

# 小規模サブストームに伴うPi2型 地磁気脈動の緯度依存性

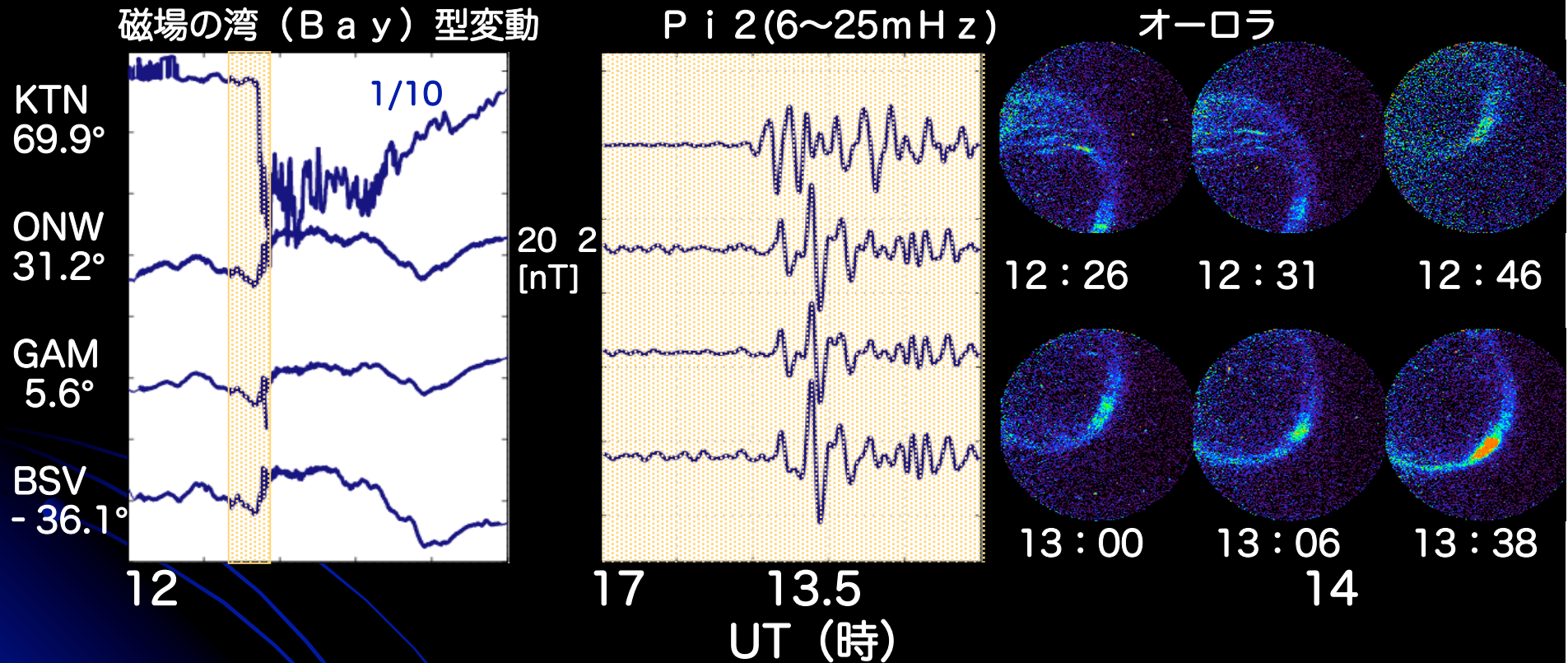
宇宙地球電磁気学研究分野  
関 悠子

## 発表の流れ

- Pi2型地磁気脈動の概要
- 研究の目的
- データ及び解析方法
- 解析結果
- 結果より推察されるPi2の発生伝播モデル
- まとめ及び今後の課題

# Pi2の概要

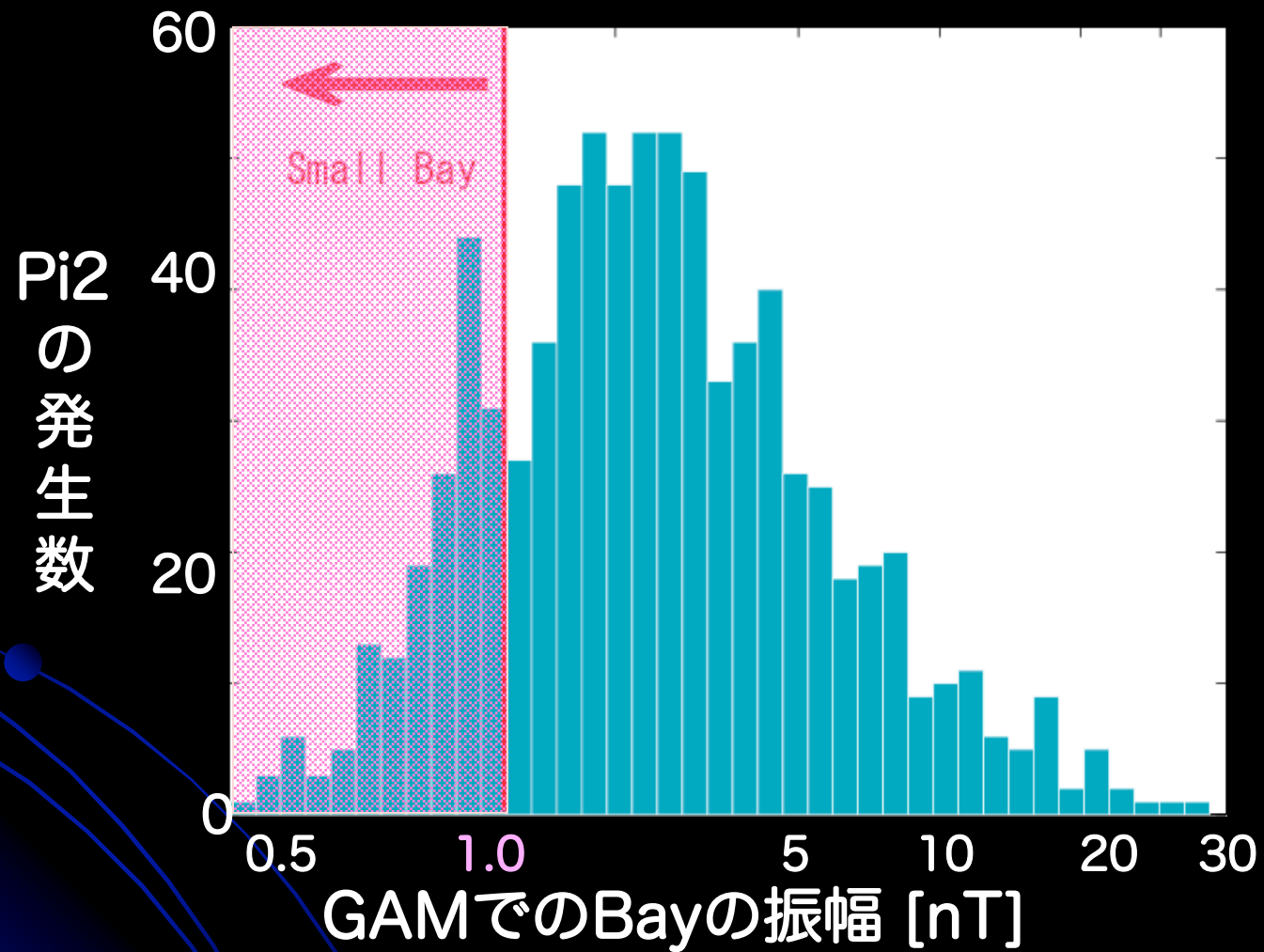
サブストーム時には、



Pi2は、サブストームとほぼ同時に開始。しかし・・・

サブストームにまで達しない、つまりBayがあまり発達しない状況でも、Pi2が観測される。

# Pi2 とBAYの振幅との関係



Small Bay ≡ 小規模サブストーム

## 研究の目的

小規模サブストーム時に伴うPi2の波動特性を明らかにし、その伝播機構の基本的な描像を、磁気圏・電離圏結合の観点から解明する。

## データ及び解析方法

### ・データ

1994.1月～1998.5月(LT0時±4時間)観測された、808のPi2イベントのうち、Pi2 開始後10分間におけるBayの発達度が、GAMで1 nT以下のもの  
→168イベント

### ・解析方法

- ・Pi2 (H,D) のピーク振幅に関する統計
- ・修正ピザレンコ法による周波数解析 (Case Study)

# 210°観測点

磁気緯度

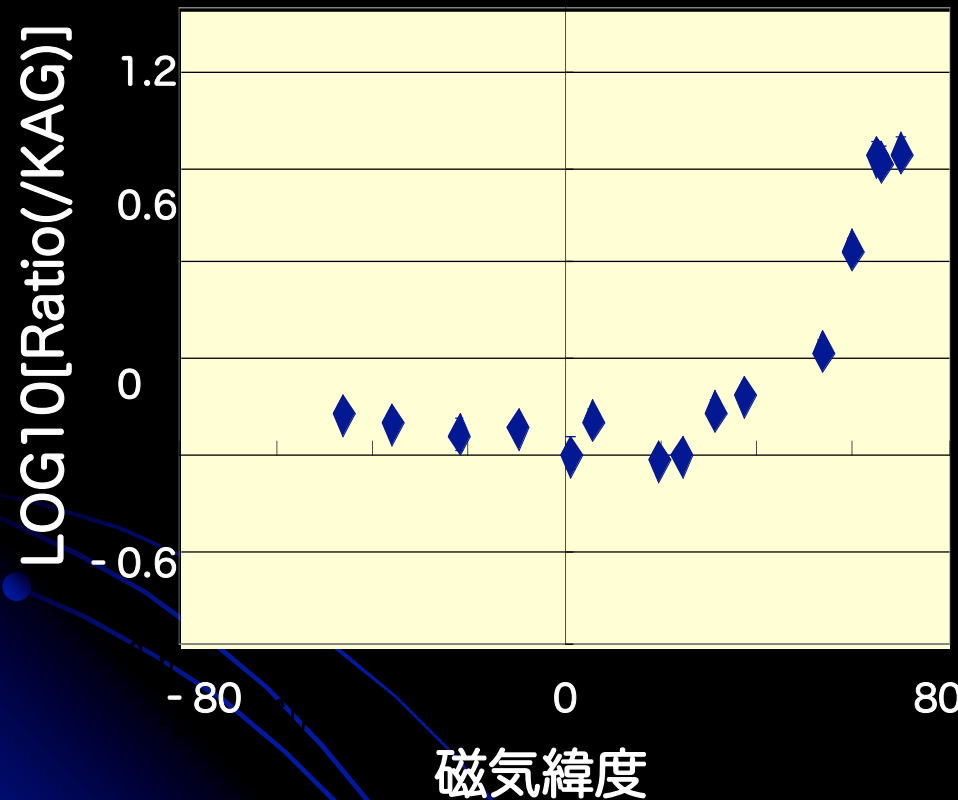
KTN	69.9
TIK	65.7
CHD	64.7
KOT	64.6
ZYK	59.6
MGD	53.5
MSR	37.3
ONW	31.2
KAG	24.4
CBI	19.5
GAM	5.6
YAP	1.0
BIK	-9.7
WEP	-21.9
BSV	-36.1
ADL	-46.2
MCQ	-64.5

九州大学環太平洋地磁気ネットワーク

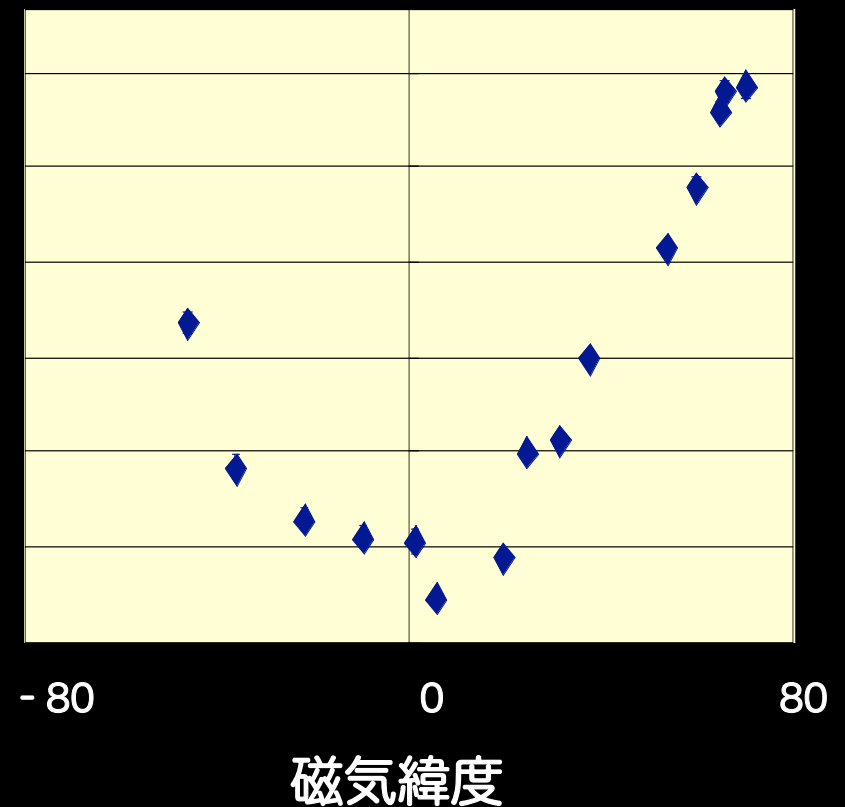


# 小規模サブストーム時のPi2 振幅の 緯度依存性

H (南北) 成分



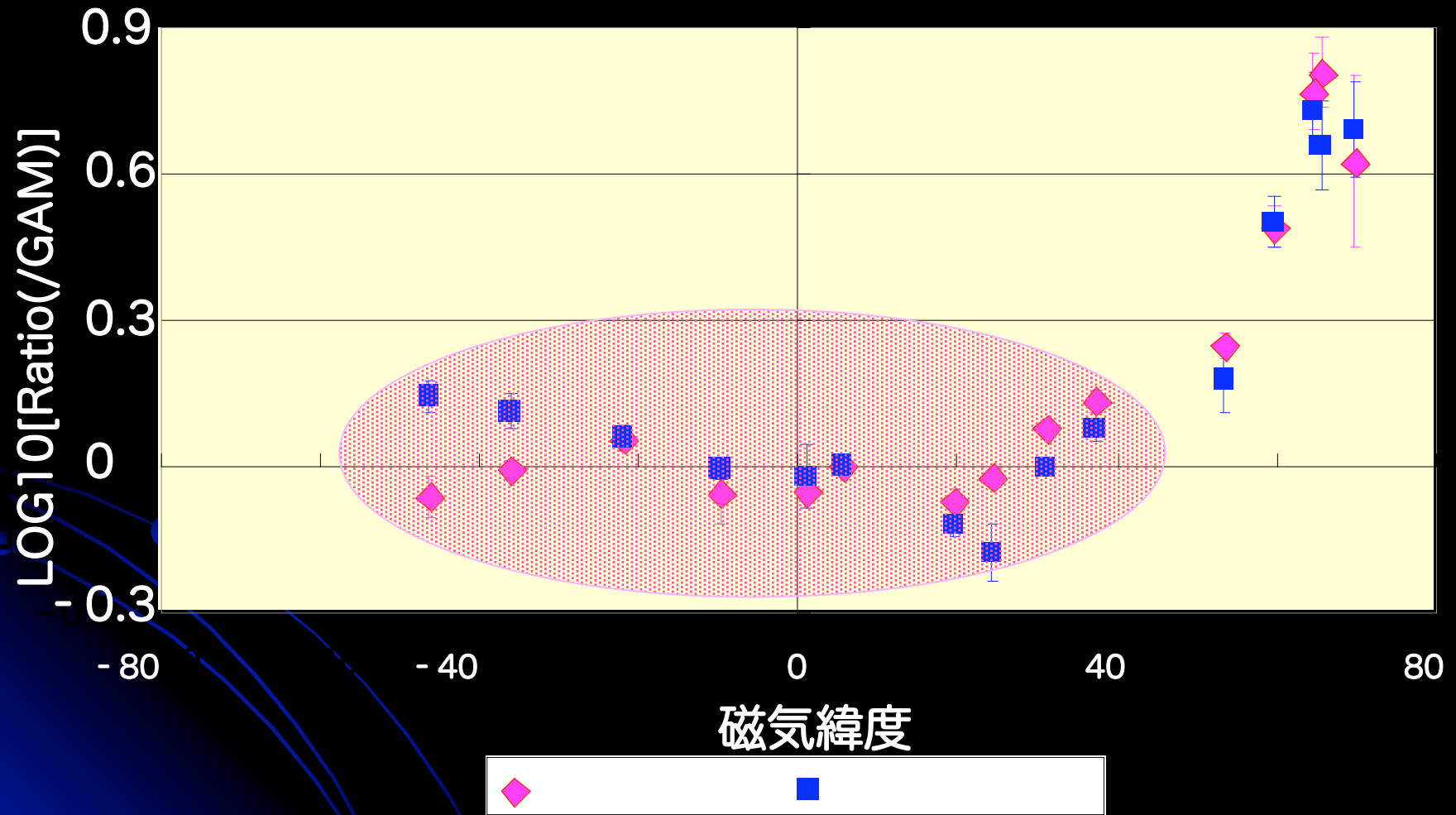
D(東西)成分



H成分の振幅は、60°以下でほぼ同じ値を示す。  
D成分振幅は、緯度に対し指数関数的に増大する。

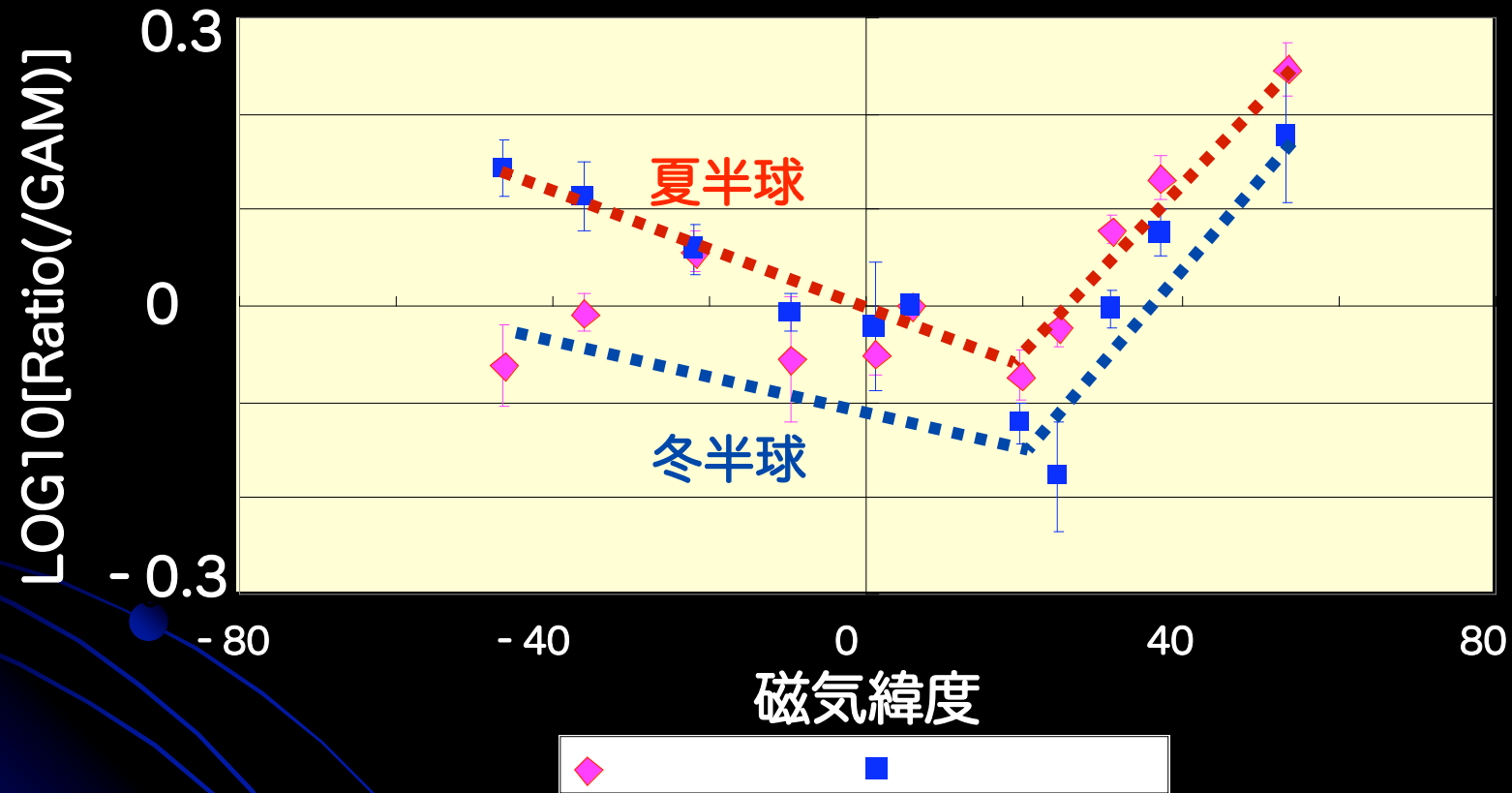


# Pi2振幅の季節依存性 (H成分)



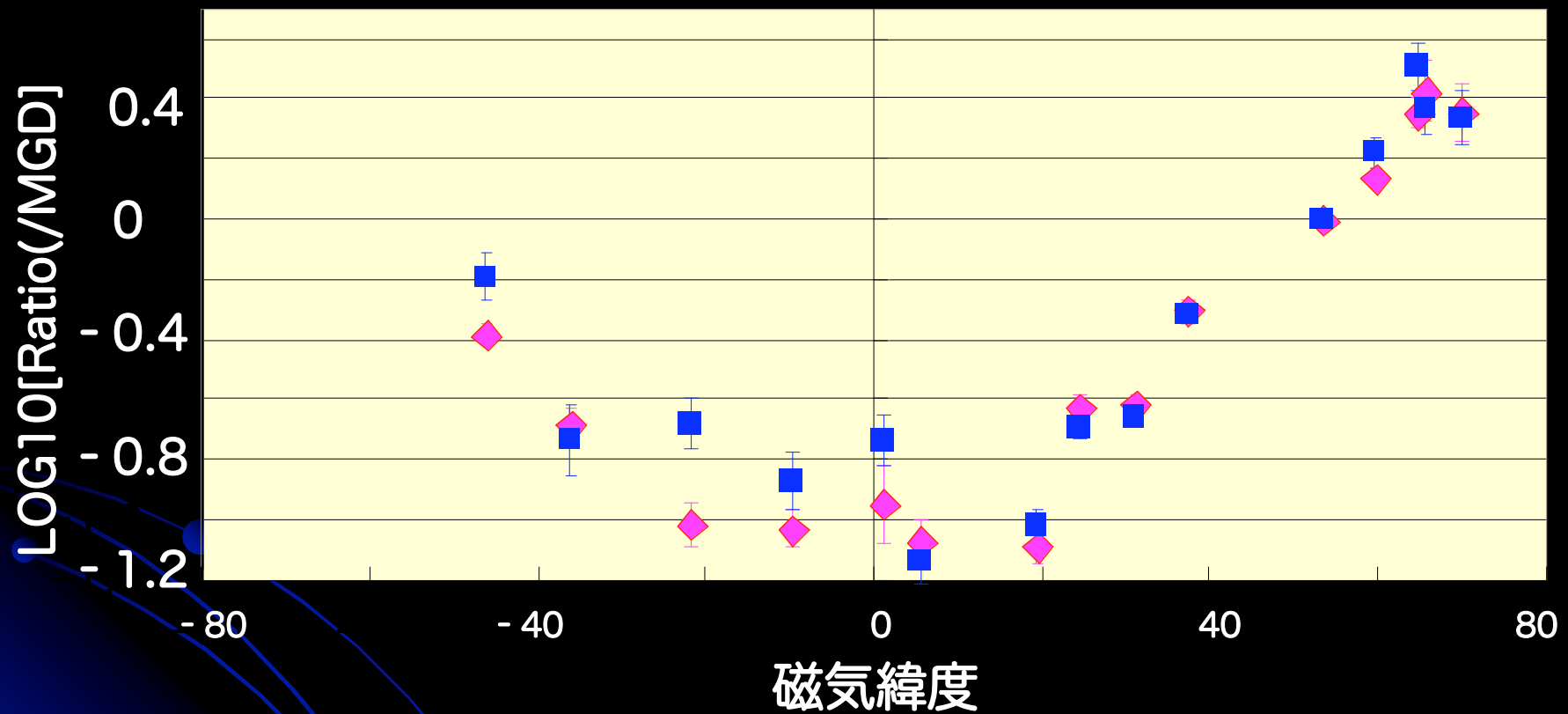


# PI2振幅の季節依存性 (H成分) 拡大



冬半球より夏半球で振幅が大 → 季節依存性有り

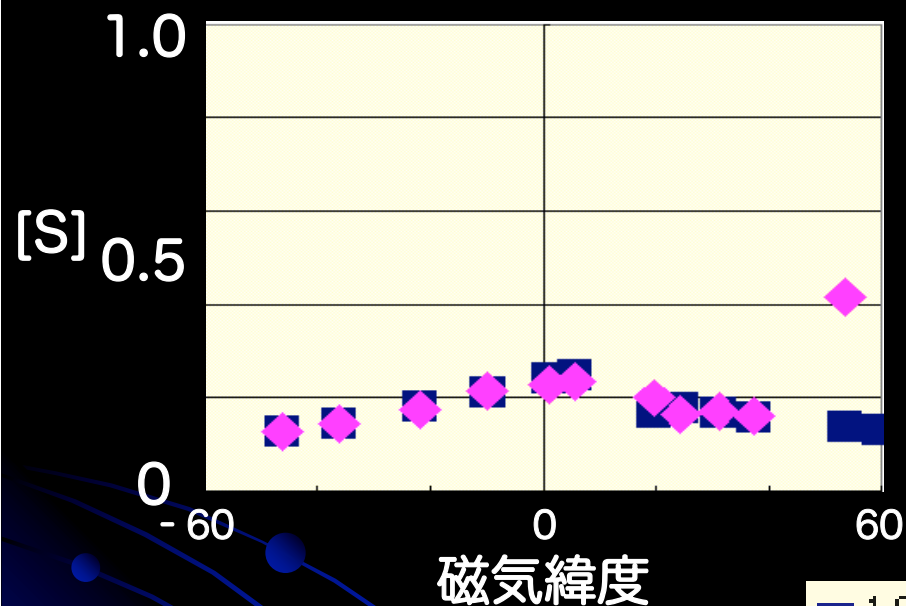
# Pi2振幅の季節依存性 (D成分)



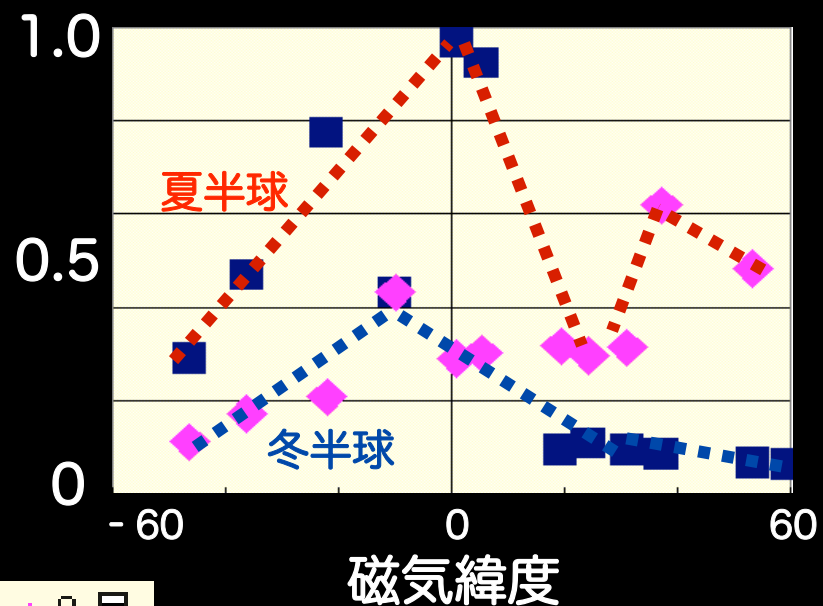
季節依存性なし

# 中低緯度夜側電離層電気伝導度の季節依存性

Hall電気伝導度  
(LT 0:00 静穏時)



Pedersen電気伝導度  
(LT 0:00 静穏時)



中低緯度ではPedersen電気伝導度だけに季節依存性が見られる。



H成分の地上磁場変動は、電離層のPedersen電流(東西)に起因していることを示唆

# 修正ピザレンコ法による周波数解析

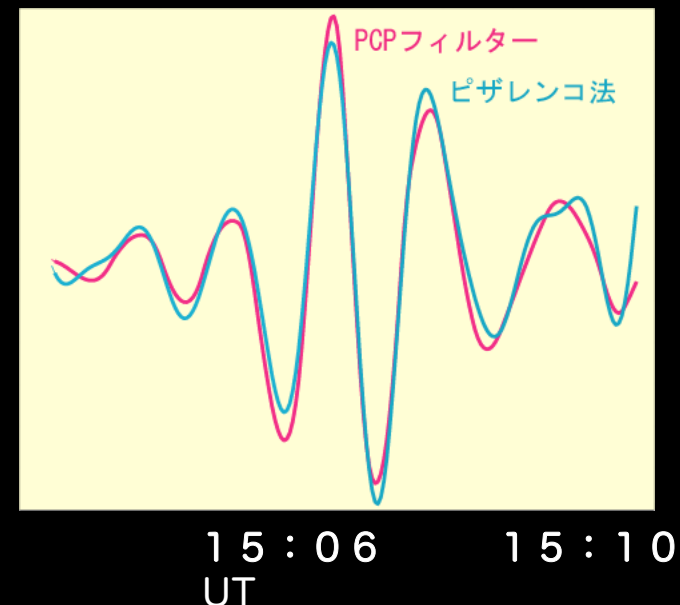
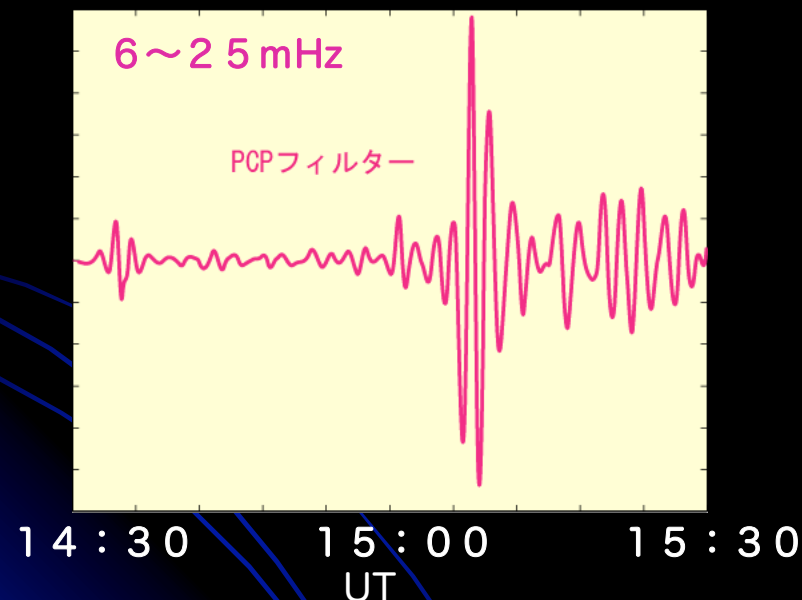
( 2000 Itonaga )

磁場変動をM個の減衰正弦波の重ね合わせとする

$$B(t) = \sum_{k=1}^M A_k e^{-\alpha_k t} \cos(\omega_k t + \phi_k)$$

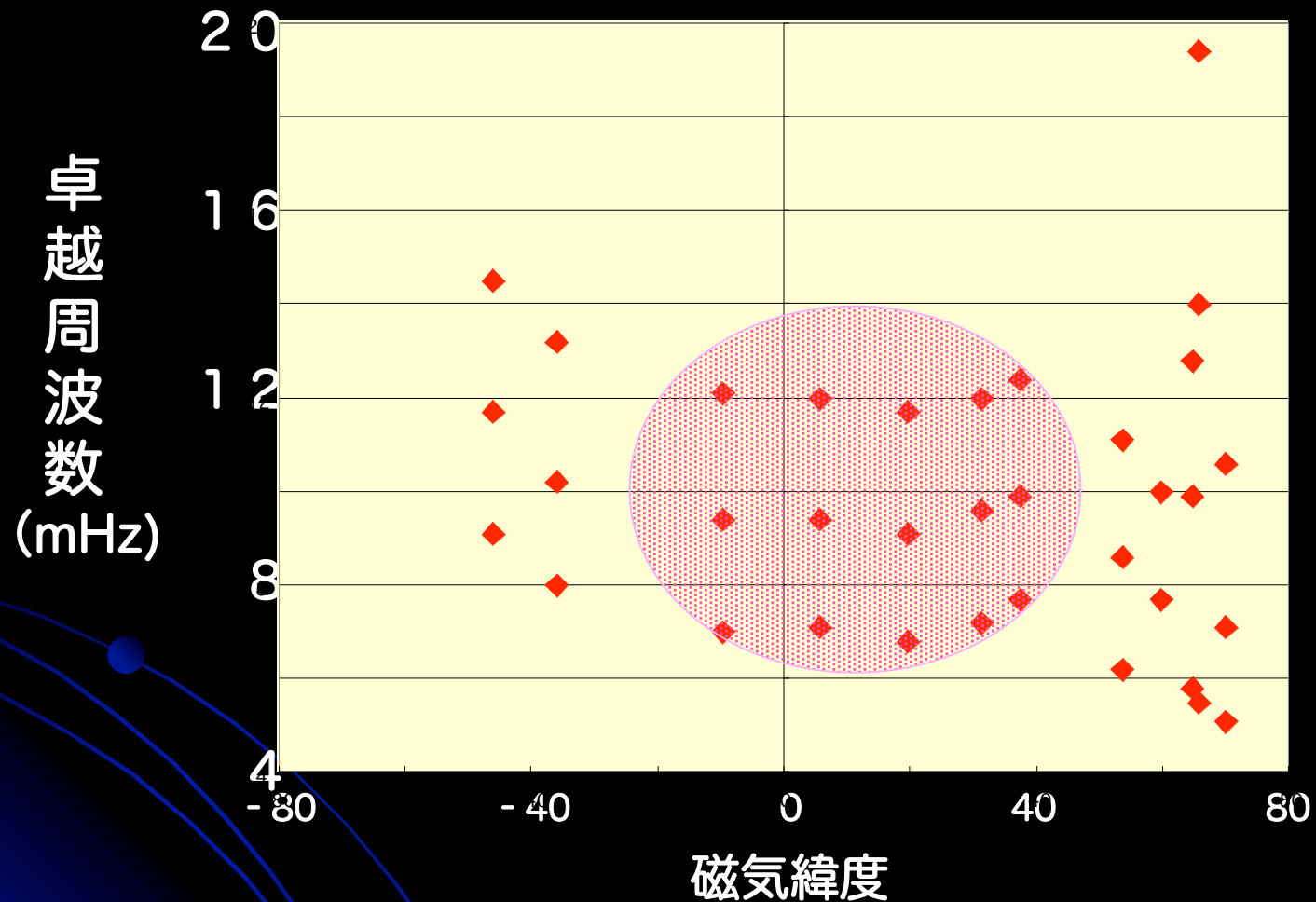
$A_k$ : 初期振幅  
 $\alpha_k$ : 減衰定数  
 $\omega_k$ : 角周波数  
 $\phi_k$ : 初期位相

<1997.1.2 ONW>



修正ピザレンコ法により、5つの減衰正弦波の重ね合わせとして、P i 2を表示した例

# Pi2の卓越周波数 (H成分)



中低緯度では、3つの卓越周波数がほぼ一致  
→プラズマポーズ内が空洞共鳴している

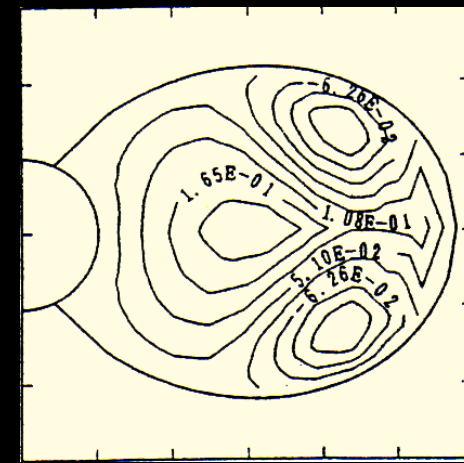
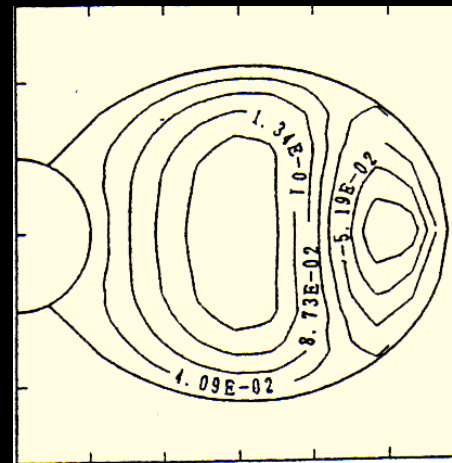
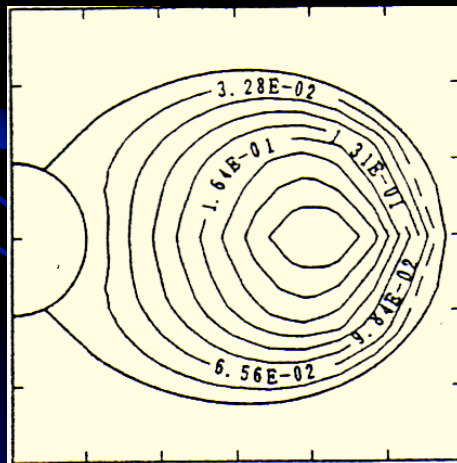
# 空洞共鳴振動の観点から見た 東西電場の描像 (モデルシミュレーション 1991 Yoshikawa)

ポロイダルWave の式

$$\nabla^2 E_y = \frac{1}{r^2 \sin^2 \theta} E_y + \frac{\omega^2}{V_A^2} E_y = 0$$

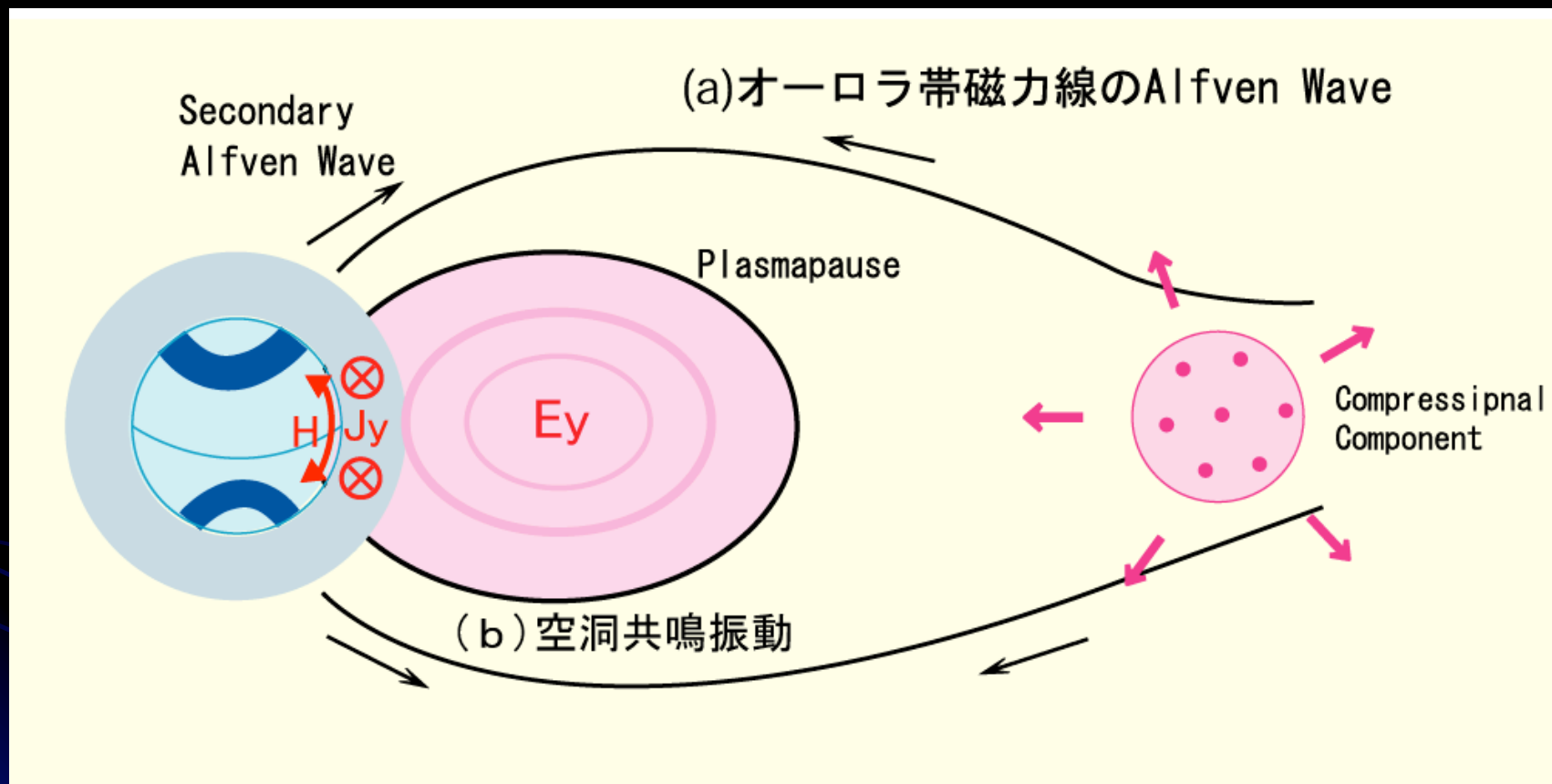
$E_y$  ... 東西方向電場

Z ↑  
Y ⊗ → X  
プラズマポーズ内における共鳴振動の各モードに対する  $E_y$  振幅の分布



東西電場 → Pedersen電流 (東西) → 地上磁場変動 (南北)

# Pi2の発生伝播モデル



プラズマ圏が空洞共鳴振動し、  
電離層に電流が生じ、地上磁場変動を引き起こす。

## まとめ

- ・磁気圏の磁場擾乱は、プラズマポーズ内での空洞共鳴振動を励起する
- ・それに伴う東西方向の電場は、電離層で電流へ変換される
- ・Pedersen電流（東西方向）により励起された磁場変動は、地上の中低緯度で南北(H)成分として観測される

## 今後の課題

- ・地上磁場変動の東西（D）成分の伝播機構の解明