

気象レーダでみる竜巻とその親雲

(独) 防災科学技術研究所

鈴木 真一

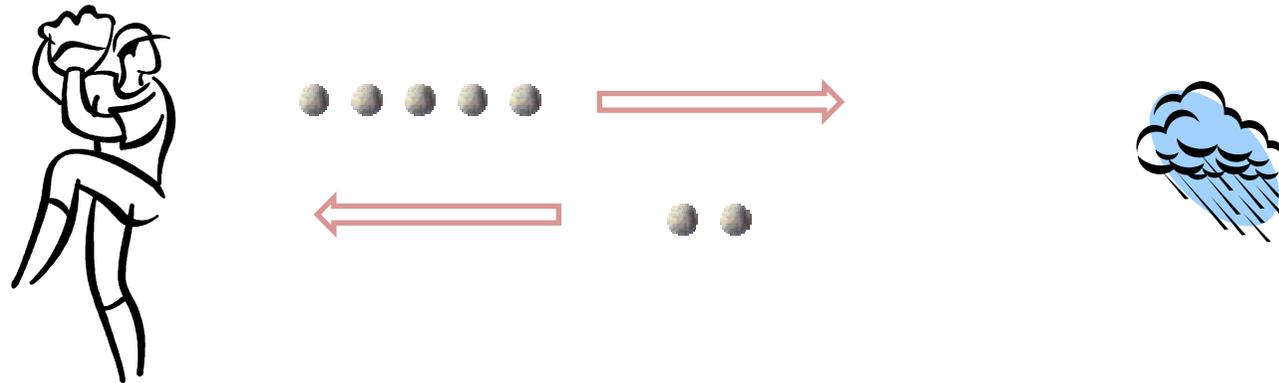
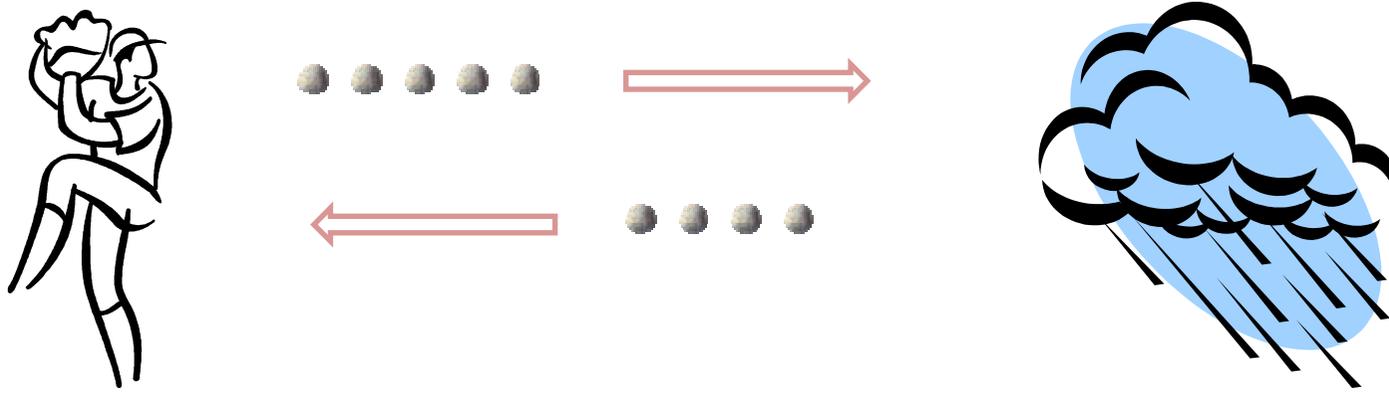
気象レーダとは何か？

- 波長 3 – 10 cm くらいの電波を放射し、物にあたって散乱する電波を観測する装置。



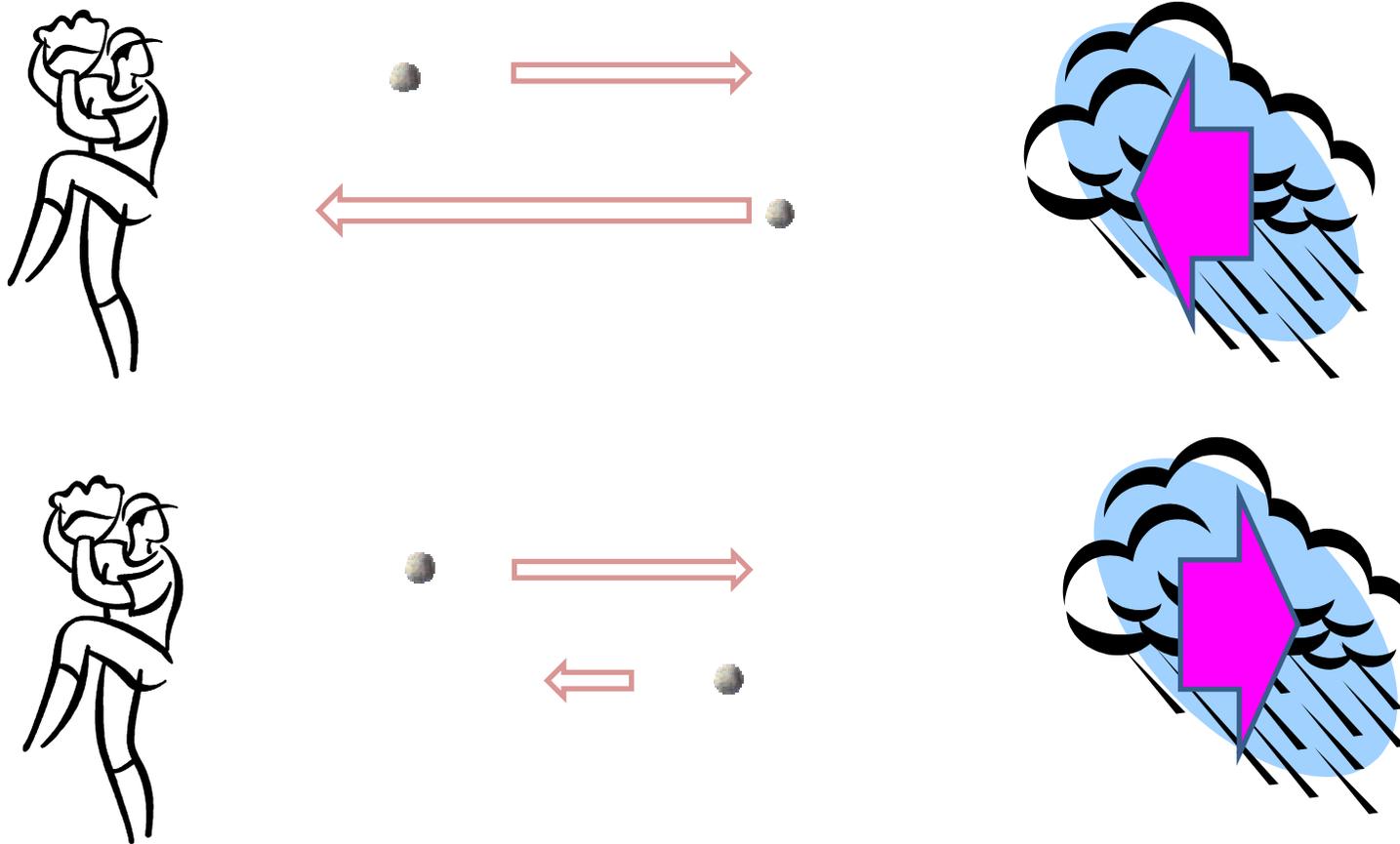
- 防災科研が木更津市に設置しているXバンドMPLレーダ

気象レーダーで雨をみる



- 電波を雨にぶつけて、返ってきた電波の強さを調べる
 - 強い雨にぶつかると、多くの電波が返ってくる
 - 弱い雨にぶつかると、少しの電波しか返ってこない

ドップラーレーダとは



- 電波を雨にぶつけて、返ってきた電波の周波数を見る
 - 近づいてくる雨にぶつかると、高い周波数の電波が返ってくる
 - 遠ざかる雨にぶつけると、低い周波数の電波が返ってくる

気象レーダで何が見えるか？

- 雨粒(の集団)
 - － 見える
- 雲(雲粒の集団)
 - － 見えない
 - 特殊なレーダでは大きな雲粒は見える
- 竜巻は？
 - － 竜巻は空気の渦

「竜巻」はレーダで見えるか？



雲粒

見えにくい

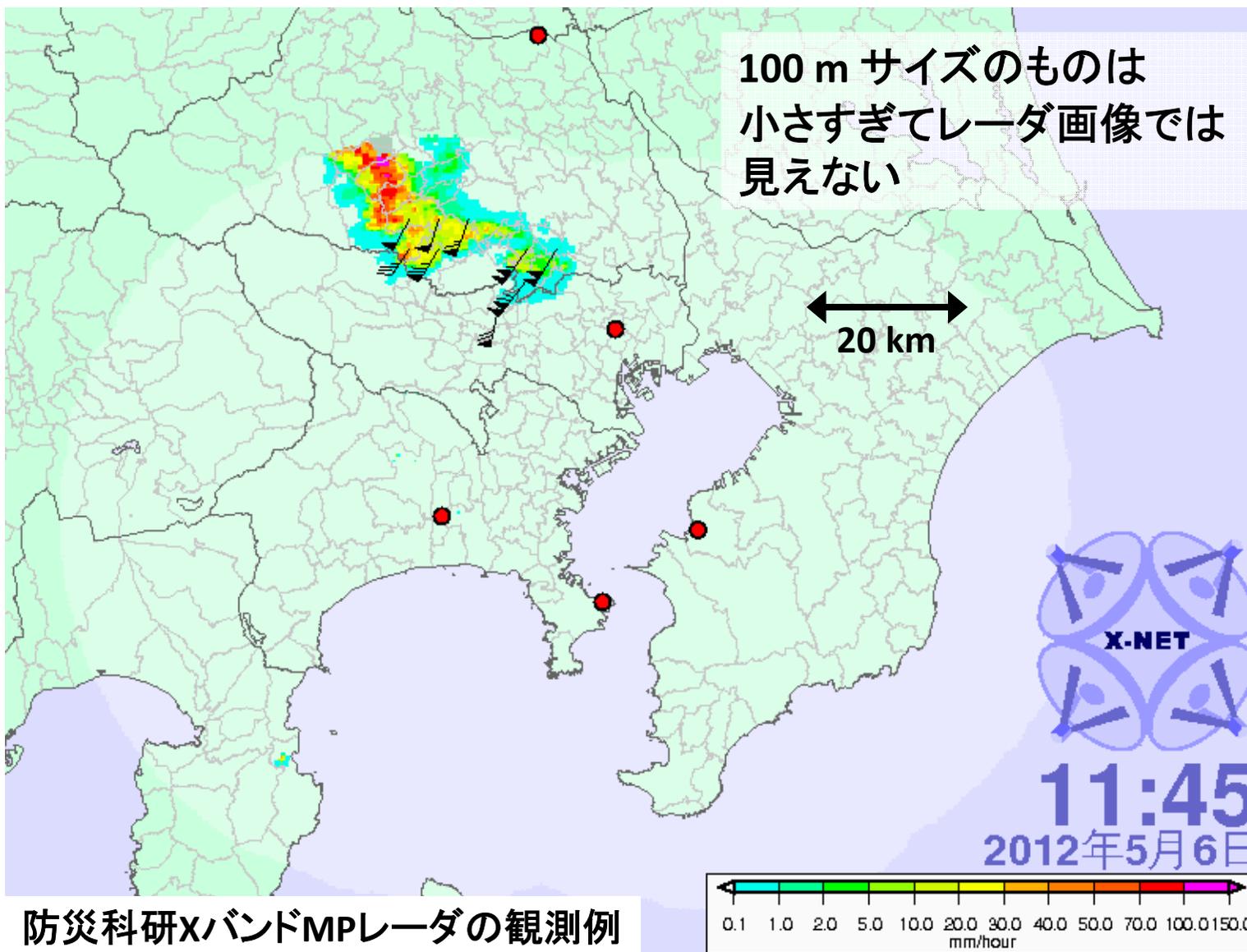
巻き上げられた
土砂や構造物の残骸

見える

- 雲粒の部分は、とても見えにくい(ごく近くでは見えることも)
- 飛散物に見える
 - 空気の揺らぎから電波が反射してくることもある

竜巻の大きさは？

- 竜巻の被害の幅は、大きなところで 500 m 程度だった



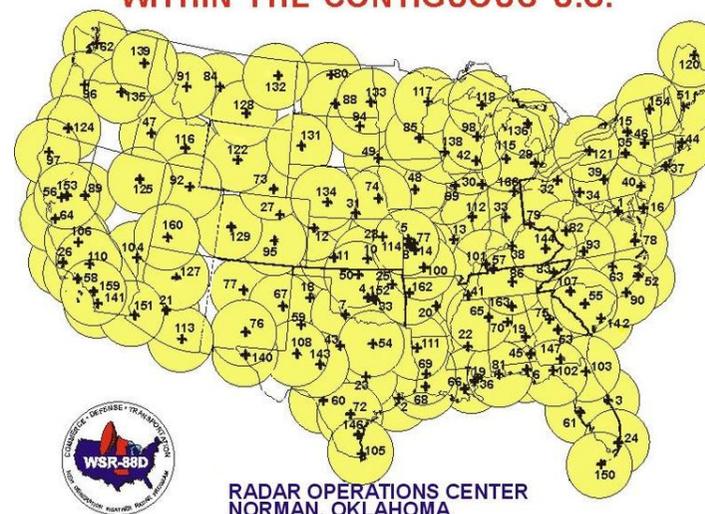
防災科研XバンドMPLレーダの観測例

竜巻はレーダで見えるか？

- 基本的に見えない
 - 竜巻そのものが見えにくい
 - レーダで見るには小さい
- なぜ、竜巻の監視・予測にレーダが使われるか？
 - 特にアメリカ

アメリカのレーダ観測網

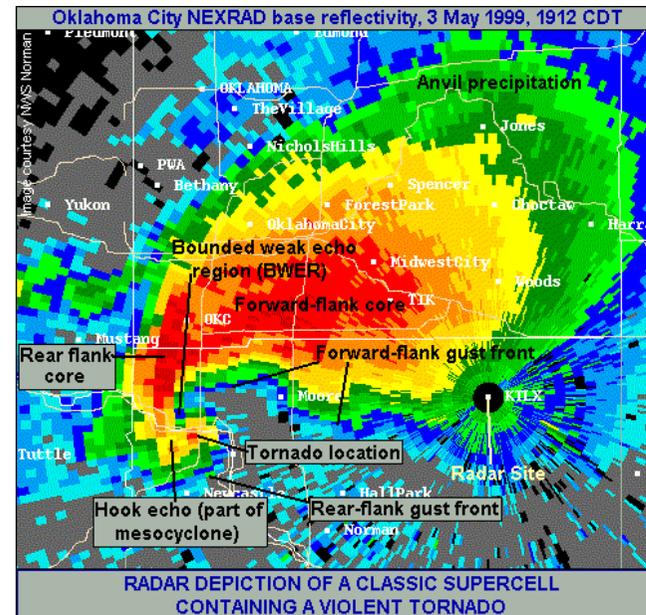
COMPLETED WSR-88D INSTALLATIONS
WITHIN THE CONTIGUOUS U.S.



レーダーによる積乱雲の監視（アメリカ）

著作権の都合で
ホームページ掲載時に
図を削除しました
(気象研究所)

H. Bluestein の未発表論文をもとに小倉義光氏が改編した
スーパーセルの絵図

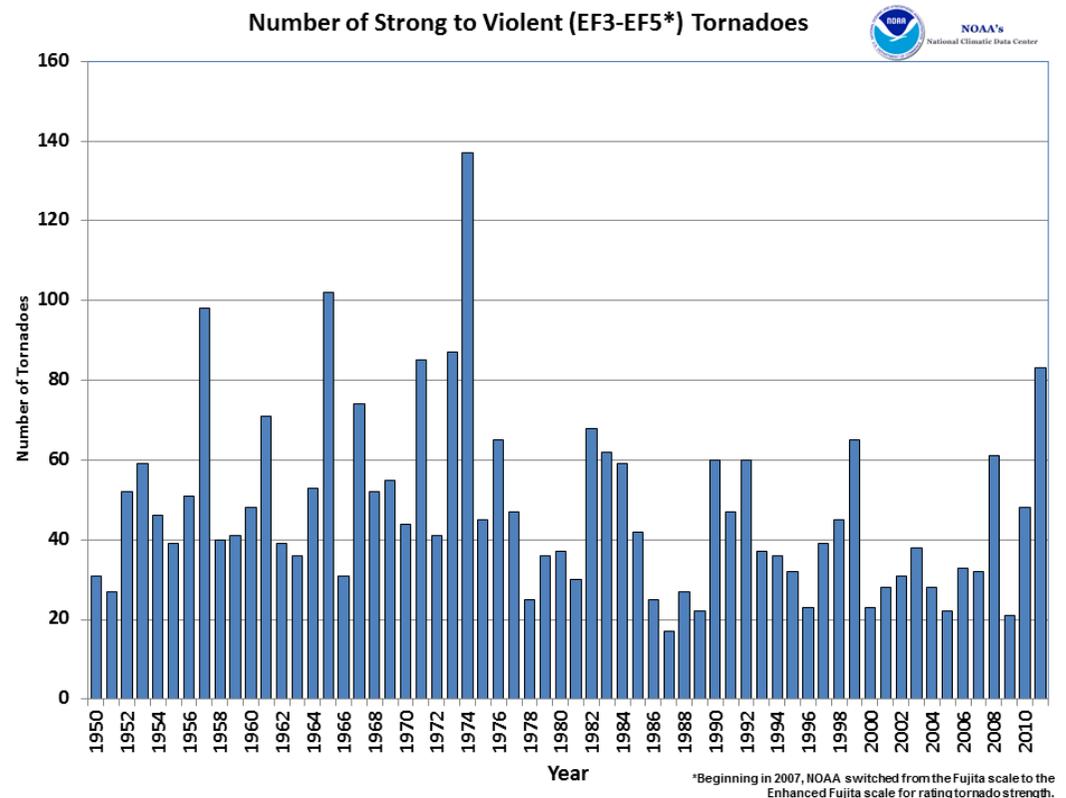


オクラホマで1999年5月3日に発生した
スーパーセルをレーダでみたもの

- 強大な竜巻は「スーパーセル」と呼ばれるタイプの積乱雲で発生しやすい
 - 直径 数 km から数十 km の渦を持っている
 - 長時間(数時間程度)持続する
- アメリカでは、このような雲が確認されると、警報が出る

アメリカと日本の違い

- 日本ではF4以上の強さの竜巻は確認されていない
- アメリカで見られるような強大なスーパーセルは日本ではあまり(ほぼ)みられない
- アメリカと同じ監視システムではあまり効果がない
- 日本の実態を踏まえた監視・予測システムが必要



常総市・つくば市の竜巻の観測

降雨強度と雲に相対的な風：高度 1.5 km

国土交通省XバンドMPLレーダと
気象庁東京レーダのデータを解析
解析と作図：前坂剛(防災科研)

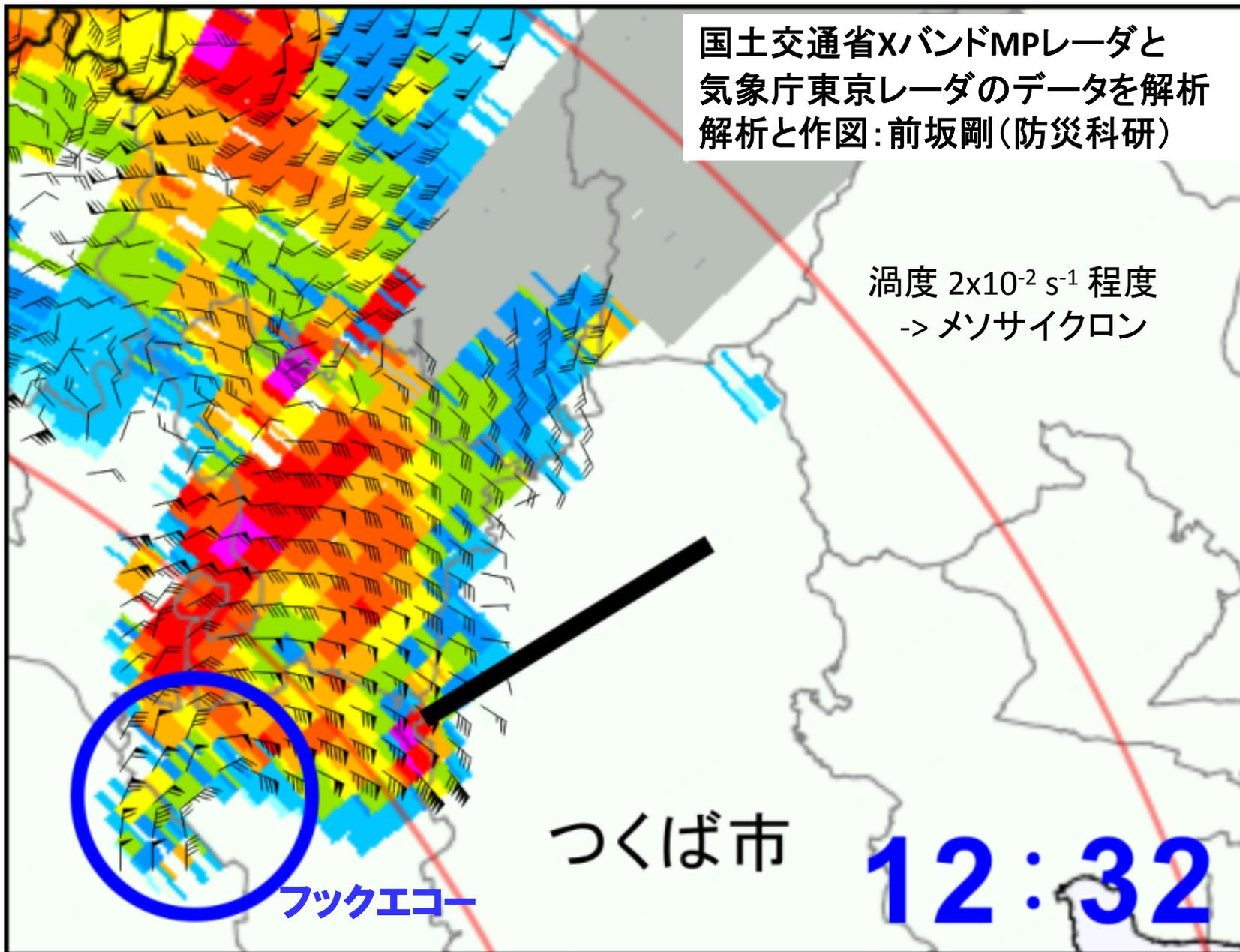
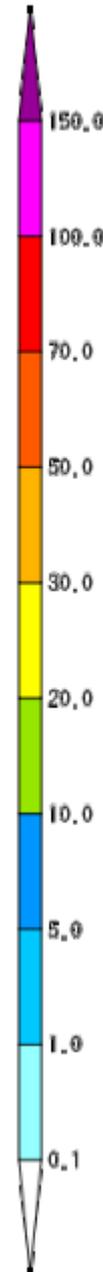
渦度 $2 \times 10^{-2} \text{ s}^{-1}$ 程度
-> メソサイクロン

つくば市

12:32

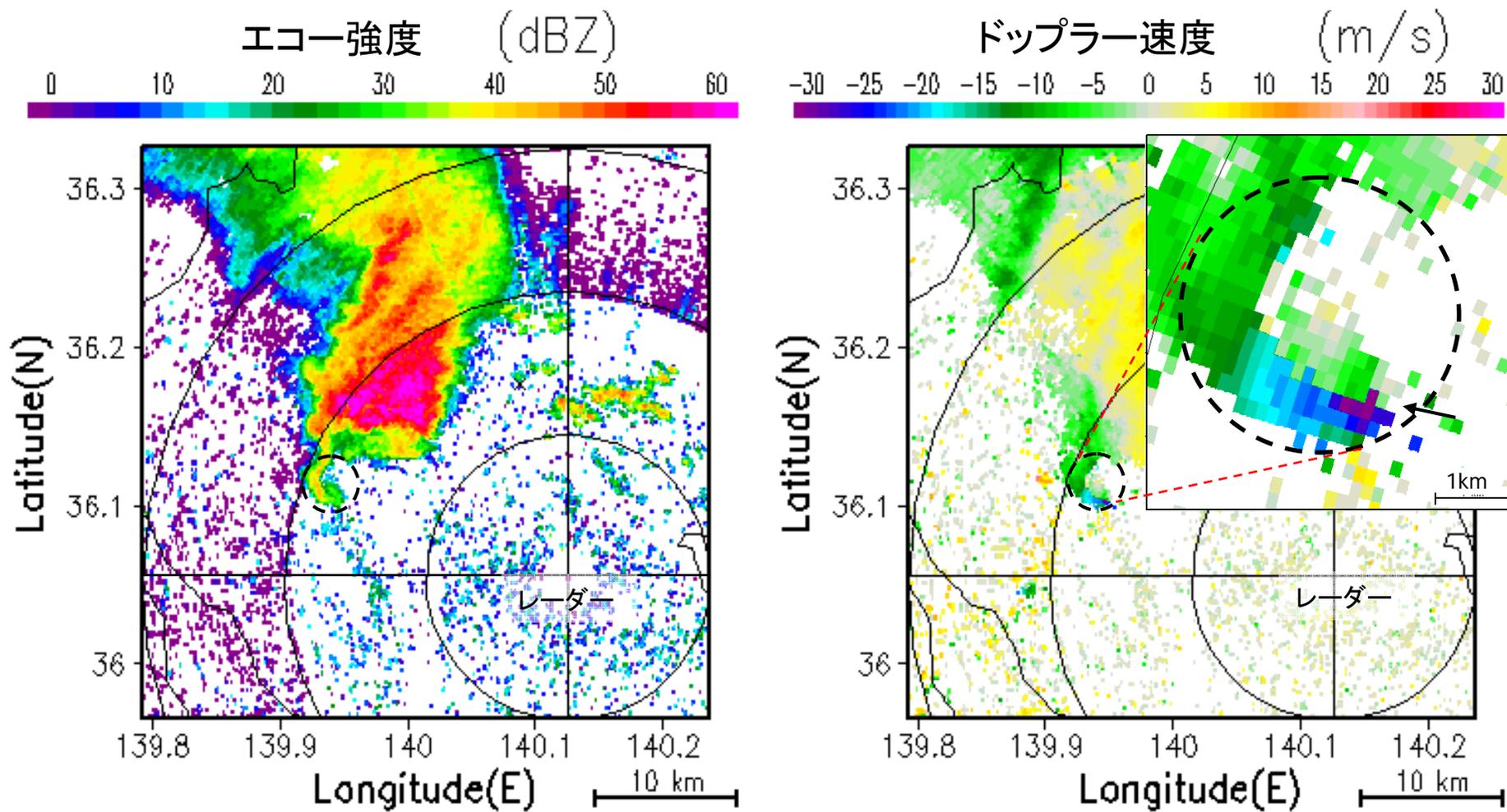
フックエコー

mm/hour



仰角0.5度（高度約100m）の観測 （気象庁気象研究所のレーダ）

12時35分：竜巻の可能性のある渦を確認



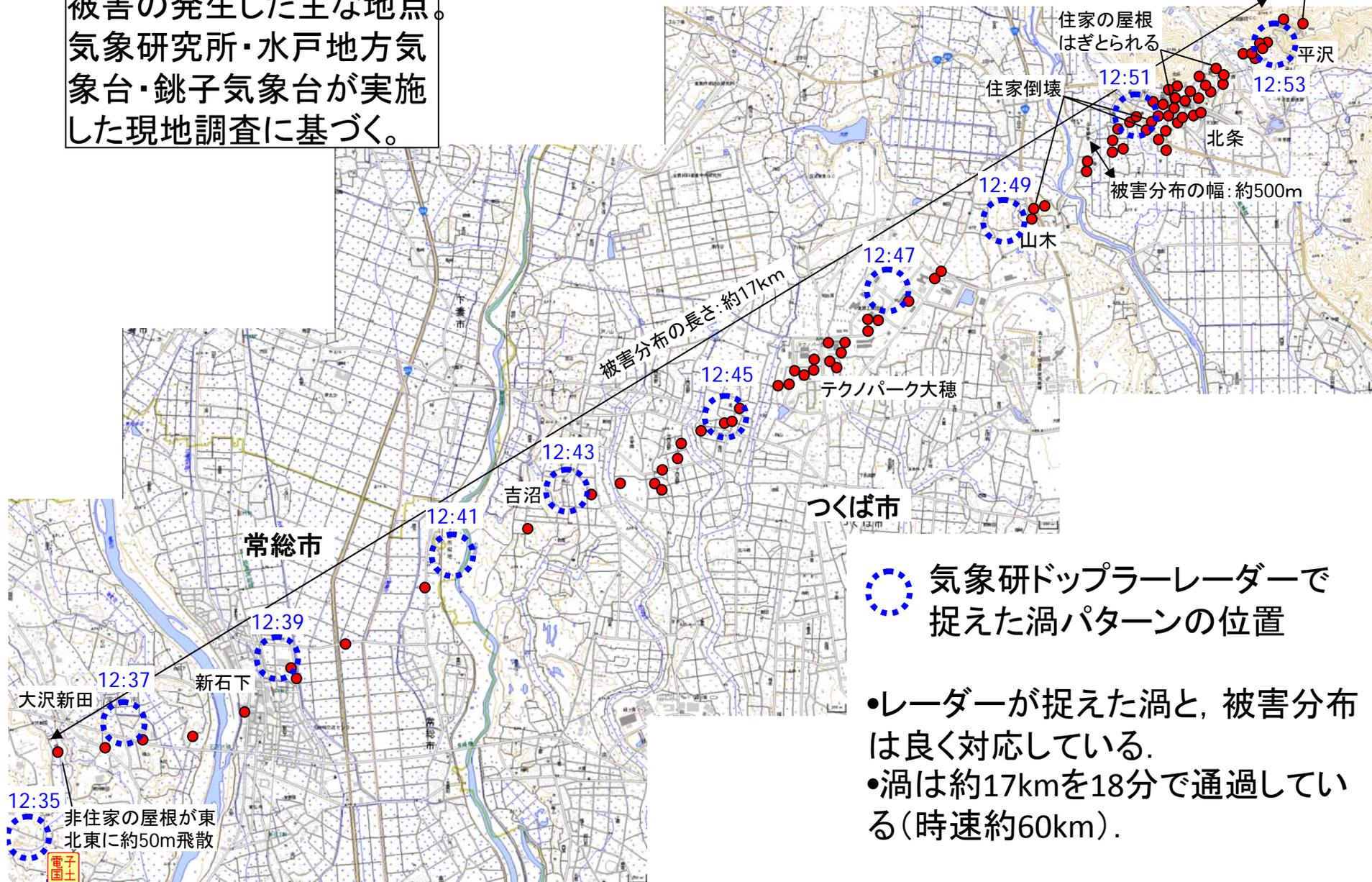
気象研究所レーダーは同心円の中心に位置する
×印はつくば市北条の位置を示す

寒色系: 近づく風
暖色系: 遠ざかる風

被害分布とレーダーが捉えた渦

被害の発生した主な地点。
気象研究所・水戸地方気
象台・銚子気象台が実施
した現地調査に基づく。

筑波国際カントリークラブのクラ
ブハウスのトタン屋根の損傷



住家の屋根
はぎとられる

住家倒壊

12:51

平沢

12:53

北条

被害分布の幅: 約500m

12:49

山木

12:47

テクノパーク大穂

12:45

12:43

吉沼

12:41

常総市

12:39

新石下

12:37

大沢新田

12:35

非住家の屋根が東
北東に約50m飛散

被害分布の長さ: 約17km

○ 気象研ドップラーレーダーで
捉えた渦パターンの位置

- レーダーが捉えた渦と、被害分布は良く対応している。
- 渦は約17kmを18分で通過している(時速約60km)。

常総市・つくば市の竜巻のレーダ観測

- 気象レーダ(国土交通省、気象庁、気象研究所)のデータを解析し、竜巻をもたらした積乱雲の構造について解析を行った
- スーパーセルに特徴的な構造が見えた
 - フックエコー
 - メソサイクロン
 - 構造の持続時間は40分程度
 - Mini supercell ?

気象レーダのデータが見られるサイト

- 気象庁
 - <http://www.jma.go.jp>
- 国土交通省XバンドMPレーダ（試験運用）
 - <http://www.river.go.jp/xbandradar/>
- 防災科学技術研究所
 - <http://mp-radar.bosai.go.jp>