



質量重み付き等温位面上帯状平均法を用いた 大気の流れの整合性の評価

原田やよい(気象研究所)



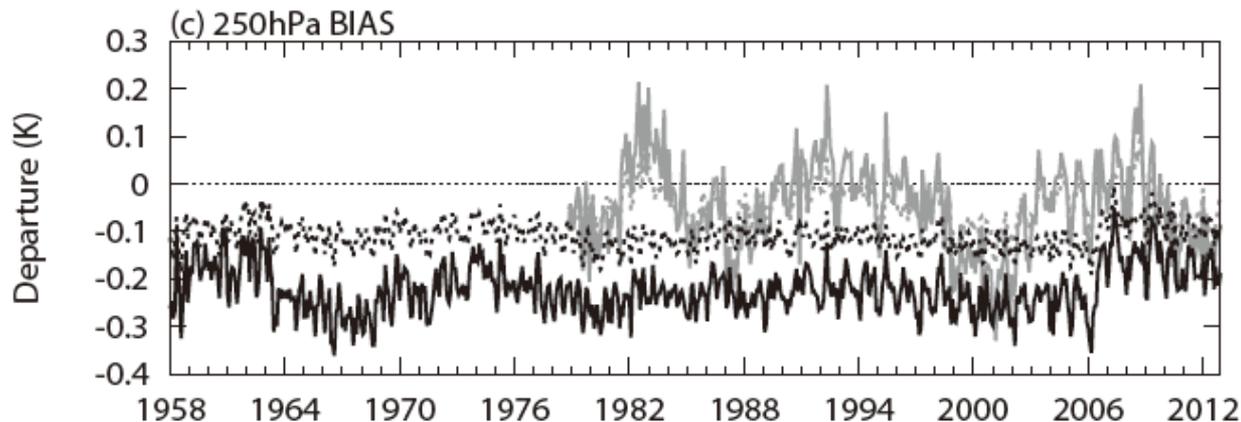
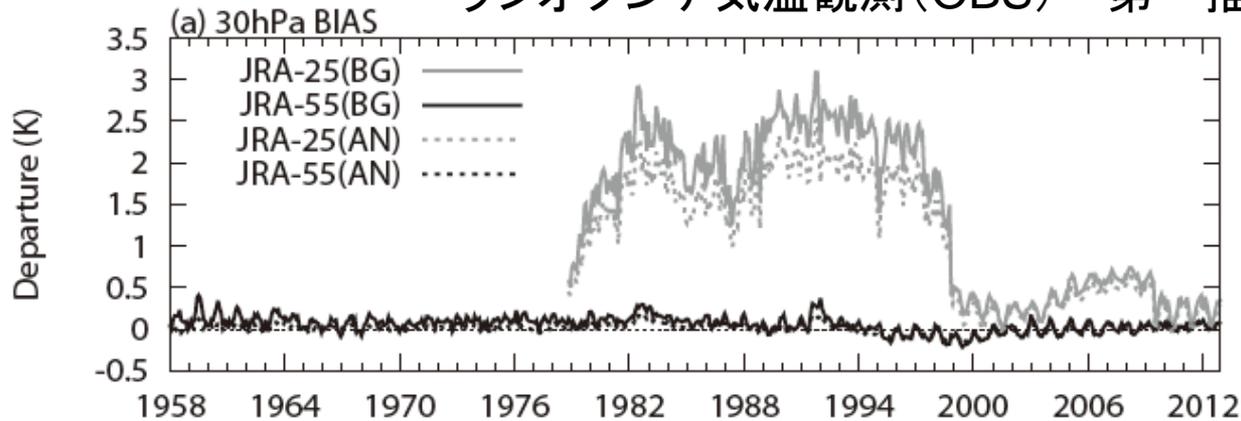
本研究について

- 長期再解析データの品質評価として、観測データと背景場（第一推定値）との差が用いられることが多い（例：Kobayashi et al. 2015）

ラジオゾンデ気温観測(OBS) - 第一推定値(BG)

● 長期
評価

的に



データおよび手法1

- MIM法 (Iwasaki 1989, Tanaka et al. 2004) について
 成層圏のブリューワ・ドブソン循環や対流圏中高緯度の直接循環を適切に表現できること、角運動量収支が対流圏下層でも定量的に取扱い可能であることなどが挙げられる。このため大気大循環全体の整合性評価に同法を用いる。

MIM 法

岩崎2009 より抜粋

$$\frac{\partial \overline{u^*}}{\partial t} = - \frac{\overline{v^*}}{a \cos \phi} \frac{\partial \overline{u^*} \cos \phi}{\partial \phi} - \overline{w_{\dagger}^*} \frac{\partial \overline{u^*}}{\partial z_{\dagger}} + f \overline{v^*} + \frac{\nabla \cdot \mathbf{F}}{a \rho_0 \cos \phi} + \overline{X^*}$$

帯状平均東西風 水平移流 鉛直移流 コリオリ EPflux 摩擦項(重力波抵抗+
加速・減速 } 強制 収束・発散 乱流拡散)
} }

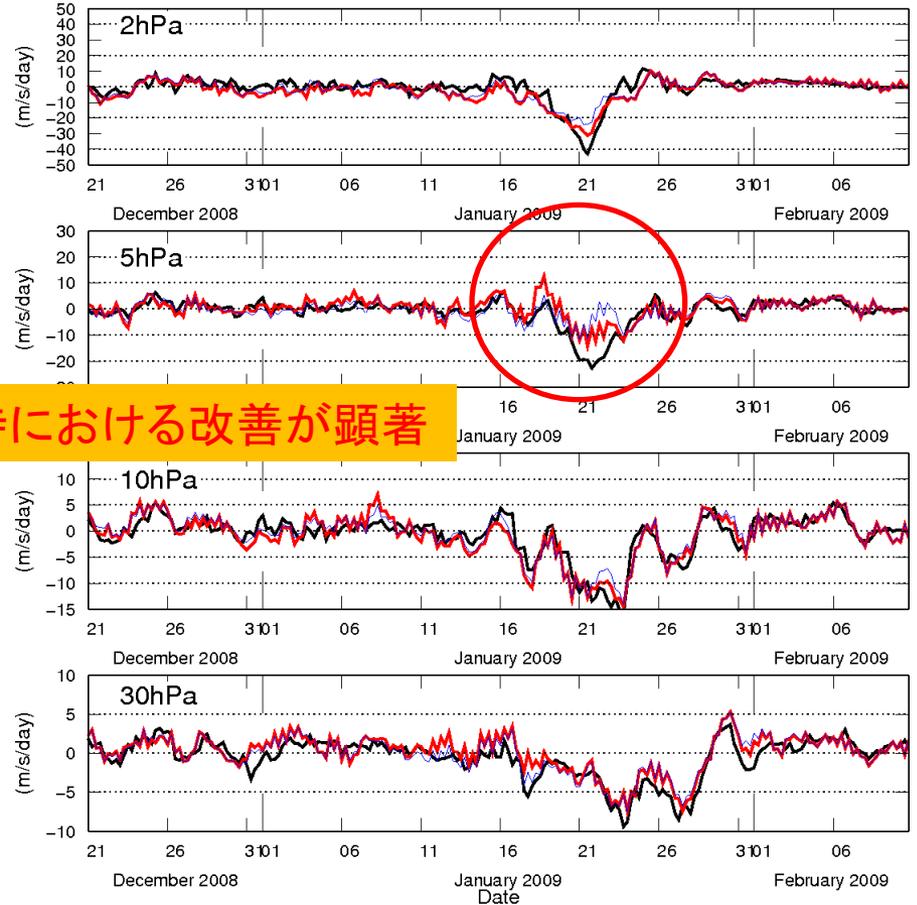
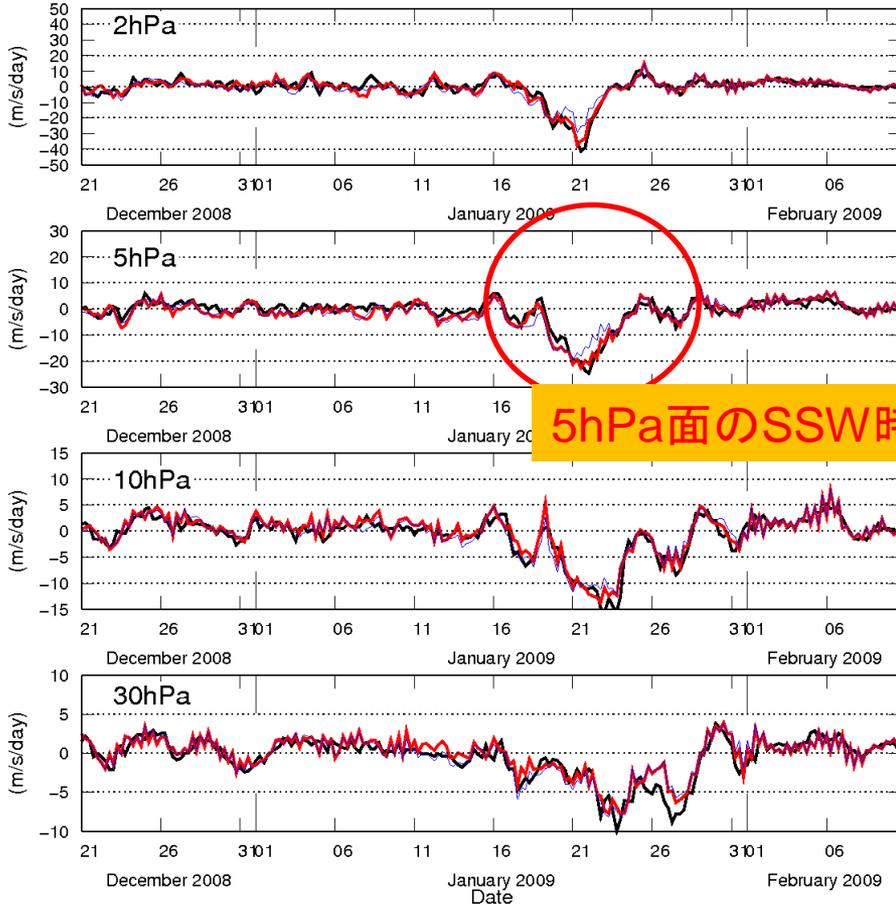
$$\mathbf{F} \equiv \rho_0 a \cos \phi \left[- \overline{(u'v')^*}, - \overline{(u'w_{\dagger}')^*} + \frac{1}{\rho_0 a g \cos \phi} p \left[\frac{\partial \Phi}{\partial \lambda} \right]_{z_{\dagger}} \right]$$

数値予報モデルの積分では左辺の帯状東西風加速・減速と右辺の各強制項の合計がバランスするはずだが、データ同化サイクルにおいては、観測データ利用による解析インクリメントが解析値に加えられるため、解析値の力学的整合性が厳密には保たれる保証はない。

角運動量収支事例 (※2014年春季大会発表資料より抜粋) (60-90N帯, 北半球冬季成層圏, 2009年1月SSW事例)

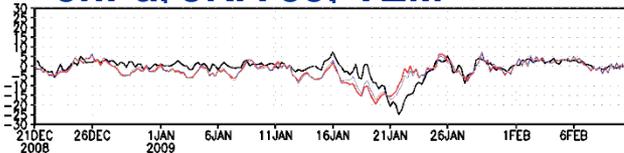
JRA-55

JRA-25/JCDAS



5hPa面のSSW時における改善が顕著

5hPa, JRA-55, TEM



- 带状平均東西風加速
- 移流 + コリオリ強制 + Epflux収束・発散 + 摩擦
- コリオリ強制 + Epflux収束・発散 + 摩擦

※単位は全てm/s/day

他の領域も改善しているのか？
2009年1月の事例はたまたま良かった？



長期間の整合性をまとめて評価する指標を
作成したい

データおよび手法2

- 角運動量収支の整合性を統計的に把握するため、東西風の時間変化傾向 ($DUDT$), 強制項合計値 ($FSUM$) を以下の通り定義して6時間毎, 格子点毎に計算し, それらの一致率も併せて求めた.
- ここでの一致率とは, ある時刻の $DUDT$ と $FSUM$ の誤差5%以内の場合を収支が一致したものを一事例とカウントし, 全事例数で割ったものと定義する.

12時間中の東西風変化傾向
(単位はm/s/day)

$$\underline{DUDT}_{t=t_0} \equiv 2.0 \times (u_{t=t_0+6h} - u_{t=t_0-6h})$$

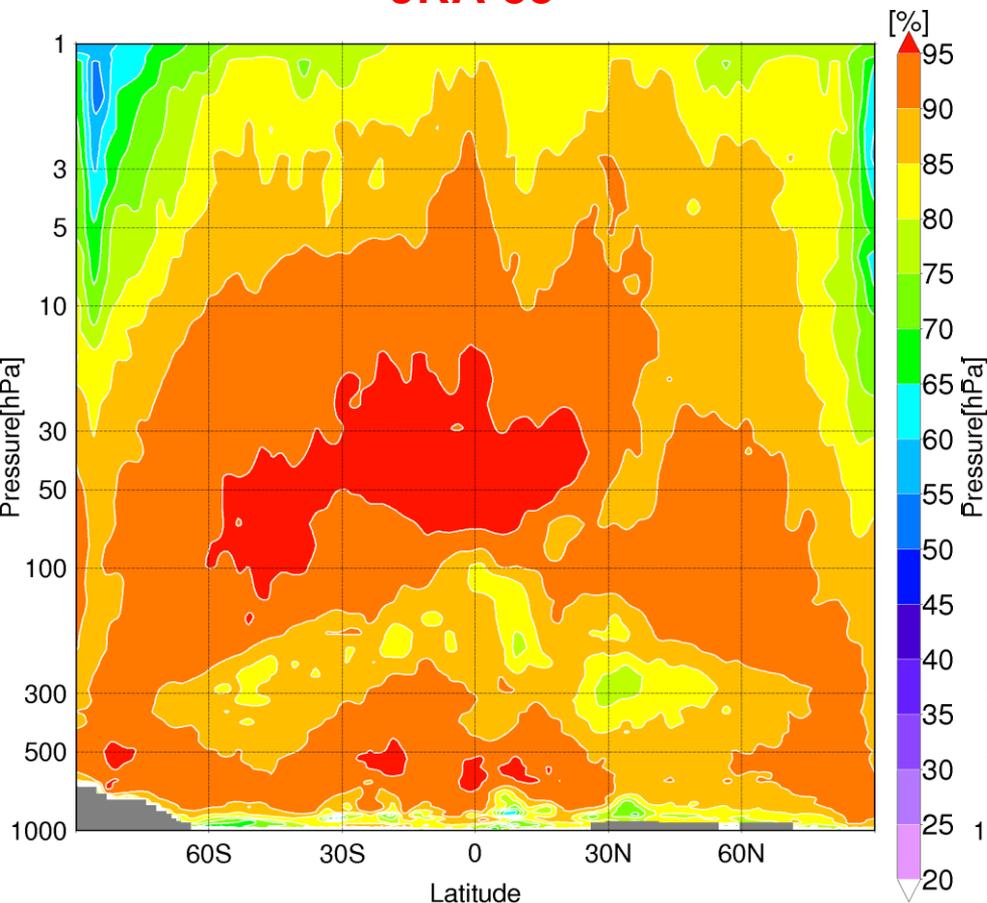
$$fsum_{t=t_0} \equiv -\frac{\bar{v}^*}{a \cos \phi} \frac{\partial \bar{u}^* \cos \phi}{\partial \phi} - \bar{w}_+^* \frac{\partial \bar{u}^*}{\partial z_+} + f \bar{v}^* + \frac{\nabla \cdot \mathbf{F}}{a \rho_0 \cos \phi} + \bar{X}^*$$

$$\underline{FSUM}_{t=t_0} \equiv 0.25 \times fsum_{t=t_0-6h} + 0.5 \times fsum_{t=t_0} + 0.25 \times fsum_{t=t_0+6h}$$

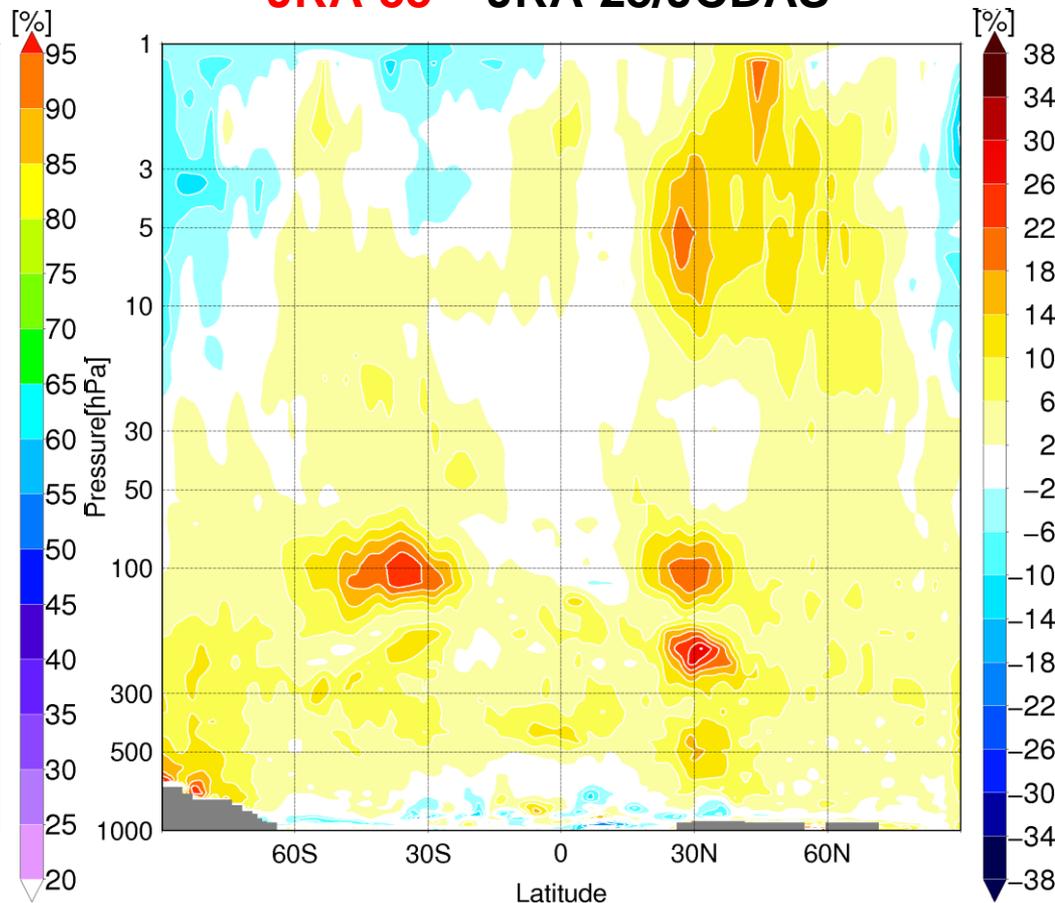
12時間中の強制項合計値

1979～2012年(冬平均)の期間で計算した角運動量収支の一致率の緯度-高度断面図(JRA-25との比較). 単位は%.

JRA-55



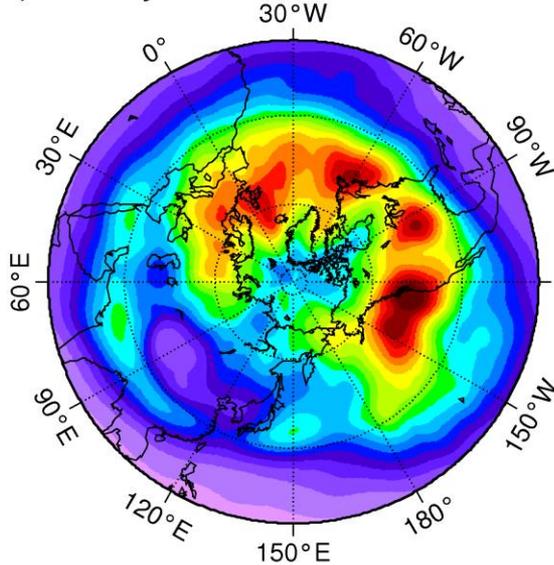
JRA-55 – JRA-25/JCDAS



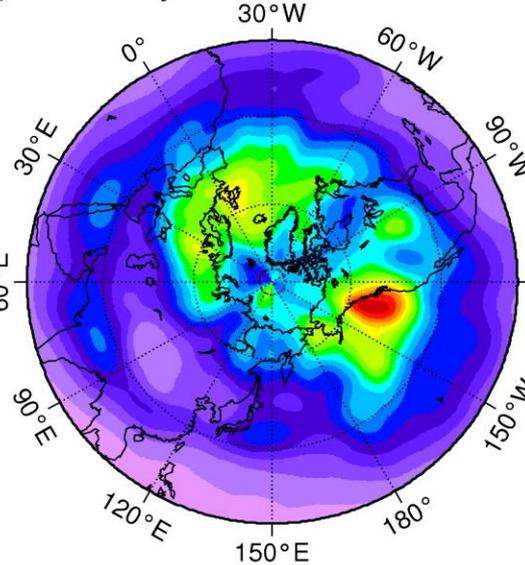
対流圏圏界面付近の両半球30度付近での改善が顕著
冬半球成層圏でも明瞭な改善が見られる。

Variance of band pass filtered V300 during the NH cold season (November – March) from 1980/1981 to 2000/2001.

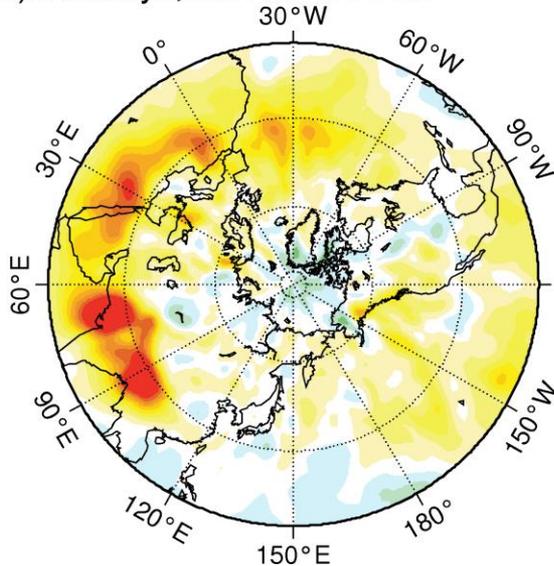
(a) 8-30days, JRA-55



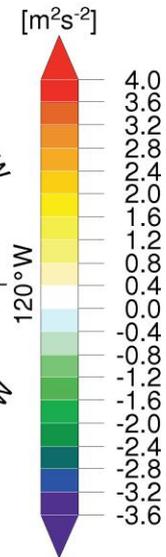
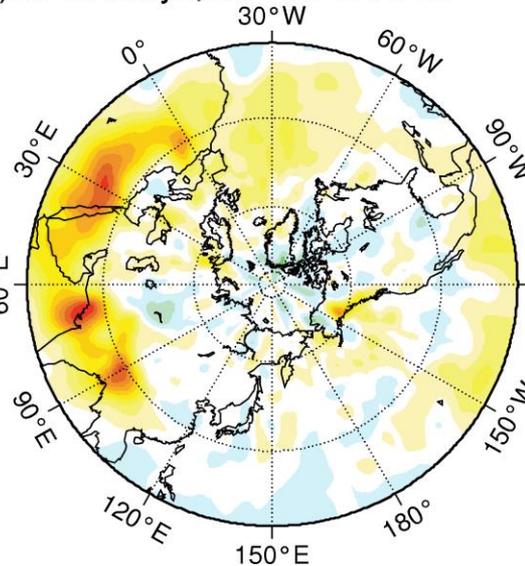
(b) 20-100days, JRA-55



(c) 8-30days, JRA-55-JRA-25



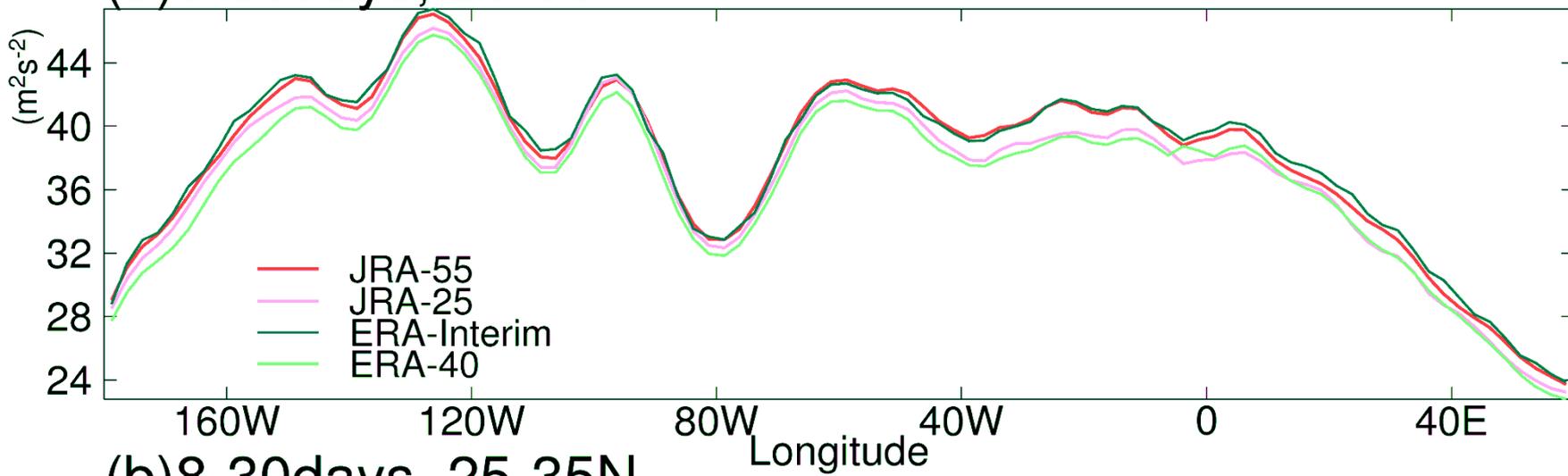
(d) 20-100days, JRA-55-JRA-25



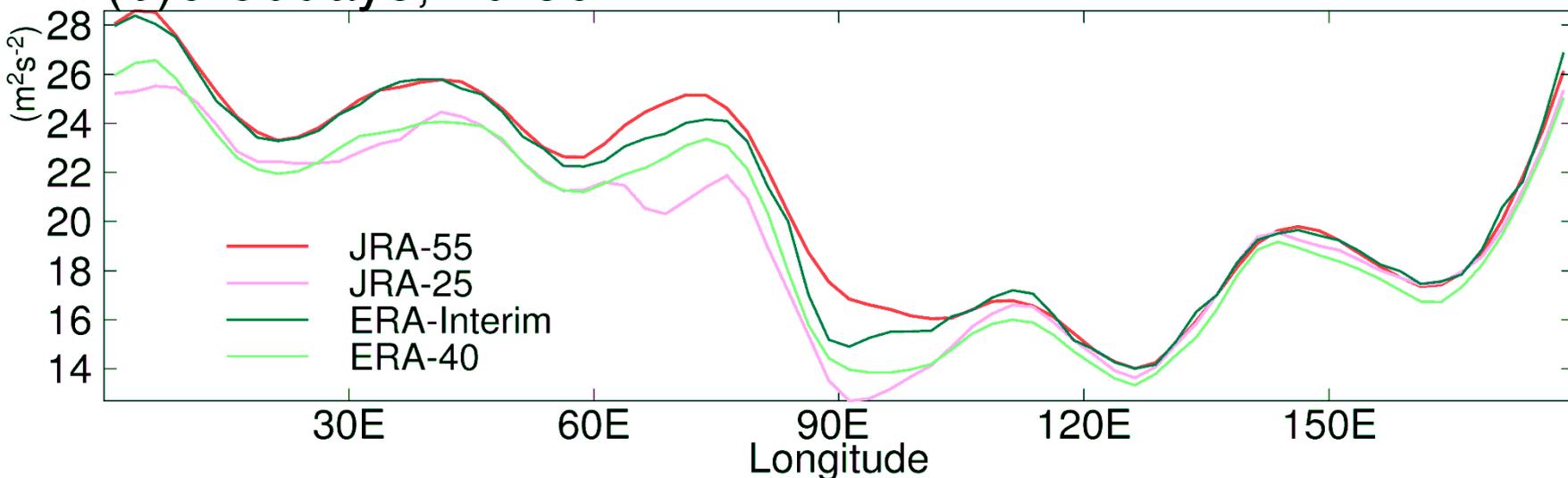


Meridionally averaged variance of 8 – 30 day band pass filtered V300 during the NH cold season (November – March) from 1980/1981 to 2000/2001

(a) 8-30days, 30-60N



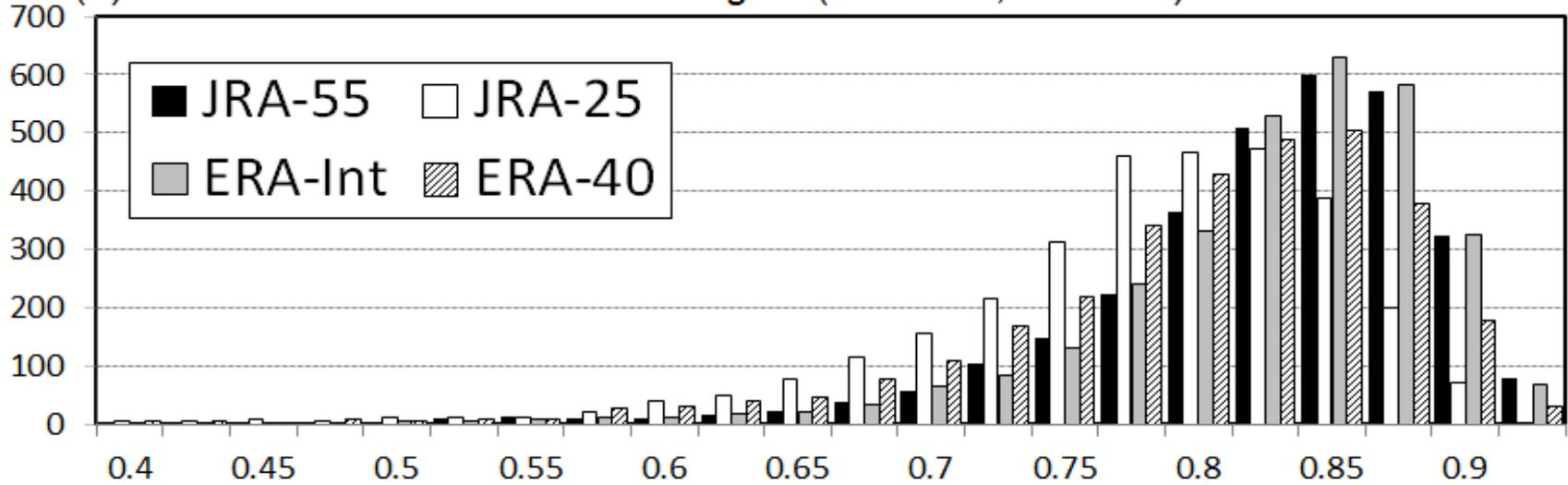
(b) 8-30days, 25-35N



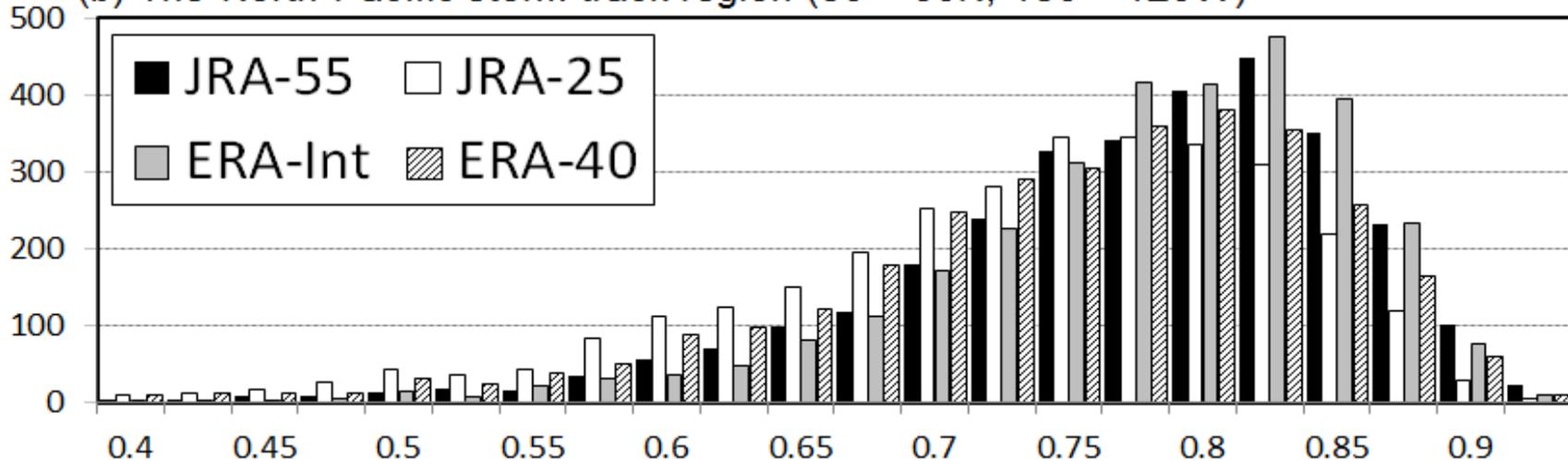


Frequency of spatial correlation of 2 – 8 day band pass filtered daily mean OLR over the storm track regions with NOAA OLR during the NH cold season (November – March) from 1980/1981 to 2000/2001.

(a) The North Atlantic storm track region (30 – 60N, 90W – 0)

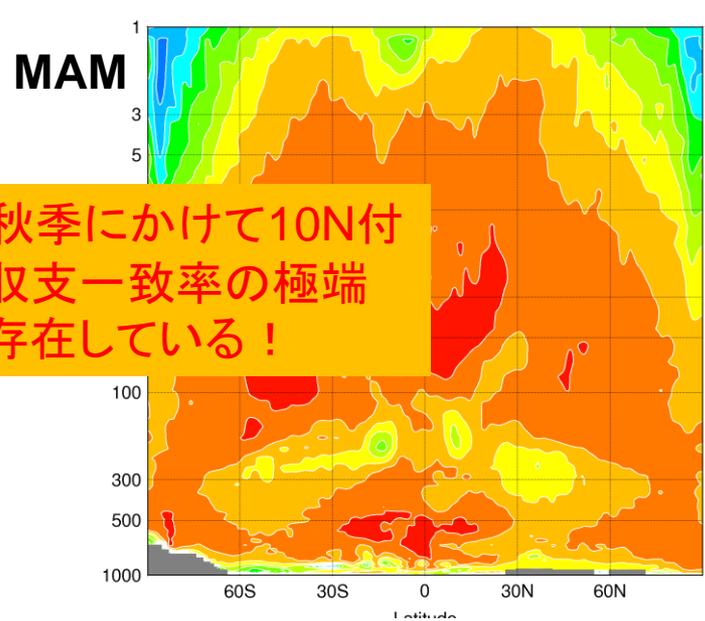


(b) The North Pacific storm track region (30 – 60N, 180 – 120W)

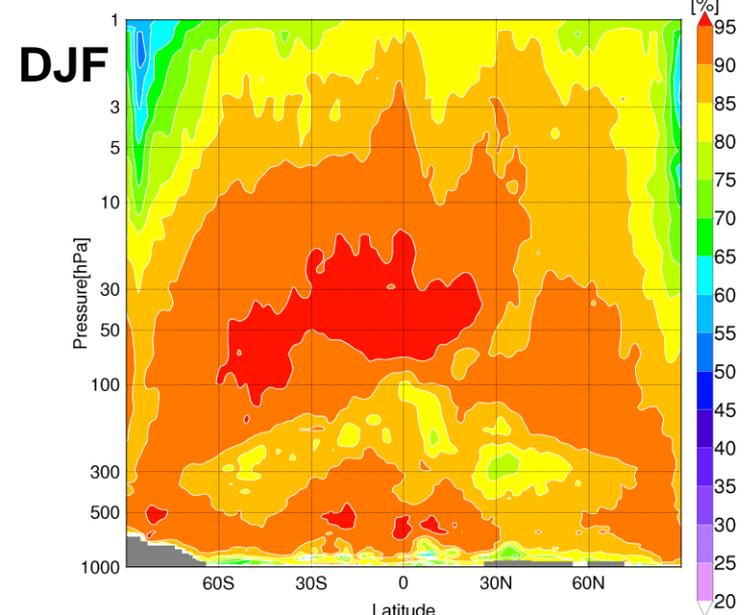
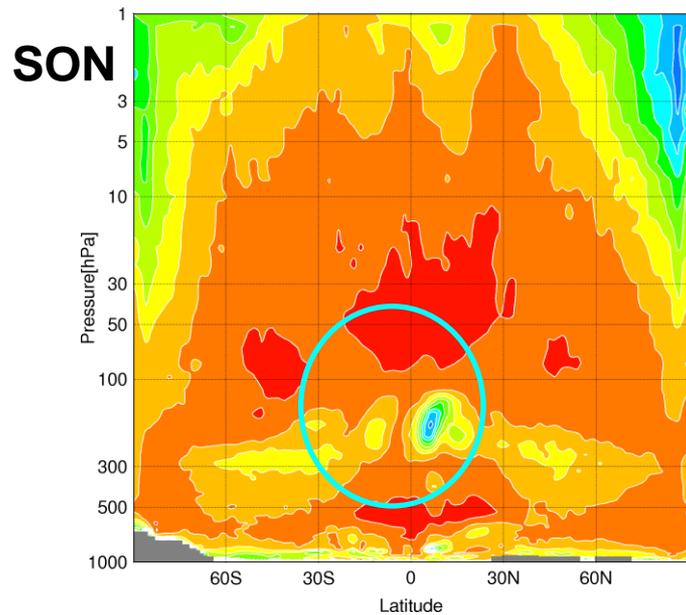
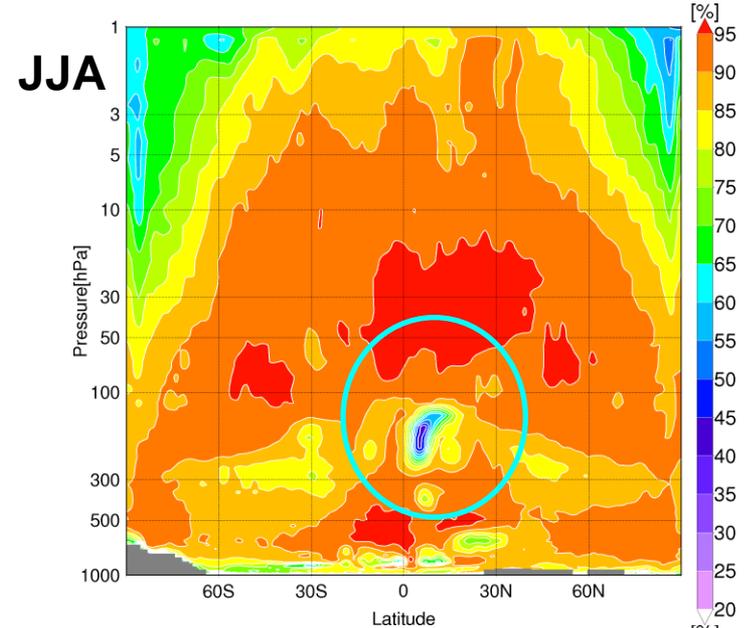


1979～2012年の期間で計算した角運動量収支の一致率 の緯度-高度断面図(季節毎). 単位は%.

JRA-55



北半球夏季～秋季にかけて10N付近で角運動量収支一致率の極端に低い領域が存在している！

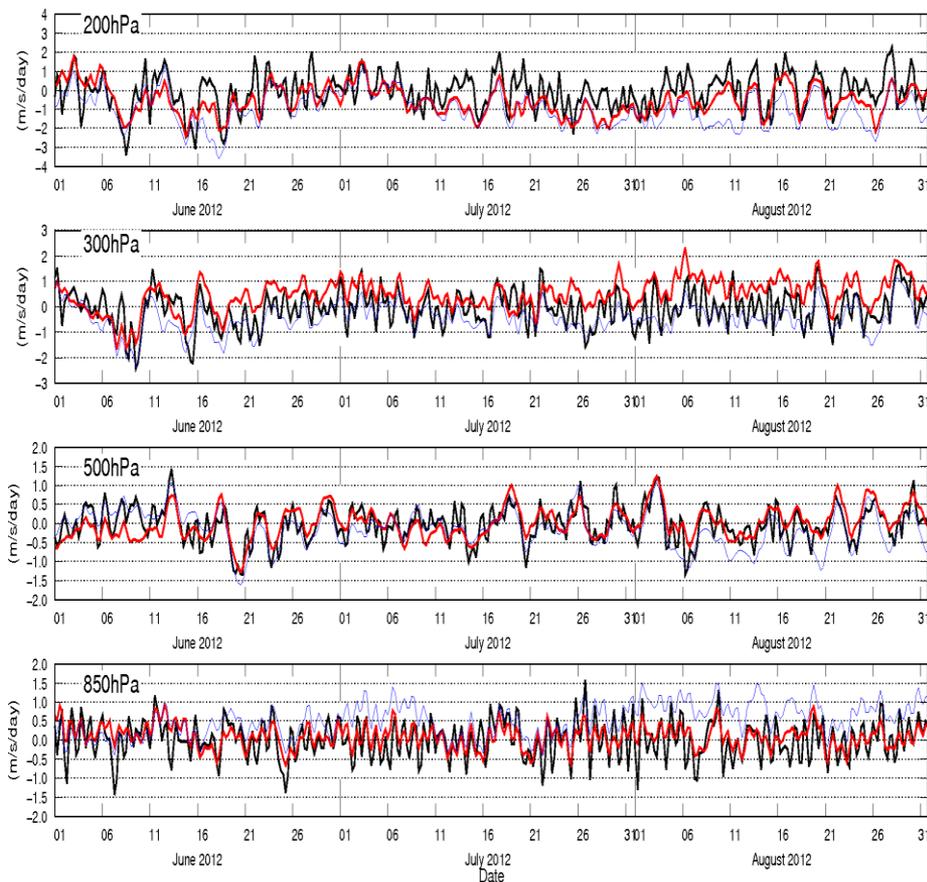
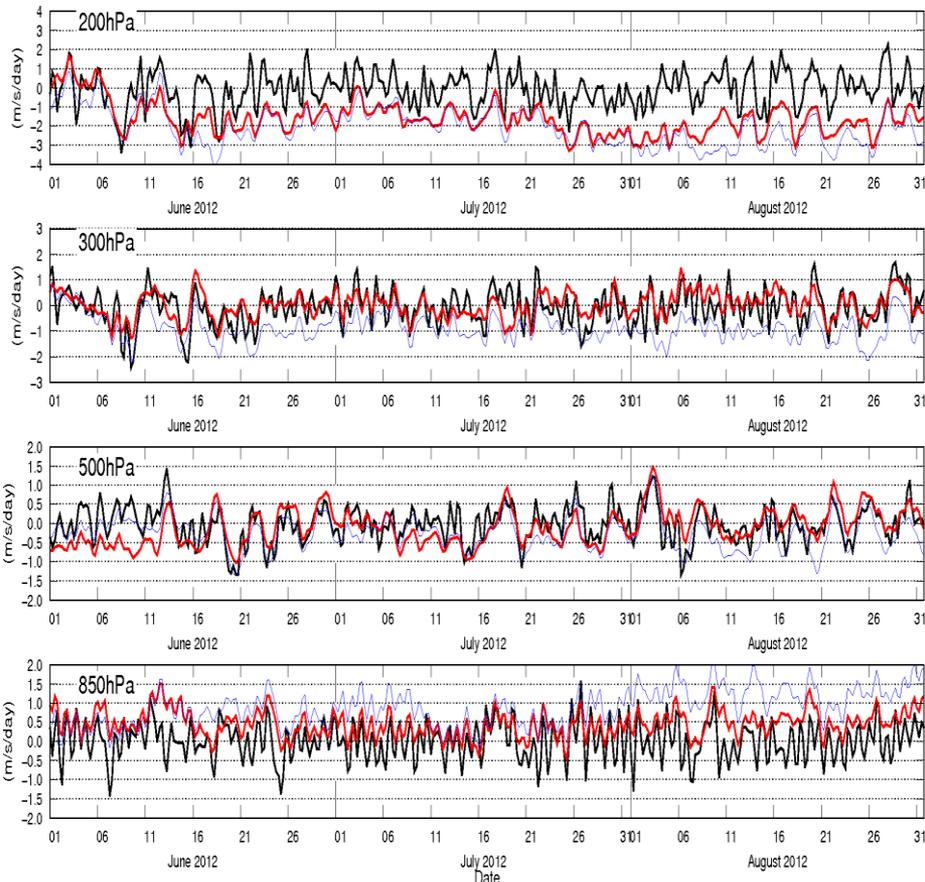


対流による東西風加速追加の検討

これまでの計算プログラムではXの項として摩擦項(重力波抵抗+乱流拡散)のみが考慮されていたが、「対流による東西風加速の効果」を新たに追加した。

JRA-55(摩擦のみ)

JRA-55(摩擦 + 対流)



- 帯状平均
- 移流+コリオリ
- コリオリ強

200hPa面や850hPa面付近の角運動量収支は大幅に改善！
一方、300hPa面付近ではむしろ悪化している模様・・・

赤+対流
青

まとめ & 今後の予定 (角運動量収支)

まとめ

- 角運動量収支の一致率は対流圏界面付近や成層圏冬半球において明瞭な増加 (対JRA-25).
- 北半球夏季～秋季にかけて10N付近で角運動量収支一致率の極端に低い領域が存在
→ 対流の加速効果を追加することで収支が改善
(ただし300hPa面など一部収支の悪化も見られた)

今後の予定

- 対流の加速効果を追加して全期間の再計算を実施結果の確認.
- 他の再解析値でも角運動量収支を計算？