

磁気シア効果を考慮したオーロラアークの安定性解析 Stability analysis of auroral arc with magnetic shear effects

平木 康隆^{1*}

HIRAKI, Yasutaka^{1*}

¹ 核融合科学研究所

¹National Institute for Fusion Science

磁気圏-電離圏結合系におけるオーロラアークの発達を磁気流体不安定性、及びその非線型発展の観点で理解しようとする研究が近年まで盛んに行われている。その一つがフィードバック不安定性であり [Sato, 1978; Lysak, 1991]、対流電場の形成に伴って電離層上を伝播する密度波と共鳴して、シアアルヴェン波が不安定化する。近年では、2次元シミュレーション(磁力線方向とアークを跨ぐ方向、双極子磁場配位)により、微細なアークや電離圏キャビティモードの形成が示された [Streltsov and Lotko, 2004; Lu et al., 2008]。非線型効果を適切に取り入れた3次元シミュレーション(スラブ磁場配位)では、磁気圏側で Kelvin-Helmholtz 型の渦構造が自発的に発生することが示された [Watanabe, 2010]。さらに、磁力線方向のアルヴェン速度非一様性を取り入れた線型解析では、磁力線共鳴とキャビティモードの成長率の関係が明らかになり [Hiraki and Watanabe, 2011]、それに基づく非線型シミュレーションにより、オーロラの渦構造発生との関連が調べられている。

本研究では、再びオーロラアーク、シアアルヴェン波の線型安定性に立ち戻る。サブストーム発生前のアークの時間発展をみると、高緯度で発生して緩やかに伝播し、低緯度で不安定化により急激に増光することが知られる [Mende et al., 2009]。この現象を“対流電場に対するアークの向きの変化による安定性のスイッチング現象”として理解できないか、を吟味する。真夜中の対流電場は、大域的には2セル構造をもち東西に印加されるが、低緯度では Harang 構造により強い南北成分が形成される [e.g., Zou et al., 2009]。これまでの解析では、フィードバック不安定性の成長率は主に対流電場の強度で制御され、電離圏電流方向に波数をもつモードが最大となる。しかし、アークに伴う沿磁力線電流が作る磁気シアを考慮した場合、シアに直交するモードに対して安定化効果をもつことが解析的に示され、成長するモードに強い指向性を作ると期待される。本発表では、磁気シアを考慮したアークの安定性とその電場や電気伝導度に対する依存性の結果を紹介する。

キーワード: オーロラアーク, フィードバック不安定, 磁気シア

Keywords: auroral arc, feedback instability, magnetic shear