

惑星磁気圏の近尾部における磁気リコネクションの必然性

Magnetic reconnection in the near tail of Mercury

家田 章正[1]

Akimasa Ieda[1]

[1] STE 研

[1] STEL

水星と地球の磁気圏は、静穏時には相似していると考えられている。一方、地球に比べて、水星の電離圏は極めて希薄であることが知られている。従って、水星と地球を比較することにより、磁気圏のダイナミクスに電離圏が果たす役割が明らかになってくると思われる。本講演では特に、磁気圏近尾部において磁気リコネクションが生ずることが、地球の特徴であるのか、それとも惑星磁気圏に普遍的な性質であるのかを議論する。また、この議論のために、BepiColombo 衛星計画（2016年に水星の観測を開始予定）におけるプラズモイドの観測が重要であることを指摘したい。

磁気リコネクションは、互いに反対方向を向いた磁力線が繋ぎ代わることにより、磁場のエネルギーをプラズマのエネルギーに変換するエネルギー解放機構である。惑星の固有磁場は、太陽風の磁場と昼側で磁気リコネクションを起こすため、固有磁場の保存の必要により、続いて夜側でもリコネクションが生ずることが必然である。この夜側でのリコネクションは、ダイポール磁場の寄与が小さく磁場が反平行状態になる、遠方ほど起きやすいことが予想される。地球では、地球から夜側へ 100 地球半径 (R_E) の位置でリコネクションが生じていることが観測的に示唆されている。しかし、地球では 20-30 R_E の近尾部でもリコネクションが発生することが知られており、なぜ反平行条件を満たしにくい近尾部でリコネクションが生じるのかは理解されていない。近尾部でのリコネクションは、オーロラ爆発などの電離圏の大規模擾乱と相関があることが知られている。従って、地球で近尾部リコネクションが生じることができるのは、近尾部と結合した電離圏がエネルギー消散の役割を担うからである、という仮説が成り立つ。もしそうならば、電離圏が事実上存在しない水星では、近尾部リコネクションは起こらないであろう。逆に、もし水星で近尾部リコネクションが観測されるならば、惑星磁気圏のダイナミクスに電離圏の存在は重要でないことが明らかになる。

水星磁気圏尾部において磁気リコネクションが起こっていると考えられている根拠は、Mariner-10 探査機が 1974 年 3 月 29 日に夜側近水点 (1.3 R_m) 付近で観測した、数十 keV 以上の高エネルギー電子バーストおよび磁場の変動である。しかし、この擾乱が遠尾部リコネクション起源か、それとも近尾部リコネクション起源なのかは不明である。さらに、Mariner-10 が観測したのは、地球の静止軌道 (6.6 R_E) 付近で観測される「粒子シンジェクション」イベントに相当するものであると考えられるが、インジェクションがリコネクションの証拠であるとするのは、地球磁気圏の研究において必ずしも一般的ではない。地球の近尾部でリコネクションが起きていることの最も強い証拠は、プラズモイドの存在である。これはプラズモイドがループ状の磁場構造を持ち、地球から遠ざかる方向に流れるためである。水星磁気圏でも近尾部リコネクションが生じていることを明らかにするためには、プラズモイドを観測することが必要であると考えられる。

水星と地球との、磁気圏の空間スケールの比例則が成り立つとすると、水星での近尾部リコネクションは 3 R_m で生じることが予想される。BepiColombo 計画の水星磁気圏探査機 (MMO) は、遠水点を 6 R_m に持ち、プラズモイドの観測に適した軌道を持つ。プラズモイド・近尾部リコネクションが水星に存在するか否かを確定することにより、惑星の磁気圏ダイナミクスにおける電離圏の役割が明らかになると期待される。

