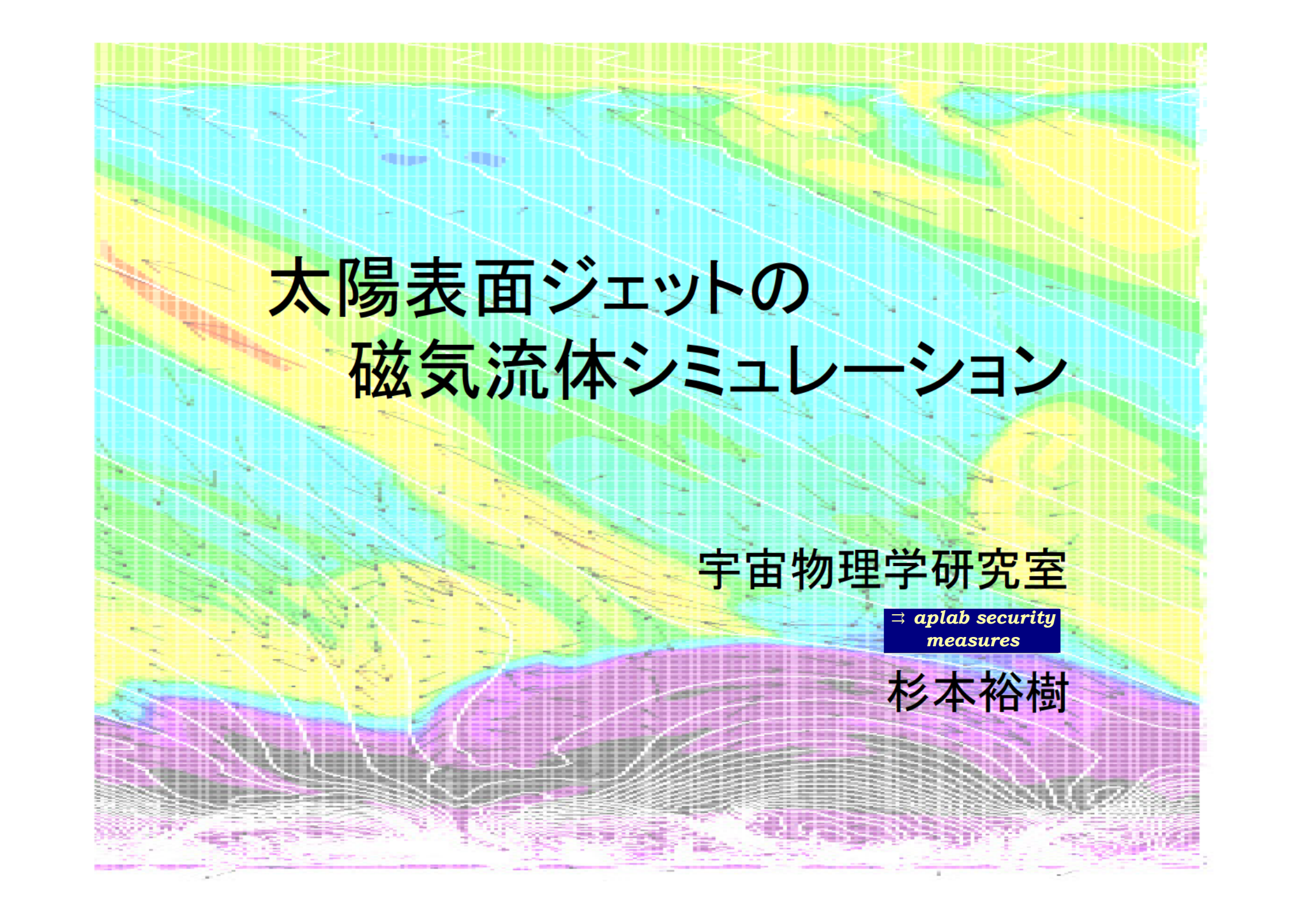




太陽表面ジェット の 磁気流体シミュレーション

宇宙物理学研究室

⇒ *aplab security
measures*

杉本裕樹

発表の流れ

1.序論

2.目的

3.1.基礎方程式

3.2.初期条件

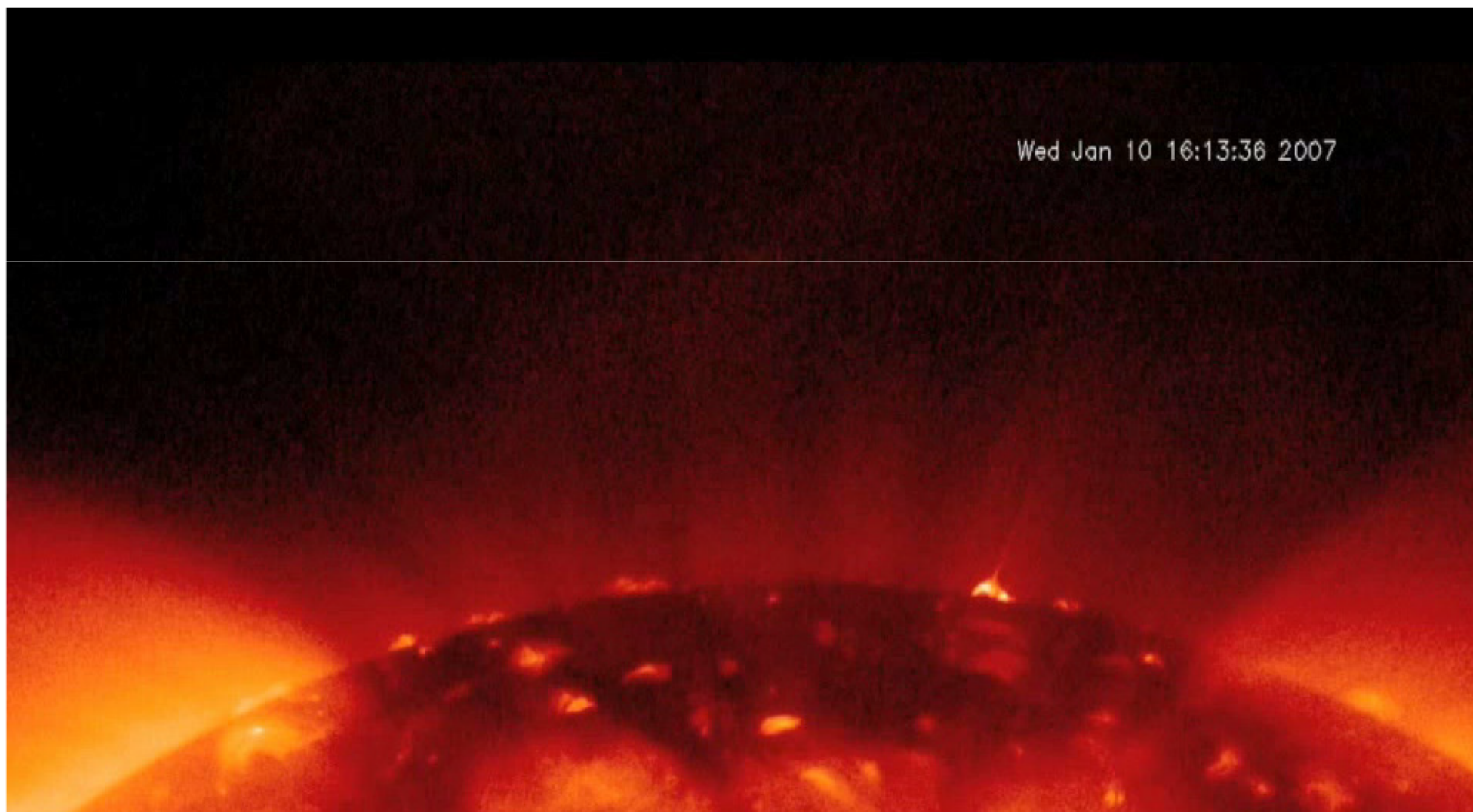
3.3.境界条件

4.磁場のパラメータ変化時の結果と考察

太陽表面ジェット

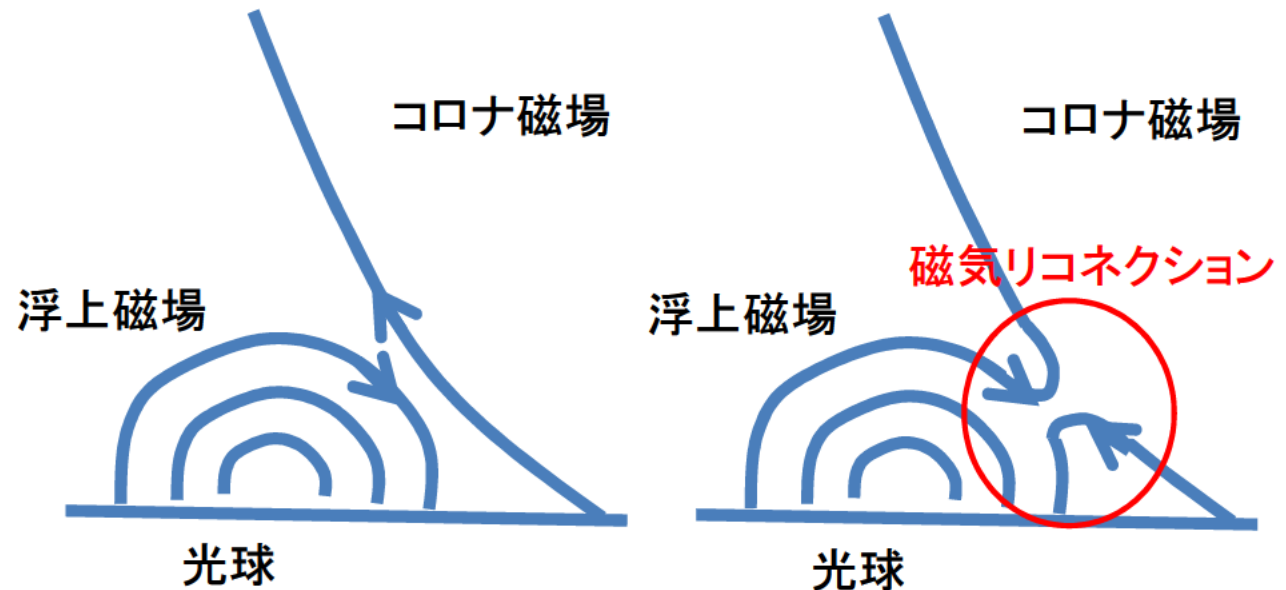
「ひので」衛星のX線望遠鏡で見た太陽X線ジェット

Wed Jan 10 16:13:36 2007



太陽表面ジェットモデル

浮上磁場とコロナ磁場の磁力線が繋ぎ変わることで、磁場のエネルギーが熱エネルギーや運動エネルギーに変換されてジェットが噴出する。



目的

- 磁気流体コードを用いて、太陽表面ジェットをシミュレートし、可視化する。
- コロナ磁場の角度と強度を変化させることで、ジェットの構造・速度分布と磁場との関係を調べる。

磁気流体方程式

$$\rho \frac{d\mathbf{v}}{dz} = -\nabla P + \mathbf{J} \times \mathbf{B} - \rho \mathbf{g}$$

$$\mathbf{J} = \frac{c}{4\pi} \nabla \times \mathbf{B} \text{ より}$$

$$= -\nabla P + \frac{c}{4\pi} (\nabla \times \mathbf{B}) \times \mathbf{B} - \rho \mathbf{g}$$

$$= -\nabla P + \frac{c}{4\pi} \left(\frac{\nabla B^2}{2} + (\mathbf{B} \cdot \nabla) \mathbf{B} \right) - \rho \mathbf{g}$$

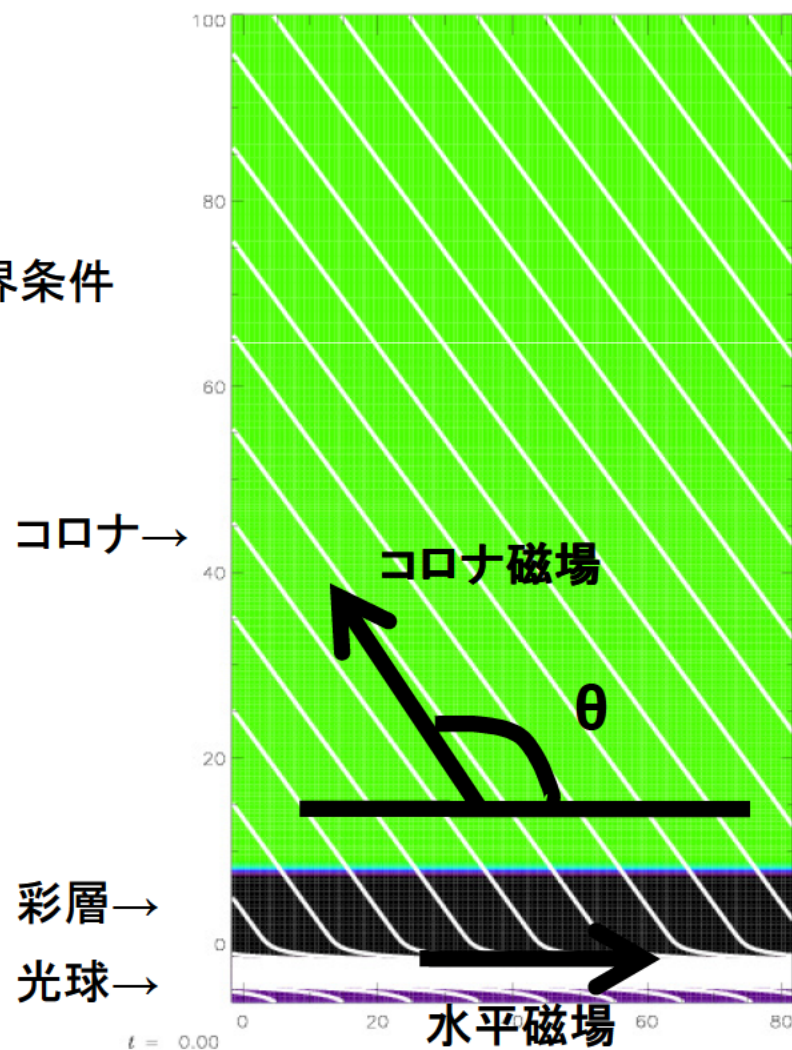
$$= -\frac{d(P + \frac{B^2}{8\pi})}{dz} + \frac{c}{4\pi} (\mathbf{B} \cdot \nabla) \mathbf{B} - \rho \mathbf{g} = 0$$

$$\frac{d(P + \frac{B^2}{8\pi})}{dz} = \frac{c}{4\pi} (\mathbf{B} \cdot \nabla) \mathbf{B} - \rho \mathbf{g}$$

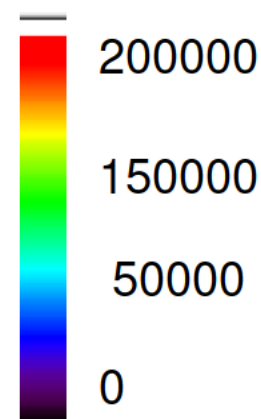
シミュレーションモデル

吸収条件

周期的境界条件



温度(k)

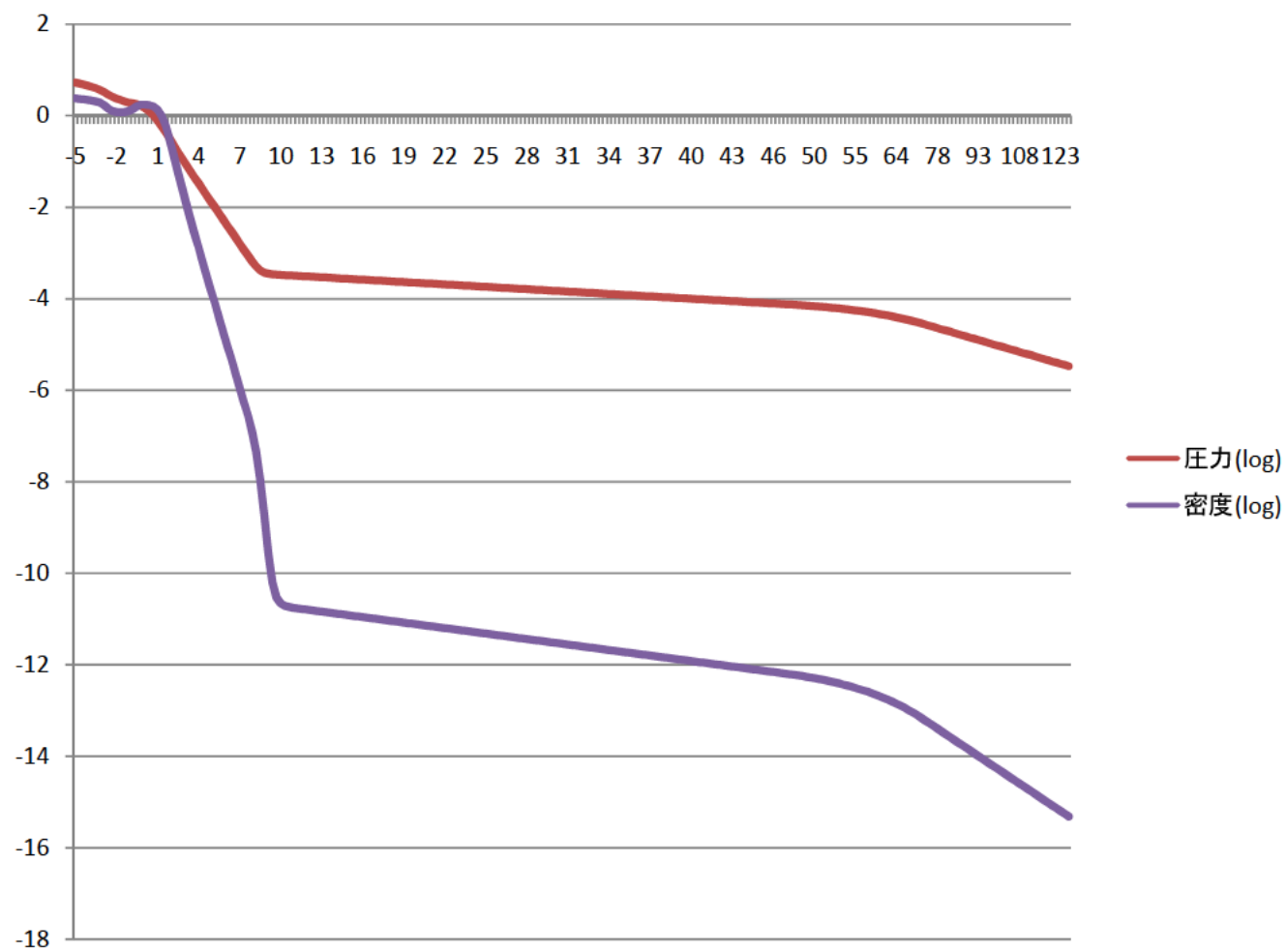


グリッド

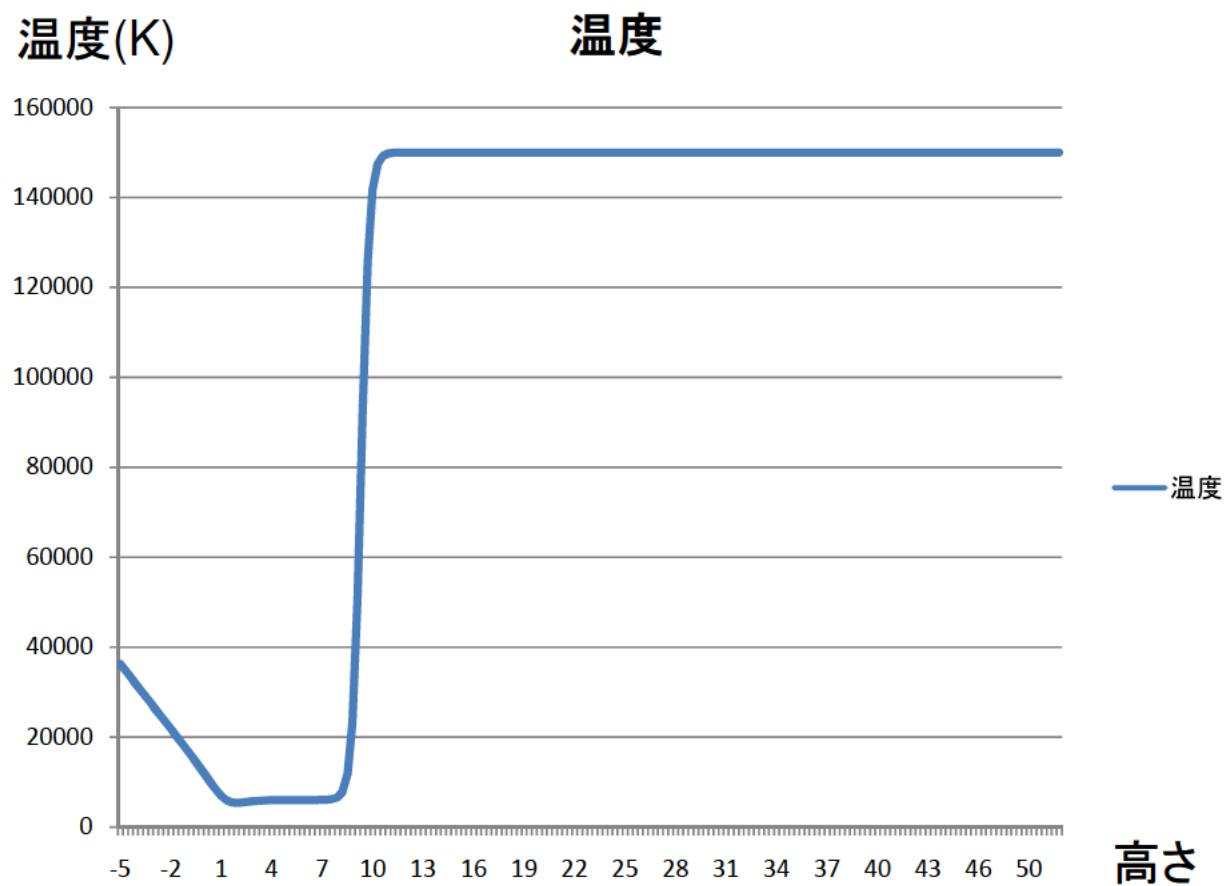
(203 × 243)

$\Delta x = 0.4$ $\Delta y = 0.3 \sim 1.5$

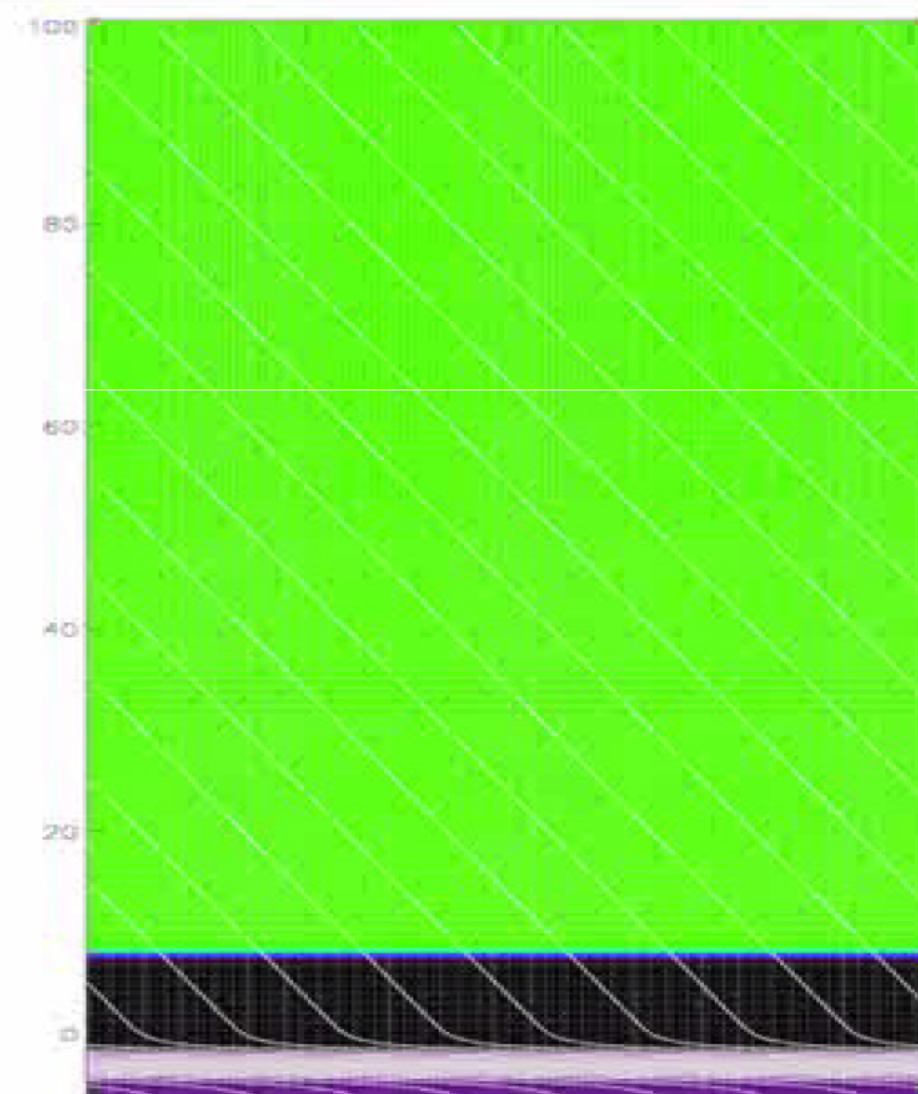
初期条件



初期条件



実行結果

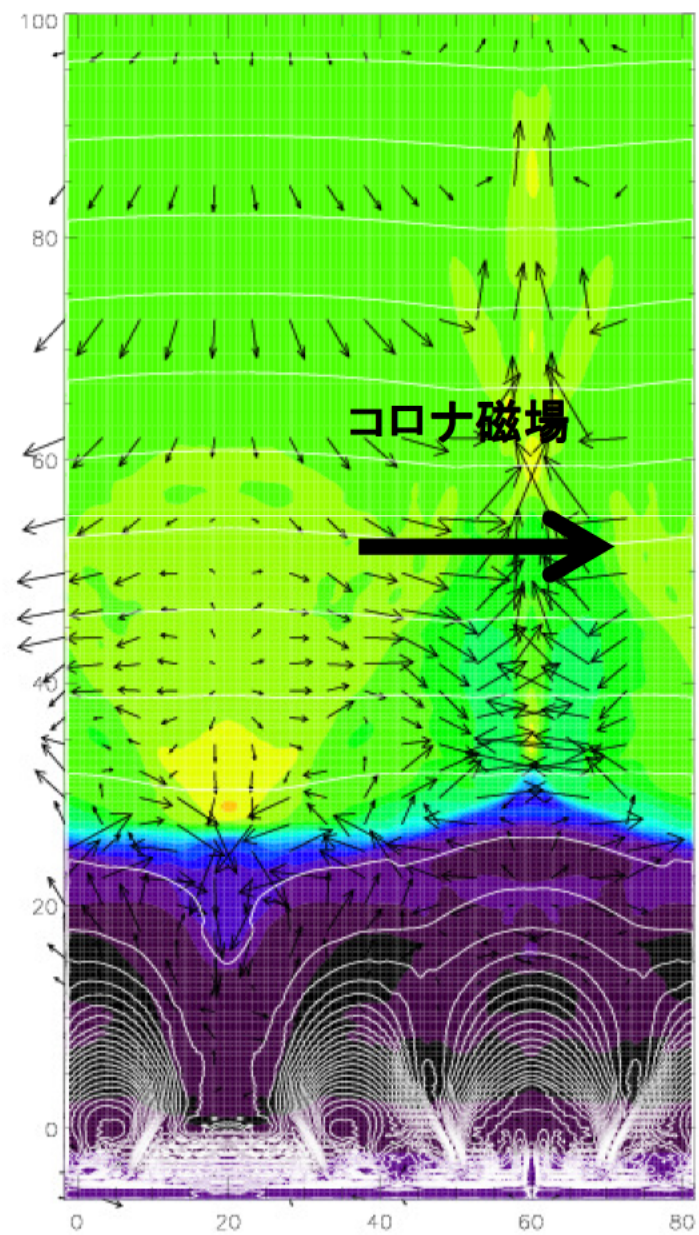
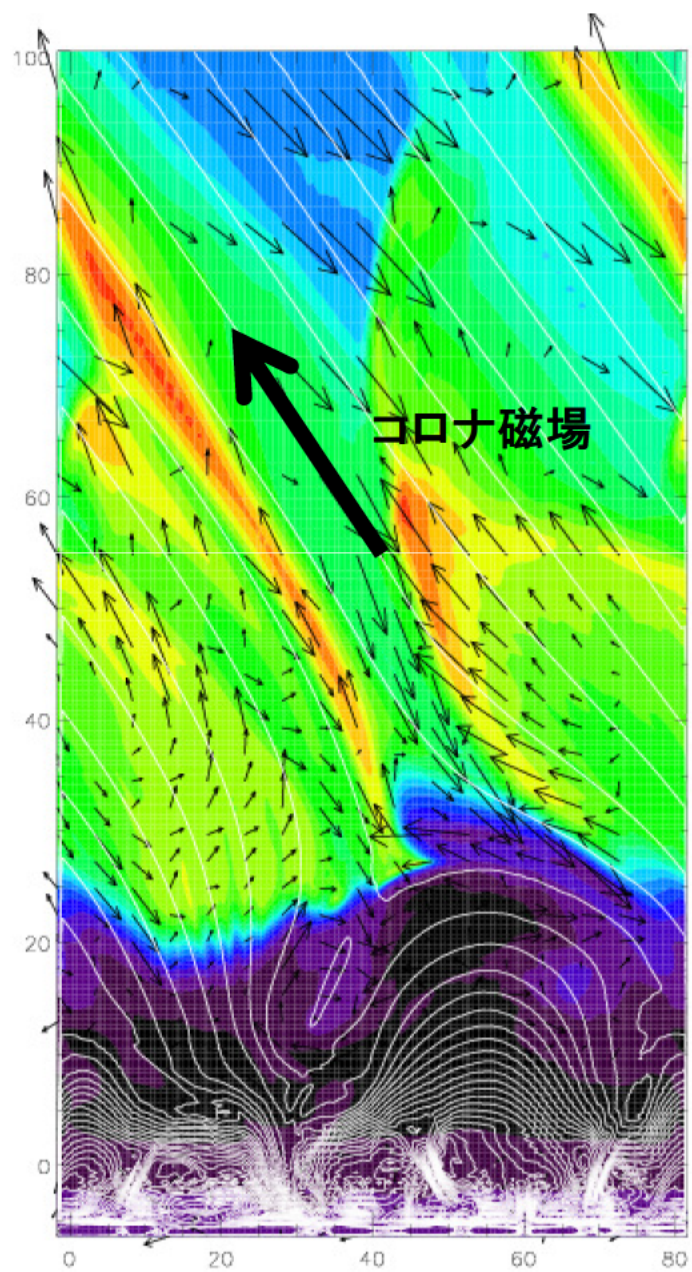


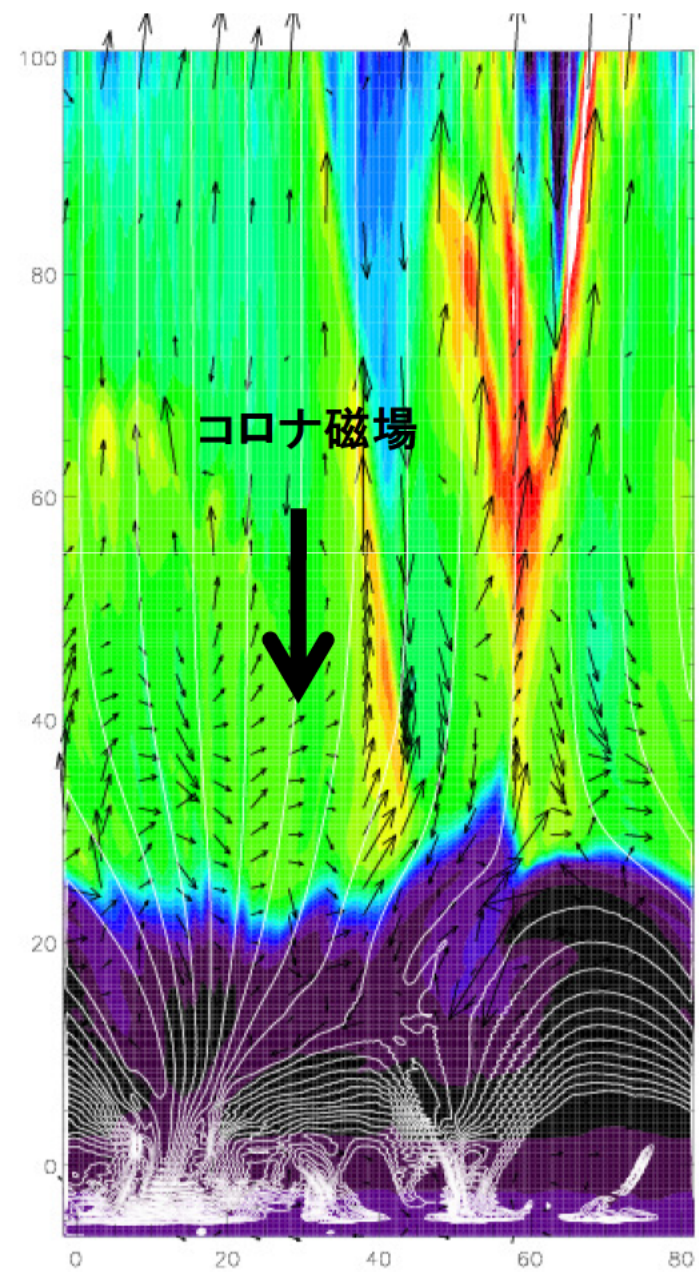
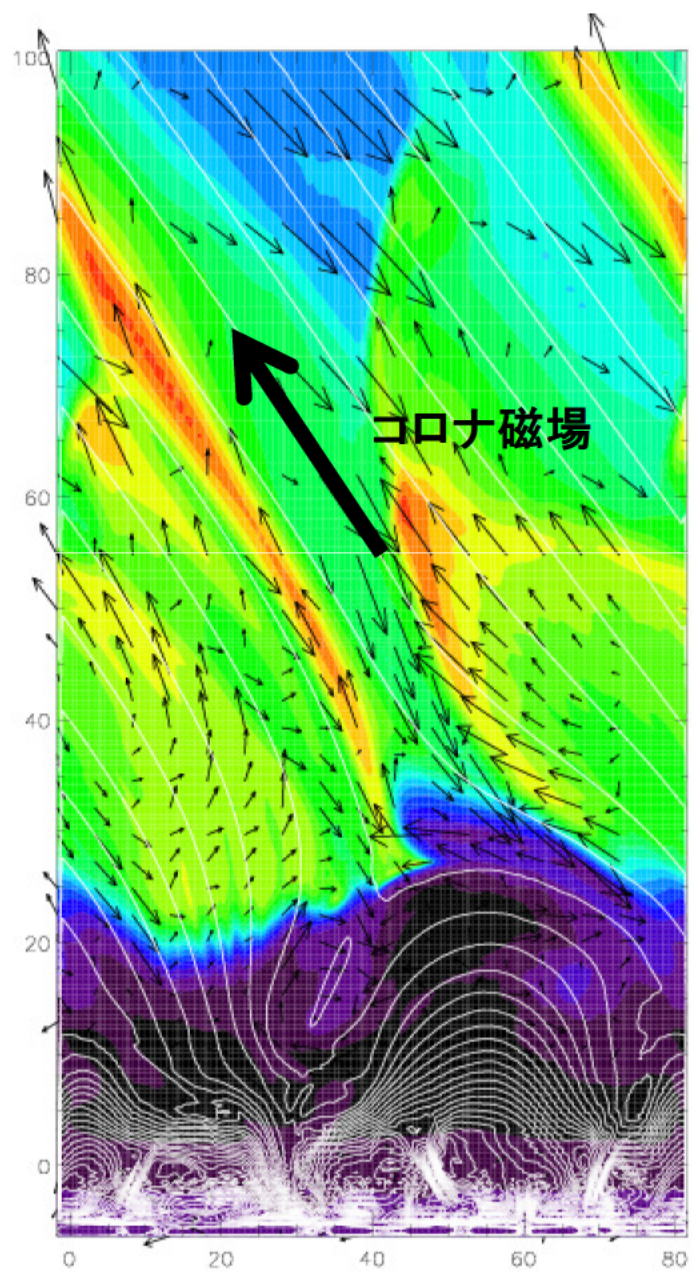
磁場のパラメータ変化時の結果

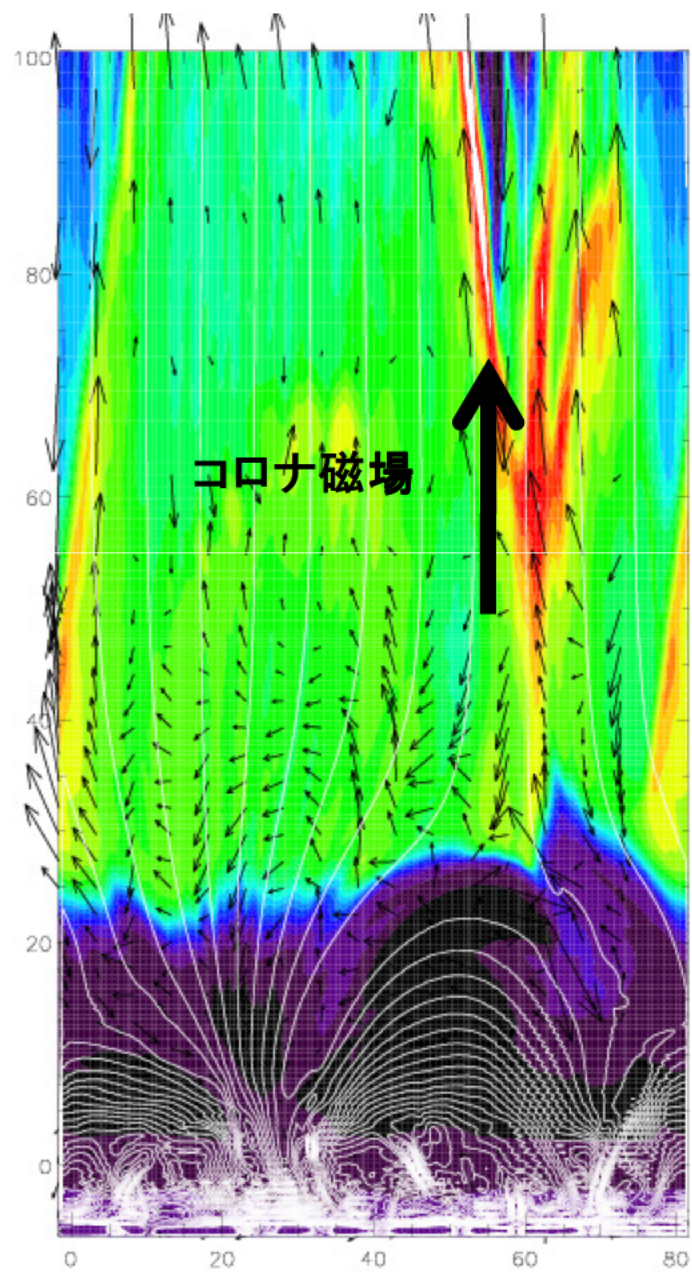
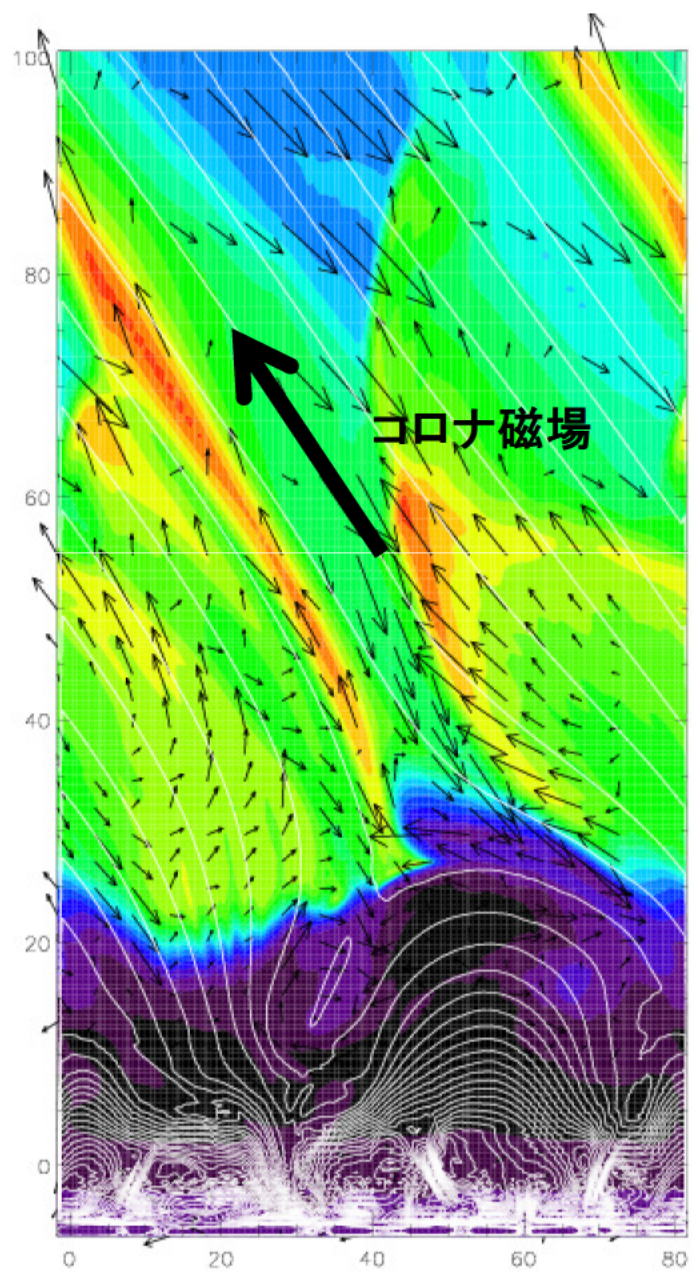
パラメータの変化

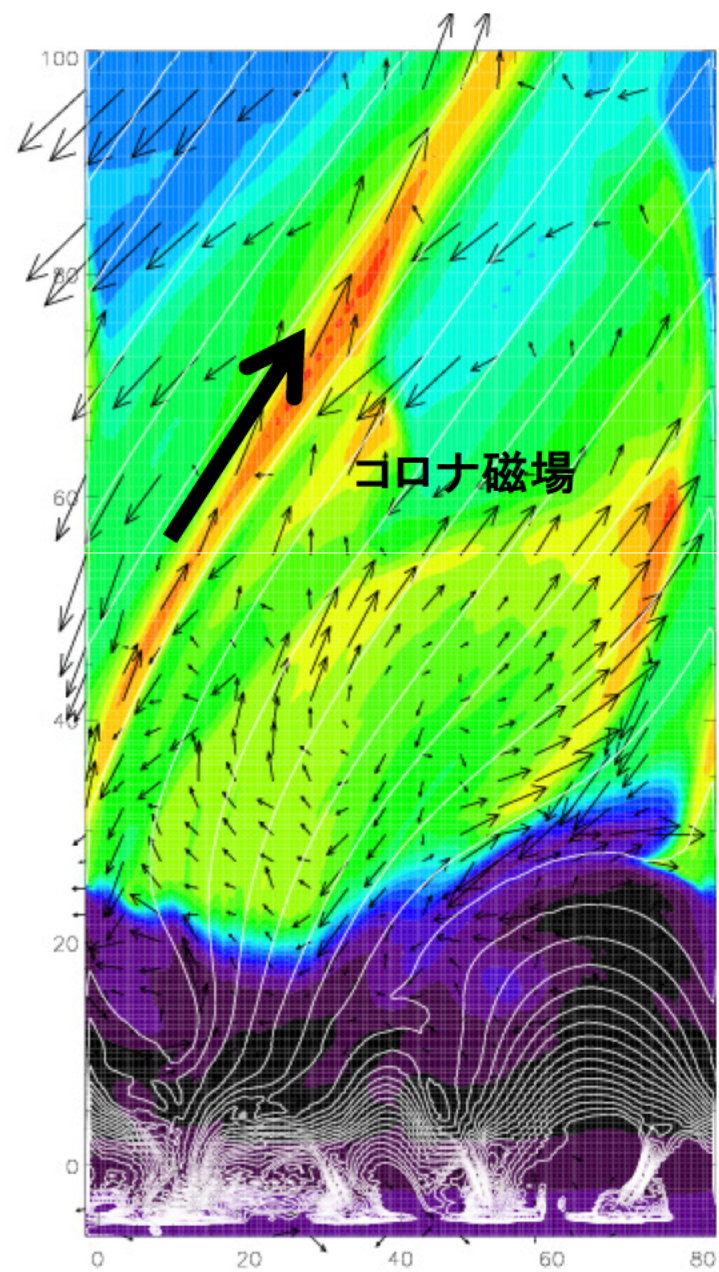
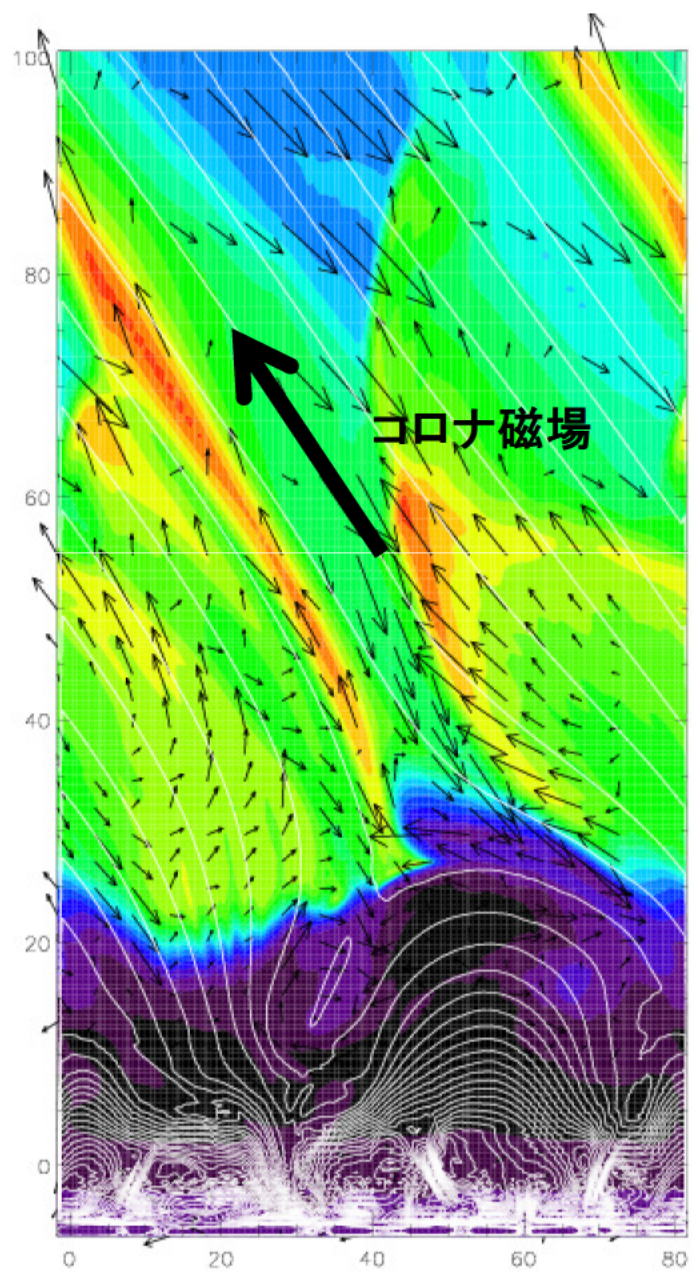
コロナ磁場の角度を 0° から 180° まで 45° 刻みで測定

コロナ磁場の強さを、2倍、3倍、5倍にして測定





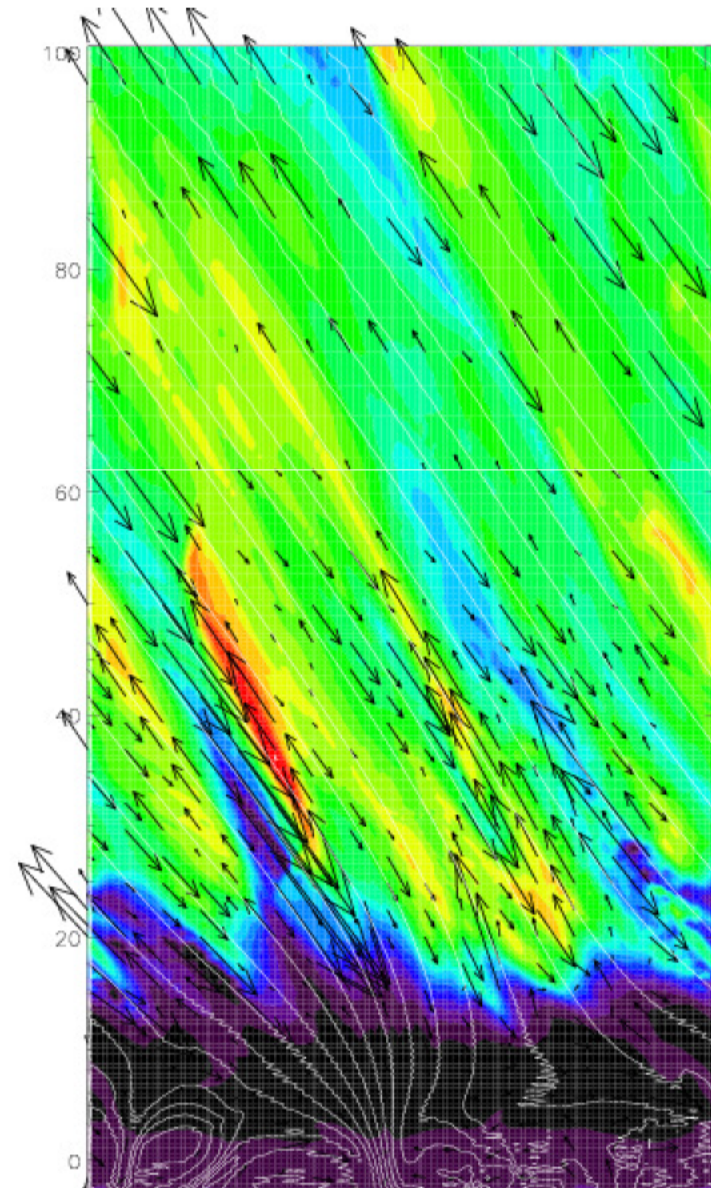
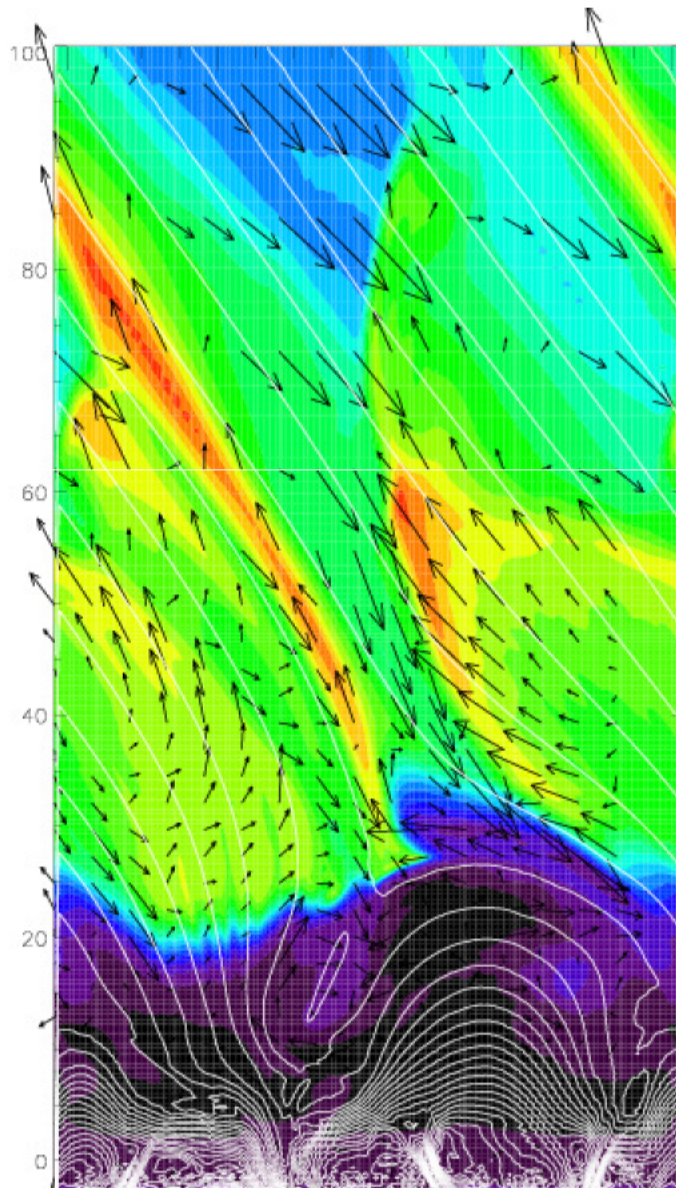




角度依存性についての考察

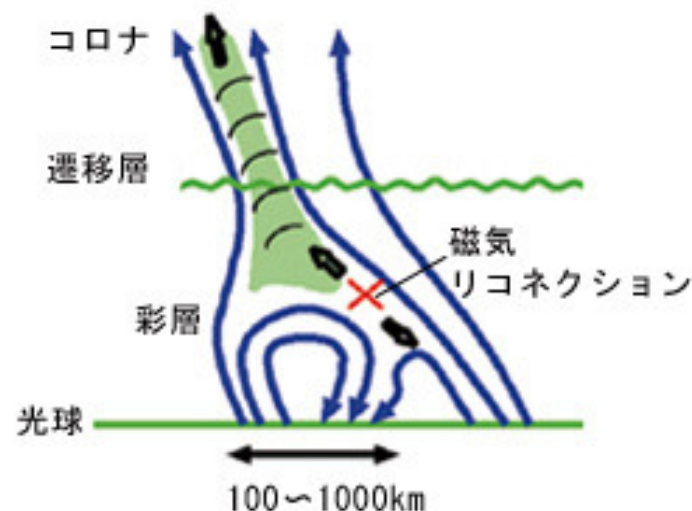
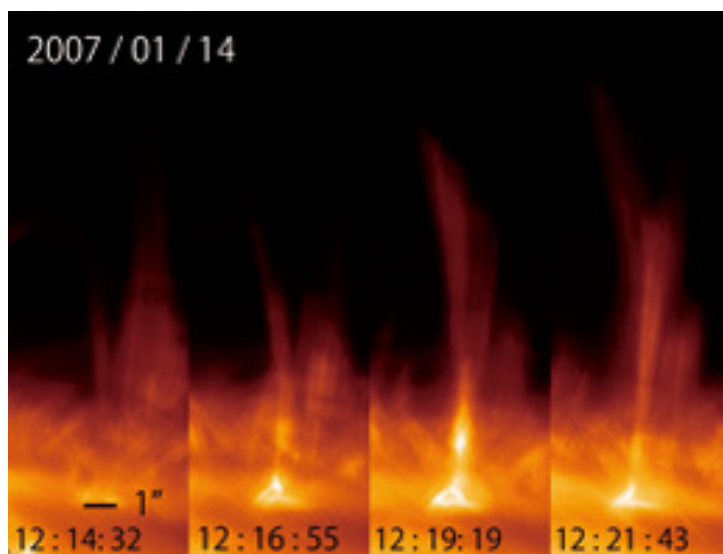
- 浮上磁場とコロナ磁場が角度をなしている場合磁気リコネクションによるX線ジェットが発生する。
- ジェットは磁力線に沿った方向へ噴出する。
- ジェットの速度は縦磁場の方が大きく、70km/sec程度。
- 角度により磁気ループ中でジェットの発生する位置が変わる。この位置からコロナ磁場の向きが分かる。

コロナ磁場の強さへの依存性



コロナ磁場の強さに関する考察

- コロナ磁場が強い場合以下の特徴がある。
 - リコネクションの起きる高さが低くなる。
 - 浮上磁場の水平方向の大きさが小さくなる。
 - 彩層の低温物質が加速されてジェットを形成する。
 - 速度ベクトルが、より磁力線に沿うようになる。



まとめ

- X線ジェットと彩層ジェットのシミュレーションを行った。
- 浮上磁場とコロナ磁場が角度をなしている場合磁気リコネクションによるX線ジェットが発生する。
- コロナ磁場が弱い場合、彩層ジェットが噴出し、磁場が強い場合X線ジェットが噴出する。