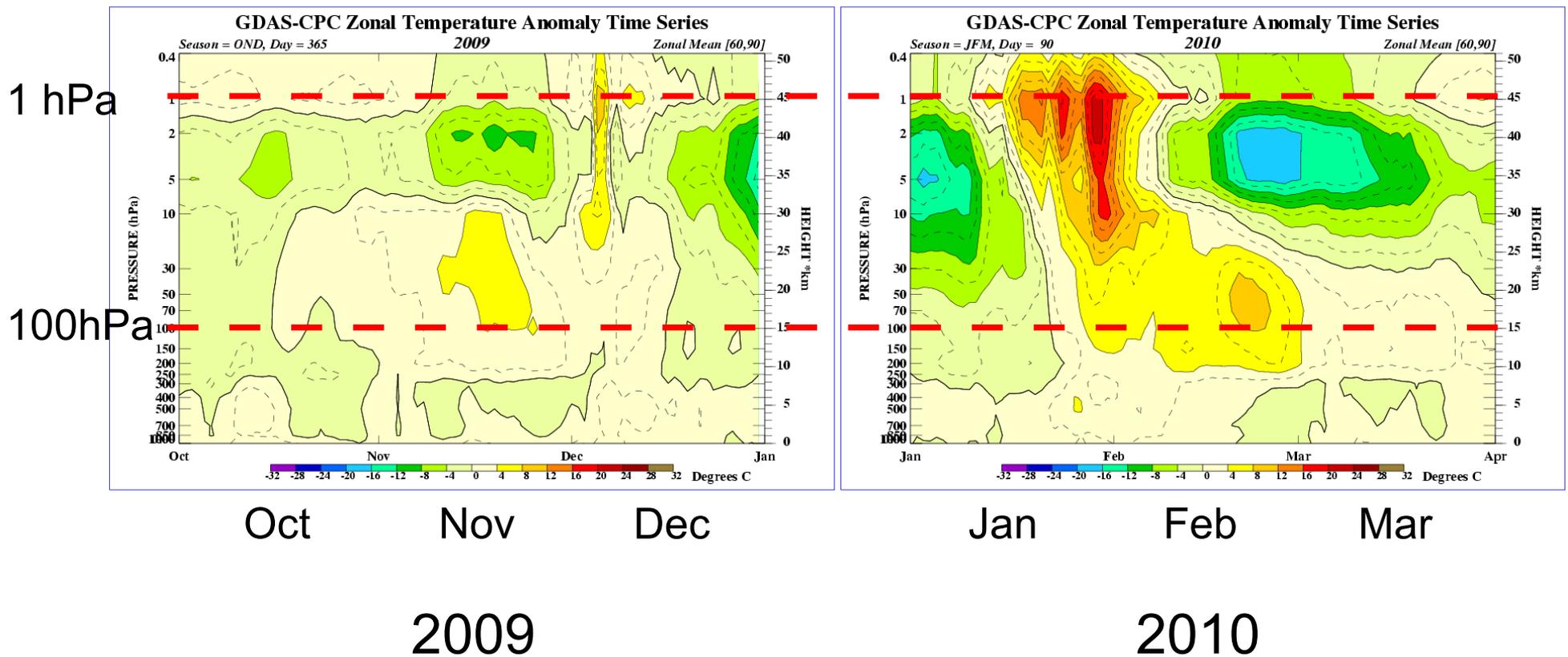


西太平洋パターンと極域成層圏の 気温低下

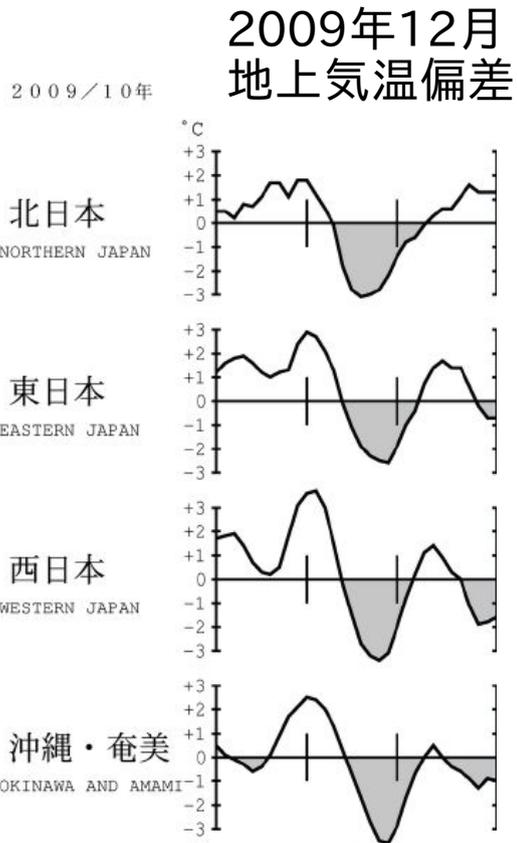
*西井和晃、中村尚(東京大学)
Y. J. Orsolini(NILU)

長期予報研究連絡会
平成22年9月28日

2009/10年冬季の成層圏気温偏差(時間一高度)



2009年12月中旬の寒波



850hPa気温偏差

11-15日平均

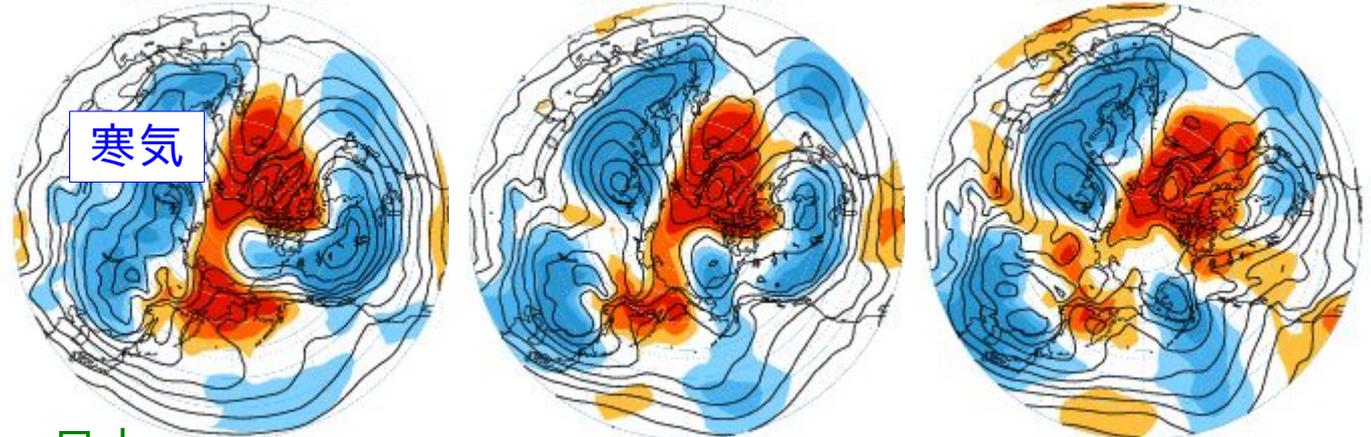
13-17日平均

15-19日平均

T850 11-15 Dec2009

T850 13-17 Dec2009

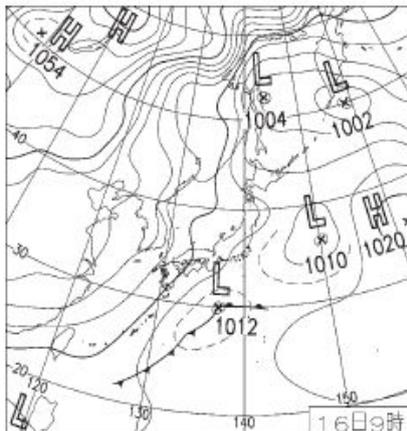
T850 15-19 Dec2009



寒気

日本

12/16



16日(水)強い寒気南下 (天気)

- 12月中旬に日本付近への強い寒気の吹き出し

西太平洋(Western Pacific)パターン

11-15日平均

13-17日平均

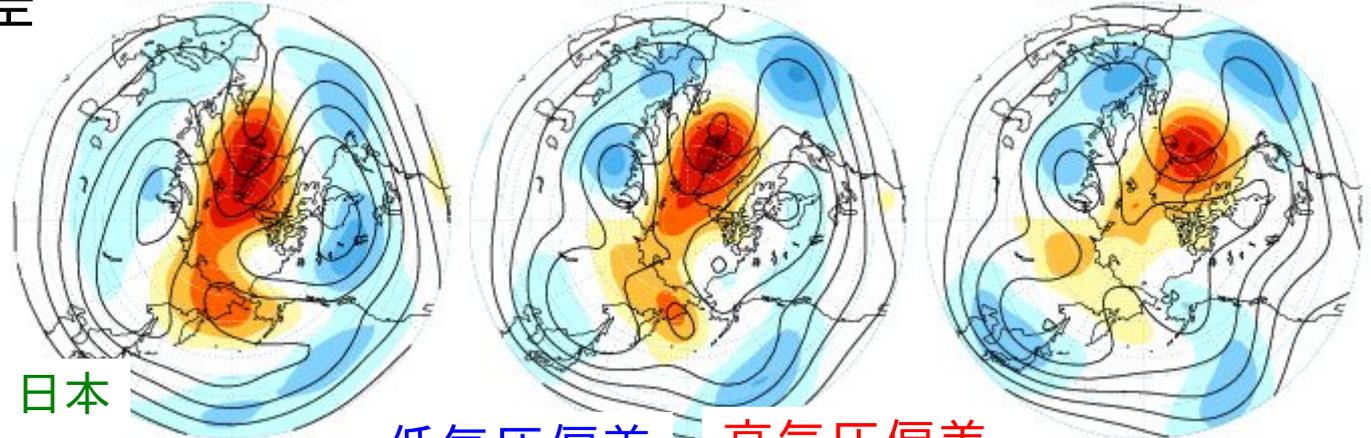
15-19日平均

250hPa高度場偏差

z250 11-15 Dec2009

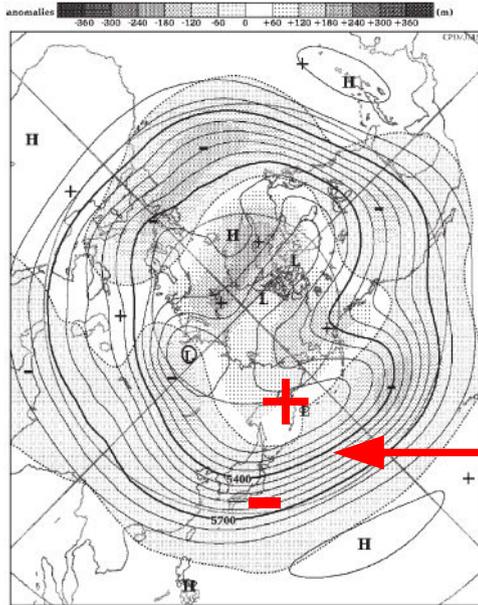
z250 13-17 Dec2009

z250 15-19 Dec2009



低気圧偏差 高気圧偏差

2009年12月平均
500hPa高度場偏差



- 極東上空の高度場偏差の南北双極子構造
 - 西太平洋(Western Pacific)パターン;
WPパターン
 - 月平均高度場偏差に名残り
 - La Nina年に発生する傾向

2009年12月の北半球月平均500hPa 高度および平年偏差
等値線間隔は60m. 日本 偏差. 平年値は1979~2004年のデータから作成.

(天気)

WPパターンと「渦位の碎波」とブロック高気圧

11-15日平均

13-17日平均

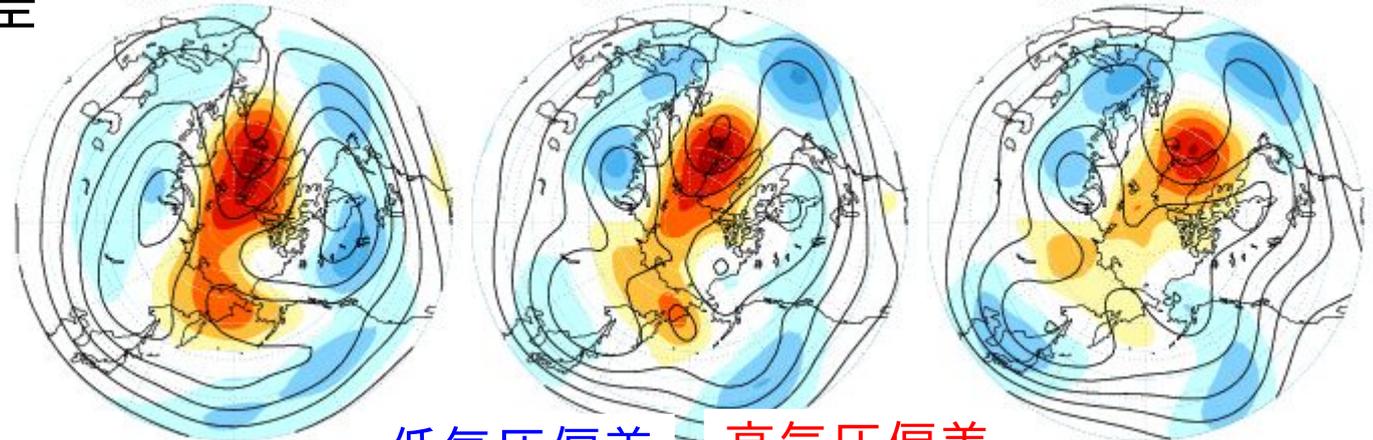
15-19日平均

250hPa高度場偏差

z250 11-15 Dec2009

z250 13-17 Dec2009

z250 15-19 Dec2009



低気圧偏差 高気圧偏差

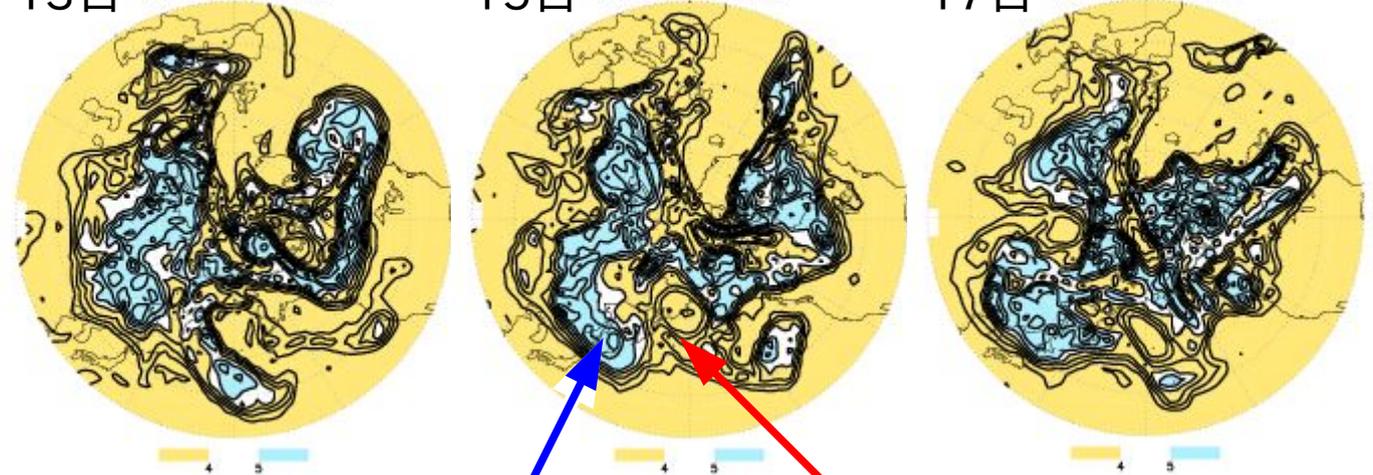
310K温位面渦位

13日 PV310 2009dec13

15日 PV310 2009dec15

17日 PV310 2009dec17

ほぼ対流圏界面上の
空気塊を表す

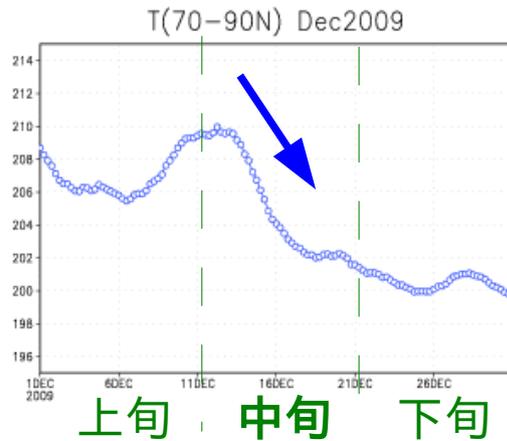


高緯度の気塊 低緯度の気塊

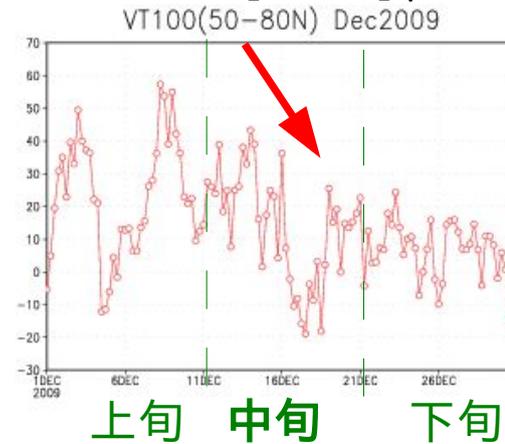
低緯度側の空気塊が高緯度へ進入し「碎波」が発生 → ブロッキング高気圧の特徴

WPパターンと成層圏気温の低下

50hPa北極域
平均気温(12月)

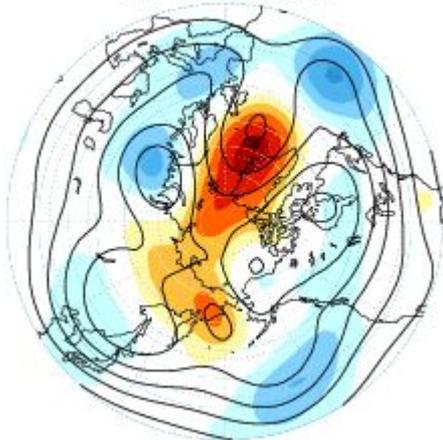


高緯度平均100hPa 極向き
熱フラックス[V*T*](12月)



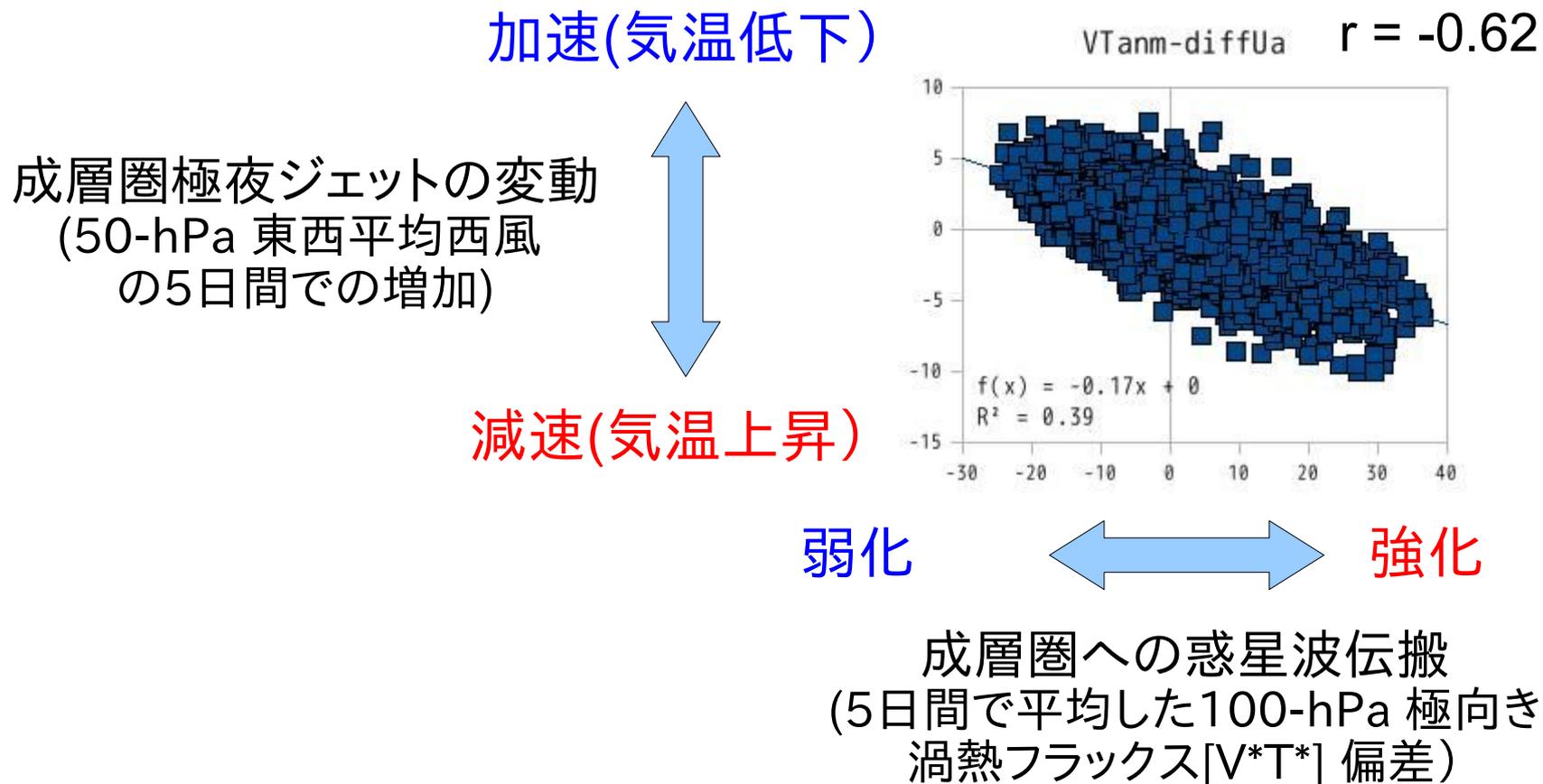
13-17日平均

z250 13-17 Dec2009



- 12月中旬に成層圏気温の急激な低下
 - 対流圏から成層圏への惑星規模波動伝搬の抑制
 - 極向き熱フラックスはE-Pfluxの上向き成分(上向き惑星波伝播)に相当

成層圏最下層の極向き熱フラックスと成層圏極渦



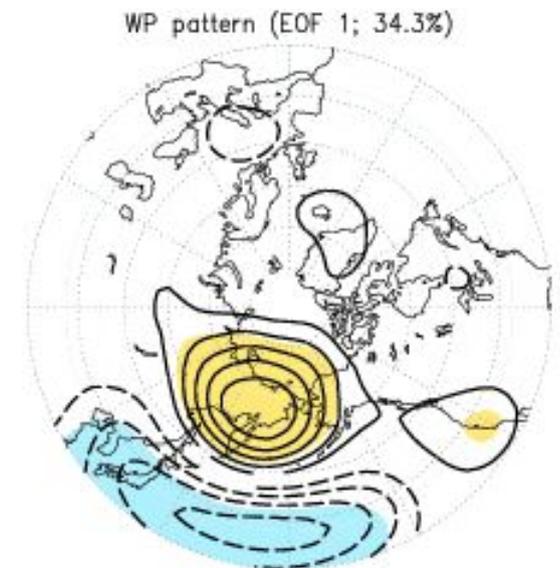
100hPa極向き渦熱フラックスが弱化すると、
成層圏の極域で気温が低下する傾向

本研究の目的と用いたデータ

- 2009年12月に見られたWPパターンに伴う成層圏気温の低下は普遍的な現象なのか検証する
- 惑星波伝搬が弱化したメカニズムを明かにする
- 用いたデータ
 - JRA25再解析データ(JCDASも)
 - 1979-2008年
 - 移動性高・低気圧を取り除くため、8日間の低周波フィルタを施す

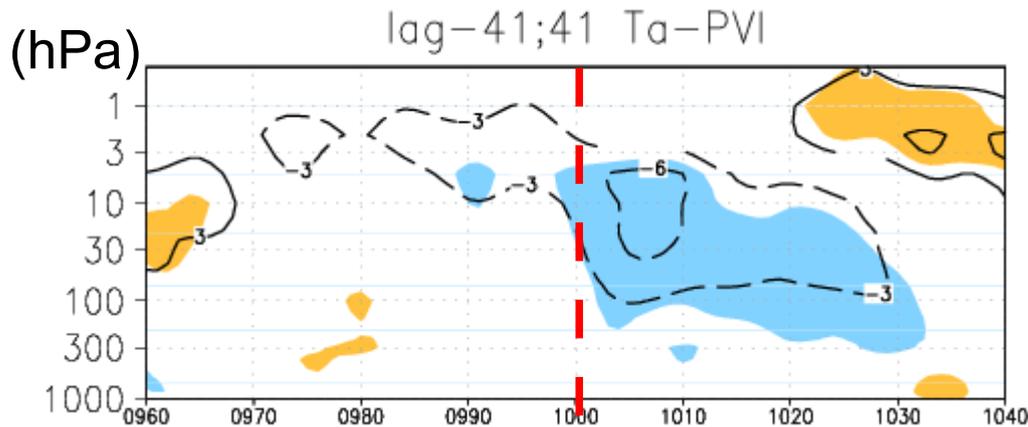
WPパターンイベントの抽出

- Western Pacific (WP)パターン
 - 冬季月平均500hPa高度場偏差にEOF解析を施して得られた第一モード
 - 北西太平洋(20N-70N, 120E-180)
 - 1979/80-2007/8, NDJFM
- 得られたパターンへの日ごとの500hPa高度偏差場の射影をとり、これをWPパターン指数と定義する
- WPパターン指数が3標準偏差を越えた18イベントを抽出



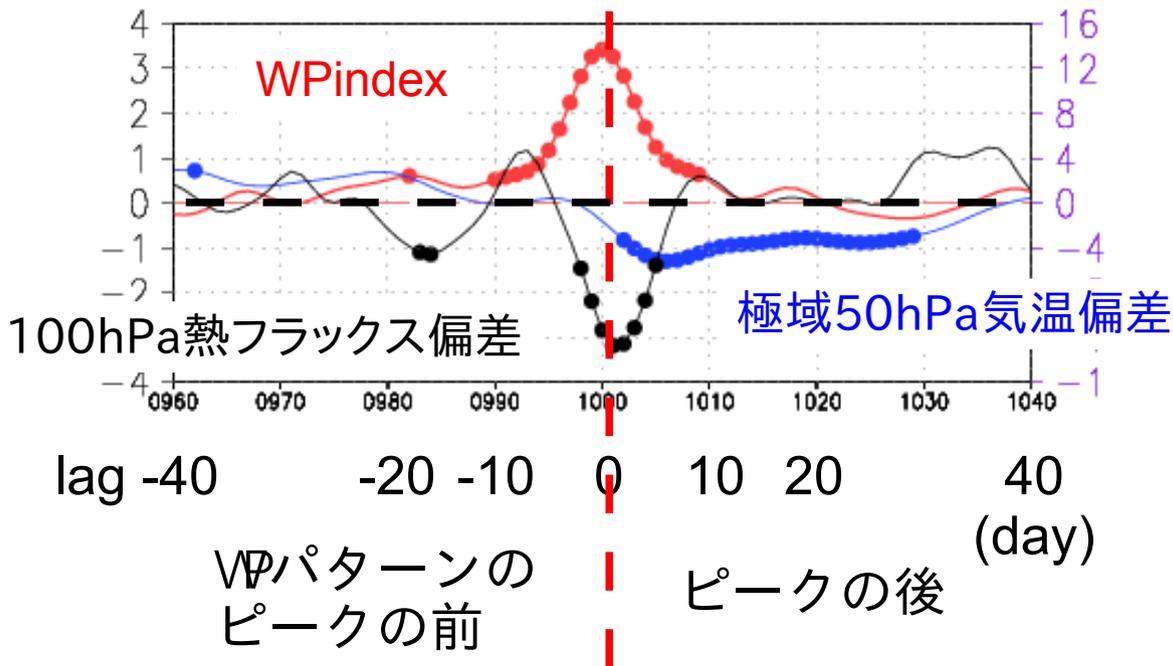
気温偏差と熱フラックス(合成図)

極域(70-90N)で平均した気温偏差



有意な高温偏差

有意な低温偏差



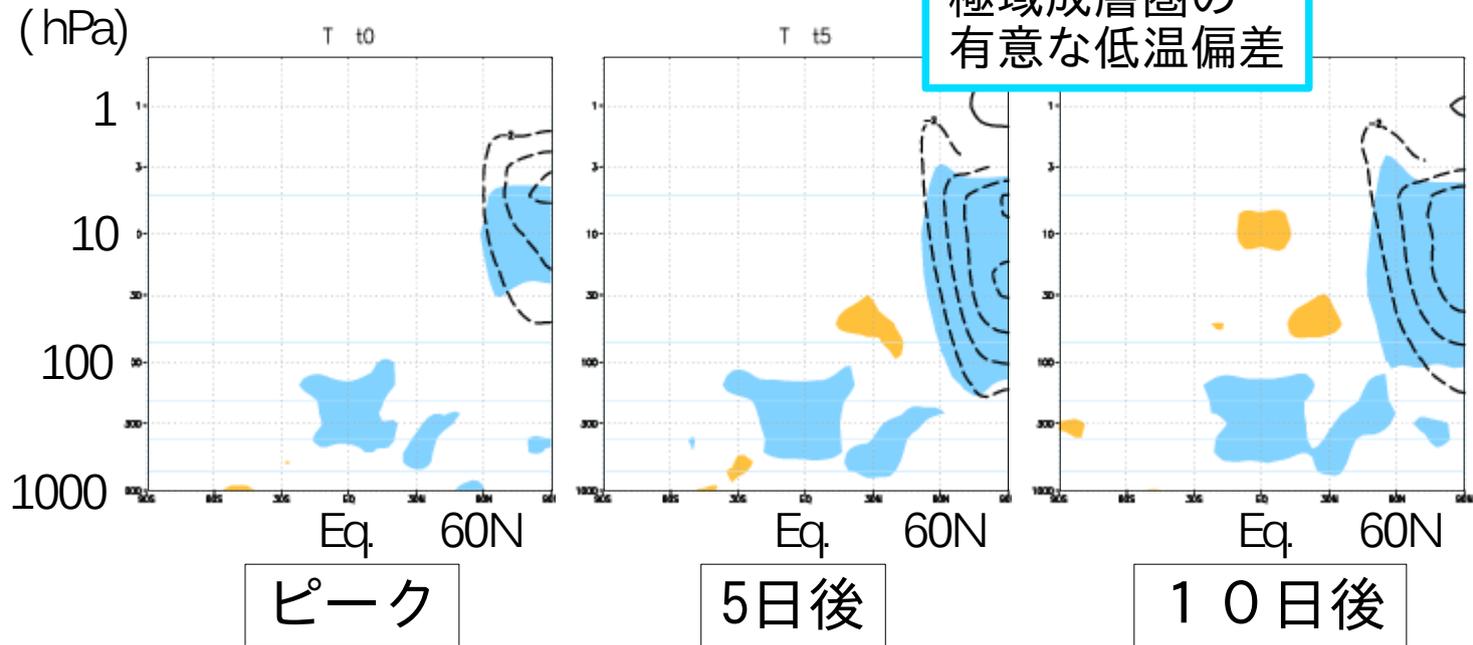
WPパターンに伴って

- 熱フラックスの弱化
- 上向き惑星波伝播の弱化
- 成層圏気温の低下

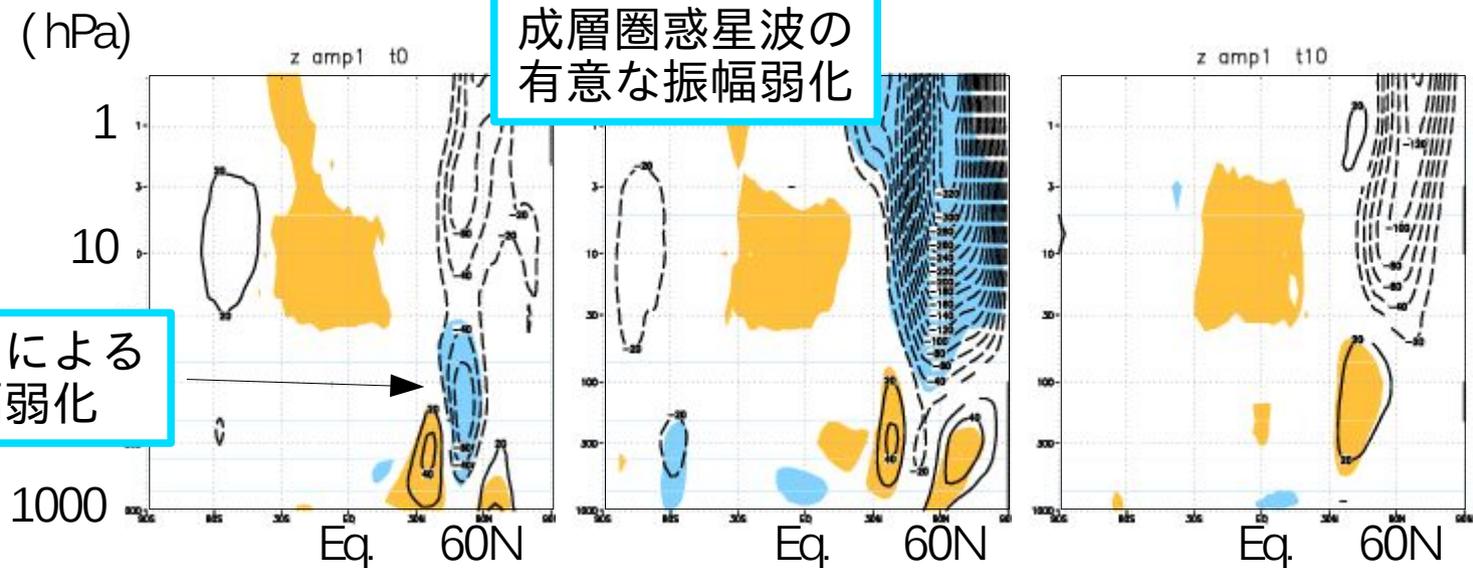
(点は95%有意なシグナル)

WPパターンに伴う気温偏差と波の振幅(南北高度分布)

東西平均
気温偏差

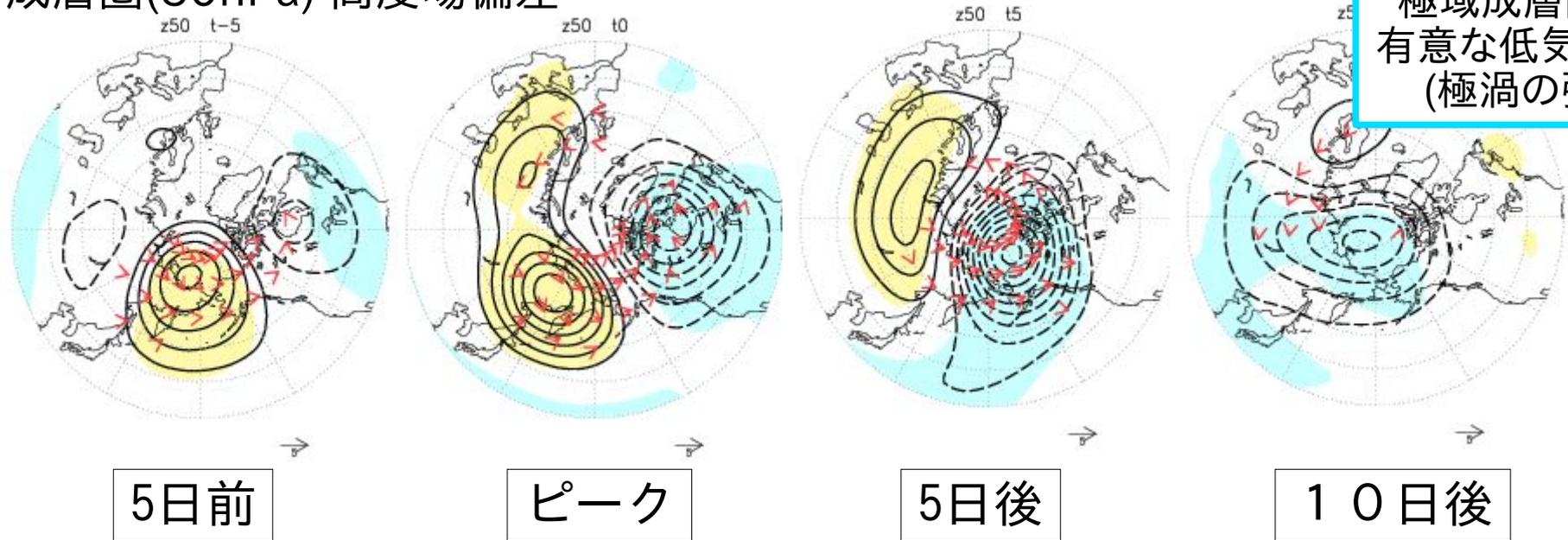


東西波数
1成分
振幅偏差

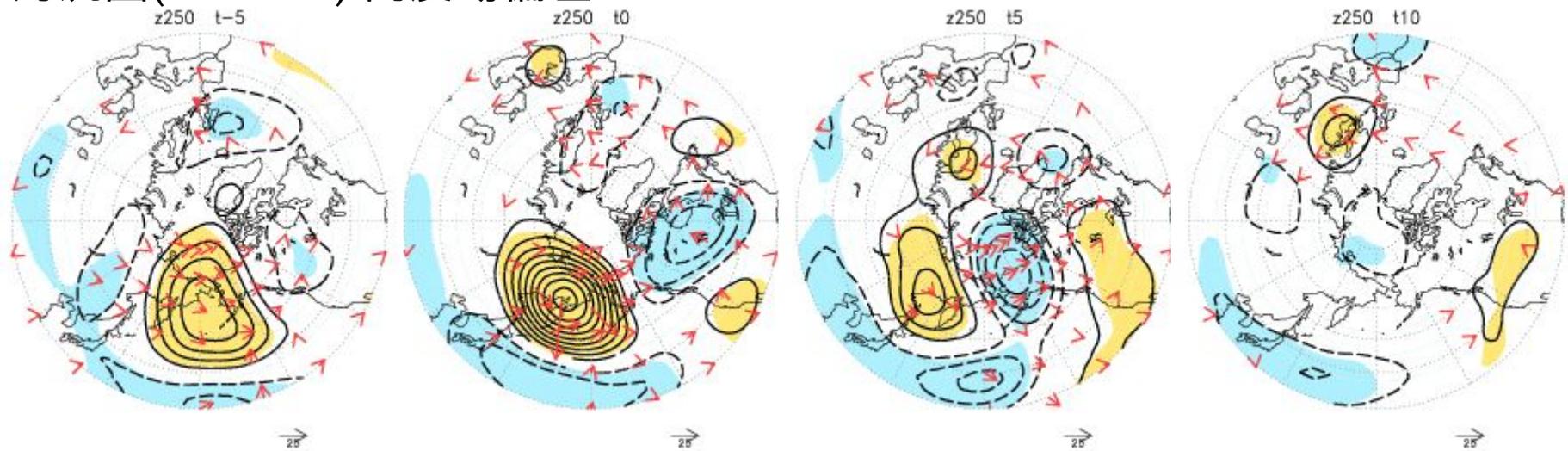


WPパターンに伴う高度場偏差

成層圏(50hPa) 高度場偏差

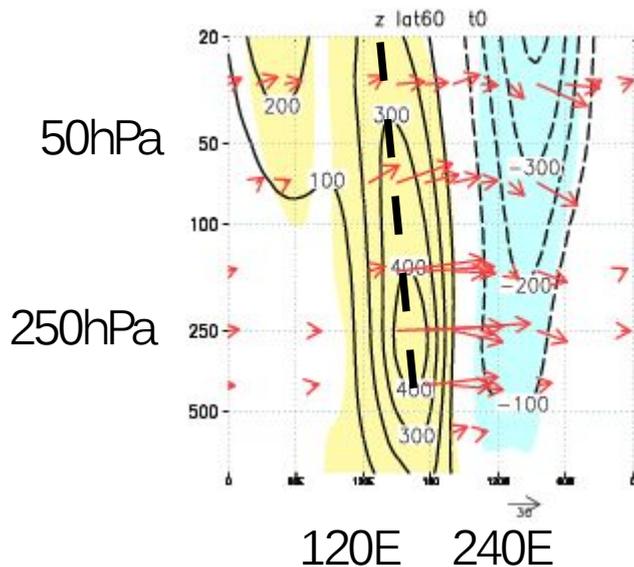


対流圏(250hPa) 高度場偏差



WPパターンに伴う上向き波束伝播

北緯60度での高度場偏差の
東西高度断面（ピーク）



赤矢印；波活動度フラックス
(Takaya and Nakamura 2001)

- 偏差自体は上向き波動伝播を示唆
 - 偏差の位相線は高さとともに西に傾く
 - 波活動度フラックス(波の“エネルギー”伝播)も上向き
 - 東西方向に局所的な上向き伝播する“波束”
- 偏差場自体が物理的実態を持つように見える
- WPパターンに伴う上向き惑星波伝播の抑制と一見矛盾する

熱フラックスを偏差成分と気候平均成分に分ける

熱フラックス $[V^*T^*]$ の偏差は、3つの成分に分けられる

$$[V^*T^*]_a = \underbrace{[V_a^*T_a^*]}_1 + \underbrace{[V_c^*T_a^*] + [V_a^*T_c^*]}_2$$

“a”; 偏差場, “c”; 気候平均場, “*”; 東西平均からのずれ

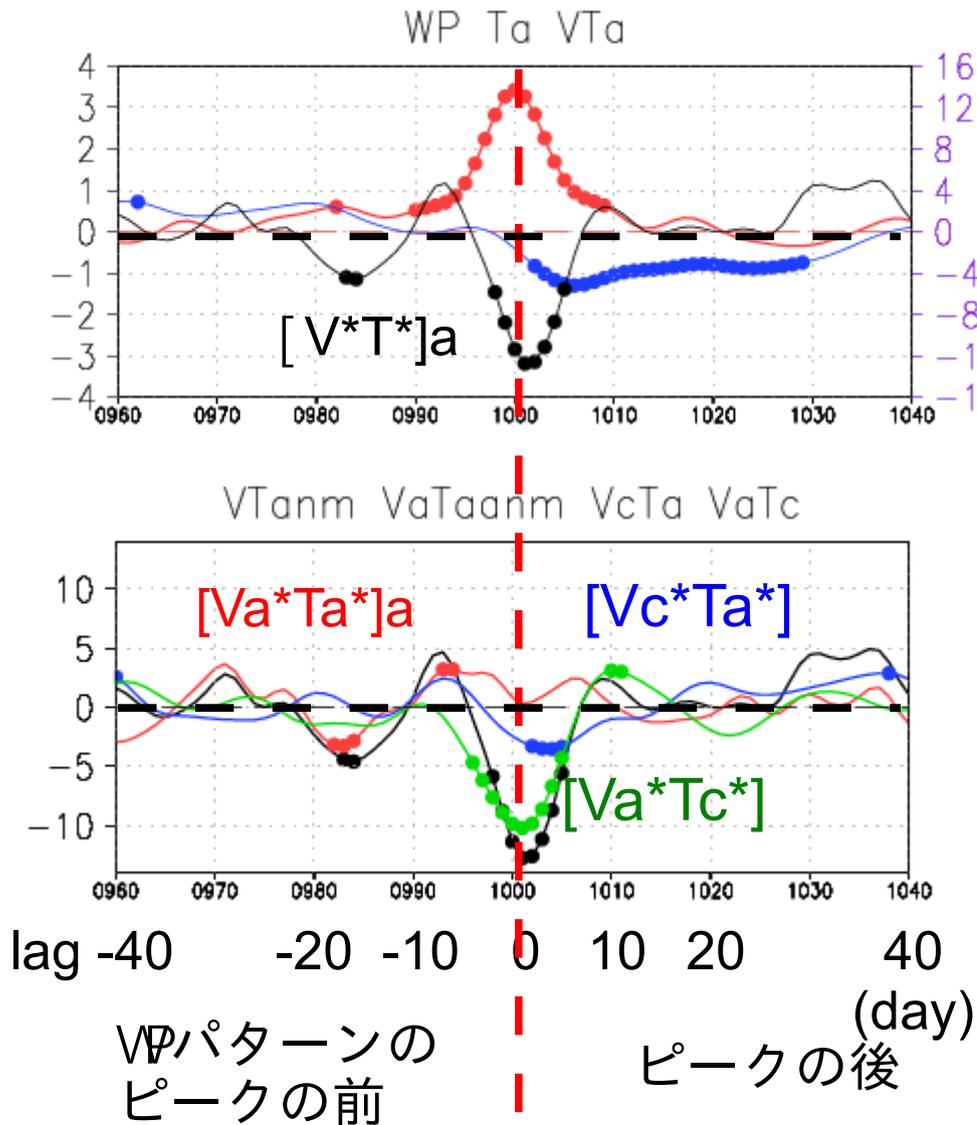
- 偏差場はしばしば波束伝播に伴って観測される
- 気候平均惑星波が常に存在すると仮定

1. 上向き波束伝播の異常増幅

- Takaya and Nakamura (2001)で定義されるfluxを東西平均したものの偏差に近似的に等しい

2. 偏差場(波束)と気候平均惑星波の“干渉”

WPパターンに伴う各熱フラックス成分



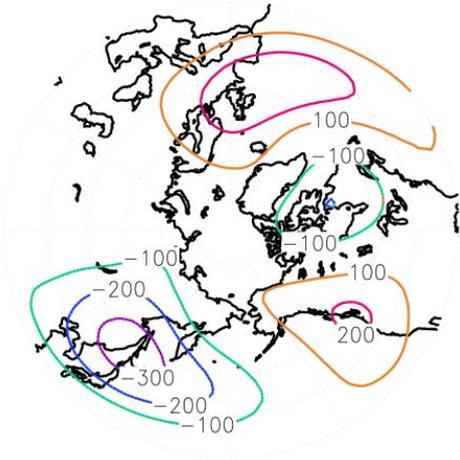
(点は有意な偏差を表す)

- $[Va^*Ta^*]_a$ は有意に正ではない
 - 波束伝播の強さ自体は特に顕著ではない
- フラックス偏差は主に $[Va^*Tc^*]$ による
- $[Vc^*Ta^*]$ は副次的
 - 波束と気候平均惑星波の“干渉”が重要

波束と気候平均惑星波の相互作用

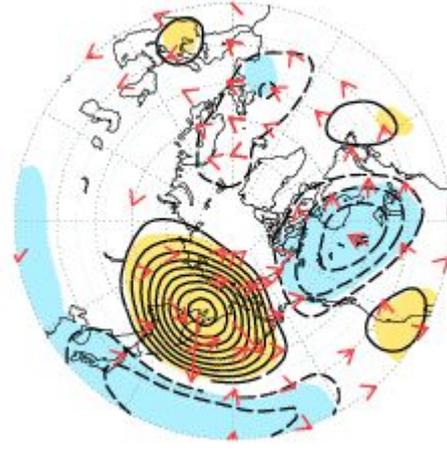
気候平均250hPa高度場
(東西平均からのずれ)

Z*250 January JRA25



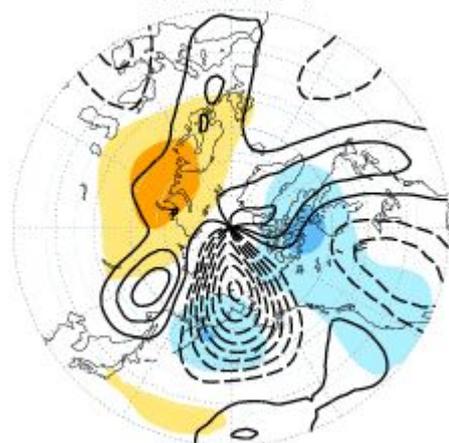
ピーク時250hPa高度場
(気候平均からのずれ)

z250 t0

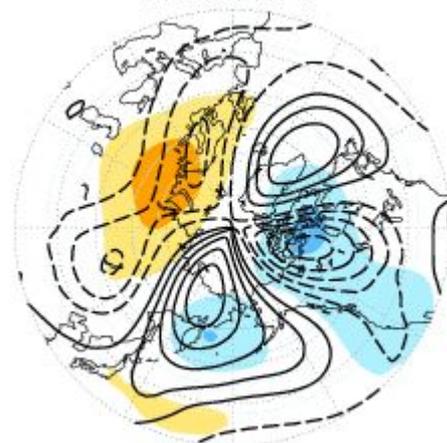


25

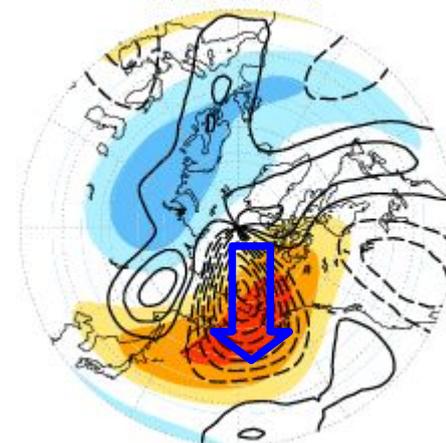
$Va^* - Ta^*$
(100hPa)
v100 vad Tad t2



$Vc^* - Ta^*$
(100hPa)
v100 vcd Tad t2



$Va^* - Tc^*$
(100hPa)
v100 vad Tcd t2



- WPパターンの高気圧偏差が気候平均トラフを打ち消す
- 気候平均の暖域で北風偏差による負の熱フラックス

線 ; 南北風
影 ; 気温 16

まとめ

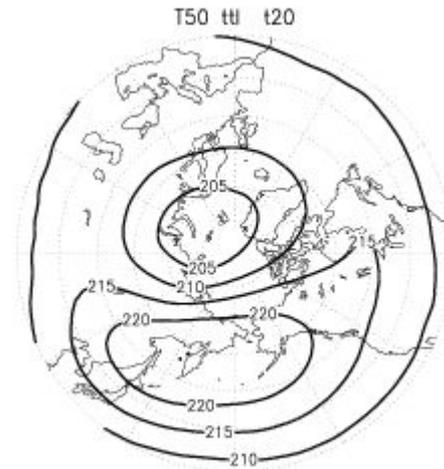
- 正のWPパターンイベントに伴って、成層圏の気温が有意に低下することを示した。
 - 対流圏での東西波数1の振幅の弱化
 - 上向き波束と気候平均惑星波の相互作用
 - 成層圏へ上向き伝播する惑星波が抑制
- ブロッキングが成層圏の気温を低下させる事例
 - ブロッキングと成層圏突然昇温との関係への示唆

K. Nishii, H. Nakamura and Y. J. Orsolini, (2010), “Cooling of the wintertime Arctic stratosphere induced by the Western Pacific teleconnection pattern”, *GRL*, 37, L13805

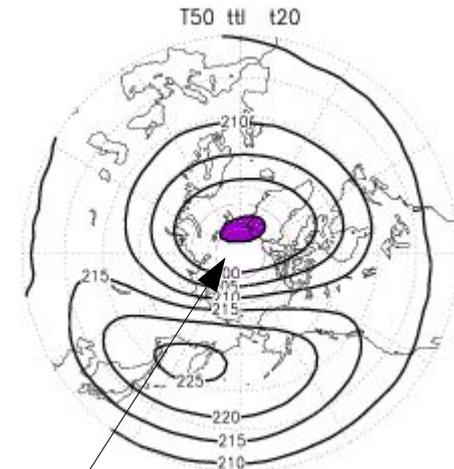
WPパターンに伴うPSC potential

Date	WP index
1980/1/10	3.368
1982/2/13	2.995
1982/10/22	3.056
1984/1/20	3.949
1985/2/15	3.072
1986/2/23	3.013
1989/3/19	4.152
1989/12/20	3.219
1994/2/25	3.705
1995/3/7	3.284
1995/11/30	4.002
1997/1/28	3.392
2001/3/24	3.053
2003/3/10	3.59
2005/11/15	3.243
2005/12/3	4.043
2006/11/13	3.16
2007/3/17	3.359

ピーク後20日後の50hPa気温



すべてのイベント
の合成



10月から1月までの
9イベントのみの合成

195K以下の領域

- 195KはPSC形成の目安 (Newman et al 1995, GRL)

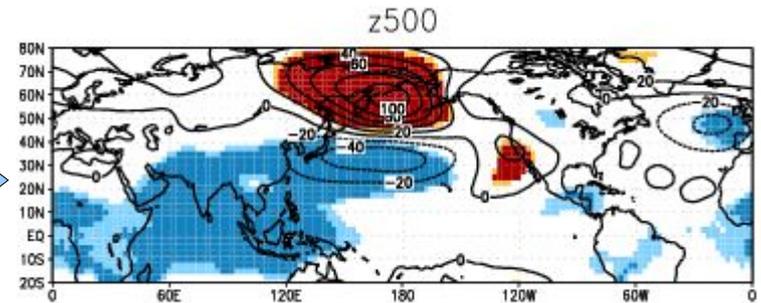
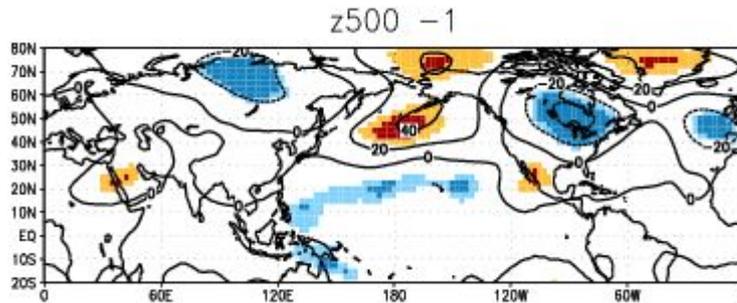
- 初冬のWPパターンに伴って PSC形成の可能性

WPパターンに伴う高度場、気温、SSTの月平均偏差 (合成図)

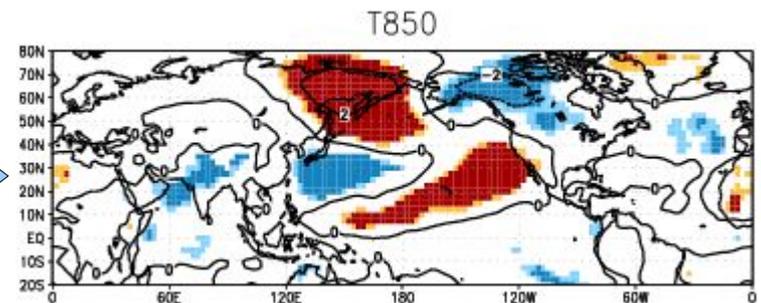
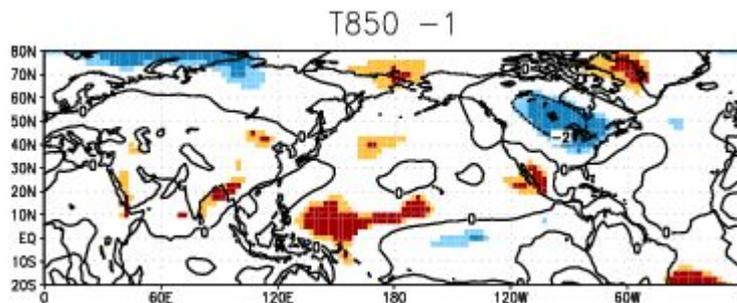
ピークの1ヶ月前

WPパターンのピーク月

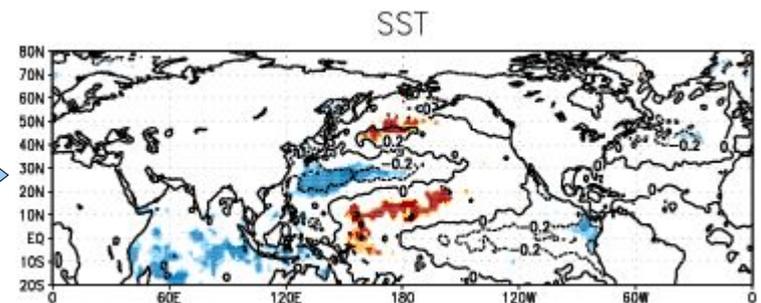
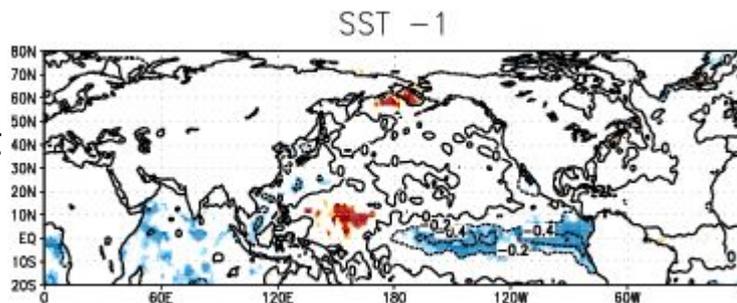
高度場偏差
500hPa



気温偏差
850hPa



海面温度偏差
(SST)

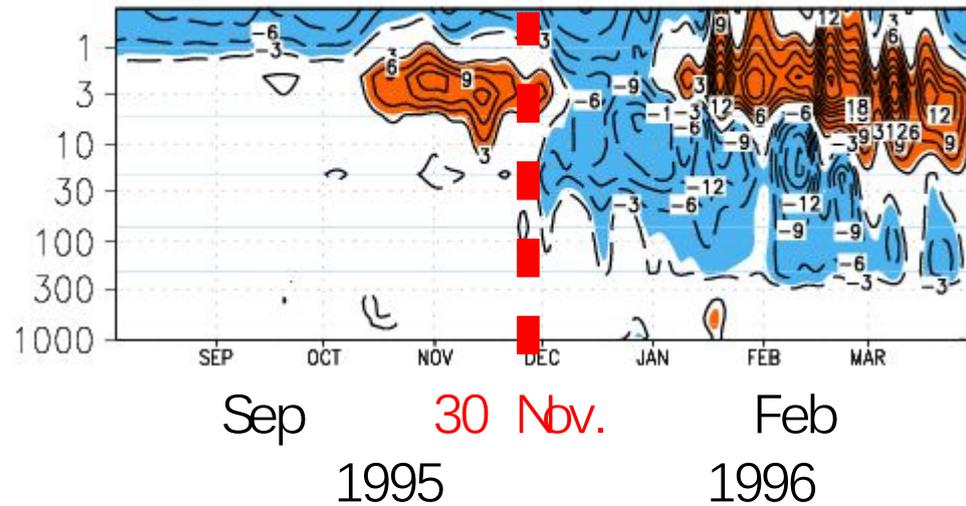


赤、青の影はそれぞれ正と負に有意な偏差(95%有意水準)

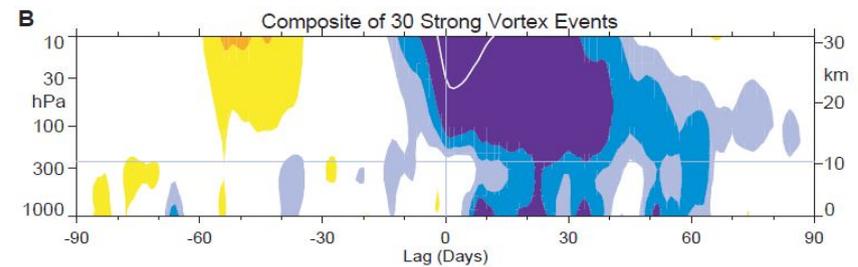
1995/96年冬季の極域気温の時間発展(事例解析)

極域(70-90N)で平均した気温偏差

(hPa) $T_a(70-90N)$ 2dec1995 (-120;120day)



正のNAMイベントの合成図

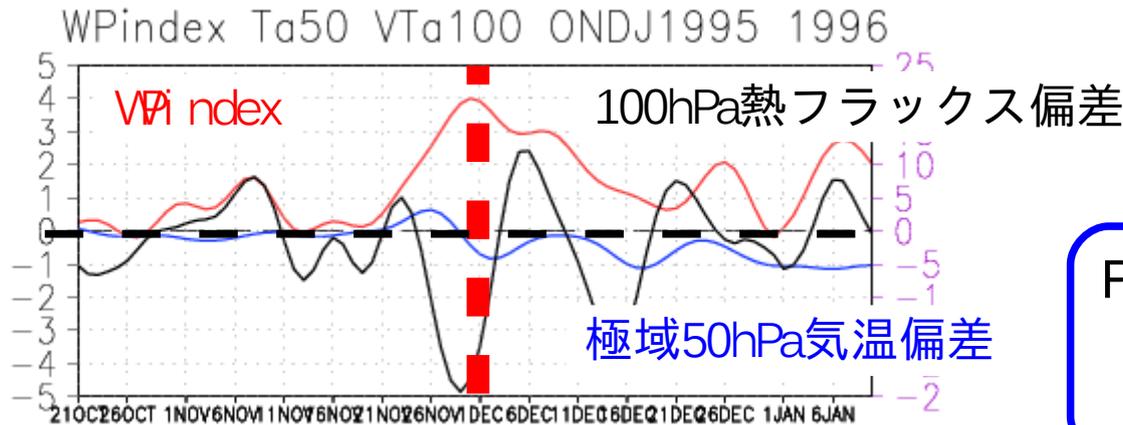


Balchwin and Dunkerton (2001, Science)

- WPパターンイベント直後から成層圏気温が低下
- 正の環状モード(NAM)イベント(極渦の強化)の合成図に似た時間発展

1995/96冬季の対流圏(250hPa)での渦位(PV)

30 Nov.

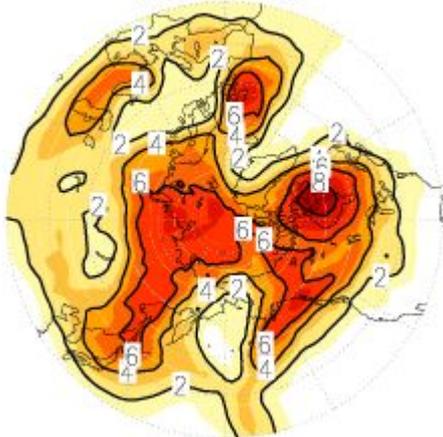


PVの低気圧性回転を伴う碎波
(ブロッキング高気圧の特徴)

Oct

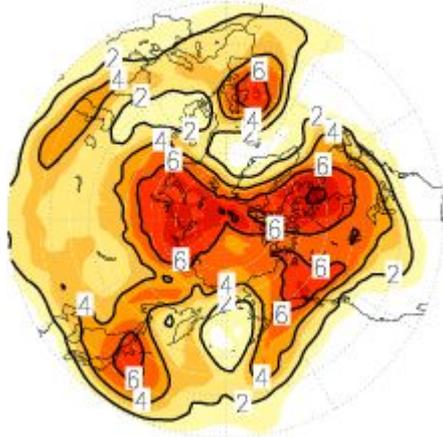
11/26

PV250 19951126



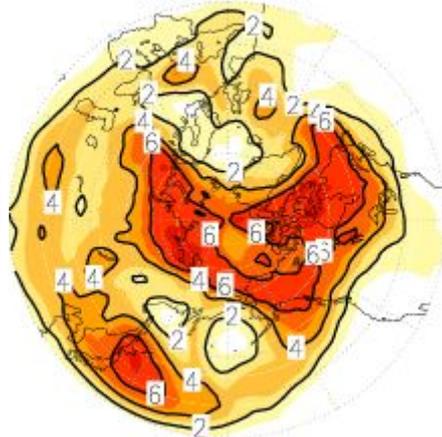
11/28

PV250 19951128



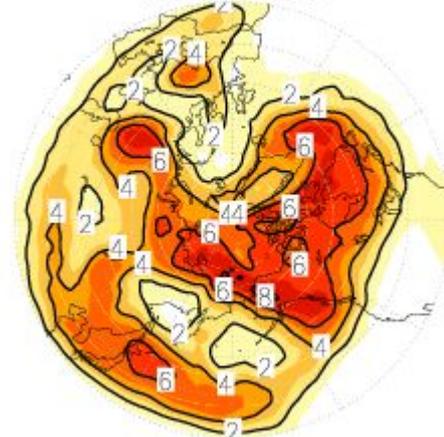
11/30

PV250 19951130



12/02

PV250 19951202



1995/96年冬のまとめ

- 11月30日がピークの正のWPパターンイベント
 - 渦位の“砕波”（ブロッキング高気圧の特徴）
- これに伴って100hPa極向き熱フラックスが弱化
 - 成層圏への惑星波の上向き伝播が弱化
- 成層圏の気温が低下

- 以降では、WPパターンイベントの合成図解析を行うことにより、より詳細な解析を行う