



東北大学



復興へ頑張ろう!みやぎ

雲解像モデルCReSSを用いた ヤマセ時の低層雲の構造解析

*吉岡真由美¹・片桐秀一郎¹・早坂忠裕¹

・坪木和久²・榊原篤志³

1.東北大学大気海洋変動観測研究センター

2.名古屋大学地球水循環研究センター

3.(株)中電シーティーアイ

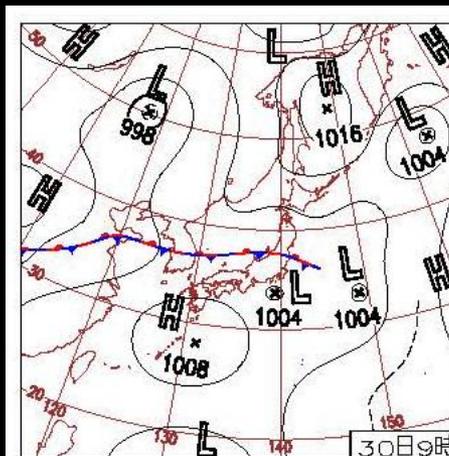
第9回ヤマセ研究会, 2014年3月10日(月)- 11日(火), 東北農業研究センター, 盛岡, 岩手

はじめに

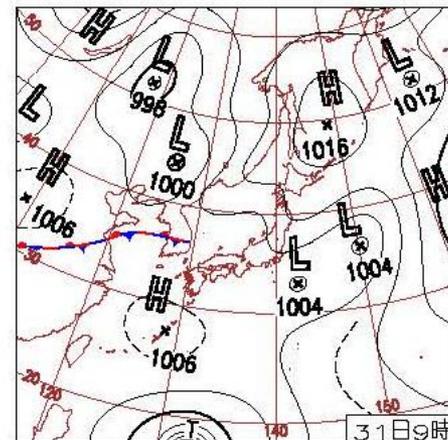
- 雲解像モデルは、背が低い低層雲や、静かな層状性の雲とその事例の再現への利用は少ない。
- 本研究では、これまで雲解像モデルを用いた検証事例が少ない低層雲を対象とした再現実験を行い、雲物理量を衛星観測で得られる診断量(MODISデータセット)と比較し、分布、構造を検証する。
- 「雲解像モデルCReSSを用いた夏季北西太平洋域の低層雲の再現実験」(2013年3月のヤマセ研究会)で、事例として2011年7月末に観測されたヤマセ時の雲の再現実験の結果(解像度1km,400m)を報告。
- 本報告では、再現された低層雲の構造、特に鉛直分布に注目して行った結果を示す。

日本域天気概況

- オホーツク高気圧がゆっくり東進(28日から31日)
 - 梅雨前線に伴う低気圧が35N付近を通
- 三陸沖南東風の持続

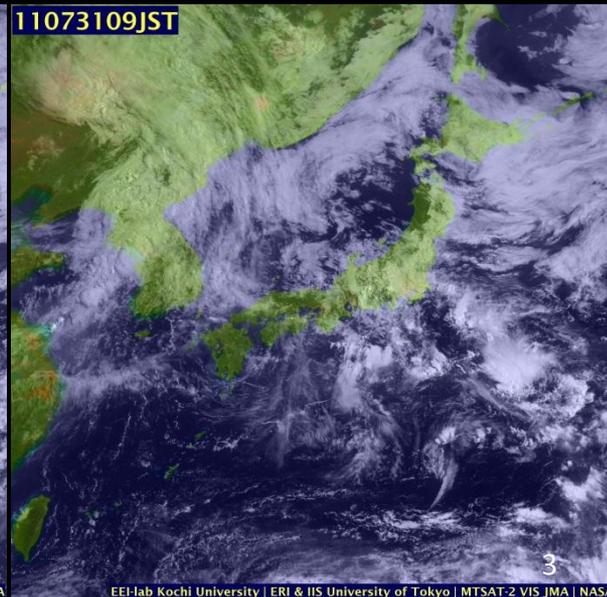
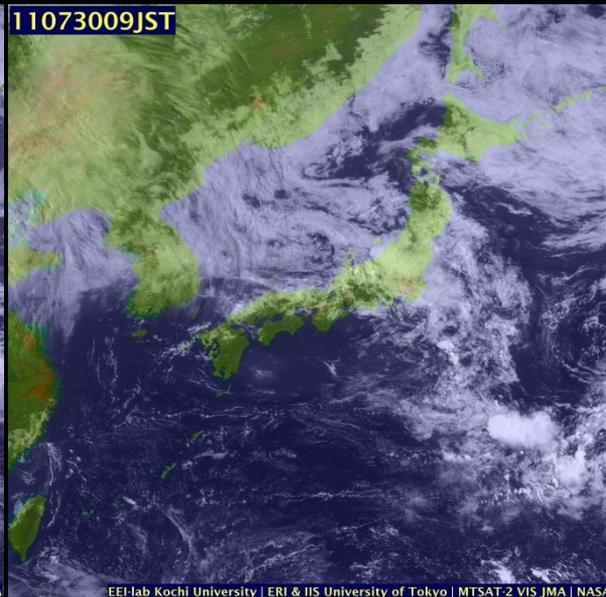
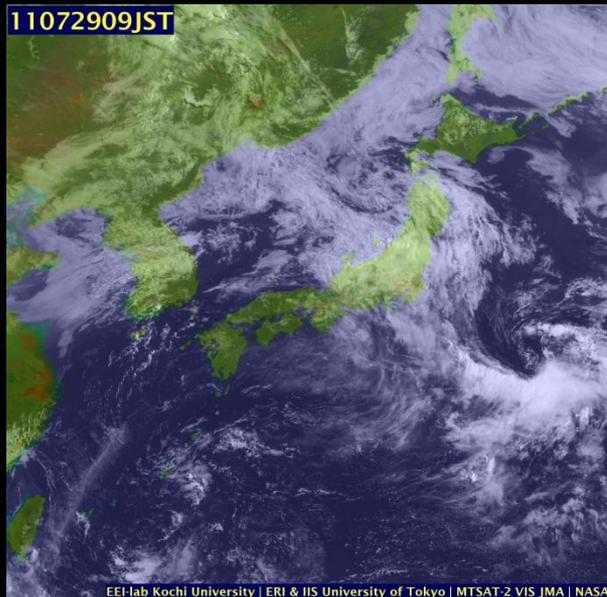


30日(土) 新潟・福島豪雨は収束へ
新潟県南魚沼市塩沢で4時28分までの1時間に89.5mmの雨等、新潟県や福島県では今日も観測史上1位の雨の記録を更新。雨は午後には峠を越えて収束へ。



31日(日) 雨の主体は西進
北海道と東北～関東の太平洋岸は北東風でひんやりした霧雨。太平洋高気圧の中心に近い沖縄～九州で晴れて気温上昇。福島県沖でマグニチュード6.4の余震発生。

MTSAT可視画像(高知大提供)



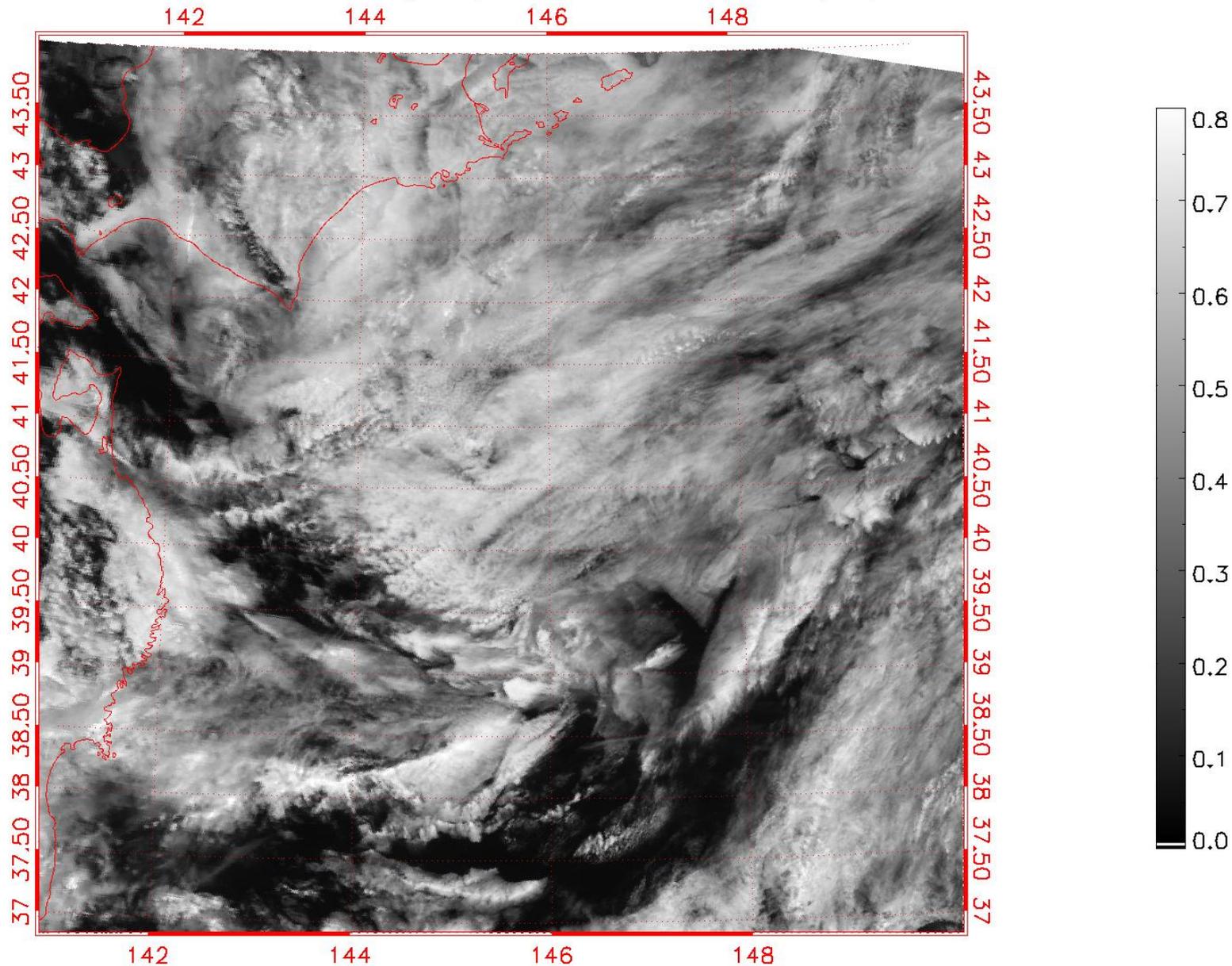
地上天気図(気象庁提供)

雲解像モデルと実験の設定

雲解像モデル	CReSS ver.3.4.1 with MSTRANX (並列版)
水平解像度	400m (1000m 実験は略)
水平格子数	X:1795 × Y:1539
鉛直解像度	下層2000m まで50m、それ以上は漸増で平均約80m
鉛直格子数	103
積分時間	118800秒 (33時間)
投影図法	ランベルト図法(20N,40Nを基準緯度)
雲物理過程	冷たい雨のバルク法
放射過程	MSTRNX (10分毎)
乱流過程	乱流運動エネルギーを考慮した1.5次のクロー ジャ
地表面・海洋過程	1次元熱伝導、1次元拡散モデル
初期値・境界値	気象庁MSM5km解像度予報値
地形・土地利用	実地形を用いる。土地利用は考慮せず
初期時刻	2011年7月29日 15UTC

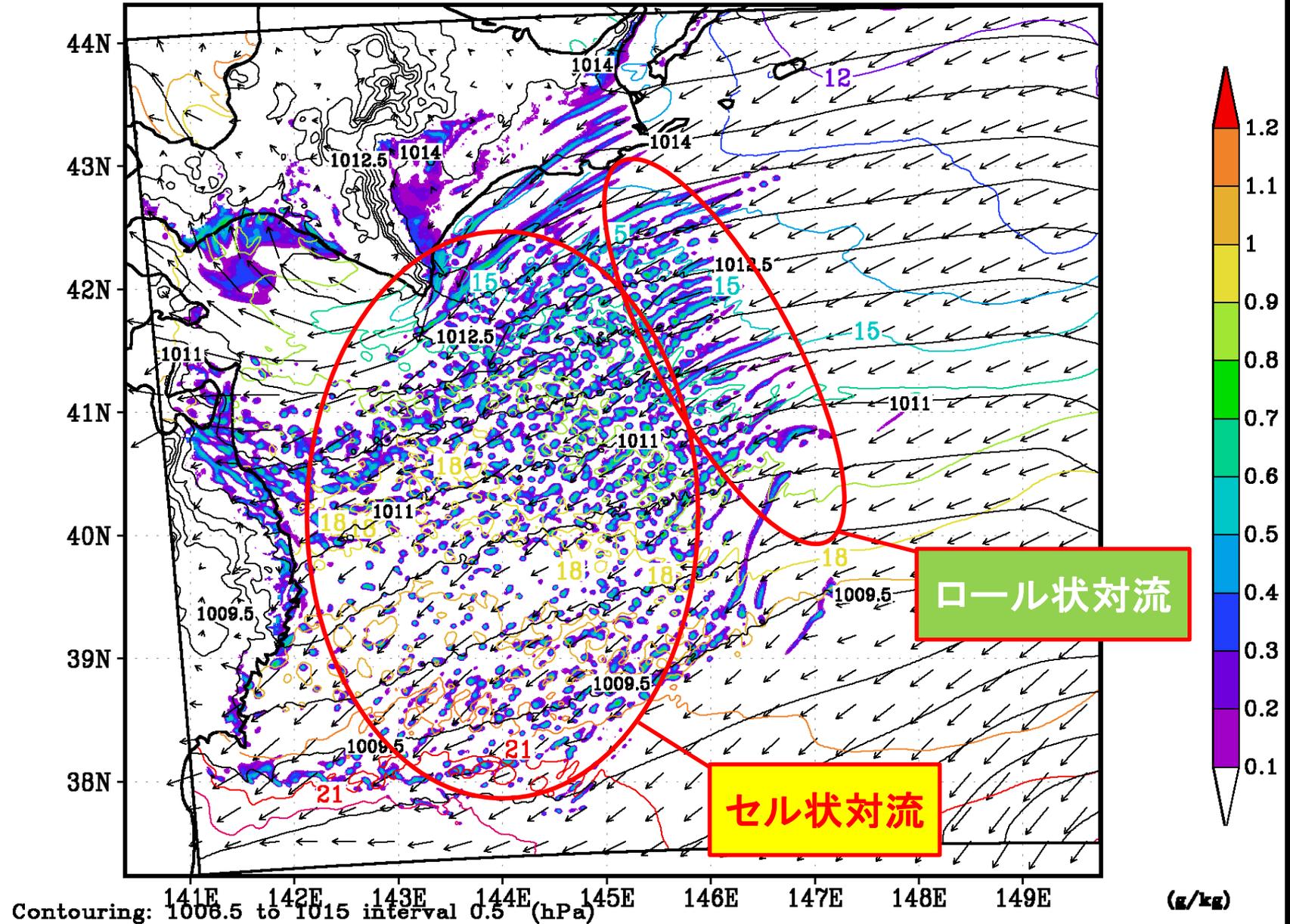
MODIS可視反射輝度

MODIS, 01:00, 07/31/2011, Reflectance (01)



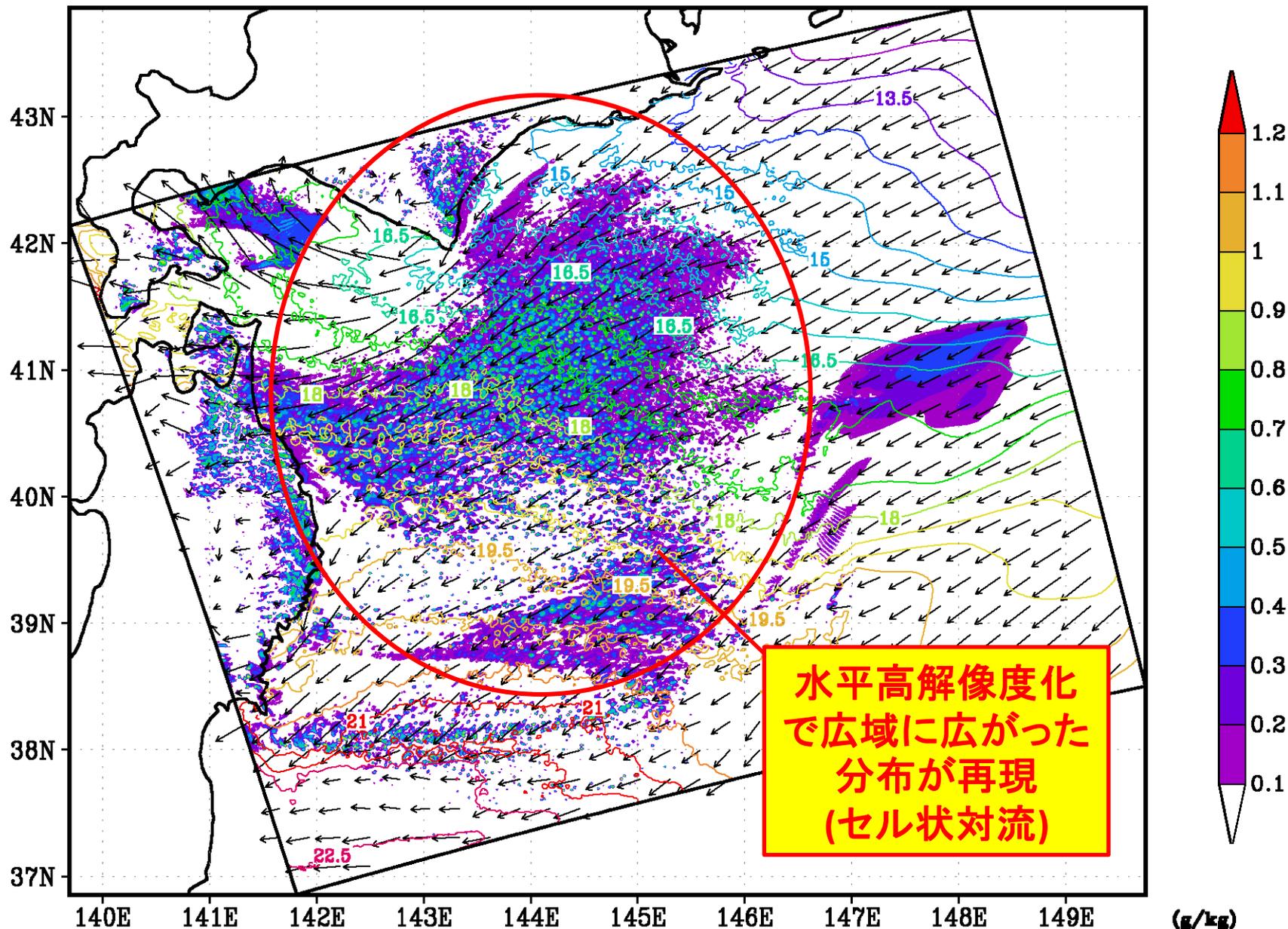
33時間目の結果: 地上気圧、地上風、高度25mの気温、高度525mの雲水混合比

00:00Z 31JUL2011 Qc, SLP, Ts, us;vs Z=525 m



33時間目の結果:地上気圧、地上風、高度25mの気温、高度875mの雲水混合比

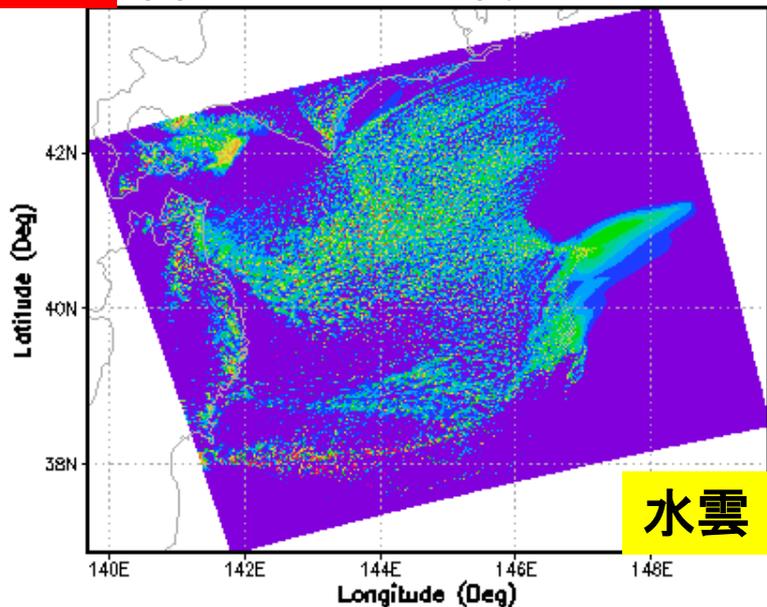
00:00Z 31JUL2011 Qc, Ts, us;vs Z=875 m



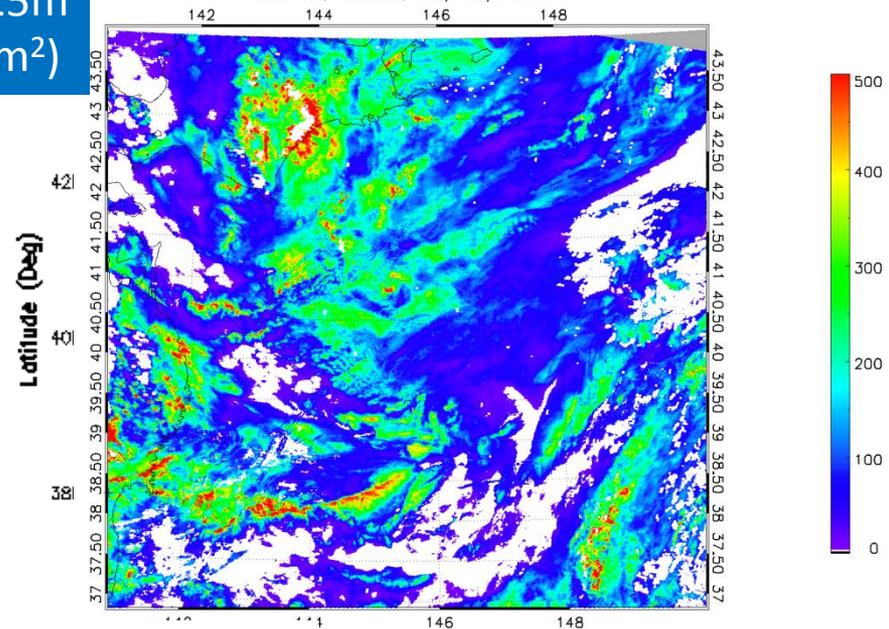
400 m

Liquid Cloud (qc+qr) estimated LCW(g/m³)
11/7/31 00:00Z int.0-1525(m), dx=400m, dz=50m,

高度1525m
LCW(g/m²)



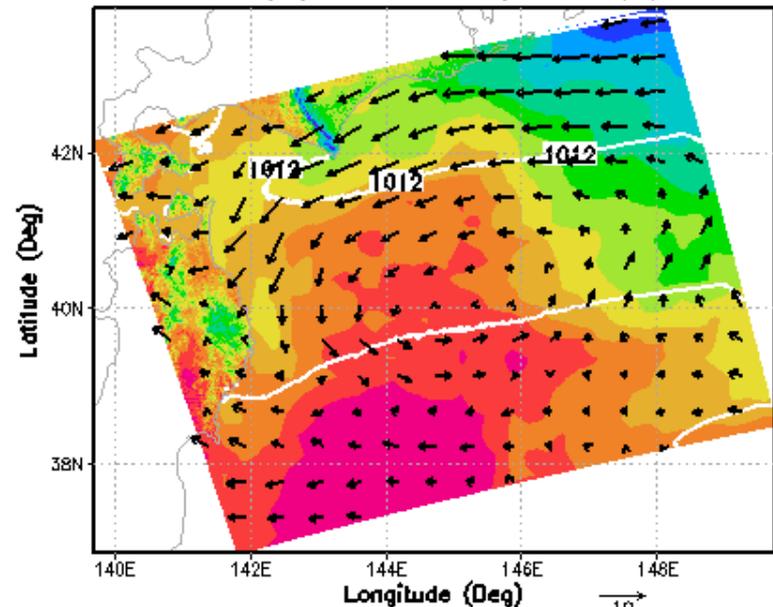
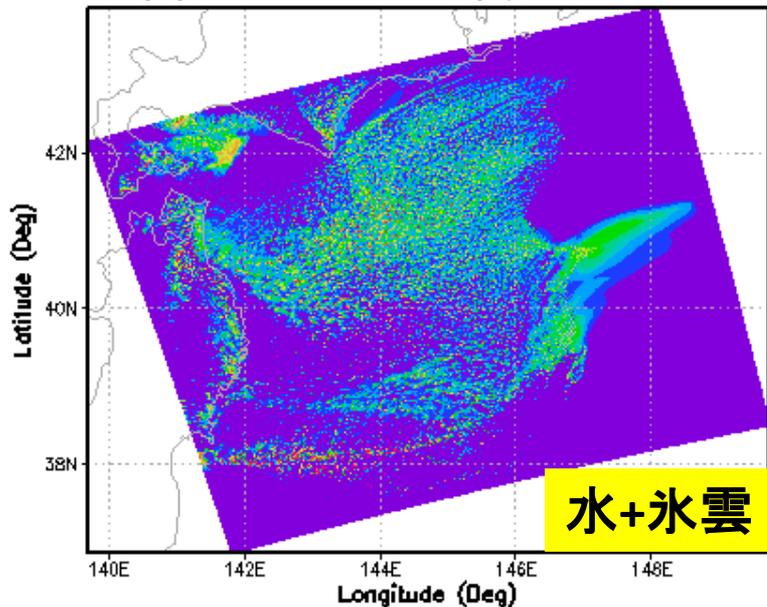
MODIS, 01:00, 07/31/2011



水平分布はほぼ再現

Cloud all estimated LCW
2011/7/31 00:00Z int.0-1525(m), dx=400m, dz=50m,

hPa) & Temperature(°C), Wind(m/s)
2011/7/31 00:00Z height=1525(m)



10

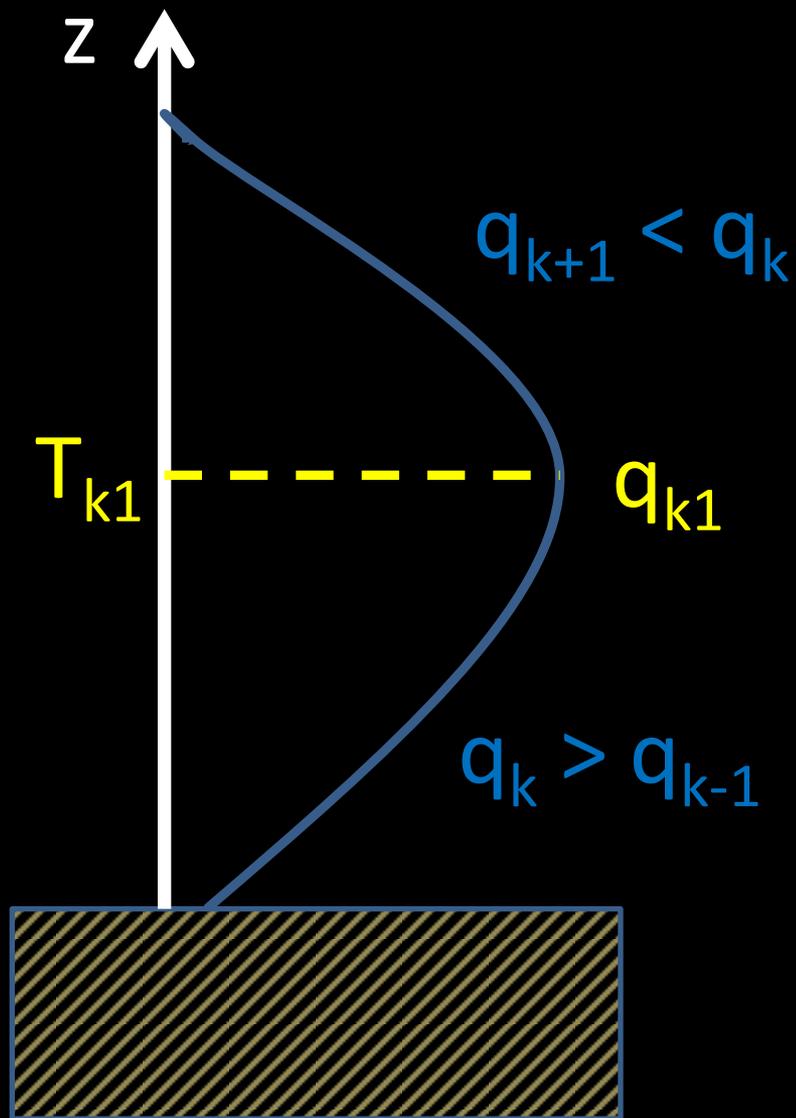
結果: 水平分布の再現性

- 2011年7月末に観測されたヤマセ時の雲の再現実験では、
 - 解像度1km,400mの計算を実施し、高解像度化で表現が改善され、400mでほぼ低層に広がる雲が再現されていることを確認
 - 下層雲が水雲(雲水+雨)で構成されていたことを確認
 - 鉛直積算量(LWP)はMODISデータセットと比較してほぼ同程度が示された。

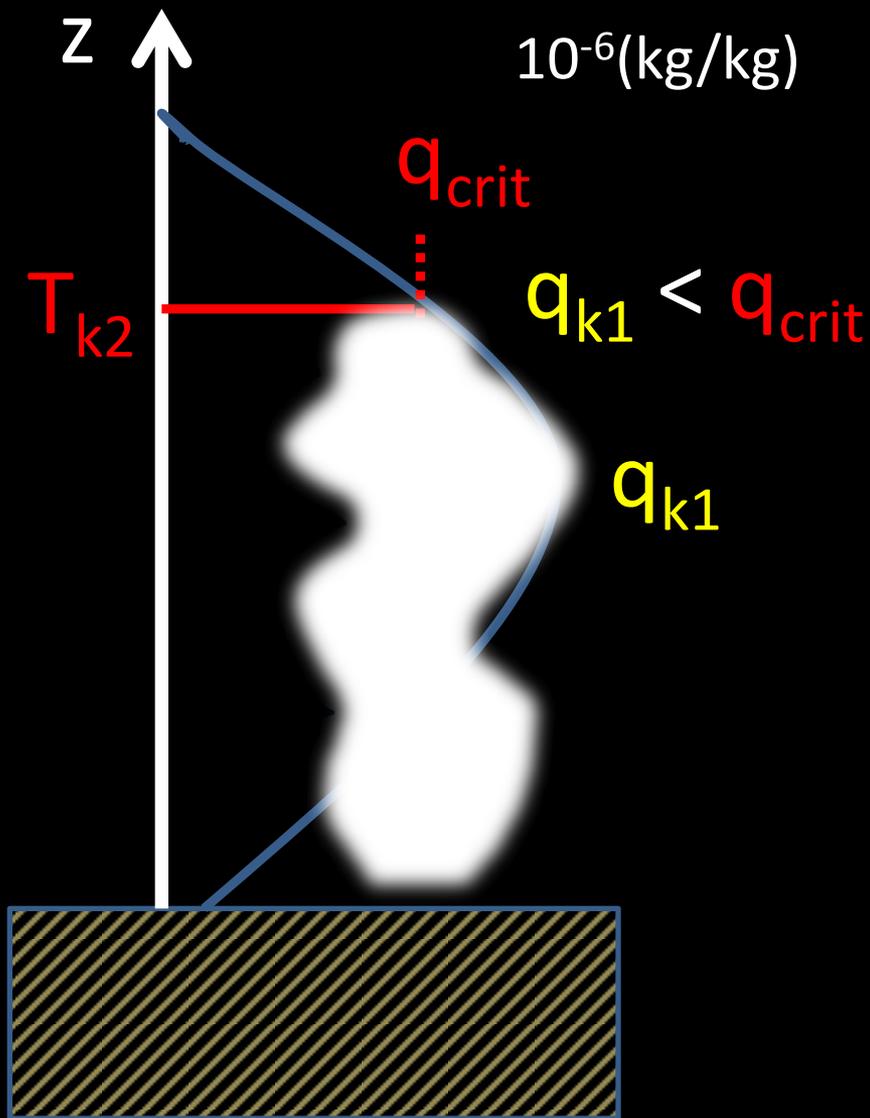
鉛直方向の構造の分布はどうなっているか？

- 雲の高さ(雲頂輝度温度)を衛星観測と比較

(1)



(2)

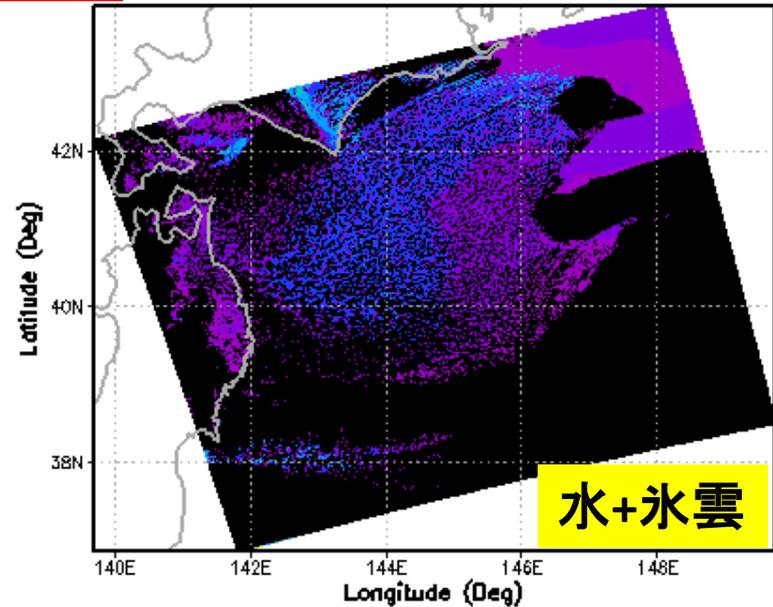


400 m

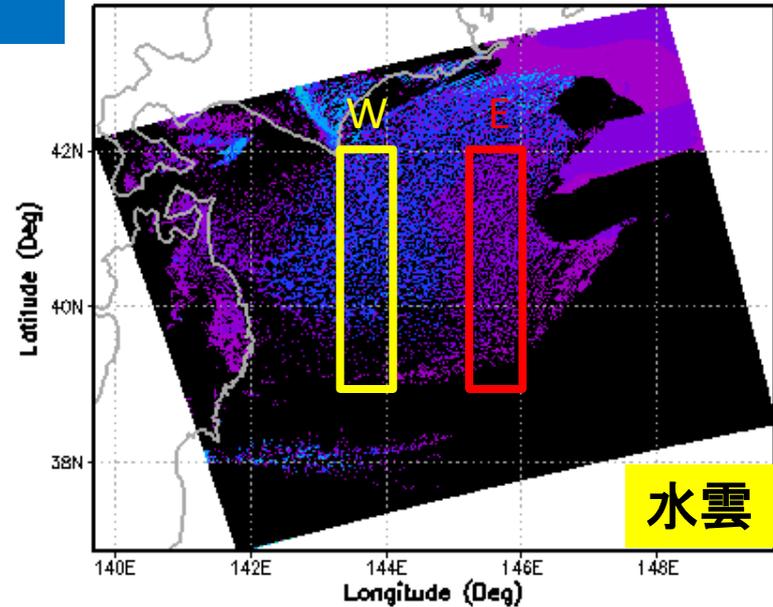
SS, Estimated Cloud Top Temperature(K), total cloud
2011/7/31 00:00Z dx=400m, dz=50m,

輝度温度
(推定)

CReSS, Estimated Cloud Top Temperature(K), liquid water
2011/7/31 00:00Z dx=400m, dz=50m,

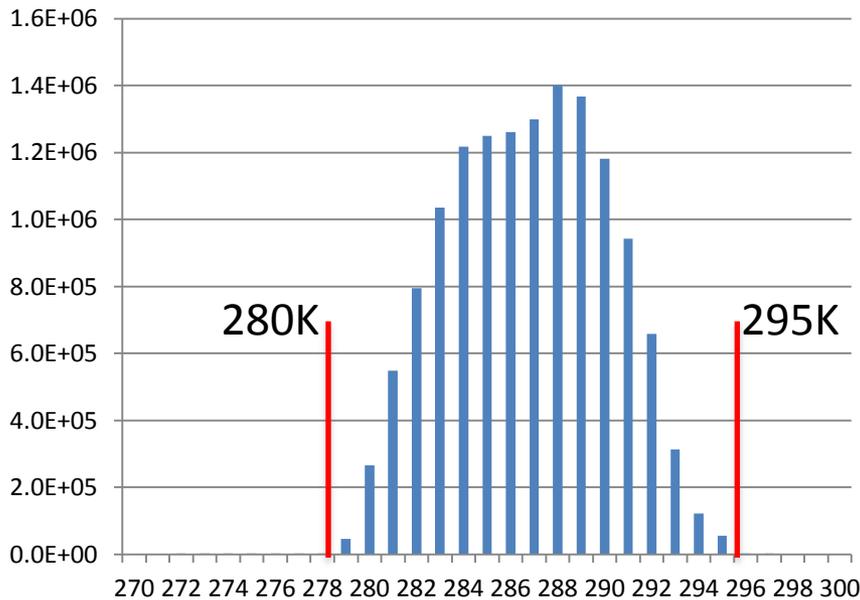


(a)

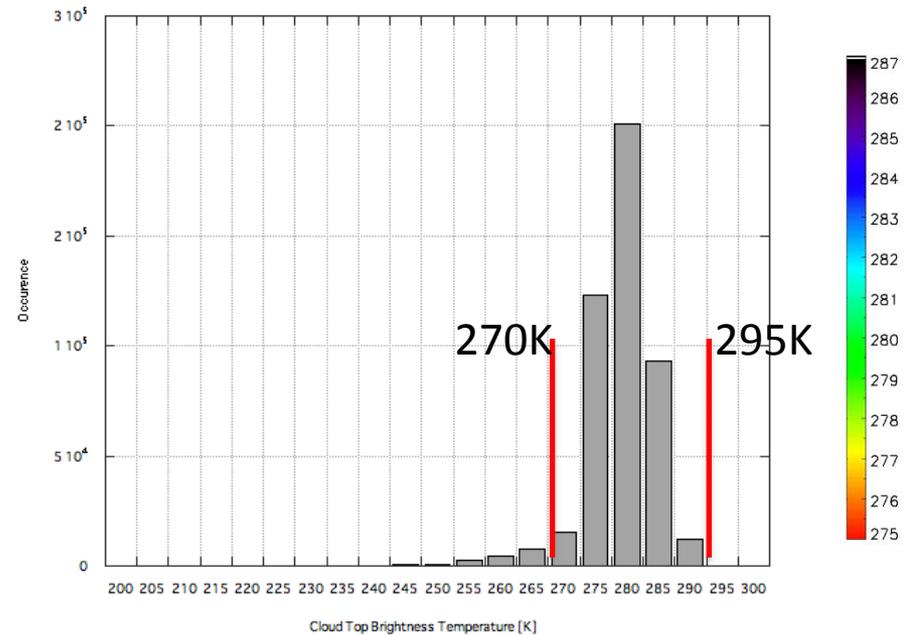


(b)

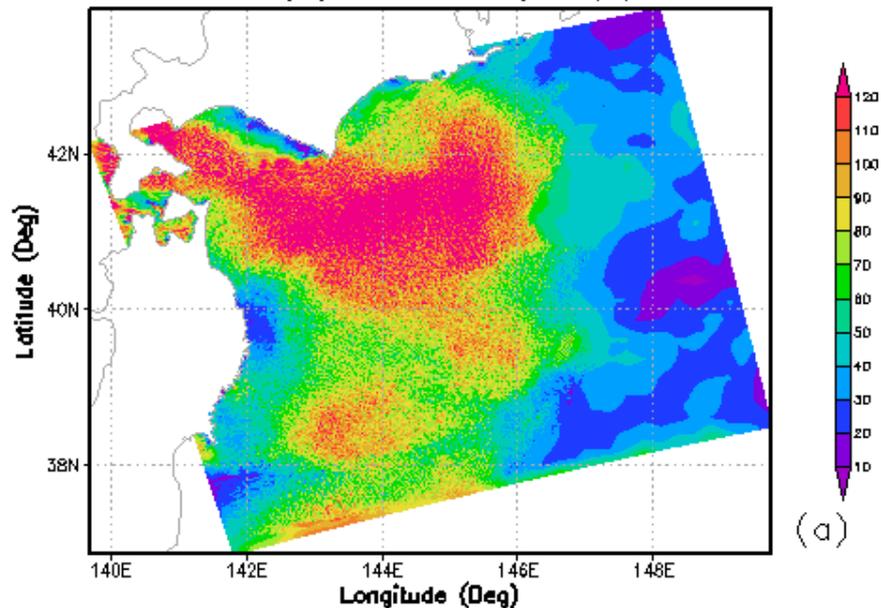
model temperature 2011/7/31



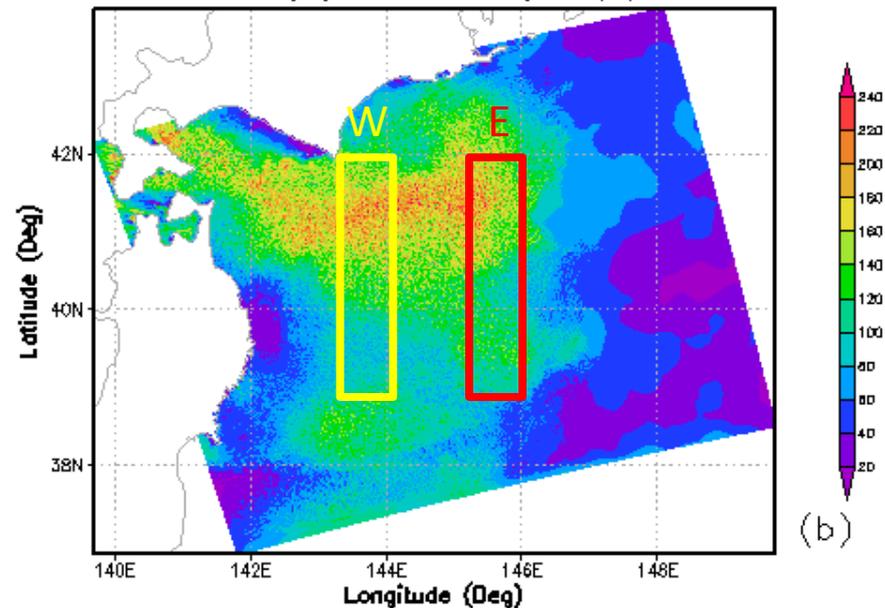
2011.07.31 MODIS Brightness Temp.



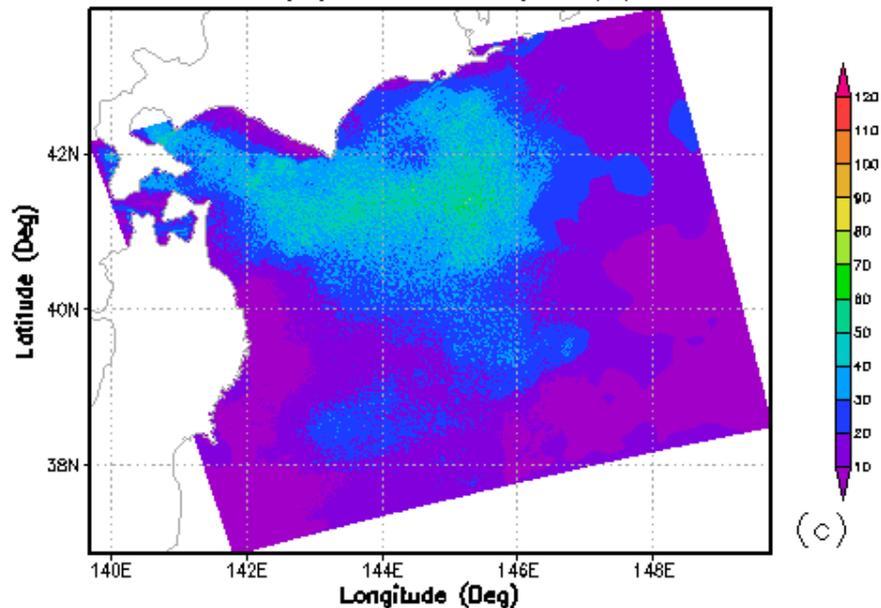
Latent Heat Flux (W/m^2)
2011/7/31 00:00Z height=0(m)



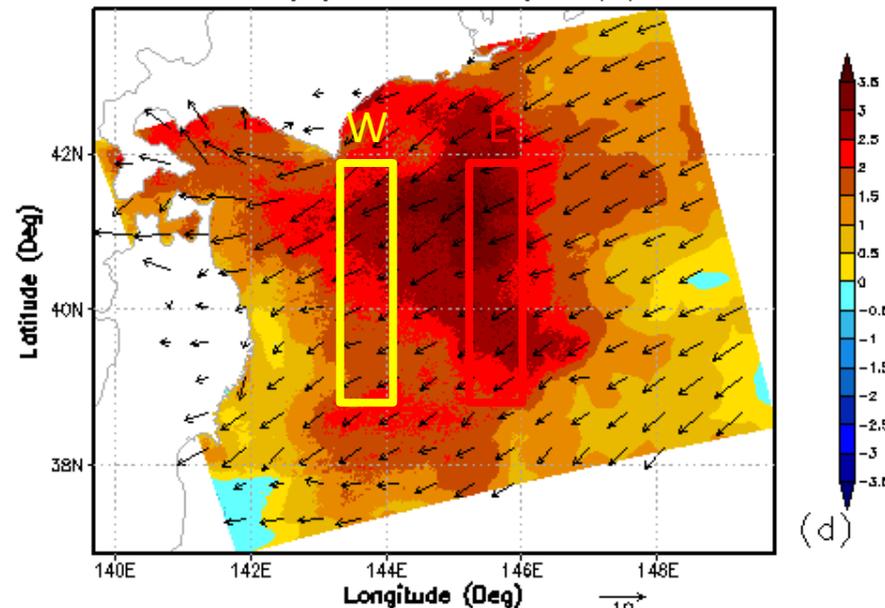
Latent+Sensible Heat Flux (W/m^2)
2011/7/31 00:00Z height=0(m)



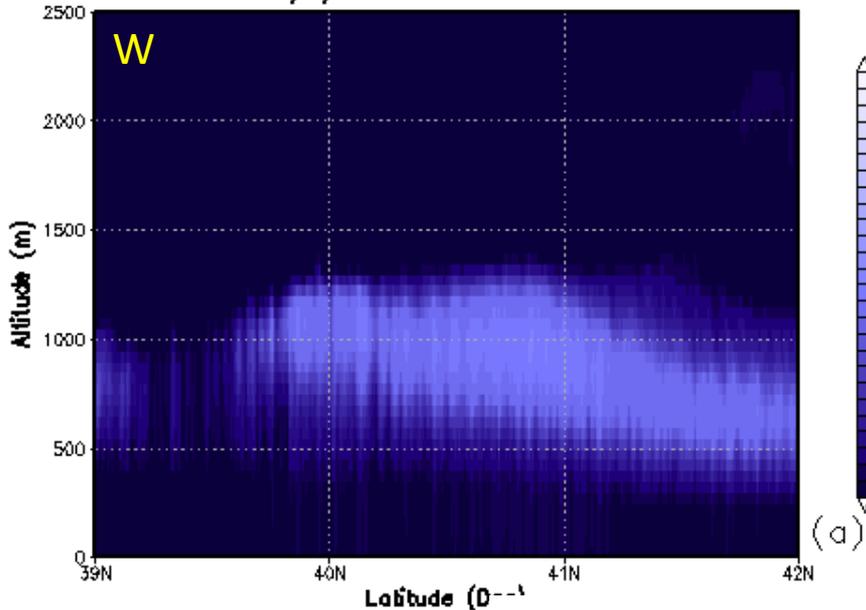
Sensible Heat Flux (W/m^2)
2011/7/31 00:00Z height=0(m)



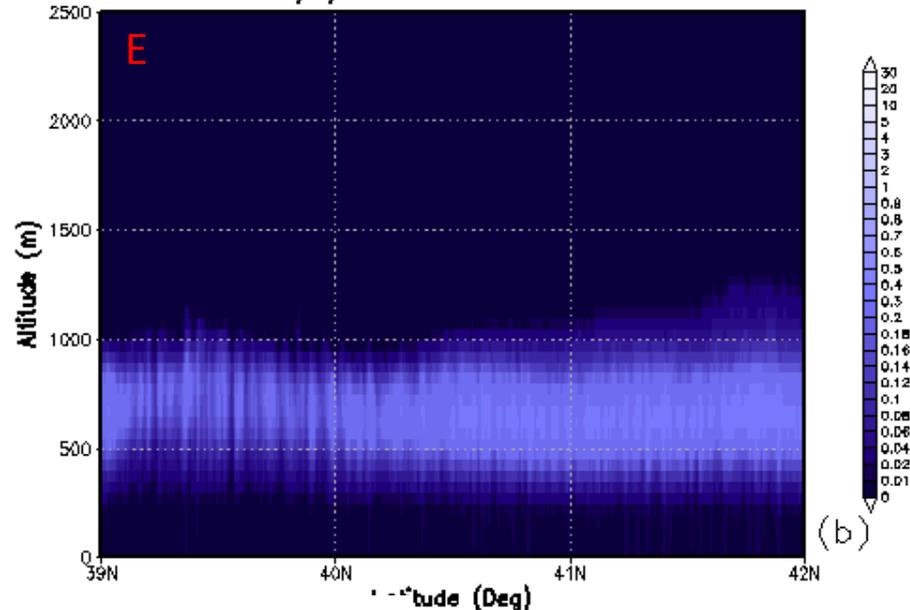
SST-SAT(K), Wind(m/s)
2011/7/31 00:00Z height=0(m)



qc+qr (g/kg)
2011/7/31 00:00Z lon=143-144E

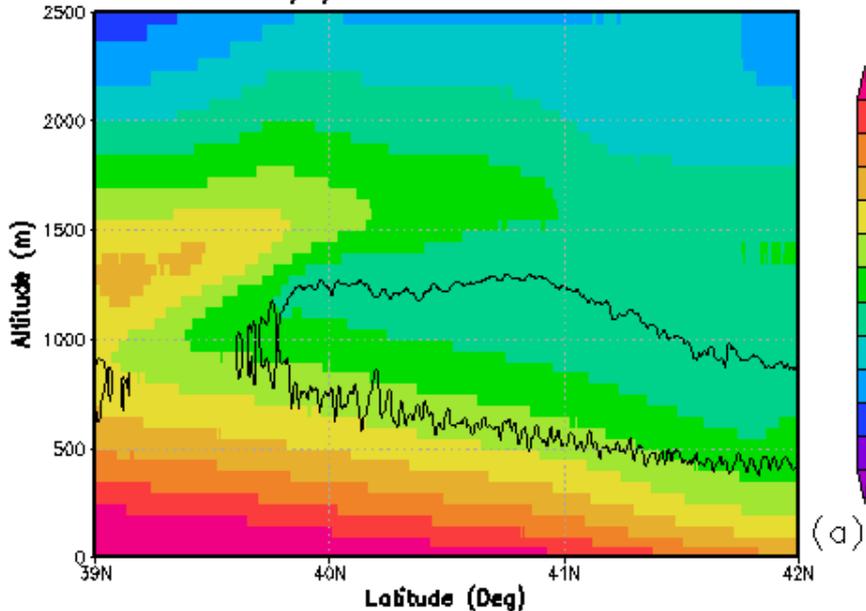


qc+qr (g/kg)
2011/7/31 00:00Z lon=145-146E

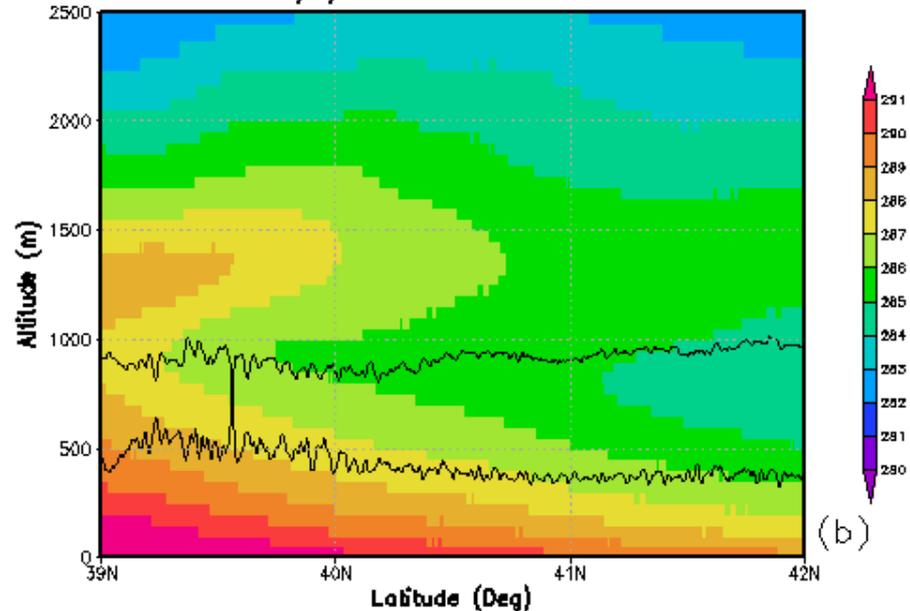


雲頂の閾値 10^{-6} (kg/kg)は適切

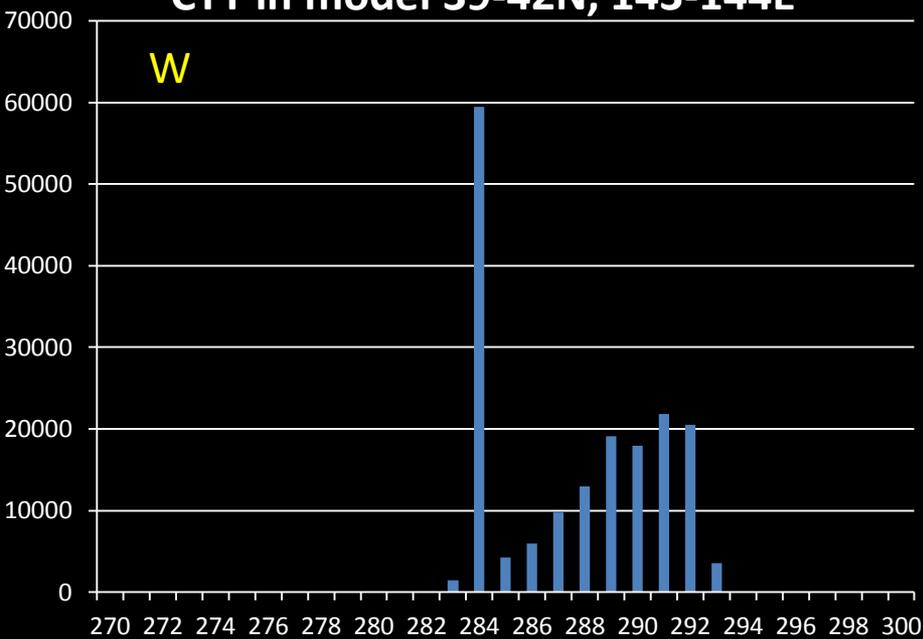
Air temperature(K) and Cloud
2011/7/31 00:00Z lon=143-144E



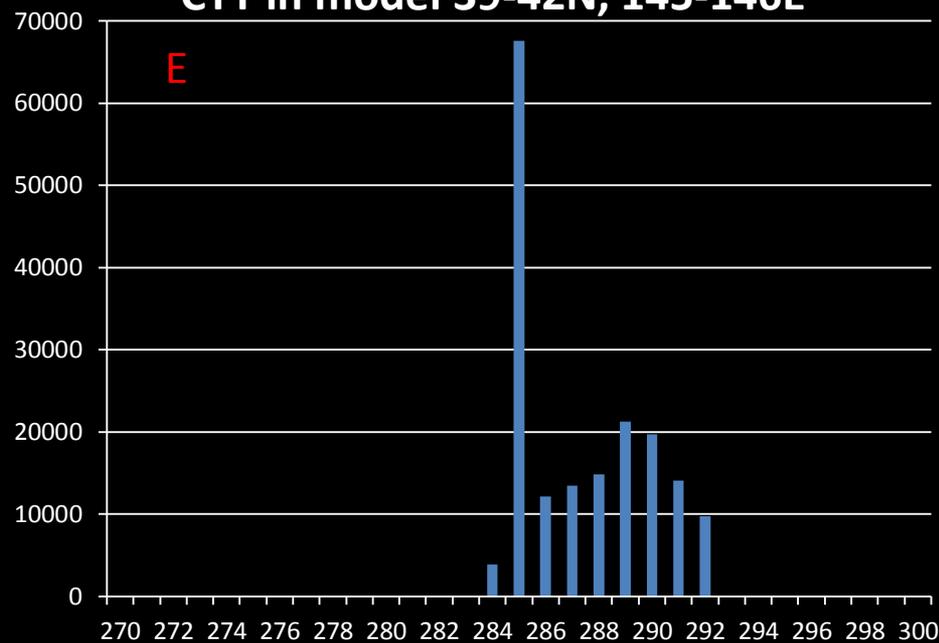
1st Cloud critical ($\leq 10^{-6}$)
2011/7/31 00:00Z lon=145-146E



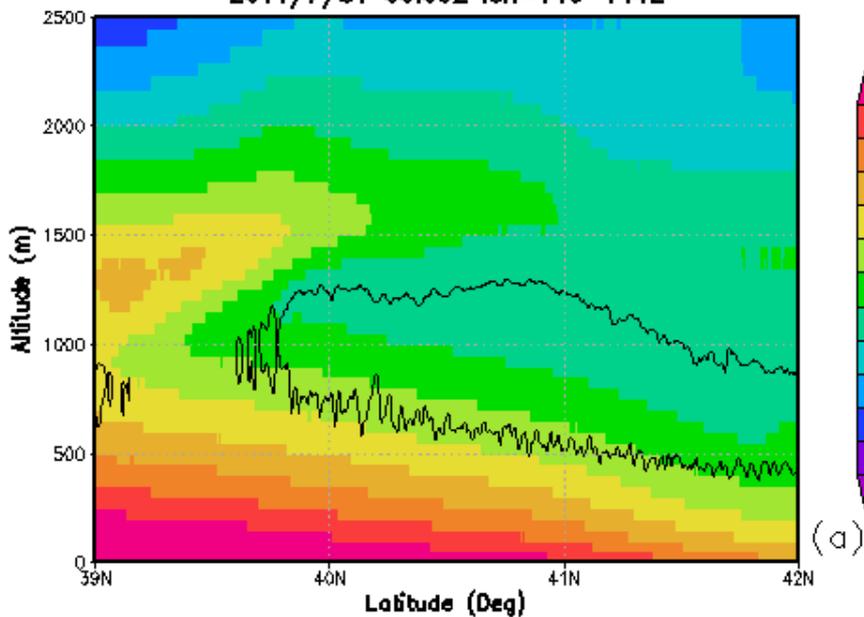
CTT in model 39-42N, 143-144E



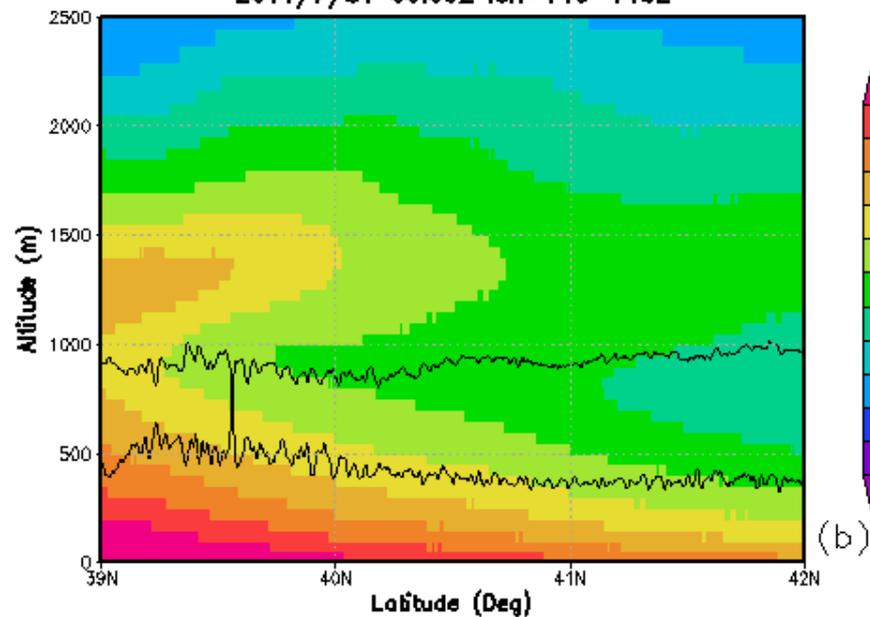
CTT in model 39-42N, 145-146E



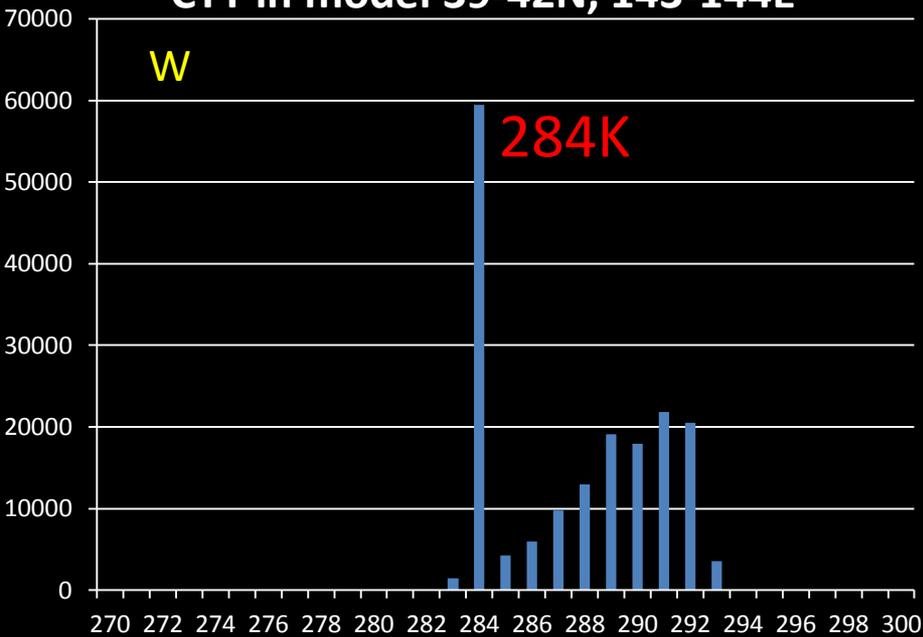
Air temperature(K) and Cloud critical ($\leq 10^{-4}$) 2011/7/31 00:00Z lon=143-144E



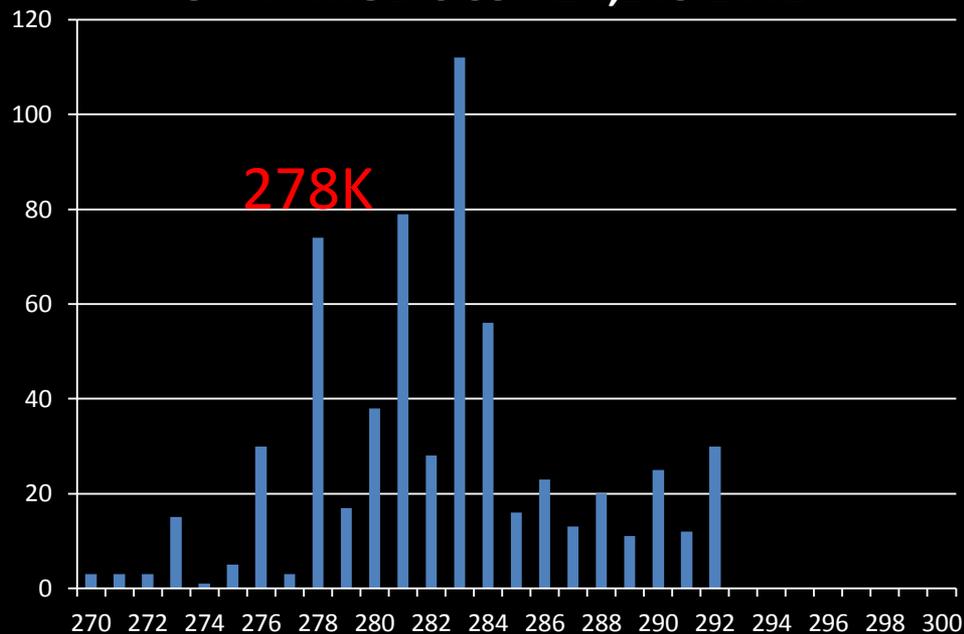
Air temperature(K) and Cloud critical ($\leq 10^{-4}$) 2011/7/31 00:00Z lon=145-146E



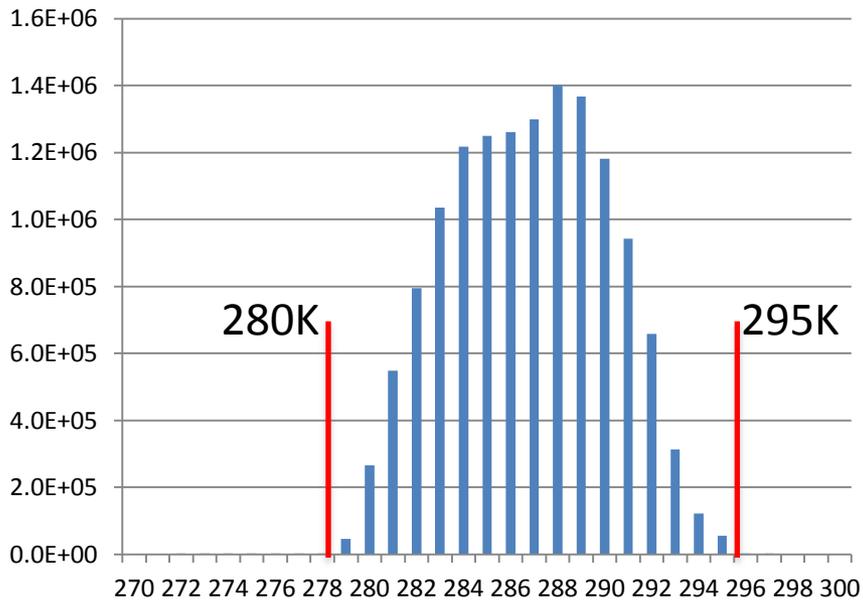
CTT in model 39-42N, 143-144E



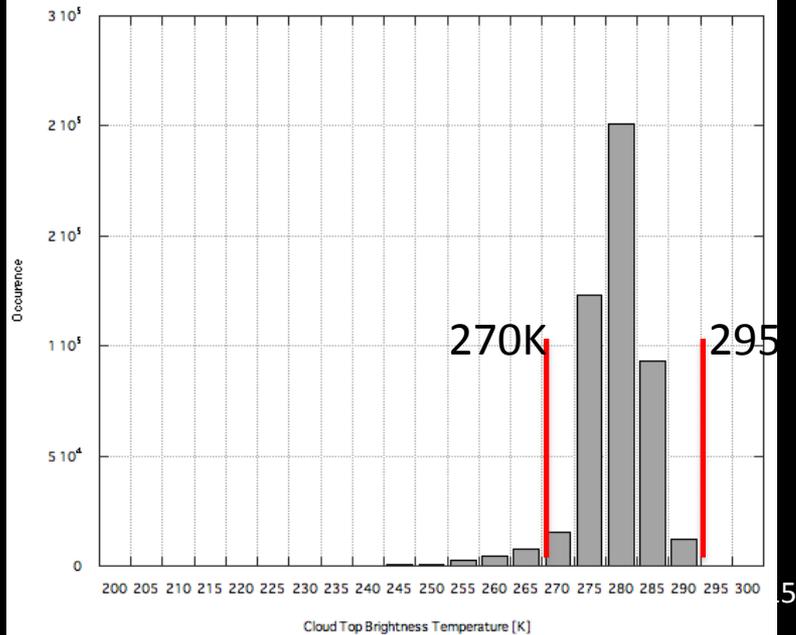
CTT in MODIS 39-42N, 143-144E



model temperature 2011/7/31



2011.07.31 MODIS Brightness Temp.



まとめ

- 雲解像モデルCReSSを用いて高解像度(400m)で再現した、2011年7月末の北西太平洋ヤマセの低層雲について、構造を衛星データセット(MODIS)と比較した。
- 水平分布に関してはほぼ再現
 - 気流場に沿った全体的な水雲のパターン(風の間)
 - 雲水量(LCW)の分布の一致(400m解像度)
- 鉛直分布について、
 - シミュレーション結果の雲水量を用いた雲頂判定の閾値は適切。中立成層のほぼ上端に雲頂が分布。
 - 衛星との雲頂輝度温度の頻度分布を比較では、計算領域およびヤマセの低層雲領域全体的に高温(10K近く)のずれ。
⇒ヤマセの雲が低めに再現、もしくは雲頂での冷却が弱い