

プラズマ中でのサーファトロン加速と高エネルギー粒子

Surfatron acceleration and high energy particle in plasmas

星野 真弘 [1]

Masahiro Hoshino[1]

[1] 東大・理・地球物理

[1] Earth and Planetary Sci., Univ of Tokyo

プラズマ中でのサーファトロン加速（サーフィン加速）は、Sagdeev & Shapiro らによって 1973 年に提案されて以来、宇宙空間での衝撃波加速やレーザ・プラズマ中でのビート波などでの高エネルギー粒子加速のメカニズムとして研究が行われてきた。従来議論されてきたサーファトロン加速は、外部磁場とそれに直交する静電場（ジャイロ半径よりも小さな空間スケールに局在化した大振幅電場）の下での非断熱的な加速メカニズムであり、粒子のエネルギー獲得は、磁場と静電場に直行する運動電場との共鳴過程から来ている。最近では、従来の静電場による補足過程だけでなく、大振幅磁気音波により作られた反平行磁場での補足過程も提案されており、大振幅静電場が期待できない電子・陽電子プラズマ中でもサーファトロン加速も可能であることが示された。このようにサーファトロン加速は、これまで考えられてきた以上に様々なプラズマ領域での広い応用が可能であることがわかってきた。またエネルギー範囲においても、補足過程が静電場であろうと半平行磁場であろうと、一旦粒子が相対論的エネルギーに達すると、共鳴加速領域に完全に捕捉され、磁場と静電場に直交するスケールにかかる電場エネルギーまで短時間で加速されることも議論されてきており、宇宙での様々な高エネルギー現象を説明する新しいモデルとしても着目されている。

高エネルギー粒子を短時間で加速メカニズムとして、サーファトロン加速が有効であることはほぼ確立してきたが、今後解決すべき問題点のひとつとして、いかに効率よく共鳴加速領域に粒子を補足するかという点が残されている。最近の地球磁気圏での直接プラズマ観測により、従来考えられていた以上に、局在化した大振幅電場が形成されていることがわかってきており、磁気圏だけでなく宇宙空間においてもサーファトロン加速に必要な局在化した電場の可能性が出てきている。また衝撃波や磁気リコネクションなどの高精度シミュレーション研究によっても、衝撃波面やリコネクションのセパトリックス領域に、局在化した電磁場が励起されて効率よい粒子加速が起きていることが確かめられている。本講演ではサーファトロン機構による高エネルギー粒子加速における現状についてレビーを行なう。