

数値モデルから得られた  
磁気圏電離圏現象の南北対称性に  
ついて

S. Fujita

Meteorological College

# 研究の目的

- 磁気圏電離圏複合系において、磁気圏物理過程と電離圏物理過程は自己無撞着に接続する。磁気圏は南北の電離圏と接続しており、南北の電離圏は磁力線を通して繋がっている。複合系研究の発展として、電離圏南北対称性・非対称性を論じることが必要である。
- 沿磁力線電流や電離圏ポテンシャルの南北対称性・非対称性に関する観測研究は、まだ十分でない。
- 磁気圏や電離圏の南北非対称性によって沿磁力線電流や電離圏ポテンシャルの南北分布がどのように変化するかを考えた数値モデルによる研究は、まだ見るべきものは少ない。

# 今日のお話

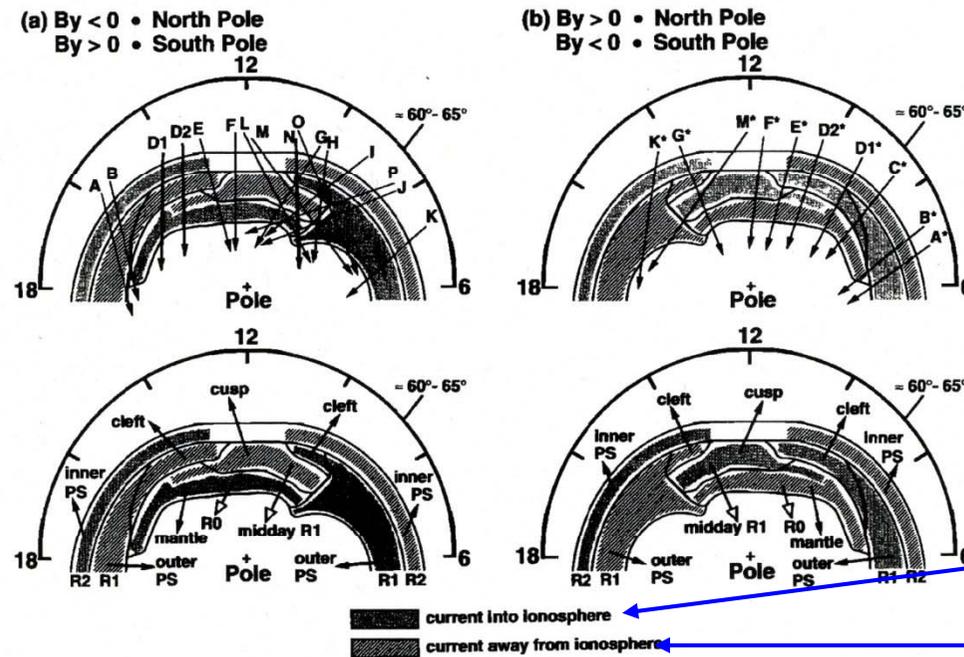
- 沿磁力線電流分布は南北で反対称？
- 磁気圏・電離圏が南北で非対称である場合
  - 数値モデルを駆使して、磁気圏起因と電離圏起因の非対称を分けて、影響を考える
  - 沿磁力線電流量・分布の夏冬非対称性
  - ポテンシャル分布・Cross polar cap potential夏冬非対称性（電離圏・磁気圏）

# 沿磁力線電流分布南北非対称性 IMF・電離圏伝導度の影響

- 沿磁力線電流分布はIMFByに依存し、南北で反対称であるとなんとなく考えられている（ようである）。
- 南北両半球での同精度の沿磁力線電流同時観測は困難であるため、沿磁力線電流分布の南北反対称性は確認されている訳ではない。
- 電離圏沿磁力線電流分布はIMFByとともに電離圏Hall電流にも依存するだろう。

# 沿磁力線電流南北分布の観測例

## Dayside FAC distribution



南北の沿磁力線電流分布はIMFByの効果により、反対称であるとしている。

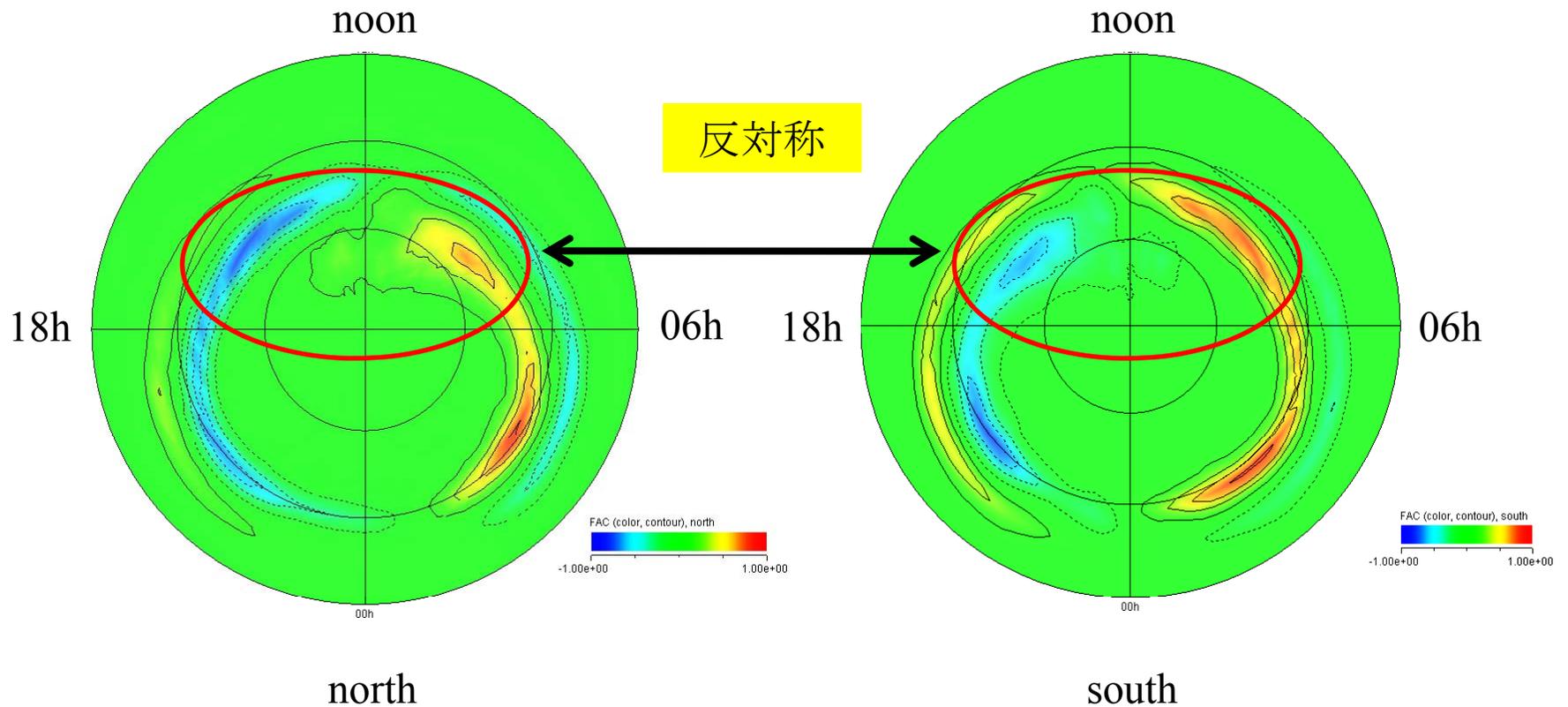
Downward FAC

Upward FAC

**Figure 7.** (upper panel) Schematic representation of latitudinal slice cut by DMSP-F7 satellite over the  $B_y$ -dependent dayside plasma regimes. The latitudinal pattern of plasma domains was classified into 16 types (type A to type P/type A\* to type P\*). Asterisks in  $B_y > 0$  north pole and  $B_y < 0$  south pole represent the mirror image of  $B_y < 0$  north pole and  $B_y > 0$  south pole with respect to the noon-midnight meridian. (lower panel) Schematic summary of  $B_y$ -dependent dayside plasma regimes and field-aligned currents.

Watanabe et al. (1996)

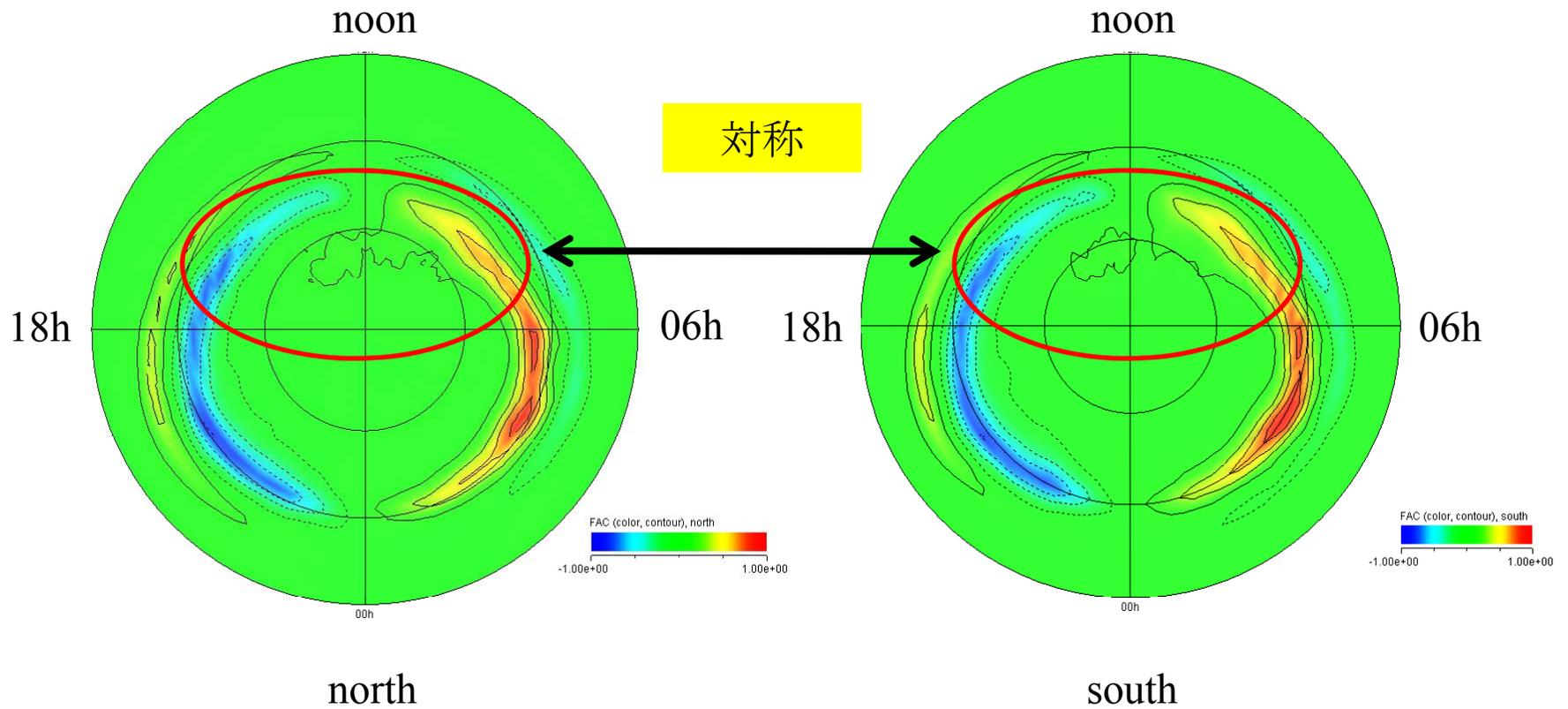
# FAC分布(南向きIMF) IMFBy=-4.33nT



time : 81.03000

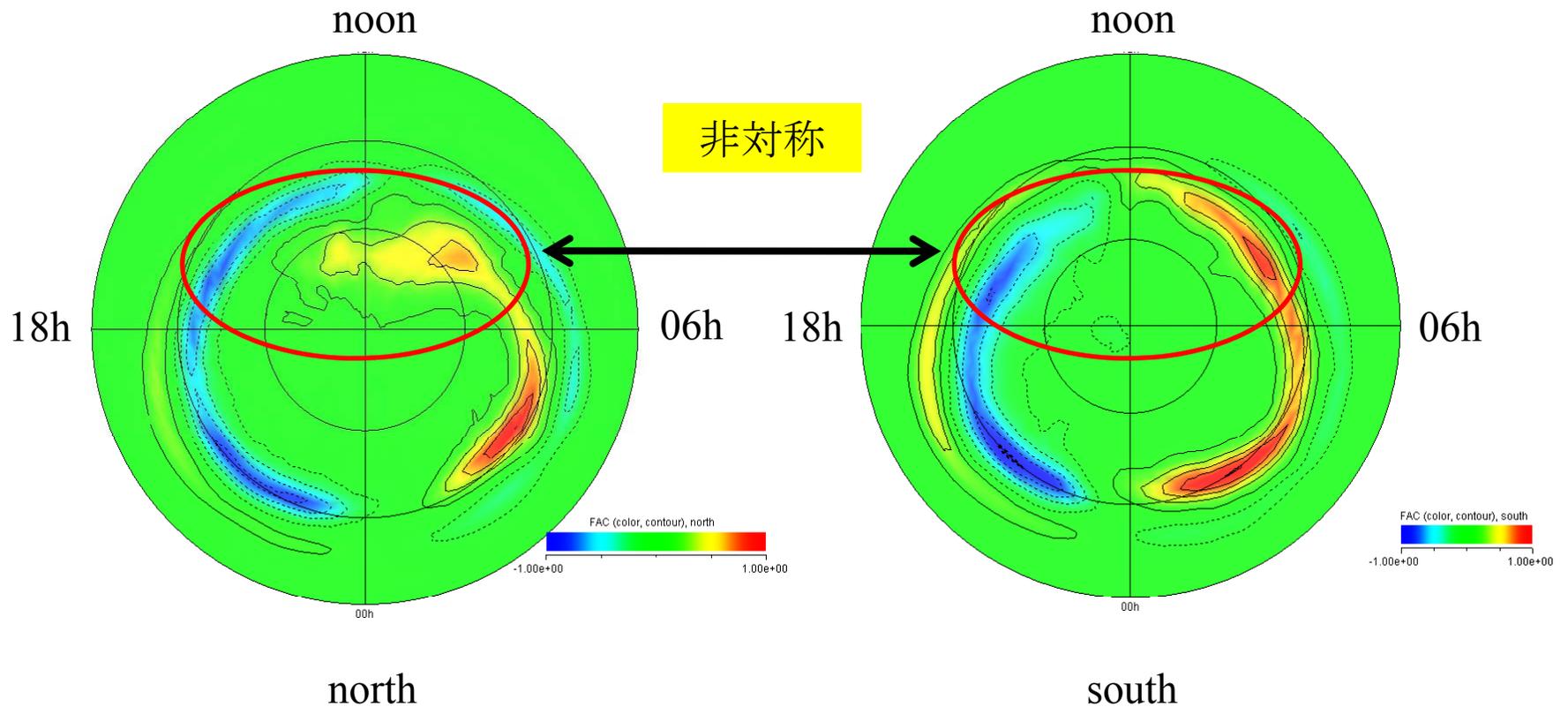
電離圏電気伝導度はペダーセンだけ

# FAC分布(南向きIMF) IMFBy=0nT



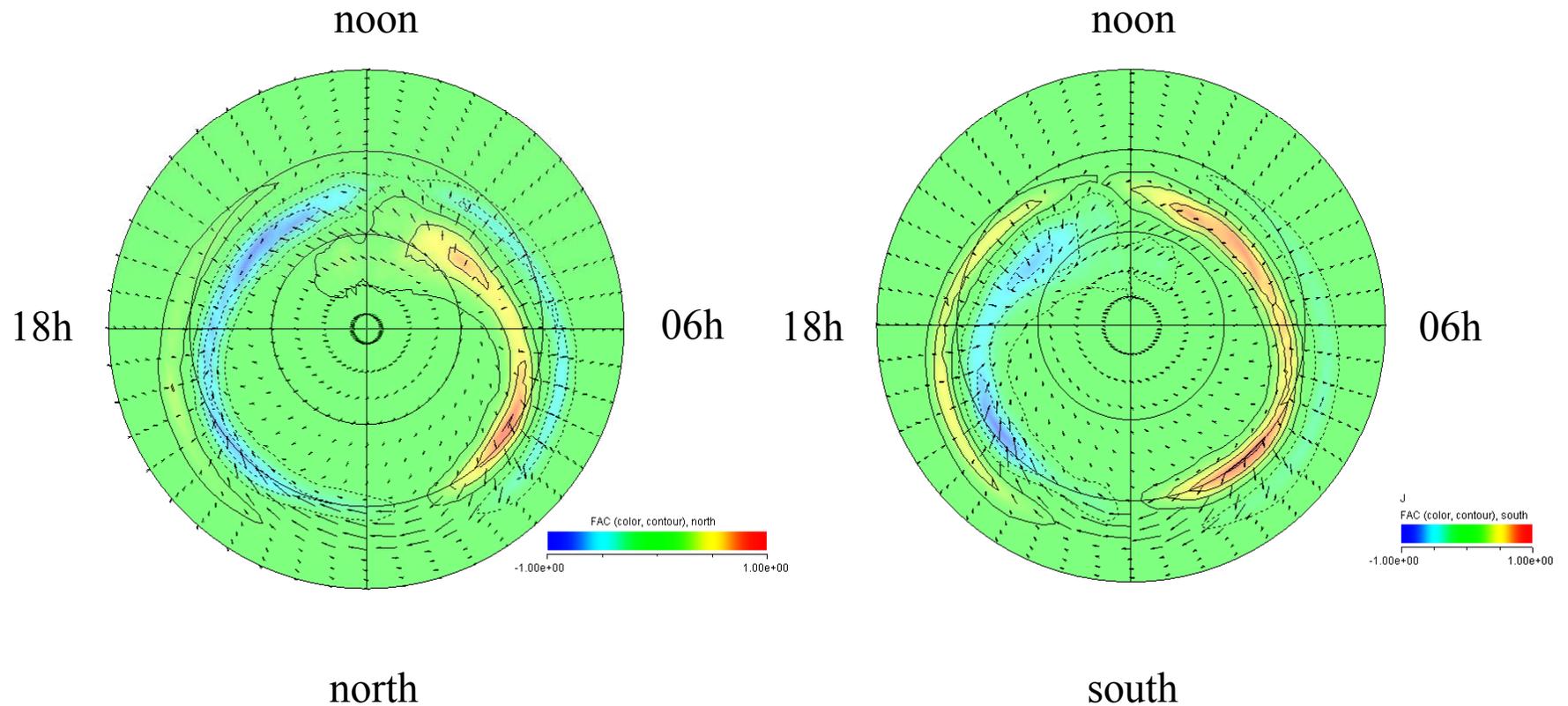
電離圏非等方電気伝導度を取り入れている。

# FAC分布(南向きIMF) IMFBy=-4.33nT



電離圏非等方電気伝導度を取り入れている。

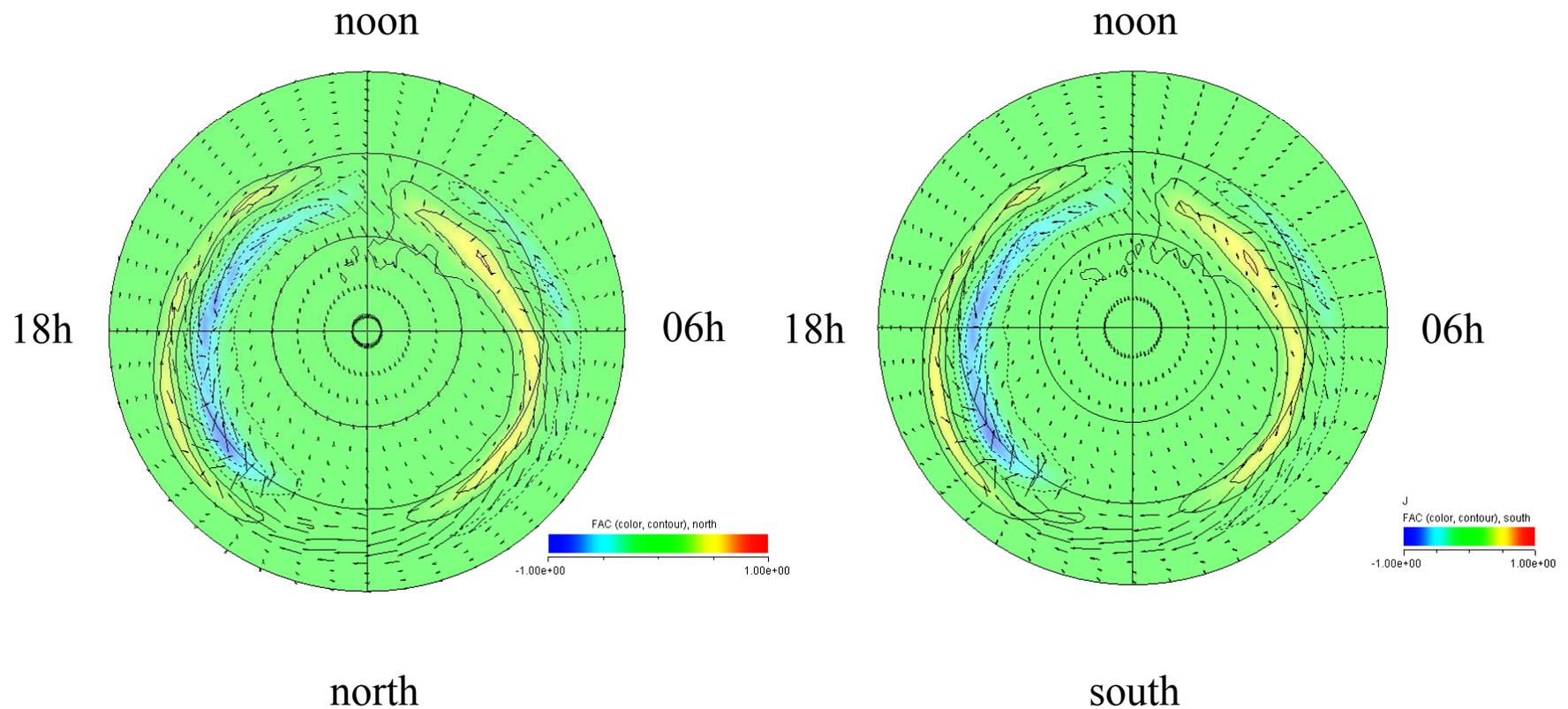
# FAC分布と電離圏電流(南向きIMF) IMFBy=-4.33nT



time : 81.03000

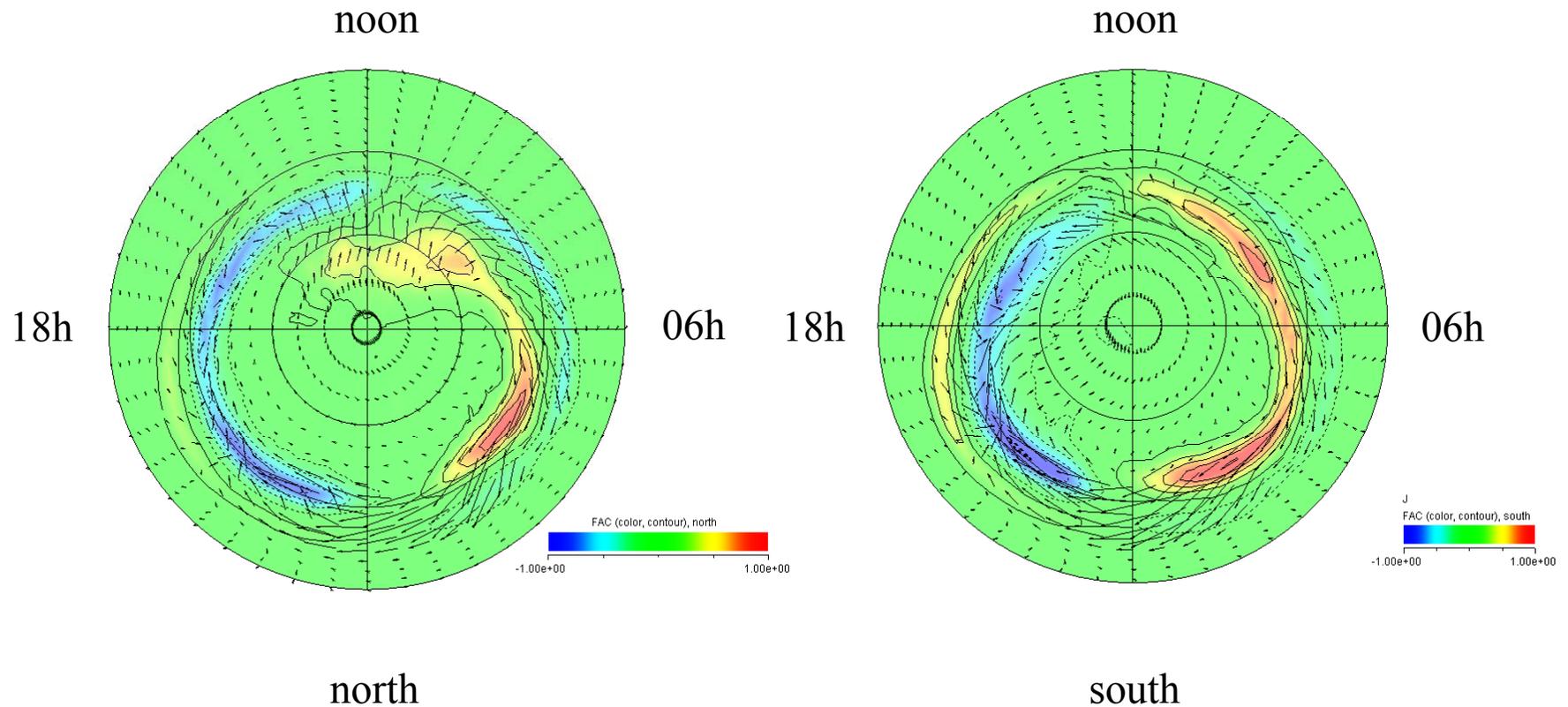
電離圏電気伝導度はペダーセンだけ

# FAC分布と電離圏電流(南向きIMF) IMFBy=0nT



電離圏非等方電気伝導度を取り入れている。

# FAC分布と電離圏電流(南向きIMF) IMFBy=-4.33nT



time : 82.38000

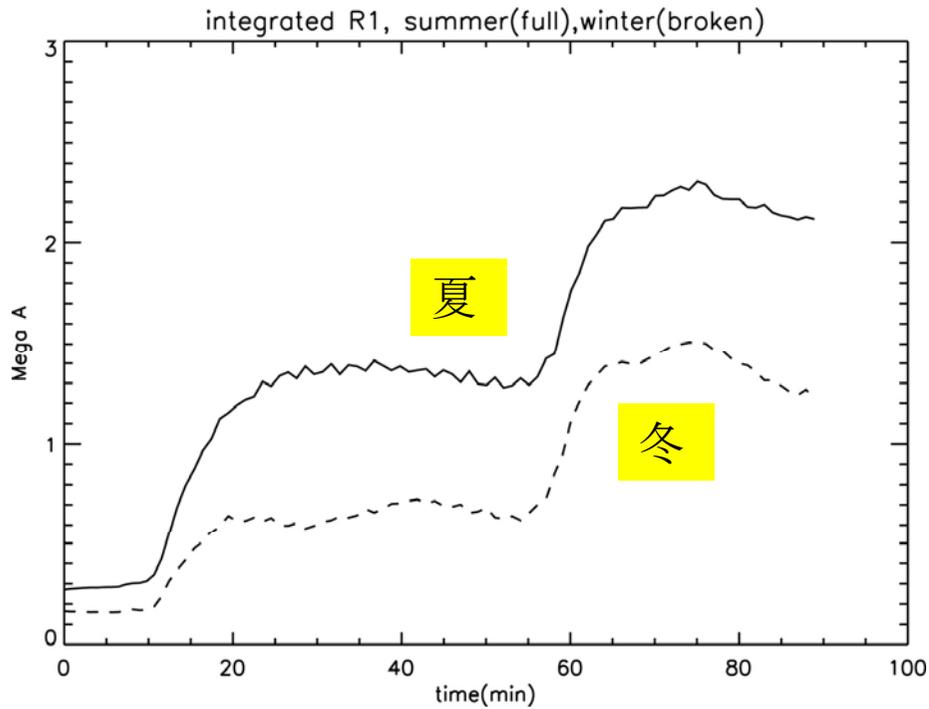
電離圏非等方電気伝導度を取り入れている。

# 磁気圏と電離圏の非対称による 電離圏現象の南北非対称性

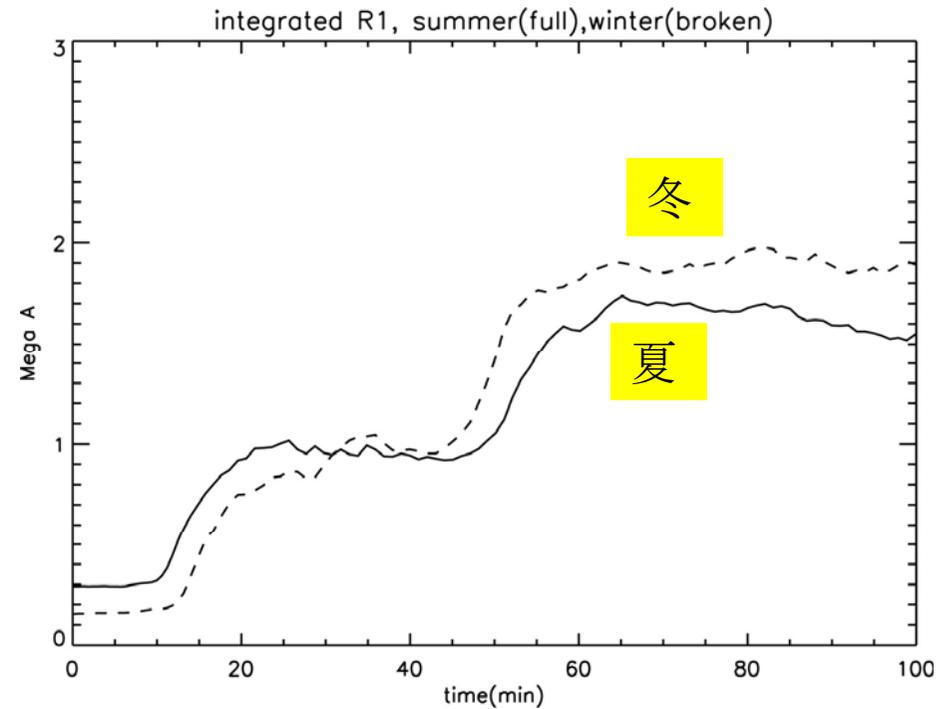
- 非対称の原因
  - 磁軸の傾き ⇨ 磁気圏の非対称
  - 自転軸の傾き ⇨ 電離圏の非対称
- 調査対象
  - 沿磁力線電流
  - Cross-polar cap potential



# Integrated R1 FAC



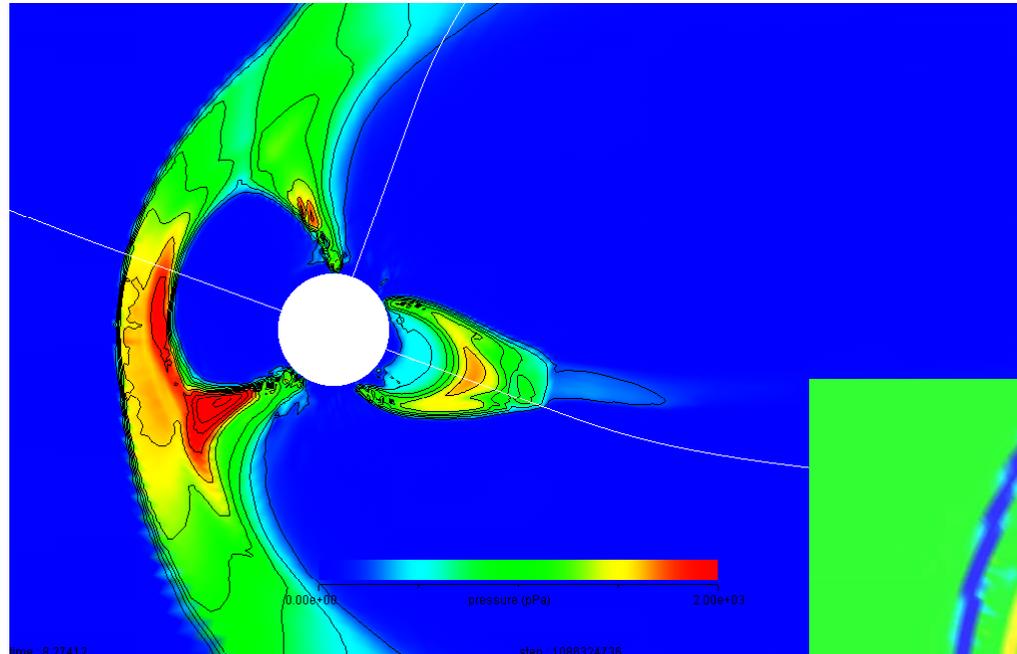
inclined rotational axis



inclined magnetic axis

IMFBz=-4.33nT,IMFBy=+4.33nT

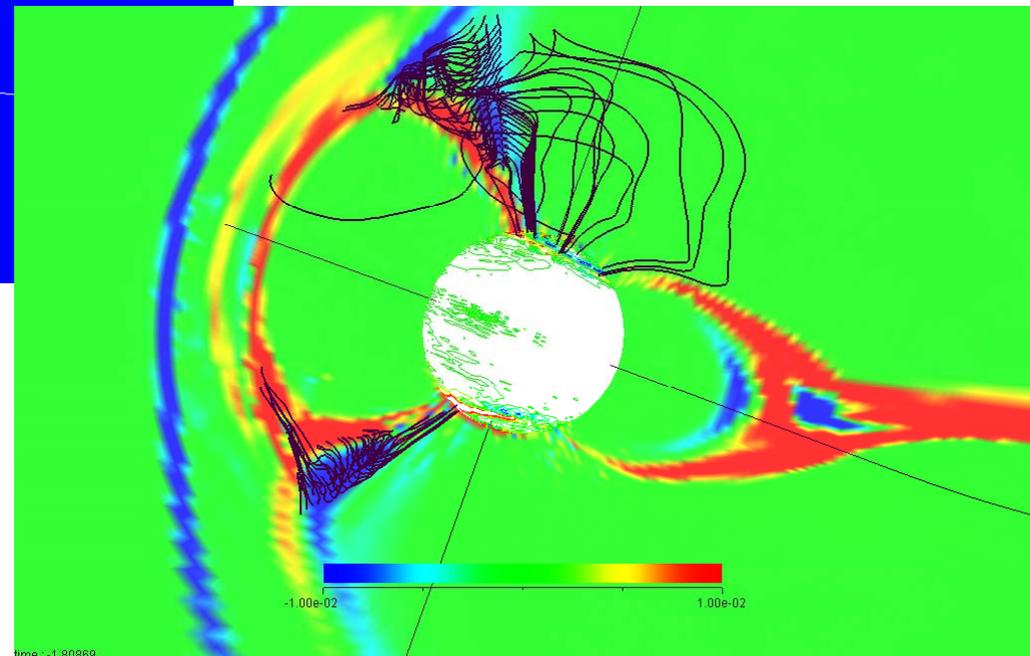
# Pressure profile and $J \cdot E$ at the onset inclined magnetic axis



圧力分布

IMFBz=-4.33nT,IMFBy=+4.33nT

$J \cdot E$ 分布と電流経路



# CPCP南北非対称性の観測結果

- Rich and Hairston (1994)
  - 夏半球のCPCPは冬半球のCPCPより小さい。(IMFが真南に近い時は同程度)
  - データソースはDMSP
- Papitashvili and Rich (2002)
  - 夏半球のCPCPは冬半球のCPCPより10–15%小さい。
  - データソースはDMSP

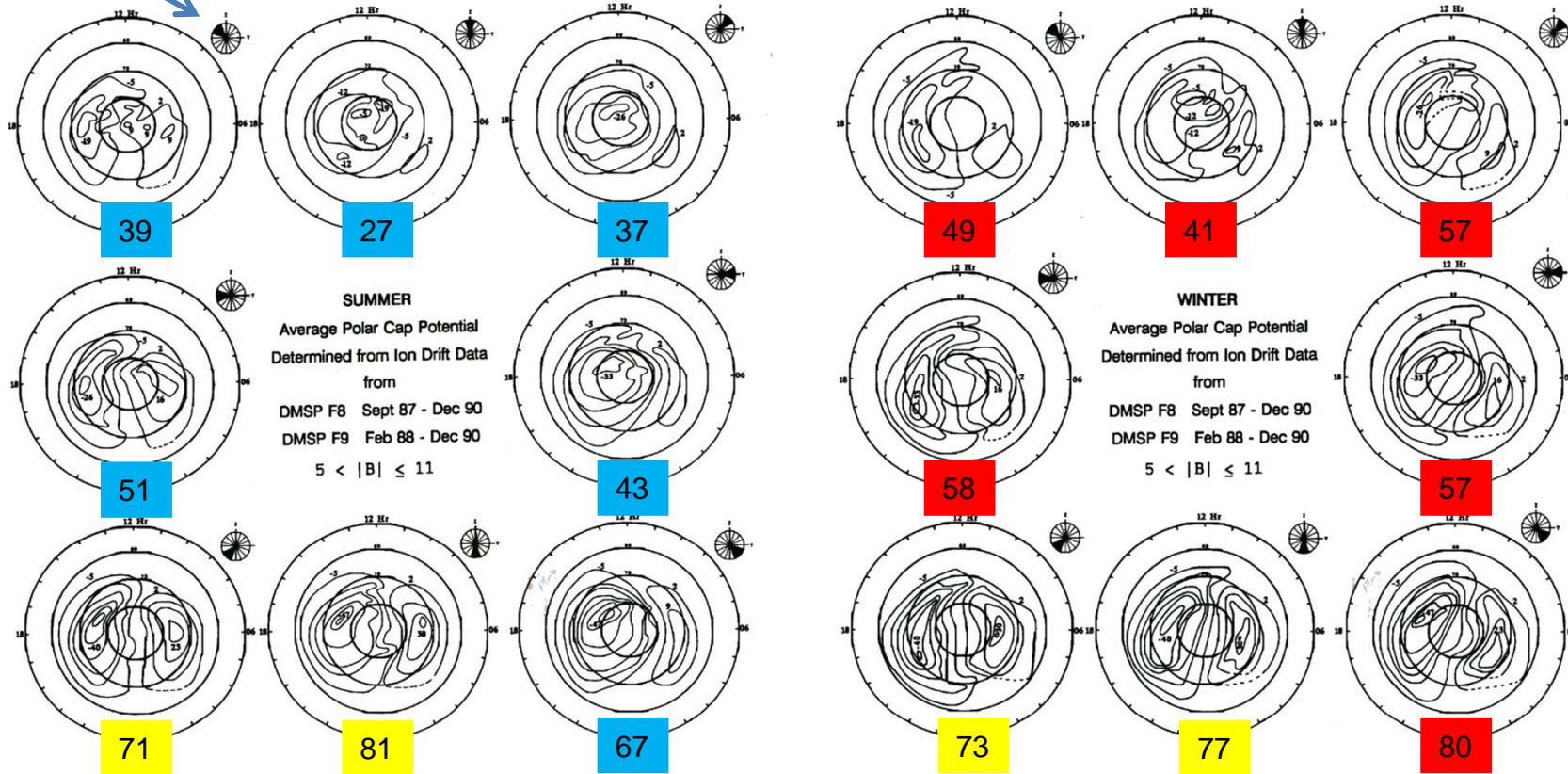
# 電離圏ポテンシャルの夏冬分布 (DMSPから導出)

IMF

RICH AND HAIRSTON: LARGE-SCALE CONVECTION PATTERNS 3837

3838

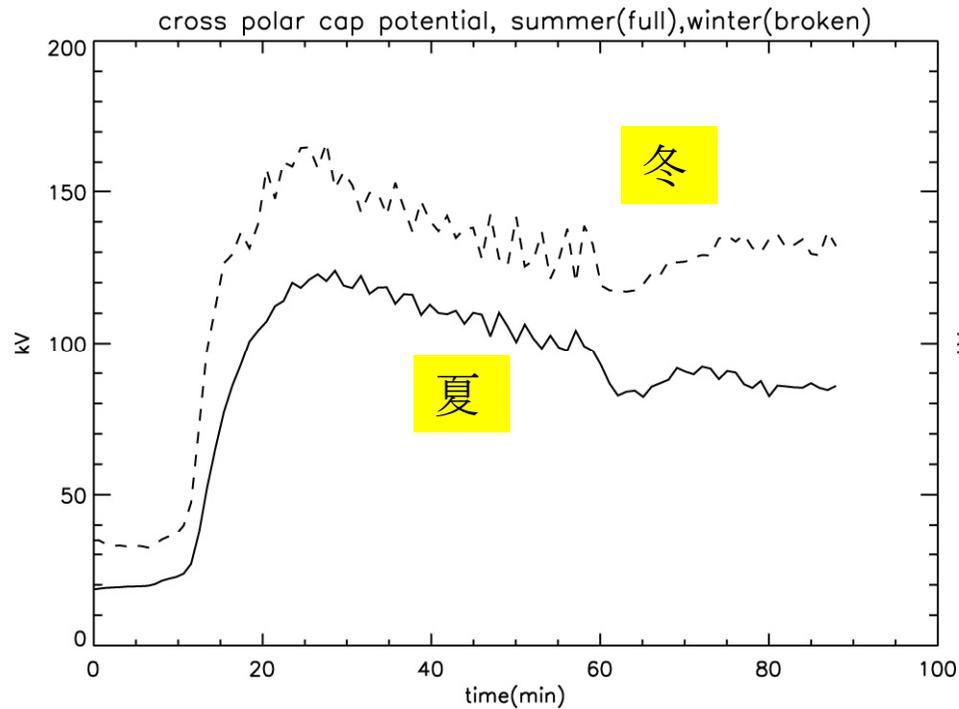
RICH AND HAIRSTON: LARGE-SCALE CONVECTION PATTERNS



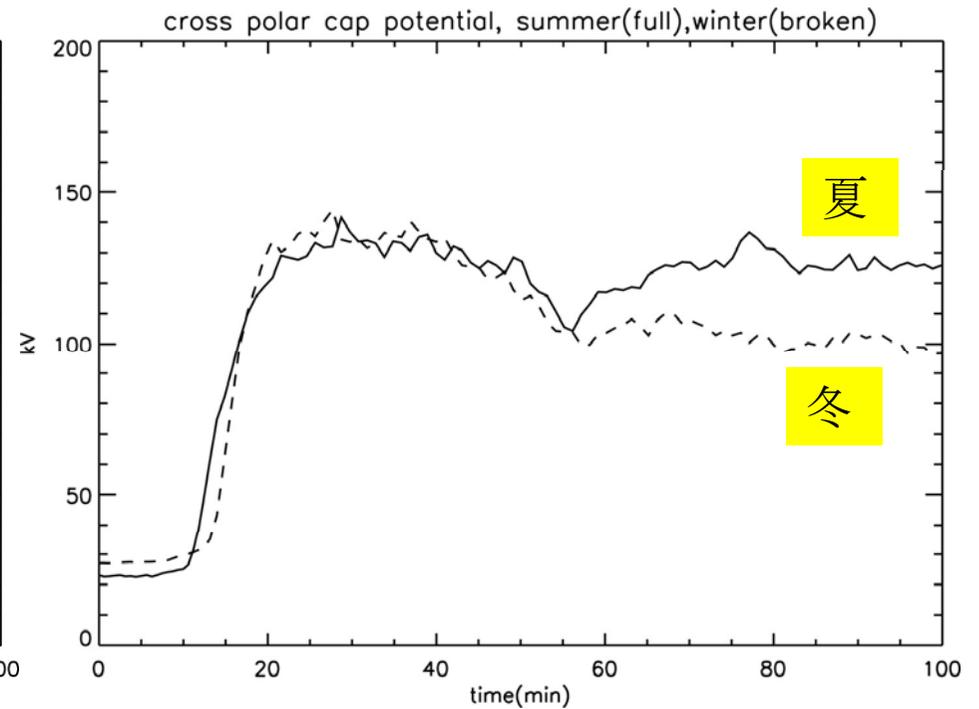
CPCPはIMFが南の時を除き、冬の方が大きい。

Rich and Hairston (1994)

# Cross polar cap potential



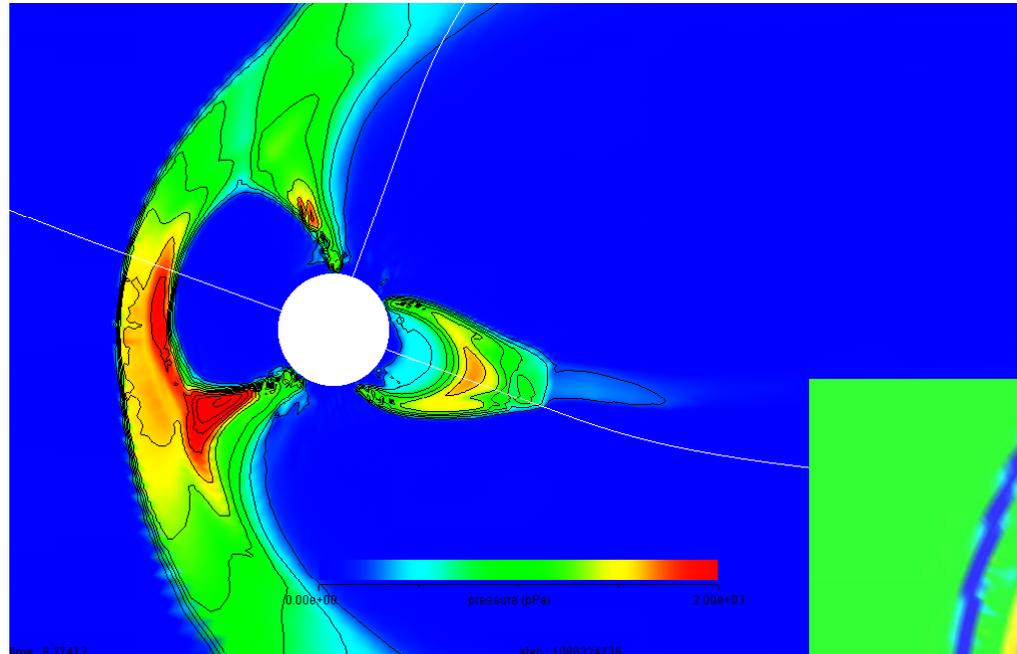
inclined rotational axis



inclined magnetic axis

IMFBz=-4.33nT,IMFBy=+4.33nT

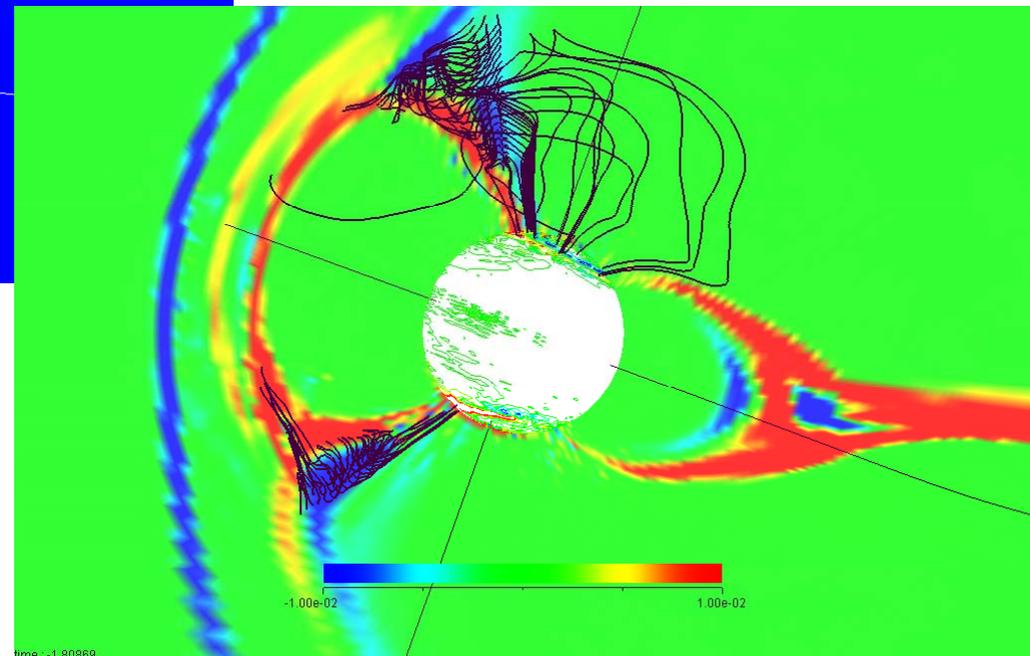
# Pressure profile and $J \cdot E$ at the onset inclined magnetic axis



圧力分布

IMFBz=-4.33nT,IMFBy=+4.33nT

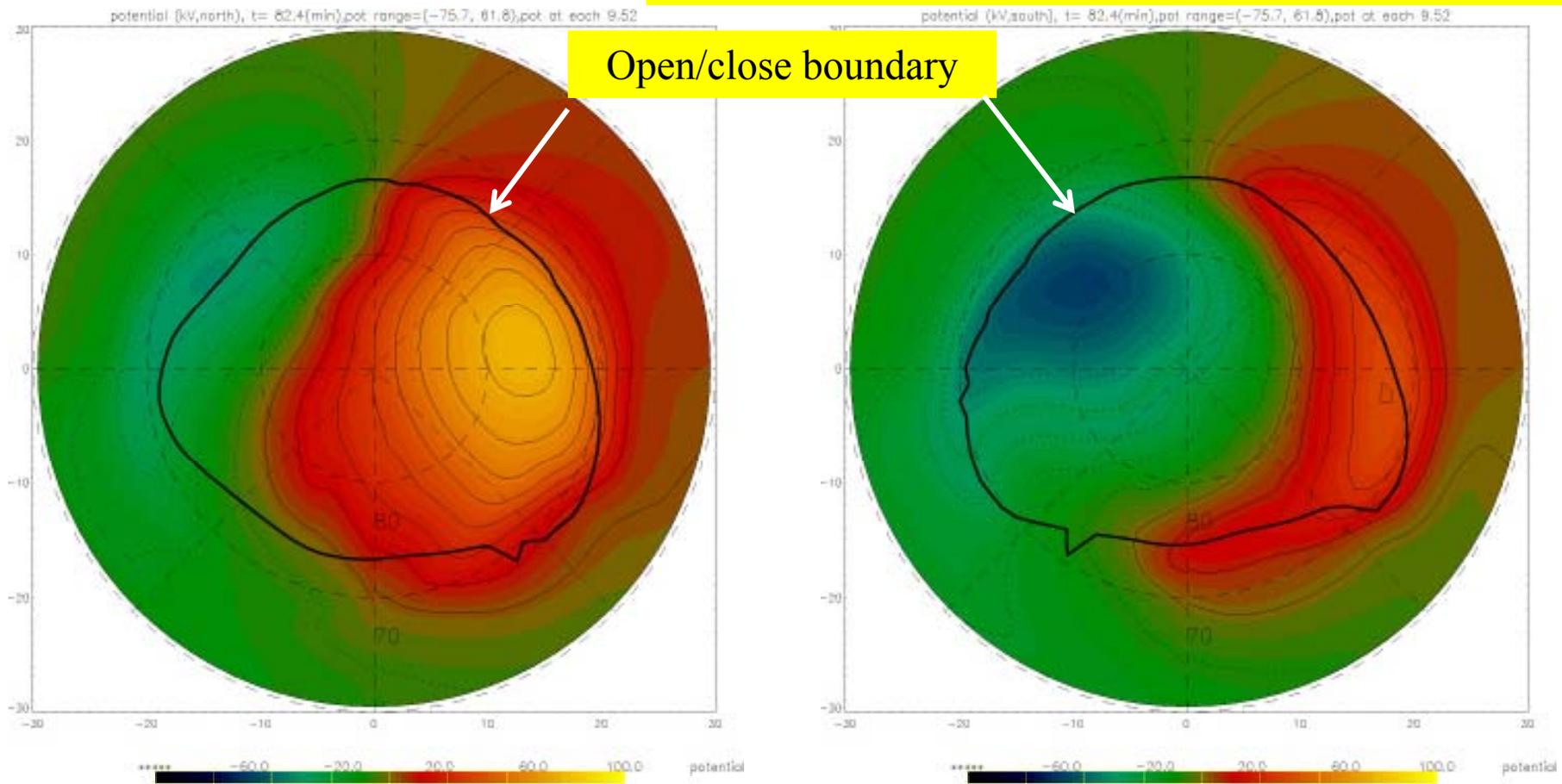
$J \cdot E$ 分布と電流経路



# Potential profiles

## 電離圈電導度非対称

IMFBy=4.33nT, IMFbz=-4.33nT, substorm onset

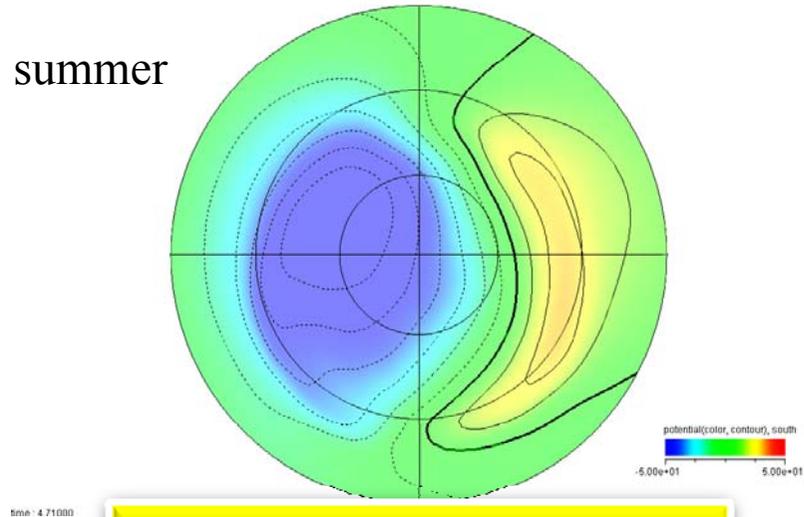
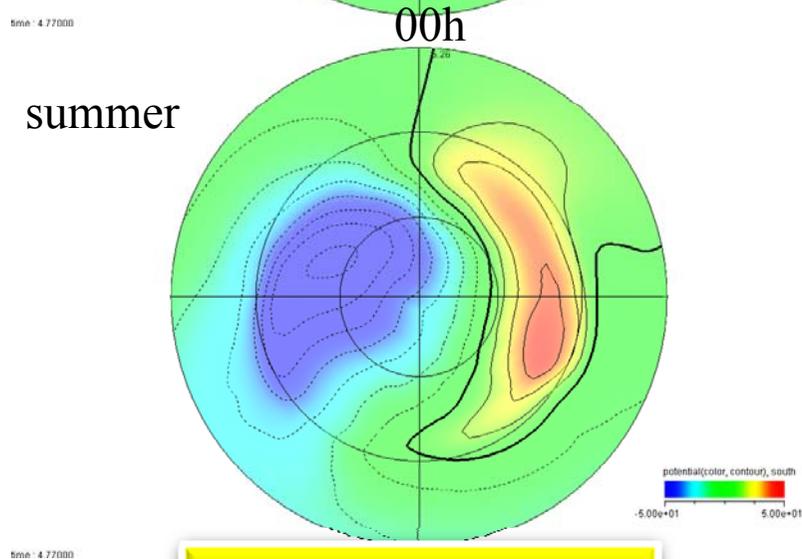
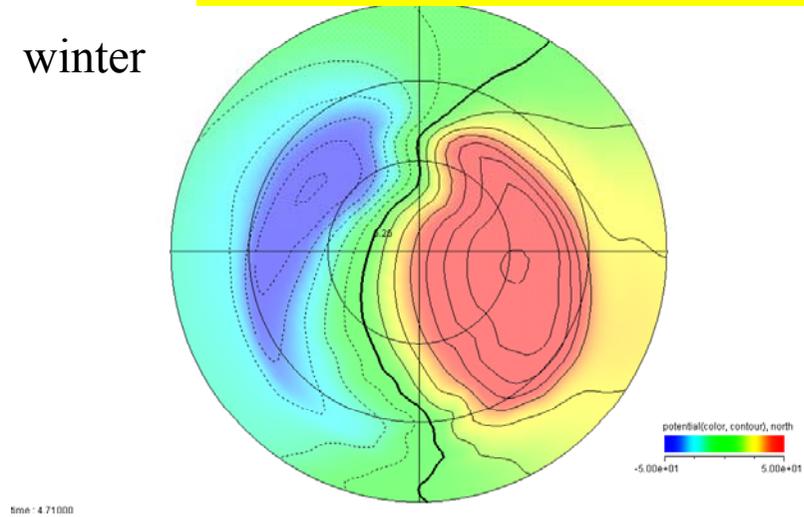
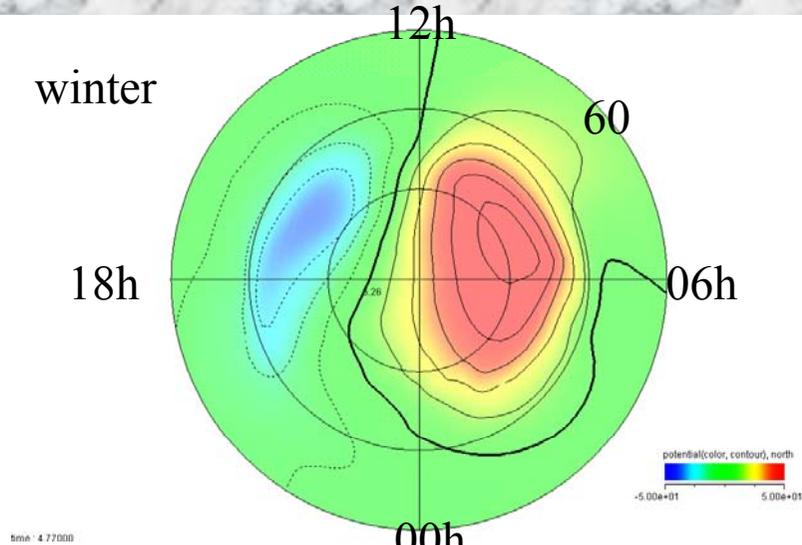


冬半球

夏半球

# Potential profiles

IMFBz=-4.33nT,IMFBy=+4.33nT



磁気圏構造の非対称

電離圏電気伝導度の非対称

# 結論

- 沿磁力線電流分布は南北で対称か？
  - モデルでは非対称。観測での確認を待つ。
- 電離圏南北非対称性の効果
  - 沿磁力線電流は電気伝導度が高い半球で強い
  - CPCPは電気伝導度が低い半球で高くなる（IMFByがある場合に限ると、lobe cellの効果？）
- 磁気圏南北非対称の効果
  - 沿磁力線電流の総量は南北でほぼ一致。ただし、分布は異なる。
  - 南北で、CPCPは一致する。