

惑星電磁波放射における2倍高調波の放射機構—非線形波動波動相互作用の重要性

A nonlinear wave-wave coupling process as a generation mechanism of the second harmonic radiation of the planetary radio emissions

飯島 雅英[1], 大家 寛[2]

Masahide Iizima[1], Hiroshi Oya[2]

[1] 東北大・理・地物, [2] 福井工大・宇宙通信

[1] Geophysical Inst., Tohoku Univ., [2] Space Commu. Fukui Univ.

あけぼの衛星搭載の PWS (プラズマ波動観測装置) は、多数例の地球ヘクトメートル電波 (THR) を観測し、この電磁波放射現象がオーロラキロメートル電波 (AKR) とともに地球が宇宙空間に向けて放射している典型的な惑星電磁波放射現象であることを実証した。特に、その中に見いだされた相互に高調波関係にある discrete な放射成分 (1.7MHz 放射と 3.4MHz 放射) は、その基本波が L-0 mode、2倍高調波が R-X mode の偏波を示すことが判明してきている。一方、オーロラキロメートル電波 (AKR) においても、同様に、その基本波が L-0 mode、2倍の高調波が R-X mode を示す例が存在し (Oya, 1990)、またプラズマ圏中のキロメートル放射においても同様の偏波特性を示唆する観測例があり、この関係は惑星電磁波放射現象における一つの普遍的な特性となっている可能性がある。

このような惑星電磁波放射における、基本波と二倍高調波の偏波特性は、プラズマ中のマイクロ不安定で励起された UHR モードの波動が電磁波にモード変換した結果として理解される。UHR 波がモード変換して電磁波に変換される際、線形モード変換とともに非線形モード変換過程によって、基本波と2倍高調波が形成される。その場合、基本波は線形モード変換により L-0 mode となるとして理解されるが、2倍高調波は、2つの UHR mode 波が正面衝突して非線形モード変換

過程によって発生する。この場合、エネルギー変換率は R-X mode への変換率が L-0 mode への変換率に対して 20dB 以上高くなり、これは観測事実と一致した結果を与えている。このような非線形波動波動相互作用が有効に働くためには、このプロセスがコヒーレントであることが必要であり、そのためには、起源となる UHR モード波の帯域が狭い必要がある。特にオーロラ帯のようなビームプラズマ中においては、UHR モード波は、その伝播過程において波数ベクトルが磁力線に対し垂直方向、すなわちその場の UHR 周波数付近に狭帯域化してエネルギーを自ら集中させる傾向をもち、このことが効率のよい非線形モード変換を起こし強い電磁波放射を生むのに重要である可能性がある。