




# グループ2イントロダクション

## 大型フレア電波源の空間構造 及びその時間発展


簗島 敬(名大STE研)

# 粒子加速問題への観測的アプローチ

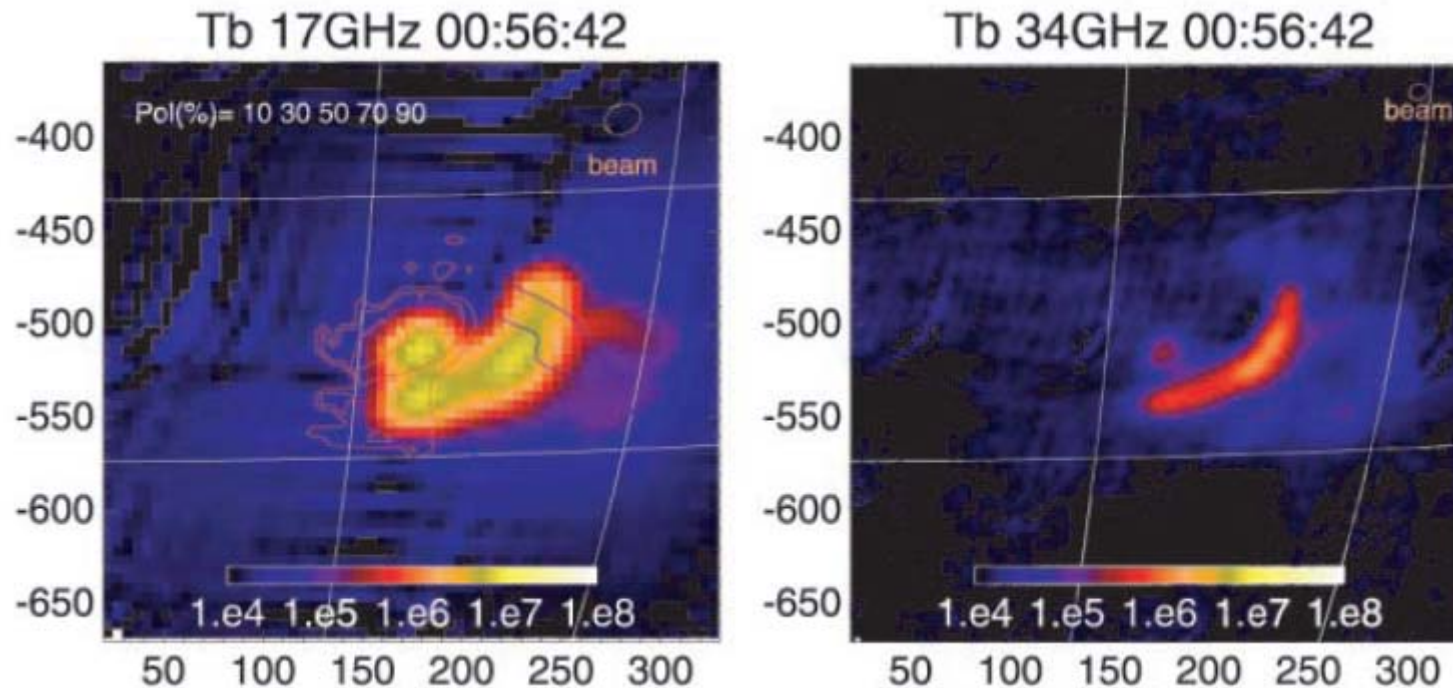
$f(\mathbf{r}, \mathbf{v}; t)$  をX線や電波観測から決定する！

- いつ？  時間変化  $t$  (e.g., Ohyama & Shibata 1995)
- どこで？  空間分布  $\mathbf{r}$  (Masuda et al. 1994; Aschwanden et al. 1996)
- どのように？  位相空間分布  $\mathbf{v}$

# 太陽コロナからの電波放射

- 観測周波数 光学的に厚い領域  
と薄い領域が混在
- 各種電波バースト
    - Type III: 電子ビームが励起するラングミュア波が電磁波にモード変換
  - ジャイロ共鳴
    - 熱プラズマからのX-mode/O-mode 電磁波
  - 制動放射
  - **非熱的ジャイロシンクロトロン放射**
    - 準相対論的電子からのシンクロトロン放射
- 数百 MHz
- ~ 1 GHz
- ~ 10 GHz
- 

# フレア非熱的電波放射観測



Yokoyama et al.  
(2002)

- フレアループに沿って分布
- ループトップが明るいことも、フットポイントが明るいこともある
- 電波が明るい(暗い) =  $\bigcirc\bigcirc$  な位相空間分布の電子が沢山いる(いない)、と straightforward に言い切れないのが厄介

# ジャイロシンクロトロン放射

## 背景場依存

1. 背景プラズマ柱密度(吸収)
2. 磁場強度(周波数域)
3. 観測者視線方向と磁力線のなす角(強度)

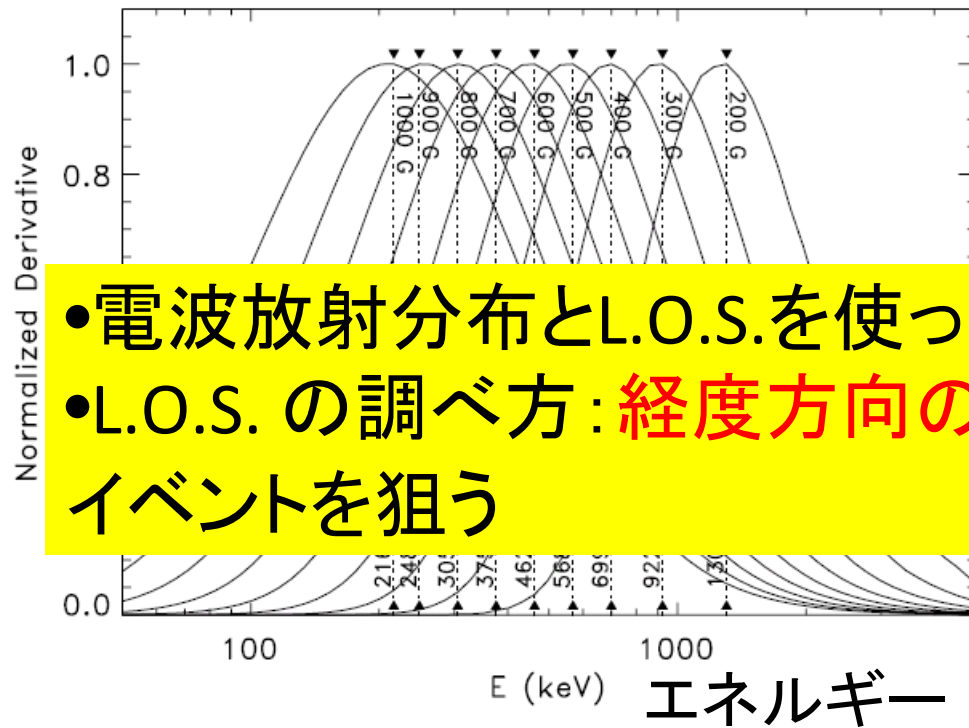
## 放射電子依存(知りたい)

4. 数
  5. エネルギー分布
  6. ピッチ角分布
- } 強度・スペクトル

2と5, 3,6はカップルしている

# 磁場強度とエネルギー/L.O.S とピッチ角

Bastian (1998)



Minoshima, PhD



- 電波放射分布とL.O.S.を使って、電子ピッチ角分布を探る
- L.O.S. の調べ方: **経度方向の統計**をとる、homologous なイベントを狙う

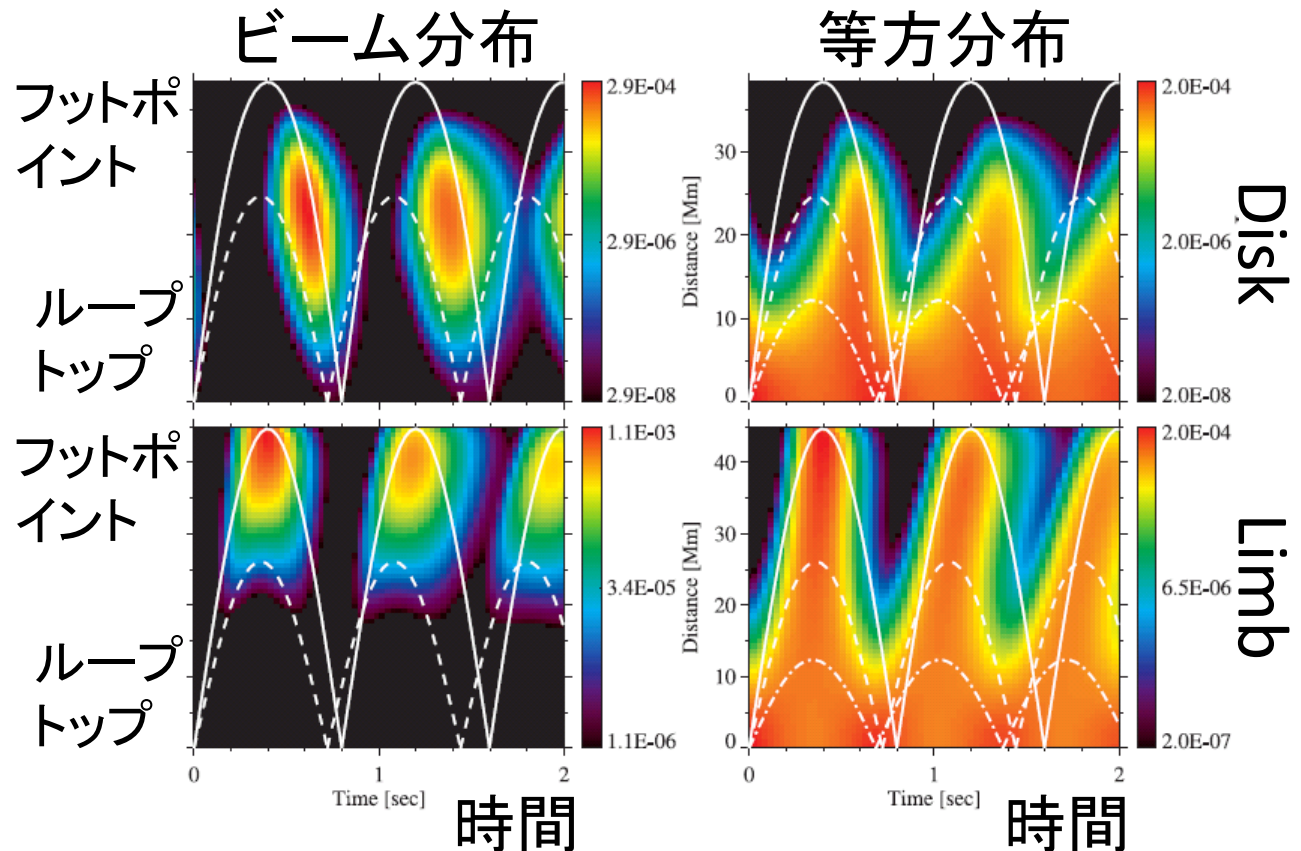
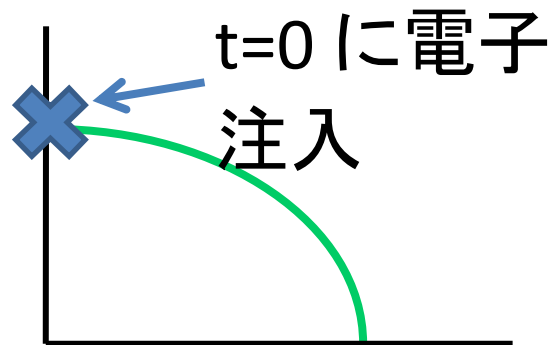
17 GHz 電波放射に寄与する非熱的電子の寄与関数

左: 磁場強度が大きいと、電子の実効エネルギーが下がる

右: 電子の実効ピッチ角とL.O.S.はだいたい等しい

# ジャイロシンクロトロン放射の見え方

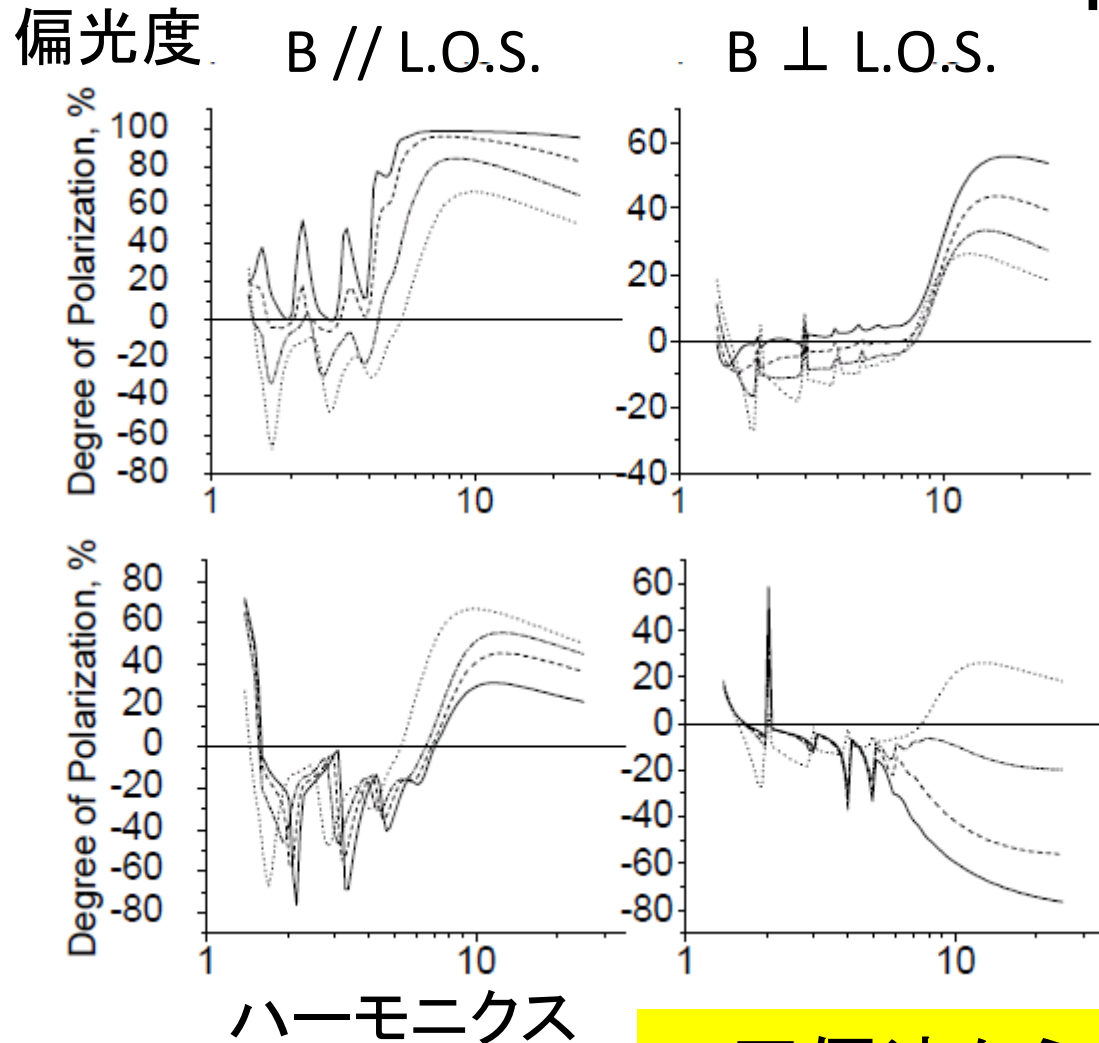
Minoshima et al.  
(2008)



- ループ内の電子分布から放射計算
- 電子は同じでも、L.O.S. が異なると電波分布は異なる
- 電子初期ピッチ角が異なれば、分布・強度共に異なる

Fleishman & Melnikov (2003)

# 円偏光度とピッチ角分布



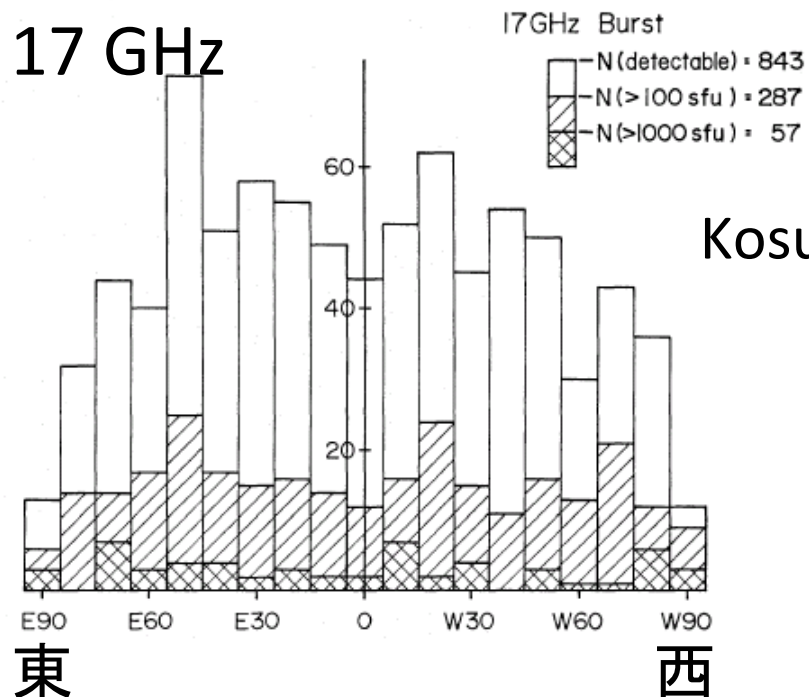
実線: ロスコーン分布  
点線: 等方分布

点線: 等方分布  
実線: ビーム分布

- 円偏波からもピッチ角分布を探れる
- NoRH 17GHz は左右円偏波を観測



17 GHz

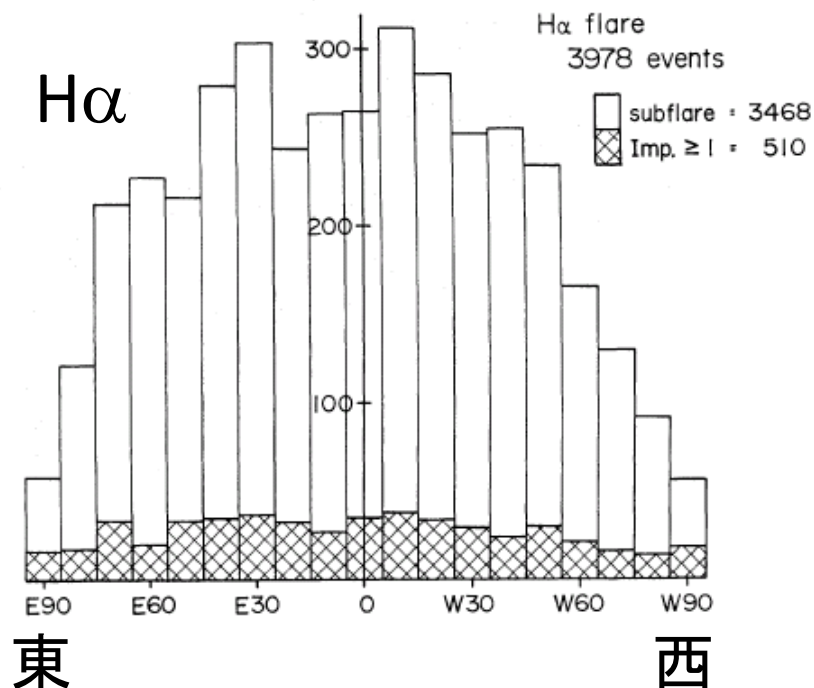


Kosugi (1985)

## 電波放射発生頻度の 経度依存性

- 上図: 17 GHzで観測したフレアの発生頻度
- H $\alpha$ でのフレアレポート(下図)を用いて、観測確率で重みづけすると...
- **電波放射の経度依存性は無い**

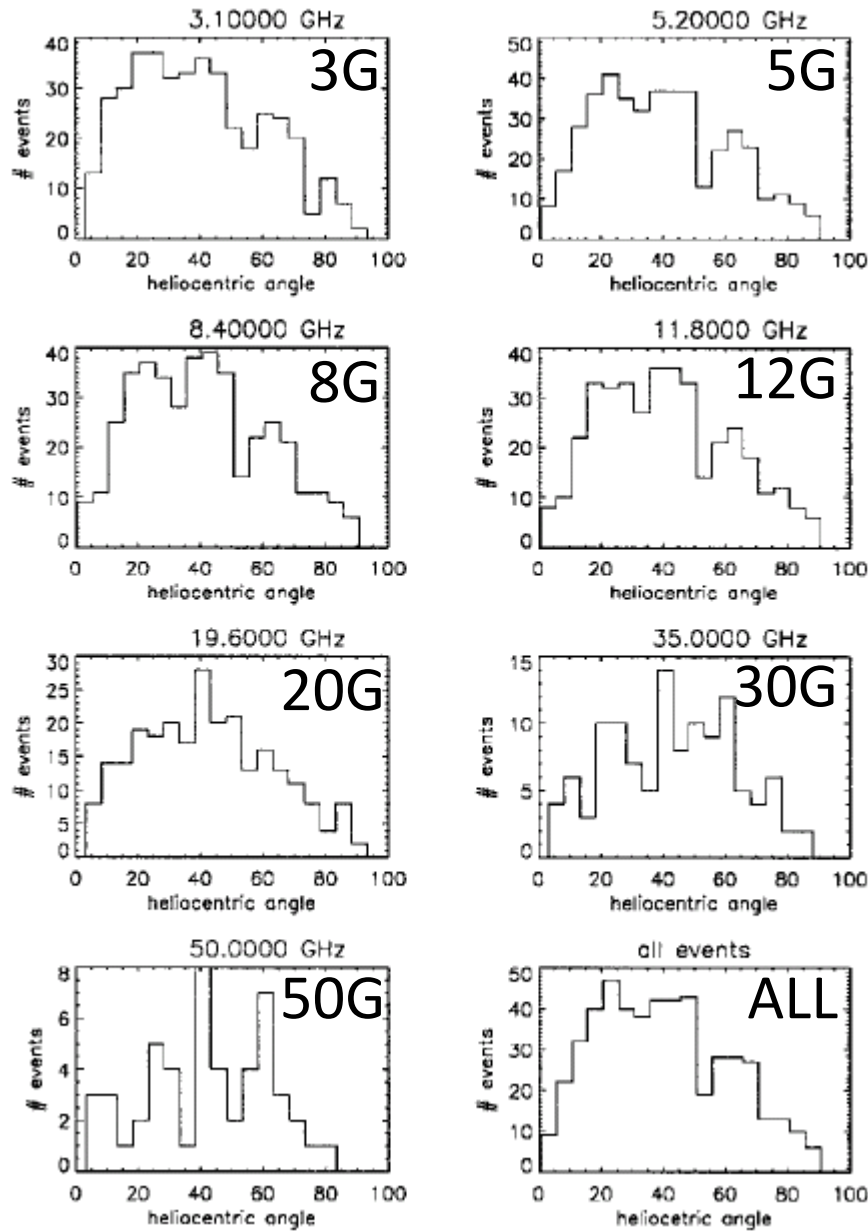
H $\alpha$



解釈: ループトップ放射がメイン  
(ループトップならどこから見ても  
だいたいB  $\perp$  L.O.S.)

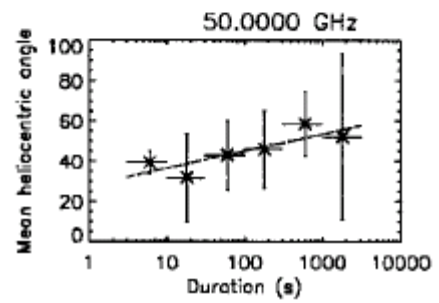
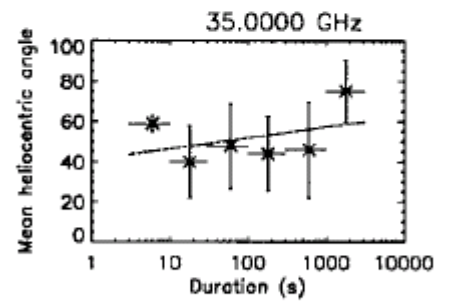
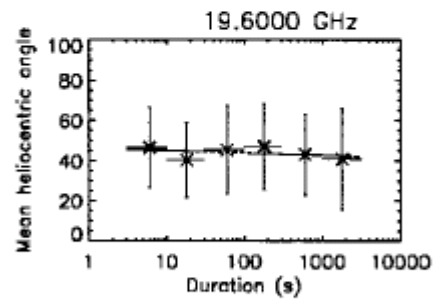
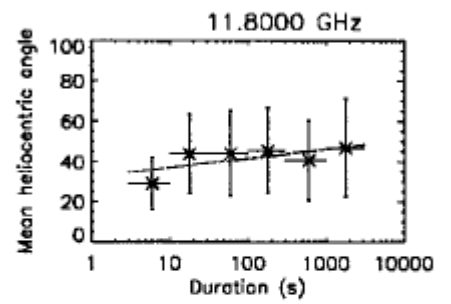
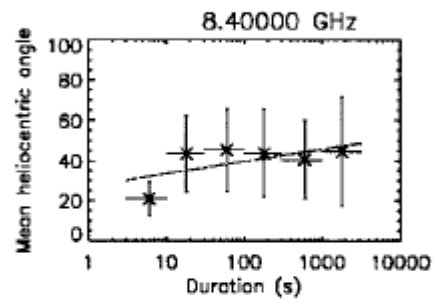
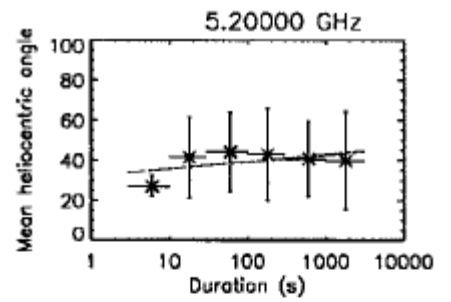
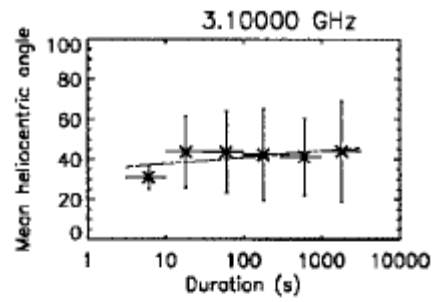
# 電波放射発生頻度の 経度依存性: 多波長 観測

Silva & Valente (2002)

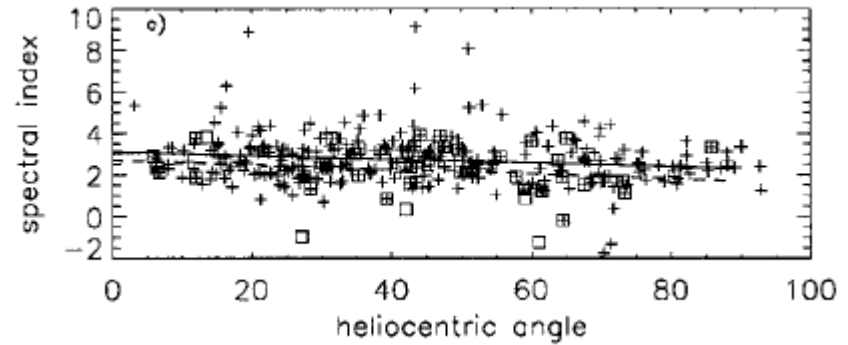
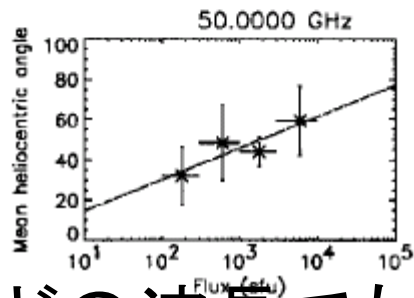
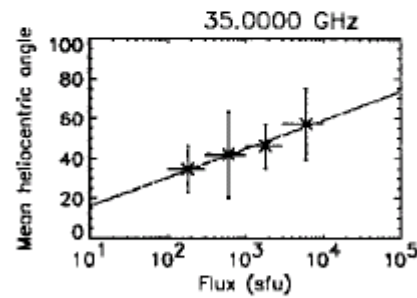
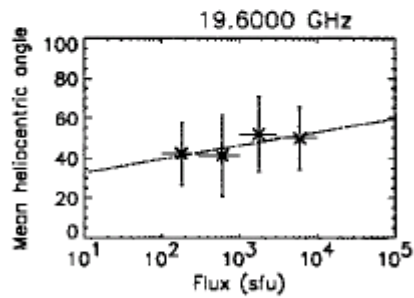
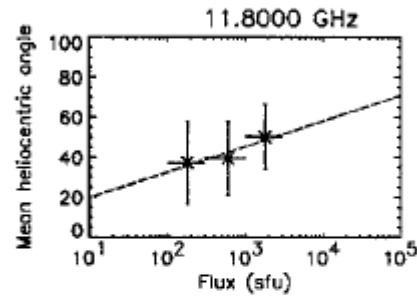
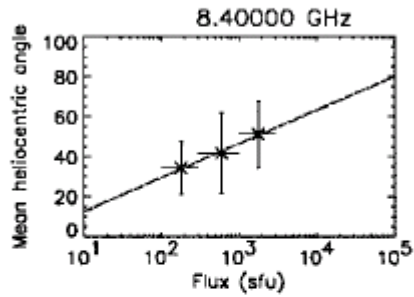
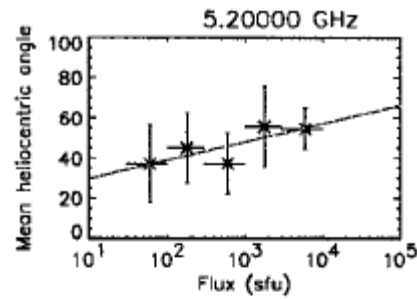
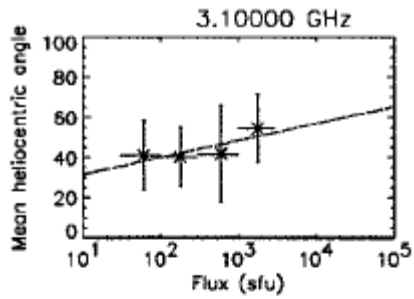


- 高周波数ほど、平均発生経度が大きい(リム近く)
- この手の研究は、2次元空間分布に対しては行われていない

ディスク      リム



高波長はリムなほどduration長い



リムなほどスペクトル硬い  
 (苦しくね?)  
 数値計算ではこうなるらしい

どの波長でも、リムなほど強度強い  
 Kosugi 1985 と逆の結果

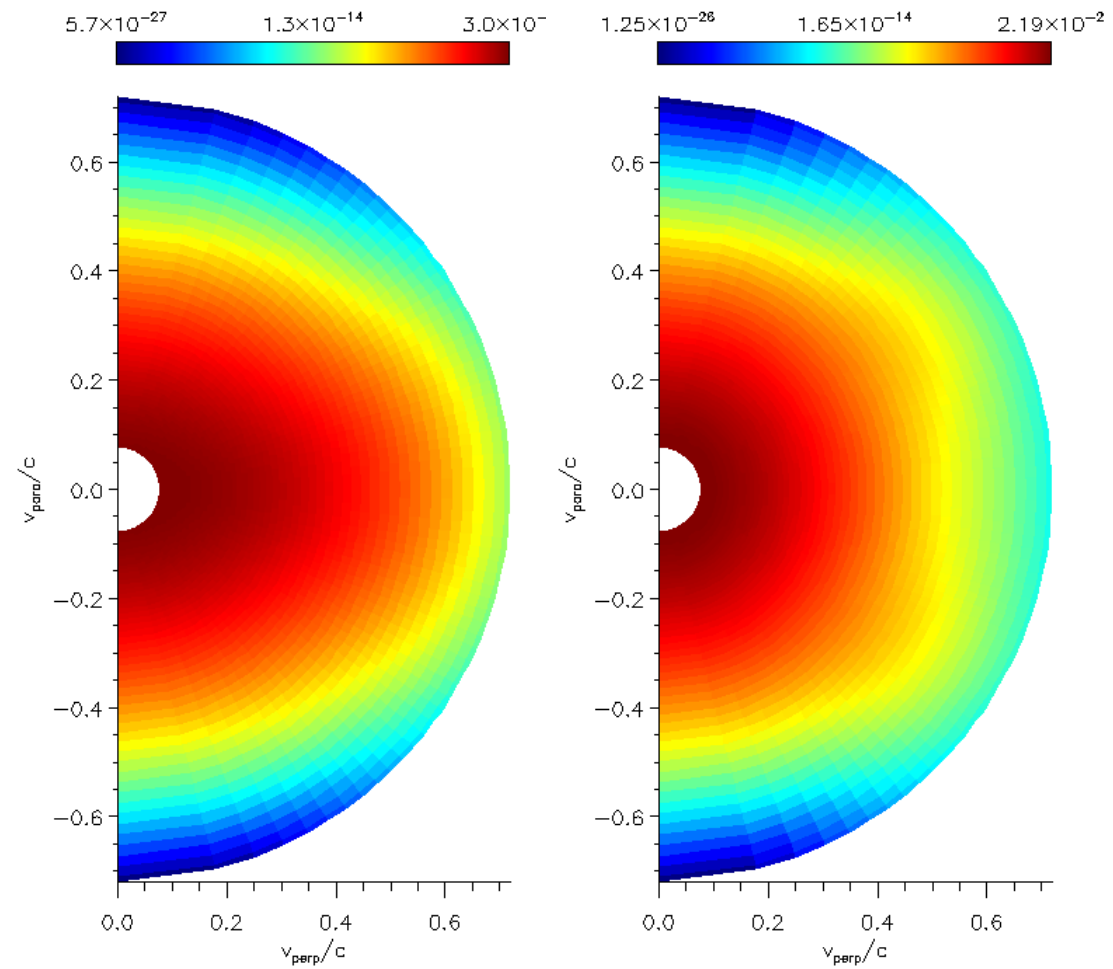
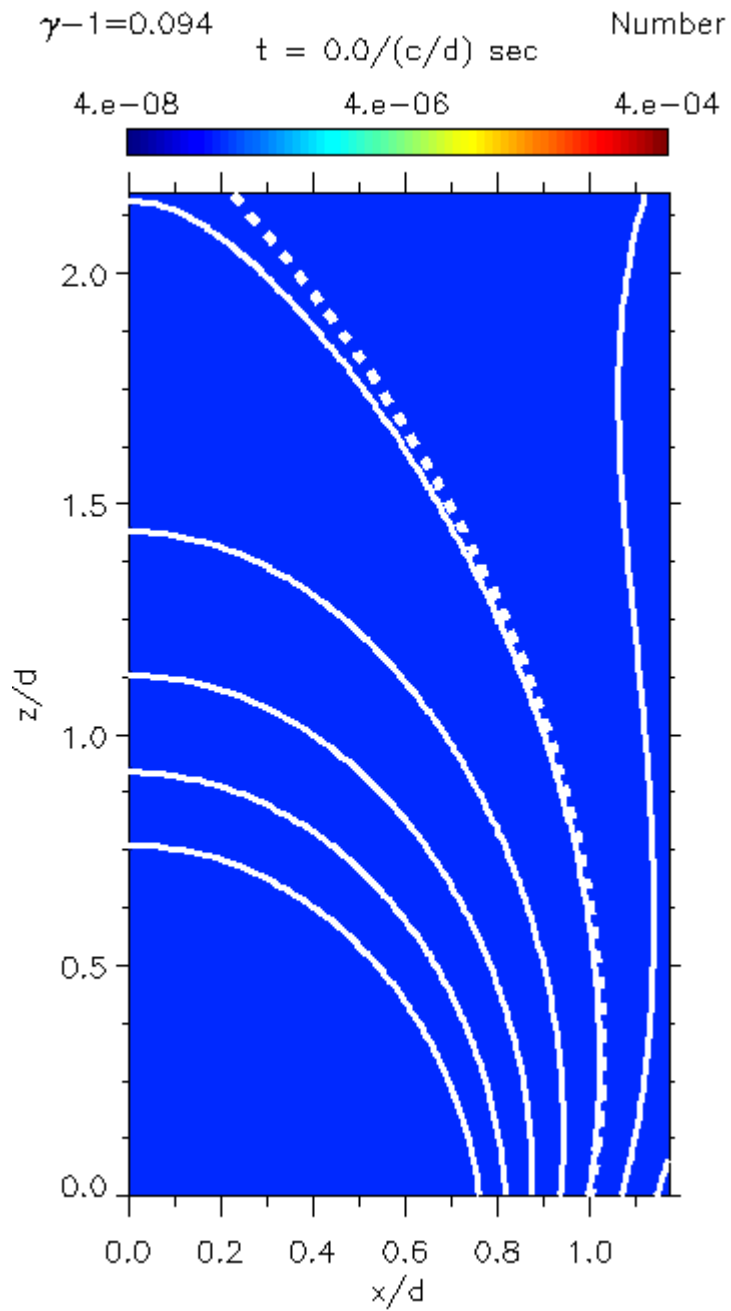
# まとめと本グループの目的

- フレア非熱的電波は、背景場と**放射電子**、双方の状況に依存
- 特に空間分布や偏光度は、観測者の視線方向と磁力線のなす角と、**放射電子ピッチ角**に強く依存
- 電波放射の経度依存性を探ることで、**放射電子ピッチ角分布**を推定する
- 電波放射2次元分布の経度依存性はまだやられていない

# 暫定的戦略

- 強度, スペクトル, 偏光度2次元分布の経度依存性を調べる
- ディスク= Loop-top メイン、リム = Footpoint メイン？
- フレア前半と後半で変わる？
- 解析候補イベントリスト(浅井さん作成)
  - 空間スケール大きめ＋南中時刻付近で空間分解能高い  
26events (経度は色々)
  - 一つの活動領域で発生した homologous events (5 ARs)
- 強度強いイベントが多いので、越石プログラム多用かも

# モデリング



こういった位相空間分布を観測的に推定可能なのが電波