

泊発電所見学会 事前質問回答

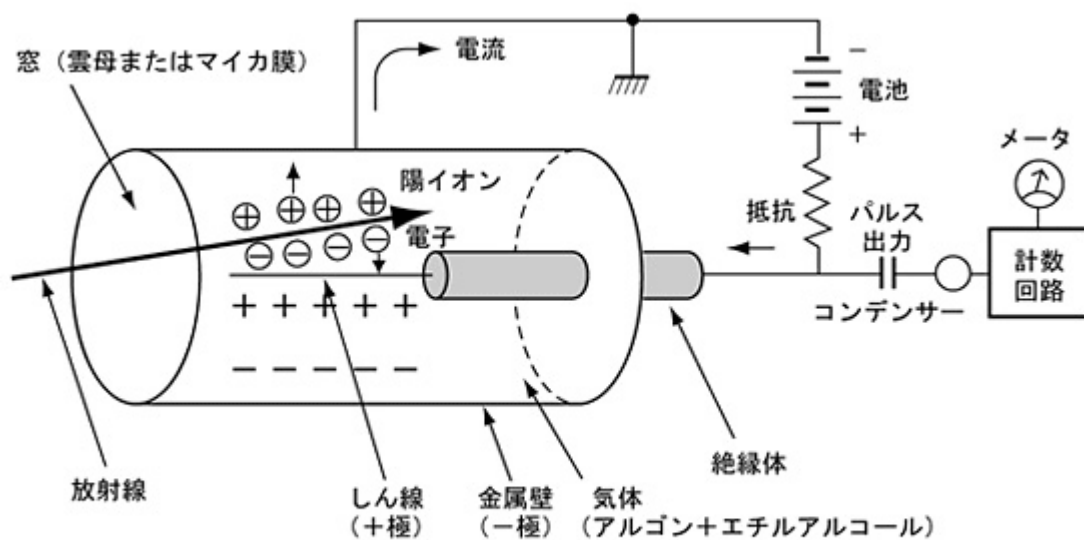
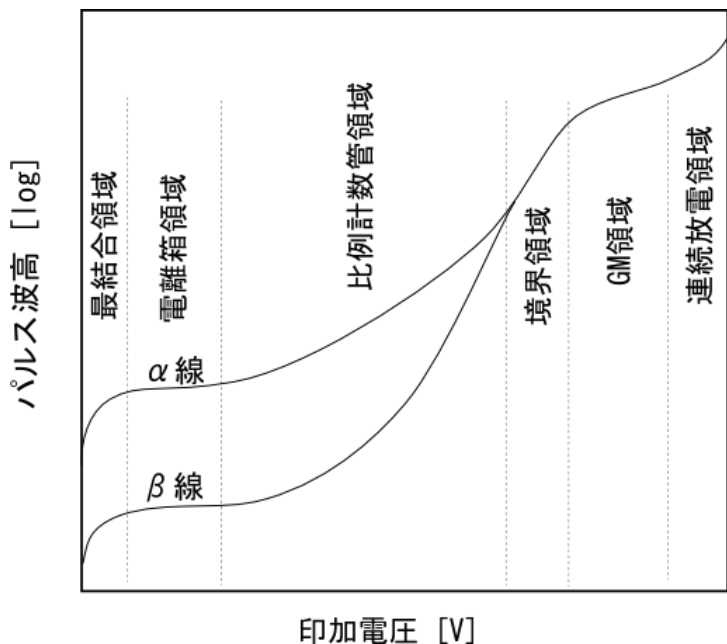
2021年10月24日

※回答は、一般的なネット上に掲載されいる範囲の情報にて作成しております。

中性子検出

Q 原子炉はどのような検出器を使って中性子を測りますか？

中性子検出は、基本的に密閉した電極間に電圧をかけ電極間の気体を放射線（中性子等）が通過する際に、気体分子からはじき出す電子の量を計測して検出している。



【出典】日本原子力研究所 国際原子力総合技術センター:原子力基礎用語集(1977年)、p10

中性子検出

炉内・炉外において、中性子を検出している。

■ 炉内核計測装置
核分裂性電離箱

■ 炉外核計測装置
出力の低い順から3種類使用

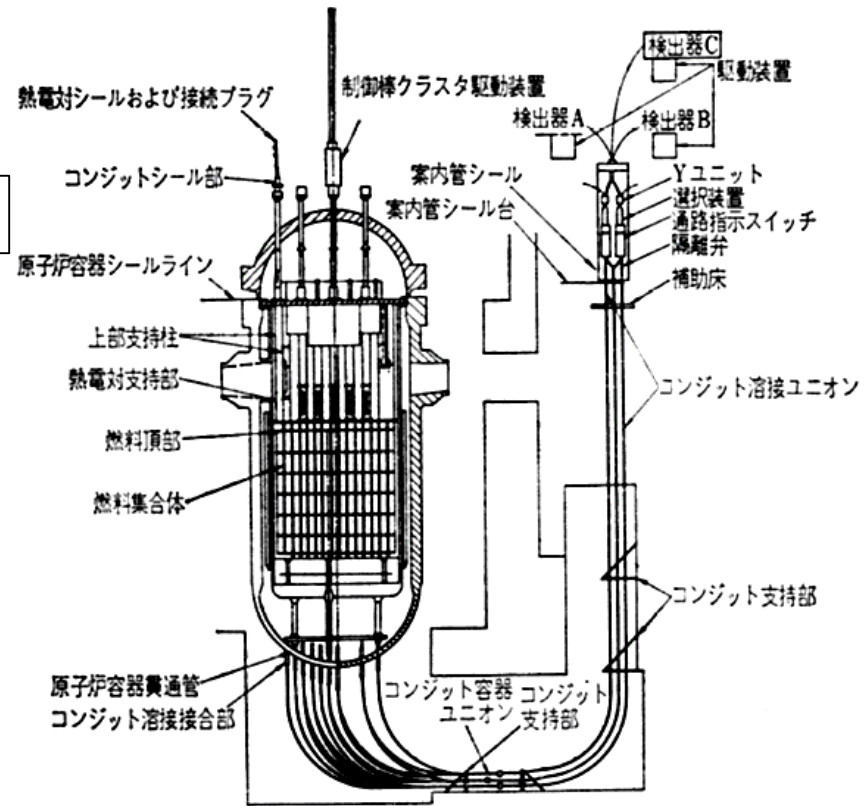
① BF3比例計数管



^4He (α 粒子) による電離電流を計数。

② γ 線補償型電離箱

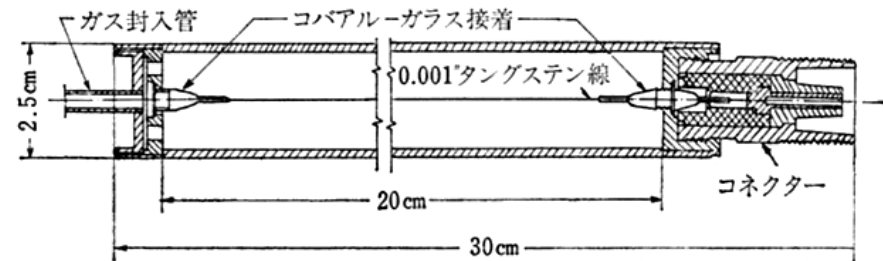
③ 非補償型電離箱



炉心内に小型検出器を挿入し、炉心の出力分布を計測する

図4 PWRの炉内核計装

[出典] 電気計算: 記念特集 図で説く原子力発電所とその運転、電気書院(1972)



中性子源領域計装に使用される

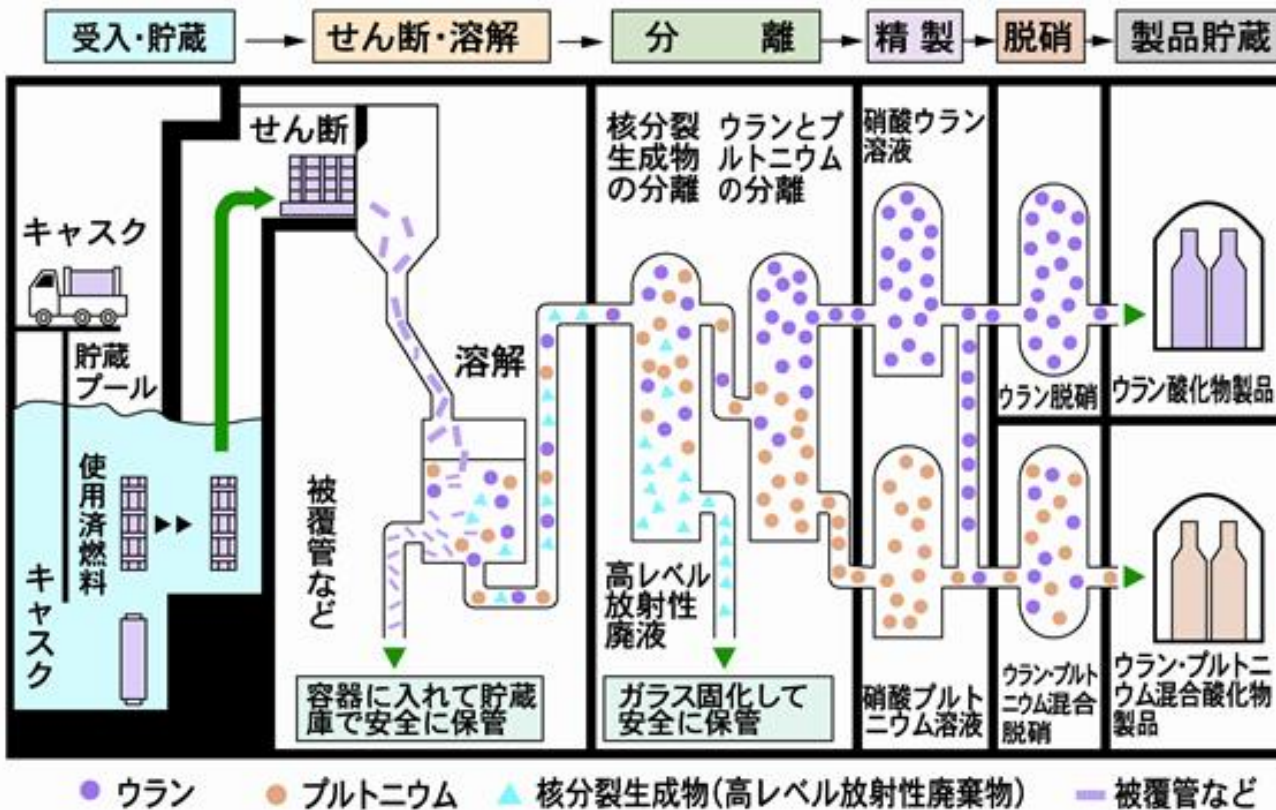
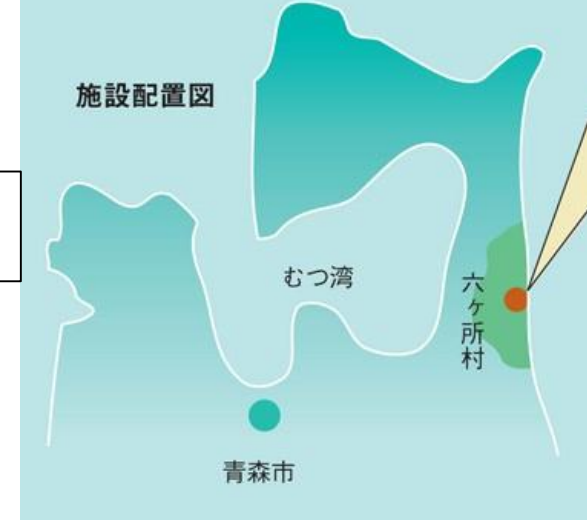
図1 核計装用中性子検出器 BF-3比例計数管

[出典] 川口千代二、荒克之(著): 原子炉の計測、幸書房(1977)

使用済み燃料

Q 使用済み核燃料の処分・廃棄方法

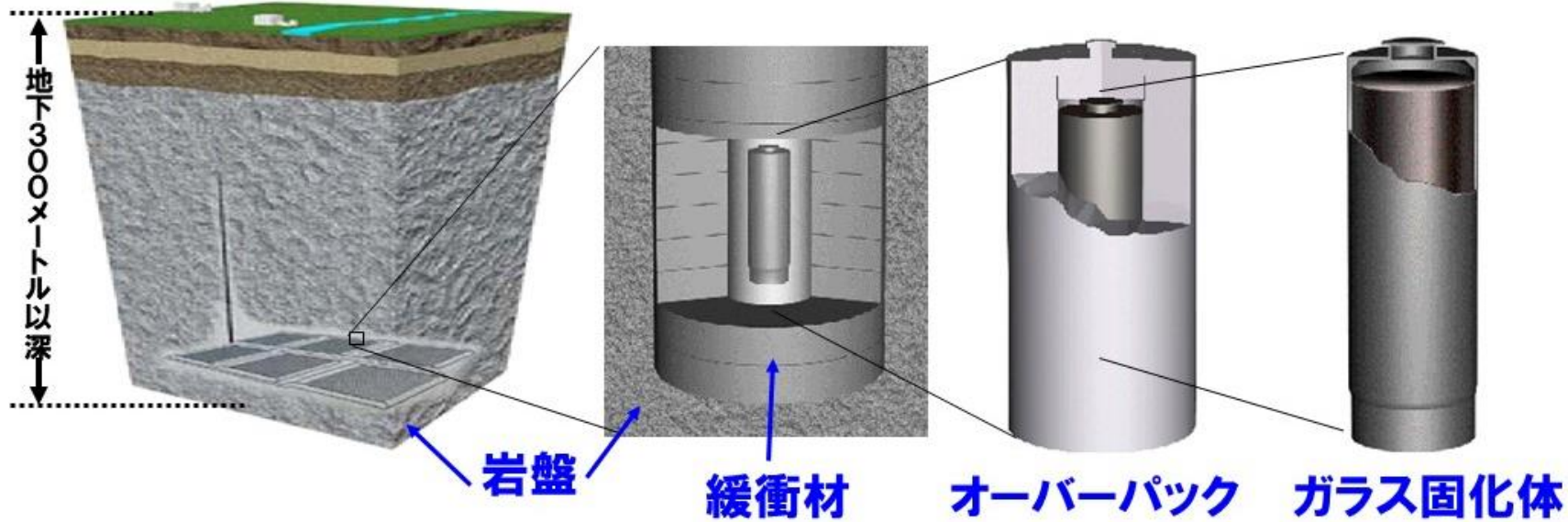
使用済み核燃料は、一定期間使用済み燃料プールで冷却後、青森県六ヶ所村にある日本原燃再処理施設にて再処理し、利用可能なウランやプルトニウムを抽出し再使用することとしている。



高レベルガラス固化体

日本では、再処理の過程で生じた高レベル放射性廃液はガラスで固化し、ステンレス製容器に密閉し、地層処分することとしている。

・天然の岩盤と人工物を組み合わせた**多重バリアシステム**



地下深部の環境

- ・ 人間活動や自然現象の影響を受けにくい
- ・ 酸素がほとんどなく、金属が腐食しにくい
- ・ 地下水の動きがとても遅い

粘土を主成分

地下水や放射性物質の移動を遅くする

金属(炭素鋼)製

ガラス固化体と地下水の接触を遮断する

ガラス

放射性物質を閉じ込め、溶け出しにくくする

天然バリア

人工バリア

発電量

Q 1日の発電量はどのくらいか

3基同時に稼働した場合の電気出力は207万kwであり、北海道内の需要の4～6割を供給することが可能である。

泊1号機	57.9万kw	合計	207万kw
泊2号機	57.9万kw		
泊3号機	91.2万kw		

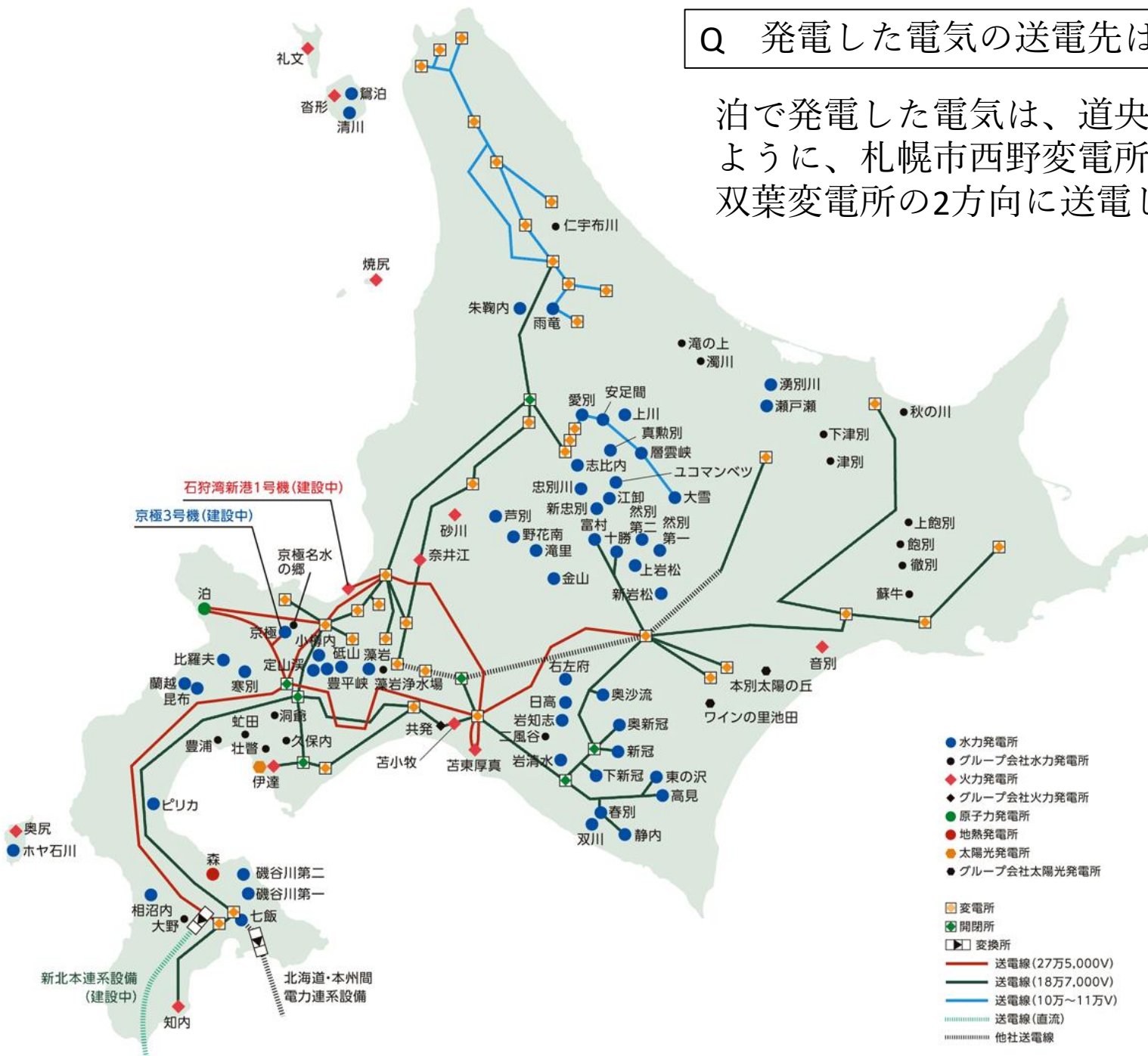
最大需要

冬 約540万kw 夏 約470万kw

昨日 (10/23) 354万kw

Q 発電した電気の送電先は

泊で発電した電気は、道央圏を取り囲むように、札幌市西野変電所と喜茂別町の双葉変電所の2方向に送電している。



- 水力発電所
- グループ会社水力発電所
- ◆ 火力発電所
- ◆ グループ会社火力発電所
- 原子力発電所
- 地熱発電所
- 太陽光発電所
- グループ会社太陽光発電所
- 変電所
- 開閉所
- 変換所
- 送電線 (27万5,000V)
- 送電線 (18万7,000V)
- 送電線 (10万~11万V)
- 送電線 (直流)
- 他社送電線

石狩湾新港1号機(建設中)

京極3号機(建設中)

京極名水の郷

京極

小樽内

比羅夫

蘭越

昆布

寒別

洞爺

虻田

豊浦

杜警

伊達

ピリカ

森

磯谷川第二

磯谷川第一

相沼内

大野

七飯

知内

新北本連系設備(建設中)

北海道・本州間電力連系設備

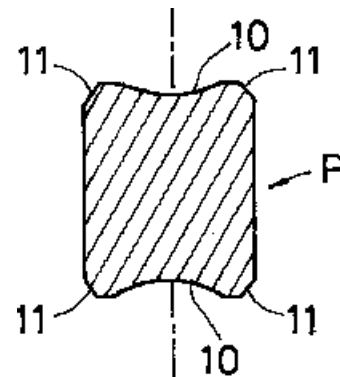
燃料影響

Q 核分裂生成物、および中性子による燃料ペレットの材料脆化やスウェリングがどの程度燃料棒への悪影響があるのか？



燃料ペレットは、炉内で長期使用すると気体状の核分裂生成物が進み、スウェリング（膨らみ・割れ）が生じる。これを防ぐために、ペレット上下を皿状に成形（チャンファ）し、角も面取りし、膨張時に被覆管に応力がかかりにくくしている。

また、被覆管自体も中性子照射により金属原子格子からのはじき出しにより脆化を生じるが、設計時・使用時の試験確認や炉内での使用期間に制限を設けることで影響が出ないように管理している。



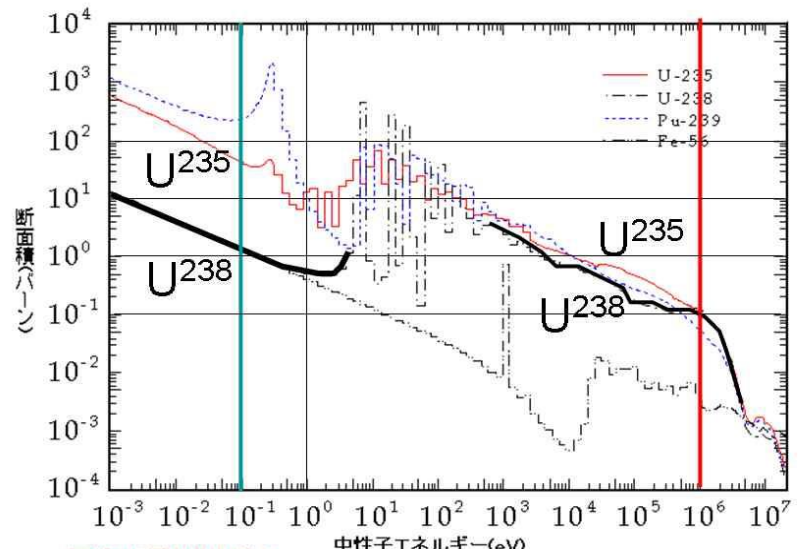
重水炉

Q 重水の場合は負のフィードバックがないが、安全面的に問題がないか？また、日本で重水のみではなく軽水と併用した型が開発されているのはそのためでしょうか？

重水炉においても、減速材の沸騰が生じることにより、負の反応度が印加されるため、自己制御性のある原子炉と言える。

【流れ】

- 沸騰 → 減速材の密度低下
 - 高速中性子 炉心から漏れる
 - 減速されない熱中性子の減少
- 炉内核分裂数の減少 = 負の反応度



U235の核分裂断面積は、熱中性子で大きく、速中性子で小さい。

諸性質	軽水	重水	黒鉛
原子量または分子量	18.016	20.030	12.0
密度 (g / cm³)	1.00	1.10	1.6
最大密度温度 °C	3.98	11.23	—
融点 Tm °C	0.00	3.81	—
吸収断面積 (熱中性子) バーン	0.66	0.001	0.0045
巨視的散乱断面積 Σs (/ cm)	3.45	0.449	0.385
巨視的吸収断面積 Σa (/ cm)	0.022	0.000033	0.00032
平均エネルギー対数減少パラメータ ξ	0.920	0.509	0.209
減速比 ξ Σs / Σa	71	5670	192

Q 福島第一原子力発電所の事故では想定されていた高さを超過する津波が押し寄せ甚大な被害が発生してしまいましたが、津波や地震などといった自然災害という不確実な事象に対してどのような検討がされているのでしょうか？

新規規制基準においては、発電所に影響を及ぼす自然災害を網羅的に評価し、安全を確保しなければならない。

このため、規制庁の定めるガイドに基づき、過去に観測された自然災害や余裕をもって設定された基準に適合するよう評価し、対応している。

従来の基準と新基準との比較

〔従来の規制基準〕

〔新規規制基準〕

重大事故対策は事業者の自主的な取り組み + 設計基準 自然現象に対する考慮 火災に対する考慮 電源の信頼性 その他の設備の性能 耐震・耐津波性能		対策口 意図的な航空機衝突への対応 重大事故対策 放射性物質の拡散抑制対策 格納容器破損防止対策 炉心損傷防止対策 (複数の機器の故障を想定) 設計基準 内部溢水に対する考慮(新設) 自然現象に対する考慮 (火山・竜巻・森林火災を新設) 火災に対する考慮 電源の信頼性 その他の設備の性能 耐震・耐津波性能	新設 強化または新設 強化
---	--	---	---------------------



参考：SA設備等の配備

原子炉等を安定的に冷却し、重大事故等を防ぐ対策(事故進展防止)

★電源の強化

○電源確保の一層の信頼性向上

常設設備が使用できない場合の備えとして、バックアップ電源の拡充、蓄電池の増設、外部電源ルートの更なる多重化を実施



代替非常用発電機



可搬型代替電源車



・蓄電池
・後備蓄電池



外部電源

★水源の確保

補助給水ピットや燃料取替用水ピットの枯渇に備え、海水の他、代替屋外給水タンクや原水槽等からの補給手段も整備



代替屋外給水タンク (T.P31mに設置)

★炉心を守る

○蒸気発生器を使用した冷却手段の多様化

電動補助給水ポンプやタービン動補給水ポンプが使用できない場合の備えとして、蒸気発生器直接給水用高圧ポンプや可搬型大型送水ポンプ車による代替給水手段を整備



蒸気発生器直接給水用高圧ポンプ

○炉心への直接注水による冷却手段の多様化

高圧注入ポンプや余熱除去ポンプが使用できない場合の備えとして、代替格納容器スプレイポンプや可搬型大型送水ポンプ車による代替給水手段を整備



可搬型大型送水ポンプ車

★格納容器を守る

○格納容器上部からのスプレイによる格納容器内の冷却・減圧手段の多様化

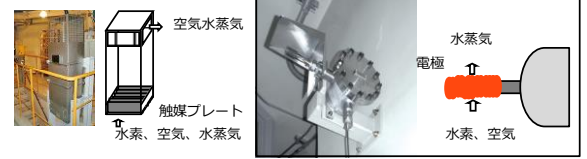
格納容器スプレイポンプが使用できない場合の備えとして、代替格納容器スプレイポンプや可搬型大型送水ポンプ車による代替給水手段を整備



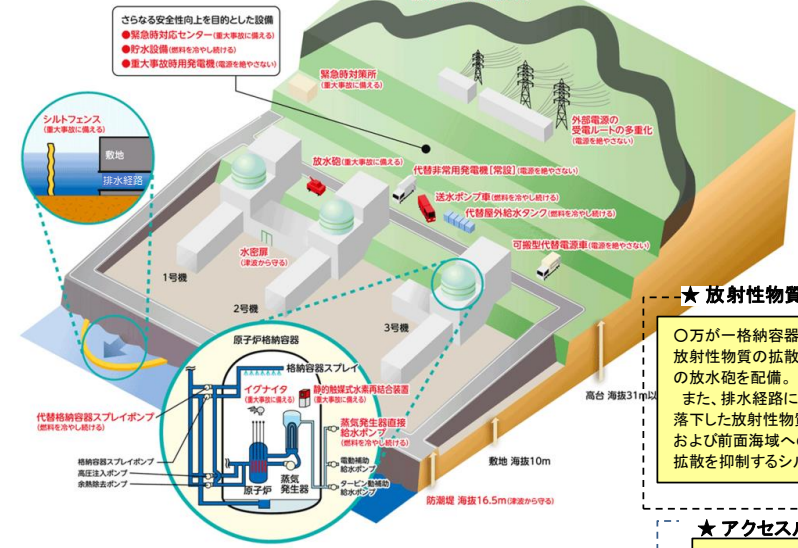
代替格納容器スプレイポンプ

○格納容器内の水素濃度を低減

炉心損傷により発生する可能性のある水素の濃度上昇による水素爆発防止のため、動作原理の異なる2種類の水素処理装置を設置



泊発電所の主な安全対策の現状(全体イメージ)



★放射性物質の拡散抑制

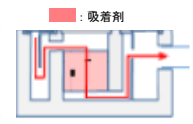
○万が一格納容器が破損した場合に放射性物質の拡散を抑制するための放水砲を配備。
また、排水経路に吸着剤を設置して落下した放射性物質を低減する設備および前面海域への放射性物質の拡散を抑制するシルトフェンスを配備



可搬型大容量海水送水ポンプ車



放水砲



吸着剤による放射性物質低減



シルトフェンス

★アクセスルートの確保

○地震や津波の際に発生する可能性のあるガレキ撤去や段差解消するためのホイールローダおよびバックホウを配備



ホイールローダ



バックホウ

赤字：福島第一原子力発電所の事故を受け実施している主な安全対策