

観測と測器のシンポジウム*

主題レーダ

会期：昭和37年2月20日（火）15～17時 会場：気象研究所会議室 座長：吉武素二

今年の観測と測器の例会は、レーダを主題として開かれた。はじめに、気象研究所台風研究部小平信彦室長の講演が行なわれ、引き続いて気象レーダの今後のあり方について自由討論が行なわれた。

アメリカ気象学会第9回気象レーダ会議に出席して**

小平 信彦***

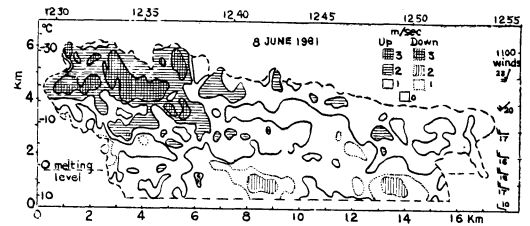
気象レーダ会議は約1年半毎に開かれており、昨年はその第9回が米国カンサス市で開催された。集ったのは米国を始めとしてカナダ、オーストラリア、フランス、印度及び日本等で、会議は10月23日より26日迄毎日朝9時より夜迄ぎっしりスケジュールがつまっていた、講演は10～15分であるが活発な討論が行なわれ非常に盛会であった。

今回の会議及びその後訪問した二・三の研究機関における新しい方法、手段等を主として Instrument の面から述べることにする。

1. Doppler Radar

気象レーダで雨滴からの反射を受信してその強度を測定する外にその部分の粒子の動き即ち空気の流れに関する情報を得ようという試みは、最初反射波の変動の測定という形で或一定の所からの反射波の周期を測定する R-meter で実施され一応の結果が出された。その後技術の発達により反射体のビーム方向の速度成分を CW の Doppler Radar 方式で測定できるようになってきて、遂に今回は Pulse Doppler Radar の測定結果が発表された。これはかなり高度の技術を要し複雑なものとなるが、これにより上昇気流の測定とか、Tornado の検出

とか今までの方法では得られなかった新しい情報が得られ、今後の発展が期待されている。第1図は Doppler Radar で測定した上昇気流の測定例である。



第1図 垂直気流図

上記の方法では雨滴その他の反射体を必要としたが更に新しい方法として Electro-Acoustic Probe というものゝ実験結果が発表された。これは音波を出してその粗密波の電媒定数の違いから電波が反射してくるのを利用したもので、人工的に任意の場所に電波の反射源を作ってその状況を測定できる点で今迄にない新しい方式といえよう。今の所では CW で探知距離は 1km 足らずであるが、将来は距離も延び種々の利用価値があるものと思われる。

2. データ処理

非常に多くのレーダの写真その他のデータが集められているが、それを処理するのに投影して解析するのではある限られた数以上は処理できないし又長い時間と人手

* Symposium on Meteorological Observations and Instruments.

** On the Ninth Weather Radar Conference of the A.M.S.

*** Nobuhiko Kodaira 気象研究所

を必要とする。そこで観測結果を何等かの方法でデジタル化してテープ又はカードに自動的に入れて行なって大量にそれらを計算機にかけて処理を行なうという方法が検討されている。しかしこれはどのような観測要素をデジタル化するか、又どのようなデータが必要であるか等未だ結論がでていないし、全面積を格子に分けて強度を1~9迄の数字に直して表現する方法も提案されているが装置がかなり大きなものになる割に完全な現わし方でない等の問題が残っている。

PPI表示を基にして高度と強度を表わす試みは、McGri11 Universityで主に開発しCAPPI (Constant Altitude PPI) として発展してきたが、これに強度を組合せ、しかも全走査時間を短縮させようとしたのが Gray scale CAPPI でその一例を口絵第2図に示した。これは等雨量線装置と同じ原理によって強度別の階級に分け(こゝでは7段階)各々が階段状に変るように合成して一つのPPIとしたものである。その強度の例を周囲に示してあるので、それと比較して何番目の強度であるかを判定

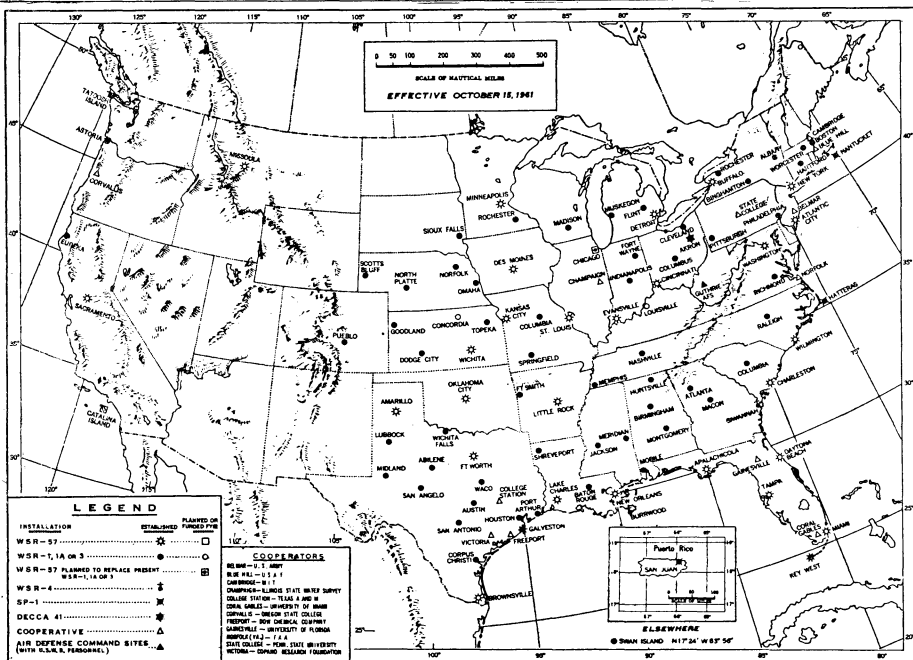
するようになっている。ブラウン管の明るさはその時の電圧の状態、管の使用時間、フィルムの処理条件等によって絶対値が変わるが、強度のサンプルを周囲に表わすことにより相対的な明るさだけを正確に保てばよいことになり操作はかなり容易になったと思われる。口絵第1図はCAPPIで高度レベルを変えてみた例である。それでも明るさがブラウン管面で一樣でなければならぬので、古くなって中心部が暗くなったり、PPI走査のむら、電源リップルによる画面のむら等の問題が残っており、一応ブラウン管の陰極電流をマイクロアンメータで点検を行なっている。

口絵第3図は高さの断面に主力をおいた三次元表示の一案で、図はCAPPIから合成して行なったものであるがこのようにして立体構造を表現することもできる。

3. データの伝送

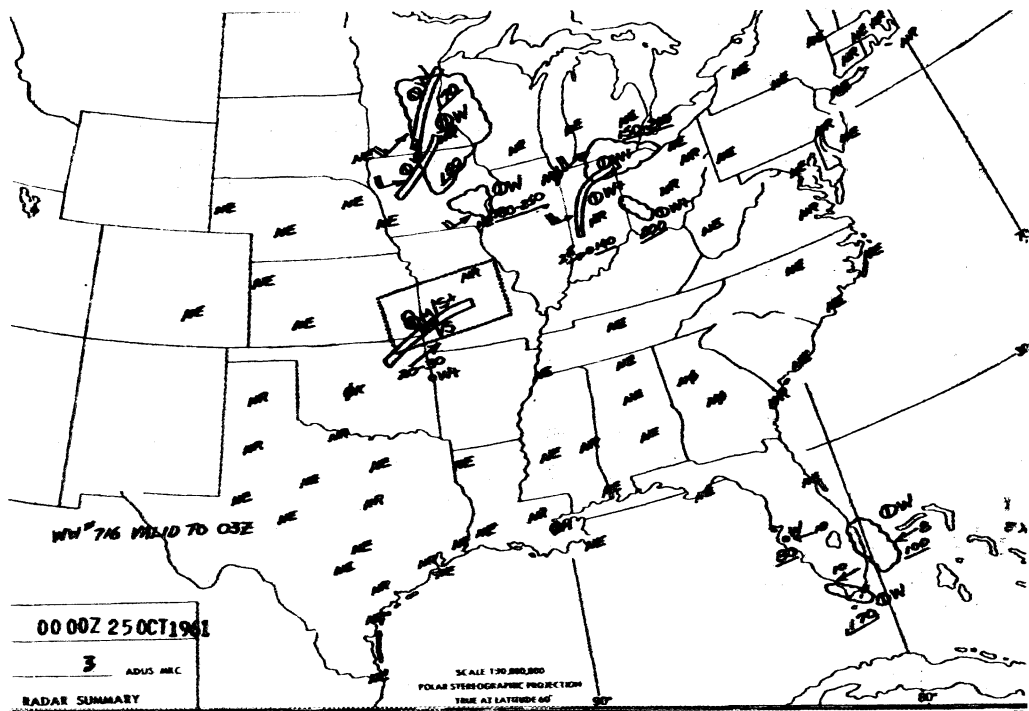
第2図は1961年10月現在の Weather Bureau の気象レーダ網で主に東部に集中している。全体の数からいって我国の場合と利用方法は違っているが、米国で現在行な

RADAR REPORTING NETWORK



UNITED STATES DEPARTMENT OF COMMERCE WEATHER BUREAU

第2図 米国における気象レーダ網



第3図 ファクシミリで再送した合成図

第1表 Microwave Links

WSR-57	To
1. Hurricane Forecast Center, Miami Fla.	Weather Bureau Airport Station.
2. Weather Bureau Airport Station, Amon Carter Field, Ft. Worth, Tex.	Weather Bureau Airport Station Love Field, Dallas, Texas.
3. Weather Bureau Forecast Center, Downtown New Orleans, La.	Weather Bureau Airport Station, Moissant Airport.
4. W.B. Airport Station, Cincinnati, Ohio (Covington)	W.B. Forecast Center Cincinnati Ohio.
5. W.B. Airport Station, Detroit Metropolitan Airport.	W.B. Airport. S. City Airport, Detroit, Mich.
6. Air Weather Service Office (CPS) Lowry AFB, Col.	W.B.A.S., Stapleton Field, Denver Colo.
7. Air Wather Service Office, Malmstorm AFB, Mont.	W.B.A.S. Municipal Airport, Great, Falls
8. RCA Building, New York	W.B.A.S. LaGuardia, Idlewild, Newark.

(4以下は予定個所)

っている方法は、主力はテレタイプ回線により RAREP 形式のデータを1時間毎に Kansas City に集めこゝで天気図に記入して合成図を作り、その結果を3時間毎に

書き直して Facsimile で全国に再送する。第3図はその一例で NE はエコーの無い個所でこのような方式は1960年12月から実施されている。中部から西部にかけては

Radar Station が少ないのでその中枢も未だ出来ていないが将来は西部にもこれと同様な Facsimile を作る予定だそうである。

レーダリレーは特殊な場合にのみ使われその数も少ないが、飛行場との間の連絡に主に使われている(表参照)。

マイアミで実施している合成写真法は Facsimile による半自動方式で Daytone Beach, Miami と Tampa, Florida における PPI Scope を 250mile range, 1° の仰角で $4'' \times 5''$ ($10\text{cm} \times 12.5\text{cm}$) の大きさに Graflex-polaroid Camera でとり、これに観測者が雨以外の像に印をつけ更に重要な点をよく現れるようにマークして Facsimile で送り、Miami で受信するとこれで合成写真を作る。観測から受信迄に約10分、合成写真に像の移動等必要データを書入れて送り出すのに観測から20分である。

この他航空への利用の一つの試みとして航空機と直通の VHF 電話を複指示機の所に設け専門の係官が付近を通る航空機にレーダの現況を必要に応じて通報している。

映像信号を狭帯域に電氣的に変換して送ることは未だ実用されていない。Scan Converter も実験の段階で、McGill 大学では蓄積管をあきらめて Film を用いている。これは蓄積管の取扱いが面倒なこと、中間調がうまく出ないという理由の他に 35mm フィルムの迅速処

理機が出来たのも一つの理由であろう。この装置は第4図のように通常の 35mm フィルムを用い空中線1回転の間にレーダ像を撮影して次の1回転の間に現像処理をして(陰画で6秒、反転現像で10秒)スクリーンに投影、I.T.V. で撮影あるいは低速度走査で狭帯域に変換する等自由に取扱え、しかもフィルムは記録として保存可能である。口絵第4図はこの装置で現象したフィルムの例である。

狭帯域映像信号に直されたものは電話線により伝送し受信側ではこれを小型 Facsimile で受け葉書大の大きさの画像が得られる。

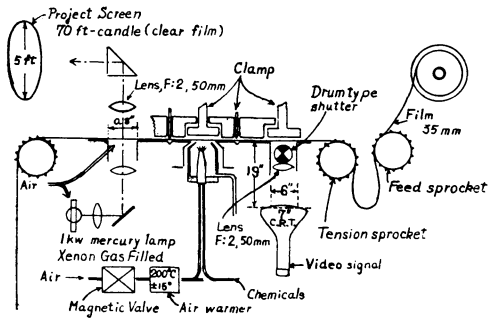
4. 耗波レーダに関して

測雲レーダは始めの予想より感度が悪く、雲の検出率が悪いので実用化されていない。その原因としては雲粒密度が波長に較べて相当大きく、相殺される部分が生ずるため雨滴に関するレーダ方程式で出した値より、約 10db 少くなるとの事で、実際にレーダで見ているのは雨になりそうな大粒のものか、雪(氷)のような大粒の場合である。従って測雲には1桁感度を上げねばならないというのが Dr. Atlas の結論で、最近出力 200KW の 8.6mm のマグネトロンが完成したのでそれによる実験を始めている所であった。

耗波の減衰から雨量を求める実験は Stanford Institute で行なわれている。ある限られた場所に適当な通路を反射板で作ってその間の減衰を測定するのであるから電波通路の平均の降水量がでてくることになる。

5. その他

最後に今度の会議に現われた新しいものに人工衛星の利用——即ち気象用の Tiros で撮影した写真とレーダの比較があげられる。Chicago 大学の藤田氏等が主に研究しているが、連続した数枚の写真から相当正確に雲の位置が決定でき、地上のレーダとよく一致している。今後 Tiros の様なものが充実し十分なデータが得られるようになるとレーダの観測と相まって利用面が更に拡大されることと思われる。



第4図 Rapid Film Developer 系統図

自由討論

気象レーダの今後のあり方について

(気象レーダの性能について)

吉武 電子技術の飛躍的な進歩によって、レーダも改良されて来たが、これからの気象用レーダとしては、ど

んなものが作られるべきだろうか、まず研究所の今井さんに話の糸口を願います。

今井 (台風研究部長) 研究者の立場としては、全空

間をスキヤニングし、R.H.I, CAPPIをとれるようなレーダがほしい。

吉武 技術の最先端を行くものを、研究所で作って、次第にそれをルーチン業務に取り入れるようにすべきなのだが、

今井 予算を出したら全部けづられた。

石硯 (種子島) 現在のレーダについての STC 回路 (センステイビリティ タイム コントロール) を改造して、距離補正に利用するようにしたい。

小平 STC 回路は、ごく近くのグランドエコーを消すためのものなので、レンジコレクションに使用して使えない事はないが、ゲインの面から見て損ではないか。

石硯 近距離をしばって、なるべく遠くのエコーを出すようにしたい、特に台風が近づいた時にその必要が多い。

小平 将来は、そのように改造されると良いと思う。

立平 (名古屋) スコープの写真を撮影する時に、必要を感じるのですが、スコープの中央付近の輝度を落とす方法はないか。

小平 米国では、中央部が次第に濃度のこくなっているフィルターを用いている。

(そのようなフィルターを是非作るようにしたいとの声が多かった)

(サブ、スコープについて)

吉武 名古屋のレーダには、スケッチ用のプロッターがあるが、実際に使っているか。

立平 写真をうつす時は、はずさなくてはならないので、取りはづしに不便なので使っていない。

大谷 (名古屋) サブ・スコープにつけることを考えている。

大塚 (東京管区) 観測時に予報の方で見たい時があるので、サブ・スコープは是非必要である。

藤原 (本庁測器) サブ・スコープをつけると、400万円位高価になる。

(メモリーチューブについて)

吉武 メモリーチューブ (蓄積管) を用いて、1時間2時間……前の像を残しておく方法はどうか。

大谷 ボラロイドカメラで撮影しておけば、蓄積管を用いて像を残さなくてもよいと思う。

石硯 透明な原画がとれるボラロイドカメラがあると、重ねて見ることが出来るので便利なのだが、

大塚 グランドエコーだけを必要に応じて消すように出来ないだろうか。

小平 M.T.I. (ムービング・ターゲット、インジケーター) を用いるとかなり消えるそうである。

(レーダ観測のコムポジットについて)

吉武 短時間で、コムポジット、マツプが作れると便利なのだが、日本では、未だ実施されていない。現在の気象庁の通信網にも問題があるが、これについて、研究所あたりで取上げて欲しい。

今井 RAREP を集める事から始めて、次第に体制を整備して行くより方法はないでしょう。

神原 (名古屋台長) 現在、日本にある気象用レーダの仕様や性能が違うので問題がある。

今井 新しいレーダほど性能がよいが、古いレーダは、順次とりかえるようになるか。

吉武 レベルを合わせるために、一つの型に固定してしまうと、どんどん進歩してゆく技術におくれてしまう、また予算上の事もあるのでむづかしい。

藤原 現在の気象用レーダの設置については、学問(技術) 政治、災害の三つの観点より、レーダ予算が検討されているようなので、純技術面からだけでは行かない事が多い。

(レーダの波長について)

吉武 レーダの波長が、5.6cm, 10cm のいずれがよいかという事について。

小平 米国では、送信機を交換して、3cm, 5cm, 10cm いずれの波長でも使用出来る構造になっているが高価になってもよいのなら10cm がよいと思う。日本のレーダは、アンテナと送信機が離れているので、簡単に改造は出来ないが。

今井 使用目的をどこにおくか問題であって、1時間雨量50mm 程度の豪雨を主目的にするのであれば10cm (波長)がよい。

吉武 米国では、3cm のレーダーも使用されているようであるが、その理由は。

小平 よくわからない、今後設置される計画は、全部波長10cm のレーダである。

大谷 5.6cm が10cm にくらべて、そんなに劣っているという理由はない。台風探知を主目的にするのなら話は別だが、一般の気象用レーダなら5.6cm でもよいと思う。

大塚 像をよく出すという点からだけ考えれば、波長は長い方がよいと思うが、量的に測定出来ることが必要だと思うので、その点をあわせ考えて波長を決めた方がよい。

久米 (本庁予報) 特殊観測は別として、学問上の異論がなければ、10cm に統一してはどうか。

藤原 (本庁測器)、5.6cm の方がよいという小平さんの論文もありましたが。

小平 金をかければ、10cm でもその欠点を補う事が出来るので、総合の性能としては、よいものが出る。

今井 10cm にすると、アンテナが大きくなるので、問題が多い。

大谷 同じ金をかけるのなら、電送や撮影装置に金をかけた方がよい。

吉武 5.6cm が、10cm にくらべ減衰という点では多少おとるが、全部のレーダを波長 10cm に換えなければならぬという強い理由は見当たらない。

(RAREP について)

石硯 RAREP の区切り方を統一した方がよい。

今井 無理をして、統一する必要もないと思うが。

久米 RAREP でデータを集めてファックスで送るのでは時間におくれがある。現場ではその時はすでに処置が済んでいる。また、いまのファックスのスケジュールの中にレーダの実況の放送を組み込むのは余裕がない。現在は、直通電話で実況を知らせて貰っているが、現状では、これが一番効果的である。VHF の片通話は現場では非常に使いにくい。

藤原 (本庁測器) RAREP を作成するには、どの位の時間を要するか。

石硯 台風時に作る 300~400 字位の RAREP で 10 分位かゝる。

藤原 (本庁測器) ファックスの原画を画くのはどの位かゝるか。

石硯 10 分位でしょう。

藤原 (本庁測器) RAREP をやめてファックスで画像を送るようにはどうですか。

大塚 画像をもらっただけでは、使用する側では不便である。強度や移動方向もわかるようにしないと。

久米 ファックスに強度や移動方向を入れるようにしたらどうか。

(異常エコーについて)

吉武 最近、エコーは出ているが、現地では、肉眼で見ても、エコーに相当するような気象上の変化がないという現象が相当数聞かれるが、この事について皆さんのご意見をお聞かせ願いたい。

今井 エンゼル・エコーとはちがうのか、

大谷 ちがうようだ。

立川 室戸のレーダでも、白浜沖などに数回出現した事を経験している。

藤原 (名瀬所長)、やはり数回ある。不連続線はあったが、たゞ普通の雨が降っているだけで、特異な現象は見られなかった。

吉武 台風が海上にあるような場合に、これまではわからなかったが、泡沫のような渦が、たくさんあるのではないのでしょうか。これは、私の単なる想像なのですが。

久米 タイロスの観測によれば、降雨域でなくても、雲の渦は観測されている。台風観測には、タイロス、レーダー、飛行機の三つは欠かせないものだ。

吉武 レーダも雨域の観測だけでなく、他の気象要素例えば、上層の風、温度を測定出来るようになると、利用価値がさらに増すとと思う。

大塚 東京のレーダは、中宮祠付近で一時間 30mm 位の強い雨が降っていても、レーダにエコーが出ない、どんな原因かわからない、ほかのレーダでこんな現象を経験された事はないですか。

藤原 (本庁測器) 中宮祠測候所のデータだけでなく、その付近のロボット雨量観測所のデータもとって、検討して見てはどうか。

小平 地形の影響かもしれない。

吉武 研究所あたりで、異常エコーの資料を集めて、原因を検討するようにはどうですか。種々ご意見もあるかと思いますが、時間も来たようですので、今日はこれで閉会にします。

(記録、気象庁測器課秋山泰三、気象研究所台風研究部柳沢善次、青柳二郎)

【訂正】

Vol. 9. No. 2 の地方だより氷島 T₃ で一部誤って掲載しましたので訂正致します。

- ① T₃ は 1960 年 5 月に暗礁にのりあげたため、1966 年一杯で放棄し、現在観測所として使用していない。
- ② 六車二郎、菊地勝弘氏は T₃ でわなく Lake Pieters に 1962 年 2 月より 1964 年 4 月までの予定で勤務している。