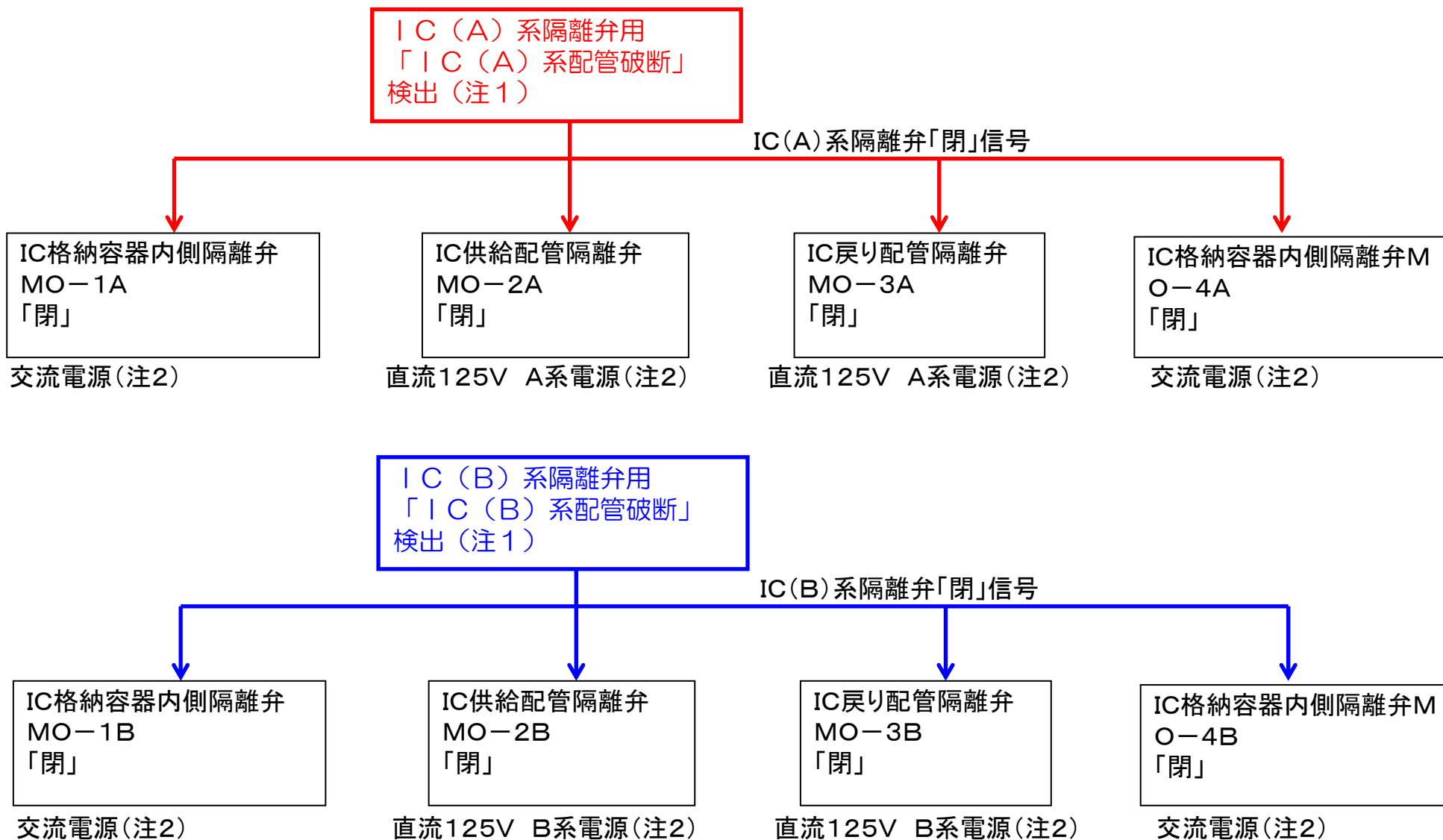


非常用復水器(IC)電動弁インターロックブロック線図

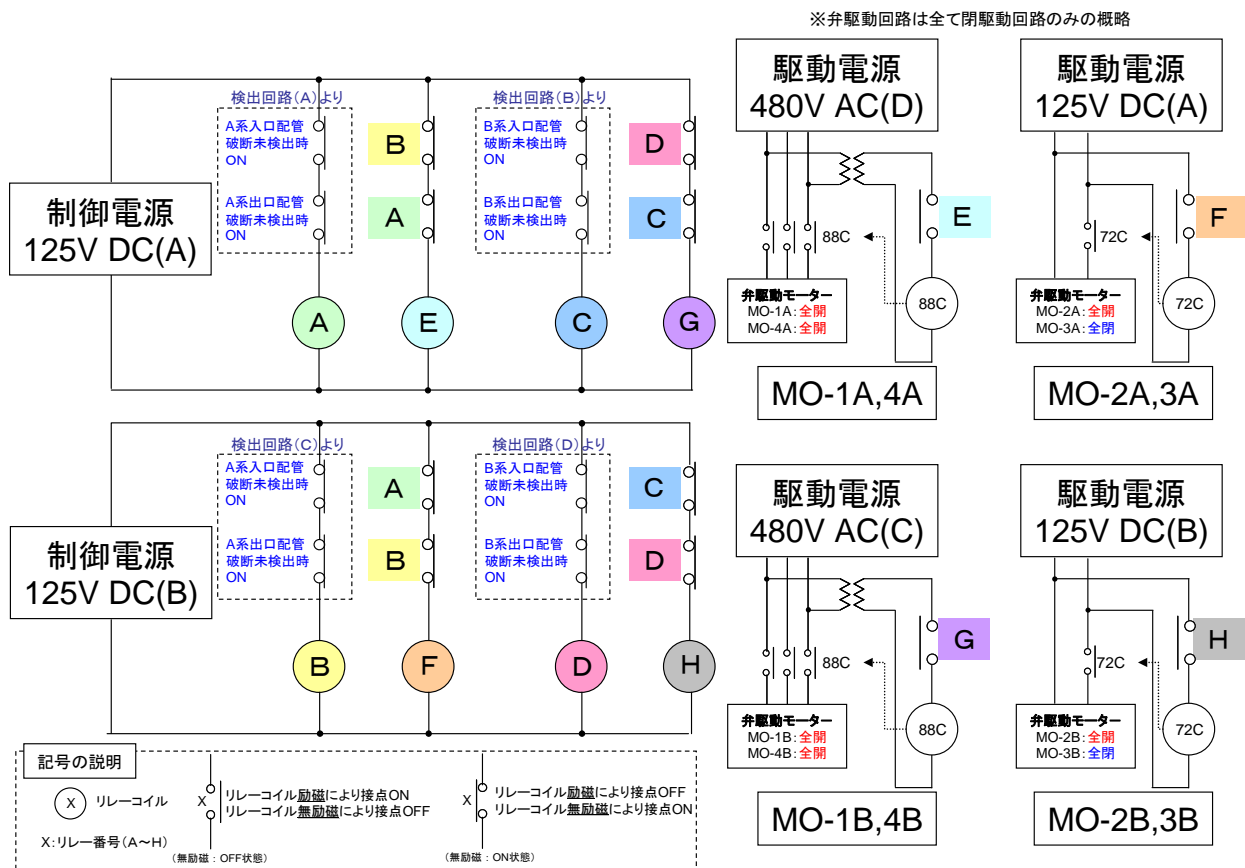
	直流125V A系	直流125V B系
IC(A)系配管破断	検出回路(A)	検出回路(C)
IC(B)系配管破断	検出回路(B)	検出回路(D)

注1: 「IC(A系)配管破断」および「IC(B系)配管破断」を検出する回路は、A系とB系の125V直流電源両方を使用している。
片系の直流電源が喪失した場合でも、両系の検出回路がフェールセーフ動作し、IC(A)系と(B)系のすべての隔離弁に閉信号を発信する。

注2: 電動弁の駆動電源。



非常用復水器 (IC) 隔離信号回路図 (待機時の状態)



【隔離信号 (破断検出信号) 発信時】

- ①「A系入口配管破断信号」または「A系出口配管破断信号」が入った場合、A, Bのリレーコイルが無励磁となる。
- ② A, Bリレーコイルが無励磁となるとA, Bの接点がOFFし、E, Fリレーコイルが無励磁となる。
- ③ E, Fリレーコイルが無励磁となるとE, Fの接点がONし、MO-1A, 2A, 3A, 4Aの閉駆動用リレーコイルが励磁し、閉駆動回路接点が閉じて弁駆動用モータに電流が流れ閉動作する。
- ④ 破断検出信号が1つでも入れば、当該系統(上記の場合はA系)が隔離する。
※B系についても同様。

【制御電源喪失時】

- ① 125V DC(A)の制御電源を喪失するとA, E, C, Gリレーコイルが無励磁となる。
- ② A, Cリレーコイルが無励磁となると、A, Cの接点がOFFし、F, Hリレーコイルが無励磁となる。
- ③ E, F, G, Hリレーコイルが無励磁となると、E, F, G, Hの接点がONし、MO-1A, 2A, 3A, 4A, 1B, 2B, 3B, 4Bの閉駆動用リレーコイルが励磁し、閉駆動回路接点が閉じて弁駆動用モータに電流が流れ閉動作する。
※125V DC(B)の制御電源を喪失した場合も同様。

【隔離信号発信時の開操作について】

操作スイッチを「F-OPEN」位置にすることで、隔離信号はバイパスでき開可能。

非常用復水器 (IC) 胴側水位減少量に関する調査結果について

(1) IC 胴側水位減少量

IC の胴側水位は、10 月 18 日の現場調査の結果、A 系 : 65%、B 系 : 85% (通常水位 : 80%) であった。計器の指示の精度は確認できていないが、IC 胴側水位計が正常であったとすれば、A 系の減少分は 15% (=約 21 トン) となる。なお、IC 胴側に水を補給していないにも関わらず B 系の胴側水位の指示値が通常水位を超えていることから、計測機器に誤差が生じている可能性がある。

(2) IC の動作実績

IC の動作は以下のとおり。

- 14:52 : A 系、B 系起動
- 15:03 : A 系、B 系停止
- 15:35 の津波到達まで
: A 系にて原子炉
圧力制御 (3 回
起動停止実施)
- 18:18 : A 系起動
- 18:25 : A 系停止
- 21:30 : A 系起動

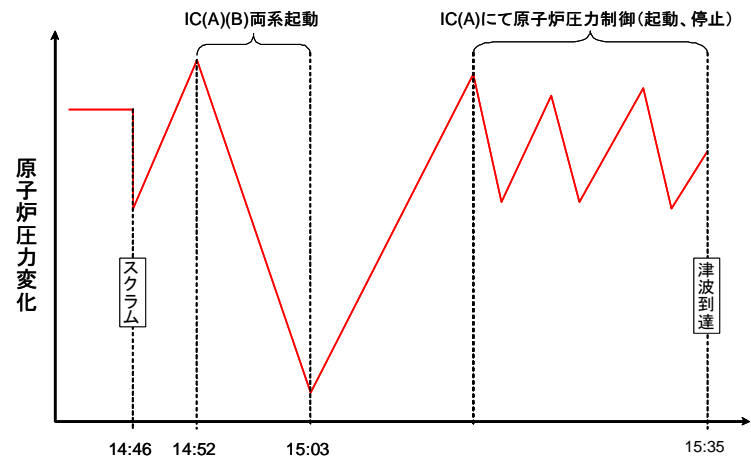


図 1 原子炉圧力変化のイメージ (チャートより)

(3) 崩壊熱と胴側水位減少量に関する考察

IC はその動作により原子炉で発生する崩壊熱を除去していることから、IC 動作時間中に原子炉で発生した崩壊熱と、IC の冷却水の水温を上昇させるのに必要な顕熱および冷却水を蒸発させるのに必要な潜熱を比較することで、IC の動作状態を評価した。

まず B 系について、B 系は当初自動起動した 14:52~15:03 の間しか動作していないことから、その動作時間では B 系の冷却水 (1 系列 約 160 トン) は 100°C に到達しない評価結果となった。実際、IC の冷却水温度を示す記録計 (図 2) によれば、B 系は約 70°C で水温の上昇が止まっており、このことから B 系の冷却水の消費はわずかなものであったと考えられる^{*1}。

次に A 系について、A 系は B 系と同様に自動起動後に一旦停止するが、その後 A 系のみで原子炉圧力制御を実施 (3 回起動停止実施) しており、評価の結果、津波到達頃に冷却水温度が約 100°C に到達する結果となった。実際、IC の冷却水温度を示す記録計 (図 2) によれば、A 系は一旦 70°C 程度で停滞したものの、その後の操作により津波到達頃には 100°C に到達しており、概ね評価結果と一致していることとなる。

上述のとおり、津波到達頃に A 系の冷却水の温度が 100°C に到達していると考

えられること、津波の影響により IC が隔離されたことから、A 系の冷却水の減少分は、主に 18:18 からの動作と、21:30 からの動作により消費されたものと考えられる。このことは、A 系の格納容器内側隔離弁が、開度は不明であるものの開いていたことを意味する^{※2}。しかしながら、津波到達以降、A 系については、以下の①～③の理由等により、実際にどの程度の性能を維持し、いつまで動作していたか等、詳細な状況は不明である。

- ① 4 月 1 日に実施した弁開度調査の結果、格納容器内側隔離弁の開度が不明であること
- ② 燃料の温度上昇に伴い発生した非凝縮性ガスである水素が IC の伝熱管に蓄積することで、IC の除熱性能は低下すること
- ③ 原子炉水位や原子炉圧力が明確でないため、原子炉内でどの程度の蒸気が発生していたか不明であること（原子炉圧力が低下することで、IC は性能が低下する）

なお、A 系の冷却水が 65%残存していることから、A 系の弁は開しているものの、②や③の理由により、実際の IC の除熱性能は低下し、津波到達以降も長期間にわたって IC が機能していたものではないと考えられる。

※1 B 系の冷却水の消費がなかったとすれば、胴側水位計の指示値は 5%程度上方にドリフト（計器誤差を生じ、指示値に実際の値とずれを生じていること）していることとなる。

なお、A 系の胴側水位計にも同様の誤差を想定すれば、A 系の胴側水位の真値は 60%程度となる。その場合の A 系冷却水の減少分は約 30 トンとなる。

※2 A 系については、3 月 24 日の段階で、IC から原子炉への戻り水の温度が約 140℃であることが計測されていることから、格納容器内側隔離弁は全閉ではなくある程度の開度があるものと考えられる。なお、B 系については弁の開度調査の結果、格納容器外側隔離弁が 2 弁とも閉じていることが確認されており、3 月 24 日の段階で約 40℃程度であることとも合致する結果といえる（表 1、図 2 参照）

表 1 IC 周りの温度（図 2 チャート印字記録の読み取り値）

No	測定箇所	3 月 11 日 12 時	3 月 24 日 12 時
12	ISOLATION CONDENSER"A"SHELL IC 冷却水温度（A 系）	23.0℃	566.4℃ ※3
13	ISOLATION CONDENSER"A"OUTLET IC から原子炉への戻り水温度（A 系）	25.6℃	135.1℃
14	ISOLATION CONDENSER"A"OUTLET IC から原子炉への戻り水温度（A 系）	25.7℃	141.7℃
15	ISOLATION CONDENSER"B"SHELL IC 冷却水温度（B 系）	23.6℃	36.2℃
16	ISOLATION CONDENSER"A"OUTLET IC から原子炉への戻り水温度（B 系）	26.0℃	38.7℃
17	ISOLATION CONDENSER"A"OUTLET IC から原子炉への戻り水温度（B 系）	26.9℃	38.3℃

※3 10 月 27 日の段階でも 574.5 度を計測しており、大気開放の IC 冷却水の水温が 100℃を大幅に超えることは考えられないため、計測機器の故障と考えられる。

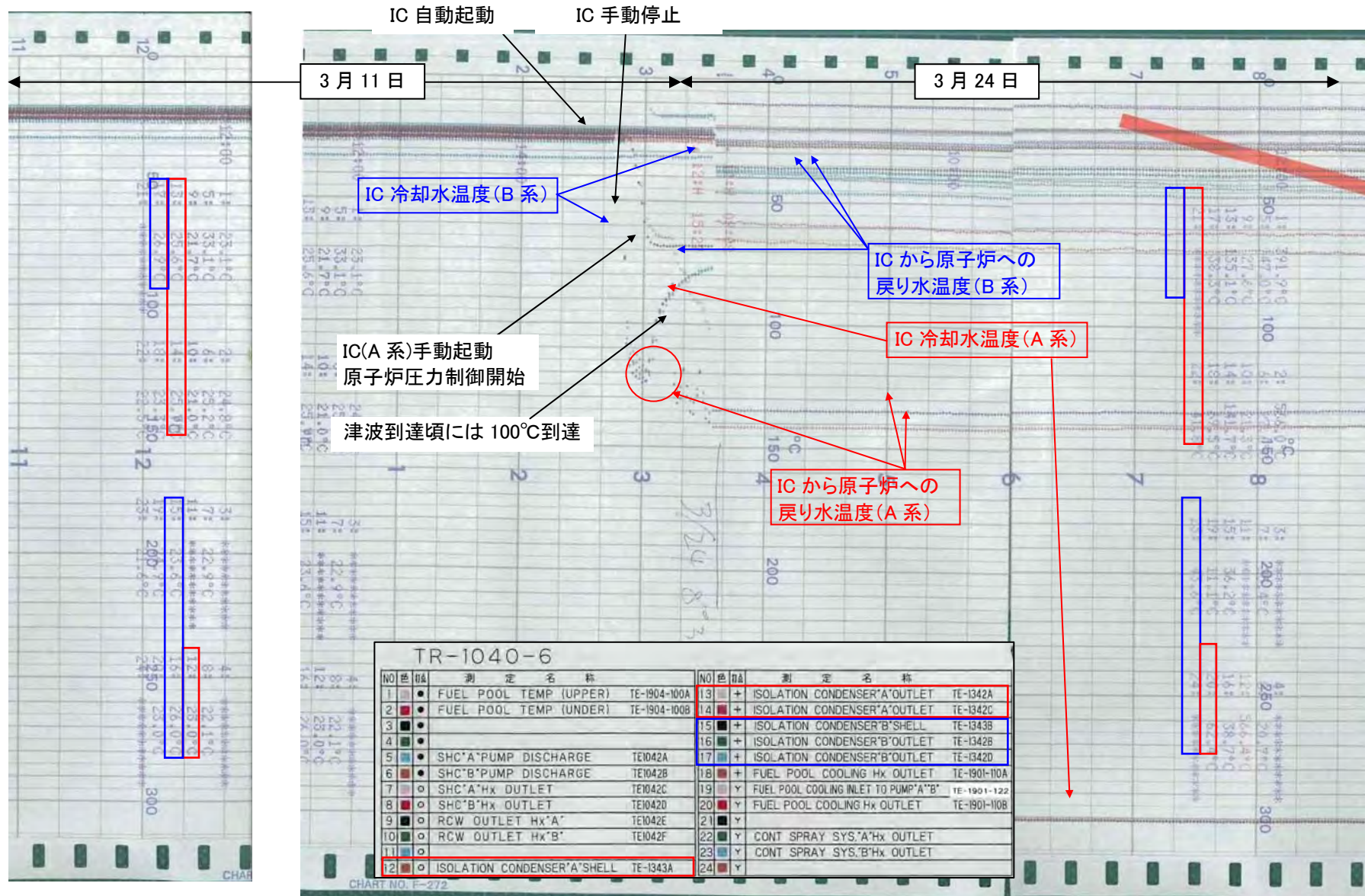


図2 IC 周りの温度

福島第一原子力発電所 1号機における電源喪失及び非常用復水器の調査・検討状況について

< 参考資料 >
平成25年5月10日
東京電力株式会社

< 経緯 >

- 事故に対する社外委員会のご指摘等も踏まえ、継続的な調査・検討を実施中であるが、今回、これまでの調査結果に関し、補強ないし詳細を明らかにする以下の事項が新たに判明した。

< 内容 >

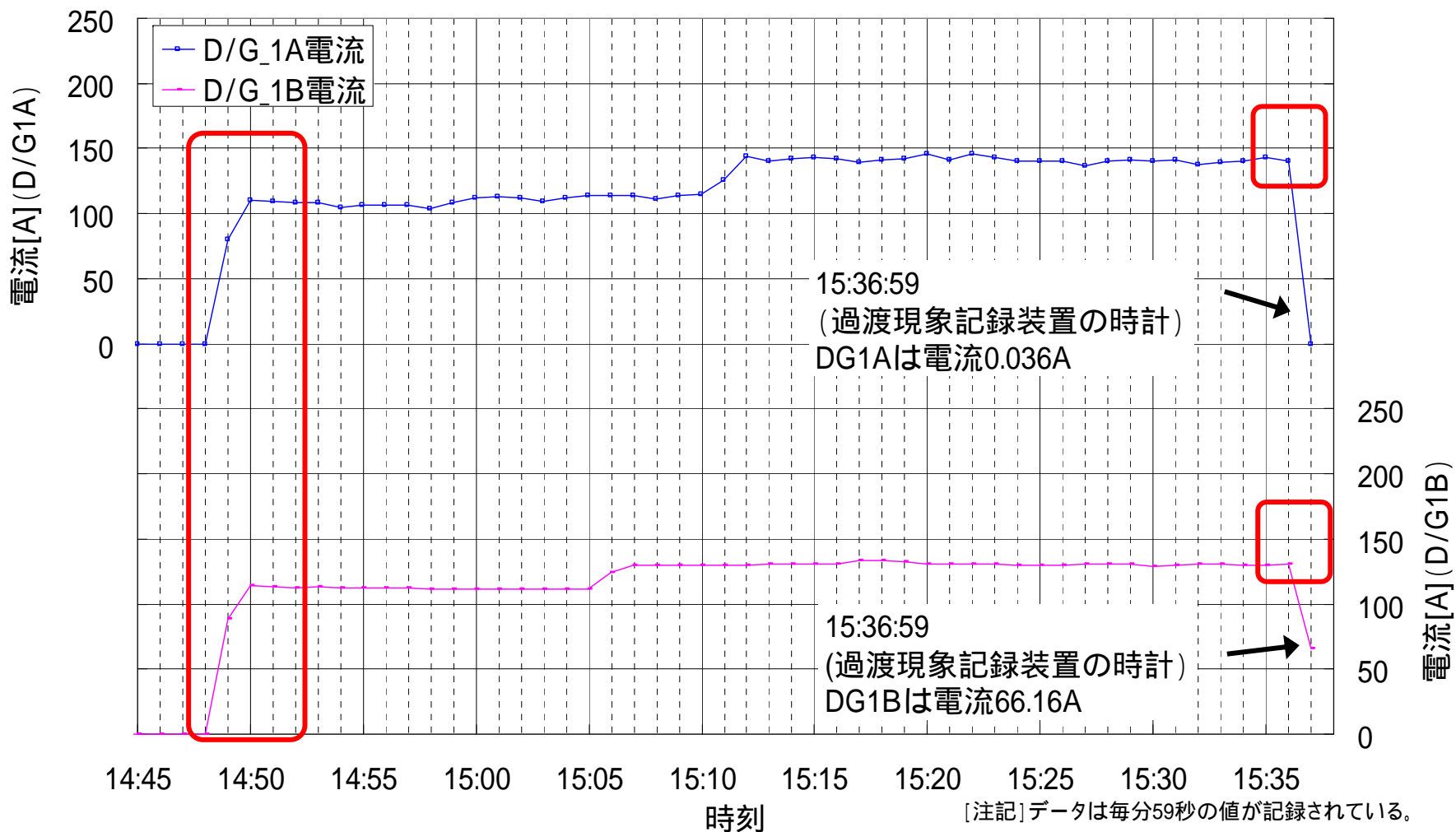
- 1号機非常用ディーゼル発電機（A）（B）及びそれに接続する交流母線（C）（D）
 - 1号機非常用ディーゼル発電機と交流母線について、停止したタイミングが証言や運転日誌のみであり、これまでデータでお示し出来なかった。
 - 交流母線（C）が先に機能喪失（2011年3月11日15時36分～37分の間）に電圧がゼロ）し、その後、交流母線（D）が機能喪失したことが判明。
 - 1号機の非常用ディーゼル発電機（A）よりも交流母線（C）が先に機能喪失した事が判明。
 - ◆ 1号機の非常用ディーゼル発電機（A）は交流母線（C）の機能喪失前に地震で機能喪失することはなかった。
- 1号機非常用復水器（B）の原子炉格納容器内側弁（1B，4B）の開閉状況
 - 1号機非常用復水器（B）の1B弁及び4B弁の開閉状態が分からなかった。
 - 1号機非常用復水器（B）について、隔離（閉）信号が発信する前に内側弁（1B，4B）の駆動電源（交流電源）が喪失した可能性が高いことが判明。

< 今回の調査・検討のもととなったデータ >

- 過渡現象記録装置によって採取されたデータで、2011年3月3日11時から記録採取終了（2011年3月11日15時36分59秒）までの1分周期のデータ（注）。

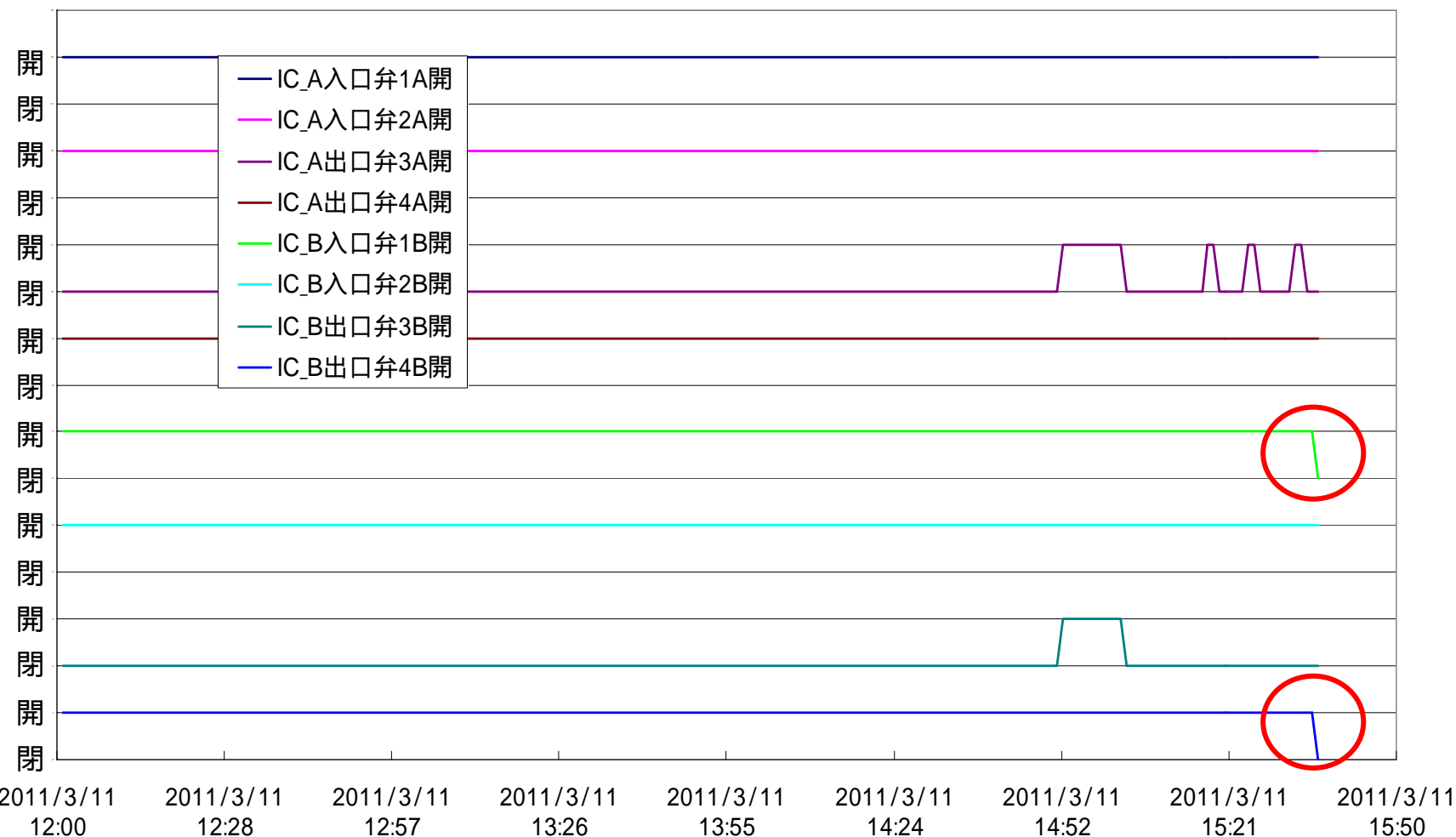
（注）過渡現象記録装置は、異常事象の発生を契機に詳細な（ミリ秒オーダー）データ収集を目的に設置された装置（データは公表済）。今回検討の元となったデータは本来の過渡現象記録の目的でない、粗い時間間隔（分オーダー）で採取されたデータ。

福島第一1号機 非常用ディーゼル発電機 電流データ (2011年3月11日)



- 非常用ディーゼル発電機 (1 A) および (1 B) は同じタイミングで起動している。
- 非常用ディーゼル発電機 (1 A) および (1 B) から受電する系統の負荷 (機器や電源盤) が脱落し始めたタイミングが1分以内である。

福島第一 1 号機 非常用復水器 弁の開閉データ (2011年3月11日)



- 非常用復水器（B）について、原子炉格納容器の内側の弁である 1 B，4 B の弁（交流電源（母線1C））が喪失したことを示していること。（弁が閉となったことを示すものではない）
- 非常用復水器（B）について、隔離（閉）信号が発信する前に内側弁（1 B，4 B）の駆動電源（交流電源）が喪失した可能性が高い。

[参考] 非常用復水器の系統構成

