



JY-127-1

第53条（多量の放射性物質等を放出する事故の拡大の防止）に係る説明書
-炉心損傷防止措置、格納容器破損防止措置の資機材及び手順-
<指摘回答（サイフォンブレイク）>

2022年3月29日

日本原子力研究開発機構 大洗研究所
高速実験炉部

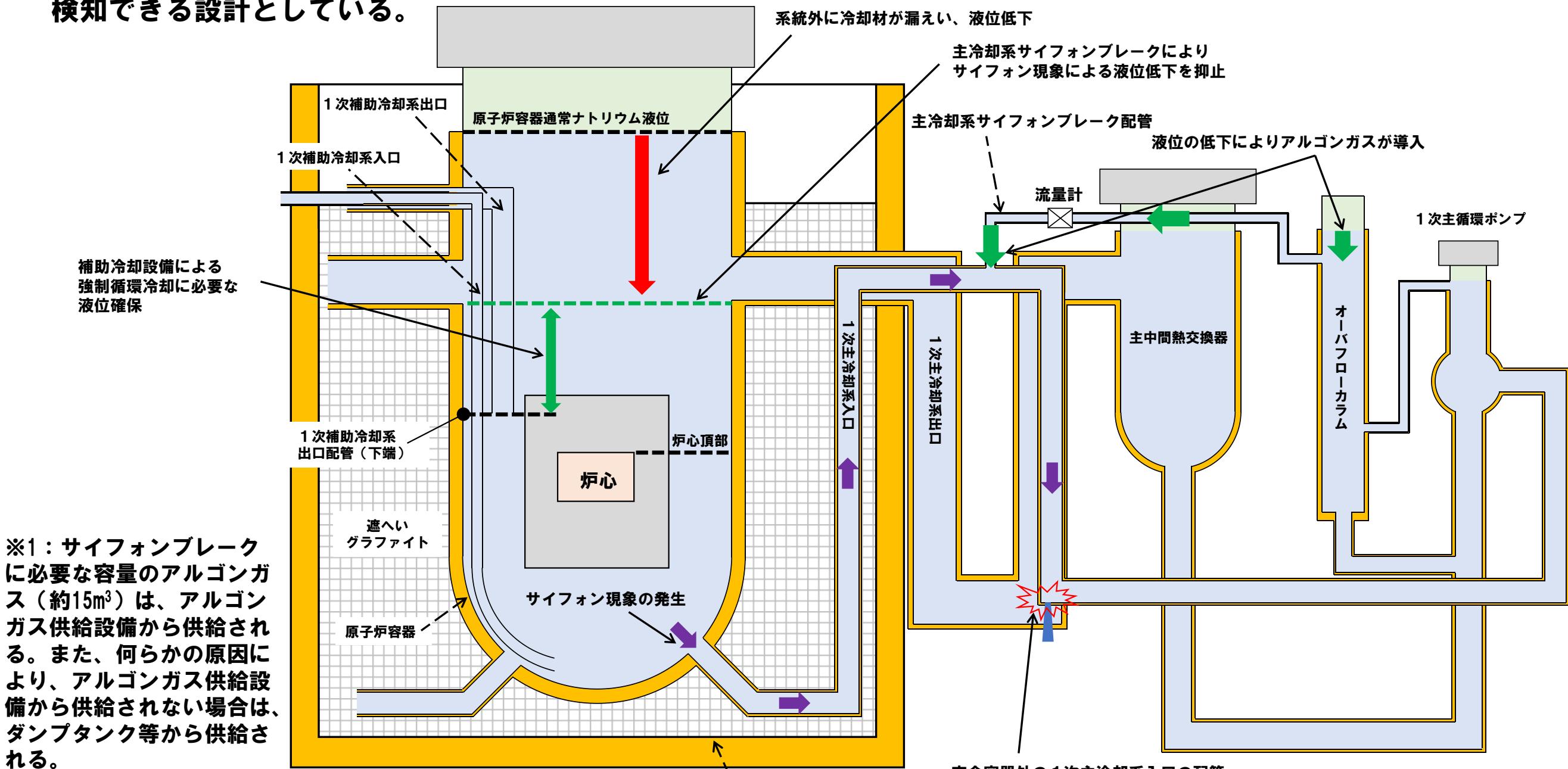
指摘：No.294

LORL (ii) 及びLORL (iii) のサイフォンブレイクの成立性について、必要なアルゴンガスの容量、既往の試験経験を踏まえた改善、ポンプモータの運転条件等を含めて整理して説明すること。また、ポンプモータの運転条件は、ULOFに対する沸騰回避のためのポンプモータ流量増大との関係も含めて整理すること。

指摘：No.295

1次補助冷却系サイフォンブレイク弁が誤って開いた場合の悪影響について説明すること。

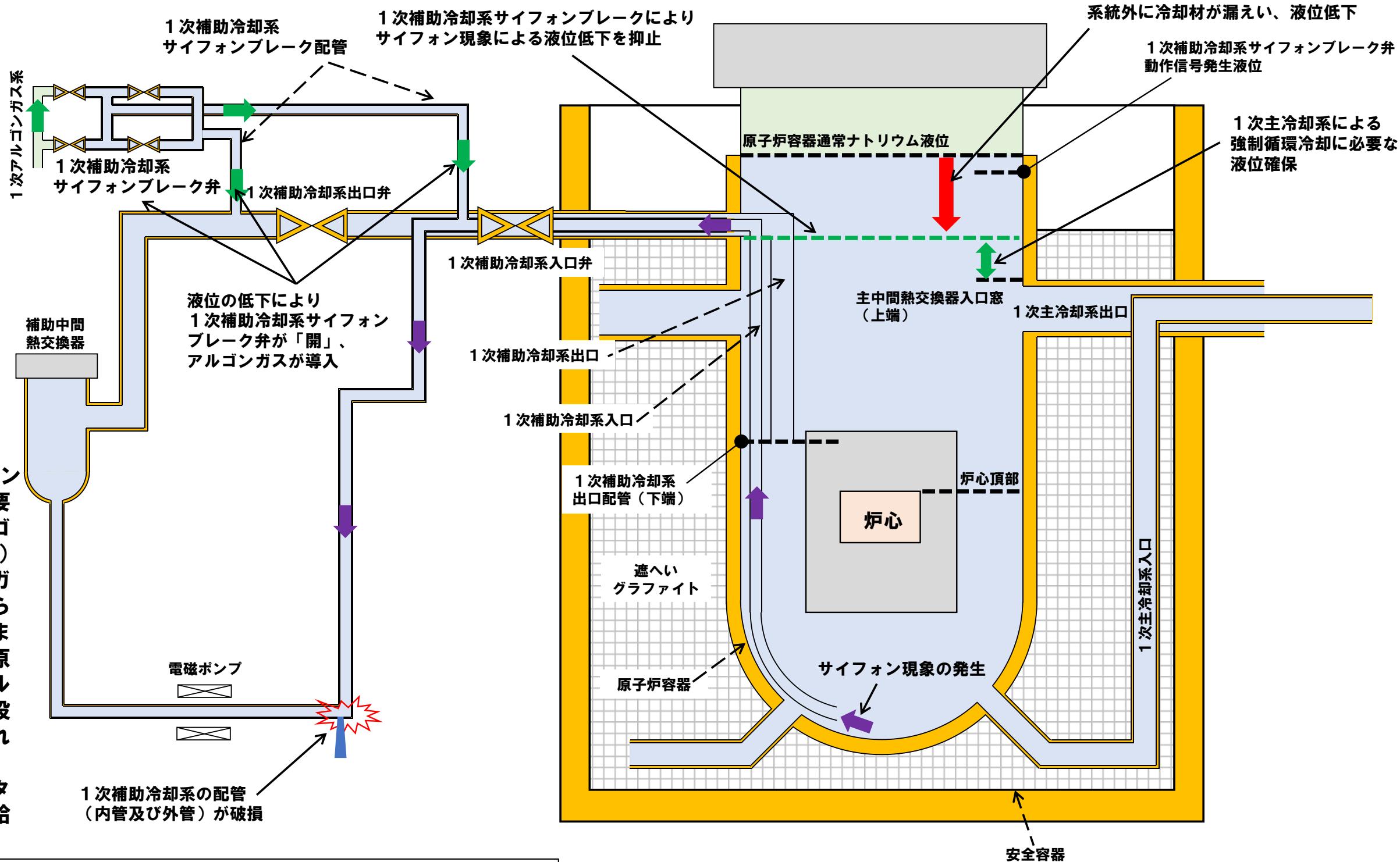
- 安全容器より外側の1次主冷却系入口の低所配管（内管及び外管）が破損した際に、主冷却系サイフォンブレイク配管からアルゴンガスが導入されることにより、サイフォン現象による原子炉容器の冷却材液位の低下を抑止し、補助冷却設備の強制循環冷却に必要な液位を確保する。
- アルゴンガス※1は、配管等の適切な配置により、オーバフローカラムの液位低下に伴い、受動的に導入され（電源及び運転員操作不要）、運転員は炉内ナトリウム液面計の指示値により、主冷却系サイフォンブレイクの成否を確認する。
- 主冷却系サイフォンブレイク配管は、通常運転時に凝固・閉塞が生じることを防止するため、差圧により常時ナトリウムを流動させる設計とするとともに、配管内のナトリウムの流動を確認できるよう電磁流量計を設置し、運転員が常時監視している。なお、サイフォンブレイク配管内の流量が異常に低下した場合には、中央制御室に警報を発し、異常を検知できる設計としている。



※1：サイフォンブレイクに必要な容量のアルゴンガス（約15m³）は、アルゴンガス供給設備から供給される。また、何らかの原因により、アルゴンガス供給設備から供給されない場合は、ダンプタンク等から供給される。

冷却材液位の確保機能に係る資機材 - 1次補助冷却系サイフォンブレイク-

- 1次補助冷却系の低所配管（内管及び外管）が破損した際に、1次補助冷却系サイフォンブレイク配管からアルゴンガスを導入することにより、サイフォン現象による原子炉容器の冷却材液位の低下を抑止し、1次主冷却系の循環に必要な液位を確保する。
- 1次補助冷却系のナトリウム漏えいの検知（2 out of 28）、原子炉容器の冷却材液位低低（NsL-320mm）、ポニーモータ1台停止の条件が成立した時点で、自動で1次補助冷却系サイフォンブレイク弁が「開」となりアルゴンガス※1が導入される。また、1次補助冷却系サイフォンブレイク弁は、中央制御室での操作、及び現場での直接操作を可能とする。
- 1次補助冷却系サイフォンブレイク失敗を仮想した場合であっても、1次補助冷却系の出入口弁（電源：直流無停電電源系）を「閉」とすることにより、1次主冷却系の循環に必要な液位の確保が可能である。



※1：サイフォンブレイクに必要な容量のアルゴンガス（約5m³）は、アルゴンガス供給設備から供給される。また、何らかの原因により、アルゴンガス供給設備から供給されない場合は、オーバフロータンク等から供給される。

1次補助冷却系サイフォンブレイクの概念図

1次補助冷却系サイフォンブレイクの誤開の影響

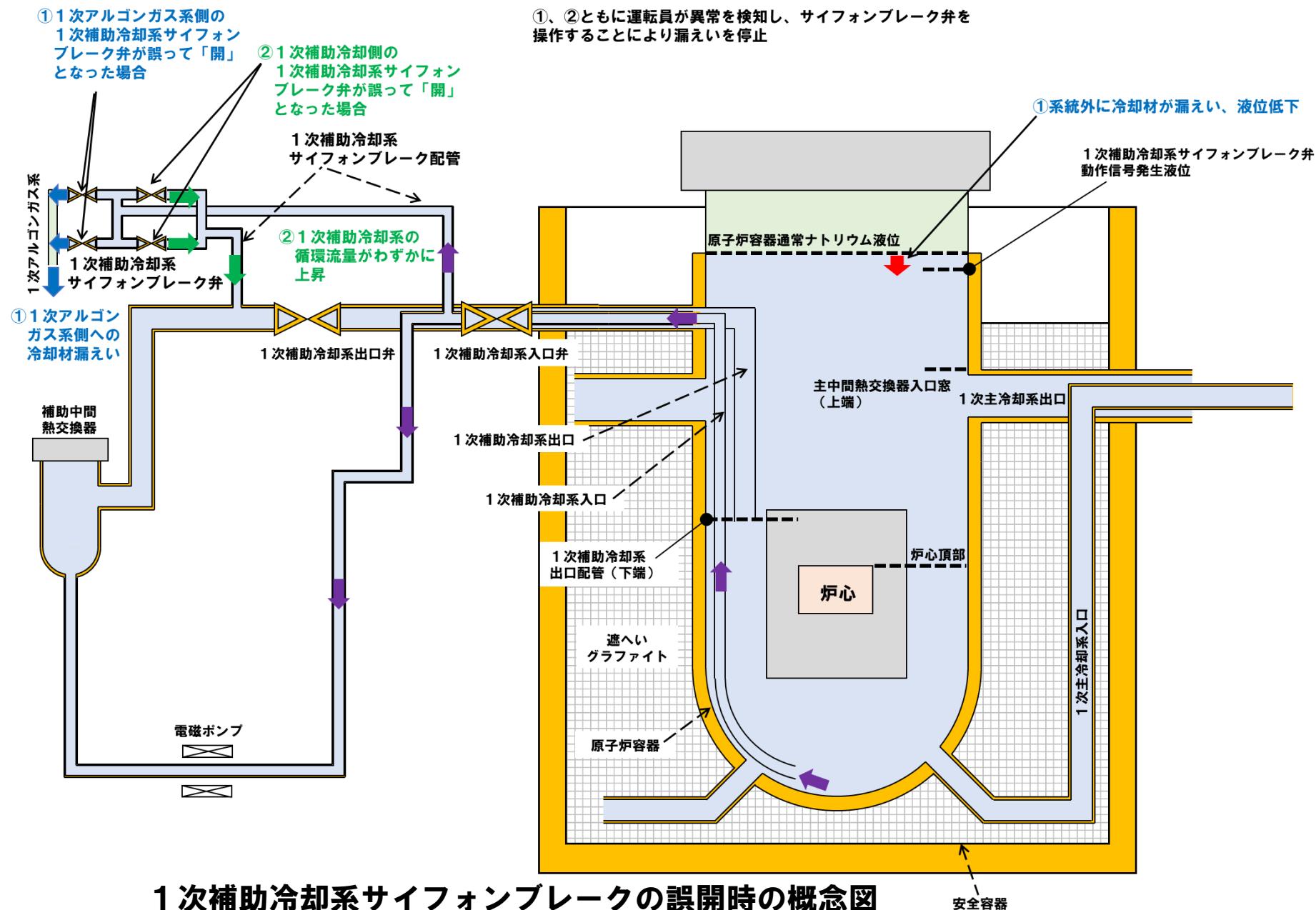
- 1次補助冷却系のサイフォンブレイク弁は、1次補助冷却系のナトリウム漏えいの検知（2 out of 28）、原子炉容器の冷却材液位低低（NsL-320mm）、ポニーモータ1台停止の条件が成立した場合に「開」となり、これらの故障時に誤って「開」となることはない。また、1次補助冷却系のサイフォンブレイク弁は、誤操作防止のために、操作スイッチにカバーを設置するとともに、運転中は操作禁止タグを取り付けることから、運転員の単一の誤操作により、誤って「開」となることはない。
- 上記の対策にも係わらず、仮に、1次補助冷却系サイフォンブレイク弁が誤って「開」となった場合の影響は以下のとおりである。

① 1次アルゴンガス系側の1次補助冷却系サイフォンブレイク弁が誤って「開」となった場合

1次アルゴンガス系と1次補助冷却系入口配管が連通する。通常運転時において、1次アルゴンガス系と1次補助冷却系入口配管が連通した場合、1次補助冷却系入口配管は、原子炉容器高圧プレナムから冷却材が流入しており、圧力は10kPa [gage] 以上である。他方、1次アルゴンガス系は、1kPa [gage] 以下に制御されていることから、アルゴンガスが原子炉冷却材バウンダリ内に混入することはなく、影響は原子炉冷却材の1次アルゴンガス系側への漏えいとして現れる。本原子炉冷却材の漏えいによる除熱能力低下の影響は設計基準事故の1次冷却材漏えい事故に包絡されるとともに、運転員が異常を検知し、操作することにより、漏えいを停止できる。

② 1次補助冷却系側の1次補助冷却系サイフォンブレイク弁が誤って「開」となった場合

1次補助冷却系入口配管と1次補助冷却系出口配管が連通する。この場合、1次補助冷却系の循環流量がわずかに上昇することが想定されるが、原子炉の冷却機能への影響は小さく、運転員が異常を検知し、操作することにより、漏えい（連通）を停止できる。



1次補助冷却系サイフォンブレイクの誤開時の概念図

- MK-III総合機能試験において、MK-III炉心への改造後も1次補助冷却系サイフォンブレイクが正常に行われることを確認するため、2003年2月にサイフォンブレイク機能確認試験を実施した。
- 上記の試験において、想定液位でサイフォンブレイクしない事象が発生し、配管内のナトリウム温度の低下が原因と推定された。このため、ヒータ制御温度の設定値を200℃から230℃へ変更し、再試験において、正常にサイフォンブレイクすることを確認した。また、当該試験とは別に行った当該配管部の外観点検の際に、保温材の手直しも実施し、信頼性の向上を図っている。
- 上記の試験において、確実にサイフォンブレイクが可能なポニーモータの回転数を把握し、異常時運転マニュアルに反映し運用している。
- 以上のとおり、実機における試験により、1次補助冷却系サイフォンブレイクは、確実に機能することを確認している。
- 第53条への適合に係るLORLに対する炉心損傷防止措置の重要性を踏まえ、新規制基準適合後の運転再開前には、1次補助冷却系サイフォンブレイク特性の把握のための試験を実施し、確実にサイフォンブレイクが可能なポニーモータの運転条件を把握する。また、新規制基準適合後の運転再開時には、確実にサイフォンブレイクが可能な運転条件で運用する。

- **第403回核燃料施設等の新規制基準適合性に係る審査会合において、ULOFに関して、本原子炉施設の高い固有の安全特性から、ポニーモータ運転等の流量の増大により炉心損傷を回避できる可能性があることから、自主対策※¹として、そのための手順を定めることを検討するとしている。**
- **ULOFに対しては、炉心損傷防止措置として、代替トリップ信号、後備炉停止系用論理回路、後備炉停止制御棒を措置することにより高い信頼度で炉心損傷を防止できている。**
- **ポニーモータ運転等の流量の設定値を増大させると、1次補助冷却系サイフォンブレイクが必要な際に流量を低下させる操作が必要となり、自動的に1次補助冷却系サイフォンブレイクが機能しなくなる可能性がある。**
- **以上のことから、通常運転時におけるポニーモータ運転等の流量の設定値は増大させず、ULOF発生時に、運転員がポニーモータ流量を手動で増大させる手順を整備することとする。**

※1：全てのプラント状況に対応することは困難であるが、プラント状況によっては、事故対応に有効な対策