新規追加されたGSM-GPV
力学的圏界面・可降水量の見方

高野雄紀

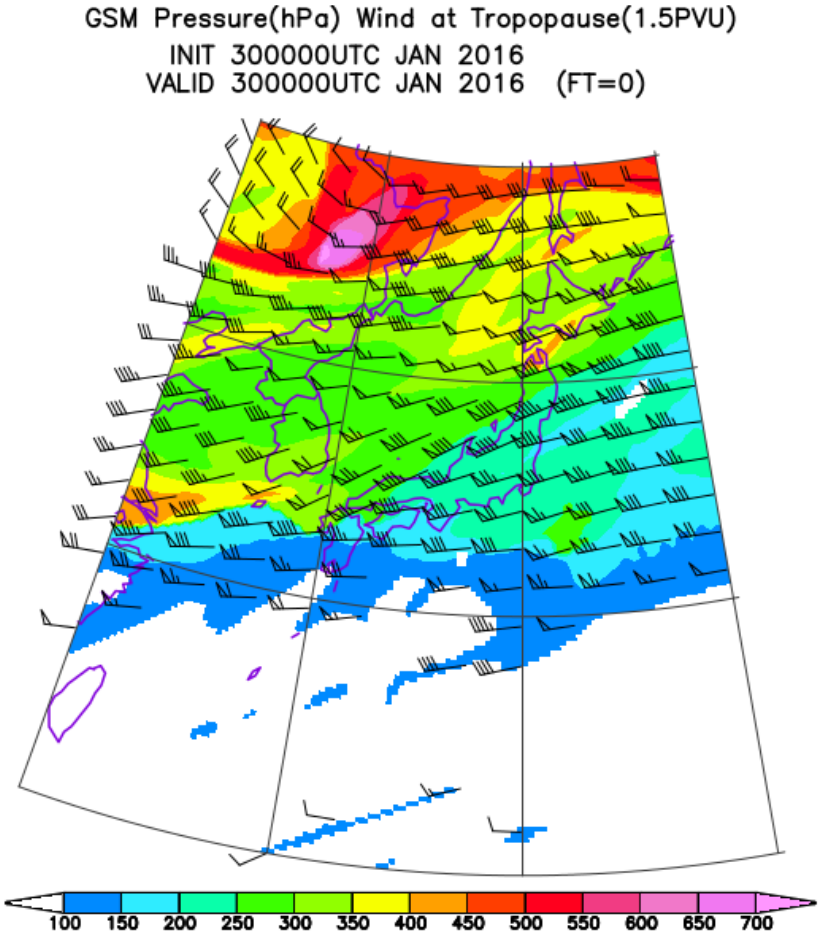
2016.2.4

背景・目的

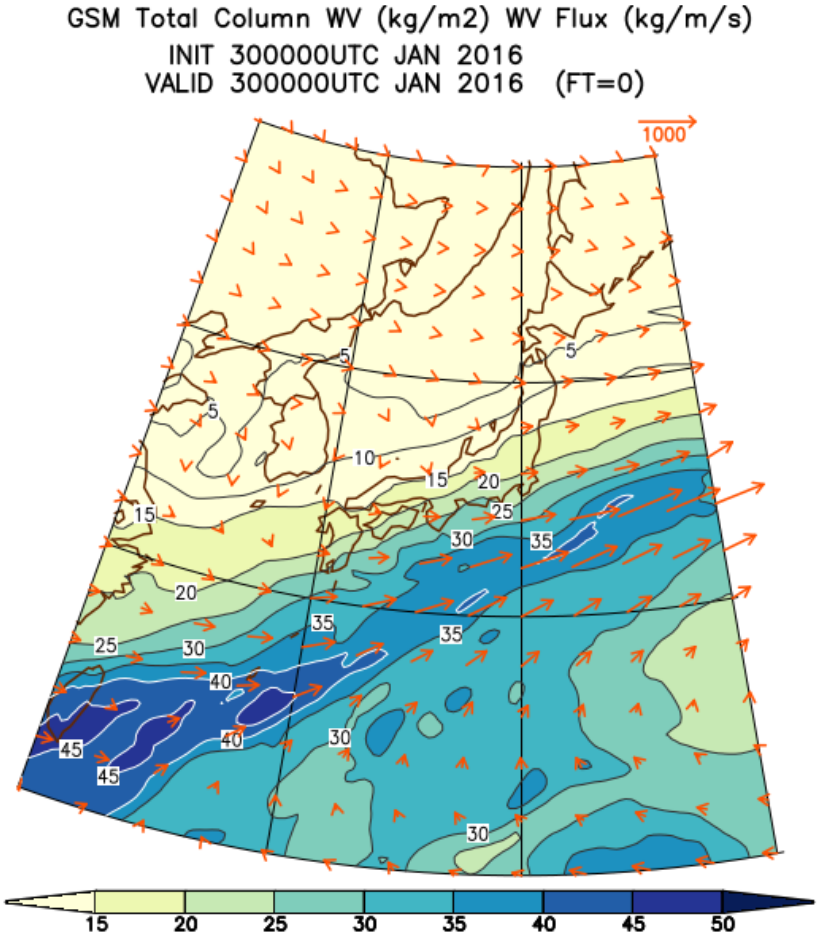
- 現在のGPV図やFAX天気図は主に総観規模波動(傾圧不安定波)に伴う**温帯低気圧**が対象
  - 500高度・渦度: 上空の総観規模波動とのカップリング
  - 700上昇流，850気温・風：有効位置エネルギーの変換
  - 700湿数，850相当温位：自由大気，境界層内の水蒸気の確認
- 日本の降水には「典型的な」温帯低気圧以外にも**停滞前線(梅雨前線・秋雨前線)**などが寄与
- 前線に関連する気象場(亜熱帯ジェット等)の把握には現在の**GPV図やFAX天気図では不十分**
- そこで亜熱帯ジェットとその下層への影響の把握に使える**力学的圏界面図・可降水量の追加**を行った

追加されたもの

力学的圏界面　気圧・風



可降水量・水蒸気フラックス



これら2つの図の(一つの)見方を
2016年1月30日の事例を通して見ていく

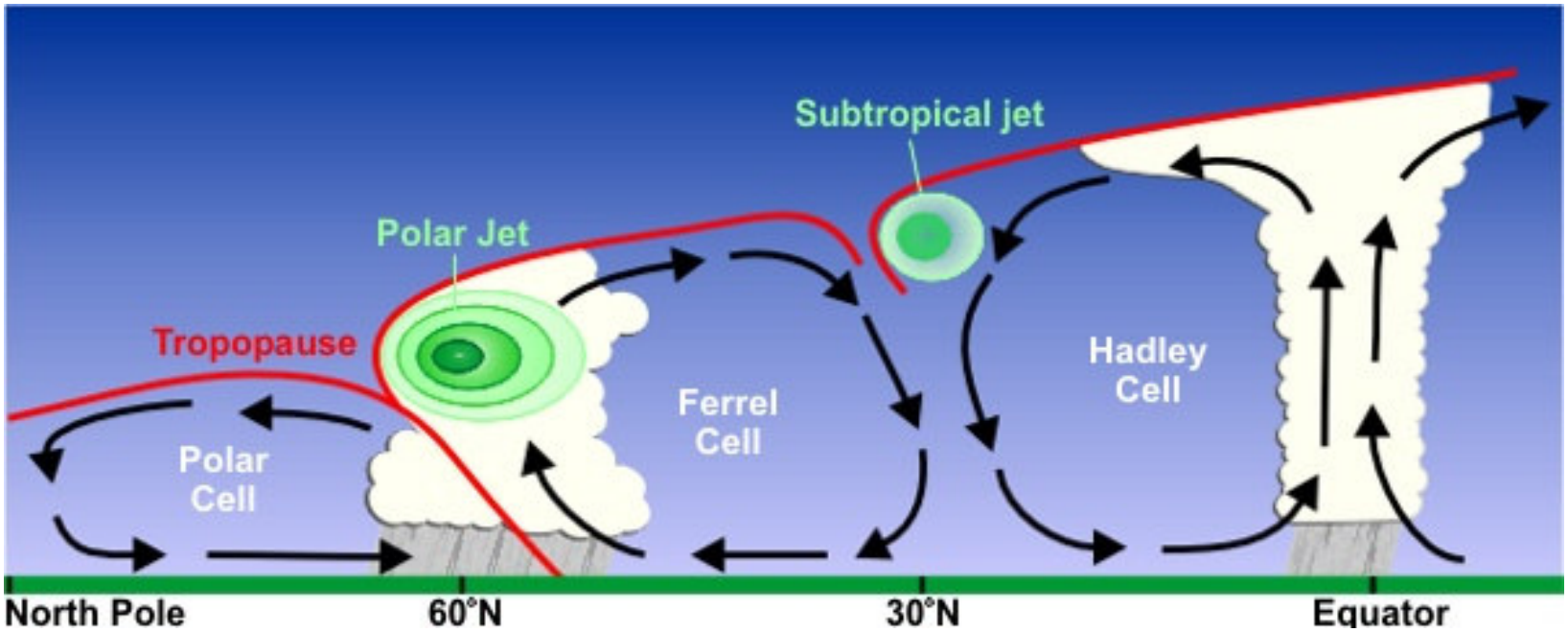
第1節

力学的圏界面図の見方

力学的圏界面=1.5PVUとは？

- PV=**渦位**　PVUは渦位の単位(10^{-6} K m^2 kg^{-1} s^{-1})
- 渦位=(相対渦度+惑星渦度)×鉛直安定度
  相対渦度が大きいほど，**成層が安定**しているほど，渦位は大きい。
- 成層圏は対流圏よりも安定度が大きいため，渦位も大きい。1.5PVUは対流圏界面の指標として使われる（**力学的圏界面**）。
- 力学的圏界面の定義は伝統的な圏界面の定義と異なるので注意。(中国北東部にあるトラフでは力学的圏界面は700hPaにまで下がっている！)

圏界面＝ジェット軸のある高度　6

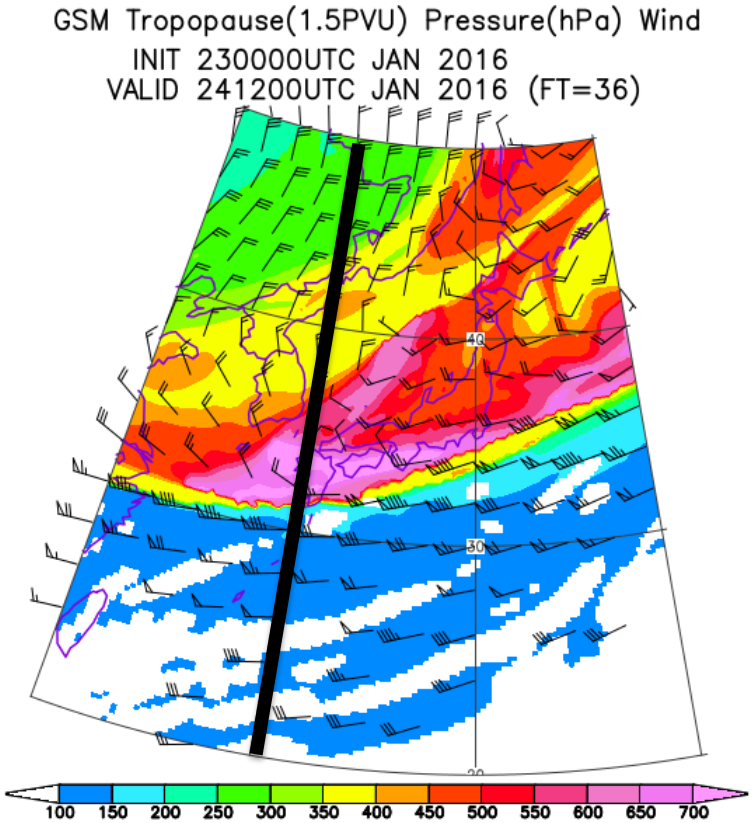


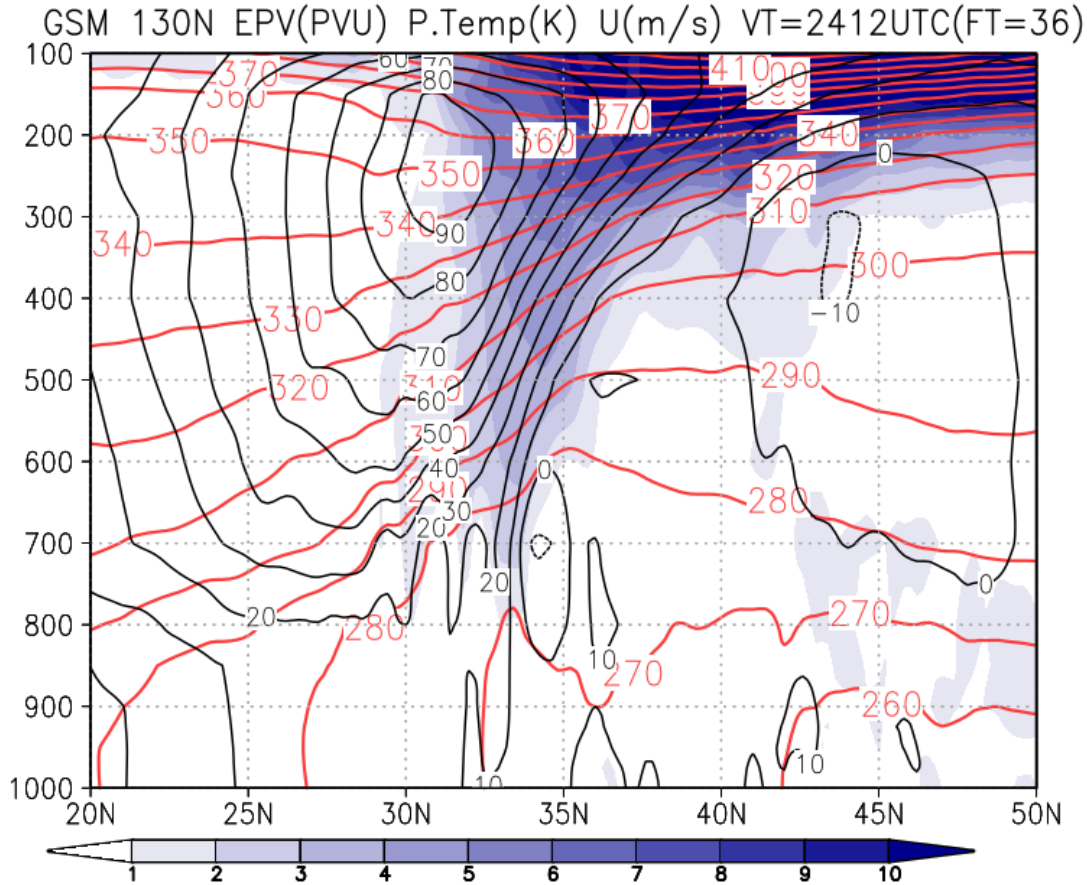
wikipediaより

- 力学的圏界面(1.5PVU)は赤い対流圏界面に相当
- 寒帯前線ジェット・亜熱帯ジェットは
  圏界面の折れ込みに存在

→**圏界面天気図は2つのジェットを1枚で表現出来る**
（合流・分流などを捉えるのに便利）

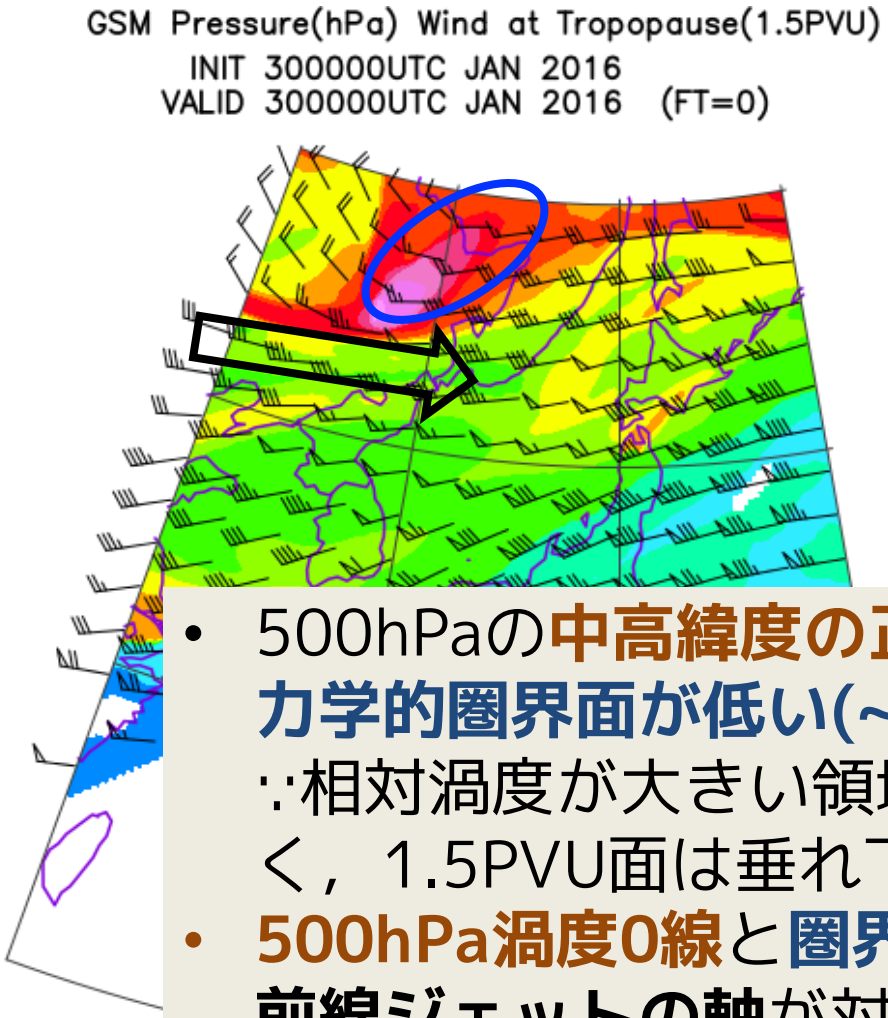
圏界面の折れ込み(断面図)

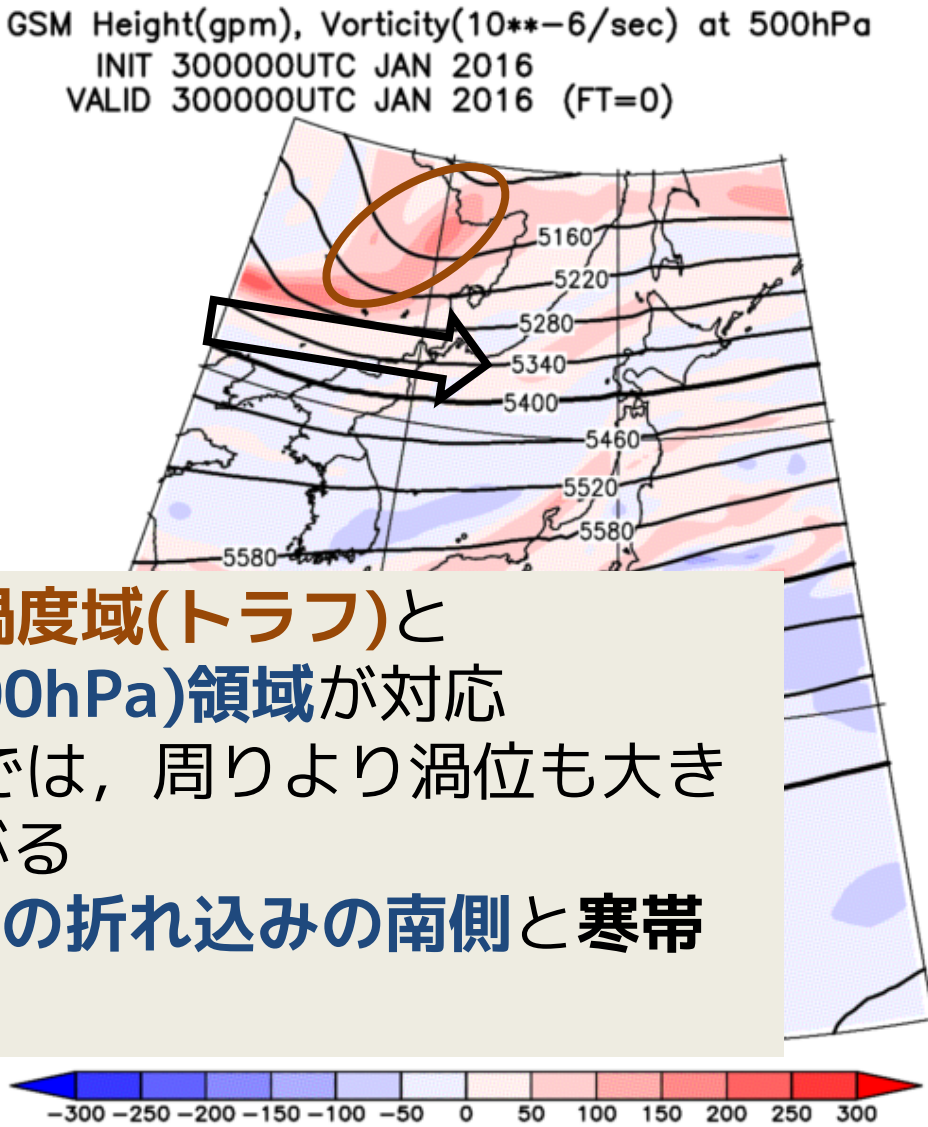




- 渦位(右図青色)が高い場所は
  a. 等温位面(赤線)の鉛直間隔の狭い(安定度が高い)成層圏
  b. ジェット軸(30N,200hPa)の北側(シア渦度が大きい)
- 1.5PVU面はジェットの北側で700hPaまで折れこんでいる

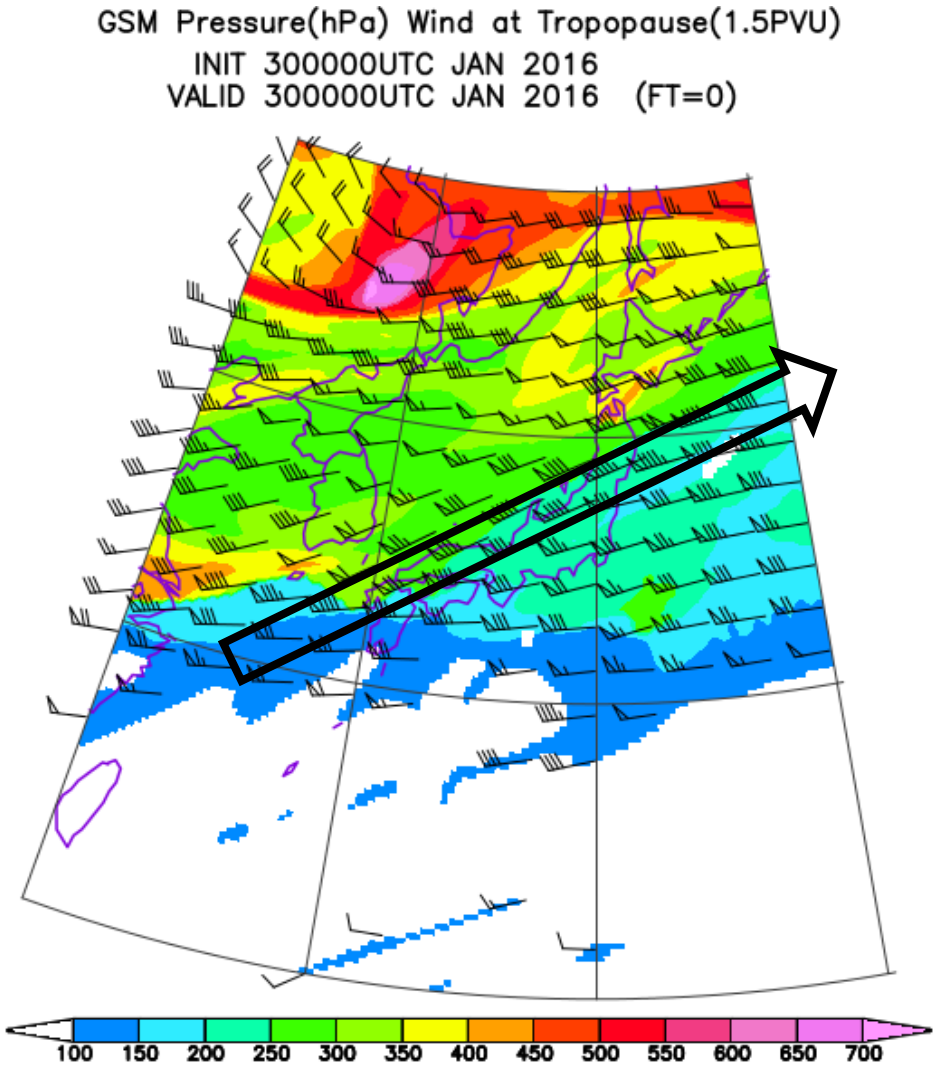
500hPa高度との比較：類似点

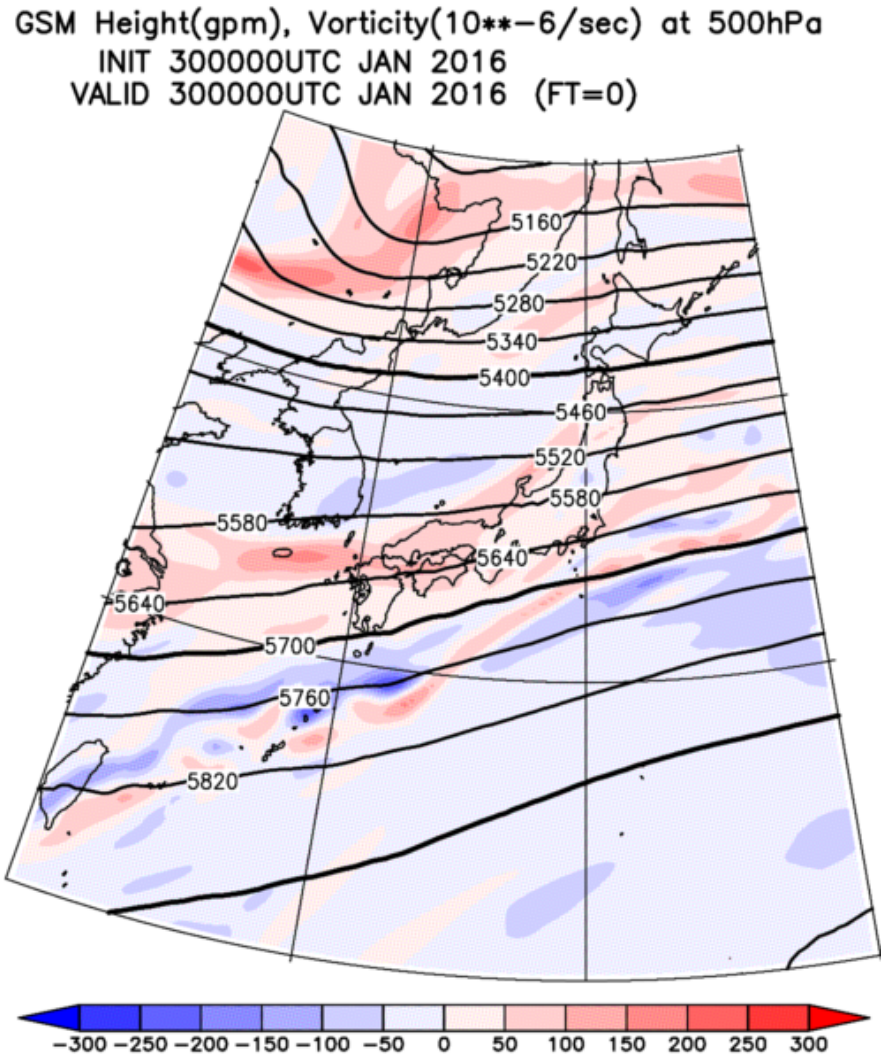




- 500hPaの**中高緯度の正渦度域(トラフ)**と**力学的圏界面が低い(~500hPa)領域**が対応
  ∵相対渦度が大きい領域では，周りより渦位も大きく，1.5PVU面は垂れ下がる
- **500hPa渦度0線**と**圏界面の折れ込みの南側**と**寒帯前線ジェットの軸**が対応

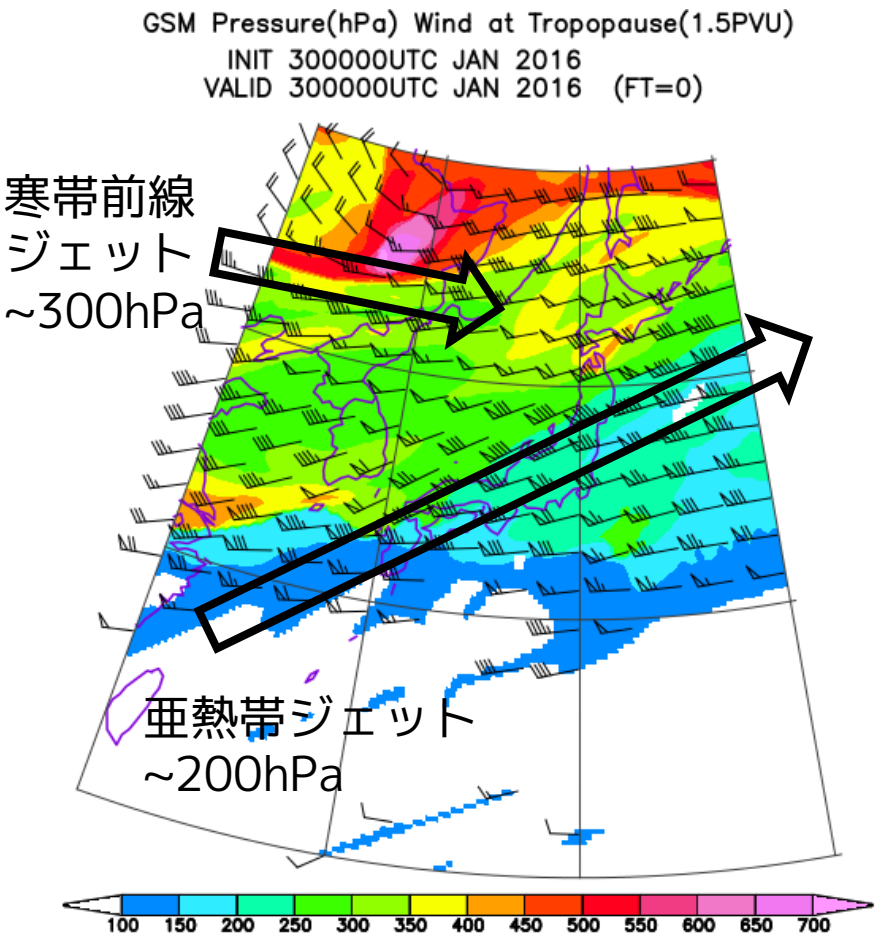
500hPa高度との比較：相違点



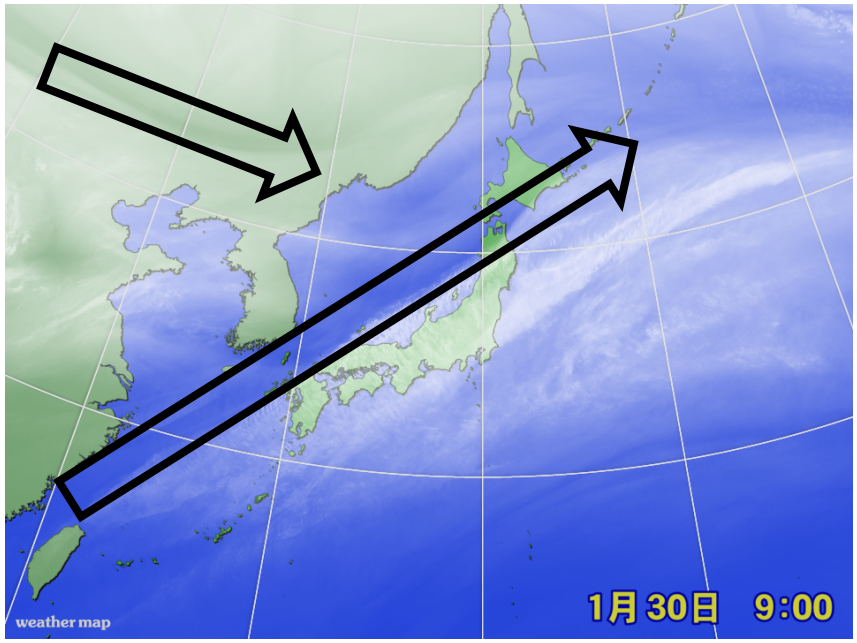


力学的圏界面では200hPa付近の**亜熱帯ジェットの高度と位置**がわかるが，500hPaでは不明

水蒸気画像との比較



ひまわり水蒸気画像



- **水蒸気画像の暗域**と**圏界面の折れ込み**が対応
- ジェットの位置は水蒸気画像でも分かるが，高度は水蒸気画像からは不明

第2節

可降水量の見方

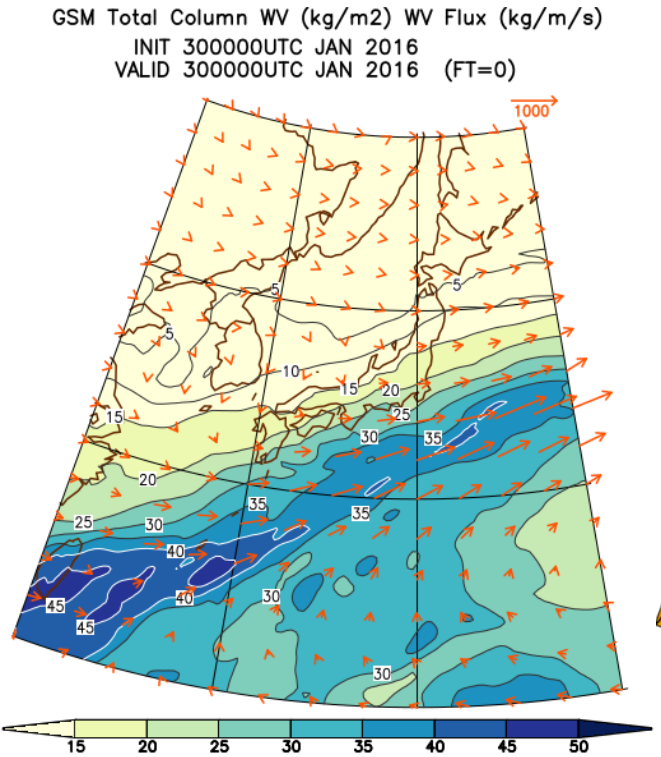
「可降水量」と「降水量」

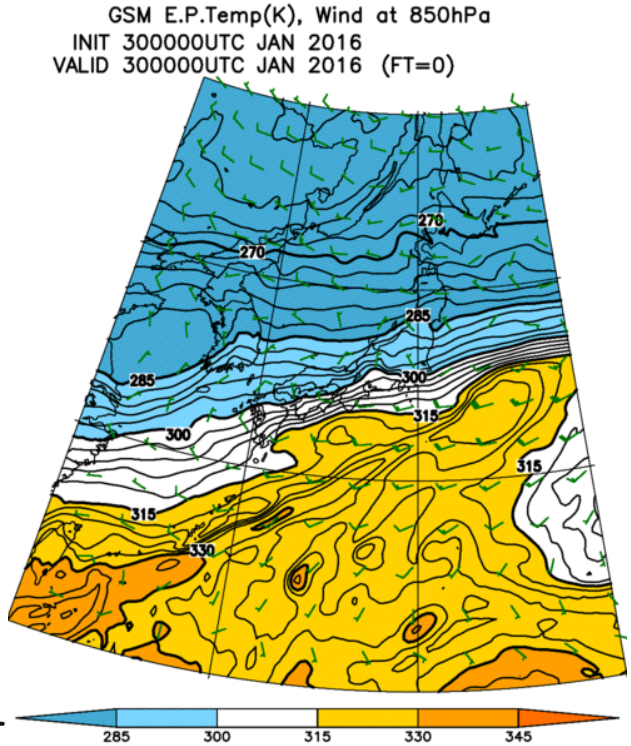
- 可降水量＝**気柱に含まれる全水蒸気量**
- 単位はkg/m^2。水の比重は1なので，　そのままkg/m^2→**mm**と考えてよい
- 可降水量はストック。降水量はフロー。
  - 基本的には水蒸気が全て雨になり湿度0%になることはないので，**ふつう可降水量＞降水量**。ただし周囲からの水蒸気収束がある場合は**可降水量を超えて雨が降ることはありうる**
  - よって 可降水量≠その地点で降る最大降水量

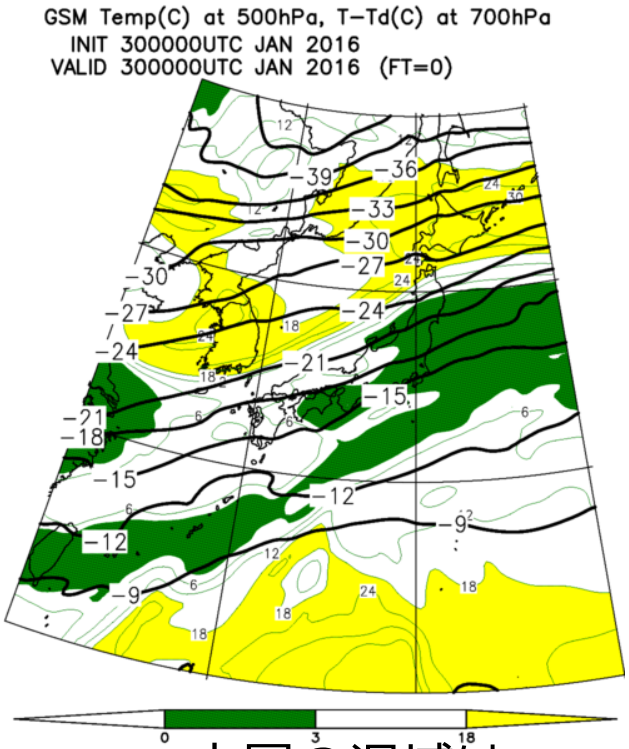
中層と下層の水蒸気

可降水量 ＝ 境界層内の水蒸気 ＋ 自由大気中の水蒸気

(地上～約800hPa)　　(約800hPa～約300hPa)







右2つが合わさった特徴

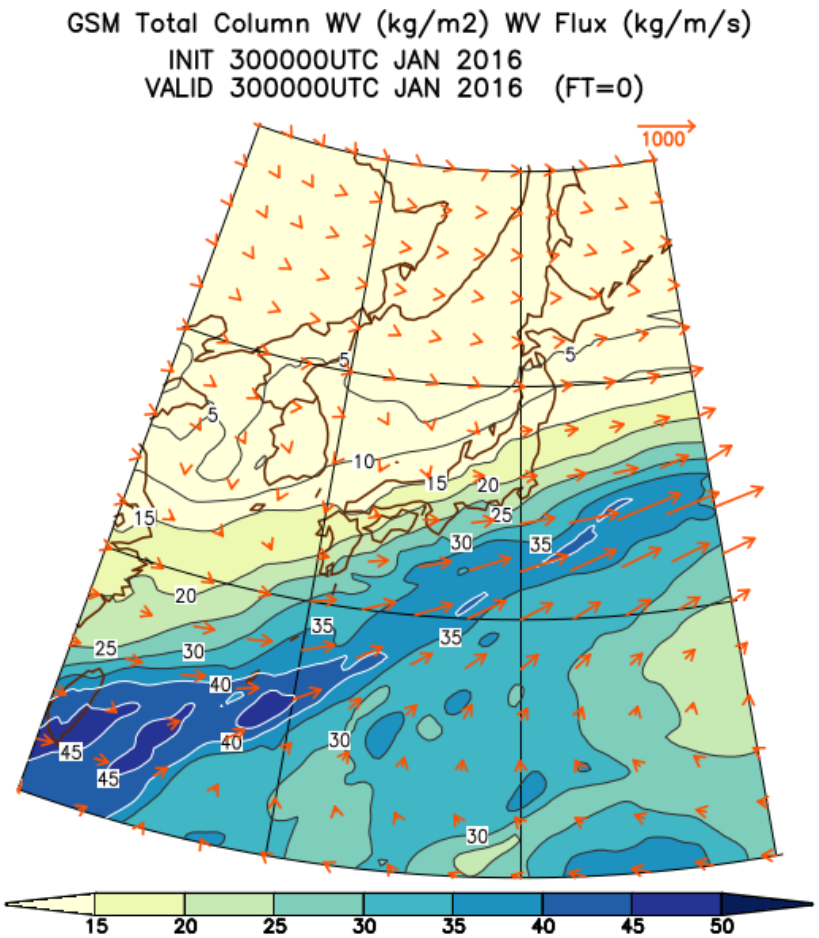
下層はベタベタ

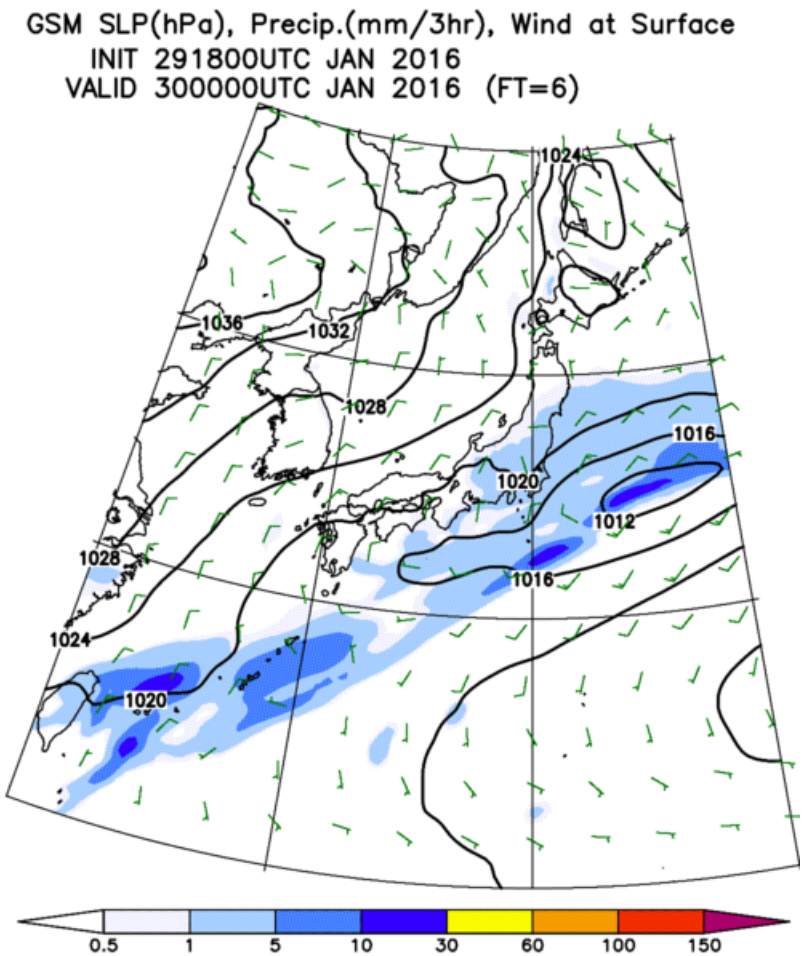
中層の湿域は
東西に細長い

水蒸気は細長いフィラメント状に輸送される

※いわゆる「湿舌」の話だが850を指すのか700を指すのかに
混乱があるのでここではこの語を用いない

「可降水量」と「降水量」





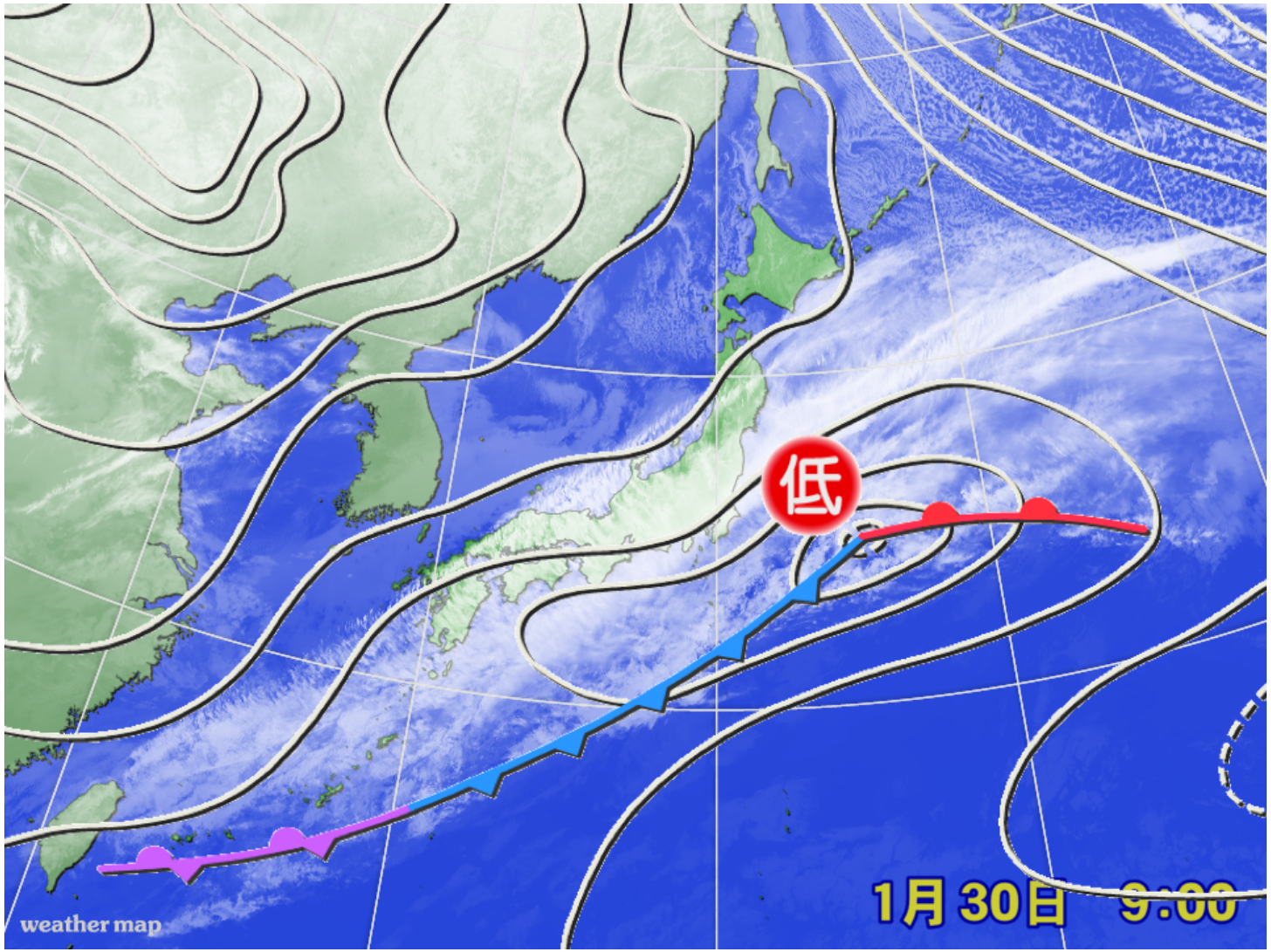
- 3時間降水量は可降水量より若干少ない
- 可降水量が高くても，必ずしも降水があるわけではない
  →降水域はT-Td<3℃の領域の方がより対応が良い

第3節

事例解析：前線上の低気圧

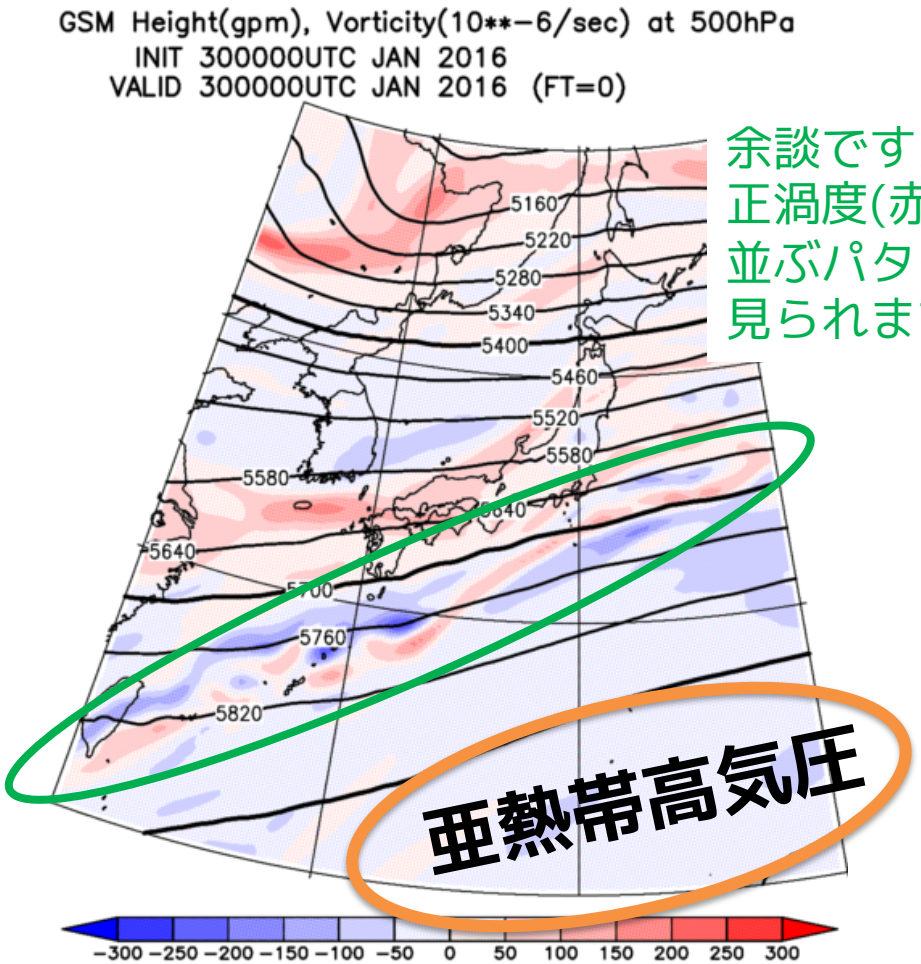
2016年1月30日の気象場

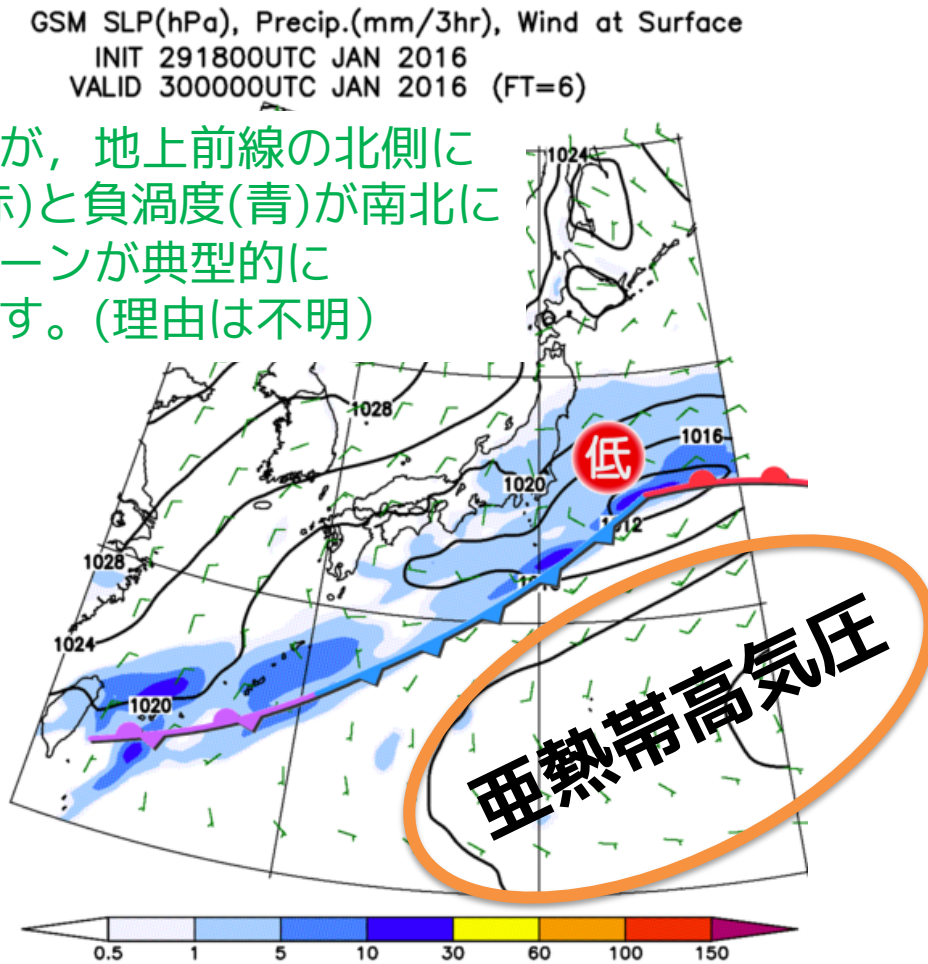
ひまわり赤外画像



日本の南岸で前線上の低気圧が発達

500hPa高度との対応

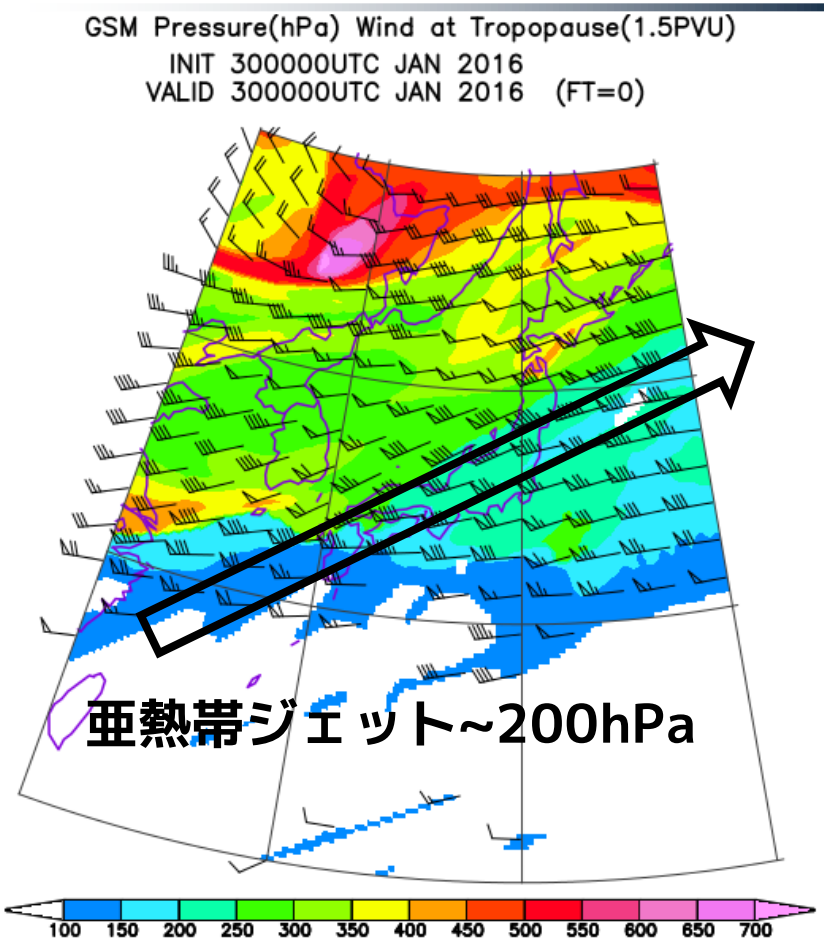


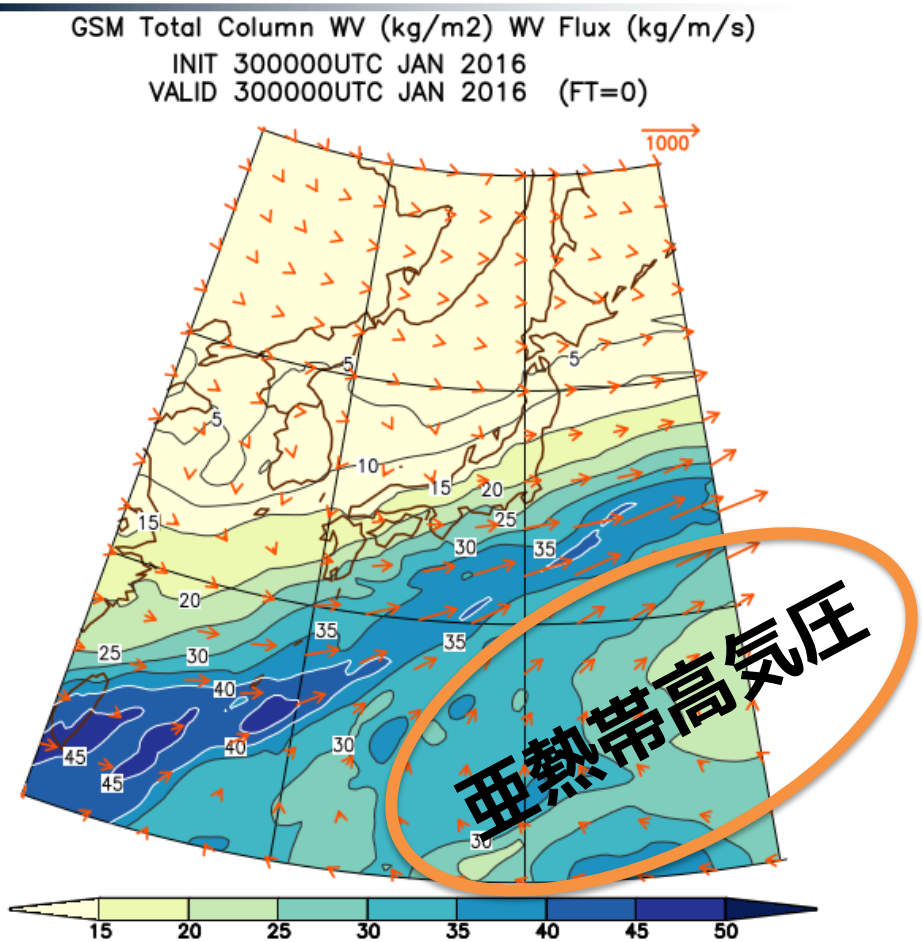


余談ですが，地上前線の北側に
正渦度(赤)と負渦度(青)が南北に
並ぶパターンが典型的に
見られます。(理由は不明)

低気圧に対応する**500hPaのトラフはあまり明瞭でない**
(5460-5640mに正渦度域は見られる)

前線と亜熱帯ジェットの関係　18





- 水蒸気はサブハイの縁辺を回る北向き輸送(下層,境界層)とフィラメント状の東向き輸送(中層,自由大気)により供給
- **降水域・可降水量が多い領域は亜熱帯ジェットと亜熱帯高気圧にはさまれた領域**

なぜ亜熱帯ジェットの南側か？ 19

- 夏季亜熱帯ジェットの南側では**力学的に上昇流が励起**され，**水蒸気量・降水量が多くなる**ことが指摘されている (Horinouchi,2014)
- 上昇流により降水が生じると，凝結時の潜熱解放が生じ，これによる非断熱加熱により上昇流が強化される(正のフィードバック)
- 今回の事例は冬だが，同様のメカニズムが働いたと考えることができる

まとめ

- 力学的圏界面図により寒帯前線・亜熱帯ジェットの両方の位置・高度・合流・分流を把握できる

- 前線帯での降水を亜熱帯ジェット・可降水量と合わせて見ることで，従来の500hPaトラフとの対応では説明できなかった前線に伴う降水域の解釈が可能に

参考文献

小倉義光(2000)：総観気象学入門，東大出版会，289pp.

黒良龍太・森浩俊・加藤 輝之(2014)：予報作業における渦位の利用について. 量的予報技術資料, 19, 49-61. http://www.jma.go.jp/jma/kishou/books/yohkens/19/chapter3.pdf

Horinouchi, T. (2014): Influence of Upper Tropospheric Disturbances on the Synoptic Variability of Precipitation and Moisture Transport over Summertime East Asia and the Northwestern Pacific. JMSJ, 92(6), 519-541.

黒良ほか(2014)は力学的圏界面図の利用についてより詳しく解説してある。渦位に関する日本語の文献には小倉(2000)があげられる。