

要旨

木星は巨大な磁気圏を持ち、その極域にはオーロラ発光が存在する。オーロラ発光は木星の磁気圏活動の様子を反映しているため、磁気圏ダイナミクスを理解する上で重要な手がかりとなっている。

木星オーロラは、主にメインオーバルと衛星フットプリントオーロラ、**polar emission** の3種類から構成されている。紫外域のオーロラ発光強度は、木星が安定したプラズマソースと大きな磁気圏を持つために、地球と比べ安定した変動を示すことや、太陽風とある程度の相関を示すことが分かっている。一方で、発光領域を“メインオーバル領域”とそれよりも“高緯度領域”、“低緯度領域”の3領域に分けると、各領域の発光強度は相関を持たず、それぞれ発光プロセスが異なることが示唆されている。この中で、メインオーバルとイオフットプリント軌道間の領域で定義される低緯度領域には、明るいパッチ状のオーロラや、メインオーバルからイオフットプリント軌道付近まで伸びた **extended** オーロラが主に昼過ぎのローカルタイムで見られることがある。この領域のオーロラ活動は内部～中間磁気圏の活動を反映していると考えられるが、どのような磁気圏活動が低緯度オーロラ発光に寄与しているかについての研究は十分になされていない。そこで、本研究はこれらの発光に注目し、まずその変動の特性を明らかにすること、そして低緯度オーロラの出現要因並びに内部～中間磁気圏の活動様相を明らかにすることを目的として実施された。

本研究では、ハッブル宇宙望遠鏡 (HST) に搭載された **Advanced Camera for Surveys / Solar Blind Camera** によって撮像された北半球の紫外オーロラ画像と、**InfraRed Telescope Facility (IRTF)** に搭載された **NSFCAM** によって撮像された北半球の赤外オーロラ画像を用い、以下に示す解析を行った。

HST : 2007 年に行われた木星オーロラのキャンペーン観測により取得されたデータを用いて、低緯度オーロラが出現する日を同定し、その発光強度分布と変動を調べた。

IRTF : 1995-2004 年にかけて 57 日間行われた観測により取得されたデータを用いて、低緯度オーロラが出現する日を同定し、その発光強度分布を調べた。

HST のデータから、**extended** オーロラ 2 例とパッチ状オーロラ 3 例が確認された。これらの低緯度オーロラは時間の経過に伴いシステム III 経度の正方向、すなわち共回転から遅れる方向へ、発光域が数十時間にわたり移動する様相がみられ、特に **extended** オーロラはその特徴が判然としていた。その移動速度を **VIPAL** モデル

とカレントシートモデルを用いて計算した結果、共回転速度に対する割合は、**extended** オーロラは~9%、パッチ状オーロラは~2%となった。低緯度オーロラが共回転から遅れる要因として、発光に寄与する電子が共回転から遅れて運動している可能性があるため、以下に示す2つの候補について検証を行った。

1. 磁場ドリフト運動

オーロラ発光域に磁力線を介してつながる磁気圏赤道域の電子のピッチ角は磁力線垂直方向成分の卓越が知られることから、**grad B** ドリフトと **curvature** ドリフトが考えられる。電子にオーロラ発光に関わる典型的なエネルギー50keVを与え、エウロパ公転軌道 ($L=9.38$) とガニメデ公転軌道 ($L=14.97$) におけるドリフト速度を計算した。結果、ドリフト速度の共回転速度に対する割合は、それぞれ0.36%、0.57%と見積もられた。これはオーロラ観測の結果と比べて小さく、ドリフト運動が主因である可能性は低いと考えられる。

2. 対象域の木星磁気圏のプラズマ固有の共回転からの遅れ

探査機 **Voyager 1** や **Galileo** の観測から、木星内部~中間磁気圏における低エネルギーイオンのバルク速度は共回転速度と比べて、イオ公転軌道 ($L=5.9$) からメインオーバル ($L\sim 20$) の領域で数~十数%ほど遅いことが示されており、オーロラ発光に関わる高エネルギーの電子についても同様の遅延が想定される。この値は特に **extended** オーロラの観測値に近い値であることから、遅れの要因として可能性が高いと考えられる。一方、パッチ状オーロラについては、見かけの遅延が得られた可能性も除外できないため、今後のさらなる観測研究により、その特徴と成因を検証してゆく必要がある。

本研究ではさらに、低緯度オーロラの出現要因を調べるため、出現した日における諸現象との関係を探った。先行研究では、低緯度領域で見られるパッチ状のオーロラ発光とインジェクションの対応が1例紹介されている。本研究で扱った低緯度オーロラについても、インジェクションあるいはインジェクションの出現と相関を持つとされるガリレオ衛星の位置や太陽風、**nKOM** との対応を検証した。しかし、インジェクションについては木星磁気圏内電子のデータ欠損により相互の直接的な関係を調べることができず、またそれ以外の現象についてはいずれも対応が確認されなかった。本研究で扱った低緯度オーロラは数日程度の継続時間を持っていたが、典型的なインジェクションの継続時間は高々12時間程度であると報告されており、その点においてインジェクションとの関連性は低い可能性がある。以上より本研究では、先行研究とは異なるコンポーネントの低緯度オーロラを同定した可能性があり、その出現要因も将来の観測・解析における課題となる。