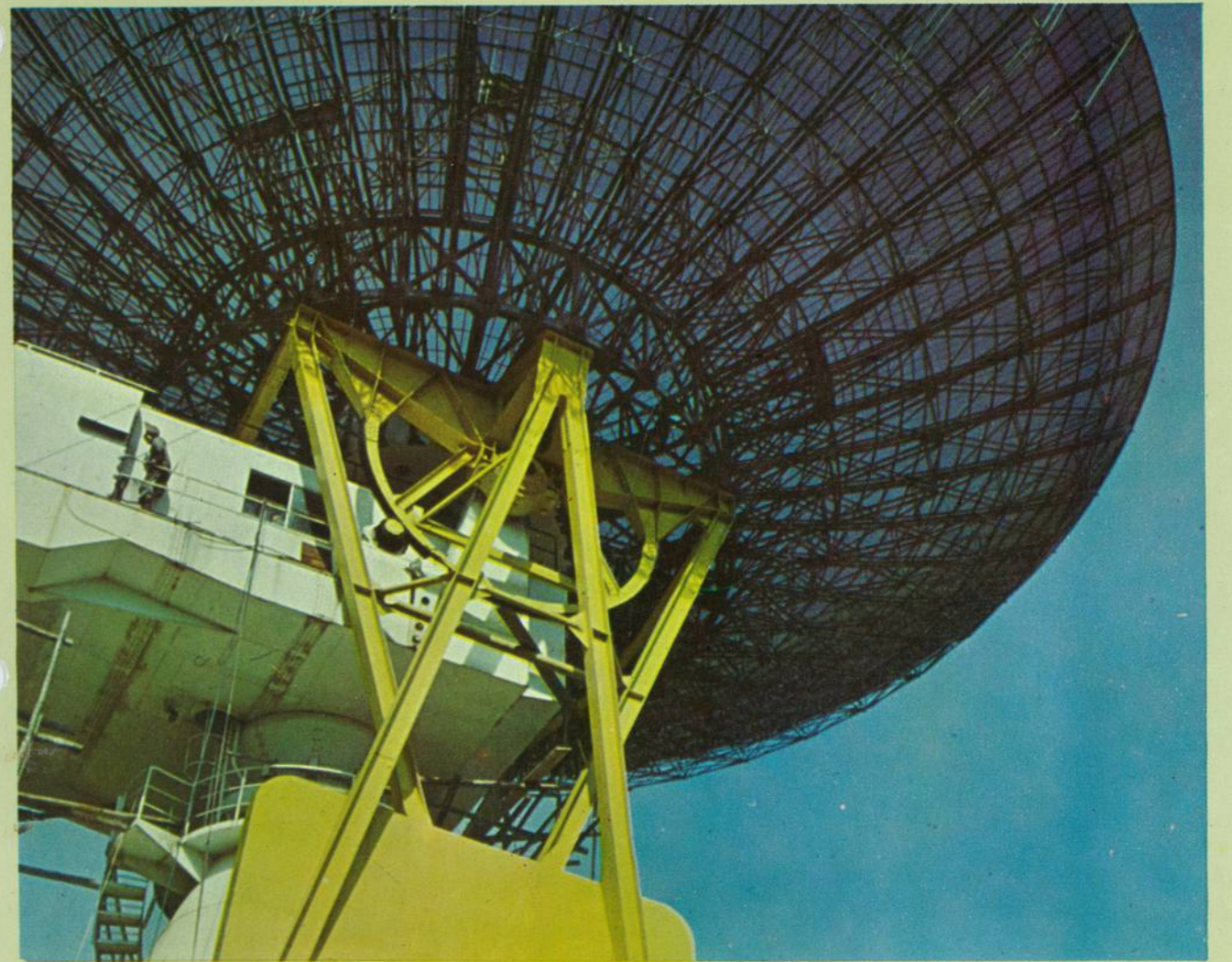


電波研究所の しおり

1963



郵 政 省

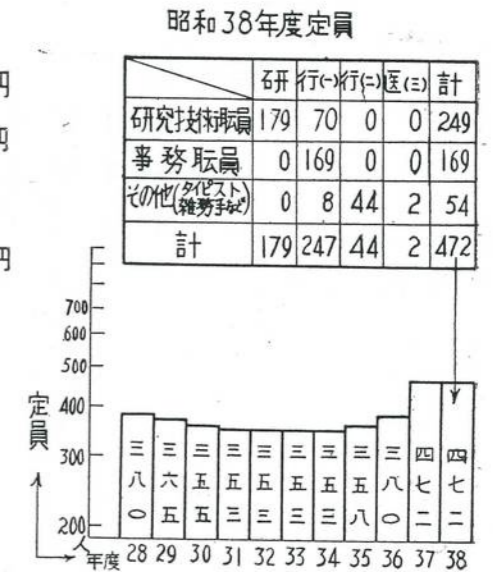
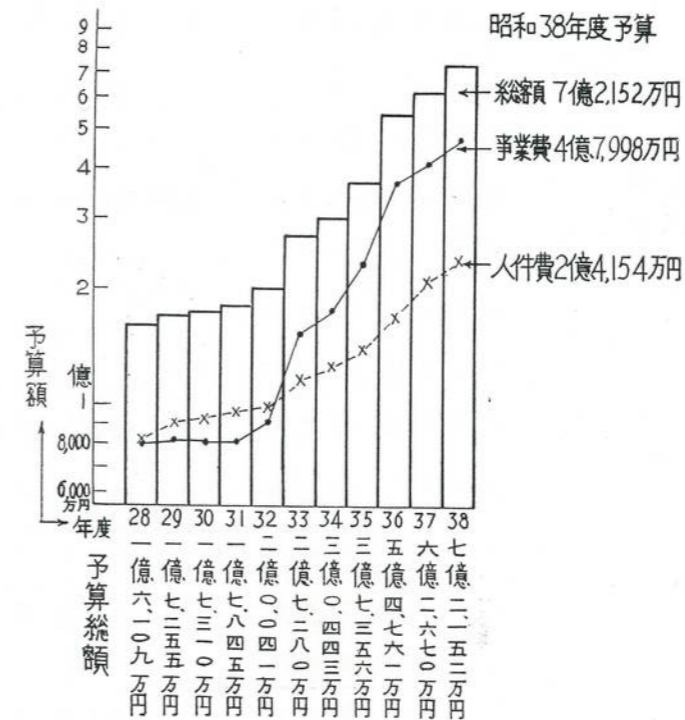
電 波 研 究 所

沿革

昭和27年8月1日郵政省に電波研究所が設けられた。しかし、その沿革は、昭和16年3月文部省に電波物理研究会が設けられ、翌17年4月電波物理研究所に改組されたときにおよぶ。その後、幾多の変遷を経て昭和27年8月、この電波物理研究所の研究者を母体とし、標準電波や無線機器の型式検定関係の技術者を加えて電波研究所が設けられたのである。

この沿革をさらに詳述すれば、前記の標準電波は昭和15年1月通信省が標準電波の発射業務を開始したときに、無線機器の型式検定は大正9年11月官庁用無線電信 および電話に関する制度を確立したときにおよぶ。なお、さかのぼれば、電波研究所の平磯電波観測所は、大正4年1月通信省電気試験所に設けられた電気試験所平磯出張所がその前身である。電気試験所は、わが国無線通信のあけぼのにあたり、無線電信電話に関する学術的研究および応用に関することをつばら行なう場所として太平洋に面する地を選び茨城県に平磯出張所を設けたのである。

予算および定員



業務

- 1 電波の伝わり方の観測、研究および調査を行なうこと。
- 2 周波数標準値を定め、標準電波を発射し、および標準時を通報すること。
- 3 電波の伝わり方について、予報および異常に関する警報を送信し、ならびにその他の通報をすること。
- 4 無線設備の機器の型式検定をすること。
- 5 無線設備の性能試験およびその機器の較正を行なうこと。
- 6 前各号の事項に関する研究および調査を行なうこと。

機 構

所 長
工博 上 田 弘 之

一 次 長
工博 河 野 哲 夫
工博 青 野 雄 一 郎
工博 湯 原 仁 夫

一 事 務 部 長
河 野 邦 男

- 企 画 課 (工博 糟 谷 績)
- 第 一 電 波 課 (錦 織 清)
- 第 二 電 波 課 (工博 平 井 正 一)
- 標 準 課 (工博 村 松 金 也)
- 機 器 課 (川 上 謙 之 介)
- 電 波 物 理 研 究 室 (理博 米 沢 利 之)
- 電 離 層 研 究 室 (理博 中 田 美 明)
- 電 離 気 体 研 究 室 (理博 平 尾 邦 雄)
- 宇 宙 通 信 研 究 室 (尾 上 通 雄)
- 電 波 気 象 研 究 室 (福 島 圓)
- 超 高 周 波 研 究 室 (工博 岡 村 総 吾)
- 通 信 方 式 研 究 室 (村 主 行 康)
- 情 報 処 理 研 究 室 (尾 方 義 春)
- 水 晶 振 動 研 究 室 (理博 蛭 田 饒)
- 原 子 振 動 研 究 室 (長 竹 孟)
- 稚 内 電 波 観 測 所 (池 田 正 男)
- 秋 田 電 波 観 測 所 (鈴 木 孝 之 助)
- 平 磯 電 波 観 測 所 (理博 新 野 賢 爾)
- 犬 吠 電 波 観 測 所 (櫻 沢 晃)
- 山 川 電 波 観 測 所 (越 智 文 雄)
- 庶 務 課 (加 藤 貞 雄)
- 会 計 課 (竹 内 新 太 郎)

各 分 野 の し ご と

- 企 画 課 研究・調査の企画および総合調整，部外研究機関との連絡ならびに広報
電波技術資料の収集・作成ならびに図書管理
電波予報の研究・調査
ウルシグラム放送および世界日通信
機器および部品の試作・修理，ならびに文献の複写，など
- 第 一 電 波 課 30Mc未満の周波数の電波の伝わり方の実験的研究および調査
電離層の観測および研究
- 第 二 電 波 課 30Mc以上の周波数と電波の伝わり方の実験的研究および調査
- 標 準 課 周波数標準値の決定
標準周波数と正確な時間の電波による送信
日本中央標準時と電波警報の電波による通報
上記各項に関連する研究および調査
- 機 器 課 無線機器の研究
無線周波实用標準器の研究と電波監理用測定器の較正
無線機器の型式検定および性能試験
- 電 波 物 理 研 究 室 電波の伝わり方，電離層および宇宙空間に関する理論的研究
- 電 離 層 研 究 室 電離層の物理的性質の実験的研究
人工衛星の電波観測とその研究
- 電 離 気 体 研 究 室 電離気体の基礎的研究
ロケットによる電離大気の観測と研究
- 宇 宙 通 信 研 究 室 宇宙通信の開発研究
電波による宇宙空間の研究
- 電 波 気 象 研 究 室 気象が電波の伝わり方に及ぼす影響の研究
- 超 高 周 波 研 究 室 超高周波の伝わり方と利用に関する実験的研究
- 通 信 方 式 研 究 室 電波伝搬路の開発および伝送方法の改善に関する研究
- 情 報 処 理 研 究 室 情報の処理および伝達方法の能率化に関する研究
電子計算機の運営
- 水 晶 振 動 研 究 室 水晶振動に関する基礎的研究とその利用開発に関する研究
- 原 子 振 動 研 究 室 原子振動に関する基礎的研究
- 稚 内 電 波 観 測 所 電離層の観測，ならびに電波の伝わり方の研究および調査
地磁気の観測
- 秋 田 電 波 観 測 所 電離層の観測，ならびに電波の伝わり方の研究および調査
- 平 磯 電 波 観 測 所 電波の伝わり方の観測，ならびに研究および調査
無線通信に障害を及ぼす諸現象の観測と研究
電波警報の研究と，その通報
- 犬 吠 電 波 観 測 所 電波の伝わり方の観測，ならびに研究および調査
- 山 川 電 波 観 測 所 電離層の観測，ならびに電波の伝わり方の研究および調査
- 事 務 部 庶務課，会計課の2課をもって構成し，庶務、会計事項を処理する。

電離層の定時観測

この観測は、わが国では1932年に開始されたものであるが、戦後は郵政省（電波研究所）のみにおいて行なわれている。

この観測から得られた資料は、電離層の研究ならびに電波の監理に重要な役目を果している。



電離層国分寺観測所

このような観測は、稚内、秋田、国分寺（東京都）、山川（鹿児島県）の各電波観測所で年中無休に行なわれている。観測装置の性能はつぎのとおりである。

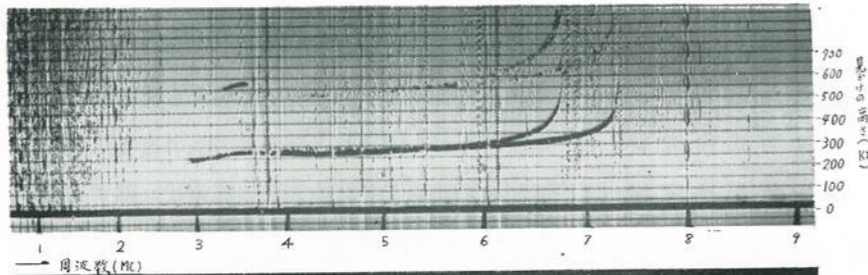
- 1 周波数の範囲 0.55Mc—20Mc
- 2 尖頭出力 約 10kW
- 3 観測に要する時間 24秒
- 4 記録方法 35mm フィルムによる写真記録
- 5 観測制御用時計 水晶時計



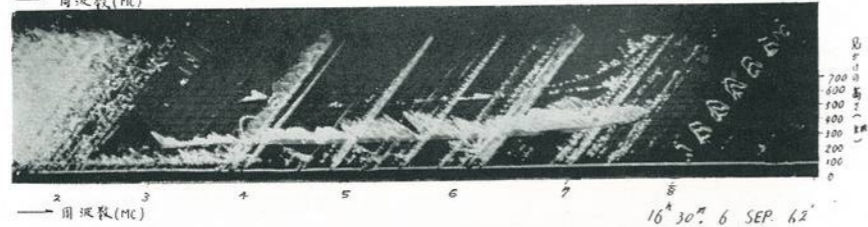
自動記録式電離層観測装置（6型）

この観測記録は $h'f$ 記録（写真参照）と称している。この観測記録は国際的に定められた方法で毎日整理し、これを1カ月ごとにまとめて「IONOSPHERIC DATA IN JAPAN」に掲載し、国内および国外の関係機関に配布している。なお、この装置に付加装置をつけて $h'f-t$ や $fc-t, sh'-t$ 記録もとることができる。

$h'f$ 記録



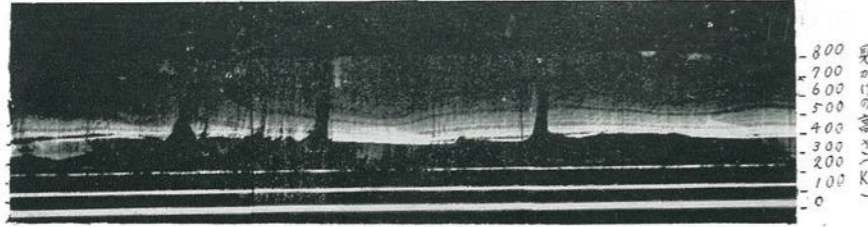
$h'f-t$ 記録



$fc-t$ 記録,
 E_s 層の突き抜け周波数の変化を示す。



$sh'-t$ 記録,
 E_s 層および F 層の見かけ高の変化を示す。

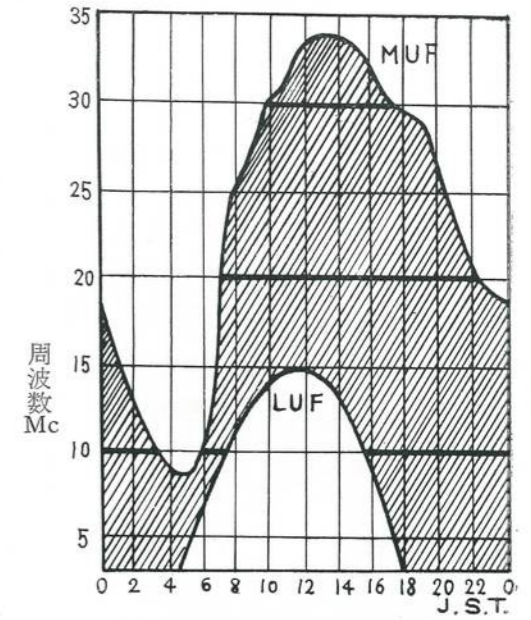


12 JST 13 4, July, 57

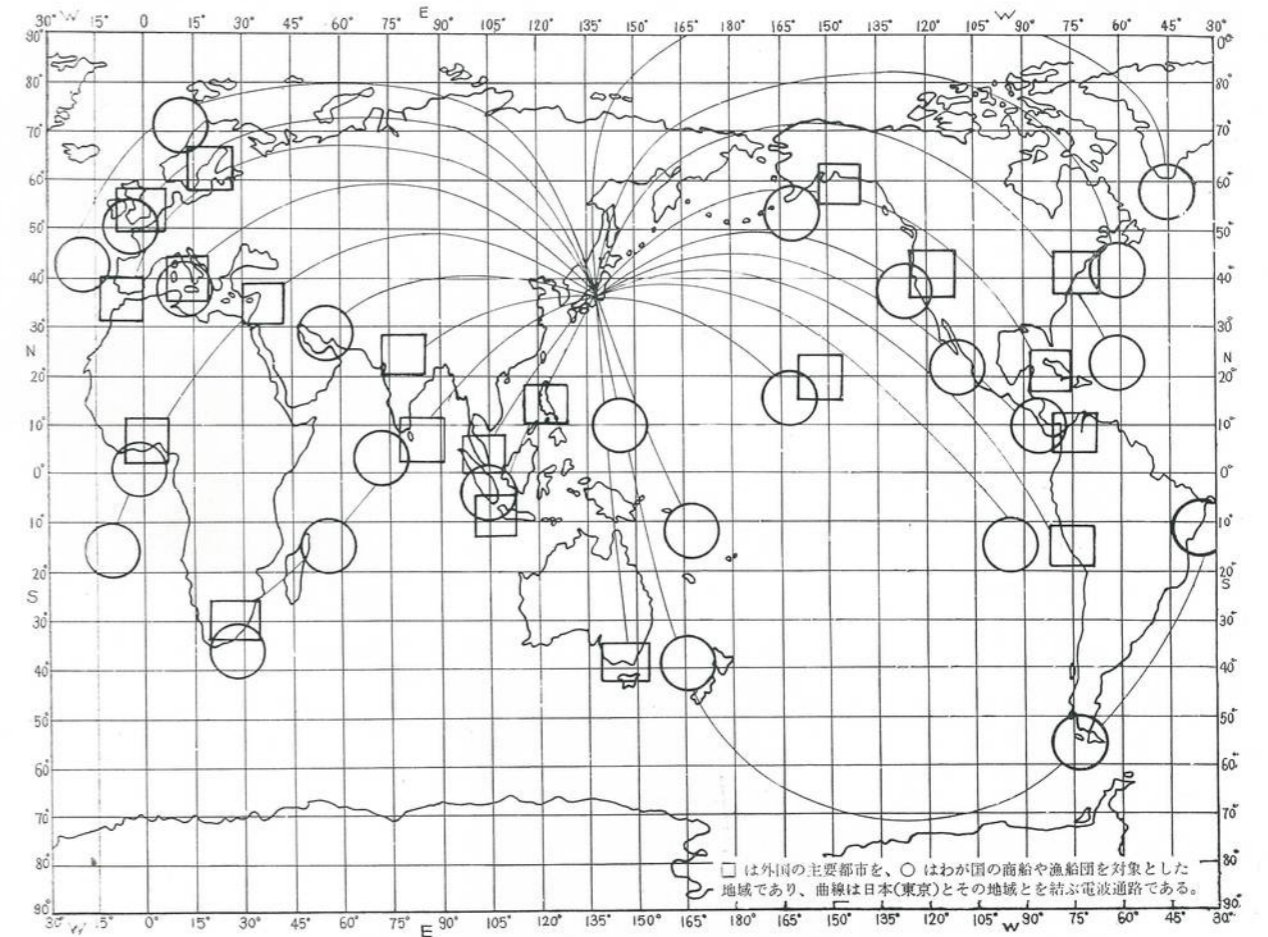
電波予報

ある時刻における2地点の間では、どんな周波数で、どのくらいの電力を使ったならば最も能率よく、しかも確実に通信できるかを予測しこれを地域別にまとめたものを電波予報という。この電波予報は、電波研究所で編集し、財団法人電波振興会に発行せしめ一般の需要に応じている。

第1図は、電波予報の一例を示したものである。MUF（最高使用可能周波数）とLUF（最低使用可能周波数）と書いた2本の曲線にはさまれた範囲（斜線で示してある範囲）が通信可能な周波数と時間を示している。第2図は電波予報の対象地域である。このほかアジアオリンピック、東京オリンピック、南極観測隊との通信などに対する電波予報のような特殊な要求にも応じている。



第1図 電波予報曲線



第2図 電波予報の対象地域と電波通路

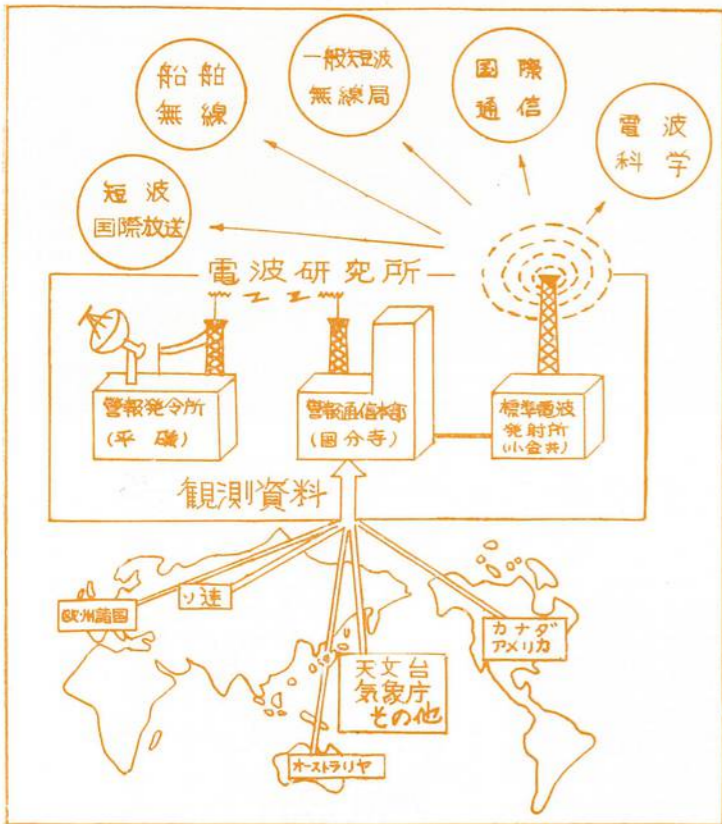
電波警報とウルシグラム放送

無線通信の障害発生を予知してあらかじめこれを警告するのが電波警報である。警報にはJJYの標準電波にのせて広く周知するものと、特定の機関に、電話または電報、郵便はがきをもって知らせるものがある。

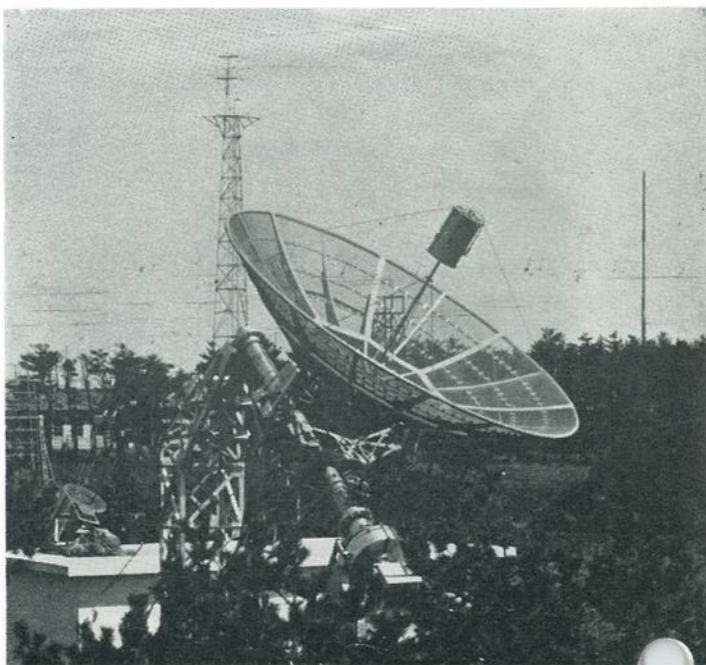
この障害発生を予知するため平磯電波観測所で、太陽面、太陽電波、地磁気、地電流、空電などの変化、ならびに対米・対欧無線回線の電界強度と到来方向の変動などを常時観測している。写真はその観測施設の一部である。

ウルシグラム放送の「ウルシ」とは、国際電波科学連合(U. R. S. I.)の略称であって電波の基礎的な測定や理論について研究を行なうために、世界中が国際的に協力しようとする機関であり、その事業の一つにウルシグラム放送を行なう組織がある。これは、電波の伝わり方に関連の深い諸現象を国際間で互いに速報し合っ電波の異常現象発生を察知し、適切な対策をたてるのに利用しようというものである。

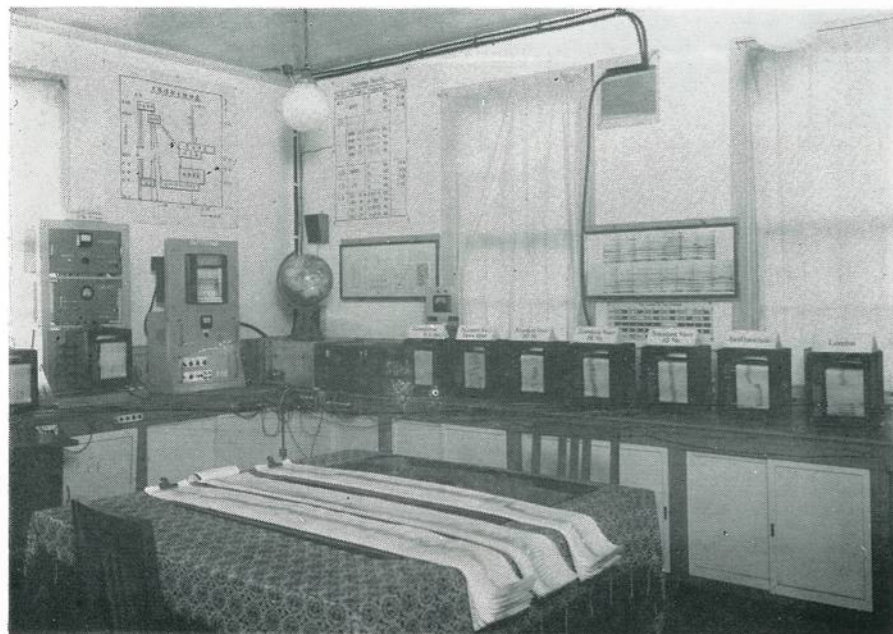
このウルシグラム放送は、戦前から行なわれていたものであるが第二次世界大戦のため国際的協力が崩れて中止となった。戦後再び国際協力が復活しわが国は昭和26年電波研究所(当時の電波監理委員会中央電波観測所)においてこれを再開し現在にいたっている。



電波警報の発令系統図



太陽電波 500 Mc 測定用アンテナ (平磯電波観測所)



警報発令室 (平磯電波観測所)

標準電波とその研究

1. 標準電波の発射とその研究

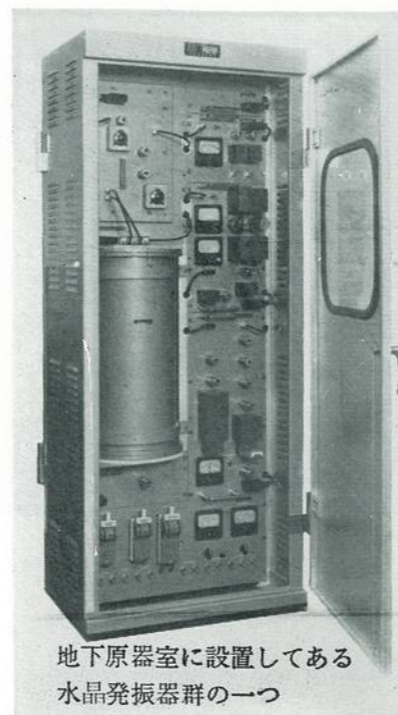
正確かつ、安定な周波数と時間の基準ならびに標準時刻を利用者に供給するために、標準電波を次表のとおり発射している。その搬送波の周波数は、偏差100億分の±5以内に保たれており、変調用の1,000サイクルおよび報時信号は、この搬送波を周波数通降して得られている。また、報時信号は平均太陽時に対し0.1秒以内に保たれ、かつ、主要国と協調して、相互の報時信号を±0.001秒以内の精度で同期させている。なお、この標準電波には電波の異常な伝わり方を警告するための電波警報符号もつけている。

この標準電波の最良の発射法と利用法は、8 Mc 実験局(JG2AE)を用いて研究されている。

また、短波に比べて伝搬による周波数劣化が少なく高精度の受信周波数が得られる長波についても20kcによる長波実験局(JG2AQ)を運用して受信の研究が続けられており、長波による標準周波数の全国的なサービスも現在計画されている。



JJY送信室



地下原器室に設置してある水晶発振器群の一つ



標準電波(JJY)発射所(標準課)

地下原器室は、床面が地下6.64m、面積77.5m²、外壁に12層の防水壁を、内壁に1mmのボンド鋼板による電磁および静電遮蔽を有し、恒温恒湿装置を設け、室内の設定温度は20°C、年間の温度変化は±1.5°C、湿度は60%以下に維持されている。

標準電波の周波数と発射時刻

呼出符号	電波の型式および周波数 (kc)	空中線電力 (kw)	時刻	備考
JJY	A1・A2・A3 2,500	2	15時59分から翌日の7時59分まで	
	〃 〃 〃 5,000		常時	
	〃 〃 〃 10,000		〃	
	〃 〃 〃 15,000		〃	無変調

2. 周波標準の研究

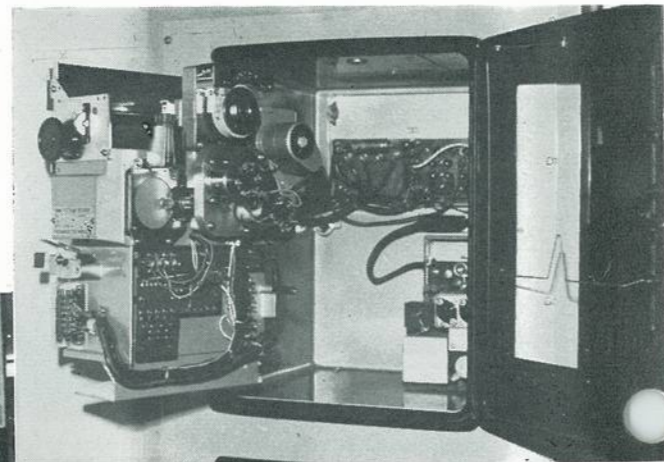
周波数および時間は、地球の公転をもとにした暦表時によって定められるものであるが、近時その精度は 10^{-8} から 10^{-11} のけたまでも問題にされるようになり、実際には原子周波数標準器がそれらの一次標準（原器）としての役目を果している。現在の一次標準器は、当研究所内で開発したアンモニア分子発振器（アンモニアビーム・メーザ）であって、アンモニア分子スペクトルの不変性を利用し、 $\pm 3 \times 10^{-11}$ の精度を得ている。また、実用標準として使用されている他の型式の原子周波数標準器、ならびに水晶発振器群もほぼ同様の精度で運用されている。

いる。

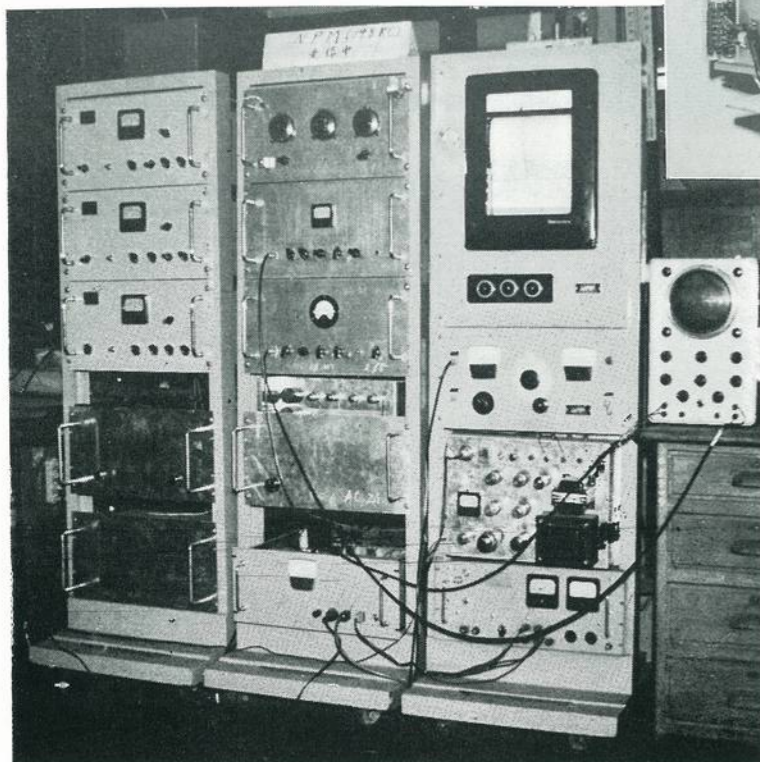
以上の標準器および計測器についてはさらに精度向上のための研究が続けられ、外国の周波数標準とは長波標準電波受信により周波数比較が、短波標準電波受信により報時信号の比較研究が行なわれている。



原子周波数標準器
(2号メーザ)



記録部内部の構造



長波による周波数の国際比較装置

無線機器の研究と 機器の較正および型式検定

1. 無線機器の研究

電波の能率的利用を図るため、模擬装置による実用通信回線の研究を行なっている。そのほか、実効占有周波数帯幅の研究、スプリアスふく射の研究、送受信機と最低所要電界強度との関係の研究などを行なっている。

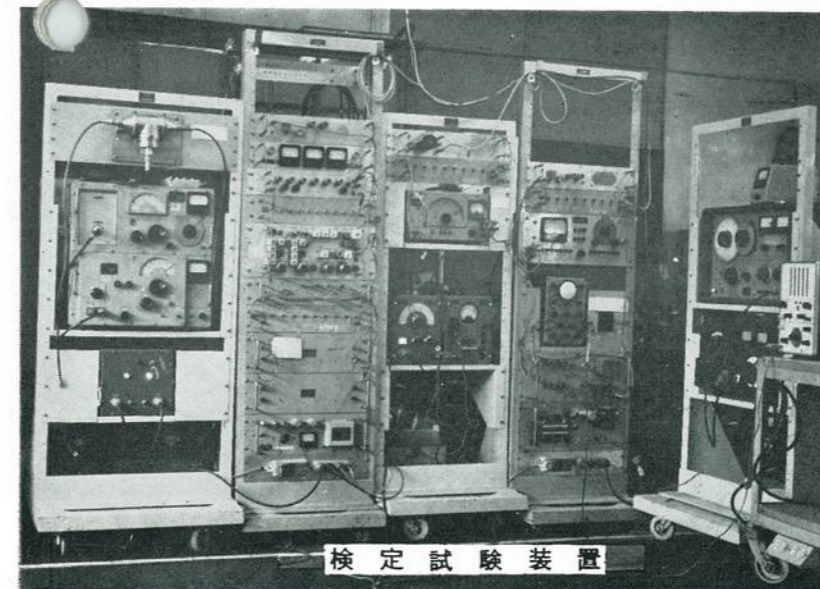


通信回線模擬装置

2. 無線設備の機器の型式検定

無線機器の試験法の研究に基づき試験規定を定め、つぎに示すものについて製造者の申請により試験を行ない、郵政大臣はこの試験規定に適合すると認めるときは、これを型式検定合格とし、無線機器型式合格証書を申請者に与えその機器と同種の機器を一型式として認めている。

- (1) 航行の安全を確保するために行なうもの（警急自動受信機、方位測定機、救命艇用無線機、航空機用送受信機）
- (2) 電波監理上無線局に備付けを強制するもの（周波数計）



検定試験装置

3. 電波監理用測定器の較正

各種無線周波実用標準の開発を行ない、これを基準として較正装置を設備し較正業務を行なっている。

現在確立されている実用標準のおもなものとしては、①電力標準、②電界強度標準、③高周波電圧電流標準、④高周波数標準、⑤占有周波数帯幅標準がある。

較正業務は、電波監理用測定器をおもな対象としているが、製造者、施設者などの委託にも応じて行なっている。

- (3) 法律に定められた技術基準の維持のために行なうもの（FM送受信機、SSB送受信機、簡易無線機、SOS無線機、ラジオバイ、気象用無線機、高周波利用設備）



VHF, UHF電力標準装置

宇宙開発

の研究

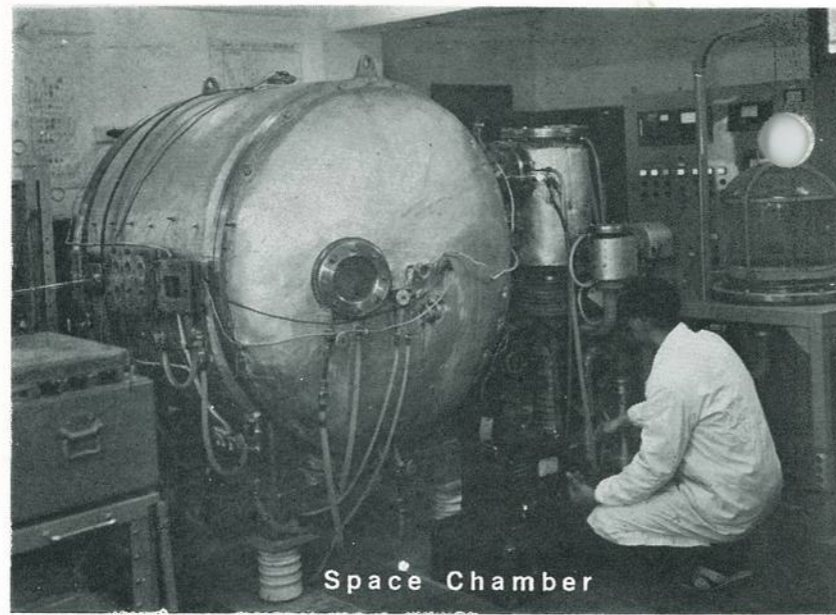
人工衛星電波の観測

人工衛星の電波によって衛星の軌道要素を求めるとともに、人工衛星のテレメータ信号を受信して超高層の物理的状態を究明する。また、ファラデー効果、ドップラー効果および電波通路の彎曲から電離層を研究し、電波の伝わり方を研究する。あわせて観測装置の改良工夫も行なっている。

電離気体の研究

Space chamber 内に電離層と同じ状態をつくり、特殊な放電管を用いたりして電離気体の基礎的な研究を行なっている。

ロケット搭載用の新しい電離層測定器の研究も行なっているがその働きなどもこの Space chamber の中で調べている。



内径 120cm ϕ ×100cmL, 材質非磁性体(ステンレス)
到達真空度 22×10^{-7} mmHg以下, 漏減量 1×10^{-7} mmHg/s 以下2時間放置して 3×10^{-8} mmHg以下
熱陰極放電により内部に1立方cmあたり 10^8 個程度のイオンエレクトロンをつくることのできる。

宇宙通信実験用アンテナ

設置場所 茨城県鹿島町平井 $35^{\circ} 57' N$
 $140^{\circ} 40' E$

重量 約 200トン

精密運転可能範囲 風速 15 m/s以下

運転可能範囲 \sphericalangle 25 m/s以下

安定姿勢における永久ひず

みを生じない範囲 \sphericalangle 60 m/s以下

アンテナ回転可能範囲 仰角 $-1^{\circ} \sim +96^{\circ}$

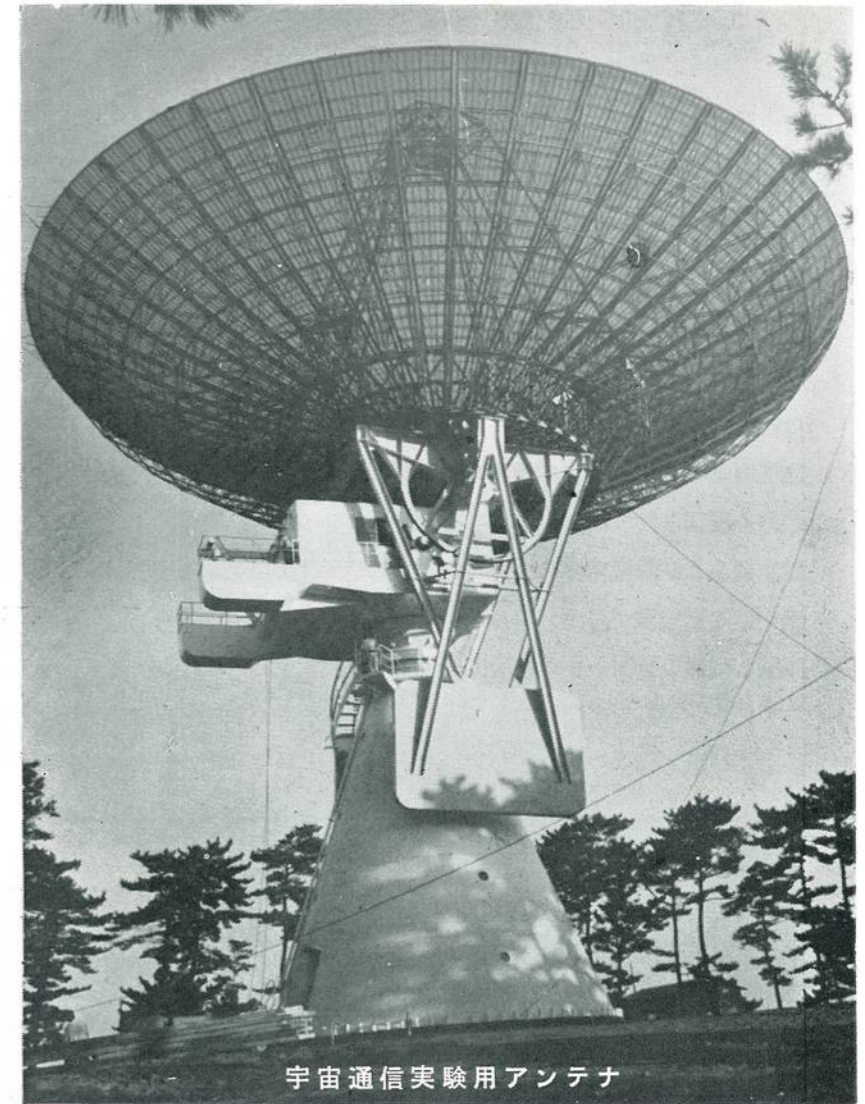
方位角 $-360^{\circ} \sim +360^{\circ}$

反射鏡 直径 30m, 面精度 3.5mm r. m. s.

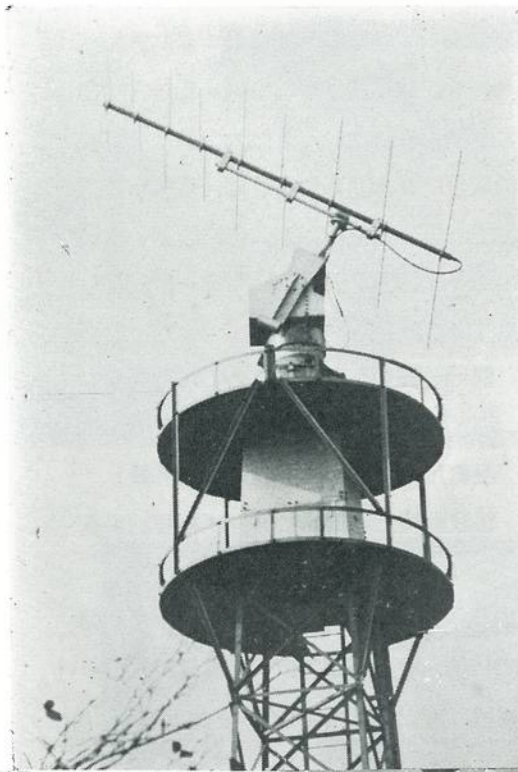
尾可 俯仰軸 $0.001^{\circ}/s \sim 3^{\circ}/s$ 範囲で可能
能速度 回転軸 $0.001^{\circ}/s \sim 7^{\circ}/s$ \sphericalangle

使用可能周波数 100 Mc \sim 6,000 Mc

用途 送受共用



宇宙通信実験用アンテナ



人工衛星観測用アンテナ



人工衛星の電波観測



ロケットに乗せて発射したところ



ロケット搭載用電離層測定器

これは地上約70kmから500kmの間に存在する電離層の性質や状態を調べる測定器である。電離層の測定器を創製し、搭載して由緒たのがこの測定器で、測定電極(プローブ)は日本製。その時の2つは現存(創製)された。"レンダンス" プローブである。

この測定器は実際に日本の電離層ロケット"カッパ"に搭載し、上りの途中、同じものであり、これによって電離層の様子を直接かつ正確に測定できるようになり、地球物理学および宇宙科学の発展に大いに寄与している。

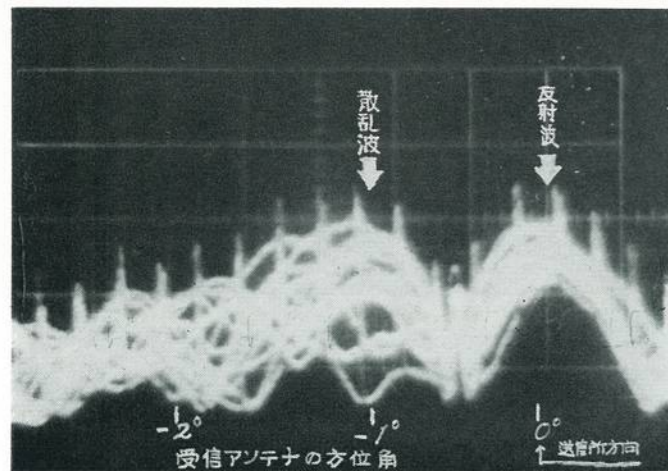
これは日本(電通研究所)とアメリカ(NASA)の協同による電離層の直接観測に使われたものである。日本の測定器としては、ここに展示してあるのが測定電極を一つのもので、現存(創製)した"レンダンス" プローブである。アメリカの測定器はラングミュア方式と呼ばれる方法を用いた。日本各大学独自の測定方法を用いて電離層の観測を行い、その結果を相互に比較、検討して貴重なデータを得た。これらの測定はアメリカの観測ロケット、ナイキ-ケイエンジンが使用され、ヴァージニア州ワロップス島で打上げられ、今年の5月および8月に合計3回の運用により、4回の電離層観測を行った。

対流圏散乱伝搬の研究

VHFやUHFの対流圏散乱現象を利用する数100kmの遠距離通信回線は、国際間あるいは離島間の通信用として内外ともに相次いで実現し、近年は、回線の能率化の観点から、通信距離の延長、通信容量の拡張および信頼度の向上などが強く要望されている。これに応じて伝搬機構および伝搬特性について、さらに深く進んだ知識が必要となっており、実験と理論の両面からその研究が進められている。写真および図はその実験の施設および測定結果の例を示している。

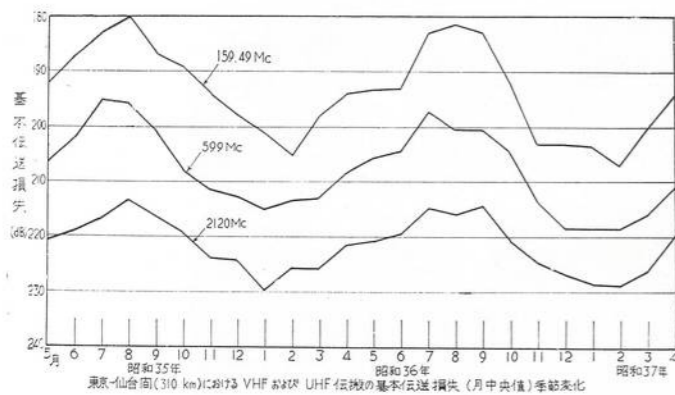


仙台実験所(受信所)
 受信機……159.49Mc, 600Mcおよび2,120Mcの受信機を各々設備
 アンテナ……八木, 3m径パラボラおよび20m径パラボラ
 場所……宮城県宮城郡宮城村字吉成山27(仙台市西郊の国見峠)

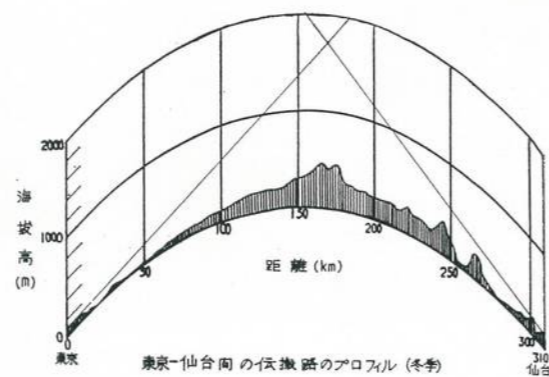


対流圏散乱波と対流圏反射波との分離

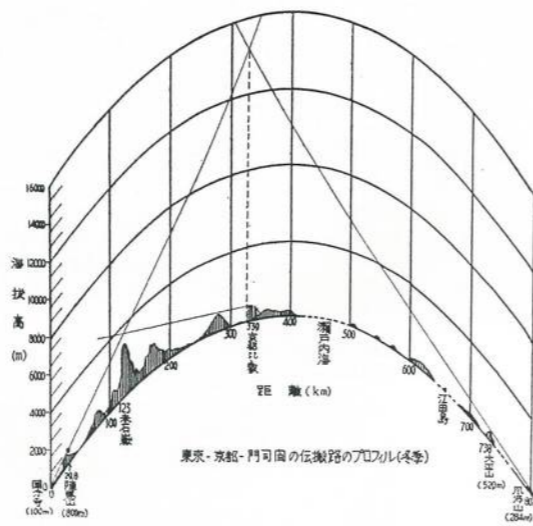
東京—仙台間(310km) 2120 Mcの伝搬実験において、受信アンテナ(仙台の20m径パラボラ)のビームを高速で回転することにより観測されたパターン
 送信アンテナの方位角偏移 $-1^{\circ} 12'$ (昭和36年7月20日撮影)



東京—仙台間(310 km)におけるVHFおよびUHF伝搬の経路伝達損失(月中央値)季節別



東京—仙台間の伝搬路のプロファイル(冬季)



東京—京都—福岡間の伝搬路のプロファイル(冬季)

電波気象の研究

VHF, UHF 電波の研究

VHF, UHF電波の対流圏伝搬特性を支配する大気屈折率の分布および変動の状況を飛行機などを利用して測定し研究を進めている。



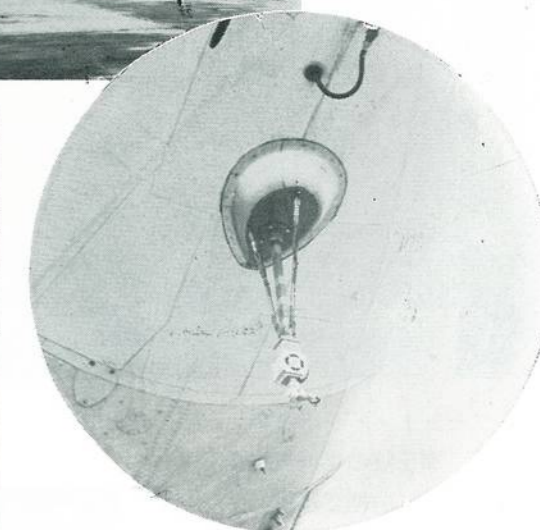
東京送信所(電波研究所内)
 送信機……600Mcおよび2,120 Mc. いずれも10kW
 アンテナ……10m径パラボラ(2波同時送信)



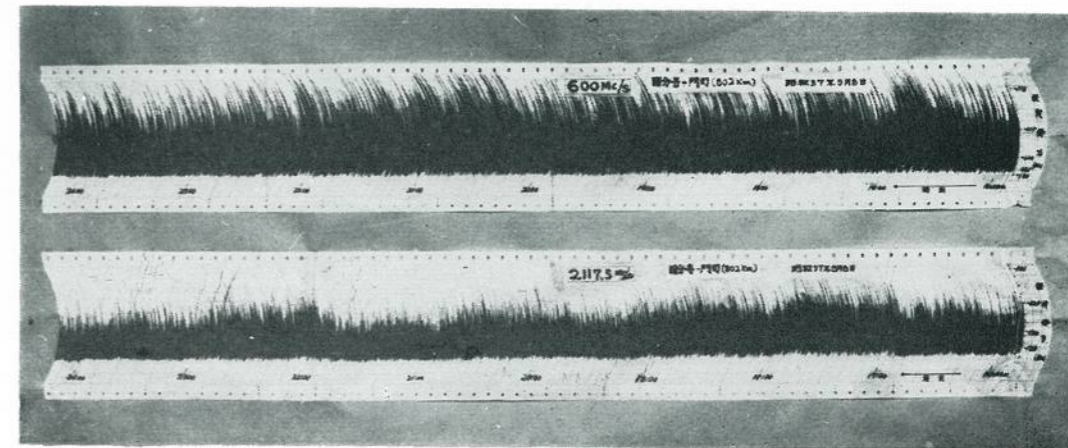
大気屈折率計を装備した飛行機



門司実験所(受信所)
 受信機……600Mcおよび2,120Mcの受信機を各々設備
 アンテナ……18m径パラボラ(2波同時受信)
 場所……北九州市門司区奥山558(風師山)



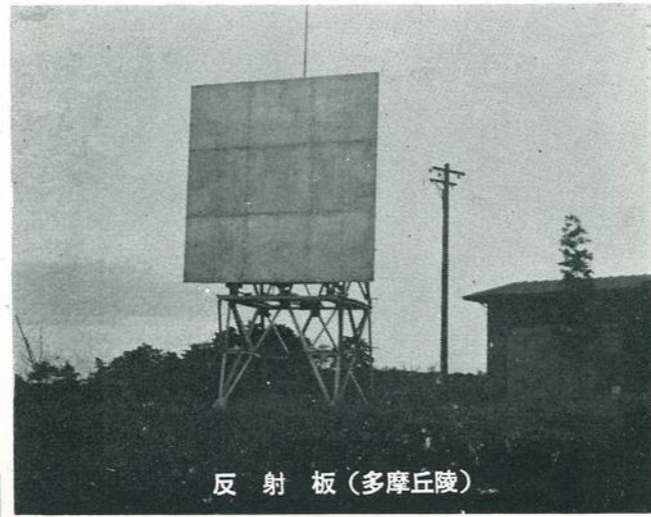
飛行機の胴体に取付けた大気屈折率計の受信部



東京—門司間(802 km), 600 Mcおよび2117.5 Mcの伝搬実験における受信記録 (昭和37年9月8日)

ミリメートル波の研究

35 Gc 帯のミリ波の大気伝搬の研究、およびこれに基づいて、ミリ波の利用についての研究を進めている。

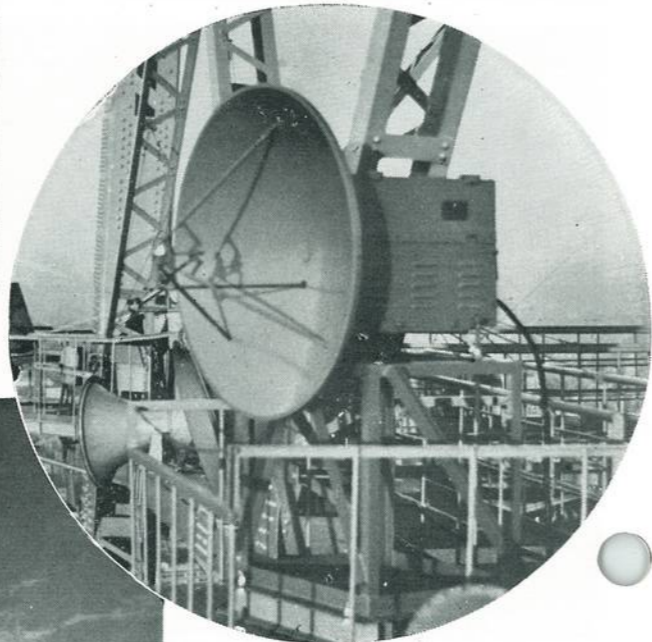


反 射 板 (多摩丘陵)



35 Gc 送信機 (電波研究所屋上)

オフセット・パラボラアンテナで多摩丘陵の反射板 (距離8.5km) に向けて送信しているところ。

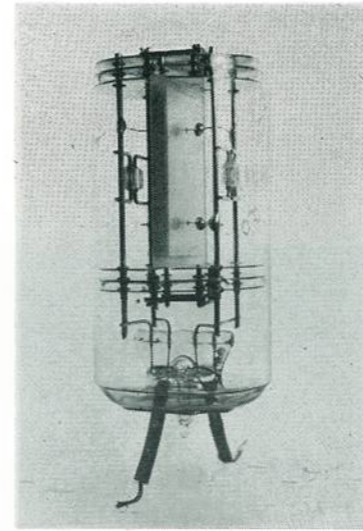


電 波 塔

電波塔—電波研究所間 24km における8.6mm 帯による TV 伝送試験

水晶振動の研究

水晶発振器の安定度を現在の 1×10^{-10} Day からさらに向上させるため、水晶振動子、発振回路および恒温槽の改良等について研究を行なうとともに、精密水晶振動子を応用して各種の物理量を測定する研究も行なっている。



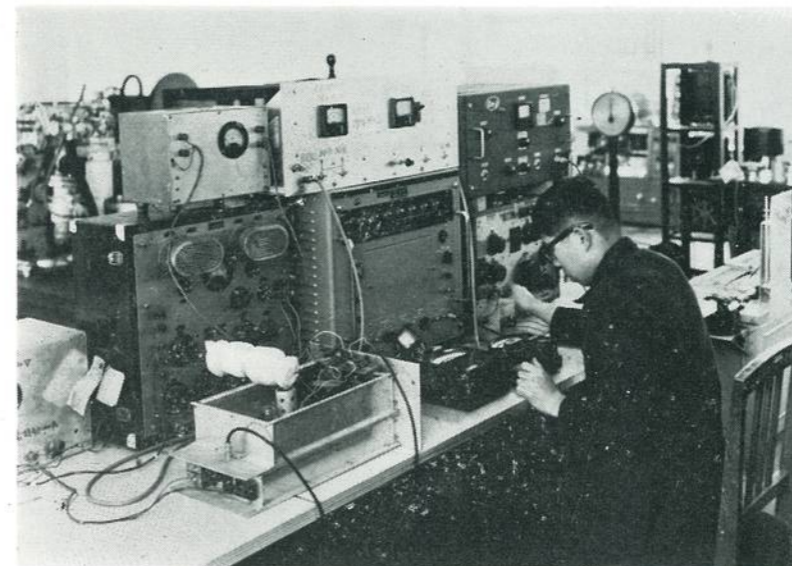
水晶振動子 (900型)
 周波数 100 kc/s GT cut
 Q 350 万
 直列共振抵抗 11.0 Ω
 周波数温度係数 $1 \times 10^{-7}/\text{deg}$ 以下
 水晶板の大きさ 約 39mm × 33mm

固体メーザの基礎的研究

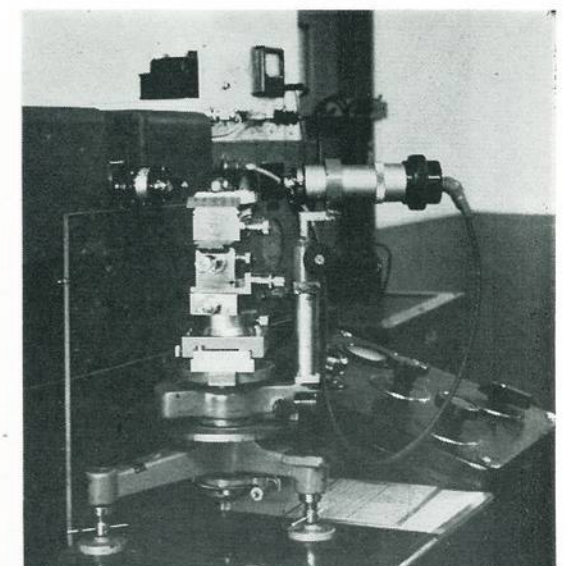
雑音の少ない広帯域の受信機を実現するため、結晶内常磁性電子の磁気共鳴を利用した固体メーザについて、理論、実験の両面から基礎的研究を行なっている。



固 体 メ ー ザ 実 験 装 置



水 晶 振 動 子 の 定 数 測 定



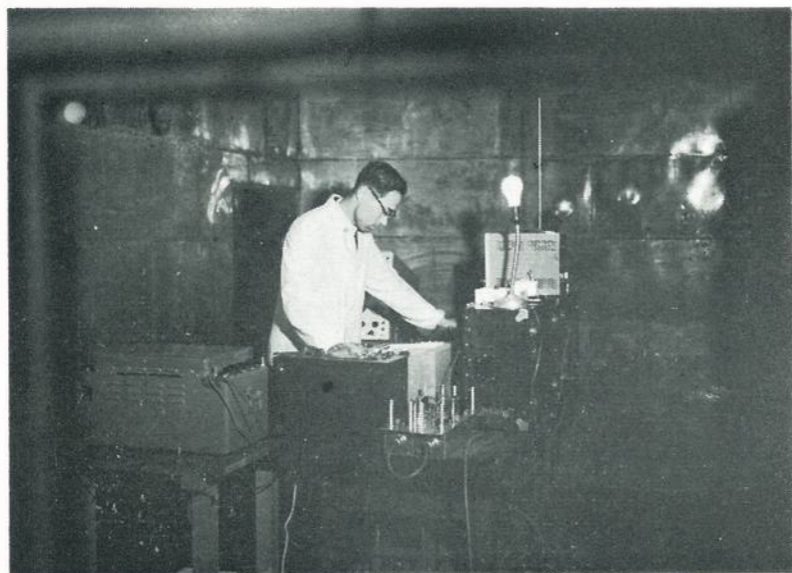
メーザ結晶の方位決定 X線装置



通信方式実験室

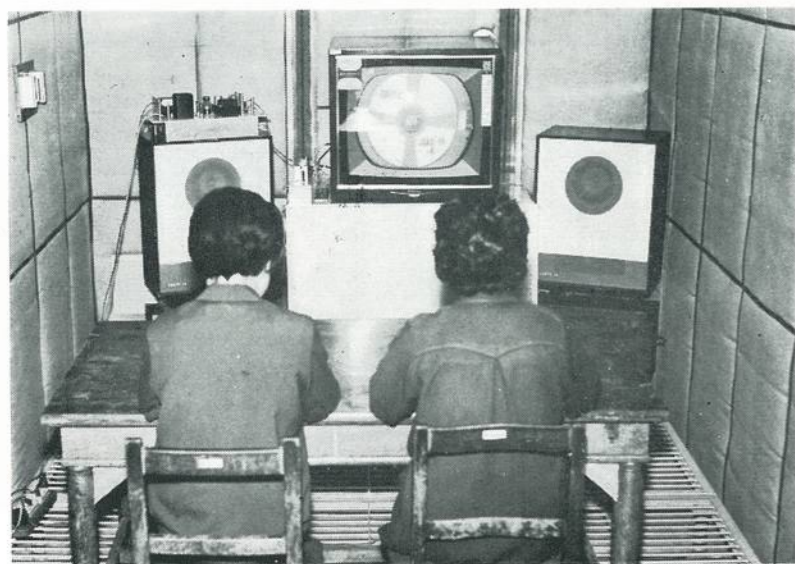
通信方式の研究

フェージングおよび雑音に強い通信方式の開発、ならびにテレビ信号を送るに必要な帯域幅を狭くする方式などの研究を行なっている。



シールド室

銅板ハンダづけの2重シールド構造で室内は空気調節が行なわれている。



テレビおよび音声評価室

防音、遮光構造で空気調節が行なわれている。

情報処理の研究

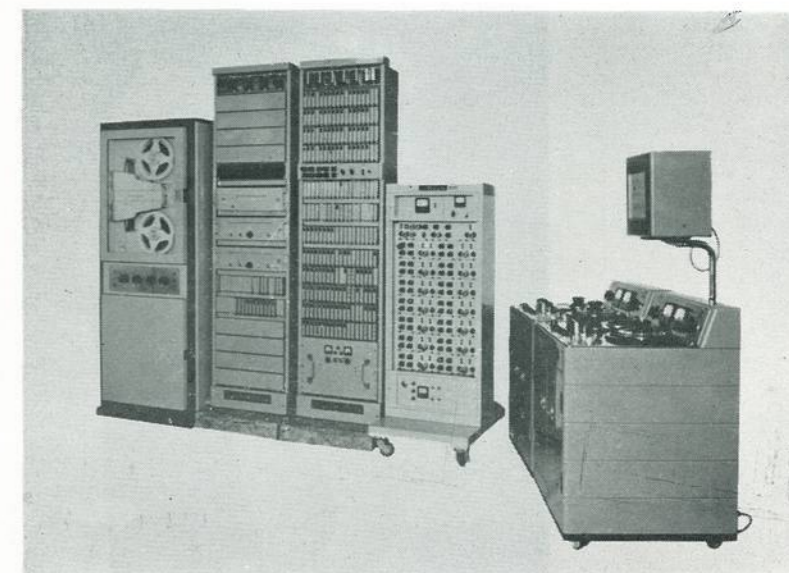
人間の視覚・聴覚によって認識する情報、すなわち、文字や音声を機械が自動的に識別するための研究を行なっている。また、この研究に欠くことのできない装置であるとともに、当研究所の各方面の研究に使用され、大きな偉力を発揮している電子計算機 (NEAC 2203, NEAC 2206) の運用もあわせ行なっている。ただしNEAC 2206 は主として通信衛星の軌道計算に使用されている。



電子計算機 (NEAC 2203)



文字読取装置



音声識別装置

研究成果の発表および研究資料の収集



電離層世界資料センター

第3回国際地球観測年(IGY1957~1958)のとき、IGY世界資料センターが組織されその組織の中の一つである電離層世界資料センターが電波研究所に置かれた。この組織は国際地球観測協力年(IGC1959)およびそれ以降も継続することになり、当研究所は引き続きそのセンター業務を行なっている。

収集された観測資料は昭和38年3月現在、我が国に及んでいる。

定期刊行物

Ionospheric Data in Japan	月刊
電波予報	月刊
Journal of the Radio Research Laboratories	隔月刊
電波研究所季報	隔月刊
Catalogue of Data in WDC C2 Center for Ionosphere	年2回



定期刊行物

国際会議に参加

当研究所の特徴の一つとして国際協力の観測研究がある。関係ある国際委員会としてはつぎのようなものがあるが、この委員会によって行われる国際的学会などに出席して研究の成果を発表し国際協力の実をあげている。

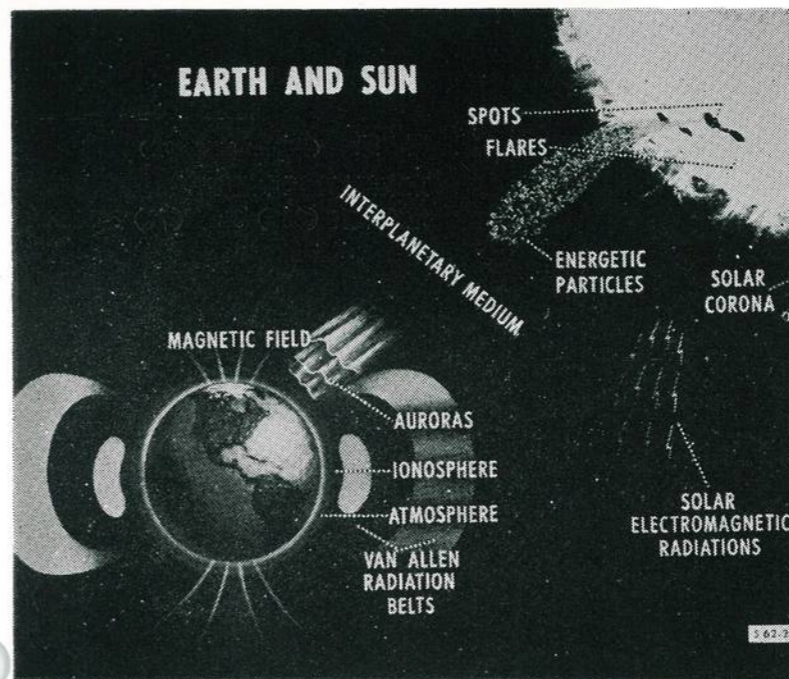
①国際無線通信諮問委員会(CCIR)、②国際電波科学連合(URSI)、③宇宙通信地上局委員会、④国際地球観測委員会(CIG)、⑤宇宙空間科学委員会(COSPAR)、⑥南極研究科学委員会(SCAR)

研究発表会

広く研究成果の利用を図るため、年2回公開発表が行われている。昭和25年7月に第1回、その後、回を重ねて昭和38年4月に第24回を行なった。

この外に、毎月1回、所内研究談話会を開催し、研究のまとまったものを逐次発表している。この研究内容は、電波研究所出版委員会の審議を経て、Journal of the Radio Research Laboratoriesと電波研究所季報をもって発表している。研究談話会は、昭和38年7月現在57回に達した。

太陽と電波



電波の周波数分類

周波数区分	周波数の範囲	呼称	
		波長区分	単位区分
VLF	3 kc—30 kc	長波	Kilo Cycle 1c×10 ³
L F	30 ♪—300 ♪		
M F	300 ♪—3,000 ♪	中短波	Mega Cycle 1c×10 ⁶
H F	3 Mc—30 Mc	短波	
VHF	30 ♪—300 ♪	超短波	Giga Cycle 1c×10 ⁹
UHF	300 ♪—3,000 ♪	極超短波	
SHF	3 Gc—30 Gc	(約1,000Mc以上をマイクロ波とも呼ぶ)	
EHF	30 ♪—300 ♪		
	300 ♪—3,000 ♪ (or, 3Tc)	サブミリ波	Tera Cycle 1c×10 ¹²

電離層の分類

層	平均の高さ(km)	最大電子密度(1cm ³ 当り)	半層厚(km)	斜入射で反射される電波帯	電離物質	特色
F2	300	~1.5×10 ⁶ (昼) ~2.5×10 ⁶ (夜)	70—120	短波 1.5—30Mc	酸素原子 および 窒素分子	季節、緯度的変化が大きい。主に国際無線通信連絡に使用される。
F1	200	2.5×10 ⁶	60			
E	110	1.5×10 ⁶ (昼) 1×10 ⁶ (夜)	20	中波 500—1,500kc	酸素原子 窒素分子 酸素分子	規則的変化をする。主に国内通信に使用される。
D	75	10 ² —10 ³	不明	長波 10—500kc	酸化窒素 酸素分子	太陽面爆発によって、電子密度が大きくなるといわれるデリンジ現象が発生し、短波通信ができなくなる。
Es	100—120	非常に不安定	数軒	中短波 超短波	E層と大 体同じ	夏季に多いが、時間的に消長が激しく、テレビ放送波等が異常伝搬をすることがある。

電波研究所の道しるべ



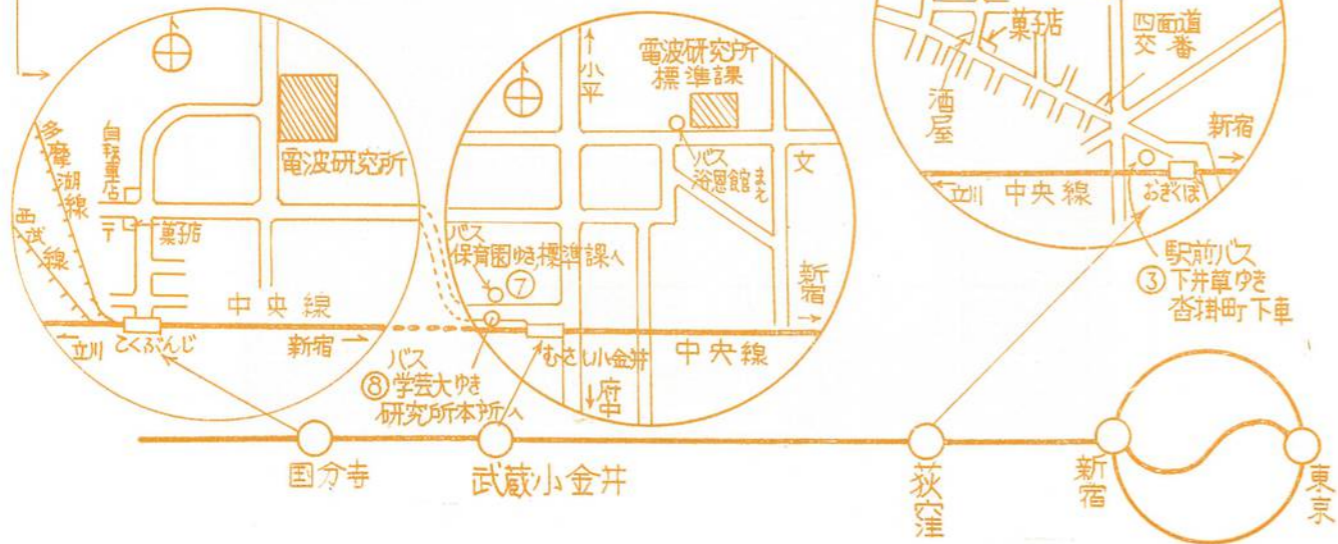
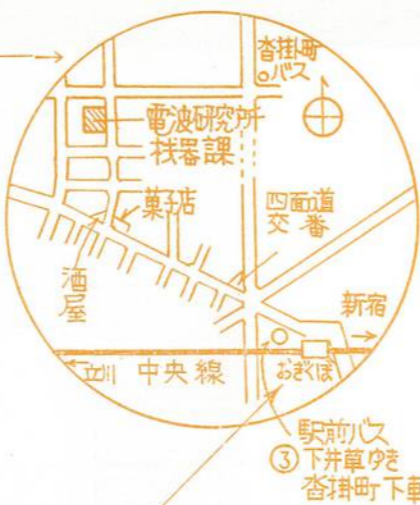
本 所 (国分寺駅から徒歩18分)
 東京都小金井市貫井北町4の573
 電 国分寺 (0423-2)
 1211 (代) ~1216
 Lat. 35° 42' N
 Long. 139° 29' E



機 器 課 (荻窪駅から徒歩20分)
 東京都杉並区中通町79
 電 東京 (339) 3156 (代) ~3158



標 準 課 武蔵小金井駅から徒歩18分
 東京都小金井市緑町4の2425
 電 小金井 (0423-8)
 1661 (代) ~1663
 Lat. 35° 42' N
 Long. 139° 31' E



地方電波観測所の道しるべ



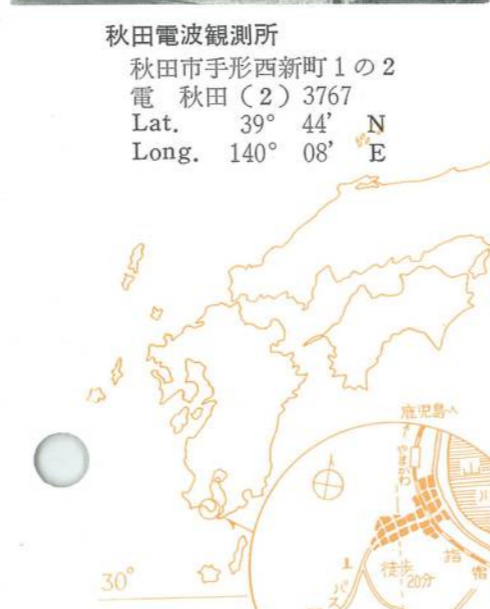
稚内電波観測所
 北海道稚内市緑町3の37
 電 稚内 386
 Lat. 45° 24' N
 Long. 141° 41' E



秋田電波観測所
 秋田市手形西新町1の2
 電 秋田 (2) 3767
 Lat. 39° 44' N
 Long. 140° 08' E



平磯電波観測所
 茨城県那珂湊市磯崎町3603
 電 平磯 20
 Lat. 36° 22' N
 Long. 140° 38' E



山川電波観測所
 鹿児島県揖宿郡山川町成川2719
 電 山川 77
 Lat. 31° 13' N
 Long. 130° 38' E



犬吠電波観測所
 千葉県銚子市高神天王台9912
 電 銚子 871
 Lat. 35° 42' N
 Long. 140° 51' E



宇宙通信研究室
 茨城県鹿島郡鹿島町平井
 電 鹿島 273
 Lat. 35° 57' N
 Long. 140° 40' E

