

東北地方太平洋沖地震およびその後に発生した津波に関する
女川原子力発電所の状況について

平成23年5月

東北電力株式会社

目 次

1. 概要	1
2. 地震および津波データ	1
3. 原子力発電所の状況	2
(1) 地震発生前後のプラント運転状況	
a. 地震発生前	2
b. 地震発生後	2
(2) 地震発生後のプラント状況	
a. 外部電源系	2
b. 1号機	2
c. 2号機	4
d. 3号機	5
4. 地震および津波による被害状況	6
(1) 法令に基づく報告事象	
a. 重油貯蔵タンク倒壊	6
b. 1号機DG (A) 機能喪失	7
c. 2号機RCW (B) 系、RSW (B) 系およびHPCWの 機能喪失	9
(2) 主な設備被害	
a. 1号機常用メタクラの火災	10
b. 主要設備等における被害状況	11
(3) 水漏れ事象	
a. 1号機	11
b. 2号機	12
c. 3号機	12
d. 共用設備	12
5. 福島第一原子力発電所事故の影響	12
6. 地震および津波に関する評価	13
(1) 地震観測記録の分析結果	13
(2) 津波の調査結果	14

- 別紙ー1 女川原子力発電所第1号機における重油貯蔵タンク倒壊に係る原因と対策について
- 別紙ー2 女川原子力発電所第1号機における非常用ディーゼル発電機 (A) 機能喪失に係る原因と対策について
- 別紙ー3 女川原子力発電所第2号機における原子炉補機冷却水系 (B) 系、原子炉補機冷却海水系 (B) 系および高圧炉心スプレイ補機冷却水系の機能喪失に係る原因と対策について

別紙－４ 女川原子力発電所第１号機におけるタービン建屋地下１階高圧電源盤火災に係る原因と対策について

添付資料

添付資料－１	女川原子力発電所３．１１地震発生後のプラント状況（時系列）
添付資料－２	女川１～３号機 発電機電力チャート
添付資料－３	女川原子力発電所１～３号機電源系統状況（３月１１日地震直後）
添付資料－４	女川１号機 中間出力領域モニタ／平均出力領域モニタチャート
添付資料－５	女川１号機 原子炉水位、原子炉圧力チャート
添付資料－６	女川１号機 原子炉水温度チャート
添付資料－７	女川１号機 使用済燃料プール水温度チャート
添付資料－８	女川１号機 スタック放射線モニタチャート
添付資料－９	女川原子力発電所 所内電源受電状況概要図
添付資料－１０	女川２号機 起動領域モニタチャート
添付資料－１１	女川２号機 原子炉圧力チャート
添付資料－１２	女川２号機 原子炉水温度チャート
添付資料－１３	女川２号機 使用済燃料プール水温度チャート
添付資料－１４	女川２号機 スタック放射線モニタチャート
添付資料－１５	女川３号機 起動領域モニタ／平均出力領域モニタチャート
添付資料－１６	女川３号機 原子炉圧力グラフ
添付資料－１７	女川３号機 原子炉水位チャート
添付資料－１８	女川３号機 原子炉水温度チャート
添付資料－１９	女川３号機 使用済燃料プール水温度チャート
添付資料－２０	女川３号機 スタック放射線モニタチャート
添付資料－２１	女川原子力発電所 主要設備被害状況リスト
添付資料－２２	女川原子力発電所 水漏れリスト
添付資料－２３	女川原子力発電所 モニタリングポストデータ
添付資料－２４	女川原子力発電所における平成２３年（２０１１年）東北地方太平洋沖地震時に取得された地震観測記録分析結果の概要
添付資料－２５	女川原子力発電所における平成２３年（２０１１年）東北地方太平洋沖地震による津波の概要
添付資料－２６	女川原子力発電所における東北地方太平洋沖地震時の津波被害に関する考察

1. 概要

女川原子力発電所は、1号機および3号機が定格熱出力一定運転中、また、2号機が原子炉起動中のところ、3月11日14時46分に発生した東北地方太平洋沖地震（以下、「3.11地震」という。）により全号機において原子炉が自動停止した。観測された地震加速度は567.5ガル（保安確認用地震計：1号機原子炉建屋地下2階）であり、全号機とも、原子炉保護系が設計どおり作動したことにより自動停止したものである。

女川原子力発電所に外部電源を供給する5回線のうち、1回線が健全であったことおよび原子炉を安全に停止・冷却するために必要な機能は確保されていたことから、全号機とも原子炉自動停止後の炉心冷却は問題なく行われ、速やかに冷温停止となった。

また、地震の揺れによる影響で、全号機とも使用済み燃料プール冷却系（以下、「FPC」という。）が自動停止したが、設備に異常がないことを確認したうえで再起動しており、使用済み燃料プール温度に有意な上昇は認められなかった。

1号機では、常用系の高圧電源盤（以下、「メタクラ」という。）で短絡・地絡による火災が発生するとともに、起動用変圧器が停止した。このため、所内電源が瞬間的になくなったが、非常用ディーゼル発電機（以下、「DG」という。）が正常に動作し、起動用変圧器復旧までの間、非常用電源は確保されていた。

また、2号機では、地震に伴う津波の影響により、海水ポンプ室の取水路側から流入した海水が地下トレンチを通じて原子炉建屋内の一部に浸水し、原子炉補機冷却水系（以下、「RCW」という。）（B）系および高圧炉心スプレイ補機冷却水系（以下、「HPCW」という。）の2系統が機能喪失となったが、RCW（A）系が健全であったことから、原子炉の冷却機能に影響はなかった。

その他、今回の地震・津波の影響などによる重油貯蔵タンクの倒壊事象、1号機DG（A）機能喪失事象を含め、女川1号機～3号機の主要設備で現在までに59件の設備被害が確認されている。

なお、今回の地震・津波による外部への放射能の影響はなかった。

2. 地震および津波データ

発 生 日 時：平成23年3月11日 14時46分

震 源：三陸沖（震源深さ 24 km）

マグニチュード：9.0（発電所内観測震度 6弱）

最大加速度：567.5ガル（水平方向）

発電所との距離：震央距離 123 km、震源距離 125 km

観測された最大津波：0.P. + 約1.3 m^{*}（敷地高さ0.P. + 約1.3.8 m^{*}）

最大津波到達時刻：平成23年3月11日 15時29分

※：3.11地震発生後に公表された国土地理院による女川原子力発電所周辺の地殻変動（一約1 m：速報値）を考慮した値

3. 原子力発電所の状況

3. 1 1 地震により、女川原子力発電所 1 ～ 3 号機は全て自動停止となった。地震および津波の影響により、一部の設備で被害が認められたものの、外部電源または非常用電源は確保され、冷却設備の多重性、冗長性も有効に機能したことから、原子炉および使用済燃料プールの冷却機能に影響はなく、全号機とも速やかに冷温停止となった。

(添付資料－ 1)

(1) 地震発生前後のプラント運転状況

a. 地震発生前

女川 1 号機 (定格電気出力 5 2 4 MW) : 定格熱出力一定運転中

女川 2 号機 (定格電気出力 8 2 5 MW) : 原子炉起動中

女川 3 号機 (定格電気出力 8 2 5 MW) : 定格熱出力一定運転中

b. 地震発生後

女川 1 号機 : 自動停止 (地震加速度大による)

女川 2 号機 : 自動停止 (地震加速度大による)

女川 3 号機 : 自動停止 (地震加速度大による)

(添付資料－ 2)

(2) 地震発生後のプラント状況

a. 外部電源系

女川原子力発電所には、外部電源として 5 回線 (牡鹿幹線 1、2 号線 (2 7 5 k V 系)、松島幹線 1、2 号線 (2 7 5 k V 系)、塚浜支線 (6 6 k V 系)) が接続されている。3. 1 1 地震直後は、当社管内の送電線事故に伴う系統保護回路の動作により、松島幹線 2 号 1 回線のみとなったが、3 月 1 2 日 2 0 時 1 2 分に牡鹿幹線 1 号、同日 2 0 時 1 5 分に牡鹿幹線 2 号、3 月 1 7 日 1 0 時 4 7 分に松島幹線 1 号、3 月 2 6 日 1 5 時 4 1 分に塚浜支線がそれぞれ復旧している。

なお、牡鹿幹線 1 号は、復旧後に避雷器に不具合が確認されたことから、3 月 1 8 日 1 9 時 3 2 分より点検のため停止し、非常予備とした。

(添付資料－ 3)

b. 1 号機

(a) 止める

定格熱出力一定運転中のところ、3 月 1 1 日 1 4 時 4 6 分に発生した 3. 1 1 地震により、地震加速度大信号 (「OP 1 5. 0 0 m 鉛直方向感震器動作トリップ」: 設定値 1 0 0 ガル) が発生し、直ちに全制御棒が全挿入となり、原子炉は設計どおり自動停止となったことから、原子炉の停止機能に問題はなかった。

(添付資料－ 4)

(b) 冷やす

3. 11 地震時に発生した常用系メタクラ 6－1 A 内での短絡・地絡により、起動用変圧器が停止し、常用系の所内電源が一時的になくなったため、給復水系のポンプが全台停止となったが、速やかに原子炉隔離時冷却系（以下、「RCIC」という。）を起動し、原子炉への給水を行った。

また、起動用変圧器の停止により常用系の所内電源が一時的になくなったことから、原子炉の圧力制御は、復水器ではなく、主蒸気隔離弁（以下、「MSIV」という。）を全閉とし、主蒸気逃がし安全弁（以下、「SRV」という。）により行った。

SRVによる原子炉減圧後は、RCICを停止し、制御棒駆動水压系（以下、「CRD」という。）による原子炉への給水を行った。

原子炉の冷却は、残留熱除去系（以下、「RHR」という。）により問題なく行われ、3月12日0時58分、冷温停止となった。

また、地震により3月11日14時47分、FPCが停止したが、設備に異常のないことを確認し、同日19時30分頃に再起動した。停止期間中、使用済燃料プールの温度に有意な上昇は認められなかった。FPCが停止した原因は、地震の揺れに伴う「スキマサージタンクレベル低低」用レベルスイッチの動作、若しくは地震の揺れに伴う使用済燃料プール水位の一時的な低下によりFPCポンプの吸込み圧力が低下したことによるものと考えられる。

以上のことから、原子炉および使用済燃料プールの冷却機能に問題はなかった。

（添付資料－5、6、7）

(c) 閉じ込める

原子炉水位低（L－3）信号に伴う原子炉格納容器隔離系は正常に動作しており、スタック放射線モニタ、放射性廃棄物放出水モニタ、モニタリングポストの値に異常な変化はなく、外部への放射能の影響はないことから、放射性物質の閉じ込め機能に問題はなかった。

（添付資料－8）

(d) 所内電源

松島幹線2号線からの外部電源を起動用変圧器を介して所内に受電していたが、3月11日14時55分、起動用変圧器が停止したため、所内電源がなくなり、設計どおりDG（A）および（B）による非常用母線への受電が行われた。

起動用変圧器停止の原因は、常用メタクラ 6－1 A の内部で地絡・短絡が発生（その後、火災に至る）し、起動用変圧器の過電流継電器が動作したためである。

その後、外観目視および絶縁抵抗測定結果より起動用変圧器に異常のないことを確認のうえ、3月12日2時05分に起動用変圧器を復旧した。

起動用変圧器の復旧後、常用メタクラ 6－1 A 以外の常用母線について順次復電した。

なお、D G は全て健全であり、起動用変圧器の復旧までにおける原子炉および使用済燃料プールの冷却に必要な非常用電源は確保されていた。
(添付資料－ 9)

c. 2 号機

(a) 止める

第 1 1 回定期検査に伴い、3 月 1 1 日 1 4 時 0 0 分より原子炉起動中のところ、同日 1 4 時 4 6 分に発生した 3. 1 1 地震により、地震加速度大信号（「R/B 下部水平方向地震加速度大トリップ」：設定値 2 0 0 ガル）が発生し、直ちに全制御棒が全挿入となり、原子炉が設計どおり自動停止となったことから、原子炉の停止機能に問題はなかった。

(添付資料－ 1 0)

(b) 冷やす

第 1 1 回定期検査に伴い、原子炉起動を開始したところであり、地震発生直前の状態は原子炉未臨界かつ炉水温度 1 0 0 度未満であったことから、3 月 1 1 日 1 4 時 4 9 分、原子炉モードスイッチ「停止」操作により冷温停止となった。

また、地震により 3 月 1 1 日 1 4 時 4 7 分、F P C が停止したが、設備に異常のないことを確認し、同日 2 0 時 2 9 分に再起動した。停止期間中、使用済燃料プールの温度に有意な上昇は認められなかった。

F P C が停止した原因は、地震の揺れに伴う「スキマサージタンクレベル低低」用レベルスイッチの動作、若しくは地震の揺れに伴う使用済燃料プール水位の一時的な低下により F P C の吸込み圧力が低下したことによるものと考えられる。

地震に伴う津波の影響により、海水ポンプ室の取水路側から流入した海水が地下トレンチを通じて原子炉建屋内の一部に浸水し、R C W (B) 系および H P C W の 2 系統が機能喪失となったが、R C W (A) 系が健全であったことから、R H R による原子炉の冷却機能および F P C による使用済燃料プールの冷却機能に影響はなかった。

以上のことから、原子炉および使用済燃料プールの冷却機能に問題はなかった。

(添付資料－ 1 1、1 2、1 3)

(c) 閉じ込める

スタック放射線モニタ、放射性廃棄物放出水モニタ、モニタリングポストの値に異常な変化はなく、外部への放射能の影響はないことから、放射性物質の閉じ込め機能に問題はなかった。

(添付資料－ 1 4)

(d) 所内電源

松島幹線 2 号線からの外部電源を起動用変圧器を介して所内に受電し

ており、所内電源は常に確保されていた。

地震による揺れの影響で発電機界磁喪失信号が発信したことにより、DG (A)、(B) および高圧炉心スプレイ系DG (以下、「DG (H)」という。) が自動起動し、無負荷運転で待機中となった。その後、海水ポンプ室の取水路側から流入した海水が地下トレンチを通じて原子炉建屋内の一部に浸水し、RCW (B) 系およびHPCWの2系統が機能喪失となったことにより、DG (B) ならびにDG (H) が自動停止となったが、DG (A) は健全であり、仮に外部電源が喪失した場合でも、原子炉および使用済燃料プールの冷却に必要な非常用電源は確保されていた。

(添付資料－9)

d. 3号機

(a) 止める

定格熱出力一定運転中のところ、3月11日14時46分に発生した3.11地震により、地震加速度大信号(「R/B下部鉛直方向地震加速度大トリップ」:設定値100ガル)が発生し、直ちに全制御棒が全挿入となり、原子炉は設計どおり自動停止となったことから、原子炉の停止機能に問題はなかった。

(添付資料－15)

(b) 冷やす

津波の影響により、海水ポンプ室水位極低信号が発信され、循環水ポンプが停止するとともに、熱交換器建屋の海水ポンプエリアに流入した海水の浸水でタービン補機冷却海水系(以下、「TSW」という。)ポンプが停止した。このため、冷却水の供給がなくなった原子炉給水ポンプを全台手動停止し、RCICを起動して原子炉への給水を行うとともに、復水器による主蒸気の凝縮ができなくなったことから、MSIVを全閉とし、SRVにより原子炉の圧力制御を行った。

原子炉減圧に伴うRCIC停止以降は、CRDにより原子炉へ給水を行っていたが、RHRによる原子炉の冷却準備に伴い、一時的に復水補給水系(以下、「MUWC」という。)による給水も行った。これは、給水手段として、サブプレッションプール水を水源としたECCS、および復水貯蔵槽を水源としたMUWC等があったが、プラント停止に伴う崩壊熱の減少、および原子炉の水質維持を考慮して、復水貯蔵槽を水源としたMUWCにより原子炉への給水を行ったものである。

原子炉の冷却は、RHRにより問題なく行われ、3月12日1時17分、冷温停止となった。

また、地震により3月11日14時47分、FPCが停止したが、設備に異常のないことを確認し、同日15時23分に再起動した。停止期間中、使用済燃料プールの温度に有意な上昇は認められなかった。

FPCが停止した原因は、地震の揺れに伴う「スキマサージタンクレ

ベル低低」用レベルスイッチの動作、若しくは地震の揺れに伴う使用済燃料プール水位の一時的な低下により F P C ポンプの吸込み圧力が低下したことによるものと考えられる。

以上のことから、原子炉および使用済燃料プールの冷却機能に問題はなかった。

(添付資料－ 1 6、 1 7、 1 8、 1 9)

(c) 閉じ込める

原子炉水位低 (L－ 3) 信号に伴う原子炉格納容器隔離系は正常に動作しており、スタック放射線モニタ、放射性廃棄物放出水モニタ、モニタリングポストの値に異常な変化はなく、外部への放射能の影響はないことから、放射性物質の閉じ込め機能に問題はなかった。

(添付資料－ 2 0)

(d) 所内電源

松島幹線 2 号線からの外部電源を起動用変圧器を介して所内に受電しており、所内電源は常に確保されていた。

また、D G は全て健全であり、仮に外部電源が喪失した場合でも、原子炉および使用済燃料プールの冷却に必要な非常用電源は確保されていた。

(添付資料－ 9)

4. 地震および津波による被害状況

3. 1 1 地震とそれに伴う津波の影響等によるものと思われる法令に基づく報告事象および主な設備被害等はこれまで以下のとおり確認しているが、今後、設備の開放点検の詳細調査等により、更なる被害が明らかになる可能性がある。

これらの被害について、早期復旧に努めると共に、不適合処置を適切に行うことで、今回得られた知見を今後の設計、保守、運転管理に活かすこととする。

(1) 法令に基づく報告事象

a. 1 号機重油貯蔵タンク倒壊

(a) 概要

3. 1 1 地震に伴い、3 月 1 1 日 1 5 時 2 1 分頃に発生した津波の影響により、屋外 (O.P.+ 2. 5 m^{*}) に設置していた補助ボイラー用の重油貯蔵タンクが倒壊し、女川 1 号機取水口 (海洋) 側に重油が流出していることを地震後のパトロールにより同日 1 6 時 0 5 分頃に確認した。このため、吸着マットにより重油を吸着回収するとともに、オイルフェンスにより湾外への重油拡散防止措置を実施した。

倒壊した重油貯蔵タンクの内部を確認し、重油残量が数 k l 程度であったことから、地震発生前に貯蔵していた約 6 0 0 k l の重油が流出したと推定される。

本事象は、電気関係報告規則第 3 条第 1 項第 4 号に基づく報告事象である。

(b) 推定原因

重油貯蔵タンクは O.P. + 2.5 m^{*} に設置されており、3.11 地震に伴う津波 (O.P. + 約 1.3 m^{*}) により、重油貯蔵タンクが倒壊したものと推定される。

(c) 対策

津波を考慮した高台への重油貯蔵タンクの設置等の再発防止対策について、今後、検討していく。

なお、倒壊した重油貯蔵タンクについては撤去する。

(別紙－1)

※：3.11 地震発生後に公表された国土地理院による女川原子力発電所周辺の地殻変動（－約 1 m：速報値）を考慮した値

b. 1 号機 DG (A) 機能喪失

(a) 概要

4 月 1 日、DG (A) の定期試験（手動起動試験）を実施したところ、同期検定器が動作せず、しゃ断器を手動で投入することができない事象が発生した。このため、原子炉停止時冷却モード（以下、「SHC」という。）で運転中であった RHR (A) 系の非常用電源が確保できていない可能性があるとして、同日 10 時 40 分、保安規定第 62 条に定める運転上の制限（以下、「LCO」という。）を満足しないと判断した。

同期検定器の動作不良は、回路の一部に不具合があるためと考え、DG (A) 手動起動試験を再度実施するため、同期検定器回路の切り離し作業を行っていたところ、DG (A) が起動していない状態で DG (A) しゃ断器が自動投入される事象が発生したことから、4 月 5 日より DG (A) の点検を開始した。

点検の結果、DG (A) の界磁巻線を過渡的な高電圧から保護するためのバリスタ（保護素子）が損傷しており、更に界磁回路の整流器の一部素子（ダイオード）が短絡していることを確認した。

本事象は、実用発電用原子炉の設置、運転等に関する規則第 19 条の 17 第 1 項第 3 号に基づく報告事象である。

なお、保安規定第 62 条に定める LCO については、DG (B) について手動起動試験による健全性確認を行ったうえで、SHC の運転を RHR ポンプ (A) から RHR ポンプ (B) に切替えたことにより要求を満足したことから、21 時 18 分に保安規定第 62 条の LCO 復帰を宣言している。

(b) 推定原因

i. 同期検定器の動作不良の原因

同期検定器の動作不良に至ったメカニズムは以下のとおりと推定さ

れる。

- (i) 3. 11 地震時にメタクラ 6－1 A で発生した火災の影響により、メタクラ 6－1 A に設置している同期検出継電器と接続しているケーブルが地絡した。
- (ii) 同期検定器のスイッチを「入」操作した際に、同期検定回路に地絡電流が流れ、回路のヒューズが切れたため、同期検定器の動作不良に至ったものと推定される。

ii. しゃ断器が自動投入した原因

しゃ断器の自動投入に至ったメカニズムは以下のとおりと推定される。

- (i) DG (A) しゃ断器の投入条件に使用している同期検出継電器の出力接点回路ケーブルの切離し作業を実施した。
- (ii) ケーブルの切離し作業中に、メタクラ 6－1 A 制御回路の直流電圧が火災により溶損したケーブルから印加し、しゃ断器投入コイルが励磁したため、DG (A) が起動していない状態でしゃ断器が自動投入したものと推定される。

iii. バリスタおよび整流器損傷の原因

バリスタおよび整流器が損傷に至ったメカニズムは以下のとおりと推定される。

- (i) DG (A) しゃ断器が自動投入したことにより、メタクラ 6－1 C 母線から DG (A) 固定子巻線に電圧が印加され過電流が流れ界磁巻線に過電圧が誘起された。
- (ii) 界磁過電圧がバリスタ放電開始電圧を超過したことにより、バリスタが損傷し界磁巻線とバリスタ間のループで電流が流れ、バリスタ接続電線間の電磁反発力により電線が断線した。
- (iii) また、界磁過電圧が整流器に連続で印加され、整流器の極間過電圧により一部のダイオードの短絡が発生した。

(c) 対策

- i. 火災の発生したメタクラ 6－1 A について、横置き型で耐震性の高い構造となっている真空しゃ断器（以下、「VCB」という。）を使用している盤へ設備更新することにより、火災発生の抑制を図る。
- ii. 同期検出継電器の出力回路は、従来より、リレーを介して常用系と分離する設計となっているため、火災等によるケーブルの溶損・混触を防止することで再発を防ぐことは可能と考える。

しかしながら、DG の信頼性をより向上する観点から、同期検出継電器の出力回路を常時分離し、DG 手動起動試験等の必要な時のみ接続できるようにするスイッチ等を設置し、回路の改善を実施する。

なお、異常が確認されたバリスタおよび整流器については、4 月 2

8日に交換を行っており、また、DG（A）および同期検定回路で地絡が確認された回路について隔離を行った。

（別紙－2）

c．2号機RCW（B）系、RSW（B）系およびHPCWの機能喪失

（a）概要

3．11地震による揺れの影響で発電機界磁喪失信号が発信したことにより、DG（A）、（B）および（H）が自動起動し、無負荷運転となった。その後、3月11日15時34分にRCWポンプ（B）が自動停止し、バックアップで起動したRCWポンプ（D）も即自動停止したことから、DG（B）は冷却水の供給がなくなり、同日15時35分に自動停止した。また、同日15時41分にHPCWポンプが自動停止したことから、DG（H）は冷却水の供給がなくなり、同日15時42分に自動停止した。

現場確認の結果、原子炉建屋地下3階の非管理区域にあるRCW熱交換機（B）室、HPCW熱交換器室およびエレベータエリアにアクセスする階段室に海水が流入（深さ約2.5m）しており、RCWポンプ（B）、（D）およびHPCWポンプが浸水していること、RCW熱交換器（A）室にも海水が流入（深さ約0.5m）していることを確認したことから、同日20時25分、仮設ポンプにより浸水エリアの海水を屋外へ排水する作業を開始し、3月16日10時30分に排水を完了した。

また、地震後のパトロールの結果、屋外にある海水ポンプ室の原子炉補機冷却海水系（以下、「RSW」という。）ポンプ（B）エリアが浸水しており、同エリアに設置しているRSWポンプ（B）および（D）も浸水している可能性があることを確認した。

海水が浸水もしくは浸水の可能性があるRCWポンプ（B）、（D）、RSWポンプ（B）、（D）、HPCWポンプの各モータおよび浸水した電動弁駆動部を工場で点検した結果、一部絶縁抵抗測定値が判定値を満足していたものの、いずれも分解点検で錆等が確認されたことから、当該ポンプは原子炉施設の安全を確保するために必要な機能を満足していないと判断した。

本事象は、実用発電用原子炉の設置、運転等に関する規則第19条の17第1項第3号に基づく報告事象である。

（b）推定原因

津波の引き波対策として海水ポンプ室内のRSWポンプ（B）エリアに循環水ポンプ自動停止用の水位計（以下、「当該水位計」という。）を追設（平成14年）した際、津波の押し波による影響に対して、設置場所の選定にあたっての考慮および止水処置が不十分であった。

このため、3．11地震に伴う津波による海水が取水路側から当該水位計設置箱を経由して海水ポンプ室内に流入し、RSWポンプ（B）エ

リアが浸水するとともに、地下トレンチを通じて原子炉建屋内の一部にまで流入した結果、RCW（B）系、RSW（B）系およびHPCWが機能喪失に至ったものと推定した。

なお、当該水位計は1号機および3号機にも設置されているが、設置エリアが異なる（除塵装置室）ため、RCW系等への被害はなかった。また、除塵装置室にも海水が流入した痕跡はあったが、当該水位計収納箱の蓋は外れていなかったことから、同エリアでは当該水位計の手前にある除塵装置の開口部から海水が流入したものと推定した。

（c）対策

- i．当該水位計を取外し、開口部に止水処理を行った。

なお、当該水位計については、海水による浸水防止を考慮したエリアへ移設設置する。

- ii．海水ポンプ室からトレンチへの配管貫通部およびケーブルトレイ貫通部について、補修を実施した。
- iii．中長期的な対策として、平成23年3月30日付の経済産業大臣指示文書「平成23年福島第一・第二原子力発電所事故を踏まえた他の発電所の緊急安全対策について（指示）」を受けて取りまとめた女川原子力発電所における緊急安全対策のうち、津波による浸水防止対策である建屋扉の水密性向上や防潮堤、防潮壁の設置を実施していく。

なお、浸水したポンプモータおよび電動弁駆動部については、分解点検結果を踏まえ、補修（洗浄および手入れ等）を行った。

（別紙－3）

（2）主な設備被害

a．1号機常用メタクラの火災

（a）概要

3. 11地震発生直後の3月11日14時57分、中央制御室で火災報知器が発報したため、運転員が現場確認に向かったところ、同日15時30分、タービン建屋地下階からの発煙を確認した。

消防署へ119番通報を行うとともに、自衛消防隊消火班が消火活動に向かったが、発煙による視界不良により発煙箇所の特定ができなかったことから、同日17時15分より、主油タンク室等への二酸化炭素消火設備による消火を開始した。

その後、現場確認を行ったところ、タービン建屋地下1階にある常用メタクラ6－1AのユニットNo.7およびNo.8（以下、「当該ユニット」という。）が焼損し、当該ユニット内部が過熱していたことから、粉末消火器による消火活動を行った。

3. 11地震および津波の影響により、発電所の周辺道路は一部損壊しており、消防署による鎮火確認が行えなかったことから、当社協

力企業の消防署勤務経験者が22時55分に消火を確認した。その後、周辺道路の応急復旧が完了したため、3月22日に消防署による現場確認が行われ、本事象は火災であるとの見解が示された。

なお、同日14時55分、本事象の影響により外部電源を受電していた起動用変圧器が過電流継電器の動作により停止しているが、DGが正常に動作し、所内非常用設備への電源供給を行った。

その後、外観目視および絶縁抵抗測定結果により起動用変圧器に異常のないことを確認のうえ、3月12日2時05分に起動用変圧器を復旧し、常用メタクラ6-1A以外の常用母線について順次復電した。

(b) 推定原因

当該盤内で接続位置にて吊り上げられていたマグネブラストしゃ断器（以下、「MBB」という。）が、地震による振動で大きく揺れたことにより、当該ユニットにおいて、盤側およびMBB側断路部が破損し、接続導体と周囲の構造物が接触して短絡・地絡が発生し、これに伴い発生したアーク放電の熱により盤内ケーブルの絶縁被覆が溶け、発煙したものと推定される。

(c) 対策

MBBを使用している当該盤について、横置き型で耐震性の高い構造となっているVCBを使用している盤への設備更新を実施する。

VCBは、断路位置から接続位置にする際は盤内に押し込み、固定する機構があることから、耐震性の高い構造となっている。

（別紙-4）

b. 主要設備等における被害状況

法令に基づく報告対象の3件に加え、安全上重要な機器や安全協定の関連設備などの主要設備について、地震後のパトロール等により、これまで56件の設備被害（1号機常用メタクラ火災を含む）が確認されている。

また、上記以外に、使用済燃料プールへの異物落下や放射性雑固体廃棄物のドラム缶転倒などといった、原子炉の安全性に影響を及ぼさない主要設備以外での軽微な被害が、これまで565件確認されている。

これらの被害、および継続している被害調査により今後明らかになる被害については、適切に不適合管理を実施していく。

（添付資料-21）

(3) 水漏れ事象

a. 1号機

3.11地震の揺れで、使用済燃料プール水がオペレーションフロア内に漏えい（0.23ℓ）するなど、原子炉建屋およびタービン建屋で合

計 1 1 箇所の水漏れが確認された。

漏えいした水の放射エネルギーは、最大でも $6.2 \times 10^2 \text{Bq}$ であり、法令報告基準を超えるものはなかった。なお、漏えいした水は拭き取りを行った。

(添付資料－ 2 2)

b. 2 号機

3. 1 1 地震の揺れで、使用済燃料プール水がオペレーションフロア内に漏えい (0. 2 2 l) するなど、原子炉建屋およびタービン建屋で合計 5 箇所の水漏れが確認された。

漏えいした水の放射エネルギーは、最大でも $2.1 \times 10^2 \text{Bq}$ であり、法令報告基準を超えるものはなかった。なお、漏えいした水は拭き取りを行った。

(添付資料－ 2 2)

c. 3 号機

3. 1 1 地震の揺れで、使用済燃料プール水がオペレーションフロア内に漏えい (3. 1 4 l) するなど、原子炉建屋、サービス建屋および熱交換器建屋で合計 5 箇所の水漏れが確認された。

漏えいした水の放射エネルギーは、最大でも $2.7 \times 10^3 \text{Bq}$ であり、法令報告基準を超えるものはなかった。なお、漏えいした水は拭き取りを行った。

(添付資料－ 2 2)

d. 共用設備

3. 1 1 地震の揺れで、サイトバンカ貯蔵プール水がオペレーションフロア内に漏えい (3. 1 l) するなど、サイトバンカ建屋内で 2 箇所の水漏れが確認された。

漏えいした水の放射エネルギーは、最大でも $5.1 \times 10^3 \text{Bq}$ であり、法令報告基準を超えるものはなかった。なお、漏えいした水は拭き取りを行った。

(添付資料－ 2 2)

5. 福島第一原子力発電所事故の影響

女川原子力発電所の敷地境界の放射線量を測定しているモニタリングポスト (以下、「MP」という。) の値が、3 月 1 2 日 2 3 時頃より上昇し始め、3 月 1 3 日 1 時 5 0 分、最大 $21 \mu\text{Sv/h}$ (MP 2) となったことから、同日 1 2 時 5 0 分に原子力災害対策特別措置法第 1 0 条に基づく通報を行った。MP の値はその後低下し続け、3 月 1 5 日 2 3 時 2 0 分に通報基準値である $5 \mu\text{Sv/h}$ を下回った。MP の値は 5 月 2 9 日現在、 $0.22 \mu\text{Sv/h}$ となっている。

MPの値が上昇した原因は、以下の理由から、女川原子力発電所起因ではなく、福島第一原子力発電所事故により大気中に放出された放射性物質の影響によるものと推定している。

- (1) 女川原子力発電所は、1号機が3月12日0時58分、2号機が3月11日14時49分、3号機が3月12日1時17分にそれぞれ冷温停止となり、MPが上昇し始めた当時は特にプラント操作も行っておらず、スタック放射線モニタの値および各パラメータは安定しており、外部への放射能の影響はなかった。
- (2) $5\mu\text{Sv/h}$ は、スタック放射線モニタの指示値に換算すると 1650cps に相当する。これに対し、女川原子力発電所1～3号機のスタック放射線モニタの指示値は $44\sim 47\text{cps}$ と十分低い値であった。
- (3) 女川原子力発電所起因の場合は、最初にスタック放射線モニタの値が上昇した後にMPの指示値が上昇することになるが、今回は、最初にMPの指示値が上昇し始め、その後、空調機で建屋内に外気を取り込んだ影響により、3月13日0時頃よりスタック放射線モニタの値が上昇し始めている。
- (4) 3月12日は、福島第一原子力発電所第1号機において格納容器ベントが実施されるとともに、水素爆発によるものと思われる原子炉建屋の損傷が確認されている。

(添付資料－8、14、20、23)

6. 地震および津波に関する評価

3. 11地震時に取得された地震観測記録の分析結果および津波の調査結果について、4月7日に原子力安全・保安院へ報告している。

(1) 地震観測記録の分析結果

3. 11地震により女川1～3号機の原子炉建屋各階で観測された最大加速度値は、耐震設計審査指針の改訂（平成18年9月）を踏まえ策定した基準地震動 S_s に対する最大応答加速度値を一部上回る階があるものの、ほぼ同等であった。

また、敷地地盤の地震観測記録の応答スペクトルは、基準地震動 S_s の応答スペクトルを一部上回る（地震計より上部の地盤の影響を含む）ものの、ほぼ同等であった。

今回の地震観測記録に基づき地震応答解析を実施し、女川1～3号機の原子炉建屋の耐震壁の変形および各階毎の耐震壁に作用したせん断力を評価した結果、原子炉建屋の機能が維持されていることを確認した。

(添付資料－24)

(2) 津波の調査結果

3. 11地震の際に潮位計で確認された津波の高さは、最大で0.P. +約13m※(3月11日15時29分)であり、女川原子力発電所の敷地高さ(0.P. +約13.8m※)を超えていないことを確認した。なお、敷地海側の一部に海水の浸入痕が確認されたが、主要な建屋には到達しなかった。

(添付資料－25、26)

※：3. 11地震発生後に公表された国土地理院による女川原子力発電所周辺の地殻変動（一約1m：速報値）を考慮した値

以 上

女川原子力発電所第1号機における
重油貯蔵タンク倒壊に係る原因と対策について

1. 事象の概要

女川原子力発電所1号機は、定格熱出力一定運転中のところ、平成23年3月11日14時46分に発生した東北地方太平洋沖地震（発電所での観測震度6弱）により原子炉が自動停止し、3月12日に冷温停止状態となっている。

地震に伴う津波の影響により、屋外（O.P. + 2.5m^{*}）に設置していた1号機補助ボイラー用の重油貯蔵タンクが倒壊し、重油貯蔵タンクから1号機取水口（海洋）側へ重油が流出していることを地震後のパトロールにより3月11日16時05分頃に確認した。

また、重油移送ポンプが浸水し、油の輸送管が損傷していることを確認した。

なお、本事象が発生したと推定される津波の到達時には、補助ボイラーへの重油供給は行われていなかった。

この結果を受け、3月29日11時00分に電気関係報告規則第3条第1項第4号に基づく報告事象であると判断した。

2. 流出した重油量

倒壊した重油貯蔵タンクの内部を確認し、重油残量が数kℓ程度であったことから、地震前に貯蔵していた約600kℓの重油が流出したものと推定される。

3. 処置状況

流出した重油は、3月22日より吸着マットにより吸着回収させるとともに、3月25日よりオイルフェンスを設置し、湾外への拡散防止を実施した。

（別添－1）

4. 過去の点検履歴

至近の点検は以下のとおり実施しており、設備に異常は認められていない。

（a）開放点検（1回／10年）

平成22年3月10日～7月15日に実施した開放点検の結果、異常は確認されなかった。

（b）外観点検（1回／年）

平成22年7月12日に実施した外観点検の結果、異常は確認されなかった。

（別添－2）

5. 推定原因

重油貯蔵タンクは 0.P. + 2. 5 m[※]に設置されており、3. 1 1 地震に伴う津波 (0.P. + 約 1 3 m[※]) により、重油貯蔵タンクが倒壊したものと推定している。

6. 再発防止対策

津波を考慮した高台への重油貯蔵タンクの設置等の再発防止対策について、今後、検討していく。

なお、倒壊した重油貯蔵タンクについては撤去する。

以 上

※：3. 1 1 地震発生後に公表された国土地理院による女川原子力発電所周辺の地殻変動
(一約 1 m：速報値) を考慮した値

【別添資料】

別添－1 現場写真

別添－2 過去の点検履歴



重油貯蔵タンク倒壊写真



オイルフェンス設置状況



吸着マット設置状況

過去の点検履歴（女川 1 号機 重油貯蔵タンク）

1. 開放点検（1 回／10 年）

点検項目	第 10 回定検 (H7. 9. 21～11. 21)	第 19 回定検 (H22. 3. 10～7. 15)
外観目視	良	良
タンク沈下測定	良	良
タンク垂直度測定	良	良
底板検査（肉厚、MT、膜厚）	良	良
側板検査（肉厚、MT、膜厚）	良	良
ノズル検査（PT、MT）	良	良
マンホール、配管他検査	良	良
漏洩検査	良	良

2. 外観点検（1 回／年）

点検項目	H20Fy (H20. 7. 17)	H21Fy (H21. 7. 20)	H22Fy (H22. 7. 12)
保安距離	良	良	良
保有空地	良	良	良
不等沈下	良	良	良
基礎	良	良	良
底部	良	良	良
側板部	良	良	良
屋根部	良	良	良
計測関係	良	良	良
配管・バルブ等	良	良	良
ポンプ設備	良	良	良
防油堤	良	良	良
電気設備	良	良	良
標識、掲示板	良	良	良
消火器	良	良	良
その他（階段、歩廊等）	良	良	良

点検記録の保存年限である過去 3 ヶ年について記載

女川原子力発電所第 1 号機における
非常用ディーゼル発電機（A）機能喪失に係る原因と対策について

1. 事象の概要

女川原子力発電所 1 号機は、定格熱出力一定運転中のところ、平成 23 年 3 月 11 日 14 時 46 分に発生した東北地方太平洋沖地震（発電所での観測震度 6 弱）により原子炉が自動停止し、3 月 12 日に冷温停止状態となっている。

4 月 1 日、DG（A）の定期試験（手動起動試験）を実施した際に、DG（A）を所内電源系へ接続するための同期検定器が動作せず、しゃ断器を手動で投入することが出来なかった（所内電源系への接続が不可能）ことから、SHC で運転中であった RHR（A）系の非常用電源が確保できていない可能性があるとして、10 時 40 分に、保安規定第 6 2 条に定める LCO を満足しないと判断した。

同期検定器の動作不良は、回路の一部に不具合があるためと考え、DG（A）の手動起動試験再実施のために当該回路の隔離作業を行っていたところ、17 時 47 分に、DG（A）が起動していない状態で DG（A）のしゃ断器が自動投入される事象が発生した。しゃ断器自動投入の原因および影響を調査するため、4 月 5 日より DG（A）の点検を開始した。

点検の結果、DG（A）界磁回路のバリスタ※¹が損傷しており、更に界磁回路の整流器※²の一部ダイオードが短絡していることを確認した。この整流器が不具合となった場合、電圧の制御が正しく行えないため、DG（A）が必要な機能を有していないことから、4 月 8 日 14 時 30 分、実用炉規則第 19 条の 17 第 1 項第 3 号に基づく報告対象に該当するものと判断した。

なお、保安規定第 6 2 条に定める LCO については、DG（B）について手動起動試験による健全性確認を行ったうえで、SHC の運転を RHR ポンプ（A）から RHR ポンプ（B）に切替えたことにより要求を満足したことから、21 時 18 分に保安規定第 6 2 条の LCO 復帰を宣言している。

※ 1：界磁巻線を過渡的な高電圧から保護するためのもの。

※ 2：交流電圧を整流し、界磁回路に安定した直流電圧を供給するもの。

（別添－ 1 ～ 3）

2. 原因調査

（1）同期検定器の動作不良の要因調査

DG（A）を所内電源系へ接続する際、同期検定器が動作しなかったことについて、要因分析表に基づき調査した結果、以下のことが確認された。

（別添－ 4）

- a. 同期検定回路のヒューズ導通確認を実施したところ、メタクラ 6－1 C 電圧および DG（A）電圧の入力回路に使用しているヒューズが切れていることが確認された。

- b. 同期検定回路の運転側R相－起動側R相のケーブルにおいて地絡が確認された。

(別添－ 5)

(2) DG (A) しゃ断器の自動投入について

DG (A) が起動していない状態でDG (A) しゃ断器が自動投入されたことについて、要因分析表に基づき調査した結果、DG (A) しゃ断器の手動投入条件としている同期検定回路のケーブルにおいて、地絡が確認された。

(別添－ 6、 7)

(3) DG (A) しゃ断器の自動投入による影響調査について

DG (A) しゃ断器の自動投入によりDG (A) に電圧が印加され過電流となったと推定されることから、その影響範囲を検討しDG (A) およびDG (A) 制御盤について調査を実施した。

(別添－ 8)

a. DG (A) 発電機

発電機の外観点検・抵抗測定・絶縁抵抗測定・電磁ピックアップ※³の点検を実施したところ、特に異常は認められなかった。

また、固定子巻線および界磁回路に過電流が流れたことからDG (A) 発電機について分解点検を実施したが、特に異常は認められなかった。

※3：DG回転数を検出する速度検出器

(別添－ 9、 10)

b. DG (A) 制御盤

制御盤内の目視確認を実施したところ、DG (A) 界磁回路のバリスタおよび接続ケーブルが損傷していることを確認した。バリスタについて電圧測定を実施したところ、短絡していることを確認した。

また、界磁回路の整流器について電圧測定を実施したところ、整流器のダイオードが2箇所短絡していることを確認した。

バリスタおよび整流器の交換後、制御盤について詳細点検を実施した結果、特に異常は認められなかった。

なお、バリスタおよび整流器については、4月28日に交換を行った。

(別添－ 11、 12)

c. DG (A) 試運転

DG (A) について、バリスタおよび整流器の交換およびDG (A) 発電機分解点検・制御盤点検後、試運転および定期検査を実施した結果、正常に動作し、機能に問題がないことを確認し、5月18日に復旧した。

(別添－ 13)

4. 推定原因

(1) 同期検定器の動作不良の原因

同期検定回路の点検を行った結果、電圧入力回路のヒューズが切れてい

たことおよびメタクラ 6－1 A に設置している同期検出継電器と接続しているケーブルが地絡していることが確認された。

以上のことから、同期検定器のスイッチを「入」操作した時、メタクラ 6－1 A に設置している同期検出継電器と接続しているケーブルが地絡していたため、地絡電流が流れ電圧入力回路のヒューズが切れたものと推定される。

なお、当該ケーブルが地絡していた原因は、メタクラ 6－1 A で発生した火災の影響により制御ケーブルが溶損し、地絡に至ったものと推定される。

また、地絡が確認された同期検定器の電圧回路ケーブルをリフトしメタクラ 6－1 A との接続を分離し、ヒューズ断線とならないよう処置した。

(別添－14)

(2) シャ断器が自動投入した原因

DG (A) シャ断器の手動投入条件に使用している同期検出継電器の出力検出回路ケーブルが地絡していたことから、当該ケーブルの切離し作業を実施中、メタクラ 6－1 A 制御回路の直流電圧が火災により溶損したケーブルから印加し、シャ断器投入コイルが励磁し、DG (A) が起動していない状態で DG (A) シャ断器が自動投入に至ったものと推定される。

なお、地絡が確認された DG (A) シャ断器へ出力している同期検出継電器の制御ケーブルをリフトし、メタクラ 6－1 A との接続を分離し、DG (A) シャ断器へ影響を与えないよう処置した。

(別添－15)

(3) バリスタおよび整流器損傷の原因

バリスタおよび整流器が損傷に至ったメカニズムは以下のとおりと推定される。

- a. DG (A) シャ断器が自動投入したことにより、メタクラ 6－1 C 母線から DG (A) 固定子巻線に電圧が印加され過電流が流れ界磁巻線に過電圧が誘起された。
- b. 界磁過電圧がバリスタ放電開始電圧を超過したことにより、バリスタが損傷し界磁巻線とバリスタ間で電流が流れ、バリスタ接続電線間の電磁反発力により電線が断線した。
- c. また、界磁過電圧が整流器に連続で印加され、整流器の極間過電圧により一部のダイオードの短絡が発生した。

(別添－16)

5. 再発防止対策

- (1) 火災の発生したメタクラ 6－1 A については、横置き型で耐震性の高い構造となっている真空シャ断器を使用している盤へ設備更新することにより、火災発生の抑制を図る。

(2) 同期検出継電器の出力回路は、従来より、リレーを介して常用系と分離する設計となっているため、火災等によるケーブルの溶損・混触を防止することで再発を防ぐことは可能と考える。

しかしながら、DGの信頼性をより向上する観点から、同期検出継電器の出力回路を常時分離し、DG手動起動試験等の必要な時のみ接続できるようにするスイッチ等を設置し、回路の改善を実施する。また、DG（B）についても同様の改善を実施する。

(別添－ 1 7)

以 上

【別添資料】

別添－ 1	時系列
別添－ 2	女川 1 号 DG（A）系統接続概要図
別添－ 3	女川 1 号 DG（A）界磁回路の部品破損状況
別添－ 4	同期検定器動作不良要因分析図
別添－ 5	DG（A）同期検定回路の調査
別添－ 6	DG（A）しゃ断器自動投入要因分析図
別添－ 7	DG（A）しゃ断器自動投入調査
別添－ 8	DG（A）しゃ断器自動投入による影響範囲図
別添－ 9	DG（A）発電機調査
別添－ 1 0	DG（A）発電機分解点検
別添－ 1 1	DG（A）制御盤調査
別添－ 1 2	DG（A）制御盤点検
別添－ 1 3	DG（A）試運転結果
別添－ 1 4	同期検定器の動作不良要因説明図
別添－ 1 5	しゃ断器自動投入事象要因説明図
別添－ 1 6	バリスタおよび整流器損傷のメカニズム
別添－ 1 7	再発防止対策（同期検出継電器の出力回路常時分離） イメージ図

時系列

4月1日（金）

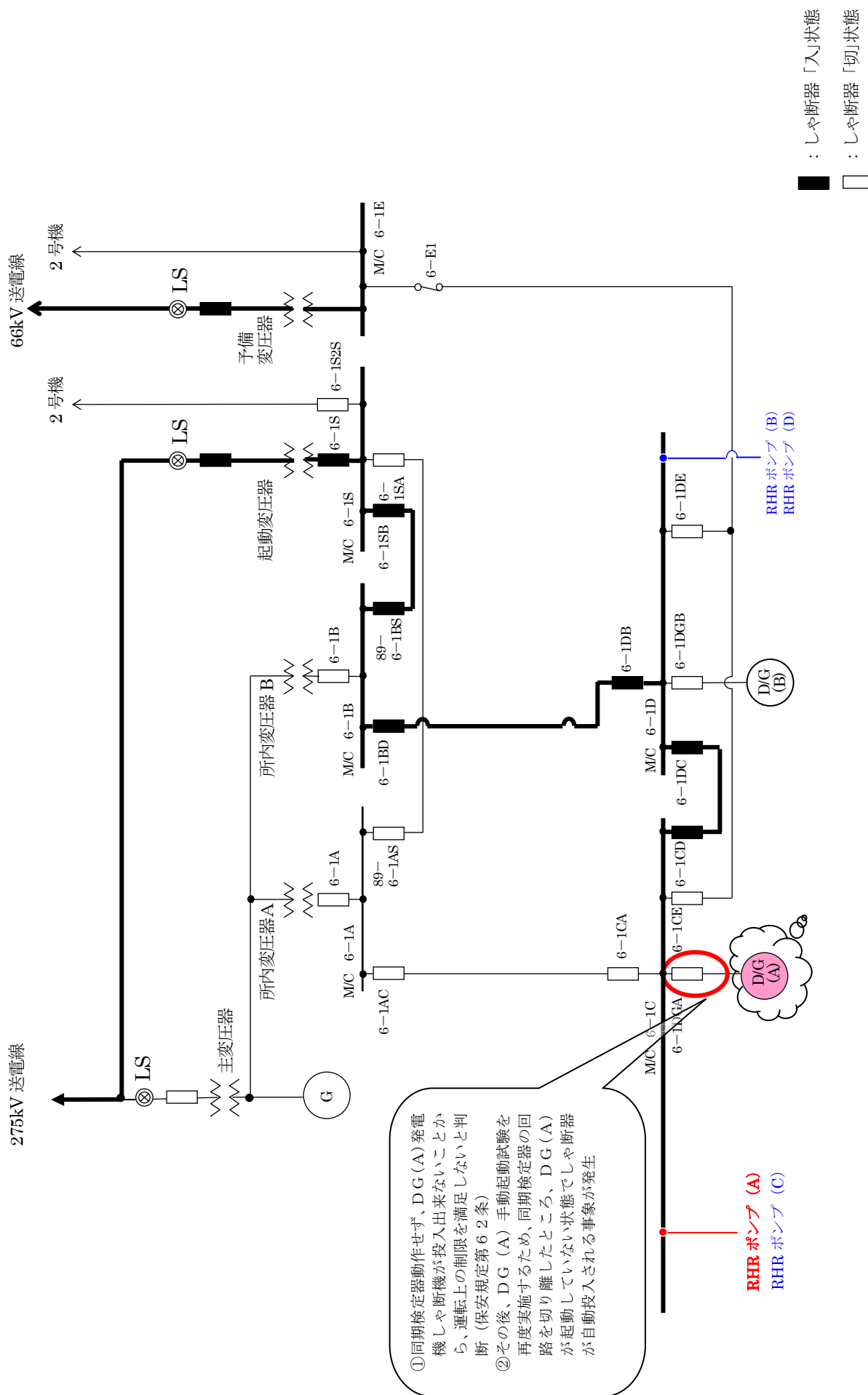
- 10:00 DG（A）手動起動試験開始
- 10:21 DG（A）停止（同期検定器の動作不良のため）
- 10:40 発電課長は保安規定第62条（非常用ディーゼル発電機その2）のLCOを満足しないと判断し、LCO逸脱を宣言
- 11:07 DG（B）手動起動試験開始
- 17:23 DG（B）手動起動試験終了
DG（A）同期検定器の回路の一部に不具合があると考え、当該回路を切り離す操作を実施
- 17:47 DG（A）しゃ断器 自動投入
DG（A）しゃ断器 手動開放
- 21:18 RHR（B）SHC起動
発電課長は保安規定第62条のLCOを満足していることを確認し、LCO復帰を宣言

4月5日（火）～

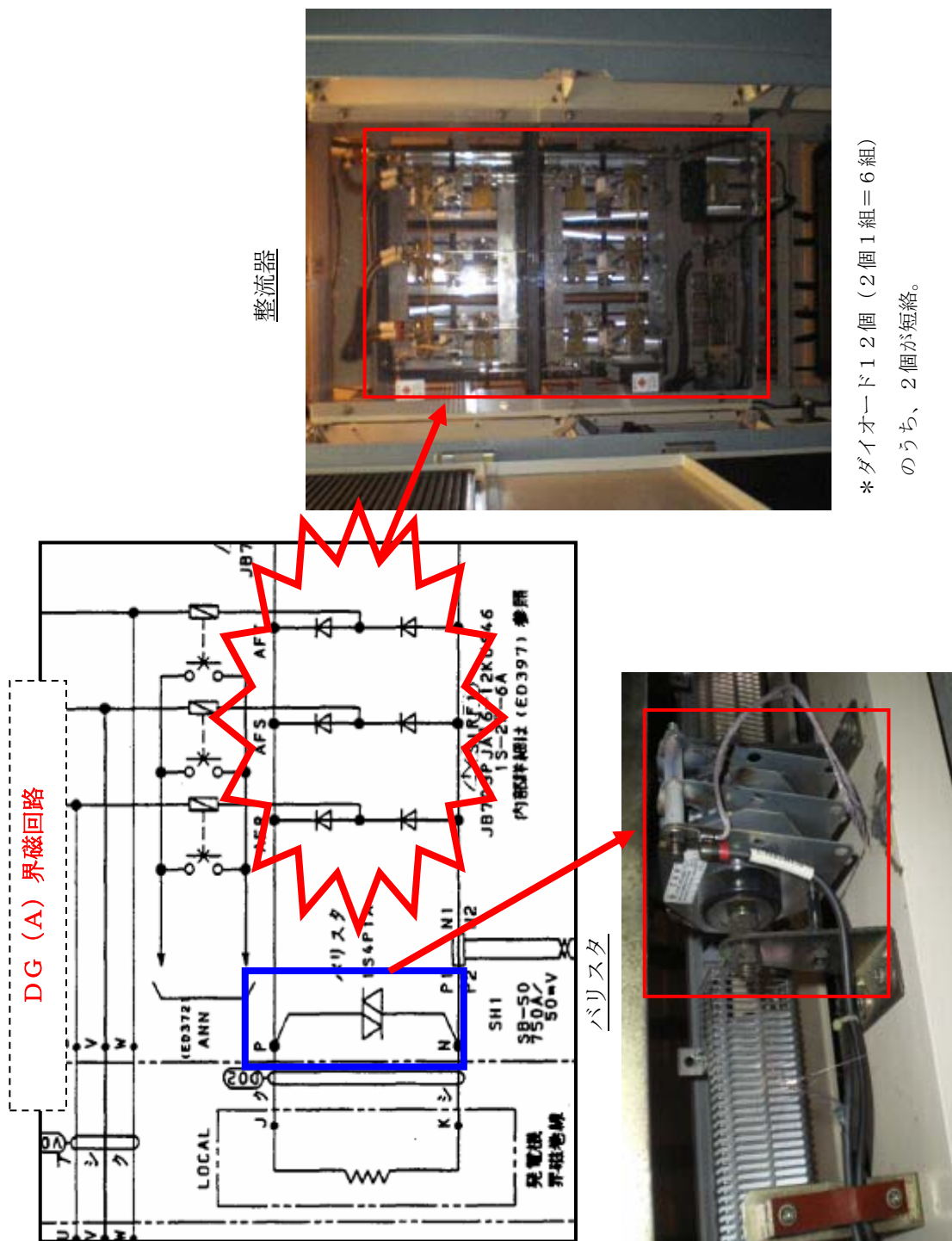
設備メーカーによるDG（A）および制御盤の点検

4月8日（金）

点検の結果、DG（A）界磁回路のバリスタの損傷および界磁回路の整流器の一部ダイオードの短絡を確認したことから、DG（A）の必要な機能を有していないことを確認。



女川1号 DG (A) 系統接続概要図



女川1号 DG (A) 界磁回路の部品破損状況

同期検定器動作不良要因分析図



DG（A）同期検定回路の調査

1. 調査目的

同期検定器操作スイッチを「入」としたが動作しなかったことから、同期検定回路の調査を実施する。

2. 調査方法

(1) ヒューズ導通確認

ヒューズの導通を確認する。

(2) 配線確認

同期検定器操作スイッチ「切」の状態、同期検定回路の配線について相間抵抗および対地間抵抗の測定を実施する。

(3) 動作確認

実際に同期検定器操作スイッチを使用し、スイッチの動作および指示計の動作を確認する。

3. 調査結果

(1) ヒューズ導通確認結果

対象	調査項目	結果	判定
DGA PT 2次-R (FU 3A)	導通確認	導通なし	否
DGA PT 2次-S (FU 3A)		導通あり	良
6-1C PT 2次-R (FU 3A)		導通なし	否
6-1C PT 2次-S (FU 3A)		導通あり	良
運転側電圧計 (FU 3A)		導通あり	良
起動側電圧計 (FU 3A)		導通あり	良

(2) 配線確認

対象	調査項目	結果	判定
RBA (運転側R相) - RGA (起動側R相)	相間抵抗測定	0 Ω	否
RBA (運転側R相) - SA (共通S相)		オーバーレンジ	良
RGA (起動側R相) - SA (共通S相)		オーバーレンジ	良
RBA (運転側R相) - E (アース)	対地間抵抗測定	25 Ω (地絡)	否
RGA (起動側R相) - E (アース)		21 Ω (地絡)	否
SA (共通S相) - E (アース)		2.5 MΩ	良

(3) 動作確認

対象	調査項目	結果	判定
43-25 6-1DGA	操作スイッチ	動作	良
	電圧計 (運転側)	動作	良
	電圧計 (起動側)	—※	—
	同期検定器	動作	良
43-25 6-1CE	電圧計 (運転側)	動作	良
	電圧計 (起動側)	動作	良
	同期検定器	動作	良

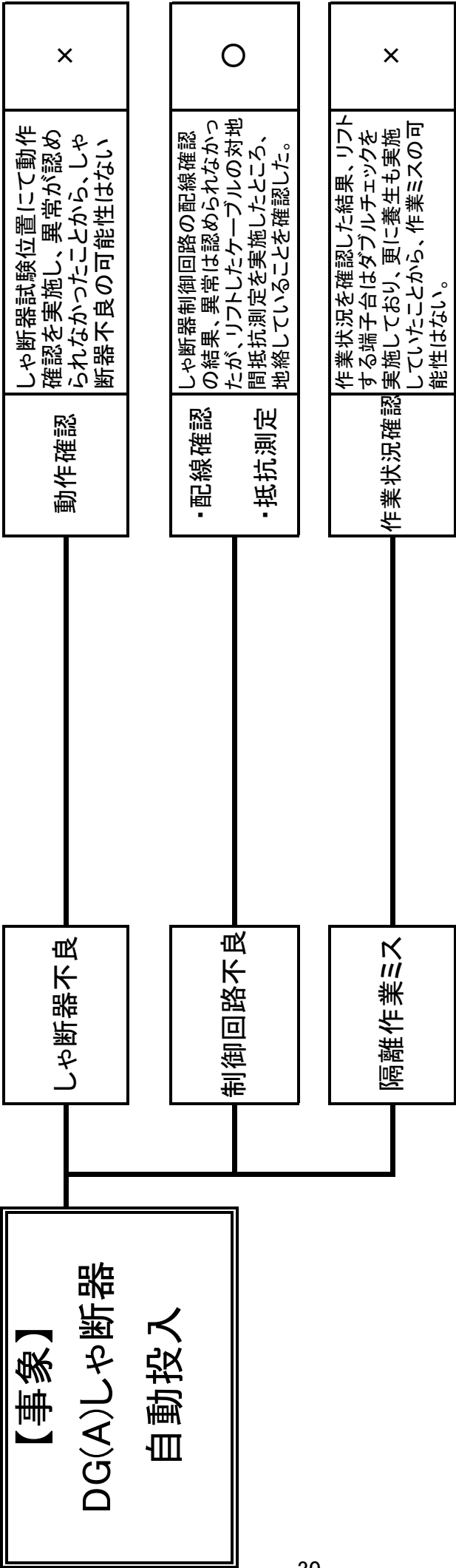
※6-1DGA起動側はDG（A）起動後でないと動作しないため、6-1CEにて動作確認を実施した。動作する計器は同じである。

4. まとめ

同期検定回路 R 相のヒューズ切れが確認されたことから、同期検定器の動作不良はヒューズ切れが原因である。

また、同期検定回路の運転側 R 相－起動側 R 相間のケーブルにおいて短絡・地絡個所が確認された。このケーブルはメタクラ 6－1 A へ接続されるものであり、火災の影響により短絡・地絡が発生したものと考えられる。また、ヒューズ断線個所がいずれも R 相のため、この短絡電流、もしくは地絡電流によってヒューズが断線したものと考えられる。

DG(A)しゃ断器自動投入要因分析図



要因

調査項目

調査結果

判定

○:要因

×

要因なし

D G（A）しゃ断器自動投入調査

1. 調査目的

D G（A）が起動していない状態にもかかわらずD G（A）しゃ断器が自動投入されたことより、D G（A）しゃ断器の健全性を確認するためD G（A）しゃ断器およびD G（A）しゃ断器制御回路の調査を実施する。

2. 調査方法

(1) D G（A）しゃ断器

a. 動作確認

しゃ断器試験位置にて中央制御室より操作スイッチにて開閉操作を実施する。

(2) D G（A）しゃ断器制御回路

a. 配線確認

現場配線と図面を照合し配線確認を実施する。

b. 抵抗測定

隔離したケーブルと対地間の抵抗測定を実施する。

3. 調査結果

(1) D G（A）しゃ断器

D G（A）しゃ断器の動作確認を実施し異常のないことを確認した。

(2) D G（A）しゃ断器制御回路

a. D G（A）しゃ断器制御回路の配線確認を実施し、図面通りに配線されていることを確認した。

b. 抵抗測定

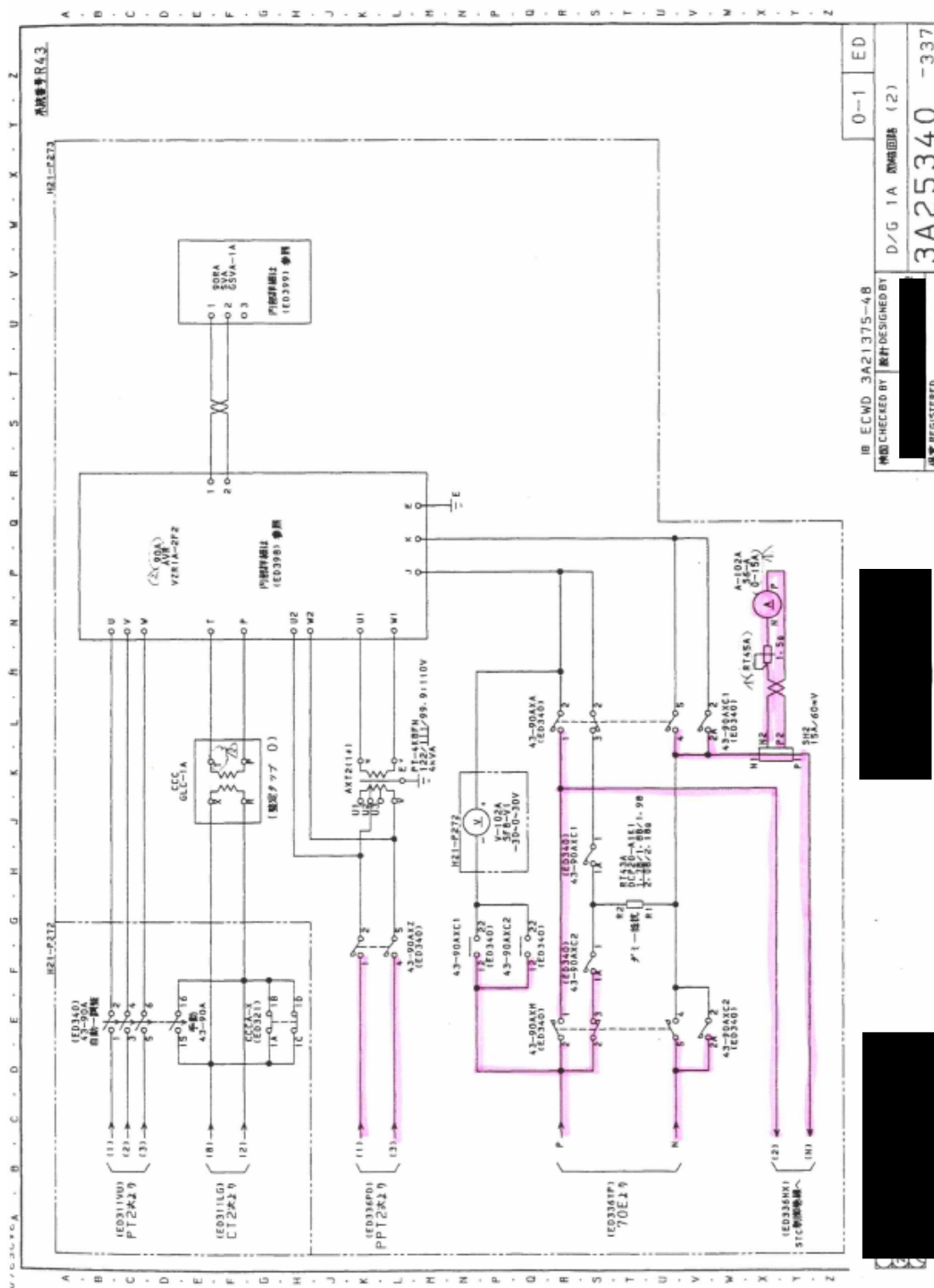
対象	調査項目	結果	判定
ED029D01 1－E(アース)	対地間 抵抗測定	121Ω（地絡）	否
ED029D01 2－E(アース)		233Ω（地絡）	否

4. まとめ

D G（A）しゃ断器制御回路について、隔離したケーブルの抵抗測定を実施した結果、メタクラ6－1 A側で地絡していることを確認した。

図 10 影響範囲による自動投入(DG(A)しや断器)





D G (A) 発電機調査

1. 調査目的

D G (A) が起動していない状態にもかかわらずD G (A) しゃ断器が自動投入されたことより、D G (A) 発電機への影響を確認するため調査を実施する。

2. 点検内容

(1) 外観点検

D G (A) 発電機および界磁回路の外観を確認する。

(2) 抵抗測定

D G (A) 発電機主回路、界磁回路について抵抗測定を実施する。

(3) 絶縁抵抗測定

D G (A) 発電機主回路、界磁回路について絶縁抵抗を測定する。

(4) 電磁ピックアップ点検

ピックアップ本体の外観点検および抵抗測定を行う。

3. 点検結果

(1) 外観点検

a. D G (A) 発電機外観

異常なし

b. 界磁回路

異常なし

(2) 抵抗測定

a. D G (A) 発電機主回路

相	抵抗値	判定基準	結果	備考
U-V	0.09930 Ω	各相関の抵抗値とその平均値の差が平均値の 5 % 以内であること	良	ケーブル抵抗含み PPT、PT、接続あり。 約 30℃
V-W	0.09932 Ω			
W-U	0.09941 Ω			

b. 界磁回路

J-K 0.19909 Ω (約 30℃) (参考値)

(3) 絶縁抵抗測定

a. D G (A) 発電機主回路 2000 MΩ (DC 1000 V メガー)

b. 界磁回路 (整流器含み) 150 MΩ (DC 500 V メガー)

(4) 電磁ピックアップ

a. 抵抗 (主) 191.1 Ω

b. 抵抗 (予備) 189.9 Ω

c. 外観点検 異常なし。

4. まとめ

今回確認した個所については、異常がないことを確認した。

D G (A) 発電機分解点検

1. 点検目的

D G (A) 発電機調査にて異常は認められなかったが、D G (A) 発電機に過電圧が印加されていることが考えられることから、D G (A) 発電機について分解点検を実施する。

2. 点検方法

(1) 分解点検

D G (A) 発電機を分解し、外観目視確認・絶縁抵抗測定・絶縁劣化診断を実施する。

3. 点検結果

項目	内容	結果		判定
固定子部	外観目視	磨耗・変色・劣化・損傷なし		良
	絶縁抵抗測定	判定基準	測定結果	良
		10MΩ 以上	2000MΩ 以上	
回転子部	外観目視	磨耗・変色・劣化・損傷なし		良
	絶縁抵抗測定	判定基準	測定結果	良
		1MΩ 以上	100MΩ 以上	
コレクタリング	外観目視	磨耗・汚損・損傷なし		良
絶縁劣化診断	直流吸収特性試験	判定基準	測定結果	良
		2.5 超過	3.81	
	交流電流試験	判定基準	測定結果	良
		4.6kV 超過	5.3kV	
	誘電正接試験	判定基準	測定結果	良
		5.2% 未満	0.01%	
	部分放電試験	判定基準	測定結果	良
		5000pC 未満	1600pC	

4. まとめ

D G (A) について、発電機の分解点検を実施し、異常のないことを確認した。

D G (A) 制御盤調査

1. 調査目的

D G (A) が起動していない状態にもかかわらずD G (A) しや断器が自動投入されたことより、D G (A) 制御盤の調査を実施する。

2. 調査方法

(1) 外観目視

D G (A) 制御盤内の外観目視調査を実施する。

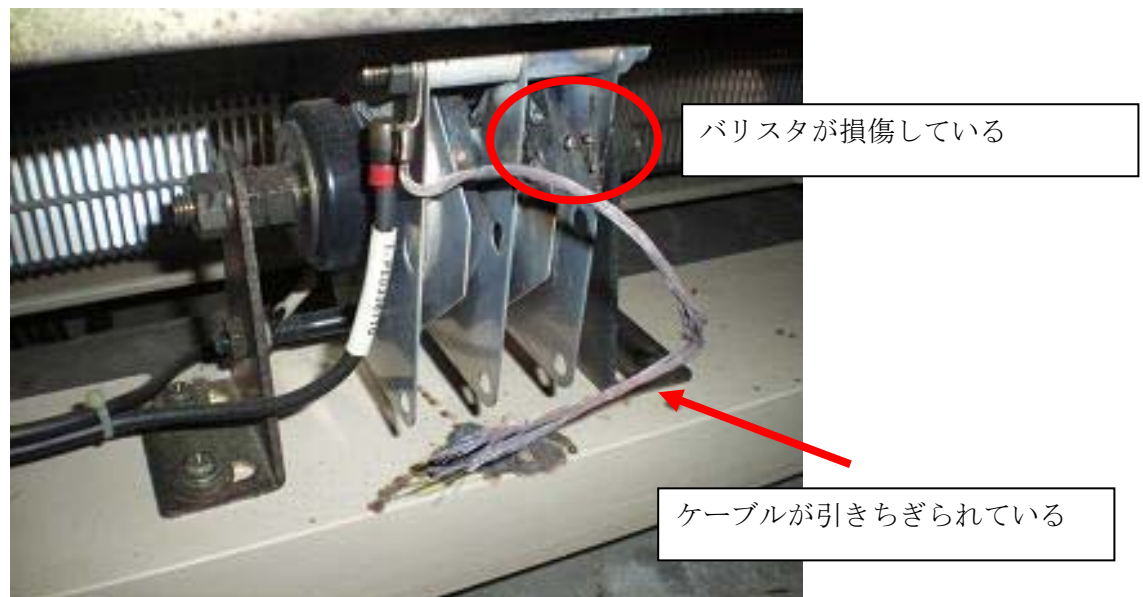
(2) 性能試験

バリスタおよび整流器の各素子について単体の電圧測定を実施する。

3. 調査結果

(1) 外観目視

外観目視の結果、バリスタの損傷およびバリスタの接続ケーブルが引きちぎられていることを確認した。



(2) 性能試験

項目		内容	結果	判定
バリスタ単体		電圧測定	0V (短絡状態)	否
整流器	D 1	電圧測定	0.417V	良
	D 2		0.412V	良
	D 3		0.415V	良
	D 4		0.414V	良
	D 5		0.412V	良
	D 6		0.415V	良
	D 7		0V (短絡状態)	否
	D 8		0.412V	良
	D 9		0.419V	良
	D 1 0		0.410V	良
	D 1 1		0V (短絡状態)	否
	D 1 2		0.419V	良

4. まとめ

制御盤内の外観目視を実施したところ、バリスタの損傷およびバリスタ接続ケーブルが引きちぎられていることを確認した。また、当該バリスタについて電圧測定を実施したところ、短絡していることを確認した。

これは、D G (A) しゃ断器が自動投入したことにより、メタクラ 6－1 C 母線から D G (A) 固定子巻線に電圧が印加され過電流が流れ界磁巻線に過電圧が誘起され、界磁過電圧がバリスタ放電開始電圧を超過したことにより、バリスタが損傷し界磁巻線とバリスタ間で電流が流れ、バリスタ接続電線間の電磁反発力によりケーブルが断線したものと推定される。

また、界磁回路の整流器について電圧測定を実施したところ、ダイオードが 2 箇所短絡していることを確認した。なお、バリスタ・バリスタ接続ケーブル・整流器一式については取替を実施した。

D G（A）制御盤点検

1．点検目的

D G（A）制御盤調査にて、バリスタおよび整流器の不具合が確認されたことから、バリスタおよび整流器の交換を実施し、交換後の制御盤について詳細点検を実施する。

2．点検方法

（1）詳細点検

制御盤について詳細点検を実施する。

3．点検結果

点検項目	結果
バリスタ交換後の配線確認	良
整流器交換後のシーケンス試験	良
制御盤外観点検	良
絶縁抵抗測定	良
N G R 抵抗測定	良
C T ループ抵抗測定	良
A V R 抵抗測定	良
A V R コンデンサ容量測定	良
静止型電圧設定器点検	良
電磁接触器点検	良
電圧設定器点検	良
電動界磁調整器点検	良
整流素子漏れ電流測定	良
ヒューズ導通確認	良
速度変換器静特性試験	良
A V R 性特性試験	良
A V R 動特性試験	良

4．まとめ

バリスタおよび整流器交換後、制御盤の詳細点検を実施し、異常のないことを確認した。

D G（A）試運転結果

１．A V R動特性試験

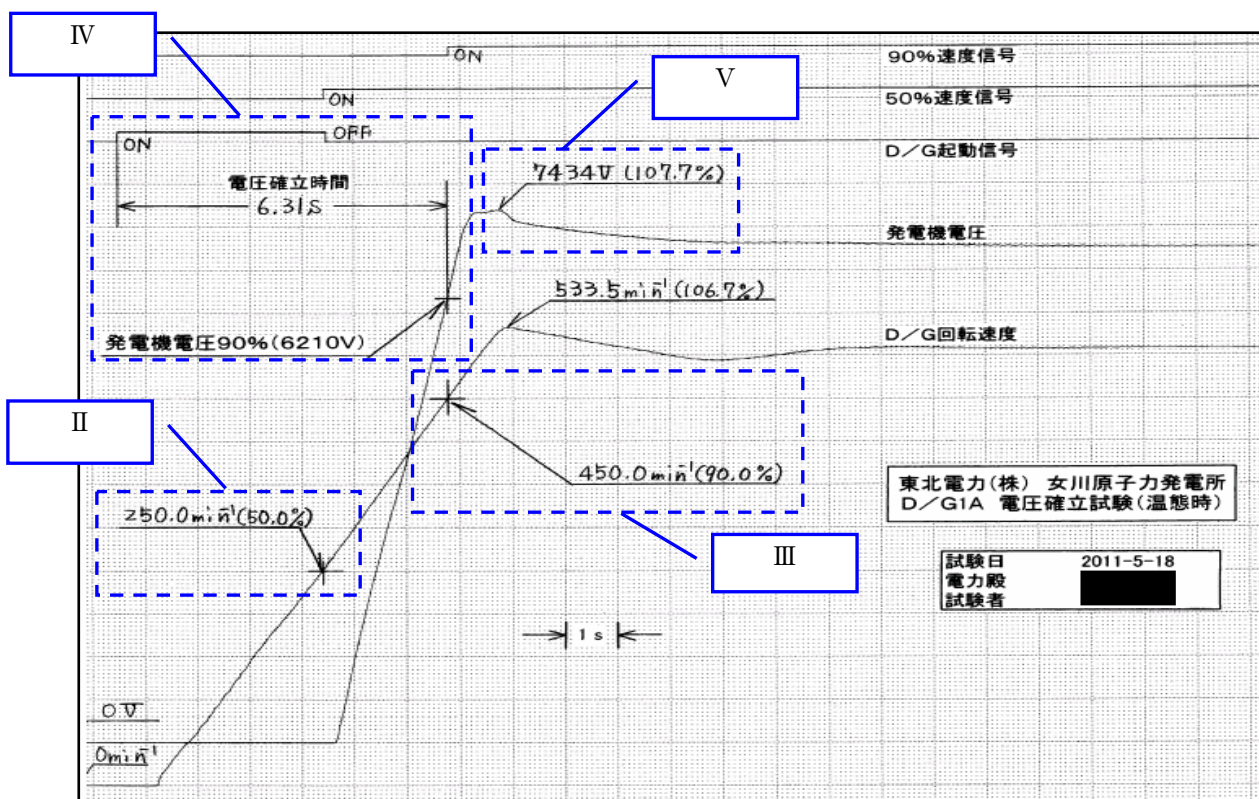
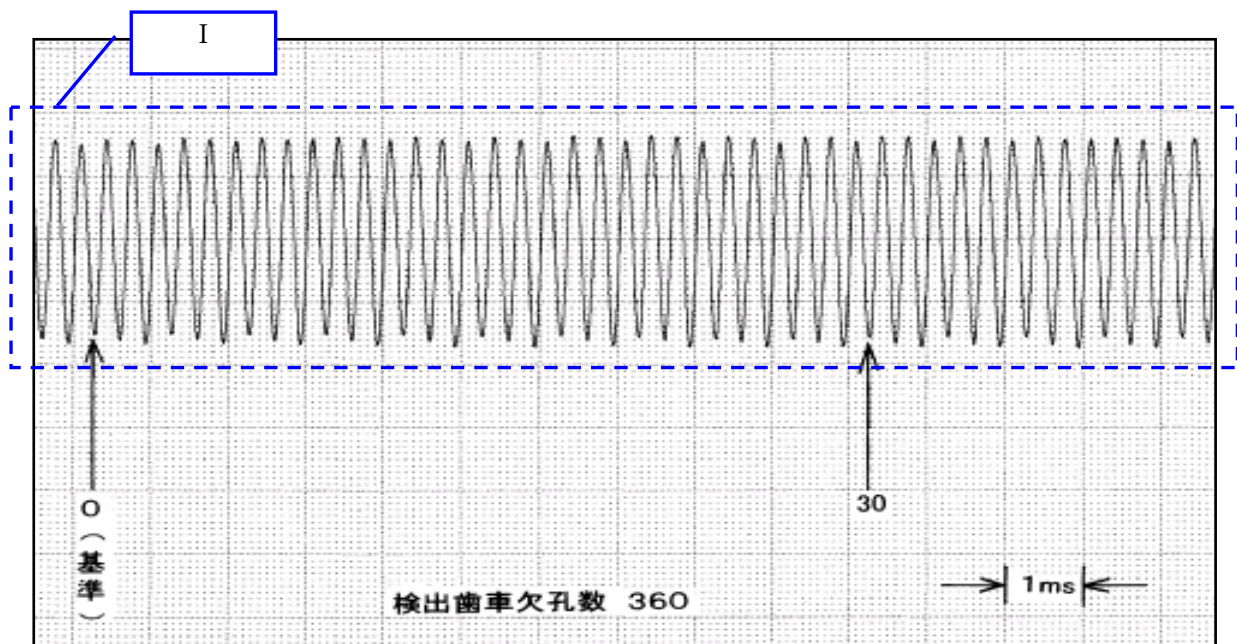
D G（A）の動作信号を制御回路から取り出し、下記試験項目について、異常の無いことを確認した。

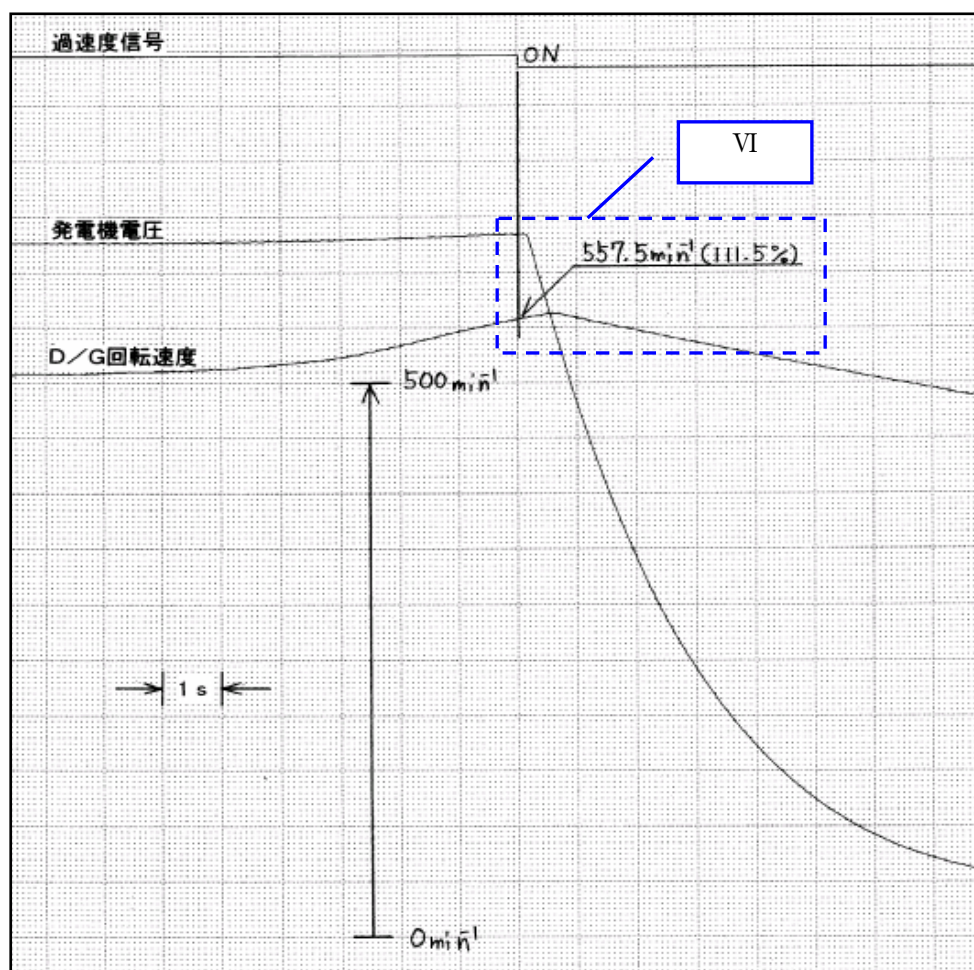
No.	試験項目	判定基準	結果	判定	参照
1	電磁ピックアップ 波形測定	歯車３６０欠分の波形に欠落が無いこと。	欠落なし	良	I
2	速度変換器動特性 試験	(1) ５０％速度 247.5～252.5min ⁻¹ 以内で動作すること。	250.0min ⁻¹	良	II
		(2) ９０％速度 447.5～452.5min ⁻¹ 以内で動作すること。	450.0min ⁻¹	良	III
3	電圧確立試験	(1) 電圧確立時間 起動指令から発電機定格電圧×９０％値に達するまでの時間が１０秒以内であること。	6.31 秒	良	IV
		(2) 電圧オーバーシュート 発電機定格電圧×113％値以下であること。	107.7%	良	V
4	過速度試験	電気式（１１５％速度） 111～112％（555.0～560.0min ⁻¹ ） 以内であること。	111.5% (557.5 min ⁻¹)	良	VI
5	目視確認	試運転中に制御盤の計器・状態表示灯・故障表示器に異常がないこと。	異常なし	良	—

２．発電機本体

試運転時に下記試験項目の測定を実施し、異常の無いことを確認した。

No.	試験項目	測定箇所	判定基準	判定	参照
1	温度測定	(1) 反直結軸受温度（メタル・給油・排油） (2) 給気、排気温度	給油温度＋40℃以下であること。	良	—
		(1) 固定子コイル（U・V・W相）	室温（45℃）＋95℃以下であること。	良	—
2	振動測定	(1) 反機関側固定子枠脚③ (2) 機関台床④ (3) 反機関側軸受⑤ (4) 反機関側軸受脚⑥ (5) 反機関側固定子枠⑦ (6) 速度検出器⑧	水平方向・軸方向・垂直方向とも 100 μmP-P 以下であること。	良	VII





試運転データ

軸受・メタル・給油・排油・給気・排気温度測定

判定値：給油温度＋４０℃以下

時間（分）		0	5	10	15	20	25	30	35	40	45
反直 結軸 受	メタル	36.0	36.5	37.5	39.0	40.0	42.0	43.0	44.0	45.0	46.0
	給油	33.0	35.0	36.0	38.0	37.5	38.0	38.0	38.0	37.5	37.5
	排油	30.5	30.5	31.5	32.0	32.0	32.5	33.0	33.0	33.0	33.0
給気		24.0	23.5	23.0	23.0	23.0	23.0	22.0	22.0	22.0	21.5
排気		27.0	28.0	28.0	28.5	28.5	29.0	29.0	29.0	29.0	29.0
室温		23.0	23.0	23.0	23.0	23.0	23.0	22.0	22.0	22.0	22.0

時間（分）		50	55	60	65	70	75	80	85	90	95
反直 結軸 受	メタル	46.0	46.5	47.0	47.0	47.5	48.0	48.0	48.0	48.0	48.5
	給油	37.5	37.5	37.5	37.5	37.0	37.0	37.5	37.5	37.5	37.5
	排油	33.0	33.0	33.0	33.0	33.0	33.0	33.0	33.0	33.5	33.5
給気		21.5	22.0	21.5	21.0	21.0	21.0	21.0	21.0	21.5	21.0
排気		29.0	29.0	29.0	29.5	29.5	30.0	30.0	30.5	31.0	31.0
室温		21.5	21.5	21.5	21.5	21.0	21.0	21.0	21.0	21.5	21.5

時間（分）		100	105	110	115	120	125	130	135
反直 結軸 受	メタル	48.5	48.5	48.5	49.0	49.0	49.0	49.0	49.0
	給油	37.5	37.5	37.0	37.0	37.5	37.5	37.0	37.0
	排油	33.5	33.5	33.5	33.5	33.5	33.5	33.5	33.0
給気		21.0	21.0	21.0	21.0	21.0	21.0	20.5	20.0
排気		31.0	31.0	31.0	31.0	31.5	31.5	31.0	30.5
室温		21.5	21.5	21.0	21.0	21.0	21.0	21.0	20.5

固定子コイル温度測定

判定値：室温＋９５℃以下

温度	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55
U相	25	26	27	28	29	30	30	30	31	33	33	33
V相	28	28	29	30	30	31	30	31	32	34	34	34
W相	25	26	27	28	29	30	30	30	31	33	33	33

温度	60	65	70	75	80	85	90	95	100	105	110	115
U相	36	38	38	41	44	44	45	45	45	45	46	46
V相	37	39	40	41	44	45	46	46	46	46	47	47
W相	36	38	38	40	43	44	45	45	45	45	45	45

温度	120	125	130	135
U相	46	46	46	38
V相	47	47	47	39
W相	46	46	46	38

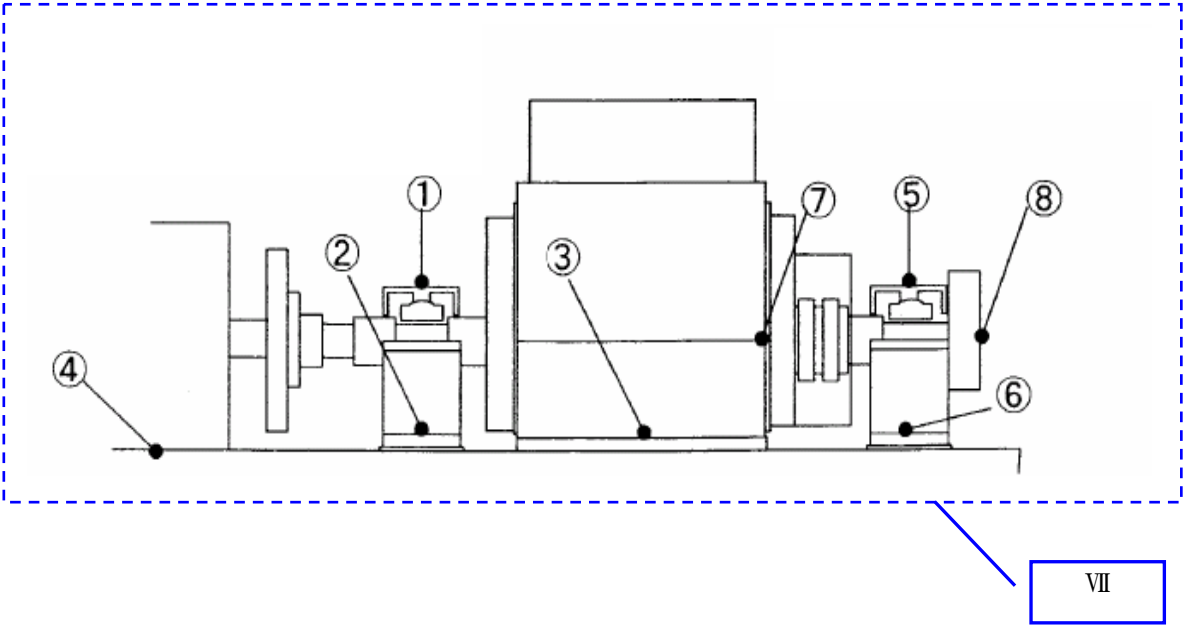
振動測定

判定値：1 0 0 μ m p - p 以下

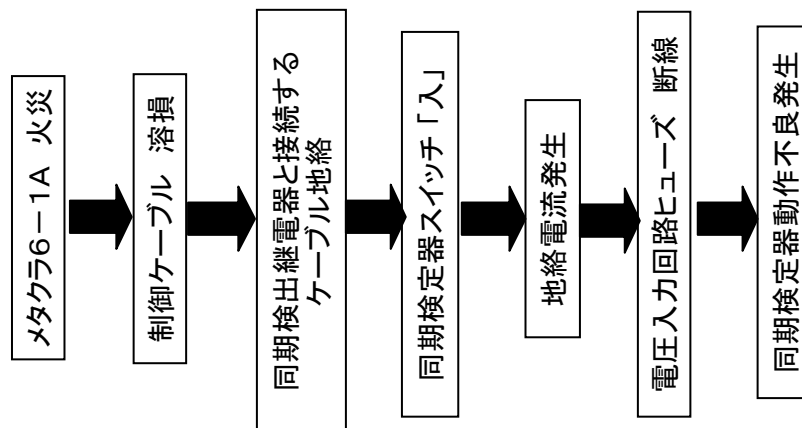
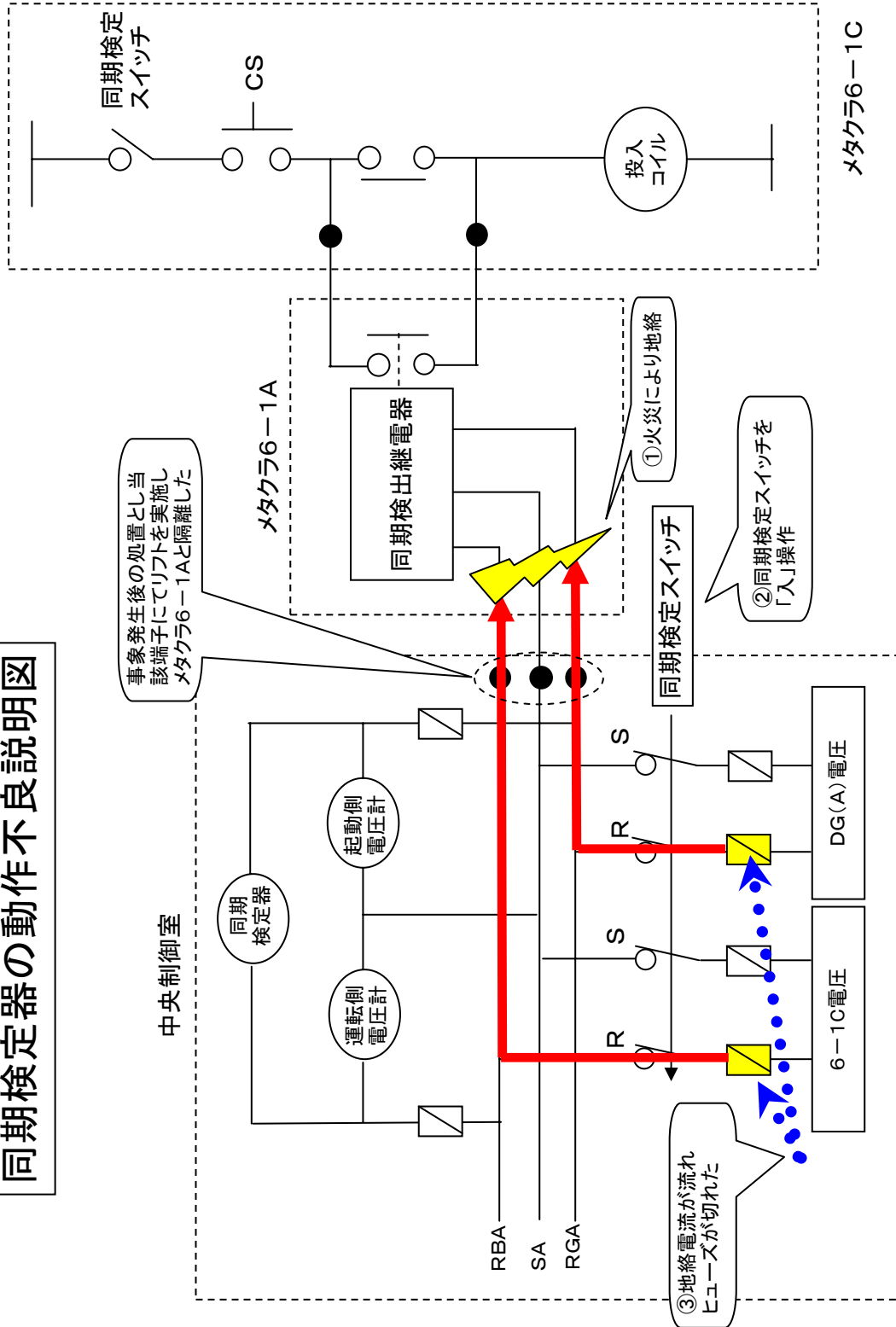
出力 (%)	測定位置①			測定位置②			測定位置③			測定位置④		
	H	A	V	H	A	V	H	A	V	H	A	V
無負荷	15	3	3	16	4	4	4	2	5	6	6	9
25	16	5	2	17	5	5	5	3	3	5	5	2
50	12	5	3	13	5	5	3	2	3	4	4	2
75	12	6	4	14	8	5	2	2	3	4	4	2
100	13	7	4	14	7	7	3	2	4	5	5	2

出力 (%)	測定位置⑤			測定位置⑥			測定位置⑦			測定位置⑧		
	H	A	V	H	A	V	H	A	V	H	A	V
無負荷	3	2	2	4	3	1	5	2	1	21	8	6
25	4	1	2	5	5	2	4	3	2	22	8	6
50	2	1	1	6	3	2	3	1	1	19	9	5
75	3	1	1	5	4	2	3	1	2	19	8	5
100	3	1	1	6	3	2	3	1	2	20	12	8

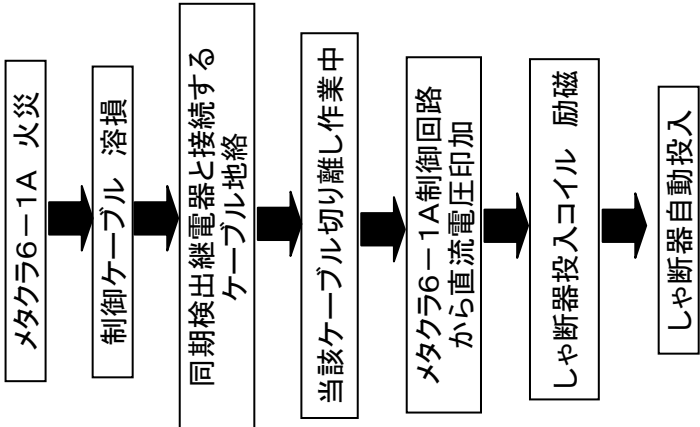
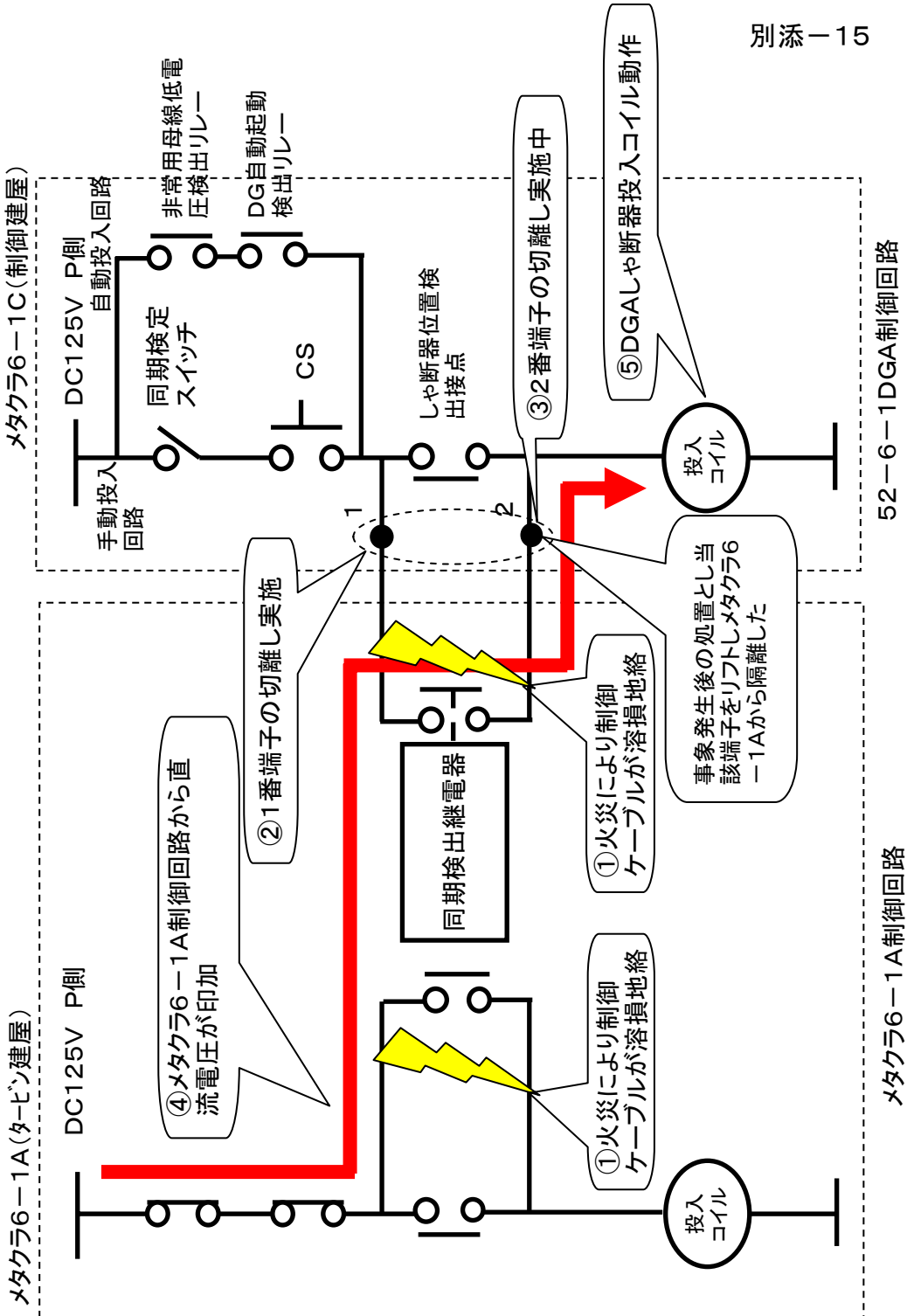
H：水平
A：垂直
V：軸方向



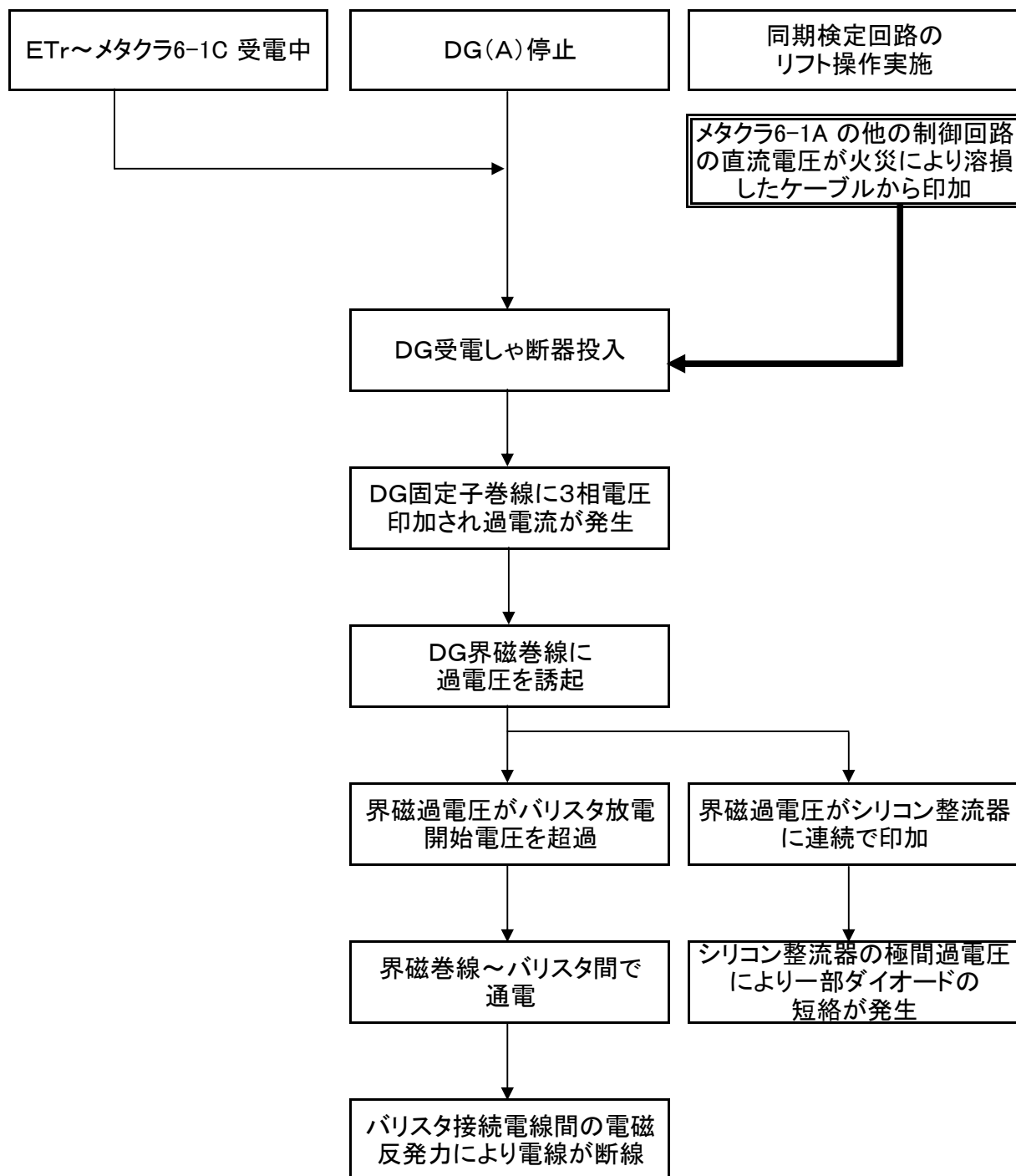
同期検定器の動作不良説明図



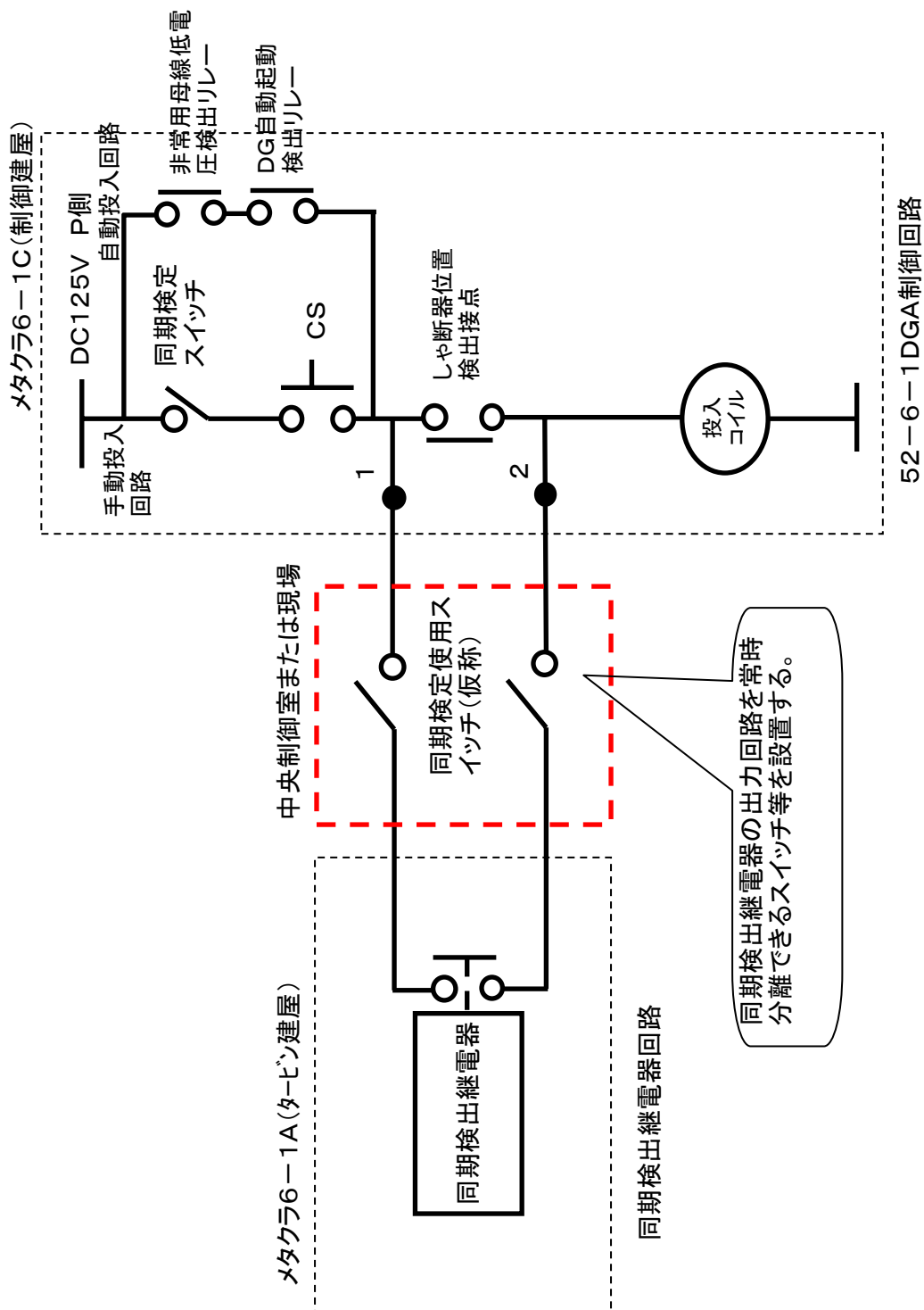
しや断器自動投入事象説明図



バリスタおよび整流器損傷のメカニズム



再発防止対策（同期検出継電器の出力回路常時分離）イメージ図



女川原子力発電所第 2 号機における
原子炉補機冷却水系（B）系、原子炉補機冷却海水系（B）系および
高圧炉心スプレイ補機冷却水系の機能喪失に係る原因と対策について

1. 事象の概要

女川原子力発電所 2 号機は、第 1 1 回定期検査中の平成 2 3 年 3 月 1 1 日 1 4 時 0 0 分に原子炉を起動し、発電再開に向けて準備を行っていたところ、1 4 時 4 6 分に発生した東北地方太平洋沖地震（発電所での観測震度 6 弱）に伴い、原子炉が自動停止した。原子炉の炉水温度は起動直後であったことから、1 0 0℃未満であり、原子炉自動停止後の 1 4 時 4 9 分に冷温停止状態であることを確認した。

原子炉自動停止後の 1 4 時 4 7 分に D/G（A）（B）、（H）が自動起動（無負荷運転）したが、1 5 時 3 4 分に RCW ポンプ（B）が自動停止し、その後、バックアップで起動した RCW ポンプ（D）も即自動停止したことから、D/G（B）は、冷却水の供給がなくなったため、「RCW 差压低」信号により 1 5 時 3 5 分に自動停止した。

また、1 5 時 4 1 分に HPCW ポンプが自動停止したことから、D/G（H）は、冷却水の供給がなくなったため、「HPCW 差压低」信号により 1 5 時 4 2 分に自動停止した。

現場確認の結果、原子炉建屋地下 3 階の非管理区域にある RCW 熱交換器（B）室、HPCW 熱交換器室およびエレベータエリアにアクセスする階段室（以下、「当該エリア」という。）に海水が流入しており、RCW ポンプ（B）、（D）および HPCW ポンプが浸水していること、また、RCW 熱交換器（A）室にも流入していることを確認したことから、2 0 時 2 5 分に仮設ポンプによる屋外への排水を開始し、3 月 1 6 日 1 0 時 3 0 分に排水を完了した。

また、パトロールの結果、屋外にある海水ポンプ室の RSW ポンプ（B）エリアが浸水していることおよび同エリアに設置している RSW ポンプ（B）、（D）も浸水している可能性があることを確認した。

RCW ポンプ（B）モータおよび HPCW ポンプモータの工場点検の結果、絶縁抵抗測定が判定値を満足していないことおよび分解点検で錆等が確認されたことから、3 月 2 9 日 1 1 時 0 0 分に当該ポンプモータは原子炉施設の安全を確保するために必要な機能を満足しておらず、実用発電用原子炉の設置、運転等に関する規則第 1 9 条の 1 7 第 3 号に基づく報告事象であると判断した。

なお、地震発生後も外部電源は喪失しておらず、D/G（A）についても健全であったこと、RCW ポンプ（A）、（C）への被害はなく、非常用炉心冷却系は 2 系列が維持されていたことから、原子炉の冷却機能は確保されている。

（別添－ 1、2）

2. 海水浸水経路の特定調査

地震後の現場確認により、以下の事項を確認した。

(1) 当該エリア

当該エリアに深さ約2.5mの浸水跡を確認した。

また、RCW熱交換器(B)室とRSW(B)配管トレンチ間の配管貫通部が損傷していることを確認した。

(別添-3)

(2) 配管トレンチ

RSW(B)配管トレンチおよびHP SW配管トレンチに深さ約2.5m、RSW(A)配管トレンチに深さ約0.5mの浸水跡を確認した。

また、当該エリアの排水作業中に海水がHP SW配管トレンチとRSW(A)配管トレンチ間の水密扉からRSW(A)配管トレンチに向かい浸水していることを確認した。

(3) 海水ポンプ室

RSW(B)配管トレンチが隣接するRSWポンプ(B)エリアの床面に設置している循環水ポンプ自動停止用水位計(以下、「当該水位計」という。)収納箱上蓋が開いていることを確認した。

また、RSWポンプ(B)エリアとRSW(B)配管トレンチ間のケーブルトレイ貫通部および配管貫通部が損傷していること、ならびにRSWポンプ(B)、(D)モータに浸水跡を確認した。

(別添-3)

(4) RCW熱交換器(A)室

当該エリアの排水作業中に、隣接するRCW熱交換器(A)室を確認したところ、深さ約0.5mの浸水であること、また、HP CW熱交換器室と繋がる埋設管路閉止部から海水が流入していることを確認した。

(5) 海水ポンプ室外(地表面)

海水ポンプ室外(地表面)に、海水の浸水跡がないことを確認した。

3. 浸水の影響を受けた機器の点検結果

RCWポンプ(B)(D)、RSWポンプ(B)(D)、HP CWポンプ、各ポンプモータ(以下、「浸水したポンプ」、「浸水したポンプモータ」という。)および浸水した電動弁駆動部について、順次点検を実施し、点検結果は以下のとおり。

(1) 現場点検結果

a. 外観点検の結果、浸水したポンプモータ軸受および電動弁駆動部の端子箱に海水の流入を確認した。

また、ポンプは変形等の損傷がないことを確認した。

b. 絶縁抵抗測定の結果、RCWポンプ(B)(D)モータ、HP CWポンプモータおよびRSWポンプ吐出弁等の電動弁駆動部が判定値を満足していなかった。

- c. 浸水したポンプ手回しの結果、スムーズに回転することを確認した。
(別添－ 4)

(2) 工場点検結果

浸水したポンプモータおよび電動弁駆動部を工場へ持込み、分解点検を実施した結果、以下の事項が確認されており、絶縁抵抗測定が判定値を満足していないこと、分解点検で海水の浸水による錆等が確認されたことから、一部の電動弁を除き、浸水当初は使用不能と判断する。

- a. 浸水したポンプモータの固定子および回転子に発錆を確認した。
- b. 電動弁駆動部モータおよび電気部品類に浸水または浸水の可能性が確認され、一部に発錆を確認した。

(別添－ 4)

(3) 補修

浸水したポンプモータおよび電動弁駆動部について、分解点検結果を踏まえ、補修（洗浄および手入れ等）を行った。

(別添－ 4)

(4) 作動試験

浸水したポンプモータおよび電動弁駆動部について、工場で補修を実施後、現地で動作試験により系統機能に問題ないことを確認し、復旧した。

- a. 浸水したポンプモータについて、ポンプとの組み込み後に、以下のとおり定期試験を実施し、正常に動作することを確認した。
 - (a) 平成 23 年 4 月 13 日に H P C W ポンプ手動起動試験を実施し、正常に動作することを確認した。
 - (b) 平成 23 年 4 月 20 日に R C W ポンプ (B) および R S W ポンプ (D) の手動起動試験を実施し、正常に動作することを確認した。
 - (c) 平成 23 年 5 月 20 日に R C W ポンプ (D) および R S W ポンプ (B) の手動起動試験を実施し、正常に動作することを確認した。
- b. 浸水した電動弁駆動部について、動作確認を実施し、正常に動作することを確認した。

(別添－ 4、5)

4. 推定原因

(1) 浸水の推定メカニズム

調査の結果、当該エリアへの浸水メカニズムを以下のとおり推定した。

- a. 3. 11 地震に伴う津波の影響により海水ポンプ室の潮位が上がり、当該水位計収納箱の上蓋を押上げ、海水ポンプ室内の R S W ポンプ (B) エリアに流入した海水が、ケーブルトレイおよび配管貫通部を通じて R S W (B) 配管トレンチへ流入した。
- b. R S W (B) 配管トレンチへ流入した海水は、配管貫通部および海水ストームドレン移送系（以下、「SWSD」という。）配管を通じて R C W 熱交換器 (B) 室に流入した。

- c. R C W熱交換器（B）室に流入した海水は、水密扉等を通じてH P C W熱交換器室へ流入した。
- d. H P C W熱交換器室に流入した海水は、水密扉を通じてエレベータ室へ流入した。
- e. H P C W熱交換器室に流入した海水は、電路を通じてR C W熱交換器（A）室へ流入した。

また、H P C W熱交換器室に流入した海水は、別ルートの配管貫通部⇒H P S W配管トレンチ配管⇒水密扉⇒R S W（A）配管トレンチ⇒S W S Dを通じてR C W熱交換器（A）室へ流入した。

（別添－6）

（2）海水が浸水した推定原因

津波の引き波対策として、海水ポンプ室内のR S Wポンプ（B）エリアに当該水位計を追設（平成14年）した際、津波の押し波による影響に対して、設置場所の選定にあたっての考慮および止水処置が不十分であった。

このため、3. 11地震に伴う津波による海水が取水路側から当該水位計設置箱を経由して海水ポンプ室内R S Wポンプ（B）エリアへ流入するとともに、地下トレンチを通じて当該エリアに流入した結果、R C W（B）系、R S W（B）系およびH P C Wのポンプが浸水し、機能喪失に至ったものと推定した。

なお、当該水位計は1号機および3号機にも設置されているが、設置エリアが異なる（除塵装置室）ため、R C W系等への被害はなかった。また、除塵装置室にも海水が流入した痕跡はあったが、当該水位計収納箱の蓋は外れていなかったことから、同エリアでは当該水位計の手前にある除塵装置の開口部から海水が流入したものと推定した。

（別添－7）

5. 再発防止対策

- （1）当該水位計を取外し、開口部に止水処理を行った。

なお、当該水位計については、海水による浸水防止を考慮したエリアへ移設設置する。

（別添－8）

- （2）海水ポンプ室からトレンチへの配管貫通部およびケーブルトレイ貫通部について、補修を実施した。

（別添－8）

- （3）中長期的な対策として、平成23年3月30日付の経済産業大臣指示文書「平成23年福島第一・第二原子力発電所事故を踏まえた他の発電所の緊急安全対策について（指示）」を受けて取りまとめた女川原子力発電所における緊急安全対策のうち、津波による浸水防止対策である建屋扉の水密性向上や防潮堤、防潮壁の設置を実施していく。

以 上

【別添資料】

- 別添－１ 時系列
- 別添－２ 補機冷却系 系統概要図
- 別添－３ 海水の浸水状況写真
- 別添－４ 点検結果
- 別添－５ 定期試験結果
- 別添－６ 浸水の推定メカニズム
- 別添－７ １～３号機循環水ポンプ自動停止用水位計設置場所
- 別添－８ 海水浸水箇所の閉止処置状況

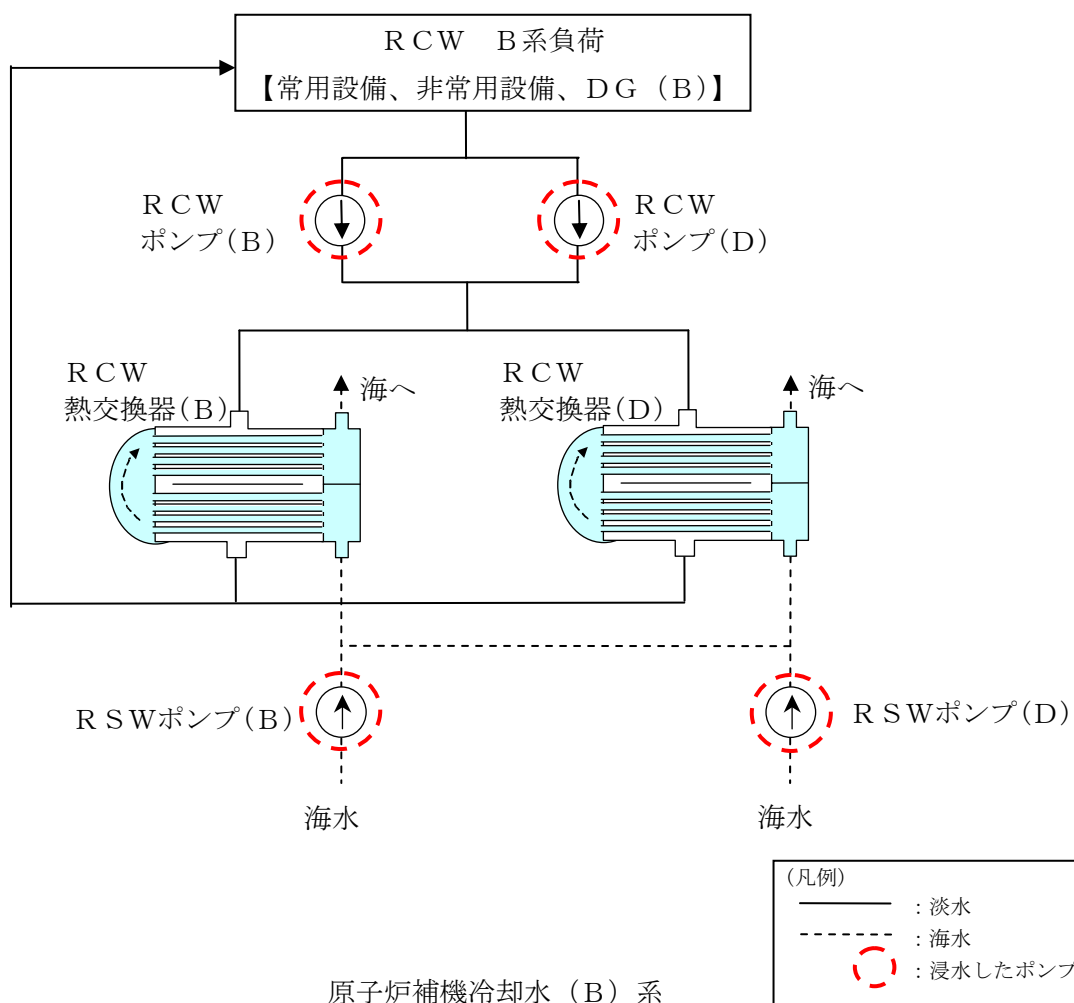
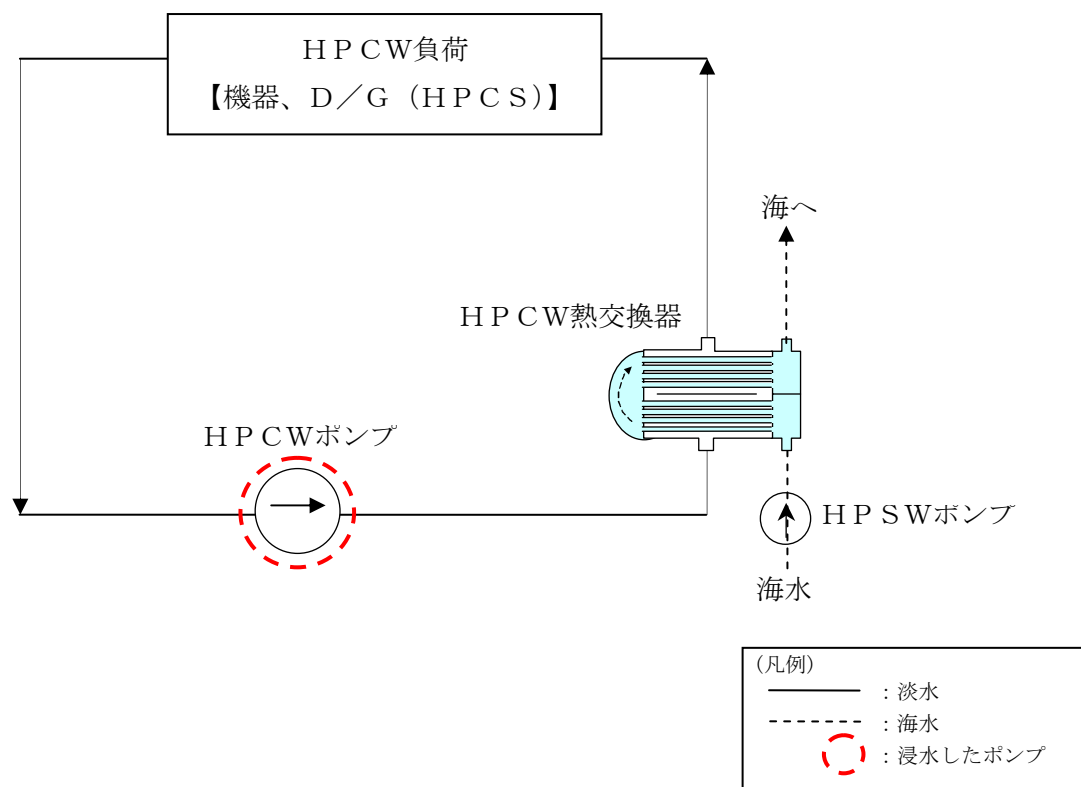
時 系 列

平成 23 年 3 月 11 日（金）

- 14:00 原子炉起動
- 14:46 地震発生（発電所内観測震度 震度 6 弱）
原子炉自動停止
DG (A)、DG (B) および DG (H) 自動起動（無負荷運転）
- 14:47 原子炉の状態『冷温停止』（原子炉モードスイッチ『起動』⇒『停止』）
- 14:49 大津波警報発令
- 15:21 頃 津波第一波（運転員による I T V での確認時刻）
- 15:34 RCW ポンプ (B) 自動停止
RCW ポンプ (D) 自動停止（バックアップ起動後、即停止）
- 15:35 DG (B) が「RCW 差圧低」信号により自動停止
- 15:41 HPCW ポンプ自動停止
- 15:42 DG (H) が「HPCW 差圧低」信号により自動停止
- 16:00 頃 現場確認に向かった運転員が、原子炉建屋にある非管理区域の地下 3 階 RCW 熱交換器（B）室および HPCW 熱交換器室にアクセスするための階段（2 箇所）の地下 3 階部および、RCW 熱交換器（A）室に浸水を確認
- 16:01 RSW ポンプ (B) 手動停止（RCW (B) 系浸水のため）
- 16:06 HPSW ポンプ手動停止（HPCW 系浸水のため）
- 20:12 頃 侵入した水を分析した結果、放射能は検出されず、海水と判明
- 20:25 仮設ポンプを設置し、原子炉建屋（非管理区域）地下 3 階に流入した海水を屋外へ排水開始（3 月 16 日 10:30 排水完了）

3 月 29 日（火）

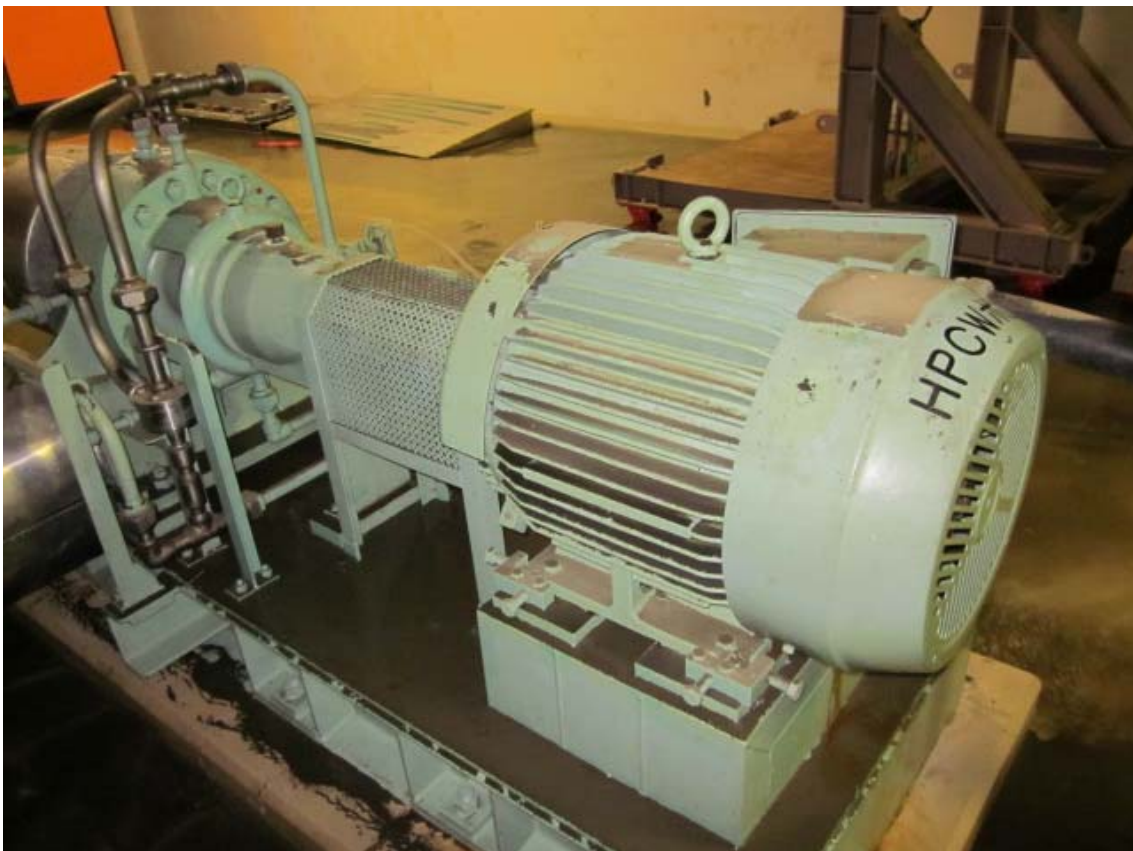
- 11:00 工場持込みによる点検結果により RCW ポンプ (B) および HPCW ポンプの機能喪失を判断



補機冷却系 系統概要図



H P C W熱交換器室における海水の浸水状況



H P C Wポンプ（海水抜き取り後）



R C W熱交換器（B）室における海水の浸水状況



R C Wポンプ（B）（海水抜き取り後）



RCWポンプ（D）（海水抜き取り後）



循環水ポンプ自動停止用水位計



R S Wポンプ（B）（海水排水後）



R S Wポンプ（D）（海水排水後）

電動機点検結果

別添－４（１／３）

		機器名称		設置場所	現地点検			工場点検（持込時）					
機器番号		機器名称	設置場所	点検日	絶縁抵抗 （ケーブル、電動機一括）		外観点検	点検日	絶縁抵抗 （電動機のみ）		分解点検	点検結果※	補修内容
					測定値	判定基準			測定値	判定基準			
1	P42-C001B	R C Wポンプ (B) モーター	熱交室	H23. 3. 17	0MΩ	0. 4MΩ以上 （低圧）	軸受に浸水を確認。	H23. 3. 26 ～ H23. 4. 2	0. 1MΩ	10MΩ以上	固定子、回転子に発錆を確認。	否	<分解後> 洗浄・手入れ <組立後> 電動機単体試験：異常なし 絶縁抵抗測定：1000MΩ
2	P42-C001D	R C Wポンプ (D) モーター	熱交室	H23. 3. 17	0. 02MΩ			H23. 4. 23 ～ H23. 5. 11	10MΩ				
3	P45-C001B	R S Wポンプ (B) モーター	海水P室	H23. 3. 17	2000MΩ以上	10MΩ以上 （高圧）	軸受に浸水を確認。	H23. 4. 26 ～ H23. 5. 17	2000MΩ	100MΩ以上	固定子、回転子に発錆を確認。	否	<分解後> 洗浄・手入れ <組立後> 電動機単体試験：異常なし 絶縁抵抗測定：2000MΩ
4	P45-C001D	R S Wポンプ (D) モーター	海水P室	H23. 3. 17	2000MΩ以上			H23. 4. 4 ～ H23. 4. 13	2000MΩ				
5	P47-C001	H P C Wポンプモーター	熱交室	H23. 3. 18	0MΩ	0. 4MΩ以上 （低圧）	軸受に浸水を確認。	H23. 3. 26 ～ H23. 3. 31	0MΩ	10MΩ以上	固定子、回転子に発錆を確認。	否	<分解後> 洗浄・手入れ・固定子巻線 取替 <組立後> 電動機単体試験：異常なし 絶縁抵抗測定：1000MΩ

※ 工場での点検結果を踏まえ、総合的に判断。

電動弁駆動部点検結果

別添－４（２／３）

			現地点検			工場点検（持込時）				現地作動試験				
機器番号	機器名称	設置場所	点検日	絶縁抵抗 （ケーブル、電動弁一括）		状 況	点検日	絶縁抵抗 （電動弁のみ）		分解点検結果	点検結果	補修内容	試験日	試験結果
				測定値	判定基準			測定値	判定基準					
1	P42-F004B R C W熱交換器（B）冷却水出口弁	熱交室	H23.3.19	100MΩ以上		電気室（端子箱）内に浸水を確認。	H23.4.25 ～ H23.5.6	100MΩ		<電気部品類> 海水付着の可能性有 <モータ> ・洗浄・手入れ ・絶縁抵抗測 定：100MΩ以上	良	<電気部品類> 交換 <モータ> ・洗浄・手入れ ・絶縁抵抗測 定：100MΩ以上	H23.5.19	良
2	P42-F004D R C W熱交換器（D）冷却水出口弁	熱交室	H23.3.19	100MΩ以上		電気室（端子箱）内に浸水を確認。	H23.3.28 ～ H23.4.1	100MΩ		<電気部品類> 海水付着の可能性有 <モータ> ・洗浄・手入れ ・絶縁抵抗測 定：100MΩ以上	良	<電気部品類> 交換 <モータ> ・洗浄・手入れ ・絶縁抵抗測 定：100MΩ以上	H23.4.7	良
3	P42-F091B R C W常用冷却水供給側分離弁（B）	熱交室	H23.3.19	100MΩ以上		電気室（端子箱）内に浸水を確認。	H23.3.28 ～ H23.4.2	15MΩ		<電気部品類> 海水付着の可能性有 <モータ> ・洗浄・手入れ ・絶縁抵抗測 定：100MΩ以上	良	<電気部品類> 交換 <モータ> ・洗浄・手入れ ・絶縁抵抗測 定：100MΩ以上	H23.4.7	良
4	P42-F101B C U W非再生熱交換器（B）冷却水入口弁	熱交室	H23.3.19	100MΩ以上		電気室（端子箱）内に浸水を確認。	H23.3.28 ～ H23.4.2	100MΩ		<電気部品類> 海水付着の可能性有 <モータ> ・洗浄・手入れ ・絶縁抵抗測 定：100MΩ以上	良	<電気部品類> 交換 <モータ> ・洗浄・手入れ ・絶縁抵抗測 定：100MΩ以上	H23.4.7	良
5	P42-F111B R C W常用補機冷却水入口弁（B）	熱交室	H23.3.19	0MΩ	0.4MΩ以上	電気室（端子箱）内に浸水を確認。	H23.3.28 ～ H23.3.31	0MΩ		<電気部品類> 浸水有，錆発生 <モータ> ・洗浄・手入れ ・絶縁抵抗測 定：100MΩ以上	否	<電気部品類> 交換 <モータ> ・洗浄・手入れ ・絶縁抵抗測 定：100MΩ以上	H23.5.19	良
6	P45-F002B R S Wポンプ（B）吐出弁	海水P室	H23.3.19	0MΩ		電気室（端子箱）内に浸水を確認。	H23.4.25 ～ H23.5.6	0MΩ		<電気部品類> 浸水有，錆発生 <モータ> ・洗浄・手入れ ・絶縁抵抗測 定：100MΩ以上	否	<電気部品類> 交換 <モータ> ・洗浄・手入れ ・絶縁抵抗測 定：100MΩ以上	H23.5.19	良
7	P45-F002D R S Wポンプ（D）吐出弁	海水P室	H23.3.19	0MΩ		電気室（端子箱）内に浸水を確認。	H23.3.31 ～ H23.4.8	0MΩ		<電気部品類> 浸水有，錆発生 <モータ> ・洗浄・手入れ ・絶縁抵抗測 定：100MΩ以上	否	<電気部品類> 交換 <モータ> ・洗浄・手入れ ・絶縁抵抗測 定：100MΩ以上	H23.4.14	良
8	P45-F004B-1 R S Wストレーナ（B）旋回弁－1	熱交室	H23.3.19	0MΩ		電気室（端子箱）内に浸水を確認。	H23.4.25 ～ H23.5.5	0MΩ		<電気部品類> 浸水有，錆発生 <モータ> ・洗浄・手入れ ・絶縁抵抗測 定：100MΩ以上	否	<電気部品類> 交換 <モータ> ・洗浄・手入れ ・絶縁抵抗測 定：100MΩ以上	H23.5.19	良
9	P45-F004B-2 R S Wストレーナ（B）旋回弁－2	熱交室	H23.3.19	0MΩ		電気室（端子箱）内に浸水を確認。	H23.4.25 ～ H23.5.5	0MΩ		<電気部品類> 浸水有，錆発生 <モータ> ・洗浄・手入れ ・絶縁抵抗測 定：100MΩ以上	否	<電気部品類> 交換 <モータ> ・洗浄・手入れ ・絶縁抵抗測 定：100MΩ以上	H23.5.19	良
10	P45-F004D-1 R S Wストレーナ（D）旋回弁－1	熱交室	H23.3.19	0MΩ		電気室（端子箱）内に浸水を確認。	H23.3.31 ～ H23.4.9	0MΩ		<電気部品類> 浸水有，錆発生 <モータ> ・洗浄・手入れ ・絶縁抵抗測 定：100MΩ以上	否	<電気部品類> 交換 <モータ> ・洗浄・手入れ ・絶縁抵抗測 定：100MΩ以上	H23.4.19	良

電動弁駆動部点検結果

機器番号		機器名称	設置場所	現地点検			工場点検（持込時）					現地作動試験			
				点検日	絶縁抵抗 （ケーブル、電動弁一括）		状 況	点検日	絶縁抵抗 （電動弁のみ）		分解点検結果	点検結果	補修内容	試験日	試験結果
					測定値	判定基準			測定値	判定基準					
11	P45-F004D-2	R S W ストレーナ（D）旋回弁－2	熱交室	H23.3.19	0MΩ		電気室（端子箱）内に浸水を確認。	H23.3.31 ～ H23.4.8	0MΩ		<電気部品類> 浸水有，錆発生 <モーター> 浸水有，錆発生	否	<電気部品類> 交換 <モーター> ・洗浄・手入れ ・絶縁抵抗測 定：100MΩ以上	H23.4.19	良
12	P45-F006B	R S W ポンプ吐出連絡管（B）止め弁	海水P室	H23.3.19	0MΩ		電気室（端子箱）内に浸水を確認。	H23.3.31 ～ H23.4.8	0MΩ		<電気部品類> 海水付着の可能性有 <モーター> 浸水有，錆発生	否	<電気部品類> 交換 <モーター> ・洗浄・手入れ ・絶縁抵抗測 定：100MΩ以上	H23.4.14	良
13	P45-F012B	R S W ストレーナ（B）ブロー弁	熱交室	H23.3.19	0MΩ	0.4MΩ以上	電気室（端子箱）内に浸水を確認。	H23.4.25 ～ H23.5.6	0MΩ		<電気部品類> 浸水有，錆発生 <モーター> 浸水有，錆発生	否	<電気部品類> 交換 <モーター> ・洗浄・手入れ ・絶縁抵抗測 定：100MΩ以上	H23.5.19	良
14	P45-F012D	R S W ストレーナ（D）ブロー弁	熱交室	H23.3.19	0MΩ		電気室（端子箱）内に浸水を確認。	H23.3.31 ～ H23.4.8	0MΩ		<電気部品類> 浸水有，錆発生 <モーター> 浸水有，錆発生	否	<電気部品類> 交換 <モーター> ・洗浄・手入れ ・絶縁抵抗測 定：100MΩ以上	H23.4.15	良

定期試験記録

女川原子力発電所第2号機

(保安規定第55条)

発電課長	発電副長

高圧炉心スプレイ補機冷却水系ポンプおよび

高圧炉心スプレイ補機冷却海水系ポンプ手動起動試験

--	--

試験実施日 平成 23 年 4 月 13 日

試験実施者

試験結果 良

HPCWポンプ

項 目	結 果	備 考
HPCWポンプ出口圧力	良	
HPCWポンプ入口圧力	良	
ポンプの運転状態	良	(保安規定)
試験後の系統配管満水確認	良	(保安規定)

HPSWポンプ

項 目	結 果	備 考
HPSWポンプ出口圧力	良	
ポンプの運転状態	良	(保安規定)
試験後の弁状態確認	良	(保安規定)

定期試験記録

女川原子力発電所第2号機

~~(保安規定第54条)~~

発電課長 発電副長

原子炉補機冷却水系ポンプ手動起動試験(B系)

~~(RHR熱交換器冷却水出口弁手動開閉試験含む)~~

試験実施日 平成23年 4月 20日

試験実施者

試験結果 良

項 目	結 果	備 考
ポンプ追加起動号機 (RCWポンプ A, C, <u>B</u> D)	良	(保安規定)
RCWポンプ出口圧力 (P42-PI001 A/C・ <u>B</u> /D)	良	0.95 MPa
RCWポンプ入口圧力 (P42-PI007 A/C・ <u>B</u> /D)	良	0.41 MPa
ポンプの運転状態 (RCWポンプ A/C, <u>B</u> /D)	良	(保安規定)
試験後の系統配管滴水確認		(保安規定)
試験後の弁状態確認		(保安規定)

弁 名 称	表 示	結 果	備 考
RHR熱交換器冷却水出口弁 (E11-MO-E013A-B)	③→④⑤→⑥		

定期試験記録

女川原子力発電所第2号機

~~(保安規定第54条)~~

発電課長	発電副長

原子炉補機冷却海水系ポンプ手動起動試験(B)系

試験実施日 平成 23 年 4 月 20 日

試験実施者

試験結果 良

項 目	結 果	備 考
ポンプ追加起動号機 (RSWポンプ A, C, B, ①)	良	(保安規定)
ポンプ出口圧力 (P45-PI601A/C-B①)	良	D: 0.44 MPa
ポンプの運転状態 (RSWポンプ A/C, B, ①)	良	(保安規定)
試験後の弁状態確認		(保安規定)

定期試験記録

女川原子力発電所第2号機

原子炉補機冷却水系ポンプ手動起動試験(B系)

~~(RHR熱交換器冷却水出口弁手動開閉試験含む)~~~~(保安規定第54条)~~

発電課長	発電副長
------	------

試験実施日 平成23年5月20日

試験実施者

試験結果 良

項 目	結 果	備 考
ポンプ追加起動号機 (RCWポンプ A, C, B, ①)	良	(保安規定)
RCWポンプ出口圧力 (P42-PI001 A/C - ③/D)	良	
RCWポンプ入口圧力 (P42-PI007 A/C - ③/D)	良	
ポンプの運転状態 (RCWポンプ A/C, ③/D)	良	(保安規定)
試験後の系統配管滴水確認	良	(保安規定)
試験後の弁状態確認	良	(保安規定)

弁 名 称	表 示	結 果	備 考
RHR熱交換器冷却水出口弁 (E11-MO-F013A-B)	③→③R→③		

定期試験記録

女川原子力発電所第2号機

(保安規定第1条)	
発電課長	発電副長

原子炉補機冷却海水系ポンプ手動起動試験(B)系

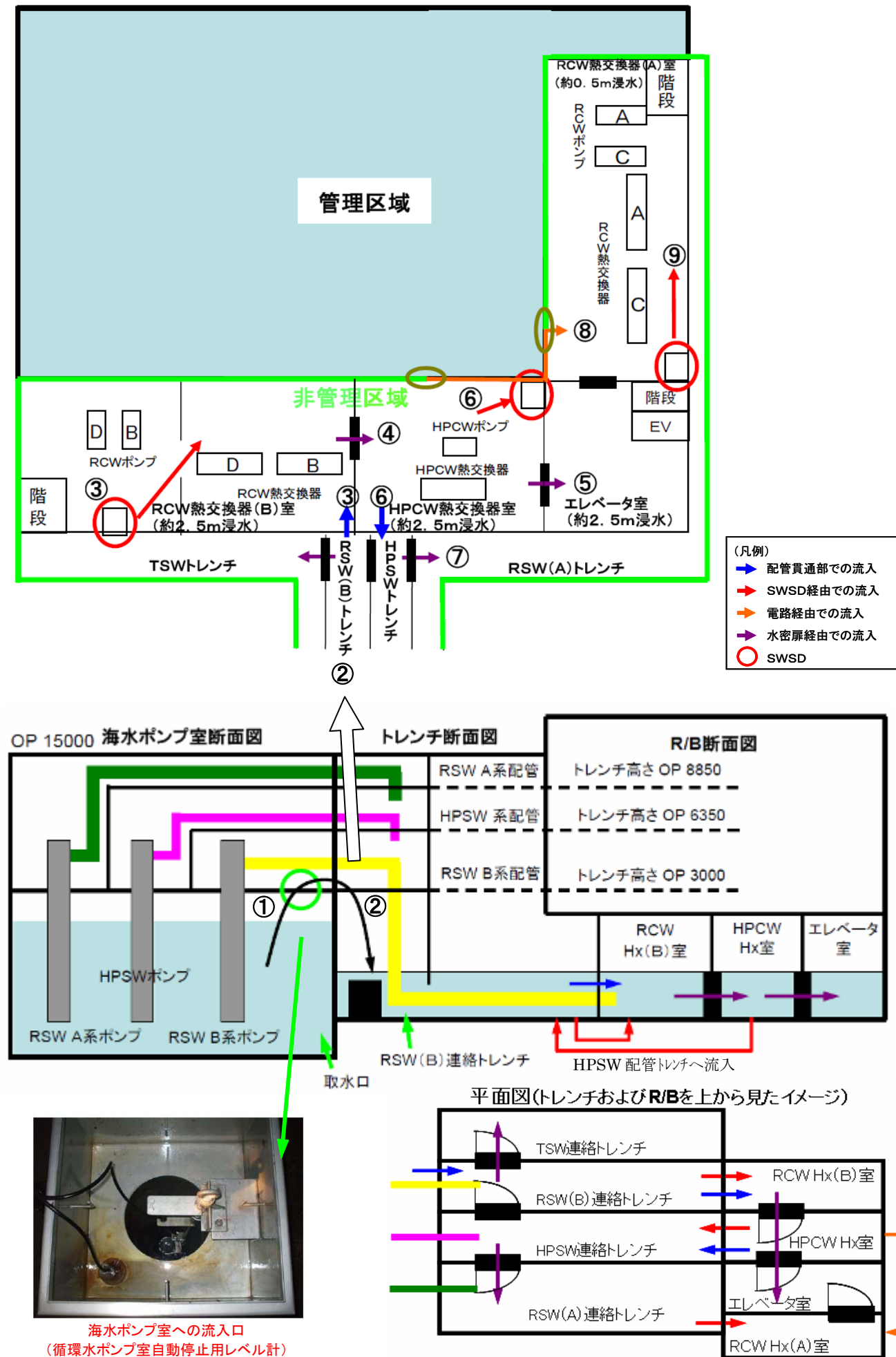
試験実施日 平成23年5月20日

試験実施者

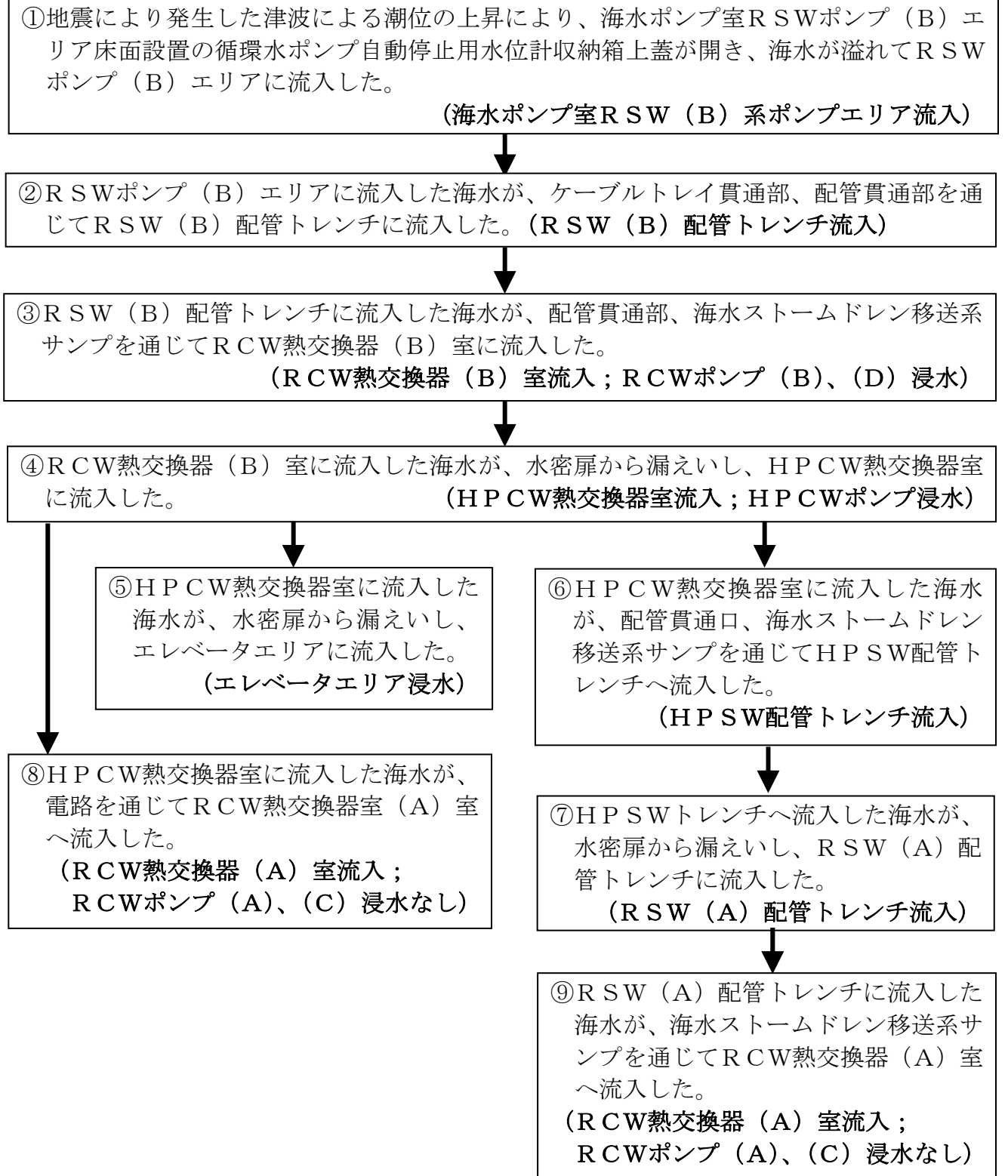
試験結果 良

項 目	結 果	備 考
ポンプ追加起動号機 (RSWポンプ A, C, <u>B</u> D)	良	(保安規定)
ポンプ出口圧力 (P45-PI601A/C <u>B/D</u>)	良	
ポンプの運転状態 (RSWポンプ A/C <u>B/D</u>)	良	(保安規定)
試験後の弁状態確認	良	(保安規定)

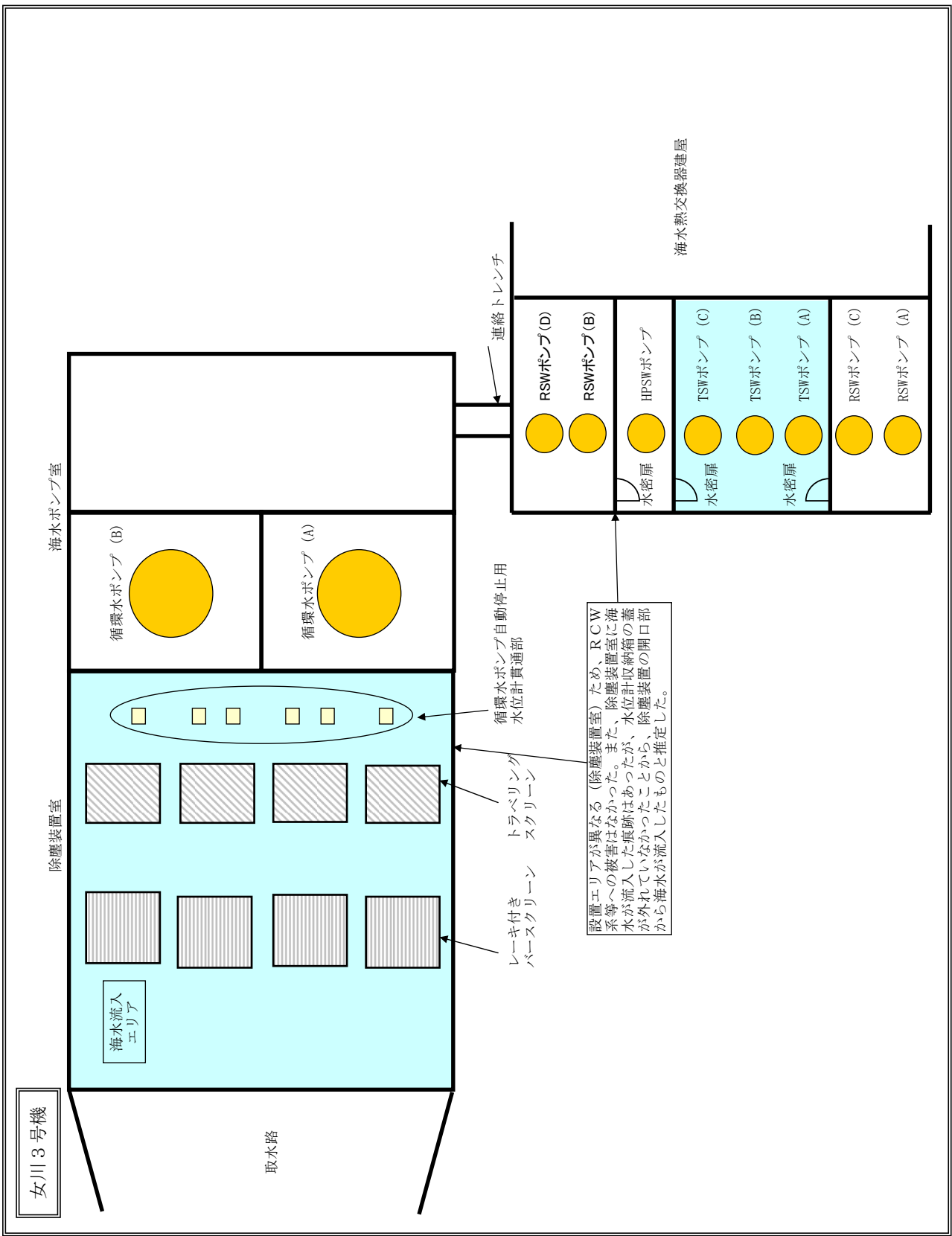
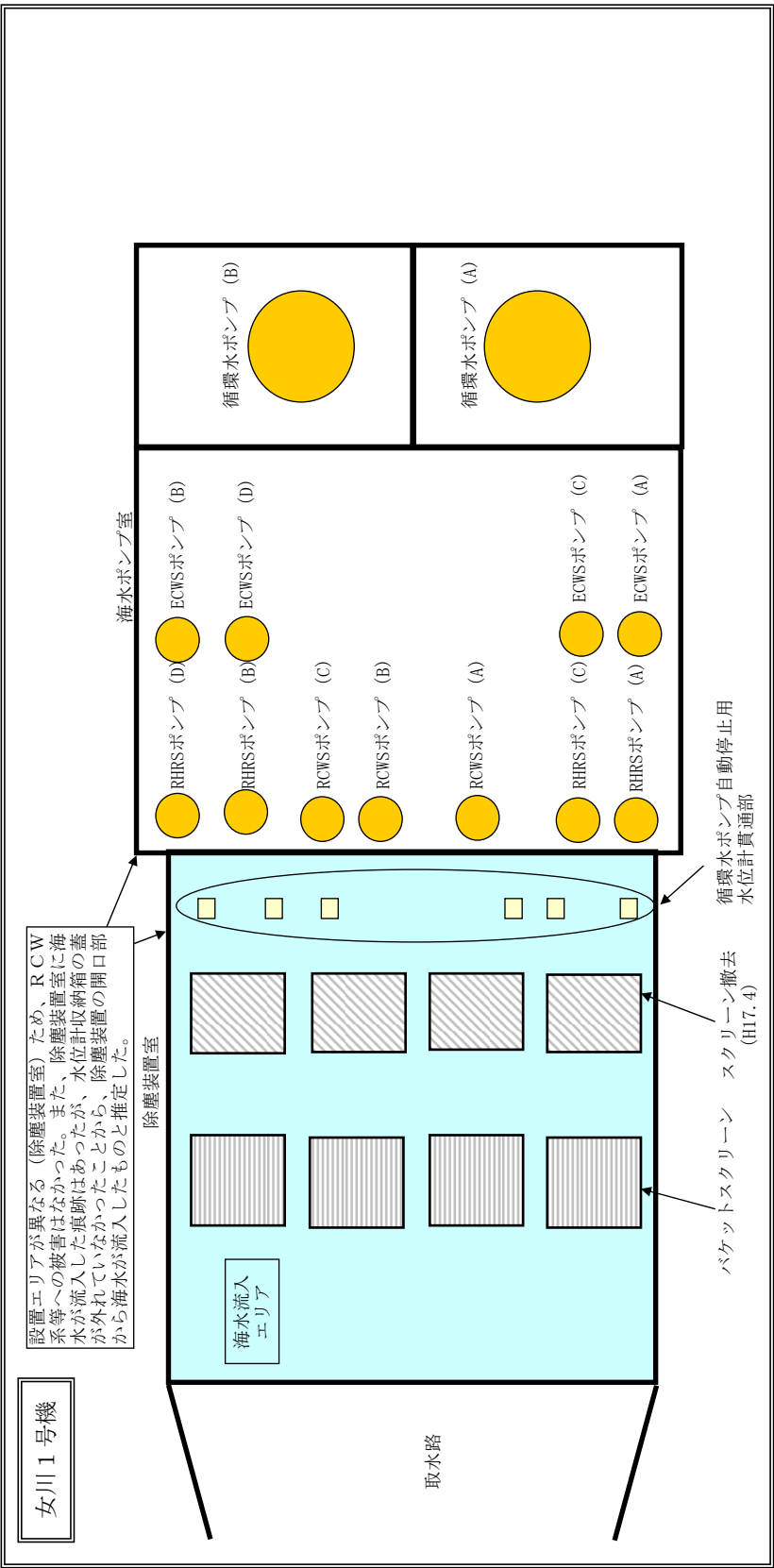
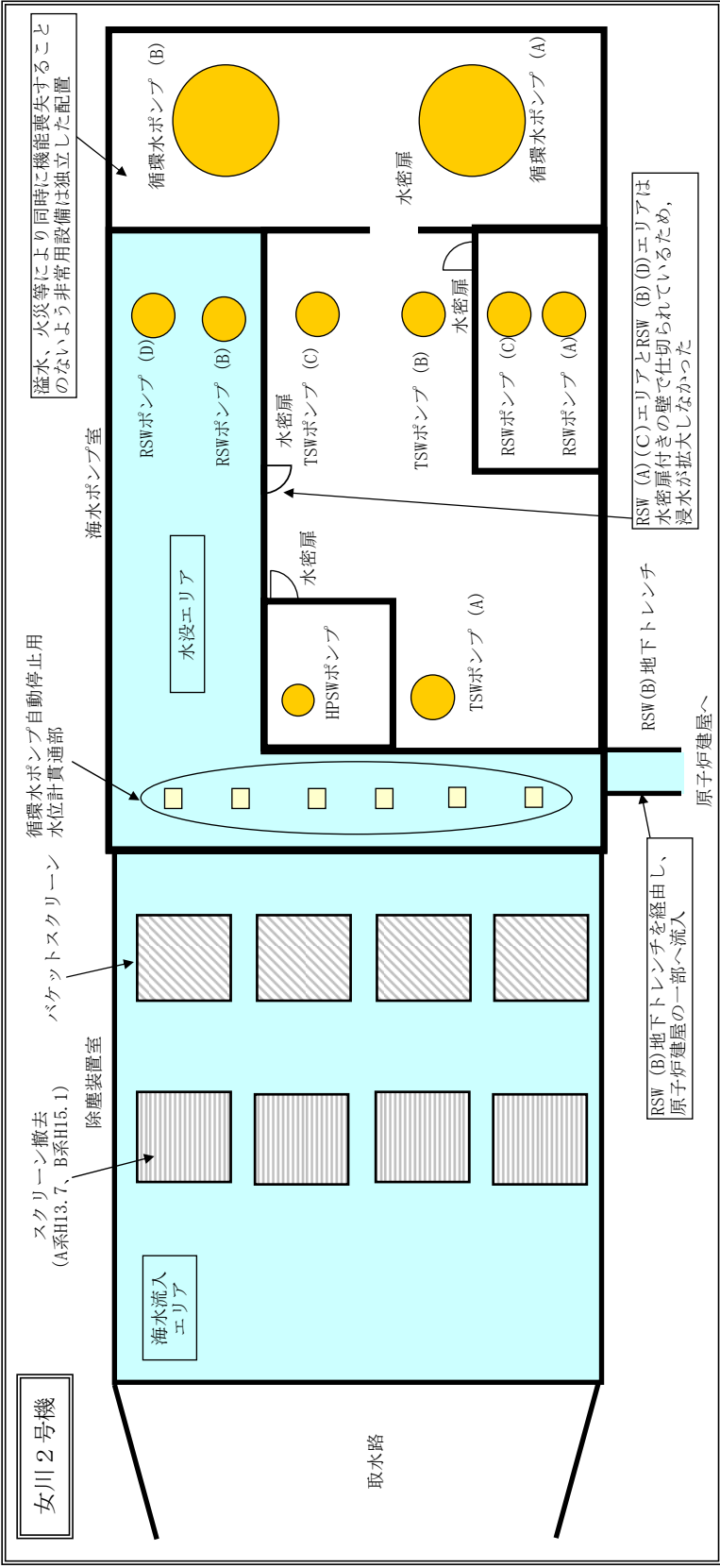
浸水の推定メカニズム



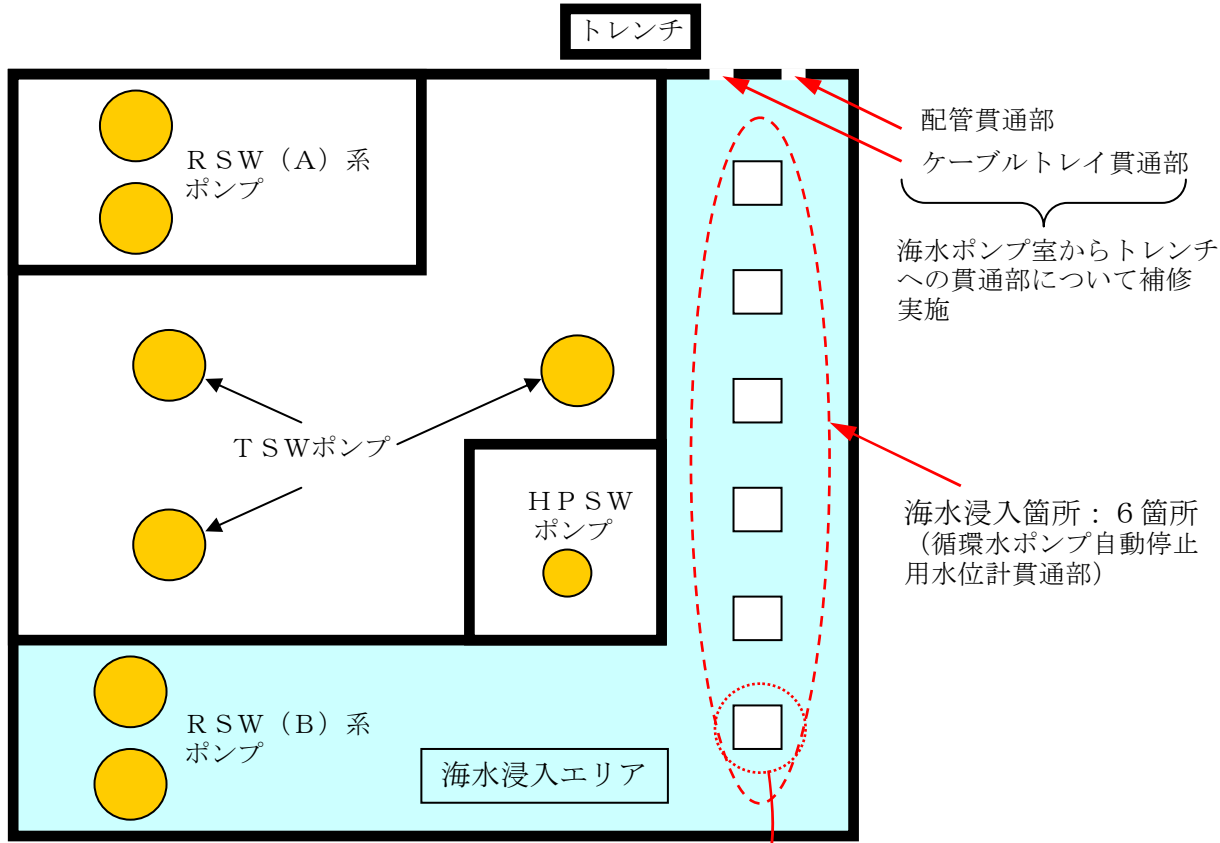
浸水のメカニズムについて、現場確認の結果より以下のとおり推定した。



女川1～3号機 循環水ポンプ自動停止水位計 設置場所



海水浸入箇所の閉止処置状況



女川 2 号機 海水ポンプ室概要図

対策：循環水ポンプ自動停止用水位計貫通部の閉止



<対策前>

循環水ポンプ自動停止用水位計貫通部の閉止
状況



<対策後>

循環水ポンプ自動停止用水位計貫通部に閉止
板を設置し密閉化するとともに、架構による補
強を実施（6箇所）

女川原子力発電所第 1 号機におけるタービン建屋地下 1 階
高圧電源盤火災に伴う原因と対策について

1. 事象の概要

女川原子力発電所 1 号機は、定格熱出力運転中のところ、平成 23 年 3 月 1 日 14 時 46 分に発生した東北地方太平洋沖地震（発電所での観測震度 6 弱）により原子炉が自動停止した。

14 時 57 分に中央制御室で火災報知機が発報したため、当社運転員が現場確認に向かったところ、15 時 30 分、タービン建屋地下階からの発煙を確認したことから、15 時 41 分に消防署へ 119 番通報を行った。

自衛消防隊消火班が発煙現場の確認および消火活動に向かったところ、発煙による視界不良のため、発煙発生箇所の特定ができないことから、タービン建屋内からの退避指示を実施したうえで、17 時 15 分に二酸化炭素消火設備を起動した。

その後、発煙の状況と関係する警報の発生状況からタービン建屋地下 1 階の高圧電源盤エリアが発煙発生箇所と推定し、現場確認を行ったところ、高圧電源盤である常用メタクラ 6－1A のユニット No. 7 および No. 8（以下、「当該ユニット」という。）が焼損し、当該ユニット内部が過熱状態であることを確認したため、粉末消火器（合計 7 本）を使用し、消火活動を実施した。

鎮火確認については、本来であれば、消防署に行って頂くところであるが、地震および大津波の影響により、発電所の周辺道路は一部損壊しており、発電所の入構ができない状況であったため、協力企業の消防署勤務経験者が 22 時 55 分に消火を確認した。

その後、発電所の周辺道路の応急復旧が完了したため、3 月 22 日に消防署による現場確認が行われ、その結果、本事象は火災であるとの見解が示された。

なお、本事象による原子炉施設への影響はなく、また外部への放射能の影響もなかった。

（別添－ 1、2、3）

2. 原因調査

(1) 現場調査

当該ユニットを中心に高圧電源盤である常用メタクラ 6－1 A（以下、「当該盤」という。）全体に延焼跡があり、当該ユニット内部を確認したところ、M B B の上部に位置する断路部付近の損傷が著しいことを確認した。

(2) 当該盤の仕様確認

当該盤に使用している M B B は縦型であり、母線との接続位置では昇降装置によって機器内部で 3 0 c m 程度吊り上げられた状態となっており、耐震架台等による固定は行われていない。

このため、地震等で大きな振動が加わると当該盤の M B B が大きく揺れる可能性があることを確認した。

(3) 電気設備の動作状況調査

地震発生直後の電気設備の動作状況を確認したところ、地震による原子炉自動停止後の所内母線切替（所内変圧器から起動用変圧器への受電切り替え）が正常に動作しており、その後、当該ユニットの地絡警報が発生していることを確認した。

3. 火災発生の推定原因

上記 2. の原因調査より、本事象の原因は、以下のとおりと推定される。

当該盤内で接続位置にて吊り上げられていた M B B が、地震による振動で大きく揺れた。

この M B B の揺れにより、当該ユニットにおいて、盤側および M B B 側断路部が破損し、接続導体と周囲の構造物が接触して短絡・地絡が発生し、これに伴い発生したアーク放電の熱により盤内ケーブルの絶縁被覆が溶け、発煙したものと推定される。

（別添－ 4）

なお、今回の高圧電源盤における火災の影響により、外部電源を受電している起動用変圧器の過電流継電器が動作し、1 4 時 5 5 分に起動用変圧器がトリップしたが、非常用ディーゼル発電機（A）および（B）が正常に動作し、所内非常用設備への電源供給を行っている。

その後、3 月 1 2 日 0 2 時 0 5 分に起動用変圧器が復旧したことから、非常用ディーゼル発電機（A）および（B）が待機状態となっている。

（別添－ 5）

4. 再発防止対策

MBBを使用している当該盤について、VCBを使用している盤への設備更新を実施する。

なお、VCBは横置き型であり、断路位置から接続位置にする際は盤内に押し込み、固定する機構があることから、耐震性の高い構造となっている。

(別添－6、7)

5. 水平展開

(1) 1号機その他の高圧電源盤

現在、当該盤と同型のMBBを使用している共通メタクラ6－1Sについて、VCBを使用している盤への設備更新を実施する。また、設備更新までの期間については、MBB下部スペースに耐震架台を設置し、地震等によるMBBの揺れの低減を図る。

なお、共通メタクラ6－1Sならびに既にVCBを使用している盤に設備更新している高圧電源盤について、今回の地震において健全であることを確認している。

(2) 2、3号機および予備変電設備の高圧電源盤

2、3号機および予備変電設備である予備電源盤6－Eの高圧電源盤については、既にVCBを使用している盤を採用しており、今回の地震においても健全であることを確認していることから、対応は不要である。

以上

【別添資料】

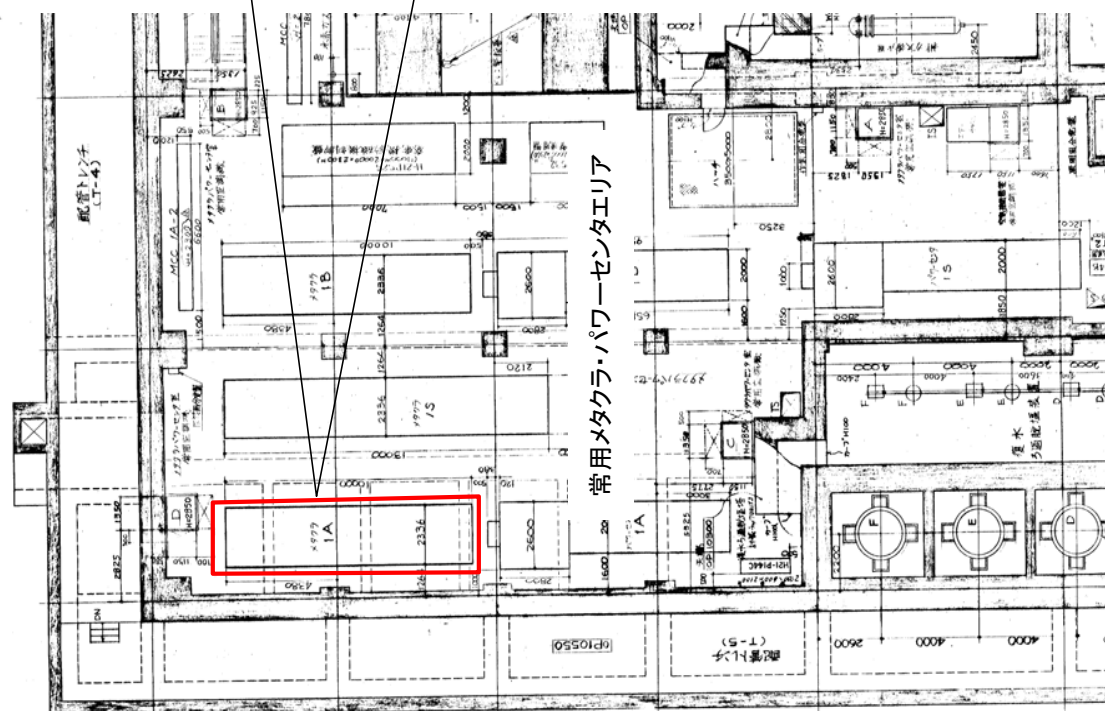
1. 主な時系列
2. 現場配置図
3. 現場状況写真
4. 火災発生推定メカニズム
5. 火災発生に伴う起動用変圧器トリップ事象の流れ図
6. 真空しゃ断器（概要図）
7. 真空しゃ断器（現場写真）

主な時系列

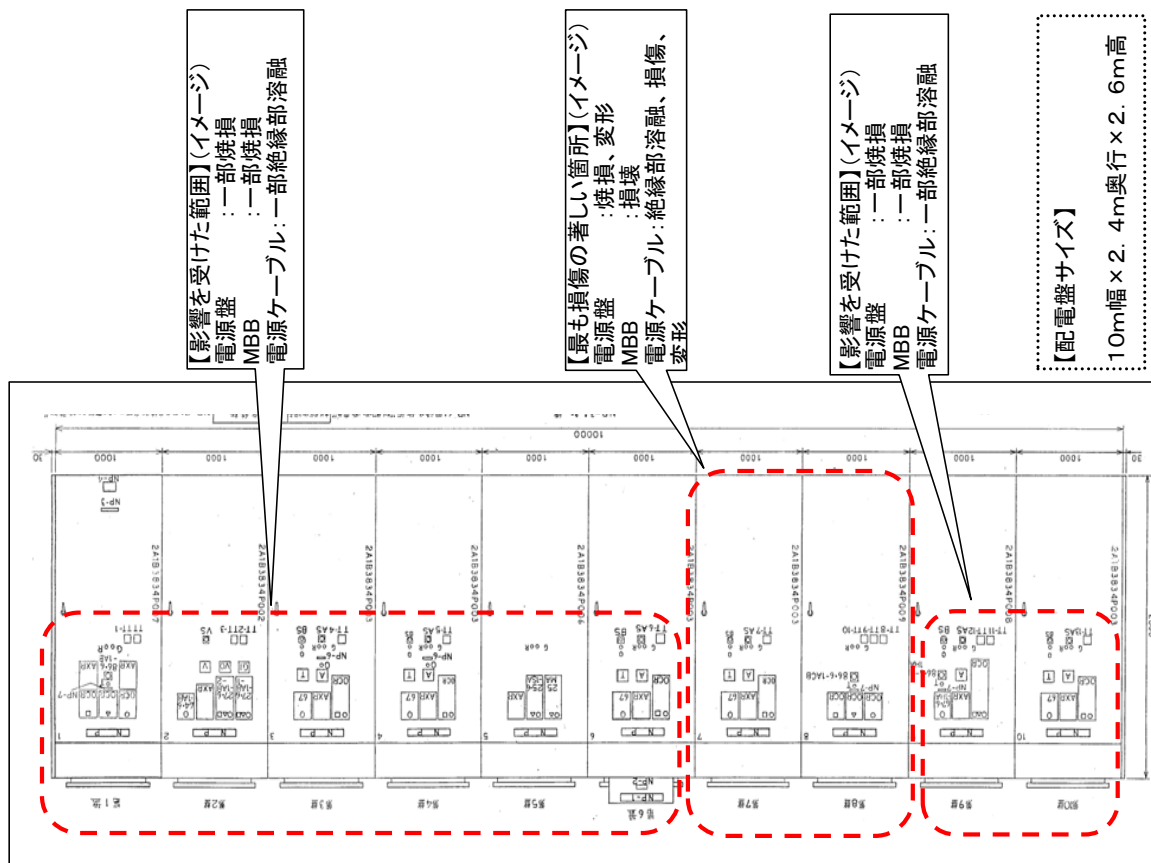
3月11日

- 14:46 地震発生により原子炉自動停止（スクラム成功）
- 14:47 非常用ディーゼル発電機（A）、（B）自動起動（無負荷運転）
- 14:55 起動変圧器トリップ（今回の火災の影響と推定）
非常用ディーゼル発電機（A）、（B）自動併入（負荷運転）
- 14:57 1号機 火災報知機動作
- 15:30 運転員が1号機タービン建屋地下階から火災と思われる発煙を確認（煙の充満により発生源の特定不可）
- 15:41 緊急対策室より119番通報（15:42石巻広域消防本部入電）
⇒地震および津波被害により発電所へ向かえない旨連絡有り
- 16:14 自衛消防隊消火班 1号機タービン建屋入域開始
⇒装備（防火服、空気呼吸器）を準備のうえ地下階へのアクセスを試みるが煙の充満により発生源の特定不可）
- 17:00 タービン建屋入域者の退避完了（火災の発生源特定不可により二酸化炭素消火設備使用を判断）
- 17:15 二酸化炭素消火設備による消火開始（主油タンク室、EHC制御油ユニット室、励磁機室）
- 17:33 現場確認のため、スポット排煙機設置
- 18:03 自衛消防隊消火班 入域開始
- 18:37 タービン建屋地下1階の常用メタクラ・パワーセンタエリアが火災発生箇所と推定（発煙状況と当該エリアに係る高圧電源盤の地絡警報が発生していた状況より）
- 19:43 タービン建屋地下1階の高圧電源盤である常用メタクラ6－1Aが火災発生箇所と特定（表扉が開放状態、盤内部が焼損していることが確認されたが、炎は確認されなかった）
- 20:23 高圧電源盤である常用メタクラ6－1A（ユニットNo.7およびNo.8）の内部が加熱状態で赤くなっていたため、粉末消火器による消火を実施（合計7本使用）
- 22:55 消火確認

現場配置図



【1号機 タービン建屋地下1階 機器配置図】





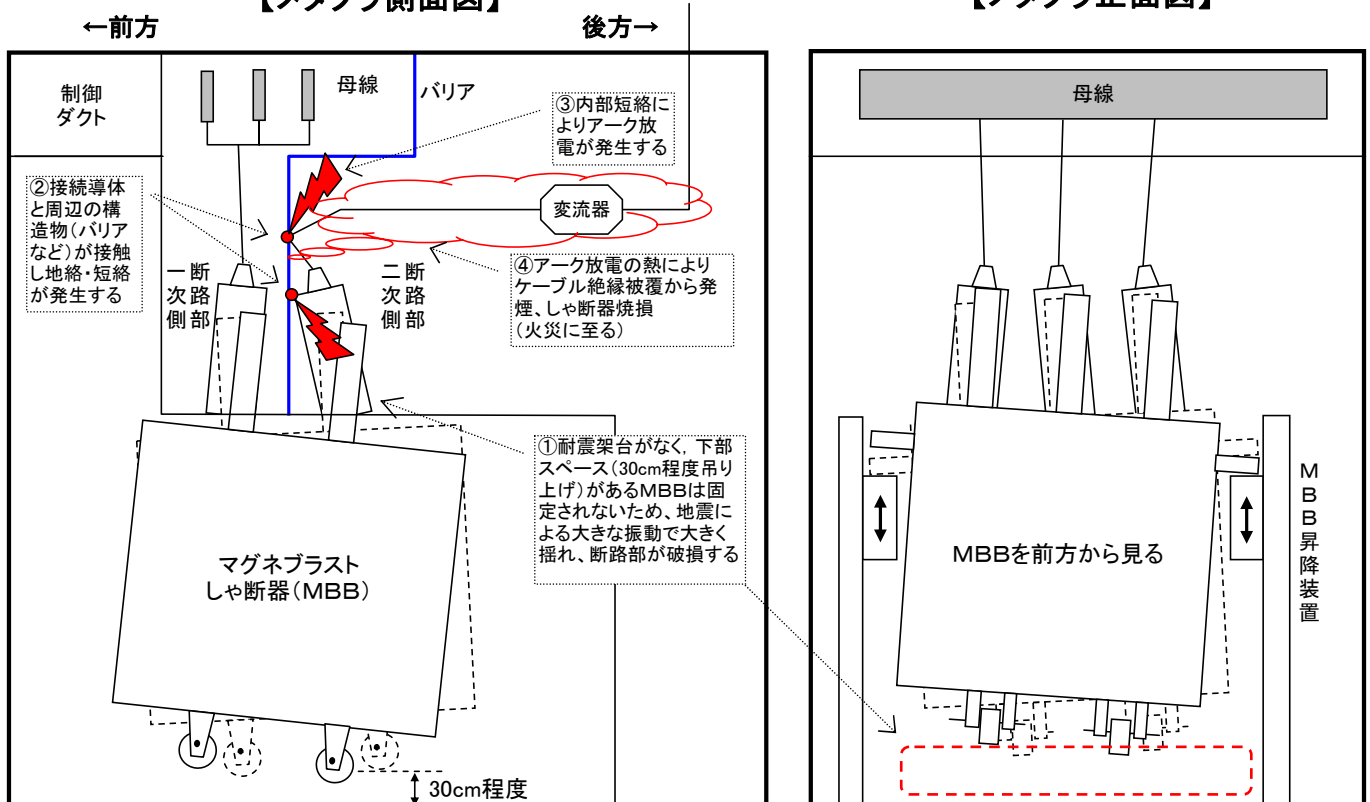
高圧電源盤 現場写真



健全な高圧電源盤 現場写真

【メタクラ側面図】

【メタクラ正面図】



【火災発生に至る推定メカニズム】

運転中の接続位置の当該ユニットは、縦型のマグネブラストしゃ断器 (MBB) であることから、断路位置から接続位置にする際には、MBBを昇降装置で吊り上げることになるが、MBB下部に耐震架台を設置していないため固定されていない。

このため、接続位置のMBB下部には30cm程度のスペースが生じることとなるが、地震による大きな振動が加わるとMBBは大きく揺れ、断路部またはしゃ断器内部が変形・破損する可能性がある。

また、調査結果より当該ユニット内のMBB上部に位置する断路部付近が著しく損傷しており、中央制御室においても短絡および地絡に関する警報が発報されていたことが確認されていることから、当該ユニット内部でアーク放電が発生していた可能性が高い。

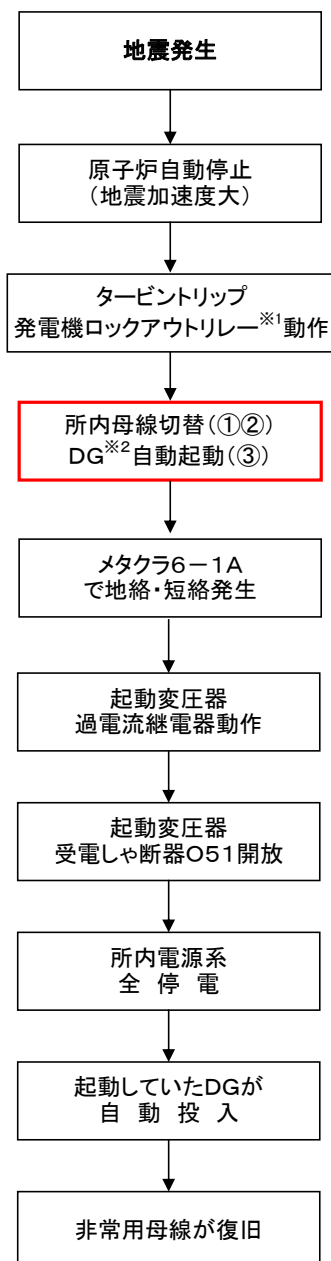
よって、以下のメカニズムにより火災に至ったものと推定される。

- ①地震の大きな振動によって、耐震架台が設置されていない当該盤のMBBは固定されず、下部にスペースがあることから大きく揺れ、一次、二次側断路部の接続導体および絶縁物が変形・破損した。
- ②断路部の変形・破損により接続導体が周囲の構造物 (バリアなど) と接触し短絡・地絡が発生した。
- ③内部短絡により接続導体と周囲の構造物でアーク放電が発生した。
- ④アーク放電の発生熱の影響により、盤内ケーブルの絶縁被覆は溶けて発煙し、しゃ断器を含む周辺構造物が焼損した。

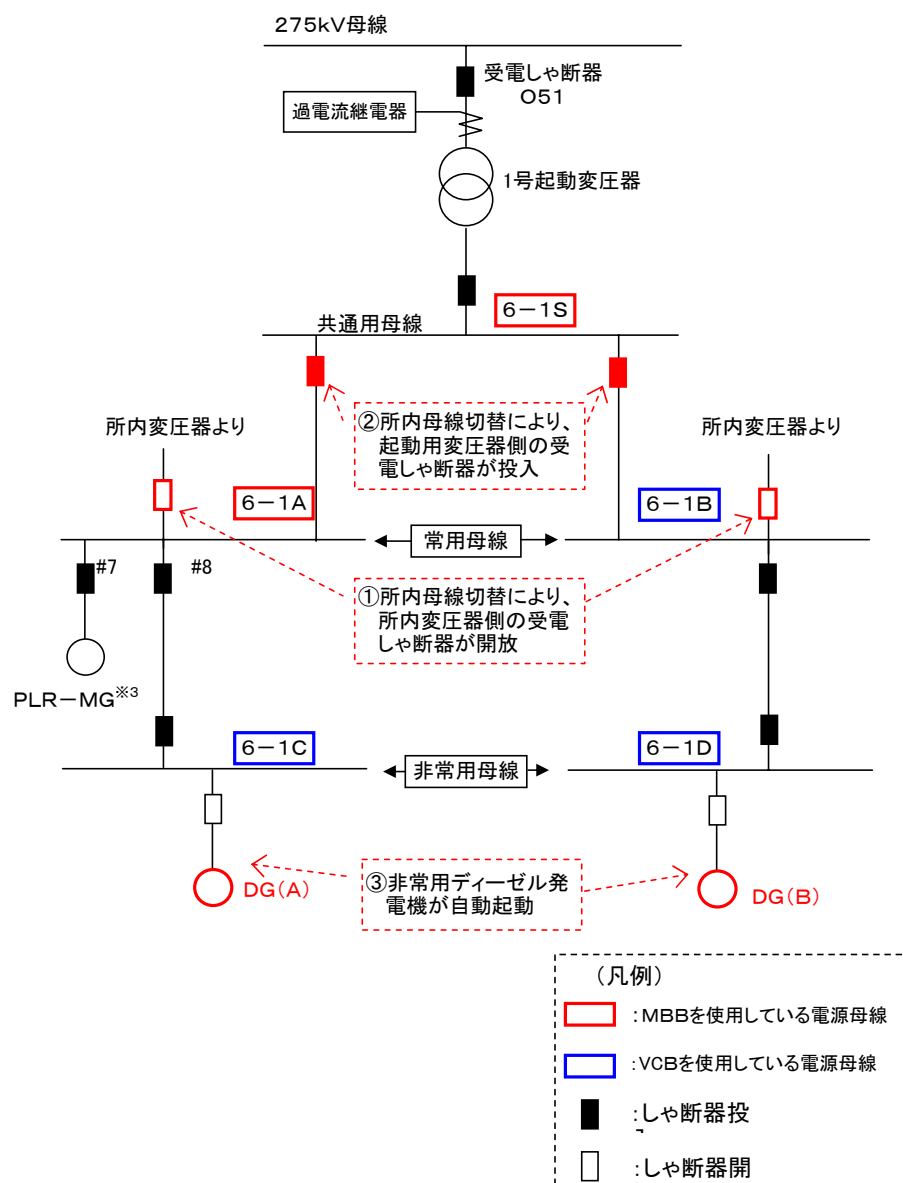
なお、火災発生箇所における火気使用および可燃物 (ケーブル絶縁被覆は難燃性) は無く、確認された延焼跡も当該ユニットを中心していることから電気設備以外の火災要因は極めて考え難い。
(当日の自衛消防隊消火班の現場確認の際も炎は確認されていない状況である。)

火災発生に伴う起動用変圧器トリップ事象の流れ図 (地震による自動停止後)

【事象の流れ】



【所内電源系統図】



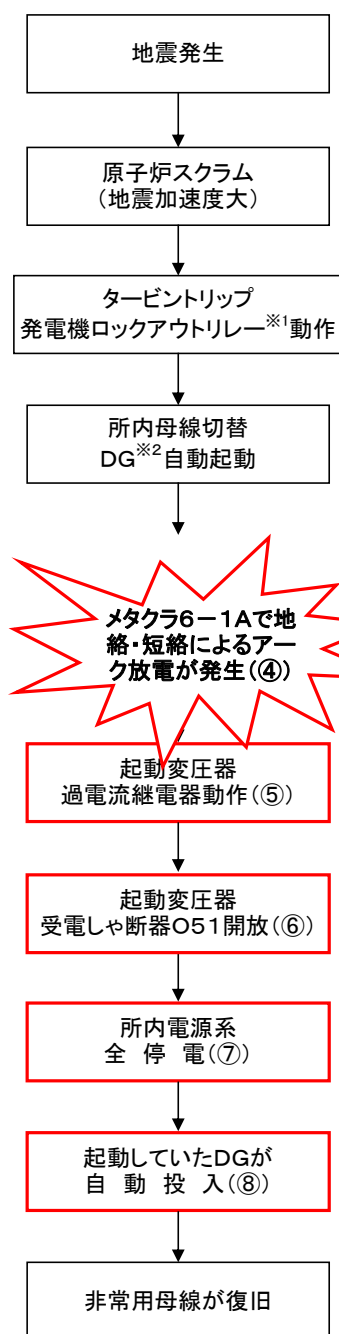
※1 発電機または変圧器の主回路に事故が発生し、発電機の運転継続が不可能となった場合に発電機を系統から切り離し、停止させる装置

※2 非常用ディーゼル発電機: 非常用母線電源喪失時のバックアップ電源装置

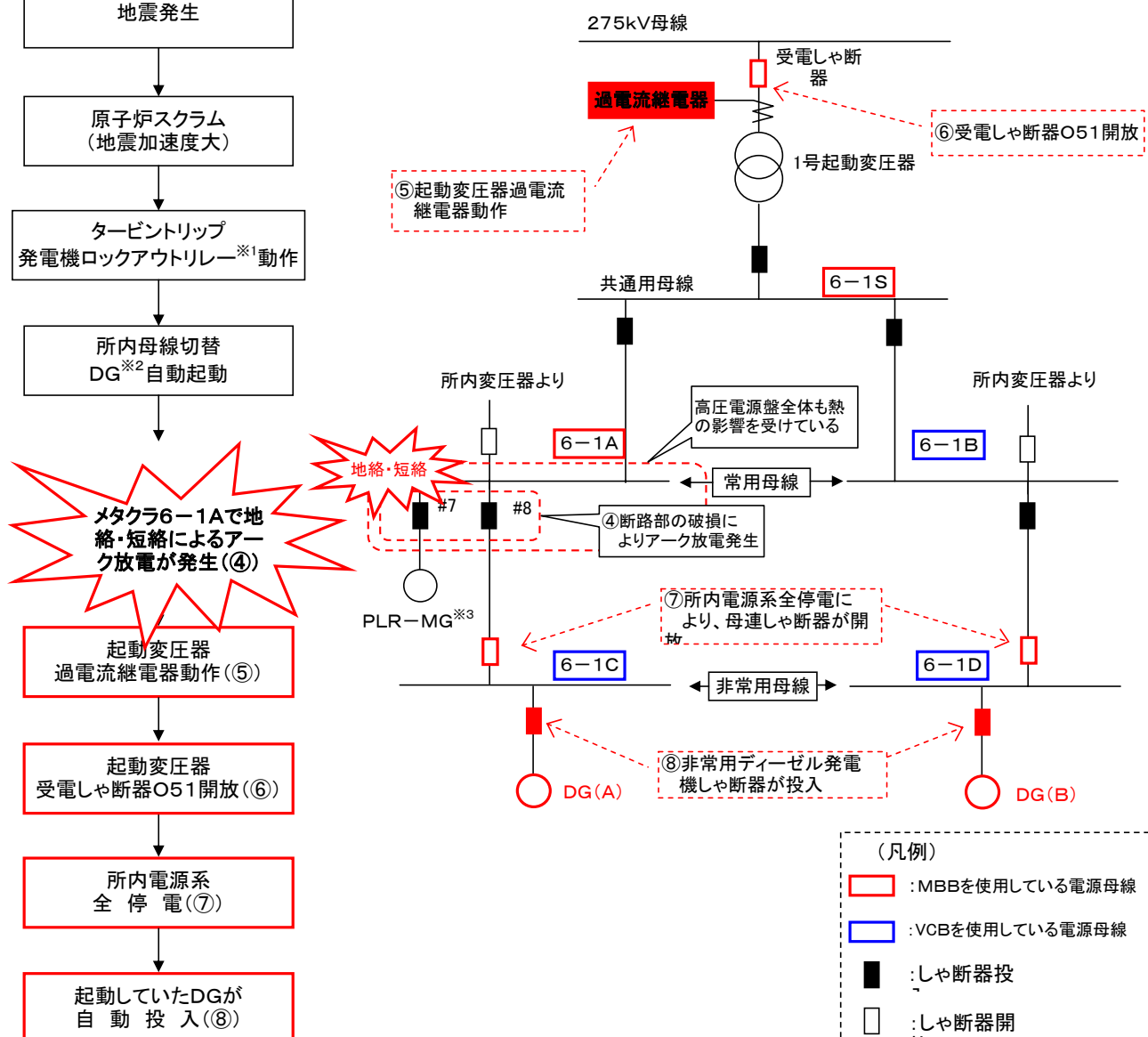
※3 原子炉再循環ポンプMGセット: ボイド効果により原子炉出力を調整するポンプの回転数を变化させる機器(火災発生時には既に停止中)

火災発生に伴う起動用変圧器トリップ事象の流れ図 (高圧電源盤破損(推定))

【事象の流れ】



【単線結線図】

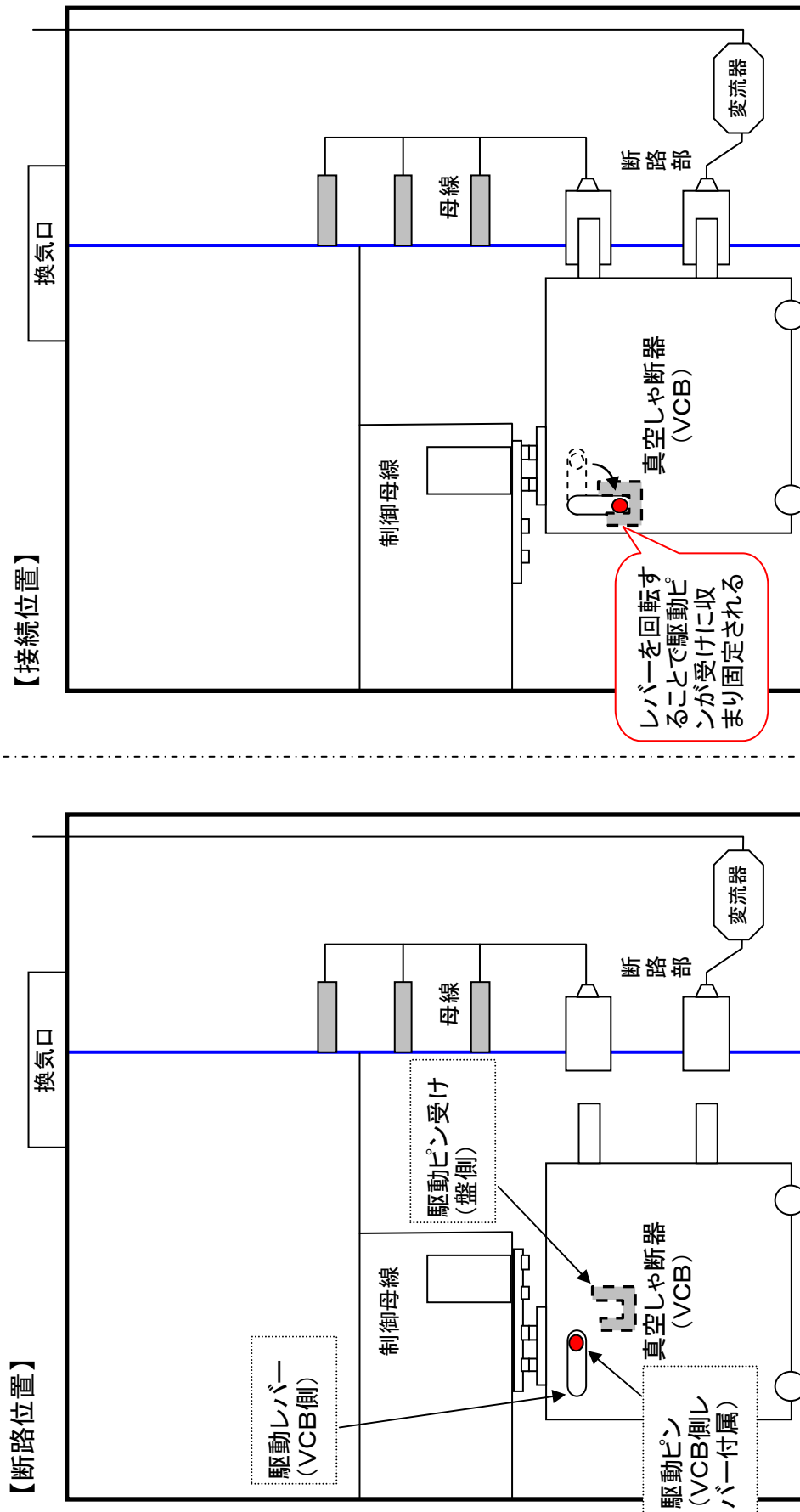


※1 発電機または変圧器の主回路に事故が発生し、発電機の運転継続が不可能となった場合に発電機を系統から切り離し、停止させる装置

※2 非常用ディーゼル発電機: 非常用母線電源喪失時のバックアップ電源装置

※3 原子炉再循環ポンプMGセット: ボイド効果により原子炉出力を調整するポンプの回転数を変化させる機器(火災発生時には既に停止中)

真空しゃ断器 (概要図)



真空しゃ断器 (VCB) を使用している高圧電源盤は、横置き型であり、VCB 側の駆動レバーを回転させることで付属の駆動ピンが電源盤側の駆動ピン受けに収まるため、接続位置に固定される機構となっている。

また、今回の地震の揺れに対しても健全であることが確認されていることから、破損した非耐震型マグネブラストしゃ断器 (MBB) と同型の高圧電源盤については、今後、VCB を使用する高圧電源盤に設備更新する。



真空しゃ断器（VCB） 接続位置



真空しゃ断器（VCB） 断路位置

女川原子力発電所 3.11 地震発生後のプラント状況 (時系列)

1号機 地震発生前：定格熱出力一定運転

3月11日（金）

- | | |
|--------|--|
| 14:46 | 東北地方太平洋沖地震発生（発電所内観測震度 震度6弱）
鉛直方向地震加速度大 原子炉自動スクラム |
| 14:47 | 全制御棒全挿入を確認
主タービン自動停止
発電機しゃ断器O11自動開放（86G1, G2動作）
原子炉水位低（L-3）
原子炉格納容器隔離系（PCIS）動作
原子炉モードスイッチ「運転」→「停止」（原子炉の状態高温停止）
DG（A）（B）自動起動
FPCポンプ（A）自動停止
循環水ポンプ（CWP）（B）自動停止（選択負荷遮断）
復水ポンプ（CP）（B）自動停止（選択負荷遮断）
原子炉給水ポンプ（RFP）（A）自動停止（選択負荷遮断） |
| 14:55 | 起動用変圧器停止（ロックアウトトリレー動作）
発電機しゃ断器6-1DGAおよびDGB自動投入（C, D母線低電圧）
DG（A）,（B）負荷運転開始
CWP（A）自動停止（電源喪失）
CP（C）自動停止（電源喪失）
RFP（B）自動停止（電源喪失）
タービン補機冷却海水系ポンプ（TCWS）（A, C）自動停止（電源喪失） |
| 14:59 | RCIC手動起動 |
| 15:00 | RHRポンプ（A）手動起動（S/P冷却運転のため） |
| 15:01 | RHRポンプ（C）手動起動（S/P冷却運転のため） |
| 15:02 | MSIV手動全閉（復水器使用不可のため） |
| 15:05 | 原子炉未臨界確認 |
| 15:05 | RHRポンプ（B）手動起動（S/P冷却運転のため） |
| 15:12 | RHRポンプ（D）手動起動（S/P冷却運転のため） |
| 15:14 | 復水器真空破壊（復水器使用不可のため） |
| 15:55 | RHRポンプ（A）,（C）自動停止 |
| 16:15 | RHRポンプ（A）手動再起動（S/P冷却運転のため） |
| 17:10頃 | 原子炉減圧開始（SRV使用） |
| 18:29 | RCICタービン自動停止（L-8による） |
| 19:30頃 | FPCポンプ（A）手動起動（燃料プール冷却） |
| 20:20 | CRDポンプ（A）手動起動（原子炉への給水） |
| 21:56 | RHRポンプ（A）手動停止（SHC準備（フラッシング）のため） |

23:46 RHRポンプ（A）手動起動（SHCモード）
3月12日（土）
0:57 原子炉冷却材温度100℃到達
0:58 原子炉の状態「冷温停止」
2:05 起動用変圧器受電（復旧）以降，火災が発生したM/C 6-1A
以外の常用母線を復電
10:00 原子炉スクラムリセット

2号機 地震発生前：第１１回定期検査中で、地震発生直前に「起動」3月11日（金）

- 14：00 原子炉モードスイッチ「燃料取替」→「起動」（原子炉の状態「起動」）
制御棒引き抜き開始
- 14：46 東北地方太平洋沖地震発生（発電所内観測震度 震度6弱）
R/B下部水平方向地震加速度大 原子炉自動スクラム
- 14：47 全制御棒全挿入を確認
DG（A），（B），（H）自動起動 ※発電機界磁喪失信号発信による
FPCポンプ（B）自動停止
- 14：49 原子炉モードスイッチ「起動」→「停止」（原子炉の状態「冷温停止」）
- 15：34 RCWポンプ（B）（D）自動停止（ポンプ浸水による）
- 15：35 DG（B）自動停止（RCW（B）（D）停止による）
- 15：41 HPCWポンプ自動停止（ポンプ浸水による）
- 15：42 DG（H）自動停止（HPCW停止による）
- 20：29 FPCポンプ（A）手動起動（燃料プール冷却）

3月12日（土）

- 4：49 原子炉スクラムリセット
- 12：12 RHRポンプ（A）手動起動（SHCモード）

3号機 地震発生前：定格熱出力一定運転

3月11日（金）

- 14:46 東北地方太平洋沖地震発生（発電所内観測震度 震度6弱）
R/B下部鉛直方向地震加速度大 原子炉自動スクラム
- 14:47 全制御棒全挿入を確認
主タービン自動停止
発電機しゃ断器O13自動開放（86G1, G2動作）
TD-RFP（A, B）自動停止
MD-RFP（A, B）自動起動
原子炉モードスイッチ「運転」→「停止」（原子炉の状態「高温停止」）
FPCポンプ（B）自動停止
- 14:57 原子炉未臨界確認
- 15:22 タービン補機冷却海水系（TSW）ポンプ（A, C）自動停止（全停）
- 15:23 循環水ポンプ（CWP）（A, B）海水ポンプ室水位極低警報
循環水ポンプ（CWP）（A, B）自動停止（全停）
FPCポンプ（A）手動起動
- 15:25 MD-RFP（A, B）手動停止（TSW全停による）
- 15:25 HPCP（A, B）手動停止（同上）
- 15:26 LPCP（A, B）手動停止（同上）
- 15:26 MSIV手動閉操作（復水器使用不可のため）
- 15:26 RCI C手動起動（原子炉への給水）
- 15:28 RSWポンプ（D）手動起動（S/P冷却運転）
- 15:30 RCWポンプ（B）手動起動（S/P冷却運転）
- 15:30 RHR（B）手動起動（S/P冷却運転）
- 15:36 復水器真空破壊（復水器使用不可のため）
- 15:43 RSWポンプ（C）手動起動（S/P冷却運転）
- 15:44 RHR（A）手動起動（S/P冷却運転）
- 15:45 RCWポンプ（A）手動起動（S/P冷却運転）
- 16:09 原子炉水位低（L-3）
原子炉格納容器隔離系（PCIS）動作
- 16:40 原子炉減圧開始（SRV使用）
RCI Cタービン停止（L-8による）
- 16:57 RCI C手動起動（原子炉への給水）
- 21:44 RHRポンプ（A）手動停止（SHC準備）
- 21:45 RCI Cタービン手動停止
- 21:54 MUWCによる注水（原子炉への給水）
- 23:51 RHRポンプ（A）手動起動（SHCモード）

3月12日（土）

- 1:17 原子炉冷却材温度100℃未満（原子炉の状態「冷温停止」）
- 2:51 原子炉スクラムリセット

外部電源の状況 地震発生直後は松島幹線 2 号線のみ受電可能

3 月 1 1 日（金）

1 4 : 4 6 東北地方太平洋沖地震発生（発電所内観測震度 震度 6 弱）
 牡鹿幹線 2 回線 遮断（系統側の要求による）
 松島幹線 1 号線 遮断（停止）
 塚浜支線 遮断（停止）

3 月 1 2 日（土）

2 0 : 1 2 牡鹿幹線 1 号線 復旧
 2 0 : 1 5 牡鹿幹線 2 号線 復旧

3 月 1 7 日（木）

1 0 : 4 7 松島幹線 1 号線 復旧
 1 3 : 3 1 ～ 1 5 : 2 7 松島幹線 2 号線 停止（点検のため）

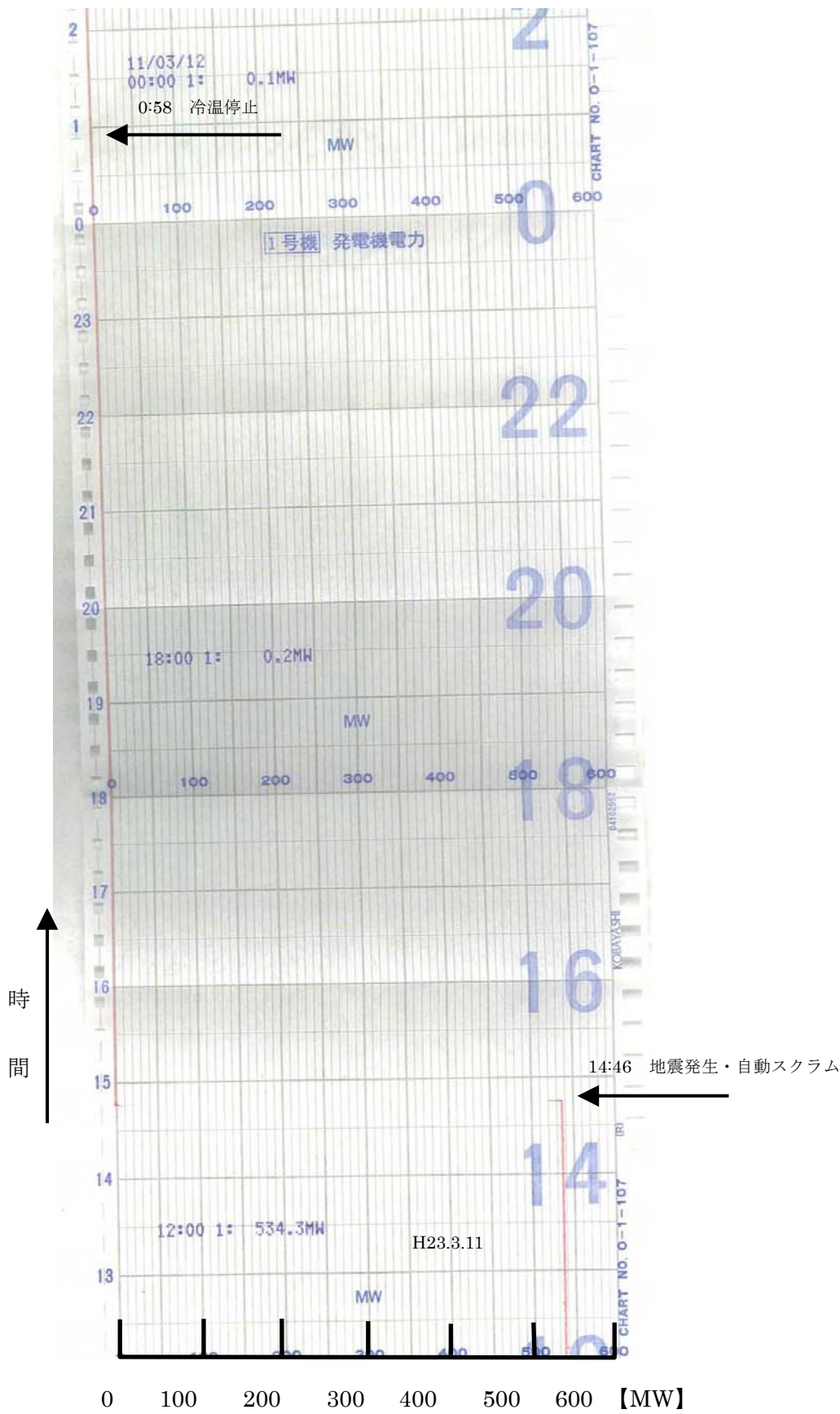
3 月 1 8 日（金）

1 9 : 3 2 牡鹿幹線 1 号線 停止（非常予備）

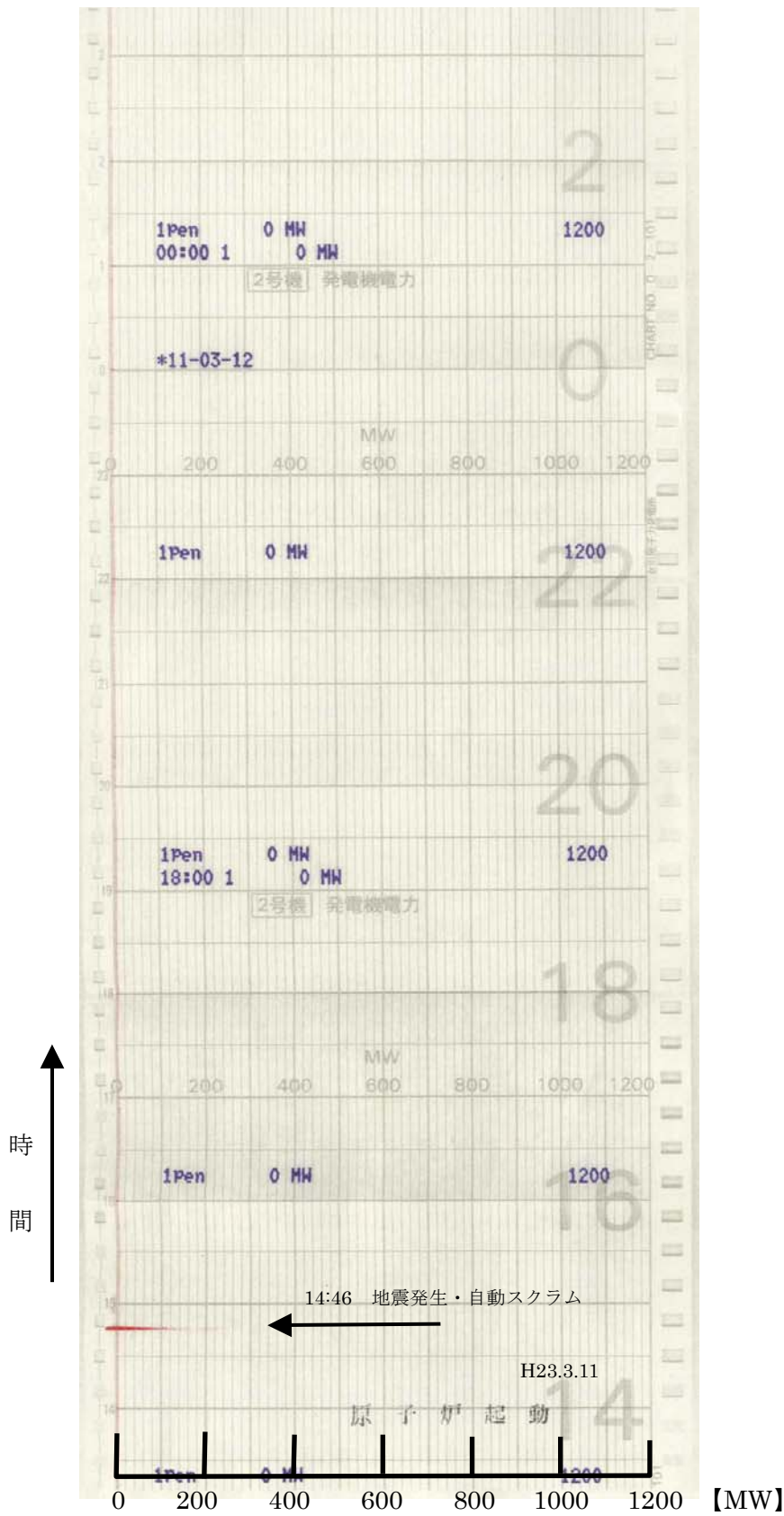
3 月 2 6 日（土）

1 5 : 4 1 塚浜支線 復旧

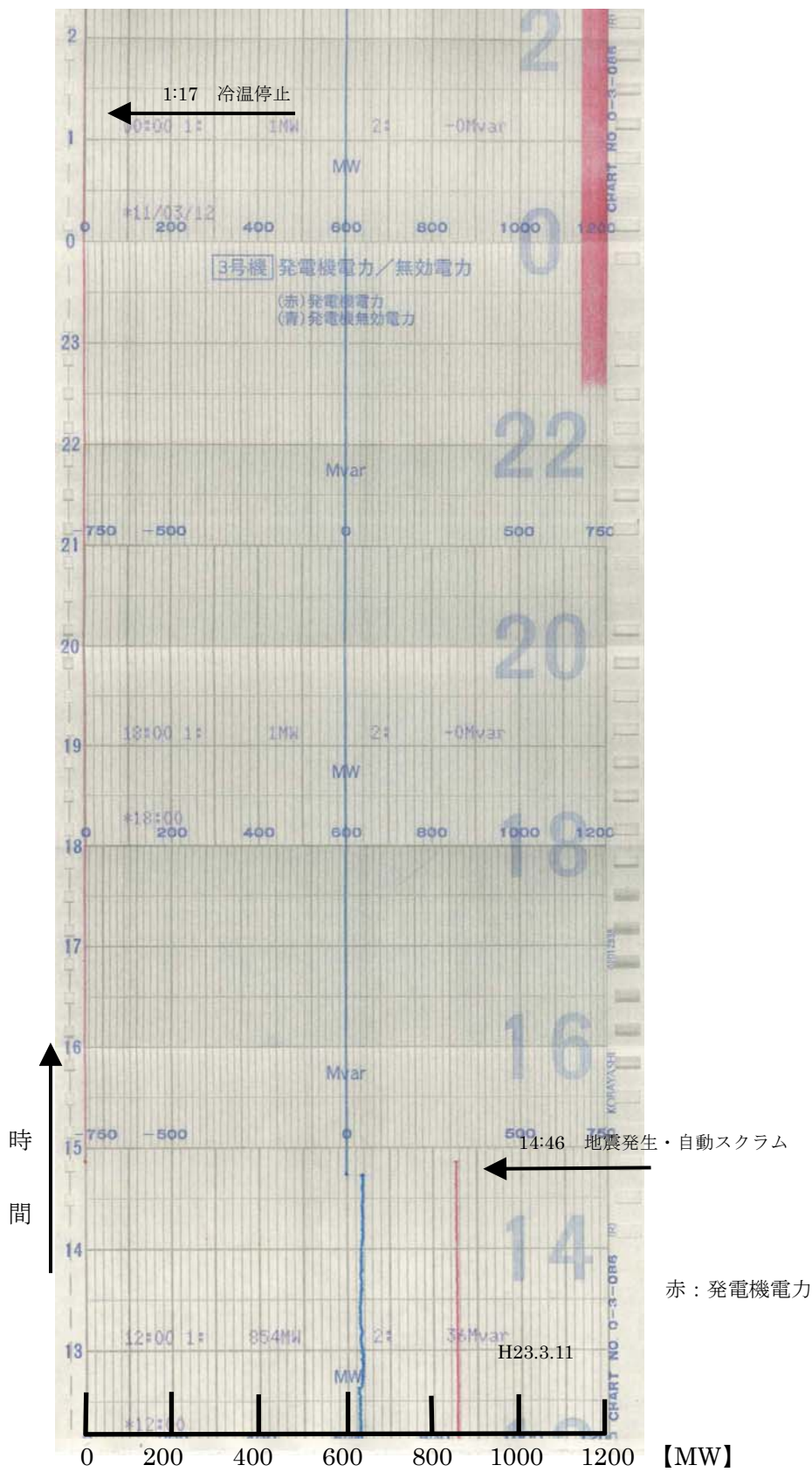
女川 1 号機 発電機電力チャート

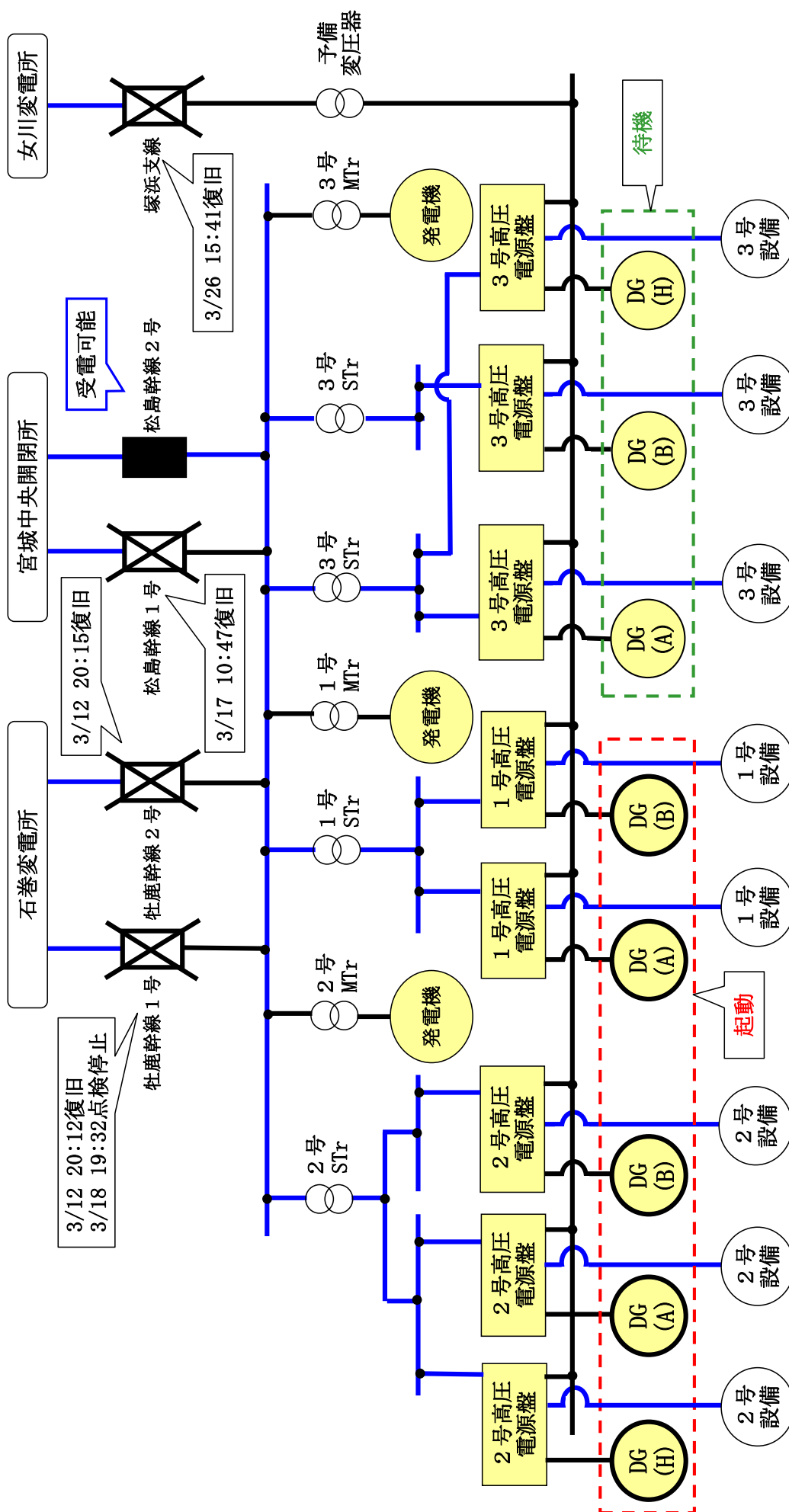


女川 2 号機 発電機電力チャート



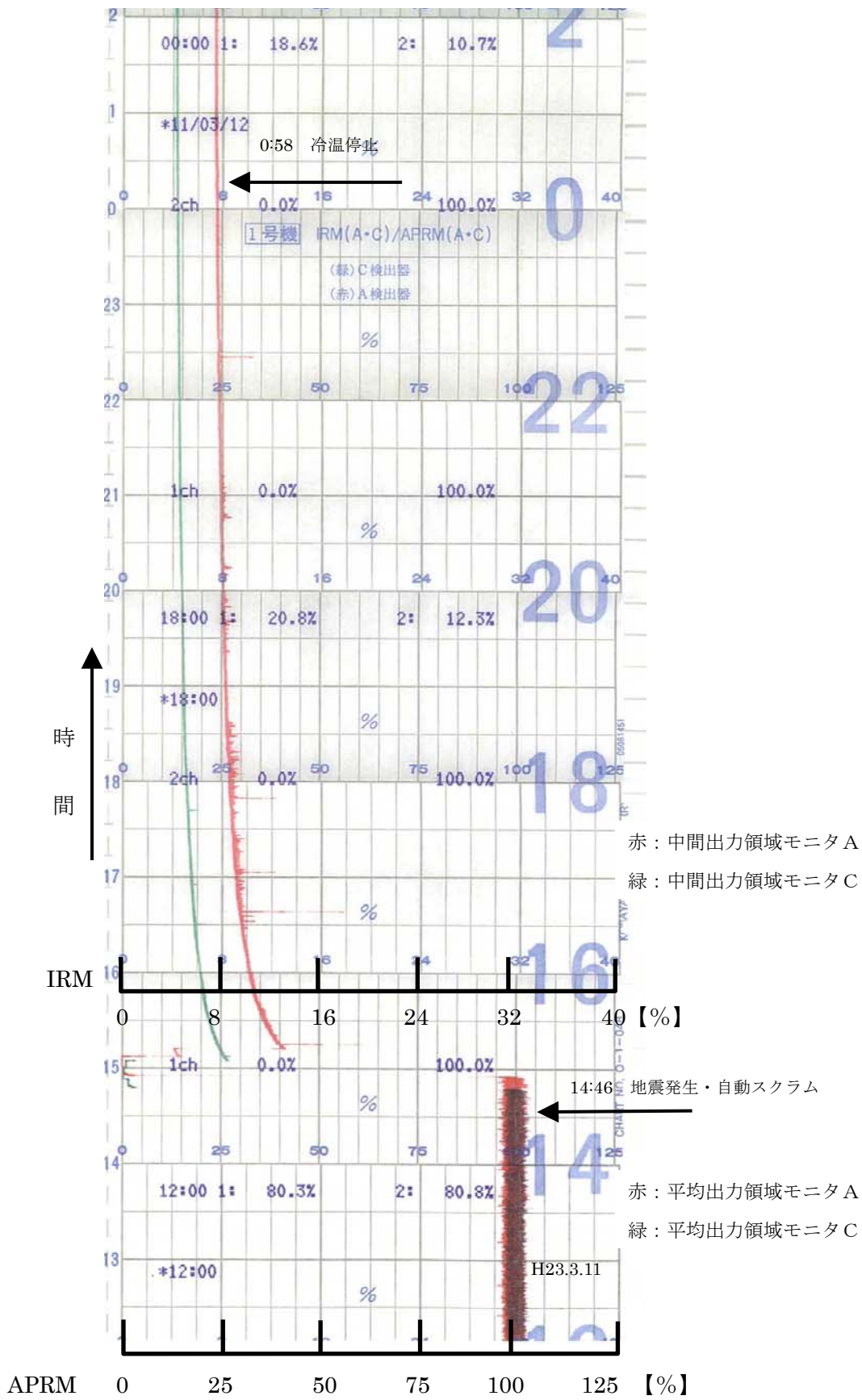
女川 3 号機 発電機電力チャート



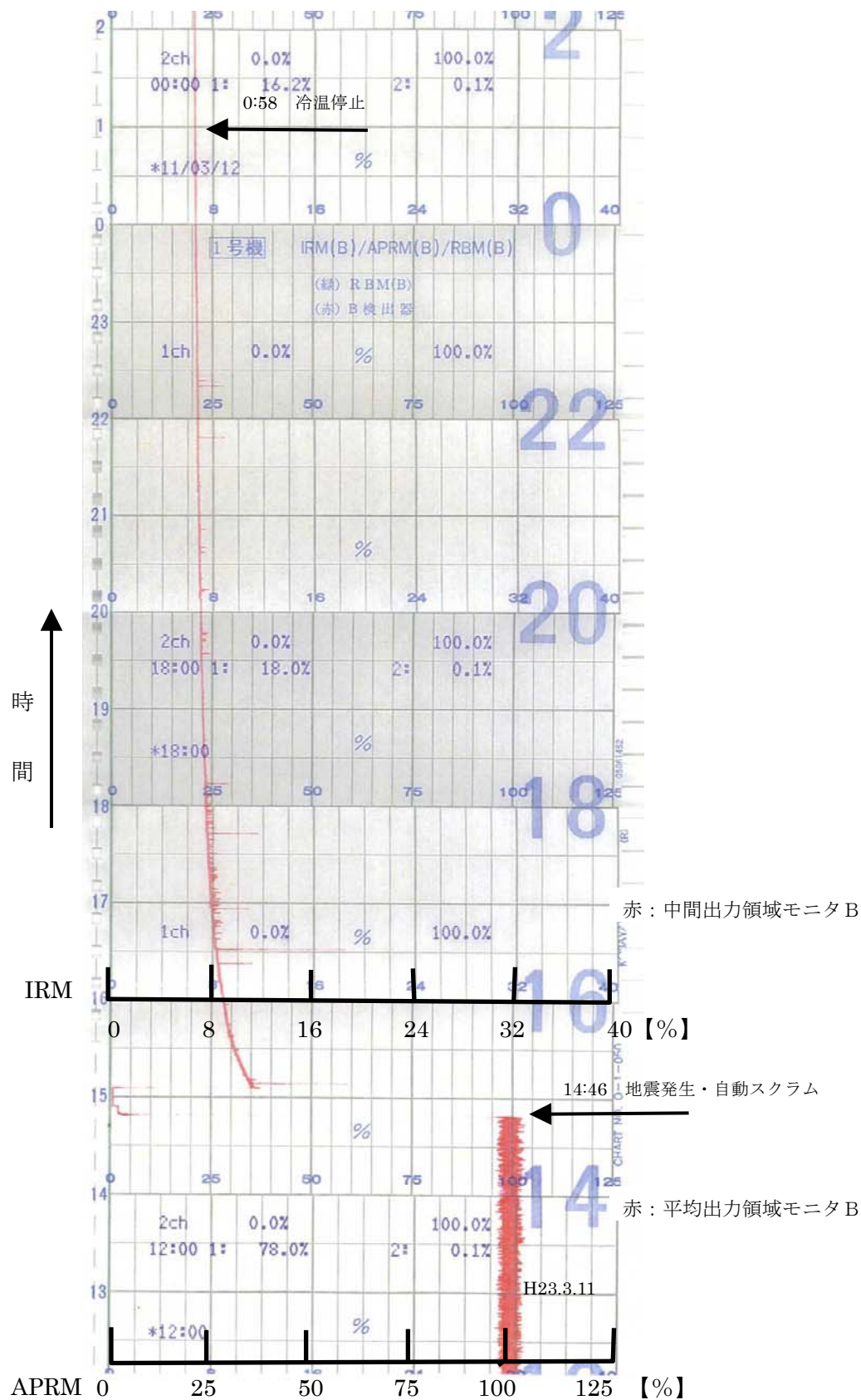


女川原子力発電所1～3号機の電源系統状態（3月11日地震直後）

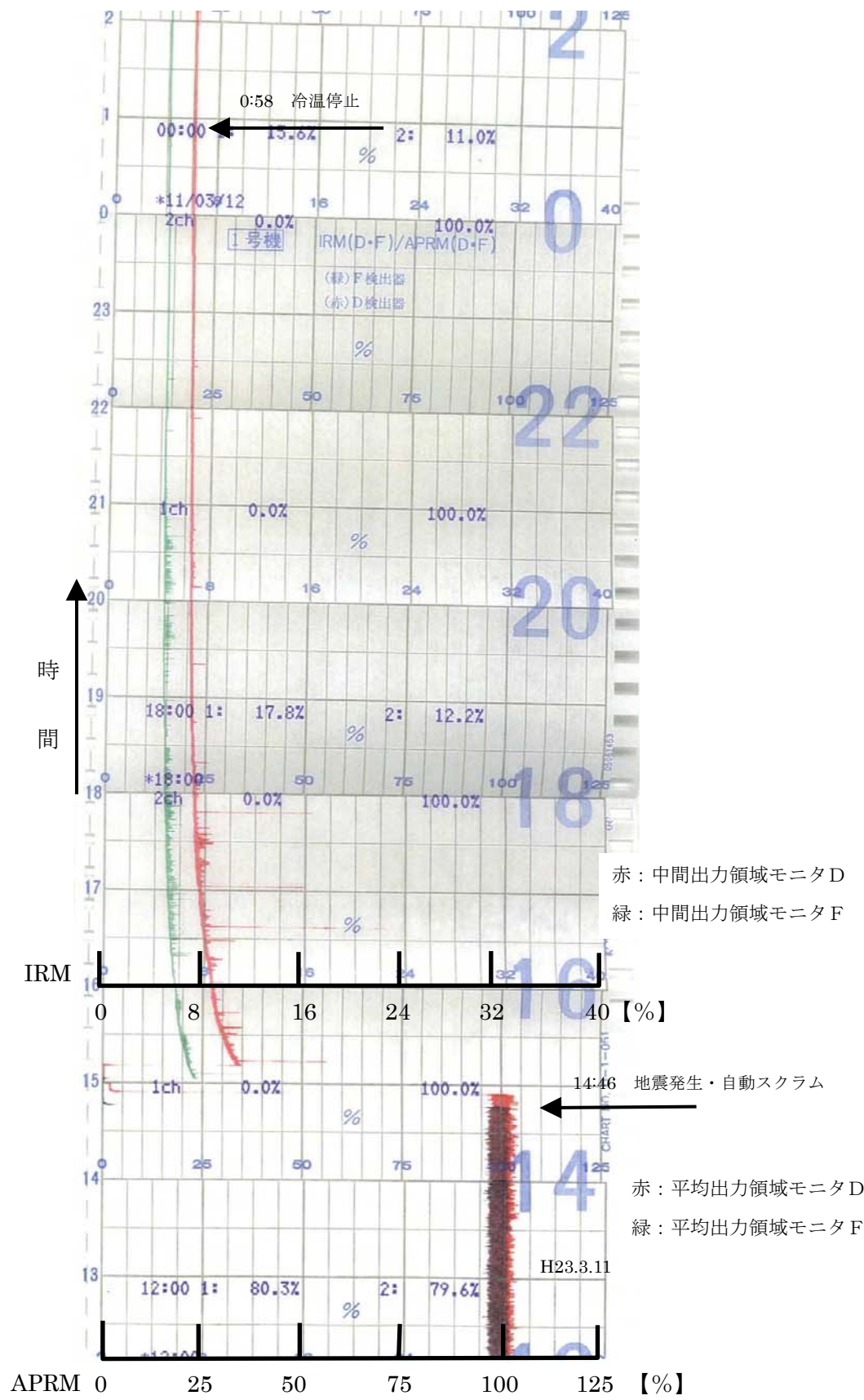
女川 1 号機 中間出力領域モニタ／平均出力領域モニタチャート (A系、C系)



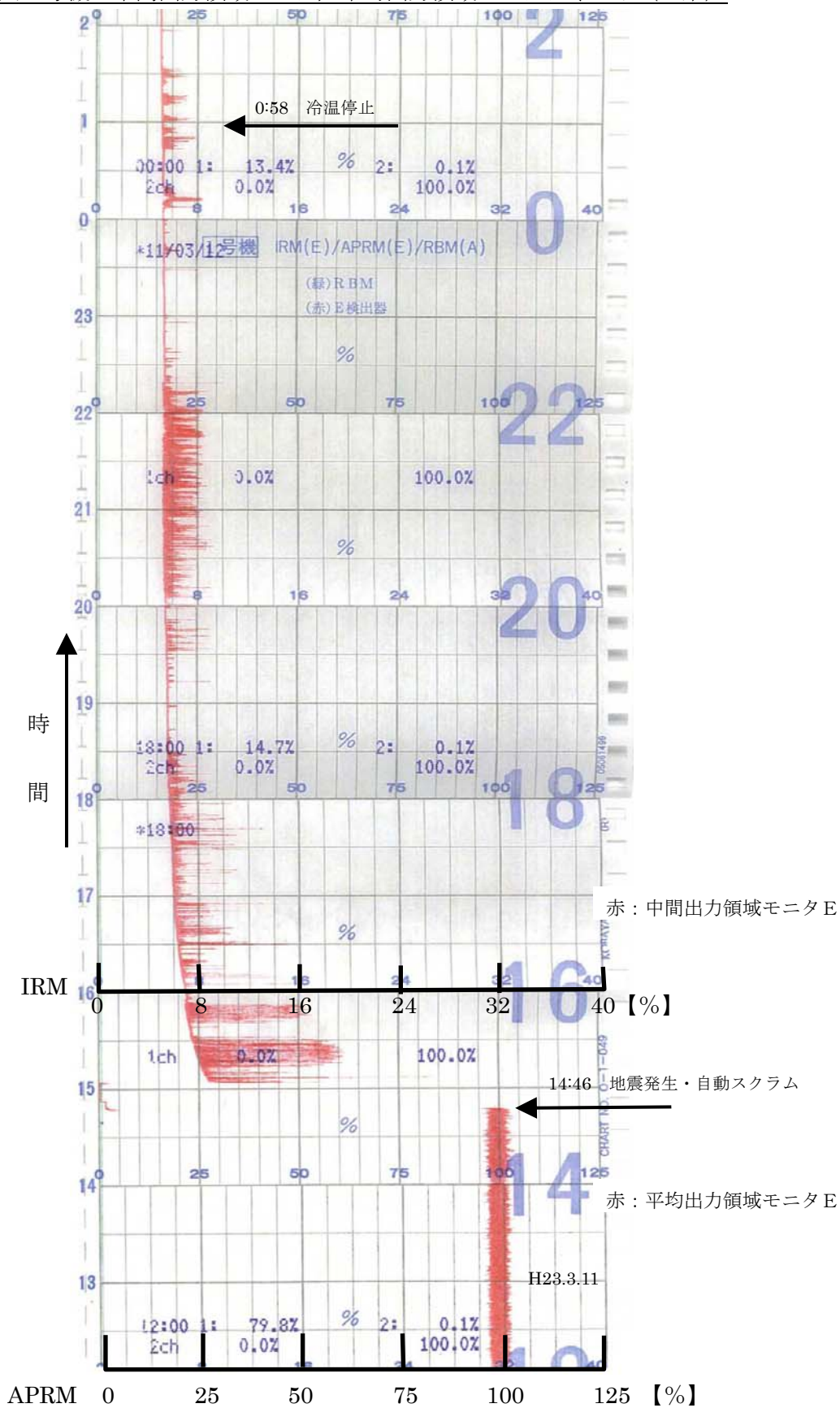
女川 1 号機 中間出力領域モニタ／平均出力領域モニタチャート (B 系)



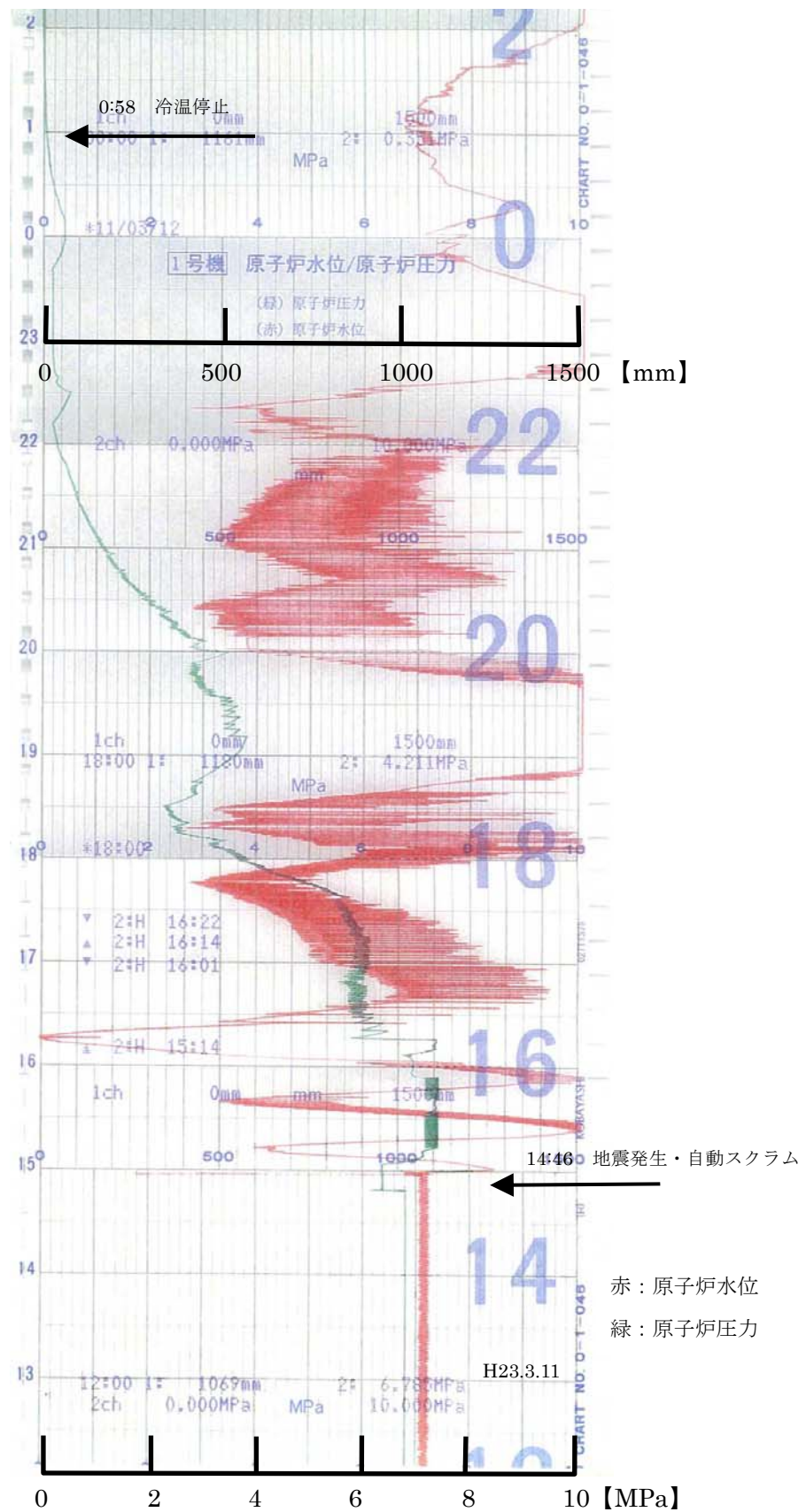
女川 1 号機 中間出力領域モニタ／平均出力領域モニタチャート (D系、F系)



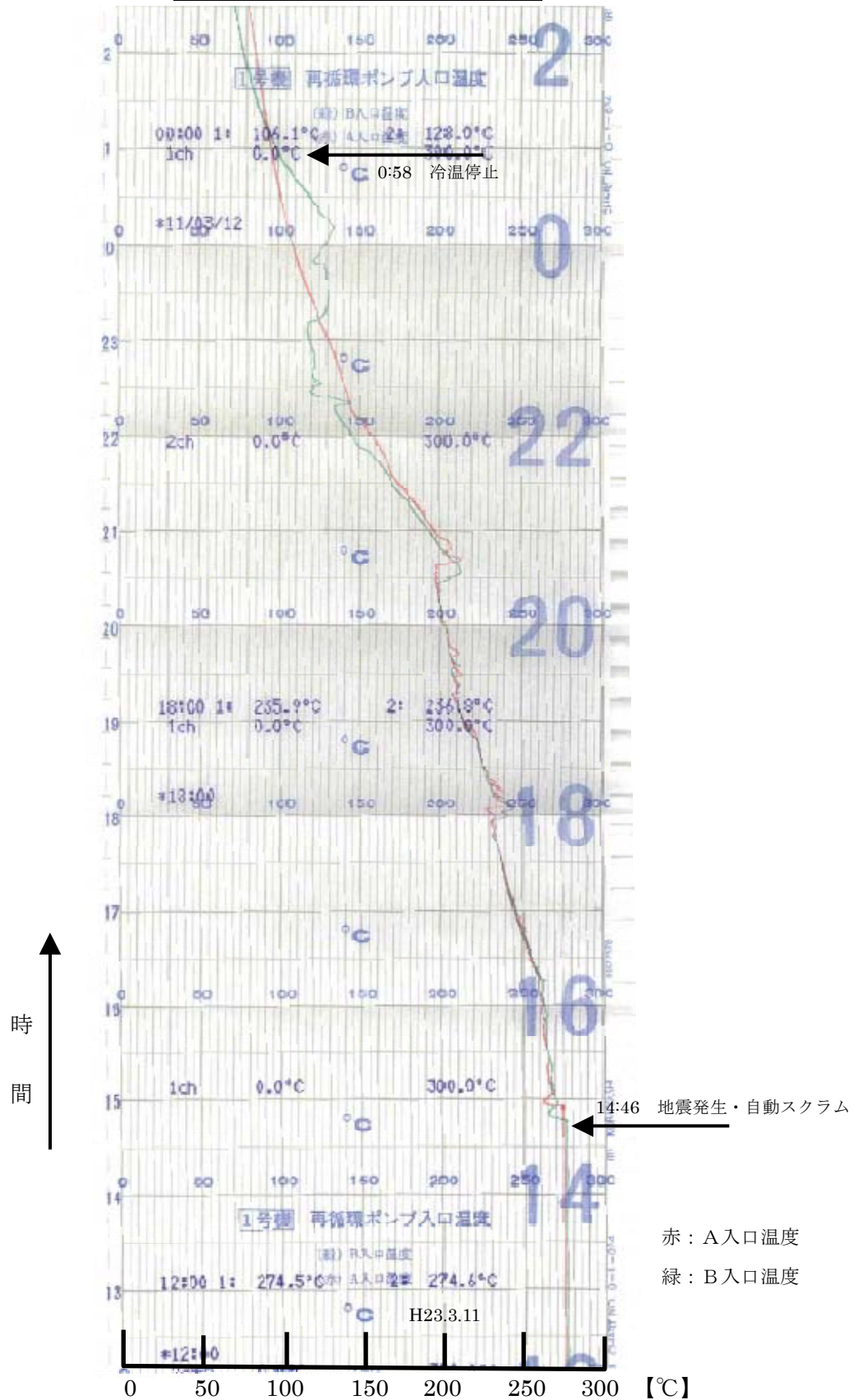
女川１号機 中間出力領域モニタ／平均出力領域モニタチャート（E系）



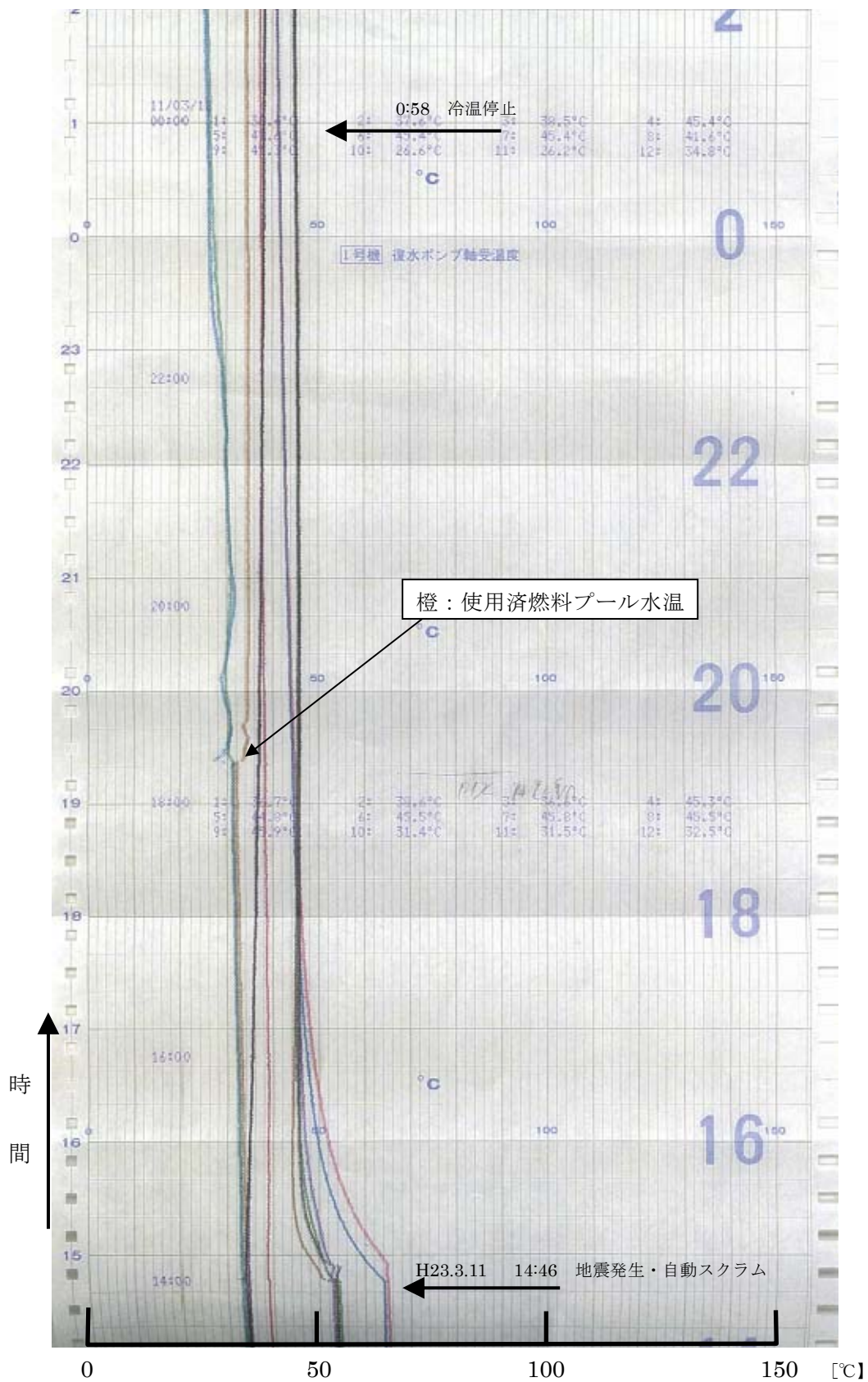
女川1号機 原子炉水位、原子炉圧力チャート



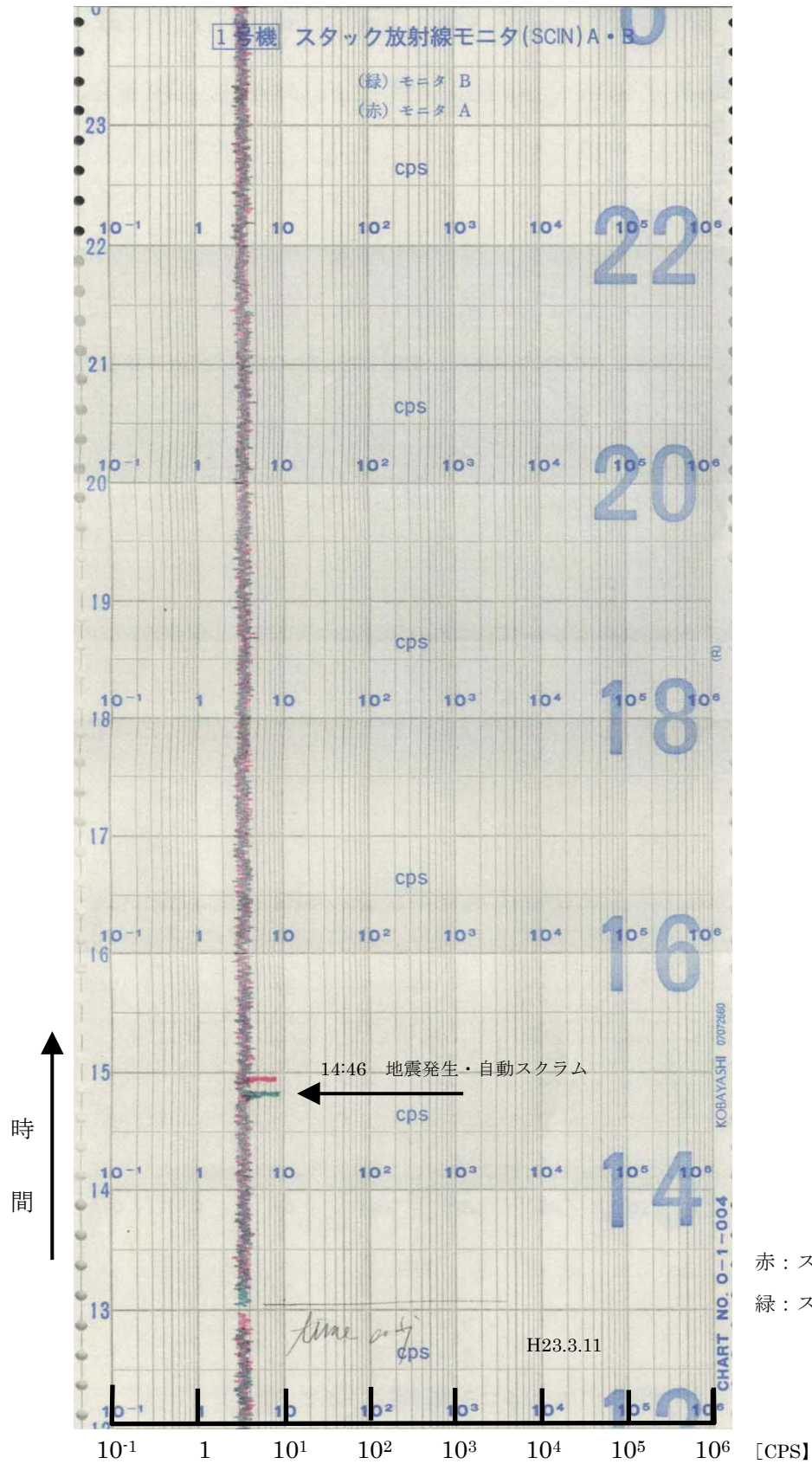
女川1号機 原子炉水温度チャート



女川1号機 使用済燃料プール水温度チャート

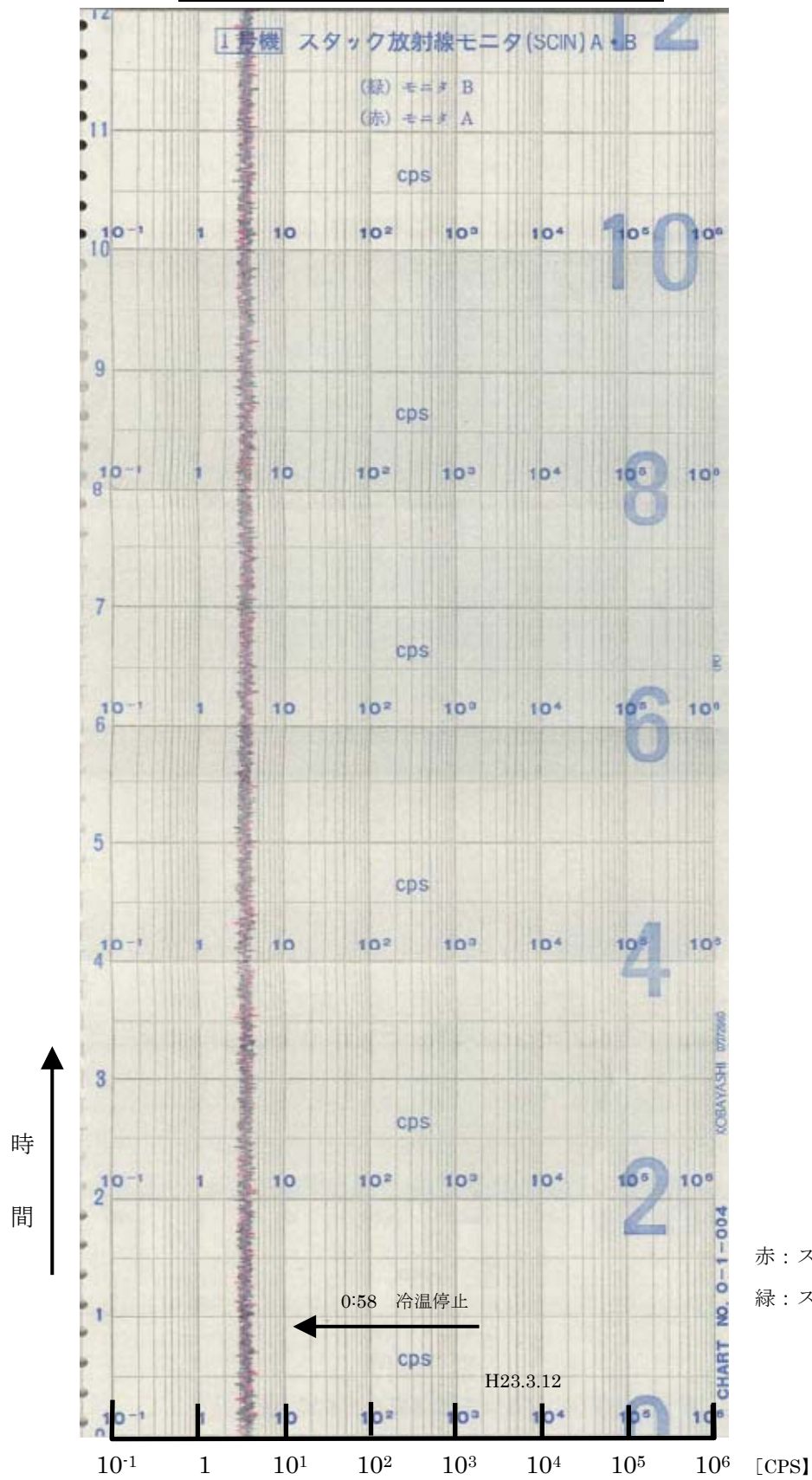


女川 1 号機 スタック放射線モニタチャート

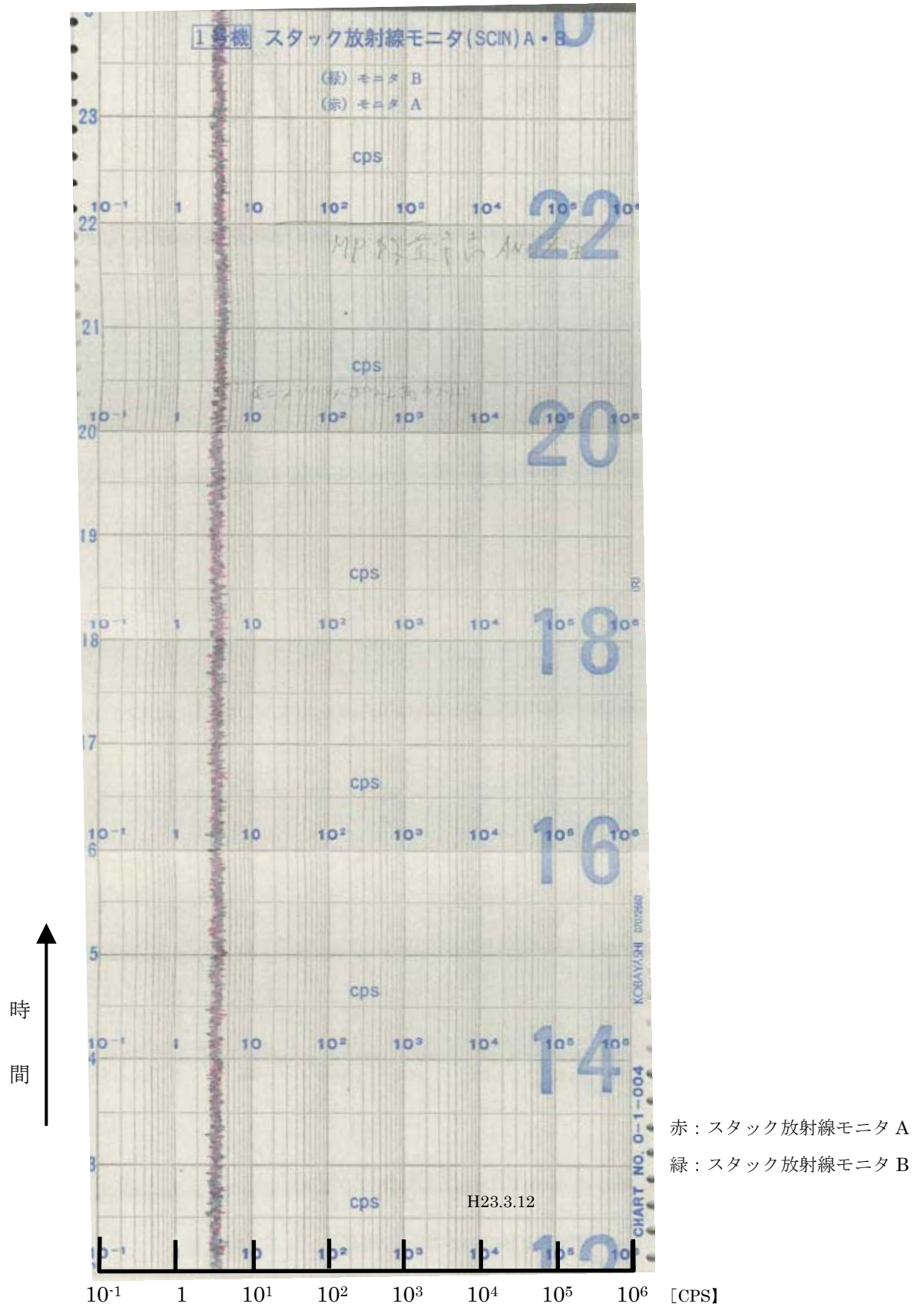


赤：スタック放射線モニタ A
緑：スタック放射線モニタ B

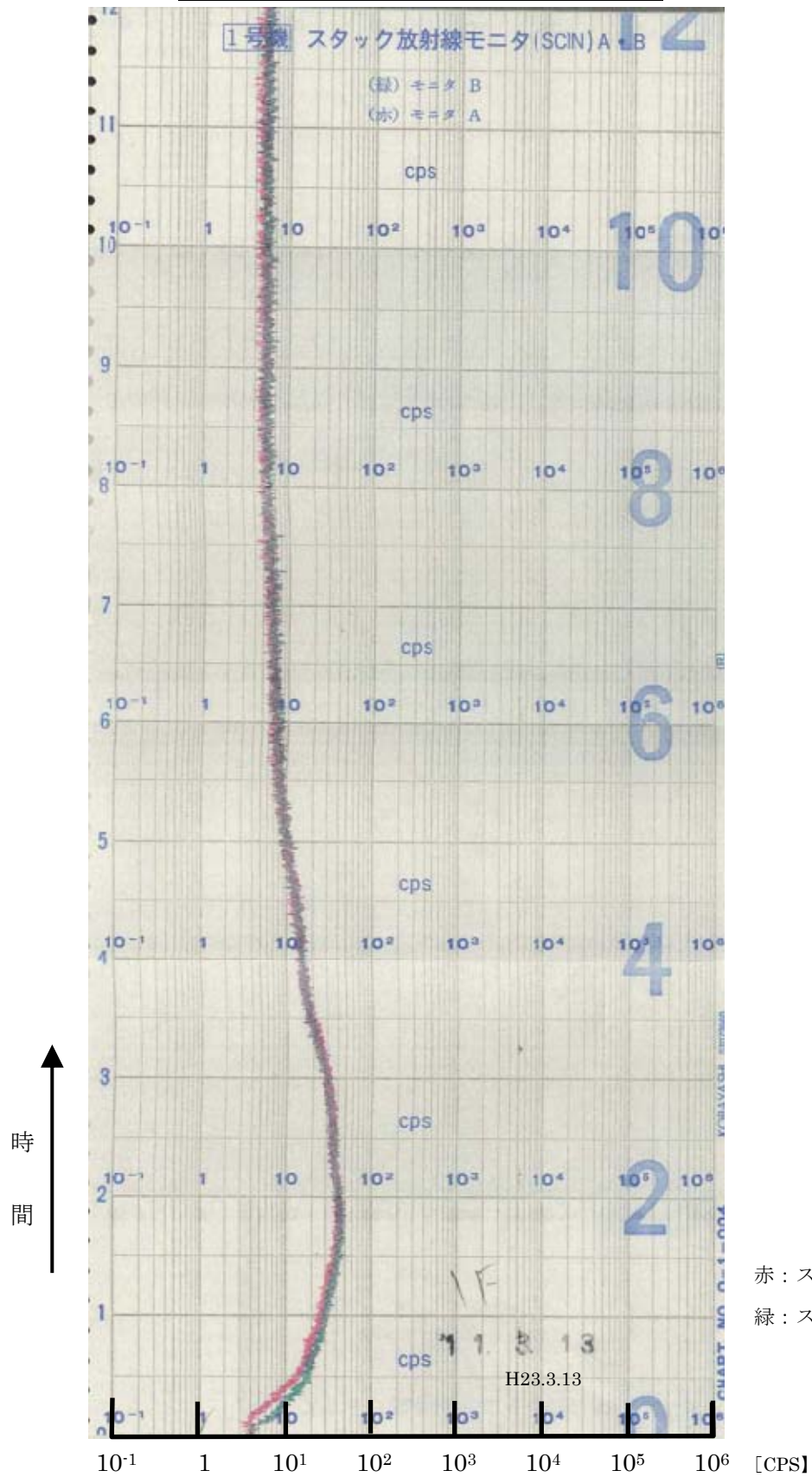
女川１号機 スタック放射線モニタチャート



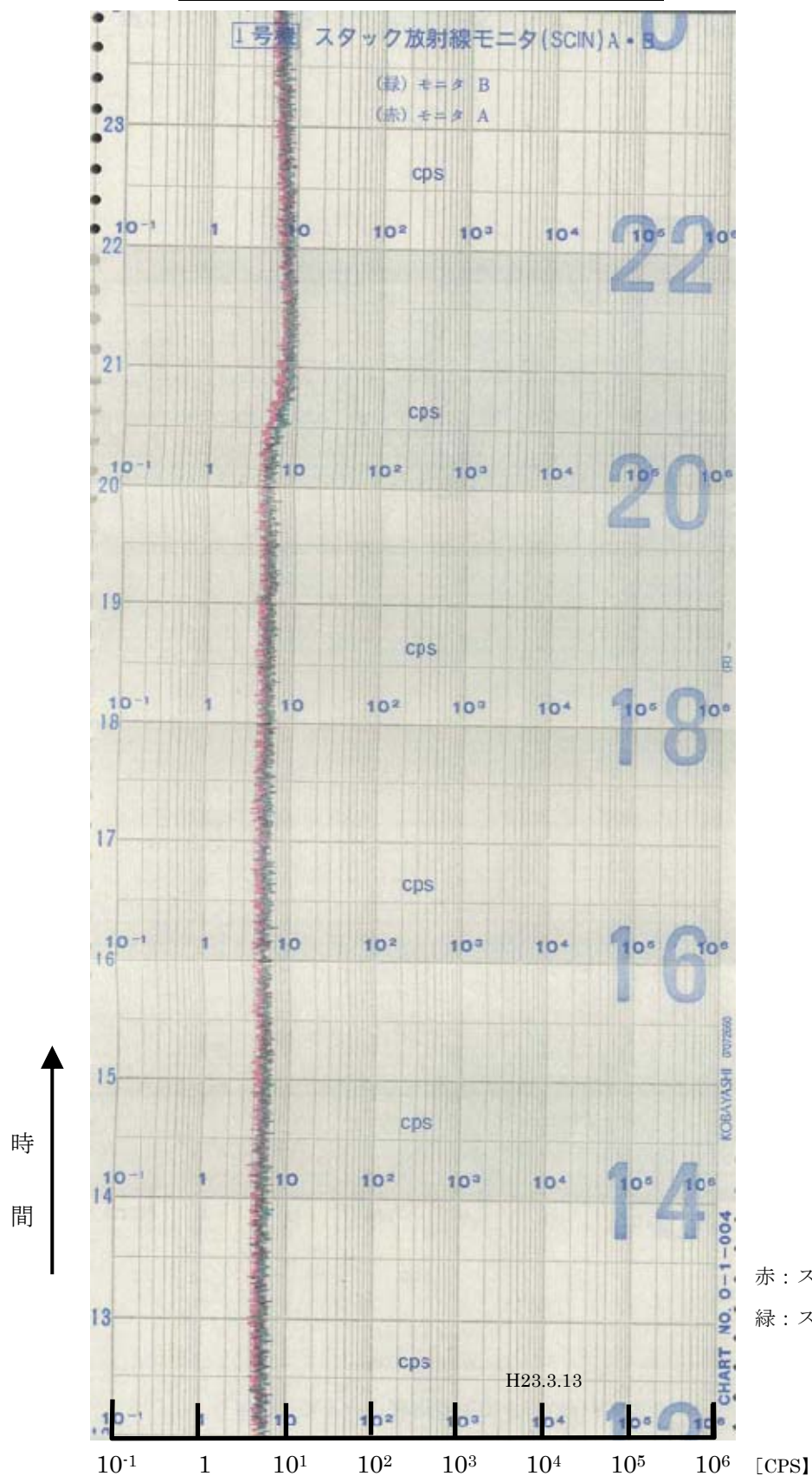
女川1号機 スタック放射線モニタチャート



女川１号機 スタック放射線モニタチャート

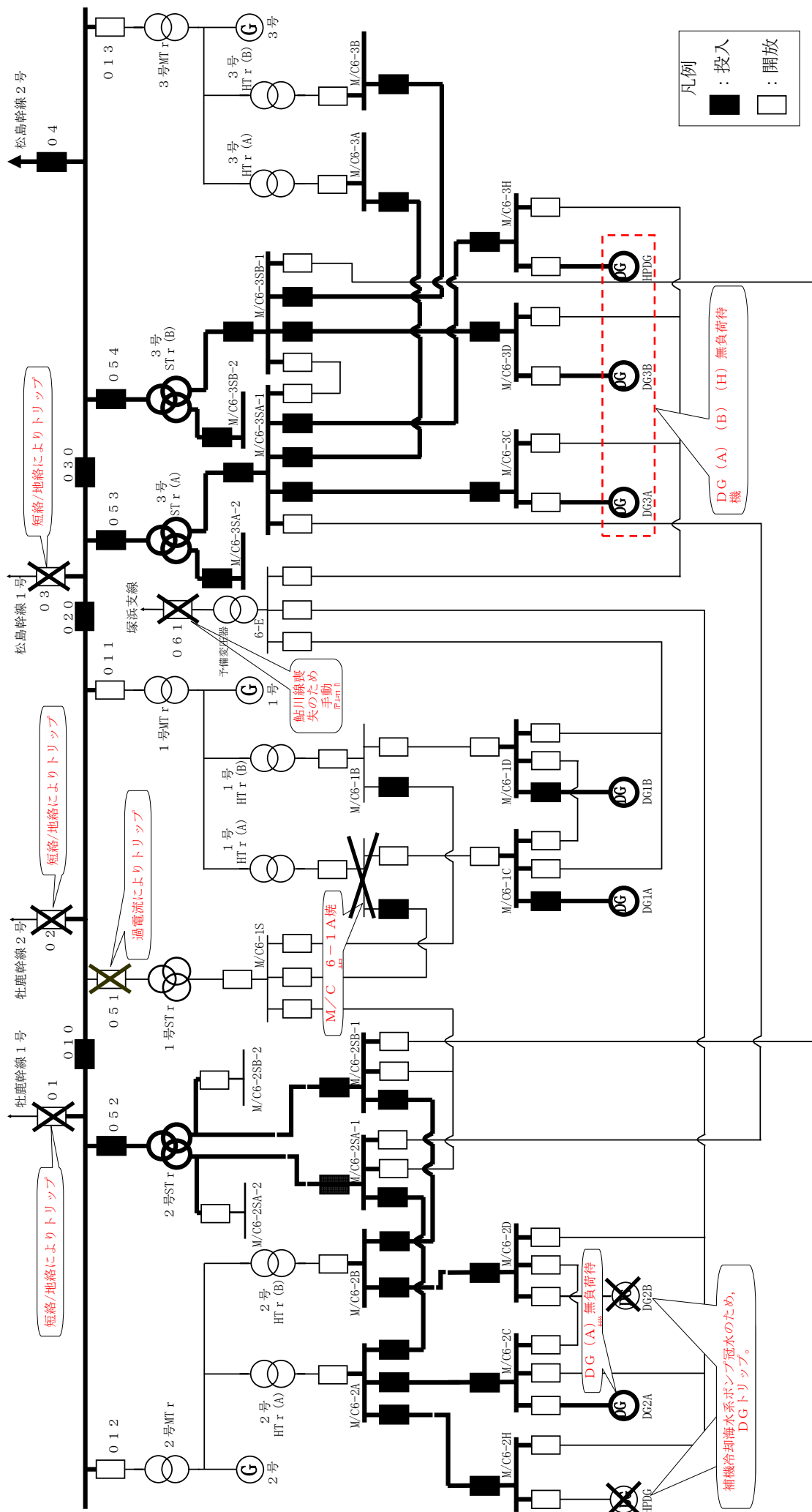


女川1号機 スタック放射線モニタチャート

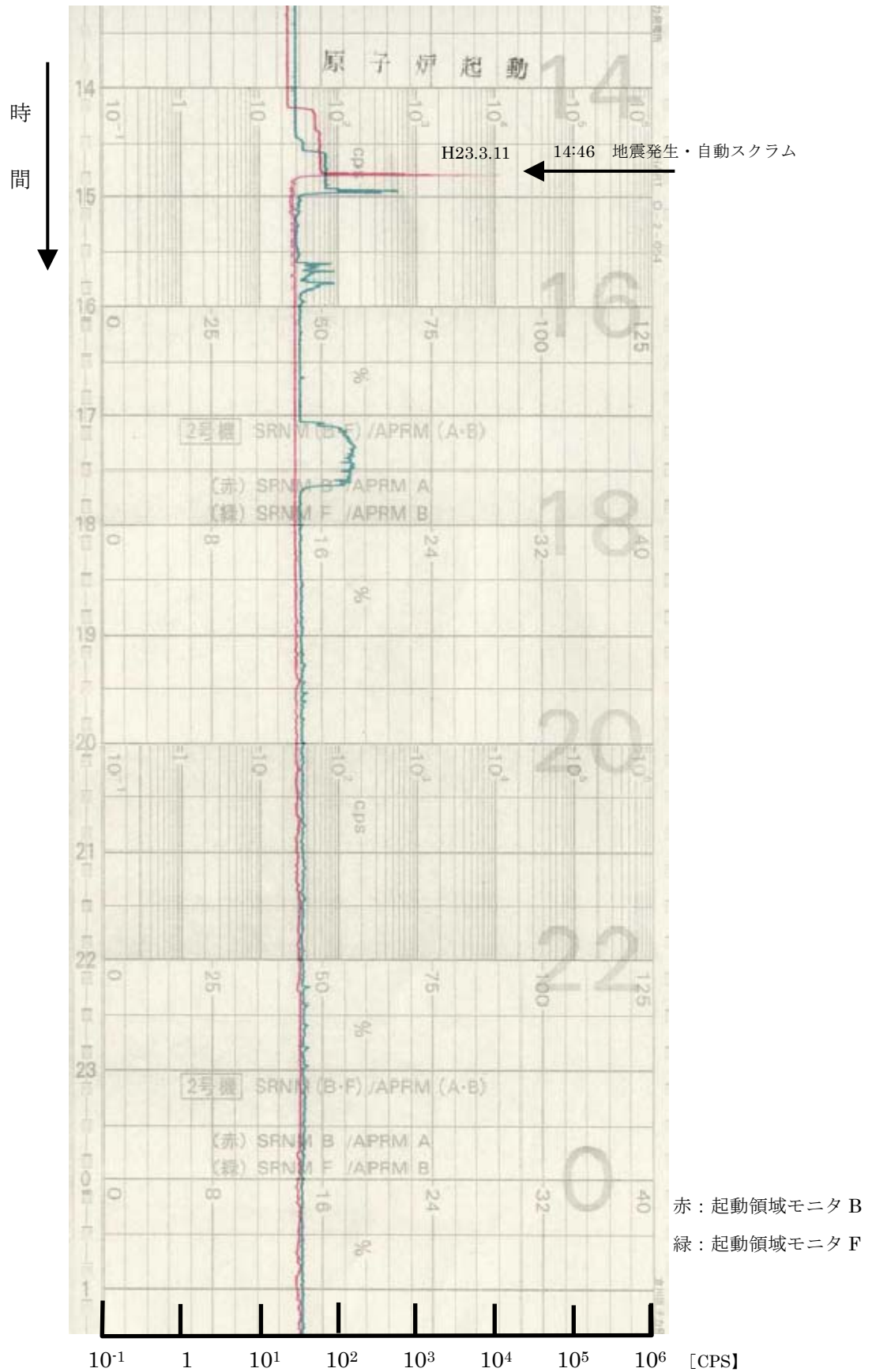




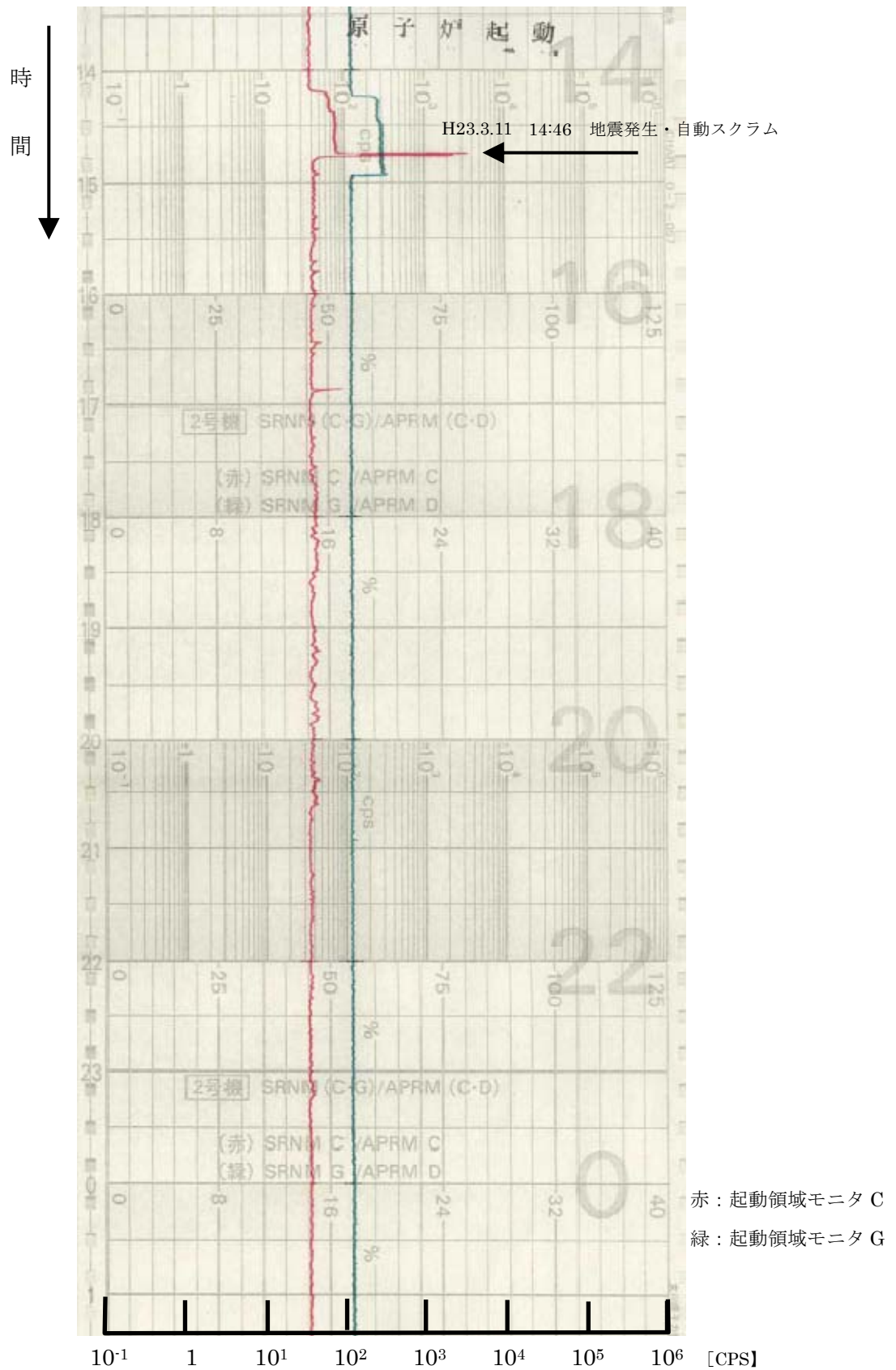
所内電源受電状況概要図【3月11日地震後】



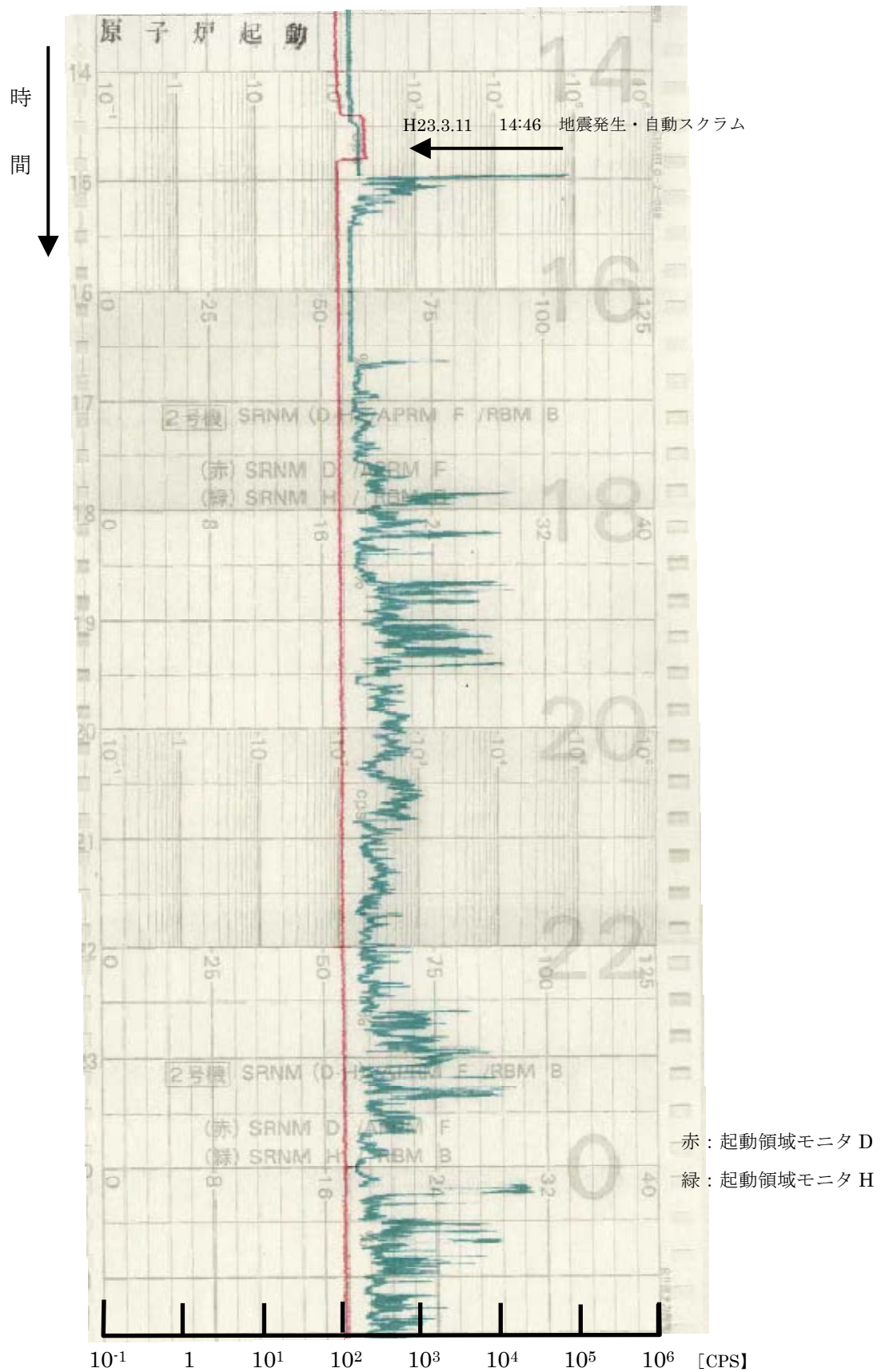
女川２号機 起動領域モニタチャート（Ｂ系、Ｆ系）



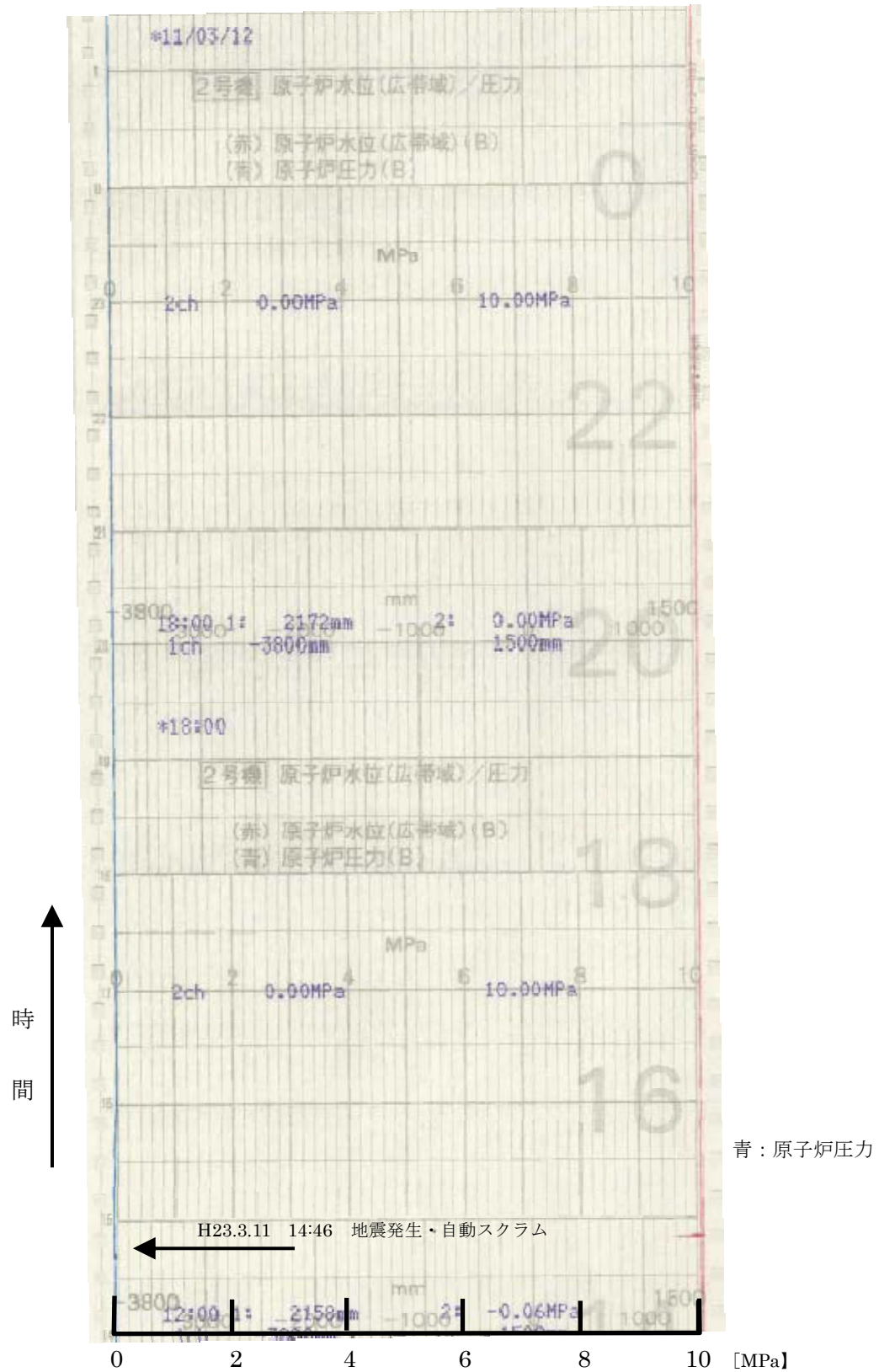
女川２号機 起動領域モニタチャート（C系、G系）



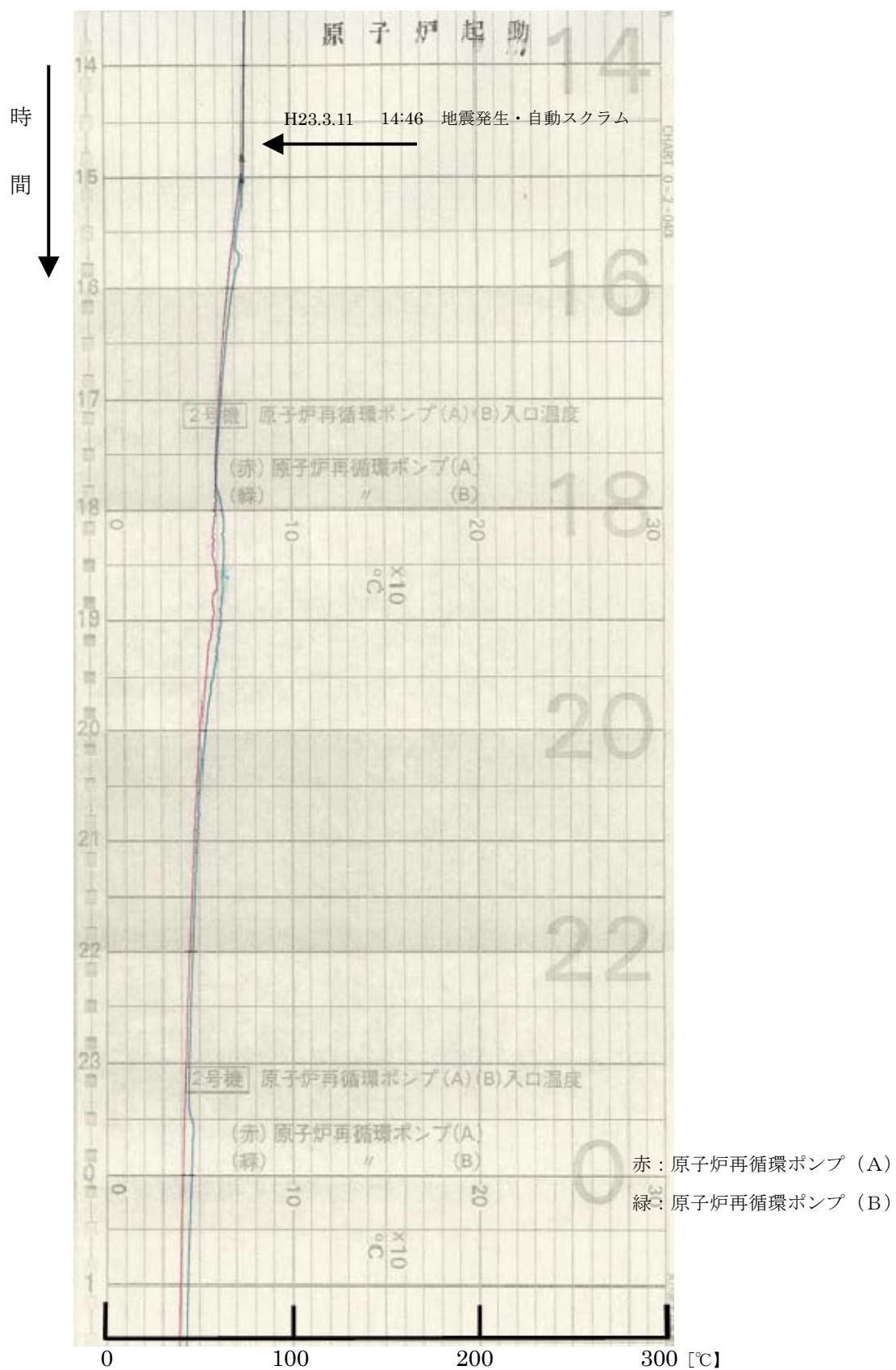
女川２号機 起動領域モニタチャート（D系、H系）



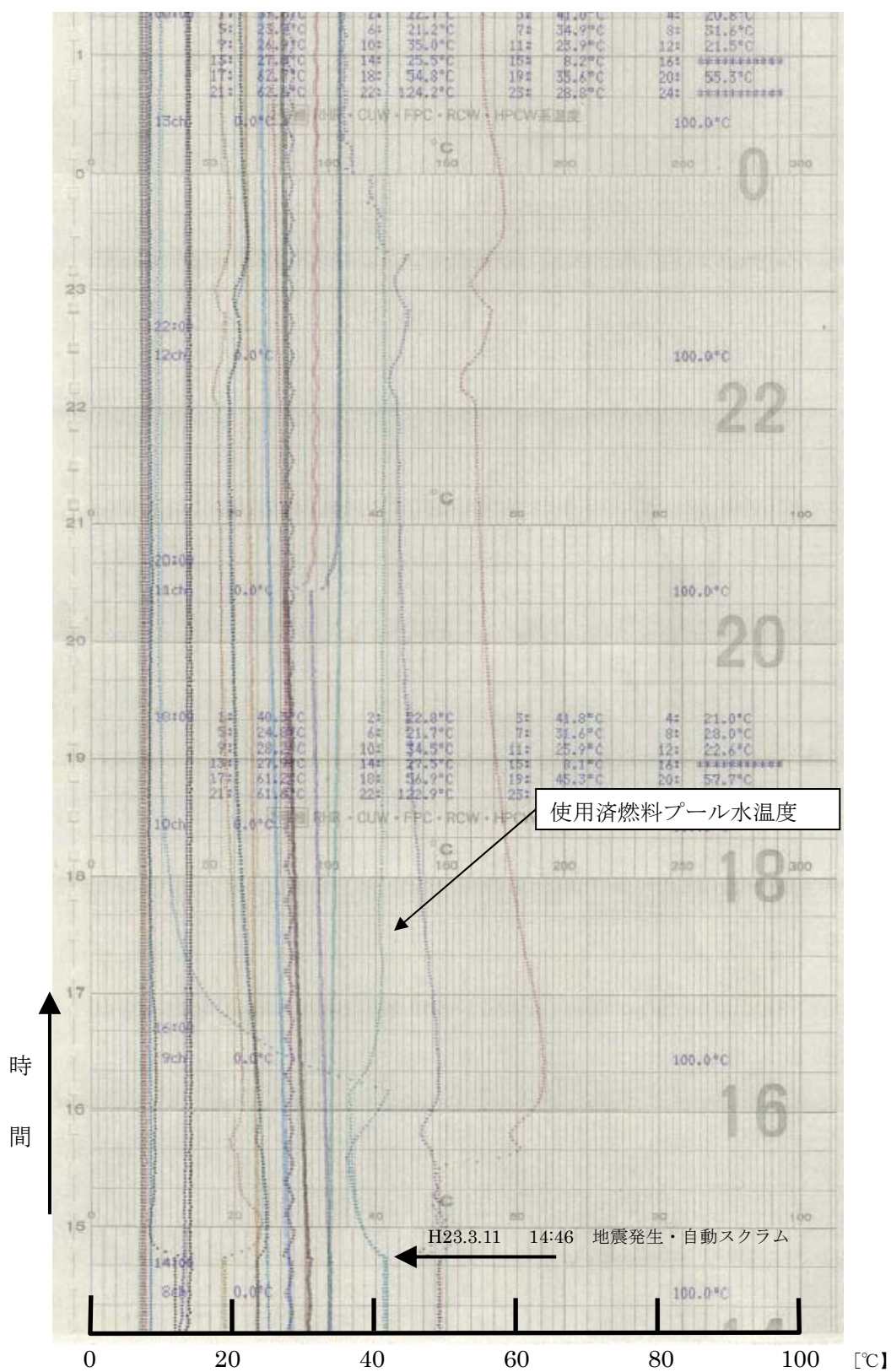
女川 2 号機 原子炉圧力チャート



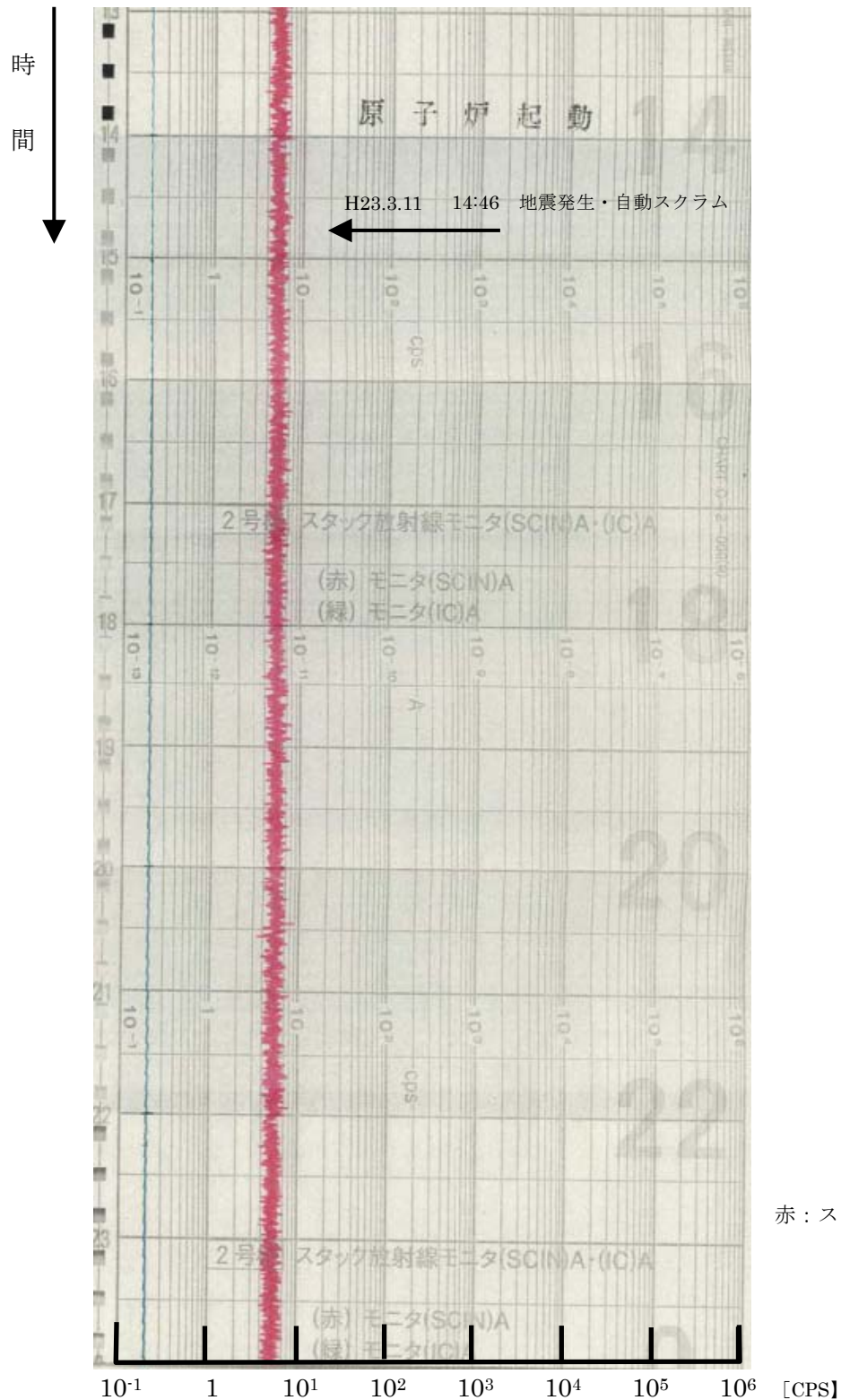
女川 2 号機 原子炉水温度チャート



女川 2 号機 使用済燃料プール水温度チャート

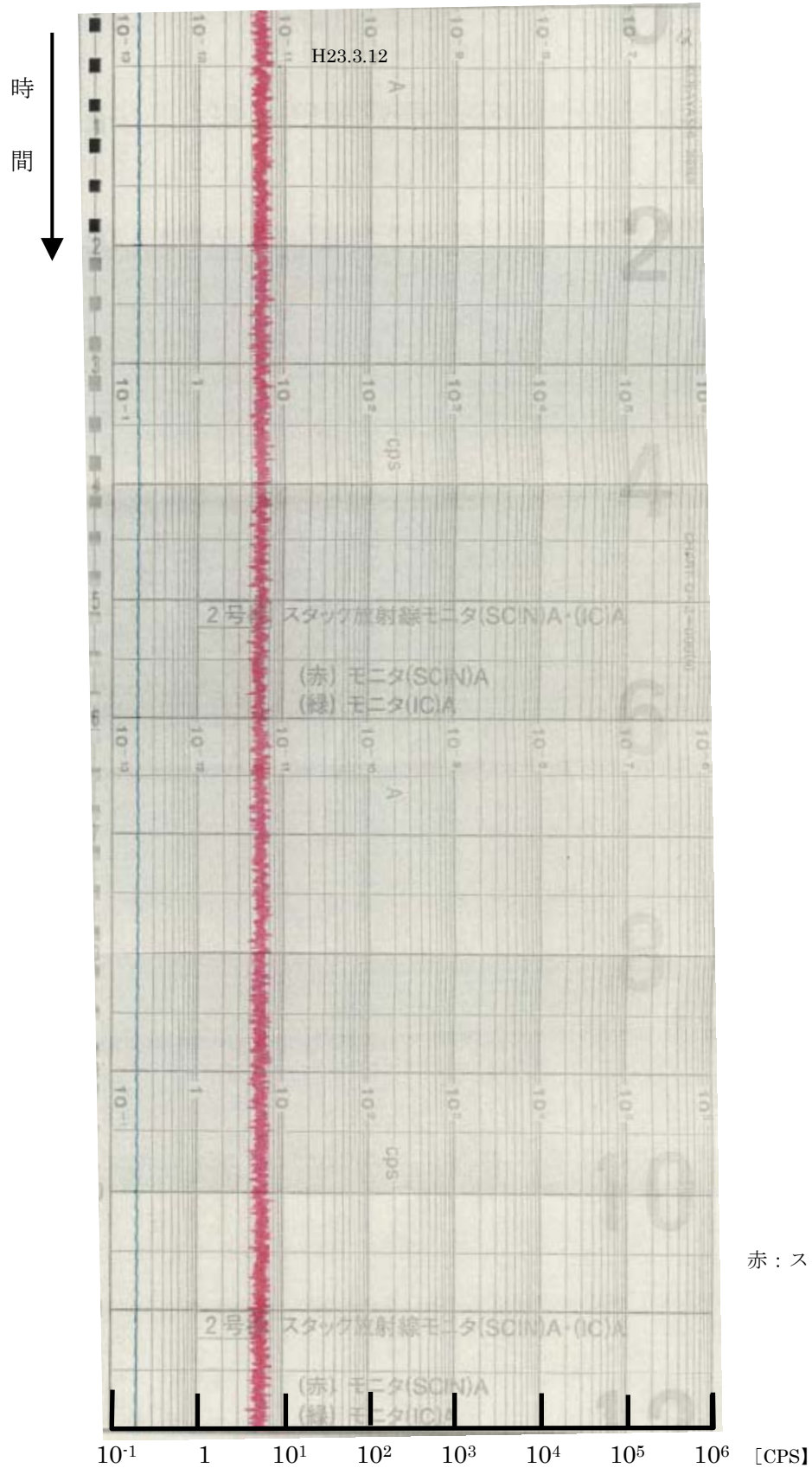


女川2号機 スタック放射線モニタチャート (A系)

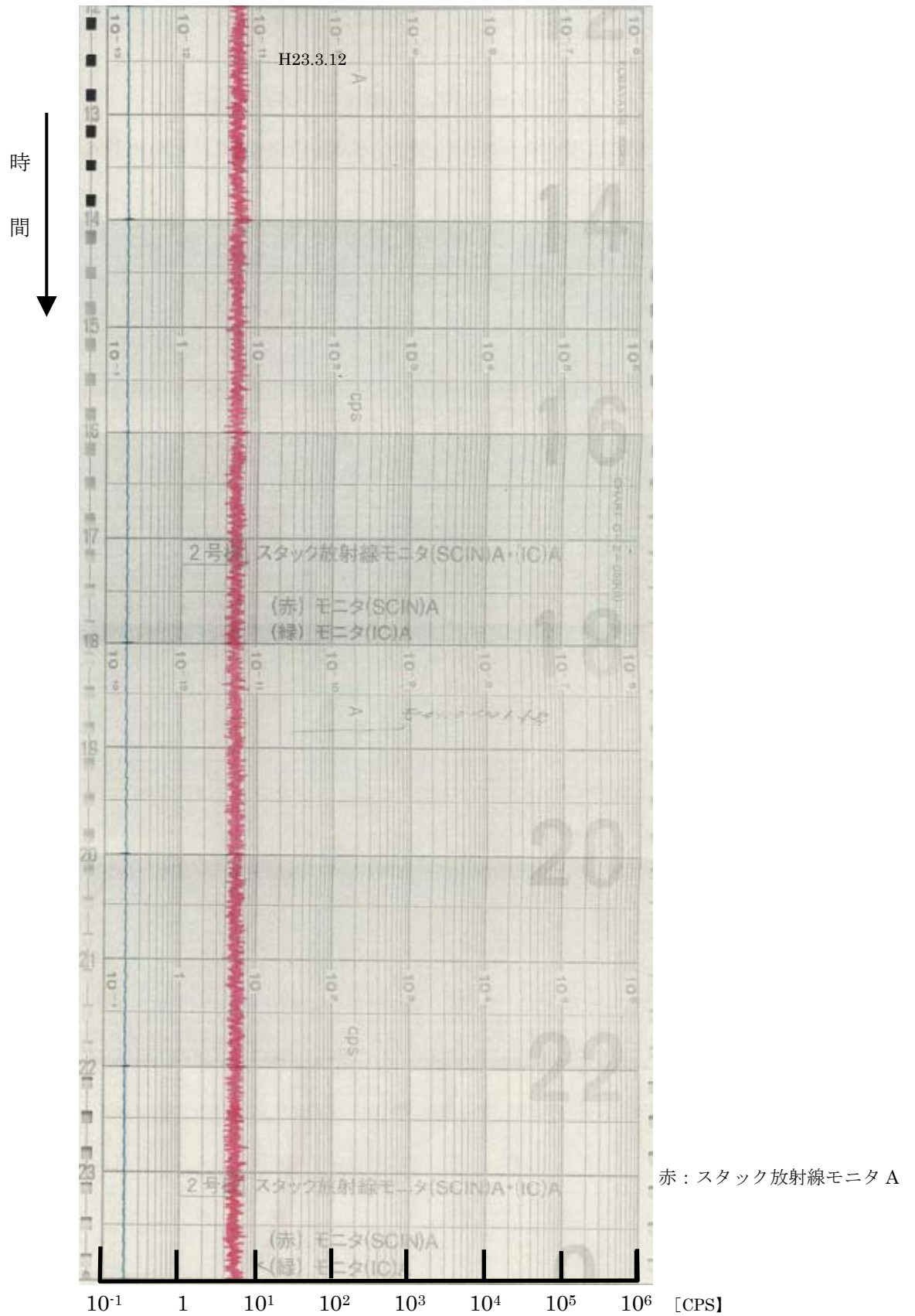


赤：スタック放射線モニタ A

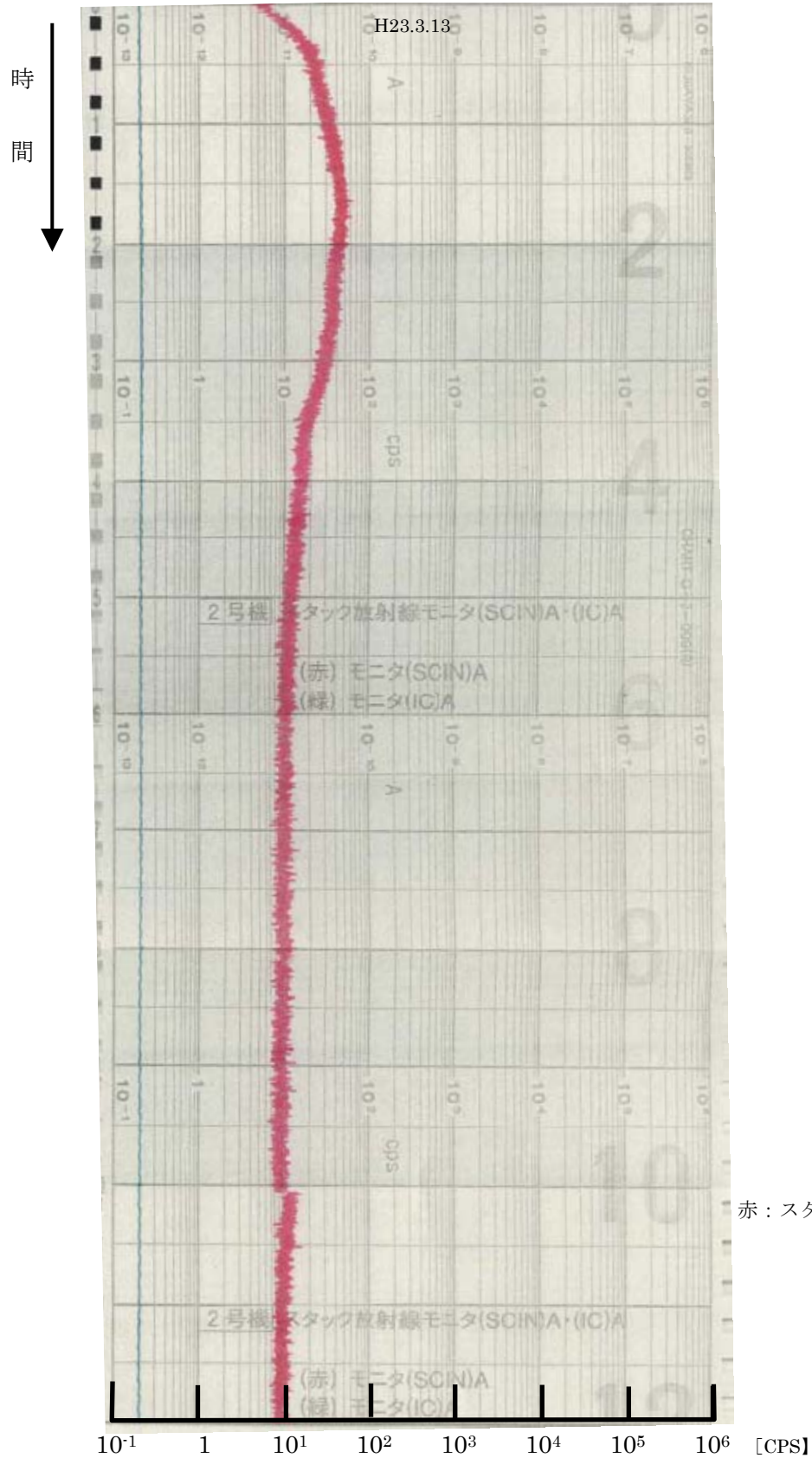
女川２号機 スタック放射線モニタチャート（Ａ系）



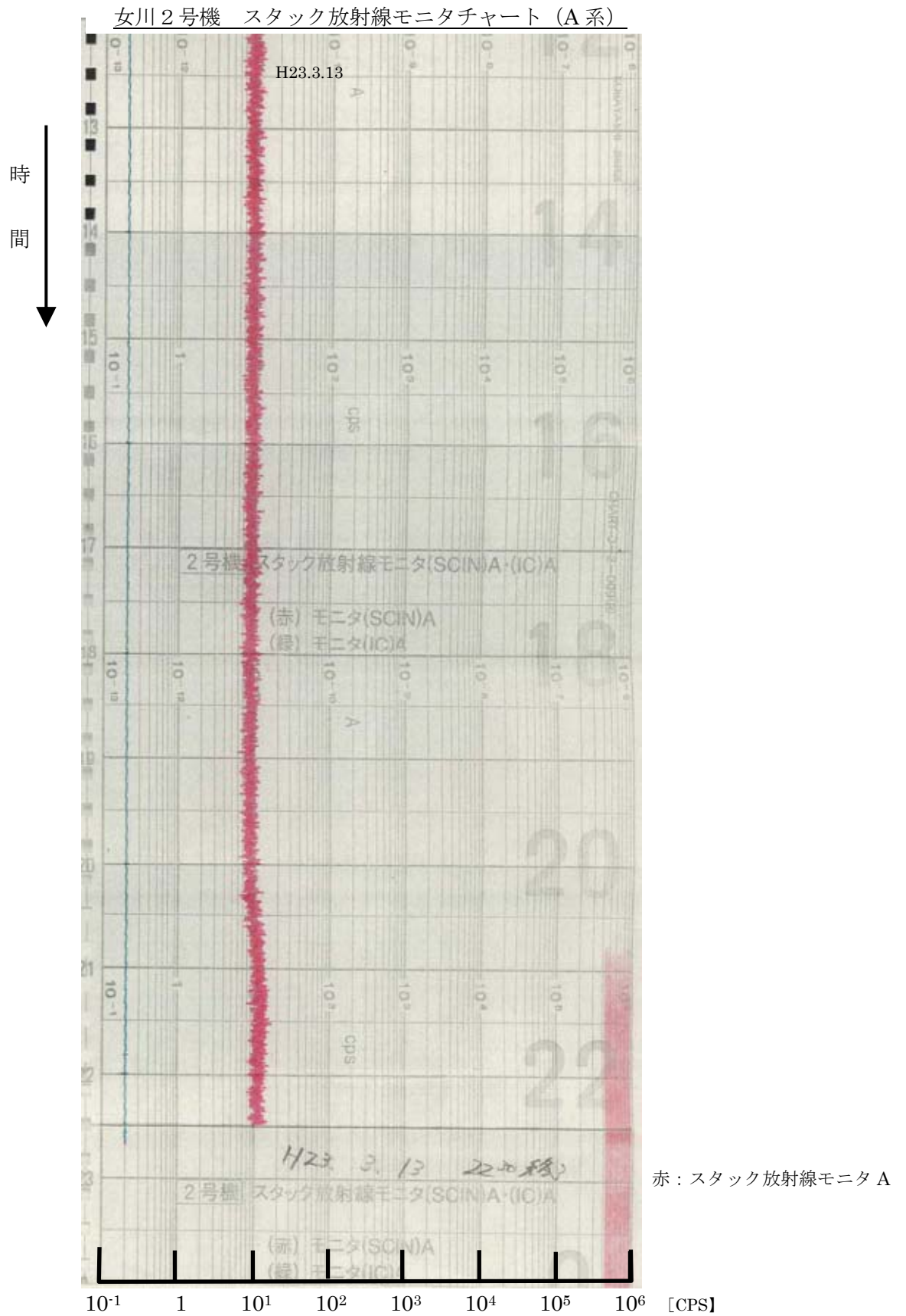
女川２号機 スタック放射線モニタチャート（Ａ系）

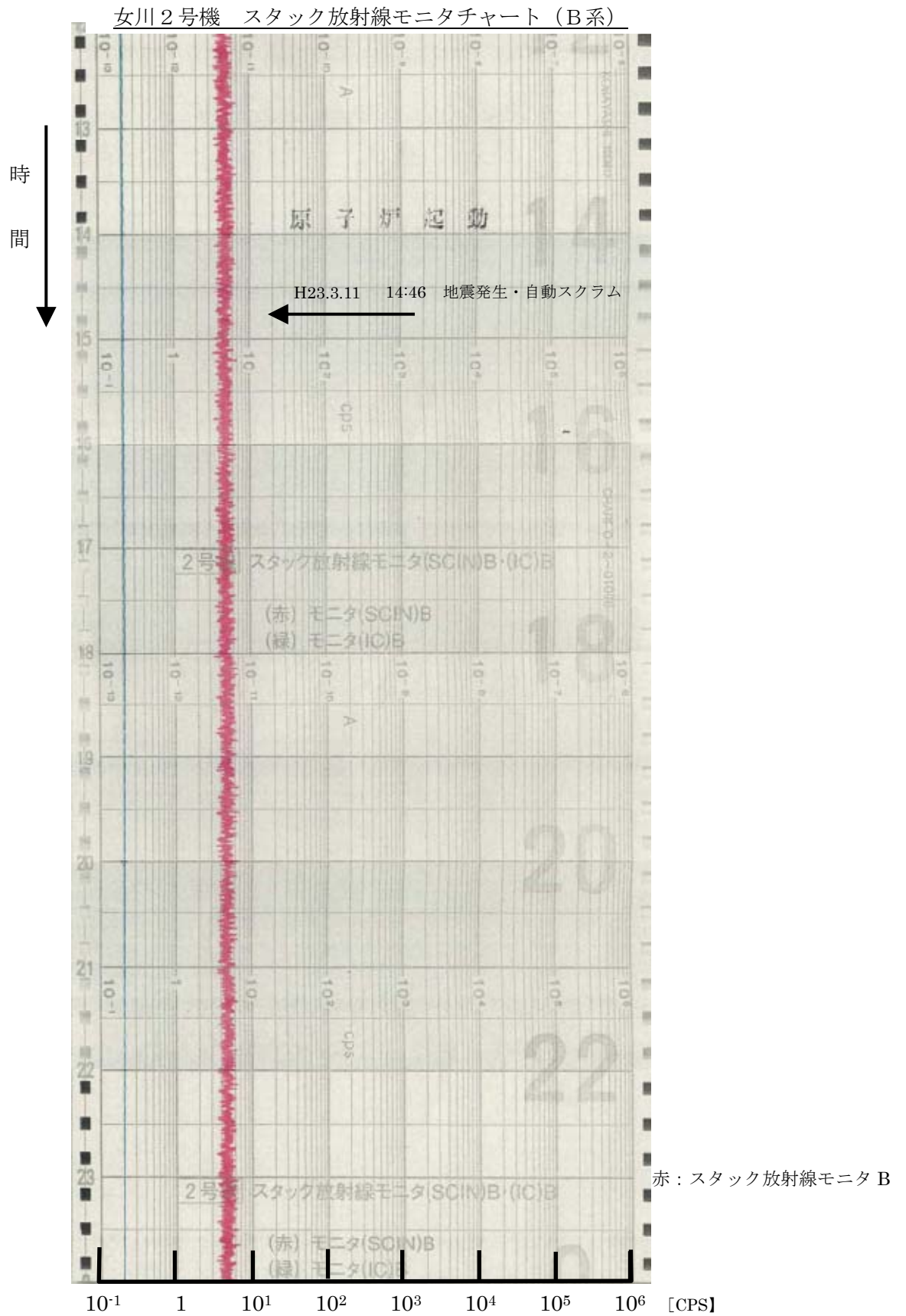


女川2号機 スタック放射線モニタチャート (A系)

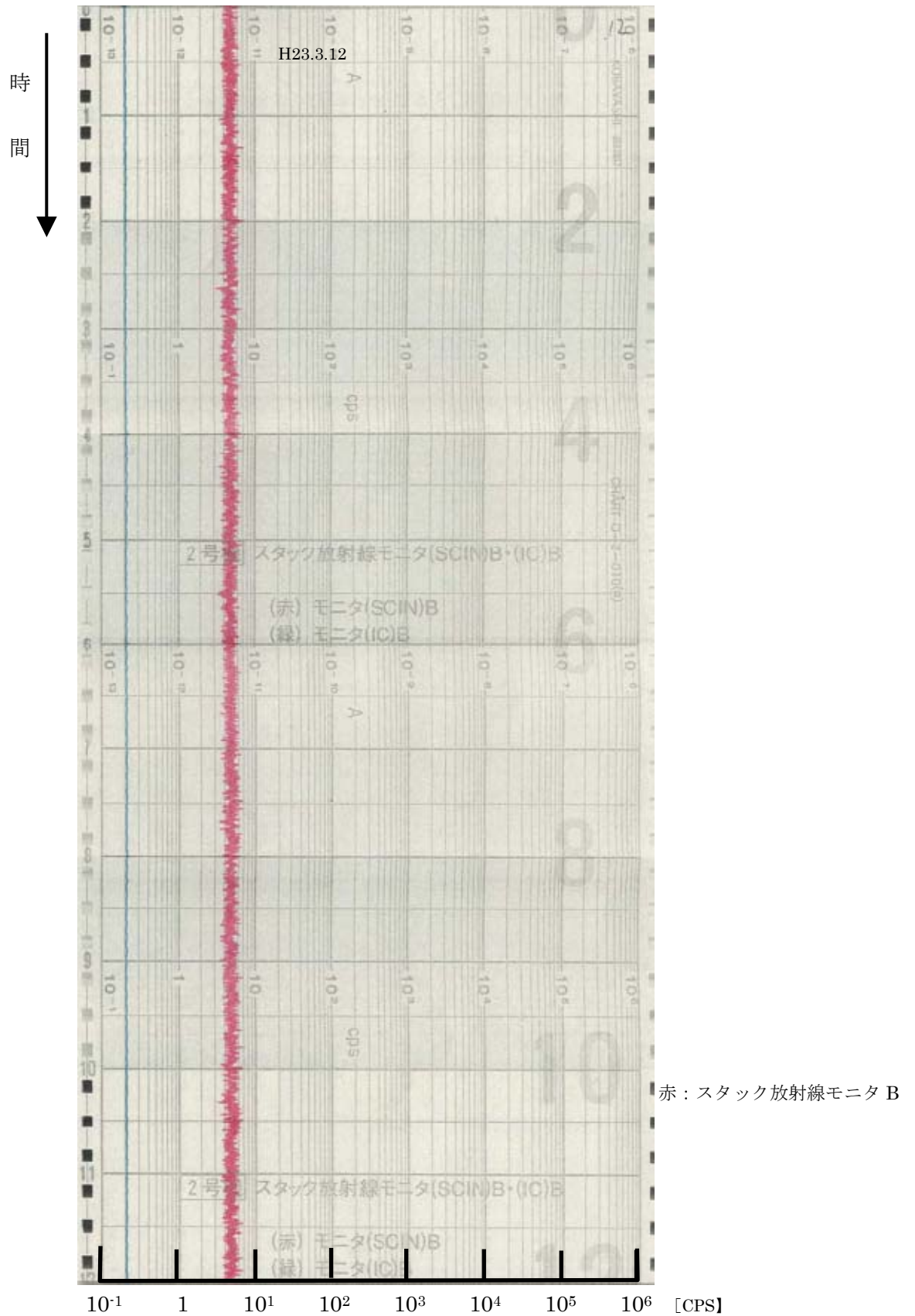


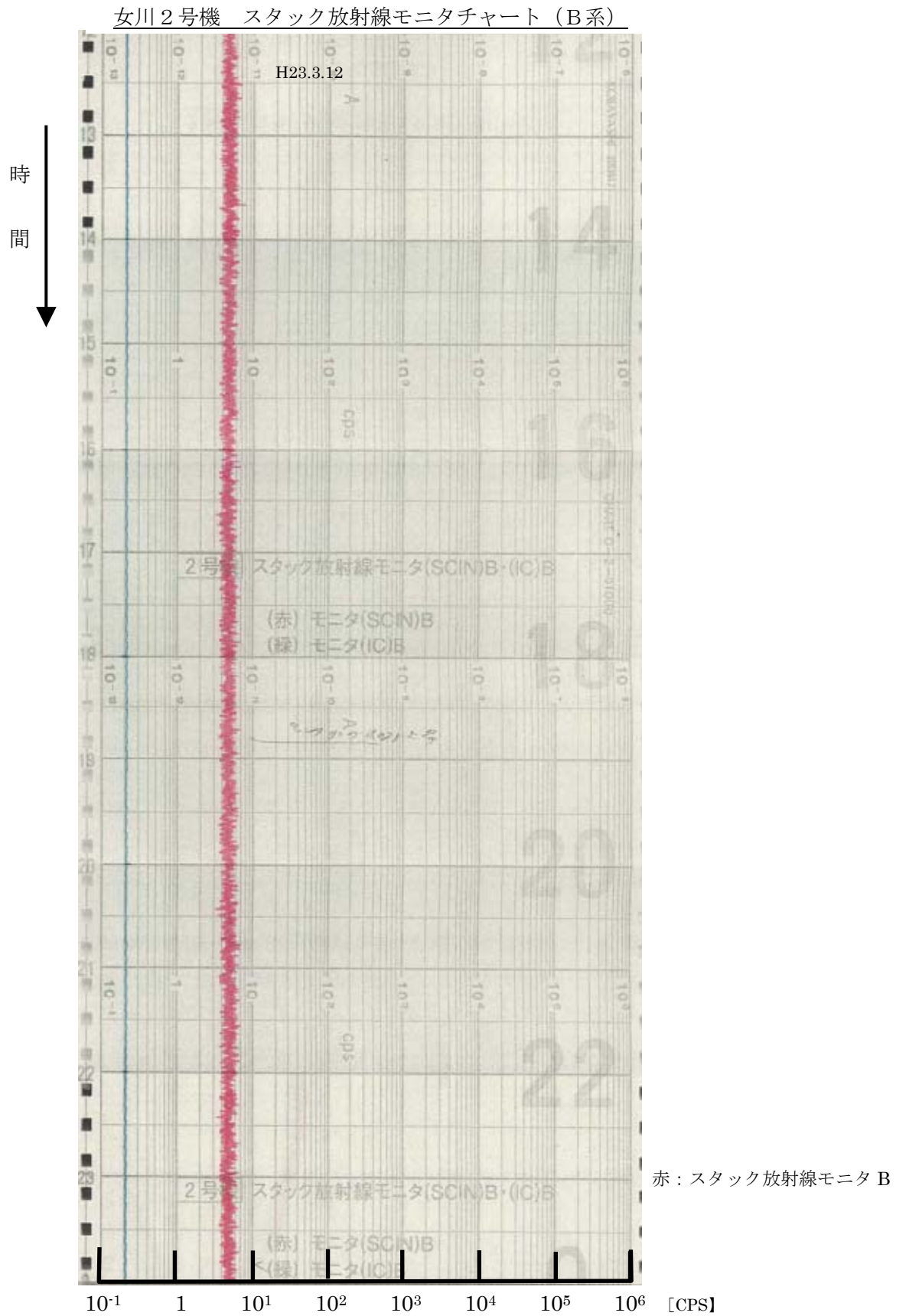
赤：スタック放射線モニタ A



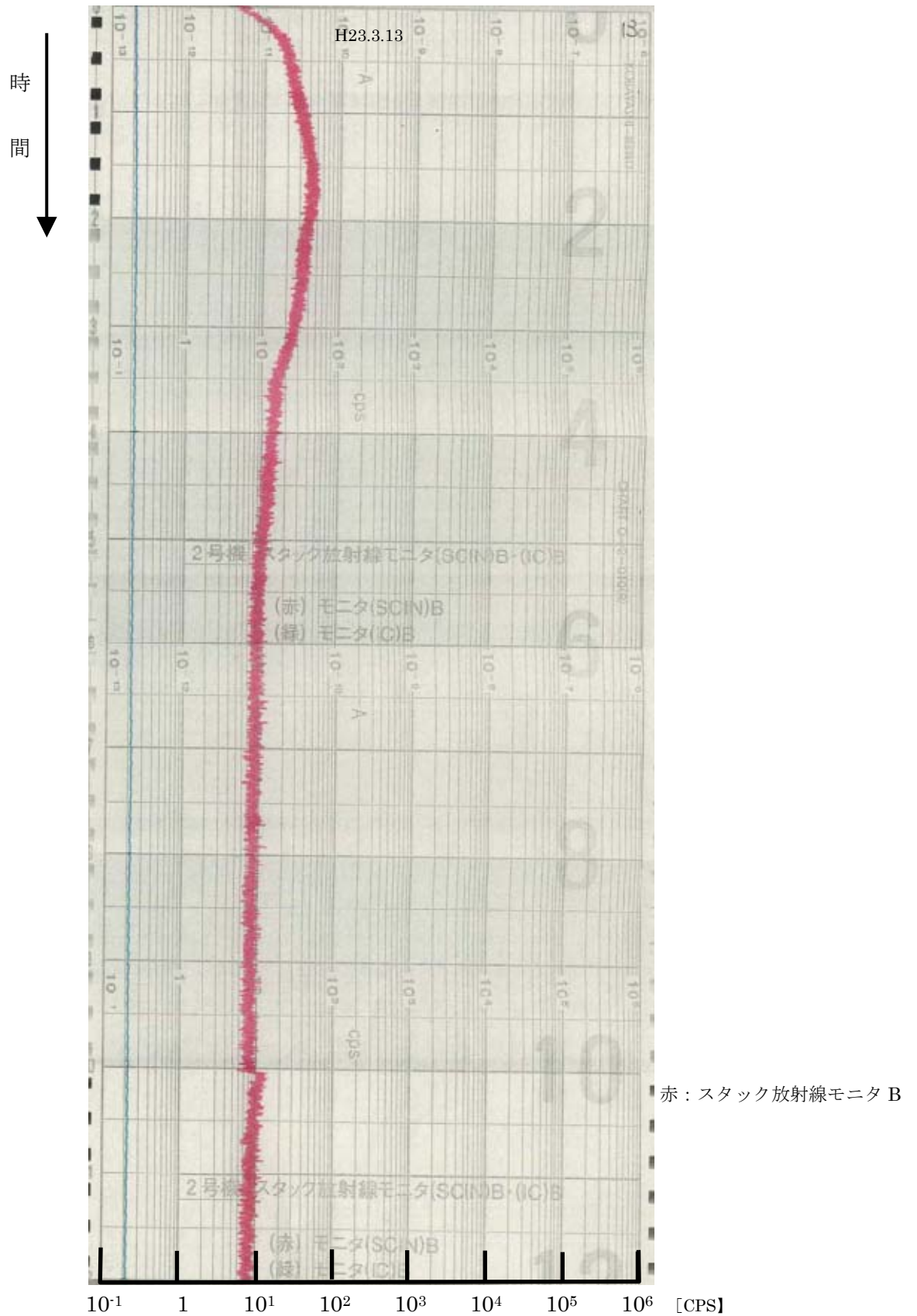


女川２号機 スタック放射線モニタチャート（Ｂ系）

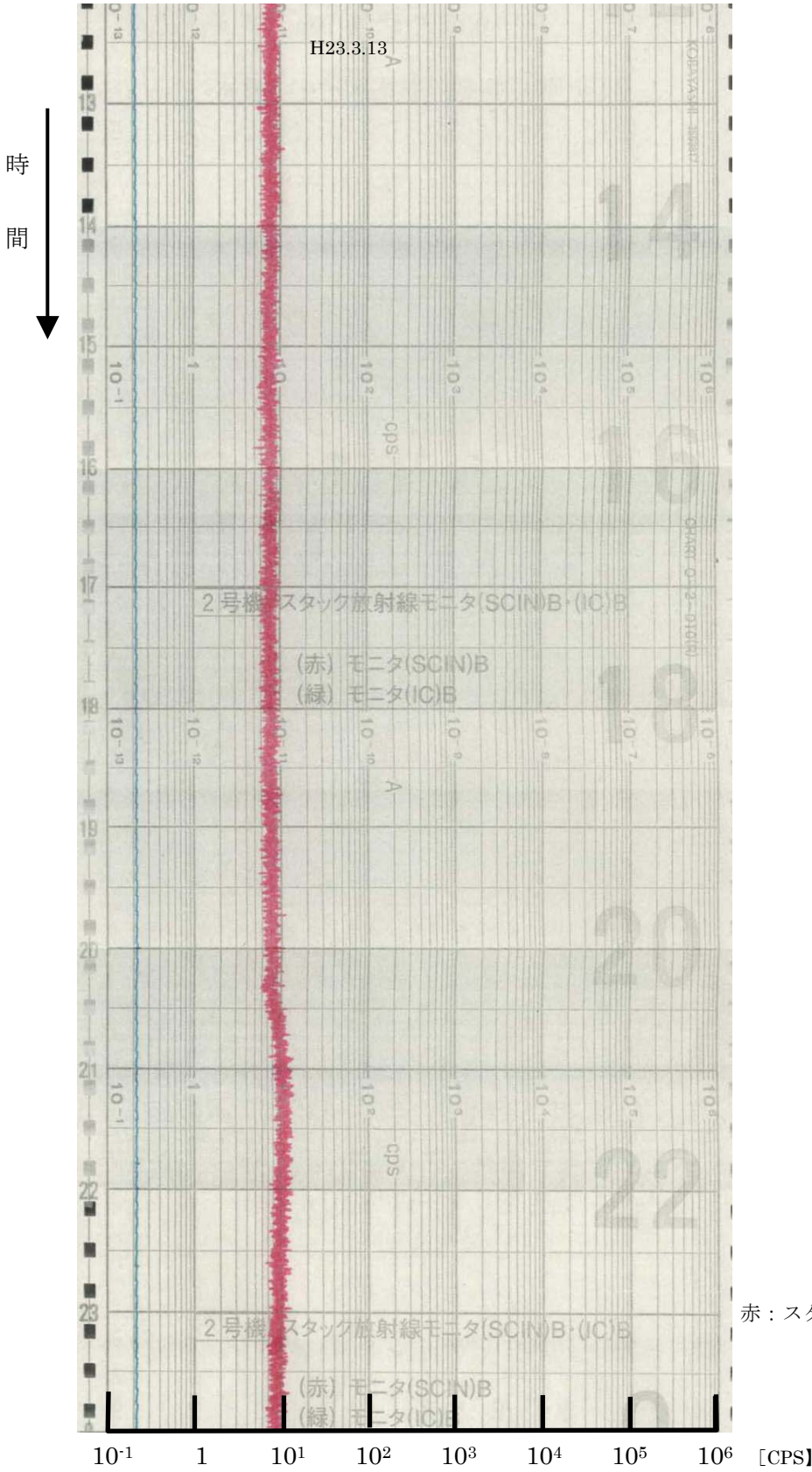




女川２号機 スタック放射線モニタチャート（Ｂ系）

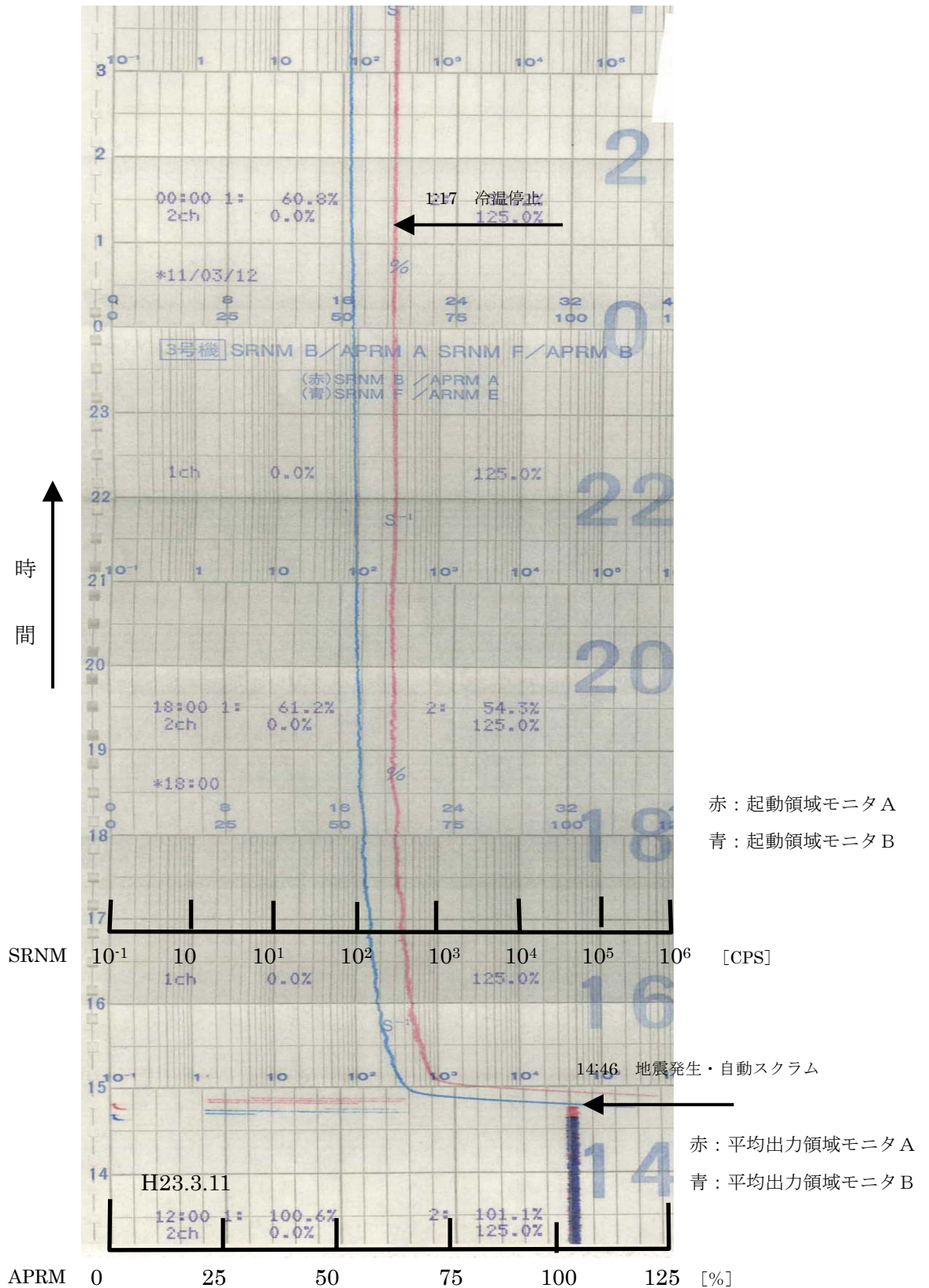


女川2号機 スタック放射線モニタチャート (B系)

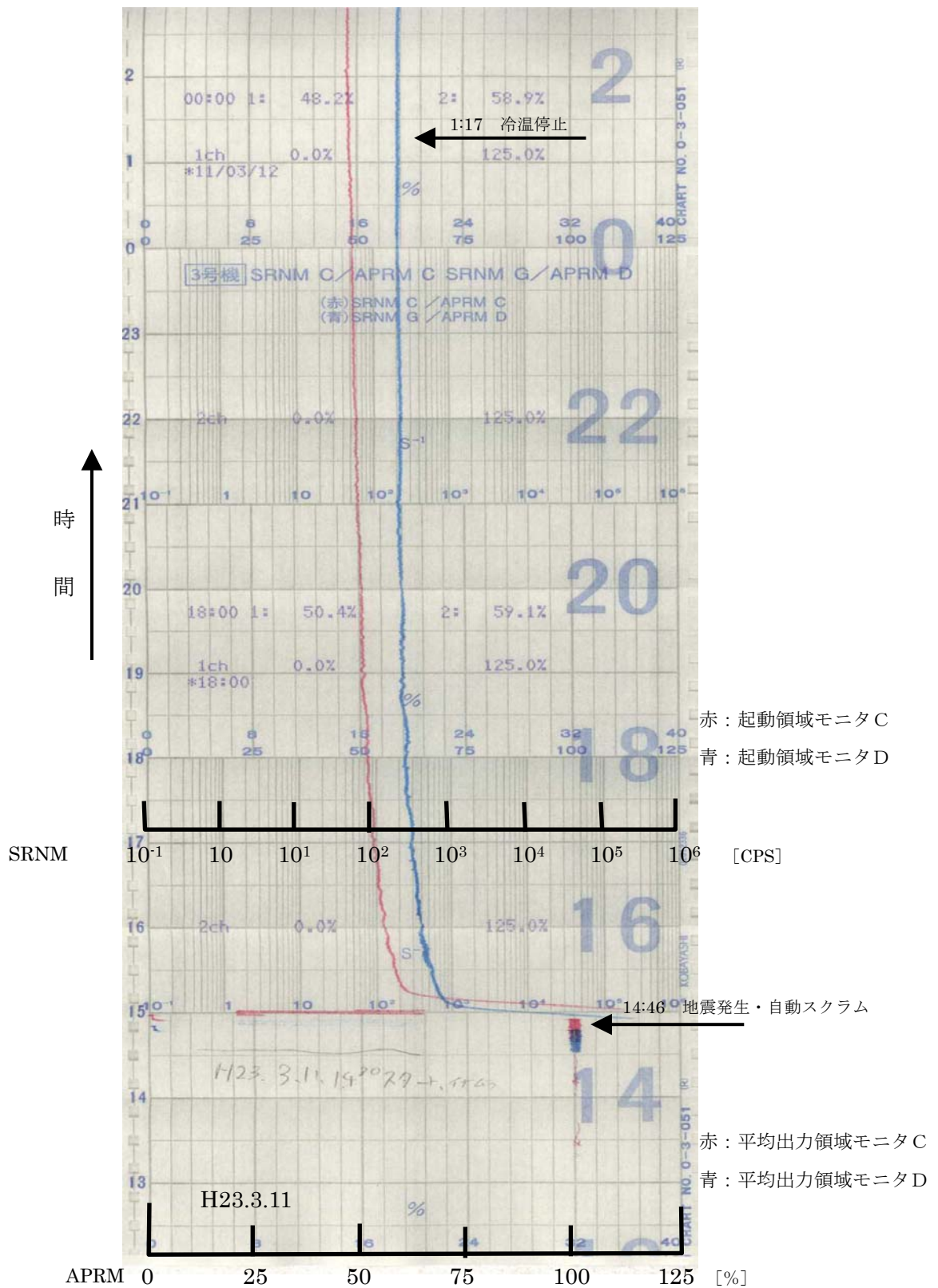


赤：スタック放射線モニタ B

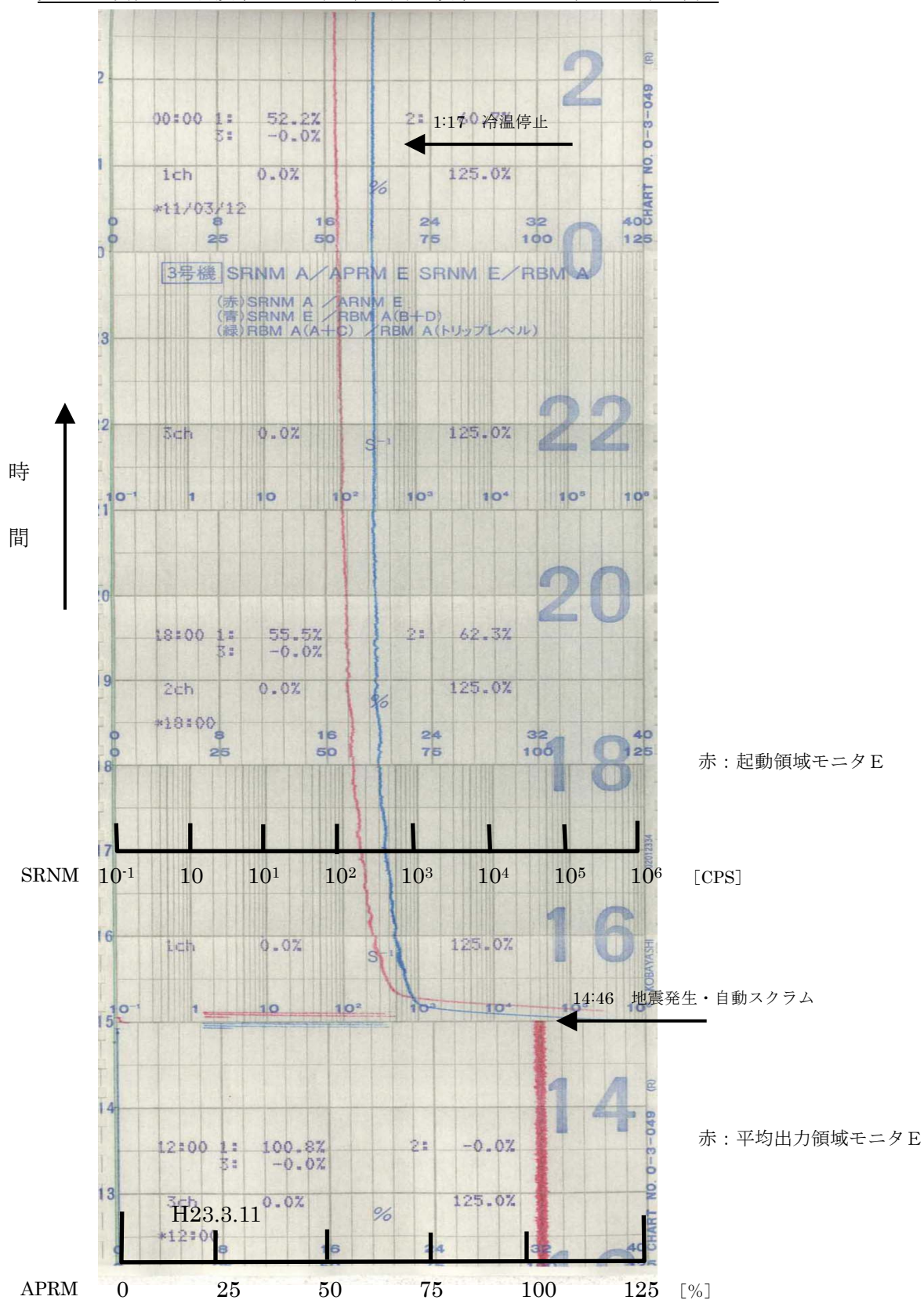
女川 3 号機 起動領域モニタ／平均出力領域モニタチャート（A系、B系）



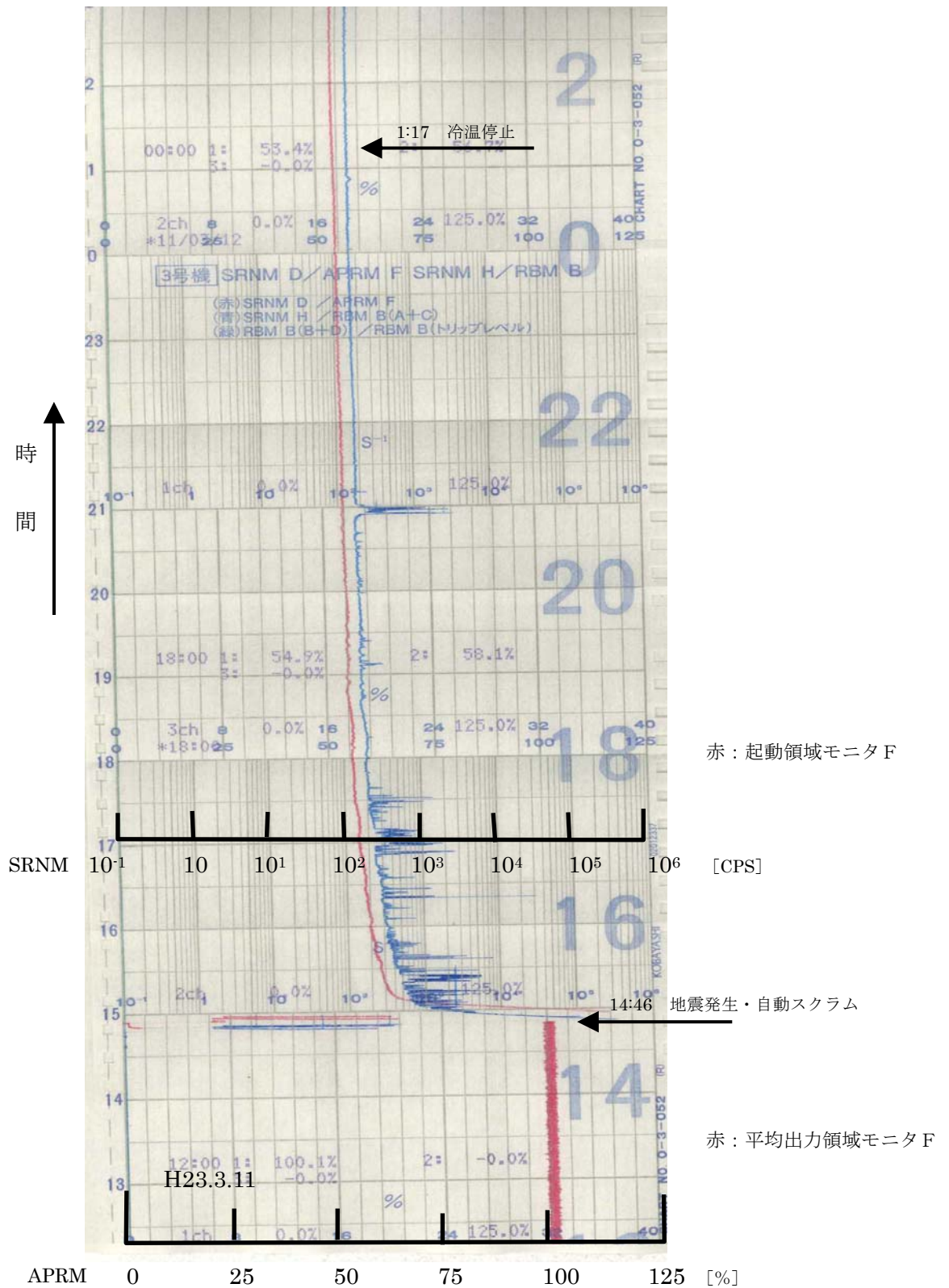
女川３号機 起動領域モニタ／平均出力領域モニタチャート（C系、D系）



女川3号機 起動領域モニタ／平均出力領域モニタチャート（E系）



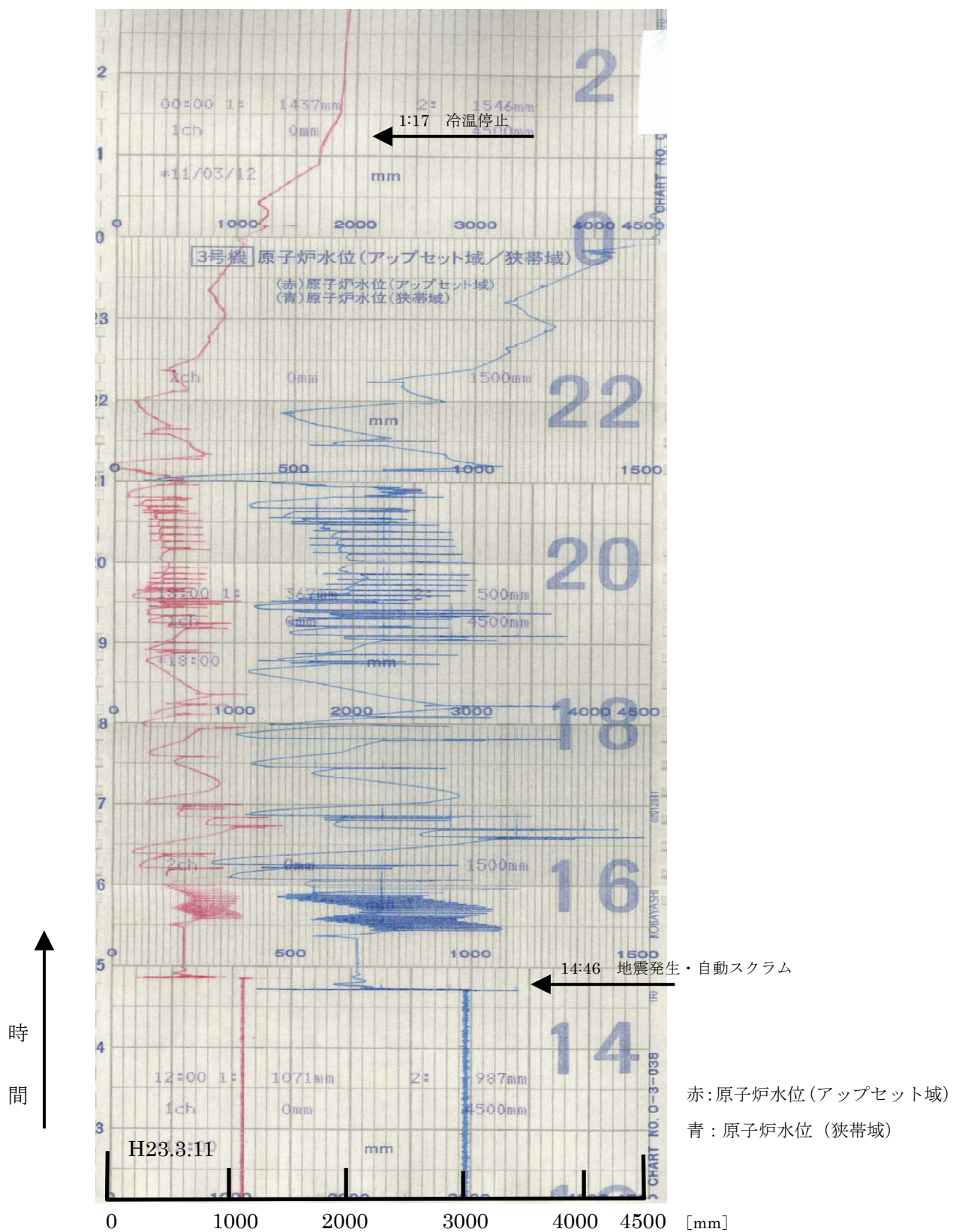
女川 3 号機 起動領域モニタ／平均出力領域モニタチャート（F 系）



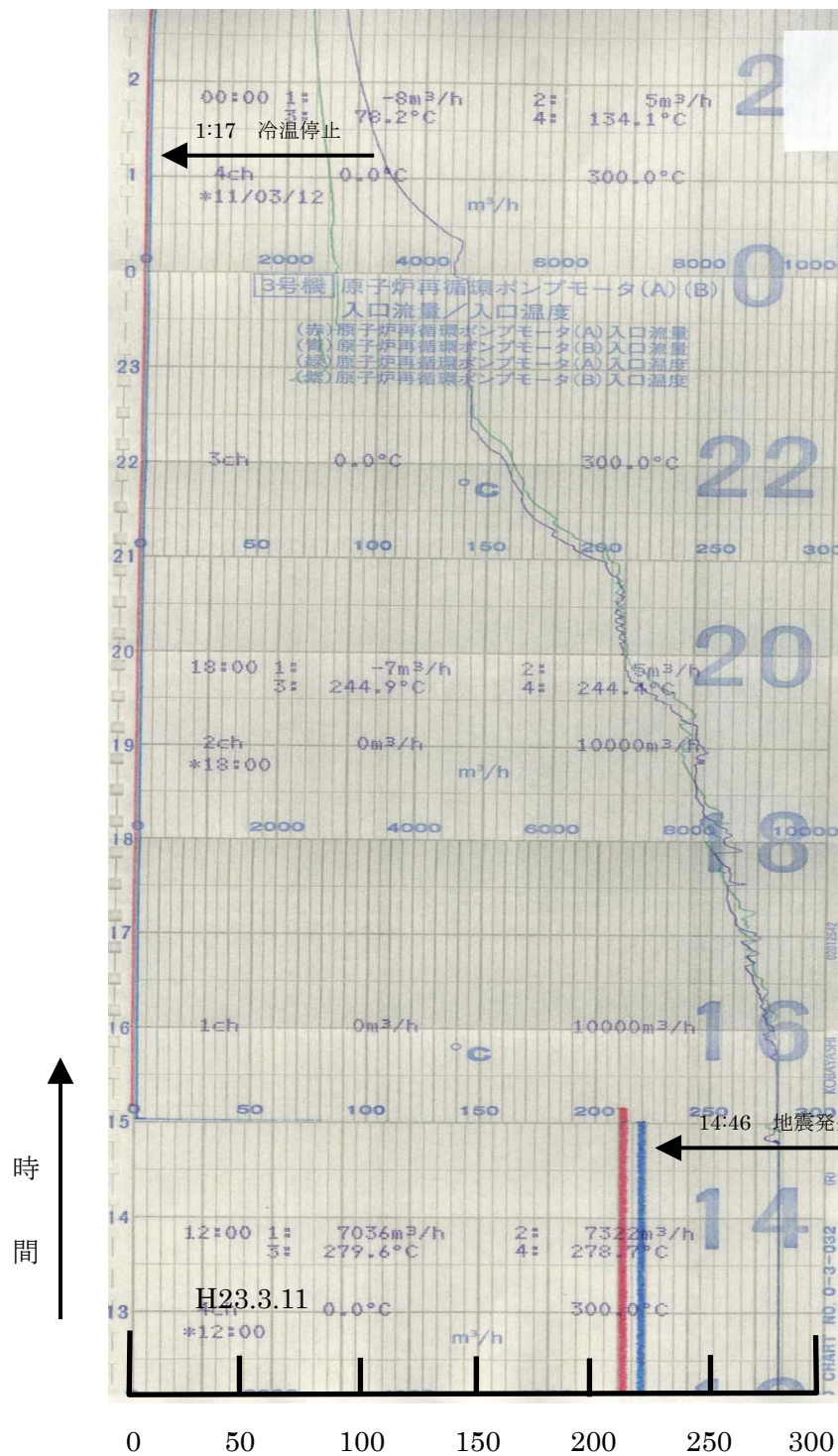


女川3号機 原子炉圧力グラフ

女川 3 号機 原子炉水位チャート

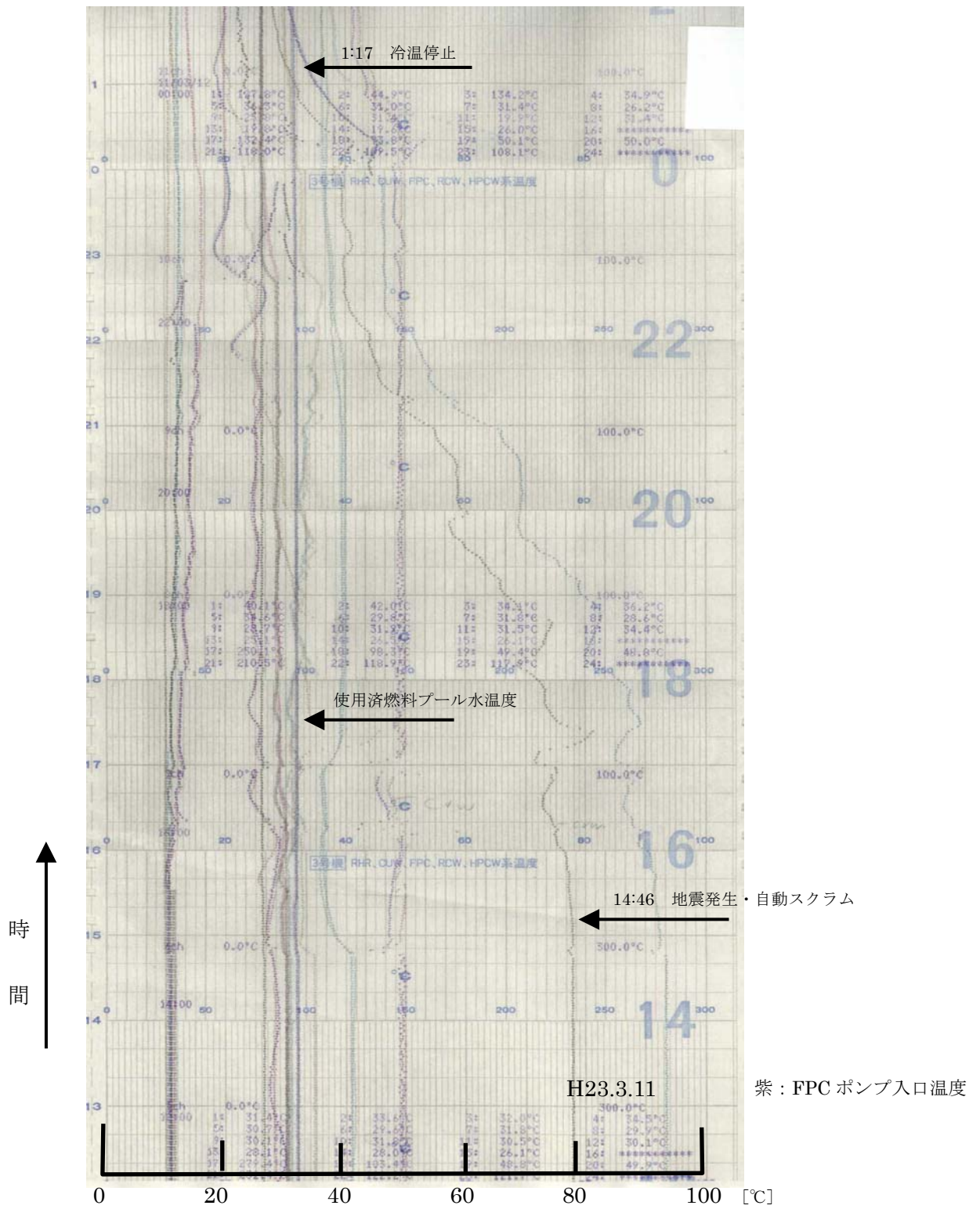


女川 3 号機 原子炉水温度チャート

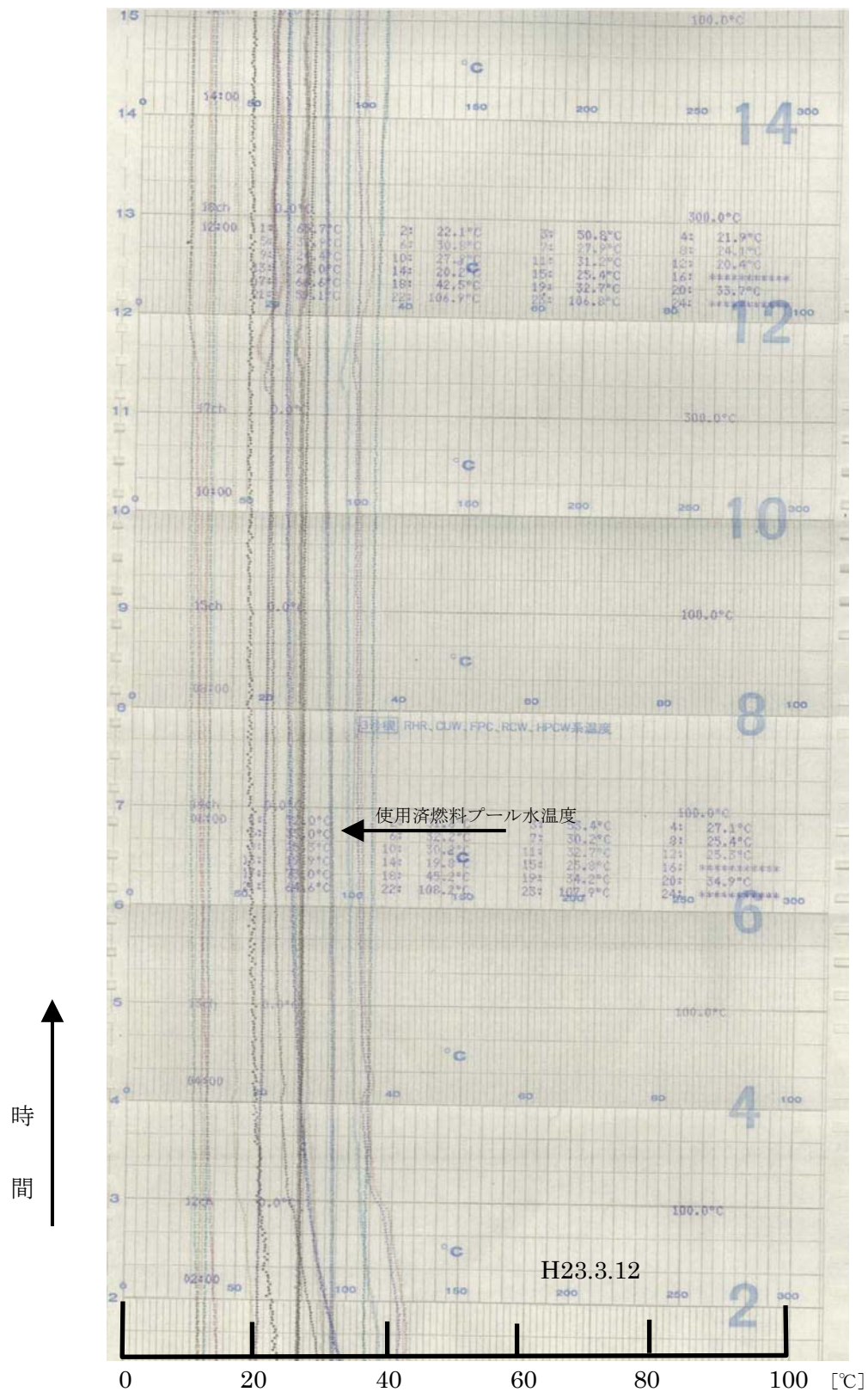


赤：PLRポンプ (A) 入口流量
青：PLRポンプ (B) 入口流量
緑：PLRポンプ (A) 入口温度
紫：PLRポンプ (B) 入口温度

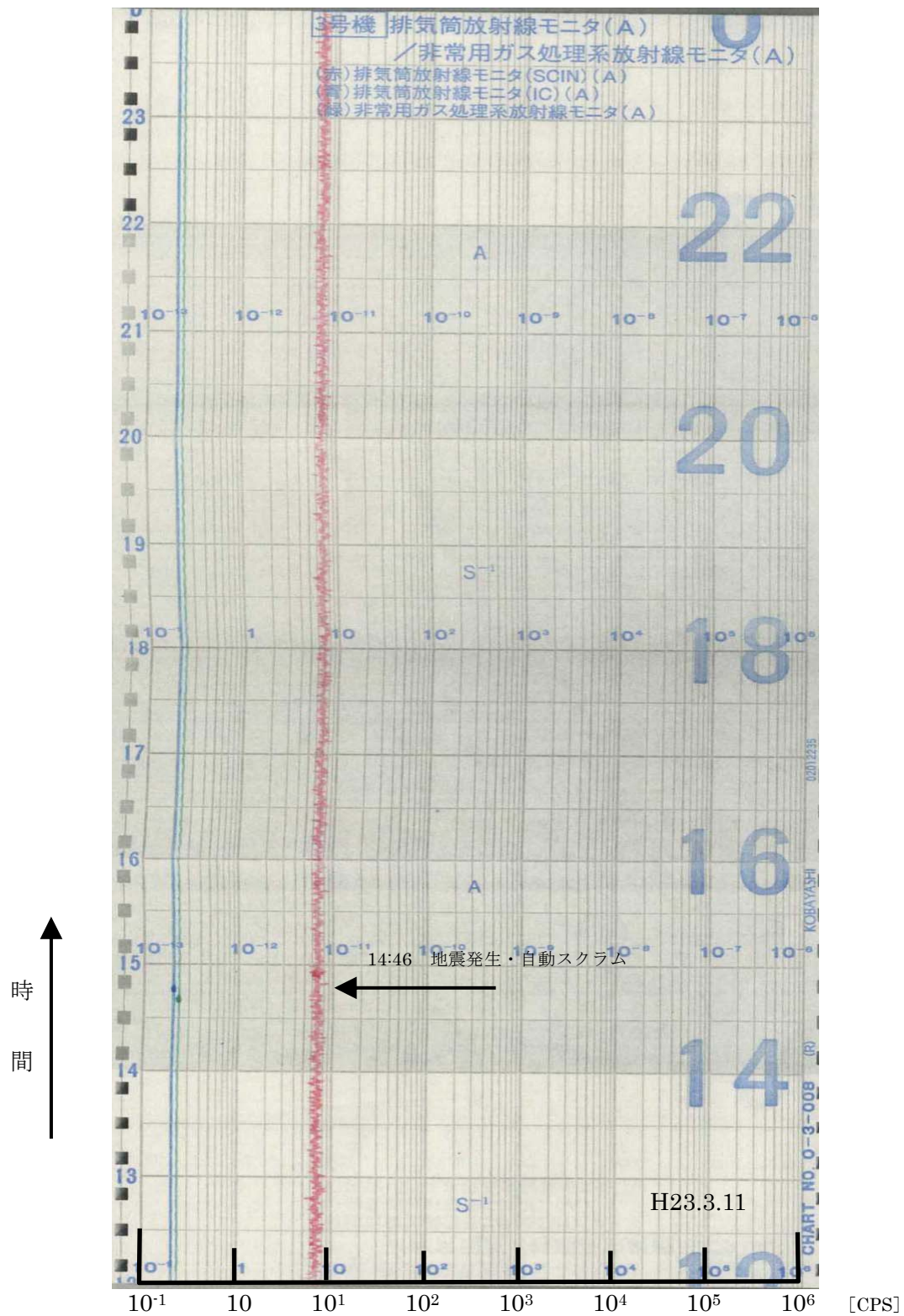
女川３号機 使用済燃料プール水温度チャート



女川3号機 使用済燃料プール水温度チャート



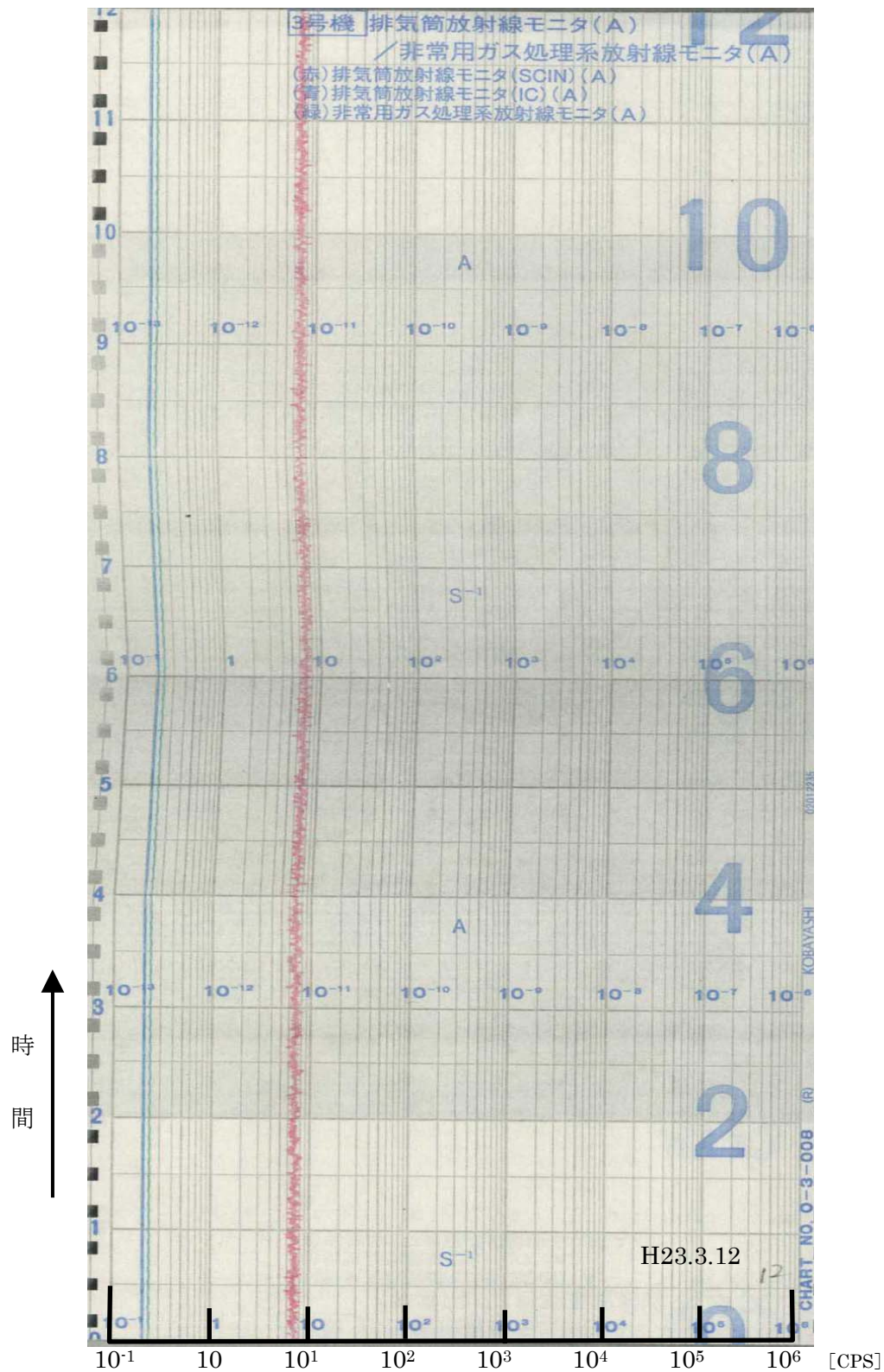
女川3号機 スタック放射線モニタチャート (A)



赤：スタック放射線モニタ (SCIN) (A)

青：スタック放射線モニタ (IC) (A)

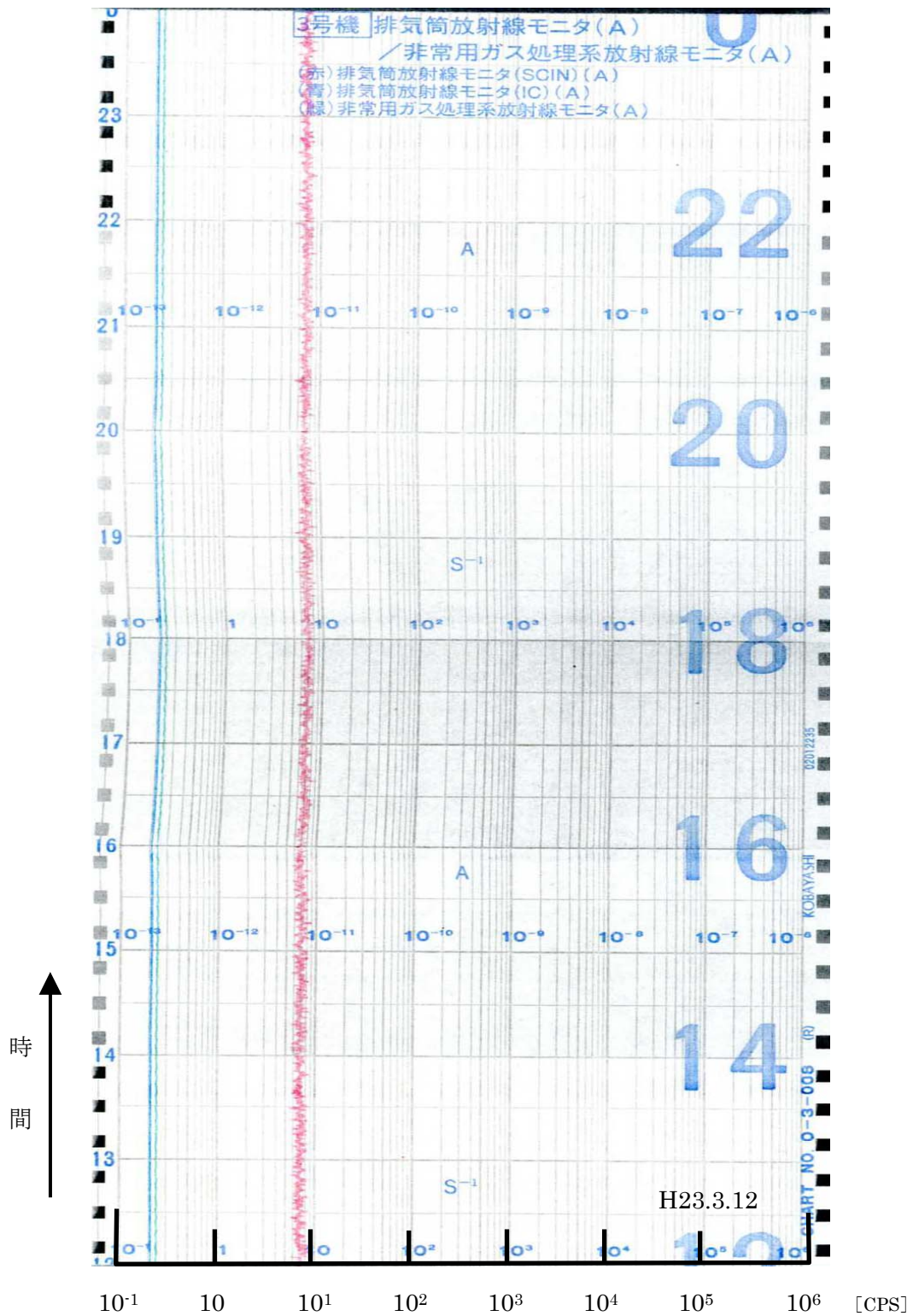
女川3号機 スタック放射線モニタチャート (A)



赤: スタック放射線モニタ (SCIN) (A)

青: スタック放射線モニタ (IC) (A)

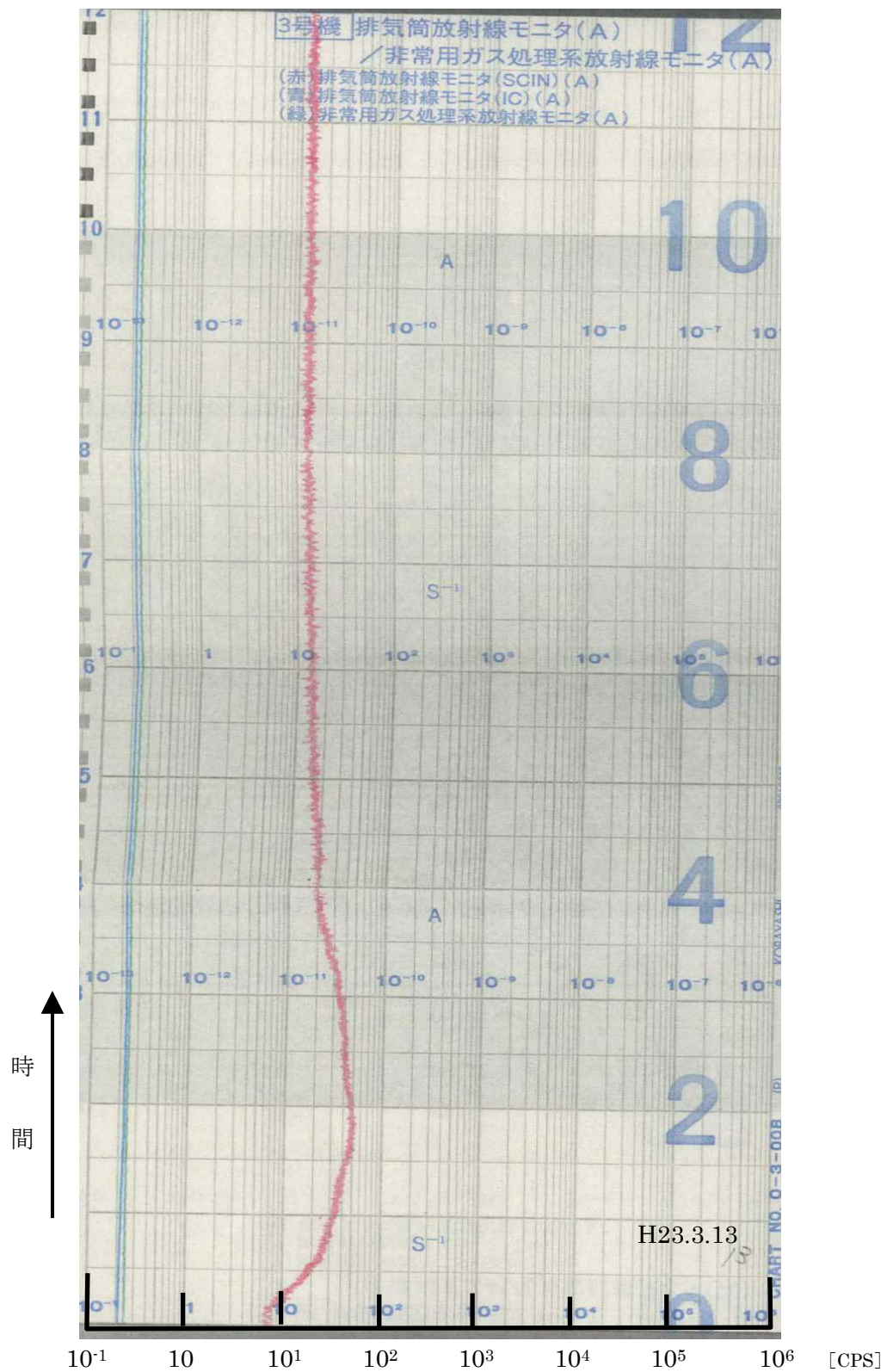
女川3号機 スタック放射線モニタチャート (A)



赤: スタック放射線モニタ (SCIN) (A)

青: スタック放射線モニタ (IC) (A)

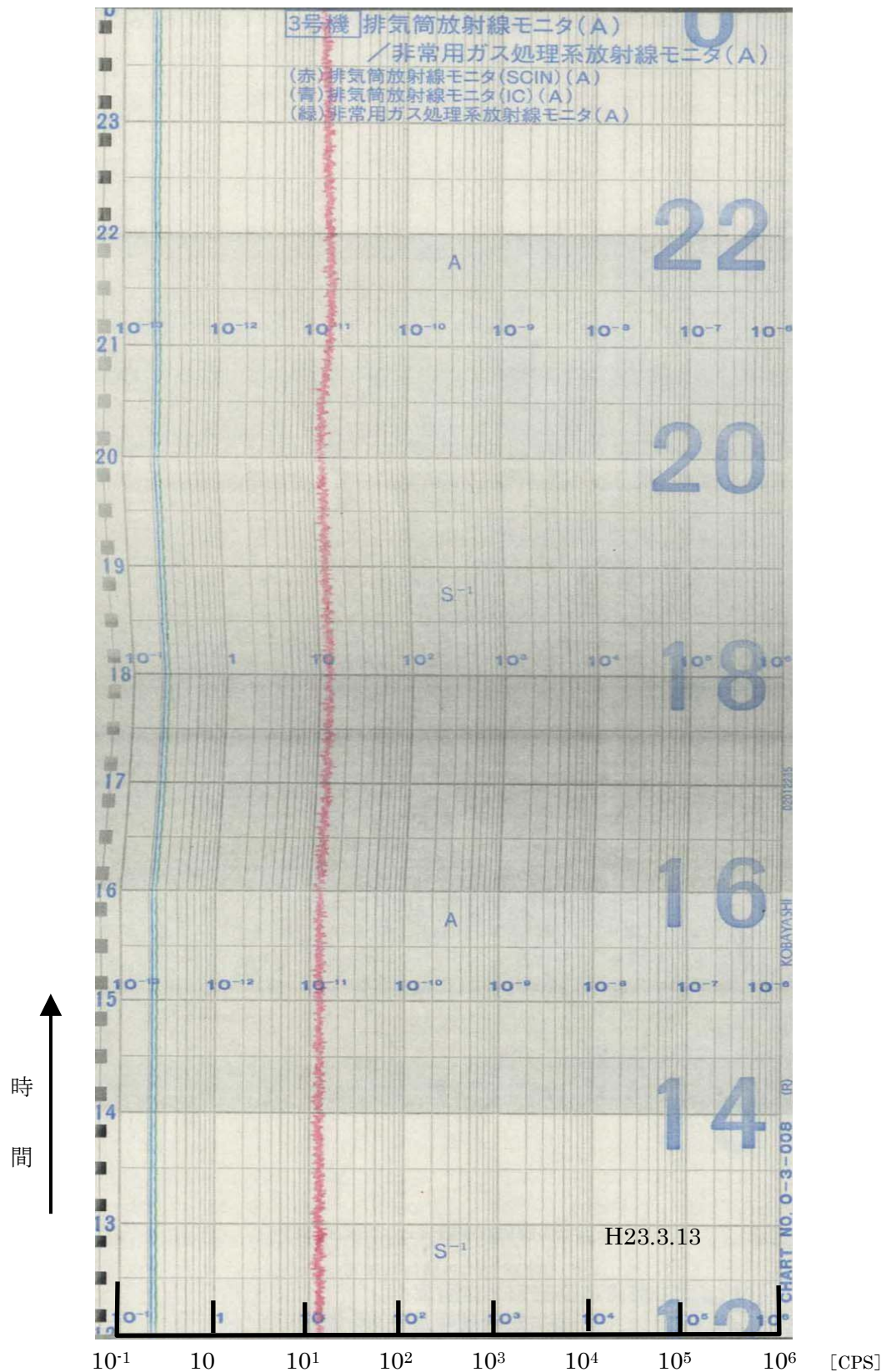
女川3号機 スタック放射線モニタチャート (A)



赤: スタック放射線モニタ (SCIN) (A)

青: スタック放射線モニタ (IC) (A)

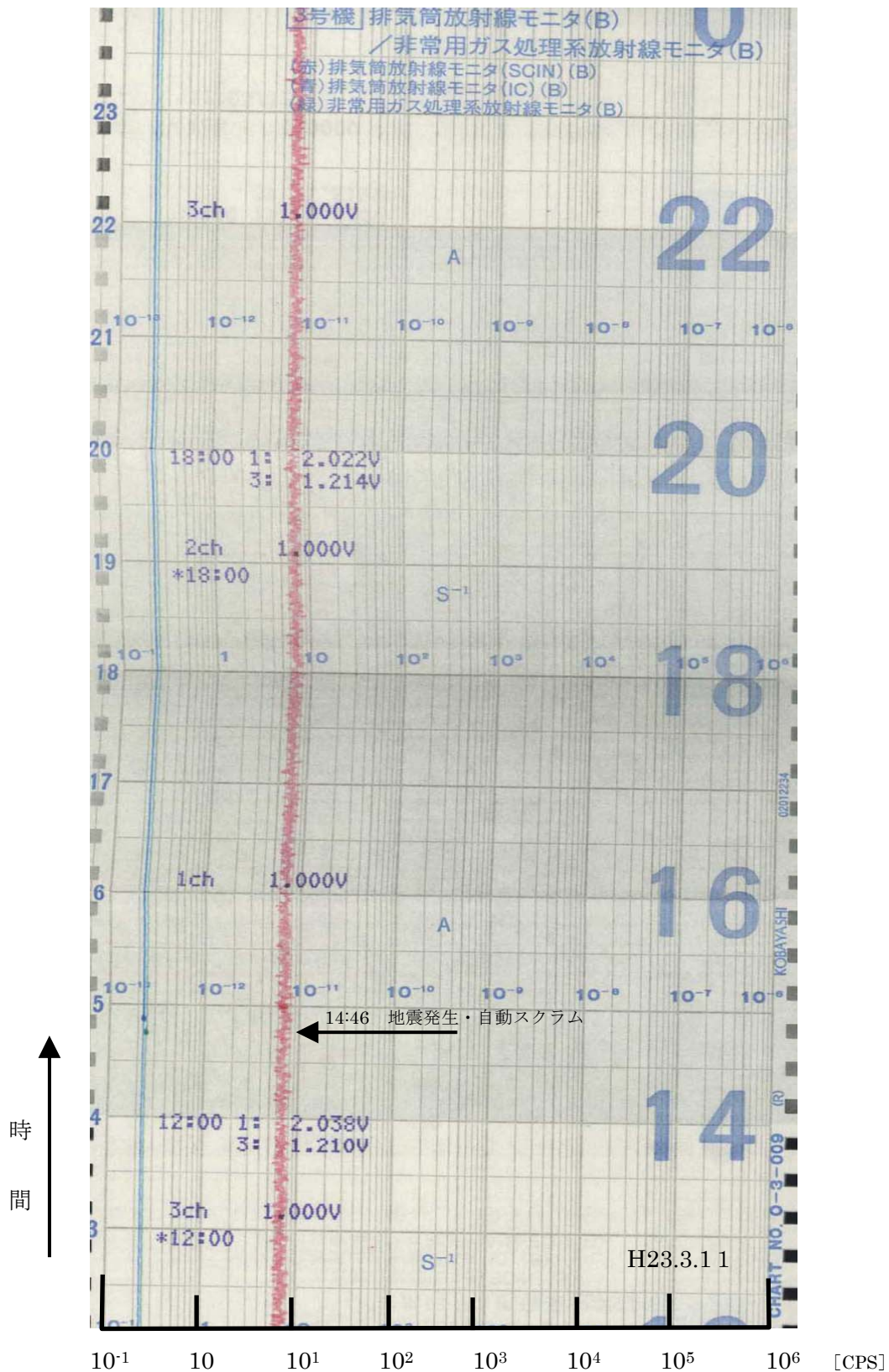
女川3号機 スタック放射線モニタチャート (A)



赤:スタック放射線モニタ (SCIN) (A)

青:スタック放射線モニタ (IC) (A)

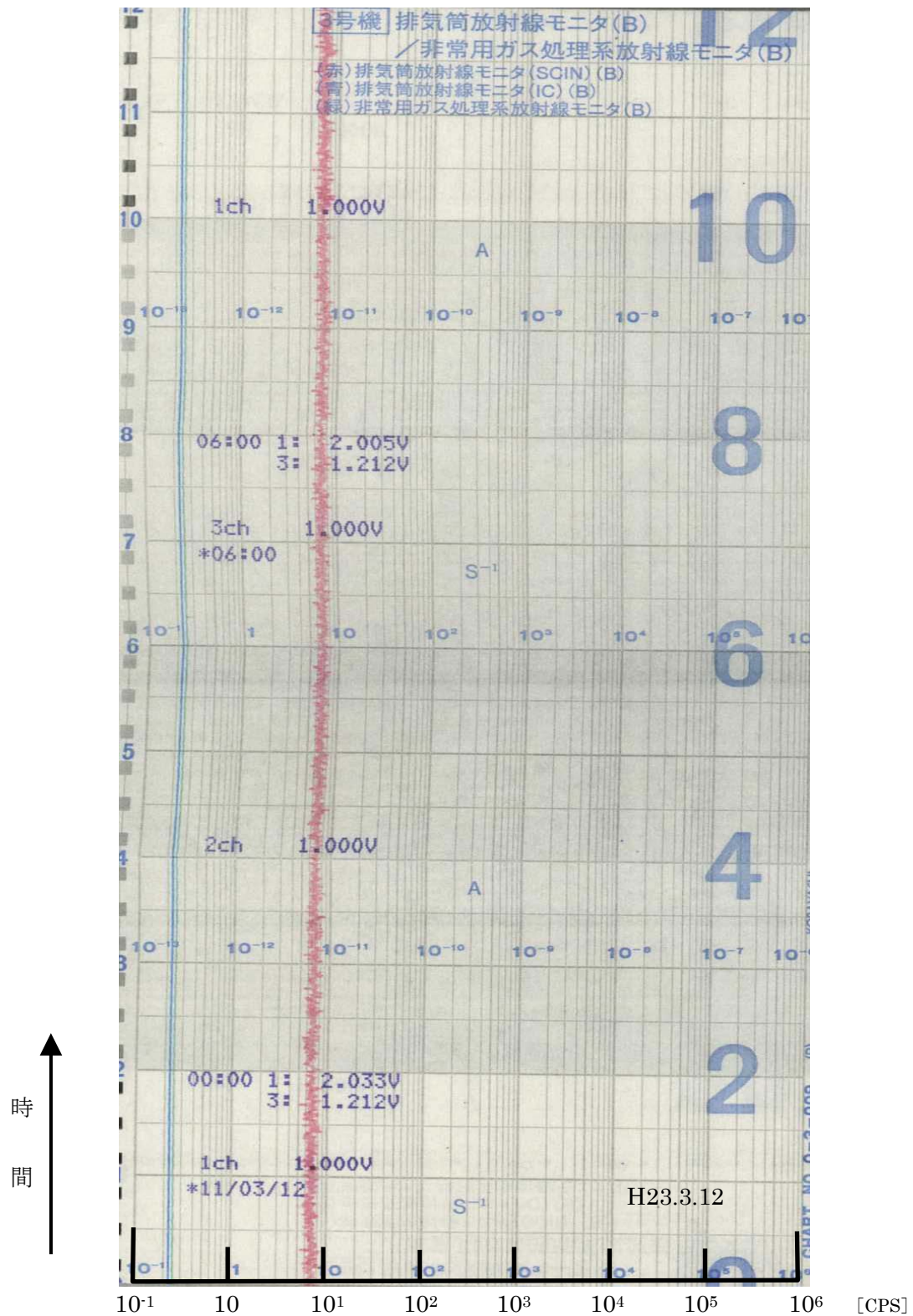
女川3号機 スタック放射線モニタチャート (B)



赤: スタック放射線モニタ (SCIN) (B)

青: スタック放射線モニタ (IC) (B)

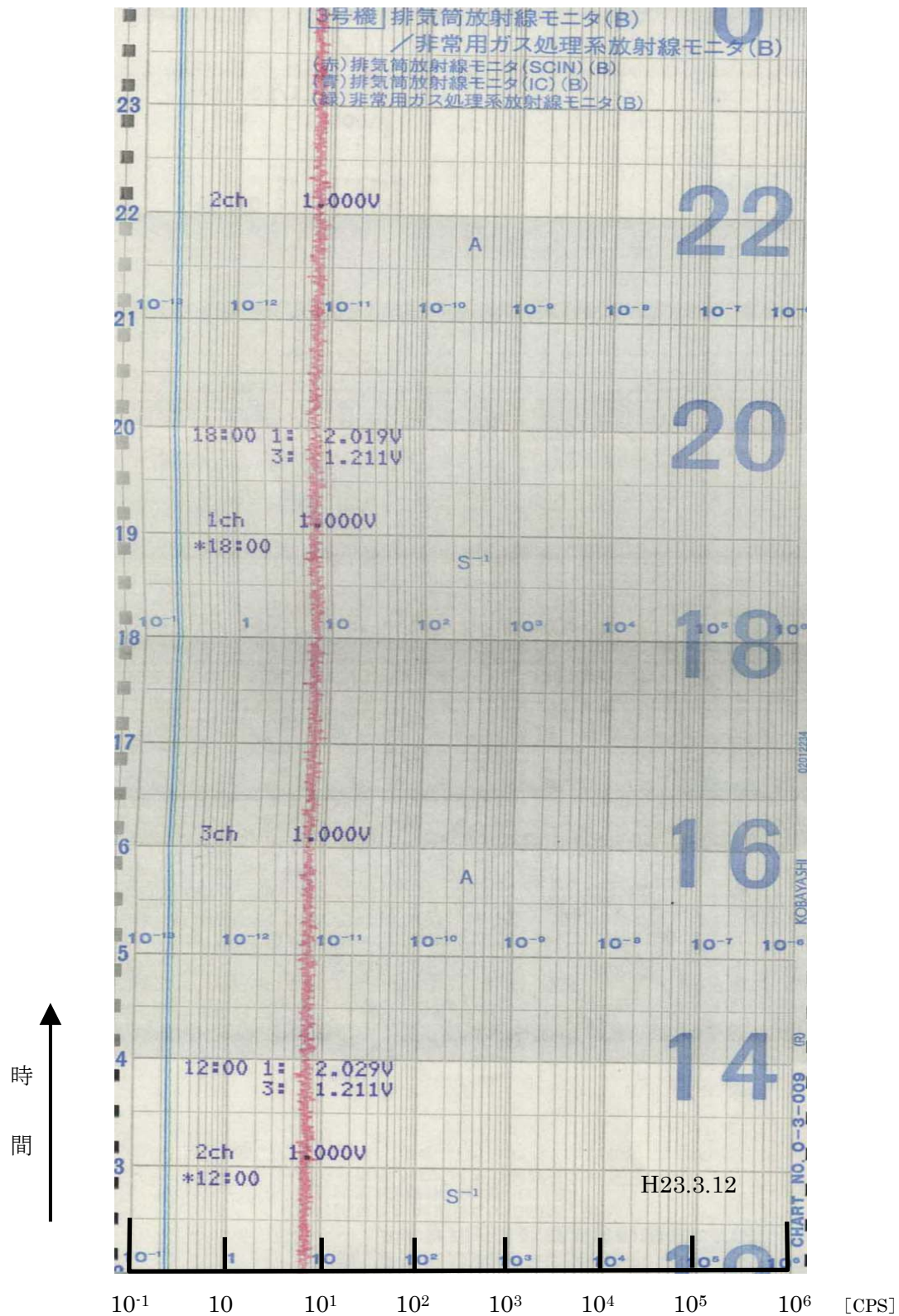
女川3号機 スタック放射線モニタチャート (B)



赤: スタック放射線モニタ (SCIN) (B)

青: スタック放射線モニタ (IC) (B)

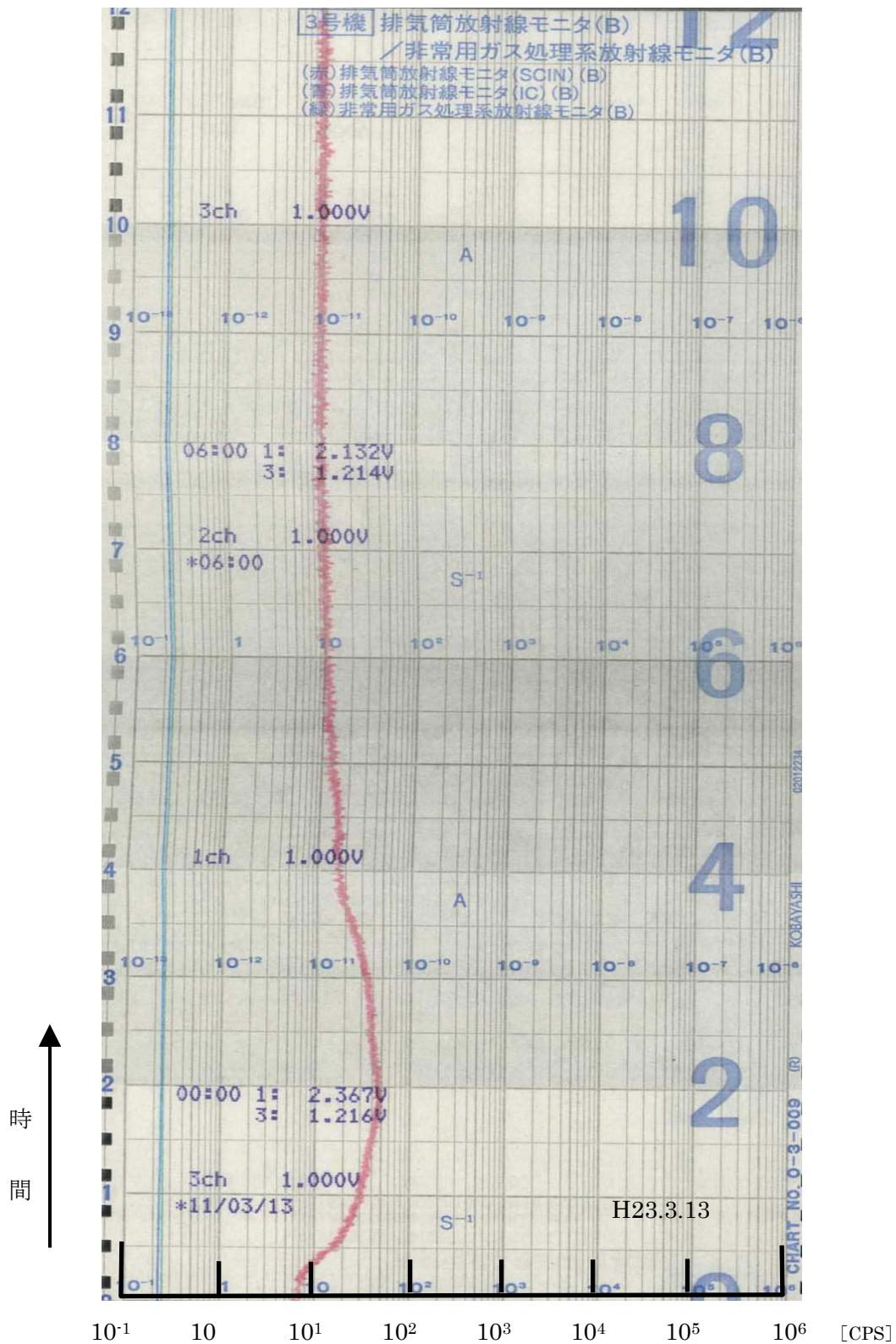
女川3号機 スタック放射線モニタチャート (B)



赤: スタック放射線モニタ (SCIN) (B)

青: スタック放射線モニタ (IC) (B)

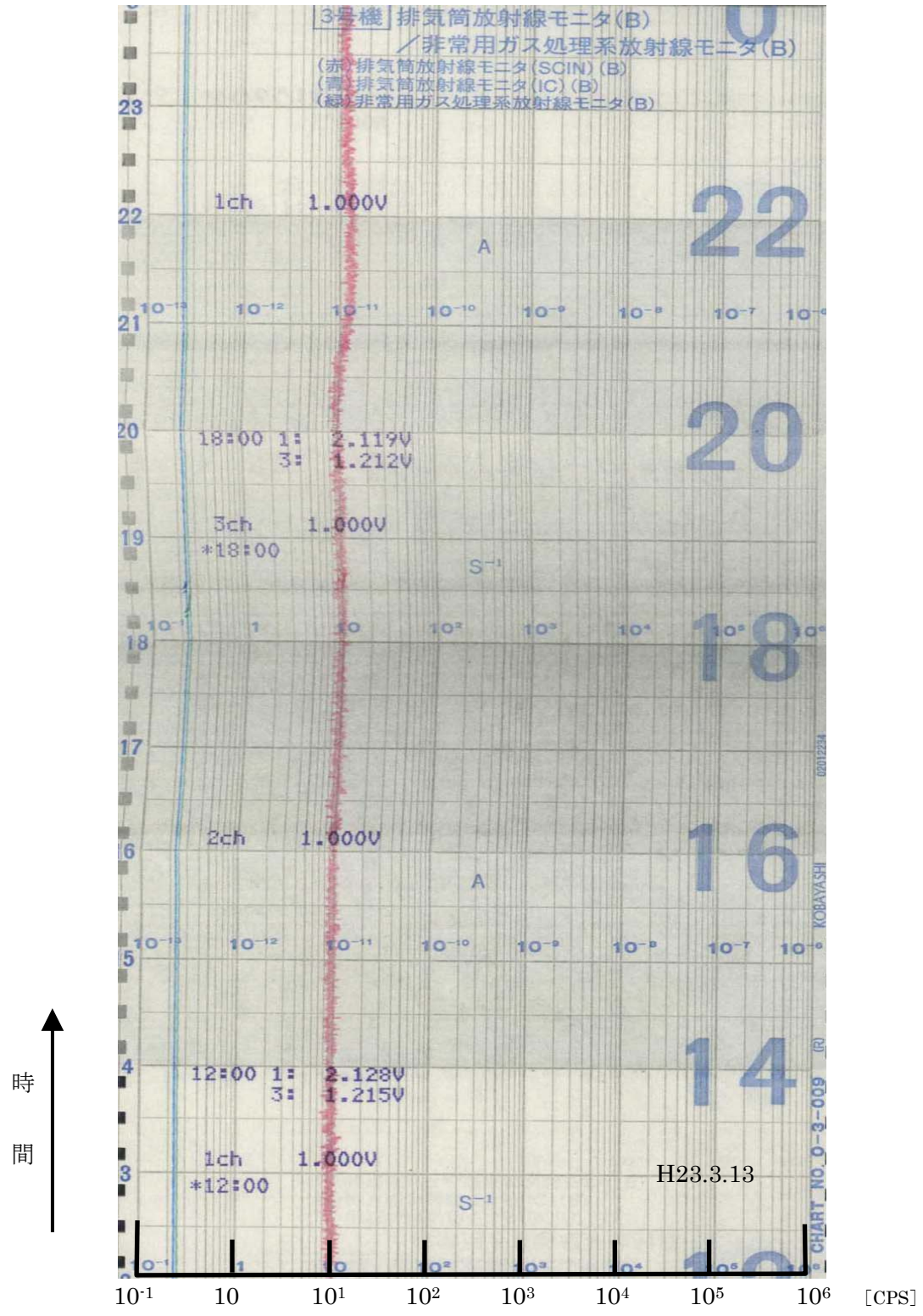
女川3号機 スタック放射線モニタチャート (B)



赤:スタック放射線モニタ(SCIN)(B)

青:スタック放射線モニタ(IC)(B)

女川3号機 スタック放射線モニタチャート (B)



赤: スタック放射線モニタ (SCIN) (B)

青: スタック放射線モニタ (IC) (B)

女川原子力発電所 主要設備被害状況リスト

No.	号機	建屋	管理区域	件名
1	1号機	原子炉建屋	内	燃料交換機入出力装置の破損
2	1号機	原子炉建屋	内	ほう酸水貯蔵タンク水位指示回路不良
3	1号機	原子炉建屋	内	主蒸気逃がし安全弁(C) リミットスイッチの接点不良
4	1号機	原子炉建屋	内	制御棒駆動系ハウジング支持金具サポートバーのずれ
5	1号機	原子炉建屋	内	原子炉格納容器内遮へい扉 留め具の外れ
6	1号機	原子炉建屋	内	天井クレーン運転席鋼材等の損傷
7,8	1号機	制御建屋	外	125V直流電源系の地絡(計2件発見)
9	1号機	制御建屋	外	モニタリングポスト(チャンネル6) モジュールの故障に伴う指示不良
10	1号機	タービン建屋	内	高圧電源盤の焼損
11	1号機	タービン建屋	内	起動用電源盤6-1S遮断器の投入不可
12	1号機	タービン建屋	内	母連しゃ断器52-6-1SAの制御電源喪失
13~16	1号機	屋外	外	変圧器避圧弁の油面変動に伴う動作(計4件発見)
17	1号機	屋外	外	1号機放水口モニターの津波による浸水および破損
18	1号機	屋外	外	1号機放水口モニター(試験運用機)の津波による浸水および破損
19,20	2号機	原子炉建屋	内	地下1階電動ステップバック遮へい扉の施錠装置の破損 (計2件発見)
21	2号機	原子炉建屋	内	原子炉格納容器内遮へい扉 留め具の変形
22	2号機	原子炉建屋	内	制御棒駆動系ハウジング支持金具サポートバーのずれ
23	2号機	原子炉建屋	内	天井クレーン運転席鋼材等の損傷
24,25	2号機	制御建屋	外	125V直流主母線盤の地絡 (計2件発見)
26	2号機	タービン建屋	内	蒸気タービン中間軸受箱の基礎の損傷
27~33	2号機	屋外	外	変圧器避圧弁の油面変動に伴う動作(計7件発見)
34	2号機	屋外	外	2号機放水口モニターの津波による浸水および破損
35	2号機	屋外	外	起動用変圧器放熱器油漏れ
36	3号機	原子炉建屋	内	燃料交換機の配線ケーブルの脱線
37	3号機	原子炉建屋	内	燃料交換機室内の地上操作卓落下
38	3号機	原子炉建屋	内	燃料取替エリア放射線モニタ(A)記録計の指示不良
39	3号機	原子炉建屋	内	原子炉格納容器内遮へい扉 留め具の変形
40	3号機	原子炉建屋	内	使用済燃料プールにおけるゲート押さえの脱落
41	3号機	原子炉建屋	内	使用済燃料キャスクピットにおけるゲート押さえの一部脱落
42	3号機	原子炉建屋	内	高圧炉心スプレイ系圧力抑制室吸込弁 自動での全開動作不能
43	3号機	原子炉建屋	内	制御棒駆動系ハウジング支持金具サポートバーのずれ
44	3号機	原子炉建屋	内	天井クレーン走行部等の損傷
45~48	3号機	原子炉建屋	外	125V直流主母線盤の地絡 (計4件発見)
49	3号機	タービン建屋	内	蒸気タービン中間軸受箱の浮き上がりについて
50~52	3号機	屋外	外	変圧器避圧弁の油面変動に伴う動作(計3件発見)
53	3号機	屋外	外	3号機放水口モニターの津波による浸水および破損
54	共用	屋外	外	牡鹿1号線避雷器の損傷
55	共用	屋外	外	当社モニタリングステーション(4局)の停電および伝送回線停止に伴う欠測
56	共用	屋外	外	海水温度モニタリング装置の津波による破損に伴う全局欠測

※これまでに確認された、3.11地震およびその余震による被害

1. 主要な設備等の被害例



No. 1



No. 2



No. 3



No. 4, 22, 43



No. 5, 21, 39



No. 6, 23



No. 7, 8, 24, 25, 45~48



No. 9



No. 10



No. 11



No. 12



No. 13~16, 27~33, 50~52



No. 17, 18, 34, 53



No. 19, 20



No. 26



No. 35



No. 36



No. 37



No. 38



No. 40, 41



No. 42



No. 44



No. 49



No. 54



No. 55



No. 56

2. その他設備の被害例



天井化粧板の脱落



地盤沈下



タービン建屋ブローアウトパネル外れ



舗装道路陥没



使用済み燃料プールへの異物落下



放射性雑固体廃棄物ドラム缶転倒



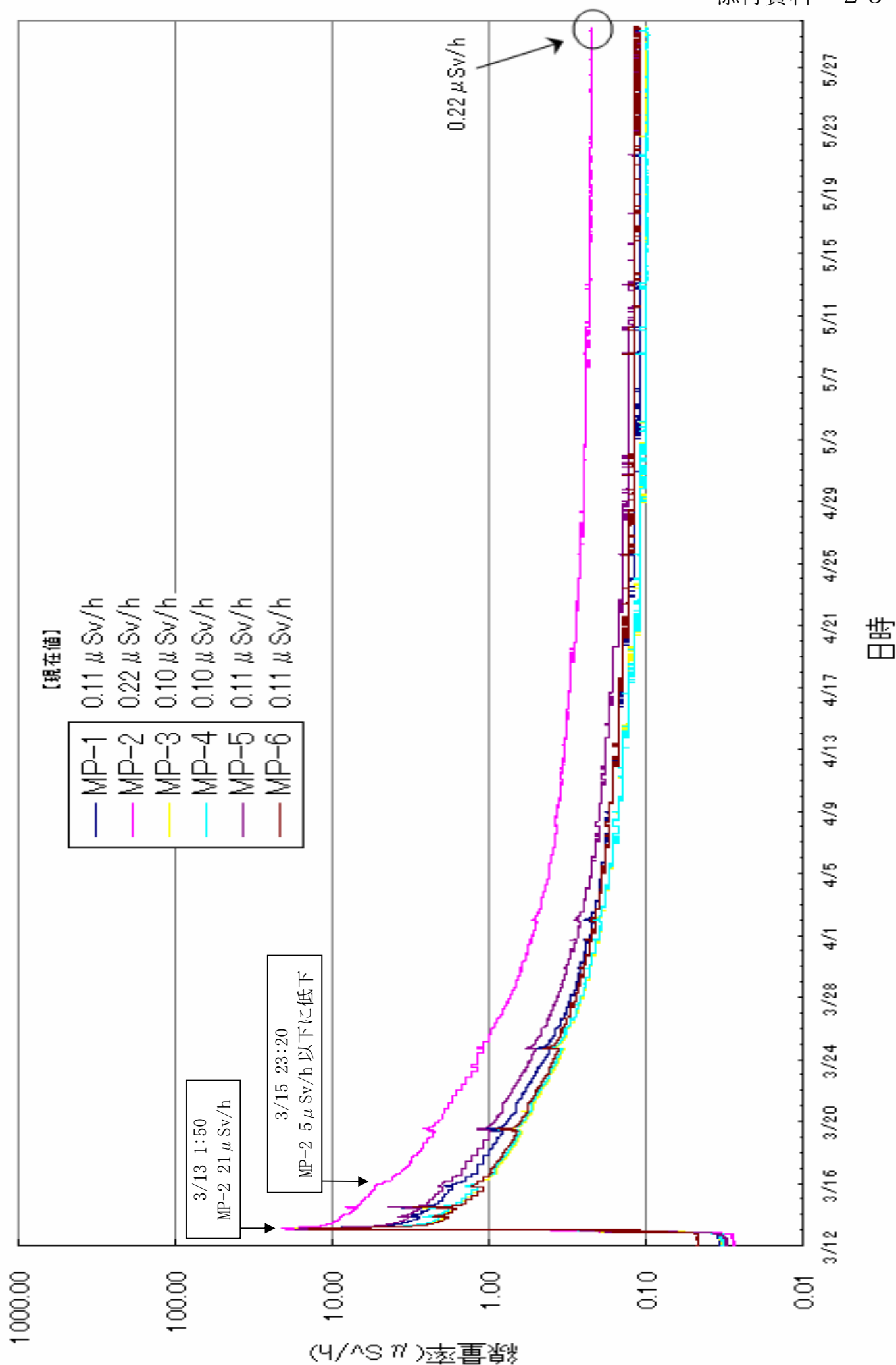
燃料交換機制御室の窓ガラス割れ

女川原子力発電所 水漏れリスト

全て拭き取り作業および必要に応じ除染を実施済。

号機	建屋	エリア	漏えい量 (ℓ)	放射エネルギー (Bq)	備考
1号機	原子炉建屋 5 階	オペレーションフロア(燃料プール)	0.23	5.7×10^1	管理区域
	原子炉建屋 4 階	階段	0.15	ND	管理区域
	原子炉建屋地下 2 階	炉心スプレッド (A) 室	0.5	6.2×10^2	管理区域
		残留熱除去系 (A), (C) 室	0.5	2.2×10^2	管理区域
		原子炉隔離時冷却系ポンプ室	0.5	ND	管理区域
	タービン建屋地下 2 階	ヒータードレンポンプ室	220	ND	管理区域
		復水回収タンク室	1040	ND	管理区域
		復水ポンプ室	320	ND	管理区域
		復水器室(3 箇所), コールトサンプル室	約 1300 (合計)	ND	管理区域
2号機	原子炉建屋 3 階	オペレーションフロア(燃料プール)	0.22	2.1×10^2	管理区域
	原子炉建屋地下 1 階	原子炉再循環系可変電圧 可変周波数制御装置室	0.02	ND	非管理区域
	原子炉建屋地下 3 階	補機冷却系熱交換器室	1,900k (海水)	ND	非管理区域
		残留熱除去系 (B) 室 (2 箇所)	11	ND	管理区域
3号機	原子炉建屋 3 階	オペレーションフロア(燃料プール)	3.14	2.7×10^3	管理区域
	サービス建屋 3 階	加湿器廻り	0.5	ND	非管理区域
	熱交換器建屋地下 1 階	高圧炉心スプレッド系補機 冷却系熱交換器脇	9.1 (海水)	ND	非管理区域
	熱交換器建屋地下 2 階	補機冷却系熱交換器室	246 (海水)	ND	非管理区域
	熱交換器建屋地下 3 階	配管スペース	3,800 (海水)	ND	非管理区域
共用 設備	サイトバンカ建屋 3 階	オペレーションフロア(貯蔵プール)	3.1	5.1×10^3	管理区域
	サイトバンカ建屋 2 階	消火ポンプ室(消火水槽)	0.5	ND	管理区域

女川原子力発電所 モニタリングポストデータ(5月29日16時00分現在)



女川原子力発電所における平成 23 年（2011 年）東北地方太平洋沖地震時に取得された地震観測記録の分析結果の概要

1. 地震観測記録の分析結果

平成 23 年 3 月 11 日に発生した東北地方太平洋沖地震により取得された女川原子力発電所の原子炉建屋および敷地地盤における地震観測記録を分析した。

(1) 原子炉建屋における観測記録

原子炉建屋には、保安確認用地震計と建屋観測用地震計を設置している。建屋観測用地震計で得られた観測記録の最大加速度値は、基準地震動 $S_s^{※1}$ による最大応答加速度値を一部上回っているものの、ほぼ同等となっていることを確認した（図-1）。

※1 女川原子力発電所における基準地震動 S_s -D（最大加速度：580Gal）

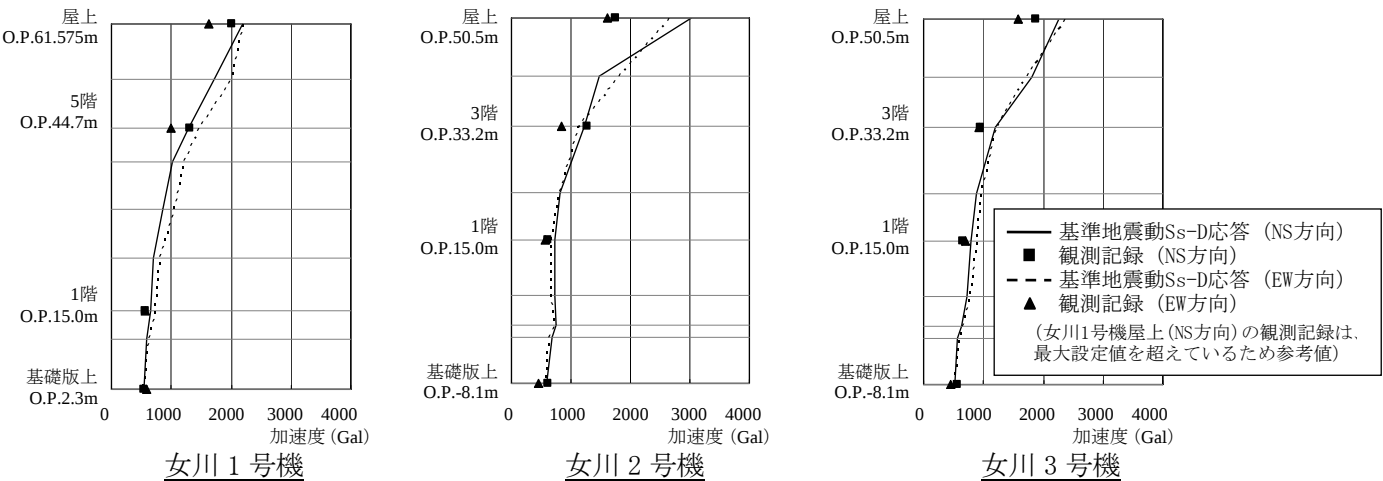


図-1 原子炉建屋の最大加速度分布

(2) 敷地地盤における観測記録

女川原子力発電所では、図-2 に示す位置で地盤の地震観測を行っている。解放基盤相当位置（O. P. -8. 6m）の観測記録は、一部の周期帯（周期 0. 5 秒付近）において基準地震動 S_s を上回っているものの、ほぼ同等であることを確認した（図-3）。



図-2 敷地地盤の地震計設置位置図

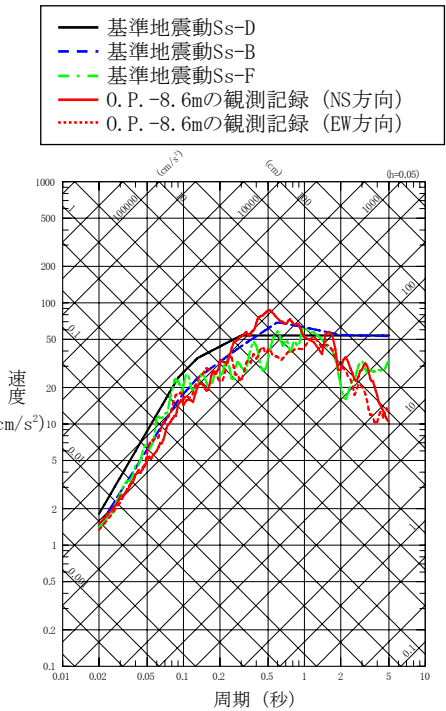


図-3 観測記録の応答スペクトル（岩盤中：解放基盤相当）

2. 基礎版上の観測記録を用いた地震応答解析結果

今回の地震による原子炉建屋耐震壁の変形（最大応答せん断ひずみ）や各階毎の耐震壁に作用したせん断力を概略評価するために、基礎版上の観測記録を用いた地震応答解析を実施した（図-4）。

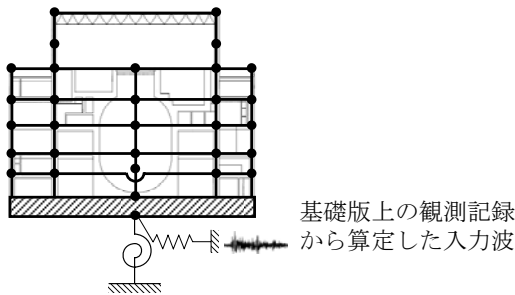


図-4 基礎版上の観測記録を用いた地震応答解析の概要

(1) 最大応答せん断ひずみの確認

地震応答解析の結果、最大応答せん断ひずみは評価基準値 $※2$ 以下であることを確認した（表-2）。

表-2 原子炉建屋耐震壁の最大応答せん断ひずみ

		解析結果	評価基準値 $※2$	(参考) 基準地震動 S_s
女川 1 号機	NS 方向	0.36×10^{-3}	2.0×10^{-3}	0.65×10^{-3}
	EW 方向	0.35×10^{-3}		0.56×10^{-3}
女川 2 号機	NS 方向	0.49×10^{-3}		1.15×10^{-3}
	EW 方向	0.28×10^{-3}		0.55×10^{-3}
女川 3 号機	NS 方向	0.81×10^{-3}		0.99×10^{-3}
	EW 方向	0.18×10^{-3}		0.41×10^{-3}

※2 評価基準値は、日本電気協会「原子力発電所耐震設計技術規程（JEAC4601-2008）」に定められており、鉄筋コンクリート造耐震壁の終局せん断ひずみに 2 倍の安全率を持たせたもの。

(2) 各階毎の耐震壁に作用したせん断力の確認

地震応答解析の結果、各階毎の耐震壁に作用したせん断力は鉄筋の弾性範囲で負担できる各階毎のせん断力（弾性限耐力）を下回っていることを確認した（図-5）。

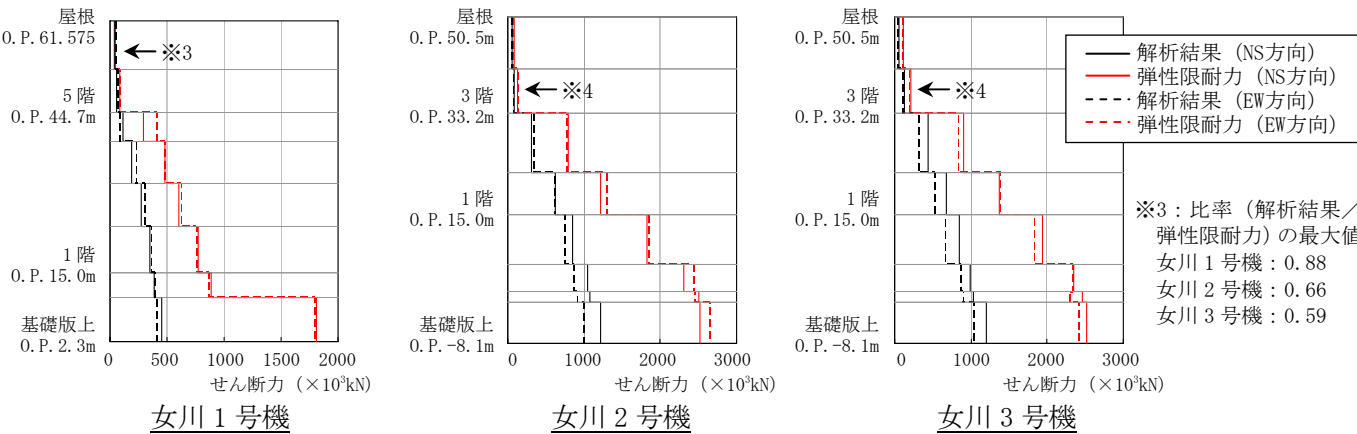


図-5 原子炉建屋の各階毎の耐震壁に作用したせん断力の確認

3. まとめと今後の対応

女川原子力発電所における今回の地震の観測記録を分析した結果、基準地震動 S_s を一部上回るものの、ほぼ同等であった。また、観測記録を用いた地震応答解析の結果、今回の地震によっても原子炉建屋の機能が維持されていることを確認した。

今後、敷地地盤の地震観測記録を基準地震動 S_s と同じ条件とするため、地震計の上部地盤の影響を取り除くはざとり解析を実施するとともに、各施設に対して地震の影響を考慮した詳細点検および既に実施済の耐震裕度向上対策を踏まえた評価を実施していく。

以 上

女川原子力発電所における平成 23 年（2011 年）東北地方太平洋沖地震による津波の概要

1. 津波の調査結果

(1) 潮位観測結果

潮位計で観測された津波の高さは O. P. + 約 13 m^{※1} であった。（図-1）

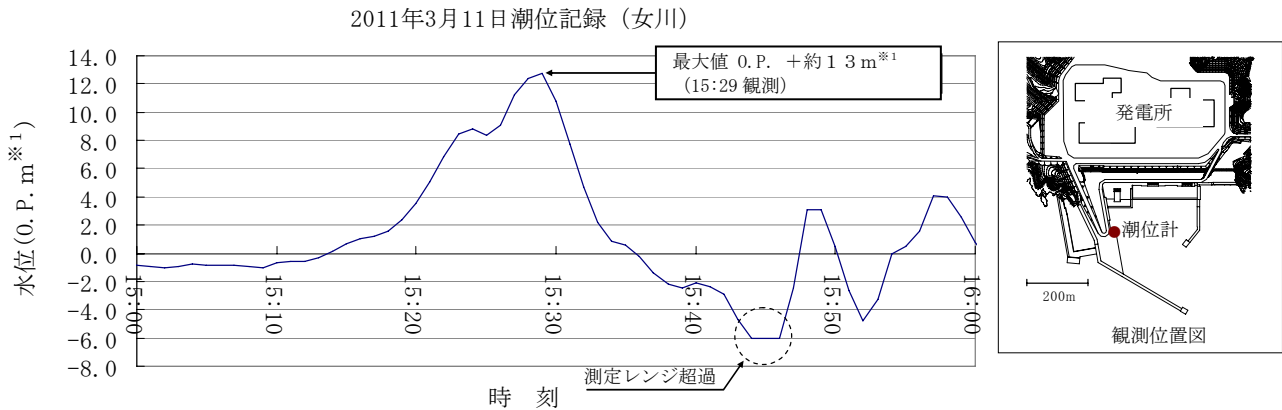


図-1 潮位計により観測された水位時刻歴

(2) 痕跡調査結果

痕跡調査の結果、敷地海側の一部に海水の浸入痕を確認した。（図-2）

2. まとめ

女川原子力発電所の潮位計で観測された津波の高さは、O. P. + 約 13 m^{※1} であり、敷地高さ（O. P. + 約 13.8 m^{※1}）を超えていないことを確認した。なお、敷地海側の一部に海水の浸入痕が認められたが、主要な建屋には到達していない。（図-3）

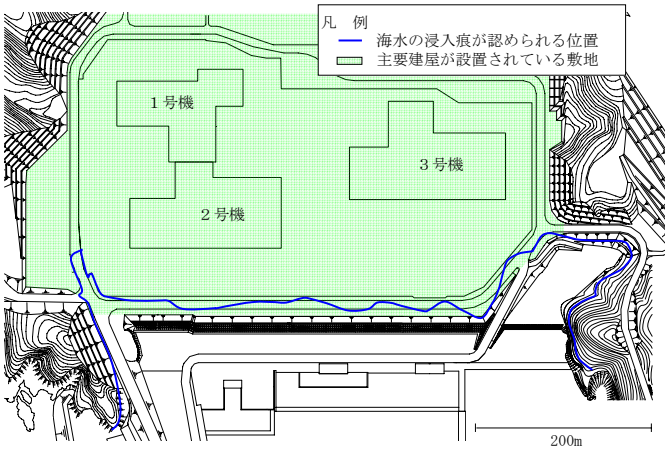


図-2 痕跡調査結果

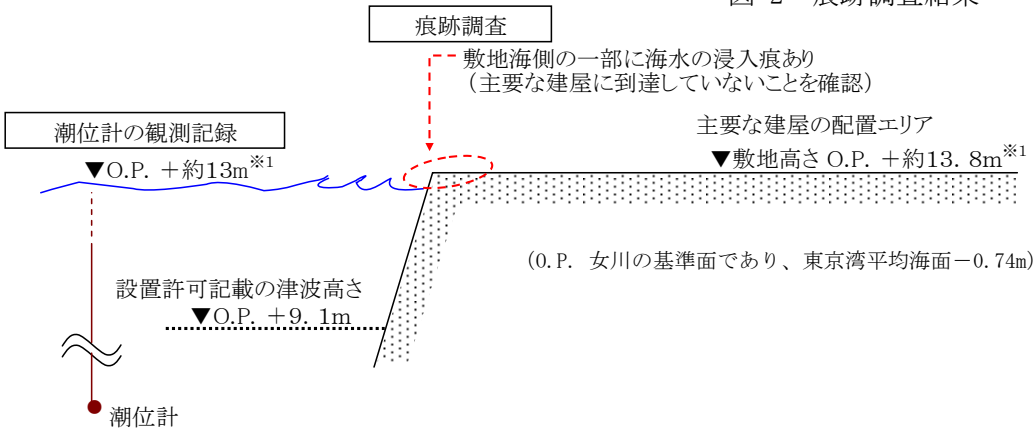


図-3 女川原子力発電所における津波の状況

※1 今回の地震発生後に公表された国土地理院による女川発電所周辺の地殻変動（一約 1m）を考慮した値。

女川原子力発電所における東北地方太平洋沖地震時の津波被害に関する考察

女川原子力発電所では、平成 23 年 3 月 11 日に発生した東北地方太平洋沖地震およびその後に発生した大津波の襲来を受けたが、通常運転中の 1，3 号機および起動中の 2 号機の全号機を冷温停止状態にすることができた。これは、以下のとおり原子力発電所の設計、保守、運転管理が総合的に機能した結果であると考えている。

1. 地震に対する考察

以下の理由から、原子炉緊急停止機能が健全に機能したことにより、東北地方太平洋沖地震発生の際にも原子炉が安全に自動停止したものである。

- 止める、冷やす、閉じ込めるといった安全上重要な設備については、耐震 A s，A クラスに位置づけ、設計用最強地震（S 1），設計用限界地震（S 2）に耐えられるよう設計している。
- その後の耐震指針改正を受け、より厳しい基準地震動 Ss にも耐えられるよう、保守管理として耐震補強工事を実施している。
- 上記設計は安全余裕を考慮したものとなっている。

2. 津波に対する考察

以下の理由から、1 号機および 3 号機については、津波による非常用補機冷却系を含む非常用設備の被害は発生しなかった。

- ①主要設備が設置されている敷地高さ（0.P.+13.8m^{*}）は設置許可記載の津波高さに対しても十分高い設計となっている。
- ②非常用補機冷却海水ポンプを設置する海水ポンプ室（1，2 号）および海水熱交換器建屋（3 号）も、同じ敷地高さ（0.P.+13.8m^{*}）に設置しており、津波による被害が発生しないよう設計されている。なお、ポンプ自体は揚程を押さえるために、海水ポンプ室（1,2 号機）および熱交換器建屋（3 号機）内の敷地高さより低いレベル（地下）に設置している。
- ③非常用補機冷却海水ポンプは、取水路からの海水の流入により機能を喪失しないようポンプ基礎部等については適切な止水が施されている。
- ④放水路に関しては、敷地高さより高レベルの配管から放水することとしており、逆流はしない設計となっている。
- ⑤1 号については、放水立坑とトレンチの間に設置している水密壁について、津波の逆流を考慮し、運開後にアクリル板から鋼鉄製への取替工事を実施し、信頼性の向上を図っている。

- ⑥ ３号の非常用補機冷却海水ポンプは、海水熱交換器建屋の独立した部屋に設置されており、床面等に適切な止水がなされており、海水の浸水はなかった。
- ⑦ 今回の地震後に公表された国土地理院による女川原子力発電所周辺の地殻変動を考慮しても、来襲した津波（潮位系の観測記録によれば O.P. + 約 13 m[※]）が敷高を越えることはなかった。

２号機については、RSW ポンプ（B）（D）エリアに設置した循環水ポンプ自動停止用の水位計貫通部の止水設計が不十分であったため、この貫通部より海水が浸入し、RSW ポンプ（B）（D）が水没した。

また、RSW ポンプ（B）（D）エリアに浸水した海水は、RSW（B）系トレンチを通して原子炉建屋（非管理区域）内の RCW（B）熱交換器室、および HPCW 熱交換器室に達し、これらの部屋の中にある RCW ポンプ（B）（D）、および HPCW ポンプが水没した。

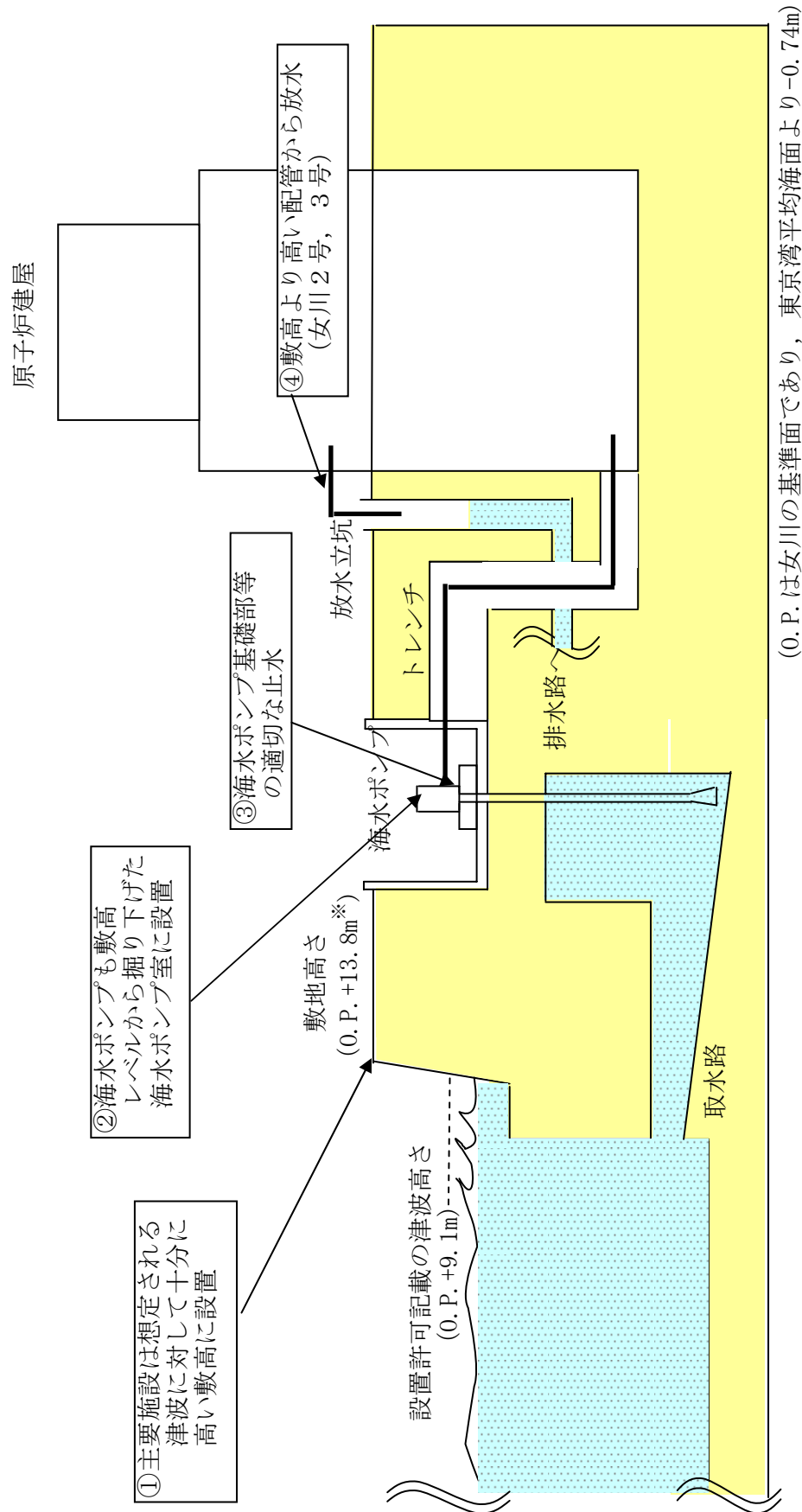
これにより、非常用補機冷却系統のうち、原子炉補機冷却系（B）系および高圧炉心スプレイ補機冷却系の２系統が機能喪失となったが、原子炉補機冷却系（A）系が健全であったため、自動停止後の原子炉を問題なく冷温停止することができた。

原子炉補機冷却系（A）系が健全であったのは、以下の理由によるものと考えられる。

- ⑧ 溢水、火災等により全ての非常用設備が同時に機能喪失することのないよう、設備区分を設け、独立性を有するよう配置するなどの設計上の考慮をしている。
- ⑨ RSW ポンプ（A）（C）エリアと RSW ポンプ（B）（D）エリアは水密扉付きの壁で仕切られた独立した構造、配置となっているため、水没した RSW ポンプ（B）（D）エリアの浸水が他のエリアに拡大しなかった。
- ⑩ RSW（B）系トレンチを通じて原子炉建屋（非管理区域）内に流れ込んだ海水に対しても、非常用補機冷却淡水ポンプ（RCW（A）（C）、RCW（B）（D）、HPCW）が独立したエリアに配置されていたため同時に浸水することなく、RCW ポンプ（A）（C）室が水没を免れた。

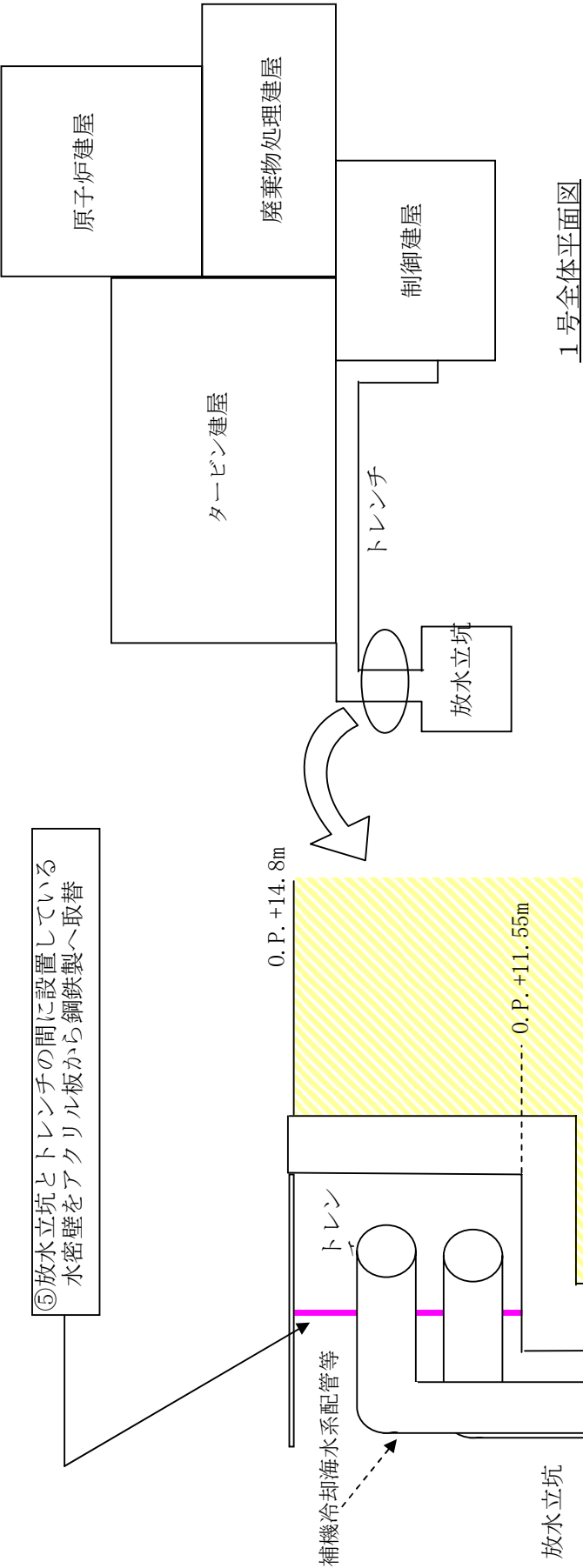
※ 今回の地震発生後に公表された国土地理院による女川原子力発電所周辺の地殻変動（－約 1 m）を考慮した値。

以 上



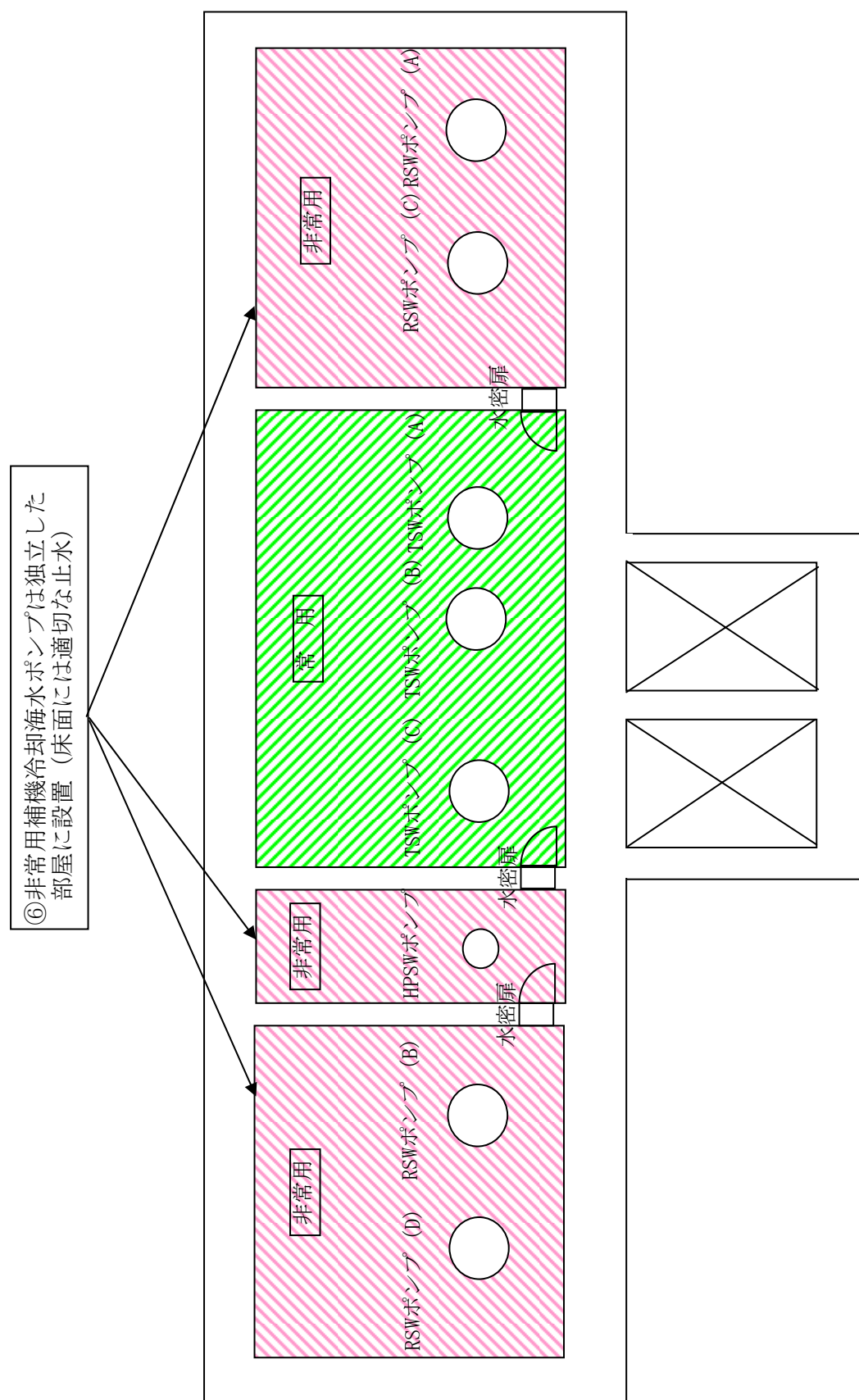
※ 今回の地震発生後に公表された国土地理院による
女川原子力発電所周辺の地殻変動（一約 1 m）を考慮した値。

津波対策イメージ(全体)

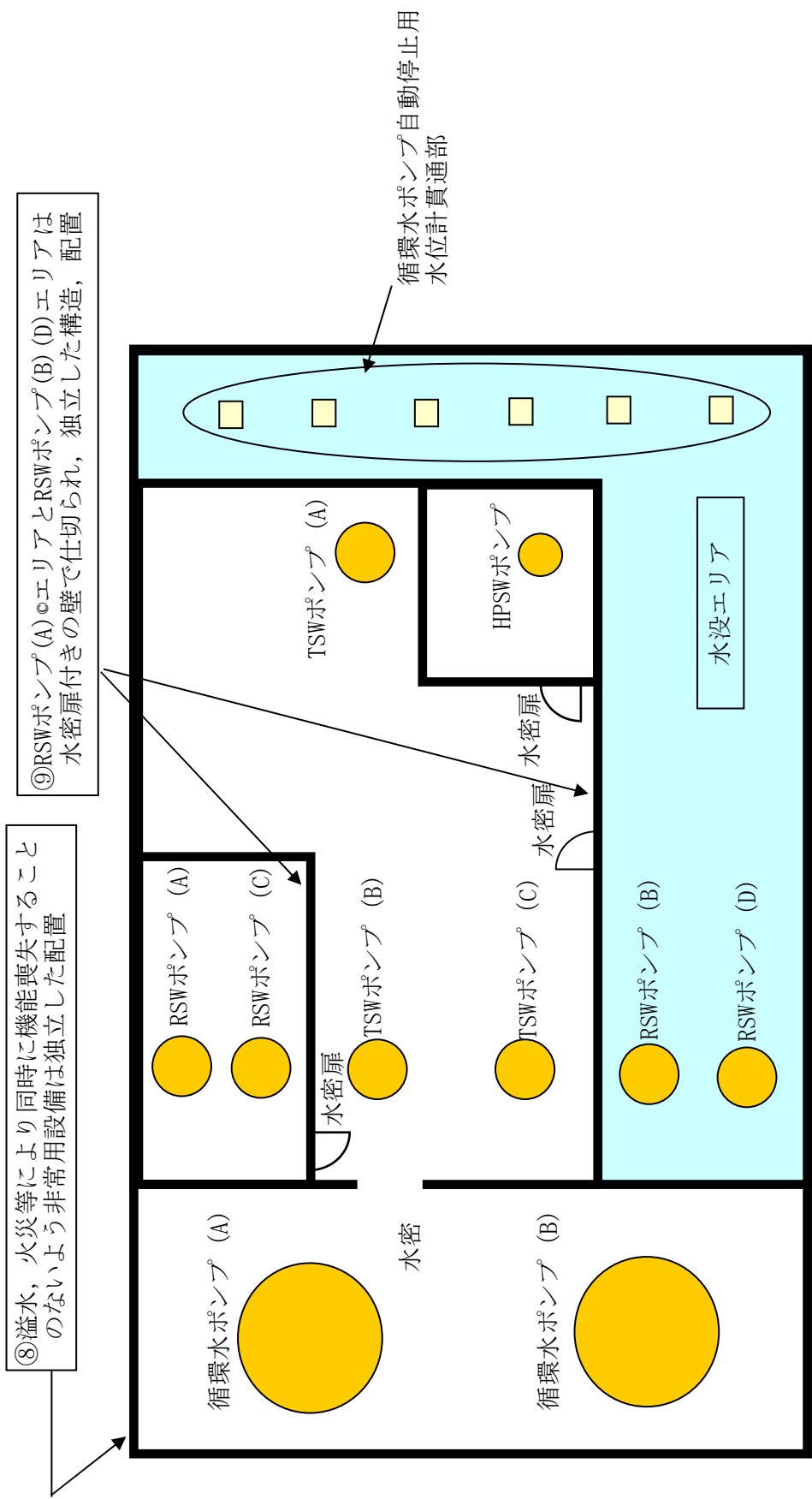


断面図

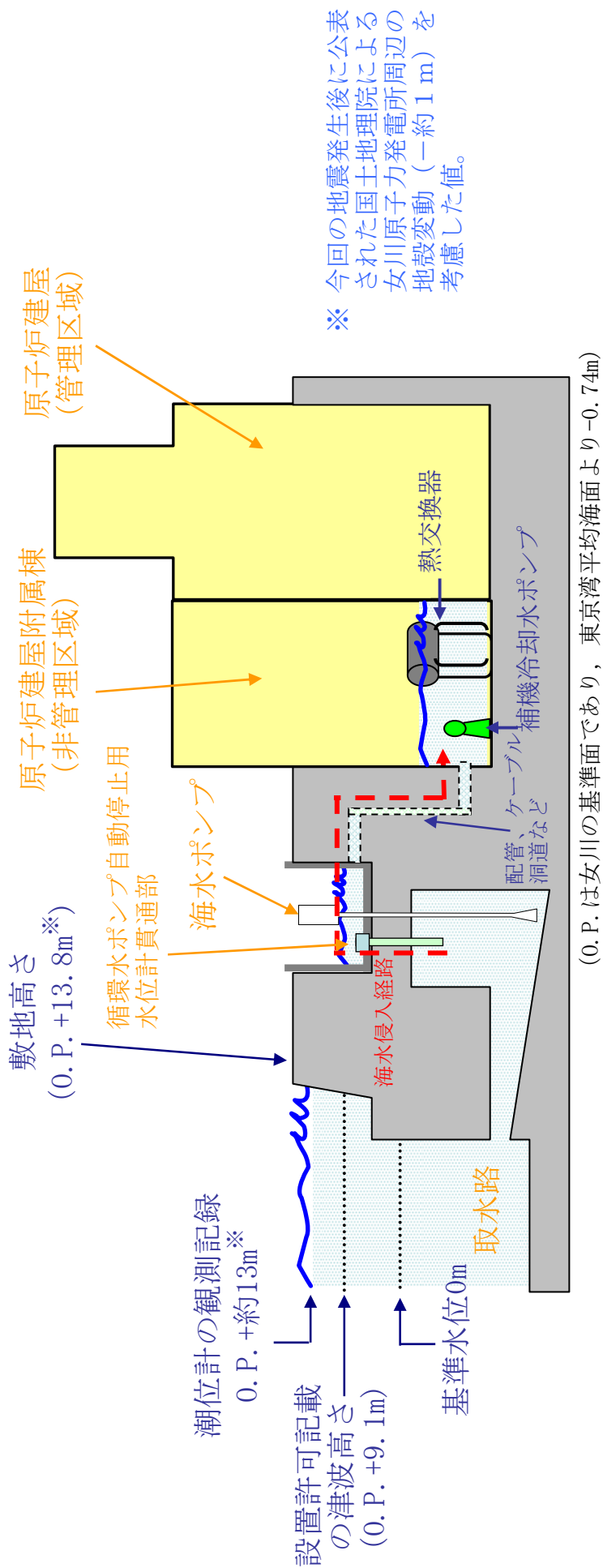
津波対策イメージ (1号トレンチ水密壁)



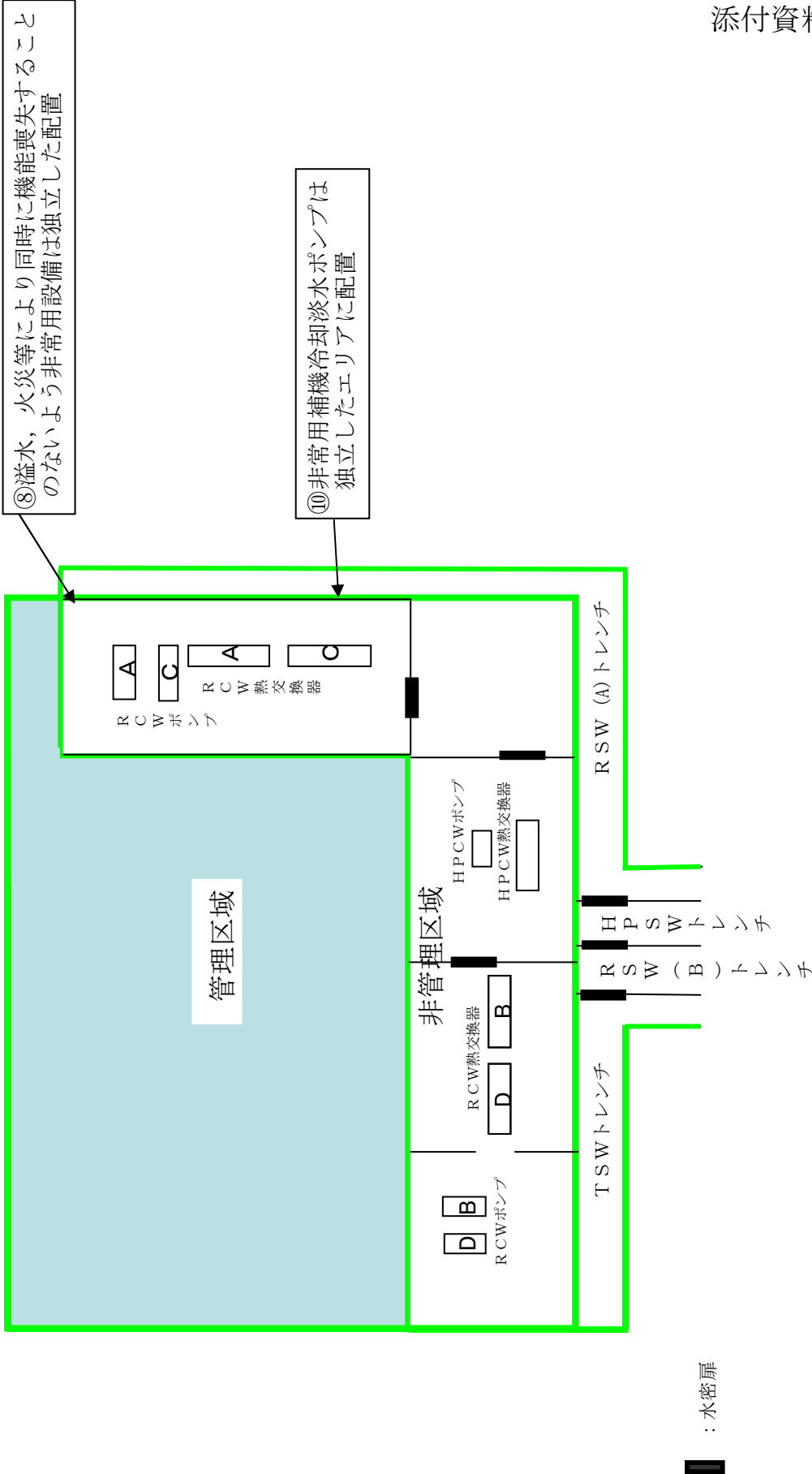
津波対策イメージ(3号海水熱交換器建屋)



津波対策イメージ(2号原子炉補機冷却海水ポンプ)



2号浸水ルート（イメージ）



津波対策イメージ (2号原子炉補機冷却淡水ポンプ)