私の研究対象である太陽フレアは太陽系最大の爆発現象とされていますが、いまだにはっきりとわかっていない物理機構も多く、そのうちの一つが太陽フレアを引き起こす原因です。

私の研究目的はスフェロマックの異極性合体実験によって、未解明問題である太陽フレアを引き起こす機構をモデル化・検証するということです。現在提唱されている太陽フレアのトリガメカニズムは、大きな磁力線ループに逆極性の小さな浮上磁場が摂動として入ることによって磁力線がねじれて不安定化し、リコネクションを介して、上昇してフレアとなる、という流れです。本研究では、これを磁場強度の強いスフェロマックとトロイダル逆極性の磁場強度の弱いスフェロマックを合体させることで合体後のスフェロマックが、q値の減少により電流駆動型不安定が生じて非軸対称に変形する配位崩壊と、熱圧力の増加によって圧力駆動型不安定が生じ半径方向へ広がる軸対称な変形をする配位浮上の二つの減少ででモデル化しようと考えています。

まず合体による不安定化モデルでは磁場強度の異なる二つのスフェロマックの異極性合体によってトロイダルフラックスが減少することでq値が安定限界１を下回ってトロイダルモード２や３の電流駆動型不安定が誘起され、スフェロマックの非軸対称変形がおこると考えられます。

ここで実際のころなループのＸ線画像を見てみるとプラズマがかなりねじれた運動をしていることがわかります。(movieを見せる)実験では合体後スフェロマックが不安定になるときのq値をモード解析によって調べ、q値が１を下回っても安定で存在する場合があるのかどうか検証します。

次に大半径の増加による浮上モデルについてです。プラズマリングの主方向に働く力はこのように表され、このうちz方向磁場による力がリングを縮小する向きに働きます。太陽表面から上空に行くほど磁場が弱くなる状態を単純ミラー磁場によって模擬し、その単純ミラー磁場下において外部平衡磁場を小さくしてnインデックスを上げることでリングの力学平衡が崩れて大半径が増加すると考えられます。また合体によって熱圧力が上昇し大半径が大きくなることでフレアの浮上を模擬します

このデータはプラズマ合体実験装置ＴＳ－４で行われた異極性合体のrz平面磁場分布の時間変化の様子です。合体によってできたＦＲＣプラズマの大半径が合体後大きくなっていく様子が現れています。(movieを見せる27秒から)これは熱圧力の上昇の効果を示唆していると考えられます。

本研究ではプラズマ合体実験装置ＴＳ－６によって磁場強度の異なるスフェロマックの異極性合体実験をおこない、磁場測定には、不安定性解析のためのトロイダルモード測定用磁気プローブと大半径の変化の様子を見るための2次元磁場分布測定用磁気プローブを用います

この磁気プローブにはプリント基板でコイルが形成された、ＰＣＢコイルを使います。これはx,y,ｚ３方向のコイルパターンがそれぞれ3mm×５㎜の領域に収まるようにプリント基板上に等間隔にプリントされていて、これによって各方向の磁場の時間変化を測定できます。これらのコイルパターンの組み合わせによって1方向、2方向、3方向成分に感度をもつコイルアレイを大量作成可能です。

高密度な磁場分布を測定するためには高密度にコイルを配置して空間分解能を向上させる必要がありますが、コイル間に感度のばらつきがあると、コイル間距離が狭いほど微分したときの誤差や位置精度の誤差が大きくなっていしまいます。従来の磁気プローブではコイルを並べたときの角度の違いによる誤差が大きく、高い位置精度で高密度な配置の実現が難しいですが、ＰＣＢコイルを使った磁気プローブでは角度こうせいがほぼいらず、高い位置精度と高密度な配置をいっぺんに実現することができます

* まとめです。私の研究目的は太陽フレアのトリガメカニズムをスフェロマックの異極性合体でモデル化することで、q値の減少による電流駆動型不安定がおきる不安定とn indexの増加、または熱圧力上昇によって大半径が増大するという点の二つに着目して検証します。高精細な不安定性解析、磁場分布測定のためにＰＣＢ基盤を用いた磁気プローブを作成しました。プラズマ合体装置ＴＳ－４において合体によってできたＦＲＣの大半径の増加がみられているので、ＴＳ－６装置を使って異なる磁場強度のスフェロマック合体実験でも同じような効果が得られると予想できます。

太陽コロナの平衡条件フォースフリー場が実現されるスフェロマックを用いる