

JRR-3 原子炉自動停止について  
(「1次冷却材流量低」スクラム信号の発生)

令和4年7月29日  
国立研究開発法人 日本原子力研究開発機構  
原子力科学研究所

## 1. 件名

JRR-3原子炉自動停止（「1次冷却材流量低」スクラム信号の発生）

## 2. 発生日時

令和4年7月26日（火）11時15分頃

## 3. 発生場所

国立研究開発法人 日本原子力研究開発機構 原子力科学研究所

## 4. 原子力施設の名称

JRR-3原子炉施設

## 5. 発生の状況

JRR-3（定格出力20MW）は、当機構、大学等による研究開発等を目的に、施設供用運転を行う研究用原子炉である（添付資料1参照）。

### （1）発生前

令和4年7月18日から8月12日まで今年度3回目の施設供用運転を行うことになっていた。

7月18日11時00分に原子炉を起動して出力上昇を開始し、同日15時00分に20MWに到達した後、定格出力にて運転を行っていた。

### （2）発生時

7月26日11時15分頃、2系統ある安全保護系（添付資料2参照）のうちA系の「1次冷却材流量低」のスクラム信号が発生し、原子炉が自動停止した。

### （3）発生後

全制御棒が完全に挿入されていること、中性子出力が正常に低下したこと及び崩壊熱除去のために必要な冷却設備が正常に運転されていることから、原子炉が安全に停止し、施設の安全が確保されていることを確認した。さらに、停止後点検を実施し、異常がないことを確認した。

## 6. 環境への影響等

排気筒ガスモニタ、排気筒ダストモニタ及びモニタリングポストの指示値に異常はなく、周辺公衆への影響はなかった。また、作業者等の放射線被ばく、人的障害及び物的損傷もなかった。

## 7. 原因調査

安全保護系A系の1次冷却材流量の指示値はスクラム信号発生後、速やかにスクラム信号発生前の指示値に戻っている（添付資料4参照）。ヒストリカルレポート（ログ）においても、「1次冷却材流量低」信号が発報した1秒後に信号が復帰（NR）していること

から、短時間で指示値の低下と復帰が発生していることが分かる（添付資料5参照）。また、当日安全保護系が発報した直後に運転員が指示値を確認した際も、既に指示値は正常値に復帰していた。

1次冷却材主ポンプ（No. 1、No. 2）の出口圧力、駆動電流の値から各ポンプの運転状態に異常がないこと（添付資料6）、安全保護系B系の指示値は定格流量から変動がないことから、1次冷却材流量には異常はなく流量計の機能も維持している。また、スクラム信号発生後及び原子炉停止後の点検において、1次冷却材の漏洩及び1次冷却材ポンプの故障等が発生していないことを確認したことから、安全保護系A系（1次冷却材流量低）の誤信号によりスクラム信号が発生したものと考えられる。

「1次冷却材流量低」誤信号の発生原因は①安全保護系の誤動作又は②流量計の誤動作の2つが考えられる。調査は「「1次冷却材流量低」誤信号が発生する要因に関する調査フロー」（添付資料7）に従って行った。これらに対する調査の方法及び結果を以下に示す。

#### 7. 1 安全保護系の誤動作

安全保護系設備を構成する安全保護系制御盤及びケーブルについて調査を行った。安全保護系制御盤については単体点検校正を実施し、異常がないことを確認した。ケーブルについては外観や端子部の緩みの確認を実施し、異常ないことを確認した。

#### 7. 2 流量計の故障

##### (1) 構成機器等の故障

1次冷却材流量計を構成する差圧伝送器、計装配管及びケーブルについて調査を行った。差圧伝送器については単体点検校正を実施し、異常がないことを確認した。計装配管内の詰まりについては、燃料の健全性維持の観点から1次冷却材中への異物混入防止を徹底しているため当該配管（内径約8mm）が詰まるようなことは想定されないが、念のため配管内の水をドレンし、異物の混入がないことを確認した。ケーブルについては外観や端子部の緩みの確認を実施し、異常がないことを確認した。

##### (2) ノイズの影響

ノイズ発生の要因としては溶接機等の使用、施設起因の放射線影響、その他の外乱が想定される。溶接機等の使用については当時施設内で実験をしていた利用者に聞き取りを行い、工具の使用を伴う作業がなかったことを確認した。施設起因の放射線影響については差圧伝送器が設置されている区画に設置されている線量を確認し、誤信号発生時においても大きな変動がなかったことを確認した。

その他の外乱については落雷や自然放射線（宇宙線等を含む）等が想定される。再現試験等の調査が現実的には実施困難であるため、可能性は低いと思われるが完全に否定できるものではない。本事象発生時刻前後は雷雨があったため、同時刻に受変電設備での異常やJRR-3のその他の計器等の指示値に異常がないことを確認した。

以上の原因調査の結果から、決定的な原因は確認されなかったが、1次冷却材流量A系の指示値が瞬時に変動して復帰し、その後正常に機能していることから機器の故障ではなく、何らかの外乱の影響により一過性の誤信号が発生したものと判断する。

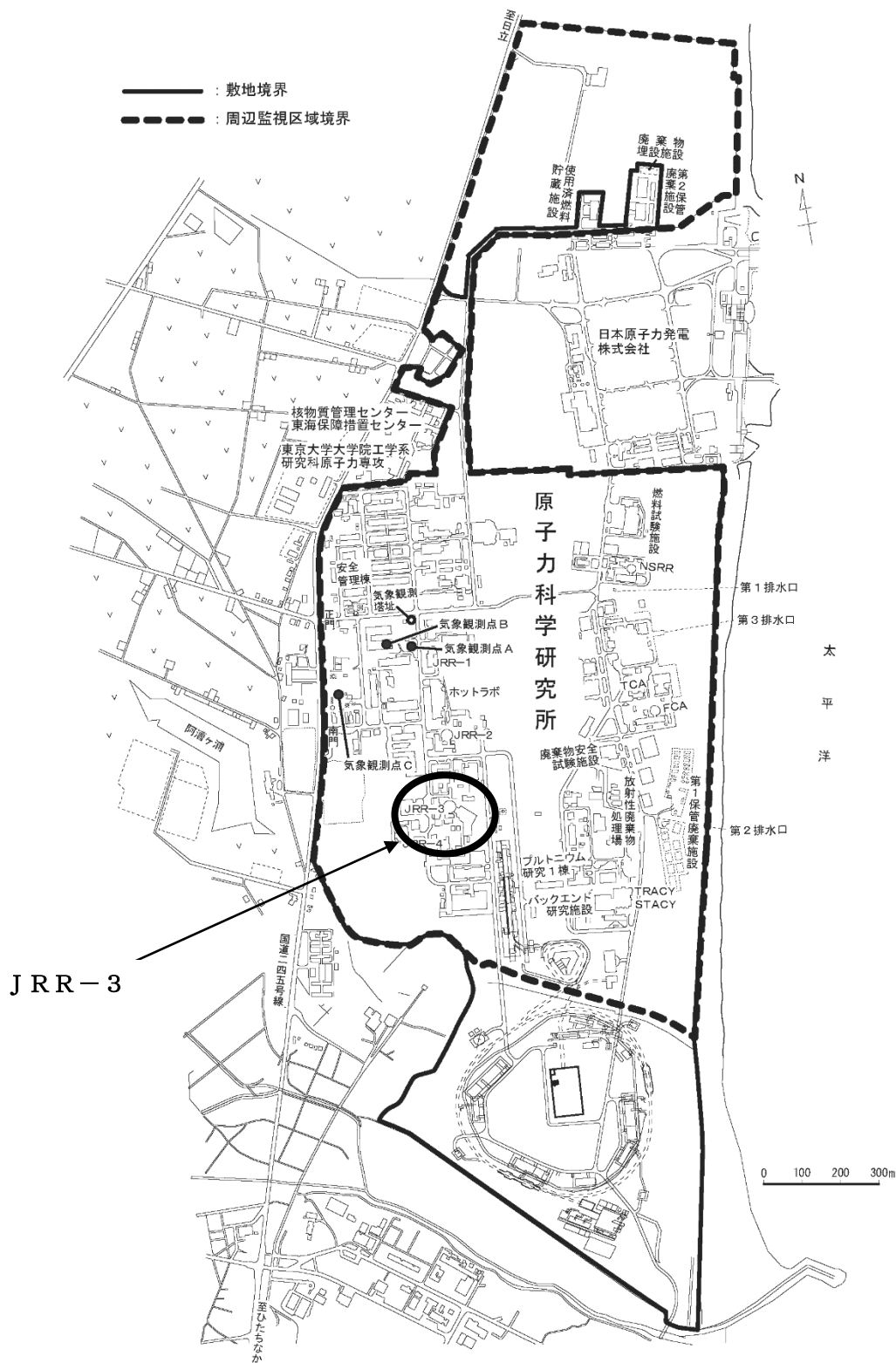
## 8. 法令報告

「試験研究の用に供する原子炉等の設置、運転等に関する規則第16条の14の運用について（訓令）」に従い試験炉報告基準への該当を判断する。試験研究用等原子炉施設の誤信号が明らかであり、かつ、試験研究用等原子炉の運転に支障が生じるおそれがないときに該当すると考えられることから、法令報告には該当しないと考えられる。（添付資料8参照）

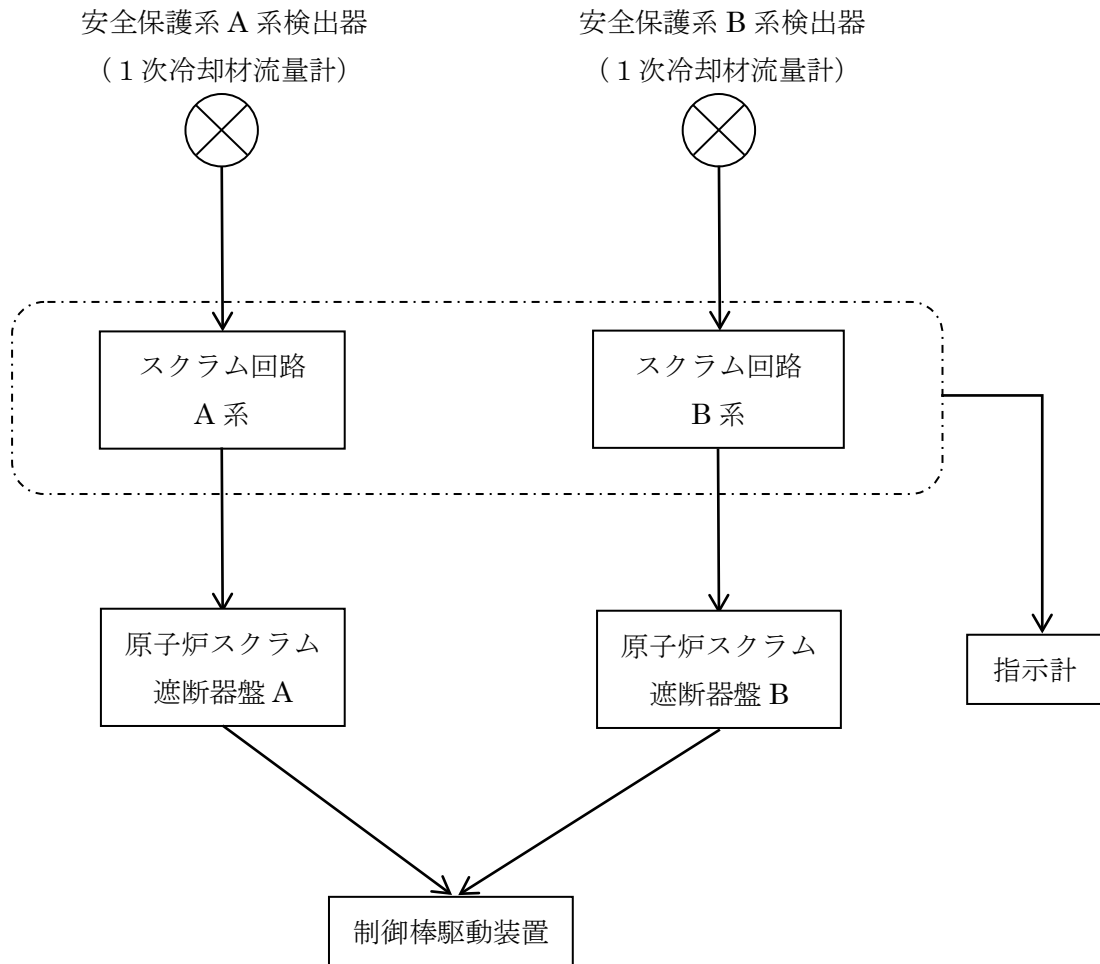
## 9. 今後の方針

保安規定及び品質文書に基づき不適合管理を実施の上で、運転再開を行う。

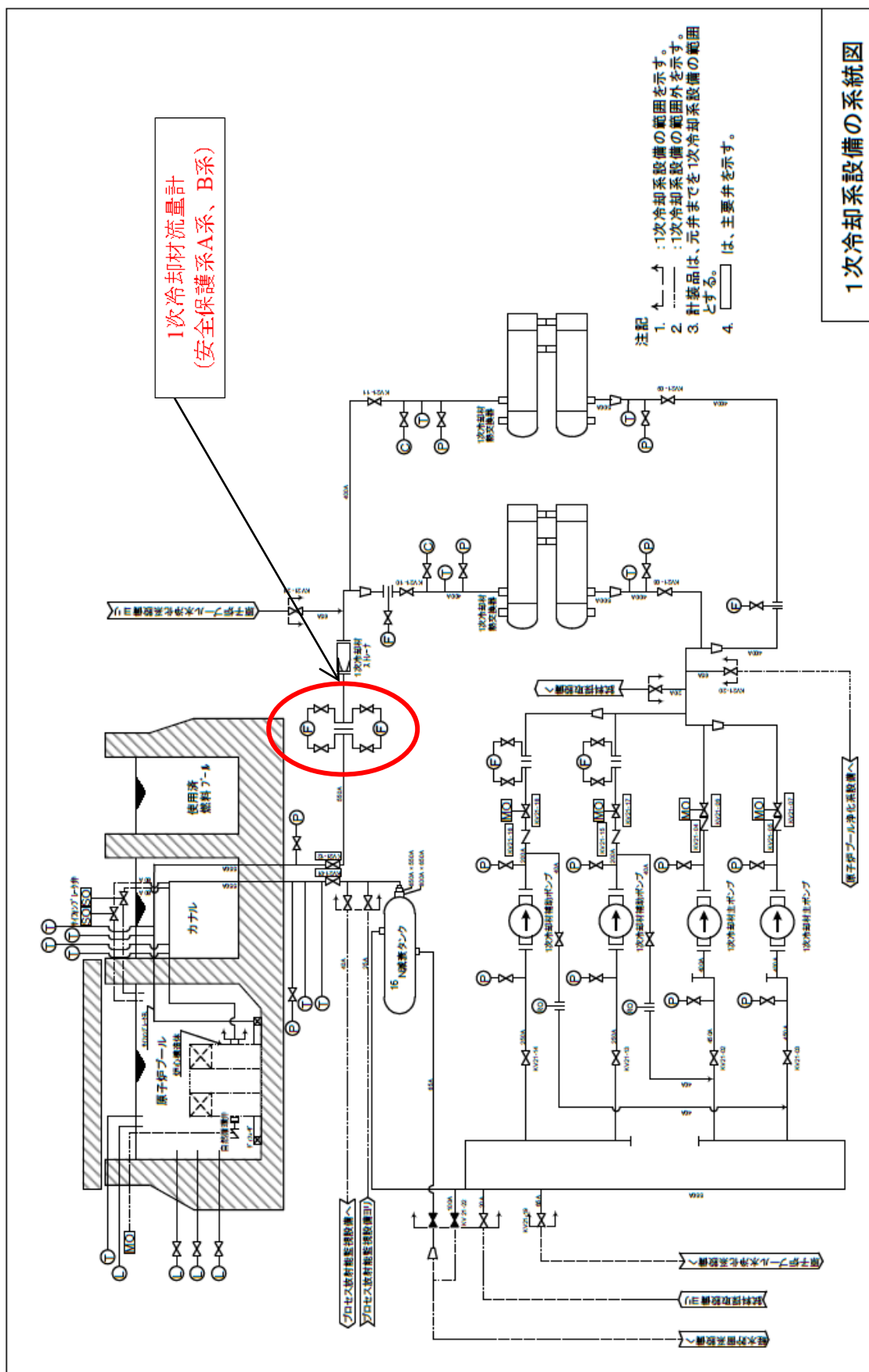
- 添付資料1 国立研究開発法人日本原子力研究開発機構原子力科学研究所内の施設配置図
  - 添付資料2 安全保護系説明図（A系、B系）
  - 添付資料3 1次冷却系設備の系統図
  - 添付資料4 1次冷却材流量のトレンドデータ
  - 添付資料5 「1次冷却材流量低」発生時のヒストリカルレポート
  - 添付資料6 1次冷却系主ポンプ運転状態（出口圧力及び駆動電流）
  - 添付資料7 「1次冷却材流量低」誤信号が発生する要因に関する調査フロー
  - 添付資料8 試験炉規則第16条の14（試験炉報告基準）への該当について
- 
- 参考資料1 JRR-3原子炉自動停止事象時系列

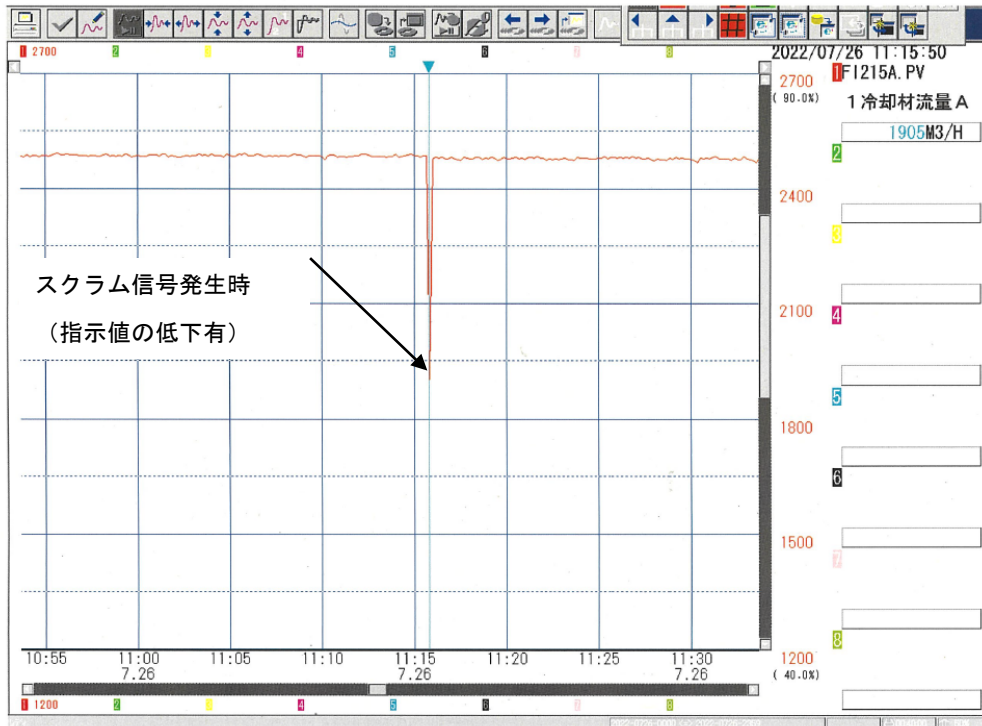


国立研究開発法人日本原子力研究開発機構原子力科学研究所内の施設配置図

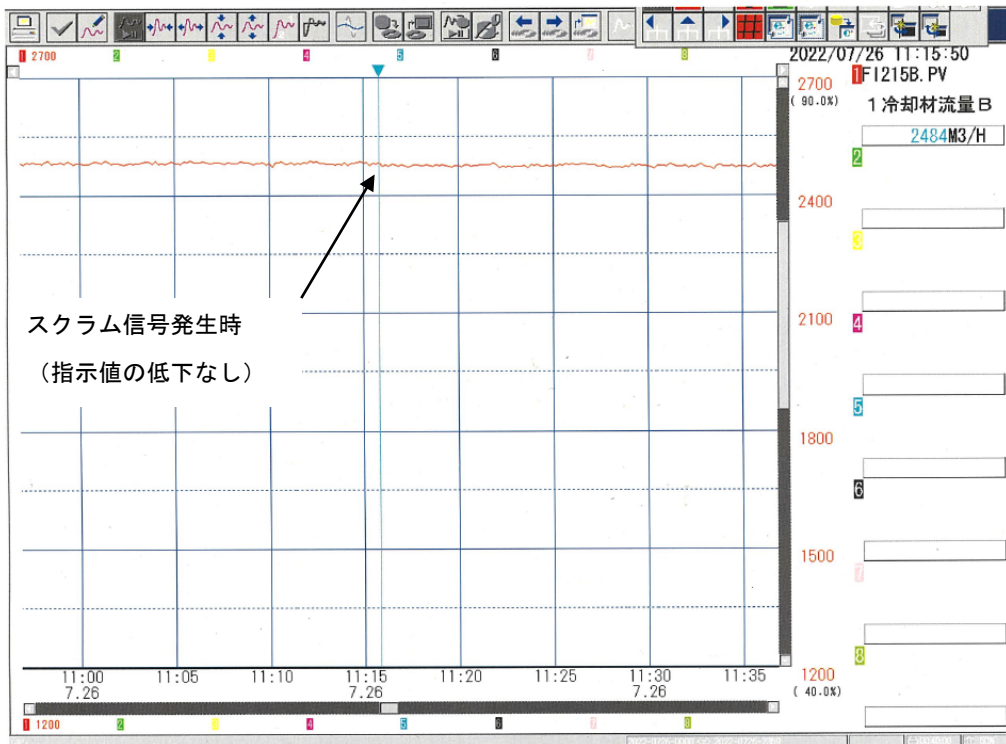


安全保護系説明図 (A系、B系)





1 次冷却材流量 (A 系)



1 次冷却材流量 (B 系)

1 次冷却材流量のトレンドデータ (10 秒トレンド)



メッセージ...	日付	メッセージ文字列	メッセージ	メッセージ	メッセージ
1101	2022/07/26 11:15:58	RZ4602		PV = 93.8 %	HI
1101	2022/07/26 11:15:58	RZ4601		PV = 97.7 %	HI
1206	2022/07/26 11:15:56	NANO09S09	1次冷却材 流量低	NR	
1106	2022/07/26 11:15:53	FZ215A		NR	
1102	2022/07/26 11:15:53	FZ215A		PV = 2340 M3/H	LO
1201	2022/07/26 11:15:53	NANO09S09	1次冷却材 流量低	ALM	
1206	2022/07/26 11:15:52	NANO15ZS09	1次冷却材流量A 低	NR	
1206	2022/07/26 11:15:52	NANO15ZS09	1次冷却材流量A LL	NR	
1206	2022/07/26 11:15:52	NANO09S09	GRP用	NR	
1206	2022/07/26 11:15:52	NANO09S09	GRP用	NR	
1206	2022/07/26 11:15:52	NANO43S08	GRP用	NR	
1206	2022/07/26 11:15:52	NANO23S08	GRP用	NR	
1101	2022/07/26 11:15:51	FZ215A		PV = 1905 M3/H	LO
1201	2022/07/26 11:15:51	NANO15ZS09	1次冷却材流量A 低	ALM	
1201	2022/07/26 11:15:51	NANO15ZS09	1次冷却材流量A LL	ALM	
1201	2022/07/26 11:15:51	NANO124S09	スクラム 警告A	ALM	
1201	2022/07/26 11:15:51	NANO09S09	GRP用	ALM	
1201	2022/07/26 11:15:51	NANO09S09	GRP用	ALM	
1201	2022/07/26 11:15:51	NANO08ZS08	GRP用	ALM	
1201	2022/07/26 11:15:51	NANO43S08	GRP用	ALM	
1201	2022/07/26 11:15:51	NANO23S08	GRP用	ALM	
1101	2022/07/26 11:15:50	WZ1707	全熱出力	PV = 18.41 MW	LO
1903	2022/07/26 11:15:50	FCS0109	%CP-0100	NR	
1106	2022/07/26 11:15:39	RZ4602		PV = 0.0 %	HI
1102	2022/07/26 11:15:39	RZ4602		PV = 99.5 %	HI
1101	2022/07/26 11:15:38	RZ4602		NR	
1106	2022/07/26 11:15:16	RZ4602		PV = 1.0 %	HI
1101	2022/07/26 11:15:15	RZ4602		PV = 98.9 %	HI
1106	2022/07/26 11:15:04	RZ4602		NR	
1102	2022/07/26 11:15:04	RZ4602		PV = 0.9 %	HI
1101	2022/07/26 11:15:02	RZ4602		PV = 99.9 %	HI

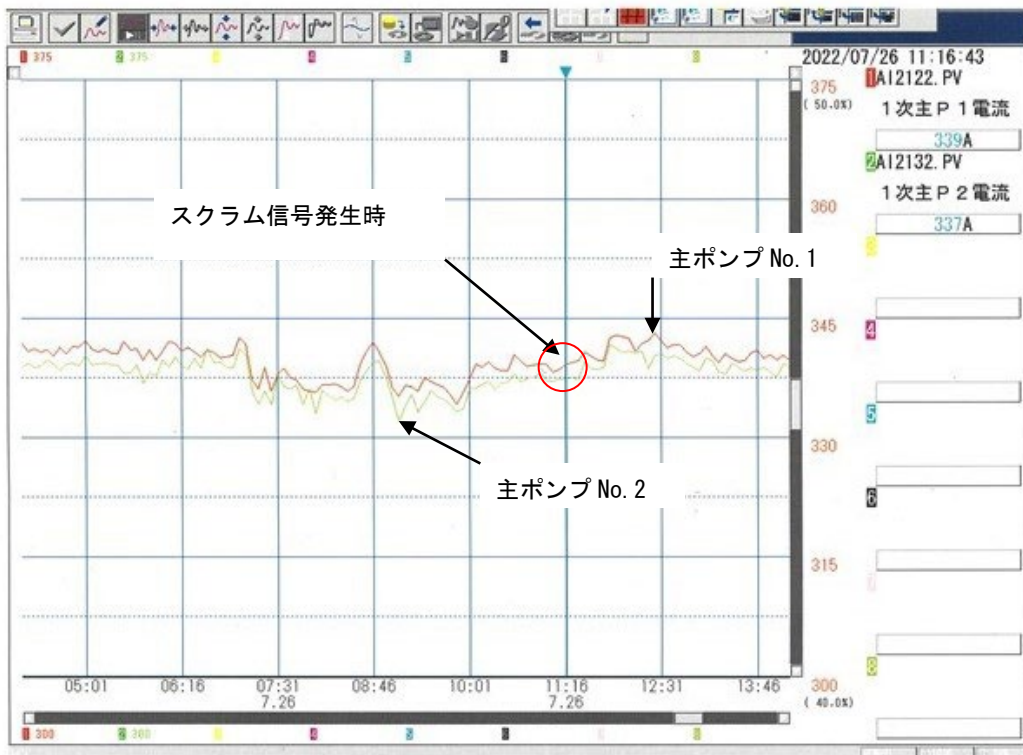
復帰

発報

「1次冷却材流量低」発生時のヒストリカルレポート



1次冷却材主ポンプ出口圧力 (No. 1、No. 2) (5分トレンド)



1次冷却材主ポンプ駆動電流 (No. 1、No. 2) (5分トレンド)  
 1次冷却系主ポンプ運転状態 (出口圧力及び駆動電流)

発生要因		調査方法	確認結果	異常の有無
1次冷却材流量低の誤信号発生	安全保護系の誤作動	<p>単体点検校正</p> <p>外観点検、端子部の確認、ルーブ点検校正、系統機能試験</p>	<p>安全保護系変換器盤内の各モジュール単体の入出力データを測定し、異常がないことを確認した。</p> <p>ケーブルの外観に異常がないこと、端子の確認がないことを確認した。また、系統のルーブ点検校正において精度範囲内であること及び警報作動点に異常がないこと、系統機能試験において冷却系運転中の指示値に異常がないことを確認した。</p>	<p>無</p> <p>無</p>
	流量計の誤作動	<p>単体点検校正</p> <p>計装配管内の確認</p> <p>外観点検、端子部の確認、ルーブ点検校正、系統機能試験</p>	<p>差圧伝送器への入出力データを確認し異常がないことを確認した。</p> <p>燃料破損を防ぐ観点から、1次冷却材への異物の混入防止については徹底管理を実施していることから、異物の混入は想定されない。念のため計装配管内の水をドレンし、計装配管内に異物の混入がないことを確認した。</p> <p>ケーブルの外観に異常がないこと、端子の確認がないことを確認した。また、系統のルーブ点検校正において精度範囲内であること及び警報作動点に異常がないこと、系統機能試験において冷却系運転中の指示値に異常がないことを確認した。</p>	<p>無</p> <p>無</p> <p>無</p>
	ノイズの影響	<p>実験者等への聞き取り調査</p> <p>設置区画のエリアモニタの確認</p>	<p>JRR-3原子炉建家、実験利用棟等で当該時刻に溶接機等のノイズの発生が懸念される作業を実施していないことを確認した。</p> <p>原子炉運転中の差圧伝送器が設置されている区画の線量は約800μSv/hであって、過去の運転中において放射線影響により差圧伝送器が誤作動した実績はない。誤信号発生時においても区画の線量に大きな変動はなく、放射線影響は想定されない。</p>	<p>無</p> <p>無</p>
	溶接機等の使用			
	施設起因の放射線の影響			
	その他の外乱の影響		<p>その他に想定される外乱としては落雷の影響や自然放射線（宇宙線等を含む）等が想定されるが再現試験ができないため調査が困難であるが、完全に否定できるものではない。</p>	

「1次冷却材流量低」誤信号が発生する要因に関する調査フロー

## 試験炉規則第 16 条の 14（試験炉報告基準）への該当について

本事象については、「試験研究の用に供する原子炉等の設置、運転等に関する規則第 16 条の 14 の運用について（訓令）」に従い試験炉報告基準への該当を判断する。

二 試験研究用等原子炉の運転中において、試験研究用等原子炉施設の故障により、試験研究用等原子炉の運転が停止したとき又は試験研究用原子炉の運転を停止することが必要となつたとき（試験研究用等原子炉施設の故障の原因が明らかであり、かつ、試験研究用等原子炉の運転に支障が生じるおそれがないときを除く。）。

## 1. 目的

試験研究用等原子炉施設の故障を原因とする試験研究用等原子炉の運転の停止については、当該故障が安全に影響を及ぼすものである可能性があることから、報告を求めるものである。

## 2. 語句・文章の解釈

- ① 「試験研究用等原子炉施設」：試験炉規則第 1 条の 3 第 1 項第 2 号ハからヌに掲げる施設をいう。
- ② 「試験研究用等原子炉施設の故障」：試験研究用等原子炉施設の物理的な損傷、破損による場合はもとより、運転員又は作業員の誤操作又は機器の誤作動により試験研究用等原子炉施設の正常な機能が損なわれることをいう。なお、誤操作又は誤作動があっても、試験研究用等原子炉施設に異状が生じておらず、安全に影響がないため、その後の試験研究用等原子炉の運転に支障が生じるおそれがないときは、「試験研究用等原子炉施設の故障」には含まれない。
- ③ 「試験研究用等原子炉の運転が停止したとき」：試験研究用等原子炉の運転が自動停止したときをいう。
- ④ 「試験研究用等原子炉の運転を停止することが必要となつたとき」：保安規定に定める運転上の制限等に抵触する事象が生じた場合等、安全上の事由から試験研究用等原子炉の運転を手動停止する必要が生じたときをいう。なお、「運転上の制限等」とは、運転上の制限及び運転上の条件をいい、保安規定で定める試験研究用等原子炉施設の運転に関する制限及び条件であって、この範囲内で運転していれば十分に安全を確保できる設備の能力又は性能水準を示したものである。
- ⑤ 「原因が明らか」：試験研究用等原子炉の運転が停止した又は試験研究用等原子炉の運転を停止することが必要となつた試験研究用等原子炉施設の故障に関し、故障した範囲、影響の及んだ範囲、故障の生じた機器の安全機能の劣化の程度等について、運転に支障を及ぼしうるか否かの判断を行う上で必要な情報が明らかになっている場合をいう。

⇒安全保護系（1次冷却材流量低）A系の誤信号により原子炉停止したことから、原因が明らかであると考えられる。

- ⑥ 「試験研究用等原子炉の運転に支障が生じる」：故障を復旧するために通常行われる修復方法に加え、別の修復方法の検討を要する場合又は試験研究用等原子炉の運転を安全に行うために通常行われている安全確保策に加え、別の安全確保策を講じる必要がある場合等をいう。

⇒安全保護系A系の1次冷却材流量の指示値は、瞬時に定格流量に戻っており、安全保護系の機能は維持されていることから、別の安全保護対策を講じる必要はない。

### 3. 運用上の留意点

① 以下の場合、本号には該当しない。

- ・地震、落雷、停電、台風等の試験研究用等原子炉施設外の原因により試験研究用等原子炉の運転が停止した場合であって、その原因が明らかであり、試験研究用等原子炉の運転を再開できるとき。

- ・試験研究用等原子炉施設のノイズ、誤信号の原因により試験研究用等原子炉の運転が停止したことが明らかであり、試験研究用等原子炉の運転に支障がないと考えられるとき。

⇒安全保護系A系の1次冷却材流量の指示値は、瞬時に定格流量に戻っていることから誤信号であることは明らかであり、かつ、安全保護系の機能は維持されていることから、試験研究用等原子炉の運転に支障が生じるおそれがないと考えられる。

- ・故障が経年変化、計器の不具合、接触不良等によるもので、運転上の制限等を逸脱せず、かつ、当該故障に関し変化がないか又は故障の進展の状況が一定か緩やかである場合において、試験研究用等原子炉を停止するときであり、消耗品や予備品との交換、機器の調整等の簡易な補修により、試験研究用等原子炉施設が復旧できるとき。

なお、「機器の調整」とは、部品の交換や補修を伴わず、弁の開度や計器を調整したりするなど機器を復旧させる目的で行う作業をいう。

- ・試験研究用等原子炉に附属する実験設備等において故障（原因が明らかで、安全上の問題及び試験研究用等原子炉の運転に支障がない場合に限る）が発生し、試験研究用等原子炉の運転を利用した実験、試験等を行うという試験研究用等原子炉の運転目的が変更されたため計画を変更して試験研究用等原子炉を停止するとき。

- ・試験研究用等原子炉施設の故障が発生した場合であっても、試験研究用等原子炉の運転を行う機能は維持されており、予防保全措置としての点検等を行うために試験研究用等原子炉の運転の停止を行うとき。

② 以下の場合、本号に該当する。

- ・運転上の制限等を逸脱したことにより試験研究用等原子炉の運転を停止したとき。

⇒本事象は運転上の制限値等の逸脱ではない。

- ・保安規定に定める起動前の点検や状態監視などのサーベランスが適切に行われなかったため、運転のために必要な条件を逸脱して運転が継続され、正常状態に復帰させるために試験研究用等原子炉の運転を停止したとき。

⇒本事象は運転のために必要な条件の逸脱ではない。

- ・試験研究用等原子炉が自動停止する必要があるときに、安全保護回路が故障したことによって自動停止しないため手動で試験研究用等原子炉の運転を停止したとき。

⇒本事象は安全保護回路が正常作動し原子炉が自動停止している。

### 4. 事例

① 報告対象の事例

試験研究用等原子炉の運転中に1次冷却材流量低のスクラム信号により試験研究用等原子炉が

自動停止した。原因は冷却材ポンプの故障と特定されたとき。

② 報告対象でない事例

試験研究用等原子炉の附属施設の実験設備で故障が発生した。当該故障は試験研究用等原子炉の運転及び安全確保上影響のないものであるが、修理のために試験研究用等原子炉を手動で停止したとき。

### J R R - 3 原子炉自動停止事象時系列

- 7/18 11:00 原子炉起動
- 15:00 20MWに到達
- 7/26 11:15 「1次冷却材流量低（A系）」発生、原子炉自動停止  
（1次冷却材流量計（B系）の指示値は変動なし）
- 11:21 1次冷却材の漏洩、溢水がないことを確認（制御室からITVにより確認）
- 11:28 原子炉停止後点検開始
- 11:40 1次冷却系設備に異常がないことを確認
- 11:50 原子炉停止後点検を終了し、異常がないことを確認