

オーロラ・サブストームに関する 新しいメカニズムの提唱

京都大学 生存圏研究所 准教授

海老原 祐輔

(お問い合わせ先) E-MAIL: ebihara@rish.kyoto-u.ac.jp



研究の背景

ぼんやりと光るカーテン状のオーロラの一部が急に明るくなり、まばゆいばかりの明るいオーロラが極域の夜空を覆うことがあります(図1)。オーロラ・ブレイクアップと呼ばれる現象で、強い電流が宇宙空間に向かって上向きに流れるとともに、大量の電子が宇宙空間から超高層大気に降り注いでいます。電流はなぜ急に強まるのでしょうか。電流を流すために必要なダイナモ(発電機)はどこにあるのでしょうか。オーロラ・ブレイクアップを含む一連の擾乱であるオーロラ・サブストームは宇宙空間物理学における最大の謎の1つとなっています。

研究の成果

田中高史九州大学名誉教授が開発した、大規模グローバル電磁流体シミュレーションの計算結果を図2に示します。オーロラ・オーバルの一端から明るいオーロラが拡大するというオーロラ・ブレイクアップの特徴をよく再現していることがわかります。計算結果を詳しく調べてみると、電流系は図3のようになっていることがわかりました。

太陽に起源を持つ惑星間空間磁場が南を向くと北極と南極の上空約10万キロメートル付近にダイナモ1が現れ、磁気圏対流が強まります。やがて地球の磁力線が夜側で繋ぎ替わり、電気を帯びた粒子(プラズマ)が一斉に動き始めます。すると地球近くにダイナモ2が現れ、ダイナモ2で生じた強い電流が地球に繋がるとオーロラは急に明るくなります。明るいオーロラの中ではジェット電流が流れはじめますが、その端では行き場を失って電気が余ります。余った電気を放出しようとプラズマが動き、上向きの電流をさらに強めます。これがダイナモ3に対応し、拡大する明るいオーロラの原因になります。

3つのダイナモと連携しながら発達する電流系や、太陽風から超高層大気に至るエネルギーの流れなど、観測による帰納的アプローチでは得がたいサブストームの姿がシミュレーションによって見えてきました。

今後の展望

「放射線帯」と呼ばれる地球を取り囲む高エネルギーの粒子群があり、その消失と再生の過程はまだよくわかっていません。放射線帯の消長にサブストームが大きく関わっているとの指摘があり、本研究によって見えて



図1 南極昭和基地の全天カメラが撮影したオーロラ・ブレイクアップ(国立極地研究所提供)

きた太陽-地球系システムの一部として放射線帯をとらえるべく研究を進めています。また、磁気嵐をはじめ宇宙空間で起こる多様な複雑な現象を包括的に理解できる可能性があり、今後は観測との比較研究を重点的に展開してゆきます。

関連する科研費

2015-2018年度 基盤研究(B)「非線形波動粒子相互作用・非拡散的粒子輸送に基づく地球放射線帯グローバル変動の研究」

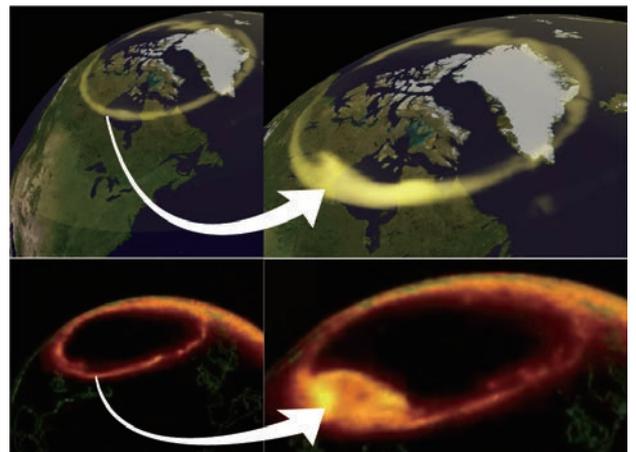


図2 シミュレーションで再現したオーロラ・ブレイクアップ(上)と人工衛星が観測したオーロラ・ブレイクアップ(下)

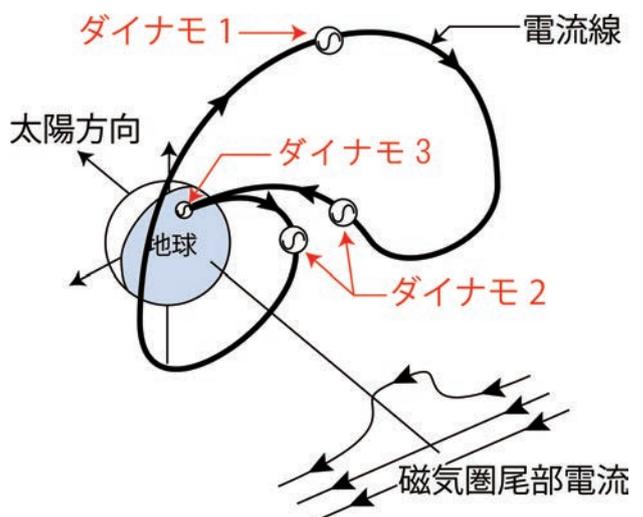


図3 提唱したオーロラ・ブレイクアップ時の電流系