



IUGONET

Metadata DB for Upper Atmosphere

超高層大気長期変動の全球地上ネットワーク観測・研究
Inter-university Upper atmosphere Global Observation NETwork

磁気嵐時における グローバルな地磁気変動

- ・ **新堀淳樹(京大生存研)**

西村幸敏(名大STE研) 辻裕司(名大STE研)

菊池崇(名大STE研) 長妻努(NICT) 亘慎一(NICT)

IUGONETメンバー

I.1 磁気嵐に関連したグローバルな地磁気変動の起源

(1) 磁気圏ダイナモで作られる巨視的電流系

R-1、R-2電流系に伴って極域電離圏に印加した大規模電離圏電場の赤道電離圏への侵入

[e.g., Nishida, 1968; Pellat and Laval, 1972; Kikuchi et al., 2008]

○IMFの極性に非常に良い相関がある

$B_z < 0 \Rightarrow$ 東向き赤道ジェット電流 (dawn-to-dusk電場の侵入)

$B_z > 0 \Rightarrow$ 西向き赤道ジェット電流 (dusk-to-dawn電場の侵入)

(2) 電離圏擾乱ダイナモによる電離圏電流

磁気嵐主相中の極域熱圏高度におけるジュール加熱によって生成される熱圏風が駆動する電離圏電場起源の電流

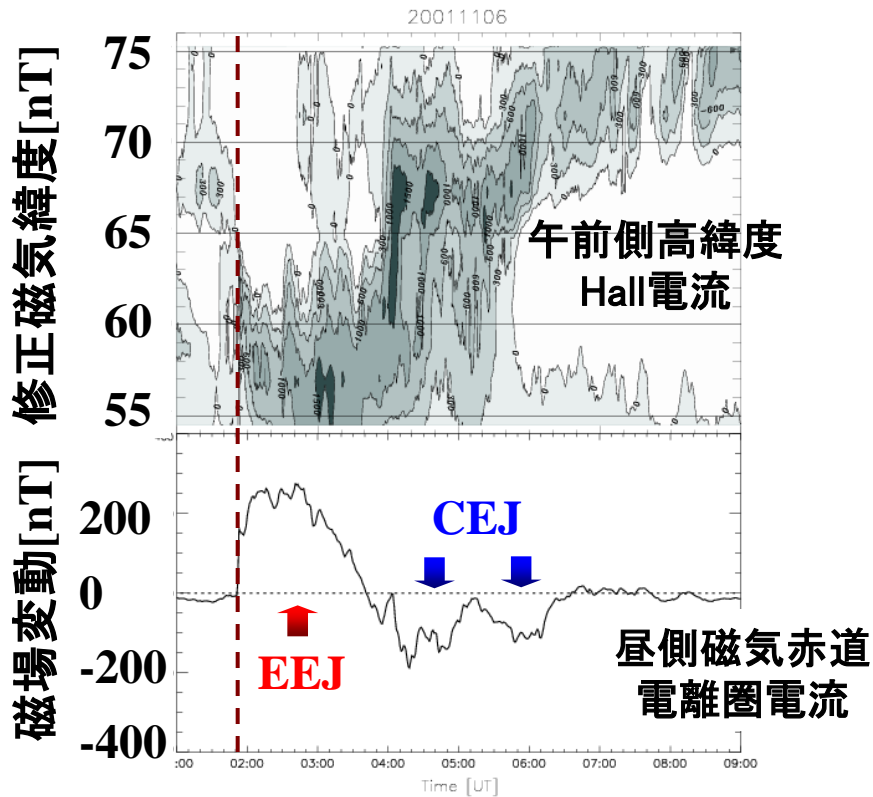
[e.g., Fejer, 1983; Sastri, 1988; Fejer, 2002; Zaka et al., 2009]

○IMFの極性に無関係で、長時間にわたって現象が継続する

西向き赤道ジェット電流 (dusk-to-dawn電場の形成)

I.2 磁気嵐時のグローバル電流系と地磁気変動

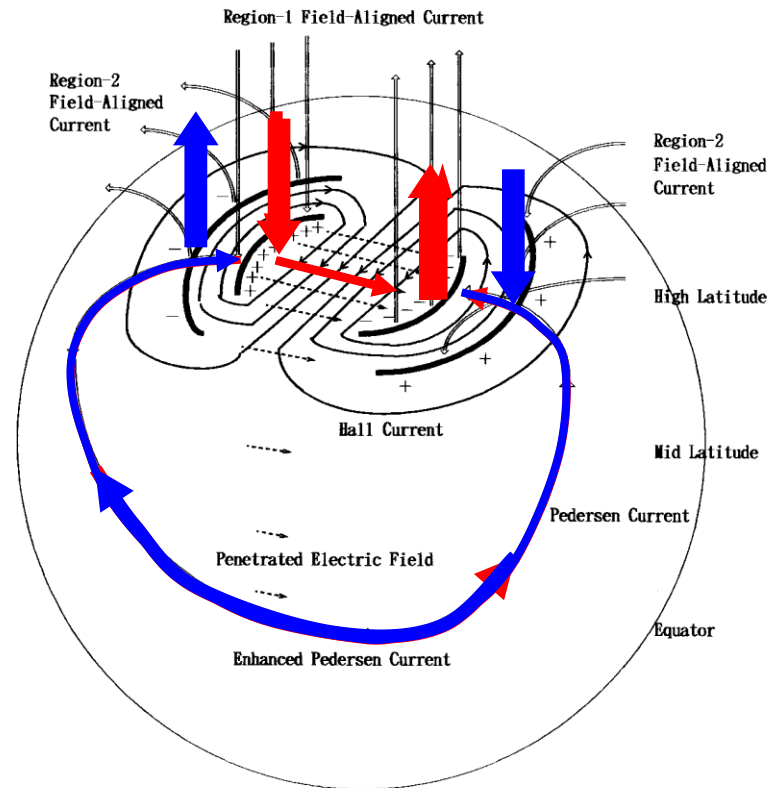
高緯度－赤道域の地上磁場変動



[after Kikuchi et al., 2008]

EEJ: Equatorial ElectroJet
 CEJ: equatorial Counter ElectroJet

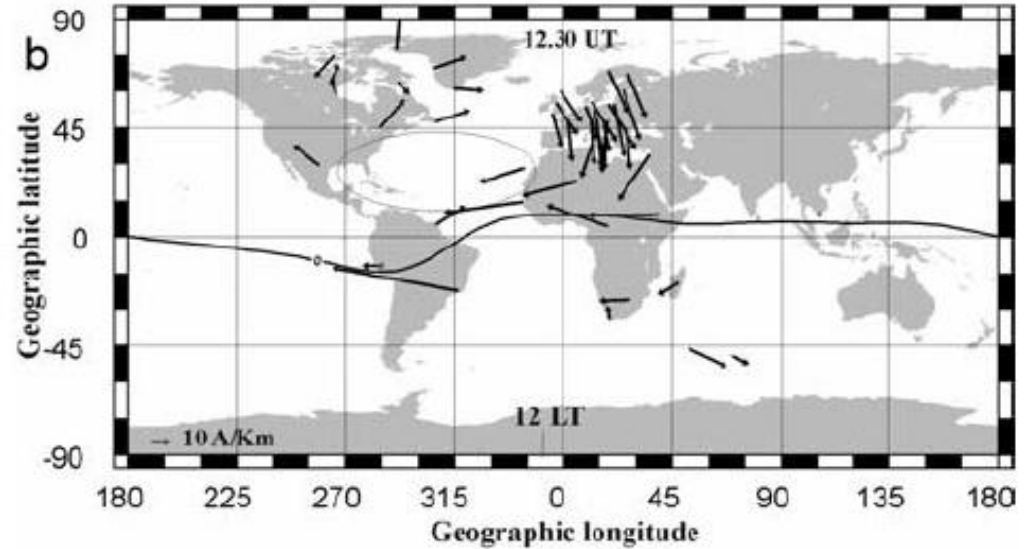
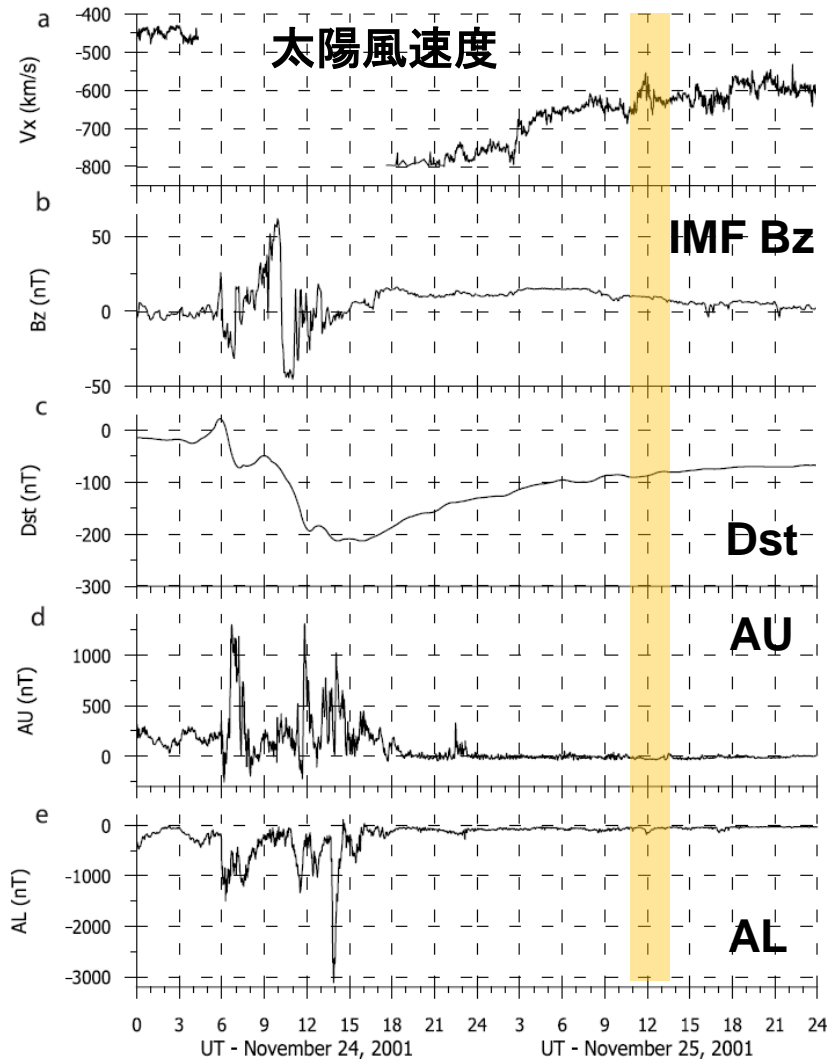
グローバル電流系の模式図



[after Kikuchi et al., 1996]

I.3 磁気嵐時の電離圏ダイナモの作る磁場変化

[Le and Mazaudier, 2008]



2001/11/25 12:30 UTにおける地磁気等価電流マップ

磁気嵐回復相後期で地磁気静穏日変化(Sq)を弱める電流系が形成

I.4 本発表の主題

これまでの問題点

1. **磁気嵐時に重要となる中低緯度領域の地磁気観測点の不足**
→磁気赤道域で現れる西向き赤道ジェット電流と
領域2 FACと電離圏ダイナモの作る遮蔽電場との
関係が不明瞭
2. **複合系の立場で組織だって地磁気と熱圏風データとの詳細な
調査が行われていない**

本発表の目的

2002年5月23-24日に発生した典型的な磁気嵐イベントに対して、CARISMA等の地磁気ネットワーク観測網の地磁気データを解析することによって、**磁気嵐主相と回復相におけるグローバル電流系の動的姿とその発生要因を理解する**

(1) 観測データ

- 太陽風・IMFデータ:1分値 (CDAWeb)
- 地磁気指数(AE、SYM-H):1分値 (WDC京都)
- 地磁気データ:1分値
WDC京都、NSWM(NICT)、CARISMA、IMAGE、GEMA

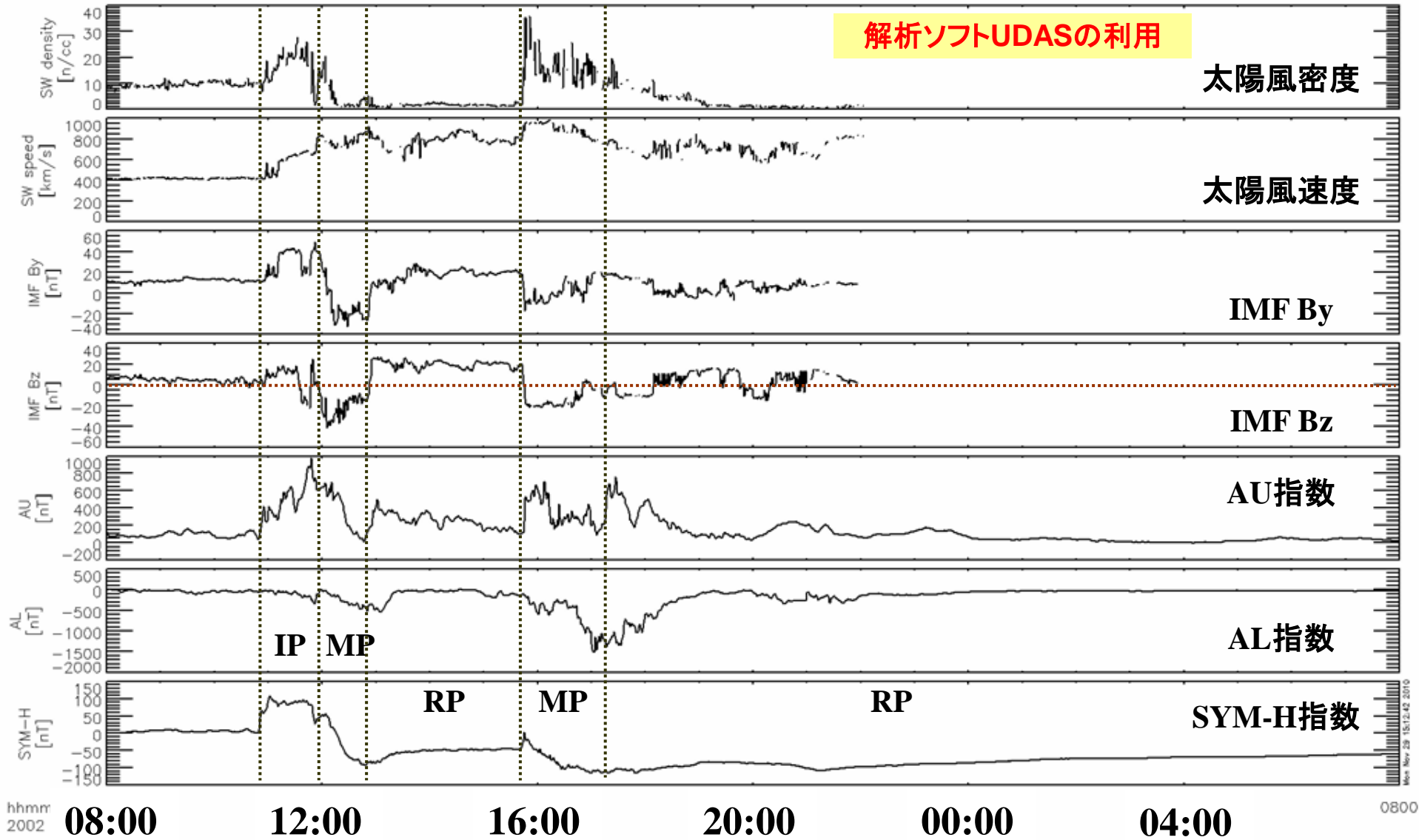
(2) 解析手法

- ◎ 地磁気静穏日変化(Sq)と背景磁場の除去 $X=H*\cos D$
 dX or $dY=X_storm$ or $Y_storm - X_sq$ or Y_sq $Y=H*\sin D$
同定した静穏日:2002年5月31日($Kp<1+$)
- ◎ 環電流・磁気圏界面電流の効果を出来るだけ除去
低緯度の観測点の擾乱場成分を差し引く

III.1 2002年5月23-24日の磁気嵐

2002/05/23 08:00-05/24 08:00

解析ソフトUDASの利用

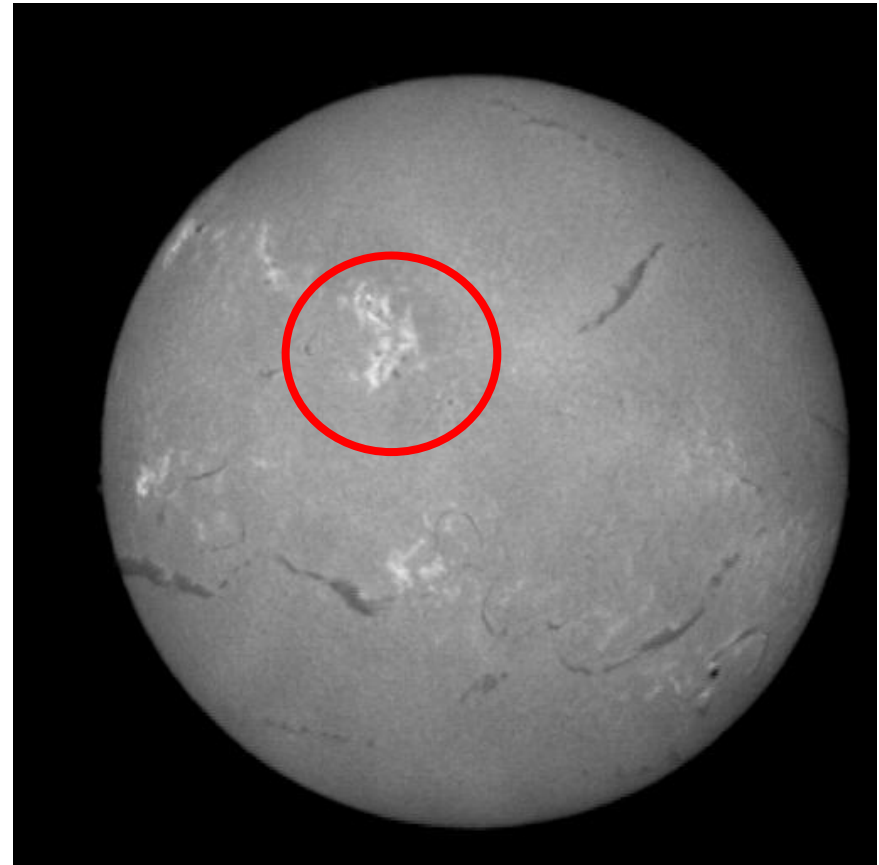


III.1 2002年5月23-24日の磁気嵐時の太陽の様子

FMT-B-19555 20020521 03:08 04:40 S14 W51 IIC L

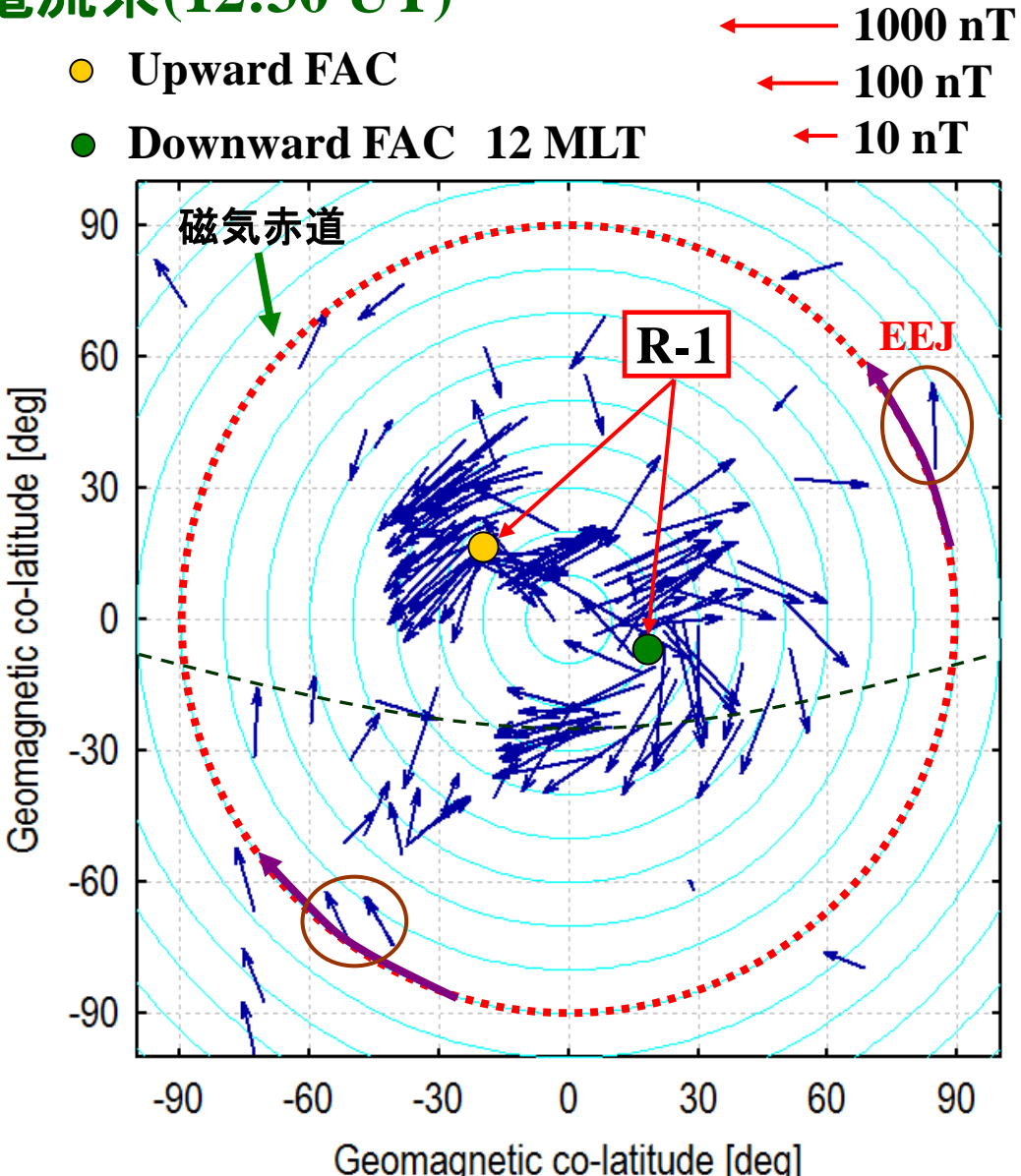
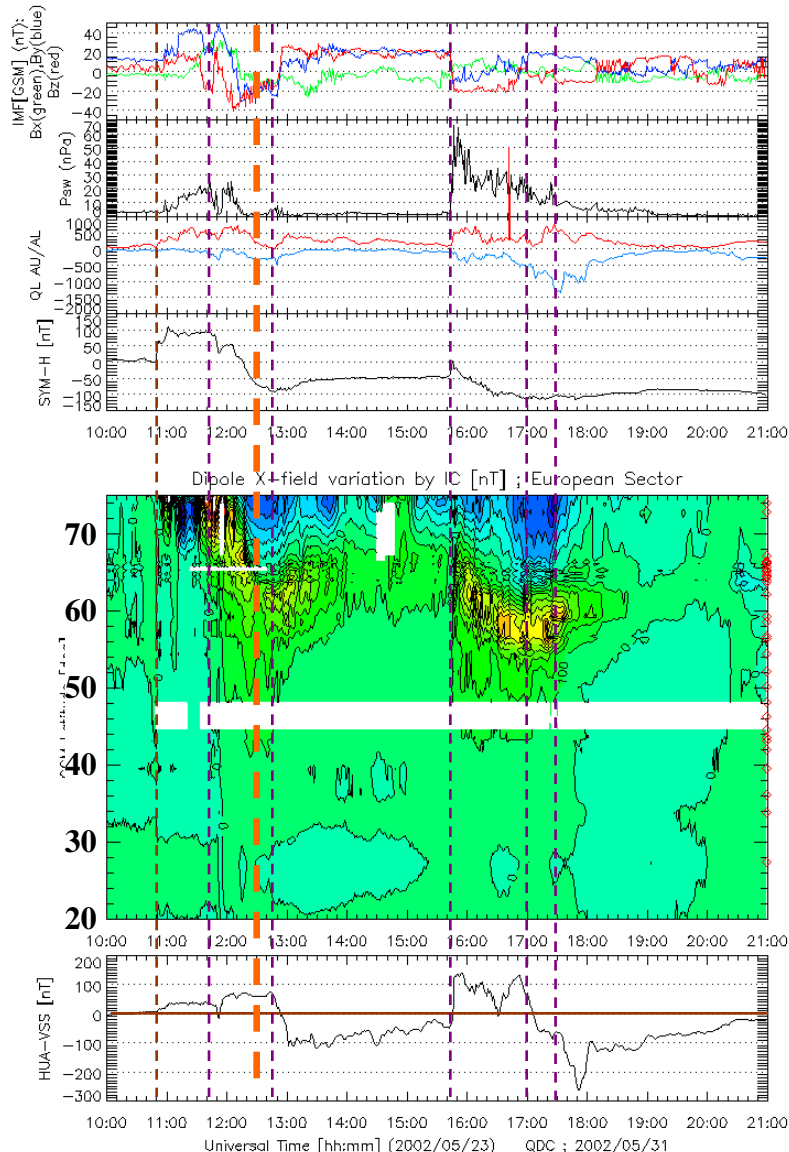


H α

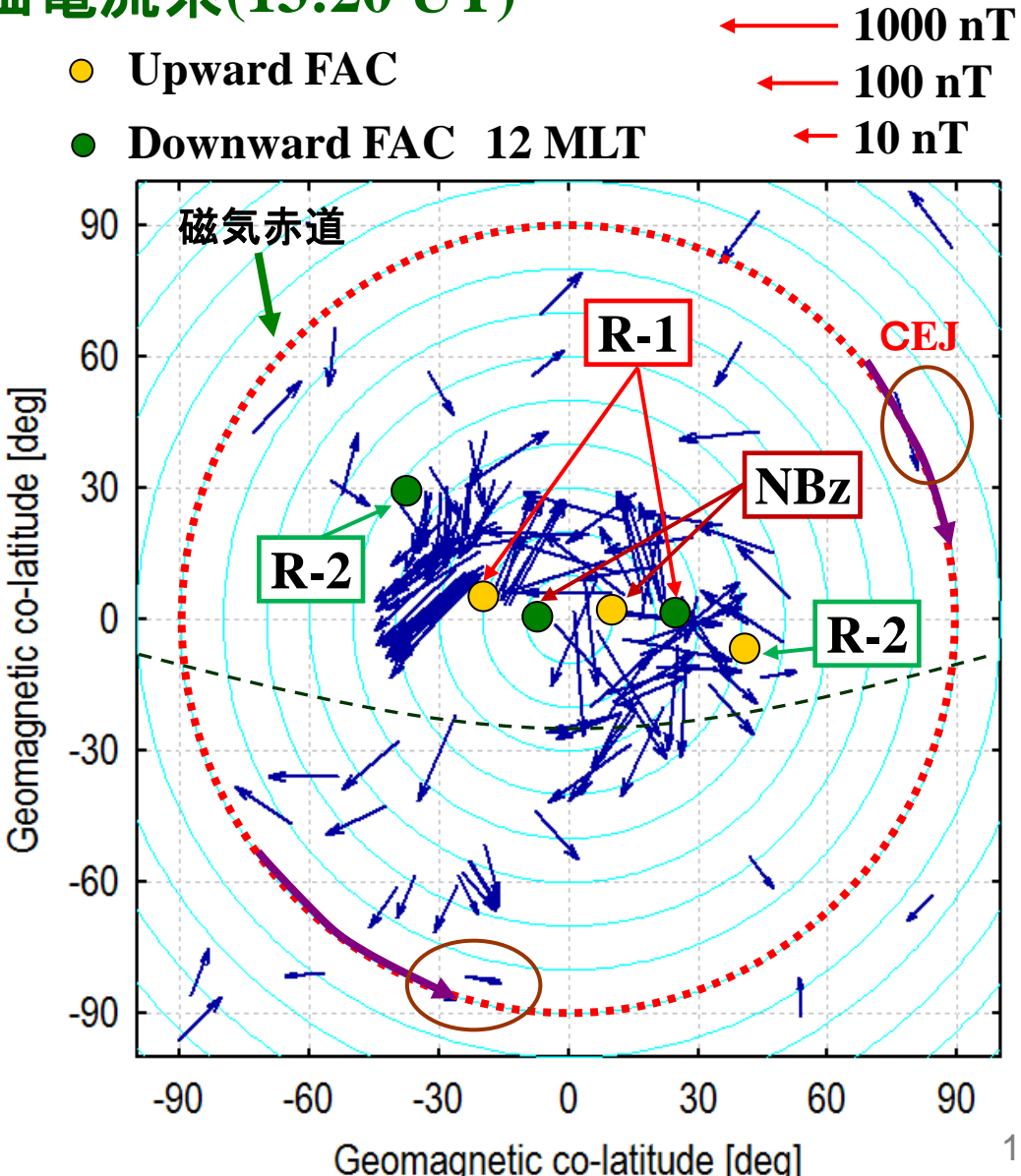
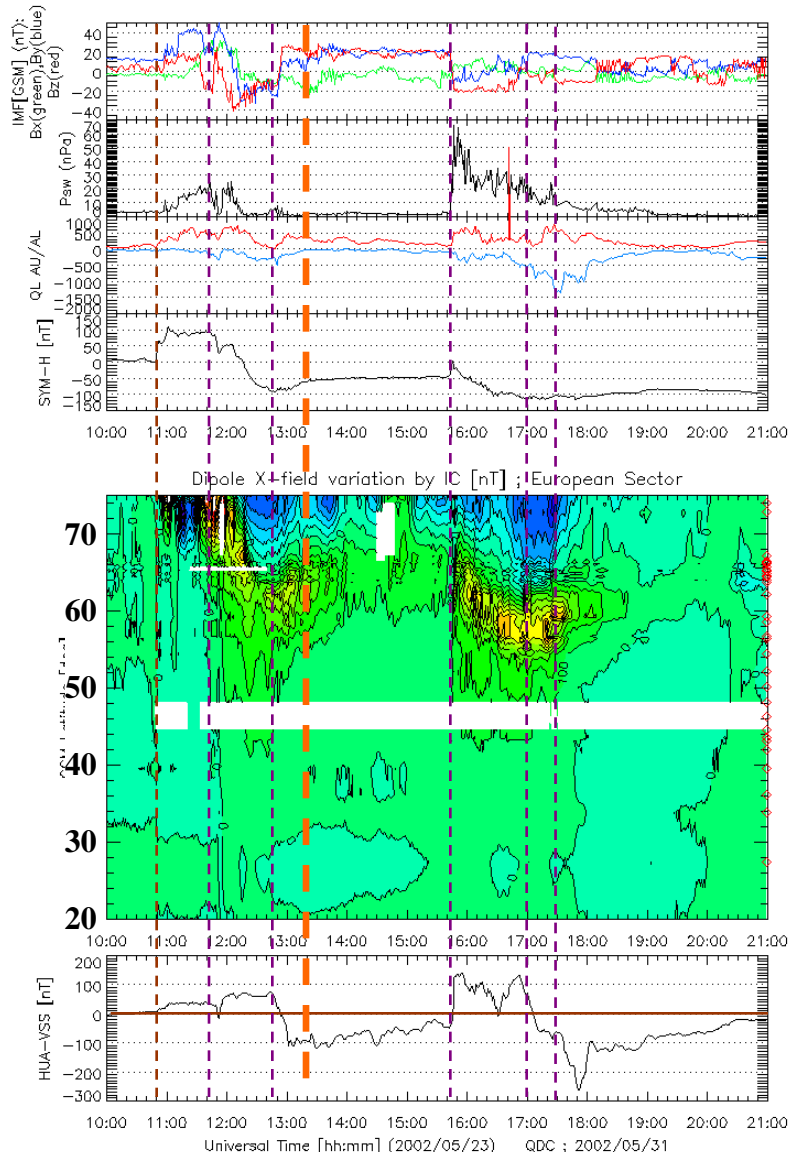


H β

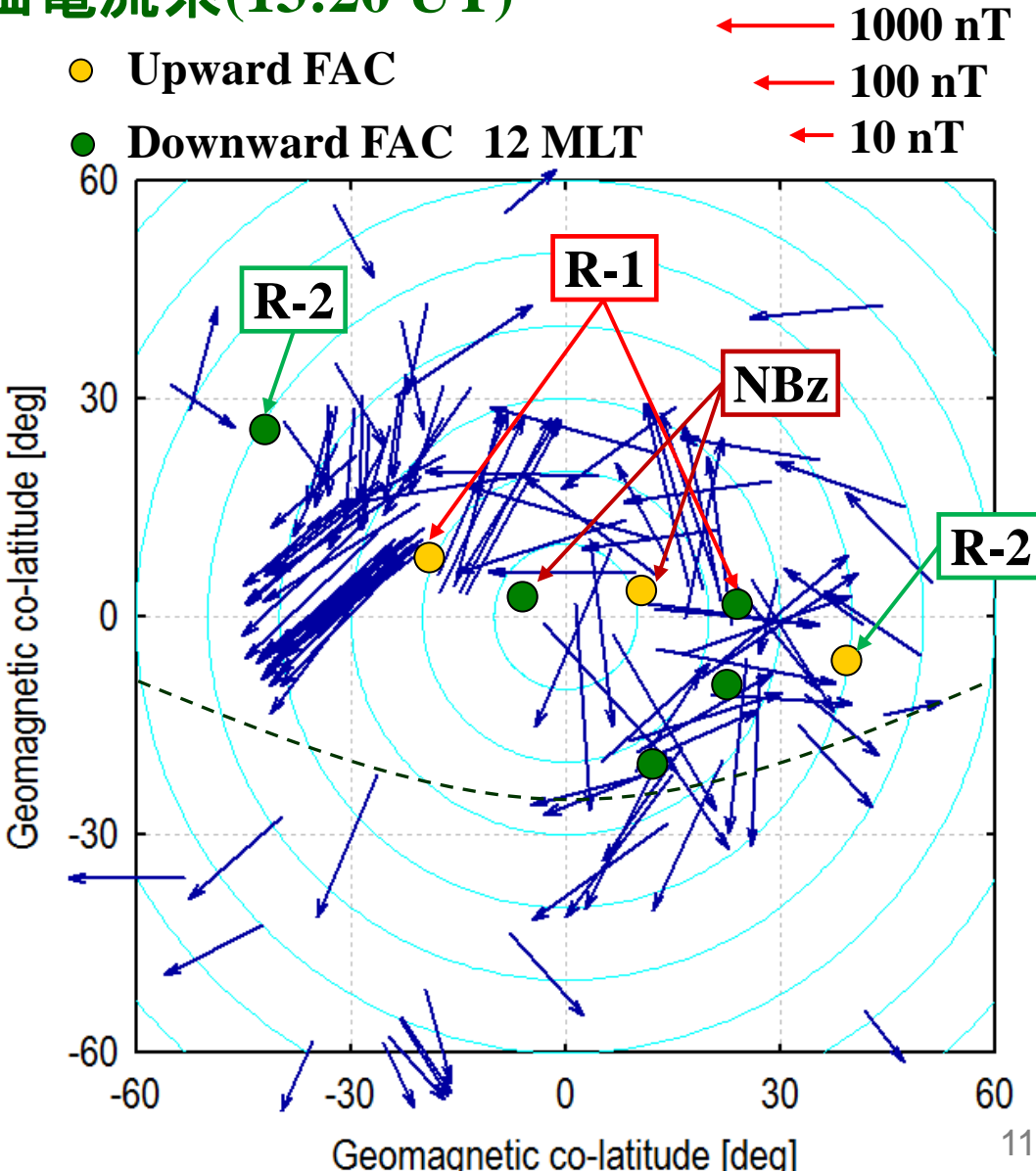
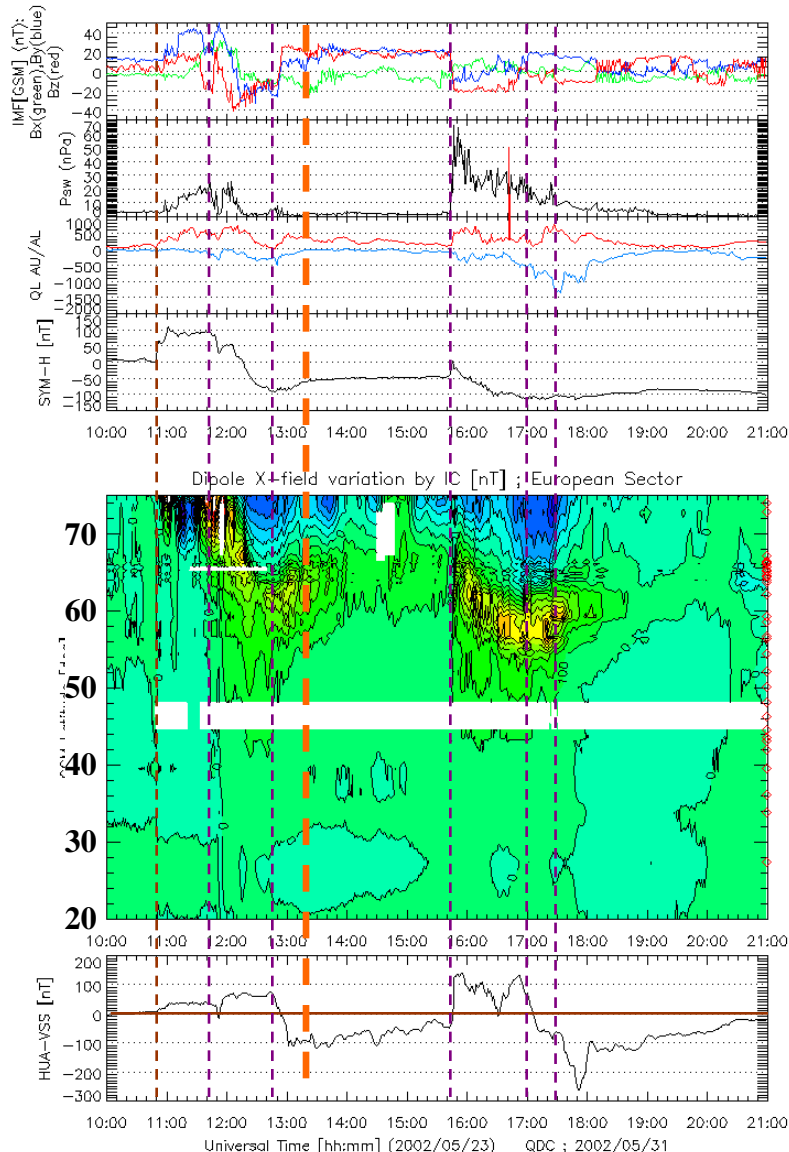
III.2 磁気嵐主相時の等価電流系(12:30 UT)



III.3 磁気嵐回復相時の等価電流系(13:20 UT)



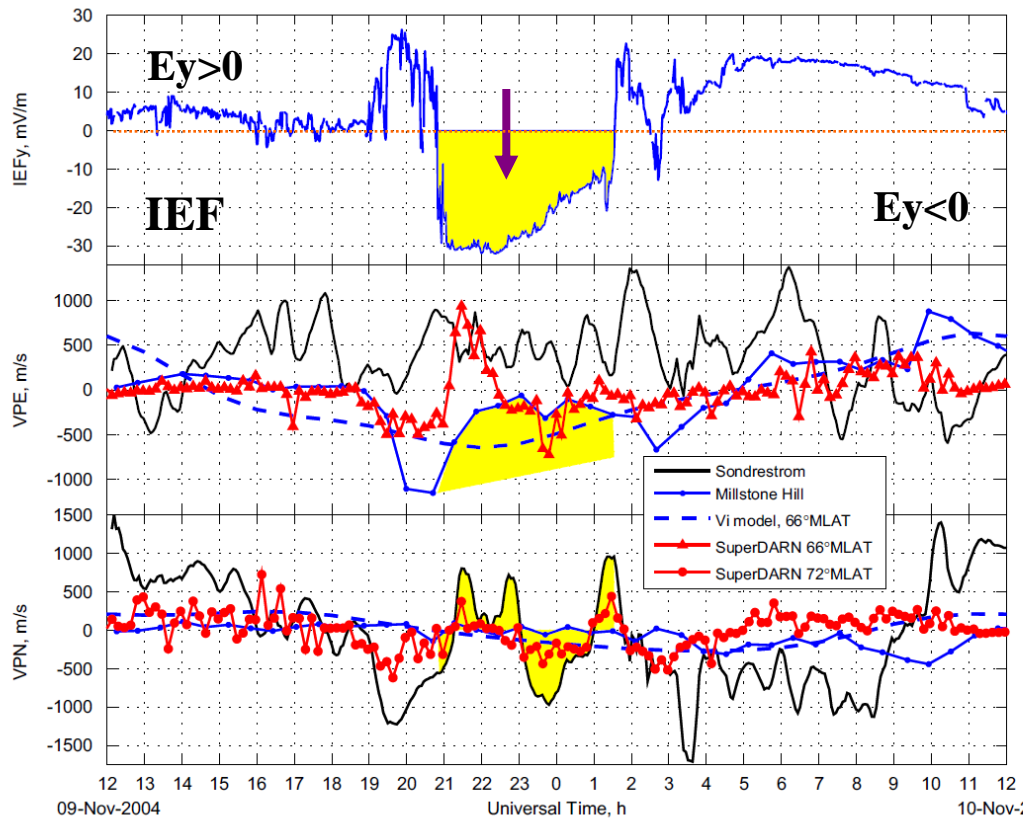
III.3 磁気嵐回復相時の等価電流系(13:20 UT)



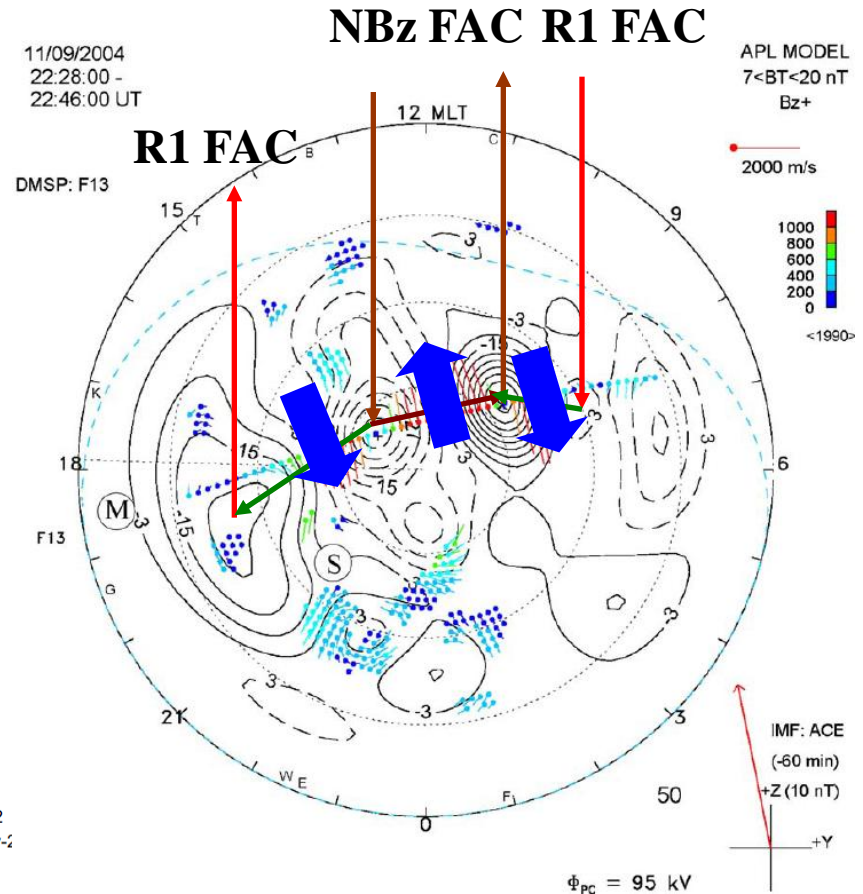
III.4 強い北向き転向による磁気嵐回復相時の対流のパターン

2004年11月9-10日に発生した巨大磁気嵐

[Erickson et al., 2010]



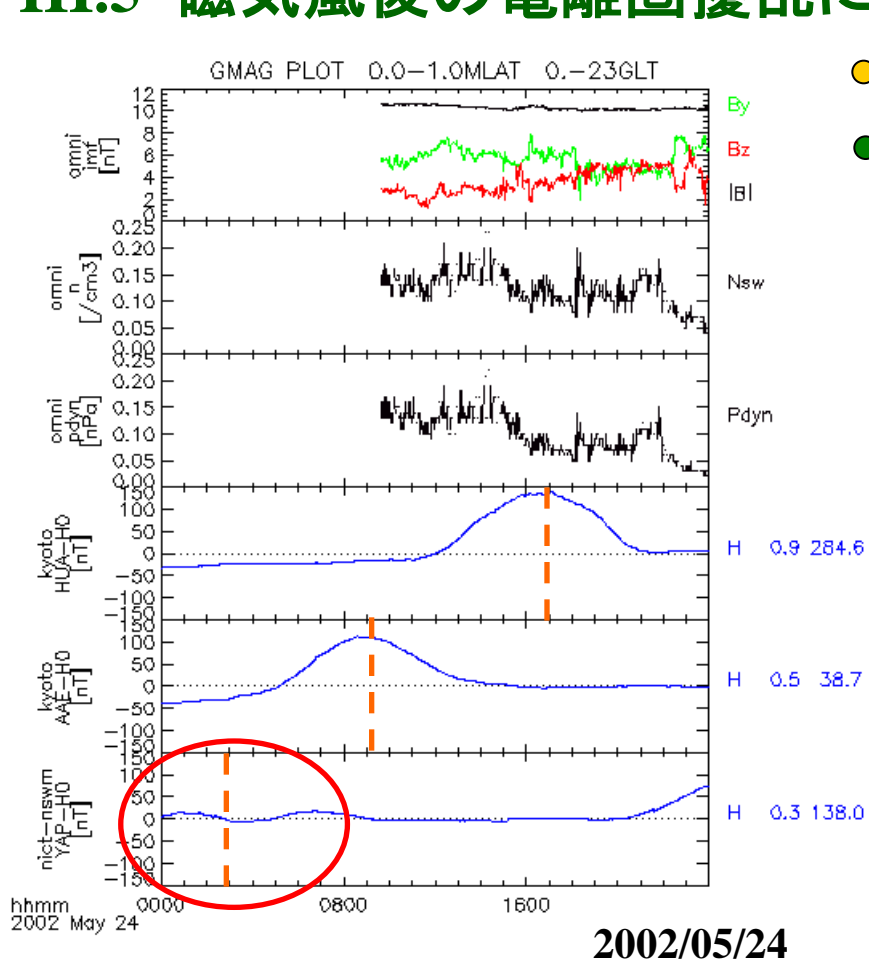
11/09/2004
22:28:00 -
22:46:00 UT



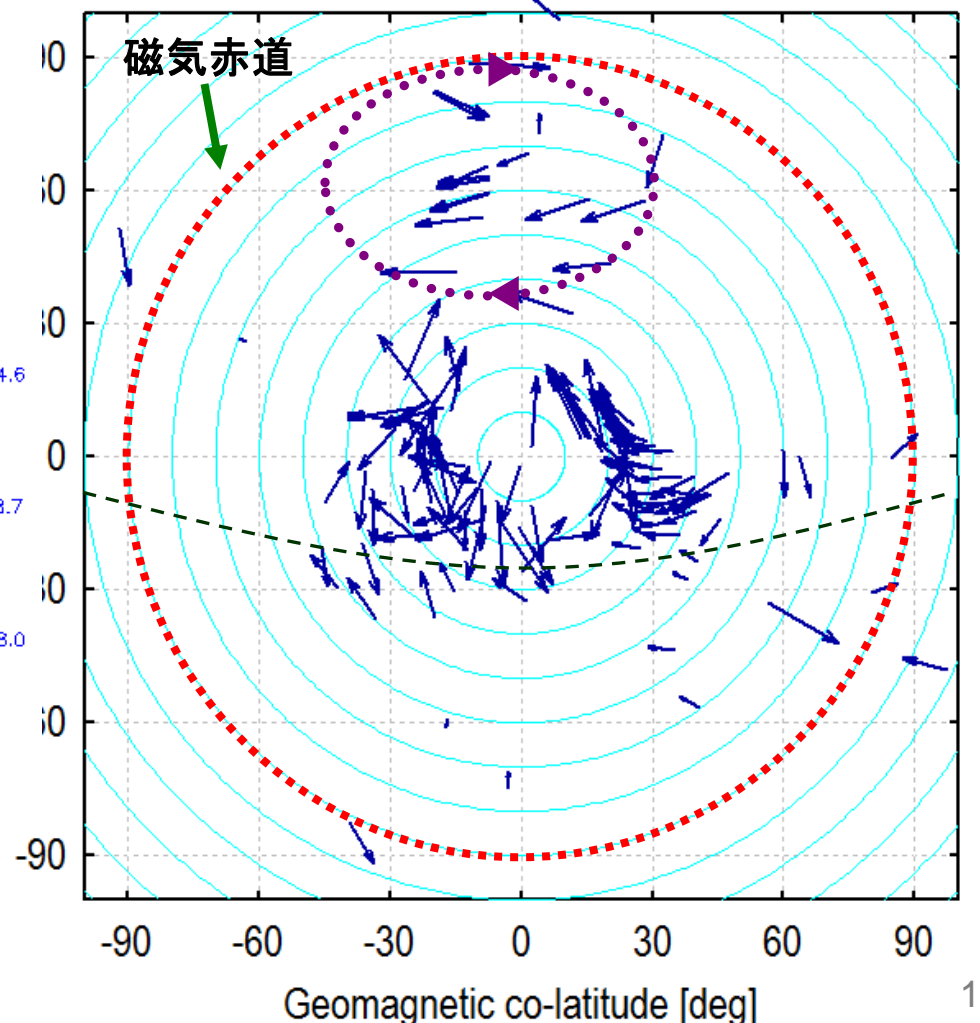
極冠域: 4セルの出現(NBz+R-1)

中緯度-赤道域: 過遮蔽状態(R-2)

III.5 磁気嵐後の電離圏擾乱に伴う地磁気変動(03:20 UT)

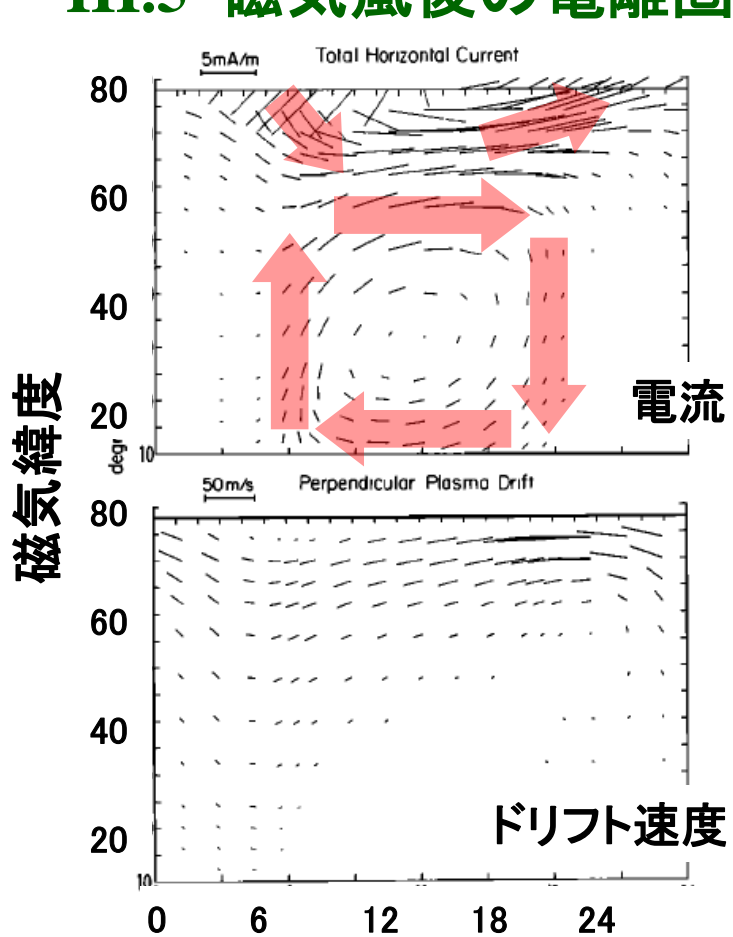


- Upward FAC
 - Downward FAC 12 MLT
- ← 1000 nT
← 100 nT
← 10 nT



中緯度(20-60度): 東向き電流
赤道域(0-20度): 西向き電流

III.5 磁気嵐後の電離圏擾乱に伴う地磁気変動(03:20 UT)

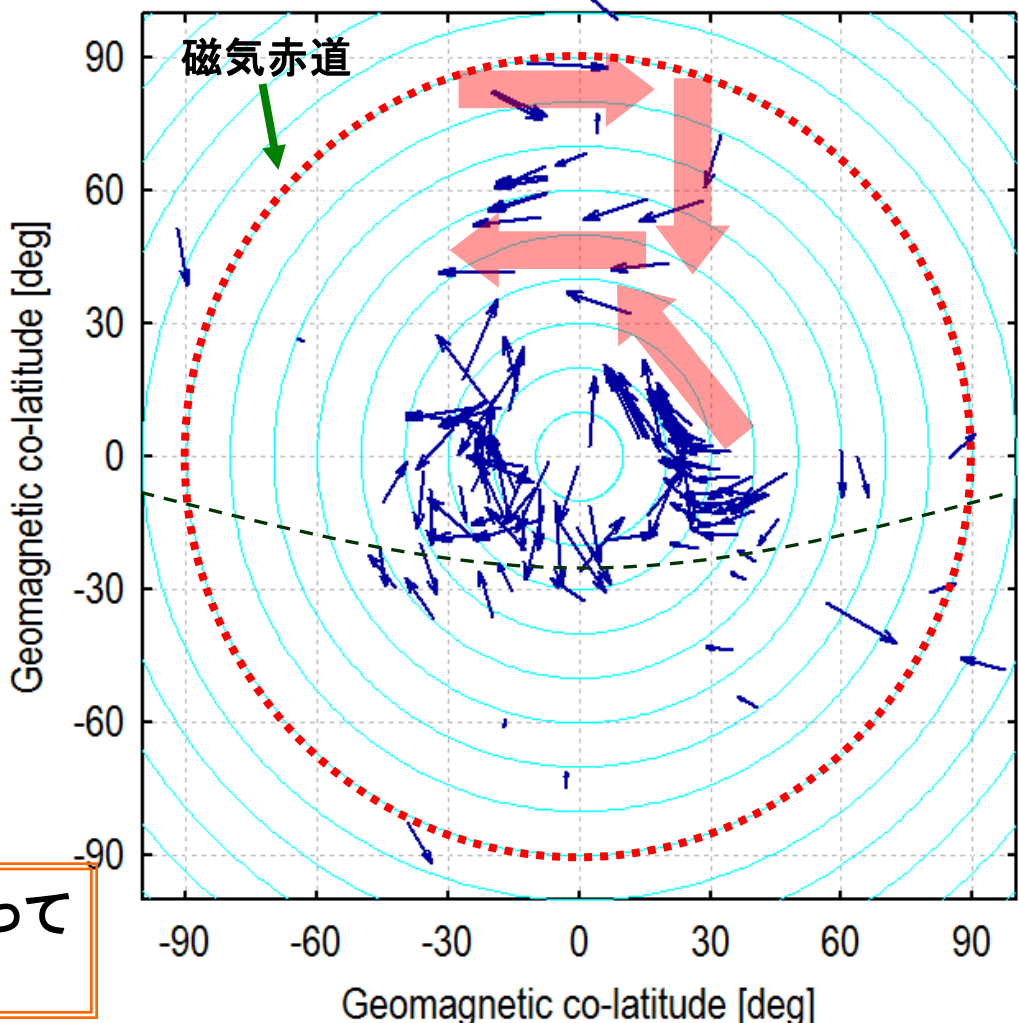


[Blanc and Richmond, 1980]

- Upward FAC
 - Downward FAC
 - 12 MLT
- ← 1000 nT

← 100 nT

← 10 nT

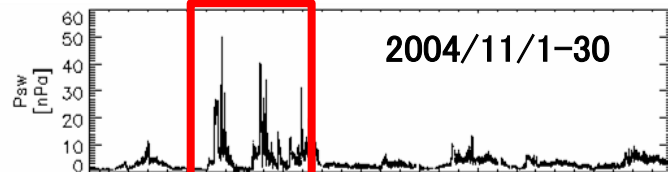


磁気嵐で駆動された熱圏擾乱によって
Sq電流系とは逆の電流系が発達

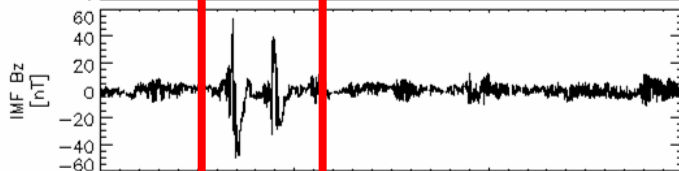
- 磁気嵐主相時 (IMF $B_z < 0$) において、地磁気変動から見出される等価電流のパターンは、典型的なR-1電流系の変化を示し、**磁気赤道域では、昼間側で東向き赤道ジェット電流が流れ、夜側で西向き赤道ジェット電流が流れていることが確認された。**この事実は、**昼夜に関わらず、対流電場がグローバルに侵入している**ことを示すものである。
- 磁気嵐回復相を引き起こす IMF B_z の強い北向き転向によって、R-1電流系が弱められるとともに、**極冠域と中緯度領域に朝-夕電場を弱めるNBzとR-2電流系が卓越する。**
- 磁気嵐終了後 (IMF $B_z > 0$) でも、昼間側磁気赤道域で西向きのジェット電流が卓越していることが見出された。このときの等価電流系は、**通常**の**地磁気静穏日変化 (Sq)**とは**逆向き**を呈すとともに、**R2 FAC**の作る**逆向きの対流パターンはサブオーロラ帯になかった。**
赤道域で現れる**逆向きの電流は、磁気嵐によって引き起こされた電離圏-熱圏擾乱によるダイナモによって駆動されている**と結論付けられる。

IUGONET観測データを用いた統合解析が明かす磁気嵐時のグローバル電流系と熱圏・中間圏の風速変動との関係

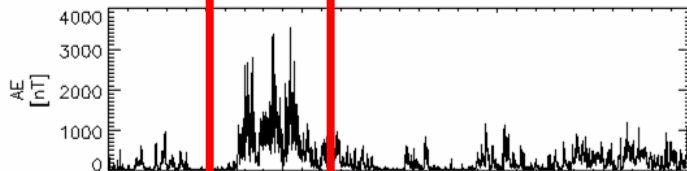
太陽風
動圧



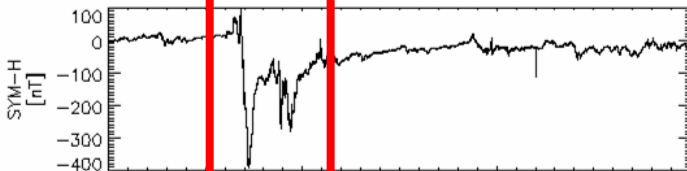
IMF Bz



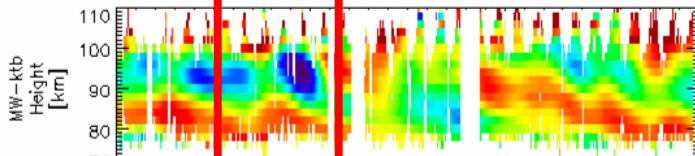
AE



SYM-H



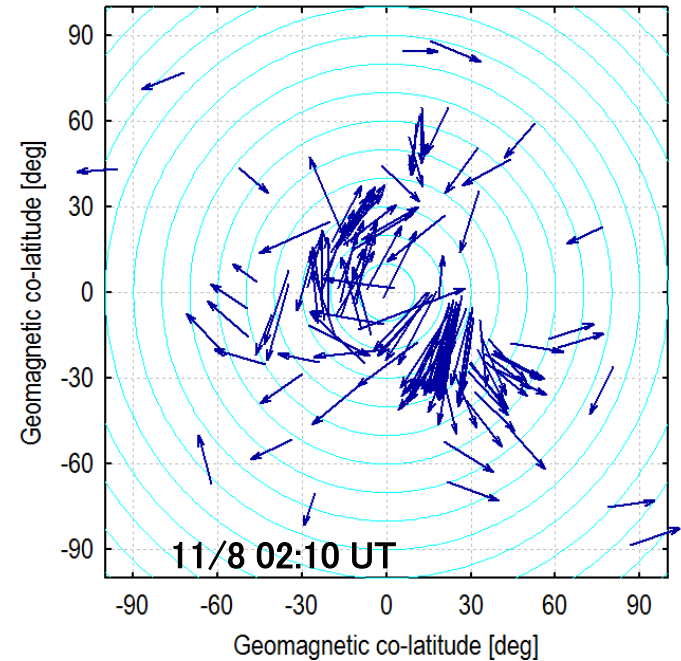
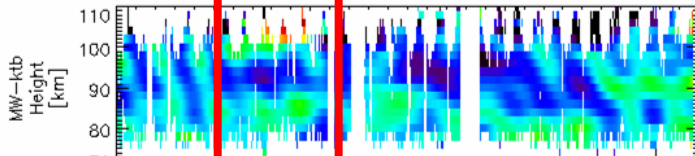
コトバン
流星レー
ダー



下層大気で特徴的な風速変動はないか？

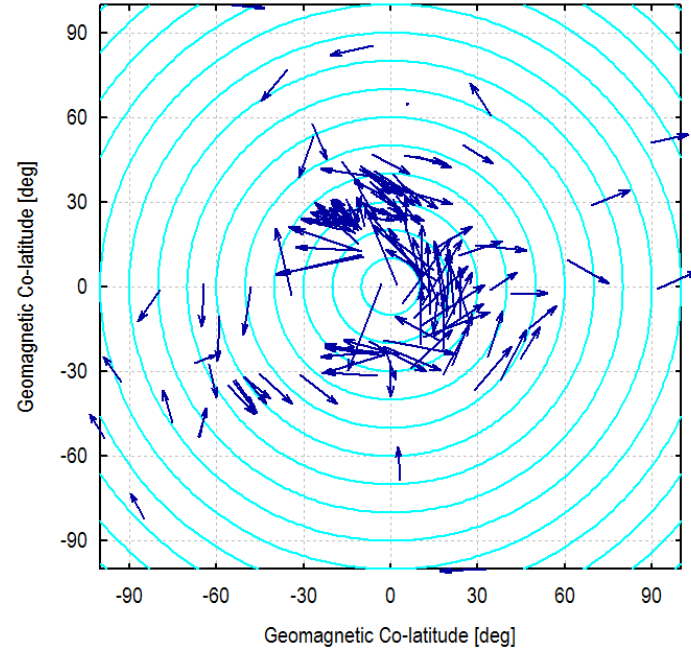
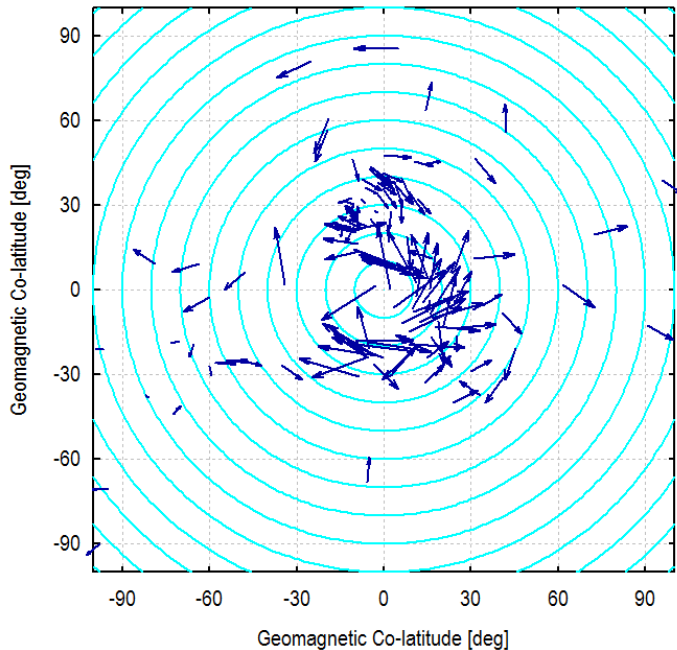
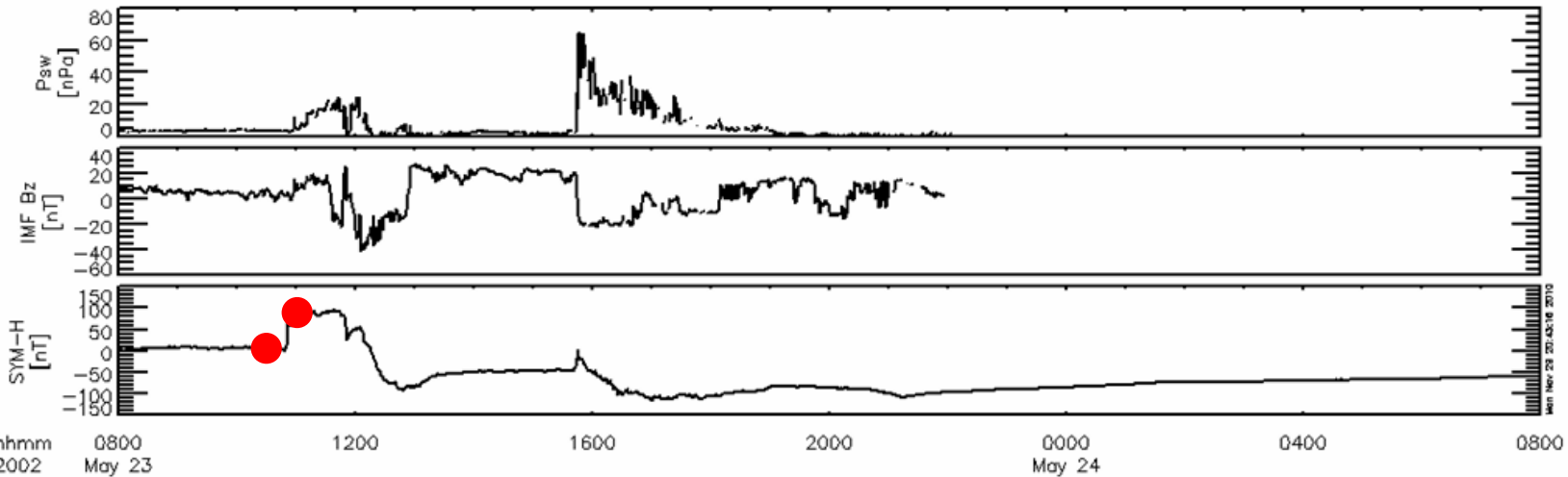
電離圏擾乱ダイナモの傍証となる変動は？

R-2電流系による過遮蔽現象と決定的にどこが異なるか？

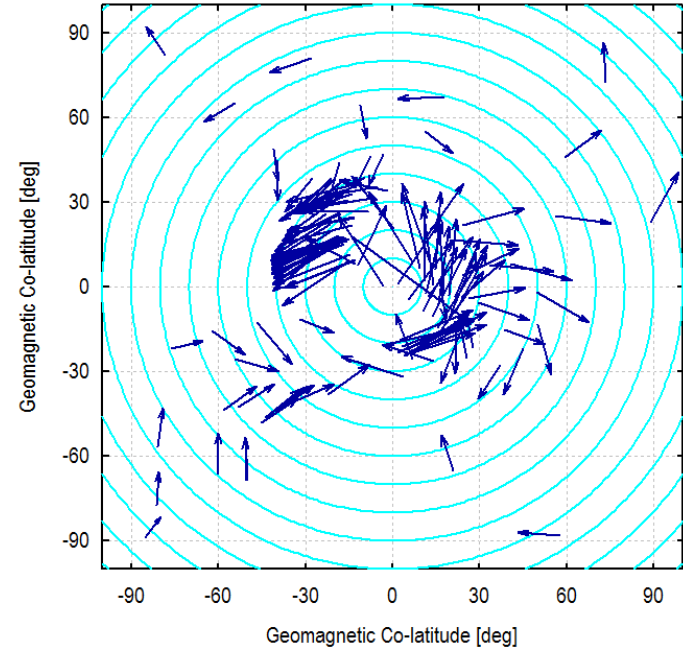
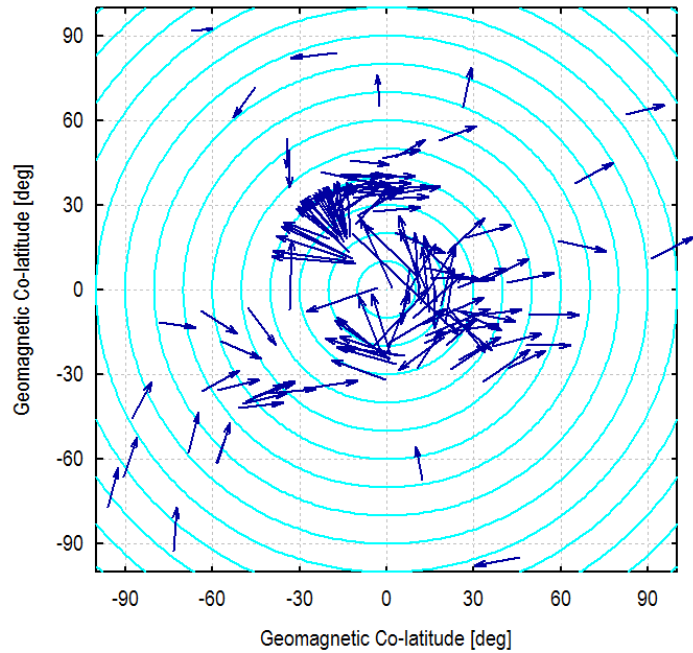
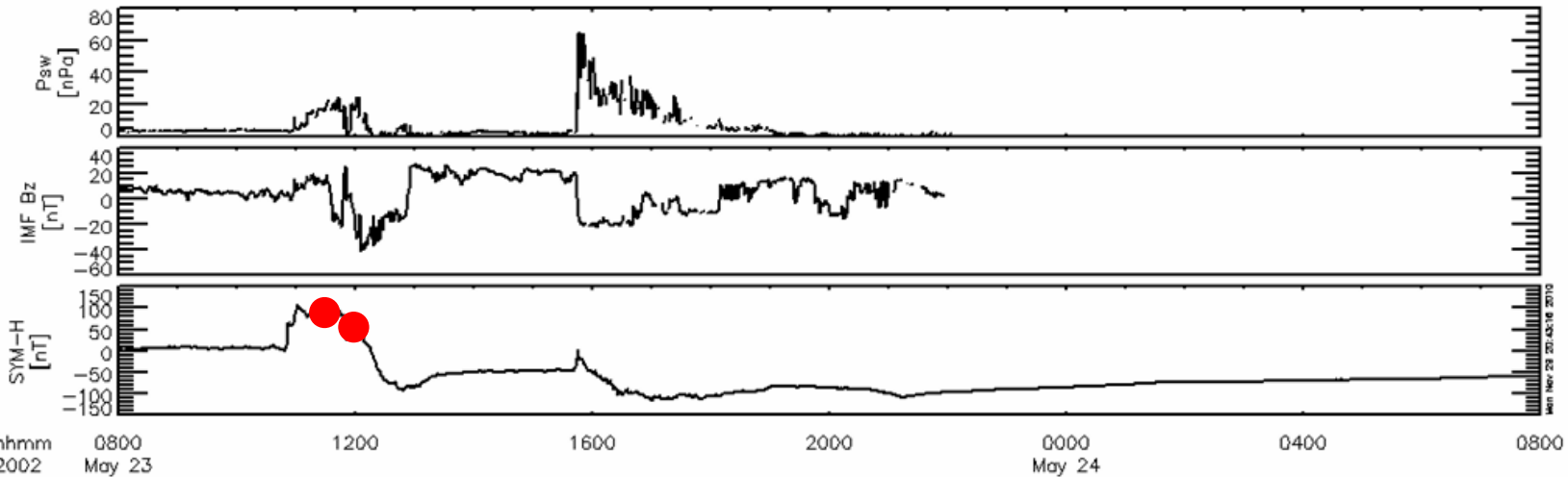


地磁気等価電流マップ

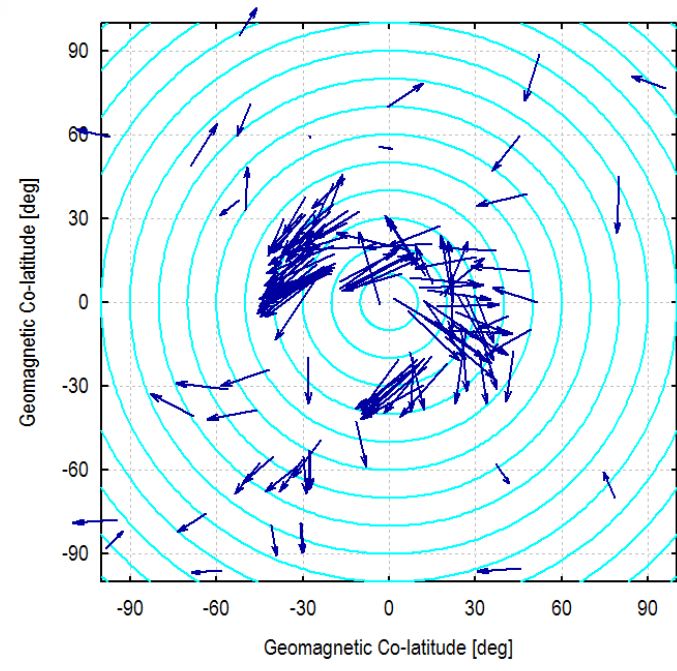
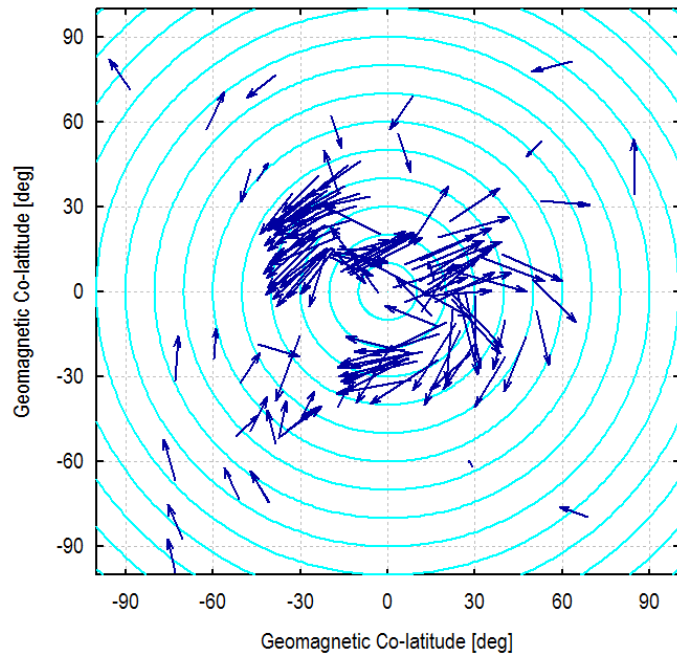
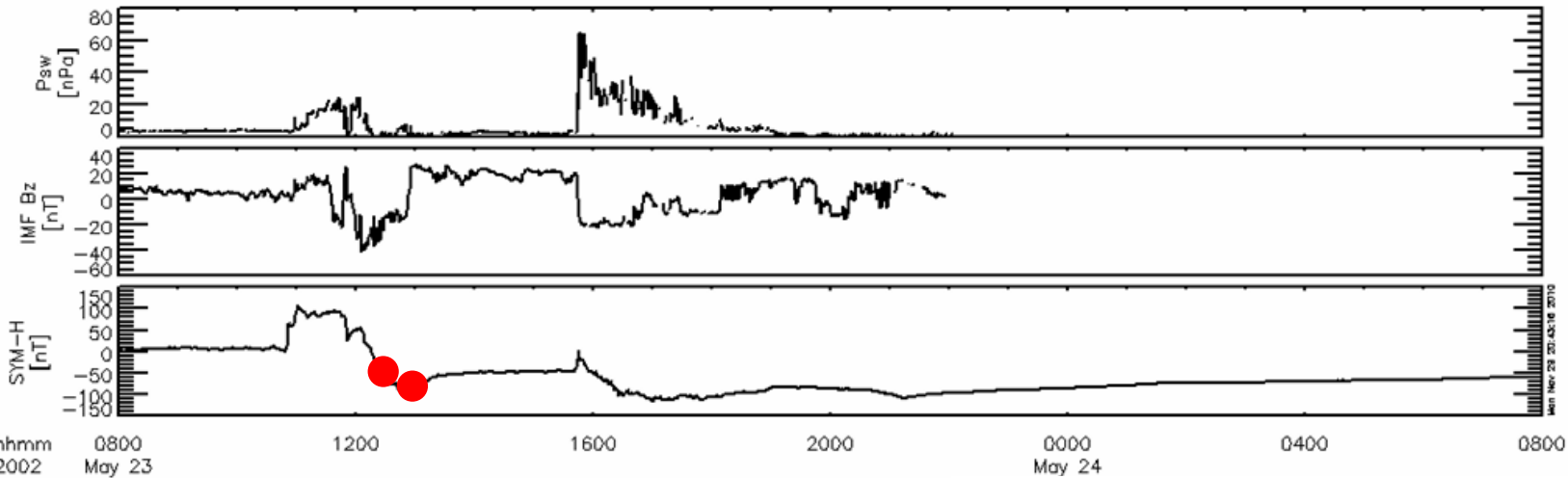
A.1 磁気嵐前とSC後の等価電流系(10:30 UTと11:00 UT)



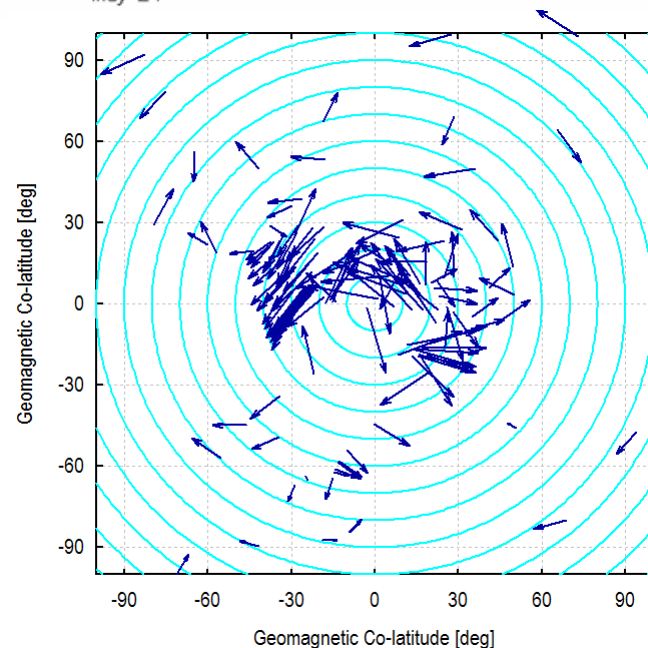
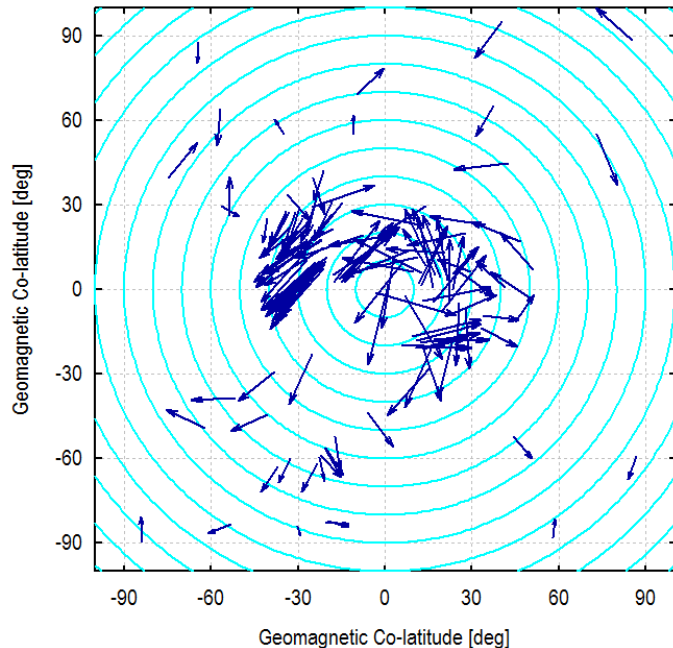
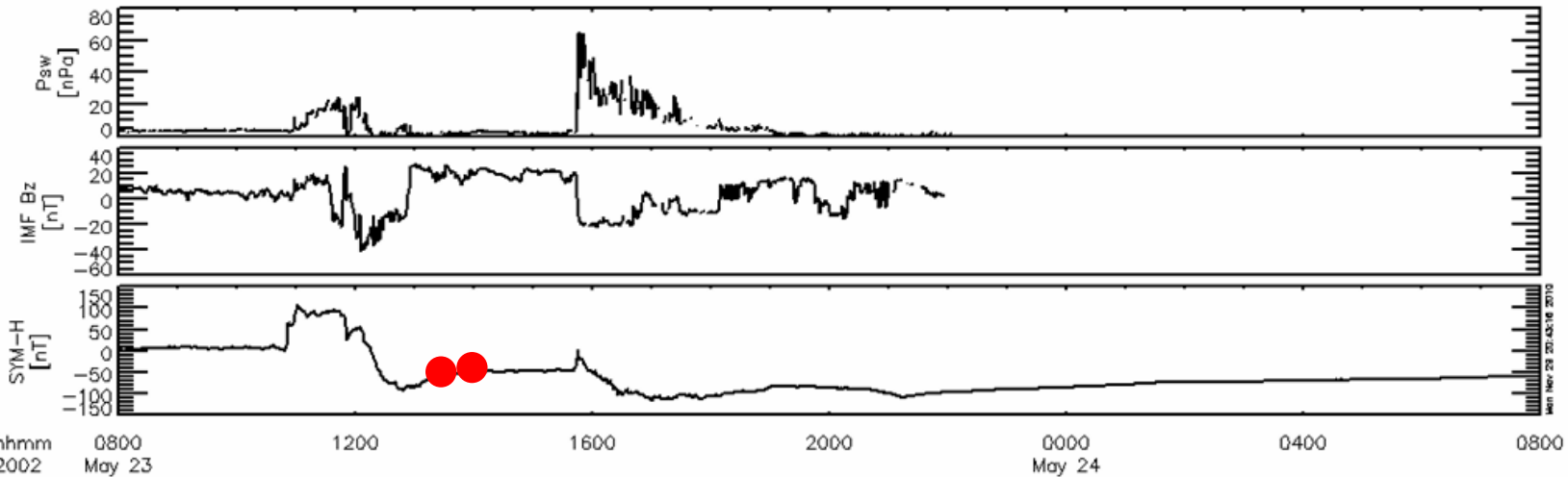
A.1 磁気嵐初相の等価電流系(11:30 UTと12:00 UT)



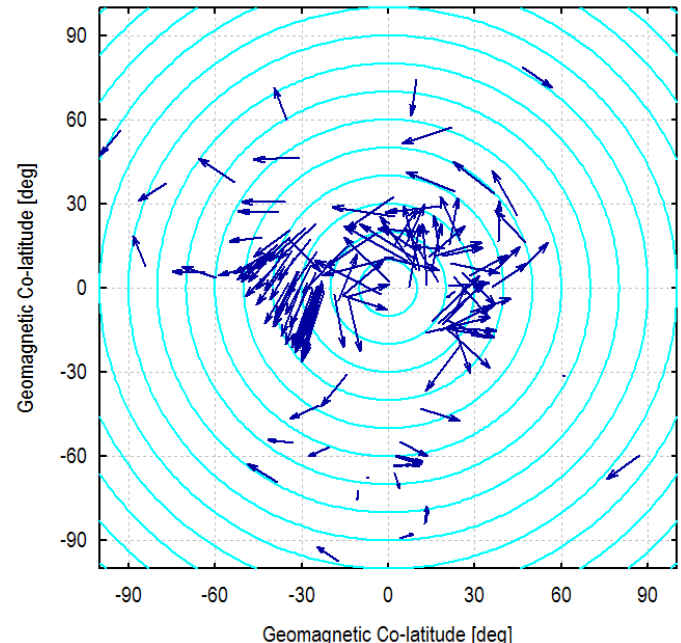
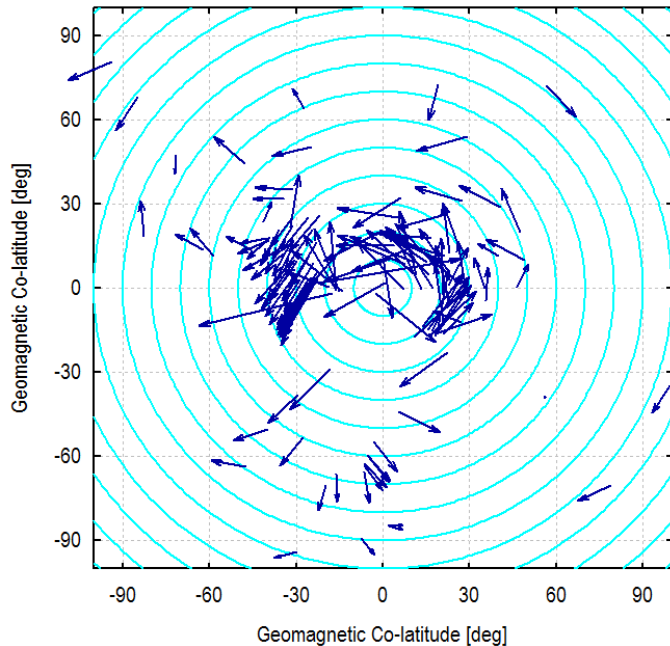
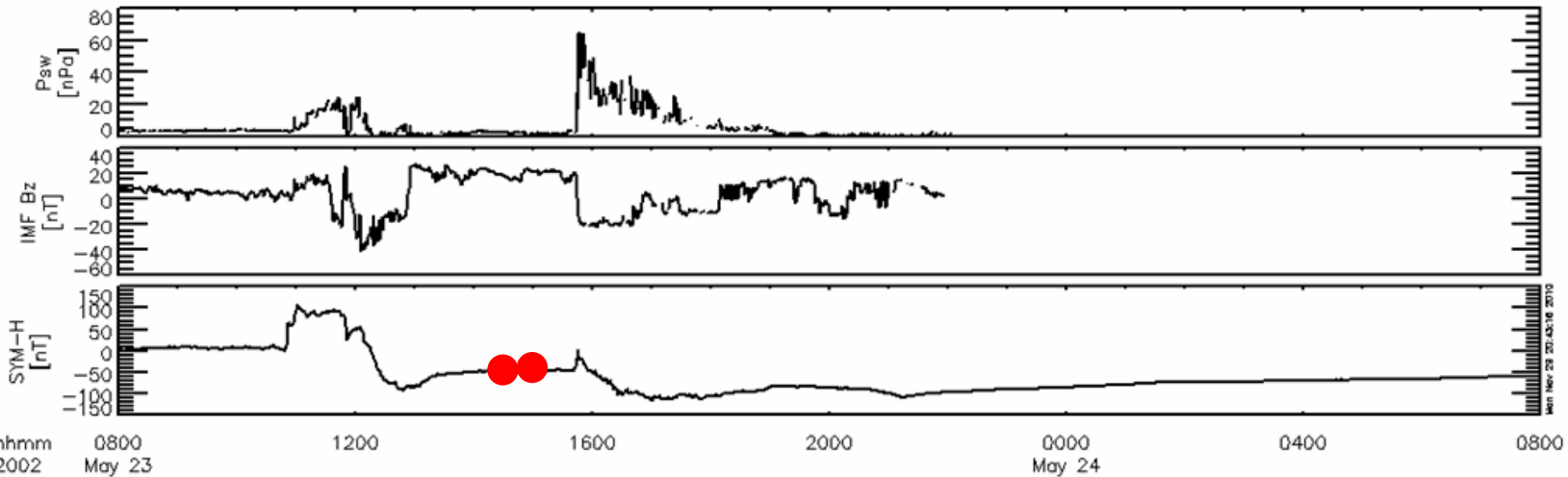
A.1 磁気嵐主相の等価電流系(12:30 UTと13:00 UT)



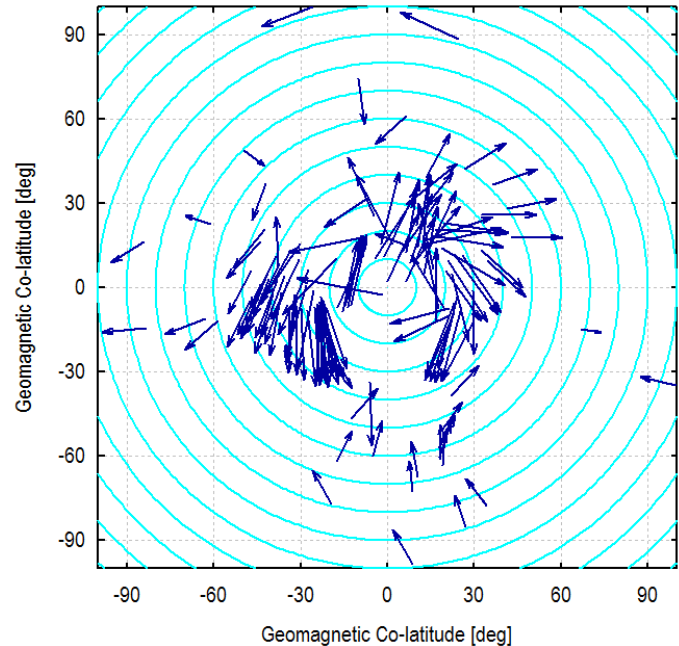
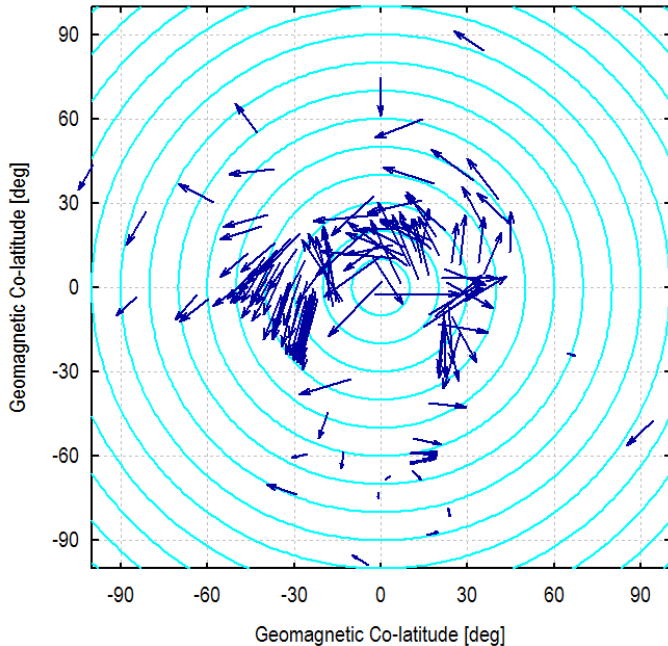
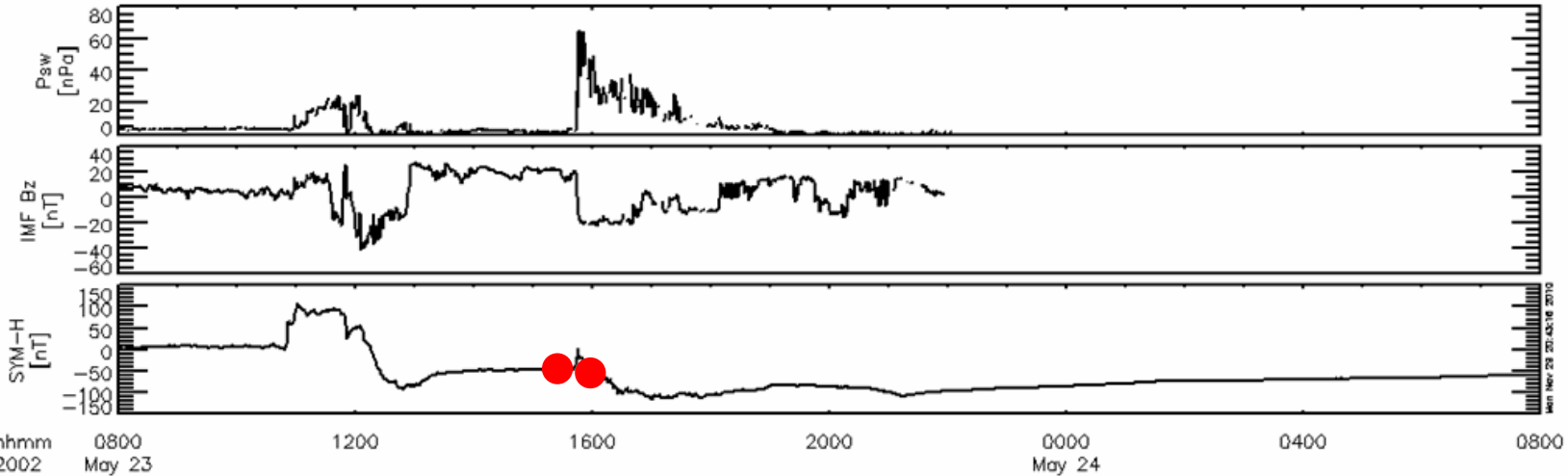
A.1 磁気嵐回復相の等価電流系(13:30 UTと14:00 UT)



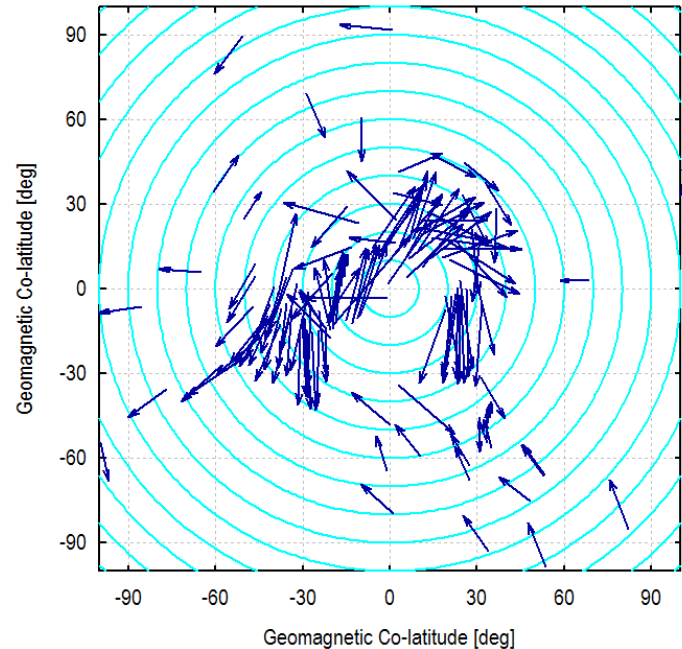
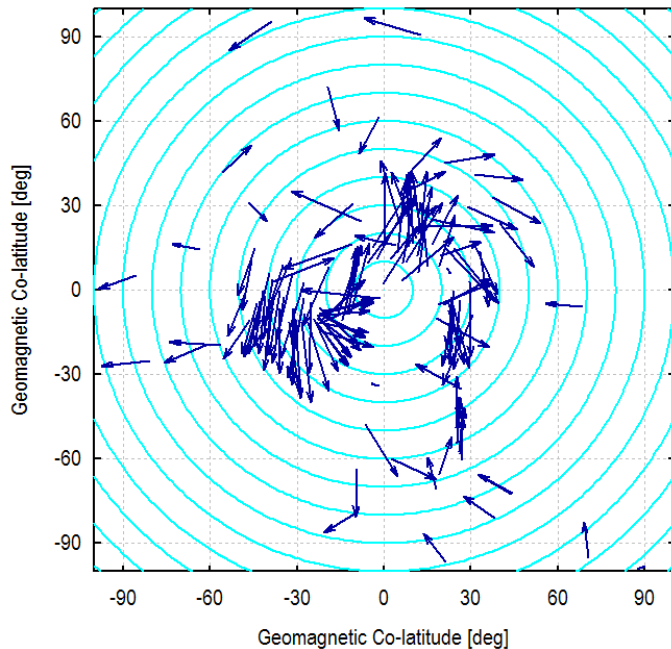
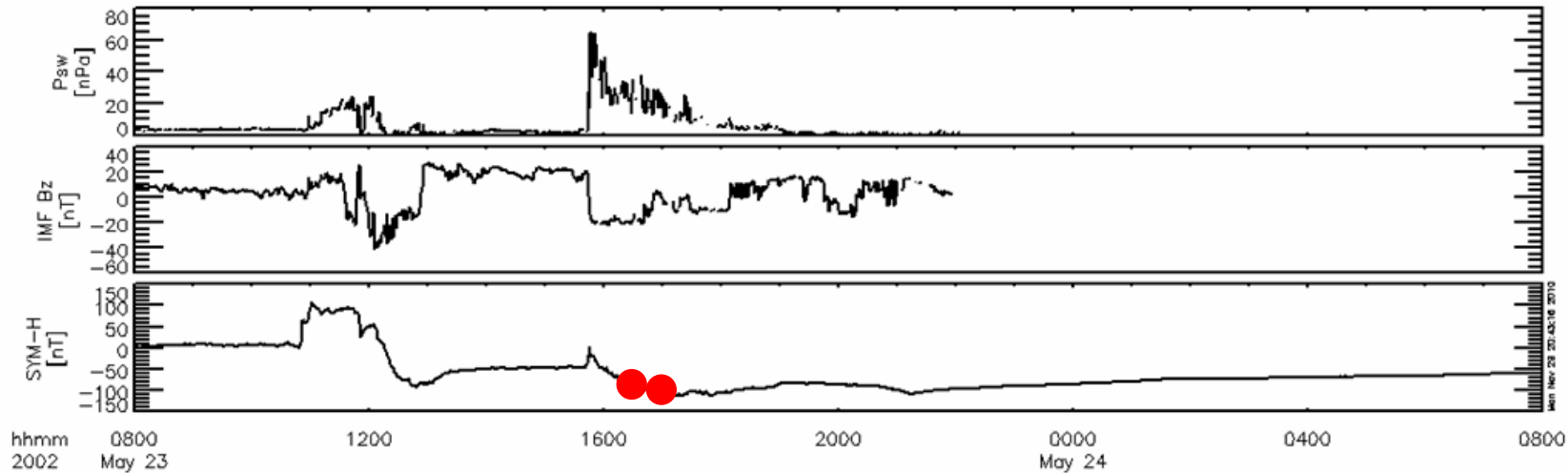
A.1 磁気嵐回復相の等価電流系(14:30 UTと15:00 UT)



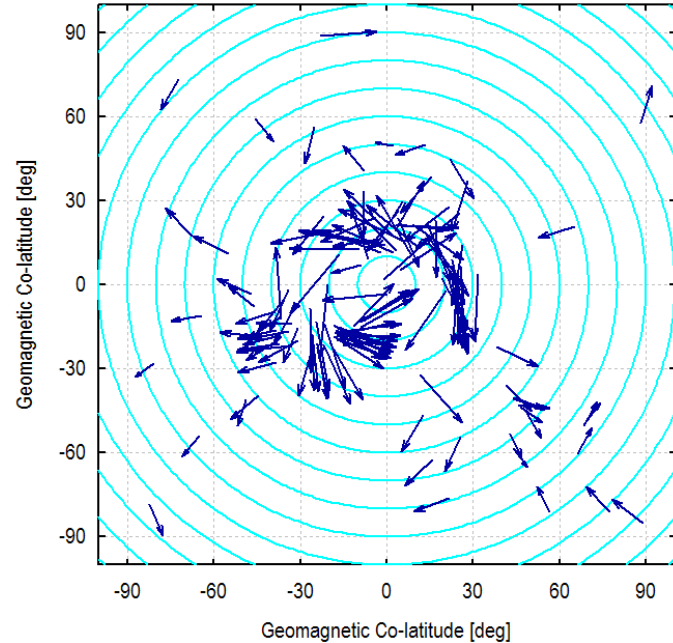
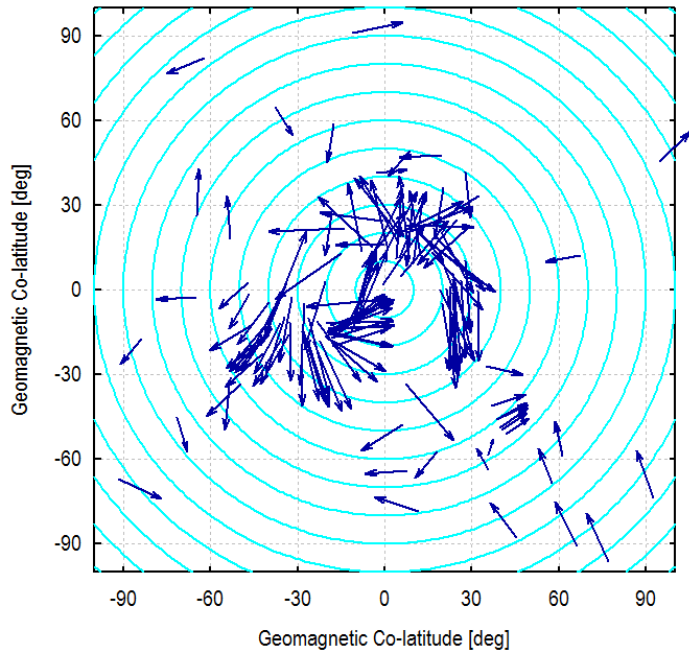
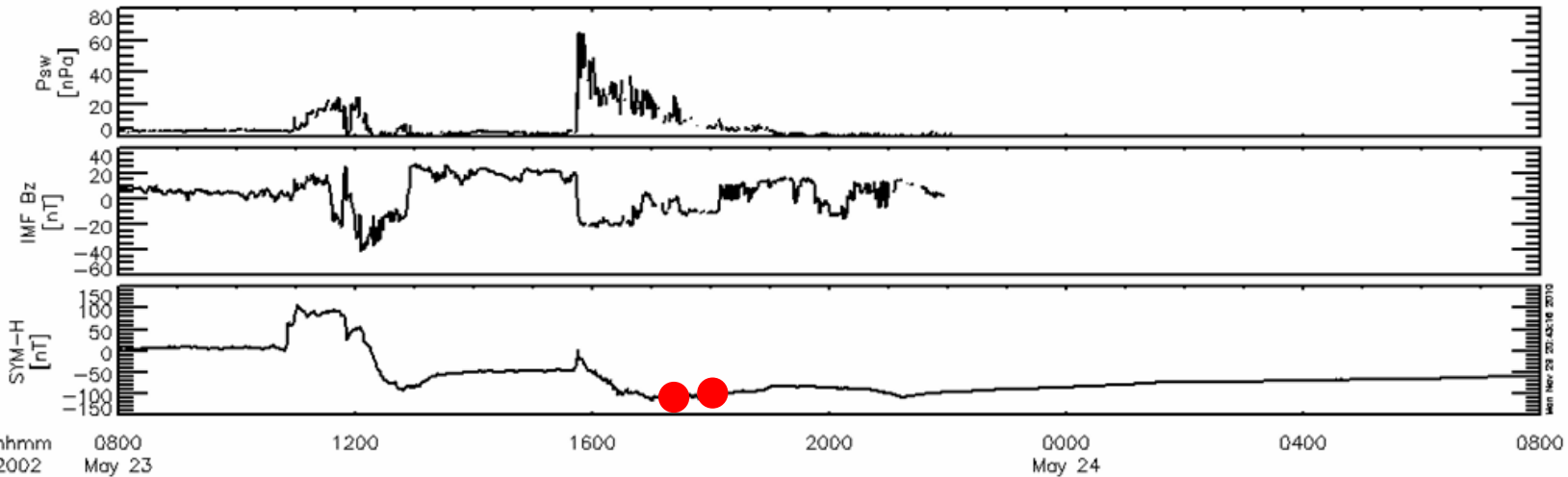
A.1 磁気嵐回復相と主相の等価電流系(15:30 UTと16:00 UT)



A.1 磁気嵐主相の等価電流系(16:30 UTと17:00 UT)



A.1 磁気嵐回復相の等価電流系(17:30 UTと18:00 UT)



A. 磁気嵐時のグローバル地磁気変動

A.1 磁気嵐回復相の等価電流系(18:30 UTと19:00 UT)

