

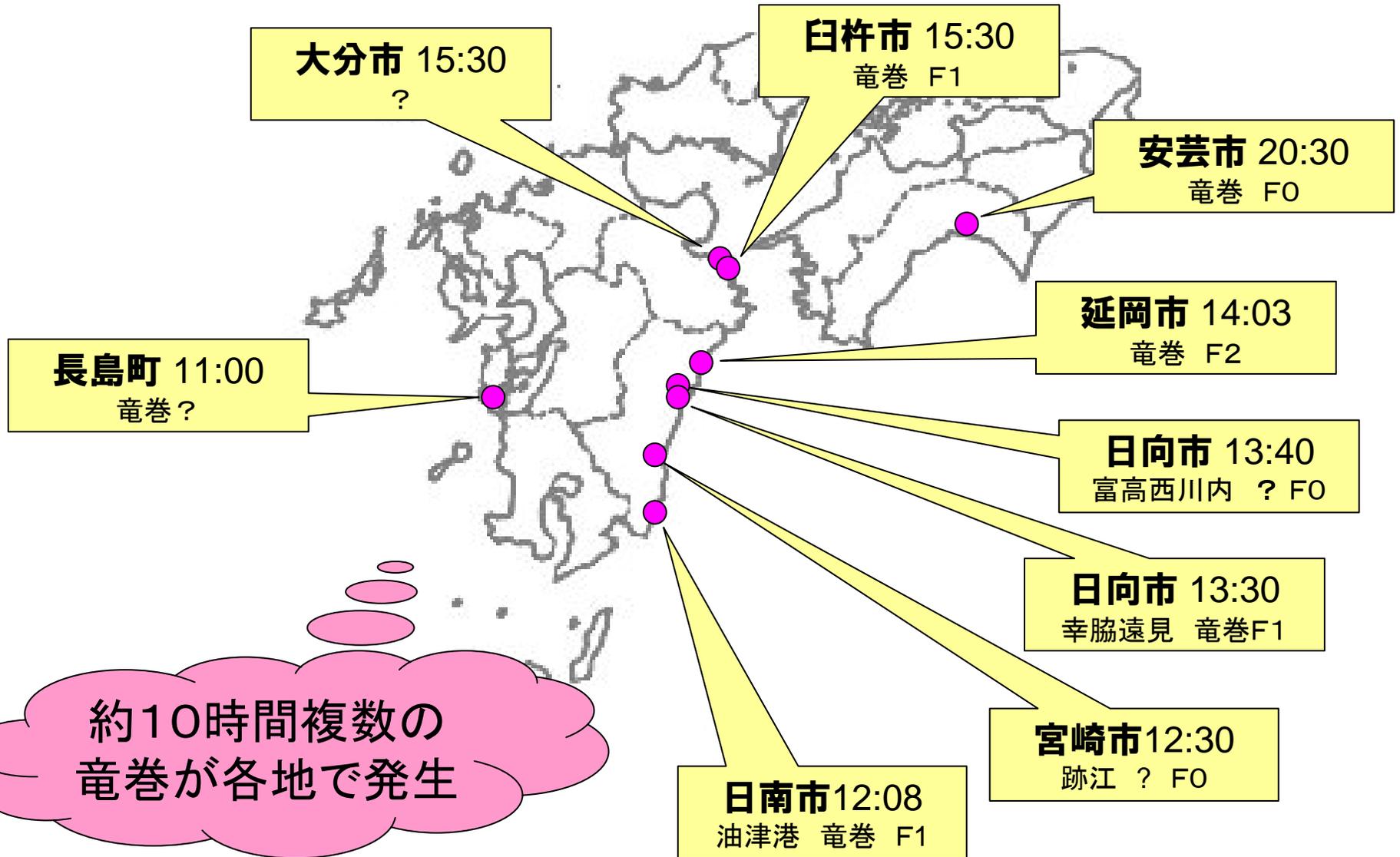
竜巻の多様性

—2006年9月17日台風13号に伴う竜巻を中心として—

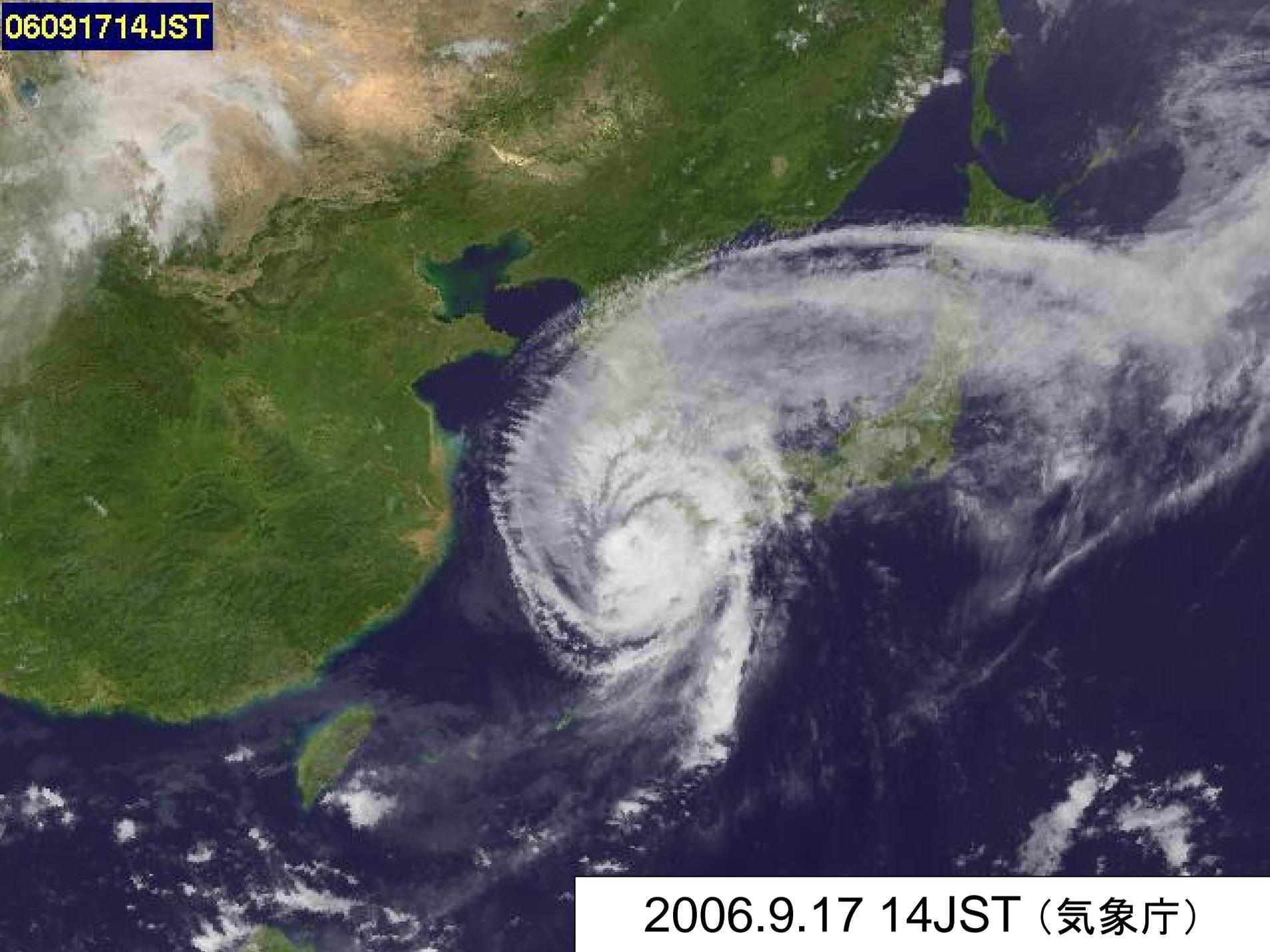
小林文明（防衛大学校）



台風13号に伴う竜巻

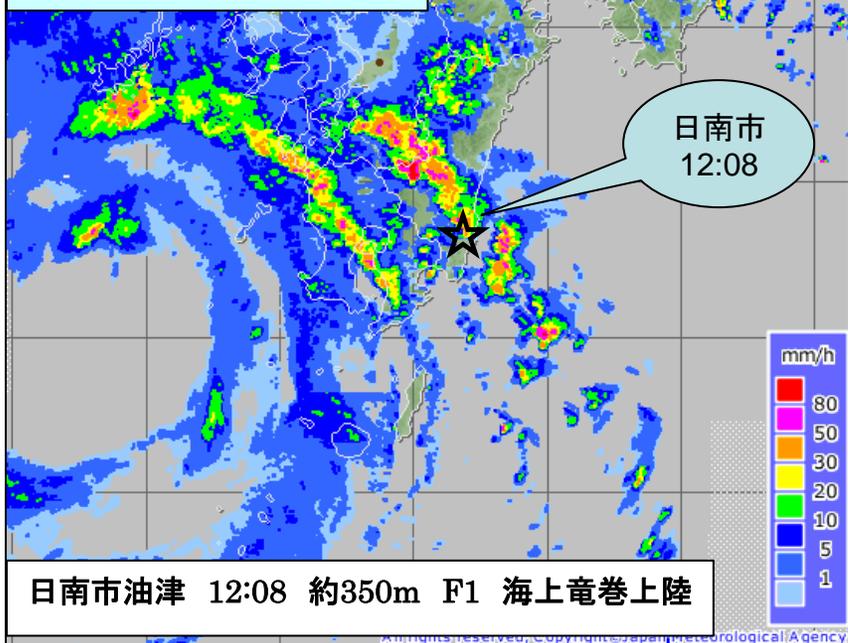


06091714JST



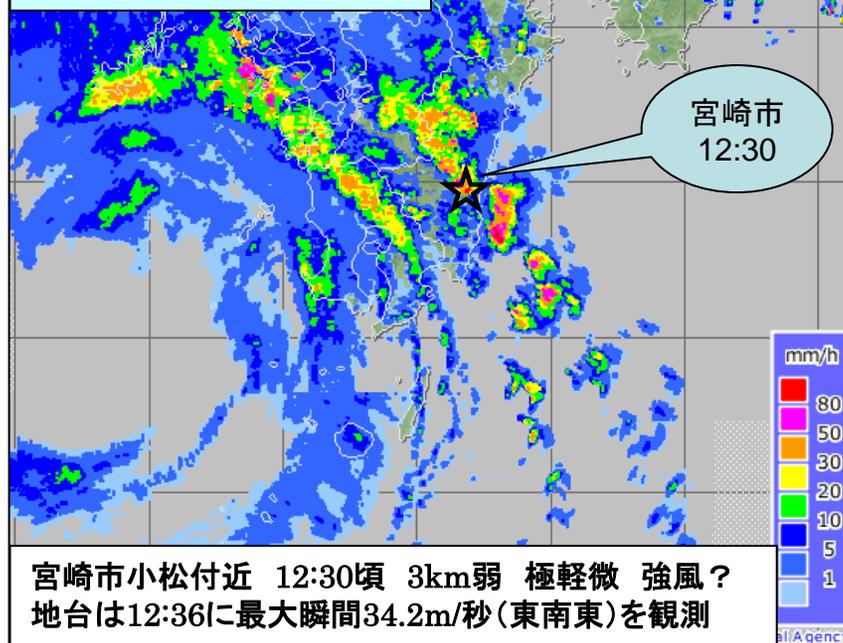
2006.9.17 14JST (気象庁)

2006.09.17 12:20JST



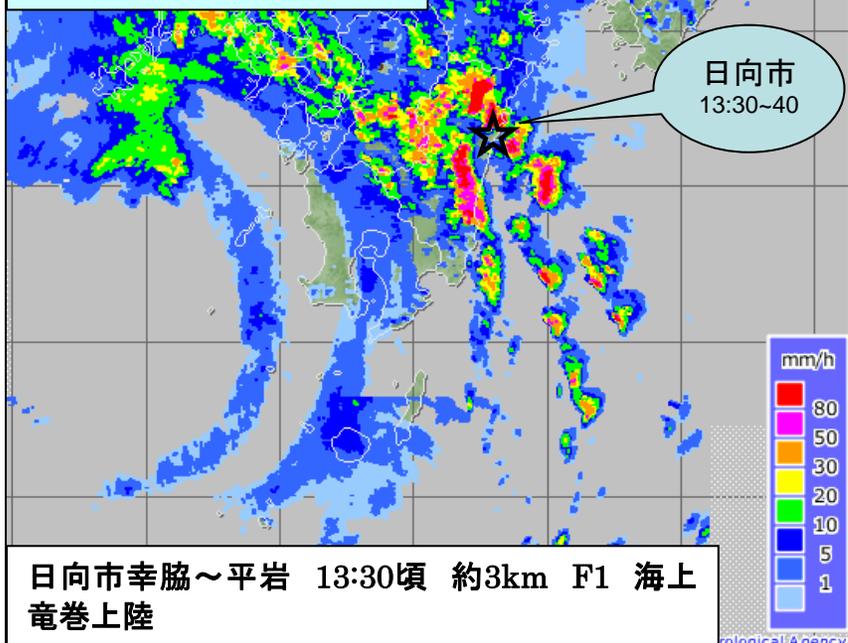
日南市油津 12:08 約350m F1 海上竜巻上陸

2006.09.17 12:40JST



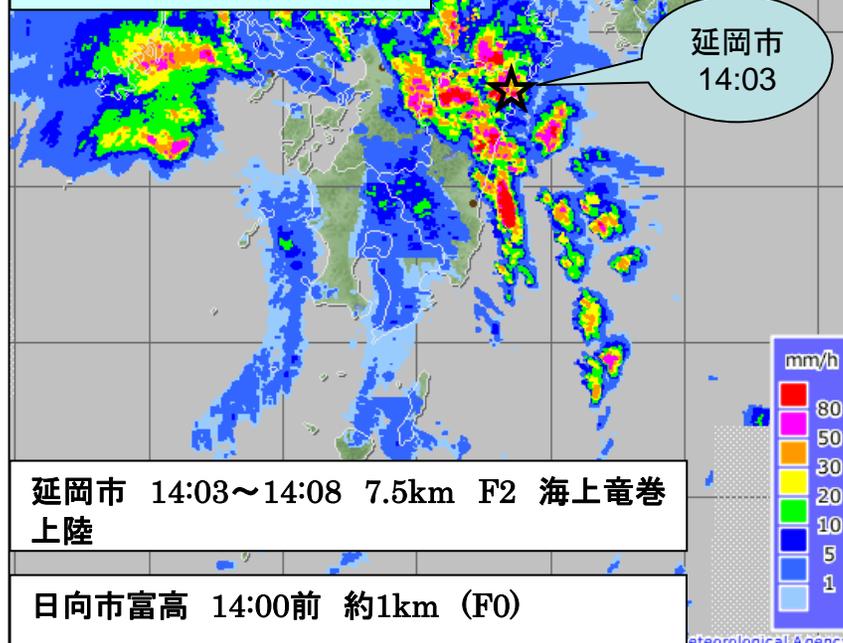
宮崎市小松付近 12:30頃 3km弱 極軽微 強風?
地台は12:36に最大瞬間34.2m/秒(東南東)を観測

2006.09.17 13:40JST



日向市幸脇~平岩 13:30頃 約3km F1 海上竜巻上陸

2006.09.17 14:10JST



延岡市 14:03~14:08 7.5km F2 海上竜巻上陸

日向市富高 14:00前 約1km (F0)

2006.12.18 日本風工学会報告会「平成18年9月台風13号強風被害と11月佐呂間竜巻被害」 修正(2006.12.27)

宮城弘守(宮崎大)・菊川裕規・松井正宏・曹曙陽・田村幸雄(工芸大)

延岡竜巻2006年9月17日



山村善洋助教(宮崎大学農学部) 撮影・提供

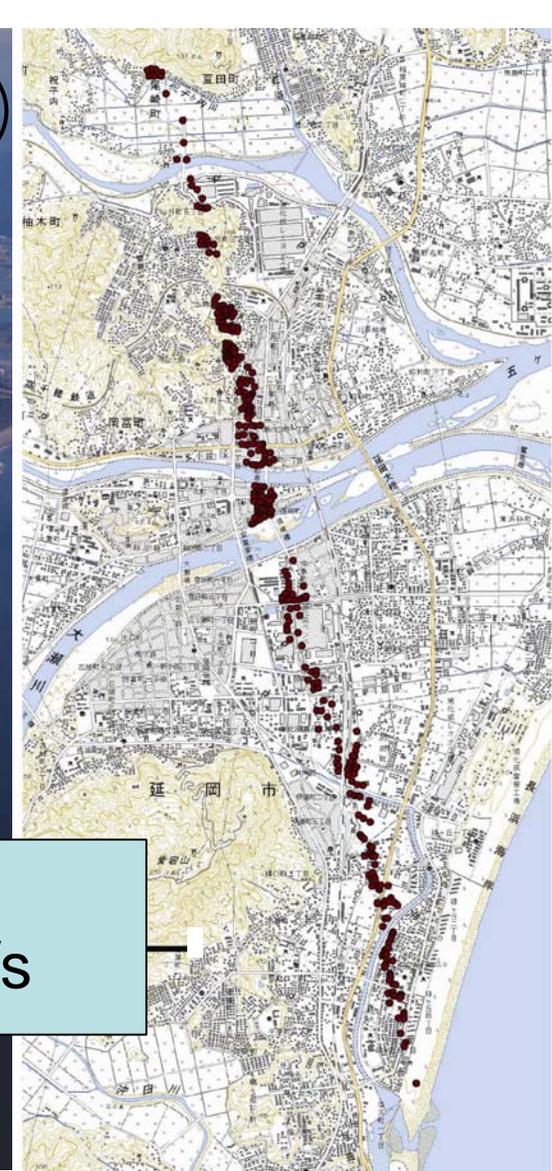
延岡市 14:03-08 竜巻被害が発生

14:03海上竜巻が緑ヶ丘の海岸に上陸し、市街地を7.5kmにわたり直線状に北進して14:08に尾崎町で消滅した。

途中、JR日豊本線の485系特急「にちりん9号」の先頭2両を横転させ、3両目の前方台車を脱線させた。

延岡市の調べによると、人的被害は死亡3名、重傷3名、軽傷140名、家屋被害は1406棟にのぼった。(10月12日現在)

宮崎地方気象台9月27日発表による被害規模はF2。





延長 1.35 km

死亡事故 2名 (屋外、屋内)

建物の被害 全半壊 131棟
全壊 27棟 大規模半壊 26棟
半壊 78棟 その他 126棟

(住宅・併用住宅 217棟 非住宅 40棟)

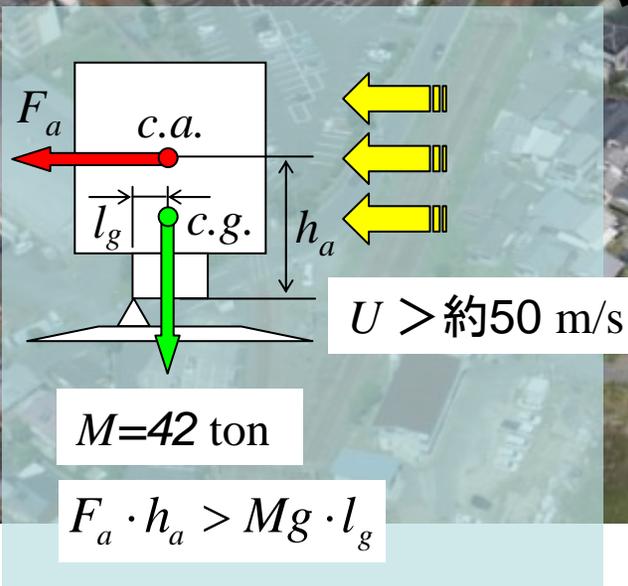
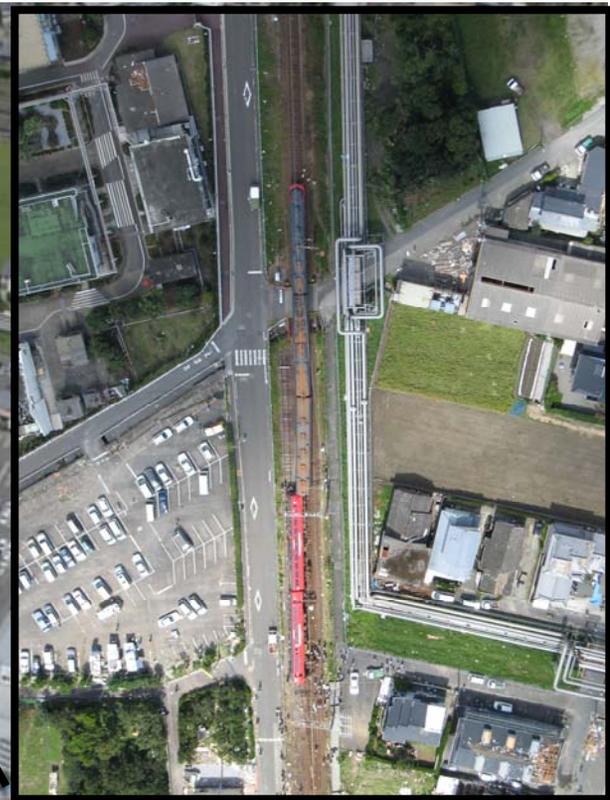
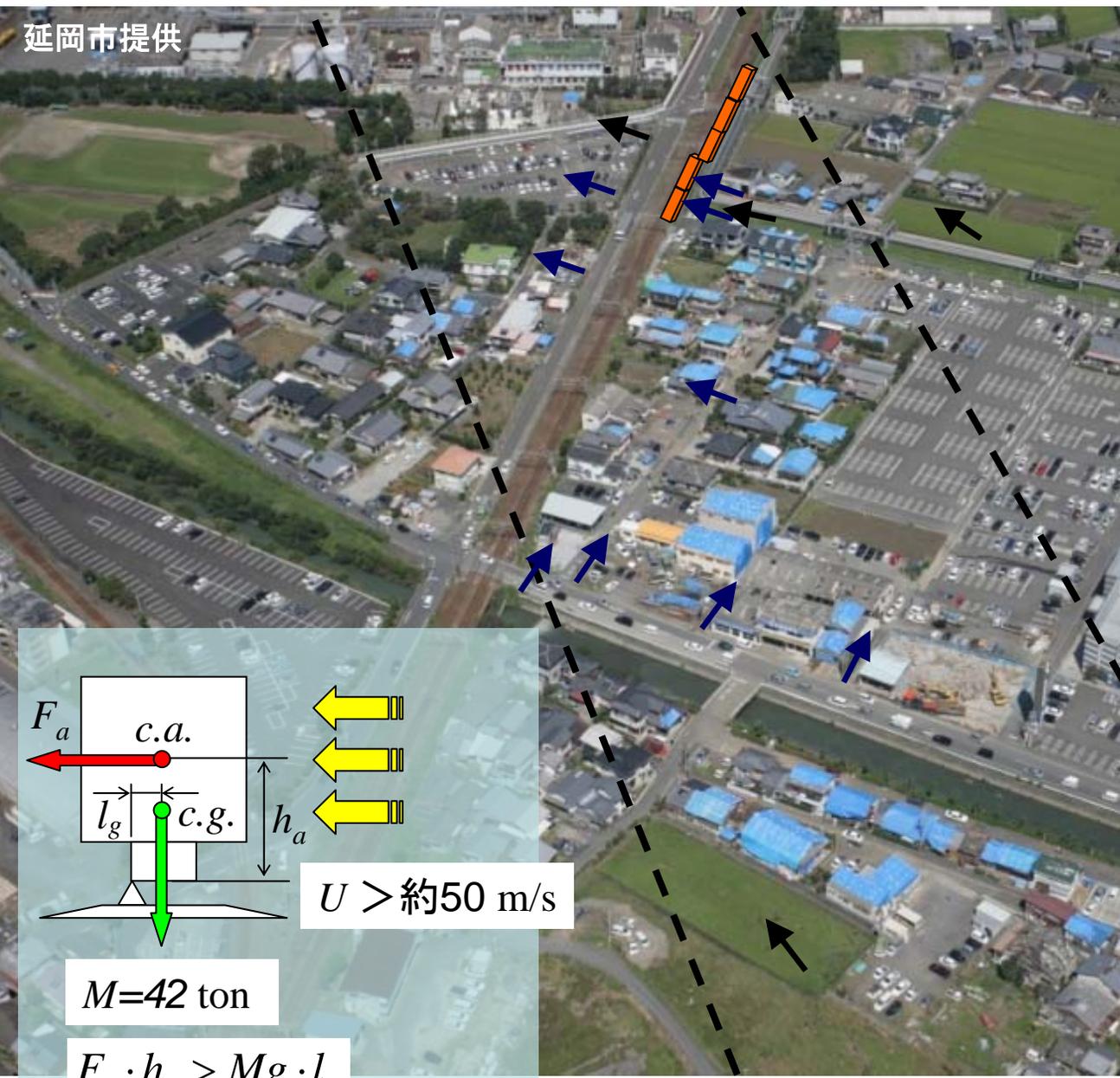
★ JR特急列車横転事故 (軽傷7名)



← 植生等拘束を受けていない被害方向

← 電柱等拘束を受けた被害方向

延岡市提供



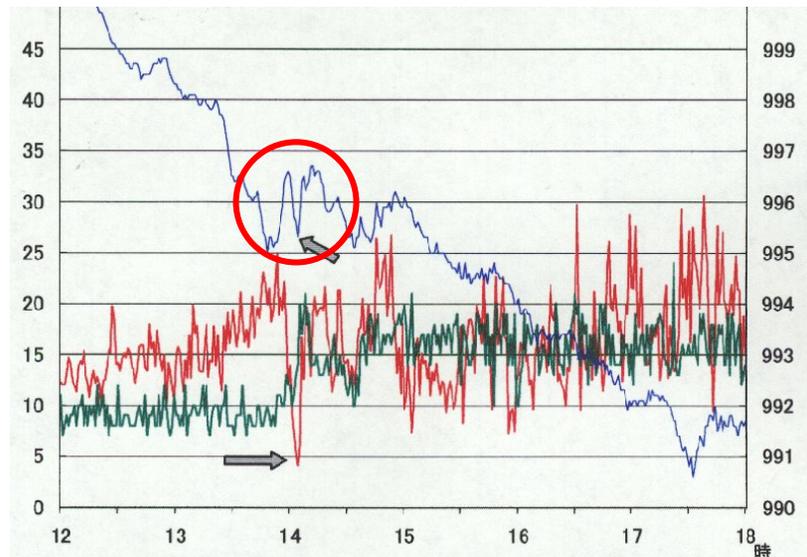
近傍の気象データと風速推定

被害域内における風速記録～ 46m/s

近傍の気圧降下～竜巻低気圧の存在

にちりん9号の横転 …… 50 m/s

墓石の転倒 …… 56～66 m/s



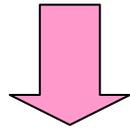
延岡観測所の記録(気象庁)

台風13号に伴う竜巻

- “眼”と暴風域を伴った最盛期に近いステージ
 - ・・・台風のどのステージで発生？
- 中心コア領域外側のレインバンド北東～南東で発生
- 10時間にわたり複数の竜巻の連続発生
- 2重のレインバンド外側のセル状エコーに伴い発生
 - ・・・エコーセルの特徴は？
- F0~F2の被害 ・・・エコーと被害強度の関係？
- 早い移動速度(90km/h)・・・被害の増大
- 延岡竜巻のスケール(F2P2P2)

台風に伴う竜巻の予測

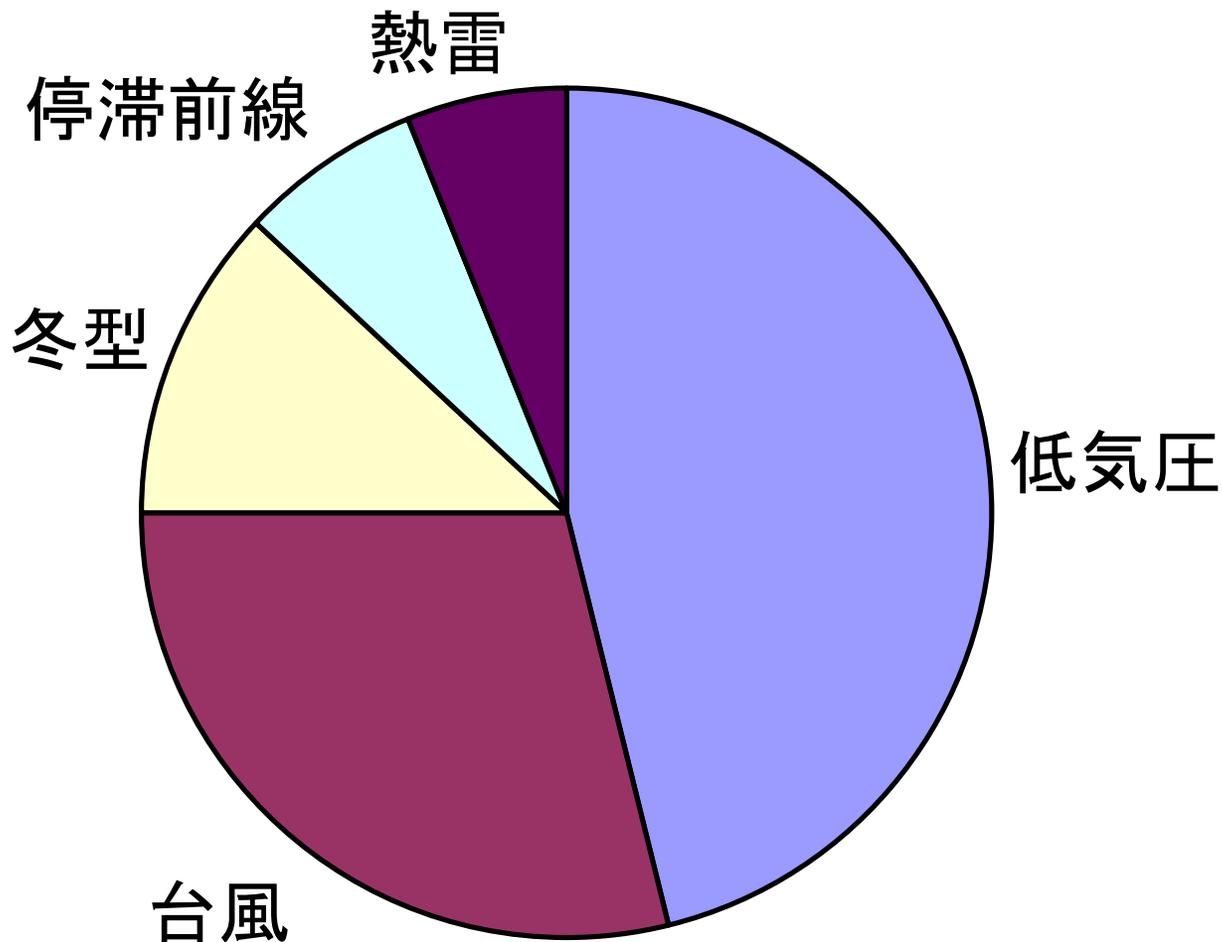
複数の竜巻・気圧降下 (pressure dip) が観測される中で竜巻を判別できるか？



ドップラーレーダー観測の渦度に有意な違いがみられるか。

数値計算により再現できるか。

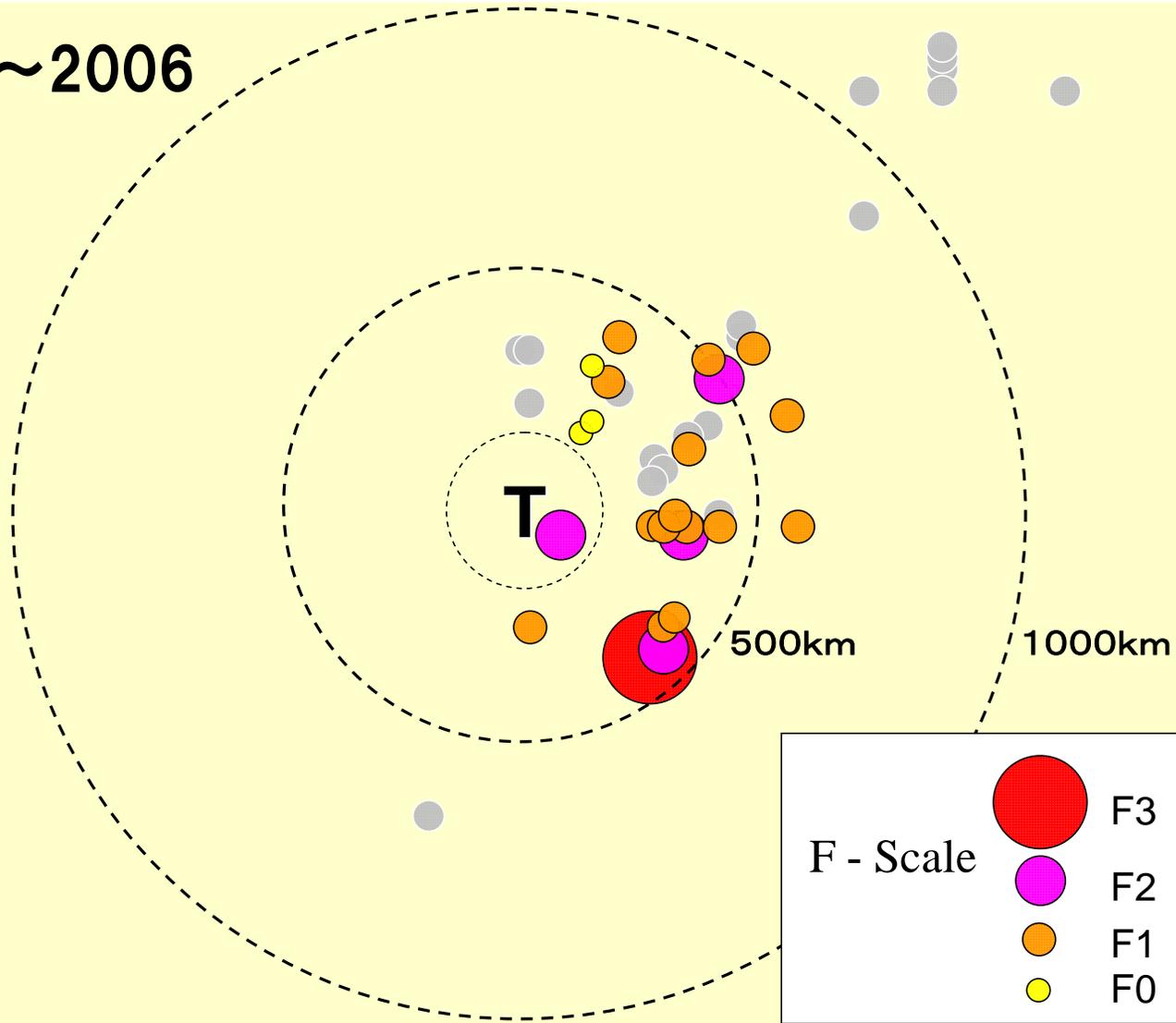
日本における竜巻の原因 (1996~2006)



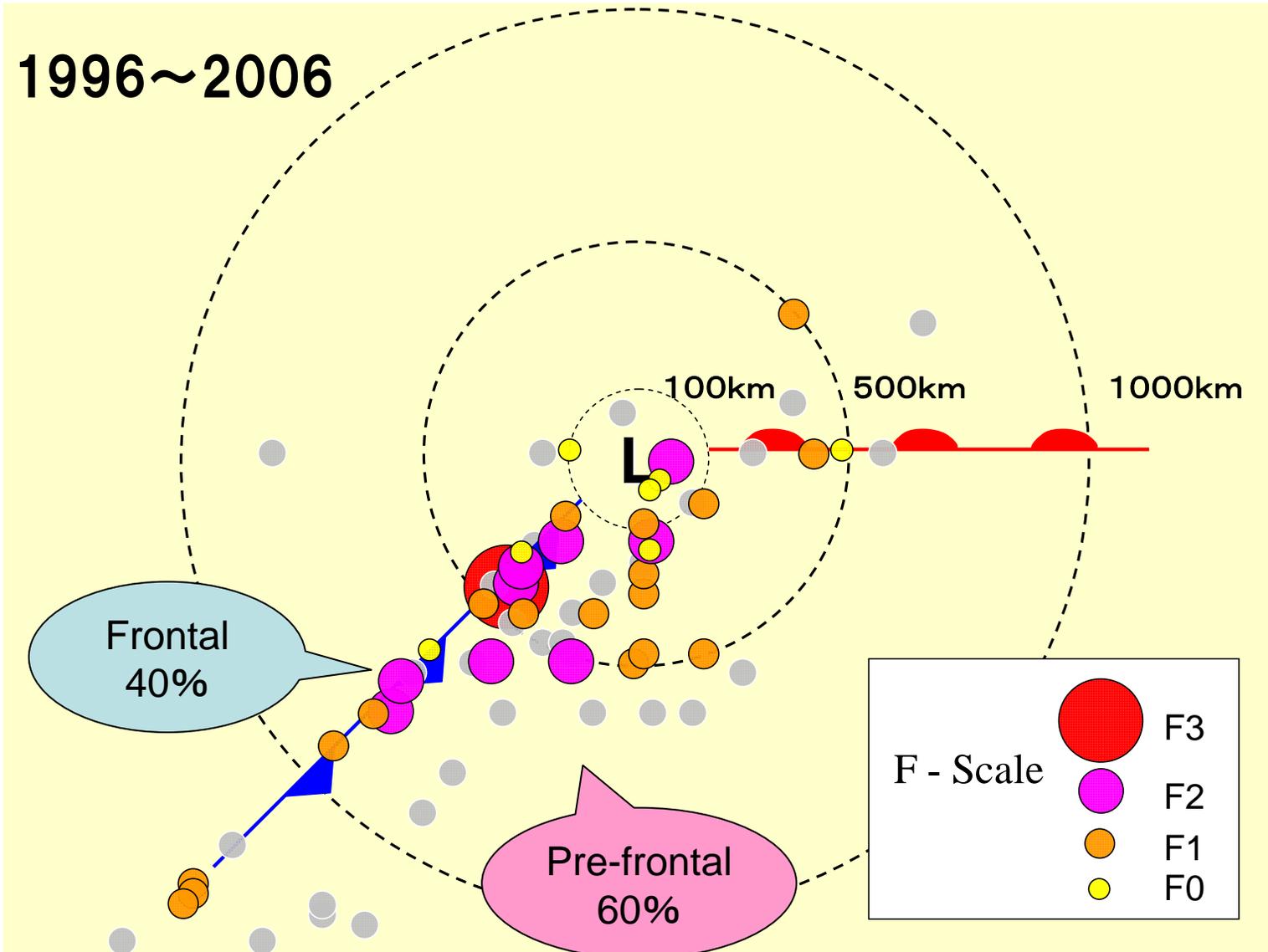
宮崎県における竜巻の60%が台風

台風に伴う竜巻の発生位置

1996~2006



温帯低気圧に伴う竜巻の発生位置

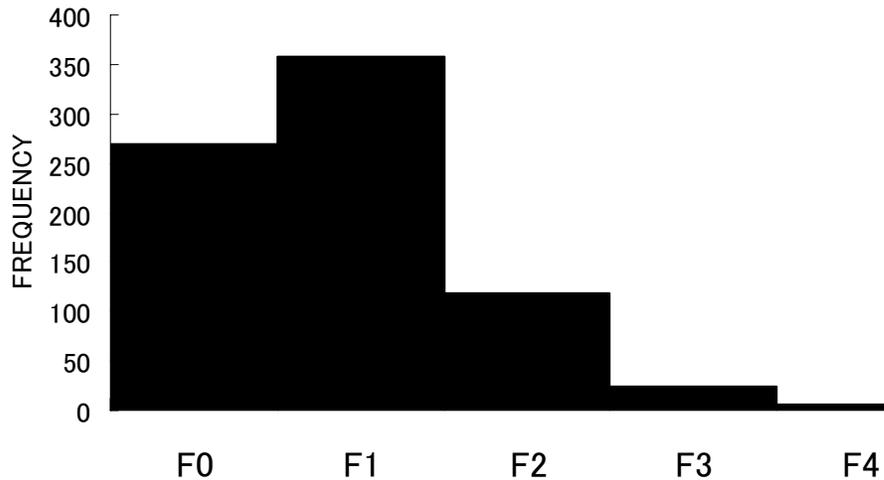


主な竜巻の比較

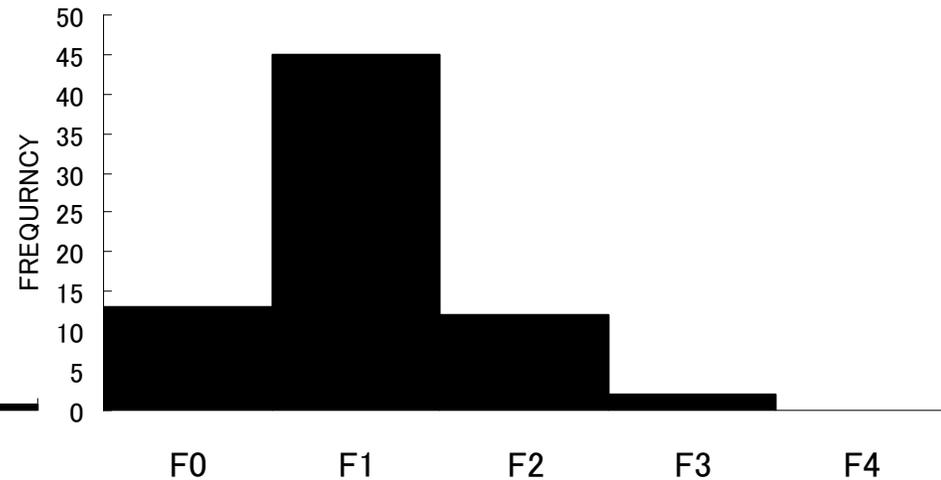
| 竜巻 | 茂原 1990.12.11 | 豊橋 1999.09.24 | 佐賀 2004.06.27 | 延岡 2006.09.17 | 佐呂間 2006.11.07 |
|-----------------------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|-------------------|
| Life time (min) | 7 | 25 | 7 | 5 | 3? |
| F scale | F3 | F3 | F2 | F2 | F3? |
| P scale (length) P2: 5~15km | P2 6.5 km | P3 19 km | P2 8 km | P2 7.5 km | P1? 1.5 km |
| P scale (width) P2:15~160m | P3 500 m | P3 550 m | P2 200 m | P2 250 m | P2? 300 m |
| Moving speed (m/s) | 16 | 13 | 18 | 25 | 20 |
| Number of damage | 260 | 2500 | 500 | 1500 | 100 |
| Other tornadoes | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |

竜巻のFスケール

米国（1年）



日本（10年）



F2以上の割合は
両国とも20%

竜巻渦の把握

親雲(渦)

漏斗雲

地上被害

竜巻渦のマルチ
スケール構造

Kobayashi et al. (1996)





地上から雲内までの
同時観測が必要

Kobayashi et al. (1996)

観測事例 1

三国竜巻2001年1月18日

- Life time : 7 min (10:48~10:55)
- Funnel diameter : 20m (surface),
100m (cloud base)
- Rotation : cyclonic
- Cloud base : 300 m
- Cloud top : 3 km

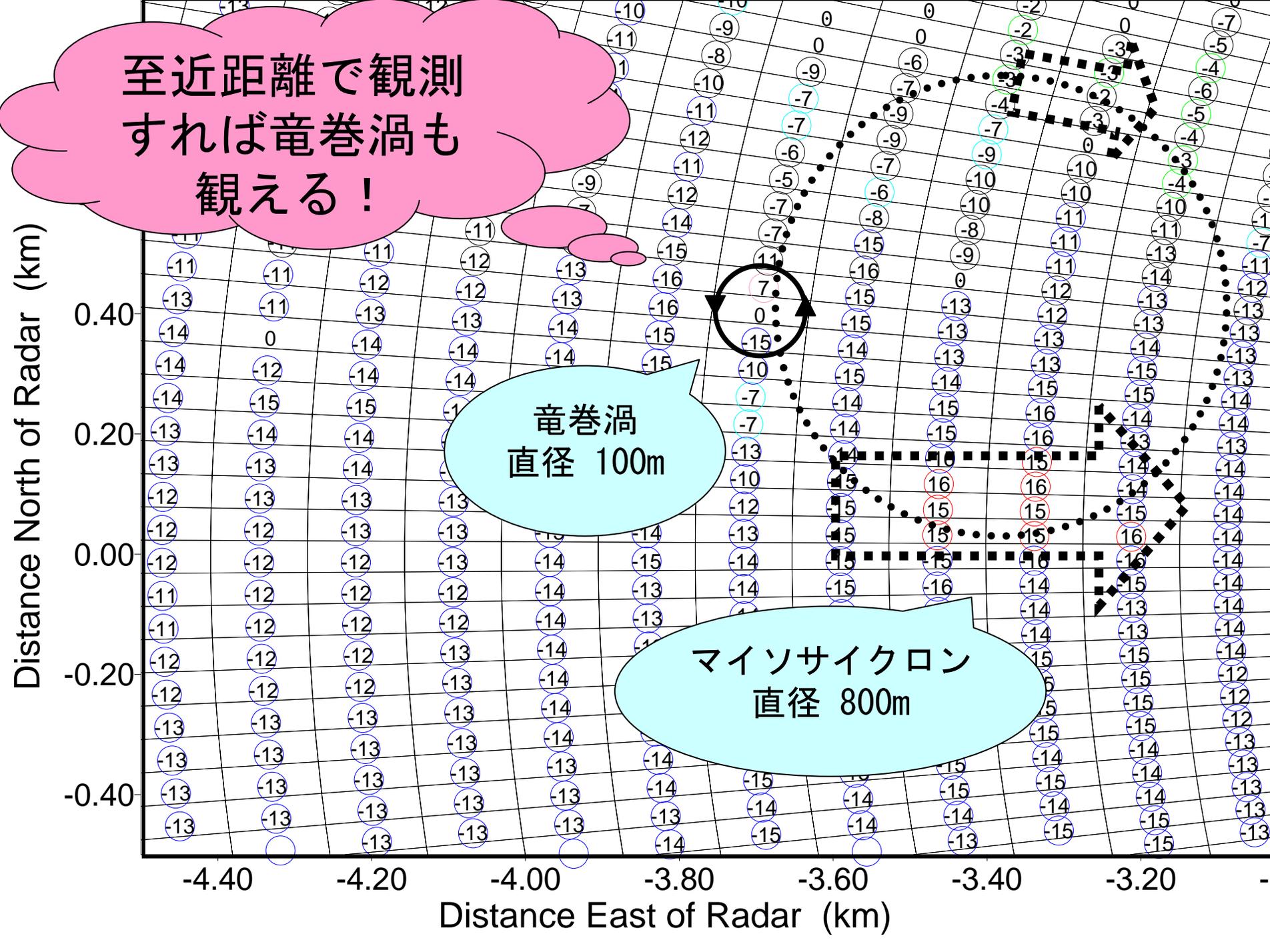
-36°Cの寒気場
エコー頂3kmの雪雲
に伴い発生

Kobayashi (2003)

至近距離で観測
すれば竜巻渦も
観える！

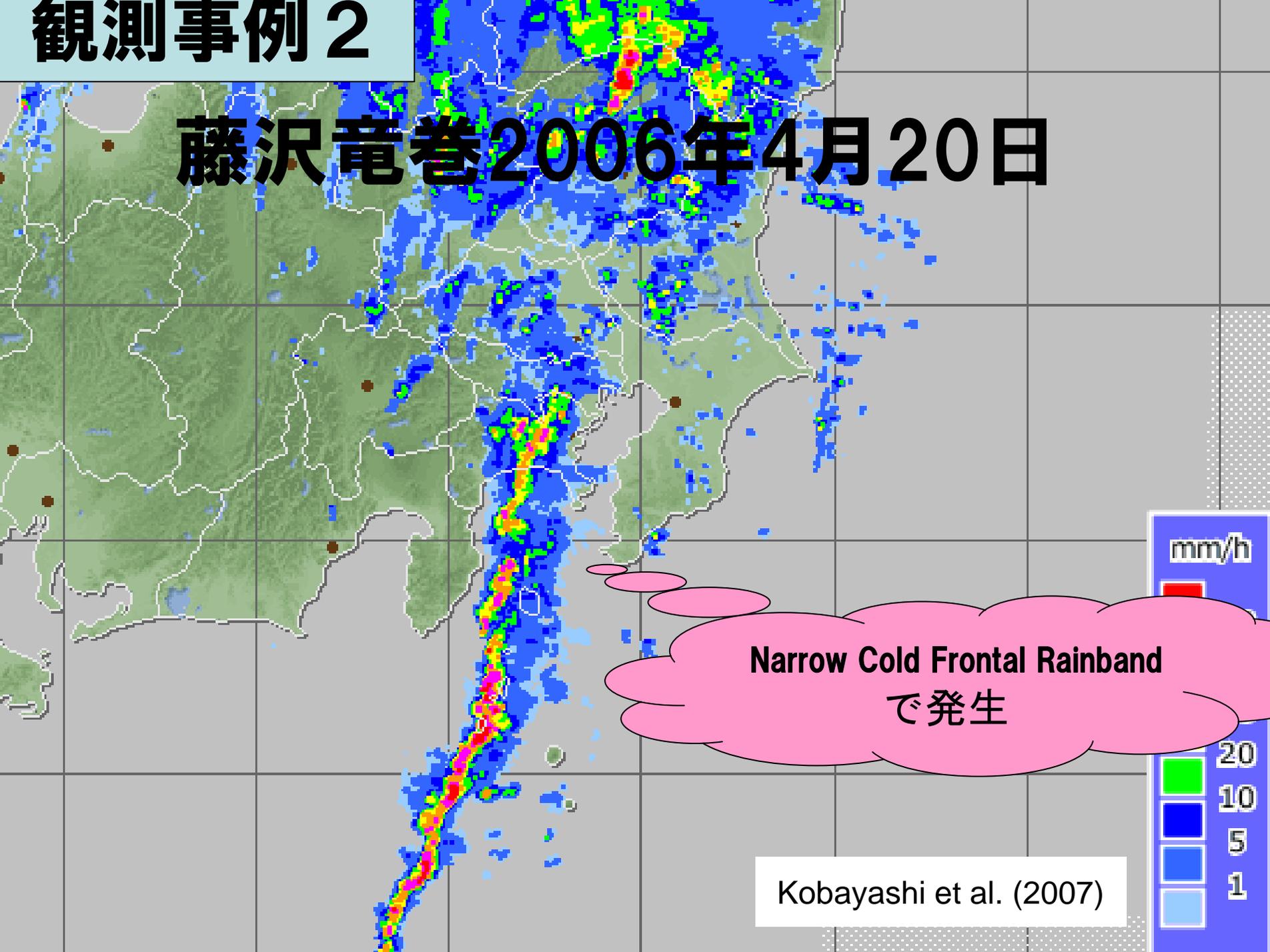
竜巻渦
直径 100m

マイソサイクロン
直径 800m



観測事例 2

藤沢竜巻2006年4月20日



Narrow Cold Frontal Rainband
で発生

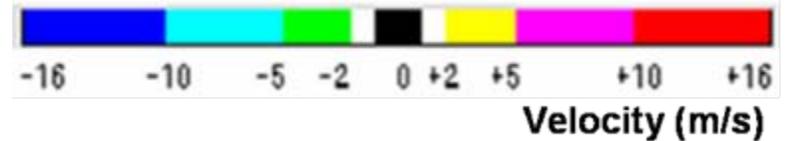
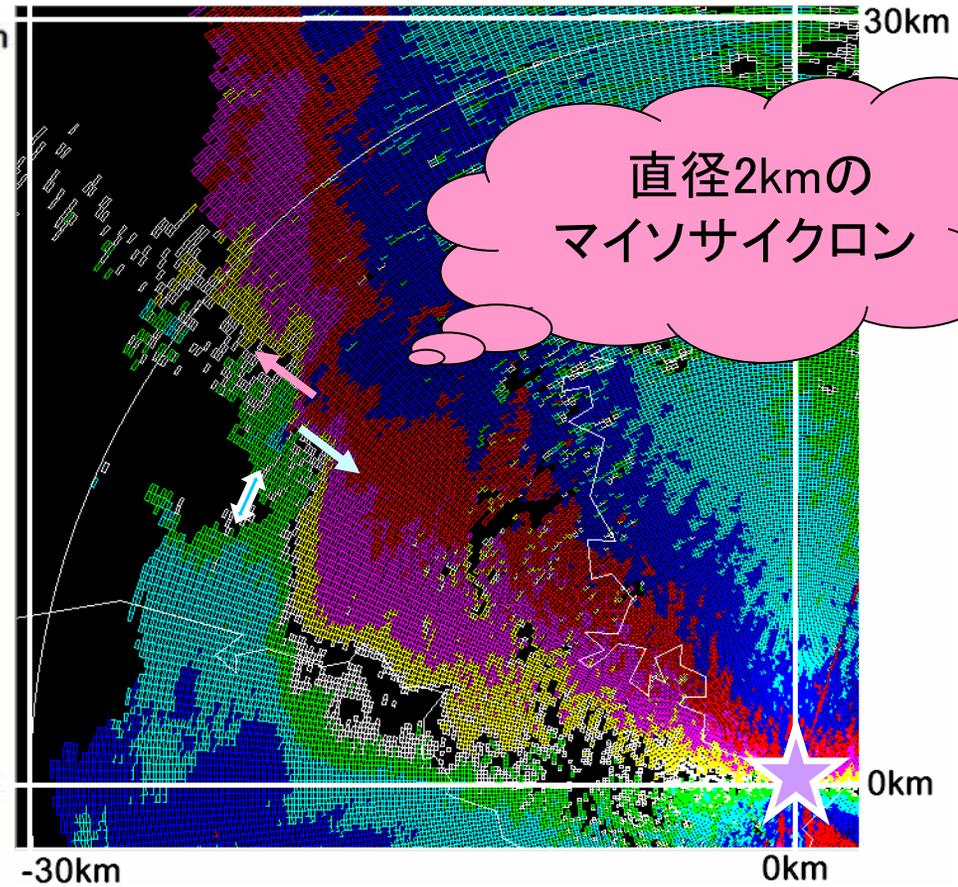
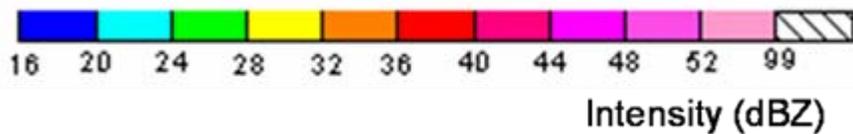
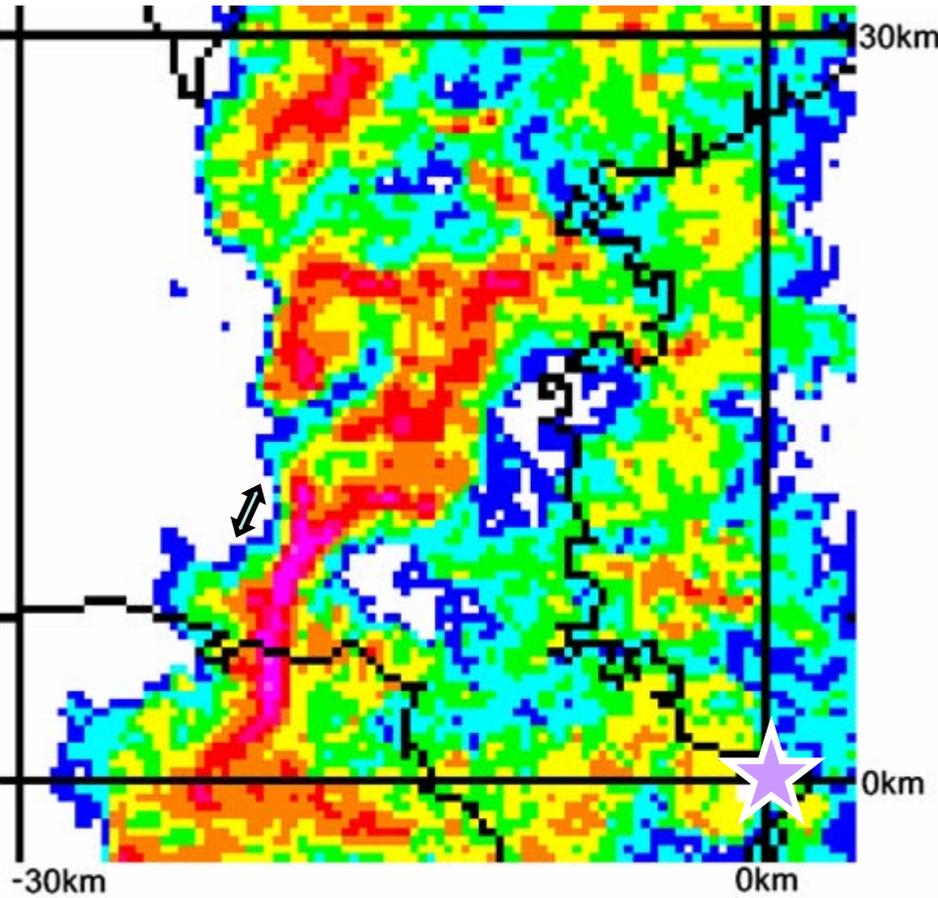
Kobayashi et al. (2007)

Narrow Cold Frontal Rainband (NCFR) 内で 形成された竜巻

Kobayashi et al. (2007)

CAPPI 1km(1212JST~1218JST)

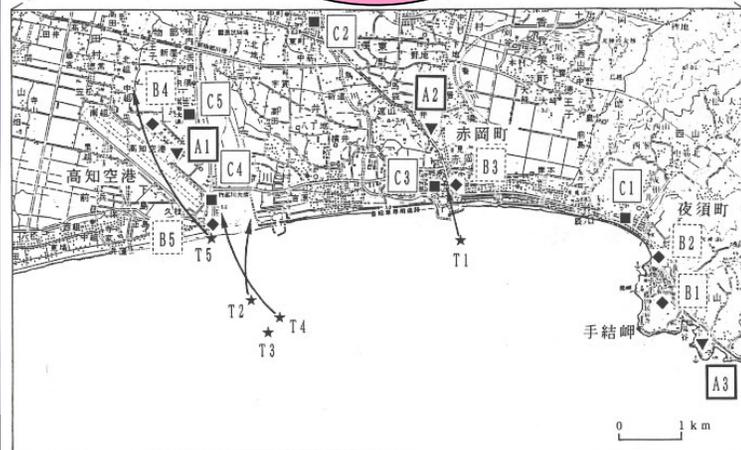
Doppler Velocity (PPI=0.5° 1212JST)



観測事例 3

土佐湾竜巻1994年10月4日

5本の漏斗雲が
発生した
waterspout



小林ほか (1997)

「waterspout」の形成過程



小林ほか (1997)

竜巻の相互作用



小林ほか (1997)

観測事例 4

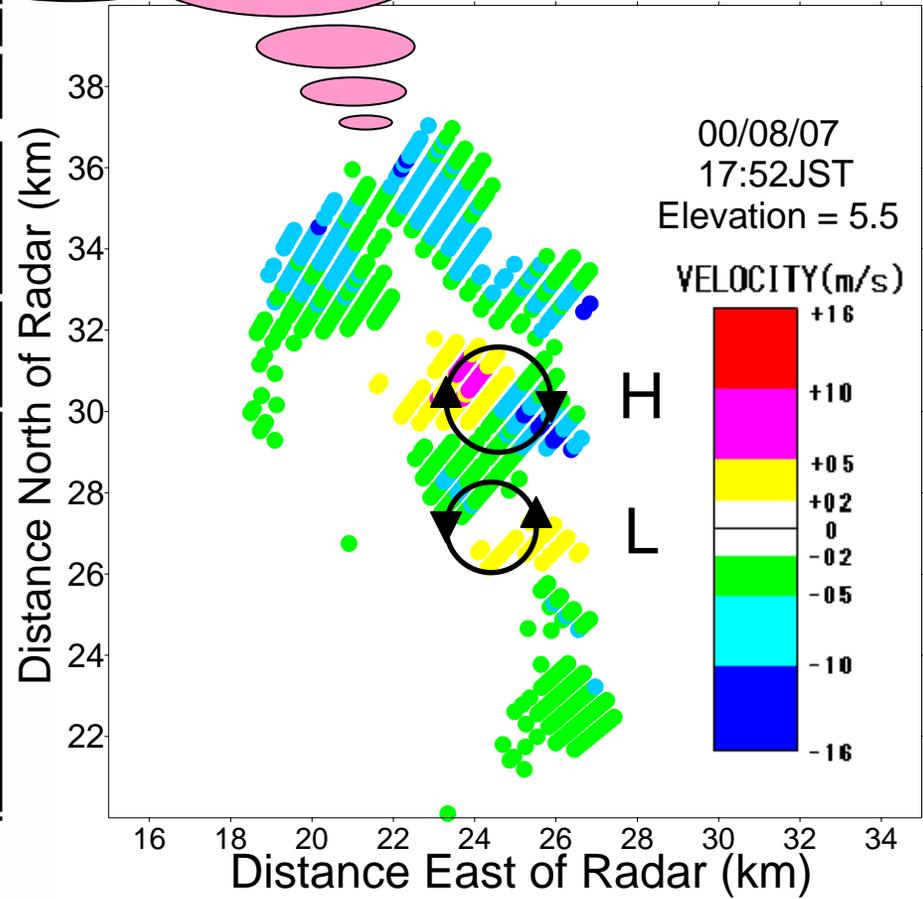
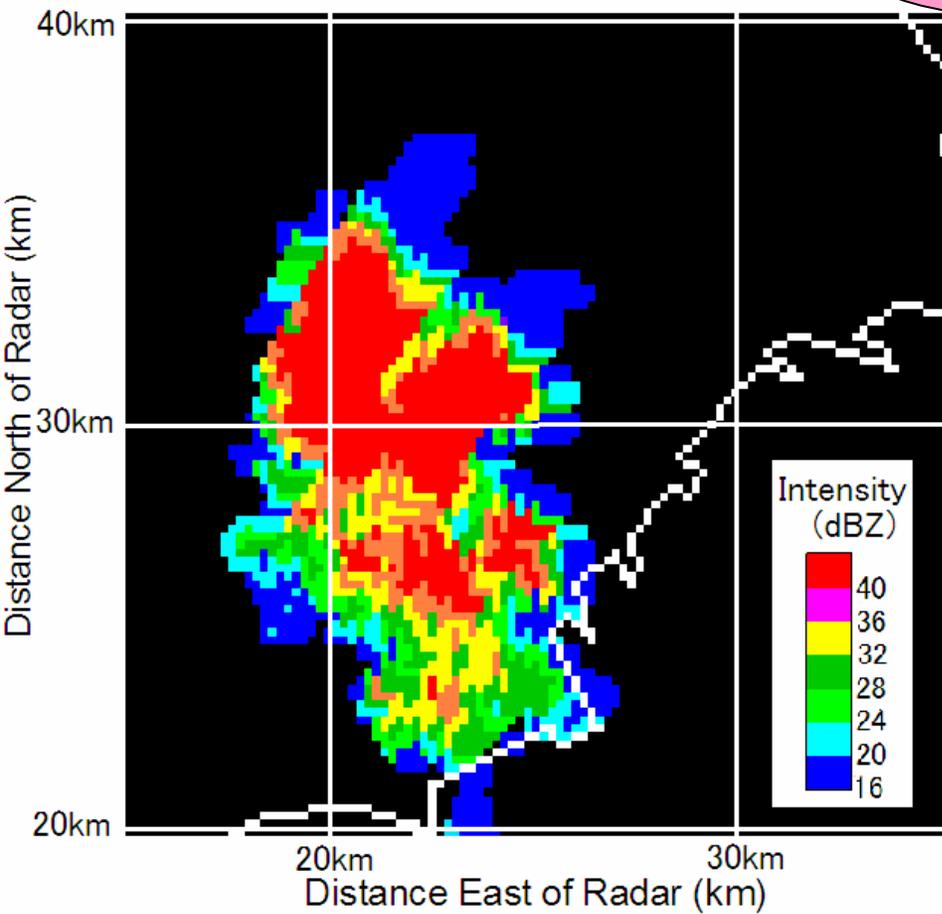
東京湾竜巻2000年8月7日



Waterspout ?

産経新聞
2000年8月8日夕刊

低気圧性渦と高気圧性渦が
共存



小林ほか (2001)

わが国における竜巻の多様性

- **発生原因の多様性**
～様々な大気擾乱に伴う
- **竜巻をもたらす積乱雲の多様性**
- **同時多発的な発生**
- **竜巻構造の多様性**

観測事例の蓄積

- 竜巻渦の把握～地上から雲内までの観測
- 詳細な被害調査～FPPスケール
- F0クラスの弱い竜巻の把握
- 上空の渦度と地上被害の対応
～メソサイクロンとマイソサイクロン
- 陸上竜巻と海上竜巻
- 台風・寒冷前線・冬季日本海における竜巻発生の実態、メカニズム、発生環境
- ダウンバーストの観測事例