

# レーダー気象学の将来展望\*

—レーダー気象月例会における討論の記録—

さる2月28日気象庁第1会議室で開かれたレーダー気象月例会は40余名の参会者を得て、きわめて活発な討論が行なわれ、盛會裡に終った。研究発表講演の題目とアブストラクトは天気2月号に所載の通りであるが、最後に行なわれた「レーダー気象学の将来展望」に関する討論はかなり有益なものと思われるので、その概略を次に掲げる。なおこの記録は青柳二郎・柳沢善次・渡辺和夫の3人が担当した。(司会者今井一郎記)\*\*

## 1. 司会者あいさつ

日本学術会議では最近各分野ごとの長期計画の作成を進めている。学問は必ずしも計画どおりに進むものではないが、気象学の分野でも将来の見通しを立てることが必要と思う。最近気象電気の方ではこの種の討論が行なわれたが、レーダー気象学も多少行き詰まり気味なので、将来に対する見通しを立てることは有意義であると思う。

議事の進め方としては、現在何が問題点か、何が欠けているか、それらはどうすれば解決がつか、将来に何が期待されるか、また予想されるか、などについて、テーマ別に進めて行きたい。

その前に順序としてレーダー気象学の生い立ちを振り返って見よう。1940年にマイクロ波のパルスレーダーが完成したのがレーダー気象学の出発点で、このときすでに Ryde は散乱や減衰についての計算を行ない、その結果は今なお利用されている状態である。

しかし、レーダー気象学の本当の発展は戦後の1945年からで、1947年には雨量測定に関連して Z-R 関係がさかんに論じられ、また水気象への応用はイリノイ州で大規模に取上げられた。

1946~7年には雷雨プロジェクトが実施され、しゅう雨性エコーの特性がほぼ明かになった。地雨型エコーについては1950年ごろからブライドバンド、降水尾流などの発見があり、大体の様子は分ってしまった。

現在最もおこなわれているのはシノプティックな状態とレーダーエコーの関連がはっきりしないことであろう。この方面こそレーダーの気象への利用の本筋なのであるが、これを解決するには器械面、データ処理、解析方法などの進歩が必要と思われる。

\* Future Prospects of Radar Meteorology

\*\* 気象研究所台風研究部 —1963年4月10日受理—

## 2. 地方レーダー官署からの希望と期待

古郷恒彦(大阪管区): 現在台風・雷雨・前線などの観測・解析は各方面でさかんに行なわれているが、雪の観測が少いので、西郷にレーダーを欲しい。解析についても資料不足のため充分には出来ないが、名古屋で新しい考え方を出したので、この方面の一層の発展を望みたい。

大塚 茂(東京管区): メソ解析を行なっても現場への応用が困難である。積乱雲の高度をエコー強度から判定できないか。A-スコープは現場ですぐに役立つので、現業にすぐ役立つ積乱雲のプロファイルが得られるとよい。また上層の風や温度の測定のための新しい装置はできないか。

山田三郎(福岡管区): エコー解析から雷雨・突風等の局地的な severe storm 特徴をはっきりたしかめたい。また天気の良い時に逆転層のエンジェルエコーを観測できれば、霧や大気汚染の予報に利用できるのではないか。更に高層観測のない地点ではその代用として利用できるのではないか。

施設の問題としては、古いレーダーは新しい型のレーダーと交換し、RHI, A-スコープ等をつけてほしい。またレーダードームをつけること。山のレーダーはリモートコントロールにすべきである。九州では西からの不安定線を早く検知する必要があるので、福江・済州島付近にレーダーがほしい。エコー伝送も RAREP でなく VHF, ファックス等の伝送方式を早く完成してほしい。

大谷和夫(名古屋地方): これからの問題点として、レーダーでわかる現象は限度があるので、雲物理や力学と結びつける必要がある。このためにはゾンデの観測を増すか、上層の風、温度、湿度を連続観測する新しい装置を開拓してほしい。アメリカでは大学でレーダーを持

ち観測を行なっているが日本ではすくない。大学の雲物理の人達との共同研究が必要であり、学会で検討してほしい。

田畑七郎(種子島測): レーダーで台風内の風の分布を求めることにより台風の強度の推定がある程度可能となった。今後このような方法へのレーダー利用も必要である。

低気圧と前線との区別はレーダー観測から可能となり、低気圧が発達しつつあるのか、衰弱しつつあるのかも推定できるようになった。

立川勝己(室戸岬測): 台風用レーダーとして室戸レーダーの役割は大きく、更に 300km 付近までの海洋の波浪観測に利用したい。A-スコープによる波浪の波浪観測を計画している。

今井一郎(気研台風): 今までの各レーダー官署からの意見を総合すると、測器の改良、現地での解析の必要性、他のグループとの共同研究等が要望としてされた。これから各項目毎に討論して頂きたい。

### 3. 基礎的問題

レーダー方程式、散乱、アンテナパタンなどの問題について。

小平信彦(気研台風): レーダー方程式に対する理論的研究は現在あまり行なわれていない。Fの問題はあるが、アメリカでも現在はあまり問題にしていけないので、各レーダーについてFの値を決定すればよいのではないか。

立平良三(名古屋地方): アンテナパタンは高さの精度や RHI のエコーの形に関係してくるので、サイドロープを小さくする必要があるのではないか。

小平: 現在のレーダーは飛行機探知用と同じで、メインロープを狭くしてあるため、サイドロープが大きくなっているが、メインロープを広くすればある程度サイドロープは小さくなる。

### 4. 降水構造論的問題

粒度分布、風のシャー、セルの生成、メソスケールとの関係等についての討論。

藤原美幸(気研台風): 今後もこのような問題について研究を続けて行く。セルの構造や降水粒子の生成を調べるには、含水量・上昇流の観測が必要である。セルの移動が早いので現在の RHI では時間がかかるので、このような研究のためには

- 1) 走査の早い RHI レーダーが必要である。
- 2) RHI を各地のレーダーに設置してほしい。

観測しているエコーに対する気象的解釈が明らかにできれば予報に利用できる。

渡辺和夫(気研台風): SPAWIND などエコーの動きから上層の風速を求めるのは無理である。CHAFF, ドップラーレーダー、音響的方法など機械面での新しい発達が必要である。

藤原: アメリカでは、アリゾナ州の積雲が毎日発生するような場所で対流雲のプロジェクトを行なっている。移動用の小型レーダーを駆使している。このような補助的な装置がほしい。

今井: 職場で使用するレーダー網ばかり発達しているが、基礎的研究のためのレーダーがほしい。

### 5. 雨量測定の問題

小平: レーダーと実測との点雨量の比較を前に研究所で行なったが、良い場合も悪い場合もある。最近では時間的空間的な積算雨量での比較が行なわれ、良い結果がでている。この場合、B、 $\beta$  をどのように推定するかが問題である。

積算の方法としては、日本では電気的方法を用いているが、アメリカでは写真による方法が使用されている。

雨滴の測定方法としては、ドップラーレーダーによる方法も使用され、更に雨量測定にミリ波の減衰を利用する方法も研究されつつある。ミリ波を用いればB、 $\beta$  による差が少なく、直線関係なので原理的には良い対応を示すかもしれない。

今井: 写真の方法で量的に測定できるのか。

小平: アメリカでは量的測定を行なっている。

今井: B、 $\beta$  を気象状態によって変化させることは無理なので、ミリ波でやったらどうであろう。

藤原: スコープ上に参照地点の雨量をだす方法はどうか。

今井: 雨量ロボットを用いる方法で、アメリカでやっている。

田村邦雄(気象庁予報): 量的測定は簡単にできるのではないか。

予報上では、海上のエコーの量的測定が必要である。

今井: B、 $\beta$  の補正が問題となる。

大塚: 円偏波を用いて、雪と雨の比較ができるのではないか。雨滴の変形等の理論的研究はどうか。

今井: 現在でもある程度の研究は行なわれている。雪の量的測定は困難である。

大谷: 名古屋では量的測定を強・中・弱の段階に分けて行なっている。しかし現場からはより詳しい測定の要

求がある。

田村：集中豪雨の観測では、地点雨量の量的測定がないと予報に利用できない。

今井：レーダー雨量の精度として因子2程度の誤差があると言われている。

土井謙二（福岡管区）：写真方法の改良ではどうか。

立平：レーダーの量的測定は4段階程度でよいのではないか。これ以上分けるのはむづかしい。

田畑：エコー高度と雨量強度との関係を求め、予報に利用している。

## 6. 器械面の問題

今井：技術的問題としては、送信機、受信機、室中線走査方式、記録方法、データ処理と伝送、ドップラーレーダー、映像複合の方法等がある。

小平：データの伝送の場合、気象的には何を送るのが一番良いのか。アメリカではメッシュで区切って強度を数字で表わしているが、この方法ではボタンがわからない。ドップラーレーダーはビーム方向の風速を測定できるので、情報を増すことになる。

今井：台風の Iye wall をどの程度の距離から探知できるか。

小平：中程度の雨なら 150km から 200km 程度であろう。ただ装置の値段が高い（数億円程度）。

今井：レーダーはどうか。

小平：光を利用する方法で、現在開発中である。充分強い光源と感度の良い検知器があれば、分子運動のドップラー効果から温度測定ができる。

今井：機械の発達は利用面の要望とも関連するものである。気象庁としての考えはどうか。

吉武繁二（気象庁測器）：毎年同じようなレーダーで作ってきたから、新しいレーダーを開発したい。現在研究所と相談してやっているが、現場からどしどし要求してほしい。

## 7. シノプティックな面の問題

田村：レーダーに対する予報者の評価はまちまちであ

るが、現業面にすぐ利用できるようにしてほしい。例えば、台風については、台風の構造、気圧中心との差、温低化した台風等の研究を研究所でしてほしい。

要望としては

- 1) 映像のコンポジットの方法を確立する。
- 2) 伝送の方法を確立する。
- 3) 水気象に利用するため量的観測を確立する。
- 4) 降雨機構は天気予報に是非必要なので進めてほしい。

ドップラーレーダーなどの上昇流を観測する装置を研究してほしい。

今井：レーダーで観測したエコーをシノプティックに利用するには、スコープ上にはエコーの一断面が出ているにすぎないので、その読み方がはっきりしないといけない。この為には降雨機構の研究が進む必要がある。

渡辺：Synoptic の面では物理量として、気圧、気温、風等の観測と雲や含水量の観測が必要である。在来のものは瞬間的な観測であるが、連続観測が必要である。降水は三次元的の広がりを持っているが、在来の気象観測はポイントでの値である。電波を利用することにより、ある広がりに対する観測がしかも連続的に行なえる。更に対流・集中豪雨雪・降雹等の機構を解明するため大スケールと小スケールとの関連を調べる必要がある。

## 8. その他

吉武：今までのレーダーはほとんど基地レーダーであり台風を海上で観測できるような飛行機に気象専用のレーダーをつけて現象の中に飛びこんで観測したらと思っている。

土井：移動用レーダーが必要である。そのため空中線を回転しないで、電氣的にビームを回転させられないか。

小平：原理的には可能である。飛行機用では飛行機自身の位置を正確に知る必要がある。

今井：それではこの辺で閉会にしたい。