

軽水炉 (LWR) Light Water Reactor

[簡単に]

核分裂で発生した熱によって水から蒸気を発生させ、蒸気力でタービンを回して発電するもっとも一般的な原子炉

[詳しく]

原子力発電は、核分裂を人工的に制御することで、安全に行うことができます。その制御を行う最も基本的な装置が原子炉です。原子炉にはいくつかの種類がありますが、核分裂が基になって生じた熱によって、原子炉の周りを取り囲んでいる水を蒸発させ、その蒸気力でタービンを回す方式の原子炉です。日本の原子炉はほとんどすべてが軽水炉です。

[角度を変えて]

原子炉の分類法の一つに、減速材（中性子のエネルギーを下げる材料）や冷却材（原子炉から熱を取り出す材料）に何を使うかによる方法があります。このうち、減速材に水（軽水）を使うのが軽水炉です。軽水炉では、この減速材をそのまま冷却材として利用しています。他に、減速させる素材として、重水素からなる重水を使う重水炉、炭素からなる黒鉛を使う黒鉛炉、中性子を減速させない高速炉などがあります。

[誤解に注意]

- ・「軽水」は「普通の水」と説明されることがあるが、普通でない水がイメージしにくいので、この説明だけではわかりにくい。

[わかりやすく伝えるポイント]

- ・軽水炉と高速増殖炉の違いの説明の仕方は、下表および「高速増殖炉」の項を参照していただきたい。
- ・原子炉の種類の中かで、特に軽水炉の特徴を理解してもらいたい場合は、下表に記した項目のうち、必要な箇所を説明することが考えられる。その際、次のようなことに注意する必要がある。
 - 軽水炉には、原子炉の中で水が沸騰している『沸騰水型炉 (BWR)』と、原子炉を通る水は加圧して沸騰させず、別系統の水を蒸気にする『加圧水型炉 (PWR)』とがある。
 - BWR、PWR といったアルファベット略語は、わかりにくく感じる人も多い。いきなり略語を使うのではなく、まずは沸騰水型炉、加圧水型炉という日本

語を使って、それぞれの原子炉の特徴を簡単に言い添える方がわかりやすい。

- それぞれの軽水炉の特徴を一度にすべて理解してもらおうとするのではなく、その場その場で必要な点を中心に説明するのがよい。

軽水炉（沸騰水型、加圧水型）と高速増殖炉の主な特性

項目	軽水炉（LWR）		高速増殖炉（FBR）
	沸騰水型炉（BWR）	加圧水型炉（PWR）	
核燃料の核分裂を起こさせる中性子のスピード	遅い	遅い	速い
燃料	ウラン燃料	ウラン燃料	MOX（モックス）燃料
主に核分裂する物質	ウラン 235	ウラン 235	プルトニウム 239 プルトニウム 241
ウラン 235 濃縮度	約 3.2～3.5%	約 3.4～4.5%	劣化ウラン ^{注1)} (0.2～0.3%)
MOX 燃料中のプルトニウムの割合	—	—	20～30%
ブランケット燃料 ^{注2)} の有無	無し	無し	有り
増殖比	約 0.6（転換比）	約 0.6（転換比）	約 1.2
炉心で発生した熱を取り出す冷却材	軽水（普通の水）	軽水（普通の水）	ナトリウム
核分裂で発生した高速の中性子を減速するための減速材	軽水	軽水	無し
出力密度 ^{注3)}	約 50kW/ℓ	約 100 kW/ℓ	400～1000kW/ℓ
常圧での冷却材の融点 沸点	軽水 0℃ 100℃	軽水 0℃ 100℃	金属ナトリウム 97.8℃ 883℃
原子炉冷却材温度	約 278℃（入口） 約 287℃（出口）	約 289℃（入口） 約 325℃（出口）	約 397℃（入口） 約 529℃（出口）
出口、入口温度差	～10℃	～30℃	～150℃
熱→電気変換効率	約 30%	約 30%	約 40%
原子炉冷却材圧力	約 70 気圧	約 150 気圧	常圧 （ポンプ吐出圧 ～10 気圧）
被覆管材質	ジルカロイ-2 （ジルコニウム合金）	ジルカロイ-4 （ジルコニウム合金）	SUS316 相当ステンレス鋼
原子炉圧力容器肉厚	10～25cm	10～25cm	2.5～6cm
制御棒の挿入	下から挿入	上から挿入	上から挿入

注1) 天然ウラン濃縮後、軽水炉では不用となったウラン 235 含有量 0.2%程度のウラン

注2) 燃料を増殖するために、炉心の周りに置く燃料。劣化ウランが主に使用される。

注3) 燃料の単位体積あたりの出力

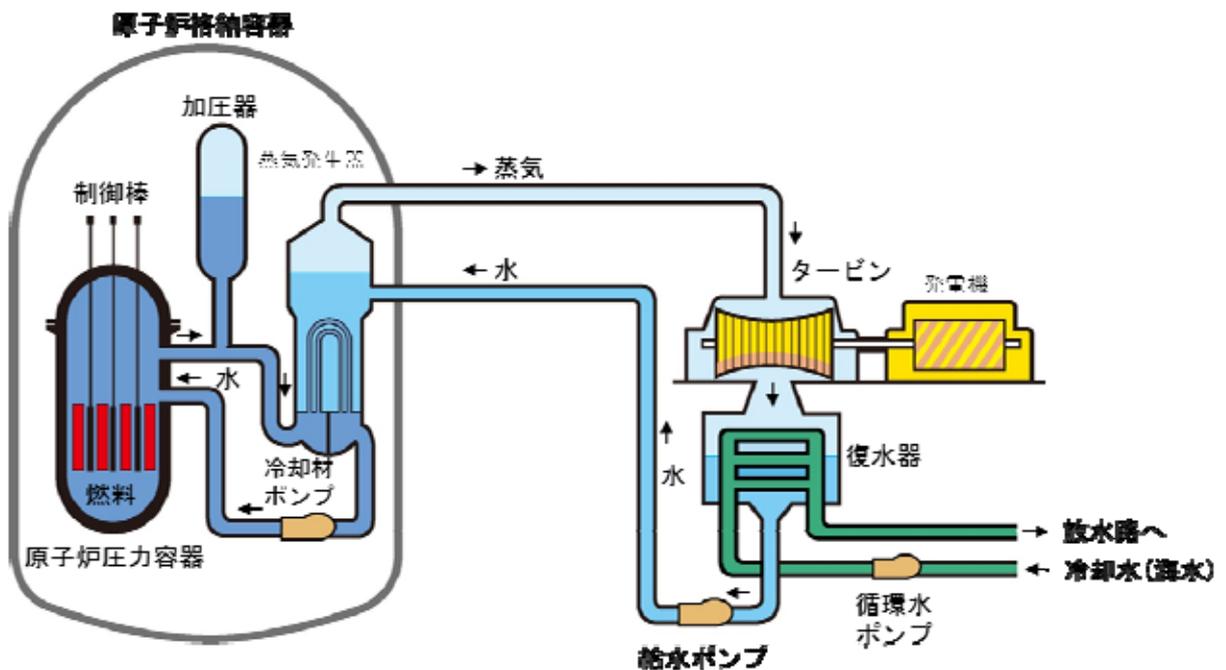
[図解のポイント]

- 例えば、次のような説明をするとわかりやすい。

「沸騰水型炉（BWR）と加圧水型炉（PWR）との違いは、原子炉の中で水が沸騰しているか、いないかの違いです。沸騰水型炉（BWR）は、原子炉の中で水を沸騰させ蒸気を作ります。加圧水型炉（PWR）は、原子炉の中で高温・高圧の水を作り蒸気発生器で熱交換を行うことで蒸気を作ります。どちらも作った蒸気でタービンを回して発電する点は、火力発電と同じ仕組みです。」

- [わかりやすく伝えるポイント] で示した表と、下のような図解とを組み合わせると、説明の仕方を工夫するとよい。

加圧水型炉 (PWR) 原子力発電のしくみ

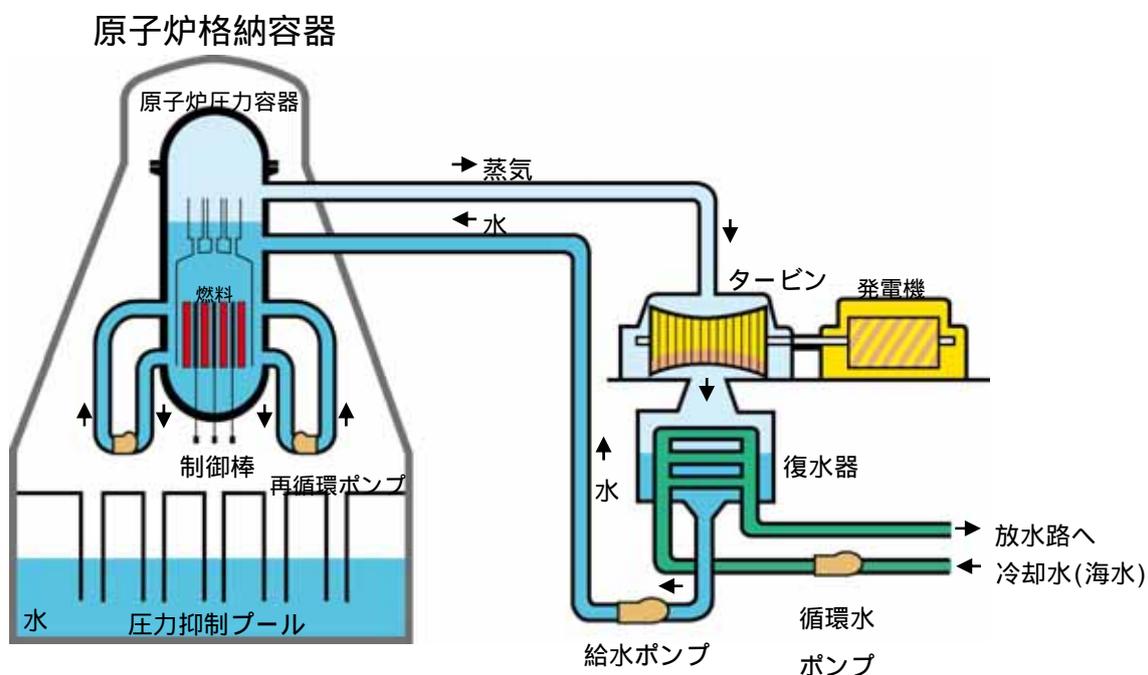


図は原子力・エネルギー図面集 2011

(<http://www.fepec.or.jp/library/publication/pamphlet/nuclear/zumenshu/digital/index.html>)

を一部修正

沸騰水型炉 (BWR) 原子力発電のしくみ



図は原子力・エネルギー図面集 2011

(<http://www.fepec.or.jp/library/publication/pamphlet/nuclear/zumenshu/digital/index.html>)

を一部修正

【関連語】

原子炉 → 「原子炉格納容器」参照(p33)

沸騰水型炉 → [わかりやすく伝えるポイント]参照

加圧水型炉 → [わかりやすく伝えるポイント]参照

高速増殖炉 → 親見出し参照(p155)

【参考文献】

ATOMICA

<http://www.rist.or.jp/atomica/data/pict/03/03010203/01.gif>

http://www.rist.or.jp/atomica/data/fig_pict.php?Pict_No=04-06-01-03-02

http://www.rist.or.jp/atomica/data/fig_pict.php?Pict_No=02-03-01-02-01

http://www.rist.or.jp/atomica/data/fig_pict.php?Pict_No=02-04-01-02-01

http://www.rist.or.jp/atomica/data/dat_detail.php?Title_Key=03-01-02-03

電気事業連合会 HP から http://www.fepc.or.jp/faq/1189751_1457.html

電気事業連合会 HP から 軽水炉のしくみ

<http://www.fepc.or.jp/enterprise/hatsuden/nuclear/keisuiro/index.html>

ATOMICA から 高速増殖炉と軽水炉の相違 (03-01-02-03)

http://www.rist.or.jp/atomica/data/dat_detail.php?Title_Key=03-01-02-03