

報道発表資料
平成 24 年 5 月 16 日
気 象 庁
気 象 研 究 所
東 京 管 区 気 象 台
仙 台 管 区 気 象 台

平成 24 年 5 月 6 日に発生した竜巻等について(中間報告その 2)

目次

- 1 気象概況
- 2 平成 24 年 5 月 6 日に発生した竜巻等
- 3 レーダーとアメダスによる竜巻親雲の特徴
- 4 参考資料

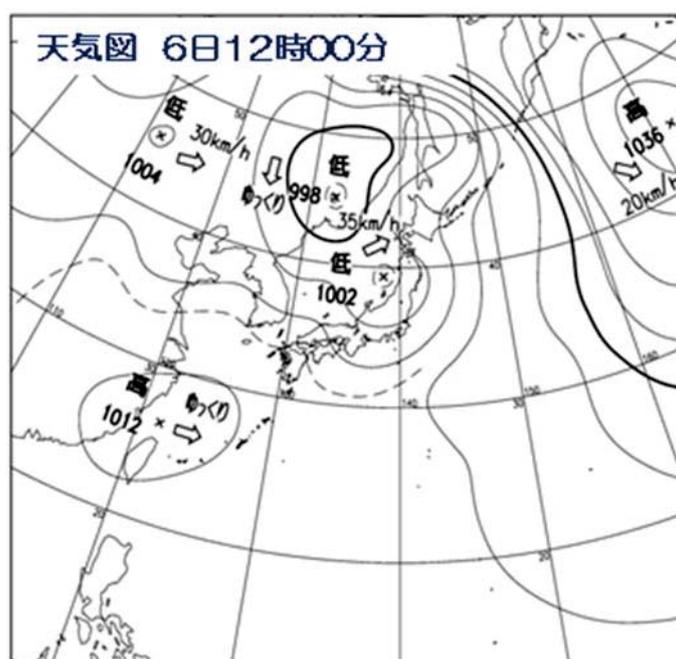
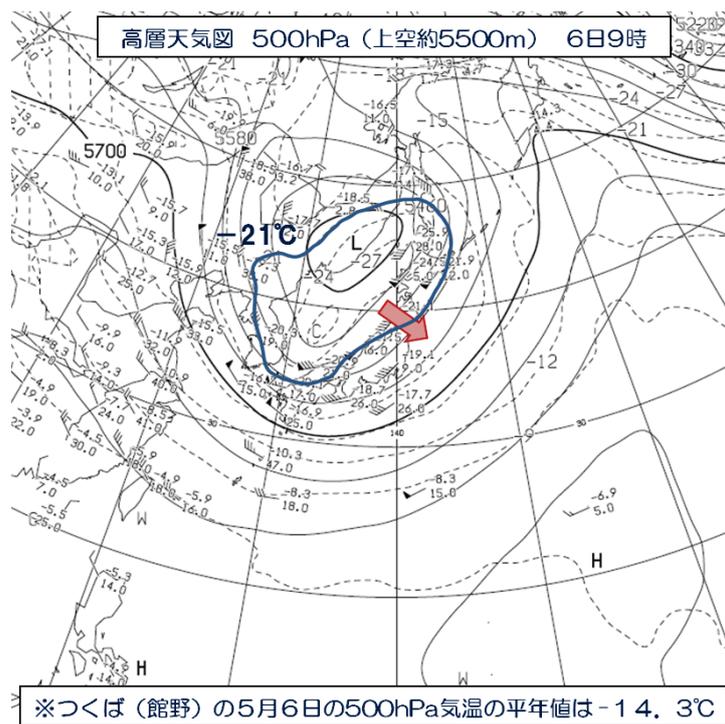
(注) この資料は速報としてまとめたものであり、
後日一部内容の追加や変更をすることがあります。

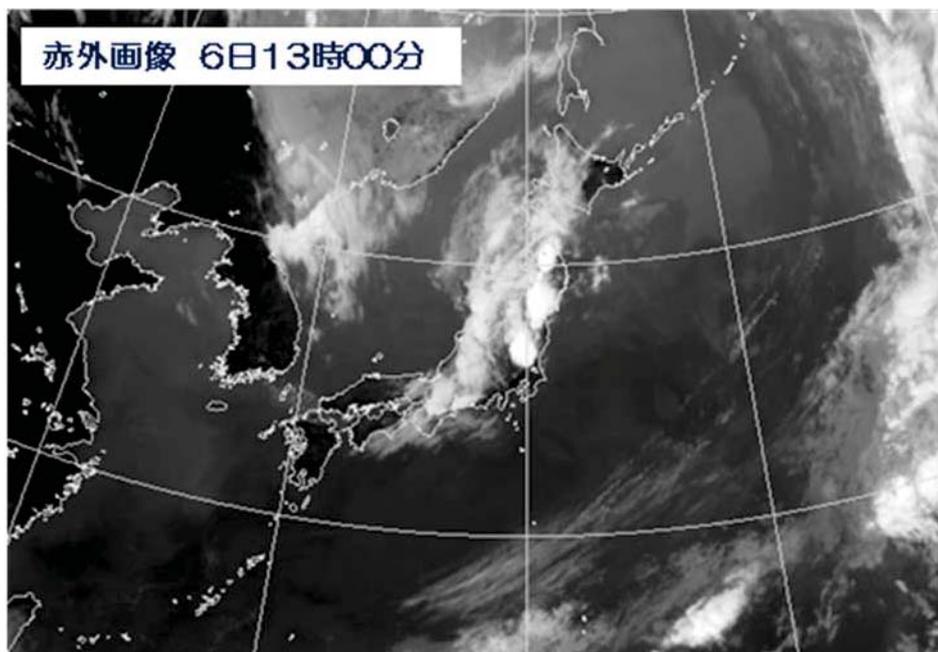
本件の問い合わせ先
観測部計画課
電話 03-3212-8341(内 4103)

1 気象概況

5月6日は日本の上空5500メートルにおいて、氷点下21度以下の強い寒気が流れ込んだ（9時の高層天気図）。一方、12時には日本海に低気圧があって、東日本から東北地方の太平洋側を中心に、この低気圧に向かって暖かく湿った空気が流れ込んだ（12時の天気図）。

さらに、日射の影響で地上の気温が上昇したことから、東海地方から東北地方にかけて大気の状態が非常に不安定となり、落雷や突風、降ひょうを伴う発達した積乱雲が発生した（13時の衛星の赤外画像および降水強度）。





2 平成24年5月6日に発生した竜巻等

平成24年5月6日に発生し、気象庁が確認している竜巻は次の4つである。

- ① 12時35分頃に発生した茨城県つくば市・常総市の竜巻
- ② 12時40分頃に発生した栃木県真岡市・益子町・茂木町・茨城県常陸大宮市の竜巻
- ③ 12時30分頃に発生した茨城県筑西市・桜川市の竜巻
- ④ 11時20分頃に発生した福島県大沼郡会津美里町の竜巻

関東で発生した①～③の竜巻の被害域（赤線：被害域）



これら4つの竜巻の概要をそれぞれ、次ページ以降に示す。

① 12時35分頃に発生した茨城県つくば市・常総市の竜巻

5月6日12時35分頃に発生したと推定される突風により、常総市大沢新田からつくば市平沢付近にかけて、被害が発生した。

(1) 突風をもたらした現象の種類

この突風をもたらした現象は竜巻であると認められる。

(根拠)

- ・ 竜巻を撮影した写真や映像があった。
- ・ 被害の発生時刻に被害地付近を活発な積乱雲が通過中であった。
- ・ 被害地付近で、突風被害の発生前後に、竜巻を目撃したという複数の証言があった。
- ・ 被害や痕跡から推定した風向に収束性がみられた。

(2) 強さ (藤田スケール)

この突風の強さは、藤田スケールで F2 と推定した。

(根拠)

- ・ 屋根が全て飛散した住家が複数あった。

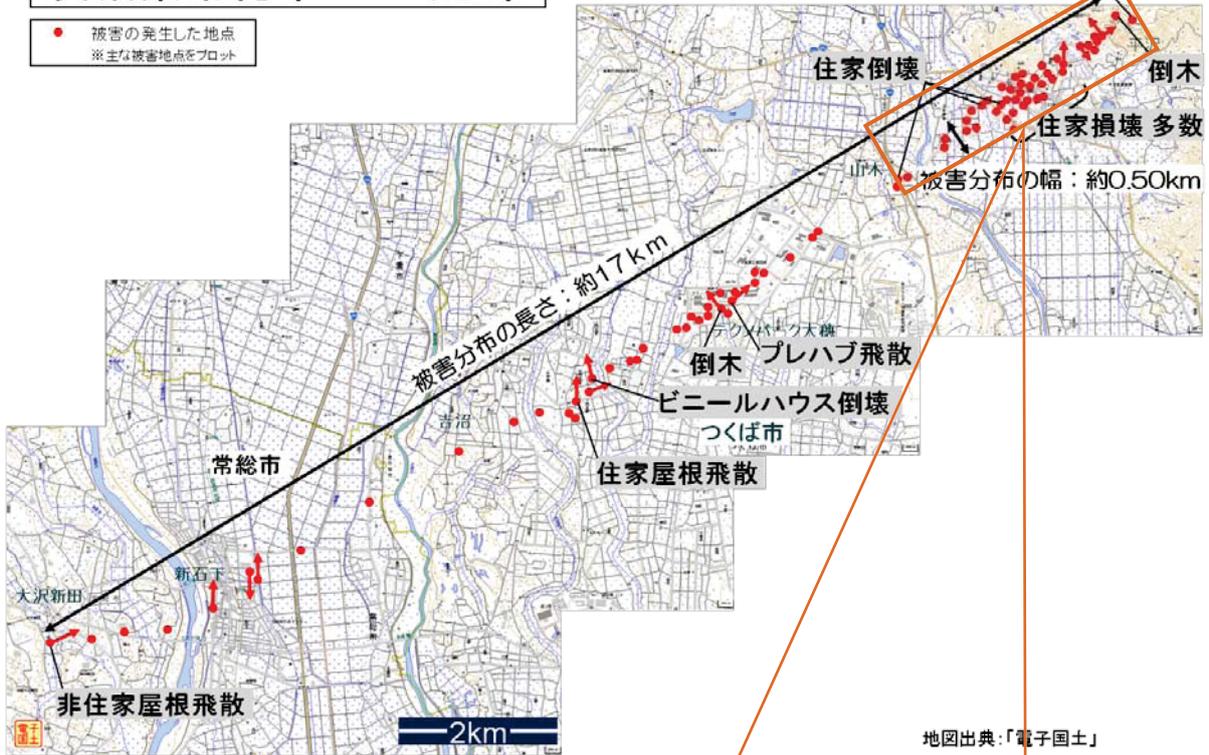
なお、突風の強さについては、今後の調査によっては現在の推定値 (F2) よりも強くなる可能性もある。

(3) 被害範囲

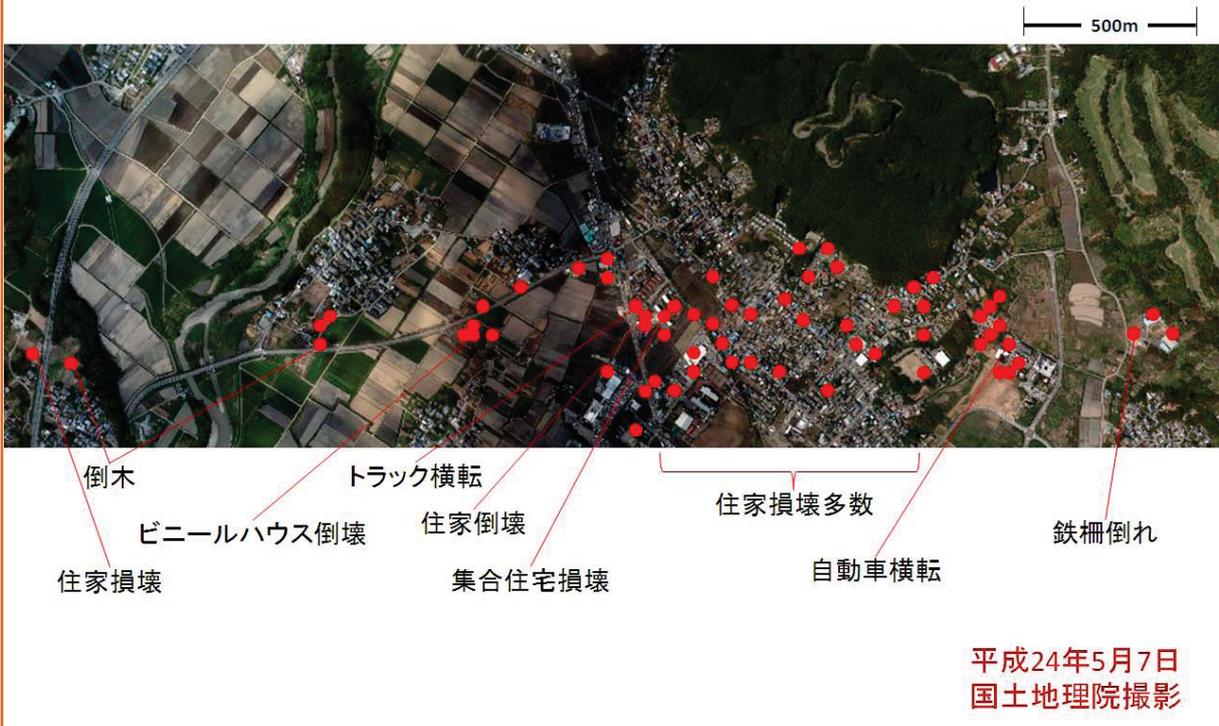
この突風による被害範囲は、長さ約 17km 、幅約 500m であった。

茨城県常総市～つくば市

● 被害の発生した地点
※主な被害地点をプロット



茨城県つくば市北条地区周辺の主な被害状況



② 12時40分頃に発生した栃木県真岡市・益子町・茂木町・茨城県常陸大宮市の竜巻

5月6日12時40分頃に発生したと推定される突風により、栃木県真岡市物井、益子町、茂木町及び茨城県常陸大宮市秋田にかけて、住家損壊などの被害が発生した。

(1) 突風をもたらした現象の種類

この突風をもたらした現象は、竜巻と推定した。

(根拠)

- ・被害の発生時刻に被害地付近を活発な積乱雲が通過中であった。
- ・被害や痕跡は、断続的であるが帯状に分布していた。
- ・被害地付近で、移動する渦を見たという証言や竜巻を見たという証言があった。

(2) 強さ (藤田スケール)

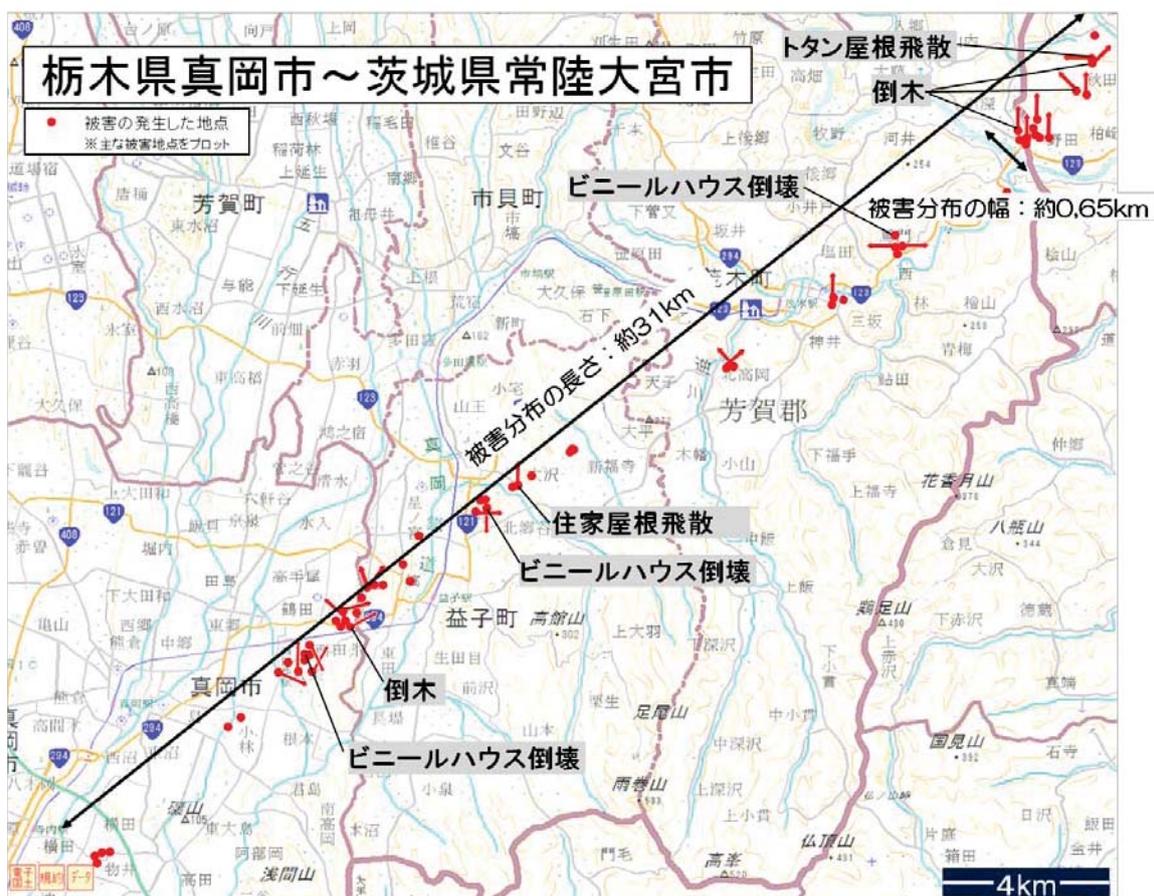
この突風の強さは、藤田スケールでF1～F2と推定した。

(根拠)

- ・住家の全壊が複数あったが、周囲の状況からF2との特定には至らなかった。
- ・複数の住家において屋根瓦の飛散があった。
- ・複数の住家で窓ガラスの割れる被害があった。

(3) 被害範囲

この突風による被害範囲は、長さ約31km、幅約650mであった。



③ 12時30分頃に発生した茨城県筑西市・桜川市の竜巻

5月6日12時30分頃に発生したと推定される突風により、茨城県筑西市玉戸から桜川市門毛にかけて、住家損壊やビニールハウス倒壊などの被害が発生した。

(1) 突風をもたらした現象の種類

この突風をもたらした現象は、竜巻である可能性が高いと判断した。

(根拠)

- ・被害の発生時刻に被害地付近を活発な積乱雲が通過中であった。
- ・被害や痕跡は、断続的であるが帯状に分布していた。
- ・被害や痕跡から推定した風向の一部に回転性がみられた。

(2) 強さ（藤田スケール）

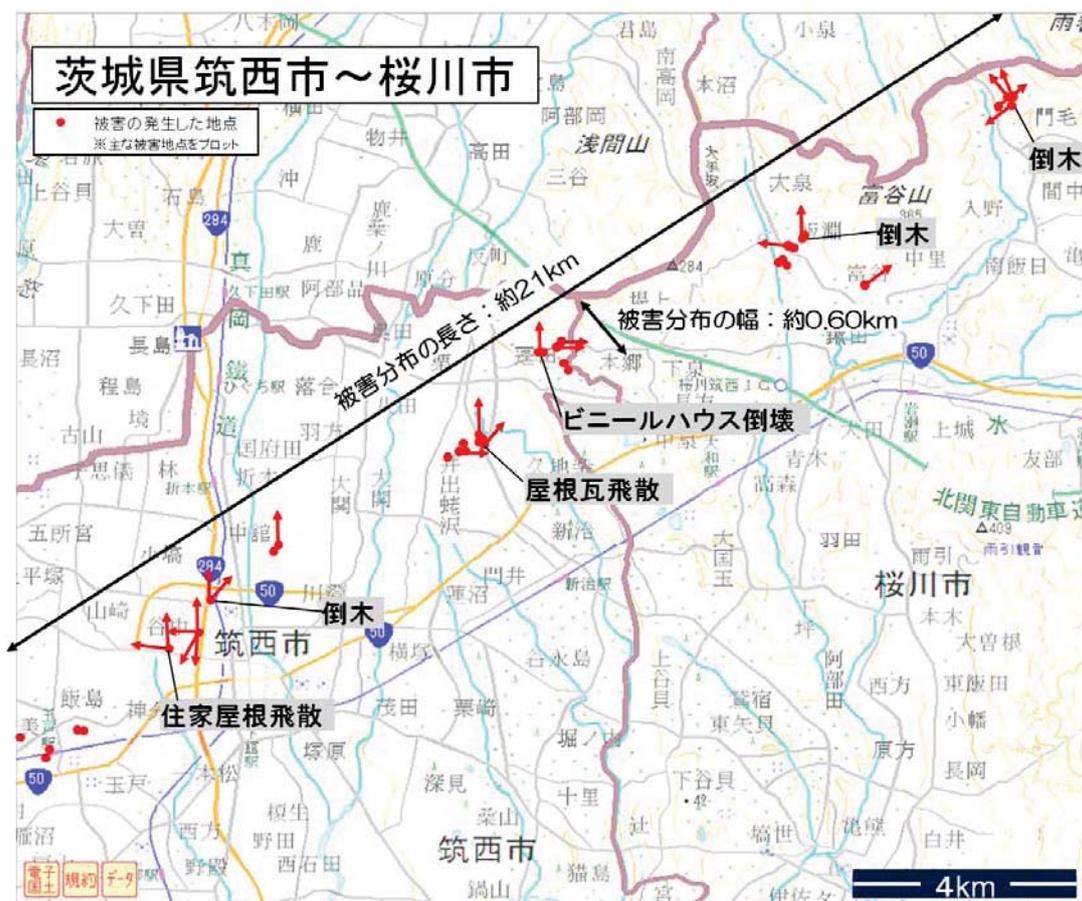
この突風の強さは、藤田スケールでF1と推定した。

(根拠)

- ・樹木の幹折れが複数見られた。
- ・ビニールハウスの倒壊が複数あった。

(3) 被害範囲

この突風による被害範囲は、長さ約21km、幅約600mであった。



④ 11時20分頃発生した福島県大沼郡会津美里町の竜巻

5月6日11時20分頃に福島県大沼郡会津美里町沼田地区から小沢地区にかけて突風が発生し、ビニールハウスの倒壊や住家のトタン屋根がはがれるなどの被害が発生した。

(1) 突風をもたらした現象の種類

この突風をもたらした現象は、竜巻の可能性が高いと判断した。

(根拠)

- ・被害の発生時刻に被害地付近を活発な積乱雲が通過中であった。
- ・渦をまいたものが、ビニールハウスのビニールを巻き上げながら、山側から移動してきたとの証言があった。
- ・漏斗雲と見られる雲の垂れ下がりが接地し、物を巻き上げたとの証言があった。

(2) 強さ (藤田スケール)

この突風の強さは藤田スケールで F0 と推定した。

(根拠)

- ・複数の住家でトタン屋根がはがれた。
- ・細い樹木の幹折れが複数あった。
- ・ビニールハウスの損壊が複数あった。
- ・ビニールハウスの倒壊があったが、周囲の被害状況から F1 の可能性は低いとみられる。

(3) 被害範囲

この突風による被害範囲は、長さ約 2km、幅約 300m であった。



3 レーダーとアメダスによる竜巻親雲の特徴

常総市からつくば市にかけて発生した竜巻の親雲の東京レーダーによる観測から、この親雲がスーパーセル（3.4 節参照）と呼ばれる発達した積乱雲に見られる特徴を持っていることが判った。また、この親雲はアメダスによる観測から、暖かい南寄りの風の領域と冷たい北寄りの風の領域との境界付近に位置していた。

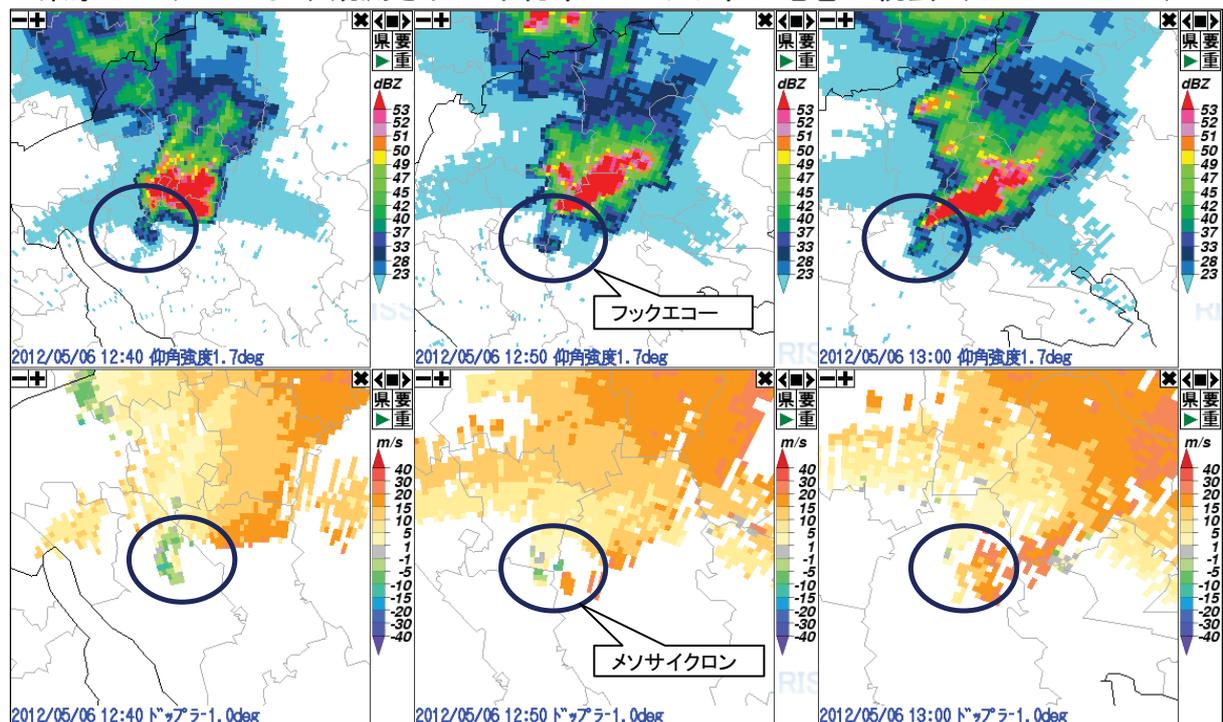
3.1 東京レーダーで捉えた竜巻に伴う特徴的なエコー

下図は、つくば市に被害をもたらした竜巻親雲を東京レーダーで観測した結果である。上段は、仰角 1.7° で観測されたレーダー反射強度（降水強度に対応）の分布で、下段は仰角 1.0° で観測したドップラー速度の分布である。

上段の楕円の中のかぎ針の形をしたエコーは、フックエコーと呼ばれ、竜巻に伴って観測されることがある。

下段にはドップラー速度の分布を示す。暖色系は東京レーダー（図の下側に位置）から遠ざかる風の領域、寒色系は逆に近づく風の領域を意味しており、図中の楕円内にある西側に寒色系、東側に暖色系の対は、ここに渦があることを示している。この渦がメソサイクロンに対応している。

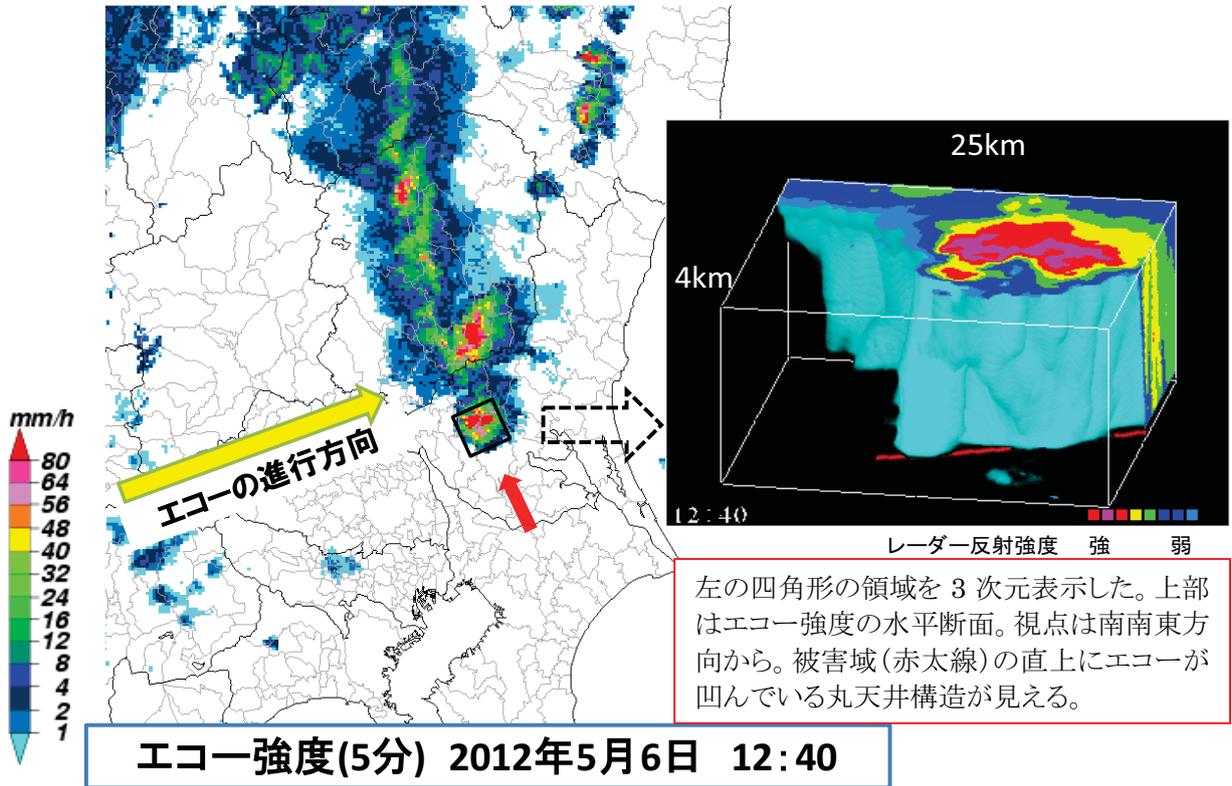
東京レーダーにより観測された常総市～つくば市の竜巻の親雲（12:40～13:00）



3.2 東京レーダーが捉えた竜巻親雲の構造

次の図の右上に、東京レーダーにより観測された竜巻親雲を3次的に可視化したものを示す。視点は南側上方にあり、弱いエコー強度の領域を水色、強いエコーの領域を赤色で表示している。この親雲のエコーの手前下側に、凹んだ領域が見られる。この形状は、教会の天井のドームを下から見上げたような形に見えることから、丸天井と呼ばれ、スーパーセルの特徴のひとつとして知られている。

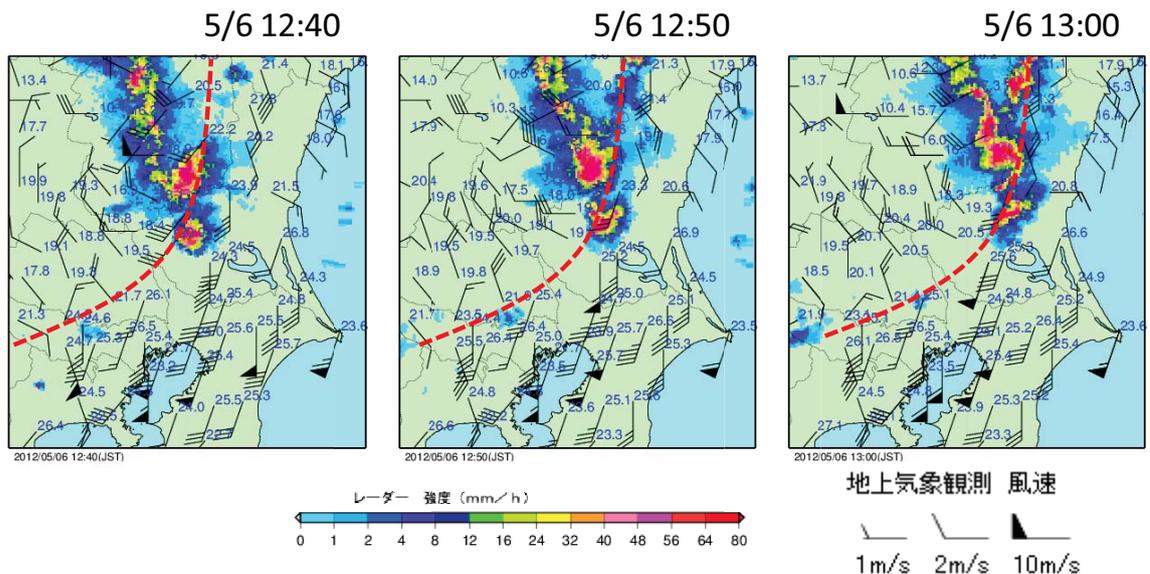
竜巻親雲の3次元表示



3.3 アメダスによる地上気象観測の特徴

下図は、竜巻の発生した12時40分～13時00分の関東地方の気温、風のデータをレーダー画像上に重ねている。この図から、竜巻の親雲は、南寄りの強風の吹いている暖かい領域と、北西の風の吹いている冷たい領域のほぼ境界付近(点線)にあり、その移動とともに東進していることがわかる。

アメダスで観測された気温と風の分布とレーダーの時間変化

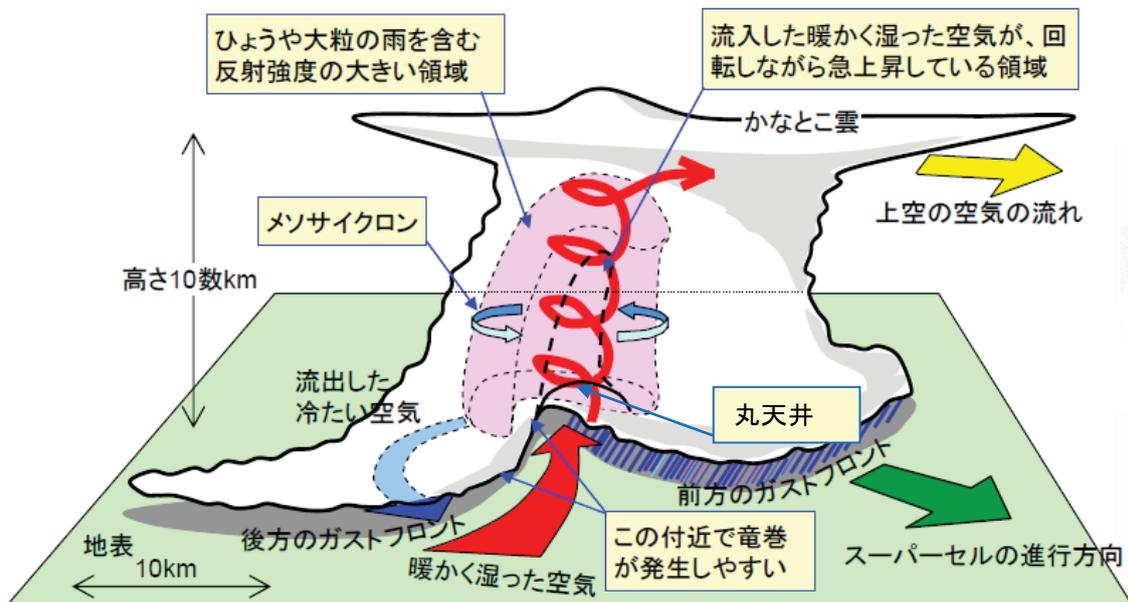


3.4 スーパーセル（巨大積乱雲）とは

スーパーセルとは、内部の上昇流域に、数 km から 10km 程度の小さい低気圧（メソサイクロン）をもち、比較的長寿命な発達した積乱雲である。スーパーセルは、強雨や雹、竜巻等の突風等の激しい気象現象をもたらすことがある。

スーパーセルの特徴として、メソサイクロンの存在に加え、フックエコーや丸天井構造が見られる場合がある。フックエコーとは、竜巻に伴って見られることがある、フック（かぎ針）状の形をしているエコーである。また、スーパーセルの上昇流付近では、降水粒子が十分に成長できないために、降水エコーが弱い領域が存在することがあり、レーダーで見ると丸天井のように観測される。

スーパーセルの模式図



4 参考資料

■藤田スケール (Fスケール)

竜巻やダウンバーストなどの風速を、構造物などの被害調査から簡便に推定するために、シカゴ大学の藤田哲也により 1971 年に考案された風速のスケールです。

F0	17~32m/s (約 15 秒間の平均)	煙突やテレビのアンテナが壊れる。小枝が折れ、また根の浅い木が傾くことがある。非住家が壊れるかもしれない。
F1	33~49 m/s (約 10 秒間の平均)	屋根瓦が飛び、ガラス窓は割れる。またビニールハウスの被害甚大。根の弱い木は倒れ、強い木の幹が折れたりする。走っている自動車が横風を受けると道から吹き落とされる。
F2	50~69 m/s (約 7 秒間の平均)	住家の屋根がはぎとられ、弱い非住家は倒壊する。大木が倒れたり、またねじ切られる。自動車が道から吹き飛ばされ、また汽車が脱線することがある。
F3	70~92 m/s (約 5 秒間の平均)	壁が押し倒され住家が倒壊する。非住家はバラバラになって飛散し、鉄骨づくりでもつぶれる。汽車は転覆し、自動車が持ち上げられて飛ばされる。森林の大木でも、大半は折れるか倒れるかし、また引き抜かれることもある。
F4	93~116 m/s (約 4 秒間の平均)	住家がバラバラになってあたりに飛散し、弱い非住家は跡形なく吹き飛ばされてしまう。鉄骨づくりでもペシャンコ。列車が吹き飛ばされ、自動車は何十メートルも空中飛行する。1 トン以上もある物体が降ってきて、危険この上ない。
F5	117~142 m/s (約 3 秒間の平均)	住家は跡形もなく吹き飛ばされるし、立木の皮がはぎとられてしまったりする。自動車、列車などが持ち上げられて飛行し、とんでもないところまで飛ばされる。数トンもある物体がどこからともなく降ってくる。

気象科学事典 (日本気象学会編、1998) より

■突風をもたらした現象の種類の評定の確実さ

突風をもたらした現象の種類の評定については、現地調査で得られた情報を踏まえ、評定の確実さを次の目安で判断し表記している。

確実さ	評定の確実さによる表記	突風現象の扱い
高 ↑	認められる	現象を結論づけて扱う
	推定した	
	可能性が高いと判断した	
低	可能性のあるもの特定に至らなかった	現象は不明として扱う
	特定できなかった	

■関連リンク

福島地方気象台

<http://www.jma-net.go.jp/fukushima/>

水戸地方気象台

<http://www.jma-net.go.jp/mito/>

宇都宮地方気象台

<http://www.jma-net.go.jp/utsunomiya/>

気象研究所

http://www.jma.go.jp/jma/press/1205/11c/20120511tsukuba_toppuu.html

本資料配布先：気象庁記者クラブ
(参考配布) 筑波研究学園都市記者会

報道発表資料
平成 24 年 5 月 11 日
気象研究所

平成 24 年 5 月 6 日に茨城県つくば市付近で発生した竜巻について

～気象研究所ドップラーレーダー及び気象環境場の解析・高解像度モデルでの再現実験結果～

5月6日につくば市北条付近を中心に大きな被害をもたらした竜巻について、直ちにその現象の調査を行うと同時に、気象研究所にあるドップラーレーダーの観測結果を解析し、また気象場の解析と高解像度モデルでの再現実験を行いました。

その結果、レーダーが竜巻に伴う大気下層の渦をとらえていたこと、竜巻は常総市からつくば市にかけての約 17 キロを 18 分ほどかけて通過(時速約 60km)していたことがわかりました。また、当日は、竜巻を起こすような発達した積乱雲を発生させやすい気象条件であったことが確認できました。

5月6日12時から13時ごろにかけ、つくば市北条を中心に大きな被害をもたらした竜巻について、気象研究所、水戸地方気象台及び銚子地方気象台では、6日から7日にかけて、突風現象の調査のため気象庁機動調査班(JMA-MOT)を派遣しました。また、同時に気象研究所(つくば市)屋上に設置している研究用ドップラーレーダーの観測データの解析を開始するとともに、気象庁解析値による環境場の解析及び高解像度モデルでの再現実験を行いました。

【現地調査及び気象研究所ドップラーレーダーによる分析結果】

現地調査の結果、茨城県常総市からつくば市にかけての突風被害は、長さは約 17km、幅 500m の帯状域に連続的に分布しており、1つの竜巻によってもたらされたことがわかりました。

気象研究所のレーダーは、竜巻と同程度の空間スケールを持つ大気下層の渦の特徴を捉えていました。レーダーで捉えた反時計回りの渦は、現地調査から求めた被害分布の上空を時速約 60km で(距離約 17km を 18 分ほどかけて)通過していたことがわかりました(図 1)。この渦は現地調査による被害分布とよく対応していることから、竜巻に伴う大気下層の渦と考えられ、被害の大きかったつくば市北条地区上空を通過していたことを確認しました(図 2)。なお、現地調査の結果に基づく竜巻の強さは現時点において F2 スケールですが、それを上回る風速を示唆する被害がないか引き続き調査しています。

【気象庁解析値による環境場の解析及び高解像度モデルでの再現実験】

5月5日～6日にかけて上空 5600m 付近の気温は約 -18 度である一方、日射の影響で地上の気温が上昇し 25 度を超え、上下の温度差が 45 度程度あって大気が非常に不安定でした(図 3 左)。6日12時には強い南風により、海上から関東平野中部に非常に湿った空気が約 50 キロメートルの幅を持って流入しており、その領域では積乱雲が発生・発達しやすい環境場となりました(図

3右)。この湿った空気はこの時期としては非常に多い水蒸気（大気 1kg 中に 12g の水蒸気が存在）を含んでいました。さらに、この下層の強い南風に上空の強い南西風が関東地方上空で重なり、強い竜巻をもたらすスーパーセル（巨大積乱雲）が発生しやすい状況となっていました。なお、前日（5日）は、6日と同様、地上と上空の温度差は45度程度でしたが、水蒸気量は半分の約6gであったために、積乱雲が発生しにくい状況でした。

水平分解能 250m の数値シミュレーションを行った結果（図4左上）、実際に竜巻をもたらした積乱雲の約 20km 北側に、対応する積乱雲を再現することができました。積乱雲の位置を正確に表現できていませんが、その鉛直断面（図4左下）には、強い竜巻をもたらすスーパーセルの構造（30m/s を超える強い上昇流、上昇域で丸天井といわれる雨粒やあられなどの降水物質が少ない領域）がみられました。また、その積乱雲内に再現されたメソサイクロン（図4右上）はスーパーセルの判断基準（鉛直渦度 $>0.01/s$ ）も満たしています。

数値シミュレーションの結果からは、今回竜巻をもたらした積乱雲はスーパーセルだったと推定されます。

【本件に関する問い合わせ先】

気象研究所

予報研究部

第三研究室

気象衛星・観測システム研究部 第二研究室

TEL : 029-853-8535（企画室広報担当）

全体図



図1 気象研究所・水戸地方気象台・銚子地方気象台による現地調査で判明した突風被害の分布（赤プロット）、及び気象研究所ドップラーレーダーで捉えられた大気下層の渦の位置（青丸）。

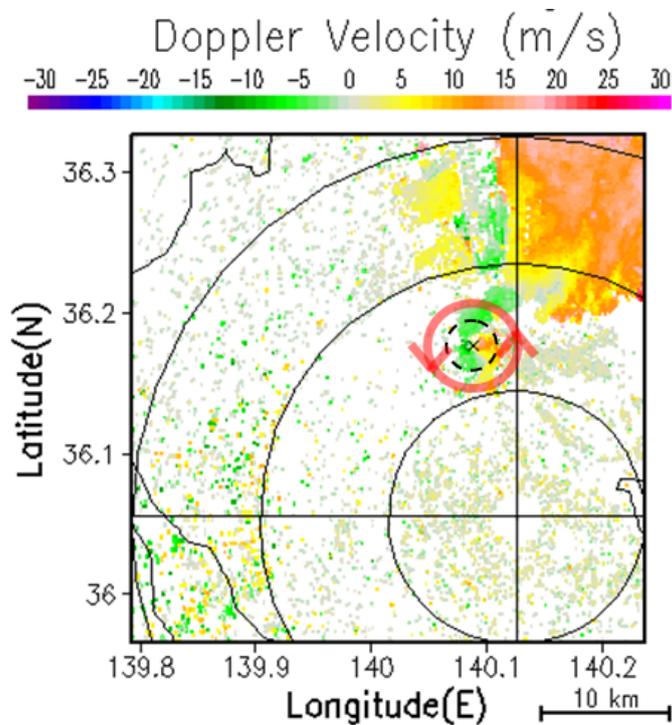


図2 12時51分における、気象研究所ドップラーレーダーによる大気下層のドップラー速度（レーダーに近づく／遠ざかる成分の風速）。×の位置が被害の大きかった北条地区を示す。この時刻、反時計回りの渦が北条地区上空に捉えられている（赤丸）。

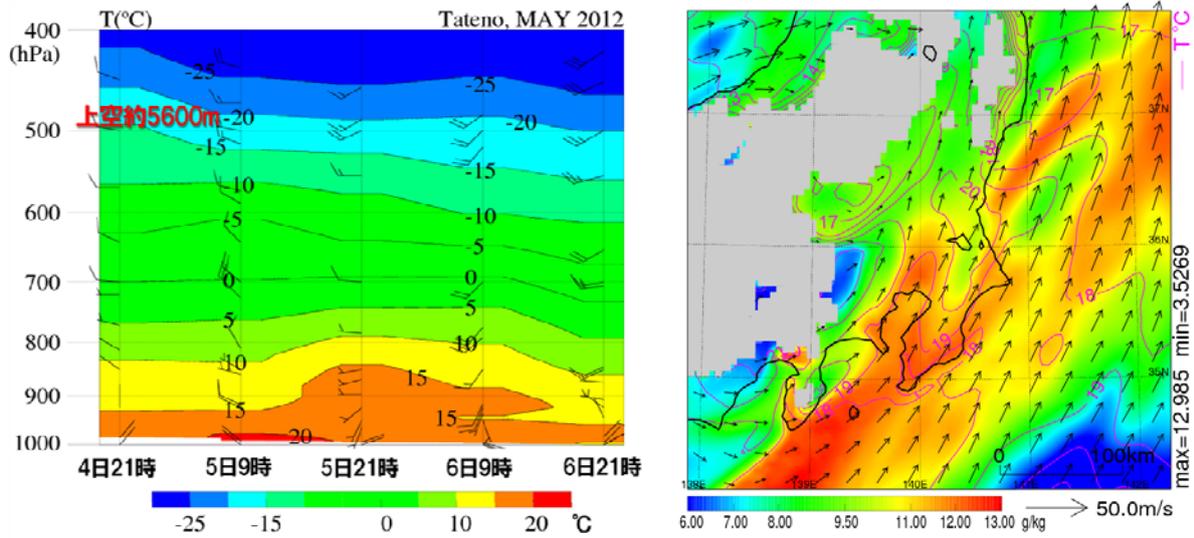


図3 (左図) つくば(館野)上空の4日~6日にかけての高層観測の結果。
 (右図)2012年5月6日12時における500m高度における水蒸気量(カラー)と気温(等値線)。
 気象庁メソ解析から作成。

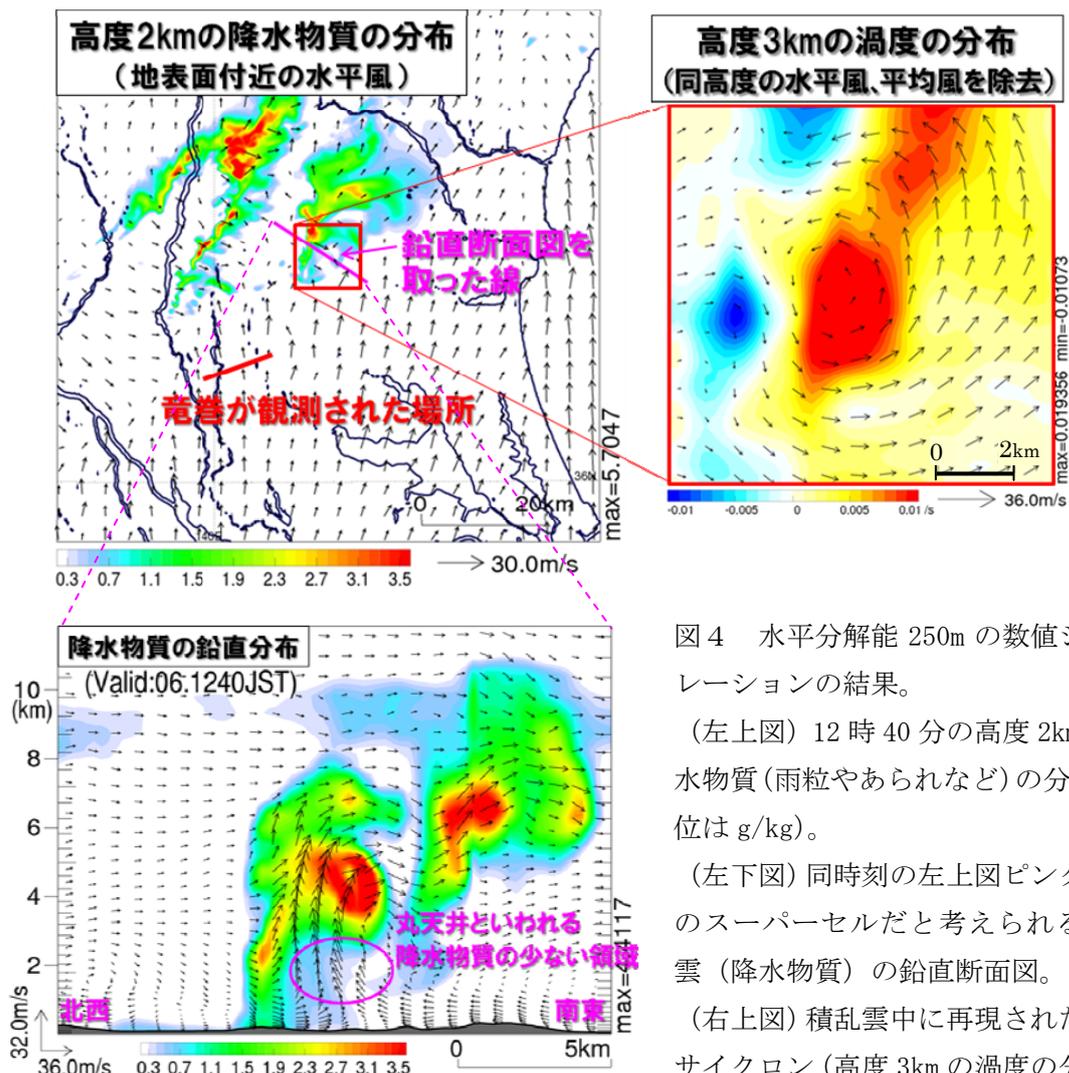


図4 水平分解能 250m の数値シミュレーションの結果。
 (左上図) 12時40分の高度2kmの降水物質(雨粒やあられなど)の分布(単位は g/kg)。
 (左下図) 同時刻の左上図ピンク線上のスーパーセルだと考えられる積乱雲(降水物質)の鉛直断面図。
 (右上図) 積乱雲中に再現されたメソサイクロン(高度3kmの渦度の分布)。