

レーダ監視技術に係わる国内外の現状

(独)防災科学技術研究所
真木雅之

第2回竜巻等突風対策検討会(2006.12.21、内閣府)



発表内容

- 気象レーダのタイプ
- 研究用レーダによる竜巻等の観測例
- 各国の現業気象レーダの現状
- まとめ

レーダの定義

Radar: Radio detection and ranging

電波を使って、ある物体を検知し距離を測る機器

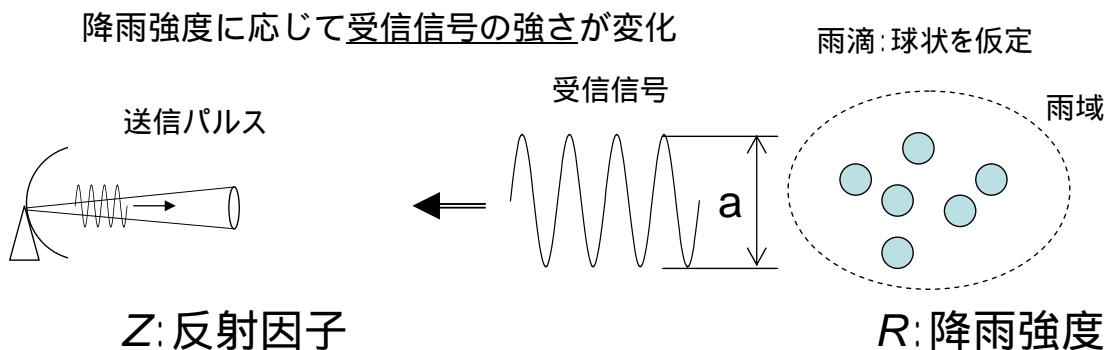
気象レーダの種類（地上レーダ）

- 在来型レーダ
- ドップラーレーダ
- 偏波ドップラーレーダ（MPレーダ）



在来型レーダ

受信信号の強さから雨の強さと位置を測るレーダ



$Z-R$ 関係式(古典的な降雨強度の推定式)

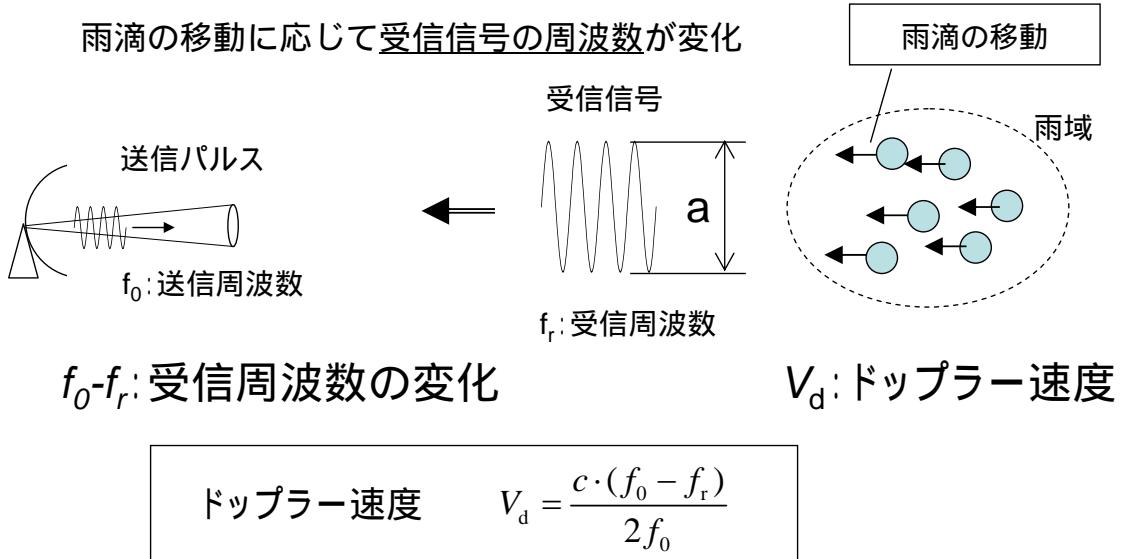
$$Z = R \quad (\text{層状性の雨: } =200, \quad =1.6, \quad \text{対流性の雨: } =300, \quad =1.4)$$

在来型レーダによる降雨の測定



ドップラーレーダ

受信周波数の変化から動径方向の風を測るレーダ



ドップラーレーダによる動径風の測定



台風の中の小さな渦状擾乱

台風11号は日本各地に被害をもたらしました。関東では群馬県と埼玉県で8月22日早朝に強風による被害がもたらされました。図3aはこのとき、MP-Xで観測されたレインバンドの反射強度を示したものです。線状の強い雨の領域が午前3時30分頃、埼玉県と群馬県の県境で発達しています。このときのMP-Xにより観測されたドップラー速度の分布を図3aに示します。

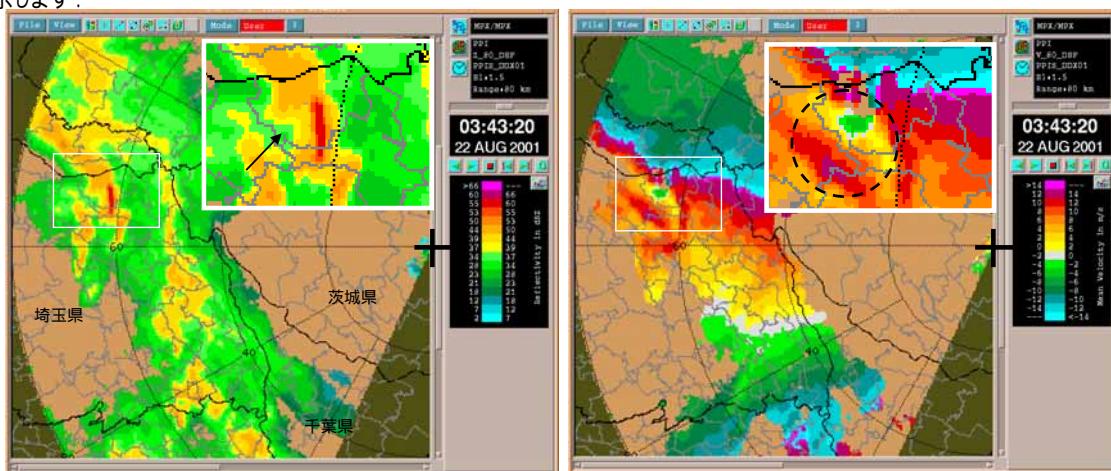
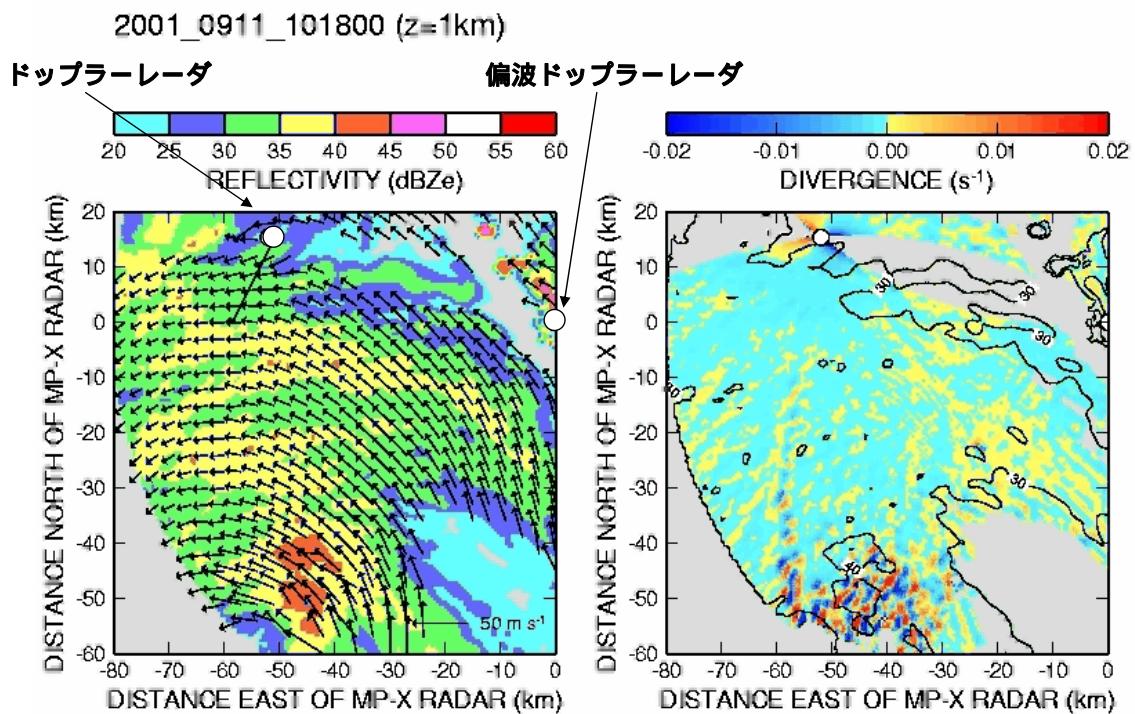


図3a 台風11号のレインバンド内のレーダ反射因子の分布(2001年8月22日03:43)。+はレーダーの位置を表します。白い四角で囲まれたところに着目。赤い色の線状の部分ではレーダ反射因子が60dBZに達しており、非常に強い雨が降っているところです。その西側には矢印で示した、レーダ反射因子が比較的小さい部分(緑色)があります。

図3b 台風11号のレインバンド内のドップラー速度分布(2001年8月22日03:43)。暖色系はプラスのドップラー速度でレーダから遠ざかる方向、寒色系はマイナスのドップラー速度でレーダに近づく方向を表します。黒い破線で囲まれたところにプラス(紫色)とマイナス(緑色)のペアが見られます。このような速度パターンはトルネードなどに見られるパターンで、台風のレインバンドの中で小さな渦状擾乱ができていたことを示すものです。

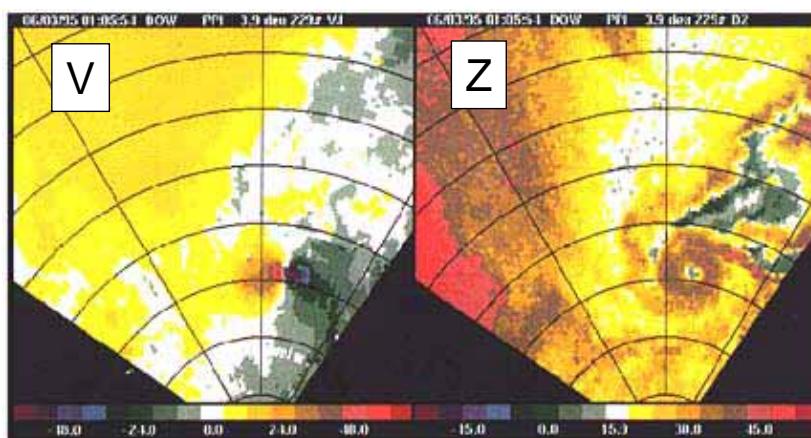
複数台のドップラーレーダによる観測例



米国での竜巻のドップラーレーダ観測例



DOW : Doppler on Wheel

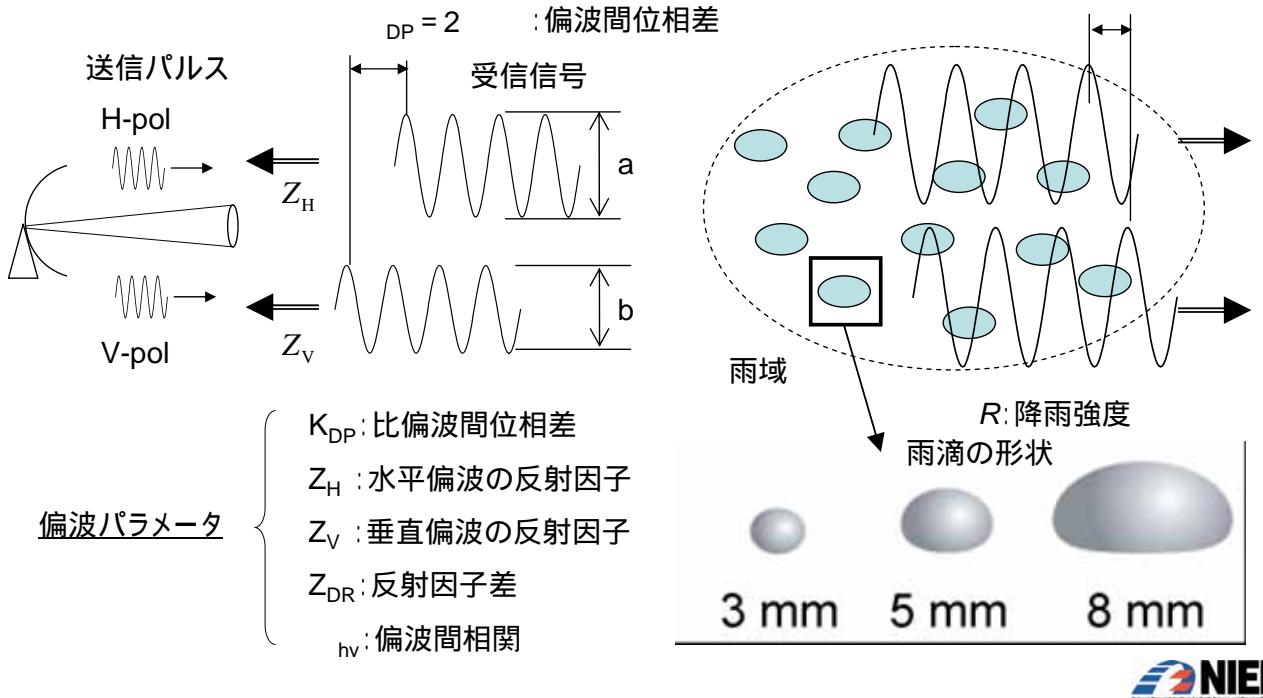


竜巻の中心

(NOAAのNSSLホームページより)

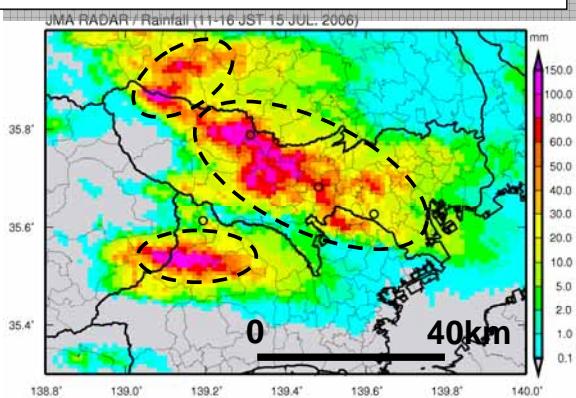
偏波ドップラーレーダ

様々な偏波パラメータから降水に関する詳細な情報を測るレーダ

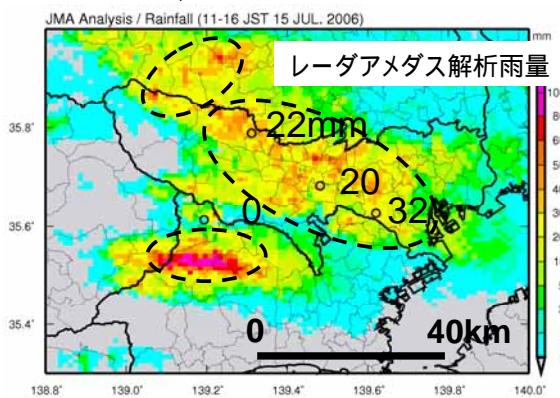


NIED
National Institute for Earth Science and Disaster Prevention

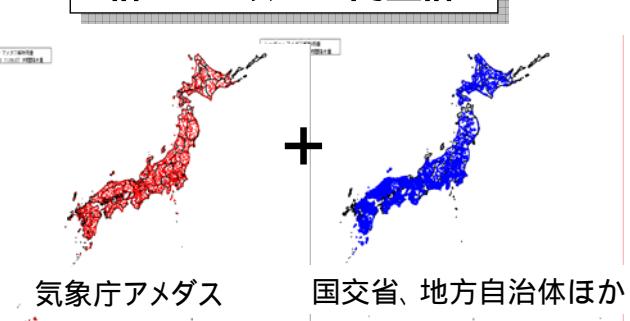
在来型レーダから推定した雨量



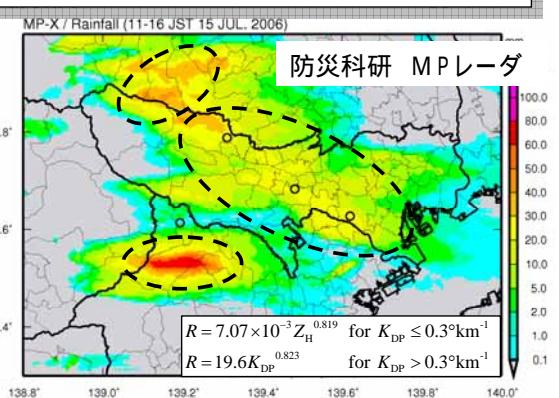
雨量計による補正



計 5000以上の雨量計



偏波ドップラーレーダによる推定



偏波ドップラーレーダによる竜巻の観測例

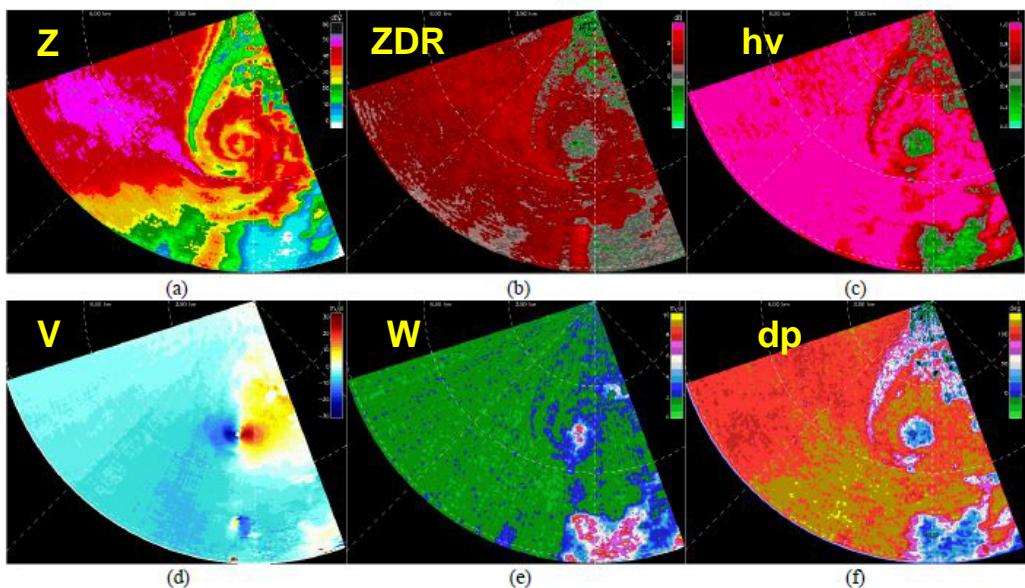


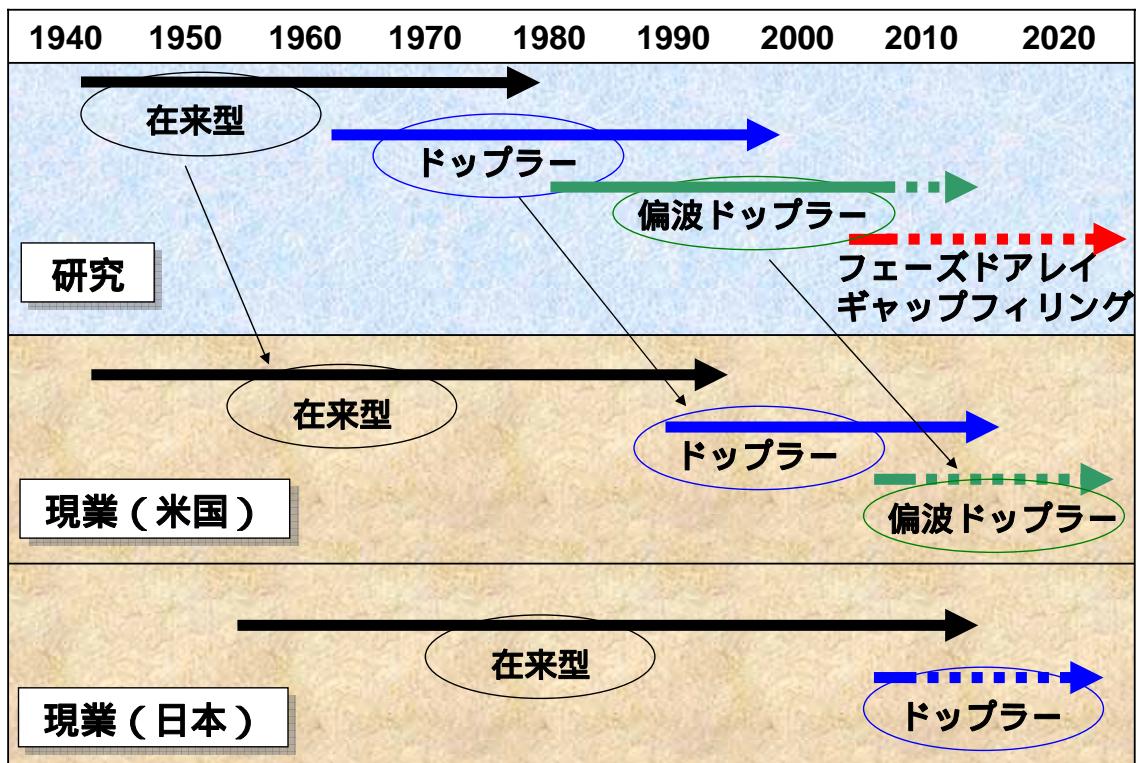
Fig. 1. Radar images of an F2 tornado probed near Attica, KS on 12 May 2004. (a) Reflectivity, (b) Differential Reflectivity, (c) Cross-Correlation Coefficient Magnitude, (d) Unfolded Doppler Velocity, (e) Spectrum Width, (f) Differential Propagation Phase

Francesc et al (2005)

レーダーのタイプと得られる情報

得られる情報	レーダーのタイプ		
	在来型	ドップラー	偏波ドップラー
降水の強さと分布	雨 雪		
風の強さと分布	1台 複数	×	×
ターゲットの種類		×	×

地上気象レーダの発展（研究と現業）



米国(NEXRAD)

COMPLETED WSR-88D INSTALLATIONS
WITHIN THE CONTIGUOUS U.S.



欧洲の気象レーダ

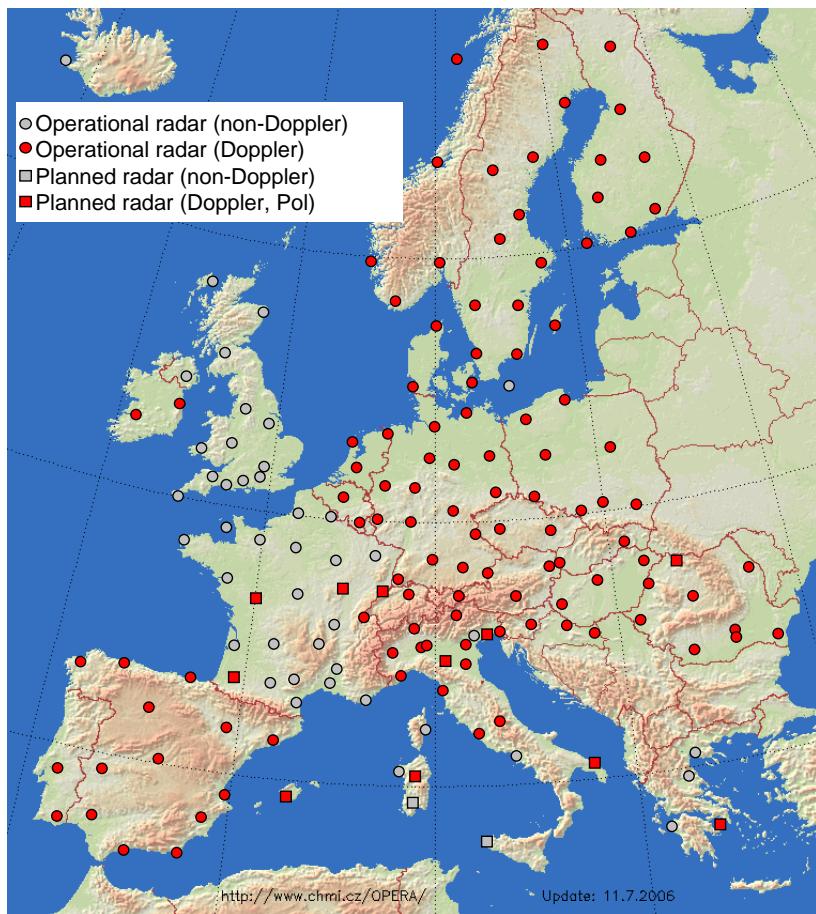
OPERA

Operational Program for
the Exchange of Weather
Radar Information

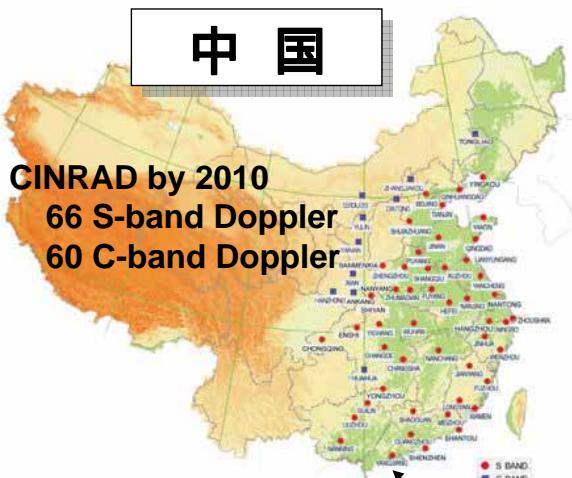
期間：1999-2006年

参加国：25カ国

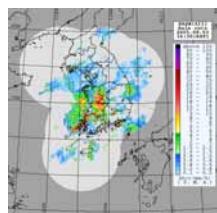
目的：欧洲各国のレーダ
データ及びプロダクトを共有
して利用するための環境整
備



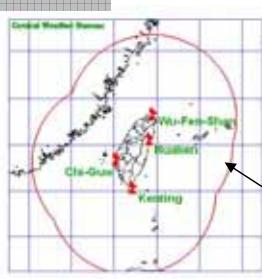
中國



韓国



台湾



日本(気象庁)



各国の現業気象レーダの現状

米国：160台余りのドップラーレーダ網（NEXRAD）
順次偏波ドップラー化予定

欧洲：各国の気象レーダを共有して利用（OPERA）
一部のレーダは偏波ドップラー化予定

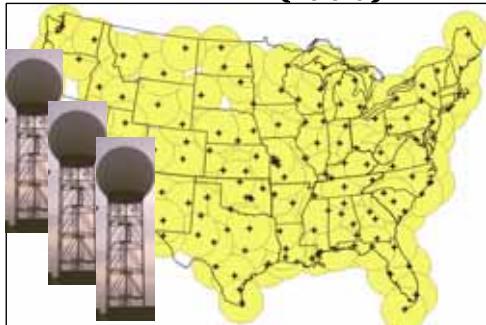
中国：ドップラーレーダの整備（CINRAD）

日本：H19年度末までに11台の在来型をドップラー化



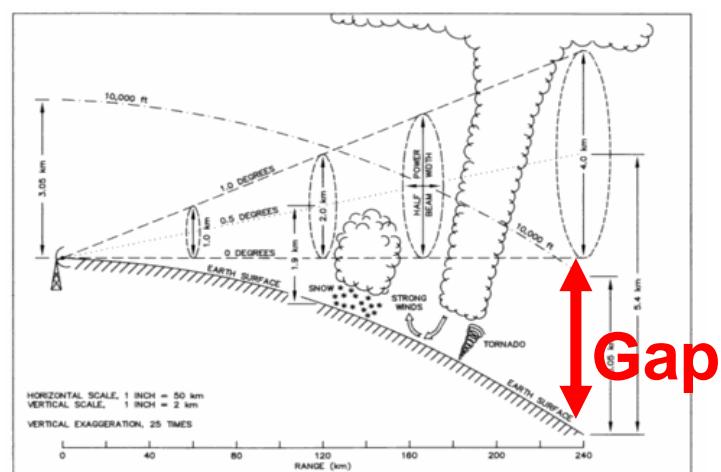
現業ドップラーレーダの問題点と今後

NEXRAD（米国）



（米国CASAプロジェクトより）

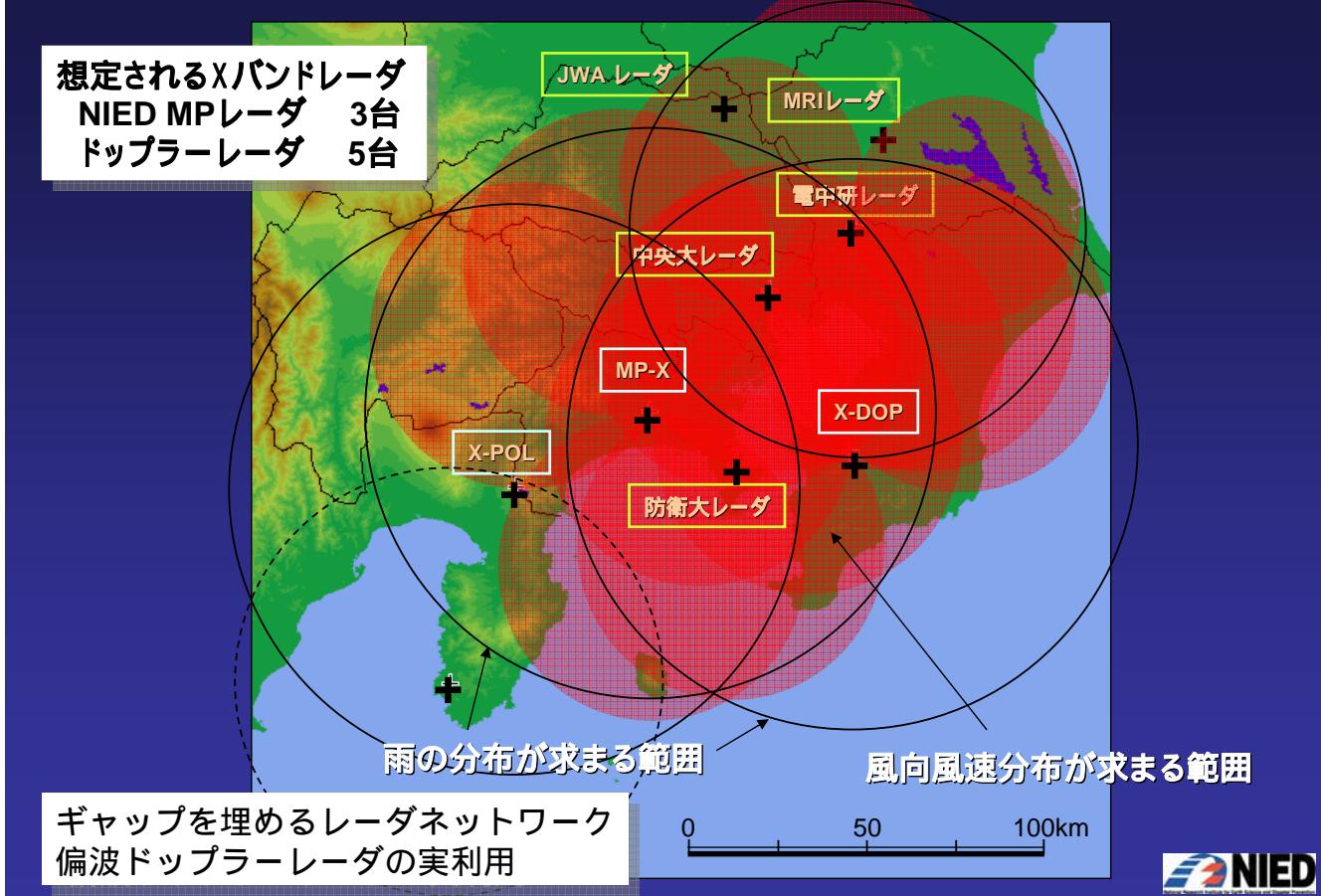
高度1km以下を監視できる範囲は半径45 km



ギャップを埋めるレーダ

小型レーダネットワークの利用

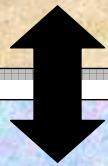
高性能小型レーダーネットワーク(X-NET)案



まとめ — 竜巻など突風のレーダ監視技術 —

現業: 在来型からドップラーレーダへ

- ◆ 竜巻そのものの監視は困難
- ◆ 親雲(メソサイクロン)の検出は可能
- ◆ データ同化手法による親雲の予報精度の向上



研究: 最先端のレーダによる研究

- ◆ 竜巻そのものを捉えることが目標
- ◆ 関東地方での研究計画(X-NET)
 - 3台の偏波ドップラーレーダ、5台のドップラーレーダ
 - 防災科学技術研究所、気象研究所、中央大学
 - 防衛大学校、電力中央研究所、気象協会

