

志賀1号機高圧炉心スプレイディーゼル発電機
地震後の保安確認中における発電機ロックアウトリレー動作について（続報）

1. 事象の概要

志賀1号機は定期検査により停止中、2024年1月16日18時42分に発生した志賀町震度5弱の地震後の保安確認措置として、1月17日16時14分から高圧炉心スプレイディーゼル発電機（以下、「HPCSディーゼル発電機」という。）の作動試験を実施していたところ、17時13分に発電機並列後、同時刻に「HPCSディーゼル発電機ロックアウトリレー動作」警報が発生し、HPCSディーゼル発電機が自動停止した。

事象が発生した以降、同発電機が自動停止した原因を調査中であり、現時点の調査状況について報告する。

2. 時系列

（1月17日）

16時14分 HPCSディーゼル発電機 作動試験開始

16時58分 HPCSディーゼル発電機 機関始動

17時13分03秒 HPCSディーゼル発電機 並列

運転員が出力調整のため出力増操作を実施したものの、出力が増加しないことを確認

17時13分11秒 HPCSディーゼル発電機 自動停止（並列8秒後）→待機除外

・中央制御室で発生した警報：

「HPCSディーゼル発電機ロックアウトリレー動作」、「HPCSディーゼル発電設備異常」、「HPCSディーゼル発電機自動始動不能」

・現場（HPCSディーゼル発電機制御盤）で発生した警報：

「発電機逆電力継電器動作」、「静止形継電器故障」、「ディーゼル発電機自動始動不能」、「ディーゼル発電機ロックアウトリレー断線」※

※ 「ディーゼル発電機ロックアウトリレー断線」以外の警報は、「発電機逆電力継電器動作」に伴い発生した警報。

（1月18日～20日）

各部の外観点検、監視計器の校正、制御回路の動作試験等を実施

3. 推定原因及び復旧見込み

（1）推定原因

HPCSディーゼル発電機が自動停止した原因は、同発電機の出力増操作を実施した際に、発電機の出力に変化が無かったため、「発電機逆電力継電器動作」によるものと推定し、同警報が発生した要因について調査を実施している。また、「発電機逆電力継電器動作」に伴って発生しない警報である「ディーゼル発電機ロックアウトリレー断線」警報が発生した要因についても調査を実施している。

a. 「発電機逆電力継電器動作」警報に関する要因調査

「発電機逆電力継電器動作」警報が発生する原因としては、発電機の同期ずれや並列負荷運転時のディーゼル発電機周波数降下等により発電機逆電力継電器が実動作すること及び発電機逆電力継電器が誤動作することが考えられる。

そのため、要因分析表に基づき、現時点までにガバナ装置の外観点検、ディーゼル機関への燃料供給設備の外観点検、事象発生時における電力系統の変動及び運転操作の影響等について調査した結果、原因となる異常は認められていない。今後、残りの要因について無負荷運転等により調査を実施する。

b. 「ディーゼル発電機ロックアウトリレー断線」警報に関する要因調査

「ディーゼル発電機ロックアウトリレー断線」警報が発生する原因としては、制御回路の異常及び誤動作が考えられる。

そのため、要因分析表に基づき、現時点までに断線検出回路の外観点検及びリレーの単体動作確認について調査した結果、原因となる異常は認められていない。今後、残りの要因についてシーケンス試験により調査を実施する。

(2) 復旧見込み

今週中に要因調査を行う予定であり、それ以降に原因に応じた対策を行い、復旧する見込み。

4. 法令・保安規定上の扱い

(1) 法令上の扱い

- ・ 実用炉規則第 134 条第 3 号：現在、確認中。
- ・ 実用炉規則第 134 条第 5 号：対象外（以下(2)で詳述）。

(2) 保安規定上の扱い

志賀 1 号機は非常用ディーゼル発電機 3 台中 2 台（A 号機、B 号機）が動作可能であるとともに、2 号機は非常用ディーゼル発電機 3 台中 2 台（A 号機、B 号機（C 号機は点検中であり、2 月末に復旧する予定））が動作可能であることから、運転上の制限を満足していることを確認済。

なお、大容量電源車は 2 台のうち 1 台が動作可能であり、残りの 1 台は 1 月末に復旧する予定。

第 60 条（非常用ディーゼル発電機その 2）

原子炉の状態が冷温停止及び燃料交換において、非常用ディーゼル発電機は、表 60-1 で定める事項を運転上の制限とする。

表 60-1

項 目	運転上の制限
非常用ディーゼル発電機	第 65 条（所内電源系統その 2）で要求される非常用交流高圧電源母線に接続する非常用ディーゼル発電機を含め 2 台の非常用発電設備 ^{※1} が動作可能であること。

※1：非常用発電設備とは、非常用ディーゼル発電機及び必要な電力供給が可能な非常用発電機をいう。なお、非常用発電機は、他の原子炉と共用することができる。

5. 添付資料

- (1) 志賀 1、2 号機 所内電源受電状況
- (2) 【要因分析】志賀 1 号機「HPCS ディーゼル発電機ロックアウトリレー動作」等警報発生について
- (3) 志賀 1 号機 HPCS ディーゼル発電機ガバナ装置 作動説明図
- (4) 志賀 1 号機 HPCS ディーゼル発電機ロックアウトリレー断線検出回路 概要図

以 上

【要因分析】志賀1号機「HPCSディーゼル発電機ロックアウトリレー動作」等警報発生について

事象（警報）		要因		要因説明	調査内容	実施日	調査結果	評価			
HPCSディーゼル発電機ロックアウトリレー動作（D/Gトリップ）	「発電機逆電力継電器動作」警報発生	発電機並列時の同期ずれや並列負荷運転時のディーゼル発電機周波数降下等により発電機逆電力継電器が動作	ガバナの動作不良	ガバナモータ単体の動作不良	ガバナCS操作に対し、ガバナモータが正常に動作せず、DGの負荷上昇ができなかった。	・外観目視点検	1/18	・ガバナ、ガバナモータ、ガバナブスタ、ダイヤル、オイルゲージ等について外観目視点検を実施した結果、異常がないことを確認した。	(×)		
				ガバナモータとガバナ装置の追従不良	ガバナモータの動作に対し、ガバナ装置のリンク機構が正常動作せず、DGの負荷上昇ができなかった。	・無負荷運転状態の実績調査	1/18	・事象発生直前の無負荷運転状態におけるガバナの動作状況について、現場立会者への聞き取り調査を実施した結果、操作手順に基づくガバナCS操作にガバナが追従して動作しており、正常な動作であったことを確認した。 ・(無負荷運転でのガバナ動作確認を予定。)			
						・無負荷運転でのガバナモータの動作確認	1/24～25予定				
						・外観目視点検	1/18		・リンク機構（ロッド等）について外観目視点検を実施した結果、異常がないことを確認した。		
				ガバナ装置（フライウエイト）の動作不良	ガバナモータの動作に対し、ガバナ装置のリンク機構が正常動作せず、DGの負荷上昇ができなかった。	・無負荷運転状態の実績調査	1/18	・事象発生直前の無負荷運転状態におけるガバナの動作状況について、現場立会者への聞き取り調査を実施した結果、操作手順に基づくガバナCS操作にガバナが追従して動作しており、正常な動作であったことを確認した。 ・(無負荷運転でのガバナ動作確認を予定。)			
						・無負荷運転でのガバナ動作確認	1/24～25予定				
						・外観目視点検	1/18		・リンク機構（ロッド等）について外観目視点検を実施した結果、異常がないことを確認した。		
				操作回路の異常	ガバナ装置（フライウエイト）の動作不良	微細な異物の付着等によりフライウエイトの動作が緩慢になることでガバナ操作による周波数の増加量と速度調整つまみの動作量に差異が生じた。	・無負荷運転状態の実績調査	1/18	・事象発生直前の無負荷運転状態におけるガバナの動作状況について、現場立会者への聞き取り調査を実施した結果、操作手順に基づくガバナCS操作にガバナが追従して動作しており、正常な動作であったことを確認した。 ・(無負荷運転でのガバナ動作確認を予定。)		
						・無負荷運転でのガバナ動作確認	1/24～25予定				
						・無負荷運転でのガバナ動作確認	1/24～25予定	・(無負荷運転でのガバナ動作確認を予定。)			
				系統周波数の変動	系統周波数の変動により発電機逆電力が発生した。	・無負荷運転でのガバナ動作確認	1/24～25予定	・(無負荷運転でのガバナ動作確認を予定。)			
						系統周波数の変動	系統周波数の変動により発電機逆電力が発生した。	・事象発生時の系統周波数の確認	1/18	・発電機並列時からD/Gトリップ時の系統周波数(275kV開閉所母線周波数)に有意な変動がない※ことを確認した。 ※ 60.1Hz→60.1Hz（変動0%）	(×)
						系統電圧の変動	系統電圧の変動により発電機逆電力が発生した。	・事象発生時の系統電圧の確認	1/18	・発電機並列時からD/Gトリップ時の系統電圧(275kV開閉所電圧)に有意な変動がなかった※ことを確認した。 ※ 274.8kV→275.2kV（変動0.2%）	(×)
				DG機関への燃料供給不良	燃料ラインの閉塞、漏えいによる燃料供給不良	燃料ラインの閉塞、漏えいにより、正常に燃料が供給されず、DGの負荷上昇ができなかった。	・外観目視点検	1/18	・燃料油ラインの配管、弁、燃料油フィルタについて外観目視点検を実施した結果、異常がないことを確認した。 ・機関入口燃料油圧力[R44-PI-092H]の指示値を確認し、異常がないことを確認した。	(×)	
						・無負荷運転状態の実績調査	1/18	・事象発生直前の無負荷運転状態における燃料系統の状態について、現場立会者への聞き取り調査を実施した結果、燃料油ラインに漏えいがなかったこと、機関入口燃料油圧力の指示値が通常範囲内であったことを確認した。 ・(無負荷運転での燃料系統状態確認を予定。)			
・無負荷運転での燃料系統状態確認	1/24～25予定										

(評価の凡例 ○:要因と推定される、△:要因の可能性はある、×:要因の可能性はない)

事象（警報）

要因		要因説明	調査内容	実施日	調査結果	評価
燃料噴射ポンプの動作不良	燃料噴射ポンプの動作不良	燃料噴射ポンプの動作不良が発生したことにより、正常に燃料が供給されず、DGの負荷上昇ができなかった。	・外観目視点検	1/18	・燃料噴射ポンプについて外観目視点検を実施した結果、異常がないことを確認した。	(×)
	ガバナの設定不良	ガバナのダイヤルの設定を変更した状態でDGを運転したことにより、DGの負荷上昇ができなかった。	・各設定値の確認	1/18	・ドループ設定（ダイヤル）、ロードリミットつまみ（ダイヤル）、コンペンセーション・ポイント、ニードル開度について各設定値を確認した結果、前回点検時の設定値から変化していないことを確認した。	(×)
	燃料噴射ポンプの動作不良	燃料噴射ポンプの動作不良が発生したことにより、正常に燃料が供給されず、DGの負荷上昇ができなかった。	・無負荷運転での燃料噴射ポンプ動作確認	1/24～25予定	・（無負荷運転での燃料噴射ポンプ動作確認を予定。）	
	燃料噴射ポンプの動作不良	燃料噴射ポンプの動作不良が発生したことにより、正常に燃料が供給されず、DGの負荷上昇ができなかった。	・無負荷運転状態の実績調査	1/18	・事象発生直前の無負荷運転状態におけるガバナのスピードセッティングの状態について、現場立会者への聞き取り調査を実施した結果、ガバナのスピードセッティングの動作状態に異常は認められなかったことを確認した。	
	燃料噴射ポンプの動作不良	燃料噴射ポンプの動作不良が発生したことにより、正常に燃料が供給されず、DGの負荷上昇ができなかった。	・無負荷運転でのガバナ動作確認	1/24～25予定	・（無負荷運転でのガバナ動作確認を予定。）	
	燃料噴射ポンプの動作不良	燃料噴射ポンプの動作不良が発生したことにより、正常に燃料が供給されず、DGの負荷上昇ができなかった。	・外観目視点検	1/18	・燃料噴射ポンプについて外観目視点検を実施した結果、異常がないことを確認した。	(×)
運転操作の影響	運転操作の遅れ・操作量不足	ガバナCS操作の遅れ又は操作量の不足により、DGの負荷上昇ができなかった。	・運転員への聞き取り	1/20	・ガバナCS操作の遅れ、操作量の不足がなかったことを確認した。	(×)
	ガバナ操作時に使用する監視計器のズレ	監視計器がドリフトしていたことにより、運転員のガバナCS操作量が不足し、DGの負荷上昇ができなかった。	・監視計器の計器校正、外観目視点検（電力計、電圧計、周波数計、力率計）	【実施済】 1/19～20 【今後調査】 1/22～23予定	・監視計器（8台のうち7台）について校正及び外観目視点検を実施した結果、異常がないことを確認した。 ・（監視計器（8台のうち残り1台）について校正及び外観目視点検を実施予定。）	
	AVR調整時に使用する監視計器のズレ	監視計器がドリフトしていたことにより、AVRの調整量が不足し、発電機電圧が低い状態で並列した。	・監視計器の計器校正、外観目視点検（同期検定器電圧計）	【実施済】 1/19 【今後調査】 1/22～23予定	・監視計器（3台のうち2台）について校正及び外観目視点検を実施した結果、異常がないことを確認した。ただし、同期検定器電圧計のズレが計器精度内であるものの、発電機電圧とM/C電圧の差が実際よりも小さく指示する状態にあった。 ・（監視計器（3台のうち残り1台）について校正及び外観目視点検を実施予定。）	
力率悪化の影響	並列前のインカミング電圧の調整不良	インカミング電圧の調整不良により、並列後の力率が悪化し、ガバナ操作によるDGの有効電力の上昇が少なかった。	・運転員記録の調査	1/20	・手順書通りインカミング電圧（117V）をラニング電圧（116V）より1V高く設定していたことを確認した。 ・並列時の力率が0.2であったことを確認した。 ・M/C-1Hの電圧が並列前6.92 kVから並列後7.12 kVに上昇したことを確認した。	
	同期検定器に係る監視計器のズレ	監視計器（同期検定器電圧計）がドリフトしていたことにより、並列後の力率が悪化し、ガバナ操作によるDGの有効電力の上昇が少なかった。	・監視計器の計器校正、外観目視点検（同期検定器電圧計、力率計）	【実施済】 1/19 【今後調査】 1/22～23予定	・監視計器（4台のうち2台）について校正及び外観目視点検を実施した結果、異常がないことを確認した。ただし、同期検定器電圧計のズレが計器精度内であるものの、発電機電圧とM/C電圧の差が実際よりも小さく指示する状態にあった。 ・（監視計器（4台のうち残り2台）について校正及び外観目視点検を実施予定。）	
逆電力継電器の誤動作	逆電力継電器の故障	逆電力継電器故障により誤動作した。	・逆電力継電器の外観目視点検 ・逆電力継電器の単体動作試験、シーケンス試験	1/18 1/22～23予定	・逆電力継電器について外観目視点検を実施した結果、異常がないことを確認した。 ・（逆電力継電器の単体動作試験、シーケンス試験を実施予定。）	
	制御回路の故障	制御回路故障により誤動作した。	・各リレーの動作試験 ・外観目視点検	1/18～20	・各リレーの外観目視点検及び動作試験を実施した結果、異常がないことを確認した。 ・制御回路の外観目視点検を実施した結果、異常がないことを確認した。	(×)

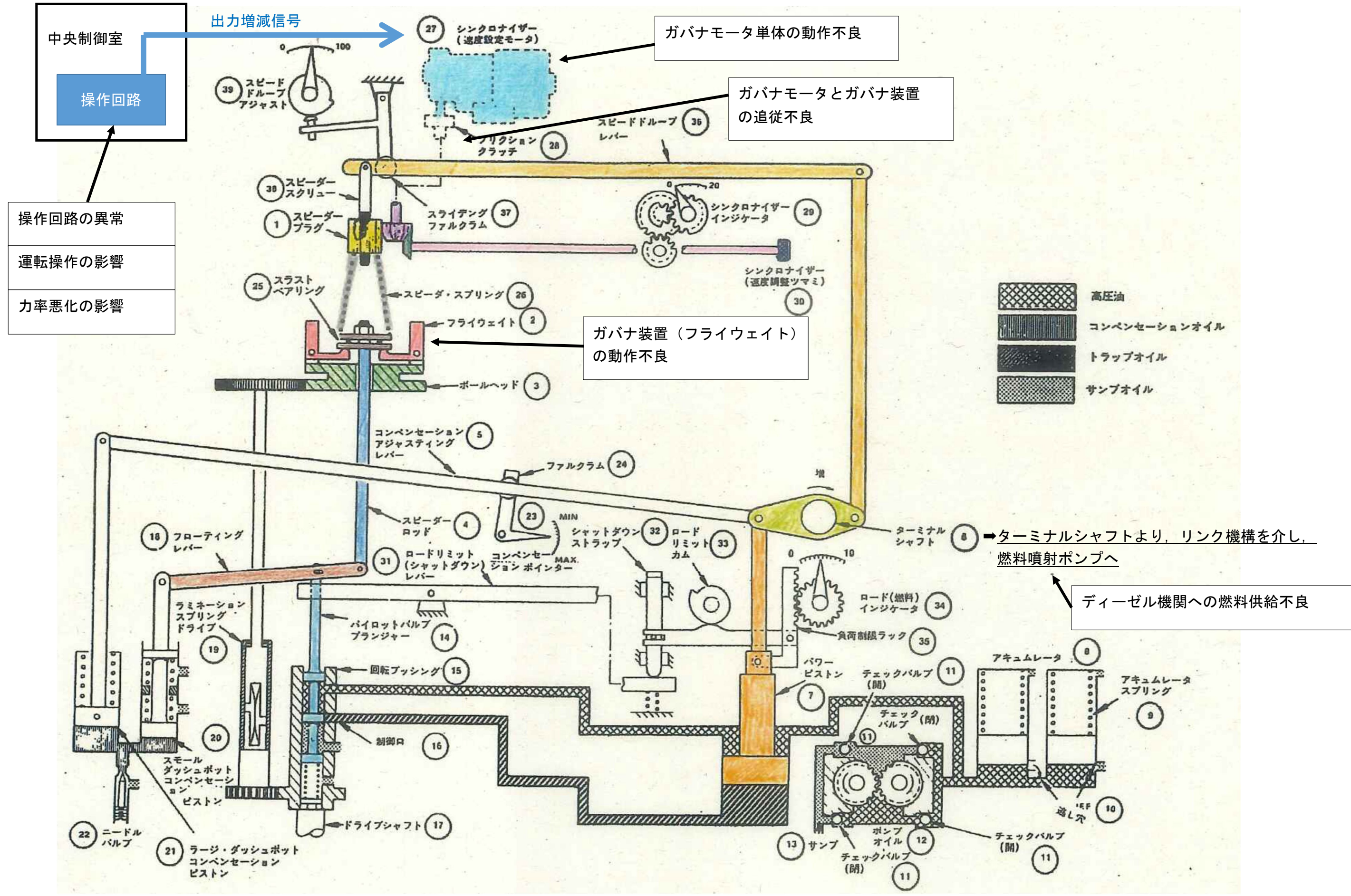
（評価の凡例 ○:要因と推定される、△:要因の可能性はある、×:要因の可能性はない）

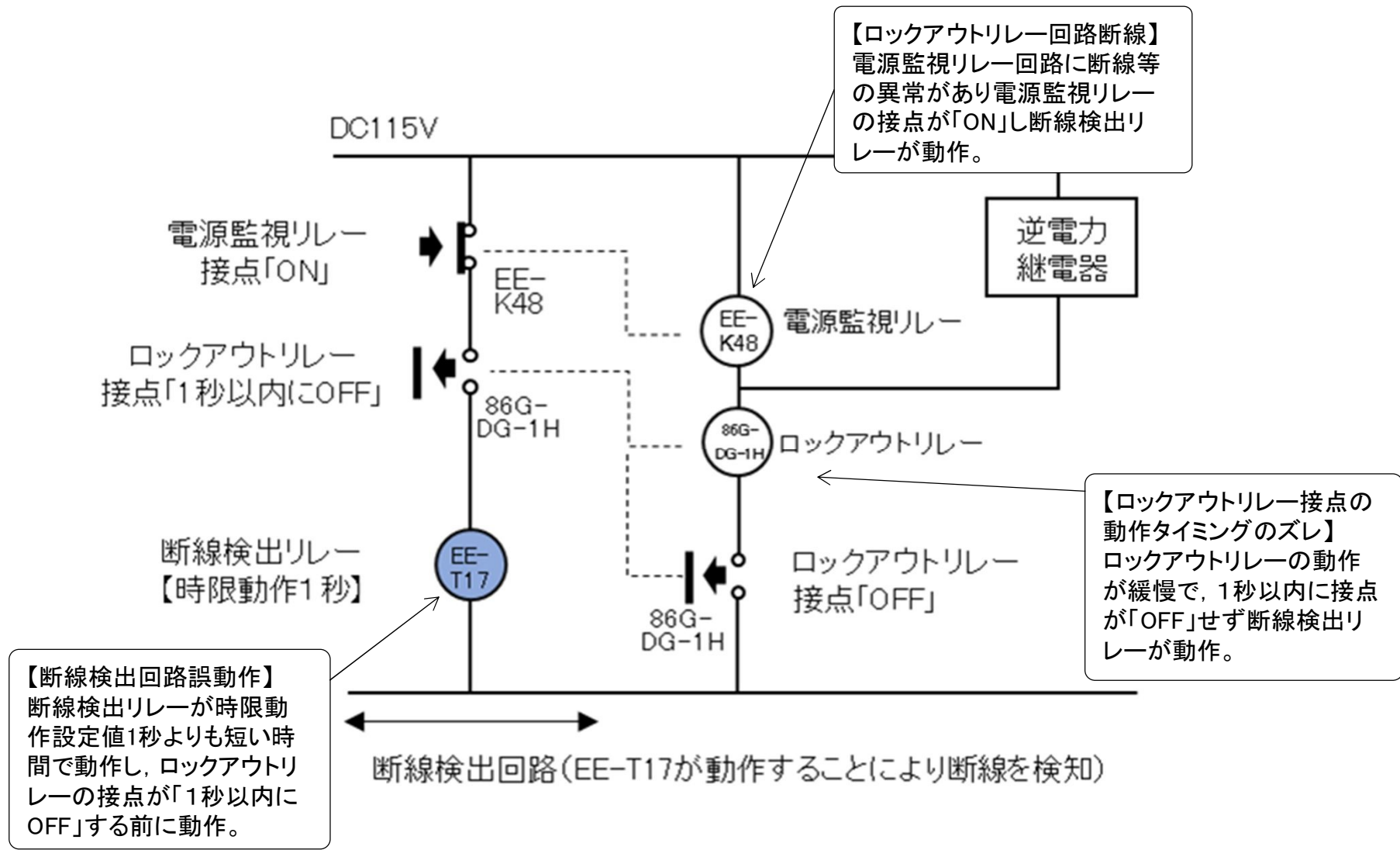
【要因分析】志賀1号機「HPCSディーゼル発電機ロックアウトリレー動作」等警報発生について

(評価の凡例 ○: 要因と推定される, △: 要因の可能性はある, ×: 要因の可能性はない)

事象 (警報)	要因	要因説明	調査内容	実施日	調査結果	評価	
ディーゼル発電機ロックアウトリレー断線	ロックアウトリレー接点の動作タイミングのズレ	ロックアウトリレーの動作緩慢 ロックアウトリレー動作時の接点動作時間が1秒以上かかった。	シーケンス試験	1/23~24予定	(シーケンス試験実施予定)		
	断線検出回路誤動作	断線検出リレーの動作時間不良	断線検出リレーのタイマ限時設定1秒よりも短い時間で動作し断線を誤検知。	・外観目視点検 ・断線検出リレーの単体動作試験	1/18,19	・外観目視点検の結果, 異常なし。 ・単体動作試験の結果, 異常なし。	(×)
		断線検出リレーの動作不良	断線検出リレーの動作不良	・外観目視点検 ・断線検出リレーの単体動作試験	1/19	・外観目視点検の結果, 異常なし。 ・単体動作試験の結果, 異常なし。	(×)
		断線検出リレーの接点不良	断線検出リレーの接点絶縁不良により警報発報	外観目視点検 断線検出リレーの単体動作試験	1/18,19	・外観目視点検の結果, 異常なし。 ・単体動作試験の結果, 異常なし。	(×)
	ロックアウトリレー回路断線	断線検出リレー電源「断」	電源が断線し, 無励磁となることで接点が「ON」。	・外観目視点検 ・無負荷でのランプ点灯確認	1/20	・外観目視点検の結果, 異常なし ・外観目視点検の結果, ランプ点灯異常なし	(×)

志賀 1 号機 HPCS ディーゼル発電機ガバナ装置 作動説明図





志賀1号機 HPCSディーゼル発電機ロックアウトリレー断線検出回路 概要図