

Ray tracing を用いた木星ヘクトメートル電波の放射特性の探査 2

伊藤 智美 [1]; 三澤 浩昭 [1]; 土屋 史紀 [2]; 森岡 昭 [3]; 木村 智樹 [4]

[1] 東北大・理・惑星プラズマ大気; [2] 東北大・理・惑星プラズマ大気; [3] 東北大・理・惑星プラズマ大気; [4] 東北・理・惑星プラズマ大気

Investigations on radiation characteristics of Jovian hectometric radiation by a ray tracing method: 2

Satomi Ito[1]; Hiroaki Misawa[1]; Fuminori Tsuchiya[2]; Akira Morioka[3]; Tomoki Kimura[4]

[1] PPARC, Tohoku Univ.; [2] Planet. Plasma Atmos. Res. Cent., Tohoku Univ.; [3] Planet. Plasma and Atmos. Res. Cent., Tohoku Univ.; [4] Planet. Plasma Atmos. Res. Cent., Tohoku Univ.

We have investigated radiation characteristics of Jovian hectometric radiation (HOM) to reveal the origin, such as radiation conditions and energy sources, using radio wave data simultaneously observed with the Cassini/RPWS and Galileo/PWS and ray-tracing method. We have analyzed occurrence dependence of HOM on Central Meridian Longitude (CML). As a result of the analyses, it is suggested that spectral morphology is similar but peak longitude of the HOM occurrence is clearly different between the two spacecrafts. We made a 3D ray tracing analysis to derive radiation conditions such as source position and direction based on the observed characteristics and geometrical difference of the spacecrafts with respect to Jupiter. In the ray tracing analysis, the VIP4 model is adopted as Jupiter's magnetic field model and the Divine and Garrett model is adopted as the plasma density model. In the initial analysis, we could not find appropriate condition which reproduced the observed occurrence dependence even if various source locations in latitude, longitude and altitude and various initial ray directions are adopted. This infers a possibility that the magnetic field and/or plasma density models are different from Jupiter's actual electromagnetic environment. In order to examine this hypothesis, we have analyzed occurrence dependence of various at the other frequencies and latitudinal occurrence characteristics observed with Ulysses/URAP. In our presentation, we will show results of the analyses precisely and discuss expected origin of HOM.

[序]

木星は磁気圏内に衛星イオの火山活動に起因する巨大なプラズマ源を持ち、また強い磁場を持ちつつ約10時間という高速で自転をしているために、大規模な内部エネルギーを発生している。このエネルギーの発露の一つとして、極域から強力な電波を放射すると考えられている。この電波の中で、周波数が数100 kHz - 数MHz帯にあり、Cyclotron-Maser instability (CMI) により放射されていると考えられる木星ヘクトメートル電波 (HOM) について、その放射起源の観測的実証はなされていない。本研究では Cassini および Galileo の2機の探査機が同時観測した波動データの解析を行い、発生に関わる放射特性を探った。また ray-tracing を行い、観測結果を再現するような条件の絞り込みを行い、HOM の放射起源の解明を試みた。

[観測結果]

本研究では、Cassini 探査機が木星 swing-by のために木星近傍を航行していた2001年1月について、Cassini 探査機と Galileo 探査機により同時観測された HOM について解析を行った。両探査機ともにこの解析期間中は木星近傍 (500R_J 以内) を航行していた。データは Cassini/RPWS と Galileo/PWS で取得されたもので、NASA の Planetary Data System (PDS) で公開されているものを参照した。両データを用いて HOM の出現様相を調べた結果、両探査機で得られたダイナミックスペクトルはよく似ており、出現の CML 依存性については大凡 CML 120 度、280 度付近に出現のピークを示していた。しかし、両探査機で CML のピークの値には明確なずれが生じていることがわかった。

[Ray tracing による放射特性の解析]

上記の観測結果が得られた時、2機の探査機には木星緯度、木星からの距離等、木星に対する位置関係に違いがあった。このことは観測された HOM のスペクトルの類似性と CML のピーク値の差異が HOM の放射源位置・方向を反映した結果であると考えられる。本研究では ray tracing 法を用いて、それらの同定を試みた。ray tracing の初期計算条件としては、周波数 $f=1\text{MHz}$ の HOM を想定し、放射条件に関する従来の研究を参考にして、電磁波モードとしては R-X モード、初期放射位置として $f/f_{R-X}=1.01$ 、 $L=12$ の磁力線上とし、放射の cone half-angle () は free parameter とした。また、磁場モデルは VIP4 モデル (Connerney et al., 1998)、プラズマ密度モデルは Divine and Garrett [1983] を参照した。

今回の解析結果として、上記の放射源の条件の他に、放射源の緯度経度範囲や、放射方向を様々に変化させて計算を行ったが、観測を再現するような条件を見つけるに至っていない。このことは、計算に用いた磁場あるいはプラズマ密度モデルに実際の電磁環境と合致しない点がある可能性をも示唆するが、この確認のため、多周波数での解析や、Ulysses により得られている高緯度での観測結果との比較を行うことで、モデルの妥当性の検討を行っている。

発表ではこれらの結果の詳細とともに、示唆される放射起源について議論を行う。