

## 太陽外層コロナでの磁気熱不安定性 Magnetothermal instability in the solar outer corona

横山 央明<sup>1\*</sup>  
YOKOYAMA, Takaaki<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup> 東京大学  
<sup>1</sup>The University of Tokyo

太陽コロナへの、磁気熱不安定 (magneto-thermal instability, MTI) の適用について検討した。磁気熱不安定は、磁場が存在する成層大気中で非等方熱伝導が効くとき生じるもので Balbus (2000) によって提案された。重力のもとで、水平磁場とガス圧とで支えられている成層大気を考える。もしこの層が、重力の向きに温度が高くなる、つまり低層が高温の場合に、この不安定が起きる。成長時間は、重力加速度を温度スケール長で割った程度になる。磁気張力が復元力として働くので、磁場はじゅうぶん弱い必要がある。

太陽コロナ中では、密度が薄く温度が高い。さらにジャイロ半径が十分小さいため、非等方熱伝導がよく効く。したがって、磁場が十分弱くかつ温度勾配が重力と同じ向きであるような環境であれば、磁気熱不安定がはたらくかもしれない。このような状況は、数太陽半径付近の上空コロナに存在する可能性がある。そこでは、温度勾配は内向きでスケール長は太陽半径程度となっている。Quataert (2008) が求めた磁場強度に対する制限条件も、状況によっては満たす可能性があると考えられる。もしこの不安定が有効にはたらけば、非常に長周期ではあるが、太陽風に対する擾乱源になりうるかもしれない。

詳しく調べてみたところ、3 太陽半径付近で最大成長になる。しかし、典型的な磁場強度に対しては成長時間・成長波長ともに大きすぎ現実的ではない。磁場が 0.1 倍であれば、太陽風中の乱流の擾乱源の振動数とほぼ調和的であった。

キーワード: 太陽, コロナ, プラズマ, 磁気流体  
Keywords: Sun, corona, plasma, magnetohydrodynamics

## 宇宙線パーカー不安定と銀河面対称性 Cosmic-ray Parker Instability and Galactic Plane Symmetry

工藤 哲洋<sup>1\*</sup>; 横山 央明<sup>2</sup>; 工藤 祐己<sup>3</sup>; 松元 亮治<sup>3</sup>  
KUDOH, Takahiro<sup>1\*</sup>; YOKOYAMA, Takaaki<sup>2</sup>; KUDOH, Yuki<sup>3</sup>; MATSUMOTO, Ryoji<sup>3</sup>

<sup>1</sup> 国立天文台, <sup>2</sup> 東京大学, <sup>3</sup> 千葉大学

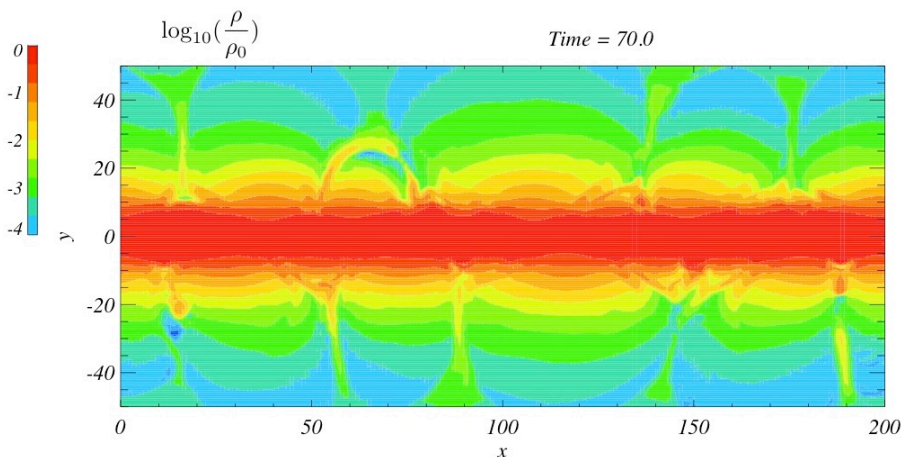
<sup>1</sup>National Astronomical Observatory of Japan, <sup>2</sup>University of Tokyo, <sup>3</sup>Chiba University

宇宙線圧力を含めた2次元磁気流体力学数値シミュレーションを行い、パーカー不安定性について調べた。パーカー不安定性の研究で良く行われている銀河面対称性を仮定せずに、銀河面の上下全体を計算領域に含めて数値シミュレーションを行った。その結果、宇宙線圧力が比較的大きい場合は、銀河面に対して対称な構造もそうでない構造も同じ様に成長した。一方、宇宙線圧力が比較的小さい場合は銀河面を挟んで半波長ずれたモードが卓越した構造を形成した。この結果を線形解析の結果からも確認し、宇宙線圧力が相対的に大きくなるにつれ、対称なモードの成長率が半波長ずれたモードの成長率に近づいていくことを確認した。

非線形段階においては、宇宙線圧力が比較的大きい場合は、先に成長した磁気ループが急激に成長して大きなループに膨張し、後から成長してきた磁気ループの成長を阻害した。その結果、宇宙線圧力が比較的大きい場合は、最終的に成長した磁気ループの波長が線形成長から予想される最大成長波長よりも数倍も大きな構造となった。

非線形段階で膨張した磁気ループは、同じように膨張してきたループと上空で衝突し、密度の高い構造を形成した。図はその非線形段階における密度構造を表す。図からフィラメント状の構造やループ状の構造が見られることがわかる。このような構造と観測から示唆されている似たような構造との比較や星形成との関係が将来の重要な課題となる。

キーワード: 磁気流体力学, 星間ガス, 宇宙線  
Keywords: MHD, Interstellar gas, Cosmic rays



## 銀河ガス円盤におけるパーカー不安定性による低温高密度ループの形成 Formation of Dense, Cold Loops by Parker Instability in Galactic Gas Disks

彭之翰<sup>1\*</sup>; 工藤 祐己<sup>1</sup>; 朝比奈 雄太<sup>1</sup>; 松元 亮治<sup>1</sup>  
PENG, Chih-han<sup>1\*</sup>; KUDOH, Yuki<sup>1</sup>; ASAHINA, Yuta<sup>1</sup>; MATSUMOTO, Ryoji<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 千葉大学大学院理学研究科

<sup>1</sup> Faculty of Science, Chiba University

We performed two dimensional numerical simulations of Parker instability taking into account the cooling and heating functions of the interstellar medium (Inoue et al. 2006). Our numerical experiment is based on the simulation code "CANS+" in which the HLLD Riemann solver (Miyoshi & Kusano 2005) is used to solve the MHD equations. We found that the cold, dense filaments formed at the valley of magnetic field lines by Parker instability coupled with the cooling instability are deformed into loops of dense, cold gas when the Ram pressure at the left- and right-hand side of the filament is different. The maximum number density and the lowest temperature of cold, dense filament at 100Myrs is about 200 per cubic cm and 50K, respectively. These results support the model in which thermal instability triggered in the dense region formed by Parker instability is responsible for the formation of molecular loops found in the Galactic center region (e.g., Fukui et al. 2006).