

# 核融合とはなにか

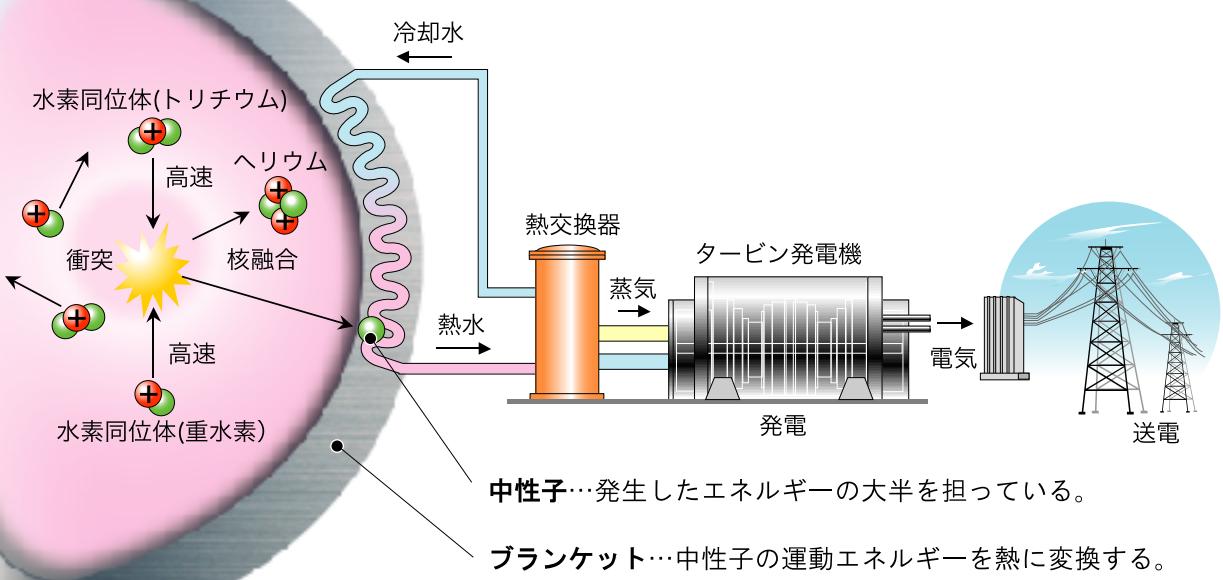
地球上に太陽を持ってこられないか・・・。ここでいう太陽が核融合のことです。日本をはじめ、米国、ロシア、欧州連合などで、核融合の研究開発が進められてきました。それらの成果を持ち寄り、各国が力を合わせて核融合の実験炉を作ろうというのが「ITER計画（イーター計画）」です。

核といえば、ウランの原子核が中性子の衝突によって割れる核分裂反応から発生するエネルギーが、原子力発電に利用されています。原子核の反応には、水素などの軽い元素の原子核2つが衝突してより重い原子核ができ、エネルギーを発生する反応もあります。これが核融合です。

ウランに核分裂しやすい同位体（ウラン235）があるように、水素にも核融合しやすい同位体があり、それが燃料に選ばれます。

また核分裂では、中性子が電荷を持たないため、低速の中性子でも電気反発力を受けずにウランの原子核に衝突できますが、核融合ではプラスの電荷を持つ水素原子核同士を電気反発力に抗して衝突させるため、水素を高速にする必要があります。その高速の水素を高い密度で作り出すとともに長時間閉じ込めてることによって、衝突の回数を増やし、核融合反応を多く起こしてエネルギーを取り出す装置が、核融合炉です。

## 核融合反応とエネルギーの取り出し

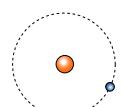
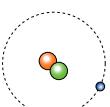
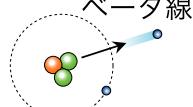


## 核融合の燃料

核融合の燃料になる水素には、重さの違う3種類の同位体があります。軽水素、重水素、三重水素（トリチウム）です。太陽の中では軽水素同士で核融合が起きていますが、その反応は起こりにくいため地球上で人工的に起こすことは不可能です。それが可能な核融合反応は、重水素同士の反応または重水素とトリチウムの反応であり、後者の反応の方が起こりやすいため、現在は重水素一トリチウムの核融合について研究が進められています。

水素中の重水素の存在比は0.015%であり、水素は水の主成分であることから、重水素の資源は無尽蔵といえます。トリチウムは自然にはほとんど存在しませんが\* リチウム\*\*という金属に中性子を当てるにより作り出すことが出来ます。リチウムは鉱石として存在するほか、海水中に0.000017%含まれています。

### 水素の同位体

	軽水素	重水素	三重水素 (トリチウム)
陽子数	1	1	1
中性子数	0	1	2
			 放射性物質
存在比	99.985%	0.015%	微量

\*トリチウムは、宇宙線（宇宙から降り注いでいる自然放射線）が空気に衝突することによって自然環境中に常に生成しています。しかし、トリチウムは放射性物質であり12年の半減期で減少するため、自然環境中の存在量は微量です。

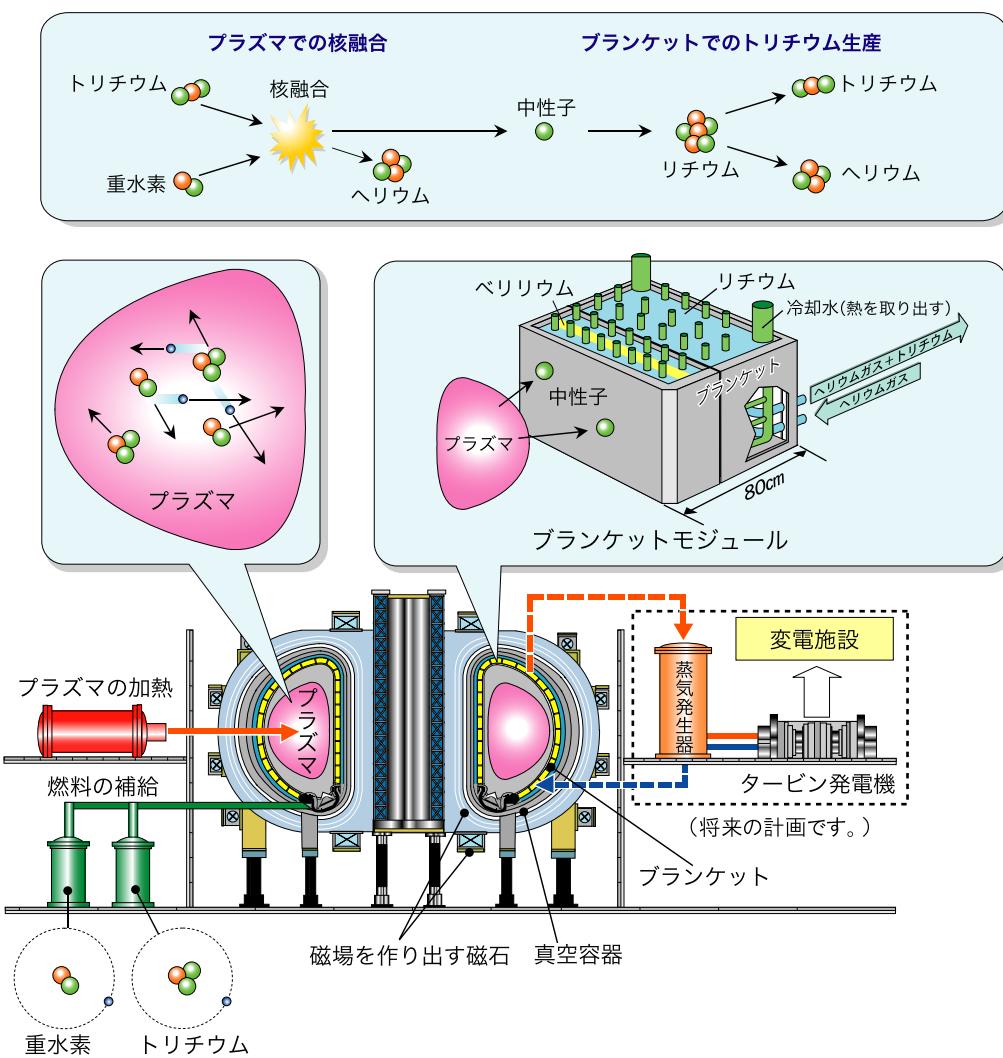
\*\*リチウムは、携帯電話やパソコンなどのリチウムイオン電池にも使われている金属です。

## 核融合装置

核融合炉では、重水素とトリチウムの気体をドーナツ状の真空容器に注入して、プラス (+) の原子核とマイナス (-) の電子に分離した状態（プラズマ）にします。そのプラズマを加熱し高温にすることによって重水素とトリチウムの原子核を高速にします。そのようなプラズマを磁場で長時間、高密度に閉じ込めてることにより、核融合反応を起きます。その時に高速の中性子とヘリウムが発生します。

プラズマの周囲はブランケットという装置が取り巻いており、そこに高速の中性子が衝突します。ブランケットは、以下の3つの役割を持っています。①中性子の運動エネルギーを熱として受取り冷却水に渡す。②リチウムに中性子を衝突させてトリチウムを生産する。トリチウムはガスで追い出して回収します。③中性子などの放射線を遮へいする。これによって、周辺の装置に当たる放射線を減らします。

将来は、ブランケットで受取った熱で蒸気を作り、タービンを回して発電することが考えられています。発電はITER計画の次の段階から計画されています。

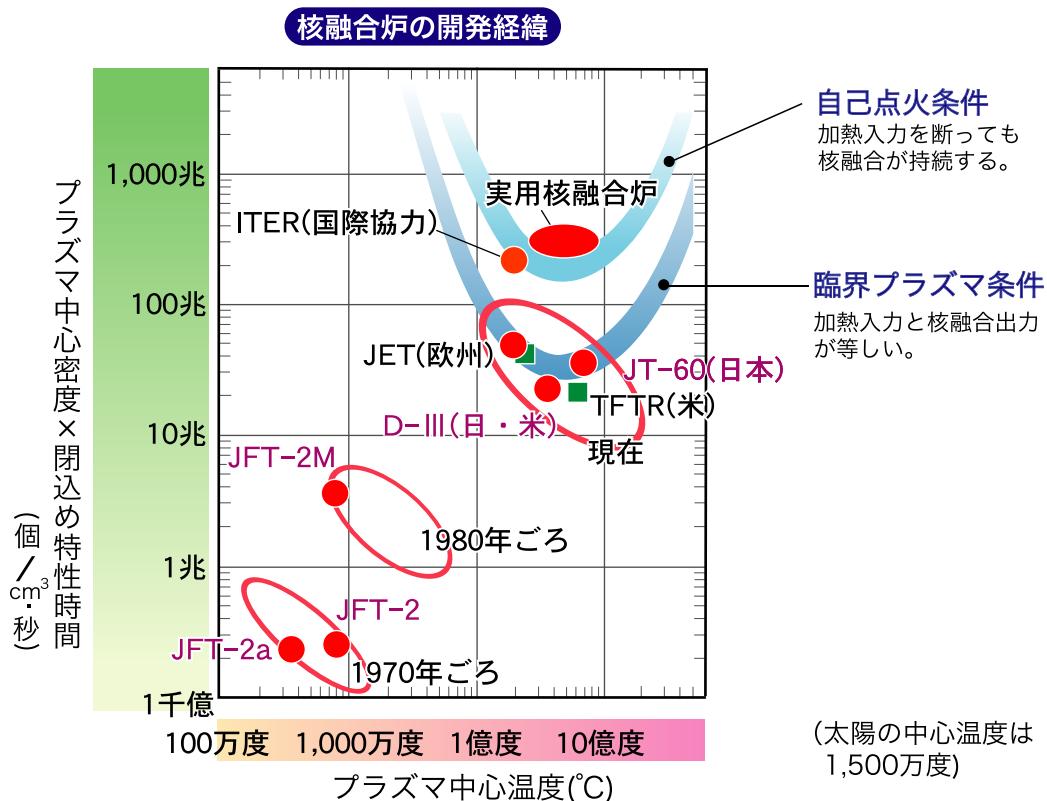


# ITER (イーター) とは

核融合炉を実用化するためには、プラズマを加熱して温度を1億度以上にするとともに、プラズマの密度と閉じ込め時間を増大させることによって、外部からの加熱を断つても核融合が持続する\*「自己点火条件」を達成する必要があります。

これまでの研究で、外部からの加熱と核融合から発生する熱が等しくなる「臨界プラズマ条件」が、日本の JT-60 と欧州連合の JET という核融合炉で達成されました。

ITERは、自己点火プラズマの制御、長時間燃焼（400～3000秒間）、工学技術の試験（材料試験等）を、国際協力で行うことを目指した実験炉です。



\* 核融合から発生する高速のヘリウムがプラズマ中の水素の原子核に衝突することにより、  
プラズマを加熱します。