

## あけぼので観測された $M/Q=2$ イオンサイクロトロンホイッスラの解析 $M/Q=2$ Ion Cyclotron Whistlers Observed by Akebono

松田 昇也<sup>1\*</sup>; 笠原 禎也<sup>1</sup>; 後藤 由貴<sup>1</sup>  
MATSUDA, Shoya<sup>1\*</sup>; KASAHARA, Yoshiya<sup>1</sup>; GOTO, Yoshitaka<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 金沢大学

<sup>1</sup> Kanazawa University

雷放電ホイッスラは地上付近で発生する雷放電に伴って励起される VLF 波動であり、電離層を突き抜けて地球磁気圏内を伝搬するものがあけぼの衛星などの観測によって報告されている。多くの衛星観測による結果から、雷放電ホイッスラは数十 kHz 以下のホイッスラモード (右回り偏波) の波動であることが知られている。一方で、複数のイオンが存在するプラズマ中では、 $H^+$  のサイクロトロン周波数以下でイオンモード (左回り偏波) のプラズマ波動が伝搬可能である。雷放電ホイッスラの低周波成分は、ときに  $H^+$  のサイクロトロン周波数をも下回って伝搬するが、その際にイオンモードのクロスオーバー周波数付近で波動の一部がモード遷移を伴い、左回り偏波のイオンサイクロトロンホイッスラが励起されることがある [1]。イオンモードのクロスオーバー周波数は、プラズマ中のイオン組成によって変動することが知られており、イオンサイクロトロンホイッスラの伝搬の様子を解析することで、伝搬経路上のイオン組成を推定することが可能であると考えられる。

Watanabe et al.[2] は ISIS-2 による観測から、高度 1,360 km 付近に  $M/Q=2$  イオンの存在を示唆するイオンサイクロトロンホイッスラを発見した。彼らはそのイオンを、電離層から供給された  $D^+$  と推測し、deuteron whistler と名付けた。

本研究では、あけぼの衛星の VLF 波動観測装置によって観測された ELF 帯の電磁界波形を詳細解析し、観測史上最も高い、高度 4,500km 付近で観測された " $M/Q=2$  イオンサイクロトロンホイッスラ" を報告する。これらは観測点付近に  $He^{++}$  や  $D^+$  といった  $M/Q=2$  イオンが存在することで、 $H^+$  モードと  $He^+$  モードの二つのイオンモードの間に、新たに  $M/Q=2$  イオンモードが生じたことを示唆するものである。

ELF/VLF 帯のプラズマ波動とプラズマ粒子との相互作用の解明は、2015 年冬に打ち上げが予定されている次期地球内部磁気圏観測衛星 ERG[3] でもサイエンス目標に掲げられており、近年非常に注目されている。また、プラズマ圏内のイオン組成を知ることは、ray tracing などの高度なシミュレーションを行うための事前情報としても非常に重要である。本講演では、 $M/Q=2$  イオンサイクロトロンホイッスラを含む多くの観測例から、あけぼの衛星の軌道がカバーする広域のイオン組成比を導く取り組みについても紹介する。

[1]Gurnett, D. A., S. D. Shawhan, N. M. Brice, and R. L. Smith (1965), Ion cyclotron whistlers, *J. Geophys. Res.*, 70(7), 1665-1688, doi:10.1029/JZ070i007p01665.

[2]Watanabe, S., T. Ondoh (1975), Deuteron whistler and trans-equatorial propagation of the ion cyclotron whistler, *Planet. Space Sci.*, vol. 24, 359-364.

[3]Miyoshi, Y., Ono, T., Takashima, T., Asamura, K., Hirahara, M., Kasaba, Y., Matsuoka, A., Kojima, H., Shiokawa, K., Seki, K., Fujimoto, M., Nagatsuma, T., Cheng, C.Z., Kazama, Y., Kasahara, S., Mitani, T., Matsumoto, H., Higashio, N., Kumamoto, A., Yagitani, S., Kasahara, Y., Ishisaka, K., Blomberg, L., Fujimoto, A., Katoh, Y., Ebihara, Y., Omura, Y., Nose, M., Hori, T., Miyashita, Y., Tanaka, Y.-M. and Segawa, T. (2013) The Energization and Radiation in Geospace (ERG) Project, in *Dynamics of the Earth's Radiation Belts and Inner Magnetosphere* (eds D. Summers, I. R. Mann, D. N. Baker and M. Schulz), American Geophysical Union, Washington, D. C.. doi: 10.1029/2012GM001304

キーワード: イオンサイクロトロンホイッスラ,  $M/Q=2$  イオン, EMIC 波動, あけぼの衛星

Keywords: ion cyclotron whistler,  $M/Q=2$  ion, EMIC wave, Akebono satellite