

M14a 太陽コロナにおける爆発的不安定性

草野完也（広大理）

我々はこれまで太陽フレアの原因が Woltjer-Taylor 最小エネルギー解の分岐の結果生じる不安定性にあることを提唱してきた。今回は、このコロナループ不安定性の非線形シミュレーションを、特に磁気レイノルズ数が大きな場合 ($R > 10^4$) について行った結果を報告する。シミュレーションは不安定な Woltjer-Taylor 解に不安定性の固有関数を小振幅擾乱として加えることで実行された。シミュレーション領域は太陽光球面を底面とする 2 次元矩形領域である。数値スキームとして差分法と Runge-Kutta-Gill 法が用いられたが、電流シートを正確に表現するために差分幅の refinement をシミュレーションの過程で数回行った。

計算の結果、不安定成分の成長率はその成長と共に、段階的に大きくなる現象が観測された。この事実はコロナループ不安定性が指数関数より早く成長する爆発的不安定性であることを意味している。こうした爆発的成長は磁気レイノルズ数が 10^3 程度の場合には観測されないため、高磁気レイノルズ数システムに特徴的な現象であると考えられる。線形解析の結果、コロナループ不安定性の線形成長率は磁気レイノルズ数の増加と共に減少することが知られている。しかし、今回の計算結果はそれにも関わらずコロナループ不安定性が大規模なエネルギー解放を引き起こすまで成長する時間が磁気レイノルズ数にあまり依らないを示唆している。詳しい解析の結果、成長率の加速は波長の長いグローバルな不安定成分がその成長過程において、より波長の短いローカルな不安定性を励起することによって生じることが示された。こうした不安定性の局所化とカスケードは最終的に電流シートの不安定化とその分裂を引き起こし、磁場の再結合率を高める。これらの事実は磁気レイノルズ数の非常に大きなシステムである太陽コロナのエネルギー解放過程が極めて爆発的に発生する理由の一つを説明するものである。