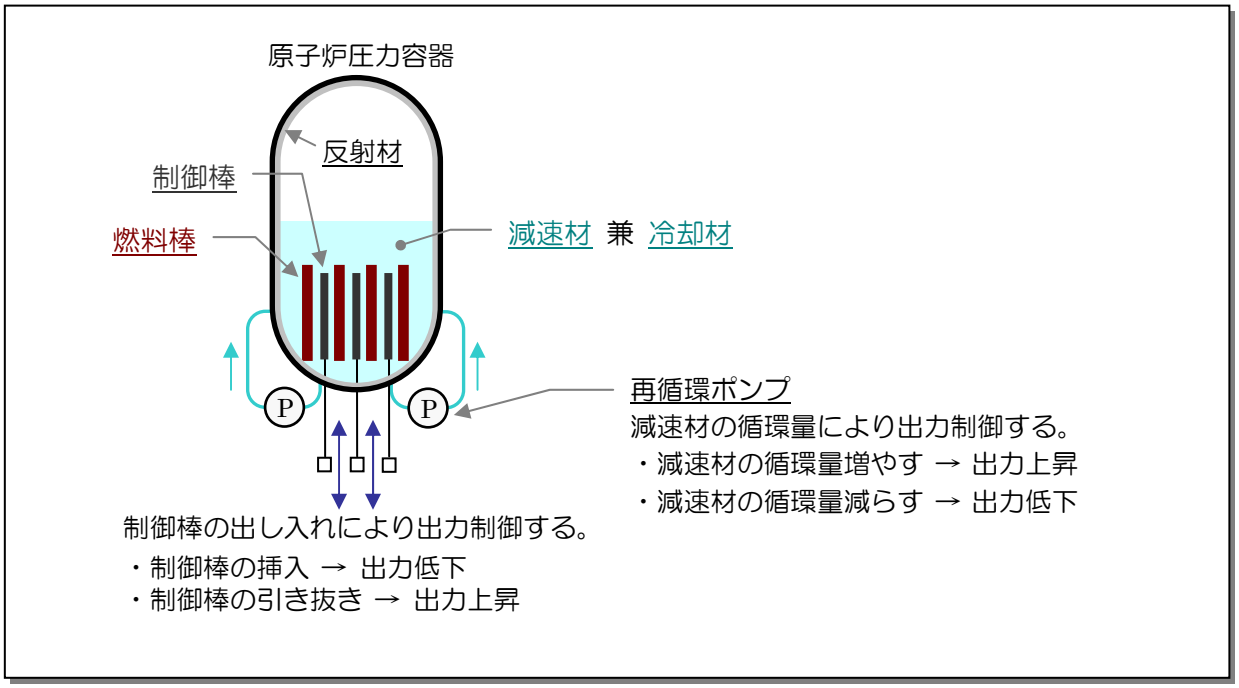
原子炉 No.2

原子炉各部とその働きについて説明します。



燃料棒

ウラン238 と ウラン235を約3%に濃縮した低濃縮ウラン をペレット状に焼き固め、直径約 1cm、長さ約 4mの被覆管に詰めたものを、燃料棒と呼びます。

軽水炉では、燃料棒を数百本単位で使用します。

減速材

核分裂で発生した高速中性子の速度を減速させて、熱中性子にするためのもの。

軽水炉では、減速材に軽水(H_2O) が用いられます。

核分裂で発生した高速中性子は、速度が速すぎて 核分裂を起こすことができないが、減速材で減速させて熱中性子にすることにより 核分裂の連鎖を起こすことができる。

ボイド効果　　(void：空間、隙間)

沸騰水型においては、

核分裂反応が活発になりすぎて 減速材(軽水)の温度が上がり過ぎると、軽水の沸騰が激しくなり、たくさんの水蒸気泡が発生する。

減速材(軽水)に多くの泡が発生すると減速材の密度が下がり、減速材としての効果が減少します。

そうすると、高速中性子を熱中性子に変えることができなくなり 核分裂の連鎖反応が抑制されて、出力が低下します。
このことを**ボイド効果**と言い、
ボイド効果は、原子炉の核分裂反応が活発になり過ぎて暴走することを自然に食い止める働きがあります。

冷却材

核燃料を冷却するとともに、核分裂で発生した熱エネルギーを外部に持ち出す役割をするもの。
軽水炉では、冷却材に軽水(H_2O) が用いられます。
沸騰水型では、冷却材が蒸気となりタービンを回し、
加圧水型では、高温高圧(約 280℃)となった冷却材が蒸気発生器で水を加熱して蒸気を発生させ、**その蒸気でタービンを回す**。

軽水炉では、冷却材が減速材を兼ねています。

制御棒（制御材）

ウラン 235 が分裂すると 2～3 個の高速中性子が放出され、放出された中性子が次の核分裂を引き起こす。
この核分裂反応が活発になりすぎた場合 これを抑制する必要があり、
制御棒を挿入することにより これに中性子を吸収させ、核分裂反応を抑制することができます。
また、制御棒の出し入れにより、次のように出力調整を行うことができます。
　制御棒を挿入すると核分裂反応は抑えられて出力は低下し、
　制御棒を引き抜くと核分裂反応は活発になり出力は上昇する。

制御棒の出し入れは、大きな出力調整が必要な場合や、起動、停止時に行われますが、細かな出力調整は次のように行います。
　加圧水型の出力調整は、一次冷却材内のホウ素濃度の調整により、
　沸騰水型の出力調整は、再循環ポンプによって行う。

制御棒は中性子を吸収しやすい素材でできていて、
この制御棒に使われる材料には、ホウ素、カドミウム、ハフニウムなどがあります。

反射材

炉心の外部に 高速中性子 や 熱中性子 が漏れるのを防ぐためのもので、炉壁の内側に設けられます。
高速中性子 や 熱中性子は、反射材にはね返されて外部に漏れません。

遮蔽材

核分裂が起きると、分裂した核は、γ線などの放射線を発するようになります。
この放射線が外部に漏れるのを防ぐために、厚いコンクリート壁で遮蔽壁を作ります。

再循環ポンプ

沸騰水型の出力調整は主に、制御棒の出し入れと、再循環ポンプによって行われます。

炉内の軽水が沸騰すると、たくさんの水蒸気泡が発生します。
軽水は減速材も兼ねているため、
多くの泡が発生すると減速材としての効果が減少し、高速中性子を熱中性子に変えることができなくなります。
それにより、核分裂の連鎖反応が抑制され、出力が低下します。
再循環ポンプによって軽水の循環量を増やすと、水蒸気泡が減り、
結果として、軽水の減速材としての効果が増え、核分裂の連鎖反応が活発になります。
再循環ポンプによって軽水の循環量を増やすと、出力を上昇させることができます。

加圧器

加圧水型で使われる機器。
原子炉内の軽水の圧力を一定に保ち、軽水の沸騰を防ぐ役割があります。

核分裂 と 連鎖反応

原子核が核分裂を起こしたときに高速で放出される中性子のことを **高速中性子** と言い、**高速中性子**を減速材で減速させた中性子のことを **熱中性子** と言います。

熱中性子が他の原子核に衝突すると 核分裂を起こさせ、新たに分裂した核から中性子が放出されて、別の原子核を核分裂させる連鎖が起きます。
この現象を **連鎖反応** と言い、連鎖反応を連続的に繰り返すことにより 核分裂反応を持続させ、熱エネルギーを連続的に取り出すことができます。

核分裂が次々に起こることを **連鎖反応** と言いますが、
この連鎖反応が起こりすぎると、炉内の温度が上昇しすぎて危険な状態になります。
そのため、制御棒を炉内に挿入する方法 や 冷却材内にホウ素を溶解させる方法、
循環ポンプにより減速材の循環量を調節する方法などにより連鎖反応を抑制します。

ホウ素は、中性子を吸収しやすい物質です。
ホウ素が中性子を吸収することにより、連鎖反応を減らす働きをします。