

# 木星デカメートル電波 S バーストの微細構造に関する研究

## Waveform analysis of Jovian S-bursts

# 柚口 智史[1]; 小野 高幸[2]; 飯島 雅英[3]; 熊本 篤志[4]; 澤田 久仁彦[1]

# Satoshi Yuguchi[1]; Takayuki Ono[2]; Masahide Iizima[3]; Atsushi Kumamoto[4]; Kunihiro Sawada[1]

[1] 東北大・理・地球物理; [2] 東北大・理; [3] 東北大・理・地物; [4] 東北大・理

[1] Geophysics Sci., Tohoku Univ.; [2] Department of Astronomy and Geophysics, Tohoku Univ.; [3] Geophysical Inst., Tohoku Univ.; [4] Tohoku Univ.

<http://stpp1.geophys.tohoku.ac.jp/>

木星電波 S バーストとは、イオ関連電波にのみ見られ、100[msec]の間に数[MHz]に亘って負の周波数ドリフトをする波動現象である。そのミクロな描像として、離散的なスペクトルの集合体となって周波数を変化させる特徴をもつことが知られている。近年、観測及びデータ解析の技術の発達とともにその生波形記録が可能となり、Carr et al. (1999) は波形解析による S バーストの微細構造の発見を報告している。そこでは、S バースト中に更なる微細構造が存在すること、また 1 つの S バーストが、1 [msec]以下の継続時間を有するいくつかの波束-サブパルスにより構成されることが示されている。更に特定の周波数に着目した場合、それらの波束ごとに位相が一定 (phase coherent) となる時間が存在することが報告された。本研究では、この S バーストの微細構造を観測するためのシステムを新たに開発し、それにより得られたデータから微細構造の特徴を明らかにすること、そして S バーストの放射メカニズムを明らかにすることを目的とする。

S バーストの微細構造観測のため、新たに波形 A/D 変換部を開発した。この装置のサンプリング周波数は 5 [MHz]であるが、これは S バーストの微細構造を取得するのに十分な時間分解能である。本研究の解析では、東北大惑星圏観測所飯館局の広帯域デカメートル電波観測装置で得られたデータを使用している。直交した 2 面の半波長対数周期アンテナ (Log Periodic Antenna) によって受信された木星デカメートル電波は、右旋・左旋の各偏波成分に分離された後、0.5 ~ 2.5 [MHz]の帯域幅 2 [MHz]の信号に周波数変換される。1982 年 ~ 1995 年の期間においては V.T.R. (ビデオテープレコーダー) によって、1995 年以降は直接の A/D 変換によるデジタルデータとして記録される方式が採られた。本研究ではさらに、狭帯域のデジタルフィルターを通すことにより、注目する周波数を中心とする幅 100 [kHz]の信号を抽出し、波形解析を実施した。

上記のシステムを用いて 2003 年 3 月 ~ 2004 年 5 月の期間に観測を行った。観測対象はイオ関連電波に絞ったが、結果として S バースト現象は出現しなかった。これは、木星デカメートル電波放射がその期間内に極端に弱かったためと思われる。そのため本研究では、1982 年 5 月 10 日に観測された S バーストの、波形 V.T.R. データを A/D 変換したものを解析した。その結果、Carr et al. (1999) と同様にサブパルスの存在を確認することができた。更に、それらのパルス幅および周波数帯域幅について解析した。

その結果、パルス幅は周波数の減少に伴い小さくなる傾向にあった。これは、第 1 断熱不変量を保存した電子ビームの運動により説明することができる。その場合の電子ビームのピッチ角は 70 ~ 80 °、全エネルギーは 25 ~ 122 [keV]である。また、パルス幅は S バーストのドリフトレートと負の相関を持つことも確かめられた。

サブパルスの周波数帯域幅の解析においては、その帯域幅が約 50 [kHz]であることが明らかになった。ここで木星でのパラメーターを用いると、この幅はサイクロトロンメーザー不安定のメカニズムによる成長率から考えられる帯域幅より狭いものであった。しかし、ビームの厚さの条件を加えることで周波数帯域幅は狭くなり、解析結果に近づくことが示された。

これらの結果を踏まえ、本研究の結論として次のような S バースト放射モデルを提案する。運動論的アルフベン波およびイオンサイクロトロン波との相互作用 (ピッチ角散乱など) によって、イオ衛星近傍に空間スケール約 0.4 ~ 3.0 [km]の高エネルギー (25 ~ 122 [keV]) 電子ビームが生成される。電子ビームは第 1 断熱不変量を保存しながら運動し、木星電離圏のミラー反射点付近において、ピッチ角を制限するような波動と相互作用を行う。この結果、高度 8000 ~ 9000 [km]における電子ビームのピッチ角は 70 ~ 80 °となる。この電子ビームが複数の相互作用領域を通過しつつ電磁波を放射し、各相互作用領域におけるサブパルスの放射によって S バーストが形成される。