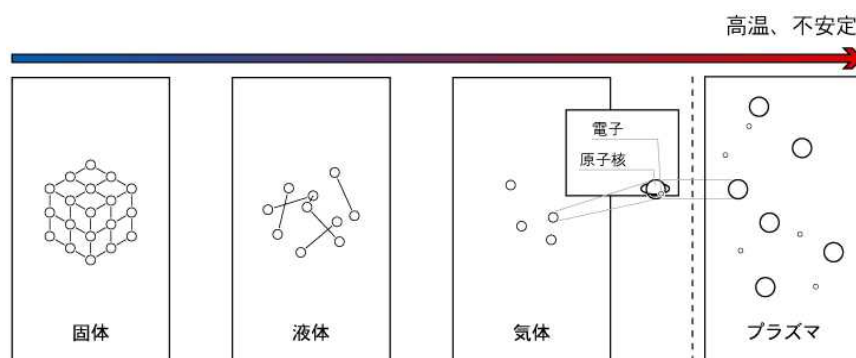


基礎知識 核融合とは？

まず、「核融合」は「プラズマ」と呼ばれる状態でしか起きない現象なので、その説明から始めよう。

プラズマとは、原子が原子としてまとまりを保っている固体・液体・気体のいずれとも違い、原子核と電子が離れ離れになってしまうような状態をいう。

普段私たちが目にするものは固体・液体・気体ばかり—という印象があり、何となく実現が難しそうに思えるプラズマだが、何と、夜空を見上げると光っている星々のほとんどが、プラズマ状態にある。オーロラもプラズマの一種だ。宇宙ではプラズマはごく当たり前の状態である。



太陽の中は常時プラズマ状態で、水素原子が衝突し、別の種類の粒子になり、さらに衝突が続いていくつかの段階を経て最終的にヘリウムになっている。このように、粒子が衝突して融合し、新しい粒子が生成することを一般に核融合と呼ぶ。太陽から発せられる光や暖かい日差しは、すべてこの核融合によるものなのだ。

上の図は最も単純な核融合の例として Wikipedia に掲載されているもので、水素原子、重水素・三重水素と呼ばれる特別なもの同士が激しくぶつかり合ってヘリウム原子と中性子に変化している。



(図. もっとも基本的な核融合)

この核融合を地球上で起こし、生じるエネルギーのロスを最小限に留めた状態で発電機に回せば…という考えのもと研究が進められているのが核融合発電である。いわば、地上に太陽のようなものを作ってしまおうというわけだ。

しかし、核融合をするためにはプラズマを一箇所に集めないといけない。太陽の場合、巨大で、それ自体の重さ(自重)が十分あるために、引力によって核融合ができるほどのプラズマをあの形にまとめている。

だが、地上で作る場合、どうしてもプラズマ状態になる部分の大きさも重さも足りなくなってしまう。すると、プラズマは、十分に引き合わなくてかたちを自分で保てないのだ。

そこで、核融合を起こすためには、以下の三つの条件が必要となる。

1. 超高温(中心イオン温度)
2. 超高密度(中心イオン密度)
3. 一箇所に「閉じ込める」(閉じ込め時間)

この3つの条件が揃って初めて、核融合発電が可能となる。この条件を満たすために現在、4つのやり方が考えられる。トカマク方式とそれから派生した球状トカマク方式、ヘリ

カル方式、そしてレーザー方式の4つだ。

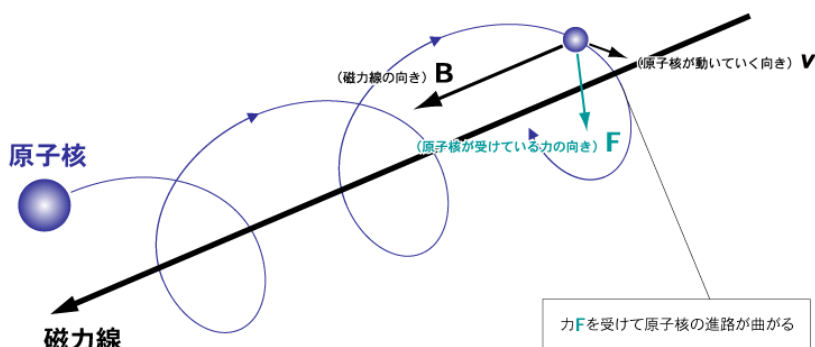
核融合の2つのタイプ

先にあげた方式には、大きく分けて2つのタイプに分けられる。レーザーのみ「慣性閉じ込め核融合」と呼ばれるタイプのもので、残り3つは「磁気閉じ込め核融合」というタイプである。

① 磁気閉じ込め核融合

「磁気閉じ込め核融合」とは、プラズマを何らかの方法で安定させ、核融合反応が自然に起きる連鎖を長時間にわたって起こすやり方。磁力でプラズマを閉じ込めるためこう呼ばれている。

プラズマでは原子核や電子がばらばらに飛び回っていることはすでに説明したとおりである。電子や原子核は、プラスやマイナスの電荷を持った粒子（荷電粒子）だ。磁気核融合では、動いている荷電粒子が、磁場から力を受けることを利用する。この力、高校で物理を取った人には「ローレンツ力」とか「フレミングの左手の法則のやつ」と言ったら伝わるかもしれない(図)

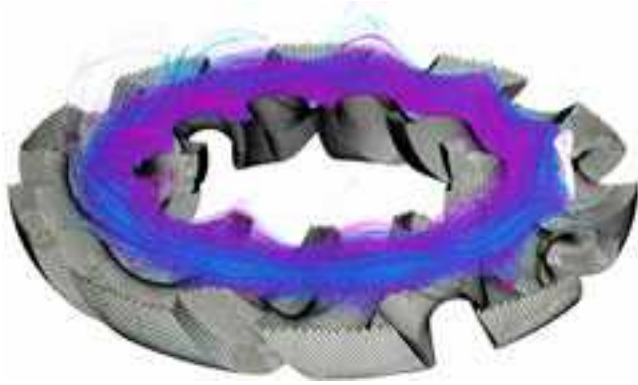


(図. まっすぐな方向に磁力がはたらいていると、動いている荷電粒子はその周りに巻きつくように動く)

この原理を利用して、磁場のかたちを工夫してやることで、プラズマ状態の粒子を特定の場所に閉じ込めるのが、磁気閉じ込め核融合のポイントである。

条件を満たすためには主に二つの方法（トカマク方式、ヘリカル方式）があり、最近、トカマク方式から派生した新しい方法（球形トカマク方式）が有望株として急成長してきている。

乱暴な言い方をしまえば、比較的単純な構造の空間にプラズマを封入し、さらに工夫を重ねて閉じ込めるのがトカマク方式、ちょっと作るのが難しい構造の空間にプラズマを封入してその構造だけで閉じ込めを実現するのがヘリカル方式だ。



プラズマ粒子の軌跡

資料提供：核融合科学研究所

② 慣性閉じ込め核融合

このタイプは、強力なレーザー光を球状の燃料ペレットに照射し、圧縮(爆縮)させることで非常に高密度のプラズマを作り、ごく短時間プラズマ状態を保持して反応させるやり方だ。「慣性核融合」の「慣性」と、「慣性の法則」の「慣性」は同じ意味で、爆縮を起こした高温、高圧のプラズマはすぐに周りに拡散しようとするが、慣性の法則によって、有限時間高温高圧が保たれる。レーザーで高密度のプラズマを作るため「レーザー(慣性閉じ込め)核融合」とも呼ばれている。

慣性核融合ではこの慣性の力によるプラズマ閉じ込めによって、「十分な閉じ込め時間」を確保してしまおうというアプローチをとっているのである。