

# 波動平均流相互作用・研究計画

東北大学\_気象・大気力学G

岩崎俊樹

# 研究計画

## 1. 寒気流出 (Cold Air Outbreak)

- (1) 地球温暖化 (Global warming)
- (2) 低緯度・高緯度相互作用 (Tropical-Extratropical Interactions)
- (3) メソスケール解析 (Mesoscale analysis)
- (4) 気象・気候予測 (Weather-Climate prediction)

## 2. 3D-MIM circulation & E-P flux

- (1) 3D-Brewer-Dobson circulation
- (2) 大気大循環のエネルギー変換  
(Energy conversion of energy conversion)
- (3) 非定常波動のエネルギー変換とストームトラック  
(Energy conversion due to transient waves and storm track)

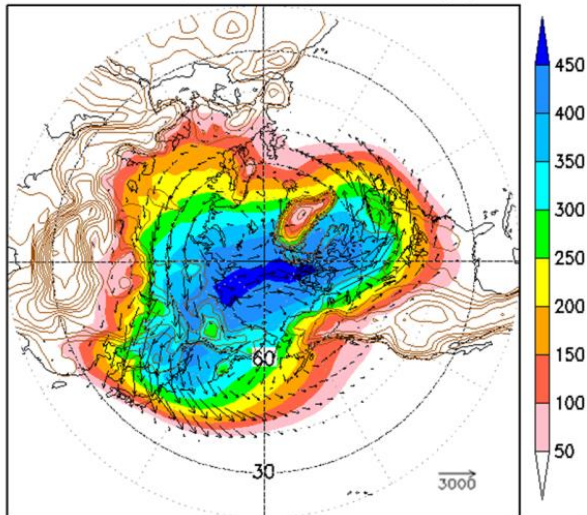
# (1) 寒気流出

## 1. 寒気流出 (Cold Air Outbreak)

- (1) 地球温暖化 (Global warming)
- (2) 低緯度・高緯度相互作用 (Tropical-Extratropical Interactions)
- (3) メソスケール解析 (Mesoscale analysis)
- (4) 気象・気候予測 (Weather-Climate prediction)

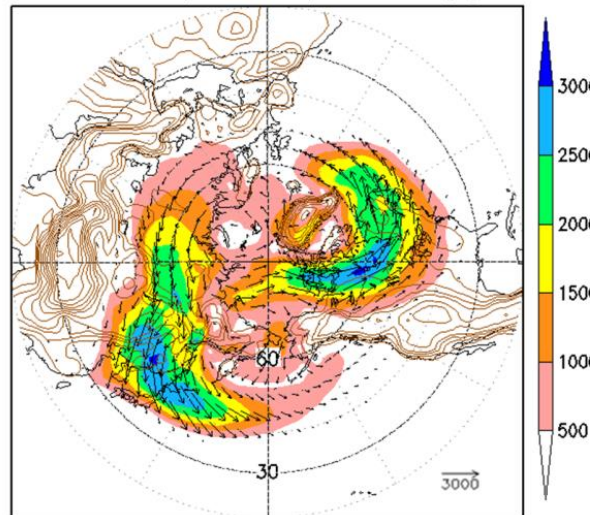
### 寒気

Cold air mass[hPa] & cold air flux[hPa\*m/s]  
JAN Climate(1981-2010) @ PT=280[K]



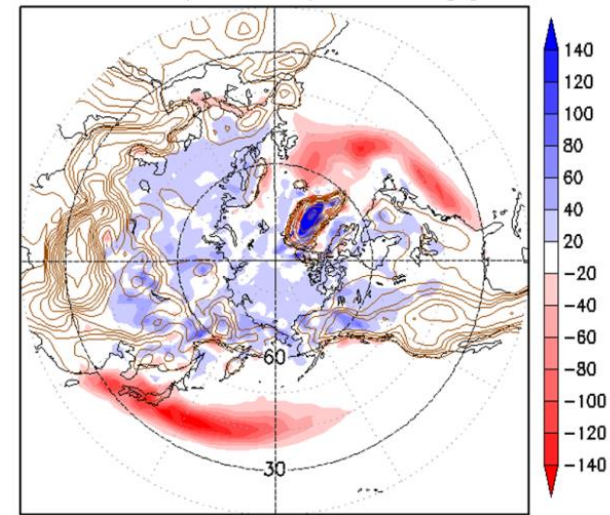
### 寒波

Cold air mass flux intensity[hPa\*m/s]  
JAN Climate(1981-2010) @ PT=280[K]

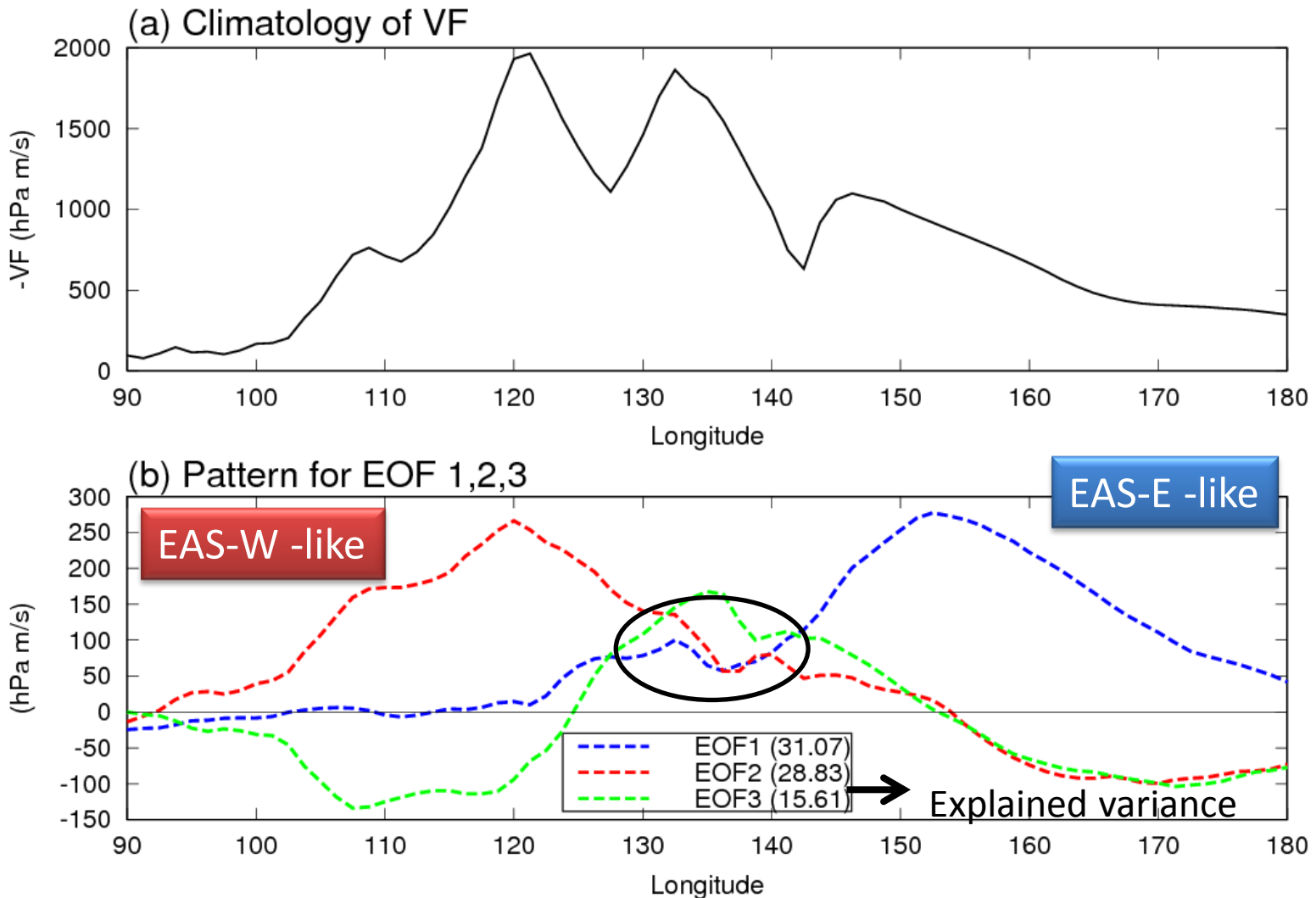


### 生成・消滅

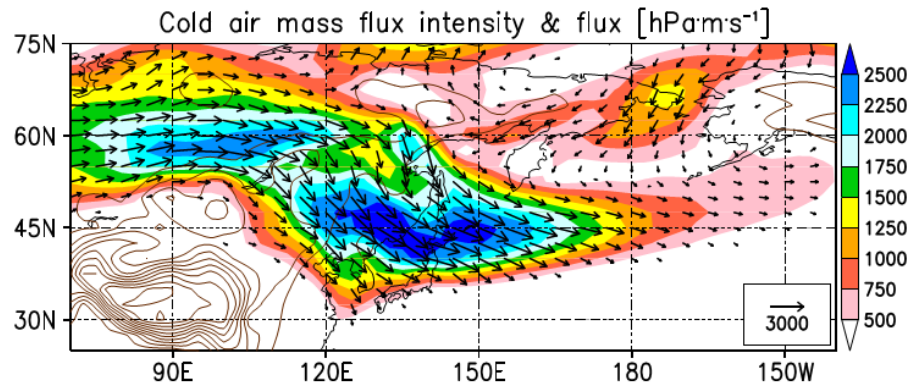
Cold air mass genesis/loss [hPa/day]  
JAN Climate(1981-2010) @ PT=280[K]



## (2) 低緯度・高緯度相互作用 (Tropical-Extratropical Interactions)



# 低緯度・高緯度相互作用 (Tropical-Extratropical Interactions)



La nina + MJO → Asian CAO-Western → 日本海豪雪

El nino + MJO → Asian CAO-Eastern → 南岸低気圧

# WMI 東北大学気象・大気力学G

## 1. 寒気流出 (Cold Air Outbreak)

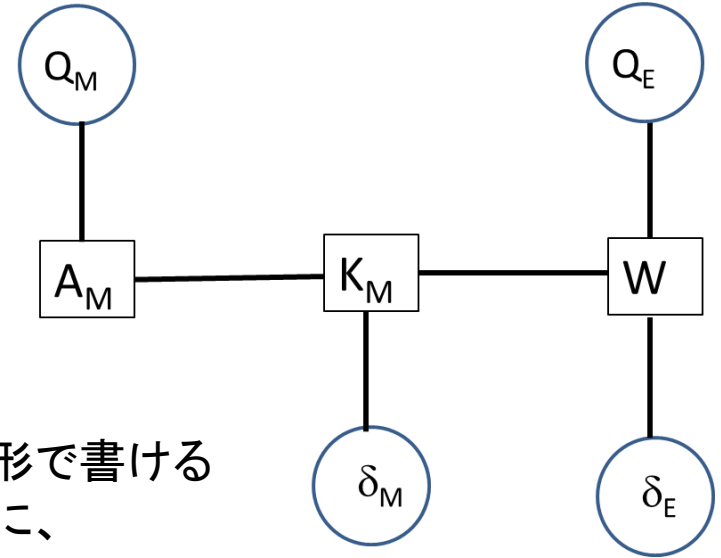
- (1) 地球温暖化 (Global warming)
- (2) 低緯度・高緯度相互作用 (Tropical-Extratropical Interactions)
- (3) メソスケール解析 (Mesoscale analysis)
- (4) 気象・気候解析 (Weather-Climate analysis)

## 2. 3D-平均循環とE-P flux (3D-isentropic circulation & E-P flux)

- (1) 3D-Brewer-Dobson circulation
- (2) 大気大循環のエネルギー変換  
(Energy conversion of the general circulation)
- (3) 非定常波動のエネルギー変換とストームトラック  
(Energy conversion due to transient waves and storm track)

# エネルギー論

$$W \equiv P_E + K_E$$



全てのエネルギー変換は波動平均流相互作用の形で書ける  
 $G_S$  は平均子午面循環による運動エネルギー生成に、  
 $F_S$  は停滞性超長波の生成に関与するとみられる。

$$\frac{\partial}{\partial t} \langle A_M \rangle = - \left\langle \frac{\overline{u^*}}{\overline{\sigma}} \mathbf{D} \cdot \overline{\mathbf{F}}_S + \frac{\overline{v^*}}{\overline{\sigma}} \mathbf{D} \cdot \overline{\mathbf{G}}_S \right\rangle + \left\langle \left[ \Pi(\bar{p}) - \Pi(p_G) \right] \left( \frac{Q}{\Pi(p)} \right)^* \right\rangle$$

$$\frac{\partial}{\partial t} \langle K_M \rangle = \left\langle \frac{\overline{u^*}}{\overline{\sigma}} \mathbf{D} \cdot (\overline{\mathbf{F}}_S + \overline{\mathbf{F}}_{TP} + \overline{\mathbf{F}}_{TK}) + \frac{\overline{v^*}}{\overline{\sigma}} \mathbf{D} \cdot (\overline{\mathbf{G}}_S + \overline{\mathbf{G}}_{TP} + \overline{\mathbf{G}}_{TK}) \right\rangle - \langle \overline{u^*} \cdot X^* + \overline{v^*} \cdot Y^* \rangle$$

$$\frac{\partial}{\partial t} \langle W \rangle = - \left\langle \frac{\overline{u^*}}{\overline{\sigma}} \mathbf{D} \cdot (\overline{\mathbf{F}}_{TP} + \overline{\mathbf{F}}_{TK}) + \frac{\overline{v^*}}{\overline{\sigma}} \mathbf{D} \cdot (\overline{\mathbf{G}}_{TP} + \overline{\mathbf{G}}_{TK}) \right\rangle + \left\langle Q \left[ 1 - \frac{\Pi(\bar{p})}{\Pi(p)} \right]^* \right\rangle - \langle \overline{u'X'^*} + \overline{v'Y'^*} \rangle$$

# ストームトラック

$$\frac{\partial}{\partial t} \langle K_M \rangle = \left\langle \frac{\bar{u}^*}{\bar{\sigma}} \mathbf{D} \cdot (\bar{\mathbf{F}}_S + \bar{\mathbf{F}}_{TP} + \bar{\mathbf{F}}_{TK}) + \frac{\bar{v}^*}{\bar{\sigma}} \mathbf{D} \cdot (\bar{\mathbf{G}}_S + \bar{\mathbf{G}}_{TP} + \bar{\mathbf{G}}_{TK}) \right\rangle - \langle \bar{u}^* \cdot \bar{X}^* + \bar{v}^* \cdot \bar{Y}^* \rangle$$

$$\frac{\partial}{\partial t} \langle W \rangle = - \left\langle \frac{\bar{u}^*}{\bar{\sigma}} \mathbf{D} \cdot (\bar{\mathbf{F}}_{TP} + \bar{\mathbf{F}}_{TK}) + \frac{\bar{v}^*}{\bar{\sigma}} \mathbf{D} \cdot (\bar{\mathbf{G}}_{TP} + \bar{\mathbf{G}}_{TK}) \right\rangle + \left\langle Q \left[ 1 - \frac{\Pi(\bar{p})}{\Pi(p)} \right]^* \right\rangle - \langle \bar{u}' X'^* + \bar{v}' Y'^* \rangle$$

$$\bar{\mathbf{F}}_{TP} \equiv \left[ -\frac{p''}{g} \frac{\partial \Phi''}{\partial \theta}, \quad 0, \quad \frac{p''}{g} \left( \frac{\partial \Phi''}{\partial x} \right)_\theta \right] \quad \mathbf{K}_Z \quad \Leftrightarrow \quad \mathbf{P}_E$$

$$\bar{\mathbf{F}}_{TK} \equiv \left[ -\bar{\sigma} \bar{u}'^2, \quad -\bar{\sigma} \bar{u}' v'^*, \quad -\bar{\sigma} \bar{u}' \dot{\theta}'^* \right] \quad \mathbf{K}_Z \quad \Leftrightarrow \quad \mathbf{K}_E$$

波動・平均流相互作用により平均運動エネルギーが波動エネルギーに変換される。

時間平均では、波動エネルギー生成の3次元的な場所を特定できる。



# Research objectives

## 1. 寒気流出 (Cold Air Outbreak)

- (1) Global warming effects of CAM amount and flux
- (2) Tropical-Extratropical Interactions
- (3) Mesoscale analysis based on CAM flux
- (4) Development of Weather-Climate analysis

## 2. 3D-平均循環とE-P flux (3D-isentropic circulation & E-P flux)

- (1) Formulations of 3D E-P flux, mass circulation and energetics.
- (2) Diagnosis of energy conversion of general circulation
- (3) Energy conversion due to transient waves and storm track

