

50MW蒸気発生器試験施設計算機応用( I )

— 運転監視システムの開発(その1) —

1981年2月

動力炉・核燃料開発事業団

複製又はこの資料の入手については、下記にお問い合わせください。

〒311-13 茨城県東茨城郡大洗町成田町4002

動力炉・核燃料開発事業団

大洗工学センター システム開発推進部・技術管理室

Enquires about copyright and reproduction should be addressed to: Technology Management Section O-arai Engineering Center, Power Reactor and Nuclear Fuel Development Corporation 4002 Narita-cho, O-arai-machi, Higashi-Ibaraki, Ibaraki-ken, 311-13, Japan

動力炉・核燃料開発事業団 (Power Reactor and Nuclear Fuel Development Corporation)

## 50MW蒸気発生器試験施設計算機応用( I ) — 運転監視システムの開発(その1) —

玉山 清志\* 岡町 正雄\*\* 土屋 毎雄\*

### 要 旨

近年、原子力発電プラントの安全性確立、稼働率向上を目的に運転監視システム開発の必要性が高まってきているが、当50MW蒸気発生器(SG)試験施設においても、高速増殖原型炉“もんじゅ”への適用を目的として、運転監視システムの開発を進めている。本報告はその一報として主に計算機による運転員への情報の表示および各種の異常診断技術についてまとめたものである。プラントの運転状況に関する情報はCRT(Cathode Ray Tube)表示装置によるデジタル及び図形表示、ラインプリンタ印字、タイプライタ出力及び異常診断の結果としてのアナランシェータ警報として刻々運転員に与えられる。またプラントの異常診断方法として多重計測系のクロスチェック法、ナトリウム水反応小リーク自動判定法、微分警報と到達時間予測警報および蒸発器出口蒸気温度過熱度表示法等について50MW SG試験施設の運転に適用し試験データによる検討を行なった。その結果これらの運転監視手法の有効性が実証されこれらのシステムが現状の“もんじゅ”設計にほとんど変更なしに適用可能であることが示された。

今後も新規項目の開発検討を行うと同時にマンマシンシステムを考慮し今回開発した運転監視システムの一層の改良を図って行く予定である。

---

\* 大洗工学センター蒸気発生器開発部 50 MW蒸気発生器試験室

\*\* 現 三菱重工業(株) 高砂研究所

Computer Application Techniques at 50MW Steam  
Generator Test Facility (I)

-Development of operation surveillance (or operation  
monitoring) system for FBR plant -

Kiyoshi Tamayama\*, Masao Okamachi\*\*  
and Tsuneo Tsuchiya\*

Abstract

Recently surveillance systems for nuclear power plants are increasingly required for the improvement of plant safety and availability. In order to establish the surveillance system of the prototype fast breeder reactor "MONJU", some techniques have been developed and applied to the 50mw Steam Generator Test Facility at OEC. As the first stage of the development, information display techniques for the plant operators and some anomalous state detection techniques are discussed in this paper.

The operators can obtain such plant informations as digital and graphic outputs by cathode ray tubes (CRTs) and print out by a lineprinter and typewriters. Also the operators are informed of results of anomalous diagnosis by annunciator alarms moment by moment. Application tests of the anomalous state detection techniques have been carried out. These techniques include a cross check technique of multi-measuring system, a automatic detection system of a small scale sodium-water reaction, a differential alarm and prediction method of the time of anomalous occurrence and a display method of degree of superheat of evaporator (EV) outlet steam.

It was concluded by our evaluation of the test results that those techniques are applicable to the "MONJU" design without major modification.

---

\* 50MW Steam Generator Section, Steam Generator Division, Oarai Engineering Center, PNC.

\*\* Takasago Laboratory, Mitsubishi Heavy Industry (KK).

We will develop new techniques and improve these systems to make them applicable to "MONJU", considering the "man-machine system", using this test facility.

## 50MW蒸気発生器試験施設計算機応用( I )

### —運転監視システムの開発(その1)—

## 目 次

1.	はじめに .....	1
2.	計算機システムの概要 .....	2
3.	既存機能 .....	7
3.1.	動特性データMT収集 .....	7
3.2.	トリップ順序記録 .....	8
3.3.	イベント・リコール .....	8
3.4.	デマンド印字 .....	8
3.5.	アナログスキャン .....	9
3.6.	その他の既存機能 .....	9
4.	計算機システム設置上の留意事項 .....	16
4.1.	ダウン時表示警報 .....	16
4.2.	時計 .....	16
4.3.	設置環境 .....	17
5.	プラント状態図形表示 (グラフィックディスプレイ) .....	20
5.1.	概要 .....	20
5.2.	系統図図形表示 .....	20
5.3.	ソフトウェア体系 .....	20
5.4.	考察 .....	21
6.	プラントデータ表示 (CRTデジタル表示・予熱順序表示) .....	29
6.1.	概要 .....	29
6.2.	計装点タグ番号方式の概要 .....	29
6.3.	プラントデータ集合表示 .....	29
6.4.	予熱順序表示 .....	29
6.5.	考察 .....	31
7.	デマンド印字 .....	39
7.1.	概要 .....	39
7.2.	機能 .....	39
7.3.	考察 .....	39
8.	デジタル入力変化チェック .....	43
8.1.	概要 .....	43

8.2.	機能	43
8.3.	考察	43
8.4.	今後の計画	43
9.	蒸発器出口蒸気温度過熱度表示	46
9.1.	概要	46
9.2.	方法	46
9.3.	結果	46
9.4.	もんじゅでの方法	46
10.	多重計測系のクロスチェック	51
10.1.	概要	51
10.2.	方法	51
10.3.	結果	51
10.4.	考察	55
11.	Na-水反応小リーク自動判定	56
11.1.	概要	56
11.2.	オンライン・リアルタイム水リーク率算出及び警報方式	56
11.2.1.	データ収集及び工業値変換	56
11.2.2.	ノイズ除去	60
11.2.3.	水素・酸素濃度予測計算	62
11.2.4.	増加率の計算	63
11.2.5.	リーク率の閾値との比較及び点数計算による警報発生	64
11.3.	注水試験適用結果	65
11.3.1.	注水試験ケースW101	65
11.3.2.	注水試験ケースW102	70
11.3.3.	注水試験ケースW103	70
11.3.4.	酸素計の校正曲線の変更について	70
11.4.	考察	71
11.5.	まとめと今後の問題点	72
12.	微分警報と到達時間予測警報	80
12.1.	概要	80
12.2.	機能	80
12.3.	適用試験	84
12.4.	まとめ	97
13.	プラッキング計図形出力	273

13.1. 目的	273
13.2. 機能	273
13.3. 結果	273
14. 結論	276
15. おわりに	277
16. 参考文献	278
付録-1 グラフィック・テーブル作成方法	279
付録-2 グラフィック・テーブル データ例	291



## 目 次

図 2.1.1. 計算機システム概要図	3
図 3.1.1. 既存ソフトウェア概要図 (その1, 通常処理)	12
図 3.1.2. 既存ソフトウェア概要図 (その2, プログラム起動)	13
図 3.1.3. 既存ソフトウェア概要図 (その3, プログラム発信)	14
図 3.1.4. 既存ソフトウェア概要図 (その4, PFU-400 との交信)	15
図 4.2.1. 計算機計時機構の概念図	18
図 6.2.1. タグナンバーの例	30
図 6.3.1. プラントデータ集合表示 (1)	32
図 6.4.1. 予熱順序表示 (低温側)	33
図 6.4.2. 予熱順序表示 (高温側)	34
図 6.5.1. プラントデータ集合表示 (2)	35
図 6.5.2. プラントデータ集合表示 (3)	36
図 6.5.3. プラントデータ集合表示 (4)	37
図 6.5.4. プラントデータ集合表示 (5)	38
図 7.2.1. デマンド印字	41
図 8.2.1. デジタル入力変化チェック流れ図	45
図 9.2.1. ミニコンを用いた過熱度表示	47
図 9.2.2. 蒸発器出口蒸気温度過熱度計算式	43
図 9.4.1. 将来の過熱度表示システム	47
図10.2.1. 1次ナトリウム系系統図	52
図11.1.1. 水リーク事故時操作に関する従来の方式と本方式の比較	58
図11.2.1. データサンプリング方式	61
図11.2.2. 水リーク自動判定装置ハードウェア構成	66
図11.3.1. W101水リーク自動判定計算結果	73
図11.3.2. 水リーク自動判定CRT表示画面	74
図11.3.3. W101出力計算結果	75
図11.3.4. W102水リーク自動判定計算結果	76
図11.3.5. W102出力計算結果	77
図11.3.6. W103水リーク自動判定計算結果	78
図11.3.7. W103出力計算結果	79
図12.1.1. 到達時間監視の概要	81

図12.2.1. プラント監視システム（微係数及び到達時間）概要図 .....	83
図12.3.1. 警報用計測点一欄 .....	85
図12.3.2. 警報項目一欄 .....	86
図12.3.3. 警報設定値 .....	87
図12.3.4. コールドバイパス流量記録計 .....	129
図12.3.5. EV Na レベル記録計 .....	145
図12.3.6. SG 出入口温度記録計（SH入口Na温度, EV入口Na温度, EV出口蒸気温度）.....	161
図12.3.7. 第一減温減圧装置出口圧力記録計 .....	177
図12.3.8. SG 入口 Na 流量記録計 .....	193
図12.3.9. I HX 1 次出口流量記録計 .....	209
図12.3.10. SG 出口蒸気温度記録計 .....	225
図12.3.11. 1次系Na温度記録計（No.1 Na 加熱器出口温度, No.2 Na 加熱器出口温度, 1HX1 次系入口温度） .....	241
図12.3.12. 復水器圧力記録計 .....	257
図13.2.1. 自動プラグ温度測定器概要 .....	274

## 目 次

表2.1.1.	1.	計算機システム要目表（ハードウェア）	4
表2.1.2.	2.	計算機システム要目表（ソフトウェア）	6
表3.2.1.	1.	トリップ順序記録測定点一覧表	11
表8.2.1.	1.	デジタル入力点内訳	44
表10.2.1.	1.	1次ナトリウム流量計一欄表	53
表10.2.2.	2.	異常検出テーブル	54
表11.1.1.	1.	水素計・酸素計の略称	57
表11.2.1.	1.	水リーク自動判定装置プロセス入出力点一覧	67
表11.2.2.	2.	水リークデータ収集点一覧表	68
表12.1.1.	1.	警報項目一欄表	82
表12.3.1.	1.	コールドバイパス流量設定値	99
表12.3.2.	2.	E V アニュラスレベル設定値	100
表12.3.3.	3.	S H 入口Na 温度設定値	101
表12.3.4.	4.	E V 入口Na 温度設定値	102
表12.3.5.	5.	E V 出口蒸気温度設定値（下限）	103
表12.3.6.	6.	E V 出口蒸気温度設定値（上限）	104
表12.3.7.	7.	E V 出口蒸気温度設定値（微係数）	105
表12.3.8.	8.	第1減温減圧装置出口圧力設定値	106
表12.3.9.	9.	S G 入口Na 流量設定値	107
表12.3.10.	10.	1次系 I H X 入口Na 流量設定値	108
表12.3.11.	11.	S G 出口蒸気温度	109
表12.3.12.	12.	1次系 I H X 入口Na 温度設定値	110
表12.3.13.	13.	No 1 Na 加熱器出口Na 温度設定値	111
表12.3.14.	14.	No 2 Na 加熱器出口Na 温度設定値	112
表12.3.15.	15.	Na 加熱器出口温度差（正側）設定値	113
表12.3.16.	16.	Na 加熱器出口温度差（負側）設定値	114
表12.3.17.	17.	脱気器レベル設定値	115
表12.3.18.	18.	復水器圧力設定値	116
表12.3.19.	19.	警報種類の選択	81
表12.3.20.	20.	コールドバイパス流量警報発生ログ	117
表12.3.21.	21.	蒸発器アニュラス部ナトリウム液位警報発生ログ	117
表12.3.22.	22.	過熱器入口ナトリウム温度警報発生ログ	118

表12.3.23. 蒸発器入口ナトリウム温度警報発生ログ	118
表12.3.24. 蒸発器出口蒸気温度警報発生ログ	119
表12.3.25. 第一減温減圧装置出口圧力警報発生ログ	120
表12.3.26. 蒸気発生器入口ナトリウム流量警報発生ログ	121
表12.3.27. I H X 1次系入口流量警報発生ログ	122
表12.3.28. 蒸気発生器出口蒸気温度警報発生ログ	123
表12.3.29. I H X 1次系入口温度警報発生ログ	124
表12.3.30. No 1 Na 加熱器出口温度警報発生ログ	125
表12.3.31. No 2 Na 加熱器出口温度警報発生ログ	125
表12.3.32. Na 加熱器出口ナトリウム温度差警報発生ログ	126
表12.3.33. 脱気器レベル警報発生ログ	127
表12.3.34. 復水器圧力警報発生ログ	128

## 写 真 目 次

写真 5.1. 全体系統図 .....	23
写真 5.2. 1次ナトリウム系系統図 .....	24
写真 5.3. 2次ナトリウム系系統図 .....	25
写真 5.4. アルゴン系系統図 .....	26
写真 5.5. 水蒸気系系統図 .....	27
写真 5.6. 燃料系系統図 .....	28

## 1. はじめに

原子力施設においては、従来からのプラント稼働率の向上の要求に加えTMI事故発生以来その安全性に対する要求が一層高まってきているが、事故原因の検討の結果その教訓としてとりわけ運転技術の一層の向上および運転監視の確立の必要性が強調されている。

運転監視システムについては従来、計装用センサー・計算機・ディスプレイ等の技術が進むにしたがってこれらを有効に取り入れ、プラント稼働率の上昇、機器類の疲労損傷の減少等を目的にその開発が各分野において進められている。

プラントにおける運転監視システムの具体的な内容としてはCRTによる集中監視、振動解析やディジジョンテーブルといった手法を用いた設備診断、AE・レーザー・マイクロ波・赤外線等を用いた異常検出、グラフィックディスプレイ・ライトペン・オペレータコンソールを用いた運転ガイダンス・シーケンスモニタ等の開発が実施されその適用例も増加しつつある。

高速原型炉“もんじゅ”においてもその運転を円滑に実施する上で運転監視システムの採用が重要要求事項としてとり上げられそのシステムの満たすべき内容、表示方式、マンマシンシステム等について検討がされている。

そのシステムの機能としては、異常事象が起った時、単純にインターロックでプラントを安全に停止するだけでなく、異常事象の発生を押さえ、また発生した場合も可能なかぎり早期に発見しプラントの停止に至る前にその回復を図るなど、対策を抗じ安定した発電を行うことが要求される。稼働率を上げるためにはこの他に、設備不良やミスオペ発生時においても運転員が事態を早期に正確に把握出来るようにマンマシーンシステムを十分考慮した異常検出・表示システムを取り入れ、適確で機敏な判断・操作を行いより重大な事象に発展しないようなシステムの設計も検討されねばならない。

このような運転監視システムの確立にあたっては次に示す点が十分に考慮に入れられることが必要である。

- ① 操作し易い盤レイアウトの設計
- ② 適確な情報の表示
- ③ 誤情報や不要な（冗長な）警報表示の削除
- ④ 操作手順の明確化

50 MW蒸気発生器試験施設においても1974年7月から運転が開始され現在まで、各種の特性試験を実施しながら多くの運転実績が蓄積されてきたがこの間、かならずしも完全な運転が行われてきたわけではなく各種の設備機器の故障、運転員の操作ミスあるいは無理な試験条件の設定等のためにプラントトリップに至ったこともある。これらの経験をもとに、計算機を用いた“もんじゅ”運転監視システムの開発の一環として、50 MW蒸気発生器試験施設とその計算機システムを用いて各種のプラント状態表示、プラントデータ表示、プラント監視、警報等に関してソフトウェアを試作し当施設へ適用し評価検討を行ったのでここに報告する。

## 2. 計算機システムの概要

50MW 蒸気発生器試験施設には2台のプロセス計算機が設置されている。1台は富士通FACOM270-25で主にデータロギング・MTへのデータの記録を行っている。もう1台は富士通PFU-400で主に計算機を用いてのR&Dの実施を目的に設置したものであり今回の試作ソフトウェアは本計算機に組み入れた。FOCOM 270-25は1974年4月を試験施設の一部として納入され主記憶装置64KB, ドラム512KW, 磁気テープ装置2デッキ, プロセス入出力装置(アナログ入力1024点, アナログ出力10点など)などを備えている。またPFU-400は1978年5月納入され主記憶装置256KB, ディスク12.4MB, 磁気テープ装置2台, 4000字表示可能な7色カラーキャラクターディスプレイ, プロセス入出力装置(アナログ入力160点, アナログ出力16点など)などを備えている。2つの中央演算処理装置はチャンネル結合装置により結ばれ相互に情報を転送出来る。FACOM 270-25側に主要計装が入力されているのでPFU-400の要求に応じてFACOM 270-25からプラント状況を送りPFU-400でそれらの分析加工して表示・警報等を行うことができる。機器構成を図2.1.1.に, ハードウェア主要目を表2.1.1., ソフトウェア主要目を表2.1.2.にそれぞれ示す。FACOM 270-25の78年5月の改造の前の機能に関しては第3章にて説明する。FACOM 270-25はオンライン中にはFORTRANコンパイラがドラム中に入っておらず, またそのソフトウェアも微妙に作ってありプログラムの改造に関しては非常に人工数がかかるし, 素人にプログラムの変更は不可能である等さらに整備すべき問題点が多い。FACOM 270-25については定数やタグナンバなどのファイルについての変更を行ってMT収録点を変更したことはあるがそれ以外については78年5月以降はプログラム自体の改造変更は行っていない。PFU-400についてはカード読取装置を持ちオンライン運転中も各種プログラムの入れ換え・変更・修正は自由自在である。第5章以降のソフトウェアはすべてPFU-400に組込まれている。プログラム開発に当っては数多くの試行錯誤を繰り返し, 作成・運用・改造を実施してきた。新規に開発した運転監視機能の大部分は, PFU-400のCRTキーボード装置を用いて運転員が通常運転時・試験実施時の初期値記録操作および監視システム等に利用している。

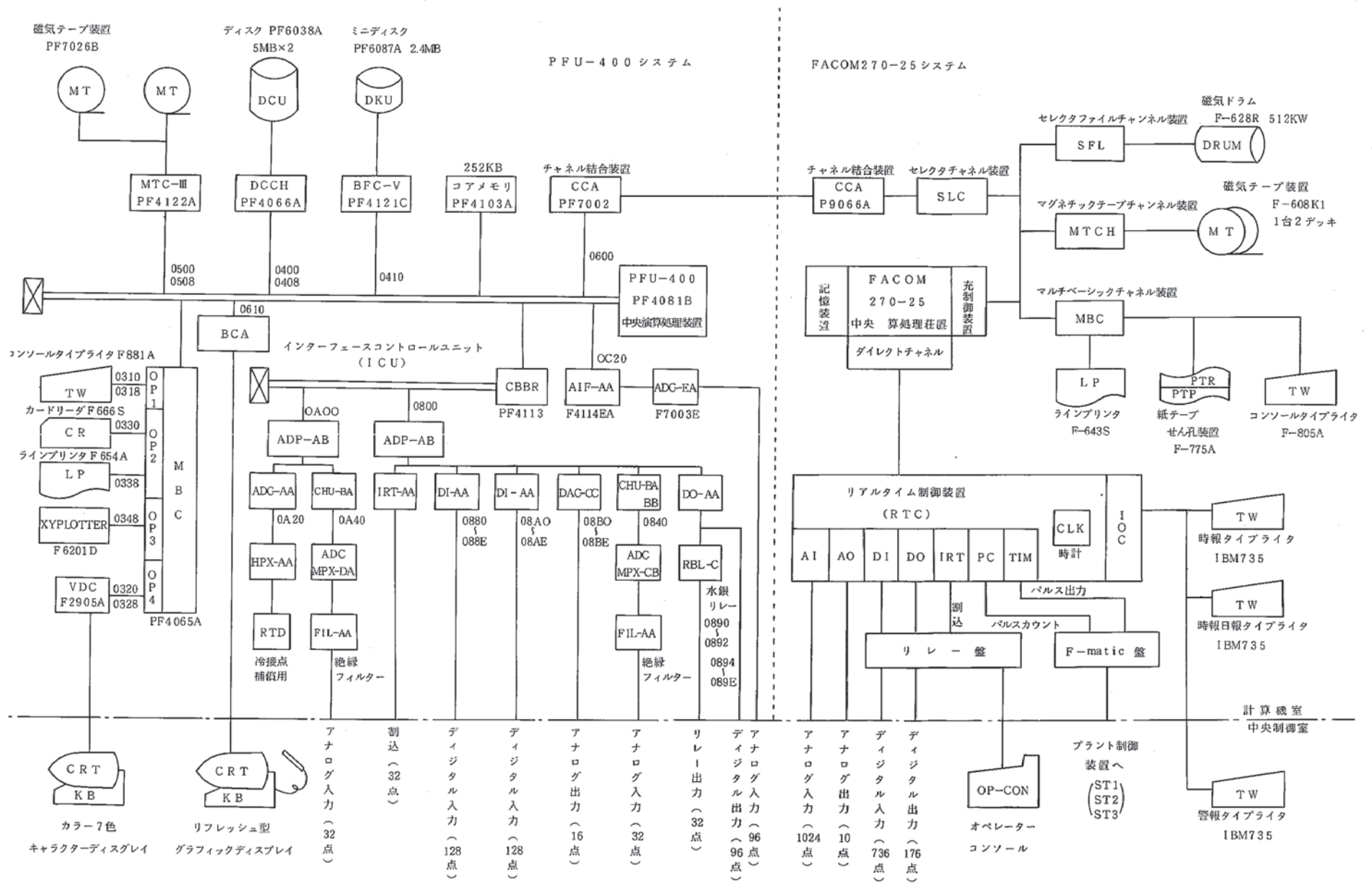


図 2.1.1. 計算機システム概要図



表 2.1.1. 計算機システム要目表 (ハードウェア)

システム名		FACOM 270 - 25	PFU - 400	
中央演算処理装置	ワード長	16ビット+1パリティ	16ビット+2パリティ	
	命令語長		1ワード, 2ワード, 3ワード	
	命令数	84	108	
	データ形式		8/10/32ビット固定小数定 1/8/10ビット論理演算 32/64ビット 浮動小数点	
	レジスタ		8+2	
	演算速度	固定小数点四則 浮動小数点四則	3~33μ秒 750μsec/バイト	0.8~10.5μ秒 10.8~38.8μs(32ビット) 12.7~49.2μs(64ビット)
	主記憶装置	96kバイト	256kバイト	
磁気ドラム / ディスク	型番	FACOM 628R	PANAFACOM 6038A	
	記憶容量	1MByte Drum	10MByte Disk Cartridge	
	平均アクセスタイム	10m秒	50.5m秒	
転送速度	225kバイト/秒	312kバイト/秒		
磁気テープ	型番	FACOM 608K-2	PANAFACOM 7026B	
	台数	1台=2デッキ	2台	
	記憶密度	800BPI	800/1600BPI	
	トラック数	9トラック	9トラック	
	テープ長	1200フィートまで	2400フィートまで	
	最大転送速度	21.6Kバイト/秒	43.2Kバイト/秒	
	テープ巾	0.5インチ	0.5インチ	
ライン プリンタ	型番	FACOM 643S	FACOM 654A	
	印字速度	240行/分	660行/分	
	1行印字数	136字	136字	
	文字間隔	10字/インチ	10字/インチ	
	行間隔	6行/インチ	6/8行/インチ	

システム名		FACOM 270-25	PFU-400
テレビディスプレイ	型番	無	FACOM 2905 A
	表示画面	-	20型
	表示文字数	-	4000字(100字×40字)
	文字の種類	-	128種(英数カナ)
	画素パターン数	-	128種(固定)
	表示色	-	カラー7色
	文字発生方式	-	5×7ビットマトリックス
カード読取装置	型番	無	FACOM 666 S
	読取速度	-	300枚/分
X-Yプロッター	型番	無	FACOM 6201 A
	ステップ寸法	-	0.1 mm
	使用記録紙寸法	-	紙幅 306 mm
		-	プロット幅 270 mm
	プロット速度	-	長さ 35 m 400ステップ/秒
ペン上下速度	-	10回/秒	
プロセス入出力装置	名称	R T C	I C U
アナログ入力	点数	192点(高速低ゲイン)	32点(高速高ゲイン)
		832点(高速高ゲイン)	32点(高速低ゲイン) 96点(低速高ゲイン)
アナログ出力	点数	16点	16点
デジタル入力	点数	736点	256点
デジタル出力	点数	176点	128点 (内リレー出力32点)

表 2.1.2 計算機システム要目表 (ソフトウェア)

システム名	FACOM 270 - 25	PFU - 400
言語	FORTRAN JIS 3000 + $\alpha$ , FASP (アセンブラ)	FORTRAN JIS 7000 + $\alpha$ , FASP (アセンブラ)
オペレーティング・ システム形態	ドラムベース マルチタスク	ディスクベース マルチタスク
オペレーティング・ システム名	ROSP ROS は富士通製であるがROSP は富士電機がモディファイしたものである。	UMOS / D DRPS 2
FORTRAN プロセッサ	現在オンライン時にはドラム上にはない。	U - シリーズ FORTRAN - B ディスク上にあり

### 3. 既存機能

本施設には施設建設時に試験データ収集用のデータロガーとしてFACOM 270-25システムが導入された。2号SG建設時にソフトウェア変更を行ったがその主な機能とその利用状況を説明する。またソフトウェア概要図を図3.1.1.~4.に示す。

#### 3.1 動特性データMT収集

本施設で行う静特性試験・動特性試験などほとんどの試験におけるデータは本機能によって採取しており1次系, 2次系, SG内部温度, 水・蒸気系など全系の代表的計装点をほとんど網羅している。アナログデータについては8分の1秒ごとのものが64点, 1秒ごとのものが448点ありA/D変換後(12ビット)計算機に入り磁気テープに書かれる。磁気テープはハーフリールを使用し1本に75分のデータ収集が出来る。又1本終ると次の1本に連続的に書き込むマルチリール収録も可能である。逆に磁気テープ節約のために1本の磁気テープの中に順番に時間的に不連続な複数の実験データを入れるマルチファイルの要求も出されたが検討したところ誤操作を招きやすく, 既に書き込まれているデータの上に2度書きする等の危険も考えられその有効な防止対策も考えられなかったためその方式は採用していない。

マルチリールの場合は, 2本目の磁気テープからは運転員がコンソールタイプライタからオープン処理の指示を行い, 収集済の磁気テープに再度書き込む事のない様にしている。デバッグ時の便を考慮して収集終了後のリwindが済んだあとには磁気テープはレディ状態になる様にしたが, 今後2度書きを完全に防止する観点からアンロード状態とした上で手動操作でレディ状態にしないと収集再スタート出来ない方式を検討している。マルチリール方式への改造前は2台の磁気テープ装置に同一データを収集していたがマルチリールとしたため1本にしかデータは記録されず他の1台は待機状態としてデータ収集・記録はされない。このため1本に収集して磁気テープを回収する際に待機状態(すなわち記録されていない)磁気テープを回収してしまうという誤操作を引き起こしやすいシステムとなっているがこの点についても今後検討を加えることとしたい。

50MW蒸気発生器の静特性・動特性試験はすべて本機能を用いてデータ収集を行っている。“もんじゅ”原型炉も我が国初の高速増殖発電炉であるのでその後の実証炉・実用炉のためにも十分な解析用試験データを採取する必要があると思われる。このため当施設と同様なデータ収集システムを設置する必要がある。“もんじゅ”製準(II)設計では計算機を6ブロックに分離して各ブロック間は疎結合でデータ転送を行うようになっているが, データ収集に関しては原子炉, 1次ナトリウム系, 2次ナトリウム系, 水蒸気系, タービン発電機, ACS, 補助系ともに同一時刻のデータ収集による同一磁気テープへ記録出来る様にする事は設計上の最低の条件であると考えられる。

### 3.2 トリップ順序記録

運転状況記録の一種でありポンプの起動・停止やインターロック設定値オーバ等のデジタル信号の変化を即時タイプライターに表示させるものである。測定点はデジタル64点で64分の1秒ごとにデジタルのオン又はオフの変化を監視して変化のあった場合のみ警報タイプライターに印字する。計装点の一覧を表3.2.1.に示す。当初は一旦ドラムに記録しておきプラントトリップ10分後にLPに一括して印字していた。このためすぐにプラントトリップの状況を検討することが出来なかった。現在は即刻タイプライタ印字されるためプラントトリップが起きてその原因が不明な場合もこの機能により結果を検討することにより原因を把握することが出来る。本機能の名称については以前はプラントトリップの時にのみドラムの内容を印字していたので「トリップ順序記録」としたが改造後は、「起動停止状況記録」と変更すべきであったが、一応前のままの名称を用いている。

プラントトリップ時には、燃料主止弁（AS V 603, AS V 604）1次ナトリウム系I HX入口弁（ASV 101）, 1次ナトリウム系, 循環ポンプ, 2次ナトリウム系循環ポンプ, 給水ブースターポンプ, 主給水ポンプなどが閉となったり停止したりする。しかし原因によってはこれらの動作順番が異なる。このためトリップ原因が直ちに運転員に知らされその後の適確な運転操作や補修作業が実施可能となる。当初は一旦ドラムに記録されたので時間遅れがありトリップ発生後すぐに原因が判明されずトリップ順序記録が必要な場合にもラインプリンターの一括印字が終るまで待機していることが必要であった。現在は即時タイプライタに印字されるのでこの種の問題はない。1/64秒ごとのスキップ間隔については当施設の経験からはトリップ順序の把握等の初期の目的達成の上で問題はない。

### 3.3 イベント・リコール

アナログ計測点64点を5秒ごとに収録しドラムに記録しプラントトリップ発生後の10分後に発生前5分間, 発生後10分間合計15分間分のデータを磁気テープに記録する。現在のアナログ計測点には全系の流量・温度・圧力を入れているが蒸気発生器の部分の過渡温度等に目的をしぼって計測を行うことも考えられ本記録のトリップ後の利用を考え入力点についてはさらに検討の余地がある。本機能によりデータ収録された磁気テープは計算センターで処理されプロッタ図が作成される。

### 3.4 デマンド印字

ナトリウム加熱器, 空気冷却器, 蒸気発生器といったグループごとに計測値及び若干の性能計算した結果を印字するもので当初は蒸気発生器グループのみをラインプリンタに出力し他は警報タイプライタに出力していたがタイプライタ出力はスピードが遅く利用価値が少なかった。そこで全系1, 全系2, 蒸発器, 過熱器の4グループに分け直してすべてラインプリンタ出力するよう改造をおこなった。

それでも使いにくい為現在では主にCRTにて表示することとしCRTに表示された内容をそのままラインプリンタ印字するソフトコピー機能を利用している。しかし一般的な運転用には余り利用されず、もっぱら解析用試験時の実験条件の確認、計測点指示値の妥当性のチェック、試験初期条件、静定条件の記録用に用いられている。今後“もんじゅ”では運転に利用することを主眼点に運転手順の中にとり入れて監視確認項目を整理し、それにそったCRT表示画面を作成せねばならない。

### 3.5 アナグロスキャン

アナログ計測点を選択し1点だけを5秒周期でオペレータコンソールのデジタル表示器に表示させる。計測点は1024点の中から1点選択出来る。現在はCRTに96点集合表示させたり、特定画面を設計してCRT表示させているのでこの既設機能はバックアップ程度の役割をはたしているのみでほとんど使われていない。CRTがどんどん普及していることから、今後色々なCRT画面設計を行い系統図表示やグラフ表示など一括集合表示を実施していく予定である。

### 3.6 その他の既存機能

#### 3.6.1. 日報・時報作成

IBMタイプライタに1時間ごとに主要項目の記録をとっているが計算機ダウンや月例点検等があるため工業計器の記録計の方が信頼性があり同時に時系列データが得られることから現在ではほとんど本機能は利用されていない。

プラント状況を後日必要に応じて調査する場合も工業計器の記録計チャート紙を利用している。

#### 3.6.2. 警報印字

アナログ値上下限、コンタクト異常などを毎分IBMタイプライタに印字するが不必要な印字が毎分数項目の割合で出力されることから運転員により利用されなくなったためこの機能は削除した。この様に十分な利用上の検討を経ないで作成された、単に表示印字を多く出せばよいという方法は結局利用されず、機能が初めからなかったのと同等の結果になる。利用されなくなった原因としては①頻発する警報印字②あるプラント状況では必ず原理的にも頻繁に出る不要警報③アナンシェータと重複④運転手順と全く関係づけられていない、等があげられる。本機能を削除したが、計装からの警報で大部分の項目は満たされていると考えられる。すべての計算機によるチェック項目を検討してはいないが現在までの運転経験から削除による不具合はなかったと判断している。

#### 3.6.3. 予熱印字

ループ側予熱については制御点の監視は計装機器で行っていたが局所的に温度異常になる場所の容易な検出を可能とする目的で487点の予熱監視点について計算機で監視している。当所は

I B Mタイプライタに温度異常で警報印字していたが、3.6.2.と同様の理由からラインプリンタへの487点一括印字に変更した。この方式を採用することにより異常状態の見落としもなく確実に予熱温度異常のチェックが可能となった。しかしこの方法もラインプリンタ出力用紙4頁にわたる記録を全部見てチェックしなければならず見落としの可能性も残されておりさらに監視点が増加するとチェックのためにも長時間を要し実用的な監視操作も出来ない。このため新規に第6章に述べる予熱順序表示機能を作成したので現在本機能は利用されていない。

#### 3.6.4. 静特性データ収録・磁気テープ記録

動特性データ収録磁気テープ記録と同じ計測点を3分以上の分きざみで指定回数だけ磁気テープ記録する機能である。当初は本方式により蒸気発生器静特性データを収録していたが計装ラインにランダムノイズが乗っており本方式では瞬時値が記録されることから値の精度が悪く動特性データ収録磁気テープ記録の機能を用い3分間180回記録したデータの平均値を求めて静特性データとしている。このため当初の目的であった静特性試験用としては使われずに蒸気発生器等の予熱特性を調べるための1週間の連続記録等の、長時間を要する試験時に用いられている。なお計測点にノイズが乗る件についてはハードウェア側にノイズ自体を少なくする工夫をすると同時にノイズ特性にあったフィルターを用意することにより解決し平均値をとるといった負担をソフト側におわすべきでないと考え。

#### 3.6.5. アナログトレンド

記録計に書かせるために1分ごとに電圧出力する機能である。タグナンバーを選択することにより1024点のアナログ計測点のうち任意の計測点について出力することが出来る。オペレータコンソールからタグナンバーを入れるだけで容易に結線変更に相当することが出来るので便利ではあるが、1分ごとの時間間隔での出力であるため早い応答をする蒸気発生器系統の動特性試験記録用には、不適當でありこの機能は一度も使用されたことがなかった。実際の試験実施時には計装機器や熱電対端子盤から直接信号を6ペン式記録計に接続し各種試験のモニターを行っている。

表 3.2.1. トリップ順序記録測定点一覧表

1	動力用電源喪失	33	SG 出口蒸気遮断弁全開
2	計装用電源喪失 (AC)	34	MS V 6 0 3 全開
3	計装用電源喪失 (DC)	35	MS V 6 0 3 全開
4	No 1 Na HTRFDF 停止	36	AS V 6 0 3 全開
5	No 2 Na HTRFDF 停止	37	AS V 6 0 4 全開
6	MF T P B 押	38	主給水ポンプバランス弁全開
7	S G 隔離 P B 押	39	主給水ポンプバランス弁全開
8	No 1 Na 加熱器入口 Na 流量 LL	40	AS V 7 0 7 全開
9	No 1 Na 加熱器 出口 Na 温度 HH	41	AS V 7 0 8 全開
10	No 1 Na 加熱器 LPG 差圧 LL	42	AS V 7 0 9 全開
11	No 2 Na 加熱器入口 Na 流量 LL	43	AS V 7 1 0 全開
12	1 次 Na P 停止	44	AS V 7 1 1 全開
13	2 次 Na P 停止	45	ブースター軸受冷却水流量 LL
14	ブースター P 停止	46	FWP 軸受冷却水流量 LL
15	FWP 停止	47	計装用空気圧 LL
16	No 2 Na 加熱器 出口 Na 温度 HH	48	大規模隔離手動 P B 押
17	No 1 Na HTR 全バーナ消炎	49	SH 入口蒸気温度 HH
18	No 2 Na HTR 全バーナ消炎	50	ドラム水位 HH
19	No 1 Na H 入口弁全閉	51	FWP 軸受油圧力 LL
20	No 2 Na 加熱器 LPG 差圧 LL	52	EV カバーガス水素濃度 HH
21	No 2 Na H 入口弁全閉	53	SH カバーガス水素濃度 HH
22	LPG タンク緊急停止	54	EV 電離真空計圧力 HH
23	EV Na 液位 LL	55	SH 電離真空計圧力 HH
24	Na 加熱器 Na リーク緊急	56	EV イオンポンプ出力 HH
25	ループ緊急ドレン P B 押	57	SH イオンポンプ出力 HH
26	復水器内部圧力 HH	58	EV カバーガス Ar 圧力 HH
27	IHX 1 次系入口遮断弁全閉	59	EV カバーガス Ar 圧力極高
28	脱気器循環水元弁全閉	60	SH カバーガス Ar 圧力 HH
29	脱気器レベル LL	61	SH カバーガス Ar 圧力極高
30	SG 入口 Na 遮断弁全閉	62	小規模隔離手動 P B 押
31	SG 出口 Na 遮断弁全開	63	
32	SG 入口給水遮断弁全閉	64	



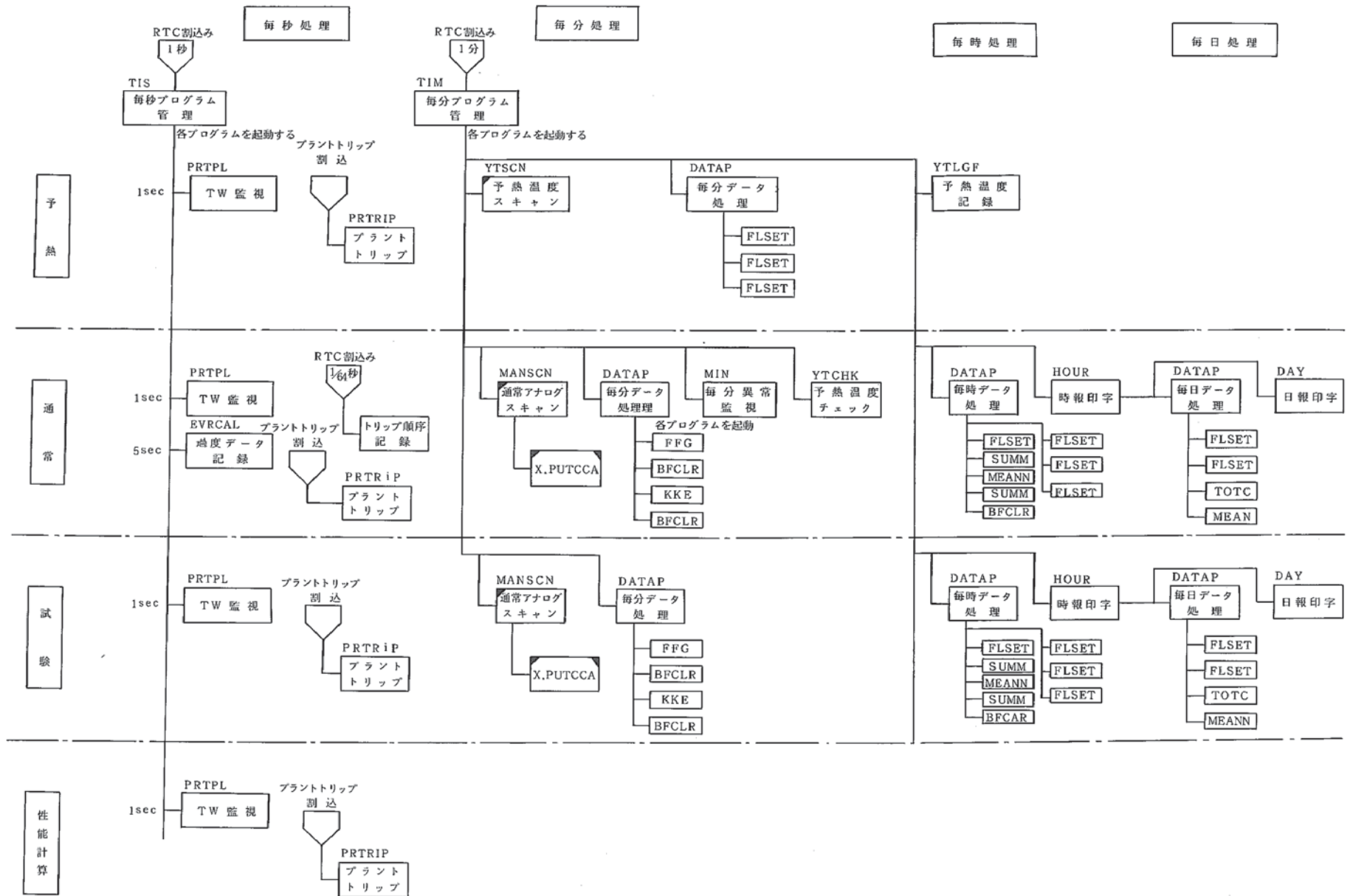


図3.1.1. 既存ソフトウェア概要図 (その1, 通常処理)

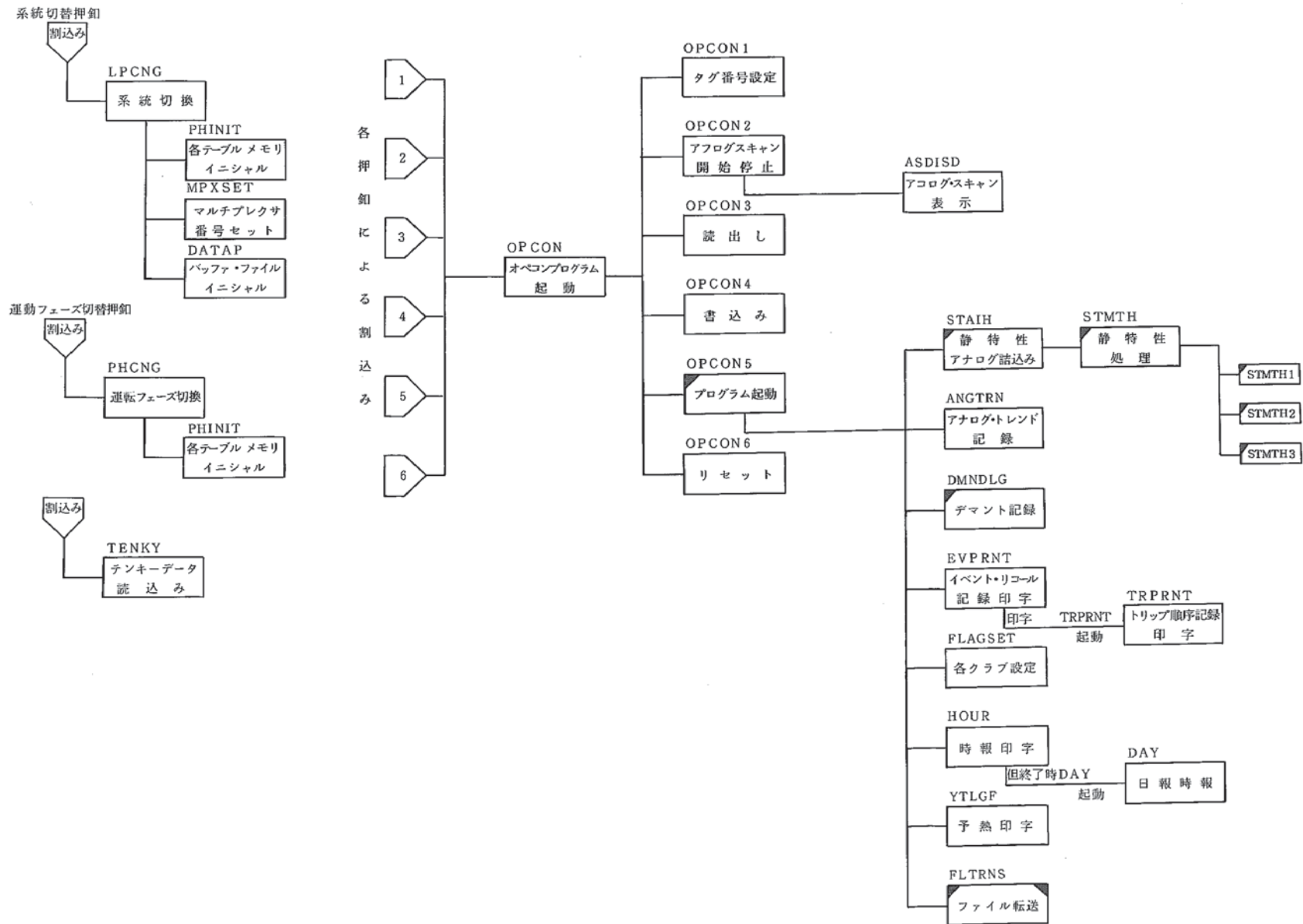


図3.1.2. 既存ソフトウェア概要図 (その2, プログラム起動)

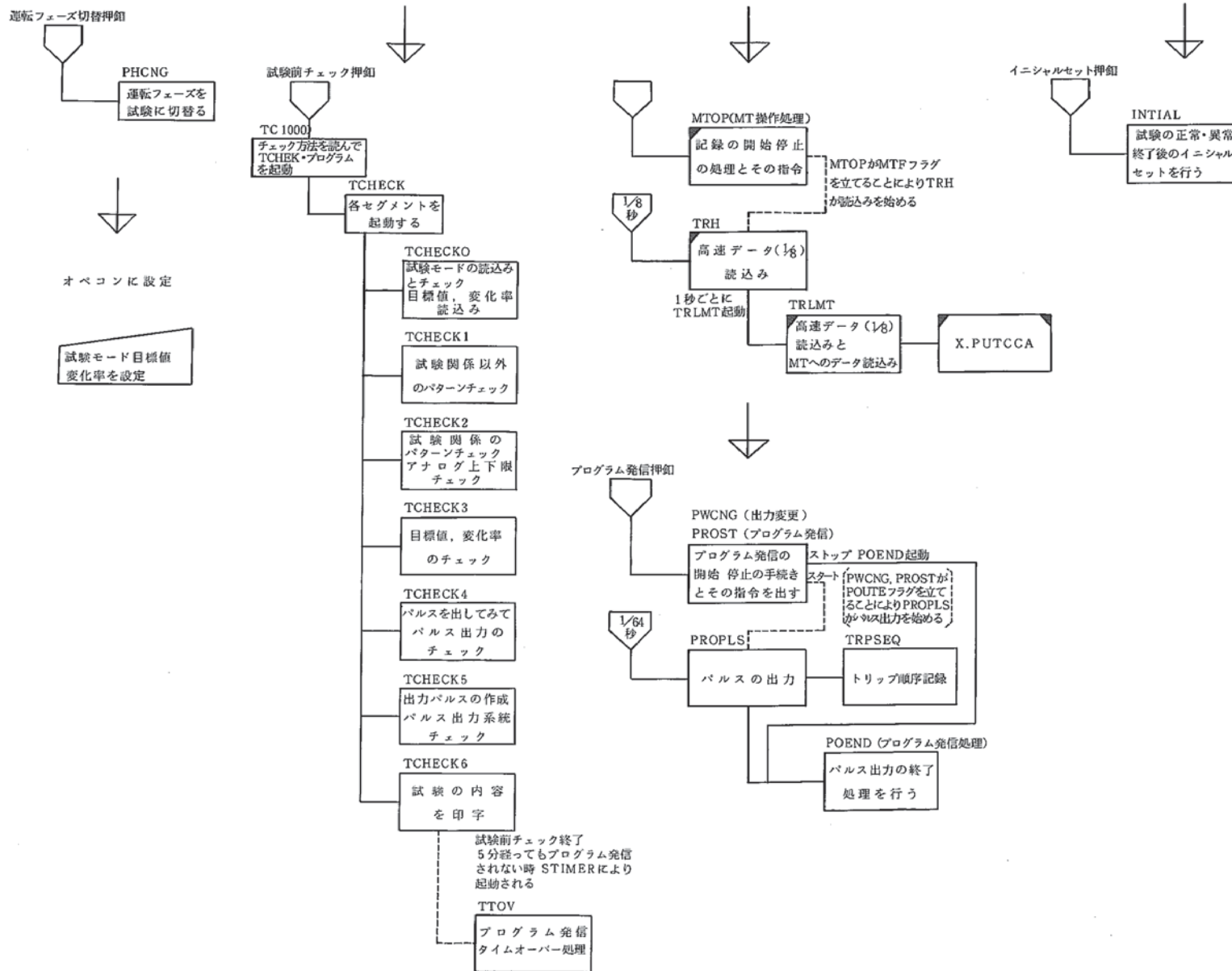


図 3.1.3. 既存ソフト概要図 (その3, プログラム発信)

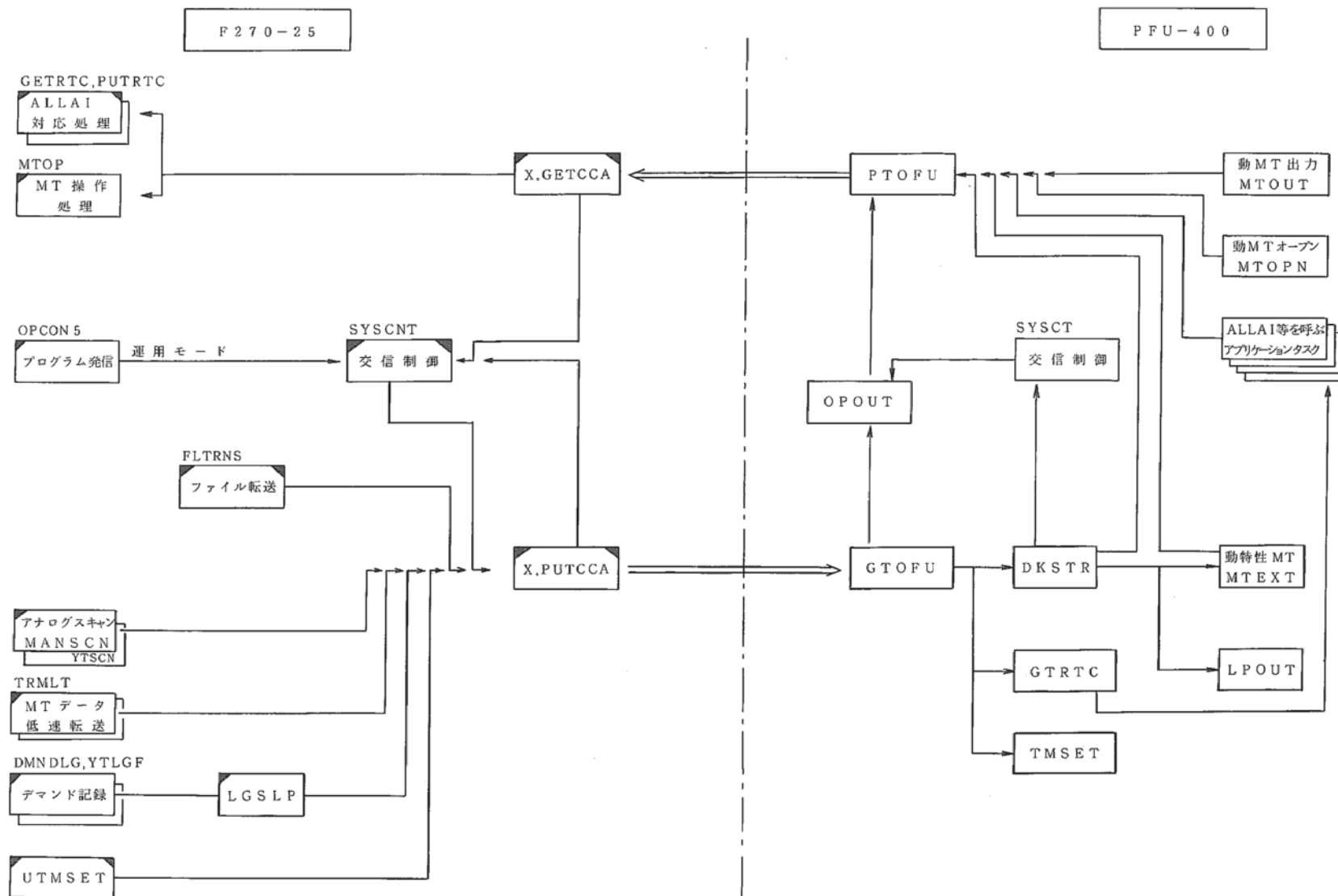


図3.1.4. 既存ソフトウェア概要図 (その4, PFU-400との通信)

## 4. 計算機システム設置上の留意事項

F 270-25およびPFU-400による本施設の計算機システムおよび計算機まわりのハードウェアも含めて本計算機システムを設置し使用して得られた経験を以下に述べる。

### 4.1 ダウン時表示警報

従来のF ACOM 270-25が1台の時にはプログラムがループしたためにダウンした時はウォッチドックタイマーがブザーをならす。しかしその音が小さく空調設備の音などでうち消され中央制御室の運転員のところまでは届かない。そのためデータ収集が中断してしまっていて長時間気が付かずになっていたこともある。このための対策の一環としてF ACOM 270-25とPFU-400とをチャンネル結合した際に相互に監視して交信不能となった時にプロセス出力のリレー出力により中央制御室のチャイムをならして計算機ソフトウェアダウンの表示を出すこととした。これによりダウンが起こればすぐ警報が鳴り運転員に知らせることができるようになり非常に有効な機能として使用されている。

“もんじゅ”においても演算処理装置一台一台に対してこの警報機能を備えることが有効であると考え。特に“もんじゅ”の場合中央演算処理装置と中央制御室が遠いため計算機ダウンに気がつかず誤操作を行うことも考えられるので有効なソフト・ダウン警報の設置を考える必要がある。この場合なるべくタスクレベルの低いプログラムが動かなくなった事を判定して警報を出すべきである。

### 4.2 時 計

本施設ではF ACOM 270-25のプロセス入出力装置(RTC)に標準時計があり中央制御盤の中央に表示装置がある。また中央制御室ではオペレータコンソールにより時刻の修正も可能である。PFU-400はF ACOM 270-25側から時刻をもらって来ているがその時刻合せのタイミングは次に述べる3通りである。①ソフト的にF ACOM 270-25とPFU-400を接続状態にした時(F ACOM 270-25側で“095”のプログラム起動した時など)②ソフト的に結合状態にある場合で午前4時になった時③F ACOM 270-25のコンソールタイプライタに時刻合せのコマンドをキイインした時(中央制御室にて時刻修正をした時には必ず行わなければならない)。このため運転員が中央制御室で時刻の修正を行った後に③の処置を忘れると中央制御室の時計とPFU-400の計算機の時計とが食い違ってくる。

“もんじゅ”においては以下に述べる時計システムを採用することが有効であると考え。図4.2.1.にその概念を示す。標準時計装置をまず一台設置しそれを中央制御室に表示するとともにすべての計算機に接続する。中央制御室の運転員から容易に見える場所に年月日時分秒を表示する。これは計算機でデータ収録を行う際にデータ収集年月日に気がつかずに間違った日付が記録されてし

まうことを防ぐためである。各計算機に入力し各計算機が起動された時に年月日時分秒情報を取り込む。また運転員により時刻修正されたり、計算機時計が標準時計とずれたりした時のため、例えば計算機時計を全く用いないで標準時計を常に参照するとか1分ごと（又はもっとながい時間単位で）に計算機時計を標準時計に合わせるとかの方法をとる必要がある。

このようなシステムを採用しないとグループごとに分かれたデータの時間合せが出来ない。代案としてすべてのデータを計算機結合装置により一つの計算機にまとめてそれを一括して磁気テープ類に記録する方法があるが各計算機間の記録は後処理の大型計算機にて時間あわせを行えばよい。

“もんじゅ”においても今後の実用炉開発のために十分解析用データを採取する必要があると思われるそのためにも各計算機間から出されるデータの同時刻性は確保する必要がある。

#### 4.3 設置環境

##### 4.3.1. 耐震

仙台地震で福島県庁の計算機システムが床がはずれて倒れたという報道があったが当室では床面はコンクリートのPタイル張りであるので床面がフリーアクセスな床とちがってはずれることはない。フリーアクセスならば当然であるがコンクリート床でも計算機の各装置を十分固定して装置がずれるのを防ぐべきである。

##### 4.3.2. 温度と湿度

当初、計算機室温は20℃一定を目標に空調設備によるコントロールをしていたが計算機使用の許容温度範囲が広くあえて20℃にすることはなくともまた夏期高温多湿時に端子函内で結露した経験があることから設定を26℃とした。結露した原因は計算機室の床下がケーブル布設室になっておりそこは空調されておらず30℃～40℃となり上昇した空気が計算機室にはいつて冷やされたためである。そのため配線等のさびによる断線も心配される。実際に一部のアナログデータ取込み配線に断線を生じたが上述のことが原因となっているとも考えられる。又屋外から直接空調装置へ空気を取り入れているために同様の原因で空気取入れダクトで水滴が発生し、床面を数平方メートルにわたって水びたしにしたことが数回あった。今回計算機増設時に水滴が多量に発生した付近にカード読取装置を置いたため今後高温多湿時には20℃設定とすることが出来なくなり室温を26℃設定とした。

##### 4.3.3. 電源およびノイズ

FACOM 270 - 25 側は無停電MG (Motor Generator) 電源に接続されているがPFU-400 側はAVR (Automatic Voltage Regulator) も使用していない。しかし今の所電源が不安定であるがそのために誤動作が発生したということはない。一応PFU-400クラスのミニコンでは当施設に供給されている一般商用電源のグレードなら大丈夫であるといえよう。停電については小リーク検出システム評価試験での注水試験時に起こりPFU-400側も停止した。しかしその時には水素計、酸素計自体も停電で停止したので別段PFU-400が停

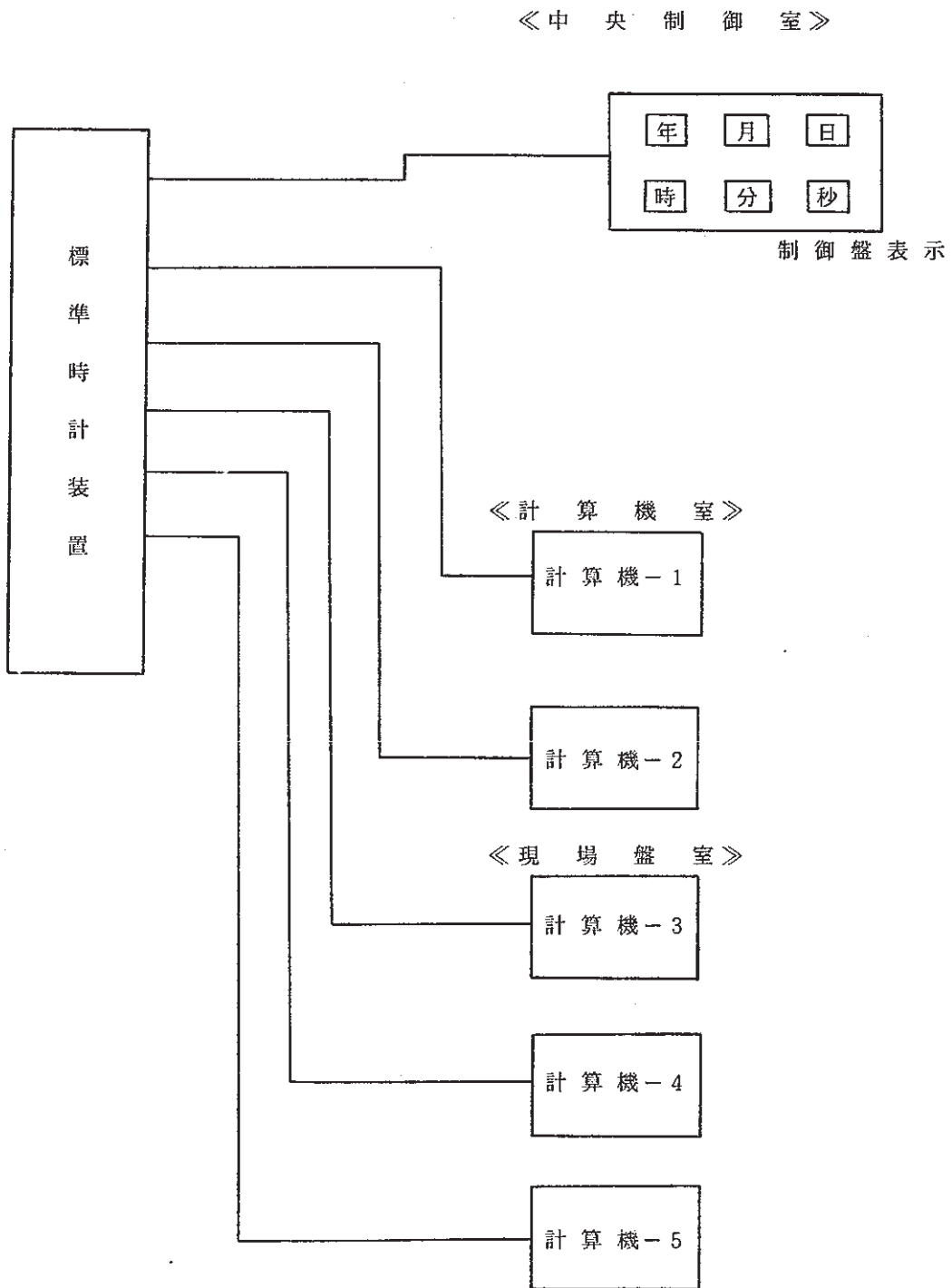


図 4.2.1. 计算机計時機構の概念図

止して不都合はなかった。又プラントトリップ関係のデータ収録は無停電電源に接続されているFACOM 270-25で行っている。

PFU-400が停電で停止するため逆に瞬時停電の発生を検知出来ることがわかった。その例として2次ナトリウム循環ポンプのみが停止した時、PFU-400でも復電プログラムが自動的に働きコンソールタイプライタに“POWER FAIL RECOVERY”のメッセージが出されこれにより明らかに瞬時停電があったことが確かめられた。この時受電遮断器はトリップしなかったためFACOM 270-25側のトリップ順序記録の52R-OFFのメッセージは得られなかった。

#### 4.3.4. 振動, 塵埃, 防水

特に当室では問題は発生していない。

#### 4.3.5. 計算機ケーブル貫通用床面穴について

計算機はコンクリート床上に設置されケーブルはその面をハツツて設置している。そのため種々の問題が生じている。その一つは4.3.2.で述べた結露の発生でありその他に中継ボックス内が均一温度に保たれない、鼠の通路になる。火災に弱いなどの問題である。均一温度については高さ2100mmのボックスに対し4点の測温抵抗体の平均をそのボックスの室温として熱電対の零接点補償を行っている。ここで下部の温度が高くなり上部が低くなるという現象があらわれ冷接点補償用温度と実際の接点である中継端子台の温度が異なりその分だけ熱電対測定値に誤差を生じることになった。

以上の点から貫通穴によって生じる問題点の対策としては延燃防止板をはりパテを塗り込め計算機室と下のケーブル布設室の間の空気の流通はなくす等工夫をした。

#### 4.3.6. 防火設備

特に行っていない。データテープも計算機室内に一部保管していることから室全体を窒息消火する設備を設置する必要があるかもしれない。原型炉で計算機に運転援助用装置としての大きな役割を期待するならば計算機室にそのような消火設備の設置も必要となろう。



## 5. プラント状態図形表示(グラフィックディスプレイ)

### 5.1 概 要

マンマシンシステムの中心はいかに運転員が早急かつ適確にプラント状況を把握できるかにある。そのためにはどのような装置を設置するかが問題である。当施設では計装設備の一つとしてグラフィックディスプレイがあり中央制御盤の上に設置されている。盤面の大きさは縦1メートル幅8.4メートルで高い位置にあるので見上げる様にはなるが運転員のプラント状況把握に十分有効に利用されている。主に配管系統図、弁開閉表示、ポンプ等機能の動作表示、ナトリウム液位表示等が運転時活用されている。

これに対し現在CRT技術が進みグラフィックディスプレイとしてもCRTを利用しようという動きが強い。本施設においては既設のFACOM 270-25のオペレータコンソールはCRTを用いていないが、最近のものはほとんどがCRT付である。又計装も従来のアナログ計装に対し分散型デジタル計装においては集中管理にCRTを用いそこにもグラフィックディスプレイを表示させるようになって来ている。それにはプロセスデータを含まないものと、プロセスフローと状態変化やプロセスデータとが結合したものとがある。既設の計装のグラフィックディスプレイには弁開閉表示等はあるが温度・流量・圧力などのプロセスデータについては表示されていない。このためプロセスデータを含んだグラフィックディスプレイをCRT上に作成することとしPFU-400システムに横100字、縦40字の7色4000字表示のCRTを設置した。この装置には通常の英文字、カタカナ、数字以外に特殊パターンが128種表示出来、それらを組み合わせることにより配管系統図の図形表示が可能である。

全体系統図、1次ナトリウム系系統図、2次ナトリウム系系統図、アルゴン系系統図、水・蒸気系系統図、燃料系系統図の6種を作成し、運転状態監視のために使用している。それぞれの表示状態を写真5.1.~5.6.に示す。

### 5.2 系統図図形表示

配管系統・機器・弁を含めての系統図について図形表示を行った。本機能のためには特別の計算機の計装入力点の追加は必要としなかった。接点入力のあるものについて弁開閉表示機能をもたせた。その表示においては本施設の操作卓や既設のグラフィックパネルに合せて全閉を緑、全開を赤、中間開度を黄色とした。接点入力のない弁についてはそれら3色以外の色とした。温度、流量、圧力、液位など電圧・電流入力(アナログ入力)されているものはデジタル数値表示を並用した。このプラントデータや弁開閉表示は約5秒ごとに値が更新される。

### 5.3 ソフトウェア体系

配管、弁、機器やデータ表示項目等の表示要素はデータファイルとしそのデータファイルを解読

しながら表示を行う方式を採用している。データファイルは横線、縦線、四角、L型、コ型、T型、十字型、横弁、縦弁、文字、画素、時計、アナログデータ、色修飾2値、色修飾3値、色修飾アナログ2値、色修飾アナログ3値の17の機能をもちこれらに表示位置、色、形状などのパラメータを添えてデータファイルとする。この方式によると配管系統の変更があった場合などにプログラム自体を変更することなしにデータファイル上のデータを変更すれば表示図形を容易に変更が出来る。データファイル作成要領を付録-1に示す。これらを紙カードにパンチしてPFU-400のヤードリーダーに読み込ませるだけデータファイルが作成可能である。燃料系の写真5.6.に対応するデータファイルを付録-2に示す。

#### 5.4 考 察

CRTを用いたグラフィックディスプレイ（系統図）を作成して、その利用状況を検討した。表示内容には、主な計装点は含んでおり必要十分である。操作方法も簡単なキー操作だけであり容易である。表示スピードも3～4秒で全画面が表示でき6～7秒で測定データを表示更新出来実用範囲内にあると考える。しかしその評価であるが50 MWSGでの試みは、以下に説明する様に特殊な条件下にあるとは言えるが結論としてはあまり利用されていないというのが現状である。理由として以下の事項が挙げられる。

1. 通常の運転操作には使用していないため利用するこれといった理由がない。運転基準・要領の中に積極的に組み入れておかなければ、たまに利用するのに便利だと言うだけでは使いこなせない。
2. プラント監視専用でありライトペン等を用いての弁開閉などの運転操作が出来ない。
3. かなり高密度な画面設計になってしまったため多くの数値等が表示されて見にくい。写真5.6.の燃料系はシンプルにできたが写真5.5.の水系は非常に見にくくなってしまった。使い慣れないために監視したい計測点がどこにあるか条件反射的に注目出来ない。
4. CRTディスプレイ設置位置が通常操作位置から若干はなれていた。通常運転員の待機位置は水系の操作デスク盤の付近になっている。これはプラント異常の時はまず水系の回復操作からおこなわなければならないことから自然発生的に習慣づけられたものである。しかしCRTは長いデスク盤の逆サイドの端に設置されているので20メートル近くはなれている。この為肉眼では内容を見ることができない。
5. 昭和49年7月に運転開始以来約4年間CRTなしの運転をし運転員がその方式になれてしまっておりCRTをもちいた監視方式への移行がむずかしい。
6. CRTが一台だけで画面の種類が多く、さらに多くの機能を1つのCRTで行っており他の目的に使っていると必要な場合に使用出来ないことが起る。この点は第13章の微系数警報のところでも述べるがCRTの頁がえとCRT数の検討は“もんじゅ”設計では重要であると考える。

“もんじゅ”においてはCRTによるグラフィックディスプレイが採用されると思うがこの点を考

慮して有効なディスプレイ画面を製作すべきである。運転監視上不可欠なディスプレイ画面を十分に検討して設計することが重要である。

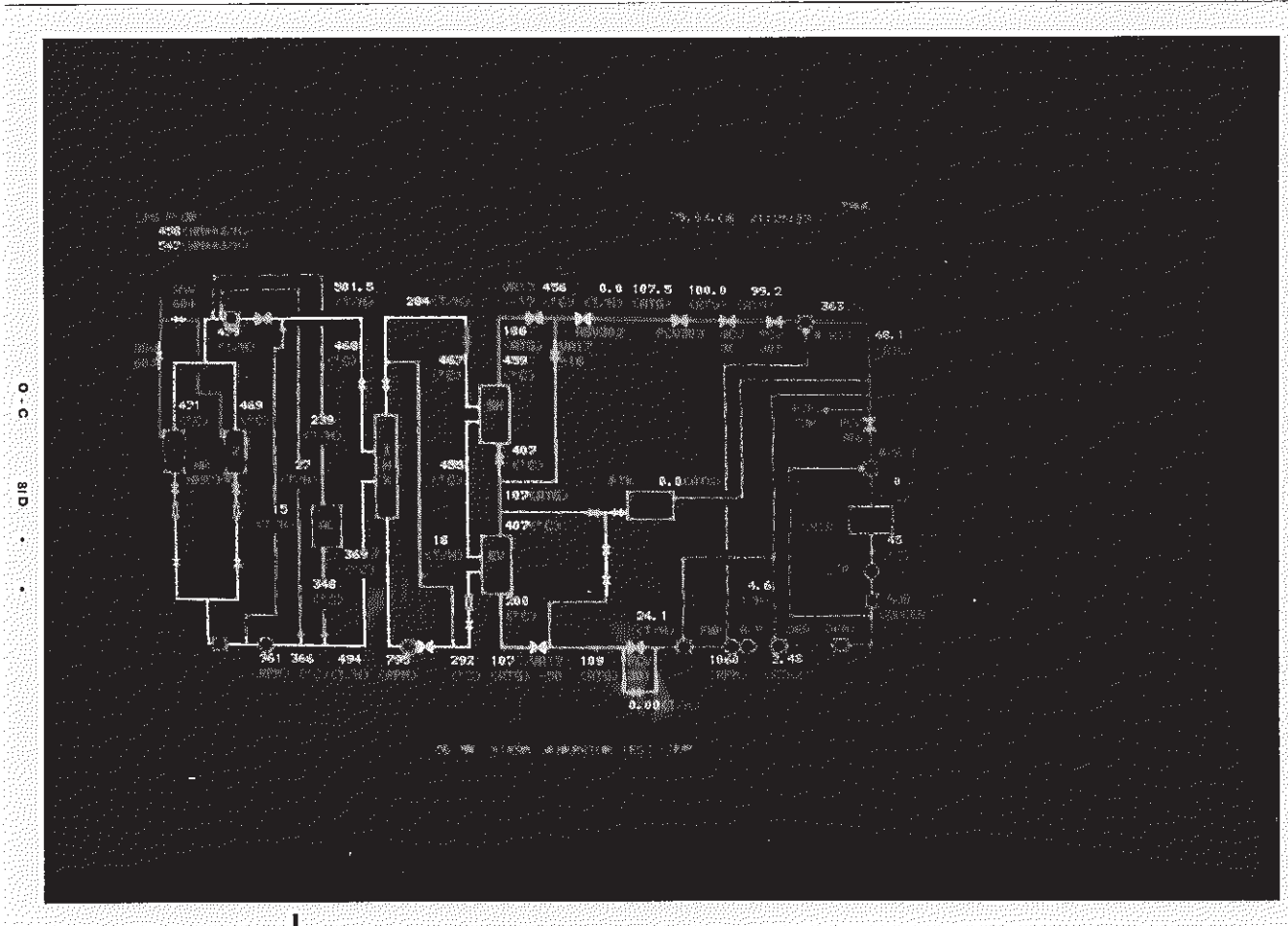


写真 5.1 全体系統図

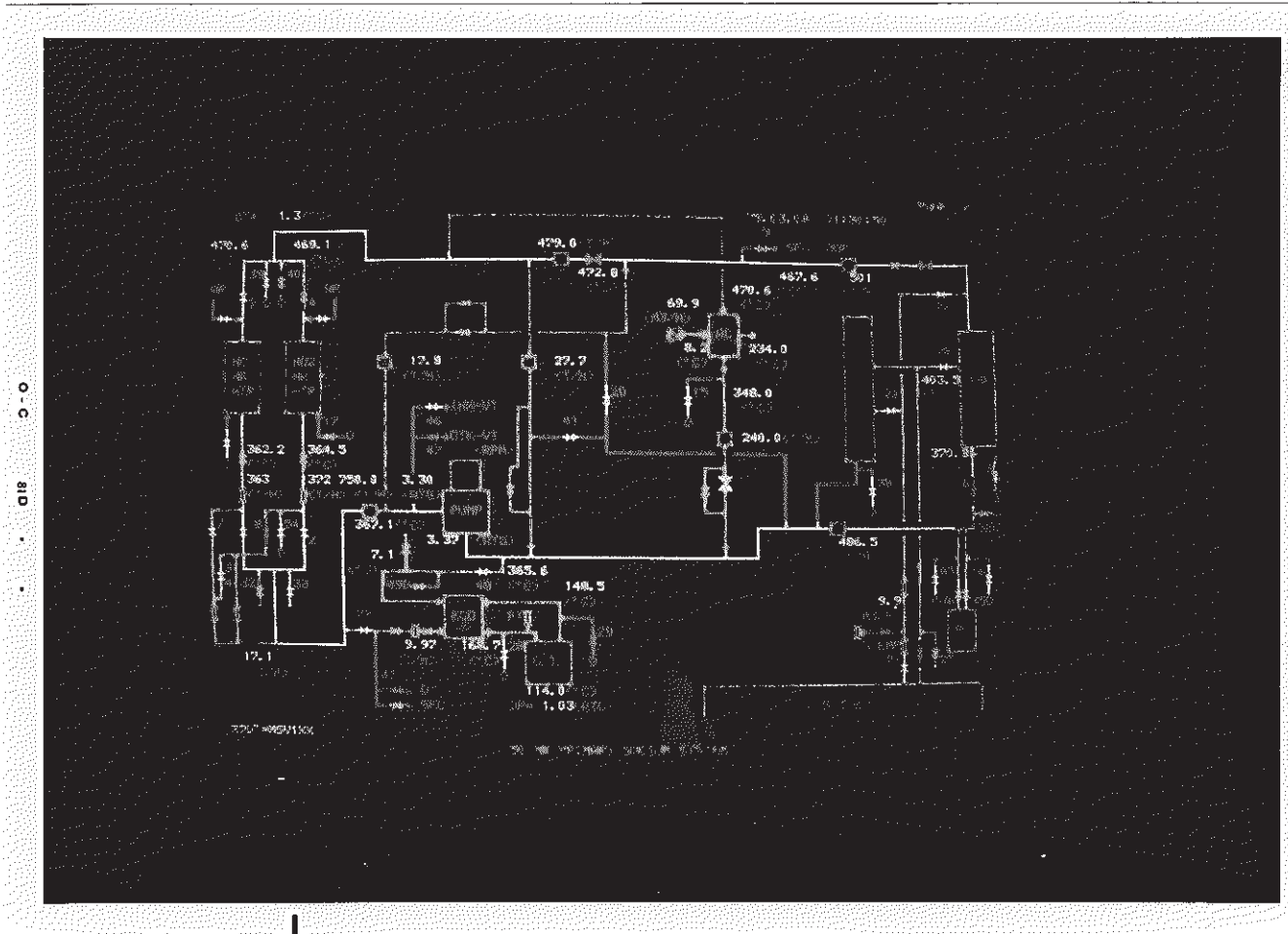


写真 5.2 1次ナトリウム系系統図

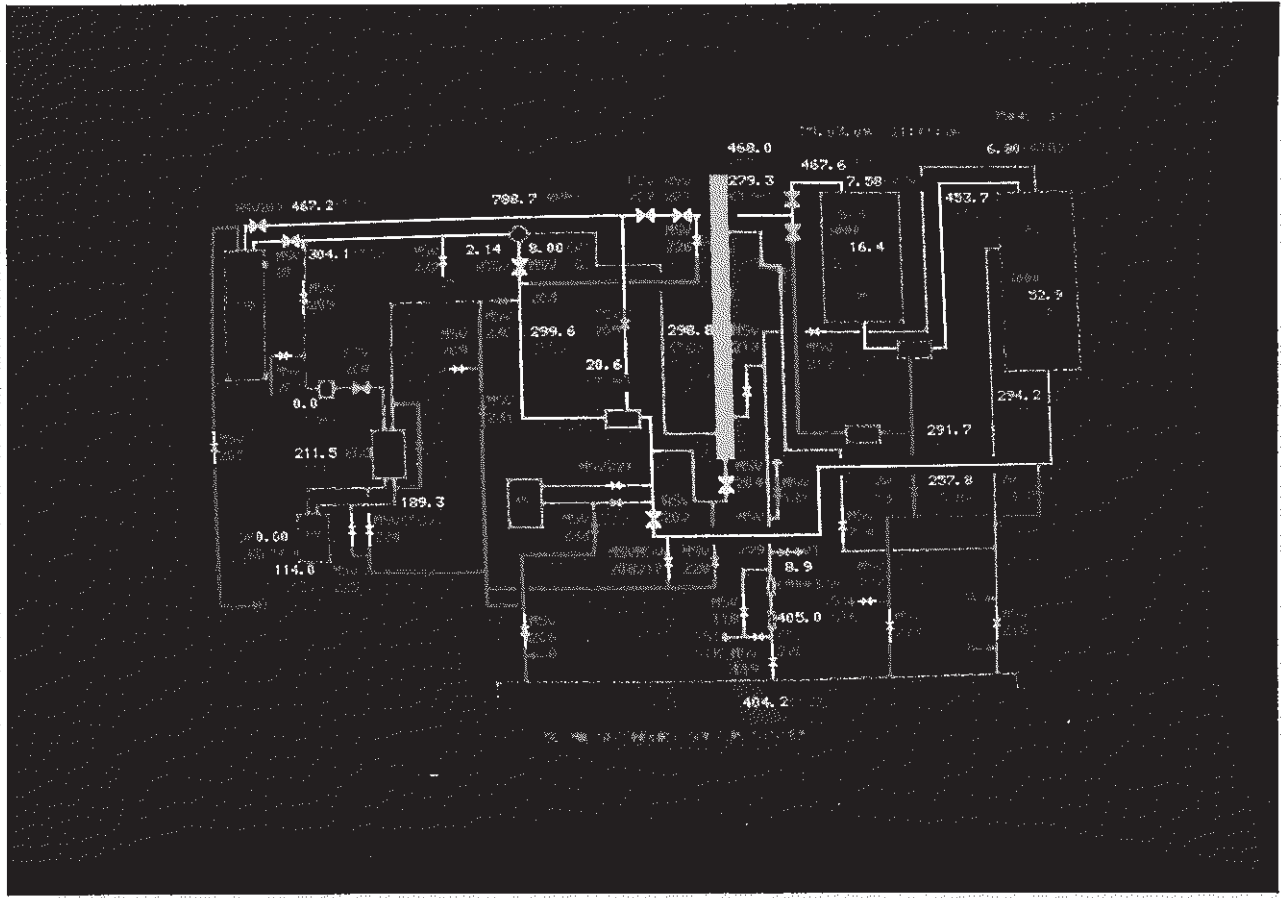


写真 5.3 2次ナトリウム系系統図

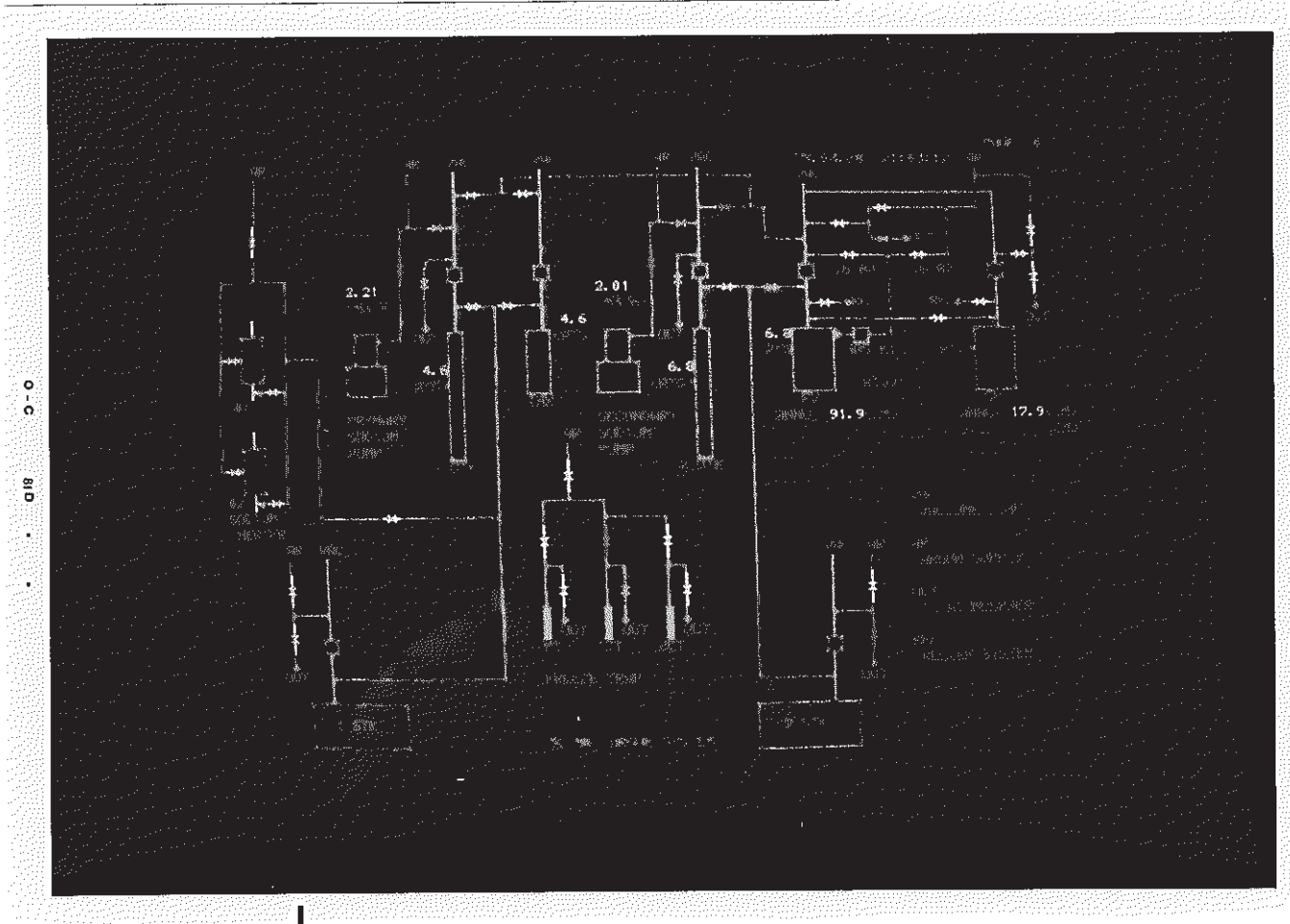


写真5.4 アルゴン系系統図

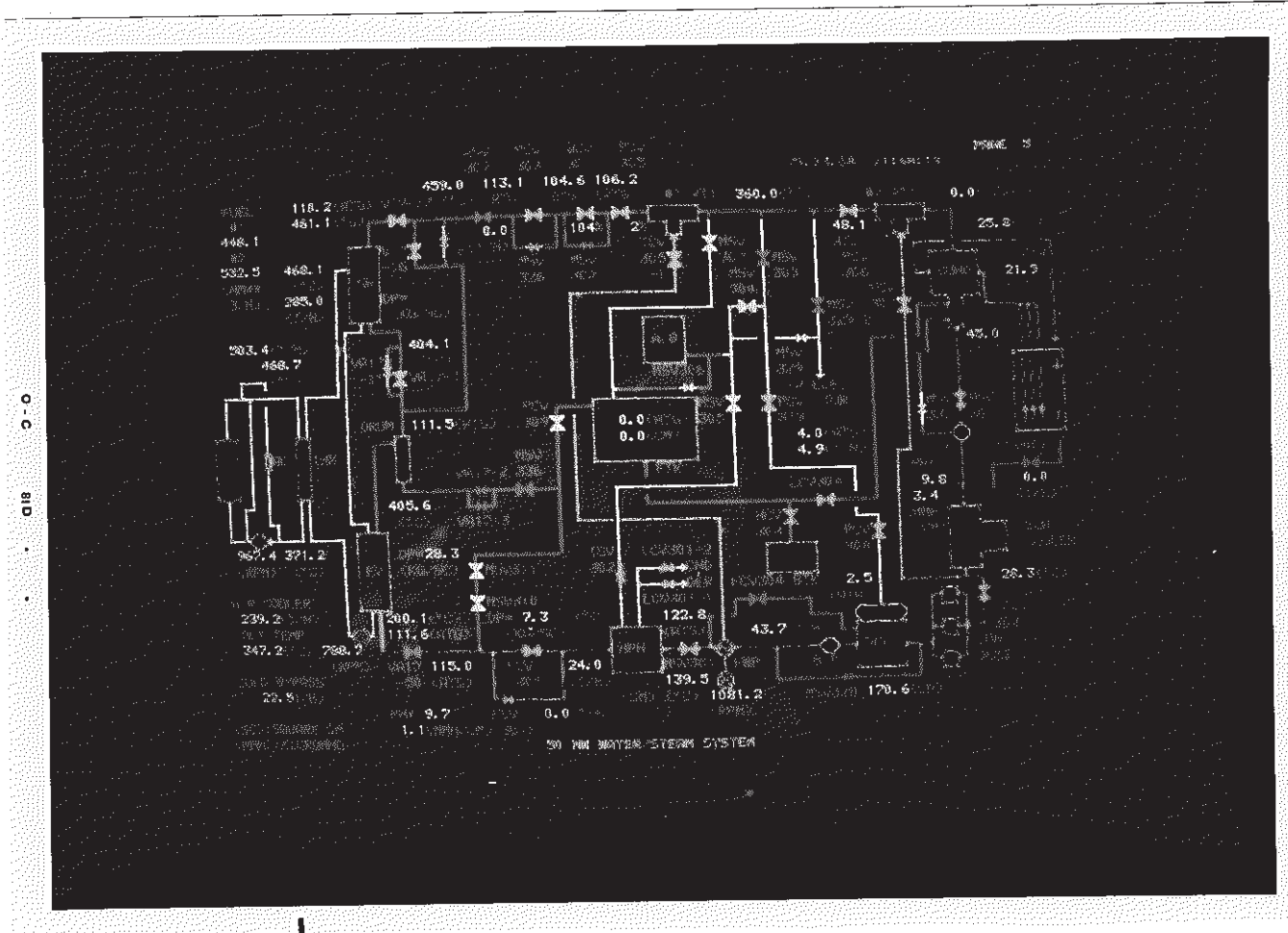


写真5.5 水蒸気系系統図



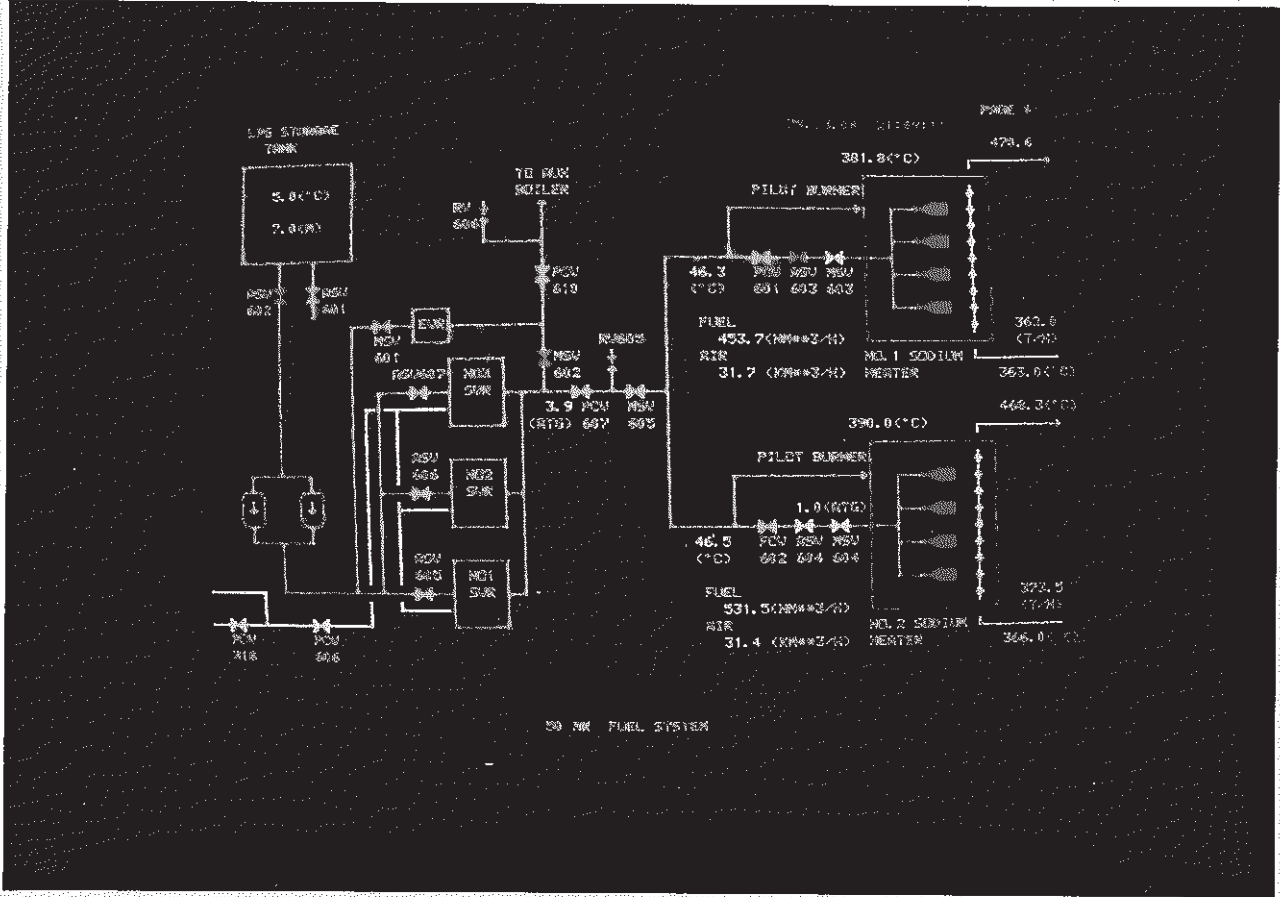


写真5.6 燃料系系統図

## 6. プラントデータ表示(CRTデジタル表示・予熱順序表示)

### 6.1 概 要

プラント運転において運転員は温度、流量、圧力など数多くのプラントデータを常時把握しておく必要がある。この為同時に各系統各部分の計装点百点近くをCRTに一括表示することとした。今回はプラントデータ集合表示と予熱順序表示を作成した。

### 6.2 計装点タグ番号方式の概要

本施設では計装点にタグ番号(タグナンバー)を付けて識別している。6ケタで頭1ケタが英字で残り5ケタは数字である。図6.2.1.にその例を示すが1ケタ目が計装点の種類、2ケタ目が設置系統の大分類、3ケタ目が設置系統の小分類、4ケタから6ケタ目は一連番号となっている。ただし“H”ではじまるループ側予熱計装のタグナンバーの2ケタ目と3ケタ目の通しで設置系統を示す。例えばF 12002は、SG入口Na流量、T 27001はEV入口給水温度である。

### 6.3 プラントデータ集合表示

CRTディスプレイ上にプラント測定値をデジタル表示する方式は各種の計装システムで用いられている。この方式は計算機オペコン、分散型デジタル計装、多点温度監視装置などに使われそれらのものは頁がえ機能を用いてあらかじめ決めておいた配列で表示するものである。

計装タグナンバーを自由にかつ即座にキーボードから入力出来る特徴を有する表示システムを開発した。プラント値の表示は5秒ごとに新しい測定結果で置きかえられる。現在あるCRTは一画面に4000字表示できるものであるので96点の測定値を一挙に表示することが可能であった。タグナンバーは中央制御室でプラントを運転しながらも運転員がキーボードから入力出来る様にした。表示画面を図6.3.1に示す。

運転員が自由にタグナンバーを設定可能である。例えば1日の運転の最初の打合せでその日の工程が決まるとCRTに必要なタグナンバーをキー入力で設定しておけば運転中はもっぱらその表示を監視することにより運転状況の把握が可能である。例えばナトリウムチャージに対しては温度変化によりチャージレベルを知ることが出来るので測定値のエレベーションの順に温度計装タグナンバーをキー入力表示させればチャージの進行状態が把握できる。従来の計数表示管への一点だけの表示ではナトリウム液位とその温度計装点設置位置の通過を見落とすといったことも起りうる。またナトリウムポンプ性能確認試験においては各点流量、各点温度、回転数を同時に表示し、実験条件にプラント状況を合せることが可能となる。

### 6.4 予熱順序表示

ナトリウム配管は通常170℃以上に予熱されていなければならない。特に、ナトリウム・チャー

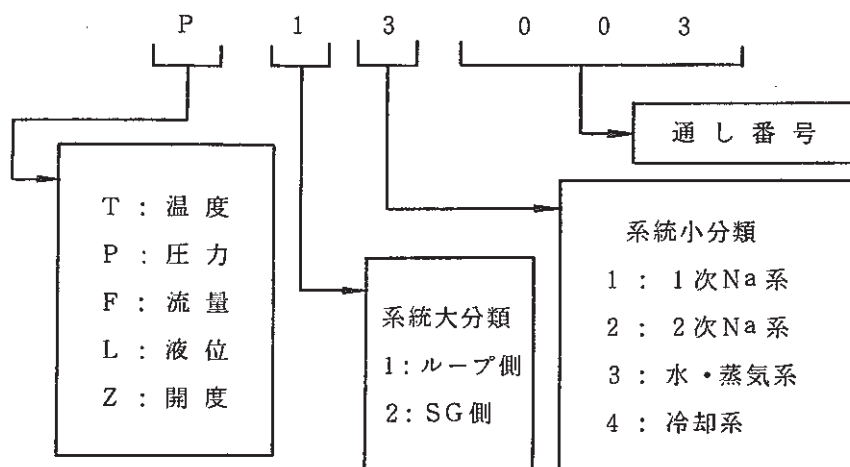


図 6.2.1. タグナンバーの例

ジ直前には一ヶ所でもコールドポイントがあることは許されない。また通常運転時には、配管破断等による各機器、配管からのナトリウムリーク発生時のナトリウム緊急ドレンに備えて常時ドレン配管の予熱を確保しなければならない。また逆に不必要に予熱を上げすぎるとは配管及び予熱ヒータ自体の寿命を短くすることとなりさけねばならない。従来は第3章6節で述べた予熱印字方式により行印字機に印字された計測点を一つ一つチェックして制限内に入っているかを確認していた。50 MW SG 試験施設の計算機に入力されている予熱点は制御用とは別の温度監視用の熱電対であり、各系統の代表点と通常時ナトリウムの流れないドレン系統を主体に監視するようになっている。そこでは約480点の監視点がありナトリウムチャージ直前にはその監視チェックをするためだけでもかなりの時間を必要としていた。各運転開始時にはきまって数個所の予熱不良個所が発生しておりその対策操作等に長時間を必要とし“もんじゅ”の様な大規模施設となると一層の困難が予想される。通常運転時には手間がかかるためほとんどドレン配管の予熱についてはチェックされていなかったのが実情であった。

今回作成した予熱順序表示はこれらの約480点の予熱計装温度を低い順に並べてCRT表示させるものである。図6.4.1.に示す様にCRT一画面に136点の計装点を表示し4画面（4ページ）に480点全部を含めている。図6.4.1.は表示の一例である。左上のタグナンバーH 15701の熱電対による表示は中継端子盤内断線を示しておりその次から12点は純化系配管温度のため120.8～141.8℃と低い値を示している。測定温度値及び計測点番号と同時にその測定箇所を予熱している電源系統番号も表示しており予熱ヒータ、計装温度検出器に問題のある場合、あるいはナトリウム閉塞時

の補修に備えられている。例えば図 6.4.1 に明らかな様に S C - 3 - 25 という電源系統が 1 ページの最初にかたまって表示されていることからその系統の予熱設備のどこかに異常があることが一目でわかる。これにより運転員はすぐさま当該電源系統の昇温操作に入ることが出来必要な場合には保修作業の実施にとりかかることが出来る。実際には制御盤の温度設定値を上げるか保守グループ員との協力により装置不良箇所の修理にとりかかることとなる。

また本機能の CRT 表示の第 4 頁目を出すことにより図 6.4.2. に示す様に低い温度から順番に表示した最後の部分を見ることにより必要以上に高温となっている計測点を認識出来る。

## 6.5 考 察

今回これらの 2 つのプログラムを作成、運用してその有用性が確められた。プラントデータ集合表示について言えば運転員により自由に表示計装点の追加、削除が行えることは重要な事である。ソフトウェアを事前に作成しても企画時点から稼動する状態になるまでに時間がかかり実際に運転時に使用してみると監視点は増える傾向となる。図 6.5.1 ~ 4 に示す画面のタグナンバーはすべて運転員によってキー入力されたものである。ただタグナンバーと計測値だけの表示では不十分でコメントを表示できるよう改造を考慮中である。例えば図 6.5.4 では中間のブロックにタグナンバーの位置に 1 次ナトリウム系のナトリウムチャージをする際の各計装点のフロアーレベルからのエレベーションがコメントとしてキー入力されている。接点式液位計の略号もコメントとしてタグナンバーの間にはさめて入られている。これらのものはソフトウェア製作時には考慮しなかった点である。また H 17803 の様な計算機用タグナンバーは非常に非人間的であり数個のタグナンバーならば記憶することも可能であるが 1000 点近くになるとそれは不可能となる。表示にタグナンバーを使わなくてよい様にすれば最適であるが今後は少なくとも表示に対するコメントを記述するところまでは実施すべきと考えている。

予熱順序表示に関しても運転監視上非常に有効であった。従来では運転員がラインプリンタに印字させ操作の機で制限域外のものにマークを付けていくといった作業をしていた。今回の方式によれば CRT を監視するだけで良く従来方式と比べると必要時間を 1 / 10 にも短縮できる。これから “もんじゅ” においても本機能をもうけ中央制御室の CRT によって全プラントのナトリウム配管、アルゴン配管の予熱を監視出来る様なシステムを設計すべきと考える。

PAGE = 1

0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	0	
A040											
C	TAG	SC	C	TAG	SC	C	TAG	SC	C	TAG	SC
0.0	H15701	SC-2-12	202.4	H15903	SC-2-12	210.5	H15716	SC-2-117	211.7	H13105	SC-3-11
120.8	H16102	SC-3-25	202.7	H16917	SC-3-20	210.5	H15910	SC-2-12	211.7	H14505	SC-3-28
123.9	H16101	SC-3-25	203.3	H17105	SC-2-89	210.7	H17132	SC-3-20	211.7	H13606	SC-2-42
131.3	H15902	SC-3-30	203.6	H17103	SC-3-25	210.8	H13607	SC-2-62	211.7	H14602	SC-2-44
131.6	H16108	SC-3-25	204.5	H17106	SC-2-87	210.8	H14506	SC-3-06	211.7	H14103	SC-3-31
131.9	H15901	SC-2-77	204.5	H17502	SC-3-25	210.8	H13106	SC-2-2	211.7	H14203	SC-3-41
132.8	H16110	SC-3-25	205.1	H16002	SC-2-75	210.8	H13506	SC-3-31	211.7	H15709	SC-2-75
133.1	H16109	SC-2-89	205.8	H17504	SC-3-25	210.8	H13102	SC-4-21	212.0	H16312	SC-2-71
133.4	H16111	SC-2-87	206.7	H14701	SC-3-10	210.8	H13605	SC-2-42	212.0	H16519	SC-2-75
139.6	H16103	SC-2-89	207.0	H17128	SC-3-20	210.8	H15722	SC-3-20	212.0	H13101	SC-3-11
140.8	H15909	SC-2-75	207.0	H17503	SC-3-25	210.8	H15724	SC-3-20	212.3	H14902	SC-3-10
141.2	H15907	SC-3-20	207.3	H18012	SC-2-23	211.0	H16916	SC-2-12	212.3	H14601	SC-3-9
141.8	H15908	SC-3-20	207.9	H16915	SC-3-20	211.0	H16518	SC-2-76	212.6	H16311	SC-2-9
162.8	H18009	SC-3-30	207.9	H17104	SC-2-21	211.0	H16410	SC-2-69	212.6	H15726	SC-3-20
173.1	H15107	SC-2-76	207.9	H17127	SC-3-20	211.0	H17408	SC-3-24	212.6	H13103	SC-3-11
175.3	H18011	SC-3-30	207.9	H17102	SC-2-21	211.0	H17411	SC-3-24	212.6	H14502	SC-3-6
176.8	H16421	SC-2-67	207.9	H17131	SC-2-75	211.1	H15723	SC-2-75	212.9	H16315	SC-2-73
187.4	H18005	SC-2-118	207.9	H17901	SC-2-105	211.1	H13602	SC-3-7	212.9	H16509	SC-3-25
191.8	H17119	SC-2-87	208.3	H13501	SC-2-43	211.1	H14603	SC-4-21	212.9	H16405	SC-2-8
194.9	H17801	SC-2-14	208.3	H13503	SC-2-43	211.1	H13807	SC-2-62	212.9	H15705	SC-3-20
195.5	H16309	SC-3-18	208.6	H16316	SC-3-25	211.1	H16319	SC-2-71	212.9	H14207	SC-3-5
195.8	H17712	SC-3-25	208.6	H13504	SC-3-7	211.1	H15717	SC-3-20	212.9	H13403	SC-2-30
196.1	H18010	SC-2-23	208.6	H15101	SC-2-75	211.1	H14501	SC-3-6	212.9	H14303	SC-3-3
197.1	H17711	SC-2-21	209.5	H16407	SC-3-18	211.4	H17904	SC-2-105	212.9	H13406	SC-3-11
197.7	H15306	SC-4-19	209.8	H17905	SC-3-21	211.4	H14802	SC-2-51	212.9	H14402	SC-2-65
198.4	H15305	SC-4-19	209.8	H17501	SC-3-25	211.7	H16310	SC-3-19	212.9	H13801	SC-2-18
199.6	H16401	SC-3-18	210.1	H17129	SC-2-12	211.7	H16411	SC-2-67	212.9	H13104	SC-2-4
199.9	H17713	SC-3-25	210.2	H13507	SC-3-7	211.7	H16521	SC-3-20	212.9	H13107	SC-3-11
200.5	H16112	SC-2-21	210.2	H15715	SC-2-75	211.7	H16504	SC-2-87	212.9	H14105	SC-3-3
201.1	H17410	SC-3-24	210.2	H13502	SC-2-43	211.7	H14705	SC-3-10	212.9	H13604	SC-3-8
201.1	H18004	SC-2-23	210.4	H16508	SC-2-87	211.7	H14205	SC-3-4	212.9	H13402	SC-2-30
201.7	H16423	SC-3-18	210.4	H17126	SC-2-12	211.7	H14302	SC-3-3	212.9	H15301	SC-3-22
201.7	H17409	SC-3-24	210.5	H15102	SC-2-75	211.7	H14908	SC-2-3	212.9	H14206	SC-3-5
202.0	H17101	SC-3-25	210.5	H14901	SC-3-10	211.7	H14306	SC-2-36	212.9	H14605	SC-3-9

Na 等温運転時

H15701 断線

H161xx 2次CT系

H159xx 1次CT系

図 6.3.1 プラントデータ集合表示 (1)

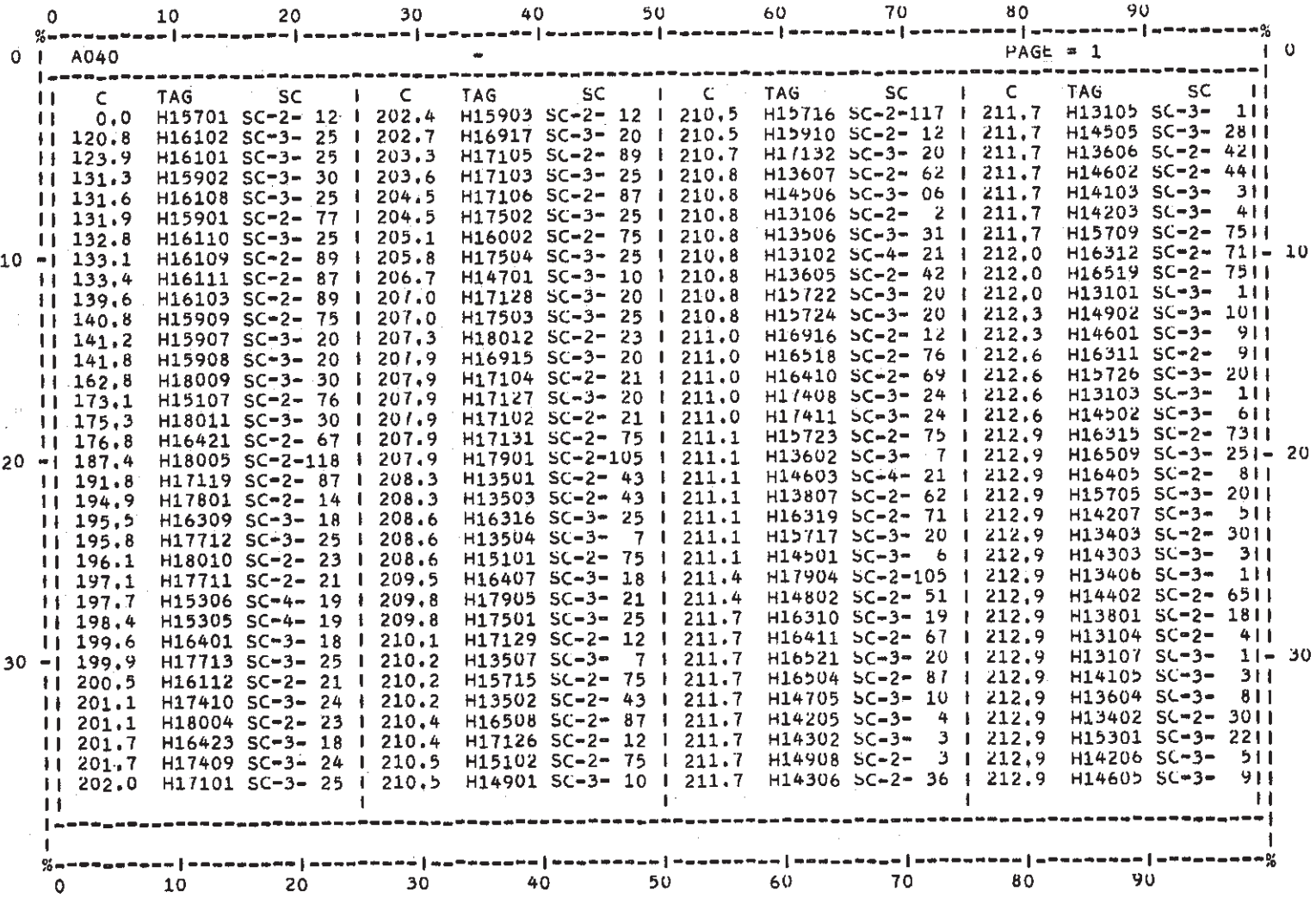


图 6.4.1 予熱順序表示 (低温側)

33

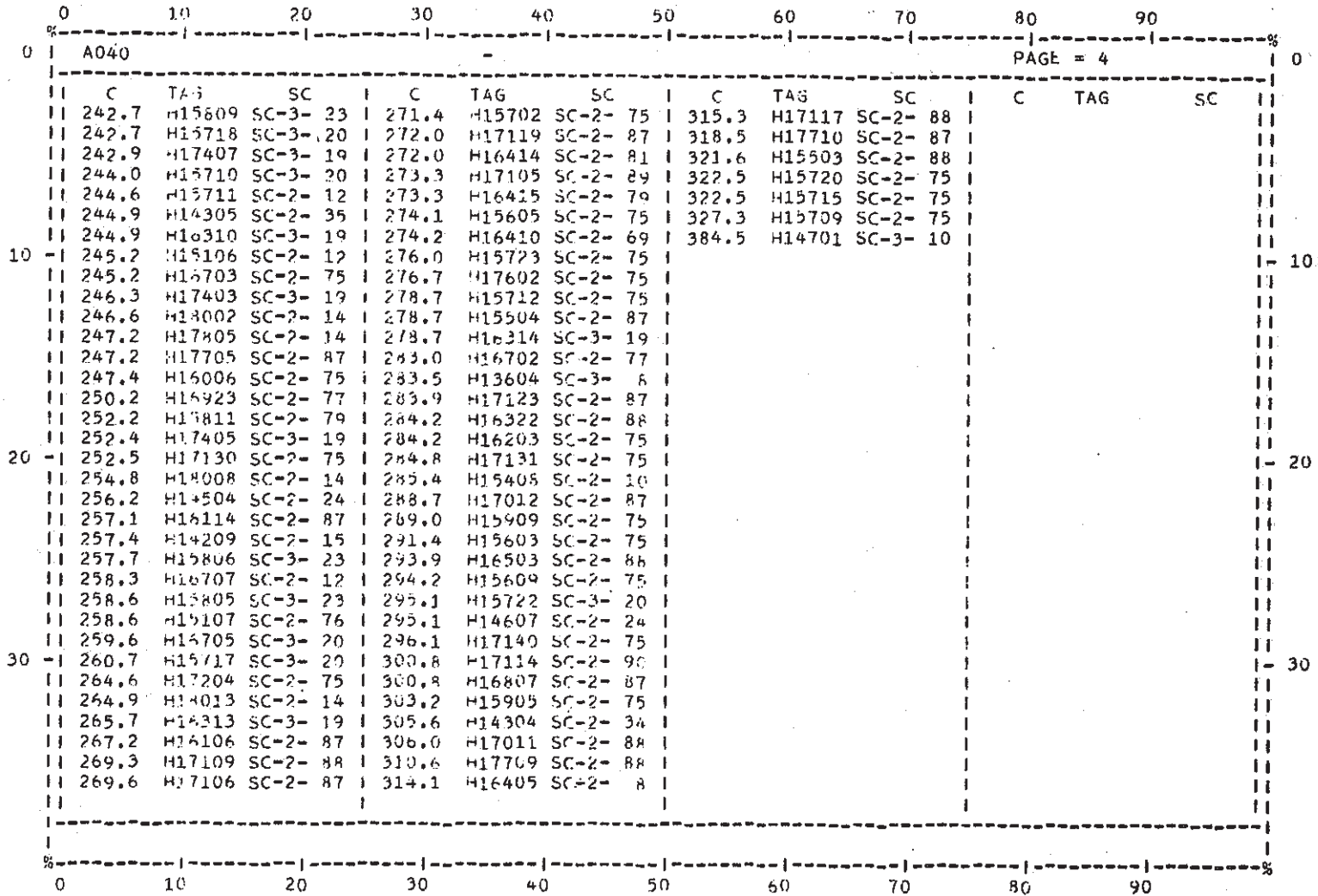


图 6.4.2 予熱順序表示 (高温側)

0 10 20 30 40 50 60 70 80 90 %

0 | A030 PLANT DATA | PAGE = 4 | 0

|( 497) 1ST NAP TEST | ( 498) | ( 499) |

( 401) F11001	5.4281E 02	( 433)	( 465)
( 402) F11007	1.7812E 01	( 434)	( 466)
( 403) P11001	4.7687E 00	( 435)	( 467)
( 404) P11002	6.0625E-01	( 436)	( 468)
10 - ( 405) P17004	0.0000E 00	( 437)	( 469)
( 406) T11008	2.1600E 02	( 438)	( 470)
( 407) S11001	1.1087E 03	( 439)	( 471)
( 408) F11002	2.6600E 02	( 440)	( 472)
( 409) F11003	2.7150E 02	( 441)	( 473)
( 410) F11004	4.7062E 02	( 442)	( 474)
( 411) F11005	4.8750E 02	( 443)	( 475)
( 412) F11008	3.8437E 01	( 444)	( 476)
( 413) F11009	3.5812E 01	( 445)	( 477)
( 414)		( 446)	( 478)
20 - ( 415)		( 447)	( 479)
( 416)		( 448)	( 480)
( 417)		( 449)	( 481)
( 418)		( 450)	( 482)
( 419)		( 451)	( 483)
( 420)		( 452)	( 484)
( 421)		( 453)	( 485)
( 422)		( 454)	( 486)
( 423)		( 455)	( 487)
( 424)		( 456)	( 488)
30 - ( 425)		( 457)	( 489)
( 426)		( 458)	( 490)
( 427)		( 459)	( 491)
( 428)		( 460)	( 492)
( 429)		( 461)	( 493)
( 430)		( 462)	( 494)
( 431)		( 463)	( 495)
( 432)		( 464)	( 496)

% 0 10 20 30 40 50 60 70 80 90 %

図 6.5.1 プラントデータ集合表示 (2)



0		10	20	30	40	50	60	70	80	90	%						
0		A030 PLANT DATA									PAGE = 5		0				
		-----															
		( 597) 2ND NAP TEST									( 598)		( 599)				
		-----															
		( 501) F12002									3.8906E 02		( 533)		( 565)		
		( 502) F12003									4.5469E 01		( 534)		( 566)		
		( 503) P12001									3.3687E 00		( 535)		( 567)		
		( 504) P12002									6.0000E-01		( 536)		( 568)		
10		( 505) P26003									7.2500E-01		( 537)		( 569)		
		( 506) T12005									2.0962E 02		( 538)		( 570)		
		( 507) S12001									1.0875E 03		( 539)		( 571)		
		( 508)											( 540)		( 572)		
		( 509)											( 541)		( 573)		
		( 510)											( 542)		( 574)		
		( 511)											( 543)		( 575)		
		( 512)											( 544)		( 576)		
		( 513)											( 545)		( 577)		
		( 514)											( 546)		( 578)		
20		( 515)											( 547)		( 579)		
		( 516)											( 548)		( 580)		
		( 517)											( 549)		( 581)		
		( 518)											( 550)		( 582)		
		( 519)											( 551)		( 583)		
		( 520)											( 552)		( 584)		
		( 521)											( 553)		( 585)		
		( 522)											( 554)		( 586)		
		( 523)											( 555)		( 587)		
		( 524)											( 556)		( 588)		
30		( 525)											( 557)		( 589)		
		( 526)											( 558)		( 590)		
		( 527)											( 559)		( 591)		
		( 528)											( 560)		( 592)		
		( 529)											( 561)		( 593)		
		( 530)											( 562)		( 594)		
		( 531)											( 563)		( 595)		
		( 532)											( 564)		( 596)		
		-----															
%		-----									%		%				
0		10	20	30	40	50	60	70	80	90							

図 6.5.2 プラントデータ集合表示 (3)

0		10	20	30	40	50	60	70	80	90	%	
0	A030	PLANT DATA									PAGE = 2	0
	I( 297)	2ND NA CHARGE		I( 298)	LEVEL (MM)		I( 299)					I
	I( 201)	H16712	2.1527E 02	I( 233)	-400		I( 265)					I
	I( 202)	H17408	2.1046E 02	I( 234)	-200		I( 266)					I
	I( 203)	H16706	2.1775E 02	I( 235)	+600		I( 267)					I
	I( 204)	H16414	2.7480E 02	I( 236)	+1330		I( 268)					I
10	I( 205)	H17706	2.7586E 02	I( 237)	2450		I( 269)					I
	I( 206)	H16418	2.1403E 02	I( 238)	3000		I( 270)					I
	I( 207)	H16621	2.1837E 02	I( 239)	4000		I( 271)					I
	I( 208)	H17118	3.5637E 02	I( 240)	5500		I( 272)					I
	I( 209)	H13808		I( 241)	6500		I( 273)					I
	I( 210)	H16105	2.1558E 02	I( 242)	7500		I( 274)					I
	I( 211)	H16102	1.2073E 02	I( 243)	8700		I( 275)					I
	I( 212)	H16111	1.3299E 02	I( 244)	9700		I( 276)					I
	I( 213)	OTK-1		I( 245)	11196		I( 277)					I
	I( 214)	H16612	2.1930E 02	I( 246)	13400		I( 278)					I
20	I( 215)	OTK-2		I( 247)	15040		I( 279)					I
	I( 216)	H14306	2.1296E 02	I( 248)	16500		I( 280)					I
	I( 217)	H14405		I( 249)	17700		I( 281)					I
	I( 218)	OTK-3		I( 250)	18028		I( 282)					I
	I( 219)	H16503	2.1341E 02	I( 251)	19300		I( 283)					I
	I( 220)	OTK-4		I( 252)	21002		I( 284)					I
	I( 221)	H14801	2.1327E 02	I( 253)	22000		I( 285)					I
	I( 222)	NAP-P		I( 254)	22300		I( 286)					I
	I( 223)	H14203	2.1172E 02	I( 255)	22500		I( 287)					I
	I( 224)	H14105	2.1327E 02	I( 256)	23100		I( 288)					I
30	I( 225)	H16316	2.0907E 02	I( 257)	23150		I( 289)					I
	I( 226)	SG-1		I( 258)			I( 290)					I
	I( 227)	SG-2		I( 259)	23356		I( 291)					I
	I( 228)	NAP-1		I( 260)	23500		I( 292)					I
	I( 229)	SG-3		I( 261)			I( 293)					I
	I( 230)	SG-4		I( 262)	23900		I( 294)					I
	I( 231)	SG-5		I( 263)			I( 295)					I
	I( 232)			I( 264)			I( 296)					I

図 6.5.3 プラントデータ集合表示 (4)

A030 PLANT DATA				PAGE = 3	
( 397 )	1ST NA CHARGE	( 398 )	LEVEL (MM)	( 399 )	
( 301 )	H17803	2.3211E 02	( 333 ) -760	( 365 )	
( 302 )	H16006	2.3724E 02	( 334 ) +100	( 366 )	
( 303 )	H15114	3.0580E 02	( 335 ) +1600	( 367 )	
( 304 )	H16922	3.0087E 02	( 336 ) 2100	( 368 )	
10 - ( 305 )	V01004		( 337 ) 2200	( 369 )	10
( 306 )	H17139	3.1787E 02	( 338 ) 4500	( 370 )	
( 307 )	H16620	2.1994E 02	( 339 ) 5500	( 371 )	
( 308 )	H15906	3.2537E 02	( 340 ) 6800	( 372 )	
( 309 )	OTK-1		( 341 ) 7200	( 373 )	
( 310 )	V35122		( 342 ) 9700	( 374 )	
( 311 )	OTK-2		( 343 ) +11040	( 375 )	
( 312 )	H13401		( 344 ) 12000	( 376 )	
( 313 )	V39133		( 345 ) 13400	( 377 )	
( 314 )	OTK-3		( 346 ) 14020	( 378 )	
20 - ( 315 )	H16312	2.1219E 02	( 347 ) 15000	( 379 )	20
( 316 )	V46145		( 348 ) 16300	( 380 )	
( 317 )	OTK-4		( 349 ) 17000	( 381 )	
( 318 )	H13107	2.1446E 02	( 350 ) 17500	( 382 )	
( 319 )	V32095		( 351 ) 18550	( 383 )	
( 320 )	IHX-1		( 352 ) 19000	( 384 )	
( 321 )	IHX-2		( 353 ) 19300	( 385 )	
( 322 )	NAP-1		( 354 ) 19356	( 386 )	
( 323 )	IHX-3		( 355 ) 19500	( 387 )	
( 324 )			( 356 )	( 388 )	
30 - ( 325 )			( 357 )	( 389 )	30
( 326 )			( 358 )	( 390 )	
( 327 )	H15204	2.6914E 02	( 359 )	( 391 )	
( 328 )			( 360 )	( 392 )	
( 329 )	H15305	1.9832E 02	( 361 )	( 393 )	
( 330 )	H15306	1.9677E 02	( 362 )	( 394 )	
( 331 )			( 363 )	( 395 )	
( 332 )	H15607	3.7434E 02	( 364 )	( 396 )	

図 6.5.4 プラントデータ集合表示 (5)

## 7. デマンド印字

### 7.1 概 要

運転員がプラント状況を知る手段としてラインプリンタ装置（LP）に計装点の値および熱量エンタルピなど性能計算値を印字することが可能となっている。これらの記録は運転用として必要時に数値を確認しプラント状況を把握するに使用されると同時に、データ保存のための運転記録・解析試験記録としても用いられている。3.4.デマンド印字で述べたように全系、蒸気発生器系等のデマンド印字は、既設機能として備えられており本章では新たに加えた印字方法について述べる。

### 7.2 機 能

新たに、全系LP印字処理と、各計装点について希望する回数の平均化処理後にデマンド印字する機能を追加した。印字配列は図7.2.1.に示す様に計算機ハードウェア設備のマルチプレクサ番号順とした。マルチプレクサ番号（10進数）、計装タグナンバー、計測値が表示される。FACOM 270-25にはアナログ入力点が1024点あり工業計器（ループ側温度、圧力、流量等）予熱用熱電対、蒸気発生器用熱電対の3グループに分けられている。これらはほぼマルチプレクサ順に配列されている。またラインプリンタの印字速度が最大毎分660行で所要時間約1分であるため全点を印字してもさほど時間がかからない。また全点を印字しているためにデータの取り落しがないというメリットがある。LP印字は印字フォーマットをすぐには変更しにくいということもありどのプロセス計算機でも必要な機能である。またマルチプレクサ等計算機ハードウェア自体の変更はさほどないが、実験設備であるために配線のつなぎ換えが頻繁に要求されるためハードウェアに依存したソフトウェアはメリットがある。

平均化処理はCRT装置から回数を指定しその回数だけ、データを採取しその平均値を求めて印字するものである。プラント値にはある程度ランダム的なノイズが乗っており試験データ等の保存用データとしては平均値をとらざるを得ない。3.6.4.でも述べた様にマルチプレクサ前段にアナログフィルタを入れカットオフ周波数を最適に調整することにより計算機処理時間を無駄に使用しない考慮を払うことも重要であると考えが現在のところ実施していない。

### 7.3 考 察

あまり時間がかからずにラインプリンターに印字されること、ソフトが簡単であるために信頼性があるといった点から本機能は試験解析用の保存データとして使用されている。保守用としても計算機入力装置のチェック、不調計装設備の発見等に有効に用いられた。

運転監視用としてはCRTによる監視が主体であるため本機能を用いることはなかった。なお同じラインプリンタ印字でも第6章に述べた予熱順序表示、ラインプリンタ印字は予熱温度不良点がある程度発生するという理由からナトリウムチャージ前にはかなり利用されている。この様に運転

用には予熱温度の様に不良点を，ラインプリンタ用紙を用いて一箇所一箇所つぶしていくような操作が必要な場合には有効であることがわかった。また本機能に関しても“もんじゅ”でも行われる特性試験のデータ収録用，データ整理用に有効と思われる。





## 8. デジタル入力変化チェック

### 8.1 概 要

運転操作の記録および異常時の原因究明などに弁の開閉、機器類の起動停止状態を記録しておくことは非常に有益である。3.2.トリップ順序記録でも述べたように従来は64点の項目について1/64秒ごとにデジタル入力の変化をチェックし変化があった時にタイプライターに時分秒と発生項目名を印字していた。トリップ発生時には運転上数種類のトリップ原因が想定されることから本機能がないとプラントトリップ原因が判別出来ない場合も起り得る。本章では、デジタル入力点数を513点に増加させてデジタル入力の変化を表示させた例について述べる。

### 8.2 機 能

デジタル入力点としては、18ワード、576点分の容量があるがアキ点があるため513点の信号が接続されている。これらのほとんどは昭和49年7月の本施設完成時に接続されたものである。その後一部トリップ順序記録の使用条件に基づいてより良好な記録のために十数点の変更がなされた。1点に1ビットが用いられ一つの接点のオン・オフに対応している。その内訳を表8.2.1.に示す。一回デジタル入力点全点の入力が行われるごとに1bitずつ前の状況と比較されもし異なる場合はそのbit番号と変化後のbit内容、時刻が印字される。これをエントリースイッチがオフとなるまで10秒ごとに繰り返す。これは、前述のトリップ順序記録との比較を行うために簡単なプログラムを作成して試験的に行ったものである。

### 8.3 考 察

プラントトリップ用のものと異なり運転操作上のグレードの異なる入力があり今回のチェックでは有効度は不明であった。本施設では熱源としてLPG炊きの2台のナトリウム加熱器を用いており火焰を見るフレームアイがNo.1, No.2各々4台、計8台設置されており頻繁に点滅をくり返す。特に低負荷時の、火焰の小さい時には点滅を頻発し、タイプライターに次々と印字する結果となった。このことからチェック不要な入力点はソフト的に削除する必要がある。また頻発するが残したい測定点は3分間程度印字させない等のチャタリング防止を行う必要がある。

### 8.4 今後の計画

本機能によりプラントトリップなど異常事象発生の場合、実際にどのような操作が行われてどのような事象が起ったのか正確な時刻と共に把握できる。異常事象発生の原因を正確につかみ、その後の異常事態にそなえることは非常に重要である。実機での多くでのプラントトリップ時のデータを収録しその結果を検討することにより実プラントにおける必要な入力点の選択等の検討を行い本機能の充実をはかっていく必要がある。



表 8.2.1. デジタル入力点 内訳

分 類	点 数
ポンプ (1次Nap, 2次Nap, FWP, ブースターポンプ)	4
ファン (Na 加熱器FDF, 換気ファン, AC ファン, CTファン)	7
ダンパ (Na 加熱器)	6
フレームアイ (Na 加熱器1A, 1B, 1C, 1D, 2A, 2B, 2C, 2D)	8
弁 全開リミットスイッチ, 全閉リミットスイッチ (Na 系, 水系)	288
装置 (水処理装置)	1
電源 (動力電源, 計装用直流電源, 計装用交流電源)	3
リーク警報 (Na リーク)	2
液位 (Nap, IHX, オーバーフロータンク, ストレージタンク)	29
警報 (水リーク, 温度, 圧力, レベル)	28
計装用リレー (出力指令装置, 信号系統切替用)	15
押ボタン (MF T, SG 隔離, LPG タンク停止, Na 加熱器ドレン, ループドレン, 大, 小リーク)	7
切替スイッチ (HPH ドレン切替, FDF 停止許可, インタロックリセット)	4
調節計 (手動-自動-追値)	81
調節計 (設定警報)	30

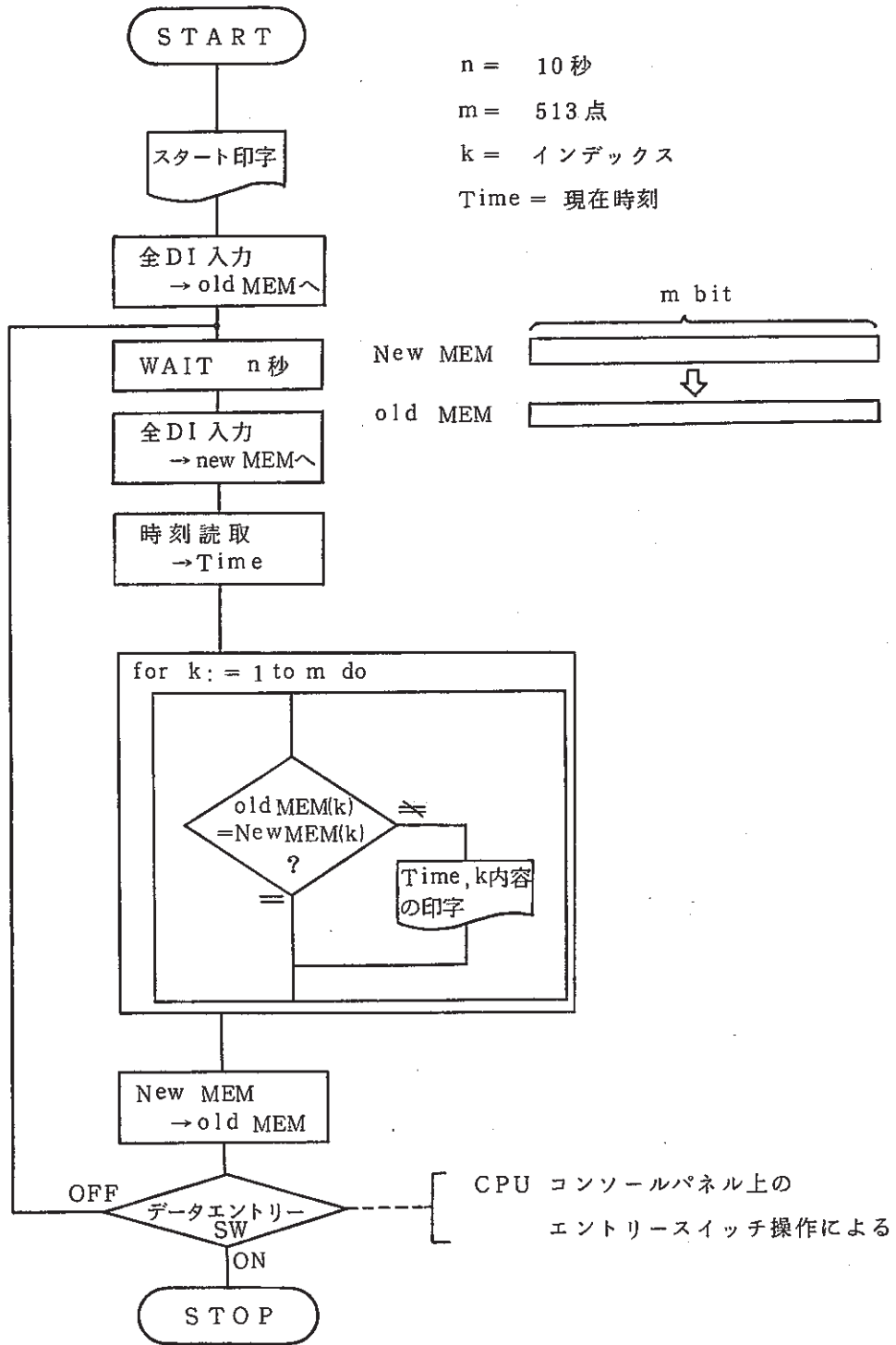


図 8.2.1. デジタル入力変化チェック 流れ図

## 9. 蒸発器出口蒸気温度過熱度表示

### 9.1 概 要

“もんじゅ”蒸気発生器システムにおいては蒸発器出口蒸気温度は、飽和温度プラス 30℃(約360℃)の条件で運転される設計となっている。本施設の運転は 360℃～440℃で行なっているが、下限の温度は過熱器にオーステナイトステンレスを使用しているためその設計通気条件を飽和温度プラス 30℃としていることから、上限は蒸発器出口配管部に設置されているドラムの設計温度により決まっている。蒸発器出口蒸気温度が低下し湿分が発生すると、過熱器より上流に設置されているドラムに液位が発生上昇しドラム水位高となる。この信号は過熱器湿分流入防止の点からプラント・インターロックの一つとして採用されており、その発生により全系停止に至る。通常運転中には各系のナトリウム流量・給水流量・ナトリウム加熱器出力等の変動により蒸発器出口蒸気温度も変動するので十分注意を払ってその過熱度を監視することが必要である。

### 9.2 方 法

図 9.2.1 に示す様にドラム圧力をP、蒸発器出口温度をT、ドラム圧力に対する飽和温度をf(P)とすると、過熱度 $\Delta T_s$ は、

$$\Delta T_s = T - f(P) \quad (9.2.1 \text{ 式})$$

となる。ここでTとPは実測値であり、f(P)は実測値のPを与えることにより蒸気表から求めることが出来る。(蒸気表としては機械学会 1968年版蒸気表に示されている計算式によった。)ミニコン内での詳細な式については図 9.2.2 に示す。 $\Delta T_s$ の表示は水蒸気系操作デスク上に仮設の直流電圧計を設置し目盛を変更して使用した。

### 9.3 結 果

運転中、常時計器を作動させ運転監視に用いた。運転上この値は重要であることから運転員が適宜表示を読み、プラント状況を把握するために活用された。本表示・警報システムは有効であることが示された。

### 9.4 もんじゅでの方法

今回は、演算器を製作せず計算機により出力したが応答性、信頼性の点から計算機によらずデジタル型の演算機能をもった単一機能のハードウェアを用いるシステムを採用することが望ましい。図 9.4.1 の構成とし、出力レンジは $-10^\circ\text{C} \sim 60^\circ\text{C}$ ないし $-10^\circ\text{C} \sim 90^\circ\text{C}$ 、誤差は $3^\circ\text{C}$ 以下とした。計算機による方式を導入する前の工業計器を用いた過熱度演算器では飽和温度を圧力からの直線変換で求めたため誤差も多く、かつ警報設定器として $0 \sim 600^\circ\text{C}$ のレンジのものを使用したため $30^\circ\text{C}$ の過熱度を設定するのに $\pm 20^\circ\text{C}$ 程度の誤差が発生し、“蒸発器出口蒸気湿度大”の警報が有効に作

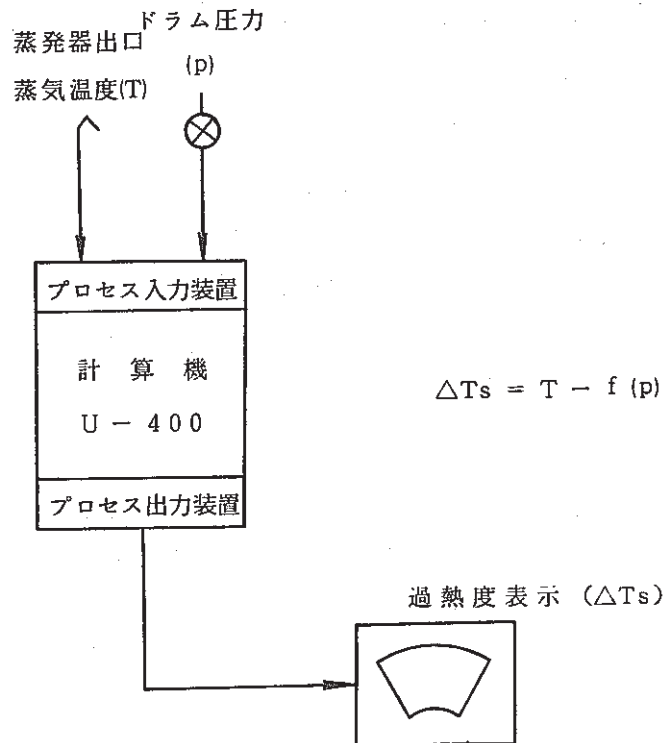


図 9.2.1 ミニコンを用いた過熱度表示

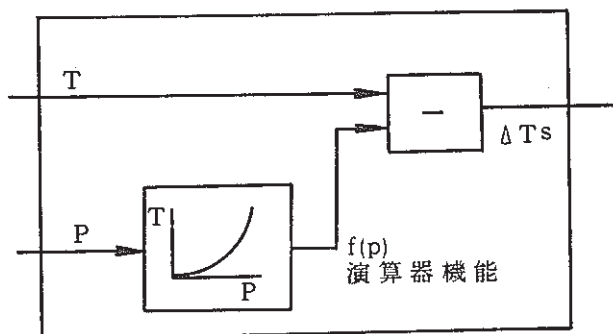
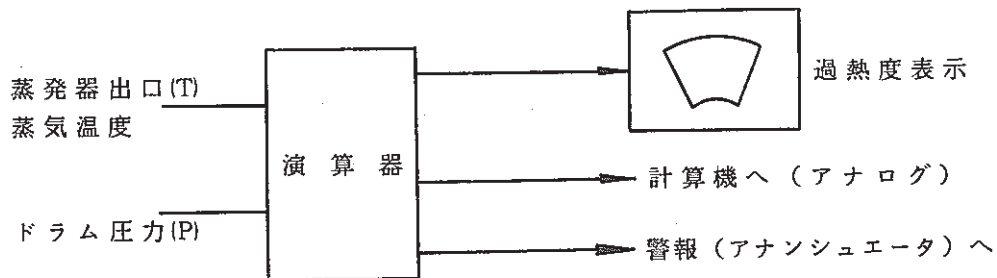


図 9.4.1 将来の過熱度表示システム

Ti : 蒸発器出口蒸気温度 (°C, 取込値)

Pi : 蒸発器出口蒸気圧力 (Kg/cm<sup>2</sup>G, 取込値)

$$\beta = \frac{(Pi + 1.033) \times 98066.5}{22120000.0}$$

$$\theta = \text{THETAK}(\beta) \times 647.3 - 273.15$$

Ts = Ti -  $\theta$  ..... (°C, 結果の過熱度)

#### THETAK( $\beta$ )関数の説明

```

TCI = 647.3
begin
  if  $2.763311032 \times 10^{-5} \leq \beta$  and  $\beta < 190.0$ 
  then begin
    TH: =  $(\log_{10}\beta + 7.89) / 7.8867$ 
    TL: =  $(\log_{10}\beta + 6.76) / 7.8867$ 
    KEY: = false
    while KEY = false do
      begin
        BH = BETAK(TH)
        BL = BETAK(TL)
        TN =  $(TH - TL) / (BH - BL) * (\beta - BL) + TL$ 
        BN = BETAK(TN)
        if ABS( $\beta - BN$ ) <  $1.0 \times 10^{-6}$  THEN KEY: = true
        if BN >  $\beta$  then TH = TN else TL = TN
      end
    end
    THETAK: = TN
  end
else THETAK: = -1.0 end
end

```

図 9.2.2 蒸発器出口蒸気温度過熱度計算式

## BETAK(Tx)関数の説明

```

const  k1 = - 7.691234564 × 100
        k2 = - 2.608023696 × 101
        k3 = - 1.681706546 × 102
        k4 =  6.423285504 × 101
        k5 = - 1.189646225 × 102
        k6 =  4.167117320 × 100
        k7 =  2.097506760 × 101
        k8 = 109
        k9 =  6

begin
  B1 = 1.0 - Tx
  B2 = B12
  A := (k1 + (k2 + (k3 + (k4 + k5 * B1) * B1) * B1) * B1) * B1
  A := A / (1.0 + k6 * B1 + k7 * B2) / Tx
  BETAK := exp((A - B) / (k8 * B2 + k9))
end

```

図 9.2.2 (続き)

動しなかった。この様な例からも多折線方式の演算器又はデジタル型演算器などを用い運転上十分に信頼出来るまでの精度を有する方式とすべきである。

## 10. 多重計測系のクロスチェック

### 10.1 概 要

運転監視方式の一方式としてプラント計測系において同一の物理量に対して多重の計測を行なっている場合、あるいは例えば IHX の 1 次側、2 次側のヒートバランスといったように一つの正の値に対して 2 つ以上の出力が得られる場合に、その値間で相互のチェックを行ない差の生じ方を監視することにより異常状態を診断することができる。その有効性を検討することを目的に本施設の 1 次ナトリウム系 7 台の流量計に対して、相互の測定値を比較する多重計測系のクロスチェックによる運転監視方式について検討を行なった。

### 10.2 方 法

1 次ナトリウム系システムの概略を図 10.2.1 に示す。本検討においては表 10.2.1 に示す 7 台の流量計をとりあげた。各流量計の指示を  $F_{101}$ ,  $F_{102}$ ,  $F_{103}$ ,  $F_{104}$ ,  $F_{105}$ ,  $F_{106}$ ,  $F_{107}$ ,  $F_{108}$ ,  $F_{109}$  とすると、

$$S_1 = F_{105} - F_{106} \quad \dots\dots\dots (10.1)$$

$$S_2 = F_{104} + F_{107} - F_{105} \quad \dots\dots\dots (10.2)$$

$$S_3 = F_{101} - F_{104} - F_{108} - F_{109} \quad \dots\dots\dots (10.3)$$

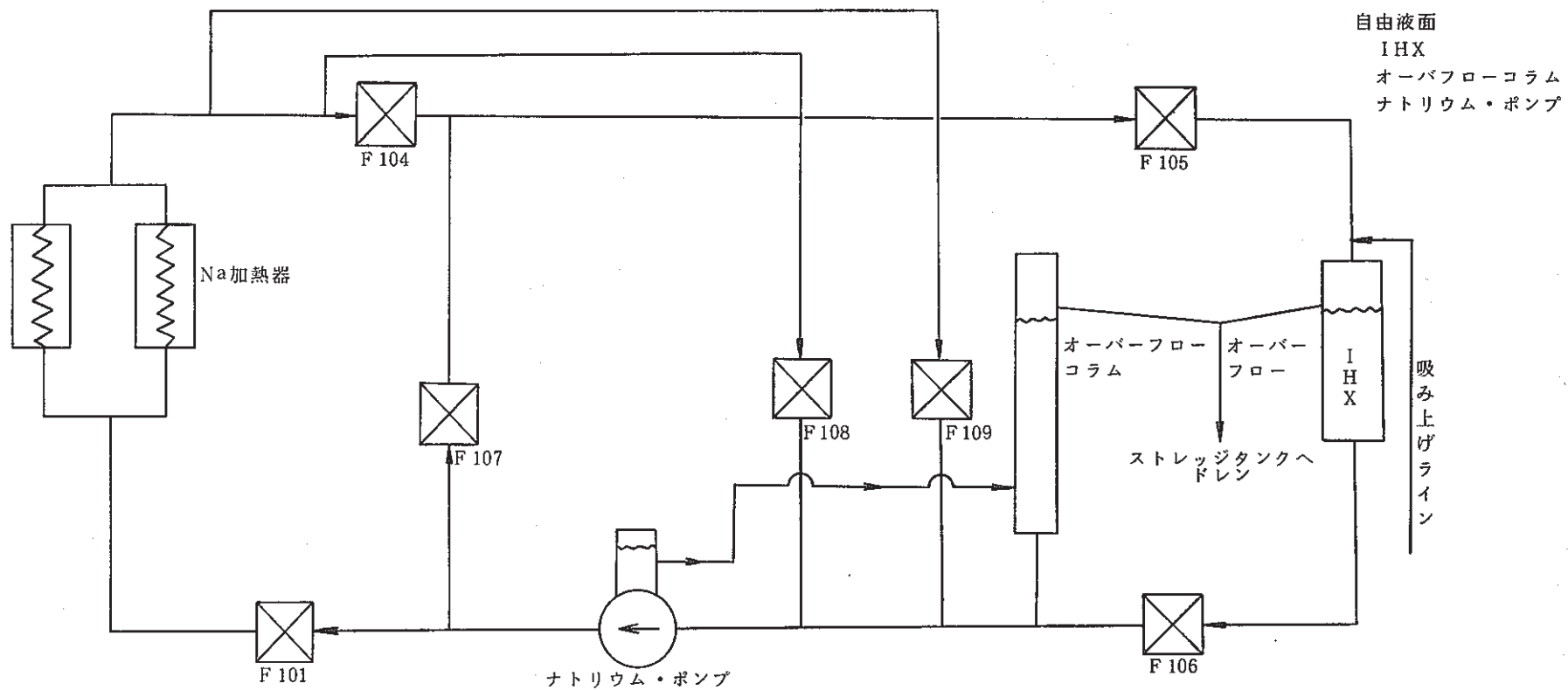
$$S_4 = F_{101} + F_{107} - F_{108} - F_{109} - F_{106} \quad \dots\dots\dots (10.4)$$

の関係がある。この 4 式において各々の値が 0 以外になった場合でかつ表 10.2.2 に合致する場合に、特定の流量計かあるいはその間の配管に異常の生じたことがわかる。例えば異常の設定値を  $\epsilon$  として  $S_1 > \epsilon$ ,  $S_2 < \epsilon$ ,  $|S_3| < \epsilon$ ,  $|S_4| < \epsilon$  ならばこの表から F105 が + 側に異常となったと判定出来る。F104, F105, F106, F107 については、この方式により即座に特定出来、又 F101, F108, F109 についてはその 3 つの流量計のどれかが不良であることを示すことが可能である。この場合にはバイパス系の弁を締める等の操作を行ない再度  $S_3$ ,  $S_4$  の値を求め  $S_3$  と  $S_4$  の値と弁開閉状態の組み合わせから  $F_{101}$ ,  $F_{108}$ ,  $F_{109}$  の流量計のうちの不調のものを特定することができる。

### 10.3 結 果

流量計がすべて正常であれば  $S_1$ ,  $S_2$ ,  $S_3$ ,  $S_4$  の値は 0 となるはずであるが誤差があるため若干はずれる。一次ナトリウム系主流量計が 0 ~ 1,500 T/H レンジであるのでその 2% の 30 T/H を  $S_1$  から  $S_4$  までの値のズレの許容値として本クロスチェック方式を 50 Mw SG 試験施設に適用したところ流量計異常の信号は発せられなかった。しかし当然一台の流量計が本来指示すべき値よりかけはなれた不良値が出れば原理的に必ず警報が発せられ本システムは有効に利用出来ると考えられる。これにより計測装置断線、電源異常など急激にプラス方向又はマイナス方向に振り切れる故障だけでなく 2% 以上の変動があるものについても異常が発見できる。その異常状態の発生する例として流量計自体の出力の劣化、アンプの特性変化、温度補正演算器の不調又は、補正演算器の





$$\begin{aligned}
 &F 105 = F 106 \\
 &F 104 + F 107 = F 105 \\
 &F 101 = F 104 + F 108 + F 109 \\
 &F 101 + F 107 = F 108 + F 109 + F 106
 \end{aligned}$$

図 10.2.1 1次ナトリウム系系統図

表 10.2.1 1次系ナトリウム流量計一欄表

計器番号	名 称	レ ン ジ	備 考
F101	ナトリウムポンプ出口流量	1,500T/H	12インチ配管に設置
F104	コールドバイパスミキシング ティ入口流量	1,500T/H	12インチ " FCV104の制御
F105	IHX1次系入口流量	1,500T/H	12インチ " FCV105又はナトリウム ポンプの制御
F106	IHX1次系出口流量	1,500T/H	12インチ "
F107	コールドバイパス流量	1,500T/H	12インチ " FCV107の制御
F108	ホットバイパス流量	300T/H	6インチ "
F109	クーラーバイパス流量	300T/H	6インチ " FCV109の制御

表 10.2.2 異常検出テーブル

計算式の絶対値が  $\epsilon$  を越えると異常

各流量計の異常  計算式	F101 が + 側に 異常	F108 又は F109 が - 側に 異常	F101 が - 側に 異常	F108 又は F109 が + 側に 異常	F104 が + 側に 異常	F104 が - 側に 異常	F105 が + 側に 異常	F105 が - 側に 異常	F106 が + 側に 異常	F106 が - 側に 異常	F107 が + 側に 異常	F107 が - 側に 異常
	$S_1 = F105 - F106$	0	0	0	0	0	0	$S_1 > \epsilon$	$S_1 < \epsilon$	$S_1 < \epsilon$	$S_1 > \epsilon$	0
$S_2 = F104 + F107 - F105$	0	0	0	0	$S_2 > \epsilon$	$S_2 < \epsilon$	$S_2 < \epsilon$	$S_2 > \epsilon$	0	0	$S_2 > \epsilon$	$S_2 < \epsilon$
$S_3 = F101 - F104 - F108 - F109$	$S_3 > \epsilon$	$S_3 > \epsilon$	$S_3 < \epsilon$	$S_3 < \epsilon$	$S_3 < \epsilon$	$S_3 > \epsilon$	0	0	0	0	0	0
$S_4 = F101 + F107 - F108 - F109 - F106$	$S_4 > \epsilon$	$S_4 > \epsilon$	$S_4 < \epsilon$	$S_4 < \epsilon$	0	0	0	0	$S_4 < \epsilon$	$S_4 > \epsilon$	$S_4 > \epsilon$	$S_4 < \epsilon$

演算“入”スイッチの入れ忘れ、途中の配管でのナトリウムリークなどがある。

#### 10.4 考 察

計器不良には充分利用出来る。本施設への適用においては、本施設が実験施設であることから実プラントに比べて多くの流量計が設置されているため、特定の一つの流量計のみが異常になった場合はすぐにどの流量計が異常であるかが表示可能である。

実プラントにおいては直列に数個の流量計が設置されることは考えられず、仮に2個の流量計があったとしても常時比較した結果どちらか一方に異常があれば表示はされるがどちらが異常になったかの判別はできない。しかし運転員に異常の表示をすればなんらかの方法で原因追求を始めることができるので、それだけでも十分役に立つ機能である。ポンプ性能が既知であり配管系の圧損データがあれば、ポンプ回転数と流量の関係の標準値との偏差から異常表示を行なうことも可能である。またポンプ効率が既知であれば電流値と流量の比較からもある程度の異常は検知出来る。この様にクロスチェック手法を発展させるとボギー計算手法(運転状態から算出されたプラント補機の運転性能目標値と実際の性能値との偏差を算出)と同様な効果が期待できる。

多重計測計のクロスチェックによるプラント異常検知手法(主に測定装置異常)の適用例としては以下のものが考えられる。

- 1次ナトリウムポンプ回転数－1次ナトリウム流量
- 2次ナトリウムポンプ回転数－2次ナトリウム流量
- 各点流量計
- 各点温度計
- 各点圧力計
- 2次ナトリウム系酸素計、水素計

今後は長期にデータを採取しプラント過渡変化時など各種の運転条件において誤信号(不要な警報)が発生しない確認を行なう予定である。

## 11. Na水反応小リーク自動判定

### 11.1 概 要

本自動判定システムは次の2点を目標として開発した。

1. ナトリウム水反応小リーク事故の早期検出と警報
2. 水リーク時のリーク率の直接表示

ナトリウム中への水リーク時において蒸気発生器のカバーガス部の圧力が上昇しない領域、すなわち小リーク以下の領域での水リーク時にはウェステージによる隣接伝熱管の破損を防止することが重要である。この領域では水リークが発生し系内の水素および酸素の濃度が徐々に上昇しても、運転員が気がつかず水リークが継続し隣接伝熱管をも破損してしまうことが考えられる。このためナトリウム中への水リークについては特別の注意が必要でありリーク検出とその警報システムについては多くの検討がなされている。本章ではリーク率を計算機を用いて算出して水素又は酸素の上昇の状況を判断して警報を発する方法について検討したのでその結果を述べる。微小リーク発生時においてはこの警報により運転員は水素計、酸素計その他、水リークに関係する指示計、記録計の監視を一層強め運転継続、負荷降下、緊急停止等の判断をすることが可能となる。すなわち運転員は水リーク率を知ることにより隣接伝熱管の破損に至るまでの時間的な余裕を知りすばやく次の操作に対する適切な判断をすることができる。本施設の水素計はレンジ切換付のイオンポンプ電流値指示方式を採用しているがこの方法では水リーク率を推定し、ウェステージ時間を算出するには煩雑な計算を必要とし当然誤りもおかしやすく、時間もかかる。そこでリーク率を計算機でオンラインリアルタイムで計算してCRT上に表示し適確な運転操作の判断が行なえるシステムを開発した。図 11.1.1. に従来の方法と今日の方法の比較した概要を図示する。なお本章において各濃度計について略称を用いる事があるのでその対応を表 11.1.1. に示す。

### 11.2 オンライン・リアルタイム水リーク率算出及び警報方式

本方式は計算機にすべての水素計、酸素計の指示値をオンラインで入力してデータを処理しSG伝熱管よりの拡散水素量、コールドトラップ純化等を考慮してリーク率を求めその大小により警報を出すものである。本節ではその方式の詳細について述べる。

#### 11.2.1. データ収集および工業値変換

データ変換には次に述べる計測器の特性にあわせた変換を行なっている。

##### ① ナトリウム中水素計から水素濃度(PPb)を求める

入力として1つのアナログ入力と複数個のデジタル入力を使用している。アナログ入力は記録計入力と同じであり記録計の0～100%目盛は電圧で1～5Vに対応しこれはA/D変換された400～2,000の数値となる。デジタル入力はレンジ信号でありフルスケール1μA, 10μA, …… 1mA, 10mA等に対応している。すなわちデジタルレンジ信号に従ってフ

表 11.1.1 水素計・酸素計の略称

名 称	略 称
蒸発器出口ナトリウム中水素計	EV - HNa
過熱器出口ナトリウム中水素計	SH - HNa
ナトリウムポンプ出口ナトリウム中水素計	NP - HNa
コールドトラップ出口ナトリウム中水素計	CT - HNa
蒸発器カバーガス中水素計	EV - HAr
過熱器カバーガス中水素計	SH - HAr
ナトリウムポンプ出口ナトリウム中酸素計	NP - ONa
コールドトラップ出口ナトリウム中酸素計	CT - ONa

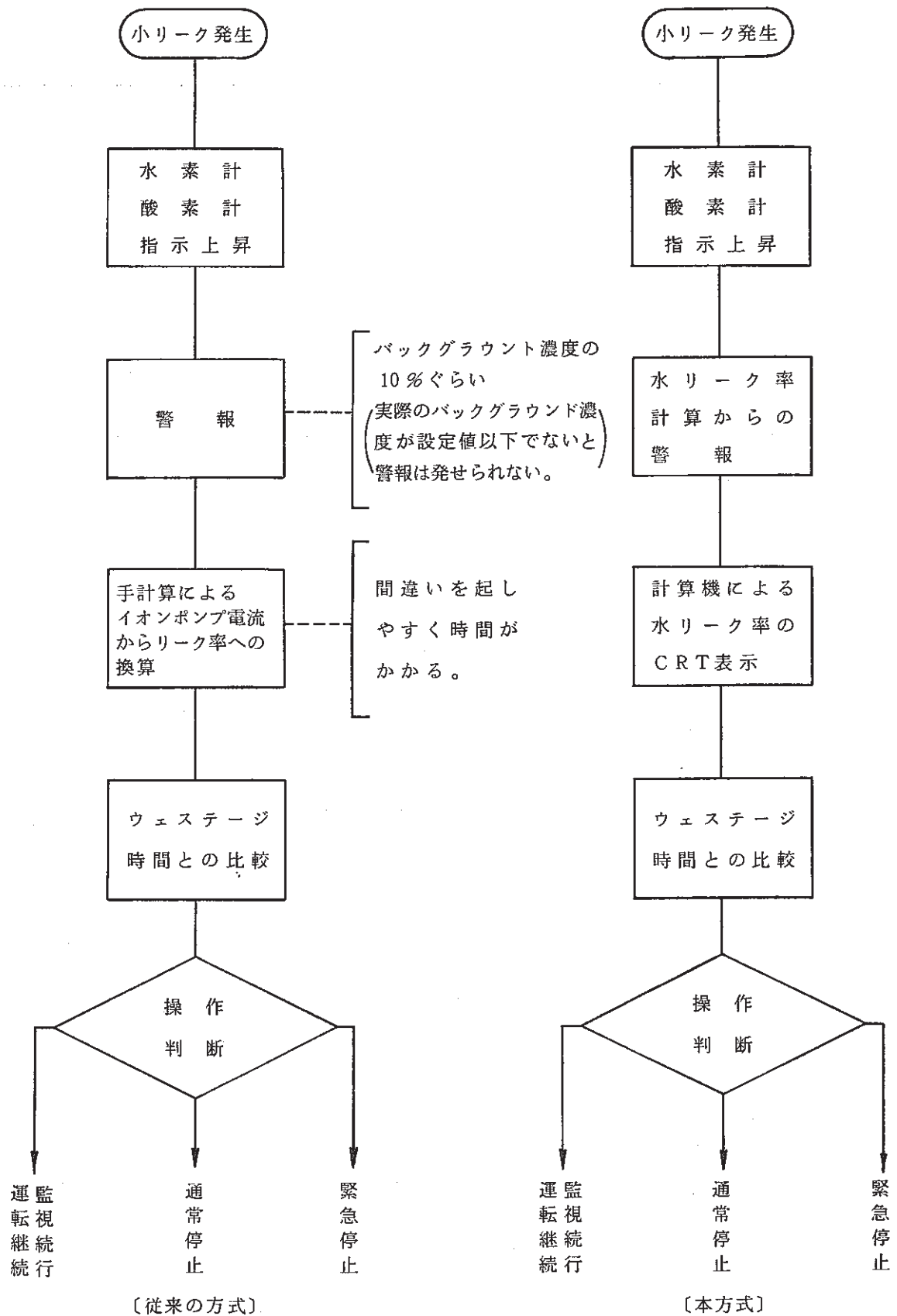


図 11.1.1. 水リーク事故時操作に関する従来方式と本方式の比較

ルスケールを自動的に選択することになる。

これらの信号から下記の様にイオンポンプ電流値が計算される。

デジタルレンジ信号	デジタルレンジ信号に対するレンジ	A/D変換値 400/2,000に対応するイオンポンプ電流
1	1 $\mu$ A	0 $\mu$ A / 1 $\mu$ A
2	10 $\mu$ A	0 $\mu$ A / 10 $\mu$ A
⋮	⋮	⋮
4	1mA	0 $\mu$ A / 1mA
5	10mA	0 $\mu$ A / 10mA

水素濃度は

$$C_H = A \cdot I_p B \dots\dots\dots (11.2.1 \text{式})$$

となる。ここで

$I_p$ ; イオンポンプ電流( $\mu$ A)

$C_H$ ; ナトリウム中水素濃度(PPb)

A, B: 水素計較正試験により求まる係数である。

④ カバーガス中水素濃度を求める

原理的にはナトリウム中水素計と同じであるが濃度とイオンポンプ電流の関係に対しては、カバーガスであるアルゴンの圧力が影響するのでその項を入れる必要がある。

蒸発器カバーガス中水素計では、

$$C_H = 0.118 I_p^{1.72} (1.7/P) \dots\dots (11.2.2 \text{式})$$

過熱器カバーガス中水素計では、

$$C_H = 0.533 I_p^{1.24} (2/P) \dots\dots (11.2.3 \text{式})$$

でありPは該当蒸気発生器のカバーガス圧(ata)である。なお係数は1979年2月13日のもので較正試験結果より定められた。

⑤ ナトリウム中酸素濃度を求める

入力として2つのアナログ信号と4つのデジタル信号がある。アナログ信号の1つは原信号とよばれ酸素計出力1.3~2.0VがA/D変換値400~2,000となる。もう1つの信号はレンジ切換付の表示信号であり以下の様になる。



デジタルレンジ信号	デジタル信号に対するレンジ	A/D変換値 400/2,000 に対する表示信号
1	10mV	- 10mV / 10mV
2	20mV	- 20mV / 20mV
3	50mV	- 50mV / 50mV
4	100mV	- 100mV / 100mV

表示信号というのは原信号に対しポテンシオで基準電圧を設定しておき、その原信号と基準電圧との偏差信号のことである。

データサンプリングは連続して実施しており酸素濃度の決め方は第1回目とその後では異なる。

初回の酸素濃度；

$$C = 10^{(a-b \cdot V_H)} \quad (11.2.4 \text{ 式})$$

C: 酸素濃度(PPM)

$V_H$ : 酸素計出力(原信号, Volt)

a, b: 較正試験で決まる係数

2回目以降の酸素濃度；

$$V = V_H + (V_i - V_o) \quad (11.2.5 \text{ 式})$$

$$C = 10^{(a-b \cdot V)} \quad (11.2.6 \text{ 式})$$

$V_H$ : 初回の酸素計出力 (原信号, Volt)

$V_o$ : 初回の酸素計出力 (表示信号, Volt)

$V_i$ : 測定時の酸素計出力(表示信号, Volt)

2回目以降は精度のよい表示信号を用い、その絶対値を初回の表示信号との比較で求めている。これは計器の基準電圧設定つまりは一連の測定期間中には変更しないとの前提からきている。なお、原信号とりこみ電圧の測定上の精度は計器のポテンシオ目盛より悪くリアルタイムでないデータの整理には原信号とりこみ値は用いずポテンシオの読み値をカード入力としている。

### 11.2.2 ノイズ除去

イオンポンプ電流はランダムなノイズとパルス状のノイズが出ることから次の様なノイズ除去アルゴリズムを採用した。リーク自動判定装置としての基本データ収集間隔は60秒とした。その1回のデータ収集間隔に対し図11.2.1(a)に示すように1秒おきに21回のデータを取り値の大小順に並べ直し中間にある11個のデータのみを平均をとり、その間隔での測定値とする。

この方法によると(b)の様に数秒巾のパルス状ノイズが発生しても完全に除去出来る。現状で

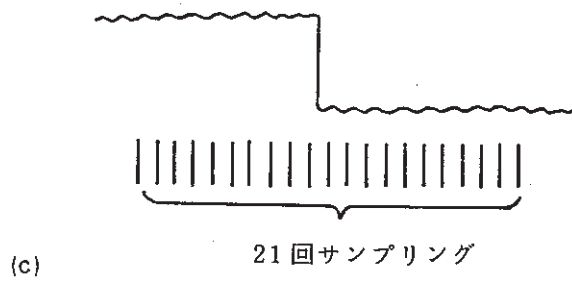
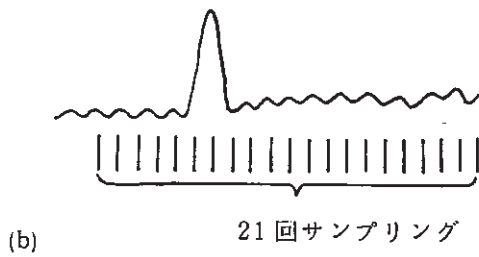
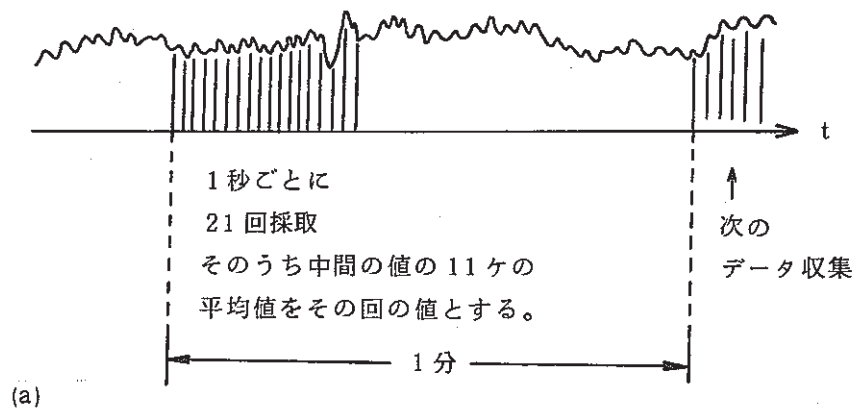


図11.2.1 データサンプリング方法

は5秒巾のパルスまでは完全に除去可能である。もちろん細かく振動するランダムノイズに対してはその平均値となる。ただし(C)の様にステップ状に値が変っているものに対しては正しい処理が出来ない。イオンポンプ電流出力においては、たまにはこの現象が発生しておりこれに対する評価方法は検討されていない。この点は計算機処理の問題点ではなく、水素計器の問題である。

### 11.2.3 水素・酸素濃度予測計算

まず水リークの起っていない場合の水素・酸素濃度のリファレンスとなるべき値を求める。これを予測計算と名付け以下のようにオンラインで計算している。なおここで用いる水素挙動基礎式については参考文献7)の5頁に詳しい説明がある。

- ① ナトリウム中水素濃度変化は通常SG伝熱管からの拡散水素量と、コールドトラップによる水素除去量および水リークによって発生する水素量との関係として生ずるのでそれを考慮して予測計算をする必要がある。

時刻tでの2次系の水素濃度C(t)は次式で示される。

$$C_t = \left( C_\infty + \frac{St \cdot At}{\eta \cdot G} \right) \cdot \left\{ 1 - e^{-\eta \frac{G}{W} (t-s)} \right\} + C_s \cdot e^{-\eta \frac{G}{W} (t-s)} \dots\dots\dots (11.2.7式)$$

ここに、C<sub>t</sub>: 予測された時刻tでの2次系の水素濃度(PPM)

C<sub>∞</sub>: コールドトラップ底部温度から決まる水素濃度(PPM)

C<sub>s</sub>: 起点での2次系水素濃度(PPM)

St: 伝熱面積(m<sup>2</sup>)

At: 拡散水素量(g<sup>H<sub>2</sub></sup>/m<sup>2</sup>・sec)

η: コールドトラップ効率(-)

G: コールドトラップ流量(ToN/sec)

W: 系内ナトリウム容量(ToN)

t: 現在時刻(s)

s: 起点時刻(s)

処理プログラムを起動しその時刻をsとし1分ごとにC<sub>t</sub>を計算し実測値との比較を行なう。

- ② ナトリウム中酸素濃度

酸素濃度についてはSG伝熱管からの拡散水素と同様の現象はないためコールドトラップ純化の効果のみを考慮して予測計算する。

$$C_t = C_\infty + (C_s - C_\infty) \cdot e^{-\eta \frac{G}{W} (t-s)} \dots\dots\dots (11.2.8式)$$

各変数の説明は酸素濃度と読みかえて①のものと同じ。

- ③ カバーガス中水素濃度

現在のところ通常運転時のカバーガス部の水素濃度はどの様に変化するかよく解明されてい

ない。例えば工事後初めてのナトリウムチャージ時においてはこの値は割合に高く、運転を継続するとだんだん減少する。ナトリウムの昇温、プラントトリップ時(ナトリウム温度変化の影響であると思われる。)などにはカバーガス中水素濃度は上昇する。これらも運転継続により減少していく。50MWSG試験施設における最低値は10数VPPMであった。これらの現象は定量的には全く説明されておらず、詳しい予測計算は出来ない状況である。

ところで現在のところ暫定的に以下の様になっている。

$T_t > T_s$ の場合

$$C_t = (T_t - T_s)\alpha + C_s \quad (11.2.9式)$$

$T_t \leq T_s$ の場合

$$C_t = C_s \quad (11.2.10式)$$

$C_t$  : 時刻  $t$  におけるカバーガス水素濃度 (PPM)

$C_s$  : 時刻  $s$  におけるカバーガス水素濃度 (PPM)

$T_t$  : 時刻  $t$  におけるカバーガス温度 ( $^{\circ}\text{C}$ )

$T_s$  : 時刻  $s$  におけるカバーガス温度 ( $^{\circ}\text{C}$ )

$\alpha$  : 温度依存係数 (PPM/ $^{\circ}\text{C}$ )

$t$  : 現在時刻 (sec)

$s$  : 起点時刻 (sec)

温度依存係数と名付けた  $\alpha$  の値が現在のところ全くわかっていない。運転履歴にも影響され1回目の温度上昇より2回目の温度上昇の時の方が水素濃度上昇は少ない。またナトリウム中との水素移行もこれらの式では全く扱われていない。しかしこれらの変動はリーク時に推定される上昇中に比較して少ない。すなわちこれらの変化は数百PPM程度のものでありナトリウム温度の低い場合の注水素試験や注水試験の結果では、割合早い時間に10,000PPMに近い濃度に達する例が多い。現在の方式のままでも十分有効であると言える。

#### 11.2.4 増加分の計算

本処理システムの中心部である水リーク率の計算方式を説明する。予測値に比べて実測値がどの程度うわまわっているかを計算しその濃度変化からリーク率を計算する。ナトリウム中水素計、ナトリウム中酸素計、カバーガス中水素計の3つについて式を示す。ここでは漏洩している水の中に含まれる水素および酸素のリーク量を単に水素リーク率 ( $\text{g}/\text{sec H}_2$ )、酸素リーク率 ( $\text{g}/\text{sec O}_2$ ) とよぶ。

##### ① ナトリウム中水素濃度上昇による水素リーク率の計算

$$\text{DWR} = \frac{(C_t' - C_t) \cdot W}{(t - s) \cdot 60} \quad (11.2.11式)$$

DWR : 水素リーク率 ( $\text{g}/\text{sec H}_2$ )

Ct' : 測定された水素濃度 (PPM) (11.2.1.及び2で説明)

Ct : 予測された水素濃度 (PPM) (11.2.3.で説明)

W : ナトリウムインベントリ (Ton)

t : 現在時刻 (min)

s : 起点時刻 (min)

② ナトリウム中酸素濃度上昇による酸素リーク率の計算

$$DWR = \frac{(Ct' - Ct) \cdot W}{(t - s) \cdot 60} \quad (11.2.12式)$$

各変数は水素と酸素と読みかえれば①と同様である。

③ カバーガス中水素濃度上昇による水素リーク率の計算

$$DCR = \frac{(Ct' - Ct) \cdot V}{(t - s) \cdot 60} \times \frac{2 \cdot P}{R \cdot T \times 10^3} \quad (11.2.13式)$$

DCR : 水素リーク率 (g/sec H<sub>2</sub>)

V : カバーガス部容量 (m<sup>3</sup>)

P : カバーガス圧力 (kg/cm<sup>2</sup> abs)

T : カバーガス部温度 (°K)

R : ガス定数 (mol・kg/cm<sup>2</sup> abs・ℓ/°K)

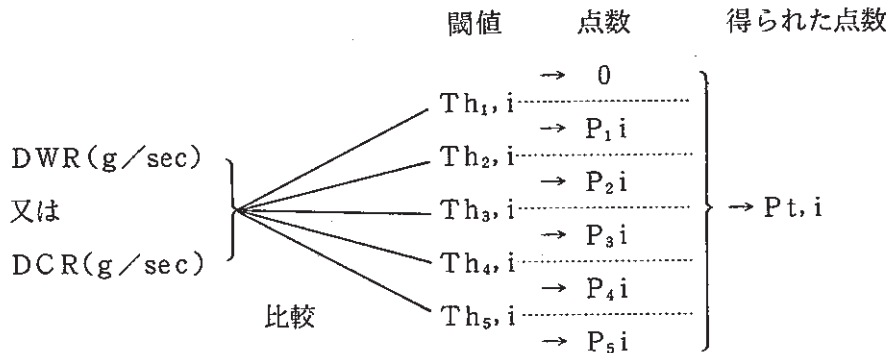
これらの各検出器から得られたリーク率は中央制御室のCRTに表示されて、リーク警報が発生した時など必要な場合はいつでもどの程度の水リークが発生しているかの判断材料を与える。

### 11.2.5 リーク率の閾値との比較および点数計算方式による警報発生

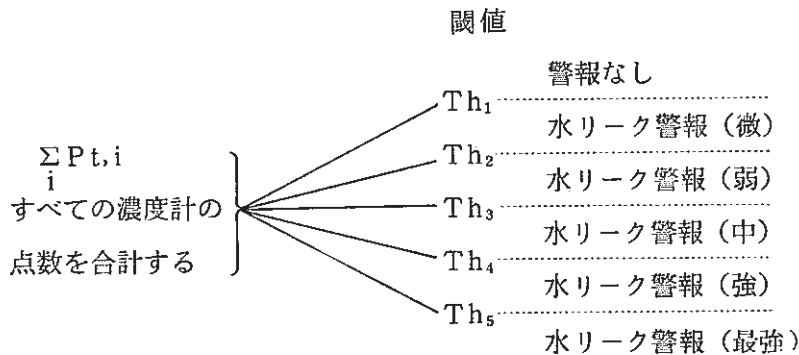
今回開発したシステムは1台1台の水素計、酸素計からそのまま警報を発生するのではなく、複数台の水素計、酸素計を総合的にみて警報を発生する方式とした。その理由として次の2点があげられる。第一に本システム導入以前における運転要領でもなんらかの理由で運転員が記録計指示上昇に気付いて水リーク嚴重監視状態になった場合は、あらゆる水素計、酸素計ガスクロを総合的に調査した結果水リーク発生と判断された場合にのみ、蒸気発生器を停止する方式を採用していた。第二に各水素計は単一では温度影響あるいは他の原因で現在のところ誤信号を発生しやすい。

この様な点から本システムでは各水素計、酸素計を総合的に監視する手法として、まず各々の濃度計に対して閾値を決めてそれを越えると点数計算を行なって、次にそれらの点数を合計したものを別の閾値で分類して警報レベルを決めることとした。

第一段階として各水素計酸素計からのリーク率DWR(g/sec)およびDCR(g/sec)に対して5段階の閾値Thk,iを与えておき、前述の方法により求めた値をこれらの閾値と比較しその値に対応したPk,iをその検出計に対する点数(Pt,i)と名づける。ここで一番低い閾値Th<sub>1,i</sub>を越えなかった場合はPt,iは0となる。



第2段階として  $P_{t,i}$  をすべての検出計に対して加算し、その合計点数により閾値表から水リーク注意警報の段階を決める。



合計点数と  $Th_k$  とを比較し、 $Th_k$  を越えた場合はそれに該当するアナウンスエータレベルの警報発信を行なう。

以上の方法によれば1台の検出計が若干の突変を起しても警報は発生しないし、各々の検出計の指示が低リーク率を示していても大多数の検出計が指示上昇していれば点数  $P_{t,i}$  が加算されて総合評価では高く見積られて警報表示される。又一台がかなり高いリーク率を示せばそれも警報表示となり水リーク警戒体制に入ることが出来る。

なお現在適用計器(i)に関しては蒸発器出口ナトリウム中水素計、過熱器出口ナトリウム中水素計、コールドトラップ出口ナトリウム中水素計、ナトリウムポンプ出口ナトリウム中水素計、蒸発器カバーガス中水素計、過熱器カバーガス中水素計、コールドトラップ出口ナトリウム中酸素計、ナトリウムポンプ出口ナトリウム中酸素計の8台が作動している。本システムで用いているハードウェア構成を図11.2.2、そのプロセス入出力点を表11.2.1、同時に行なっているデータ収集記録における入力点を表11.2.2に示す。

### 11.3 注水試験適用結果

本施設において実施した3回の注水試験に、本処理システムを適用し本システムの有効性について検討したので以下にその結果について述べる。

#### 11.3.1 注水試験ケースW101

水リーク率  $0.05\text{g/sec}$  で 10 分間注水する試験ケースである。結果を図 11.3.1 に示す。横軸が時刻、縦軸は計算機出力され CRT に表示された各水素検出計により得られた水素リーク率である。この場合の CRT 表示画面の例を図 11.3.2 に示す。(15 時 40 分のもの)

この図の右下にあるのが各計器から計算されたリーク率(DWR, DCR)である。三段に分かれている画面の上段には各種定数値、中段には各濃度計に対する閾値(Thk, i), 下段には点数表(Pk, i)と合計点数とそれに対応する閾値(Thk)を示している。

注入水総量と時間から計算した水素リーク率換算値は  $5.5 \times 10^{-3}\text{g/sec}$  であるが図 11.3.1 に示した様に本処理システムによる水素リーク率計算値は  $1 \sim 2 \times 10^{-3}\text{g/sec}$  程度を示している。本処理システムではナトリウム中での水素溶解割合を考慮しておらず 100%としている。溶解割合が 20%程度と言われているナトリウム温度  $200^\circ\text{C}$  の本試験においては妥当と言える。溶解割合についてはナトリウム温度が一番影響するがリーク位置、場所によっても変化すると考えられている。オンラインリアルタイムにリーク率を算出するにはその時点ではリーク位置は不明なので現在のところ溶解割合を 100%として計算しその後の細かいリーク率に対する判断は運転員にたよらざるを得ない。蒸発器カバーガス中水素計(EV-HAr)は暴走ぎみである。

図 11.3.3 に計算機により計算された警報用点数を示す。注水後 7 分に 40 点を越え、アラーム段階 1 を発信している。カバーガス中への移行割合は常に 1 よりはるかに少ないものであると考えられるので EV-HAr に対する閾値の設定は高すぎたと考えられ変更の必要がある。なお本試験ではソフトの不備により酸素計のデータは採取出来ていない。

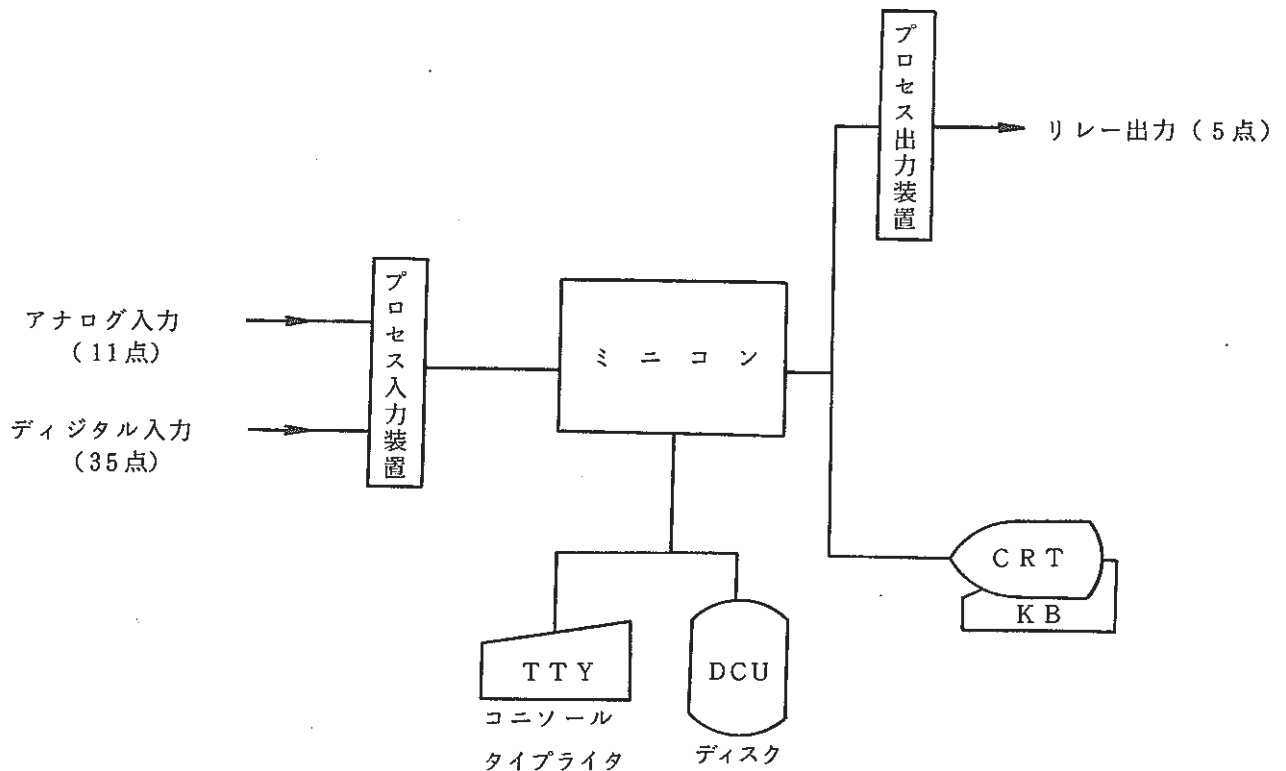


図 11.2.2 水リーク自動判定装置ハードウェア構成

表 11.2.1 リーク自動判定装置プロセス入出力点一覧

ア ナ ロ グ 入 力	1	蒸発器出口ナトリウム中水素計イオンポンプ電流
	2	過熱器出口ナトリウム中水素計イオンポンプ電流
	3	ナトリウムポンプ出口ナトリウム中水素計イオンポンプ電流
	4	蒸発器カバーガス中水素計イオンポンプ電流
	5	過熱器カバーガス中水素計イオンポンプ電流
	6	ナトリウムポンプ出口ナトリウム中酸素計原信号電圧
	7	ナトリウムポンプ出口ナトリウム中酸素計表示信号電圧
	8	蒸発器カバーガス圧力
	9	過熱器カバーガス圧力
	10	2次ナトリウム系コールドトラップ流量
	11	2次ナトリウム系コールドトラップ温度
デ イ ジ タ ル 入 力	1~ 6	蒸発器出口ナトリウム中水素計イオンポンプレンジ信号(1 $\mu$ A~100mA)
	7, 8	同 上 (1倍, 3倍)
	9~14	過熱器出口ナトリウム中水素計イオンポンプレンジ信号(1 $\mu$ A~100mA)
	15~20	ナトリウムポンプ出口ナトリウム中水素計イオンポンプレンジ信号(1 $\mu$ A~100mA)
	21~25	蒸発器カバーガス中水素計イオンポンプレンジ信号 (5 $\mu$ A~50mA)
	26~31	過熱器カバーガス中水素計イオンポンプレンジ信号 (1 $\mu$ A~100mA)
	32~35	ナトリウムポンプ出口ナトリウム中酸素計表示信号用レンジ信号(10mV~100mV)
デ イ ジ タ ル 出 力	1	ナトリウム水反応小リーク (微) アナンシェータ
	2	ナトリウム水反応小リーク (弱) アナンシェータ
	3	ナトリウム水反応小リーク (中) アナンシェータ
	4	ナトリウム水反応小リーク (強) アナンシェータ
	5	ナトリウム水反応小リーク(最強) アナンシェータ



表 11.2.2 水リークデータ収集点一覧表

	項 目	単 位
1	蒸発器出口ナトリウム中水素計イオンポンプ水素濃度	PPB
2	“ “ “ イオンゲージ真空度	TORR
3	過熱器出口ナトリウム中水素計イオンポンプ水素濃度	PPB
4	“ “ “ イオンゲージ真空度	TORR
5	蒸発器カバーガス中水素計イオンポンプ水素濃度	VPPM
6	“ “ “ ミリトルゲージ真空度	TORR
7	“ “ “ レンジ信号	レンジ
8	プラグ計プラグングオリフィス温度	℃
9	プラグ計プラグングオリフィス流量	ℓ/分
10	プラグ計ポンプ出口流量	ℓ/分
11	プラグ計流量比	%
12	コールドトラップ温度	℃
13	コールドトラップ流量	T/H
14	ナトリウムポンプ出口ナトリウム中水素計低濃度用イオンポンプ水素濃度	PPB
15	“ “ “ 高濃度用イオンポンプ水素濃度	PPB
16	“ “ “ シュルツゲージ真空度	TORR
17	“ “ “ 超高真空計真空度	TORR
18	コールドトラップ出口ナトリウム中水素計低濃度用イオンポンプ水素濃度	PPB
19	“ “ “ 高濃度用イオンポンプ水素濃度	PPB
20	“ “ “ シュルツゲージ真空度	TORR
21	“ “ “ 超高真空計真空度	TORR
22	過熱器カバーガス中水素計低濃度用イオンポンプ水素濃度	PPB
23	“ “ “ 高濃度用イオンポンプ水素濃度	PPB
24	“ “ “ シュルツゲージ真空度	TORR
25	“ “ “ 超高真空計真空度	TORR
26	ナトリウムポンプ出口ナトリウム中酸素計原信号	Volt
27	“ “ “	PPM
28	“ “ “ 表示信号	mV
29	コールドトラップ出口ナトリウム中酸素計原信号	Volt
30	“ “ “	PPM

	項 目	単 位
31	コールドトラップ出口ナトリウム中酸素計表示信号	mV
32	注水装置 注入圧力	Kg/cm <sup>2</sup> G
33	注水装置 注入温度	°C
34	蒸発器カバーガス中水素濃度ガスクロ指示 (プログラム不調)	VPPM
35	過熱器 " " " ( " )	VPPM
36	2次ナトリウム系蒸気発生器入口ナトリウム流量	T/H
37	過熱器入口ナトリウム温度	°C
38	過熱器出口ナトリウム温度	°C
39	蒸発器出口ナトリウム温度	°C
40	過熱器カバーガス圧力	Kg/cm <sup>2</sup> G
41	蒸発器カバーガス圧力	Kg/cm <sup>2</sup> G
42	過熱器アニュラス部ナトリウム液位	mm
43	蒸発器アニュラス部ナトリウム液位	mm

## 11.3.2. 注水試験ケース W102

結果を図 11.3.4 に示す。これは水リーク率  $0.05 \text{ g/sec}$  にて 10 分間注水を行なった試験ケースである。ナトリウム中水素計は過熱器出口水素計 (SH-HNa) が若干少な目であるが水素換算の基準リーク率  $5.5 \times 10^{-3} \text{ g/sec H}_2$  に対してよい一致を見せている。

カバーガス中水素計は基準リーク率に対して 10% 位の計算結果であるがナトリウムが  $350^\circ\text{C}$  であるため蒸発器カバーガス部への移行割合は小さいと考えられ計算機出力は妥当と言える。

ナトリウム中酸素計による結果は基準リーク率(注水量に対応した酸素注入率)に比べて高い値を示しておりこれについては今後さらに検討を進める予定である。なお酸素計の較正カーブが試験の後に変更されたため 11.3.4 で説明する方法によりオンライン・リアルタイム計算機の出力を換算しなおし、ナトリウムポンプ出口酸素計の結果として図 11.3.4. 図上に並記している。

図 11.3.5. に警報用点数を示したがナトリウムポンプ出口ナトリウム中酸素計 (NP-ONa) が高目に出ているために点数としては大きくなっている。NP-ONa の得点がないとしても NP-ONa, EV-HNa, SH-HNa, EV-HAr の 4 基が点数を出しているののでこれだけで 40 点となりアラーム段階 1 の出力が出るのがわかる。なおこの試験直後に動力電源喪失(停電)が起っており酸素計, 水素計, PFU-400 も停止したので注入終了 2 分後(14 時 22 分)までのデータの採取にとどまってしまった。

## 11.3.3. 注水試験ケース W103

結果を図 11.3.6. に示す。この結果もナトリウム中水素計に対しては計算機出力のリーク率が基準リーク率(注水量に対応した水素注入率)にはほぼ一致しており良好である。蒸発器カバーガス中水素計は基準リーク率の 30% 位を示しており若干大きすぎると思われる。ナトリウムポンプ出口ナトリウム中酸素計は W101 と同じ様に高目で基準リーク率  $4.3 \times 10^{-3} \text{ g/sec O}_2$  に対し定常値になっても約 5 倍となっている。図 11.3.7. に計算機による点数出力結果を示す。これはもし高目に出た酸素計の点数を零とした場合は合計点数が 30 点となり警報は出ないことになるが、リーク率計算も安定して出力しており今後閾値を検討してより設定を実状にあわせることにより解決する必要があると考える。

## 11.3.4. 酸素計の較正曲線の変更について

本処理システムはオンライン・リアルタイム処理をしており注水試験の実施と同時に CRT にリーク率が表示される。このためその時点で各種検出計の較正曲線は決定されていなければならない。しかし今回の実施では注水試験前に得られた較正曲線を試験後に再度検討して変更することとした。よって CRT 表示された値を新たに変更された較正曲線により下記の様な方法によって変換処理した。

○ オンライン・リアルタイム時較正曲線

$$\log_{10} C_1 = \frac{1.637}{0.039} - \frac{E}{0.039} \quad (11.3.1.式)$$

・試験後、変更した校正曲線

$$\log_{10} C_2 = \frac{1.632}{0.069} - \frac{E}{0.069} \quad (11.3.2.式)$$

E : 酸素計出力電圧(Volt)

C<sub>1</sub>, C<sub>2</sub>: ナトリウム中酸素濃度(PPM)

$$L_2 = \frac{\frac{dC_2}{dE}}{\frac{dC_1}{dE}} \cdot L_1 \quad (11.3.3式)$$

$$= 0.565 \times 10^{-18.32 + 11.15E} \cdot L_1 \quad (11.3.4式)$$

L<sub>2</sub> : 変更後のリーク率 (g/sec)

L<sub>1</sub> : CRT表示されたリーク率 (g/sec)

この換算により図 11.3.3 および図 11.3.5 においてナトリウムポンプ出口ナトリウム中酸素計による計算リーク率は矢印で示す様に約 1/5 ~ 1/3 となった。

#### 11.4 考 察

リーク率計算においては注入水量および検出割合の検討から運転監視用として十分な性能を持っている事がわかった。今回の検討から検出計読み値からリーク率を計算するには2つの問題点がある事がわかった。一つは検出割合についてである。即ちこの中にはナトリウム中への水素溶解割合・移行割合・検出計性能などがすべて含まれており、実際のリーク量(注水量)に対して計器でどこまで検出できるかということである。注水素試験の結果からは注入率が低いほど、またナトリウム温度が高いほど検出割合が高いという定性的結論が得られている。<sup>8)</sup>

しかし現状の検討結果ではそこから得られた結果を定量的に本処理システムに組み入れるのは困難なため本処理システムの表示リーク率はあくまでも検出割合を100%として検出計の読み値をそのまま換算しているだけであるという認識を持って運転にあたる必要がある。これは本システムに特有なことではなく、手計算にてリーク率を求める従来の方法でも同じ問題を持ち、ナトリウム温度から検出割合の見当をつけて、水素計の指示の傾向から求めたリーク率に補正演算をすることが必要となる。

第2の問題点としてナトリウムインベントリとの関係がある。2次ナトリウム系受入量とはほぼ等しい50tonをリーク率計算用ナトリウムインベントリの値としている。長時間にわたって生ずるリークについてはその平均リーク率の場合の誤差は10%程度となり実用上問題はないが、短時間リークの場合はリークした(注入された)水素および酸素が主循環系(約27トン)に集中するので50トンのナトリウムインベントリ値を用いるとリーク率を約2倍に計算することになってしまう。特に平均

リーク率計算の開始時でありかつ注水開始直後のリーク率では、かなり高目に計算されるのはこのためと考える。(W101のEV-HNa, W102のEV-HNa, NP-ONa, W103のEV-HNa, NP-ONa)その他較正曲線が定まらない場合には、リーク率の計算が不可能となるが、これは原理からいっても当然のことである。

またリークのない定常時の出力については図11.3.4に記した水注入前のデータ( $10^{-5}$  g/secH<sub>2</sub>Oオーダ)の様に十分低い値を示しており誤信号の可能性は少ないと言える。しかし確実を期するため今後閾値を確定して50 MW 蒸気発生器への通水または通気運転中に本処理システムを作動させて各種の運転過程において誤信号を出さないことの確認(実証試験)を行なう必要がある。

カバーガス中水素濃度については(ナトリウム中水素濃度も若干であるが)ナトリウム温度依存性が見られ昇温時における水素濃度変化による誤信号の可能性については、十分なデータによる検討が必要である。警報発信のための設定値の選択については①セーフティマップ(リーク率とウェステージ時間の関係)②本処理システムの耐バックグラウンドノイズ性③水素計・酸素計の台数から決めるべきと考える。ナトリウム温度469°C(もんじゅ運転条件)での蒸発器(21/4Cr-1Mo材)についてのセーフティマップの検討によると水リーク率で0.1g/sec H<sub>2</sub>O以上では約1,000秒以内でウェステージにより隣接管が破損し2次リークの可能性があり<sup>9)</sup>、そのリーク率以上においては必ず検知され警報が発信される必要がある。可能なかぎり小さいリークの領域(マイクロリーク領域)についても検知し警報を発生する必要があるため、本処理システムリーク率出力の定常ノイズ上限値より数10%上の値を各検出計ごとの閾値としてセットしそれを検出器の台数だけたし合わせたものよりわずかに少ない値を全体の閾値とする様な設定の方法が考えられる。今後は以上の様な考察をさらに進めて設定値の確定をしたいと考える。

### 11.5 まとめと今後の問題点

オンライン・リアルタイム処理でリーク率を正確に出すには、色々な問題があることがわかりそれらの検討は今後行なわなければならないが、現在の時点でも本処理システムはマイクロリーク領域から小リーク領域に関して十分信頼のおける警報システムであることがわかった。本来の目的が運転員になるべく早く水リーク発生<sup>1)</sup>の注意を喚起する事であり本システムを採用することにより発見遅れ、判断遅れ、誤操作を十分軽減出来る見通しが得られた。またウェステージ時間との対比などにより細かく状況判断をするためには、本処理システムの原理・特性をよく知って用いれば十分有力な判断材料となる。

今後、行なうべき作業としてはリーク率を求めるための時間間隔の選択、閾値の選定方法の確立、通常運転時に誤信号を発生しないことの確認試験などの実施がある。

54.2.15 15:34~15:44

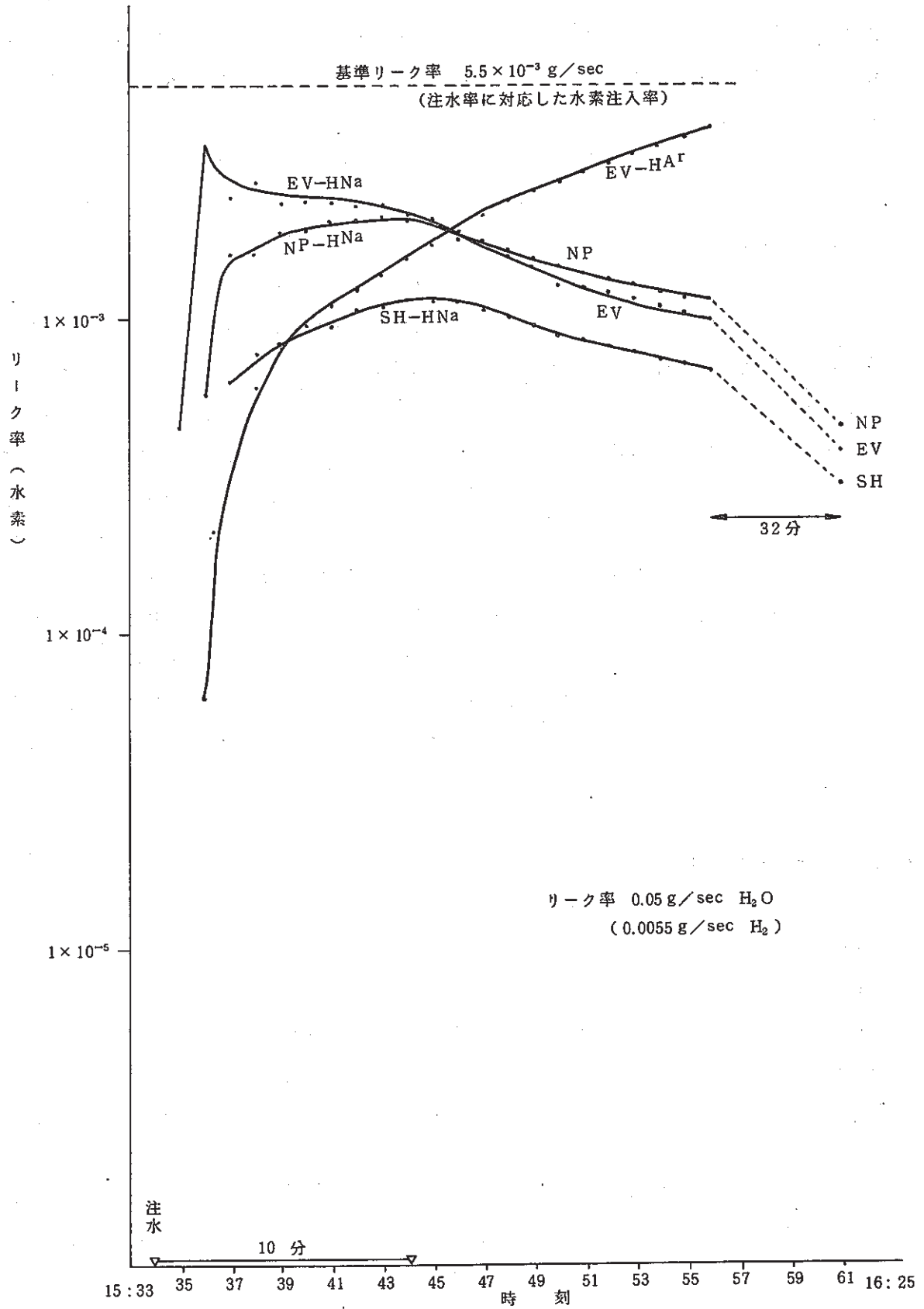


図11.3.1, W101注水試験に適用した水リーク自動判定計算結果

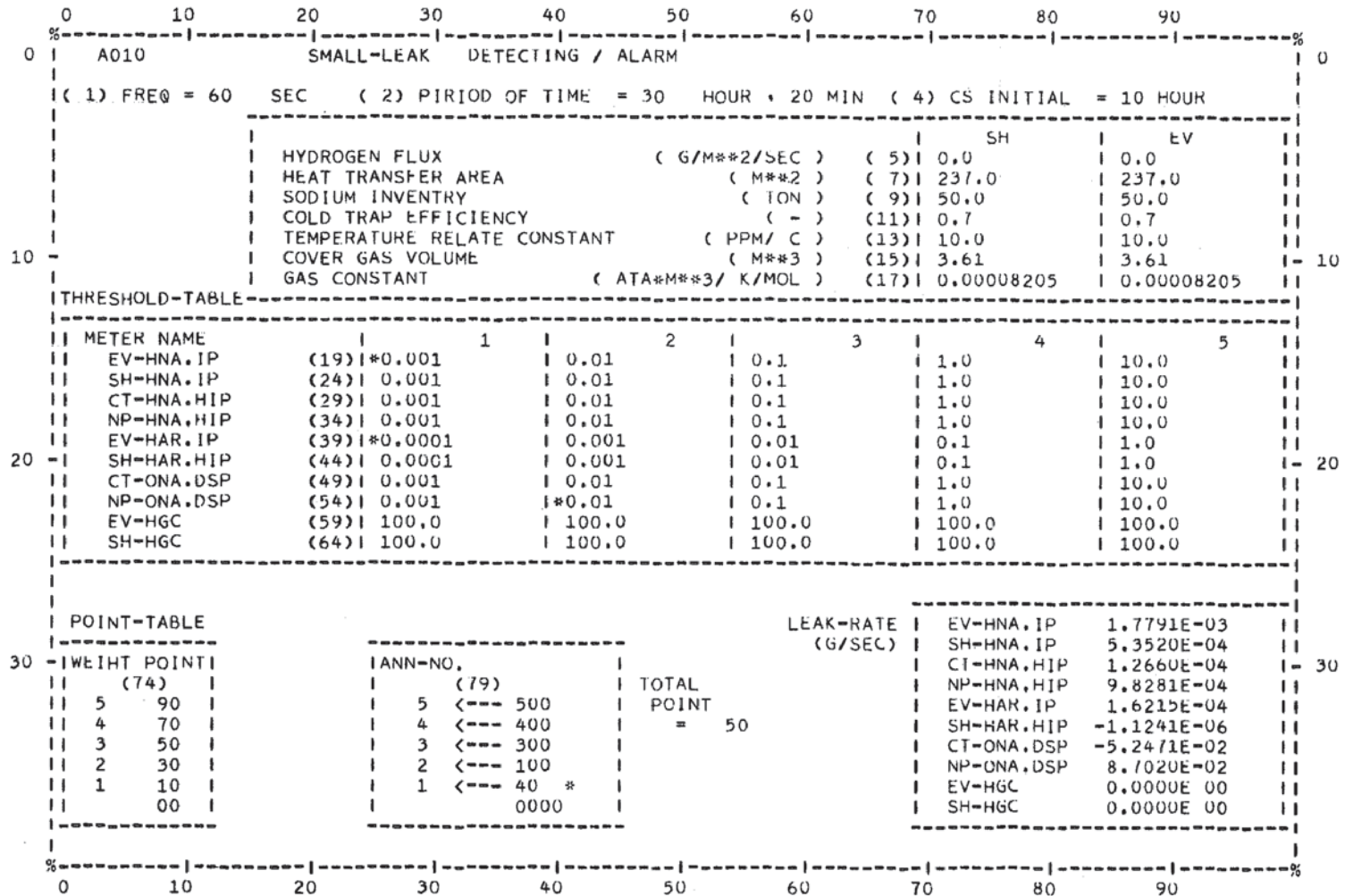


図 11.3.2 水リーク自動判定CRT表示画面

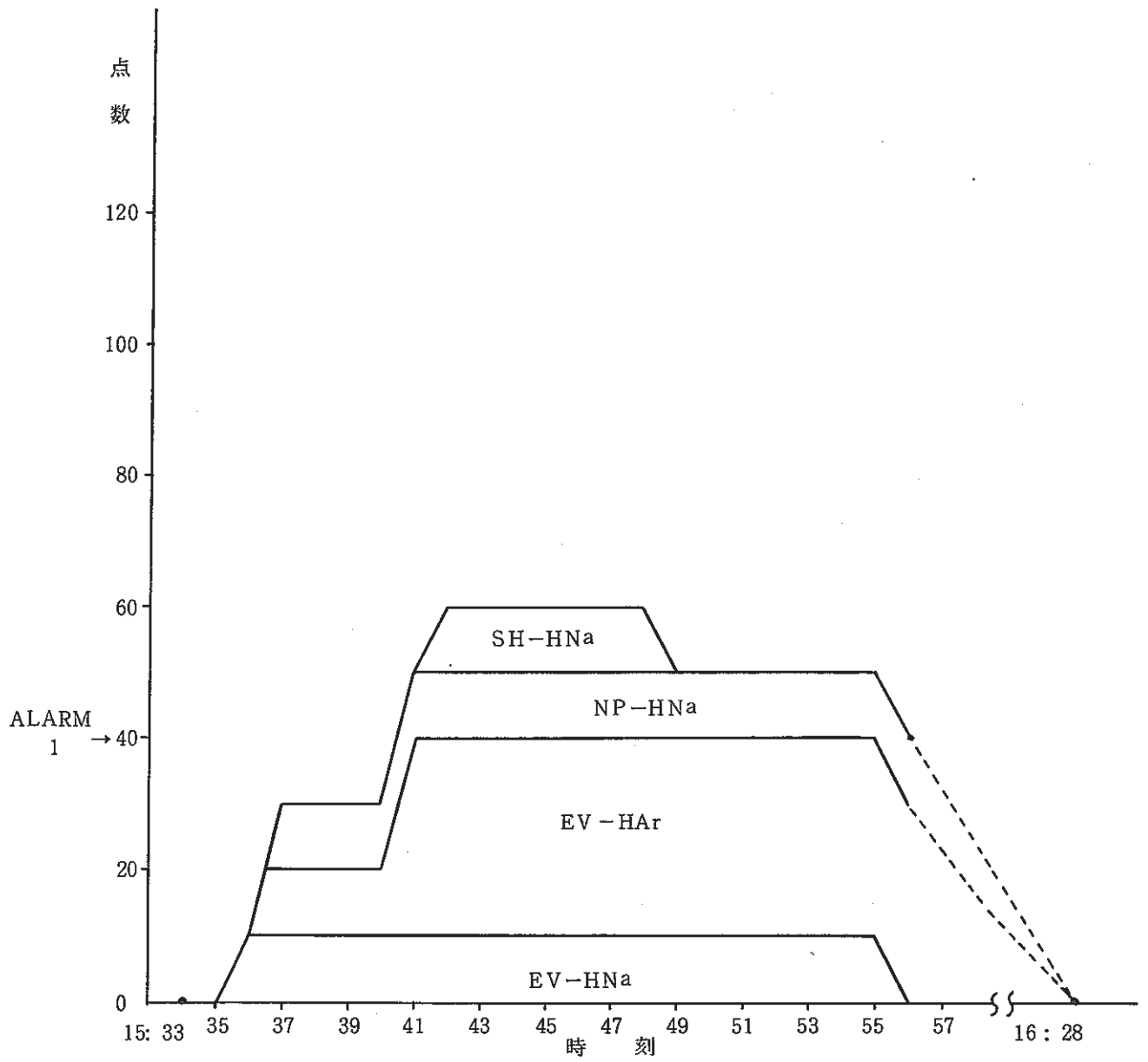


图 11.3.3. W101 出力計算結果



54.2.17 14:10~14:20

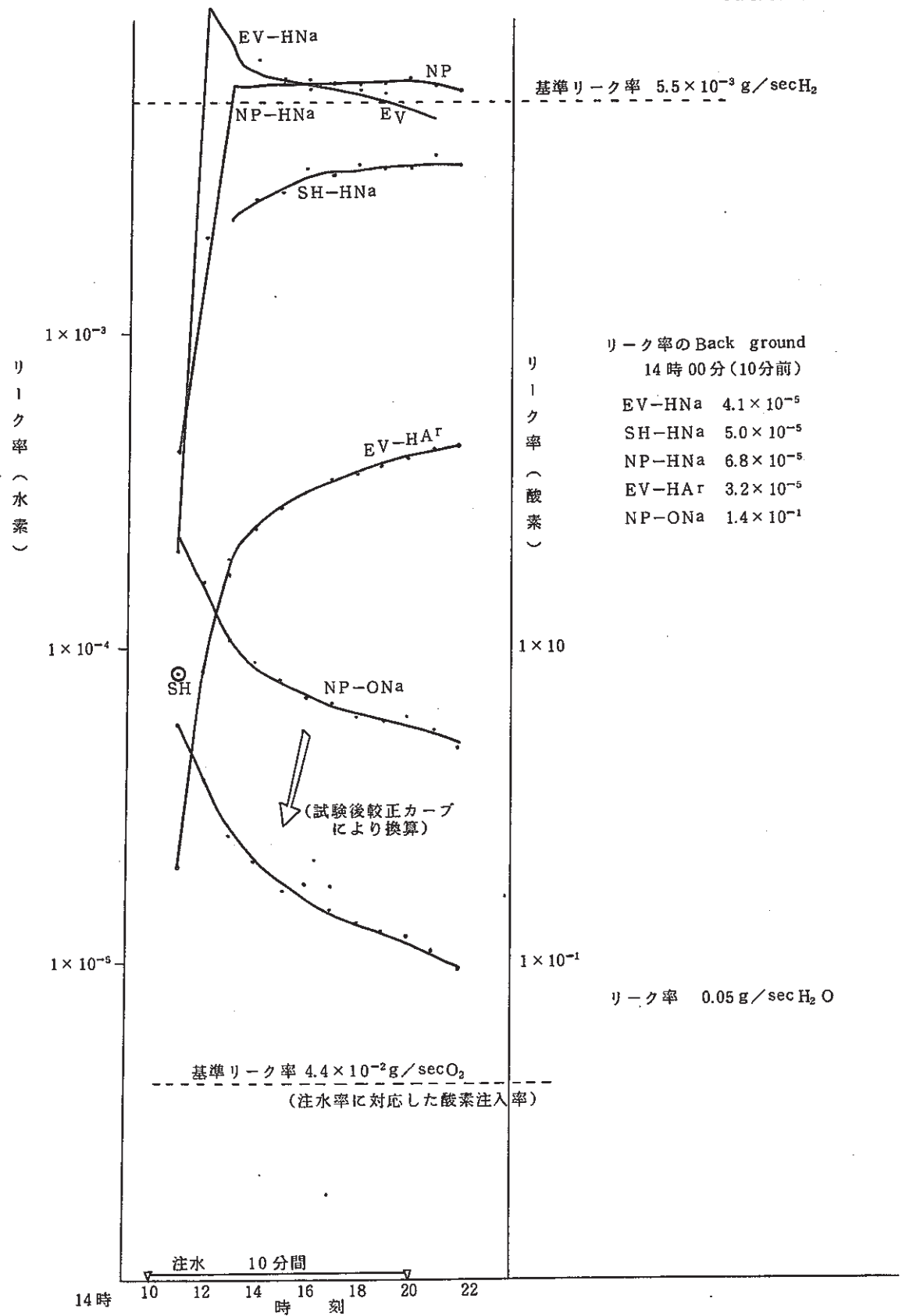


図 11.3.4 W102注水試験に適応した水リーク自動判定装置計算機出力

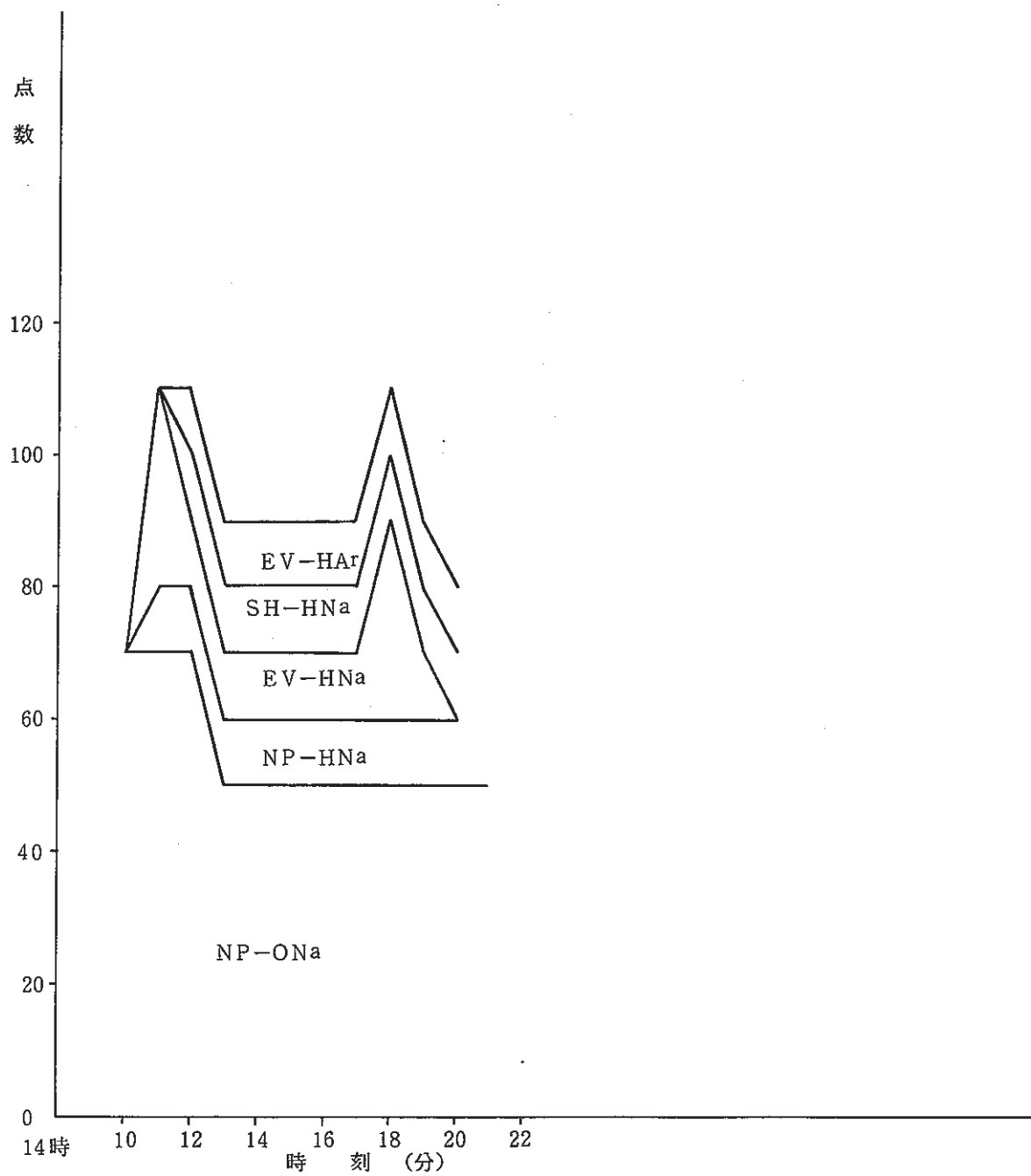


图 11.3.5 W102 出力计算结果

54.7.19 17:25~17:25

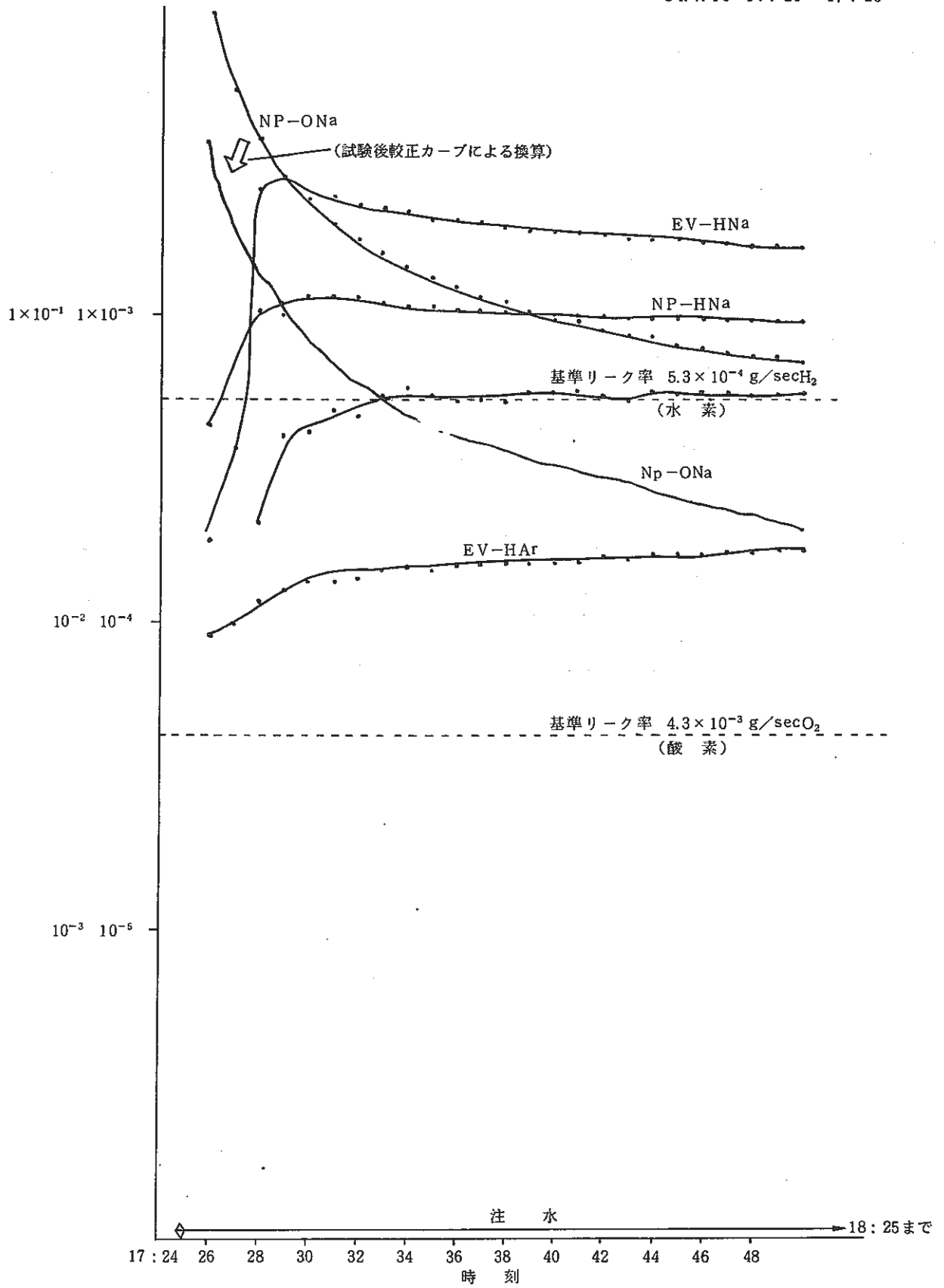


図 11.3.6 W103 水リーク自動判定計算結果

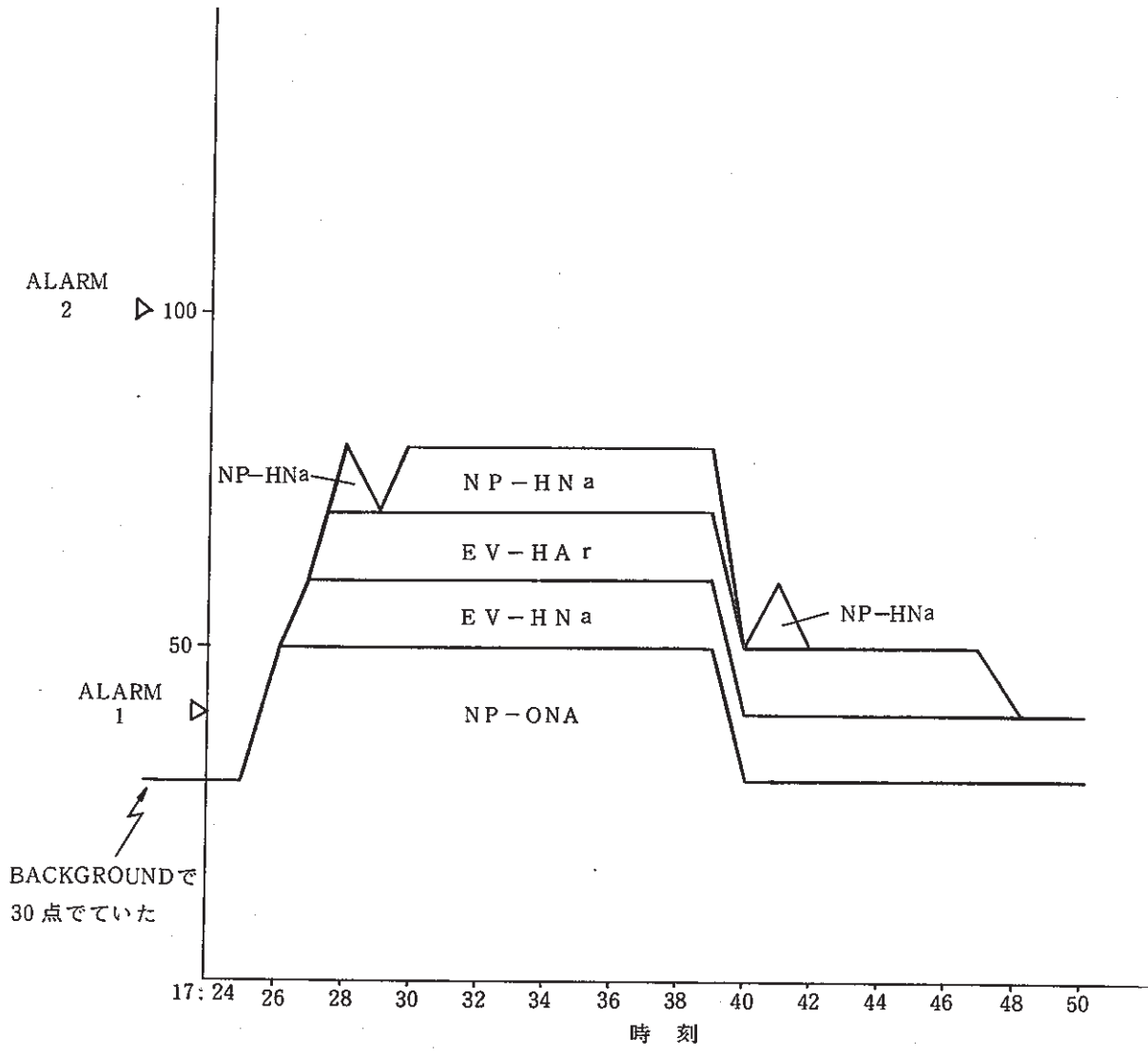


図 11.3.7. W103 出力計算結果

## 12. 微分警報と到達時間予測警報

プラントにおいて一般計装による警報は絶対値警報が主体であり、プラント状態が設計限界値等の運転制限値に接近した事を運転員に知らせるものである。しかし、実際に警報で知らせるには、絶対値警報では手遅れでプラント状況の変化分、すなわち微分警報を採用すると有効な場合がある。この時、運転制限値に近い範囲のみではなく運転制限値(警報値)への到達時間を知ることが有効であり、本報では到達時間予測警報を考案し、実機適用を行ったので報告する。

### 12.1 概 要

微分警報及び到達時間警報を適用した計装点を表 12.1.1 に示す。各々の計装点に対応した設定値を表 12.3.1 ~ 18 に示す。本方式の概要を蒸発器出口蒸気温度計装点を例にとって以下に説明する。

本施設は出力運転時、温度を一定に保持する運転をしている。特に蒸発器出口蒸気出口温度はドラムの設計温度から上限温度は 440℃と制限され、過熱器へのしめり蒸気の流入防止の観点から下限温度を飽和温度(通常運転時約 334℃)+ $\alpha$  と制限している。“もんじゅ”での蒸発器出口蒸気温度の運転条件は飽和温度+30℃である。ところが燃料流量、1次ナトリウム流量、2次ナトリウム流量、給水流量のうちプロセス量がある程度以上変化すると温度制御がされていても蒸発器出口蒸気温度が制限範囲を越える場合がある。負荷が変化すると各循環系流量は大巾に変化するので流量を絶対値警報として採用することはできない。そのため、この様な場合は各流量に対して微分警報を設置するのが適当である。又、蒸発器出口蒸気温度自体は流量が変化した場合、非常に早く運転制限値を越えてしまうので、絶対値警報でなく到達時間監視を行うこととした。図 12.1.1 に示す様に蒸発器出口蒸気温度の運転条件は、圧力が 130 kg/cm<sup>2</sup>であれば 330℃と 440℃の間としており、現在点より 30 秒ごとの 2 分間のデータ 5 個を用いて直線を引き、それが 440℃又は 330℃の線にかかるまでの時間を到達時間とする。例えば警報設定を 5 分とした時に計算機処理結果として計算による到達時間が 5 分以内となれば運転員にアラームが発生することとなる。同様な手法を用いて 18 項目について適用試験を行った。

### 12.2 機 能

図 12.2.1. にプラント状況監視としての微分法及び到達時間監視法の処理概要図を示す。図 12.2 の(1)データ収集部分では、集録データタグ番号表に出ている流量・温度などの計装点を計算機に取り込み、1 回のデータ処理計算用として 5 回データをサンプルして平均値をとる。このデータを 30 秒ごと 5 回分のデータの一番最近のメモリに入れる。次に図 12.2 (2)計算部分では 5 回分、すなわち 2 分間のデータから最小自乗法で 1 次方程式の係数を決め、 $y=ax+b$  の形での  $a$  と  $b$  との値をメモリに入れる。次に図 12.2 の(3)比較部分では、警報レベル設定テーブルとプラント状況( $a$ ,

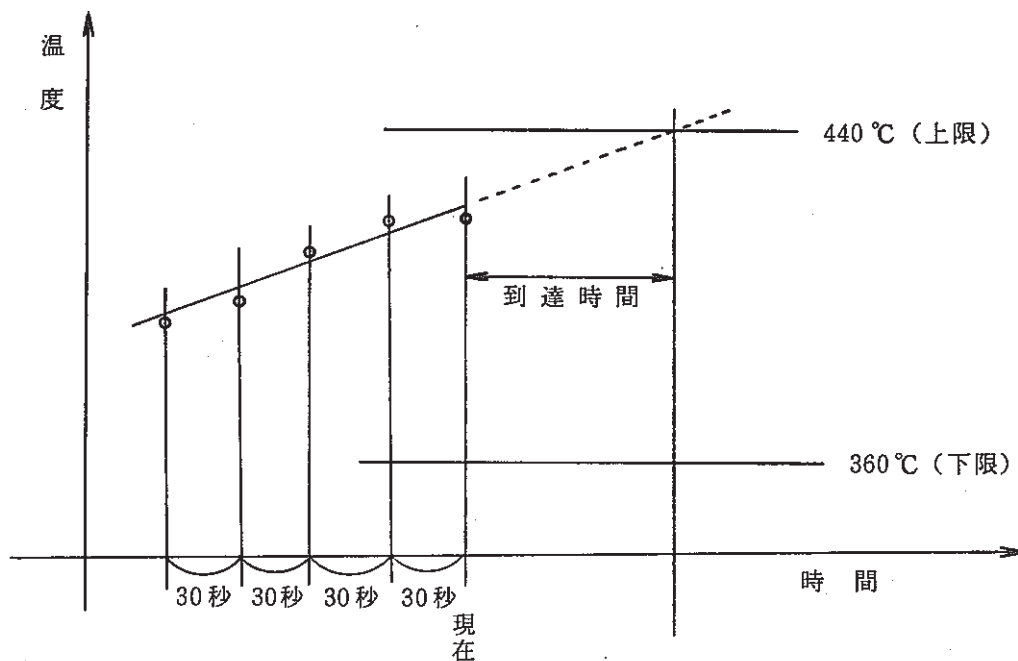


図 12.1.1. 到達時間監視の概略

表 12.3.19. 警報種類の選択

H の 値	機 能
H = 1	到達時間法 上 限
H = 2	到達時間法 下 限
H = 3	到達時間法 上 下 限
H = 4	微 分 法 正 側
H = 5	微 分 法 負 側
H = 6	微 分 法 正 及 び 負 側

表 12.1.1 警報項目一欄表

	項 目	適用 結果	設 定 値	警報発生ログ	記 録 紙
1	コールドバイパス流量	a	表 12.3. 1	表 12.3.20	図 12.3. 4
2	EV液位	b	2	21	5
3	SH入口Na温度	c	3	22	6
4	EV入口Na温度	d	4	23	6
5	EV出口蒸気温度	e	5	24	6
6	EV出口蒸気温度	e	6	24	6
7	EV出口蒸気温度	e	7	24	6
8	No.1 ATT出口圧力	f	8	25	7
9	SG入口Na流量	g	9	26	8
10	1次系 IHX 入口Na流量	h	10	27	9
11	SG出口蒸気温度	i	11	28	10
12	1次系 IHX 入口Na温度	j	12	29	11
13	No.1 Na HTR出口Na温度	k	13	30	11
14	No.2 Na HTR出口Na温度	k	14	31	11
15	Na HTR出口Na温度差	ℓ	15	32	11
16	Na HTR出口Na温度差	ℓ	16	32	11
17	脱気器液位	m	17	33	—
18	復水器圧力	n	18	34	12

NaHTR : ナトリウム加熱器

ATT : 減温減圧装置

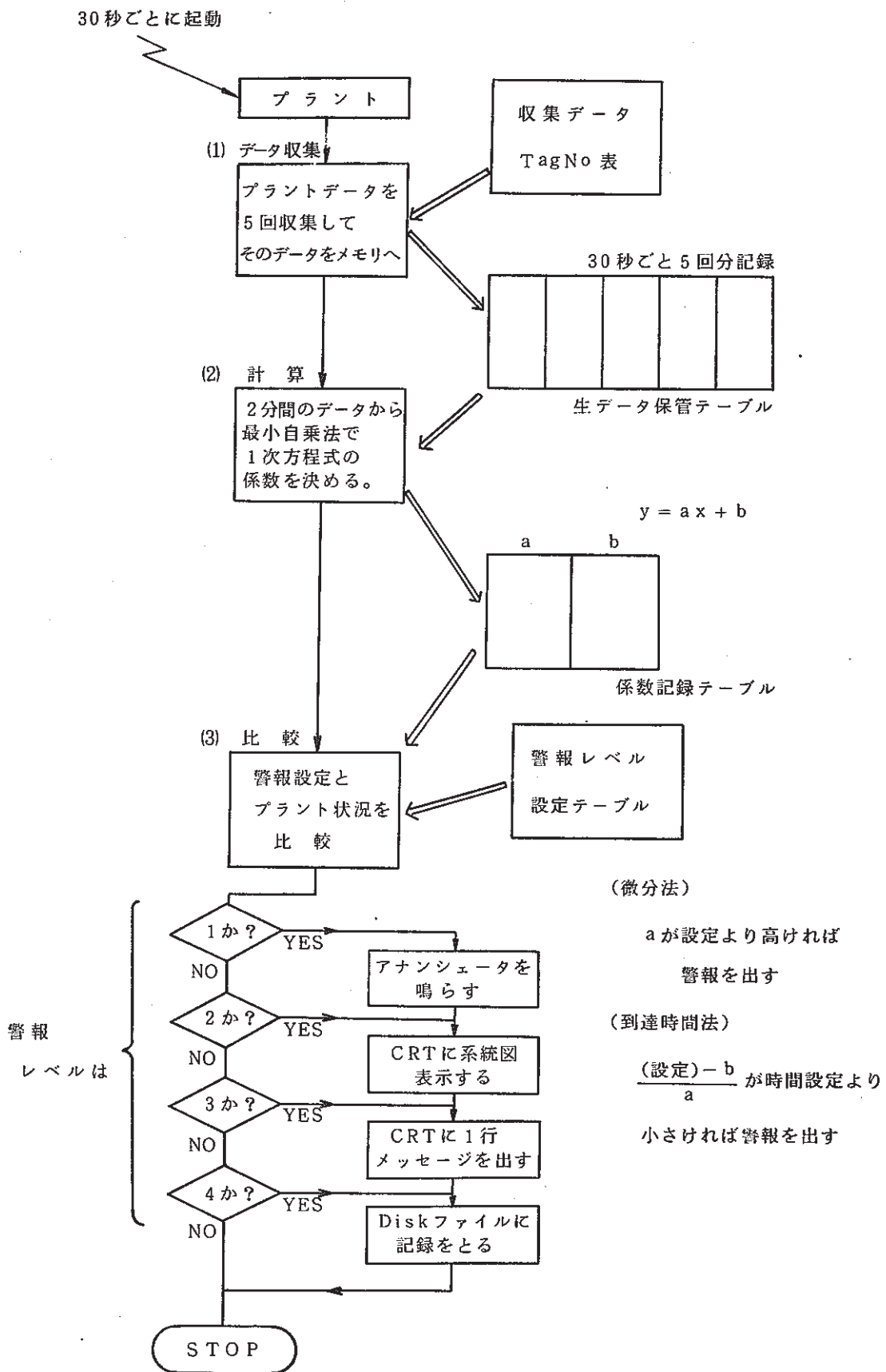


図 12.2.1 プラント監視システム(微係数及到達時間)概要図



b)を比較して運転員に処理結果を知らせる。警報方式としては微分法と到達時間法の2つとし、警報の重大さを表わす警報レベルは4段階とする。微分法ではaと警報設定値との比較をする。到達時間監視法は得られた直線を外挿し、警報設定値としては時間設定tとプロセス設定 $l$ の2つを持ち、 $(l-b)/a < t$ の場合に警報を出す。すなわちbは現在時点( $x=0$ )での $y=ax+b$ の直線上のプロセス量(y)であり、 $l$ は例えば440℃という運転制限値である。 $(l-b)/a$ は到達予測時間を意味し、それとtを比較してプラント状況が早めに運転制限範囲に入る場合に警報を出す。警報の重大度によるレベルは4段階とした。一番下位の4レベルでは、運転員に直接知らせる事はせずにディスク記憶装置に警報記録記録のみを残すとした。3レベルではそれに加えカラーCRT画面の下方に1行メッセージを表示する。微分警報の場合は“×××(Tag No)IS CHANGING ○○○○(単位) PER MINUTE”であり到達時間法では“×××(Tag No)WILL REACH ○○○○(単位) WITHIN ○○○○(SEC)”である。但し、到達時間法の場合でプロセス量設定値 $l$ を越えた場合は“××××(Tag No) REACHS ○○○○(単位)”と表示する。2レベルでは、以前の2つに加え4000文字7色カラーCRTに第5章で説明した配管系統図のうち関係深いものを示す。この表示により、警報が出された意味や状況を運転員がより詳細に知ることが出来る。1レベルでは今までの動作に改え、計算機からリレー出力し計装設備のアナシユエータを点滅させブザーを鳴らす。なおディスク記憶装置に記録する項目は、発生年月日時分秒、計装点名称、計装点タグナンバー、微分法か到達時間法の区別、警報レベル及び変化割合(a又は $(l-b)/a$ )である。これらは後に一括して印字することが出来、警報履歴を事後解析することが出来る。

### 12.3 適用試験

表12.1.1に示す18項目について本方式による警報システムを50MW蒸気発生器試験施設の運転に適用した。具体的設定を運転グループに通知した表を表12.3.1～表12.3.18に示す。この中で微分法によるものが7項目、到達時間法によるものが11項目である。計算機内部ではテーブルを用意し、その中に計装点タグナンバー、設定値などを記憶している。それらはCRTのキーボードより設定及び変更が出来る。設定用CRT画面のソフトコピーを図12.3.1～3に示す。図12.3.1は監視するプラント一欄表を示し、プログラムはこのテーブルを用いてプラントデータ収集を行う。図12.3.2は、各項目の計装点名称、タグナンバー、CRT表示のメッセージの選択、計装点の単位、CRT表示の系統図の選択についての設定テーブルを示す。図12.3.3(a)～(c)は警報設定値を示す。この中でHは警報の機能を選択するもので表12.3.9に内容を示す。Lはプラント量設定値、Tは時間設定値を示す。微分法では $L/T$ が警報設定点となる。プログラム構成上から微分法についてはTを2.0とするとLが毎分の変化率設定点となる。(Tの単位が30秒で1となったため)例えば項目1のコールドバイパス流量のレベル1の設定値は、 $L=50.0$ 、 $T=2.0$ としたので警報は $\pm 50T/H$ を越えると発生する。これらの設定をし、1979年3月8日から15日の間で適用試験を行って、データを得た。

0		10	20	30	40	50	60	70	80	90	%	
0	A05	KANSI TEN SITEI TABLE ( MPX NO. )									PAGE = 1	0
		NO.	TAG NO.	N A M E			NO.	TAG NO.	N A M E			
		1 ( 10 )	F11007	COLD BYPASS			26 ( 60 )					
		2 ( 12 )	L21003	IEV NA LEVEL			27 ( 62 )					
		3 ( 14 )	T23001	ISH IN NA			28 ( 64 )					
		4 ( 16 )	T23002	IEV IN NA			29 ( 66 )					
		5 ( 18 )	T27002	IEV OUT STM			30 ( 68 )					
10		6 ( 20 )	P13006	IPCV-306 INLET			31 ( 70 )					10
		7 ( 22 )	F12002	ISG INLET NA			32 ( 72 )					
		8 ( 24 )	F11005	IHX INLET FLOW			33 ( 74 )					
		9 ( 26 )	T13003	ISG OUT STM			34 ( 76 )					
		10 ( 28 )	T11007	IHX INLET TEMP			35 ( 78 )					
		11 ( 30 )	T11004	INO1 NA HTR OUT			36 ( 80 )					
		12 ( 32 )	T11005	INO2 NA HTR OUT			37 ( 82 )					
		13 ( 34 )	T11091	INA HTR DIE TEMP			38 ( 84 )					
		14 ( 36 )	L13003	DEAERATOR LEVEL			39 ( 86 )					
		15 ( 38 )	P13007	CONDENSER PRESS			40 ( 88 )					
20		16 ( 40 )					41 ( 90 )					20
		17 ( 42 )					42 ( 92 )					
		18 ( 44 )					43 ( 94 )					
		19 ( 46 )					44 ( 96 )					
		20 ( 48 )					45 ( 98 )					
		21 ( 50 )					46 ( 100 )					
		22 ( 52 )					47 ( 102 )					
		23 ( 54 )					48 ( 104 )					
		24 ( 56 )					49 ( 106 )					
		25 ( 58 )					50 ( 108 )					
30											30	
%												
0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	%		

図 12.3.1 警報用計測点一欄

0		10	20	30	40	50	60	70	80	90	%
0	A05	50MWSG PLANT KANSI TABLE								PAGE = 3	0
-----											
		N A M E		TAG NO.	MSG	JYOKEN	DIMENSION		GAMEN		
	1	COLD BYPASS		(110)	F11007	2	IT/H		2		
	2	LEV NA LEVEL		(115)	L21003	1	IMM		3		
	3	ISH IN NA		(120)	T23001	1	C		1		
10	4	LEV IN NA		(125)	T23002	2	C		1		10
	5	LEV OUT STM		(130)	T27002	1	C		1		
	6	LEV OUT STM		(135)	T27002	1	C		1		
	7	LEV OUT STM		(140)	T27002	2	C		1		
	8	PCV-306 INLET		(145)	P13006	1	ATG		5		
	9	LSG INLET NA		(150)	F12002	2	IT/H		3		
	10	IHX INLET FLOW		(155)	F11005	2	IT/H		2		
	11	LSG OUT STM		(160)	T13003	1	C		1		
	12	IHX INLET TEMP		(165)	T11007	2	C		2		
	13	NO1 NA HTR OUT		(170)	T11004	1	C		6		
20	14	NO2 NA HTR OUT		(175)	T11005	1	C		6		20
	15	NA HTR DIF TEMP		(180)	T11091	1	C		6		
	16	NA HTR DIF TEMP		(185)	T11091	1	C		6		
	17	DEAERATOR LEVEL		(190)	L13003	1	IMM		5		
	18	CONDENSER PRESS		(195)	P13007	2	ATA		5		
	19			(200)							
	20			(205)							
	21			(210)							
	22			(215)							
	23			(220)							
30	24			(225)							30
	25			(230)							
-----											
0		10	20	30	40	50	60	70	80	90	%

图 12.3.2 警報項目一欄

		0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	%	
0	A05 HANTEI DATA TABLE											PAGE = 7	0
	NAME					<1>	<2>	<3>	<4>				
	1 COLD BYPASS	L (1000)	50.0	40.0	30.0	25.0							
		T (1004)	2.0	2.0	2.0	2.0							
		H (1008)	6	6	6	6							
10	2 IEV NA LEVEL	L (1012)	-400.0	-400.0	-400.0	-400.0							
		T (1016)	180.0	300.0	600.0	900.0						10	
		H (1020)	2	2	2	2							
	3 SH IN NA	L (1024)	550.0	550.0	550.0	550.0							
		T (1028)	180.0	300.0	600.0	900.0							
		H (1032)	1	1	1	1							
	4 IEV IN NA	L (1036)	15.0	12.0	10.0	8.0							
		T (1040)	2.0	2.0	2.0	2.0							
		H (1044)	6	6	6	6						20	
20	5 IEV OUT STM	L (1048)	330.0	330.0	330.0	330.0							
		T (1052)	300.0	500.0	600.0	720.0							
		H (1056)	2	2	2	2							
	6 IEV OUT STM	L (1060)	440.0	440.0	440.0	440.0							
		T (1064)	180.0	300.0	480.0	600.0							
		H (1068)	1	1	1	1							
	7 IEV OUT STM	L (1072)	15.0	12.0	10.0	8.0							
		T (1076)	2.0	2.0	2.0	2.0						30	
		H (1080)	5	5	5	5							
	8 PCV-306 INLET	L (1084)	65.0	65.0	65.0	65.0							
		T (1088)	180.0	300.0	420.0	600.0							
		H (1092)	1	1	1	1							
												%	
		0	10	20	30	40	50	60	70	80	90		

図 12.3.3 -(a) 警報設定値 (a)

		0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	%	
0	A05 HANTEI DATA TABLE											PAGE = 8	0
	NAME	<1>		<2>		<3>		<4>					
		L (1096)	50.0	30.0	20.0	15.0							
	9 ISG INLET NA	T (1100)	2.0	2.0	2.0	2.0							
		H (1104)	6	6	6	6							
10	10 IHX INLET FLOW	L (1108)	60.0	50.0	30.0	20.0							
		T (1112)	2.0	2.0	2.0	2.0							
		H (1116)	6	6	6	6							
		L (1120)	510.0	510.0	510.0	510.0							
	11 ISG OUT STM	T (1124)	180.0	300.0	420.0	600.0							
		H (1128)	1	1	1	1							
		L (1132)	15.0	10.0	8.0	5.0							
	12 IHX INLET TEMP	T (1136)	2.0	2.0	2.0	2.0							
		H (1140)	6	6	6	6							
20		L (1144)	570.0	570.0	570.0	570.0							
	13 NO1 NA HTR OUT	T (1148)	300.0	400.0	420.0	600.0							
		H (1152)	1	1	1	1							
		L (1156)	570.0	570.0	570.0	570.0							
	14 NO2 NA HTR OUT	T (1160)	300.0	400.0	420.0	600.0							
		H (1164)	1	1	1	1							
		L (1168)	20.0	20.0	20.0	20.0							
30	15 INA HTR DIF TEMP	T (1172)	180.0	300.0	420.0	600.0							
		H (1176)	1	1	1	1							
		L (1180)	-20.0	-20.0	-20.0	-20.0							
	16 INA HTR DIF TEMP	T (1184)	180.0	300.0	420.0	600.0							
		H (1188)	2	2	2	2							
		0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	%	

图 12.3.3 -(b) 警報設定値 (b)

		%											
		0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	%	
0	A05 HANTEI DATA TABLE	PAGE = 9											0
	NAME												
						<1>	<2>	<3>	<4>				
	17 DEAERATOR LEVEL	L (1192)	-250.0	-250.0	-250.0	-250.0							
		T (1196)	180.0	300.0	420.0	600.0							
		H (1200)	2	2	2	2							
10	18 CONDENSER PRESS	L (1204)	0.3	0.2	0.05	0.02							
		T (1208)	2.0	2.0	2.0	2.0							
		H (1212)	4	4	4	4						10	
	19	L (1216)											
		T (1220)											
		H (1224)											
	20	L (1228)											
		T (1232)											
		H (1236)											
20	21	L (1240)										20	
		T (1244)											
		H (1248)											
	22	L (1252)											
		T (1256)											
		H (1260)											
30	23	L (1264)										30	
		T (1268)											
		H (1272)											
	24	L (1276)											
		T (1280)											
		H (1284)											
		%											
		0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	%	

図 12.3.3 -(c) 警報設定値 (c)

図 12.3.4～12 に本施設運転用の工業計器の記録計チャート紙を示す。また、本方式を適用して実際に発生した警報の記録の一欄を表 12.3.24～34 に示す。一欄表の番号に対応する図 12.3.4～12 のチャート紙上の変化に対して番号を付して示した。これらをチェックした結果、チャート紙上のラインの乱れと警報発生とがよく一致しており、プラントの擾乱を適確にとらえていることがわかる。さらに同じチャートを全般的にみて変化の少ない時には、警報が発生することもなく、単純な誤動作もない事がわかる。各項目ごとにその結果を説明する。

#### (a) コールドバイパス流量

コールドバイパス流量は 1 次ナトリウム系にあり 50 MW 蒸気発生器にコールドショックを与えるために設けられたものである。コールドレグナトリウム加熱器をバイパスしてホットレグへ送り込むものであり“もんじゅ”にはない系統である。しかし本系統は通常運転時に操作ミスまたは設備故障により警報の出ぬまま蒸気発生器の出力を落す原因となるものである。本方式の適用試験を行い性能を評価するには適当と考え加えた。なお操作ミスによるトリップは参考文献 2) の 7 頁(ケース No. 3) に述べられており同様なことは計器故障、弁操作部故障によっても起る。

警報が発生した時の記録を表 12.3.20 に、それに対応するペン書き記録計のチャート紙を図 12.3.4 に示す。

No. 1 は、インターロックの予備試験の EQc1-0051 条件設定中で、チャート紙上でも明らかに流量が急上昇している。No. 2 は同様に EQc1-0154 の条件設定操作による。No. 3 は、SG 入口 Na 流量 No. 11 と同時で、制御系不調によるものである。(12.3 の(g))

これらのチャート紙(図 12.3.4)を検討すると、本システム稼動中に警報発生時以外に急激な変化の生じたことはない。このことよりこの期間中誤警報は発生していないことがわかる。

以上のことから本警報は、コールドバイパス流量調節弁急変に対して有効なものであることが示された。

#### (b) 蒸発器ナトリウム液位

蒸気発生器の液位制御方式としては、過熱器カバーガス圧制御、蒸発器に汲み上げ・オーバーフロー方式が採用されている。ナトリウム循環ポンプ又は流量調節弁の動作変動により、この液位は下降することがある。蒸発器入口配管のノズルがカバーガス中に露出して上部ナトリウム配管のサイホン切れが生ずる。さらに進めばナトリウムポンプへのガスまき込みの危険性も発生する。インターロックは -450mm にて 2 次ナトリウム循環ポンプが緊急停止するよう設定され、全系トリップに致る。警報発生記録を表 12.3.21 に、チャート紙を図 12.3.5 に示す。今回は最高位の警報は一回もなく、レベル 2 警報が 1 回あったのみである。

本液位は過熱器の液面制御のためにアルゴンガス圧をかえる時に変化するが、そのうち液位変動が多い場合に警報が発生している。この中で No. 6 のみは、SG 入口 Na 流量の No. 11(12.3(y)) と同時であり、警報は制御系異常により 2 次 Na 流量が急減少し、蒸発器液位も降下したため発生し

た。本計装点では通常の液位制御時にも軽度の警報が発生しており、設定の見直しは必要と考えるが、No.6 など有効であると考え。又、誤警報も発生していない。

(c) 過熱器入口ナトリウム温度

警報発生記録を表 12.3.22 に、チャート紙を図 12.3.6 に示す。今回の実験では設計条件の 550 ℃ に設定して到達時間監視を行ったが、設定に対して定格が 515 ℃ であり、さらに低い温度で運転することも多くナトリウム側温度は急激な温度変化をしなかったため、ほとんど警報は発生しなかった。

No.1 は負荷上昇中で温度上昇が 550 ℃ に、約 14 分で到達する状況であることを示している。Na が蒸気出口温度も 515 ℃ まで上昇しており、レベル 4 警報としては妥当といえる。

No.2 は、SG 入口 Na 流量の No.11 と同時に制御系異常により発生した。

3 ケースしか発生せず、また程度も軽いので有効性については、今後のデータを含めて判断すべきと考える。又、1 次系ホットレグ温度をチェックすれば、本計装点についてのチェックは不要となるかもしれないが、これも今後の検討事項としたい。

(d) 蒸発器入口ナトリウム温度

蒸気発生器の運転においては、蒸発器出口蒸気温度を制御するのが主眼となる。そのために重要な影響項目である蒸発器入口ナトリウム温度の変化を監視し、より早く蒸気発生器出口蒸気温度変化を察知する必要がある。警報発生記録を表 12.3.23 に、チャート紙を図 12.3.6 に示す。プラント突変時及び停止時に有効に動作しているのがわかる。

No.1 は EQc1-0155 インターロック確認試験における外乱投入直後である。一旦急上昇しその後、急下降しその時に警報発生している。No.2～4 も同様である。No.6 は SG 入口 Na 流量の No.11 と同時であり、制御系異常により生じている。

蒸発器出口蒸気温度に比べ警報発生割合が少なく、そのための異常監視には有効でないとも考えられるが、今回試験時にはデータも少なく、本計装についての有効性に対する最終的判断は今後の検討にゆずりたい。

(e) 蒸発出口蒸気温度

蒸気発生器の運転上の中心となる本項目に対して下限 330 ℃、上限 440 ℃ に設定した到達時間法と微分法によって監視を行った。

蒸発器出口蒸気温度が低下することによりドラム水位高となり、プラントトリップになった例がある。(文献 1 SN941 75-72 P233, 文献 2 SN941 78-39 P26, P32, P33) 原因は制御装置の不調や設定操作のミスで 1 次系 IHX 入口ナトリウム温度や、給水温度が急変した場合であった。今回は、この温度変化を 1 次近似するだけでどこまで有効な警報が発生出来るかが調査の主眼となった。



蒸発器単体運転（出口蒸気を過熱器に通さずバイパスして直接減温減圧系に送る運転）を除外せず、設定に達すれば警報を出すようにした。このため非常に頻発し、レベル1警報でさえ合計41回発生している。本調査・実験期間のうち過熱器運転の12月8日21時25分から10日18時58分及び12月11日20時48分から15日14時10分の間についての警報を表12.3.24に示した。

No.1は、FIC301を追従モード（Remote）としてTIC-172の比例帯を変更している時の変化で、チャート紙からも適確に異常をとらえていることがわかる。

No.2は、EQC1-0053インターロック確認試験にて変動が生じ、本警報発生となっている。

No.3、4は、EQC1-0051試験にてPCV305全開としたため、一担下降してその後上昇したため警報を発生している。No.5はそれ後の処理操作で発生している。No.6はEQC1-0153インターロック確認試験で発生した変化に応じて外乱発生後約7分で発生している。No.7は、EQC1-0154試験において主蒸気ダンプ弁誤開模擬試験で一担EV出口蒸気温度上昇し、次に下降している。異常は適確にとらえている。No.8はVA17-16を50%開から全閉にしてから約9分後に発生している。No.9は、SG入口Na流量のNo.11と同様であり、感度の大きい蒸発器出口温度が急変し、本機能で検知できていない。

No.10は、SRa1-7040原子炉模擬試験の外乱投入復旧時である。

チャート紙（図12.3.6）からわかる通り、これも適確に警報を発信している。特に⑨3月13日の例は、運転状態がトリップ寸前まで達しており、本警報により運転操作をすれば約105秒の余裕があり十分復旧可能であり、本システムは突発事象に対しても十分に検知できることがわかった。

今回の試験範囲では、ほとんど動特性試験による過渡変化時またはその準備操作段階で発生しており、夜間の定常運転時には誤警報を出していない。本来は、蒸発器出口蒸気温度を急変させる第1原因となる外乱に対して、警報用の監視を行うべきであろうが、本方式だけでも有効であることが判明した。

#### (f) 第1減温減圧装置出口圧力

本圧力は、下流にあるPCV306により制御され、この圧力が急変するとより下流の復水器圧力に影響を与える。図12.3.7に示す本圧力の記録は、1分間隔の打点記録計による結果をチャート紙上にプロットするものであり、圧力の変化はそれに加えてはるかに早くこのデータからは、明確な有効性は結論できなかった。しかし例えば12月9日15時56分には明らかに圧力は下っており、レベル1警報を出している。そしてその時に、復水器圧力も急上昇し、レベル3の警報を発している。この時プラントはインターロック確認試験（EQC1-0053）を行っており、PCV305全開の外乱を入れている。

その他No.1については、原因を断定できる資料が残っていないが、チャート紙からよくわかる通りかなりの変化をしている。これはそのころ、PIC-305調節計やFIC301調節計の比例帯、積分定数の変更や、自動モード（AUTO）を追従モード（REMOTE）に変更しているためその影

響が出たものと考えられる。チャート紙を見ると、本機能が有効であることがわかる。

No.2は、PCV305開度を5%変更、No.3は10%変更する。インターロック確認試験（EQC1-0054, 55）の外乱投入時であり、有効に本機能が動作している。

No.4は、同様な試験であるが（EQC1-0056）投入条件など不明である。チャート紙からは変化がよくわかり、動作としては有効である。

No.7は過熱器通気操作時、No.8は通気後負荷上昇操作中に起っており、給水流量が突変したため圧力も急変したと思われる。

圧力変化を検知することは、本警報システムにより可能であるといえるが、今回の計測点のうちで高い圧力変化が見られた警報は本項目のみであった。異常時の圧力変化は多くの場合、急激に起こり、警報がなくても安全弁が作動するか復水器のラプチャー板が破断する等により運転員には認知でき、この手法がそれらより早目に警報が発信出来るかどうか疑問である。安全弁作動などと本警報とが同時に発生することから、本警報は余計な警報ということになる可能性があり、今後圧力変化に対する警報については実験・考察を重ねる必要があると考える。

#### (g) 蒸気発生器入口ナトリウム流量

2次系ナトリウム流量は、蒸気発生器のヒートバランスを決定する上で重要なものであり、特に微妙な挙動をする蒸気器出口蒸気温度に直接影響を与える。蒸気発生器出力により絶対値は変動するので、他の流量と同じく到達時間監視は行えないが、変化率による警報は意味があると考えられる。

すなわち、この流量の変化はそのまま蒸気発生器出力の変化になって現われ、蒸気器出口蒸気温度の変動の原因ともなる。そこで、ある設定値以上の変化には警報を発することとした。

表12.3.26に警報発生記録を示す。チャート紙（図12.3.8）上にマークされた警報発生点を見れば、本警報の有効性は明らかである。

No.1は、負荷上昇中でNa流量を440T/Hから720T/Hへの上昇の過程で生じた。警報の程度はレベル3であり、過大操作をすれば警報を発することがわかる。No.2～No.4はEQC1-0051試験及びそのあと処理操作において発生したもので、チャート紙上もそのような状況を示している。

No.6, No.7は、負荷上昇時の操作中に起っている。No.8, No.9は、原子炉模擬試験で負荷変更を行っている時に発生している。No.8が10%ステップ変化で下降、No.9が10%ステップ変化で上昇である。No.11は、あわやトリップという異常状態で、本システムによっても8分間にレベル1警報を9種の計装点に関し12回、又レベル4までだと27回発生している。原因は、出力指令装置に該当するST3設定器での接触不良によるものと考えられ、1次系、2次系など全系の流量が低下している。原因や詳細な操作は不明であるが、運転員がすぐ気がついて、なんとかトリップには到っていない。SRa1-7010の準備状態であったので急下降したのはHIC101（TIC104/105）FIC107, FIC109, FIC194, FIC292, FIC301による測定値である。本件の場合、これだけ大きな変化に対しても操作員による十分な監視によりトリップを防止できたが、本システム

でも異常を検知できており、有用性は確認できた。

No.12は、SRa1-7040原子炉模擬試験による外乱投入時である。

既設の警報装置には流量変化を監視するものではなく、運転監視手法として非常に有効なものと言える。

#### (h) IHX 1次系入口流量

本項目もSG入口ナトリウム流量と同じく、蒸気発生器出力に関するもので、この流量の過大な変化はプラントの異常であると考えてよい。例えば急減すれば炉内温度の上昇につながる。IHX入口流量(F105)の記録はなくIHXの自由液面はあるが、ほとんど変化しないと考えられるのでチャート紙による検討はF106について行った。

本結果の一覧を表12.3.27に示す。

No.1, No.2は、負荷を30%から85%に上昇中で、流量としては500T/Hから880T/Hに上昇させている操作の過程で生じた。過大操作量に対して、警報が発することが確認された。

No.3, 4は、EQC1-0051試験の外乱投入及びあと処理操作で、チャート紙上にもその状況があらわれている。

No.8はSG入口Na流量のNo.11と同様で、あわやトリップという大きな突変があった。SG入口Na流量と同時に、本監視点の中では一番最初に警報を発生した。

No.9はSRa1-7040に原子炉模擬試験の外乱投入時である。

2次系の蒸気発生器入口ナトリウム流量と同様、警報が適確に発生されており、運転監視手法として有効であることがわかる。

#### (i) 蒸気発生器出口主蒸気温度

この系統の配管の設計条件は、513℃となっているので到達時間監視法を用いた上限を、510℃設定とした。

結果の一覧を表12.3.28に示す。

No.1データは、SH通気操作過程でEVからの直接のSHバイパスライン(420℃)を手動で除々に閉としたため、SH出口温度と等しい460℃へ上昇した。これは通常操作であり、異常状態ではないがチャート紙上でもわかるように主蒸気温度に急上昇が発生して、本方式により警報が発している。

No.2は、EQC1-0051インターロック確認試験時であり、チャート紙上にも変化があらわれている。No.3~6は、EQC1-0513試験の予備試験及び本試験時であり、チャート紙上もこの変化がよく出ている。No.7はEQC1-0154試験の外乱投入後約7分で一旦急下降した温度が、前の状態にもどるために急上昇して警報発生となっている。No.8~14はEQC1-0155等の試験時の外乱投入後に対するものであり、No.7と同様である。

No.15は、過熱器通気前操作によるもので過熱器バイパス弁(VA17-16)を17時33分に1

回転開にし、その約2分後から警報が発している。チャート紙上も100℃から315℃に急上昇している。通気操作上、当然起る現象で警報としては実際は不要であるが、本機能の基本的機能の有効性を立証している。No.16は、通気操作の最後として過熱器出口弁（VA17-17）を全開にし、過熱器バイパス弁（VA17-16）を全閉にした時に発生した。過熱器からのみの蒸気となったため急上昇している。

No.18は、SG入口Na流量のNo.11と同時で、制御系不調によりトリップ寸前の時のものである。

以上の結果、本方式はこのプロセス量に関しては有効とは結論できない。出力運転時に温度が変動すると警報を発するが、これは計画時の意図とは異なる。すなわち510℃に到達するのを事前に検知するのが目的で、直線のフィッティングにより外挿し到達時間を予測したが、このデータから明らかな様にこの場合には外挿してはならない事がわかった。蒸気発生器出口主蒸気温度は過熱器入口ナトリウム温度により限定され、ナトリウム系の温度が蒸気側の設計上の上限値を越えなければ、いくら蒸気温度の上昇率が高くとも警報の必要はない訳である。チャート紙に現われているプラント状態は、一定値（定常運転時の値）で定常運転していたものが各種過渡試験により給水流量が増加し、過熱器出口主蒸気温度が低下したのに対し、給水流量を減少させるか2次ナトリウム流量を増加させて、もとの温度に上昇させてもどしているものである。しかし到達時間監視法では、一担下降した後の上昇過程に対し直線近似を行い外挿するので、警報設定の上限値に到達することとなり警報発生に至る。

そこで本プロセス量を有効に監視するためには、過熱器入口ナトリウム温度、1次系ナトリウム加熱器出口温度、その他各系流量などを監視するか、あるいはそれらを総合的に用いて出力・エネルギーバランス計算等を行い、それらを組み合わせて監視警報を行う必要があると考える。

#### (j) IHX 1次系入口温度

本施設では、原子炉を模擬した各種熱過渡試験が行える様に1次系にコールドバイパス、クーラバイパス、ホットバイパスなどが設置されている。そのためナトリウム加熱器出口からのナトリウムにコールドバイパスのナトリウムが合流することから、IHX 1次入口ナトリウム温度はナトリウム加熱器出口温度よりある程度さがった温度になっている。この温度変化も蒸気発生器出力に直接影響を与えるものであることから、本警報システムを適用した。表12.3.29に警報発生記録を示す。

No.6, No.7は、原子炉模擬試験の出力の下げと上げの外乱投入時に発生している。No.2は、SG入口Na流量のNo.11と同時であり、制御系不調により起っている。

チャート紙（図12.3.11）上では、（T107）とマークしたが変化を良くとらえており、温度変化により蒸気発生器の負荷変動を十分予知出来ることを示している。

#### (k) No.1及びNo.2ナトリウム加熱器出口ナトリウム温度

ナトリウム加熱器及び全系に渡る温度上限を限定する目的で、ナトリウム温度570℃に対して到達時間監視法を適用した。制御系不調により全系トリップ発生寸前に至った12月13日11時0分

においては、チャート紙(図 12.3.11)上、本プロセス量は 564℃まで上昇しており、その時には No.1 ナトリウム加熱器出口ナトリウム温度(T 104)、No.2 ナトリウム加熱器出口ナトリウム温度(T 105)共にレベル1(最強)の警報を発している。この例を初めとし本システムは本プロセス量に対し、有効に適用されていると考える。

#### (l) ナトリウム加熱器出口ナトリウム温度差

本施設には1次系に2基のナトリウム加熱器があり、主ナトリウムを2つに分流して加熱している。しかしその合流点にはミキシングティは用いられておらず、温度差をつけてはならない設計となっている。

そこで+20℃と-20℃の両方に対して到達時間監視法を適用した。表 12.3.32にその結果を示す。警報が非常に頻繁に発生したため、本表ではレベル4のものははぶいている。チャート紙(温度差は図 12.3.11においてT 104とT 105の2本のプロット結果の差として求められる)においても小さきみの変動でわかりにくい点もあるが、2点の温度差にかなり頻繁な変化が見られる。警報も多く発生し、運転員には冗長な警報と判断されている。

No.1からNo.10は、SH通気後の操作において負荷を30%から85%に上昇した場合である。その時、ナトリウム加熱器出口温度制御を、手動にて行ったらしく2基の加熱器の出口温度が少しずつ振動し、温度差大となった。チャート紙上はややわかりにくい、600℃のスケールに対して±20℃の許容差であり、チャート紙の動きからも本警報が発生する状況であるといえる。

No.11～13は制御器の不良があり、温度が振動し、TIC104調節計を交換した。全系にわたって温度変化しており、本機能が有効に働いたと判断できる。No.14は、EQC1-0051インターロック確認試験外乱投入時の変化でチャート紙上でも、若干乱れがみられる。

No.15は、EQC1-0154試験条件設定中で、チャート紙上若干乱れており、警報発生する状況であった。

No.16は、出力上昇中で過渡変化で温度差がついたものである。No.17は、TIC104修理及び実験用アナログ計算機のつなぎ込みを行っており、その際の変動でおきている。No.19は、SG入口Na流量No.11と同時に制御系異常によりおきている。

しかし、これは本監視システムの適用に問題があるのではなく、温度変動が激しく、かつ温度変動の制限がわずか20℃という余裕のないシステム設計に問題があると考えられる。

#### (m) 脱気器液位

脱気器には給水系のブースターポンプと主給水ポンプの上流における最初の自由液面が存在している。このため、脱気器液位極低はインターロック項目となっており、これが働らくと2つのポンプがトリップする本施設において、液位計測用取り出し配管内の液位変化などのため、液位計に指示異常が頻発したため本プロセス量について本警報を適用した。

表 12.3.33に警報発生記録を示すが、記録計が設置されていないため残された記録はない。

この期間中には液位異常は発生せず、本警報の有効性の確認は得られなかった。計装用電気系異常の様に計測値に突変が生ずる様な場合には、本システムは有効であるとは言えないが実際に液位が変動する場合には、脱気器の容量が大きいことから有効に動作すると考える。

#### (n) 復水器圧力

復水器圧力は本施設において、発電プラント等に比べるとかなり高く、プラント状況により 0.1 ～ 0.8 ata の間を変動している。復水器内部圧力は約 1.5 ata に設定されたラプチャー板の破断により、その圧力以下におさえられる。そこでラプチャー板の破断に至る異常な復水器の圧力上昇を防止することを目的に、本プロセス量に本警報を適用し監視した。図 12.3.12 に示す様に、この圧力はかなり大きく変動しており、微分警報は頻発している。

表 12.3.34 にその結果を示す。

No.1 は、PCV-306 での警報と同時に出ており、チャート紙上も変化しており有効な警報と考えられる。No.2 は、EQC1-0052 試験を終え、EQC1-0053 の条件設定中と思われ、チャート紙上でも明らかなように、一担圧力が急下降したのち急上昇し、その時点で警報が発生している。No.4 は、EQC1-0051 試験で上流の PCV 305 を全開としたため、チャート紙上でも明らかなように圧力が急上昇している。

No.6 は、そのあと処理操作時に発生している。

No.7～9 は、インターロック確認試験時に発生している。

すべての試験でレベル 4 警報は発生している。

No.11 は、SG 入口 Na 流量の No.11 と同時で、制御系異常と同時に発生している。

実際にこの圧力上昇は急激であり、本施設の運転当初はかなり誤操作によるラプチャー板破断が発生した。(参考文献(1) SN941 75-72 P237 など) この場合には誤操作といっても、プラントトリップ後の運転員の操作量監視箇所とも非常に多く、運転員の心理的状态も良くない時であることから必然的に起る誤操作と考えるべきであり、それに対する有効な警報による対応を考えるべきである。本施設のシステムでは、直接本プロセス量にのみ限定せず、圧力上昇の原因にさかのぼった警報の発生方式を考案する必要がある。復水器は容量も小さく外部状況の変化によって圧力上昇を開始した時点では、ラプチャー破断はさけられない。根本的に誤操作の解決をはかるためには、復水器の設計仕様の見直しからかからねばならない。

## 12.4 ま と め

プラント運転において警報が必要なのはプラント設備に異常が起きたり、操作ミスにより制限外のプラント状態になった時に、運転員が直ちに異常を認知、対応できない時である。逆に、例えばある条件では全く意味をなさない場合、プラントトリップ等ある事象がおこったら付随的に必ず出る場合などには、警報は出してはならない。特にプラントトリップ時には非常に多くの警報表示が

出るが、運転員はいちいちそれを確認している余裕はなく、むしろ運転員の精神的圧迫感を増すことになる。この場合には他の本当に必要な警報の認知を不可能とする危険性を生むものである。

本警報システムは、以上のうち特に運転員の気付かない設備不調、操作ミスを発見して警報を発生しようとするものであり、既述の様に2、3の項目を除いて有効に動作することが確認された。今回の本システム実証時には並行して多くの起動、停止や各種過渡変化試験がなされ、その結果、警報も頻繁に発生しているが“もんじゅ”においては初期に行う特性試験の時期を除いて、かなりコンスタントな運転となると考えられる。本システムは、その様な100%近い通常運転時に起る異常検知には非常に有効であると考ええる。必要な設備についてもアナログ入力点数は少なく、且つデータロギング用に当然入っている警報点であるので、あとは計算機とCRT表示装置があれば(これも現在の“もんじゅ”設計の枠を越えていないと考えられる。)十分有効な警報システムが組み上る。今後表示方法および警報抑制アルゴリズムを更に検討を進め、“もんじゅ”での有効な利用を図れるよう改良して行く予定である。

表 12.3.1 コールドバイパス流量設定値

<p>No. 1</p> <p><u>コールドバイパス流量</u>を微分監視法で警報を出します。</p> <p>(警報は小リーク盤(MAPI)で“CRT見よ”です)</p> <p>Tag No <u>F11007</u></p> <p>Name <u>COLD BYPASS</u>      単 位 <u>T/H</u></p> <p>警報時に出る CRT 画面は 1 次 Na 系です。</p> <p>ANN が鳴るのは</p> <p>1 分間に <u>± 50T/H</u> 以上変化している時です。</p> <p>CRT 画面が出るのは</p> <p>1 分間に <u>± 40T/H</u> 以上変化している時です。</p> <p>CRT に一行</p> <p><u>COLD BYPASS(F11007) IS CHANGING</u>      (<u>T/H</u>) PER MINUTE</p> <p>と出るのは</p> <p>1 分間に <u>± 30T/H</u> 以上変化している時です。</p>																					
<p>担当者用メモ欄</p> <table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 30%;">Tag No</td> <td style="width: 30%;"><u>F11007</u></td> <td style="width: 10%;">MSG</td> <td style="width: 10%;"><u>2</u></td> <td style="width: 10%;">L</td> <td style="width: 10%;"><u>&lt;4&gt; 25.0</u></td> </tr> <tr> <td>NAME</td> <td><u>COLD BYPASS</u></td> <td>DIMENSION</td> <td><u>T/H</u></td> <td>T</td> <td><u>60.0</u></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>GAMEN</td> <td><u>2</u></td> <td>H</td> <td><u>6</u></td> </tr> </table>				Tag No	<u>F11007</u>	MSG	<u>2</u>	L	<u>&lt;4&gt; 25.0</u>	NAME	<u>COLD BYPASS</u>	DIMENSION	<u>T/H</u>	T	<u>60.0</u>			GAMEN	<u>2</u>	H	<u>6</u>
Tag No	<u>F11007</u>	MSG	<u>2</u>	L	<u>&lt;4&gt; 25.0</u>																
NAME	<u>COLD BYPASS</u>	DIMENSION	<u>T/H</u>	T	<u>60.0</u>																
		GAMEN	<u>2</u>	H	<u>6</u>																



表 12.3.2 EV アニュラスレベル設定値

No. 2			
EV アニュラス レベルを到達時間監視法で警報を出します。			
(警報は小リーク盤(MAPI)で“CRT見よ”です)			
Tag No.	<u>L21003</u>		
Name	<u>EV NA LEVEL</u>	単 位	<u>MM</u>
警報時に出る CRT 画面は <u>2 次 Na 系</u> です。			
ANN が鳴るのは			
<u>-400mm</u> に <u>180</u> 秒以内に到達しそうな時です。			
CRT 画面が出るのは			
<u>-400mm</u> に <u>300</u> 秒以内に到達しそうな時です。			
CRT に一行			
<u>EV NA LEVEL (L21003)</u> WILL REACH <u>-400 (MM)</u> WITHIN (SEC)			
と出るのは,			
<u>-400mm</u> に <u>600</u> 秒以内に到達しそうな時です。			
担当者用メモ欄			
Tag No.	<u>L21003</u>	MSG	<u>1</u> L <u>-400</u>
NAME	<u>EV NA LEVEL</u>	DiMENSiON	<u>MM</u> T <u>900</u>
		GAMEN	<u>3</u> H <u>2</u>

表 12.3.3 SH入口Na 温度設定値

No. <u>3</u>			
SH 入口 Na 温度を到達時間監視法で警報を出します。			
(警報は小リーク盤(MAPI)で“CRT 見よ”です)			
Tag No.	<u>T23001</u>		
Name	<u>SH IN NA</u>	単 位	<u>℃</u>
警報時に出る CRT 画面は <u>全系</u> です。			
ANN が鳴るのは			
<u>550℃</u> に <u>180</u> 秒以内に到達しそうな時です。			
CRT 画面が出るのは			
<u>550℃</u> に <u>300</u> 秒内内に到達しそうな時です。			
CRT に一行			
<u>SH IN NA (T23001)</u> WILL REACH <u>550 (℃)</u> WITHIN (SEC)			
と出るのは,			
<u>550℃</u> に <u>600</u> 秒以内に到達しそうな時です。			
担当者用メモ欄			
Tag No.	<u>T23001</u>	MSG	< 4 > <u>1</u> L <u>550</u>
NAME	<u>SH IN NA</u>	DIMENSION	<u>℃</u> T <u>900</u>
		GAMEN	<u>1</u> H <u>1</u>

表 12.3.4 EV入口Na 温度設定値

No. <u>4</u>			
EV 入口 Na 温度を微分監視法で警報を出します。			
(警報は小リーク盤(MAPI)で“CRT見よ”です)			
Tag No.	<u>T23002</u>		
Name	<u>EV IN NA</u>	単 位	<u>℃</u>
警報時に出る CRT 画面は <u>全系</u> です。			
ANN が鳴るのは			
1 分間に <u>±15℃</u> 以上変化している時です。			
CRT 画面が出るのは			
1 分間に <u>±12℃</u> 以上変化している時です。			
CRT に一行			
<u>EV IN NA(T23002)</u> IS CHANGING <u>(℃)</u> PER MINUTE			
と出るのは			
1 分間に <u>±10℃</u> 以上変化している時です。			
担当者用メモ欄			
Tag No.	<u>T23002</u>	MSG	<u>2</u> <4> L <u>8.0</u>
NAME	<u>EV IN NA</u>	DIMENSION	<u>℃</u> T <u>60.0</u>
		GAMEN	<u>1</u> H <u>6</u>

表 12.3.5 EV 出口蒸気温度設定値(下限)

No. <u>5</u>			
EV 出口蒸気温度を到達時間監視法で警報を出します。			
(警報は小リーク盤(MAPI)で“CRT 見よ”です)			
Tag No.	<u>T27002</u>		
Name	<u>EV OUT STM</u>	単 位	<u>℃</u>
警報時に出る CRT 画面は <u>全系</u> です。			
ANN が鳴るのは			
<u>330℃</u> に 300 秒以内に到達しそうな時です。			
CRT 画面が出るのは			
<u>330℃</u> に 500 秒以内に到達しそうな時です。			
CRT に一行			
<u>EV OUT STM(T27002)WILL REACH 330 (℃)WITHIN (SEC)</u>			
と出るのは			
<u>330℃</u> に 600 秒以内に到達しそうな時です。			
担当者用メモ欄			
Tag No.	<u>T27002</u>	MSG	<u>1</u> <u>&lt; 4 &gt;</u> L <u>330</u>
NAME	<u>EV OUT STM</u>	DIMENSION	<u>℃</u> T <u>720</u>
		GAMEN	<u>1</u> H <u>2</u>

表 12.3.6 EV 出口蒸気温度設定値(上限)

No.	6		
EV 出口蒸気温度を到達時間監視法で警報を出します。			
(警報は小リーク盤(MAPI)で“CRT見よ”です)			
Tag No.	T27002		
Name	EV OUT STM	単 位	℃
警報時に出る CRT 画面は <u>全系</u> です。			
ANN が鳴るのは			
440℃に 180 秒以内に到達しそうな時です。			
CRT 画面が出るのは			
440℃に 300 秒以内に到達しそうな時です。			
CRT に一行			
EV OUT STM(T27002) WILL REACH 440 (°C) WITHIN (SEC)			
と出るのは			
440℃に 480 秒以内に到達しそうな時です。			
担当者用メモ欄			
Tag No.	T27002	MSG	1 < 4 >
NAME	EV OUT STM	DIMENSION	℃ T 600
		GAMEN	1 H 1

表 12.3.7 EV 出口蒸気温度設定値(微係数)

No. <u>7</u>			
EV 出口蒸気温度を微分監視法で警報を出します。			
(警報は小リーク盤(MAPI)で“CRT 見よ”です)			
Tag No	<u>T27002</u>		
Name	<u>EV OUT STM</u>	単 位	<u>°C</u>
警報時に出る CRT 画面は <u>全系</u> です。			
ANN が鳴るのは			
1 分間に <u>-15°C</u> 以上変化している時です。			
CRT 画面が出るのは			
1 分間に <u>-12°C</u> 以上変化している時です。			
CRT に一行			
<u>EV OUT STM(T27002)</u> IS CHANGING <u>(°C)</u> PER MINUTE			
と出るのは			
1 分間に <u>-10°C</u> 以上変化している時です。			
担当者用メモ欄			
Tag No	<u>T27002</u>	MSG	<u>2</u> <u>&lt; 4 &gt;</u> L <u>8.0</u>
NAME	<u>EV OUT STM</u>	DiMENSiON	<u>°C</u> T <u>60.0</u>
		GAMEN	<u>1</u> H <u>5</u>

表 12.3.8 第1減温減圧装置出口圧力設定値

No.	8		
<p>第1減温器出口圧力を到達時間監視法で警報を出します。</p> <p>(警報は小リーク盤(MAPI)で“CRT見よ”です)</p>			
Tag No	P13006		
Name	#1 ATT OUT	単 位	ATG
<p>警報時に出るCRT画面は水蒸気系です。</p> <p>ANNが鳴るのは</p> <p style="padding-left: 40px;"><u>65 kg/cm<sup>2</sup> G</u>に180秒以内に到達しそうな時です。</p> <p>CRT画面が出るのは</p> <p style="padding-left: 40px;"><u>65 kg/cm<sup>2</sup> G</u>に300秒以内に到達しそうな時です。</p> <p>CRTに一行</p> <p style="padding-left: 40px;"><u>#1 ATT OUT(P13006)</u>WILL REACH <u>65(ATG)</u>WITHIN (SEC)</p> <p>と出るのは</p> <p style="padding-left: 40px;"><u>65 kg/cm<sup>2</sup> G</u>に420秒以内に到達しそうな時です。</p>			
担当者用メモ欄			
Tag No	P13006	MSG	1 < 4 >
NAME	#1u ATTu OUT	DiMENSiON	ATG T 600
		GAMEN	5 H 1

表 12.3.9 SG入口Na 流量設定値

No. <u>9</u>	<p>SG入口Na 流量を微分監視法で警報を出します。</p> <p>(警報は小リーク盤(MAPI)で“CRT見よ”です)</p> <p>Tag No. <u>F12002</u></p> <p>Name <u>SG INLET NA</u>      単 位 <u>T/H</u></p> <p>警報時に出るCRT画面は<u>2次Na系</u>です。</p> <p>ANNが鳴るのは</p> <p style="padding-left: 40px;">1分間に<u>50 T/H</u>以上変化している時です。</p> <p>CRT画面が出るのは</p> <p style="padding-left: 40px;">1分間に<u>30 T/H</u>以上変化している時です。</p> <p>CRTに一行</p> <p style="padding-left: 40px;"><u>SG INLET NA(F12002) IS CHANING</u>      (<u>T/H</u>) PER MINUTE</p> <p>と出るのは</p> <p style="padding-left: 40px;">1分間に<u>20 T/H</u>以上変化している時です。</p>		
担当者用メモ欄			
Tag No. <u>F12002</u>	MSG	<u>2</u>	<4> L <u>15.0</u>
NAME <u>SG INLET NA</u>	DIMENSION	<u>T/H</u>	T <u>2.0</u>
	GAMEN	<u>3</u>	H <u>6</u>



表 12.3.10 1次系 IHX 入口 Na 流量設定値

No	<u>10</u>		
<p><u>1次系 IHX 入口 Na 流量</u>を微分監視法で警報を出します。</p> <p>(警報は小リーク盤(MAPI)で“CRT見よ”です)</p>			
Tag No	<u>F11005</u>		
Name	<u>IHX INLET FLOW</u>	単 位	<u>T/H</u>
警報時に出る CRT 画面は <u>1次 Na 系</u> です。			
ANN が鳴るのは			
1 分間に <u>60 T/H</u> 以上変化している時です。			
CRT 画面が出るのは			
1 分間に <u>50 T/H</u> 以上変化している時です。			
CRT に一行			
<u>IHX INLET FLOW(F11005) IS CHANGING</u> (T/H) PER MINUTE			
と出るのは			
1 分間に <u>30 T/H</u> 以上変化している時です。			
担当者用メモ欄			
Tag No	<u>F11005</u>	MSG	< 4 >
		<u>2</u>	L <u>20.0</u>
NAME	<u>IHX INLET FLOW</u>	DiMENSiON	T <u>2.0</u>
		<u>T/H</u>	
		GAMEN	H <u>6</u>
		<u>2</u>	

表12.3.11 S G 出口蒸気温度

<p><u>No.11</u></p> <p><u>SG 出口蒸気温度</u> を到達時間監視法で警報を出します。(警報は 小リーク盤 (MAPI) で “CRT 見よ” です)</p> <p>Tag No <u>T13003</u></p> <p>Name <u>SG OUT STM</u>                      単位 <u>.C</u></p> <p>警報時に出る CRT 画面は <u>全系</u> です。</p> <p>ANN が鳴るのは</p> <p style="padding-left: 40px;"><u>510 °C</u> に <u>180</u> 秒以内に到達しそうな時です。</p> <p>CRT 画面が出るのは</p> <p style="padding-left: 40px;"><u>510 °C</u> に <u>300</u> 秒以内に到達しそうな時です。</p> <p>CRT に一行</p> <p style="padding-left: 40px;"><u>SG OUT STM (T13003) WILL REACH 510 (.C) WITHIN (SEC)</u></p> <p style="padding-left: 120px;">と出るのは</p> <p style="padding-left: 40px;"><u>510 °C</u> に <u>420</u> 秒以内に到達しそうな時です。</p>			
<p>担当者用メモ欄</p>			
Tag No <u>T13003</u>	MSG	<u>1</u>	L <u>510</u>
NAME <u>SG<sub>u</sub>OUT<sub>u</sub>STM</u>	DIMENSION	<u>.C</u>	T <u>600</u>
	GAMEN	<u>1</u>	H <u>1</u>

表 12.3.12 1次系 IHX 入口 Na 温度設定値

No. 12

1次系 IHX 入口 Na 温度 を微分監視法で警報を出します。(警報は小リーク盤 (MAPI) で “CRT見よ” です)

TagNo T11007

Name IHX INLET TEMP 単位 .C

警報時に出る CRT 画面は 全系 です。

ANN が鳴るのは

1 分間に 15℃ 以上変化している時です。

CRT 画面が出るのは

1 分間に 10℃ 以上変化している時です。

CRT に一行

IHX INLET TEMP (T11007) IS CHANGING (.C) PER MINUTE

と出るのは

1 分間に 8℃ 以上変化している時です。

担当者用メモ欄

< 4 >

Tag No <u>T11007</u>	MSG	<u>2</u>	L	<u>5.0</u>
NAME <u>IHX INLET TEMP</u>	D: MENSION	<u>.C</u>	T	<u>2.0</u>
	GAMEN	<u>1</u>	H	<u>6</u>

表 12.3.13 No.1 Na 加熱器 出口 Na 温度 設定値

No. 13

No.1 Na 加熱器 出口 Na 温度 を到達時間監視法で警報を出します。

(警報は小リーク盤 (MAPI) で “CRT 見よ” です)

Tag No. T11004

Name NO1 NA HTR OUT 単位 .C

警報時に出る CRT 画面は 燃料系 です。

ANN が鳴るのは

570 °C に 300 秒以内に到達しそうな時です。

CRT 画面が出るのは

570 °C に 400 秒以内に到達しそうな時です。

CRT に一行

No1 NA HTR OUT(T11004) WILL REACH 570 (.C) WITHIN (SEC)

と出るのは

570 °C に 420 秒以内に到達しそうな時です。

担当者用メモ欄

< 4 >

Tag No. <u>T11004</u>	MSG	<u>1</u>	L <u>570</u>
NAME <u>No1<sub>u</sub>NA<sub>u</sub>HTR<sub>u</sub>OUT</u>	DIMENSION	<u>.C</u>	T <u>600</u>
	GAMEN	<u>6</u>	H <u>1</u>

表 12.3.14 No2 Na 加熱器出口 Na 温度 設定値

<p><u>No. 14</u></p> <p>No2 Na 加熱器出口 Na 温度 を到達時間監視法で警報を出します。          (警報は小リーク盤 (MAPI)で "CRT 見よ" です)</p> <p>TagNo <u>T11005</u></p> <p>Name <u>No2 NA HTR OUT</u>                      単位 <u>. C</u></p> <p>警報時に出る CRT 画面は <u>燃料系</u> です。</p> <p>ANN が鳴るのは</p> <p><u>570 °C</u> に <u>300</u> 秒以内に到達しそうな時です。</p> <p>CRT 画面が出るのは</p> <p><u>570 °C</u> に <u>400</u> 秒以内に到達しそうな時です。</p> <p>CRT に一行</p> <p><u>No2 NA HTR OUT (T11005) WILL REACH 570 (. C ) WITHIN</u>                      (SEC)</p> <p>と出るのは</p> <p><u>570 °C</u> に <u>420</u> 秒以内に到達しそうな時です。</p>			
<p>担当者用メモ欄</p>			
Tag No	<u>T11005</u>	MSG	<u>1</u> L <u>570</u>
NAME	<u>No2 NA HTR OUT</u>	DIMENSION	<u>. C</u> T <u>600</u>
		GAMEN	<u>6</u> H <u>1</u>

表 12. 3. 15 Na 加熱器出口温度差 ( 正側 ) 設定値

<p>No.15</p> <p><u>Na 加熱器出口温度差</u> を到達時間監視法で警報を出します。( 警報は小リーク盤 ( MAPI ) で “ CRT 見よ ” です )</p> <p>Tag No <u>T11091</u></p> <p>Name <u>NA HTR DIF TEMP</u> 単位 <u>. C</u></p> <p>警報時に出る CRT 画面は <u>燃料系</u> です。</p> <p>ANN が鳴るのは</p> <p><u>+ 20 °C</u> に <u>180</u> 秒以内に到達しそうな時です。</p> <p>CRT 画面が出るのは</p> <p><u>+ 20 °C</u> に <u>300</u> 秒以内に到達しそうな時です。</p> <p>CRT に一行</p> <p><u>NA HTR DIF TEMP (T11091) WILL REACH +20 (.C) WITHIN</u> (SEC)</p> <p>と出るのは</p> <p><u>+ 20 °C</u> に <u>420</u> 秒以内に到達しそうな時です。</p>			
<p>担当者用メモ欄</p>			
Tag No	<u>T11091</u>	MSG	<u>1</u> L <u>20</u>
NAME	<u>NA<sub>u</sub>HTR<sub>u</sub>DIF<sub>u</sub>TEMP</u>	DIMENSION	<u>. C</u> T <u>600</u>
		GAMEN	<u>6</u> H <u>1</u>

表 12.3.16 Na 加熱器出口温度差（負側）設定値

No. 16

Na 加熱器出口温度差 を到達時間監視法で警報を出します。（警報は小リーク盤（MAPI）で“CRT見よ”です）

Tag No. T11091

Name NA HTR DIF TEMP 単位 .C

警報時に出る CRT 画面は 燃料系 です。

ANN が鳴るのは

-20℃ に 180 秒以内に到達しそうな時です。

CRT 画面が出るのは

-20℃ に 300 秒以内に到達しそうな時です。

CRT に一行

NA HTR DIF TEMP (T11091) WILL REACH -20 (.C) WITHIN (SEC)

と出るのは

-20℃ に 420 秒以内に到達しそうな時です。

担当者用メモ欄

< 4 >

Tag No. <u>T11091</u>	MSG	<u>1</u>	L	<u>-20</u>
NAME <u>NA<sub>u</sub>HTR<sub>u</sub>DIF<sub>u</sub>TEMP</u>	DIMENSION	<u>.C</u>	T	<u>600</u>
	GAMEN	<u>6</u>	H	<u>2</u>

表 12.3.17 脱気器レベル設定値

No. 17

脱気器レベル を到達時間監視法で警報を出します。(警報は小  
リーク盤 (MAPI) で "CRT 見よ" です)

Tag No L13003

Name DEAERATOR LEVEL 単位 MM

警報時に出る CRT 画面は 水蒸気系 です。

ANN が鳴るのは

- 250 mm に 180 秒以内に到達しそうな時です。

CRT 画面が出るのは

- 250 mm に 300 秒以内に到達しそうな時です。

CRT に一行

DEAERATOR LEVEL (L13003) WILL REACH -250 (MM) WITHIN (SEC)

と出るのは

- 250 mm に 420 秒以内に到達しそうな時です。

担当者用メモ欄

< 4 >

Tag No <u>L13003</u>	MSG	<u>1</u>	L	<u>-250</u>
NAME <u>DEAERATOR LEVEL</u>	DIMENSION	<u>MM</u>	T	<u>600</u>
	GAMEN	<u>5</u>	H	<u>2</u>



表12.3.18 復水器圧力設定値

<p>No. <u>18</u></p> <p><u>復水器圧力</u> を微分監視法で警報を出します。(警報は小リーク盤 (MAPI) で "CRT見よ" です)</p> <p>Tag No <u>P13007</u></p> <p>Name <u>CONDENSER PRESS</u>      単位 <u>ATA</u></p> <p>警報時に出る CRT 画面は <u>水蒸気系</u> です。</p> <p>ANN が鳴るのは</p> <p>1 分間に <u>0.3 kg/cm<sup>2</sup></u> 以上変化している時です。</p> <p>CRT 画面が出るのは</p> <p>1 分間に <u>0.2 kg/cm<sup>2</sup></u> 以上変化している時です。</p> <p>CRT に一行</p> <p><u>CONDENSER PRESS (P13007) IS CHANGING</u>      (<u>ATA</u>) PER MINUTE</p> <p>と出るのは</p> <p>1 分間に <u>0.05 kg/cm<sup>2</sup></u> 以上変化している時です。</p>					
<p>担当者用メモ欄</p>					
Tag No	<u>P13007</u>	MSG	<u>2</u>	L	<u>0.02</u>
NAME	<u>CONDENSER PRESS</u>	DIMENSION	<u>ATA</u>	T	<u>2.0</u>
		GAMEN	<u>5</u>	H	<u>4</u>

表 12.3.20 コールドバイパス 流量警報発生ログ

No.	日 時 分	レベル	内 容	評 価
1	9日 16:28	4	25.2 T/H/分	実験終了後復旧操作
2	10日 9:43	3	30.0 T/H/分	実験 (EQC1-0154) 設定操作
3	13日 11:01	2, 1	47.0 T/H/分, 106.2 T/H/分	制御系異常 トリップ寸前
4	13日 19:30, 31	3, 2	38.2 T/H/分, 46.0 T/H/分	実験 (SRa1-7041) 設定操作
5	14日 14:12	4, 3	-27.2 T/H/分, -34.0 T/H/分	実験 (SRa1-4042) 設定操作
6	15日 14:13	4	-27.6 T/H/分	} 14:10 2次Naポンプ 異常停止トリップ試験
7	15日 14:26	3	31.2 T/H/分	

表 12.3.21 蒸発器アニュラス部ナトリウム液位警報発生ログ (レベル 1. 2. 3)

No.	日 時 分	レベル	内 容	評 価
1	11日 11:07	3	555 秒	SG液位制御系動作
2	11日 19:20	3	435 秒	SG液位制御系動作
3	13日 0:46	3	476 秒	SG液位制御系動作
4	13日 2:50	3	556 秒	SG液位制御系動作
5	13日 4:39	3	518 秒	SG液位制御系動作
6	13日 11:03	3	449 秒	制御系異常トリップ寸前
7	14日 2:53	3	479 秒	SG液位制御系動作
8	14日 6:20	3	514 秒	SG液位制御系動作
9	14日 13:46	3	564 秒	SRa1-7040 原子炉模擬試験
10	15日 14:10	3	543 秒	} 14:10 2次Naポンプ 異常停止トリップ試験
11	15日 14:18	2	283 秒	

表12.3.22 過熱器入口ナトリウム温度警報発生ログ

No	日 時 分	レベル	内 容	評 価
1	8日 23:57	4	835 秒	負荷上昇中
2	13日 11:05	3	478 秒	制御系異常トリップ寸前
3	13日 19:18	3	568 秒	実験 (SRa1-7041) 設定操作

表12.3.23 蒸発器入口ナトリウム温度警報発生ログ

No	日 時 分	レベル	内 容	評 価
1	10日 11:15	4	-9.7 °C/分	EQc1-0155 インターロック確認試験
2	10日 14:31	4	8.4 °C/分	EQc1-0156 インターロック確認試験
3	10日 15:49	4	8.2 °C/分	EQc1-0157 インターロック確認試験
4	10日 16:53	4	-9.8 °C/分	EQc1-0159 インターロック確認試験
5	10日 22:39	3, 1	-10.9, -16.2 °C/分	
6	13日 11:03, 04	4, 2, 1	-9.4, -14.6 °C/分	制御系異常トリップ寸前
7	15日 14:10, 12	4, 3	-8.8, -11.9 °C/分	14:10 2次Naポンプ 異常停止試験

表 12.3.24 蒸発器出口蒸気温度警報発生ログ (レベル1)

No.	日 時 分	レベル	内 容	評 価
1	9日 11:52, 53	3, 1	440 °C へ 401, 132 秒	制御系定数変更
2	9日 15:59	1, 2	330 °C へ 269 秒, -13.2 °C/分	EQc1-0053 インターロック確認試験
3	9日 18:15	1	440 °C へ 156 秒	} EQc1-0051 インターロック確認試験
4	9日 18:19, 22	1, 1	330 °C へ 254 秒, -23.3 °C/分	
5	9日 18:40	1	440 °C へ 81 秒	
6	9日 21:22	1	440 °C へ 169 秒	EQc1-0153 インターロック確認試験
7	10日 10:04, 06	1, 1, 1	440 °C へ 51 秒, 330 °C へ 171 秒, -18.6 °C/分	EQc1-0154 インターロック確認試験
8	10日 13:26	1	440 °C へ 160 秒	EQc1-0152 試験準備
9	13日 11:00, 04	1	440 °C へ 173 秒, 330 °C へ 102 秒, -32.9 °C/分	制御系異常トリップ寸前
10	13日 15:58	1	440 °C へ 100 秒	SRa1-7040 原子炉模擬試験

表 12.3.25 第一減温減圧装置出口圧力警報発生ログ

No.	日 時 分	レベル	内 容	評 価
1	9日 11:51, 54	4, 3	585, 357 秒	制御系定数等操作
2	9日 13:24	4	554 秒	EQc1-0054 インターロック確認試験
3	9日 13:48	4	462 秒	EQc1-0055 インターロック確認試験
4	9日 14:10	3	346 秒	EQc1-0056 インターロック確認試験
5	9日 15:56	1	172 秒	EQc1-0053 インターロック確認試験
6	9日 18:14	2	251 秒	EQc1-0051 インターロック確認試験
7	11日 17:39	3	343 秒	過熱器通気操作
8	11日 22:31	4, 3	430, 323 秒	通気後負荷上昇操作中
9	13日 11:00	4	517 秒	制御系異常トリップ寸前
10	14日 10:46	3, 1	364, 83秒	SRa1-4010 原子炉模擬試験

表 12.3.26 蒸気発生器入口ナトリウム流量警報発生ログ

No.	日 時 分	レベル	内 容	評 価
1	8日 23:45, 46	3	16.8, 23.2 T/H/分	負荷30%→85% 上昇中
2	9日 18:15	3	-20.2, -32.1 T/H/分	} EQc1-0051 インターロック確認試験
3	9日 18:40	1	66.2 T/H/分	
4	9日 19:22	3	20.5 T/H/分	
5	10日 22:39	1	-157.9 T/H/分	
6	11日 19:37	3	21.2 T/H/分	負荷上昇作業
7	11日 19:53	3	22.3 T/H/分	負荷上昇作業
8	12日 17:48, 49	3, 2	-26.1, -38.0 T/H/分	SRa1-0040 下げ
9	12日 18:23	2	38.1 T/H/分	SRa1-0040 上げ
10	12日 22:39	3	-22.3 T/H/分	
11	13日 10:59	1	-90.22 T/H/分	制御系異常トリップ寸前
12	13日 15:20	2	-31.4 T/H/分	SRa1-7040 原子炉模擬試験
13	13日 20:45	3, 2	-31.8 T/H/分	SRa1-7041(No.1) 原子炉模擬試験
14	14日 10:43, 44	3, 2	-25.9, -39.4 T/H/分	SRa1-4010 原子炉模擬試験
15	14日 12:32	3, 2	32.7 T/H/分	SRa1-4042 原子炉模擬試験
16	14日 13:47	3	20.3 T/H/分	SRa1-7041(No.2) 原子炉模擬試験
17	14日 16:52	3, 2	21.9 T/H/分	SRa1-4042 原子炉模擬試験
18	15日 14:09	1	-112.4 T/H/分	14:10 2次Naポンプ異常停止試験

表 12.3.27 IHX 1次系入口流量警報発生ログ (レベル1~3)

No	日 時 分	レベル	内 容	評 価
1	8日 23:55 , 56	3, 2	36.3 , 54.7 T/H/分	} 負荷 30% → 85%
2	9日 0:19	3	42.5 T/H/分	
3	9日 18:15	3	-33.9 T/H/分	} EQc1-0051
4	9日 18:40	3, 1	47.2 , 70.0 T/H/分	
5	10日 22:39	1	-178.6 T/H/分	
6	12日 17:48	3	-32.4 T/H/分	SRa1-0040 下げ
7	12日 18:23	3	42.1 T/H/分	SRa1-0040 上げ
8	13日 10:59	1	-97.3 T/H/分	
9	13日 15:20	3	-42.3 T/H/分	SRa1-7040 原子炉模擬試験
10	13日 19:16	2, 1	-57.3 , -62.7 T/H/分	SRa1-7041 (No.1) 原子炉模擬試験
11	13日 20:45	3	-31.5 T/H/分	SRa1-7041 (No.1) 原子炉模擬試験
12	14日 9:24	3	-41.7 T/H/分	SRa1-4010 準備
13	14日 10:43 , 44	3, 2	-39.8 , -59.4 T/H/分	SRa1-4010 原子炉模擬試験
14	14日 12:32	3	36.1 T/H/分	SRa1-7042 原子炉模擬試験
15	14日 16:52	3	35.3 T/H/分	SRa1-4042 原子炉模擬試験
16	15日 14:09	1	-71.5 T/H/分	2次Naポンプ異常停止トリップ試験
17	15日 14:38 , 39	2, 1	58.6 , 90.9 T/H/分	2次Naポンプ 後処理操作

表 12.3.28 蒸気発生器出口蒸気温度警報発生ログ

No	日 時 分	レベル	内 容	評 価
1	8日 21:19	4	583 秒	21:13よりVA17-16 徐々に手動にて閉
2	9日 18:18	4	521 秒	EQc1-0051 インターロック確認試験
3	9日 20:32	2	250 秒	EQc1-0153 予備試験
4	9日 20:40	1	164 秒	EQc1-0153 予備試験
5	9日 20:59, 21:00	2, 1	254 , 109 秒	EQc1-0153 試験準備
6	9日 21:19, 20	2, 1	276 , 111 秒	EQc1-0153 インターロック確認試験
7	10日 10:09	1	67 秒	EQc1-0154 インターロック確認試験
8	10日 11:15	1	66 秒	EQc1-0155 インターロック確認試験
9	10日 13:21, 24	2, 1	238 , 115 秒	EQc1-0152 試験準備
10	10日 13:56, 57	3, 2, 1	407 , 186 , 100 秒	EQc1-0152 インターロック確認試験
11	10日 14:33	4	543 秒	EQc1-0156 インターロック確認試験
12	10日 15:16	4, 1	117 秒	EQc1-0157 試験準備
13	10日 15:52, 53	2, 1	274 , 58 秒	EQc1-0157 インターロック確認試験
14	10日 16:52, 53	2, 1	207 , 62 秒	EQc1-0159 インターロック確認試験
15	11日 17:35, 36, 38	4, 3, 2	479 , 381 , 298 秒	過熱器通気操作
16	11日 20:49, 50	4, 3	441 , 369 秒	過熱器通気操作
17	12日 11:00	4	515 秒	
18	13日 11:07	4	525 秒	制御系不調トリップ寸前
19	13日 19:19	4, 2	262 秒	SRa1-7041 (No.1) 原子炉模擬試験
20	14日 10:45	1	137 秒	SRa1-4010 原子炉模擬試験



表12.3.29 IHX 1次系温度警報発生ログ

No	日 時 分	レベル	内 容	評 価
1	10日 22:39	1	-19.0 °C/分	
2	13日 11:01	1	-22.1 °C/分	制御系不調 トリップ
3	13日 19:08	4	-5.1 °C/分	SRa1-7041 原子炉模擬試験
4	13日 19:17	3	8.6 °C/分	SRa1-7041 原子炉模擬試験
5	13日 19:30, 31	4, 3	-7.9, -9.4 °C/分	SRa1-7041 原子炉模擬試験
6	14日 10:43	1	-38.9 °C/分	SRa1-4010 原子炉模擬試験
7	14日 14:12	4	6.0 °C/分	SRa1-7041 原子炉模擬試験
8	15日 14:16, 17	3, 1	-9.5, -36.7 °C/分	2次Naポンプ異常停止トリップ試験
9	15日 14:40	3	-8.97 °C/分	同 上 後処理操作

表 12.3.30 No.1 Na 加熱器出口温度警報発生ログ

No.	日 時 分	レベル	内 容	評 価
1	9日 10:59	4	511 秒	} 燃料制御器不良及び 調節計交換
2	9日 11:29	1	44 秒	
3	11日 22:28	4	509 秒	出力上昇中
4	12日 11:00	4	449 秒	
5	12日 17:49	4	430 秒	SRa1-0040
6	13日 11:00	1	240 秒	制御系不調 トリップ寸前
7	13日 15:21	4	537 秒	SRa1-7040 原子炉模擬試験
8	13日 19:06	4	534 秒	SRa1-7041 原子炉模擬試験
9	13日 19:16	1	242 秒	SRa1-7041 原子炉模擬試験
10	14日 10:45	1	227 秒	SRa1-4010 原子炉模擬試験
11	15日 14:22	1	211 秒	2次Naポンプ異常停止トリップ試験

表 12.3.31 No.2 Na 加熱器出口温度警報発生ログ

No.	日 時 分	レベル	内 容	評 価
1	13日 11:00	1	287 秒	制御系不調 トリップ寸前
2	13日 19:16	4, 1	497, 280 秒	SRa1-7041 原子炉模擬試験
3	14日 10:45	1	249 秒	SRa1-4010 原子炉模擬試験
4	15日 14:22	1	211 秒	2次Naポンプ異常停止トリップ試験

表 12.3.32. Na加熱器出口ナトリウム温度差警報発生ログ

No	日 時 分	レベル	内 容	評 価
1	8日 22:39	2	+238秒	SH通気後 操作にて負荷を 30%から85%に上昇 TIC 104, 105 手動
2	8日 22:42, 43	3, 2	-410, 238秒	
3	8日 22:49, 52	2, 1	+,-250, 173秒	
4	8日 23:12	3	+345秒	
5	8日 23:18	3	-323秒	
6	8日 23:19	2	-233秒	
7	8日 23:28, 34	3, 2	+439, 255秒	
8	8日 23:39	2	-290秒	
9	8日 23:54, 56	3, 2, 1	+343, 231, 155秒	
10	9日 0:10	2, 1	-233, 111秒	
11	9日 10:56	2, 1	-295, 104秒	燃料流量制御器不良 及び制御装置交換
12	9日 10:58, 59	3, 1	+345, 161秒	
13	9日 11:57, 12:00	3, 2	+414, 291秒	
14	9日 18:18	3	+395秒	EQc1-0051 インターロック確認試験
15	10日 9:44	3	+344秒	EQc1-0154 条件設定中
16	11日 22:30	2	+253秒	出力上昇中
17	12日 9:49	3	-393秒	計装変更作業
18	12日 11:00	3	+363秒	
19	13日 11:01	1	+114秒	制御系異常 トリップ寸前
20	13日 11:05, 06	2, 1	-204, 155秒	制御系異常 トリップ寸前
21	13日 20:47	3	+358秒	SRa1-7041 原子炉模擬試験
22	15日 13:27, 28	3, 2, 1	-310, 238, 159秒	EQa1-0120 試験準備

表12.3.33. 脱気器レベル警報発生ログ

No.	日 時 分	レベル	内 容	評 価
1	9日 12:01	4	581秒	
2	9日 15:51	4	435秒	
3	10日 10:15	4	589秒	EQc1-0154 インターロック確認試験
4	10日 11:19	4	521秒	EQc1-0155 インターロック確認試験
5	11日 11:21	4	561秒	給水制御弁切替試験 給水流量 20 T/H $\leftrightarrow$ 40 T/H 5往復
6	11日 11:50, 52	4, 3	549, 348秒	
7	11日 12:03	2	286秒	
8	11日 12:17	4	525秒	
9	11日 12:22	3	374秒	
10	11日 12:34	4	528秒	
11	11日 12:51	4	591秒	
12	11日 12:55, 57	3, 2	408, 278秒	
13	11日 16:23	4	592秒	
14	11日 16:39, 41	4, 3	549, 363秒	
15	11日 16:56	4	490秒	
16	13日 11:03	4	448秒	制御系異常 トリップ寸前
17	13日 20:55	4	561秒	SRa1-7041 原子炉模擬試験
18	14日 17:02	3	364秒	SRa1-4042 原子炉模擬試験
19	14日 17:49	4	543秒 秒	SRa1-4042 原子炉模擬試験
20	15日 14:38, 39	2, 1	184, 106 秒	2次Naポンプ異常停止トリップ試験

表 12.3.34 復水器圧力警報発生ログ (レベル 1~3)

No.	日 時 分	レベル	内 容	評 価
1	9日 11:54	3	0.06 ata/分	水系制御定数等変更
2	9日 14:10	3	0.07 ata/分	EQc1-0056 インターロック確認試験
3	9日 14:55	3	0.07 ata/分	EQc1-0053 試験条件設定中
4	9日 15:56	3	0.11 ata/分	EQc1-0053 インターロック確認試験
5	9日 18:14	3	0.08 ata/分	EQc1-0051 インターロック確認試験
6	9日 18:40	3	0.06 ata/分	EQc1-0051 復旧操作
7	10日 13:24	3	0.06 ata/分	EQc1-0152 試験準備
8	10日 15:50	3	0.06 ata/分	EQc1-0157 インターロック確認試験
9	10日 16:48	3	0.06 ata/分	EQc1-0159 インターロック確認試験
10	12日 18:23	3	0.08 ata/分	SRa1-0040 原子炉模擬試験
11	13日 11:03	3	0.05 ata/分	制御系異常 トリップ寸前
12	14日 16:53	3	0.07 ata/分	SRa1-4042 原子炉模擬試験
13	15日 14:14, 15	3, 1	0.06, 0.41 ata/分	2次Naポンプ異常停止トリップ試験

昭和54年 3月8日 午前

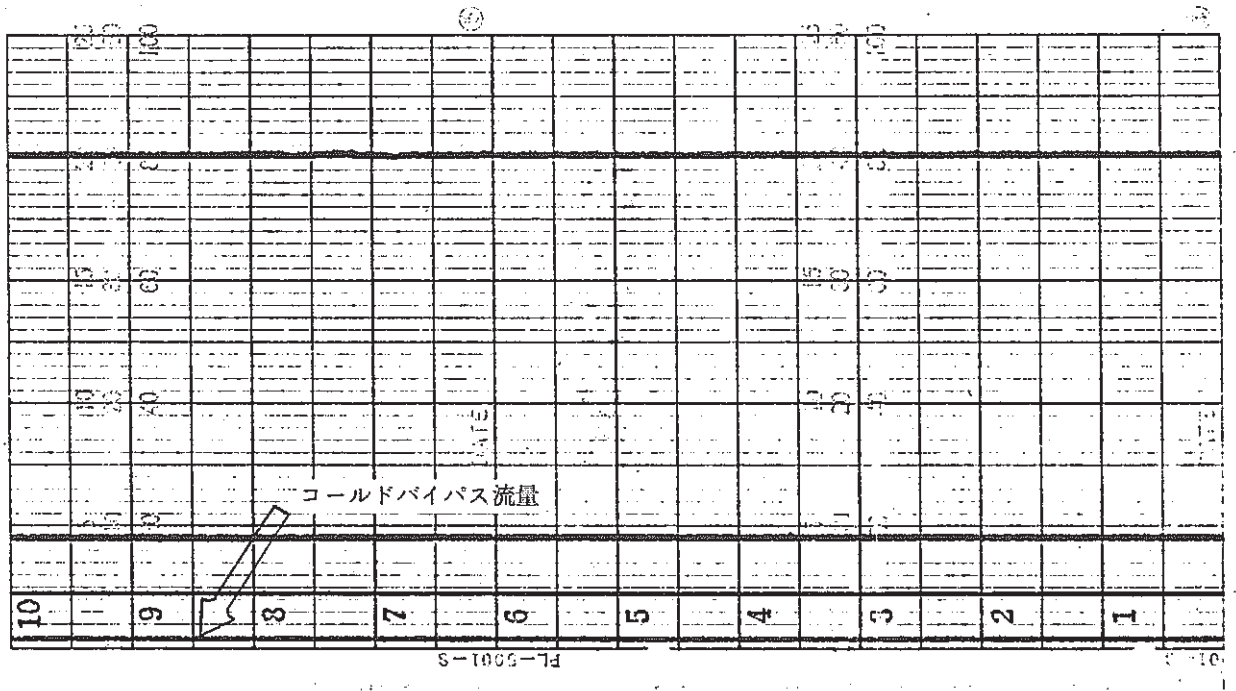


図 12.3.4.-1 コールドバイパス流量記録計

昭和54年3月8日 午後

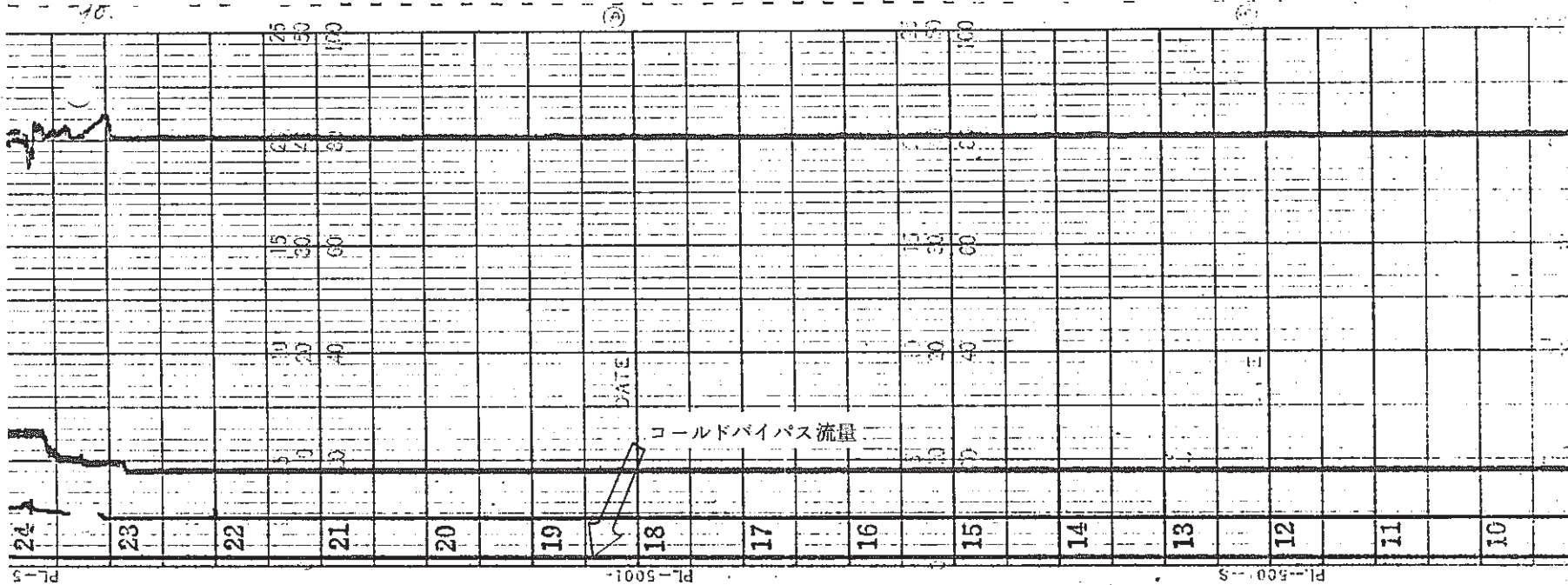


図 12. 3. 4. - 2

昭和54年3月9日 午前

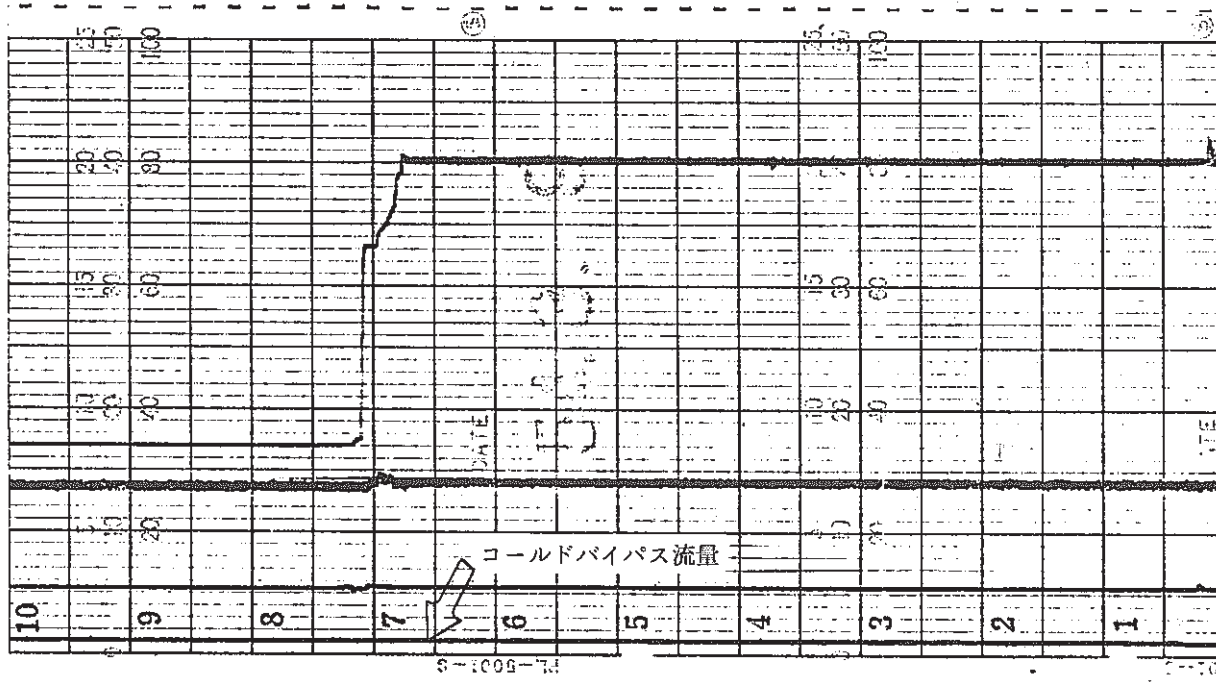


図12.3.4-3



昭和54年3月9日 午後

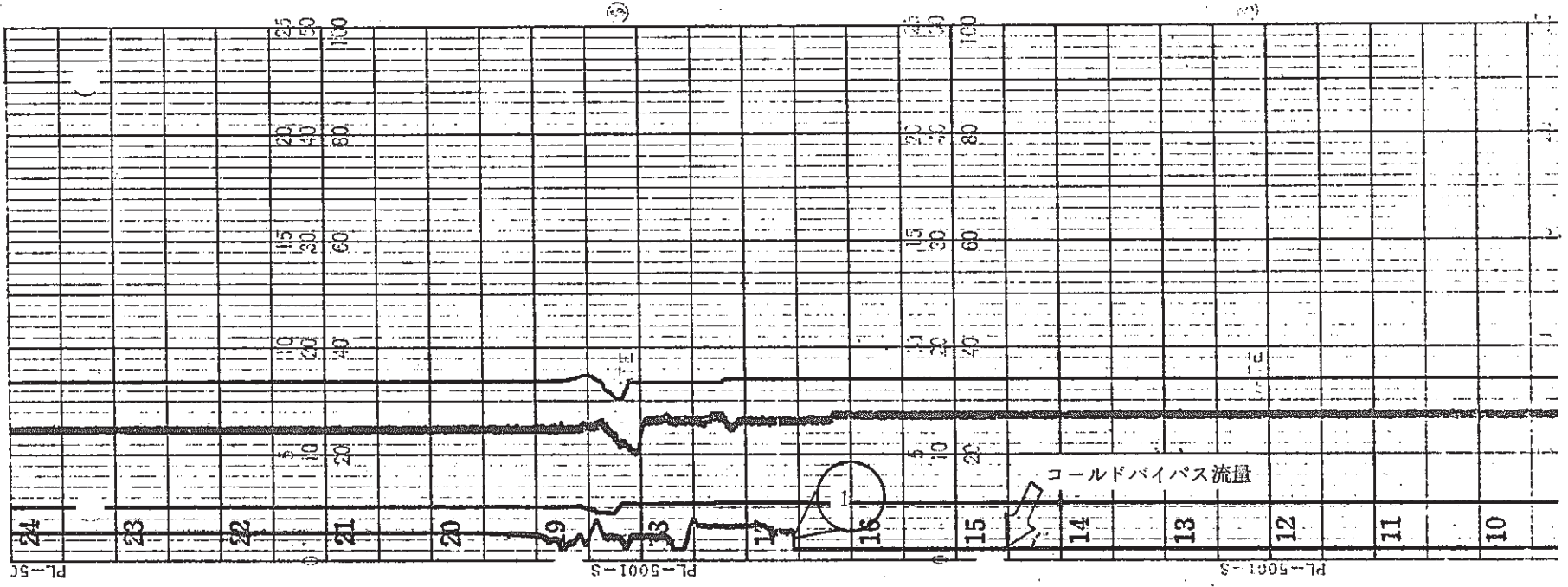


図 12. 3. 4.- 4

昭和54年3月10日 午前

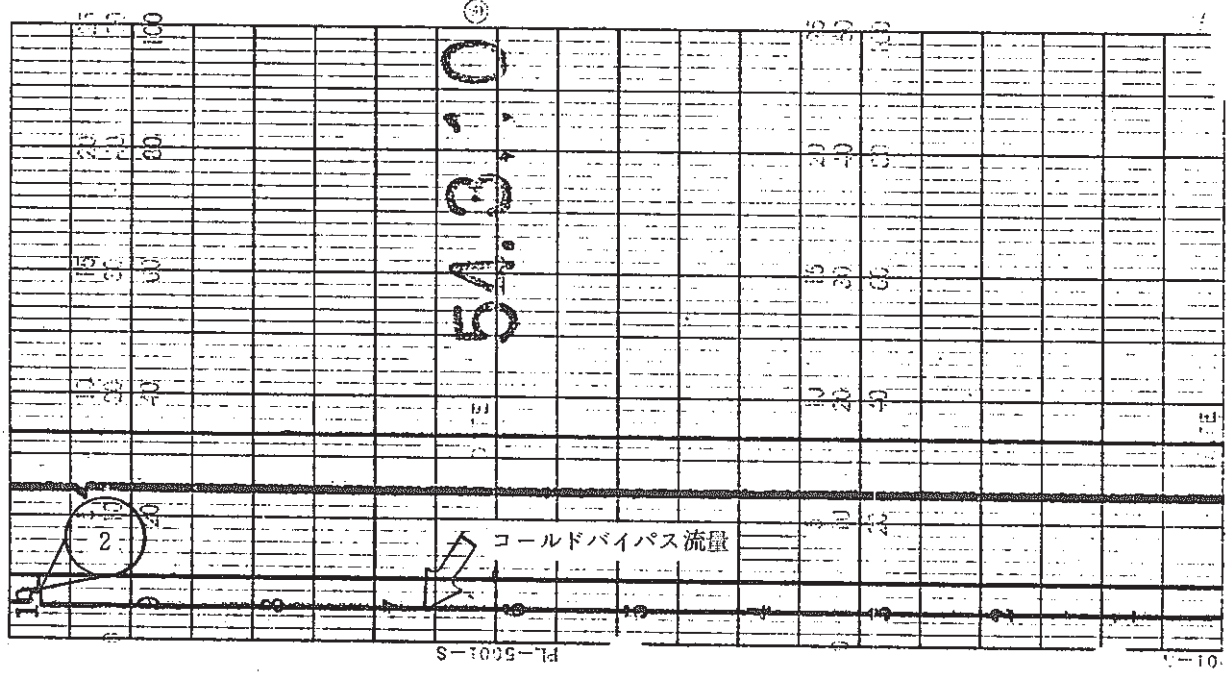


図 12.3.4-5

昭和54年3月10日 午後

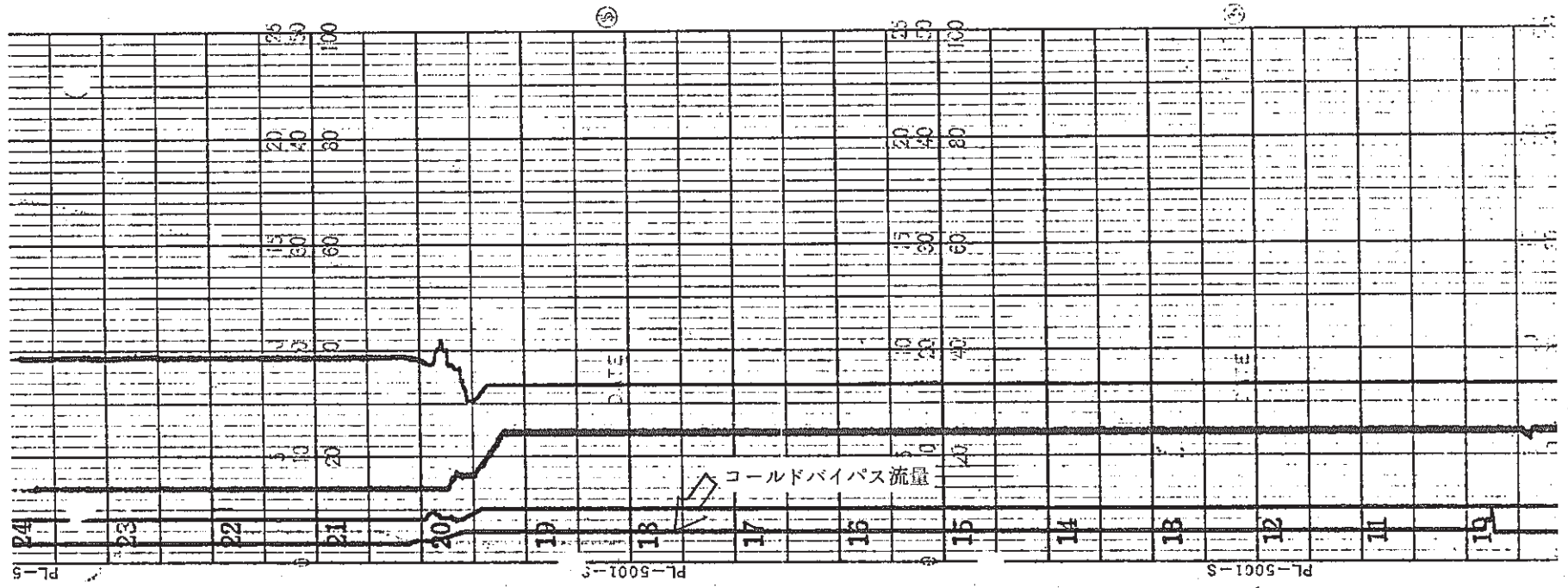


図 12.3.4-6

昭和54年3月12日 午後

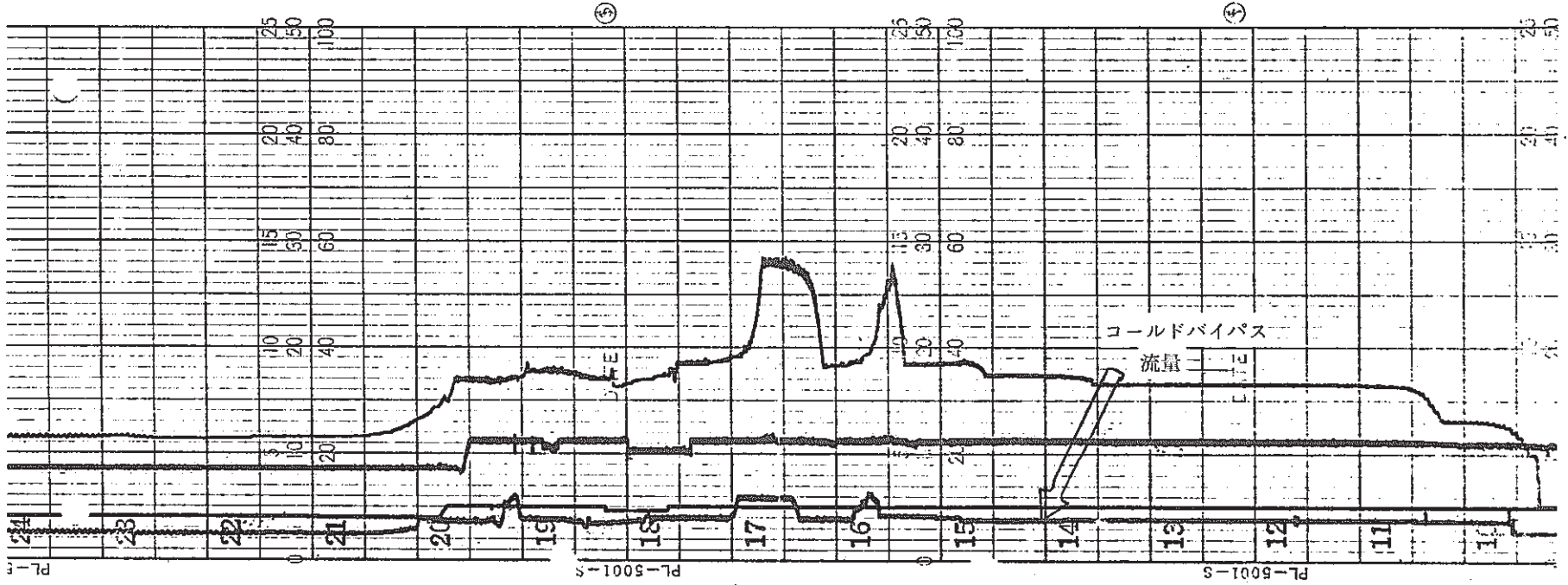


図 12. 3. 4. - 10

昭和54年3月11日 午前

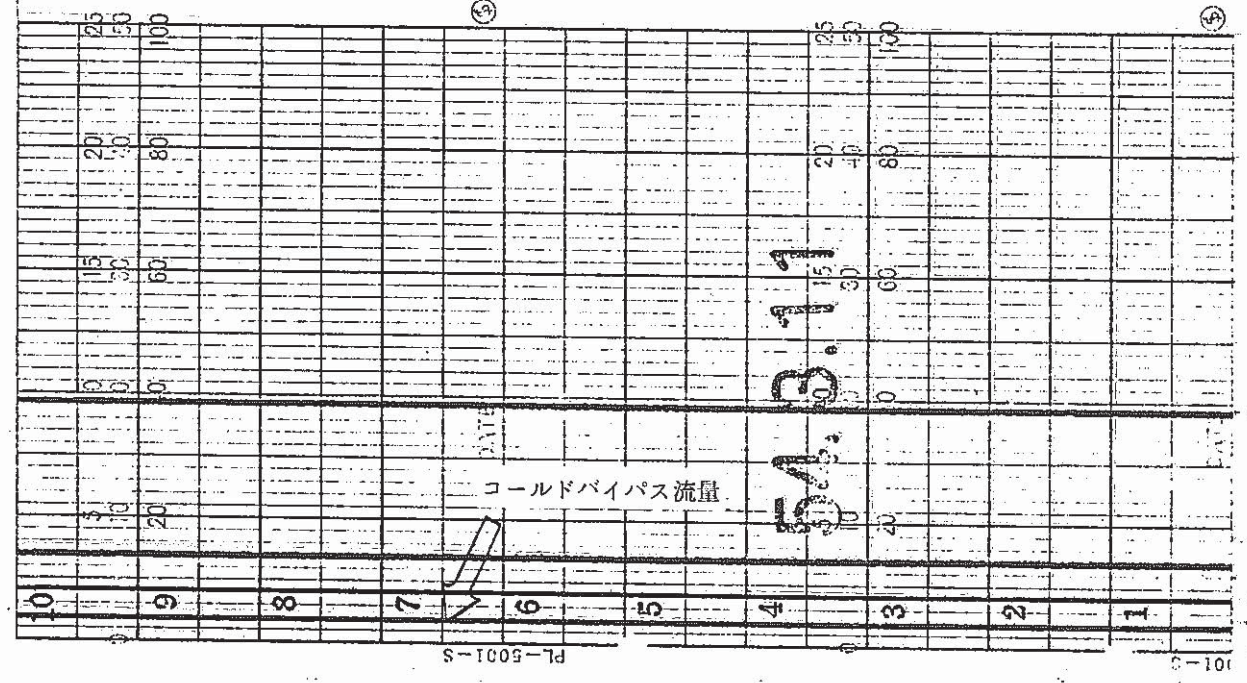


図12.3.4-7

昭和54年3月11日 午後

PNC TN941 81-52

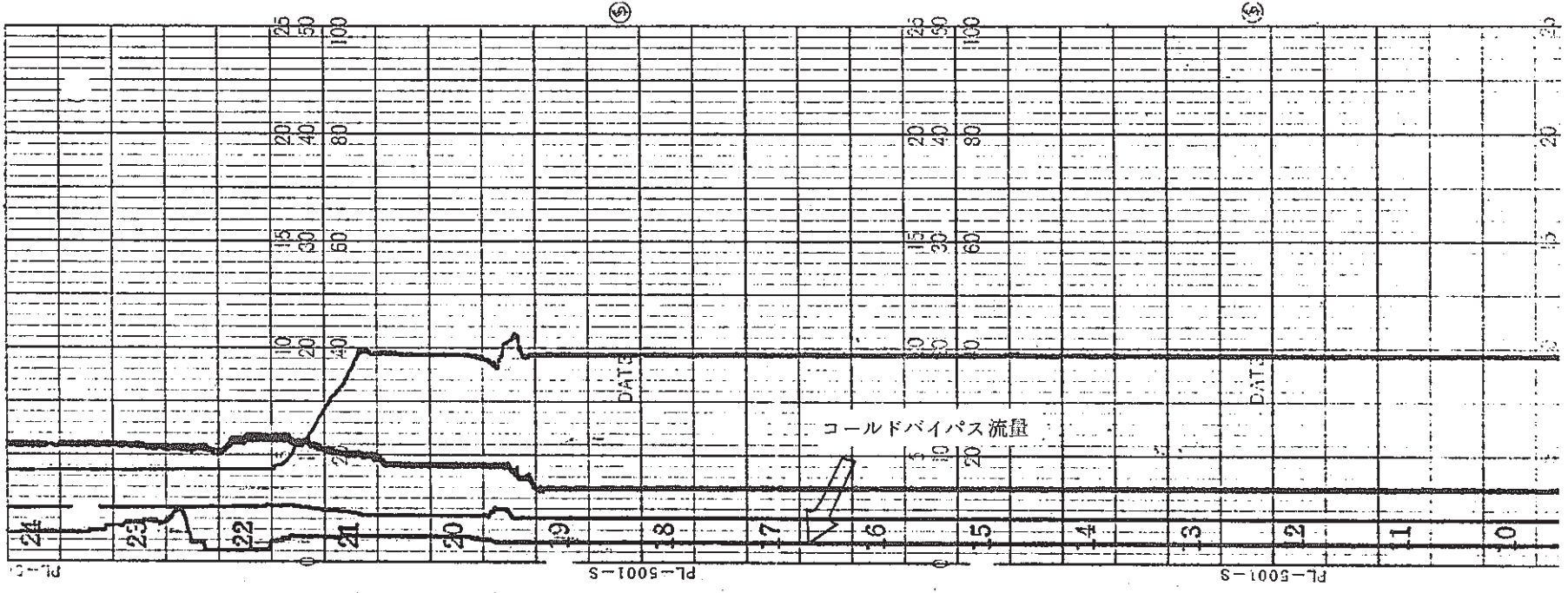


図 12. 3. 4.- 8

昭和54年3月12日 午前

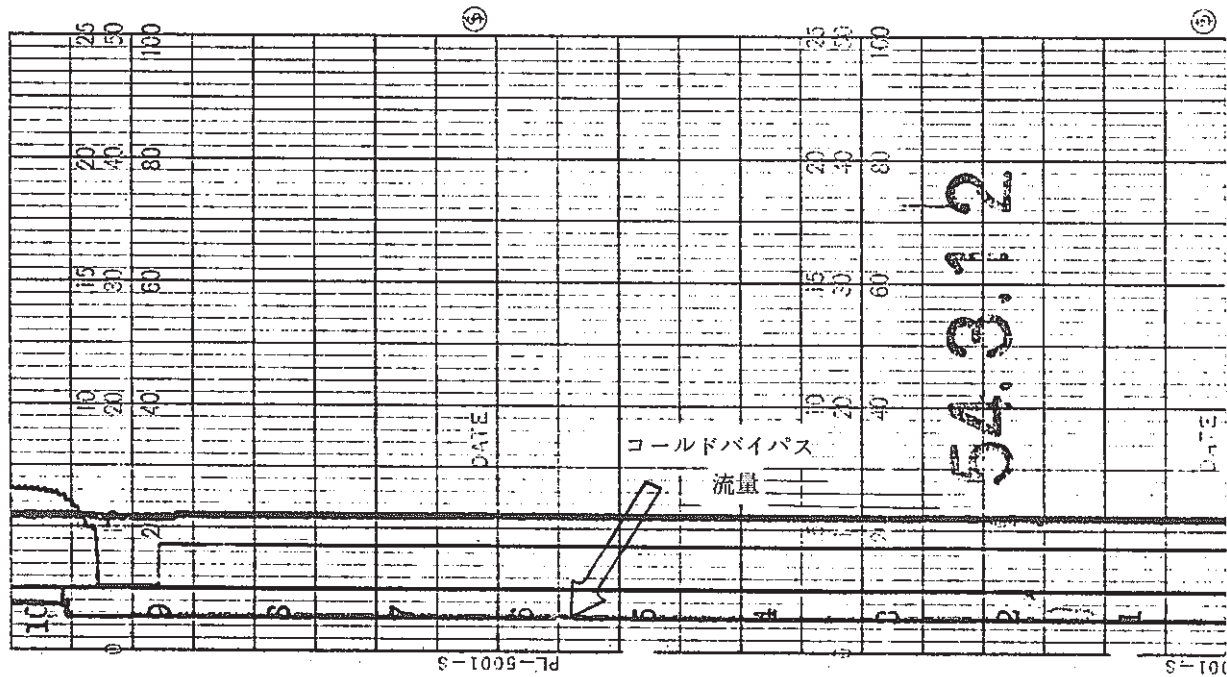


図 12. 3. 4.- 9

昭和54年 3月13日 午前

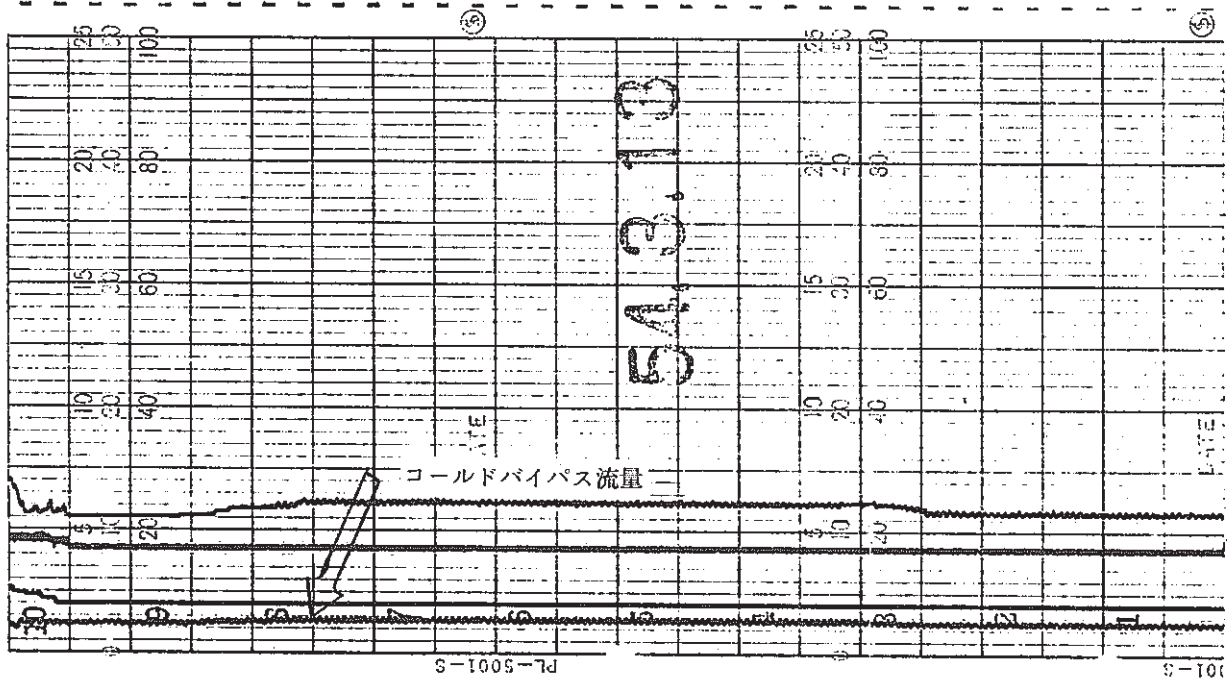


図 12.3.4-11



昭和54年 3月13日 午後

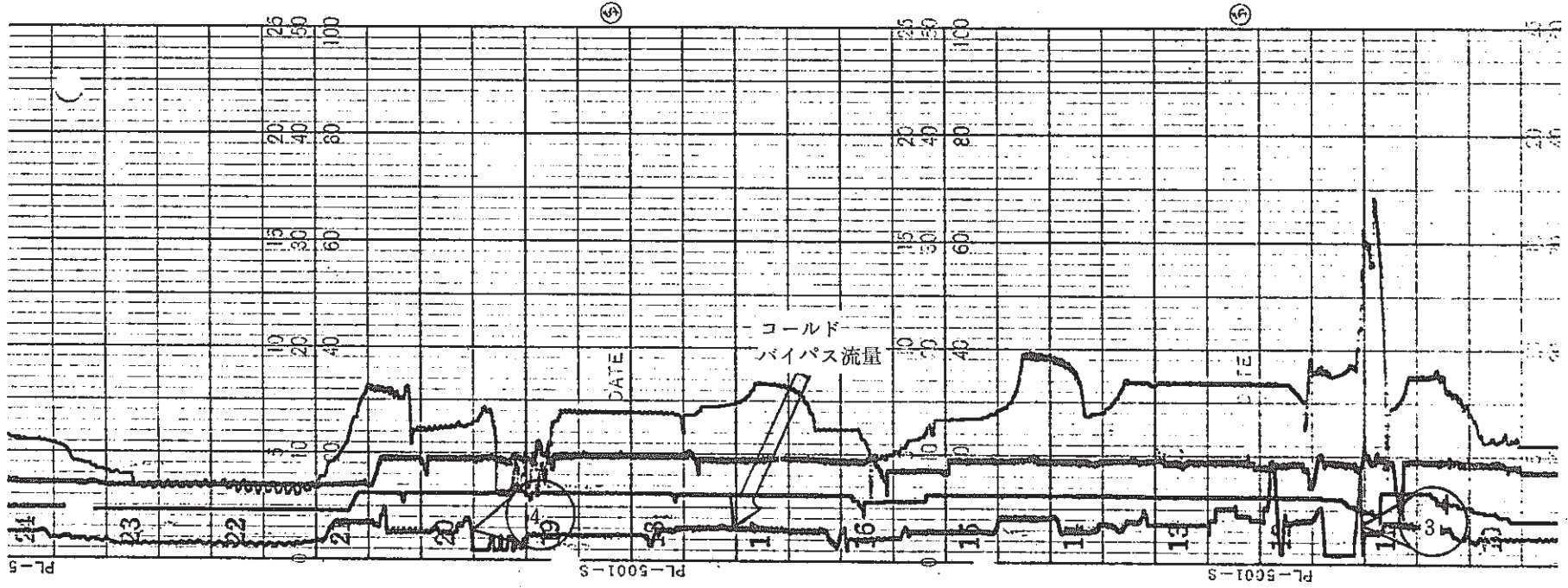


図 12. 3. 4.- 12

昭和54年 3月14日 午前

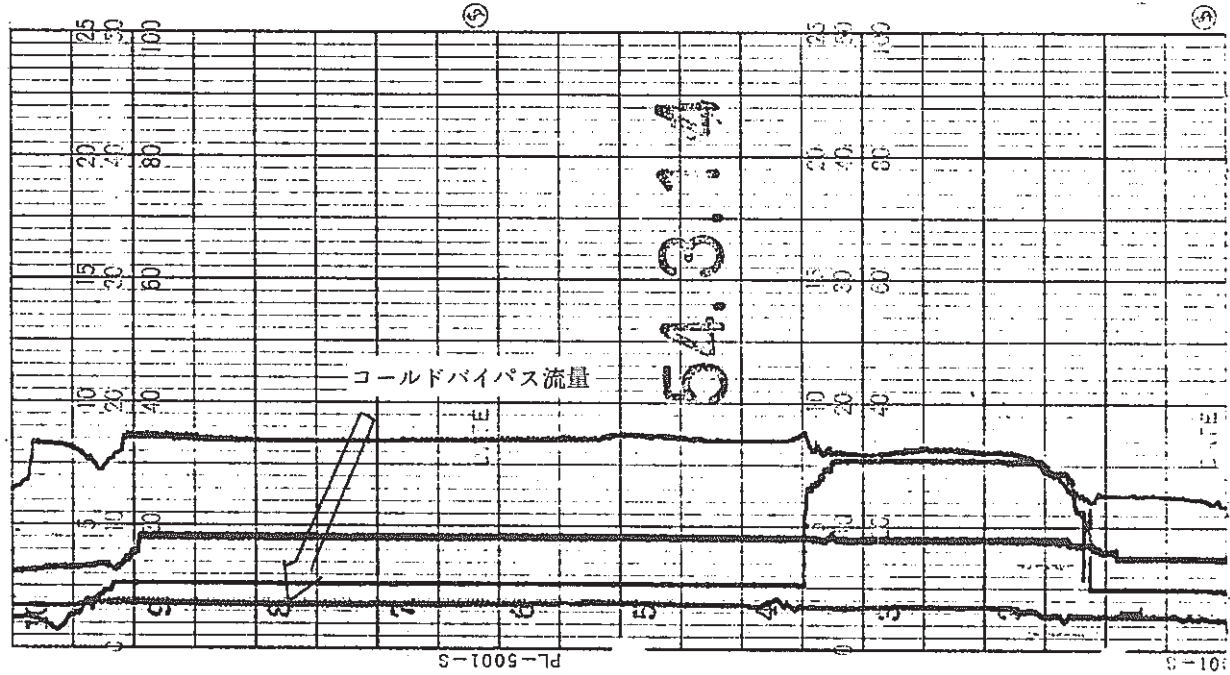


図12.3.4-13

昭和54年 3月14日 午後

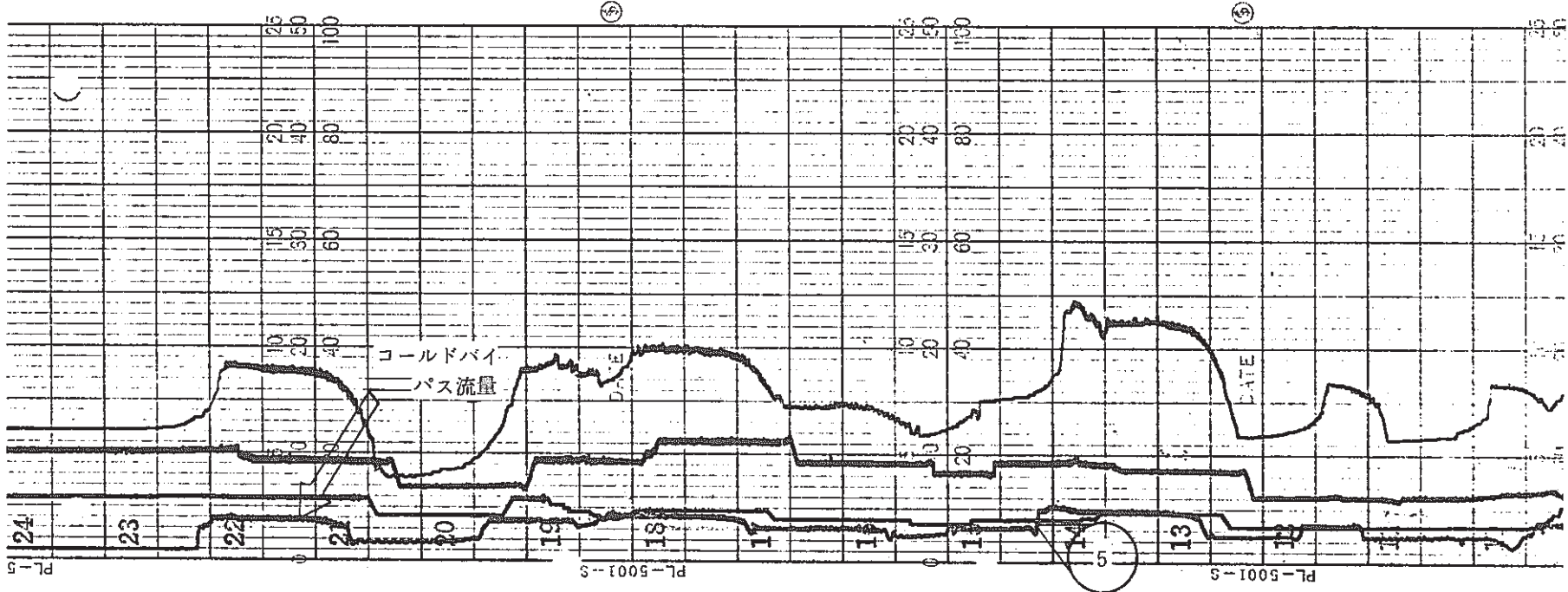


図 12. 3. 4-14

昭和54年 3月15日 午前

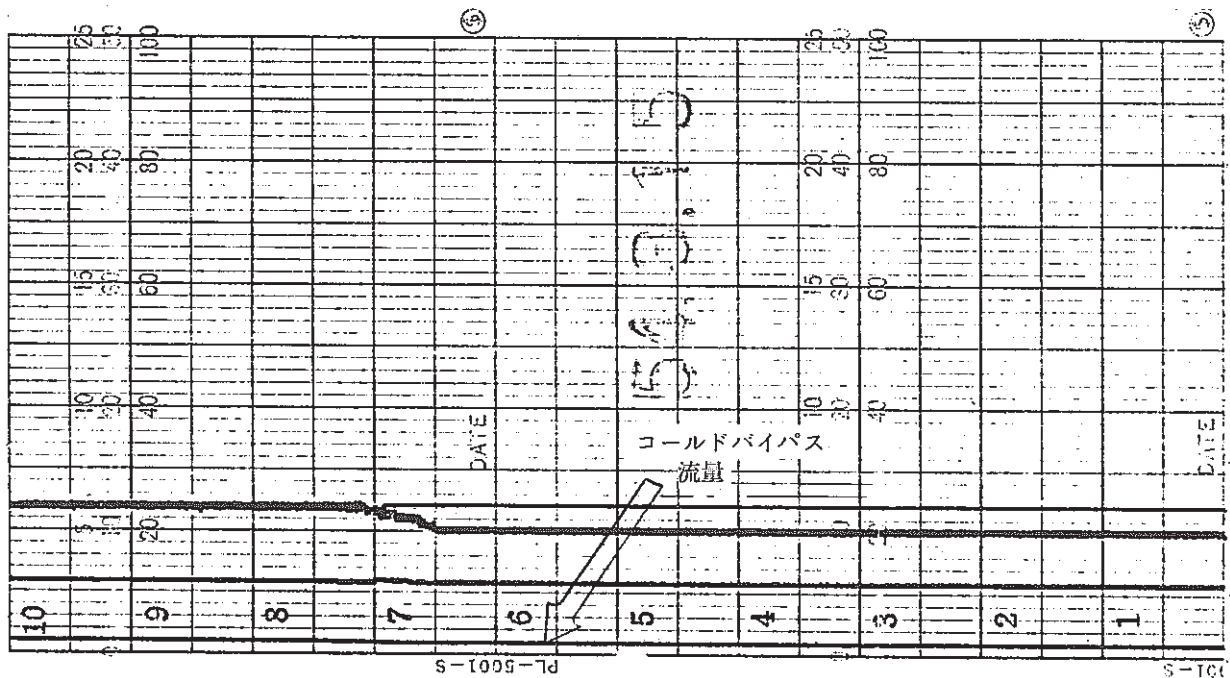


図 12.3.4-15

昭和54年 3月15日 午後

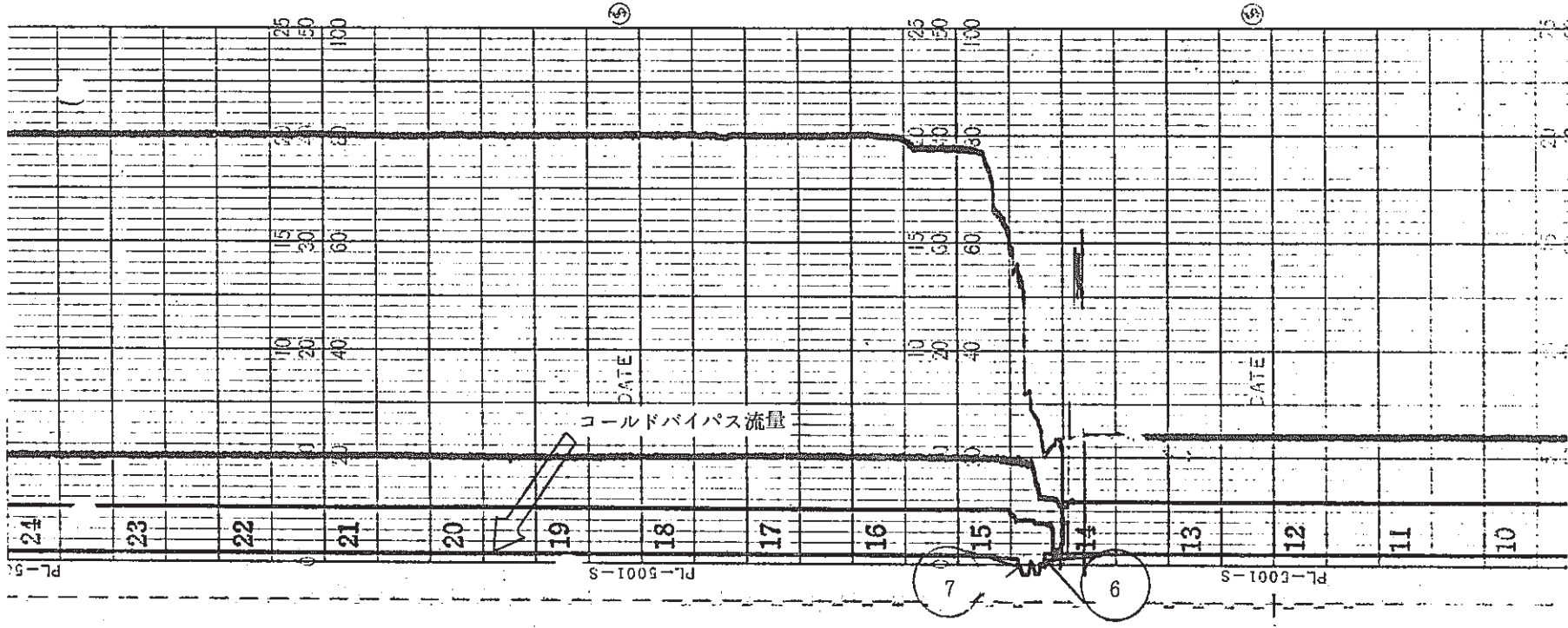


図12.3.4-16

昭和54年 3月8日 午前

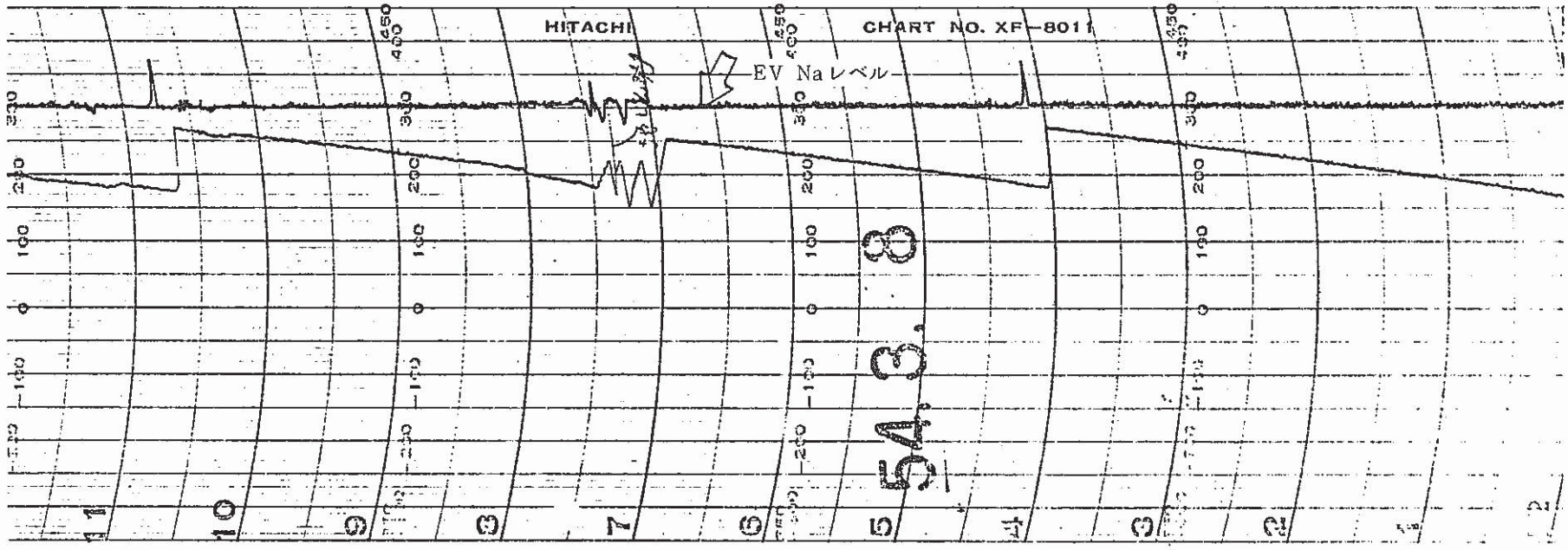


図 12.3.5.-1 EV Na レベル記録計

昭和54年 3月8日 午後

PNC TN941 81-52

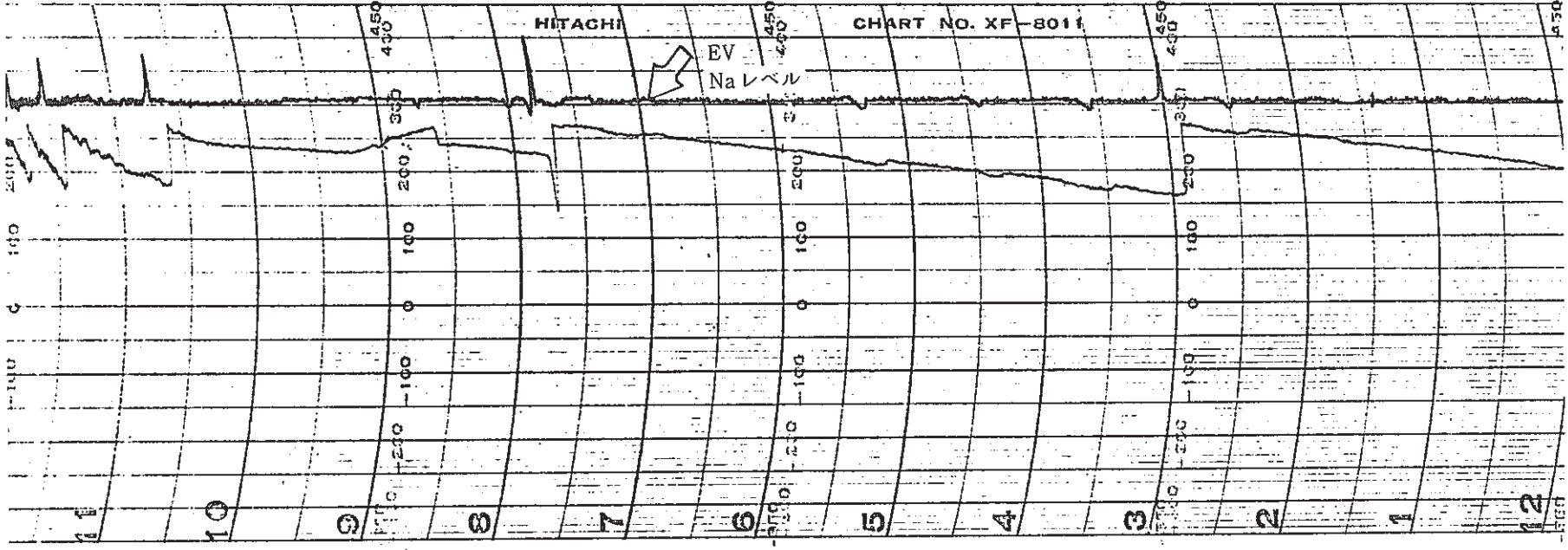
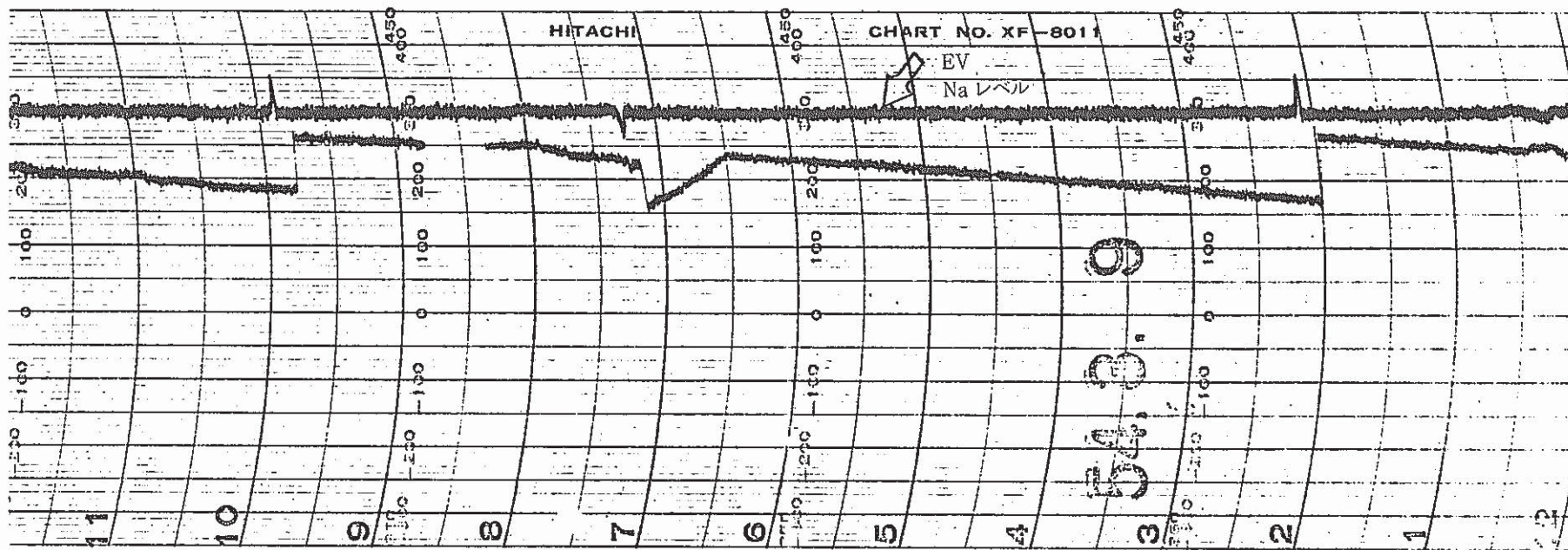


図 12. 3. 5 - 2

昭和54年 3月9日 午前



☒ 12.3.5, - 3



昭和54年 3月9日 午後

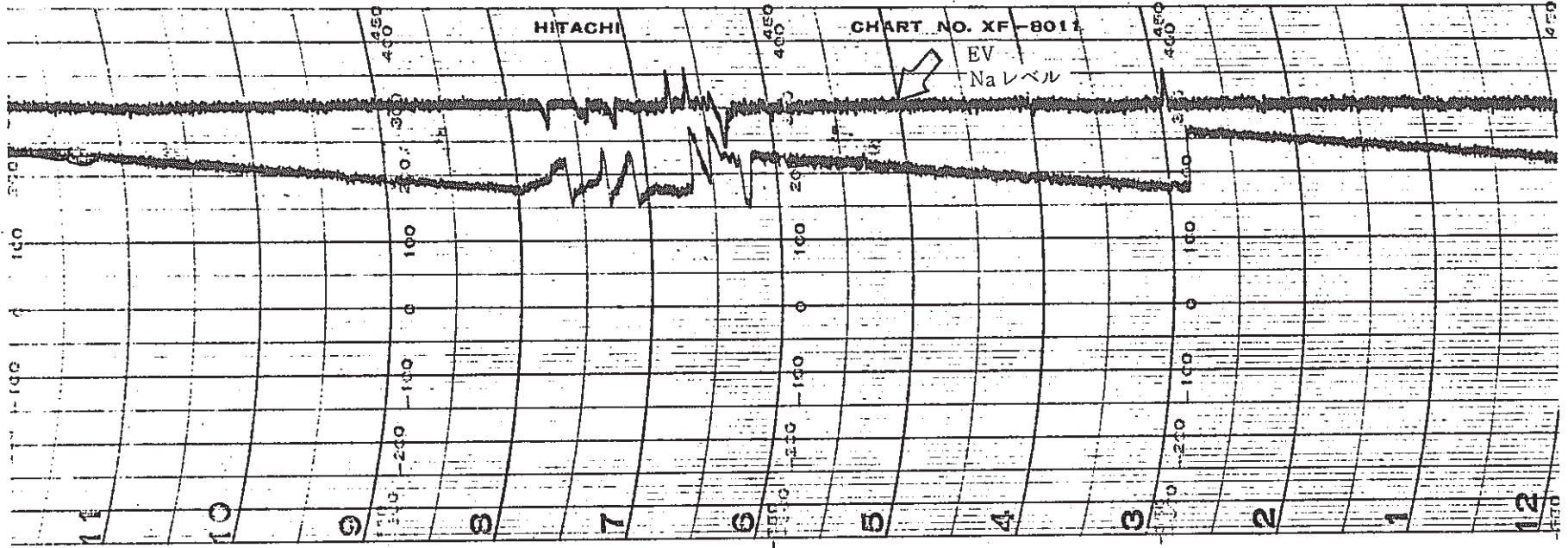
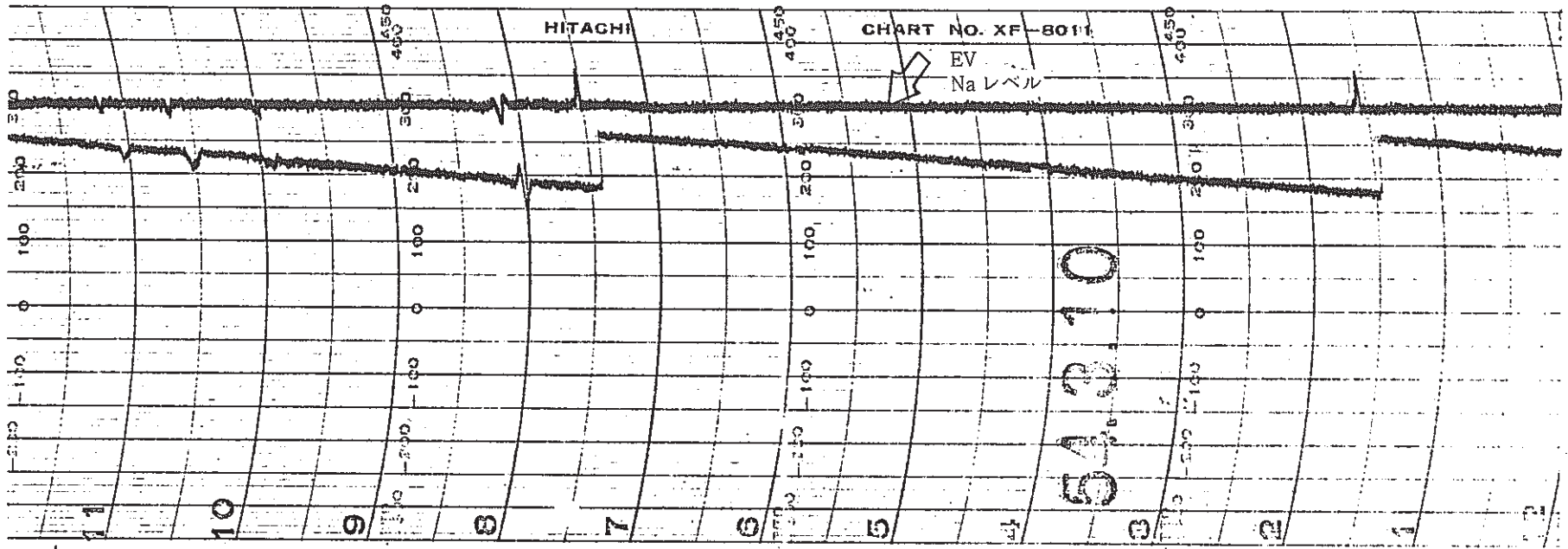


図 12.3.5-4

昭和54年 3月10日 午前

PNC TN941 81-52



☒ 12.3.5.-5

昭和54年 3月10日 午後

PNC TN941 81-52

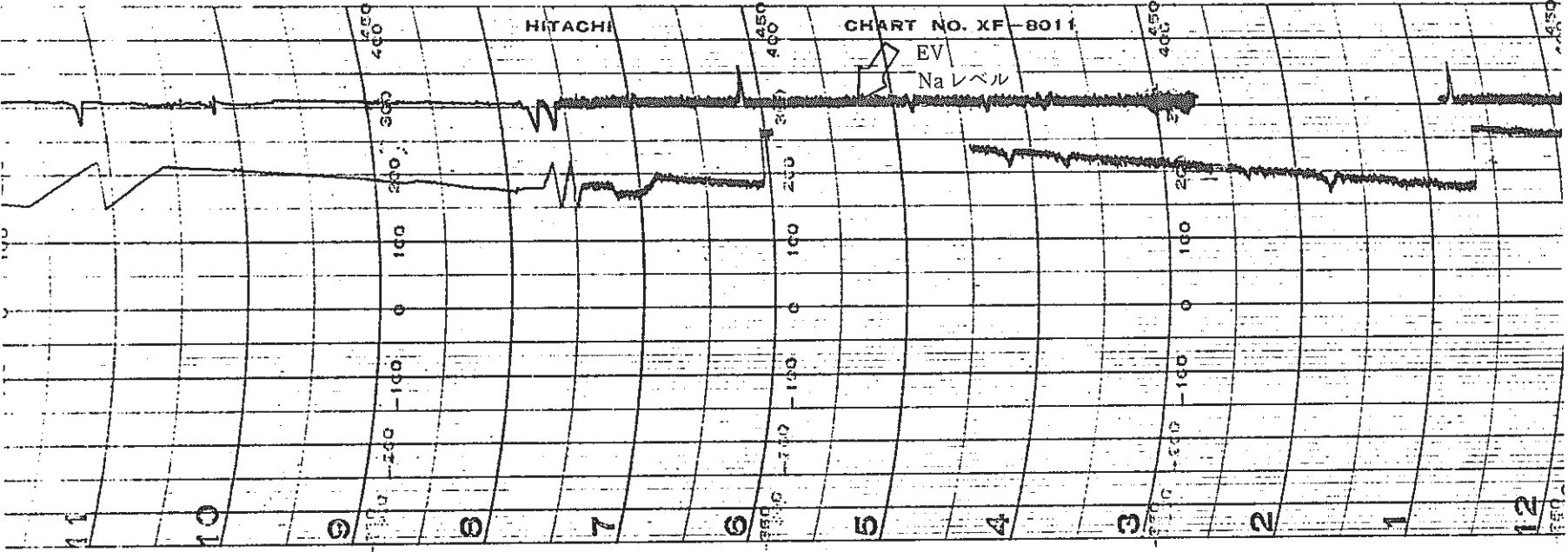


図 12. 3. 5. - 6

昭和54年 3月11日 午前

PNC TN941 81-52

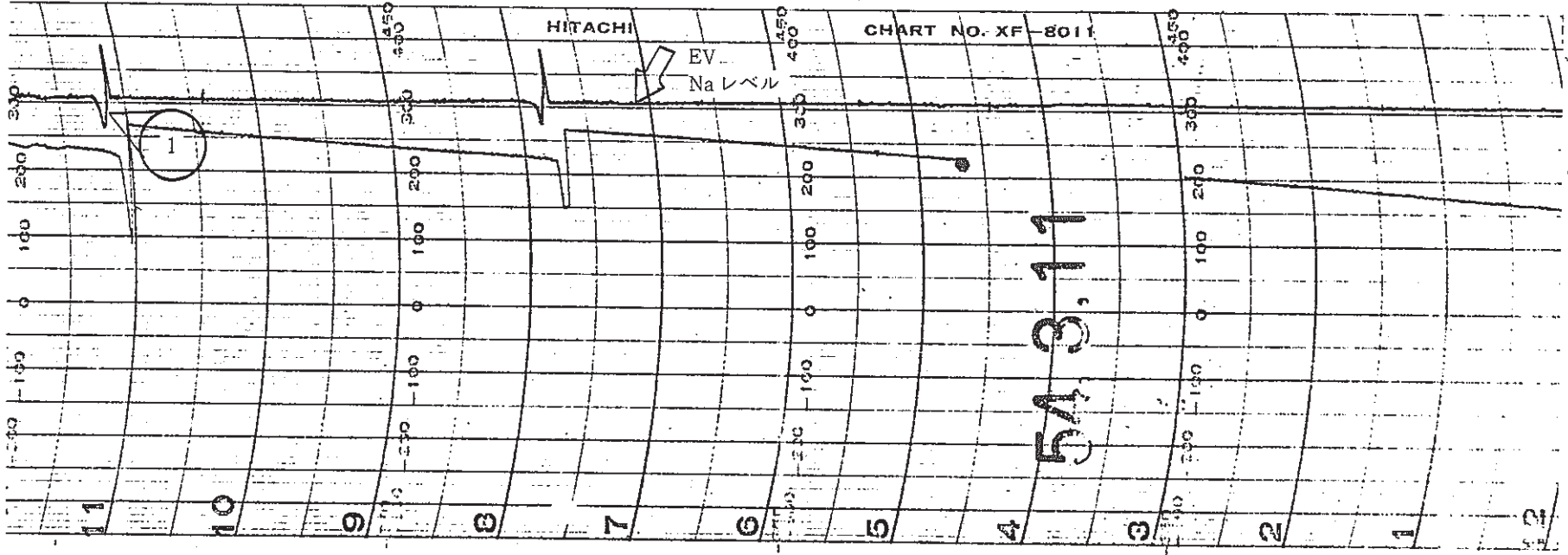


図 12.3.5-7

昭和54年 3月11日 午後

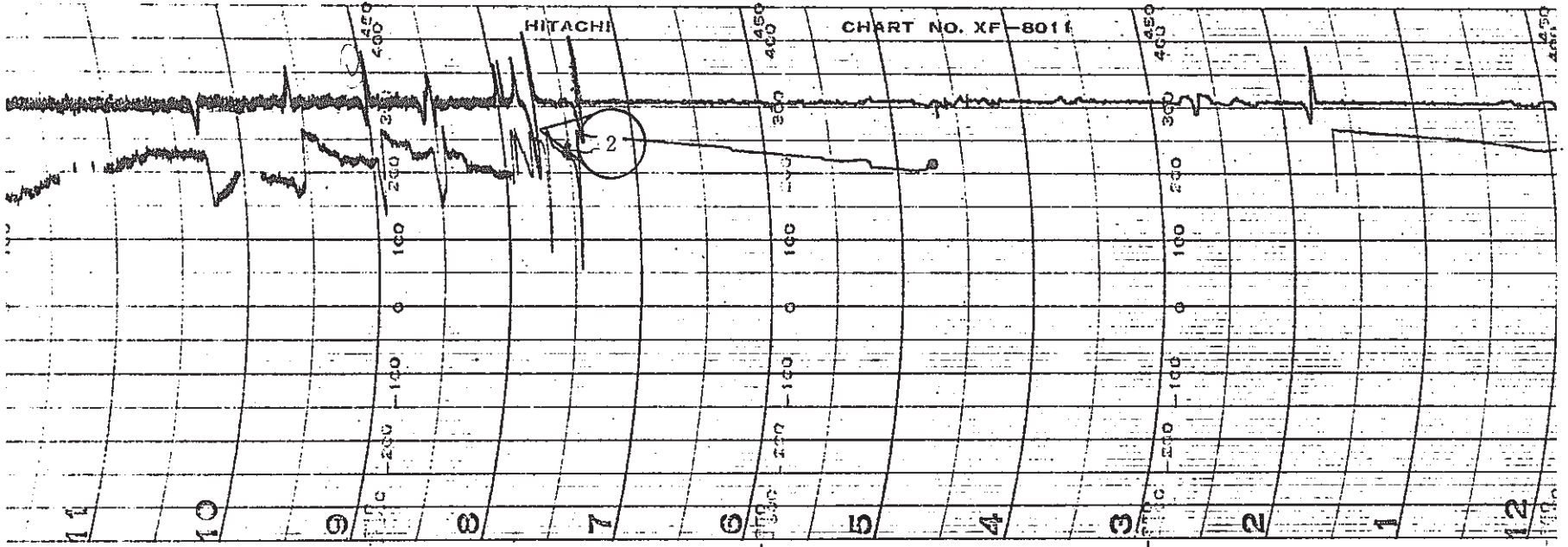
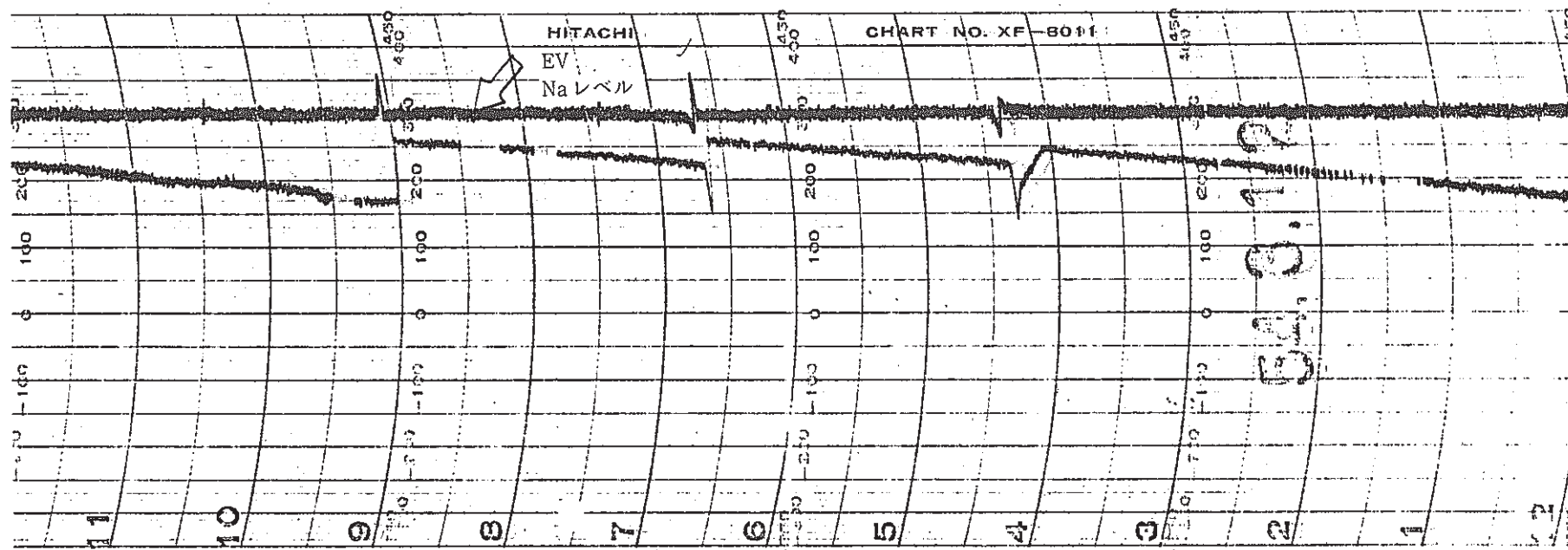


図 12.3.5.-8

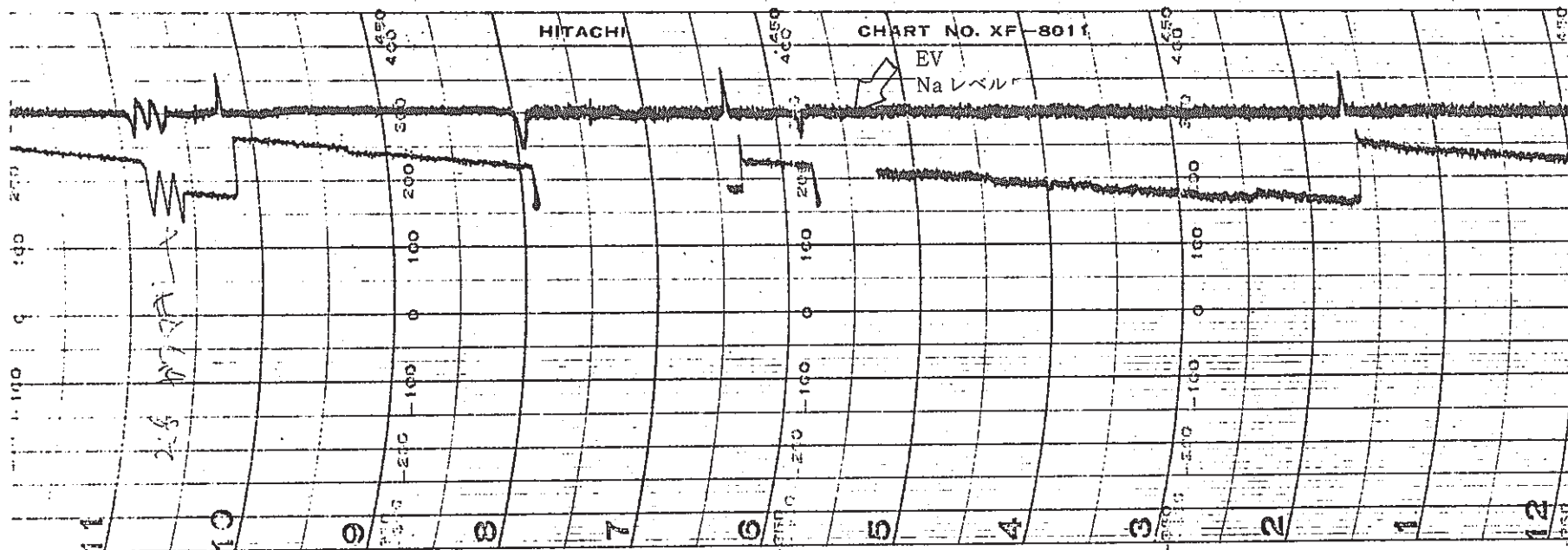
昭和54年 3月12日 午前

PNC TN941 81-52



☒ 12. 3. 5 - 9

昭和54年 3月12日 午後



☒ 12.3.5 - 10

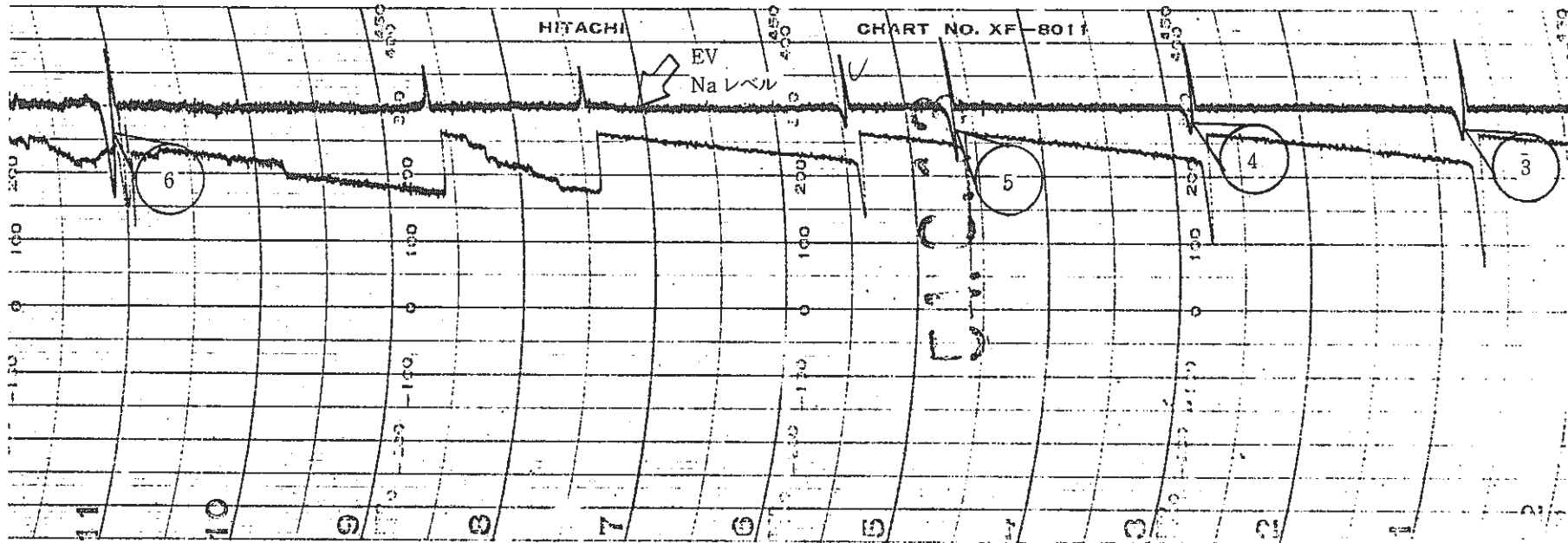


図 12. 3. 5 - 11



昭和54年 3月13日 午後

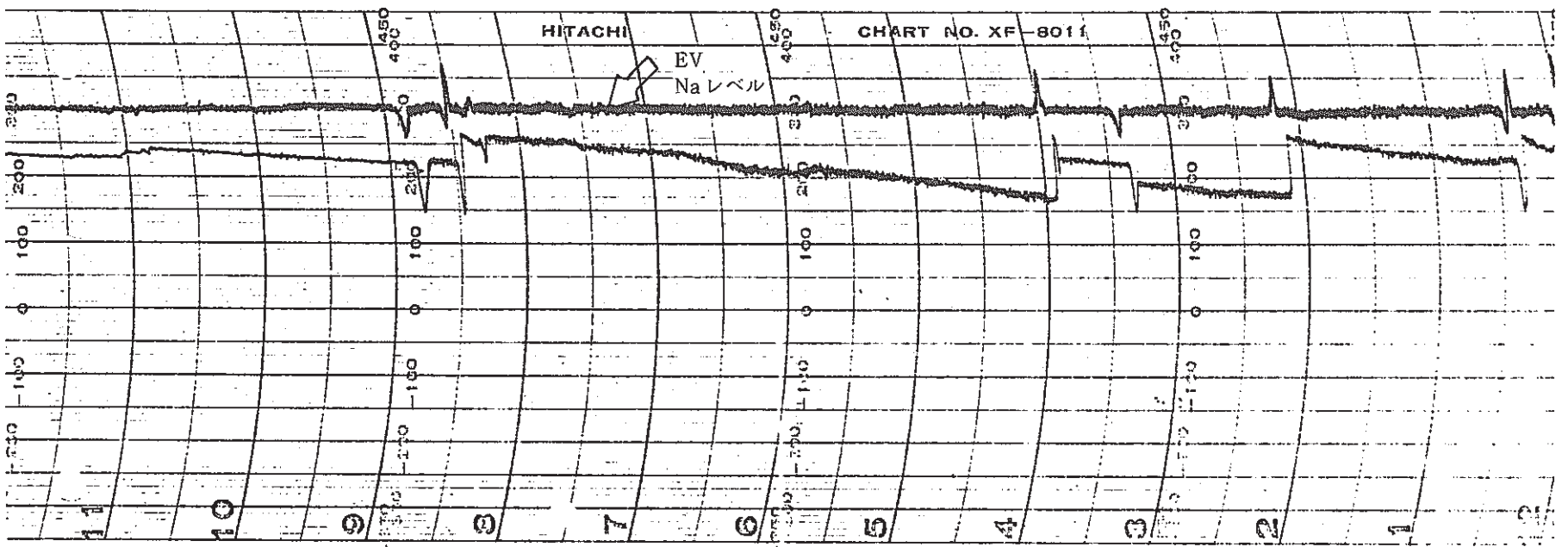
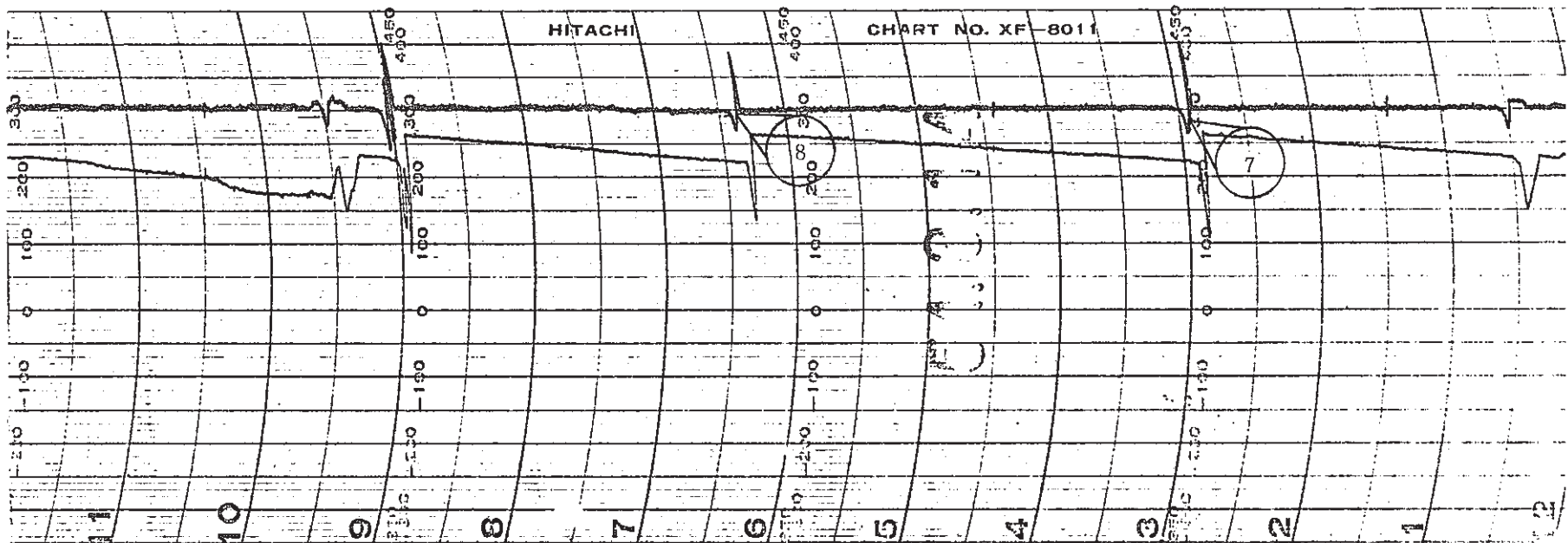


図 12.3.5.-12

昭和54年 3月14日 午前



☒ 12. 3. 5. - 13

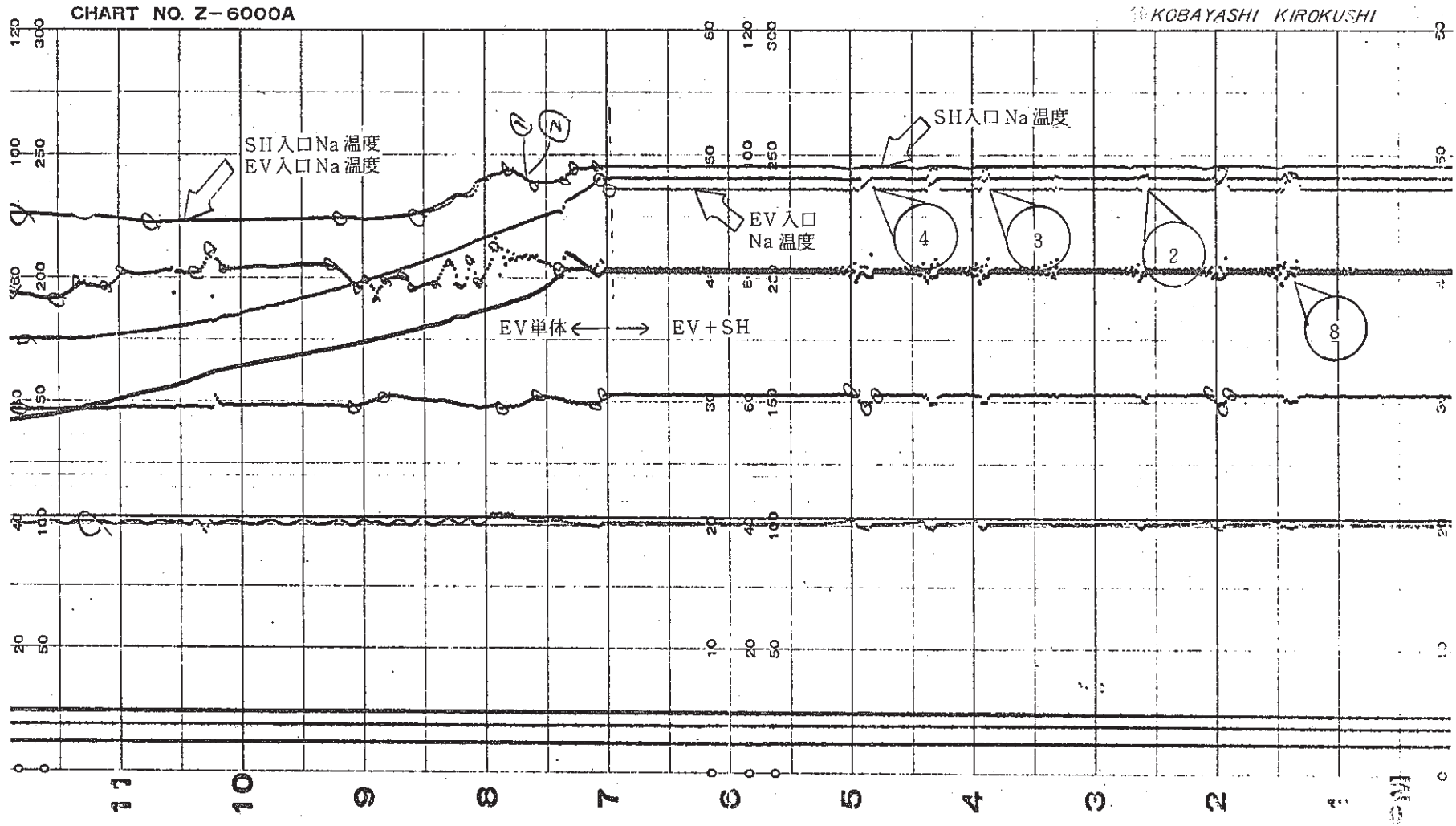


図 12.3.6-6

昭和54年 3月14日 午後

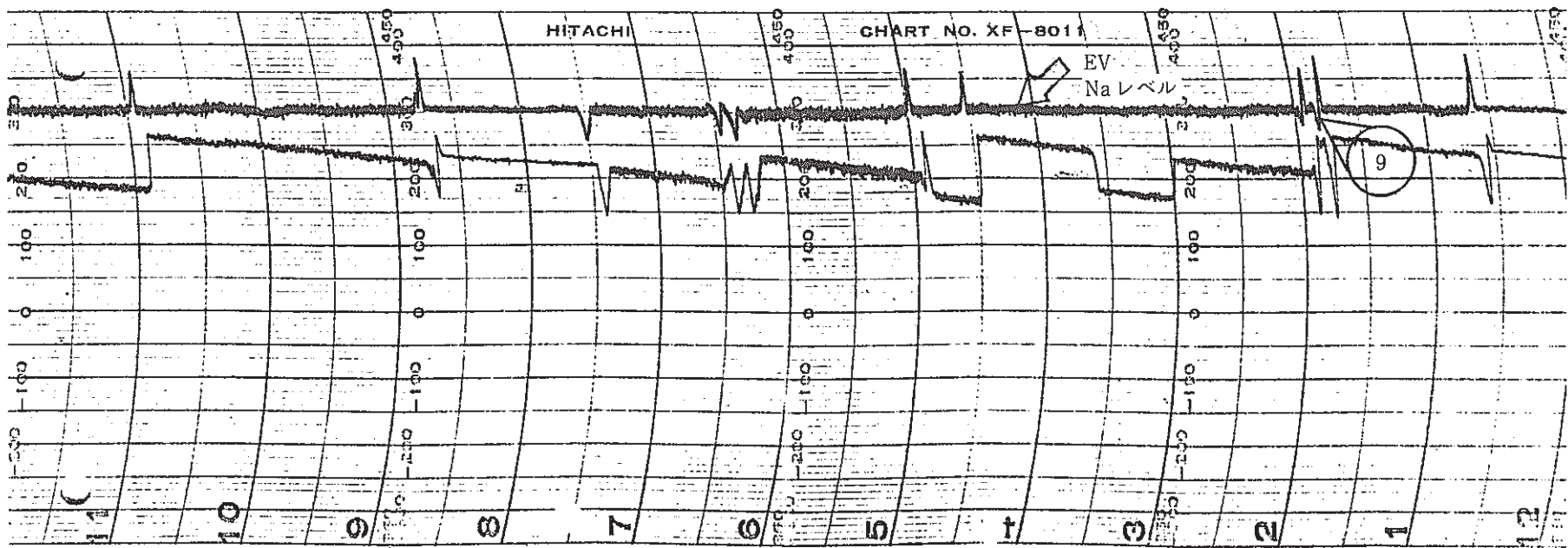


図 12.3.5 - 14

昭和54年 3月15日 午前

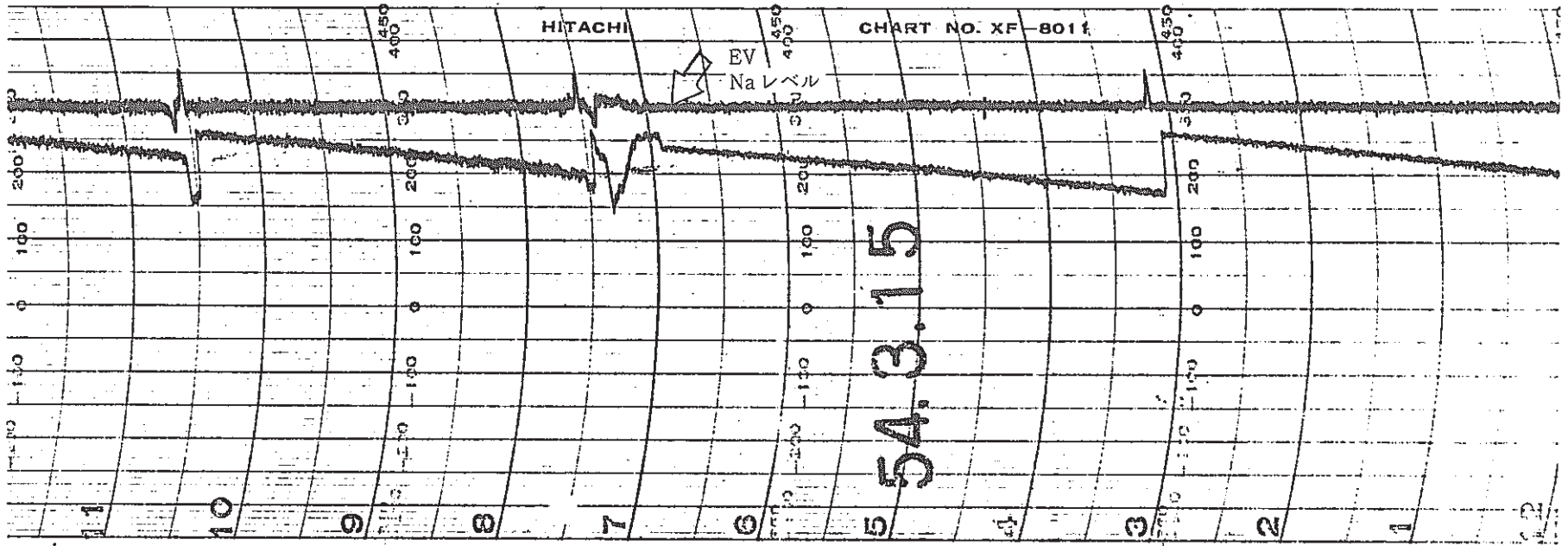


図 12. 3. 5 - 15

昭和54年 3月15日 午後

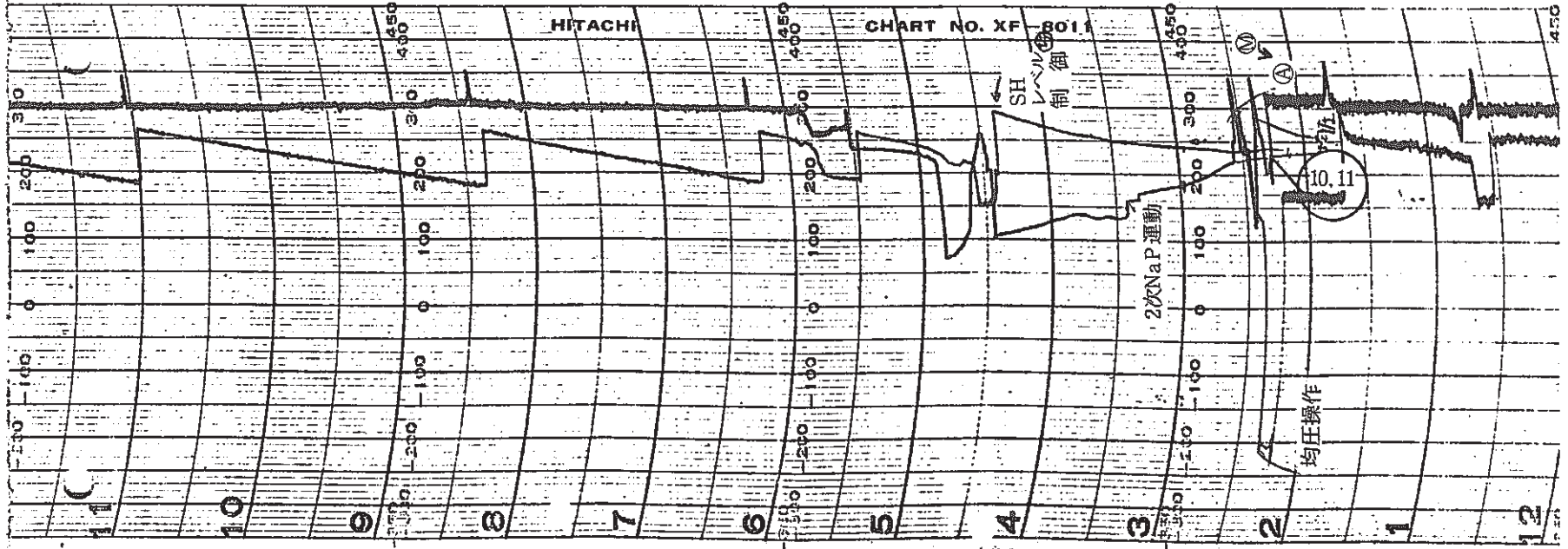


図 12.3.5 - 16

昭和54年 3月8日 午前

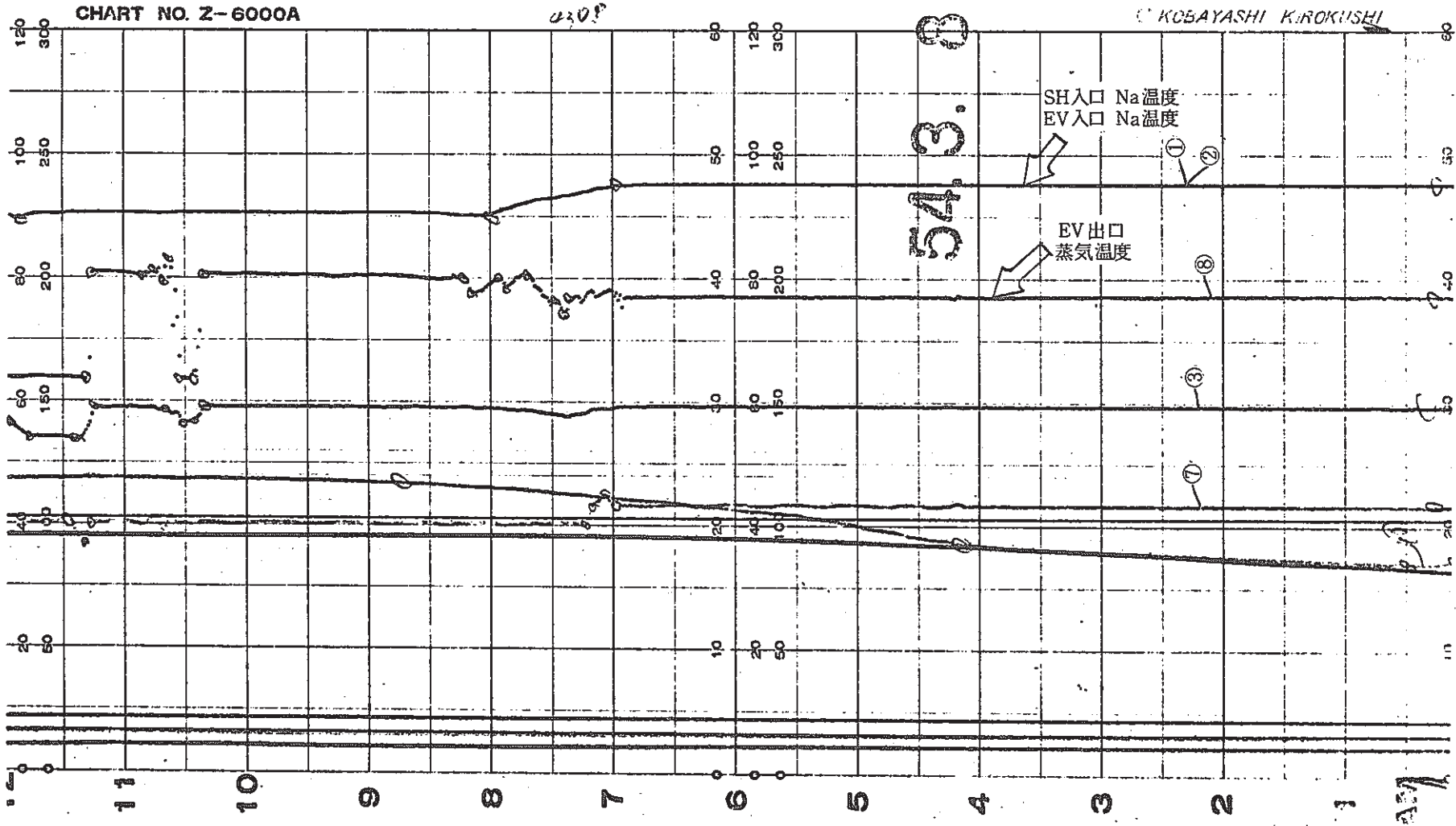


図 12.3.6.-1 SG 出入口温度記録計 (SH 入口 Na 温度, EV 入口 Na 温度, EV 出口 蒸気温度)

昭和54年 3月8日 午後

PNC TN941 81-52

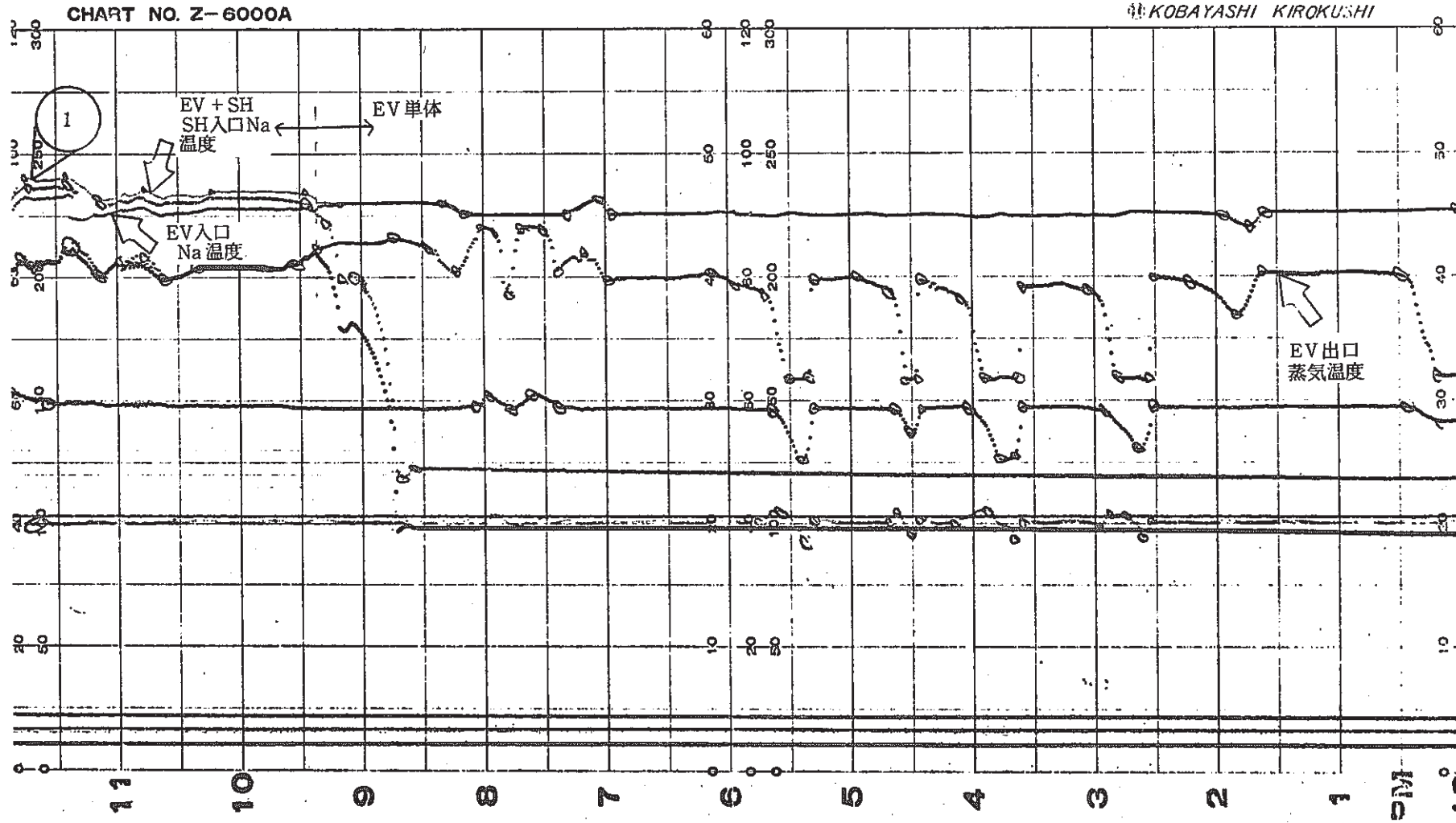
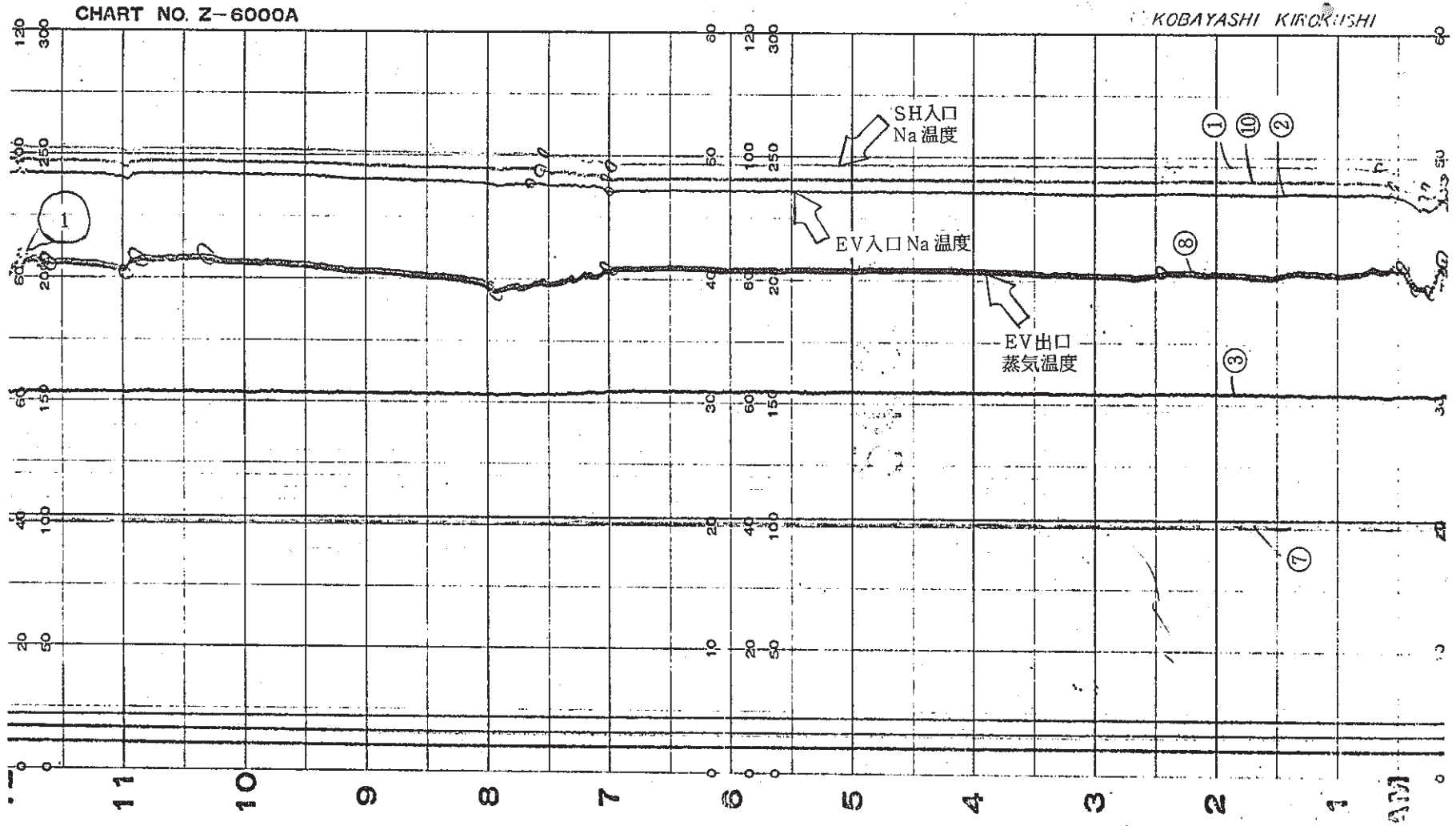


図 12.3.6-2



昭和54年 3月9日 午前



☒ 12.3.6-3

昭和54年 3月9日 午後

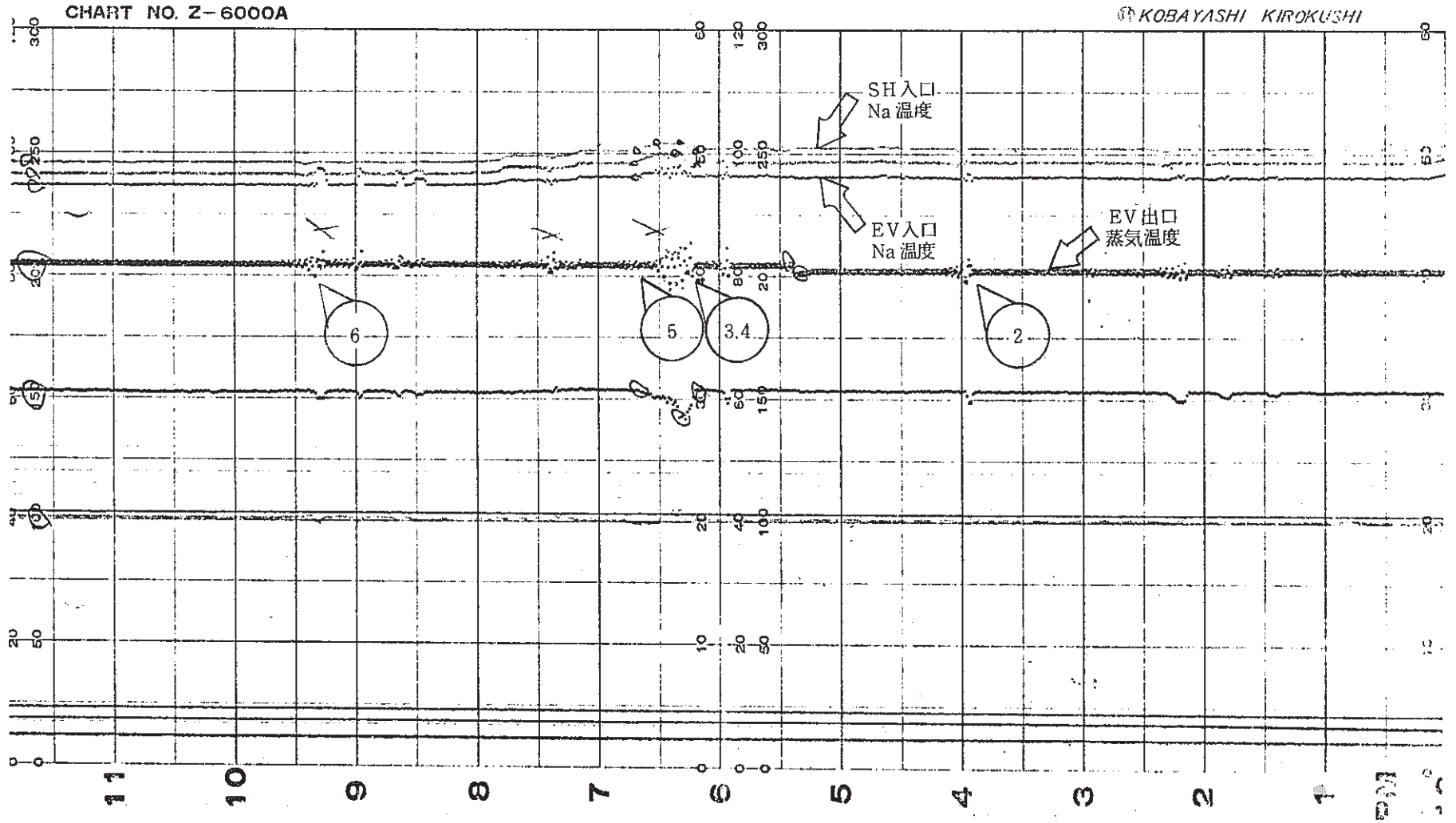


図 12.3.6.-4

昭和54年 3月10日 午前

PNC TN941 81-52

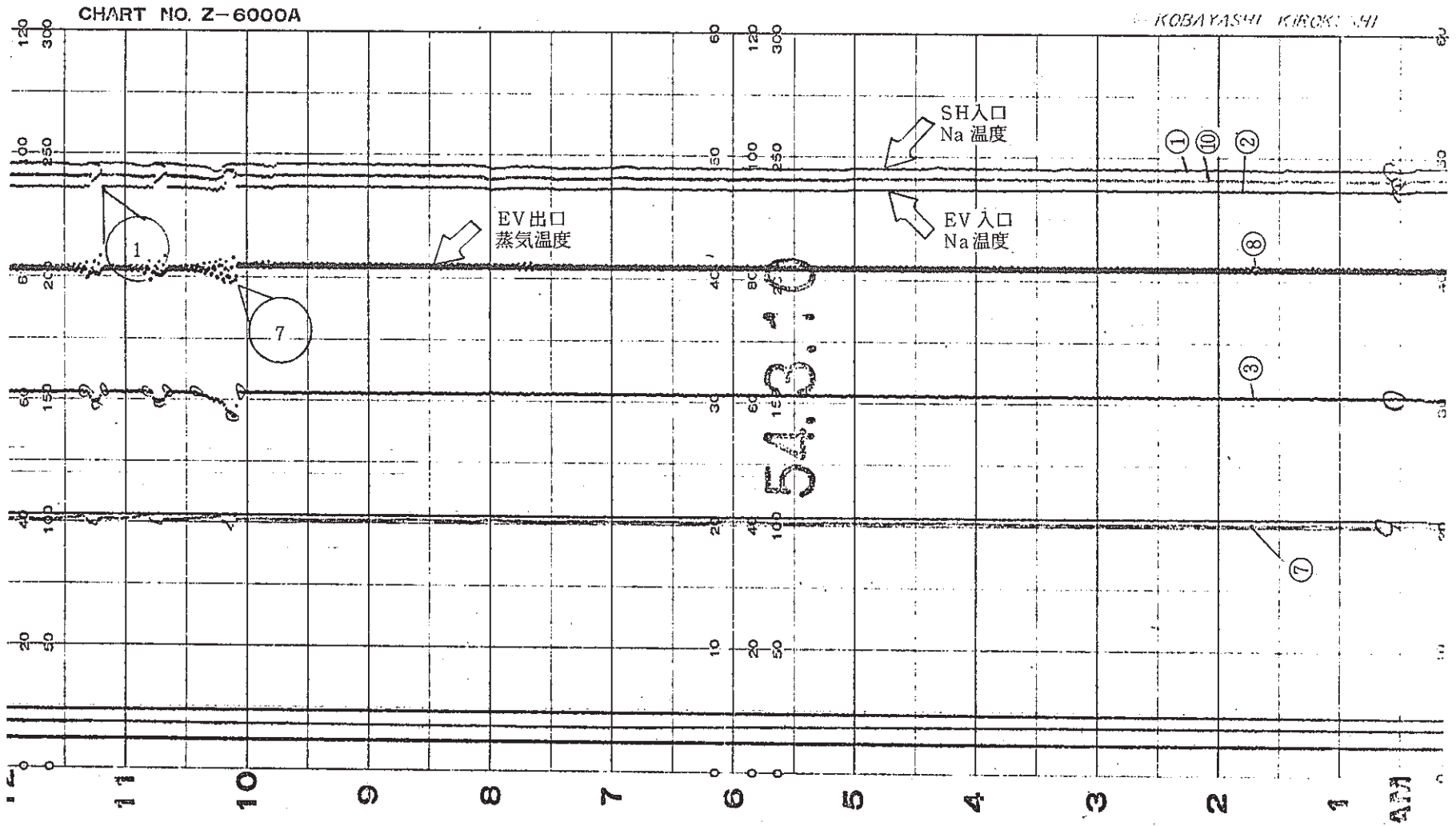


図 12. 3. 6. - 5

昭和54年 3月11日 午前

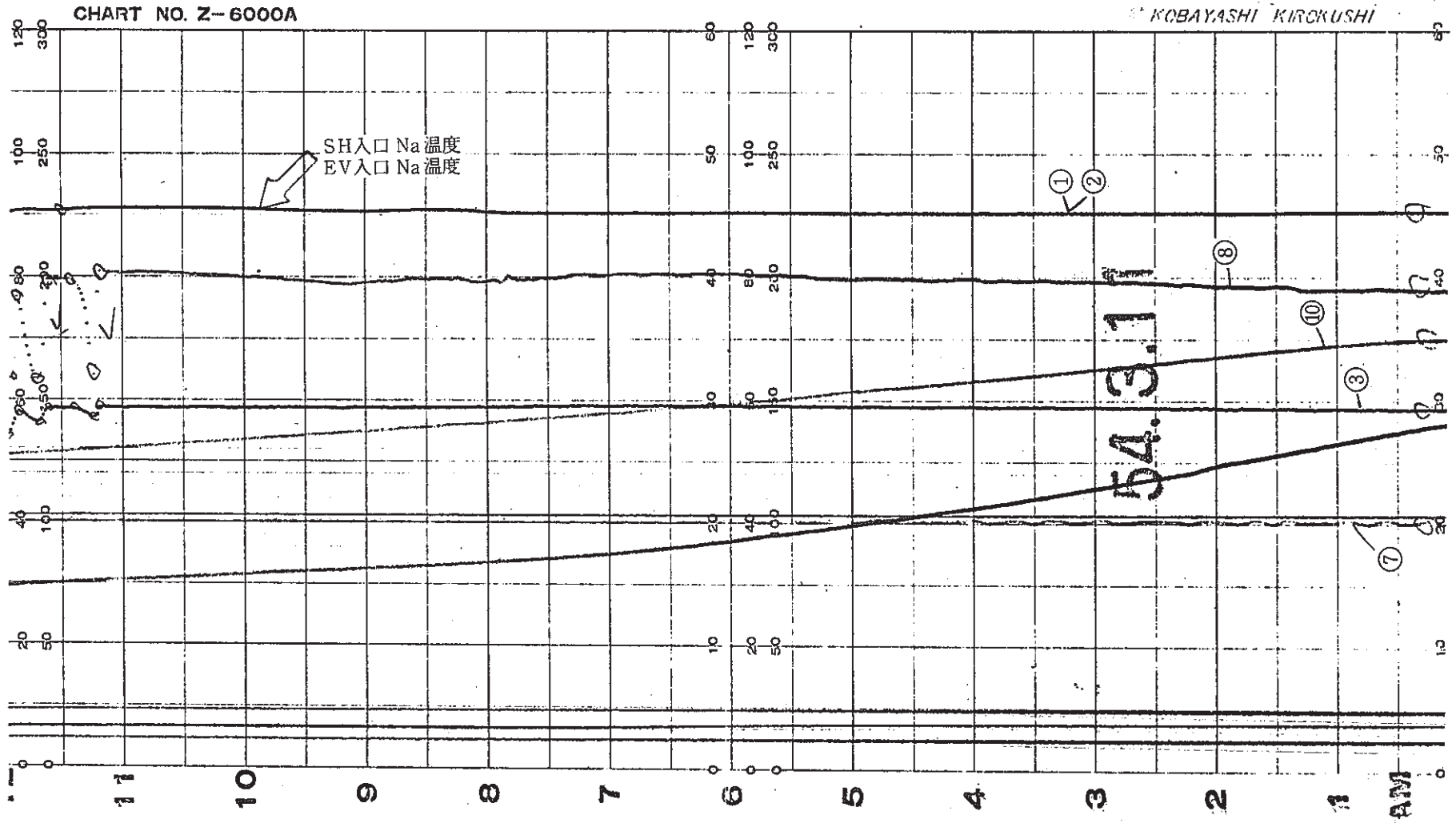
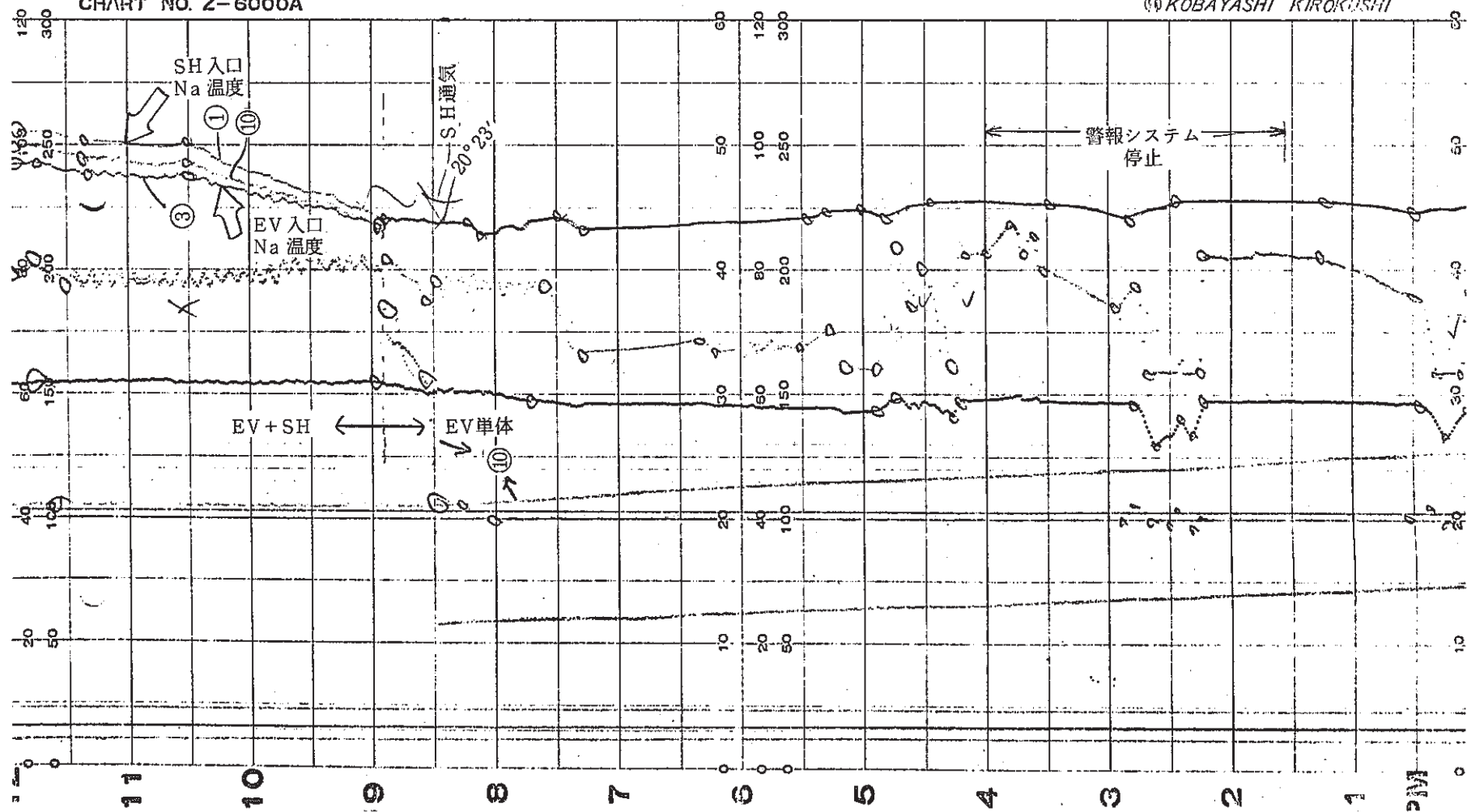


図 12.3.6.-7

昭和54年 3月11日 午後

Ⓜ KOBAYASHI KIROKUSHI

CHART NO. Z-6000A



Ⓜ 12. 3. 6. - 8

昭和54年 3月12日 午前

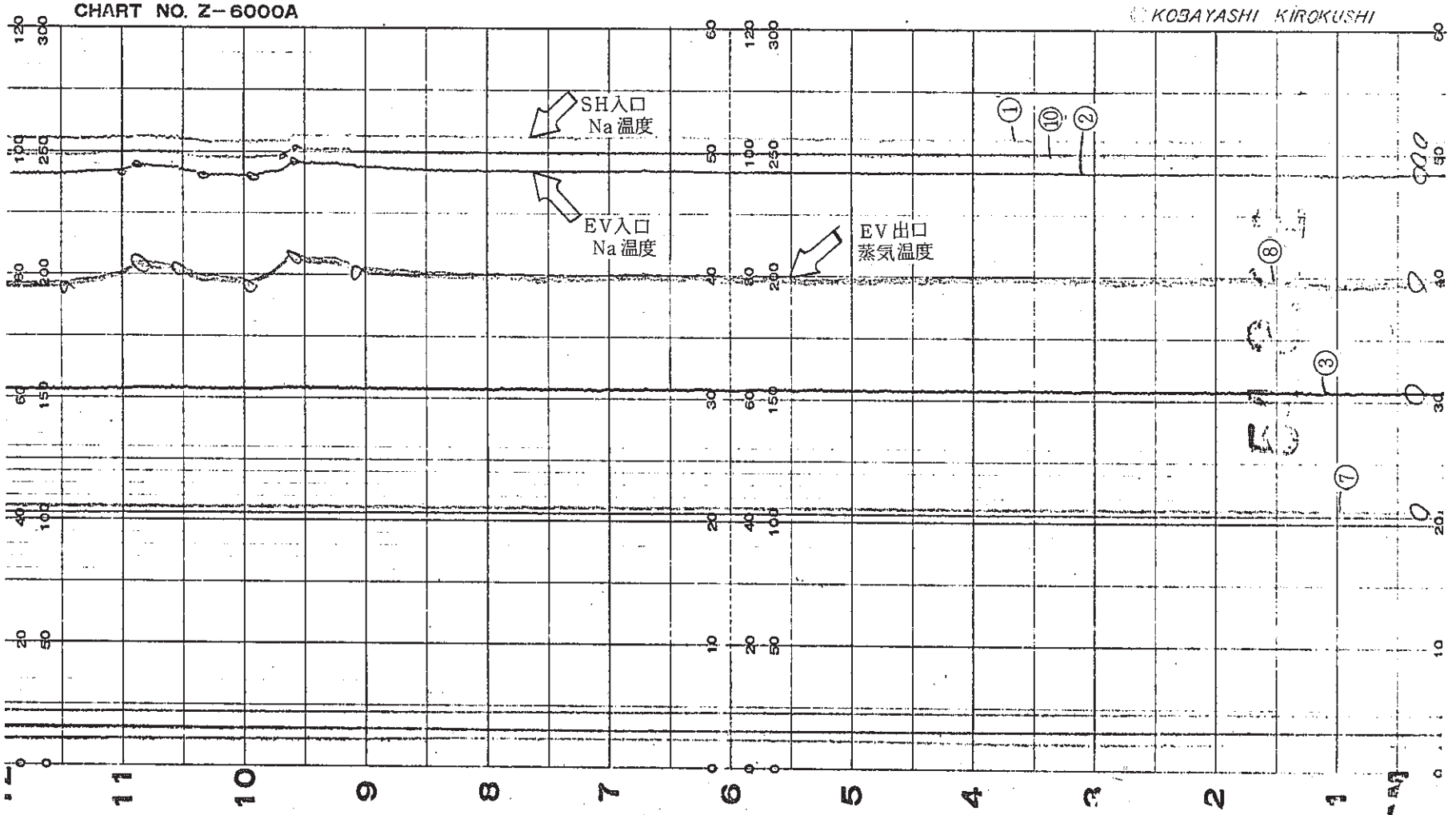
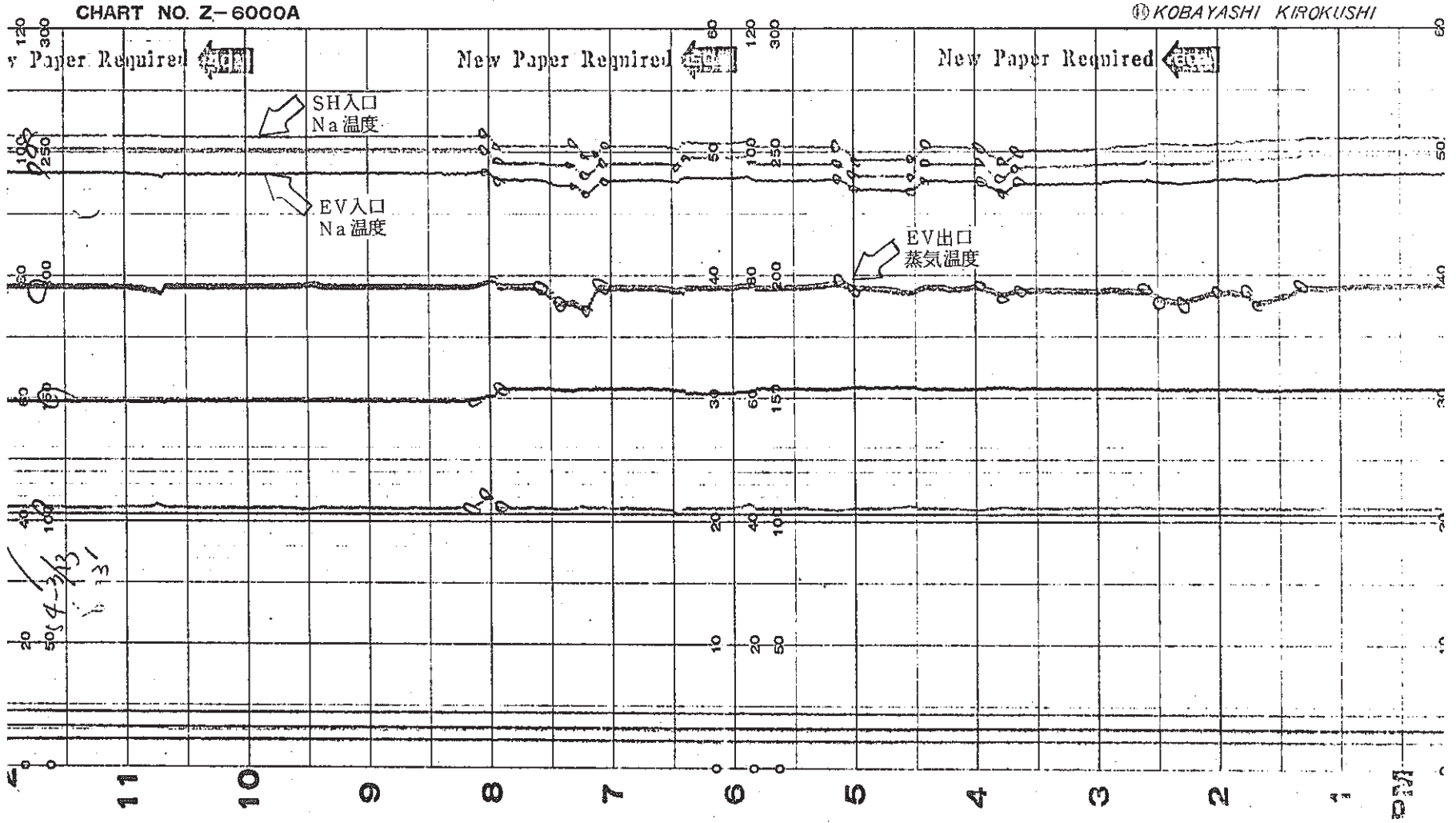


図 12.3.6.-9

昭和54年 3月12日 午後

PNC TN941 81-52



12.3.6.-10

昭和54年 3月13日 午前

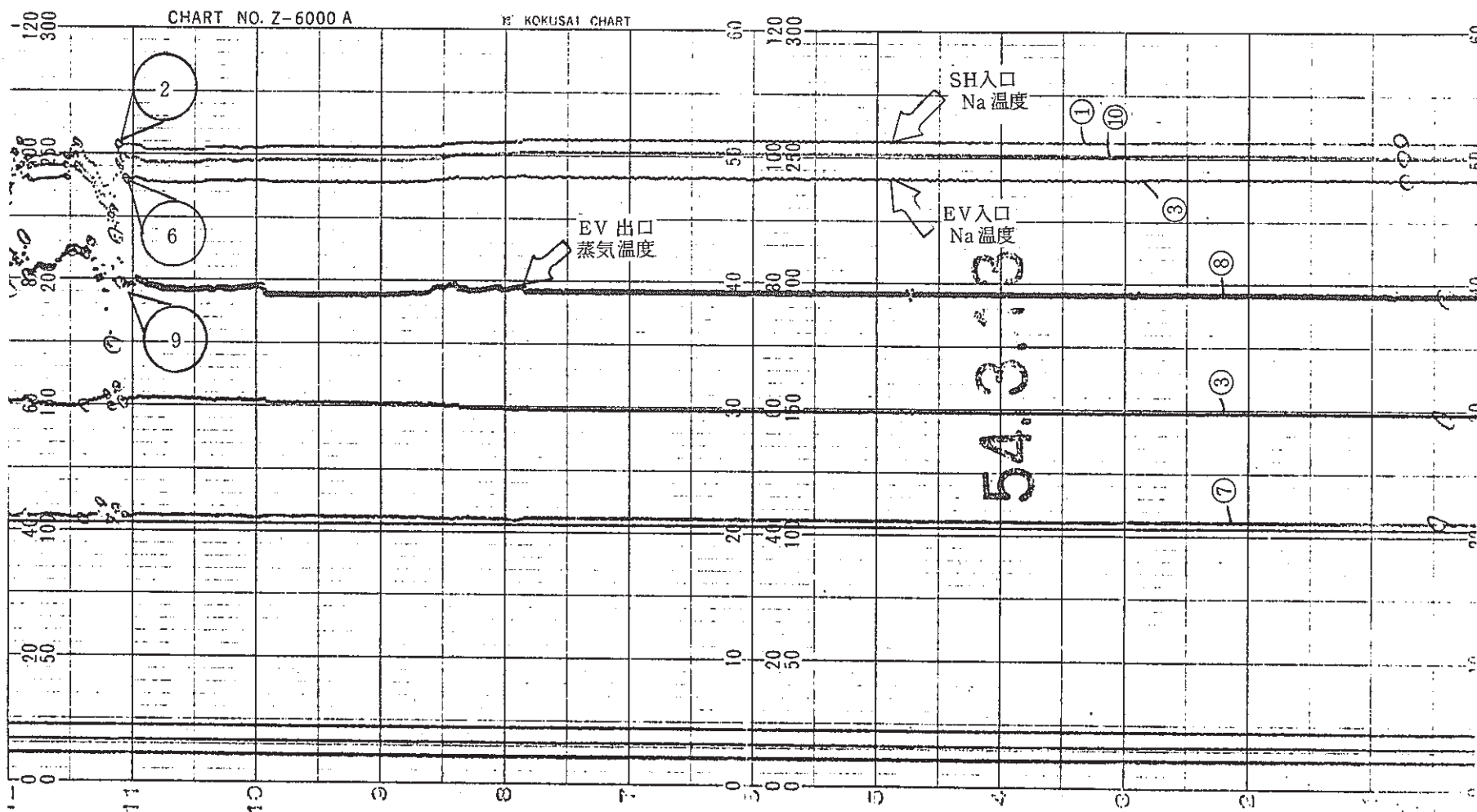


図 12. 3. 6 - 11



昭和54年 3月13日 午後

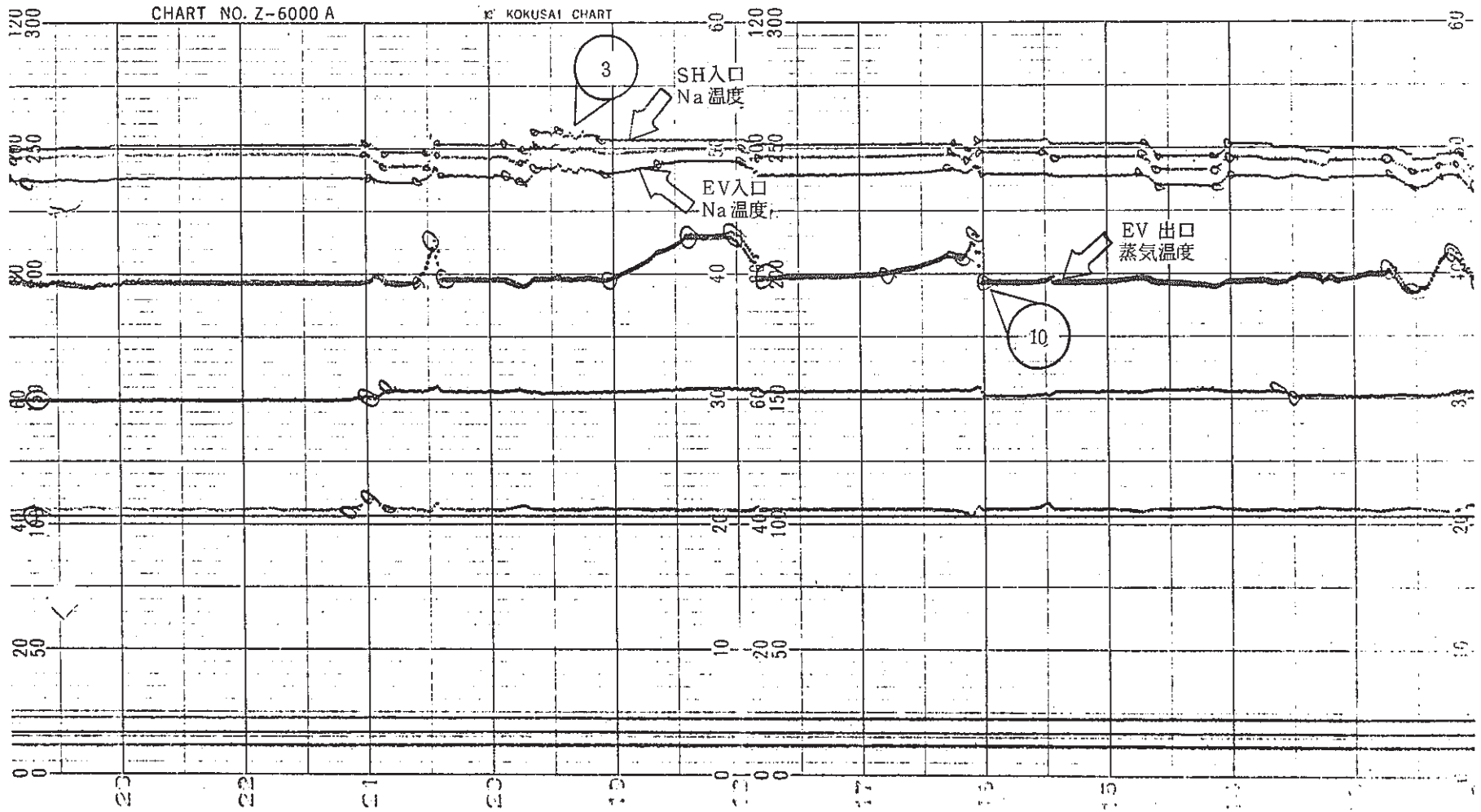


図 12. 3. 6 - 12

昭和54年 3月14日 午前

PNC TN941 81-52

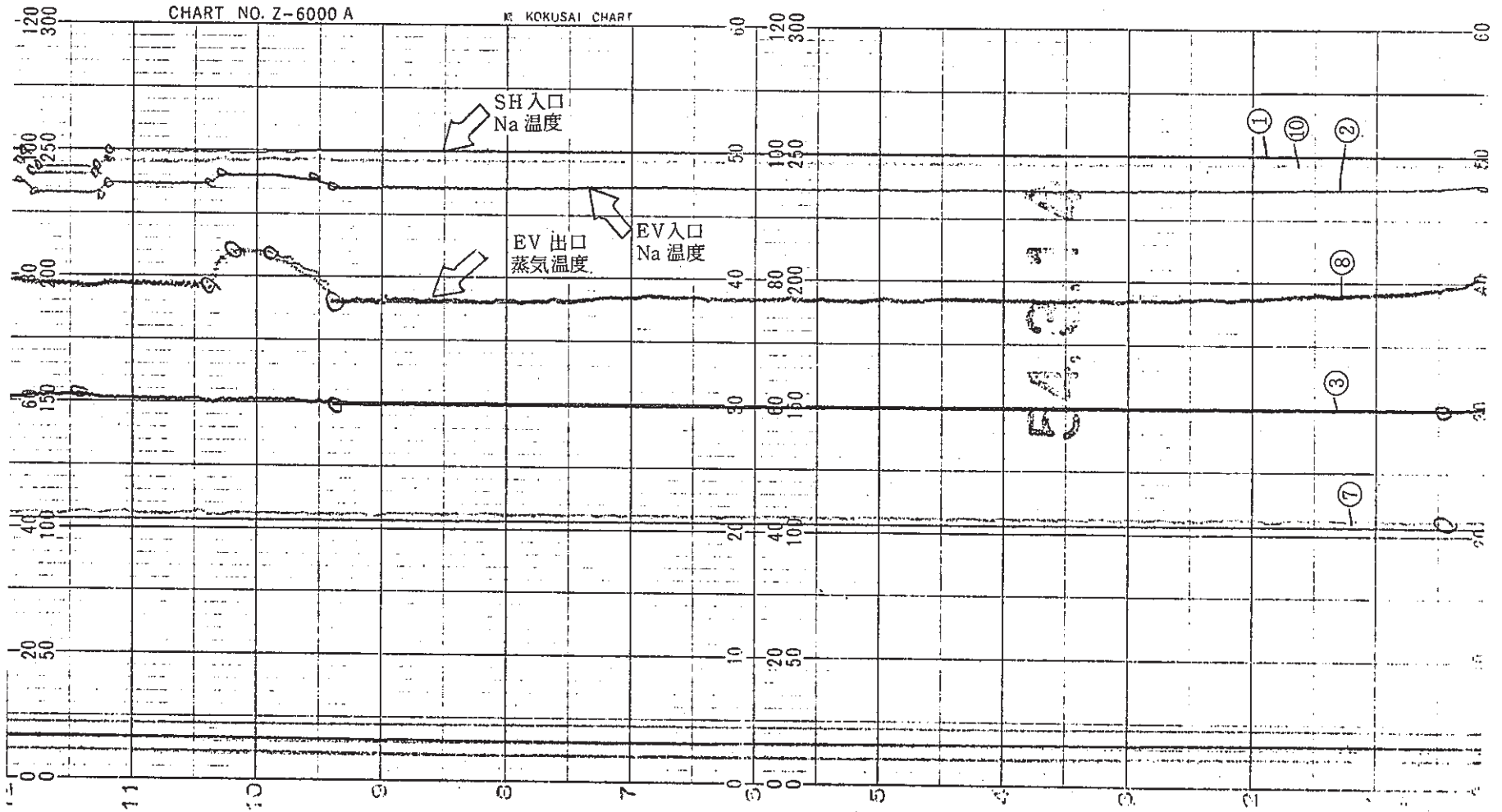


図 12.3.6-13

昭和54年 3月14日 午後

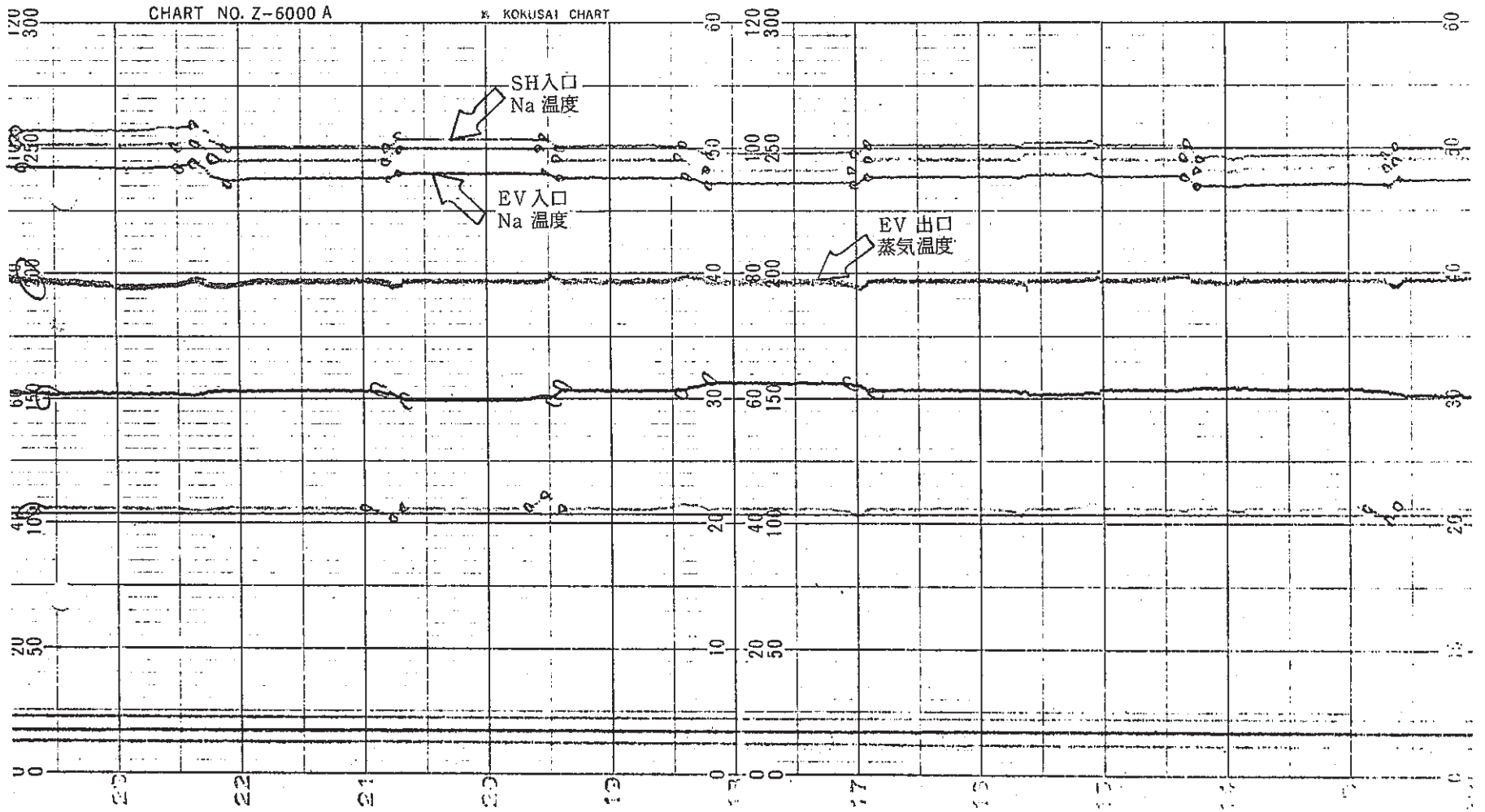


図 12. 3. 6 - 14

昭和54年 3月15日 午前

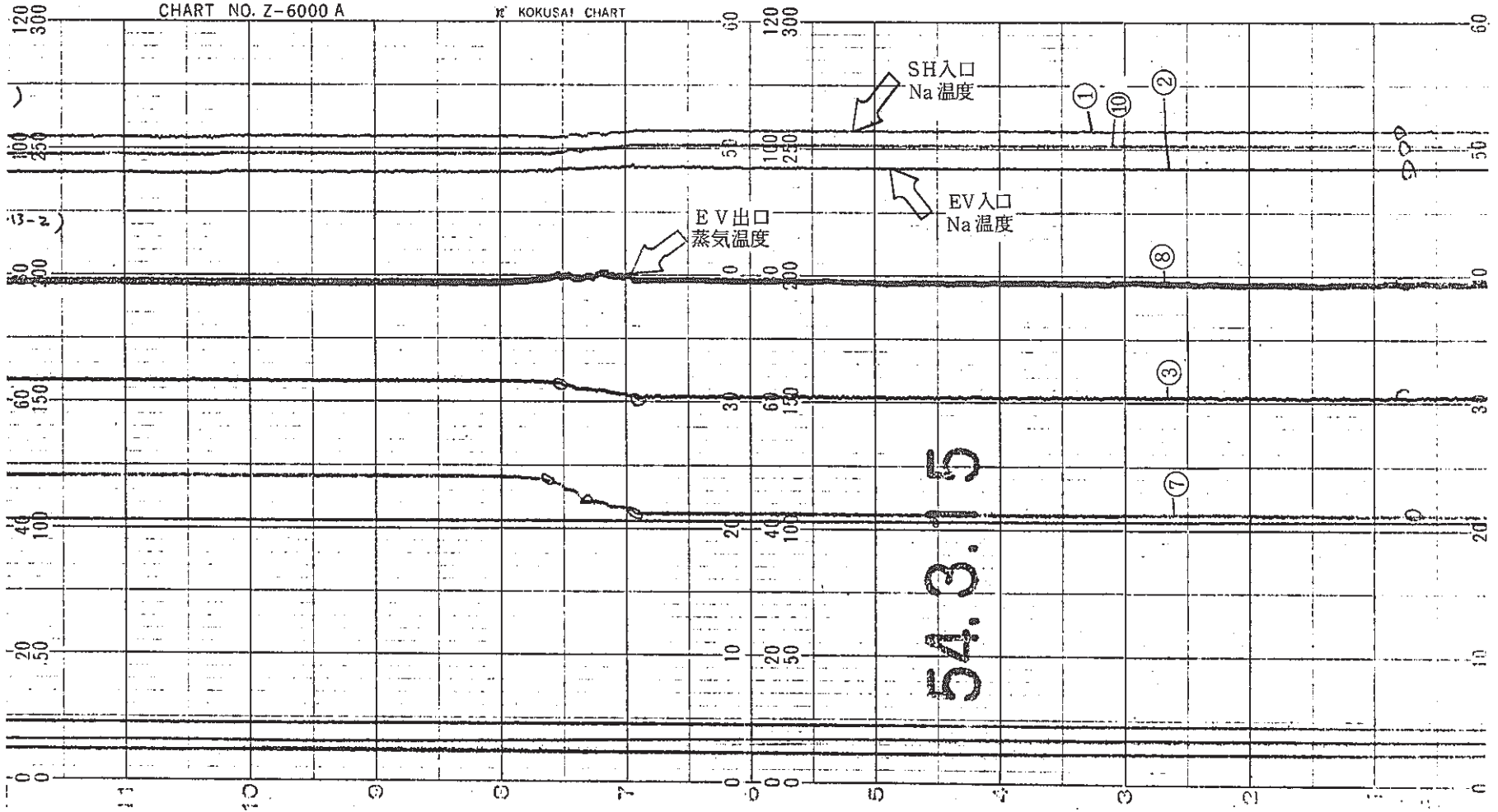


図 12.3.6 - 15

昭和 54 年 3 月 15 日 午後

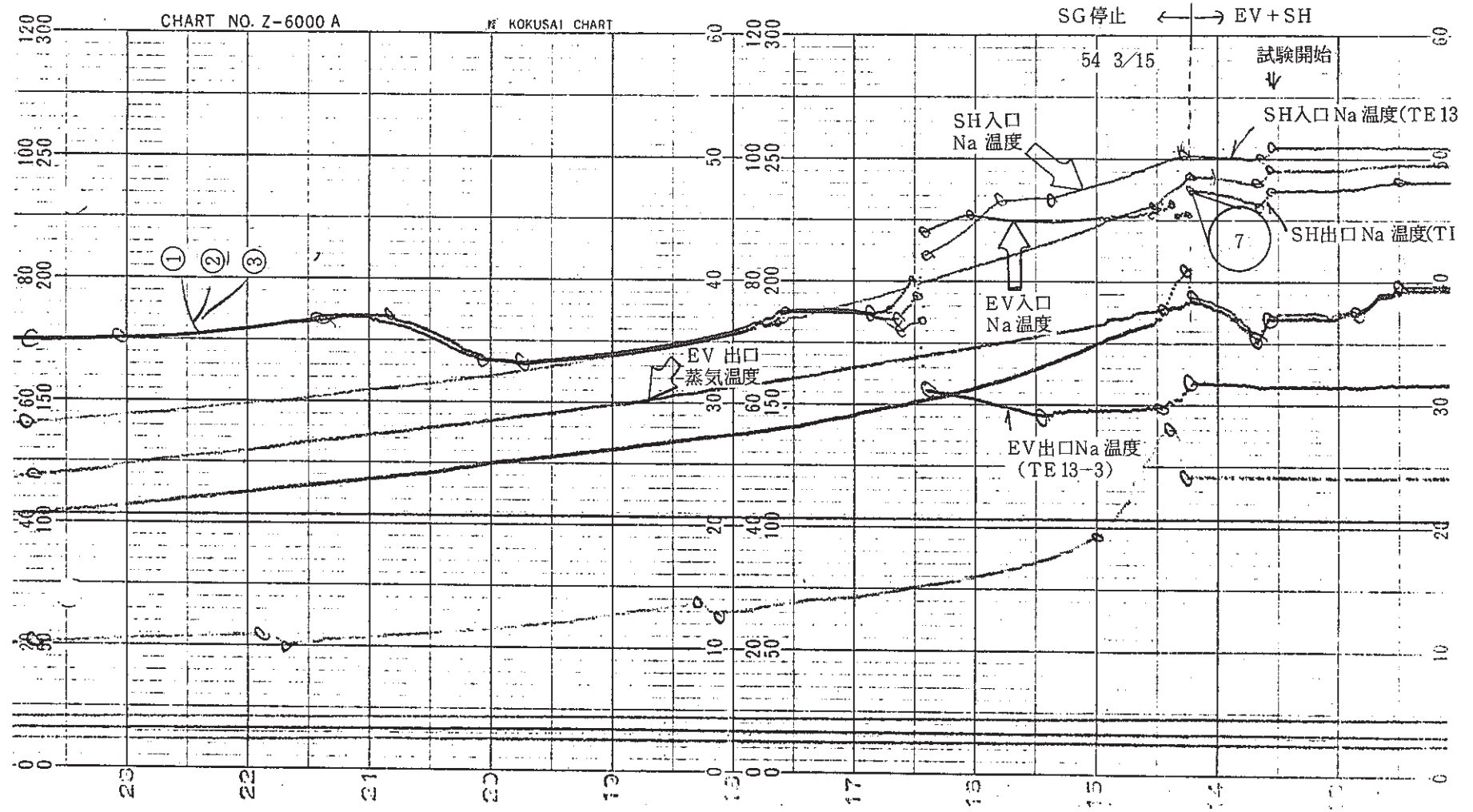


図 12. 3. 6. - 16

昭和54年 3月8日 午前

PNC TN941 81-52

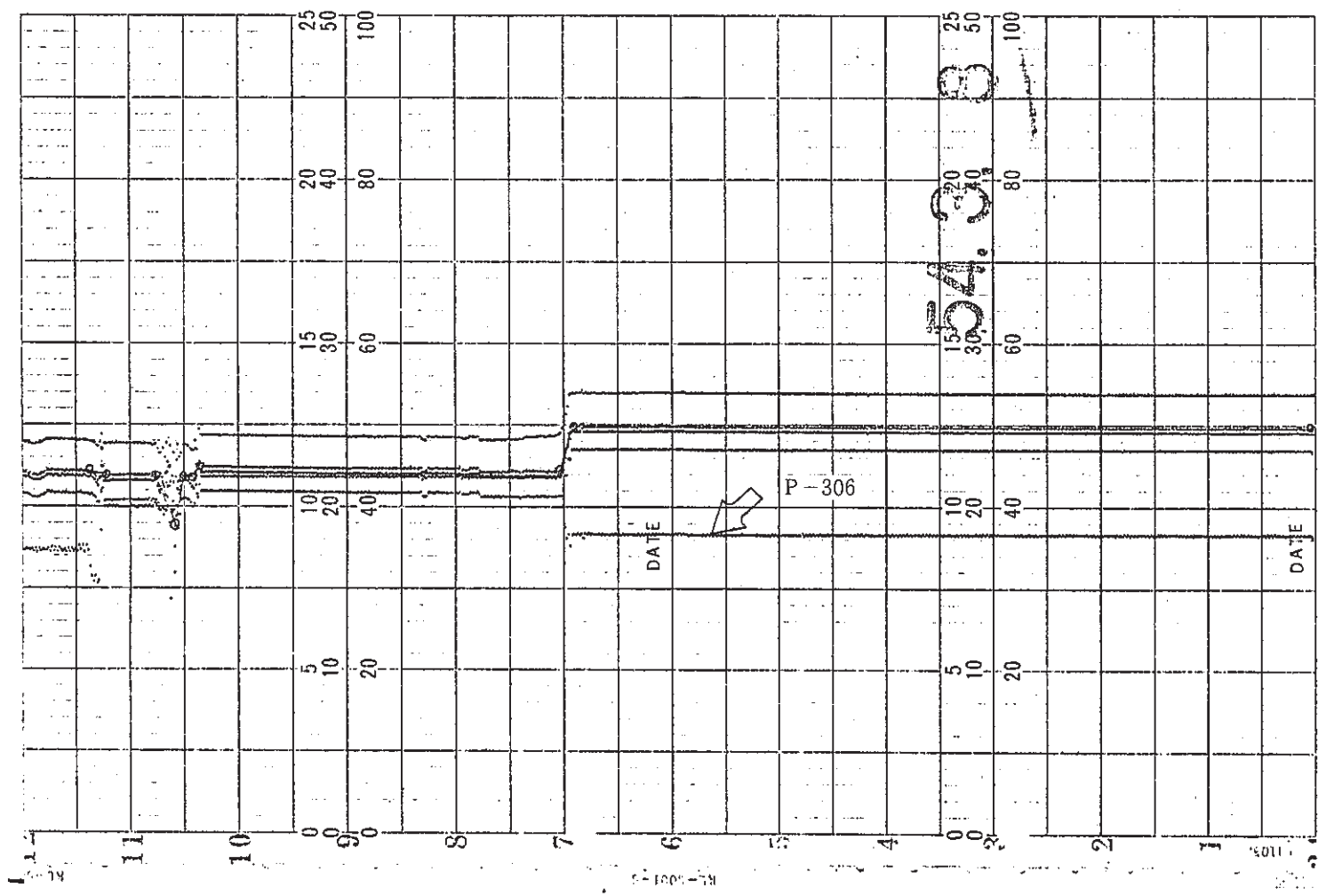


图 12.3.7.-1 第一減温減圧装置出口压力記錄計

昭和54年 3月8日 午後

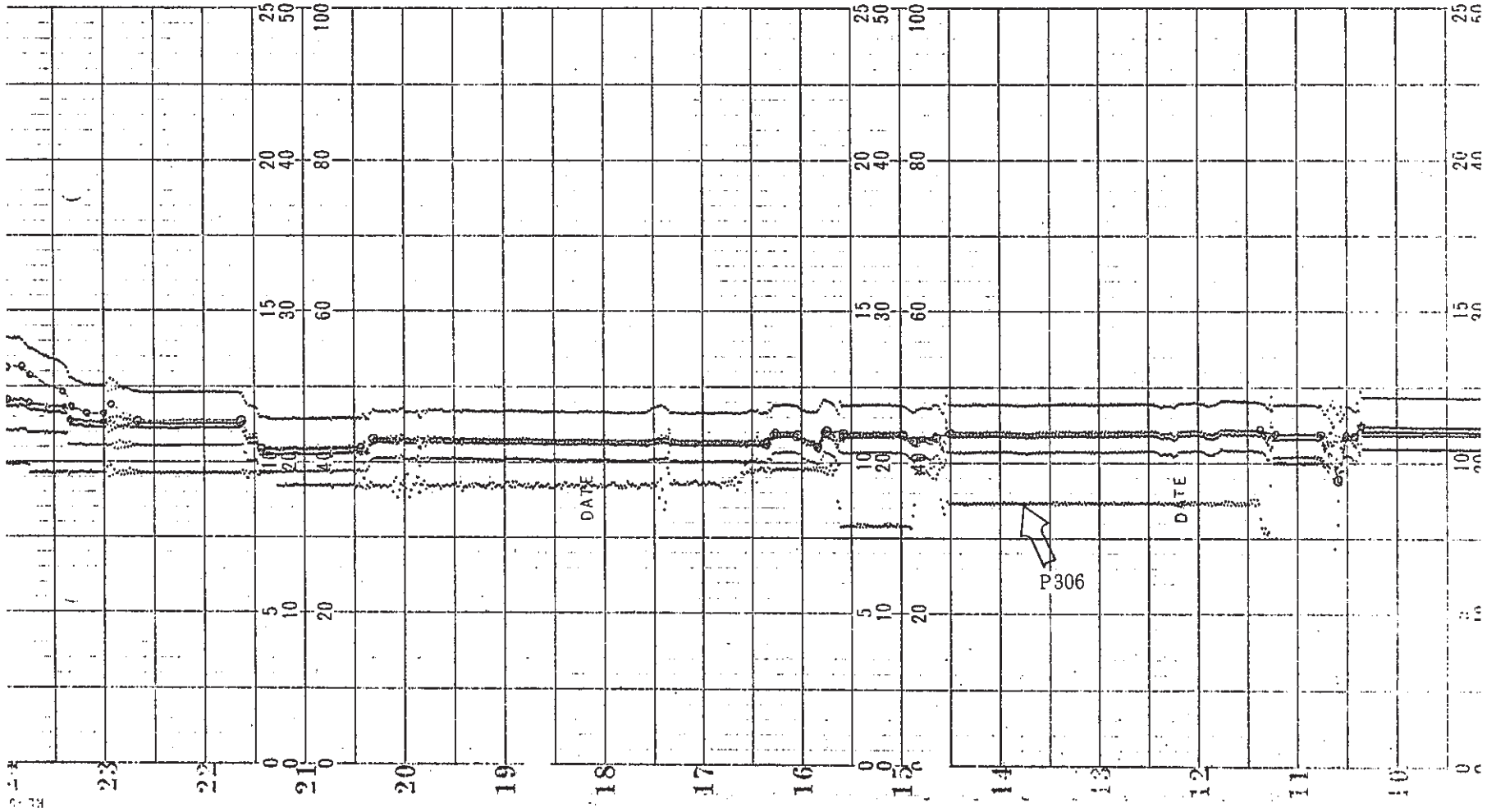
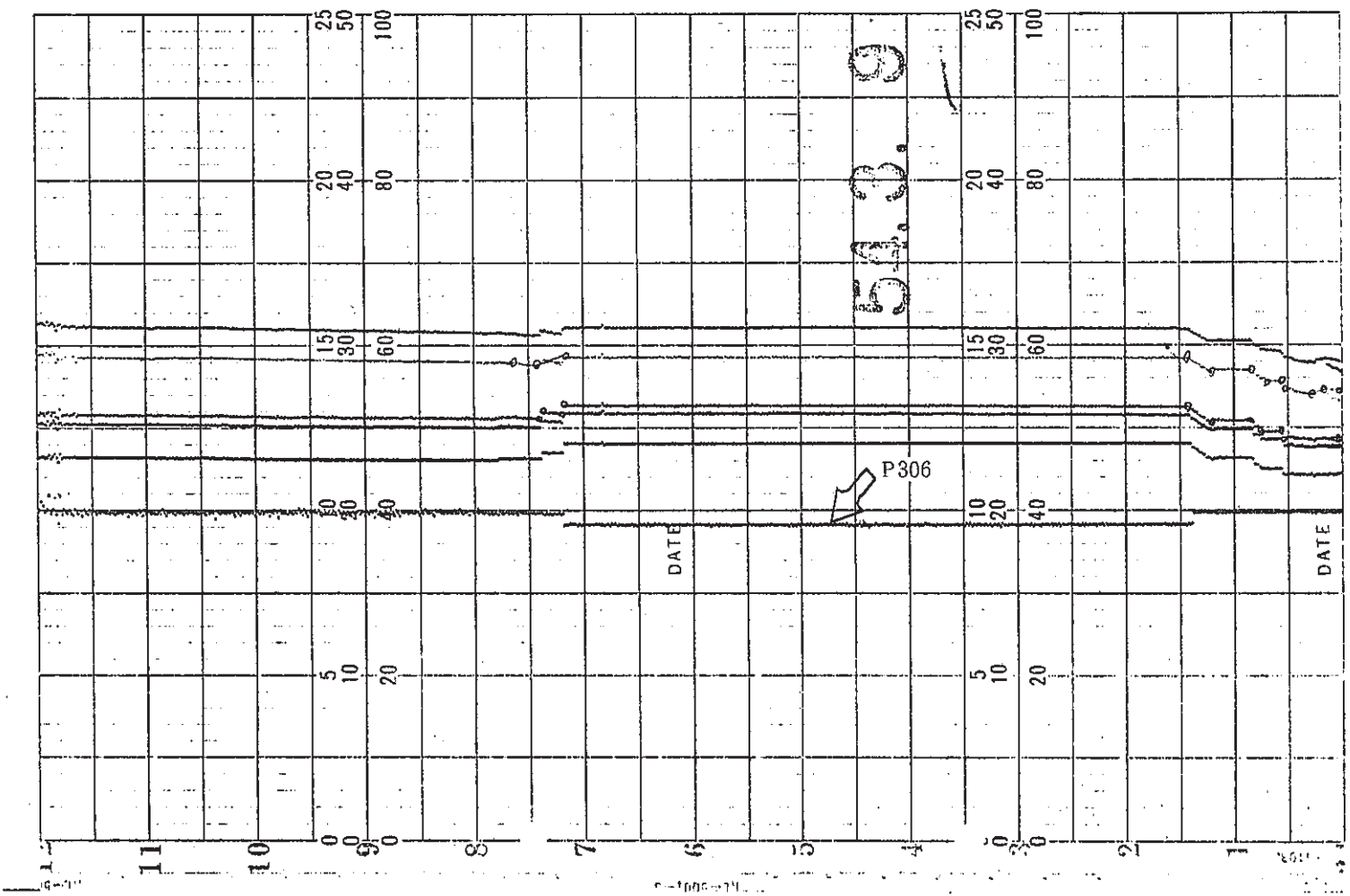


図 12.3.7.-2

昭和54年 3月9日 午前



☒ 12. 3. 7. - 3



昭和54年 3月9日 午後

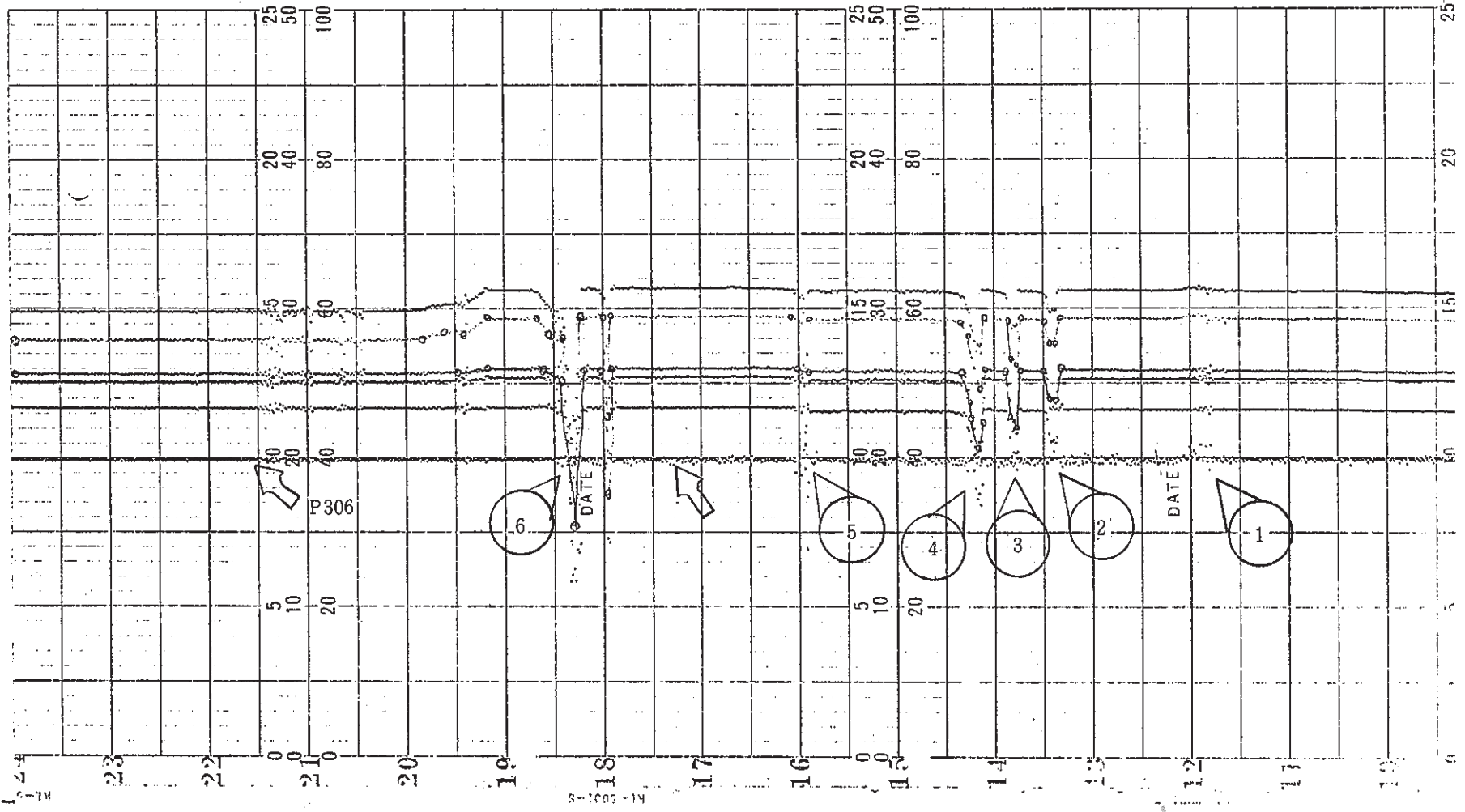


図 12. 3. 7 - 4

昭和54年 3月10日 午前

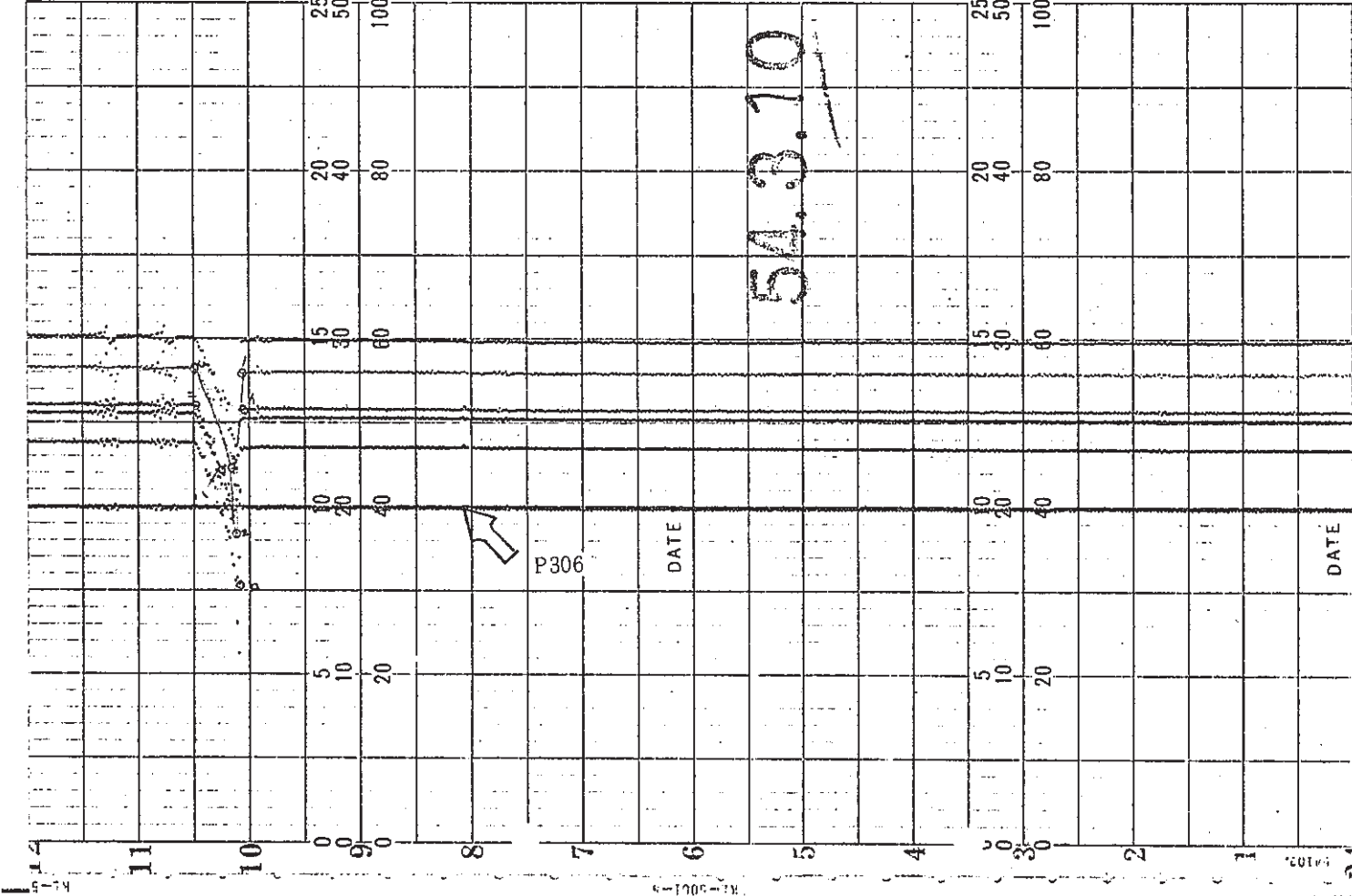
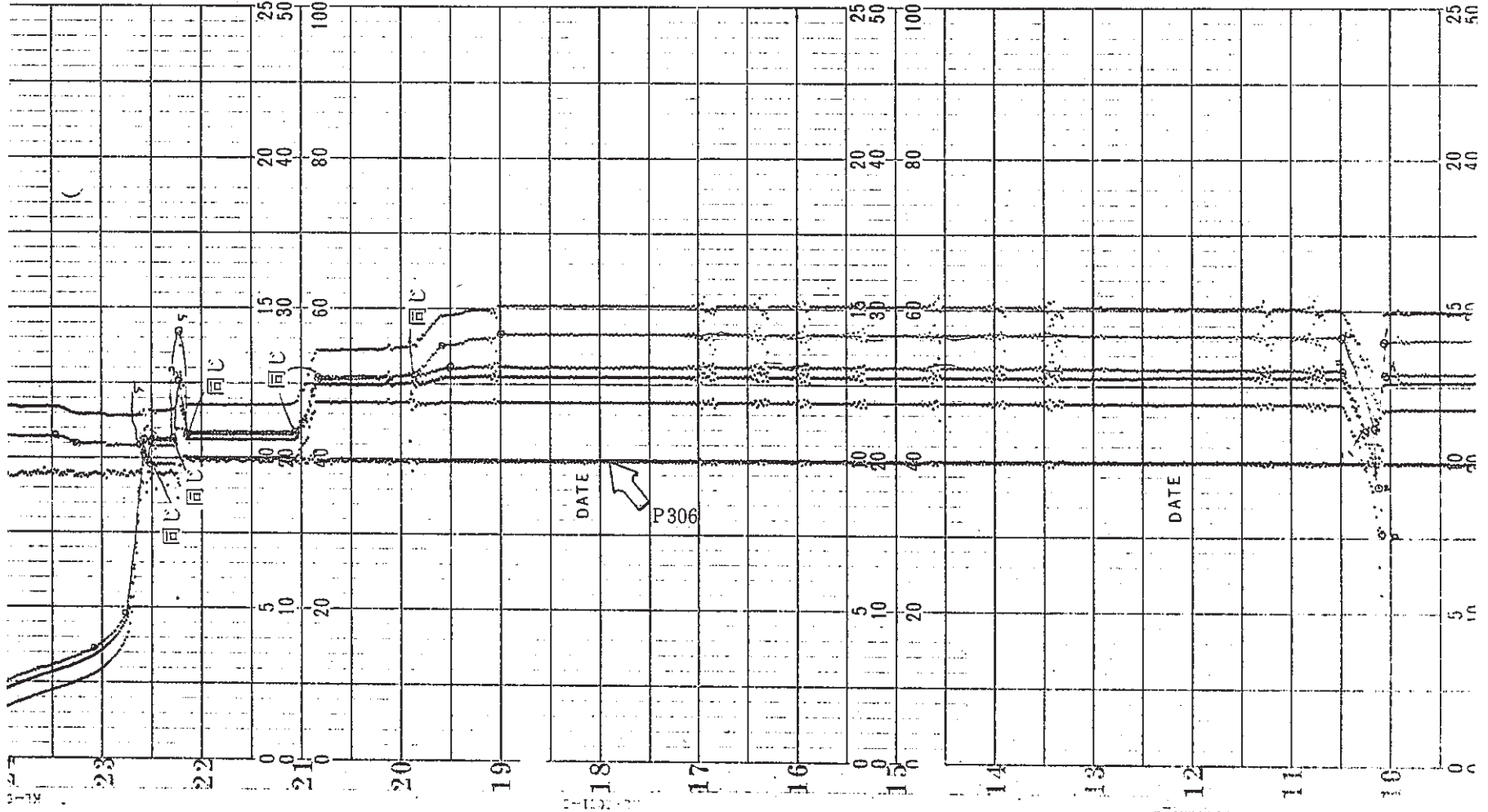


図 12. 3. 7. - 5

昭和54年 3月10日 午後



⊠ 12.3.7.-6

昭和 54 年 3 月 11 日 午前

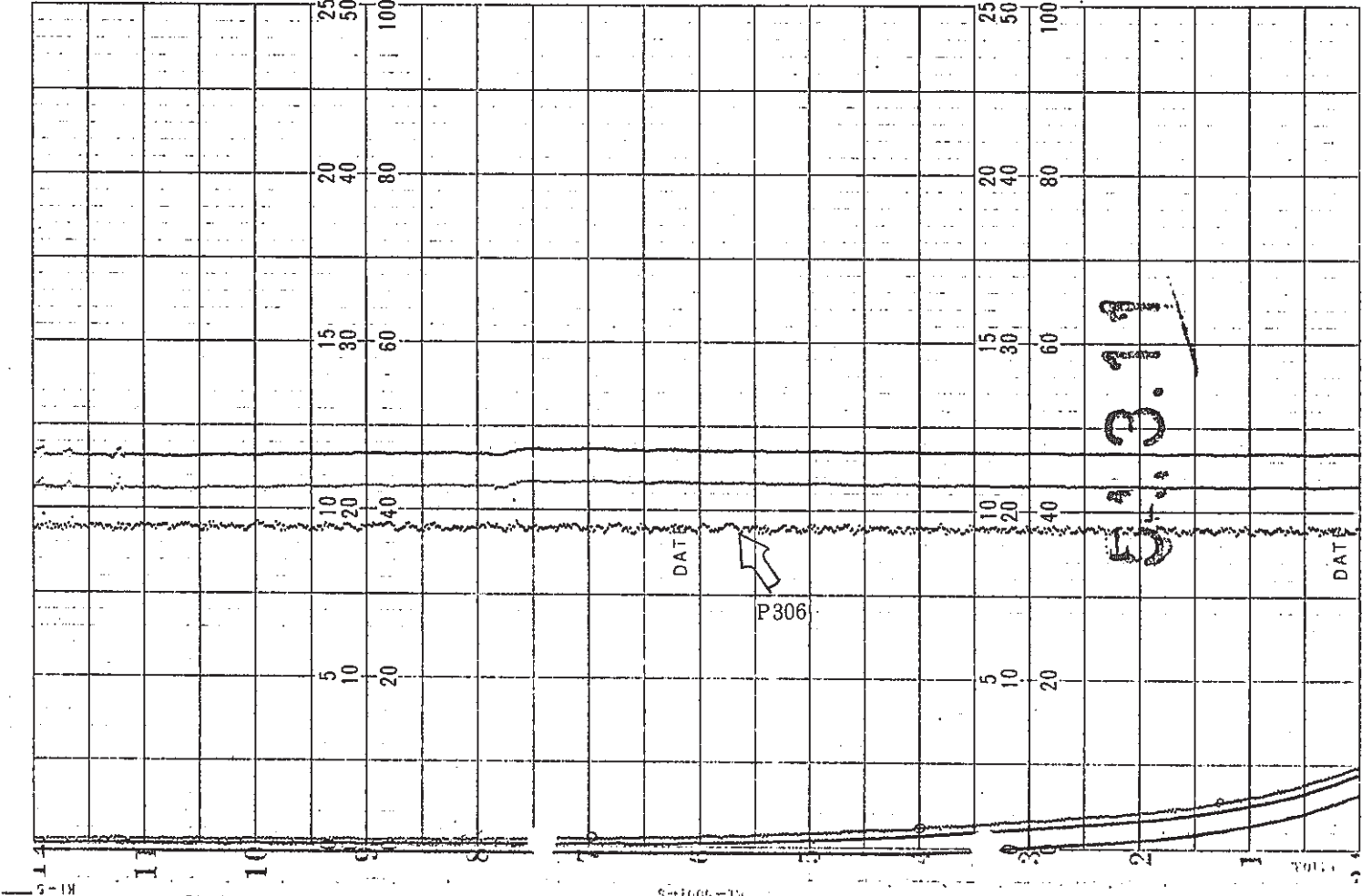
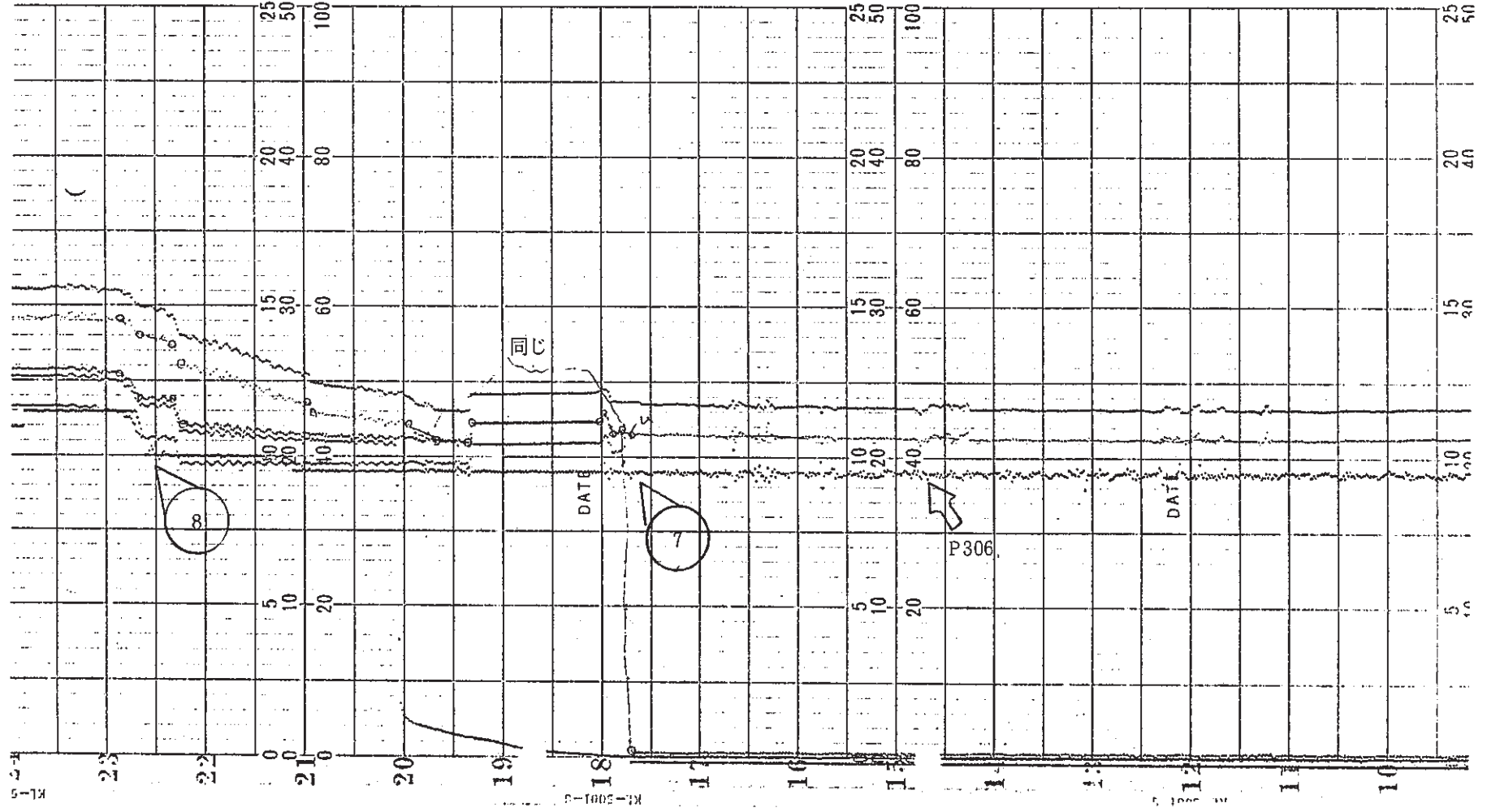


図 12. 3. 7. - 7

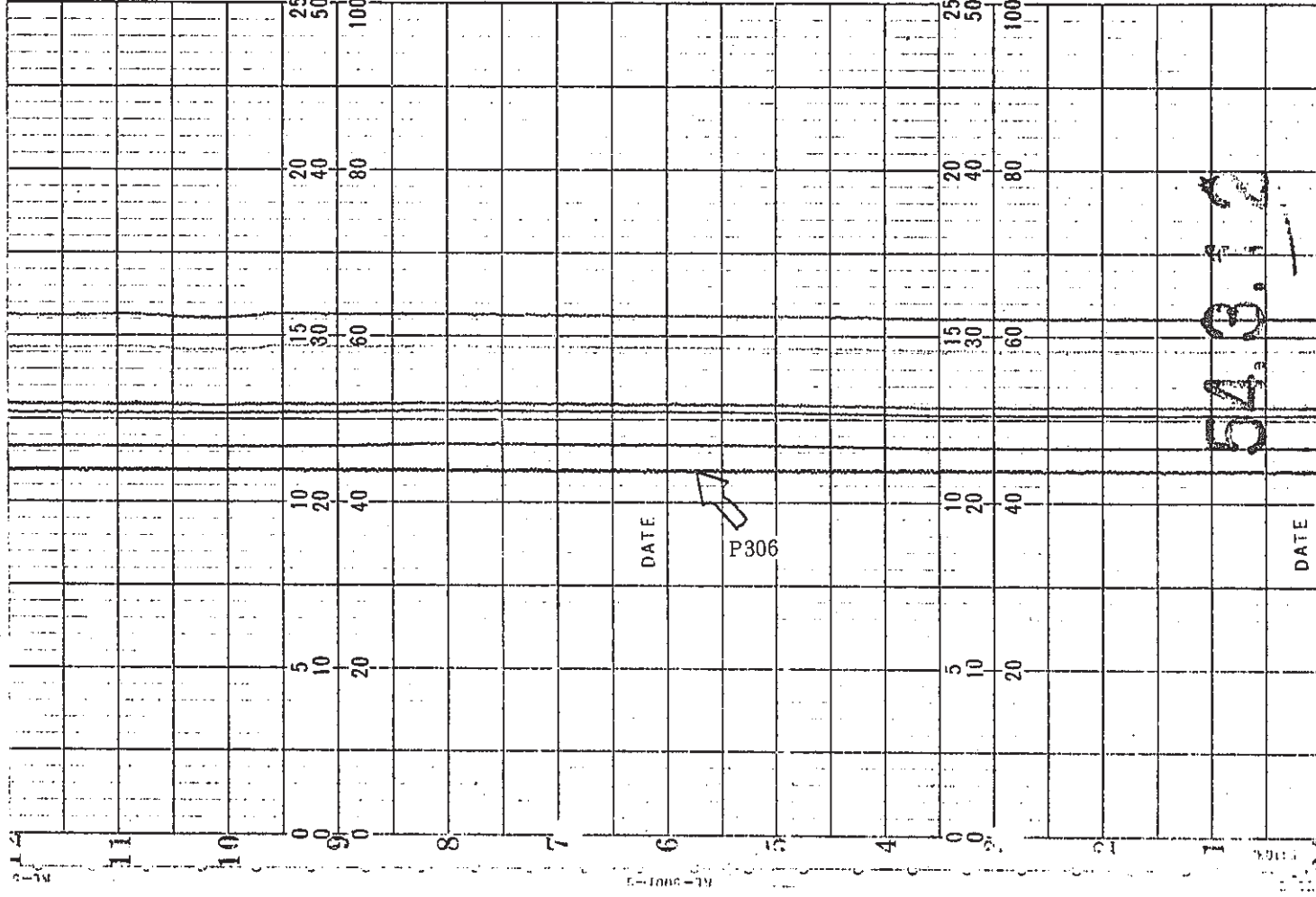
昭和54年 3月11日 午後



☒ 12.3.7.-8

昭和54年 3月12日 午前

PNC TN941 81-52



☒ 12.3.7.-9

昭和54年 3月12日 午後

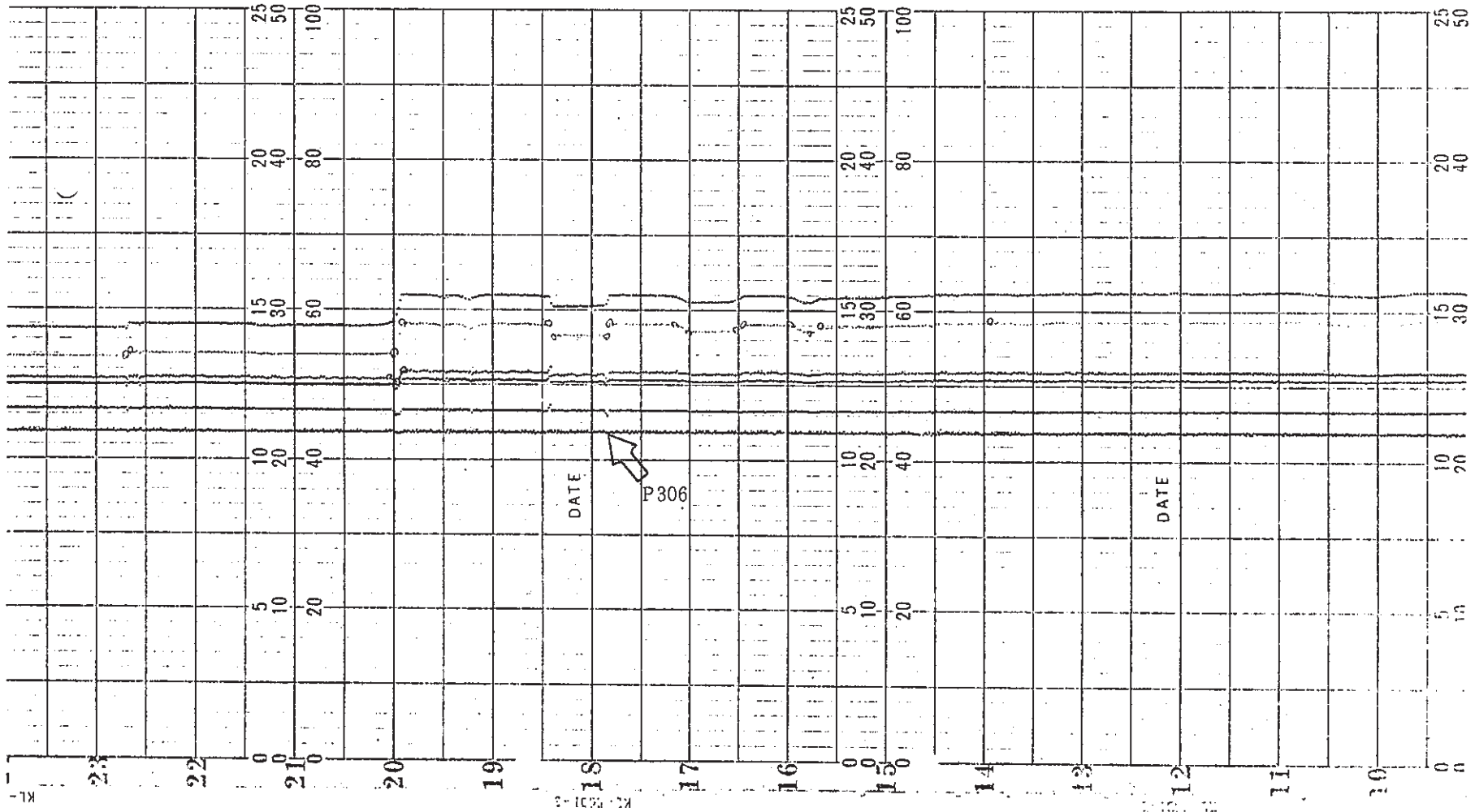


図 12. 3. 7. - 10

昭和54年 3月13日 午前

PNC TN941 81-52

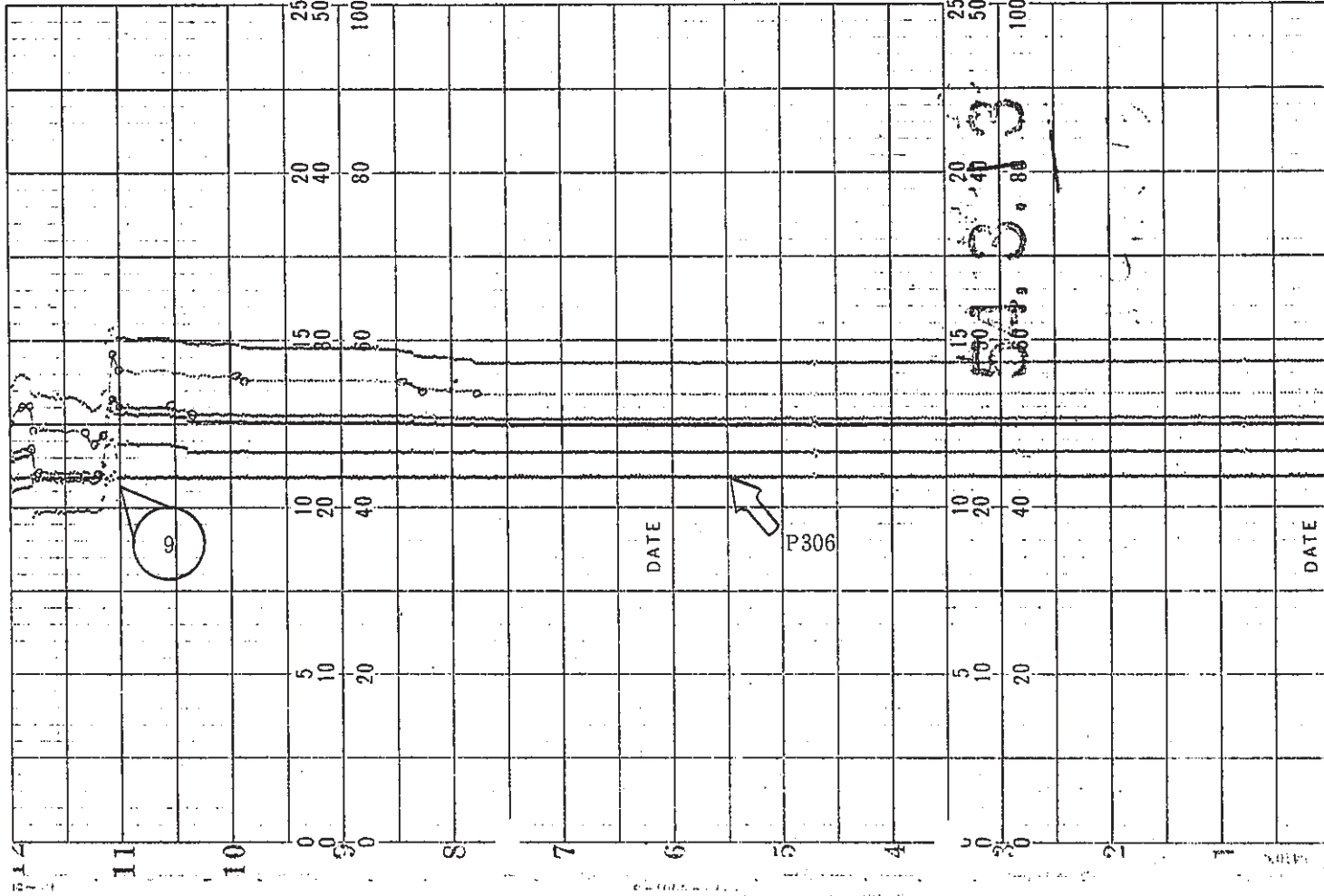


図 12. 3. 7. - 11



昭和54年 3月13日 午後

PNC TN941 81-52

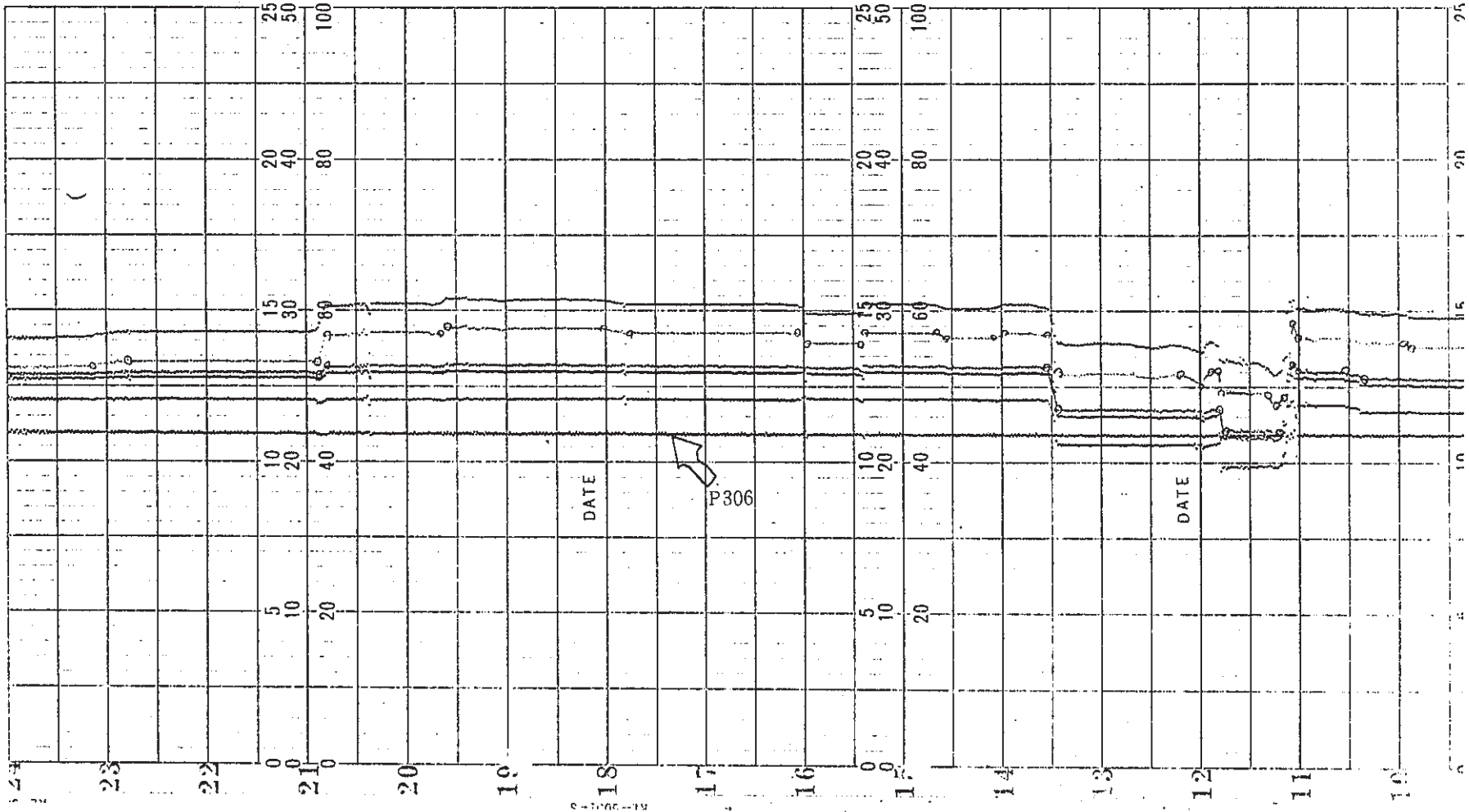


図 12. 3. 7. - 12

昭和54年 3月14日 午前

PNC TN941 81-52

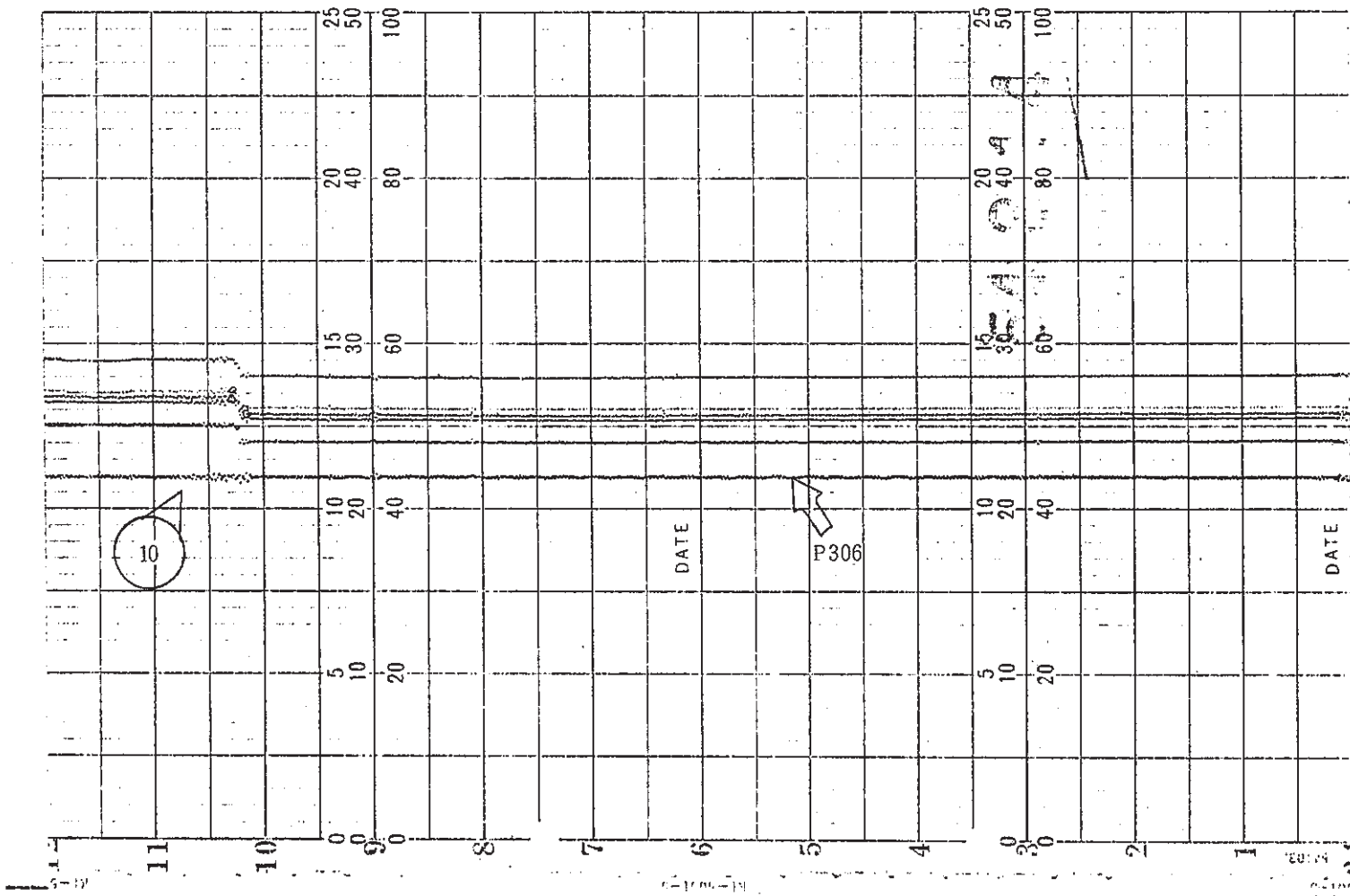


図 12. 3. 7. - 13

昭和54年 3月14日 午後

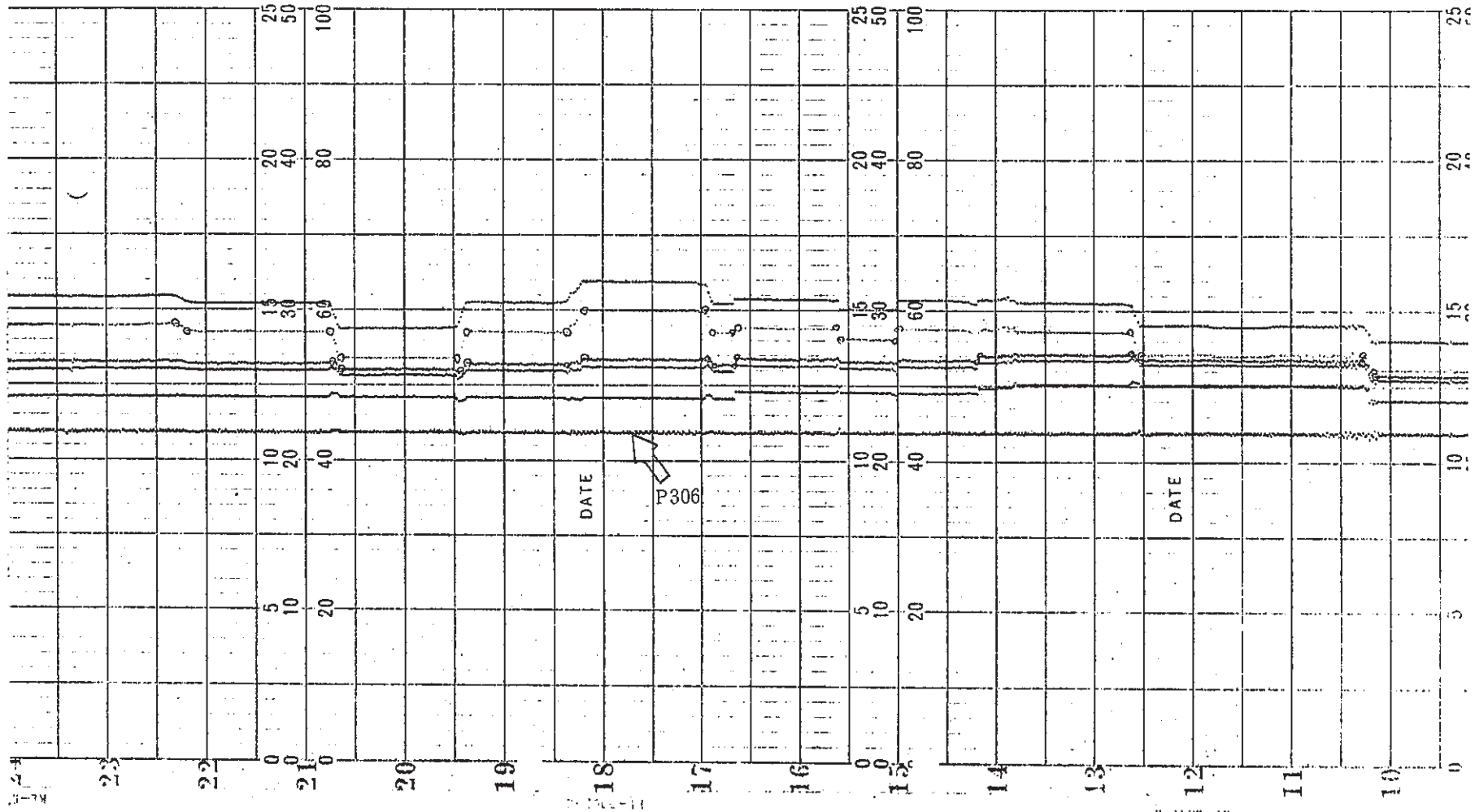


図 12.3.7. - 14

昭和54年 3月15日 午前

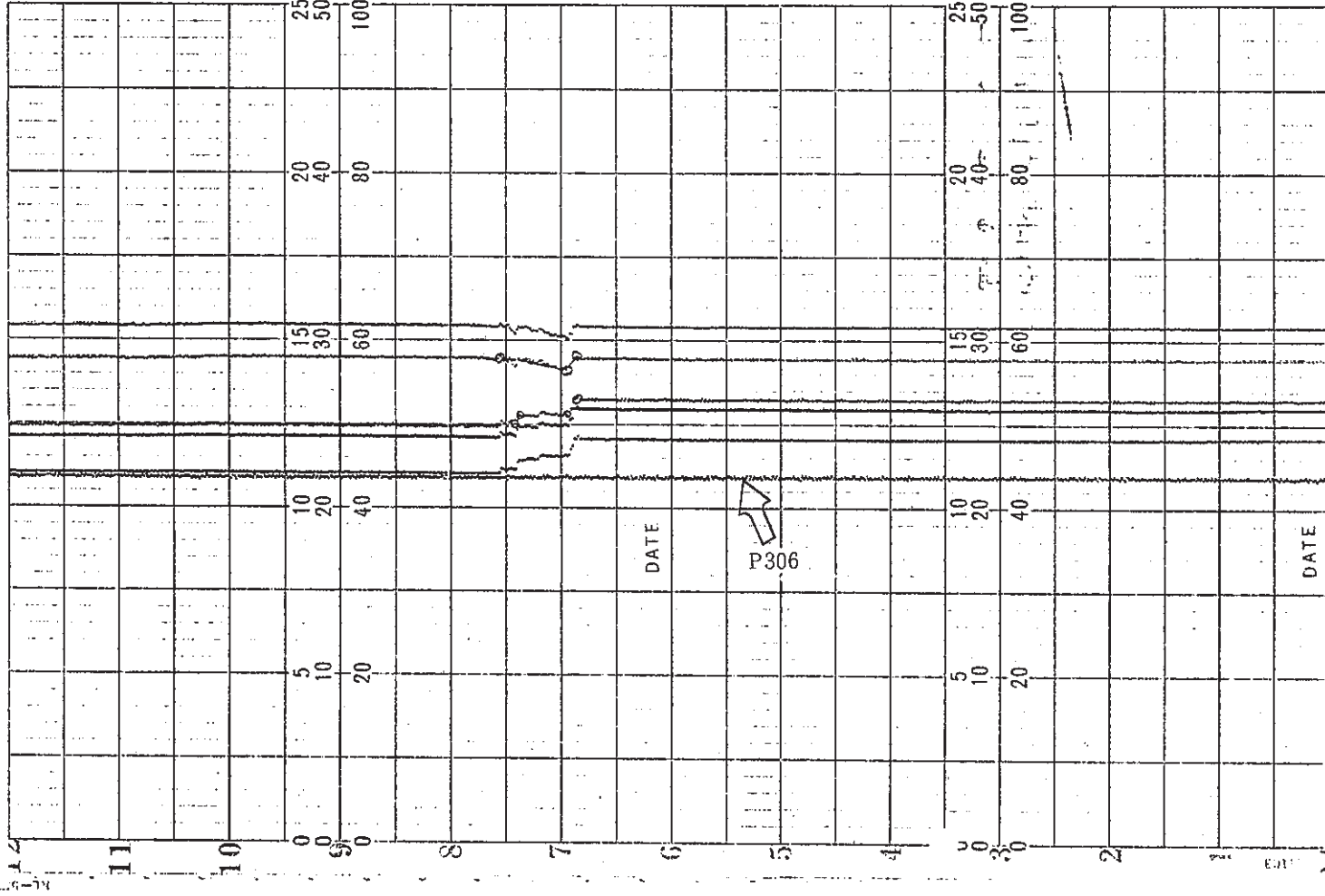


図 12.3.7.-15

昭和54年 3月15日 午後

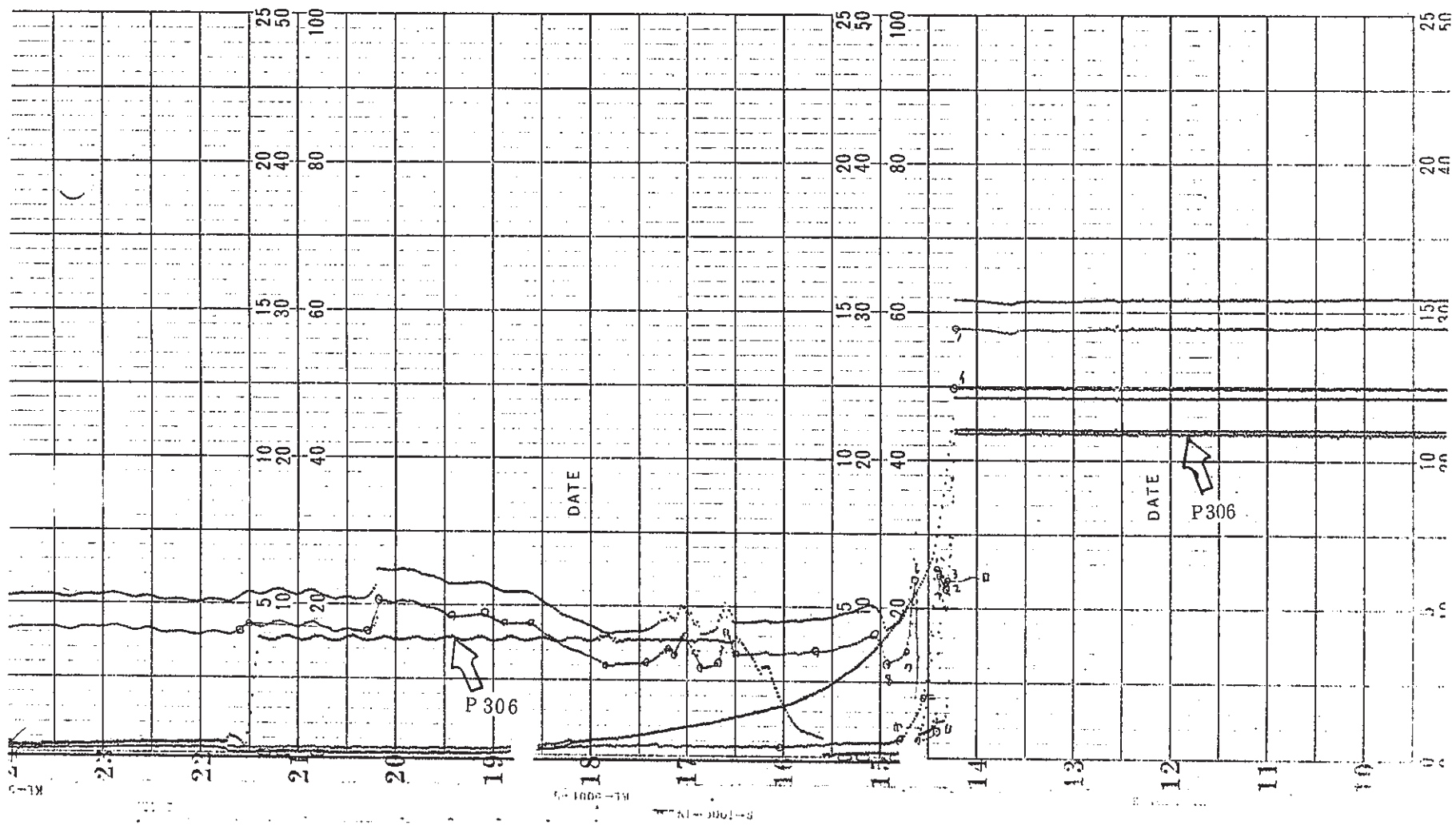


図 12.3.7.-16

昭和54年 3月8日 午前

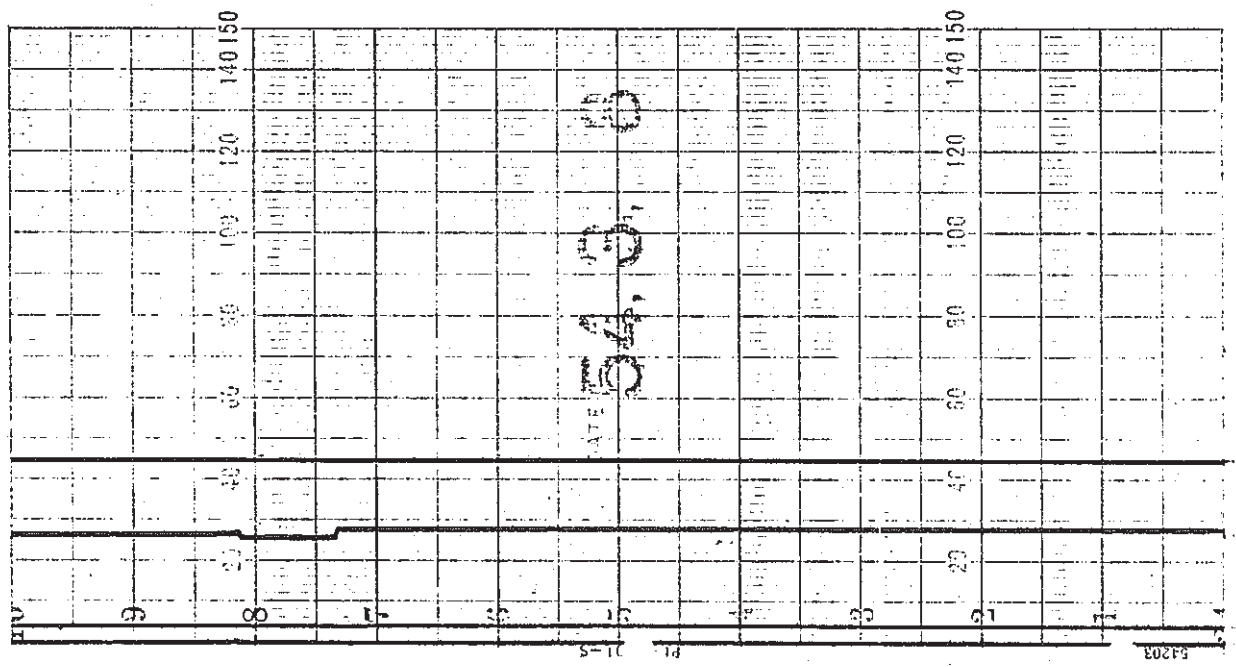


図 12.3.8.-1 SG入口 Na 流量記録計

昭和54年 3月8日 午後

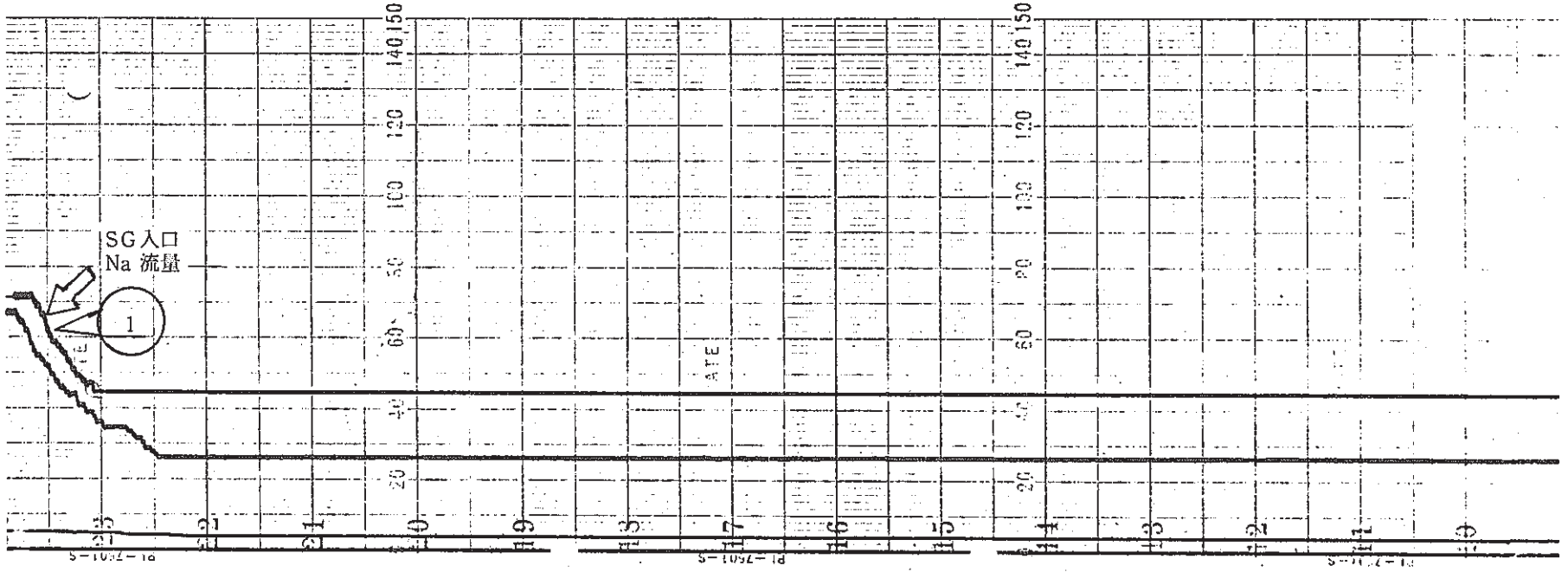


図 12.3.8-2

昭和54年 3月9日 午前

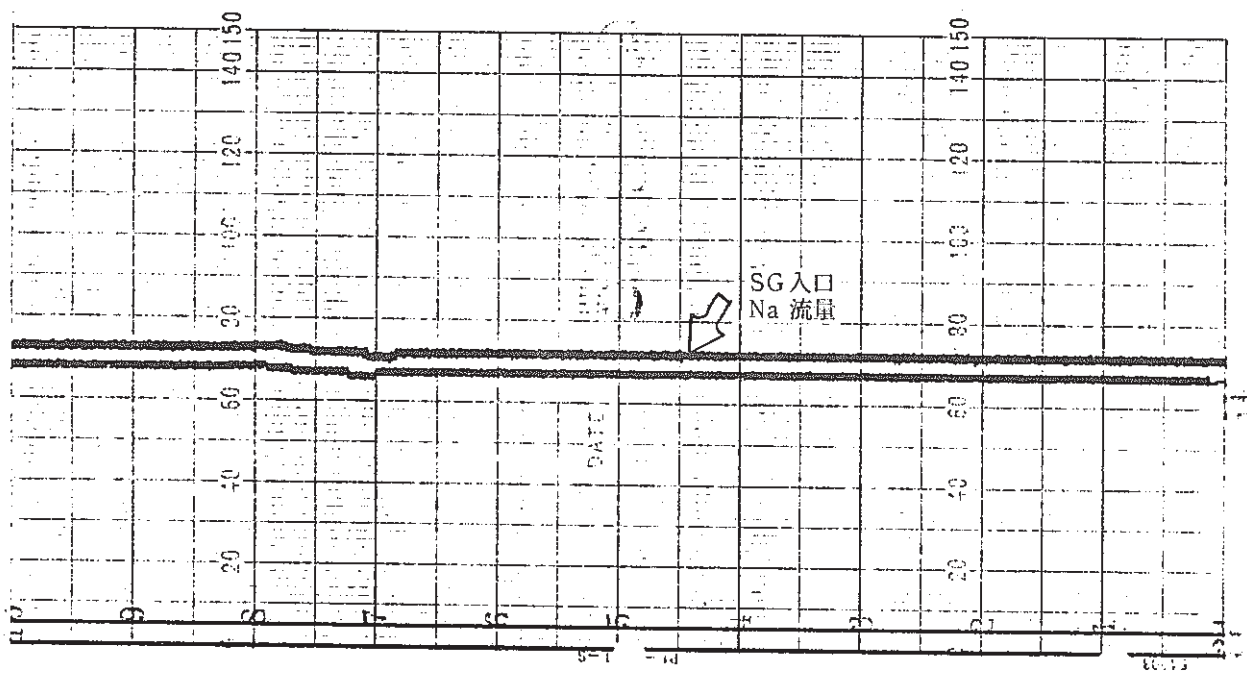


図 12.3.8.-3



昭和54年 3月9日 午後

PNC TN941 81-52

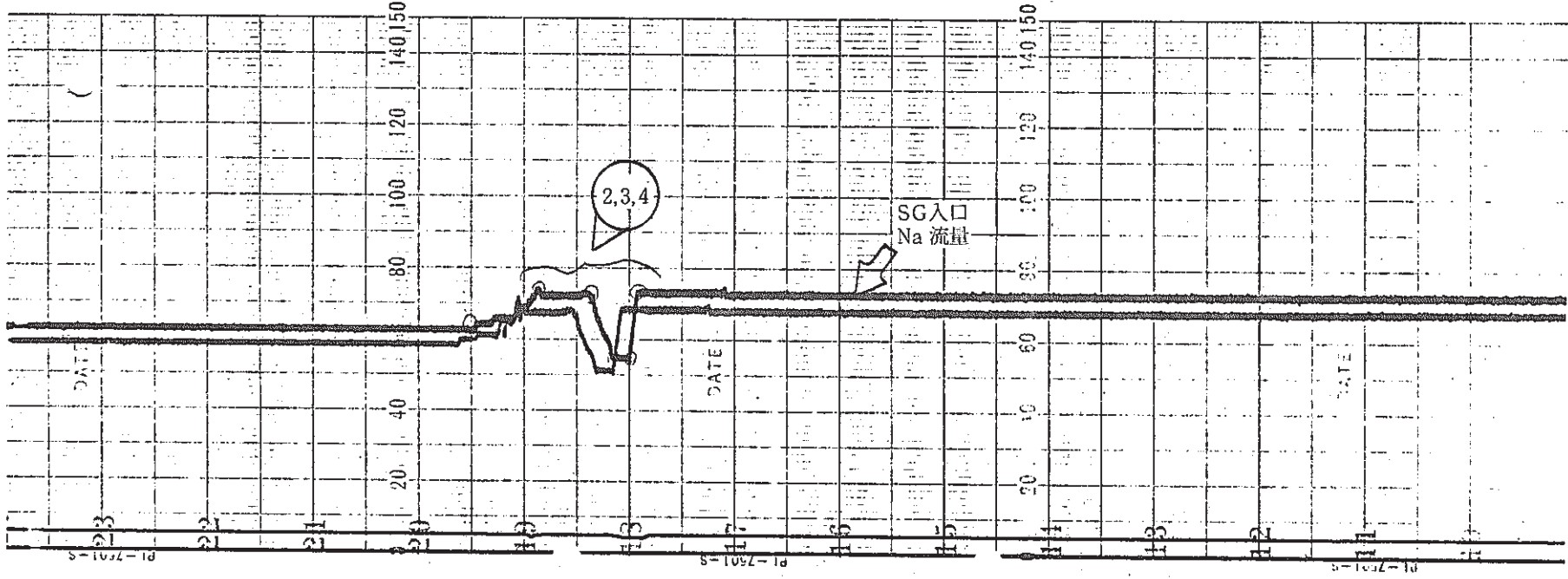
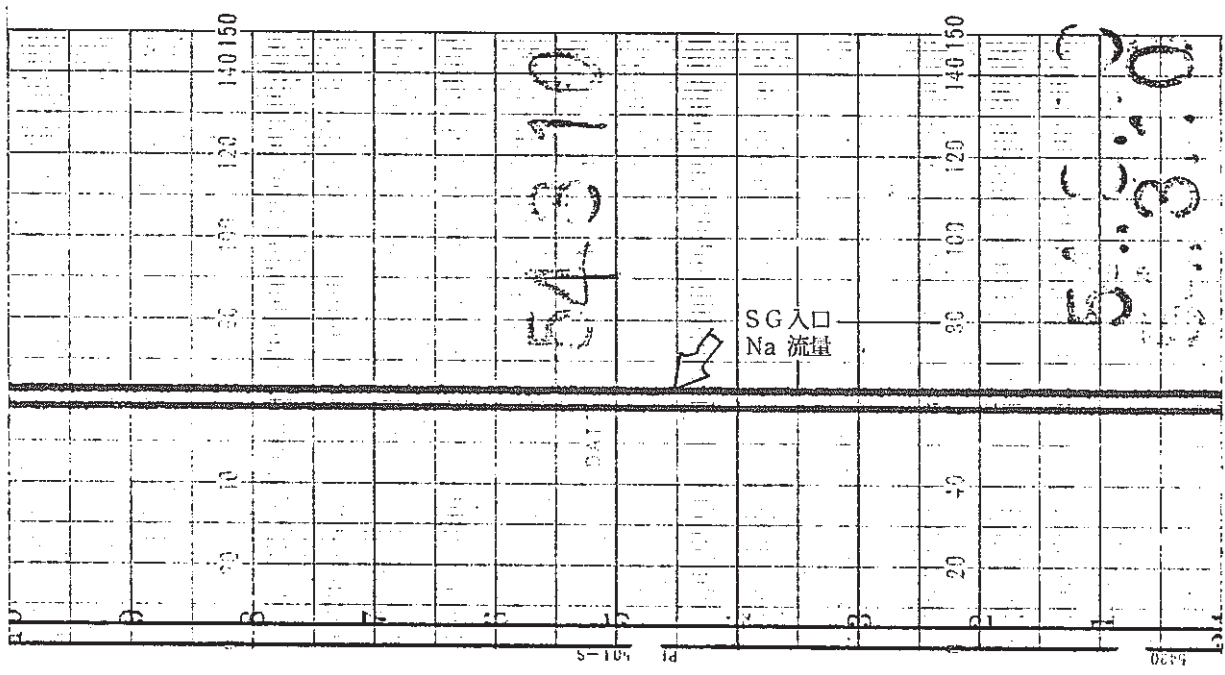


図 12.3.8.-4

昭和54年 3月10日 午前



☒ 12.3.8.-5

昭和54年 3月10日 午後

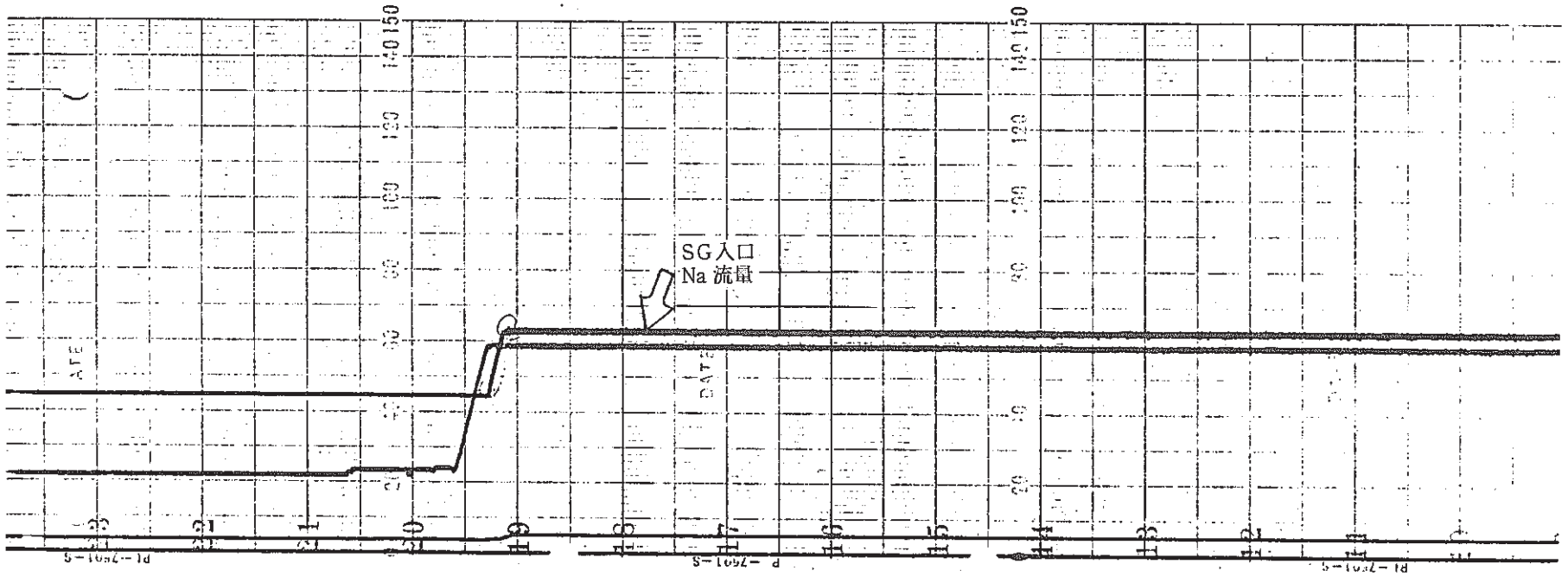


図 12.3.8.-6

昭和54年 3月11日 午前

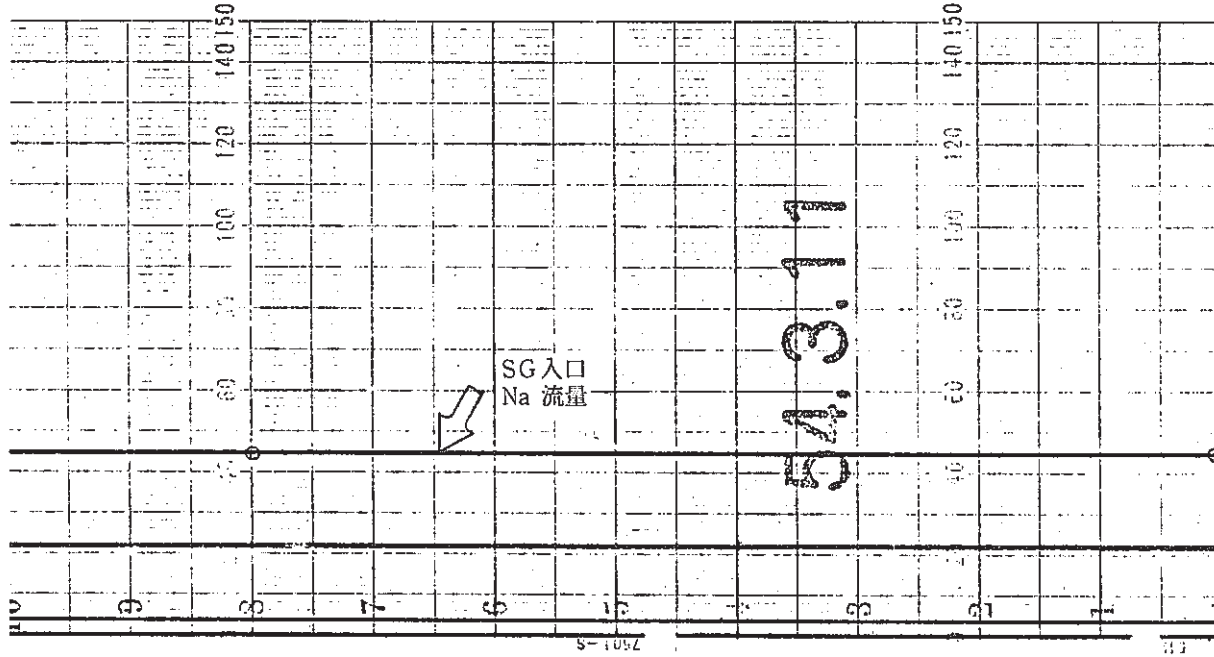


図12.3.8-7

昭和54年 3月11日 午後

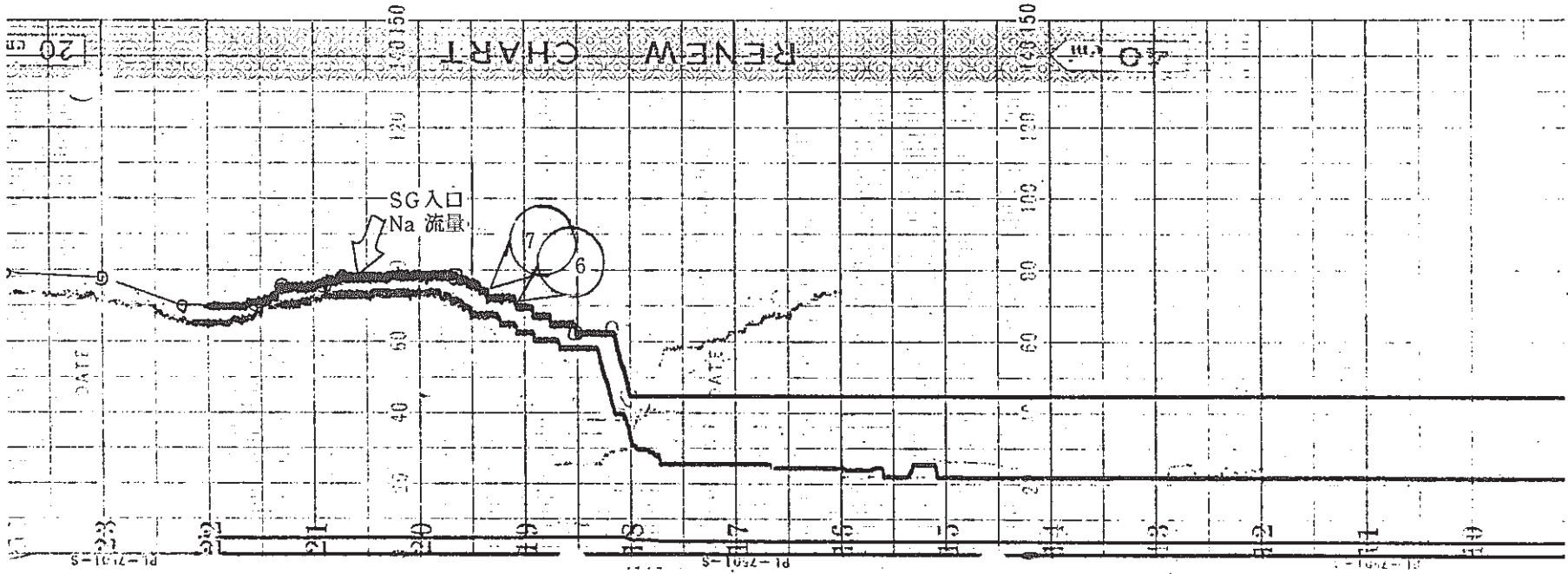


図 12.3.8-8

昭和54年 3月12日 午前

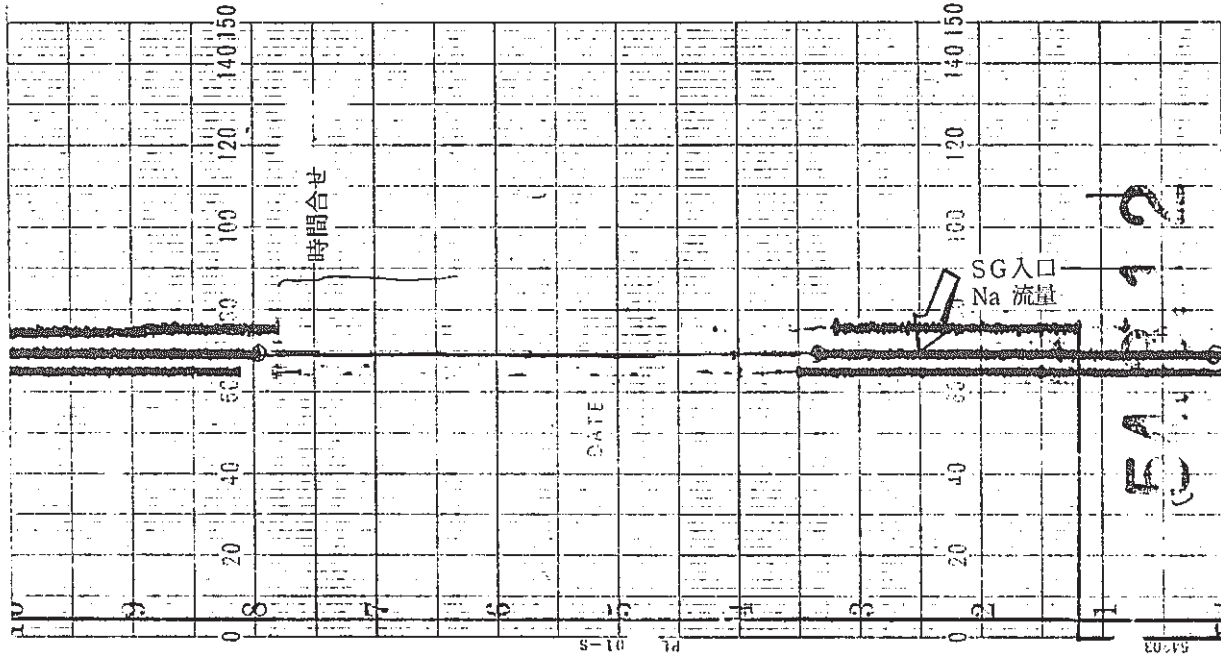


図 12.3.8-9

昭和54年 3月12日 午後

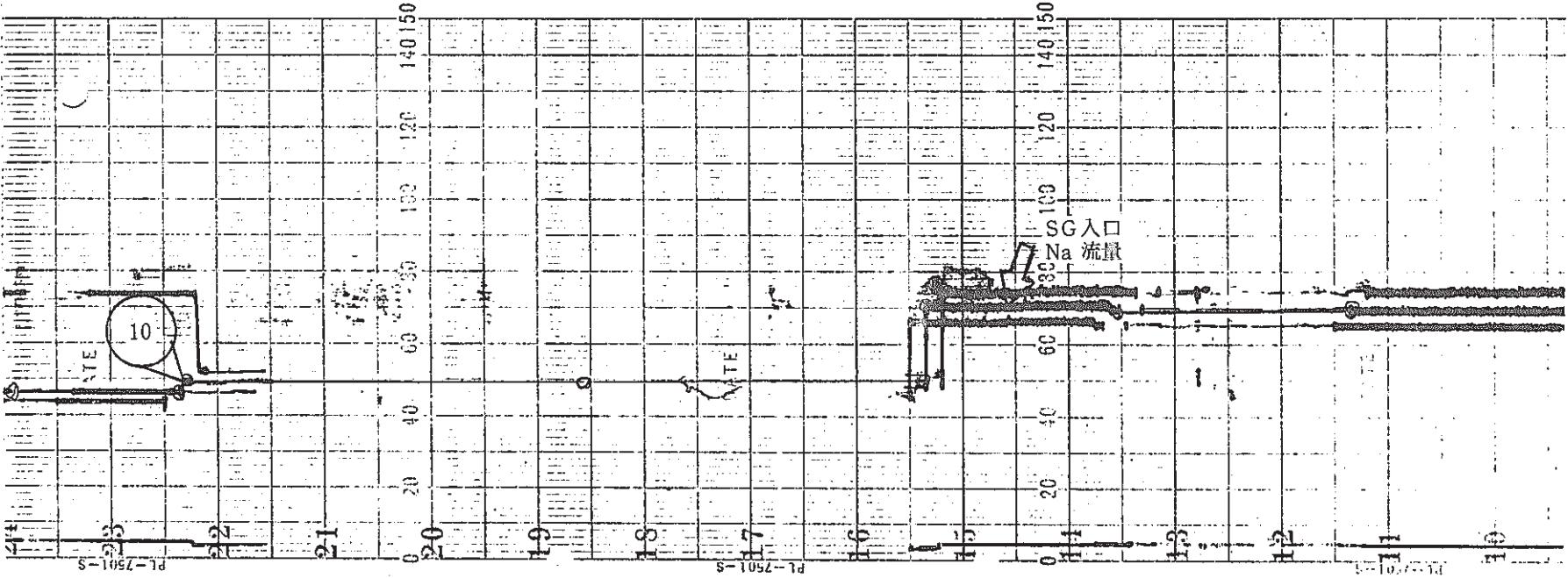


図 12.3.8-10

昭和54年 3月13日 午前

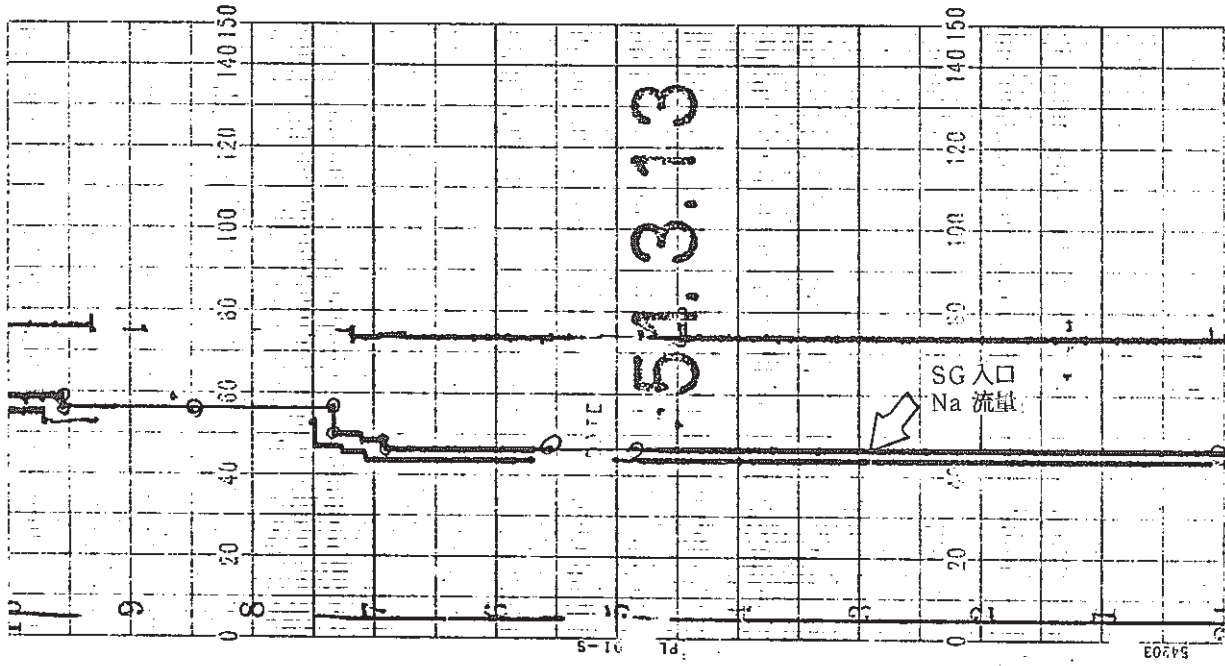


図 12.3.8 - 11



昭和 54 年 3 月 13 日 午後

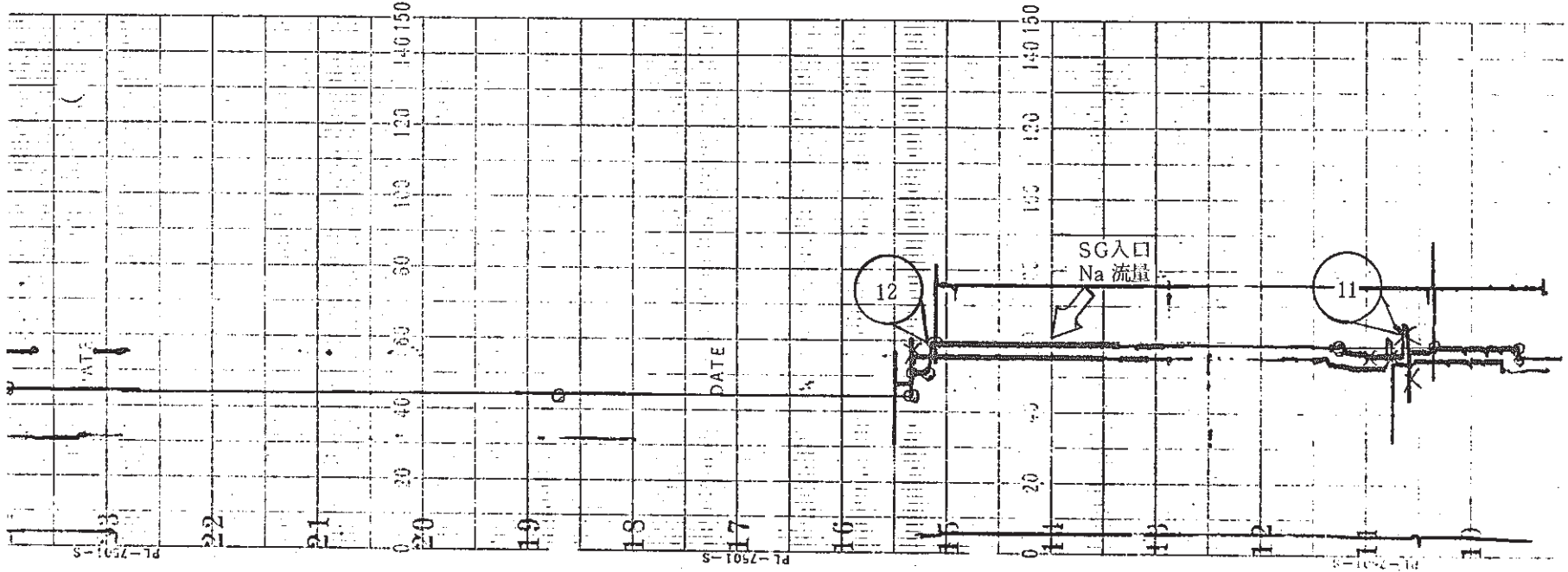


図 12. 3. 8 - 12

昭和54年 3月14日 午前

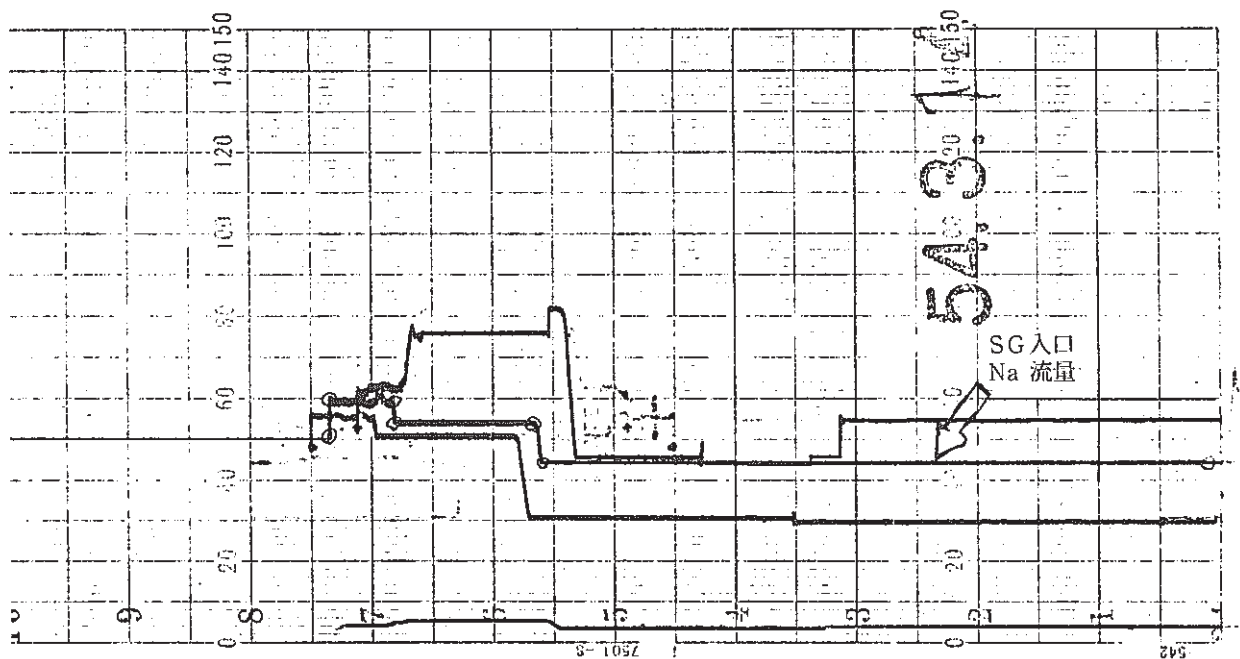


図12.3.8-13

昭和54年 3月14日 午後

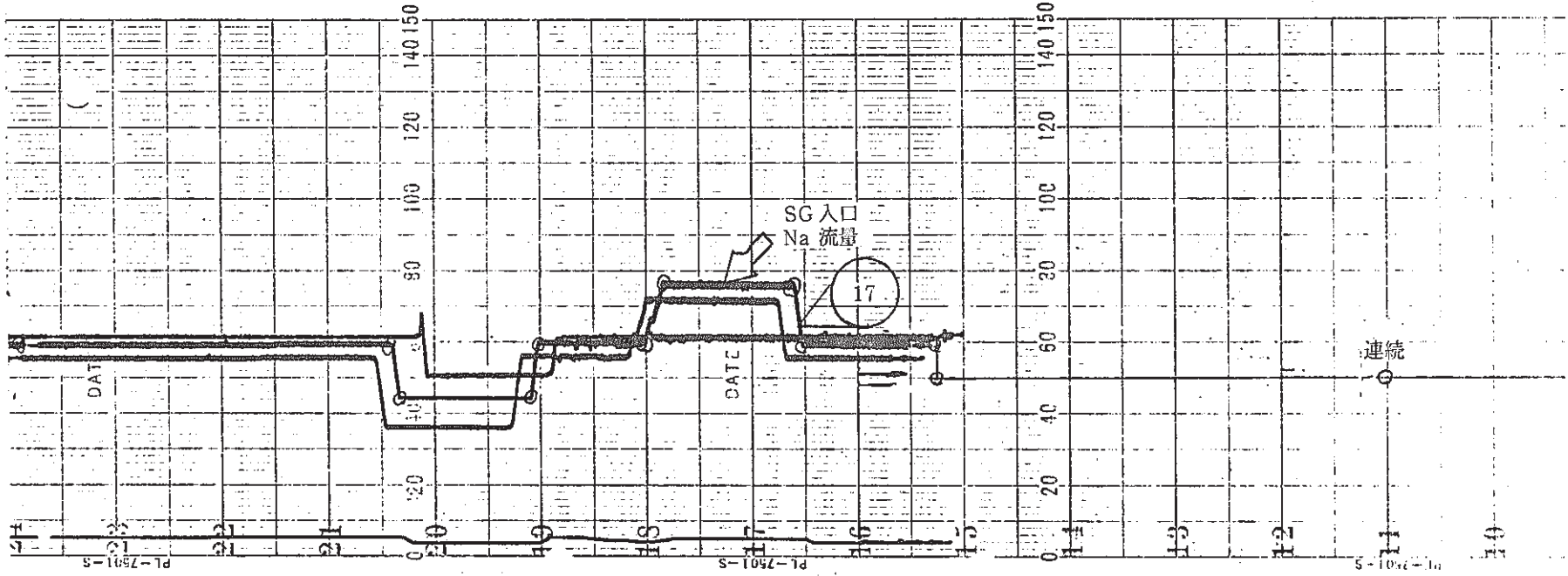


図 12.3.8-14

昭和54年 3月15日 午前

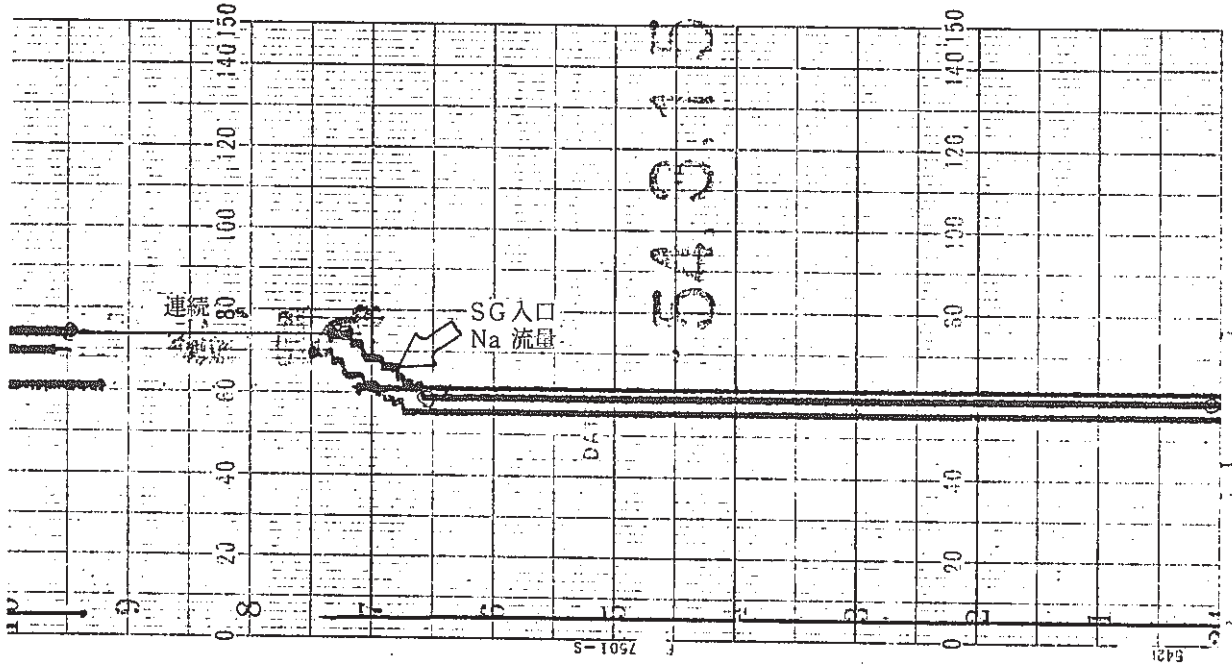


図 12.3.8 - 15

昭和54年 3月15日 午後

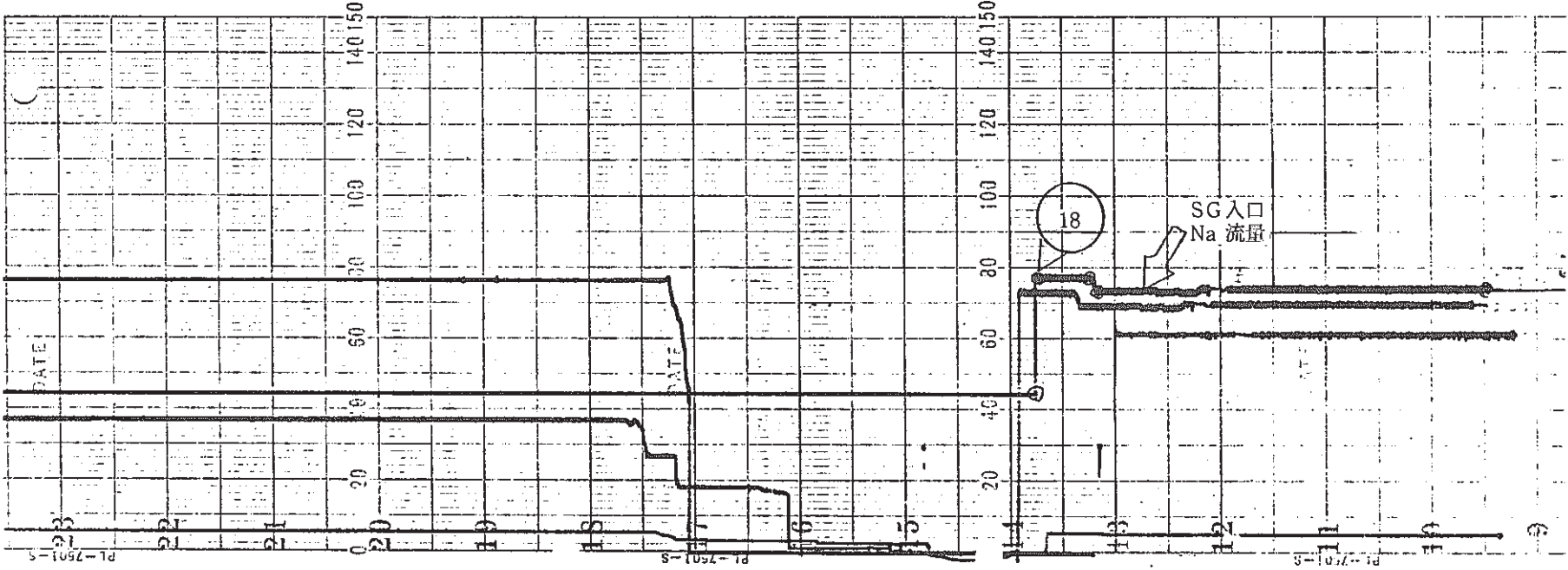


図12.3.8-16

昭和54年 3月8日 午前

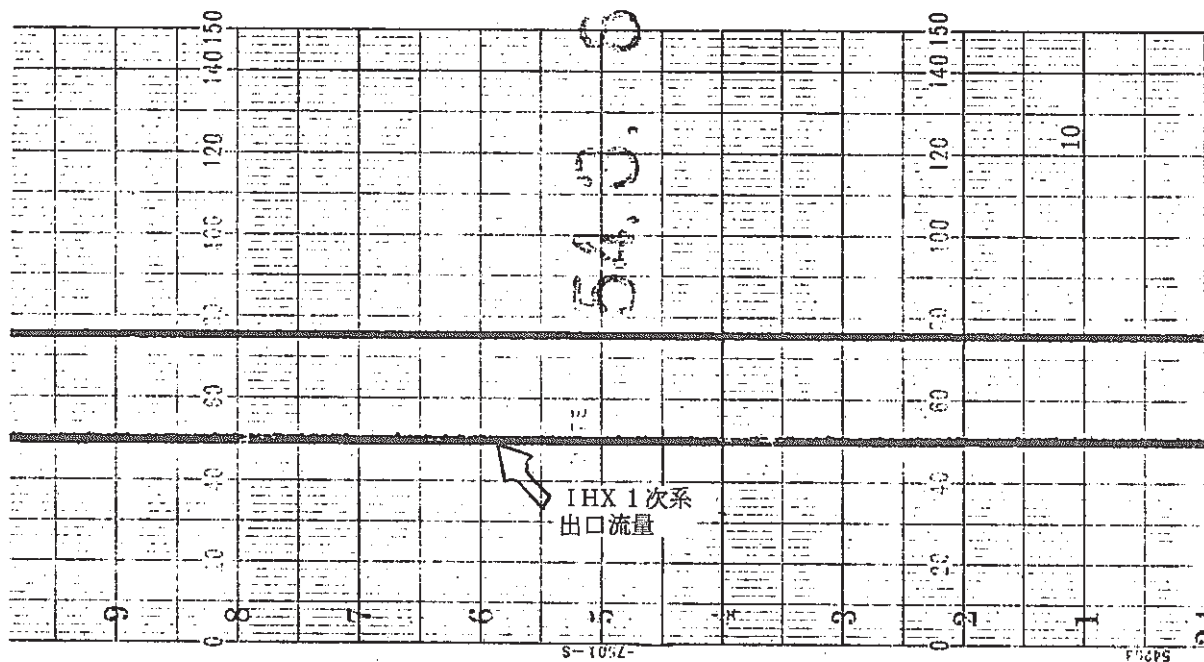


図 12.3.9.-1 I H X 1 次出口流量記録計

昭和54年 3月8日 午後

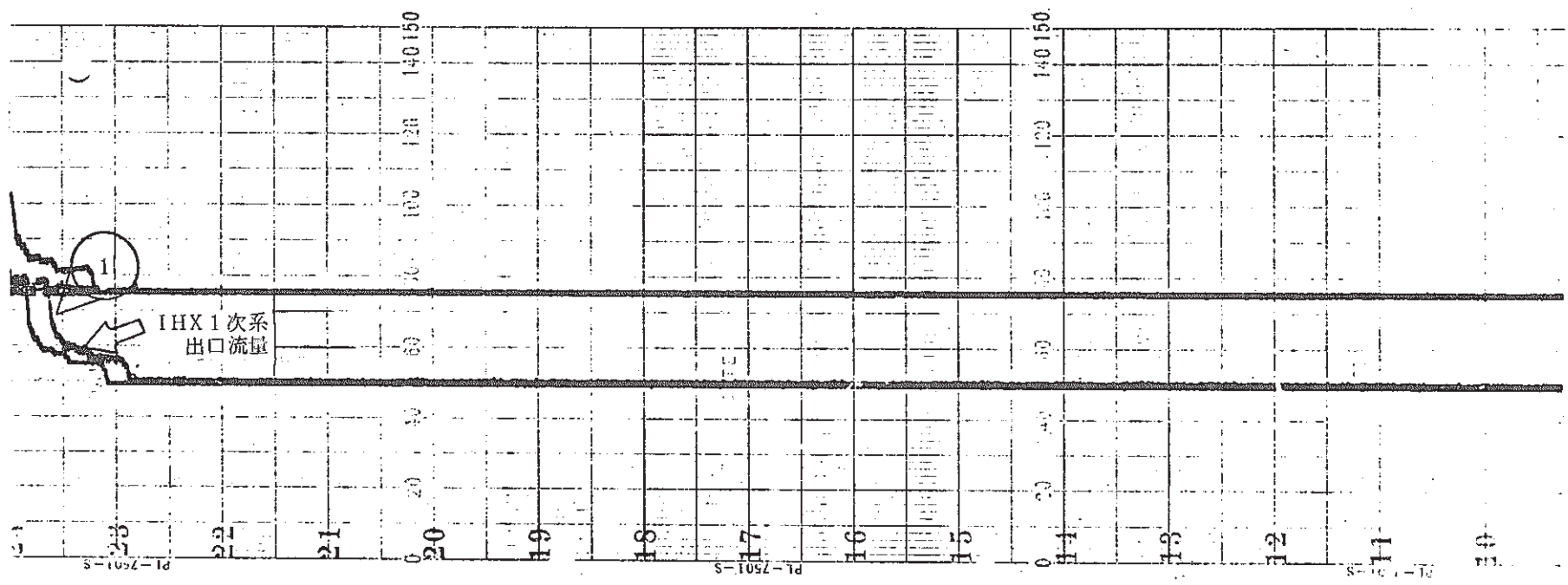
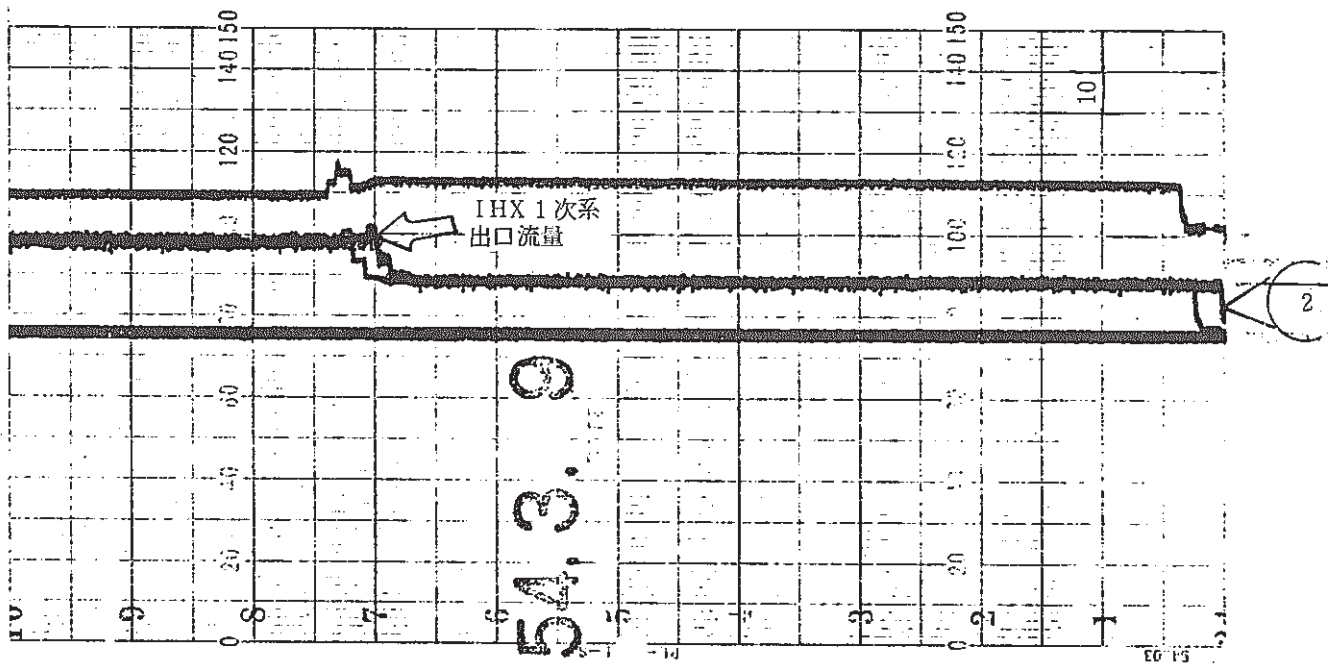


図 12.3.9.-2

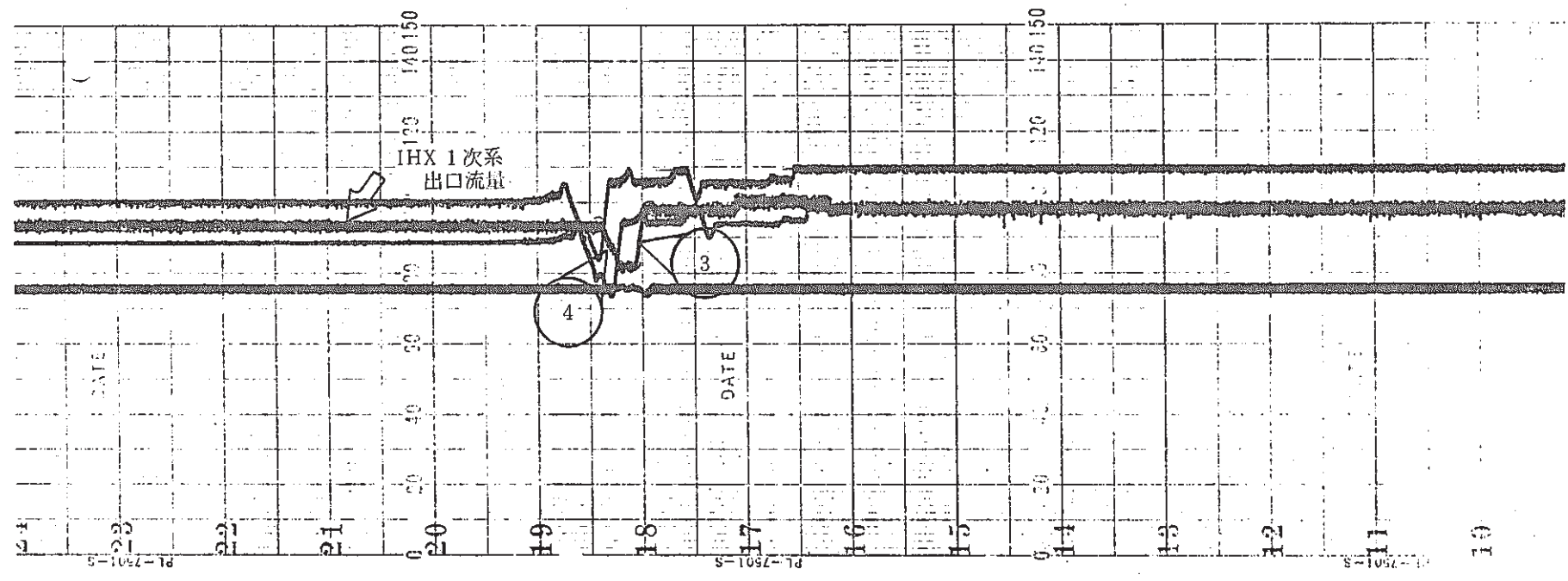
昭和54年 3月9日 午前



☒ 12.3.9.-3



昭和54年 3月9日 午後



☒ 12.3.9.-4

昭和54年 3月10日 午前

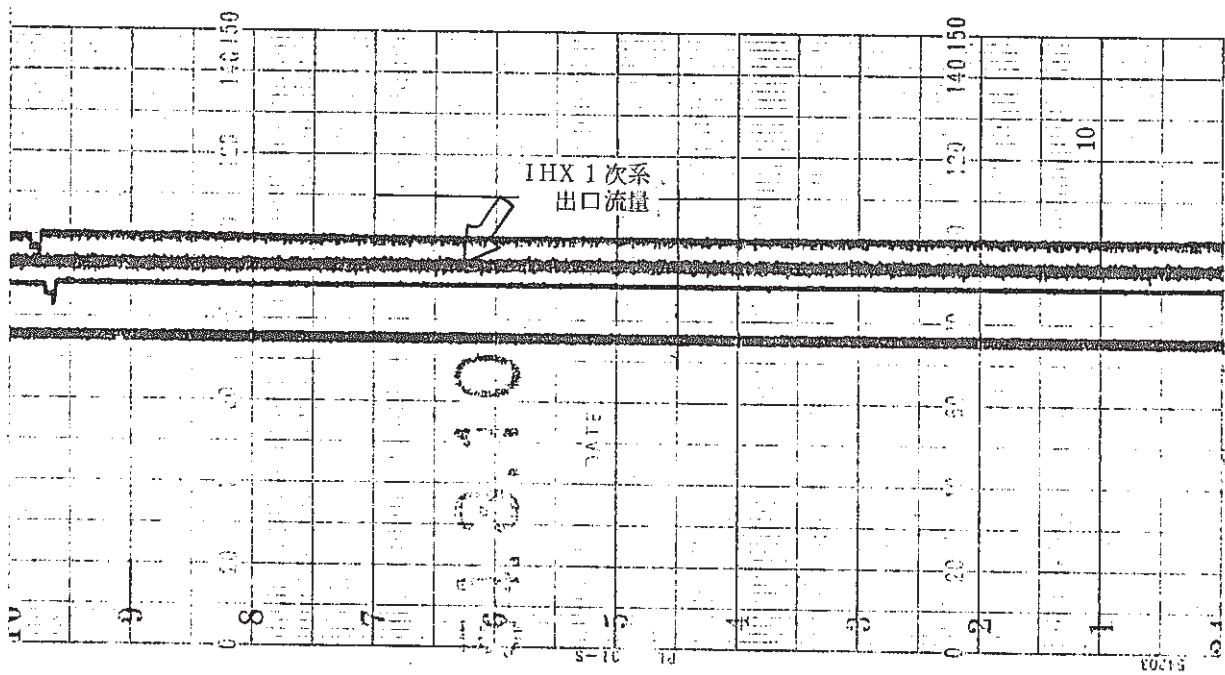


図 12. 3. 9. - 5

昭和54年 3月10日 午後

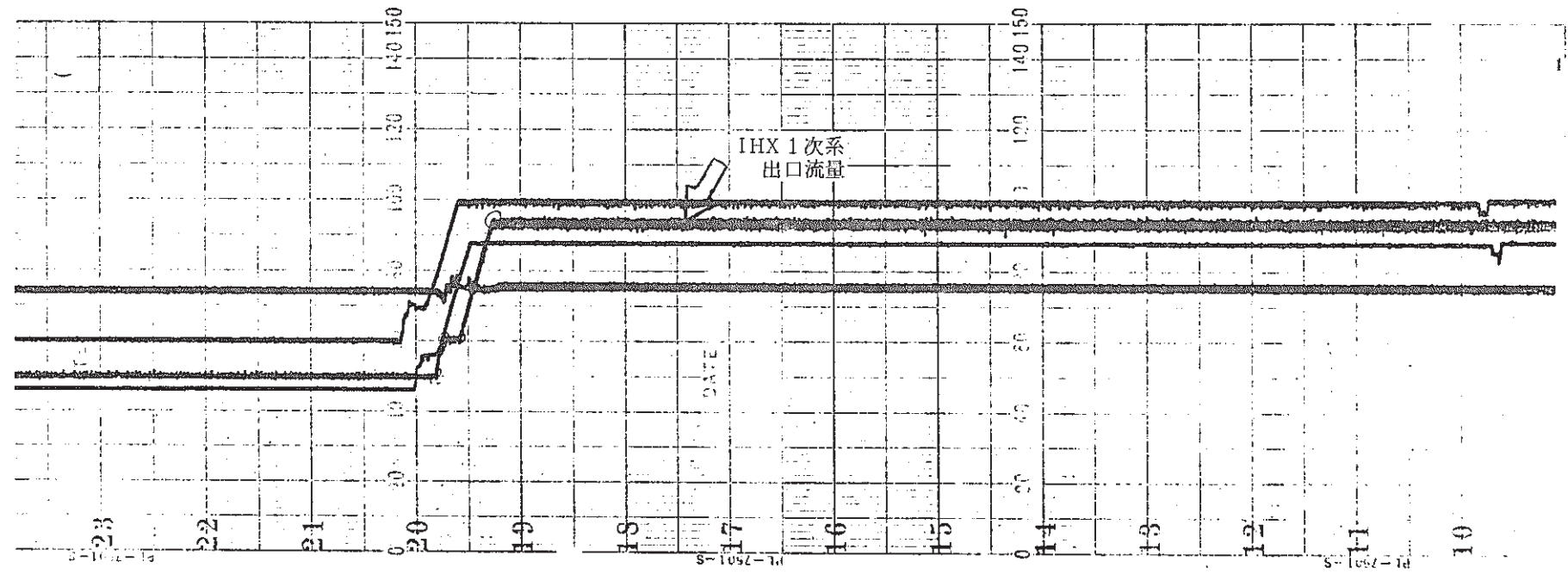


図 12.3.9. - 6

昭和54年 3月11日 午前

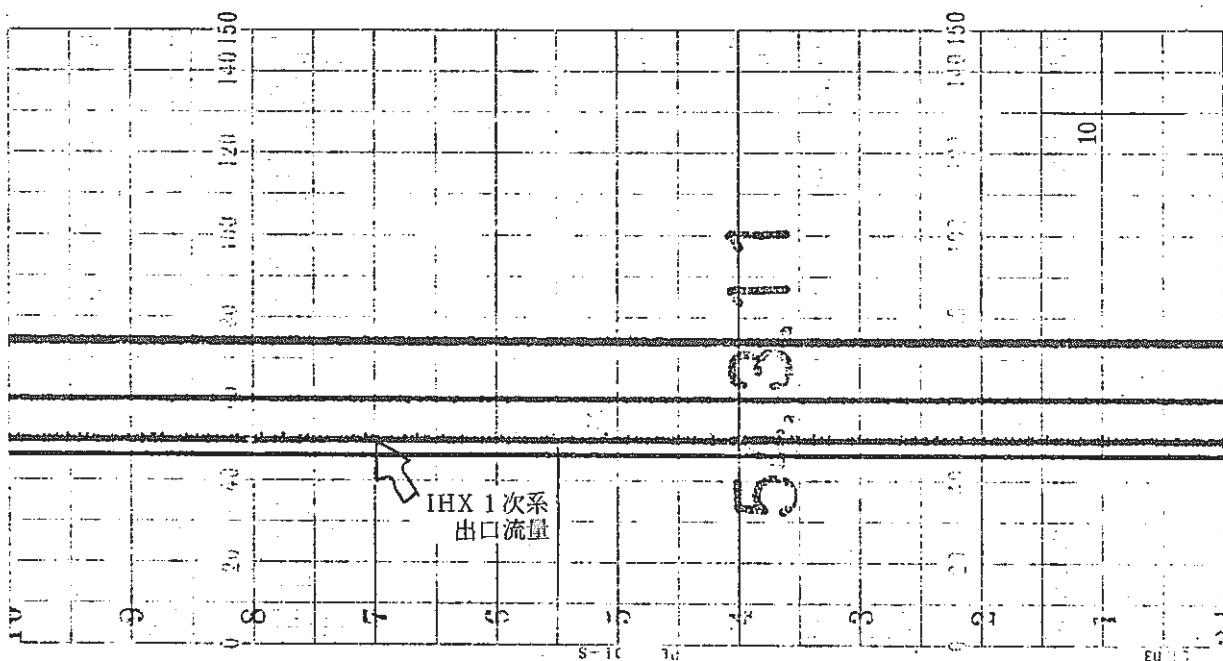


図 12.3.9.-7

昭和54年 3月11日 午後

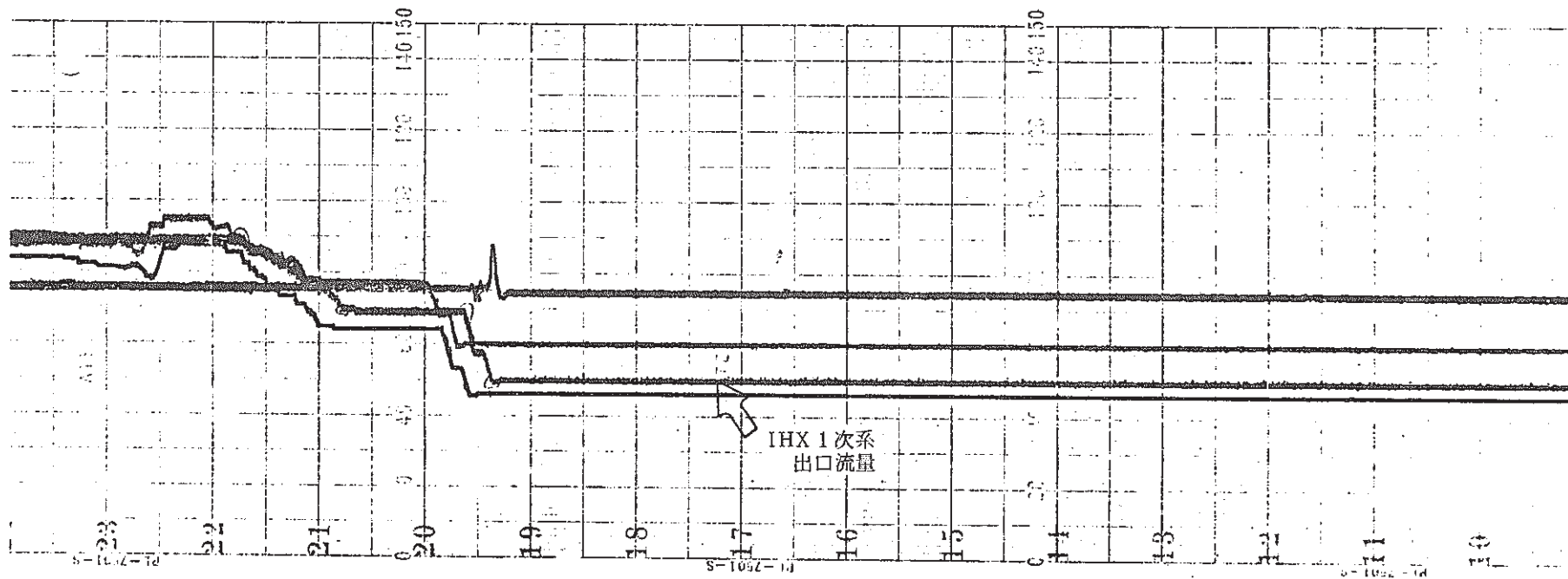


図 12.3.9. - 8

昭和54年 3月12日 午前

PNC TN941 81-52

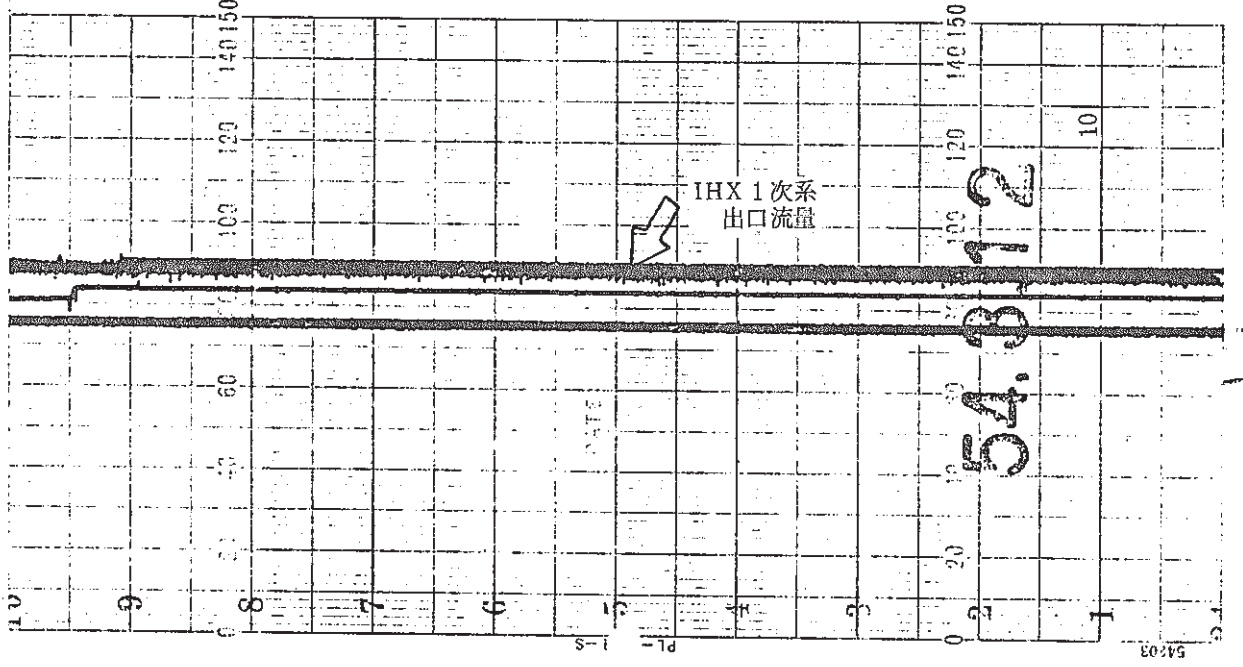


図 12.3.9-9

昭和54年 3月12日 午後

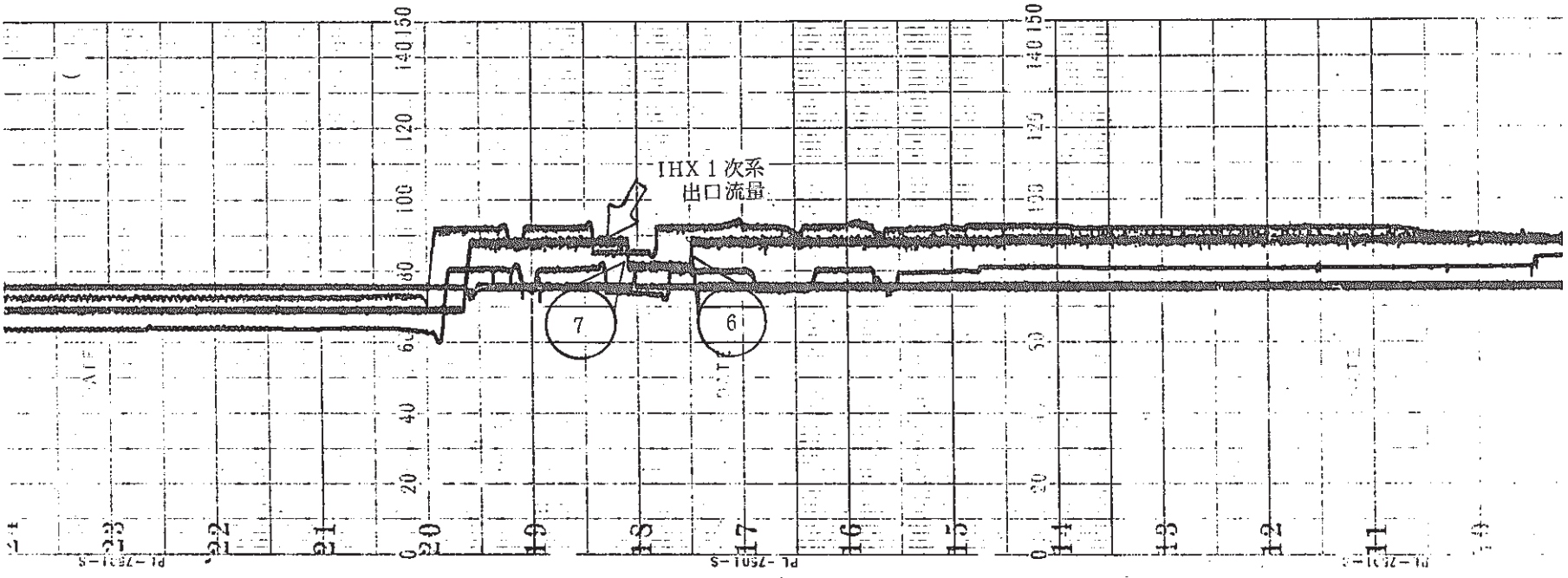


図12.3.9-10

昭和54年 3月13日 午前

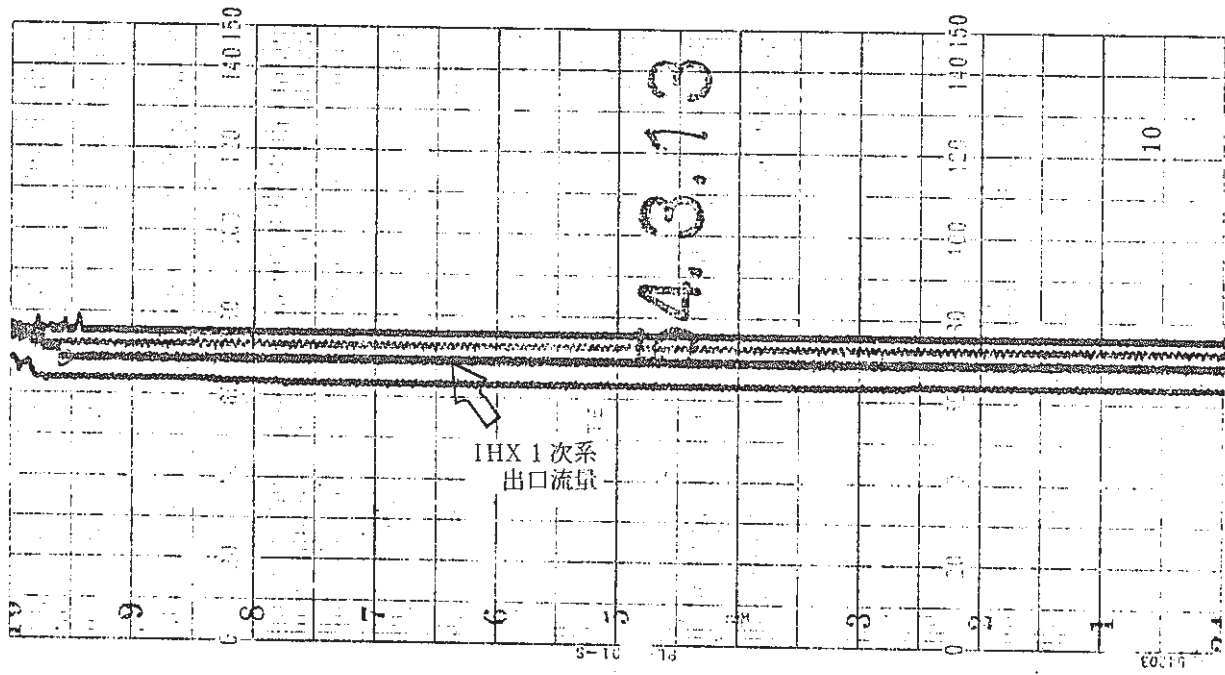


図 12.3.9.-11



昭和54年 3月13日 午後

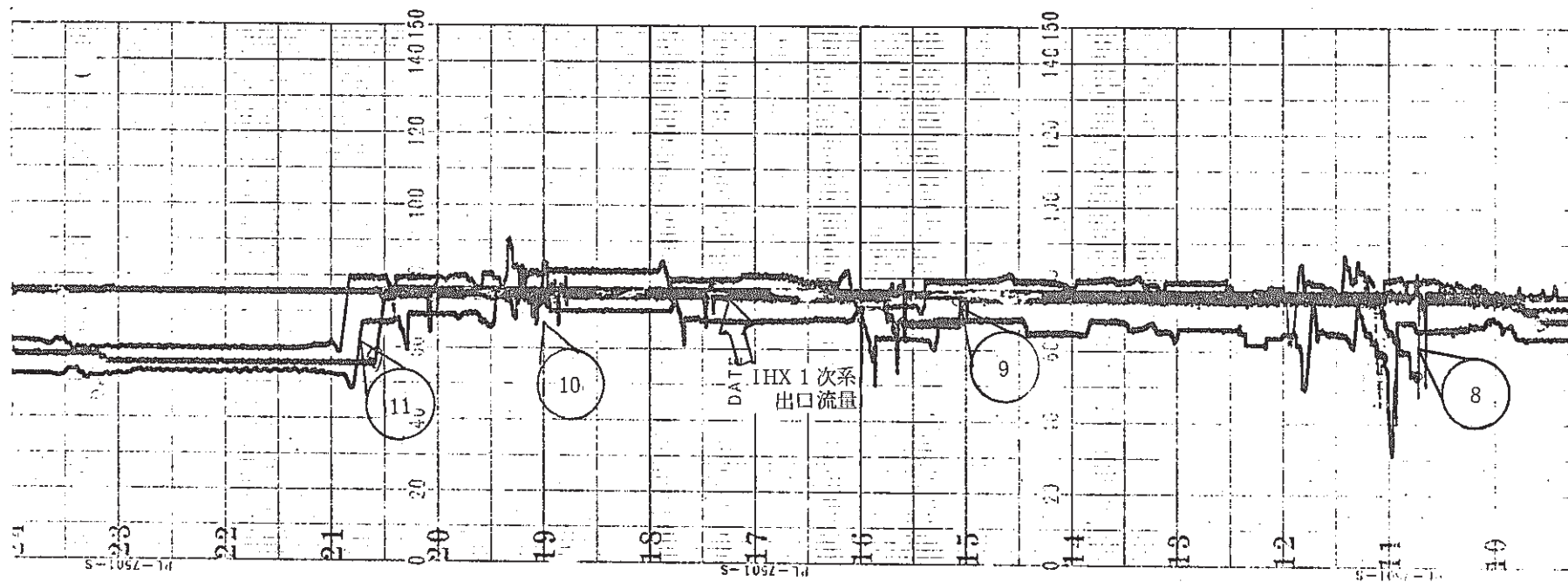


図 12.3.9.-12

昭和54年 3月14日 午前

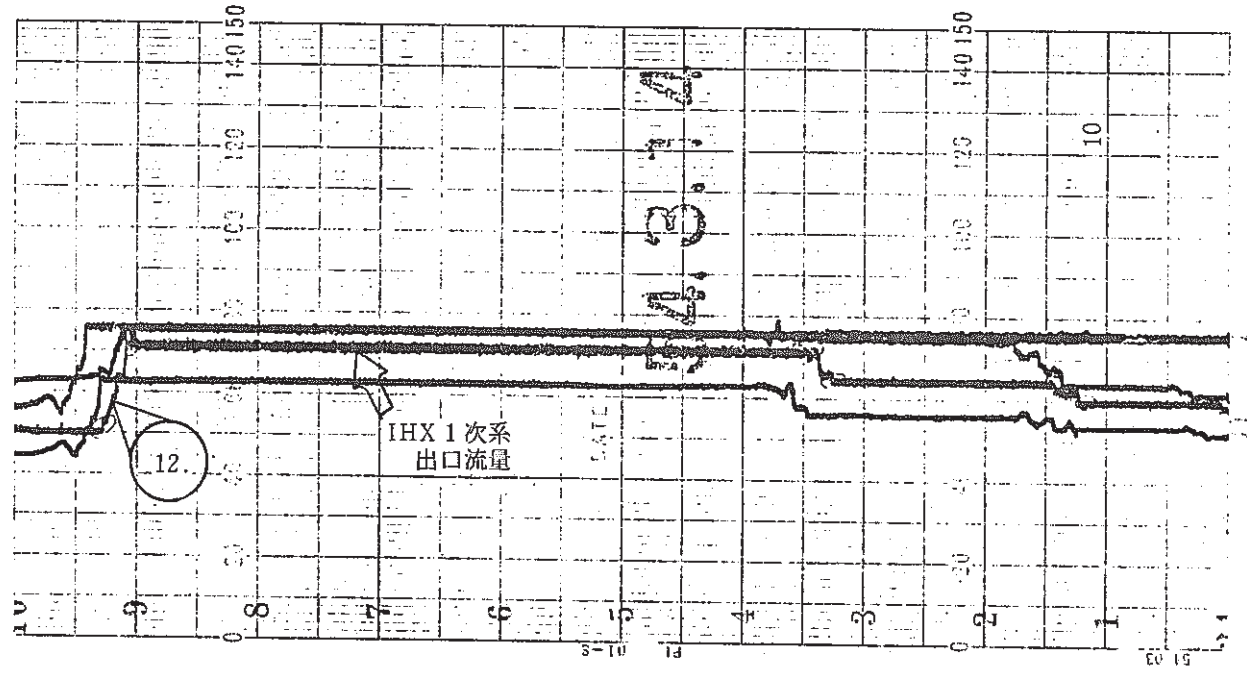


図12.3.9-13

昭和54年 3月14日 午後

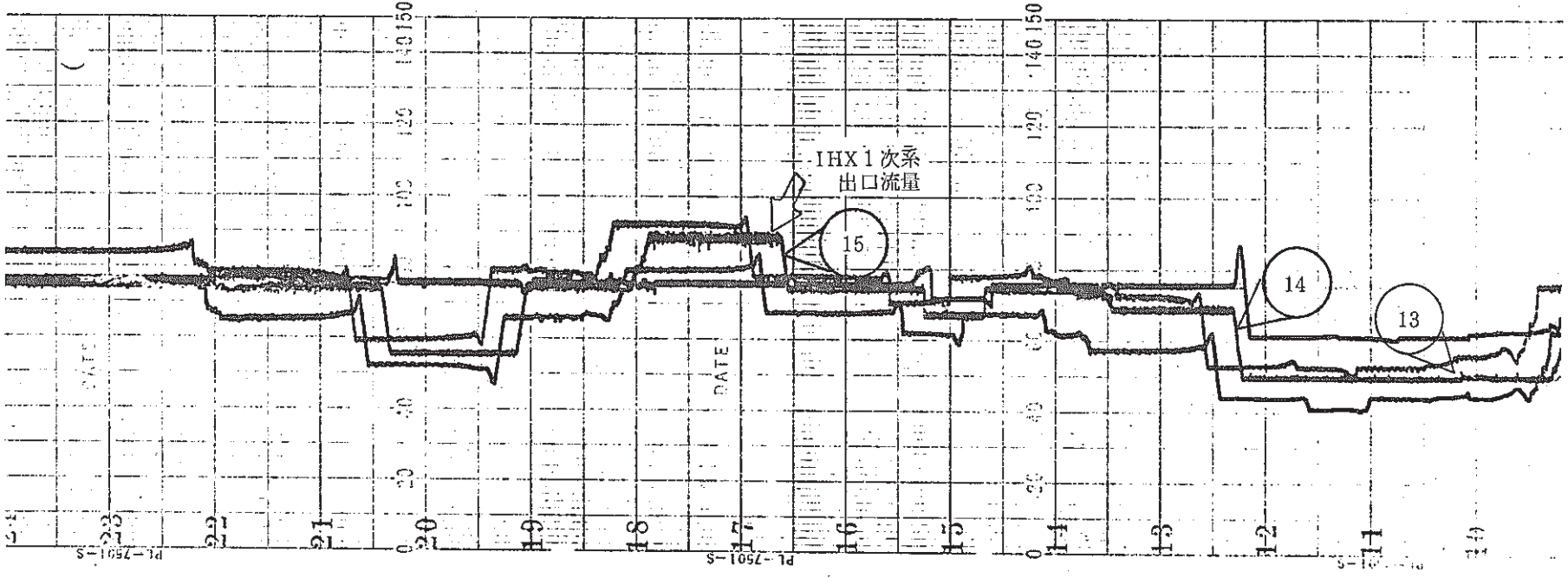


図 12.3.9 - 14

昭和54年 3月15日 午前

PNC TN941 81-52

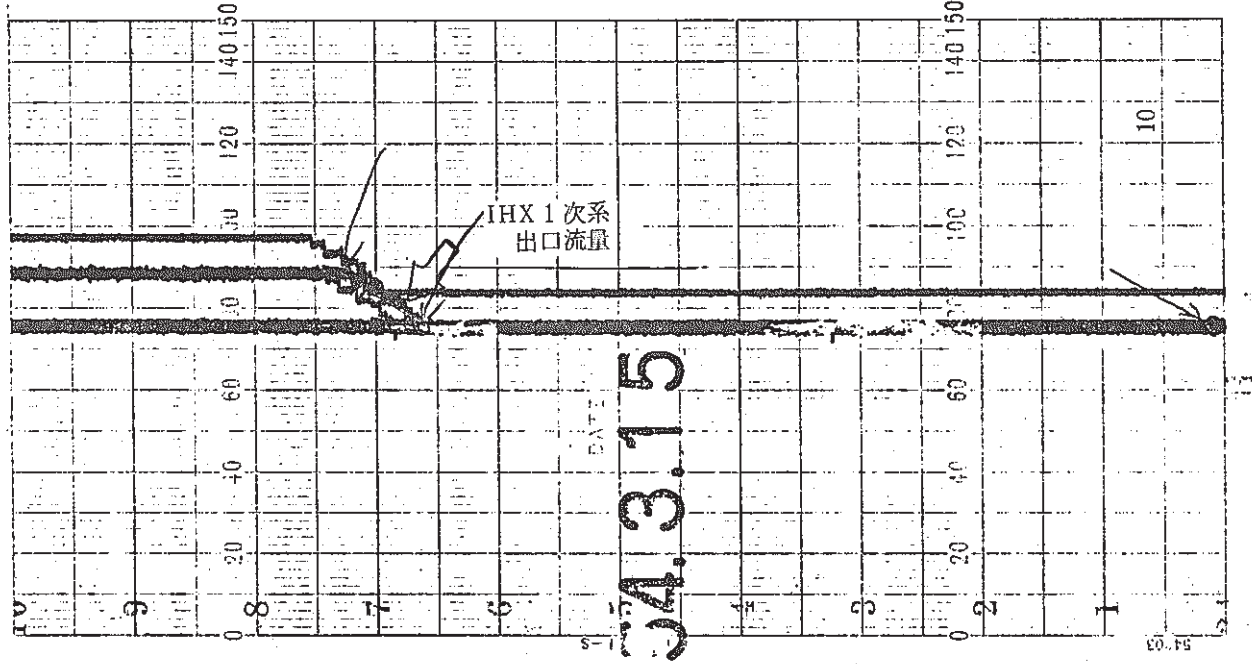


图 12.3.9-15

昭和54年 3月15日 午後

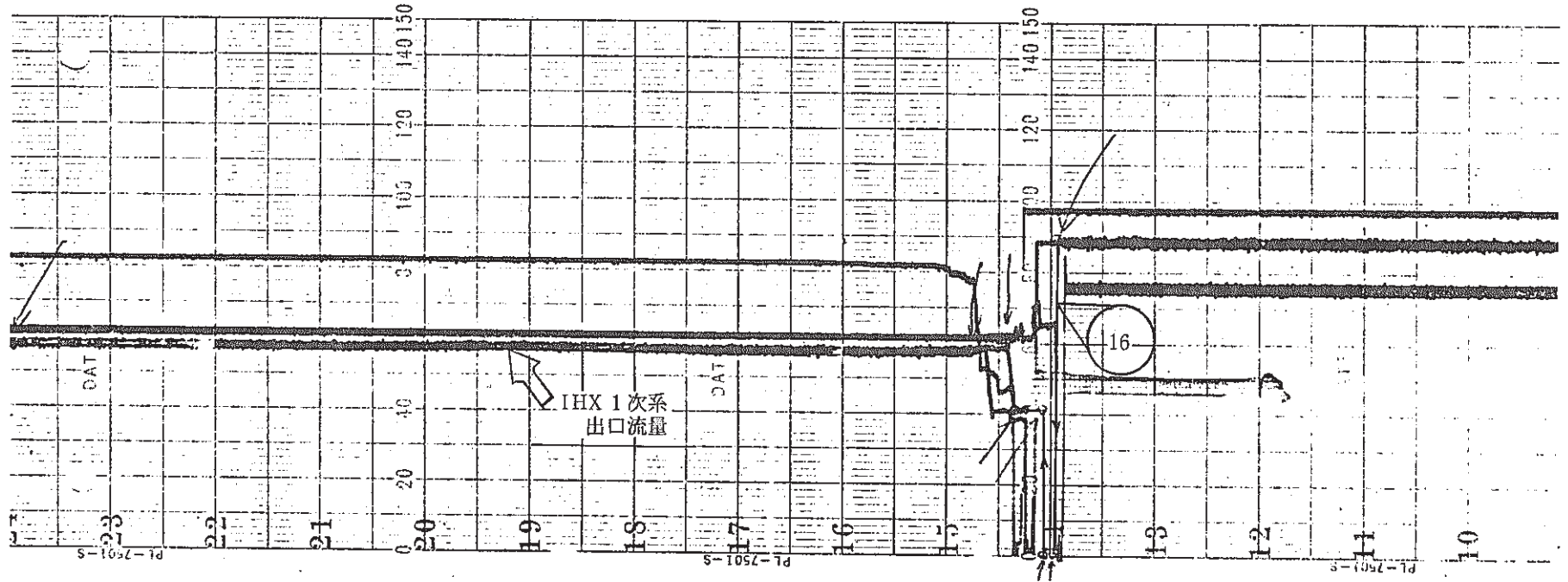


図12.3.9-16

昭和54年 3月8日 午前

PNC TN941 81-52

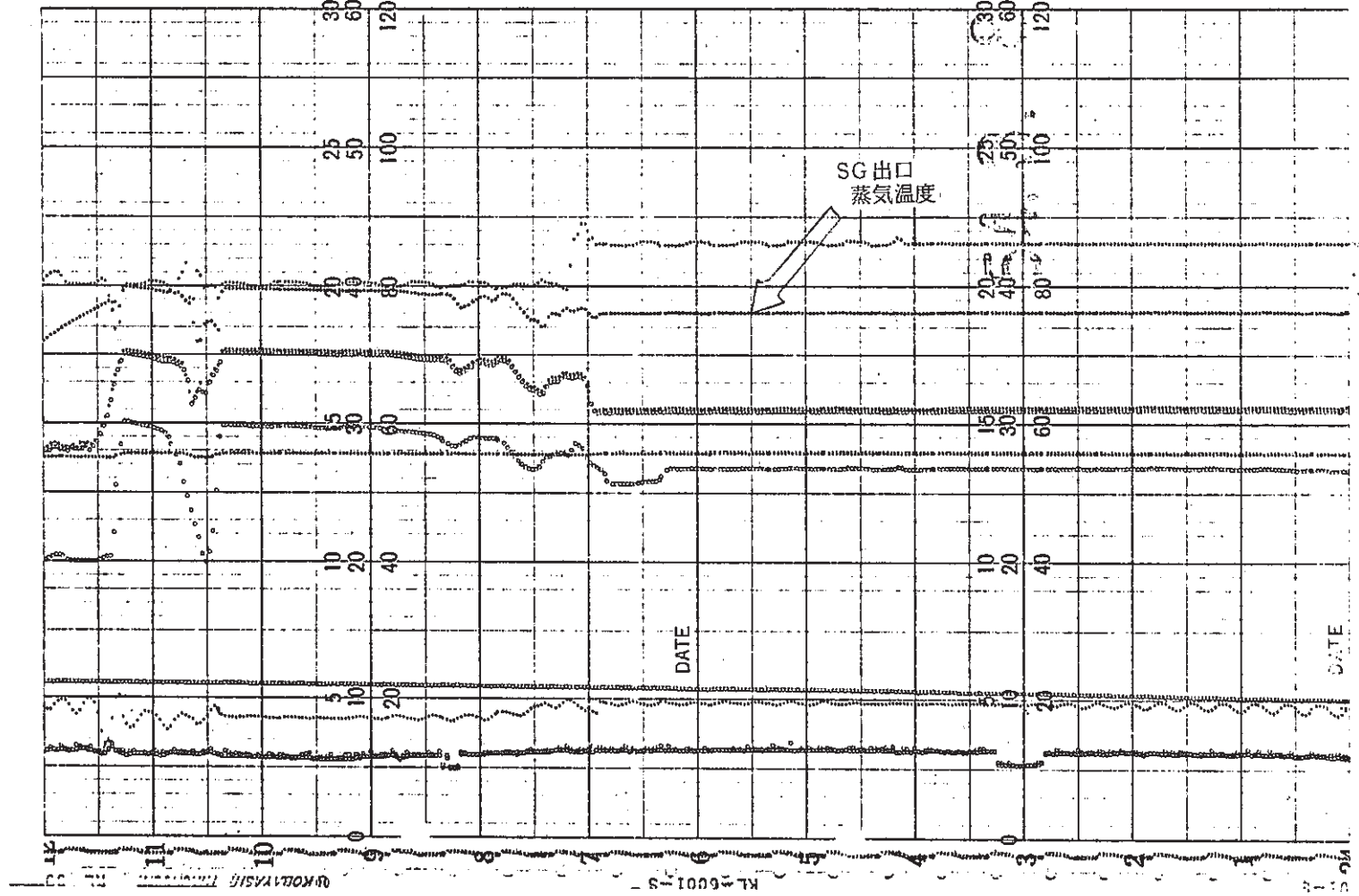
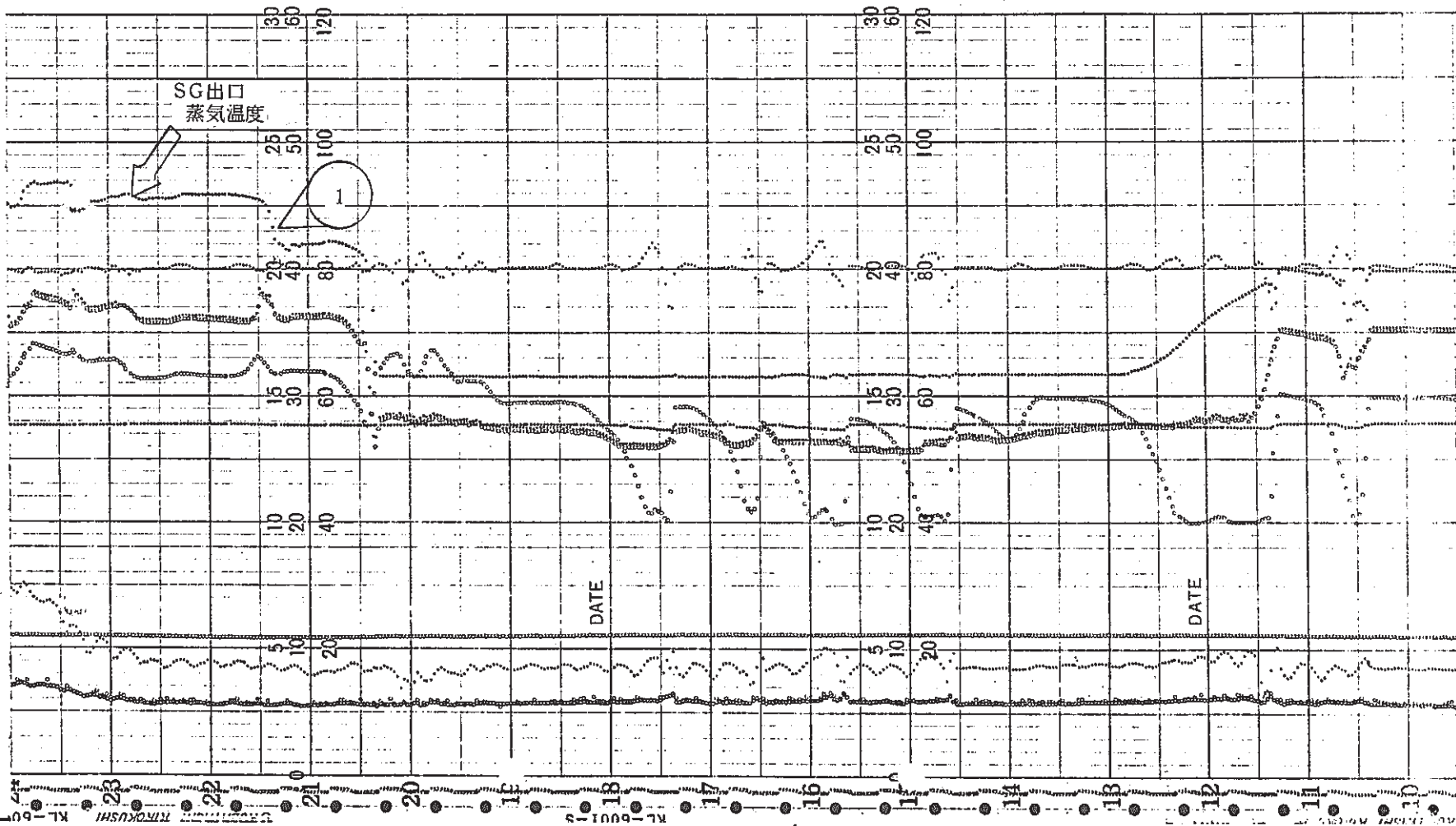


図 12.3.10.-1 SG 出口蒸気温度記録計

昭和54年 3月8日 午後

PNC TN941 81-52



⊠ 12. 3. 10. - 2

昭和54年 3月9日 午前

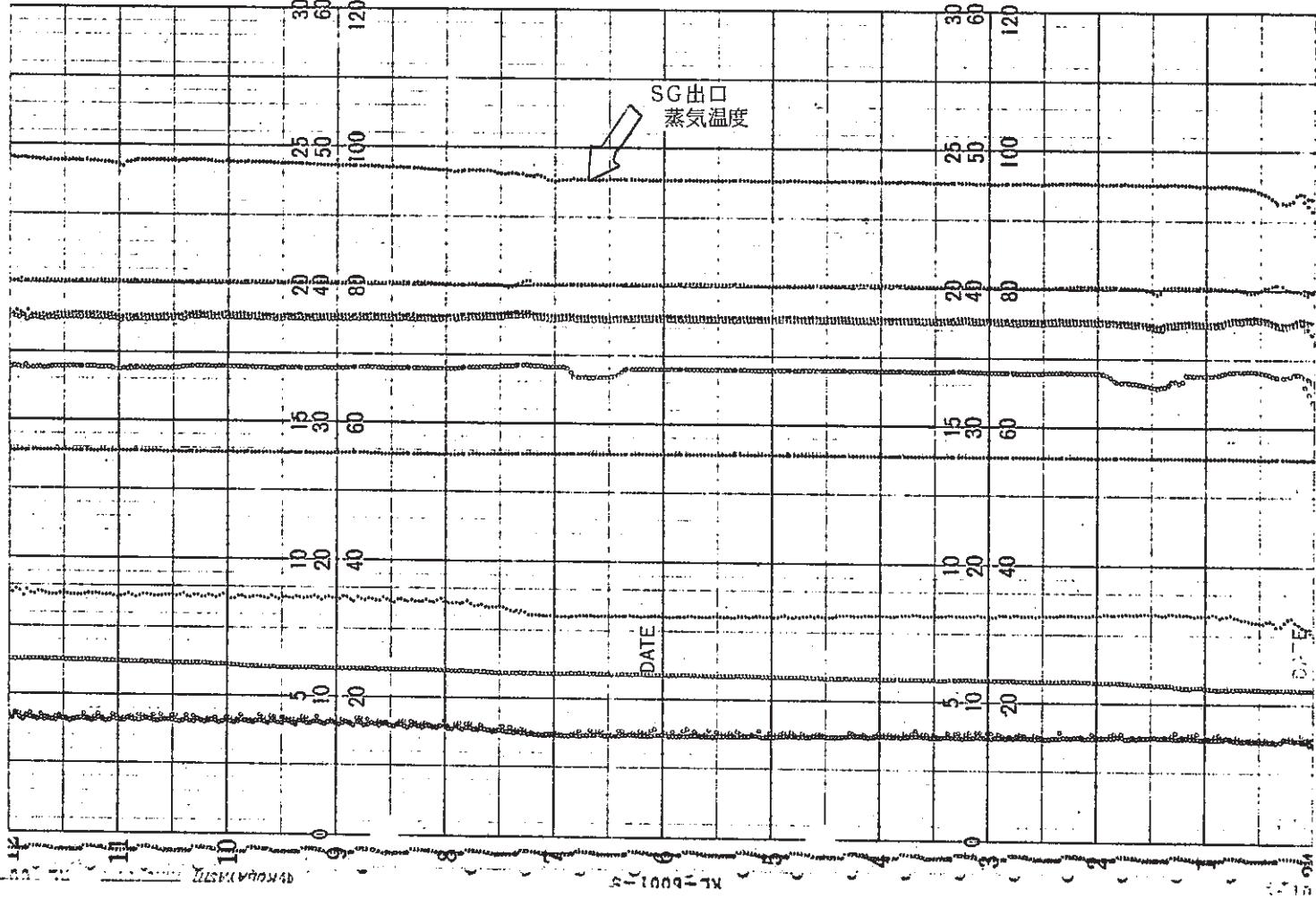


図 12. 3. 10. - 3



昭和54年 3月9日 午後

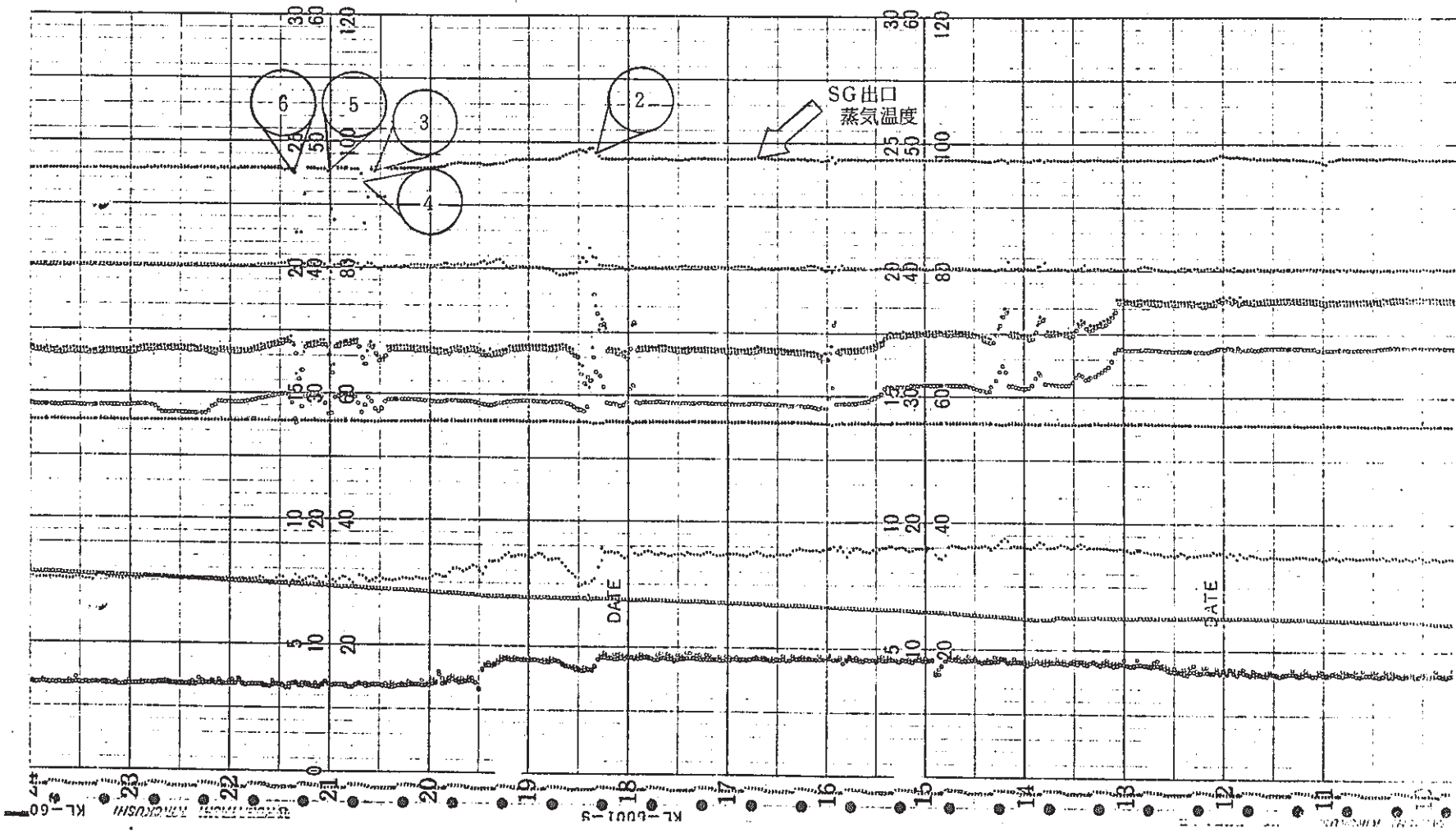


図 12.3.10. - 4

昭和54年 3月10日 午前

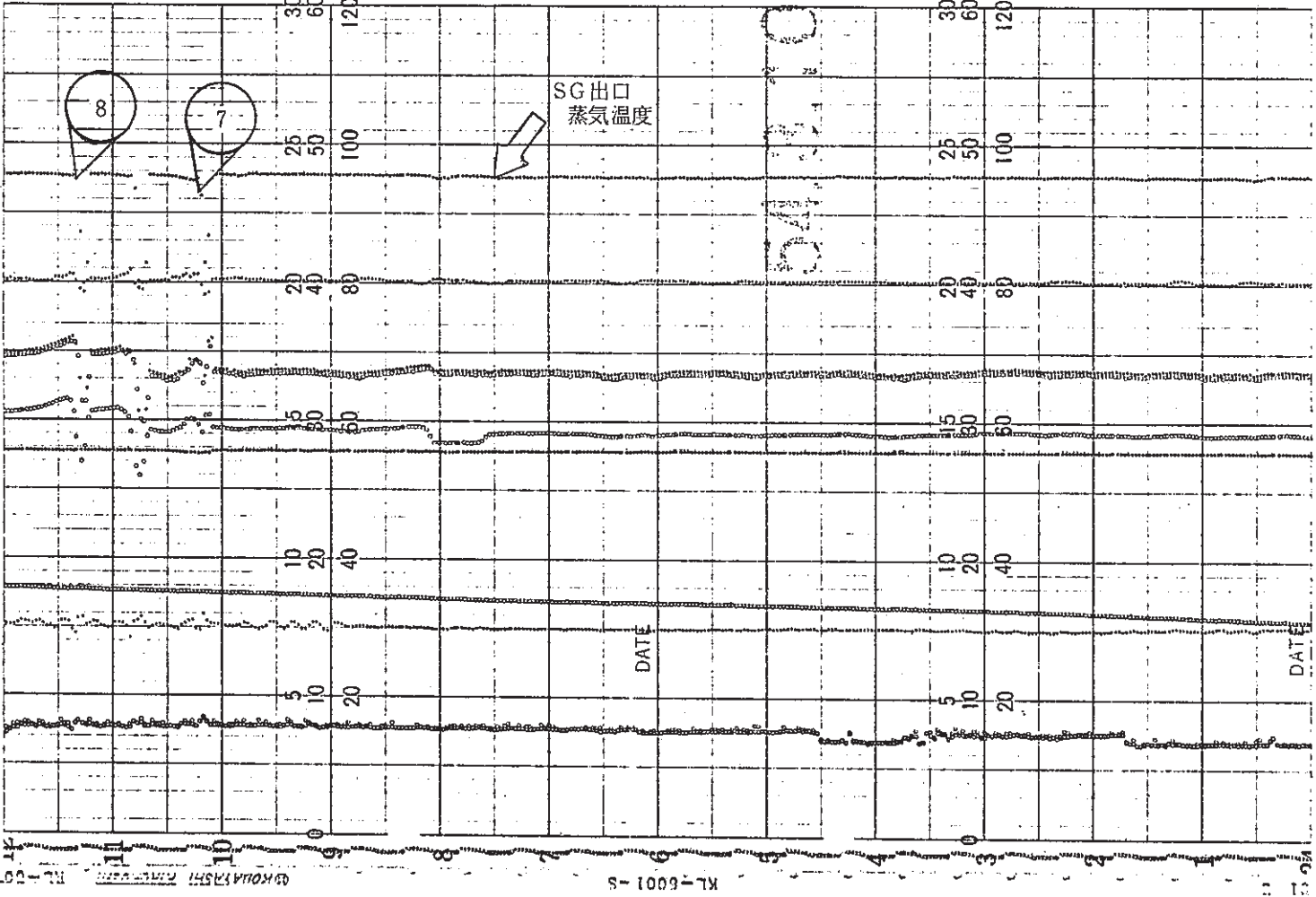


図 12.3.10.-5

昭和54年 3月10日 午後

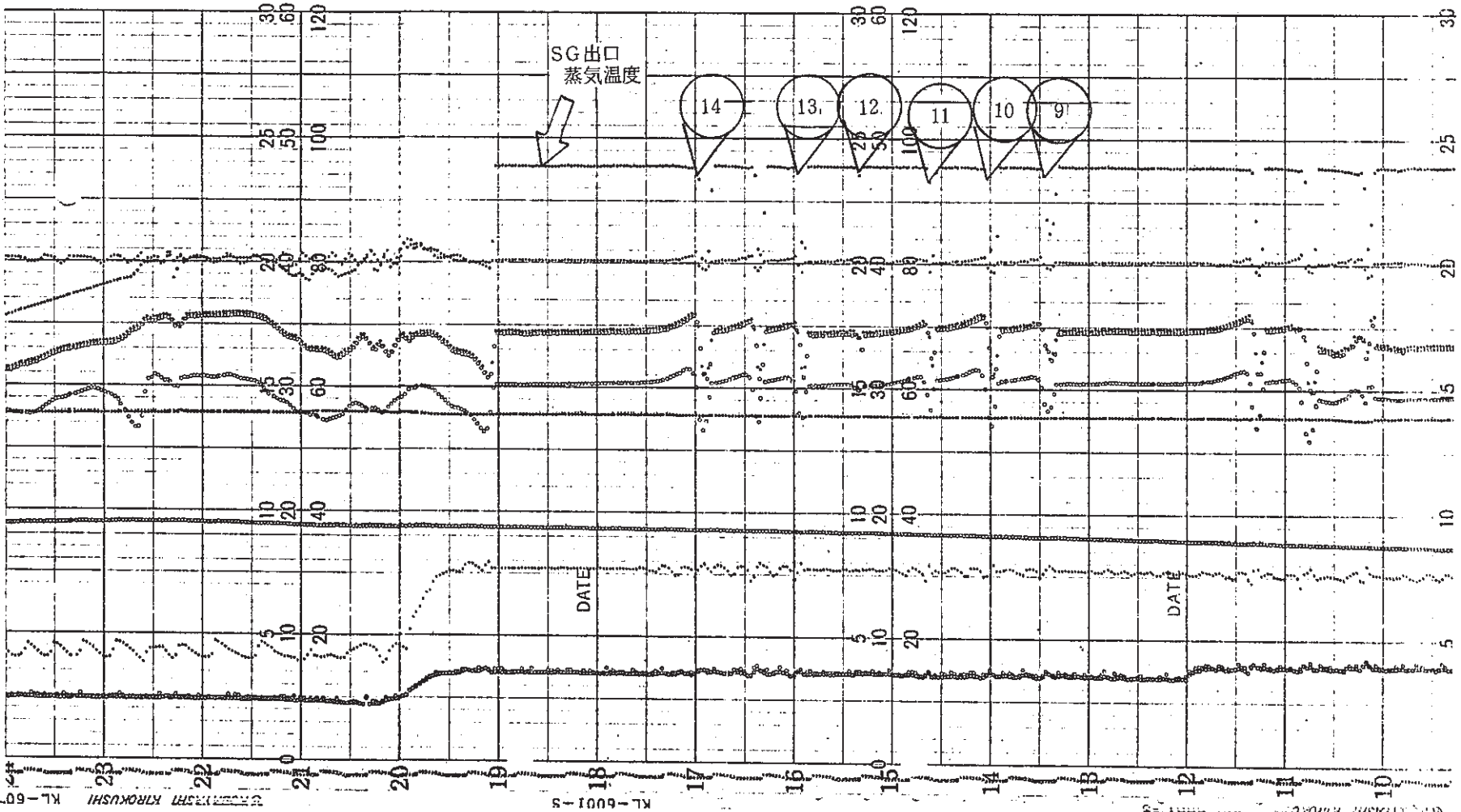


図 12. 3. 10. - 6

昭和54年 3月11日 午前

PNC TN941 81-52

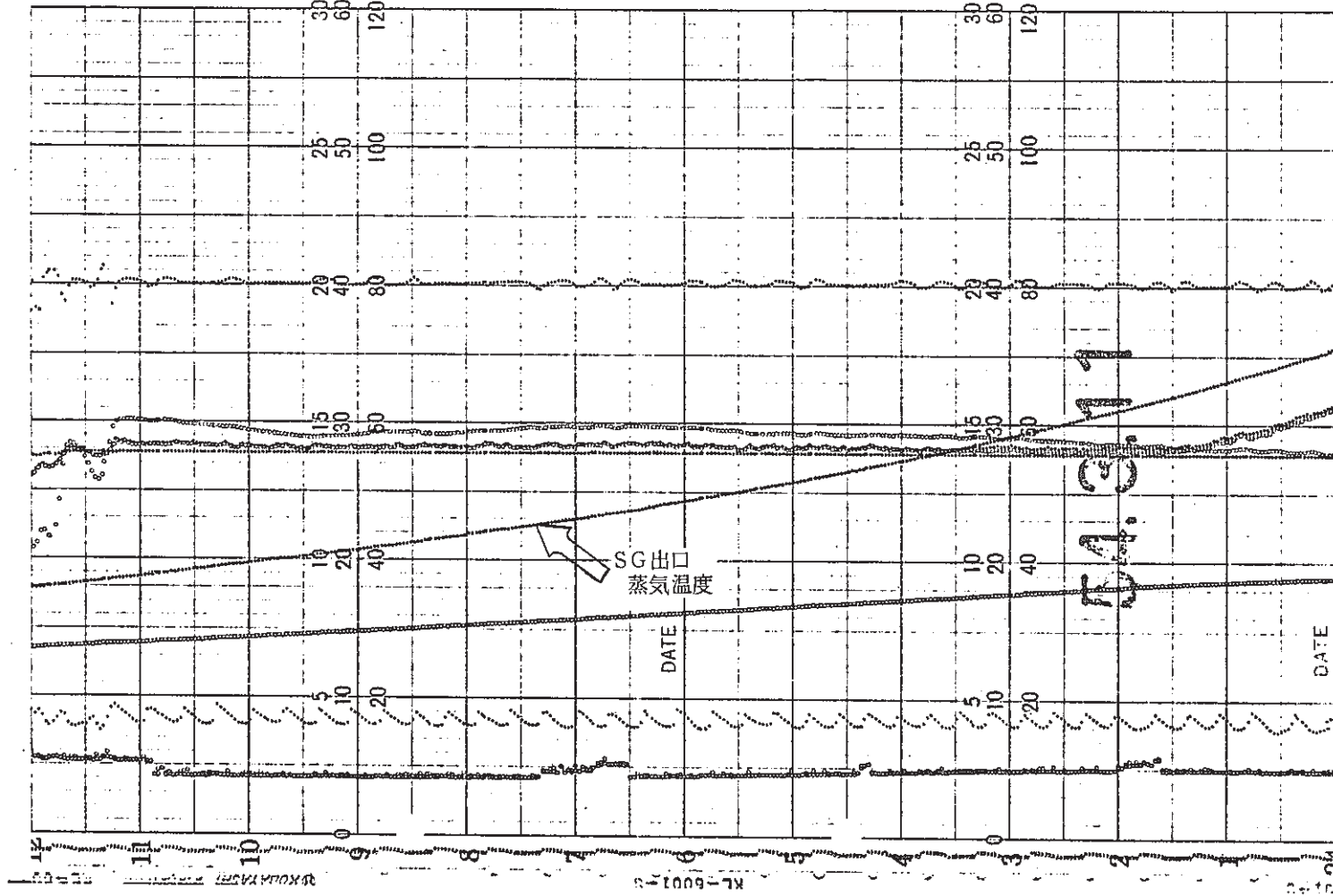


図 12.3.10.-7

昭和54年 3月11日 午後

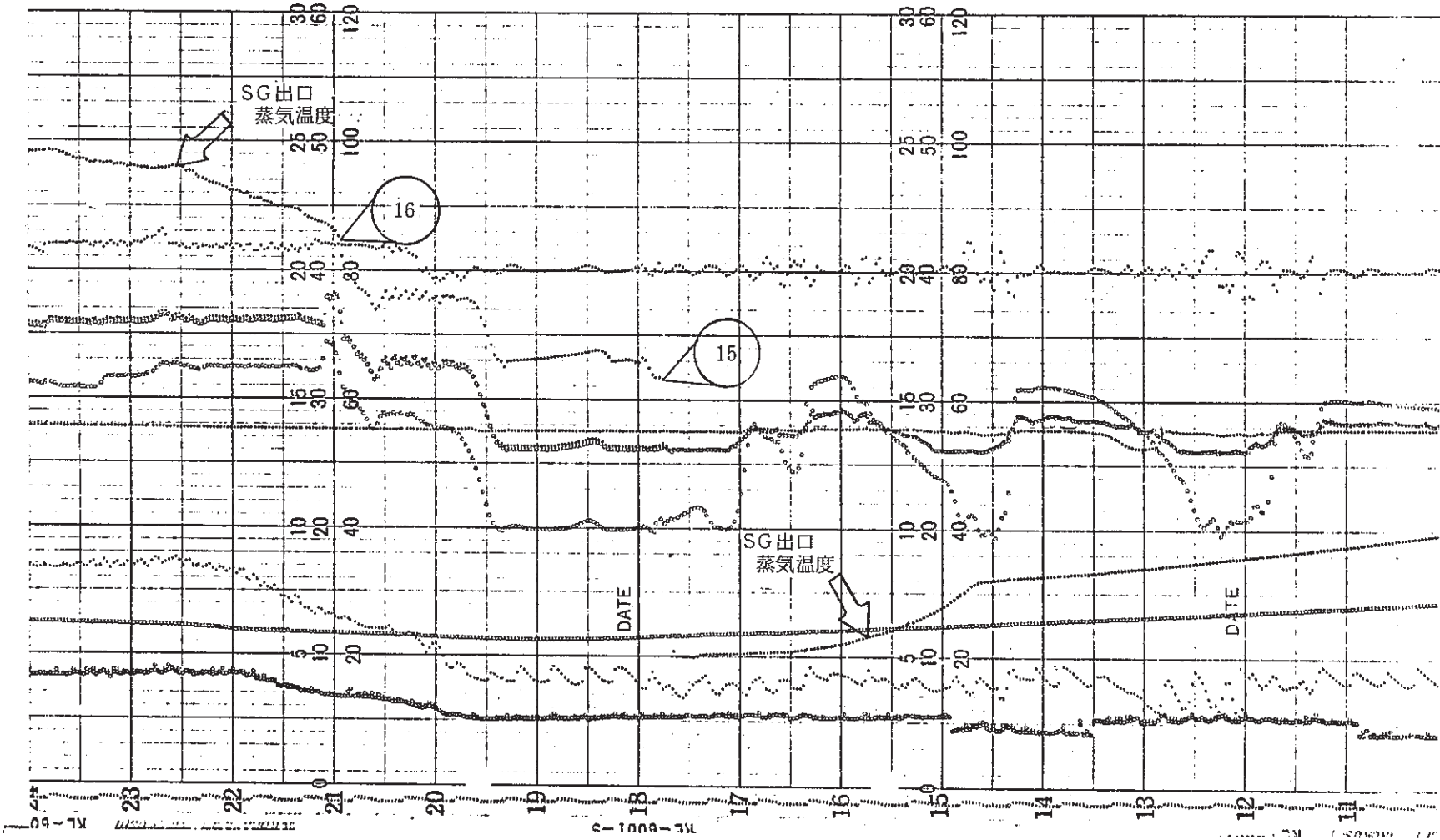


図 12. 3. 10. - 8

昭和54年 3月11日 午前

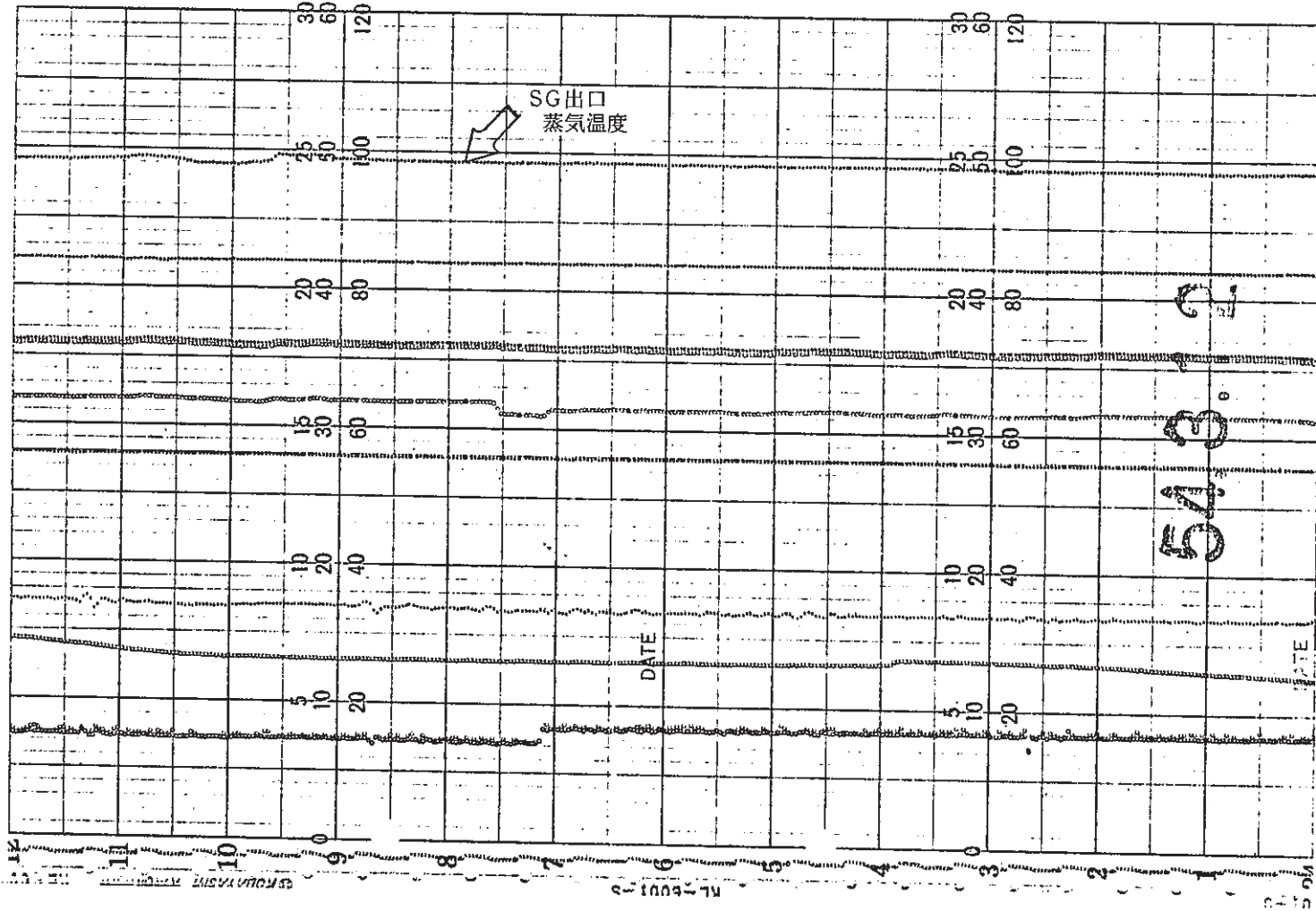
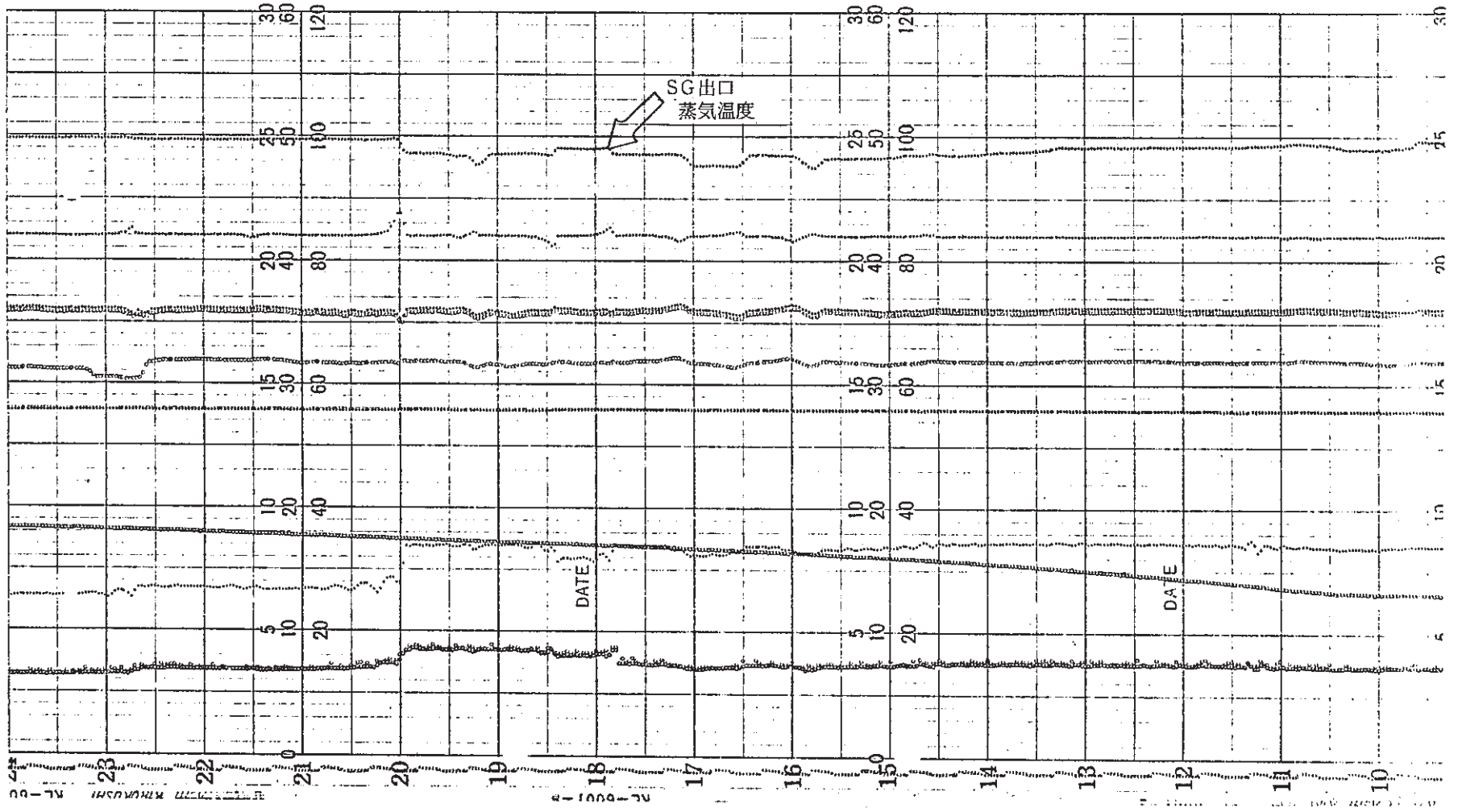


図 12. 3. 10. - 9

昭和54年 3月12日 午後



☒ 12. 3. 10. - 10

昭和54年 3月13日 午前

PNC TN941 81-52

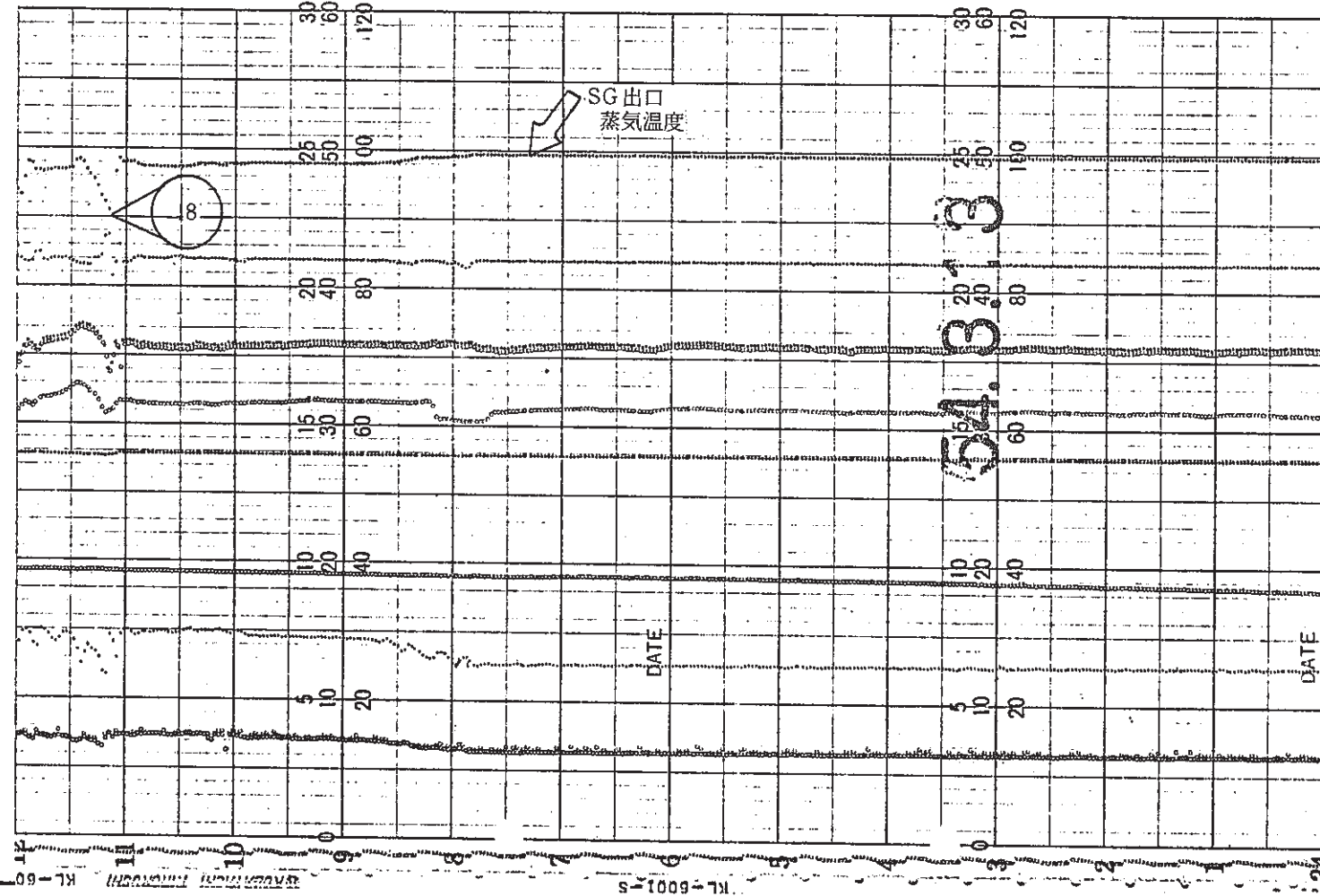


図 12. 3. 10. - 11



昭和54年 3月13日 午後

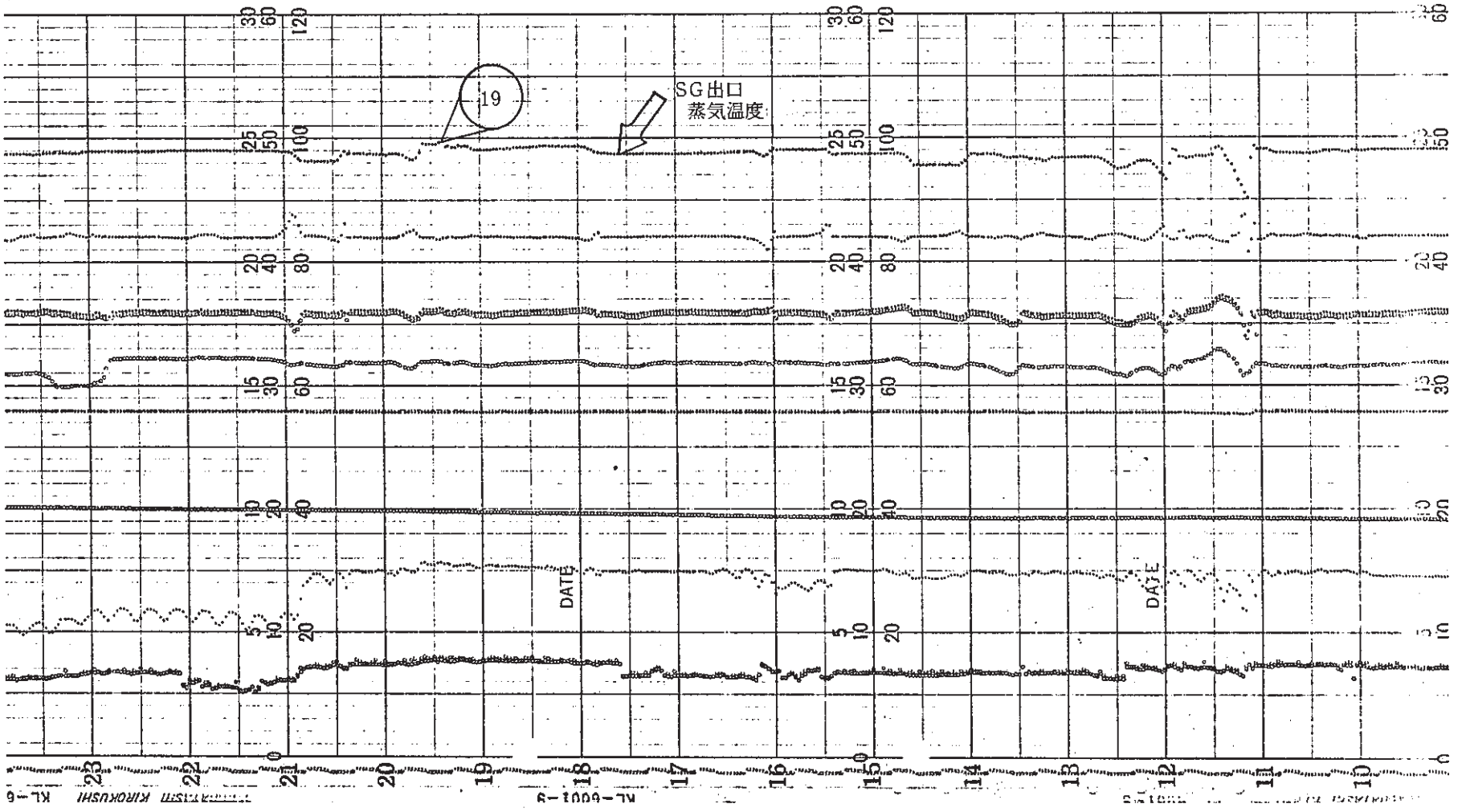


図 12. 3. 10. - 12

昭和54年 3月14日 午前

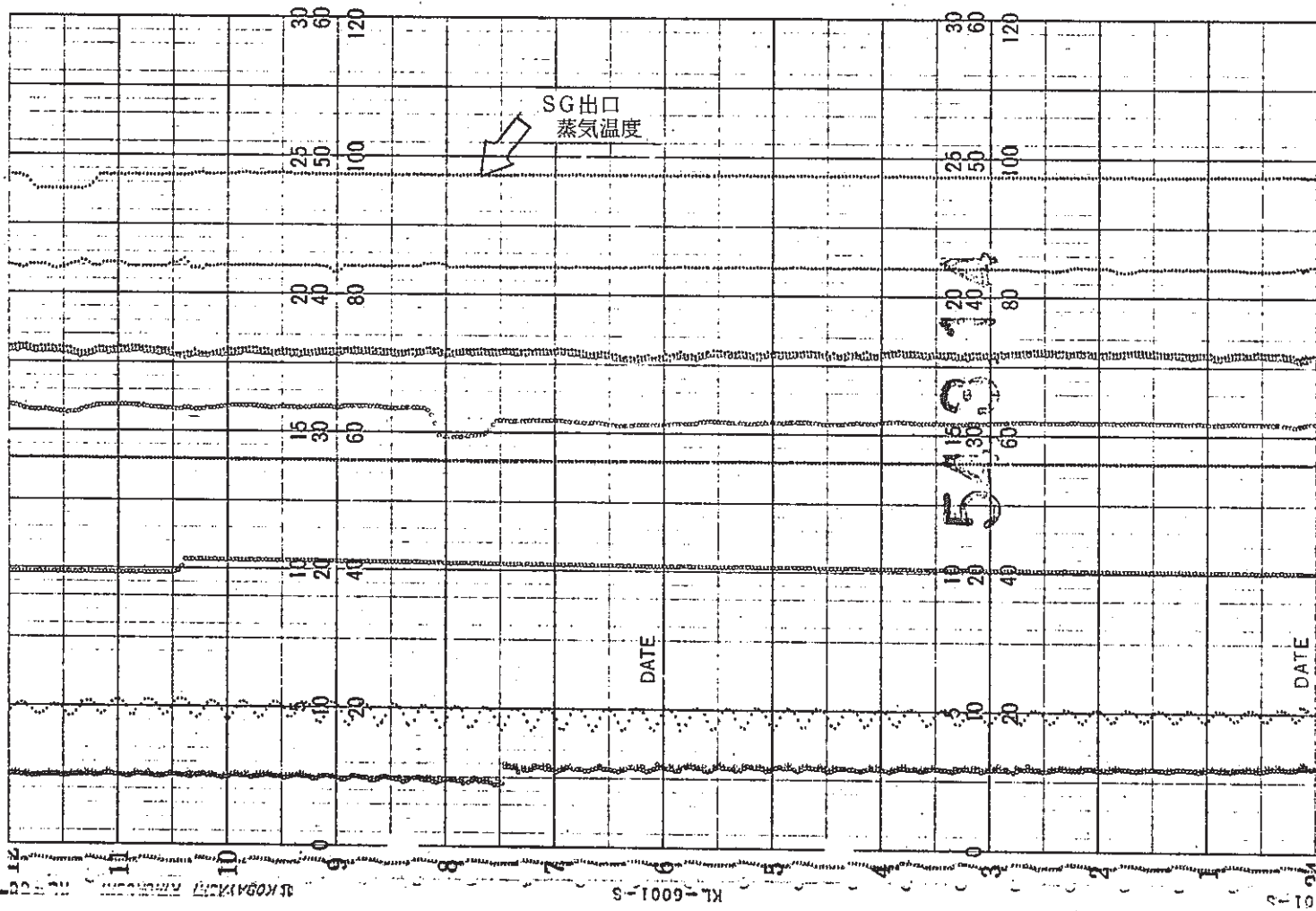
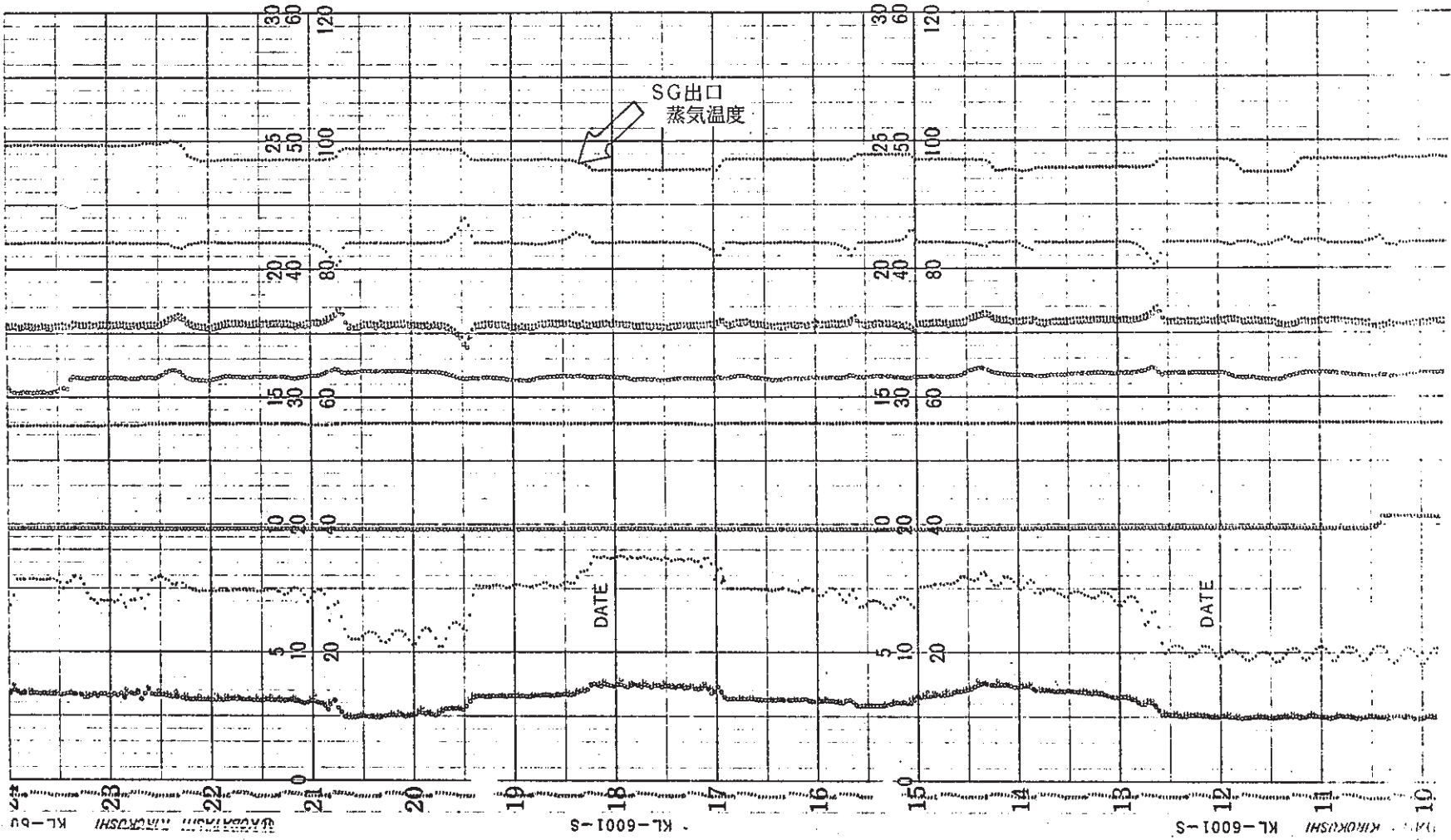


図 12. 3. 10. - 13

昭和54年 3月14日 午後



12. 3. 10. - 14

昭和 54 年 3 月 15 日 午前

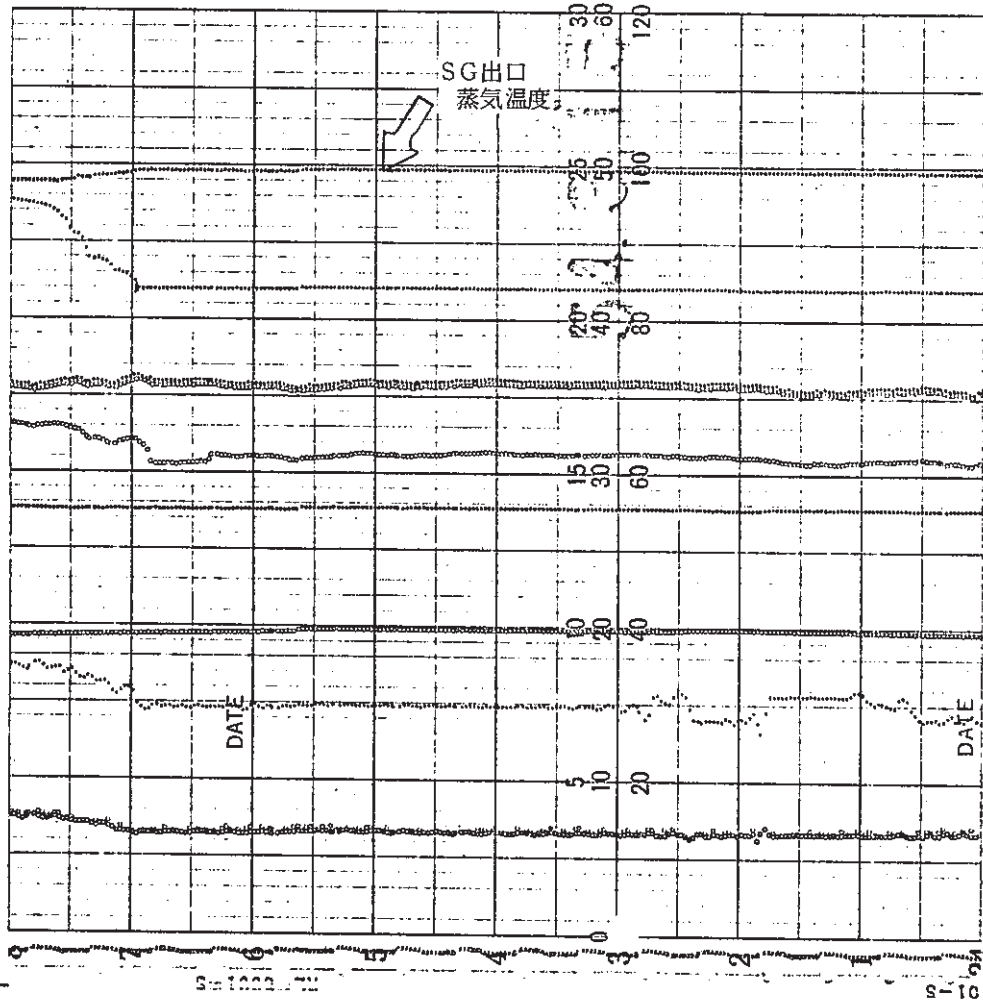
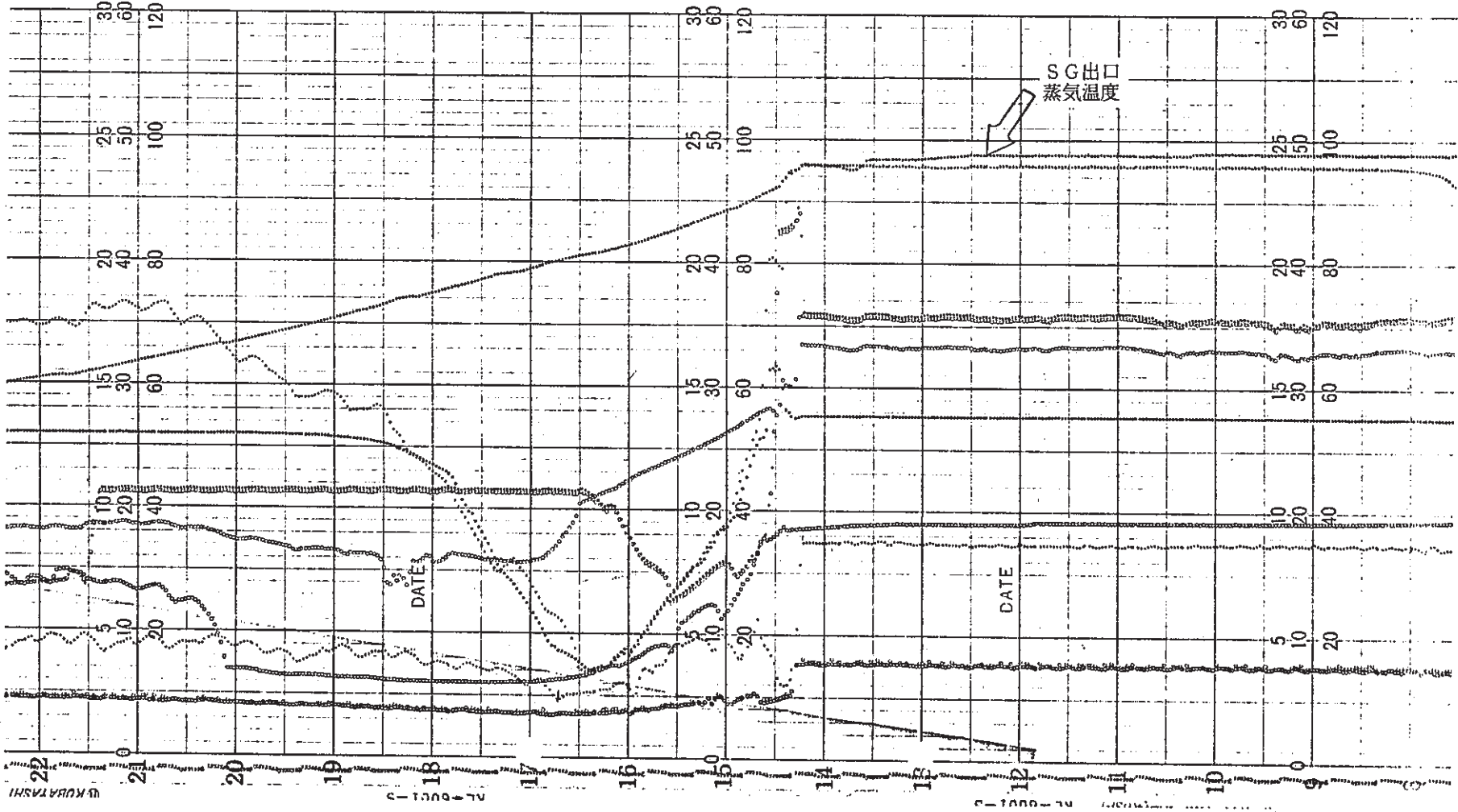


図 12. 3. 10. - 15

昭和54年 3月15日 午後

PNC TN941 81-52



12. 3. 10. - 16

昭和54年 3月8日 午前  
 T-104 No.1 Na 加熱出口温度  
 T-105 No.2 Na 加熱出口温度  
 T-107 IHX 1次系入口温度

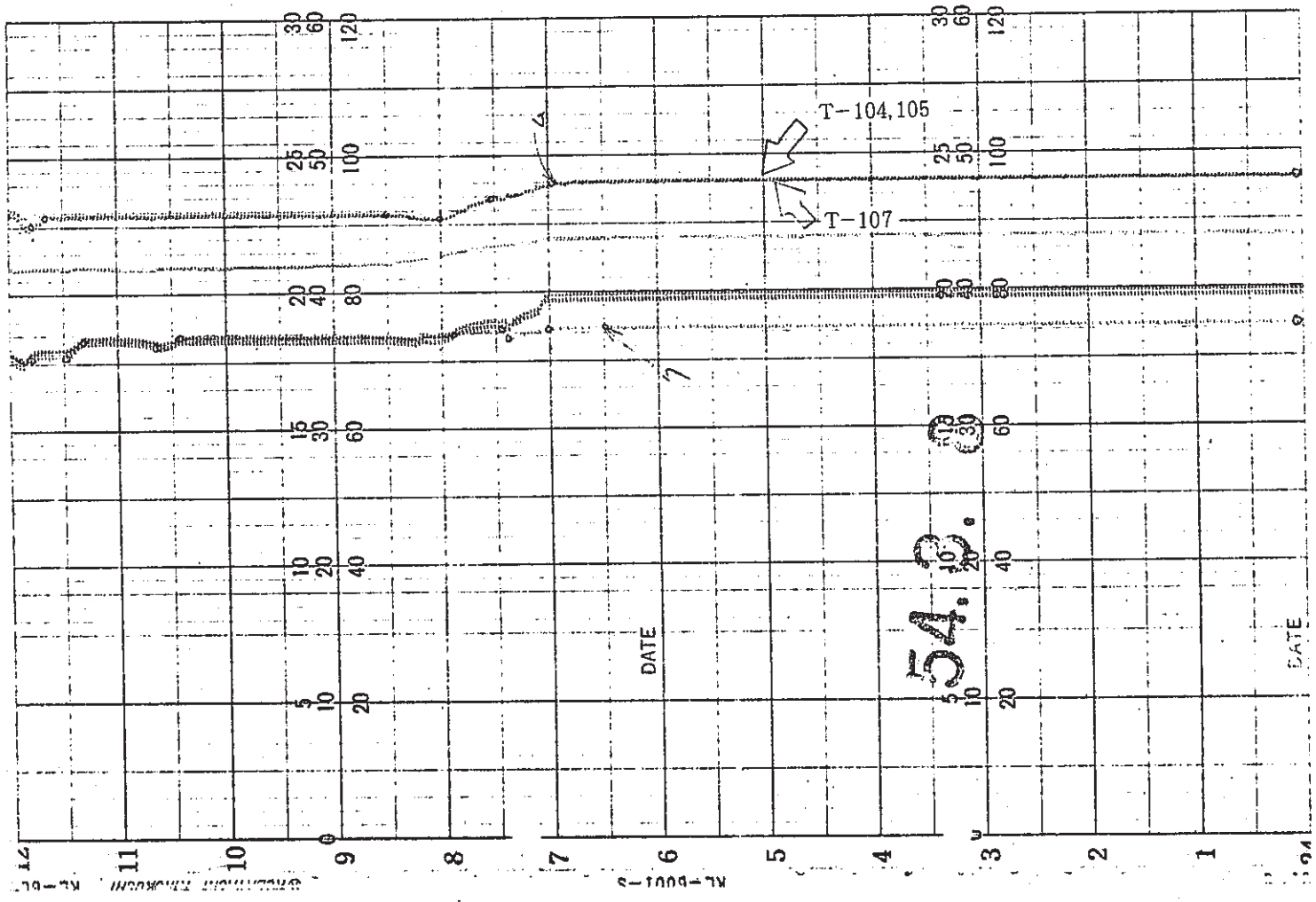
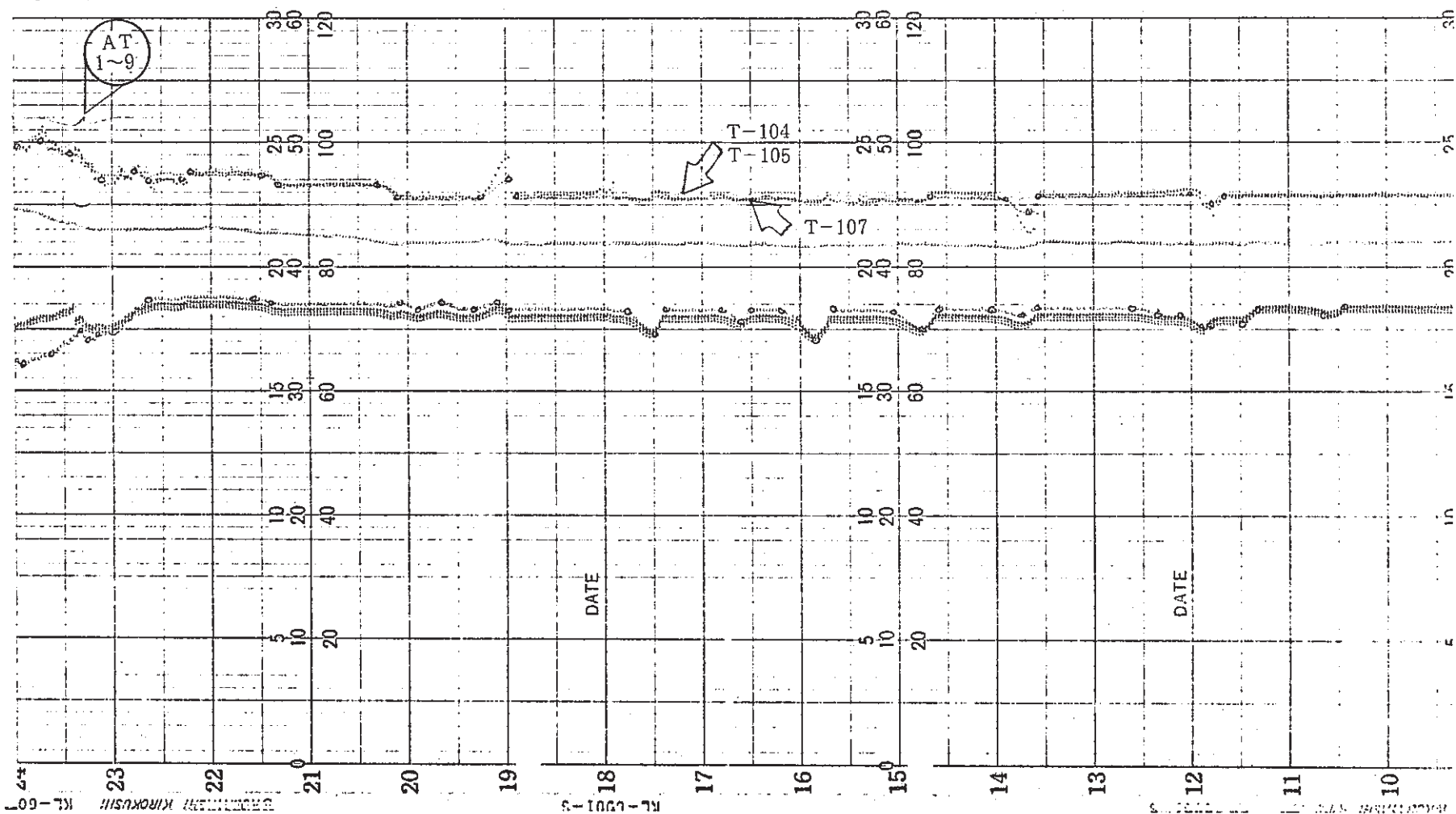


图 12.3.11.-1 1次系Na温度记录计 (No.1 Na 加热器出口温度, No.2 Na 加热器出口温度, IHX 1次系入口温度)

昭和54年 3月8日 午後



☒ 12. 3. 11. - 2

昭和54年 3月9日 午前

PNC TN941 81-52

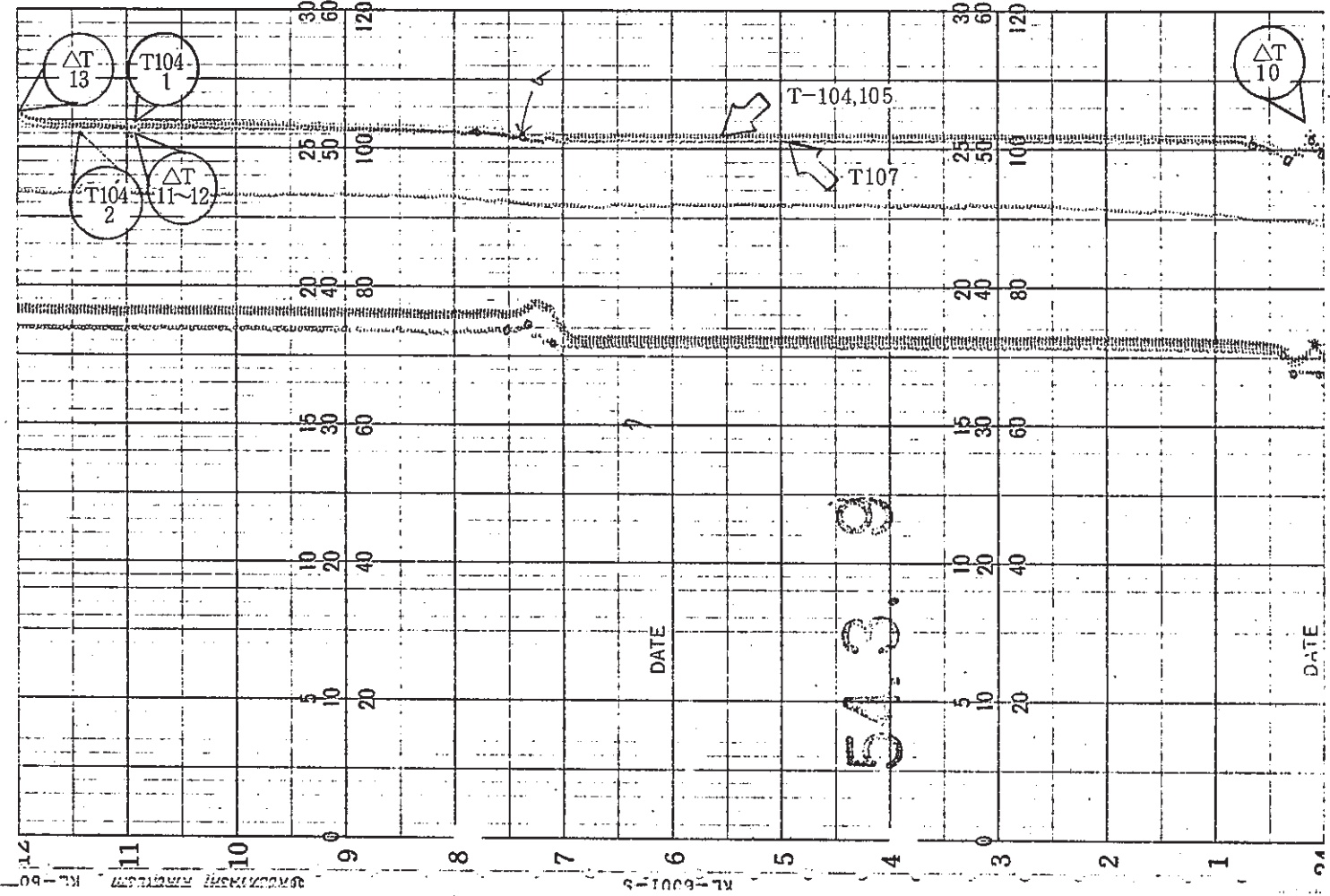
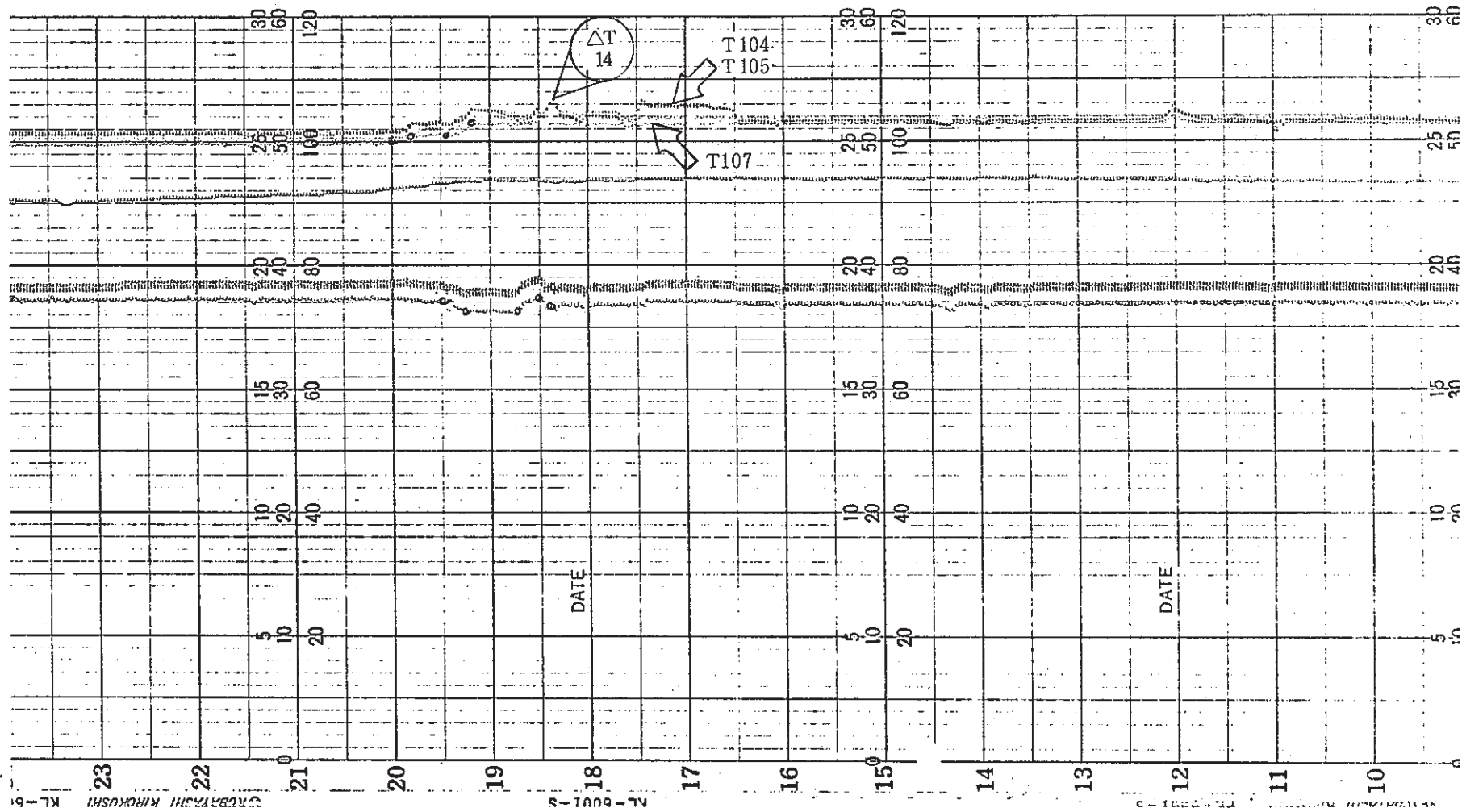


図 12. 3. 11. - 3



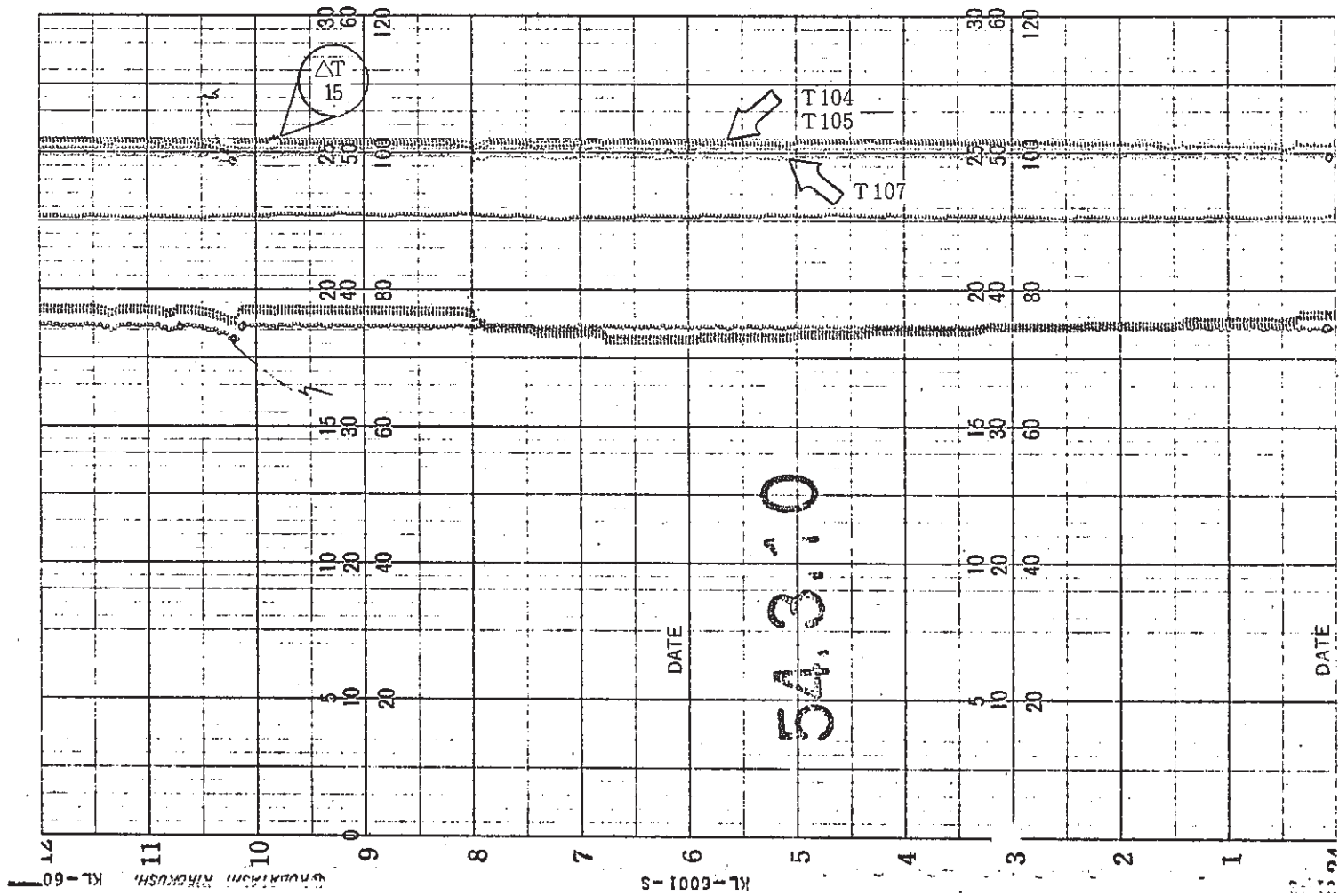
昭和54年 3月9日 午後



12. 3. 11. - 4

昭和54年 3月10日 午前

PNC TN941 81-52



☒ 12.3.11.-5

昭和54年 3月10日 午後

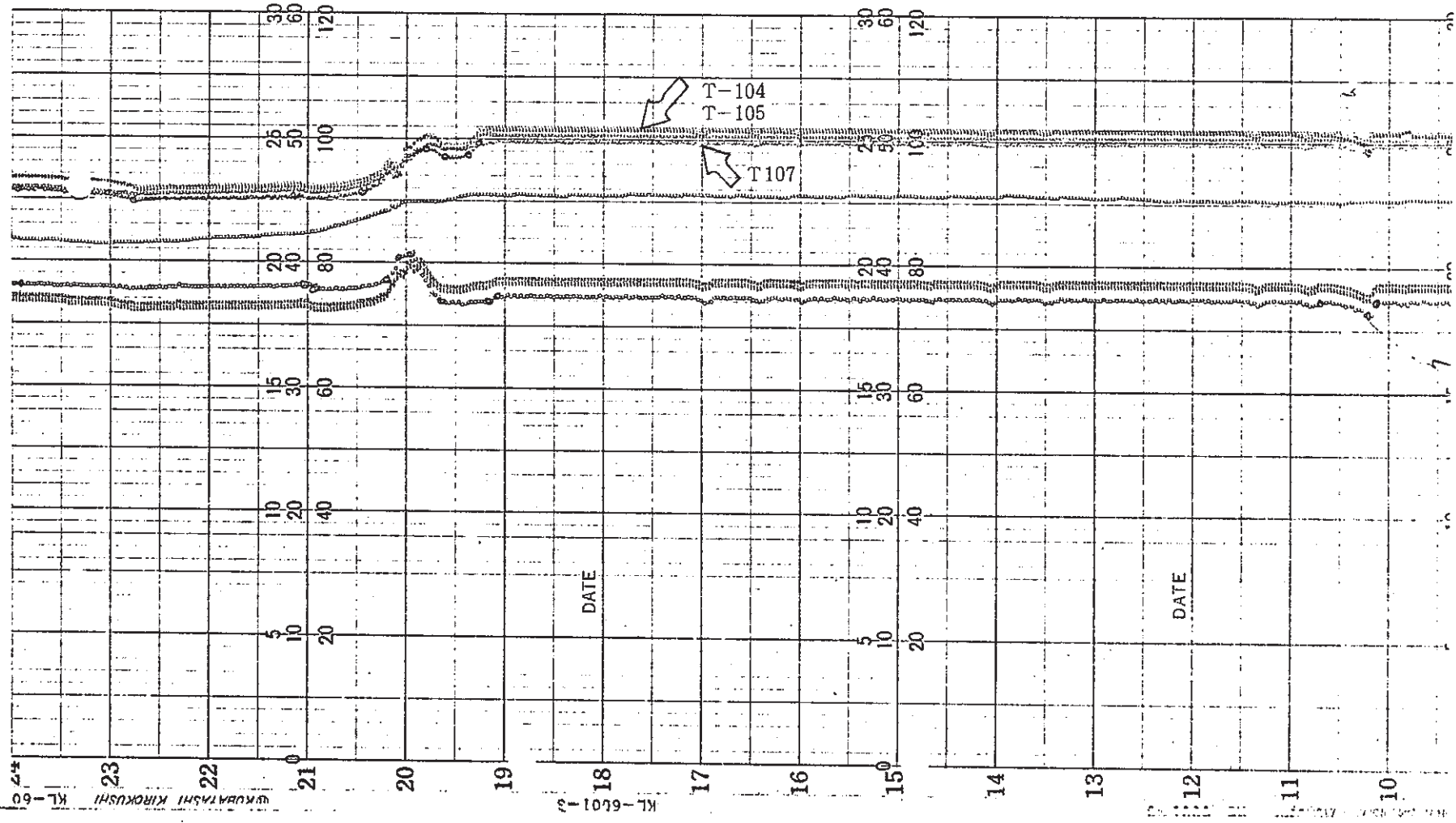
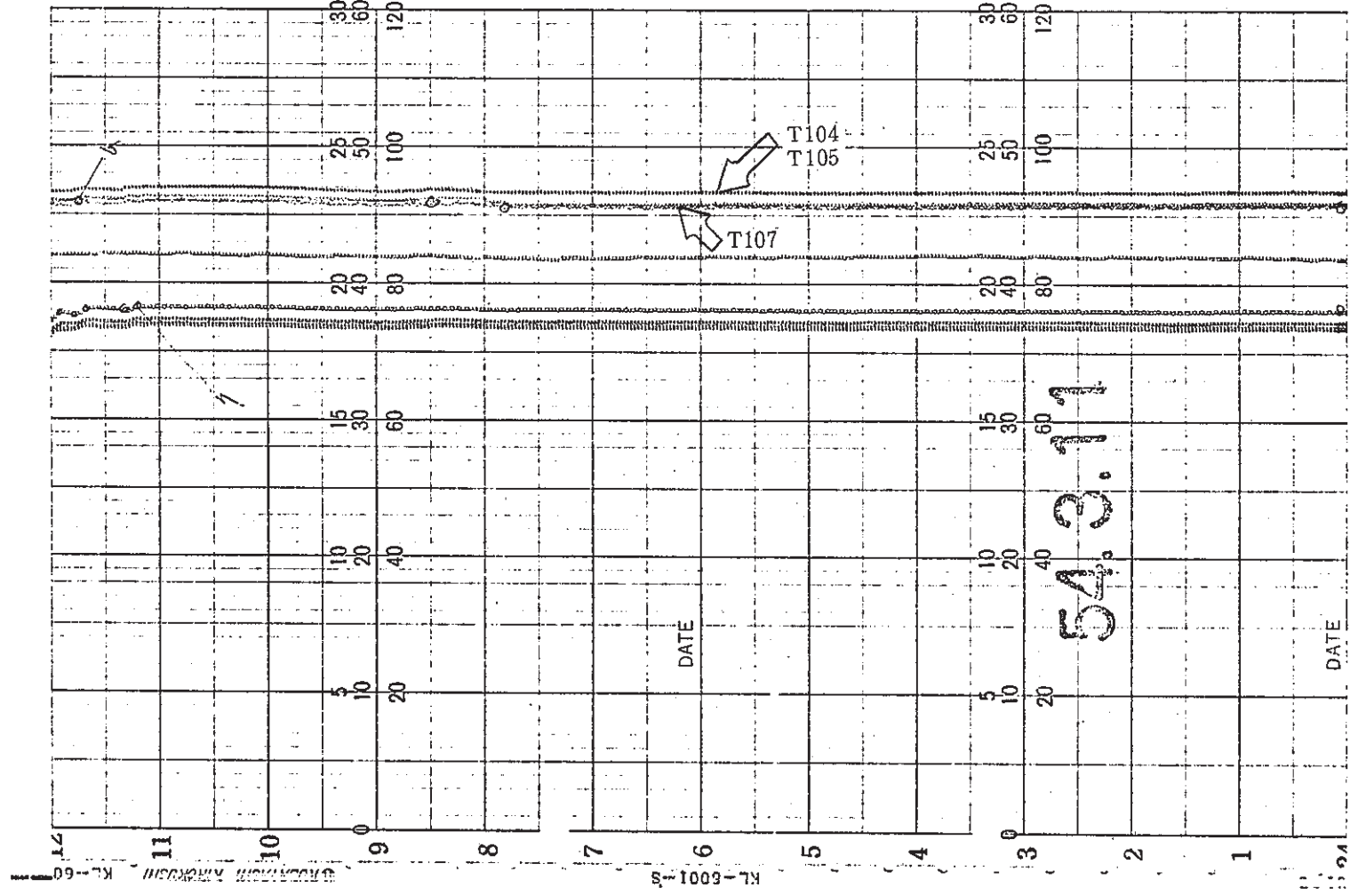


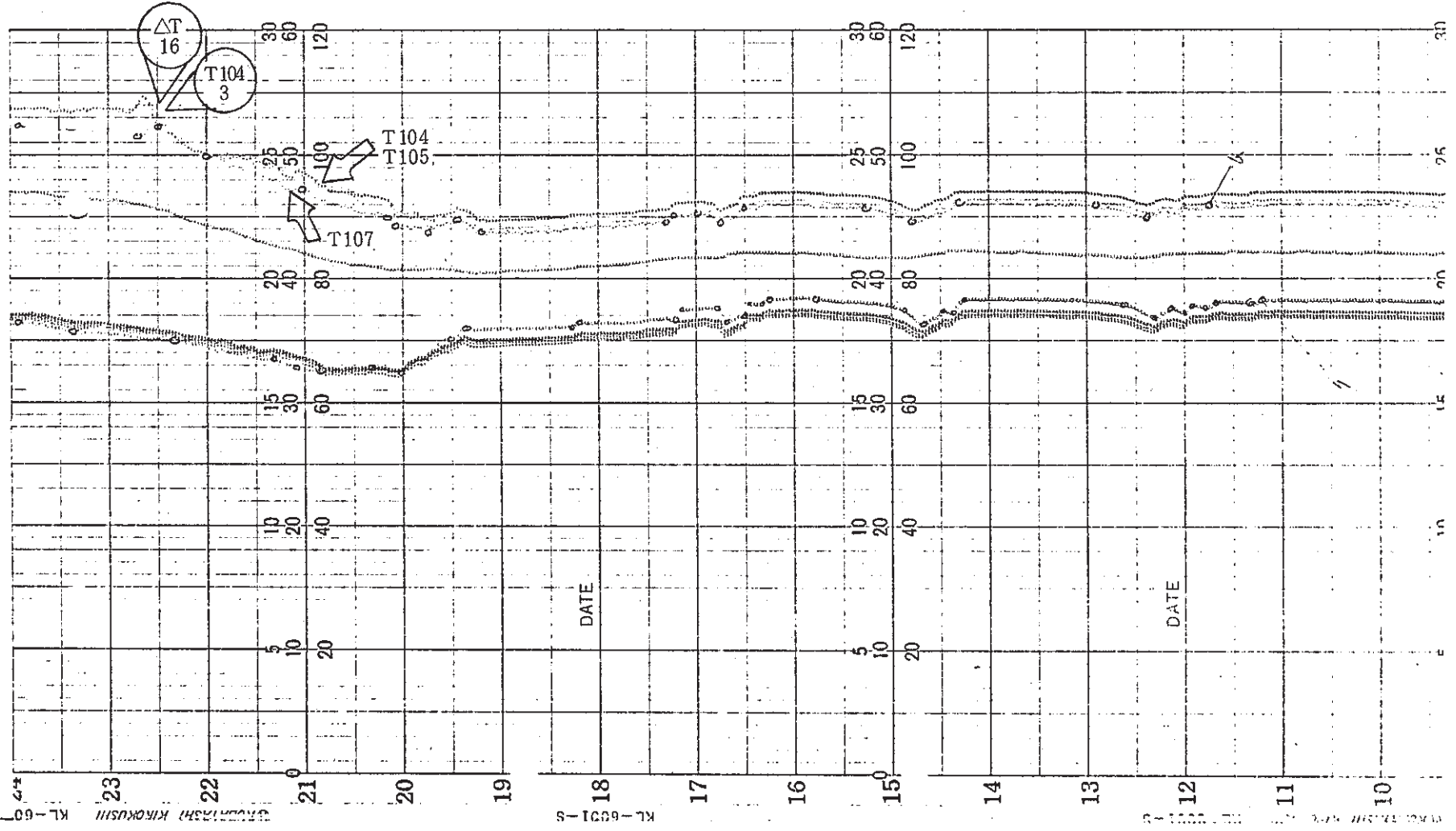
図 12.3.11 - 6

昭和54年 3月11日 午前



⊠ 12. 3. 11. - 7

昭和54年 3月11日 午後



12.3.11. - 8

昭和54年 3月12日 午前

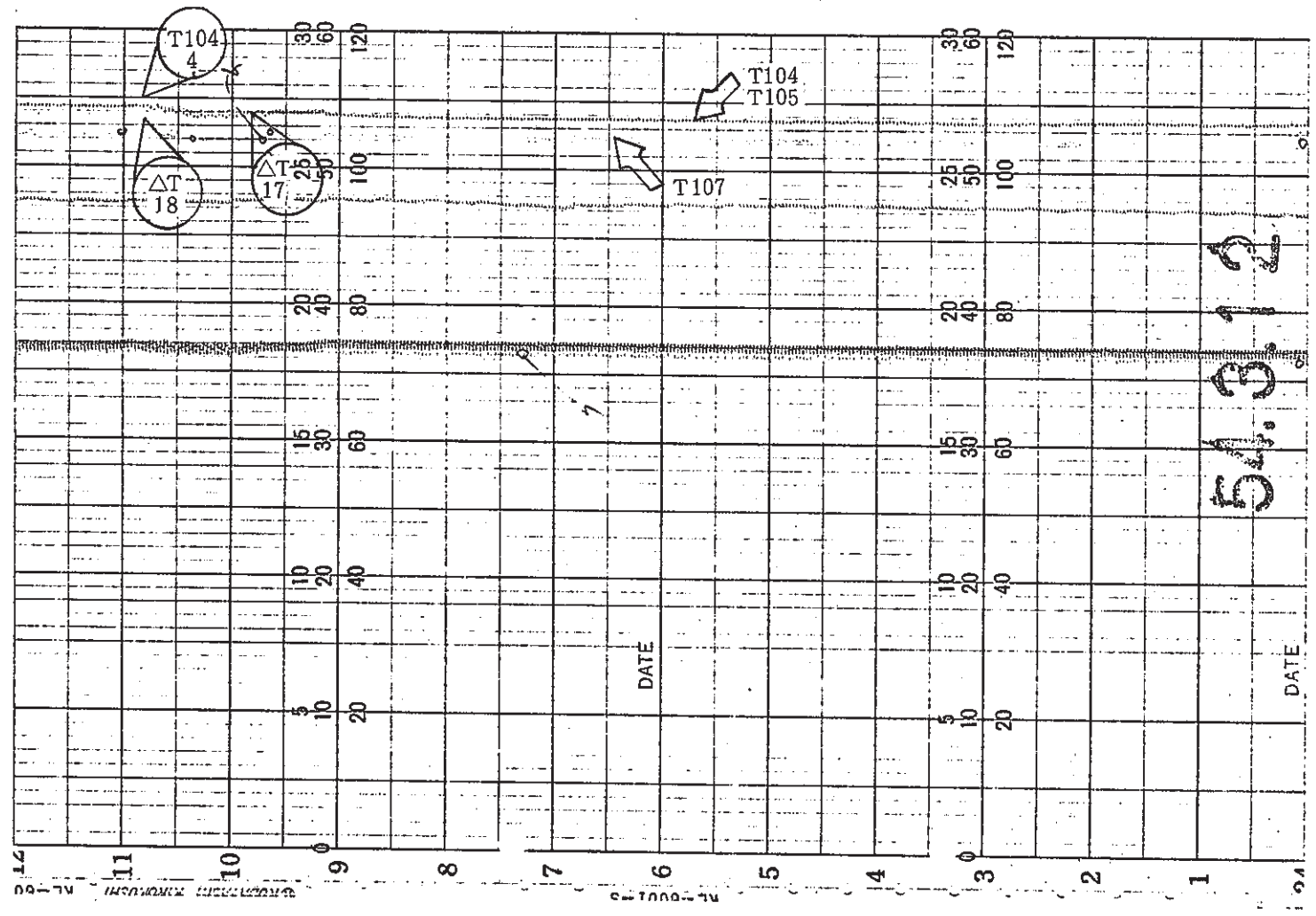
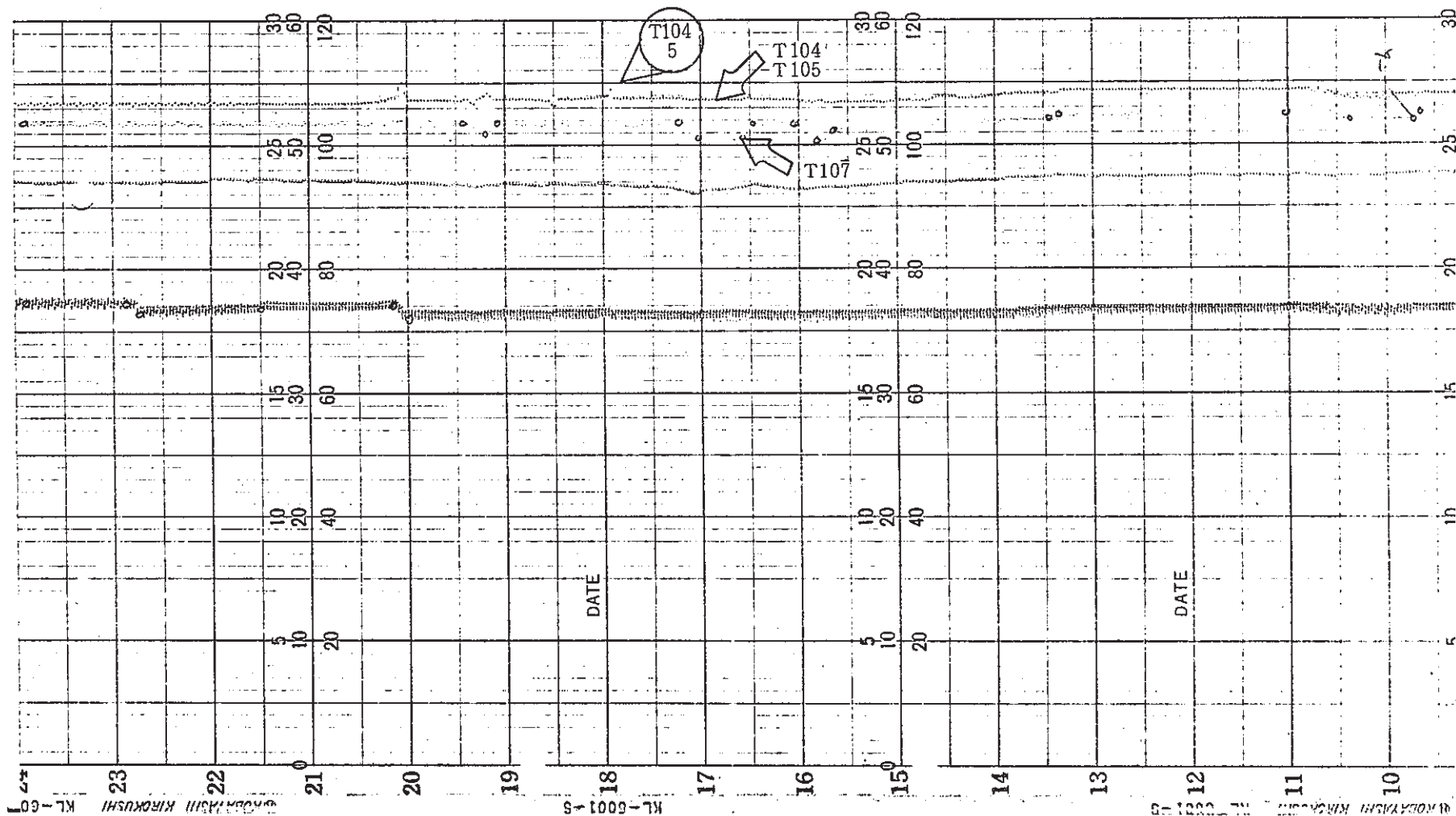


図 12. 3. 11. - 9

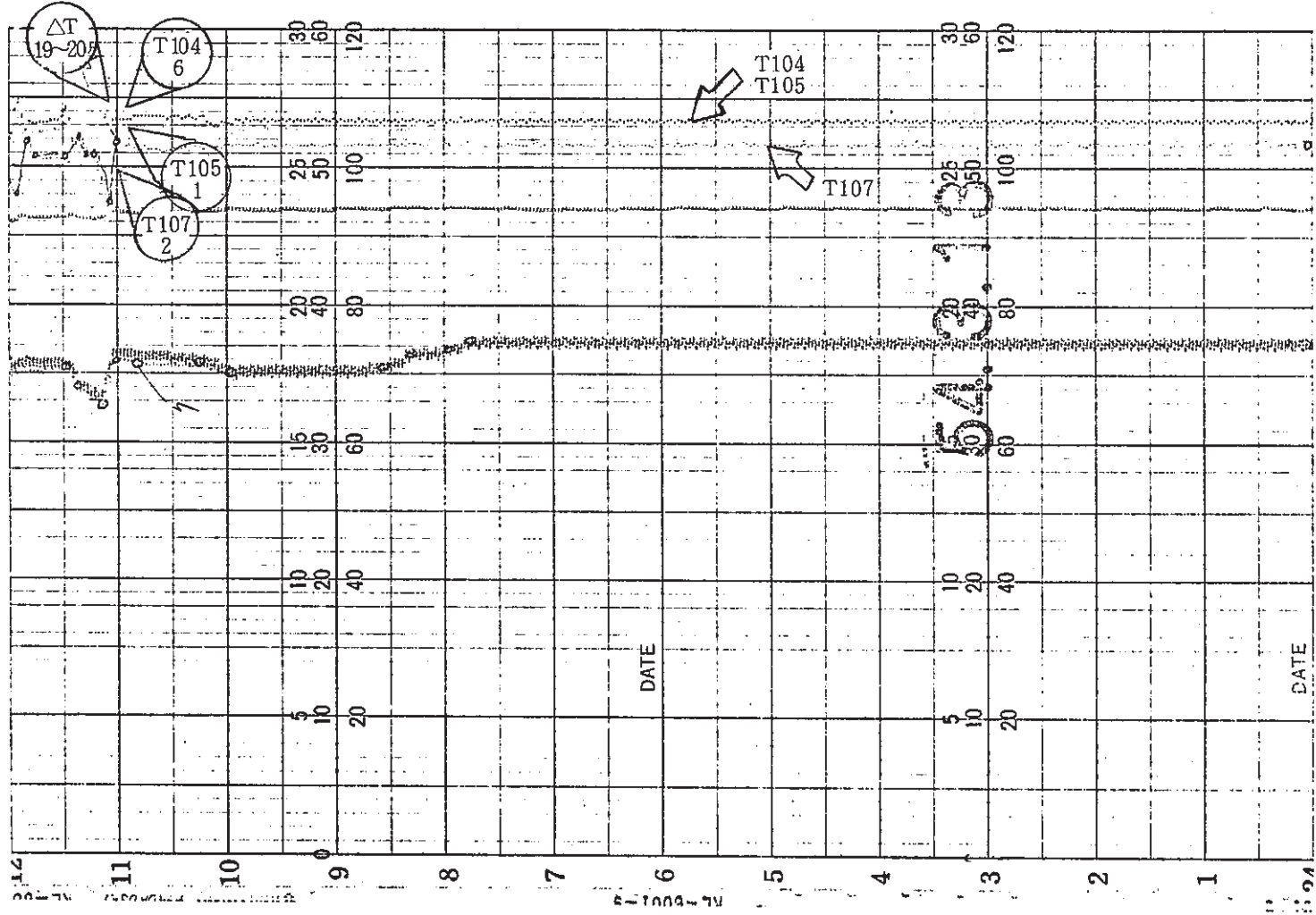
昭和54年 3月12日 午後



12.3:11.-10

昭和54年 3月13日 午前

PNC TN941 81-52



12. 3. 11. - 11



昭和54年 3月13日 午後

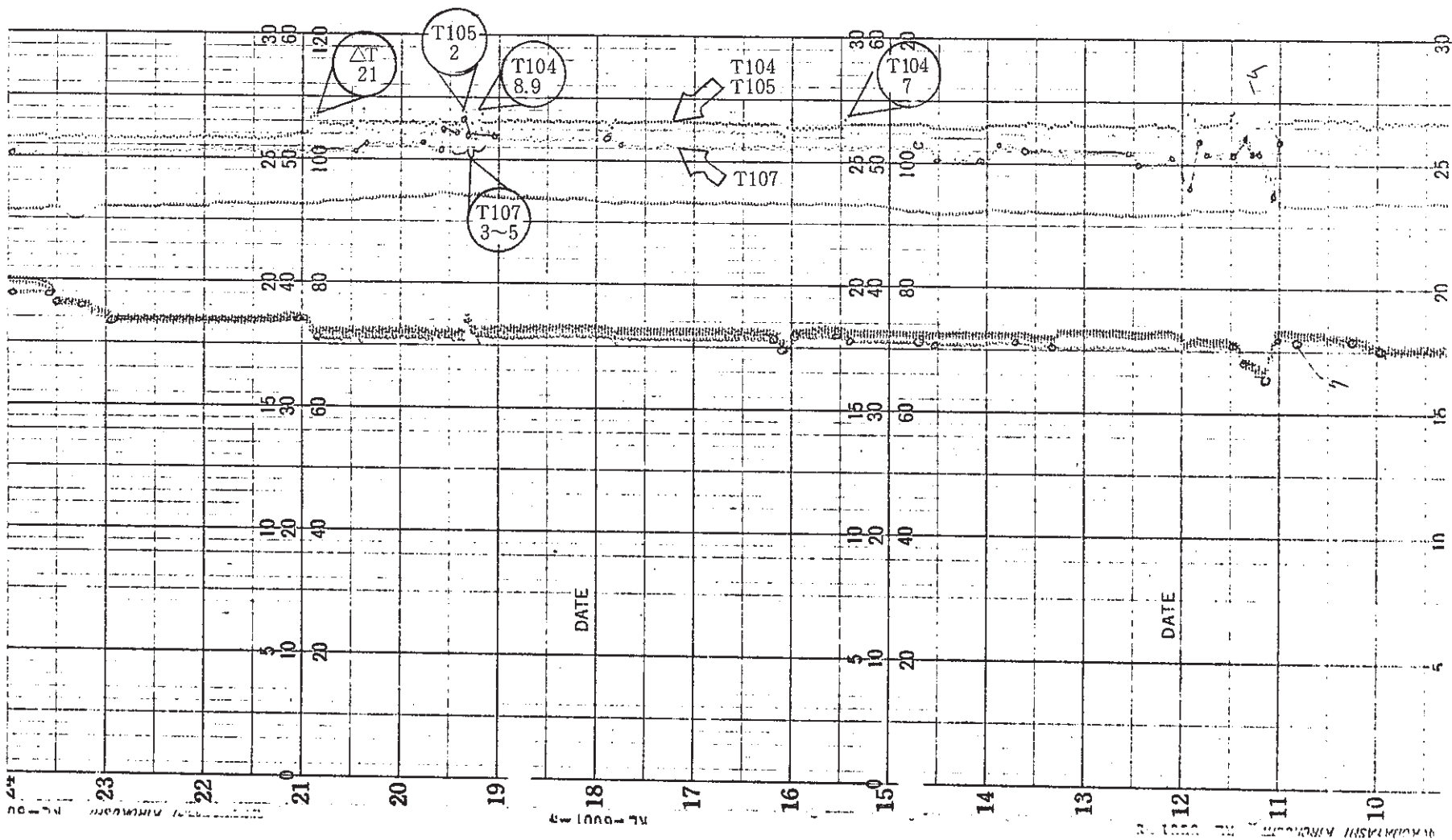
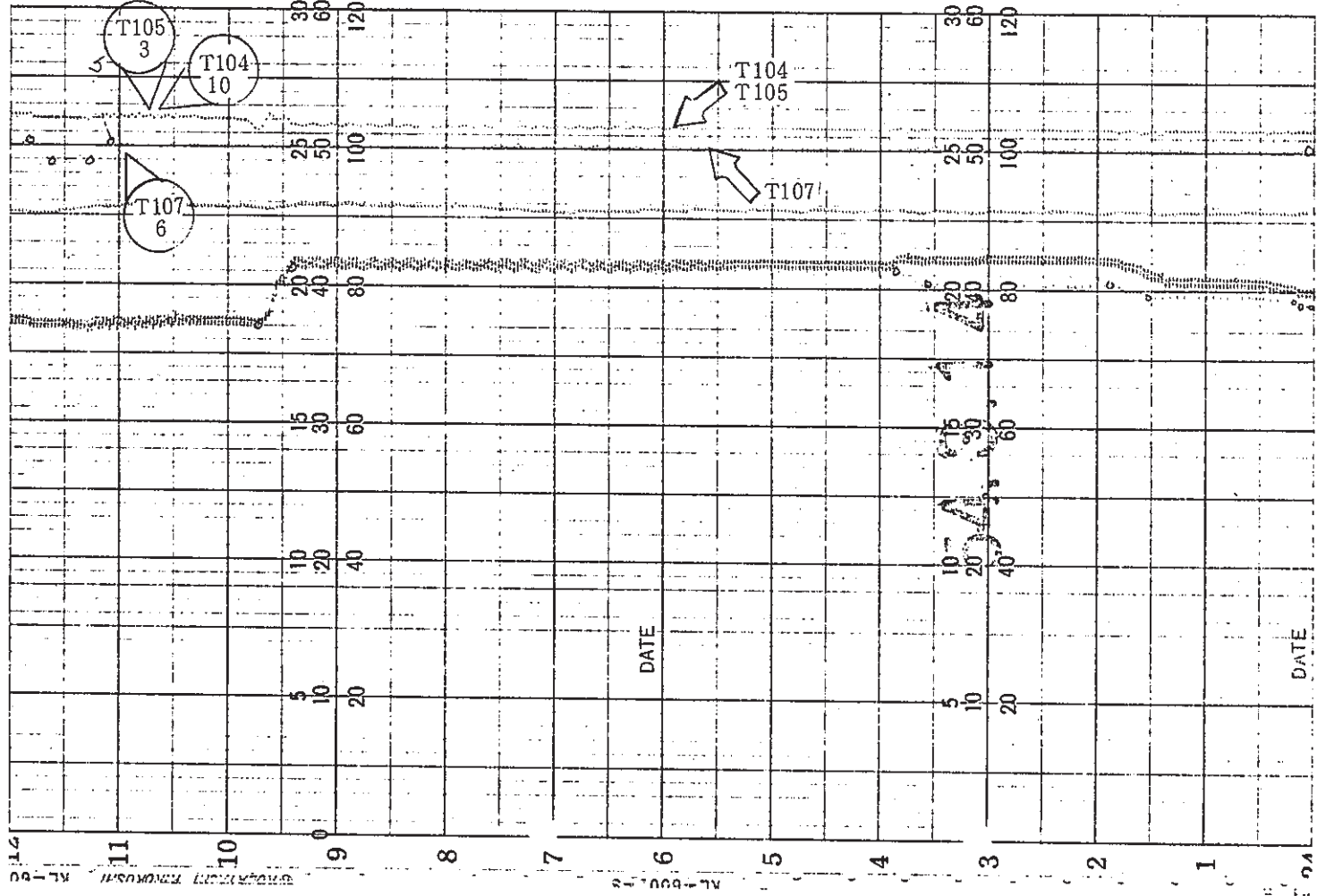


図 12. 3. 11. - 12

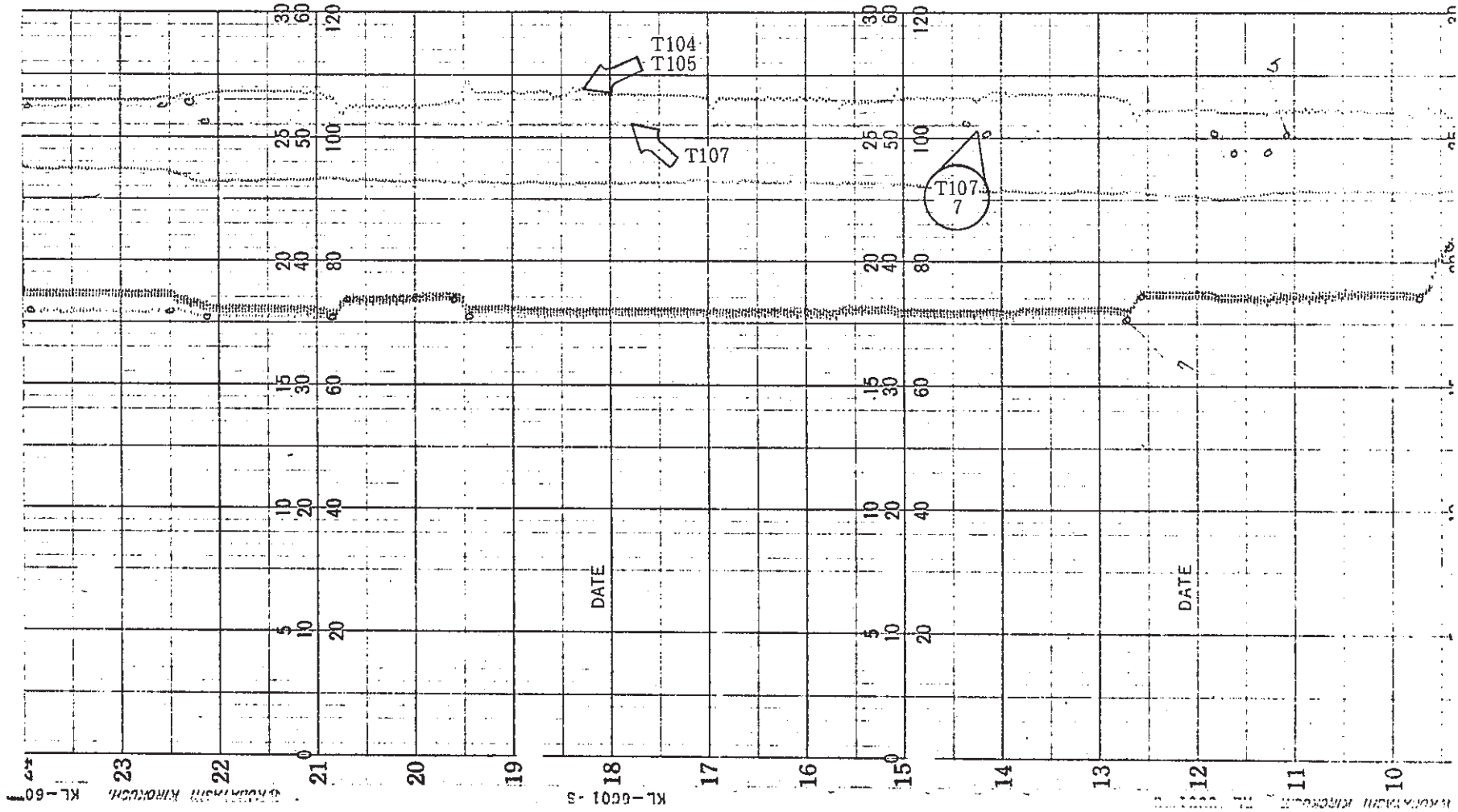
昭和54年 3月14日 午前

PNC TN941 81-52



12. 3. 11. - 13

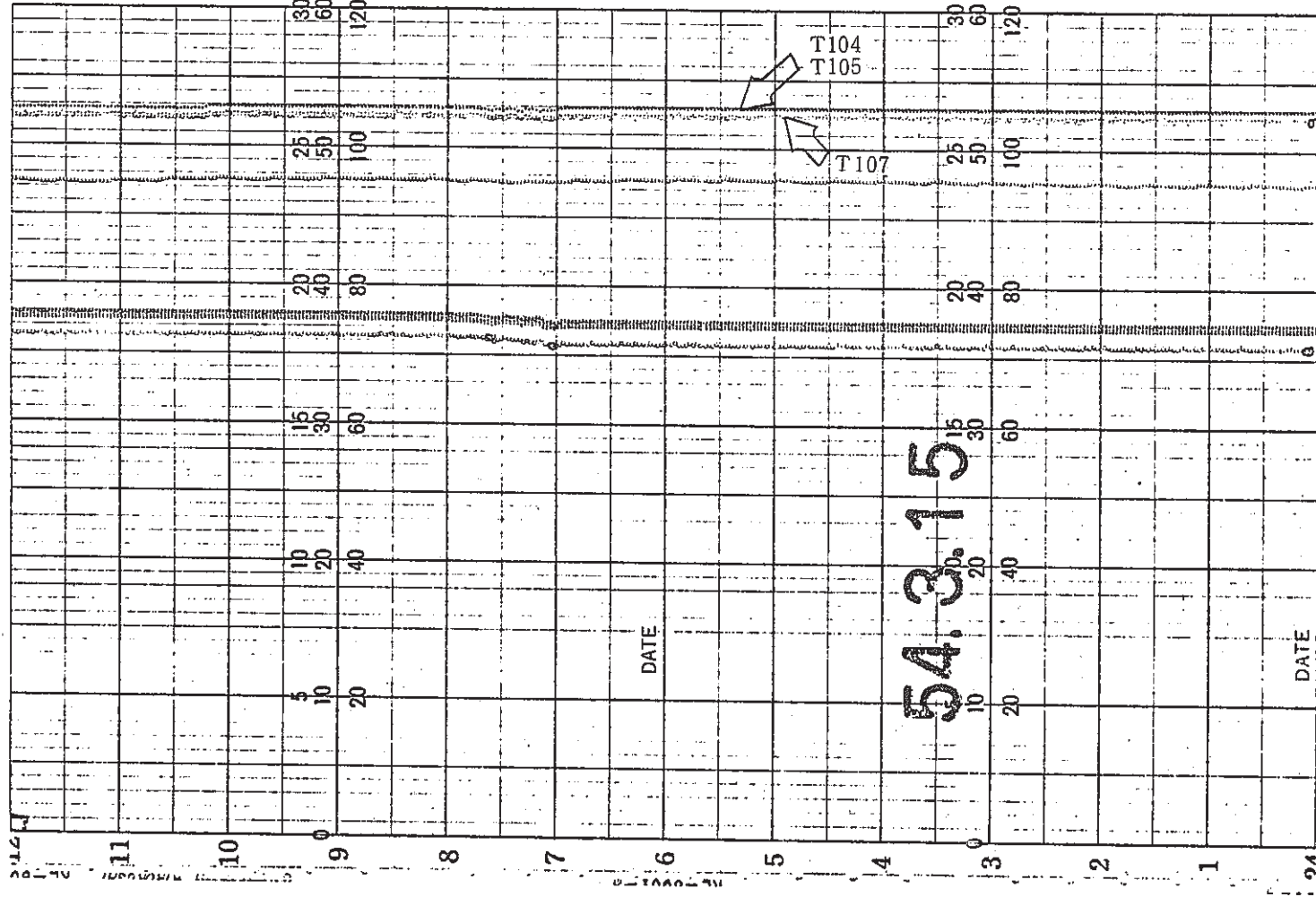
昭和54年 3月14日 午後



☒ 12. 3. 11. - 14

昭和54年 3月15日 午前

PNC TN941 81-52



☒ 12. 3. 11. - 15

昭和54年 3月15日 午後

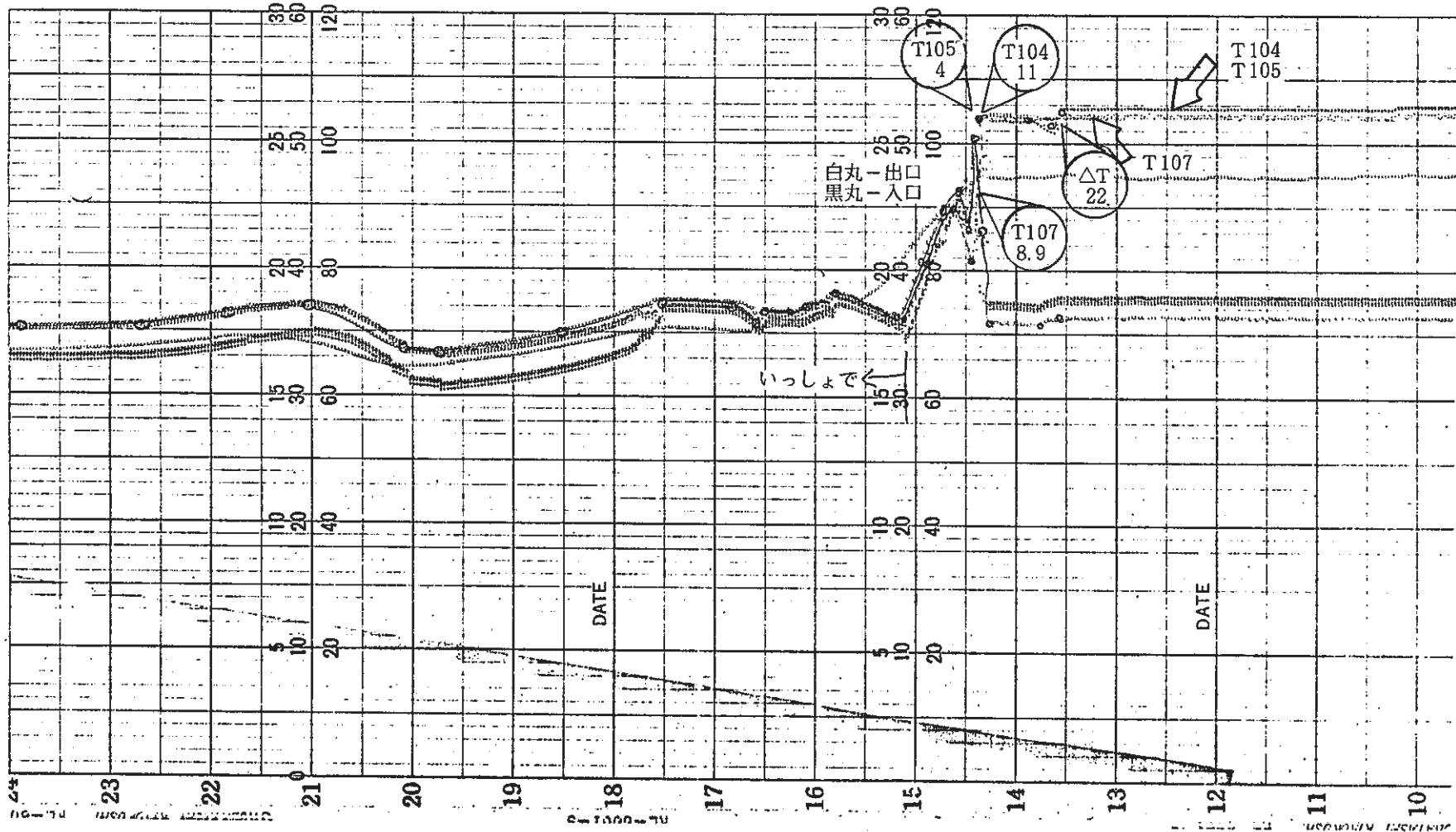


図 12. 3. 11. - 16

昭和54年 3月8日 午前

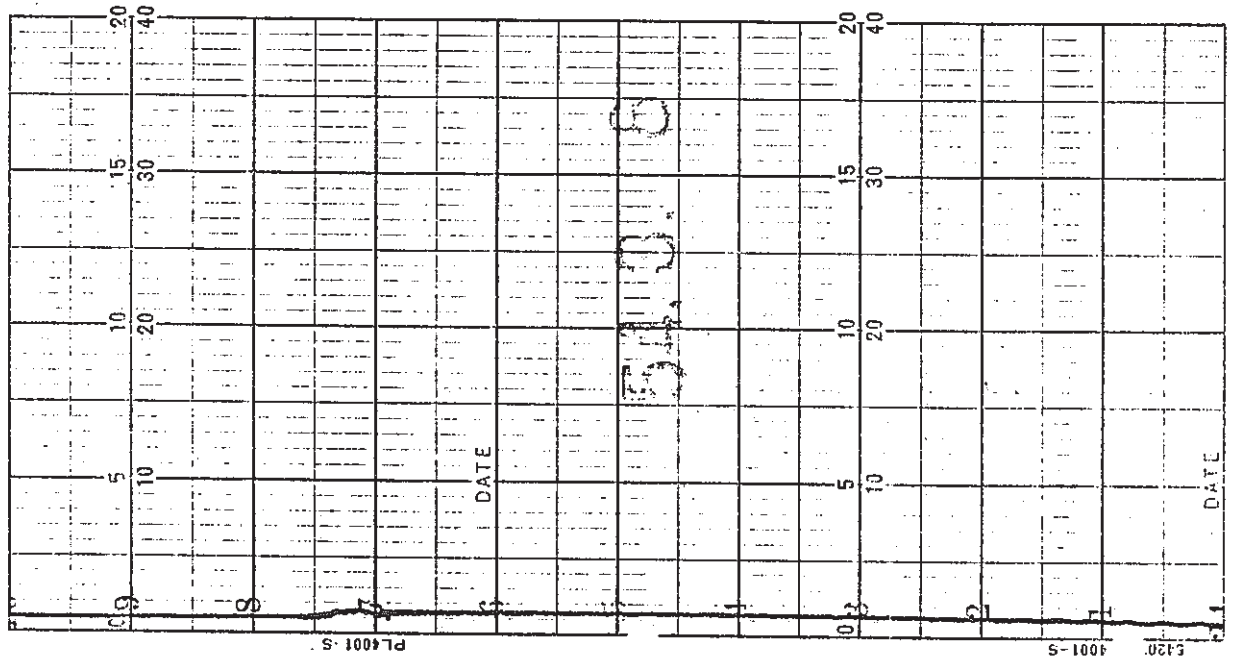


図 12.3.12. - 1 復水器圧力記録計

昭和54年 3月8日 午後

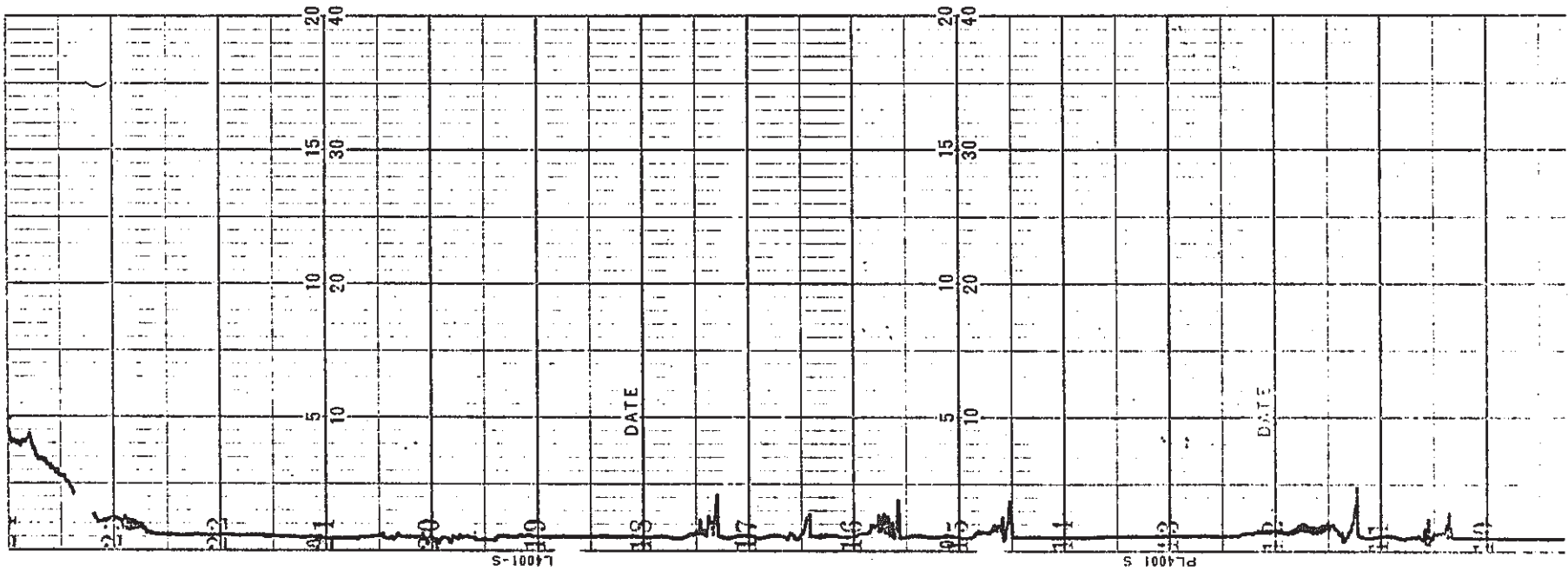
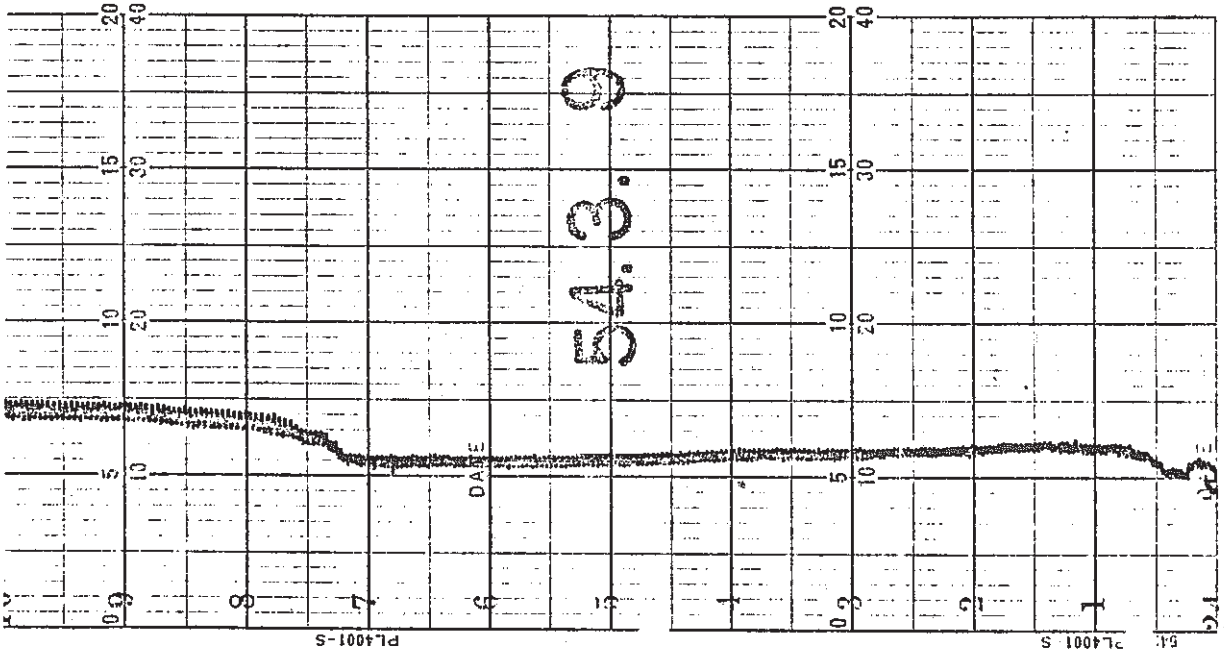


図 12. 3. 12. - 2

昭和54年 3月9日 午前



⊠ 12.3.12.-3



昭和54年 3月9日 午後

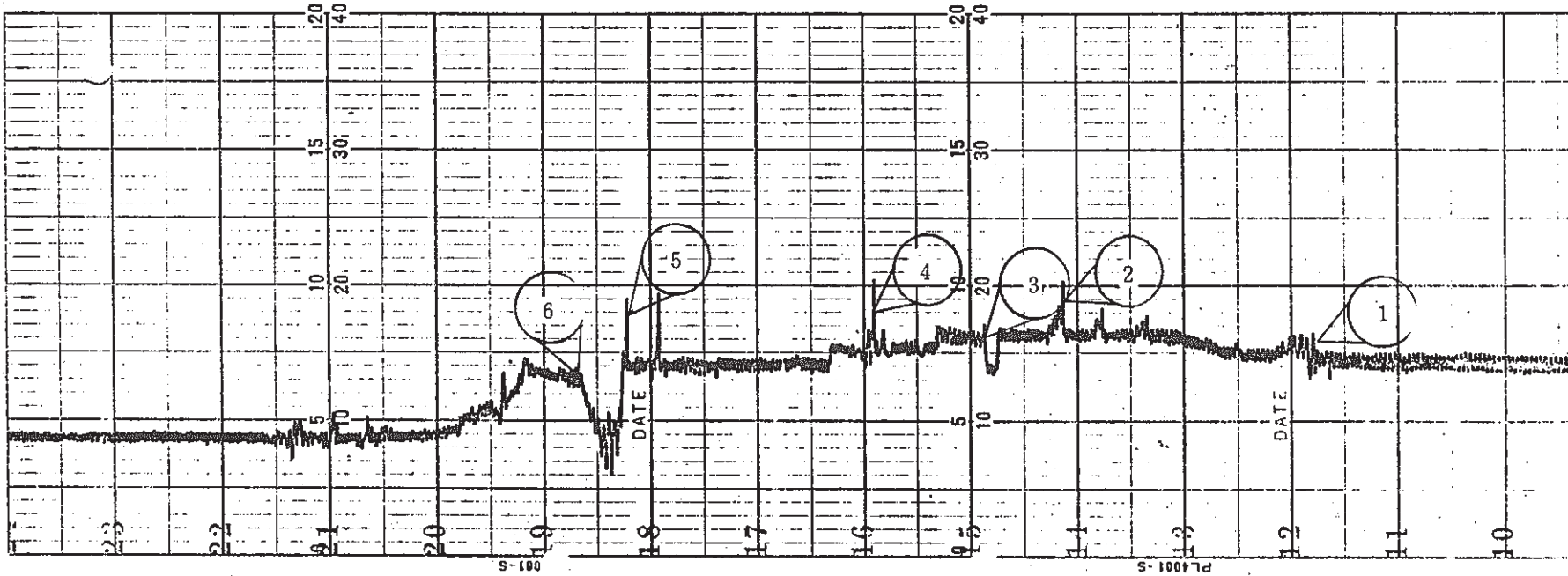
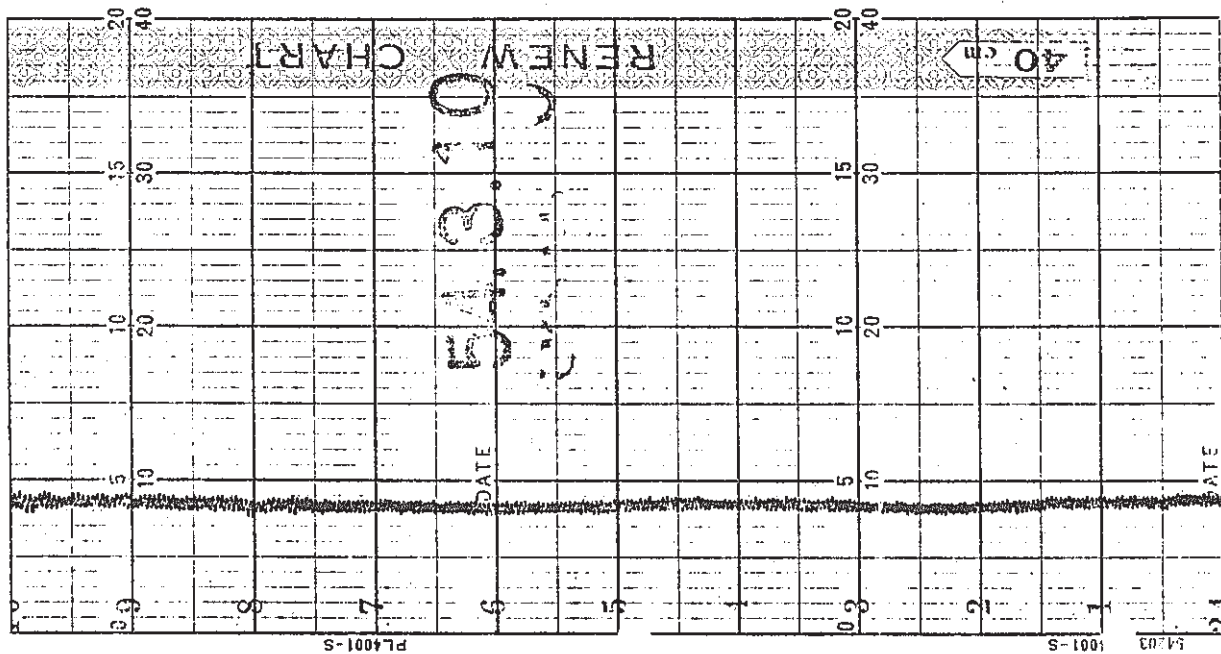


図 12. 3. 12. - 4

昭和 54 年 3 月 10 日 午前



☒ 12. 3. 12. - 5

昭和54年 3月10日 午後

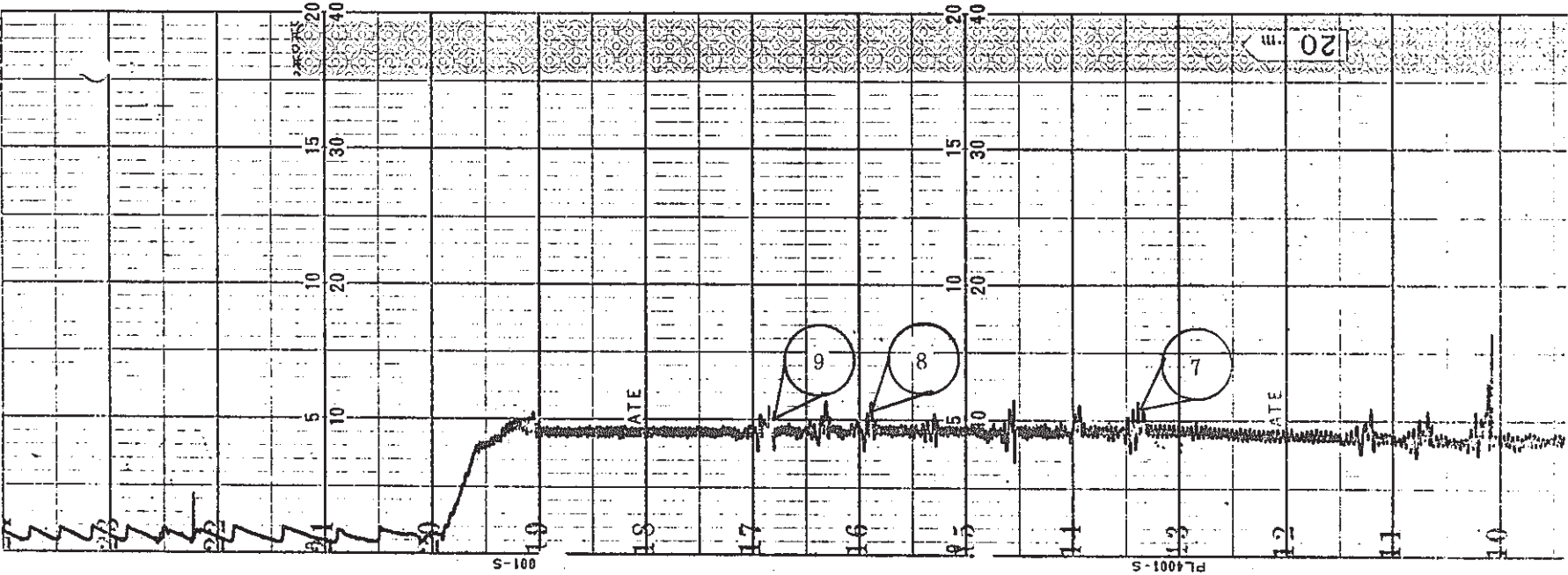


図 12.3.12.-6

昭和54年 3月11日 午前

51203 I 001-S

DATE

51.3.11

PL4001-S

00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----

☒ 12.3.12.-7

昭和54年 3月11日 午後

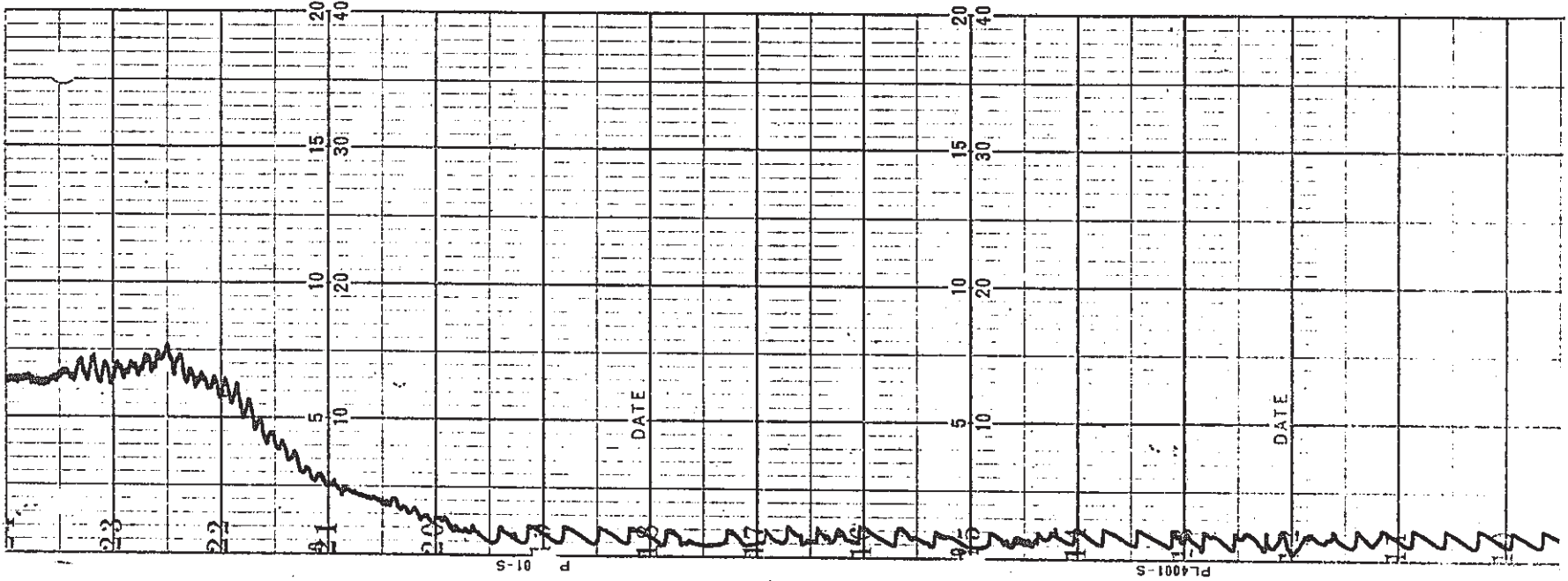
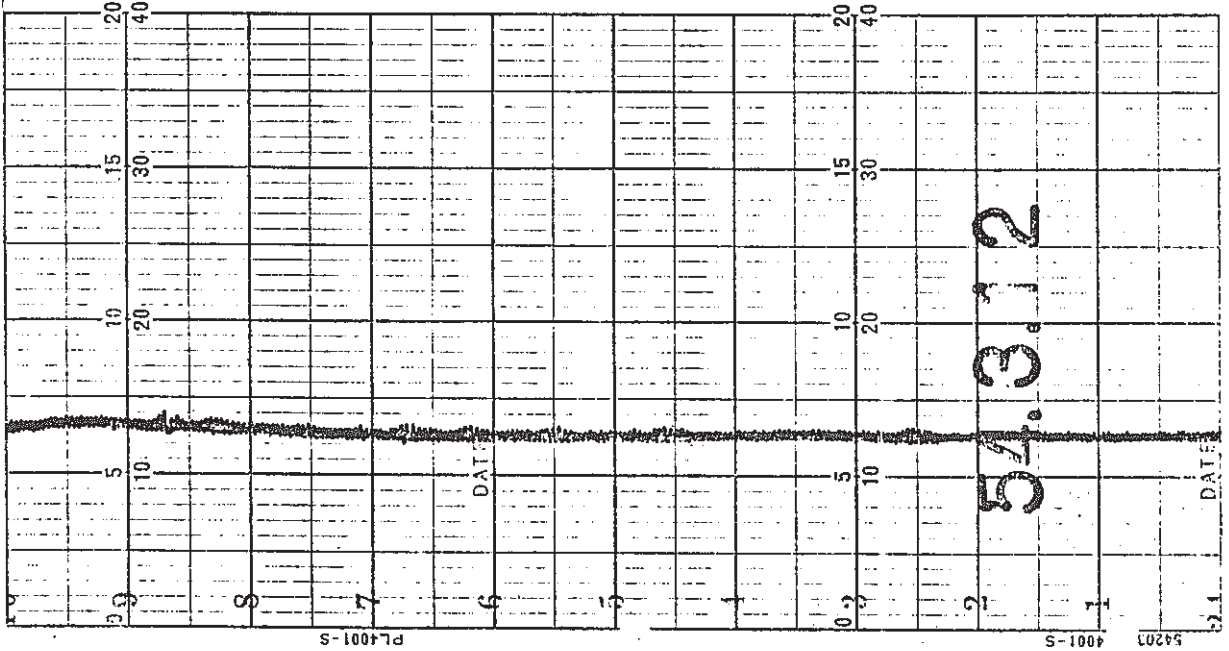


図 12.3.12. - 8

昭和54年 3月12日 午前



⊠ 12. 3. 12. - 9

昭和54年 3月12日 午後

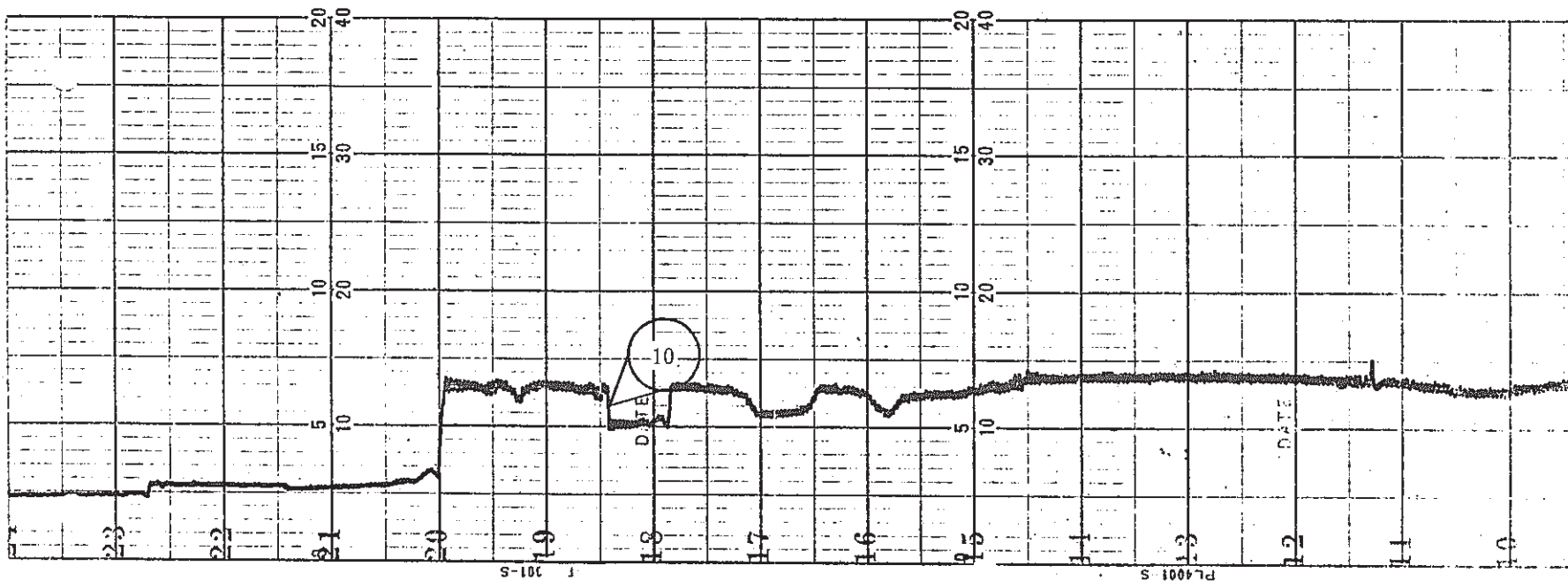
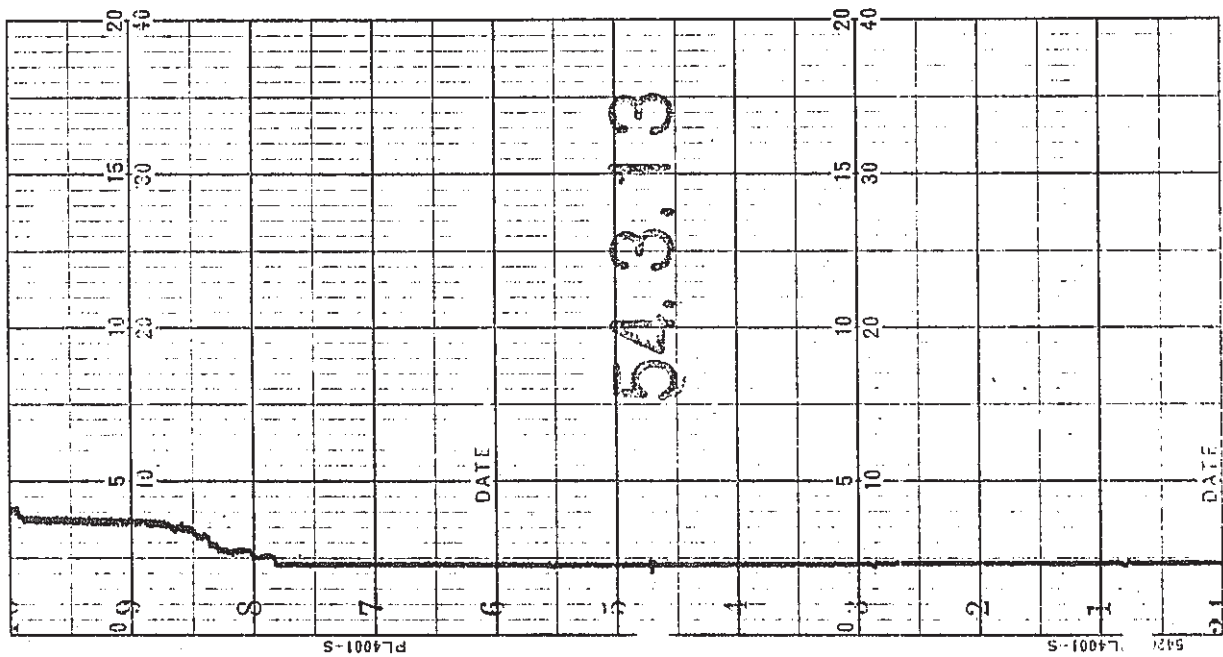


図 12.3.12.-10

昭和54年 3月13日 午前



☒ 12.3.12. - 11



昭和54年 3月13日 午後

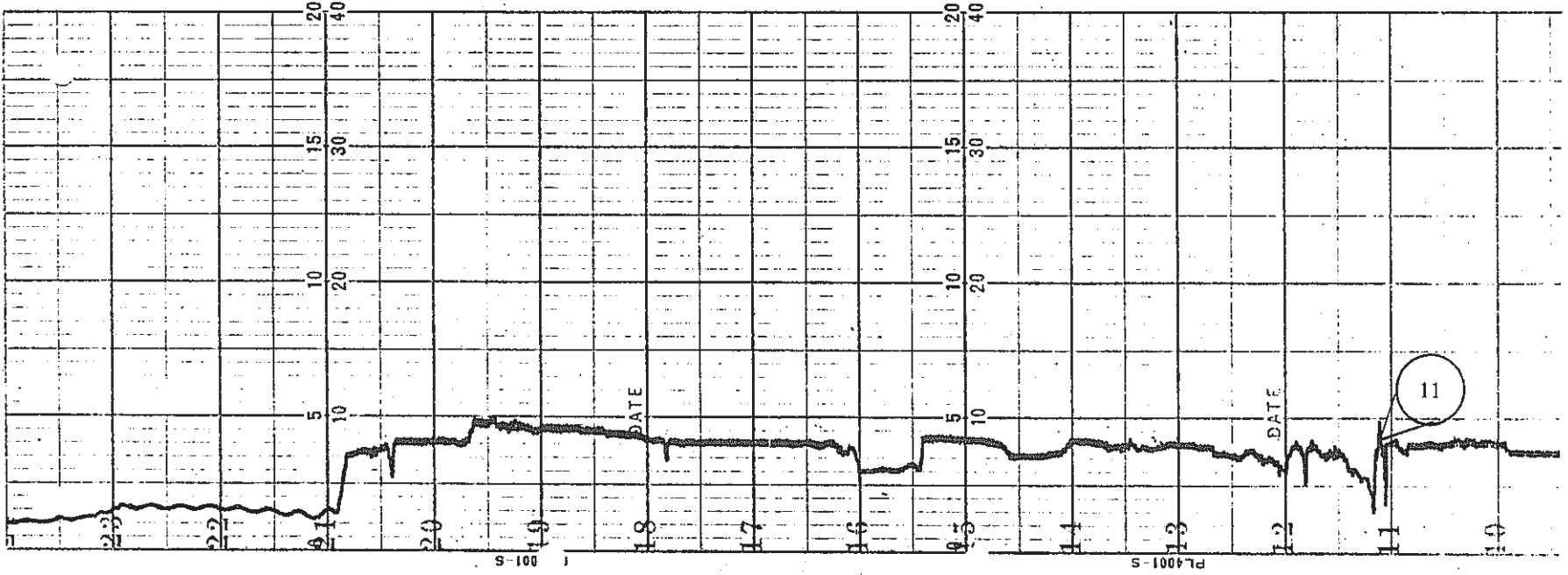
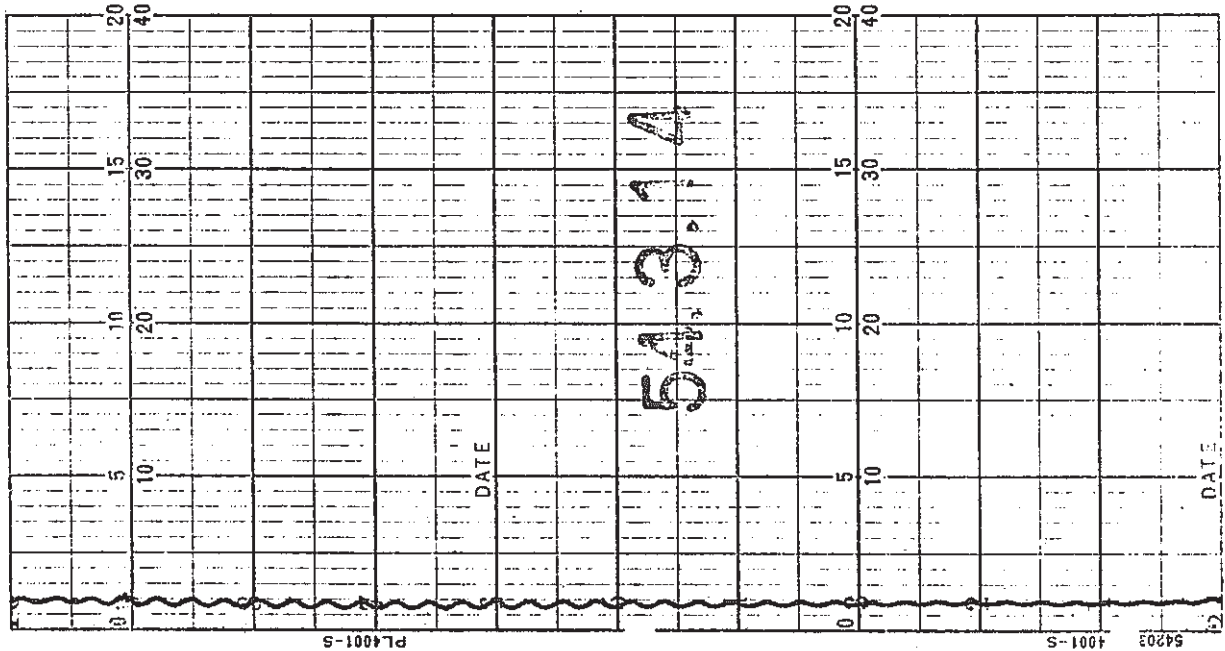


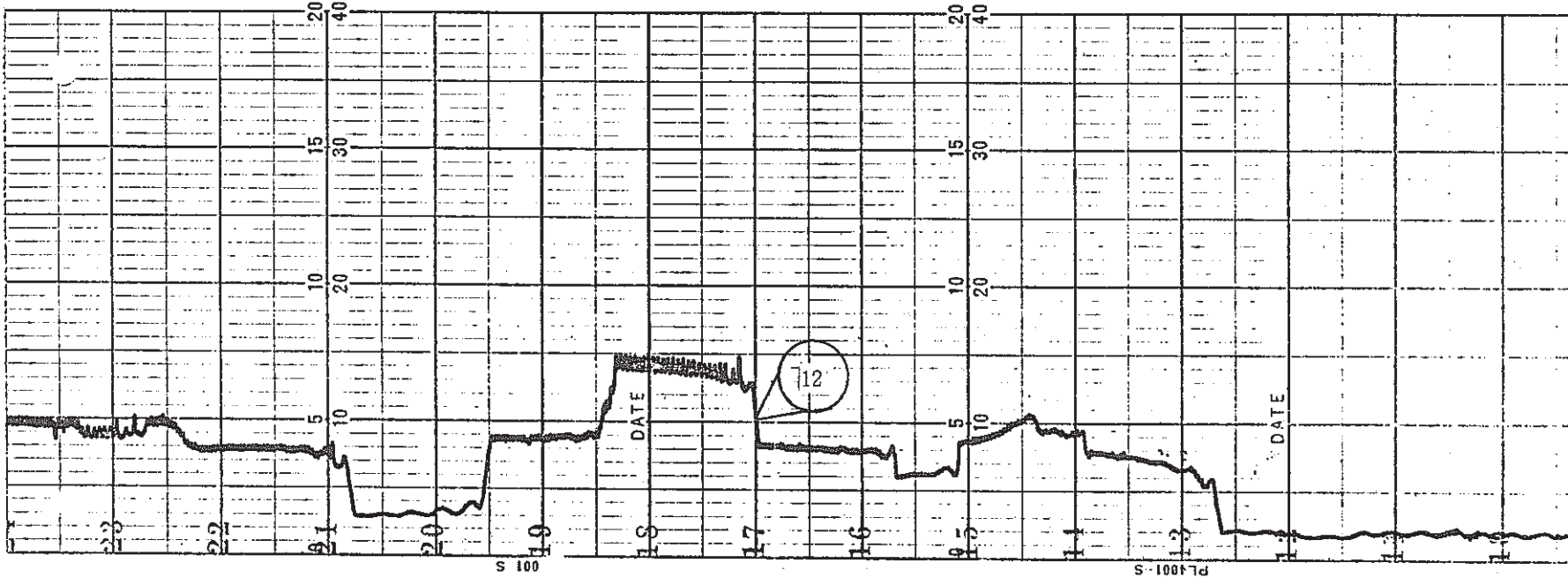
図 12. 3. 12. - 12

昭和 54 年 3 月 14 日 午前



☒ 12. 3. 12 - 13

昭和54年 3月14日 午後



⊠ 12. 3. 12. - 14

昭和 54 年 3 月 15 日 午前

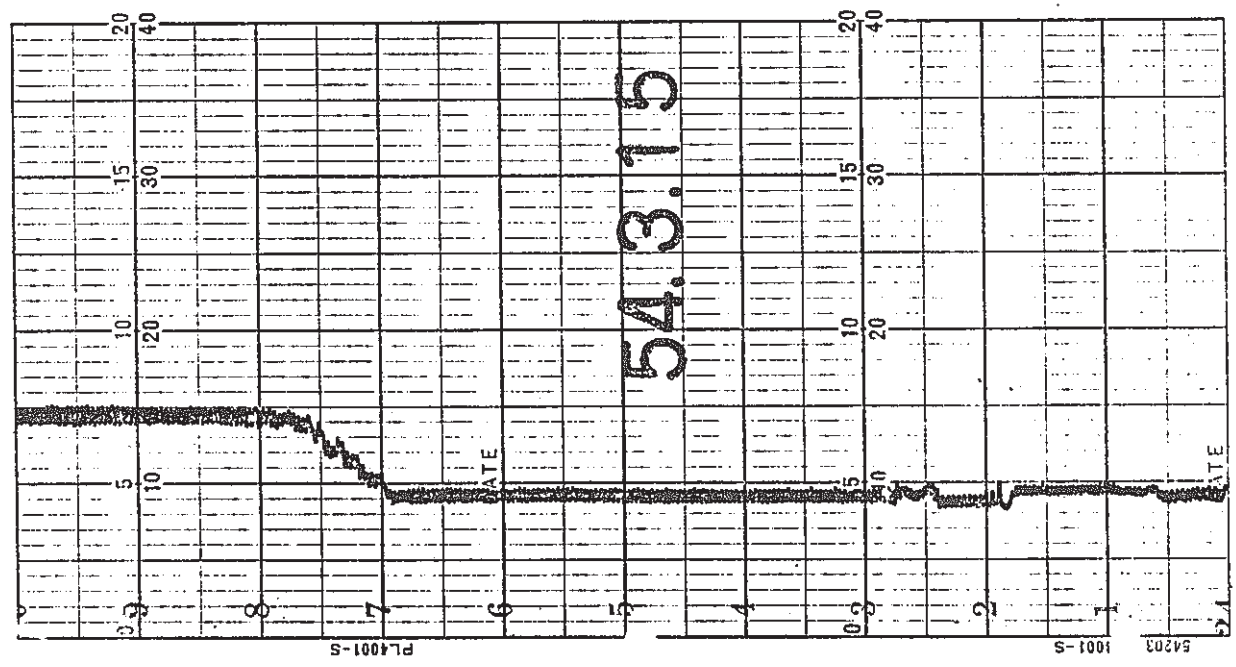
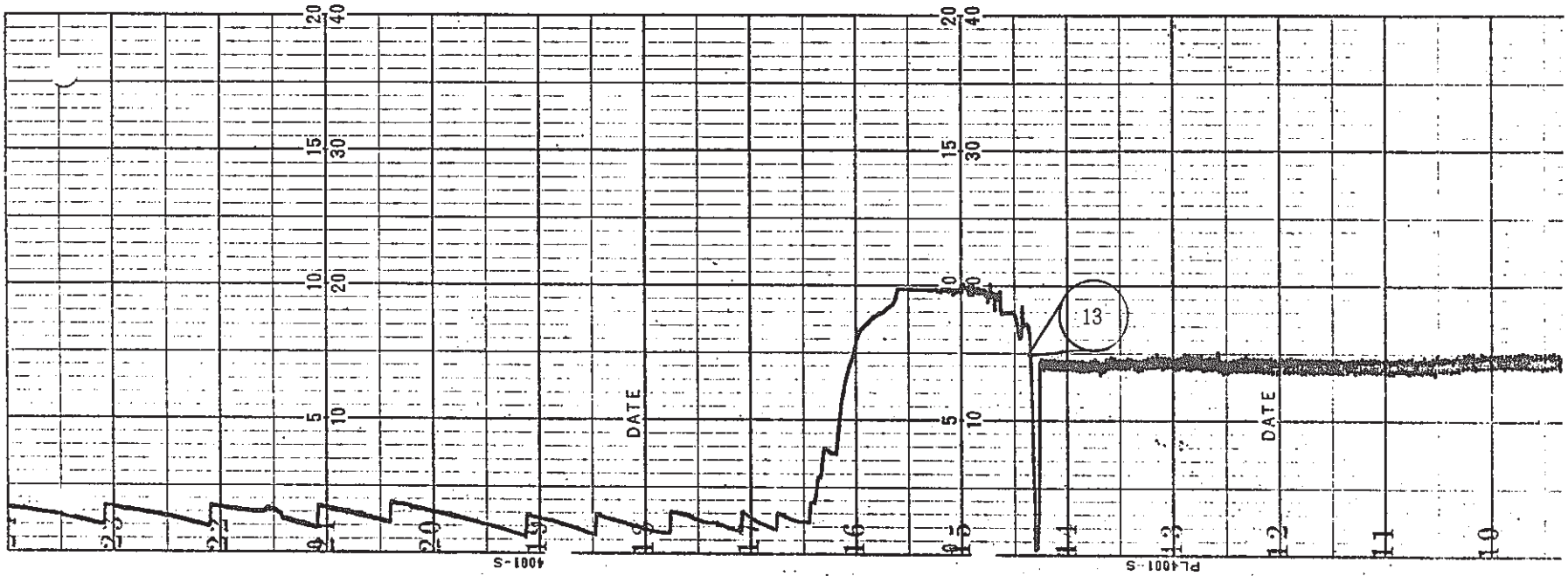


図 12. 3. 12 - 15

昭和54年 3月15日 午後



☒ 12. 3. 12 - 16

## 13. プラギング計図形出力

本試験期間中には、計算機への割込ラインが接続できなかったなどの理由から有効なデータはとれなかったため、ここでは原理の概要を述べるにとどめる。

### 13.1 目 的

建設時の配管汚れ、Na搬入時の大気への接触、補修改造時の配管汚れ、伝熱管からの水素の拡散などによりナトリウム中に酸素、水素などが混入する恐れがある。これら不純物は材料への悪影響、水リーク検出系の精度低下等につながり厳密な純度管理が要求され、そのためにプラギング計が使用されている。水素濃度測定にはニッケル拡散膜を使用した水素計が使われているが絶対値指示に関しての較正方式が完全には確立されておらず酸素計も開発途上である事からコールドトラップによるナトリウム純化運転にはプラギング計を用いており、もんじゅでも採用されることとなっている。50 MWSGでの運転基準としてはプラギング温度より 30℃低い温度までCT制御温度を下げたこととしておりCT閉塞の恐れからそれ以下の温度にすることはない。

プラグ温度の測定方法には各種あるが、50 MWSGにおいては自動方式では酸素不純物、水素不純物などの共存によりダブルプラグが生じやすいことから手動法を採用している。温度降下率の測定者による個人差をなくするためにプログラム発信器により調節計を追従制御して一定のランプ状温度降下率を得る方法を開発した。これに、ナトリウム流量急変時の記録計温度指示にマークを入れることによってプラグ温度とアンプラグ温度が表示される。しかしこの方式でも表示がわかりにくいのでさらに計算機を用いてXYプロッターの横軸にプラギング計流量比を記録し、ナトリウム流量が変化した時の温度として容易に図からプラグ温度、アンプラグ温度が判別出来る。

### 13.2 機 能

常時XYプロッターに方眼紙をセットする。プラギング計制御装置側から割込信号が入った時点でXYプロッターを作動させ流量-温度の関係図を作成する。温度が一旦下降し再び上昇して最初のナトリウム流量の10%以上まで、流量指示が復旧したらば、グラフに軸と時刻を書き次の割込みが入るまで待期となる。概要を図13・2・1に示す。

### 13.3 結 果

今回はソフトウェア整備を実施したのみで実験は出来なかった。“もんじゅ”でもプラギング計によるプラグ温度計測は必要でありディスクベース・ミニコンによりデータをディスクに収納し、グラフィックディスプレイ上に直ちに表示してプラグ温度を連続監視可能なようにする

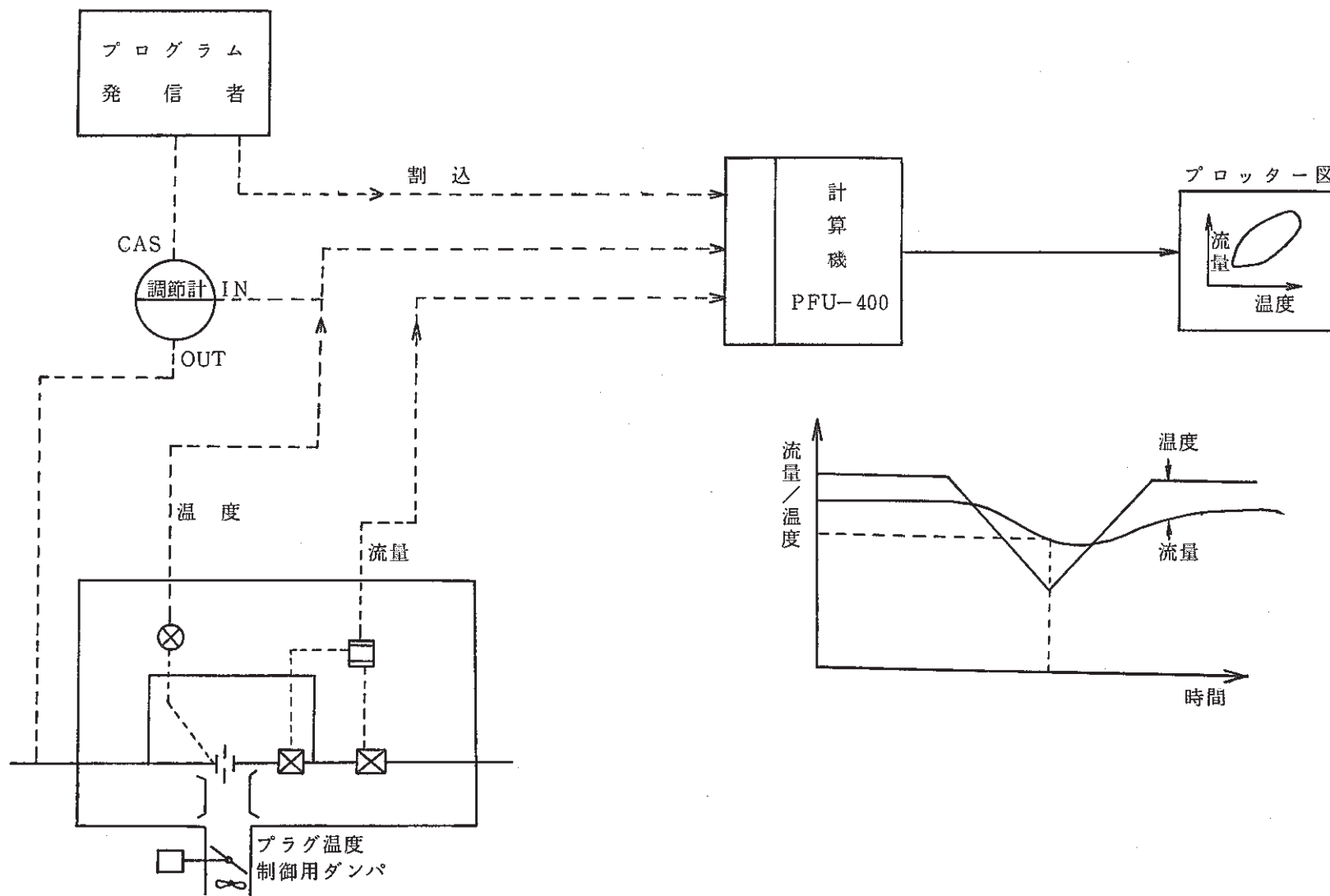


図 13.2.1. 自動プラグ温度測定器 概要図

とか、プラグ温度を明記したグラフをプロッター出力して運転記録に出す様にするなどの必要がある。  
今後データを採取し、プラグ温度も計算機よりデジタル表示出来る様にしてプラグ温度計の  
完全無人測定を行なう予定である。



## 14. 結 論

50 MW蒸気発生器試験施設計算機システムを用いて“もんじゅ”用運転監視システムの開発を行ない本施設の運転に適用することにより蒸発器出口蒸気温度過熱度、ナトリウム水反応小リーク自動判定、プラントデータ表示、微係数及び到達時間警報等が、運転監視方式として有効であることを示した。今回は主に企画、プログラム試作に力を注がざるを得ず、データ収集、評価検討に関しては十分に行えたとは言えず、今後も各種試験を実施しその有効性を検討する予定である。これらの結果は“もんじゅ”に対して十分反映できるものと考えている。ハードウェア類の急速な進歩に対し、利用技術についてはまだまだ検討を加えるべき点が多く開発はまだそのスタート点にあるという感が強く“もんじゅ”での運転監視システムを考える上で今一番行うべき事は運転・電気・機械・物性・計測制御・情報処理といった多方面に渡る専門家を集めてのブレインストーミング的な作業を行い、もんじゅにおける必要運転監視システムとしてとり上げるべき項目の洗い出しとその内容の検討等を行うことであるとする。現状のプラント設備では必要な計器を並べてインターロックを組立てるブロック単位の設計が主体であり、全体を眺めた設計までには至っていないと言えよう。運転員が行なう作業を出来るだけ計算機を含む機械に行なわせプラント運転の信頼性を上げることは重要で、オペレーターサポートという観点での検討が十分行われるべきである。

他面“もんじゅ”の建設費削減という重要な命題がありコストに対する有用性の確固とした根拠がなければ計器や計算機の採用は出来ないといった議論も聞かれる。しかし偶発的に起る異常現象に対してその頻度や影響を十分明らかにすることは、大変な労力を要する作業であり、稼働率を低下させる事象の原因を全て洗い出すことはきわめて困難である。当施設においても設計時には予想もしなかった原因で運転が停止することがまあり、もんじゅにおいてもこのことは十分に検討を加えられねばならない。運転監視システムの中には色々な項目が含まれるが、その一つ一つに対して導入の可否を決定するに当たっては実際に本施設の様な大規模プラントに適用し実績をあげその結果と“もんじゅ”への適用時の問題点を考察してから行うべきであるとする。本施設においては今後とも本報告書でとり上げた方式の十分な実績の蓄積、新規方式の開発と実機への適用を通してハードウェア、ソフトウェア両面についての整備、評価を行うことによりもんじゅにおける運転監視システムの検討を行なってゆく予定である。

## 15. おわりに

本試験研究を行うにあたっては、蒸気発生器の運転時に計算機でのパラメータサーベイ的な作業も実施したためその過程では、かなりの誤警報や冗長な表示を出したことがあった。また計算機ソフトウェアシステム製作上かなりの冒険も行ったので計算機ダウンも数多く発生した。

この様な面倒な事態に十分対処していただいた試験グループ各位に感謝したい。

また計算機導入や各種配線作業・リレー回路製作などに面倒を見ていただいた保修グループの方々にも感謝したい。

最後にかなり難物と思われるプログラムを完璧に作成していただいた ファコム・ハイタックKKの関係各位にも感謝の意を表したい。

## 16. 参考文献

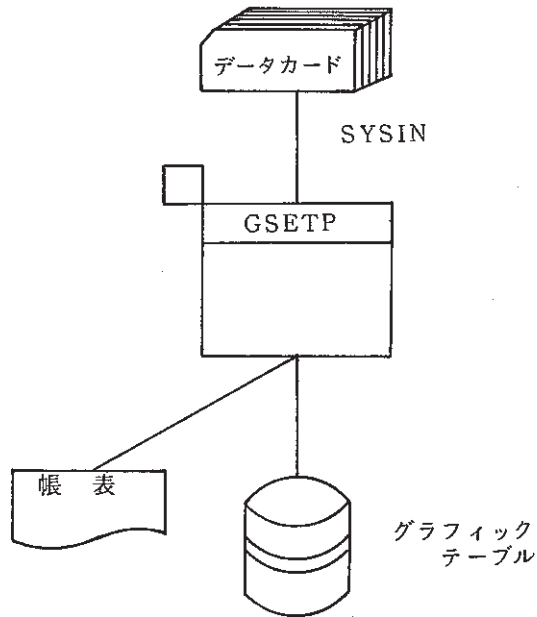
- 1) 高橋・他 : SN941 75-72 75年 11月 50MW蒸気発生器試験施設運転報告書
- 2) 佐藤・他 : SN952 75-05 75年 8月 50MW蒸気発生器試験施設運転要領書別冊
- 3) 永瀬・他 : PNC SN952 78-01 78年6月 50MW蒸気発生器試験施設 運転要領書
- 4) 阿部明男 : PNC SN941 78-39 78年3月 50MW蒸気発生器試験施設におけるプラントトリップ記録(76-1~77-3)
- 5) 白土・他 : PNC SN941 78-104 78年8月 50MW蒸気発生器試験施設運転報告書No. 2
- 6) 西原孝二 : PNC SN941 79-17 78年2月 50MW蒸気発生器試験施設におけるプラントトリップ記録(77-4~78-3)
- 7) 法月・他 : PNC SN941 77-45 77年1月 50MW蒸気発生器試験施設における水リーク検出システム評価試験 — 第一報 —
- 8) 法月・他 : PNC SN941 78-50 78年3月 50MW蒸気発生器試験施設における水リーク検出システム評価試験-第5報-注水素試験
- 9) 進藤 : PNC SN952 78-07 78年10月 小リーク・ナトリウム-水反応「セーフティ・マップ」解析コードSWAC-10-MJ/1の使用マニュアル

## 付録一 グラフィック・テーブル作成方法

### グラフィックテーブル作成使用手引

#### 1. 機能概要

データをSYSINにより読み込んで、グラフィックテーブルを作成し、データ内容をリストに出力する。



付一 機能概要

#### 2. 制御文

以下の制御文でバッチジョブストリームとして行なわれる。

//JOB

//GSETP

/TBN0=XX

データカード
--------

/END

//END

2.1 補助制御文の説明

2.1.1 /TBN $\bar{0}$  = XX

グラフィックテーブルのテーブルNo.1から20までの数字で指定する。

2.1.2 /END

データの終了を意味する。

3. データカードフォーマット

グラフィックテーブル作成用カードフォーマット仕様参照 (付-6)

4. グラフィックテーブル

ファイルNo = 00B0

詳細はグラフィックテーブル仕様ソフトウェア説明書

5. エラーメッセージ

5.1 タイプライター

表付-1 タイプライター出力

内 容	原 因
C $\bar{0}$ NTR $\bar{0}$ ERR	制御文(/TBN $\bar{0}$ = XX)の誤まり

5.2 LPリスト

表 5.6.4.2 LPリスト

内 容	原 因	詳 細
M	主ペラに誤まりがある。	1 数字以外のコードがある。 2 パターンコードが1~17の範囲以外である。 3 色コードが0~6の範囲以外である。
D	データ部に誤まりがある。	1 数字以外のコードがある。 2 各データの値が上下限をオーバーしている。 3 各データの値が未定義である。 4 座標データ間の関係が不適當である。 $X_S \leq X_P \leq X_E, Y_S \leq Y_P \leq Y_E$ になっていない。
T	通番に誤まりがある。	1 数字以外のコードがある。 2 通番が抜けている。 3 通番が重複している。

注) 主ペラのパターンコードにエラーがある時は、グラフィックテーブルは作成されないの  
 で、カードを修正して再投入する。

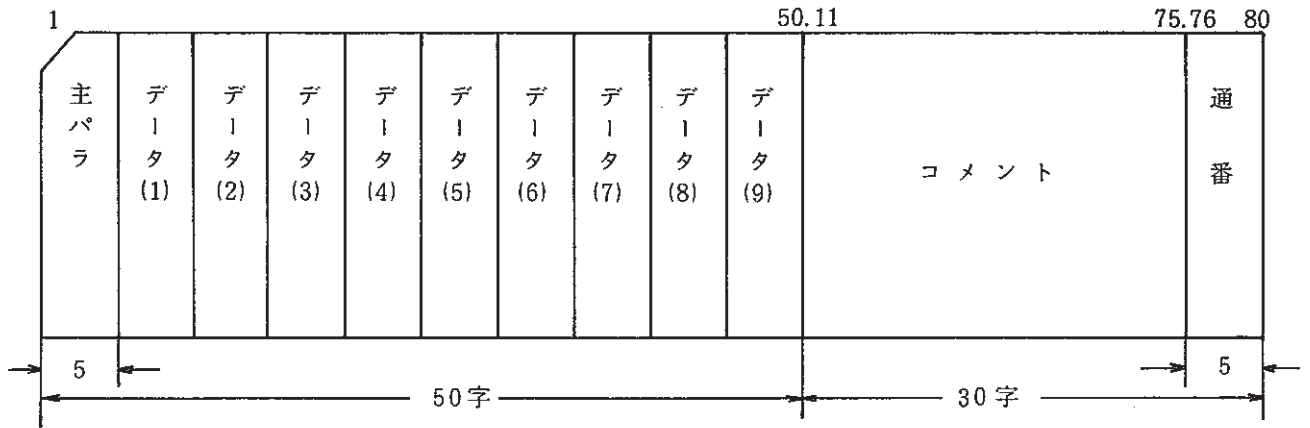
## 6. カードフォーマット

### 共通フォーマット

- 横 線
- 縦 線
- 四 角
- 一型, 二型
- T字型
- 十字型
- 横 弁
- 縦 弁
- 文 字
- 画 素
- 時 計
- アナログデータ
- 色修飾 2 値
- 色修飾 3 値
- 色修飾アナログ 2 値
- 色修飾アナログ 3 値

CRTパターンテーブル・データ・カードフォーマット

(共通フォーマット)



1 ~ 50 : データエリア  
51 ~ 75 : コメントエリア

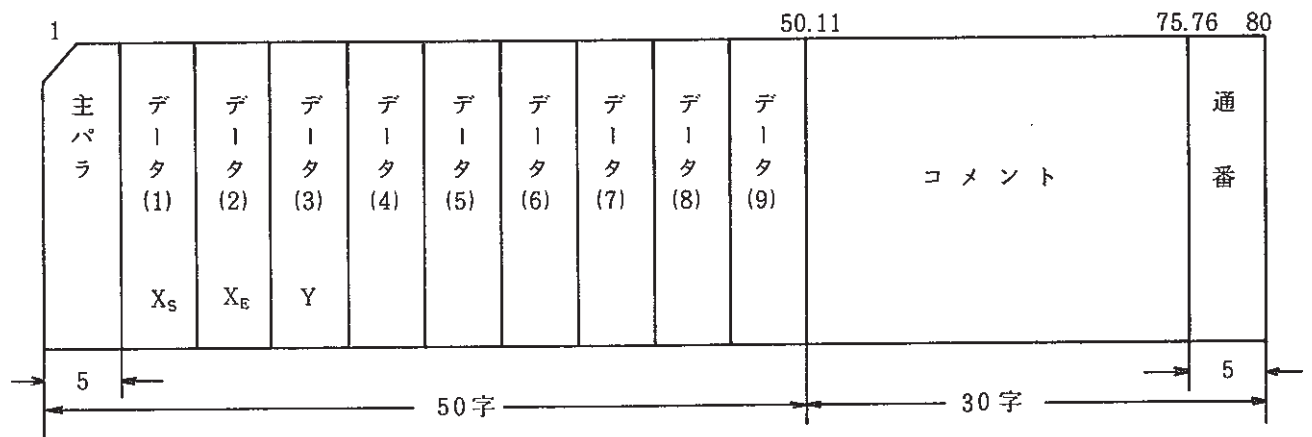
主パラ : 負ブリンク有, 正ブリンクなし

$|P| \div 10$  ..... 商 : パターンコード

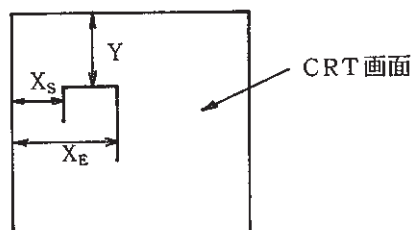
余 : 色コード

0 1 2 3 4 5 6  
白 シ マ 青 黄 緑 赤  
ア ゼ  
ン  
タ

(1) 横線

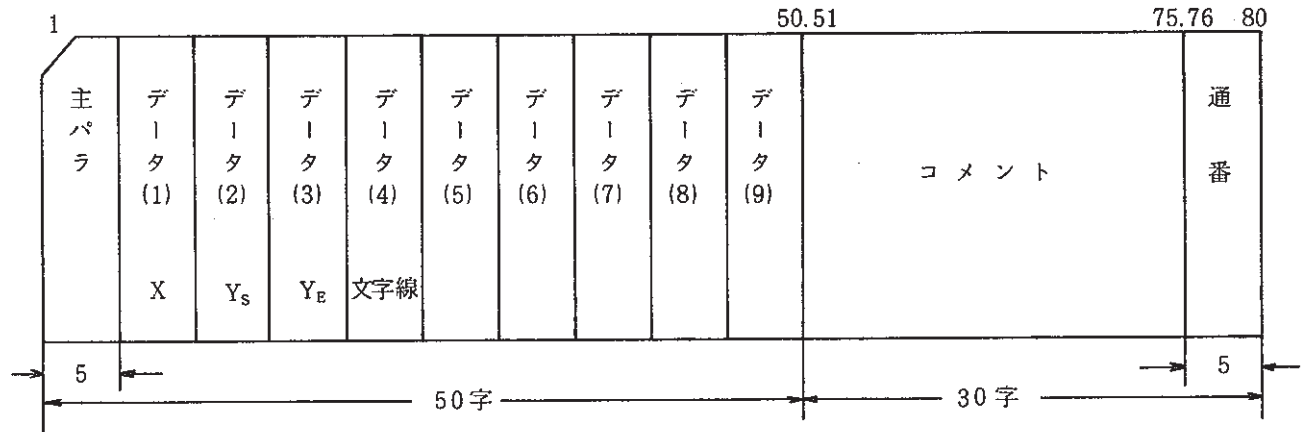


1 ~ 50 : データエリア  
51 ~ 75 : コメントエリア



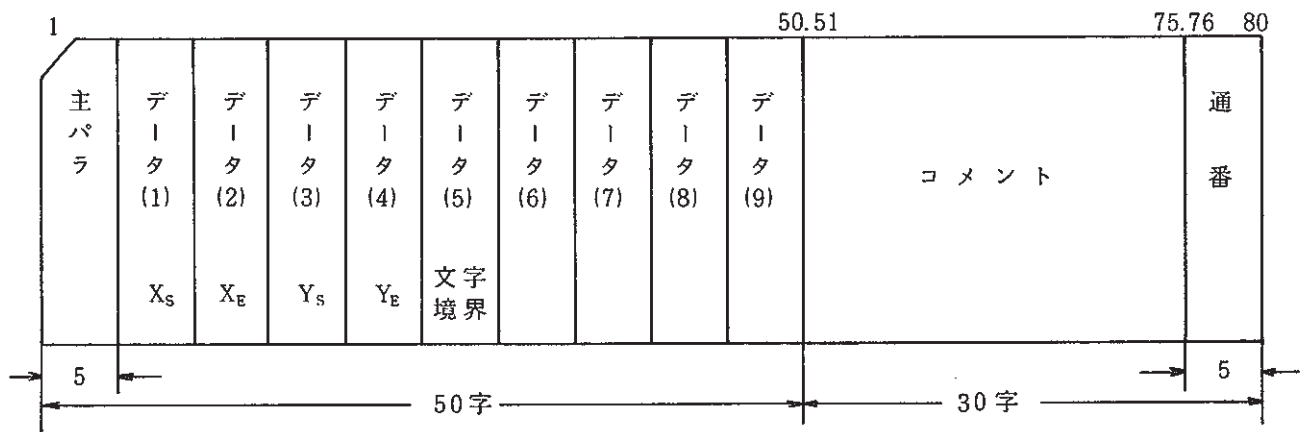
CRTパターンテーブル・データ・カードフォーマット

(2) 縦線



1 ~ 50 : データエリア  
 51 ~ 75 : コメントエリア  
 文字境界 = 0 : 2文字  
 1 : 1文字

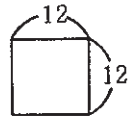
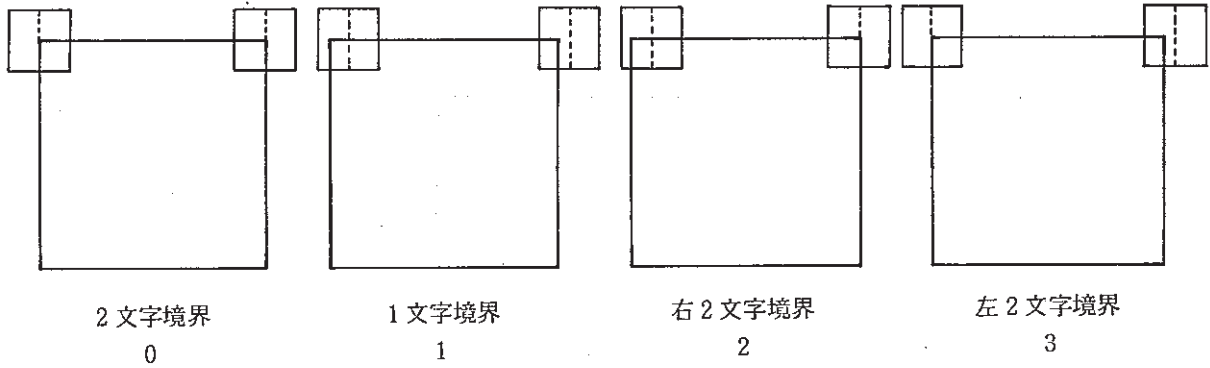
(3) 四角



1 ~ 50 : データエリア  
 51 ~ 75 : コメントエリア  
 文字境界 = 0 : 2文字  
 = 1 : 1文字  
 = 2 : 右2文字境界  
 = 3 : 左2文字境界

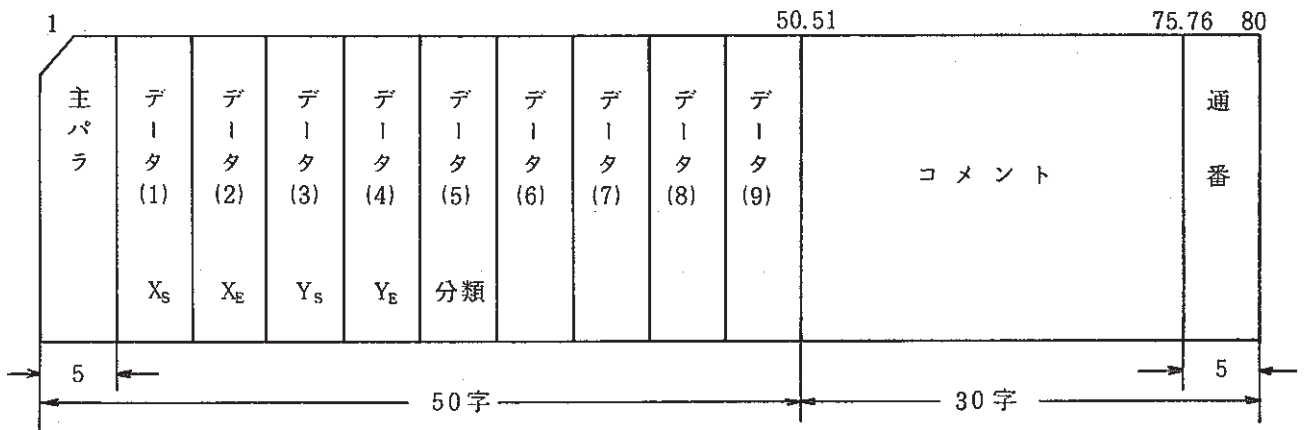


$X_S = 0, X_E = 8$



CRTパターンテーブル・データ・カードフォーマット

(4) , (5)



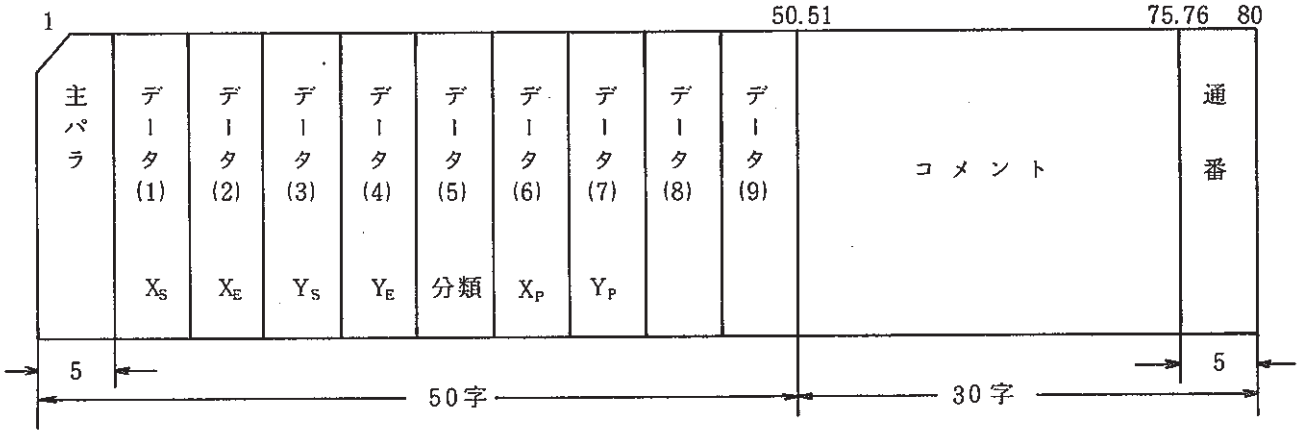
1 ~ 50 : データエリア  
51 ~ 75 : コメントエリア

分類 10進2桁  
0 ~ 3 : 2文字境界  
10 ~ 13 : 1文字境界  
20 ~ 23 : 右2文字境界  
30 ~ 33 : 左2文字境界

0 :    
1 :    
2 :    
3 :

CRTパターンテーブル・データ・カードフォーマット

(6) T字型



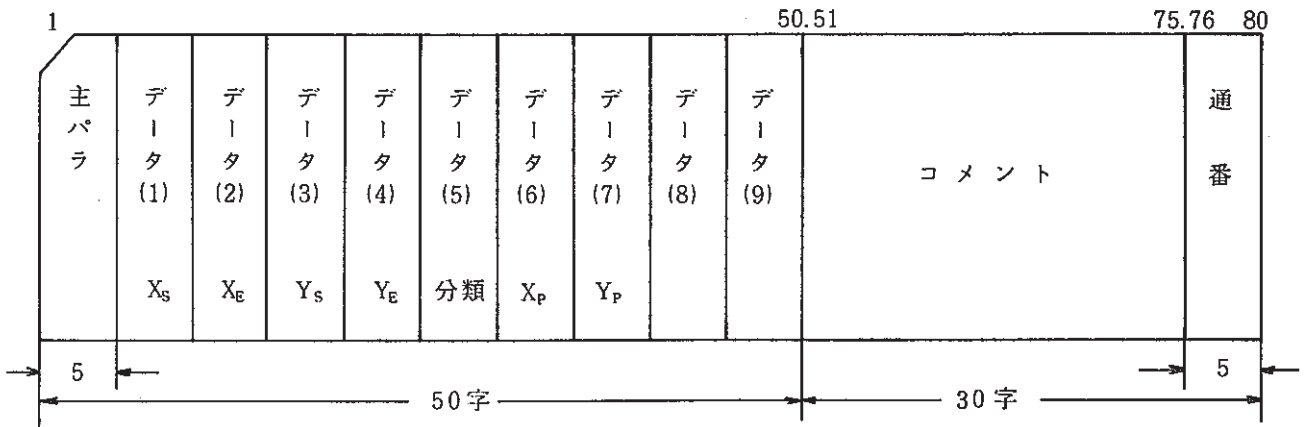
分類 10進2桁

1 ~ 50 : データエリア  
51 ~ 75 : コメントエリア

0 ~ 3 2文字境界  
10 ~ 13 1文字境界

X<sub>P</sub>, Y<sub>P</sub> : 交差座標  
 $(X_S, Y_S) \quad (X_P, Y_P) \quad (X_E, Y_E)$   
 $(X_P, Y_E)$

(7) 十字

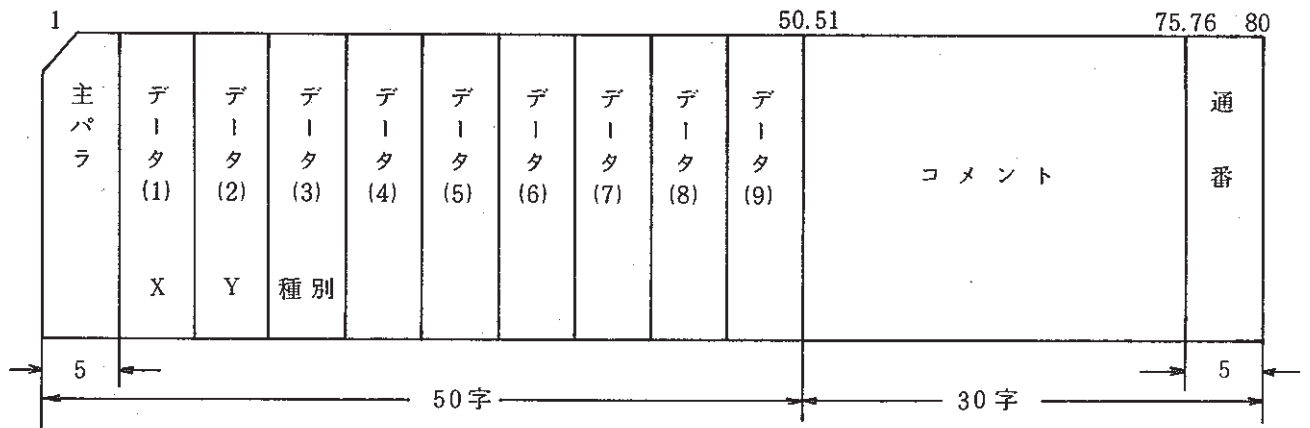


1 ~ 50 : データエリア  
51 ~ 75 : コメントエリア

分類 0 : 大十字  
1 : 小十字

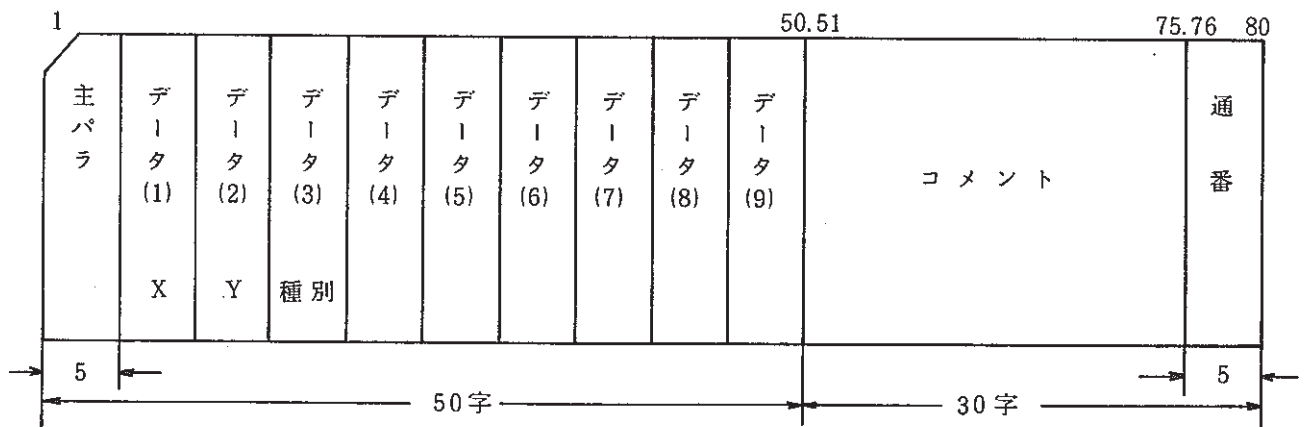
CRTパターンテーブル・データ・カードフォーマット

(8) 横 弁



1～50：データエリア  
51～75：コメントエリア  
種別：0 大弁  
1 小弁

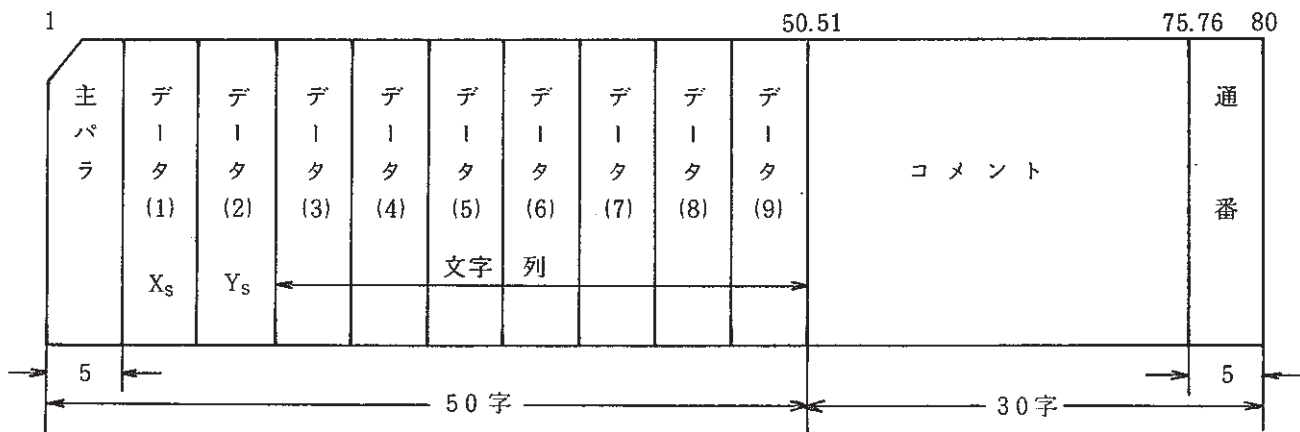
(9) 縦 弁



1～50：データエリア  
51～75：コメントエリア  
種別 = 0 大弁  
= 1 小弁

CRTパターンテーブル・データ・カードフォーマット

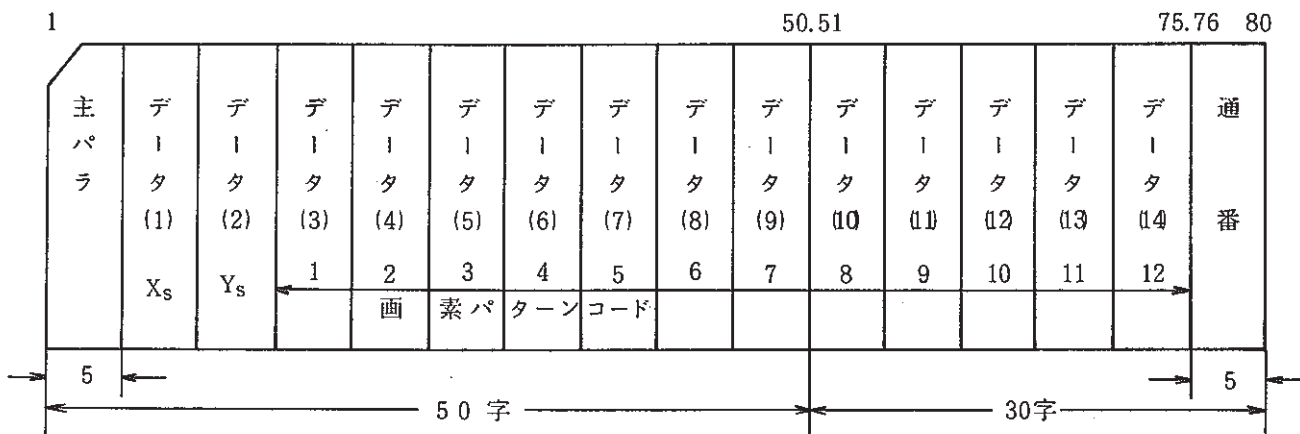
(10) 文字



1 ~ 50 : データエリア  
51 ~ 75 : コメントエリア

ストップコード：「」マーク

(11) 画素パターン

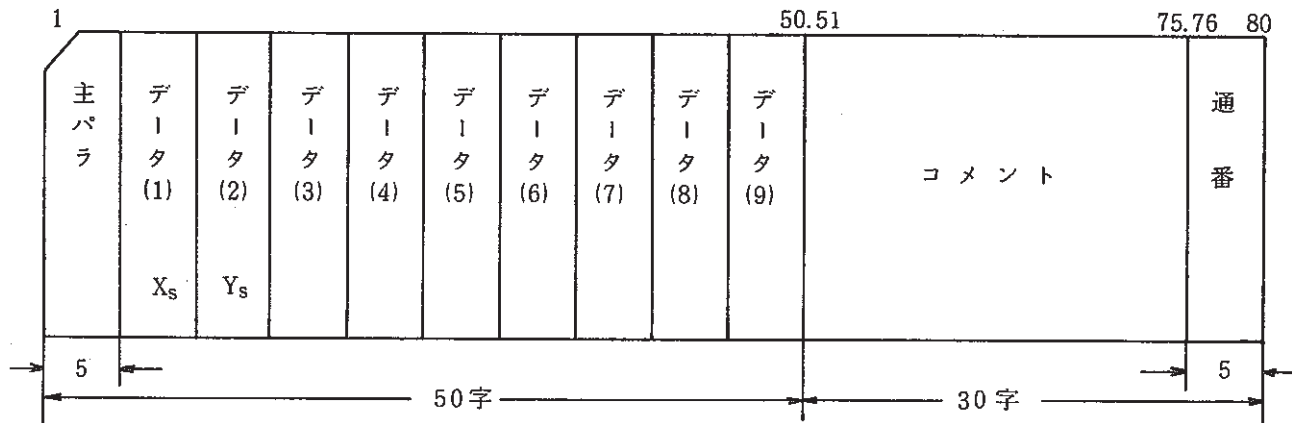


1 ~ 50 : データエリア  
51 ~ 75 : コメントエリア

ストップコード：-1

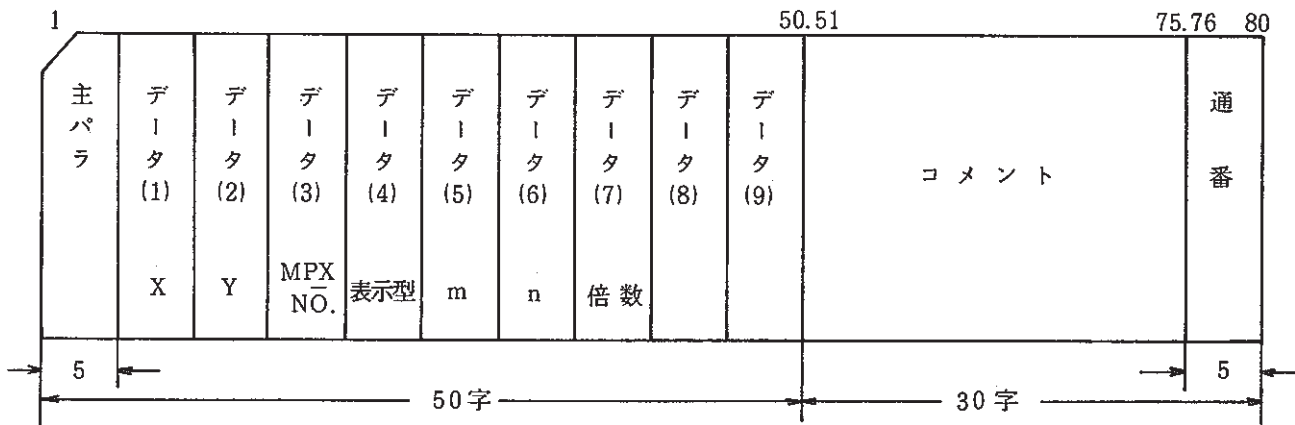
CRTパターンテーブル・データ・カードフォーマット

(12) 時計



1 ~ 50 : データエリア  
 51 ~ 75 : コメントエリア  
 YY. MM. DD □ HH : MM : SS

(13) アナログデータ



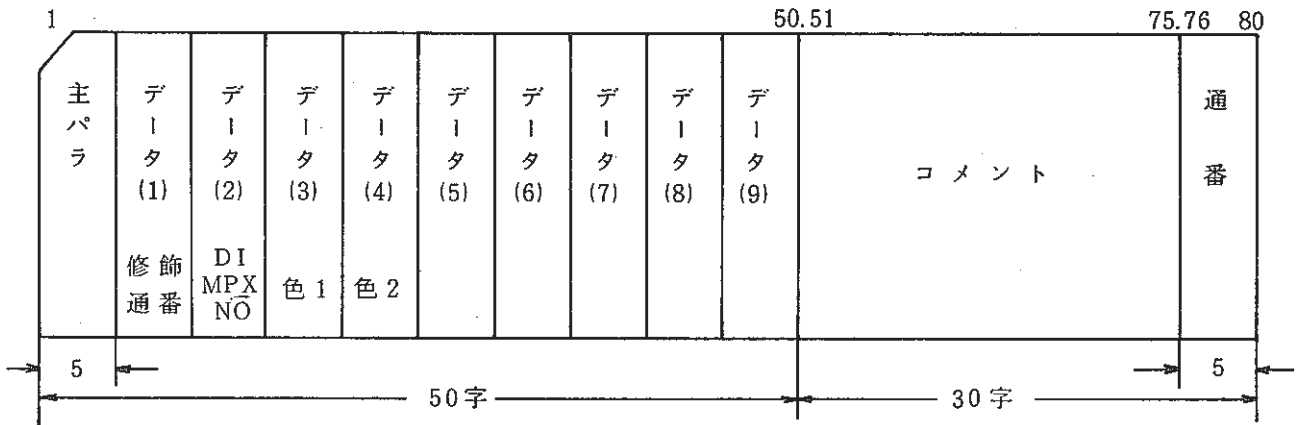
1 ~ 50 : データエリア  
 51 ~ 75 : コメントエリア

表示型 = 0 Fタイプ Fm・m  
 = 1 Iタイプ Im  
 = 2 Eタイプ Em・m

倍 数 入力値のスケール変換用  
 A × 10 倍数

CRTパターンテーブル・データ・カードフォーマット

(14) 色修飾 (2 値)

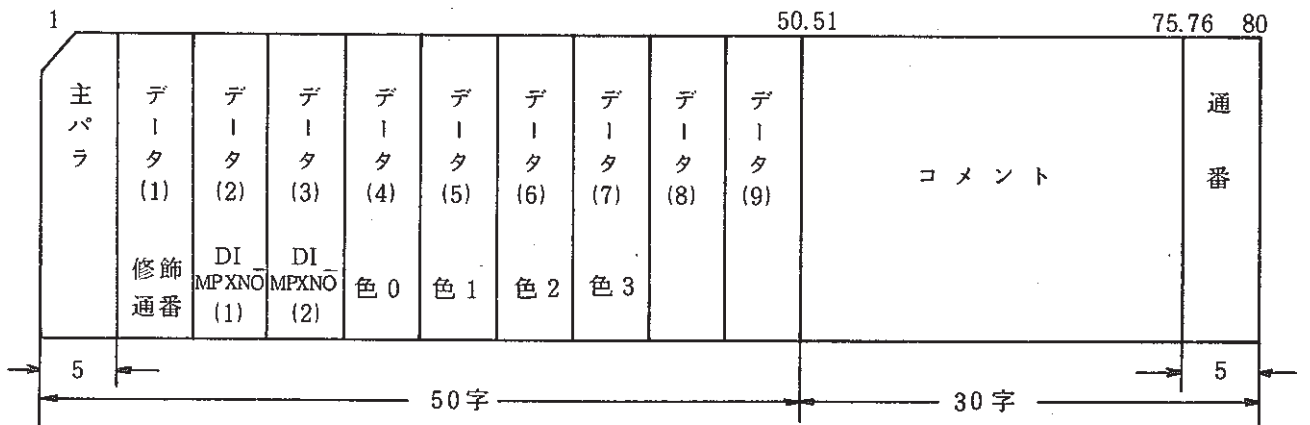


1 ~ 50 : データエリア  
51 ~ 75 : コメントエリア

色 1 : DI = 0 の時の色 負 : ブリンク有  
色 2 : DI = 1 の時の色 "

0	1	2	3	4	5	6
白	シ ア ン	マ ゼ ン タ	青	黄	緑	赤

(15) 色修飾 (3 値)

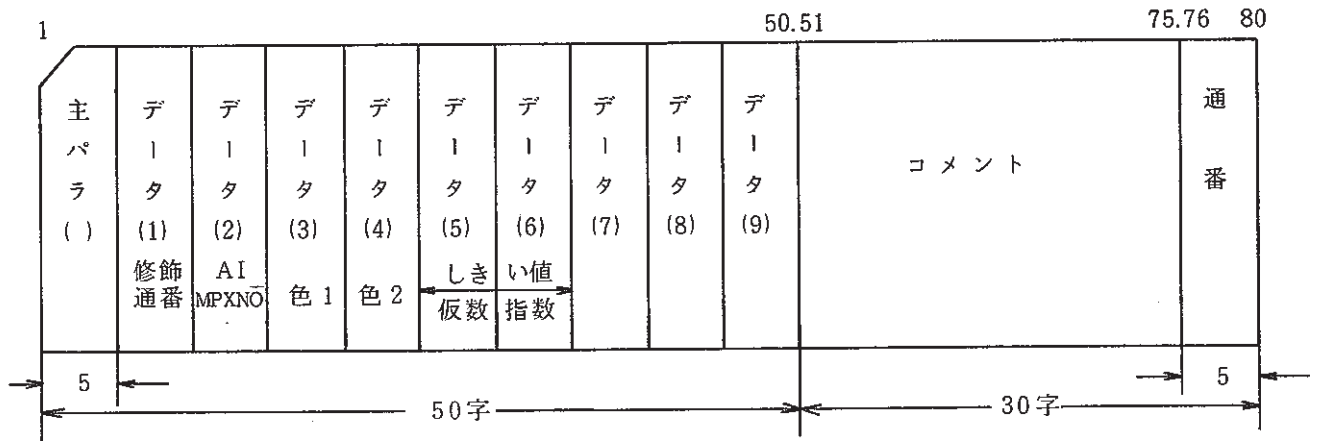


1 ~ 50 : データエリア  
51 ~ 75 : コメントエリア

DI (1)	0	0	1	1
DI (2)	0	1	0	1
	色 0	色 1	色 2	色 3

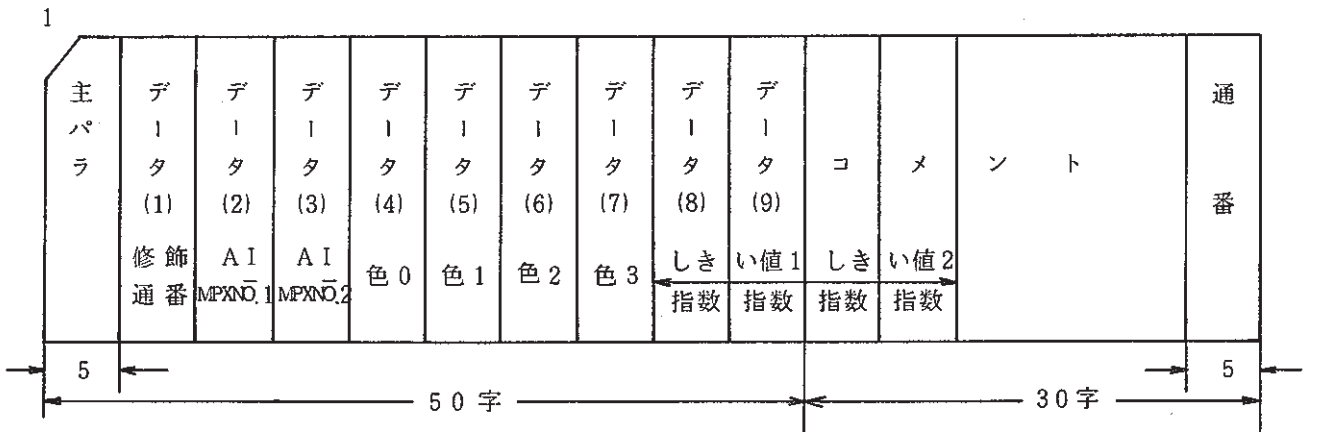
CRTパターンテーブル・データ・カードフォーマット

(16) 色修飾 (アナログ2値)



1 ~ 50 : データエリア  
51 ~ 75 : コメントエリア

(17) 色修飾 (アナログ3値)



1 ~ 50 : データエリア  
51 ~ 75 : コメントエリア

## 付録－2 グラフィック・テーブルデータ例



	1	2	3	4	5	6	7	8
1	//JOB							
2	//GSETP							
3	/TBNO=6							
4	31	6	19	3	9	1		LPG STRABE TANK
5	61	14	14	9	12	3	14	FUEL LINE
6	61	10	10	9	10	3	10	
7	31	7	14	22	26	1		
8	61	10	10	12	22	2	10	
9	61	10	10	26	27	3	10	
10	40	2	8	29	29	11		STEAM LINE
11	60	2	13	30	31	12	8	
12	40	16	20	30	31	3		
13	40	20	20	18	28	0		
14	60	23	29	18	22	13	24	
15	60	24	29	24	28	10	24	
16	40	24	29	30	30	12		
17	41	10	17	28	29	02		FUEL LINE
18	61	18	21	20	29	12	19	
19	41	19	21	13	19	10		
20	31	26	30	12	14	1		EVR
21	61	24	26	13	13	11	13	
22	61	30	35	13	13	10	13	
23	61	22	25	26	29	12	22	
24	61	22	25	20	25	10	23	
25	41	22	25	17	19	10		
26	31	30	36	12	19	1		NO.3 SVR
27	31	30	36	21	25	1		NO.2 SVR
28	31	30	36	27	31	1		NO.1 SVR
29	61	28	30	16	18	11	17	
30	61	28	30	22	24	11	23	
31	61	28	30	28	30	11	29	
32	41	34	37	8	8	12		
33	61	38	41	7	9	01	8	
34	61	36	41	11	14	01	13	
35	61	36	37	16	18	10	17	
36	61	36	37	22	24	10	23	
37	61	36	37	28	30	10	29	
38	61	38	39	17	19	13	38	
39	61	38	38	20	25	11	23	
40	41	38	38	26	29	13		
41	61	40	43	16	17	02	40	
42	61	46	49	17	17	12	48	
43	41	54	57	9	16	10		
44	41	54	57	18	25	12		
45	61	52	54	16	18	11	17	
46	41	61	74	6	7	10		
47	41	61	74	22	23	10		
48	61	58	71	8	9	12	61	
49	61	58	71	24	25	12	61	
50	41	79	81	6	7	10		

	1	2	3	4	5	6	7	8						
51	61	79	81	8	8	10		8	47					
52	61	74	79	9	9	11		9	48					
53	61	79	81	10	10	10		10	49					
54	41	79	81	11	12	12			50					
55	41	79	81	22	23	10			51					
56	61	79	81	24	24	10		24	52					
57	61	74	79	25	25	11		25	53					
58	61	79	81	26	26	10		26	54					
59	41	79	81	27	28	12			55					
60	44	88	96	3	4	10			56					
61	44	88	97	14	15	12			57					
62	44	88	96	19	20	10			58					
63	44	88	97	30	31	12			59					
64	32	76	90	4	14	1			60					
65	32	76	90	20	30	1			61					
66	111	6	23	119	74	118	64	0	64	119	74	118	-1	62
67	111	6	24	65	114	67	64	0	64	65	114	67	-1	63
68	111	6	25	117	75	116	64	0	64	117	75	116	-1	64
69	111	34	6	122	-1									65
70	111	40	6	14	-1									66
71	111	34	7	92	-1									67
72	111	48	15	122	-1									68
73	111	48	16	92	-1									69
74	111	75	6	94	-1									70
75	111	75	22	94	-1									71
76	116	82	6	35	98	98	-1							72
77	116	82	8	35	98	98	-1							73
78	116	82	10	35	98	98	-1							74
79	116	82	12	35	98	98	-1							75
80	116	82	22	35	98	98	-1							76
81	116	82	24	35	98	98	-1							77
82	116	82	26	35	98	98	-1							78
83	116	82	28	35	98	98	-1							79
84	114	88	5	120	-1									80
85	114	88	6	120	-1									81
86	114	88	7	120	-1									82
87	114	88	8	120	-1									83
88	114	88	9	120	-1									84
89	114	88	10	120	-1									85
90	114	88	11	120	-1									86
91	114	88	12	120	-1									87
92	114	88	13	120	-1									88
93	114	88	21	120	-1									89
94	114	88	22	120	-1									90
95	114	88	23	120	-1									91
96	114	88	24	120	-1									92
97	114	88	25	120	-1									93
98	114	88	26	120	-1									94
99	114	88	27	120	-1									95
100	114	88	28	120	-1									96

	1	2	3	4	5	6	7	8
101	114	88	29	120	-1			97
102	91	10	11	0		ASV602		98
103	91	14	11	0		ASV601		99
104	80	4	31	0		PCV318		100
105	80	14	31	0		PCV606		101
106	81	22	13	0		MSV601		102
107	81	26	17	0		ASV607		103
108	81	26	23	0		ASV606		104
109	81	26	29	0		ASV605		105
110	91	40	10	0		PCV610		106
111	91	40	15	0		MSV602		107
112	81	44	17	0		PCV607		108
113	81	50	17	0		MSV605		109
114	81	64	9	0		PCV601		110
115	81	68	9	0		ASV603		111
116	81	72	9	0		MSV603		112
117	81	64	25	0		PCV602		113
118	81	68	25	0		ASV604		114
119	81	72	25	0				115
120	114	97	3	94	-1			116
121	114	97	19	94	-1			117
122	101	7	1	LPG STORAGE				118
123	101	9	2	TANK				119
124	101	13	5	(C)				120
125	101	13	7	(M)				121
126	101	7	11	ASV				122
127	101	7	12	602				123
128	101	16	11	ASV				124
129	101	16	12	601				125
130	101	4	32	PCV				126
131	101	4	33	318				127
132	101	14	32	PCV				128
133	101	14	33	606				129
134	101	22	14	MSV				130
135	101	22	15	601				131
136	101	27	13	EVSR				132
137	101	24	16	ASV607				133
138	101	32	16	NO3				134
139	101	32	17	SVR				135
140	101	26	21	ASV				136
141	101	26	22	606				137
142	101	32	22	NO2				138
143	101	32	23	SVR				139
144	101	26	27	ASV				140
145	101	26	28	605				141
146	101	32	28	NO1				142
147	101	32	29	SVR				143
148	101	38	4	TO AUX				144
149	101	38	5	BOILER				145
150	101	31	6	RV				146

	1	2	3	4	5	6	7	8		
151	101	31	7606					147		
152	101	42	10PCV					148		
153	101	42	11610					149		
154	101	42	15MSV					150		
155	101	42	16602					151		
156	101	47	14RV605					152		
157	101	45	18PCV MSV					153		
158	101	39	19(ATG) 607 605					154		
159	101	91	2(C)					156		
160	101	79	3(C)					157		
161	101	64	5PILOT BURNER					158		
162	101	64	10PCV ASV MSV					159		
163	101	57	11(C) 601 603 603					160		
164	101	58	13FUEL					161		
165	101	65	14(NM**3/H)					162		
166	101	93	14(T/H)					163		
167	101	58	15AIR					164		
168	101	76	15NO.1 SODIUM					165		
169	101	65	16(KM**3/H) HEATER					166		
170	101	96	16(C)					167		
171	101	96	18(C)					168		
172	101	79	19(C)					169		
173	101	64	21PILOT BURNER					170		
174	101	71	24(ATG)					171		
175	101	64	26FCV ASV MSV					172		
176	101	57	27(C) 602 604 604					173		
177	101	58	29FUEL					174		
178	101	65	30(NM**3/H)					175		
179	101	58	31AIR					176		
180	101	76	31NO.2 SODIUM					177		
181	101	65	32(KM**3/H) HEATER					178		
182	101	93	30(T/H)					179		
183	101	96	32(C)					180		
184	150	98	1313 1314	4	6	5	0	ASV602	183	
185	150	99	1311 1312	4	6	5	0	ASV601	184	
186	150	102	1307 1308	4	6	5	0	MSV601	185	
187	150	107	1309 1310	4	6	5	0	MSV602	186	
188	150	111	67 1315	4	6	5	0	ASV603	187	
189	150	112	65 1305	4	6	5	0	MSV603	188	
190	150	114	68 1316	4	6	5	0	ASV604	189	
191	150	115	66 1306	4	6	5	0	MSV604	190	
192	134	8	5 110	0	5	1		T16001	LPG INNER TEMP	191
193	134	8	7 124	0	5	1		L16001	LPG TANK LEVEL	192
194	134	39	18 115	0	5	1		P16006	SVR OUT PRESS	193
195	134	91	2 8	0	5	1		T11004	NO1 NA HTR OUT	194
196	134	74	3 115	0	5	1		T16021	OUT AIR TEMP	195
197	134	56	10 111	0	5	1		T16002	LPG TEMP	196
198	134	59	14 119	0	6	1		F16001	FUEL FLOW	197
199	134	59	16 121	0	5	1		F16021	AIR FLOW	198
200	134	92	13 36	0	6	1		F11002	NA FLOW	199

	1	2	3	4	5	6	7	8	
201	134	91	16	14	0	5	1	T11002 NO1 NA HTR IN 200	
202	134	91	18	9	0	5	1	T11005 NO2 NA HTR OUT 201	
203	134	74	19	114	0	5	1	F16021 OUT AIR TEMP 202	
204	134	66	24	118	0	5	1	F16009 LPG PRESS 203	
205	134	56	26	112	0	5	1	T16003 LPG TEMP 204	
206	134	59	30	120	0	6	1	F16002 FUEL FLOW 205	
207	134	59	32	122	0	5	1	F16022 AIR FLOW 206	
208	134	92	29	37	0	6	1	F11003 NA FLOW 207	
209	134	91	32	15	0	5	1	T11003 NO2 NA HTR IN 208	
210	101	90	OPAGE 6-						155
211	101	40	3750 MW FUEL SYSTEM-						181
212	122	68	1						CLOCK 182
213	/END								
214	//END								