



Title	降雪観測用高速三次元ドップラーレーダー
Author(s)	藤吉, 康志; FUJIYOSHI, Yasushi; 遠藤, 辰雄 他
Citation	低温科学. 物理篇, 45, 133-137
Issue Date	1987-03-10
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/18543
Type	departmental bulletin paper
File Information	45_p133-137.pdf



Yasushi FUJIYOSHI, Tatsuo ENDOH, Tomomi YAMADA and Gorow WAKAHAMA
1986 Short Report: Three Dimensionally Scanning Doppler Radar. *Low Temperature Science, Ser. A, 45.*

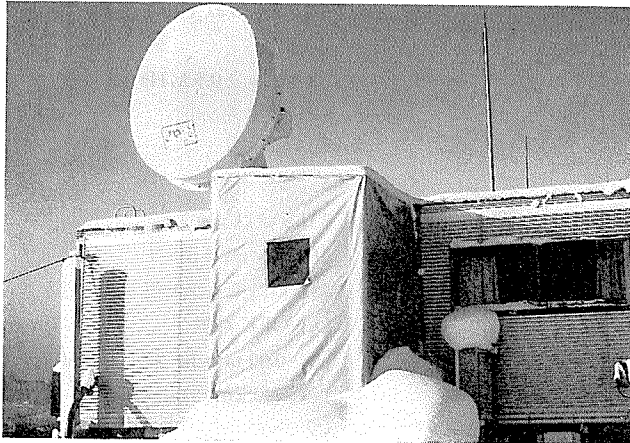
降雪観測用高速三次元ドップラーレーダー*

藤吉康志・遠藤辰雄
山田知充・若濱五郎
(低温科学研究所)
(昭和61年10月受理)

I. 緒 言

1986年10月現在、我が国では気象観測用ドップラーレーダーとして、気象研究所の2台(波長5 cm と 3 cm)、電波研究所の1台(波長3 cm)、名古屋大学水圏科学研究所の1台(波長3 cm)と、本研究所の1台(波長3 cm)の計5台が稼働している。

本研究所のドップラーレーダー(写真1)は、主に降雪雲を対象とした観測を行うため、他のドップラーレーダー及び通常的气象用レーダーとは異なった特徴を有している。以下に本研究所のレーダーの性能と特徴について述べる。



第1図 高速三次元ドップラーレーダーの概観

II. 性能と特徴

本レーダーについては、製作にあたった日本無線株式会社の技術報告書にも紹介されているので、ここではレーダー系の主要性能のみを示す(第1表)。

* 北海道大学低温科学研究所業績 第2907号

第1表 高速三次元ドップラーレーダーの主要性能

項 目	性 能
空中線装置	
直 径	2 mφ円形パラボラ
偏 波	水平偏波
ビーム幅	-3 dB 電力点: 1.3° 以下 (水平・垂直)
利 得	40 dB 以上
サイドローブレベル	-25 dB 以下
指向範囲	水平: 0~360° 垂直: -5~185°
駆動速度	水平最大 30 rpm 垂直最大 18°/s 以下
耐 風 速	作 動 時 平均風速 20 m/s 以上 非作動時 平均風速 50 m/s 以上
空中線制御装置	
走査モード	PPI, RHI, ASI-1, ASI-2, VAD, RHV, 固定
制御モード	手動・自動及びリモート制御
送受信装置	
送信周波数	9,445 MHz
尖頭出力	40 kW
パルス幅	0.5 μs
繰り返し周波数	2,000 PPS
送 信 管	マグネトロン (AFC 可能)
最小受信電力	-110 dBm 以下
中間周波数	30 MHz
中間周波数帯域幅	2.0 MHz ±0.5 MHz
雑音指数	5 dB 以下
信号処理装置	
強度検出系	
A/D 変換分解能	8 ビット以上
サンプリングレート	416.7 ns (62.5 m)
距離補正	距離の二乗及び大気ガス減衰を補正し ON/OFF 可能
強度検出範囲	最小 0.05 mm/hr 最大 100 mm/hr 以上 (40 km で)
ドップラー検出系	
処理方式	パルスペア方式
サンプリングレート	416.7 ns (62.5 m)
測定速度	最大 ±16 m/s
速度分解能	12.5 cm/s

本レーダーは、降雪雲の微細構造を定量的に観測することに重点を置いて設計された。そのため、ビーム幅を可能な限り小さくした。ビーム幅を小さくするためには、アンテナ直径を大きくする必要があるが、強風下においても後述するような高速回転を維持するため、移動観測を容易にするため、アンテナの直径は2 mとした。その結果ビーム幅は1.3°となった。

送信周波数は9,445 MHzである。本レーダーは全国一円に移動可能であるため、他の気象用レーダーとの相互干渉を避けるため、電波監理局に特に申請して、他のレーダーでは使用されていない周波数を使用した。

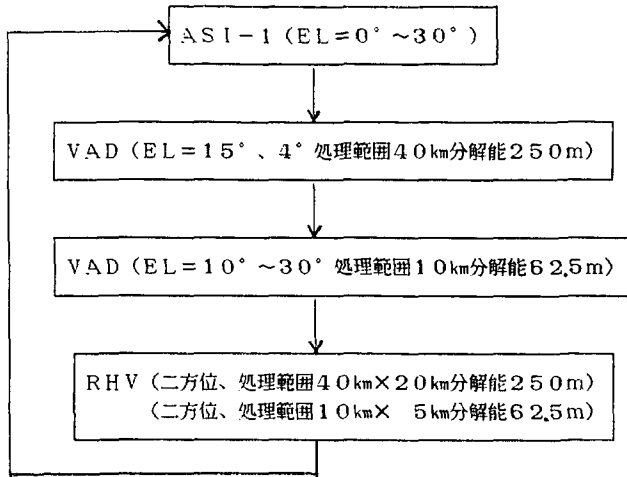
雨滴に比べて雪粒子は、同じ大きさであればレーダーの反射強度が弱い。そのため最小受信電力は、現在可能な限り小さい値として、-110 dBm以下を要求した。この値は理論上、40 km遠方で0.05 mm/hrの雨を検出できることを意味する。

本レーダーの最大の特徴は、ASI走査モードを有していることである。ASIとは、Arbitrary Section Indicatingの略で、本レーダー独自の呼称である。具体的には、アンテナを水平に2秒に1回の速さで回転させ、1回転で水平360°全方位のデータを取得収録し、次の1回転の間に仰角を1°増加させる。これを設定仰角範囲(30°, 60°, 90°可変)まで繰り返す(ASI-1)。又は、アンテナを鉛直に0°~90°まで毎秒18°の速さで回転し、上昇時にデータを取得収録し、下降時に方位を1°増加させる。これを設定方位範囲(15°, 30°, 45°, 60°可変)まで繰り返す(ASI-2)。ASI-1の走査モードは、バンド雲のように鉛直方向よりは水平方向に卓越した雲からの降雪の三次元構造を観測するのに用い、ASI-2の走査モードは、積乱雲のように水平方向よりも鉛直方向に卓越した雲からの降雪の三次元構造を観測するのに適している。ASI-1の走査モードで、仰角範囲を30°としたとき、データ取得に要する時間は約3分である。

短時間に大量のデータが送られてくるので、磁気テープへの収録は全て極座標で行われ、観測終了後、必要に応じて直交座標に変換される。ASI走査モードで取得された強度データは、X, Y, Z軸の三方向に250 m(処理範囲が水平半径40 km, 鉛直20 kmの場合)、又は62.5 m(処理範囲が水平半径10 km, 鉛直5 kmの場合)毎のメッシュにおとされる。データが三次元格子の中に入っているため、250 m(又は62.5 m)毎の一定高度内のエコーの水平断面図(CAPPI)、任意の方向でのエコーの鉛直断面図、及びエコー頂高度の水平分布図を作製することが容易にできる。

収録されるデータの単位は、電力値の単位であるdBmであり、普通気象レーダーが用いるdBZ(Zはレーダー反射強度因子と呼ばれる)ではない。その理由としては、雪粒子によるレーダー波の散乱はレーリー散乱よりはミー散乱に近いと思われ、その場合には、反射強度から簡単にZを計算することはできないからであり、雪粒子によるレーダー波の散乱特性を調べることも重要な課題のひとつであるからである。

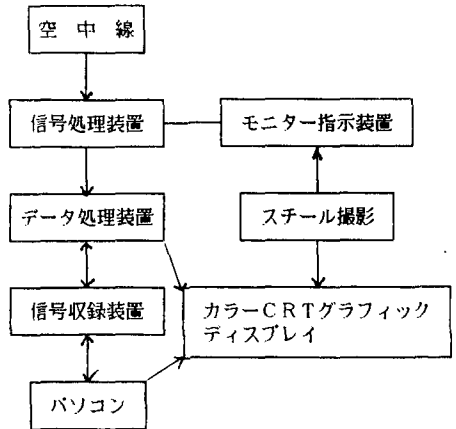
取得したデータから再生したエコーの三次元構造と、実際の構造とをできるだけ一致させるためには、データ取得時間が短いほど良い。一方、降雪粒子によって反射されるレーダー波の強度は変動が大きく、有意なデータを得るためには、反射されてくるレーダー波を数十パルス分平均しなければならない。そのためには有限時間を必要とし、その際アンテナの回転速度が早過ぎると、この有限時間内にアンテナの方位が大きく変化し、最早同じ領域からの信号と



第2図 典型的な走査モードの例

はみなせなくなる。これを防ぐには、パルスの繰返し周波数を高めれば良いが、そうすると最大探知距離が短くなることと、装置が短時間に処理しなければならない情報量が膨大になってしまうという不利が生ずる。

第2図は、現在我々が行っている典型的な走査モードの組み合わせの例であり、約10分間で1組のデータを得ることができる。このような組み合わせを20種類作り、コンピューター制御で自動的にデータを取得できる。第2図に示した走査モードでは、まず、ASIモードでエコーの三次元構造を得、次に仰角1.5°のVADモードで地表面近くのエコー強度の水平分布と、ドップラー速度の分布（このデータによって、地表面近くの風の水平分布に関する情報が得られる）を得、更に10°~30°の間の適当な仰角のVADモードで観測点上空の風向、風速の鉛直分布を製作するためのデータを得、後、エコーの動きと平行及び直角な方位のRHV走査モード（距離分解能250m及び62.5mの二通りで行う）で、ASIモードでは得られなかった、観測点上空のレーダーエコー強度のデータを得ると共に、降雪粒子の鉛直方向の動きに関するデータを取得する。



第3図 データの流れ

第3図にデータの流れを示す。生データは全て磁気テープに収録される。基本的には解析は全て、観測シェルター内に装備されたミニコンピューターで行うことができるが、プログラム開発がより容易で既存のプログラムも充実しているパソコンでもデータが扱えるようになっている。

III. 結 語

本研究所のドップラーレーダーは、他のレーダーでは得ることのできなかつたエコーの三次元構造を容易に明らかにし、かつ、他の測器では得ることのできない、降雪時の風の鉛直・水平分布に関する情報を短時間に与えてくれる。しかし、雨滴に比べて、雪粒子からのレーダー反射強度と実際の雪粒子との対応及び雪粒子からのドップラー速度と実際の雪粒子の速度と風速との対応づけは理論的にはむづかしく、世界的に見ても十分に行われているとは言い難い。現在、このような基本的なデータ作りと共に、降雪現象の解明を、本ドップラーレーダーによって進めているところである。

終りに、本ドップラーレーダーの仕様を作製する際に有益な助言を頂いた、電波研究所鹿島支所第一宇宙通信研究室の阿波加純、中村健治両氏、気象研究所台風研究部の柳沢善次、石原正仁両氏、北海道大学低温科学研究所流水研究施設の大井正行、福士博樹両氏、並びに名古屋大学水圏科学研究所の武田喬男教授に心より御礼を申し上げます。また、新規の送信周波数を許可して下さった、電波監理局の方々、及びレーダー購入に際して御尽力頂いた、低温科学研究所会計掛の皆様へ感謝致します。

文 献

- 1) 電波研究所季報 1980 実験用静止通信衛星 (ECS) 実験用地上施設特集号. 26, No. 136, 346 pp.
- 2) 気象研究ノート 1980 気象レーダ特集. 139, 144 pp.
- 3) 気象研究所技術報告 1986 ドップラーレーダによる気象・海象の研究. 19, 243 pp.