

雲解像モデル“CReSS”を用いた 冬季メソスケール擾乱の定量的解析

研究代表者 前島康光(名古屋大学 地球水循環研究センター)

共同研究者: 坪木和久(名古屋大学 地球水循環研究センター)
吉岡真由美(名古屋大学 地球水循環研究センター)
加藤雅也(名古屋大学 地球水循環研究センター)
榊原篤志(中電シーティーアイ)
尾上万里子(名古屋大学 地球水循環研究センター)
草野完也(名古屋大学 太陽地球環境研究所)
石井克哉(名古屋大学 情報基盤センター)

雲解像モデル “CReSS”

Cloud Resolving Storm Simulator

並列コンピュータに最適化した純国産の雲解像領域モデルを開発することを目標として、1998年より名古屋大学で一から開発されてきた雲解像モデル(公開版)

- 非静力学・圧縮方程式系(準圧縮)
- 詳細な雲物理過程の導入
- 雲スケール(数km)からストームスケール(数100km)の現象をシミュレーション(解像度数百mから数km)

- 情報基盤センター FX1, HX600システム対応
 - 並列化率
 - ハイブリッド並列実行(ノード間MPI、ノード内OpenMP)

本課題におけるCReSSの性能 (FX1)

並列化効率(4ノード, 16コア)	99.895%
(16ノード, 64コア)	99.064%
(64ノード, 256コア)	97.502%

大型並列計算機のリソースを効率よく利用できる数値モデルである。

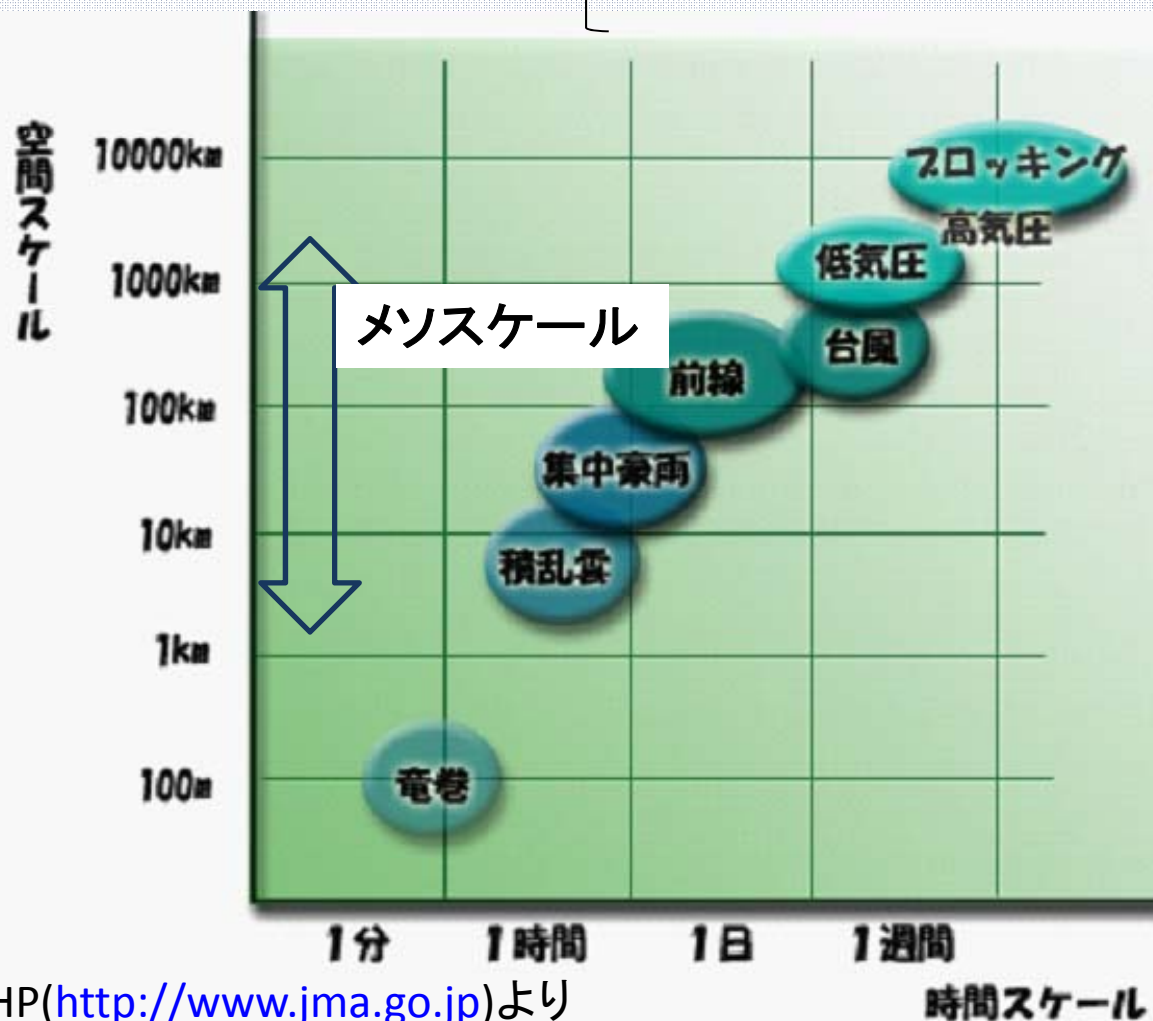
メソスケールとは?

メソスケール: 2km ~ 2000km

メソ α スケール(200km ~ 2000km)

メソ β スケール(20km ~ 200km)

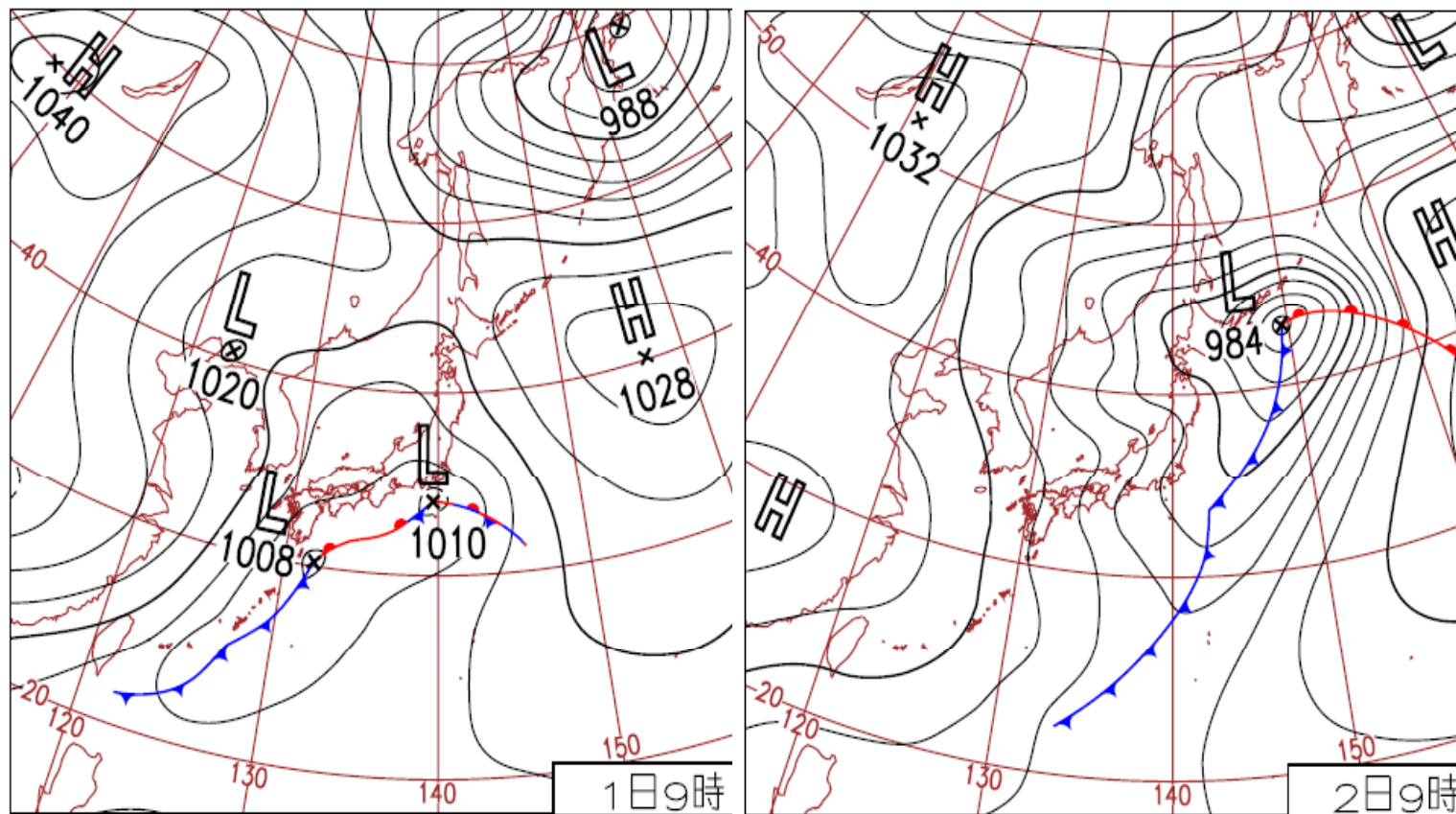
メソ γ スケール(2km ~ 20km)



気象庁HP(<http://www.jma.go.jp>)より

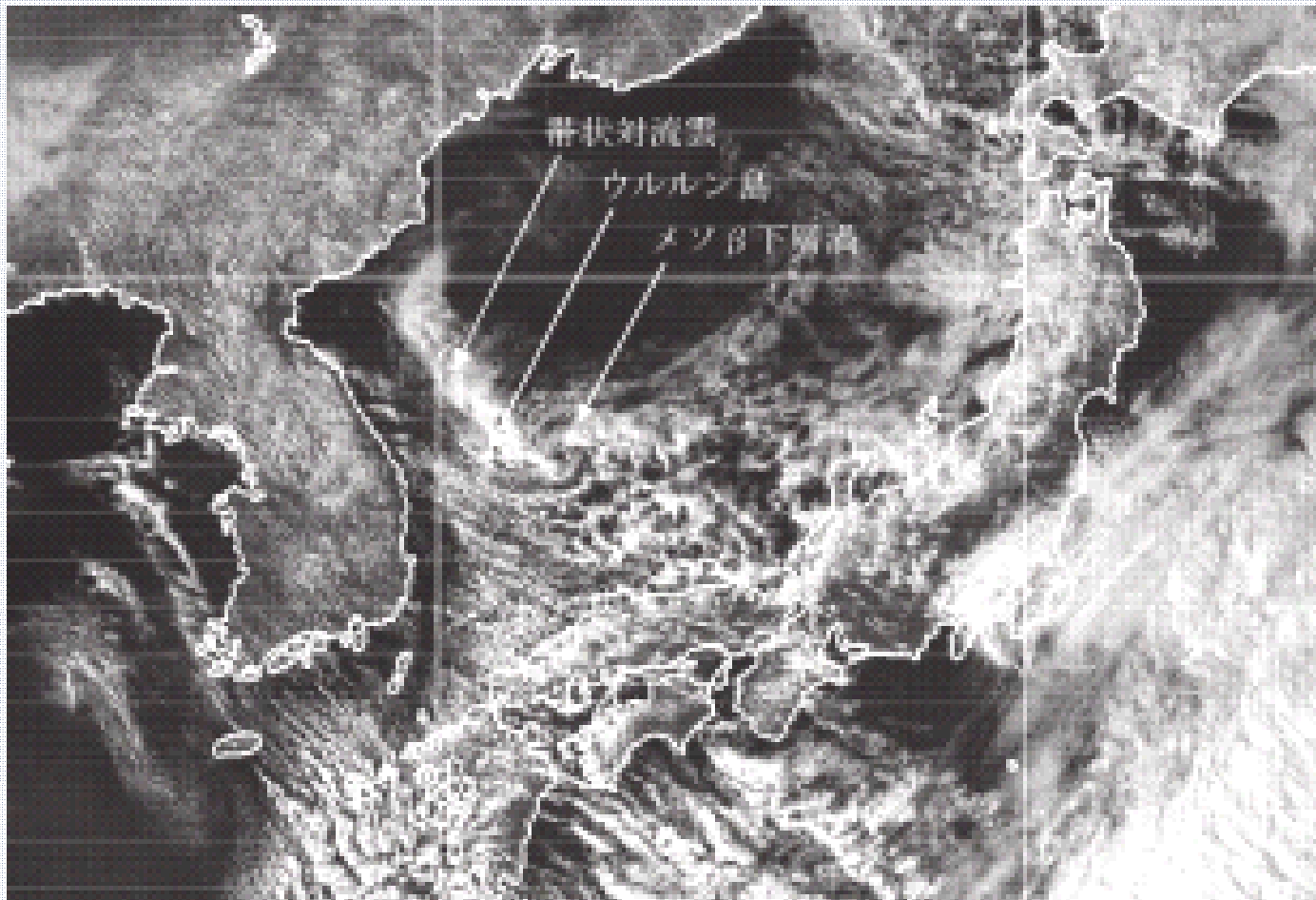
時間スケール

1.1 はじめに



日本付近で冬型の気圧配置が強まると、带状収束雲と呼ばれる幅の広い雲が形成され、これに沿って直径50km程度(メソβスケール)や直径500km程度(メソαスケール)の小低気圧が発生することがある。

1.2 冬季日本海上のメソスケール擾乱



2006年3月2日06UTC の可視画像

1.3 先行研究とその課題

- Nagata(1993)が水平6kmの静力学モデルを用いた再現実験を行っている

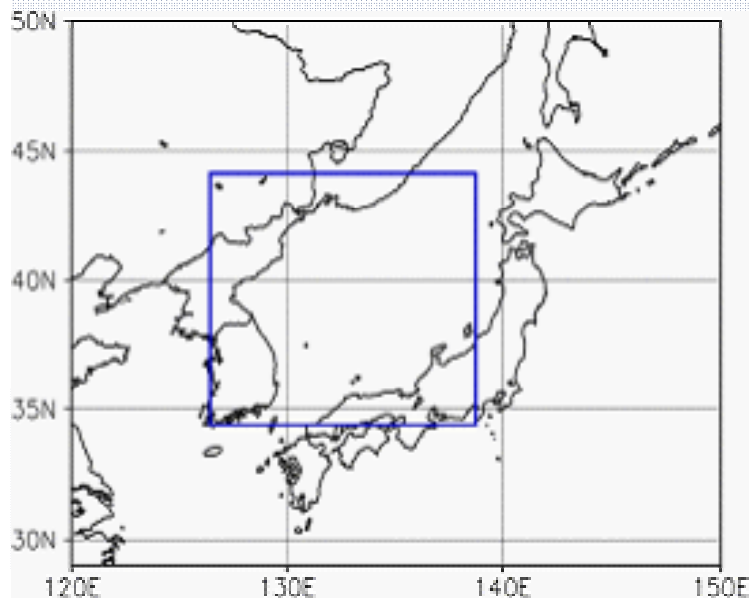
課題

- 活発な対流を伴う現象でありながら、鉛直流や雲物理量を陽に予報していない。
- 水平2次元でエネルギー収支解析。

1.4 本研究の目的

- 本研究課題では、この雲解像モデルCReSS ver.3を用いて、冬季日本海上に発生する渦状擾乱の再現を行い、その発達機構を定量的に評価する。

2.1 数値モデルの設定



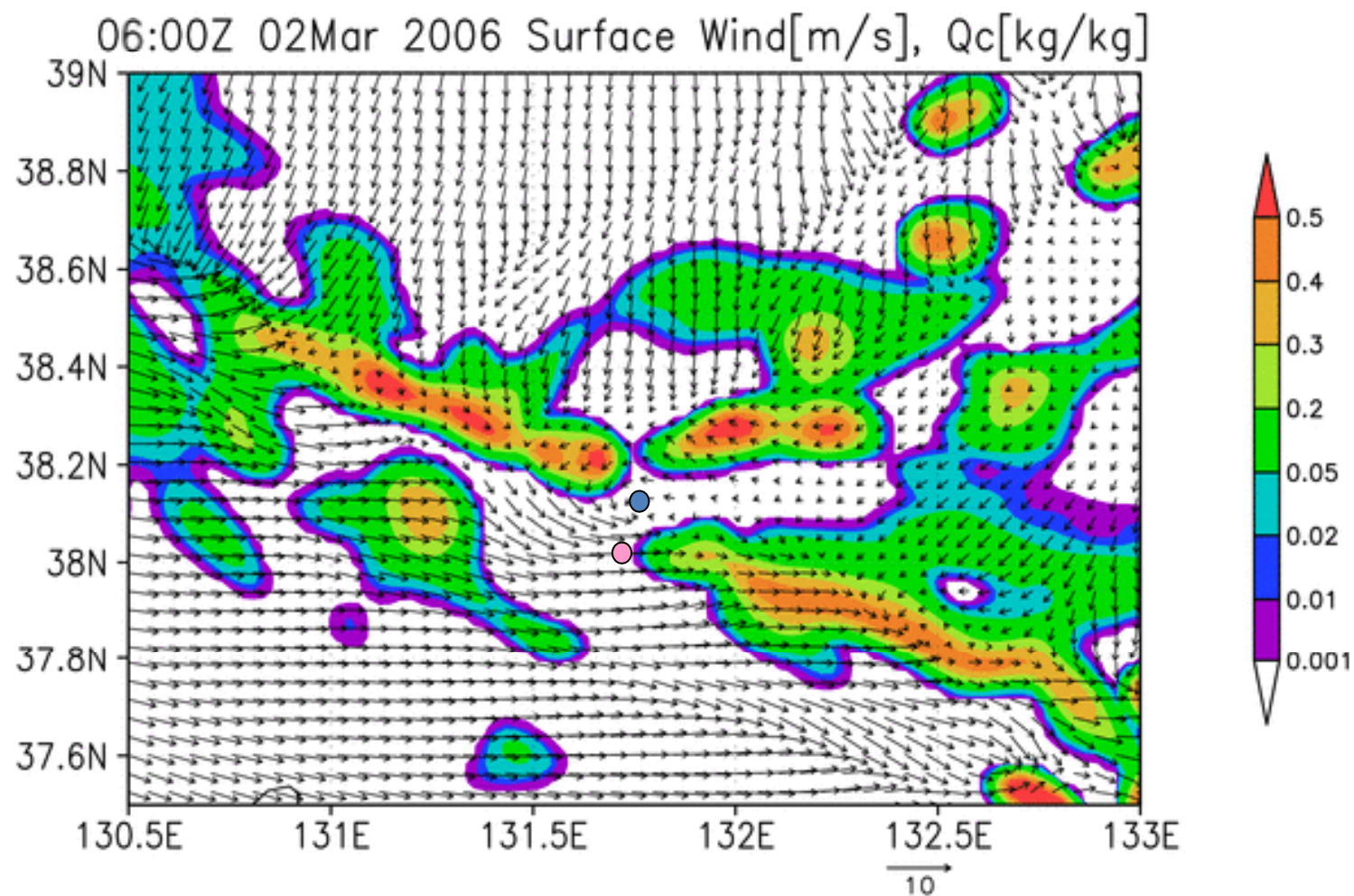
モデル領域

雲解像モデルCReSS ver.3.0

(Tsuboki and Sakakibara. 2007)

- モデル領域： 水平 1024km × 928km, 鉛直:15.6km
- 格子点数： 水平 1027 × 931, 鉛直: 67層
- 水平解像度： 1km,
- 鉛直解像度： 最下層50m, 高度12000m以上で680m
最下層～高度12000mまでストレッチング
- 雲物理過程： 氷相を含むパラメタリゼーション
- 地形データ： 気象庁全球数値予報モデル用データ
- SST データ： 気象庁全球数値予報モデル用データ
- 初期値・境界値： 気象庁メソモデル(MSM) 予報値
- 初期時刻 2006年3月2日 00UTC
- 積分時間: 24時間

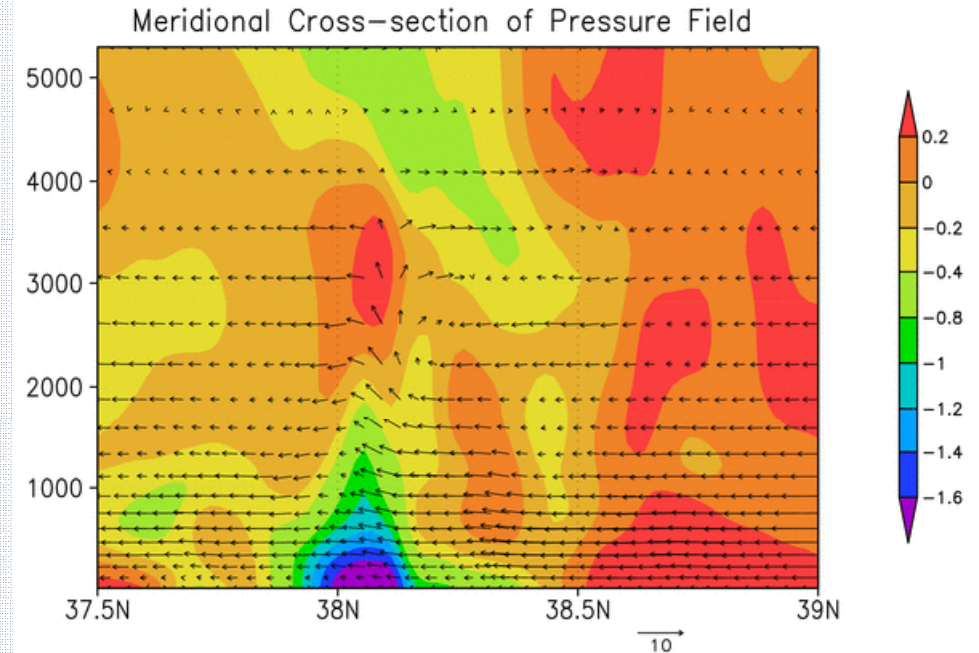
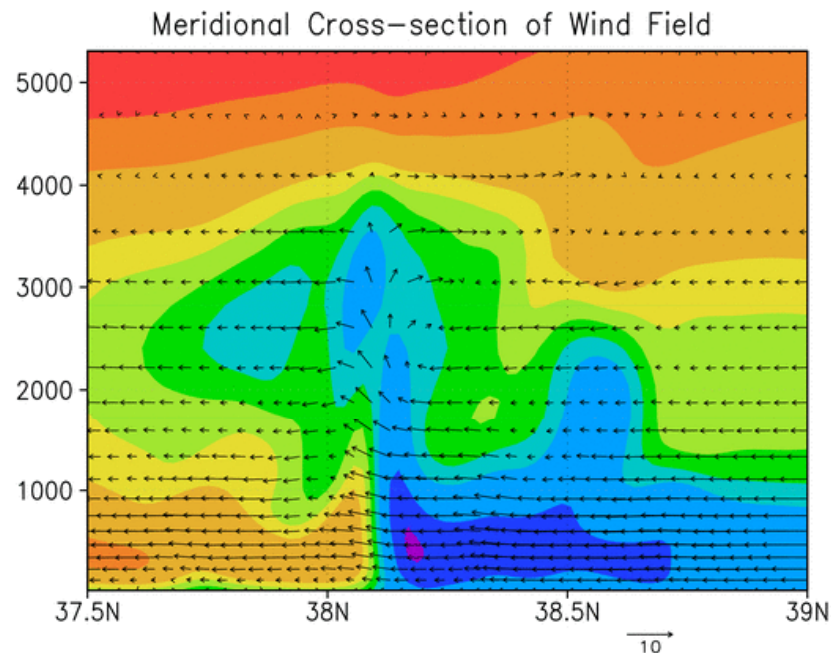
3.1 結果



シェード: 高度1500mにおける雲水量[kg/kg]

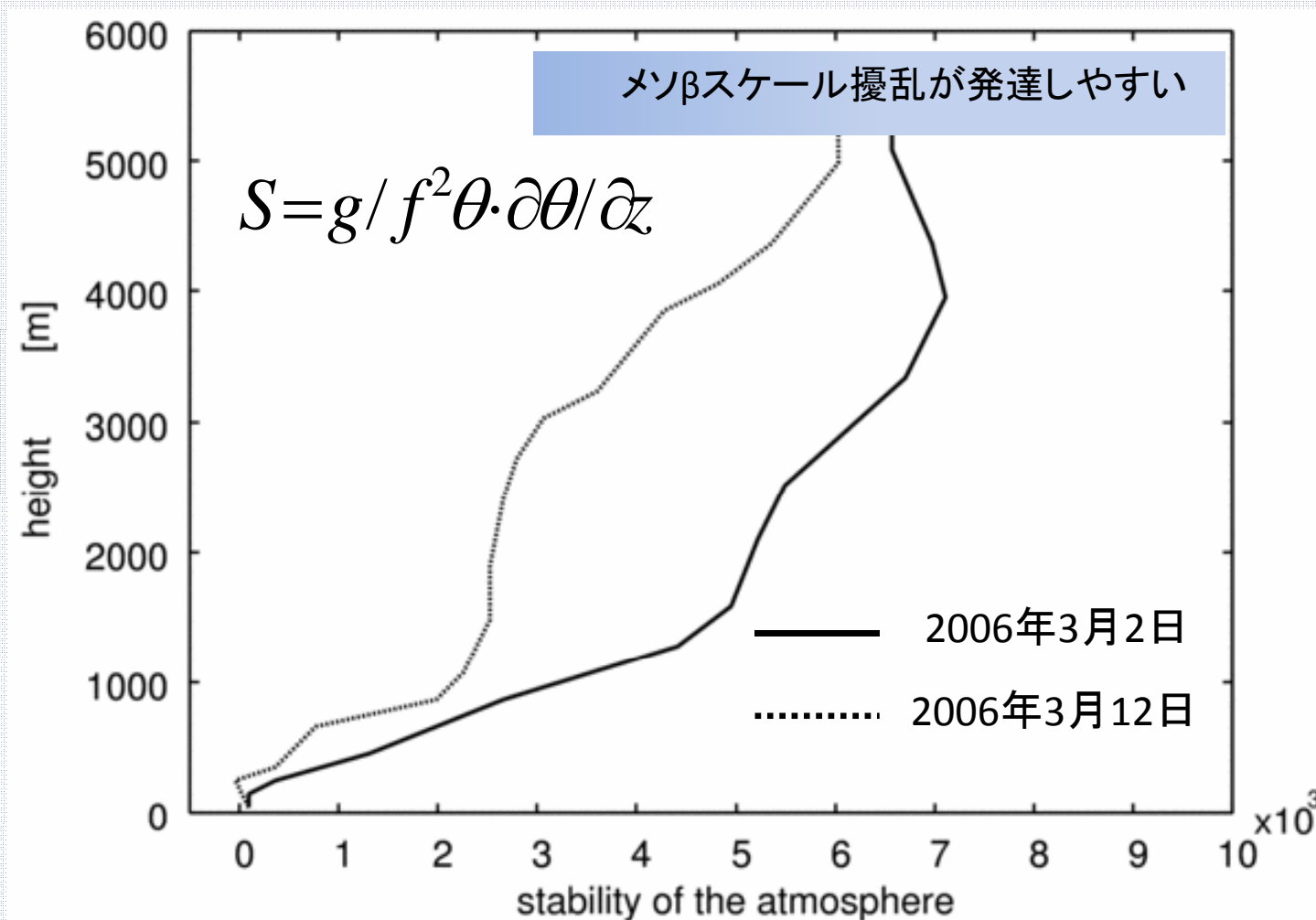
ベクトル: 地上風速[m/s]

3.2 東経131.8° における南北-高度断面図



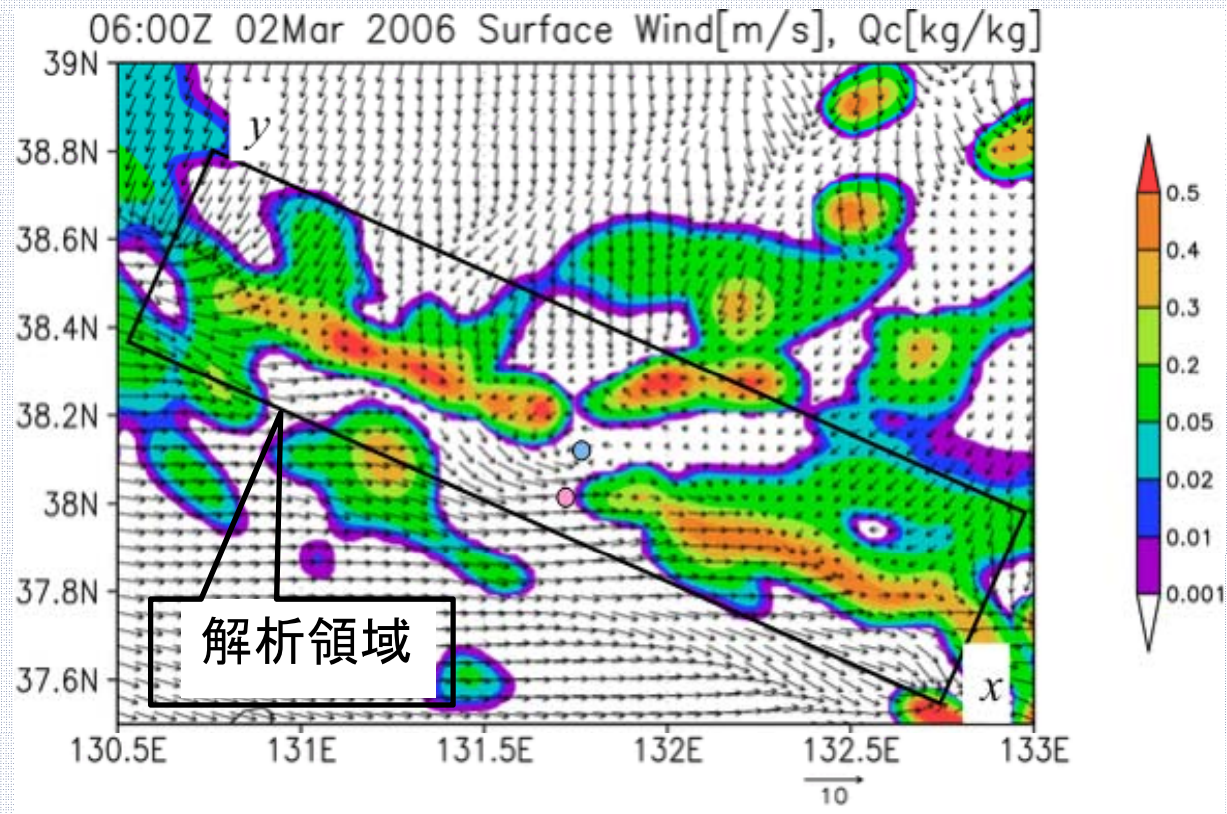
- 南北20kmの幅に15m/sの速度差を持つ強い水平シアーが存在する。
- 擾乱の高度は2.5km程度 ~ 水平シアーが存在する高度

3.3 大気の安定度の鉛直プロファイル



- 高度2km以上で成層が比較的安定
- $S > 3.0 \times 10^3$ の時メソスケール擾乱が発達しやすい(Maejima and Iga, 2011)

4.1 エネルギー収支解析



エネルギー収支項のうちここでは特に寄与が大きかった

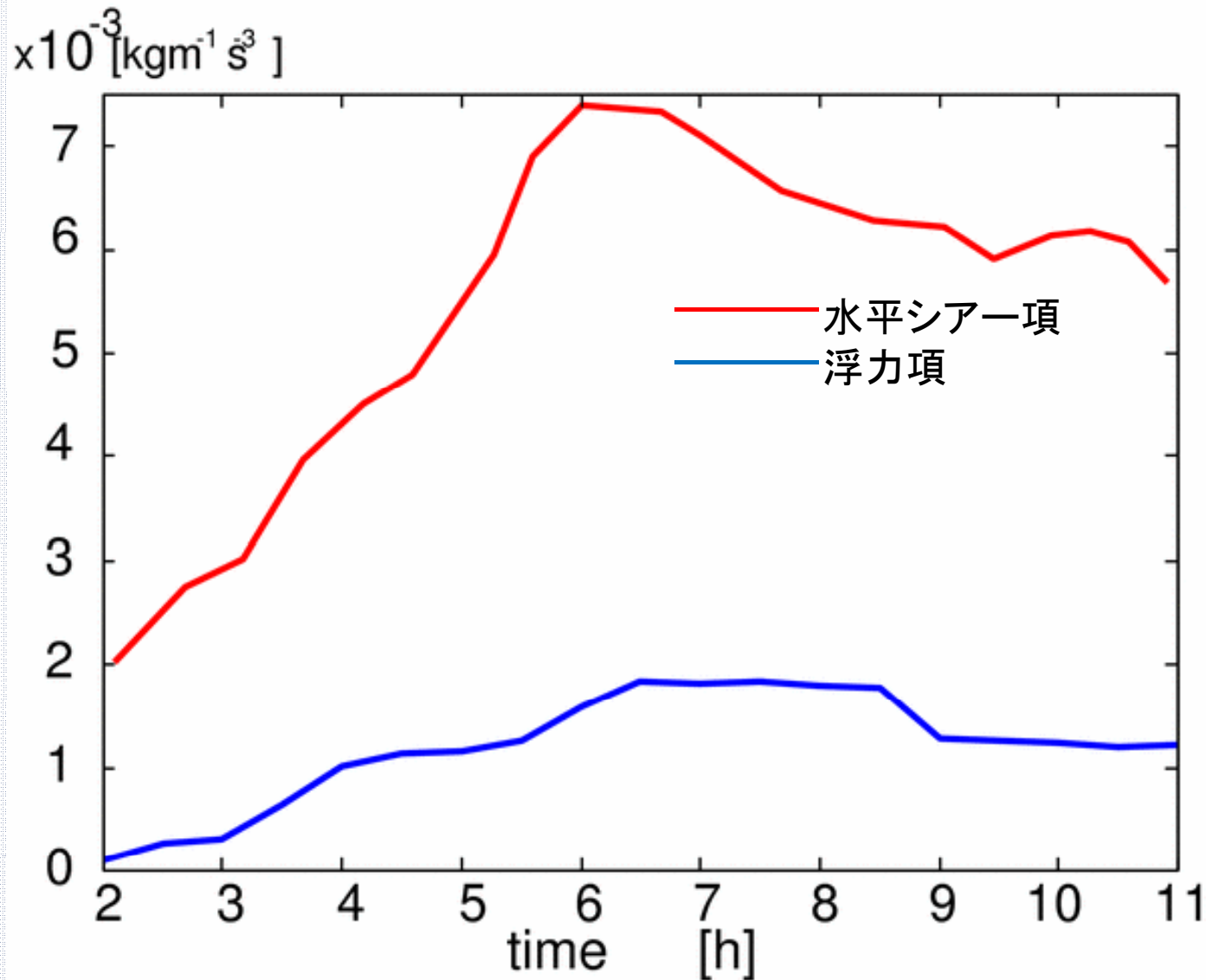
水平シア一項 $-\overline{u'v'\partial U/\partial y}$

鉛直シア一項 $-\overline{u'w'\partial U/\partial x}$

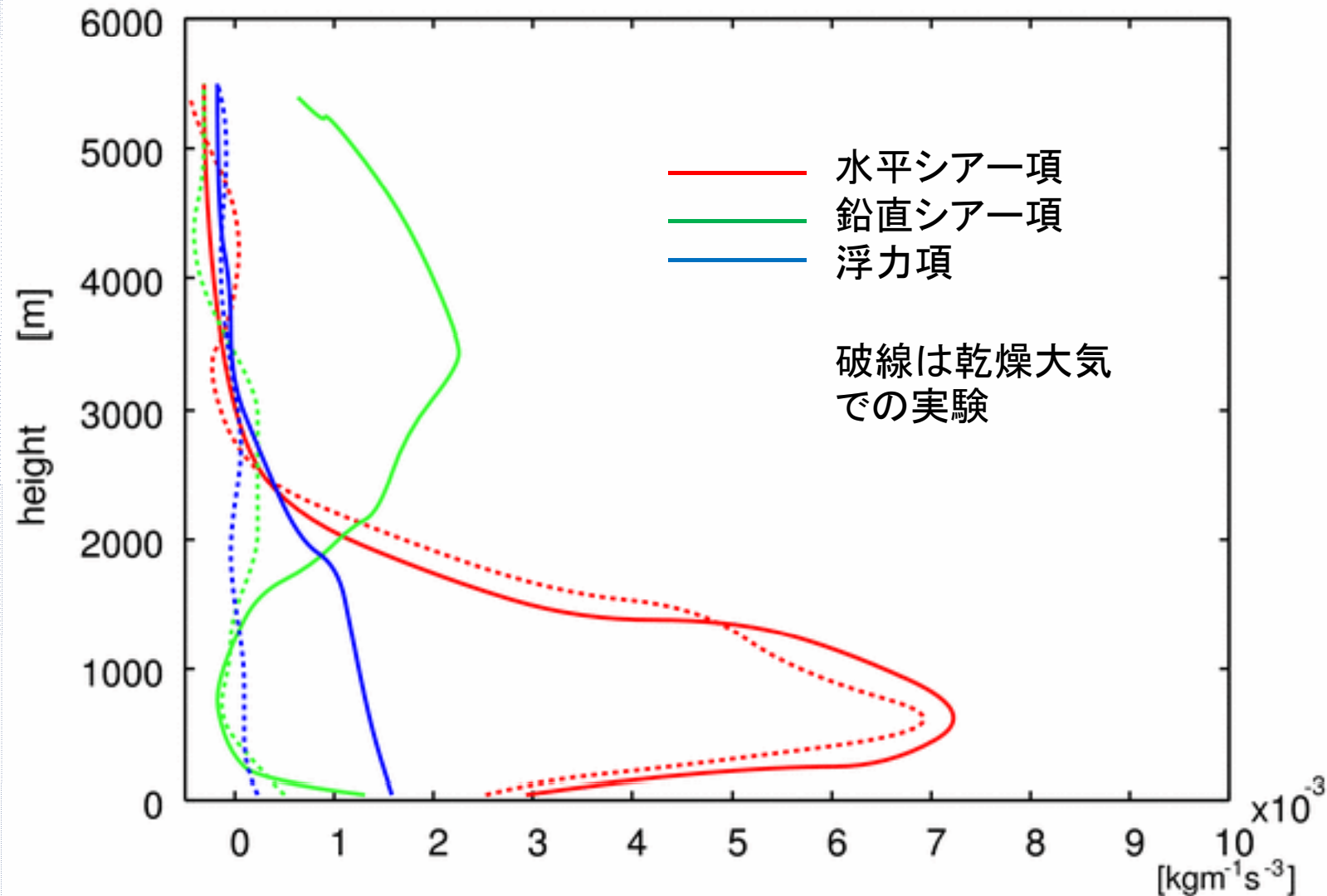
浮力項 $\overline{w'\partial \rho/\partial y'}$

について議論する。

4.2 高度500mにおける エネルギー収支の時間変化



4.3 エネルギー収支の鉛直プロファイル (06UTC~07UTCの1時間平均)



5. まとめ

- 雲解像モデルCReSS ver.3.0を用いて2006年3月2日に日本海上で発生したメソスケール擾乱の再現実験を行った。
- 擾乱の発生位置、進路など、可視画像から推定される値と整合的であった。
- 擾乱の発達機構として水平シアーによる順圧不安定が最重要であり、全体の約70%を占める。
- しかしながら、擾乱の維持・強化のためには積雲対流に伴う浮力の効果も重要である。

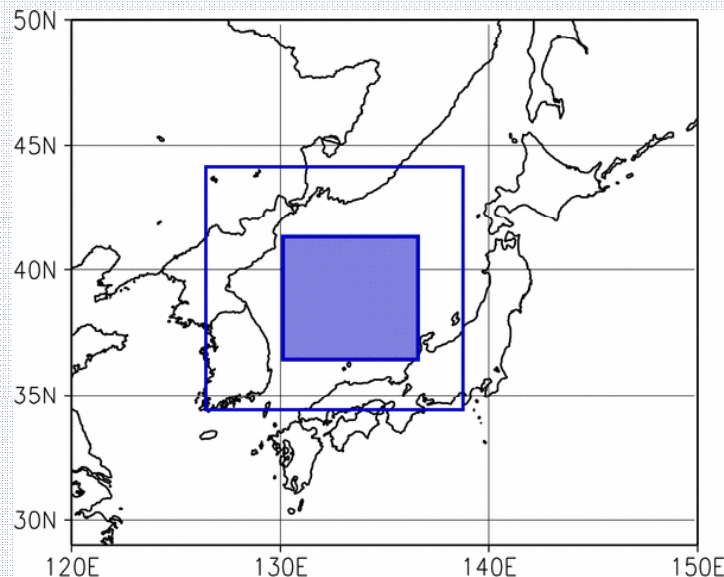
6. 今後の課題

- より多くの事例解析

①2010年2月1日

②2011年1月15日にそれぞれ日本海上に発生した事例を対象とする。

- 擾乱周辺部の超高解像度シミュレーション
(水平解像度300m~500m, 鉛直層数の増加)



- 高解像度化する領域
(青く塗りつぶした領域)
- 水平解像度1kmのデータを
初期値・境界値とする