
逃がし安全弁の不安定動作について

2025年6月
原子力エネルギー協議会
(ATENA)

余白

1. はじめに
2. 発生した事象
3. 逃がし安全弁の不安定動作発生要因の考察
4. 逃がし弁開リセット不成立に係る要因の考察
5. 安全上の影響と安全性向上策
6. まとめ

参考1 再確認したプラント記録チャート等

参考2 故障事例の調査

参考3 環境条件試験等の実績

添付資料 要因の推定と考察

東京電力福島第一原子力発電所における事故の分析に係る検討会では、1F3号機の原子炉圧力変化等のプラント状態からみた原子炉冷却のために機能すべき機器の動作状況に関する調査・分析が行われている（令和2年度中間とりまとめ）。

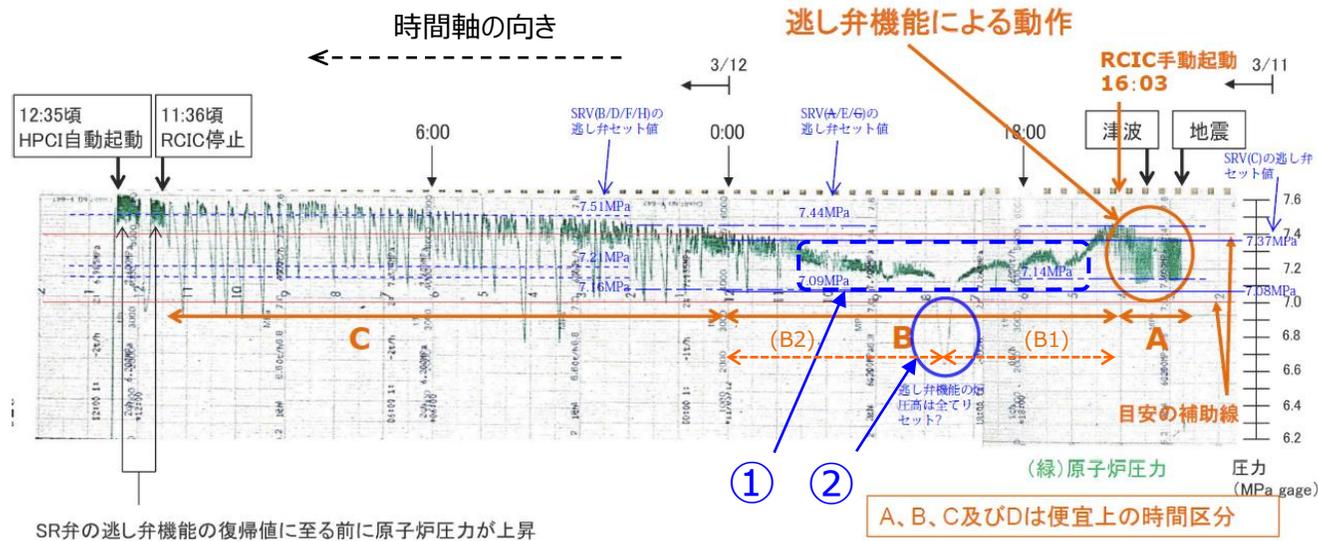
これを受け、東京電力福島第一原子力発電所事故に関する知見の規制への取り入れに関する作業チームにて、主蒸気逃がし安全弁の逃がし弁機能の不安定動作（中途開閉状態の継続と開信号解除の不成立）に関する論点が整理されている（第48回 技術情報検討会）。

その結果、現在別途検討されている水素防護対策以外の事項（ベント機能・減圧機能）に係る対応方針の中で、「主蒸気逃がし安全弁について、故障原因の究明及び重大事故等条件下での能力について、ATENA・事業者・バルブメーカーから知見を収集する」とされている（令和3年度第25回 原子力規制委員会）。

ここでは、不安定動作の原因について再度考察・整理するとともに、新規制基準対応の中で事業者が講じた逃がし安全弁の機能維持に係る安全性向上対策等について整理した。

1F-3号機が事故発生からSBO状態に至りRCICが停止するまでの比較的初期の期間は、プラント挙動の特徴からさらに期間A/B(B1及びB2)/Cに分けられる。このうち、期間Bにおいて以下の不安定動作が発生した。

- ① 逃がし安全弁の中途開閉状態
- ② RCICの注水によって一時的に原子炉圧力が低下した際に、逃がし弁開リセットがなされなかった (と解釈される) 挙動

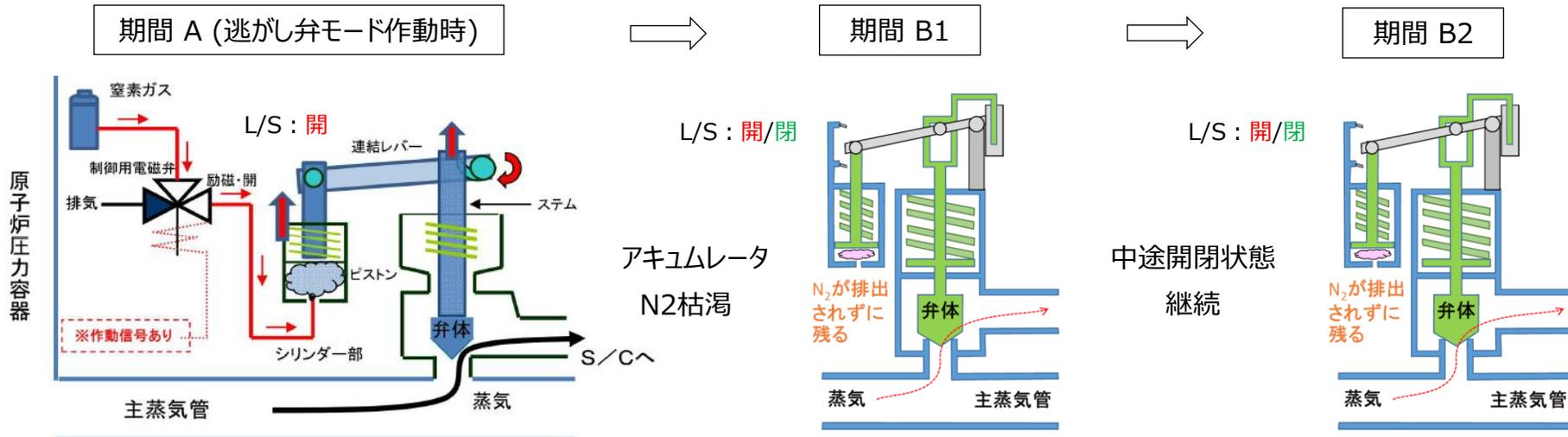


原子炉圧力の変化 (1F-3)

2. 発生した事象 (各期間での逃がし安全弁の状態*)

* 一部推測を含む

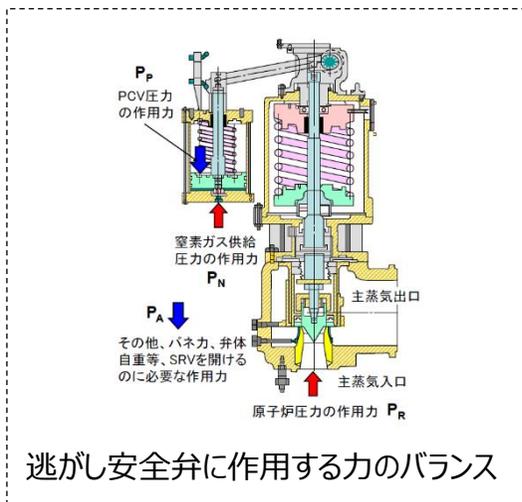
5



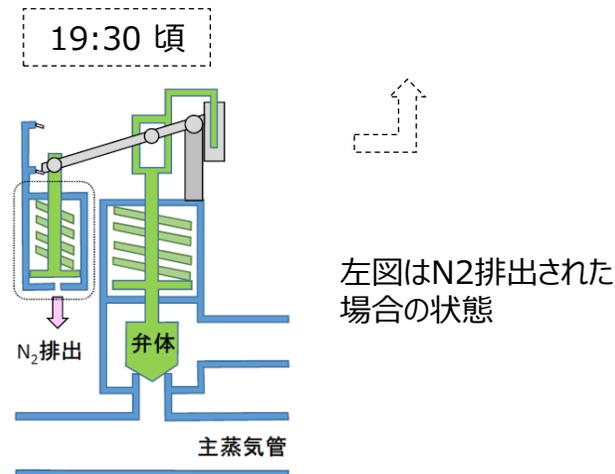
電磁弁: 給気側に開作動 (励磁)

電磁弁: 給気側に開保持 (励磁)

電磁弁: 給気側に開保持



炉圧低下時に
残存N₂排出されず?

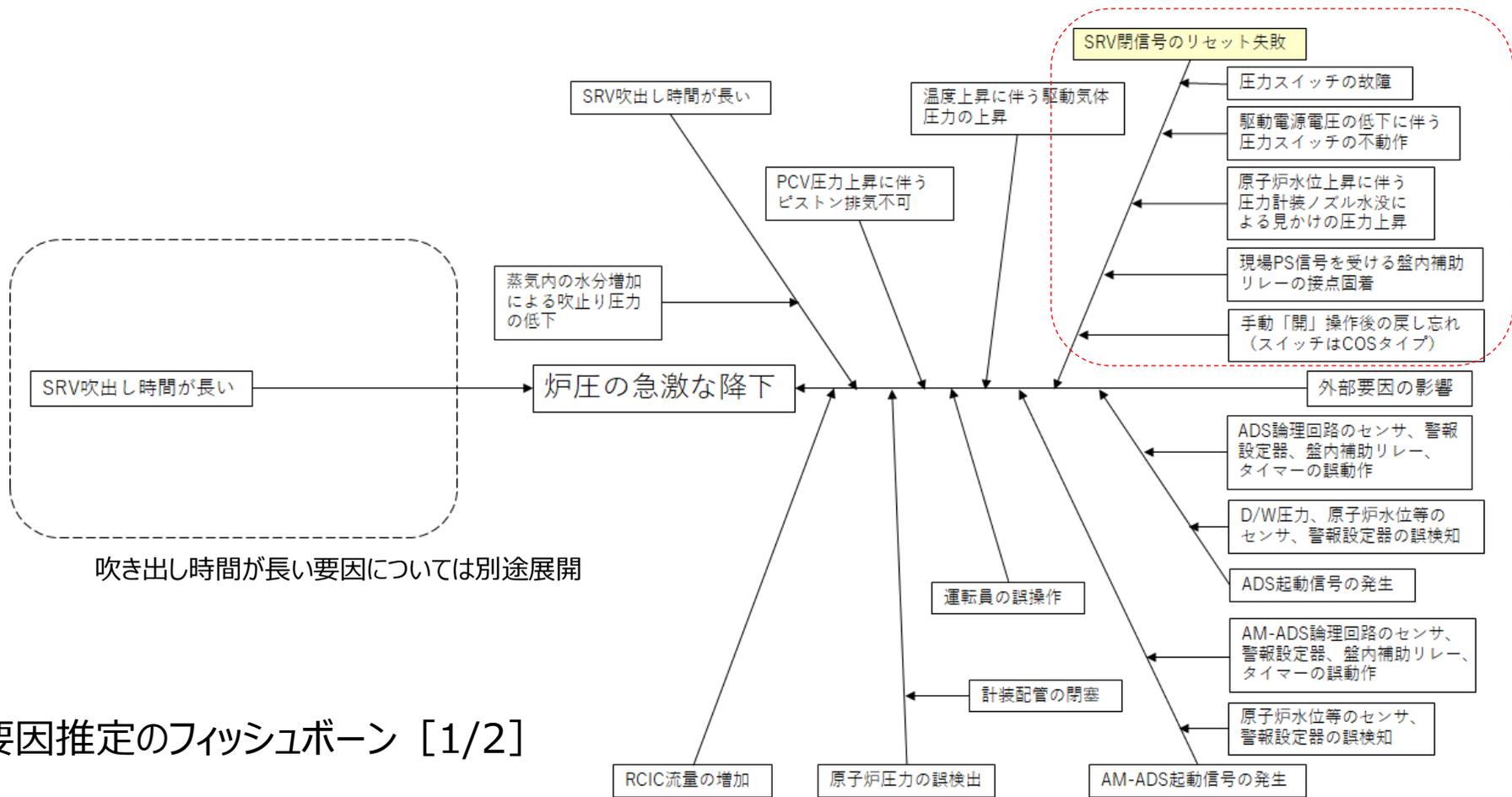


電磁弁: 排気側に切り替わらず?

	① 逃がし安全弁の中途開閉状態	② 逃がし弁開リセット不成立
観測された事象	事故発生からSBO状態に至りRCICが停止するまでの比較的初期の一部の期間において、逃がし安全弁が開/閉設定圧の間で微動を繰り返す、中途開閉状態が発生	RCICの注水によって原子炉圧力が一時的に逃がし弁開信号のリセット圧力値以下に低下した後再上昇し、待機状態にある他の逃がし安全弁の開信号圧力まで達することなく、逃がし安全弁が再び中途開閉状態に復帰
発生要因(考察)	中途開閉状態は、排気ラインが閉止した状態において、逃がし安全弁(逃がし弁モード)駆動アキュムレータの窒素枯渇後の残圧と炉圧のバランスにより生じた。	何らかの原因(かつ一過性)で機械的又は電氣的なリセット時の動作がなされなかったものと推測されるが、明確な要因の特定は困難。考え得る要因を網羅的に挙げた上でそれぞれの可能性を考察する[4.で検討]。

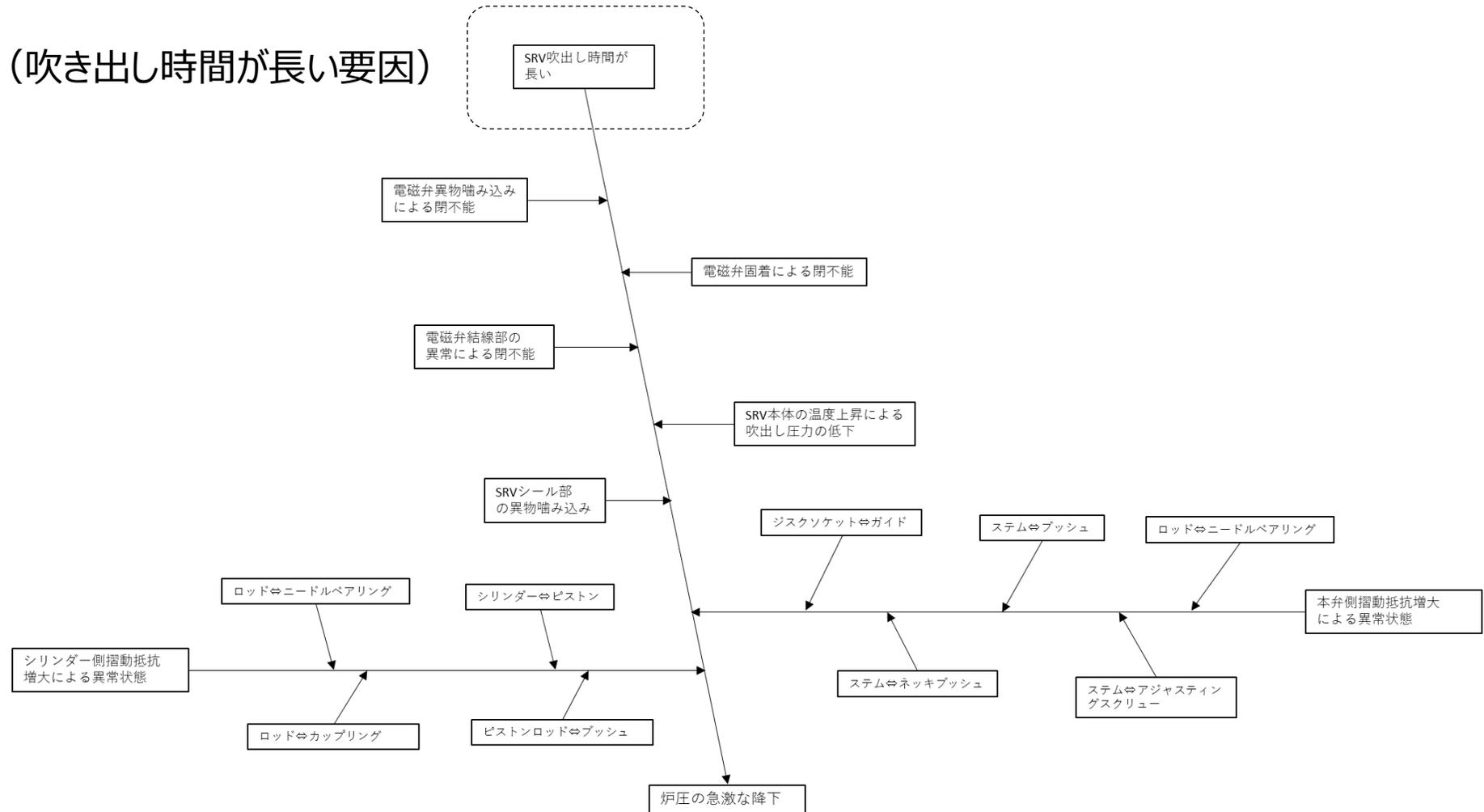
4. 逃がし弁開リセット不成立に係る要因の考察（要因の網羅的な推定）

3/11 19:30頃に発生した炉圧の急激な降下とその復帰後の挙動について、フィッシュボーン等を用いて考え得る要因の推定を行った。



要因推定のフィッシュボーン [1/2]

(吹き出し時間が長い要因)



要因推定のフィッシュボーン [2/2]

4. 逃がし弁開リセット不成立に係る要因の考察（推定要因の分析）

推定される各要因について考察し、完全に否定はできないものとして、以下を抽出した。ただし、現場アクセスや一過性の現象再現等は難しく、絞り込みや検証は困難。

- ・ 圧力スイッチの故障（スプリング固着，接点不良等） → 電氣的（誤信号発生）要因
 - ・ SRV（シール部）の異物噛み込み
 - ・ 電磁弁の固着，異物噛み込み
- } 機械的要因

推定される要因と考察 [例]

推定される要因		考察	評価	補足事項
外部要因の影響	SRV閉信号のリセット失敗	<p>圧力スイッチの故障</p> <p>当該計装に使用している圧力スイッチは、圧力をスプリングで検出し、ベルビル（板ばね）+ジグを介してマイクロスイッチのアクチュエータを押すスナップアクション構造となっていることから、圧力が低下すると上記と逆の動きになり接点はリセット（閉→開）する方向に動作する。</p> <p>本圧力スイッチの故障によりSRV閉信号がリセットしない事象が発生した場合、SRVが開状態を維持するため、その後に原子炉圧力が再び上昇することはないと考えられる。そのため、その後原子炉圧力が復帰していることを考慮すると、計器の構造から可能性は低いと考えられる。</p>	△	<p>圧力スイッチの故障としては、圧力検出用のスプリングが固着した場合にリセットしないことが考えられるが、原子炉圧力はその後復帰していること、及び一度固着したスプリングが戻る可能性は低いと考えられる。</p> <p>また、接点間の接触不良により接点が見かけ上開状態で固着する可能性も否定できないが、事象発生後に原子炉圧力は復帰していることから可能性は低いと考えられる。</p> <p>但し、当該事象は1回のみ発生であることから、可能性は完全には否定できないが、現場確認や再現は困難。</p>
		<p>駆動電源電圧の低下に伴う圧力スイッチの不動作</p> <p>圧力スイッチは、圧力変化を機械的な動きで捉えて接点を開閉するものなので、電源変動で圧力スイッチの接点が開閉することはない。</p>	×	
		<p>原子炉水位上昇に伴う圧力計装ノズル水没による見かけの圧力上昇</p> <p>圧力スイッチは、凝縮槽を設置している計装ノズルに接続しており、仮に計装ノズルが水没するような原子炉水位となった場合も圧力スイッチがリセットしないような水頭圧は掛からない。</p>	×	<p>仮に原子炉水位が計装ノズルを超えて主蒸気ノズルまで達したとしても、圧力スイッチがリセットしないような水頭圧は掛かることはないため可能性はない。</p>
		<p>現場PS信号を受ける盤内補助リレーの接点固着</p> <p>数カ月など長期間のON状態が続いた場合には接点固着の可能性はある（ただし低確率）が、短時間のON状態後に接点固着する故障モードは考えづらい。</p>	×	<p>4～5時間前までは正常にON/OFF動作を繰り返していたと考えられるため、その後のON固着は考えづらい。</p>

4. 逃がし弁開リセット不成立に係る要因の考察 (まとめ)

推定要因 (部位)	考察
電氣的 (誤信号発生) 要因 (圧カスイッチ)	<ul style="list-style-type: none">・単純な構成で実績があり, 信頼性は高い。・環境条件 (温度等) は悪化しておらず, 制御機能への影響はない。・動的な構成部品がランダム故障*1したものと仮定し, さらに, 後の期間B2では正常作動しているため機能喪失 (破損等) ではなく一過性の不作動であると仮定しないと, 観測された事象と整合しない。
機械的要因 (SRV (シール部)/ 電磁弁)	<ul style="list-style-type: none">・EQ試験済であり, 信頼性は高い。・環境条件 (温度等) は悪化しておらず, スプリング等への影響はない。・逃がし弁 (シール部) の異物噛み込み等による故障 (開固着) を想定しただけでは, 後の期間B2で中途開閉状態に戻らない (N2は排気されて中途開閉保持されない)。・電磁弁がランダム故障*2したものと仮定し, さらに, 後の期間B2では正常作動しているため機能喪失 (破損等) ではなく一過性の不作動であると仮定しないと, 観測された事象と整合しない。

*1 圧カスイッチの故障 (スプリング固着, 接点不良等) による開信号リセット失敗

*2 電磁弁の固着, 異物噛み込み等によるN2排気失敗

⇒ 推定要因はいずれも可能性が極めて低いと考えられるものの, 考察を踏まえて, 仮に発生した場合の安全上の影響及び安全性向上策 (実施済の対策を含む) について 5.で検討を行った。

過圧防護機能

- 逃がし安全弁の過圧防護機能（MS-1）は常用系の機能（AC系※よりHPINライン経由で継続的窒素供給）やアキュムレータの残圧には期待しておらず，安全弁モードで達成されるため，中途開閉状態は安全上の悪影響を及ぼすものではない。
※ AC系：不活性ガス系
- なお，新規制基準対応後のプラントにおいては，逃がし安全弁への高圧窒素ガス供給系（HPIN）関連の安全性向上策や，逃がし安全弁駆動部や電磁弁の耐環境性向上によって，逃がし安全弁がより確実に動作するよう，信頼性を向上させている。

逃がし安全弁への高圧窒素ガス供給系（HPIN）関連の安全性向上策（例）

- ・ 予備窒素ポンベの配備
- ・ AC系及びポンベからのガス供給設定圧力値の増加（PCV圧 $\leq 2P_d$ で逃がし安全弁を開可能）
- ・ 代替HPINの設置（排気ラインからの駆動窒素供給）
- ・ 改良EPDMの適用（電磁弁，シリンダー部）

注：原子炉減圧機能の強化としては，上記に加え電源確保やタービンバイパスの活用等がある

アキュムレータが枯渇し中途開閉状態に至ったとしても，安全弁モードによって確実に過圧防護機能を達成できる。また，逃がし弁モードの信頼性も種々の対策により向上させている。

減圧機能

- 設計基準事象時に減圧機能が仮に誤動作 (固着や開リセット失敗) を生じ、逃がし安全弁が意図せず開状態を保持し続けた場合でも炉心冷却は確保でき、設計上の想定に包絡される。
- 重大事故等時には、炉心冷却機能を確保して炉心損傷を未然に防止するように、「全交流電源喪失 + 逃がし安全弁再閉失敗」を想定した安全性向上策を実施している。

	1弁開放時	冷却材漏えい時の炉心冷却能力 (参考)
設計基準事象時	ECCS (いずれか1台) で炉心冷却可能	原子炉冷却材喪失 + ECCS (いずれか1台) で炉心冷却可能
重大事故等時	SBO時にも、代替注水 (下記) で炉心冷却可能	SA-ADS (2~4弁) 作動 + 代替注水で炉心冷却可能

逃がし安全弁再閉失敗 (全交流電源喪失時) に対する安全性向上策 (例)

- ・ 低圧代替注水系 (可搬型)
- ・ 交流電源に依存しない注水系 (直流駆動低圧注水系等)

注：全交流電源喪失時以外の逃がし安全弁再閉失敗に対する炉心冷却機能の強化としては、上記に加え低圧代替注水系等がある

今回抽出した要因等によって仮に逃がし弁が意図せず開状態を保持し続けたとしても、重大事故等対策により注水手段を整備していることから、確実に炉心冷却を達成できる。

- 逃がし安全弁の不安定動作（中途開閉状態の継続，及び開リセットの不成立）の発生要因及び安全上の影響について，再度考察・整理した。
- 中途開閉状態は，逃がし安全弁（逃がし弁モード）駆動アキュムレータの窒素枯渇後の残圧と炉圧のバランスで生じ得る。
- 一時的な原子炉圧力降下時に生じた逃がし弁開リセットの不成立は，完全には否定できない要因として，圧力スイッチの故障やSRV/電磁弁の異物噛み込み等が考えられるものの可能性は低く，また，現場アクセスや一過性の現象再現等は難しいことから，絞り込みや検証は困難。
- 安全上の影響としては，過圧防護機能は安全弁モードで達成されるため，中途開閉状態が悪影響を及ぼすものではない。また，減圧機能は仮に逃がし弁が意図せず開状態を保持し続けたとしても，重大事故等対策により注水手段を整備していることから炉心冷却を達成できる。
- なお，逃がし安全弁への高圧窒素ガス供給系（HPIN）関連の安全性向上策や，逃がし安全弁駆動部や電磁弁の耐環境性向上によって，逃がし安全弁がより確実に動作するよう，信頼性を向上させている。

従来知られているプラントデータ以外に新たな情報はないか，再確認を行った。

1F-3 記録計チャートリスト [1/2]

No	記録項目	PNL	記録計名称	記録計No
1	炉水位	9-3	原子炉水位	LR-2-3-129A
2		9-3	原子炉水位	LR-2-3-129B
3		9-5	原子炉水位/原子炉圧力	LR/PR-6-97
4		9-4	原子炉水位	LR-2-3-128
5	炉圧	9-3	原子炉圧力	PR-6-106
3		9-5	原子炉水位/原子炉圧力	LR/PR-6-97
6		9-5	タービン蒸気流量/原子炉圧力	FR/PR-6-98
7	D/W圧力S/C圧力	9-3	原子炉格納容器圧力	PR-16-155
8		9-25	原子炉格納容器室素圧力 原子炉格納容器室素供給流量	FR/PRS-16-105
9		9-25	原子炉格納容器室素圧力	PR-16-103
10	S/C水位	9-3	圧力抑制室水位(定検時)	LR-16-135
11	S/C温度	9-90	ESS-Iサブプレッションプール水温度	TRS-16-720A
12		9-90	ESS-IIサブプレッションプール水温度	TRS-16-720B
13	ECCS系流量計	9-3	RHR A・炉心スプレイ系A高圧注水系流量	FR-10-143A
14		9-3	RHR B・炉心スプレイ系BRCIC流量	FR-10-143B
15	燃料プール温度	9-20	M-RFP,炉心スプレー,FPC熱交換軸受温度	TRS-52-3

↑
再確認した
チャート
↓

1F-3 記録計チャートリスト [2/2]

16	原子炉各部温度	9-21	原子炉圧力容器／フランジ温度	TR-2-3-90
17		9-21	原子炉圧力容器温度	TRS-2-3-89
18	格納容器内各部温度	9-25	格納容器温度	TRS-16-115
19		9-99	格納容器温度	TR-16-116
20	スタックモニタ	9-2	主排気筒・タービン建屋換気系放射線モニタ(IC)	RR-17-751B
21		9-2	主排気筒放射線モニタ(SIN)	RR-17-651
22	原子炉出力	9-5	SRNM-APRM	NR-7-46A
23		9-5	SRNM-APRM	NR-7-46B
24		9-5	SRNM-APRM	NR-7-46C
25		9-5	SRNM-APRM	NR-7-46D
26	原子炉冷却材温度	9-4	再循環(A)入口温度 再循環(B)入口温度	TR-2-150
27	格納容器内放射線	9-10	格納容器雰囲気放射線モニタ(D/W, S/C)A・C	RR-22-101A
28		9-10	格納容器雰囲気放射線モニタ(D/W, S/C)B・D	RR-22-101B
29	放射線モニタ	9-2	非常用ガス処理系放射線モニタ(IC)	RR-17-551
30		9-2	非常用ガス処理系放射線モニタ(SIN)	RR-17-1051
31		9-2	原子炉建屋換気系放射線モニタ	RR-17-451
32	主蒸気流量	9-5	主蒸気流量/給水流量	FR-6-96
33	MSIV漏洩温度等	9-21	安全弁・逃し弁・漏洩温度	TRS-2-166
34		9-76	D/W弁グランド部漏洩温度	TRS-27-115

↑
再確認した
チャート
↓

再確認の結果、解明の手掛かりとなる新たなプラントデータは得られなかった。

NUCIAで電磁弁，空気作動弁に係る関連事象を調査したが，今回抽出した要因に包絡されるものであった。

NUCIA登録事象に基づく検討

通番	件名	着眼点	検討結果
12622	A非常用ディーゼル発電機定期負荷試験時における不具合について	制御用空気を供給する電磁弁が中間位置でスティックした事象であり、同様な事象によりSRVが適切に閉止しない可能性はあるか。	異物噛み込み等の偶発事象でSRV電磁弁が開固着した場合は、閉止しない可能性は考えられる。なお中間位置で固着した場合はシリンダ内駆動気体圧を保持できなくなり閉止する。
11993	柏崎刈羽原子力発電所5号機 不活性ガス系バタフライ弁の弁作動遅れについて	グリスが劣化して電磁弁コアが固着した事象であり、SRV電磁弁でグリス等を使用しているか、また使用している場合、劣化による固着でSRVが適切に閉止しない可能性はあるか。	SRV電磁弁のグリスが劣化して開固着した場合は、閉止しない可能性は考えられる。但し、SRV電磁弁は過去にEQ試験でLOCA環境でも健全性を確認しており、同様の事象が発生した可能性は低い。
1669	タービントリップに伴う原子炉手動停止について	弁部品間の過渡的な温度差に起因する熱膨張差で摩耗が発生し、固着に至った事象であり、同様な熱膨張差による動作不良でSRVが適切に閉止しない可能性はあるか。	摩耗による固着が発生した場合は、閉止しない可能性は考えられる。但し、SRVは開発時に耐久作動、LOCA環境試験でも健全性を確認しており、同様の事象が発生した可能性は低い。
1155	主蒸気隔離弁補修に伴う出力低下について	MSIVの排気量調整用ニードル弁に異物が混入し、排気量が減少してテスト閉時間が大幅に延びた事象であり、同様にSRV閉鎖時の排気が阻害され、閉じるまでに著しく時間がかかる可能性はあるか。	何らかの偶発事象で異物を噛みこみSRV電磁弁が閉作動を阻害し、全開状態で固着した場合は、閉止しない可能性は考えられる。なお中間位置で固着した場合はシリンダ内駆動気体圧を保持できなくなり閉止する。
785	給水調整弁制御系の点検・補修について	給水調整弁のポジションパイロット弁の部品が摩耗して一時的に引っかかるようになった事象であり、同様にSRVの閉止が一時的に阻害される可能性はあるか。	摩耗による固着が発生した場合は、閉止しない可能性は考えられる。但し、SRVは開発時に耐久作動、LOCA環境試験でも健全性を確認しており、同様の事象が発生した可能性は低い。

逃がし安全弁は、開発時に耐久作動試験及び事故時環境条件試験を実施している。
 開リセット不成立時の環境条件等は、既往検証範囲を逸脱するものではなかった。

環境条件試験等の実績

対象	試験内容
逃がし安全弁/ シリンダ/ 電磁弁 (組合せ試験)	[開発時] 蒸気圧6.4 MPa, 雰囲気70℃ 応答時間, 漏えい量等が判定基準を満足することを確認 [LOCA試験 (改良小型)] 雰囲気171℃, 及びLOCA時雰囲気変化 応答時間が試験前から変動のないことを確認
電磁弁 (単体試験)	[開発時] 常温 応答時間, 漏えい量等が判定基準を満足することを確認 200℃で24時間保持後 応答時間, 漏えい量等が判定基準を満足することを確認

推定される要因		考察	評価 (注)	補足事項
外部要因の影響	PCV圧力上昇に伴うピストン排気不可	当該事象発生時 (2011/3/11 19:30ごろ) のPCV圧力は約30 kPa[gage]であり、SRV閉止時のピストンからの排気に対して抵抗となった可能性はあるが、PCV圧力はその後2011/3/12 12:00ごろまで継続して上昇しているのに対し、原子炉圧力は急激な降下の後短時間でほぼ元の値に戻っており、SRVを閉止できていることから、要因とは考え難い。	×	
	温度上昇に伴う駆動気体圧力の上昇	SRV開状態でピストン内の駆動気体温度が上昇すれば、圧力が上昇し、開保持力が増加するが、ピストンからの排気が阻害されない限り、閉動作に影響はない。また、当該事象発生時 (2011/3/11 19:30ごろ) のD/W内温度は60°C (CRDハウジング周辺) ~150°C (RPVペローシールエリア) 程度であり、プラント通常運転時に比べ上昇しているものの、時間的な変化は緩慢であり、SRV開動作後短時間での大幅な上昇は認められない。	×	
	SRV閉信号のリセット失敗	圧力スイッチの故障	当該計装に使用している圧力スイッチは、圧力をスプリングで検出し、ベルビル (板ばね) + ジグを介してマイクロスイッチのアクチュエータを押すスナップアクション構造となっていることから、圧力が低下すると上記と逆の動きになり接点はリセット (閉→開) する方向に動作する。 本圧力スイッチの故障によりSRV開信号がリセットしない事象が発生した場合、SRVが開状態を維持するため、その後に原子炉圧力が再び上昇することはないと考えられる。そのため、その後原子炉圧力が復帰していることを考慮すると、計器の構造から可能性は低いと考えられる。	△

注：○ 可能性が比較的高い、△ 可能性は低いが完全には否定できない、× 可能性はない

推定される要因		考察	評価 (注)	補足事項
	駆動電源電圧の低下に伴う圧力スイッチの不動作	圧力スイッチは、圧力変化を機械的な動きで捉えて接点を開閉するものなので、電源変動で圧力スイッチの接点が開閉することはない。	×	
	原子炉水位上昇に伴う圧力計装ノズル水没による見かけの圧力上昇	圧力スイッチは、凝縮槽を設置している計装ノズルに接続しており、仮に計装ノズルが水没するような原子炉水位となった場合も圧力スイッチがリセットしないような水頭圧は掛からない。	×	仮に原子炉水位が計装ノズルを超えて主蒸気ノズルまで達したとしても、圧力スイッチがリセットしないような水頭圧は掛かることはないため可能性はない。
	現場PS信号を受ける盤内補助リレーの接点固着	数カ月など長期間のON状態が続いた場合には接点固着の可能性はある(ただし低確率)が、短時間のON状態後に接点が固着する故障モードは考えづらい。	×	4～5時間前までは正常にON/OFF動作を繰り返していたと考えられるため、その後のON固着は考えづらい。
	手動「開」操作後の戻し忘れ	運転員のSRV手動操作はなかったと報告されているが、可能性は否定できない。 ただし、SRV閉信号のリセットに失敗すれば原子炉圧力がすぐに変動するため、運転員が誤操作に気付かなかったとは考えづらい。	×	
ADS起動信号の発生	D/W圧力、原子炉水位等のセンサ、警報設定器の誤検知	ADS回路を動作させるには、2つの原子炉水位、2つのD/W圧力、1つのRHRまたはCSポンプの吐出圧がすべて設定値を超える必要がある。当時はいずれも設定値未満の状態であり、これらすべてが誤検知するような事象は非常に考えづらい。	×	
	ADS論理回路のセンサ、警報設定器、盤内補助リレー、タイマーの誤動作	ADS回路を動作させるには、少なくとも2つ以上の機器(補助リレーなど)が誤動作する必要がある。仮に1つの補助リレーの接点が瞬間ONしたとしてもその状態を保持させるにはさらに異なる複数のリレーが誤動作する必要がある。そのような確率はほぼありえない。	×	非常に大きな振動により多数の補助リレーがON側に動作したとしても、タイマーの接点をONさせ続けることができないため、ADS起動信号が保持されることはない。

注：○ 可能性が比較的高い、△ 可能性は低いが完全には否定できない、× 可能性はない

推定される要因		考察	評価 (注)	補足事項
AM-ADS起動信号の発生	原子炉水位等のセンサ、警報設定器の誤検知	AM-ADS回路を動作させるには、2つの原子炉水位、1つ以上のRHRまたはCSポンプの吐出圧がすべて設定値を超える必要がある。当時はいずれも設定値未満の状態であり、これらすべてが誤検知するような事象は非常に考えづらい。	×	
	AM-ADS論理回路のセンサ、警報設定器、盤内補助リレー、タイマーの誤動作	1つの補助リレーが誤動作した場合には、2つのSRVが誤開放する可能性がある。但し、この状態を保持させるにはさらに異なる複数の機器が誤動作する必要があるため、ある程度原子炉圧力を下げるまでの時間回路が誤動作する確率は極めて低いと考えられる。	×	非常に大きな振動により多数の補助リレーがON側に動作したとしても、タイマの接点をONさせ続けることができないため、AM-ADS起動信号が保持されることはない。
運転員の誤操作		運転員のSRV手動操作はなかったと報告されているが、可能性は否定できない。但し、それまで動作していなかったSRVを開操作した場合、原子炉圧力は低下するが、この操作は原子炉圧力がすぐに変動するため、運転員が誤操作に気付かなかったとは考えづらい。	×	
原子炉圧力の誤検出	計装配管の閉塞	圧カスイッチによるSRV開（吹出し）圧力に達した後、リセット（吹止り）圧力まで戻るまでのタイミングで計装配管の閉塞が発生した場合にはリセットしないことも考えられるが、その後原子炉圧力は復帰していることから可能性はない。	×	一度閉塞した計装配管が短時間で閉塞を解消することはない。

注：○ 可能性が比較的高い、△ 可能性は低いが完全には否定できない、× 可能性はない

推定される要因		考察	評価 (注)	補足事項
	RCIC流量の増加	RCICによる原子炉注水流量が増加すると、注水された冷水の顕熱及び潜熱として崩壊熱が消費されることにより、原子炉圧力が低下する可能性がある。事象発生時、運転員はRCIC流量を手動で調整していたと考えられるが、流量記録計は2011/3/11 17時ごろ停止しているため、原子炉水位の変化に注目すると、3/11 19時過ぎに水位が低下から上昇に転じ、20時ごろに上昇から低下に転じている。即ち、それぞれのタイミングでRCIC流量（直接的にはRCICタービン回転数）の増加操作及び減少操作が行われたものと推定される。一方、原子炉圧力は19時20分ごろから30分ごろにかけて低下し、その後上昇して19時40分ごろにはほぼ元の値に戻っているが、19時30分ごろに原子炉水位の挙動に目立った変化は認められない。 以上のことから、RCIC流量の増加が原子炉圧力低下のきっかけとなった可能性はあるが、上昇に転じたこととの相関は認められない。	△	
	SRV吹出し時間が長い	蒸気中の水分増加による吹止り圧力の低下	蒸気中の水分が増加し湿り飽和蒸気になるとSRVの弁開揚力が増加するため、吹止り圧が下がるので、吹出し時間は長くなる可能性があるが、一時的な事象で再現性が見られないことから要因とは考えられない。	×
SRV吹出し時間が長い	SRVシール部の異物噛み込み	弁座シール部の異物噛み込みによりSRV本体が全閉不能となる可能性はある。原子炉圧力が再上昇していることから再び閉状態になっており、一時的な閉不能状態が起こっていたと考えられるが、異物が何らかの理由で除去される必要があり、可能性は低い。	△	可能性は完全には否定できないが、一時的な異物噛み込みの現場確認や再現は困難。

注：○ 可能性が比較的高い、△ 可能性は低いが完全には否定できない、× 可能性はない

推定される要因		考察	評価 (注)	補足事項
電磁弁固着による閉不能		パイロット部あるいは電磁弁主弁部が固着した場合は電磁弁電源がOFFされても電磁弁主弁が閉出来ず、SRVが閉不能となるが、固着発生の可能性は低い。また、原子炉圧力が再上昇していることから、仮に固着が生じたとしても一時的なもので短時間で解消される必要があるが、その可能性も低い。	△	事象初期は環境も厳しいものではなく、SRV電磁弁は過去にLOCA試験を含むEQ試験で検証されていることから、可能性は低い。また、一時的な固着の現場確認や再現は困難。
電磁弁異物噛み込みによる閉不能		電磁弁パイロットシール部あるいは電磁弁主弁シール部の異物噛み込みによりSRVシリンダーの空気が完全に抜けきらず、SRVが全閉出来なくなったことが考えられる。ただし、原子炉圧力が再上昇していることから、異物が何らかの理由で除去される必要があり、可能性は低い。	△	可能性は完全には否定できないが、一時的な異物噛み込みの現場確認や再現は困難。
電磁弁結線部の異常による閉不能		電磁弁をOFFしても電磁弁結線部の異常により電磁弁マグネットの電源がOFFされず電磁弁主弁が閉出来ないことにより、SRVが閉不能となった可能性が考えられるが、事象初期は環境条件がそれほど厳しくはなくSRV駆動部は過去にLOCA試験を実施し健全性を確認していることから要因とは考えられない。	×	
SRV本体の温度上昇による吹出し圧力の低下		安全弁機能での作動の場合、SRV本体バネが温度上昇すると吹出し圧力が低下、吹止り圧力も低下するため、吹出し時間は長くなる。 ただし、SRVはボデーとスプリングケースの間にチャンバーを設置し、ボデーの熱がバネに伝わりづらい構造としている。さらに、原子炉圧力は10分程度で大きく低下した後、10分程度でほぼ元の値に戻っており、圧力が上昇する過程でバネが冷却されたことになるが、そのような可能性は考え難い。	×	
本弁側摺動抵抗増大による異常状態	ジスクソケットとガイド	ジスクソケットとガイドの摺動部に擦り傷等で摺動抵抗が増加した場合、吹出し時間は長くなる可能性はあるが、これまで摺動抵抗が増大するような実績はない。	×	1F-3で使用されているSRVは開発時に耐久作動試験で問題のないことを確認している。

注：○ 可能性が比較的高い、△ 可能性は低いが完全には否定できない、× 可能性はない

推定される要因		考察	評価 (注)	補足事項	
	ステムとネッキブッシュ	ステムとネッキブッシュの摺動部に擦り傷等で摺動抵抗が増大した場合、吹出し時間は長くなる可能性はあるが、これまで摺動抵抗が増大するような実績はない。	×	1F-3で使用されているSRVは開発時に耐久作動試験で問題のないことを確認している。	
	ステムとブッシュ	ステムとブッシュの摺動部に擦り傷等で摺動抵抗が増加した場合、吹出し時間は長くなる可能性はあるが、これまで摺動抵抗が増大するような実績はない。	×	1F-3で使用されているSRVは開発時に耐久作動試験で問題のないことを確認している。	
	ステムとアジャスティングスクリュー	ステムとアジャスティングスクリューの摺動部に擦り傷等で摺動抵抗が増加した場合、吹出し時間は長くなる可能性はあるが、これまで摺動抵抗が増大するような実績はない。	×	1F-3で使用されているSRVは開発時に耐久作動試験で問題のないことを確認している。	
	ロッドとニードルベアリング	ロッドとニードルベアリングの摺動部に擦り傷等で摺動抵抗が増大した場合、吹出し時間は長くなる可能性はあるが、これまで摺動抵抗が増大するような実績はない。	×	1F-3で使用されているSRVは開発時に耐久作動試験で問題のないことを確認している。	
	シリンダー側摺動抵抗増大による異常状態	シリンダーとピストン	シリンダーとピストンの摺動部に擦り傷等で摺動抵抗が増大した場合、吹出し時間は長くなる可能性はあるが、これまで摺動抵抗が増大するような実績はない。	×	1F-3で使用されているSRVは開発時に耐久作動試験で問題のないことを確認している。
		ピストンロッドとブッシュ	ピストンロッドとブッシュの摺動部に擦り傷等で摺動抵抗が増大した場合、吹出し時間は長くなる可能性はあるが、これまで摺動抵抗が増大するような実績はない。	×	1F-3で使用されているSRVは開発時に耐久作動試験で問題のないことを確認している。
		ロッドとニードルベアリング	ロッドとニードルベアリングの摺動部に擦り傷等で摺動抵抗が増大した場合、吹出し時間は長くなる可能性はあるが、これまで摺動抵抗が増大するような実績はない。	×	1F-3で使用されているSRVは開発時に耐久作動試験で問題のないことを確認している。
		ロッドとカップリング	ロッドとカップリング接触部に擦り傷等で摺動抵抗が増大した場合、吹出し時間は長くなる可能性はあるが、これまで摺動抵抗が増大するような実績はない。	×	1F-3で使用されているSRVは開発時に耐久作動試験で問題のないことを確認している。

注：○ 可能性が比較的高い、△ 可能性は低いが完全には否定できない、× 可能性はない