

対流システムにおけるカバランスと仕事

Connection between the convection and plasma population regimes

田中 高史[1]

Takashi Tanaka[1]

[1] 通総研

[1] CRL

磁気圏物理学の基本力学は対流にある。最も簡単な磁気圏はチャップマン-フェラー口の磁気圏であり、これは磁場の閉じ込め問題となる。この磁気圏はポテンシャル磁場でも成立し、静かな磁気圏である。これに対して、実際のサブストームの発生する磁気圏は、太陽風から何らかのエネルギーが注入されている磁気圏であり、対流が励起された磁気圏である。

磁気圏に何らかの力が作用するとプラズマは運動を開始する。ところが磁気圏と電離圏は磁場でつながっているから、磁気圏対流が定常的に駆動されるには電離圏対流が同時に駆動されなければならない。ここで磁気圏と電離圏の間では、圧縮性の運動は伝達されず、シア性運動だけが伝達される。その結果として実現される対流は、磁気圏と電離圏がお互いの動きを沿磁力線電流（FAC）の交換をもって認識しあい、ほぼ非圧縮流として一緒に運動するシステムとなる。

沿磁力線電流は磁気圏に注入されたエネルギーを電離圏に伝えるが、電離圏は散逸性の領域であるから、磁気圏にはダイナモが必要である。そのため常に力学的エネルギーを電磁エネルギー（ポインティングフラックス）に変換し続ける作用が存在しなければならず、磁気圏中の対流にはこのエネルギー変換作用が埋め込まれている必要がある。ところが磁気圏では運動エネルギーより内部エネルギーが卓越し、電磁エネルギーは内部エネルギーからより効率的に発生するので、ダイナモ機構と磁気圏プラズマ構造は無関係ではなくなる。すべてを自己無撞着にする対流では圧力の変動をよぎる流れがダイナモとなり、オープンカスプと閉じた磁気圏が実現される。

結論として、ダイナモと沿磁力線電流は対流の一部であると考えることが必要であり、またカスプやプラズマシートような構造が、対流全体の自己無撞着性にとって不可欠な存在となる。