

SPEEDAS Training Session of the First Half -DC electric field-

M. Shoji, S. Matsuda, T. Hori, M. Teramoto, T. F. Chang, S. Kurita, Y. Kasaba, Y. Kasahara, T. Nakagawa, Y. Miyoshi



このセッションを受けるにあたって

- ▶ ここは、SPEDAS Training Session アドバンスドコースです。前後編とも、“ある程度”のIDL/SPEDAS知識を前提とします。
- ▶ 技術的にわからないことは机間巡視しているチューターに質問してください。



注意!

- ▶ これから始まるのはSPEDASの“hands-on”セッションです。 **e-mail確認などの内職の時間ではありません。**
 - ▶ 特に今日は、電場データ使用に関する注意点が多数説明される予定です。
- ▶ インターネット環境を多人数で使用します。Dropbox, Google Drive等のクラウド共有や(よもや)動画サイトの閲覧など、 **不要不急のネットワーク回線使用は禁止します。**
- ▶ Windows アップデート機能も休止させましょう。



このパートの目標は . . .

PWEから公開されているEFD-spin (スピンフィット電場), EFD-pot(ポテンシャル)データの内容を理解、活用し、DC電場の解析が出来るようになる。

- ▶ どのようにしてL2 spinfitデータが出来ているか
- ▶ 公開されている変数と各種注意点の確認
- ▶ $V \times B$ 電場の導出と実測値との比較、差分の導出
- ▶ 共回転電場の導出と実測値との比較
- ▶ Kazama et al., [2018]のイベントを見る(UHRとpotentialの比較)



CDFファイル読み込み: load procedure

```
IDL> erg_init
ERG> timespan, '2017-12-13'
ERG> set_erg_var_label
ERG> erg_load_pwe_efd
ERG> erg_load_pwe_efd, datatype='pot'
ERG> tplot_names
```

```
27 erg_pwe_efd_l2_Eu_dsi
28 erg_pwe_efd_l2_Ev_dsi
29 erg_pwe_efd_l2_Eu_residual
30 erg_pwe_efd_l2_Ev_residual
31 erg_pwe_efd_l2_quality_flag
32 erg_pwe_efd_l2_Eu_offset
33 erg_pwe_efd_l2_Ev_offset
34 erg_pwe_efd_l2_Eu1_dsi
35 erg_pwe_efd_l2_Ev1_dsi
36 erg_pwe_efd_l2_Eu2_dsi
37 erg_pwe_efd_l2_Ev2_dsi
38 erg_pwe_efd_l2_Eu1_residual
39 erg_pwe_efd_l2_Ev1_residual
40 erg_pwe_efd_l2_Eu2_residual
41 erg_pwe_efd_l2_Ev2_residual
42 erg_pwe_efd_l2_Vu1
43 erg_pwe_efd_l2_Vv1
44 erg_pwe_efd_l2_Vu2
45 erg_pwe_efd_l2_Vv2
46 erg_pwe_efd_l2_Vave
```

SPEDAS Tips

- ✓ set_erg_var_label: 軸にあらせ軌道要素のラベルをつける。



Load procedure解説

- ▶ `erg_load_pwe_efd` : PWE/EFDデータをダウンロードして `tplot`変数化
- ▶ 取得1年以内のデータは公開されていないため、`uname`, `pass`キーワードが必要
- ▶ `datatype` キーワードで公開中のデータ: “`spin`”, “`pot`”, “`spec`” を選択可能
- ▶ 特に`spec`の場合、`bandwidth`キーワードでスペクトルのバンド幅を取得可能

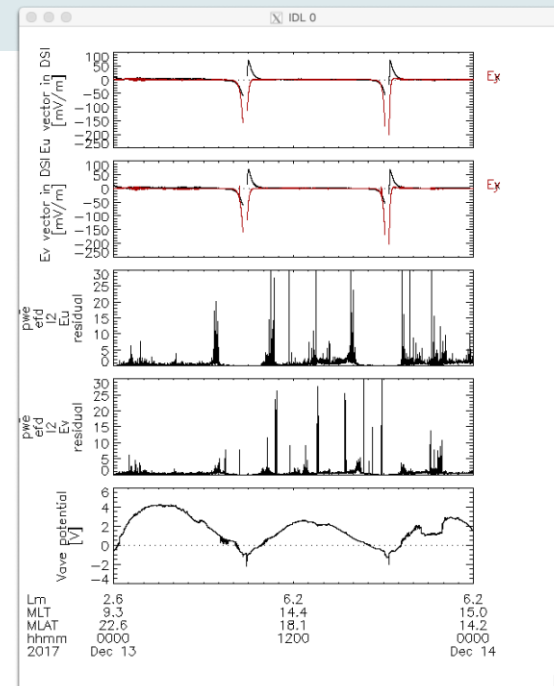


tplot変数を表示

```
ERG> options, ['erg_pwe_efd_l2_Eu_*', 'erg_pwe_efd_l2_Ev_*'], datagap=60.  
ERG> calc, "'erg_pwe_efd_l2_Eu_residual'=abs('erg_pwe_efd_l2_Eu_residual')'  
ERG> calc, "'erg_pwe_efd_l2_Ev_residual'=abs('erg_pwe_efd_l2_Ev_residual')'  
ERG> ylim, ['erg_pwe_efd_l2_Eu_residual', 'erg_pwe_efd_l2_Ev_residual'], 0, 30  
ERG> tplot, ['erg_pwe_efd_l2_Eu_dsi', 'erg_pwe_efd_l2_Ev_dsi', $  
    'erg_pwe_efd_l2_Eu_residual', 'erg_pwe_efd_l2_Ev_residual', $  
    'erg_pwe_efd_l2_Vave']
```

SPEEDAS Tips

- ✓ datagapオプション: 設定値より長い時間間隔を持つ隣接2点のデータを補完しない
- ✓ labflagオプション: ラベルを離して付ける
- ✓ calc: tplot変数に任意の計算を行う





Spinfit電場データ変数の紹介

- ▶ `erg_pwe_efd_l2_E[u,v]_dsi`
 - ▶ Double probe [U, V] antennaから計算された電場
- ▶ `erg_pwe_efd_l2_E[u,v]_residual`
 - ▶ 上記電場を計算する際に生じたsine fit波形との残余%
- ▶ `erg_pwe_efd_l2_E[u,v]_offset`
 - ▶ 上記電場を計算する際に得たオフセット
- ▶ `erg_pwe_efd_l2_quality_flag`
 - ▶ クオリティフラグ(16 bit表記: 後述)
- ▶ `erg_pwe_efd_l2_E[u1, u2, v1, v2]*`
 - ▶ 各Single probeのポテンシャルから計算された電場
- ▶ `erg_pwe_efd_l2_WPT[1,2]_[3,4]_BIAS_LVL`
 - ▶ Biasレベル (support data)



Spin平均電位データ変数の紹介

- ▶ `erg_pwe_efd_l2_V{u1,u2,v1,v2}`
 - ▶ Spin周期で平均(sine fitのoffset)で求めた各プローブ電位
- ▶ `erg_pwe_efd_l2_Vave`
 - ▶ 上記4電位の平均



詳細はwiki pageを参照



Page [Discussion](#)

Read

[View source](#)

[View history](#)

Search



ErgSat/Pwe/Efd

Contents [\[hide\]](#)

- 1 [Electric Field Detector \(EFD\)](#)
 - 1.1 [Rules of the Road \(specific to EFD data\)](#)
 - 1.2 [Updates on the Instrument Status, Data, Calibration, and Notes](#)
 - 1.3 [Instrument Specifications](#)
 - 1.4 [Observation Modes](#)
 - 1.5 [Observation Mode Changes](#)
 - 1.6 [Calibration Information](#)
 - 1.7 [Quality flag](#)
 - 1.8 [Quality note](#)
 - 1.9 [Science Data Products](#)

Electric Field Detector (EFD)

Rules of the Road (specific to EFD data)

- **For PWE/EFD Spin-fitted (EFD-SPIN) - Level 2 data (VxB not subtracted yet)**

The electric field is provisionally calibrated under the assumed effective length and impedance of WPT-S (wire antenna).



あらせ衛星座標系(SGI, SSI, DSI)

プロジェクト 会議・資料 データ 解析ツール ERG-SC Wiki 成果発表 報道・記事 連絡先 サイト

ホーム > 会議・資料 > WG内部資料

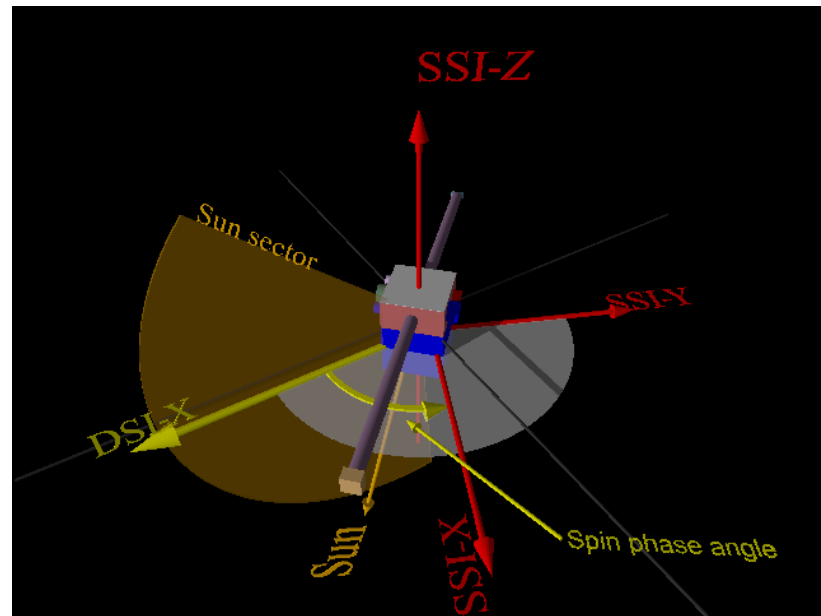
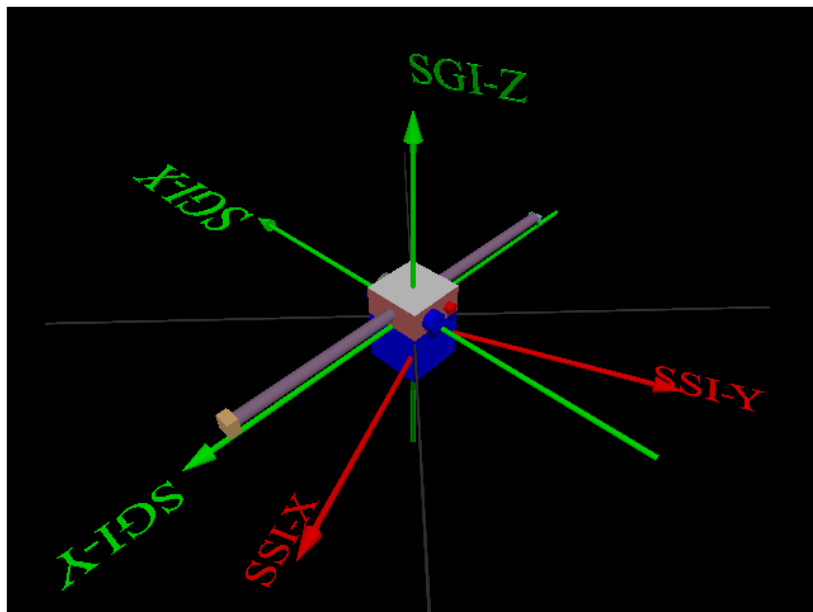
ERGワーキンググループ内部資料

- 資料を掲載したい方は、[ERGサイエンスセンターウェブ管理者\(ergscadm at st4a.stelab.nagoya-u.ac.jp\)](mailto:ergscadm@st4a.stelab.nagoya-u.ac.jp)までご送付ください。
- すべてのファイルの著作権は、[ERGサイエンスチーム](#)に帰属します。商用目的等の利用はご遠慮ください。

文書

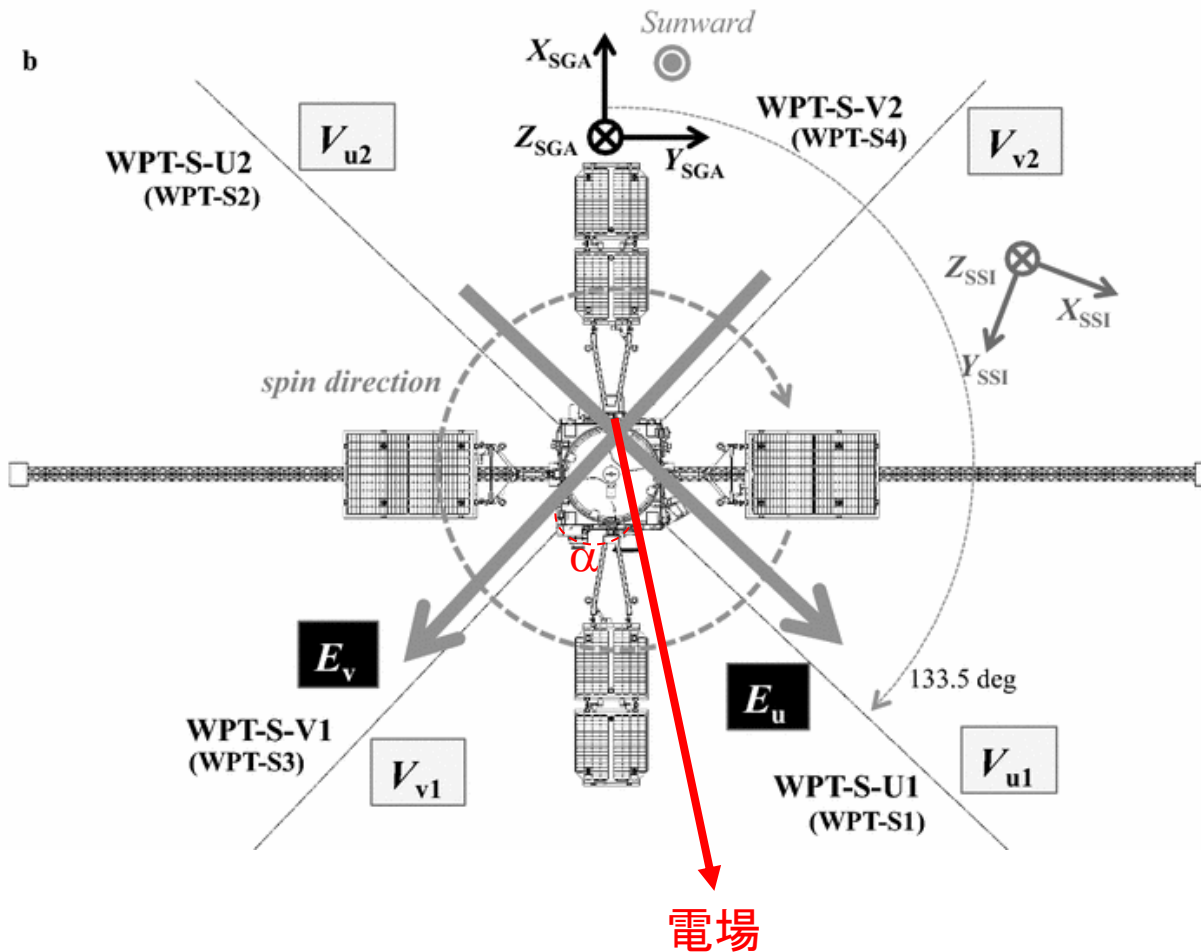
- ERGプロジェクトの進捗について
 - 2015/05/28 (JpGU内部磁気圏分科会)
 - 2014/11/03 (SGEPSS内部磁気圏分科会)
- ERG科学データ関連文書
 - ERG科学データアーカイブ設計書B版 (2017/03/07)
 - ERG科学データアーカイブ設計書B版 (2018/02/22)
 - ERG衛星データ処理で用いられる座標系の定義(及び議論・メモ) 最新版
 - ERG衛星データ処理で用いられる座標系の定義(及び議論・メモ) 20160729版

- ✓ SGI, SSIはspinしている系
- ✓ DSIはSSIからdespinした系
- ✓ SGI-yとSSI-xのなす角は 21.6°





あらせ衛星座標系とPWE UV座標系の関係



U, VそれぞれのアンテナがDC電場を独立して計測

- Spin変調により一周分のsin波形として観測される
- 初期位相と振幅がわかればDC電場ベクトルが導出できる
- (理想的には)U, Vどちらで計測した電場ベクトルも同じ(はず)

[after Kasaba et al., 2017]



Level 2 Spinfit電場ができるまで

1) 入力: 64/256 Hz 電場データ $E_u(t)$, $E_v(t)$ @Leve-1prime CDFファイルをindex pulse time 区間ごとに切り出す

2) Sine fitを(IDL curvefit関数を用いて)行いパラメータ(A, α , C)を算出する:

$$E_u = A_u \sin(\omega_{\text{spin}} t + \alpha_u) + C_u, \quad E_v = A_v \sin(\omega_{\text{spin}} t + \alpha_v) + C_v$$

3) Sine fitで求めたスピン毎の振幅及び位相から、スピン軸に垂直な電場ベクトルを衛星とスピンしている座標系(U-V座標系)でU,Vアンテナそれぞれ独立に導出する:

$$E_{uu} = A_u \sin \alpha_u, \quad E_{uv} = A_u \cos \alpha_u,$$

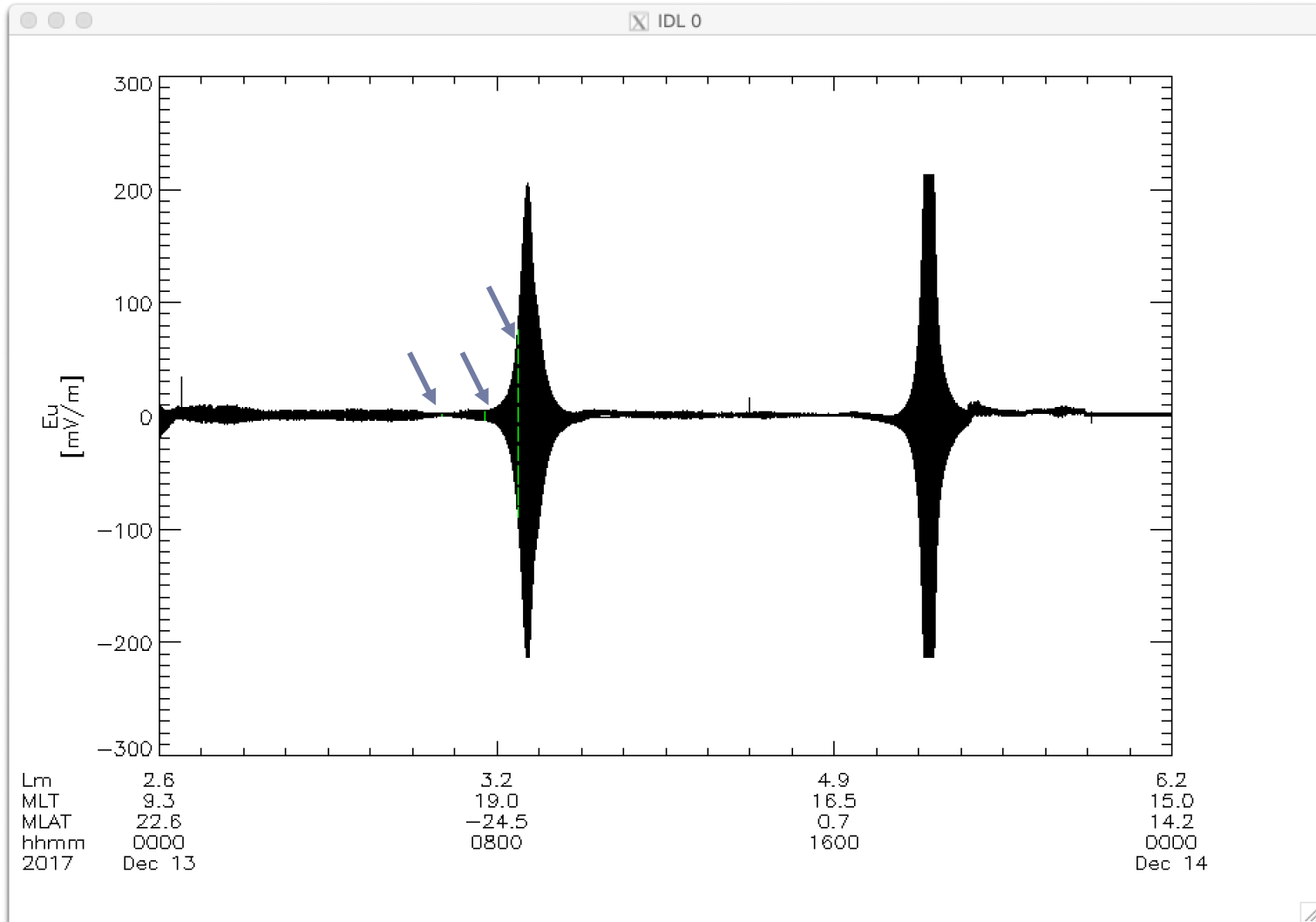
$$E_{vu} = -A_v \cos \alpha_v, \quad E_{vv} = A_v \sin \alpha_v,$$

4) ワイヤアンテナとSun Sensorの角度差を考慮して(21.9°)太陽セクター基準のDSI座標に変換する:

$$E_{ux_dsi}, E_{uy_dsi}, E_{vx_dsi}, E_{vy_dsi} \leftarrow \text{Level 2データ}$$

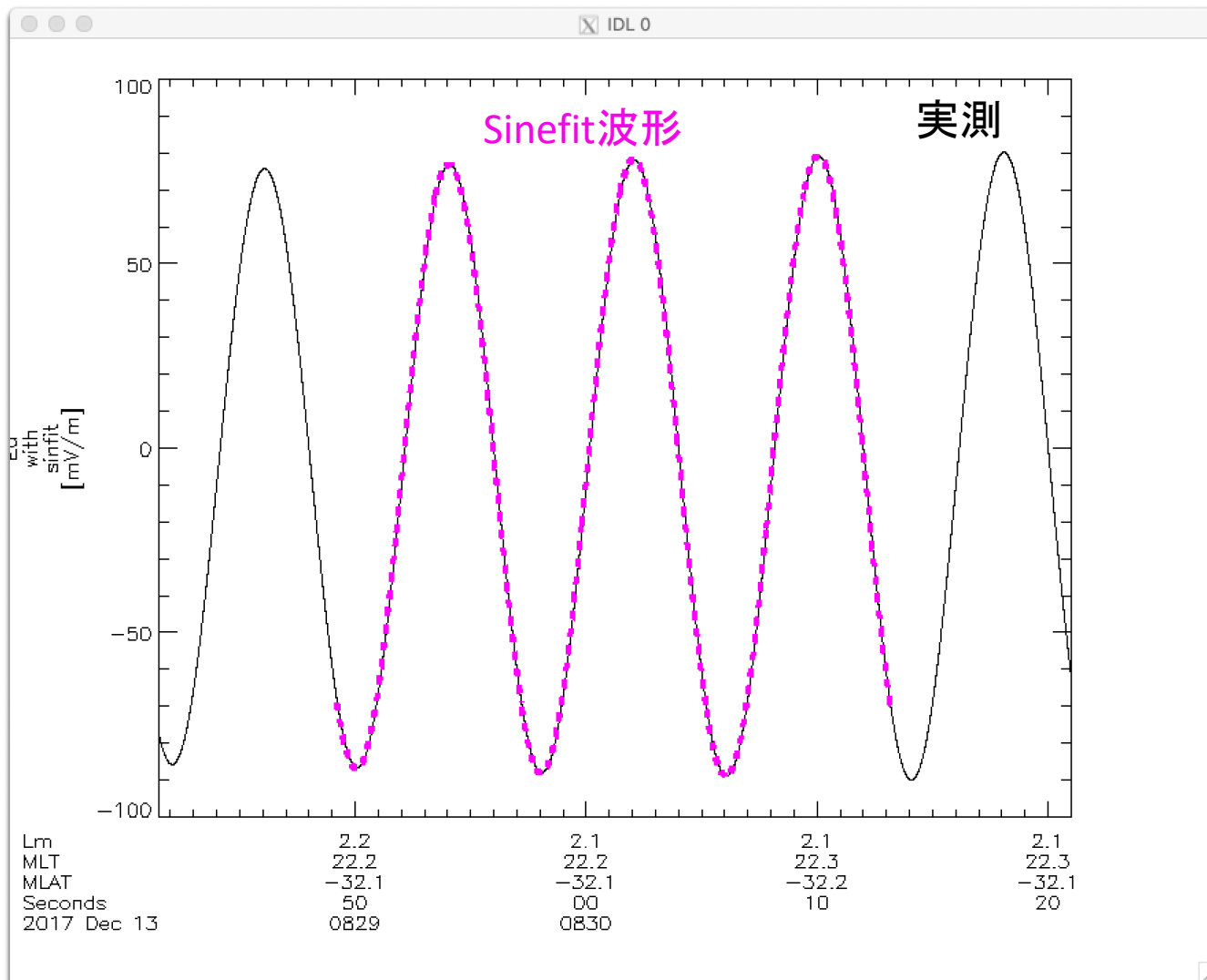


2017-12-13の電場観測(E_u 64/256 Hzデータ)



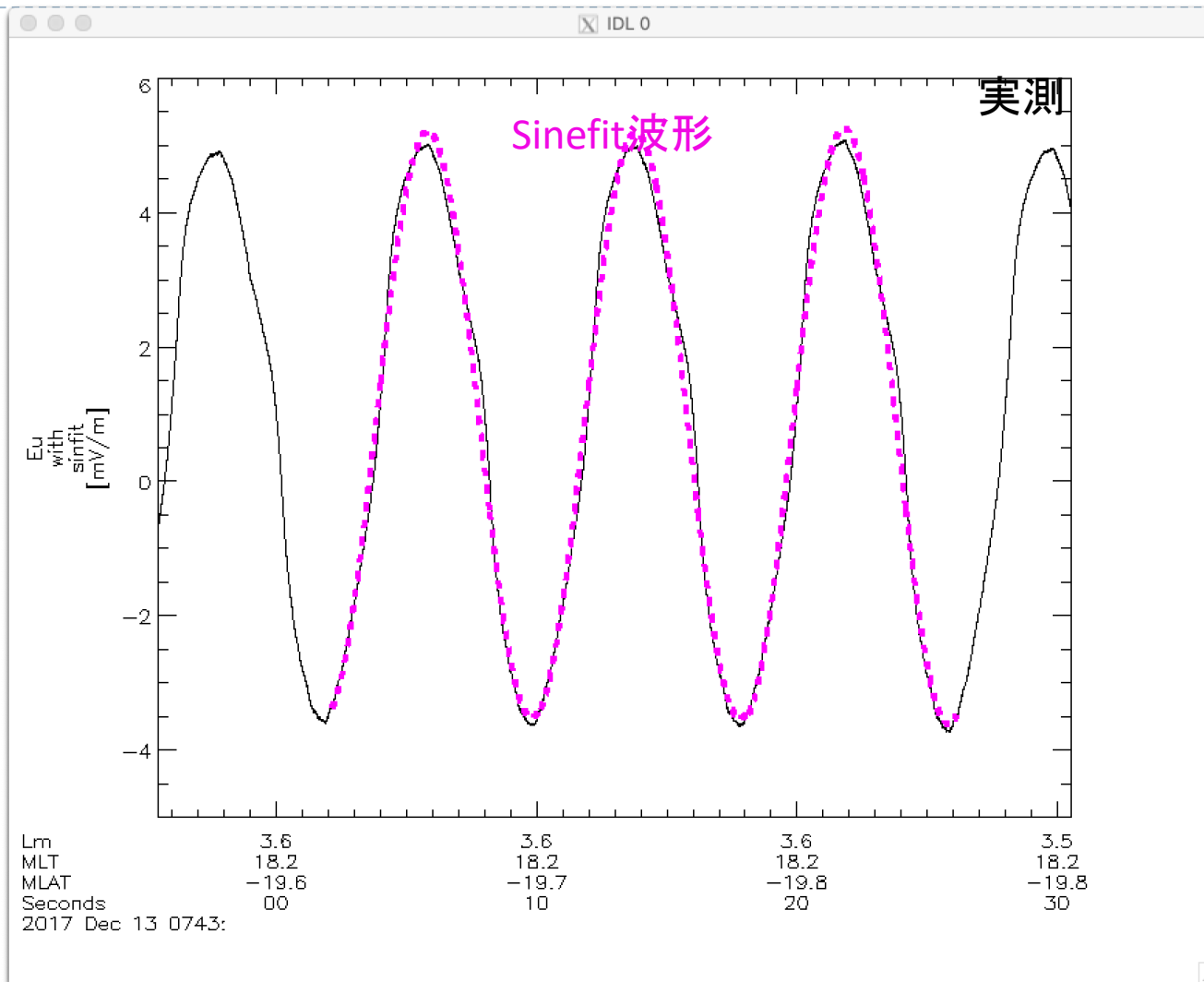


“良い”Sine fit例: Res~0.004%



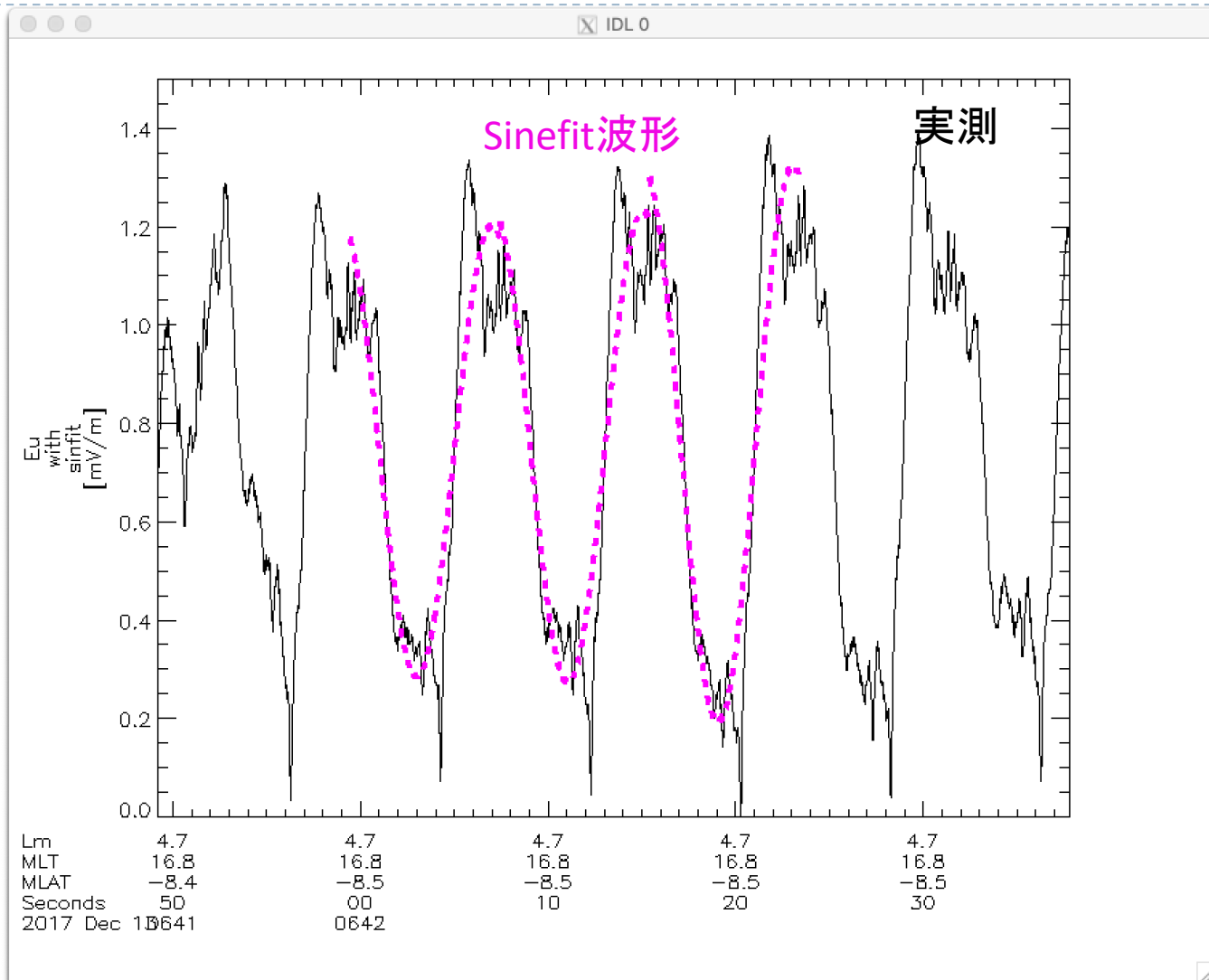


“まあまあ”なSine fit例: Res~0.17%





“ダメ”なSine fit例: Res~1.4%





Quality flagをツールで確認する

```
ERG> erg_pwe_qflag
```

```
Use button 1 to select time, 2 to erase time, and 3 to quit.  
point      name:      date/time      yvalue  
Use right button to exit  2017-12-13/06:39:59      NaN  
 0erg_pwe_efd_l2_      2017-12-13/06:01      3.333  
 1erg_pwe_efd_l2_      2017-12-13/10:07      0.5172
```

```
Time range:2017-12-13/06:01:00.000 -- 2017-12-13/10:07:00.000  
-----source tplot variable: erg_pwe_efd_l2_quality_flag -----
```

```
Quality flag(s):  b5
```

```
Notes of quality flag of EFD:
```

```
b0:see Quality Note, b1:DC-CAL signal ON, b2:AC-CAL(E) signal ON, b3:AC-CAL(B) signal ON, b4:eclipse, b5:magnetorquer operated,  
b6:ambiguous UTC label, b7-b15:reserved, b16:Eu or Ev saturated, b17:U1 & U2 cannot used, b18:V1 & V2 cannot used, b19:U1 not  
biased, b20:U2 not biased, b21:V1 not biased, b22:V2 not biased, b23:WPT-Pre AC-Gain = L, b24:Slow-sweep CAL
```

```
ERG> erg_pwe_qflag, /full
```

```
Time range:2017-12-13/00:00:00.000 -- 2017-12-14/00:00:00.000
```

```
-----source tplot variable: erg_pwe_efd_l2_quality_flag -----
```

```
quality flag for EFD:  b2 b5 b16 b20 b22 b24
```

```
Notes of quality flag of EFD:
```

```
b0:see Quality Note, b1:DC-CAL signal ON, b2:AC-CAL(E) signal ON, b3:AC-CAL(B) signal ON, b4:eclipse, b5:magnetorquer operated,  
b6:ambiguous UTC label, b7-b15:reserved, b16:Eu or Ev saturated, b17:U1 & U2 cannot used, b18:V1 & V2 cannot used, b19:U1 not  
biased, b20:U2 not biased, b21:V1 not biased, b22:V2 not biased, b23:WPT-Pre AC-Gain = L, b24:Slow-sweep CAL
```

PWE Quality Flag (4B, L1 primeから付与)

Common

(LSB)

- b0: see Quality Note
- b1: DC-CAL signal ON
- b2: AC-CAL(E) signal ON
- b3: AC-CAL(B) signal ON
- b4: eclipse
- b5: magnetorquer operated
- b6: ambiguous UTC label
- b7: reserved
- b8: reserved
- b9: reserved
- b10: reserved
- b11: reserved
- b12: reserved
- b13: reserved
- b14: reserved
- b15: reserved

Quality Noteの実体はWeb(Wiki)に掲載

EFD

- b16: Eu or Ev -- saturated
 - b17: U1, U2 – cannot used
 - b18: V1, V2 – cannot used
 - b19: U1 – not biased
 - b20: U2 – not biased
 - b21: V1 – not biased
 - b22: V2 – not biased
 - b23: WPT-Pre AC-Gain = L (EFD Gain: affected)
 - b24: Slow-sweep CAL
 - b25: reserved
 - b26: reserved
 - b27: reserved
 - b28: reserved
 - b29: reserved
 - b30: reserved
 - b31: reserved
- (MSB)

OFA/WFC(E)

- b16: Eu - saturated
 - b17: Ev - saturated
 - b18: reserved
 - b19: time synchronization failed
 - b20: reserved
 - b21: reserved
 - b22: reserved
 - b23: reserved
 - b24: reserved
 - b25: reserved
 - b26: reserved
 - b27: reserved
 - b28: reserved
 - b29: reserved
 - b30: reserved
 - b31: reserved
- (MSB)

OFA/WFC(B)

- b16: Balpha - saturated
 - b17: Bbeta - saturated
 - b18: Bgamma - saturated
 - b19: time synchronization failed
 - b20: Balpha - contaminated by broadband noise
 - b21: reserved
 - b22: reserved
 - b23: reserved
 - b24: reserved
 - b25: reserved
 - b26: reserved
 - b27: reserved
 - b28: reserved
 - b29: reserved
 - b30: reserved
 - b31: reserved
- (MSB)

HFA

- b16: Eu/Eu - saturated
 - b17: Bgamma - saturated
 - b18: HFA internal CAL
 - b19: reserved
 - b20: reserved
 - b21: reserved
 - b22: reserved
 - b23: reserved
 - b24: reserved
 - b25: reserved
 - b26: reserved
 - b27: reserved
 - b28: reserved
 - b29: reserved
 - b30: reserved
 - b31: reserved
- (MSB)

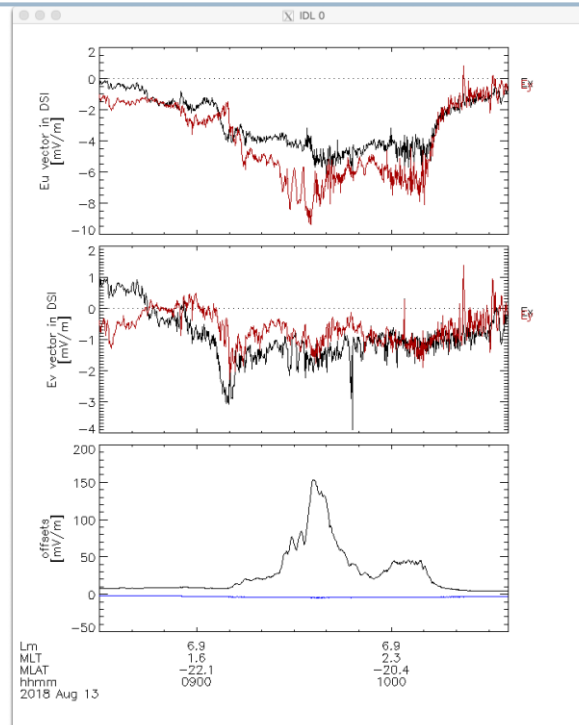
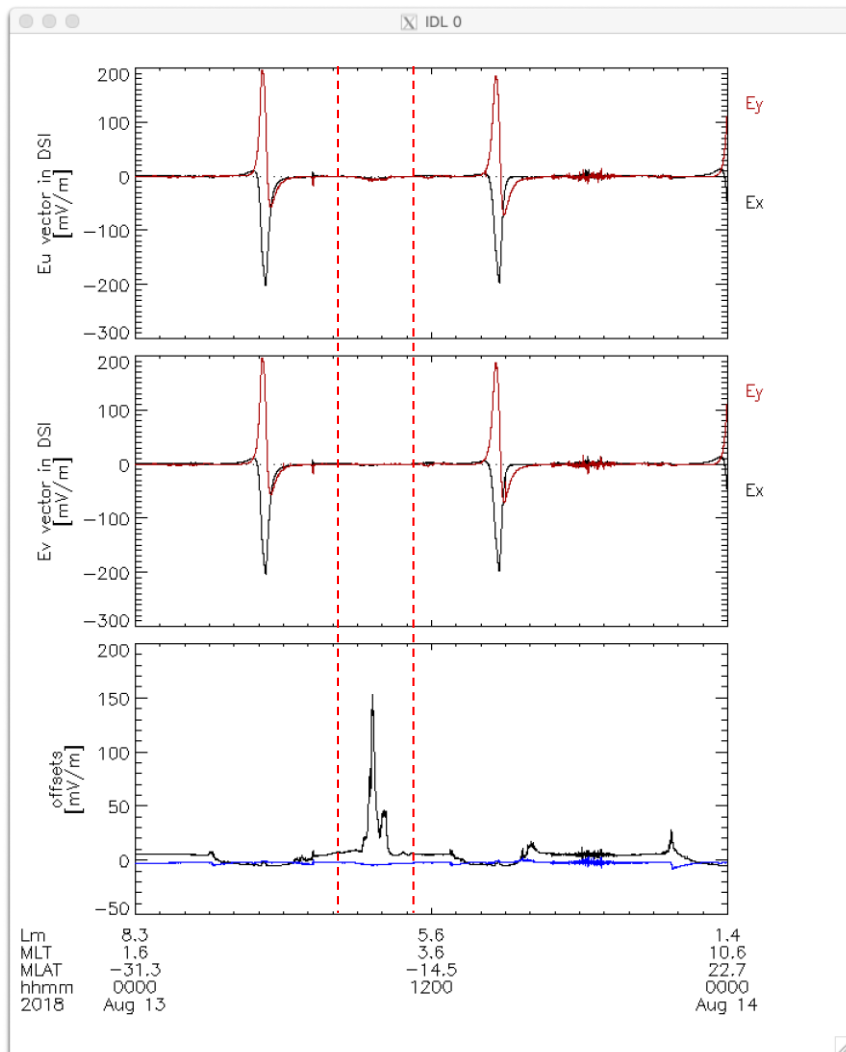




OffsetデータでUアンテナの異常を確認

例) 2018-08-13のデータ

- ✓ U1のポテンシャルが他と異なる
- ✓ Potentialデータ、SPB電場データも合わせてチェック





VxB電場の計算(軌道とMGFから)

```
ERG> erg_load_orb
ERG> erg_load_mgf
ERG> tmagname = 'erg_mgf_l2_mag_8sec_dsi'
;;; Rotate velocity vector from GSE to DSI
ERG> spd_cotrans, 'erg_orb_l2_vel_gse', 'vel_j2000', in_coord='gse', out_coord='j2000'
ERG> erg_cotrans, 'vel_j2000', 'vel_dsi', in_coord='j2000', out_coord='dsi'

;;; calculate VxB in DSI coordinate
ERG> tinterpol_mxn, 'vel_dsi', tmagname
ERG> tcrossp, 'vel_dsi_interp', tmagname, newname='VxB_dsi'
ERG> calc, "'VxB_dsi'"="VxB_dsi"*1e-3'
ERG> options, 'VxB_dsi', ysubtitle='[mV/m]'
```

SPEEDAS Tips

- ✓ `spd_cotrans`: 各種地理座標系間の変換ルーチン
- ✓ `erg_cotrans`: あらせ衛星固有の座標系への変換ルーチン。J2000を介して他の地理座標系へと変換
- ✓ `tinterpol_mxn`, `tvar`, `tref`: `tvar`の時間ラベルを`tref`に揃えて値を補間
- ✓ `tcrossp`: `tplot`変数の外積



Ezの導出とEz/Exyの確認 (Euのみ記載)

```
ERG> tinterpol, tmagname, 'erg_pwe_efd_l2_Eu_dsi', newname=tmagname+'_interp'  
ERG> get_data, 'erg_pwe_efd_l2_Eu_dsi', data=eu  
ERG> get_data, tmagname+'_interp', data=b  
  
ERG> ez= -(eu.y[*],0]*b.y[*],0)+eu.y[*],1]*b.y[*],1)/b.y[*],2]  
ERG> eu3=fltarr(n_elements(eu.x),3)  
ERG> eu3[*],0:1]=eu.y  
ERG> eu3[*],2]=ez  
ERG> store_data, 'erg_pwe_efd_l2_Eu3_dsi', data={x:eu.x, y:eu3}  
ERG> store_data, 'erg_pwe_efd_l2_Eu3_ratio', data={x:eu.x,y:eu3[*],2]/sqrt(eu3[*],0)^2+eu3[*],1)^2}}
```

E · B=0を仮定し、成分を書き出した式

推定した電場の値の方が実測値よりも大きくなる時、(ex. 磁場がスピン軸に垂直に近くなっているとき)正しく3次元電場ベクトルが求められていない可能性がある。



電場データとVxBとの比較

```
ERG> split_vec, 'erg_pwe_efd_l2_Eu3_dsi'
```

```
ERG> split_vec, 'erg_pwe_efd_l2_Ev3_dsi'
```

```
ERG> split_vec, 'VxB_dsi'
```

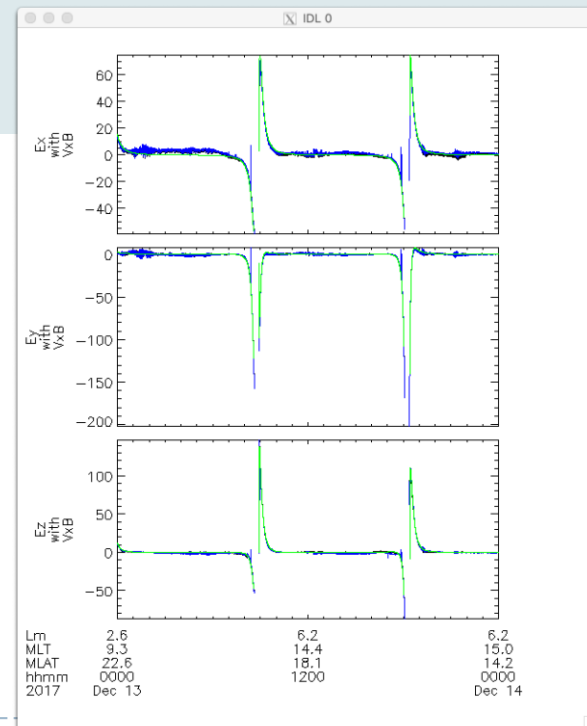
```
ERG> store_data, 'Ex_with_VxB', data=['erg_pwe_efd_l2_Eu3', 'erg_pwe_efd_l2_Ev3', 'VxB']+'_dsi_x'
```

```
ERG> store_data, 'Ey_with_VxB', data=['erg_pwe_efd_l2_Eu3', 'erg_pwe_efd_l2_Ev3', 'VxB']+'_dsi_y'
```

```
ERG> store_data, 'Ez_with_VxB', data=['erg_pwe_efd_l2_Eu3', 'erg_pwe_efd_l2_Ev3', 'VxB']+'_dsi_z'
```

```
ERG> tplot, 'E'+['x','y','z']+'_with_VxB'
```

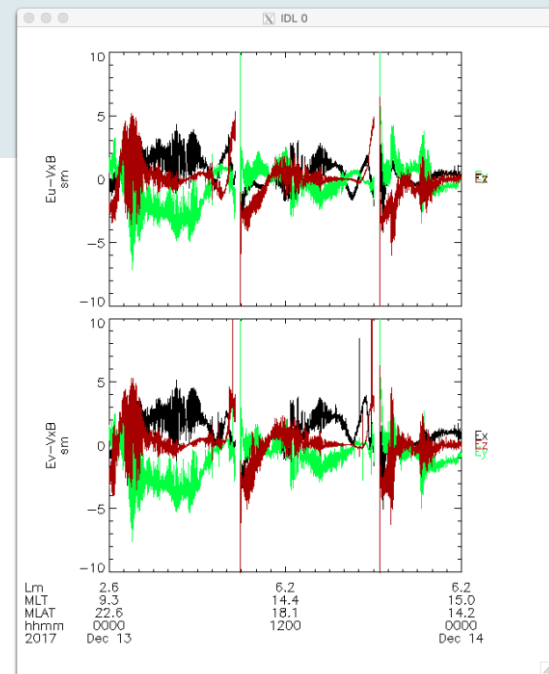
- ✓ 合わせて” erg_pwe_efd_l2_E{u,v}3_ratio” もプロットしてみる
- ✓ Eu, Evに差が発生していないか確認する
- ✓ Residual, offset, quality flagなど、基本的な要注意項目はまず確認する癖をつける





VxB差分を取り、SM座標系へ変換

```
ERG> dif_data, 'erg_pwe_efd_l2_Eu3_dsi', 'VxB_dsi', newname='Eu-VxB_dsi'  
ERG> dif_data, 'erg_pwe_efd_l2_Ev3_dsi', 'VxB_dsi', newname='Ev-VxB_dsi'  
ERG> erg_cotrans, 'Eu-VxB_dsi', 'Eu-VxB_j2000', in_coord='dsi', out_coord='j2000'  
ERG> erg_cotrans, 'Ev-VxB_dsi', 'Ev-VxB_j2000', in_coord='dsi', out_coord='j2000'  
  
ERG> spd_cotrans, 'Eu-VxB_j2000', 'Eu-VxB_sm', in_coord='j2000', out_coord='sm'  
ERG> spd_cotrans, 'Ev-VxB_j2000', 'Ev-VxB_sm', in_coord='j2000', out_coord='sm'  
  
ERG> options, ['Eu-*', 'Ev-*'], datagap=60., labels=['Ex', 'Ey', 'Ez']  
ERG> ylim, ['Eu-*', 'Ev-*'], -10, 10  
  
ERG> tplot, ['Eu-VxB_sm', 'Ev-VxB_sm']
```





Corotation電場の導出

```
ERG> spd_cotrans, 'erg_orb_l2_pos_gse', 'pos_geo', in_coord='gse', out_coord='geo'
```

```
ERG> get_data, 'pos_geo', data=data
```

```
ERG> xgeo=data.y[*],0]
```

```
ERG> ygeo=data.y[*],1]
```

```
ERG> zgeo=data.y[*],2]
```

```
ERG> nd=n_elements(data.x)
```

```
ERG> v_cor_geo = filtarr(nd,3)
```

```
ERG> v_cor_geo_t = sqrt(xgeo^2+ygeo^2)*2.*!pi/86400.
```

```
ERG> v_cor_geo[*],0] = -ygeo*v_cor_geo_t/sqrt(xgeo^2+ygeo^2)
```

```
ERG> v_cor_geo[*],1] = xgeo*v_cor_geo_t/sqrt(xgeo^2+ygeo^2)
```

```
ERG> v_cor_geo[*],2] = 0.
```

```
ERG> store_data, 'v_cor_geo', data={x:data.x, y:v_cor_geo}
```

```
ERG> tkm2re, 'v_cor_geo', /km, /replace
```

```
ERG> spd_cotrans, 'v_cor_geo', 'v_cor_sm', in_coord='geo', out_coord='sm'
```

```
ERG> tinterpol, 'erg_mgf_l2_mag_8sec_sm', 'v_cor_sm', newname='erg_mgf_l2_mag_8sec_sm_interp'
```

```
ERG> tcrossp, 'erg_mgf_l2_mag_8sec_sm_interp', 'v_cor_sm', newname='E_cor_sm'
```

```
ERG> calc, "'E_cor_sm'"="E_cor_sm"*1e-3'
```

```
ERG> options, 'E_cor_sm', labels=['Ecor_x', 'Ecor_y', 'Ecor_z']
```

SPEDAS Tips

- ✓ tkm2re: 与えたtplot変数をkm \rightleftharpoons Reで変換するルーチン。“km”オプションでRe \rightarrow km, “replace”オプションで元のtplot変数を置き換え
- ✓ 1Re=6,374kmを仮定





観測データとCorotation電場の比較

```
ERG> split_vec, 'Eu-VxB_sm'
```

```
ERG> split_vec, 'Ev-VxB_sm'
```

```
ERG> split_vec, 'E_cor_sm'
```

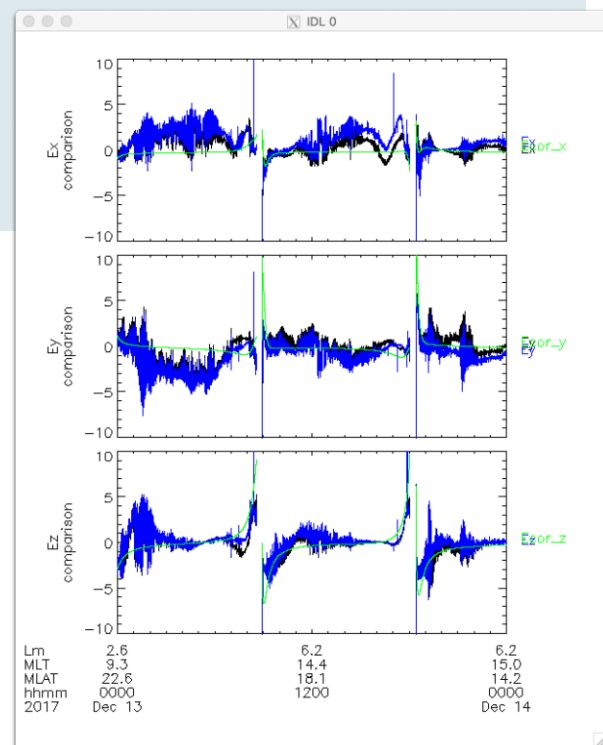
```
ERG> store_data, 'Ex_comparison', data=['Eu-VxB_sm', 'Ev-VxB_sm', 'E_cor_sm']+ '_x'
```

```
ERG> store_data, 'Ey_comparison', data=['Eu-VxB_sm', 'Ev-VxB_sm', 'E_cor_sm']+ '_y'
```

```
ERG> store_data, 'Ez_comparison', data=['Eu-VxB_sm', 'Ev-VxB_sm', 'E_cor_sm']+ '_z'
```

```
ERG> ylim, ['Ex','Ey','Ez']+ '_comparison', -10, 10
```

```
ERG> tplot, ['Ex','Ey','Ez']+ '_comparison'
```





ECHと電位を比較[Kazama et al., 2018]

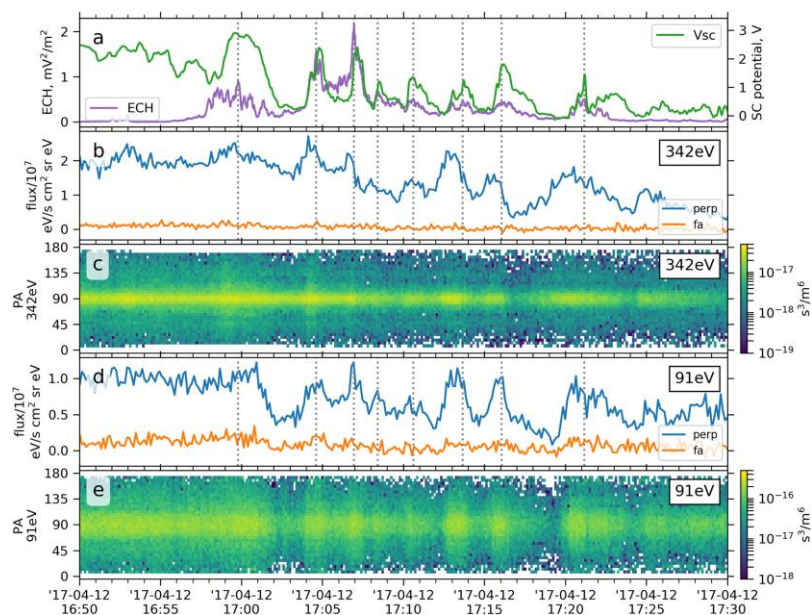
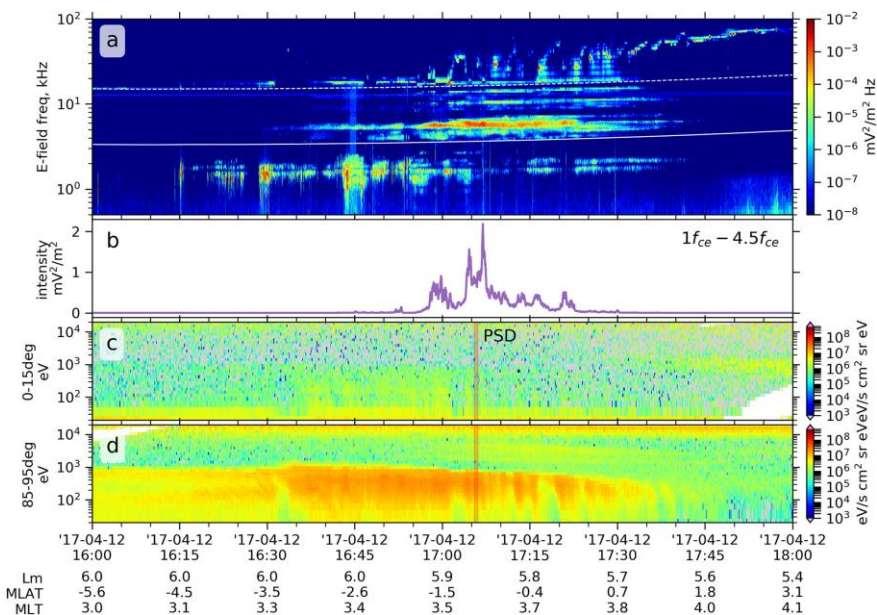
Geophysical Research Letters

Research Letter | [Full Access](#)

Density Depletions Associated With Enhancements of Electron Cyclotron Harmonic Emissions: An ERG Observation

Y. Kazama, H. Kojima, Y. Miyoshi, Y. Kasahara, H. Usui, B.-J. Wang, S.-Y. Wang, S. W. Y. Tam, T.-F. Chang, P. T. P. Ho, K. Asamura, A. Kumamoto, F. Tsuchiya, Y. Kasaba, S. Matsuda, M. Shoji, A. Matsuoka, M. Teramoto, T. Takashima, I. Shinohara ... See fewer authors

First published: 21 September 2018 | <https://doi.org/10.1029/2018GL080117>





HFA, OFA, EFD-potのstackplot

```
ERG> timespan, '2017-04-12'
```

```
ERG> erg_load_pwe_hfa
```

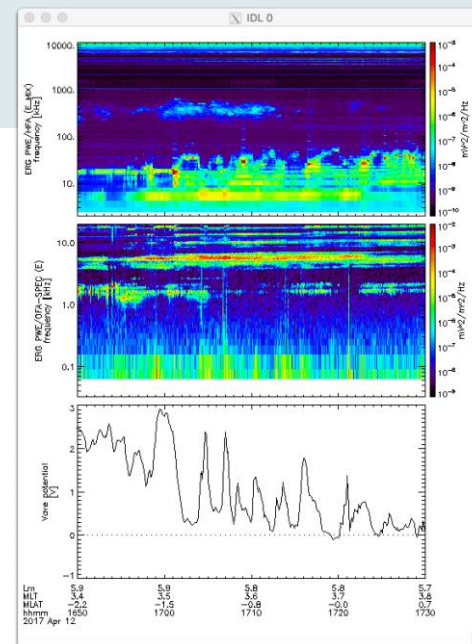
```
ERG> erg_load_pwe_ofa
```

```
ERG> erg_load_pwe_efd, datatype='pot'
```

```
ERG> set_erg_var_label
```

```
ERG> tplot, ['erg_pwe_hfa_l2_lm_spectra_e_mix', 'erg_pwe_ofa_spec_l2_E_spectra_132',  
'erg_pwe_efd_l2_Vave']
```

```
ERG> tlimit, '2017-04-12/'+['16:50', '17:30']
```



memo





memo



memo
