

FMCW 型 Ka-band レーダによるドップラー観測ほか

*大東 雄二(三菱電機特機システム株式会社)、田尻 拓也、中里 真久(気象研究所)

妻鹿 友昭(京都大学 生存研)

1. はじめに

2008 年春季大会(C303)、2008 年秋季大会(B355)で報告した FMCW 型 Ka-band レーダの機能を拡張し、ドップラー速度およびドップラー速度スペクトラムの観測を実現したので報告する。

2. レーダ観測の概要

FMCW 型 Ka-band レーダは開発後、冬季の降雪及び降雪雲と夏季の降雨観測を行ってきた。本レーダの出力増幅のため開発した進行波管(TWT:Traveling Wave Tube Amplifier)は運用開始から約 2 万時間、出力低下なしで連続運用している。当初はドップラー表示機能を付加していなかったが、改善してドップラー表示を可能にした。また、冬季の弱い降雪と夏季の強い雨を観測するために感度を2段階に切り替える機能を有しているが、低高度に強い降雨を観測すると高層にレンジサイドローブが現れる現象があり、パルスレーダで使用している STC (Sensitivity Time Control) 回路と等価の機能を FMCW 変調のレーダに付加することにより改善した。

3. ドップラー観測の概要

FMCW 型 Ka-band レーダのスweep繰り返し時間は 666 μ s であり、ナイキスト速度 (V_n) は ± 3.2 m/s と降雨観測に関して十分な速度領域を持っていなかったため、繰り返し時間を 200 μ s に変更し、ナイキスト速度を ± 10.6 m/s、速度分解能 0.8 m/s を実現した。

$$V_n = \frac{\lambda}{4T_s} \quad (\lambda : \text{波長}, T_s : \text{サンプリング時間})$$

(1) 降雨観測例

本レーダと X バンドレーダで行った降雨観測例を図-1 に示す。2km 近辺の融解層は、X バンドに比べて Ka バンドが弱く観測されている。融解層は構成する因子の粒径が大きく Ka バンドではミー散乱になるためと思われる。

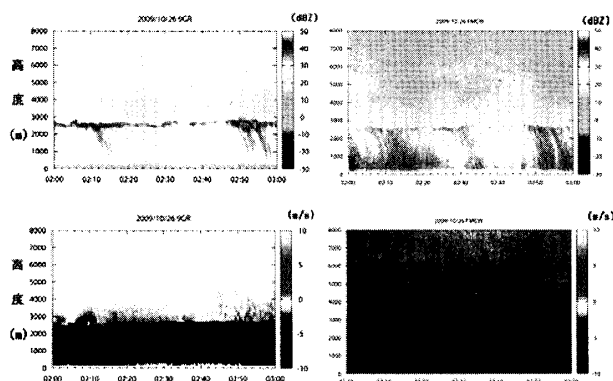


図-1 ドップラー速度観測例(RTI 表示)

左側は X バンド天頂レーダ、右側が FMCW 型 Ka-band レーダ

図-2 に降雨観測時のドップラー速度のスペクトラム観測例を示す。高度 3km あたりから降雨となって、落下している速度分布が見られる。

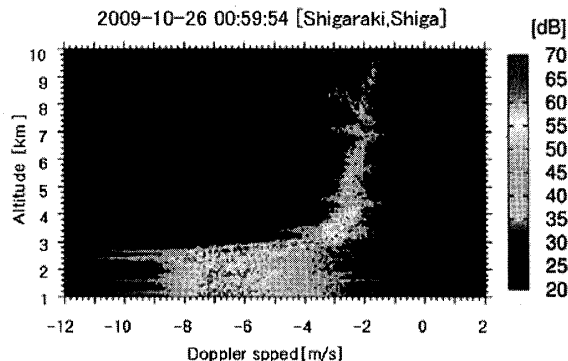


図-2 スペクトラム観測例
縦軸：高度 10 km、横軸：速度

(2) 降雪観測例

2009 年 11 月下旬から新潟県南魚沼市で降雪観測を行った。観測時のクイックルック画面例を図-3 に示す。

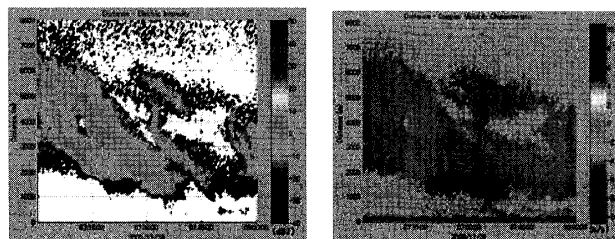


図-3 降雪観測例(2009.12.28 南魚沼市)

左が強度表示、右がドップラー速度(縦軸:8km 横軸:1 時間)

4. STC 機能

夏季のレーダ観測において近傍に強いエコーを受けた場合、上空にレンジサイドローブが発生していた。パルスレーダでは送信後、経過時間とともに受信感度を上げ、距離減衰の補正を行う STC 回路を用いて、近距離エコーを抑圧している。FMCW 変調においては周波数変調を行った送信波とのビート信号の周波数領域で近傍領域に相等する周波数領域を減衰させるフィルタを通過させる事により、等価 STC 回路を構成した。この結果、近傍の強い強度信号を減衰させ、この影響で発生するレンジサイドローブを抑圧した。

5. 今後の展開

人工降雨の夏季観測、冬季観測において W バンド、X バンド等のレーダと同時観測を行ってきた。これらのデータと比較・評価を行い、更なる改善を行う予定である。

6. 謝辞

本レーダは文部科学省 科学技術振興調整費による気象庁 気象研究所を中核機関とした「渇水対策のための人工降雨・降雪のための総合的研究」のリモートセンシング装置として開発し機能性能の向上を行ってきた。本装置の開発改良にあたりご助言いただいた気象庁 気象研究所、京大生存研ほか研究参画者各位に御礼申し上げます。