

木星デカメータ電波放射異変から見るシュ - メーカーレビー第 9 彗星塵の経年変化

Evolution of Cometary Remnant Dusts in the Jovian Space Revealed by Jovian Decameter Radiations

大家 寛[1]

Hiroshi Oya[1]

[1] 福井工大・宇宙通信

[1] Space Commu. Fukui Univ.

1. 序

1994 年 7 月、シュ - メーカーレビー 9 彗星が木星に衝突した。この 2、3 日前から木星電波放射には異常な成分が発生し、特に衝突後は、従来の木星デカメータ電波放射の様相と大幅に変わった。それは、新たに非 Io-B 放射源が出現し、そしてこの放射にはマルチ・コヒーレント性と命名された宇宙塵が原因となる特異な放射電波が含まれていた。しかし、この宇宙塵効果は決して固定したものではなく 9 年間の歳月の後大幅に変化し、2003 年～2004 年の 2 ヶ月間の観測では全くその存在はなく、しかも通常のデカメータ電波放射さえも極端に抑止されるといふ異変を示した。

2. 彗星起源宇宙塵によるマルチ・コヒーレント放射

プラズマ中の宇宙塵は電子が集積し負に帯電すると同時に周辺にイオンが集合する。このイオン群は外部電場に対し移動するため、宇宙塵の集団は一種の金属雲として木星磁気圏中を周回する。その結果、木星磁力線沿に時間空間的に複雑に変動する電場を発生し、それらは荷電粒子加速を起す。デカメータ電波源でこの効果を見ると、結果として多数の電波源が短時間で生成消滅をくり返す一種のカオス状態となる。一方、多数の電波源より放射される電波は、それぞれコヒーレント波で、全く異なる電波源同士が干渉しあう結果、干渉計出力は通常と全く様相が異なる。すなわち、マルチ・コヒーレント放射の放射源が N 個あったとする時、位置 A および B にある干渉計において現れるフリンジ信号 $F(AB)$ は、

$$F(AB) = (A^2 + B^2)^{1/2} \cos(\Phi_{ai} + \Theta_{ij}),$$

ただし、

$$\Theta_{ij} = \arctan(B/A),$$

$$A = \sum_{i \text{ and } j} P(i, j) \cos(\theta_{ij}),$$

$$B = \sum_{i \text{ and } j} P(i, j) \sin(\theta_{ij}),$$

となる。ここで、 $P(i, j)$ は電波源 i と j から到来する電磁波の電界成分の積であり、 θ_{ij} は位相差である。また、 Φ_{ai} は通常のフリンジ位相角で、したがって、 $i=1 \sim N$ 、 $j=1 \sim N$ の電波源がパルス性を持って点滅している時、 θ_{ij} は 0 から 360 度の間をランダムにとって出現する。そのため、フリンジ位相は、円周率を π とするとき $\Phi_{ai} - (\pi/2)$ と $\Phi_{ai} + (\pi/2)$ の範囲でパルス性を持って大きく変動する。したがって、通常のフリンジ $\cos(\Phi_{ai})$ のみ想定する時、木星デカメータ電波とは異なると結論されてきた。

またこの電波放射を Io-phase-CML ダイアグラムに対応させると、Non-Io-A 及び Non-Io-B 電波源に位置しているのが特徴で、1994 年 7 月のシュ - メーカーレビー 彗星の木星衝突以降、木星からは一種のパルサーのように 1 自転でほぼ対称的に 2 回の電波バーストが観測されるようになった。

3. マルチ・コヒーレント放射の経年変化と 2003 年異変

この木星の磁気圏を周回する彗星起源の宇宙塵からのマルチ・コヒーレント放射は、1998 年まではかなりの頻度で観測され続けたが、2000 年以降急速に観測機会が減少し、2002 年では 1 ヶ月間の観測で一度、そして 2003 年では全く観測されなくなった。

このマルチ・コヒーレント放射の観測機会の減少と同時に、木星デカメータ電波放射の 2002 年 11 月～12 月期の観測と 2003 年 12 月～1 月期の観測を比較検討した時、後者でのバーストが弱かつ頻度が減少するといった風にその様相が大幅に変わった。この激減は、Io-A、Io-B 電波源においても認められ、木星デカメータ電波放射の事情に異変が起ったと結論される。

4. 木星デカメータ電波放射抑圧と彗星塵降下

1994 年 7 月、シュ - メーカーレビー 彗星の木星衝突時以来、2002 年まで継続したマルチ・コヒーレント放射とその消滅に同期したように起った木星デカメータ電波の抑圧現象との間に、本研究では関連性を重視し、この原因として彗星塵降下モデルを提唱する。すでに 2000 年頃より兆候が現れていた木星を周回する宇宙塵の減少は木星宇宙空間への拡散が主と考えられてきた。しかし、木星デカメータ電波放射の全貌を変える事態を観測する時、この宇宙塵のかなりの部分はデカメータ電波源レベルまで降下し、したがってデカメータ電波のエネルギー源となる磁気圏での発電効果は不利になる一方、デカメータ電波源での電子サイクロトロン運動をさまざまに妨害する側にまわったと推論される。