

1993年1月の用語解説

●自己組織化 (Self-organization)

熱力学の第2法則に従えば、閉じた系におけるエントロピーは常に増大し秩序構造は時間と共に崩れる。しかし、開いた系においては系外からエネルギーを持続的に取り込みつつエントロピーを放出することにより、秩序構造を自発的に形成する場合のある事が知られている。この過程を自己組織化と呼ぶ。生体の発生、結晶成長、ベナール対流のパターン形成などはその顕著な例である。核融合プラズマにおいても逆転磁場ピンチ(RFP)の自発的配位形成とその維持、電気2重層の形成など様々な非線形現象の理解において有効な概念となっている。前者はJ. B. Taylorの変分法により、最小エネルギー状態への緩和過程としても定式化されている。空間のみならず時間的秩序構造の発生の例として、トカマクプラズマの鋸歯状振動(saw-tooth oscillation)を挙げる事もできる。

(広大理 西川恭治)

●タンデムミラー (Tandem Mirror)

タンデムミラーは、磁場と粒子速度のなす角度が小さくてミラー閉じ込めのできない粒子に対して、電位差による障壁を与えて、閉じ込め性能を改善しようとする概念である。粒子の速度分布が温度 T のマックスウェル分布に近いとすると、閉じ込め電位 $e\phi$ を乗り越える粒子の数はファクターにして $\exp(-e\phi/T)$ まで減少する。つまり、元来のミラーに比べて、タンデムミラーの閉じ込め時間は、閉じ込め電位の増加に応じて指数関数的に増大する。これがタンデムミラーの基本となるパスツコフの比例則である。

このような閉じ込め電位を形成するのにミラープラズマ自身の特性を利用する。閉じ込めを行う領域の両側にミラー磁場を置き、そのプラズマの密度と温度を加熱により制御することで必要な電位分布をつくろうとするのが基本構想である。電位により端損失を抑制する領域をプラグと呼ぶ。プラグ電位形成のためにミラーを連結することがタンデムの語源である。電位差はボルツマン則に従えば密度比の対数と電子温度の積に比例するため、基本型ではプラグ部の密度を高くして電位を形成するが、熱障壁の導入により低密度でも電位形成が可能となる。

(筑波大プラズマ研セ 際本泰士)

●ヘリコン波 (Helicon Wave)

ヘリコン波は、周波数がイオンサイクロトロン周波数と電子サイクロトロン周波数の中間の領域にあるホイスラー波、即ち、磁力線に沿って伝播する電磁波、右回り円偏波の一種である。通常のホイスラー波と異なる点として、無限に広がったプラズマではなく境界のあるプラズマ中を伝播すること、周波数が低い場合分散式の導出には電子サイクロトロン運動を考慮する必要がないこと等が挙げられる。「ヘリコン波」は、元を正せば、強い磁場がかけられた金属中を弱い衝突減衰を受けながら伝播する右回り円偏波に付けられた名称である。プラズマ中のヘリコン波でも衝突の効果は重要で、分散式の導出には一般化されたオームの法則が用いられる。このことは、磁力線方向の電界成分が存在し、ランダウ減衰が生じることを示している。ランダウ減衰により加速された電子は中性粒子を効率よく電離するため、最近、 10^{13}cm^{-3} を越えるような高密度プラズマの生成にヘリコン波が盛んに使われている。

(核融合研 小森彰夫)