

地球科学輻合ゼミ レポート 4/23 (水)

テーマ：昼間のオーロラ観測から探る太陽風・磁気圏相互作用

講演者：田口 聡 教授

(京大・理・地惑・地球物理・太陽惑星系電磁気学)

報告者：小野 温 (地惑・地球物理・修士1回)

オーロラとは地球の磁場が広がる大きな空間の一部で生じている現象であり、その発生には多くの物理プロセスが関係している。今回の講演の昼間のオーロラとは、北極域の冬至周辺（または南極域の夏至周辺）の極夜に昼でも暗くなるために地上から見えるオーロラのことである。

オーロラの光る直接的な原因は、大気を構成する原子が励起状態から基底状態に戻る際の電磁波（光）の放射である。励起状態を生み出しているのは、大気に衝突する高速の粒子（主に電子）である。この粒子の起源は太陽である。太陽からは太陽風としてそのような粒子が常に出ており、その粒子は地球に近づくと、地球磁場によりローレンツ力を受けて軌道を曲げられる。その結果、地球磁場の壁とも言うべきマグネトポーズが形成される（図1）。この壁のため、太陽風のほとんどの粒子はマグネトポーズの内側にまで侵入することはできない。しかし、一部の粒子は、磁気リコネクション(図2)と呼ばれる、太陽風の磁力線と地球の磁力線の繋ぎ替えプロセスを通じてマグネトポーズの内側に入ることができる。入った粒子は、地球の磁力線を中心にした円を描きながら高度を下げていくが、次第に磁場が強くなるため、ほとんどの粒子は運動している途中で平行速度がゼロになり地球近くまでたどり着けない。しかし、ピッチ角の条件に合うごくわずかな粒子だけは地球の大気密度の濃いところまで届き、酸素原子などに衝突し原子を電離させることができる。この衝突を繰り返すことにより、高速粒子自身もエネルギーを失うため、一定のエネルギーを下回ると原子を電離させられなくなり、励起状態がつくられる。これがオーロラの源になる。

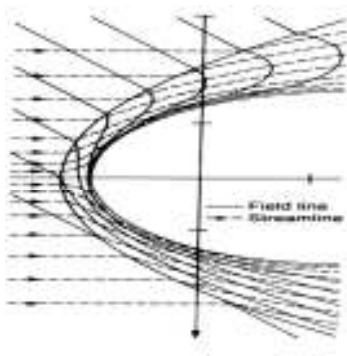


図1：北極の上空から見たマグネトポーズ  
(実線は太陽風磁場、点線は太陽風)

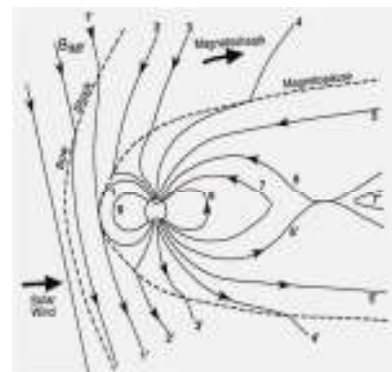


図2：マグネトポーズでの磁気リコネクション

昼間のオーロラを観測するのに適した場所は北極域のスバル諸島である。その島のロングイヤービエンという町の山の上にて、2011年より電気通信大学の研究者と共同で高感度全天撮像装置(図3)を用いた観測を続けている。赤色の630nmを中心とした狭い波長域の光を主に調べている。通常、取得した生データを地磁気座標の球面に投影して解析する。これまでの解析により、メソスケールのリコネクションが異なった場所で連発していると解釈できる昼間のオーロラ現象が見えてきている。これは、磁気圏を飛ぶ人工衛星観測からは知ることができない特性である。現在は昼間のオーロラに焦点をあてているが、今後は研究対象を広げていく。



図3：高感度全天撮像観測装置

オーロラの発光は、様々な過程の結果としてはじめて私たちの目に見えるものとなっている。関わっているメカニズムは思っていた以上に複雑であった。また、一度はオーロラを見たいと思っていたので今後オーロラの研究がさらに進歩し、将来は天気予報のようにオーロラ予報が高い精度で実現化されることを期待している。