

木星の近赤外 H_3^+ オーロラの撮像観測

木星の H_3^+ イオン放射によって近赤外域 (3-4 μm) で発光するオーロラの撮像観測が相次いで行われ、Nature 誌に発表された。これまで木星のオーロラは惑星探査機 Voyager によって発見され、国際紫外線探査衛星 (IUE) や 7.8 μm の赤外線によっても観測されてきた。今回観測されたものは、それらとは構造が異なり、強い放射の出ている領域 (ホットスポット) にも相関が得られず、異ったメカニズムに起因するものと考えられる。

木星のオーロラは惑星探査機 Voyager の可視域の撮像および紫外線観測によって発見された (Broadfoot 他, 1979)。その後国際紫外線探査衛星 (IUE) によって継続的に観測されてきた (Clarke 他, 1980)。また、7.8 μm の赤外観測によってもその存在が確認された (Caldwell 他, 1980)。紫外線オーロラは水素分子が磁気圏から降り注ぐ荷電粒子によってイオン化して発光しているもので、また 7.8 μm オーロラは高層大気中のメタンと関連するものと考えられている。これらに対して今回観測されたオーロラは波長が 3-4 μm の領域で、 H_3^+ の放射である。 H_3^+ はイオン化した水素分子が水素原子や水素分子と反応して生成されるものである。

木星のオーロラの近赤外撮像観測は、Kim 他 (1991) と Baron 他 (1991) によって 1991 年前半に共にハワイのマウナケア山頂の NASA/IRTF に赤外カメラ ProtoCAM (62×58 pixels) を装着して行われた。図 1 が Baron たち観測した H_3^+ オーロラの最初のイメージである。このイメージは複数のイメージから木星全体をカバーするように合成したものである。波長は H_3^+ の強い輝線のあ



図1 3.40 μm の木星の H_3^+ オーロラのイメージ。南北両極付近にオーロラが輝いている。木星本体からの連続光は成層圏のメタンによって吸収されて暗くなっている。(Baron 他, Nature 353, p539 FIG. 1 より)

る 3.40 μm であり、またちょうど木星大気圏のメタンによる吸収が強い領域でもあり、本体からの連続光 (太陽光の散乱光および熱放射) が吸収されてほとんど見えなくなっている。そのため南北両極のオーロラのコントラストが高くなって見やすくなっている。

一方 Kim たちはより多くの波長で撮像を行なった。図 2 は彼らが 6 つの波長で観測したものを並べたもので、波長は左上から順に 4.14 (a), 3.99 (b), 3.85 (c), 3.67 (d), 3.58 (e), 3.53 μm (f) である (バンド幅は約 0.08 μm)。図 3 はこれらの観測とほぼ同時刻にやはり同じマウナケアにあるカナダ・フランス・ハワイ望遠鏡 (CFHT) にフーリエ変換分光器 (FTS) を用いて観測したスペクトルである。図の上側に○印または*印で撮像の行われた波長が記されている。図の下側がスペクトルでいくつか見られる輝線が H_3^+ によるものである。図の上段の実線はこのスペクトルを CVF フィルタのバンド幅でスムージングしたものである。破線は H_3^+ の輝線を取り除いてからスムージングしたものである。これより 3.99 と 3.53 μm がオーロラ光と連続光のコントラストが最も高いことがわかる。また、この 2 つの波長のオーロラのイメージで周辺増光が見られることから光学的に薄く、高々度の現象であろうと考えられる。し

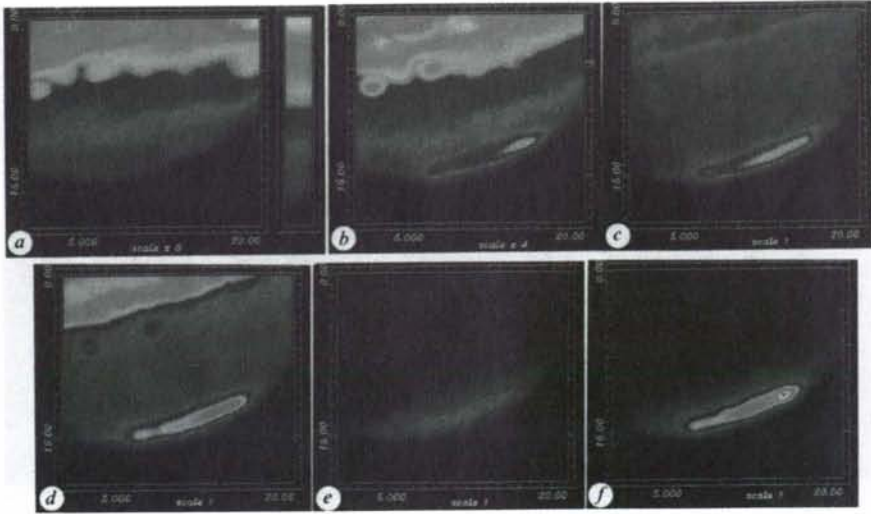
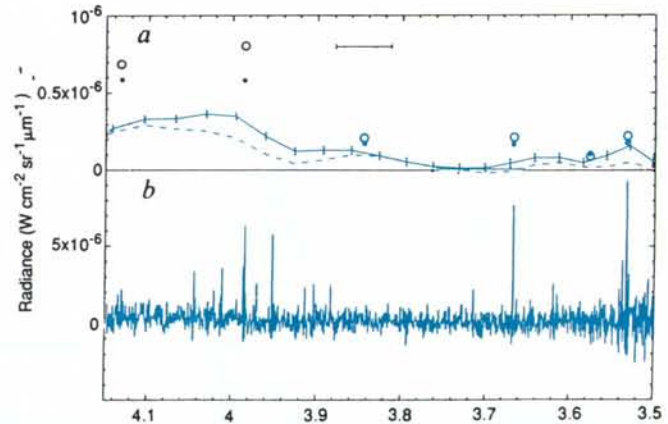


図2 波長を変えて観測した H α オーロラ。波長はそれぞれ4.14(a), 3.99(b), 3.85(c), 3.67(d), 3.58(e), 3.53 μ m (f)。(Kim 他, Nature 353, p537 FIG. 1 より)

図3 H α オーロラのスペクトル。図の下側が観測されたスペクトルで、上側がそれをCVFフィルタのバンド幅でスムージングしたもの。実線がそのままスムージングしたもので、破線がH α の輝線を取り除いた後にスムージングしたもの。図中の○印、*印は図2の観測波長を示している。(Kim 他, Nature 353, p537 FIG. 2 の a, b より)



しかし、これらのイメージでは完全には連続光を分離できず、極域のヘイズからの散乱光やメタンバンドからの放射も混ざっていると考えられる。

これら近赤外オーロラの形状に注目すると特に放射の強い領域（ホットスポット）が存在する。このホットスポットは時間順に観測されたイメージから自転によって移動していることがわかる。

IUE による紫外線観測や赤外の7.8 μ mでも同様なホットスポットが観測されているが、それらは木星の電波源を基準とした経度（3系）で北極のものは180度付近にほぼ固定している。今回観測されたH α のホットスポットはそれとは一致し

なかった。南極にも同様にホットスポットが存在するが、北極ほど顕著ではない。Baron たちや Kim たちの両方とも、これらのホットスポットが紫外線や7.8 μ mのホットスポットと一致しないと結論している。

また、Baron たちによれば紫外線と7.8 μ mのオーロラは北緯60度と南緯70度に集中しているが、H α オーロラは緯度60度以上の極全域に広がっている。さらに Baron たちによるとこのH α 放射の強度がわずか1時間の間に25%も弱くなっているのが観測されている。これはこれまで観測されたタイムスケールよりもずいぶん短いもので

ある。また3日間の間でも放射強度の変化が見られた。

以上、近赤外の $H\alpha$ のオーロラはこれまでの紫外線や $7.8\mu\text{m}$ で観測されてきたオーロラとは異なったメカニズムによって制御されたものであると考えられる。また木星の $H\alpha$ オーロラは発見されたばかりであり、その構造やメカニズムはよくわかっていない。今後の観測とモデルに期待したい。

長谷川 均 (アステック)

参 考 文 献

- Broadfoot, A. L. et al. (1979) Science 204, 979
 Caldwell, J., Tokunaga, A. T. & Gillet, F. C. (1980) Icarus 41,667.
 Clarke, J. T. et al. (1980) Astrophys. J. 241, L179
 Kim, S. J. et al. (1991) Nature 353, 536.
 Baron, R. et al. (1991) Nature 353, 539.

☆

☆

☆

☆

γ 線バーストはどこから！ Origin of Gamma-Ray Bursts

英文雑誌 Nature の 1 月 9 日号で発表された GRO 衛星の結果を知っていますか？ 読んだ人はずいぶんと驚いたにちがいない。そして γ 線バーストの起源に深い疑問を持ったのではないだろうか？ γ 線バーストは本当にどこからやってくるの？ この疑問に「ぎんが」衛星と GRO 衛星の結果を交えて、判っている範囲でせまってみよう。

1. 「ぎんが」衛星の成果と中性子星

γ 線バーストの特徴は高いエネルギーの光子と強いフラックスである。数 100 MeV (10^8 電子ボルト) の γ 線光子も確認されるし、 $10^{-4}\text{ergcm}^{-2}\text{sec}^{-1}$ のフラックスもしばしばである¹⁾。また極端に速い変動も特徴で、GRO ではついに 0.1 ミリ秒の変動も確認され、これだけでも発生領域の大きさは 30 km 以下に制限される。他方「ぎんが」衛星で受けた γ 線バーストの中に 3 件のサイクロトロン共鳴散乱現象が確認された²⁾。サイクロトロン共鳴とは強磁場中の電子の散乱現象で、基本波のエネルギーから約 10^{12} ガウスの強い磁場の存在を示していた (サイクロトロン共鳴の詳細は天文月報 90 年 2 月号の記事を参照して下さい)。現在では「ぎんが」以外でもソ連の Venera 衛星、ソ仏共同の Phobos 衛星、HEAO 衛星の昔のデータにもサイクロトロン共鳴の存在は確認されている。約 10^{12} ガウスもの強い磁場の存在と 30 km しか許さない大きさは中性子星説の強い基礎となっている。しかし γ 線バースト源は、実際に中性子星とは光や電波では同定されておらず、その距離も分布も分かっていない。このような場合にせま