

# HF Doppler radar/sounderによる磁気擾乱 時の電離圏電場

菊池崇、橋本久美子、富澤一郎、西谷望、長妻努

## 【共同研究者】

橋本久美子: サブストーム電場解析

西村幸敏: PC5磁場電場、沿磁力線電流解析

高橋直子: SC衛星電場解析

新堀淳樹: SC、磁気嵐解析

荒木徹: SC解析

海老原祐輔、田中高史、藤田茂: MHDシミュレーション

富澤一郎: HF Doppler観測

堀智昭、西谷望: 北海道レーダー観測

長妻努: 地磁気観測

# 赤道ジェット電流と相関する低緯度電離圏電場

- 磁気嵐急始(SC)の初期インパルス(PI)と主インパルス(MI)の電場 (T=数10秒 - 10分)
- グローバル地磁気脈動(PC5)の電場 (T=1 - 10分)
- 準周期対流電場(DP2)振動 (T=数10分 - 1時間)
- サブストーム成長相電場と爆発相電場 (T=数分 - 1時間)
- 磁気嵐中の対流電場と過遮蔽電場 (数分 - 数時間)

# 赤道ジェット電流と相関する低緯度電離圏電場

- 磁気嵐急始(SC)の初期インパルス(PI)と主インパルス(MI)の電場 (T=数10秒 - 10分)
- グローバル地磁気脈動(PC5)の電場 (T=1 - 10分)
- 準周期対流電場(DP2)振動 (T=数10分 - 1時間)
- サブストーム成長相電場と爆発相電場 (T=数分 - 1時間)
- 磁気嵐中の対流電場と過遮蔽電場 (数分 - 数時間)

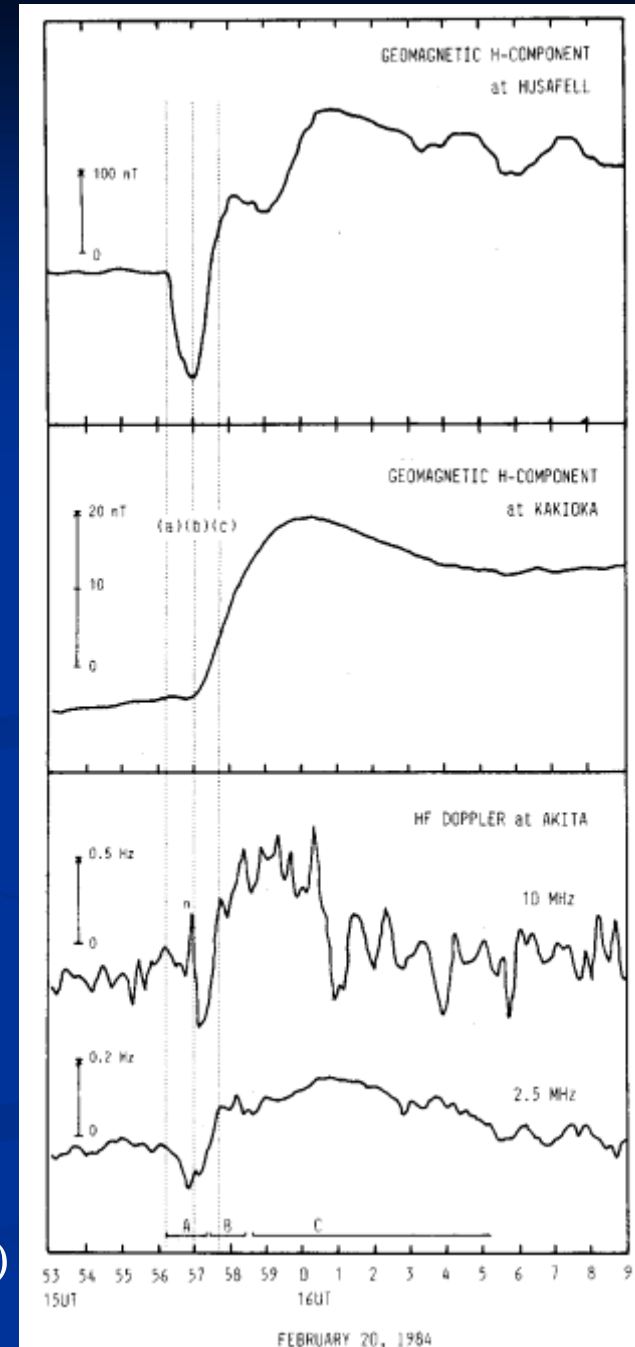
# PI electric field at nightside low latitude (HF Doppler observation)

High latitude PRI

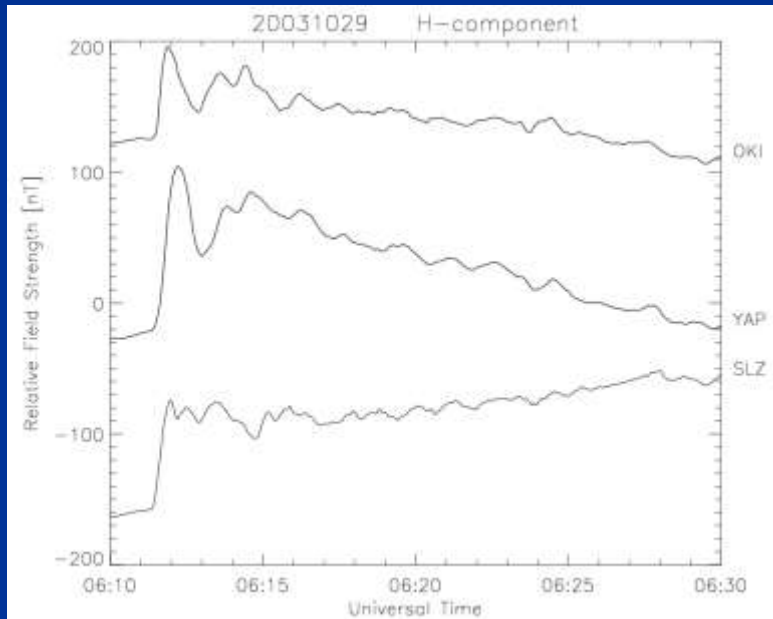
The PI electric field was transmitted to low latitude ionosphere on the nightside near-instantaneously within the temporal resolution of data (10sec), as detected with HF Doppler observation (Kikuchi et al., 1985, Kikuchi, 1986).

Low latitude HFD

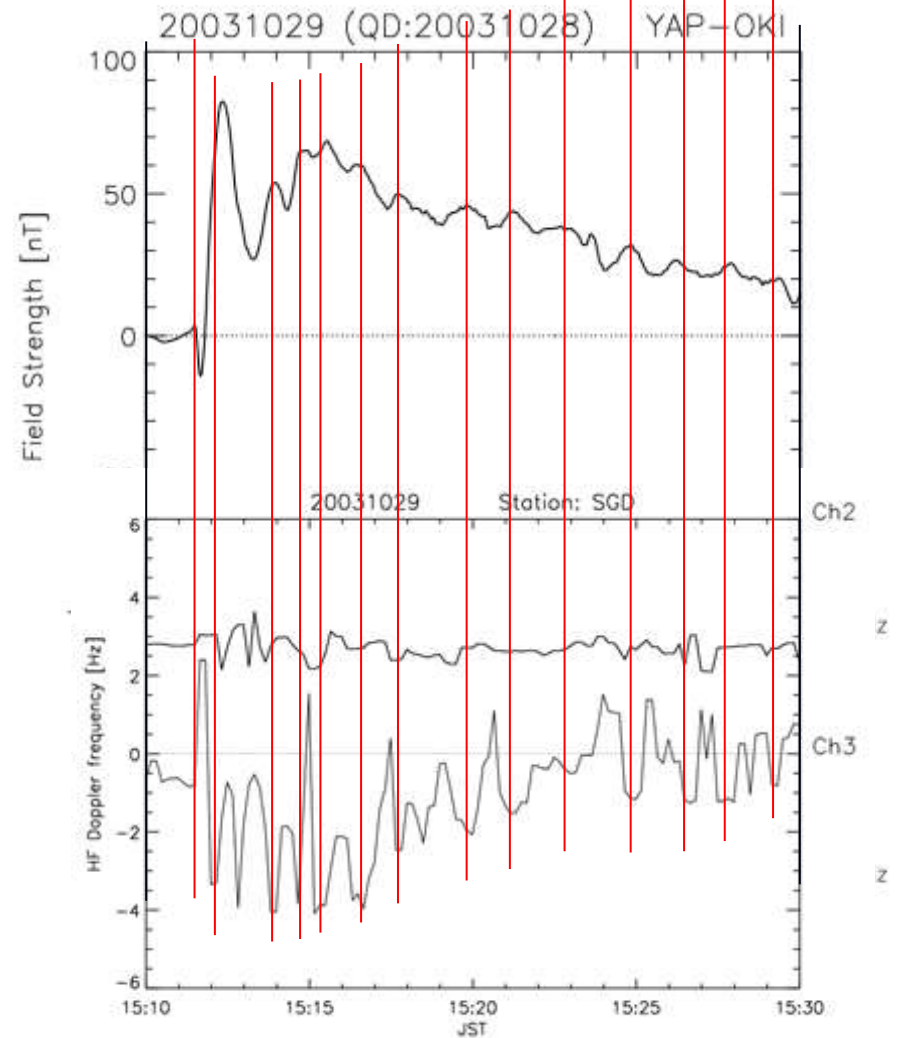
(Kikuchi, JGR 1986)



# PI electric field at the dayside low latitude (HF Doppler observation)

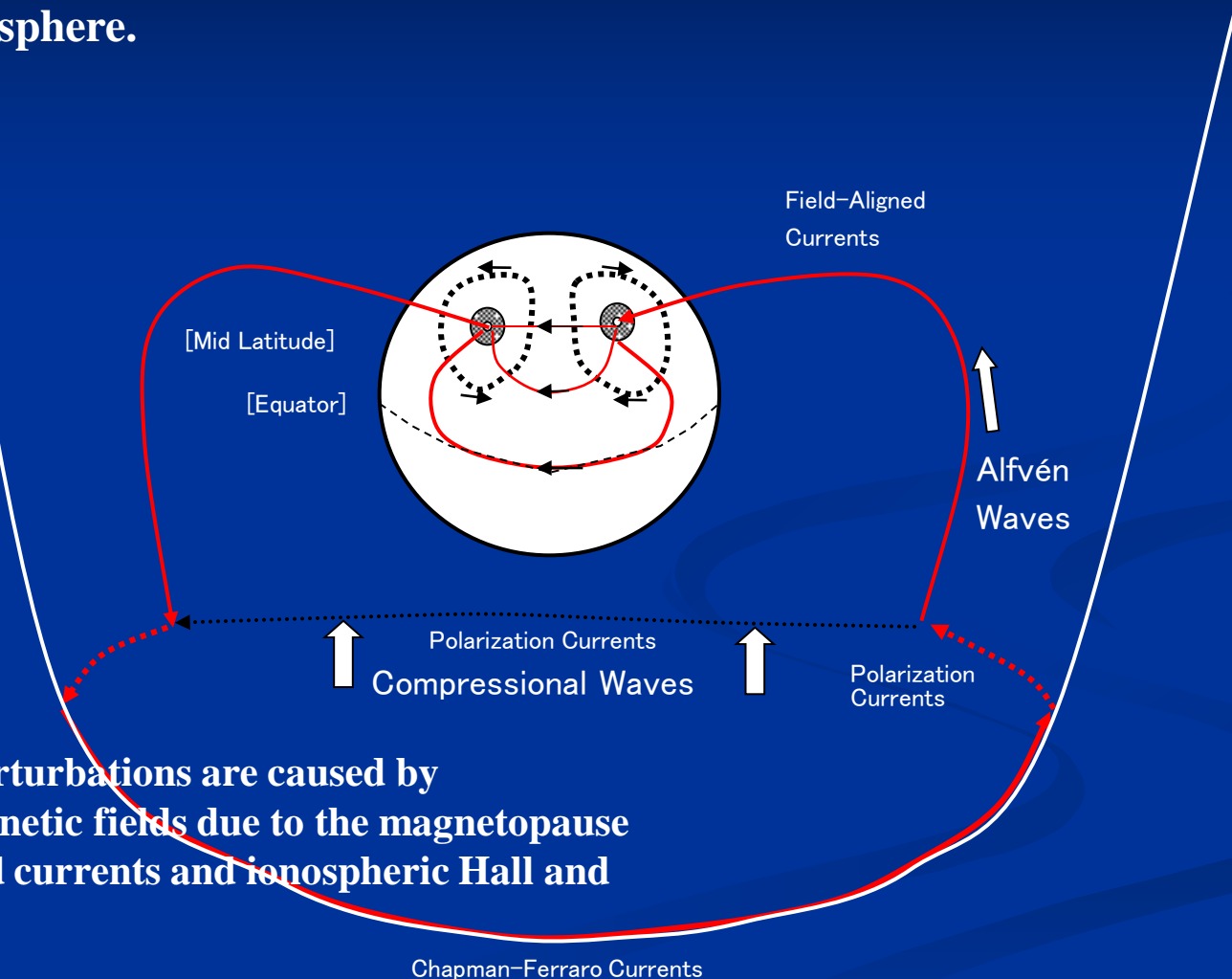


The equatorial PI is overcome by the DL, but the EEJ and HFD show the PI.



# PI発生時の磁気圏境界—電離圏電流系

The dusk-to-dawn electric field drives the Hall currents in high latitude and the field-aligned currents flow into the equatorial ionosphere via the polar ionosphere.



Ground magnetic perturbations are caused by superposition of magnetic fields due to the magnetopause current, field-aligned currents and ionospheric Hall and Pedersen currents.

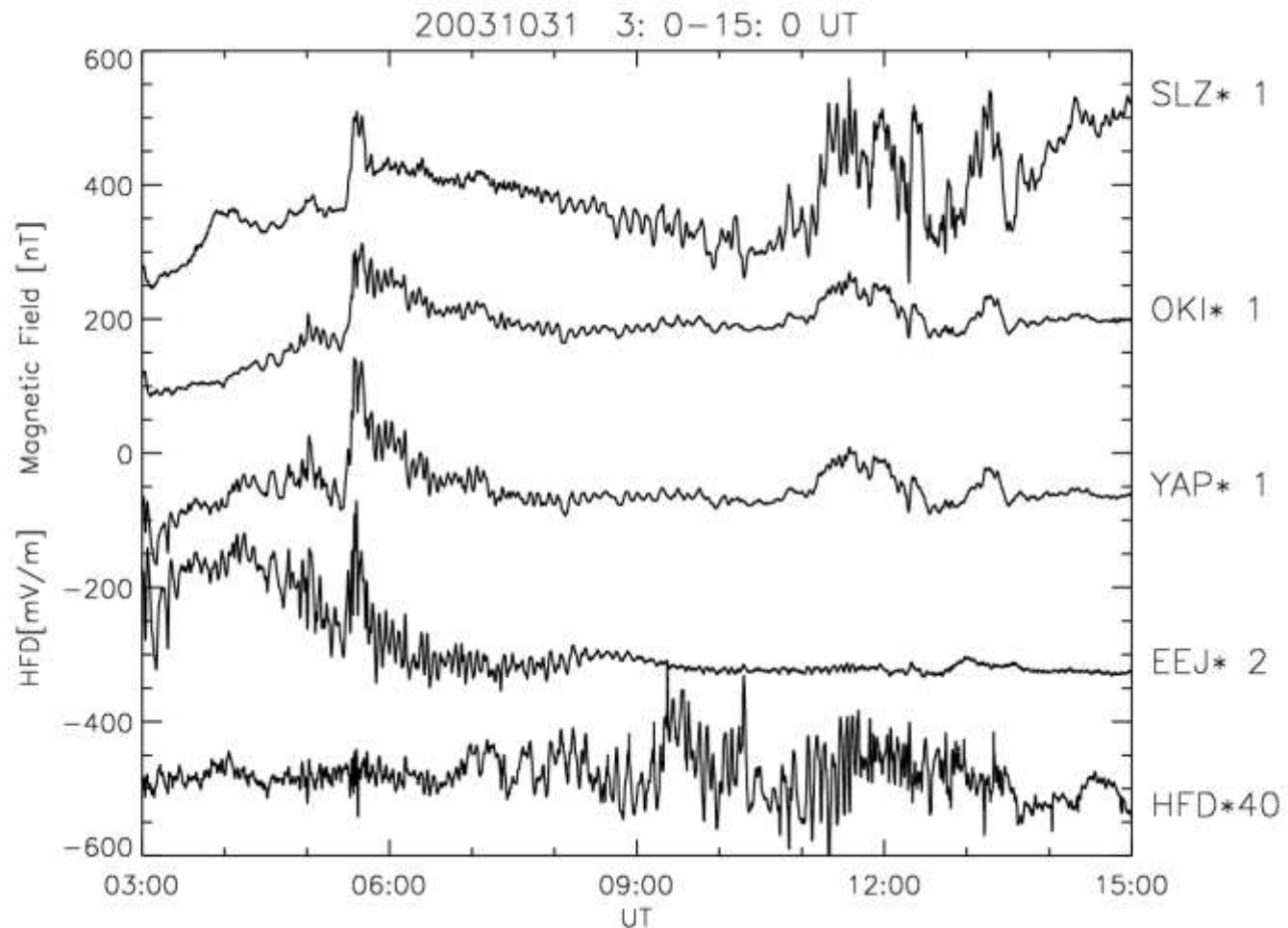
(Kikuchi et al., JGR 2001)

# 赤道ジェット電流と相関する低緯度電離圏電場

- 磁気嵐急始(SC)の初期インパルス(PI)と主インパルス(MI)の電場 (T=数10秒 - 10分)
- グローバル地磁気脈動(PC5)の電場 (T=1 - 10分)
- 準周期対流電場(DP2)振動 (T=数10分 - 1時間)
- サブストーム成長相電場と爆発相電場 (T=数分 - 1時間)
- 磁気嵐中の対流電場と過遮蔽電場 (数分 - 数時間)

# Global PC5 events observed with the magnetometers and HF Doppler (HFD) sounder on October 31, 2003

To carry out correlation analyses, we will subtract 6-min moving averaged background variations.



EEJ and HFD are multiplied by 2 and 40 so that they can share the ordinate with the magnetic field.



# (1) Equatorial electrojet (EEJ) and low latitude electric field (HFD) on the dayside

EEJ=YAP-OKI

2-3UT Oct.31

OKI & YAP --> 0.130507

OKI & HFD --> -0.297606

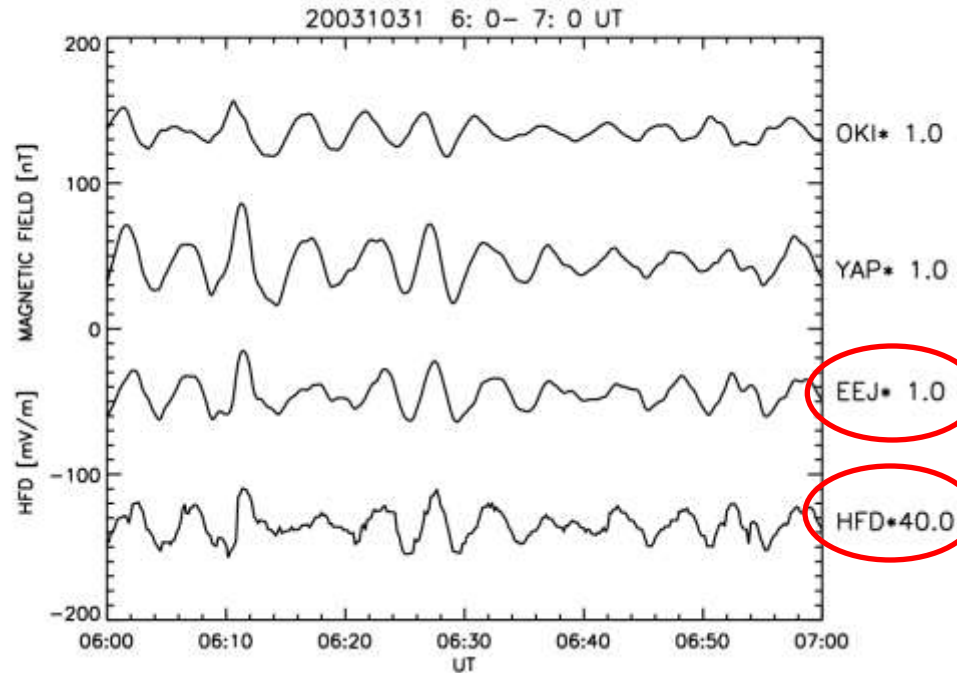
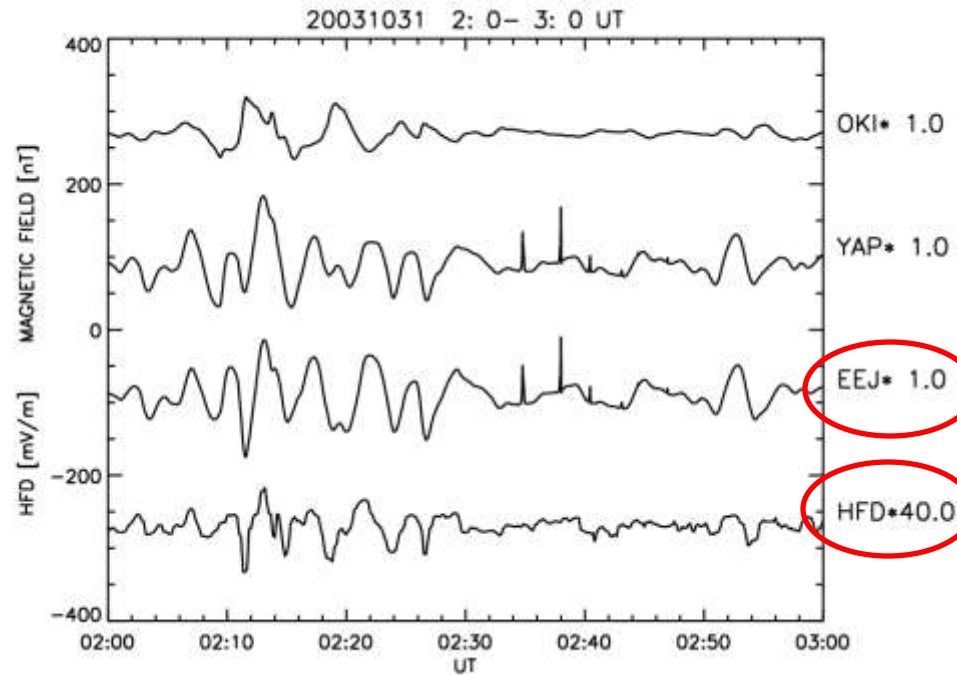
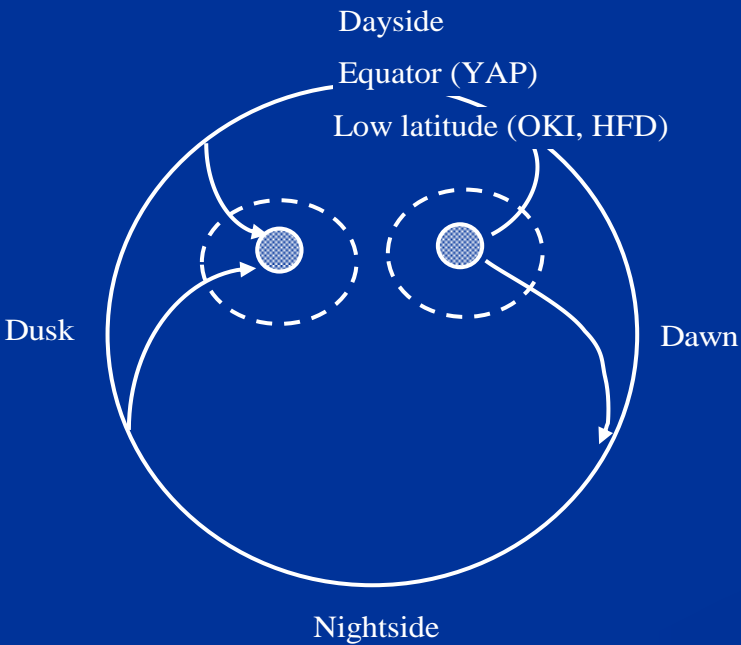
**EEJ & HFD --> 0.705547**

6-7UT Oct 31

OKI & YAP --> 0.661922

OKI & HFD --> -0.0390473

**EEJ & HFD --> 0.918276**



## (2) Nightside EEJ and HFD

9-10UT Oct 31

OKI & YAP --> 0.911275

OKI & HFD --> -0.149806

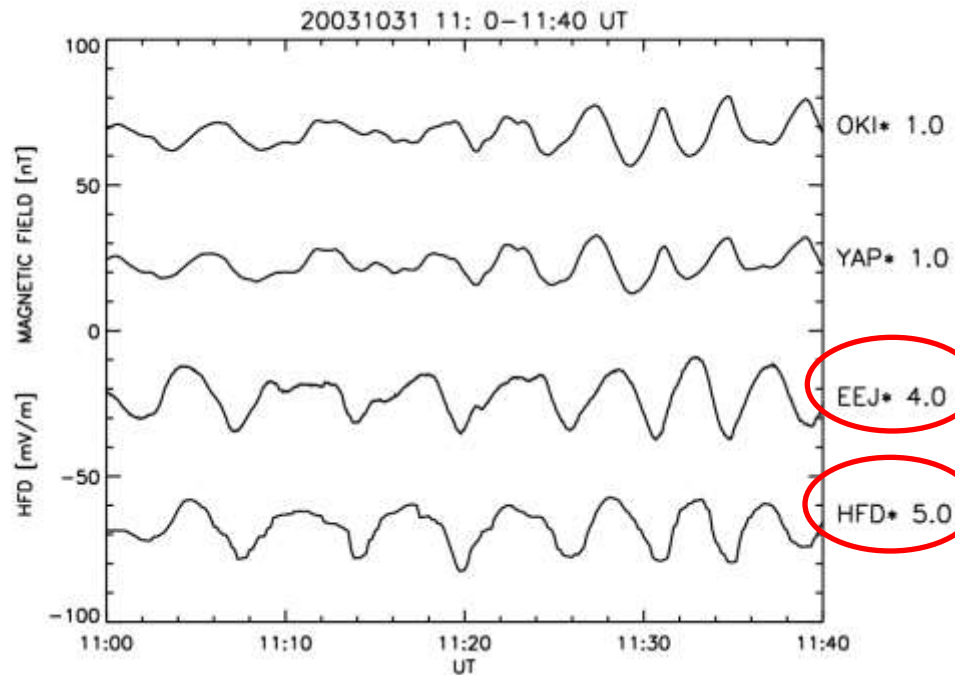
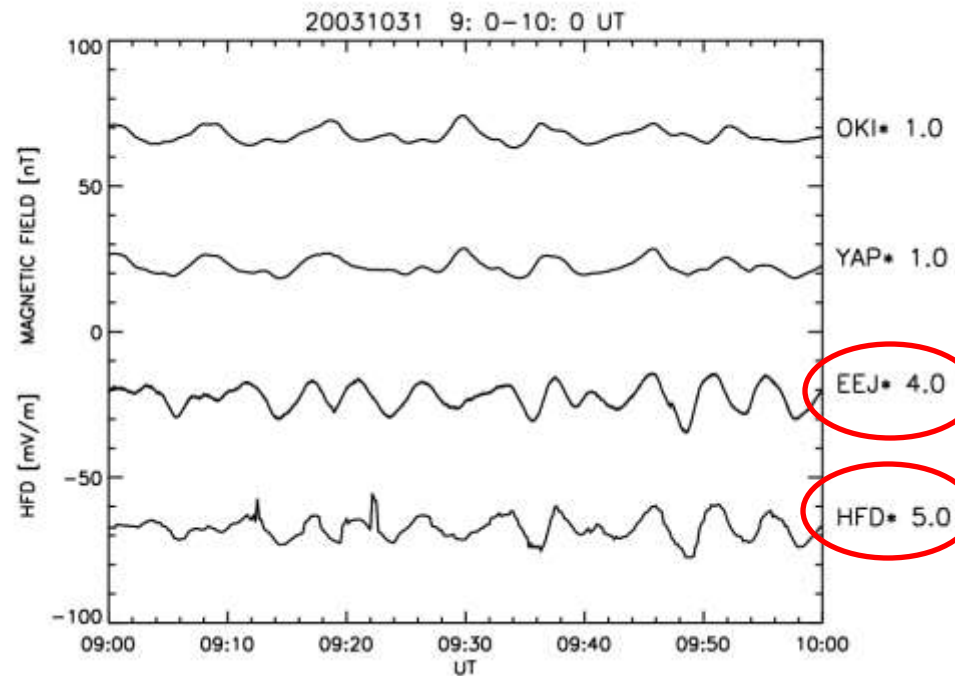
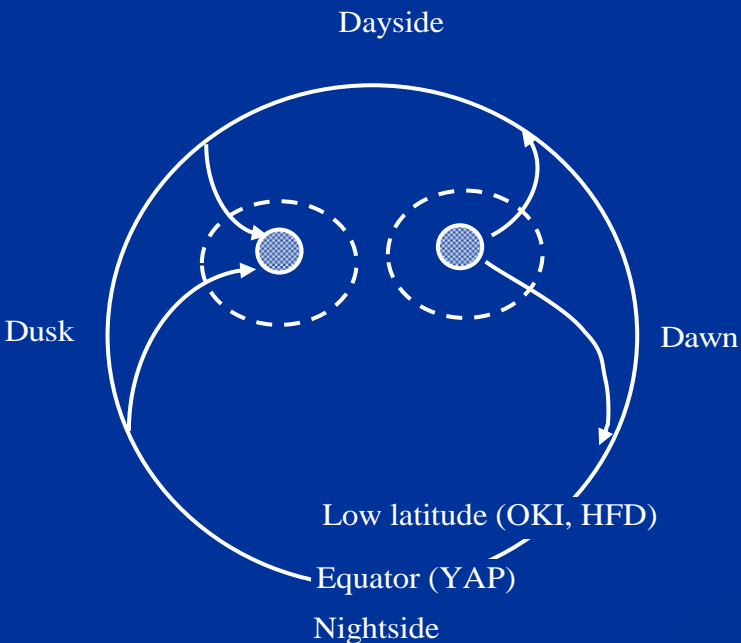
**EEJ & HFD --> 0.871406**

1100-1140UT Oct 31

OKI & YAP --> 0.934799

OKI & HFD --> -0.323962

**EEJ & HFD --> 0.913279**



### (3) Dayside EEJ (SLZ) and nightside HFD

date =20031029 13: 0-13:40 UT

SLZ & EEJ --> -0.862814

**SLZ & HFD --> -0.713834**

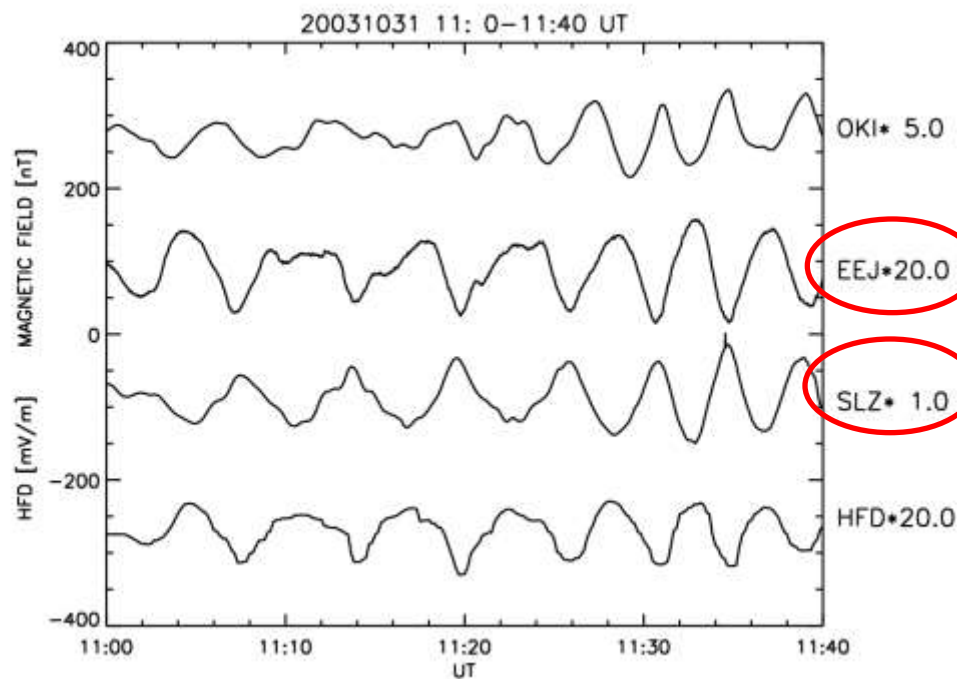
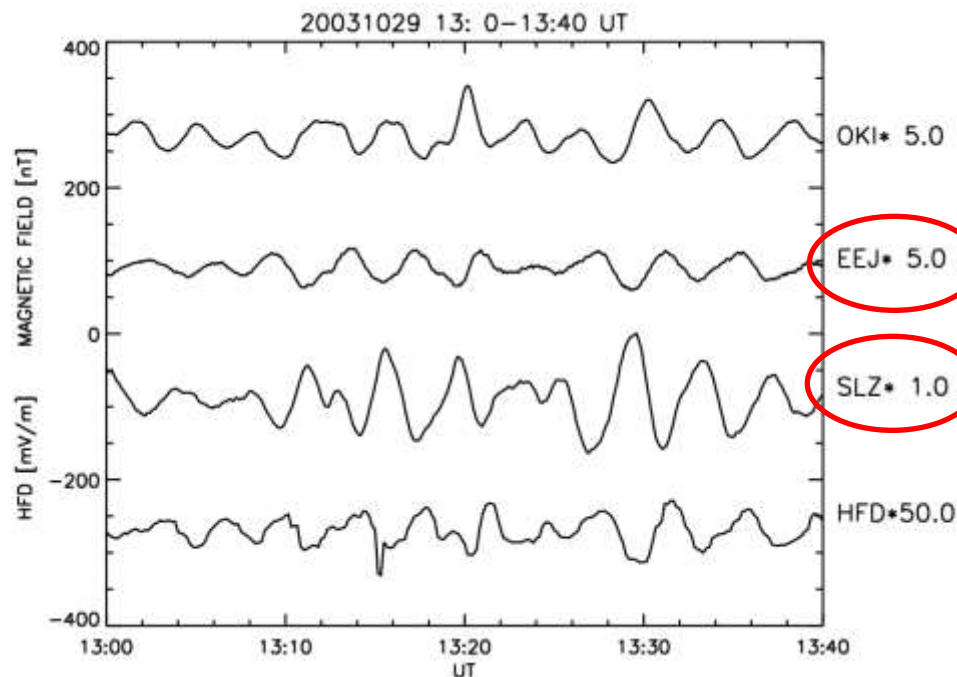
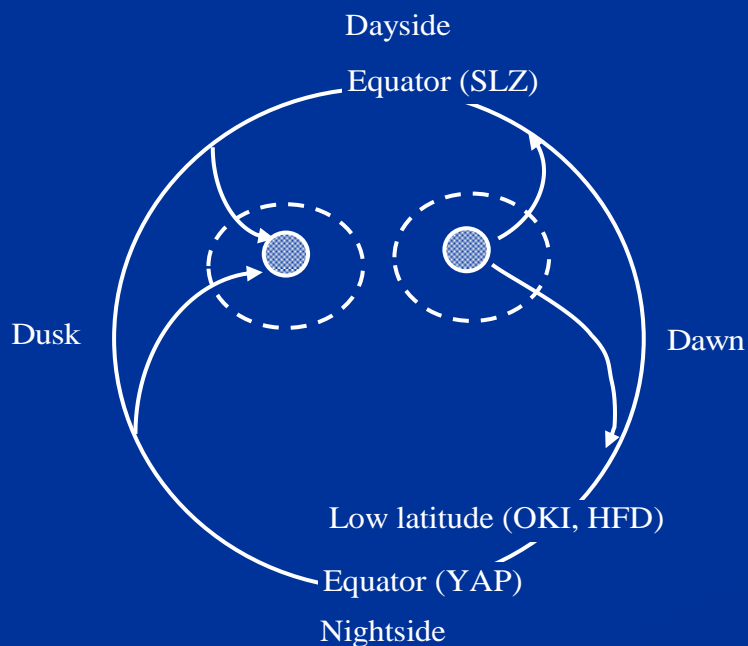
EEJ & HFD --> 0.668860

date =20031031 11: 0-11:40 UT

SLZ & EEJ --> -0.862898

**SLZ & HFD --> -0.923948**

EEJ & HFD --> 0.913279



# 赤道ジェット電流と相関する低緯度電離圏電場

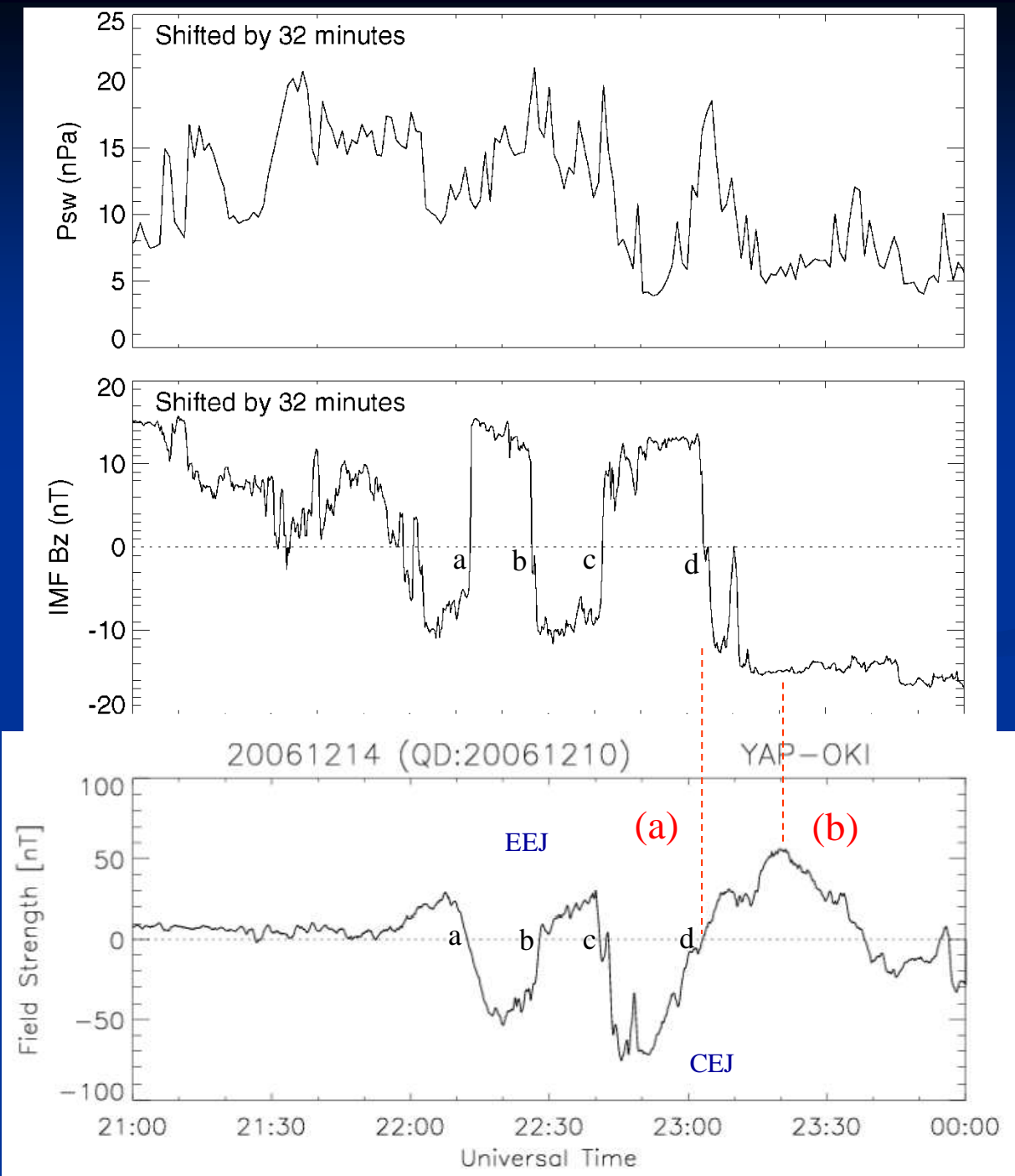
- 磁気嵐急始(SC)の初期インパルス(PI)と主インパルス(MI)の電場 (T=数10秒 - 10分)
- グローバル地磁気脈動(PC5)の電場 (T=1 - 10分)
- 準周期対流電場(DP2)振動 (T=数10分 - 1時間)
- サブストーム成長相電場と爆発相電場 (T=数分 - 1時間)
- 磁気嵐中の対流電場と過遮蔽電場 (数分 - 数時間)

# 太陽風南北成分(IMF Bz)変動に対応して赤道ジェット電流が変動する(EEJ, CEJ)

- (a) The EEJ is superposed by the CEJ starting at 2320UT during the period of steady southward IMF.
- (b) Note that the CEJ of the quasi-periodic DP2 fluctuations is caused by the overshielding (R2 FACs) due to the northward IMF.

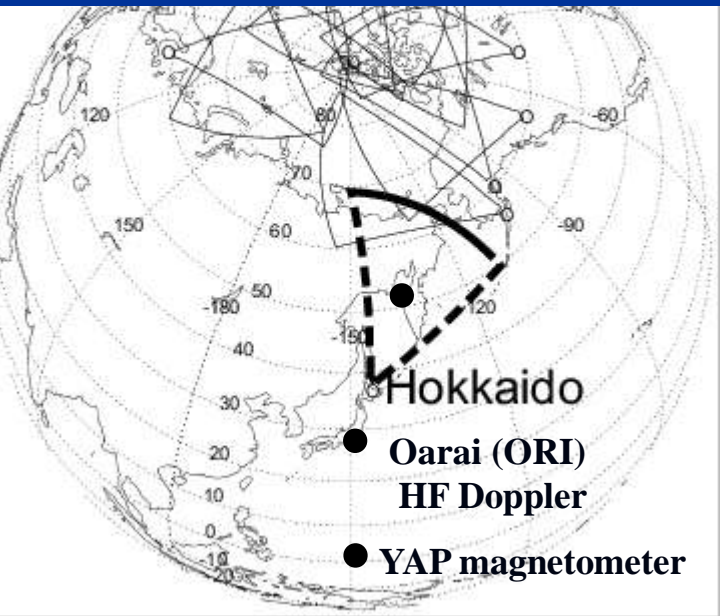
(The time axis of ACE data is shifted by 32 min behind.)

Kikuchi et al. [JGR 2010]

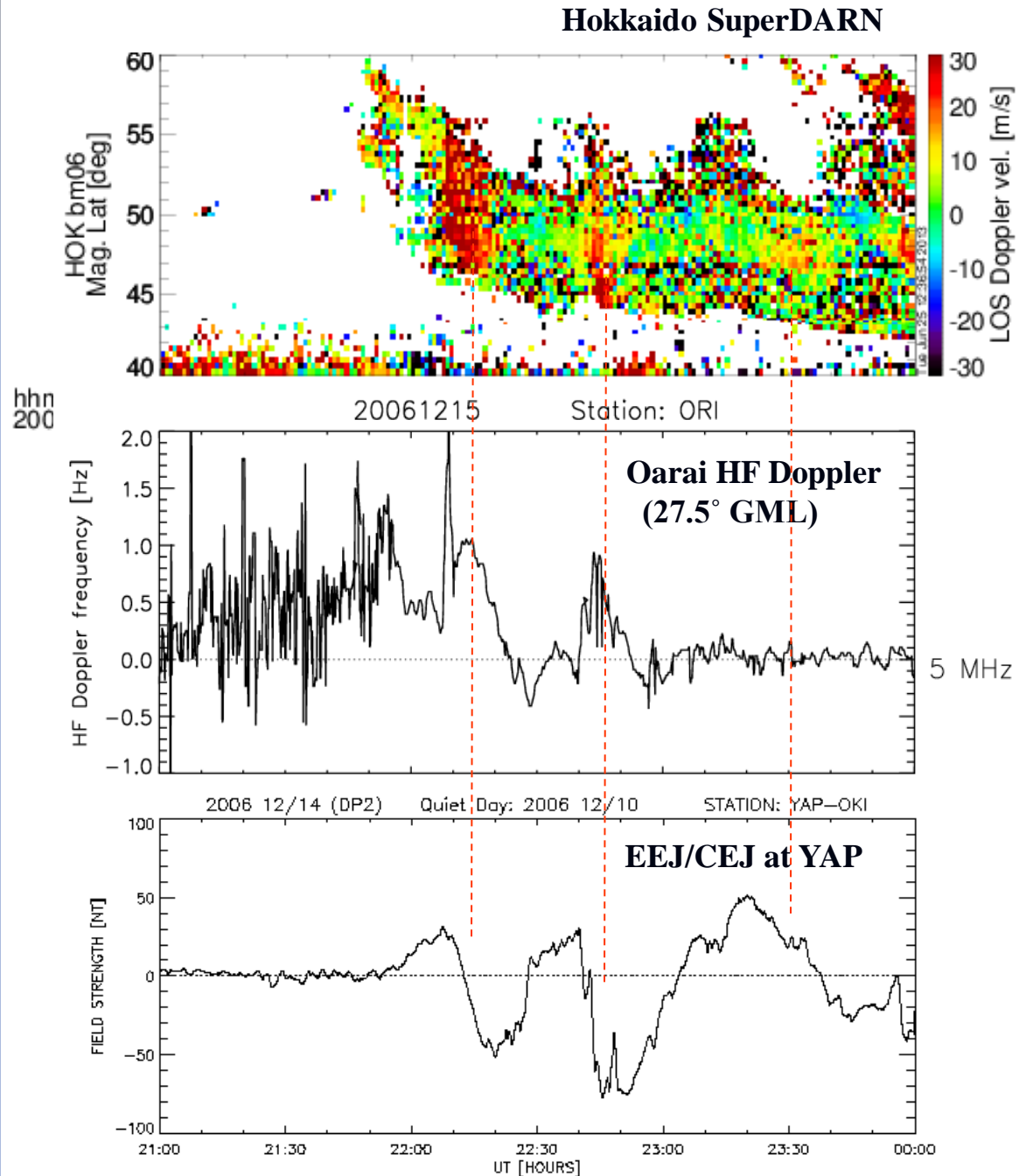


# 赤道ジェット電流変動に対応するHFD電場と北海道SuperDARNレーダー電場

Stormtime electric fields detected by the Hokkaido SuperDARN radar and UEC HF Doppler sounder



Electric field from HF Doppler  
 $E = 2.15$  [mV/m] ( $\Delta f = 1$  Hz)



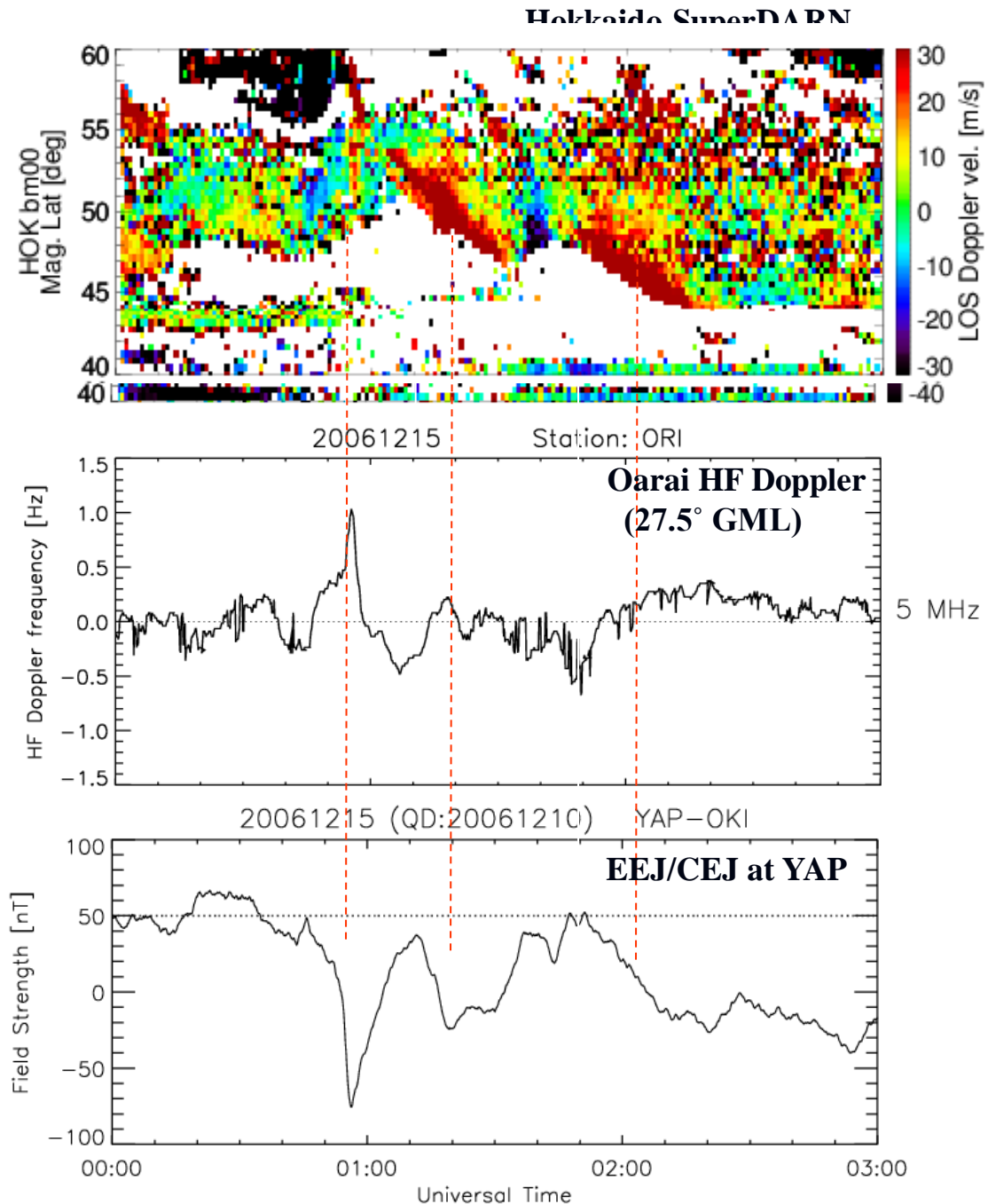
# 赤道ジェット電流と相関する低緯度電離圏電場

- 磁気嵐急始(SC)の初期インパルス(PI)と主インパルス(MI)の電場 (T=数10秒 - 10分)
- グローバル地磁気脈動(PC5)の電場 (T=1 - 10分)
- 準周期対流電場(DP2)振動 (T=数10分 - 1時間)
- サブストーム成長相電場と爆発相電場 (T=数分 - 1時間)
- 磁気嵐中の対流電場と過遮蔽電場 (数分 - 数時間)

# 赤道ジェット電流変動に対応するHFD電場と北海道SuperDARNレーダー電場

Stormtime electric fields detected by the Hokkaido SuperDARN radar and UEC HF Doppler sounder

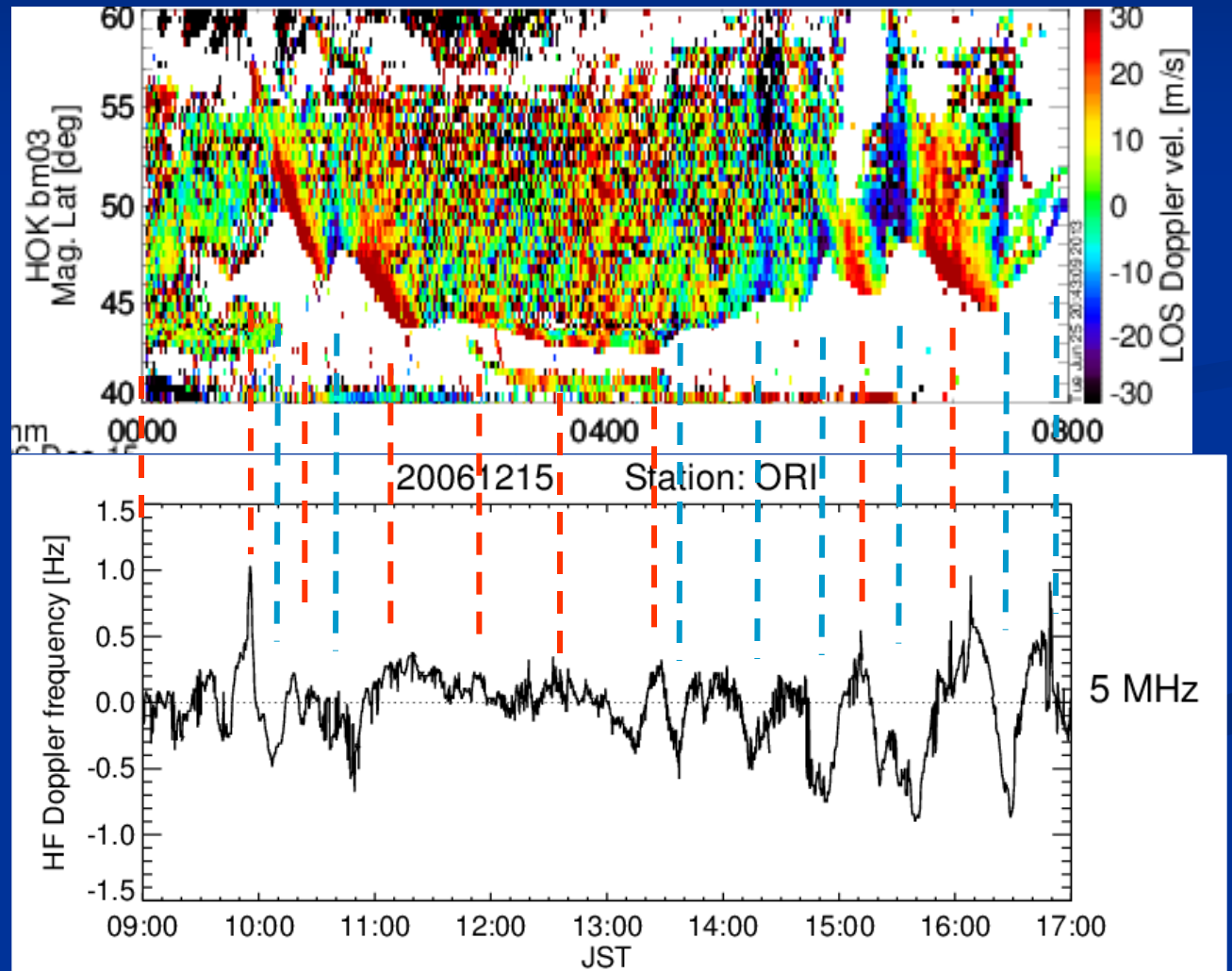
The electric fields observed by the Hokkaido SuperDARN radar and HF Doppler measurements change their direction during the long lasting CEJs, while the CEJs continue for several hours with large amplitude fluctuations concurrent with the electric field fluctuations.





# 磁気嵐時の中緯度(Hokkaido radar)と低緯度(HFD)の変動電場

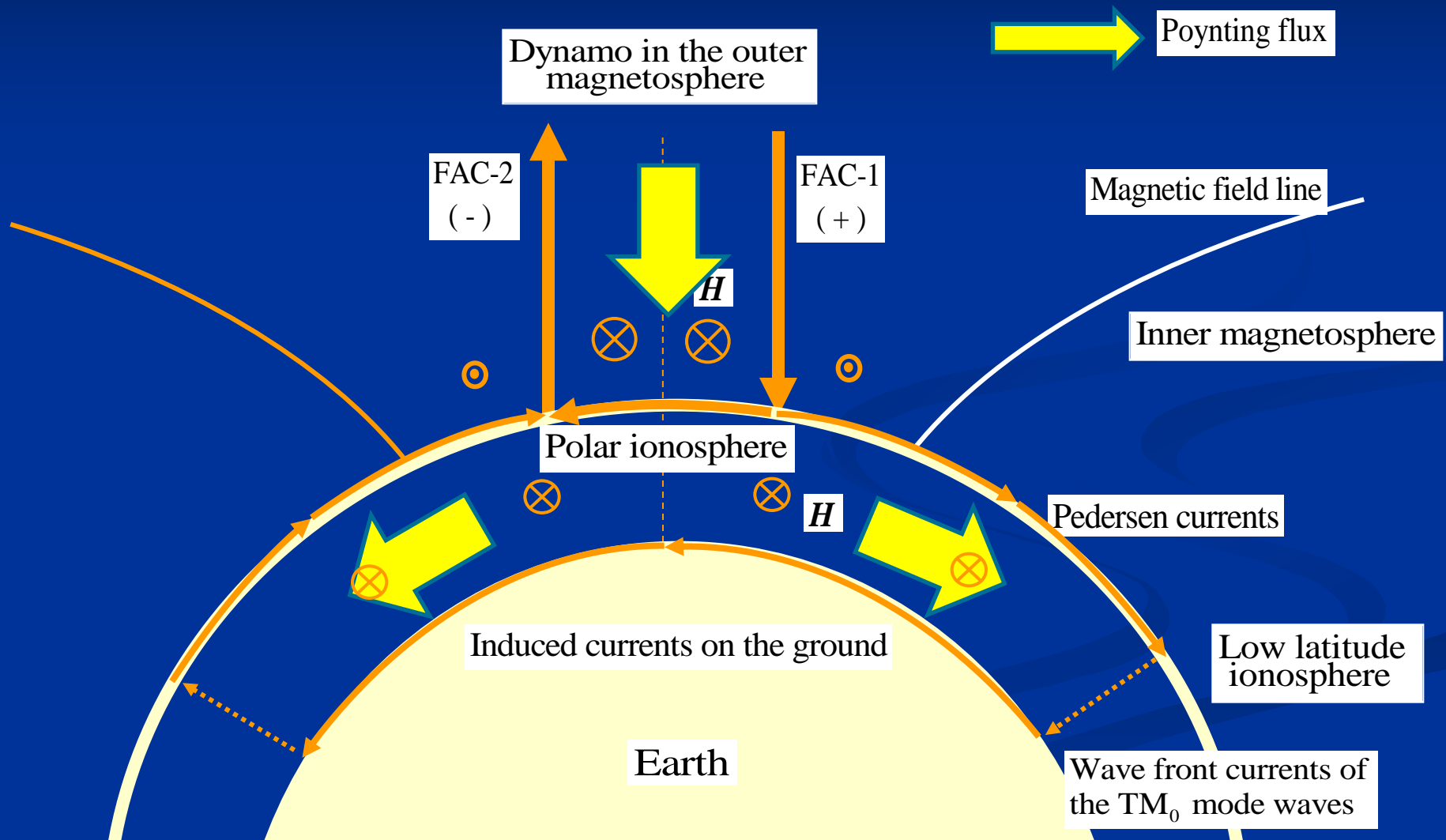
Stormtime electric fields detected by the Hokkaido SuperDARN radar and UEC HF Doppler sounder



# 磁気圏電離圏地面伝送線

## Magnetosphere-ionosphere-ground (MIG) transmission line

[Kikuchi, JGR2014]



# まとめ

地磁気急始(SC)、地磁気脈動(PC)、サブストーム、磁気嵐などの宇宙天気事象を引き起こす電場がHF Doppler sounderとHokkaido SuperDARNにより観測され、極赤道電離圏電流の変動と相関がある。

磁気圏で発生した電場・電流はAlfvenで磁力線に沿って極域電離圏へ伝搬し、さらに地面電離層導波管TM0モード(TEMモード)で低緯度赤道電離圏へ伝送される。

(磁気圏から直接低緯度へ伝搬する電場・磁場との分離が課題)