

柏崎刈羽原子力発電所
荒浜側洞道内ケーブル火災の原因と対策について

2019年 1月

東京電力ホールディングス株式会社
柏崎刈羽原子力発電所

1. はじめに

2018年11月1日、柏崎刈羽原子力発電所5号機中央制御室において、5～7号機のケーブル洞道温度監視装置の温度高警報が発生したため、現場を確認したところ、ケーブル洞道に繋がる荒浜側立坑内にて発煙を確認したことから、柏崎市消防に119番通報を実施しました。

その後発煙の原因を調査したところ、ケーブル洞道内の7号機用ケーブル接続部に焦げ痕が確認されたことから柏崎市消防より火災と判断されました。

本件においては、「火災発生」、「自治体及び報道機関への情報連絡遅れ」に加え、「柏崎市消防との情報共有に関わる課題」、大きく3つの問題点が確認されています。

確認された3つの問題点について、それぞれ原因と対策を整理し、取り纏めましたのでご報告させていただきます。

2. 時系列

本事象における主要な時系列は以下の通り。

2-1. 現場対応の主要時系列

- 6：05 5号機中央制御室にて洞道温度監視装置の警報【洞道地下2階】発報
- 6：28 当社運転員がケーブル洞道に繋がる荒浜側立坑内にて発煙確認
- 6：31 119番通報
- 6：38 自衛消防隊（消防車隊）出動
- 6：38 過電流を検知し、荒浜側緊急用メタクラしゃ断器トリップ
- 6：40 自衛消防隊（消防車隊）現場到着
- 6：45 自衛消防隊（消防車隊）荒浜側立坑立入り
- 6：48 自衛消防隊長現場到着、自衛消防隊現場本部設置
- 6：52 柏崎市消防現場到着、現場本部設置（合同）
- 7：10 柏崎市消防荒浜側立坑立入り
- 7：15 当社運転員荒浜側立坑立入り
- 7：50 洞道内排煙操作後に現場捜索を行うことを決定・周知（全員退出指示）
- 8：01 洞道内排煙操作開始
- 8：15 洞道内排煙操作終了
- 8：30 柏崎市消防による当社運転員への聞き取りで、温度高警報場所【洞道地下2階】の情報が伝わる
- 8：45 火元発見【洞道地下2階】、柏崎市消防により鎮火を確認
- 9：00 柏崎市消防より火災と判断

2-2. 通報連絡の主要時系列

- 6 : 2 8 当社運転員がケーブル洞道に繋がる荒浜側立坑内にて発煙確認
- 6 : 2 8 確認した発煙の情報より、当社にて火災と判断
- 6 : 3 1 1 1 9 番通報
- 6 : 4 3 新潟県へ電話連絡
- 6 : 4 5 柏崎市へ電話連絡
- 6 : 4 7 刈羽村へ電話連絡
- 6 : 4 9 周辺自治体、近隣県へF A X送信（第一報通報用紙）
- 6 : 5 3 構内協力企業等へF A X送信（第一報通報用紙）
- 6 : 5 9 新潟県、柏崎市、刈羽村、周辺自治体、近隣県へ携帯メール送信
- 7 : 0 1 報道機関へプレスF A X送信（第一報通報用紙）
- 7 : 1 7 新潟県、柏崎市、刈羽村等へF A X送信されていないことを確認したこと
から、改めてF A X送信実施（第一報通報用紙）
- 8 : 3 8 報道機関へプレスF A X送信した際、一部の宛先にしか送信されていないこ
とを確認したことから、改めてF A X送信実施（第一報通報用紙）
- 9 : 2 9 新潟県、柏崎市、刈羽村等へF A X送信（第二報通報用紙）
- 9 : 3 6 構内協力企業等へF A X送信（第二報通報用紙）
- 9 : 3 9 報道機関へプレスF A X送信（第二報通報用紙）
- 9 : 5 0 新潟県、柏崎市、刈羽村、周辺自治体、近隣県へ携帯メール送信
- 1 0 : 2 6 新潟県、柏崎市、刈羽村等へF A X送信（第三報通報用紙：終報）
- 1 0 : 3 2 構内協力企業等へF A X送信（第三報通報用紙：終報）
- 1 0 : 3 2 報道機関へプレスF A X送信（第三報通報用紙：終報）
- 1 0 : 4 6 新潟県、柏崎市、刈羽村、周辺自治体、近隣県へ携帯メール送信

3. 「火災発生」について

本項では、「火災発生」について整理する。

3-1. 設備概要

ケーブル洞道内には、荒浜側高台エリアのガスタービン発電機車（以下、「第二GTG」という）から荒浜側緊急用メタクラ（以下、「荒浜側緊急用M/C」という）を経由して7号機のメタクラ（以下、「M/C7C」という）へ給電するためのケーブルが敷設されており、ケーブルは途中で接続体により接続されている（図3-1参照）。火災はその接続部（以下、「直線接続部」という）で発生した。

事象発生時、第二GTGからではなく、66kV開閉所から荒浜側緊急用M/Cを経由し7号機へ給電中であった。

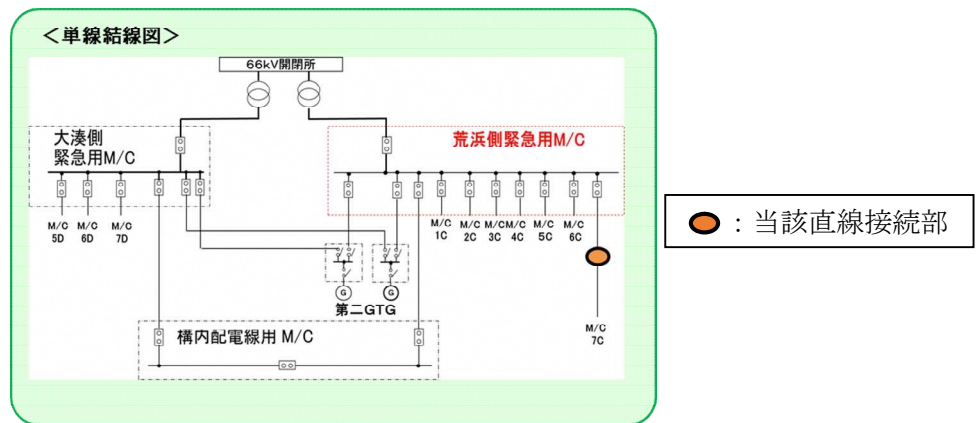


図3-1 単線結線図

3-1-1. 直線接続部の概要

当該ケーブルは、非常時の電源強化を目的として2011年にケーブル洞道内に敷設したものであり、発電所構内山側の荒浜側緊急用M/CからM/C7Cへ給電するためのものである。また、火災が発生した直線接続部は、2016年にケーブル洞道近傍の断層のずれに伴いケーブル洞道が変位し、その影響によりケーブル洞道内に敷設しているケーブルが引っ張られ損傷する恐れがあったことから、その対策としてケーブルに余長を持たせる（ケーブルの延長）工事を実施した際に、追加で設置したものである。

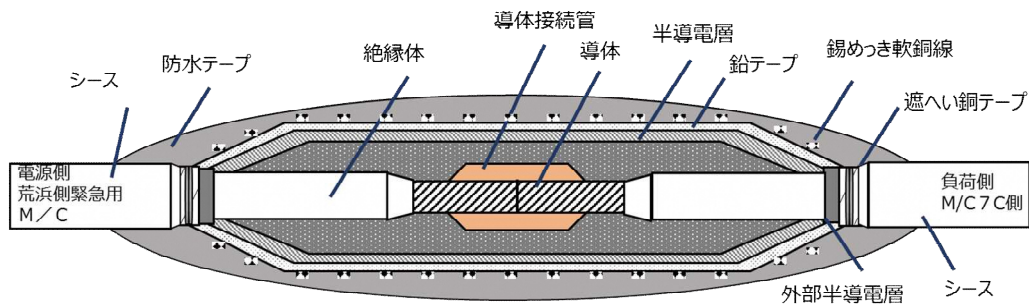


図3-1-1 直線接続部

3-2. 原因調査内容

火災発生の原因を特定するため、要因分析に基づいて原因調査を行った。分析においては、絶縁劣化や接地不良の原因となる異物混入や施工不良、応力等について検討を実施した。

(添付資料-1 参照)

3-2-1. 分解調査

当該直線接続部を切り出して分解調査を実施した。その結果、以下の理由から赤相の直線接続部の接地線取り付け部において接地線^{*}の不具合があったと推定された。

- (1) 3相1組(黒・赤・白)で構成されるケーブルのうち、赤相ケーブルの溶損が激しい。
- (2) 赤相の直線接続部の端部にある接地線取り付け部付近が著しく溶損している。

^{*}ケーブルの「遮へい銅テープ」と、直線接続部の「錫めっき軟銅線」と「鉛テープ」が接地線の役割を果たしている。左右のケーブルの「遮へい銅テープ」を接続するため、直線接続部の「錫めっき軟銅線」と「鉛テープ」を接地線取り付け部にて「遮へい銅テープ」にハンダ付けしている。

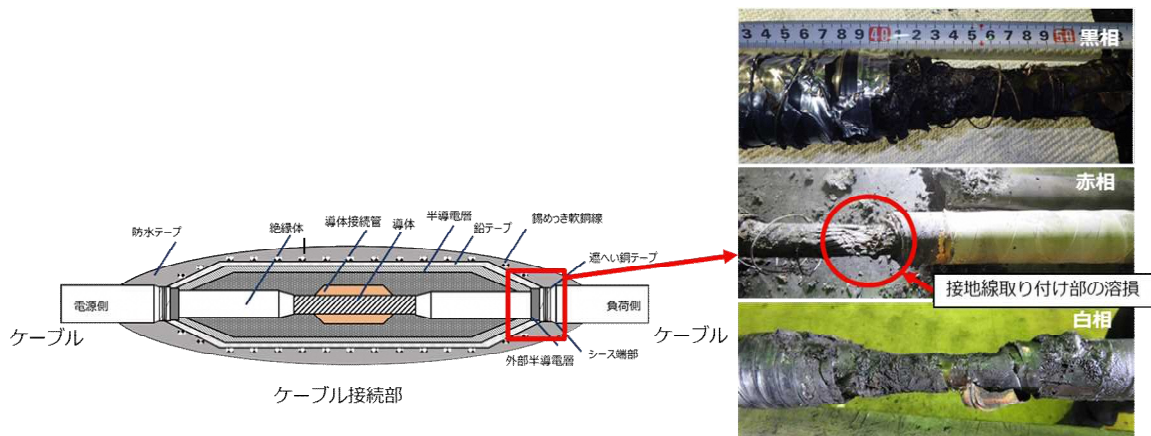


図3-2-1 (1) ケーブルの溶損状況

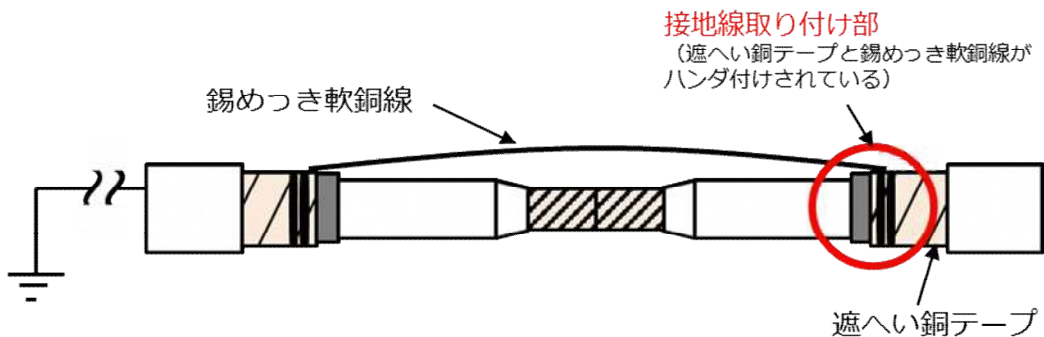


図3-2-1 (2) 接地線取り付け部

3-2-2. 接地線取り付け部にて不具合があった場合の影響について

接地線（遮へい銅テープや錫めっき軟銅線、鉛テープ）に不具合があった場合は、以下の原因にて発熱に至ると推定される。

通常、ケーブルの絶縁体により生じる充電電流は、ケーブル内の接地線を通して大地に流れているが、接地線が断線した場合、本来接地線に流れる充電電流が、接地線から遮へい銅テープの内側にある半導電層に流れ、この半導電層の電気抵抗により、発熱に至る。

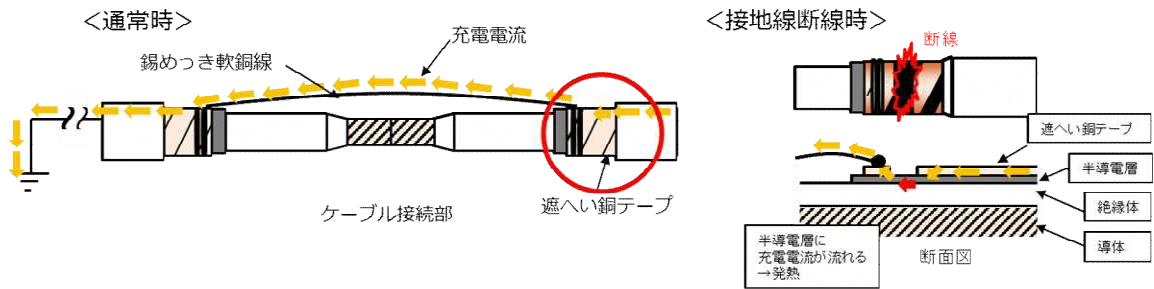


図 3-2-2 発熱に至る推定原因

3-2-3. 再現試験

同型の直線接続部を有するケーブルを用いて再現試験を行った結果、接地線の断線によりケーブルが発熱・溶損することを確認した。

- 遮へい銅テープに1.12Aを流した結果、開始直後より発熱、30秒で発煙を確認。
(※当該ケーブルの充電電流は1.28A程度)

【試験結果】

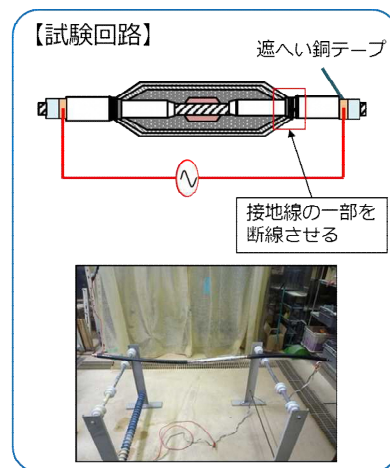
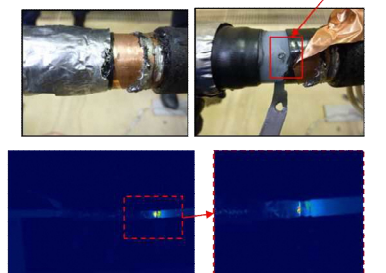


図 3-2-3 再現試験結果

3-2-4. 接地線の取り付け状況について

赤相の接地線取り付け部付近について、拡大顕微鏡による確認やX線を用いた成分分析を実施した。遮へい銅テープや錫めっき軟銅線にハンダの成分である鉛が多く見られ、施工時にはハンダ付けが実施されていた傍証を確認した。また、同時期に施工した他の健全な直線接続部も確認した結果、施工上の不良は無かった。

3-2-5. 赤相における接地線取り付け部付近の寸法測定

赤相の接地線が断線した原因を検討するため、接地線取り付け部付近の寸法測定を実施した。手順書通りの組み立て位置よりもケーブル外周の外装（以下シース）が直線接続部中心から離れる方向にずれていることから、組立時に比べて、シースが縮み、ずれが発生していることを確認した。

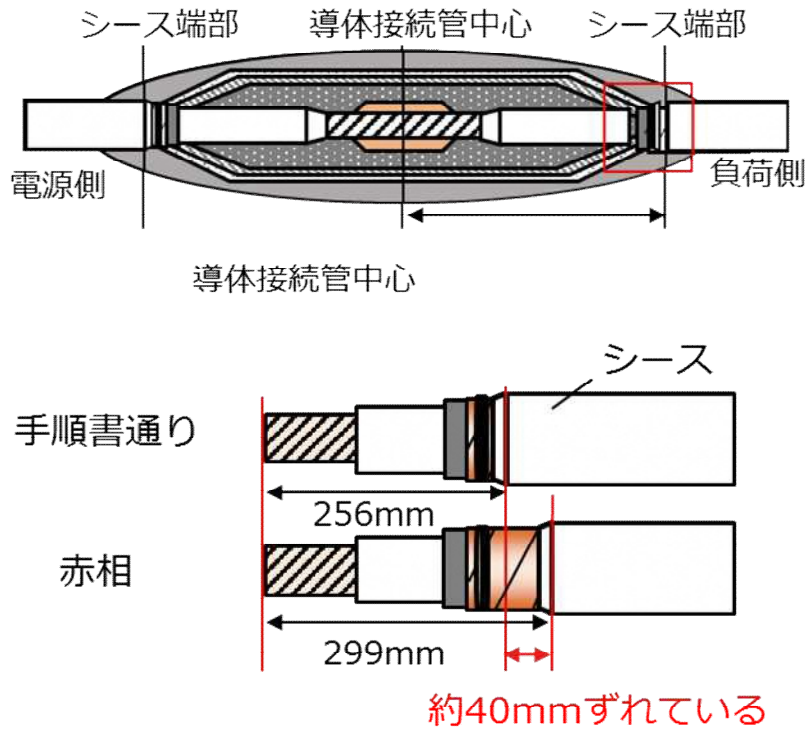


図 3-2-5 赤相寸法測定結果

なお、火災を起こしたケーブル3相のうち赤相以外においても、組立時に比べて、シースが縮み、ずれが発生していることを確認した。

3-2-6. ケーブルシースにずれが発生した原因について

当該ケーブル洞道は1日1回、定期的に換気設備により換気されており、雰囲気温度変化が生じることから、シュリンクバック（シースの縮み）*が起り、シースにずれが発生したものと推定した。

※シュリンクバックとは

ケーブルの外周にある絶縁体や遮へい銅テープを保護するためのシースには、ケーブル製造時に高温軟化させ、押し出し急冷させて被覆させた際、残留応力によってひずみが残る場合がある。ケーブルへの通電（負荷電流）により発生するジュール熱や温度変化がケーブルへ加わることにより、残留応力が徐々に解放され、シースが収縮し、ずれることをシュリンクバックという。

3-3. 「火災発生」に至った原因について

これまでの原因調査の結果、今回の火災発生に至った原因を以下の通り推定した。

- ①ケーブル洞道内の雰囲気温度変化によりケーブル製造時の残留応力が解放され、当該直線接続部においてシースが縮み、ずれが生じた（シュリンクバック現象）。
- ②シース内側の遮へい銅テープも、ずれたシースに引っ張られてずれが生じ、赤相の遮へい銅テープが断線した。
- ③遮へい銅テープの断線により、遮へい銅テープを流れていた充電電流が、内側にある半導電層へ流れ、半導電層の電気抵抗により発熱・発煙した。
- ④半導電層の内側にある絶縁体が加熱により損傷し、地絡が発生した。
- ⑤赤相の更なる加熱に伴い、他相も損傷、相间短絡に至り、大量の煙が発生した。
- ⑥短絡時の過電流を検知して、受電元である荒浜側緊急用M/Cのしゃ断器がトリップし、電源が停止した。当該ケーブルは自己消火性を持つ難燃ケーブルであったため、電源供給が絶たれたことにより発熱と発煙が収まった。

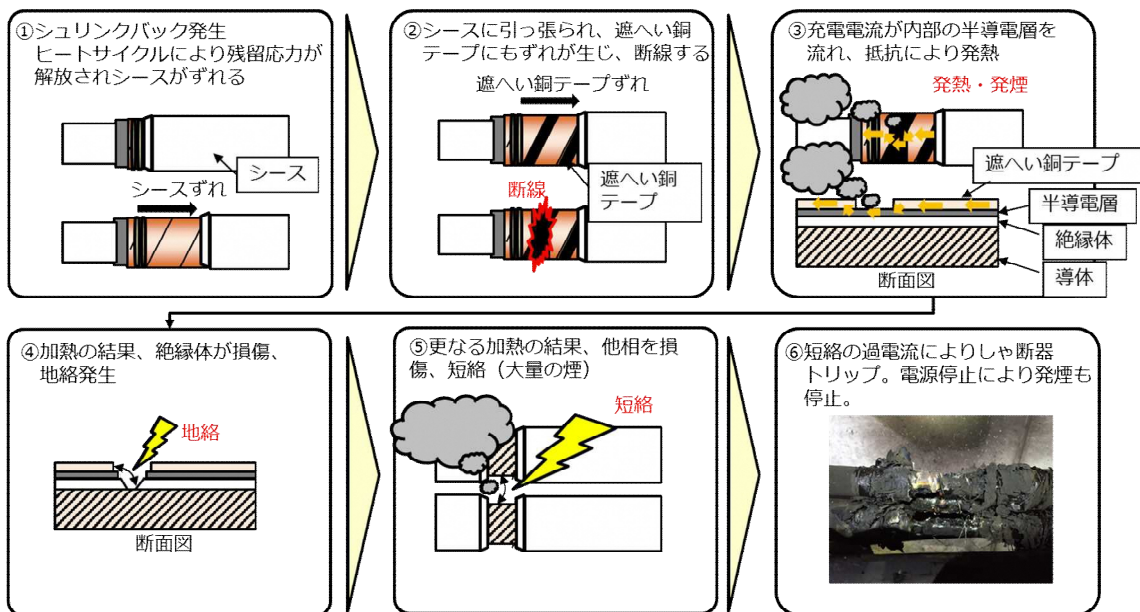


図3-3 火災発生に至った原因フロー

3-4. 類似直線接続部の点検結果

類似直線接続部は、発電所構内で合計99箇所（当該直線接続部を含む）であり、いずれも「管理区域外」に設置していることを確認した。

類似直線接続部については、以下の点検を実施し、異常のないことを確認した（2018年12月11日点検完了）。

【点検項目】

- ・直線接続部に焦げ痕や大きな変形等の損傷がないこと

- ・充電されている直線接続部については、熱画像撮影による確認で異常発熱がないこと
- ・充電されていない直線接続部については、対地との絶縁や接地線の導通状況に異常がないこと

(添付資料－2 参照)

3-5. シュリンクバックによるシースずれの対策

過去に発生した不具合を踏まえ、気温差による温度影響を受けやすい屋外トレイやエフレックス管等に直線接続部を設置する場合には、ブラケットによる固定等のシュリンクバック対策を実施することとしていたが、火災が発生した当該直線接続部を設置しているケーブル洞道やトラフ内については、気温差による温度影響は小さいことから、直線接続部へのシュリンクバック対策は不要と考えていた。

このため、火災発生を防ぐため、設置場所に関わらず発電所構内にある直線接続部について、以下の対策を行う。

・ブラケット設置

ケーブル洞道やトラフ内に設置している直線接続部についても、今回の事象を踏まえ、ケーブル縮みを抑え、シースずれを生じさせないように、直線接続部両端の近傍を「ブラケット」により固定する。

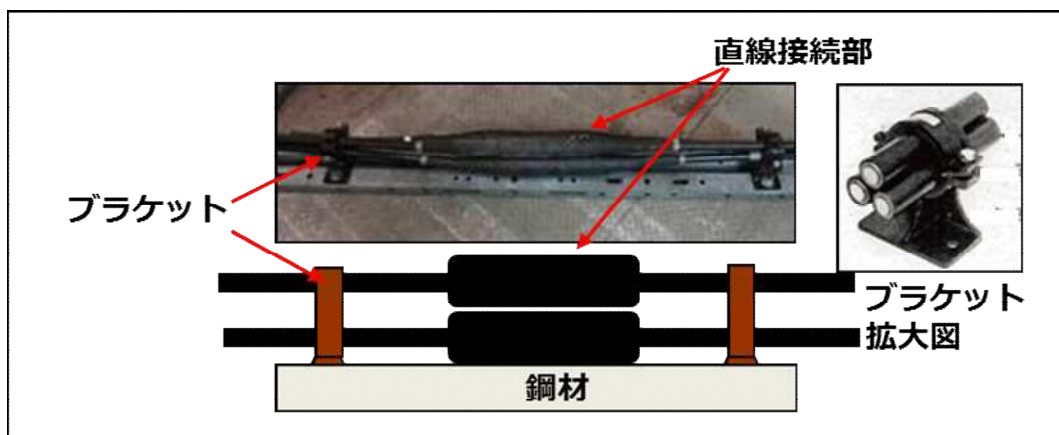


図3-5 ブラケット固定のイメージ

今回火災を起こした当該直線接続部は、ケーブルを引き直し直線接続部をブラケットで固定し復旧する。

また、その他の類似直線接続部については、継続して外観確認を実施し、異常のないことを確認しつつ、充電中の接続部を2019年内目途に、その他については、2020年度内目途でブラケットを設置するが、直線接続部の状況を踏まえて、ケーブルを引き直し直線接続部の削減も合わせて実施する。

今後、ケーブル洞道やトラフ内に直線接続部を設置する場合には、シュリンクバック対策を確実に実施することを社内マニュアルに反映し、再発防止を図る。

4. 「自治体及び報道機関への情報連絡遅れ」について

本項では、「自治体及び報道機関への情報連絡遅れ」について整理する。

4-1-1. 「自治体への情報連絡遅れ」についての事象概要

火災発生後、立地自治体：新潟県、柏崎市、刈羽村、国：発電所運転検査官、原子力規制庁には、夜間・休日当番者（以下、「当番者」という）より、直ちに電話連絡を実施した。

ただし、初動対応中に対応実績を整理していたところ、第一報通報用紙FAXが未送信であることを確認した。

なお、未送信であることを確認した後、直ちにFAX送信を実施している。

4-1-2. 「自治体への情報連絡遅れ」についての原因

- ・当番者への聞き取りにより、当番者が「火災発生時の初動対応フロー」を見落とし、本来、FAXの宛先ボタンにて3グループ（①立地自治体、②周辺自治体、③構内企業各社）の宛先にFAX送信すべきところ、2グループ（②周辺自治体、③構内企業各社）のみへの送信となったことを確認した。
- ・「火災発生時の初動対応フロー」においては、火災と判断された後に実施する「第一報通報用紙FAX」と「電話」の2つのアクションが同一の手順にまとめられており、見落としや見誤りやすい記載となっていた。

4-1-3. 「自治体への情報連絡遅れ」についての対策

- ・火災発生時の初動対応フローの手順を「第一報通報用紙FAX」と「電話」に分割することにより2つの異なるアクションを区別し、実施すべき対応事項を明確にした。
- ・FAXの未送信を防止するため、「FAX送信チェックシート」を作成し、FAX送信の都度チェックを実施するよう手順を修正した。

なお、以上の対策は火災発生翌日（11月2日）に実施、当番者に周知し、速やかに是正処置を行った。

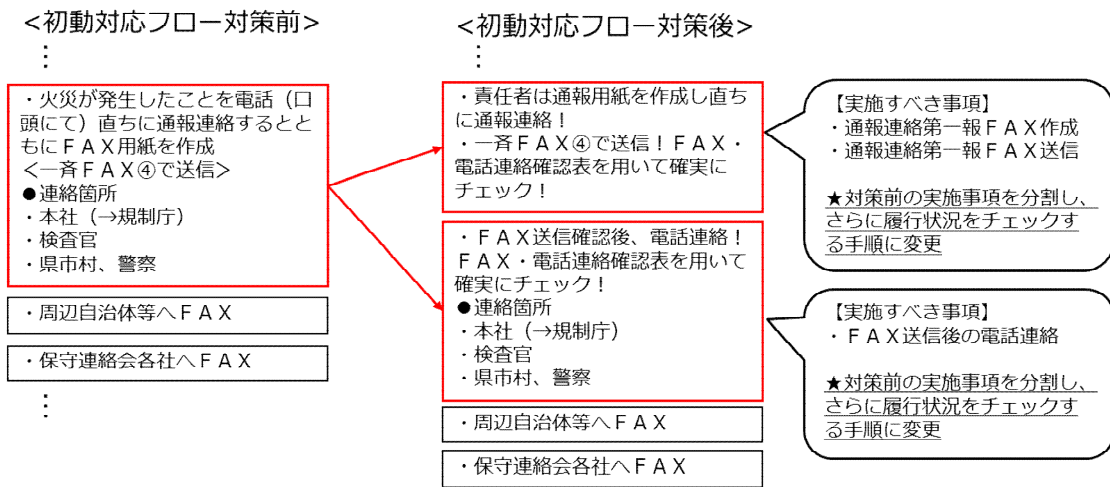


図 4-1-3 火災発生時の初動対応フロー（対策前後のイメージ）

4-2-1. 「報道機関への情報連絡遅れ」についての事象概要

火災発生時には報道機関に向けてプレス文を F A X 送信するが、報道機関との問い合わせ対応の際に、報道機関向け F A X が一部にしか送信できていなかったことを確認した。

なお、未送信であることを確認した後、改めて F A X 送信を実施している。

F A X の送信記録（F A X 送信レポート）を確認した結果、本来送信すべき 18 社のうち、2 社のみにはしか送信されていなかった。

4-2-2. 「報道機関への情報連絡遅れ」についての原因

- ・ 2018 年 7 月に F A X 宛先データ設定の更新作業を行った際に、F A X 送信設定（短縮ダイヤルコード設定）を誤り、一部を除く報道機関が送信先に設定されていなかった。その後短縮ダイヤルコードを用いて F A X 送信を行った結果、F A X が未送信となった。
- ・ F A X 宛先設定（変更）後、テスト送信を行っておらず、設定の誤りに気がつかなかった。また、2018 年 7 月の更新作業以降、本事象が発生するまで、宿直時間帯において当該 F A X を使用する通報連絡事象もなかった。
- ・ 当番者が、F A X が適切に送信されたことの確認（F A X 送信レポート確認）を実施していなかったため、宛先に抜けがあることに気がつかなかった。

4-2-3. 「報道機関への情報連絡遅れ」についての対策

- ・ 今回誤りが確認された宛先を含む、全ての F A X 宛先設定（短縮ダイヤルコード設定）を再確認した上で、実際に F A X 送信テストを実施することで、設定に誤りが無いことを 11 月 6 日に確認した。
- ・ 今後、宛先を変更する際には、F A X 送信テストも併せて実施することとした。

なお、上記に加えて、F A X 送信の際には、確実に送信が出来たことを確認するため「F

A X送信レポート」による宛先確認（送信実績確認）を実施するよう、火災発生翌日（1月2日）に当番者に周知し、速やかに是正処置を行った。

4-3. 「自治体及び報道機関への情報連絡遅れ」についてのまとめ

今回の火災のように、早朝や夜間・休日帯のトラブル発生時には、当番者（6名体制）にて通報連絡等の初動対応を実施することとしているが、対応の際に参照するフローの不備により、立地自治体向けの第一報通報用紙F A X送信遅れが生じた。また、報道機関に対しては、F A Xの宛先設定誤りにより、F A X未送信が生じた。

いずれの不手際についても、各個別の対策により再発を防止するとともに、特に当番者に対しては、トラブル発生時の初動対応に関する教育、通報連絡の訓練を強化・継続することにより、当番者の力量維持、向上を行う。

【当番者の力量維持向上策について】

これまでの当番者訓練においては、主に対処手順の確認及び電話による通報連絡を実施していたが、今回のF A X送信遅れに鑑み、F A X操作を含めたより実態に即した訓練を継続的に実施している。

また、訓練後の当番者の振り返りにおいて、対応フローに見落としや見誤りを生じやすい事項は無いかな、確実な情報を速やかに共有するために改善すべき事項は無いかな等を確認し、必要に応じてフローの改訂を行うことで、繰り返し改善を図っていく。

更に、訓練で得られた改善事項については当番者全員にて共有し、当番者ブリーフィング（当番者が入直前に行う打合せ）の内容に反映し、トラブル発生時の初動対応で速やかに実施すべき具体的な事項を、当番の都度認識した上で、宿直業務に従事することとした。

5. 「柏崎市消防との情報共有に関わる課題」について

本項では、「柏崎市消防との情報共有に関わる課題」について整理する。

5-1. 「柏崎市消防との情報共有に関わる課題」についての事象概要

2018年11月1日、119番通報連絡を受けた柏崎市消防が6時52分に到着し、自衛消防隊と連携し消火活動を行うため火元の搜索を開始した。警報発生場所はケーブル洞道地下2階であったが、現場で煙が濃かった地下6階の搜索を優先して実施していたことから、ケーブル洞道地下2階の火元を確認したのは8時45分と遅れた。

今回の対応において、現場本部内の情報共有が不十分であったため、柏崎市消防が現場に到着してから火元の特定までに約2時間を要した。

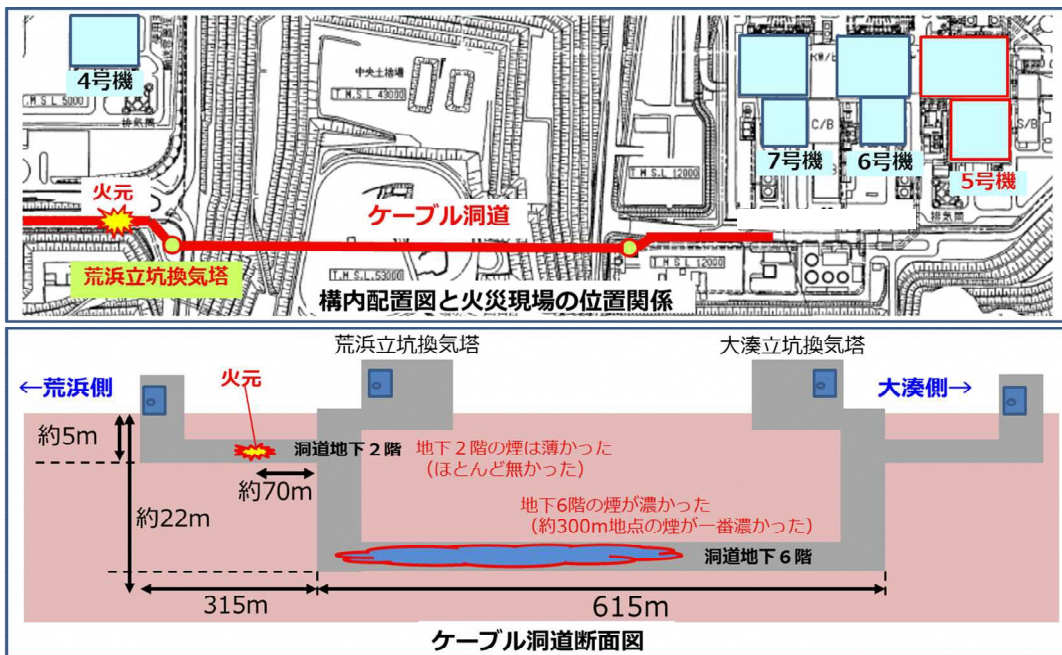


図5-1 ケーブル洞道概略図

5-2. 主要時系列と火災対応における問題点

当社の今回の対応状況を下記の通り整理した。

火災発生時に運転員と自衛消防隊が当社マニュアルに基づき実施すべき対応と実際の対応とを比較し、当社マニュアルに基づいた対応が実施できた事項、マニュアルに基づいた対応が一部実施できなかった事項、及び実施できなかった事項をまとめた。

その結果、今回の火災対応の中で、以下の通りマニュアルに基づいた対応が実施できず、対応に問題があった事項（以下、「問題事項」という）を確認した。

表5-2 主要な時系列に対する当社の今回の対応状況と評価

時刻	主要な時系列	対応状況と評価
6:31	119番通報	—
6:40頃	5号機運転員(当直副長)が初期消火応援のため中央制御室を出発	【○】初期消火のため、運転員(当直副長)は、遅滞なく火災現場へ出動した。 【×】柏崎市消防へ説明するための資料(洞道図面等)を持参しなかった。(問題事項①)
6:40	自衛消防隊(消防車隊)が荒浜側立坑に到着	【○】立坑に到着したことを自衛消防隊長に電話で報告した。 【△】火災情報を詳細に確認せずに現場確認を優先した。(問題事項②) 【○】初期消火、消火活動を行うための現場確認を実施した。
6:48	自衛消防隊長が荒浜側立坑に到着	【○】運転員、自衛消防隊(消防車隊)から状況情報を受領した。 【○】現場本部を立ち上げ、ホワイトボードを設置した。 【×】火災情報をホワイトボードに記載、現場本部内への共有を実施しなかった。(問題事項③)
6:52	柏崎市消防が荒浜側立坑に到着	【○】柏崎市消防へ現場情報(地下2階で煙薄、地下6階で煙濃)を伝達した。 【△】柏崎市消防に得られた情報の一部しか伝えなかった。(問題事項④) 【×】柏崎市消防現場本部と自衛消防隊現場本部は緊密な連携が図れなかった。(問題事項⑤)
7:05	自衛消防隊(消防車隊)が荒浜側立坑内に立入	【○】自衛消防隊(消防車隊)に再立入を指示した。 【×】自衛消防隊長は、柏崎市消防及び自衛消防隊(消防車隊)に対して、地下2階で警報発生時の情報を伝えなかった。(問題事項⑥)
7:10	柏崎市消防が荒浜側立坑内に立入	
7:14	柏崎市消防が荒浜側立坑内に立入	
7:15	5号機運転員(当直副長)が荒浜側立坑内に立入	【○】初期消火のため荒浜側立坑内に立ち入った。 【×】地下2階の洞道入口から数mだけ探索したが、警報発生場所まで行かなかった。(問題事項⑦)
7:24	5号機運転員(当直副長)と柏崎市消防が荒浜側立坑内の地下2階で遭遇	【○】把握している情報(警報発生場所が地下2階)を伝えた。 【×】柏崎市消防を地下2階の洞道入口から数mだけ案内したが、警報発生場所まで連れて行かなかった。(問題事項⑧)
7:50～ 8:15	排煙のため荒浜側立坑退出指示し排煙実施	—
8:45	火元を発見、鎮火を確認	—

【○】：マニュアルに基づき実施できた事項

【△】：マニュアルに基づいた対応が一部実施できなかった事項

【×】：マニュアルに基づいた対応が実施できなかった事項

(添付資料-3 参照)

5-3. 今回の対応において問題があった事項に対する原因

上記にて整理した「問題事項①～⑧」について、原因調査を実施した結果を以下に示す。

- ①火災現場への出動時に資料（洞道図面、洞道温度監視装置の画面出力等）を持参することが、運転員に浸透していなかった。
- ②自衛消防隊（消防車隊）が現場に到着した際、情報収集する項目を明確化していなかった。
- ③④現場本部で自衛消防隊長が当社マニュアルに基づいて実施すべき手順が作成されておらず、自衛消防隊の現場本部資機材車に配備されていなかった。また、自衛消防隊長の果たすべき役割の実効的な訓練が不足していたことから、自衛消防隊長は現場指揮者としての役割を十分に果たしていなかった。
- ⑤柏崎市消防と当社の各々の現場本部が離れていたため、情報共有を適切に行うことができず、緊密な連携が図れなかった。
- ⑥自衛消防隊長は警報発生場所の情報（地下2階）を知っていたが、洞道の構造等を理解していなかったことから、煙が濃い地下6階を優先して捜索していることに疑問を持たなかった。
- ⑦⑧運転員（当直副長）は、警報発生場所の情報（地下2階）を知っていたが、警報発生の具体的な場所を理解していなかった。また、自衛消防隊長の指示もなかったことから、煙が濃い地下6階の捜索を優先すべきと考えた。

5-4. 火元の特定に時間を要したことに対する対策

火元の特定に時間を要したことに対する対策を、以下に示す。

- (1) 現場出動時の図面持参に関する対策（問題事項①に対する対策）
 - ・運転員に火災現場への出動時には資料（図面等）を持参するよう周知し、訓練で継続的に反復教育する。また、中央制御室に配備している構内建屋図面を確認し、未配備図面を追加配備する。さらに、現場本部資機材車にも、同様に未配備図面を追加配備する。
- (2) 自衛消防隊（消防車隊）の情報収集に関する対策（問題事項②に対する対策）
 - ・自衛消防隊（消防車隊）が現場に到着した際に収集する情報を明確にし、3way コミュニケーションで確認することを徹底する。
- (3) 自衛消防隊長の果たすべき役割に関する対策（問題事項③、④に対する対策）
 - ・自衛消防隊長が現場本部で当社マニュアルに基づいて実施する手順を作成し、現場本部資機材車へ配備する。また、火災対応時に自衛消防隊長が果たすべき役割について、実技を含めた訓練を継続実施する。
 - ・自衛消防隊長へ警報情報、指示等の火災情報についてホワイトボードに記録・共有することを徹底する。

- (4) 柏崎市消防と自衛消防隊現場本部の連携に関する対策（問題事項⑤に対する対策）
- ・自衛消防隊長は、柏崎市消防指揮者の近くに位置し、各々が得た情報を共有することで現場本部の一体化を図る。
- (5) 現場本部での情報共有ならびに現場状況と警報発生場所が異なる場合の対策、警報発生場所の確認に関する対策（問題事項⑥、⑦、⑧に対する対策）
- ・内部構造が分かりづらい屋外設備について、自衛消防隊長に教育する。
 - ・自衛消防隊長は、警報情報、指示等の火災情報についてホワイトボードに記録・共有することを徹底する。
 - ・自衛消防隊長は、現場状況と警報発生場所が異なる場合は、隊員を分けて並行して現場確認できるよう、柏崎市消防に火災情報を共有する。

以上の対策のうち、手順及び図面の配備等は実施済みである。また、上記対策については、柏崎市消防との連携等の訓練で確認していく。

(添付資料－4 参照)

5-5. 柏崎市消防からの要望事項の改善

洞道火災について柏崎市消防と合同で実施した検証会にていただいた要望事項について、下記の通り改善を行った。

- ・119番通報の際には、現状の119番通報で伝える情報に加え、警報状況、火災発生場所の位置情報等、知り得る初期情報を広く伝える運用に変更した。
- ・消防が現場に到着するまでの間、新たに把握した情報や第一報で伝えられなかった情報について、119番通報の続報を逐次行う運用に変更した。

なお、洞道内の通信手段の確保についても要望をいただいております。現在、ケーブル洞道内の状況を踏まえ、有効な通信手段や設置可否等について、検討中である。

5-6. 消防訓練における対策の確認結果

2018年12月19日に実施した柏崎市消防との合同消防訓練において、以下の通り各対策・改善の実施状況及び有効性を確認した。

- (1) 当社の情報共有・火災対応に関する対策の評価
- ・運転員は、火災現場への出動時に図面を持参した。(対策(1)評価：○)
 - ・現場本部における情報共有時に3wayコミュニケーションで必要な情報を共有した。
(対策(2)評価：○)
 - ・現場本部で、柏崎市消防に対して図面を用いて建屋構造、火災現場の状況の説明を実施した。(対策(3)、(5)評価：○)
 - ・自衛消防隊長は、柏崎市消防指揮者の近くに位置し、本部を一体化運用した。

(対策(4) 評価:○)

- ・現場本部にて、ホワイトボードに情報・指示を記録し、関係者間で情報共有した。

(対策(3)、(5) 評価:○)

- ・「屋内火災」、「屋内での負傷者」、「屋外火災」の複数同時の現場対応が必要な状況であることを柏崎市消防に情報共有し、隊員を分け並行して対応を実施した。なお、現場状況と警報発生場所が異なる場合の対応は今後の訓練で確認する。

(対策(5) 評価:○)

(2) 柏崎市消防からの要望事項に関する改善

- ・119番通報の際には、現状の119番通報で伝える情報に加え、警報状況等の情報も伝えた。(評価:○)
- ・消防が現場に到着するまでの間、新たに把握した情報や第一報で伝えられなかった情報を119番通報の続報として逐次行った。(評価:○)

5-7. 「柏崎市消防との情報共有に関わる課題について」まとめ

本火災では、自衛消防隊及び運転員間の情報共有が不十分であり、現場の状況を正しく把握できていなかった。このため、柏崎市消防に対しても現場の状況を正しく伝えることができず、火元の特定に時間を要してしまった。

対策として、火災対応を見直して周知・徹底し、柏崎市消防に対して活動初期より火元に関連する情報を確実に伝えるとともに、柏崎市消防と自衛消防隊の現場本部で正しい情報を分かり易く共有・周知することにより、迅速・適切な火災対応を行う。

今後も、自衛消防隊長への個別の訓練や、ケーブル洞道内の火災等、様々な状況を想定した消防訓練を強化し、柏崎市消防と合同で継続的に実施し、情報共有方法・ツールの改善、現場本部の連携等の確認を行う。

6. 全体まとめ

各項で整理した対策事項を確実に実行するとともに、今後とも弛まぬ努力で原子力発電所の運営管理・安全管理を担う「プロ意識」を持って取り組むことにより、火災をはじめとするトラブル等の未然防止に努めます。

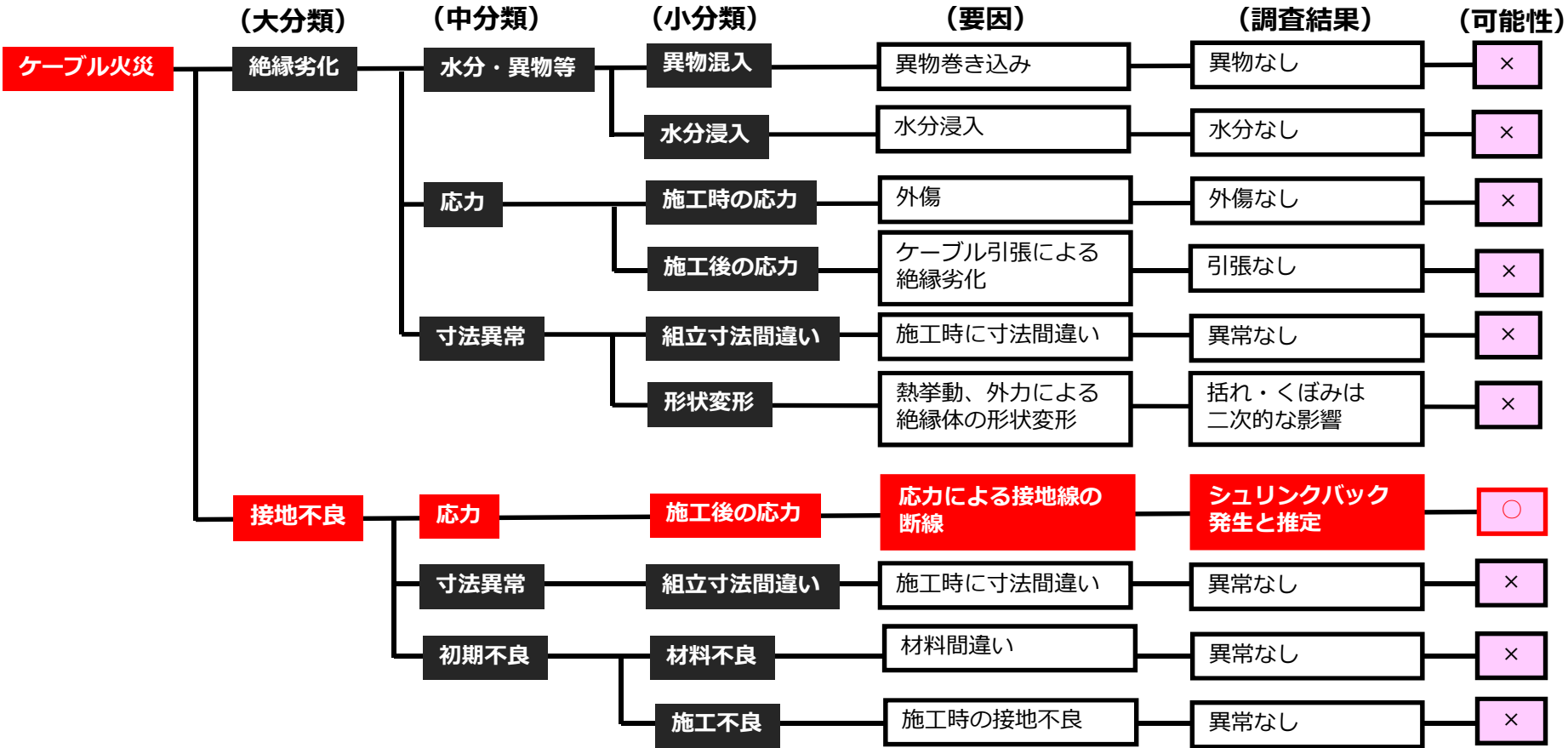
また、万が一のトラブル発生時の対応に備え、所内当番者への実効性のある訓練、柏崎市消防等社外との情報共有等連携を意識した訓練、これらを継続的に行い、都度改善に繋げ、(伝えるのではなく)「伝わる情報発信」を強く意識し、行政及び関係機関への確実な情報連絡を行うことにより、立地地域はじめ社会のみなさまへ、安全・安心が発信、お届け出来るよう努めてまいります。

以上

- 添付資料－1 火災に至る原因の要因分析
- 添付資料－2 類似直線接続部の点検（外観点検、絶縁確認）結果
- 添付資料－3 火災対応時の体制
- 添付資料－4 「柏崎市消防との情報共有に関わる課題について」原因と対策まとめ

火災に至る原因の要因分析

火災の発生に至る要因として、絶縁劣化や接地不良の原因となる異物混入や施工不良、応力等について検討し、寸法測定や再現試験を実施した結果、**シュリンクバック発生による接地線の断線が原因と推定**。



類似直線接続部の点検（外観点検、絶縁確認）結果（1/2）

類似接続部の点検として構内にある直線接続部を持つ高圧ケーブルを確認

<外観点検>

- ・外観確認による接続部に焦げ跡や大きな変形等の損傷がないかの確認
（全ての接続部：99箇所）
- ・熱画像撮影による異常発熱の有無を確認
（充電されている接続部：43箇所）

全99箇所		管理区域内・外※	充電されている接続箇所数
外部電源（10箇所）		全て管理区域外	10箇所
非常用D/G（対象無し）		－	－
第一GTG（対象無し）		－	－
第二GTG	共通（18箇所）	全て管理区域外	8箇所
	荒浜M/C（36箇所）	全て管理区域外	0箇所
	大湊M/C（6箇所）	全て管理区域外	0箇所
その他（29箇所）		全て管理区域外	25箇所

※ケーブル敷設距離が長い場合に接続部を設けている。そのため、敷設距離が短い管理区域内には現在までに接続部はない。

<絶縁確認（電氣的にケーブルが周囲と絶縁されていることを確認）>

充電されていない接続部（56箇所）は、対地との絶縁や接地線導通を確認

充電されている接続部（43箇所）は、現状で絶縁状態が維持されていることを確認

類似直線接続部の点検（外観点検、絶縁確認）結果（2/2）

<外観点検結果>

- ・外観確認
→**焦げ跡や大きな変形等の損傷なし**

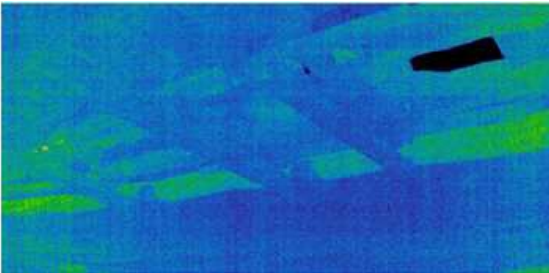
(例)



<66kV GIS～LSTr6SB間の接続部>

- ・熱画像撮影による確認
→**異常発熱なし**

(例)



<熱画像撮影の結果>



<66kV GIS～LSTr6SB間の接続部>

<絶縁確認（電氣的にケーブルが周囲と絶縁されていることを確認）>

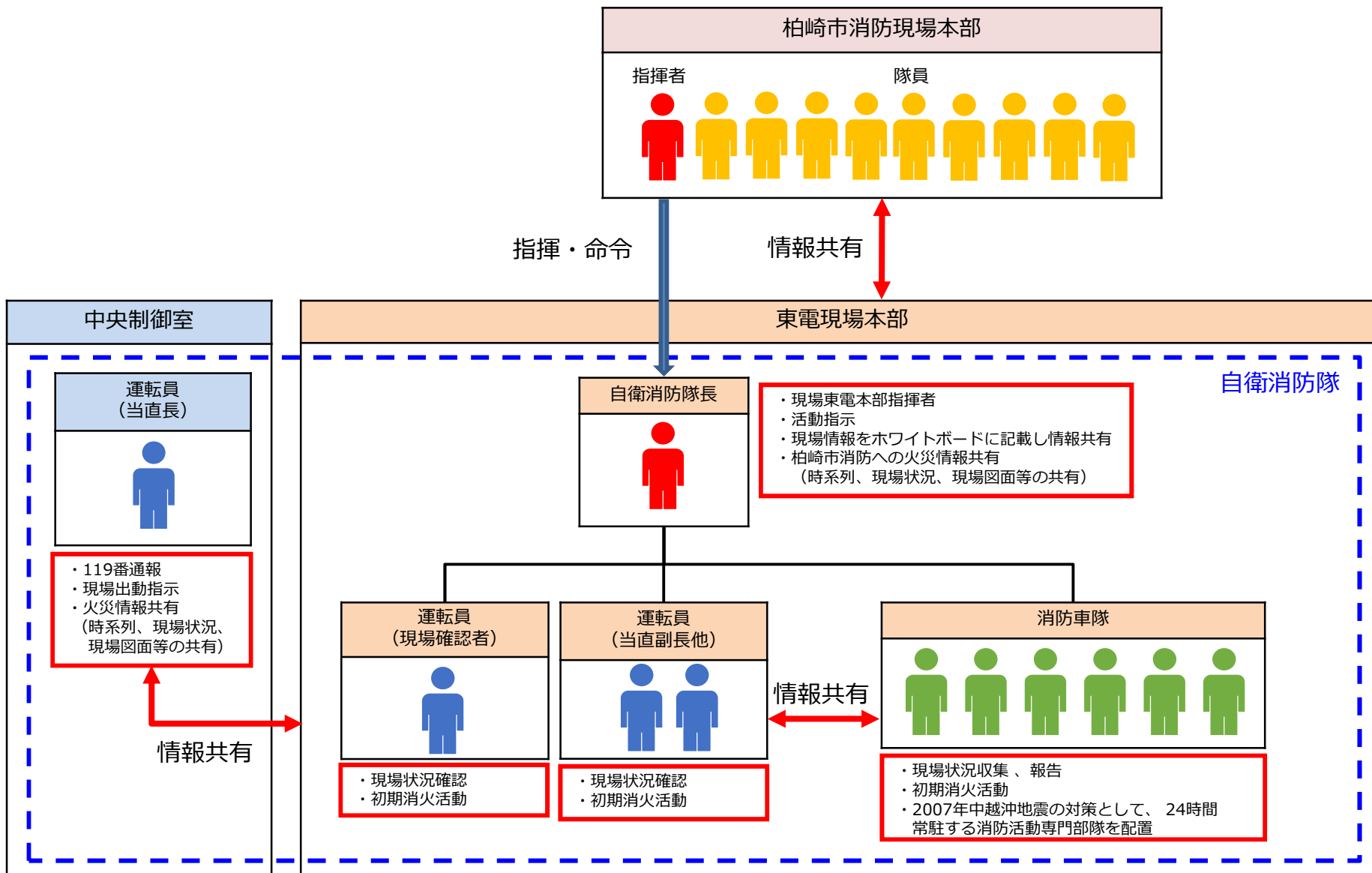
- ・絶縁確認
→**対地との絶縁や接地線導通の確認し、異常なし**

(例)



<接地線導通確認の様子>

火災対応時の体制



「柏崎市消防との情報共有に関わる課題について」原因と対策まとめ

時刻	主要な時系列	実施すべき対応		対応状況	評価	原因	対策	12/19訓練での検証
		実施者	内容					
6:05	5号機中央制御室にて「洞道温度高」警報発報	運転員 (現場確認者)	警報を確認、現場へ出動する。	(○) 警報を確認し、現場へ出動した。	○	なし	-	-
6:28	5号機運転員(現場確認者)が現場にて発煙確認	運転員 (現場確認者)	現場を確認し、当直長へ報告する。	(○) 現場確認の実施および当直長へ報告した。	○	なし	-	-
6:31	5号機運転員(当直長)より119番通報	当直長	柏崎市消防へ119番通報(火災発生)の通報を行う。	(○) 柏崎市消防へ119番通報を行い、発煙場所情報(建物番号・名称)を伝達した。	○	なし	-	-
6:32	5号機運転員(当直長)より防護本部へ連絡	当直長	防護本部へ連絡する。	(○) 当直長は手順通り防護本部へ連絡し、発煙場所の情報を伝えた。	○	なし	-	-
6:35	5号機運転員(当直長)より当番責任者へ連絡	当直長	夜間当番者へ連絡する。	(○) 当直長は、手順通り夜間当番者へ連絡し、発煙場所の情報ならびに洞道温度高警報情報も伝えた。	○	なし	-	-
6:40頃	5号機運転員(当直副長他1名)が初期消火応援のため中央制御室を出発	運転員 (当直副長)	・初期消火のため火災現場へ出動する。 ・現場出発時、初期消火のための活動計画立案及び柏崎市消防への説明用資料(図面)を準備し、持っていく。	(○) 初期消火のため、運転員(当直副長)は、遅滞なく火災現場へ出動した。 (×) 柏崎市消防へ説明するための資料(洞道図面等)を持参しなかった。	×	火災現場への出動時に資料(洞道図面等)を持って行くことが、運転員に浸透していなかった。	<ul style="list-style-type: none"> ●運転員に、火災現場への出動時には資料を持って行くよう周知し、訓練で継続的に反復教育する。【完了】 ●中央制御室に配備している構内建屋図面を確認し、未配備図面を追加配備する。【完了】 ●現場本部資機材(自衛消防隊の資機材車)にも、未配備図面を追加整備する。【完了】 	○
6:40	自衛消防隊(消防車隊)が荒浜側立坑に到着	運転員 (現場確認者) 自衛消防隊 (消防車隊)	・運転員(現場確認者)と自衛消防隊(消防車隊)とで、火災情報の共有・確認を実施する。 ・自衛消防隊(消防車隊)は、現場に到着したことを自衛消防隊長に報告する。 ・自衛消防隊(消防車隊)は、基本行動となる状況把握のための現場確認、初期消火を開始する。	(○) 立坑に到着したことを、自衛消防隊長に電話で報告した。 (△) 火災情報を詳細に確認せずに現場確認を優先した。 (○) 初期消火、消火活動を行うための現場確認を実施した。	△	自衛消防隊(消防車隊)が現場に到着した際、情報収集する項目を明確化していなかった。	<ul style="list-style-type: none"> ●自衛消防隊(消防車隊)が現場に到着した際に収集する情報を明確にし、3wayコミュニケーションで確認することを徹底する。【完了】 	○
6:45	自衛消防隊(消防車隊)が荒浜側立坑内に立入、現場確認	自衛消防隊 (消防車隊)	現場確認のため荒浜側立坑内に立入る前に、安全装備品を着用する等、安全管理を行う。	(○) 安全装備品を着用、洞道内の酸素濃度測定等、安全確認を実施した。	○	なし	-	-
6:48	自衛消防隊長が荒浜側立坑に到着	自衛消防隊長	・関係者から情報を収集する。 ・本部を設置(資機材の配備)する。 ・自衛消防隊員(運転員、自衛消防隊(消防車隊))に把握した情報を周知し、指示を行う。 ・把握した情報をホワイトボードに整理し、情報の見える化を行う。	(○) 運転員、自衛消防隊(消防車隊)から状況情報を受領した。 (○) 現場本部を立ち上げ、ホワイトボードを設置した。 (×) 火災情報をホワイトボードに記載、現場本部内への共有を実施しなかった。	×	現場本部で自衛消防隊長が当社マニュアルに基づいて実施すべき手順が作成されておらず、自衛消防隊の現場本部資機材車に配備されていなかった。また、自衛消防隊長の果たすべき役割の実効的な訓練が不足していたことから、自衛消防隊長は現場指揮者としての役割を十分に果たしていなかった。	<ul style="list-style-type: none"> ●自衛消防隊長が現場本部で当社マニュアルに基づいて実施する内容の手順を、現場本部資機材車へ配備する。また、火災対応時に自衛消防隊長が果たすべき役割について、実技を含めた訓練を実施する。【完了】 ●自衛消防隊長へ警報情報、指示等の火災情報についてホワイトボードに記録・共有することを徹底する。【完了】 	○ (教育は対象外)
		運転員 (現場確認者)	自衛消防隊長に把握している情報を報告する。	(○) 運転員(現場確認者)は自衛消防隊長に情報を報告した。 (○) 地下2階で警報発生時の情報も伝えた。	○	なし	-	-
		自衛消防隊 (消防車隊)	自衛消防隊長に把握している情報を報告する。	(○) 自衛消防隊(消防車隊)は自衛消防隊長に荒浜側立坑内に立入していることを報告した。	○	なし	-	-
6:51	自衛消防隊(消防車隊)2名荒浜側立坑退出	自衛消防隊 (消防車隊)	現場確認結果を指揮者に報告する	(○) 地下6階は通信手段が確保できず、状況報告できないため荒浜側立坑を退出。退出後、現場確認結果(地下2階で煙薄、地下6階で煙濃)を自衛消防隊長と柏崎市消防に報告した。	○	なし	-	-
6:52	柏崎市消防が荒浜側立坑に到着	自衛消防隊長	柏崎市消防へ現場状況など把握している情報を伝達する。	(○) 柏崎市消防へ現場情報(地下2階で煙薄、地下6階で煙濃)を伝達した。 (△) 柏崎市消防に得られた情報の一部しか伝えなかった。	△	現場本部で自衛消防隊長が当社マニュアルに基づいて実施すべき手順が作成されておらず、自衛消防隊の現場本部資機材車に配備されていなかった。また、自衛消防隊長の果たすべき役割の実効的な訓練が不足していたことから、自衛消防隊長は現場指揮者としての役割を十分に果たしていなかった。	<ul style="list-style-type: none"> ●自衛消防隊長が現場本部で当社マニュアルに基づいて実施する内容の手順を、現場本部資機材車へ配備する。また、火災対応時に自衛消防隊長が果たすべき役割について、実技を含めた訓練を実施する。【完了】 ●自衛消防隊長へ警報情報、指示等の火災情報についてホワイトボードに記録・共有するよう徹底する。【完了】 	○ (教育は対象外)
		自衛消防隊長	柏崎市消防が現地本部を設置後、柏崎市消防現場本部と自衛消防隊現場本部は緊密に連携し、一体で運用する。	(×) 柏崎市消防現場本部と自衛消防隊現場本部は緊密な連携が図れなかった。	×	柏崎市消防と当社の各々の現場本部が離れていたため、情報共有を適切に行うことができず、緊密な連携が図れなかった。	<ul style="list-style-type: none"> ●自衛消防隊長は、柏崎市消防指揮者の近くに位置し、各々得た情報を共有することで現場本部の一体化を図る。【完了】 	○
		柏崎市消防	・柏崎市消防は自衛消防隊から情報を収集する。 ・基本行動となる状況把握のための現場確認、初期消火、消防活動を開始する。	(○) 柏崎市消防は自衛消防隊から情報を収集後、基本行動となる状況把握のための現場確認を開始した。	○	なし	-	-
7:00頃	5号機運転員(当直副長他1名)が荒浜側立坑に到着	運転員 (当直副長)	・関係者から情報を収集する。 ・初期消火、消火活動を開始する。 ・自衛消防隊長に状況を報告する。	(○) 当直副長は自衛消防隊長に現場状況を確認した。 (○) 地下2階で警報発生時の情報も伝えた。	○	なし	-	-
7:05	自衛消防隊(消防車隊)2名荒浜側立坑内立入	自衛消防隊長	・自衛消防隊長は自衛消防隊(消防車隊)に活動を指示する。 ・自衛消防隊長が把握している情報を伝える。	(○) 自衛消防隊(消防車隊)に再立入を指示した。 (×) 自衛消防隊長は、柏崎市消防 および自衛消防隊(消防車隊)に対して、地下2階で警報発生時の情報を伝えなかった。	×	自衛消防隊長は警報発生場所の情報(地下2階)を知っていたが、洞道の構造等を理解していなかったことから、煙が濃い地下6階を優先して捜索していることに疑問を持たなかった。	<ul style="list-style-type: none"> ●内部構造が分かりづらい屋外共通設備について、自衛消防隊長に教育する。 ●自衛消防隊長は、警報情報、指示等の火災情報についてホワイトボードに記録・共有するよう徹底する。【完了】 	○
7:10	柏崎市消防(柏崎市)3名荒浜側立坑内立入 7:14には柏崎市消防(西山)4名荒浜側立坑内立入	自衛消防隊長	自衛消防隊長が把握している情報を伝える。				<ul style="list-style-type: none"> ●自衛消防隊長は、現場状況と警報発生場所が異なる場合は隊員を分け、並行して現場確認できるよう、柏崎市消防に火災情報を共有する。【完了】 	○
7:15	5号機運転員(当直副長他1名)荒浜側立坑内立入(地下2階で警報発生時の情報は認識)	運転員 (当直副長)	・初期消火のため荒浜側立坑内に立入る。 ・地下2階の警報発生場所を確認し、煙が多い地下6階の捜索も実施	(○) 初期消火のため荒浜側立坑内に立入った。 (×) 地下2階の洞道入口から数mだけ捜索したが、警報発生場所まで行かなかった。	×	運転員(当直副長)は、警報発生場所の情報(地下2階)を知っていたが、警報発生時の具体的な場所を理解していなかった。また、自衛消防隊長の指示もなかったことから、煙が濃い地下6階の捜索を優先すべきと考えた。	○ (教育は対象外)	
7:24	5号機運転員(当直副長他1名)と柏崎市消防4名が洞道(地下2階)で遭遇し、地下2階で温度高警報発生時の情報を伝達	運転員 (当直副長)	・把握している情報を公設消防へ伝える。 ・当直員が地下2階の警報発生場所まで案内する。	(○) 把握している情報(警報発生場所が地下2階)を伝えた。 (×) 柏崎市消防が地下2階の洞道入口から数mだけ案内したが、警報発生場所まで連れて行かなかった。	×			

※7時24分以降も消防隊員が立入・退出し火元の捜索を行っているが、情報共有に関わる特筆すべき事項はない。なお、7時50分に柏崎市消防から排煙のための退出指示があり、8時01分～8時15分で排煙を実施。

8:30	5号機運転員から警報発生場所情報を聞き取り	柏崎市消防	事情聴取により火災に関する情報を収集する。	(○) 5号機運転員より警報場所情報を聞き取った。	○	なし	-	-
8:40	柏崎市消防が荒浜側立坑内立入	柏崎市消防	事情聴取した情報をもとに捜索を実施する。	(○) 事情聴取した情報をもとに警報場所捜索のため洞道に立入った。	○	なし	-	-
8:45	火元を発見、鎮火を確認	柏崎市消防	火元を発見する。	(○) 火元を発見した。	○	なし	-	-