

事故・故障等発生報告書

茨城県知事 大井川 和彦 殿

住 所 茨城県那珂郡東海村舟石川 6 2 2 - 1
事業所名 三菱原子燃料株式会社
氏 名 代表取締役社長 梅田 賢治

原子力施設周辺の安全確保及び環境保全に関する協定第 17 条の規定により、原子力施設等における事故・故障等の発生について次のとおり報告します。

発 生 年 月 日	令和 3 年 6 月 25 日 (金)
発 生 場 所	部品加工棟
件 名	部品加工棟内ストラップ洗浄装置制御盤内の火災について (第 2 報)
状 況 原 因 対 策 環境への影響等	別紙のとおり

注) 図面及びその他の説明資料を添付すること。

別紙

部品加工棟内ストラップ洗浄装置制御盤内の火災について
(第2報)

2021年8月18日

三菱原子燃料株式会社

1. 発生年月日 2021年6月25日(金) 17時15分頃

2. 発生場所

三菱原子燃料株式会社 部品加工棟(非管理区域)

【注1】 部品加工棟施設位置は添付1参照

【注2】 部品加工棟平面図は添付2参照

【注3】 制御盤の図は添付3参照

3. 件名

部品加工棟内ストラップ洗浄装置制御盤内の火災について

4. 発生状況、原因、対策、水平展開及び環境への影響等

(1) 発生状況

① 設備概要等

①-1 部品加工棟の概要

部品加工棟では、燃料集合体の構成部品である支持格子の部材であるストラップと呼ばれる金属部品の製造及びその他構成部品の加工を行っている(図1参照)。

ストラップの製造工程では、金属シートをプレス機によりストラップの形状に打ち抜き、洗浄した後、外観検査を行っている。尚、部品加工棟では金属部品の加工を行うのみで核燃料物質は取り扱っていない。

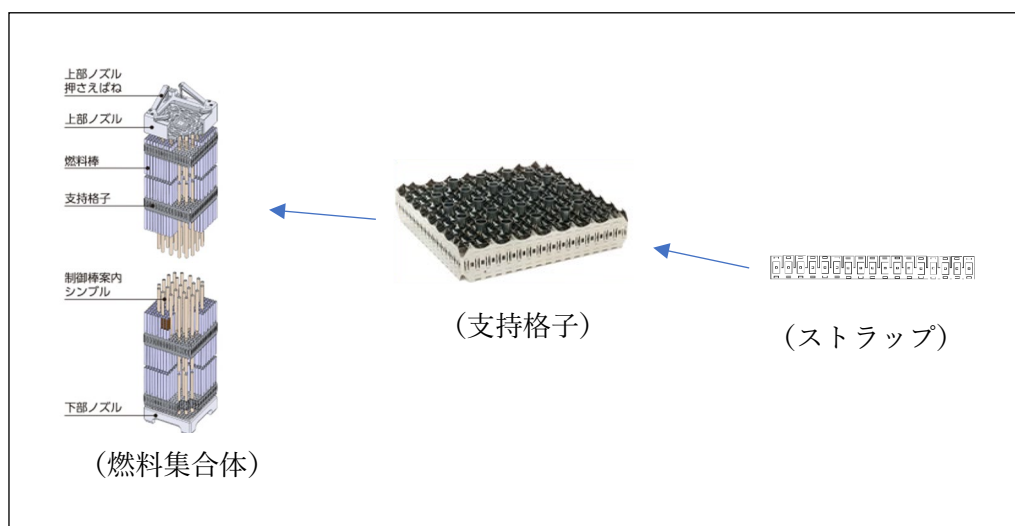


図1 燃料集合体の構成部品

①-2 ストラップ洗浄装置の概要と発災場所

ストラップ洗浄装置は、プレス打ち抜き時にストラップに付着した加工油を除去するために、自動で洗浄する装置であり、箱体の中に複数の洗浄槽が1列に配置されている。洗浄はストラップが洗浄槽に自動搬送されることで行われる。

洗浄装置は、主電源のブレーカ（定格感度電流 100mA）が格納された「制御盤 1」と、ブローのモータを制御するための 3 相 200V 用汎用インバータ（容量 2.2kW）が収納された「制御盤 2」の 2 つの制御盤を有しており、煤（すす）は「制御盤 2」のインバータ周辺で確認された（図 2 参照）。

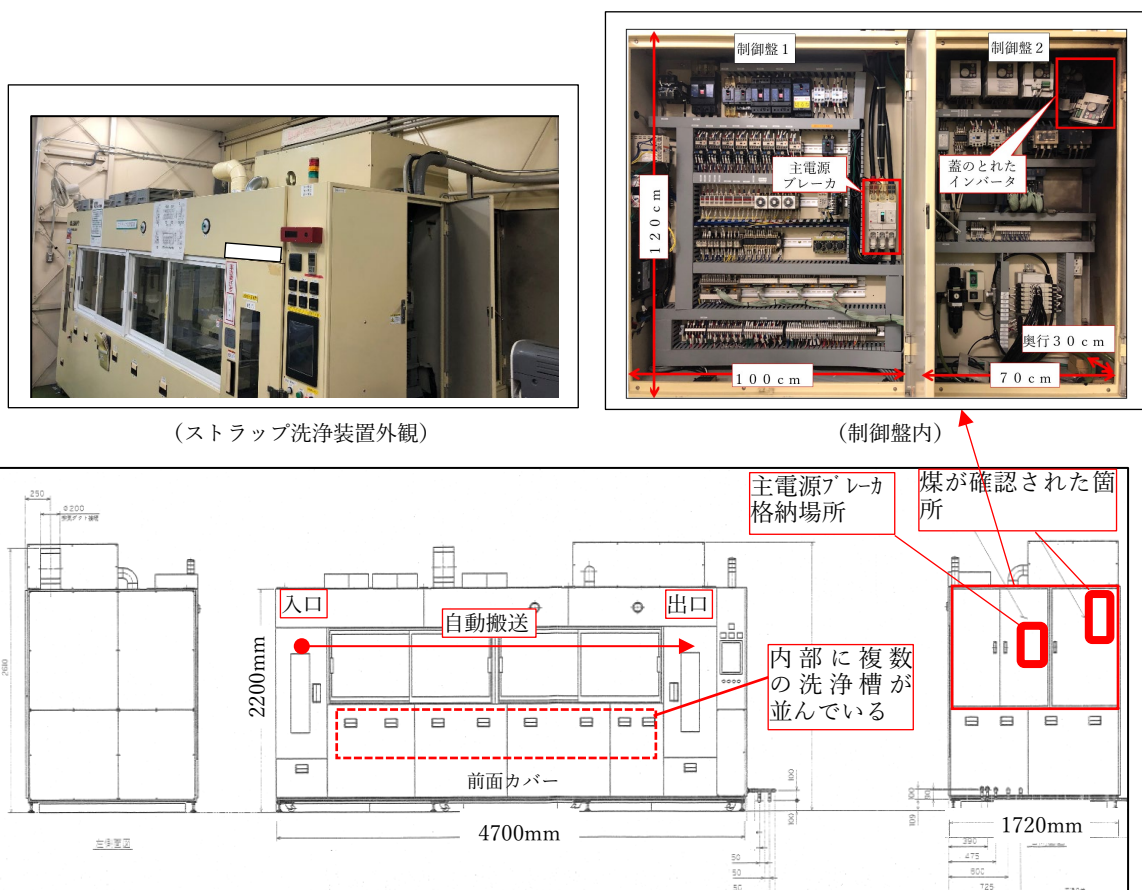


図 2 ストラップ洗浄装置

② 火災認定までの経緯

6 月 25 日、部品加工棟（製造部部材製造課）では、ストラップの製造及びその他構成部品の加工を行っており、ストラップのプレス打ち抜き 2 名、ストラップ洗浄 1 名、外観検査 2 名及びその他構成部品の加工工程に 1 名の合計 6 名が配置されていた。

火災認定までの経緯を表 1 に示す。

表1 当日の火災認定までの経緯

時刻	内容
8:15 頃	ストラップ洗浄装置の主電源を投入し、暖機運転及び部品加工棟内の生産を開始した。(プレス打ち抜き2名、洗浄1名、外観検査2名、部品加工1名配置)
10:30 頃	ストラップ洗浄装置による洗浄を開始。
11:30 頃	ストラップ洗浄作業完了。
12:45 頃	ストラップ洗浄作業再開。
14:00 頃	ストラップ洗浄作業完了。 ※部材製造課担当者の指示により電源は入れたまま停止。
16:35 頃	作業者は全員終業し部品加工棟を退出。
16:40 頃	部材製造課担当者がストラップ洗浄においての過去に生じた洗浄不良事象の再現を行うために洗浄装置の自動運転を開始。部材製造課担当者は事務所に移動。
17:10 頃	洗浄が終了するころ、部材製造課担当者が部品加工棟に入ったところ、洗浄装置が止まっていることを確認。 電源が落ちていたため設備の制御盤1の内部を確認したところ主電源ブレーカが落ちていたため洗浄装置全体の外観及び前面・背面カバーを外し、内部を確認したが異常は認められなかった。 ※当該の制御盤2は確認しなかった。
17:15 頃	部材製造課担当者は、異常が認められなかったため、電源を入れようとしてブレーカを入れた際に当該制御盤2のところ音が生じ、ブレーカが再度落ちた。部材製造課担当者は、当該制御盤2を点検したところ4台あるインバータの内の1台の周辺に煤の付着を確認した。このとき炎、煙及び熱気は確認されなかった(火災報知器は吹鳴せず)。 ※ブレーカ再投入に係る社内の規定はなかった。
17:25 頃	部材製造課担当者は、製造部長に連絡。
17:26	製造部長が安全管理課長と共に現場へ向かう。
17:30	製造部長と安全管理課長が部品加工棟に到着し、制御盤2内の煤(すす)を確認。
17:44～ 17:50	安全管理課長は、その場で119番通報。(公設消防へ事象等説明)
17:50～ 17:57	防火管理者、管理総括者、安全・品質保証部長及び安全・品質保証課長が部品加工棟に到着。
17:57	公設消防が到着。
18:38～ 18:42 頃	発災現場で公設消防から18:05に火災認定した旨、説明を受けた。

(2) 原因

本事象についての調査結果及び原因を以下に示す。

① 調査結果

①-1 制御盤 2 内の調査結果

制御盤 2 を調査したところ、内部に配置されているインバータ 4 台の内の 1 台（図 3 中央の右端赤枠内）に損傷が確認された。インバータのカバーの外れ、内部基板の損傷及び、基板上の電解コンデンサ（電気部品）の脱落が確認された。

当該インバータはブロアと呼ばれるファンのモータを制御するためのものであり、ブロアにより洗浄装置内部の槽の吸引乾燥が行われる。

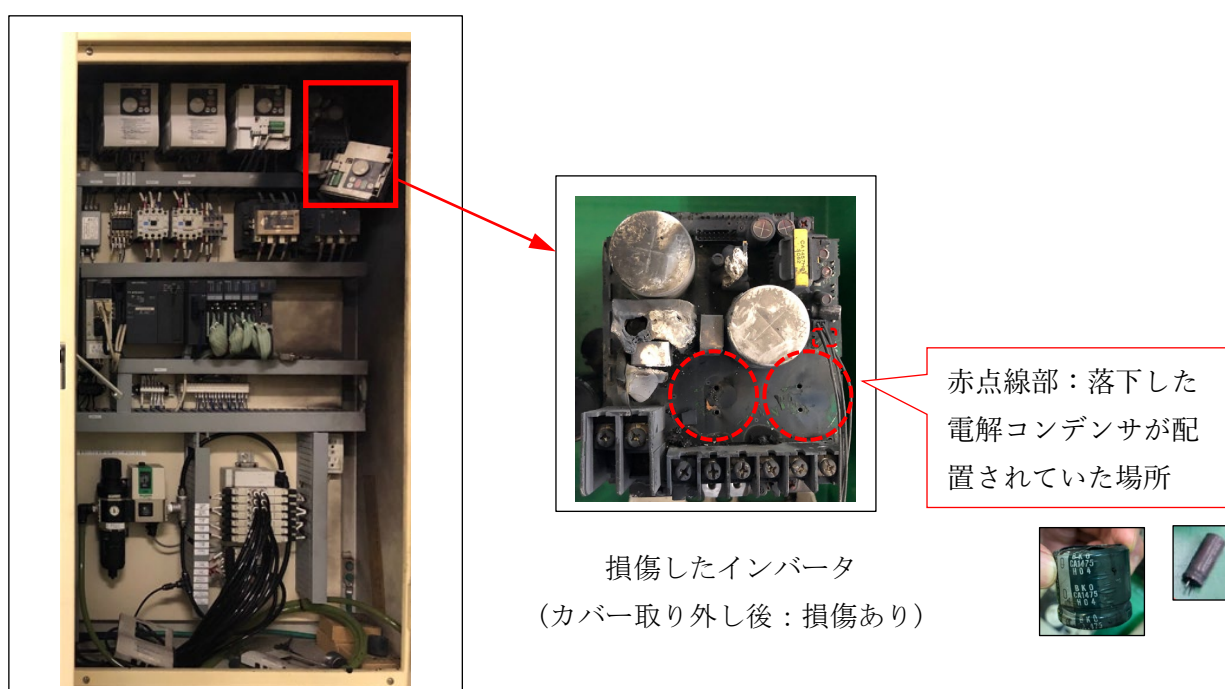


図 3 制御盤 2 内部の損傷状況

尚、損傷したインバータ周辺の機器について損傷は認められなかった。（図 4）

- ・損傷したインバータの左隣のインバータについては外観、内部とも異常はなく、機能も正常であることが確認された。
- ・損傷したインバータの下部に配置された機器においては表面に煤の付着は確認されるが損傷は認められず、上記同様機能は正常であることが確認された。
- ・損傷したインバータの上流側、下流側に配置された機器においても、正常に機能することが確認された。

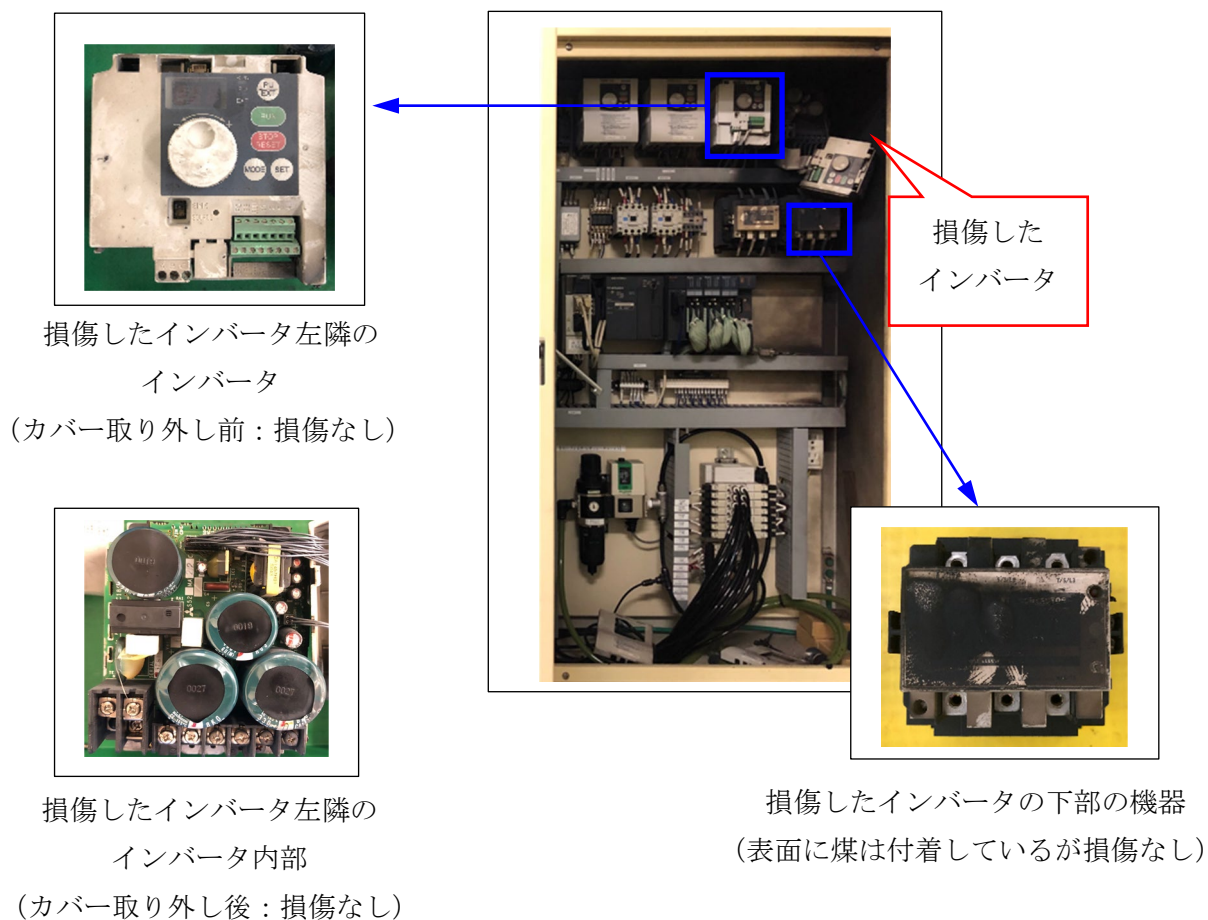


図4 損傷インバータ周辺機器の状況

①-2 関係者への聞き取り調査結果

現場作業員及び部材製造課担当者への聞き取りを実施し、以下を確認した。

- ・当日の 12:15 頃より部品加工棟内で薬品のような臭いを確認し、部品加工棟内を点検したが異常は認められなかった。
- ・製造管理担当者が 14:30 頃に部品加工棟に立ち寄った際に部品加工棟内にプールのような塩素系の臭いを確認し、部品加工棟内を調査したが異常は確認されなかったため外部の臭いが流入したと判断した。

①-3 インバータの点検状況

当該設備は 2001 年に導入し 20 年が経過。洗浄剤の液漏れやフィルタ詰まりなどの外観確認は定期的に行っていたが、制御盤内のインバータの交換、点検は実施していなかった。

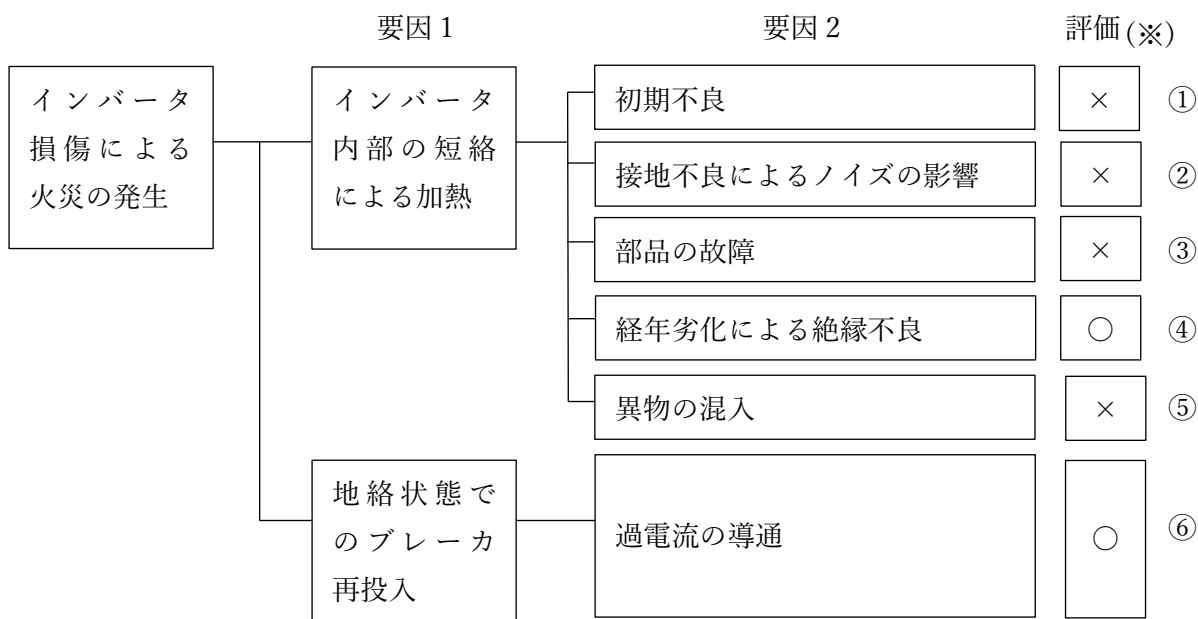
①-4 インバータのメーカー調査結果

発災したインバータについて、メーカーにて詳細調査を行った。

メーカーの見解として得られたインバータの火災に係る故障解析表 (FTA) 及び外観写真を図 5 に示す。発災事象の主要因としては、地絡状態でブレーカを再投入したことにより損傷が拡大し、過電流による火災事象に至ったことは否定できないとのことであった。また、電解コンデンサのプラス側端子とマイナス側端子間を中心に基板が溶融していることから、絶縁部の経年劣化により、この間の基板内が短絡状態となり、過電流が流れた可能性があるとのことであった。

メーカー見解として想定される事象の進展を図 6 に示す。想定される事象の進展は以下のとおりである。

- i) 調査の結果、電解コンデンサのプラス側端子とマイナス側端子間を中心に基板が溶融していることから、電解コンデンサ直下の基板が短絡に近い状態となり過電流が流れ基板部品を加熱した。
- ii) 過電流が流れ続けたことで基板が加熱状態となり、基板部品が溶融するとともに、基板上に塗布されていたゲルが炭化し煤となり飛散した。
- iii) 基板部品の溶融が異臭の発生源となったと考えられる。
- iv) 加熱による基板部品の溶融が進展し、基板とアース間の絶縁が低下した。
- v) ブレーカが地絡を検知して電源供給を遮断した。
- vi) 上記状態でブレーカを再投入したため、過電流が流れ損傷が進んだが直ぐにブレーカが作動した。
- vii) インバータは難燃性部品を使用しており、ブレーカによる電源遮断後は加熱／溶融が収束した。



(※) ○：主要因 ×：可能性なし

No.	評 価
①	インバータは適切な仕様・設定の製品が選定されている。約 20 年異常なく使用できている
②	装置の設置状況を調査したが、接地は適切にされており、可能性は低い
③	内部を構成する主要部品である電解コンデンサの故障は検出されなかった。特に脱落した電解コンデンサも機能（静電容量）低下は正常範囲であることを確認した。その他一部導通に異常が見られる基板部品もあるが、加熱の影響によるもので、故障の可能性は低い
④	電解コンデンサのプラス側端子とマイナス側端子間を中心に基板が溶融していることから、絶縁部の経年劣化により、この間の基板内が短絡状態となり、過電流が流れた可能性が高い
⑤	清浄な環境で密封された制御盤内部で使用しており、またその他のインバータ等にも異物の痕跡は検出されておらず、異物混入の可能性は低い
⑥	ブレーカが最初に遮断された時点で短絡事象は発生しており、主要因とは考えられない。一方で、ブレーカを再投入により損傷が拡大し、過電流による火災事象に至ったことは否定できない

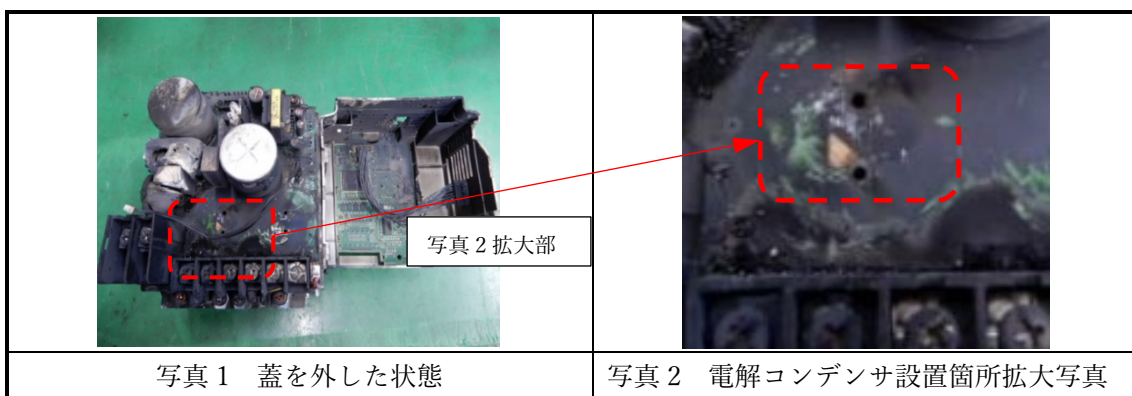


図5 インバータの損傷による火災に係る故障解析表 (FTA) 及び外観写真

① 電解コンデンサ直下の基板が短絡に近い状態となり過電流が流れ基板部品を加熱した。



② 過電流／過熱により基板部品が溶融するとともに、基板上に塗布されていたゲルが炭化し煤となり飛散した。



③ 基板部品の溶融が異臭の発生源となった。



④ 加熱による基板部品の溶融が進展し、基板とアース間の絶縁が低下した。



⑤ ブレーカが地絡を検知して電源供給を遮断した。



⑥ この状態でブレーカを再投入したため、過電流が流れ損傷が進んだが直ぐにブレーカが作動し過電流による火災事象に至ったことは否定できない。



⑦ インバータは難燃性部品を使用しており、ブレーカによる電源遮断後は加熱／溶融が収束した。

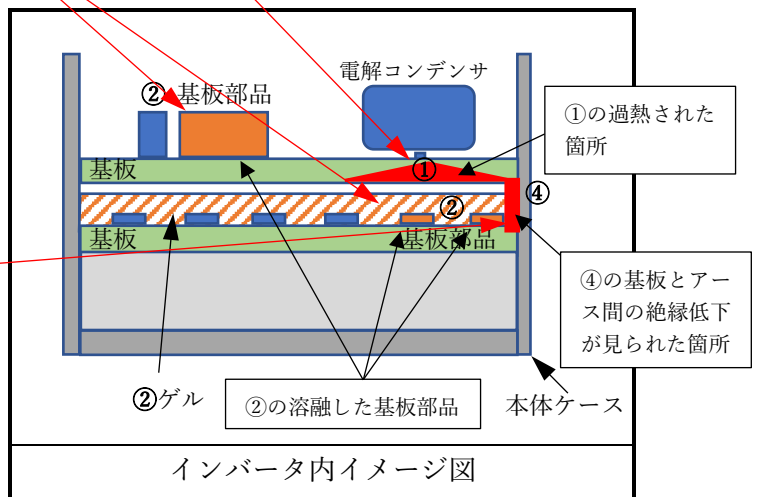


図6 想定される事象の進展

② 推定原因

調査結果より、発生原因については、以下のとおりと推定される。

設置後 20 年以上経過するまでは正常に動作していたことから、インバータ基板の絶縁部の経年劣化により短絡状態となり、過電流が流れ続け、異臭を感知したが異臭の原因を十分に確認しないまま工程を継続したことにより、インバータ基板で加熱・溶融が進展し、さらにブレーカが地絡を検知して電源供給を遮断したにもかかわらず、ブレーカを再投入したことにより、損傷が拡大し火災に至ったと推測される。

(3) 対策

対策の実施計画について、表 2 に示す。

今回の火災に至った原因は、ブレーカが落ちた後に、十分に発生源を特定しないまま再投入したことと推定されたため、ブレーカが落ちていた場合の処置（ブレーカを再投入せず、設備技術課電気担当に直ちに連絡し、確認を受けること。また、ブレーカの再投入に当たっては、当該課長の了承を得ること。）について、当該部門の要領書へ反映し、当該課員へ教育し徹底する。

今回の発災事象はインバータ基板の絶縁部の経年劣化が起因であると推定されたため、ストラップ洗浄装置の当該インバータについては、ストラップ洗浄装置に使用されている残りのインバータ（3 個）も含め、全て新品（発災品は既に販売中止のため後継機種）に交換する。

さらに、異臭を感知したが発生源を特定しないまま工程を継続したことにより事象が進展したため、異臭を感知した場合の処置（設備・機器から異臭がしている場合は、設備の運転を止め、当該課長及び設備技術課電気担当者に連絡し、異臭の原因について、制御盤内を含めて確認すること。）について当該部門の要領書へ反映し、当該課員への周知・教育し徹底する。また、当該設備の日常点検項目に異臭を含め制御盤の点検を追加するとともに、熱画像による制御盤の定期的な点検を実施する。

(4) 水平展開

水平展開の実施計画について、表 2 に示す。

ブレーカが落ちた後に、十分に発生源を特定しないまま再投入したことにより火災に至ったため、ブレーカが落ちていた場合の処置について、管理権原者及び工場長より通達を行った（2021 年 6 月 30 日通達済）。また、ブレーカが落ちた場合の処置について、各課の要領書へ反映し、各課員へ周知・教育し徹底する。さらに、ブレーカが落ちていた場合の処置について、ブレーカの再投入はせずに当該課長及び設備技術課電気担当者に連絡し、確認を受けることが一目で分かるよう、各現場へ表示を行う。

インバータについては、事後保全から時間基準保全に変更し、長期間使用しているイ

ンバータを早急に使用年数の長いものから新品に取替える。また、異臭を感知した場合の処置について、各課要領書へ反映し、各課員への周知・教育し徹底する。さらに、各設備の点検要領へ、インバータのある制御盤については、各課の日常点検項目として異臭の有無を追加し、運用を開始するとともに、核燃料物質を取り扱う加工施設以外の生産設備についてもインバータのある制御盤の熱画像による定期的な点検を追加し実施する。

加えて、通常と異なる状況（異臭、ブレーカが落ちる、その他異音等）を感じたら、当該所属長及び設備技術課電気担当者へ確認・相談等をするよう周知するため、イエローストップ(※)のポスターを掲示する。

※イエローストップ：危険有害源の顕在化防止に必要な対策が十分とられていないことが判明したときは、業務の遂行を一時中断して必要な対策をとること（青信号化）により、災害発生を未然に防止する。

表2 対策及び水平展開の実施計画

分類	項目	2021年度											備考	
		6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月			
(1)対策	1)ブレーカが落ちた場合の処置の当該課要領書への反映・当該課員への教育		▼											
	2)当該設備のインバータ交換		▼											・当該設備の他のインバータ(3個)も含む
	3)異臭を感知した場合の処置の当該課要領書への反映・当該課員への教育		▼											
	4)当該装置の日常点検項目に制御盤の点検(異臭を含む)を追加		▼											
	5)熱画像による定期点検			▼										
(2)水平展開	1)ブレーカが落ちた場合の処置 ①管理権原者、工場長通達 ②ブレーカが落ちた場合の処置の各課要領書への反映・各課員への教育 ③注意事項の表示	▼	(2021年6月30日通達済)											
	2)社内の長期使用しているインバータ交換(※) ①インバータ調査 ②インバータの手配 ③インバータ交換		▼											・インバータ交換は2021年度内完了予定
	3)異臭を感知した場合の処置の各課要領書への反映・各課員への教育			▼										
	4)各課の日常点検項目にインバータのある制御盤の異臭を追加			▼										
	5)熱画像による定期点検 ①定期点検計画の作成 ②熱画像による点検実施													・加工施設以外の生産設備のインバータのある制御盤の熱画像による点検を実施
	6)イエローストップポスター掲示			▼										

※：今回損傷したインバータの寿命は、弊社の使用条件に照らし合わせると約20年となる。従って、約5年程度の余裕を見て、取替える対象を15年以上使用しているものとする(2021年度は、全212台中74台のインバータを交換予定)。

(5) 環境への影響

- ① 環境への影響
周辺環境への影響はなかった。
- ② 放射線被ばく
社員等の被ばくはなかった。
- ③ 人的障害
社員等の負傷はなかった。
- ④ 施設への影響
周辺施設への影響はなかった。

(6) その他（自治体への通報連絡の遅れ等に至った要因及び対策）

本事象においては、社内関係者が直ちに公設消防への通報の必要性を認識できずに遅れが発生するとともに、防災組織の立ち上げにも影響したことにより、茨城県原子力安全協定に基づく事故・故障等の連絡等に遅れが生じた。

また、事象の情報収集に時間を要し、自治体に必要な情報をタイムリーに提供できず、プレス対応等の遅れも見られた。

これらの事象についても対策を進め再発防止に努める。

① 発生状況及び問題点の抽出

当日の時系列を整理したところ、以下の通り問題点が2点挙げられた。

異常発見からプレスまでの時系列と問題点の抽出を添付4に示す。

- i. 初期通報の遅れ
- ii. 情報提供・プレス対応の遅れ

② 対策の検討

①の2つの問題点についてF T図を用いて対策を検討した結果、9つの対策が抽出された。

「初期通報の遅れ及び情報提供・プレス対応の遅れ」F T図を添付5に示す。

再発防止のための各対策と実施計画の概要を表3に示す。

表3 再発防止のための各対策と実施計画の概要

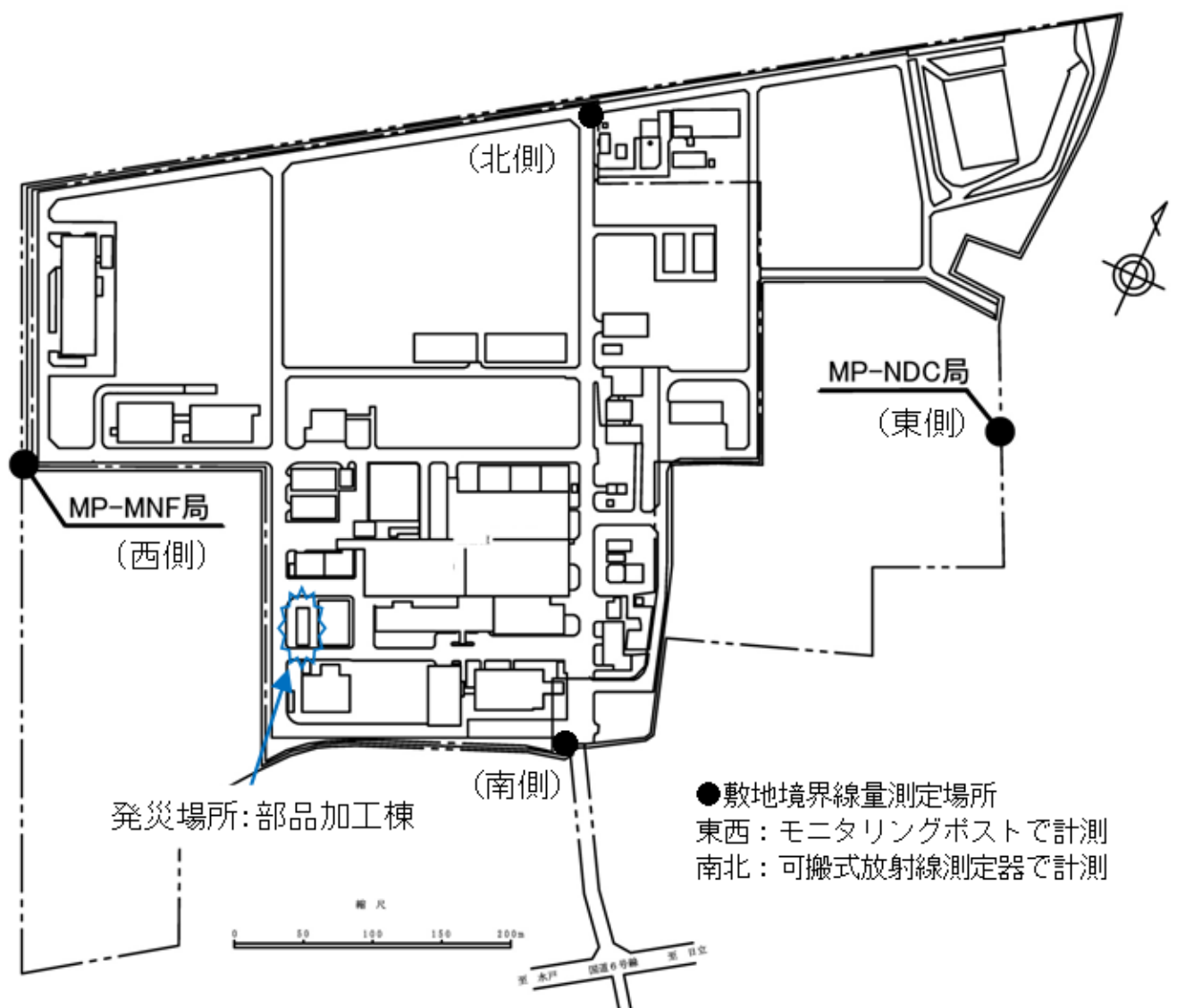
問題点	主要因	対策	実施計画
初期通報の遅れ	事象発生から119番通報が遅れた。	【対策①】焦げ跡、煤等の事象の進展性がない事象においても、社内緊急連絡(2222)を行う。	[緊急連絡手順(STD-SC1311)]に <u>対策①②③</u> を反映して改訂8/2に発行、社内教育を実施する。
	119番通報後の自治体への連絡が遅れた。	【対策②】社内緊急連絡に基づいて迅速に消防へ通報する。 【対策③】消防への通報後は必ず防災組織を招集する。 ※対策①～③を速やかに実施することで、自治体への連絡遅れも防止する。	
情報提供・プレス対応の遅れ	本部内の情報収集に時間を要した。	【対策④】本部が必要な情報を速やかに得られるような要員配置を行う。	[防災組織活動要領(STD-SC1312)]に <u>対策④</u> を反映して改訂し、8/2に発行、社内教育を実施する。
		プレス文の県への提出が遅れた。	【対策⑤】プレス文にはMPトレンドグラフの添付が必須であることから、準備手順等について要領書に反映する。 【対策⑥】プレス発表時間の再調整について再教育し、必要に応じて訓練にも取り入れる。
プレス文に必要事項が網羅されていなかった。	プレス文に必要事項が網羅されていなかった。	【対策⑦】FAX発信前の情報管理グループ統括による情報内容確認時に、様式についても確認を行う仕組みとする。 【対策⑧】第1報と第2報以降の様式を統一し、それぞれ記載すべき項目を明確にする。	[防災組織活動要領(STD-SC1312)]に <u>対策⑦</u> を反映して改訂し、8/2に発行、防災組織員に教育を実施する。 [社外連絡・通報・報告要領(STD-SC1313)]に <u>対策⑧</u> を反映して様式を改訂し、8/2に発行、防災組織員に教育を実施する。
		プレス要員の県庁到着が遅れた。	【対策⑨】プレス要員が全員揃わない場合でも「出発を最優先にすること」を要領に反映し関係者で共有するとともに教育・訓練する。

*今回改訂する3要領「緊急連絡手順(STD-SC1311)、防災組織活動要領(STD-SC1312)、社外連絡・通報・報告要領(STD-SC1313)」は8月中に社内教育を完了させる計画。

③ まとめ

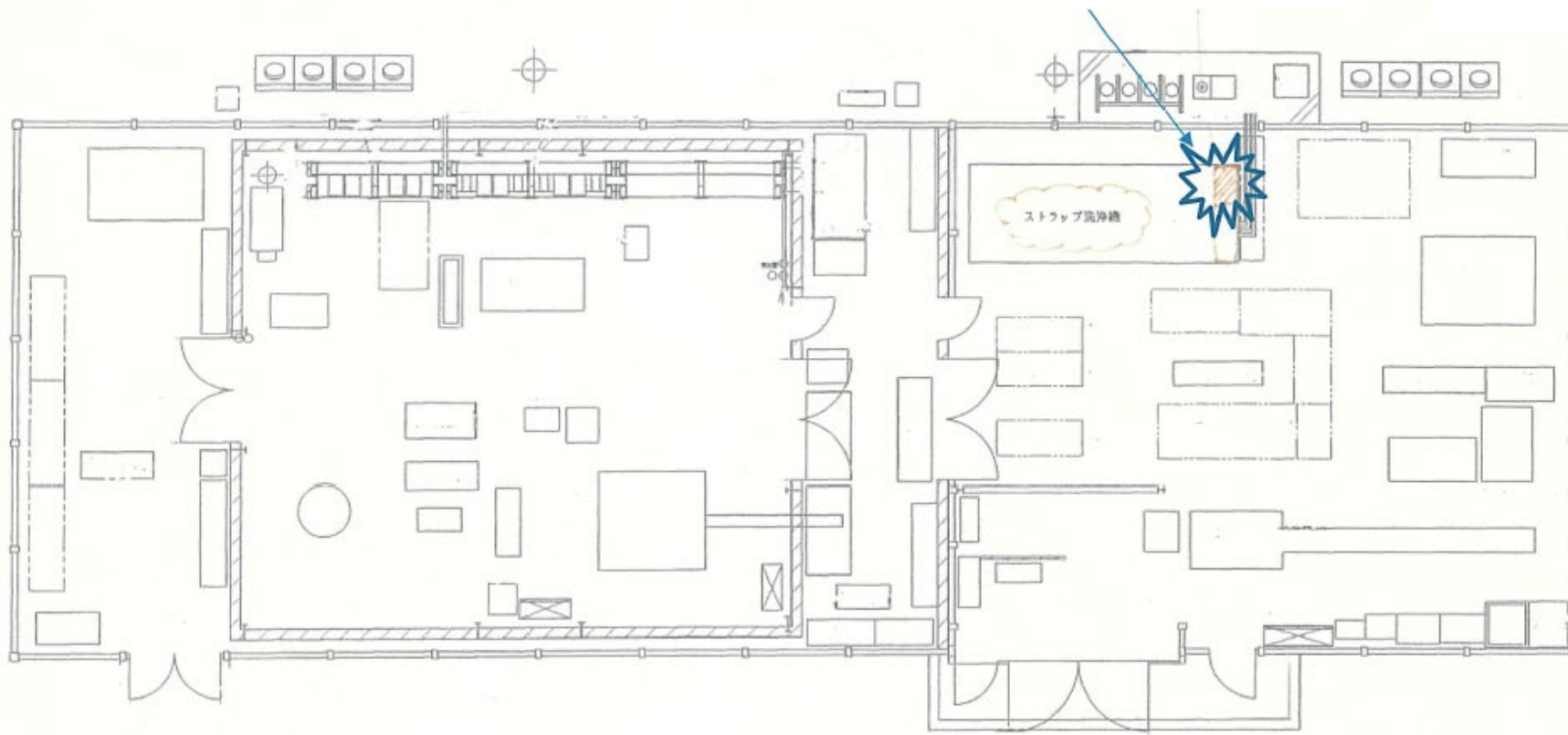
抽出された各対策を確実に実施し、二度と同様事象を発生させることがないように、繰り返し訓練を行い、再発防止に取り組む。

以上

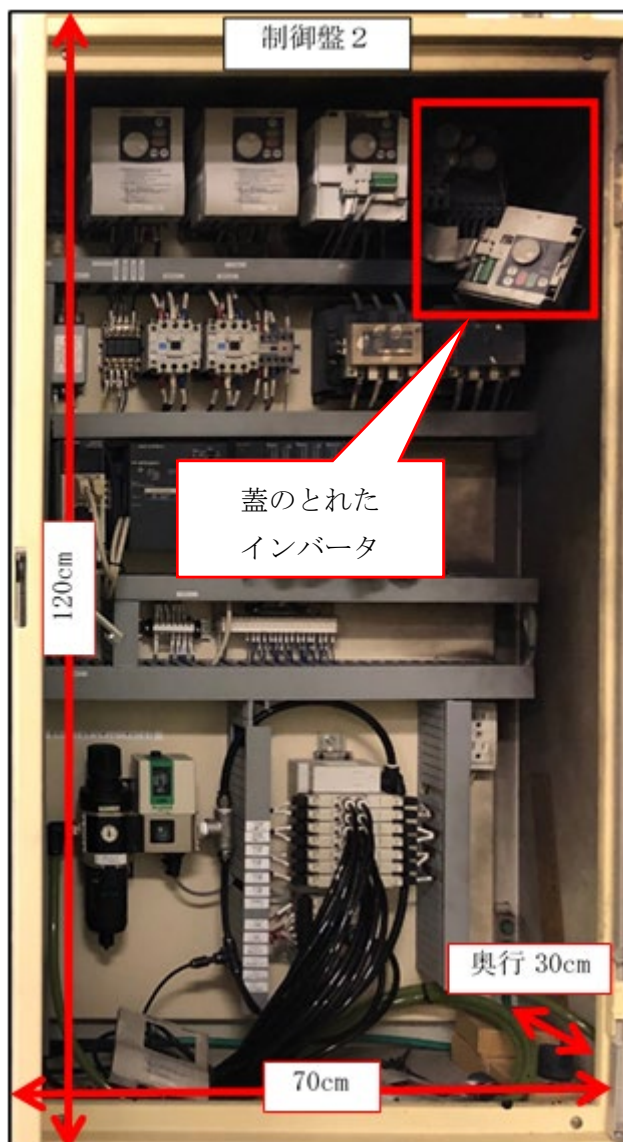


部品加工棟 配置図

発災場所（ストラップ洗浄装置制御盤）



部品加工棟内 配置図



ストラップ洗浄装置 制御盤

異常発見からプレスまでの時系列と問題点

時間	事象	問題点
(17:15)	制御盤2の煤（すす）発見	
17:25	発見者から製造部長へ事象発生連絡	<p>初期の通報の遅れ</p> <p>①事象発生から119番通報が遅れた。</p> <p>②119番通報後の自治体への連絡が遅れた。</p>
17:26	製造部長が安全管理課長と共に現場へ向かう	
17:30	製造部長と安全管理課長が部品加工棟に到着し、制御盤2内の煤（すす）を確認	
17:33	安全管理課長から管理総括者へ事象の報告	
17:44～50	安全管理課長が119番通報（消防覚知時刻【17:45】）（公設消防へ事象等説明）	
17:50～57	防火管理者、管理総括者、安全・品質保証部長、保証課長 部品加工棟到着	
17:54	管理総括者より総務課長に消防通報し、消防車が到着することを連絡。	
17:57	ひたちなか・東海広域事務組合消防到着	
18:02	安全・品質保証課長から同課担当者に防災ルームにてFAX作成準備するよう指示。	
18:22～27	県、東海村、那珂市へ電話速報実施（総務課）	
18:31	トラブル情報第1報送信（送信後着信確認）	
18:38～42頃	発災現場で消防から18：05に火災認定された（時間を遡っての認定）	
18:40	ひたちなか警察到着	
18:44～46	防火管理者から管理総括者へ18：38に消防から18：05に火災認定されたことを報告	
18:56	県より一般施設であっても火災であればプレス発表する旨を確認	
18:58	県より火災と判断されたかとの確認があったが、火災認定を受けた旨説明	
18:58	管理総括者より安全管理課長へEMC発信し防災組織を招集するよう指示	
19:04	EMC発信し防災組織招集と同時に防災組織立ち上げ	
19:05頃	県から当日の作業内容について問い合わせを受けた。	
19:07	県から公設消防がなぜ火災と認定したのか問い合わせあり19：18に回答	本部内の情報収集に時間を要した。
19:14	県とのプレス時間調整（21時プレスとした）	
19:15	事故・故障報告第1報送信（以降着信確認）	
19:30	県より制御盤の写真と構内配置図のメール送付依頼あり 20：04に回答	
20：00頃	県よりプレス開始21：00決定との連絡有	
20:01	事故・故障報告第2報送信（以降着信確認）	
20:07	県より鎮火の確認時刻と火災認定時刻が同刻であるか問い合わせあり20：15に回答	
20:13	他市村より制御盤の写真のメール送付依頼あり20：38送信	
20:20	県よりプレス対応者の出発状況の問い合わせあり。20：10頃出発と回答。加えて県庁到着時刻について照会あり。 20：35頃に20：50到着予定であることを回答。	
20:21	プレス対応者に連絡。20：50頃県庁到着予定であることを確認。	
20:27	県より事象の状況（何をしている時に何が起きたか）を説明するよう要請あり。口頭で回答。	
20：35頃	県より以下各種情報を書類で出すよう要請あり。分かった内容から速報するようにとの要請。 取り急ぎ20：48に④、⑧を回答。20：58に①～⑦の情報についてFAXした旨を連絡。 ①部品加工棟の概要 ②本日の作業内容と人数 ③該当ブレーカーの位置 ④制御盤の寸法 ⑤ストラップ洗浄装置の概要 ⑥写真で外れかかっているものは何か、なぜそうなったのか ⑦事象の経過等の詳細 ⑧モニタリングポストの測定時刻	<p>情報提供・プレス対応の遅れ</p> <p>①プレス文の県への提出が遅れた。</p> <p>②プレス要員の県庁到着が遅れた。</p> <p>③プレス文に必要な事項が網羅されていなかった。</p>
20:44	県より県プレス文確認依頼あり 20：58に回答	
20:50	事故・故障報告最終報（プレス文添付）送信（以降着信確認）	
20:53頃	県よりプレス対応者未到着の連絡有。	
20:58	県へ当社プレス文をメール送信	
20:59	プレス対応者に①～⑦の情報を送信	
21:09	当社プレス開始	

「初期通報の遅れ及び情報提供・プレス対応の遅れ」 F T 図

