

木星デカメートル電波におけるガリレオ衛星群コントロール

Galilean Satellites' Control of Jovian decametric radiation

吹上 千洋[1]; 小野 高幸[2]; 飯島 雅英[3]; 大家 寛[4]

Chihiro Fukiage[1]; Takayuki Ono[2]; Masahide Iizima[3]; Hiroshi Oya[4]

[1] 東北大・理・地球物理; [2] 東北大・理; [3] 東北大・理・地物; [4] 福井工大・宇宙通信

[1] Department of Geophysics, Tohoku University; [2] Department of Astronomy and Geophysics, Tohoku Univ.; [3] Geophysical Inst., Tohoku Univ.; [4] Space Commu. Fukui Univ.

木星は、地球の磁気モーメントの約2万倍もの強い磁場を持ち、なおかつ約10時間の周期で自転する高速回転磁化天体としての性格を有する。木星デカメートル電波(DAM)は、その巨大な磁気圏内に惹起する諸現象の活動度を端的に示している現象であり、1955年の発見以来、地上観測をはじめとする様々な研究の歴史を持つ。DAMの放射は、木星磁気圏の主要なプラズマ源であるイオに強く依存することが古くから知られており、イオがDAMの出現および木星磁気圏活動において、重要な鍵となることは以前から指摘されている。

近年、ハッブル宇宙望遠鏡等による木星オーロラの観測から、イオと同様にエウロパおよびガニメデにも footprint aurora が存在することが確認され、イオ以外のガリレオ衛星(エウロパ、ガニメデ、カリスト)と木星との間の強い電磁気的な繋がりの存在が示唆されている。このことは、イオ以外のガリレオ衛星群もDAMの出現をコントロールする可能性を示唆するものである。

本研究は、イオ以外のガリレオ衛星によるDAMコントロールの存在を実証することを目的とする。東北大学およびNançedil;ay観測所における20年以上にわたる長期DAMデータベースを用いて、この多量のデータからDAMの出現頻度について、従来にない高い確度の統計解析からガリレオ衛星群によるDAMの出現コントロールについて検討した。

その結果、各衛星が単独にコントロールするDAMの存在も見出され、このDAMをSingle-Satellite-DAM(SS-DAM)と新しく分類した。このSS-DAMには、従来から知られているIo-DAMの他に、Europa-A, -B, Ganymede-A, -B, Callisto-Aが存在する。

また、今回の統計解析から、DAMの出現の主要部において、イオ、エウロパ、ガニメデの3衛星の配置に関わる有意なコントロールの存在が見出された。このとき、DAMが出現する、イオ、エウロパ、ガニメデの各位相角は、以下の4式の関係を満たしている。

$$\lambda_{Io} = 2 \lambda_E - 60^\circ \pm 120^\circ + 360^\circ \times k \quad (k \text{ は任意の整数})$$

$$\lambda_{Io} = \lambda_E + \quad ; \quad = 80^\circ, 0^\circ, -60^\circ, -120^\circ, -220^\circ$$

$$\lambda_{Io} = \lambda_G + \quad ; \quad = 30^\circ, -90^\circ, -180^\circ, -270^\circ, -60^\circ$$

$$\lambda_E = \lambda_G + \quad ; \quad = -50^\circ, -90^\circ, -120^\circ, -150^\circ, -200^\circ$$

、 の値は、各衛星間の相対的な位相角を表しており、特に $= 0^\circ$ のときは、イオとエウロパが会合していることは興味深い。これらの関数関係は、1つもしくは複数の衛星が木星磁気圏内のある絶対的な位置にいることが本質的である可能性を示し、さらに、その中で3つの衛星軌道が調和的な配置を取ることで、DAMの出現頻度がコントロールされていることを示唆している。本研究では、これら3衛星の軌道関係に共振する様にして出現するDAMを、Resonance-DAM(R-DAM)と新しく分類した。この3衛星の配置は、数日周期の木星磁気圏のグローバル変動と関連している可能性があり、R-DAMはそのような木星磁気圏の変動の一環として、放射されている可能性がある。

さらに、各ガリレオ衛星位相角にも依存しないDAM成分も存在し、それは従来から知られている木星CMLや太陽風の依存性とともに、Local Time依存性を示し、磁気圏の特定のLocal Timeにエネルギー源が存在する可能性が高いことが示唆された。このDAMは各衛星の位相角に依存しないことから、non-Satellite-DAM(nS-DAM)と分類する。

本研究の結論として、DAMに対して新しい分類を提案する。すなわち、各ガリレオ衛星によって単独にコントロールするSS-DAMと、イオ、エウロパ、ガニメデの3衛星の配置によってコントロールされるR-DAMおよびガリレオ衛星に依存しないnS-DAMがDAM出現の本質である。ここで、各成分の正味の出現頻度の大きさは、それぞれ各衛星のSS-DAM(イオ: 0.43-0.58、エウロパ: 0.05-0.08、ガニメデ: 0.07-0.11、カリスト: 0.05-0.07)、nS-DAM = 0.04-0.10、R-DAM = 0.10-0.43と評価される。

今後、このR-DAMをはじめとする各DAM成分のメカニズムを究明していくことで、木星磁気圏のグローバルな変動現象や磁気圏内における衛星の寄与について、新たな知見を得られることが期待される。