

# 原子炉の種類

## 1. 原子炉の種類

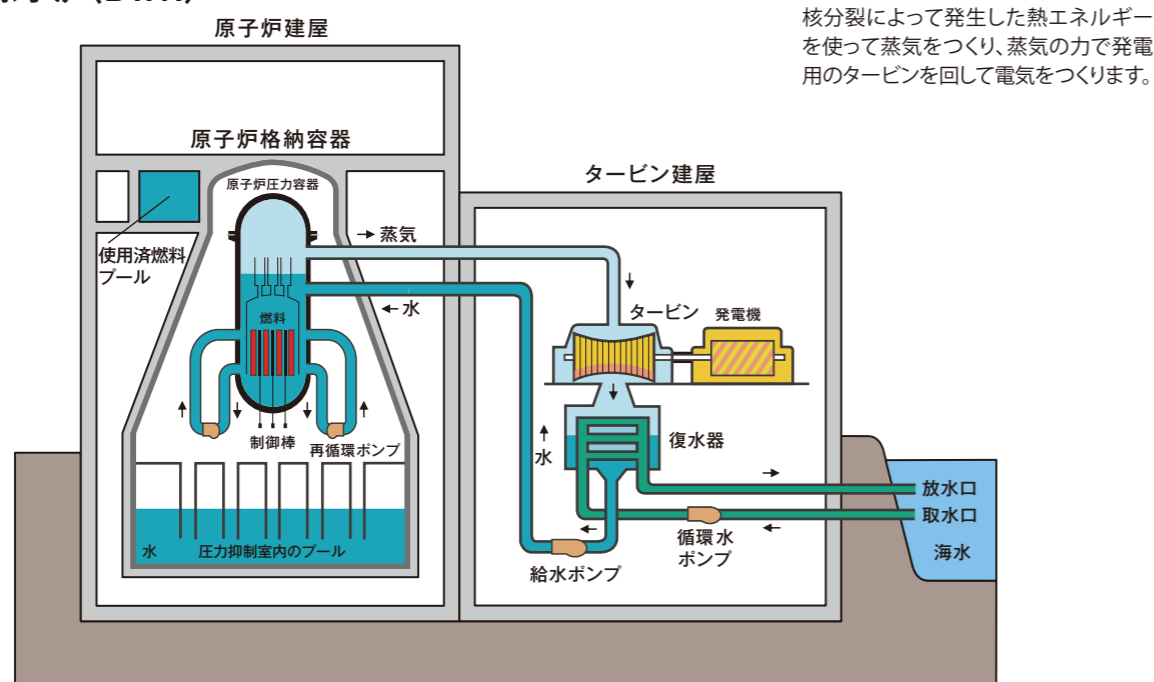
原子炉には、冷却材として軽水（普通の水）を使う軽水炉のほかに、重水を使う重水炉、炭酸ガスやヘリウムガスを冷却材とするガス冷却炉などがあります。

日本の商業用の原子力発電所の歴史は、イギリスから導

入したガス冷却炉(GCR、Gas-Cooled Reactor)で幕を開けました。その後、ガス冷却炉に比べて、コンパクトで建設費が安く、改良や大型化も期待できる軽水炉へと移行しました。

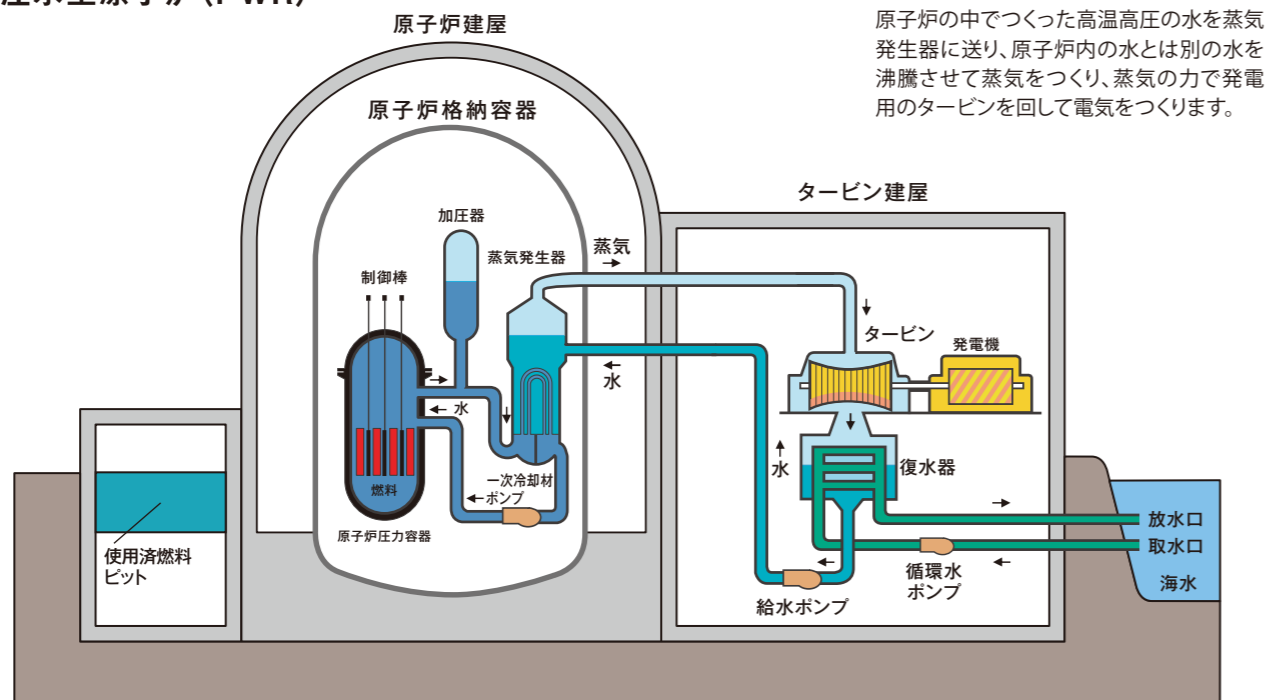
現在、日本にある商業用の原子力発電所は、すべて軽水炉です。軽水炉は、世界の原子力発電の中心にもなっている原子炉で、沸騰水型原子炉(BWR、Boiling

### 沸騰水型原子炉(BWR)



出典:原子力・エネルギー図面集より作成

### 加圧水型原子炉(PWR)



出典:原子力・エネルギー図面集より作成

Water Reactor)と加圧水型原子炉(PWR、Pressurized Water Reactor)の二種類に分類されています。

そのほか研究開発段階の原子炉として、冷却材にナトリウムを使う高速増殖炉(FBR、Fast Breeder Reactor)があります。

## 2. BWRとPWRの違い

BWRとPWRは、原子炉で蒸気を発生させて発電用のタービンを回す点や非常時に原子炉を停止させて冷却させる過程、外部電源や交流電源の構成に大きな違いはありません。

BWRとPWRの大きな違いは原子炉にあります。BWRは原子炉内で蒸気を発生させ、その蒸気を直接タービンに送って発電しています。PWRは原子炉内で燃料棒に直接接触する水(一次冷却水)と、そこから熱をもらって蒸気になる水(二次冷却水)が分離されている点の特徴です。PWRは原子炉内でつくった高温高压の一次冷却水を蒸気発生器に送り、放射性物質を含まない二次冷却水を蒸気にし、その蒸気をタービンに送って発電しています。

## 3. 軽水炉の改良

日本は、軽水炉の安全性や信頼性、運転性などを国内の技術によって向上させ、改良型沸騰水型炉(ABWR、Advanced Boiling Water Reactor)を開発しました。

ABWRは、BWRの原子炉圧力容器の外に設置してある原子炉再循環ポンプを圧力容器の中に設置し、ポンプ回りの配管をなくして単純化した点や、制御棒駆動機構として水圧駆動に電動駆動を加えた点が改良されています。

ABWRは、最新技術と運転経験を踏まえ、数々の優れた設計改良を施し、安全性・信頼性の向上、運転性・保守性の向上、放射線量・放射性廃棄物発生量の低減、経済性の向上などの特長を備えています。

2021年12月末現在、ABWRを採用している発電所は、柏崎刈羽原子力発電所6、7号機、浜岡原子力発電所5号機、志賀原子力発電所2号機の4基です。さらに、ABWR3基が建設中です。

## 4. 高速増殖炉のしくみ

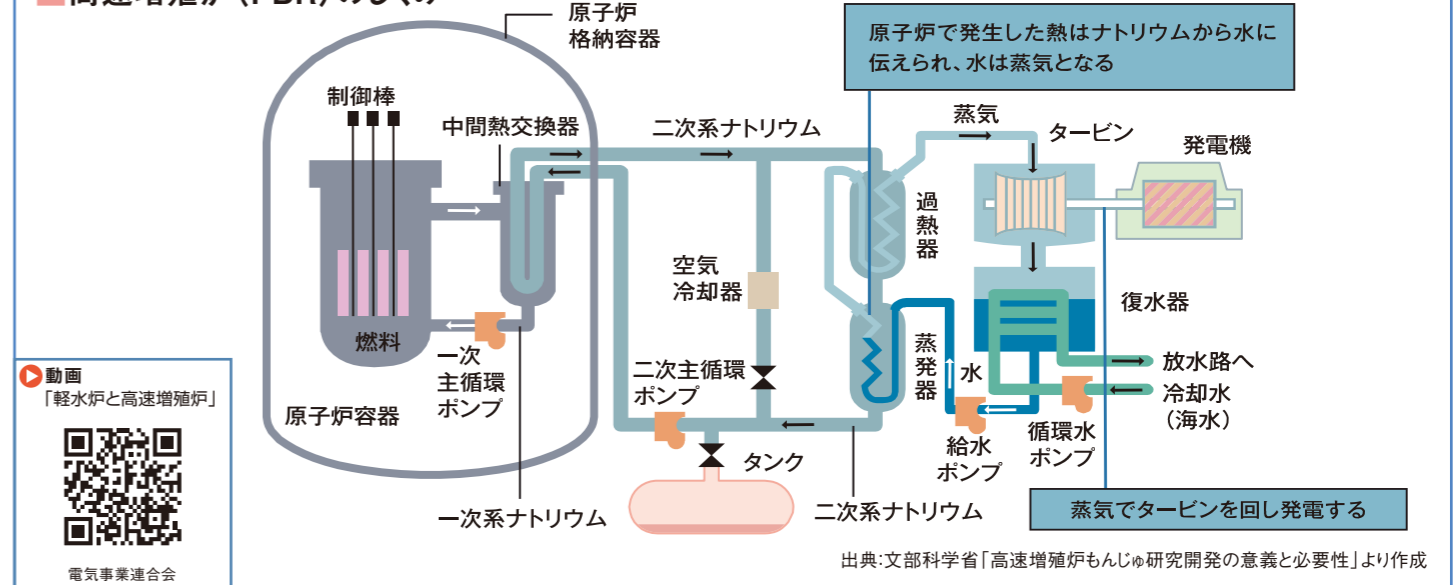
高速増殖炉(FBR、Fast Breeder Reactor)は、冷却材にナトリウムを使用しているため、中性子の速度を落とさず、速度の速い中性子で核分裂連鎖反応を起こすことができます。速度の速い中性子で核分裂を発生させる方が、核分裂で発生する中性子の数が多いという性質があります。

そのため、高速増殖炉では、速度の速い中性子で核分裂させることで中性子の数に余裕ができ、それを核分裂しにくいウラン238に吸収させて、燃料として使えるプルトニウム239を生み出すことができます。

また、高速増殖炉は、炉心のまわりを天然ウラン、または、劣化ウランで囲む構造(ブランケット構造)になっています。そのため、炉心から出る中性子が、ブランケットに含まれるウラン238に吸収され、ウラン238からプルトニウム239への転換が行われます。

このように高速増殖炉は、主にプルトニウムを燃料に発電を行いながら、ウラン238がプルトニウム239に変わる割合を大きくでき、発電で消費した以上のプルトニウム239をつくり出す(増殖する)ことができます。

### 高速増殖炉(FBR)のしくみ



動画「軽水炉と高速増殖炉」

電気事業連合会

出典:文部科学省「高速増殖炉もんじゅ研究開発の意義と必要性」より作成