

4-3班：太陽大気・太陽風の形成機構

# 数値シミュレーションに基づく 将来観測の展望

松本琢磨  
(JAXA/ISAS)

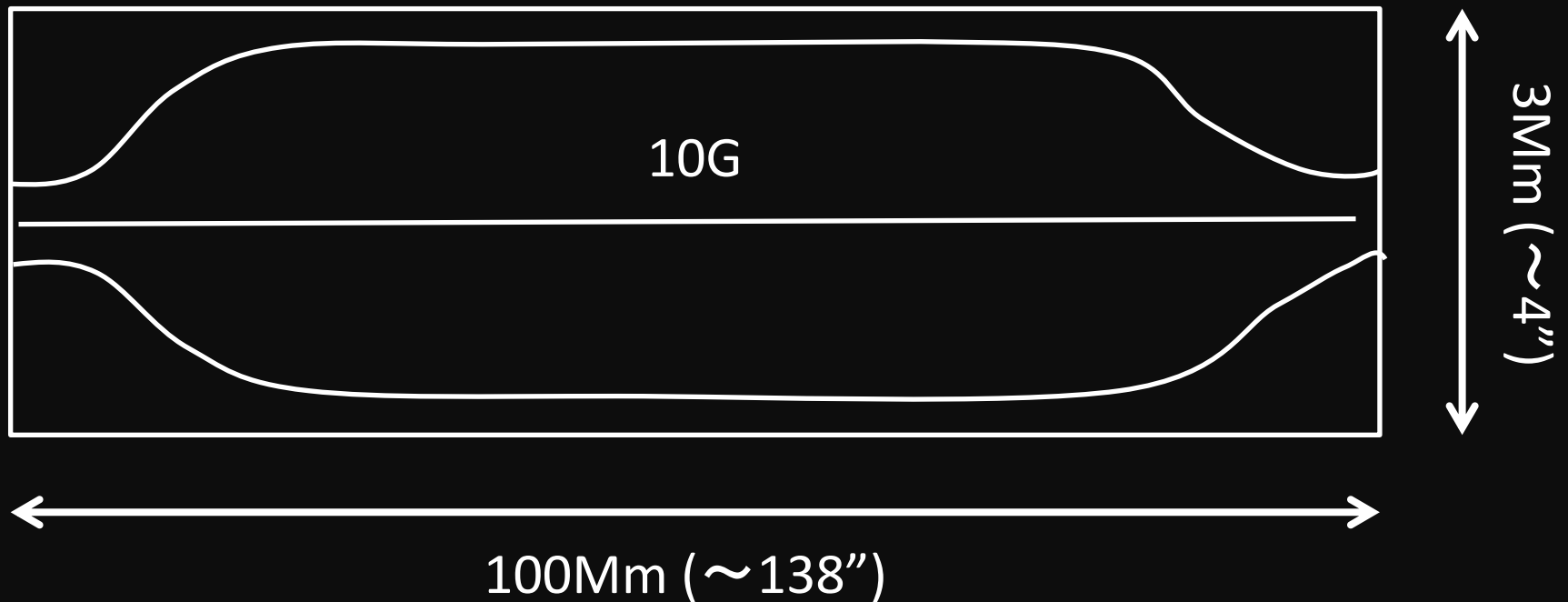
# エネルギー流束の導出

- **コロナ加熱問題**（ここでは特に波動加熱）：  
磁気エネルギーをどこで散逸させるか
  - エネルギー流束を観測的に求めたい
    - 構造の揺れやドップラー速度、輝線幅など

数値実験を元に、

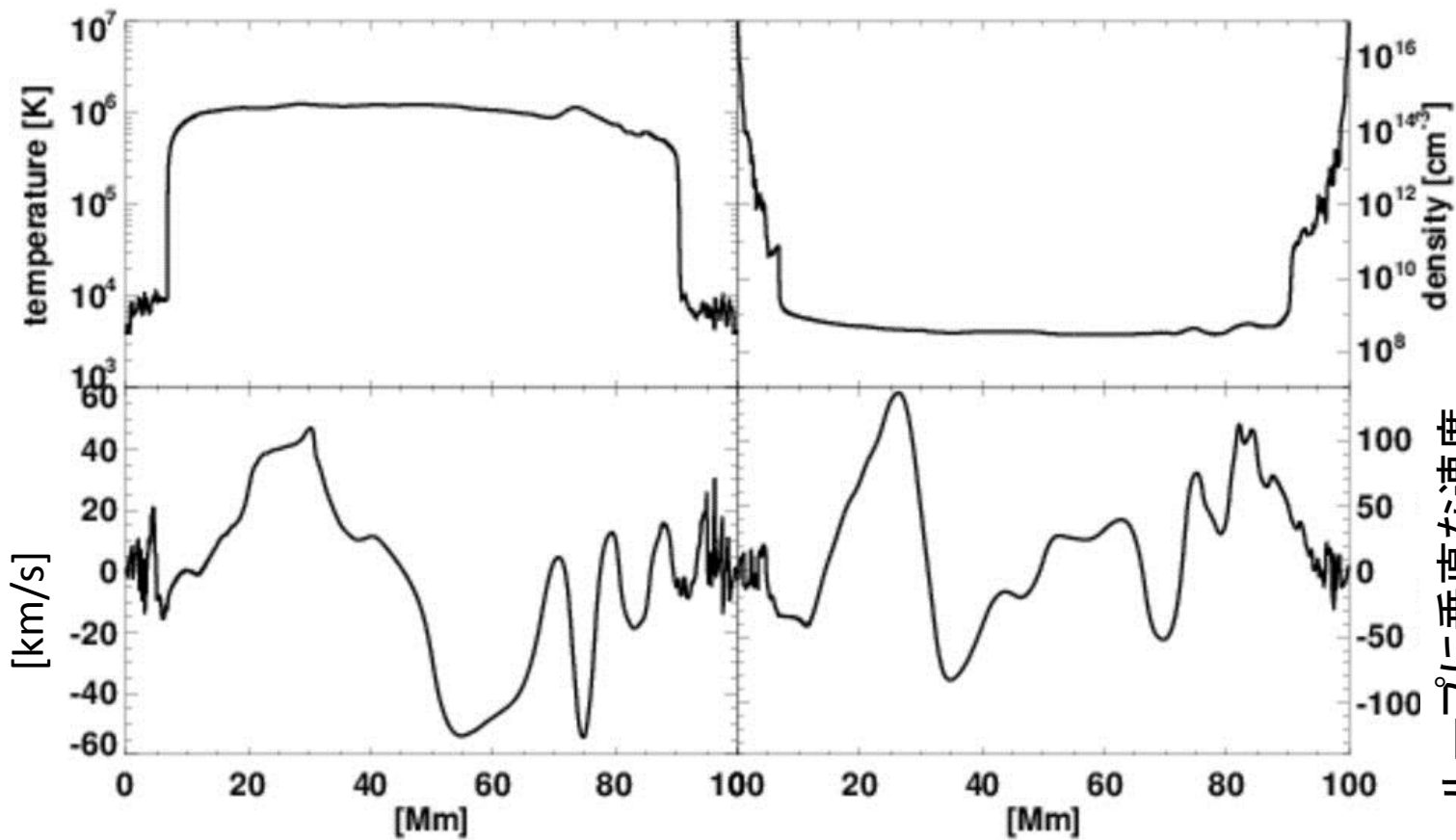
- ① 観測を模倣する像合成を行う
  - 波動のダイナミクス
- ② エネルギー流束の性質を調べる
  - 必要な時間空間分解能

# 2.5D MHD Model



- コロナループのMHDモデル(冷却・熱伝導込)
- Alfvén波 (1km/s) 注入によりコロナ生成

# ループに沿った物理量



ループに沿った速度

[km/s]

ループに垂直な速度

[km/s]

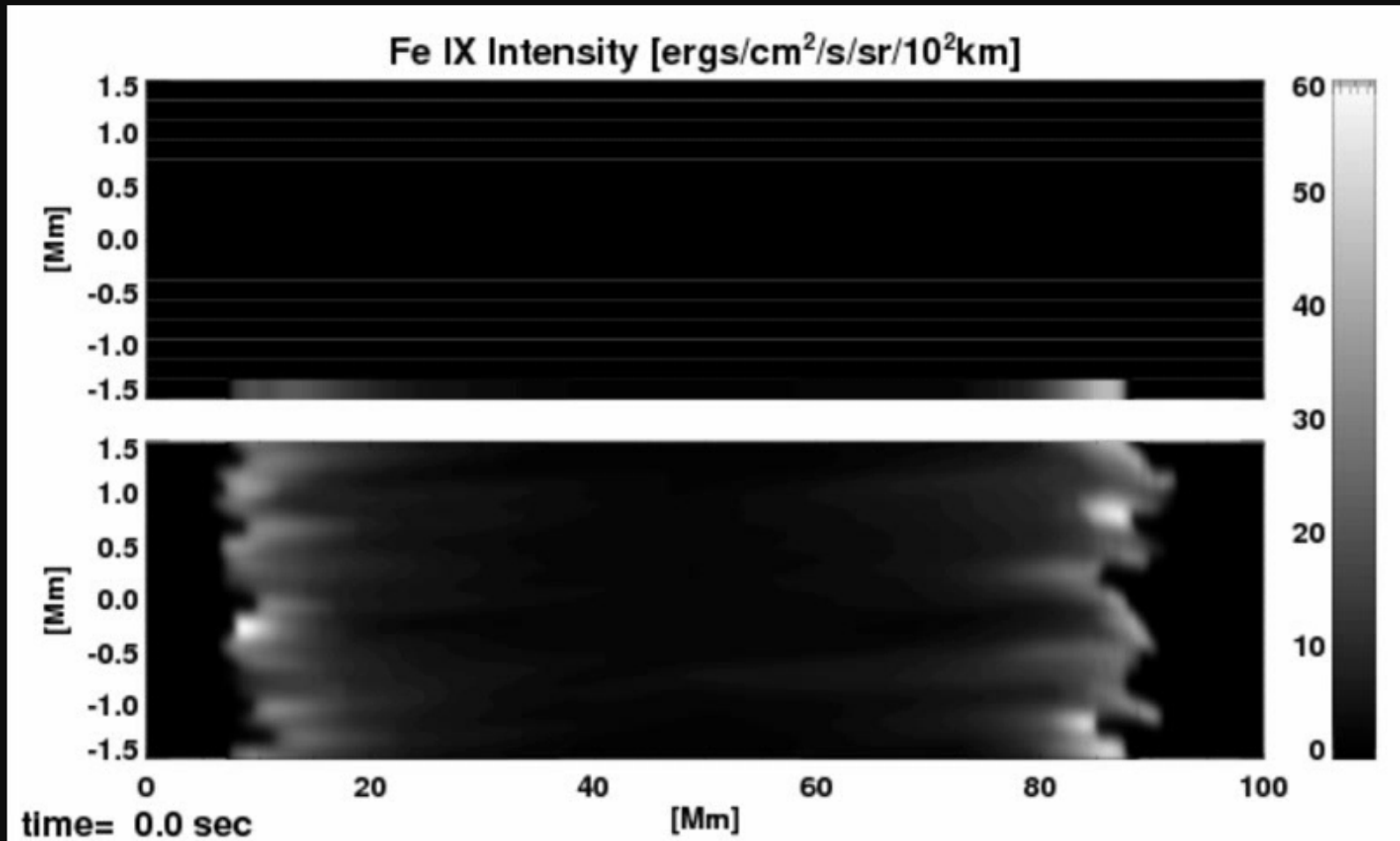
# 像合成

- EUV画像
  - Fe IX 171 Å ( $\log T=5.8$ )  
Fe X 184.5 Å ( $\log T=6.0$ ) を使用(Chianti)
  - 空間分解能0.27"
  - 時間分解能2秒×16スリットスキャン

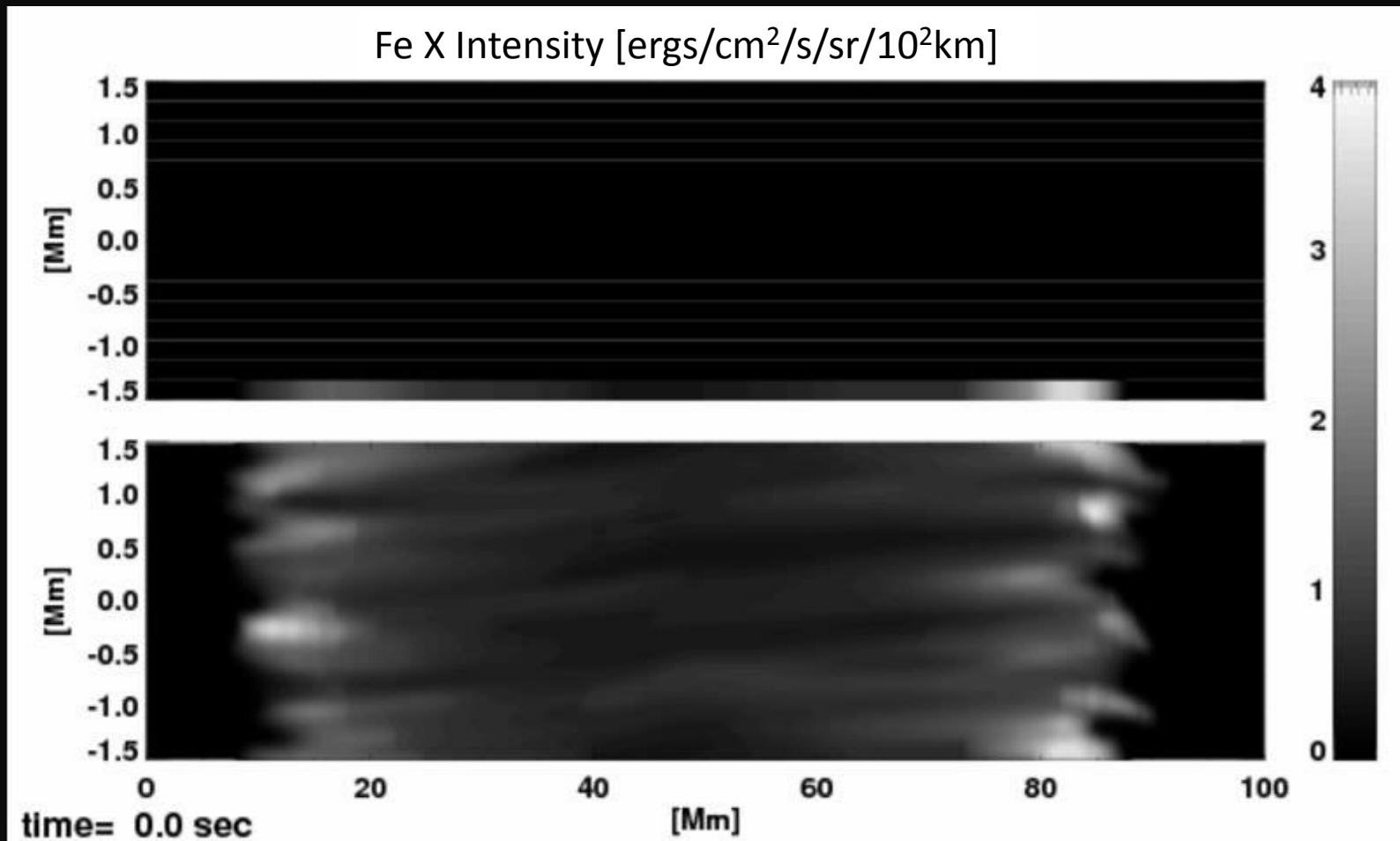
ただし、、、

- 2Dシミュレーションなのでスラブからのエミッションを考える
- ループの重なりはとりあえず考慮しない

# Fe IX 171A Image

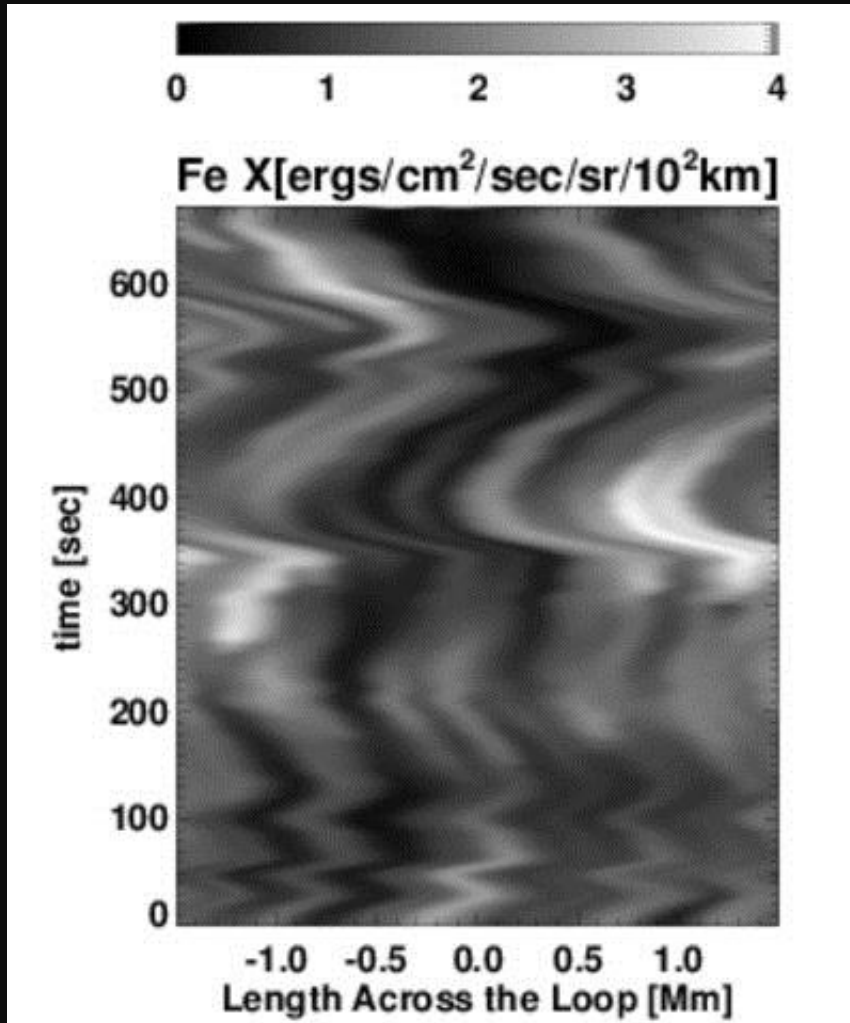


# Fe X 184A Image

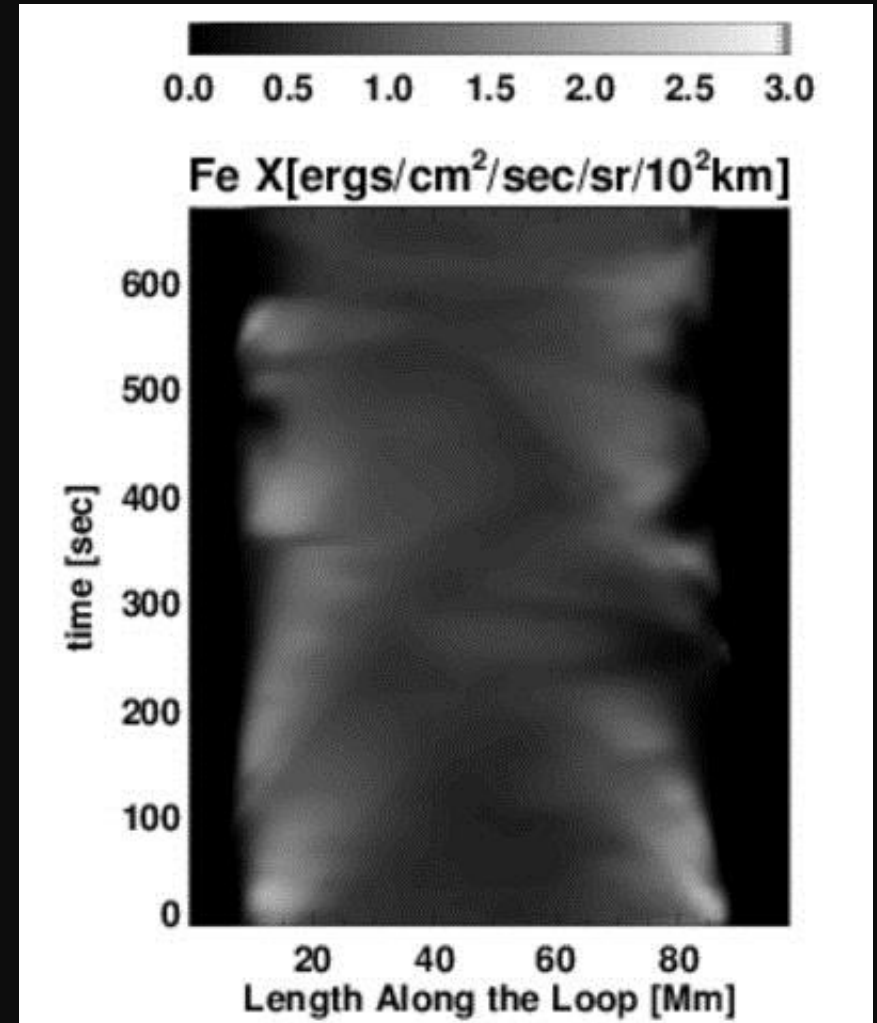


$\Delta X=0.27''$ ,  $\Delta t = 2\text{sec}$

# Synthetic EUV Image Time Distance Diagram



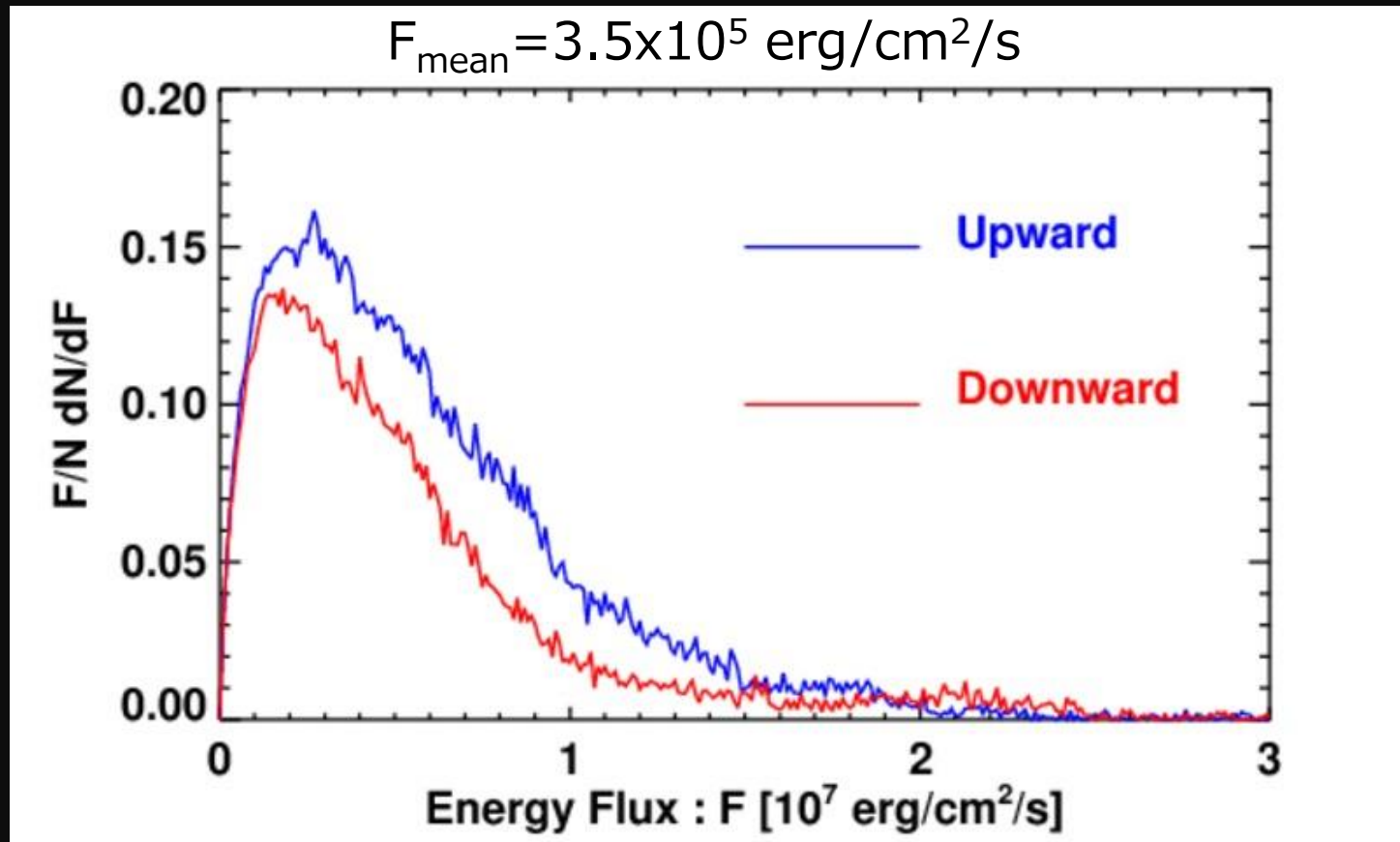
ループを横切る方向



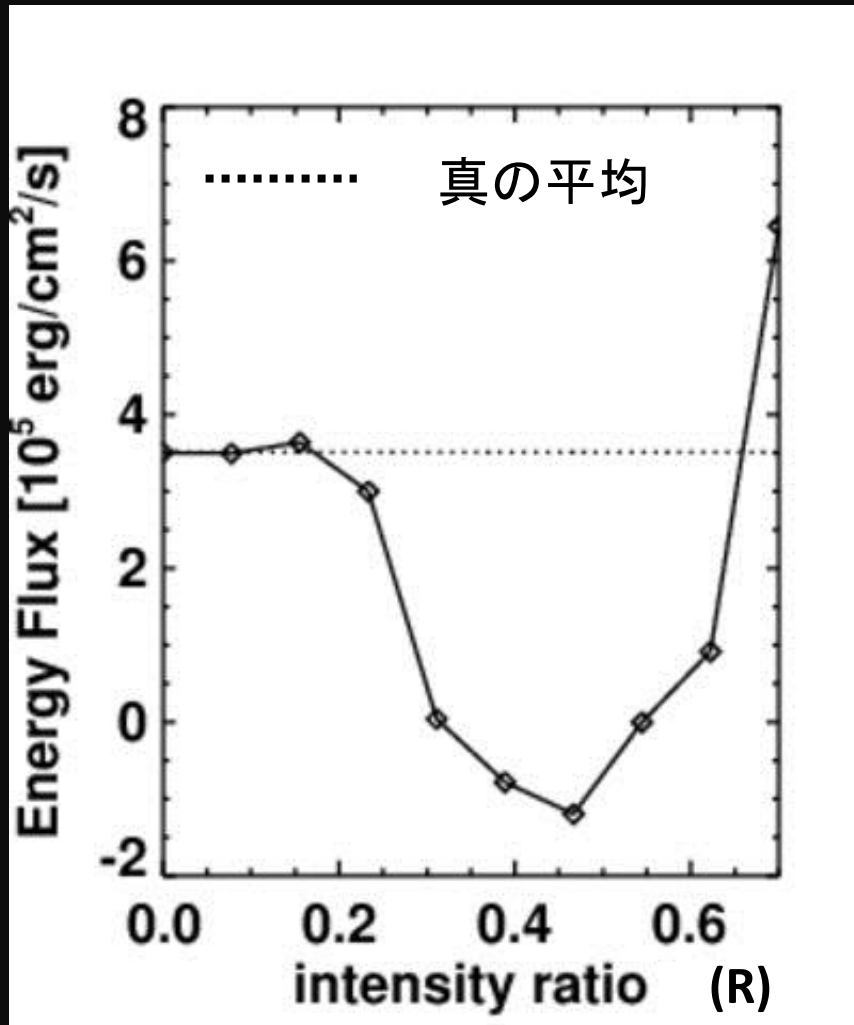
ループに沿った方向



# Energy Flux@15Mm



# Intensity Bias



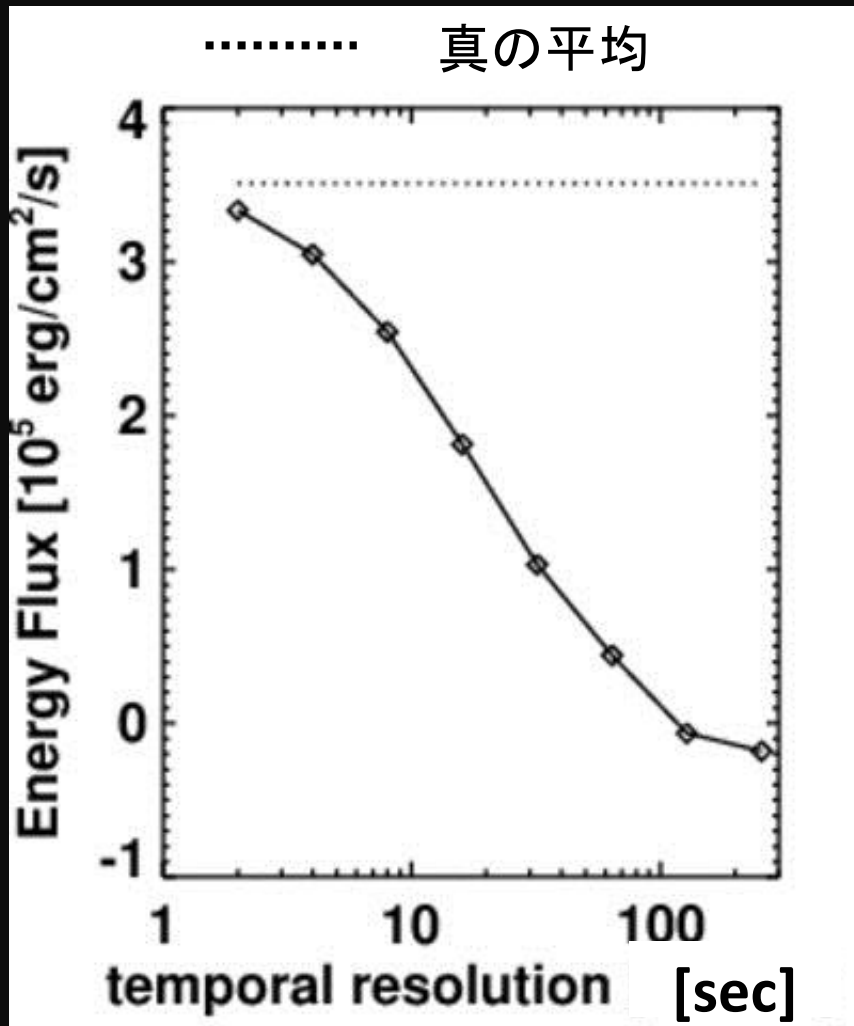
- 輝度が高いイベントが検出され易い

$$R = \frac{\text{検出限界のイベントの輝度}}{\text{最大輝度イベントの輝度}}$$

- $R > 0.7$  : 過大評価
- $0.2 < R < 0.7$  : 過小評価

検出限界のイベントの輝度/最大輝度

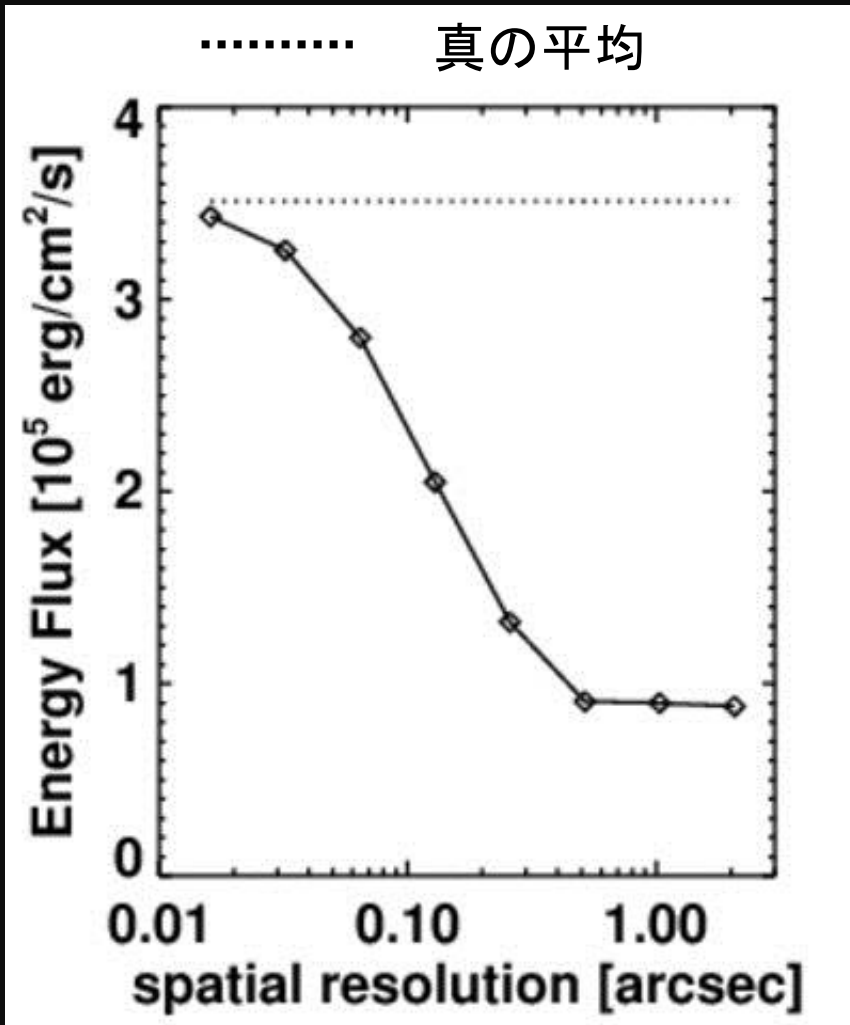
# Temporal Resolution



- 数値実験を「観測」するのに必要な時間分解能
- ある時間分解能 $\Delta t$ のガウシアンで畳み込んだ物理量 (V,B) を使ってエネルギー流束を求める

畳み込みに使ったガウシアン の 時間幅

# Spatial Resolution



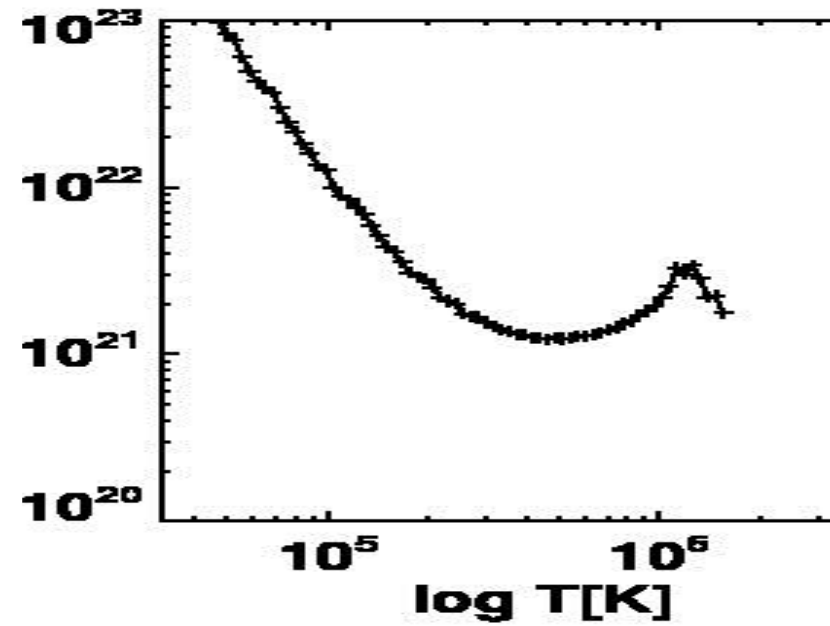
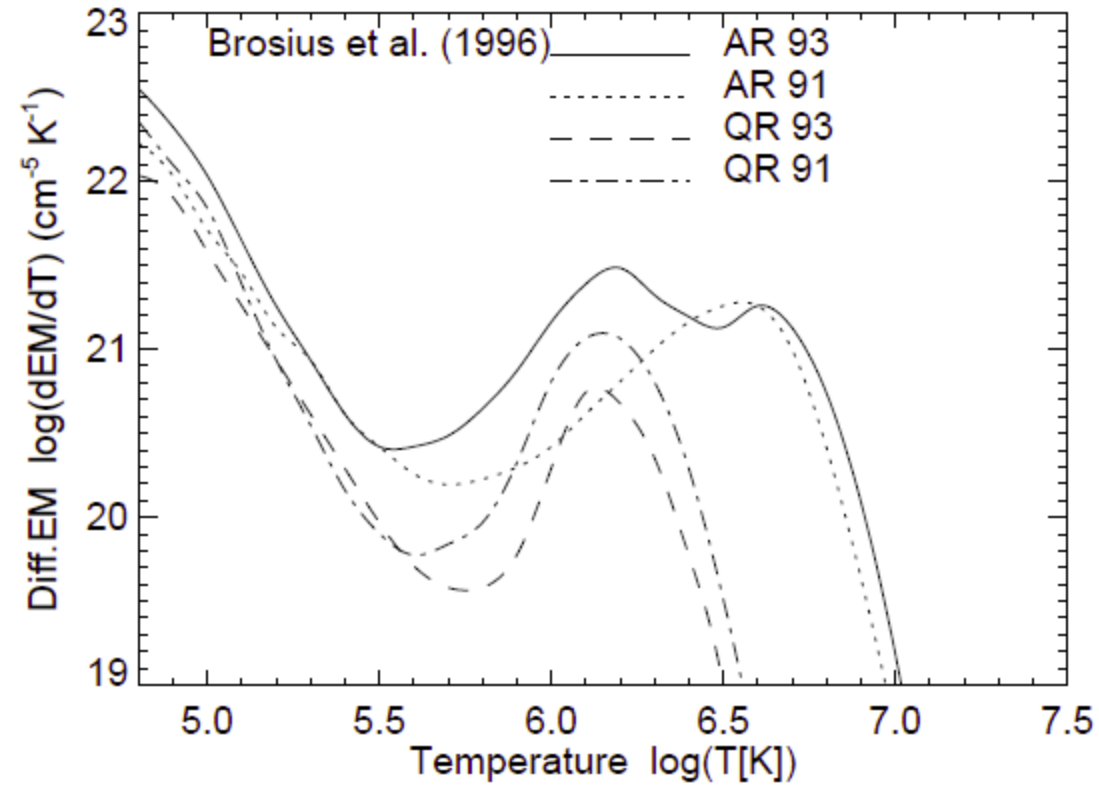
- 数値実験を「観測」するのに必要な空間分解能

畳み込みに使ったガウシアン空間幅

# まとめ

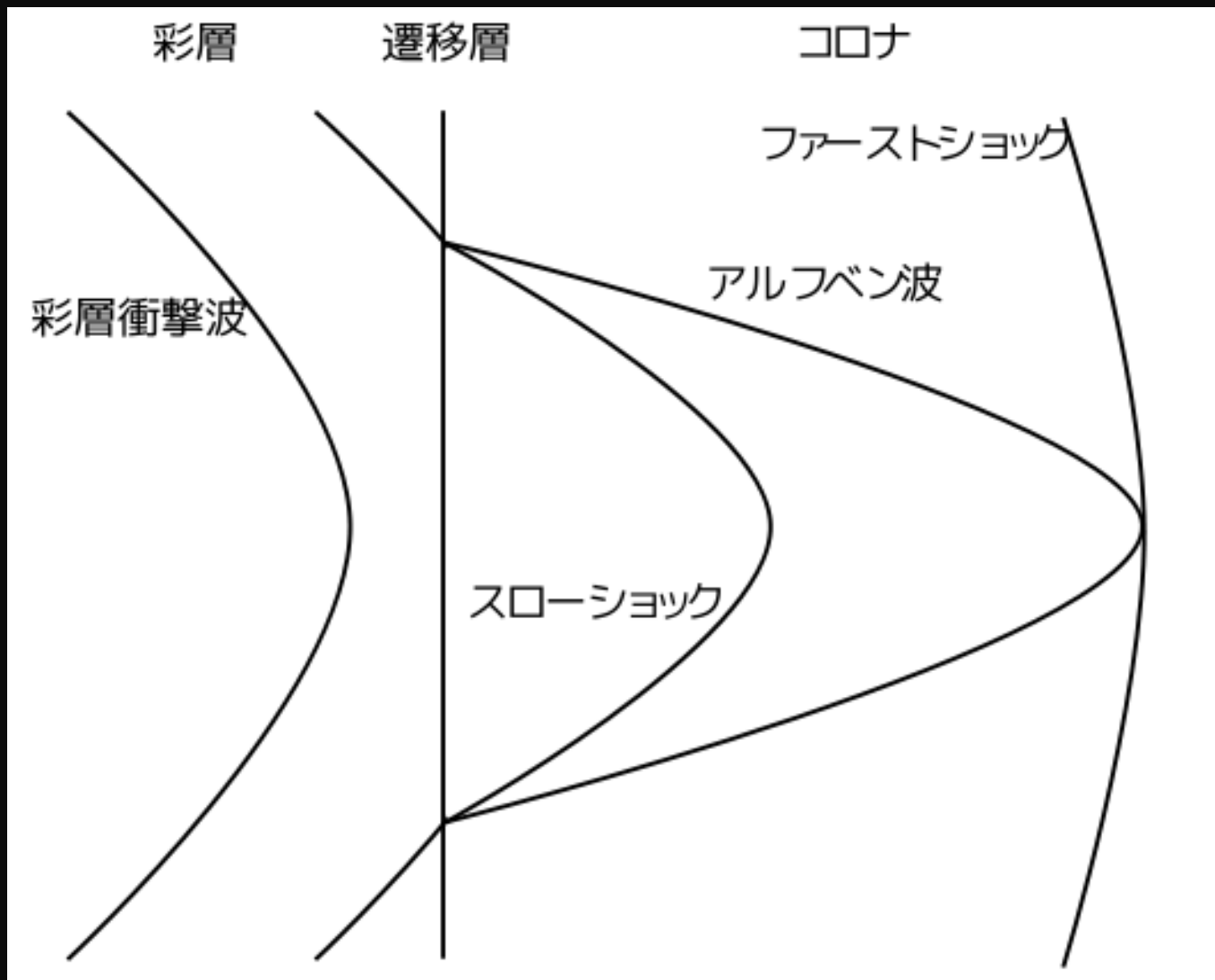
- 数値実験を元にX線像、 EUV像を合成した
  - ループ中に複数のスレッド
  - 波動のダイナミクス
- 数値実験の観測に必要な分解能を概算
  - 最大輝度イベントの輝度の2割以下
  - 時間分解能10秒でエネルギー流束の5割検出可
  - 空間分解能0.1"でエネルギー流束の5割検出可

# DEM



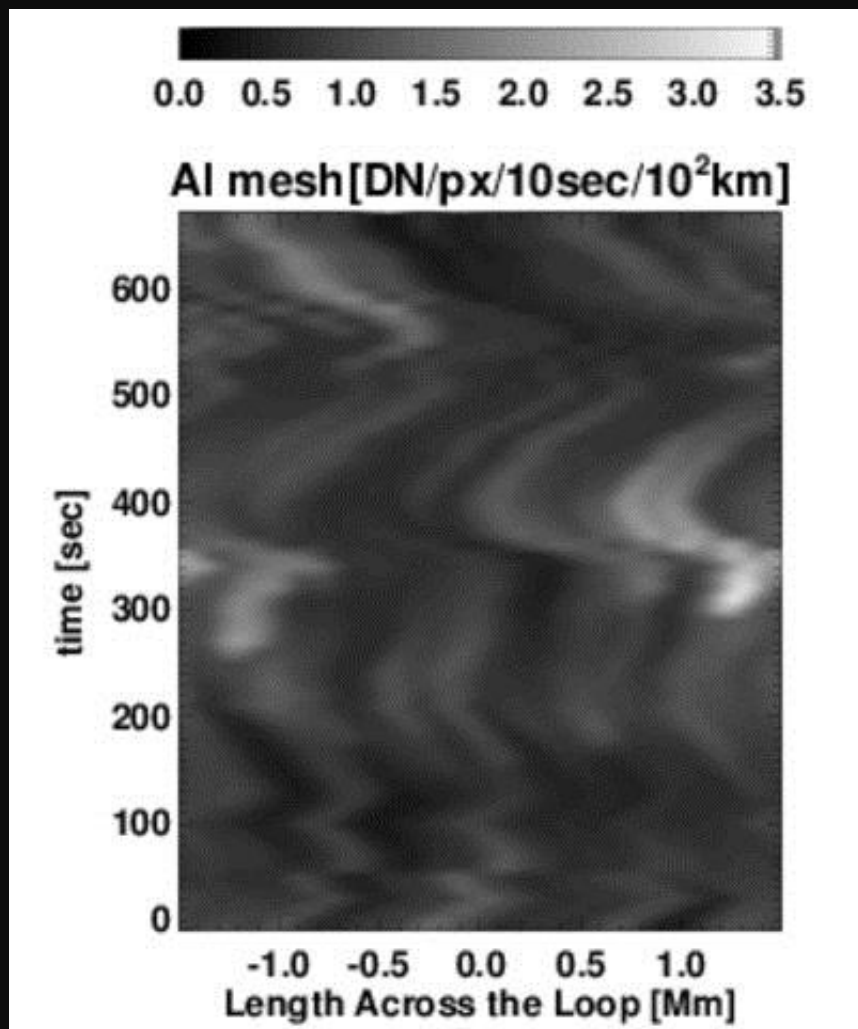
# Waves in the corona

- Waves have been found in the corona, but the energy flux is generally lower than the required energy flux for AR heating.
  - Upward propagating slow mode waves from the footpoints  
[Imaging] De Moortel 2000, 2002a, 2002b  
 $v_{\text{prop}}=70\text{-}230$  km/s,  $P=150\text{-}500$  s, energy flux  $200\text{-}700$  erg cm<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup>  
[Spectroscopy]  
Sakurai+2002 ( $v_{\text{prop}}\sim 100$  km/s,  $P=3\text{-}5$  min,  $15$  erg cm<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup>)  
Wang+2009 ( $v_{\text{prop}}=120$  km/s,  $P=12, 25$  min)  
Kitagawa+2010 ( $v_{\text{prop}}=100$  km/s,  $10^2\text{-}10^4$  erg cm<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup>),  
Nishizuka & Hara 2011 ( $v_{\text{prop}}=140$  km/s,  $1\times 10^5$  erg cm<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup>)
  - Alfvénic propagating waves:  
[Doppler] Tomczyk+2007  $10$  erg cm<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup>  
[Imaging] McIntosh+2011  $P=150\text{-}550$  s,  $2.5\times 10^5$  erg cm<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup>
    - QS Spicule:  $2\times 10^5$  erg cm<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup> (Okamoto & De Pontieu 2011)
- Does situation change if we can have an observing capability of higher-spatial resolution?

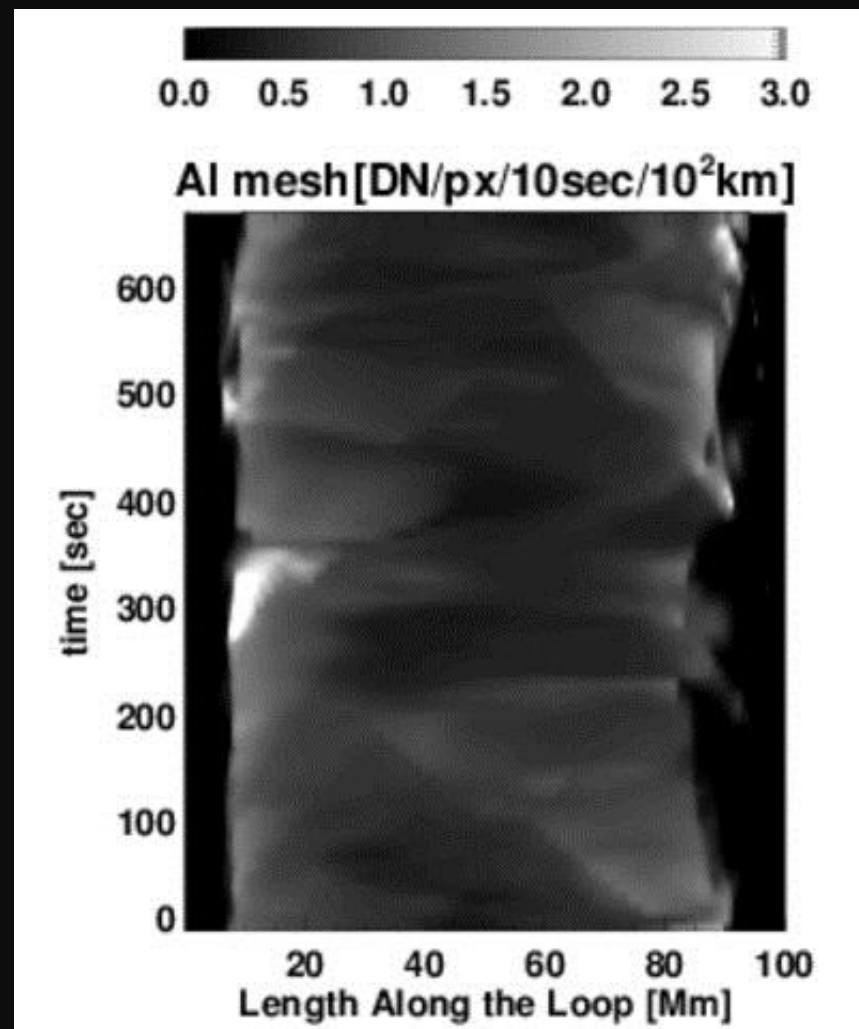




# Synthetic X-ray Image time distance diagram



ループを横切る方向



ループに沿った方向