

<資料 2>

燃料破損が発生した場合の対応について

令和元年 11 月 7 日

令和元年 11 月 29 日改 1

国立研究開発法人日本原子力研究開発機構

1.はじめに

今後、燃料体について缶詰しないことから、燃料体の缶詰機能について維持期間を、2018年度の燃料体の処理完了（2019年1月）までに変更するよう廃止措置計画を変更認可申請した。本変更に伴い、燃料体の破損が生じた際の対応について影響が無いことを説明する。

2.廃止措置段階のもんじゅにおいて想定すべき燃料破損

もんじゅは長期にわたって出力停止状態にあることから、燃料体の放射能及び崩壊熱は減衰によって低くなっている（1体当たり希ガス $1.8 \times 10^9 \text{Bq}$ 、ヨウ素 $1.4 \times 10^7 \text{Bq}$ 、崩壊熱は1体当たり最大で205W）。廃止措置段階のもんじゅは出力運転をしないことから、原子炉運転中に想定していた燃料破損は発生しない。また、原子炉容器や炉外燃料貯蔵槽内の燃料体、移送中の燃料体は、除熱機能喪失を想定しても燃料被覆管中心温度は制限温度を超えず、燃料被覆管の健全性は維持される。

廃止措置段階のもんじゅにおいて想定すべき燃料破損は、燃料体取扱中における、他機器との干渉、燃料体の落下、ドアバルブによる挟み込み等による損傷（機械的あるいは電気的なインタロックによって発生防止措置は講じられている）、想定を超えた事象による損傷と極めて限られたものとなる。このような燃料破損が発生した場合は事故事象として燃料体の損傷状況を調査し、その後の対応を検討し、事故後の対応を行う。

3.燃料体損傷の恐れがある場合の対応

燃料体の取扱時、他機器との干渉、燃料体の落下、ドアバルブによる挟み込み等が発生し燃料被覆管の損傷が疑われる場合や想定外の事象が発生し燃料被覆管の損傷が疑われる場合、燃料被覆管の損傷の有無や燃料体の損傷の程度を判断するため、燃料検査設備にて検査を行う。燃料検査設備では、シッピング法（検査槽内を負圧雰囲気とすることで、燃料体から放出される気体状の

放射性物質の濃度を測定する方法)による燃料破損検査を実施する。

放射性物質濃度測定の結果、汚染が検出^{注1}されなければ、炉外燃料貯蔵槽又は燃料池に貯蔵する。また、汚染が検出され、炉外燃料貯蔵槽や燃料池に貯蔵することで系統内の汚染が拡大する場合には、専用の容器^{注2}を別途用意して貯蔵(専用容器に貯蔵するまでは炉外燃料貯蔵槽に長期間の貯蔵が可能)し、その後の対応を検討する。

注1：汚染を検出する際の濃度の基準については、燃料検査設備の検査槽アルゴンガス雰囲気中に放出された核分裂生成ガスを燃料検査設備の γ 線ガスサンプラ(NaIシンチレータ)により検出する方法、及びガスサンプラからガスサンプリングしGe半導体検出器により検出する方法により燃料破損の検査を行う。次のいずれか又は両方に該当する場合は漏えいと判定する。

- ・燃料検査設備の γ 線ガスサンプラ(NaIシンチレータ)において、バックグラウンド値に対する核分裂生成ガス(着目各種Xe-133、 γ 線エネルギー81keV)の検出値が2以上、かつ γ 線スペクトルの81keV近傍にピークがある
- ・Ge半導体検出器において、Kr-85(514keV)が検出限界以上

注2：缶詰缶は、水中貯蔵燃料の腐食による被覆管の損傷を想定し燃料体を収納、放射性物質による環境汚染を回避するための容器。機械的に損傷を受けた燃料体の収納までを想定していない。燃料体の損傷が発生すれば、破損の状況に応じた専用の容器が必要となり、事故対応として必要な認可手続きを踏み対応する。なお、缶詰缶に収納せずに長期水中保管しても腐食の進展は生じていないことを高速実験炉「常陽」の照射後試験において確認している。

4.燃料搬出について

燃料搬出の経路を図1に示す。

燃料搬出は、燃料池に貯蔵する使用済み燃料と運転中の破損燃料を含む照射後燃料試験(PIE)に搬出する経路を有している。なお、廃止措置計画段階における破損燃料の処理方法は未定であり、処理方法決定後、処理設備に応じた輸送キャスクを製作し、燃料搬出を行うこととなる。

照射済燃料集合体の専用輸送容器(PIE-SA型核燃料輸送物)であるPIEキャスクは、燃料の輸送に関しては2017年6月に廃止の届出としているが、燃料以外の照射済制御棒や中性子しゃへい体等の炉心構成要素(以降、「照射済

制御棒等」という。)の輸送容器としては使用可能であるため、洗浄前のナトリウムが付着した状態の照射済制御棒等の分析の可能性を考慮し PIE キャスク搬出ルートでの燃料キャスク装荷機能の性能維持を残していた。しかし、2018年度の制御棒及び燃料体の燃料処理を終えて燃料池で貯蔵しており、今後照射済制御棒等の分析をする場合は、燃料池の缶詰に封入した照射済制御棒を輸送して分析することが可能であることから、今後ナトリウム付着状態の照射済制御棒等のキャスク装荷及び搬出の要求はないと判断し PIE のための搬出ルートでの燃料キャスク装荷機能の維持を終了することとした。

なお、燃料池に貯蔵する使用済み燃料の搬出に必要な燃料キャスク装荷機能は継続して維持する。

5.まとめ

上記、3. 燃料体損傷の恐れがある場合の対応で述べたとおり、専用の容器を準備することになり、缶詰缶は使用しない。従って、燃料体の缶詰機能について維持期間を、2018年度の燃料体の処理完了(2019年1月)までに変更しても燃料体破損時の対応に影響はない。

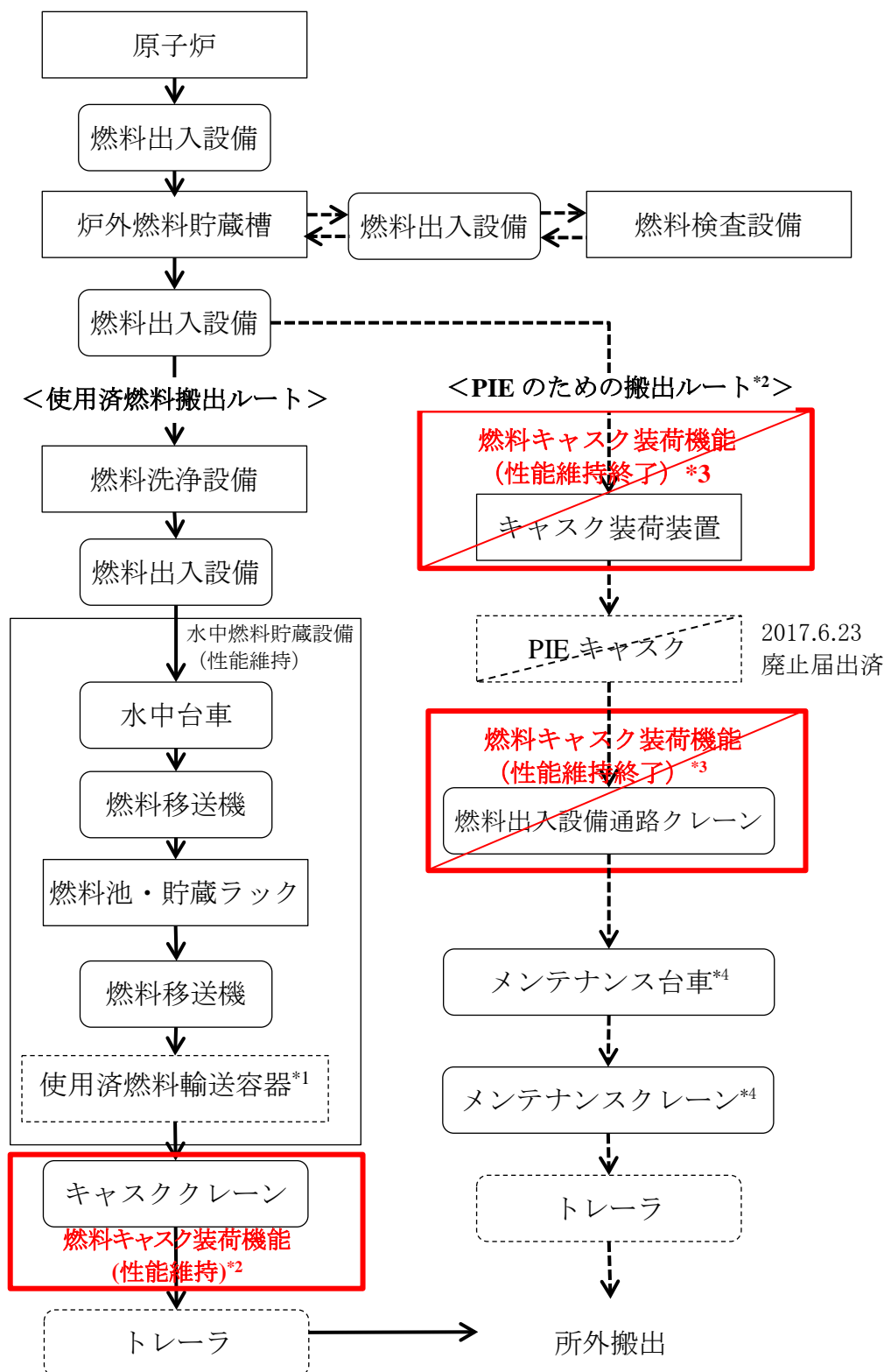
第1表 主な放射性物質の内蔵量(平成29年4月1日時点の値)
(廃止措置計画申請書添付書類四より抜粋)

系統・設備		放射性物質の種類	放射能 (Bq)
燃料取扱設備	燃料中 ^{注2}	希ガス ^{注3}	1.8×10 ⁹
		よう素 ^{注3}	1.4×10 ⁷
		Pu, Am ^{注3}	1.7×10 ¹⁵
	炉心構成要素 ^{注1注2}	放射化構造材 (Co-60)	4.5×10 ¹²

注1: 定格出力換算約40日運転を経験した燃料体、制御棒集合体、中性子源集合体、中性子しゃへい体

注2: 各放射性物質の種類放射能が最大となる炉心構成要素の1体分の値

注3: 希ガスはガンマ線エネルギー0.5 MeV換算値、よう素はI-131等価換算値、Pu, Amは単純合計値



*1: 搬出先決定後、容器製作

*2: 燃料カスクをトレーラに装荷(カスククレーン)する燃料カスク装荷機能は継続維持

*3: 照射後試験を行うための燃料カスク装荷機能は維持終了

*4: 性能維持。燃料交換機器等の重量物移動のため

図1 使用済燃料の燃料カスク装荷機能の維持

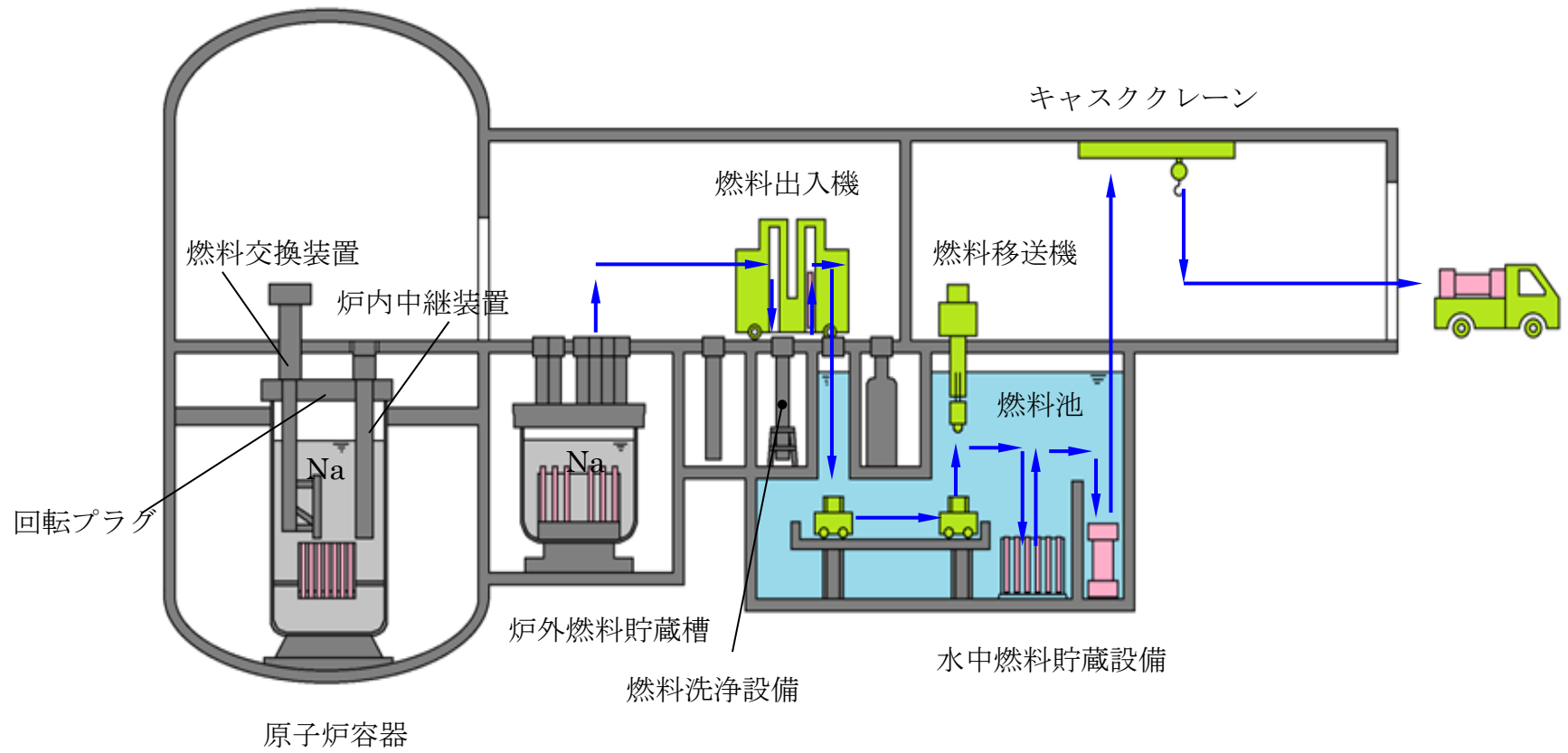


図2 使用済燃料搬出ルート

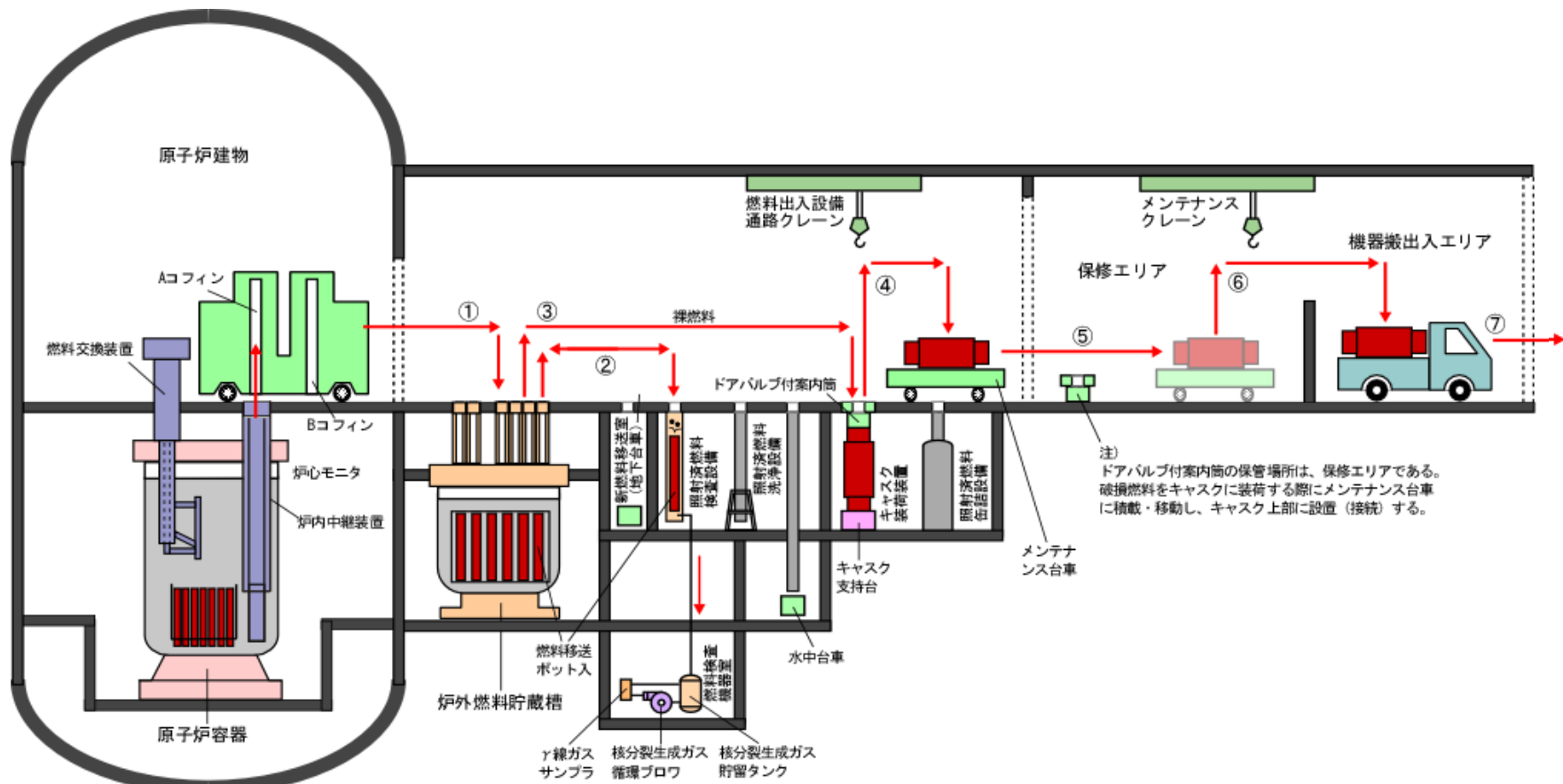


図3 PIEのための搬出ルート