

高浜発電所4号機 Aー使用済燃料ピットエリア監視カメラの 動作不能に伴う運転上の制限の逸脱について

1. 事象発生日

令和2年9月28日05時15分（運転上の制限の逸脱を判断した日時）

2. 事象発生前の運転状況

定格熱出力一定運転中（モード1）

3. 事象発生の状況

（添付資料ー1～3）

高浜発電所4号機（加圧水型軽水炉、定格電気出力87万kW、定格熱出力266万kW）は定格熱出力一定運転中のところ、令和2年9月28日05時05分頃に運転員が保安規定に係る定期点検に伴い使用済燃料ピットエリア監視カメラ（以下、SFPEリア監視カメラ）の動作確認を実施した結果、AーSFPEリア監視カメラの画像が表示されないことを運転員が確認した。

これにより設置されている2個のSFPEリア監視カメラのうち1個が動作不能となり、保安規定第85条（85ー12ー3）で要求されるSFPEリア監視カメラの2個動作可能であることを満足しない状況となったことから、当直課長は保安規定で定める運転上の制限を満足しないと05時15分に判断した。

その後、動作不能となったAーSFPEリア監視カメラを05時30分から点検した結果、カメラ本体の不調であることを確認した。このため、カメラ本体を予備品と交換し、AーSFPEリア監視カメラの機能が回復したことを確認したことから、19時05分に運転上の制限を満足していることを当直課長が判断した。

なお、本事象による周辺環境への影響はなかった。

4. 時系列

9月28日（月）

05時00分 運転員は、保安規定に係る定期点検に伴い重大事故等対処設備点検を開始

05時05分 運転員が中央制御室でSFPEリア監視カメラの動作確認を実施したところ、AーSFPEリア監視カメラが動作不能（画像が表示されない）であることを確認

05時15分 当直課長が保安規定第85条（85ー12ー3）の運転上の制限の逸脱を判断

05時16分 保安規定第85条（85ー12ー3）に定める運転上の制限

を満足しないと判断した場合に講じる措置として、使用済燃料ピットAエリアの水位がEL 31.4 m以上および水温が65℃以下であることを確認

使用済燃料ピット内での照射済燃料移動中でないことおよび代替措置の検討を開始

05時30分 保安規定第85条(85-12-3)に定める運転上の制限を満足しないと判断した場合に講じる措置として、A-SFPエリア監視カメラを動作可能な状態に復旧する措置を開始

18時30分 点検作業終了

19時05分 当直課長は、A-SFPエリア監視カメラが動作可能であることを確認し、保安規定第85条(85-12-3)の運転上の制限を満足していることを判断

5. 機器の構成

(添付資料-4)

A, B-SFPエリア監視カメラに関する機器の構成は、カメラ本体、ビデオエンコーダ、スイッチングハブ、監視サーバー(パソコン)および中央制御室の監視モニターである。カメラ本体およびビデオエンコーダについては、A, B-SFP監視モニター用としてそれぞれ設置されているが、スイッチングハブ、監視サーバーおよび監視モニターはA, B-SFPエリア監視カメラの共用機器である。

(1) カメラ本体

SFPの画像を撮影するための赤外線サーモカメラ本体である。

(2) ビデオエンコーダ

カメラからのアナログ画像信号をデジタル画像信号へ変換する装置である。

(3) スwitchingハブ

A, B-SFPエリア監視カメラの画像を切替えて、監視サーバーに画像伝送する装置である。

(4) 監視サーバー

受信した画像を監視モニターに表示するための装置(パソコン)である。

(5) 監視モニター

伝送された画像を表示するモニターであり、中央制御室に設置されている。

6. 原因調査

(添付資料-5)

A-SFPエリア監視カメラが動作不能に至った原因調査を要因分析図に基づ

いて実施した。なお、今回の事象では、B-SFPエリア監視カメラの画像は表示されていることから、A-SFPエリア監視カメラと共有している監視サーバーおよび監視モニタに問題はないと考えられる。このため、B-SFPエリア監視カメラと共有していない範囲（カメラ本体、ビデオエンコーダ、スイッチングハブの入力ポートおよびケーブル）の健全性を確認した。

(1) スwitchングハブ

スイッチングハブに備え付けられている入力ポートはそれぞれ独立していることから、入力ポートが接触不良等で画像伝送ができなくなることが考えられる。

スイッチングハブのポート動作表示灯の表示を確認したところ、B-SFPエリア監視カメラと同様な動作状態であり、異常はなかった。

(2) ビデオエンコーダ

以下の通り、ビデオエンコーダの健全性を確認した。

a. カメラへの電源供給

カメラの電源はビデオエンコーダが供給していることから、カメラへの電源供給に異常が生じることにより、カメラが正常動作しなくなることが考えられる。

カメラへの供給電圧を確認したところ、電圧値は47.6Vで規格電圧（38.4V～52.8V）を満たしており、カメラ本体への電源供給に異常はなかった。

b. カメラ画像処理

カメラから伝送される画像信号処理に異常が発生すれば、スイッチングハブに正常な画像伝送ができなくなることが考えられる。

予備カメラをビデオエンコーダに接続したところ、監視モニタに画像が表示されたことから、カメラ画像処理機能に異常はなかった。

以上の調査から、ビデオエンコーダに異常はなかった。

(3) カメラ本体（DC/DCコンバータを含む）

以下の通り、カメラ本体の健全性を確認した。

a. カメラ本体への供給電圧

DC/DCコンバータを介してカメラ本体に供給されている電圧に異常があれば、カメラが正常に機能せず、画像が表示されなくなることが考えられる。

カメラ本体に付属するDC/DCコンバータから、カメラ本体へ供給される電圧を確認したところ、電圧値は12.5Vで規格電圧（10.8V～

1 3. 2 V) を満たしており、カメラ本体への電源供給に異常はなかったものの、カメラ本体の電源ランプが消灯しており、カメラ本体に異常が発生していることを確認した。

b. カメラ本体からの出力画像

カメラ本体からの画像伝送に異常が発生すれば、画像が出力されなくなることが考えられる。

カメラ本体にテストモニタを接続して画像を確認したところ、表示されなかったことから、カメラ本体に異常が発生しているものと考えられる。

以上の調査から、カメラ本体に異常が発生していることが分かった。

(4) ケーブル

各機器を接続するLANケーブルや同軸ケーブルに導通不良が発生していれば、画像が表示されなくなることが考えられる。上記(3)に示す調査の結果、カメラ本体を取替えたところ、監視モニタに画像が表示されたことから、ケーブルに異常がないことを確認した。

7. その他

A-SFPエリア監視カメラは、2019年10月17日に機能・性能確認を実施し、問題のないことを確認した。また、2020年8月30日に保安規定に係る定期点検であるSFPエリア監視カメラの動作確認を実施し、問題ないことを確認した。

8. 推定原因

原因調査の結果、カメラ本体に異常が発生していることが分かった。カメラ本体に規格電圧が供給されているにも関わらず、電源ランプが消灯していたことから、カメラ本体の内部に異常が発生したものと考えられる。

9. 対策

カメラ本体を予備品に取替えた。

取替後は、A-SFPエリア監視カメラの機能は正常に動作し、同エリアの監視に問題がないことを確認した。

以上

添 付 資 料

1. 高浜発電所原子炉施設保安規定（抜粋）
2. 関連パラメータ（排気筒ガスモニタ、モニタポスト、モニタステーション）
3. S F Pエリア監視計器配置図
4. S F Pエリア監視カメラシステム構成図
5. A－S F Pエリア監視カメラ異常に係る要因分析図
6. A－S F Pエリア監視カメラ点検工程

高浜発電所原子炉施設保安規定（抜粋）

（重大事故等対処設備）

第 85 条 3号炉および4号炉について、次の各号の重大事故等対処設備は、表 85－1で定める事項を運転上の制限とする。

- (1) 緊急停止失敗時に原子炉を未臨界にするための設備
- (2) 1次冷却系のフィードアンドブリードをするための設備
- (3) 炉心注水をするための設備
- (4) 1次冷却系の減圧をするための設備
- (5) 原子炉格納容器スプレイ等をするための設備
- (6) 原子炉格納容器内自然対流冷却をするための設備
- (7) 蒸気発生器2次側による炉心冷却（注水）をするための設備
- (8) 蒸気発生器2次側による炉心冷却（蒸気放出）をするための設備
- (9) 水素爆発による原子炉格納容器の破損を防止するための設備
- (10) 水素爆発による原子炉建屋等の損傷を防止する等のための設備
- (11) 使用済燃料ピットの冷却等のための設備
- (12) 発電所外への放射性物質の拡散を抑制するための設備
- (13) 重大事故等の収束に必要な水の供給設備
- (14) 電源設備
- (15) 計装設備
- (16) 中央制御室
- (17) 監視測定設備
- (18) 緊急時対策所
- (19) 通信連絡を行うために必要な設備
- (20) その他の設備

2. 重大事故等対処設備が前項で定める運転上の制限を満足していることを確認するため、次号を実施する。

- (1) 各課（室）長（品質保証室長、品質保証室課長、安全・防災室長、安全・防災室課長、所長室長、所長室課長（総務）、技術課長、保全計画課長、土木建築課長、電気工事グループ課長、機械工事グループ課長および土木建築工事グループ課長（以下、「品質保証室長等」という。本条において同じ。）を除く。）は、表 85－2から表 85－21に定める確認事項を実施する。また、各課（室）長（品質保証室長等を除く。）は、その結果を発電室長または当直課長に通知する。

3. 各課（室）長（品質保証室長等を除く。）は、重大事故等対処設備が第1項で定める運転上の制限を満足していないと判断した場合、表 85－2から表 85－21の措置を講じるとともに必要に応じ関係各課（室）長へ通知する。通知を受けた関係各課（室）長は、同表に定める措置を講じる。

高浜発電所原子炉施設保安規定 (抜粋)

表 85-1

項 目	運転上の制限
第1項で定める重大事故等 対処設備	(1) 表85-2、表85-12 ^{※1} 、表85-16、表85-18および表85-20に定める機能、系統数および所要数がそれぞれの適用モードにおいて動作可能であること (2) 表85-3から表85-15 ^{※2} 、表85-17、表85-19および表85-21については、各表内に定める ^{※3}

※1 : 85-12-3が該当

※2 : 表85-3から表85-15のうち、表85-12については、85-12-1、85-12-2および85-12-4が該当

※3 : 可搬型設備の系統には、資機材等を含む。

85-12-3 使用済燃料ピットの監視

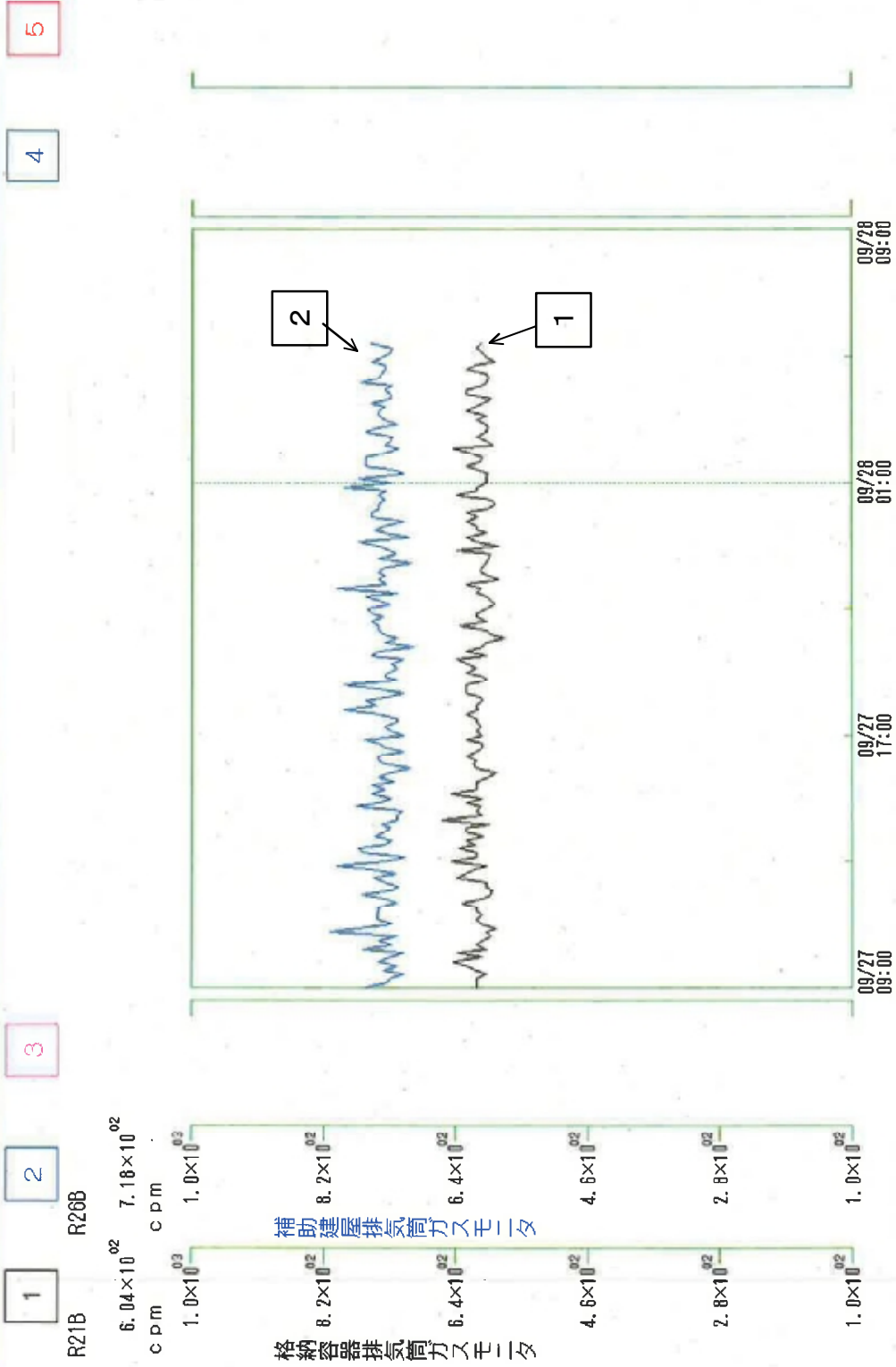
機能	設備	所要数	適用モード	所要数を満足できない場合の措置※1		確認事項		
				条件	措置	項目	頻度	担当
使用済燃料ピットの監視	使用済燃料ピット水位 ※2	2個	使用済燃料ピットに燃料体を貯蔵している期間	A. 動作可能な設備が所要数を満足していない場合	A.1 当直課長は、使用済燃料ピット水位がEL31.4m以上および水温が65℃以下であることを確認する。 および A.2 計装保修課長は、当該設備を動作可能な状態に復旧する措置を開始する。 および A.3 原子燃料課長は、使用済燃料ピット内の照射済燃料の移動を中止する※4。 および A.4 原子燃料課長は、代替措置※5を検討し、原子炉主任技術者の確認を得て実施する措置を開始する。	使用済燃料ピット水位計（広域）、使用済燃料ピットエリア監視カメラ（使用済燃料ピットエリア監視カメラ空冷装置を含む）、可搬型使用済燃料ピット水位計および可搬式使用済燃料ピット区域周辺エリアモニタの機能の確認を行う。	定期事業者 検査時	計装 保修課長
	使用済燃料ピット温度 （AM用）	2個						
	使用済燃料ピットエリア監視カメラ（使用済燃料ピットエリア監視カメラ空冷装置※3を含む）	2個	可搬型使用済燃料ピット水位			速やかに	3ヶ月に1回	計装 保修課長
	可搬型使用済燃料ピット水位	2個						
	可搬式使用済燃料ピット区域周辺エリアモニタ	2個	空冷式非常用発電装置 燃料油貯蔵そう タンクローリー			速やかに	1ヶ月に1回	当直課長
				「85-15-1 空冷式非常用発電装置からの給電」において運転上の制限を定める。				
				「85-15-7 燃料油貯蔵そう、タンクローリーによる燃料補給設備」において運転上の制限を定める。				

※1：所要数ごとに個別の条件が適用される。
 ※2：動作可能な当該設備が所要数を満足しない場合において、可搬型使用済燃料ピット水位の所要数が動作可能である場合、運転上の制限を満足してはいないとはみなさない。
 ※3：使用済燃料ピットエリア監視カメラ空冷装置は、1セット1個。
 ※4：移動中の燃料を所定の位置に移動することを妨げるものではない。
 ※5：代替品の補充等。

関連パラメータ (排気筒ガスモニタ)

2020年 09月28日
05:30

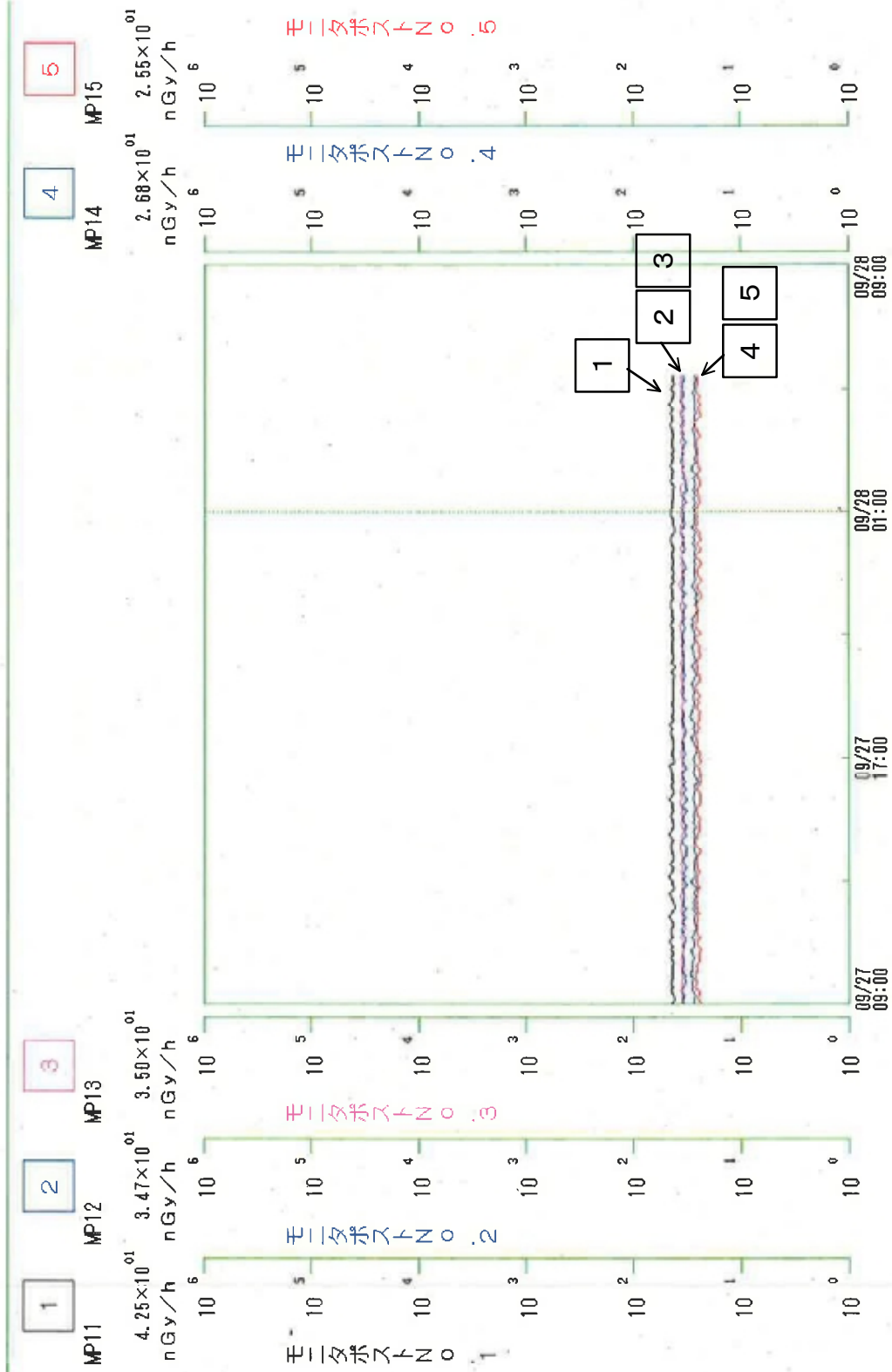
高浜4号機



関連パラメータ (モニタポスト)

2020年 09月28日
05:32

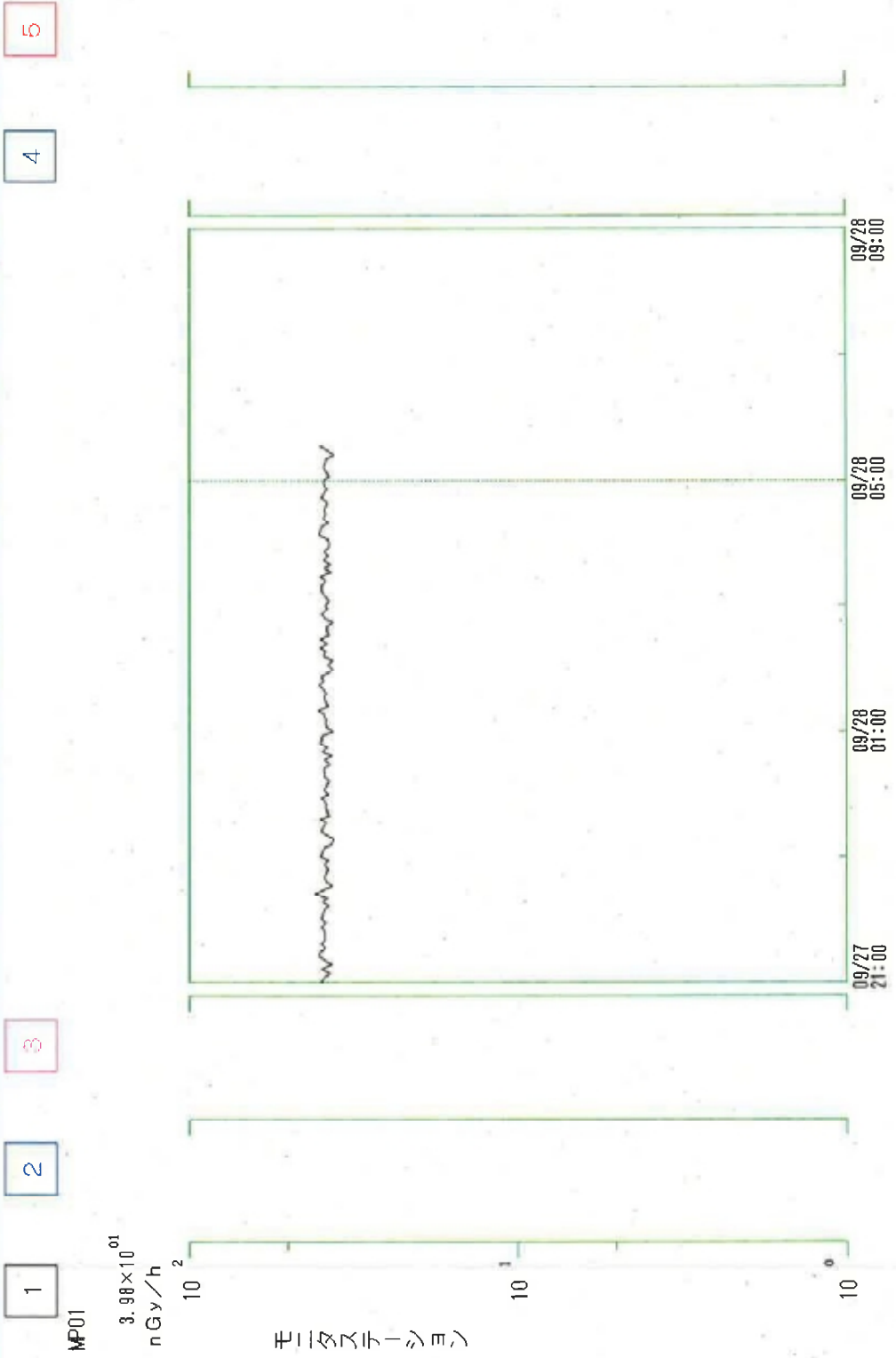
高浜4号機



関連パラメータ (モニタステーション)

2020年 09月 28日
05:32

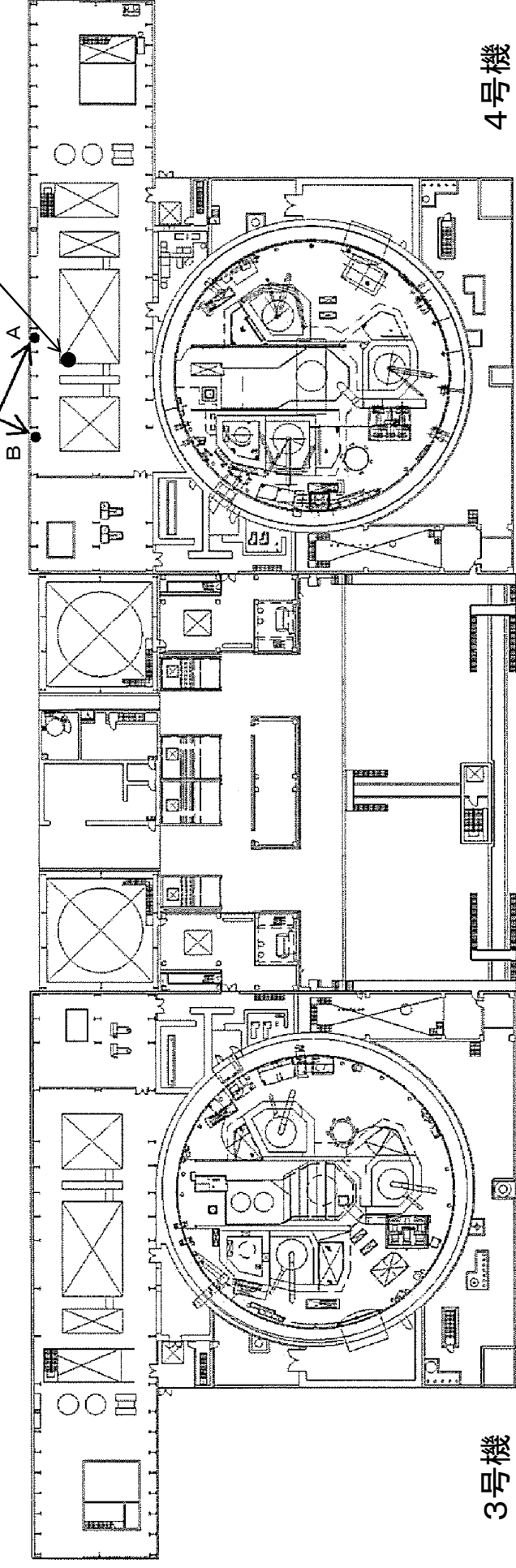
高浜4号機



SFPエリア監視計器配置図

使用済燃料ピット温度計
使用済燃料ピット水位計

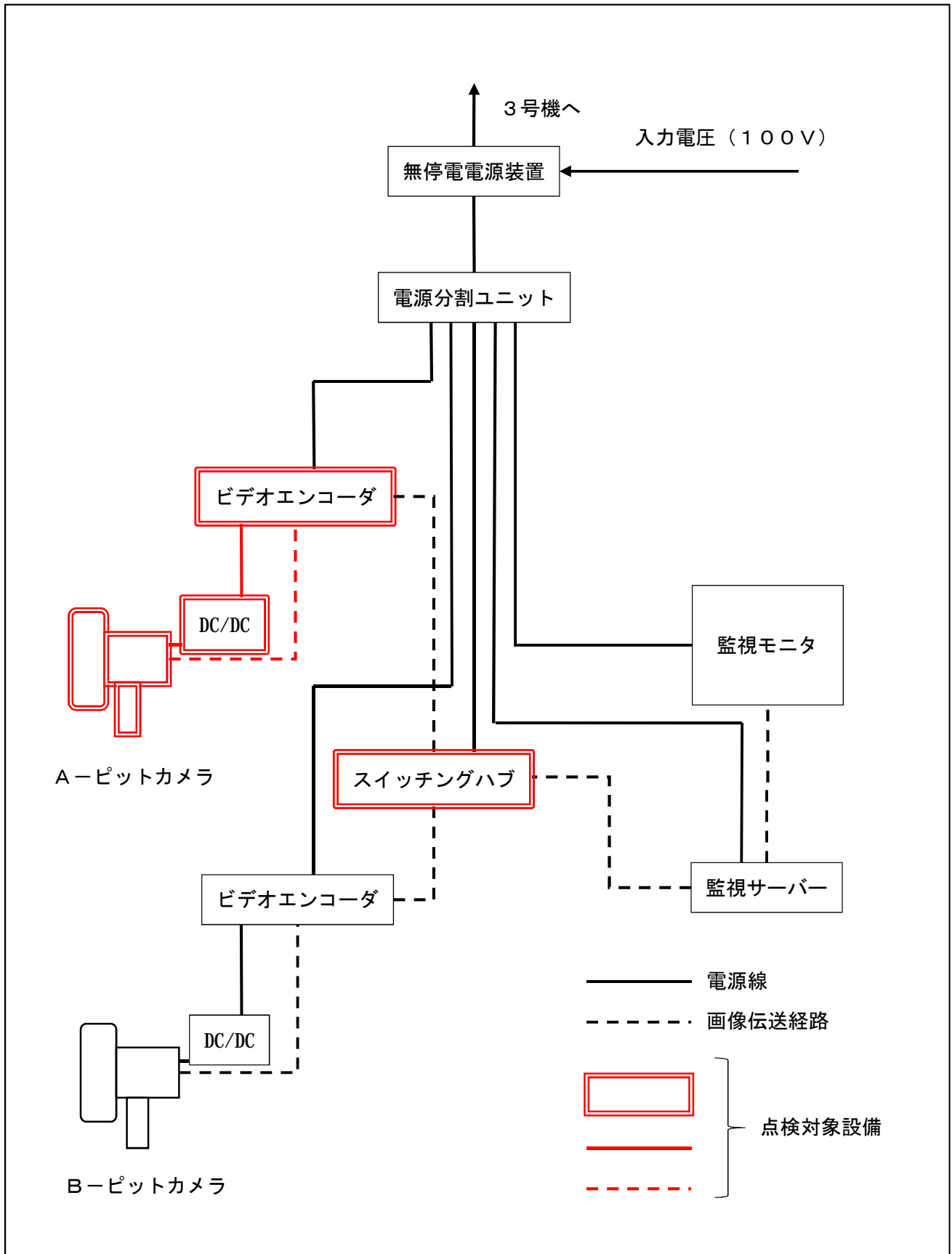
使用済燃料ピットエリア監視カメラ



3号機

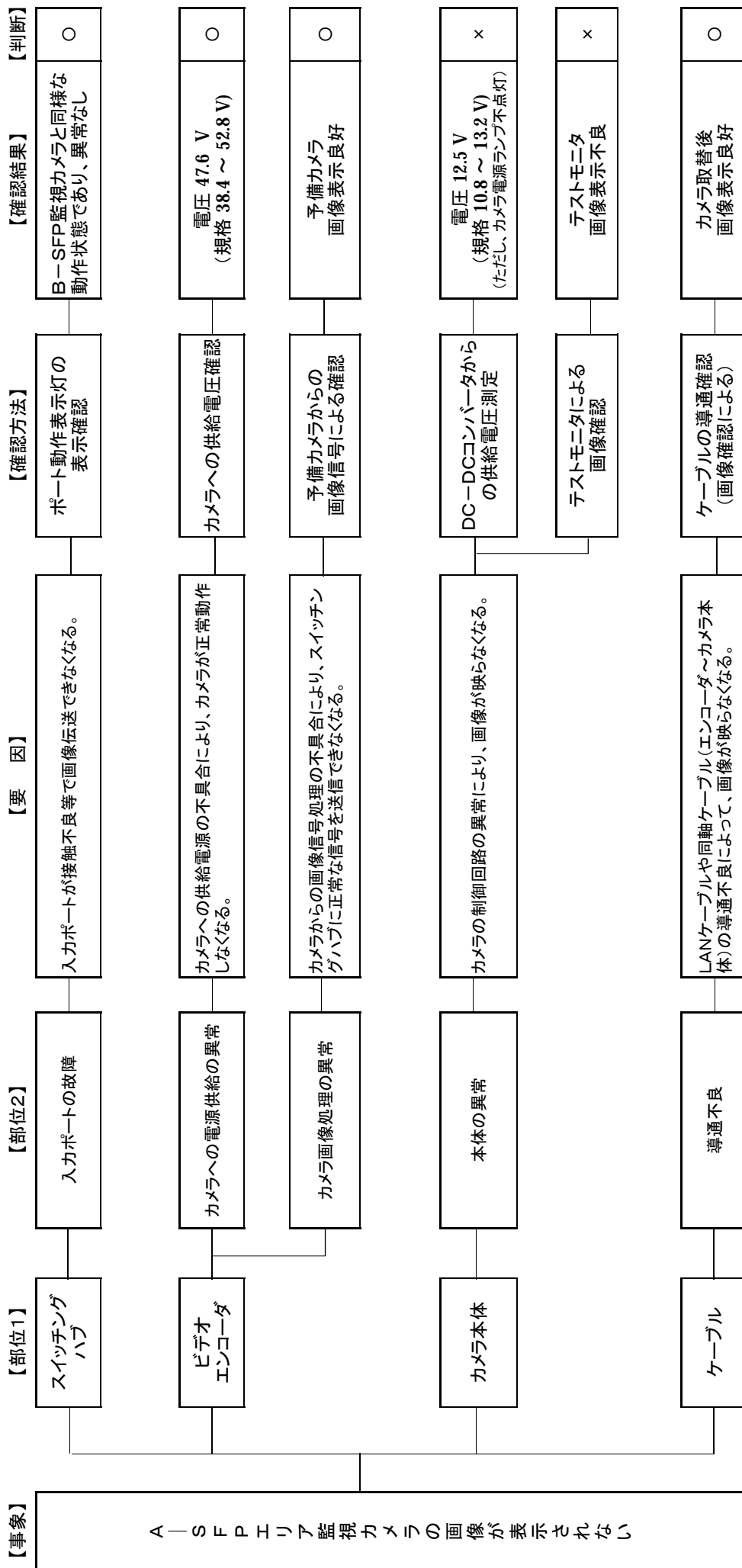
4号機

SFPエリア監視カメラ システム構成図

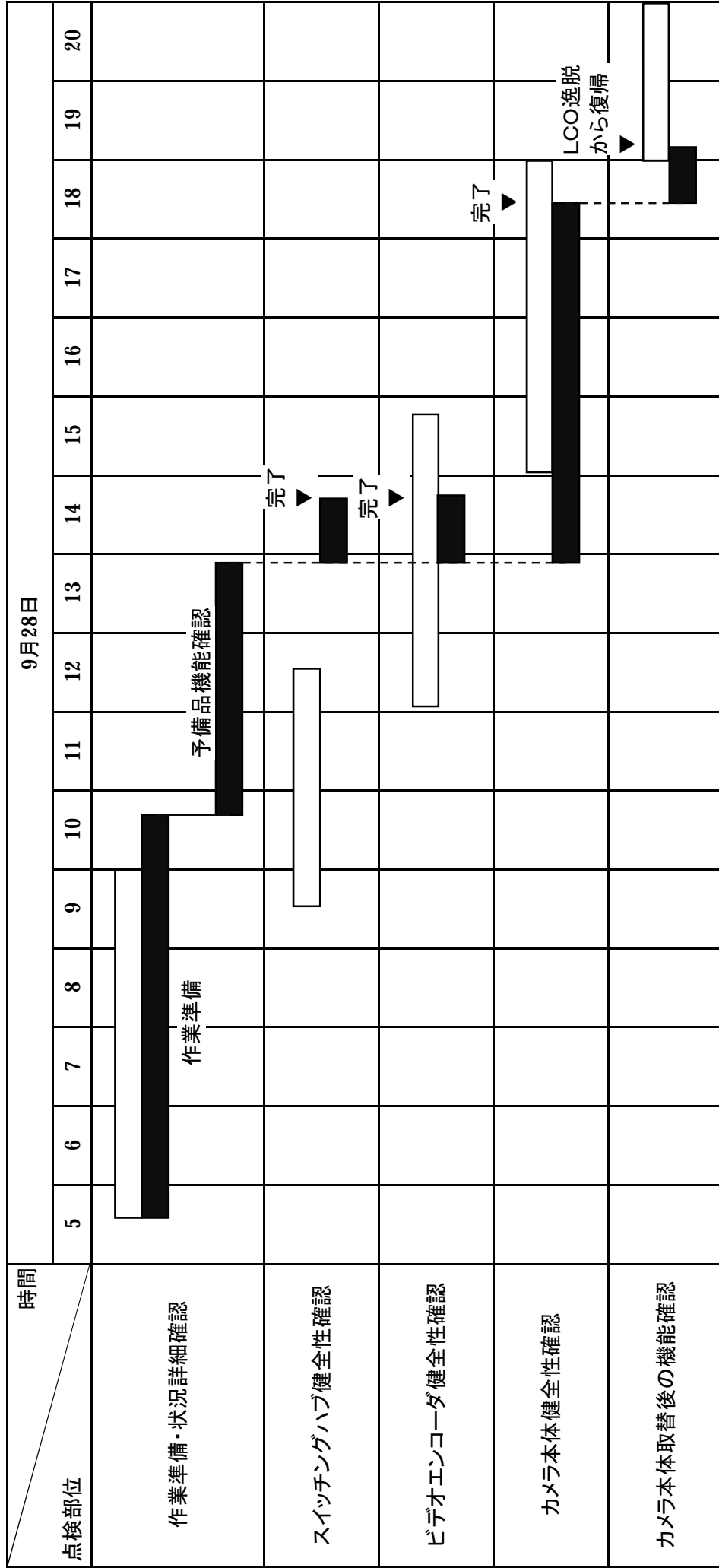


A-SFPエリア監視カメラ異常に係る要因分析図

○：異常なし、×：異常あり



A-SFPエリア監視カメラ点検工程



: 予定
 : 実績