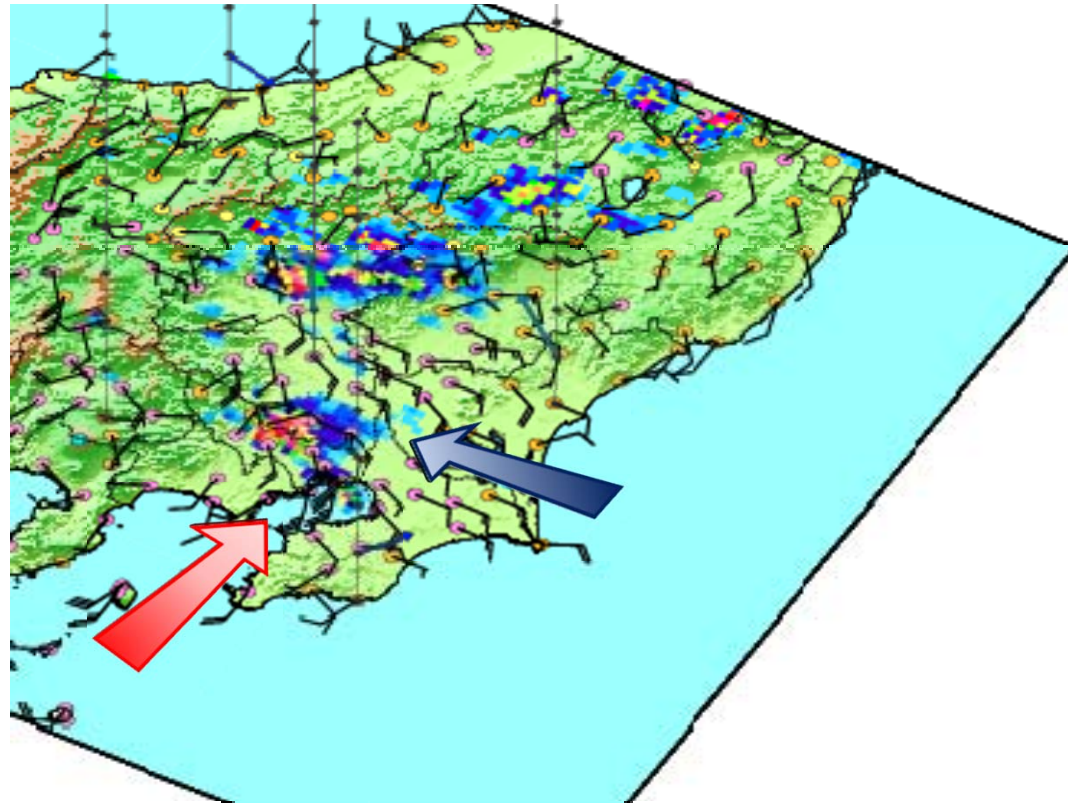


# 局地豪雨を引き起こす収束の効果を調べる 観測システムシミュレーション実験

瀬古弘・斉藤和雄(気象研究所)  
鈴木修(気象庁)

- 局地的豪雨の一事例である1998年の練馬豪雨では、首都圏付近に形成された熱的な低気圧に向かって気流が収束し、豪雨を引き起こした。このような局地的豪雨の場合、収束を雷雨の発生前により正しく再現できれば、雷雨の発生もより早く、より正しく予報できると考えられる。

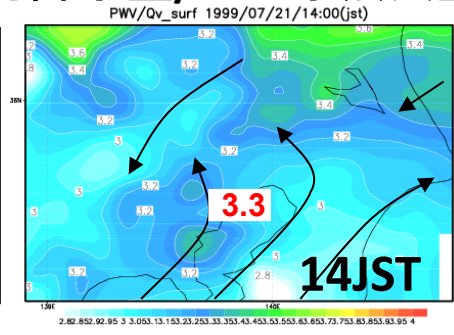
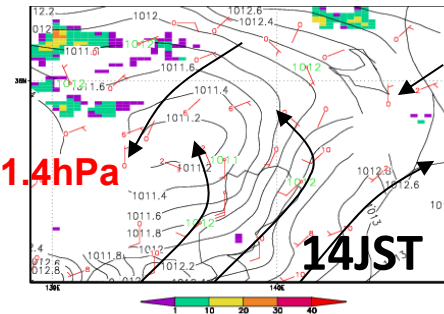


# GPS可降水量

- ・収束により水蒸気が蓄積。  
⇒対流の発生。

地上気圧・降水域 可降水量/地上水蒸気量

$\Delta p = 1.4 \text{ hPa}$

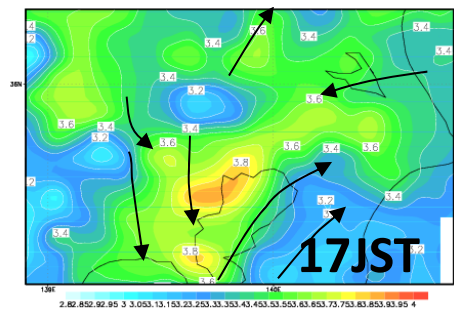
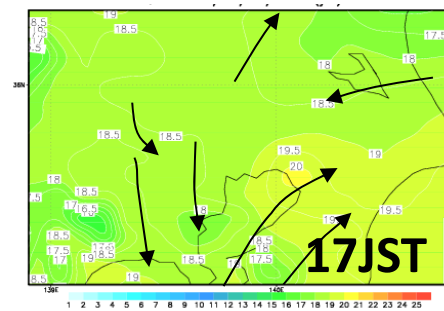
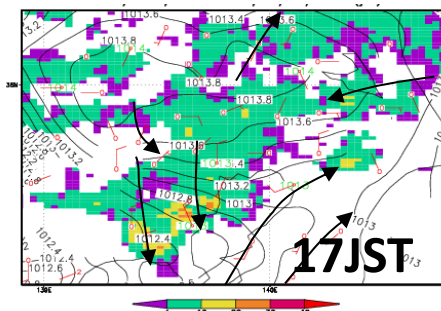
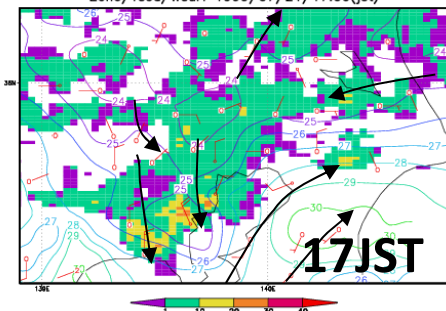
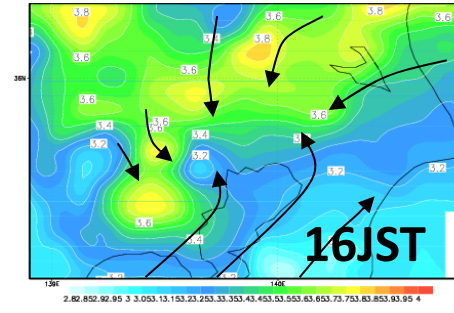
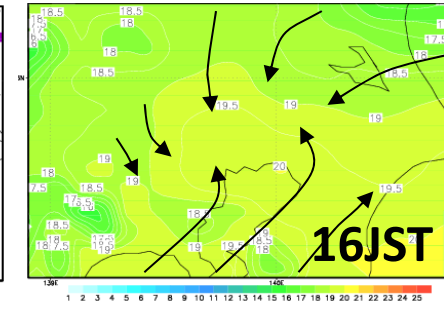
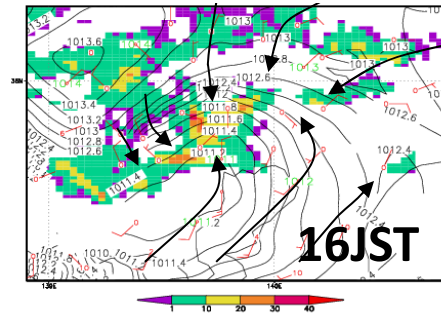
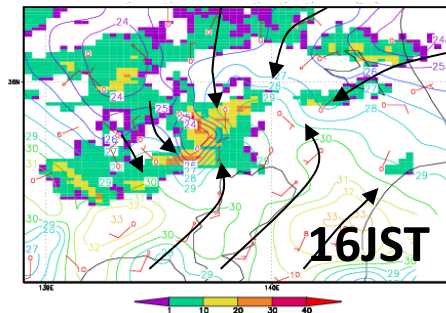
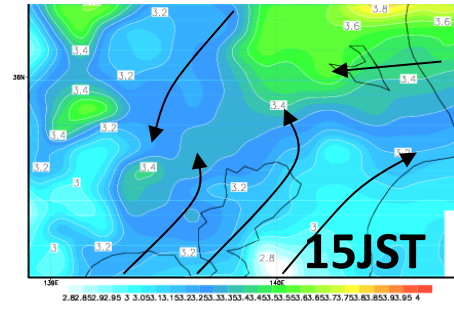
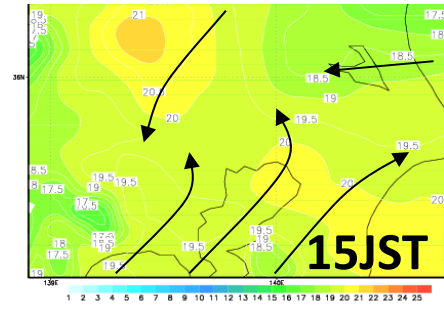
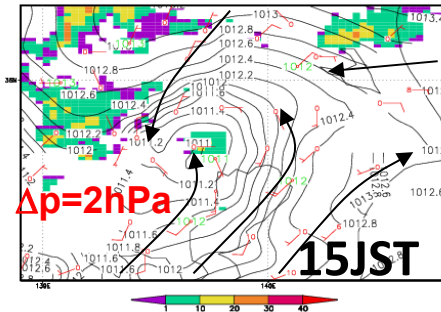
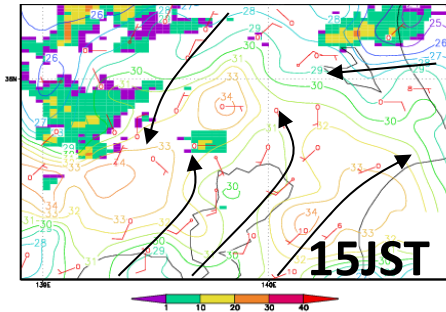


地上気温・降水域

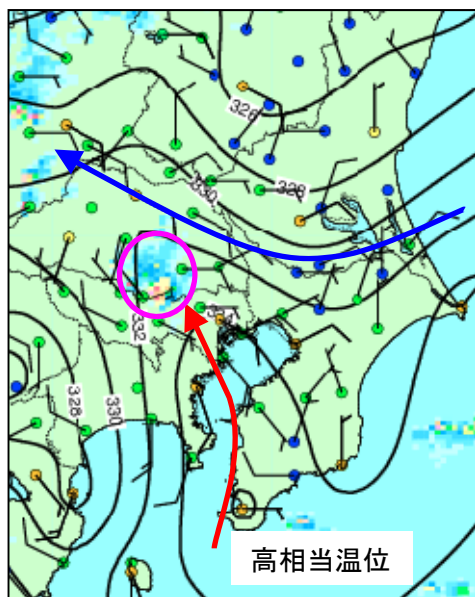
地上気圧・降水域

地上水蒸気量

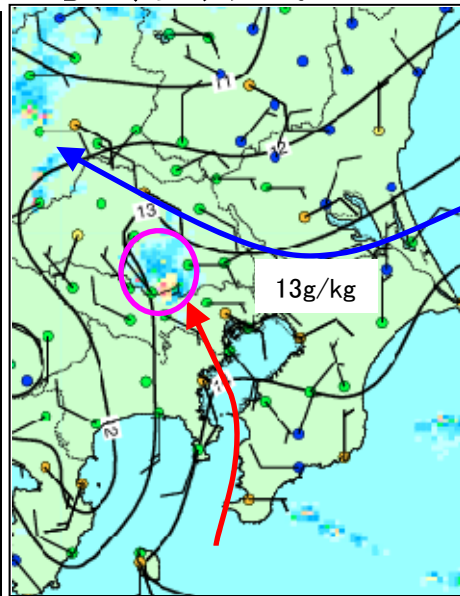
可降水量/地上水蒸気量



# 相当温位



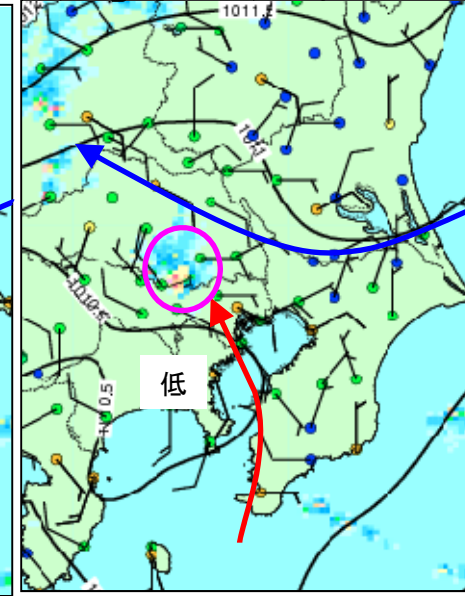
# 水蒸気量



# 気温



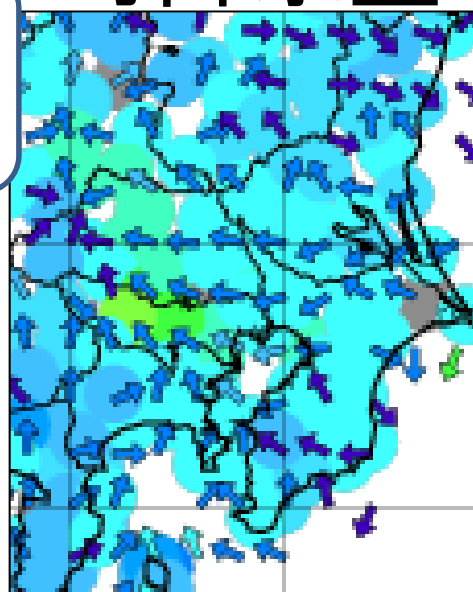
# 海面気圧



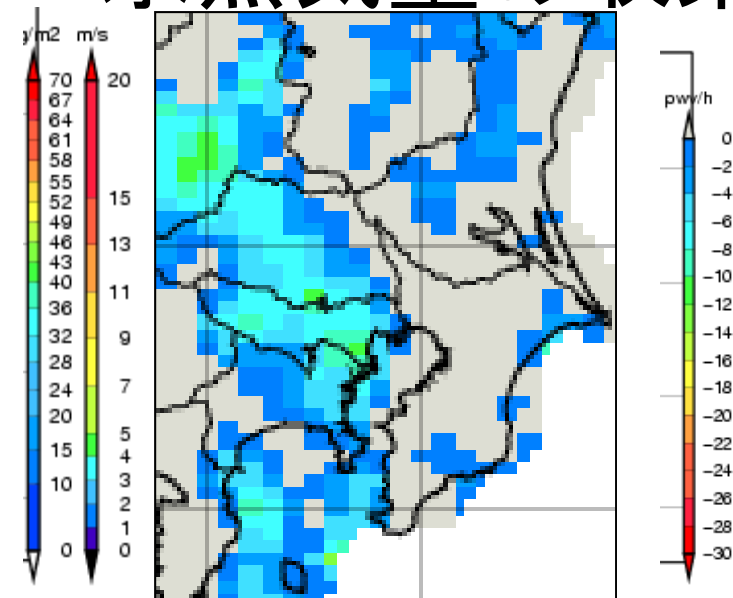
**2008年  
10月13日20時**

- ・湿った南西風の先端で、降水が発達。

# 可降水量



# 水蒸気量の収束



・本報告では、新たな観測システムの有効性を調べるため、首都圏を周回して下層を計測する航空機観測や、ドップラーライダーや温度プロファイラー等の新しい観測装置を都市域の周囲に展開したとき、そのデータの同化により、雷雨の発生や発達が正しく予報できるかを、観測システムシミュレーション実験(OSSE)で確認する。

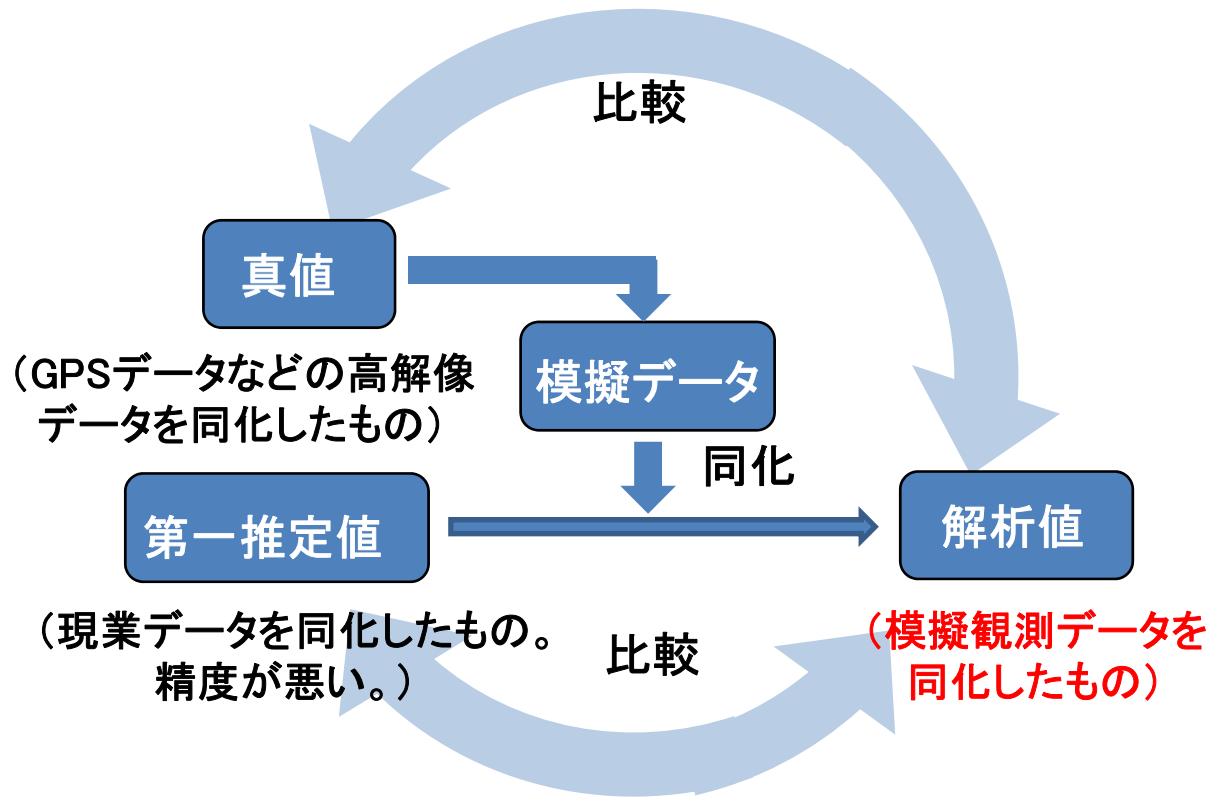
航空機：指定した位置の高度400mの水蒸気量、  
気温、東西・南北風。

ライダー：指定した位置での高度200mまでの  
水平風。時間的に高頻度に観測。

温度プロファイラー：指定した位置での600mまで  
の気温。時間的に高頻度に観測。

# 観測システムシミュレーション実験

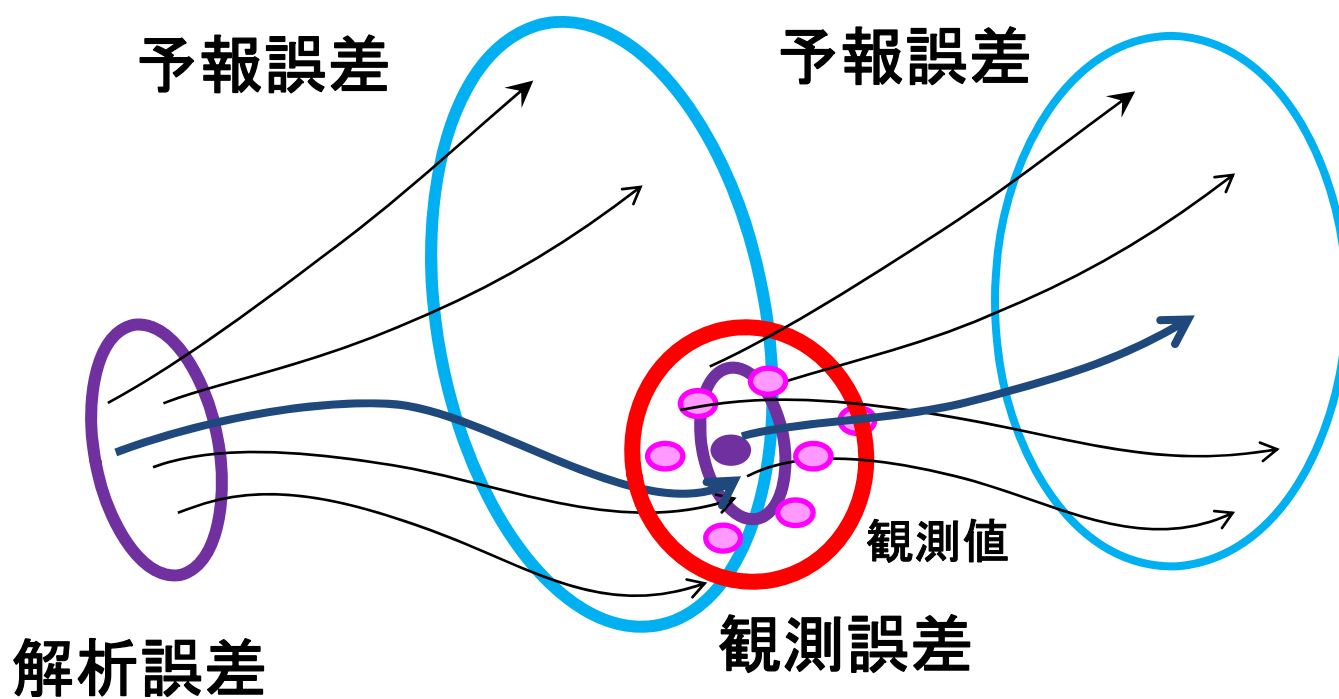
局地的豪雨を再現できた数値実験の出力を用いて、模擬観測データを作成し、そのデータを再現できていない実験にデータ同化させて、その効果を見る。



OSSEの模式図。

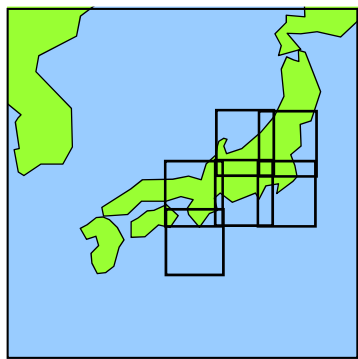
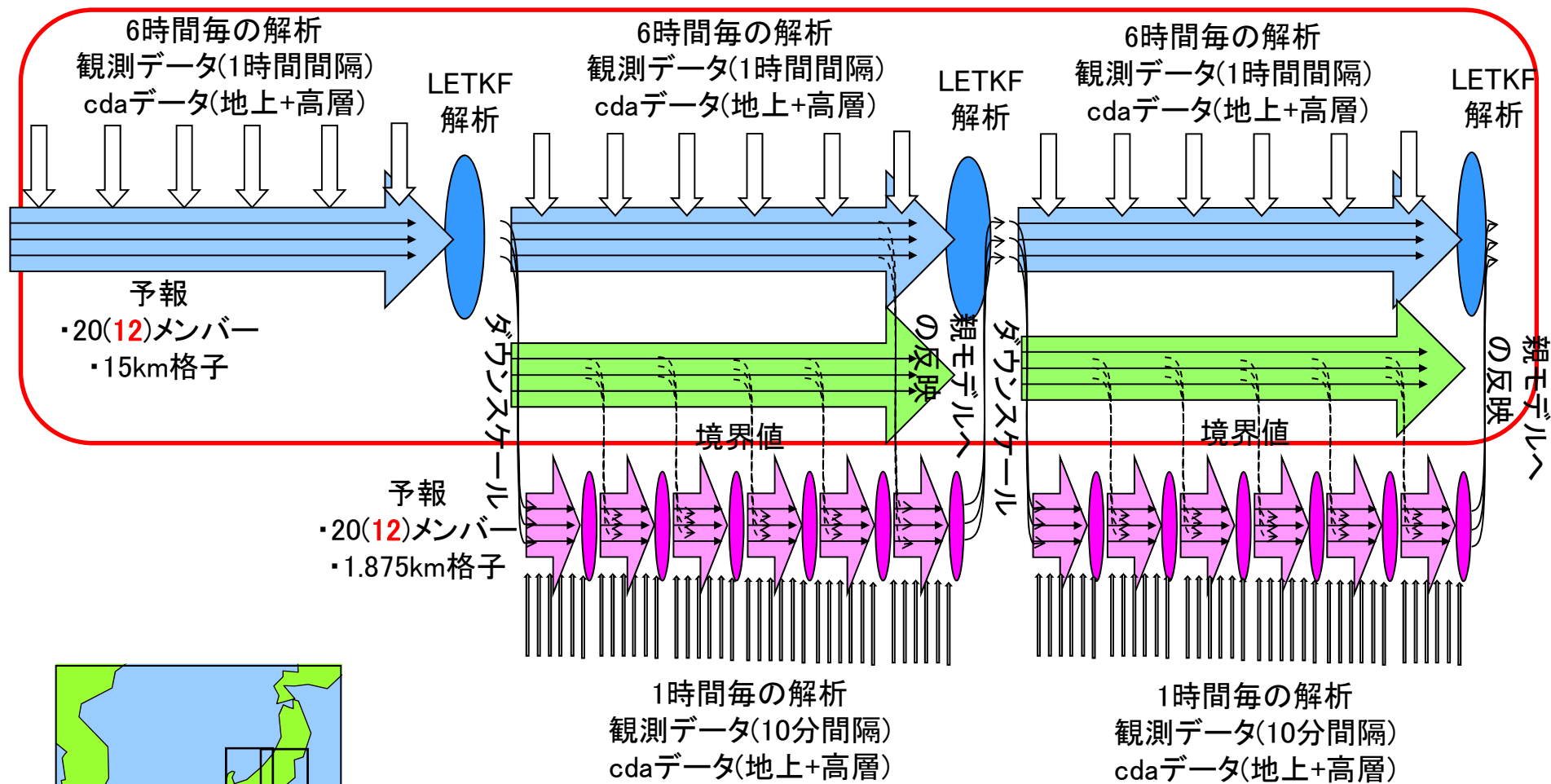
# 実験方法

- ・局地アンサンブル変換カルマンフィルター(LETKF)を用い、GPS可降水量とドップラーレーダの水平風を同化して得られた「雷雨が再現できたメンバー」を真値とする。



LETKFの模式図。

# ネストした同化システムの流れ

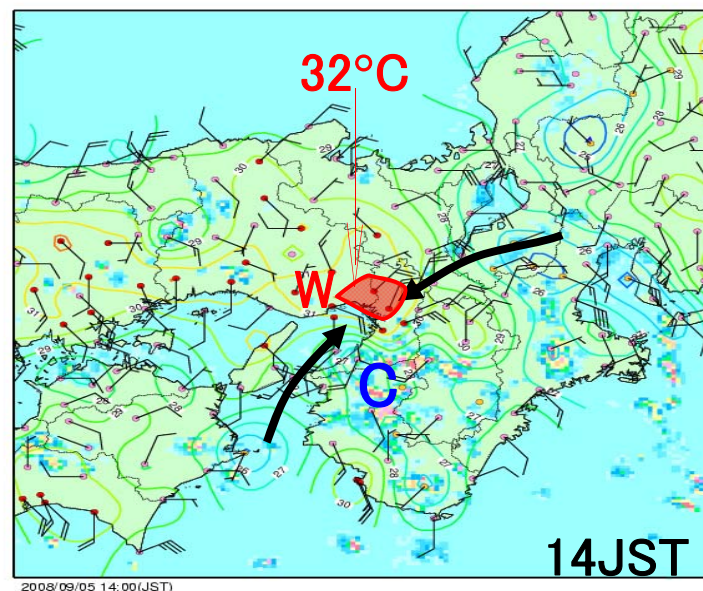
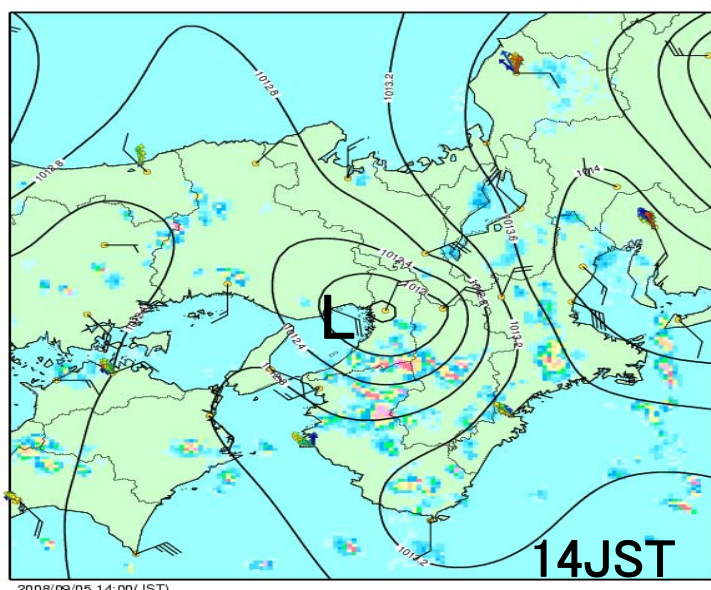


- ・親LETKFの格子間隔は15km。子LETKFは約2km。
- ・親LETKFは気象庁の現業データを同化する。
- ・子LETKFは、さらにGPS・レーダ等も同化する。



# 実験方法

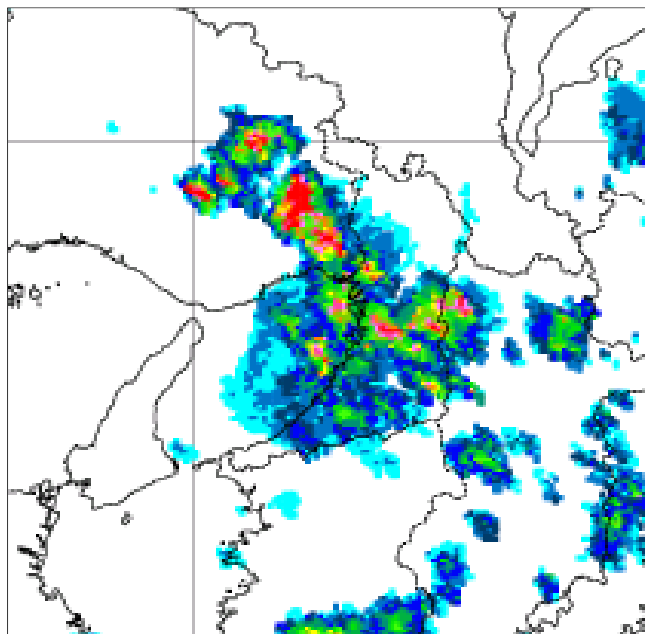
- ・ 周囲からの収束が発生要因であった「2008年9月5日の堺市の雷雨」に適用した。



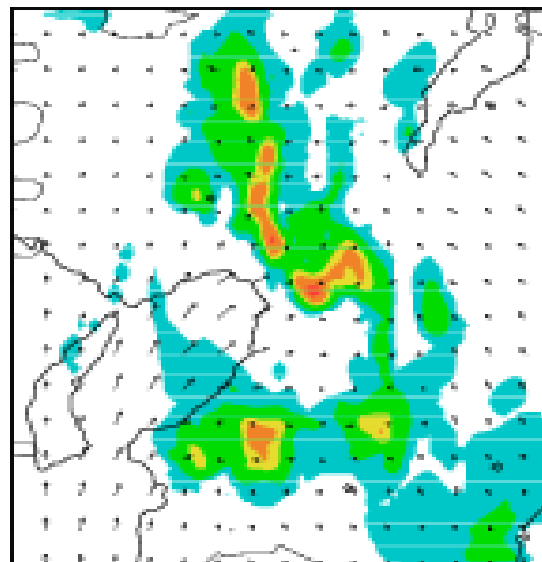
- ・ 大阪付近で気温が上昇し、熱的な低気圧が形成された。
- ・ 大阪平野の熱的な低気圧に向かって、紀伊水道から南風、滋賀県からは北東風が収束していた。

# 実験方法

- ・局地アンサンブル変換カルマンフィルター(LETKF)を用い、GPS可降水量とドップラーレーダの水平風を同化して得られた「雷雨が再現できたメンバー」を真値とする。



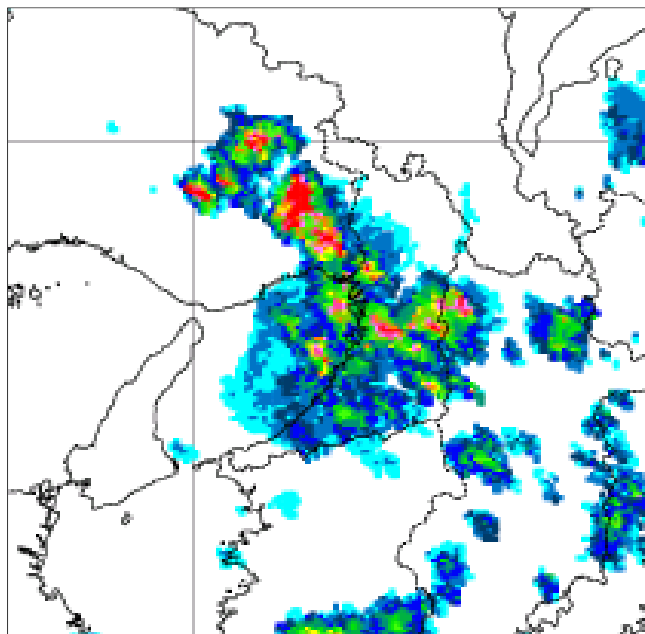
OSSE実験を適用した雷雨事例の2010年09月05日16時の降水エコー分布。



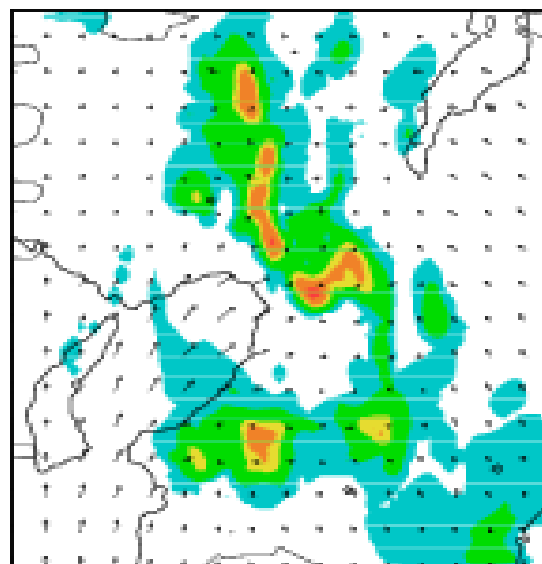
GPSとレーダ水平風を同化した2008年9月5日17時の降水域

# 実験方法

- このメンバーの雷雨が発達する2時間前の15時の出力から、航空機観測データや、下層を測定するライダーや温度プロファイラーの模擬観測データを作成した。



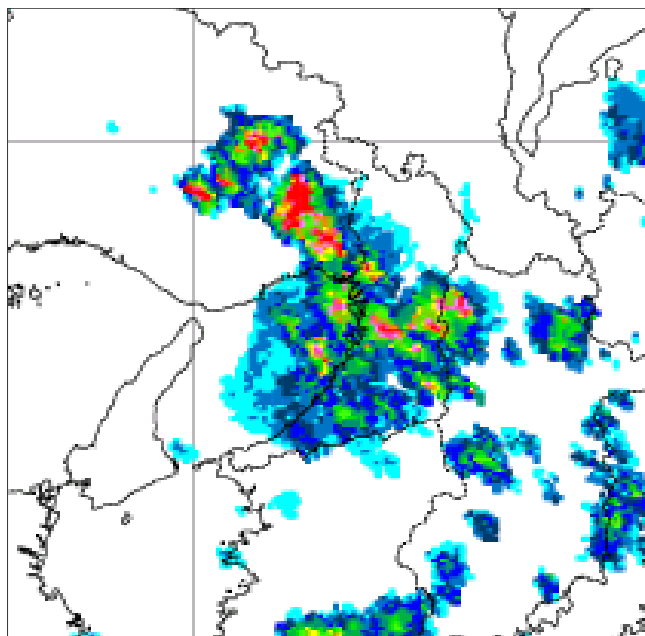
OSSE実験を適用した雷雨事例の2010年09月05日16時の降水エコー分布。



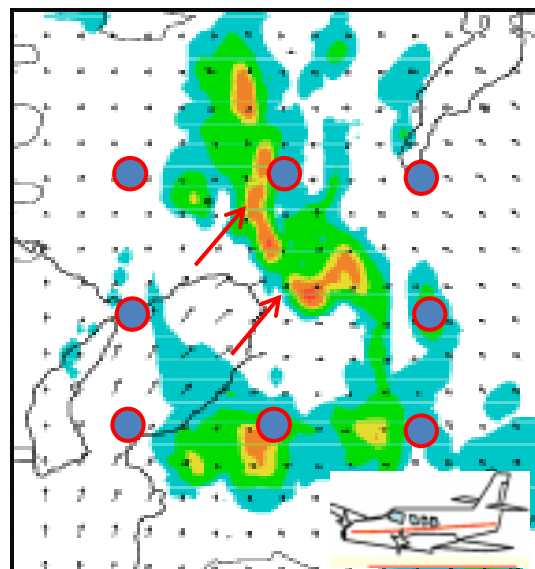
GPSとレーダ水平風を同化した2008年9月5日17時の降水域

# 実験方法

- ・具体的には、航空機は、○で示した位置の高度400mの水蒸気量、気温、東西・南北風を、ライダーでは、同じ点での高度200mまでの数値モデルの各層の高度での水平風、温度プロファイラーでは、600mまでの気温の各データを作成した。



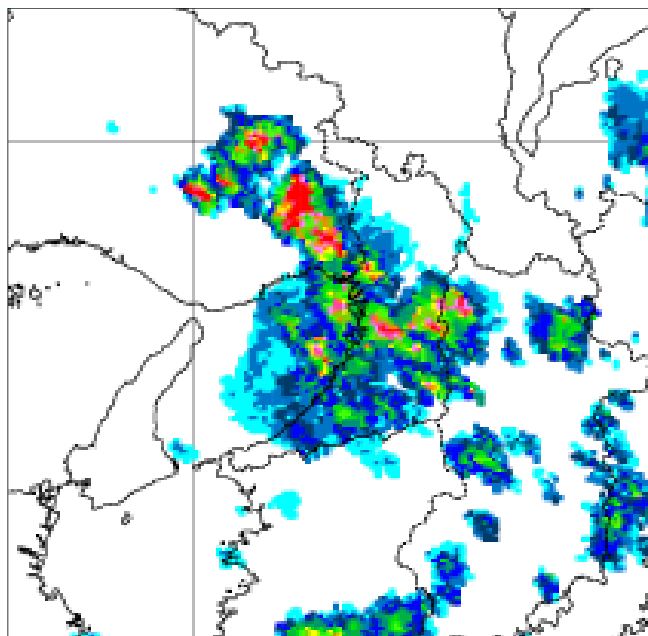
OSSE実験を適用した雷雨事例の2010年09時05日16時の降水エコー分布。



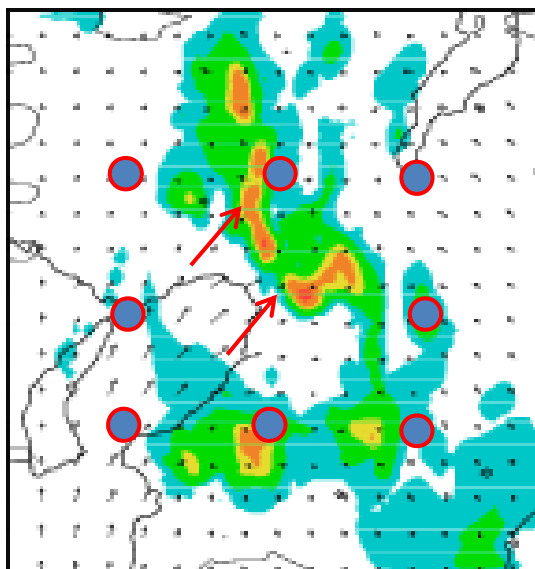
GPSとレーダ水平風を同化した2008年9月5日17時の降水域

# 実験方法

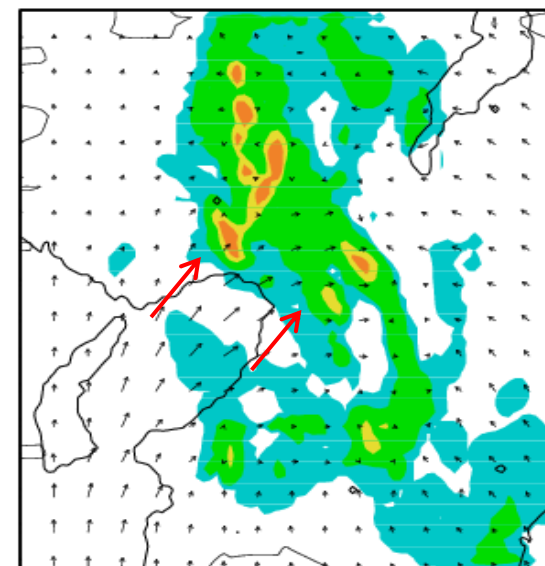
- これらの模擬観測データを、GPS可降水量やドップラーレーダの水平風を同化しない(現業データだけを同化し、雷雨が再現できなかった)実験に、15時の観測データとして同化した。



OSSE実験を適用した雷雨事例の2010年09月05日16時の降水エコー分布。



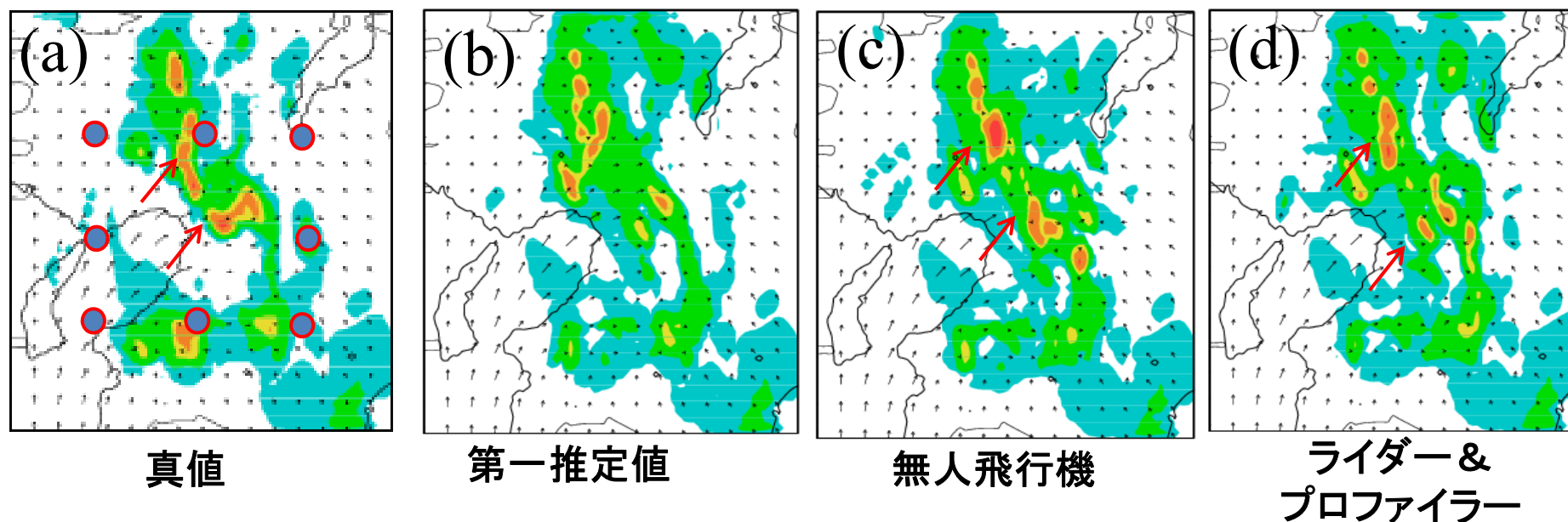
GPSとレーダ水平風を同化した2008年9月5日17時の降水域



GPSとレーダ水平風を同化しない2008年9月5日17時の降水域(同じアンサンブルメンバー)

# 実験結果

- ・アンサンブルメンバーのうち、真値と同じメンバーのものを図6に示す。航空機データ、ライダーや温度プロファイラーデータを同化すると、現業データだけでは雷雨が再現できなかったメンバーでも、雷雨の発生した場所の降水の表現が改善されていることがわかった。



(a) 真値。この2時間前の出力から模擬データを作成した。(b) GPSとレーダ水平風を同化しない17時の降水域分布。注目している雷雨は再現できていない。(c) 模擬航空機データを同化した結果と、(d)ライダーと温度プロファイラーの模擬データを同化した結果。

# 無人航空機観測のアイデア

## ①ゾンデの代わりとして計測

- 夏季の関東では風が弱いために、ゾンデが陸上に落下する危険性があり、観測できない日が多い。
- 河川敷や海上等の広く安全な場所で、ゾンデの代替として無人航空機をもちいて、局地的豪雨の環境などの観測を使う。



## ②関東スケールの収束の改善のためのデータ取得

- 雷雨は南からと東からの気流の収束で発生することが多い。
- 降水の発達する前に、海上で収束を評価できる水平風を取得する（ゾンデ観測との組み合わせも考える）。

## まとめ

- ・ 初期的な実験により、雷雨が発生する箇所の周囲を観測することにより、その中で発生する雷雨の予報が改善する場合があることを示すことができた。
- ・ より現実的な実験（観測誤差を与える実験等）を引き続き行う。また、ドップラーライダーなどの他の観測装置の検討する。
- ・ 観測システムシミュレーション実験を関東平野の事例に適用し、予報を改善するより効率的な観測法をも検討する予定である。