

UME-104	資料の出典（資料名、著者、巻、号、頁など） 七つ森書館 1997年 もんじゅ事故と日本のプルトニウム政策 もんじゅ事故総合評価会議編集		本資料の 作成者名 梅村文夫。
整理番号	資料のタイトル もんじゅ事故と日本のプルトニウム政策 政策転換への提言		
失敗事例のタイトル 単純な設計ミスによる高速増殖原型炉からの大量のナトリウム漏えい			一次原因（材料要素） 高サイクル疲労（共振）
機種 高速増殖原型炉「もんじゅ」	部品 温度計さや細管	材料 ステンレス鋼	概略の寸法 長さ 154mm 10mmΦ 3mm t
損傷発生時の状況 <p>「もんじゅ（図1）」は、1994年4月に臨界（備考）達成後、原子炉の特性を確認し、95年2月より原子炉出力を段階的に上げる試運転を始めた。12月8日は、約45%の出力試験のために出力を徐々に上昇させていた。その際、19時47分、中央制御室に「中間熱交換器C2次側出口ナトリウム温度高」という警報、また、同時に火災検知器（煙感知器）も発報し、さらに1分後、「C2次主冷却系ナトリウム漏えい」という警報が出た。</p> <p>19時48分Cループ配管室の扉を開けると、煙が発生していることが確認され、ナトリウムの漏えいが確認された。20時に原子炉を通常の手順で停止する操作に入った。この操作を行っている際、火災検知器の発報した部屋の数が急に多くなったことに気付き、再度配管室の扉を少し開け内部を確認したところ白煙の増加が認められた。そのため原子炉を緊急停止した。原子炉停止後、22時55分より配管内のナトリウムの抜き取り操作を行い、24時過ぎに抜き取りを完了した。</p>			
調査内容とその結果 <p>現場調査により、ナトリウム漏えいは2次主冷却系Cループ中間熱交換器出口配管に取り付けられている温度計からもれ出たものであることが分かった（図2、3）。図2に温度計取付部の断面図を示す。温度計（熱電対）の保護管（さや管）は先端部と根元部で径が違う段付きの構造であり、段付き部の曲率が極めて小さく（0.1mm）、応力集中の生みやすい構造であった。さや管は流体（ナトリウム配管）中に突出しており、先端部の細管は、振動の繰り返しによって根元部で折れやすい状態であった。細管部側、太管側いずれの破面にも、疲労破面特有のストライエーション模様が観察された。もれたナトリウムは約700kgと推定された。</p>			
損傷発生のシナリオ <p>さや細管の付け根部が振動に弱い構造であったため、配管内のナトリウムの流れによって、温度計の細管部に振動が発生し、細管の段付部が高サイクル疲労を受け破損した。折れたさや管を通して、取り付け部からナトリウムが漏えいした。細管の破損部分とナトリウムの漏えい経路を図3に示す。振動は、さや管の流れの後方に発生する左右交互の渦（カルマン渦）によって生じたと推定される。渦の発生頻度が細管の固有振動数と一致し、共振した。折れたさや管は、流れに流され、かなり離れた過熱器分配管の中で見つかった。</p>			
対策（損傷発生時にとられた対策あるいは現在とるべきと考えられる対策） <p>温度計が折れにくくなるようにさや管の構造を見直した。安全性が最も重要視されなければならない高速増殖原型炉において、流動振動について考慮を欠いたさや管が設計（メーカ）された。そのずさんさを反省する必要がある。また、そのずさんな設計をチェック出来なかった審査体勢と試験体制の甘さも猛省する必要がある。再構築のためには、技術者が当然持たなければならない責任感が必要。</p>			
教訓 流れの中におかれたものは、どんなものも流れの影響を受け、振動が発生する可能性がある。細管のように、振動の影響を受けやすい管は、流動振動に対して強い構造とすることは常識である。			
備考 <p>臨界：核分裂反応が連鎖的に起こって、継続されていく状態。</p>			
主要因		教訓とすべき対象者	
チェックボックス		チェックボックス	
	当時の技術レベルでは不可抗力	<input type="radio"/>	設計者
	情報伝達不備・不足	<input type="radio"/>	製作者 / 建設担当者
<input type="radio"/>	担当者不勉強/教育不十分/意識不測		検査者
	指示ミス	<input type="radio"/>	使用者
<input type="radio"/>	うっかり、ぼんやり		メンテナンス者
	その他		その他

2 ページ以降に写真、図表等を添付してください

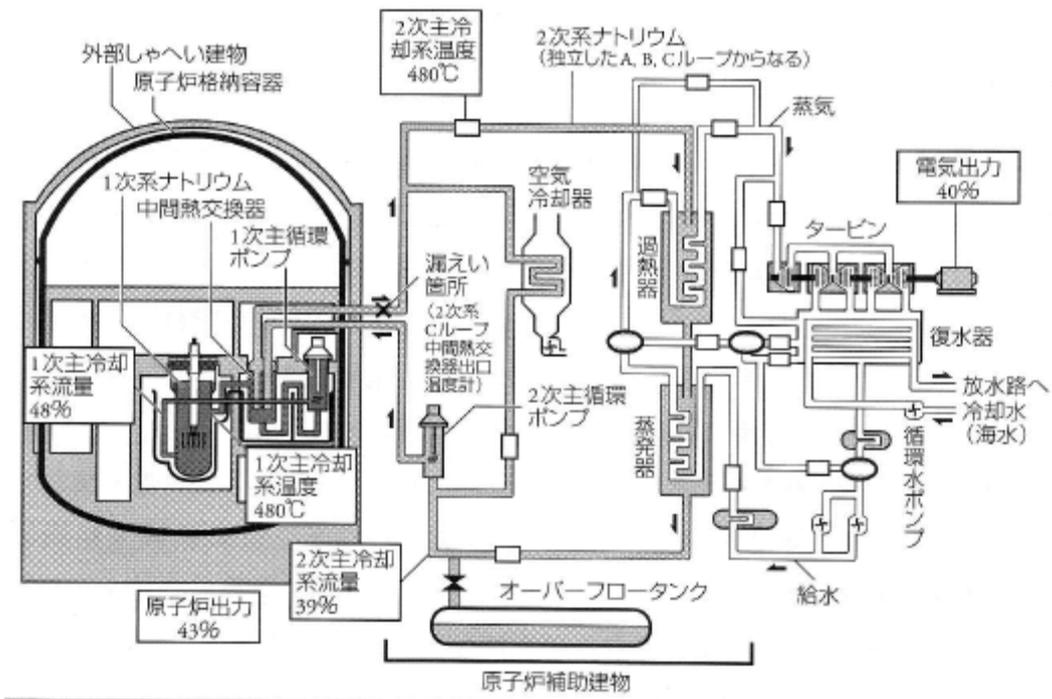


図 1 .

「もんじゅ」の構造の概略図とナトリウム漏えい箇所 (×)

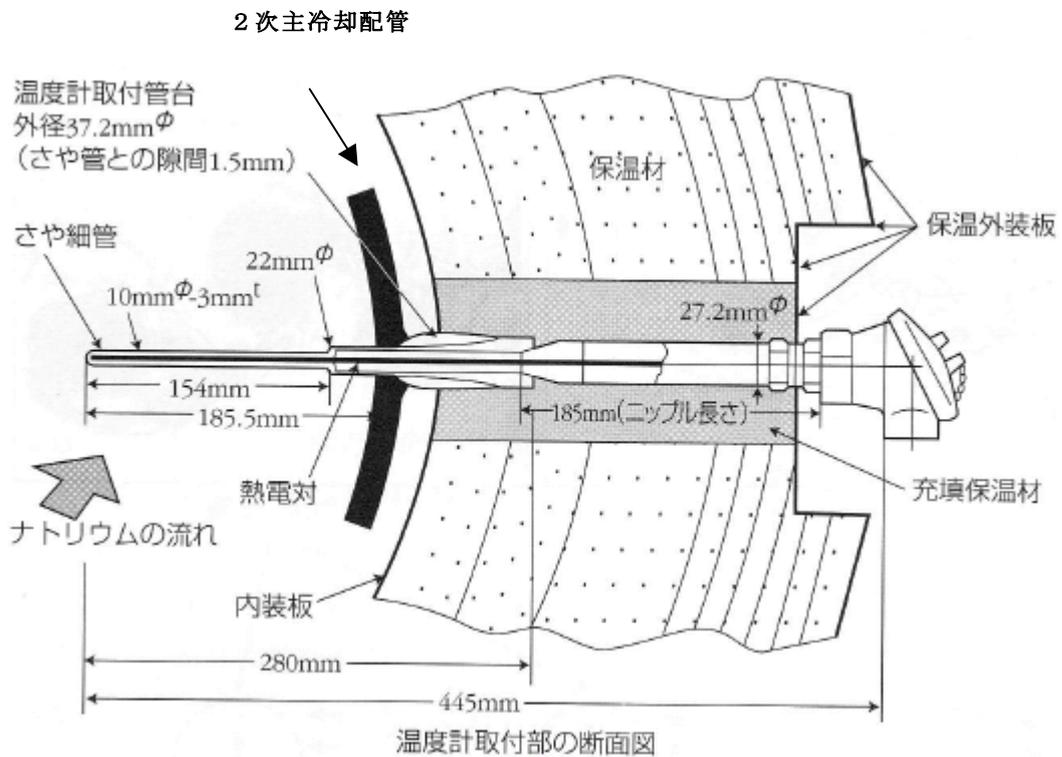


図 2. ナトリウムの流れと、温度計さや細管、2次主冷却配管の位置関係
 (動力炉・核燃料開発事業団高速増殖炉もんじゅ建設所「40%出力試験中
 における2次冷却系ナトリウム漏えい事故について」(第4報告書)(1996年9月))

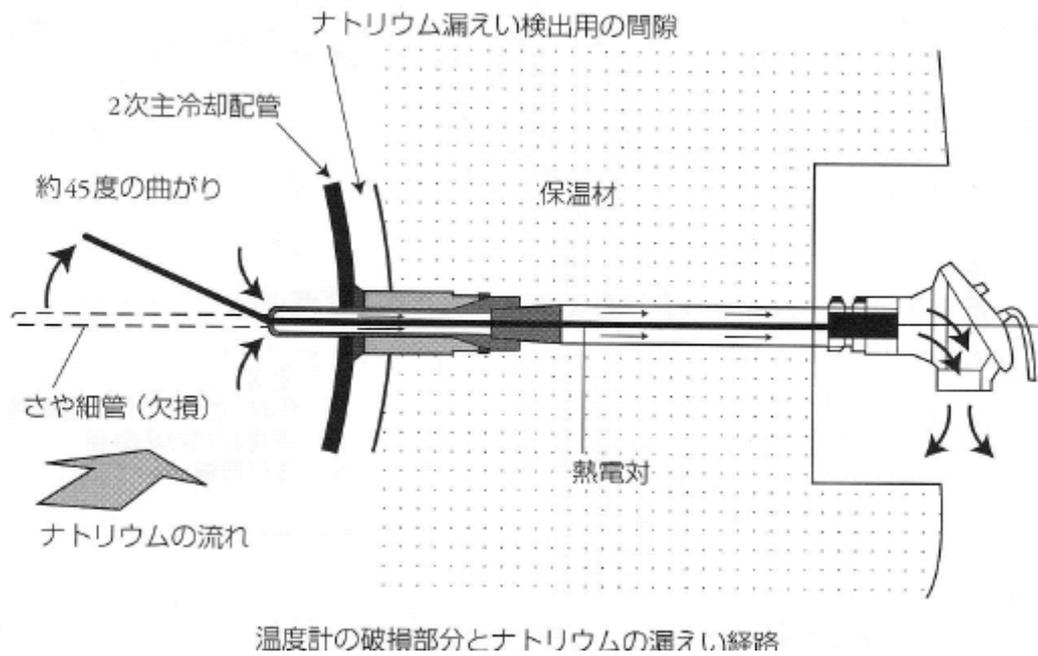


図3. 欠損したさや細管の位置とナトリウムの漏えい経路
 (動力炉・核燃料開発事業団高速増殖炉もんじゅ建設所「40%出力試験中
 における2次冷却系ナトリウム漏えい事故について」(第4報報告書)(1996年9月))