

**高速スキャンレーダーによる  
突風・局地的大雨の探知技術の開発**  
気象研究所 気象衛星・観測システム研究部 楠 研一

## 1. はじめに

**【目的】 竜巻等突風・局地的大雨の災害軽減**

**【必要性】 竜巻等突風・局地的大雨による災害  
⇒探知・予測は重要な課題**

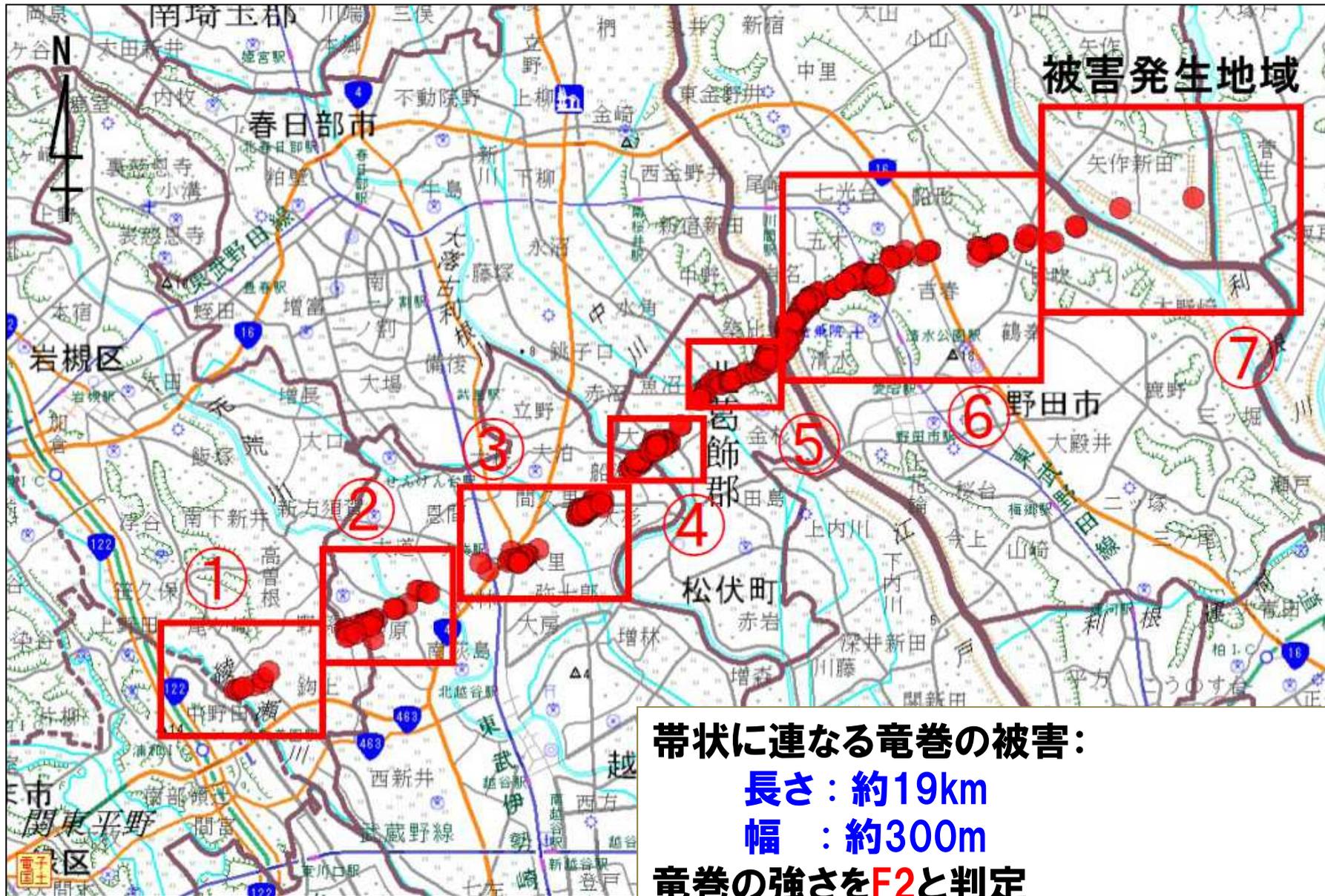
**【技術的背景】**

- ・ レーダースキャン性能の飛躍的な向上
- ・ レーダーによる探知技術の進展

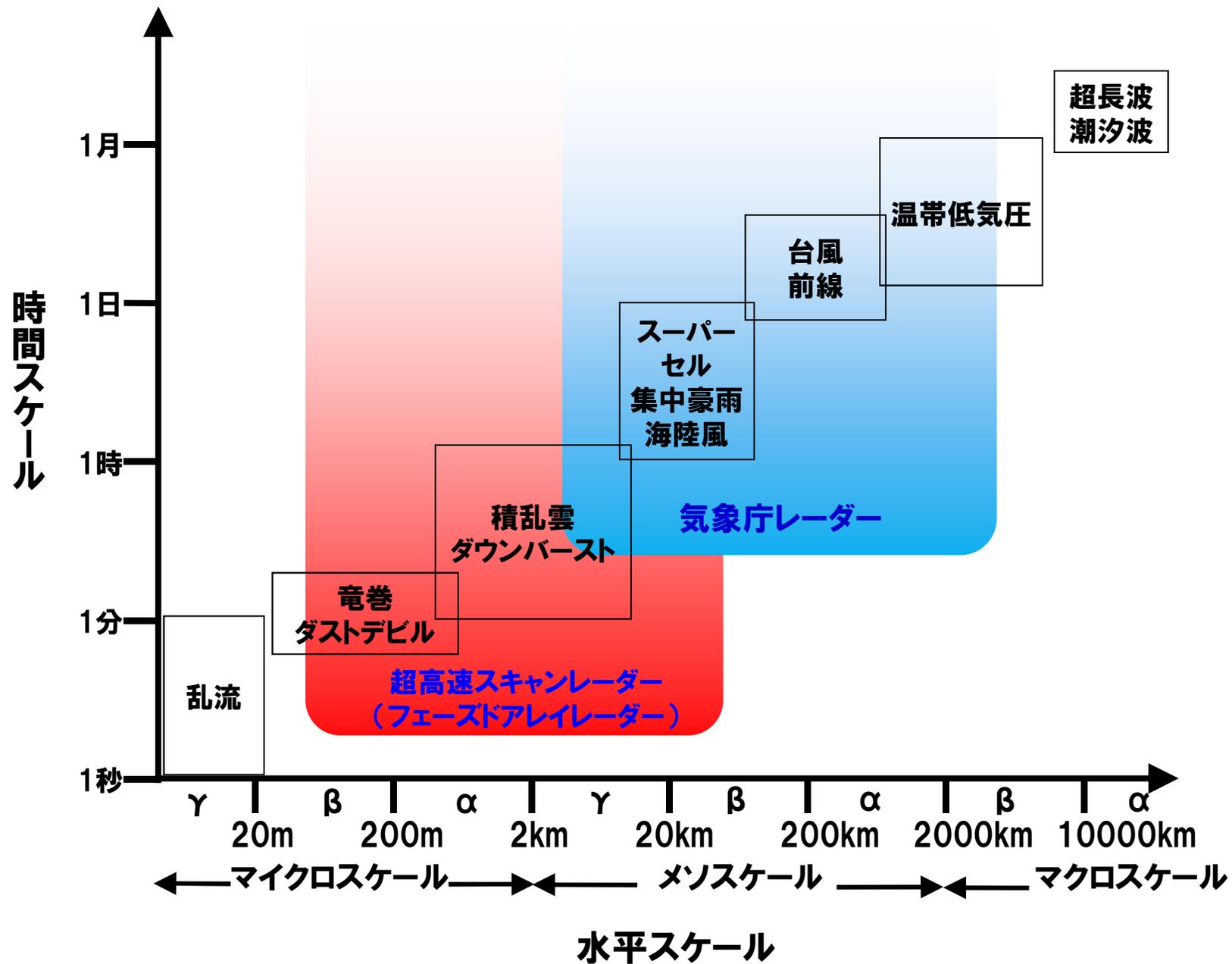


2013年9月2日14時頃埼玉県越谷市南菟島付近から北西方面を撮影（越谷市の住民撮影）

引用：現地災害調査速報 平成25年9月2日に埼玉県さいたま市、越谷市、北葛飾郡松伏町、千葉県野田市、茨城県坂東市で発生した突風について



引用: 現地災害調査速報  
 平成25年9月2日に埼玉県さいたま市、越谷市、北葛飾郡松伏町、  
 千葉県野田市、茨城県坂東市で発生した突風について



## 2. 竜巻等突風の観測

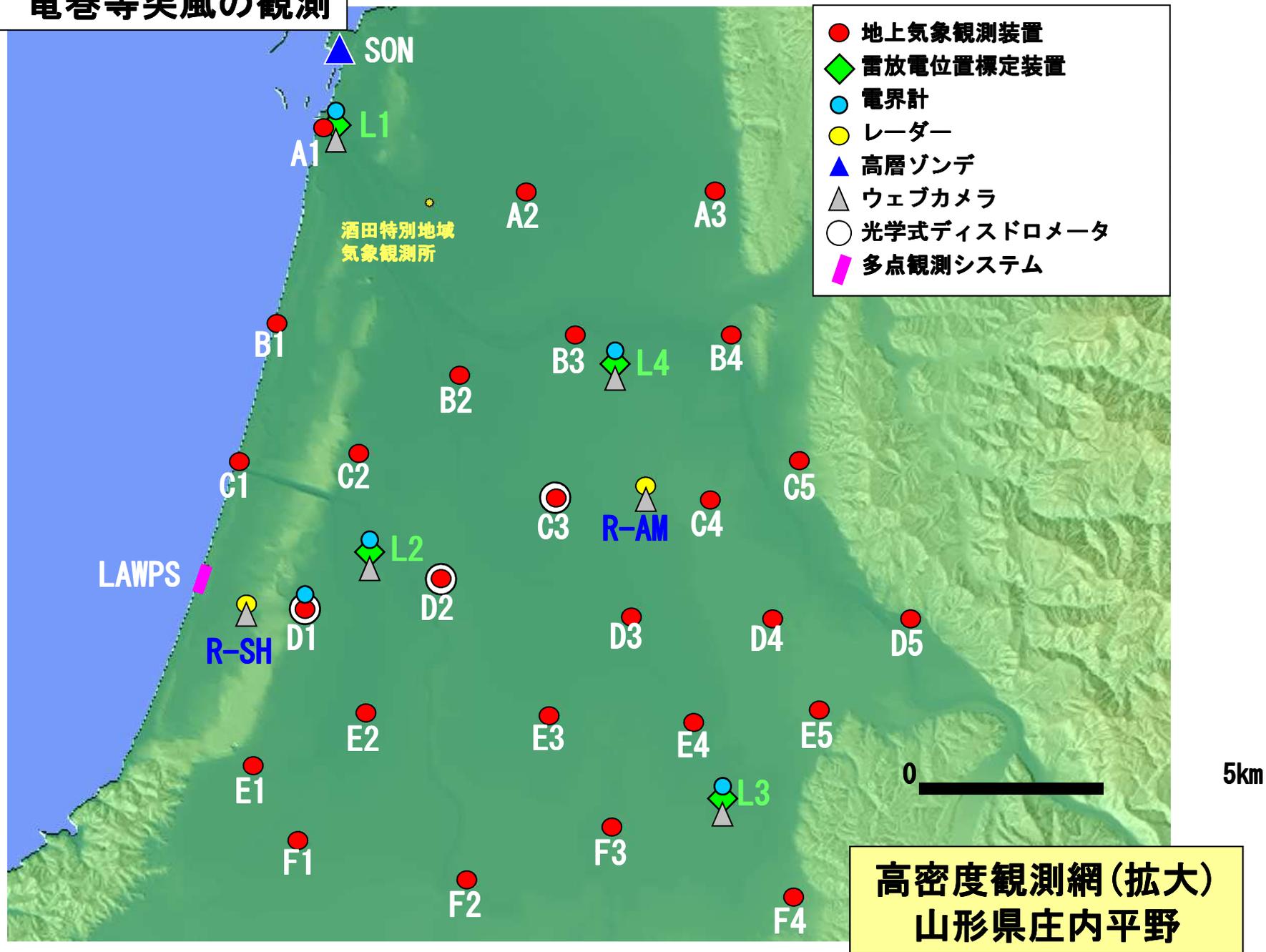
- 地上気象観測装置
- 雷装置
- レーダー
- ▲ 高層ゾンデ
- ◆ 多点観測システム
- (参考)アメダス

0 20km

高密度観測網  
山形県庄内平野

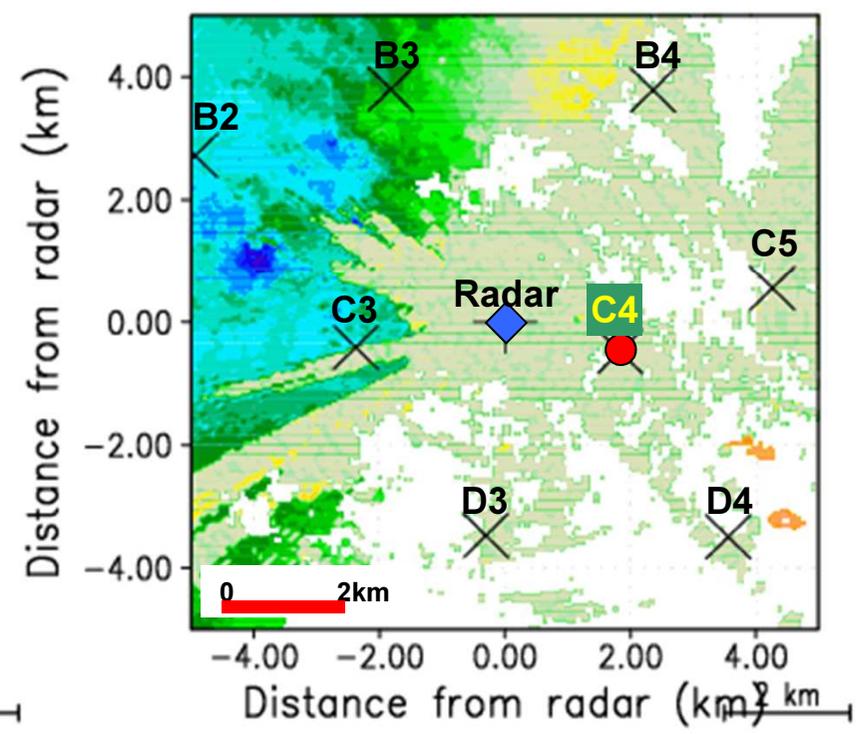
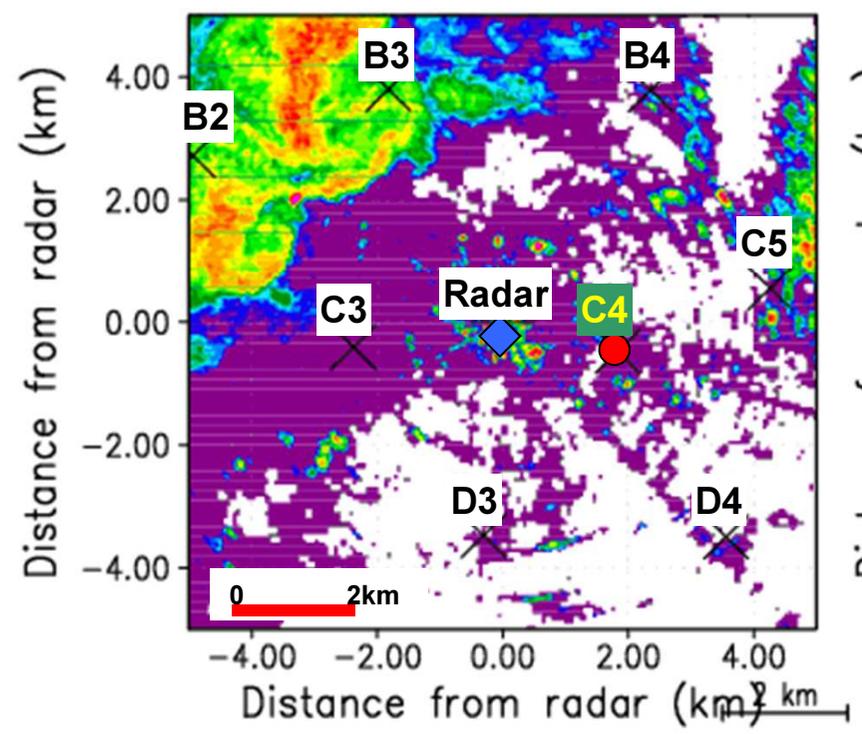
- ・ 山形県庄内平野に高密度観測網を構築し突風データを収集
- ・ 竜巻に加え、地上被害のない弱い竜巻を示唆する渦状突風が冬季に多く発生
- ・ 竜巻等突風の探知追跡技術はこれら渦状突風データにて開発

## 2. 竜巻等突風の観測

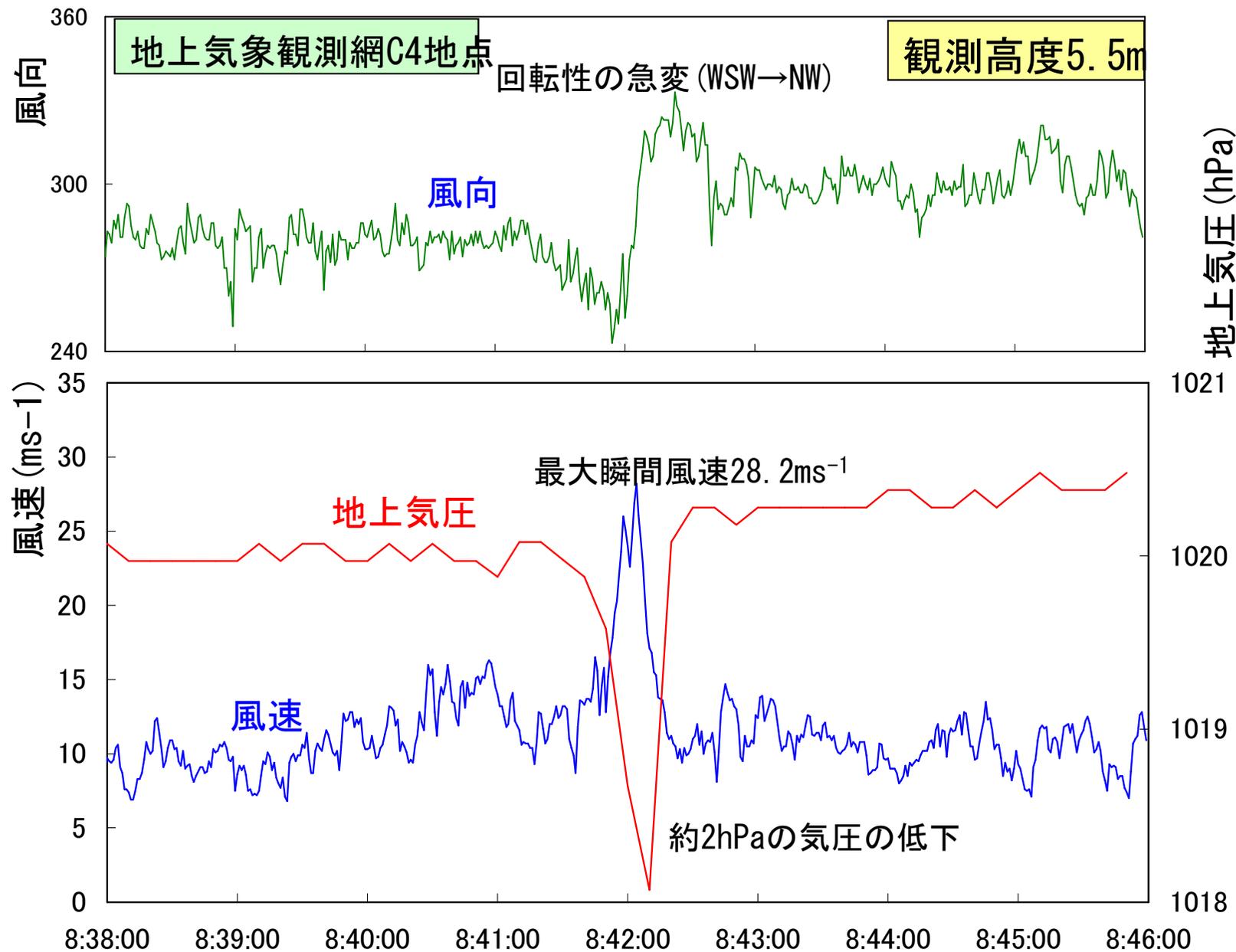


## 2. 竜巻等突風の観測

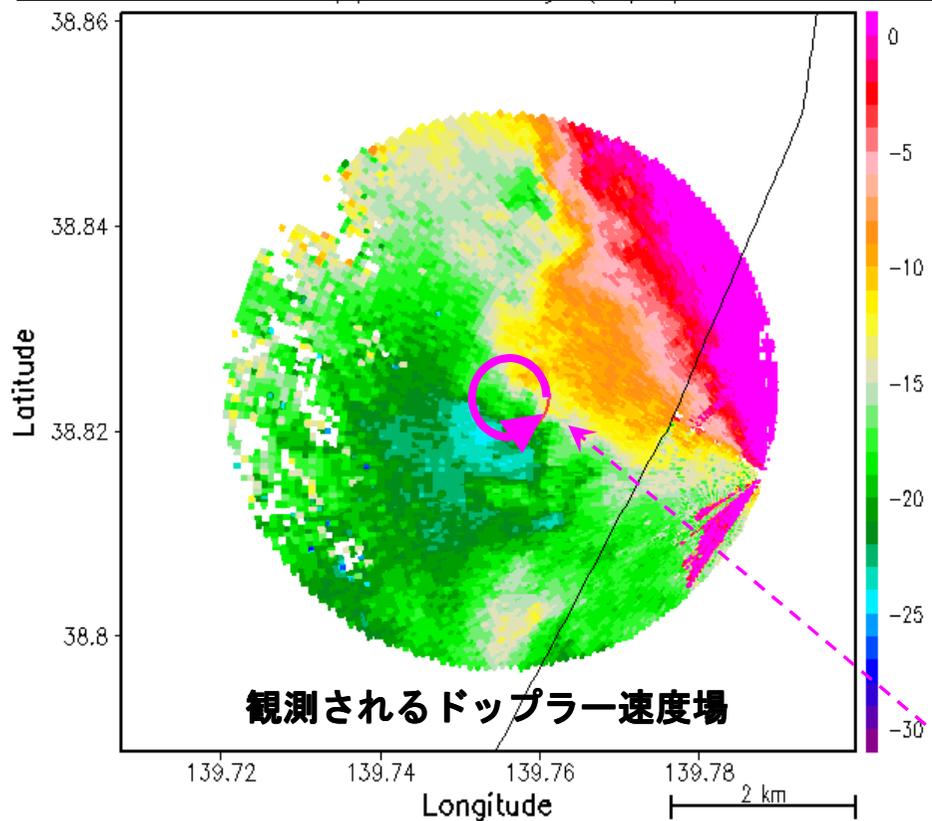
Amarume 2007 12/05 08:35:51JST PPI EL = 3.0 deg  
Reflectivity (dBZ) Doppler Velocity (m/s)



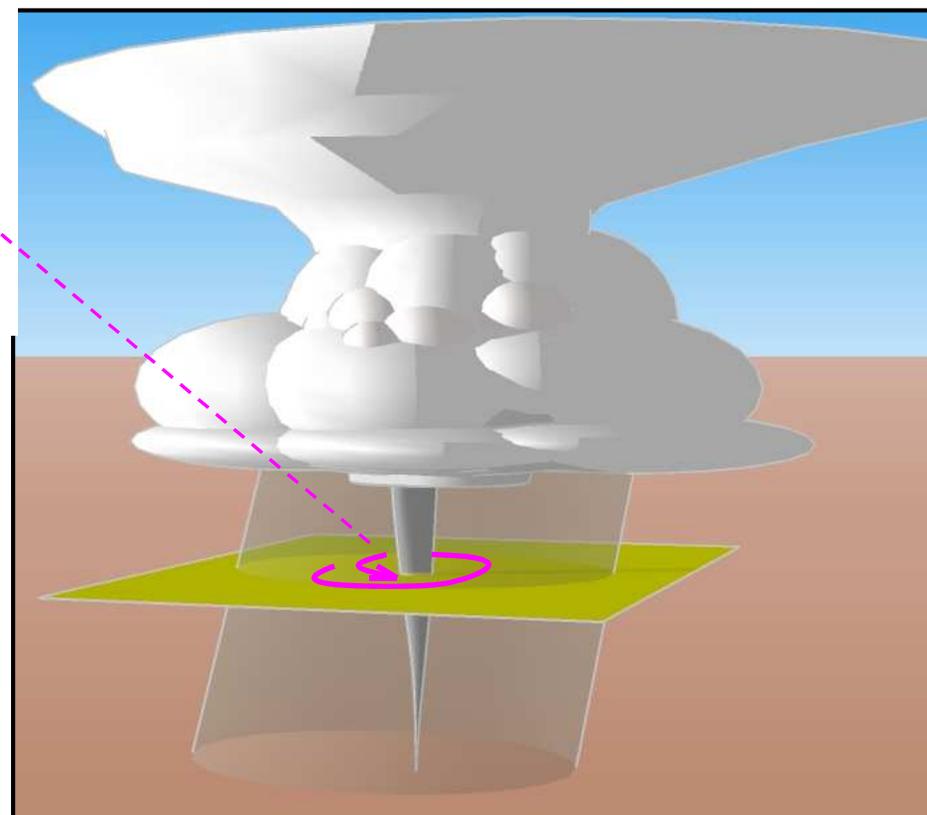
## 2. 竜巻等突風の観測



## 2. 竜巻等突風の観測



- ・ レーダーによる竜巻渦の探知  
何らかの渦モデルを仮定、観測との  
フィッティングにより渦を抽出  
両者が大きく異なると探知失敗  
(見逃し)

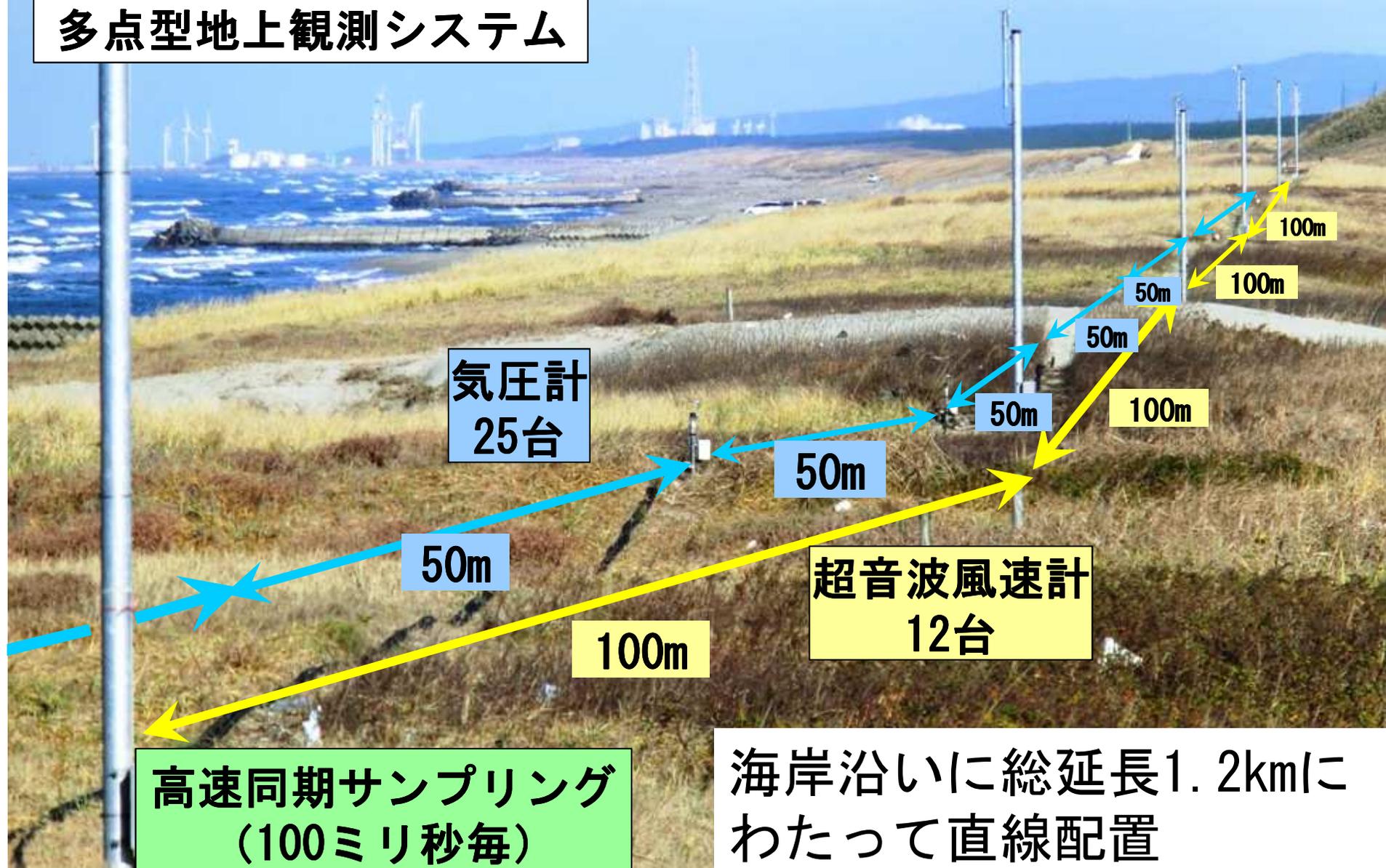


## 2. 竜巻等突風の観測

- ・ レーダーによる竜巻渦の探知  
何らかの渦モデルを仮定、観測とのフィッティングにより渦を抽出
- ・ 両者が大きく異なると探知失敗（見逃し）
- ・ 実際の渦の構造を詳細に調べ、妥当な渦モデルを検討する必要  
→ 渦内部を地上まで含め定量的に観測した先行研究はほとんどない

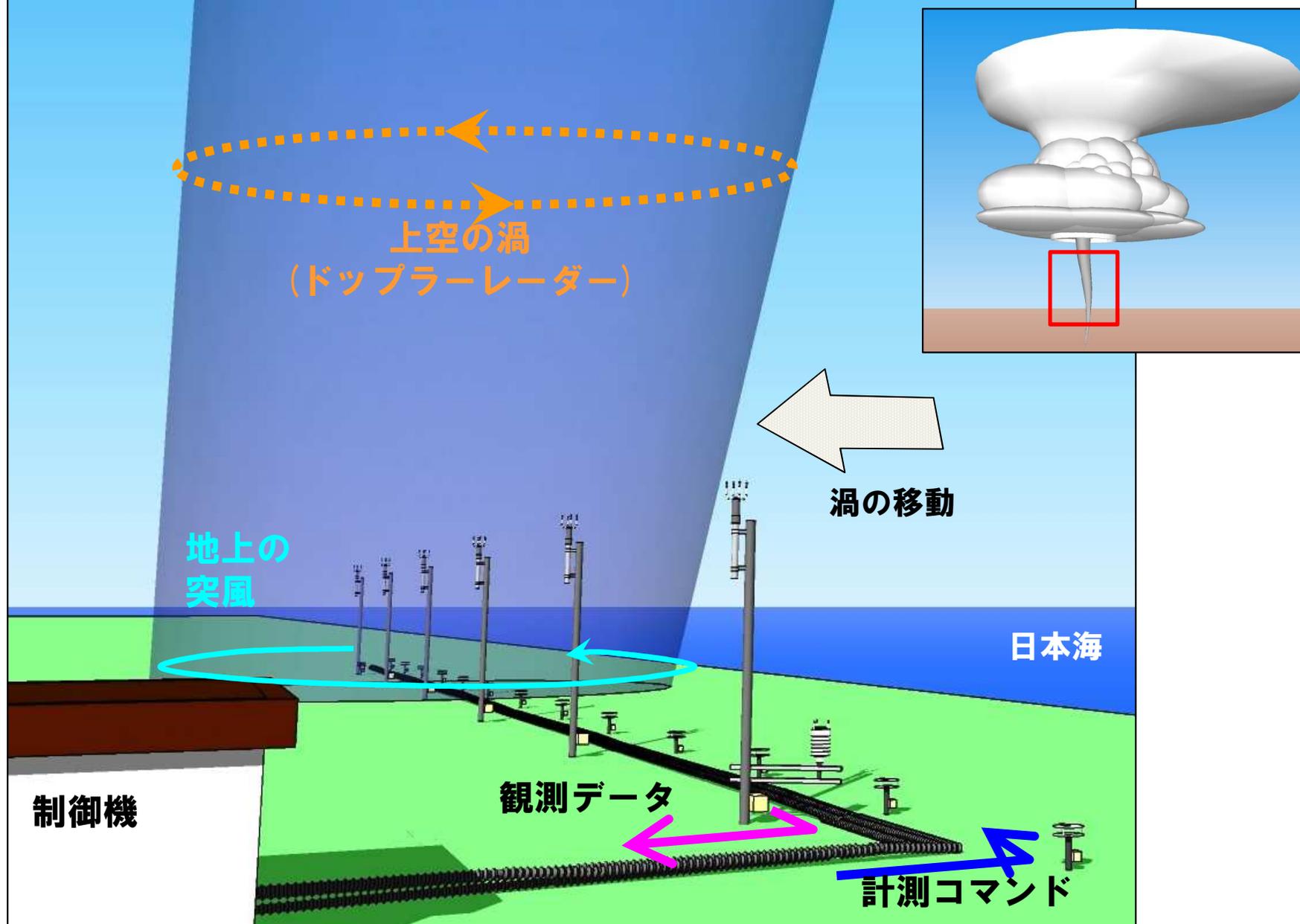
## 2. 竜巻等突風の観測

### 多点型地上観測システム



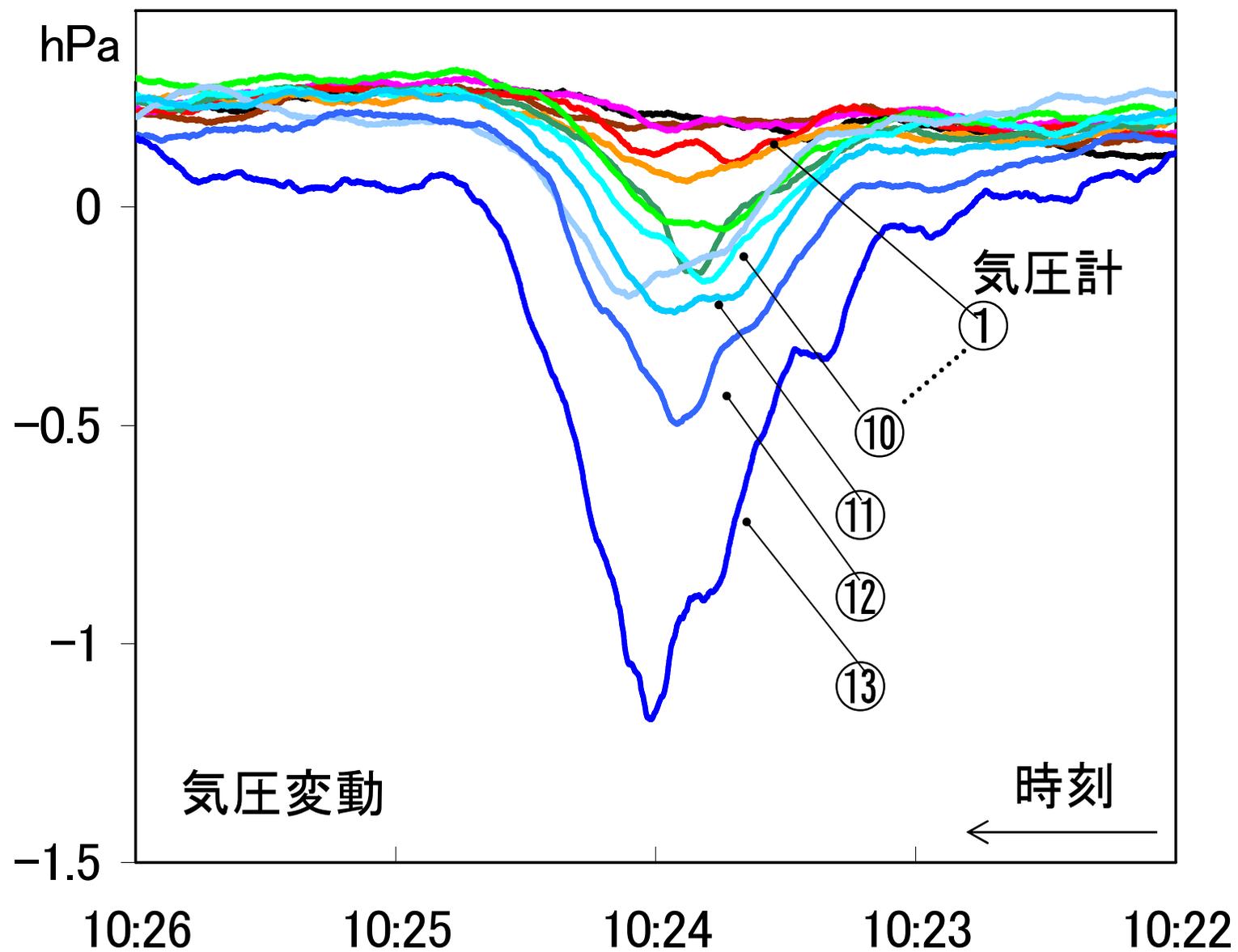
海岸沿いに総延長1.2kmにわたって直線配置

## 2. 竜巻等突風の観測



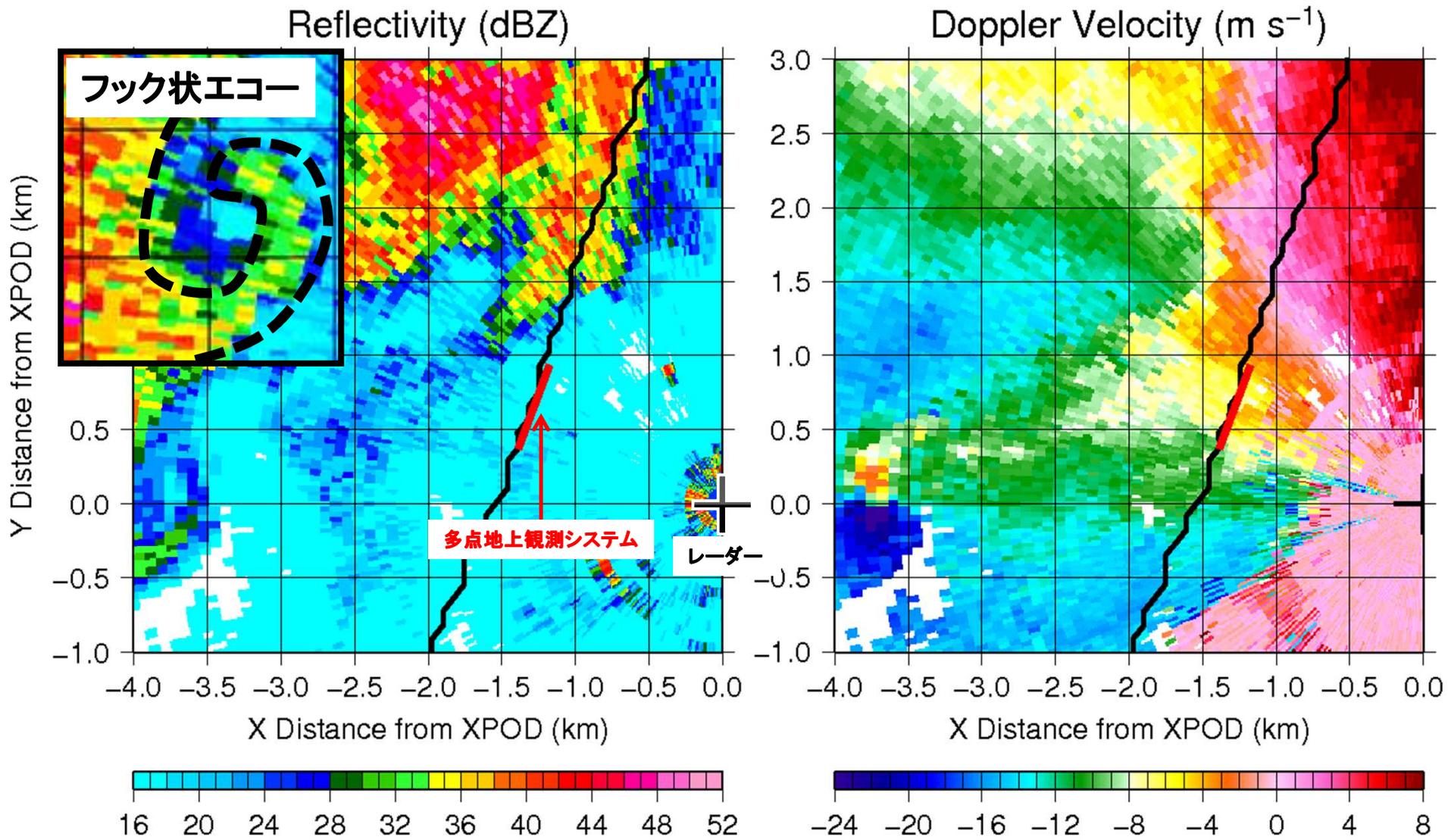
## 2. 竜巻等突風の観測

結果 (2012年1月29日)

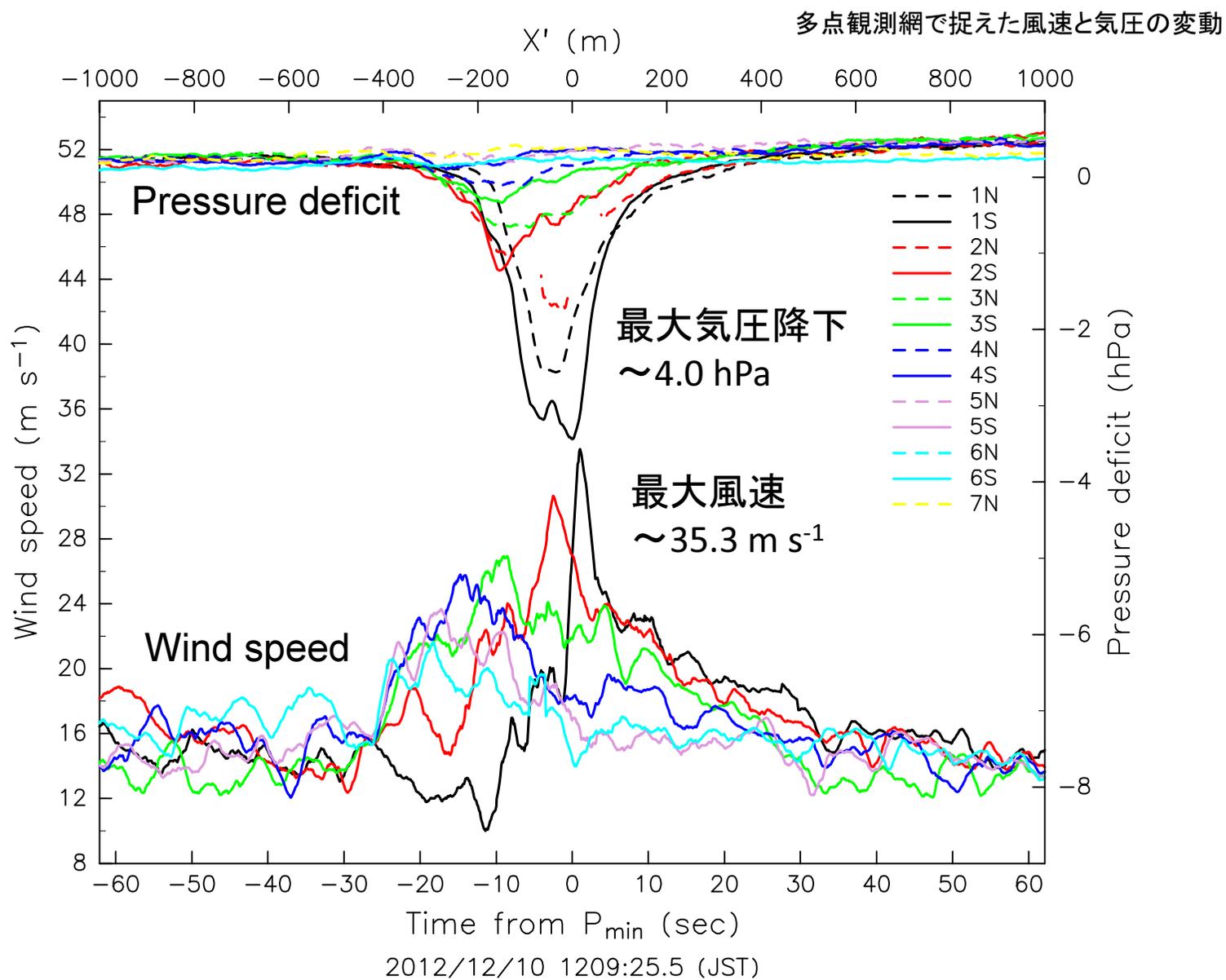


## 2. 竜巻等突風の観測

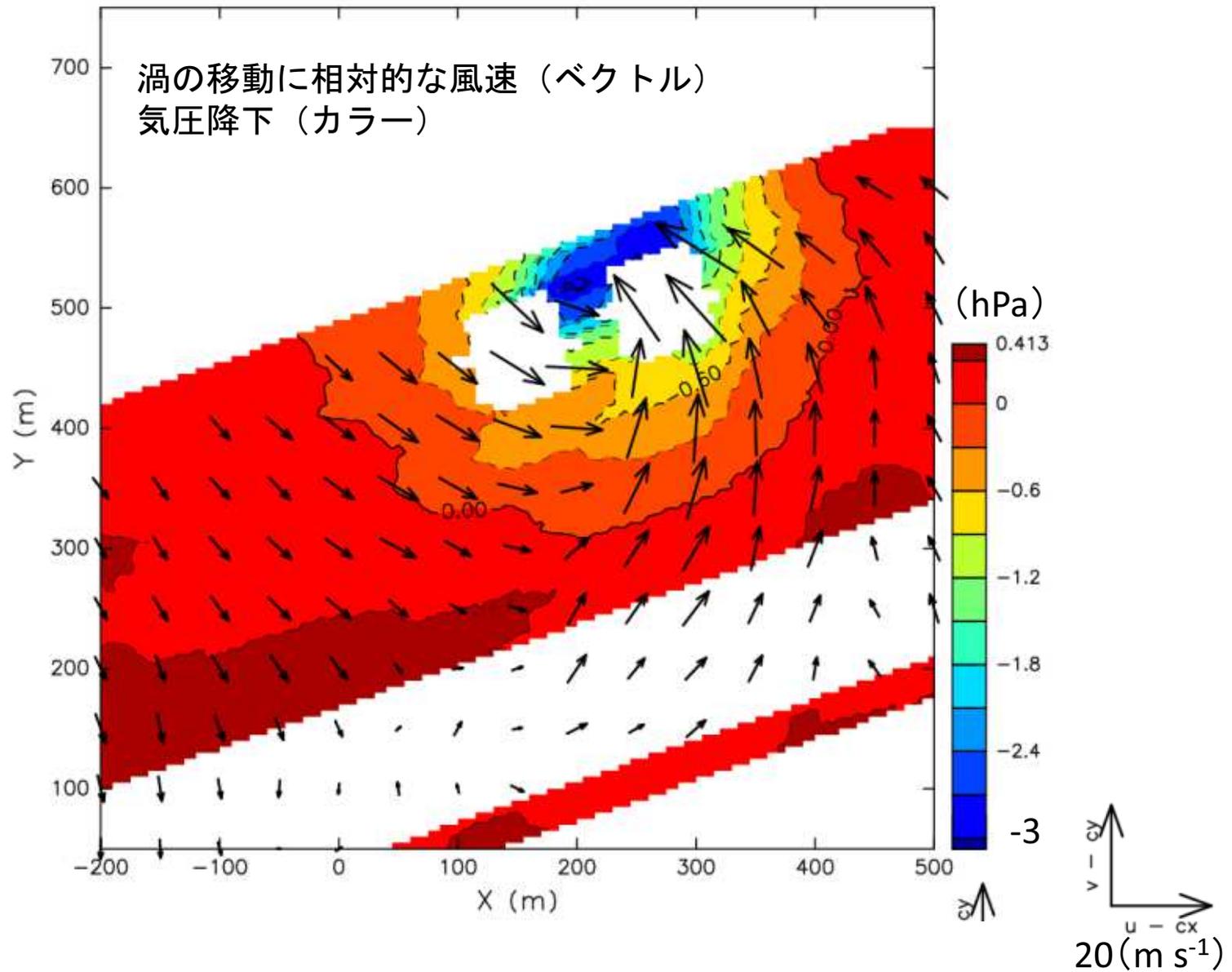
2012-12-10 1206:28 (JST) PPI (EL=2.0°)



## 2. 竜巻等突風の観測

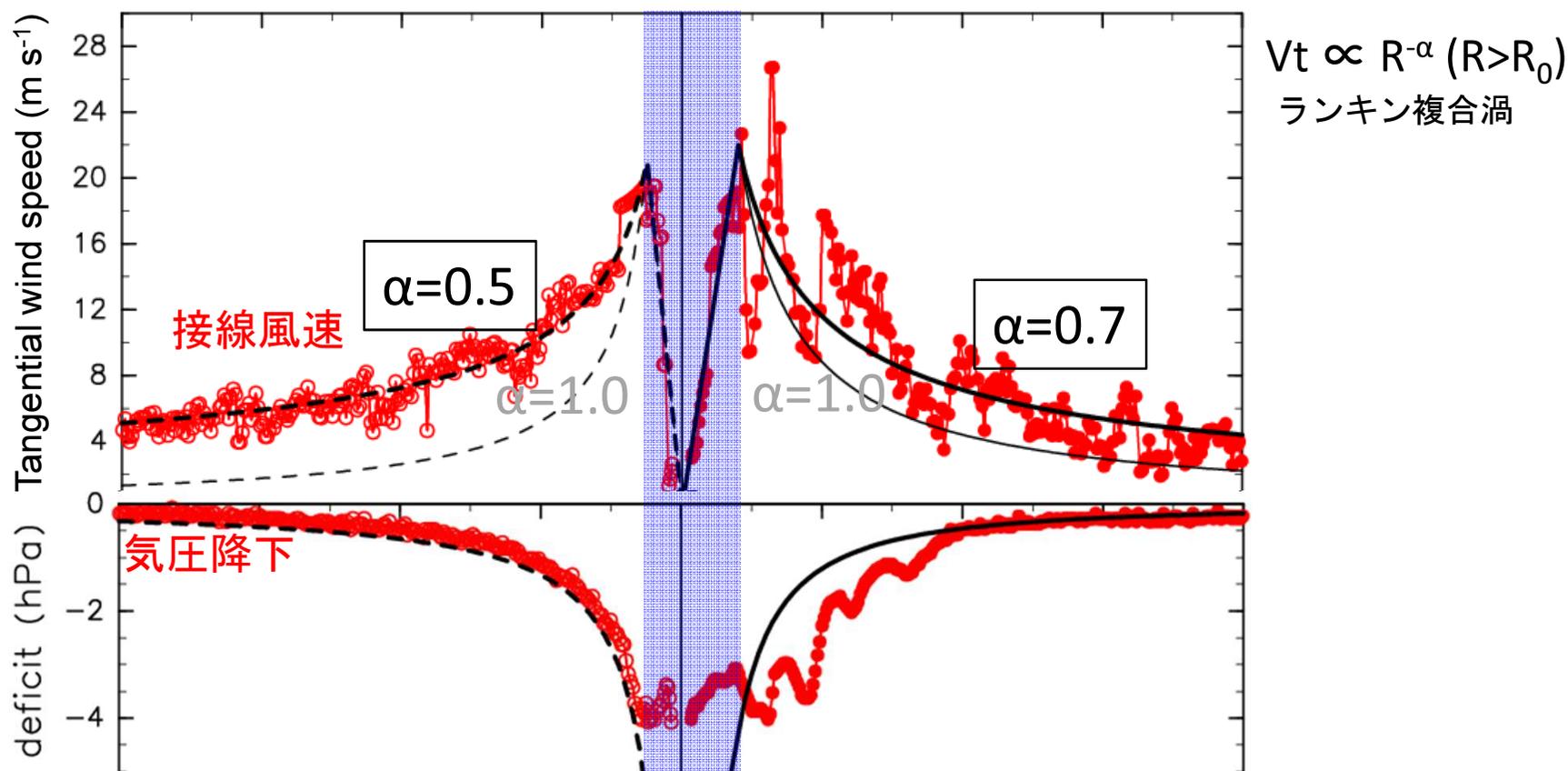


## 2. 竜巻等突風の観測



## 2. 竜巻等突風の観測

Observed:  $c=16.1(\text{m s}^{-1})$ ,  $\text{dir}=71.0(\text{deg})$ ,  $Y=-7.0(\text{m})$



- 観測された渦はランキン複合渦とよく一致  
(旋衡風バランスが高精度で成立)
- 渦の自動探知にはランキン複合渦モデルに使用が適切

### 3. 竜巻渦の自動探知・追跡技術

## レーダーによる竜巻渦の自動探知・追跡の構成

(a) レーダーから渦パターン（ランキン複合渦モデルへのフィッティング）を探知

(b) 時間連続性に基づいて渦を追跡、移動ベクトルから数分後の進路予報円を算出。

複数の渦は同時個別認識

(c) 渦の回転速度と移動速度を合成し渦の最大風速を計算

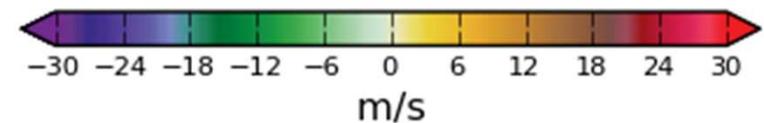
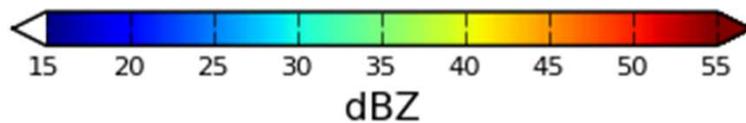
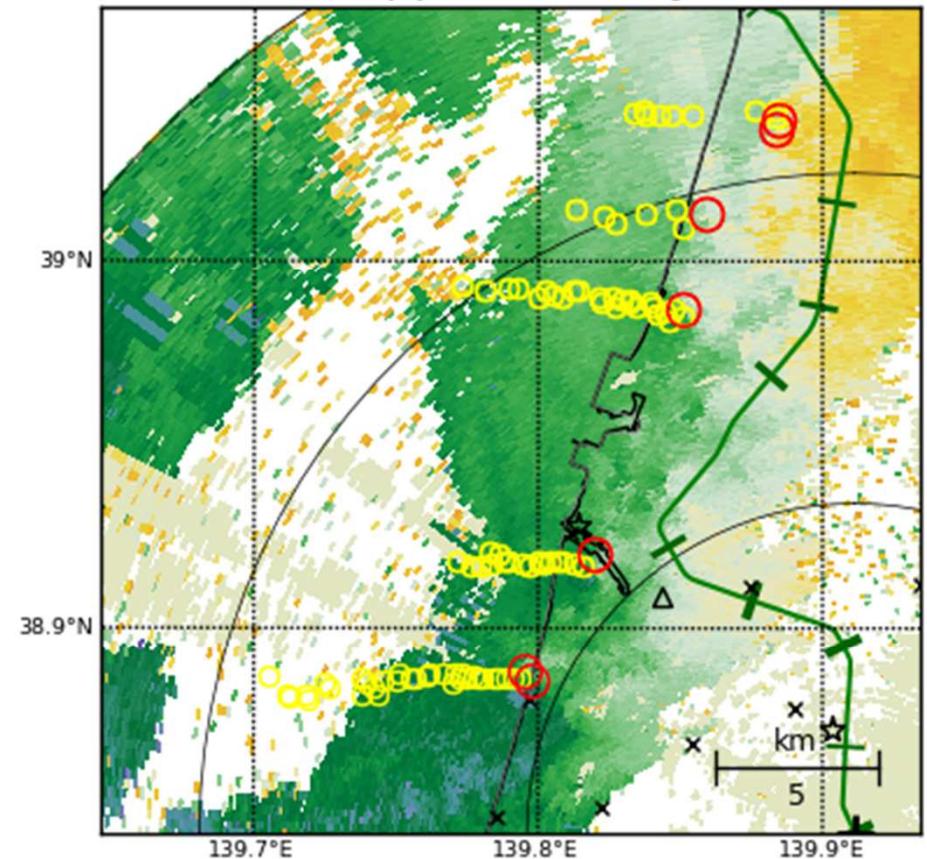
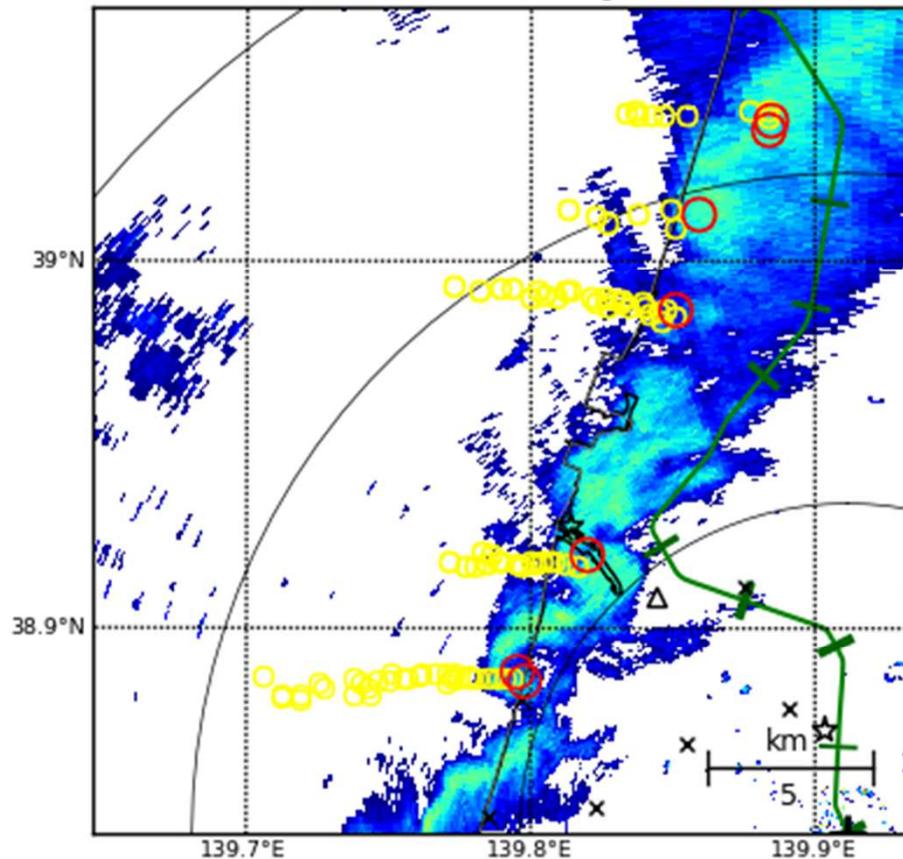
### 3. 竜巻渦の自動探知・追跡技術

複数渦の探知・追跡

Amarume 2007-12-31 04:04:09JST PPI EL=3.0°

Reflectivity

Doppler velocity



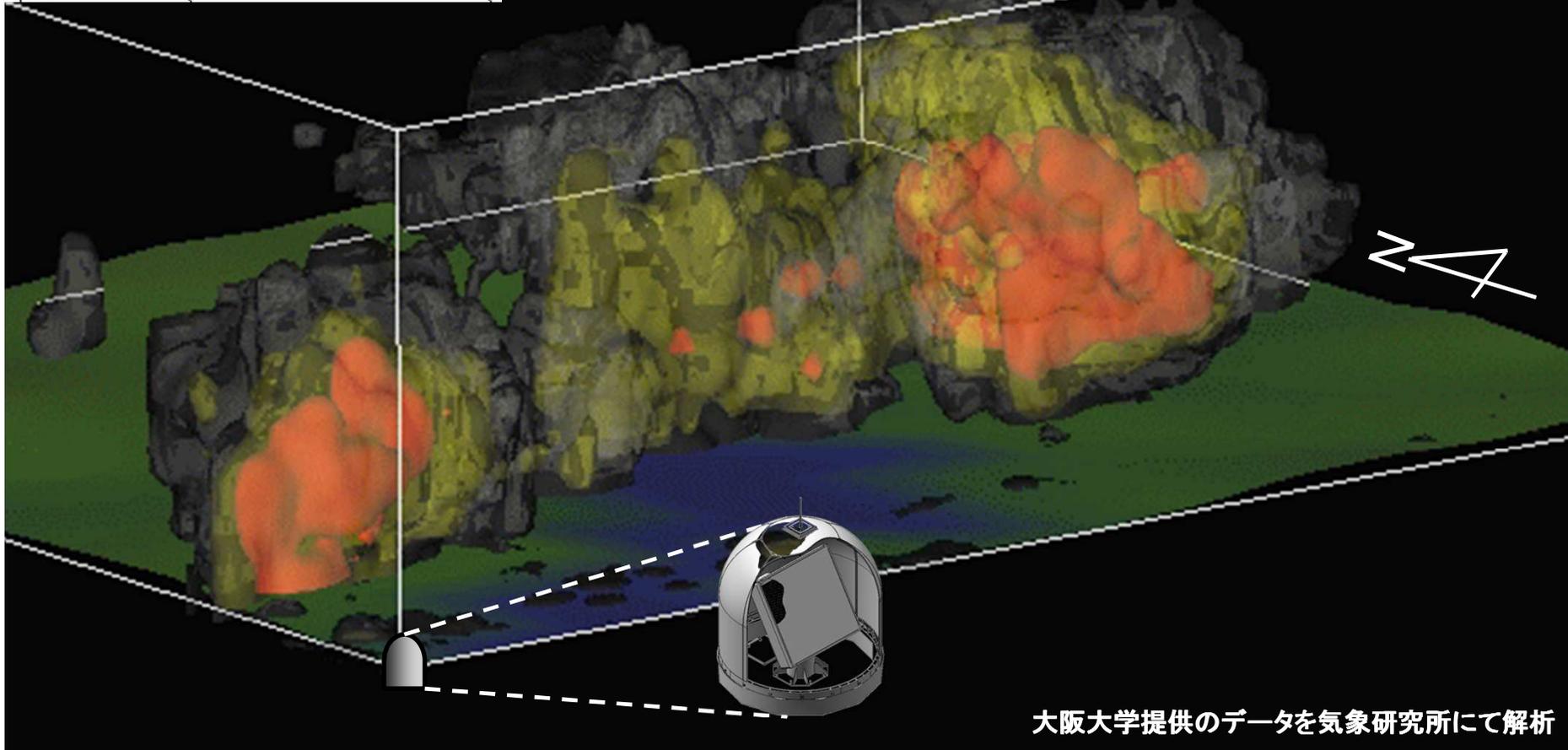
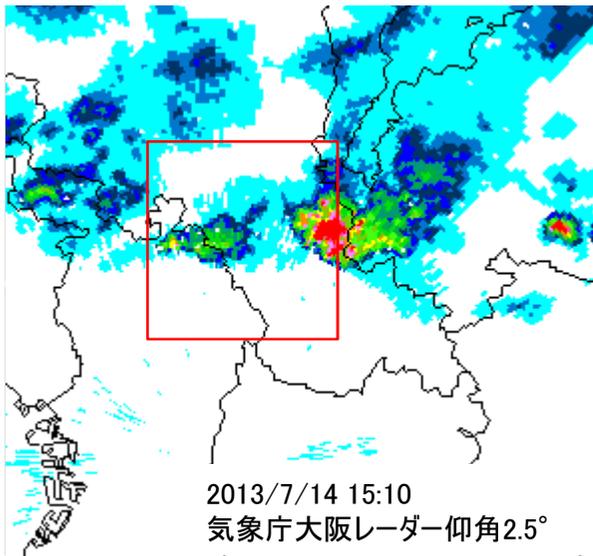
線状降水帯に埋め込まれている非スーパーセル型の渦の個別探知・追跡に成功

## 4. 今後

アンテナの上下方向の首振り機構を電子走査に置き換え、全天の雨風の分布を3次元的に超高速でモニターできる超高速スキャンレーダー(フェーズドアレイレーダー)の出現



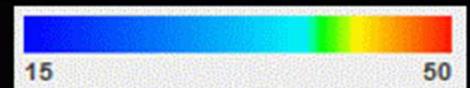
2013年7月14日 14:50:11-15:10:41JST 30秒毎



大阪大学提供のデータを気象研究所にて解析

2012/5/6

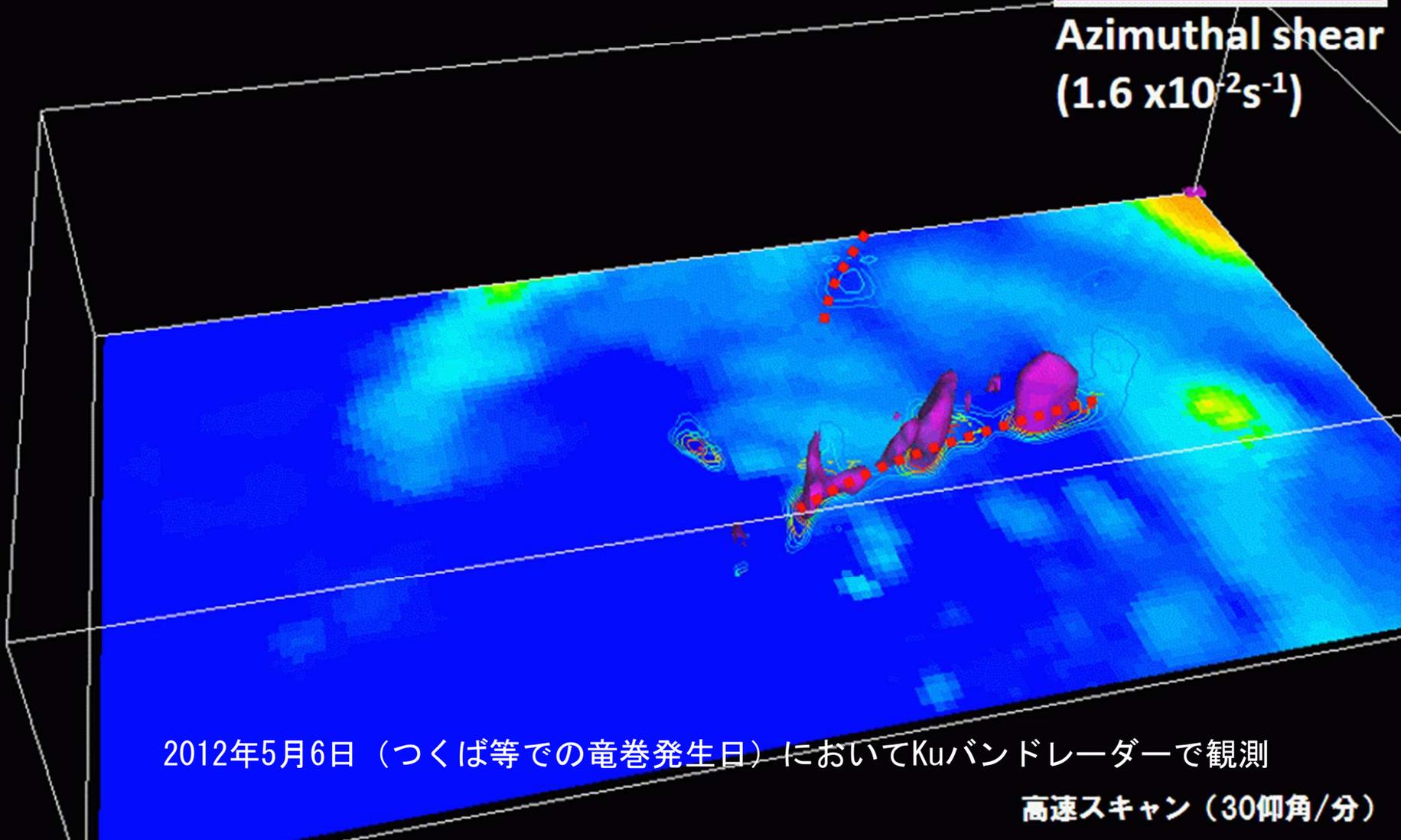
1457:53 JST



Reflectivity(dBZ)

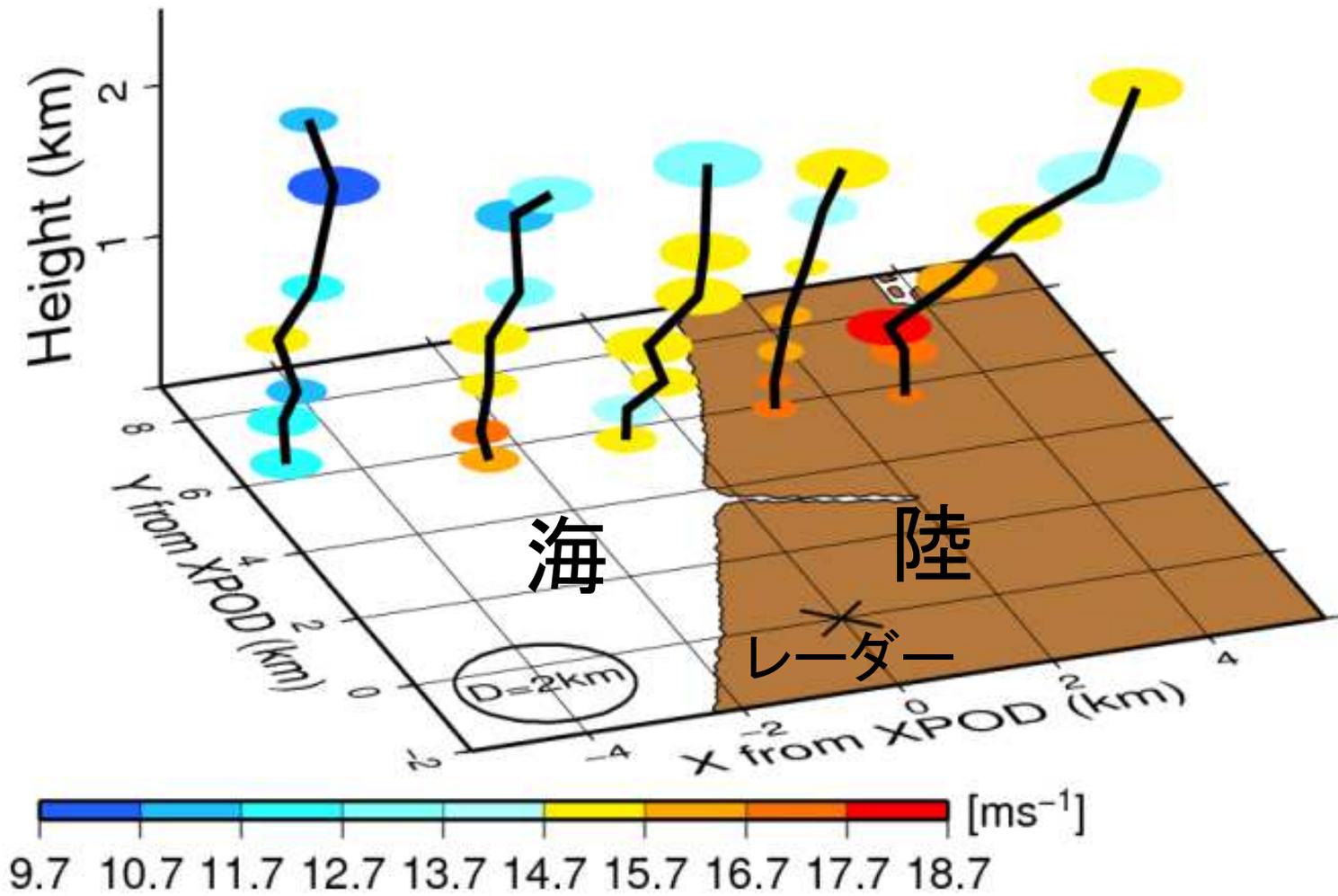


Azimuthal shear  
( $1.6 \times 10^{-2} \text{s}^{-1}$ )

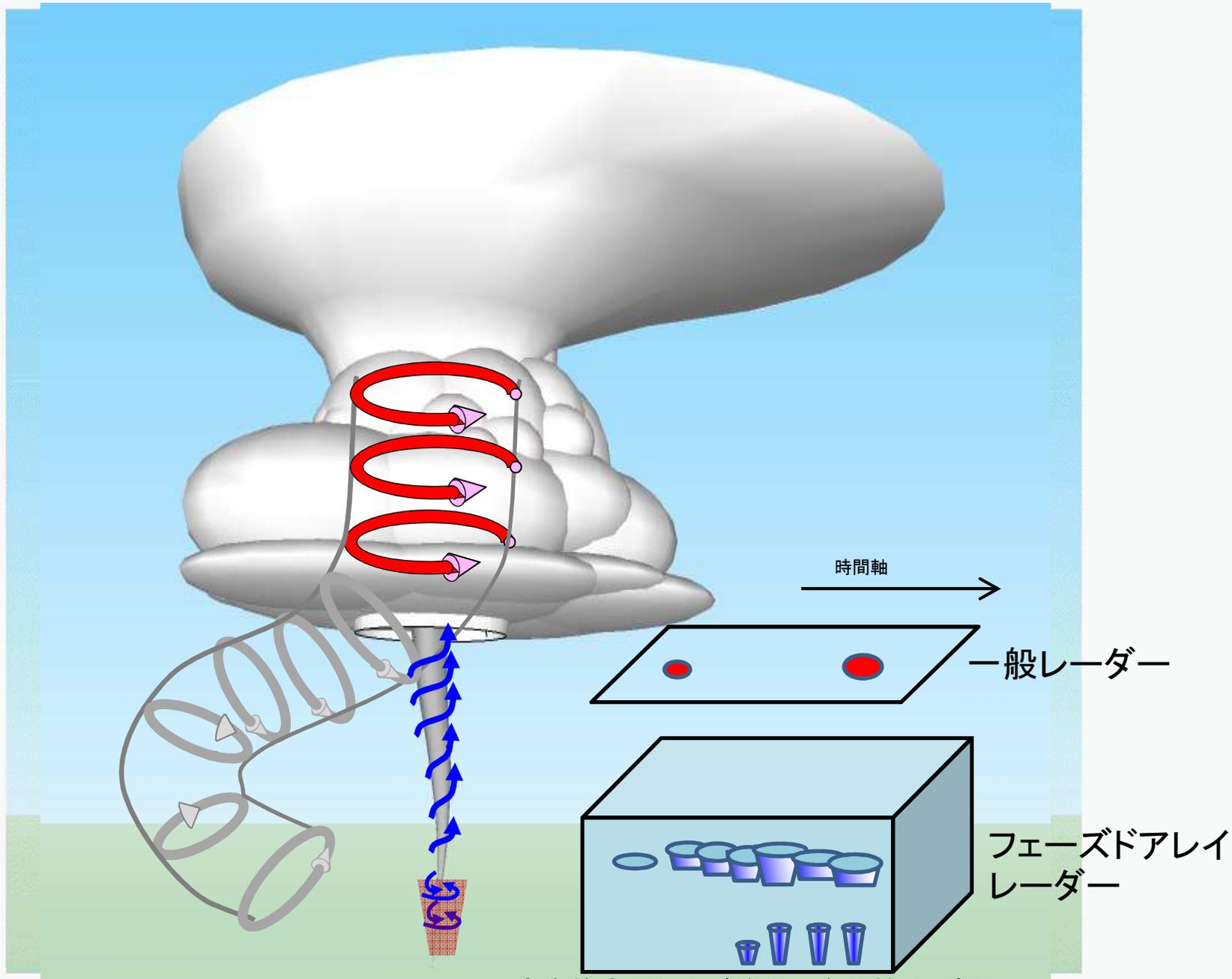


2012年5月6日（つくば等での竜巻発生日）においてKuバンドレーダーで観測

高速スキャン（30仰角/分）



ドップラー速度から求めた渦の進行方向に沿う断面の時間変化  
(2011年12月19日05:05)



竜巻等突風および前兆の自動抽出・追跡  
(イメージ)

20120726 1459:11 JST

高速スキャンレーダー(\*)による  
降水コアの落下

反射強度しきい値を設定した  
降水コア抽出

4km

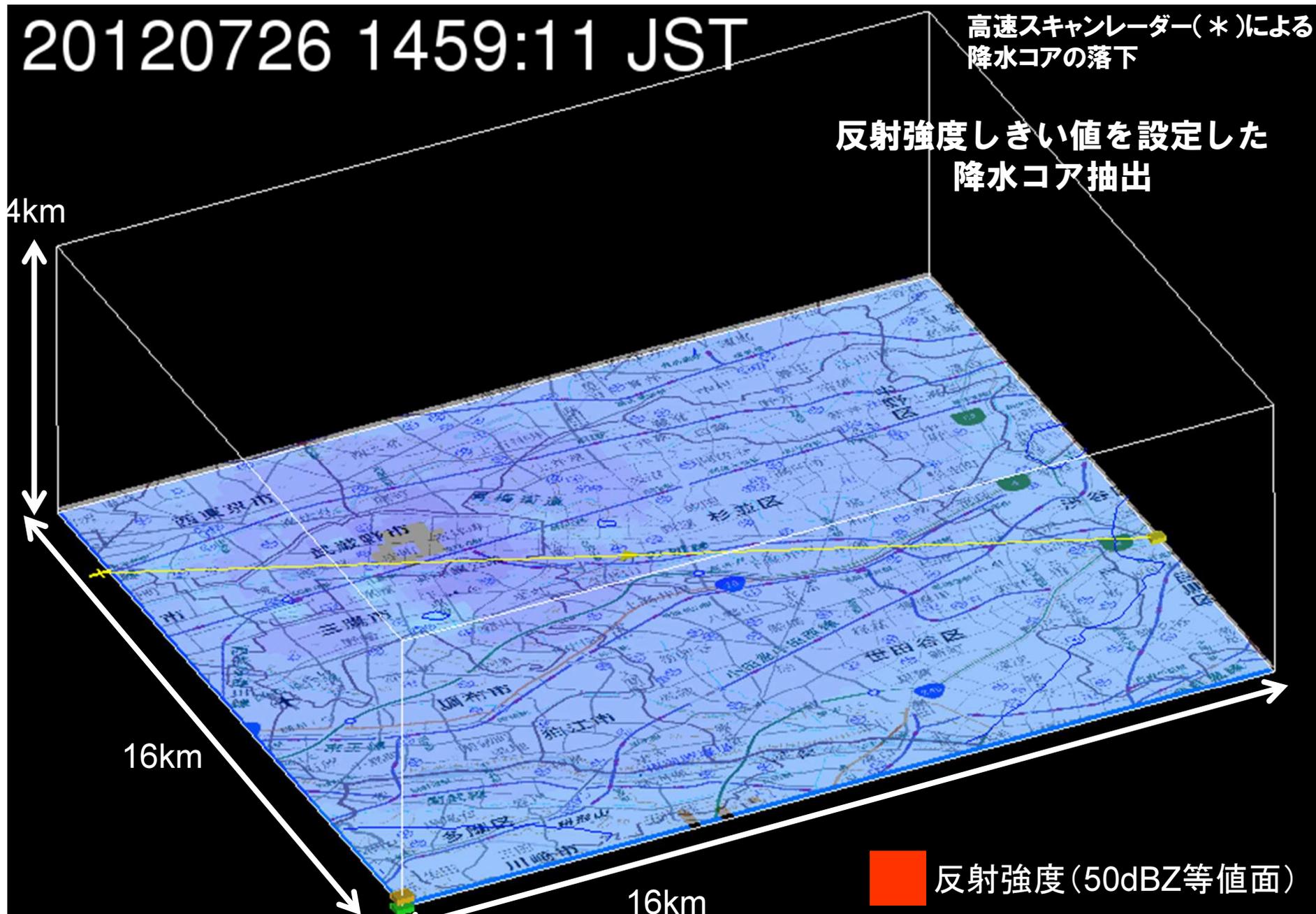


16km

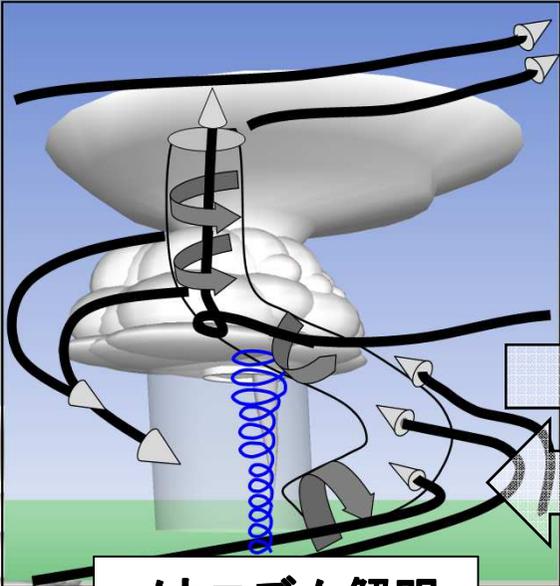
16km



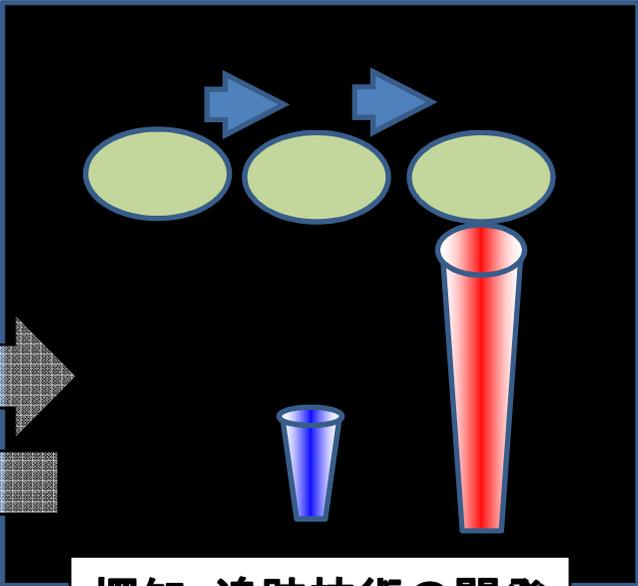
反射強度(50dBZ等値面)



4. 今後

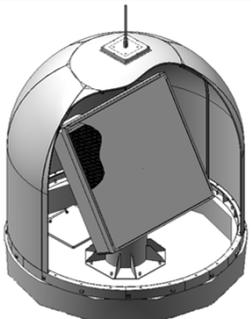


メカニズム説明



探知・追跡技術の開発

フェーズドアレイ  
レーダー



将来の竜巻等突風・局地的大雨  
の効果的な防災気象情報