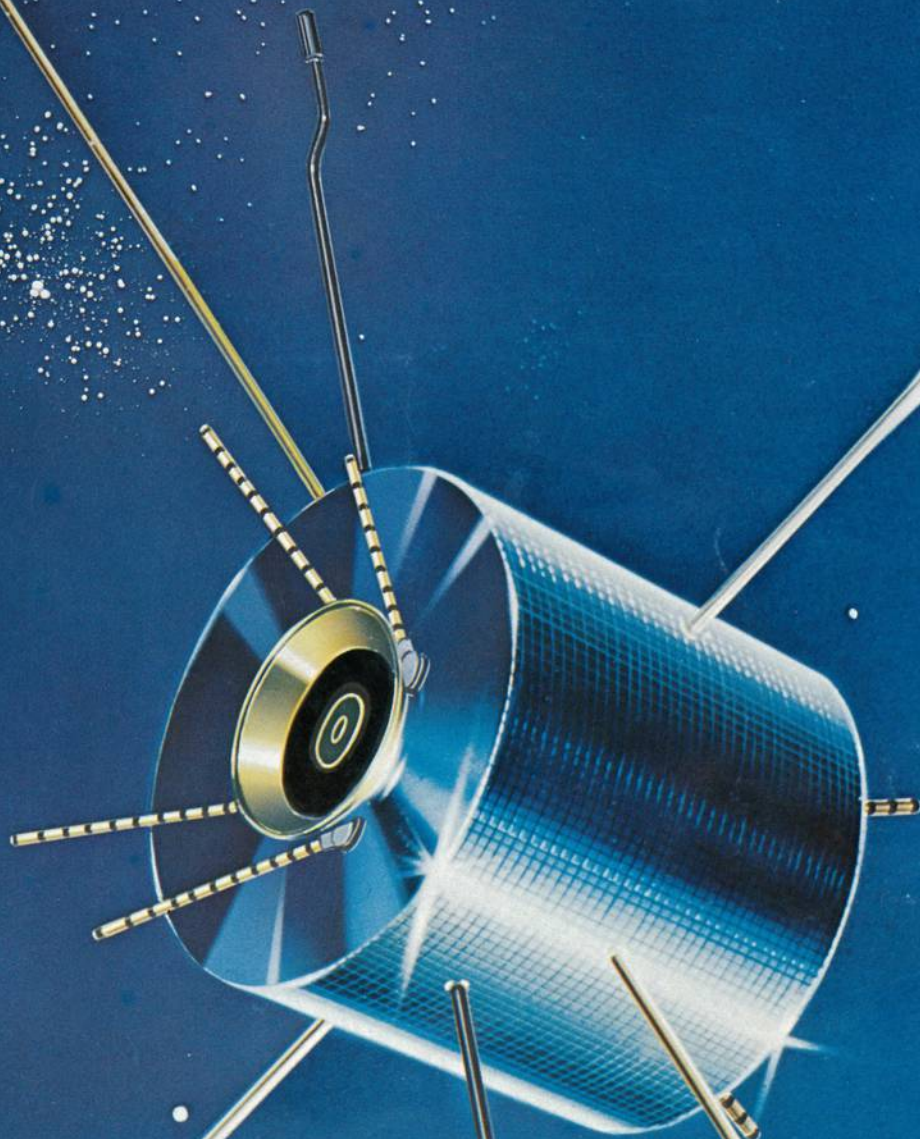


# 郵政省 電波研究所

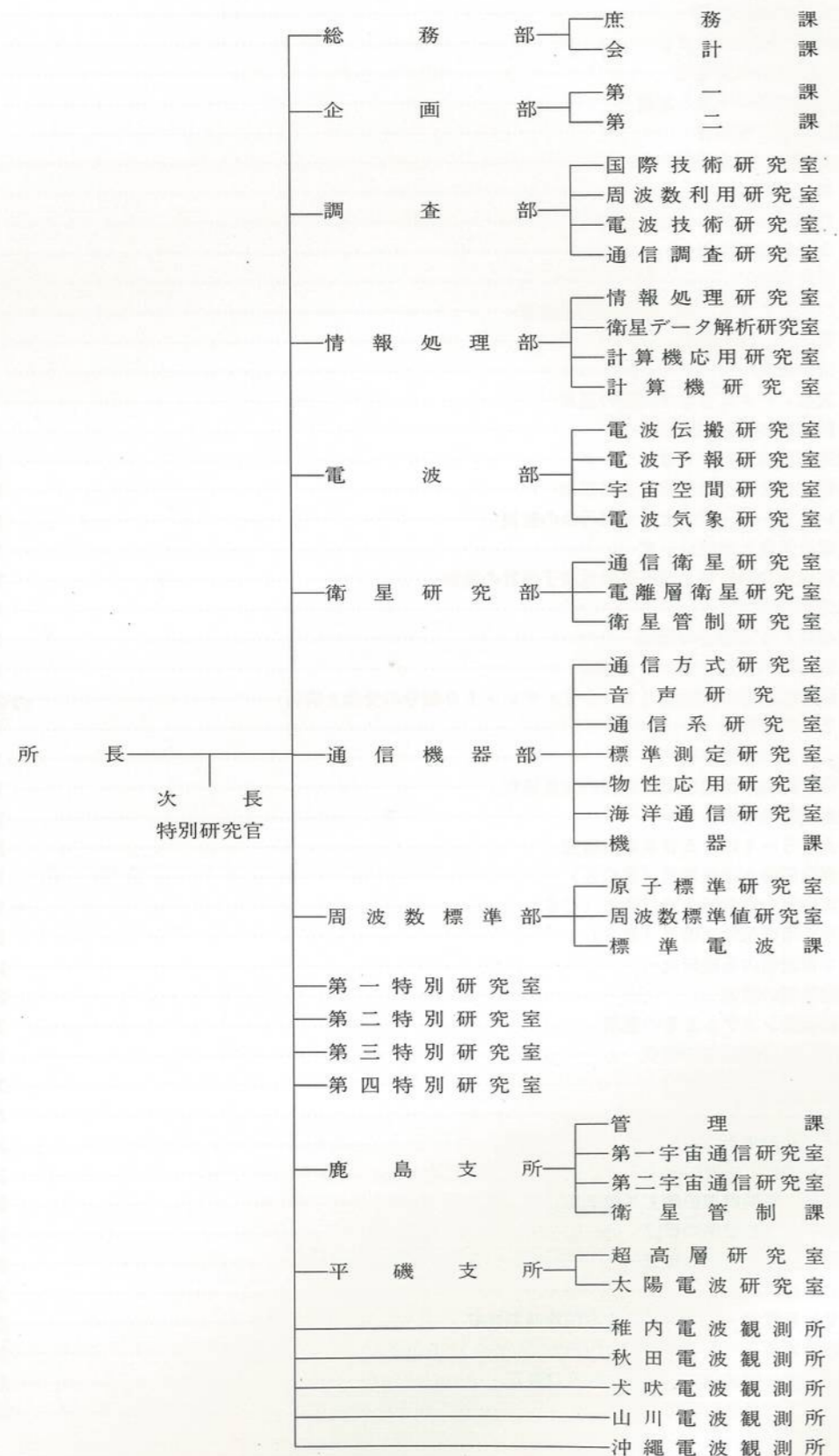


1976

目 次

電波研究所の機構	0
電波研究所のあらまし	1
電波研究所の所在地	2
電波研究所の予算と定員	3
短波通信と電離層	4
電離層の定常観測	4
電波予報	5
電離層世界資料 C 2 センター	5
太陽電波の観測	6
電波警報	7
ウルシグラム放送と世界日警報業務	7
電離層伝搬の研究	8
南極観測	9
流星レーダによる中間圏の観測	9
国際磁気圏観測計画	9
地球環境のリモートセンシング	10
電波による海洋波浪の遠隔観測	10
レーザ・レーダによる大気汚染の監視	10
電波気象と音波レーダ	10
電波天文の研究と超長基線電波干渉計の実験	11
海洋通信の研究	11
衛星による電離層の観測	12
観測機の開発とロケット観測	12
国際電離層研究衛星 (ISIS) テレメトリ信号の受信と解析	13
ISIS の計画	14
ISIS の管制	14
衛星搭載用電離層観測機器の改良研究	15
宇宙通信の研究	16
ATS-1 による日米共同研究	16
実験用静止通信衛星 (ECS)	17
実験用中容量静止通信衛星 (CS)	18
実験用中型放送衛星 (BS)	19
宇宙通信の基礎研究	20
情報処理の研究	22
計算機システムとその運用	22
画像の有効処理の研究	23
文字情報処理の研究	23
通信方式の研究	24
陸上移動無線の周波数有効利用の研究	24
音声通信・処理の研究	25
周波数・時間標準の研究と標準電波	26
原子周波数標準の研究	26
周波数精密計測の研究	26
日本標準時	26
VLF 電波・静止衛星による国際時刻比較	27
標準電波	27
無線機器の型式検定・性能試験及び較正	28
電波研究所の定期刊行物	29

## 電波研究所の機構



## 電波研究所のあらまし

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面における発展はまことに目覚ましいものがあります。通信、放送、遠隔操縦、遠隔測定など電波の利用は極めて多方面にわたり、今や電波は近代社会形成に必要な不可欠のものとなっております。しかも社会生活の複合化と国際交流の増大に伴い、電波に対する需要は増大の一途をたどっている現状です。

郵政省の附属機関である当電波研究所の任務は、従って、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、必要とする基礎資料を作りあげることこそが当研究所の使命であるといえましょう。

無線通信を効率よく行うためには、各周波数帯における電波の伝わり方を研究し、目的ごとに各周波数帯の適、不適を明らかにする必要があります。電離層の観測や研究によって、短波の伝搬についての予報や伝搬じょう乱の警報などを行うことも必要になるわけです。利用可能な周波数帯を新しく開拓することはもちろんのこと、周波数スペクトラムを最大限に活用するための通信方式、通信系、情報処理システムなどの開発もまた電波研究の大きな分野であります。

現在、宇宙開発が国家的大型プロジェクトとして取り上げられておりますが、電波なくしては考えることのできない宇宙開発だけに、当所の受持つ役割は極めて大きく、我が国の既定の宇宙開発計画の中でも当所が直接関係する人工衛星の数は既に4個に達しています。

1000 km の上空から電離層の世界分布状態などを観測し、その結果を電波予報や電波警報に役立てようという電離層観測衛星 ISS、実験用の通信衛星 CS 及び ECS、そして実験用の放送衛星 BS などについて総力を結集しての研究が進められている次第です。

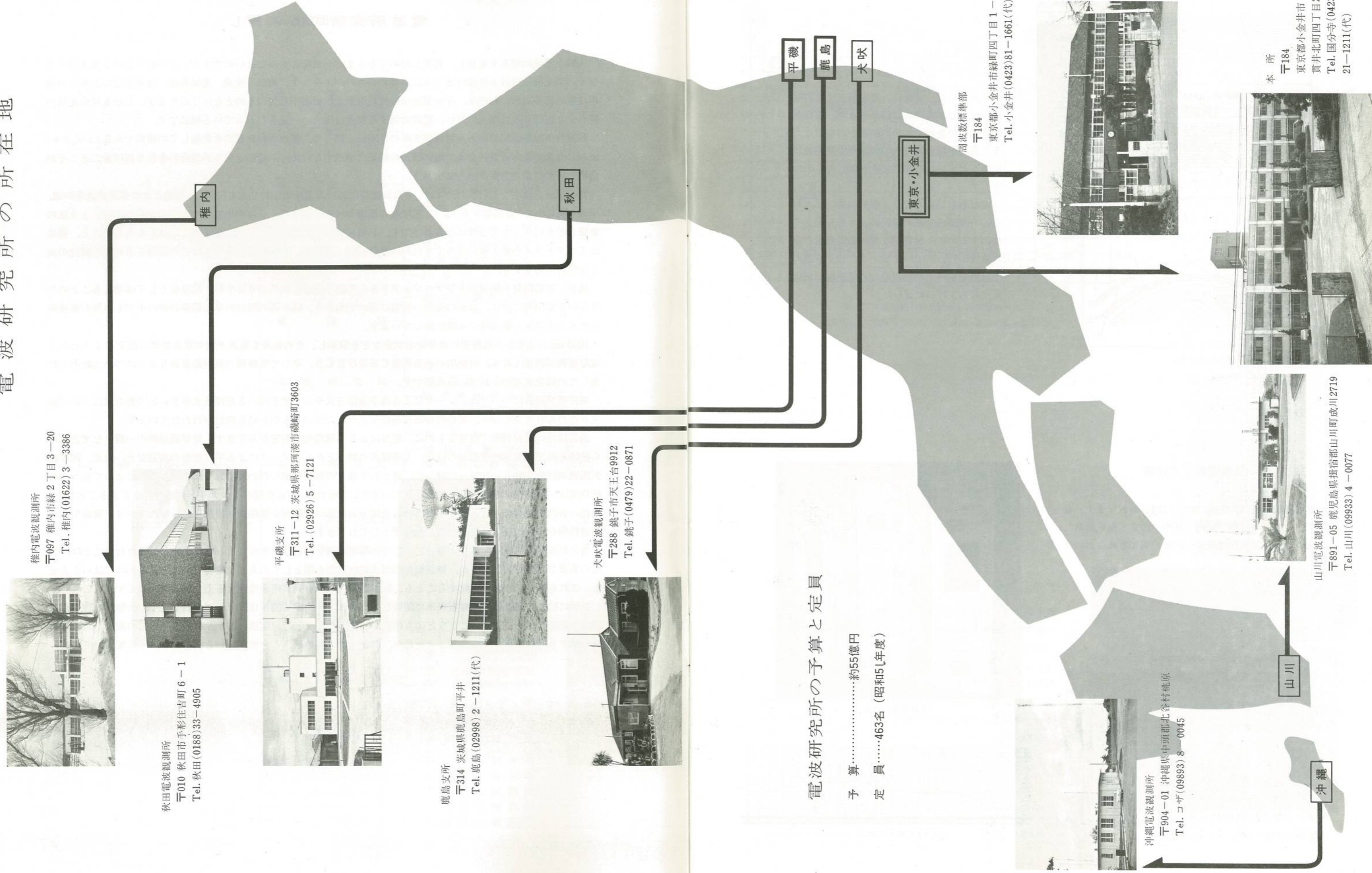
海洋開発関係については、レーザによる海中通信方式やレーザを用いる高性能水中テレビの新方式について研究が進められてきており、総合的な海洋通信システムについても引き続き検討が行われています。

通信以外の電波利用で重要なものに、電波による地球環境の測定があります。世界観測網の一環として古くから続けられている電離層観測のほか、太陽電波の観測とカリオメータによる宇宙雑音の測定など、現在、国際磁気圏観測計画 IMS (1976-1978) の一環として種々の強化観測が行われておりますが、これによって我々の自然環境は一層明白になるものと期待されています。当所では、宇宙空間のモニタリングだけにとどまることなく、時代の要請に応じて、海洋波浪や公害物質空間分布状態の遠隔測定関係の技術開発にも努めており、電波やその関連技術が国民の福祉に役立つことを目標としております。

周波数標準値を定め、電波の物差しとしての標準電波を放射し、それによって標準時の通報を行うことは、当所の重要な業務であります。無線機器の型式検定業務も国としての大切な業務として忘れるわけにはいきません。これらのサービスを強化することも、我が国の電波の有効利用を推進する上で極めて大切です。

当所に独特の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、大陸間等長い距離の微小距離変化を測定することなどにも役立つ時代となりました。電波の力が、地震予知などの面でもその威力を発揮する時が近付きつつあることを思い、職員一同一層の研さんを誓っている次第です。(電波研究所長)

# 電波研究所の所在地

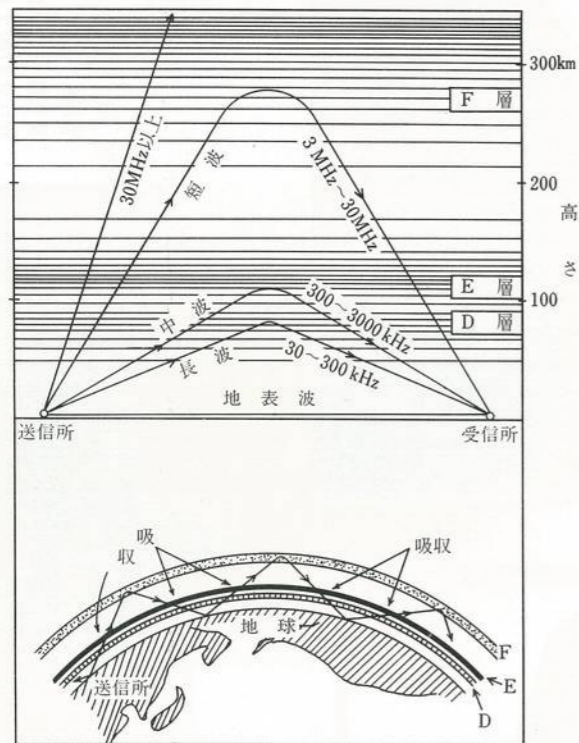


## 電波研究所の予算と定員

予算.....約55億円

定員.....463名(昭和51年度)

## 短波通信と電離層



電離層による電波の伝わり方

短波、中波、長波は、電離層と大地の間を往復しながら遠方に伝わります。短波が国際通信や遠洋航海中の船舶との交信に、また長波が標準周波数の供給や電波測位に使用されるのはこの性質を利用したものです。

電離層は昼夜の変化、季節の変化はもちろん、太陽活動度の消長によっても大きく変動するので、世界的な規模で電離層の定常観測が行われています。また地上観測の不可能な海洋上の観測のため電離層観測衛星が打ち上げられました。

### 電離層の定常観測

電離層観測所は、現在、世界に174か所あります。日本では、本所のほか、稚内、秋田、山川（鹿児島県）、沖縄の各地方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。

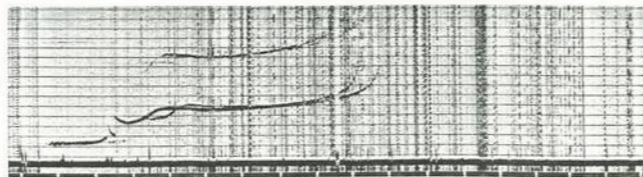
### ISS資料の有効利用

電離層観測衛星（ISS）からの観測によって、従来地上観測が空白となっていた大洋や大陸内部での電離層の様相も逐次明らかになってきますから、それに伴い、より正確な電離層世界分布図が画かれるようになります。そしてその結果、短波回線の予報にも大きな改善が見られることになるでしょう。

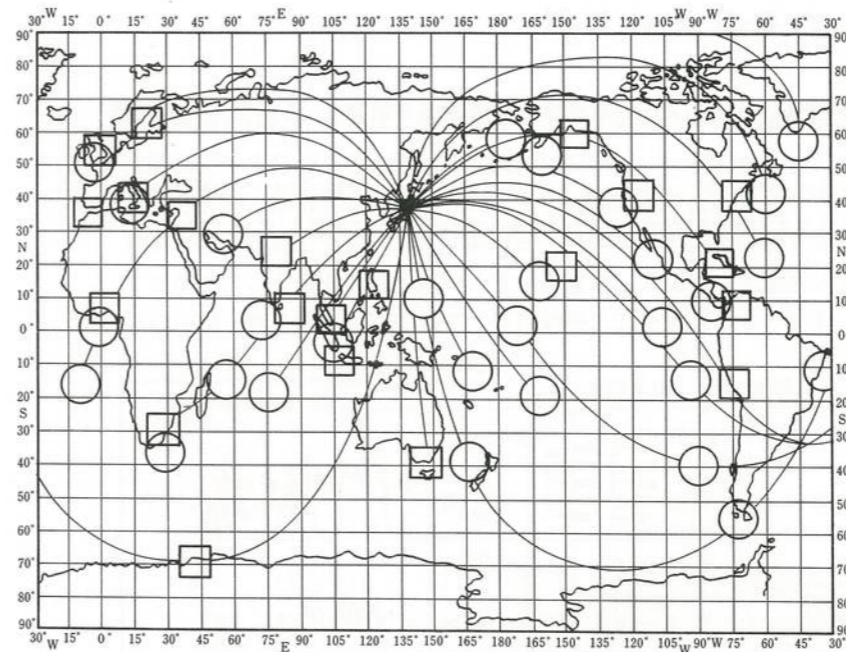
なお、従来電離層によってしゃへいされ、地上では見ることのできなかった各種の先駆的異常現象も、電離層の上側で直接観測されるようになりますので、電波警報適中率の著しい向上も期待されます。



電離層観測装置



h'-fイオノグラム

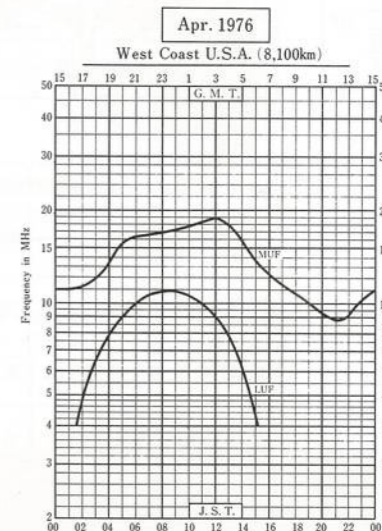


電波予報の対象地域と電波通路

□：主要都市及び南極昭和基地、○：海域、曲線は電波通路を示す

## 電波予報

当所では、長年にわたる国際協力から得られた電離層データを大型計算機に記憶させ、世界中の地点についても、毎月の平均的な電離層状態の日変化を、太陽活動度に従って予測しています。この予測に基づいて、定期的に東京と世界中の約50地点との間における短波通信回線の使用可能周波数帯を3か月前に予報し、電波予報として発表しています。



電波予報曲線の一例

### 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（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。現在、このセンターは全世界62か国から電離層データの提供を受けており、製本データと印刷データ約70,000点、フィルムデータ約12,800リールを保管しています。

外国の電離層世界資料センター

Aセンター	Bセンター	C1センター
米国ボルダー 米国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

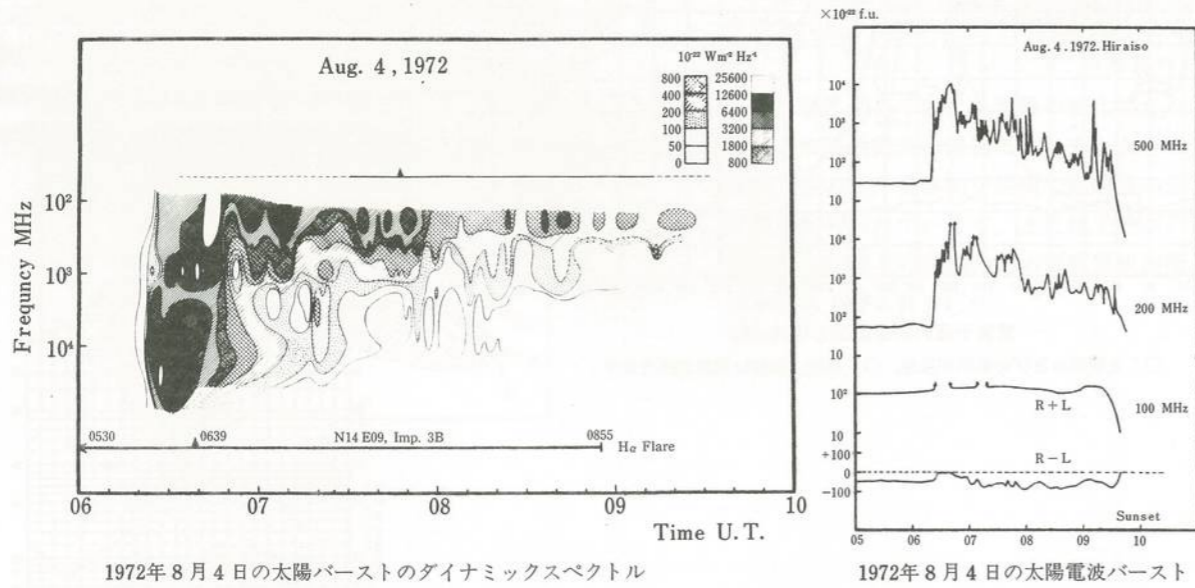


電離層世界資料C2センター

## 太陽電波の観測

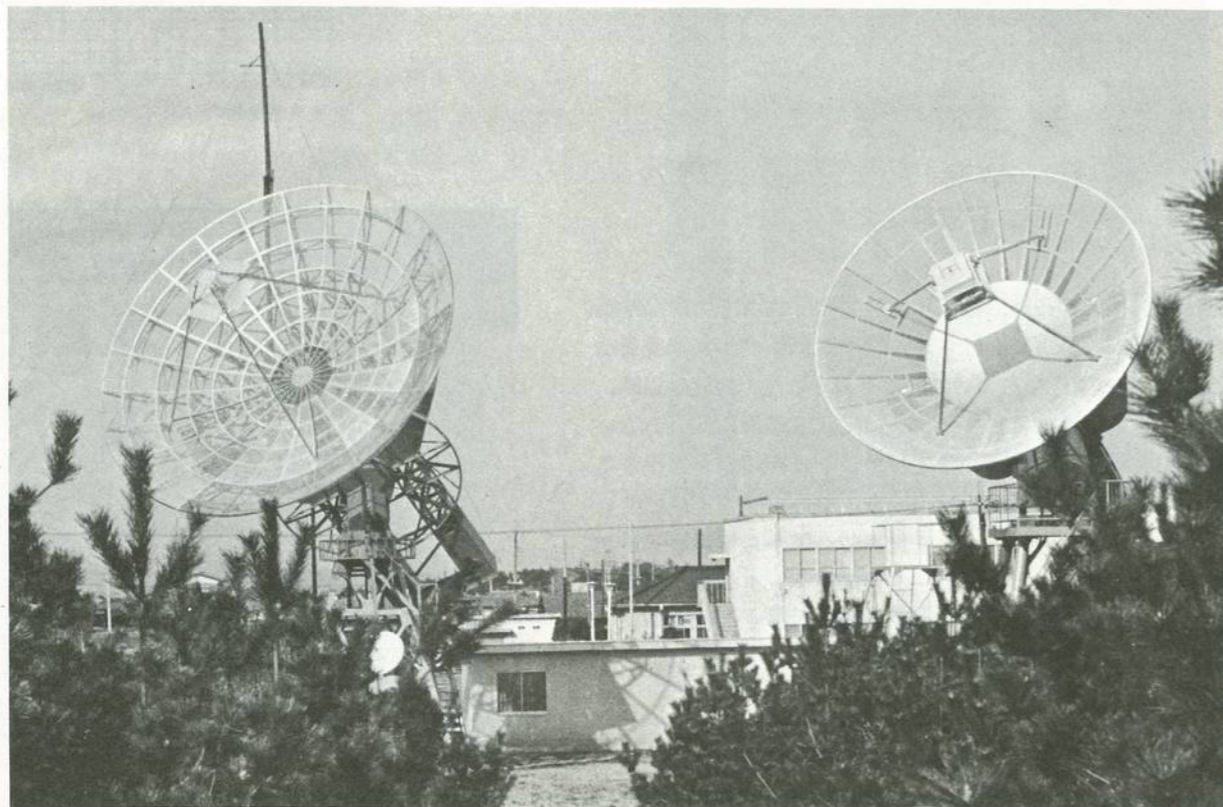
平磯支所では、100, 200, 500, 9500 MHz 及び 35 GHz の周波数で太陽電波を観測し、このデータを電波警報業務に使用しています。

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あらしの予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

## 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  
 \*-電離層突然乱発生の可能性ややあり \*\*-電離層突然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警報業務

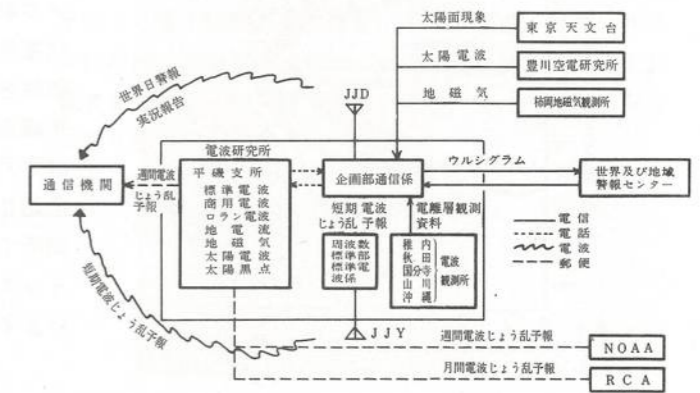
太陽面現象・太陽電波・電離層・地磁気・宇宙線・電波乱等の観測データをウルシグラムと呼んでいます。地球の電磁的環境を常時監視するためには、このウルシグラムを世界中で絶えず交換しなければなりません。その中心である世界警報センターはボルダー（米国）にあり、当所は、パリ、モスクワ、シドニーと共に地域警報本部として西太平洋地域を代表しています。

これら警報本部間では、ウルシグラムの交換のほかに、太陽から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、受持ち地域である太平洋地域に向けて、毎日次の表の要領で放送しています。

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				



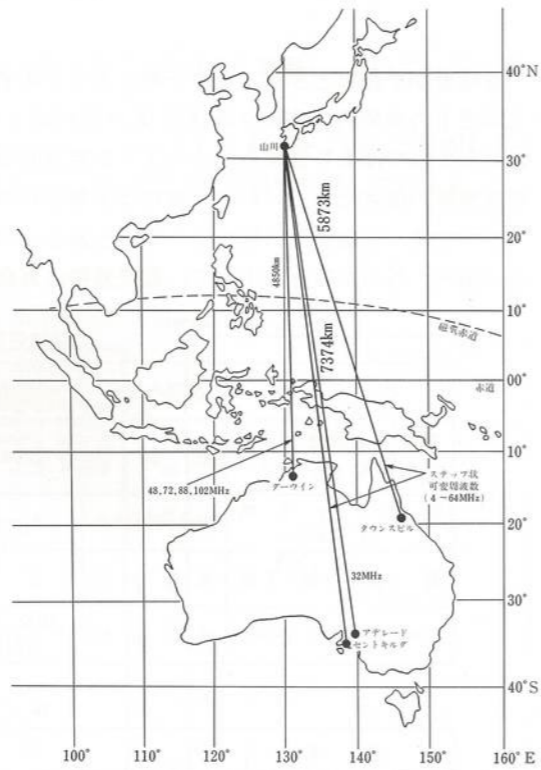
電波警報伝達網

### 超短波帯赤道横断伝搬の研究

VHF帯電波の赤道横断伝搬実験を日豪共同で行っています。山川電波観測所では、この伝搬機構解明のため、パルス電波による周波数掃引観測を実施しています。赤道横断伝搬波の受信可能時間と、人工衛星からのビーコン、テレメトリ電波のシンチレーションとの間により相関があり、赤道地域の電離層不規則性がその原因であると考えられ究明が待たれています。

### 短波伝搬の研究

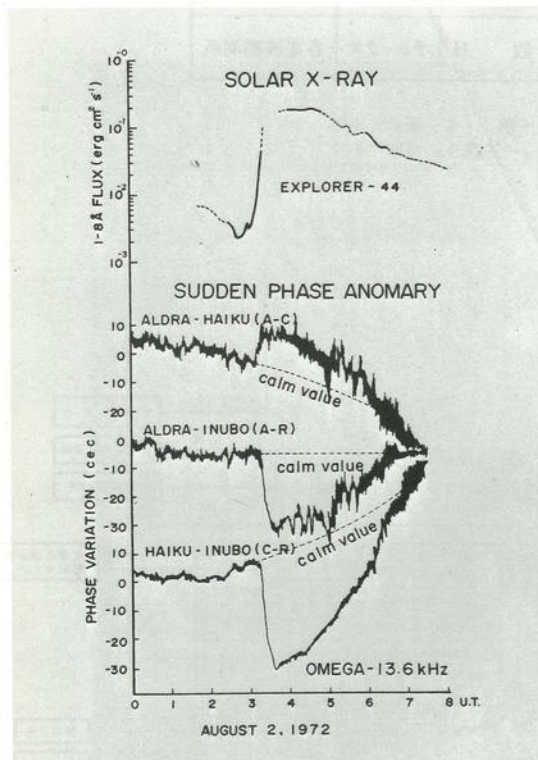
北の稚内及び秋田電波観測所では、JJY標準電波を受信して、Es層経由の短波近距離伝搬の研究を進めています。短波遠距離伝搬では、平磯支所が国際電界強度測定基準局に選ばれ、1962年以来WWV局(米国コロラド州)、とWWVH局(ハワイ)の15MHzを測定し、電離層月報に発表するとともに、CCIRにも報告しています。



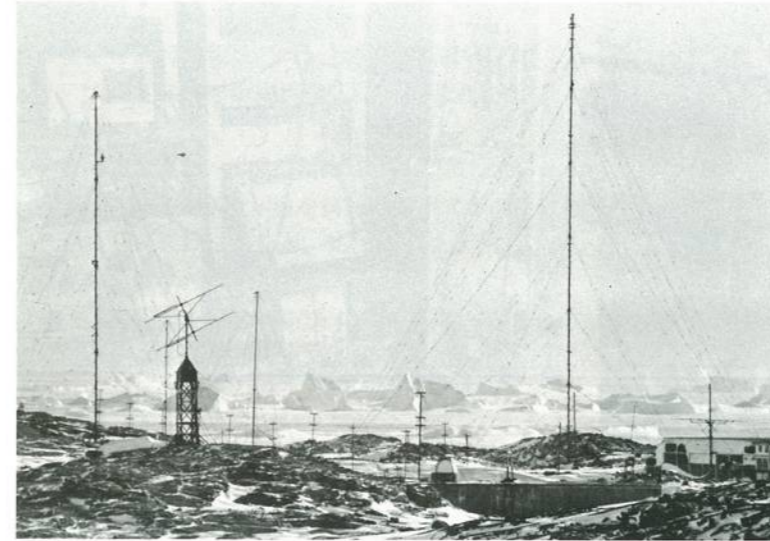
赤道横断伝搬実験回線

### 長波伝搬の研究

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測位などに使用されています。規則正しい日変化を繰り返すD層も、太陽フレアの時発生するX線や高速プロトン、あるいは放射能帯粒子の侵入によってじょう乱を受けることがあります。このときVLF電波の位相は大きな変動を受け、VLF電波の位相を利用しているオメガ航法は大きな障害を受けます。この対策のためにも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を観測してVLF電波の伝搬特性を研究しています。平磯支所では、ロランA及びC電波を受信してEs層(スプラディックE層)、冬季異常吸収、太陽X線による電離層急始じょう乱の研究を行っています。また南の沖縄電波観測所では反対半球から地球磁力線に沿って伝搬してくるホイッスラーを用いて、磁気圏・電離層赤道異常を研究しています。



電離層突然じょう乱現象の一例



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、短波による電離層観測、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宇宙電波、地磁気、吸収等の同時相関記録等の研究観測も行っています。これらの観測資料はIMS計画にとっても貴重なものです。

### 流星レーダによる中間圏の観測

秋田電波観測所において流星レーダによる中間圏の中性大気密度及び風の観測を行っています。流星が地球大気に突入してできる電離した流星飛跡は、地上からの電波を反射します。この反射強度の時間変化を測定して大気密度を求めます。また流星飛跡の運動によって生じる反射波のドップラー測定から、周囲の風速を決定します。

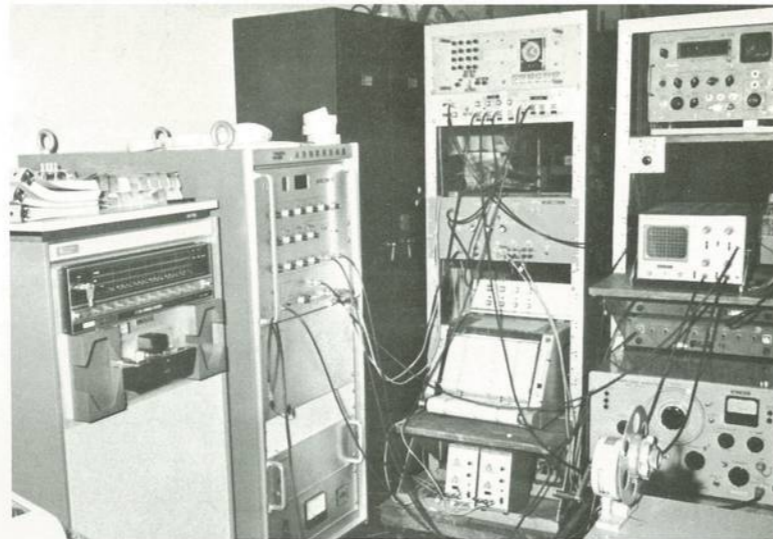
### 国際磁気圏観測計画 (IMS)

国際磁気圏観測計画は1976年1月から始まり、世界各国が協力して、人工衛星及び地上から磁気圏諸現象の観測を行っています。当所でも、電離層観測衛星、ISIS衛星による電子密度、電波雑音、イオン組成、温度の観測及び稚内、沖縄電波観測所における磁気圏からのVLF電波並びにホイッスラーの観測によって、磁気圏の探査に取り組んでいます。

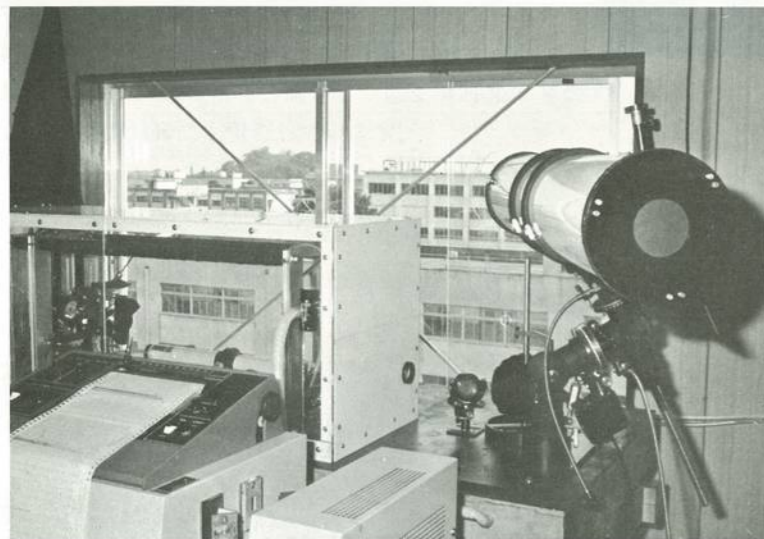
電波による海洋波浪の遠隔観測

電波がその波長の半分の波長の波浪により反射される現象を利用すれば陸上から沖合波浪を観測できます。ロランA電波の後方散乱波強度の観測及び波浪直接観測の結果から、波浪による散乱波強度と波高との間の比例関係を示す実験式が得られています。

また、ドップラーシフトの測定から波浪及び海流の方向、速度を求める研究が進められています。



海洋波浪の観測装置



レーザー・レーダによる大気汚染監視装置

レーザー・レーダによる大気汚染の監視

9 $\mu$ m炭酸ガスレーザーを用い、長光路吸収法により、光化学スモッグの原因となる大気中オキシダントの主成分であるオゾン濃度の測定に成功しています。当所では、方式実用化のため測定データの蓄積、他ガスによる測定精度への影響並びに最適測定系の設計等の検討を進めています。

電波気象と音波レーダ

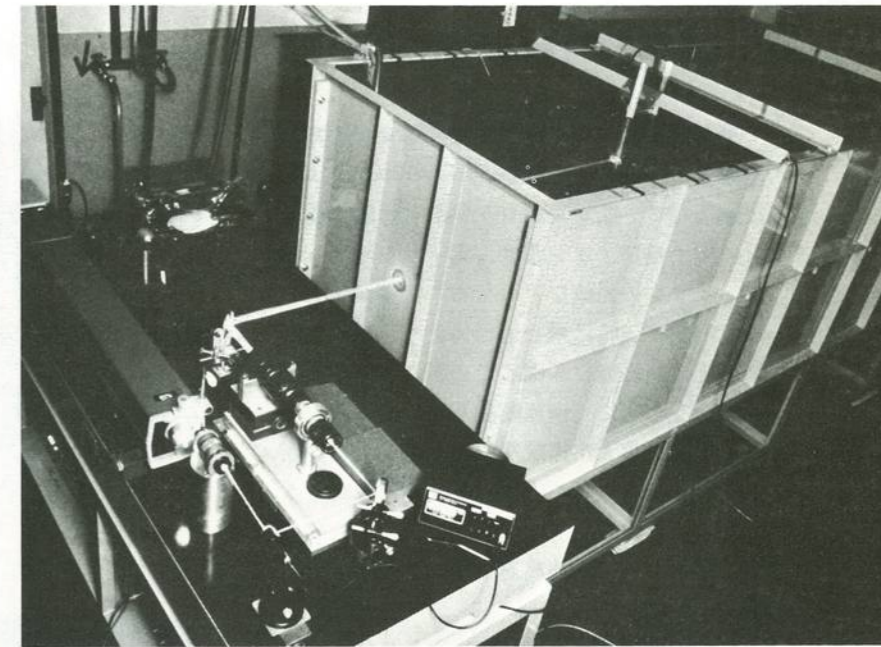
マイクロ波の伝搬に影響を及ぼすラジオグットや上空の気温逆転層の探査にパルス音波(800~2,000Hz)を利用すれば、マイクロ波レーダよりはるかに簡単な装置でこれらを測定することができます。直径16メートルのコンクリートパラボラを備えた固定式音波レーダや自動車と車載の移動式音波レーダを開発して対流圏構造を研究するために測定を行っています。



音波レーダ

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。しかし可視光領域においては減衰が非常に小さいことが知られております。最近ではレーザー技術の進歩によって安定した可視領域のレーザー発振が容易になり、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、レーザー光の海中における散乱伝搬特性の基礎研究と、海中情報伝送システム、水中レーザー스코プなど、応用面の技術開発を進め、海中汚染モニターについても水槽を使う室内実験を行っています。今後は、これらの海中システムと海上での無線通信を組み合わせた海洋通信システムなどの研究が進められる予定です。

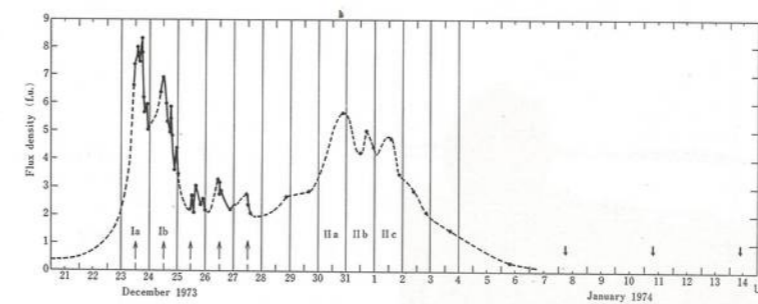


室内水槽実験装置とレーザー光水中伝搬試験



レーザー・ビューアー

電波天文の研究と超長基線電波干渉計の実験



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

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。ファラデー回転測定から太陽コロナの磁場、プラズマ密度を求めます。

一方、国内関係者の期待を集めている超長基線電波干渉計(VLBI)実験は、将来米国との大陸間VLBI実験に備えて、基線間距離100kmの国内小規模実験を計画し、測定装置、データ処理方法など基礎技術の検討を行っています。

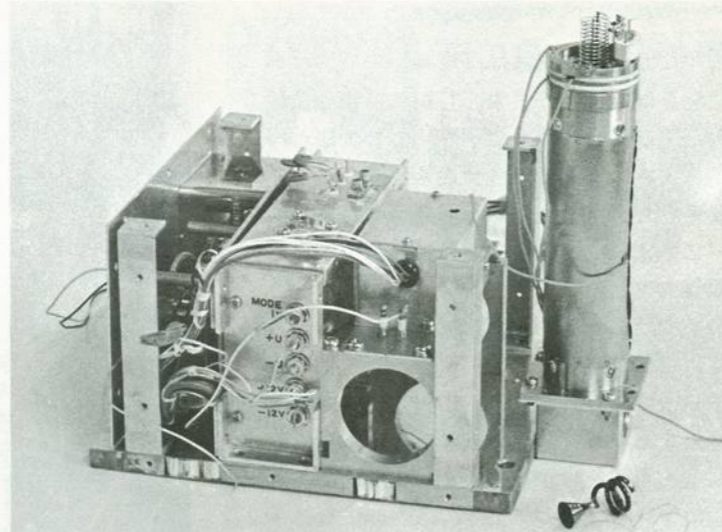


観測機の開発とロケット観測

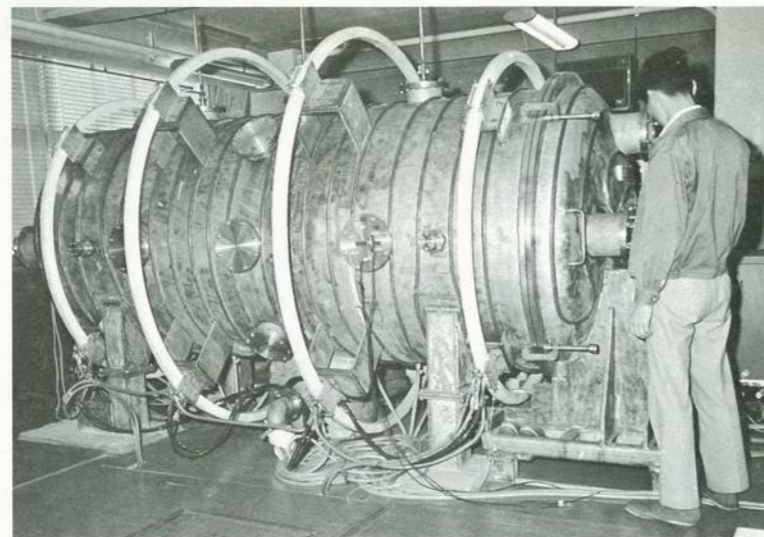
当所は協同利用研究機関である東大宇宙航空研究所及び国立極地研究所のプロジェクトに参加して、衛星及びロケットによる上層大気電子及びイオン密度、電子及びイオン温度、イオンの組成などの分布の直接測定を行っています。特に飛しょう体とう載用機器の精密化、高性能化を図るため種々の開発研究を行うとともに、南極昭和基地におけるロケット観測、東大宇宙航空研究所の鹿児島宇宙空間観測所から打ち上げられる衛星及びロケットによる観測から、上層大気データの収集、解析を行い、超高層物理の解明に取り組んでいます。

飛しょう体とう載用測定器としては、既に電離層のプラズマ諸量を測定するプラズマ測定器とイオンの組成を明らかにするためのイオン質量測定器を開発しましたが、現在は従来の方式に代ってそれぞれ静電型プラズマ測定器、四重極型質量分析器の開発と実用化を行っています。

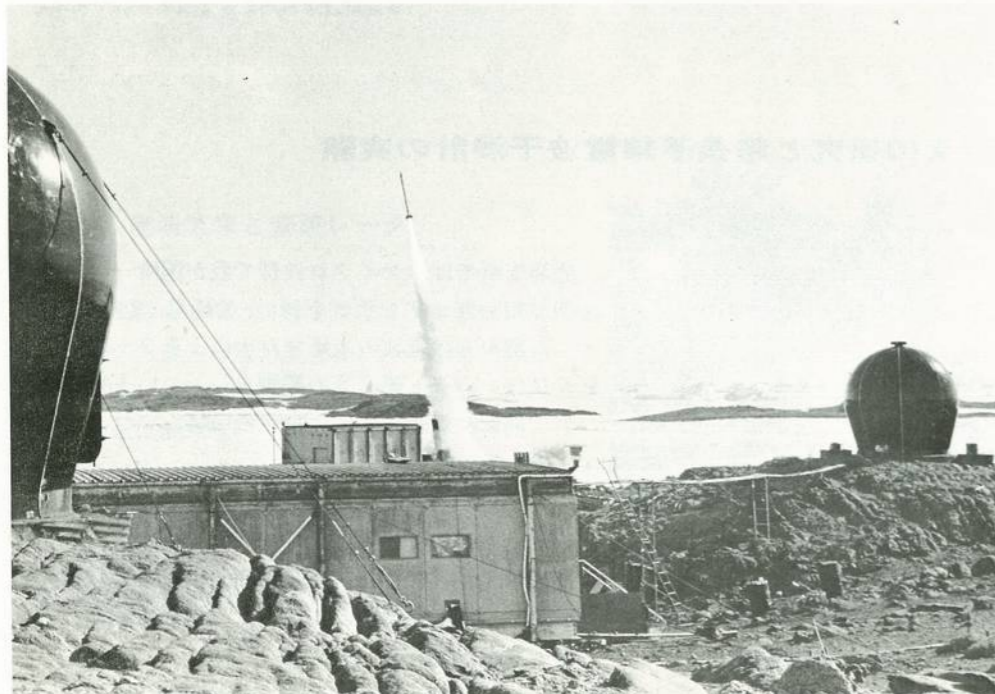
現在までに観測ロケット54機（うち15機は南極昭和基地から発射した）及び科学衛星「たいよう」によって電離層の観測を行い、貴重なデータを得て地球物理の進展に大いに貢献しました。



衛星とう載用四重極型質量分析器



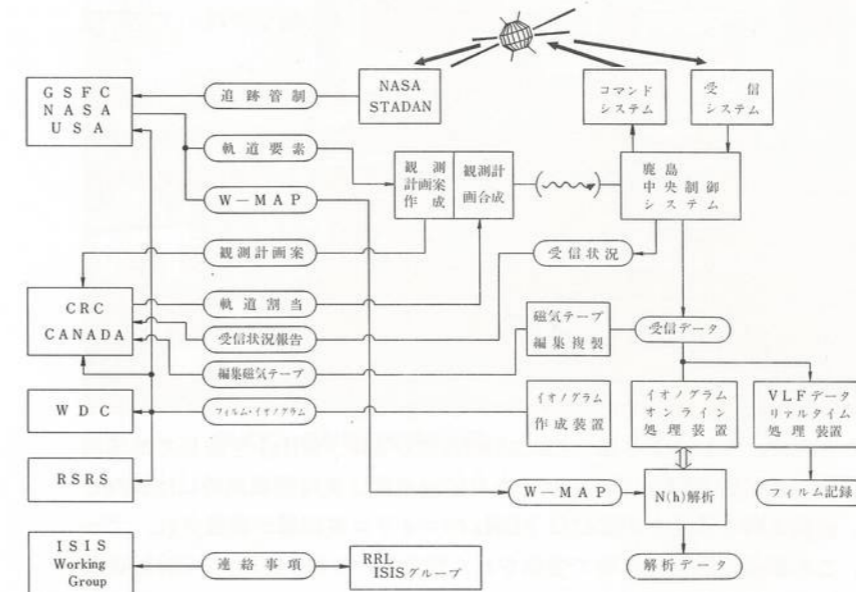
大型プラズマチェンバー



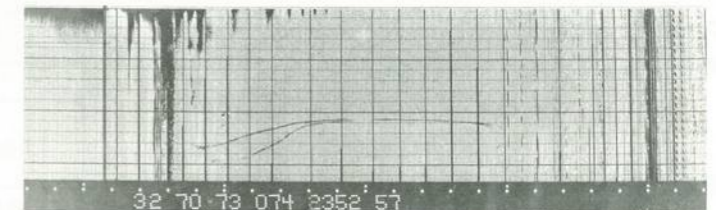
南極におけるロケット観測

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、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月には ISIS-1号衛星、昭和46年5月には 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主要8カ国の研究機関が協力しています。下図に当所のデータ解析過程とのつながりを示します。

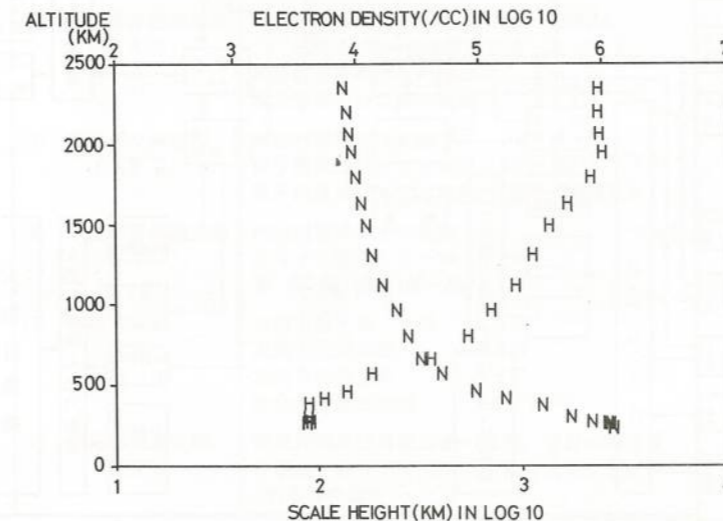


ISIS計画の概略図



トップサイドイオノグラム

SAT 03 STN 70 YR '73 T-DAY 074 MON 03 DAY 15 U-T 235257 SIGN. RRL  
GDLAT 14.6 GDLONG 135.5 HGT 2369.9 FBSC 0.393 FRAME NO. 9



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

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 Topside Ionosphere”として出版しています。

# 電離層観測衛星 (ISS)

## ISSの計画

電離層観測衛星の研究開発は昭和42年に当所によって着手されました。昭和44年10月、宇宙開発事業団の発足と同時に衛星の開発は事業団に引き継がれました。昭和51年2月、打ち上げの同衛星に対し、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が種子島から打ち上げられ、初期段階の1か月間は宇宙開発事業団が衛星動作状態のチェックを行い、当所はミッションデータの評価を行います。その後引き続いて定常運用段階に入り、本格的な観測に入ります。

ISSプロジェクトの目的は、右表の項目(1)~(4)の4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期的に観測し、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、更にこれに続くものとしてISS-2号及び更に機能拡充と改良を加えた電波観測衛星が計画されています。

## ISSの管制

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。衛星の取得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1024ビット/秒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用されます。この回線を通じて本所で受信された信号は、信号分配器、PCM解読装置、コマンドプロセッサなどを通じて計算機に接続されています。



衛星データ解析処理関係施設

## 衛星搭載用電離層観測機器の改良研究

将来の電離層観測衛星において、より一層観測の精度を向上させ、また観測内容の充実を図るため各種と載機器の改良研究を行っています。

- (1) 電離層観測機 (TOP)
 

送信波が宇宙空間を乱さないように、できる限り送信ピーク電力を抑えてしかも所要の信号対雑音比を確保し、かつ従来の方式より性能向上を目指すために、最新のレーダ技術を導入した符号化パルス方式サウンダの開発研究を行っています。
- (2) 電波雑音測定装置 (RAN)
 

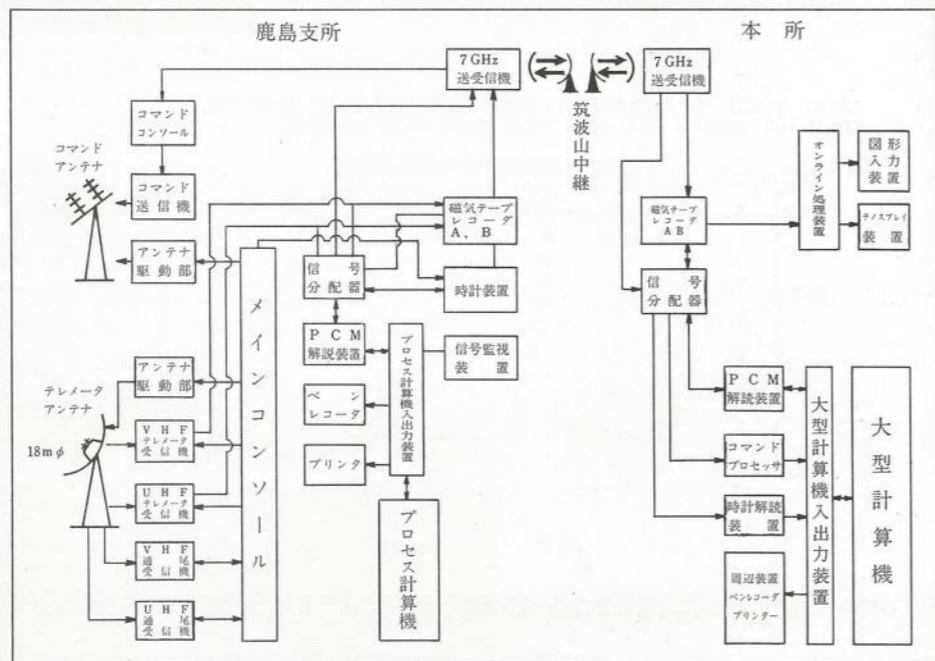
短波帯標準電波のガードバンドに加えて VLF 帯及び50MHz帯の雑音電波観測もできるように改良しています。
- (3) プラズマ測定器 (RPT)
 

静電型プラズマ測定器を用い、電子及びイオンの諸量を別々に測定することにより、測定範囲を広げ精度を改善します。更にまた電波伝搬においてシンチレーション現象の原因と考えられる電子密度のゆらぎ等の測定も行います。
- (4) イオン質量測定器 (PIC)
 

ベネット型より分解能の高い四重極型を使用し、その前面にイオンソースを付加して中性粒子組成も測定します。

## 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 TOP-B
(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 <sup>3</sup> ~10 <sup>6</sup> ) 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 <sup>2</sup> ~10 <sup>6</sup>
(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



ISS管制施設ブロック図

管制庁舎と18mテレメトリアンテナ



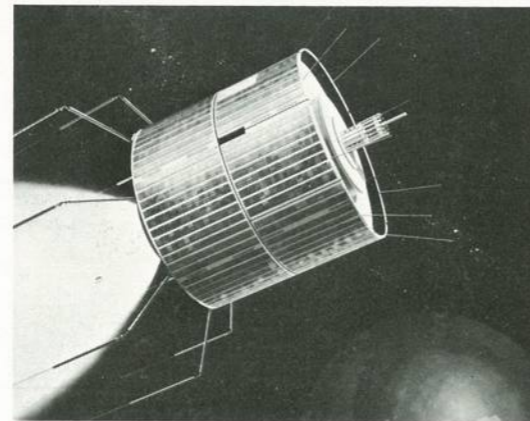
当所における宇宙通信の研究は昭和35年度から開始され、翌36年4月には宇宙通信研究室が本所に新設されました。昭和39年5月には茨城県鹿島町に直径30mのパラボラアンテナが完成し、施設が整備されるとともに鹿島支所が発足、各種の通信実験を開始しました。

昭和39年10月には、これらの施設により、東京オリンピックのテレビ衛星中継に成功し、同年12月には米国の応用技術衛星(ATS)計画への参加が発表され、昭和42年以降ATS-1号による本格的な宇宙通信実験が開始されました。その後高性能アンテナ系の必要性が高まるとともに昭和43年10月には直径26mのアンテナが建設され、宇宙通信実験研究に威力を発揮し、現在に至っています。

ATS-1による日米共同研究

鹿島地球局では米国の応用技術衛星ATS-1号からATS-5号までの各衛星が打ち上げられる際の追尾支援を行いました。特に同局からの可視領域に静止したATS-1号衛星によって数々の通信実験が行われ、我が国の宇宙通信技術開発上大きく貢献してきました。

これらの実験項目の主なるものを挙げると以下のとおりです。



ATS-1号衛星

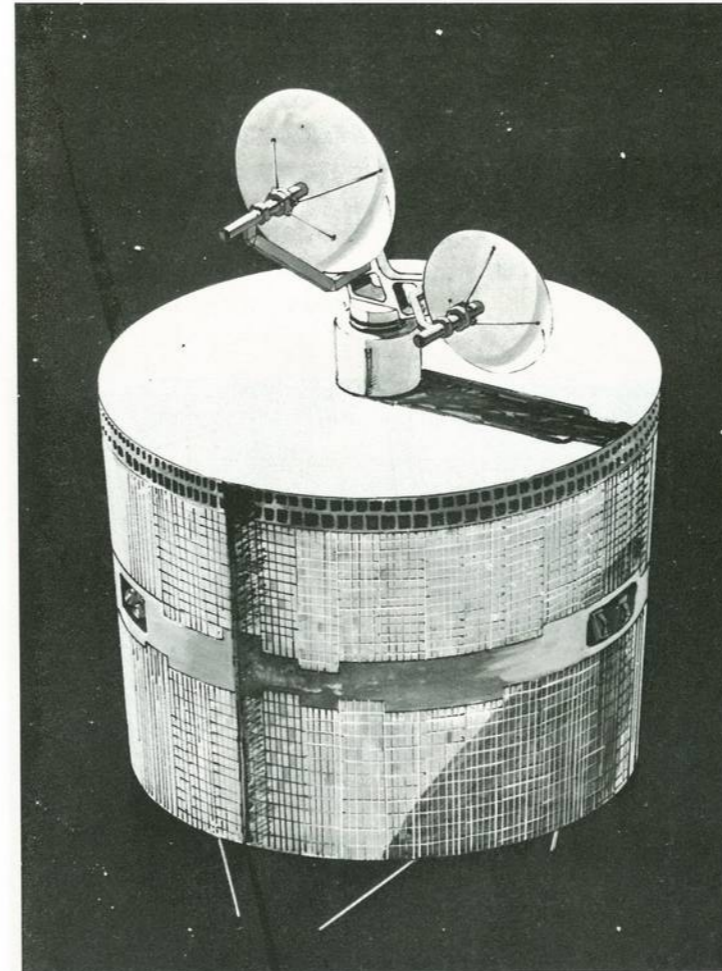
実験項目

(1) 距離及び距離変化率(R/RR)測定実験 昭和42年以降
(2) PCM/TDMA方式の実験 昭和42年2月~昭和43年12月
(3) SSB/PM方式の実験 昭和44年5月~昭和46年1月
(4) SSRA方式の実験並びにSSRR実験 昭和46年10月以降
(5) テレビ伝送実験 昭和41年12月~昭和46年8月
(6) ATS-1衛星の管制実験 昭和49年8月以降



26mパラボラアンテナ

実験用静止通信衛星(ECS)



ECS

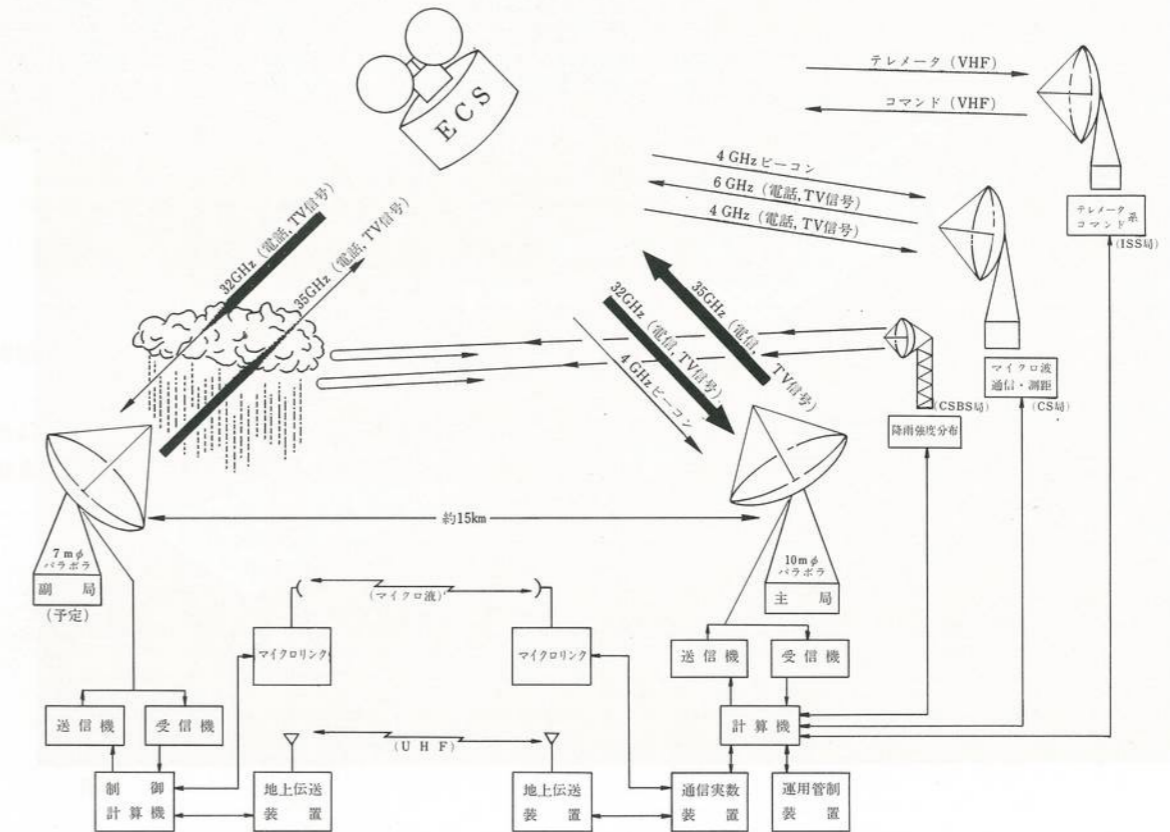
ECSの諸元

(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) 重量	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。これらによって次のような実験が予定されています。

1. 降雨のミリ波帯電波伝搬に及ぼす影響
2. スペースダイバーシティ効果の利用
3. ミリ波衛星通信システムとしての信号伝送
4. 静止衛星軌道の有効利用
5. 衛星と搭載機器及び地上設備の諸特性の実験的検討
6. 衛星運用管制技術の確立
7. 衛星通信システム運用技術の確立

ECS実験システムの概念図



# 実験用中容量静止通信衛星 (CS) と実験用中型放送衛星 (BS)

## CS・BS概説

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昭和52年度に打ち上げを目標に、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います。電波研究所では関係機関との協力の下に、これら衛星による諸実験の計画と実験の中核的役割を担う地上主局の整備を進めています。

### 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) 重量	約340kg(静止軌道上の初期値)
(6) 太陽電池発生電力	約410W(3年後)
(7) 太陽電池の大きさ	直径 約2.2m 高さ 約2.2m
(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



CS

### 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11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中の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。主な実験項目は以下のとおりです。

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. 衛星管制技術に関する実験
6. 衛星通信システムの運用技術に関する実験

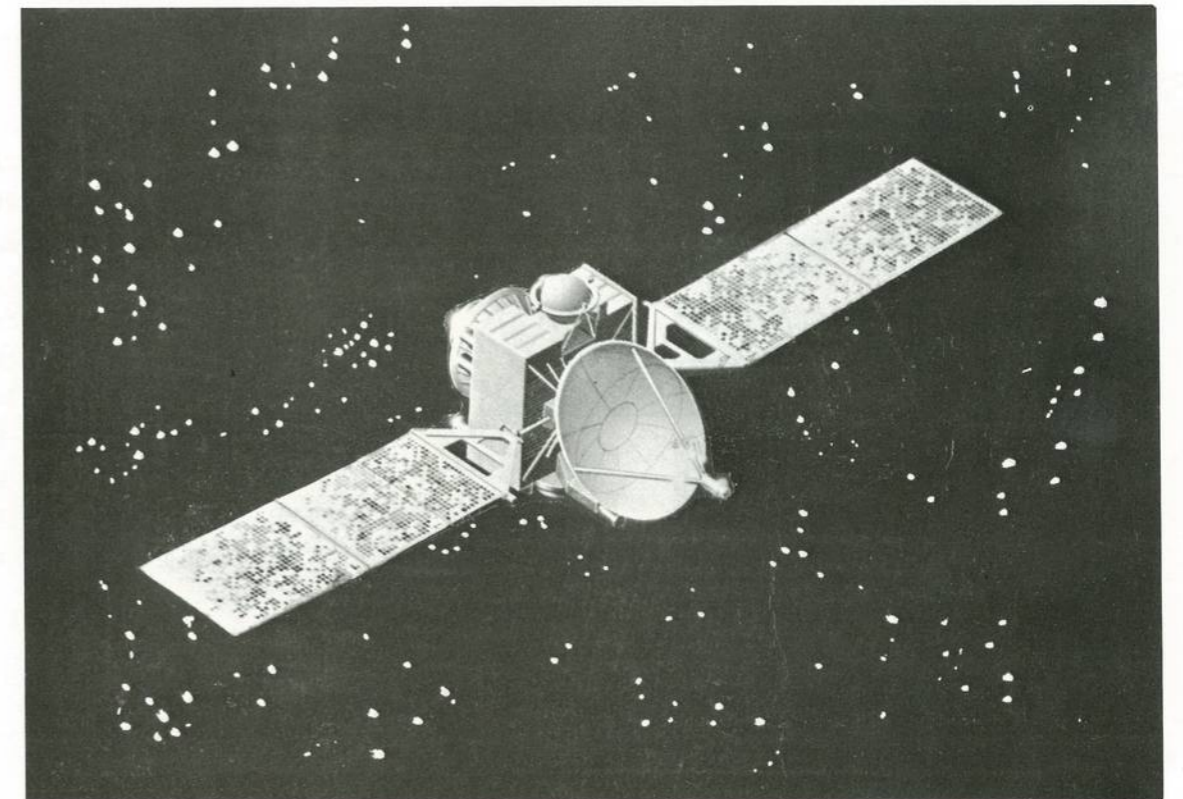
### BSの諸元

(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	展開型ソーラバドル付箱形
(4) 寸法	衛星本体の最大幅 約1.3m 衛星本体の高さ 約3.1m 太陽電池展開時最大長 約9m
(5) 重量	約350kg(静止軌道上の初期値)
(6) 太陽電池発生電力	寿命末期約800W
(7) 太陽電池パネルの大きさ	1.5m×3.3m 2枚
(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チャンネル当たり 約100W

### 実験用中型放送衛星 BS

将来の放送需要への対応や難視聴対策など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3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中の14GHz/12GHzカラーTV2チャンネルの送受信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。



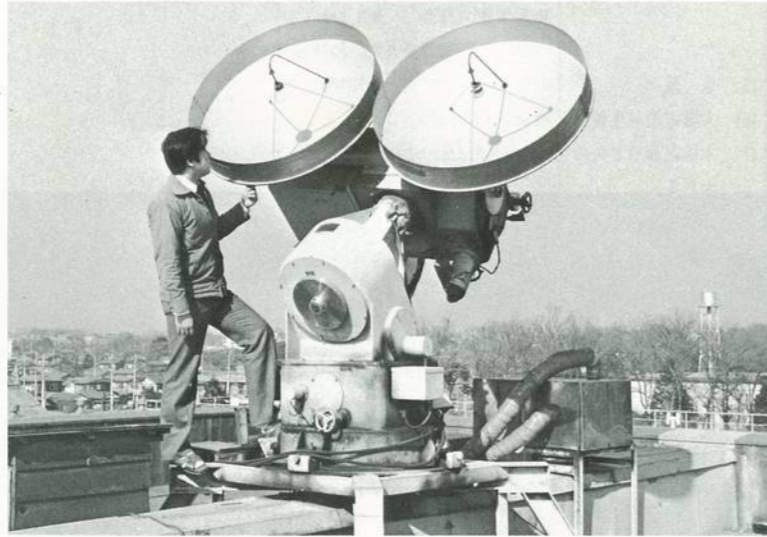
BS

基礎研究

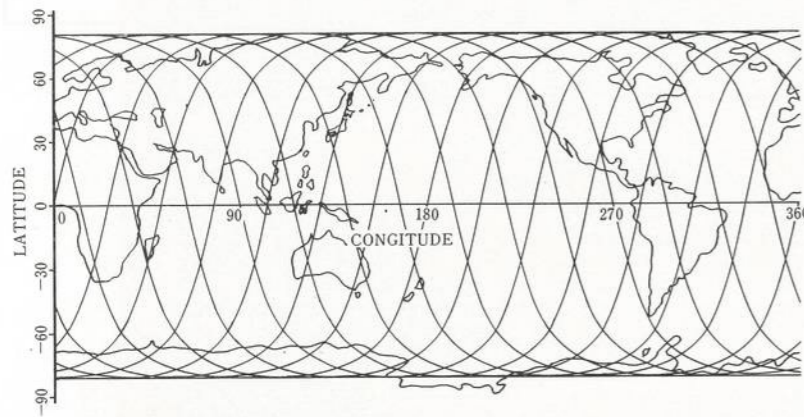
将来の宇宙通信に備えて次のような基礎研究を行っています。

ミリ波伝搬の研究

ミリ波による衛星通信回線を設計するには種々の天候条件におけるミリ波伝搬状態を研究することが極めて重要です。このため太陽電波観測装置（サン・トラッカーシステム）を利用して、35GHz帯の電波の減衰の状態について研究を行っています。



サントラッカー



太陽同期回帰軌道（回帰数14）の軌跡

軌道の研究

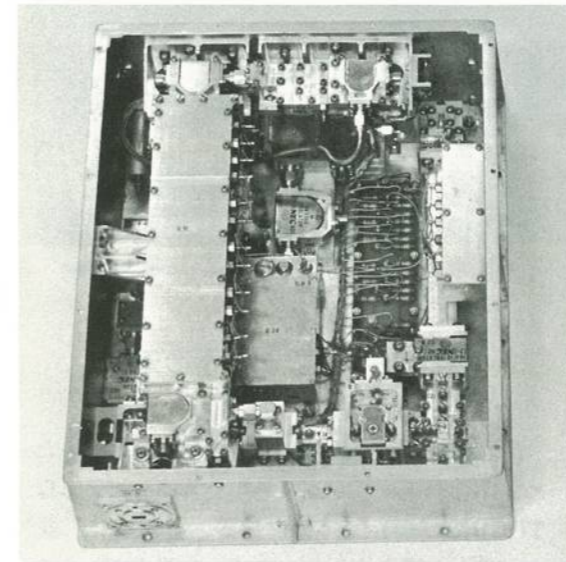
人工衛星のミッションは、それに適した衛星の軌道（例えば極軌道、太陽同期軌道、回帰軌道、準回帰軌道、サブ同期軌道、同期軌道、スーパー同期軌道、静止軌道など）を選ぶことによって達成されます。したがってこれらの軌道間の関係や軌道要素の決定法を研究しています。また衛星の軌道制御の際に必要な姿勢についても自転角運動量を持つ衛星を対象に解析を行っています。更に実験用中容量静止通信衛星や実験用中型放送衛星の打ち上げに備えて軌道生成プログラムの研究が進められています。

衛星搭載用ミリ波中継器の研究開発

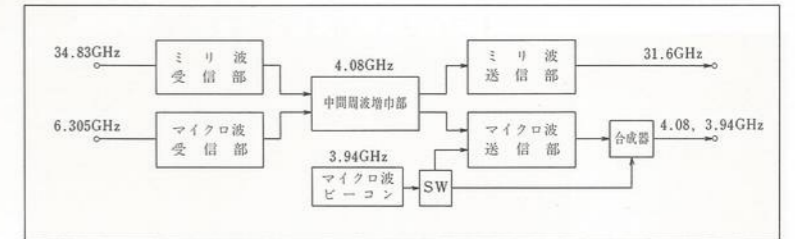
ECS用中継器は二つの系統の中継器から構成されており、受信周波数34.83GHz及び6.305GHz、送信周波数31.6GHz及び4.08GHzで中間周波数は4.08GHzです。中間周波増幅部では34、31GHz帯と6、4GHz帯の切り替えができる構成にしています。

中継器全体としてはミリ波進行波管を用いた飽和出力約2Wのミリ波中継器送信部を含め1975年に完成しました。

将来の衛星とう載用及び地上局用ミリ波通信機器としてガンダイオード、インパットダイオードの特殊性を生かしたミリ波固体発振器の簡易化、高効率化並びに高安定化方式について研究するとともにミリ波増幅器の高出力化方式について基礎研究を行っています。



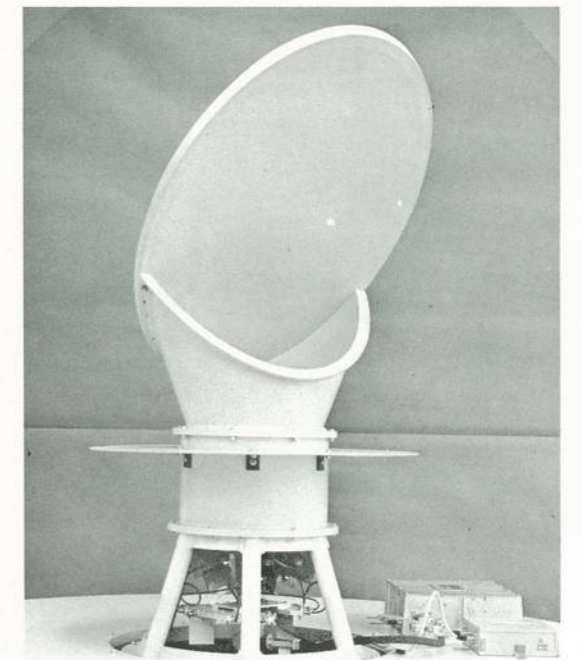
水晶局発型ミリ波受信部



ECS中継器ブロック図

衛星搭載用アンテナの研究開発

当所ではECSとう載を目的とした機械的デスパンアンテナの開発とより広い視野に立つての通信を目的とした衛星とう載用アンテナの研究開発という二つの目標を置いて研究を進めています。昭和48年にはECSの周波数計画が最終的に決まり、その結果ホーンレフレクタ型デスパンアンテナを採用することになり、そのブレッドボードモデル（試作モデル）の製作が行われました。右側の写真に示されるのが、そのアンテナです。このアンテナはマイクロ波帯とミリ波帯の通信に共用できるもので、フラットトップビームを持つように反射鏡面が修正されています。



衛星とう載用ホーンレフレクタ型アンテナ



主計算機システム



リモートパッチ



TSS 端末

### 主計算機システムとその運用

諸計算やデータ処理の需要の増大に応じるため、昭和50年度より本所の主計算機システムは、TOSBAC 5600/160に代替えされました。新システムの導入により、高速・高能率のセンタ・パッチ処理のほか、本所と鹿島支所の2か所に設置された端末によるリモート・パッチ処理や各地方観測所を含む十数か所に配置された端末によるTSS処理など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 3200/50やPDP11/45などの小型計算機とチャネル結合方式で接続され、コンピュータ・コンプレックスを形成しています。

主計算機システムは、諸研究分野における科学計算やデータ処理のほか、事務処理にも利用されています。

また、昭和51年に打ち上げられる電離層観測衛星運用の諸計算や大量の観測データの処理・解析に応じることが重要な役割となっています。



画像表示モニタシステム

### 画像の有効処理の研究

画像情報の伝送帯域圧縮のための符号化方式や、劣化画像の画質改善法、観測写真データの自動処理方式などの研究を主として計算機を用いた模擬実験により行っています。そのような研究を能率的に遂行するために必要な画像処理プログラムシステムや処理画像の格納表示モニタシステムなどの開発も並行して進めています。

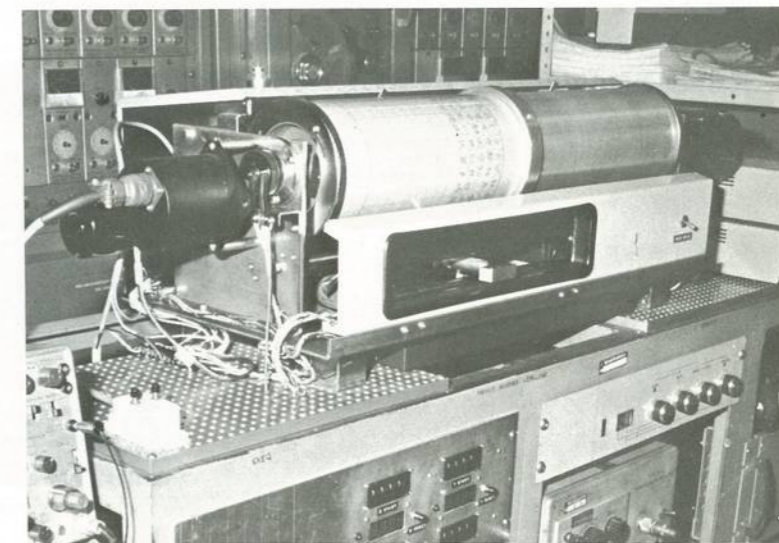
写真は磁気ディスクに格納された計算機処理画像群の中から任意の画像をとり出してディスプレイ装置に簡易濃淡表示し、その中の任意の位置の窓画像を画像メモリを経由してテレビモニタ上で観察する様子を示したものです。

### 文字情報処理の研究

日本語文字情報の高能率伝送と自動処理の上で最も重要であると同時に困難とされている手書き漢字の自動認識について、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開発を行っています。

人が文字を書くときのペン先の動きを分析して得たストローク方程式を基礎として、Analysis-by-Synthesis (合成による分析)法を用いて認識対象の文字パターンを構成しているストロークを抽出します。続いてストローク群の相対分布から文字の種類を判定する方式をとっています。

そのほか、データ・タブレットを使用した漢字入力システムや、誤字訂正、編集、出力などの日本語文章処理のための各種ソフトウェアの開発を行っています。



高解像度文字入力装置

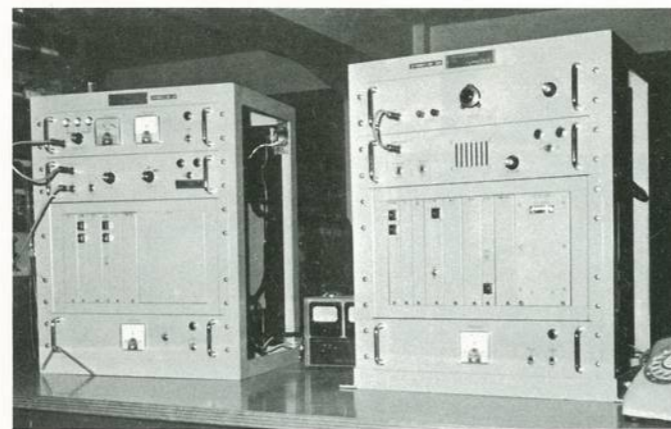
陸上移動無線の周波数有効利用の研究

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いました。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を得ています。引き続き、多数のチャンネルが共存する場合の検討を進めています。

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構成しました。それをある都市(全33波, 284局)のシミュレーションに適用し、有効性を確認しました。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。

現用FM方式の帯域再縮小化の可能性を、上記のリンコンベックス方式も含めて検討するために、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実験を進めています。



150MHz帯リンコンベックス装置

比較伝搬実験の結果

評 価 (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 (狭広帯域切替可能)



音声信号処理システム

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、フェーディング、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10kbits/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認しました。SPACは表に示すように多くの用途が考えられますが、上記のSN比の改善や通信への利用に重点をおいて研究を進めています。

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)
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 男女声の変換 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	騒音環境の音声通信 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



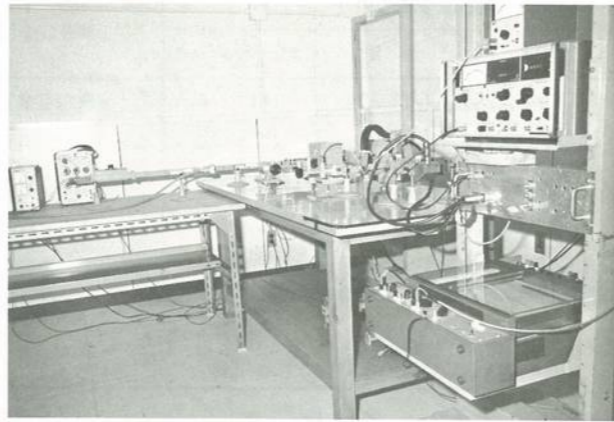
水素メーザ原子周波数標準器

原子周波数標準の研究

原子の固有振動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、昭和40年から水素メーザ型原子周波数標準器の開発にとりかかり、翌年世界第3番目の水素メーザ発振に成功しました。その後周波数絶対値に及ぼす水素蓄積球について研究を行い、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、現在100秒間の観測で  $6 \times 10^{-15}$ 、周波数精度は  $3 \times 10^{-12}$  であります。最近いまでの研究成果に基づいた改良型水素メーザ標準器を新設し調整しています。日本の一次原器として安定度の飛躍的向上が期待されています。

そのほか、日本標準時の精度向上のため高精度セシウム実用標準器の試作も進めています。



周波数精密計測の実験装置

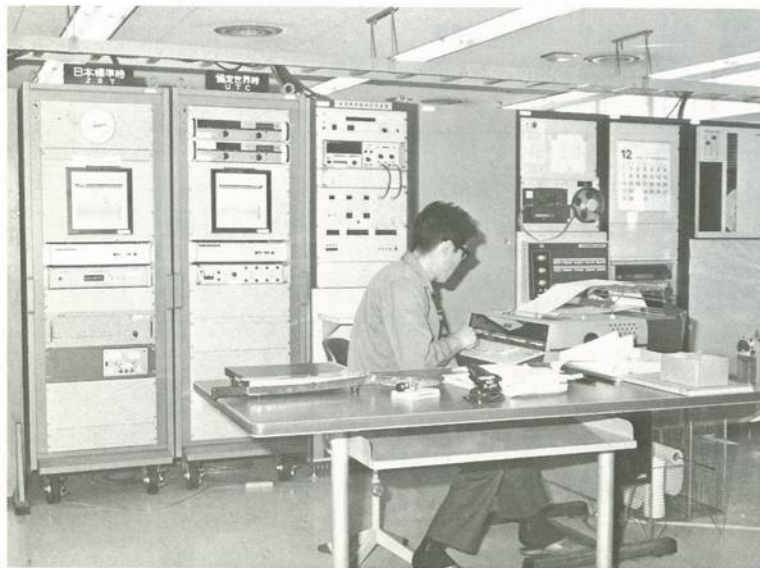
周波数精密計測の研究

発振器の性能を表す重要な尺度として周波数安定度があります。その測定法は、時間領域における方法（周波数カウンタを使う）と周波数領域における方法（スペクトル解析器を使う）に大別できます。

時間領域の方法については、“ゼロビート法”という発振器の位相制御技術を利用した非常に正確な方法について実験を行っていますが、この方法は1MHzや5MHzのような標準用発振器の安定度の測定には特に有効です。

周波数領域の測定法として、現在、空洞発振器を基準とした9GHz帯のFM及びAM雑音の測定系を構成し、この方法の適用範囲や測定精度について調査しています。

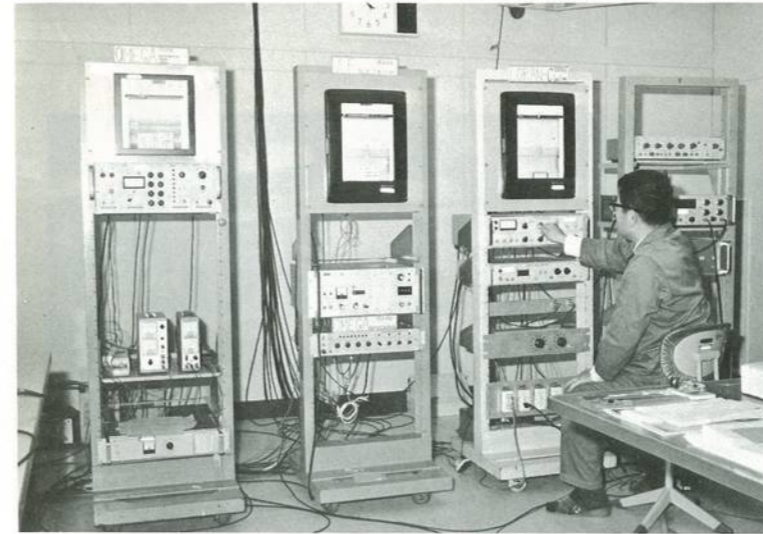
安定度の測定では、極めて安定度の高い基準発振器が必要ですが、その一つとしてニオブのような超伝導体で作った空洞を用いる超高安定度発振器（9GHz帯）についても調査を進めています。



26 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、国際的取り決めに従って1972年から従来の天文時に代り、セシウム原子時計により電波研究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。



ロランC, VLF, オメガ受信比較装置

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されています。

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較正に使われています。

標準周波数局及び標準周波数実験局の諸元

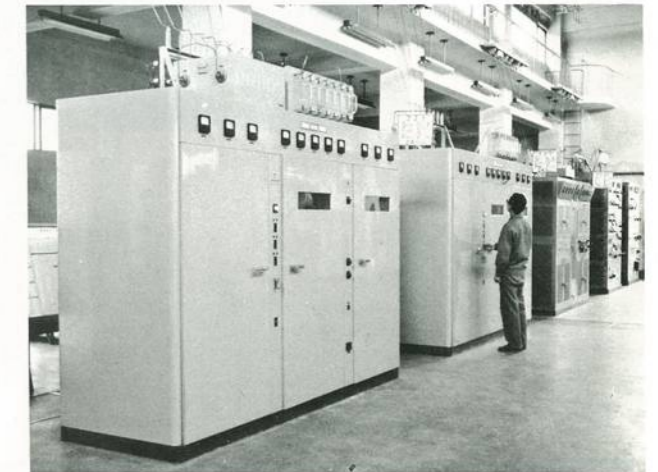
摘要	業務局	実験局
局符号	J J Y	JG2AS (JJF-2と共用)
所在地	東京 小金井	千葉 検見川
緯度	35° 42' N	35° 38' N
経度	139° 31' E	140° 04' E
空中線出力	2 KW	1 KW
運用	1週間 当り日数	7
時間	1日間当り 時間数	24
標準周波数	搬送波 2.5; 5; 10; 15; 8MHz(500W)	40kHz
秒信号発射時間	変調波 600; 1000; 1600Hz	なし
低周波標準による 変調時間	常時	JG2AS発射中 常時
周波数と時間間隔 の精度	0~10分; 20~25分; 40~50分	なし
秒信号の型式	$\pm 1 \times 10^{-11}$	$\pm 1 \times 10^{-11}$
DUT1信号	1600Hzの8サイクル による	0.5秒マーク
	1600Hz 45ミリ秒幅のマーク による	なし

VLF電波・静止衛星による国際時刻比較

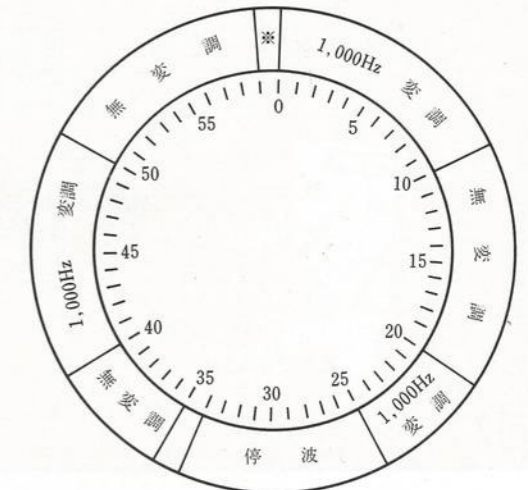
国際間の高精度時刻比較には、ロランC, VLF電波及びオメガ電波を仲介とする常時比較と、移動時計による年2~3回の直接比較及び静止衛星による時刻比較実験があります。

ロランCは長波の航法用電波で、時刻比較には北西太平洋チェーンの主局の黄硫島から送信される100kHzパルスの地表波成分を受信して  $0.1 \mu s$  の高精度を得ています。VLF標準電波による比較では、米国海軍天文台のNLK (18.6kHz・ワシントン)を受信し、24時間間隔の周波数比較で  $10^{-11}$  の精度が得られます。1975年からオメガ電波(ハワイ・ノースダコタ・対馬)の受信位相比較を追加しました。

1975年8月に、米国航空宇宙局(NASA)と電波研究所が協同して、静止衛星ATS-1による日米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セシウム時計が用意され、これらはそれぞれ電波研究所及び米国海軍天文台の主標準時計に対して、移動時計及びTV又はロランC電波を仲介として精密にモニターされました。秒信号比較には、SSRA方式の測距用PN符号が用いられ、約3ナノ秒 ( $3 \times 10^{-9}$  秒) という従来にない最高の比較精度が得られました。



JJY送信室



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。)



船舶・航空機の安全を守るための無線方位測定器、船用レーダ、救命艇用無線装置、SOS用緊急自動受信機、航空用無線設備は、電波研究所の型式検定に合格したものでなければ備え付けたり使用してはならないことになっています。また法令で定められた技術基準を維持するために周波数測定装置、ラジオゾンデ、移動用無線機器、市民ラジオなどの型式検定も行っています。そのほか、一般からの委託に応じて無線機器の性能試験、各種電波測定器の校正も行っています。



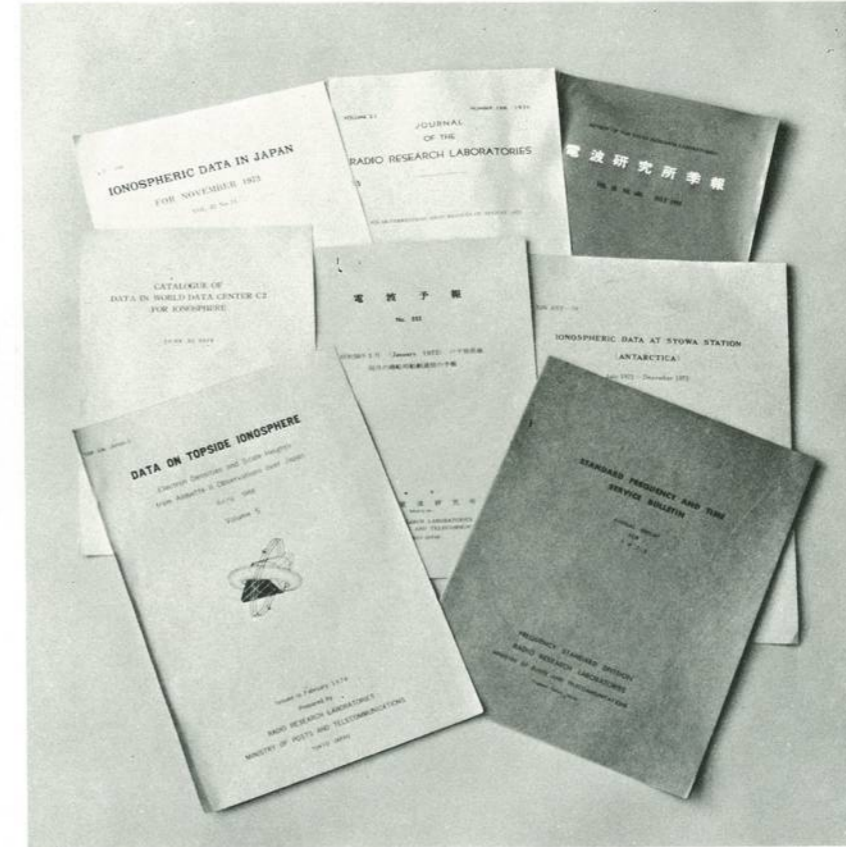
検定試験装置



標準信号発生器の校正



船用レーダー



定期刊行物

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

1976年版パンフレットの誤りの訂正について

(企画課)

頁	箇所	誤り	訂正
14	ISS管制施設ブロック図	PCM解説装置	PCM解説装置
	"	ディスプレイ	ディスプレイ
17	ECS実験システム概略図	35GHz(電信, TV信号)	35GHz(電話, TV信号)
	"	32GHz(電信, TV信号)	32GHz(電話, TV信号)
	"	マイクロ波	マイクロ波
	"	通信実験装置	通信実験装置
20	太陽同期回帰軌道	CONGITUDE	LONGITUDE
1	電波研究所のあすは	(電波研究所長)	電波研究所長 (電波研究所長)
6	1972年8月4日の大隈電波 パースペクティブシステム	Frequency	Frequency
27	JJY1時間中の発射ステーション	(34-35Aの間) 空白	(34-35Aの間) ※ EAX2