

電波研究所

電波研究所

5年の歩み



1957

目 次

電波研究所の使命	1
電波研究所の概要	2
業 務	2
1 研究の管理	2
2 電波伝ばん	2
3 通信方式	19
4 電波予報と電波警報	22
5 無線通信業務	24
6 標準電波	25
7 無線機器	29
8 国際地球観測年	36
参 考	40
1 刊行物, 研究発表会	40
2 発明と考案	40
3 郵政省組織	43
4 電波研究所機構	44

表紙は空から見た電波研究所

電 波 研 究 所 の 使 命

電 波 研 究 所 長 甘 利 省 吾

電波研究所が電波に関する総合研究機関として創設されてから5年を経ました。古く陸海通三者の合同委員会として、電波伝ばんの研究を始めてから数えれば35年になりますが、その古い伝統と、その後新しく発展した電波界および電子界の新しい問題を含めて総合的に電波技術を開発すべき任務を負うわけであり、

最近の電波界は世界的な規模で膨張しつつあります。電波と電子と原子は物理学の対象であるとともに世界の行くえを決めるきめ手ともなっています。それがすべて研究所の所産であるところに近代社会の科学性という特徴があるのです。電波界の将来については、誰でも一応の夢を描いていますが、適確に予言するとなれば今後5年以上の先については何ともいえない位の未知数を含んでいます。大きい組織的な研究の積上げがなければこの未知数 解明し得ないのであります。個人の創意はいつの世にも推進力にはなりますが、それが組織されない限り単なるアイデアに終わるので、国立研究機関は特にこの点に留意して、アイデアが実現するように努めなければなりません。優れたアイデアの発見、それを組織的に確固なものにする研究管理、その上にたった政治が行われてはじめて科学が政治に反映したといえるでしょう。

電波研究所は現在まだ少年期にあるとしか思えません。その規模、経験、業績などからみて、すべては今後の発展に期待されるのです。研究所というものは一つの生命をもった生き物であります。多くの研究機関の歴史をみますとその盛衰が恰も人の一生のように現われています。環境がその寿命を長くしたり短くしたりすることもあります。結局研究は人であるといえます。官庁機構は概してこの人を育くむには余り良い環境であるとはいえません。しかし最近日本一般世論も科学技術の重要性を認めるようになってきたので、その勢いと支持によって逐次研究も行き易くなってきました。南極観測や地球観測年などに関して国民全体の理解が得られたことなどもその一端であります。人工衛星の成功が世界の外交に影響を与えるというような現象も、科学の根深さを示すものであります。我々は現在では、ようやくこの世界観測年行事に最小限度でおつき合える程度ですが、今後はさらに大なる発展をして十分な貢献をしたいと望んでいます。

このような事態のもとで自らも大いに反省して将来に備えたいと考えたので、研究所5カ年のあゆみを顧みようとしたのであります。研究所の責任と権限などが法律でどう定められても、人間の頭脳の働きをコントロールすることはできません。その働きを完全に伸し拡げることこそ研究所の使命であると考えます。過去をふりかえってみると、その方向が正しかったかどうか、全体として平衡がとれていたかどうか、組織力が充分であったかどうかなどの点が明らかになるのであります。電波研究所はその点を常に反省しながら使命の達成に邁進しようとしております。

電波研究所の概要

電波研究所は、昭和27年8月1日電波監理委員会の廃止に際し、これに所属していた中央電波観測所と電波監理総局の標準電波発射、電波技術の調査研究、無線機器の型式検定等の部門を統合して設置されたもので、本年で満5年になります。しかしながら、それぞれの部門についてその沿革をたどれば、中央電波観測所は文部省の電波物理研究所がその前身であり、標準電波の発射業務は昭和15年(内部的には昭和2年)に開始されたものであり、さらに電波技術の研究部門は遠く明治29年(通信省電気試験所)までさかのぼるといように、幾多の変遷を経て今日の総合的な電波の研究所在したのであります。

電波研究所発足の当時は、本所3部7課、地方に5観測所という組織でありましたが、研究分野の拡張、研究項目の整理統合ならびにこれが管理の合理化に備えて、昭和31年10月1日業務部門の部制を廃して、これを5課、8研究室に改め、これと管理部門の1部2課を加えた別項機構表のような現在の組織に変わりました。

電波研究所の本部は国分寺にあり、東京都内に小金井、荻窪の2分室、地方に稚内、秋田、平磯、犬吠、山川の5電波観測所を配置してあります。敷地総面積約8万坪、建物延べ6千坪、定員353名、年間予算約3億1千万円(昭和32年度)という規模をもって、電波伝ばんの研究および観測、電波の利用開発、通信方式の改善等に関する研究、これらに必要な装置、機器の設計試作および資料の収集等電波監理行政の技術的基盤ともなる各般の研究業務を行うとともに、電波の伝わり方についての予報、警報、国際電波科学連盟の規約に基づくウルシグラムの放送、周波数標準の設定、標準電波の発射、標準時の通報、無線設備の型式検定、性能試験、無線機器の校正、電波監理用機器の設計試作等の業務およびこれらの業務遂行に必要な研究調査を行っています。

業 務

1 研究の管理

当所における研究方針、あるいは研究調査の企画管理は、研究業績の促進上極めて重要なことは言をまたないが、従来は、それぞれの部門において単独に行われてきたために、相当の経費を使用しながら、研究成果が思ったよりあがらなかったり、明らかにならなかった憾みがあった。そこで、昭和32年度からこの点に特に留意し、年度初頭に研究題目を決め、プロジェクトナンバーに従

って研究を進めてゆくことにした。即ち、プロジェクトシートを作成し、研究題目、主任担当者、研究従事者、研究経過、予算の使用状況等が記入され、一目研究状況が把握できるようになっている。

ちなみに昭和32年度の研究項目は121項目に達し、着々と研究が進められている。

2 電波伝ばん

1 電波物理の研究

この研究は、大別すると、電離層に関する理論的研究と電波伝ばんに関する理論的研究とにわかれる。前者は、微視的な立場から行われる原子物理学的な研究と巨視的な立場から行われる地球物理学的な研究とが平行して(時には混合されて)なされてきた。後者は電離層伝ばんのみならず、あらゆる場合の電波伝ばんを考察することを建前としている。費用と人員ならびに時間が許せば、これらの研究の助けとなるような実験的研究も行いたい。現在のところではまだその段階に至っていない。

最近5か年間に得られた主な成果を列挙すれば次のとおりである。

(1) F2層内電子消滅率の函数形

F2層内の電子消滅は、従来再結合によるものであると考えられてきたが、我々の研究の結果、実はそうではなくて、電子消滅率は電子密度そのものに比例する、いわゆる附着型であることが、数年前に明らかにされた。

この考えは最近に至りようやく世界学会に広く認められるようになった。

(2) 電子イオンの拡散が電子密度分布に及ぼす影響
電子イオンの重力場内の拡散が電子密度分布におよぼす影響は、F2層では従来考えられていたよりもはるかに大きいことが明らかにされた。なおその際、Chapman分布は電子イオンの重力場内拡散によりその形を変えないという性質をもつこと、およびすべて電子イオン群は重力場内で拡散のために、時の経過につれてChapman分布に近づくことが見出された。

(3) 新しいF2層生成理論

上に述べた通り、電子イオンの拡散は従来考えられていたよりもはるかに重要な役割を演ずるので、これを考慮に入れた新しいF2層の生成理論をつくった。この理論は、F2層の生成機構を明らかにしていること、電子イオンのドリフト運動を考えなくてもF2層が地磁気の影響を受けやすいことを説明できること、電子密度およ

び層高の緯度分布をかなりの程度まで説明できること、ロケット観測結果との矛盾が少いことなどにその特色があるが、観測結果と矛盾するような点もあり、なお検討を必要とするであろう。

(4) F2層の電子密度および層高の日変化に関する研究

F2層の電子密度および層高の日変化は緯度により、季節により、また太陽活動度により複雑な変化をするが、赤道地方を別にすれば、これは半日周期の気潮汐運動にともなう電子イオンの上下運動を考慮することにより、かなり統一的に解釈できることが明らかにされた。なおこの研究に関連して、(M3000)F2からF2層最大電子密度の真の高さを求める公式が見出された。この公式は少なくとも本邦においては広く使用されている。

(5) S_q電流系とE層およびF1層

E層の臨界周波数の太陽天頂角にともなう変り方は、Chapmanの理論から期待されるどころといくらかくちがっている。これは地磁気の静穏日日変化を生ずる電流系(S_q電流系)の効果であることが明らかにされた。またF1層ではこの効果がE層程顕著ではないことも見出された。

(6) 混合路に沿う電波伝ばんの理論的研究

陸と海のような違った媒質が2つ以上接している平面または球面の地球表面に沿って電波が伝わる場合の電界強度の理論的公式が求められ、実用に役立つ図表が作製された。この計算結果は実験と極めて良好な一致を示す。特筆すべきは、この研究結果をまとめた論文が1956年8月—9月にポーランドのワルシャワで開かれたCCIR第8回総会に提出されて、非常に好評を博し、会議への最大の寄与であるとまで賞讃されたことである。

(7) 見透し距離附近の電波電界強度の理論的計算

従来のやり方で求めた電波回折理論の解の級数は、見透し距離の附近では収斂が非常に悪くなって、実用には役に立たなくなる。それでこの場合に使えるような公式が求められた。この式は回折の影響がはっきりわかるような形にまとめられている。この結果を2,3の場合に適用して、実用的計算に便利な図表が作製された。

(8) 山岳による電波の多重回折の理論的研究

山岳の表面の曲率半径が電波の波長にくらべて大きいという仮定の下で、電波がいくつもの(理想導体でない)

山岳によって多重回折を受けた場合の、電界強度の理論的計算が行われ、その一般的公式が得られた。とくに回折角が全部十分に大きい場合、および十分に小さい回折角を含む場合には、更に簡単な近似式が求められる。この解は特別の場合としてKirchhoffの近似をも含んでいる。なお実際の計算に役立つような図面がつけられている。

(9) 凹凸のある球面の地面に沿う電波伝ばんの理論的研究

混合路伝ばんの理論は、凹凸のある球面の地面に沿う電波伝ばんの場合にも拡張されることがわかった。一般的な公式は既に得られているが、特別の場合にこの式を応用した数値計算は現在進行中である。

(10) その他

直接に電離層と関係はないが、電波警報業務への一助として、太陽コロナと地磁気との相関が以前研究されたことがある。現在ではこの方面の研究は平磯電波観測所で行われている。

2 中短波伝ばん特性の研究

中短波帯電波の伝ばん特性、特にその減衰特性については、資料不足のため諸外国とも確定していない。JJY(2.5, 4 Mc)、ロラン電波および標準放送波帯の電波を組織的に利用し、連続波による実験とインパルス波による実験による、中短波帯における電界強度計算式を確立しようとするものである。

(1) 混合路伝ばん特性の研究

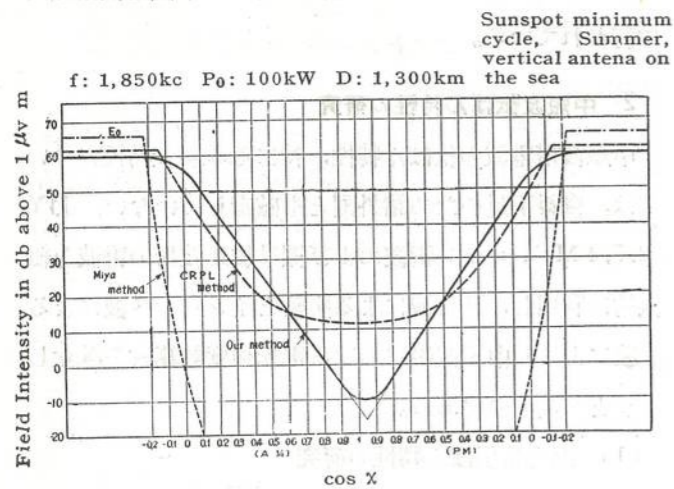
大地が均一の場合の地上波伝ばん特性については、既に幾多の研究がなされているが、わが国のように山や海があって、これらを横切って伝ばんする場合については、その電界強度の計算法は確立されておらない。1.85 Mc(大島ロランインパルス波)2.5および4 Mc(JJY)の電波の地上波について、昭和28年4月—8月に関東平野において移動実験を行い、古津氏の理論とともに卓越せる結果を得た。

(2) ロラン電波の電界強度測定

1.85 Mcのロラン局のインパルス電波は各地より発射されているので、この電波を昭和28年夏から29年冬にわたって平磯電波観測所において測定した。これより減衰量の日変化特性、距離特性を得た。即ちこの周波数においては減衰量は太陽天頂角に左右され、従来の計算法



写真1 移動実験

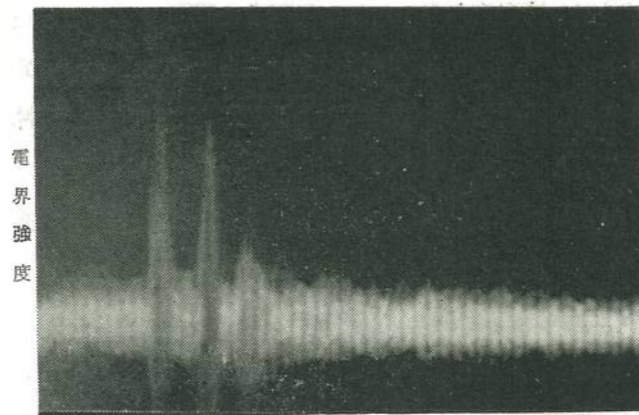


第1図 他の電界強度計算法との比較

による結果より減衰量が少いことがわかった。

(3) 標準電波の報時信号に挿入されたインパルス波の電界強度測定

1.85 Mc (ロラン電波) 以外の周波数についても同様の実験を行って周波数による特性の変化を究明するために、2.5 Mc および 4 Mc の報時信号の間に1秒毎に特殊インパルス波を挿入して、昭和30年9月(40軒, 神奈川県青野原実験局), 30年12月および31年8月(450軒, 秋田県田沢実験局), 32年6月(1000軒, 稚内観測所), 32年9月(200軒, 会津若松)を受信点として、インパルス波の強度を測定し、減衰量の日変化特性、周波数特性、季節変化を得た。



IEs IF (時間目盛 200μs)

写真2 JJY 挿入インパルス波測定例 (4 Mc, 昭31年8月20日) 於田沢実験局



写真3 移動用電界強度測定空中線 (高さ20米)

(4) 夜間における中波の伝はん特性の研究

標準放送局の増加と国内および国外の大電力放送の増加とともに夜間における中波の混信は増加の傾向にあるので、この解決策として夜間における中波インパルス波の伝はん実験を行って電界強度計算方法を確立することがのぞましい。このために、中波インパルス送信機(尖頭出力10kw)を昭和32年3月完成し、32年6月(1000軒, 稚内~国分寺間)および32年10月(200軒, 若松~国分寺間)に550kc, 900kc および1.4 Mcの周波数について伝はん実験を実施した。



写真4 試作中波インパルス送信機
出力10kW 周波数555kc~790kc
830kc~1585kc
インパルス巾100μs, 150μs

3 短波および中短波フェージングの研究

短波帯以下の電波のフェージング現象を理論的、実験的に解析し、特にインパルス波を用いて研究を行い、伝はん機構とフェージング特性との関係、実用回線のフェージング量の予測、フェージングの成因と防除対策を得た。フェージングの研究には統計量を取扱うため、昭和28年計数型フェージング観測装置を完成し、昭和29年に大洗国分寺間にて近距離フェージングの実験を行い、振巾分布型式はほぼ対数的な正規分布に近似していると

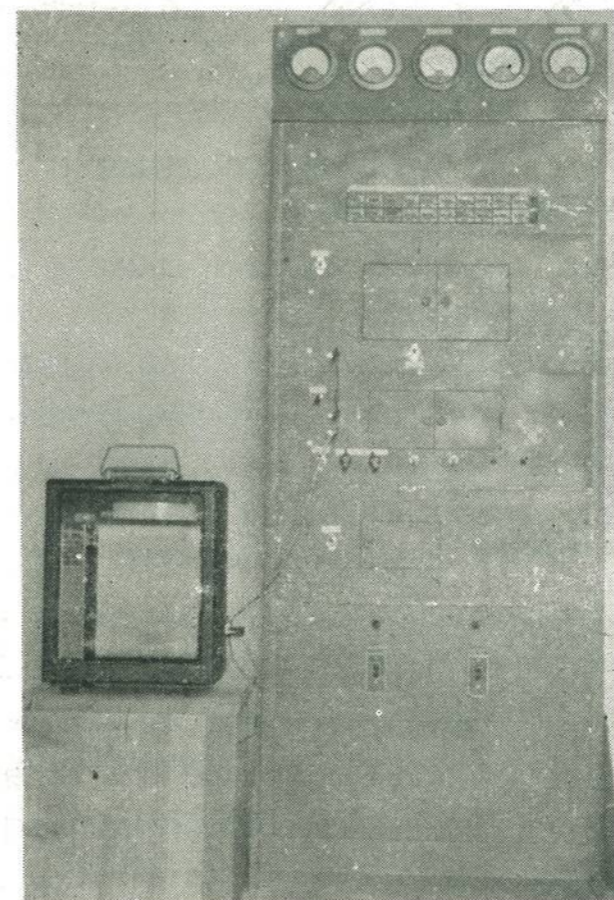


写真5 計数型フェージング統計器の外観

いう結果を得た。また昭和30年にアナログ型フェージング観測装置を完成し、4 Mc (JJY, 34軒, 青野原実験局) および 7 Mc (60軒, 八俣) の近距離フェージングの観測を行った。またインパルス強度に比例して直流電流を応動させる装置を完成し、昭和30年12月中短波伝はん実験と共同して秋田県田沢実験局においてJJYの連続波およびインパルス波のフェージングの測定を行った。

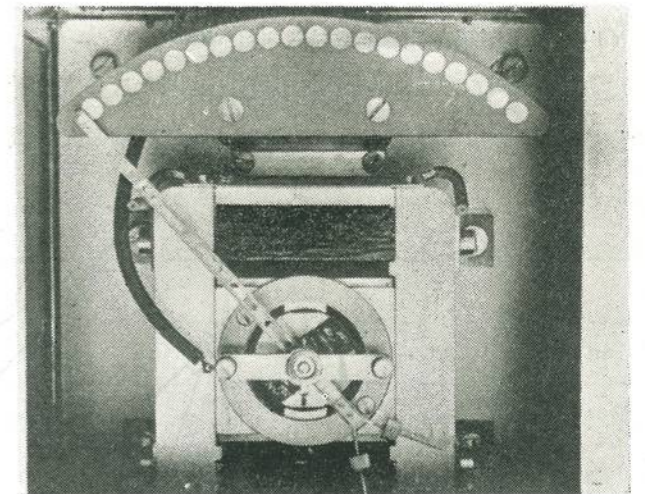


写真6 電流計式レベルセレクター

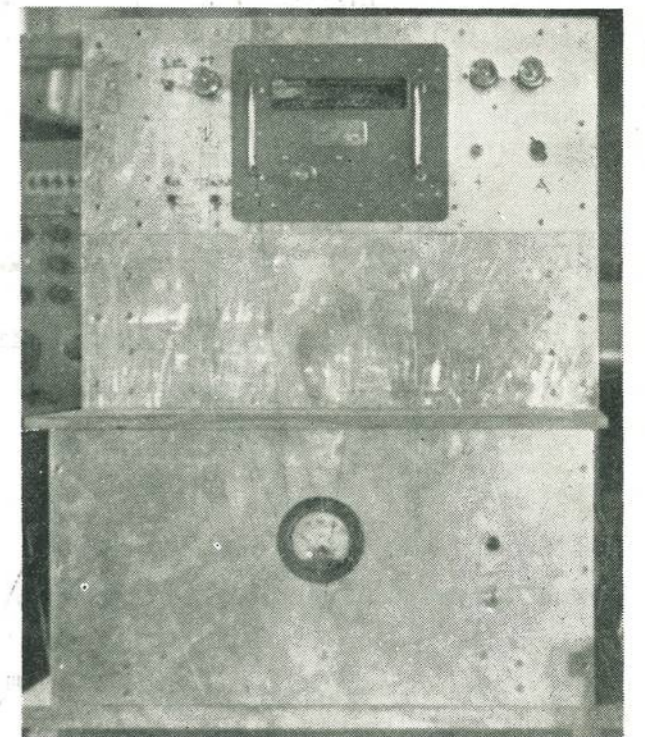


写真7 アナログ型フェージング統計器

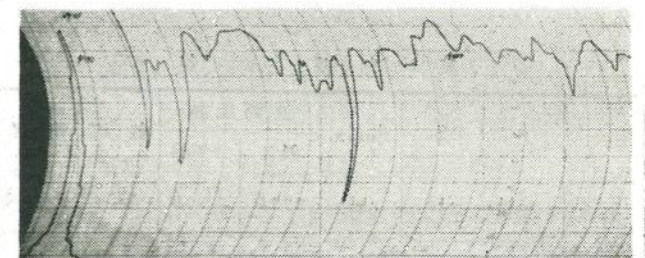


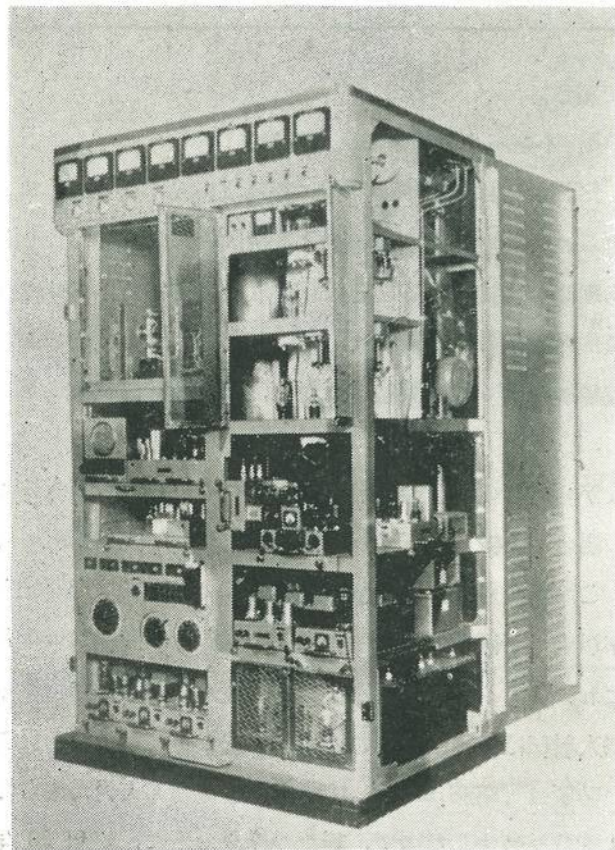
写真8 記録結果(インパルス波)

より装置の設計試作を開始し、昭和30年に完成をみた。

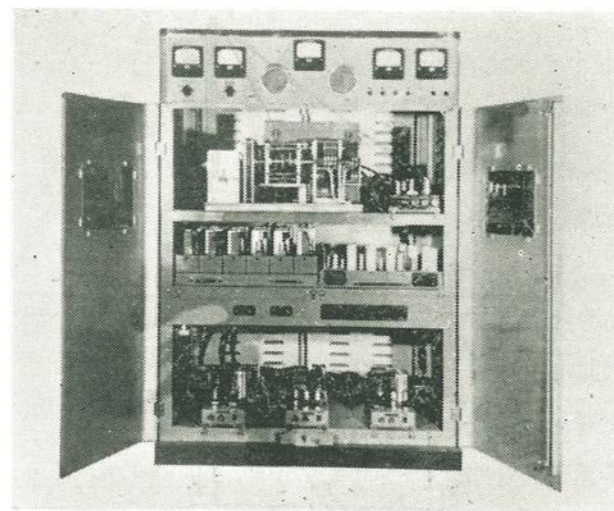
このインパルス電波斜入射試験装置は極めて優秀な性能を有し、測定精度も大いに向上された。この装置を使用して、昭和31年3月~4月、稚内-国分寺間約1090軒において周波数範囲2 Mc~32 Mcにわたって、インパルス電波斜入射試験を行ったが、その測定精度は従前に比して極めて良好となり、信頼度の高い成果をうることができた。この際、稚内-山川の中央点に近い秋田電波観測所において、同時に垂直打上げ電離層観測を行い、結果を比較してみると、従来の伝ぱん理論は実験とよく一致していることがわかった。

そこで、9月には稚内-山川間1840軒に距離を延伸し、同様の実験を行ったが、装置に若干の故障を生じたので、再調整の上、昭和32年2月に改めて稚内-山川間の斜入射実験を行った。この結果も満足すべきものであって、取まとめた結果については近く発表される予定である。この1840軒について十分な資料をえた上は、本来の目標である国際通信回線に必要な大遠距離における伝ぱん機構を明らかにしたい希望を有している。

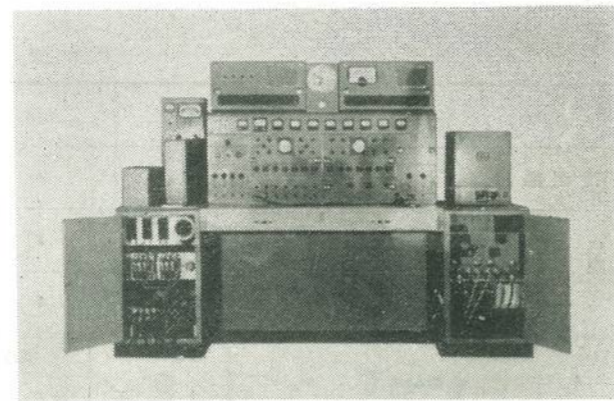
写真9は装置一式を示し、写真10はそのブロックダイアグラムを示す。また、写真11は得られた記録の1例である。



送信部 (稚内)



受信部 (山川)



同期部 (山川)
写真 9

6 空電雑音の観測

放送あるいは実用通信を妨害し、通信の限界を決定する最も大きな要素の1つは空電雑音であると考えられている。しかしながら、その現象の複雑さや、世界的規模において研究しなければならないことなどのために、実際の通信に結びつけてその妨害度を論議しうるほどには解明されていない。わが国においては、超長波帯、長波帯、中波帯、短波帯に分けて、それぞれの空電雑音量の測定を行っているが、電波研究所では短波帯について研究が進められてきた。短波帯の空電雑音の波形は極めて不規則で時々刻々変化しており、測定に際して装置の特性に左右されることが大きいので、測定はなかなか困難であり、また測定された値と通信に対する妨害度とは必ずしも対応しない。そこで我々は、空電雑音の特性を統計的に記述することを当面の目標として、振巾の分布函数を求める統計器を試作し、昭和30年7月より千葉県大平測定所において現在まで約2カ年間四季について観測を行ってきた。観測結果を解析してみると、空電雑音の統計的な諸性質および振巾分布は、レーレー分布と、ログ

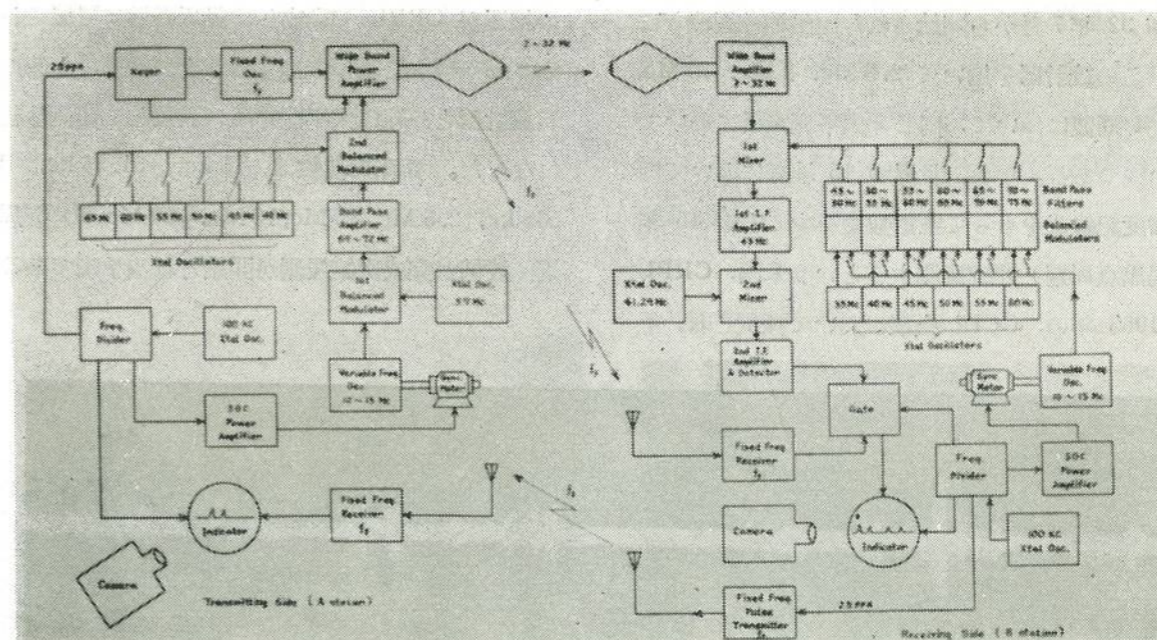


写真 10

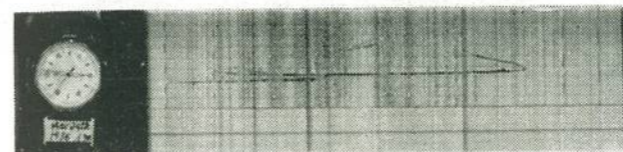
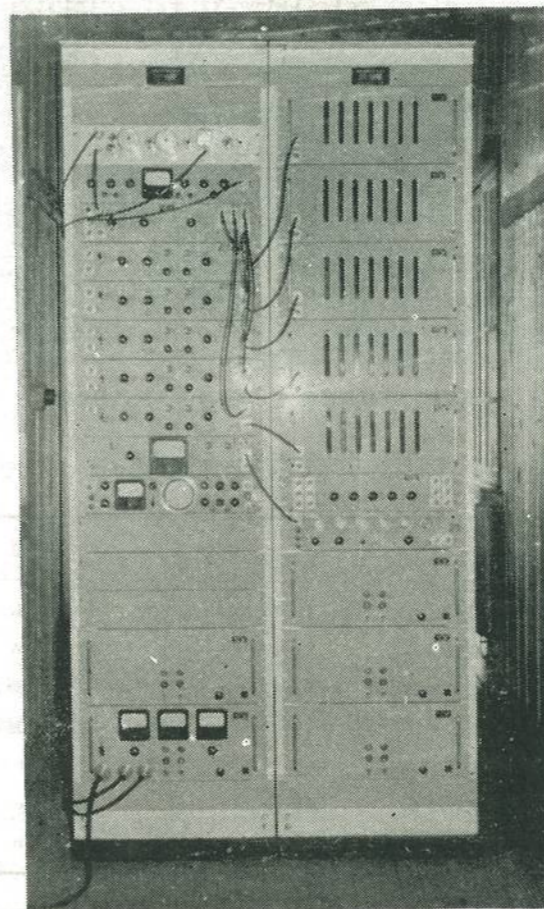


写真 11

ノルマル分布の重畳したものに近似できて、これは顕著な日変化を有する、など注目すべき結果をうる事が出

来た。また昭和31年10月には、電波監理局、日本放送協会、国際電信電話株式会社において行われている、空電観測法の比較を行うため大平において協同観測を行った。写真12に統計器の外観を、写真13に空電の波形を示す。また測定された結果の1例を写真14および、写真15に示す。



統計器の外観



受信空中線

写真 12

更に昭和 32 年 7 月から開始された国際地球観測年においては、この統計器を用いて 2.5 Mc, 5 Mc, 10 Mc, 20 Mc の 4 周波について、同じく大平測定所において観測を行いつつある。なお、世界の 15 地点において同一の空電強度記録器をもって空電強度を少くとも 15 年間（約太陽黒点周期）連続観測するという米国、CRPL の提案が 1953 年の、CCIR 会議において採択され、そ



空電雑音波形 周波数 3.5 Mc 7 月 29 日 1955 年 於大平測定所

写真 13

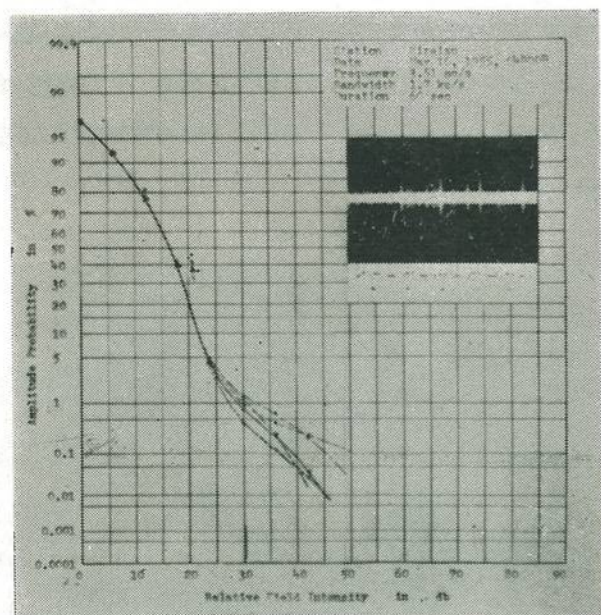


写真 14 磁気録音された空電雑音の振幅分布

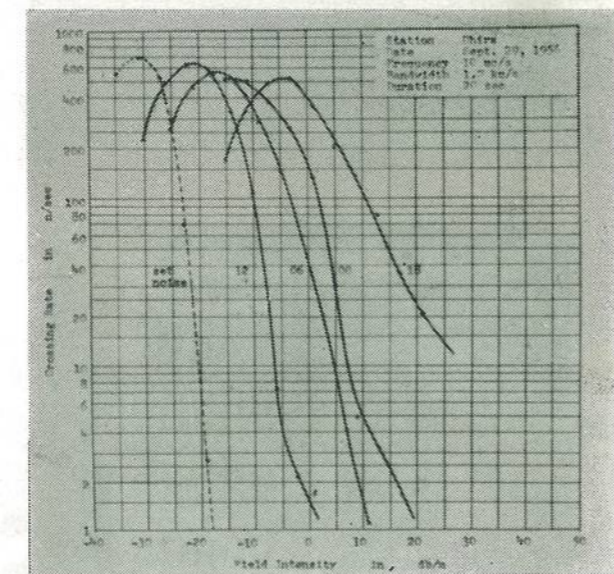


写真 15 空電雑音の 4 時刻における交叉率分布

7 電離層の定時観測

電離層の観測は、稚内、秋田、国分寺および山川の 4 カ所で垂直打上げのインパルス電波による周波数と電離層見掛けの高さの写真観測を実施してきた。観測結果は電離層月報として関係機関に配布されてきている。また各国電離層観測の一環であり、極東地域の通信計画の重要資料となっている。

本観測に使用される装置は、すべて国産品で年々の改良により現在次の二種がある。6 型は最新の型で、田沢実験局（秋田）で連続観測に特に設計したもので、後南極予備観測に参加し、宗谷の船上観測を実施した装置も

の機器が CRPL で完成し、世界各地に設置されつつある。わが国もこれに参加することになり、上記の空電雑音統計器と一緒に大平測定所に設置して観測を行うことになった。観測周波数は 15 kc, 51.25 kc, 170 kc, 545 kc, 2.5 Mc, 5 Mc, 10 Mc, 20 Mc の 8 周波数で近く設備が完成次第観測が開始される予定である。

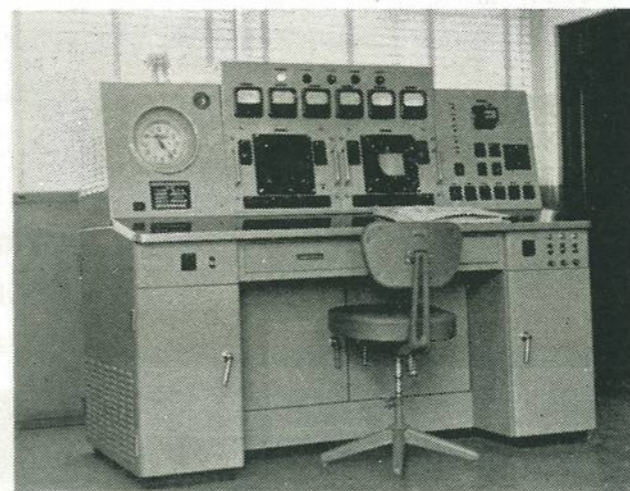
同型式のものであり、規格の概要は次表のとおりである。

	5 型	6 型
観測可能周波数範囲	1~20 Mc	1~25 Mc
出力 (尖頭値)	約 4 kW	約 10 kW
1 回の観測に要する時間	30 秒および 1 分	30 秒および 1 分 (通常観測) 10 秒および 1 分 (連続観測)
インパルス繰返し周波数	50 サイクル	25 および 50 サイクル
インパルス断続時間	100 μ see	50 μ see
測定可能高さ範囲	800 km	1000 km

5 型と 6 型の大きい相違点は、狭帯域増巾回路で 7 線輪の切換えがあるが、6 型には広帯域増巾回路を採用

し、可変周波数発振に VHF 帯を使用し、周波数を変化させる装置が非常に簡単になり、高速度観測が可能となっている。そして現象を 35 mm の映画に記録することができるようになっている。

6 型は送信部、受信部、こまどり記録部および監視部の四部と時計制御装置からなる完全自動記録式観測装置



自動記録式電離層観測装置 (6 型)

監視部
写真 16

である。監視部には残光ブラウン管を使用して、発射電波の変化に従い電離層の反射層高をテレビジョン式に一見することができるようにしてあり、時々刻々の電離層の変化を直視し得る点が大きい特徴とされている。この装置は外国にも少い。



同左
右より送信部、受信部、こまどり記録部
写真 17

国際地球観測年の開始に備え、1956 年第 4 回ブラッセル会議で決定した第 1 報告書により、いろいろの新しい要求がなされ、その方式に従った試験期間は 1957 年 1 月から始まり、2 月末に東京に於て西太平洋地域の各国の関係者の会議が開催され、試験期間後の討議がなされ、3 月西独乙で同様の欧州関係の会議との結果第 2 報告書が刊行された。これによると従来の観測と精度や内容の点に一段ときびしい要求がなされた。

観測回数については、従来毎時間 1 回を 15 分毎 4 回に増加、通常世界日および特別世界日には 5 分毎の観測を実施する。当所では 6 月中旬よりこの計画に従って実施している。

精度については、観測時間が ± 30 秒以内の誤差範囲に要求された。周波数の読取り単位が E 層関係については 50 kc 単位 (従来は 100 kc 単位)、高さについては、5 km 単位 (従来は 10 km 単位) を実施している。

特に新しい要求としては、スポラディック E 層についての要求が多く、今回の国際地球観測年の一命題と考えられる。この層については定説がなく、その変化も大きいものであるが、これについて、その出現の型についての分類が世界共通の代表的なもの 9 種を設定しているこ

とである。従来は記録を直ちに数表化したのが、今回から図表化が優先している点も大きい特色となっている。

8 電離層の状態の変動

短波無線伝ぱんの急激な異常現象は、突発的にまた色々な形となって頻発する。これを解明する最も有力な方法は、時間的に短縮した電離層観測が望ましい。現今、地磁気をはじめ多くの地球物理的観測は連続観測が行われている。これらの現象と比較対照するにも電離層の観測は連続に行われることが必要である。これまで普通には、 $h'f$ 曲線を 1 分以内で連続観測を行い、それを映写して電離層の変化を捕捉する方法がとられてきたが、この映写法は電離層の全貌を知るには非常に興味ある方法ではあるが、定量的な研究資料とするためには膨大な労力を必要とし、各国とも困惑していた。

これに対し、我々は、各要素 (各層の見掛高及び臨界周波数) につき着目した精度の高い連続測定結果を得る方法に着手した。始め見掛層高の連続観測に成功したので、その方法による観測を実施した。ついで F2 層及び E_s 層に対する臨界周波数の連続観測法を確立し、電離層資料に必要な諸要素を同時に測定できるまでに至った。これらの記録によって幾多の興味ある現象を知るこ

とができた。写真 18 に掲げた急始電離層嵐はその一例であるが、これは昭和 31 年 2 月 23 日に発生した未曾有の太陽爆発時の記録で、電離層観測として重要なものといわれている。

しかしながら、送受信機は、既に 10 年を経た、全く手製の狭帯域周波数可変のもので、日進月歩の研究に追従するにはもはや不適當となった。幸い昨年広帯域送信機を主体とした 16 mm こまどり及び三種類の流し記

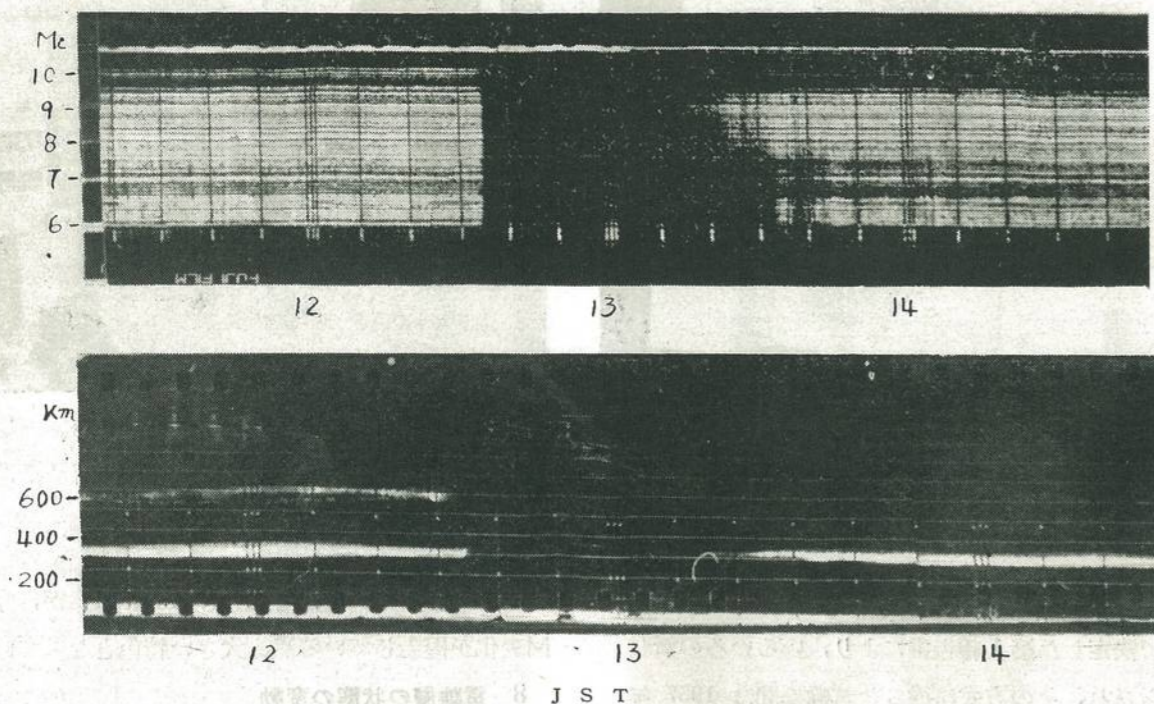


写真 18 昭和 31 年 2 月 23 日のデリンジャー時の記録
上半図は F_2 層の周波数
下半図は F_2 層の見掛層高

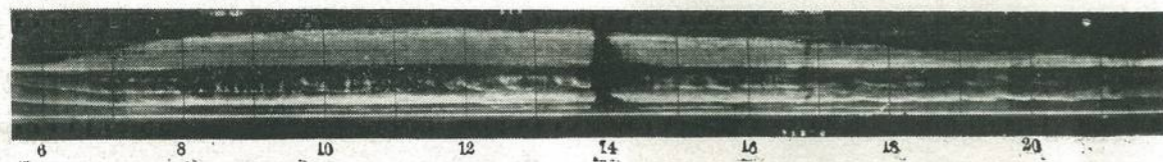


写真 19 上半図は突抜周波数
下半図は E_s 層及び F_2 層の見掛層高

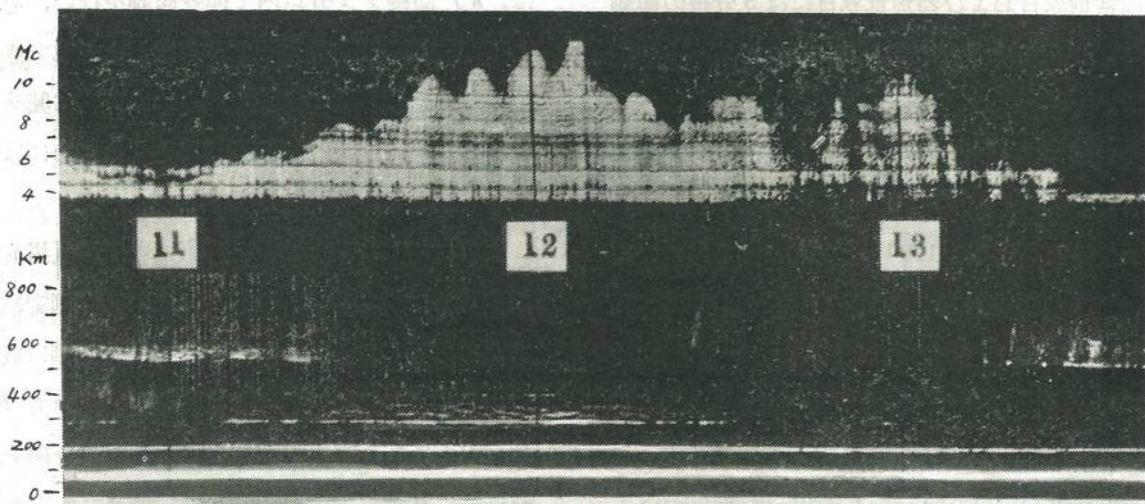


写真 20 上半図は E_s 層の突抜周波数
下半図は E_s 層及び F_2 層の見掛層高

録部を具えた新装置が活動を開始した。其後改良に改良を加えて、IGY 開始に当って全く面目を一新した装置として着々成果をあげている。写真 19 は F_2 層の記録、写真 20 は E_s 層の連続記録である。このように層高と突抜周波数の時間的変化が目で観察される記録を得るために過去 5 年、装置の考案→改良→観測→研究が行われてきた。

9 超短波遠距離伝ばんの研究

(1) 山岳回折波通信

超短波は従来見透し内において使用され、遠距離通信の場合は、中間に中継局を数カ所設置することによって通信回線を形成されており、送受信地点間に山岳がある場合、過去の常識からいえば、その山頂に中継局を置かなければ通信不能とされていたが、近年の研究の進展にともない送信点からみてその山岳の背後の地帯に、異常に高電界があらわれることが明らかになってきた。そして、わが国の地域的特性として非常に山岳に富んでいることを考えるとき、この山岳回折による現象を超短波の遠距離通信に応用することによって、中継局を置いた回線に比べて多少の品質は犠牲にしても、より廉価な通信路を開発してゆくことは甚だ当を得たことである。

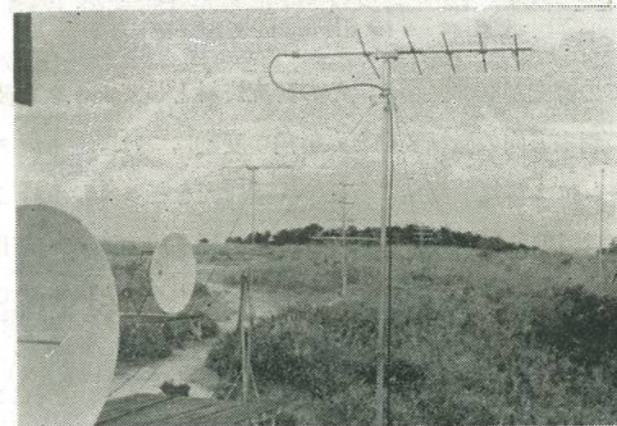


写真 21 生駒山上における 159Mc および 600Mc 受信空中線

さて、山岳回折を利用した通信の特長としては、

- i 受信電界強度が山岳のない場合に比較して非常に強いこと
 - ii 強度の時間的変動が少いこと
 - iii したがって、小電力で三、四百料の通信が容易にできること
- 等である。

なお、欠点としては

- i 送受信所の間に高い山を必要とすること
 - ii 高山の背後に当る受信地の附近で強度の地域的変動があるので、受信地の選定は実験的に決めなければならないこと
 - iii したがって、送受信地から利用場所までは、有線あるいは無線の連絡施設を要すること
- 等である。

すでに実施した伝ばん試験の一例をあげれば、富士山

の回折現象を利用して金剛山（大阪府）と多摩川岸（東京都）の 400 km の距離を、50 W、150 Mc の超短波で結び、通話試験に成功している。

このほか国分寺（東京都）と鳥羽（三重県）、東京と津市（三重県）等の中で通信を行い、また谷川岳の回折を利用して、国分寺—柏崎市（新潟県）の実験も実施された。これらの実験は東京を中心として大阪、名古屋、新潟等の主要都市を結ぶ場合を想定して行ったもので、いずれの場合も小電力で十分実用に耐える通信回線が得られることがわかった。上に述べた実験例から見ると、金剛山—多摩川間を結ぶ場合を想定し、150 Mc 帯では E. R. P. を 1 kW、受信アンテナ利得を 10 db にとれば、たとえば、SS—PM、電話路数 6、帯域巾 240 kc、雑音指数 10、程度の多重回線の実現が可能となる。

以上の実験は、主として VHF 帯について行われてきたが、この周波数帯では近年特に利用度が増大し、狭隘をつけてきたので、更に周波数帯を拡張し、UHF 帯の開発が望まれるので、600 Mc について実験を開始している。

なお、前に述べたように、高山背後において地域変動があることは置局計画を立てる際に一つの弱点となるものであるが、昨年末以来 3000 Mc を使用、三崎（神奈川県）送信、大場（伊豆半島）受信および大月（山梨県）送信、静岡県富士宮から御前崎に至る間において受信、即ちおのおの天城山脈、富士山をはさむ伝ばん通路において、特に指向性方向の尖鋭な空中線を使用して実験を行った結果、山岳の峻険を越える幾本かの到来電波を分離受信することによって、受信地点の地域差を無くすることができることが認められ、山岳回折による通信計画を容易ならしめることができるようになった。

(2) 大気散乱波通信

近年になって、超短波およびマイクロ波領域における電波技術は、レーダーあるいはテレビジョン放送用として進歩し、大電力の送信機、高利得アンテナおよび高感度受信機が製作されるようになり、一般に、電波が伝わらないと考えられていた程の遠距離まで通達することがわかってきた。即ち 400 km、500 km のような非常な遠距離において、従来から知られていた超短波およびマイクロ波帯の屈折および回折の理論では、到底説明できないような高い電界が観測されるようになったのであ

る。

この端緒となったものは、1945年 M. Katzin 等によって行われたカリビヤ海における実験であったが、その後多くの人によって実験的理論的研究が行われ、1950年 H. Booker および W.E. Gordon 両氏によって、この種の伝ばんは対流圏内の上層大気の乱流による電波散乱に基因するものとして理論的説明が発表されたことは有名である。1952年には K. Bullington は米国における多くの VHF および UHF の伝ばん試験の結果を整理して多くの注目を集めている。これらの動きに対し、各国ともこの種の通信を重要視し、各所(特に米の FCC)で大規模の試験が行われるようになり、昨年(1954年)の CCIR においても開発研究を促進すべき要請を行っている。このような背景のもとに、わが国においても、この研究が着手されたのであるが、この成果と相俟って、従来不可能であった遠距離通信即ち国際の多重回線、テレビジョンのリンク、また島しょ間の通信等が改めて可能となることは、わが国の発展にも重大な意義を有するものである。

さて、ここで重要なことは、わが国における通信は、諸外国の平原を主とした伝ばん通路と異って、四面海にかこまれ、かつ、国内においては多くの山岳を越えて通達する必要があり、また季節あるいは気象条件についても自ら相違があることであって、このため諸外国の資料そのままを日本の場合に適用することはできない。したがって、この点に着目し、当所においては、1954年海上遠距離伝ばんのケースとして国分寺送信、三宅、八丈島およびその間の船上観測、陸上遠距離伝ばんのケースとして同じく国分寺送信、宇都宮、仙台、石巻間の受信実験によって開始し、主として VHF 帯について研究を行ってきたが、昨年末より生駒山上において、更に UHF 帯においても実験を開始した。これによって、当然のことながら諸外国の資料とはかなり違った結果が得られている。即ち強度の評価、季節変動、スペース、コリレーション等に相違点がみとめられ、更に日本独自の研究が必要となった。そして、近年わが国の工業界の進歩によって、散乱波通信に必要欠くべからざる大電力送信機、高利得空中線の製作が可能となり、近い将来において大いに開発層究が進展するものと思われる。

(3) マイクロ波の見透し外伝ばんの研究

マイクロ波においても通信可能な距離を伸ばすことは

望ましい。そして、マイクロ波が見透し外の地点にまで到達することは戦時中の米軍の Rader の活躍によって衆知のことであるが、この現象は気象の変動に左右されるものであって、前に述べた山岳回折波も大気散乱波もともに時間的変化が激しくなり、通信回線として実用化にはまだかなりの問題がある。そこで変動原因につい



写真 22 マイクロ波の山岳回折波の試験状況

での研究が必要になり、その研究資料としてマイクロ波の到来方向の微細変動と入射角の変動について、カイクーンによる気象測定に合せて実験研究を行っている。これは 1955年分解能 0.01° まで電波到来角の変動を検出し得る装置を、平磯電波観測所に設置することによって開始され、犬吠電波観測所より 10,000 Mc を送信、77 km の海上伝ばん通路によって行われている。これによって、各季節における気象による変動、即ちダクトの発生頻度、その発生する高度と電界変動の相関が明らかになってきた。したがって、気象状態の予測によって、



写真 23 10,000 Mc 海上伝ばん実験状況

更に遠距離までの通信が可能となることが推論されるに至ったので、100 km の距離における実験を計画中であり、また海上については一応の目安を得たので、更に陸上において気象との関連による伝ばんモードの解析と合成受信の方法を研究すべく検討を行っている。

10 電波気象の研究

春になり野に若草がもえる頃になると陽炎が立ちはじめ。夏烈日が照りつくとアスファルト道路等に逃水が現われる。このように私達のまわりには気象変化に伴った種々の光学的な現象が絶えず生じている。電波も光と同じく電磁波であるので電波が伝わる途中でやはり陽炎でちらされたり逃水のようにまげられたりする。特に超短波は主として対流圏の中(この中でいわゆる気象現象が生成消滅している)を伝わるので特に気象現象に支配される。当研究所ではこのような超短波の伝わり方と気象との関係について種々の調査研究を行っている。

電波の場合には光の時とちがって、大気中の温度、湿度、気圧が関係する。光の場合には温度と気圧だけであるが、電波に対する屈折率は上記の三つで支配されるからである。そのほかに当研究所の研究の主題は屈折率の分布や変動をしらべる事とそれに原因をもつ電波の諸性質例えば強さ及びその変動或いは電波の構成要素等を調べる事にある。

このような事を端的に調べるために 1951年富山湾において蜃気楼と電波の伝わり方の関係をしらべた。蜃気楼は非常に著しい気象光学的な現象であるので前にのべたとおり電波の伝わり方にも影響をもつ筈である。実験の結果は予想どおりで、蜃気楼の出現と共に電波の伝わり方も所謂超屈折を起して異常伝ばんを示した。更に特殊な気象規則を加えてそのような際の下層大気の構造及び成因についても研究が進められた。

また平磯、国分寺間 125 km の伝ばん試験を長期間行って、電界強度の日変化、季節変化を詳しく調べ、更にそれらの伝ばん機構について研究を進めた。国分寺に於ては 80 m の木柱で屈折率の分布を長期間観測したが、その結果は近くまとめられる筈である。

最近では散乱伝ばん等の解明のために高い所の屈折率変動の測定が必要になった。このような目的のために特殊な大気屈折率変化計を製作したが、これは我々のおかれている種々の条件を克服するために特に考案されたもので、20 立方メートルの繫留気球で 600~700 m の高さ迄の観測をしようとするものである。現在はこれを用いた観測が主として行われている。又更に高空用或いは乱流的研究のためマイクロウェーブブリフラクトメーターの研究が進められている。

更に電波のフェーディングが特に気象条件に敏感であるので、フェーディングの観測を行っている。その結果はフェーディングのスペクトル構造を見出していて、これからフェーディングの一般的議論を行う研究が進められている。

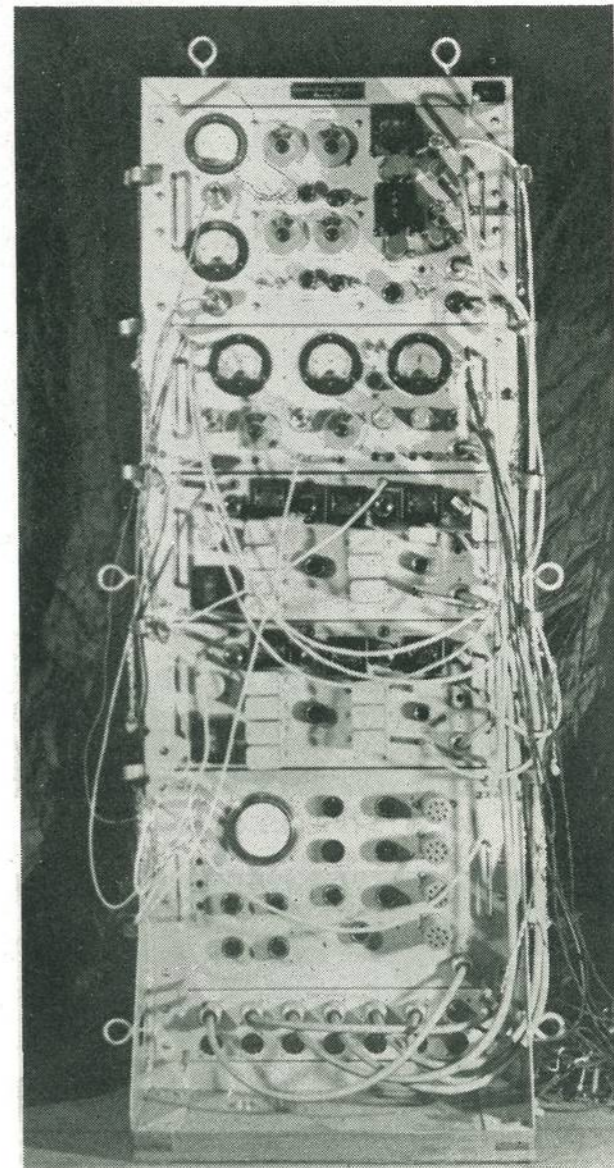


写真 24 大気屈折率変化計

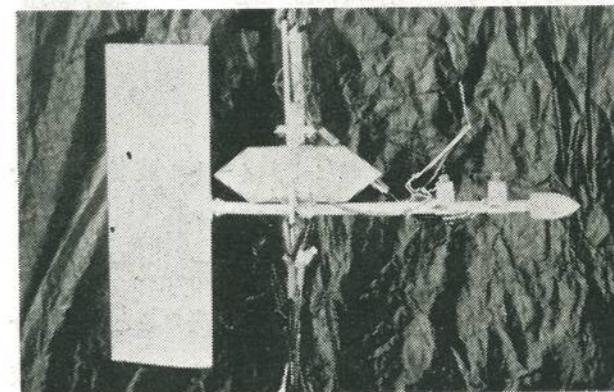


写真 25 大気屈折率変化計感部

以上のような変動量を取扱うために相関器が必要であるが、当研究所に於て或る程度自動化された計算装置が作られて、人手で行う計算量の 20~30 倍の計算を行っているが、これによる研究の進展は著しいものがある。

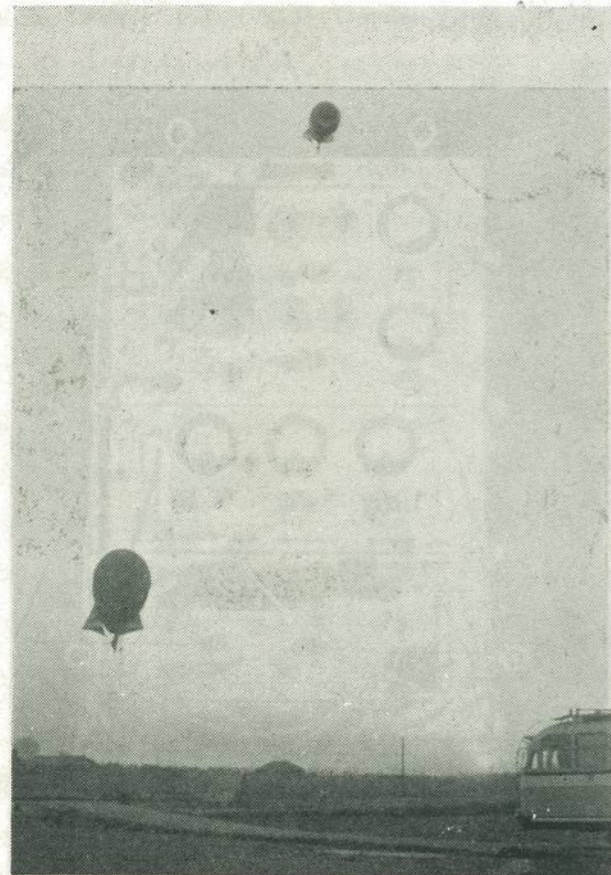


写真 26 カイターンによる高空観測

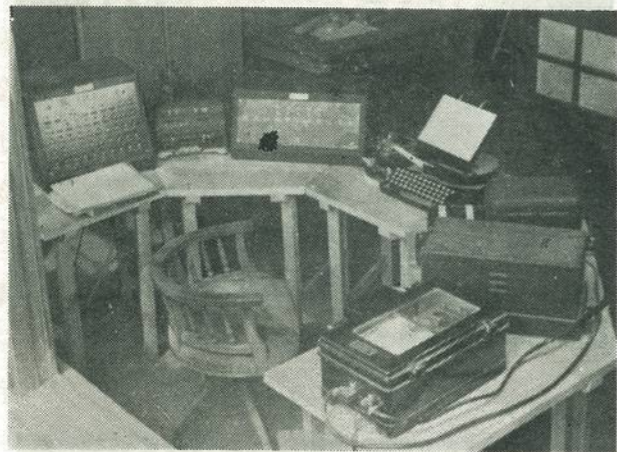


写真 27 相関器

11 ミリメートル波の研究

近年新しく注目されて来たミリメートル波帯の技術を開発する為には多くの研究すべき問題が含まれている。即ちミリメートル波の発生、各種回路系および測定法、伝送および伝播、応用方面等全く未解決のことが大部分であり、これらの問題を解決することは、マイクロ波技術が一応の水準に達した今日、将来の新技术分野を開拓

する上に非常に重要である。このため米国を始め諸外国では、数年来この方面の研究に相当の力をそそぎ、ミリメートル波帯独特の性質を明らかにするとともに、新しい技術分野を開きつつあり、わが国でも 2.3 年前から各主要大学および電々公社電気通信研究所等に於て研究が開始されて居る。

当研究所でも、昨年 10 月に、ミリメートル波帯の開発研究を主目的とする超高周波研究室を設けて、さしあたり伝ばん特性の研究に着手し、年々その周波数を上げるとともにその規模を拡大しつつ、将来は発生および利用開発方面の研究をも行う予定である。先づ第一段階として初年度は基礎測定装置、検出回路の整備を行いつつ 34 GC 帯伝ばん試験測定装置を試作し、それに関する基礎的な測定および基礎研究を行っている。これには、これまでのマイクロ波回路からの類推とわが国技術水準とにらみ合せ、24 GC 帯(波長 12.5 mm) 34 GC 帯(波長 8.8 mm)の基礎測定器を設備し、波長、インピーダンス等の測定はひとつとおり出来る段階になった。写真 28、写真 29 は 24 GC 帯測定器の一部を示す。

ミリメートル波帯発振管としては、24 GC 帯は米国 Raytheon 社製 2K-33 反射型クライストロンを用い、また 35 GC 帯では英国 E. M. I. 社製 VX 5023 T を用いている。上記クライストロン電源として空洞電圧 1800 V~2400 V、リベラー電圧 0~500 V まで可変の必

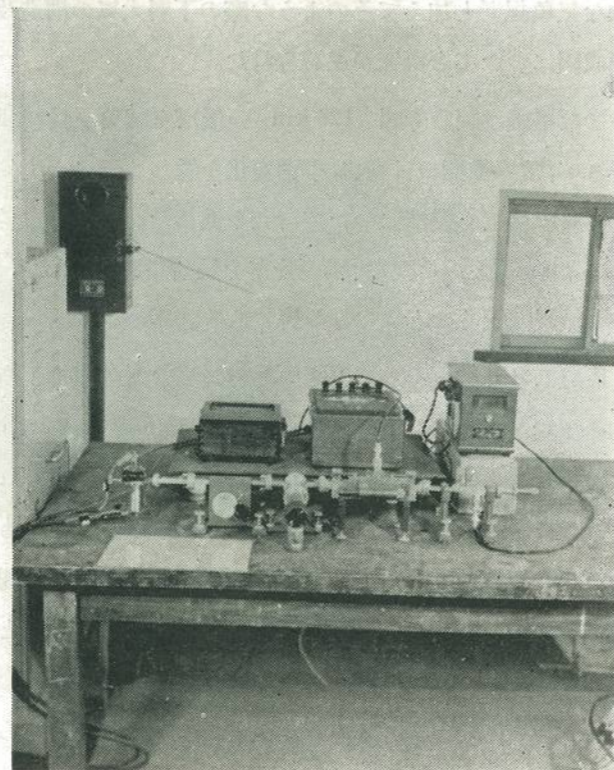


写真 28 24 GC 帯測定器

要があり、特に電源変動率の厳しい要求があることから電源回路構成にも研究すべき余地が残されている。試作の結果、一応満足すべき結果を得、クライストロン変調

電源部については設計が済み、試作が完了したところである。

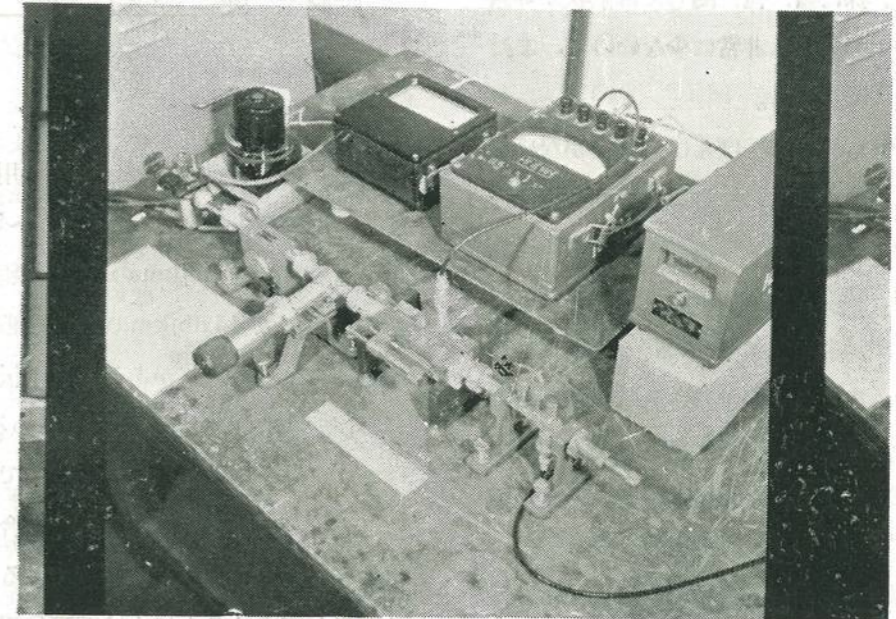


写真 29 24 GC 帯測定器

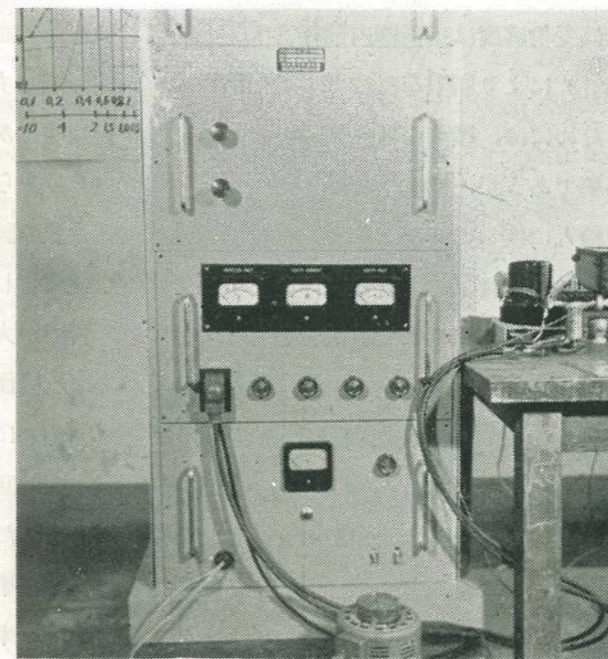


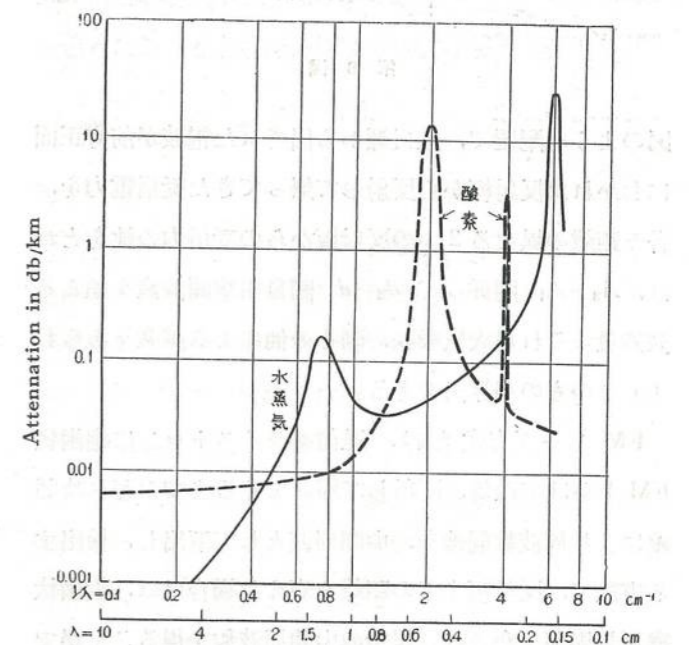
写真 30 クライストロン変調電源部

またミリメートル波に於ては、一般に発振管の出力も小さく、回路の損失も増加するので、高感度の検波方式を用いることが必要である。この点に関して東京大学工学部の援助を得て、同期型検波方式を用いることにし、装置を試作した。本方式を用いることにより、従来の検出方式に比してかなり感度上昇を来し、測定上威力を発揮している。

次にミリメートル波伝送の問題は、導波管伝送(円型 H_{01} 波)による低損失伝送と大気を媒体とする伝ばんと

に分けられ、前者については数年来、電々公社電気通信研究所その他研究機関での研究に成果がみられるので、当所では、大気伝ばん研究に目標をおいた。

ミリメートル波が大気を伝わる際に自由空間減衰のほか、大気吸収減衰(大気中酸素、および水蒸気による)を受け、更に雨、霧、雪などによる減衰をうけることが知られている。この問題に関して種々の実験結果を総合検討すると、かなり正確にメカニズムは究明されているが、まだ理論値との食い違いが生じ、また雨、霧、雪等に



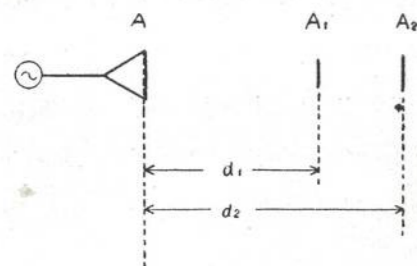
第 7 図 酸素および水蒸気による大気吸収理論値

よる減衰については気象条件の測定（降雨量、降雪量、霧中有効視界）に不備の点が多く、降雨の雨滴分布、降雪の粒状等に複雑な未知数が残されており、理論的検討も確立されていない。殊に雪、雹に関しては形状が非常に複雑であり、また実験結果も非常に少ないので、まだ多くの研究余地が残されている。

以上述べた減衰のため、大気伝ばんは実用性がないとの意見もあるが、従来の外国における資料より推定しても、数キロメートル程度の距離では、適当な周波数を選択すれば大気吸収減衰は殆んど無視することが出来、また雨や雪による減衰も、特別の気象条件の時を除いては、実用可能な程度に納め得ることが予想される。従って、大気伝ばんに関して、特にわが国の気象と減衰との関係を詳細に研究することにより、ミリ波を新しい用途へ開発することが出来るものと思う。

これらを究明するための伝ばん試験を企画し、そのため文献調査により現状を把握、進んで伝ばん試験方法の検討、伝ばん試験機器の設計試作を進めている。

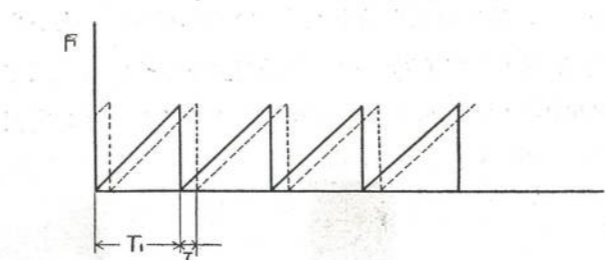
現在計画している伝ばん試験は 34 KMC(波長 8.8mm)で反射型クライストロン VX-5023 T(英国 E.M.I. 製)を送受信管とする FM レーダー方式による測定で第 8



第 8 図

図のような配置で、送信源から出された電波が前方正面におかれた反射板から反射して帰ってきた受信電力を、各々距離の異なる 2 つの反射板からの受信力の比をとれば、 $A_2 - A_1$ 間従って $d_2 - d_1$ 間自由空間減衰を超える減衰量（これが大気吸収、雨その他による減衰をあらわす）そのものが算出できる。

FM レーダ方式とは、送信クライストロンに鋸歯状 FM をかけて送信、反射して帰ってくるまでの遅れ時間差による周波数偏差を、中間周波として取出し、検出する方法で、反射板までの距離を変えた場合には、鋸歯状繰返し周期を変えれば規定の中間周波数を得ることができ、直ちに出力の比較ができる。



第 9 図

有効送信電力 10 db m, 送受共用アンテナ利得 40 db 以上、反射板の大きさは $0.5 \text{ m}^2 \sim 5 \text{ m}^2$ 位、距離 1~3 km 迄の間で 15 db/km の減衰〔豪雨の場合 (50 mm/hr) $\lambda = 8.6 \text{ mm}$ で 15 db/km の減衰 (理論計算値)] までの記録が得られる見通しがある。目下伝ばん装置の試作中であり、年末頃には伝ばん試験を進める計画を立てている。

ミリメートル波における受信機で受信感度を向上させることは、マイクロ波受信機の場合と同様、鉱石検波器に依存する以上難しい問題であるが、検波方式、構造を改良してゆくことによって幾分でも向上できることを期待して、これに関する研究をも目下行っている。要するに受信感度は受信機内部雑音（主として、鉱石検波器雑音）により制限を受ける。受信機の雑音指数を測定するためには、標準信号発生器かまたは標準雑音発生源が必要であるが、標準信号発生器は米国 Polarad 社からの輸入に俟つとし、これと並行して蛍光放電雑音源の試作を計画し目下放電管の試作をすすめている。従来行われてきた雑音発生蛍光放電管をもってしては、管径が大きくなり、これをミリメートル波に適用するためには、管径 2~4 mm 位の細い放電管にせざるを得なくなり試作にまつより致し方ない。ミリメートル波回路のうち、輻射回路系として興味ある問題があり、さしあたり先に述べた 34 KMC 伝ばん試験装置に附加する輻射器として、標準電磁ラップ、オフセットパラボラ、ターゲットの反射能率の基礎研究も行っている。また回路系としてはフェライトを用いたサーキュレーター、自動出力安定器等の 34 GC 帯における実現をはかるために現在実験を進めている。

12 超短波伝ばん図表の作成

最近の超短波およびマイクロ波の各方面への著しい進出にかんがみて、昭和 29 年後半から、超短波以上の周波数の電波の電界強度を直ちに算出できるような伝ばん図表の作成に着手したが、何分にも労力的な仕事であったため、約 2 カ年半の歳月を費して昭和 32 年 1 月に

完成した。題名を“ATLAS OF RADIO WAVE PROPAGATION CURVES FOR FREQUENCIES BETWEEN 30 & 10000 Mc/s.”として当研究所より出版された。内容は 5 章に分れ、第 1 章は本図表の主要な部分であり、標準大気内の 30 Mc/s から 10000 Mc/s の電波について、陸上および海上伝ばんの場合に空中線高 (2 m~300 m) を与えれば、任意の距離における電界強度が求められる図表が示されており、第 2 章には見透し距離内、第 3 章には回折域における電界強度の算出に必要な図表が含まれている。第 4 章には日本のような山岳の多い所に必要な山岳伝ばんの計算図表、第 5 章には遠距離の散乱電界の計算図表が含まれている。

その他対流圏伝ばん資料に関しては、山岳を含む不規則大地上の伝ばん資料の解析を行っている。

13 散乱波伝ばん資料の作成

各国における散乱波通信の急速な発達に伴って、散乱波伝ばん資料の総合的な調査資料を作成し、また電波監理行政および無線回線の設計上必要なフェージング、マージンを調べるため、各回線におけるマイクロ波回線の長期に亘る資料を用いて、フェージングの統計的解析を行っている。更に国際地球観測年に関連して C.R.P.L. と協力して極東地域における E_s 伝ばん特性の解析および超短波による電離層散乱の実験および研究を実施している。

14 電離層月報

電波予報をはじめ、電波伝ばんや電離層研究の基礎となる電離層観測資料であって、電離層定時観測即ち $h'f$

3 通 信 方 式

電波利用の急激な増加に伴い、周波数割当のゆき詰りが社会的問題として世人の関心をひいている。限られた周波数範囲内で、より多くの電波を利用する新しい通信方式の研究とその実用化は、電波利用上の問題であるばかりでなく、電波行政上主要な今日の問題である。

当研究所では、電波の利用率向上のための通信方式の研究を主題として、実際の研究を (1) 回線設計法 (2) 妨害に強い電信方法 (3) 音声ならびにテレビの伝送所要帯域中の圧縮 の 3 項目に大別して研究を進めている。

これらの前段となる研究は、研究所発足頭初から始められ、無線回線設計に及ぼす電波雑音の影響について研

(見掛高さ対周波数) 曲線より観測諸要素を讀取って表化し月報とする業務は国際基準に従って行われている。当所では電離層月報を作成し、広く国内外の関係研究機関へ (180 カ所, 230 部) 毎月配布し、この方面の研究において役立っている。月報作成方法は、過去数次開催された CCIR, URSI 等の国際会議における専門委員会において定められるのであるが、当所ではわが国における観測結果より観測整理基準を検討し、わが国としての意見を会議に反映させてきた。もとより電離層観測記録は千差万別であって、その解釈、読取り、整理には深い経験と知識が必要で、この方面の研究が望まれ、常に国際会議に必要な資料を作っておかなければならない。

今回行われている国際地球観測年においては、電離層観測方法および記録整理基準の作成は、電離層部門において最も重要な業務としてとりあげられ、1955 年 9 月 URSI/AGI 委員会に世界電離層観測特別委員会 (Special Committee in World-Wide Ionospheric Soundings) が設立せられ、当研究所も直接この委員会の構成委員となり、直接意見を述べている。特にこの委員会において、1956 年 9 月ブラッセルにおいて作成された第 1 報告書、1957 年 2 月および 3 月に東京およびドイツリンダウで補促された第 2 報告書は、国際地球観測年の期間における観測整理基準となっている。これらの報告書にとりあげられた主な事項は (1) 読取るべき観測要素が定められたこと (2) 特に E_s 観測整理方法が精細となり、 E_s の型が分類されたこと (3) f -plot (周波数曲線)、 h' -plot (見掛高さ曲線) および E -plot (E 領域特性曲線) を定めたこと等で整理方法は飛躍的に発展した。

究を行うために、その前段階として電波雑音の性質、量並びに測定法などについての研究調査を行ってきた。太陽雑音の観測装置が平磯電波観測所に設置されたのは 27 年度であり、その後同観測装置の性能調査、信頼度の向上について種々の実験を行ってきたが、29 年度においてこの観測装置は完全に業務として運用されるようになった。この装置の施工に当り、微少雑音測定における諸問題、ブロードサイドアレーの実際の諸性質およびその測定法、ならびに雑音波形弁別などについての一連の資料を得ることが出来た。特に従来の VHF 太陽雑音観測法で問題になっていた混信、人工雑音の妨害と太陽雑音

の識別のために、波形弁別記録法を考案採用したため観測が完全に自動化され、観測結果の信頼度も著しく向上した。なお、この方式はその後各国の VHF 太陽雑音観測装置に採用され、好評を得ている。

その後研究の目標を回線設計の研究にもとし、電波雑音の質、量の研究調査に力を入れることにした。即ち雑音の測定法に関連して二極管標準雑音発生装置の標準化、雑音測定の場合の検波器の時定数の問題、雑音の検波電圧の統計的性質を短い時間の間に、次々と自動測定する装置の製作、任意の波形の入力の実効値の測定法はどの実用化ならびにこの結果を利用した実際の雑音の質および量の測定を行ってきた。この結果、雑音源として特定のものだけしか考えなくて良い場合には、回線設計は比較的容易であるが、実際空間にアンテナをおいて通信を行う場合に妨害となる雑音は、種々の雑音源からの異った波形の雑音が混合されており、その量は勿論、混合の割合従って総合された波形の性質も非常に複雑、且つ急速に変化するものもあるから、例えば、与えられた地点で雑音の質、量を測ってこれを基にして、所要信号強度を決定することすら、非常に困難であるとの結論を得た。そこで一言で云えば、雑音を録音しておいて、この雑音と信号とを種々な割合 (S/N) で混合した場合に、信号はどれだけ劣化するかを調べることにした。このような方法は従来も試みられたことがあるが、その結果には実際と一致しない点があり、問題となっていた。この原因は、雑音と信号を別箇に検波してから重畳して、その信号の性質を調べており、雑音妨害のある信号を受信する場合、一番問題となる検波器の問題が実験に組み入れられていないこと、標本としてとりあげる雑音の種類が少な過ぎること、標本にとった雑音の性質の吟味が不足であることなどにあると考えられるので、雑音の種類は出来るだけ広くとること (実際には6分単位のもの108種類とした)、雑音と信号が等価的に中間周波数の状態で重畳され、然る後に検波されるように録音、再生方式を工夫し、先づこの雑音をくり返し再生することにより、雑音の性質を詳しく調べることに努力した。雑音のみの実測、整理は31年後半ころまでかかり、現在は種々の信号と組み合わせた場合の実測研究に入っている。

1 無線回線の設計法

先に述べた雑音録音法に依り、各種の電信電話通信方

式の S/N を定量的に測定し、多数の雑音標本の妨害特性を統計的に処理し、これに基いて、無線通信において通信が雑音のみによって妨害される場合の所要信号強度を決定する研究を進めている。即ち現在 A₁ 電信通信の場合の諸問題についての結論を得たので、FS 電信、SSB 電話通信の場合について目下実験的研究を進めている。勿論無線通信の妨害要素としては雑音の他にフェーディング、混信、波形歪などの問題があるので、この点も問題としてとりあげ、先づフェーディング・マージンを定量的に測定することを行っている。即ちここに云うフェーディング・マージンは雑音測定法として有名なトーマスの方法を拡張し、且つ客観化したもので、雑音のある状態でフェーディングのある電波によって信号を伝送した場合と、フェーディングがない場合との所要信号強度のひらきをフェーディング・マージンとして測定している。そこで若し、次に同様の論旨で混信波形歪のマージンを求めたとすれば、一般の無線回線を設計する場合に、各マージンを加算して行くことにより容易に所要電界強度を求めることが出来る筈である。現在はフェーディング・マージンについては、数種の電信受信方式について実測を行ったのみで、勿論上記の設計資料としてまとめあげるには未だ不十分である。なお、この実験方法は通信に対する雑音とフェーディングの影響が分離して測定されるため種々の通信方式の優劣比較にも良い方法であることが判ったので、引き続き実測に依り調査を進める予定である。

2 妨害に強い電信方式の研究

電信通信に使用している帯域巾は、現状でも理論値に相当に近い値に到達しているので、電信を更に狭帯域化して電波の利用率を向上することは望み薄と考えられる。そこで、同一の施設でより長距離の通信を行うこと、同一の通信距離において、出来るだけ送信電力を小さくして、他の回線への妨害を少くし、これによって電波の利用率向上をはかることに主力をそそいでいる。このような考え方に基けば、当然雑音、混信、フェーディングに強い電信方式を開発することが必要であり、現在盛んに使用されている FS 電信方式、ARQ 方式は主として上記の趣旨に基いて生れたものと考えられる。しかし上記の方式も種々の欠点、矛盾を持っているので、例えば A₁ 電信に手を加えて FS 方式の線まで向上される方式、ARQ の特徴を生かした片送り通信方式について、実験

的、理論的に検討を加え、目下その実用化に着手しようとしている。

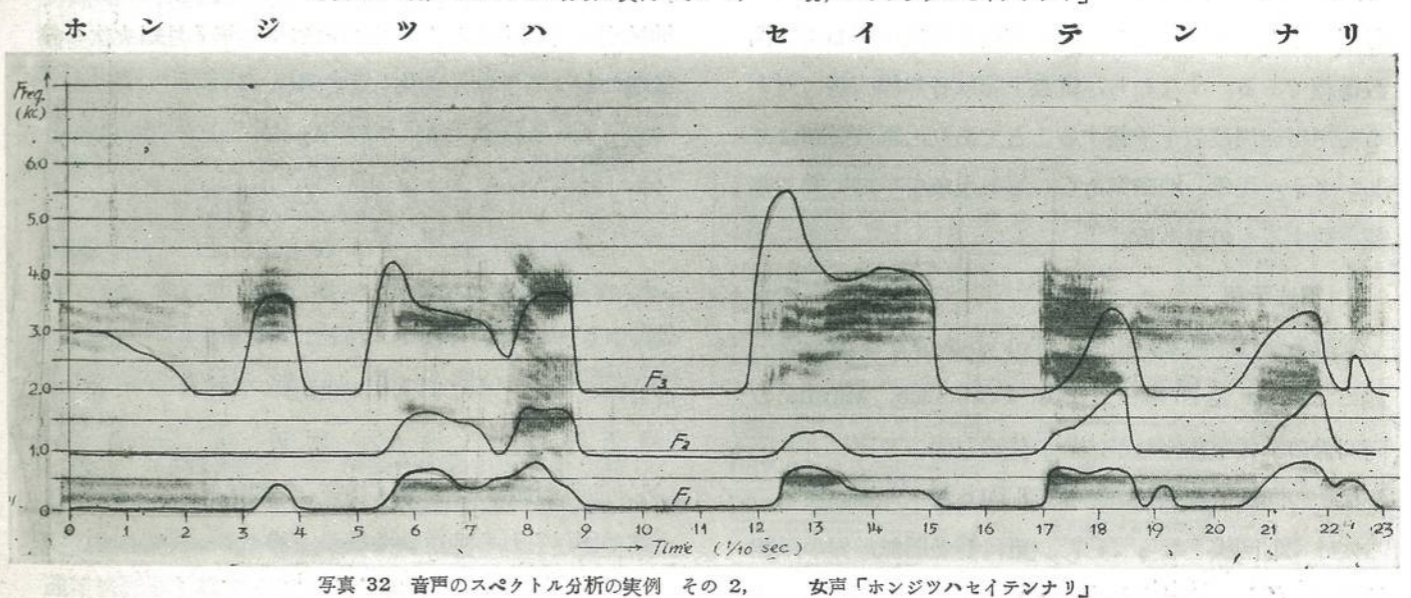
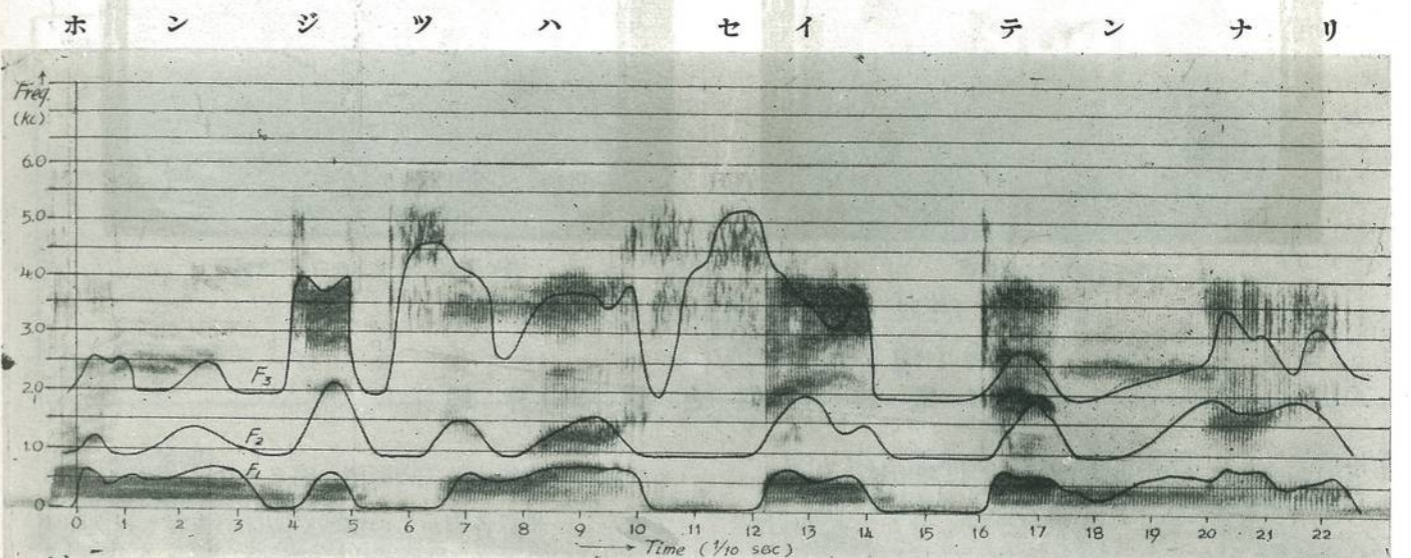
3 音声並びにテレビの狭帯域伝送方式

音声の場合についてもテレビの場合にも、若し伝送に要する所要帯域巾をせまくし得たとすると、そのことだけで電波の利用率の向上することは勿論であるが、更に受信側では雑音が帯域制限されて、S/N が良くなるからこの面でも、通信効率の向上が期待される訳である。しかしながら、所要帯域巾についての現状ならびに改善試案と理論値を数字的にあたってみると、理論的には現状よりはるかに狭い帯域で足りる筈であるが、現在提案されている帯域節約方式はこの値とは大きなひらきがあり、困難性は大きい改善の余地は充分にあることが結論される。

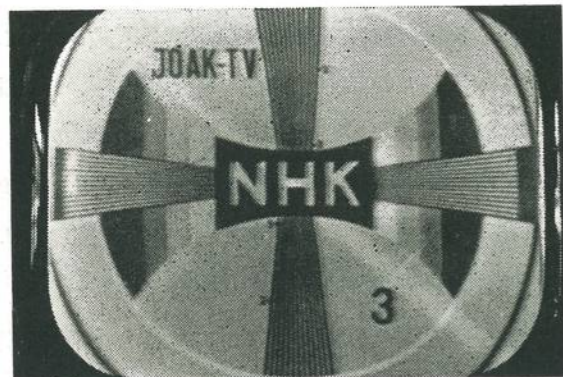
音声の狭帯域化の方式については、種々の系列が考えられるが、当研究所においては、フォルマント型ボコー

ダーの一種について研究を進めている。この方式は音声のスペクトル分析の結果をたくみに利用する方法であり、米国において実用化に入りつつあり、好評を博しているボコーダーに手を加えて、更に狭帯域化し得る見通しがつき、もっぱらその実用化に努めている。

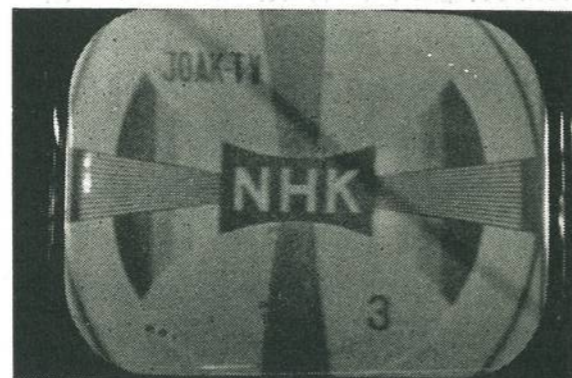
テレビの問題については、現在の標準方式が非常に広い帯域を使用している点、研究、実用化についても尨大な経費を必要とし研究の進め方も慎重を要するので、狭帯域化に関する文献の整理検討を進めるとともに、現在の1回線所要帯域を2回線あるいは、4回線として使用する低速時分割方式について、実際の検討を行ってきたが、現在は人間の視覚をも含めて考えた狭帯域化方式の一案として、動画面と静止画面とは所要伝送スペクトルが相違していることを利用する方法について理論的検討を進め、更にこの方式のプランニングを行うための予備実験に移っている。



尙上記の研究は謂わば現在通信に使用されている周波数帯の利用率向上に重点がおかれているが、これとは多少性質を異にして、今までである通信目的には使用しにくかった周波数帯を、その目的に使用するために、通信方



標準受信画



低い周波数スペクトルのみの受信画



低速時分割方式の受信画



高い周波数スペクトルのみの受信画

写真 33 低速時分割方式によるテレビの多重伝送試験結果

4 電波予報と電波警報

周波数の割当、無線回線の設計または運用等において、あらかじめ通信に適した周波数を知り、または電波伝ばん上起る種々の障害を予知し、対策を立てることは最も必要なことである。このための業務が電波予報および電波警報である。すなわち、電波予報は各無線回線に対する使用可能周波数を予報することであり、電波警報はデリンジャー現象、地磁気あらし等の現象を早期に知り警報を発するものである。

1 電波予報

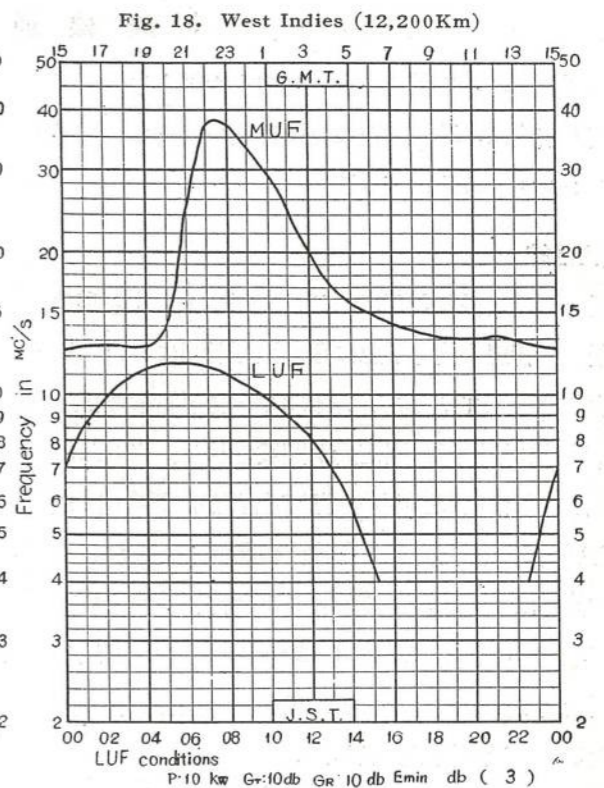
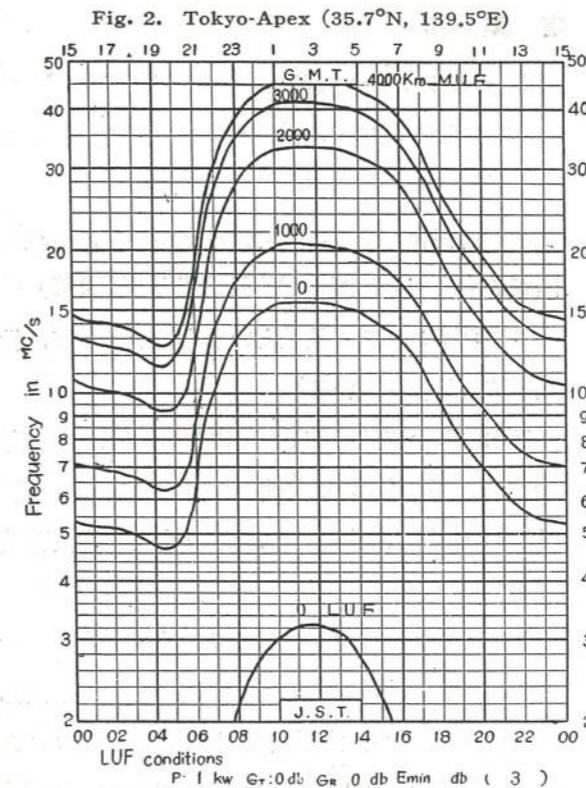
電波予報は昭和 22 年に“Tokyo-Apex”の予報を始めてから、翌 23 年には San Francisco, Manila の両回線の予報を加えたが、その後諸方面の要望により、逐次その回線数を増し、昭和 27 年 8 月本印刷にするころには 20 回線となっていた。更にわが国無線界の飛躍的發展に伴ない要望される回線数もふえ、1 回線毎にす

式に手を加えることについても関心を持っており、その手始めとして UHF 帯の FM 放送を実現する方法についての予備検討を行っている。

予報では到底すべての要望に答えきれない段階となって来たし、世界各国からの電離層関係の資料も逐次充実し整備されて来たので、従来の回線別の考え方を改めて、地域別に予報することとし、昭和 31 年 7 月以来次の諸地域に対する予報を実施している。

稚内—Apex 東京—Apex 山川—Apex
 沖縄—Apex フィリピン インドネシア
 マレー—南インド 北インド
 小アジア 南アフリカ 黄金海岸
 イベリヤ半島 南ヨーロッパ 中央ヨーロッパ
 スカンジナビヤ アメリカ東海岸 西インド諸島
 パナマ地方 ペルー附近 アラスカ
 アメリカ西海岸 ハワイ地方 東南オーストラリア

次の図はこれらの予報曲線の一部である。



第 10 図 電波予報曲線の一部

諸種の警報の名称	予報対称	予報期間	予報段階	通信方法	発足時
電波警報 (JJY)	通信擾乱	12 時間内	N, U, W	JJY	1948 年 8 月
電波週間予報	..	1 週間内	1, 2, 3, 4, 5 及びデリンジャーの可能性	郵便	1954 年 1 月
月間電波擾乱予報	..	1 カ月内	m, ms, s	..	1953 年 8 月
IGY 特別世界日警報のアドバイス	磁気嵐	翌日	Alert (網測準備) SWI (特別観測)	電報	1957 年 7 月

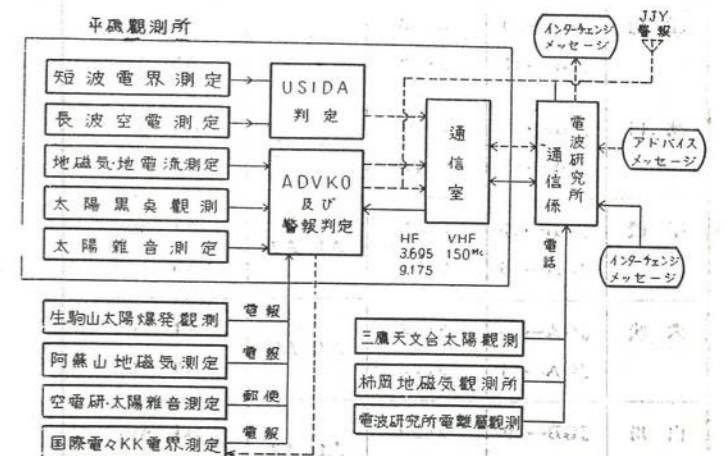
第 1 表

2 電波警報

短波遠距離通信は電離層によって行っているが、この電離層は、太陽の長週期の活動度および季節による比較的規則的な変化のほかに、磁気嵐時若しくは太陽爆発が発生した場合に急激な変動をして、この著しい場合は電波を反射する能力を消失することがあり、このような際には、短期間ではあるが通信は著しい障害を受ける。電波警報は、このような現象を予知して、通信諸機関に速かに来るべき通信障害を通達する役目をもっており、わが国においては、昭和 24 年 8 月に電波研究所においてこの業務が発足したが、国分寺では電車等の妨害のため、地磁気等諸元の観測が出来ないので、28 年以来この業務は平磯電波観測所に移され、第 11 図のごとき業務系統で行われている。

現在、電波警報は、12 時間先の通信障害を予報し、JJY 標準電波に組入れられ、発射されている警報、1 週間間の通信状況を予報する週間電波予報、1 カ月間の通信状況を予報する月間電波擾乱予報の 3 種類であり、

ほかに IGY 期間中、特別世界日選定のための地磁気嵐の予報を毎日アメリカにある IGY 特別世界警報センターに通報している。(第 1 表に示す) これら警報の大部分は、最近 5 カ年の間に進められてきたことを見てもその進展がうかがわれる。



第 11 図 警報業務系統図

5 無線通信業務

当研究所における無線通信は、国内と海外とに大別出来る。国内業務は、地方電波観測所相互の連絡で、海外業務はウルシグラム放送である。

1 国内無線

電離層の観測資料ならびに、これに関連する連絡事項および緊急な管理事務を早急に電波観測所間において無線連絡することを目的として、昭和22年文部省電波物理研究所の時代に短波通信固定局が開設された。当初は、国分寺(東京)、稚内(北海道)、深浦(青森)、新発田(新潟)および山川(鹿児島)の各電波観測所であった。その後、電波伝ばん研究、電波予報および警報業務の拡充に伴って、新発田と深浦が秋田に統合され、新に平磯と犬吠に固定局が開設され、ここに現在の六固定局相互間の綿密なる無線通信網が完成した。

なお、昭和32年7月から開始した国際地球観測年にあたっては、当所が西太平洋地域警報本部を担当しているため、特別世界日警報を毎日2回各局宛に通報している。

短波無線によるほか、昭和32年7月に、電波研究所と平磯電波観測所に152.05 Mcの超短波無線施設が完成した。国際地球観測年期間中は勿論、国際間に交換されるウルシグラム通報の観測資料の送受信を円滑に行い電波警報に資することが目的で、西太平洋地域警報本部は十二分にその責任を果している。

短波固定局一覽表

固定局名	呼出符号	周波数(kc/s)	電波型式	空中線出力(W)
国分寺 (電波研)	JGA-40	3695	A1 A3	A1 400
	JGA-41	9175		A1 200
稚内	JGB-30	3695	A3	A3 200
	JGB-31	9175		
秋田	JGB-25	3695	A1 A3	A1 300
	JGE-26	9175		A3 150
平磯	JGA-25	3695	A1 A3	A1 300
	JGA-26	9175		A3 150
犬吠	JGA-30	3695	A1 A3	A1 200
	JGA-31	9175		A3 50
山川	JGB-20	3695	A1 A3	A1 400
	JGB-21	9175		A3 200

2 ウルシグラム放送

電波伝ばん、宇宙物理、ならびに地球物理諸現象に関する観測資料は、電波の異常現象を探究したり、電波予報、電波警報を発する基礎に役立つので、電波に関する国際的会合である国際電波科学連合(URSI)の事業の一つにウルシグラム放送というものがあって、世界的に互に連絡し合っている。

日本においては昭和7年(1932年)に、この放送が開始されたが、第2次大戦のため中止され、昭和26年(1951年)12月25日から、この放送を中央電波観測所で開始した。

この通報は、日本ウルシグラム小委員会で決定した、ウルシグラム放送コードで、(イ)通信じよう乱、(ロ)電離層状態、(ハ)太陽活動度、(ニ)太陽コロナ、(ホ)太陽電波雑音(200 Mc, 100 Mc, 60 Mc)、(ヘ)地磁気、(ト)宇宙線の7項目の観測資料が含まれている。

なお、当所は放送とは別にアメリカのCRPLおよびオランダのPTTと直接電報によって通報し合っているほか、昭和31年9月から太陽電波雑音(4000 Mc)の名古屋大学空電研究所の観測資料を簡単なコードによりオランダのみにあわせて通報している。

従来の放送スケジュールは下記のとおりである。

呼出符号	放送時刻(U.T.)	周波数(kc/s)	電波型式	空中線電力
JJD	1200	8000	A1	3kW
	1500	,,		
	1700	,,		
	1900	,,		
	2330	9175		

本年7月から国際地球観測年が開始され、当所は世界を1/4にした西太平洋地域警報本部を担当することになったので、従来のウルシグラム放送体制を強化することになった。

従来の放送は国内資料に限定したが、西太平洋地域内の指定された国々(フィリピン・オーストラリア)の日々の観測資料をもあわせて放送を実施し、通報範囲を拡げるため、送信機の空中線電力を10 kWに、周波数は8波に、アンテナをヨーロッパ向け、およびオーストラリア向けの2面を新設した。

通報は国際地球観測年のために、特にウルシグラム委員会が決定した観測資料と通報コードを用いているが、各観測機関が協同観測し、特に精密な地球診断を行なう期間、即ち特別世界日の通報も、このウルシグラムが担当している。

このため、従来の日本のウルシグラム放送コードによる通報は、6月1日より(情報伝達試験月間)取止めた。

国際地球観測年期間に使用するウルシグラム通報のためのコード

Data	Code Word
A. Sunspots.....	USSPE
B. Solar corona.....	UCORA
C. Flare patrol times.....	UPATA
D. Solar flares	UFLAR
E. Solar radio noise	URANA
F. Sudden ionospheric disturbances.....	USIDA
G. Magnetic activity	UMAGA
H. Ionosphere	IONKO
I. Cosmic ray	*CORAY

*Cosmic ray に関しては日本ウルシグラム小委員会で決定した新通報コードを、昭和32年6月1日より使用している。

6 標準電波

1 周波数標準の維持と標準電波の発射

(1) 業務関係とその施設の改善

標準電波の業務としては、標準電波の発射、標準装置の維持改善、周波数標準値の決定、標準周波数の維持および偏差の計算等である。

i 発射型式の増加

昭和27年8月には4 Mc, 8 Mcの2波を発射していたが、昭和29年1月1日から2.5 Mc, 5 Mc, 10 Mcの3波を追加し、昭和32年1月1日から発射型式は次表のように変更した。

昭和32年7月1日からIGY(国際地球観測年)の一環として、400 c/sで変調した世界警報を毎時間18分~19分と、48分~49分に(但し1時から2時までは停止)標準電波に重畳して発射している。

放送スケジュール

(1) ウルシグラム放送

呼出符号	周波数(kc/s)	電波型式	空中線電力	放送時刻(U.T.)
JJD	8000	A1	10kW	1200, 1500, 1700, 1900, (無指向)
	10415			1000(ヨーロッパ向け)
	12295			0900(オーストラリア向け)
	18180			0530(オーストラリア向け), 0830(ヨーロッパ向け)
	18785			0500(ヨーロッパ向け), 0800(オーストラリア向け)
	23665			0430(オーストラリア向け)

(2) IGY 警報(特別世界日通報)

呼出符号	周波数(kc/s)	電波型式	空中線電力	放送時刻(U.T.)
JJD	12000	A1	10kW	2000(ヨーロッパ向け), 2030(オーストラリア向け)
	12295			2100(ヨーロッパ向け)
	15950			2130(オーストラリア向け)

国際交換通報

当所が直接電報によって通報交換を実施している外国は下記の通りである。

送信	受信
ワシントンへ	*ワシントンより
*ヘーグへ	ヘーグより
アンカレジへ	モスコより
	キャンベラより
	アンカレジより

*1日2回送受信している。(IGY警報を含まない。)

電波

発射局	局符号	搬送波周波数	電力(kW)	発射時刻(日本標準時)
電波研究所 (標準課)	JJY	Mc 2.5	2	毎日15時59分~翌09時59分
		4	1	24時間
		5	2	24時間
		8	0.5	毎日05時59分~翌19時59分
		10	2	同上
	15	2	24時間	

但し各波とも1 kcで変調している

標準電波の確度は昭和27年8月には $\pm 5 \times 10^{-8}$ 、標準時(時刻)は ± 0.05 秒であったが、昭和30年に至り水晶等の改善により一躍、周波数において $\pm 2 \times 10^{-8}$ (1億分の2)、時刻は ± 0.01 秒に向上した。

ii 周波数標準施設の改善

周波数標準施設は、安定な標準周波数および分、秒信

中を発生し、これを維持するもので大体次の各機器および測定装置により構成されていて、昭和 27 年 8 月現在では電橋安定型水晶発振器 5、同期時計装置 6、唸周波連続記録装置 2、自動電鍵装置 2、100 kc 増巾器および唸周波数積算器等であった。昭和 28 年に恒温槽付水晶発振器 3 台を新設し、地下原器室にある水晶発振器の障害等に備えるとともに恒温槽付水晶発振器の確度の研究用とした。

昭和 29 年電子計数式周波数測定装置および電子計数式秒信号発生器を新設し、時刻差の測定精度は、今までの 1 ms より一躍 0.1 μ s に向上した上に、任意の周波数を $\pm 1 \times 10^{-8}$ の精度で測定可能となった。

昭和 30 年 3 月エンドレステープ式磁気記録器を新設し、昭和 31 年さらに増巾器を附加し、これを 32 年 1 月から実際に使用し、音声符号を挿入する上に非常に便利となった。

昭和 31 年 3 月送信別信号制御装置を新設し、これによって予備機の切換、試験等簡単に出来て維持上、監視上極めて便利になった。

昭和 32 年 7 月、IGY 電鍵装置および 440 c/s 分周器を新設して、毎時 18 分~19 分、48 分~49 分間に 440 c/s で変調した世界警報を標準電波に重畳して発射している。

iii 標準電波発射施設の改善

昭和 27 年には 5 kW 短波送信機 2、2 kW 短波送信機 2、500 W 短波送信機 1、周波数通倍器 2、調整盤 1、監視台 1、空中線 6 基第であったが 5 kW 送信機は旧海軍型で性能が悪かったので、昭和 30 年 1 月改造して 2 kW とし使用することにした。

昭和 30 年 3 月コンクリート建 220 坪の本庁舎が完了したので従来木造庁舎にあった送信施設一切と電源関係の配電盤の一部等を移設完了した。

昭和 31 年 3 月 2 kW 送信機 1 台と制御盤を新設した。これにともない各送信機の制御、表示、警報、記録等が出来て、保守上、調整上極めて便利になった。

昭和 32 年 3 月国際電々会社から、送信機 1 台譲渡され、標準電波発射に適合するように改造使用している。

iv 電源設備の改善

電源は東京電力府中変電所から専用線によって受電し

ているが、予備としてディーゼル機関をもっている。昭和 27 年 8 月現在の設備は大体次のようなものであった。

常用電源 3 ϕ 、3300 V 変圧器の容量 50 KVA \times 3 および 20 KVA \times 2 で、予備電源としては 3 ϕ 3300 V ディーゼル機関および直結発電機 100 KVA。外に蓄電池 8 組、これは主として停電および電源電圧の変動をきらう標準周波数施設に使用している。

昭和 29 年 10 月波形改善用リアクトル 6 KVA を取付けた。昭和 30 年 12 月自動起動装置をディーゼル機関に取付けたが之は 6 秒で起動完了するので停電等に備えて有力なものとなった。昭和 32 年 3 月自動電圧調整器を新設し、200 V の直流電圧を $\pm 8\%$ 以内におさえる事が出来て安定度を向上させた。

以上要約すれば 5 カ年間に周波数の確度は $\pm 5 \times 10^{-8}$ より $\pm 2 \times 10^{-8}$ に、時刻の確度は ± 0.05 秒より ± 0.01 秒に向上した外に発射周波数も 2 波から 6 波に増加し、送信機の性能の向上、測定装置の精密化、故障に対する迅速な切換装置、監視装置の整備等により面目を一新した。

(2) 調査事項

i 秒信号送信方式および混信の調査

秒信号送出方式の研究の一環としてで、JJY で用いている切断方式即ち毎秒 20 ms 間電波を切る方式と、CCIR に提案されている方法即ち毎秒 5 ms の間に適当な可聴周波数による変調を重畳する、所謂重畳方式との比較調査を、27 年 11 月大阪において波形を写真に撮影して調査した。この時同時に 5、10、4、8 Mc 等の混信の影響をも調べた。さらに 28 年 6 月都城、富山、札幌等で前記の比較調査をより精密に行った。その結果大体切断方式は重畳方式に比し、感度よく、特別の濾波器を必要とせず、かつ受信方式は簡易であることがわかったが、立上り等のための精確な時刻の推定等の問題は決定出来なかった。

ii 受信標準電波 1 Kc に生ずる誤差の調査

昭和 28 年 10 月高崎において電離層によって屈折されたものと、直接波との誤差を測定調査した結果、大体 3×10^{-3} — 1×10^{-5} の範囲の誤差があることがわかった。

iii パルス挿入式秒信号に対する調査

標準電波の報時信号方式には毎秒 0.02 秒間切断しているが、この切断間の中央に巾 200 μ s のパルスを挿入

した方式を、昭和 29 年 4 月に札幌、富山、仙台において、昭和 30 年 11 月都城、米子において調査した結果大体次の結論が得られた。

多重信号の分離が出来る。混信、雑音等に対して有利である。電波伝ばんの研究に 응용して興味がある。各国が同一周波数により報時信号を出す時、パルス挿入方法を変えることにより局の識別が出来る等。

iv 分周器の改良

昭和 31 年において、標準電波の 1 Kc の分周器として多くは帰還分周器を使用しているが、パルスを応用した電子計算式ともいべき分周器を試作調査して好成績のものが得られた。

v 標準電波利用状況の調査

昭和 31 年 4 月全国各地において標準電波の利用状況を調査した結果、予期以上の広範囲に利用されていることがわかった。

vi WWVH 局と JJY 局の混信調査

昭和 32 年 3 月 WWV 局と JJY 局との混信状況および報時信号の重なり具合、電界強度等を札幌、仙台、大阪、福岡等において調査したが、資料不足等で決定的結論が見出されなかったため、再調査を考慮している。

2 原子振動周波数標準の研究

標準電波の利用は近年益々広く且つその確度に対する要求も高くなって行き、また国際的には CCIR (国際無線通信諮問委員会) に於いてはその確度として $\pm 2 \times 10^{-8}$ が勧告せられている。

わが国の標準電波の確度も水晶発振器による標準原器の性能の向上、各種標準装置、発射装置の整備と共に年々向上し、世界的水準に達しつつあったが、確度が高まるにつれ、最近には特に周波数標準決定の根本となっている地球自転の周期そのものに検討が加えられ、天体観測の誤差、地球の緯度変化、自転周期の各種変動等により、この方法による決定ではもはや 1×10^{-8} 程度の確度を得るには不十分となって来た。然も高確度で標準値を決定するのに何カ月という長期間を要することも不便な点である。

一方最近のマイクロ波分光の発達から、原子分子の固有振動数の一定なことを利用した、いわゆる原子時計が 1948 年米国の国立標準局 (N.B.S.) に於いて始めて製作され、わが国に於いても、昭和 26 年度より日本学

術会議の総合研究委員会として電波監理総局標準課、京都大学、東京大学、東京天文台、メーカーその他の関係者が集まりこの研究を始めていたが、昭和 27 年電波研究所発足以来標準電波の確度向上のため電波技術審議会の諮問事項として取りあげられ、本格的に実用的な原子制御周波数標準の確立を目標とし研究が進められた。以来電波技術審議会として 3 年、総合研究は 6 年に亘り研究審議が続けられ、アンモニヤの吸収線を利用するものとして $\pm 3 \times 10^{-9}$ 程度の確度を得られることが実証された。

当電波研究所でもこれら学者、技術者の研究による各種方式の実験資料を参考とし、標準電波発射業務に実用することを目標に長期安定運転に適し、取扱もなるべく容易で確度も高い原子振動周波数標準を目標に研究を進めた。初めわが国では 24000 Mc まで周波数を通倍するのに適当な真空管がなかったため、種々検討基礎実験の末、入手容易な発振管 2K 25 を用いた自動制御式通倍による装置を試作した。

然し、これは実用的な周波数標準装置としては少々安定度が不十分であり、またその後、進行波管が多く国産されるようになったので、これにより最も動作安定で取扱も簡易な直接通倍式の装置を完成した。

一方尖鋭度が Q にして約 $1 \sim 1.5 \times 10^6$ 程度のアンモニヤ吸収線を用いて、 1×10^{-8} 以上の確度を得るには高い弁別能力が必要なため各種の方式が考えられたが、当所としては最も簡易な電源変調 (周波数変調) 方式を用い、進行波管のヘリックス電圧に変調電圧を加えて位相変調を行った。ガスを封入した吸収管を通ってくるマイクロ波出力の増減による弁別を行う原子制御周波数標準装置では、入力電力および吸収管回路の周波数特性により、吸収の中心周波数と実際検出される出力最小点とは一般に一致せず、周波数決定の際に誤差の原因となることが判り、この誤差を除去するため、これに種々の改良を加えた方式を考案し、一方誤差の解析を行いあるいは部分的改善を施す等して、初めは $\pm 2 \times 10^{-7}$ 程度であった確度が最近では $\pm 3 \times 10^{-9}$ 程度に向上しつつある。吸収線付近で周波数特性を平坦にする方法としてマイクロ波入力監視、単方向導波管または減衰器の挿入等のほか吸収線両側の最大傾斜点出力を等しくするようマイクロ波回路を調整し、また変調振巾を増減して、検出された

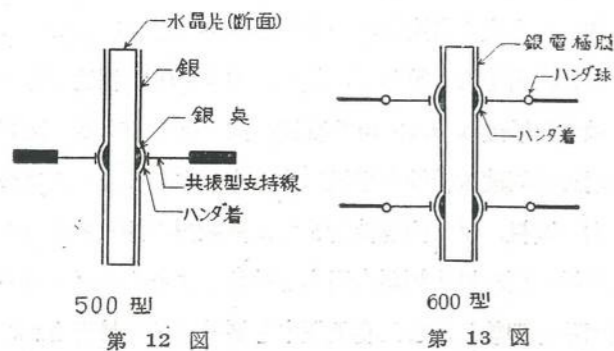
中心周波数が変化しないよう確かめた。なお進行波管で変調をかける際に起る振巾変調が混在する影響、周波数変調歪について種々検討を加えたが、最近これらの影響のない周波数切替偏移方式に変更し好結果を得ている。

高精度の周波数標準の確立および利用の動きが活潑になるにつれ、最近分子原子のビームを用いるセシウム式原子制御周波数標準装置、アンモニャメーザ等が世界各国で盛んに研究されるようになり、1956年 CCIR のワルソー会議でも、標準電波用原器として原子分子的な標準を基準とするよう勧告された。また昭和 32 年の国際度量衡会議でも、実用的には 1×10^{-9} 、研究用には 1×10^{-10} の精度が提案されるようになった。

これらに関連して、当所においても本年よりアンモニャメーザの研究を始め、装置の一部は既に製作されたが、なお残りの部分について本年中に試作完成を目標として研究を進めている。

3 標準用水晶振動子の研究

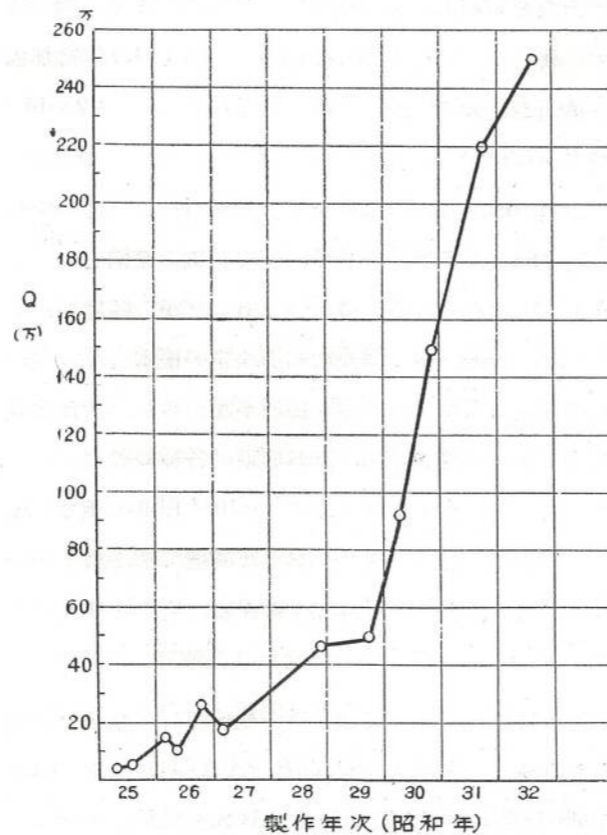
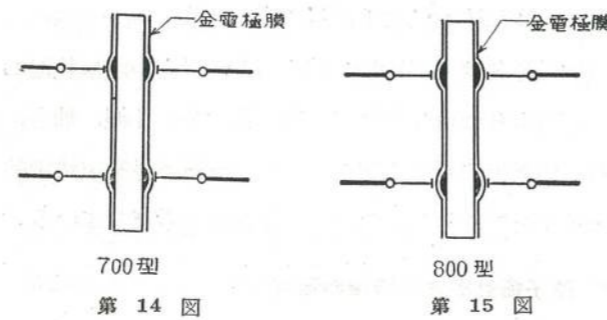
周波数標準原器に使用する水晶振動子は、発振器に入れて使用する場合、短期間の周波数安定度を良くするために、 Q を大きくし、長期間の周波数推移を少なくするために、振動子の経年変化を少なくしなければならない。このために水晶片の支持方法を研究し、かつ、水晶片の性質について研究を行っている。昭和 27 年度に、水晶片上に銀点を焼着けることと、真空蒸着法によって銀電極膜を付ける研究を行い、これを完成して、500 型水晶振動子(第 12 図)を試作した。また直径 0.15 mm の磷青銅線の先端を釘の頭状に加工する水晶振動子支持線加工器が完成したので、これを使用して、ハンダ球を付けた支持線を製作し、昭和 27 年度に 600 型水晶振動子(第 13 図)を試作した。600 型水晶振動子は従来の振動子と比較して、機械的強度が格段と向上し、振動子の運搬等の取扱いが非常に楽になった。また銀の真空蒸着の場合に、蒸発源から銀粒子が放射される時の指向特性を調べた



め、水晶片上に所定の厚さの銀膜を着けることが容易になった。

600 型水晶振動子の銀蒸着膜を、耐久性を増すために金蒸着膜にしたものを 700 型(第 14 図)と称して、昭和 28 年度に試作し、周波数と温度特性を調整して完成した結果、直列共振抵抗 22.2Ω 、 Q 約 45 万となり、従来の振動子 (Q 3 万~27 万) に比して遙かに良い性能が得られ、直ちに発射用原器に使用された。

700 型水晶振動子の金電極膜は水晶片の全面に付けてあったため、周波数と温度特性を調整するために周辺を研磨する場合に、電極膜の周辺が剥げて周波数の経年変化の原因となるので、電極膜を水晶片の周り 1~2 mm の間には付けないようにした。これを 800 型(第 15 図)と称し、昭和 29 年度中 801, 802, 803 の三箇を完成し、この中で最高の Q は 63 万となった。昭和 30 年度には 803~814 の 12 箇を完成し、最高の Q は 150 万となっ



第 16 図 標準用水晶振動子の Q の改良

た。これ等の振動子は逐次標準原器群に入れて使用された。昭和 31 年度には 815~821 の 7 箇を完成した。これ等の振動子の性能は試作に熟練するに従って次第に向上し、最高の Q は 220 万に達し、温度変化 1°C に対する周波数変化率は 1 千万分の 1 ないし、1 億分の 1 となった。経年変化を少なくする研究の一つとして、電極膜をスパッターによって作製する研究を行い、また水晶片を熱処理する際に生ずる双晶の発生機構を考察し、水晶片内部を微視的に研究することを開始した。第 16 図に標準用振動子の Q の改良を図示する。

4 発振器およびその他測定装置の研究

7 無線機器

1 型式検定

無線機器の型式検定は次のような目的から、昭和 25 年 11 月 30 日、無線機器型式検定規則(電波監理委員会規則)の公布を以て業務を開始した。即ち

- 航空や人命の安全に関する重要な無線機器の性能を確保すること。
- 電波通信が円滑に行えるように電波に関する種々の機器の性能を確保すること。

以上の目的に沿うため、当初検定の対象とした機器は次のようなものであった。

- 船舶用無線方位測定機
- SOS 用の警急自動受信機
- 周波数測定装置
- ラジオゾンデ、レーウインなどの気象援助業務用の無線送信設備
- 市民ラジオなどの簡易無線業務用機器

しかるに、人命の尊重と、増加する無線局に対する電波監理上の要請から

- (1) 救命艇用携帯無線通信装置
- (2) 航空機用無線送受信機
- (3) ラジオ・ブイ

等が新たに追加されて、今後も漸次検定機種が増加されるう勢にある。

型式検定は電波監理上の一手段として、人命の安全と電波通信の円滑な運用のため、過去 5 年間に別表に示すように、総数 242 台におよぶ合格機種を世に送り出した。

水晶振動子の性能の向上に従って、電橋型安定発振器に改良すべき点が生じたので、サーボ型発振器の研究を行い、昭和 31 年度に機械的変調を行う一種を完成した。

水晶振動子の温度特性を測定するための恒温槽の研究を行って、昭和 28 年度に温度特性測定用恒温槽を完成し、これを改良して昭和 29 年度に温度変化 $\pm 1/100^\circ\text{C}$ の恒温槽を完成した。

水晶振動子の特性を精密に調べる必要から、周波数の比較測定の精度は次第に向上し、現在 100 秒間の測定で $\pm 1 \times 10^{-10}$ の精度が得られるようになった。

これ等の検定合格機器は、検定発足当時のものからみれば種々の改良が試みられ、取扱いの容易さと、製品の質の向上に多くの努力が払われている。

型式検定の実施に当っては、これ等の製品が単に合格基準に適合しているというだけではなく、実際使用者の立場からみて、良き製品であるように留意し、製造者の指導を行ってきた。

現在型式検定用の測定器、試験器は、一般電氣的な測定器と気象(温度、湿度、気圧)、振動、衝撃等の周囲条件に対する試験を行うための次のような特殊試験装置が設置されている。

1. 恒温槽 $-30^\circ\text{C} \sim +50^\circ\text{C}$
2. 振動試験器 0.25 mm~3 mm, 60 PM~3600 RPM, 5 g max
3. 加速度試験 140 kg max, 5 g max
4. 減圧装置 20 mb まで
5. 落下衝撃試験塔 水面からの距離 10 メートル

これ等の測定器、試験装置は、試験法とともに型式検定の権威と検定機器の質の向上および将来増加される機種に対応して常に改良整備が加えられてきた。現在測定精度の向上と能率化のため

- (1) 無線方位測定精度の試験法および試験装置
- (2) 周波数安定度自動記録装置
- (3) 計数方式による電信符号時間の測定
- (4) 周波数測定装置の総合精度試験装置

等の研究調査が進められている。

過去 5 年間の型式検定の実施によって製造の過程に

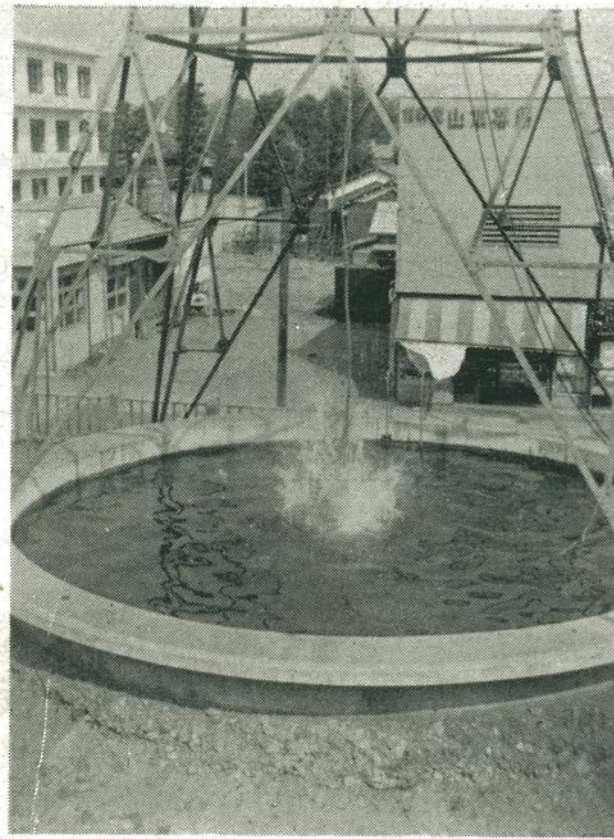


写真 34 落下衝撃試験塔

おける無線機器の種々の欠かんが発見され、今後の製造技術の上に多くの有益な資料が得られ、この制度が技術向上を促す上にきわめて有効であることが実証されると同時に、型式検定品目に関し、本邦製品の各種資料が累積されているが、これらの資料は、各種委員会等を通じ本邦製品の向上に資している。

型式検定合格機器件数 (変更承認を含む)

年度	26	27	28	29	30	31	32.8末
周波数測定装置	8	43	12	2	3	13	14
無線方位機	20	17	10	21	14	14	4
緊急自動受信機		1	2	0	0	0	0
救命艇用無線設備				10	0	0	2
航空機用無線設備					1	1	1
気象援助業務用送信設備	5	4	0	4	2	6	3
簡易無線業務用無線設備		2	0	0	1	1	0
ラジオ・パイ							1
件数	33	67	24	37	21	35	25
							242

2 機器の較正

無線設備の機器の確度を高度の正確さに保つことは、電波監理上不可欠の条件である。特に電波監理用各種測定器が他に比し、より高い確度に保たなければならないことは当然であって、このため機器の較正業務の必要性が強調されるに至った。

機器の較正業務は、電波研究所の発足と同時に原器ともいべき標準器を電波研究所に置き、この標準器またはこの標準器によって較正された較正用仲介器によって較正された副標準器を地方電波監理局に置いて、電波監理用測定器を常に高度の確度に保持する目的をもって開始された。

従って、電波研究所における較正業務は、標準器および副標準器の開発、その確度向上、改良等の研究により地方電波監理局において速かに自主較正が出来る体制を確立することに重点をおき、その暫定期間において電波監理用機器の較正を実施すると共に、委託による無線設備の機器の較正を実施して来た。現段階においては、4カ年の研究成果と較正業務の経験から、周波数、電界強度、雑音電界強度の較正標準を国家標準として、広く民間に開放し得る体制を確立している。

以下年度別に5カ年の歩みをたどってみる。

昭和28年度においては、交直流電流、電圧計、無線周波電圧計、長、中、短波および超短波信号発生器、中短波および超短波電界強度測定器、直流および長、中、短波インピーダンスの較正用標準器を整備し、較正業務の一応の体制を整える一方、無線周波電流計の較正標準および各種較正用仲介器の開発に着手した。

昭和29年度においては、標準ランプパイロメーター法による無線周波電流計の較正標準を確立し、更に直流電流電圧計、無線周波電流電圧計の較正用仲介器を完成し、仲介器廻送事務を開始した。

また、業務面においては、前年度における較正結果から使用測定機器に対する信頼性が一段と加わり、較正依頼が増加しており、較正業務の真価を発揮するに至った。

昭和30年度においては、標準器の充実に伴い新標準室の建設を行うと共に中短波電界強度測定器および無線周波インピーダンスの較正要請に応え、新たな標準磁界発生器の試作に成功し、また無線周波用インピーダンスブリッジ(60 Mcまで)を較正標準として設置した。加え

て前年度設置した無線周波電流計較正装置を改良し、新たにフォトトランジスタ方式による較正標準の試作に成功した。

以上の研究成果は、地方電波監理局用較正装置の整備を促進し、本年度、中短波電界強度測定器較正標準を設置するに至った。

昭和31年度においては、更に地方電波監理局較正装置を整備し、フォトトランジスタ方式による無線周波電流計の較正標準、無線周波用アドミッタンスブリッジ、

超短波電界強度測定器の較正標準を設置する一方、無線周波電流計の較正標準の設置に伴い、同較正用仲介器の廻送事務を廃止した。この結果、較正業務は著しく軽減され、その余力を未開発標準器の開発、仲介器廻送事務の廃止のための較正装置の開発に向けられるようになり、マイクロ波帯、周波計および電力計の較正標準を試作し、電位差計方式による無線周波電圧計目盛較正装置を完成し、新たな較正業務の体制を確立すると共に、無線周波電圧計用仲介器の廻送事務を廃止させ、地方電波

第1表 標準装置一覧表 昭和32年8月現在

項目	範囲	確度	備考
1. 直流電圧	5 mV~750 V 0.1 V~1000 V	0.1% 0.2%	標準電池と電位差計による 0.2 級直流電圧計
2. 直流電流	1 μA~30 A 0.5 mA~30 A	0.1% 0.2%	直流電圧標準と標準抵抗による 0.2 級直流電流計
3. 直流抵抗	0.1 Ω~10 kΩ 10 kΩ~100 MΩ	0.1% 5.0%	標準抵抗とこれによつて較正された ポートストップブリッジによる
4. 交流電圧	30 V~3300 V 30 V 以下	0.2% 0.2%	0.2 級交流電圧計 熱電対により直流標準と比較
5. 交流電流	1 A~100 A 1 A 以下	0.2% 0.2%	0.2 級交流電流計 熱電対により直流標準と比較
6. 無線周波電圧	1 Mc; 5 V~150 V 3 Mc~300 Mc; 0.1 V~5 V	1% 1%	目盛較正 周波数特性と 5 V 以下の目盛較正
7. 無線周波電流	0.5 Mc~30 Mc; 0.1 A~10 A 230 Mc~260 Mc, 1 A 以下	1% 1%	フォトトランジスタ方式 ,,
8. 高周波減衰	150 kc 迄; 0.1 db~111 db	1%	150 kc 以上は信号標準による
9. インピーダンス	a) 1 kc~5 McR; 0.1 Ω~25 MΩ L; 0.003 μH~25 mH C; 1 PF~10 μH b) 0.4 Mc~60 Mc R; 0~1000 Ω X; ± 5000 Ω / f c) 80 Mc~300 Mc 300 Mc~1000 Mc	1.5 Mc 迄 15% 5 Mc 迄 10% 1%+1Ω 2%+1Ω +0.0008 R/f SWR=1.03	R-F Bridge R-F Bridge (R=Ω, f=Mc) 定在波測定器
10. 電界強度	a) 0.5 Mc~30 Mc 0 db~85 db b) 30 Mc~250 Mc 70 db~105 db	0.5 db 1 db	標準フィールド法 標準アンテナ法
11. 信号	a) 50 kc~30 Mc -10 db~130 db b) 30 Mc~300 Mc 50 db~150 db その他変調特性、周波数目盛等	0.3 db 0.3 db	SG 較正用受信機 ,,
12. 周波数	900 Mc~10000 Mc	5×10 ⁻⁶	キャピタター較正装置
13. 電力	a) 30 Mc~500 Mc 80 W 以下 6500 Mc~7000 Mc 平均電力 10 W 以下 b) 6500 Mc~7000 Mc 2.7 mW 以上	2% ,, 1.0%	カロリメーター方式 ,, ペイントルク方式

監理局における自主較正の体制を確立した。

創立4カ年にしてほぼ初期の目的を達成し得たので、現段階においては、電波監理行政上、新たに要請されている、雑音電界測定器、マイクロ波帯電界強度用較正標準ならびに占有帯域巾測定器、歪率計、変調度計等の較正標準の開発を準備中である。

第2表 較正業務処理状況表

機器名	年度別				年度別			
	28		29		30		31	
部内外の別	部内	部外	部内	部外	部内	部外	部内	部外
交直流電流電圧計	0	0	7	0	29	7	3	0
無線周波電流電圧計	4	2	22	3			1	8
信号発生器	2	21	4	31	5	14	1	5
電界強度測定器(含雑測)	18	0	10	3	18	10	8	13
インピーダンス(含減衰器)	0	1	0	0	0	4	2	14
其の他	3	1	0	3	0	5	0	3
計	27	25	43	40	52	40	15	43
	52		83		92		58	

注 部内=電波監理用機器
部外=委託による無線設備の機器

3 性能試験

電波機器に関する技術の向上を図るためには、常に電波機器の現状を正確に把握し、問題点の所在を明らかにする事が必要である。特に電波研究所は、電波に関する唯一の国立研究所であるから、電波機器に関し、わが国の技術がどの様なレベルにあり、どの様な問題点を残しているかを調査し、その結果をわれわれの研究の資料とする事にとどまらず、一般に公開して研究改良の便を図る事が要求される。このような観点の下に機会を捉えて、各種の機器の性能試験を行い、その結果を公表し、また、その結果に基づいて新たな高性能の機器の試作を行って来た。

性能試験は今迄6種類即ち、短波電測、真空管電圧計、水晶片、航空無線機、長中短波信号発生器、VHF送受信機について行っている。以下おのおのについて簡単な説明をしよう。

1 長中短波電界強度測定器

電界強度測定器は電波監理上最も頻繁に使用されるものであり、これらの必要性から、昭和26年頃より当時の各種の型について調査し、その結果を基として、電波監理に適した小型軽量直読の電測の規格が昭和28年度の審議会で作られ、これを満足する新しい電測を試作した。これは現在広く一般に普及しているものである。ま

たこの新しい仕様による三社の製品については、昭和29年度に、その性能を外国製品と比較する性能調査を行ったが、その結果、外国製品より優れていることが立証され、これは不要な外国製品輸入の防止に役立っている。

2 水晶振動子

29年度防衛庁より依頼があり、国内8社、6種類321個の水晶振動子について、2カ月間に亘り、各種厳密な性能試験を行った。その結果、電氣的、機械的な各種の問題点が明らかとなり、また水晶振動子に関する測定器についての改良が行われた。

3 航空無線機

28年度に防衛庁の依頼があり、航空無線機の規格作成上の資料を得るため118M~143M帯のいわゆるJAN/ARC-3規格による無線機7社7台について性能試験を行った。

4 真空管電圧計

29年度に、国産6社、8種および外国製品2種について性能調査を行い、その結果、各種の問題点を明らかにした。特に高周波特性について使用真空管およびプローブ形状と特性の関係が明らかとなった。

5 長中短波信号発生器

受信機の二信号測定が重視されるに従ってSGに対する要求も厳密となり、このため30年度の電波技術の審議会において標準規格が作られ、これに基づいて、31年度に国内製品6社6台および各国製品2社2台について性能調査を行った。

6 超短波送受信機

周波数需要の増加に伴い、チャンネルセパレーションの縮小が必要となり、このため、送受信機の性能が一段と向上する事が要求され、このための規格作成上の資料を得ることおよび免許審査の技術資料を得る事を目的とし、電波監理局の依頼により150Mc帯および60Mc帯送受信機の性能試験を32年4月より開始し、現在に至っている。現在迄に約52社、50種類の試験を終っている。

4 電波監理用機器の研究

電波監理用機器の開発研究という分野は、広義に解釈すれば、無線技術の全分野に亘るものである。然し、前にも述べたように、電波に関する唯一の国立研究機関であることを考慮し、民間研究所研鑽と合わせて総合的に

わが国の無線技術の向上を図ることを企図すべきであるとの観点に立って努力が重ねられてきた。当初は、敗戦後の混乱から漸く立ち直りつつある無線通信を一定の安定状態におくために、主として電波監理用諸測定器の開発と改良に努力を集中し、高精度、小型軽量の各種測定器を数多く現場に送りどけた。諸測定器も逐次充足し、一方無線通信は経済状態の発展に伴い、一足飛びに、安定状態から飽和状態に到達したので、在来の測定器に対する開発研究と合わせ、無線通信路の増産のための研究を進めて現在に至っている。

この研究は今後の発展を予想されるものであって、通信方式の研究とともに、国民の富である無線通信路の増産に寄与するものに近いことであろう。

昭和27年には、既に周波数計、占有周波数帯巾測定器等の完成をみているので、周波数割当計画の調査に多用される、短波、超短波電界強度測定器の小型軽量化を主点とし、インピーダンス測定器、トランシーバー等の研究を進めた。電界強度測定器は短波帯において、在来機種と比較にならない程度に小型軽量化を計ると同時に、独特の直読方式を考案し、電界強度測定器の決定版と称すべきものを送り出し、現在特殊用途以外は、この型式のものが普及している。なお、この開発研究は昭和30年度郵政記念日に大臣表彰の栄誉をうけている。インピーダンス測定器についても、在来のブリッジの欠点を改良したアドミッタンスブリッジを完成し、非常に良好な結果を得たので、インピーダンス標準の仲介標準として、較正関係に多用されている。(特許第220964号アドミッタンス直読測定方式)

昭和28年度においては、短波帯において完成した直読方式を、超短波帯に拡張した超短波電界強度測定器の試作に取り懸った。同時にこの超短波帯電界強度標準の確立に関する研究を進めた。また、在来比較的電波監理上等閑視されていた電力計に関し、特に周波数の広帯域性のものを開発するため、方向性結合器の改良研究に着手している。一方所謂マイクロ波による通信の著増に伴い、これが関連測定器および較正装置の研究の必要に迫られ、先づ空洞周波数計の較正装置を10000Mcまでを較正目標として試作に乗出し、28年度においては、標準部および2000Mc帯までの装置を完成した。

昭和29年度においては28年度の研究項目を引続き推進すると同時に、送信機よりのスプリアス輻射量の測

定法および測定器の開発研究、超短波帯、極超短波帯における実用電力標準をカロリメーター方式に依り確立すること、超短波帯以上の周波数におけるインピーダンス測定法、測定器、およびこの実用標準の研究等が新たに企図された。29年度中においては、超短波電界強度測定器および同標準に関しては略完成に達した。超短波電測については27.5Mc~500Mcのものを新しい直読方式(特許公示中)のもとに完成し、較正装置についても精度2db以内の方式を確立し得たので、増加試作を行っている。

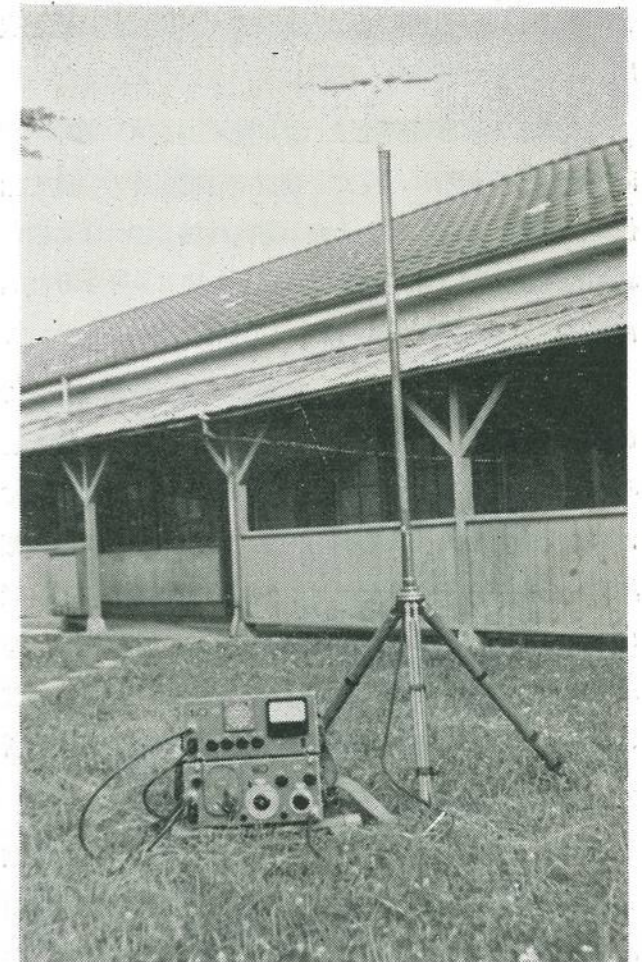


写真35 超短波電界強度測定器(試作)

この年度で注目すべきことは、ようやく、無線通信路は飽和状態に達し、混信妨害頻発が正常なる通信路確保に著しい障害になりつつある事態に対応し、これの解決策を研究し初めたことである。この際2系統の研究体勢が準備された。即ち、情報量伝送に必要な要素についての基本的な考察を進めるグループと、受信機の混信分離能力を解明し、高選択を受信機に付与すると同時に、選択度を如何に測定評価するかを研究するグループとである。前者は通信方式研究室に発展統合したのでここでは詳述しない。後者のグループは、29年度においては、受信機

検波器の混信分離能力が総合選択度に至大な関係のあることに着目し、この問題に対する解明、受信機を選択度は、在来の一信号法に依る測定は単なる中間周波増巾部の周波数特性を示すに過ぎず、本来の混信分離能力としての選択度は、二信号による測定に依るを妥当とするとの観点から、二信号に依る測定法の研究および高出力信号発生器の試作に着手した。尙同時に、ホモダイナ方式受信機およびシンクロダイナ方式受信機の検討を合わせ、搬送波強化受信方式を考案し、これにより、希望、妨害電波の側帯波が近接しているような近接混信の場合にも、十分な明瞭度で、希望波出力が得られる高選択度短波受信機の試作にも成功している。

前年度よりの継続研究は、本年度で廻転 C—M 型方向性結合器を利用し、高安定度真空管電圧計の完成と相俟って 27.5~200 MC を 1 個の方向性結合器による広帯域超短波電力計を完成して現場に送り出しマイクロ波周波数校正装置も 7000 Mc 帯までの拡張に成功している。

昭和 30 年度においては、超短波電界強度測定器および同標準マイクロ波周波数校正装置、高出力信号発生器等の研究試作は略完成をみた。電界強度測定器については電波技術審議会第 2 部会の審議を経て、電波監理用標準測定器に採用せられた。マイクロ波周波数校正装置については 3 年の日子を要したが 900~10000 Mc 間を連続校正し得ること等の外、Q 感度の測定、マイクロ波における誘電率測定等の多用途を、出来るだけ調整箇所を少くして纏めることに苦心が払われている。

スプリアス測定法および測定器については、方向性結合器を利用し、給電線に供給されるスプリアス輻射量の測定する方式および同方式に基づく測定器超短波帯において完成をみた。幾多の実験を重ねた結果、現在において、最も優れた測定法および測定器であるとの結論を電波技術審議会の審議を経て得ている。また引続き短波二線式給電線に使用するスプリアス測定器の試作研究を進めた。

インピーダンス測定法および測定器の研究は、UHF 帯以上の場合について考察を進めた関係上、主として同軸定在波測定器の誘電体支持物の等価静電容量について解析し、300~1000 Mc にわたり、外国製品に劣らぬ定在波測定器の試作の完成をみている。また前年度完成した VHF 電力計も現場用として改良が試みられ、真空管

電圧計に更り鉱石検波器を利用し、小型軽量化を計ったものを完成している。この場合鉱石の温度特性は、サーミスターにより補償する等の考慮が払われ（特許出願中）、周波数も 500 Mc まで拡張されている。

極超短波帯における測定器の開発研究として、三十年度に、広帯域極超短波周波数計の試作が行われた。これは在来の空洞周波数計の測定周波数範囲が極めて狭く、施設検査のために各種のものを取揃えねばならぬ不便があるので、これを解決するため、ヘテロダイナ型式による周波数計の試作を行ったのであるが、250~10000 Mc の広い周波数帯中にわたり 5×10^{-5} の測定精度を保持する測定器を完成した。これは標準電波により自己校正が可能なので、地方監理局における副標準としても使用し得るものである。

受信機を選択度向上に関しては、搬送波強化受信方式の場合、局発の安定度は非常に高度に要求されるため、これに使用する簡単かつ安定な AFC 回路の研究、高出力信号発生器の改良試作および受信機の二信号特性測定法およびその結果の評価に対する研究を、電波技術審議会第二部会の審議と合わせ進められた。年度中の結論は AFC 回路については充分得られなかったが、高出力信号発生器および二信号測定法並びに評価については、30 年度電波技術審議会により答申されている。

なお、二信号特性の測定はパラメーターが多いため、非常に繁雑になるので、この自動測定装置の研究試作も 30 年度より行われ、31 年度末にほぼ完成をみたことも特筆さるべきことである。

昭和 31 年度においては、前年度に引続き、短波スプリアス電力測定器の研究試作、VHF、SHF 帯電力標準の研究、AFC の研究が続けられ、また、二信号特性自動測定装置は VHF 帯における周波数変調受信機を対称としての研究に押し進められた。

短波スプリアス電力測定器は、単にスプリアス電力だけでなく、基本波電力の測定も可能にし、幾多の実験の結果 31 年度にほぼ完成をみた。又実用試験の際に、短波大電力送信機よりのスプリアス輻射の実態も相当解明せられ、スプリアスの抑圧に関する資料を提供し得たと考えられる。これら一連の業績に関し、32 年度郵政記念日に、発明功績による大臣賞が授けられた。VHF、SHF 帯電力標準については、相当長期にわたる研究の

結果、カロリメーター方式によりほぼまとまり、なお、細部にわたる検討を続けているが、7000 Mc 帯で複ベクトル型電力計の試作も行われ、日本学術会議マイクロ波電力標準委員会により進められた標準との相互比較においても、極めて優秀な結果が得られているので、電力標準の確立も極めて近い将来と考えている。

二信号選択度測定法については、前年度に引続き考察が進められ、電波技術審議会第 2 部会の審議と相俟って S—1 比の決定等の研究が行われている。

5 測定装置の研究

この 5 年間に研究の完成した主な機器名および現在研究中の機器の概要は次の通りである。

1 研究の終わった機器

- (1) 5 型自動記録式電離層観測装置（「電離層の定時観測」の項参照）
- (2) 6 型自動記録式（直視式）電離層観測装置（「電離

層の定時観測」の項参照）

- (3) 電離層風測定装置（「電離層の風の観測」の項参照）
- (4) インパルス電波斜入射試験装置（「インパルス電波斜入射試験」の項参照）
- (5) インパルス標準信号発生器

継続時間を 20 乃至 1000 μ s、インパルスの繰返しを 30 乃至 1000 c/s に変えることのできる長、中、短波帯の高周波標準信号発生器で、受信機による信号の歪みを測定するために欠くべからざる測定器である。

写真 36 は中央にある受信機に左のインパルス標準信号発生器からインパルス状の高周波信号を加え、右の波形測定器でその応動特性を測定する場合の各機器の配置を示し、写真 37 はその測定結果の一例を示す。写真 37 中の矩形波が入力波（巾 300 μ s）で、振巾の波を打っている高周波パルスが、10 μ s ことの間目盛で輝度変調された、その場合の中間周波出力波形である。

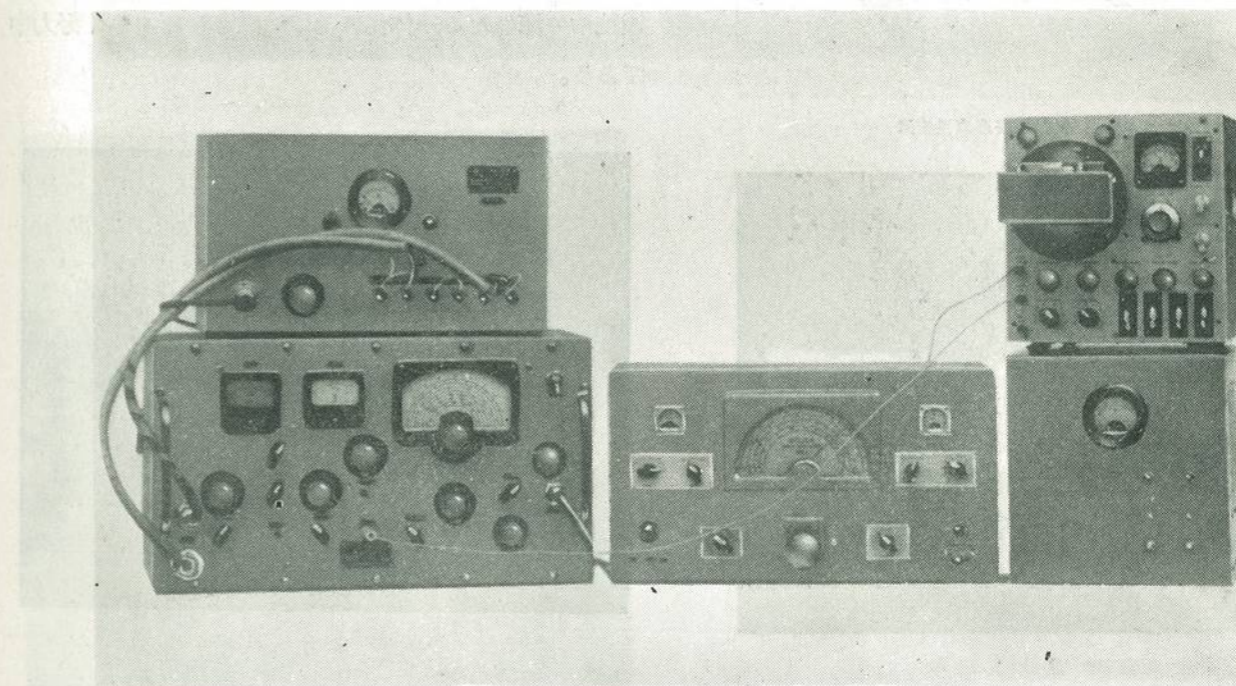


写真 36 インパルス標準信号発生器

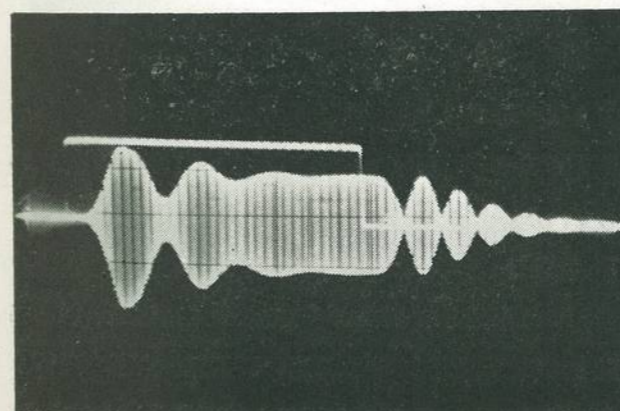


写真 37 測定結果の 1 例

(6) 送信々号波形直視装置

短点、長点の混った通常の A_1 信号波形をブラウン管面上に静止像として観察することのできる送信電波の 1 監視器であって、写真 38 が試作機の外観図、写真 39 および 40 がそれぞれ本機によって観察されたある送信機出力の立上り波形および立下り波形である。いつれの場合もその時間目盛は 1 ms ことの間目盛である。

2 現在なお研究中のもの

(1) 光電式曲線読取装置

記録電流計によって記録紙上に画かれた曲線を光電的に読取り、これを再び電気信号に変換する装置を実現しようとするものである。相関計の附属装置として

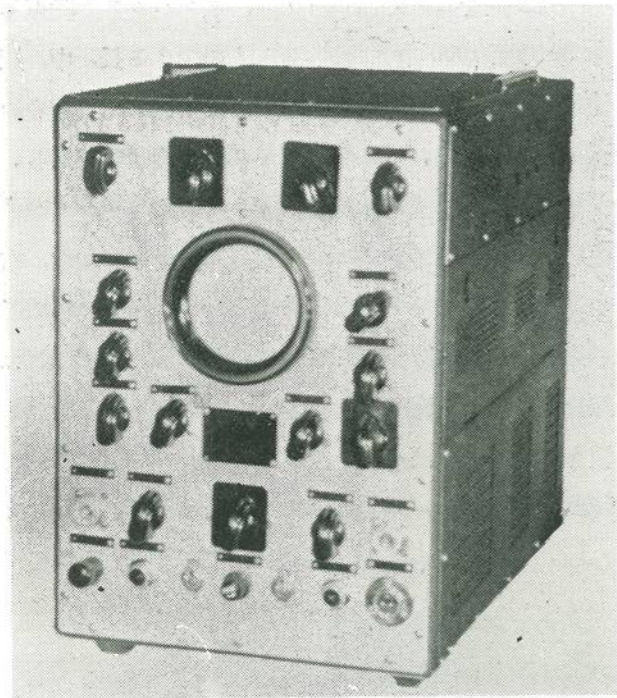


写真 38 送信信号波形直視装置

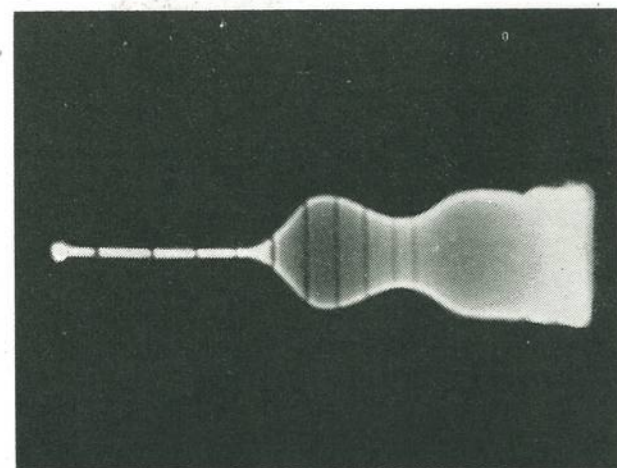


写真 39 立上り波形

又その他各種のデータ処理のスピード化のための装置として重要なものである。

(2) 受信機二信号特性自動測定記録装置

各種受信機の二信号特性を短時間に自動測定する装置を実現しようとするものである。チャンネルプランに関連し、受信機の二信号特性が重視されるようになったため、本研究の完成が待たれている現状である。

(3) 短波発射点自動指示装置

従来電波の発射点は2乃至3点からの方位線によって求めていたものを、1測定点だけで容易にこれを求める装置を実現しようとするものである。これにより電波監視部の電波規正業務を高能率化せんとする研究である。

以上研究の終了したもの、なお研究中のものについて紹介したのであるが、今後各種データの処理装置や新しい電波応用機器の研究開発に資するため、電子演算、自動制御等の技術に習熟すると共に、特に電子技術と機械技術の渾然たる一体化にその特長を発揮すべく努力中である。

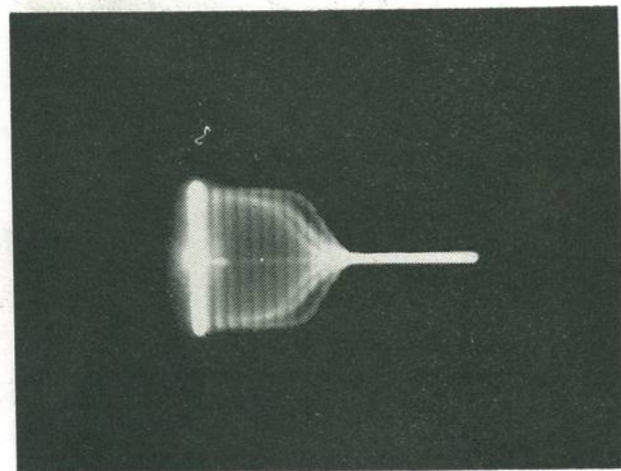


写真 40 立下り波形

8 国 際 地 球 観 測 年

国際地球観測年は、全世界が密接に協力して地球およびその周辺に生ずる自然現象を観測する期間で、昭和37年7月1日に始まり、33年12月末に終了するもので、観測の項目としては世界日、気象、地磁気、極光、夜光、電離層、太陽活動、宇宙線、経緯度、氷河、海洋、地震、重力、放射能、ロケット観測、南極観測等が選ばれており、わが国もこれに参加し、氷河を除く全項目を観測す

ることになっている。電波研究所は世界日および電離層の観測を担当し、更にロケット観測および南極観測に参加している。

1 世界日

世界日は観測そのものの対象ではなく、観測の能率化を計って特定の期間、精度の高い、世界一斉観測を行うために設けたもので、通常世界日と特別世界日とがあり、

前者は皆既日蝕の日、新月の頃、流星の多い日など地球物理学的に特に意義深い日で、予め定められてあり、後者は太陽爆発に伴う電離層、地磁気、極光等の異常現象を、観測するため設けたものであって、このため通信連絡を行う必要があり、ウルシグラム放送とも関連が深く、詳細はその頃を参照されたい。

2 電離層の観測

i 電離層の定時観測（「電離層の定時観測」の項参照）

ii 電離層の変化状態の連続観測（「電離層の状態の

変動」の項参照）

iii 電離層の吸収係数測定

電波の強さが電離層の中でいかなる程度に減衰するかということ明らかにすることによって、最小限度の送信電力を用いて、必要な通信を確保するよう計画をたてることができ、電波の利用率をたかめることができる。またE層F層を対象とする $h'f$ 観測では測定困難であるところのD層領域の特性を明らかにするのに極めて重要である。

この減衰の測定には、現在、適当に選ばれた周波数の

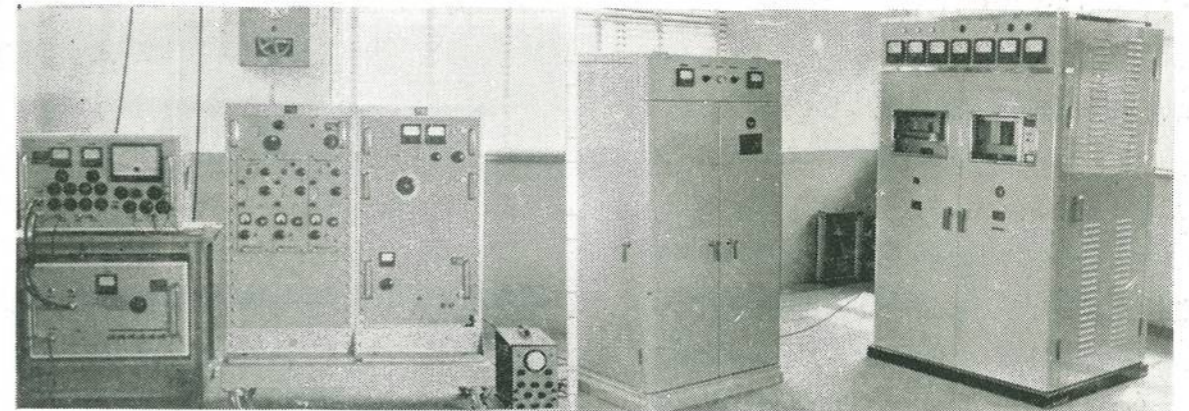


写真 41 直視式電離層観測装置（新）の外観

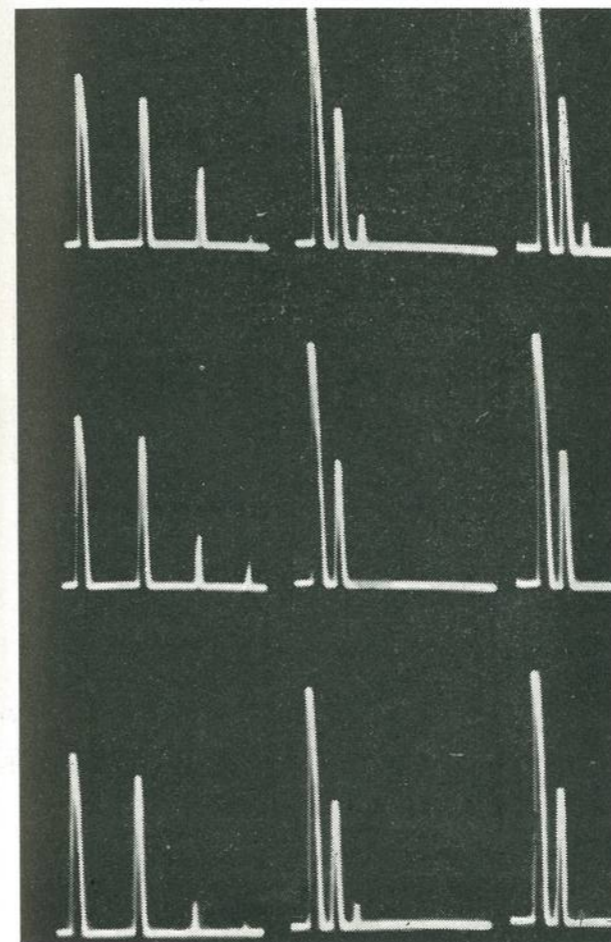


写真 42 新装置による観測結果の1例

インパルス電波を垂直に打上げ、電離層から反射してきた反射波の強度をしらべて、吸収係数を測定するインパルス法が用いられている。

電波研究所においては、昭和27年以来、このインパルス法を用いて測定を行ってきた。これは継続的なものではなく、使用する周波数も1~2つであって充分満足すべきものとはいえなかったが、D層領域を通過する際の吸収、E層、F層による反射の際の吸収との分離、スポラディックE層の反射特性、太陽高度と吸収との関連等、基礎になる資料をえて、研究成果も上りつつある。

更に $h'f$ 曲線を観測する際、直視式電離層観測装置を使用して、周波数を変化しながら各々の周波数での吸収係数を連続的に記録する方法も試みられた。

昭和32年7月から開始された国際地球観測年においては、この吸収係数測定も観測項目の1つに加えられ、このため従来の経験によって不備な点を改良し、測定精度を極めて増大した新装置一式を昭和31年に製作し、昭和32年8月に完成をみた。この装置は国分寺に設置されているが、出力10kWの送信機から適当に選択された3つの周波数のインパルス電波が時間的に切換えられて送信され、この受信および記録は周期装置によって、

すべて自動的に行われるようになっている。現在は旧装置で観測を行っているが、近く新装置に切換えられる予定である。

iv 電離層の風の観測

上層大気は、秒速数十米程度の強烈な風が吹いているといわれ、大気の環流現象の根本をなしている。電離層内の風の方向および速度を観測して、その動的な状態を明らかにすることは、上層大気的全貌を知る上に重要なことである。この電離層内の風の測定を行う場合、色々な方法が考えられ、試みられていて、電波研究所においても、いくつかの方法が試みられた。然しながら、地球の全上空に於ける大気の環流現象を組織的に求めるためには、世界各国とも同一の測定方法によって観測を行う必要があるため、今回の国際地球観測年においては、近接3点法という方法が統一して採用されたのである。

近接3点法というのは、垂直に打上げたインパルス電波が電離層で反射したものを、各々1波長程度離れた3つの受信空中線で受信し、夫々のフェーディングの波形を比較する方法であって、電波研究所では、既に昭和30年12月から、31年6月まで、神奈川県青野原において測定を実施した。その結果としては、E層領域については、速度が春には平均風速として60 m/s~80 m/sで、夏になると35 m/s~40 m/sとなり、夏になると遅くな

る。また、方向については、春には南東向、夏には南向が顕著で、夜間は、時刻が進むにつれて徐々に南東向から南向に移る傾向がみられた。F₂層領域については、あまりはっきりした結果は得られなかった。

更に種々の欠点を改良し、且つ、E層領域とF層領域について、同時に観測できる国際地球観測年用測定装置を昭和31年に試作を始め、昭和32年6月に完成したので、直ちに鹿児島県山川電波観測所に設置して、本年7月から観測を実施している。また、同装置は、記録法として、フェーディングの状態の写真記録と共に、その時間差を直接記録するフィリップス記録装置を有し、また、電離層の微細な変動を同時に測定して、電離層による電波の伝ぱん機構を解明する装置も附加されている。

現在、この測定に使用している受信空中線は、3つのループ空中線であるが、偏波性フェーディングを除去する等、風の測定に極めて有利であると考えられる円偏波性空中線を目下試作中であるので、本年11月には、円偏波性空中線に切換えて、測定を実施する予定である。

写真43は、測定装置、写真44は、記録装置の一部、写真45は、フェーディング波形の一例、写真46は微細な変動の測定結果、写真47はフィリップス記録例である。

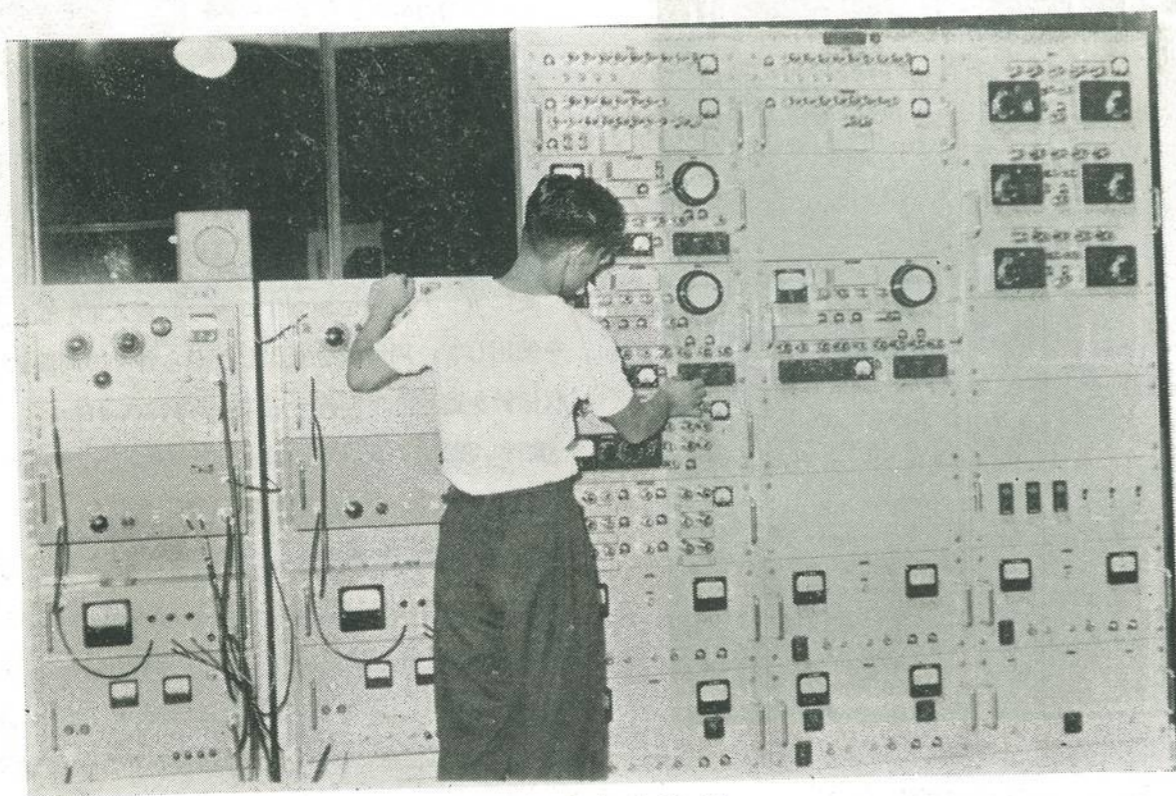


写真43 測定装置



写真44 記録装置の一部

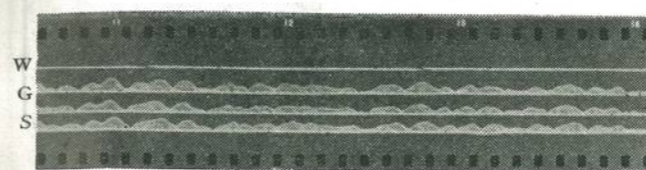


写真45 フェーディング波形の一例

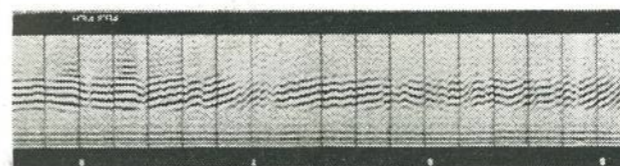


写真46 微細な変動の測定結果

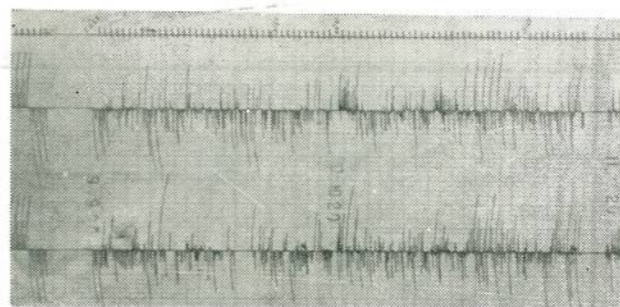


写真47 記録装置の記録例

v 空電の観測（「空電雑音の観測」の項参照）

vi 電離層資料センター

電離層関係の観測資料は、研究者の利用のため、同じものを世界の4カ所の資料センターに集中保管することになり、電波研究所は米国、ソ連、英国と共にセンター

の1つとなり、オーストラリア、インド、ニュージーランド、パキスタン等の観測資料を蒐集し、複写をとって他のセンターへ送附し、逆に他のセンターからの資料を受領し、保管することになっている。従って、全世界の電離層関係のあらゆる老大な資料が集められることになる。

3 太陽電波の観測

平磯電波観測所において、200 Mcにおける太陽電波の強度を連続観測することになっているが、これは電波警報のための観測資料の1つとして、従来も観測が行われていたが、国際地球観測年のため観測が強化されることになったものである。

4 ロケット観測

この観測はロケットおよびロックーンに測定器をのせて上空に発射し、直接上層大気の性質を測定しようとするもので、電離層の観測としては電離層内のイオン密度を測定することになっており、測定器を準備中である。

5 南極観測

南極観測としては、予備観測のため、観測隊は昭和31年11月日本を出発し、32年1月南極着現在南極昭和基地において観測中であるが、当研究所は3名の船上観測員を派遣し、往復の船中において電離層の定時観測を行い、また海上散乱現象なる特異現象をも発見した。更に本観測については南極基地における電離層の定時観測の外、オーロラの電波観測を実施することになっており、観測隊員4名、その中越冬隊員2名を派遣した。電離層の定時観測は国内における観測と同様であるが、オーロラ観測は、レーダーと同様の方式で、約60 Mcの電波により、1分2回転の八木アンテナを用いて、オーロラからの反射波の方向と距離を連続観測すると共に、スナップ撮影を行うもので、光学観測ができない場合でも観測可能であり、その成果が期待されている。

参 考

1 刊行物, 研究発表会, その他

A 刊行物

研究発表会記事	年 2 回	1 回(昭 25)——12 回(昭 32)
電波研究所季報	季 刊	1 号(昭 29)——3 卷 12 号(昭 32)
Journal of the Radio Research Laboratories	"	Vol. 1 No. 1 (昭 29)——Vol. 4 No. 17 (昭 32)
Ionospheric Data in Japan	月 刊	Vol. 1 No. 1 (昭 24)——Vol. 9 No. 6 (昭 32)
電波伝播月報	"	1 号(昭 22)——116 号(昭 32)
無線機器型式検定報告	不定期	1 号(昭 27)——113 号(昭 32)

B 研究発表会, その他

1. 研究発表会(公開講演会) 春秋各 1 回
2. 電波動向懇談会(外部研究機関との連絡会) 年 4 回

2 発 明 と 考 案

本表は電波研究所(前身を含む)創立より昭和 32 年 9 月 24 日現在まで, 出願中のものを含めて収録したものである。

1 特 許

出願年月日	名 称	発 明 ・ 考 案 者	出 願 番 号	公 告 年 月 日	登 録 年 月 日	特 許 番 号
昭和 26. 1. 31	周波数分析用周波数目盛を与える装置	湯原 仁 夫 小 泉 深 吉	26- 1636	昭和 28. 2. 12	昭和 28. 5. 7	199374
26. 10. 20	標準インパルス信号発生装置	湯原 仁 夫 栗原 芳 高	26-13934	28. 9. 7	28. 12. 8	202808
26. 11. 7	ブラウン管による周波数電圧変動測定方式	好 川 得 太 郎	26-14733	28. 5. 25	28. 8. 24	201043
27. 4. 21	電圧比検出装置	宮 川 憲 一 石 川 正 流	27- 6112	29. 5. 1	29. 8. 27	207526
27. 6. 27	周波数特性を時間的に変換することによる狭帯域電話方式	関 英 男	27-10031	29. 8. 23	29. 12. 15	209956
27. 6. 27	狭帯域電話方式において子音の脱落を防止する装置	"	27-10032	29. 8. 23	29. 12. 15	209955
27. 6. 27	二進電信号符号式声のタイプライター	"	27-10033	30. 3. 7	30. 5. 30	213884
27. 6. 27	声のタイプライターのフォルマント補正装置	"	27-10034	30. 3. 7	30. 5. 30	213885
27. 12. 19	棒型空中線を使用した電界強度測定器の直読方式	近 藤 五 郎 奥 田 真 也	27-20142			
27. 3. 13	直視式方向探知機	宮 川 憲 一 石 川 正 流	28- 4344	29. 6. 14	29. 9. 8	207759
28. 5. 22	電界強度測定器用対数圧縮装置	若 井 登 流 石 川 正 流	28- 9164	31. 11. 12	31. 2. 13	219700

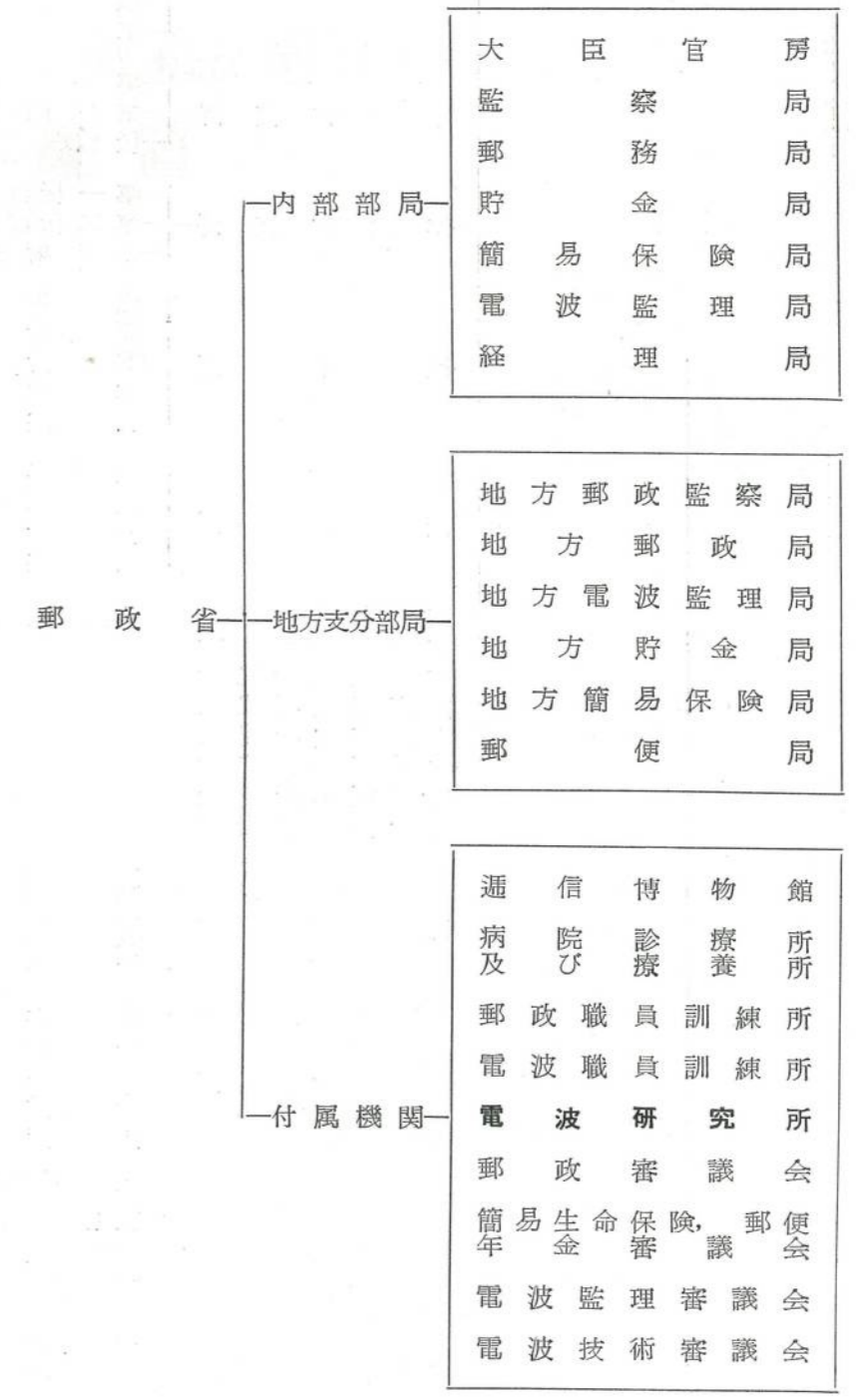
28. 6. 12	周期的に到来する信号対雑音比を改善する磁気記録装置	湯 原 仁 夫	28-10564	30. 9. 14	30. 12. 13	218225
28. 9. 4	アドミッタンス直読測定方式	中 村 誠 司	28-15774	30. 12. 19	31. 3. 31	220965
28. 9. 11	標準時刻信号によって時計の歩度を修正する時計制御方式	蛭 田 鏡	28-16390	30. 6. 29	30. 9. 29	216543
28. 9. 16	ブラウン管による交流電圧変動測定方式	好 川 得 太 郎 沢 路 和 明	28-16708	30. 12. 9	31. 3. 17	220640
29. 3. 9	鉄心入り高周波広帯域非同調変成器の巻線方法	朝 倉 敏 彦	29- 4534			
29. 3. 9	ダイポール空中線を使用した電界強度測定器直読測定方式	近 藤 五 郎	29- 4535	32. 6. 17		
29. 5. 12	連続位相変化方式	松 本 喜 十 郎 村 主 行 康	29- 9684			
29. 6. 23	電波の反射体と観測点との間の相対距離変化を精密に測定することのできるレーダー装置	青 野 雄 一 郎 湯 原 仁 夫	29-13010			
29. 6. 24	指数線路を使用した高周波チョーク	近 藤 五 郎	29-13095			
29. 6. 25	位相差式インパルス電波到来方向測定装置	湯 原 仁 夫	29-13206			
29. 10. 23	棒型空中線を用いた電界強度測定方式	小 関 博	29-23051			
29. 12. 9	アナログ型分布統計器	若 井 登	29-26802			
30. 3. 4	無線方位測定機のき電方式	安 倍 正 一	30- 6843			
30. 3. 15	短時間停電時における送信機の自動復帰装置	忠 津 田 瑞 穂 西 村 仁 一	30- 7833			
30. 3. 31	送信々号波形直視装置	青 野 雄 一 郎 湯 原 仁 夫 石 田 亨 亨	30- 9372			
30. 5. 12	ブラウン管の時間軸長を常に一定に保つ時間軸用鋸歯状波電圧発生器	湯 原 仁 夫 小 泉 深 吉	30-13204			
30. 5. 24	大地の反射係数及び反射時の位相回転角測定装置	青 野 雄 一 郎 湯 原 仁 夫	30-14205			
30. 6. 15	棒型空中線を用いた電界強度測定方式	本 部 武 一 小 関 博	30-16225			
30. 6. 24	磁気録音フィルムを使用した相関時間遅延装置	松 尾 優	30-17147			
30. 6. 30	相関函数直接指示算出相関器	"	30-17759			
30. 8. 3	正負イオン密度及び電子密度の分離測定装置	青 野 雄 一 郎	30-20829			
30. 9. 2	鉱石検波器の温度補償方式	高 橋 剛 夫 新 井 益 夫	30-23437			
30. 9. 3	船舶用ダイバーシチー空中線方式	上 田 弘 之 好 上 杉 得 太 郎 弥 兵 衛	30-23519			
30. 9. 16	CM 型方向性結合器の出力測定方式	高 橋 剛 夫 新 井 益 夫	30-24607			
30. 9. 19	強力妨害信号除去受信方式	奥 田 真 也 渡 谷 和 男	30-24842			
30. 10. 15	*矩形波発生回路方式	市 田 嵩	30-27206			
30. 10. 17	矩形波の周期及び幅の安定化回路方式	"	30-27298			
30. 11. 5	音声波の瞬時周波数による狭帯域伝送方式	中 田 和 男 鈴 木 誠 司	30-29026	32. 3. 11	32. 6. 8	232882

0.11.7	微弱音声信号受信方式	中田和男 今井信夫	30-29128	32. 3.11	32. 6. 8	232883
0.11.8	音声の狭帯域伝送方式	村主行康 村上昭	30-29273	32. 3.11	32. 6. 8	232884
1. 2. 2	方向性結合標器方式	高橋剛	31- 2355			
1. 2.29	二極放電管によるリング計数器	市田嵩	31- 4911			
1. 5. 8	多数の偏向板を軸方向に有するブラウン管	佐藤仁一	31-12032			
1. 7.28	インパルス波フェージング観測装置	井上良助 大瀬正美	31-19646			
1. 8. 6	サーボメカニズムにより自動化した電界強度測定器	佐藤仁一	31-20376			
1. 9.22	インパルス波真空管電圧計	井上良助	31-24397			
1.11.27	自動復帰型自動閉路負荷継電装置	湯原仁夫 中村嘉彦	31-29854			
2. 7. 6	インパルス波強度記録装置	井上良助 松本一夫	32-16625			
2. 9.24	電波発射点指示装置	湯原仁夫	32-23333			

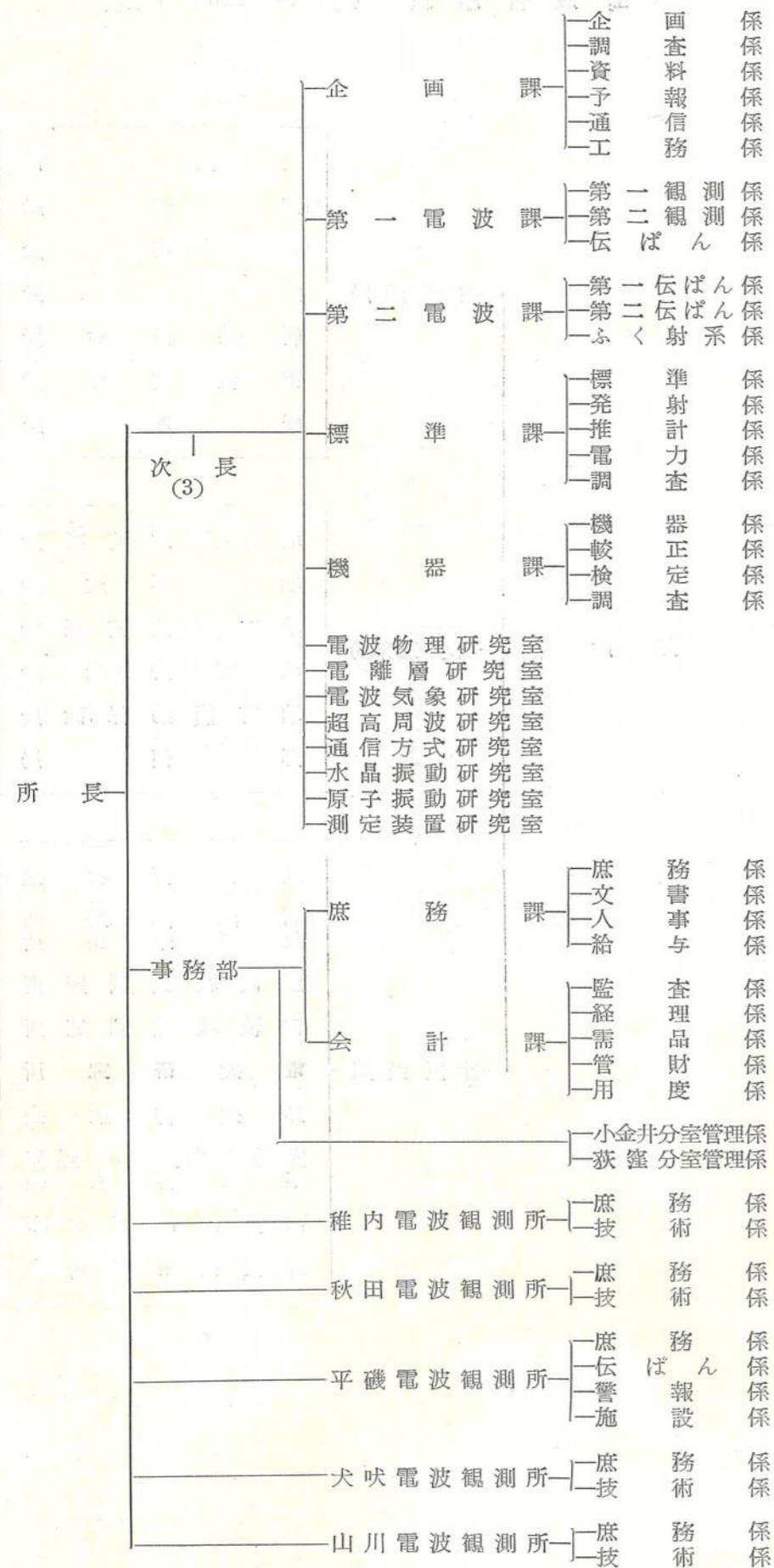
2 実用新案

9. 5.13	断続発振型水晶発振器を用いた時間目盛発生器つきシンクロスコープ	湯原仁夫 小栗深吉	29-15378			
9. 6. 9	ブラウン管オシロスコープ用フード	小中泉深 村嘉彦	29-18849			
9.10.25	インパルス高周波信号発生器	湯原仁夫 小栗深吉	29-37590			
10.12.14	回転角対容量特性の微細調整を可能とした可変蓄電器	青野雄一郎 湯原泉城 小栗深吉	30-59076			
11. 5. 9	開放式複写用写真機	田島雪男	31-22791			
11.10. 2	回転反射鏡による移動装置	湯原仁夫 中村嘉彦	31-49490			

3 郵政省組織 (昭和32年10月1日現在)



4 電波研究所機構 (昭和32年10月1日現在)



電波研究所 および 電波観測所
 配置図

