

08 非中性・純電子プラズマ

宇宙も含めた世の中にある大部分のプラズマは、中性プラズマである。中性プラズマとは、正の電荷と負の電荷の総量が同じプラズマのことを指す。逆に、非中性プラズマでは、プラズマを構成する電荷が、正電荷または負電荷どちらか一方のみであるのが特徴となっている。

本計算では、円筒形真空容器に、電子をちくわ状の形に閉じ込め、それをちくわの長手方向に沿ってかけた磁場により回転させた場合の時間発展の様子を扱っている。動画では、長手方向に垂直な断面(2次元)の様子を示している。もちろん、円筒形容器の中では、電子は非常に複雑な運動をしているが、3次元ではなく、2次元のシミュレーションで円筒容器内での非中性プラズマの運動が解析できるのは、ちくわのどこを切っても同じ断面が得られるであろうと期待できるからである。電子は、自分自身の周り、そして金属製真空容器との間に電場を作る。この電場と磁場の相互作用により、電子は回転運動をする。しかし、この回転運動の速度は、真空容器の壁から電子までの距離によって変化するため、はじめのちくわ状の形状は、時間とともに崩れていくことがわかるだろう。電子で作る初期のちくわの大きさを一定にしておいて、真空容器の大きさを大きくすると、電子の島がいくつかできていく。一方、真空容器の大きさが小さい場合には、電子の島はできず、壁に沿って電子が流れていく。また、真空容器の大きさを一定にしておいて、ちくわの厚さを変えると、ちくわの厚さが薄いほうが電子の島ができやすいことがわかるだろう。これは、ディオコトロン不安定性、またはケルビン・ヘルムホルツ不安定性と呼ばれる現象である。