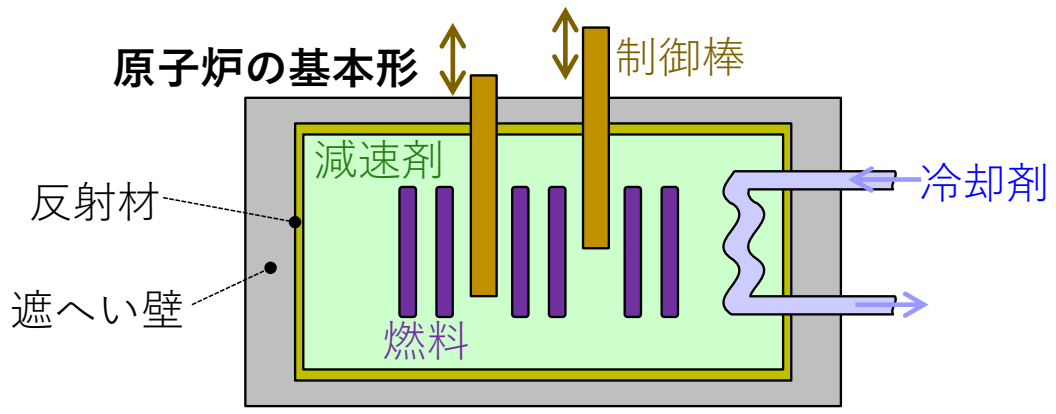


原子力発電（2） - 1 《原子炉の基本形》

■原子炉の構成要素

- ・核分裂を起こす「燃料」
- ・発生した熱を取り出すための「冷却材」
- ・中性子の速度を落とす「減速剤」
- ・核分裂する量を調整する「制御棒」
- ・中性子を反射させる「反射材」
- ・放射線の漏出を防ぐ「遮へい壁」



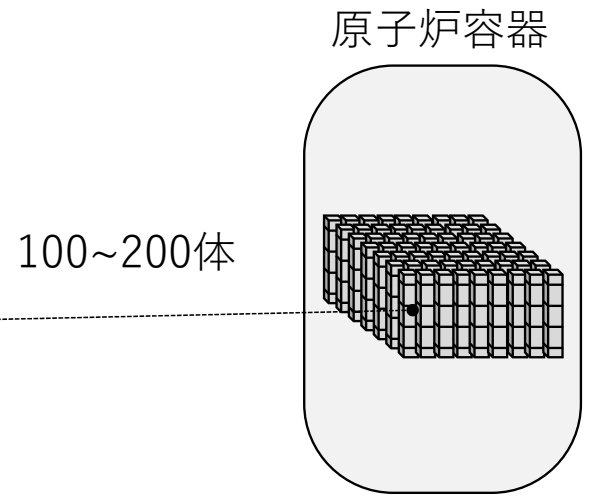
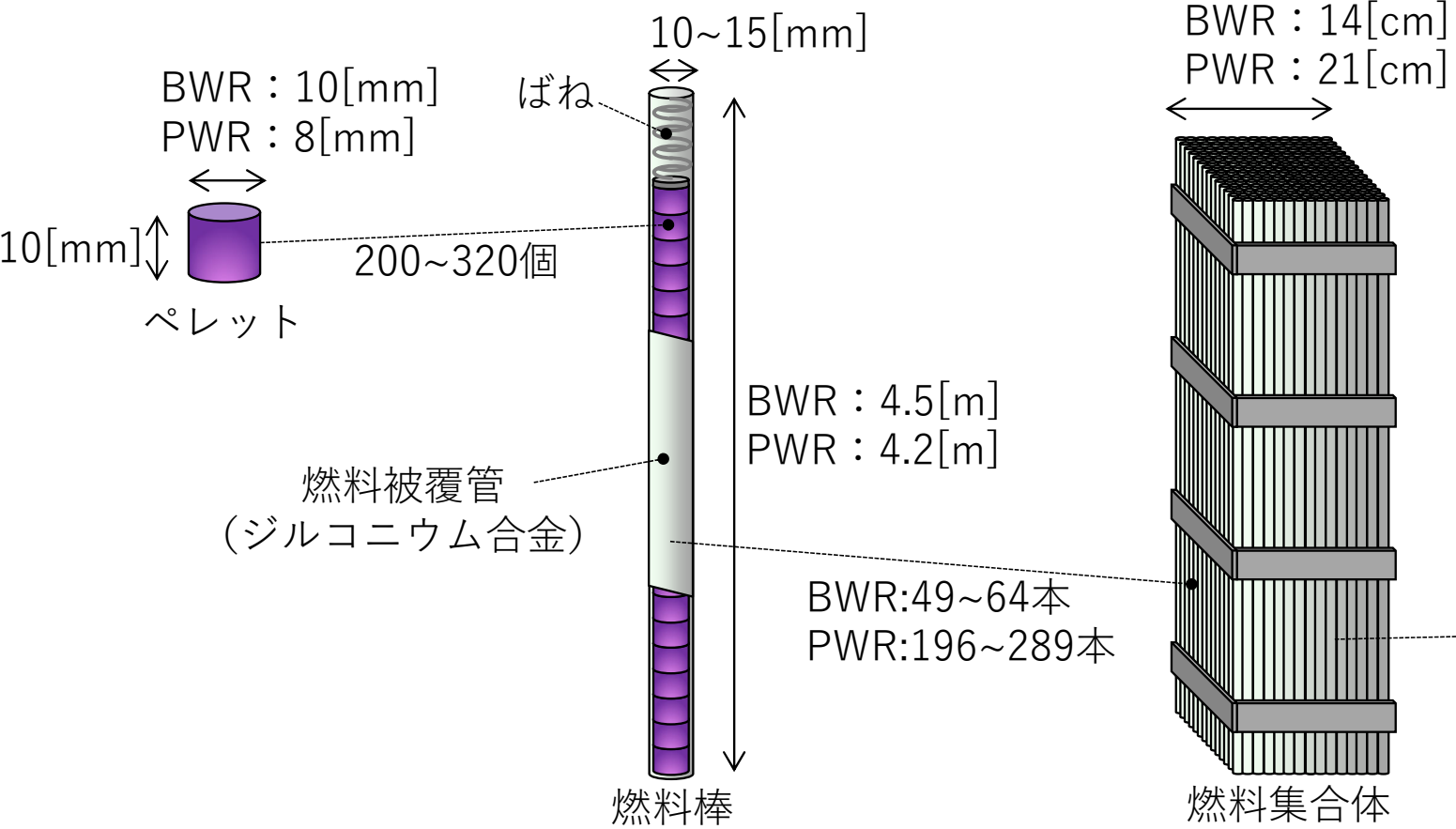
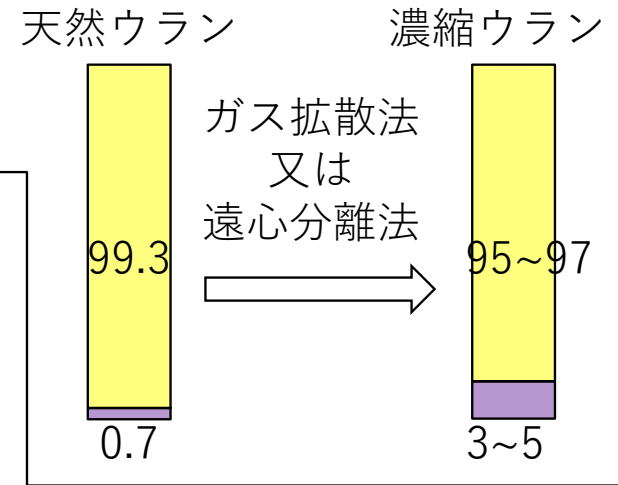
※Mixed OXide燃料：ウランとプルトニウムの混合酸化物

原子炉の種類	燃料	減速剤	冷却剤	備考
ガス冷却黒煙炉	天然ウラン	黒鉛	炭酸ガス	最初期の原子炉
水冷却黒鉛炉	濃縮ウラン	黒鉛	軽水	チェルノブイリ原発
重水炉(新型転換炉)	天然ウラン、濃縮ウラン、MOX燃料※	重水	軽水	ふげん（廃止）
沸騰水型軽水炉(BWR)	濃縮ウラン	軽水	軽水	一般に普及 } 世界の約8割
加圧水型軽水炉(PWR)	濃縮ウラン	軽水	軽水	
高速増殖炉	MOX燃料※	なし	液体ナトリウム	もんじゅ（廃止）
高温ガス炉	濃縮ウラン、MOX燃料※	黒鉛	ヘリウムガス	HTTR(試験研究炉)

原子力発電 (2) - 2 《核燃料》

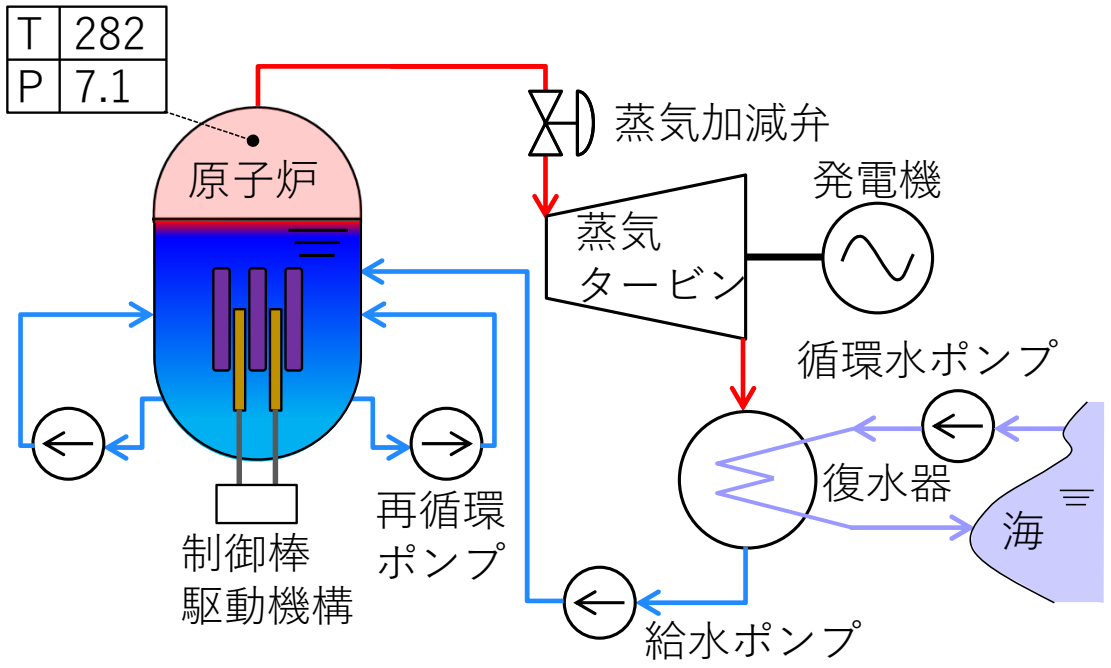
ペレット：濃縮ウランの粉末を
圧縮成型・焼結した酸化物

ウラン235 (核分裂しやすい)
 ウラン238 (核分裂しにくい)

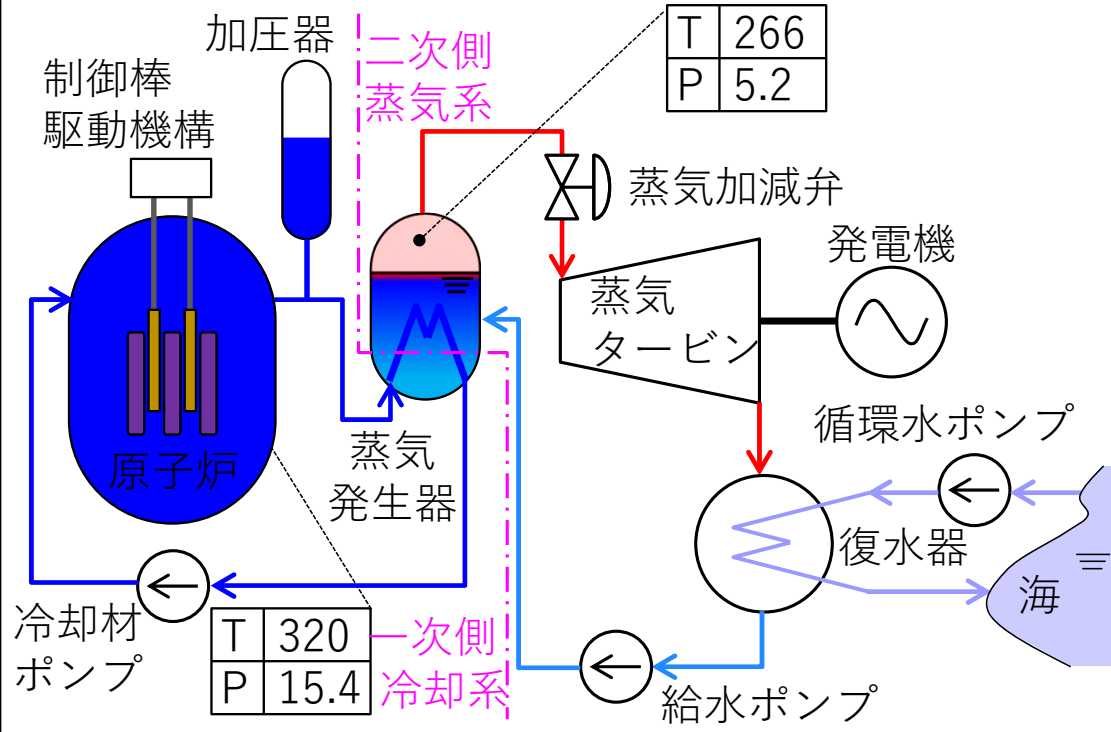


原子力発電 (2) - 3 《軽水炉の特徴》

■沸騰水型軽水炉 (Boiling Water Reactor)



■加圧水型軽水炉 (Pressurized Water Reactor)

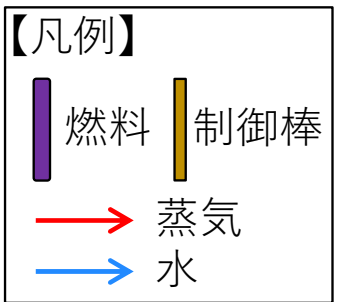
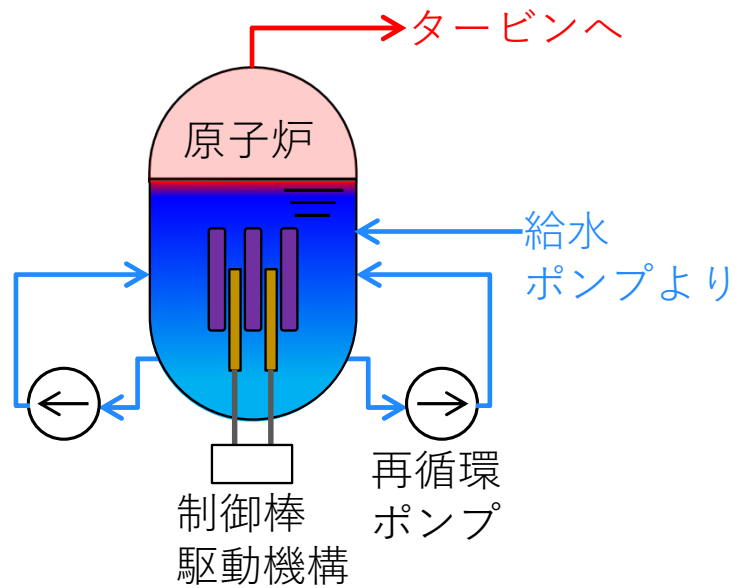


【凡例】

- 蒸気
- 水
- 海水
- 加圧水
- 燃料
- 制御棒
- T : 温度 [°C]
- P : 圧力 [MPa]

項目	沸騰水型軽水炉 (BWR)	加圧水型軽水炉 (PWR)
構造	簡単。再循環ポンプあり。大型。	複雑。冷却系あり。小型。
炉内圧力	圧力低い	圧力高い (蒸気系の圧力は低い)
保守	蒸気系機器にも放射線管理が必要	蒸気系機器の保守容易 (放射線なし)
制御棒	下方から押上げ (水圧/ガス圧駆動)	上方から重力落下 (磁気ジャック駆動)

原子力発電（2） - 4 《沸騰水型軽水炉の制御》



1) 制御棒による制御

長期的な反応速度の補償や、炉心の出力分布偏りを手動調整。

- ・ 制御棒挿入⇒吸収される中性子増⇒核分裂反応減⇒出力減
- ・ 制御棒引抜⇒吸収される中性子減⇒核分裂反応増⇒出力増

2) 炉心流量による制御 ※BWR独特の制御

再循環ポンプによって炉心流量を調節することで、原子炉内のボイド（気泡）を利用して、常時の原子炉出力を制御する。

※ボイドが増えると中性子の減速効率が低下し、核分裂反応抑制。

- ・ 再循環流量増⇒炉心流量増⇒ボイド減⇒核分裂反応増⇒出力増
- ・ 再循環流量減⇒炉心流量減⇒ボイド増⇒核分裂反応減⇒出力減

3) タービンとの連系

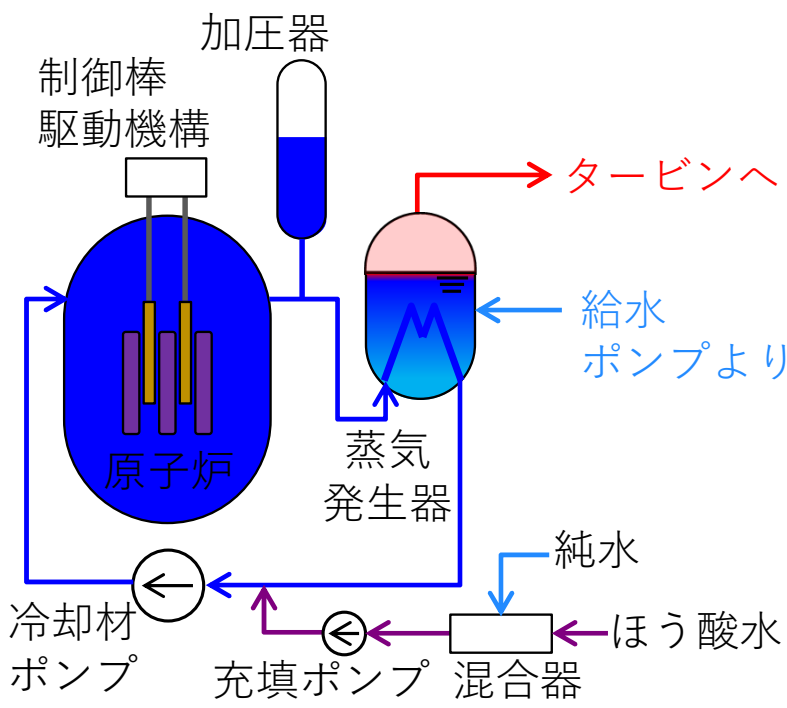
原子炉優先方式

※炉心流量によって原子炉出力を変えることで、タービン主圧制御（蒸気圧力一定となるよう蒸気加減弁を制御）が追従する。

4) 原子炉緊急停止（スクラム）

- ・ 全制御棒を炉心内に急速挿入
- ・ ほう酸水の炉内注入

原子力発電（2） - 5 《加圧水型軽水炉の制御》



1)制御棒による制御

常時は冷却材(加圧水)の平均温度を自動制御（発電出力に追従）

- ・制御棒挿入⇒吸収される中性子増⇒核分裂反応減⇒冷却材温度低下
- ・制御棒引抜⇒吸収される中性子減⇒核分裂反応増⇒冷却材温度上昇

2)ほう素濃度による制御 ※PWR独特の制御

冷却材へ注入するほう酸水によって、冷却材のほう素濃度を調節することで、常時の制御棒位置を調節する。（長周期の制御）

※ほう素は中性子を吸収するので、ほう素濃度増で核分裂反応抑制。

- ・ほう素濃度増⇒吸収される中性子増⇒核分裂反応減⇒出力減
- ・ほう素濃度減⇒吸収される中性子減⇒核分裂反応増⇒出力増

3)タービンとの連系

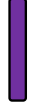





タービン優先方式

※タービン発電制御によって発電出力を変えることで、原子炉制御が追従する。（発電出力によって冷却材平均温度目標を変更）

4)原子炉緊急停止（スクラム）

- ・全制御棒を炉心内に急速挿入

【凡例】

	燃料		制御棒
	蒸気		加圧水
	水		ほう酸水