

「PWR燃料棒からの放射性物質漏えい時の監視方法について」

平成22年10月

電気事業連合会

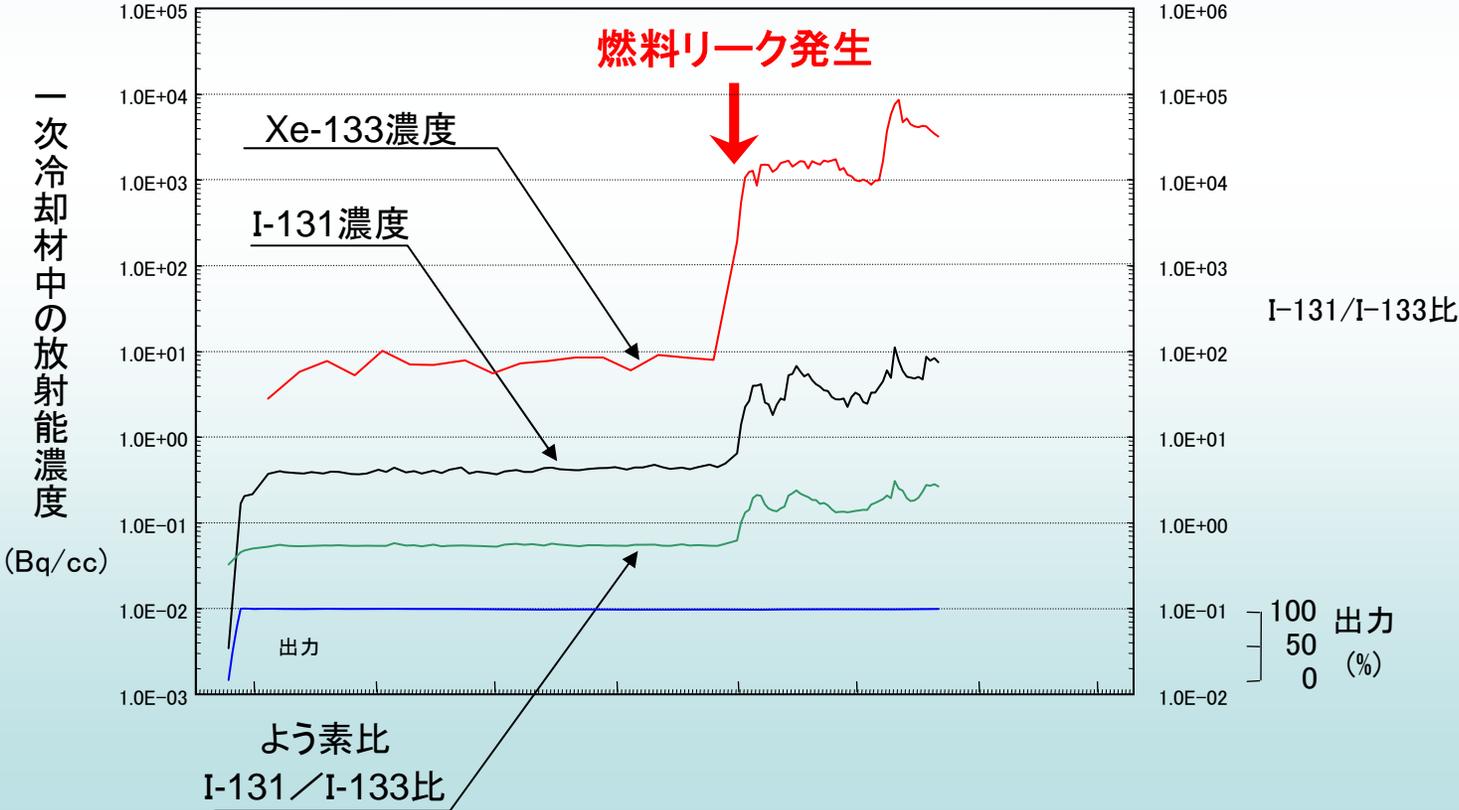
目 的

PWR各社がこれまでに経験した燃料棒からの放射性物質漏えい(燃料リーク)時における1次冷却材中の放射能濃度挙動などの基礎データを整理し、燃料リークの適切な監視方法をまとめることにより、燃料リーク発生時におけるプラントの安全・安定運転に資する。

燃料リーク時の1次冷却材中の放射能濃度の挙動

燃料リークが発生すると、1次冷却材中の放射能濃度（よう素、希ガス等）が変化する。

（運転中の放射能濃度の推移例）

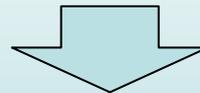


燃料リーク発生の判断

過去の燃料健全サイクルと燃料リークサイクルにおけるI-131濃度、よう素比及びXe-133濃度の実績を分析することにより、燃料リークを判断する基準を設定した。

以下の項目のいずれかに該当する場合は、「リークの疑い」と判断する。

- ① I-131濃度…………… 平常値の2倍以上
- ② よう素比(I-131/I-133線源強度比)… 0.7を超える
- ③ Xe-133濃度…………… 平常値の2倍以上

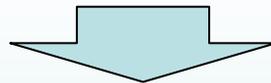


過去の全てのリーク事例(1980年以降)についても、リークを判定できることを確認した。

燃料リーク時の監視頻度

1次冷却材中の放射能濃度を以下の頻度で監視し、燃料リークの疑いが発生した場合には、適宜、監視頻度を高くする。

監視核種*	通常時	リークの疑いがある場合
I-131, I-133	1回／週以上	2回／週以上
Xe-133	2回／月以上	1回／週以上



燃料リーク後の監視頻度を高くすることで、損傷の進行の有無を確認し、保安規定の制限値に達する前に適切な措置をとることが可能

* 監視核種・・・ 監視核種に必要な以下の条件を満たすI-131, I-133, Xe-133を選定

- ① 核分裂収率が高い。
- ② 水溶性または揮発性で1次冷却水中に放出されやすい。
- ③ 半減期が適当であり、放射能レベルが高い。

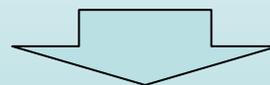
燃料リークの形態と特徴

リーク形態*別のFP挙動の特徴を過去の実績から整理した。

形態	事象概要	挙動の特徴	進行性
BJタイプ	バッフル板の接合部隙間からの1次冷却材の横流れにより燃料棒が振動し摩耗する。	<ul style="list-style-type: none"> ・よう素濃度は漸増傾向を示す。 ・希ガス濃度も同様の傾向を示す。 ・よう素比は1～2程度である。 	○
GFタイプ	バッフル板とグリッド間の隙間流により燃料棒や燃料集合体が振動し燃料棒が摩耗する。	<ul style="list-style-type: none"> ・よう素濃度は漸増傾向を示すが、時間とともに上昇傾向は小さくなる。 ・希ガス濃度も同様の傾向を示す。 ・よう素比はBJタイプと同程度である。 	×
DFタイプ	1次冷却材中に入り込んだ小さな金属異物が流れにより振動し燃料棒が摩耗する。	<ul style="list-style-type: none"> ・よう素濃度は短期的には変動するが、長期的には漸増傾向を示さない。 ・希ガス濃度は若干漸増傾向を示す。 ・よう素比はBJよりも高い値を示す。 	×
PHタイプ	燃料棒に微小なリーク孔(ピンホール)が発生する。	<ul style="list-style-type: none"> ・DFタイプと同様 	×

*リーク形態

BJ：バッフルジェット
 GF：グリッドフレットィング
 DF：異物フレットィング
 PH：ピンホール

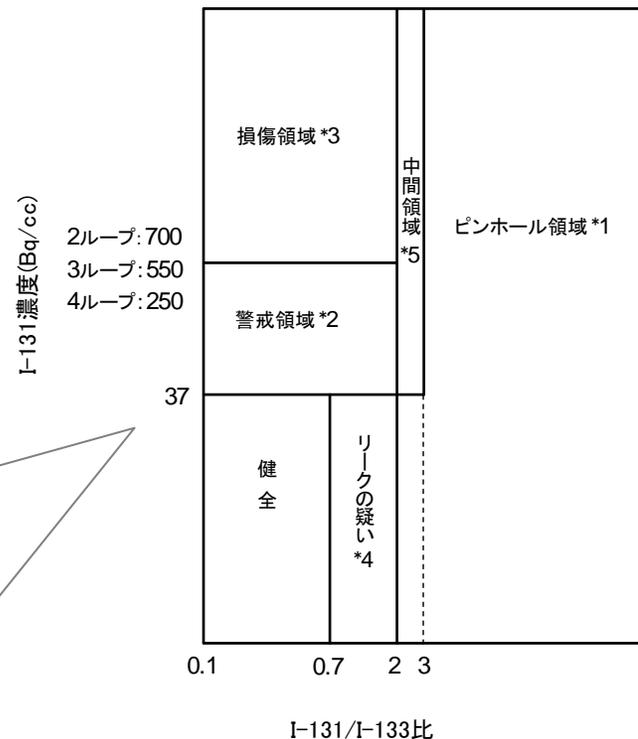


燃料破損防止のために進行性か否かの把握が必要

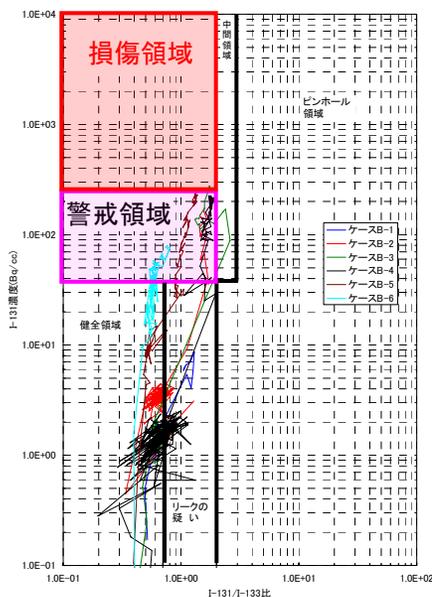
進行性リークの判別方法

過去の進行性リークと非進行性リークの実績に基づき設定した、「領域区分図」により損傷状態を判別する。

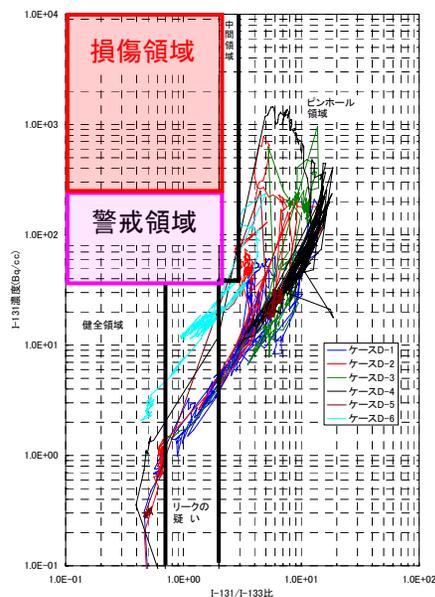
領域区分図



進行性リーク(BJタイプ)



非進行性リーク(DFタイプ)



- *1: 被覆管に微小なピンホールが存在するが、プラントの運転を継続しても支障のない領域 (ピンホールリークの実績に基づき設定)
- *2: 進行性のリークであり、炉水レベルの監視強化を行い、慎重に運転する必要がある領域 (進行性リークの実績に基づき設定)
- *3: 進行性のリークにより、燃料の機械的健全性が損なわれる領域
- *4: リークの兆候はあるが、運転しても支障のない領域
- *5: リークタイプの判別が難しく追跡の必要な領域

安全・安定運転のための確認事項

確認事項	監視パラメータ	判断基準
保安規定の遵守 (安全上の観点)	よう素131濃度	運転上の制限値以下
燃料破損の防止 (プラント保全の観点)	「よう素131濃度」と 「よう素131／133比」 との相関	領域区分図の「損傷領域」 外であること

燃料リーク時の被ばくへの影響

通常時

- ・ 設計上想定した燃料被覆管欠陥率を考慮して、放射性廃棄物処理設備が設計されており、平常時被ばく評価によって設計の妥当性が確認されている。
- ・ 放射能濃度を減衰させた後に、濃度を監視して放出するなど適切な管理を行うことにより、放出管理目標値内とすることが可能である。
(線量目標値に関する指針の線量目標値 $50 \mu\text{Sv}/\text{年}$ を満足する)

事故時

安全評価指針等に基づく評価において、リーク燃料に対する評価要求は適切に考慮されており、保安規定の制限値以下であれば事故時の安全性が担保される。

まとめ

燃料リーク時における1次冷却材中のFP挙動などの基礎データを整理することにより、適切に管理を行うことができることを確認した。

- ① 1次冷却材中の放射能濃度を監視することにより、燃料リークの有無を判別でき、適切に監視強化することで、保安規定の制限値よりも十分に低いレベルで適切な対応を行うことが出来る。
- ② 領域区分図を用いることで、進行性リークによる燃料破損の防止を図ることができる。
- ③ 1次冷却材中の放射能濃度及び放出放射能の適切な監視により、周辺公衆の安全が確保できる。



燃料リーク時においても、1次冷却材中の放射能濃度の挙動を適切に監視することにより、プラントの安全・安定な運転ができる。