

# 気象庁/気象研雲解像モデルによる 竜巻の再現シミュレーション

加藤輝之(気象研究所·予報研究部) 益子 涉(気象研究所·台風研究部)



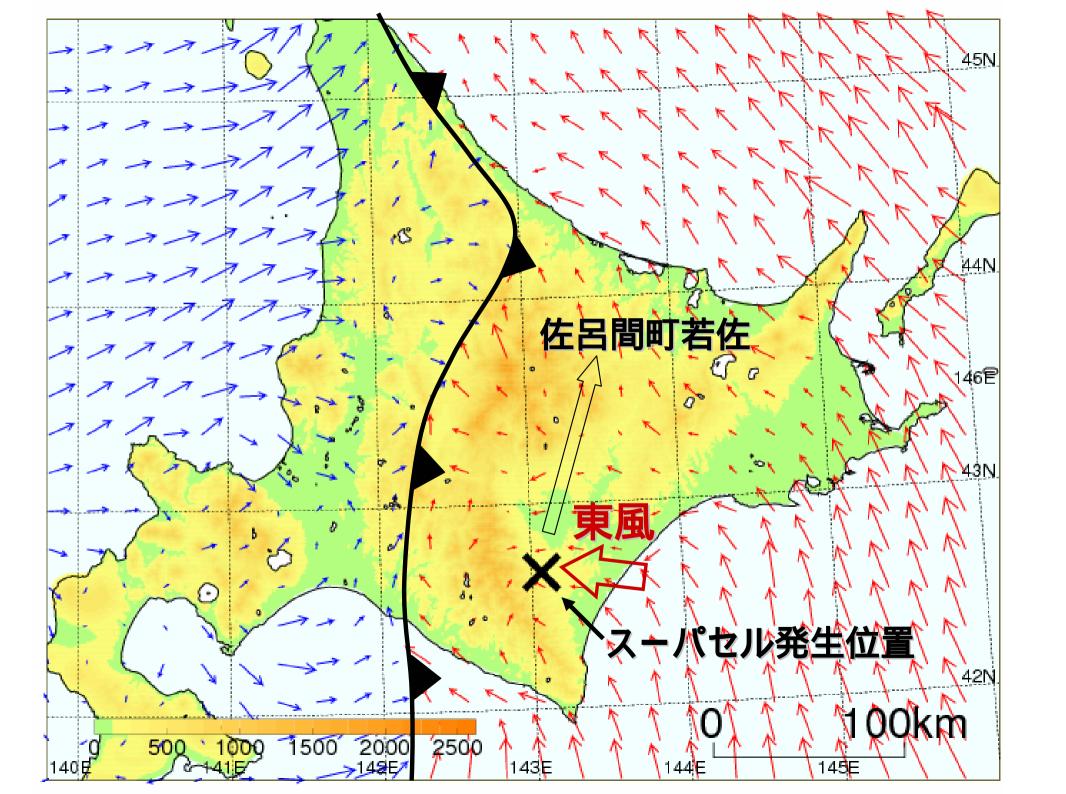
# 今日の話題提供

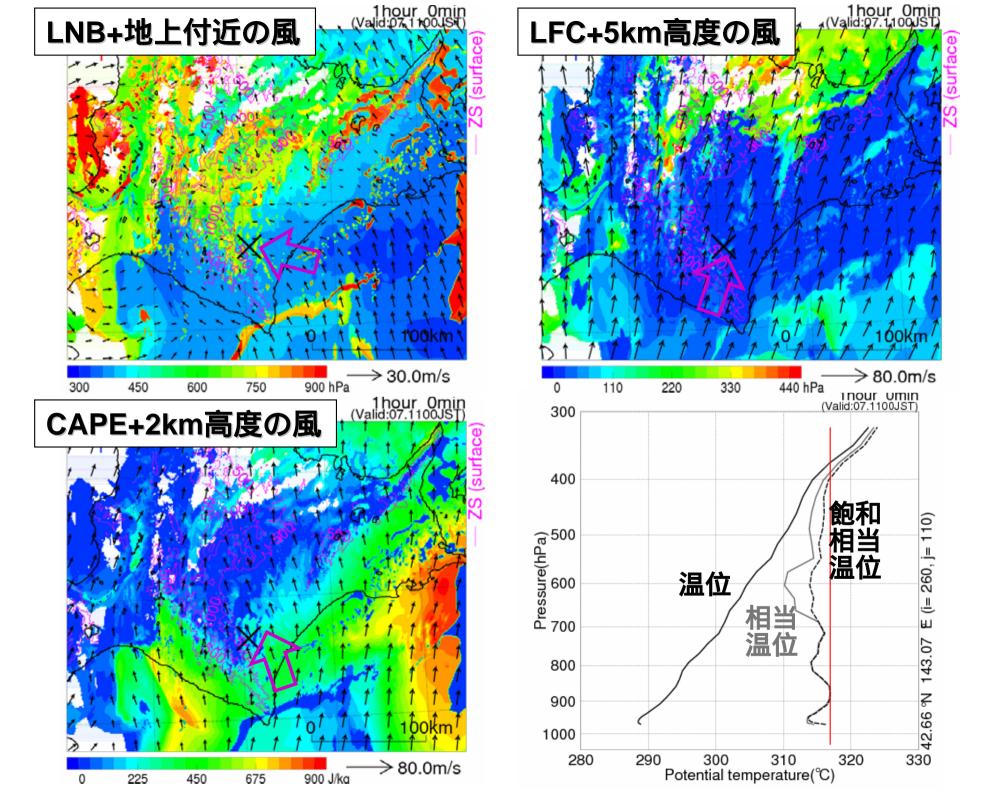
佐呂間町に竜巻をもたらした積乱雲について どうして北海道のような高緯度でスーパーセルが 発生し・持続できたのだろうか

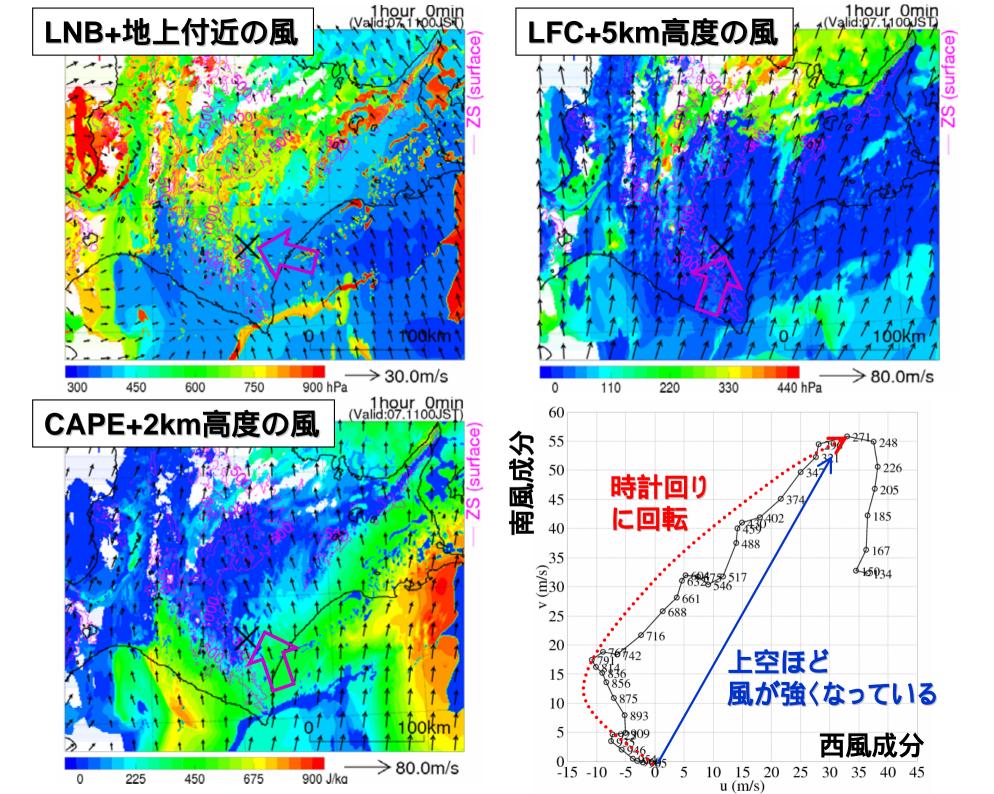
- 発生時の大気条件
- スーパーセルの維持機構
- 雲解像モデルが再現したスーパーセルの構造

佐呂間町で竜巻を発生させた要因 どうして佐呂間町で竜巻が発生したのだろうか

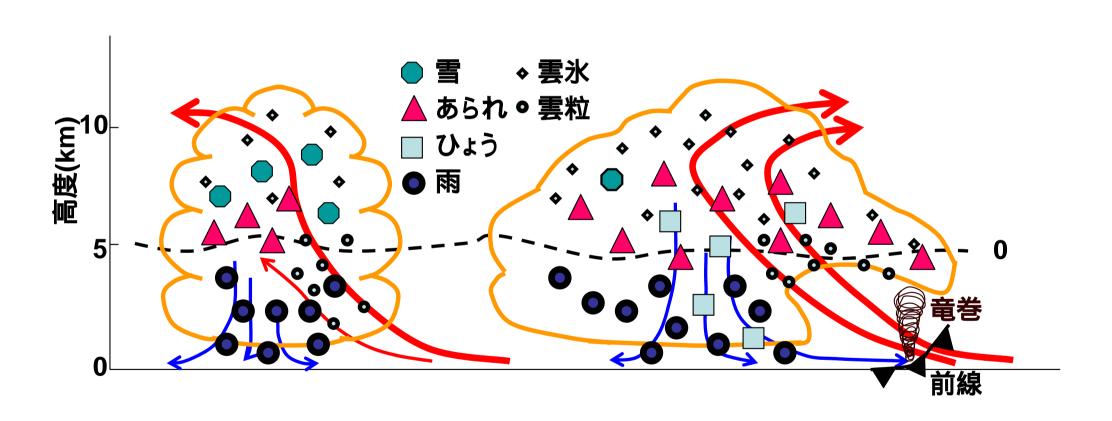
延岡での竜巻の再現実験







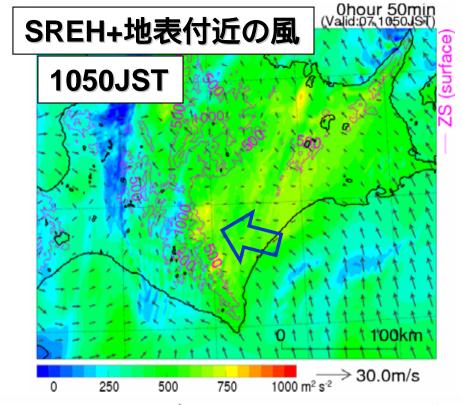
# 一般的な積乱雲 スーパーセル(巨大積乱雲)

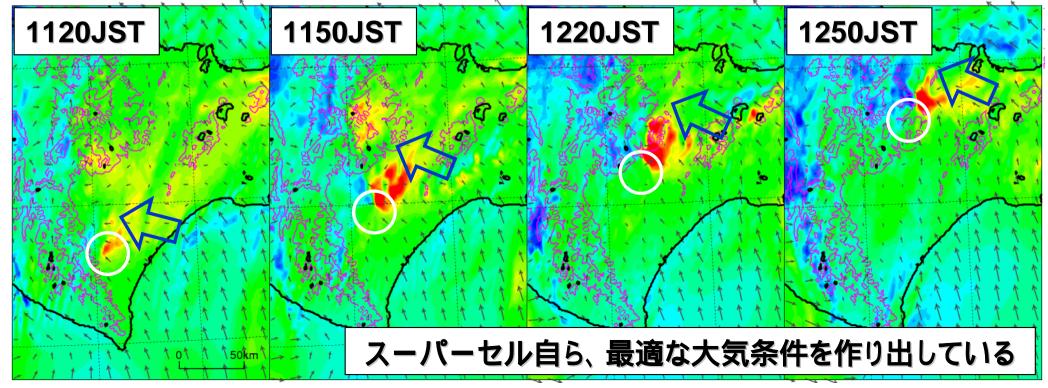


### ストームに相対的なヘリシティ (1km-NHMから)

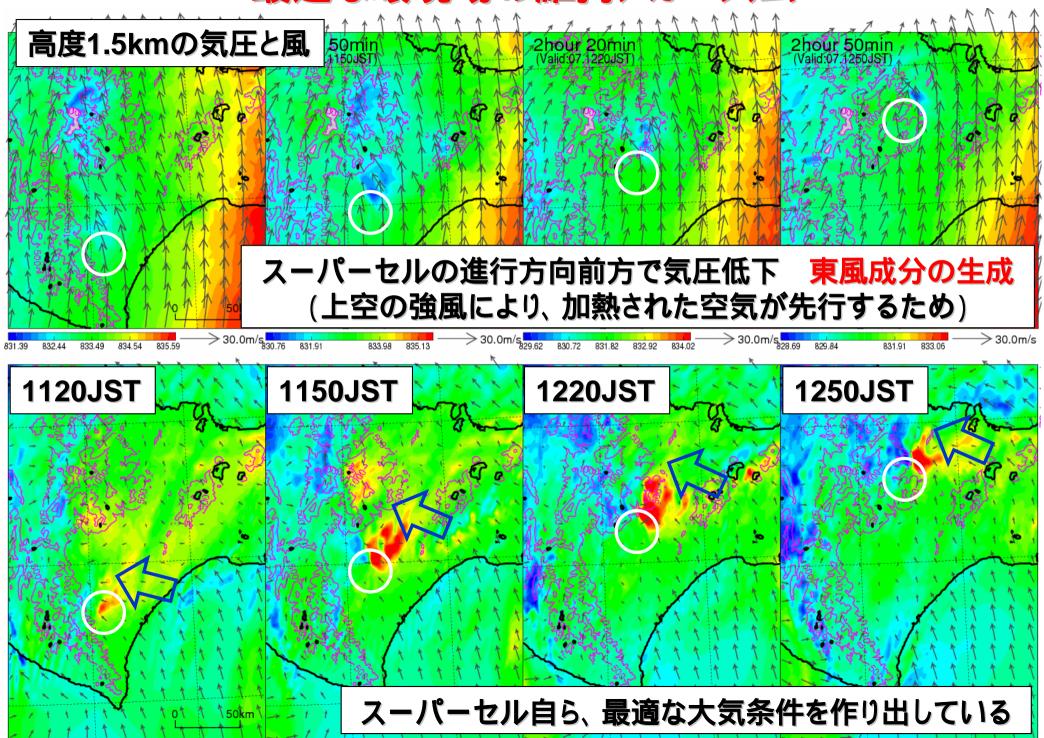
$$SREH = \int_0^{3km} \mathbf{k} \cdot (\mathbf{v} - \mathbf{c}) \times \frac{\partial \mathbf{v}}{\partial z} dz$$

c:ストームの移動速度ベクトル 地上~高度 6km までの密度平均した 風ベクトルに対して,右側に 30°傾き, 大きさは 75 %を仮定





#### 最適な環境場の維持メカニズム

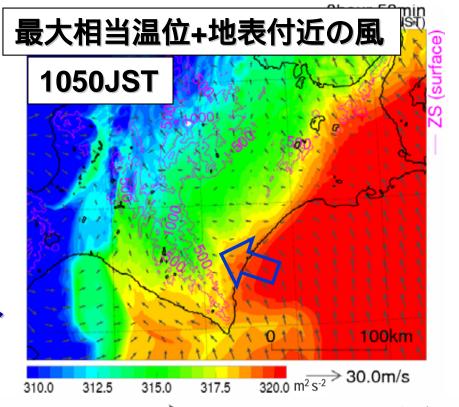


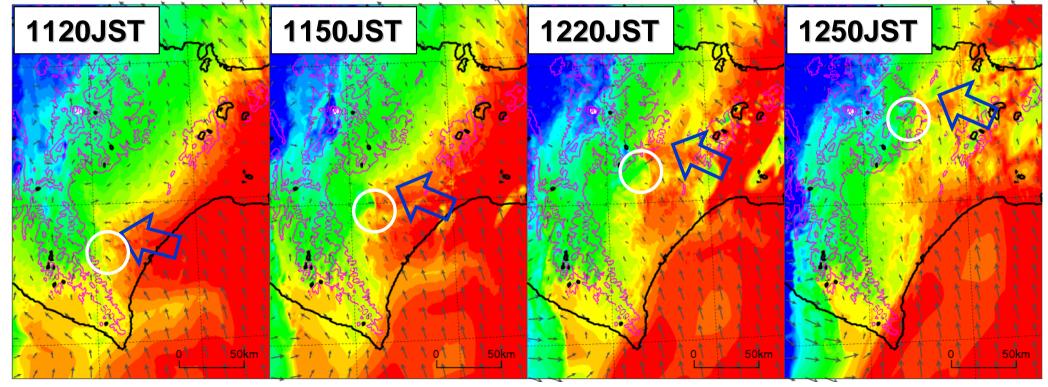
### 大気下層の最大相当温位 (1km-NHMから)

スーパーセルの移動速度 (~20 m s<sup>-1</sup>)

下層風速 (~10 m s<sup>-1</sup>)

水蒸気は 東海上から流入 (高相当温位気塊)

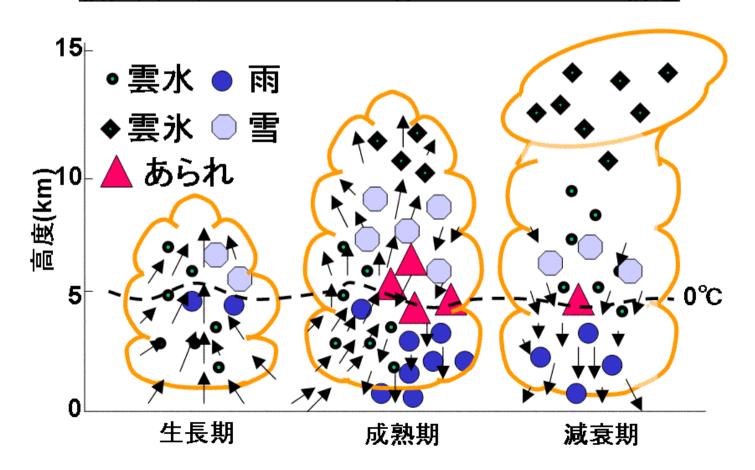




## 雲解像モデルとは

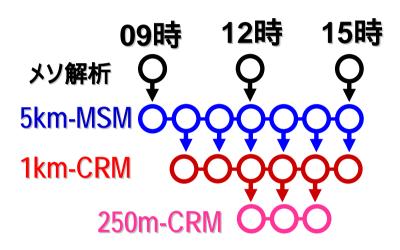
水平スケールが 10 km ほどの積乱雲を表現するためには、その中を幾つかに分割して取り扱う必要があり、具体的には 10 km を5 ~ 6 に分割するために 1 ~ 2 km 以下の水平解像度が必要だとされています。そのようにすることで、 積乱雲内の上昇流域や下降流域を分離でき、下図に示す積乱雲のライフサイクルの各ステージを正確に表現することができます。

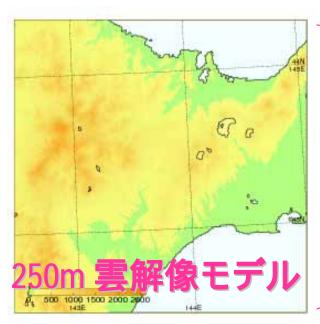
積乱雲のライフサイクルの各ステージにおける構造

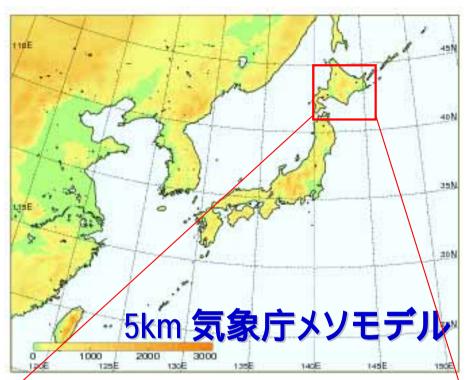


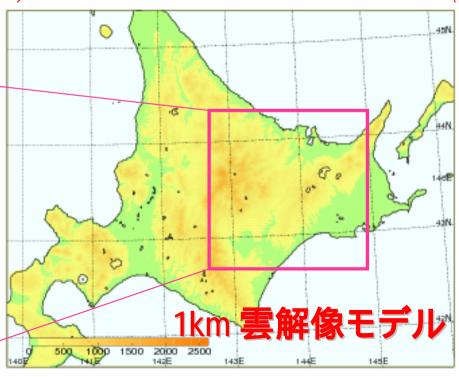
# 雲解像モデルによる 再現実験

初期值·境界值



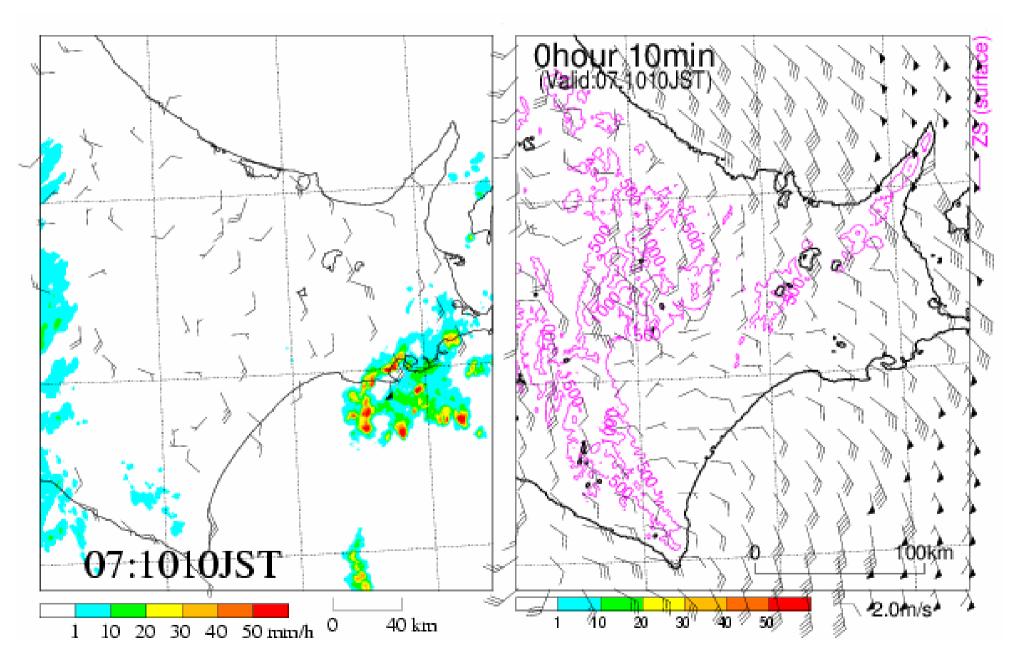






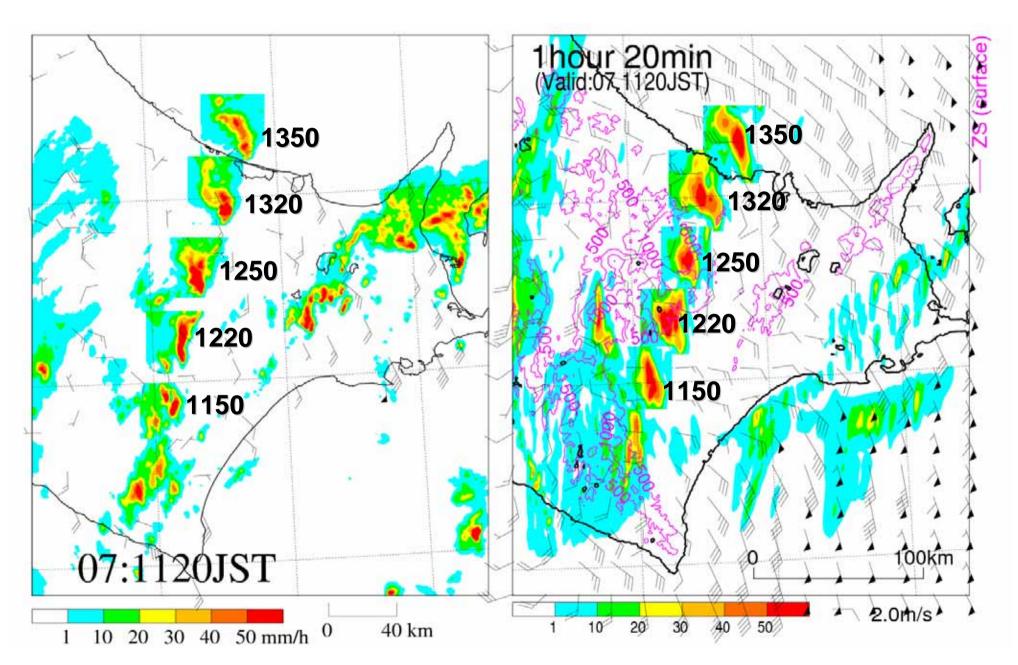
#### 気象レーダー

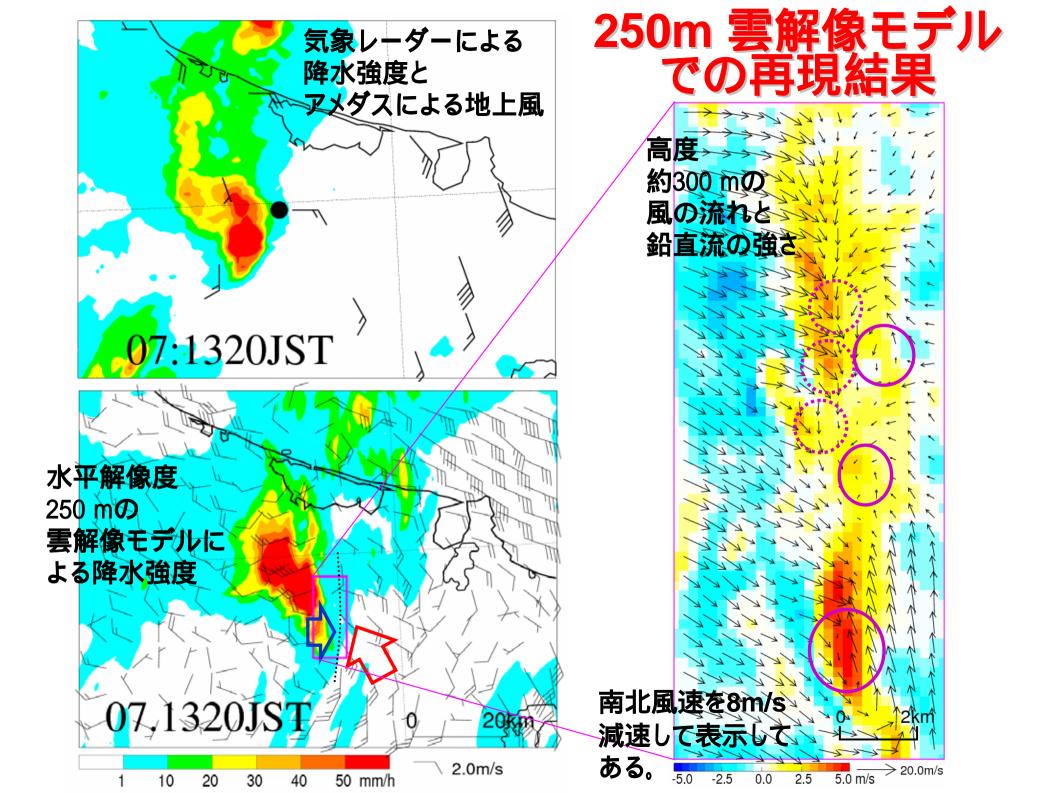
# 1km 雲解像モデルで 再現した積乱雲の動き



#### 気象レーダー

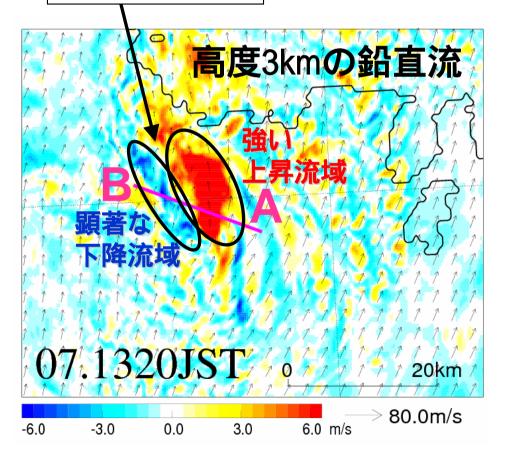
#### 1km 雲解像モデルで 再現した積乱雲の動き

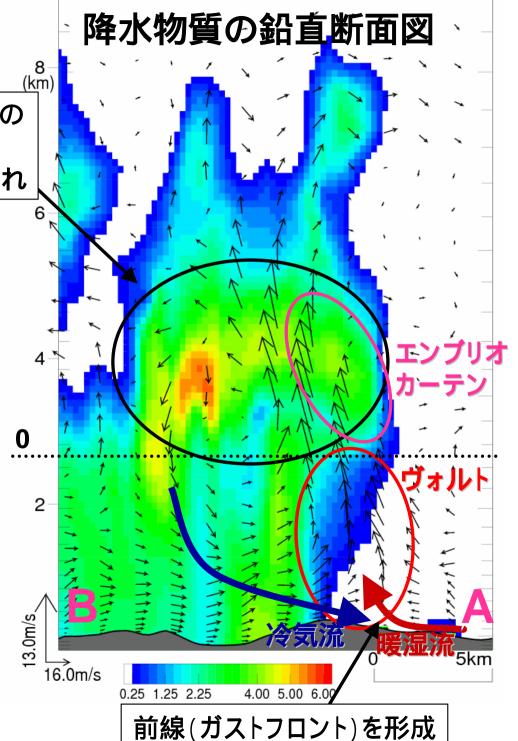


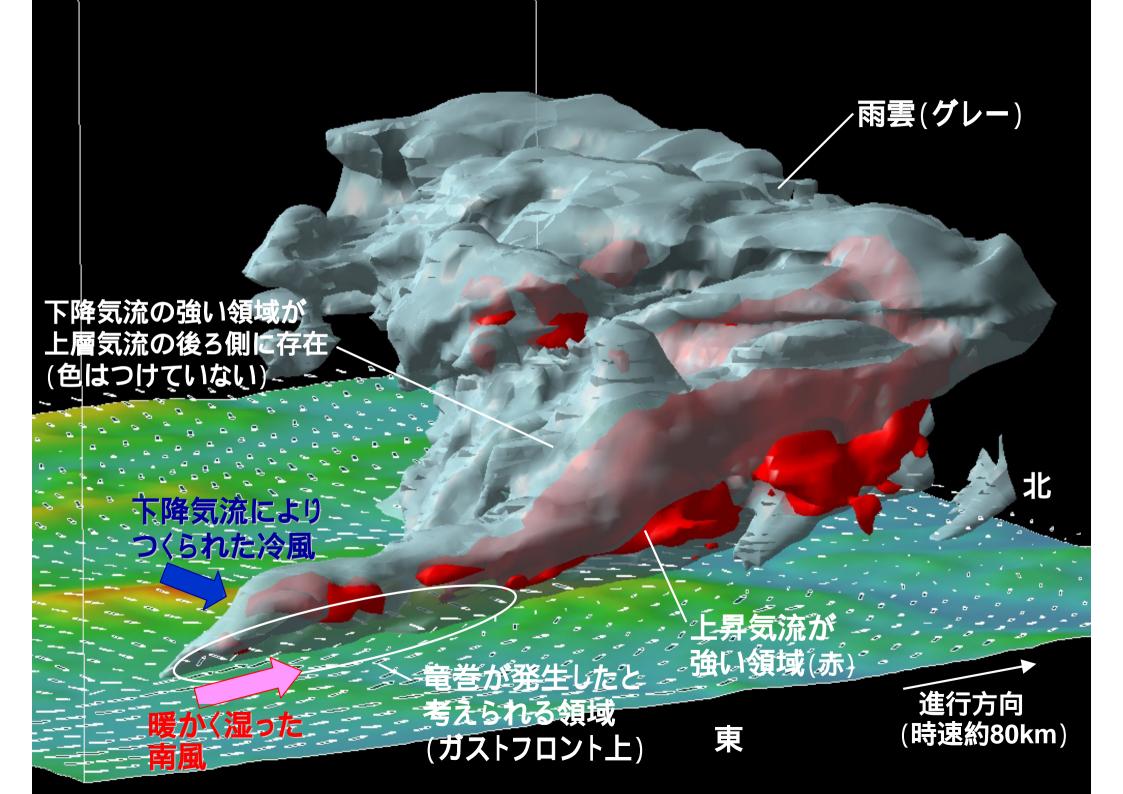


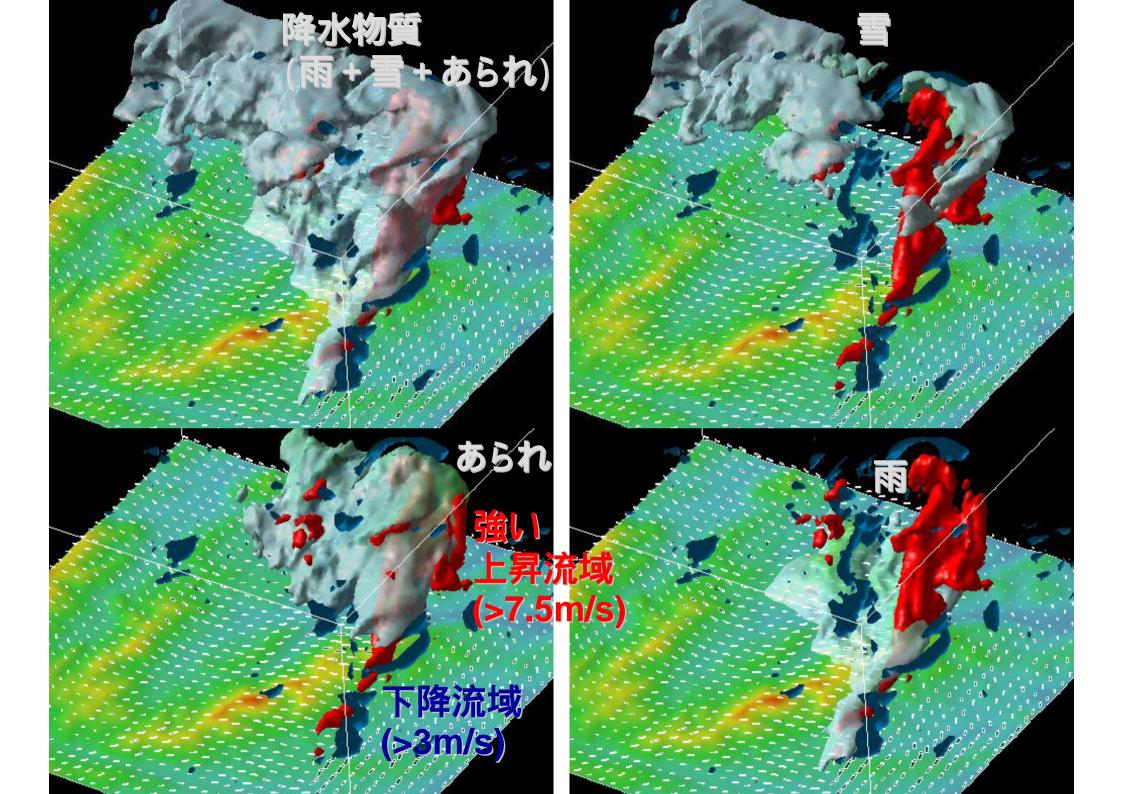
250m 雲解像モデルが 再現した積乱雲の構造

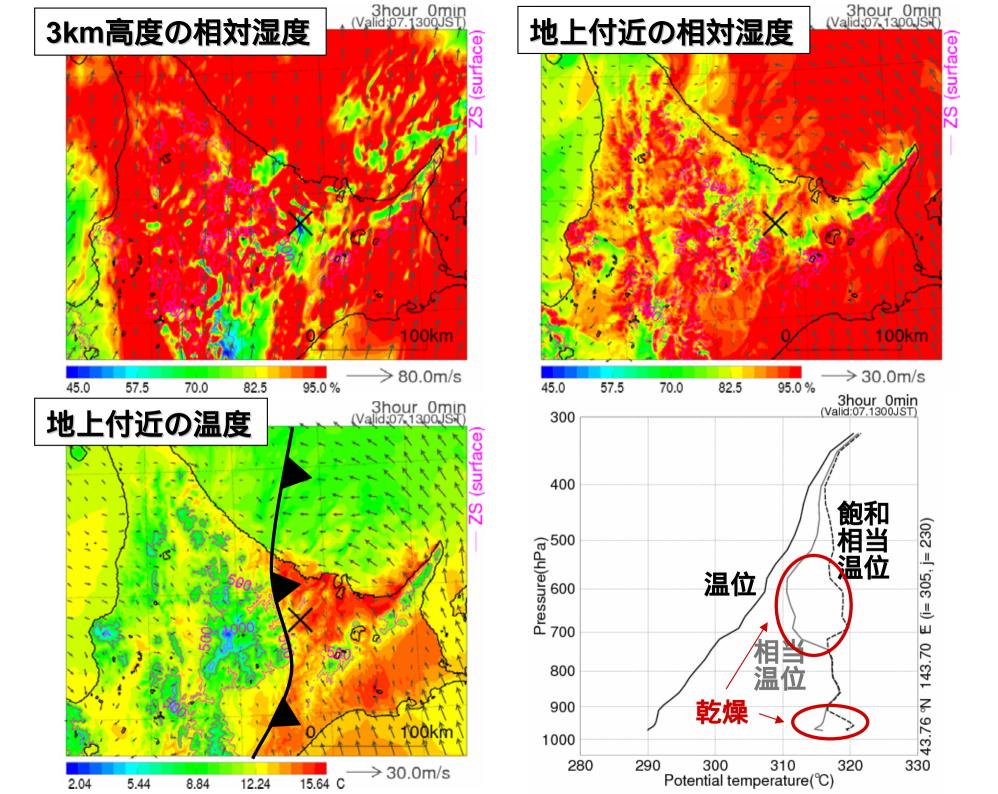
巨大な積乱雲は 10m/sを超える 強い上昇流域と 顕著な下降流域 から作られている 0 層より上空の 降水物質は ほとんどがあられ

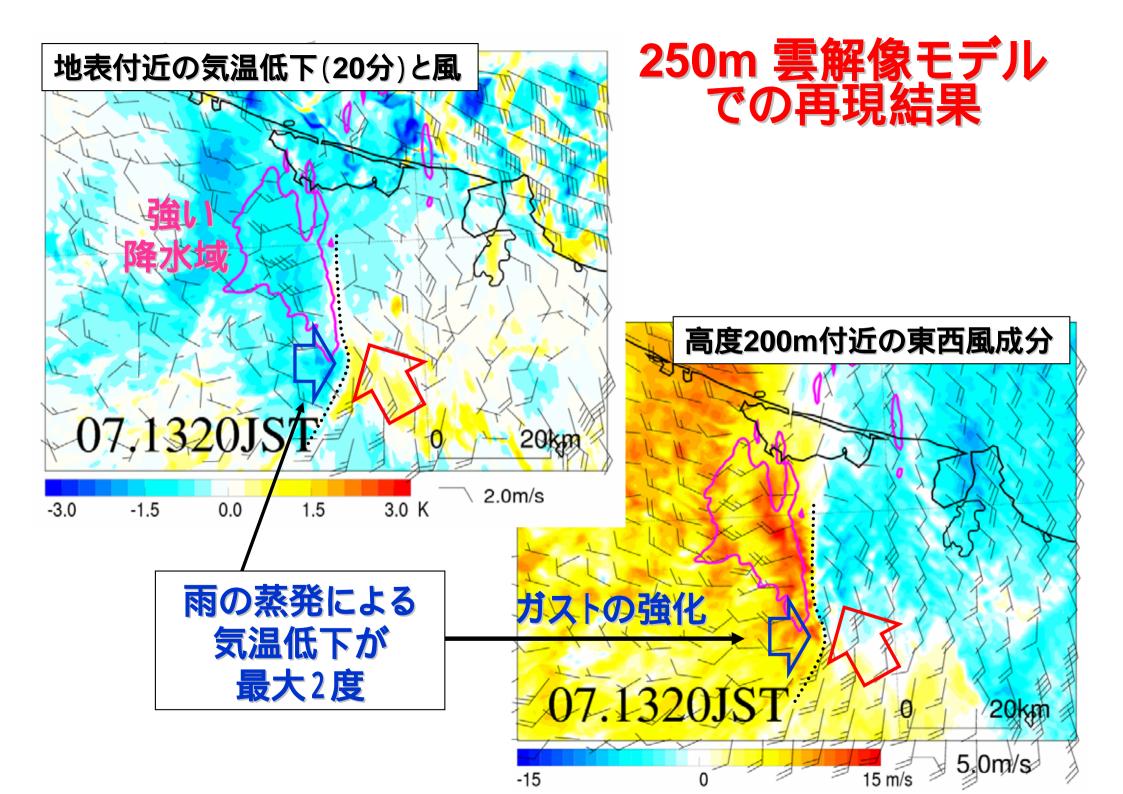








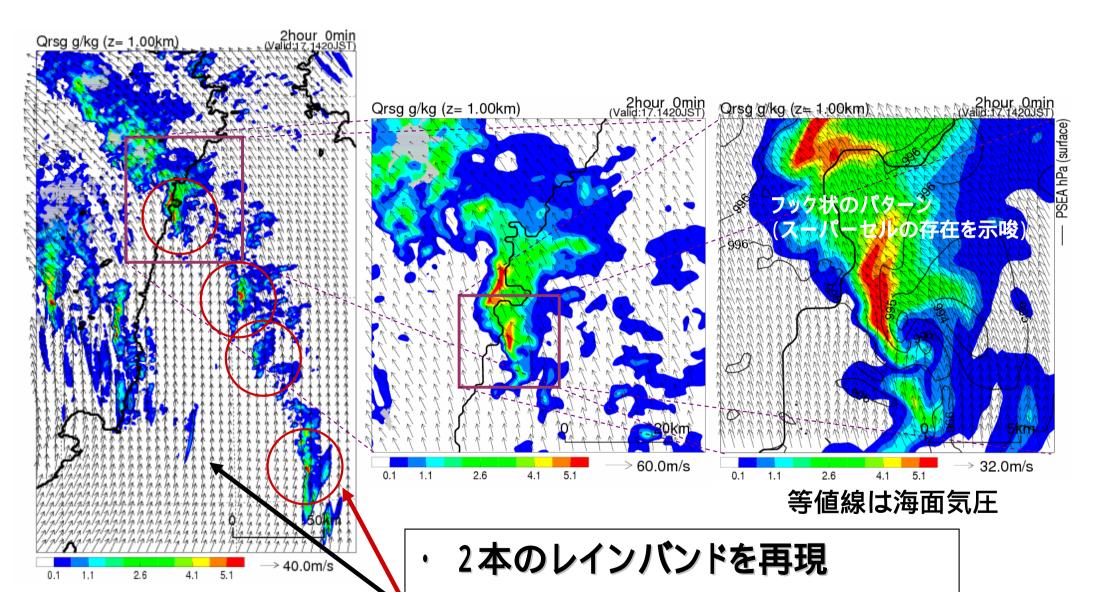






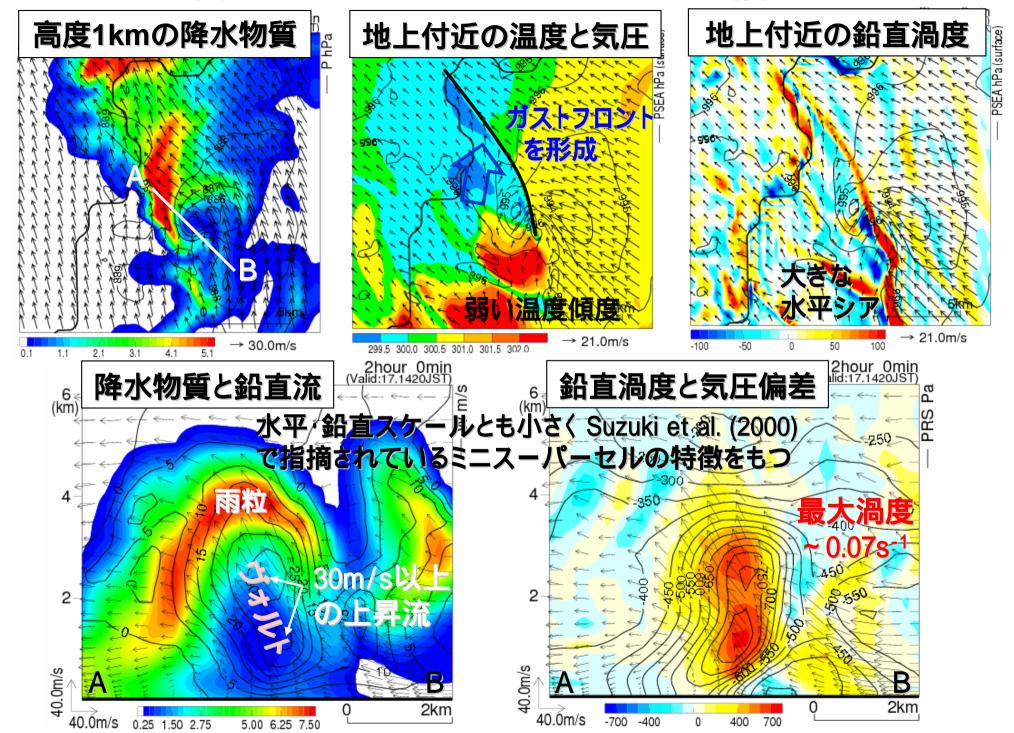
# 延岡のケース

# 水平解像度250mでの再現実験



- 高度1kmの降水物質(雨+雪+あられ)(g/kg)と風ベクトル
- ・北側のバンドは複数の団塊状の 降水セルで構成

# 再現されたスーパーセルの構造

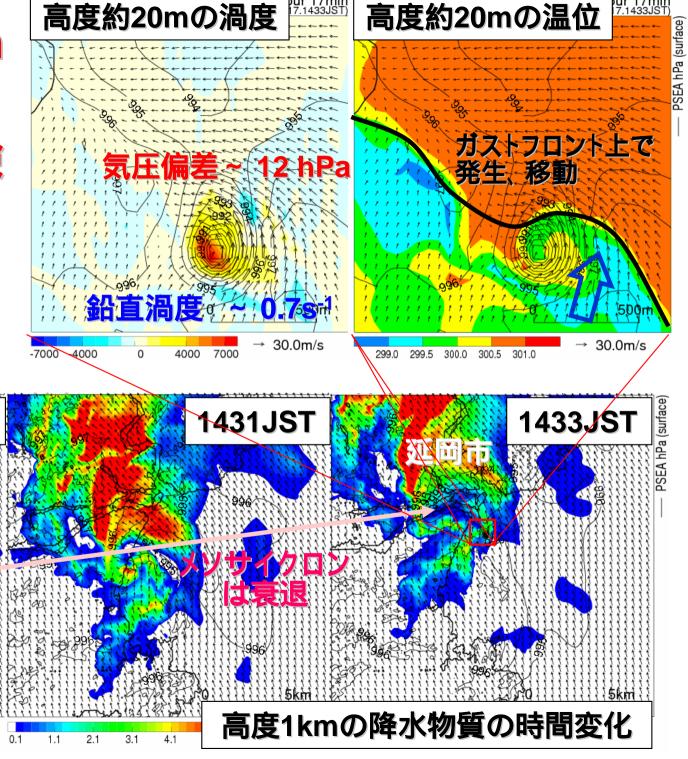


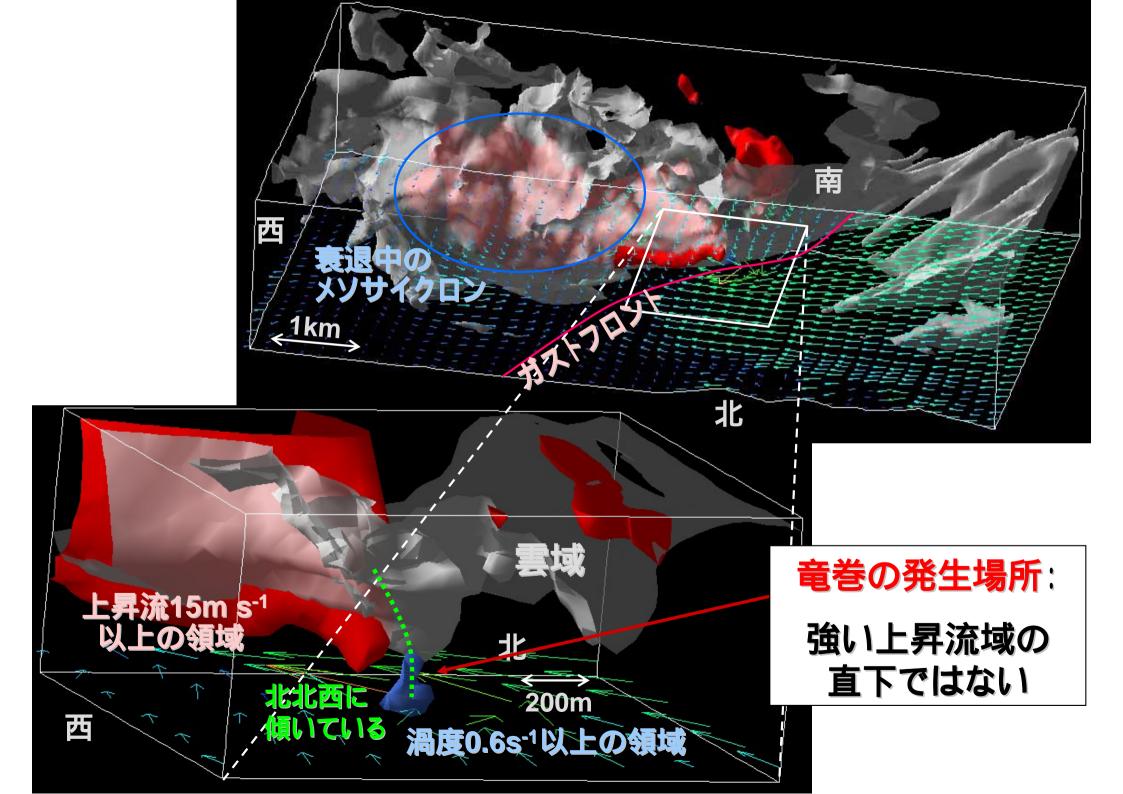
# 水平解像度50m のモデルによる 竜巻の再現実験

1429JST

→ 40.0m/s

2.1





# まとめ

#### 佐呂間町に竜巻をもたらした積乱雲について

- スーパーセルの特徴を持っていた
- 自ら持続できうる環境場を作り出していた
- 水蒸気は北海道の東海上から供給されていた

#### 佐呂間町で竜巻を発生させた要因

- フェーン現象による乾燥した環境下でのガストの強化
- 局所的な地形の影響

#### 延岡での竜巻の再現実験

- メソサイクロンの衰弱時にガストフロント上で発生
- 強い上昇流の直下で発生していない