

あらせ (ERG) で観測されたヘクトメータ線スペクトルの励起源と波動特性

橋本 弘藏 [1]; 熊本 篤志 [2]; 土屋 史紀 [3]; 笠原 禎也 [4]; 三好 由純 [5]; 大塚 雄一 [6]; 新堀 淳樹 [7]; 横山 竜宏 [8]; 長野 勇 [4]; 松岡 彩子 [9]
 [1] 京都大学; [2] 東北大・理・地球物理; [3] 東北大・理・惑星プラズマ大気; [4] 金沢大; [5] 名大 ISEE; [6] 名大宇地研; [7] 名大・宇地研; [8] 京大生存研; [9] JAXA 宇宙研

Sources and Wave Characteristics of Hectometric Line Spectra found by the Arase (ERG) satellite

Kozo Hashimoto[1]; Atsushi Kumamoto[2]; Fuminori Tsuchiya[3]; Yoshiya Kasahara[4]; Yoshizumi Miyoshi[5]; Yuichi Otsuka[6]; Atsuki Shinbori[7]; Tatsuhiro Yokoyama[8]; Isamu Nagano[4]; Ayako Matsuoka[9]
 [1] Kyoto Univ.; [2] Dept. Geophys, Tohoku Univ.; [3] Planet. Plasma Atmos. Res. Cent., Tohoku Univ.; [4] Kanazawa Univ.; [5] ISEE, Nagoya Univ.; [6] ISEE, Nagoya Univ.; [7] ISEE, Nagoya Univ.; [8] RISH, Kyoto Univ.; [9] ISAS/JAXA

We report on the excitation source and wave characteristics of the hectometric line spectra (HLS) in the wavelength range of 100 m observed by the Arase (ERG) satellite. Although HLS is mainly a line spectrum of constant frequency, there are also components whose frequencies fluctuate. In comparison with f_oF_2 , etc., although the medium wave broadcasting wave cannot pass through the ionosphere in the ordinary manner, it is thought that the broadcast waves can penetrate the ionosphere. Therefore, we considered the following mechanism [1].

1. Due to the presence of ionospheric disturbances such as plasma bubbles, the frequency of the broadcasting wave is converted to Z mode in the region equal to the plasma frequency.
2. The Z mode can exist from the L-mode cutoff frequency, which is lower than the plasma frequency, to the upper hybrid resonance frequency.
3. Near the upper hybrid resonance frequency, instabilities at 1.5 times the cyclotron frequency can occur, and amplification of the broadcasting wave and natural excitation are observed.
4. Naturally excited ones fluctuate in frequency, such as continuum and artificially stimulated emissions in the VLF band, but when a broadcast wave exists, the frequencies of the emissions are entrained to that of the broadcasting wave.
5. Due to the existence of ionospheric disturbance, Z mode is converted to L-O mode in the region where the frequency of radio wave is equal to the plasma frequency and propagates in a wide range.

The following observation results were obtained to demonstrate these.

1. HLS waves were observed in the area considered to be inside the plasma bubble.
 2. In the observation by GPS TEC, the density decrease due to a bubble was recognized.
 3. Polarization was observed in some parts of the HLS wave,
 4. When observed with high frequency resolution (1.2 kHz), the frequencies of integer multiples of 9 or 10 of 1 kHz corresponding to those of the medium wave broadcasting waves were confirmed.
 5. Trapped Z-mode waves which fill the whole possible region of the Z mode were confirmed. This is impossible by the upgoing waves only.
 6. Other natural excitations or waves possibly excited by the broadcasting waves were also observed.
- As mentioned above, the mechanism considered so far is being confirmed.

[1] Hashimoto et al., Hectometric Line Spectra found by the Arase (ERG) satellite, SGEPS fall meeting, Nagoya, Japan, 2018,

あらせ (ERG) で観測された波長 100m 台の中波帯の線スペクトル (HLS) の励起源と波動特性について報告する。HLS は、一定周波数の線スペクトルが主だが、周波数が変動する成分も存在する。 f_oF_2 等との比較で、中波の放送波は通常の方法では電離層を抜けられないが、電離層に浸透した放送波が主体であると考えられる。そこで以下の機構と考えた [1]。

1. プラズマバブル等の電離層擾乱の存在により、放送波の周波数がプラズマ周波数に等しい領域で、Z モードに変換される。
2. Z モードは、プラズマ周波数よりも低い L モード遮断周波数から高域ハイブリッド共鳴周波数まで存在出来る。
3. 高域ハイブリッド共鳴周波数近傍では、サイクロトロン周波数の 1.5 倍のインスタビリティが起こり、放送波の増幅や、自然励起による放射が起こる。
4. 自然励起されたものは、continuum や VLF 帯の artificially stimulated emissions のように、周波数が変動するが、放送波が存在する周波数になると、その周波数に引き込まれる。
5. 電離層擾乱の存在により、電波の周波数がプラズマ周波数に等しい領域で、Z モードが L-O モードに変換され広い範囲に伝搬する。

これらを実証する以下のような観測結果が得られた。

1. 赤道プラズマバブル内と考えられる場所で HLS 波動が観測された。

2. GPS TEC による観測でも、バブルと考えられる密度減少が認められた。
 3. HLS 波動の一部で偏波が観測された、
 4. 高周波数分解能 (1.2kHz) で観測したところ、中波放送波に対応する、1kHz の9 または 10 の整数倍の周波数が確認された。
 5. Z モードの存在領域を満たすトラップされた Z モード波動が確認された。下方からの伝搬だけでは不可能である。
 6. 放送波の他の自然励起または放送波で励起された可能性がある波動も観測された。トラップされた波動は、粒子との相互作用を起こす機会が多くなる。
- 以上の様に、これまで考えてきたメカニズムが確認されつつある。

[1] 橋本他, あらせ (ERG) で観測されたヘクトメートル線スペクトル, S001-03, SGEPS 秋学会, 名古屋, 2018.