

Geotail 長期観測に基づく Micro Type III 太陽電波バーストの太陽活動依存性

#加藤 健丸¹⁾, 栗田 怜²⁾, 小嶋 浩嗣²⁾

(¹ 京都大学生存圏, (² 京都大学

Solar Activity Dependence of Micro Type III Solar Radio Bursts Based on Long-term GEOTAIL Observations

#Takemaru Kato¹⁾, Satoshi KURITA²⁾, Hirotsugu KOJIMA²⁾

(¹Research Institute for Sustainable Humanosphere, Kyoto University, (²Kyoto University

This study analyzes long-term observations from the Plasma Wave Instrument (PWI) aboard the GEOTAIL spacecraft to clarify the relationship between Micro Type III solar radio bursts and solar activity. GEOTAIL was launched in July 1992 as a Japan – U.S. joint mission and observed plasma waves in Earth's magnetotail for ~30 years. The PWI/SFA subsystem covers 5.62 Hz – 800 kHz (electric field) and 5.62 Hz – 12.5 kHz (magnetic field) with a temporal resolution of 8 – 64 s.

Previous studies indicate that Micro Type III bursts are a class of solar radio emission that differ from classical type III bursts in typical intensity and occurrence rate. Classical type III bursts are thought to arise when Langmuir waves driven by electron beams near the Sun convert to escaping electromagnetic waves that are then detected near Earth. Whereas classical type III bursts are commonly associated with solar flares, Micro Type III bursts are not; they are believed to result from continuous acceleration processes near active regions, with sources near the edges of closed-field coronal streamers [A. Morioka et al., 2015]

Using GEOTAIL's multi-decadal dataset, we examine variations in occurrence rate and statistical properties across the solar cycle that could not be captured in short-term studies. We first assess instrument noise in detail to verify data reliability over the full mission and to quantify how noise levels vary across years and antenna configurations. We then develop an automated detection pipeline to efficiently identify Micro Type III bursts and to characterize statistical trends such as occurrence rates and intensity distributions. This extends prior event-based analyses to a long-term, systematic evaluation. We further quantify correlations with the international sunspot number and assess spatial associations with active regions. Our results show that Micro Type III activity closely tracks solar-cycle variability, with pronounced changes in occurrence rate at specific activity phases. In this presentation, we report characteristics of the GEOTAIL/PWI dataset and the occurrence properties of Micro Type III bursts revealed by our long-term analysis, and we outline prospects for cycle-by-cycle characterization and for constraining the underlying generation mechanisms.

本研究では、人工衛星 GEOTAIL に搭載されたプラズマ波動観測器によって取得された長期観測データを解析し、Micro Type III 太陽電波バーストと太陽活動の関係を明らかにすることを目的とする。GEOTAIL 衛星は 1992 年 7 月に日本と米国の共同ミッションとして打ち上げられ、30 年間にわたり地球磁気圏尾部のプラズマ波動を観測した。搭載機器の PWI/SFA では電界 5.62 Hz~800 kHz、磁界 5.62 Hz~12.5 kHz の帯域を観測し、時間分解能は 8~64 秒である。

先行研究によると、Micro Type III 太陽電波バーストは太陽を起源とする電波放射の一種で、通常の Type III とは異なる強度、頻度をもつ。通常の Type III は、太陽周辺で発生したラングミュア波が自由空間波へ変換されて地球周辺で観測される現象である。通常の Type III では主にフレアによって引き起こされるのに対し、Micro Type III ではフレアが原因ではなく、はっきりはしていないが活動領域周辺で継続的に起こる加速過程が原因とされており、発生源については閉じた磁力線であるコロナストリーマの端付近で起きているとされている [A. Morioka et al., 2015]。

本研究では、GEOTAIL の長期データ解析により、従来の短期間研究では把握できなかった太陽活動周期に伴う発生頻度や統計的特性の変動を解析した。

解析にあたっては、長期間のデータを用いて、観測器のノイズレベルなどを詳細に評価し、長期間にわたる観測データの信頼性を確認し、ノイズレベルが観測年次、アンテナの種類によってどのように変化するかを明らかにした。その後、自動抽出手法を導入することで、膨大なデータから Micro Type III 太陽電波バーストを効率的に検出し、発生頻度や強度分布などの統計的傾向を明らかにした。これにより、従来の事例解析に留まっていた研究を拡張し、長期的かつ体系的な評価が可能となった。さらに、本研究では抽出した Micro Type III バーストの統計解析を用いて太陽黒点数との相関を確認し、活動領域との対応を示した。その結果、Micro Type III 電波バーストは太陽活動の変動と密接に関連していることが示され、特定の太陽活動段階において放射の発生頻度が顕著に変化する傾向が確認された。本発表では、これまでの長期データ解析から明らかになった Geotail 衛星搭載 PWI のデータの特性や、Micro Type III 電波バーストの出現特性に関して報告する。また、長期間にわたるデータを利用し、太陽活動周期ごとにおける電波放射特性の詳細な評価や、発生メカニズムの解明に向けた研究に関しての展望も加えて議論する。