

「敦賀発電所1号機の非常用復水器の作動実績に係る運転記録等に関する提出について（要望）に対する報告について

1. 非常用復水器の仕様

系統概要図、機器仕様及びインターロックについて、図1-1、2、3に示す。

2. 非常用復水器の運用

1) 自動作動

①原子炉圧力が7.23MPa[gage] (73.8kg/cm²g) を超えて上昇し、15秒間継続した時2系列自動作動する。

a) 復水出口弁MOV-3A及び3Bが「閉状態」→「開状態」

b) 原子炉圧力が、6.37MPa[gage] (65kg/cm²g) になったら、非常用復水器の作動を停止する。

【復水出口弁MOV-3A及び3Bの操作スイッチを「自動」→「閉」】

②非常用復水器の自動から手動作動へ切替

c) 原子炉圧力が、6.86MPa[gage] (70kg/cm²g) になったら非常用復水器1系列を作動する。

【復水出口弁MOV-3A又は3Bの操作スイッチを「閉」→「開」】

d) 原子炉圧力が、6.37MPa[gage] (65kg/cm²g) になったら、非常用復水器の作動を停止する。

【復水出口弁MOV-3A及び3Bの操作スイッチを「開」→「閉」】

e) 以降、原子炉圧力が、6.37MPa[gage]～6.86MPa[gage] (65kg/cm²g～70kg/cm²g) の範囲に調整する。(原子炉冷却材温度変化率55°C/h以下とする)

2) 手動作動

上記、自動作動②のc) ⇔ e) の操作を行う。

その後、原子炉圧力が、6.37MPa[gage] (65kg/cm²g) 以下となっても主蒸気隔離弁が開弁不能の時は、停止時冷却系運転圧力になるまで、非常用復水器を間欠作動させる。

3) 非常用復水器2次側冷却水補給

①非常用復水器への補給は、貯蔵タンクより水頭差により行われる。

補給水弁MOV-10A(B)は、胴側の水位検知により自動で開閉する。

②貯蔵タンクへの補給は、通常時と電源機能等喪失時において以下のとおり行う事が可能である。

○ 通常時は、純水タンクを水源に、バックアップに発電用水タンク、復水貯蔵タンクもあり、それぞれの系統ポンプ(復水貯蔵タンクは2種類のポンプ)を使い補給。

○ 電源機能等喪失時は、発電用水タンク、復水貯蔵タンクに加え、防火水槽、ろ過水タンク、原水タンク、海水取水を水源に、ディーゼル消火ポンプ、復水補給ポンプ(電源供給含む)及び消防車等により補給。

③全交流電源喪失時においても、非常用復水器及び貯蔵タンクの保有水、並びにディーゼル消火ポンプからの水補給により冷却水が確保できる。

3. 全交流電源喪失（代表事例）時の動き

全交流電源喪失事象時の非常用復水器の機能は、待機時に閉弁しているMOV-3 A/Bは直流電源で駆動するので、全交流電源喪失時も作動する。

また、全交流電源喪失時の非常用復水器の隔離は、格納容器内にある隔離弁MOV-1 A/B及び-4 A/Bは交流電源で駆動するので開のまま保持されるが、格納容器外にある隔離弁MOV-2 A/B及び-3 A/Bは直流電源で駆動するので格納容器を貫通する配管の隔離弁1つは閉弁する。

4. 非常用復水器作動実績

別紙1及び別紙2に、過去10年間（平成13年から平成23年）における非常用復水器の作動実績を示す。

1) 別紙1

平成15年12月19日

敦賀発電所1号機 送電線系統の擾乱による原子炉自動停止

2) 別紙2

平成16年6月8日

敦賀発電所1号機 タービン弁試験における加減弁急速閉による原子炉自動停止

以 上

非常用復水器の動作概要(1/3)

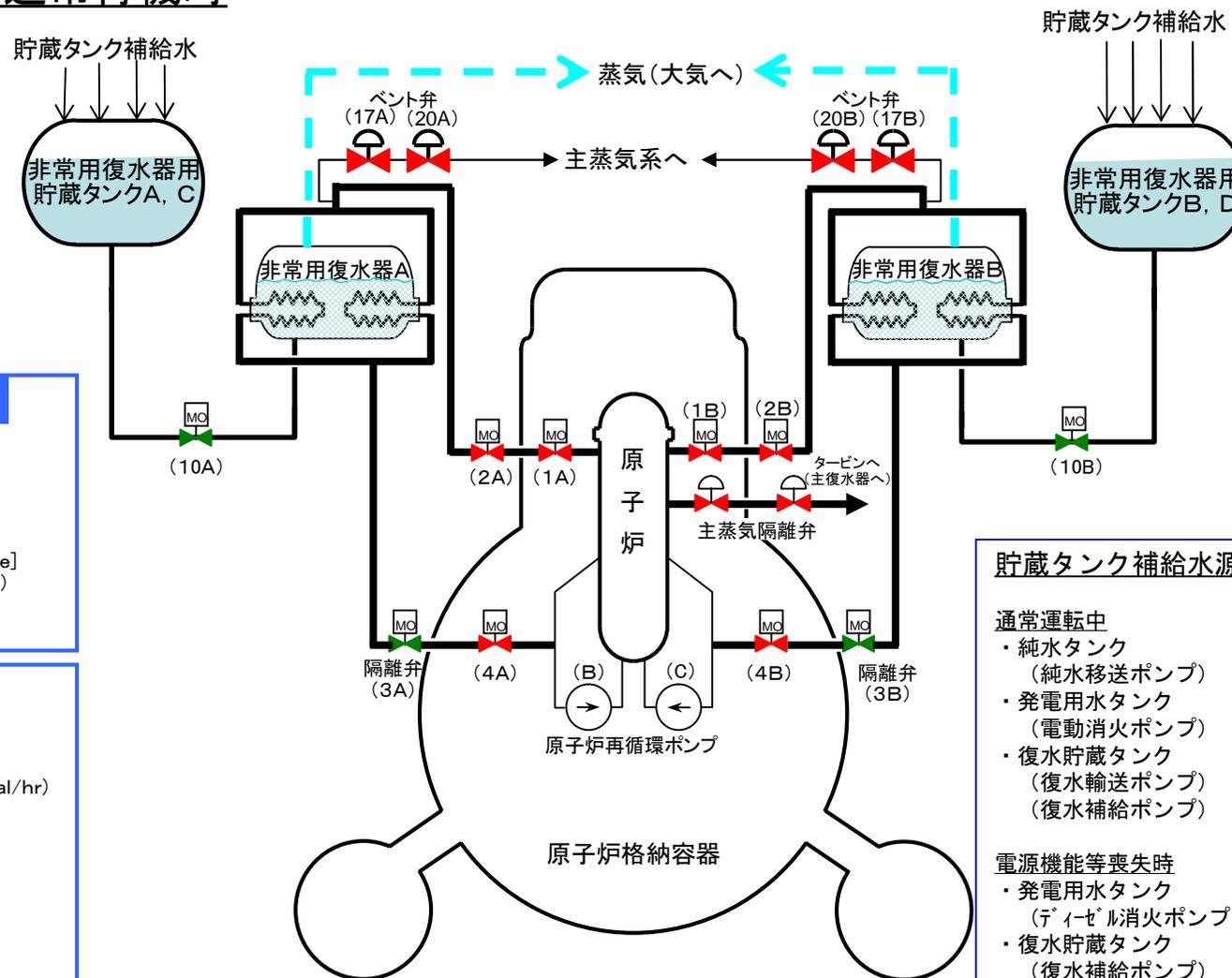
図1-1

(1)非常用復水器 通常待機時



非常用復水器用貯蔵タンク	
種類	横型円筒
寸法	全長9,650mm 内径1,833mm 厚さ 12mm
容量	24.04m ³
最高使用圧力	110.32kPa[gage] (1.125kg/cm ² g)
最高使用温度	121℃
個数	4

非常用復水器	
種類	横置U字管形
容量	31,860 kW (27.4 × 10 ⁶ kcal/hr)
胴部寸法	全長12,000mm 内径 3,000mm 厚さ 16mm
温度	
一次側入口 (管側)	296℃
二次側入口 (胴側)	109℃
最高使用圧力	
一次側 (管側)	8.62MPa[gage] (87.9kg/cm ² g)
二次側 (胴側)	110.32kPa[gage] (1.125kg/cm ² g)
最高使用温度	
一次側 (管側)	301℃
二次側 (胴側)	121℃
加熱面積	103.2m ²
胴側有効保有水量	26,500kg
個数	2



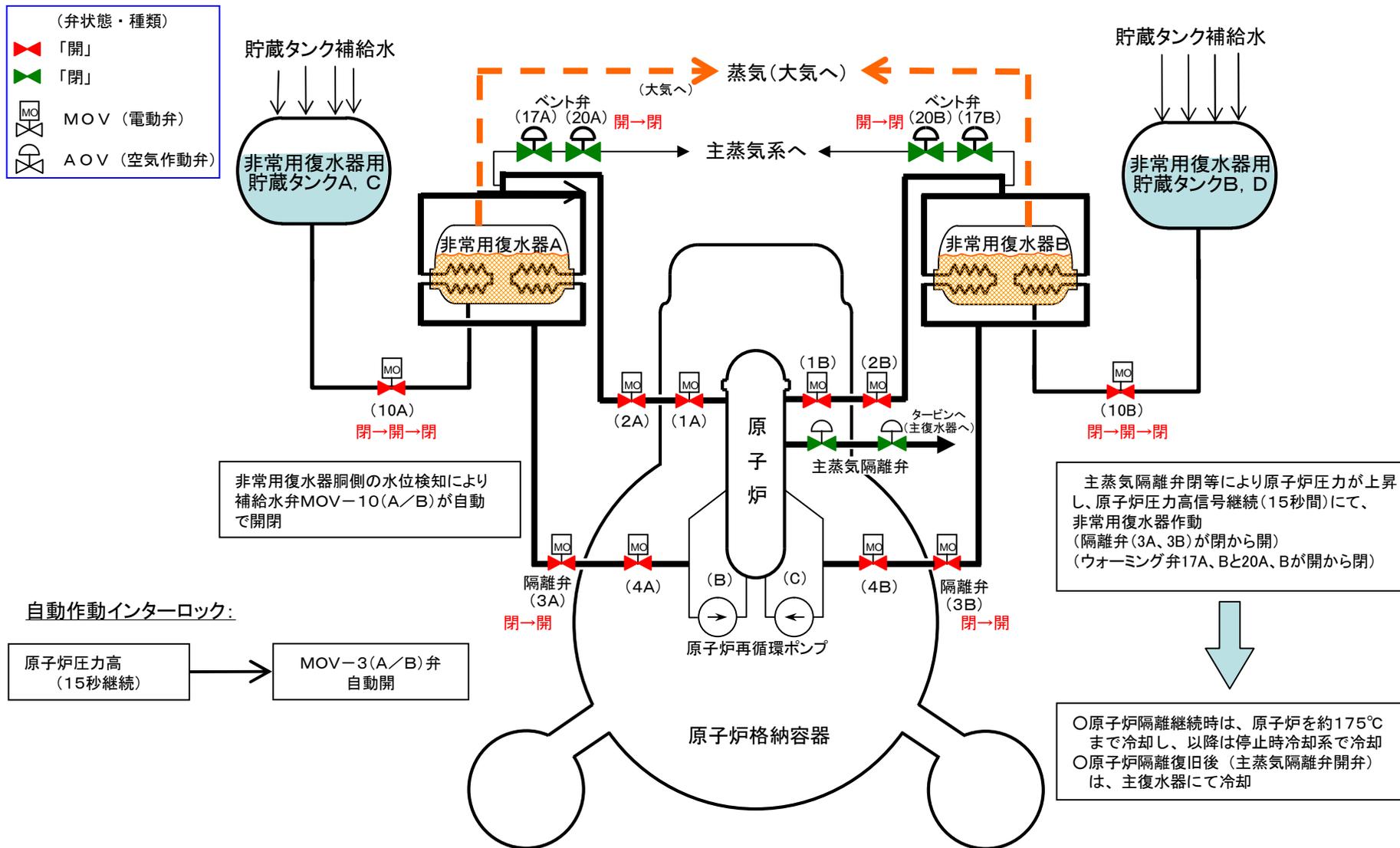
貯蔵タンク補給水源	
通常運転中	
・純水タンク	(純水移送ポンプ)
・発電用水タンク	(電動消火ポンプ)
・復水貯蔵タンク	(復水輸送ポンプ) (復水補給ポンプ)
電源機能等喪失時	
・発電用水タンク	(ディーゼル消火ポンプ)
・復水貯蔵タンク	(復水補給ポンプ)
・防火水槽	
・発電用水タンク	
・ろ過水タンク	
・原水タンク	
・海水取水路	(消防車等)

電動弁駆動電源	1A, 4A / 1B, 4B : 交流非常用電源 A系 / B系
	2A, 3A, 10A / 2B, 3B, 10B : 直流電源 A系 / B系
制御回路電源	直流電源 A系 / B系

非常用復水器の動作概要(2/3)

図1-2

(2) 非常用復水器 自動作動時



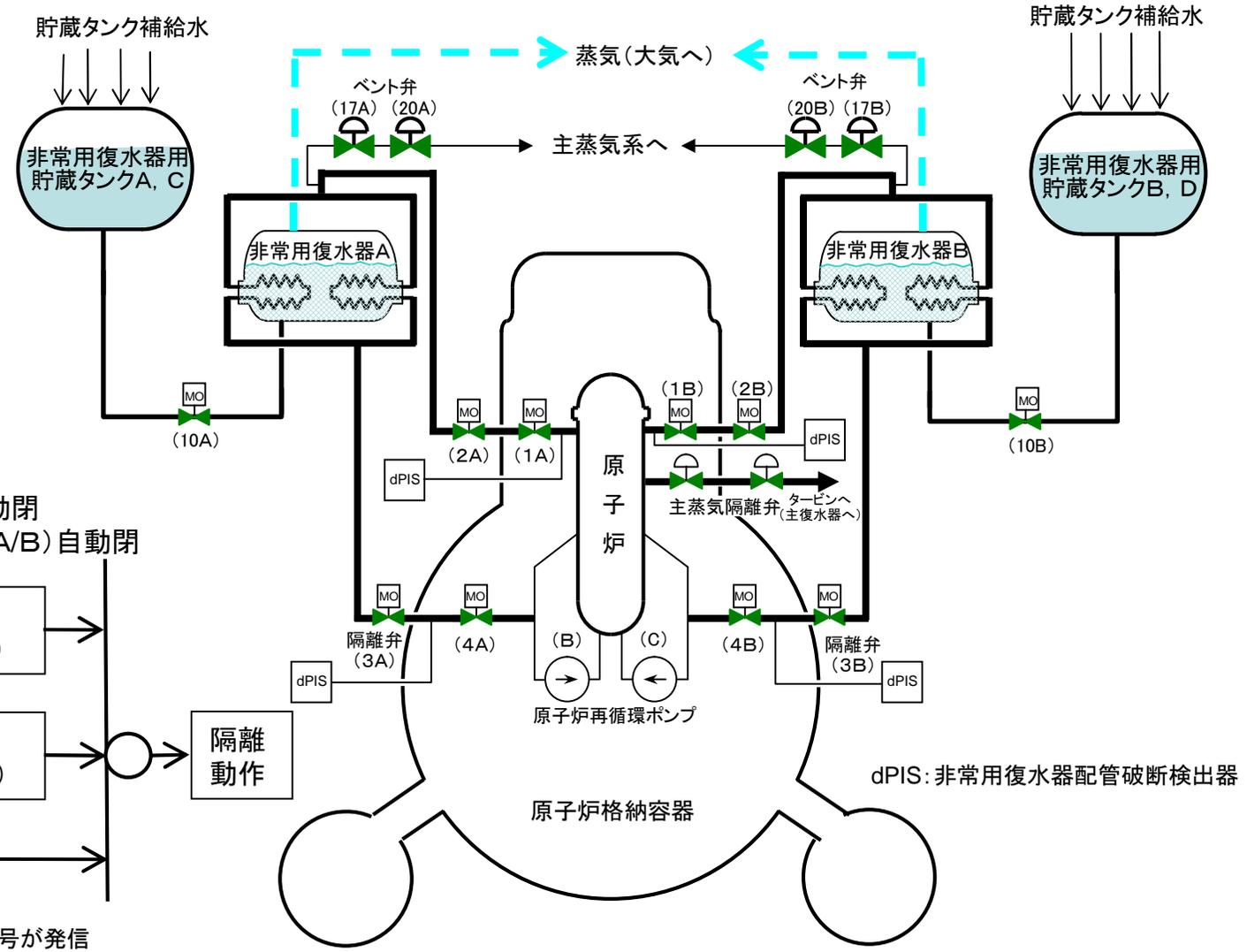
非常用復水器の動作概要(3/3)

図1-3

(3) 非常用復水器 自動隔離時

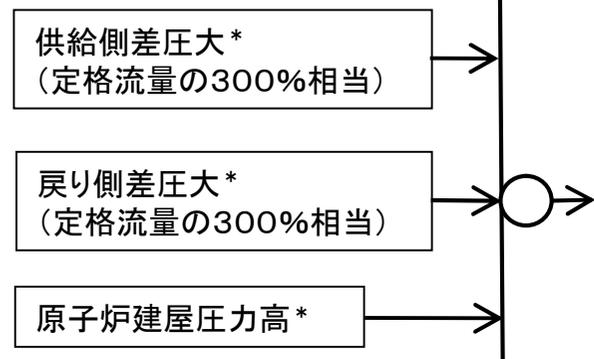
(弁状態・種類)

-  「開」
-  「閉」
-  MOV (電動弁)
-  AOV (空気作動弁)



隔離動作:

- ・MOV-1~4 (A/B) 弁自動閉
- ・ベント弁AOV-17, 20 (A/B) 自動閉



*: 制御電源が喪失すると信号が発信

敦賀発電所 1号機 送電線系統の擾乱による原子炉自動停止

1. 発生日時

平成15年12月19日 15時28分

2. 事象概要

定格熱出力一定運転中、落雷による送電系統の擾乱により、タービン回転数が上昇したため、タービン加減弁が急速に閉動作し「タービン加減弁急速閉」のスクラム要素により原子炉が自動停止した。

その後、主蒸気管圧力が低下し主蒸気隔離弁が全閉したことから、非常用復水器を手動操作で1系列作動し、原子炉圧力を6.37MPa[gage]～6.86MPa[gage] (65kg/cm²g～70kg/cm²g) に維持し、原子炉の冷却を行った。

22時25分に主蒸気隔離弁を復旧し、その後、原子炉冷却を非常用復水器から主復水器に切替え、非常用復水器を待機とした。また発電所に異常がない事を確認後、翌朝に原子炉を再起動した。(主蒸気隔離弁閉弁期間中の非常用復水器の作動は18回)

3. 非常用復水器の状況 (資料参照)

- ① 非常用復水器A系統を手動作動し原子炉の減圧 (崩壊熱除去) を行った。
- ② 非常用復水器の2次側 (純水) 温度は、非常用復水器作動により約100℃まで上昇し沸騰状態を継続。蒸気は原子炉建屋外に放出された。
(非常用復水器2次側温度は、約4～5回作動後に沸騰点に到達。戻り水温度は、約2回動作後に100℃以上に上昇。(記録実績より))
- ③ 非常用復水器 (A) の戻り配管は原子炉再循環ループB系に接続されているが、ループ温度計は戻り配管接続部の上流側温度を計測しているため、非常用復水器による温度変化はない。(原子炉圧力の飽和温度を指示)

4. まとめ

運転手順書に基づき非常用復水器を作動し、原子炉冷却を確認した。

5. 資料 : 非常用復水器作動状況記録

以上

記録中の記号解説一覧表

記録中の記号	解 説
①	原子炉スクラム発生（タービン加減弁急速閉）
②	タービン加減弁が急速に閉動作することで、原子炉圧力が急上昇
③	主蒸気逃し弁が自動作動し、（3弁）原子炉圧力が低下
④	原子炉圧力上昇及び主蒸気逃し弁からの蒸気の排出により原子炉水位低下
⑤	主蒸気管圧力低下により主蒸気隔離弁閉弁
⑥	原子炉への給水量増加による原子炉水位上昇
⑦	原子炉への給水による原子炉圧力の低下
⑧	主蒸気隔離弁閉弁後、燃料崩壊熱により原子炉圧力上昇
⑨	非常用復水器A系を手動で作動開始（MOV-3Aを開弁）
⑩	非常用復水器A系を手動で停止（MOV-3Aを閉弁）

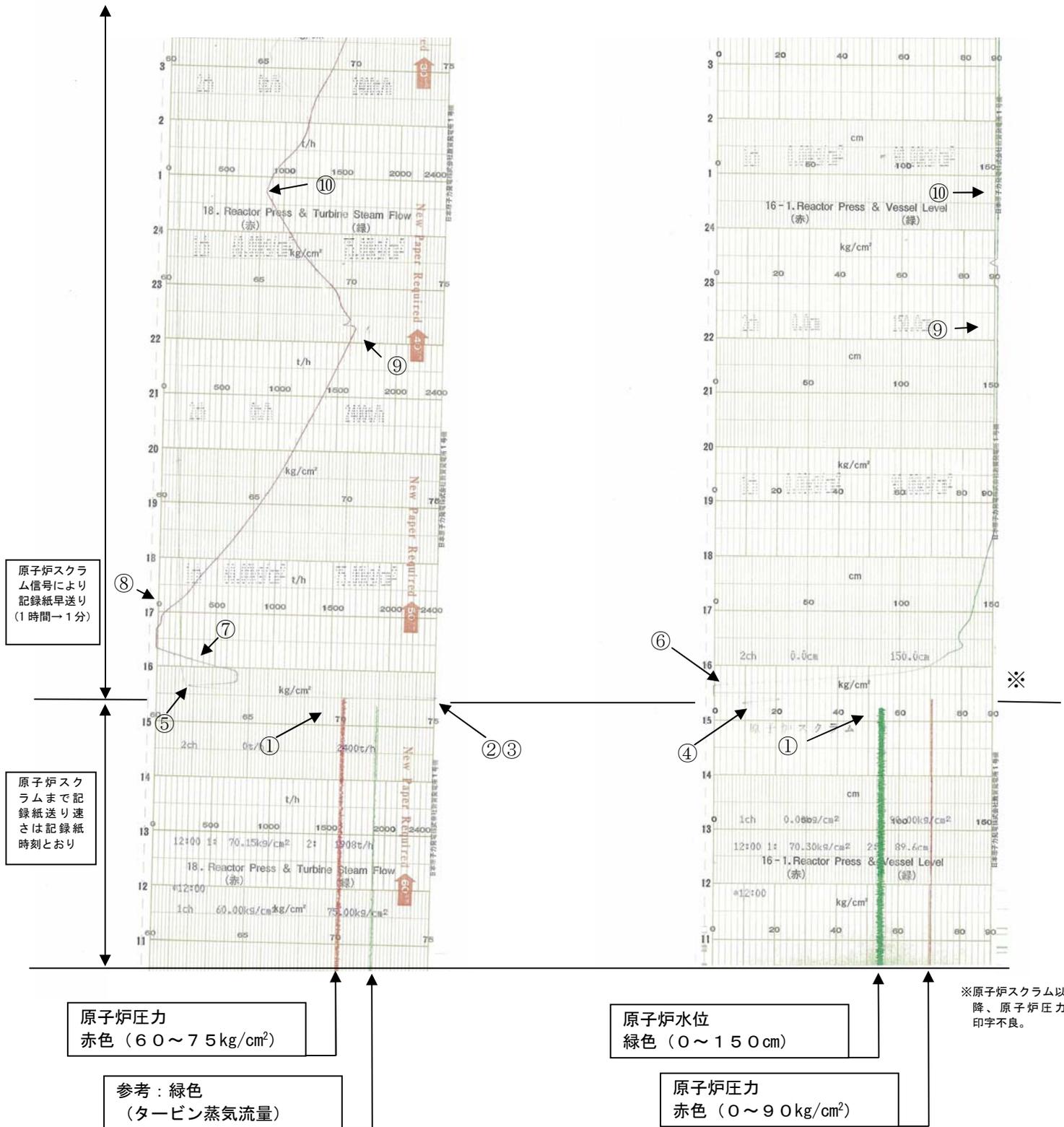
その他関連情報
(参考)

⑪	・ 原子炉浄化系の再起動（原子炉水位調整のため）
⑫	・ 非常用復水器ドレントラップ動作による影響（推定） （ドレントラップのドレン排出により、一時的な蒸気の流れが出来、温度変化を与えたと推定）
⑬	・ 主蒸気隔離弁の復旧 （原子炉冷却を非常用復水器→主復水器に切替え）
⑭	・ 主蒸気逃し弁シート面当たり改善を目的の手動開閉

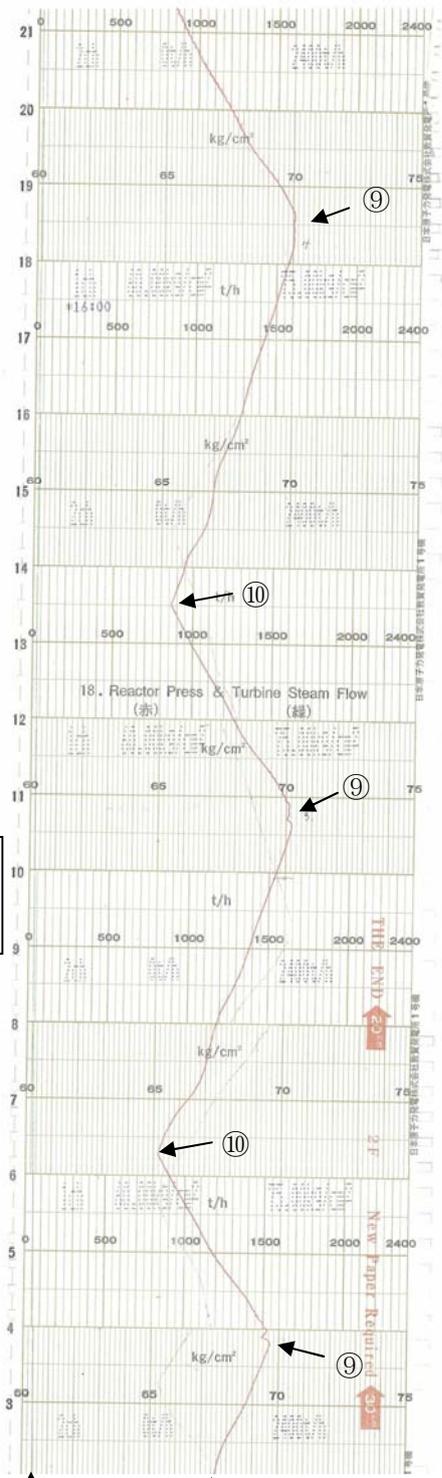
平成 15 年 12 月 19 日 送電線系統の擾乱による原子炉自動停止

原子炉圧力記録

原子炉水位記録



原子炉圧力記録

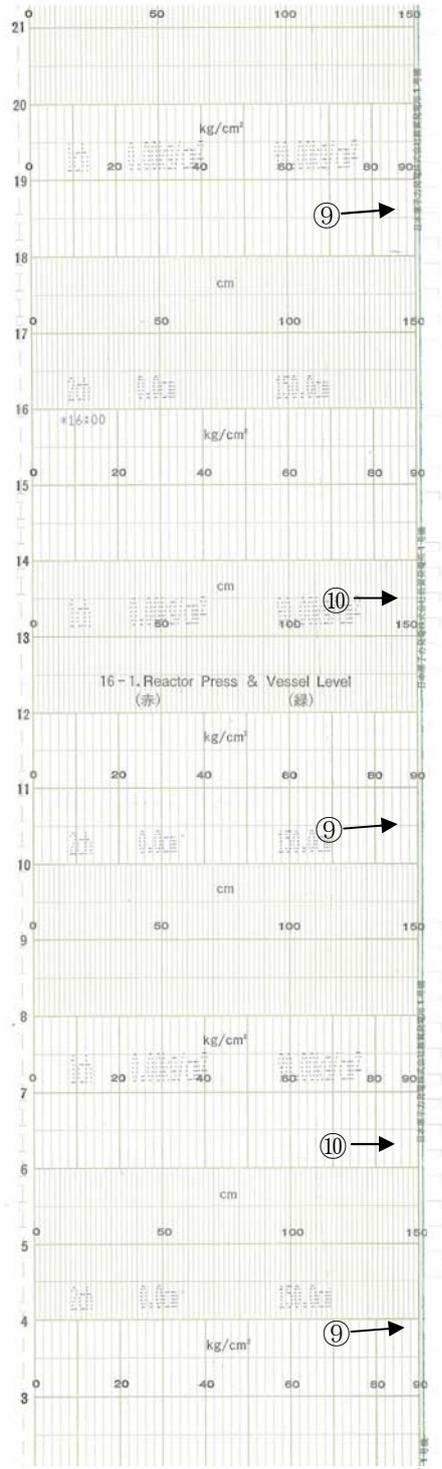


原子炉スクラム信号により記録紙早送り (1時間→1分)

原子炉圧力
赤色 (60 ~ 75 kg/cm²)

参考: 緑色
(タービン蒸気流量)

原子炉水位記録



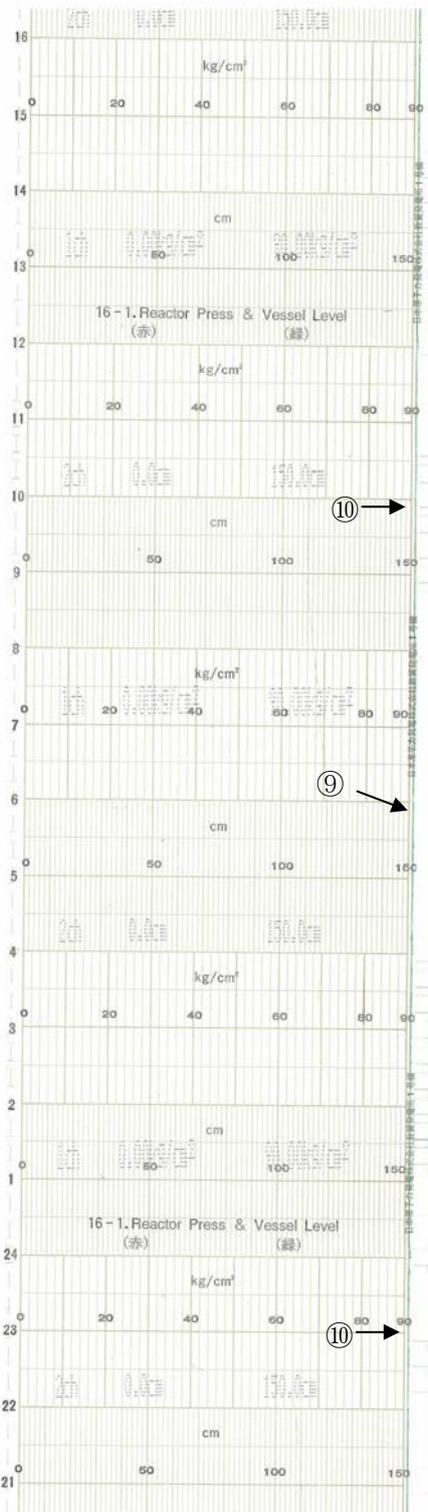
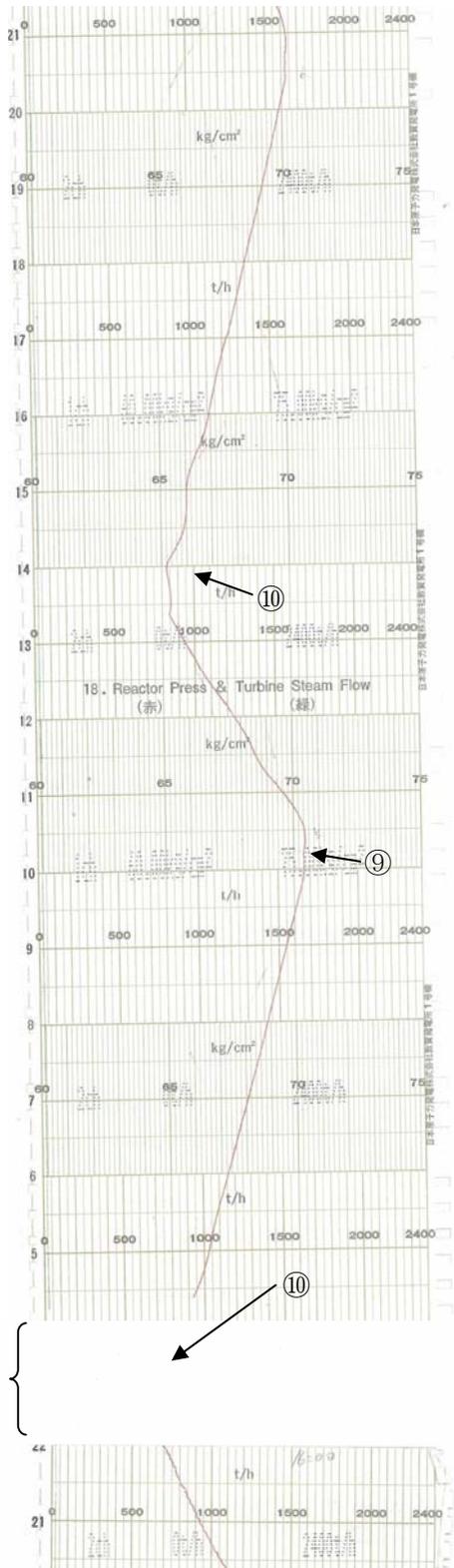
原子炉圧力
赤色 (0 ~ 90 kg/cm²)

原子炉水位
緑色 (0 ~ 150 cm)

※ 原子炉スクラム以降、原子炉圧力 印字不良。

原子炉圧力記録

原子炉水位記録



原子炉スクラム信号により記録紙早送り (1時間→1分)

チャート交換のため欠測 (約2分)

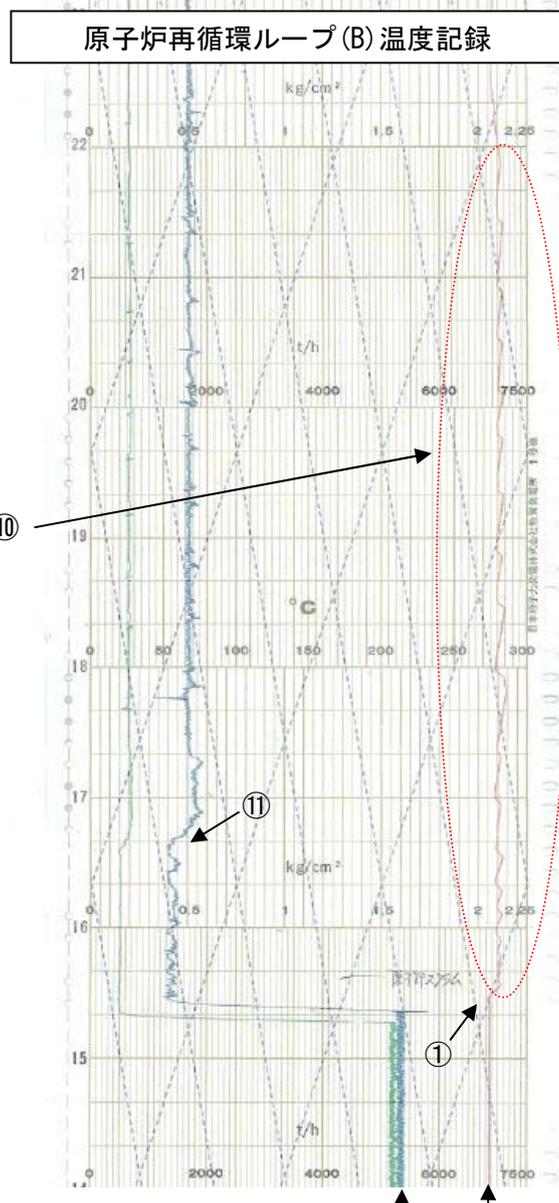
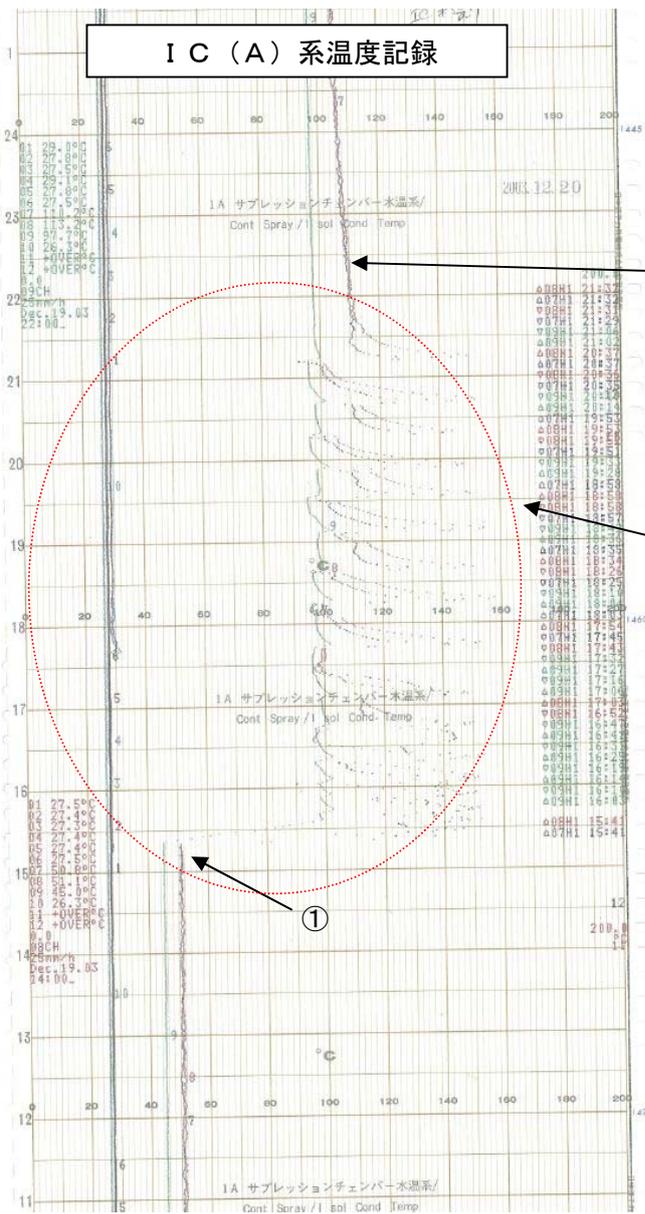
参考：緑色 (タービン蒸気流量)

原子炉圧力 赤色 (60~75 kg/cm²)

原子炉圧力 赤色 (0~90 kg/cm²)

原子炉水位 緑色 (0~150 cm)

※原子炉スクラム以降、原子炉圧力 印字不良。



記録紙送り速さは記録紙時刻のとおり

IC (A) 系温度 (0~200°C)
 紫色 (戻り温度A)
 赤色 (戻り温度B)

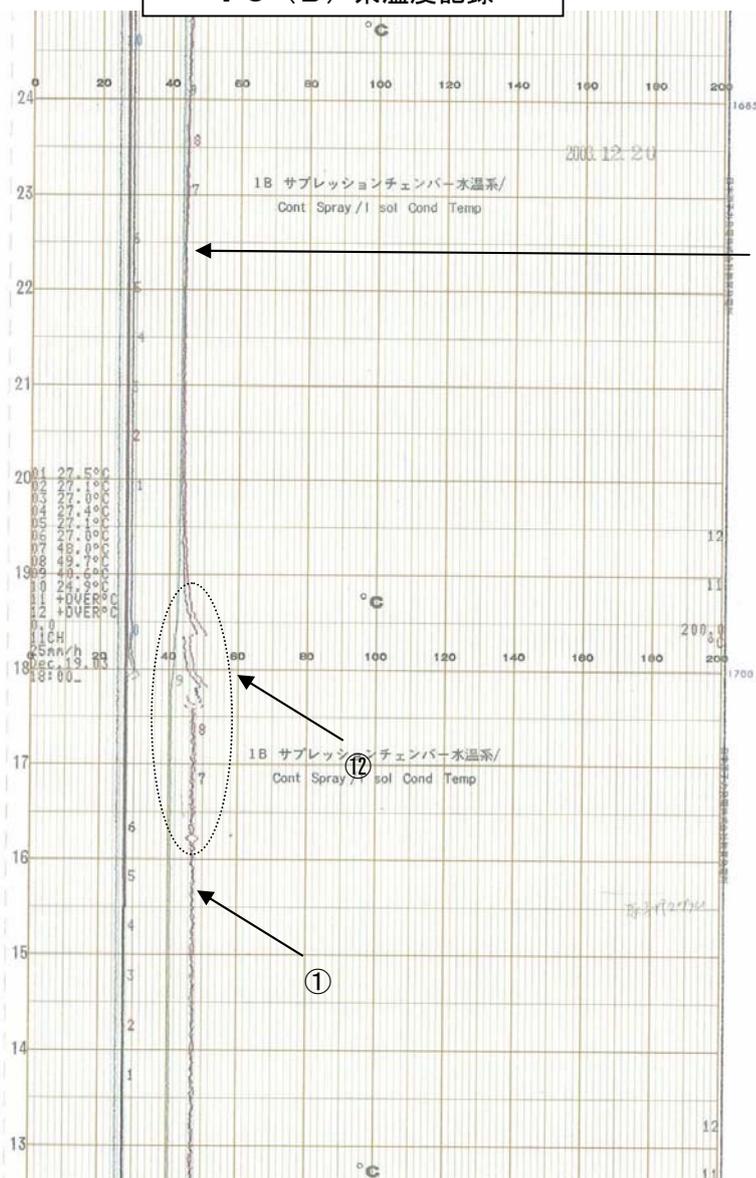
IC (A) 系温度 (0~200°C)
 緑色 (胴側温度)

参考: 紫色, 赤色, 緑色, 青色, 茶色, 黒色
 (サプレッションチェンバー水温)

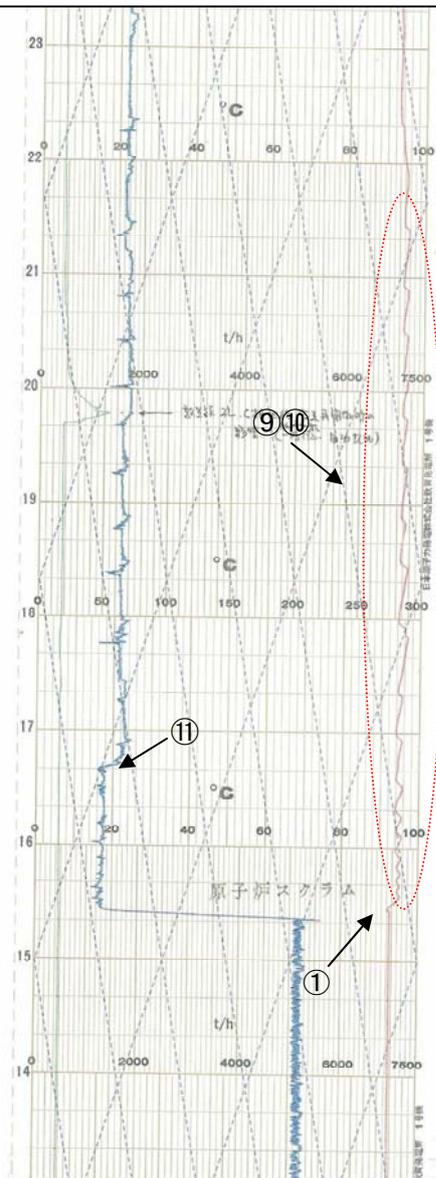
参考: 青色
 (原子炉再循環ループ流量)
 参考: 緑色
 (炉心差圧)

原子炉再循環ループ温度
 赤色 (0~300°C)

IC (B) 系温度記録



原子炉再循環ループ(C)温度記録



記録紙送り
速さは記録
紙時刻と
おり

IC (B) 系温度 (0~200°C)
紫色 (戻り温度C)
赤色 (戻り温度D)

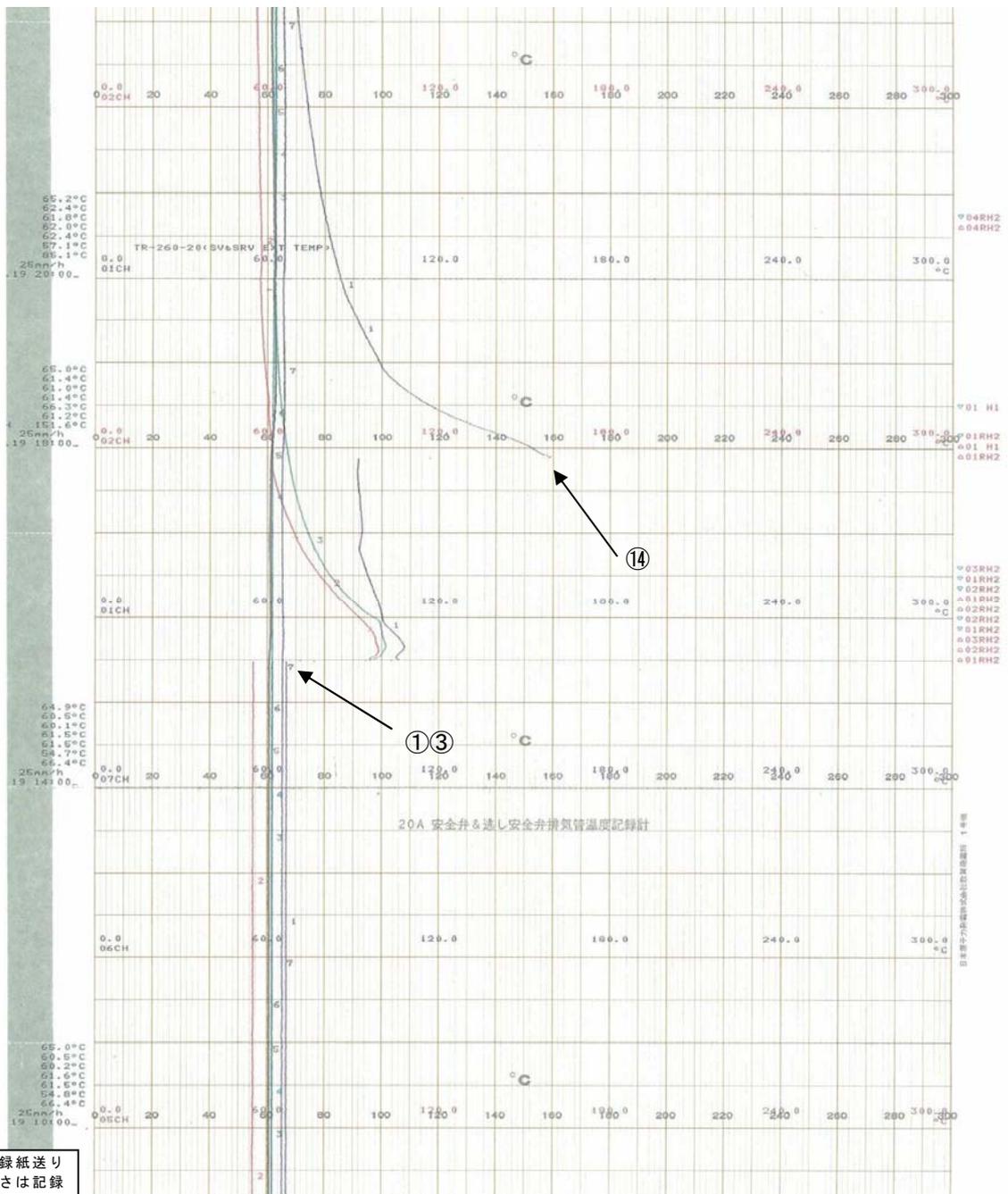
IC (B) 系温度 (0~200°C)
緑色 (胴側温度)

参考: 紫色, 赤色, 緑色, 青色, 茶色, 黒色
(サプレッションチェンバー水温)

参考: 青色
(原子炉再循環ループ流量)
参考: 緑色
(チラー水温度)

原子炉再循環ループ温度
赤色 (0~300°C)

逃し安全弁排気管温度記録 (参考)



記録紙送り
速さは記録
紙時刻とお
り

逃し安全弁排気管温度 (0~300°C)
紫色 : 逃し安全弁A
赤色 : 逃し安全弁B
緑色 : 逃し安全弁C
青色 : 逃し安全弁D
参考 : 茶色, 黒色, 紺色
(安全弁排気温度)

敦賀発電所 1号機 タービン弁試験における加減弁急速閉による原子炉自動停止

1. 発生日時

平成16年6月8日 11時04分

2. 事象概要

定格熱出力一定運転中、「タービンバイパス弁動作確認試験」を実施中のところ、タービンバイパス弁の駆動リンク機構の不良によりタービン加減弁が急速に閉動作し「タービン加減弁急速閉」のスクラム要素により原子炉が自動停止した。

その後、主蒸気管圧力が低下し主蒸気隔離弁が全閉したことから、非常用復水器を手動操作で1系列作動し、原子炉圧力を6.37MPa[gage]～6.86MPa[gage] (65kg/cm²g～70kg/cm²g) に維持し、原子炉の冷却を行った。

18時41分に主蒸気隔離弁を復旧し、その後、原子炉冷却を非常用復水器から主復水器に切替え、非常用復水器を待機とした。

(主蒸気隔離弁閉弁期間中の非常用復水器の作動は18回)

3. 非常用復水器の状況 (資料参照)

- ① 非常用復水器A系統を手動作動し原子炉の減圧 (崩壊熱除去) を行った。
- ② 非常用復水器の2次側 (純水) 温度は、非常用復水器作動により約100℃まで上昇し沸騰状態を継続。蒸気は原子炉建屋外に放出された。
(非常用復水器2次側温度は、約4～5回作動後に沸騰点に到達。戻り水温度は、約2回動作後に100℃以上に上昇。(記録実績より))
- ③ 非常用復水器(A)の戻り配管は原子炉再循環ループB系に接続されているが、ループ温度計は戻り配管接続部の上流側温度を計測しているため、非常用復水器による温度変化はない。(原子炉圧力の飽和温度を指示)

4. まとめ

運転手順書に基づき非常用復水器を作動し、原子炉冷却を確認した。

5. 資料：非常用復水器作動状況記録

記録中の記号解説一覧表

記録中の記号	解 説
①	原子炉スクラム発生（タービン加減弁急速閉）
②	タービン加減弁が急速に閉動作することで、原子炉圧力が急上昇
③	主蒸気逃し弁が自動作動し、（3弁）原子炉圧力が低下
④	原子炉圧力上昇及び主蒸気逃し弁からの蒸気の排出により原子炉水位低下
⑤	主蒸気管圧力低下により主蒸気隔離弁閉弁
⑥	原子炉への給水量増加による原子炉水位上昇
⑦	原子炉への給水による原子炉圧力の低下
⑧	主蒸気隔離弁閉弁後、燃料崩壊熱により原子炉圧力上昇
⑨	非常用復水器 A 系を手動で作動開始（MOV-3A を開弁）
⑩	非常用復水器 A 系を手動で停止（MOV-3A を閉弁）

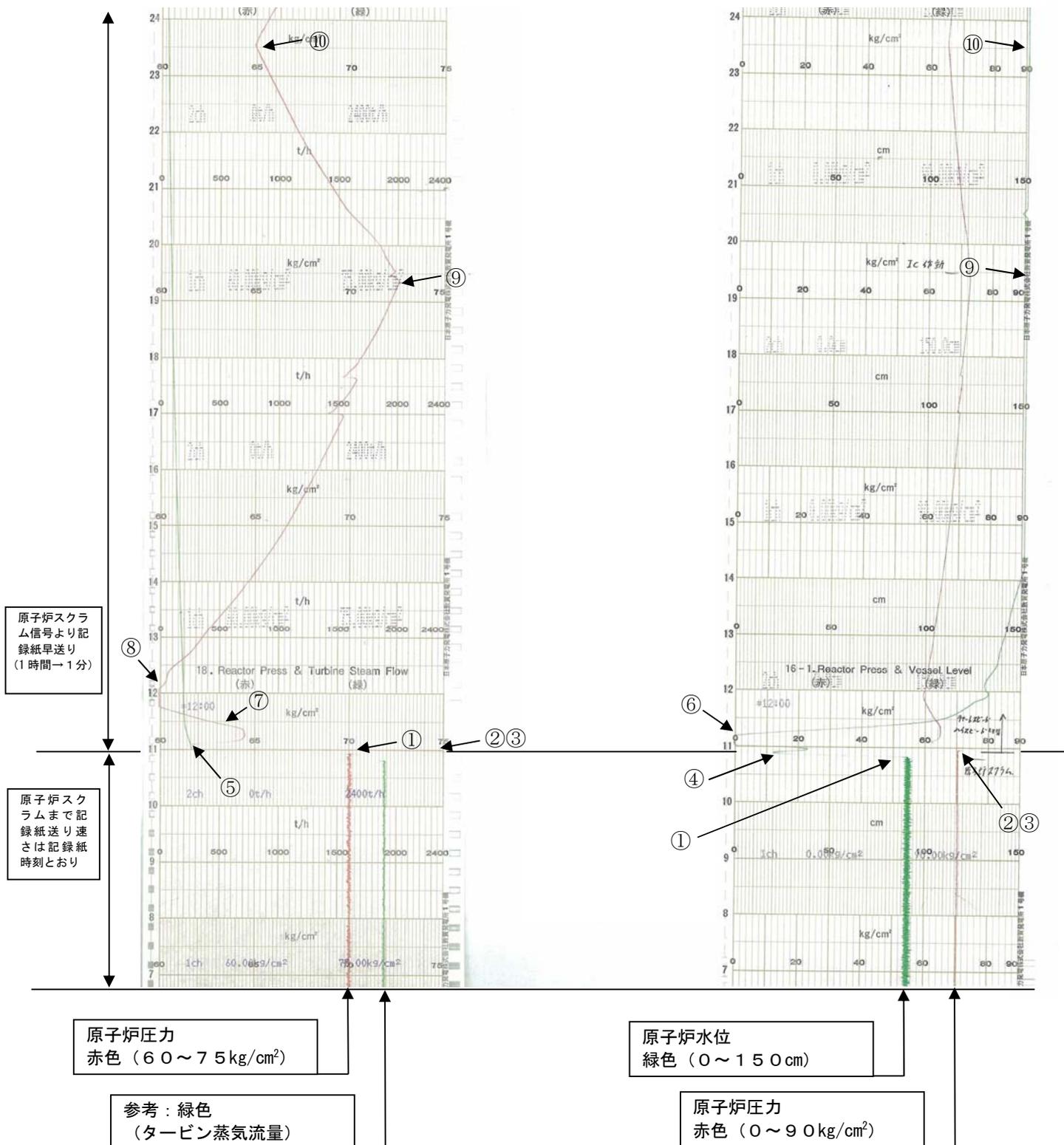
その他関連情報
(参考)

⑪	・ 原子炉浄化系の再起動（原子炉水位調整のため）
⑫	・ 非常用復水器ドレントラップ動作による影響（推定） （ドレントラップのドレン排出により、一時的な蒸気の流れが出来、温度変化を与えたと推定）
⑬	・ 主蒸気隔離弁の復旧 （原子炉冷却を非常用復水器→主復水器に切替え）
⑭	・ 主蒸気逃し弁シート面当たり変化による温度上昇（推定）

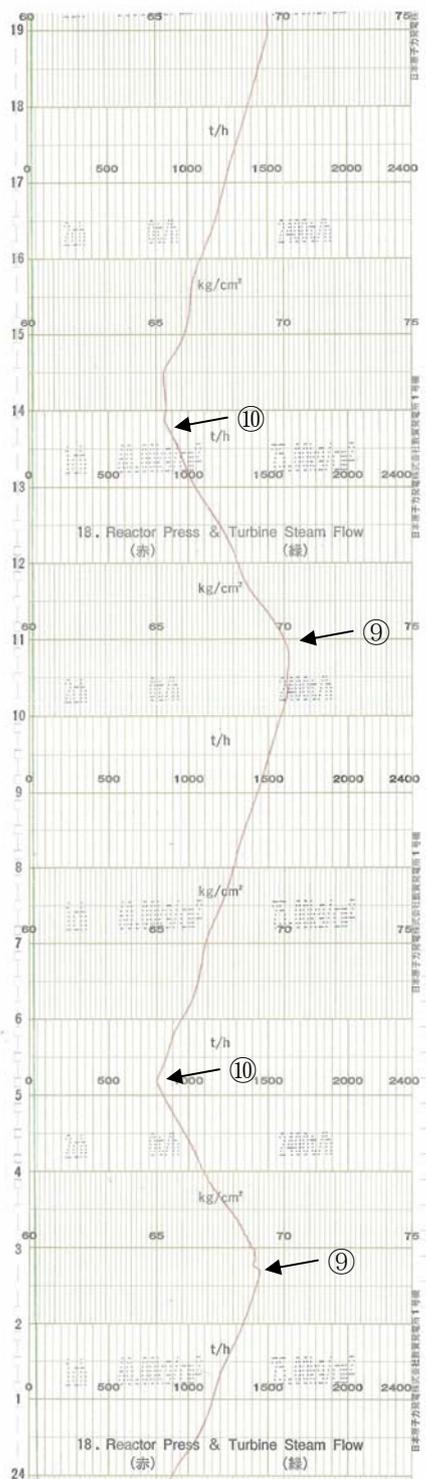
平成 16 年 6 月 8 日 タービン弁試験における加減弁急速閉による原子炉自動停止

原子炉圧力記録

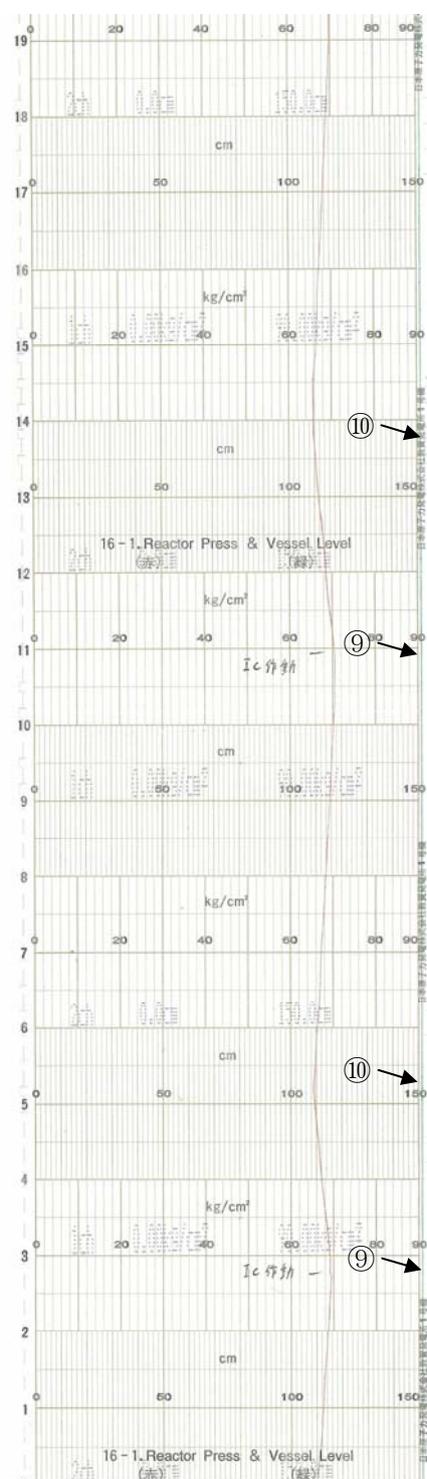
原子炉水位記録



原子炉圧力記録



原子炉水位記録



原子炉スクラム
信号より記録紙早送り
(1時間→1分)

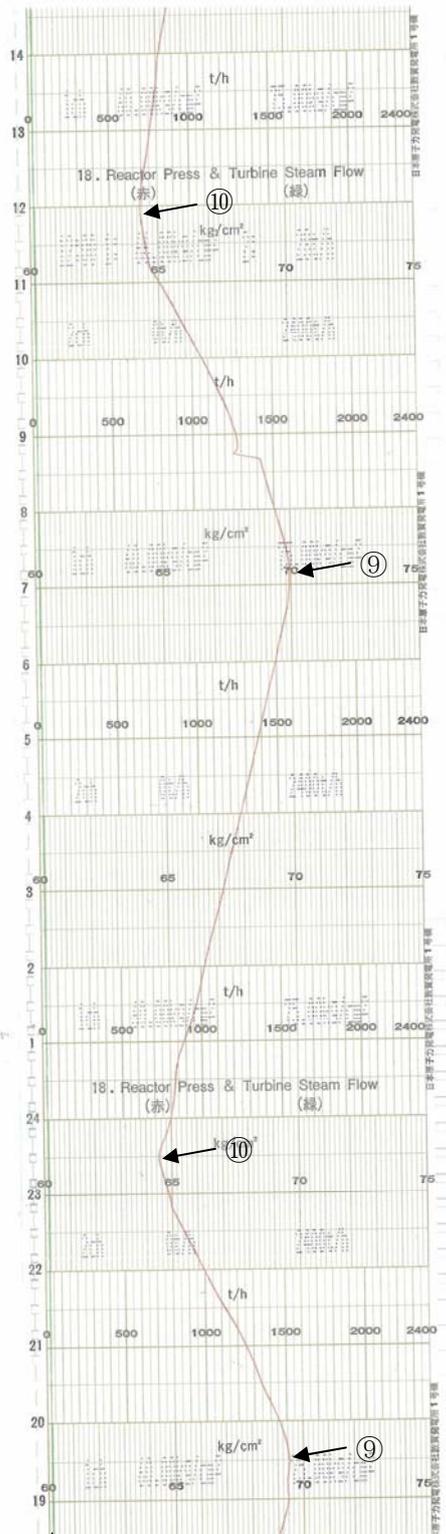
原子炉圧力
赤色 (60~75 kg/cm²)

参考: 緑色
(タービン蒸気流量)

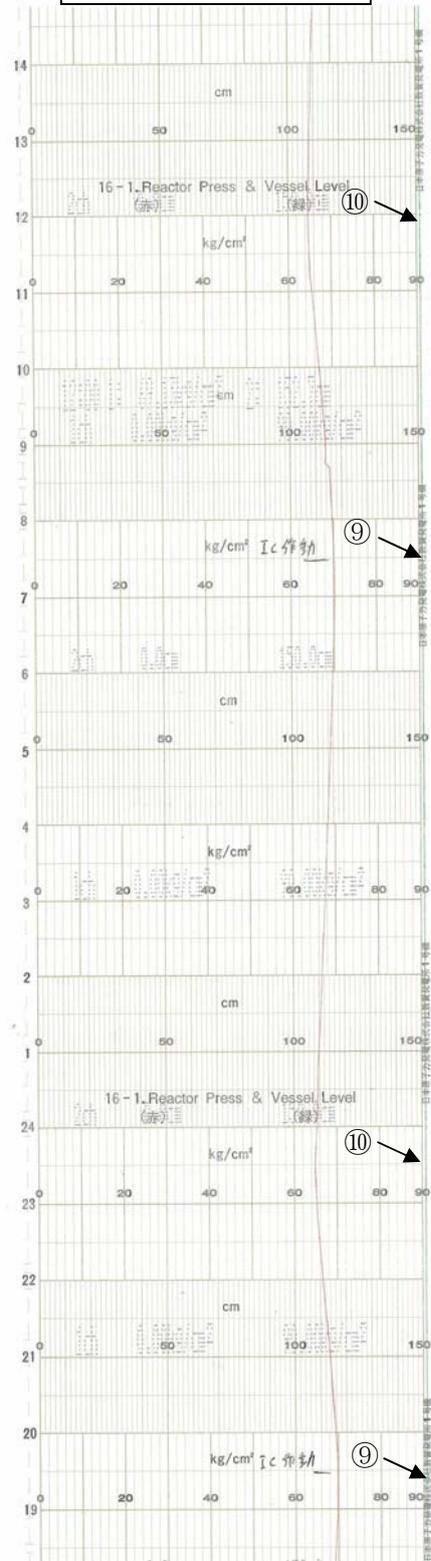
原子炉圧力
赤色 (0~90 kg/cm²)

原子炉水位
緑色 (0~150 cm)

原子炉圧力記録



原子炉水位記録



原子炉スクラム信号より記録紙早送り (1時間→1分)

原子炉圧力
赤色 (60~75 kg/cm²)

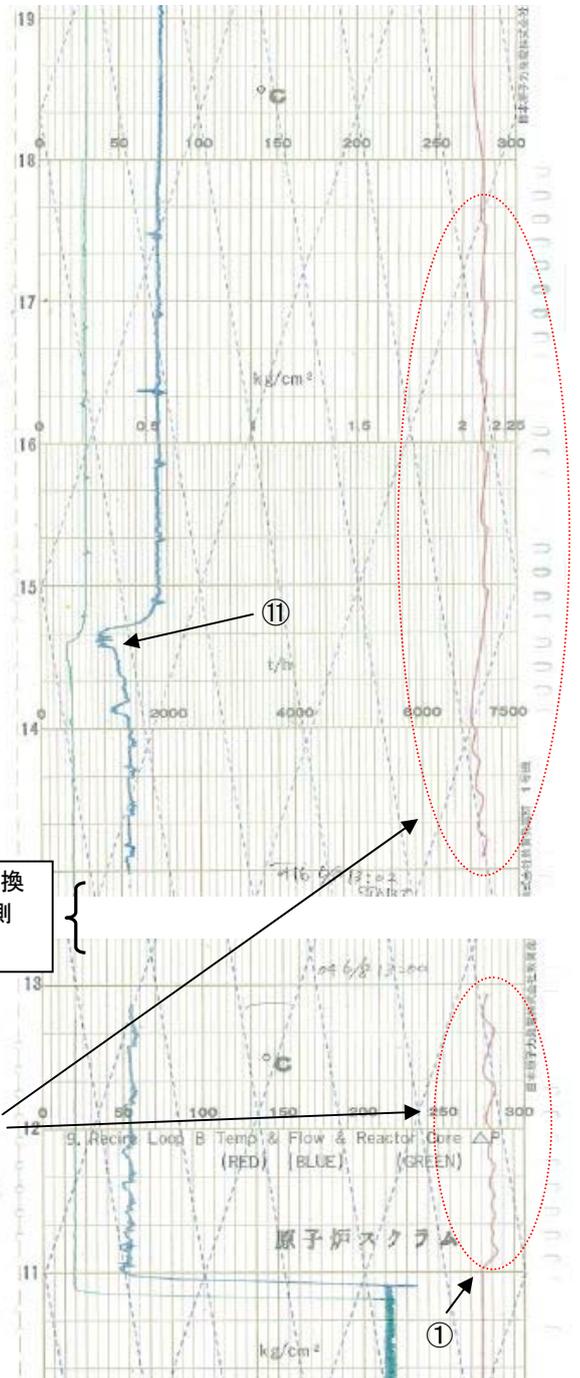
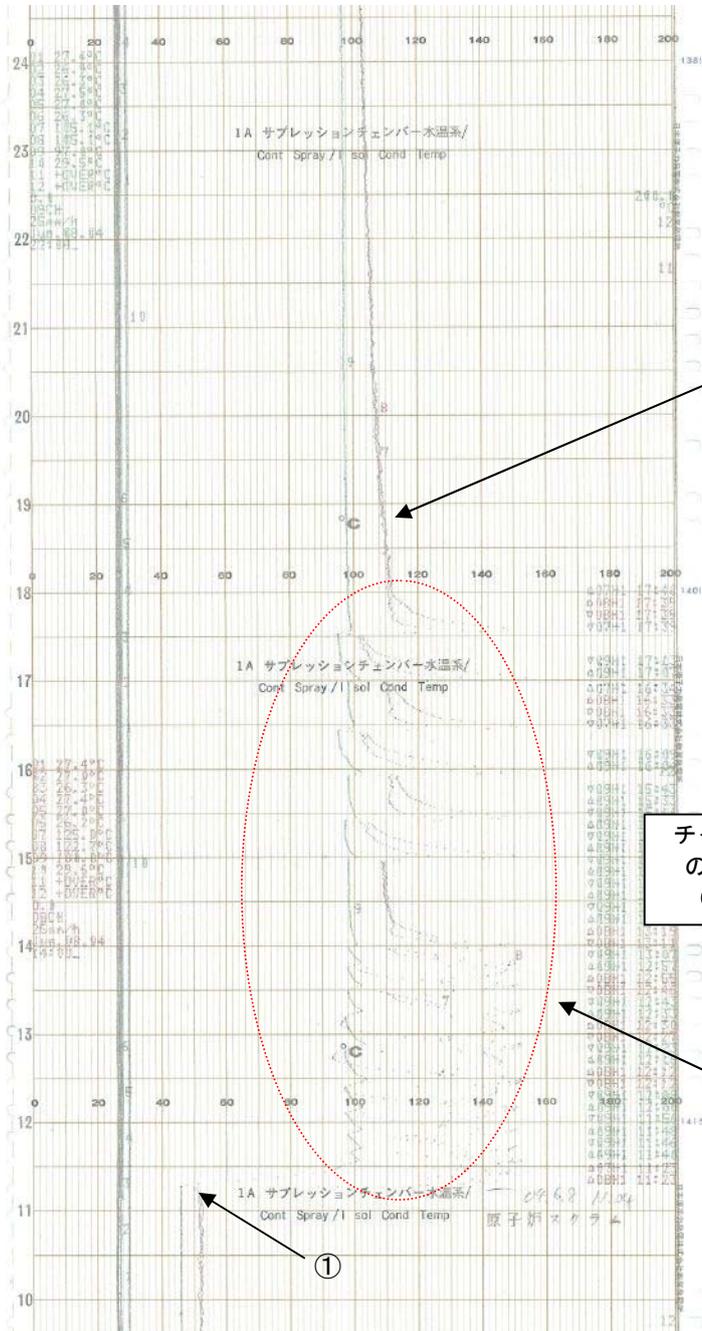
参考: 緑色
(タービン蒸気流量)

原子炉圧力
赤色 (0~90 kg/cm²)

原子炉水位
緑色 (0~150 cm)

IC (A) 系温度記録

原子炉再循環ループ(B) 温度記録



チャート交換のため欠測 (約2分)

記録紙送り速さは記録紙時刻とおり

IC (A) 系温度 (0~200°C)
紫色 (戻り温度A)
赤色 (戻り温度B)

IC (A) 系温度 (0~200°C)
緑色 (胴側温度)

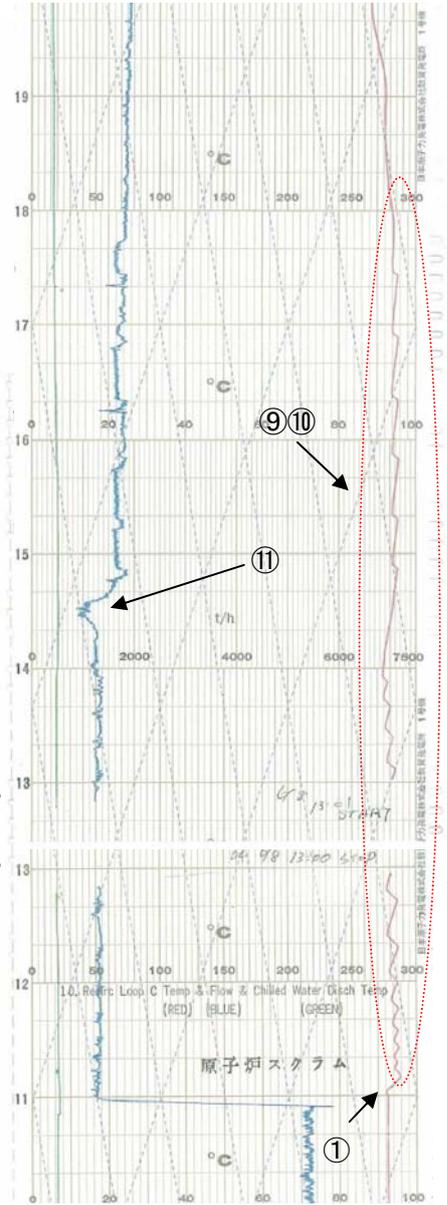
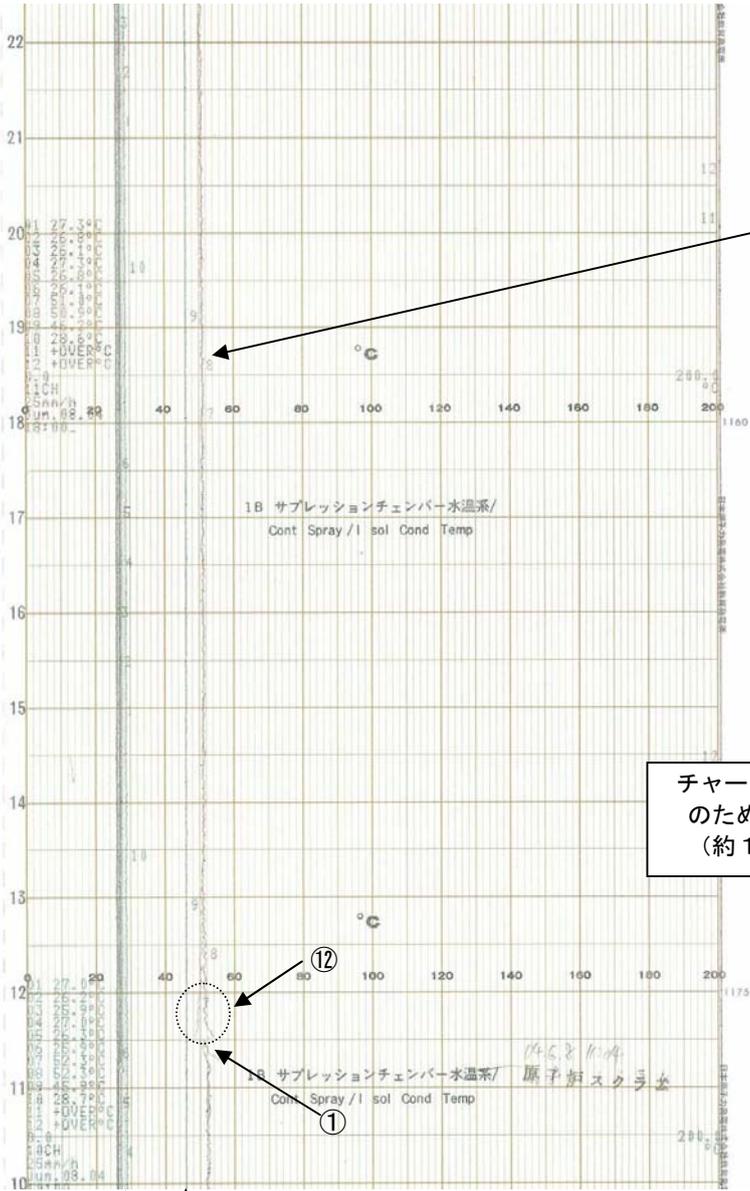
参考: 紫色, 赤色, 緑色, 青色, 茶色, 黒色
(サプレッションチェンバー水温)

参考: 青色
(原子炉再循環ループ流量)
参考: 緑色
(炉心差圧)

原子炉再循環ループ温度
赤色 (0~300°C)

IC (B) 系温度記録

原子炉再循環ループ(C)温度記録



チャート交換のため欠測(約1分)

記録紙送り速さは記録紙時刻とおり

IC (B) 系温度 (0~200°C)
紫色 (戻り温度A)
赤色 (戻り温度B)

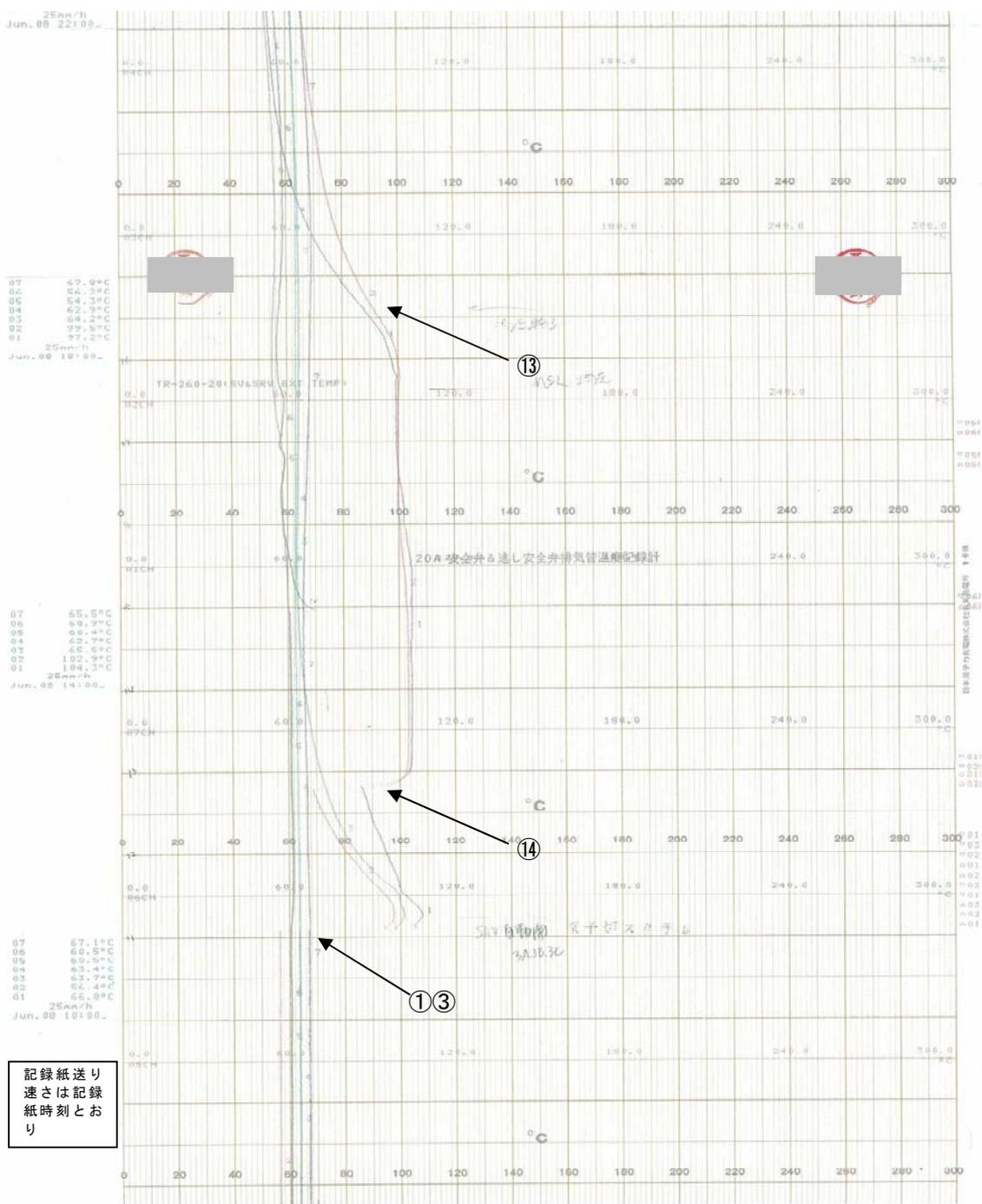
IC (B) 系温度 (0~200°C)
緑色 (胴側温度)

参考: 紫色, 赤色, 緑色, 青色, 茶色, 黒色
(サプレッションチェンバー水温)

参考: 青色
(原子炉再循環ループ流量)
参考: 緑色
(炉心差圧)

原子炉再循環ループ温度
赤色 (0~300°C)

逃し安全弁排気管温度記録 (参考)



記録紙送り
速さは記録
紙時刻と
おり

逃し安全弁排気管温度 (0~300°C)
紫色 : 逃し安全弁 A
赤色 : 逃し安全弁 B
緑色 : 逃し安全弁 C
青色 : 逃し安全弁 D
参考 : 茶色, 黒色, 紺色
(安全弁排気温度)