

磁気リコネクションにおける 波の発生とコロナ加熱について

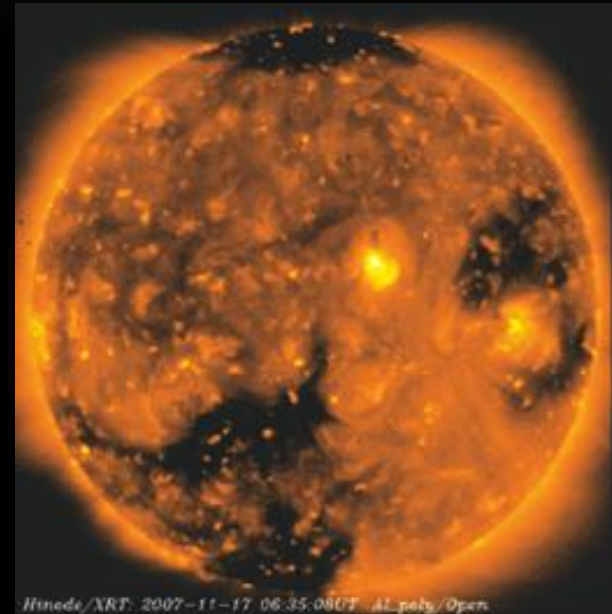
佐藤 龍伍 (茨城大学 M1)

コロナ加熱について

- 光球の温度は約6000K
- コロナの温度は約100万K

光球より外側にあるコロナの方が、温度が高い!!

光球より温度の高いコロナが、高温の状態で存在するには、コロナが加熱されてる必要がある



ひので衛星による観測
(X線望遠鏡)

コロナ加熱に必要なエネルギーについて

- コロナ加熱に必要なエネルギーは、放射冷却や熱伝導から、最大(活動領域)で 10^7 [erg / cm² / s]と見積もられている
- 光球では対流運動が絶えず発生しており、対流によって磁場が揺さぶられる
- 対流と磁場の相互作用による入射エネルギーは 10^8 [erg / cm² / s]

光球での対流運動のエネルギーを磁気エネルギーによって1割程度コロナに輸送できれば、コロナ加熱には十分

エネルギーの輸送方法について

- 磁力線を伝播する波(Alfven波)がコロナまで伝播し放散するという
→「Alfven波加熱説」
- コロナ中にできた多数の磁気リコネクションによって、極めて小規模なフレアが非常に多数起きているという
→「マイクロフレア加熱説」

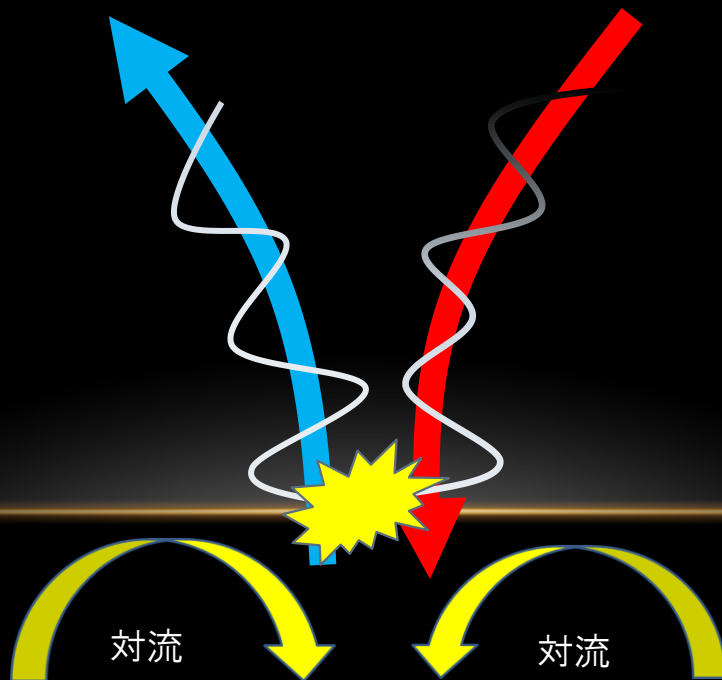
磁気リコネクションによってもAlfven波は発生するため、これらは統一できるのでは？

コロナ加熱のシナリオ

- 光球-コロナ間を貫く磁力線が、対流によってリコネクションを起こすことで、波(Alfven波)を発生し、コロナまで伝わって加熱に寄与する

コロナ

光球



簡単な条件でのシミュレーションで、磁気リコネクションによる波のFluxを調べる!!

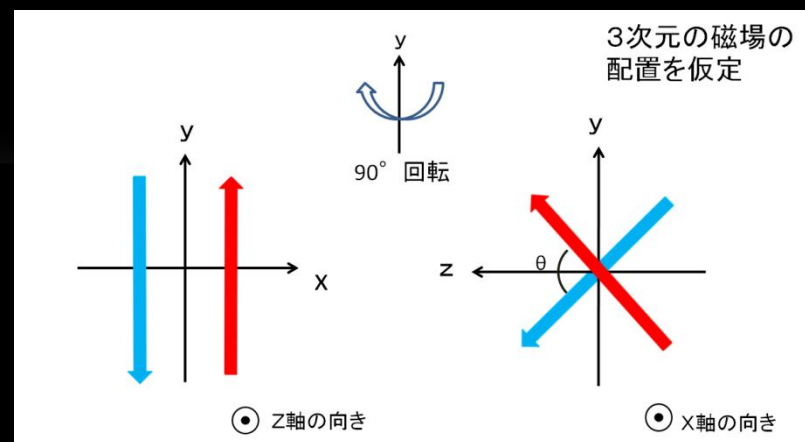
本研究

- 2.5次元の数値シミュレーションを用いて、磁気リコネクションによって発生する波(Alfven波)の Flux について定量的に調べ、コロナ加熱を議論する。
- 先行研究

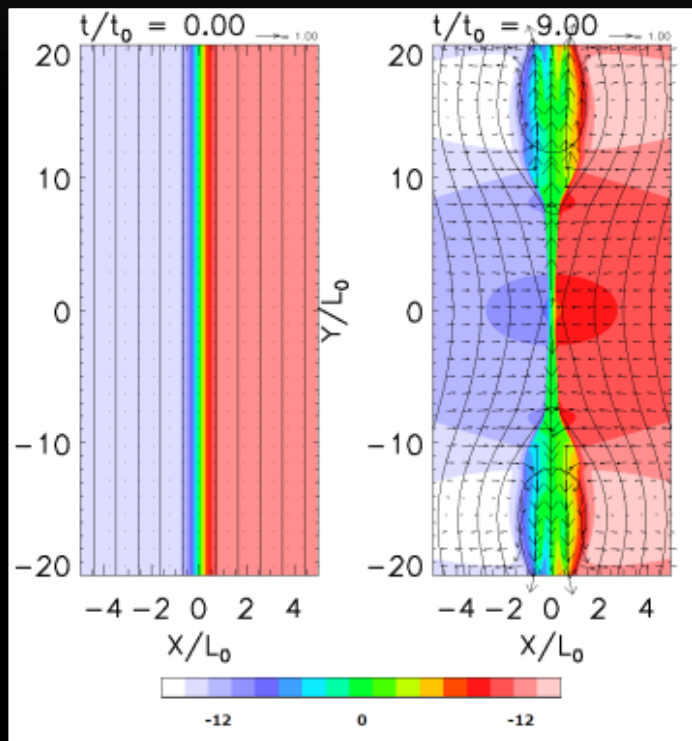
Kigure et al.(2010) リコネクションを起こす磁場同士に角度を持たせ、発生する波の角度依存性を示した
(重力無、密度・圧力非一様)

- 変更点

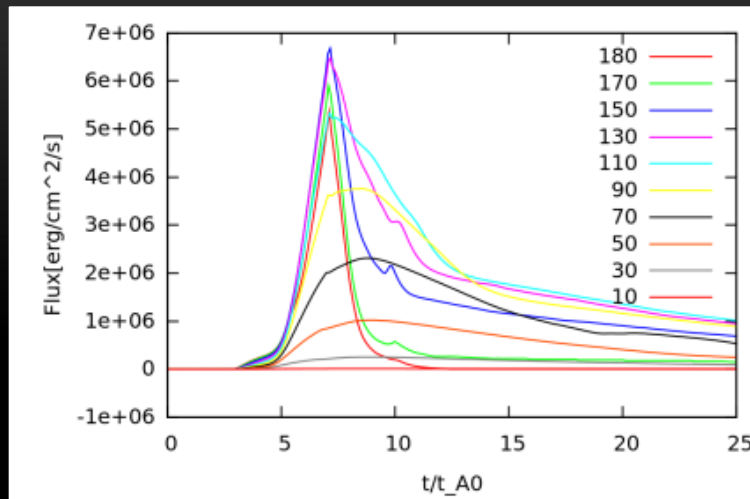
Kigure et al.(2010)では磁気圧勾配により、密度・圧力が非一様だったが、今回は密度・圧力を一様にし、計算を行った



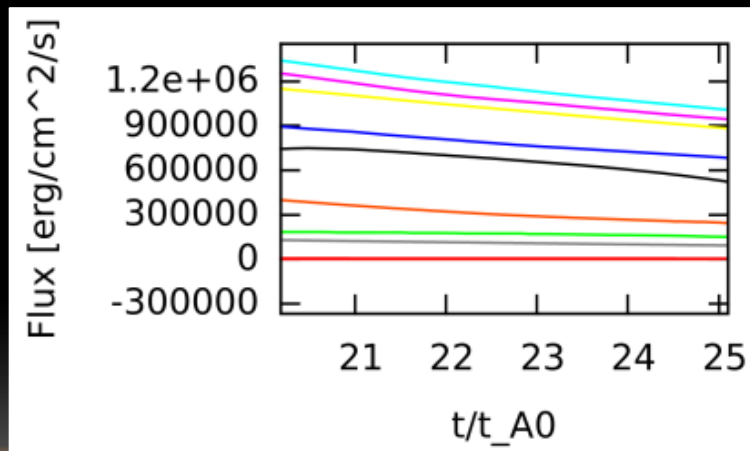
計算結果



x-y平面でみた二次元図の時間発展。
 $t/t_0=9$ から、磁力線(黒い縦線)よりリコネクションの発生を確認できる。



Alfven波のFluxの時間発展。各色は磁場同士の角度 θ を示す。



上図の拡大図($t/t_0=20-25$)

考察

今回の結果から、Alfven 波ではどの角度においても活動領域の加熱を満たすエネルギーには届かないことが分かった。

しかし、磁気リコネクションを起こす磁場同士の角度が $70 \leq \theta \leq 150$ のとき、コロナの静穏領域とコロナホールの加熱に必要なエネルギーを満たすことができた。実際のリコネクションでも磁場が完全反平行($\theta = 180^\circ$)や完全平行($\theta = 0^\circ$)の状態は稀であり、ある程度垂直に近い角度を持った磁場が多い。そのため今回の結果から静穏領域とコロナホールの加熱には磁気リコネクションによる Alfven 波が寄与していると言える。

今後の予定

現在、光球-コロナ間を貫く磁力線での磁気リコネクションを考えている。そのために、背景大気をより現実的なものにするために、重力成層を考慮すること、さらに光球-コロナ間での磁場の配置も再現することが必要となる。