

木星型惑星のオーロラ・熱圏・電離圏構造と極域電離圏イオンの流出

Aurora of outer planets and ion outflow from the polar ionosphere

渡部 重十[1]

Shigeto Watanabe[1]

[1] 北大・理・地球惑星

[1] Earth and Planetary Sci., Hokkaido Univ.

観測データがない冥王星を除いた木星型惑星に惑星オーロラの存在が確認されている。惑星にオーロラが存在することは、その惑星は固有磁場を持ち、大気と電離圏・磁気圏が存在し、太陽風と強く相互作用していることを示している。惑星オーロラ発生領域に大きなエネルギーが注入され大気は強く加熱されている。この加熱は大気重力波を発生し他の領域へと伝播しているはずである。大気の加熱はオーロラ粒子による直接的な加熱だけでなくジュール加熱やプラズマ波動による熱圏大気・電離圏プラズマの加熱も存在しているはずである。これらの加熱は大気や電離圏イオンを惑星から散逸させるに十分なエネルギーを与えているかもしれない。

観測データがない冥王星を除いた木星型惑星に惑星オーロラの存在が確認されている。惑星電離圏・磁気圏プラズマから放射される惑星電波の地上観測は、木星・土星などの外惑星に惑星オーロラが存在していることを示唆していた。この発見は、外惑星は固有の磁場を所有しているだけでなく、惑星に大気圏・電離圏・磁気圏が存在し、かつ太陽風と強く相互作用していることを示している。1970年代以降のパイオニア・ボエージャ・ガリレオ探査機による惑星近傍での大気・プラズマ・電磁場の観測は、外惑星は固有の磁場を持ち電離圏・磁気圏が存在していること、さらに、惑星オーロラも存在することを再確認・発見した。また、最近ではハッブル望遠鏡によって紫外線領域で惑星オーロラ画像を得ている。

ガリレオ探査機による木星大気観測は木星の熱圏温度が異常に高いことを示していた。太陽紫外線(EUV)を熱源としただけでは、観測した熱圏温度を説明できず、下層大気からの重力波や電離圏・磁気圏で加速された電子による加熱が原因と考えられている。同様の現象は土星の熱圏にも存在することをボエージャ探査機は明らかにした。しかし、外惑星の熱圏大気加熱の詳細な物理過程は理解されていない。

惑星オーロラの存在は、オーロラ発生領域に大きなエネルギーが注入され大気は強く加熱されていることを示唆している。この加熱は大気重力波を発生し、重力波は他の領域へと伝播しているはずである。大気の加熱はオーロラ粒子による直接的な加熱だけでなくジュール加熱やプラズマ波動による熱圏大気・電離圏プラズマの加熱も存在しているはずである。これらの加熱は大気や電離圏イオンを惑星から散逸させるに十分なエネルギーを与えているかもしれない。この点について、いくつかの論文が発表されている。興味あるアイデアは、惑星の磁力線が磁気圏や惑星間空間に広がっているような極域電離圏ではマイナーイオンは地球に存在するポーラーウィンドと同様のメカニズムで惑星から流出することが可能である。惑星オーロラに伴う沿磁力線電場によって電離圏イオンは磁気圏・惑星間空間へと加速される、ということである。実際、惑星オーロラの光学観測から、ドップラーシフトしたオーロラ光を検出しており、その速度は数10km/sに達することがあると報告されている。これらの散逸メカニズムにもう一つ新たなメカニズムが存在する可能性を指摘したい。それは、地球に存在するイオン加熱・イオンコニクスと同様のメカニズムである。

極域電離圏イオンの散逸は、惑星大気の熱散逸・非熱的散逸とともに惑星大気散逸過程の一つとして重要であり、かつ惑星磁気圏プラズマの供給源としても重要であるかもしれない。