

ひさきを用いた木星放射線帯の科学

北 元

〈東北工業大学 〒981-0933 宮城県仙台市太白区八木山香澄町 35-1〉

e-mail: hajimekita@tohotech.ac.jp



固有磁場を持つ惑星には、高エネルギー粒子が磁場に捕捉された放射線帯が形成される。木星は磁場が強いいため、太陽風の変動に伴う擾乱が放射線帯にどのような影響を与えるかは十分に理解されていなかった。太陽風の影響を解明する鍵は、「ひさき」の観測によって発見された磁気圏の電場変動にある。ひさきの長期観測により、太陽風による磁気圏の圧縮時に衛星イオ軌道付近の電場が増大することがわかり、放射線帯内の粒子の輸送スピードの増加や、空間分布が変化することが示された。放射線帯の粒子の輸送を記述する動径拡散モデルを用いた評価では、太陽風動圧の変動により動径拡散係数が変動し、シンクロトロン放射の年スケールの変動を良く説明できることがわかった。一方、放射線帯の空間分布変動は、電場の変動だけでは説明できず、その他の支配的な要因が存在している可能性が示唆された。

1. 木星放射線帯

木星は太陽系の中で最も大きな惑星であり、地球の2万倍ほどの強い磁気モーメントを持っている。この強力な磁場が太陽風と相互作用することで磁気圏と呼ばれる領域が形成される。この磁気圏内の木星近傍の領域で、高エネルギー粒子が磁場に捕捉されている領域のことを「放射線帯」と呼んでいる。木星放射線帯に捕捉された電子は、太陽風起源の電子が外部磁気圏から動径方向に拡散される (radial diffusion) ことによって放射線帯まで運ばれてきたものである [1, 2]。磁場中を運動する荷電粒子には、式 (1) に示されるような断熱不変量と呼ばれる保存量が存在している。

$$\frac{W_{\perp}}{B} = \text{const} \quad (1)$$

ここで、 $W_{\perp}$ は荷電粒子の磁力線に垂直方向のエネルギーであり、 B は背景の磁場強度である。電子が惑星近傍に輸送されていく過程で、磁場の弱

い領域から強い領域に移動するため、荷電粒子のエネルギーが増加する。このような加速を「断熱加速 (ペータロン加速)」という。加速された電子のエネルギーは数十 MeV にも達すると考えられており、このような苛酷な放射線環境のために放射線帯は探査機等で直接探査することが困難な領域である。一方で、これらの高エネルギー電子はシンクロトロン放射と呼ばれる電磁波を放射しており、電子のエネルギーや磁場といった放射線帯の情報を反映している。木星シンクロトロン放射は地上の電波望遠鏡で観測することができるため、電波観測は放射線帯に働く様々な物理現象を理解する上で重要な手段となっている。図1は典型的なシンクロトロン放射の強度分布を表している。シンクロトロン放射が最も強い領域は、木星中心から $1.5 R_J$ (R_J : 木星半径、71,492 km) 離れた場所に位置している。シンクロトロン放射の全強度は、1 GHz 以下ではおよそ 5 Jy ($\text{Jy} = 10^{-26} \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{Hz}^{-1}$) であり、周波数が高くなる



図1 インドの電波干渉計 GMRT (Giant Metrewave Radio Telescope) を用いて観測した、610 MHz における木星シンクロトロン放射の強度分布。木星本体はこの周波数では映らないため、可視光の画像を重ねている。シンクロトロン放射は磁気赤道領域で強く、高緯度領域にもスポット状の構造を持っている。木星は10時間で自転しているため、シンクロトロン放射も自転に伴って変動する。

ほど強度は減少していく。

放射線帯は磁場を持つ惑星に共通した領域であるため、地球や土星にも存在する。これまでの衛星観測により、地球の放射線帯は太陽風の影響を受けて数日以下の時間スケールで変化することが知られている [3]。一方で、木星放射線帯は磁場が強く、太陽風といった外部からの影響を受けにくいと考えられている。そのため、木星シンクロトロン放射は、その強度変動が安定なものだと考えられていた。しかし、1990年代以降になって木星シンクロトロン放射が数日で変動していることが明らかとなる。磁場が強く安定だと考えられていた木星放射線帯電子の状態が数日で変わる理由はまだ完全には解明されていない。

現在までのところシンクロトロン放射の変動は太陽紫外線の超高層大気加熱が原因であるという説が有力視されており、木星シンクロトロン放射の強度・空間分布は太陽紫外線と相関があることが予想されていた [4]。まず、太陽紫外線加熱により木星電離圏内に電場擾乱が引き起こされ、磁力線を介して放射線帯に電場擾乱が伝わる。その結果、動径方向の輸送が増大し、より多くの電子が内側へと輸送される。これまでの研究から、太陽紫外線強度が増減すると、シンクロトロン放射

の強度も増減することが確認されている [5, 6]。

木星放射線帯は、ひさきの主な観測対象であるイオプラズマトーラス [7] よりも内側に位置しており、一見するとひさきの観測と放射線帯は結びつかないように感じる。しかしながら、イオプラズマトーラス周辺に存在している電場構造が、放射線帯にも影響を及ぼす可能性が、ひさきを用いた研究結果から示唆された。さらに、太陽風が放射線帯にどのような影響を与えるかが明らかとなった。

2. 木星内部磁気圏の電場構造

イオプラズマトーラスの朝夕非対称性

イオプラズマトーラスは、太陽から見たときに、全体が朝側にシフトしている。これは硫黄イオンの光学観測から明らかになった事実である [8]。可視光で観測したときに見られる、イオプラズマトーラス中の垂直方向に広がった領域である「リボン」に着目すると、シフト量は約 $0.14 R_J$ であった。これは、木星の朝から夕方の方の方向に 4 mV/m のような電場が存在することを意味する [9]。その向きから、この電場は「朝夕電場」と呼ばれている。ひさきの空間分解能では、このシフトを直接観測することはできないが、紫外線の発光強度は、その場の電子のエネルギーに依存する。木星の周りを回っている粒子の軌道が朝側にシフトすると、木星に近づく夕方側では磁場が強くなり、前述の「断熱加速」によりエネルギーが上昇する。そのため、発光強度は朝側で暗く夕方側で明るくなり、発光強度の非対称が生まれる。図2はひさきの観測によって得られた、イオプラズマトーラスの発光強度分布を表している。朝側よりも夕方側の方が発光強度が高くなっている様子が確認できる。

朝夕非対称性を生むメカニズム

図3に示すように、木星中間磁気圏 ($20\text{--}30 R_J$ 付近) には、赤道面付近を流れる、円盤状の電流系が存在している。この電流系は、太陽風によっ

て昼側の磁気圏が圧縮されると、昼側で流れる電流量が減少し、昼夜間の非対称が発生する。すると、昼夜の非対称を解消するために、別の電流系が発達する。この電流系は、朝側では磁力線に沿って中間磁気圏から電離圏に入り、夕側では磁力線に沿って電離圏から中間磁気圏に抜ける向きに流れる。この電流系は、地球のオーロラ帯に存

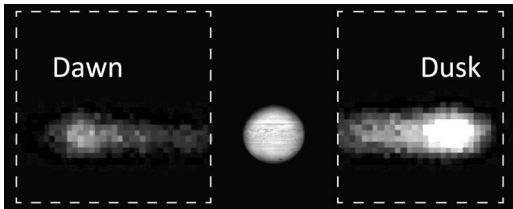


図2 ひさきによって観測された、イオプラズマトーラスのスペクトル画像。二価の硫黄イオン (S^{II}) の 68.0 nm の発光強度を示している。図1と同じように、木星の朝側が左方向、夕側が右方向である。朝夕電場により、朝側の発光は、夕側に比べて暗くなっている [6]。

在している Region-2 電流と呼ばれる電流系と類似しているが、駆動メカニズムは全く異なっている。有限の電気伝導度を持つ電離圏内を電流が流れるため、電離圏内の電流の入口と出口の間にはポテンシャル差が生じる。このポテンシャル差は、電流系が存在する高緯度領域から低緯度に向かって広がっているため、低緯度電離圏と磁力線で繋がっている内部磁気圏にも影響を及ぼす。このポテンシャル差が磁力線を伝って内部磁気圏に投影されると、朝側から夕側に向かうような電場が発生する。この電場により、木星周囲を周回しているプラズマの軌道が変化し、軌道全体が朝側にシフトする。つまり、朝側で木星から遠ざかり、夕側で木星に近付くような軌道へと変化する。すると、断熱加速により、夕側で電子のエネルギーが増大し、朝側でエネルギーが減少するため、イオプラズマトーラスにも発光強度の非対称が生まれるのである。

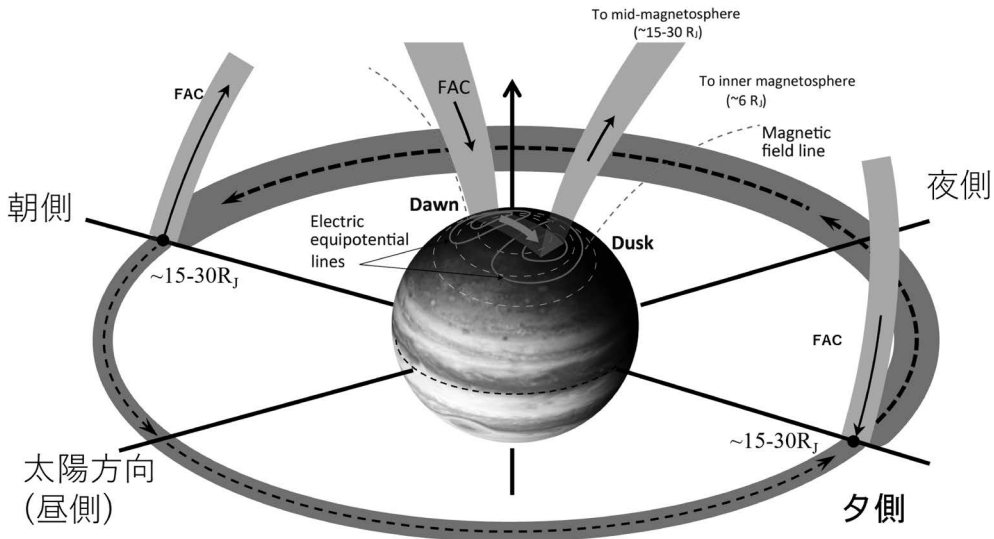


図3 木星中間磁気圏 ($\sim 15\text{--}30 R_J$) に存在している、電流系の模式図 (ノンスケール)。沿磁力線電流 (Field aligned current, FAC) が朝側中間磁気圏から、電離圏を介して夕側磁気圏へと流れる。このとき、電離圏内で電流が流れることで電離圏内にポテンシャル差が生じる。磁気圏と電離圏は磁力線を介して強く結合しており、磁力線上は等ポテンシャルとみなすことができることから、電離圏内のポテンシャル差は磁気圏におけるポテンシャル差となる。このように、中間磁気圏から流出・流入する沿磁力線電流により電離圏内にポテンシャル差が生まれ、発生したポテンシャル差が、磁力線を介してイオ軌道周辺の内部磁気圏 ($\sim 6 R_J$) に投影されることで、イオ軌道周辺に朝夕電場が発生する (文献 [10] より改変)。

朝夕非対称性の短期変動現象

磁気圏前面がより圧縮され、赤道面を流れる電流系の昼夜非対称がより大きくなると、結果として沿磁力線電流の量が増える。つまり、太陽風動圧の増大によって、沿磁力線電流が増え、電離圏に生じるポテンシャル差がさらに大きくなる。すると、イオプラズマトーラスのシフト量も大きくなり、発光強度の朝夕非対称が生じる。そのため、太陽風動圧の変動により朝夕非対称が変化することが予想されていた。文献[8]の観測時も、イオプラズマトーラスの位置が数日で変動していることが報告されている。

そこで、ひさきの長期観測データを用いて、イオプラズマトーラスの朝夕発光強度比がどのように変動するかを調べた[10]。図4(a)は、ひさきが2014年1月に観測した、イオプラズマトーラスの発光強度比を表している。図2に示すような発光分布を波長方向に680–800 nmまで積分し、朝側と夕側の発光強度の比をプロットしたものである。イオが木星の周りを回る影響で、朝夕発光強度比もイオの公転周期(42時間)で周期的に

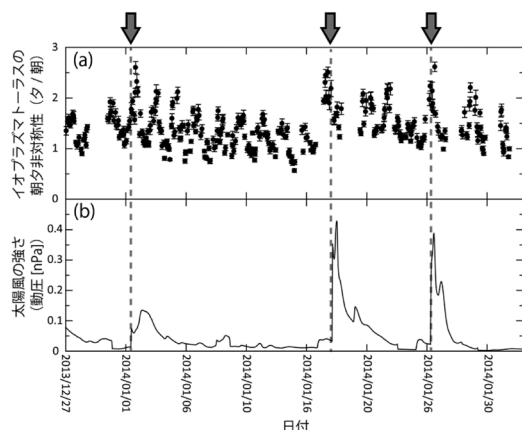


図4 (a)「ひさき」が2014年1月に観測したイオプラズマトーラスにおける朝夕非対称性の時間変化と(b)木星近傍における太陽風動圧の時間変化の様子。矢印で示された日時は、朝夕ピーク比が2.5を超える場所を示しており、太陽風動圧も同じ時間帯に上昇していることがわかる(文献[10]より改変)。

変動している様子が見られる。注目したいのは、発光強度比が突発的に増大している時間帯である。図4の矢印で示された時間帯は、発光強度比のピークが2.5を超えている場所をハイライトしているが、これは太陽風動圧が増大した時間帯に対応していることがわかった。図4(b)は、地球近傍の衛星によって観測された太陽風のデータを用いて、木星近傍の太陽風動圧の変動を見積もったものである[11]。これまでは太陽風は木星の磁気圏内部には影響を及ぼさないと考えられていたが、ひさきの観測により、この定説が覆されることとなった。

この事実は、イオ軌道周辺の電場構造の理解に繋がるだけでなく、放射線帯の変動とも関係している。内部磁気圏で数日の時間スケールの電場変動があるということは、放射線帯粒子が電場擾乱を受け、動径方向の輸送スピードが上昇することを意味するのだ。

電離圏ポテンシャルソルバを用いた定量的理解

ひさきの観測で見つかった朝夕電場変動を定量的に理解するために、文献[12]によって予想された沿磁力線電流が電離圏に流れ込んだ時、イオ周辺での電場強度がどの程度になるか検証する必要がある。そこで、地球の電離圏研究で用いられている、電離圏のポテンシャルソルバ[13]を木星に適応し、木星電離圏内にどのような電場が発生するかについても検証した。電離圏のモデルは、まず、木星で使用されている電離圏の光化学モデルを使用し、イオ周辺での電場強度を調べた(図5)。ひさきの観測から予想される電場強度は4–9 mV/mであったが、このモデルでは100 mV/m以上となることがわかった。そこで、隕石由来のFeやMg原子が、衝突電離・光電離・電荷交換などの過程によって Fe^+ や Mg^+ といったイオンとなり、電子密度を上昇させるというモデルに着目した[14]。隕石起因の金属イオンの効果を取り入れた新たな光化学モデルを構築し[15]、イオ周辺での電場強度を見積もったところ、10–20 mV/mとな

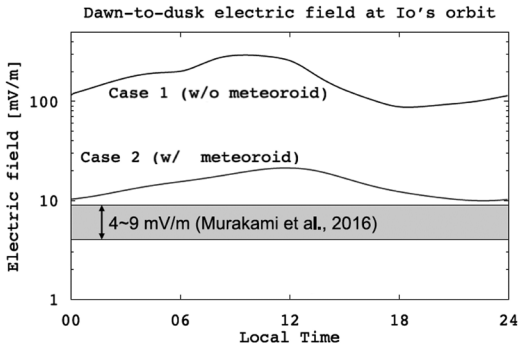


図5 電離圏のポテンシャルソルバを用いた朝夕電場の計算結果。イオ軌道での電場強度を、Local time横軸にプロットしている。隕石起因のイオンが無いケース (w/o meteoroid) と有るケース (w/meteoroid) と比較して、1桁程度電場強度が低下している。文献[7]で予想される電場強度は4~9 mV/mであり、隕石起因のイオンの効果が確認できた(文献[16]より改変)。

り、金属イオンの効果が認められた[16]。さらに、実際に沿磁力線電流量を増やすと電場強度も増すことも再現された。以上のことから、太陽風動圧によって磁気圏前面が圧縮されると沿磁力線電流が増大し、朝夕電場強度が増加する、という一連のシナリオが定量的に評価された。

3. 朝夕電場が放射線帯に与える影響とは

長期変動現象

シンクロトロン放射の年スケールの変動現象については、1970年代からNASAのDeep Space Network (DSN)のアンテナを用いた研究が進められており、2.3 GHzで継続して観測が行われてきた。近年では、Goldstone Apple Valley Radio Telescope (GAVRT)と名前を変えて、退役したDSNのアンテナを用いた観測が継続されている。GAVRTは主に教育用途で使用されており、学生や教師が自分で電波望遠鏡を操作し、NASAの実際のミッションに積極的に参加している。DSNの長年のデータより、木星シンクロトロン放射の強度は太陽風動圧と2年のラグでよい相関がある

ことが示されている[17]。その後もモデルとの比較が行われており、木星の自転軸の傾きの影響についても示唆されている[18]。また、Nançay radio telescopeを用いて1994年から1999年に行った観測では、太陽風の密度や温度といった様々なパラメータとの相関を調べている。1年未満のラグでよい相関がある場合や、600~700日のラグでよい相関がある場合が報告されており、総じて太陽風との関係性が疑われた[19]。太陽風と1~2年で相関が見られたというこれらの結果は、文献[20]で報告された動径拡散係数と矛盾しない。文献[20]の動径拡散係数から想定される電子の輸送スピードを見積もると、外部磁気圏から内部磁気圏に到達するまでの時間スケールは数年となる。つまり、太陽風の変動により、太陽風起源の電子の供給量が変化すると、その影響が外部磁気圏から放射線帯に到達するまでに数年を要することを意味する。

ここで、改めてひさきの観測で明らかになった朝夕電場の変動に着目したい。朝夕電場は太陽風動圧の影響を受けて、数日スケールで変動する。朝夕電場が変動することで、中間磁気圏~内部磁気圏全体が揺すられるため、電子の輸送スピードが上昇する。そこで、放射線帯の粒子の輸送を記述する動径拡散モデルを用いた数値計算を行い、太陽風動圧の変動と放射線帯電子の輸送の関係を調べた[21]。まず、地球周辺で観測された太陽風動圧を基に木星周辺における太陽風動圧を求める[11]。ひさきの結果を用いて太陽風動圧の変動を朝夕電場の変動に変換し、最終的に粒子の輸送スピード(動径拡散係数)の変動に変換する。そして、惑星放射線帯の拡散過程を記述するうえで、広く用いられているFokker-Planck方程式を用いて、拡散係数の変動によって放射線帯電子の分布が変化した際にシンクロトロン放射がどのように変動するか調べた。元々、放射線帯には太陽紫外線の超高層大気加熱による動径拡散が存在しているが[4]、これに加えて太陽風の状態に依存

する新しい拡散係数をモデルに適用し、1971年から2018年初頭までの木星シンクロトン放射の長期変動を再現した。

結果を図6に示す。1994年の局所的な増大は、シューメーカー・レービー第9彗星が木星に衝突した際に生じた増大である。太陽風とは無関係なイベントであるため、比較の際は注意が必要である。これまでに提唱されている拡散係数の値は100倍程度の幅があり、ここでは最も遅い拡散係数を用いて計算したときに、最も相関係数が高くなった。そして、太陽紫外線による動径拡散係数が、これよりも速い場合は、長期変動を再現することができないことがわかった。2015年から2018年のシンクロトン放射の強度変動について、シミュレーションでは増加傾向であったが、その後のGAVRTの結果でも同様の傾向が見られた[22]。さらに文献[23]では、2020年から2022年の観測を追加し、シミュレーションを比較した結果、2018年末から2020年にかけて強度が1 Jy程度減少した様子を、シミュレーションでも再現することができた。以上より、長期変動で見られていた2年のラグタイムの要因は、太陽風動圧が朝夕電場の変動を引き起こし、放射線帯電子の輸送スピードが変調を受けたためだということがわかった。輸送スピードの変動により、外部磁気圏からの電子の供給量が変動する。この変動は外部磁気圏から内部磁気圏に到達するまで、数年を要することから、太陽風動圧とシンクロトン放射の間

には2年のラグが生じていたと考えられる。

短期変動現象

文献[4]のモデルは、シンクロトン放射の空間変動について次のようなシナリオを提唱している：太陽紫外線が熱圏大気の昼側を加熱して昼夜間対流が発生する。昼夜対流により生じる電離圏ダイナモ電場のポテンシャルが朝側と夕側で異なることにより、磁力線を介して電離圏と結ばれた放射線帯粒子の空間分布が変化し、シンクロトン放射の空間分布に朝夕非対称が生じることが予想されている。これまでの研究から太陽紫外線の変動に応答したシンクロトン放射の強度変動が存在することは確認されているが、太陽紫外線がシンクロトン放射の空間分布に与える影響については調べられたことがなかった。そこで、米国の電波干渉計Very Large Array (VLA) で過去に連続観測されたデータを解析し太陽紫外線が木星シンクロトン放射の空間分布に与える影響を調べた[24]。その結果、空間分布の変動は単純に太陽紫外線加熱のみでは説明できず、その他の物理過程の存在が示唆された。

次に、前述の朝夕電場に着目し、朝夕電場の変動によって、シンクロトン放射の朝夕変化が引き起こされるか確認した[25]。放射線帯内部にも、イオ軌道と同様の様な朝夕電場が働いているとすると、イオプラズマトーラスのシフトと同じような断熱加速により、シンクロトン放射の朝夕強度比が変動することが予想される。2014

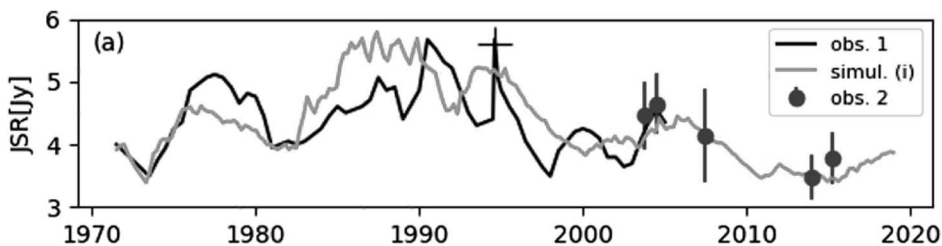


図6 木星シンクロトン放射のシミュレーションと地上観測データをまとめてプロットしたもの。obs.1はDSNで観測されたシンクロトン放射の強度であり、1971年から2005年の間の半年ごとの中央値を表している。obs.2は情報通信研究機構の鹿島宇宙技術センターにある34 m電波望遠鏡で観測されたシンクロトン放射の強度である（文献[20]より改変）。

年に実施された、ハッブル宇宙望遠鏡とひさきの協調観測と、2016年のJuno協調観測のキャンペーン期を利用し、GMRTを用いたシンクロトロン放射の観測を行った。観測周波数は610 MHz (2014年) 及び1.4 GHz (2016年) である。

結果を図7に示す。図7 (a) が2014年に610 MHzで行った観測の結果で、図7 (b) が2016年に1.4 GHzで行った観測の結果である。1.4 GHzの方が周波数が高いため、空間分解能が2倍程度高くなっており、朝夕強度比の変化が大きくなっている。2016年のDOY150–165周辺はイオプラズマトーラスの朝夕強度比とシンクロトロン放射の朝夕強度比の間に相関があるように見えるが、相関係数を求めると、2014年・2016年共に両者に有意な相関は見られなかった。以上のことから、放射線帯の空間変化は、朝夕電場よりも支配的な要因が存在している可能性が示唆された。放射線帯には経度方向にホットスポットのような非一様

構造が生じていることは過去の観測からも明らかとなっており、そういったホットスポットが特定の経度上に生じていたために、朝夕電場の効果がマスクされた可能性は否定できない。

4. まとめと今後の展望

太陽風が木星の内部磁気圏に影響を及ぼさないのではないかというこれまでの見解は、ひさきの観測によりアップデートされることとなった。ひさきの観測によりイオプラズマトーラス周辺の朝夕電場が、太陽風の影響を受けることが明らかとなった。そこから、朝夕電場が放射線帯にも影響すると考え、シンクロトロン放射の長期変化・短期変化に与える影響を調べた。すると、長期変動については太陽風動圧の変動による影響が現れることがあきらかになった。シンクロトロン放射の空間分布は、朝夕電場の影響のみでは説明できないことがわかった。

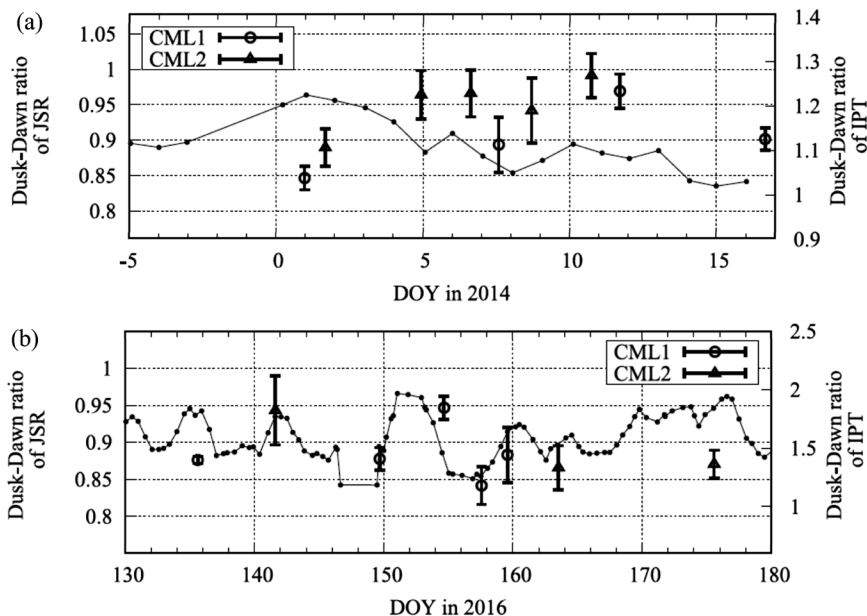


図7 (a) 2014年および(b) 2016年におけるIPT (イオプラズマトーラス) とJSR (木星シンクロトロン放射) の朝夕非対称性の比較結果。それぞれパネルはシンクロトロン放射の夕側から朝側への比率を示している。円と三角形で表されている離散的なデータは、それぞれ二種類の経度 (CML1: 中心経度0–160°, CML2: 中心経度200–360°) で観測されたシンクロトロン放射の強度比を示している。実線でつながれたデータ点は、IPT朝夕強度比の平滑化されたプロファイルである (文献[25]より改変)。

朝夕電場の観測については文献[8]のように光学観測でも調べることができる。文献[26]は、ハワイ・ハレアカラにある東北大学のT60望遠鏡を使用し、ひさきにより観測されたイオプラズマトーラスの朝夕発光強度比と光学観測により求められたイオプラズマトーラスのシフト量の関係を調べたところ、両者の間に相関がみられ、太陽風動圧時にシフト量が増大するという傾向も確認できた。そのため、次のステップとしては、運用が終了したひさきに代わって地上望遠鏡を用いた朝夕シフト量の観測結果を使うのが良いだろう。GMRTは2016年以降にuGMRTとして観測システムが更新され、帯域幅が数百MHz帯に増加し、広帯域での観測が可能となった。使用できる帯域幅が広がることで、より高精細なシンクロトロン放射のイメージングが可能となり、精度のよい朝夕強度比の変化を求めることが可能となるだろう。また、電波干渉計の解析方法についても、電離圏変動の影響を補正するパイプラインが開発され[27]、多くのGMRTのデータで使用されている実績がある。このパイプラインを使用することで、従来の解析よりも、より精度の高いイメージングをすることができる。今後はこういった手法を駆使して本テーマを引き続き追及していきたい。

参考文献

- [1] de Pater, I., & Goertz, C. K., 1990, JGR: Space Physics, 95, 39
- [2] de Pater, I., & Goertz, C. K., 1994, JGR: Space Physics, 99, 2271
- [3] Miyoshi Y., & Kataoka R., 2005, Geophys. Res. Lett., 32, L21105
- [4] Brice, N. M., & McDonough, T. R., 1973, Icarus, 18, 206
- [5] Miyoshi, Y., et al., 1999, Geophys. Res. Lett., 26, 9
- [6] Tsuchiya, F., et al., 2011, JGR: Space Physics, 116, A09202
- [7] 吉岡和夫, 2025, 天文月報, 118, 212
- [8] Schneider, N. M., & Trauger, J. T., 1995, ApJ, 450, 450
- [9] Smyth, W. H., et al., 2011, JGR: Space Physics, 116, A07205
- [10] Murakami, G., et al., 2016, Geophys. Res. Lett., 43, 12308
- [11] Tao, C., et al., 2005, JGR: Space Physics, 110, A11208
- [12] Khurana, K. K., 2001, JGR: Space Physics, 106, 25999
- [13] Nakamizo, A., et al., 2012, J. Geophys. Res., 117, A9, A09231
- [14] Kim, Y. H., et al., 2001, Icarus, 150, 261
- [15] Nakamura, Y., et al., 2022, J. Geophys. Res., 127, e2022JA030312
- [16] Nakamura, Y., et al., 2023, J. Geophys. Res., 128, e2022JA031248
- [17] Bolton, S. J., et al., 1989, JGR: Space Physics, 94, 121
- [18] Hood, L. L., 1993, JGR: Space Physics, 98, 5769
- [19] Galopeau, P. H. M., & Gérard, E., 2001, Planet. Space Sci., 49, 1379
- [20] Birmingham, T., et al., 1974, J. Geophys. Res., 79, 87
- [21] Han, S., et al., 2018, JGR: Space Physics, 123, 9508
- [22] Velusamy, T., et al., 2020, PASP, 132, 104402
- [23] Matuszewska, K., et al., 2022, PASP 134, 084401
- [24] Kita, H., et al. 2013, JGR: Space Physics, 118, 6106
- [25] Kita, H., et al., 2019, ApJ, 872, L24
- [26] Kondo, H., et al., 2024, JGR: Space Physics, 129, e2024JA032840
- [27] Intema H. T., et al., 2009, A&A, 501, 1185

Jupiter's Radiation Belt Science Using Hisaki Satellite

Hajime KITA

Tohoku Institute of Technology, 35-1, Kasumicho, Yagiyama, Taihaku, Sendai, Miyagi 981-0933, Japan.

Abstract: Jupiter's synchrotron radiation is emitted by relativistic electrons trapped in the radiation belt. The intensity and frequency of the synchrotron radiation depend on electron energy, number density, and magnetic field strength. The influence of the solar wind on the radiation belt is not well understood. The key to revealing the solar wind effect is the dawn-dusk electric field found by Hisaki's observation. The observation indicates that the dawn-dusk electric field around Io orbit is enhanced under solar wind compression, implying that radial diffusion increases with the solar wind. We evaluated this idea using the radial diffusion model, which shows good agreement with the long-term variation of the synchrotron radiation between 1971 and 2022. On the other hand, we also try to reveal variations in the brightness distribution of the synchrotron radiation from coordinated observations with Hisaki and the Giant Metrewave Radio Telescope. The dawn-dusk electric field is expected to change the distribution of both the Io plasma torus and the synchrotron radiation. Statistical analysis indicates that synchrotron radiation and Io plasma torus are not significantly correlated.