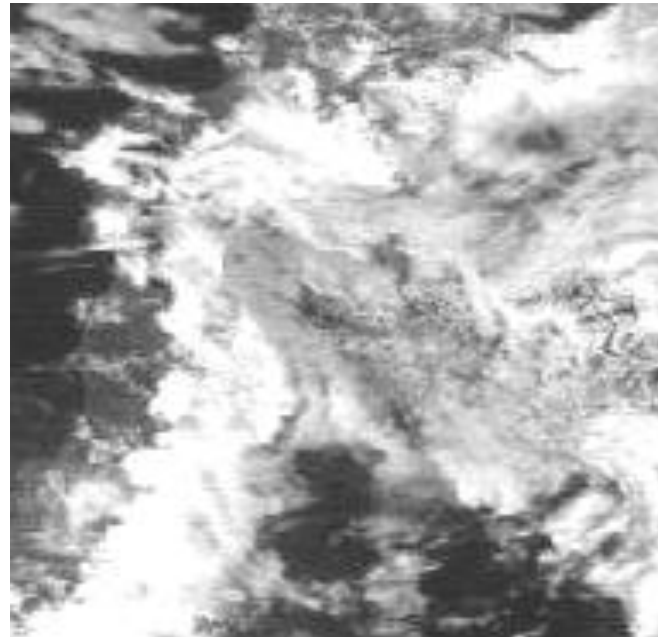


# GPS掩蔽を用いた ヤマセ時の同化実験



2003年7月18日のヤマセ時の雲分布.

(画像は高知大学提供：<http://weather.is.kochi-u.ac.jp>)

気象研究所 瀬古弘・小司禎教  
京都大 津田敏隆

この発表は、京都大「生存基盤科学研究ユニット」が青森県との研究協力のもとで、H20－23年度に実施している「サイト研究」および萌芽研究の成果の一部です。

上記プロジェクトで、プロファイラーの観測が青森で開始されます。

今後情報交換できれば、ありがたいです。

# ヤマセ予報の現状 #1

== 気象庁予報課で天気予報の評価を担当している方からのコメント ==

残念ながら、本庁予報課では東北のやませについてそれほど注目しておらず、モデルや天気予報が適中しているかどうかはあまり把握していません。

先ほど、昨年7月の東北地方のやませの事例について、図を描いてながめてみました。太平洋側の低温、悪天などについては、現在のNHMはけっこうまく予想できているようです。

また、海上の霧域については、私の趣味で気象庁内イントラネットのページにMSM、GSMの地上相対湿度の図を描いて、予報課発表の全般海上警報、ASAS（地上天気図）の霧域との対応を見ています。

予報課の霧の観測は、ひまわりの可視画像（昼）と赤外4差分画像（夜）とSHIP報により実況監視し、（少し広めに）海上の霧域を警報に含めています。釧路沖はまだこれからがシーズンだと思いますが、時々比較してみると、モデルと実況の対応が良い場合もあれば、全然モデルで湿りが出ていない時もあり、まだイマイチのところかもしれません。

# ヤマセ予報の現状 #2

== 仙台管区の予報課・気候調査課の方からのコメント ==

私は、実況と厳密に比較すると

- ・NHMの方が、全般に雲量が少なめ。特に海上で。
- ・陸上では、シーリングが実況より高めになる。
- ・対応して、陸上のごく下層の湿度は低め。

と感じているものの、大きく見ると、モデルでも意外と良く”やませ”を表現しているなど、思っています。ただ、私は、調査用に限られて事例しか見ていません。

-----

モデル計算結果の雲量は予報現場では見ていないのでなんともいえませんが、湿りに関しては若干弱いと感じています。ヤマセに限らず、東風による曇り・霧雨の表現はモデルでは表現が弱いことが多いと思います。

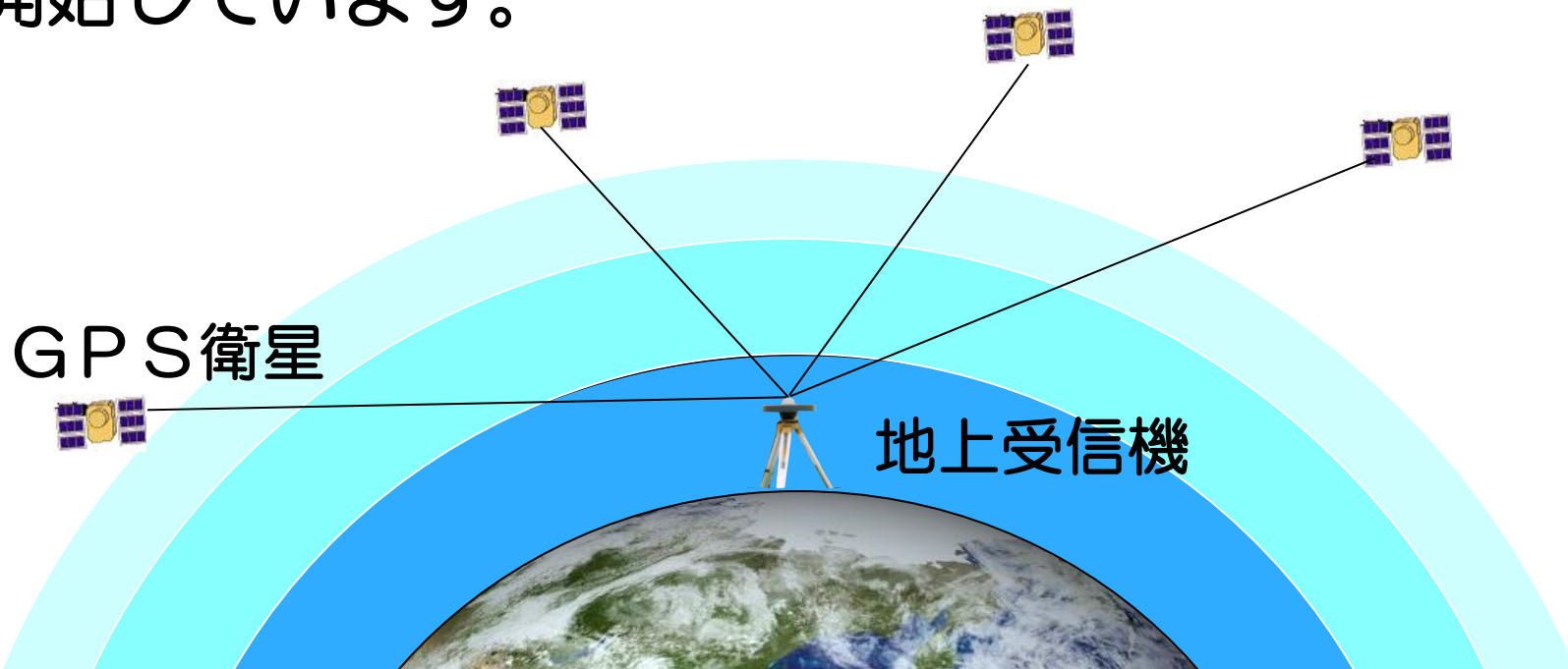
そういえば、JMANHMの計算結果を頂き、仙台の高層観測と比較したことがあります。これを見ると、湿りの表現は良いものの、逆転層の予想が実況より弱いのが気になります。この辺りがヤマセの際のモデル計算結果と実況の差の原因なのではないでしょうか？

ちゃんと調査したわけではないので、はっきりとはいえませんが、モデルでもヤマセは表現しているものの逆転層の表現が弱いため、ヤマセの表現は弱い、といった感じです。太平洋海上は観測地点がほとんどないので、この辺りを修正するのはなかなか難しそうですね。

# GPS掩蔽観測

地上型のGPS観測では、

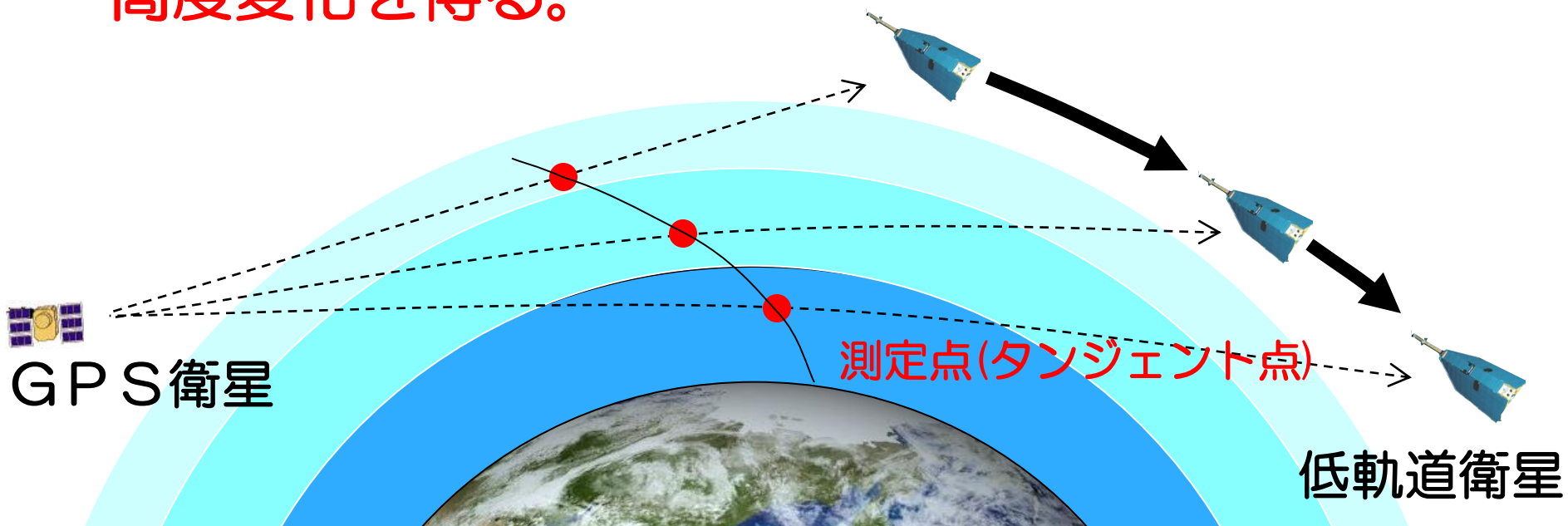
- GPS衛星からの電波を、地上のGPS受信機で観測。
- 大気の影響により遅れた電波の情報から、視線に沿った水蒸気量や可降水量を算出。
- リアルタイム解析手法が開発され、気象庁で利用を開始しています。



# GPS掩蔽観測

GPS掩蔽観測では、

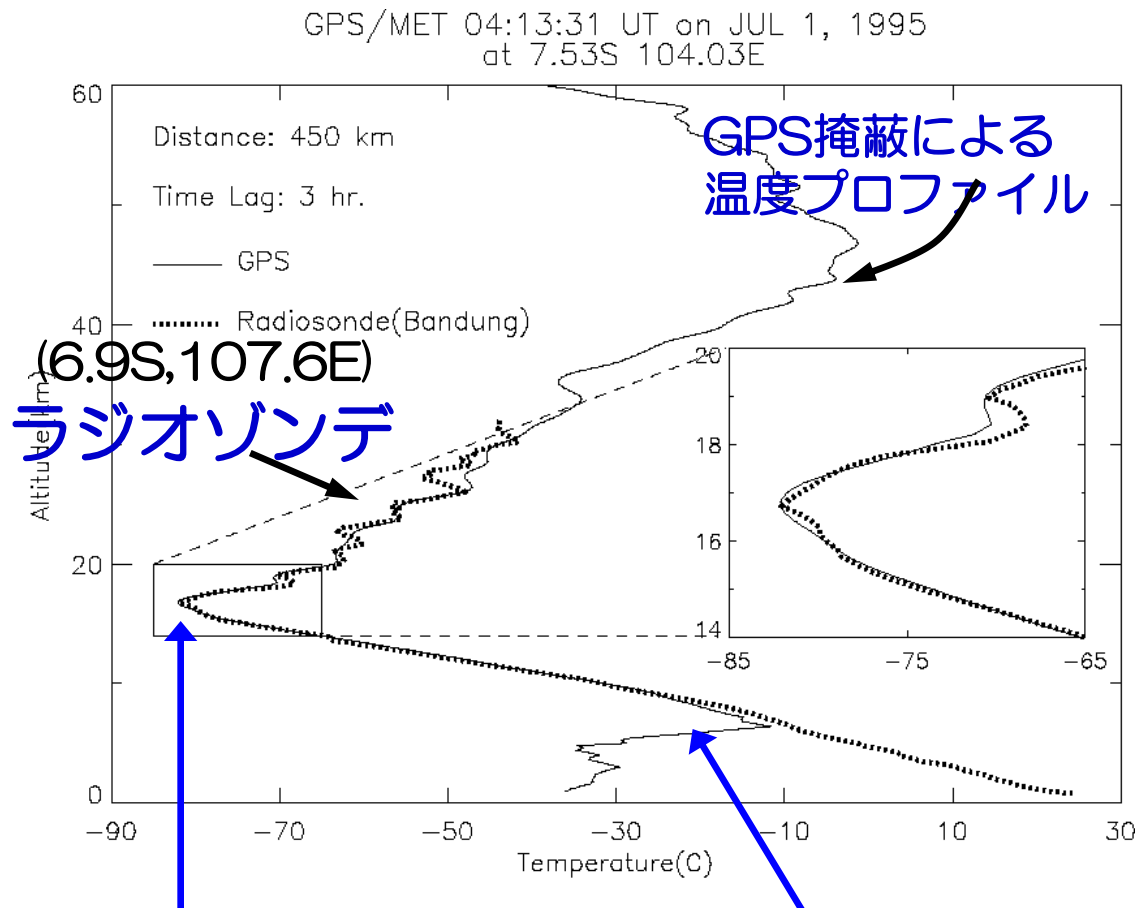
- ・低軌道（LEO）衛星でGPS電波を受信し、GPS衛星が地平線に没したり、上昇する際に、大気をスライスして伝播してくる電波の情報を利用して大気の屈折率（気温・水蒸気量）の高度変化を得る。



# GPS掩蔽の特徴

## 赤道域でのGPS掩蔽とラジオゾンデの比較例

- 衛星観測でありながら、優れた鉛直分解能を持つ(0.2km以下)。
- 気球観測と同等のデータを陸域・海洋上の広範囲で得られる。



鉛直分解能に優れ、対流圏界面付近の急な温度変動も捉えている。

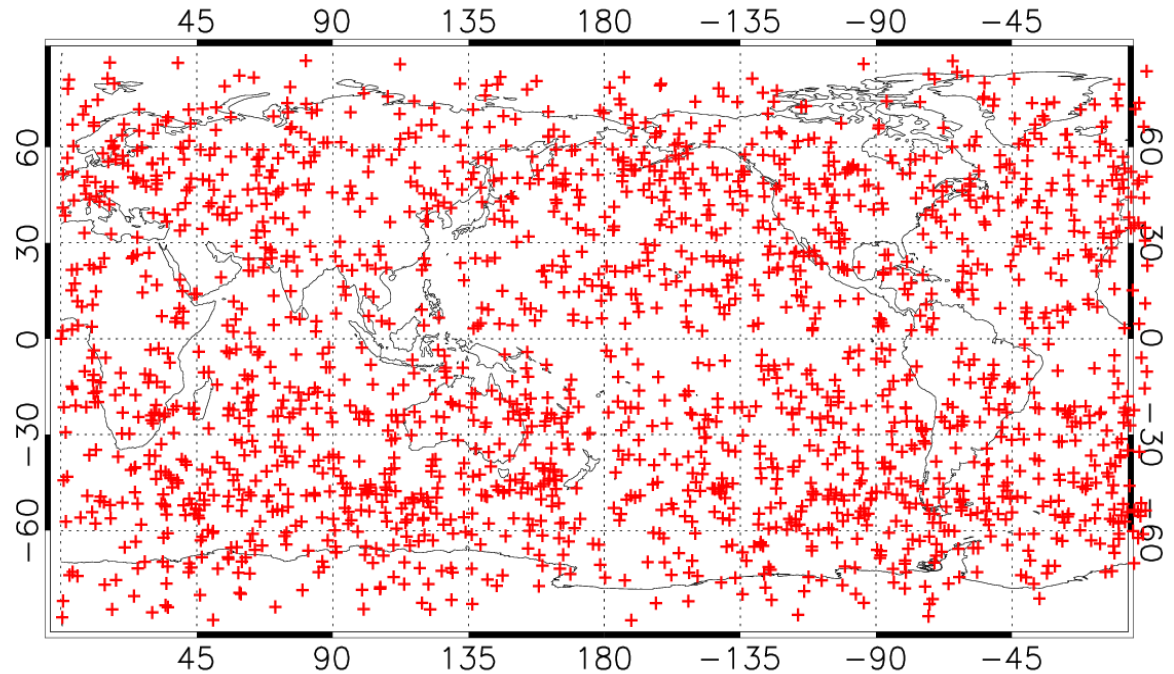
ここの差は、屈折率をすべて気温の寄与として推定したため。



# GPS掩蔽の特徴

## COSMIC衛星によるGPS掩蔽のデータ数

- 衛星観測でありながら、優れた鉛直分解能を持つ(0.2km以下)。
- 気球観測と同等のデータを陸域・海洋上の広範囲で得られる。

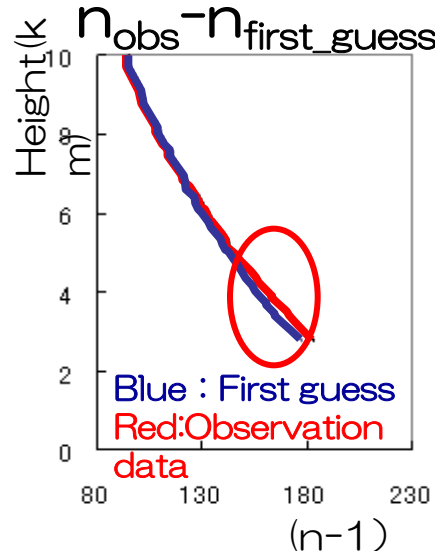
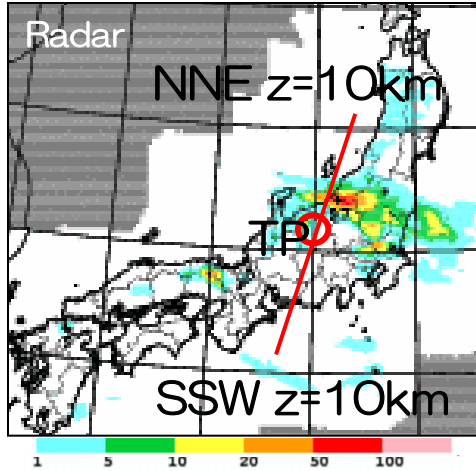


2007年5月22日の観測点分布  
1日で1905点



# GPS掩蔽データの同化例(大雨のケース)

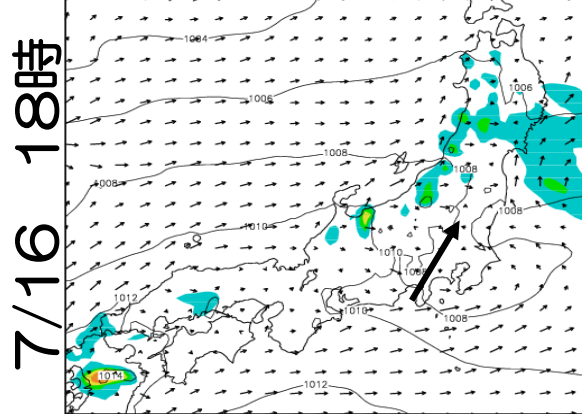
一番下層の視線の位置



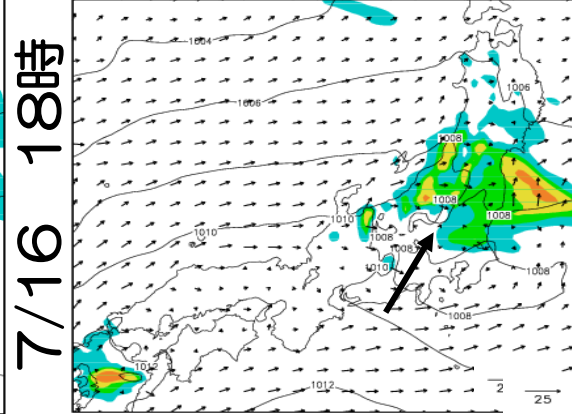
・ 掩蔽データは、大雨の南側を通過した。

・ 背景と比較すると、観測のほうが屈折率が大きく、モデルよりもより湿っていることがわかる。

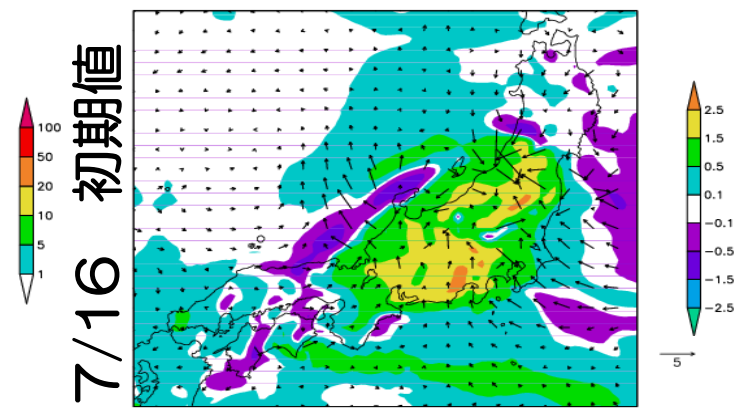
GPSデータなし(CNTL)



GPSデータあり

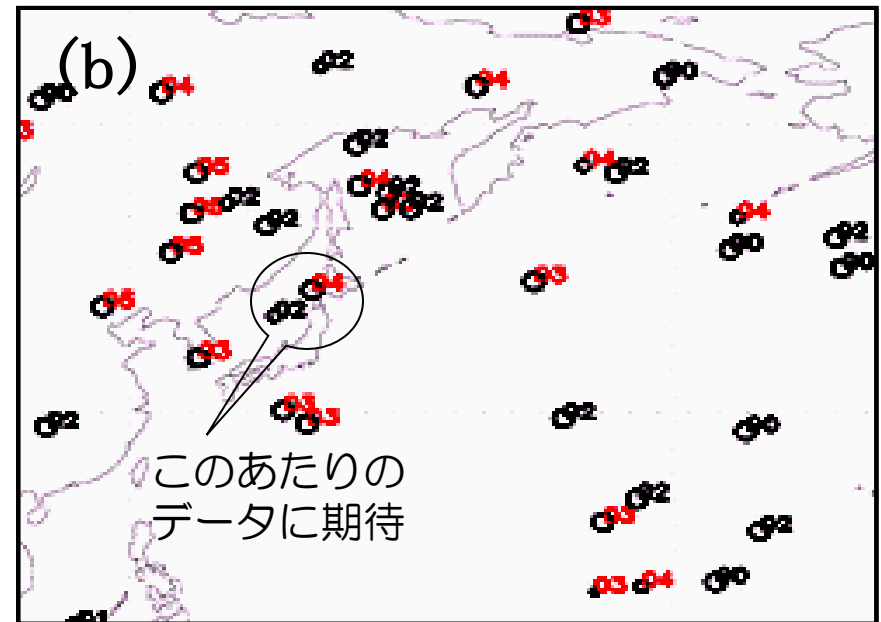
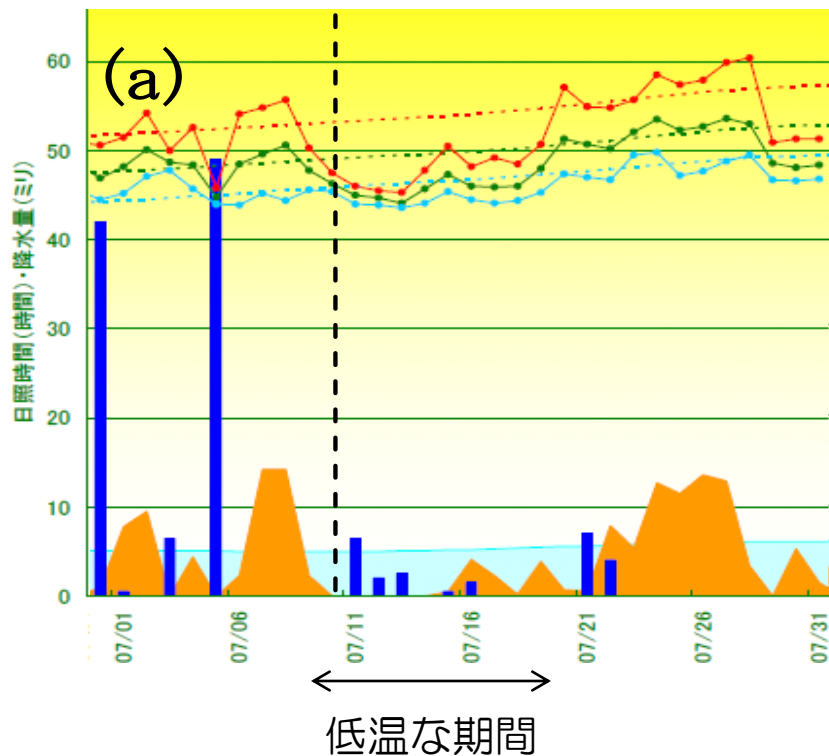


最下層水蒸気量の差



・ 掩蔽データを同化した結果から予報を行うと、下層の水蒸気量が増加し、新潟-福島県の大雨が再現できた。

# GPS掩蔽データ同化実験 (2007年7月10日9-15時) (八戸の気温とCOSMICの観測点分布)



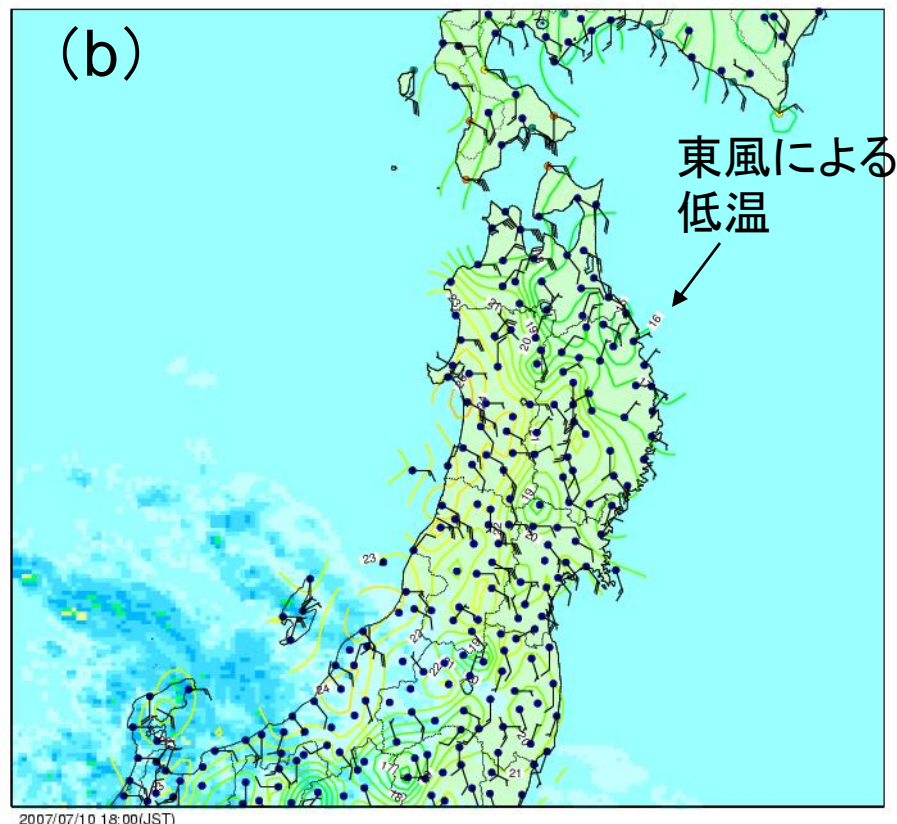
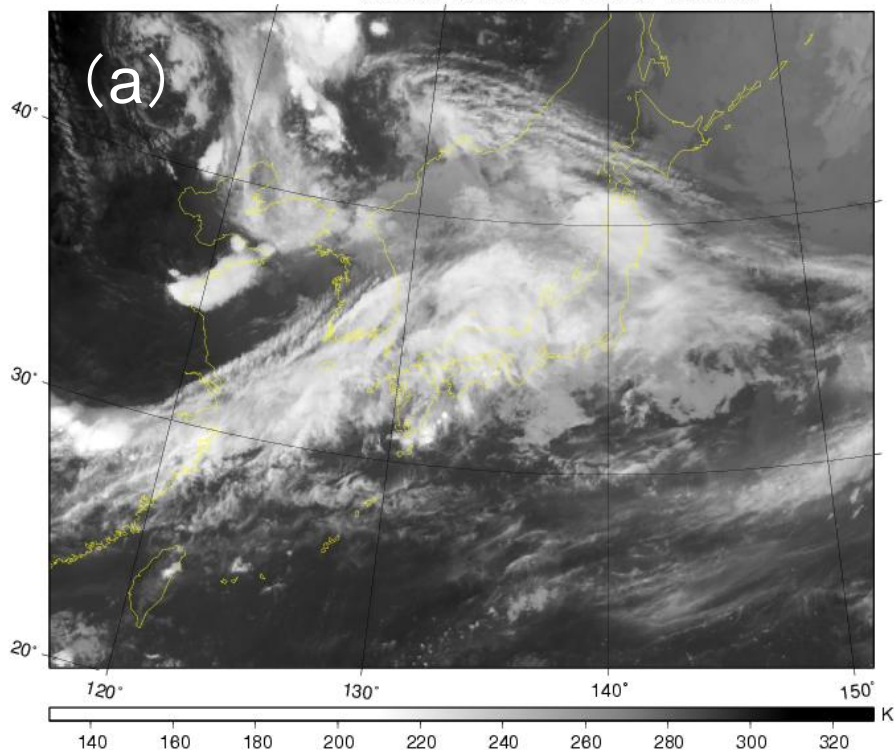
- (a)2007年7月の八戸市の最高気温、平均気温と最低気温、降水量と日照時間(青森気象台 あおぞら歳時記から抜粋)  
(b)2007年7月10日9時から15時までの掩蔽データの位置。

# GPS掩蔽データ同化実験(2007年)

## ひまわり画像と地上・アメダス分布

MTSAT1R\_IR

DATE 2007.07.10 09UTC



(a)2007年7月10日18時のひまわりの赤外画像と、(b)同じ時刻のアメダス・地上官署の気温(等値線)と湿度(マーク)の分布。影域はレーダのよる降水域である。

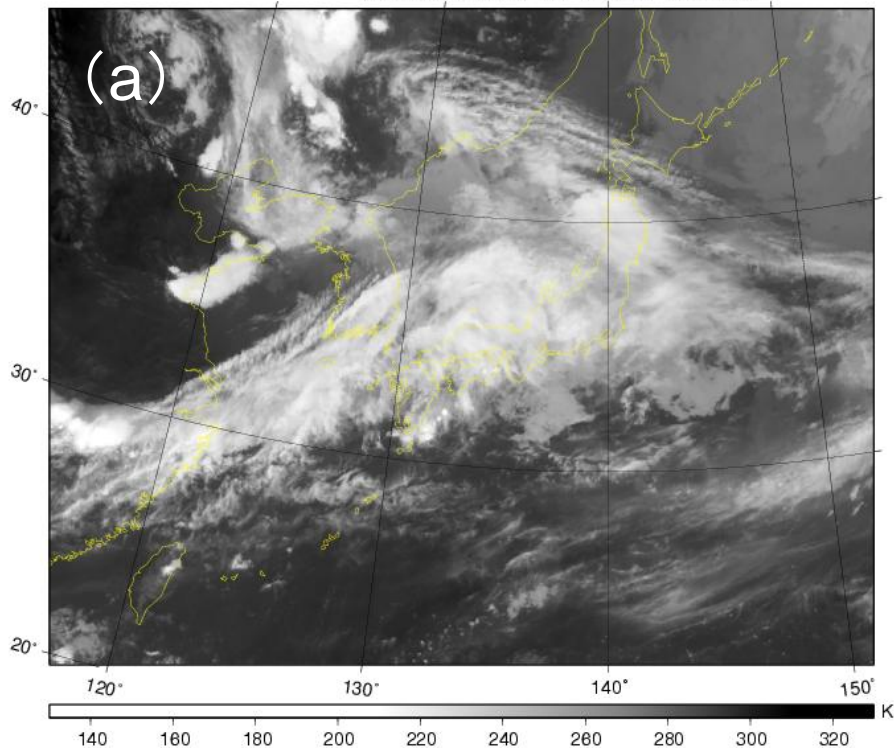


# GPS掩蔽予備実験(2007年)

## ひまわり画像とモデルの雲画像

MTSAT1R\_IR

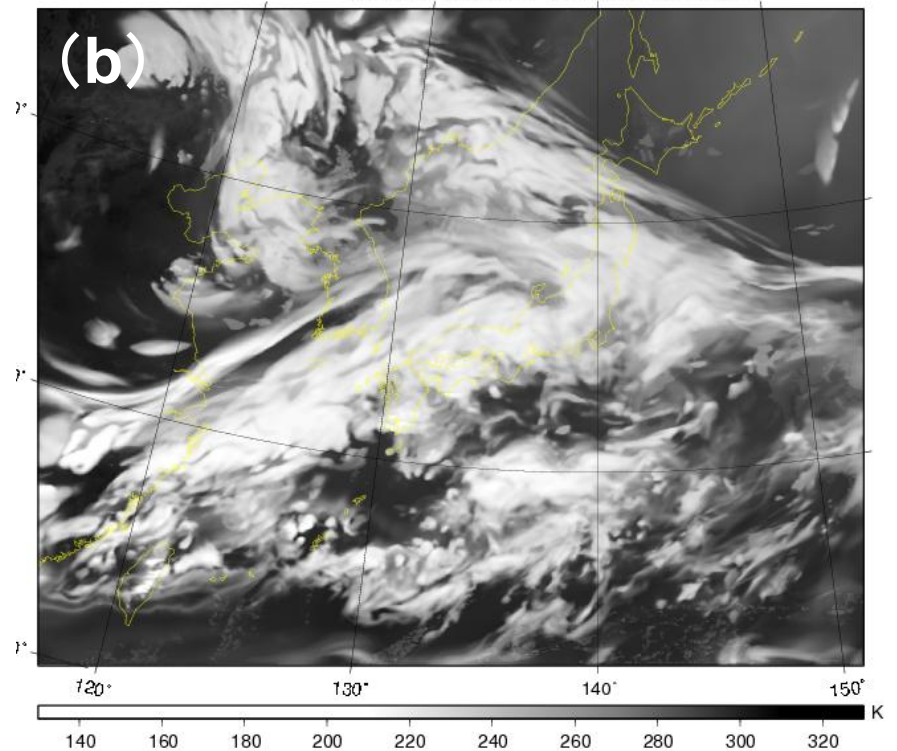
DATE 2007.07.10 09UTC



MSM\_IR

INIT 2007.07.10 06UTC KT=03

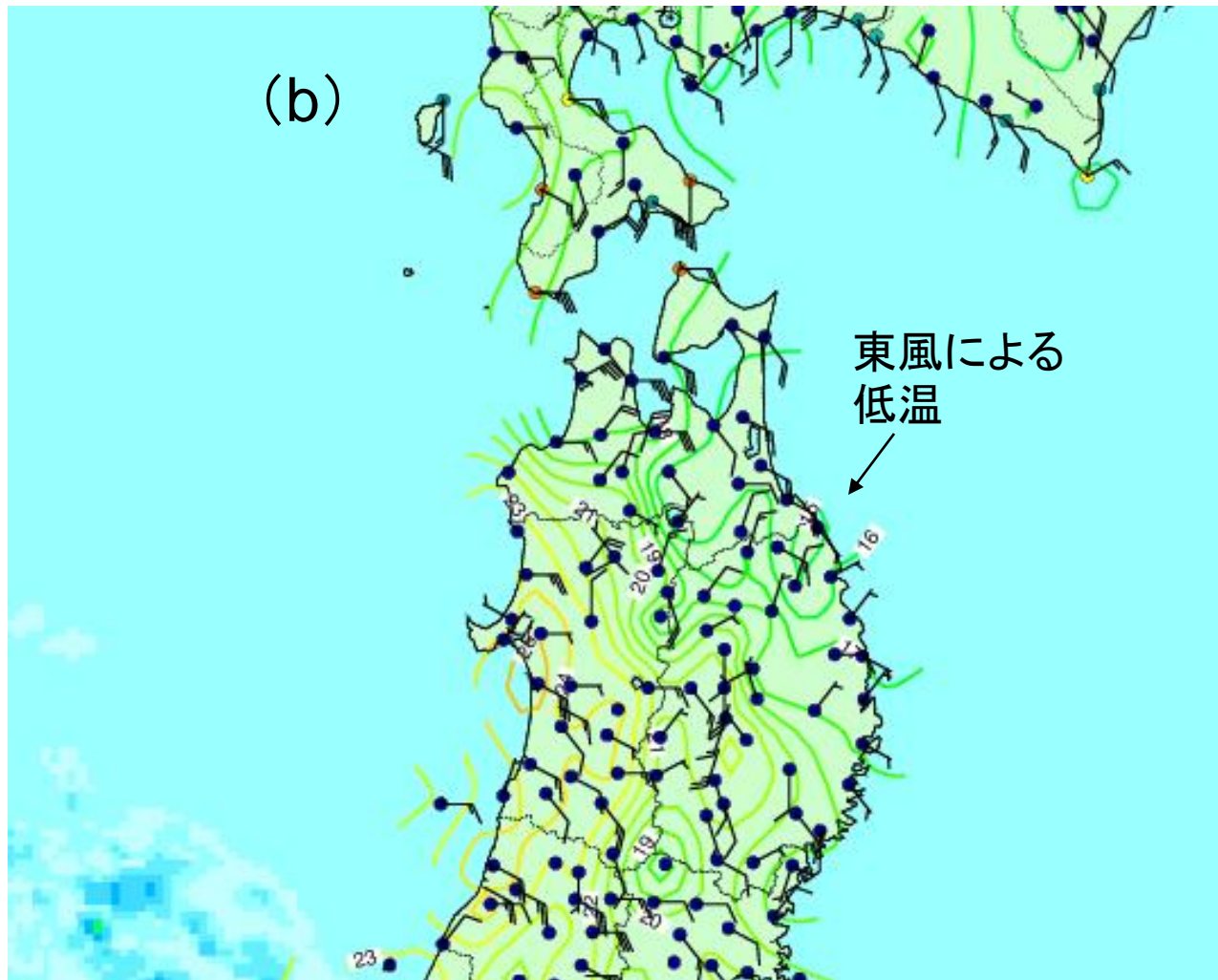
DATE 2007.07.10 09UTC



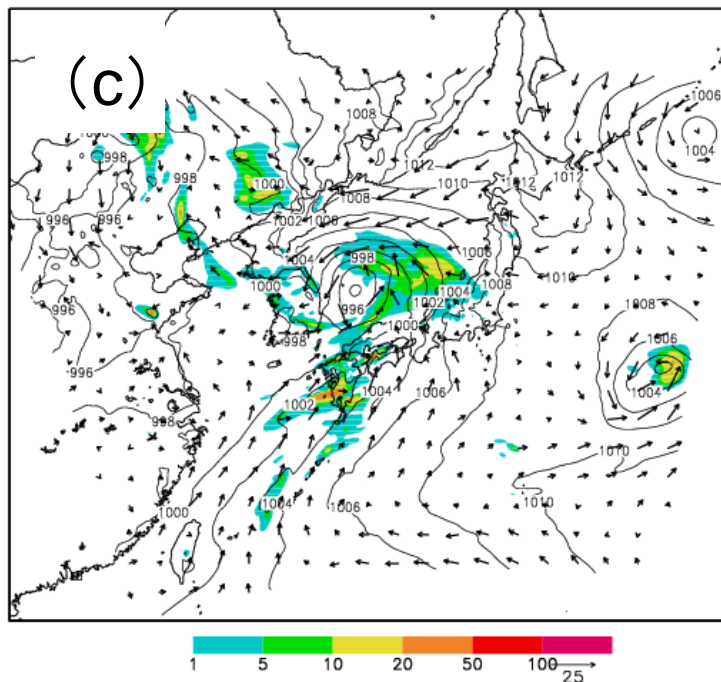
(a)2007年7月11日00時のひまわりの赤外画像と、  
(b)同じ時刻の気象庁現業の数値モデルの雲画像

# GPS掩蔽データ同化実験(2007年)

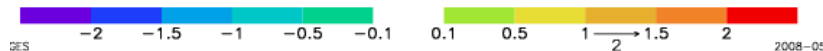
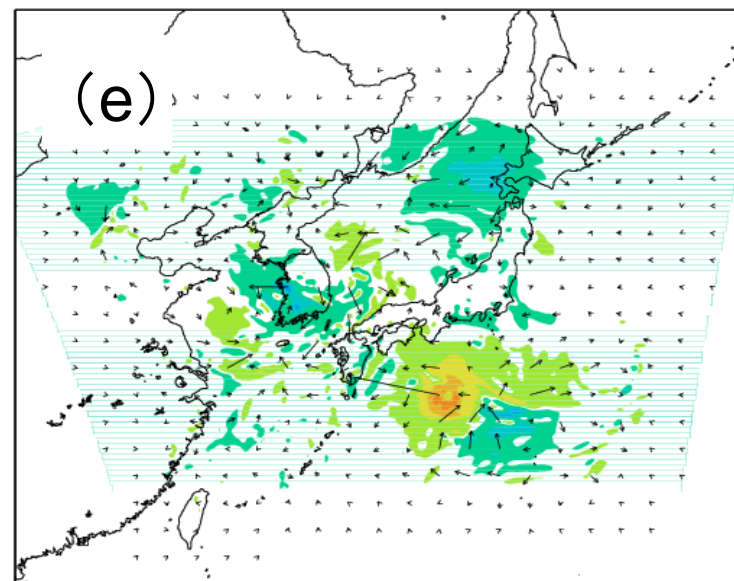
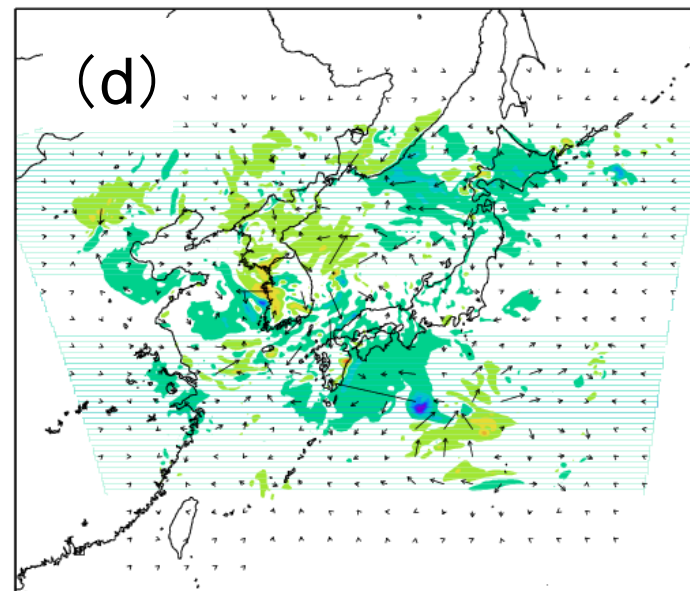
## アメダス 地上気温分布



# GPS掩蔽データ同化実験 (COSMICの同化結果)



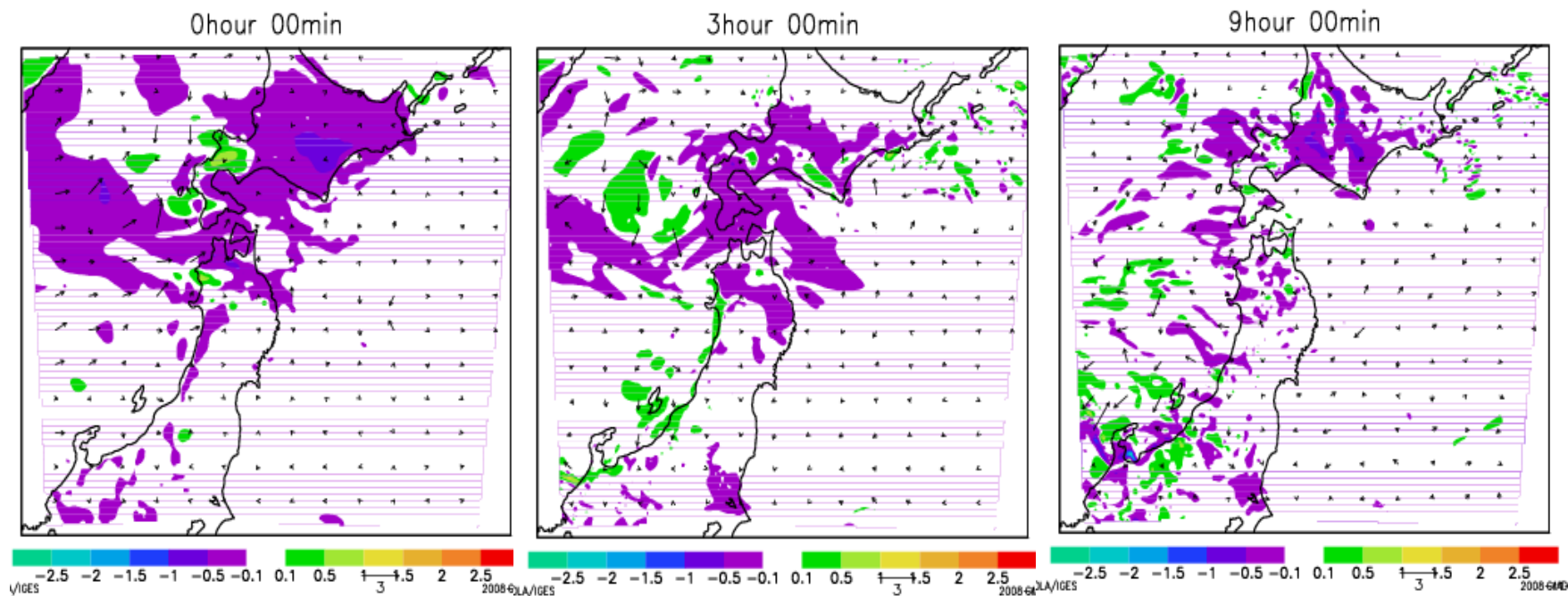
(c)7月10日9時から15時までの掩蔽データを同化した結果から予報した18時の前3時間降水量。通常のデータを同化したものと、さらに掩蔽データを同化したものの解析値の最下層の(d)気温の差と(e)水蒸気量の差。





# GPS掩蔽データ同化実験(2007年)

## COSMICを同化した解析値から5km-NHMで予報

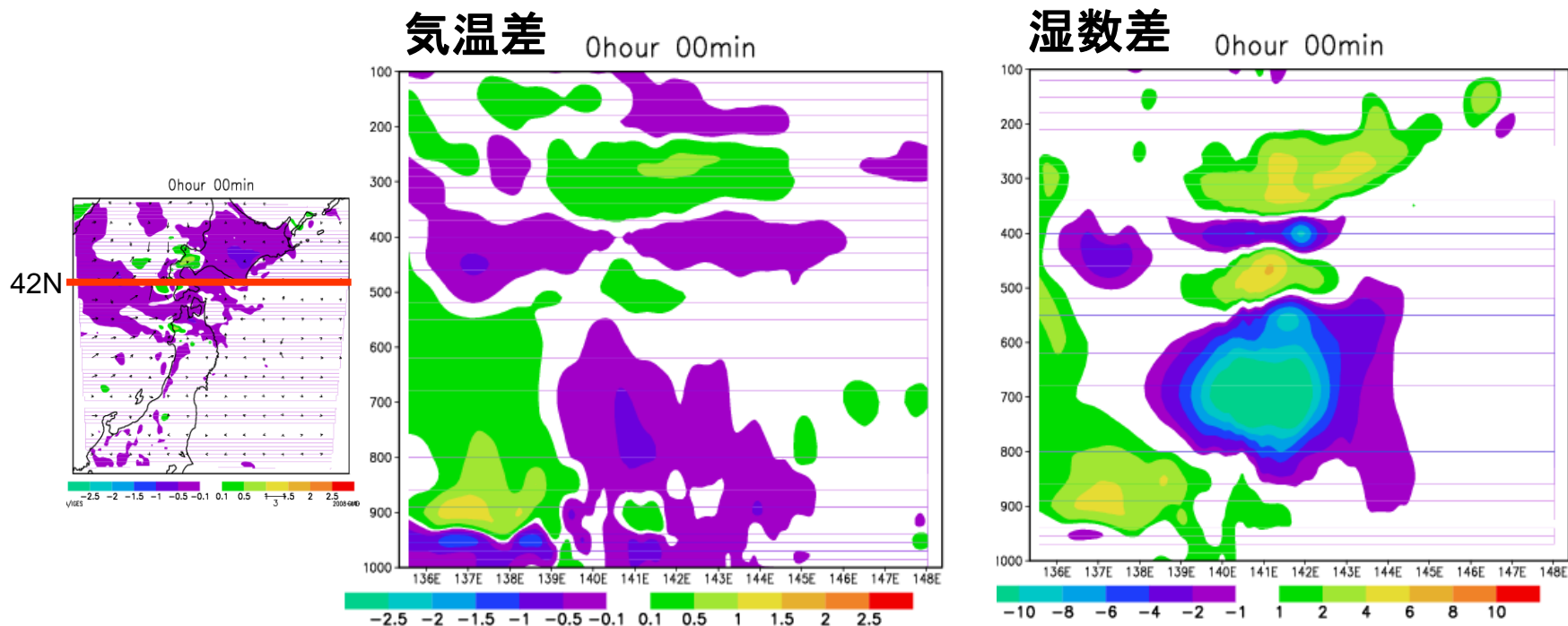


COSMICを同化した場合と同化しない場合の地上気温の差。  
時間とともに、差が小さくなる。



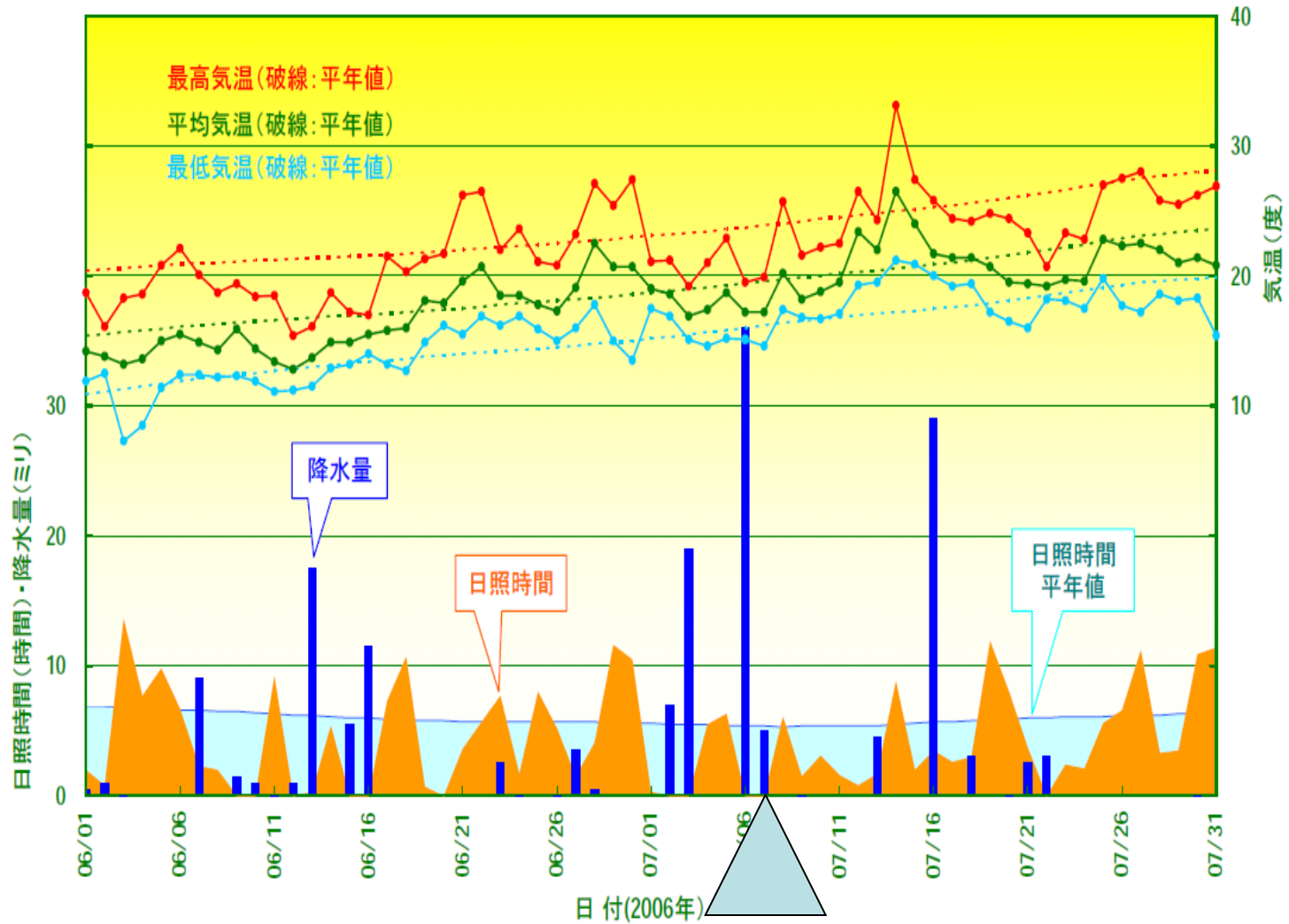
# GPS掩蔽データ同化実験(2007年)

## COSMICを同化した解析値から5km-NHMで予報

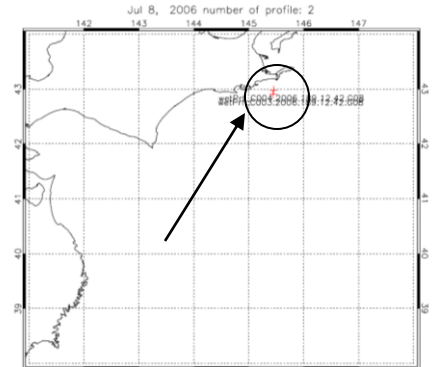


COSMICを同化した場合と同化しない場合の  
42Nに沿った気温と湿数の差。

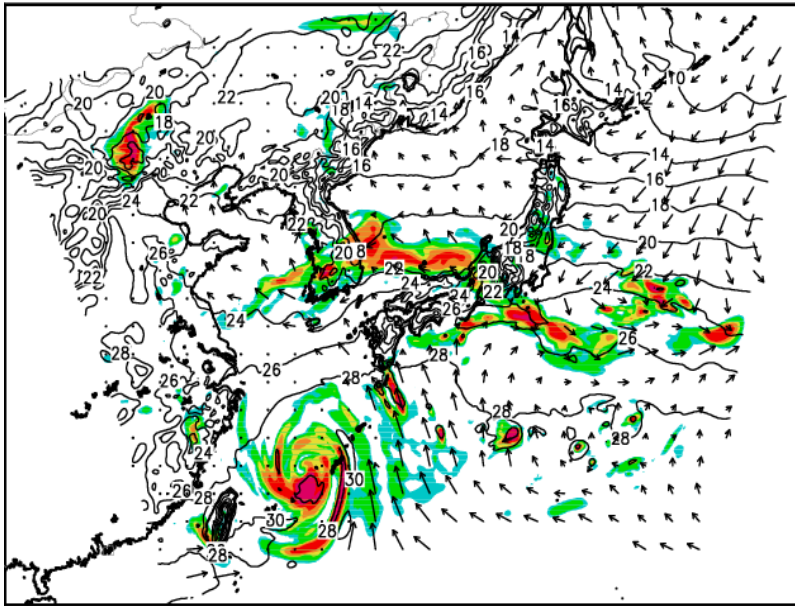
# GPS掩蔽データ同化実験(2006年)



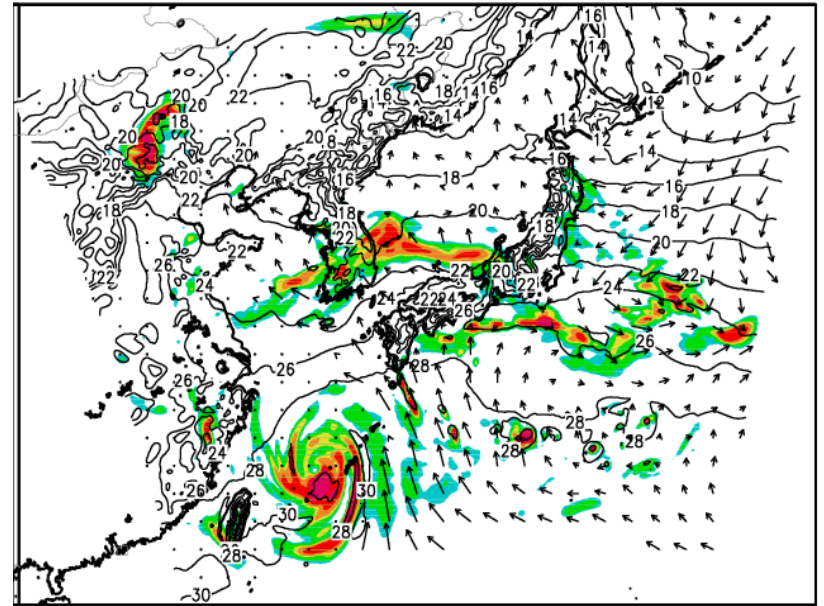
# GPS掩蔽データ同化実験 (2006年7月8日12UTC) 静力MSMの同化と予報



同化あり 3hour 00min



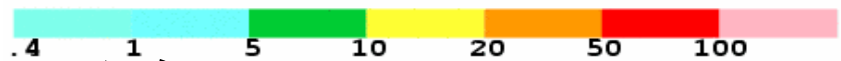
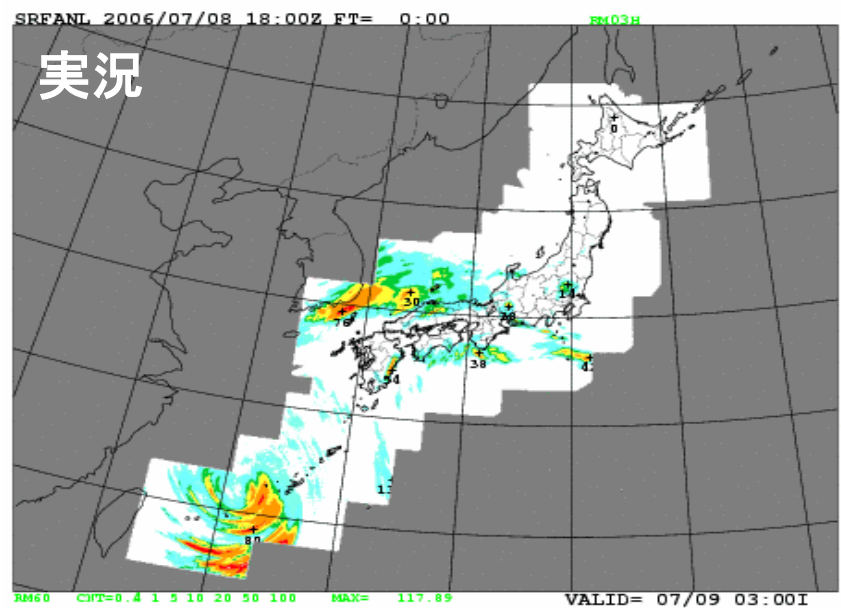
同化なし 3hour 00min



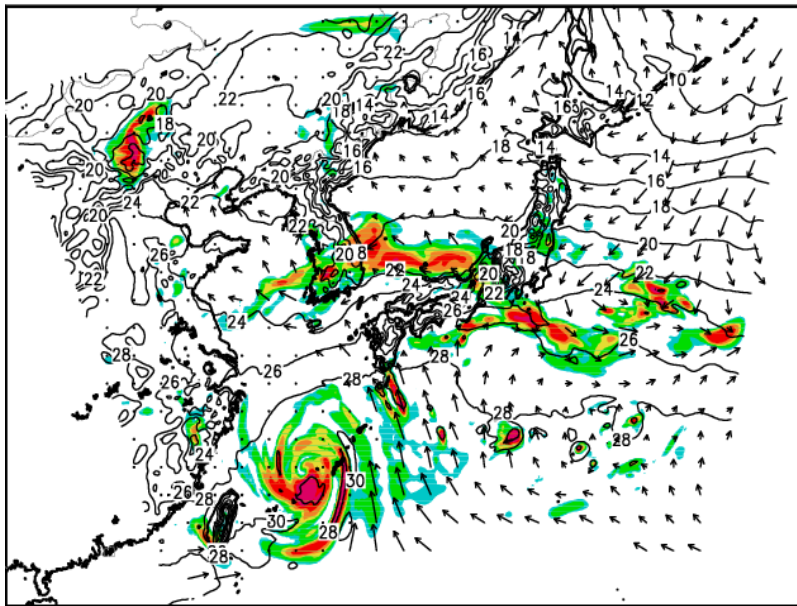
**COSMICを同化すると、三陸沖の降水域が減少。**

COSMICを同化すると、  
三陸沖の降水域が減少。

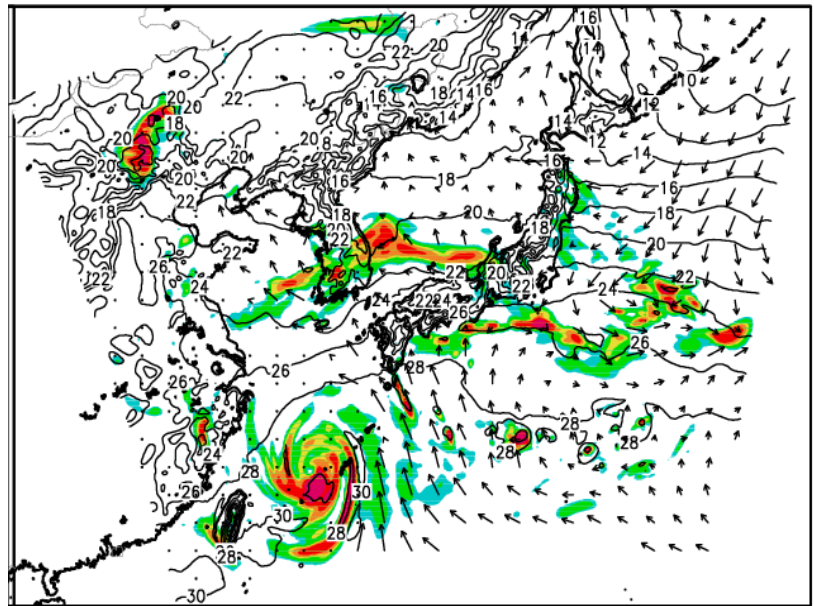
実況でも観測されておらず、  
COSMICの同化が  
いいインパクトを与えている。



同化あり 3hour 00min



同化なし 3hour 00min

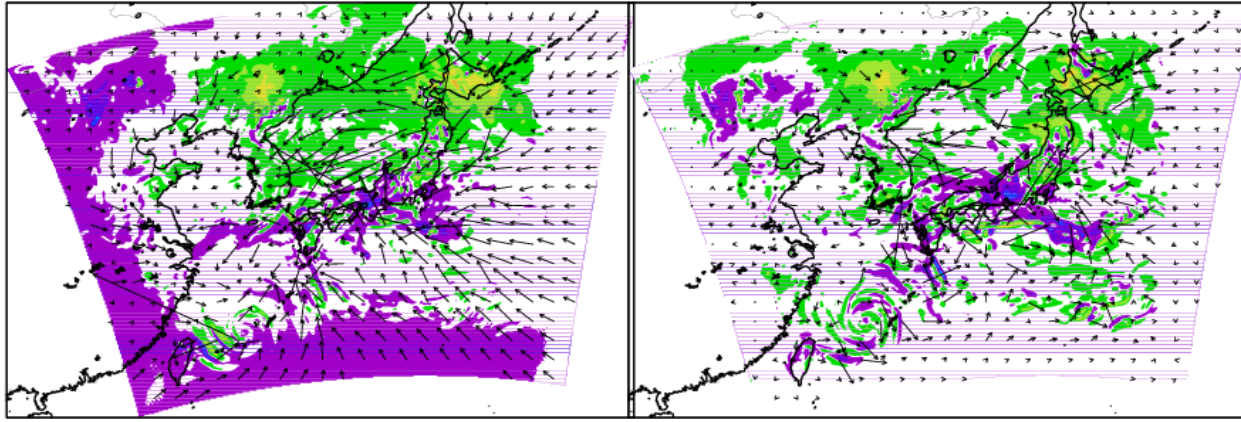




# 気温

0hour 00min

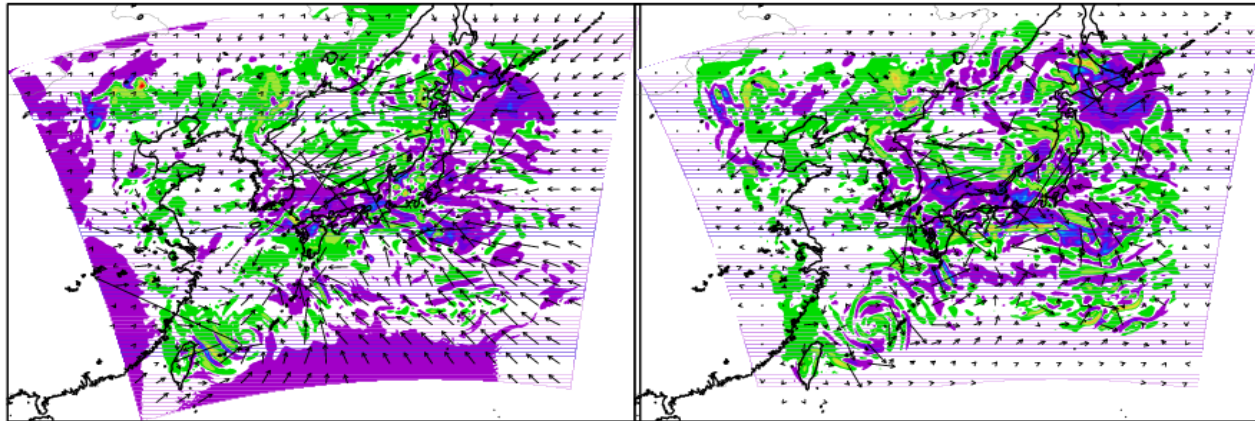
3hour 00min



# 湿数

0hour 00min

3hour 00min



COSMICを同化すると、下層の気温が上昇している。  
湿数も増えている(乾いている)。

掩蔽データを用いて、ヤマセ時の同化実験を行い、気温等にインパクトがあることを確認した。

今後、LETKF等を用いて、掩蔽データ・可降水量などを含めた同化実験を引き続き行う。

今後情報交換できれば、ありがたいです。