

地球周辺空間から木星圏電磁環境へそして深宇宙の観測研究へ  
観測を軸に

惑星電波

Studies on Planetary Radiation in the fields from Jovian Plasma Environment and further  
towards the Plasma Universe

# 大家 寛 [1]

# Hiroshi Oya[1]

[1] 福井工業大・工・宇宙通信工学

[1] Space Communication Engineering, Fukui Univ. of Tech.

## 1. 夜明け

宇宙空間プラズマ研究の出発点を振り返ってみると I G Y の時期と一致している。研究の底流は既にあったとしてもロケット観測や人工衛星観測によって人類史上初めて宇宙空間の直接観測を経験したことが宇宙空間研究の重要な要素であることを象徴している。その点、地上観測の歴史は前に遡るが、地磁気変動や脈動の観測、電離層の電波エコー、そして木星や超新星残骸からの電波放射の研究を通じて、宇宙空間での電磁気学的諸活動への検討が盛んになっているとき宇宙空間の直接観測研究との合流により、真空の空間から進み、プラズマの実態でみたされた空間の概念が確立された。

## 2. 惑星電波研究の本質

オーロラ・キロメートル電波 ( A K R ) の発見を契機に始まった A K R 研究は宇宙電波放射全体に関する概念を大幅に変えることになった。それ以前、確かに電磁波放射に対しチェレンコフ効果として、プラズマの集団的な貢献を理解する道は存在したが、サイクロトロンやシンクロトロン過程としての理解にはコヒーレント過程を重視していなかった。

しかしビームエネルギーの 1 % にも及ぶ高い効率で起こるコヒーレント放射過程が惑星の

非平衡過程であるオーロラ現象と呼応する基本的な電磁波放射の物理として認識されることになった。

これらの視点で新たに検討されると木星デカメータ電波はその規模、そして性格から深宇宙での現象を定量的に記述・理解する重要な点に位置することが明らかになる。即ち木星デカメータ電波放射は基本的に木星のオーロラにより木星電離圏上層部に流入する電子ビームからのコヒーレント放射過程であるが、そのビーム生成の機構とエネルギー源は

1) 太陽風と木星磁気圏の相互作用、2) 木星磁化プラズマ自転効果、そして 3) イオ ほかの衛星との相互作用がある。とくに木星磁化プラズマ自転効果は深宇宙におけるパルサーやブラックホール周辺の電波放射に対し、詳細なモデル、プラズマの諸パラメータの検討、ミクロスコピックな過程と接続した理解の可能性が、リモート観測と平行し直接観測が可能であるという点で重要な研究対象である。

## 3. 木星からパルサーへ

木星デカメータ電波研究からしたがって、深宇宙の電磁波研究に接続されるが、木星の自転にかかわる諸問題は即パラメータを注意深く選べばパルサーの電磁波放射の物理に接続していく。パルサーの場合自転速度が極端に速いため、相対論効果が随所に現れることも注意される必要がある。パルサーの問題にはまた宇宙線起源としての課題もある。逆に木星で自転効果を受けて粒子加速をする実態を詳細に観測することも必要になる。

## 4. そしてさらにブラックホールへ

残された重要な問題はブラック・ホール研究である。従来の天文学ではブラック・ホールに最も近づいた観測は X - 線を用いた 3 倍のシュバルツシルド半径の点となっている。

理論的にここで激しい X - 線放射が期待されるからと説明されている。しかし、1984 を出発点に 1999 年に決定的な成果をみた、ブラック・ホール研究は、逆に極めて低い周波数の電波、即ちデカメータ波帯での観測でブラック・ホールの極限として知られる事象限界を直視することになった。すなわち一般相対論の特異点にせまる重要な基礎研究に関わっている。

観測はデカメータ波帯で銀河中心部から到来する 24 種に達する多く周期を示すパルスを観測したもので、この電波源は銀河中心に、それぞれ対応する周期をもつて自転するブラック・ホール、即ち超巨大 Ker ブラックホールである (1)。しかも明確な周期性を示すことからここは全域で一定自転周期を示すことのできる唯一の特異点となる事象限界の近傍となっている。この研究は我々の銀河から、いま局部銀河系の M 3 1 および M 3 3 を対象に進んでいるが将来さらに遠距離の銀河が対象になり、従来の宇宙分野の概念を書き換えてゆく可能性がある。

## 5 将来への提言

一方、地球上でのデカメータ電波観測はさまざまな人工雑音電波で非常に不利な状況に入っている。また将来はもっと環境が悪化してゆく可能性が否定できない。新しい低周波 ( デカメータ波帯 ) での深宇宙探査は地球をはなれ月面基地が最も適当となろう。わが国の惑星・宇宙電波研究の将来テーマとして、地球周辺空間と木星磁気圏の直接探査に加え、月面基地の低周波電波観測にむけ進んでゆくことを期待してやまない。

(1) Oya, H. and M. Iizima, Cluster of super massive black holes in the central region of our Galaxy observed by decameter wave pulses and #8212;Discovery of 24 super massive black holes and their motions, Tohoku Geophysical Journal, Ser.5 Vol 35 , 1-78 , 1999