# **REQUIPP** における X帯・Ka帯気象レーダーの ドップラー速度観測

池野伸幸1・山本真之1・妻鹿友昭1・橋口浩之1・山本衛1・

下舞豊志<sup>2</sup>・中里真久<sup>3</sup>・田尻拓也<sup>3</sup>・深尾昌一郎<sup>4</sup>

(1:京大生存圈研 2:島根大学総合理工学部 3:気象研 4:福井工大)

#### 1. 研究の背景と目的

文科省人工降雨科振費研究において可搬型 X 帯気象レーダー(XDR)とKa帯 気象レーダー(KaDR)が開発中である。

XDR は、山岳などの地形の影響のため気象庁標準の気象レーダー観測網で観 測できない、盆地などの広域レーダー網の観測遮蔽地域の観測を主な目的とした 小型・軽量の気象レーダーである。XDR は低コスト・高送信出力を両立するた めに、汎用マグネトロンと IF デジタル受信機を用いたドップラー速度(V<sub>d</sub>)計 測機能を備えている。XDR のシステム諸元を表1に示す。

項目		諸元
送信周波数		9.77 GHz
送信管		船舶向け汎用マグネトロン ピーク出力:20~40 kW
	ビーム幅	1.8°(E面) 2.0°(H面)
アンテナ	利得	38 dB
	方向	鉛直 (Ze=0°) 水平 (Ze=90°)
中間周波数(IF)		24 MHz
データサンプリング		IF デジタルサンプリング (14 bit@64 MHz)
屋外装置重量		最大 300 kg

表1 XDRの主要諸元

KaDR は、強い降水時には雨滴による電波減衰が観測上限高度の制約や等価レ ーダー反射因子(Z<sub>e</sub>)の正確な測定に問題となるが、粒径の小さい雨滴・雲粒・ 霧の検出が可能である。KaDR は低送信出力の進行波管(TWT)を搭載しドップ ラー速度計測機能を備えている。さらに FMCW 方式で送信することにより、低 送信出力でありながら高い感度と低コストによる長期運用性を両立している。 表2に KaDR の主要諸元を示す。

XDR 及び KaDR について  $Z_e$  及び  $V_d$ の観測性能の評価を行った。

項目		諸元
送信周波数		35.25 GHz
送信管		TWT (ピーク出力: 100W)
アンテナ	ビーム幅	0.55°
	利得	46 dB
送信周波数掃引		40.96 µs で 3 MHz (FMCW)
データサンプリング		100 MHz の 4096 点サンプリング
高度分解能		50m (3 MHz 掃引に対応)
レンジング		4096 点の FFT によるレンジング FFT ビンの周波数分解能 = 100 MHz / 4096 = 3 MHz/40.96 µs * 0.33µs = 24.1 kHz
ドップラー速度観測		ドップラースペクトルを取得可能(256 点)

表 2 KaDR の主要諸元

#### 2. 評価結果

XDR と KaDR のそれぞれで取得したドップラースペクトルの観測データに対してモーメント法を用いて Z<sub>e</sub>と V<sub>d</sub>を導出し、さらにマイクロレインレーダー(以下 MRR)の観測結果と比較した。Z<sub>e</sub>の算出に必要な XDR 及び KaDR の諸元は、設計値あるいは実測値を用いた。解析期間は 2009 年 10 月 25 日 17 時 00 分 00 秒 から 2009 年 10 月 26 日 03 時 00 分 00 秒である。比較に用いた高度は、XDR と MRR の比較においては 1.0 km ~ 1.6 km、KaDR と MRR の比較においては 0.6 km ~ 1.9 km である。時間間隔 1 分、高度間隔 150 m に平均したデータを用いた。

**XDR** 及び KaDR で得られた  $Z_e \ge V_d$  について MRR と比較を行った結果を図 1 及び図 2 にそれぞれ示す。得られた回帰直線と相関係数の値はいずれも、XDR 及び KaDR における  $Z_e$  及び  $V_d$  観測の妥当性を示している。



図1 XDR と MRR における(a)  $Z_{e}$ 、(b) $V_{d}$ の散布図。左上部の表記は上から 回帰直線、相関係数(r)、データ点数(n)をそれぞれ示す。



図2:図1と同じ。ただし KaDR と MRR における(a) Ze、(b) Vd の散布図

### 謝辞

REQUIPP 観測キャンペーンは、京都大学生存圏研究所が実施する生存圏科学萌芽研 究の助成により実施された(課題名: MU レーダー・新型気象レーダーを用いた降水領 域における風速分布の観測的研究)。XDR 及び KaDR は、文部科学省科学技術振興調 整費重要課題解決型研究「渇水対策のための人工降雨・降雪に関する総合的研究」によ り開発された。

## 参考文献

- (1) Masayuki YAMAMOTO, Tomoaki MEGA, Nobuyuki IKENO, Toyoshi SHIMOMAI, Hiroyuki HASHIGUCHI, Mamoru YAMAMOTO, Masahisa NAKAZATO, Takuya TAJIRI, Takashi ICHIYAMA: Doppler velocity measurement of portable X-band weather radar equipped with magnetron transmitter and IF digital receiver, *IEICE Transactions on Communications*, in press.
- (2) 池野伸幸: 可搬型 X 帯及び Ka 帯気象レーダーの開発に関する研究, 京都大 学大学院情報学研究科通信情報システム専攻修士論文(2011).