

イオ起源“高速”ナトリウム原子の放出機構について

The ejection process of Iogenic "fast" sodium atoms

高橋 慎[1], 三澤 浩昭[1], 野澤 宏大[1], 森岡 昭[1], 岡野 章一[2]

Shin Takahashi[1], Hiroaki Misawa[1], Hiromasa Nozawa[1], Akira Morioka[2], Shoichi Okano[3]

[1] 東北大・理・惑星プラズマ大気, [2] 東北大・理

[1] Planet. Plasma and Atmos. Res. Cent., Tohoku Univ., [2] Planet. Plasma and Atmos. Res. Cent., Tohoku Univ., [3] PPARC, Tohoku Univ.

本講演では、イオ起源ナトリウム原子分布について、昨年同時観測を行った、木星の東西 20R_j、500R_j の観測データに加え、昨年12月から今年2月にかけて東北大理学部敷地内で行った東西 50R_j の観測データを用い、イオから放出される“高速”ナトリウム原子の分布を調べ、モデル計算との比較を行うことにより、原子の初速度分布及び放出量の同定、放出機構についての考察を行う。加えて、 $R < 20R_j$ と $R < 500R_j$ の同時観測の比較により、原子放出の時間変動がイオ近傍から木星磁気圏を遙かに越えた遠方までどのように伝わっていくかを議論する。

本研究では、イオから放出される火山性ガスの一成分であるナトリウム原子に着目し、その発光（太陽光の共鳴散乱によるD線発光）の分布を、望遠鏡、CCDカメラ、狭帯域干渉フィルターを用いた可搬型2次元イメージング観測システムにより撮像している。前回までの学会発表では、1997年～1999年にオーストラリア・アリススプリングスで行った、28cm、35cm シュミット・カセグレン式望遠鏡による木星の東西約 20R_j の観測結果から、(1)イオ軌道の外側 20R_j 付近まで広がる発光が帯状の分布（場合によっては波状に曲がりくねった分布）を示す、(2)この帯状分布が木星自転赤道面に対して南北非対称性を有する、(3)この非対称性がイオの磁気経度に対して変動する、という特徴を明らかにした。このような原子分布の南北非対称性に関しては過去の研究においても報告があるが、それらの研究で推定された放出機構を仮定してモデル計算を行った場合、我々の観測結果は再現できないことになり、他の放出機構を考える必要があった。前述の観測結果から導かれる、(1)ナトリウム原子は木星から 20R_j 付近まで木星重力に逆らって到達できる程度の初速度を持つ、(2)原子分布の南北への傾きは磁気経度に依存する、という事実をもとに、本研究では放出機構として共回転するナトリウムイオンの中性化（電荷交換反応）を考えた。この場合、放出される初速度は、中性化する前のプラズマ流の bulk 速度、及びプラズマの熱速度の和になり、帯状分布の曲がり方の度合い、帯の幅がそれぞれ bulk 速度の大きさ、熱速度の大きさに依存することになると考えてよい。我々のモデル計算では、bulk 速度をローカルな磁場の垂直方向（ $E \times B$ 方向）に取り、大きさを 40～57km/sec（イオに固定した系における値。この系での共回転速度が 57km/sec となる）とし、また、熱速度の磁場に垂直な方向の成分を 60eV、平行方向成分を 10eV と、プラズマの温度異方性を仮定した結果、観測結果に見られる帯状分布、及び南北非対称性の時間変動をほぼ再現できた。

一方、我々のグループでは、昨年行われた木星の東西 20R_j の観測と同時に、口径 58mm のカメラレンズによる木星の東西 500R_j にわたる広域観測も行われている。この観測結果と、前述のモデル計算のパラメーターをそのまま用いたモデル計算結果を比較したところ、分布の様子がよく一致する結果は得られなかった。従って、原子放出の初期条件の決定にはなお検討が必要であることになる。

本講演では、前述の東西 20R_j、500R_j の観測データに加え、昨年12月から今年2月にかけて東北大理学部敷地内で行った、20cm シュミット・カセグレン式望遠鏡による木星の東西 50R_j の観測データを用い、イオから放出される“高速”ナトリウム原子の分布を調べ、モデル計算との比較を行うことにより、原子の初速度分布及び放出量の同定、放出機構についての考察を行う。加えて、昨年のアリススプリングスでの観測において得られた 20R_j と 500R_j の2種類の視野での同時観測の比較により、原子放出の時間変動がイオ近傍から木星磁気圏を遙かに越えた遠方までどのように伝わっていくかを議論する。