

木星 substorm-like event の発生過程の研究：磁気圏プラズマ密度の評価による内部駆動仮説の検証

Study of occurrence processes of the Jovian substorm-like events: Examination of an internal drive hypothesis

水口 岳宏^{1*}, 三澤 浩昭¹, 土屋 史紀¹, 小原 隆博¹, 笠原 慧²

Takahiro Mizuguchi^{1*}, Hiroaki Misawa¹, Fuminori Tsuchiya¹, Takahiro Obara¹, Satoshi Kasahara²

¹ 東北大学惑星プラズマ・大気研究センター, ² 宇宙航空研究開発機構宇宙科学研究所

¹PPARC, Tohoku University, ²ISAS/JAXA

Galileo 探査機の観測により、木星磁気圏尾部において高エネルギー粒子の動径方向への flow burst や、磁場の南北成分の変化が準周期的に観測された。これらはリコネクションやプラズマシートの引き伸ばしを示唆する現象と考えられ、地球の substorm に似た現象として substorm-like event と呼ばれるようになった。

その駆動メカニズムとしては、速い自転による共回転とイオ起源の重イオン（硫黄、酸素）による遠心力によって磁気圏尾部が引き伸ばされ、リコネクションの発生によるプラズモイドの放出が繰り返されることで準周期性が発生するとする、内的要因によるメカニズムが先行研究 (Kronberg et al., JGR, 2007; Woch et al., GRL, 1998 等) で提唱されている。

本研究では Galileo に搭載された観測機器のうち、プラズマ波動観測機 (PWS)、高エネルギー粒子観測機 (EPD) および磁場観測 (MAG) のデータを用いた解析を行い、磁気圏尾部のプラズマシート内のプラズマ密度に着目し、現象の発生頻度との関係を明らかにすることで、内的要因による駆動説の観測的な検証を目的として研究を行った。

最初に本研究では、PWS で得られたプラズマ周波数から磁気圏尾部での電子密度を求め、substorm-like event の発生頻度との比較を行った。substorm-like event の発生頻度の導出は、Vogt et al. (2010) で示された磁場の南北成分を用いる方法と、nKOM を substorm-like event 発生指標として用いる方法で行った。その結果、substorm-like event の発生頻度と磁気圏尾部での電子密度の間には正の相関が見られ、磁気圏尾部に供給されたプラズマが多いほど substorm-like event が発生しやすくなることを示す結果となった。

次に本研究では Kronberg et al. (2007) で示された手法を用いて磁気圏尾部へのプラズマ供給量の推定を行った。一部の軌道の解析を行った結果、磁気圏尾部へのプラズマ供給量が減少すると、磁気圏尾部での電子密度や substorm-like event の発生頻度も減少するという傾向が見られた。

さらに本研究では substorm-like event の発生頻度の長期変化についての考察を行った。substorm-like event の発生頻度は 1996 年から 1999 年にかけて長期的に減少する傾向が見られた。これに対して、Nozawa et al. (2005) によるイオ・トラスの分光観測ではトラスのプラズマ密度が 1997 年から 2000 年にかけて減少しているという結果が示された。これらのことからトラスのプラズマ量が減少した結果、磁気圏尾部へのプラズマ供給量や磁気圏尾部での電子密度が減少し、substorm-like event の発生頻度が減少したという内部駆動説を支持する結果が示唆された。

さらに、太陽風の影響に関しても考察したところ、太陽風の動圧と substorm-like event の発生頻度の間には高い相関は見られず、太陽風動圧の変動にも substorm-like event の周期に対応するような周期性は確認されなかった。したがって、太陽風のみで substorm-like event の周期性を説明することは出来ないと考えられる。

以上のことから、本研究では substorm-like event の周期性をコントロールする要因として、磁気圏内部からのプラズマ供給による内部駆動説を支持する結果を得た。

キーワード: 木星, 木星磁気圏, 磁気圏ダイナミクス, サブストーム, プラズマ密度, Galileo

Keywords: Jupiter, Jovian magnetosphere, magnetospheric dynamics, substorm, plasma density, Galileo