

g. 所内電気設備

(a) 主変圧器

- i. マラヤ1号の115KV 側ブッシングフランジに、マラヤ2号の油ポンプフランジに油洩れが生じている。
- ii. コンサバータ・ブリーザ用シリカゲルがピンクに変色して効力を失っている。
- iii. 230KV 避雷器の破損がマラヤ1号で2度、マラヤ2号で1度生じた。しかし送電線出口の避雷器及び115KV 側の避雷器には破損事故は生じていない。

当発電所はLaguna湖岸に設置されているがLaguna湖は淡水の湖であり塩分汚損は考えられない。

全ての避雷器は定格電圧192KVのオハイオプラス製のものに取替えられた。

- iv. マラヤ2号の主変圧器は115KVと230KVの連絡変圧器として使用されているこのため、マラヤ2号を停止する場合は系統の状態を考慮に入れておく必要がある。特に変圧器の保守作業を行なう場合にはこのことを良く検討しておく必要がある。主変圧器を保守点検のため系統から切離す場合はシステム・オペレーション・デパートメントの許可を受ける必要がある。
- v. マラヤ1号の主変圧器と相分離母線の接続部のセンタリングがずれている。

勧告

- i. 変圧器の油洩れを修理すること。
- ii. ブリーザーのシリカゲルを取替えること。
- iii. 230KV 避雷器の対策として添付“230KV主変圧器用避雷器について”を参照のこと。
- iv. 系統の信頼性向上のため230KVと115KV変電所を連繋する連絡変圧器を将来設置することを推奨する。
- v. マラヤ1号主変圧器の相分離母線との接続部を点検し、フレキシブル・ジョイント部に張力が加わっていないかどうかを調査すること。もし張力が加わっているようであれば、バスタクトのセンタリングを調整すること。

(b) 所内電気系統

Ⅰ. マラヤ1、2号 4160V、480V系統

- (i) コントロール・センタの予備ユニットは故障したままで放置されている。内部はひどく汚損している。
- (ii) 雨水の漏水対策としてコントロール・センタに仮りの笠を取付けている。
- (iii) 4160/480Vパワー・センタ変圧器は温度の高い所に設置されている。

勸告

- (i) 予備ユニットと言えども他のユニットが故障した時には直に使用できるよう完全な状態に保っておくこと。
- (ii) 4160V及び480Vスイッチギヤの分解点検をメーカ指導員と共に実施しNAPOCORの保守要員の技術の取得に当らせること。
- (iii) 定期修理期間中にコントロール・センターの接触器の分解点検、清掃、端子の増締めを実施すること。
- (iv) 建物の雨洩れの修理を実施すること。
- (v) パワー・センター変圧器の設置場所は高温の場所にあるため、この換気扇は十分な保守点検を行ない良好な状態に保っておくこと。

Ⅱ. 直流系統

マラヤ1号ユニット

- (i) 電極が湾曲しており、電極のはく離片がセル底部にみられる。
- (ii) 最近電解液比重が正常値より低くなったため2セルが取替えられた。
- (iii) 上記現象はバッテリー寿命がここ2～3年の内につきるものと考えられる。

マラヤ2号ユニット

- (i) 新規にバッテリーを据付中である。

勸告

- (i) マラヤ1号のバッテリーはマラヤ2号のバッテリーが使用開始した後次の定期修理期間中に取替えを行なうこと。

### Ⅲ. 非常用ディーゼル発電機

- (i) 手動起動試験は毎週実施されている。
- (ii) 自動起動装置は設けられていない。

#### 勸告

もし夜間に全停事故が発生した場合、手動起動は非常に困難であるので自動起動及び電気回路の自動切換装置をできるだけ早く設置すること。

### Ⅳ. 電動機

#### マラヤ2号

- (i) 過負荷及び軸受温度高のため、定差圧燃料油ポンプ(CDFOP)が運転できない。
- (ii) 電動機は、定期修理毎に分解点検されている。
- (iii) 1982年9月4日に異常音と軸受温度高のためタービン駆動ボイラー給水ポンプ・ブースターポンプのモーターが分解点検され、ローラーベアリングがはく離現象を生じていたため取替えられた。

この分解点検で軸受内輪やカップリングを抜き出すためにボルトが溶接されていた。しかしこの様な場合には軸やカップリングの歪を防ぐため適切な抜出工具を使用すべきである。

#### 勸告

- (i) 定差圧燃料油ポンプ(CDFOP)のモーターの修理もしくは取替を実施すること。
- (ii) 長期間停止されたモーターを起動する場合は起動前に絶縁抵抗を測定し、記録を取っておくこと。
- (iii) 適切な潤滑油脂を使用すること。又、全ての装置について潤滑油脂リストを作成しておくこと。
- (iv) 適切な分解工具を使用すること。

### V. 本館内照明

本館内の照明は不十分であり、断芯したランプが多数みられた、特にボイラ室は暗い。

運転・保守の便をはかるために必要な箇所には照明灯の増設を行なうと共に芯切れランプを交換すること。

## 230KV 主変圧器避雷器について

### 1. 経緯

マラヤ1、2号の主変圧器に取付けられている230KV避雷器が連続的に破損した。

マラヤ1号            1981年 2月28日

                         1982年 5月19日

マラヤ2号            1981年12月36日

破損した避雷器は日立製で定格192KVのものである。その後避雷器は全数オハイオプラス製192KV MPR-192型のものに取替えられた。

### 2. JEC(日本電気規格調査会)の標準規格における推値

JECは230KV回路の900KV BILに対して210KV定格電圧を推奨している。(次ページの表参照)

マラヤ1号及びマラヤ2号の変圧器は900KV全波衝撃電圧に耐えるよう設計されており、これはJECの推奨値と一致する。

しかしながら210KV定格の避雷器の採用に当っては変圧器メーカー(日立)と充分協議することを推奨する。

表 5 E-4 避雷器 の保護特性と絶縁協調  
(直接接地系)

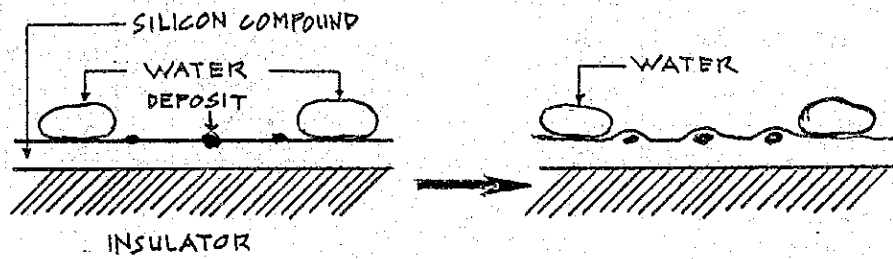
(In case of effective grounding system)

System	Normal Voltage KV	(1)	220
	Maximum operation Voltage (KV)	(2)	240
	Insulation Class	(3)	170
Insulation Level (KV)	BIL	(4)	900
	BSIL	(5)	-
	At Rated Frequency	(6)	395
Rating and Allowance of Applicable Lightning Arrester	K %	(7)	90
	Rated Voltage (KV)	(8)	210
	(8)/(2) %	(9)	87.5
	3 %	(10)	-
	B	(11)	-
	Normal Discharge Current (KV)	(12)	10
Lightning Impulse Discharge Voltage (KV)		(13)	638
Residual Voltage (KV)	10 KA	(14)	672
	5 KA	(15)	609
	2.5 KA	(16)	-
Surge Impulse Discharge Voltage (KV)		(17)	601
Protection Level and Allowance of Withstand Voltage (%)	$= \frac{(4) - (13)}{(4)}$	(18)	29
	$= \frac{(4) - (14)}{(4)}$	(19)	25
	$= \frac{(4) - (15)}{(4)}$	(20)	32
	$= \frac{(4) - (16)}{(4)}$	(21)	-

### 3. JICA調査団による勧告

避雷器の破損事故を防止するためにシリコンコンパウンド（シリコングリースではない）を塗布することが有効である。

シリコンコンパウンドは碍子表面の絶縁をアメーバ作用によって良好な状態に保つため、放電素子の電圧分布が均一になり、放電素子の特性を安定させることができる。



シリコンコンパウンドの塗布厚さは 0.5～1.0 mm を推奨する。シリコンコンパウンドを準備するため、あらかじめ碍子の表面積を知り、下記の計算式でその必要量を計算しておく。

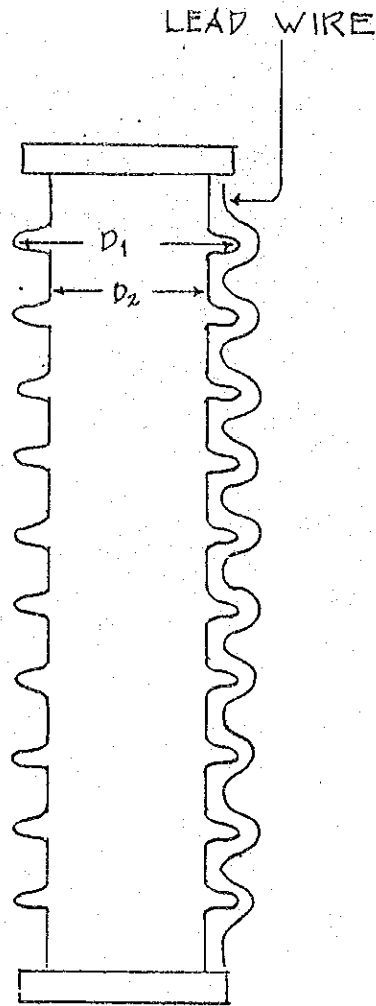
$$Q = t \cdot s \quad (\ell) \quad t : \text{コンパウンド塗布厚さ (mm)}$$

S : 表面積 (m<sup>2</sup>)

Q : 所要量 (ℓ)

もしカタログに表面積の表示がない場合には、次の方法で表面積を知ることができる。

図 5 E-3 4 表面積の測定



- (1) 鉛線で漏洩距離を測定する L (m)
- (2) 直径  $D_1$ 、 $D_2$  を測定する。 (m)
- (3) 表面積の計算

$$D_m = \frac{D_1 + D_2}{2}$$

$$S = L \times 3.14 \times D_m \quad (m^2) \quad D_1 \quad (m)$$

$$D_2 \quad (m)$$

$$L \quad (m)$$

## 再塗布

アメーバ作用は時間の経過とともに低下するので古いシリコンコンパウンドはふき取り再塗布すること。シリコンコンパウンドの寿命は環境条件にもよるが、マラヤ地区より悪い環境の中でも1年間はその性能を維持した実績がある。

したがって1年に1回の再塗布を推奨する。シリコンコンパウンドの寿命の末期には雨中でのコロナ発生があり、この場合は直に再塗布を行うべきである。



h. 関連送電設備

- (i) 主変圧器用しゃ断器は他の構内、即ち230KV用はNLRC（北ルソン地区センタ）に所属する構内に、115KV用はMELARCOの構内に設置されている。これらのしゃ断器は発電所の制御室から制御されている。
- (ii) 230KVのしゃ断器及び断路器にはシリコンコンパウンドが塗布されているがその厚さはやゝ薄いと思われた。

勧告

- (i) 保守作業予定が出された場合、適切な保守及び分解点検を行なうためにMELARCO及びNLRCと十分な協調をはかる必要がある。
- (ii) シリコンコンパウンドの塗布厚さは0.5mm～1.0mmとして、1年に1回塗り替えること。
- (iii) 過熱の有無を監視するためしゃ断器の接続部及び断路器の接続部や接触部にサーモラベルを貼り付けること。
- (iv) 架空線及び架空地線についても定期修理中に点検を行なうこと。
- (v) 外部事故による発電所のトリップ事故が頻発しており、これらのトリップを少なくするため次の様な系統構成が考えられる。

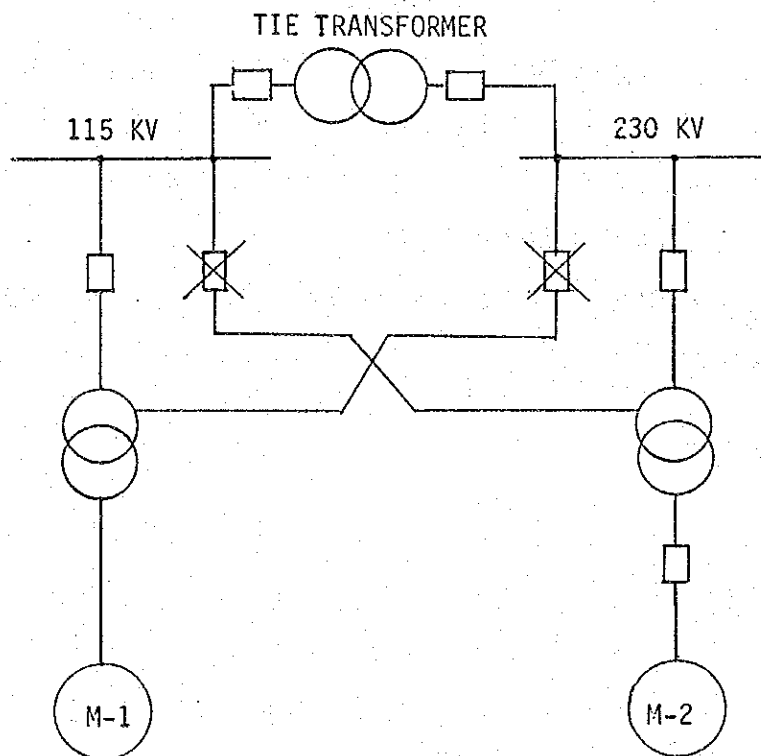


図5E-35 マラヤ発電所主変圧器系統

Ⅰ. 連絡変圧器設置

- ⅱ. マラヤ1号を230KV母線からマラヤ2号を115KV母線から切離す。

長 所

- ⅰ. 後備保護動作時2台同時トリップを防止できる。  
ⅱ. マラヤ2号変圧器を容易に系統より切離すことができる。

i. その他の補機

(a) 計器用空気圧縮機及び除湿装置

- ⅰ. マラヤ1、2号の計装用空気圧縮機は4台設けられているがそのうち1台は連続ローディング中である、又マラヤ1号及びマラヤ2号のエアレンパーは連絡されている。  
ⅱ. 1982年6月にマラヤ1号の空気除湿器は分解され、シリカゲルの交換が行なわれた。又マラヤ2号用は高容量のものと同様に取替えられた。さらに既設と併列にもう一系統追加予定であり現在購入手配中である。  
ⅲ. 1980年10月31日にマラヤ1号の制御空気系統が燃料油の逆流によって汚損された、タンクヤード及び復水貯蔵タンクまわりの制御器はそれ以降現在まで作動していない。

勸 告

- ⅰ. 計装用空気圧縮機の容量は若干小さいように思われる。しかし先ず第一に配管のリークチェック及び空気圧縮機の分解点検を実施し、その後の運転状態が現在と同様であれば、空気圧縮機の追加設置が必要であろう。  
ⅱ. 除湿器のシリカゲルは定期的に取り替えること。  
ⅲ. 汚損された配管や配管部品は取替えを行ない、できるだけ早く制御器を使用できるようにすること。

### 5.3.2 運転及び保守

JICA調査団はガードナー／スナイダー及びマラヤ火力発電所に、これらの発電所のリハビリテーション計画の検討、改善のため5週間滞在した。

JICA調査団滞在中、数度にわたる事故停止に遭遇し又起動を観察することができた。そしてこのユニットトリップの原因の解析を行なった。またガードナー2号の定期修理を観察することができた。JICA調査団の観察及び調査は運転員の全ての行動及び全ての保守作業に及ぶものではないが、ここに運転及び保守作業に対する所見および改善に対する意見を述べる。

#### 1) 運 転

##### a. 起動、停止

制御装置や本体設備が不完全な状態にあるにもかかわらずほとんどの操作はカウントダウンアクティビティ(標準操作チェックシート)に基づいて正しく行なわれているように見受けられた。又さらに詳細な起動前、起動中又は停止過程における弁操作要領書を現在作成中であった。

過去の事故実績において蒸気温度制御不能のためのトリップが多く見られた。これらのトリップ事故は1日の間に数度も発生している。これらのトリップは過熱器起動バイパス弁の操作不良によるものと考えられる。起動バイパス系の制御は標準手順書(SOP)に従って正しく行なわなければならない。

又起動中及び停止中においては運転員相互の緊密な連絡が必要である。中央制御室運転員と現場補機運転員の協調も重要である。この目的のためにSOP(標準手順書)をボイラ、タービン、発電機及び現場運転員に配布しておく必要がある。又この他に運転員の相互の連絡のためにトランシーバーの使用が有効である。

##### b. 平常運転

平常運転中の装置の状態は主に中央制御室で監視されている。この観察で現場機器の監視がガスリークによる劣悪な環境のため充分行なわれていないことが判明した。

##### c. 事故処置

JICA調査団はマラヤ1号のトリップ事故に遭遇した。この場合運転員は適切で迅速な処置を行っていた。この処置に関しては問題ないように思われたが、誤操作を防止し、機器を重大な損傷から守るために、事故処置の模擬訓練を下記

事項について実地順練の一環として実施すべきである。

- (a) 全停電事故 木
- (b) 全直流電源喪失
- (c) 制御用空気喪失

木 この項については手順書はすでに作成済である。他の項目についても手順書を作成すべきである。

d. 運転に関する勧告

JICA調査団の観察の結果、下記の事項について実行又は改善が必要であると考えられる。

- (a) 標準操作手順書に厳格に従って運転すること。
- (b) 現場装置の巡回点検を毎直一回確実に実施すること。
- (c) 弁のグランドリーク、モータの異常音、現場計器の指示不良、現場制御装置の動作不良等の不良機器の修理依頼を書類で関係箇所に提出すること。
- (d) 警報が発生したら現場機器の点検を実施すること。
- (e) 圧力、温度などを規定値に保つこと、もし実際の値が規定値より大きくずれた場合は、原因を調査すること。特にマラヤ1号及びスナイダー2号は水素圧力を60Psiに維持し、出力を新しい可能出力曲線内で運転すること。
- (f) ブラントインターロックは特別な理由がない限り殺してはならない。
- (g) 黒板に装置の不具合箇所、注意事項を記載し全運転員に事実を認識させること。
- (h) 直交替直後にミーティングを行ない各ポジション装置の状態を相互に理解しておくこと。
- (i) トリップ事故発生の場合は再起動の前に事故原因を解析すること。
- (j) 詳細チェックシートを完成させること。
- (k) 密封油装置、発電機固定子冷却水処理装置などの現場機器の操作カードを夫々の現場に設けること。
- (l) 操作の方法や目的を確認又は認識するために中央制御室に系統図やインターロックダイヤグラムを備え付けること。
- (m) ルーチン表を備えること。
- (n) 運転日誌に最適値、制限値、警報値トリップ値などを記入すること。

- (o) 個々の装置の操作カードを作成すること。
- (p) 懐中電灯、トランシーバーを備え付けること。

## 2) 保 守

### a. 日常保守

現場制御装置や現場計器の不良、バルブのグランドリーク・サンプピットの排水、これらはささいな問題のように見える。しかしこれらの装置はプラントの運転を支えている。そしてこれらのいずれかはプラントを危険な状態に落とし込むかも知れない。従ってこれらの日常運転中の保守は非常に重要である。

### b. 日常保守に対する勧告

- (a) たとえわずかな不具合でも修理すること。(事前保修)
- (b) 保守要員は運転員よりさらに機器について深い知識をもっているので、運転員の巡回点検とは別に保守要員による巡回点検を実施すること。
- (c) 不使用の部品や配管工事後の保温材の残りなど保守作業の跡片付けを実施すること。
- (d) 燃料タンクまわりの除草を行なうこと。
- (e) プラント運転上特に重要でないと思われる様な警報が発生した場合でもこれが消えるよう対策すること。
- (f) ポンプやモータの潤滑油は適切なものを使用すること。
- (g) 正規な工具部品を使用して故障部品の取替を実施すること。
- (h) 油もれや潤滑油のもれは拭きとり、環境を清潔に保つこと。

### c. 定期修理

定期修理は付録4及び停止前の運転状態及び過去の実績に応じて実施すべきである。停止に先立って下記事項についてチェックすべきである。

- (a) 回転機の軸受温度、振動、異音、弁のグランドリーク、シートリーク、ダクトのガス、エアリーク、ローカル制御、現場機器の作動状況について全ての装置について巡回点検を行ない、上記の状況を記録しておくこと。
- (b) 予備品及び取替部品を点検する。
- (c) 工程と人員配置の見なおし。

定期修理期間中には下記事項に注意すること。

I. 工程の厳守

II. 作業環境を清潔に保つこと。

III. ボイラー関係

(I) 取替チューブの材質の確認

(II) チューブはグラインダーでカットし下部の切口には異物の侵入を防止するためにキャップを取付けること。

(III) 合金鋼を溶接する場合は予熱を行なうこと。

(予熱温度は300℃～380℃とし温度はテンピールで確認すること。)

IV. タービン関係

(I) 潤滑油のパイプは盲をし、異物の侵入を防止すること。

(II) コンデンサマンホールに取外し可能な足場を設けること。

(III) マンホールの上部に手すりを設け出入りを容易にすること。

(IV) 適正なエディカーレント法によりコンデンサチューブの検査を実施すること。

V. 安全について

(I) 作業開始に先立って、ボイラー内の爆発性ガスのチェックを行なうこと。

(II) 電撃防止型溶接機を使用すること。

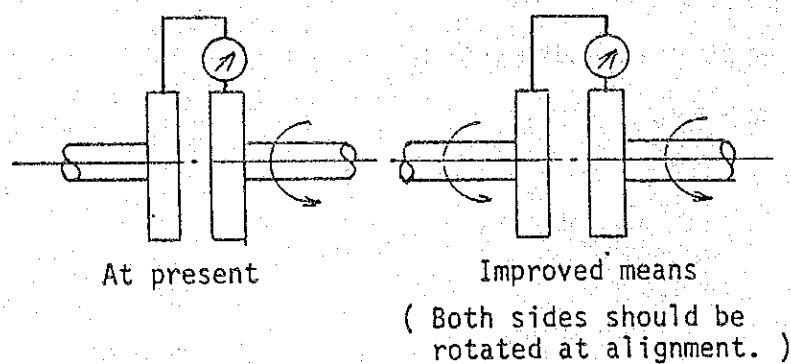
(III) 密閉容器内では低電圧(24V AC)作業灯を使用すること。

(IV) 定期修理中、本館内の全員にヘルメットを着用させること。

VI. その他

(I) センタリングの測定は下図の様に実施すること。

図 5M-36 センタリングの方法



#### VII. 技能工の資格審査

溶接作業（アーク溶接、ガス溶接、TIG溶接）は資格のある溶接工が実施すること。

NAPCORは資格審査の方式を確立し、統一された基準によって試験を実施すべきである。

#### VIII 定期修理中及び定期修理後の試験項目

定期修理中及び後にボイラ、タービン及び補機について、下記のテスト及び試運転を実施し記録を取ること。

- 燃焼及起動バイパス制御装置の模擬運転
- 補機の試運転
- ボイラ伸びの計測
- 最大出力試験及び効率試験
- ボイラ安全弁設定
- 水圧テスト
- ボイラチューブ放射線（X線）試験
- 復水器チューブリークテスト

- 熱交換器リークテスト
- 高低圧給水加熱器・リークテスト
- 発電機／タービン振動試験
- 発電機水素リーク試験
- 発電機クーラー／タービン軸受油クーラー・リークテスト
- 発電機メガー・テスト
- 480Vモーター・メガー・テスト
- 高圧モーター・メガー・テスト
- 保護継電器試験
- タービン保安装置試験
- ボイラ及びタービン・インターロック・テスト
- 所内自動切替試験
- タービン補機コントロール・センター／ボイラ補機コントロール・センター  
自動切替試験
- 非常装置の自動切替試験

## IX. 工 具

タービン発電機の軸受や、ラビリンス溝の切削など主要修理作業は適切な装置がない場合には長期間を要している。

ポータブル旋盤を用いれば、定期修理工程を短縮するのに有効であり、又修理コストの低減をはかることができる。

工作精度の良いものか得られるのであればこの適用を推奨できる。



### 5.3.3 化学管理

#### 1) 化学室

##### a. 設備

##### (1) ガードナー／スナイダー発電所

ガードナー／スナイダー発電所化学室に設置されている分析装置は、「Report on Technical Services for Improvement of Operators of Napcor Thermal Plants」2-2, 3-8, b) (頁2-216～218)に示すとおりである。これは表5C-1に示している。

日常水質管理に欠かせない導電率計は、測定レンジが高過ぎ、低導電率の分析には適さない。また、非常に重要な役割を有する光電比色計は、比較的新しいにもかかわらず、10 mm セルのみ購入しているために、極微量分析に対して有効ではない。原子吸光分析装置は、日常水質管理プログラムには組み込まれておらず、定修時のスラッジ分析等のために時々使用されている程度である。

脱塩装置出口水、復水脱塩装置出口水等の系統水中のNaを分析する上で最も感度の良いフレイムレス・アトマイザーは設置されていない。

実験室流し台は、5ヶ所設けられているが、ドレンラインが使用不能のため、使用可能な流し台はただ1つである。

また、各流しには純水ラインがないため、効率的な作業ができない。唯一使用可能な流し台にも純水配管は存在せず、復水のサンプルが使用できるだけである。

表 5C-1 ガードナー/スナイダー発電所の化学室に設置されている  
装置類の評価

	<u>ACTUAL</u>	<u>REMARKS</u>
○ pH Meter	4 sets	
	* Zeromatic SS-3 Beckman pH meter x 1	Out of order
	* Zeromatic IV pH meter 1	
	* Beckman Horizon pH Meter Ecology co, Model 5995 2	Out of order
○ Conductivity Meter		
	* YSL conductivity bridge Model 31 1 set	This type is obsolete.
	* TDS/conductivity analyzer Model 770 1 set	This type is high range. (Minimum range: 0-10 micro S/cm) Addition of conductivity meter with low range. (Minimum range: 0-1 micro S/cm)
○ Calorimeter	3 sets	
	* Beckman Model DU-2 Spectrophotometer x 1	Out of order
	* Beckman Model 35 Spectrophotometer x 1	Have 10 mm cell, only
	* Fisher Electrophotometer x 1	This type is obsolete. Beckman Model 35 is the most useful.
○ Atomic Absorption Spectrophotometer	1 set	
	* Perkin Elmer 360 Atomic Absorption Spectrophotometer x 1	Addition of flameless atomizer attachment in Atomic Absorption Spectrophotometer for sodium ion analysis.
○ Direct Reading Balance	2 sets	
	* Mettler P 5 N Platform Balance (range: 0.1-5000 g) x 1	

<u>ACTUAL</u>	<u>REMARKS</u>
* Mattler Model B-6 analytical balance x 1 (range: 0.0001-100 g)	Should be put in an enclosed room.
o Calorimeter 1 set	
* Par Adiabatic Calorimeter x 1	
o Kinomatic Viscosity Meter 1 set	
* Fisher/Tag Saybolt Viscosimeter x 1	
o C & H Meter 2 sets	
* Coleman Carbon - Hydrogen Analyzer x 1	Out of order
* Thomas MicroCarbon - Hydrogen Analyzer x 1	
o Others	o Rotary Evaporators for microanalysis
	Ex. Na <sup>+</sup> . Cl <sup>-</sup> contents in condensate water
	o Water Bath
	o Water Purifier for laboratory
o Laboratory sink drain lines are out of order, only one is available for use.	For immediate repair. Install also one line of demineralized water to the chemical laboratory for laboratory usage.
o Sampling bottles without caps and improvised rusty wire handle.	Use sampling bottles with caps. On sampling care and proper handling be observed to avoid possible contaminants.

(2) マラヤ発電所

表 5.C-2 に、マラヤ発電所化学室に設置されている分析装置の一覧を示している。

導電率計は旧式であるため、やや使いにくい。ベックマン DU-2 光電比色計は、20 mm セルのほか 100 mm セルを有しており、クロライド、シリカ等の微量分析のために有用であるが、高波長側で指示が安定せずシリカの分析に支障をきたしている。つい最近、原子吸光分析装置を購入しているが、やはりフレームレスオートマイザーは含まれていない。

ここでも、純水配管がある流し台は 1 か所のみであり、分析作業の能率低下の一因でもある。ただし、1 号の復水ポンプ出口水を使った蒸留装置があるために、ガードナー/スナイダー発電所と比較すれば、純水は手に入れやすい。

また、ガードナー/スナイダー同様、全般的に実験器具の種類、量とも十分ではない。

表 50-2 マラヤ発電所の化学室に設置されて装置類の評価

<u>ACTUAL</u>	<u>REMARKS</u>
○ pH Meter	
* Beckman (Zeromatic)	
* Beckman Century SS-1	Out of order
○ Conductivity Meter	Obsolete
* Lab-Line Electro-Mho-Meter	
○ Colorimeter	
* Spectronic - 20	
* Fisher Electrophotometer	
* Beckman Mode DU-2 Spectrophotometer	Not available with high wavelength
○ Atomic Absorption Spectrophotometer	Addition of flameless atomizer attachment for sodium analysis
* Instrumentation Laboratory aa/ae Spectrophotometer 357	
○ Direct Reading Balance	
* Mettler H <sub>2</sub> O	
* Mettler P <sub>3</sub>	
○ Calorimeter	
* Adiabatic Calorimeter	
○ Kinetic Viscosity Meter	
* Sayvolt Viscometer	
○ Centrifuge	
* IEC HN SII Centrifuge	
○ Water Bath	
* Precision Scientific	
○ Distilled Water Equipment	
* Barnstead 210 Biopure Distilled Water Center	

## b. 水質測定法、測定頻度

### (1) ガードナー／スナイダー発電所

表5. C-3に、ガードナー／スナイダー発電所で実施しているユニット日常水質試験方法を示している。この試験方法は、基本的にはASTMに準拠したものであるが、いくつかの点で以下に述べるような問題点を含んでいる。

アルカリ度測定で最も重要な事は、滴定液の検定及び保存状況である。溶液を調整した後、必ず検定しているかどうか疑わしい。

また、これだけに限ったことではないが、試薬の保管状態が良くないようである。

クロライド測定はフィッシャー分光光度計によって実施されている。

これは、1)、a.(1)で述べたように分光光度計のセルが10 mm であるために、フィッシャー法の方が感度の点でやや勝ることによる。(フィッシャーファクター=14 vs. ベックマン・モデル35 分光光度計でのファクター=25)。

ブランク溶液は、原則として脱塩装置モノベットポリシャ塔出口水である。しかしながら、この純水のカチオンバス導電率は、しばしば上昇(1  $\mu\text{s}/\text{cm}$  を超えることもある)することから、ブランク溶液として、必ずしも適当とは考えられない。仮りに、モノベットポリシャ塔出口水のカチオンバス導電率が1.2  $\mu\text{s}/\text{cm}$  であり、これがすべてクロライドによるとすれば、このブランク溶液中には、すでに0.1 ppm(100 ppb)のクロライドが存在していることになる。したがって、このブランク溶液を対照液として試料の吸光度を測定すれば、過少評価となり、正確な結果を得ることができない。また、フィッシャー法10 mm セル分光光度計のいずれにしても、測定感度は十分とはいえ、低濃度のクロライドを測定することができないと判断される。フィッシャー法の検出限界は、約0.15 ppmである。

したがって、報告書に記載している“0” ppm とは、正しく表現すれば0.15 ppm以下ということである。測定用試薬の保存状況は悪く、開封したまま放置されており、汚染が懸念される。

アンモニアはASTMに準拠したネスラー法で分析されている。しかしながら、承知のとおり、この方法では、ヒドラジンの干渉を避けることが難しい。

表 5C-3 ガードナー/スナイダー発電所の現行の水質試験方法の評価

<u>ITEM</u>	<u>ANALYSIS METHOD</u>	<u>RECOMMENDATION</u>
P - Alkalinity	Titration Method	
M.O. - Alkalinity	Titration Method	
Chloride	Colorimetric, by Fisher (23mm cell), Deminerallizer effluent as Blank Factor* 14 (ppm/Abs), 454 milli-micro	by Spectrophotometer with 50 100 mm cell, checking of blank absorbance (confirma- tion of contamination of reagent or water).
Phosphate	Colorimetric, by Fisher (23 mm cell), Factor=180 (ppm/Abs), 425 milli-micro	by spectrophotometer with 50mm cell
Hydrazine	Colorimetric, by Fisher (23mm cell), Factor=0.9(ppm/Abs), 454 milli-micro	
Ammonia	Colorimetric, Nesslerization Method, by Fisher (23mm cell), Factor=7.3(ppm/Abs), 425 milli-micro	Change to Phenol Method (JIS B8224 3.20.1)
pH	pH Meter - pH changes not properly evaluated. It is affected by temperature variation as indicated by the NH <sub>3</sub> dissociation constant.	Temperature adjustment (- 25°C) or compensation by graph (NH <sub>3</sub> -pH - Temp.)
Cu	Colorimetric, Neocuproine Method, by Fisher, Factor=1.4(ppm/Abs), no boiling (old ASTM Method), 454 milli-micro	Change to Zincon Method 50-100mm cell, necessary to boil with acid.

RECOMMENDATION

ANALYSIS METHOD

ITEM

50mm cell, Modification of blank preparation method, pipette made of polythylene, Raw Water = Molybdenum Yellow Method

Colorimetric, Fisher, Factor=3.3(ppm/Abs), 650 milli-micro, Demi Effluent as Blank, use pipette made of glass

Silica

Change to TPTZ Method (JIS B8224 3.23.3), 50-100mm cell.

Colorimetric, Bathophenanthroline, by Fisher Factor=3(ppm/Abs), 425 milli-micro

Fe

Indigo Carmine Method

Dissolved Oxygen

by Spectrophotometer with 50mm cell for low concentration

Turbidimetric Method, by Fisher, 425 milli-micro, Factor=125, 425 milli-micro

Sulfate

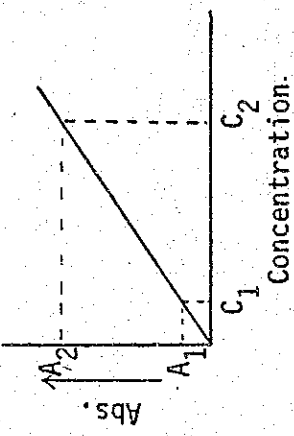
Titration Method

T-Hardness

by Spectrophotometer with 50mm cell

Fisher, 23mm cell, 459 milli-micro, ) Factor=200 (ppm/Abs

Turbidity



Note:  
\*Factor =  $\frac{C_2 - C_1}{A_2 - A_1}$



pH測定は、当然、pH計で実施されているが、サンプル温度が相対的に高いにもかかわらず、サンプルを25℃近くまで冷却することなく測定している。ユニット計純水のpHは、主として弱電解質であるアンモニア濃度に支配されている。しかし、このアンモニアの解離度は、図5.C-1に示すように、温度によって変化するため、pHも温度に影響されることになる。これを図示したのが図5.C-2である。仮りに、アンモニア以外のpHに影響を与える不純物が存在しないならば、温度が高い場合でも、このグラフから25℃でのpHを換算できる。

近似的には、 $\Delta \text{pH} / \Delta T (\text{℃}) = -0.03$  (25℃基準)

銅は、ネオクブリン法で分析されているが、これは抽出操作を伴っており、繁雑である。また、旧ASTMに従っているために、塩酸添加だけの前処理である。即ち、新ASTM、JISに記載されているような煮沸操作を実施していない。さらには、50mm以上のセルがないために、測定感度が十分ではなく“0”ppmとは0.01ppm以下ということである。

シリカも、クロライドと同様の問題を有している。即ち、測定感度及びブランク溶液の問題である。また、試薬添加用メスピペットがガラス製であることも大きな問題である。

鉄は、バソフェナントロリン法で実施することとしているが、実際は殆ど行われていない。これは、恐らく分析操作が繁雑であることが一因と考えられる。

また、同じように、50mm以上のセルを有していないこともあって、測定感度が不十分である。

溶存酸素は、以前は測定されていなかったが、JICA調査団及びUTLチームの指導により、徐々に実施されてきているが、それも継続的なものではない。

硫酸イオンも、測定感度が十分ではない。

ユニット系統水の測定頻度は、表5.C-4及び5.C-5にあるように、原則として4時間毎である。しかしながら、重要な測定項目である、溶存酸素、鉄、導電率の分析が全く実施されていないか、あるいは、不定期である。これに反して、それ程貴重な情報を与えないアルカリ度は、必ず分析されている。

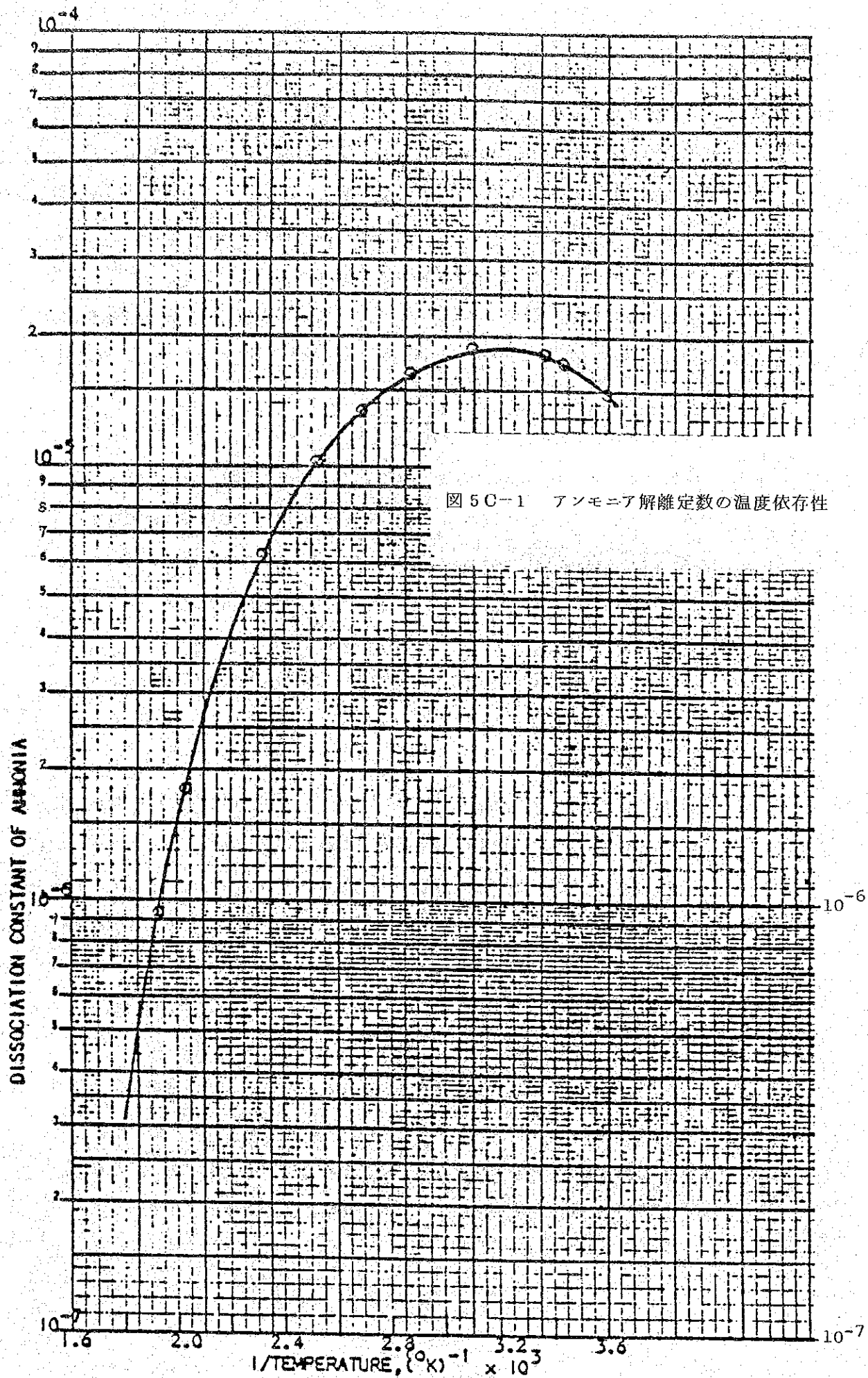
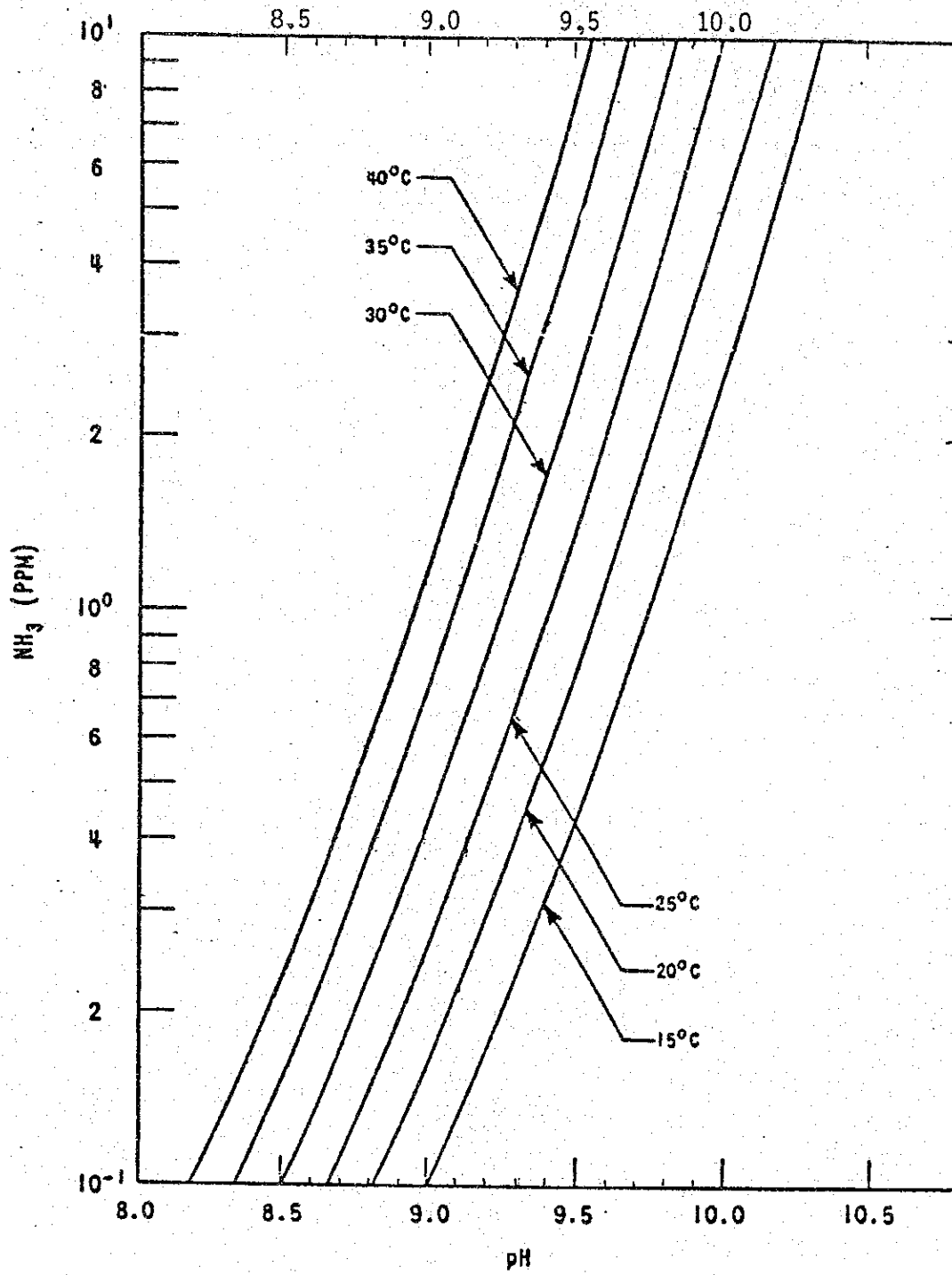


図 5C-1 アンモニア解離定数の温度依存性

図 5C-2 アンモニア濃度と水温と pH の関係



## (2) マラヤ発電所

マラヤ発電所におけるユニット日常水質試験方法を表 5.C-6 に示す。

大略、ガードナー／スナイダー発電所と同じような問題点が指摘される。この分光光度計は 100 mm セルを有しているが、クロライド分析には 20 mm セルしか用いられず、理解に苦しむところである。JICA 調査団は 100 mm セルの使用を薦めた。

表 5.C-7 は、測定頻度の一覧である。殆どの点でガードナー／スナイダーと共通しているが、銅、アンモニアは全く分析されていない。

表 50-4 ガードナー-1号の主系統水分析頻度

ITEM	Sample				
	Boiler Saline	Saturated Steam	Superheated Steam	Feedwater Hi-Pressure	Condensate
P. Alkalinity	1/4H	1/4H	1/4H	1/4H	1/4H
M.O. Alkalinity	1/4H	1/4H	1/4H	1/4H	1/4H
Sulfite	none	none	none	none	none
Hydrazine	none	none	none	1/4H	none
Chloride	1/4H	1/4H	1/4H	1/4H	1/4H
Phosphate	1/4H	none	none	none	none
Sulfate	none	none	none	none	none
Hardness	none	none	none	none	none
pH	1/4H	1/4H	1/4H	1/4H	1/4H
Total Solids	none	none	none	none	none
Conductivity	none	none	none	none	none
Silica	1/4H	1/4H	1/4H	1/4H	1/4H
Fe	none	none	none	none	none
Cu	none	none	none	none	none
O <sub>2</sub>	none	none	1/D*	1/D*	1/D*
Ammonia	none	none	none	none	none

Note: \* by recommendations of JICA & UTL team

表 5C-5 スナイダー 1・2号の主系統水分析頻度

<u>ITEM</u>	<u>Sample</u>			
	<u>Economizer Inlet</u>	<u>CP Outlet</u>	<u>Individual Effluent</u>	<u>CP Main Steam</u>
P. Alkalinity	1/4H	1/4H	1/4H	1/4H
M.O. Alkalinity	1/4H	1/4H	1/4H	1/4H
Chloride	1/4H	1/4H	1/4H	1/4H
Iron	NONE	NONE	NONE	NONE
Copper	Occasionally	NONE	NONE	NONE
Dissolved Oxygen	1/D*	1/D*	NONE	NONE
Hydrazine	1/4H	NONE	NONE	NONE
Ammonia	Occasionally	NONE	NONE	NONE
Silica	1/4H	1/4H	1/4H	1/4H
Conductivity	NONE	NONE	NONE	NONE
pH	1/4H	1/4H	1/4H	1/4H
Turbidity	NONE	NONE	NONE	NONE

NOTE: \* by recommendation of JICA & UTL team

表 5 C - 6 マラヤ発電所の現行の水質試験方法の評価 (ガードナー/スナイダー発電所との相違点)

ITEM	ANALYSIS METHOD	RECOMMENDATION
Chloride	Spectrophotometer (Du-2), 20mm cell, Factor=15(ppm/Abs), Factor=2.1 with 100mm cell	100mm cell for low concentration sample (now, used by our recommendation)
Phosphate	Spectrophotometer (Spectronic 20), 10mm cell, A=400 milli-micro, Factor=56(ppm/Abs)	
Silica	Spectrophotometer (DU-2), 100mm cell, $\lambda=650$ milli-micro, Factor=0.9(ppm/Abs), pipettes, beakers used are made of glass	Use polyethylene apparatus, $\lambda=815$ milli-micro, Modification of blank preparation
method		
Hydrazine	Spectrophotometer (Spectronic 20), 10mm cell, $\lambda=458$ milli-micro, Factor=0.64	
Turbidity	Spectrophotometer (Spectronic 20), 10mm cell, $\lambda=500$ milli-micro, Factor=67(ppm/Abs)	Du-2 (100mm cell/20mm cell)
Sulfate	Spectrophotometer (Spectronic 20), 10mm cell, $\lambda=425$ milli-micro, Factor=80(ppm/Abs)	Du-21 (100mm cell/20mm cell)

表 5C-7 マラヤ1号における主系統水分析頻度

Item	Sample				
	Economizer* Inlet	CP Outlet	Ammonex Unit Individual Effluent	Main Steam	Deaerator Outlet
P-Alkalinity	1/4H	1/4H	1/4H	1/4H	1/4H
M.O. Alkalinity	1/4H	1/4H	1/4H	1/4H	1/4H
Chloride	1/4H	1/4H	1/4H	1/4H	1/4H Iron
none	none	none	none	none	
Copper	none	none	none	none	none
Dissolved Oxygen	1/D**	1/D**	none	none	none
Hydrazine	1/4H	none	none	none	none
Ammonia	none	none	none	none	none
Silica	1/4H	1/4H	1/4H	1/4H	1/4H
Conductivity	none	none	none	none	none
pH	1/4H	1/4H	none	none	1/4H

註 \* 節炭器入口のデータは前回のサンプルがなかったので  
脱気器出口のデータと同じである。

\*\* JICA調査団及びUTLチームによる報告



c. 分析試薬（両発電所で共通）

大部分の試薬が分析用であるが、一部工業用が混じっている。

試薬の購入体制が整備されていないにもかかわらず、在庫管理が不徹底である。

また、調整された試薬の保存期間の表示があいまいであり、有効か無効かどうかの判断が困難である。

## d. 勸告

### (1) 設備

表 5.C-8 は化学設備に関する推奨事項を示している。

### (2) 日常水質試験方法

表 5.C-9 に、これに関する推奨事項を挙げている。

なお、低レベルのナトリウム、クロライド分析する手法を以下に述べる。

ナトリウムについては、フレイムレスアトマイザーを購入すれば検出限界が 0.01 ppb 程度であるため、直接分析が可能である。しかし、これが入手できない期間中は、ロータリーエボレータを用いて試料を 1,000 ml から 100 ml 程度まで濃縮した後、フレイム法で測定することができる。(この濃縮試料は、脱塩装置出口水、復水脱塩装置出口水その他の系統水のクロライド分析に利用できる。)この際、試料の汚染には十分留意する必要がある、特に真空破壊の際は、アルゴンガス、窒素ガス等で置換する方が良い。

また、比色法については、少なくとも 1 年に 1 度、検量線作成を実施することを勧告する。その際、検量線の表に分析手順を記載し、分析する毎にチェックすることが望ましい。

### (3) 系統水分析頻度

貫流ユニット及び循環ユニットの日常水質試験項目及び頻度に関する推奨事項をそれぞれ表 5.C-10 及び表 5.C-11 に示している。

これは、新規サンプリングラックが設置された後の分析プログラムである。この際、pH 計、導電率計及びカチオンバスター導電率計によるモニタリングが、十分に信頼されることが確認されたならば、これらの分析頻度は漸次減らすこととする。また、鉄、銅、シリカ、溶存酸素、アンモニア、クロライド、ナトリウムについては、その分析値が著しく変動する場合は、その頻度を増さなければならない。

また、現状のサンプリングシステムを使用する期間中は、サンプリング点の不十分さ及び代表性の欠如を考慮して、鉄、銅、シリカ、溶存酸素、アンモニア、クロライドについては、この頻度の 2 倍とする。

表 5 C - 8 化学室内装備機器類に関する勧告 (ガードナー/スナイダー及びマラヤ発電所)

<u>GSTP</u>	<u>MTP</u>
。 Purchase of conductivity meter	Ditto
。 Purchase of 50 mm cell for spectrophotometer (Beckman Model 35)	Overhauling of spectrophotometer (Beckman Model DV-2)
。 Purchase of graphite furnace atomizer for atomic absorption spectrophotometer.	
。 Purchase of rotary evaporation equipment for sample concentration. (Available to Na, Cl analysis in demineralizer or condensate polisher effluent, etc.)	
。 Purchase of water bath	-
。 Purchase of water ultra-purifier (having multi - cartridge mixed resins)	
。 Repair of laboratory sink drain line	-
。 Increasing of sink having pure water line	-
。 Purchase more laboratory apparatus, e.g.; beaker, container, stirrer, pipette, sampling tube, hot plater or heater	
。 Purchase of komagome-pipette made of glass and polyethylene, respectively	

表5C-9 水質試験方法に関する勧告

- Alkalinity
  - Check normality of titrating reagent (after each preparation)
  
- Chloride
  - Use 50-100 mm cell for low concentration
  - Check absorbance of blank sample compared to water without reagents.  
Blank water which the cation conductivity is more than 0.2 micro S/cm should not be used. When the cation conductivity of the blank water is less than 0.2 micro S/cm, and if the absorbance of the blank sample with reagents is more than 0.2 with 50 mm cell, the reagent should be dumped
  - Avoid contamination of reagents by closing containers
  
- Silica
  - Use 50-100 mm cell for low concentration
  - Molybdenum Yellow Method for raw water [see Reference - 4, pp. 5-436 to 5-437.]
  - Use polyethylene apparatus
  - Modify blank preparation method as follow:  
(demineralized water ANSA Tartaric Acid  
Molybdate HCL ; When tartaric acid exists before adding molybdate, silica-molibdate chelate cannot be formed)  
When the absorbance of the blank sample prepared by upper method is more than 0.1 at 50 mm cell, the reagents should not be used.
  
- Phosphate
  - Use spectrophotometer with 20-50 mm cell
  
- Ammonia
  - Change to Phenol Method (JIS B8224 3.20.1) [See Reference - 3, pp. 5-433 to 5-436.]
  
- pH
  - Adjust the water temperature to  $25^{\circ} \pm 1^{\circ}\text{C}$  without opening the container
  - Compensate direct reading by the use of a graph (See Fig. 5C-2)

- Take pH measurement immediately after getting sample
- Cu
  - Change to Zincon Method [see Reference - 2, pp. 5-431 to 5-433.]
- Fe
  - Change to TPTZ Method [see Reference - 3, pp. 5-433 to 5-436.]
- Sulfate
  - Use spectrophotometer with 50-100 mm cell for low concentration
- Turbidity
  - Use spectrophotometer with 50-100 mm cell at 660 micro S for low concentration
- Priority of Analysis Procedure
  - Conductivity, pH,  $\text{NH}_3$ ,  $\text{N}_2\text{H}_4$ , Fe, Cu and Si
  - Use another container for Na, Cl analysis

表 50-10 貫流ボイラにおける水質試験頻度に関する報告

ITEM	PH (at 25°C)	Cond. (uV/cm)	Cation (uV/cm)	Fe (ppb)	Cu (ppb)	SiO <sub>2</sub> (ppb)	O <sub>2</sub> (ppb)	NH <sub>4</sub> (ppm)	NH <sub>2</sub> (ppb)	Cl (ppb)	Na (ppb)	Turb (ppm)
Main Condenser at CP Discharge	** 6/D	6/D	6/D	2/W**	2/W	1/D	1/D	1/W		3/D	1/D	
Condensate Demine- ralizer Effluent		6/D*	6/D*	2/W	2/W	6/D	2/W			1/W	1/D	
Deaerator Heater Inlet		6/D							6/D			
Deaerator Tank		1/W										
Economizer Inlet	6/D	6/D	1/D	2/W	2/W	1/D	1/D	1/W	1/D			
Water Wall Outlet	1/D	1/D		2/W	2/W	1/D						1/W
Primary/Roof Super Heater			2/W			2/W				2/W	2/W	
Main Steam	1/D	1/D	1/D	2/W	2/W	1/D		1/W				
Hot Reheat Steam			1/W									
Cold Reheat Steam			1/W									
Flash Tank												
5th Feedwater Heater Drain	1/W	1/W		1/W			2/W					
Auxiliary Condenser	1/D	1/D	1/D	1/W	1/W		1/W			1/W	1/W	

\* Conducting at H/OH, Cation Conducting at NH<sub>4</sub>/OH

\*\* DAY

\*\*\* WEEK

表 5C-11 ドラムボイラにおける水質試験方法に関する報告

ITEM	pH	Cond.	Cation	Fe	Cu	SiO <sub>2</sub>	O <sub>2</sub>	NH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	Cl	Na	PO <sub>4</sub>	Turb
SAMPLE	(at 25°C)	(uV/cm)	(uV/cm)	(ppb)	(ppb)	(ppb)	(ppb)	(ppm)	(ppb)	(ppb)	(ppb)	(ppm)	(ppm)
Main Condenser at CP Discharge	6/D*	6/D	6/D	2/W**	2/W	1/D	1/D	1/W		3/D	1/D		
Condensate after Heater No. 3		6/D							6/D				
High Pressure Boiler Feedwater	6/D	6/D	6/D	2/W	2/W	1/D		1/W	1/D				
Boiler Saline	6/D	6/D	6/D	2/W	2/W	1/D				3/D	1/D	6/D	1/W
Saturated Steam			1/D			2/W				2/W	2/W		
Main Steam	1/D	1/D	1/D	2/W	2/W	1/D		1/W					
Reheater Outlet			1/W										
Cold Reheater			1/W										
5th Stage Heater Drain	1/W	1/W	1/D	1/W			2/W						

\* DAY  
\*\* WEEK

#### (4) 分析試薬

以下の事項を推奨する。

- i. すべての試薬を分析用とする。
- ii. 新たに追加される分析項目を含めて、必要とされる分析試薬をすべてリストアップし、購入体制を整える。
- iii. 調整された分析試薬の調整年月日を必ず記入する。
- iv. ASTM等に記載された有効期間と、使用頻度を考慮して、調整量を決定する。
- v. 調整法を一覧表に示して、容易に調整できるようにする。
- vi. 試薬の在庫管理を強化する。具体的には、使用量及び在庫量を1月毎にチェックし、常に適切な在庫量を確保する。



## 推奨試験方法

( JIS B-8224-ボイラの給水及びボイラ水の試験方法 )

### Ref -1. 鉄 ( Fe )

#### TPTZ 法

この方法は、全鉄をあらかじめイオン状に溶かしたのち、鉄イオンが TPTZ ( 2,4,6-トリピリジル-S-トリアジン ) と pH 4~5 の条件で反応して呈する青のキレート化合物の吸光度を測定して定量する方法である。

定量範囲は 50 mm 以上の吸収セルを用いた場合 0.0005 ~ 0.02 mg で、精度は ± 10 ~ 3 % である。

#### 1. 試薬

(a) 水—この試験に用いる水 ( 試薬の調整に用いるものも含む ) は、鉄イオンを含まないことが必要である。

(b) TPTZ 溶液 ( M / 1,000 )

TPTZ [ ( C<sub>5</sub>H<sub>4</sub>N )<sub>3</sub>C<sub>3</sub>N<sub>3</sub> ] 0.156 g を塩酸 ( 1 + 1 ) 1 ml を加えて完全に溶かし、メスフラスコ 500 ml に入れ、水で標線までうすめる。

(c) 塩酸ヒドロキシルアミン溶液 ( 10 w / v % )

塩酸ヒドロキシルアミン ( NH<sub>2</sub>OH · HCl ) 100 g を水で 1 l までうすめる。

\*\*\*注 参照

(d) 酢酸アンモニウム緩衝液

酢酸アンモニウム ( CH<sub>3</sub>COONH<sub>4</sub> ) 500 g を水に溶かし、全量を 1 l にする。\*\*\*注 参照

(e) 鉄標準液 ( 1 ml = 0.1 mg )

硫酸第一鉄アンモニウム [ FeSO<sub>4</sub> ( NH<sub>4</sub> )<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> · 6H<sub>2</sub>O ] 0.702 g を水に溶かし、塩酸 ( 1 + 1 ) 2 ml を加えメスフラスコ 1 l に入れ、水で全量を 1 l とする。この溶液 1 ml は、第一鉄 0.1 mg を含む。

(f) 鉄標準液 ( 1 ml = 0.001 mg )

鉄標準原液 ( 1 ml = 0.1 mg ) 10 ml をメスフラスコ 1 l にとり、塩酸 ( 1 + 1 ) 2 ml を加えて水で全量を 1 l とする。この溶液 1 ml は、第一鉄 0.001 mg を含む。

## 2. 器具及び機器

- (a) 分液漏斗 150～200 ml
- (b) 光電光度計または光電分光光度計

長さ50 mm以上の吸収セルを用いる。

この試験に用いる器具類は、塩酸(1+4)に一夜浸せきしたのち、鉄を含まない水でじゅうぶんに洗浄して用いる。

## 3. 試験操作

検水200 ml(Feが0.02 mg以上の場合はその適量を取り、水を加えて約200 mlとする。)をコニカルビーカー300 mlにとり、塩酸8 mlを加えて約20～40 mlになるまで静かに煮沸する。冷却後、メスフラスコ100 mlに移し、塩酸ヒドロキシルアミン溶液(10 w/v%) 2 mlを加えて振り混ぜ、酢酸アンモニウム緩衝液約30 mlを加えてpHを4～5に調節する。つぎに、TPTZ溶液5 mlを加えて発色させたのち、水で標線までうすめて振り混ぜる。これを50 mm以上の吸収セルに移し、鉄を含まない水について同じ操作を行なった溶液を対照液として、波長595 mμ付近でその吸光度を測定し、あらかじめ作成してある検量線から鉄量を求め、全鉄のppmを算出する。検量線は、鉄標準液0～20 mlを段階的にとり、塩酸8 mlを加えて水で全量を約50 mlとし、塩酸ヒドロキシルアミン溶液(10 w/v%) 2 mlを加えて振り混ぜ、以下検水の場合と同様に操作して鉄の量と吸光度の関係線を作成する。

注：

塩酸ヒドロキシルアミン溶液(10 w/v%)および酢酸アンモニウム緩衝液の除鉄は、次のように操作する。

＊＊ 水に溶かした試薬500 mlにバソフェナントロリン溶液(M/400; 0.167 gをイソプロピルアルコール200 mlに溶かす。) 5 ml(酢酸アンモニウム緩衝液の場合は、塩酸ヒドロキシルアミン溶液(10 w/v%) 10 mlを加える。)を加えて分液漏斗に移し、イソアミルアルコール20 mlを加えてよく振り、20分間静置して分離させ、着色したアルコール層を捨てる。

＊＊ 上記操作は、鉄が完全に除去されるまで繰り返す。

＊＊ 酢酸アンモニウム緩衝液の場合、2回目以降の除鉄には塩酸ヒドロキシルアミン溶液を添加しない。

\*\* 2層に分離しにくいときは、あらかじめ水にぬらしたろ紙を用いてろ過する。

## Ref - 2 銅-ジンコン法

### 1. 適 用

この方法は水溶液中の銅イオンを分光光度法によって測定するものである。

定量範囲 - 0.0005 ~ 0.01 mg ( 50 mm 以上のセル )

精 度 - ± 10 ~ 3 %

### 2. 概 要

この方法は、銅イオンがジンコンと反応して呈する青のキレート化合物の吸光度を測定して定量する方法である。

### 3. 試 薬

#### a) ジンコン溶液

ジンコン [  $\text{HOC}_6\text{H}_3(\text{SO}_3\text{H})\text{N}:\text{NC}(\text{C}_6\text{H}_5):\text{NNHC}_6\text{H}_4\text{COOH}$  ] 0.075 g を正しくはかり、メチルアルコール 50 ml を加えてあたため ( 約 50 °C 以下 ) 完全に溶かしたのち、水で正しく 100 ml にうすめ、かつ色びんに保存する。

#### b) 酢酸アンモニウム溶液 ( 50 w/v % )

酢酸アンモニウム (  $\text{CH}_3\text{COONH}_4$  ) 500 g を水に溶かし、水で全量を 1 l とし、銅イオンを除いたものを用いる。

#### c) 酒石酸溶液 ( 1 M )

酒石酸 (  $\text{C}_4\text{H}_6\text{O}_6$  ) 15 g を水で 100 ml にうすめる。

#### d) 銅イオン標準液

硫酸銅 (  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  ) 0.393 g を水に溶かし、硫酸 ( 1 + 2 ) 2 滴を加え、メスフラスコ 1 l に入れ、水で全量を 1 l とする。

この溶液 1 ml は、銅イオン 0.1 mg を含む。

この原液 10 ml をメスフラスコ 1 l にとり、水で全量を 1 l とする。

この溶液 1 ml は、銅イオン 0.001 mg を含む。

### 4. 機 器

光電光度計または光電分光光度計

## 5. 試験操作

検水 200 ml (Cu が 0.01 mg 以上の場合はその適量を取り、水を加えて約 200 ml とする。) をコニカルビーカー 300 ml にとり、塩酸 8 ml を加え、20 ~ 40 ml になるまで静かに煮沸する。

冷却後、その全量をメスフラスコ 100 ml に移し、酢酸アンモニウム溶液 (50 w/v %) 25 ml と酒石酸溶液 (1 M) 2 ml を加えて pH を 3.8 ~ 4.3 に調節する。

つぎに、ジンコン溶液 0.2 ml を加えて発色させたのち、標線まで水でうすめる。

銅を含まない水について同じ操作を行なった液を対照液として、波長 600 m $\mu$  付近で長さ 50 mm 以上の吸収セルを用いて吸光度を測定し、あらかじめ作成してある検量線から銅量を求め、全銅の ppm を算出する。

検量線は、銅標準液 0 ~ 10 ml を段階的に分液漏斗 150 ~ 200 ml にとり、塩酸 8 ml を加えて、水で全量を約 200 ml とし、塩酸ヒドロキシルアミン溶液 (20 w/v %) 1 ml を加えて振り混ぜ、酢酸ナトリウム緩衝液 (50 %) 40 ~ 45 ml を加えて pH を 4.0 ~ 4.3 に調節する。以下検水の場合と同様に操作し、銅量と吸光度との関係線を作成する。

## Ref - 3 アンモニア (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>) - フェノール法

### 1. 試薬

a) 水一イオン交換樹脂 (強酸性陽イオン交換樹脂の水素形) を通してアンモニウムイオンを除去する。

#### b) EDTA 溶液

エチレンジアミン四酢酸二ナトリウム [ (CH<sub>2</sub>COO)<sub>2</sub> · NCH<sub>2</sub> · CH<sub>2</sub> · N (CH<sub>2</sub> · COO)<sub>2</sub> · H<sub>2</sub>Na<sub>2</sub> · 2H<sub>2</sub>O ] 5.0 g を水酸化ナトリウム溶液 (水酸化ナトリウム 1 g を水約 60 ml に溶かしたもの) 60 ml に溶かし、室温まで冷却したのち、水を加えて全量を 100 ml にする。

c) フェノール (C<sub>6</sub>H<sub>5</sub>OH) 31.5 g をイソプロピルアルコール 5 ml およびアセトン 10 ml に溶かし、イソプロピルアルコールで全量を 50 ml にする。

この溶液は使用時に調整する。

d) 水酸化ナトリウム溶液—水酸化ナトリウム (NaOH) 27g を水に溶かし、全量を 100 ml にする。

e) ナトリウム・フェノラート溶液

フェノール溶液 20 ml に水酸化ナトリウム溶液 20 ml を加え、水で全量を 100 ml にし、よく振り混ぜ、かつ色びんに入れる。この溶液は使用時に調整し、24 時間以上経過したものは使用してはならない。

f) 次亜塩素酸ナトリウム溶液 (有効塩素約 1%)

次亜塩素酸ナトリウム溶液 (有効塩素 7~12%) の有効塩素を測定し、有効塩素が約 1% になるように水でうすめる。この溶液は使用時に調整する。

g) アンモニウムイオン標準液

塩化アンモニウム ( $\text{NH}_4\text{Cl}$ ) 2.97g を水に溶かしてメスフラスコ 1 l に入れ、水を加えて全量を 1 l とする。その 10 ml をメスフラスコ 1 l にとり、水で全量を 1 l とする。この溶液 ( $^{17}$ ) 1 ml は、アンモニウムイオン ( $\text{NH}_4^+$ ) 0.01 mg を含む。この標準液は使用時に調整する。

## 2. 機器—光電分光光度計

### 3. 試験操作

検水<sup>(1)</sup> 10 ml ( $\text{NH}_4^+$ として 0.045 mg 以下になるようにする) を共せん付メスシリンダー 25 ml にとり、EDTA 溶液 1 ml<sup>(2)</sup> とナトリウム・フェノラート溶液 4 ml を加えて振り混ぜ、つぎに次亜塩素酸ナトリウム溶液 3 ml を加えてふたたび振り混ぜ、水で全量を 25 ml にして振り混ぜる。

つぎに、液温<sup>(3)</sup>を 20~25℃に保って約 20 分間<sup>(4)</sup>放置したのち、光電光度計の吸収セルに移し、波長 625 m $\mu$  付近における吸光度を測定し、あらかじめ作成してある検量線からアンモニウムイオンの量を求め、アンモニウムイオンの ppm を算出する。

検量線は、アンモニウムイオン標準液を段階的にとり、検水の場合と同様に操作して、吸光度とアンモニウムイオンとの関係線を作成する。全操作にわたって空試験を行ない結果を補正する。

注：

(1) 検水に濁りのある場合は、ろ紙を用いてろ過する。ろ過する場合は、始めのろ液約 50 ml を捨ててから、検液として 10 ml をとる。

- (2) 鉄イオン 0.15 ppm 以下、銅イオン 0.1 ppm 以下の場合は、EDTA 溶液を添加しなくてもよいが、この場合は、EDTA 溶液を添加しない検量線を別に作成しておき、これを用いなければならない。
- (3) 発色速度は、溶液の温度により異なるので、検量線作成時の温度に一致させる必要がある。
- (4) 呈色は、発色後約 20 ～ 30 分間は安定である。

#### Ref - 4 水中の高濃度シリカ試験方法—モリブデン黄法

##### 1. 概 要

この方法は、溶けているシリカが pH 1.2 ～ 1.5 においてモリブデン酸アンモニウムと作用して黄みの緑色を呈する反応に基づく方法である。

定量範囲は 0.5 ～ 4.0 mg で、精度は ±10 ～ ±2 % である。

##### 2. 試 薬

- (a) モリブデン酸アンモニウム溶液 (10 w/v %) モリブデン酸アンモニウム  $[(\text{NH}_4)_6\text{Mo}_7\text{O}_{24} \cdot 4\text{H}_2\text{O}]$  21.2 g を水に溶かし、水で全量を 200 ml とする。1 週間以上経過したものは使用してはならない。
- (b) 酒石酸溶液 (10 w/v %) 酒石酸  $[(\text{C}_2\text{H}_2(\text{OH})_2(\text{COOH})_2)]$  10 g を水に溶かし、水で全量を 100 ml とする。
- (c) シリカ標準原液 (1 ml = 1 mg  $\text{SiO}_2$ )  
メタケイ酸ナトリウム ( $\text{Na}_2\text{SiO}_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$ ) 4.732 g を水に溶かし、全量を 1 l とする。重量法によってこの溶液のシリカ濃度を確認する。

##### 3. 機 器

光電光度計または光電分光光度計

##### 4. 試薬操作

検水 50 ml ( $\text{SiO}_2$  として 0.5 ～ 4.0 mg を含む) をとり、検水の温度を約 25°C としてモリブデン酸アンモニウム溶液 (10 w/v %) 2 ml および塩酸 (5 + 4) 1 ml をすみやかに加えて振り混ぜ、ケイモリブデン酸の黄色が最高に達したのち (10 分間) 酒石酸溶液 (10 w/v %) (1) 2 ～ 6 ml を加え、再び振り混ぜる。これをただちに吸収セルに移し、波長 410 ～ 450 m $\mu$  付近でその吸光度を測定し、あらかじめ作成した検量線からシリカ量を求め、シリカの ppm

を算出する。

全操作について空試験を行ない、結果を補正する。

検量線は、シリカ標準液 0～4.0 ml を段階的にとり水を加えて 50 ml とし、  
以下本文と同様に操作してシリカ量と吸光度との関係線を作成する。

注：

\* リン酸イオン ( $\text{PO}_4^{3-}$ ) が存在しなければ、酒石酸溶液を加える必要はない。

酒石酸溶液を加えるとケイモリブデン酸の発色が停止するので、その後の  
処置の時間を正しく守る必要がある。

## 2) 日常水質管理

### a. 日常水質試験データ

表 5.C-12 に、ガードナー/スナイダー発電所（ガードナー1号、スナイダー1号、2号）マラヤ発電所（1号、2号）の日常水質試験の代表的データを示している。

アルカリ度のデータは良く揃っているが、水質管理上、意味のある情報ではない。

クロライドは、ドラム水以外で殆ど“0” ppm となっている。これは、ブランク溶液及び検出感度の問題によって、検出限界が著しく高くなっているためである。そのため、現状では、誤った水質判断を下す危険性がある。また、ガードナー/スナイダー発電所の測定値の単位は as NaCl であり、理解し難い。

りん酸根は、しばしば水質管理基準値を逸脱している。

pH は、マラヤ2号以外はサンプル温度が高いため、全く信用できない。

即ち、例えばスナイダー2号の節炭器入口の pH 9.4 は、25℃で pH 9.7 程度になり、基準値 9.2~9.4 をはるかに上回っている。これがもたらすユニットへの影響は自明の通りである。また、マラヤ2号ドラムの pH 基準値 9.5~10.0 は理解し難い。りん酸根を 1~3 ppm にして、Na/PO<sub>4</sub> を 2.5~2.6 にコントロールすれば、pH の基準値は、9.5 以上になるはずがない（図 5.C-3）。150 kg/cm<sup>2</sup> 以上のボイラで pH を 9.5 以上にすることは、非常に危険である。

シリカの分析値もまた、クロライドと同じく、ブランク溶液のつくり方、測定感度の問題により、信頼性に乏しく、実際は、このデータよりも高いと判断される。

\* Ref-5 参照のこと



Sample Location	Economizer Inlet (Feedwater Hi-Pressure)						Condensate Pump Outlet						Ammonex Outlet			Main Steam		Boiler Saline		Saturated Steam		Super Heated Steam		
	G-1	S-1	S-2	M-1	M-2	G-1	S-1	S-2	M-1	M-2	S-1	S-2	M-1	M-2	S-1	S-2	G-1	G-1	M-2	M-2	G-1		M-2	
Unit	G-1	S-1	S-2	M-1	M-2	G-1	S-1	S-2	M-1	M-2	S-1	S-2	M-1	M-2	S-1	S-2	G-1	G-1	M-2	M-2	G-1	M-2		
P. Alkalinity CaCO <sub>3</sub>	1~2	1~5	3~5	~2		~1	2~5	4~8	~2		1~2	2~3	~2		1~3	~4	3~5				~1		~1	
M.O. Alkalinity CaCO <sub>3</sub>	4~7	6~10	7~12	~7		4~6	7~10	10~14	~7		4~6	7~8	~7		6~10	7~11	7~12				4~6		4~6	
Hydrazine ppm as N <sub>2</sub> H <sub>4</sub>	0.02 ~0.04	0.03 ~0.05	0.01 ~0.03	0.03 ~0.05	0.02 ~0.03	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
Chlorides ppm as NaCl	~0	~0	~0	~0	0~1	~0	~0	~0	~0	0~1	~0	~0	~0	~0	~0	~0	0~1	~0	~0	~0	~0	~0	~0	
Phosphate ppm as PO <sub>4</sub>	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
pH	8.2 ~8.6	8.6 ~9.4	8.9 ~9.3	9.0 ~9.2	8.7 ~9.2	8.7 ~9.1	8.9 ~9.2	9.2 ~9.4	8.2 ~8.9	8.3 ~9.0	8.4 ~8.8	8.3 ~8.7	8.3 ~8.7	8.3 ~9.0	8.8 ~9.4	8.9 ~9.2	8.5 ~9.1	9.4 ~9.5	9.4 ~9.5	9.4 ~9.5	~8.5	~9.0	~8.5	~8.5
Silica ppm as SiO <sub>2</sub>	~0.01	~0.007	~0.007	~0.008	0.01 ~0.03	~0.01	~0.007	~0.007	~0.009	0.02 ~0.03	~0.005	~0.006	~0.008	~0.008	~0.005	~0.006	0.2 ~0.3	0.2 ~0.3	0.2 ~0.3	~0.009	~0.01	~0.009	~0.009	
Copper ppm as Cu	~0	~0	~0	—	—	—	—	~0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
Ammonia ppm as NH <sub>3</sub>	—	0.5 ~1.7	~1.8	—	—	—	~1.0	~1.6	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
Dissolved Oxygen ppb as O	10 ~50	5 ~20	10 ~20	~0	~0	20 ~80	5 ~40	20 ~60	~0	~0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

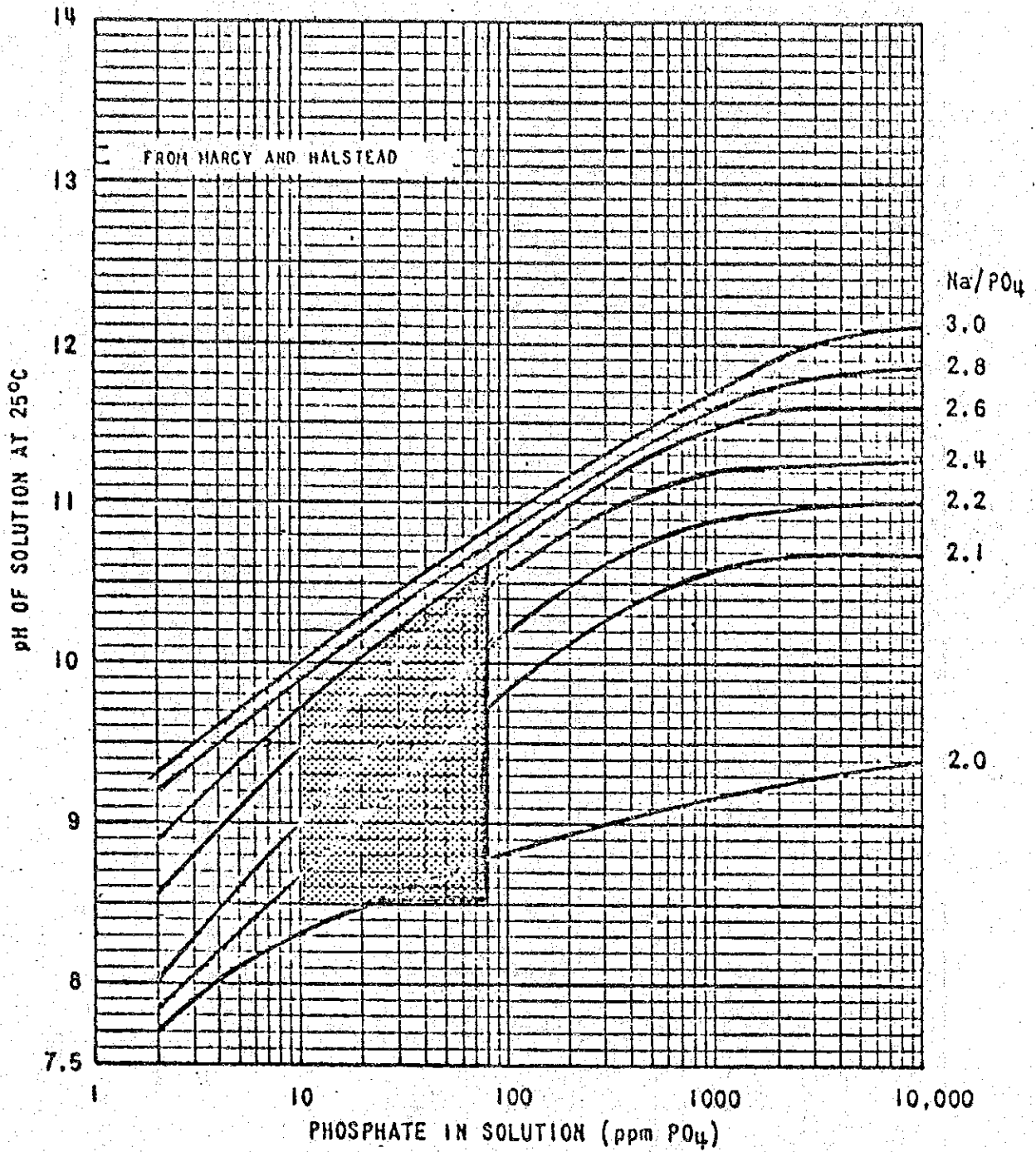


図 5C-3 オルソリン酸塩溶液の pH に及ぼす  $Na/PO_4$  モル比の影響

また、マラヤ2号のボイラ水シリカ基準値<sup>\*</sup> 0.3 ppm以下は、蒸気へのキャリアーを防止する上で、若干高いと判断される。日本の場合、0.2 ppm以下である。

銅は、ガードナー/スナイダー発電所で“0” ppmであるが、これも、前処理、分析感度の点から信頼性に乏しい。先にも述べたように、前処理は、塩酸添加のみであるために、系統水中に存在する金属銅及び種々の酸化物を完全に溶解できない。これが、過少評価を与える一つの要因と考えられる。また、分析感度の点からも、0.01 ppm以下の銅は、検出限界以下と判断される。

アンモニアは、ASTMに基づいているが、ヒドラジンの影響を無視できないこと及びサンプル温度が高いことから、これも信頼性に欠ける。

溶存酸素測定は、系統構成材の防食管理の上で重要な項目であるが、今まで殆んど実施されなかった。このため、JICA調査団及びUTLチームがその実施を勧告して、現在まで、ある程度のデータが集まった。

導電率、カチオンバス導電率、鉄、ナトリウム等の重要な分析は殆ど実施されていない。

\* Ref - 5. 参照のこと

表 50-13 JICA 調査団によって実施され水質試験データ

( ガードナー/スナイダー発電所 )

Unit	Sample	Time	pH.*	Cond. ( $\mu$ S/cm)	Cation Cond. ( $\mu$ S/cm)	Fe (ppb)	Temp. ( $^{\circ}$ C)
S-1	Condensate	Aug. 10	9.3/9.6	9.45	0.83		36
S-2	Condensate	Aug. 10	9.25/ 9.55	8.53	0.45		36
S-1	Condensate	Aug. 11	9.35/ 9.65	10.8	0.85		35
S-2	Condensate	Aug. 11	9.3/ 9.6	10.1	0.41		35
G-1	Condensate	Aug. 11		5.6	0.92		
G-1	Superheated Steam	Aug. 11		5.7	0.95		
G-1	Saturated Steam	Aug. 11		5.8	0.87 ~0.98		
S-1	Ammonex A	Aug. 11		9.8	0.50		
S-1	Ammonex B	Aug. 11		0.58	0.62		
S-2	Ammonex A	Aug. 11		10.2	0.43		
S-2	Ammonex B	Aug. 11		10.2	0.43		
S-2	Ammonex C	Aug. 11		6.2	0.39		
S-1	Condensate	Aug. 12	9.45/ 9.75	13.0	0.99		35
S-2	Condensate	Aug. 12	9.40/ 9.70	12.5	0.33		34
S-1	Condensate	Aug. 13	9.4/9.7	12.0	1.0		36
S-2	Condensate	Aug. 13	9.1/9.4	6.2	0.32		36

\* left/right = at sample temp / at 25 $^{\circ}$ C (by graph)

表 5C-13 JICA 調査団によって実施された水質試験データ

(ガードナー/スナイダー発電所)

Unit	Sample	Time	pH.*	Cond. ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ )	Cation Cond. ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ )	Fe (ppb)	Temp ( $^{\circ}\text{C}$ )
S-1	Condensate	Aug. 17		9.5	0.34		
S-2	Condensate	Aug. 17		7.2	0.31		
G-1	Condensate	Aug. 18	8.55/9.1	3.5	0.66		48
G-1	Superheated Steam	Aug. 18	8.8/9.1	3.6	0.81		37
G-1	Saturated Steam	Aug. 18	8.85/9.15	3.9	0.65		37
G-1	Boiler Saline	Aug. 18	9.3/	18.0	13.0		35
S-1	Condensate	Aug. 18	9.6/9.9	19.0	0.70		34
S-1	Ammonex B	Aug. 18	9.2/9.9	19.0	0.89		47
S-1	Ammonex C	Aug. 18	9.2/9.9	19.0	0.65		47
S-1	Main Steam	Aug. 18	9.2/9.9	17.4	0.91		45
S-2	Condensate	Aug. 18	9.35/ 9.65	11.0	0.37		36
S-2	Ammonex B	Aug. 18	8.9/9.6	9.0	0.46		52
S-2	Ammonex C	Aug. 18	8.9/9.6	9.0	0.45		51
S-2	Ammonex D	Aug. 18	8.9/9.5	8.8	0.72		45
S-1	Condensate	Aug. 20	9.4/9.7	12.0	0.90		35
G-1	Feedwater	Aug. 23				12	
S-1	Eco Inlet	Aug. 23				20	
S-1	Condensate	Aug. 23				5	
S-2	Eco Inlet	Aug. 23				4	

\* left/right = at sample temp/at 25 $^{\circ}\text{C}$  (by graph)

表 5C-13 JIOA 調査団によって実施された水質試験データ

( ガードナー/スナイダー発電所 )

Unit	Sample	Time	pH.*	Cond. ( $\mu$ S/cm)	Cation Cond. ( $\mu$ S/cm)	Fe (ppb)	Temp ( $^{\circ}$ C)
G-1	Feedwater	Sept. 3	8.8.**			8.**	
G-1	Condensate	Sept. 3	8.2.**			10.**	
S-1	Condensate	Sept. 9	9.3/9.6 (9.1).**	10.5	0.55		33
S-2	Condensate	Sept. 9	9.1/9.4 (8.7).**	7.3	0.38		33
S-1	Condensate	Sept. 9 ***			0.45		33
S-1	Ammonex B	Sept. 9 ***		0.19	0.28		53
S-1	Ammonex C	Sept. 9 ***		0.70	0.70		53

\* left/right = at sample temp/at 25 $^{\circ}$ C

\*\* by NAPOCOR ( Fe analysis = TPTZ Method )

\*\*\* just after H/OH operation of all ammonexs

表5C-14 JICA 調査団によって実施された水質試験データ

(マラヤ発電所)

Unit	Sample	Time	pH*	Cond. ( $\mu$ S/cm)	Cation Cond. ( $\mu$ S/cm)	Temp. ( $^{\circ}$ C)
M-1	Condensate	Aug. 24	8.6/8.9	3.2	0.51	35
M-1	Deaerator Outlet	Aug. 24	8.0/8.3 (8.0)**	2.8	0.46	35
M-1	Ammonex A	Aug. 24		0.38	0.41	40
M-1	Ammonex B	Aug. 24		0.51	0.66	41
M-1	Ammonex C	Aug. 24		0.22	0.32	41
M-1	Ammonex D	Aug. 24		0.33	0.50	42
M-1	Condensate	Aug. 25		1.8	0.49	
M-1	Deaerator Outlet	Aug. 25		2.3	0.36	
M-2	CP Discharge	Aug. 27		3.1	1.6	23
M-2	Eco Inlet	Aug. 27		2.7		
M-2	Boiler Saline	Aug. 27		19	59	
M-1	Deaerator Outlet	Sept. 1			0.55	
M-1	CP Discharge			3.5	0.50	

\* left/right = at sample temp/at 25 $^{\circ}$ C

\*\* Monitor

## b. JICA 調査団分析データ

本調査のため、導電率計及び pH 計を持ち込んで、系統水の導電率、カチオンバス導電率及び pH を測定した。そのデータの集約を表 5.C-13、5.C-14 に示した。

マラヤ 2 号以外は、試料温度が高いため、pH 実測値は、25℃での pH を示さない。pH 計の温度補償機能は、電位の温度変化のみを補償するものであって、水溶液中の電解質の解離定数の温度変化まで補償できない。希薄アンモニア水溶液の場合は、25℃を基準にして  $\Delta \text{pH} / \Delta T (1/^\circ\text{C}) = -0.03$  であって、これは無視できない要因である。このアンモニア水溶液の pH の温度依存性を図 5.C-2 に示す。表 5.C-13 及び 5.C-14 は、これを基に、25℃換算の pH も記載している。図 5.C-4 は、アンモニア溶液の pH と導電率の関係を示したものである。温度補償後の pH と導電率は、良い対応を示している。

これより、ガードナー/スナイダー発電所の系統水 pH は異常に高く、給水 pH<sup>\*</sup> 基準値 9.2~9.4 をはるかに上回っていることが判る。

マラヤ発電所では、化学室内の pH 計によって pH を実測した。

マラヤ発電所の場合、導電率と pH は良い対応を示さず、pH 計に問題があるのか、その他の要因によるものかどうかは判断し難い。導電率を真値と考えれば、マラヤ 1 号の給水の pH は約 9.1 であり、基準値 9.2~9.4 を下回っている。

復給水のカチオンバス導電率は、いずれも基準値  $0.3 \mu\text{s} / \text{cm}$  を上回っており、復水脱塩装置の効果は殆ど認められない。日本での認識に基づけば、すべての発電所がコンデンサ・リークを容認しながら運転しているようなものである。カチオンバス導電率は、水中のアニオン濃度を相対的に把握するものである。仮りに、クロライドだけが存在するものとすれば、カチオンバス導電率と、クロライド濃度は、図 5.C-5 で表わされる。 \*Ref-5 参照のこと

即ち、
$$\text{Cl} (\text{ppm}) = \frac{\text{カチオンバス導電率}}{12}$$
 で示される。

マラヤ 2 号のボイラ水のカチオンバス導電率は、このユニットがコンデンサ・リーク中であるため非常に高い ( $59 \mu\text{s} / \text{cm}$ )。この際、りん酸根濃度を測定しているために、カチオン導電率からクロライド濃度を算出することが可能である。



図 5C-4 25 °C におけるアンモニア濃度と pH 及び導電率の関係

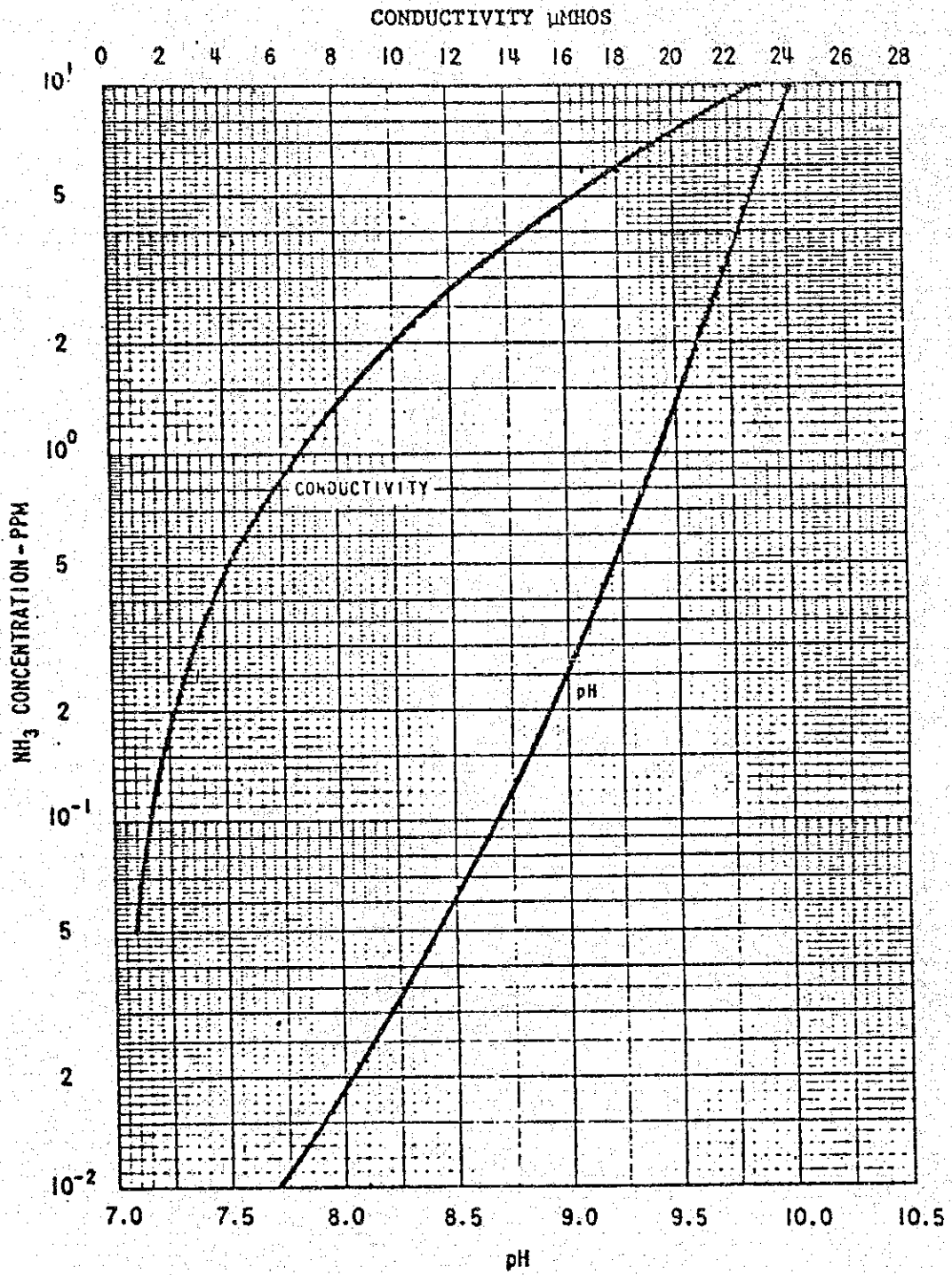
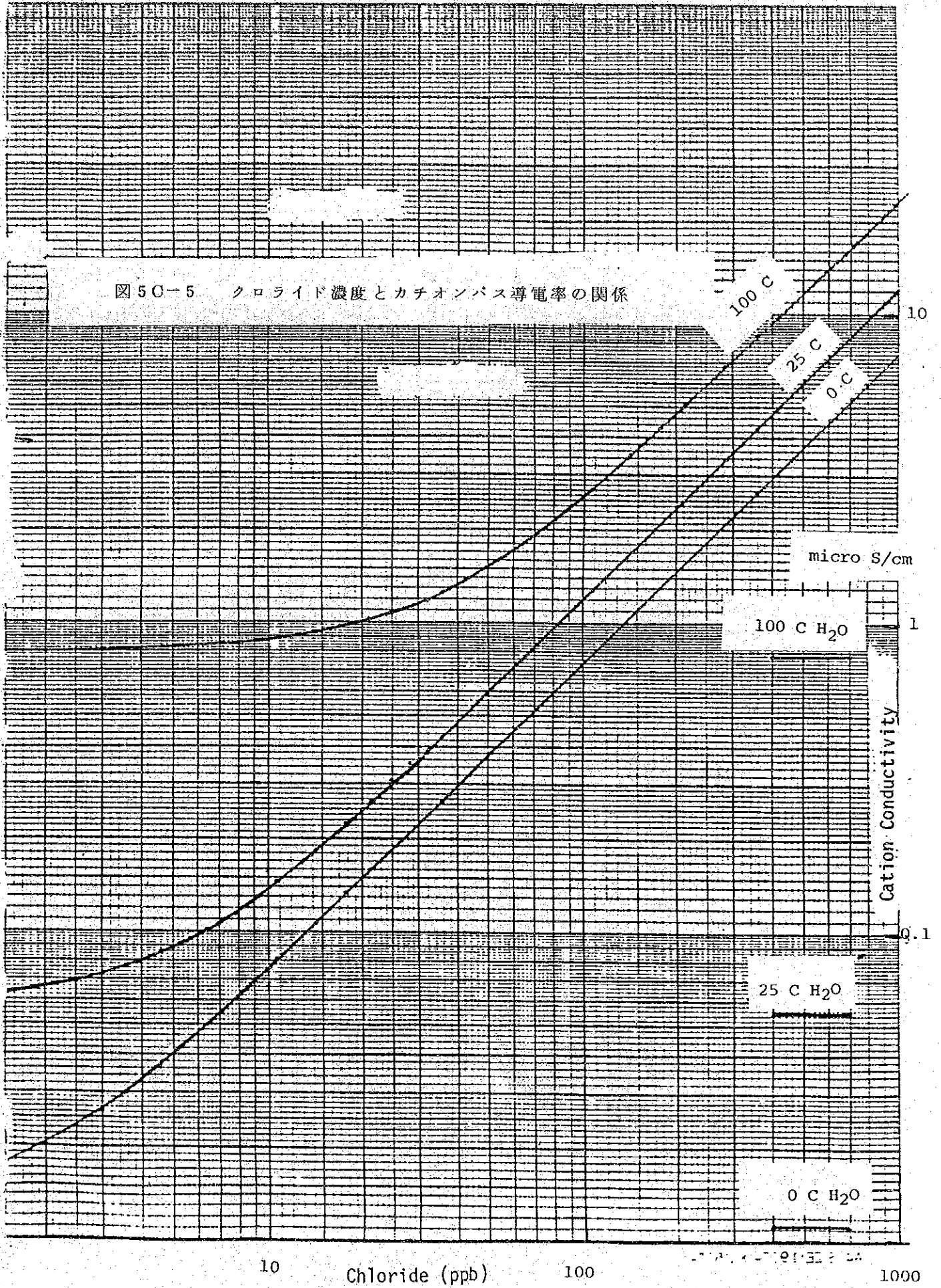


図 50-5 クロライド濃度とカチオンバスの導電率の関係



これは次式により求められる。

$$Cl \text{ (ppm)} = \frac{\text{カチオンバス導電率} - PO_4 \text{ (ppm)} \times 2.2}{12}$$

8月27日、マラヤ 2号ボイラ水の  $PO_4$  濃度 = 2 ppm

$$\text{従って、} Cl \text{ 濃度} = \frac{59 - 2 \times 2.2}{12} = 4.6 \text{ (ppm)}$$

実測値は 5 ppm であり、良い対応を示す。

いずれにしても、本調査によって、ガードナー／スナイダー発電所、マラヤ発電所ともに、系統水の水質は、pH 及びカチオンバス導電率の点で水質管理基準値を満足していないことが指摘される。

c. 検出限界値の推定

現行の測定法を基にしたクロライド、シリカ、銅、鉄、硫酸イオンの検出限界の推定値を表5.C-15に示す。要求される検出限界値を併記している。

殆どの項目について、検出限界が高いため、水質管理基準値を満足しているかどうかの判定は困難である。

表 5C-15 ガードナー/スナイダー及びマラヤ発電所の水質試験方法の検出限界値

ITEM	ACTUAL		REQUIRED
	GSTP	MTP	
Chloride (ppm as Cl)	0.1 ~ 0.2	0.1~0.2 with 20mm cell 0.02~0.04 with 100mm cell	<0.02
Silica (ppm as SiO <sub>2</sub> )	0.03 ~ 0.05	0.02 ~ 0.04	<0.02
Sulfate (ppm as SO <sub>4</sub> )	1 ~ 2	0.5 ~ 1.0	-
Copper (ppm as Cu)	0.005 ~ 0.01	-----	<0.002
Iron (ppm as Fe)	0.02 ~ 0.04	-----	<0.01

d. 復水器リーク時の水質

8月16日のスナイダー1号復水器リーク時の復水ポンプ出口及び復水脱塩装置出口のナトリウム計並びにJICA調査団によってセットされた復水ポンプ出口のカチオンバス導電率計の記録を図5.C-6に示す。これらのチャートは典型的な復水器リークの兆候を示しており、ナトリウム及びカチオンバス導電率の連続監視が復水器リークの早期発見に極めて有効な手段であることが判る。復水器冷却水側に、おがくずを投入することで、このリークは抑えられた。

図5.C-7は、マラヤ2号、8月下旬の起動時の復水器リーク時における復水ポンプ出口水のクロライド、カチオンバス導電率、ボイラ水のクロライドの変化状況を示したものである。ここでも、復水のカチオンバス導電率の連続監視が有効な手段であることが証明される。

UTLチームの8月14日の調査では、マラヤ1号の復水ポンプ出口水のカチオンバス導電率は $16 \mu\text{s} / \text{cm}$ であり、クロライドの測定値 $1.3 \text{ ppm}$ と極めて良い対応を示している。

e. 溶存酸素管理

従来、系統水中の溶存酸素測定は、殆ど実施されなかったが、JICA調査団及びUTL調査団の勧告によって、若干の測定データが集められた。これらのデータを表5.C-16に示している。

ガードナー/スナイダー発電所の場合、いずれのユニットも溶存酸素が高い。これは、サンプリング中における空気混入及び復水器廻りの空気漏入に基づくものと推定することができる。

ヒドラジンによる化学的脱気速度は、低温では比較的遅いことから、復水中にこのような高濃度の溶存酸素が存在すれば、ボイラに至るまでに溶存酸素が完全に除去されることはない。このことは、系統構成材にとって悪い影響を及ぼす。

これに対して、マラヤ発電所の溶存酸素は、日本と同じく、殆ど検出されず、良好である。

図 5C-6 スナイダー1号・復水器漏洩時のナトリウム及びカチオン伝導電率

(August 16, 1982)

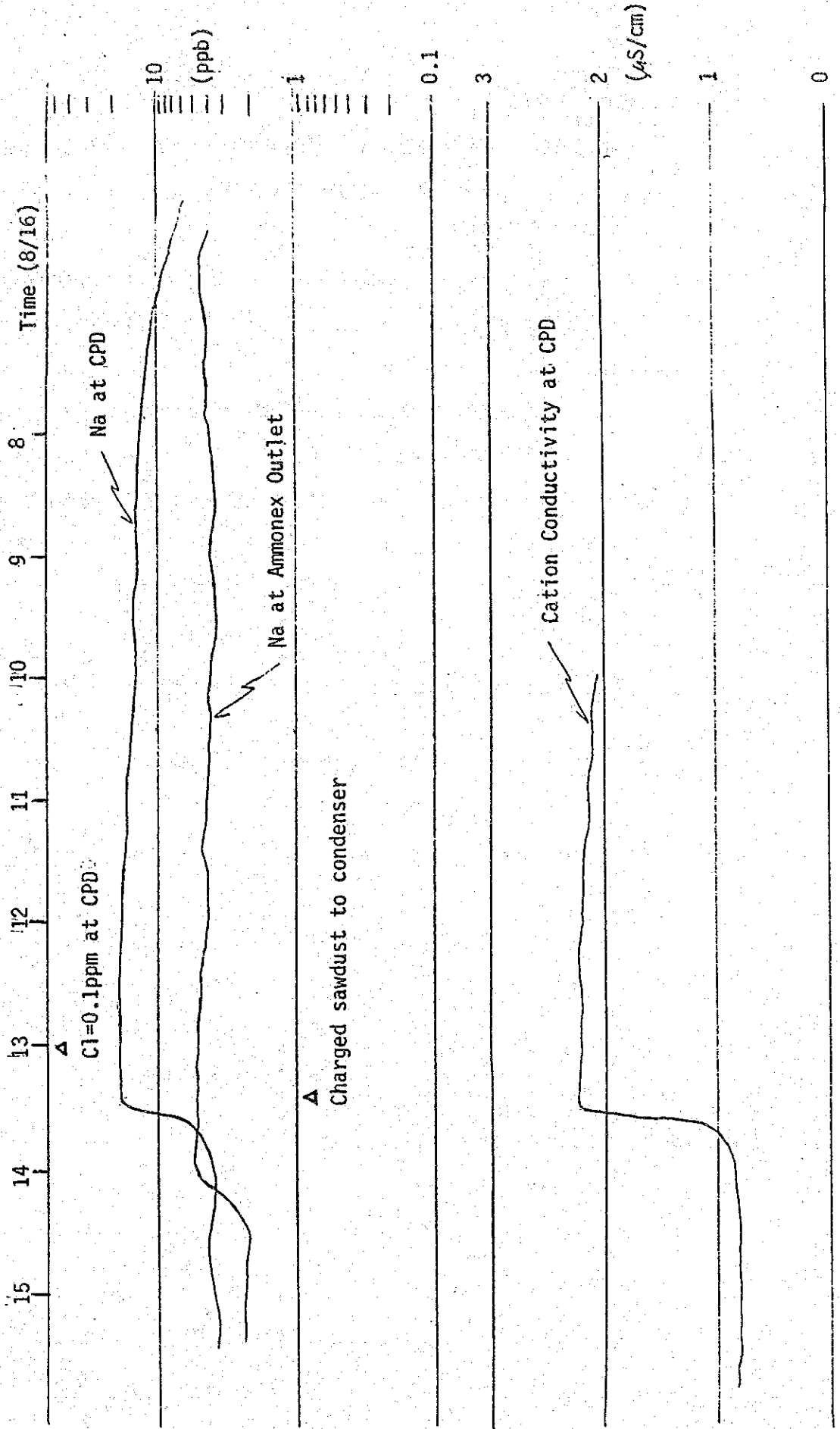




図 50-7 マラヤ2号・復水器漏洩時の水質（ユニット起動時）

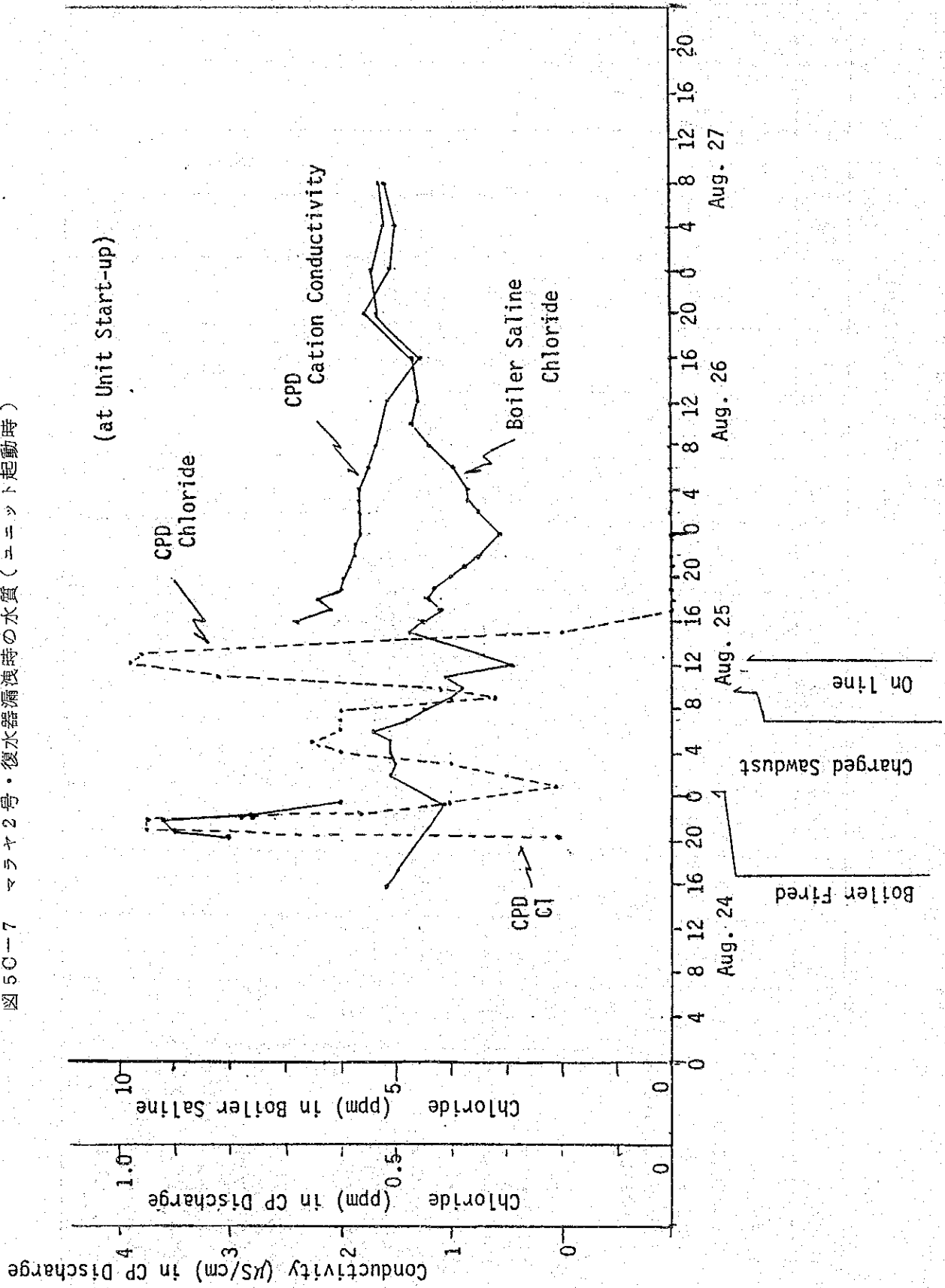


表 50-16 ガードナー/スナイダー及びビマラ発電所における溶存酸素データ

(Indigo Carmine Method)

(ppb)

Month/day	8/9	10	11	12	13	16	17	18	19	20	21	22	26	27
Gardner -1														
CP Discharge	100	70	15	50		50	55	60	70	80	80	30		
Feedwater	70	30	10	55		30		50	50	20	40	30		
Condensate after heater	80	10	15											
Snyder -1														
CP Discharge		25	20	20	4	6		30	30	40	30	15		
Eco Inlet	15	20					20	15	15	20	8	4		
Snyder -2														
CP Discharge		35	25	60		50		40	40	50	20	50		
Eco Inlet				15			20	10	10	10	20	20		
Deaerator Inlet	0	0		0	0	0				4	4	2		
Malaya -1														
Condensate				15									0	0
Deaerator Outlet													0	0
Malaya -2														
Deaerator Outlet													0	0
Eco Inlet													0	0

f. ドラム水中の不純物（クロライド、シリカ）の挙動

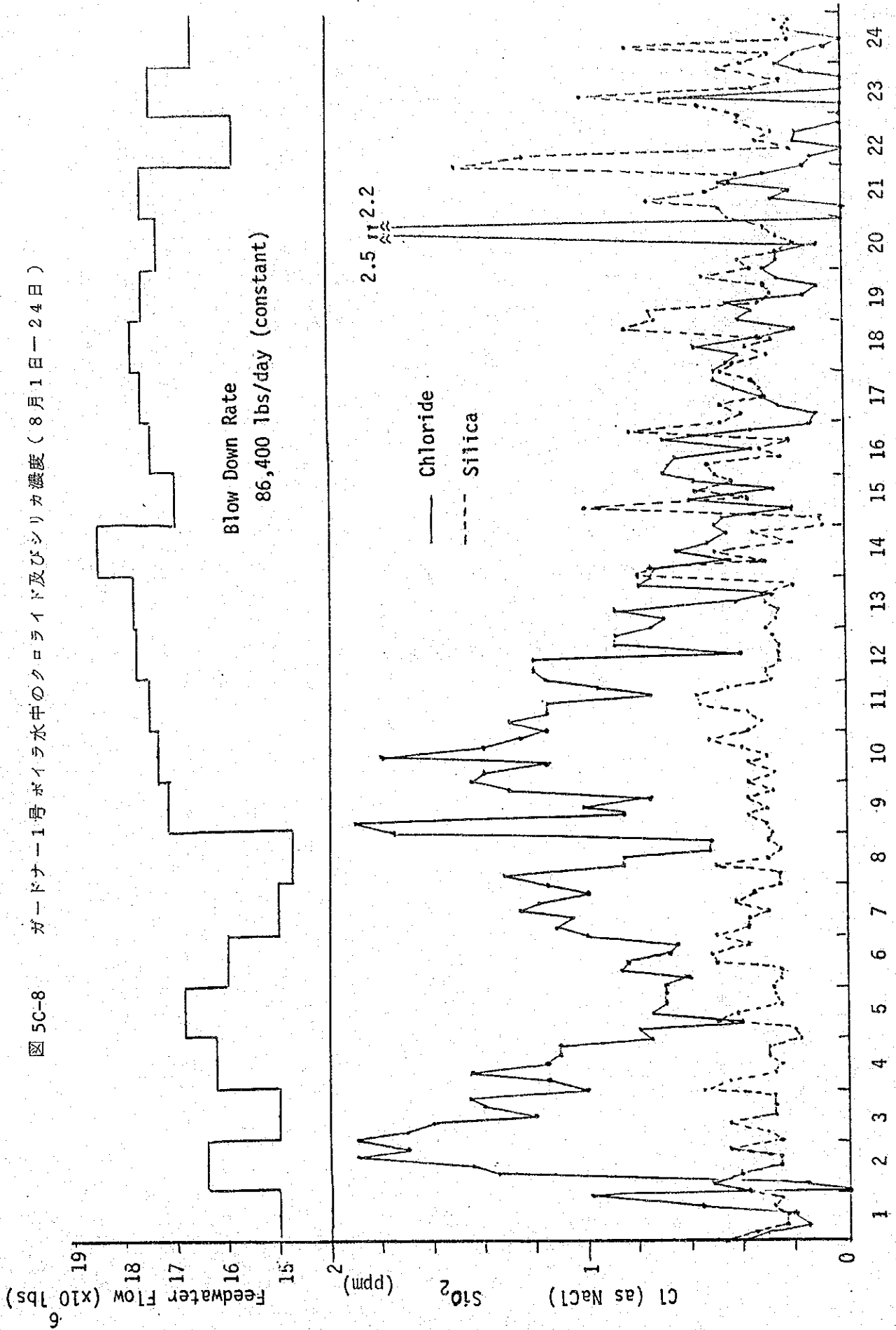
図5.C-8にガードナー1号の8月1日から8月24日に至るまでのボイラ水中のクロライド及びシリカ濃度を示している。この期間中、給水流量は、図にあるように若干変動しているが、ドラム水ブローダウン流量は一定である。従って、ドラムへの持ち込み量が一定とすれば、ドラム水中のクロライド及びシリカは、給水流量に大凡比例するはずである。しかしながら、実際は、給水流量との相関は認められない。また、両者ともに、月間の変動が激しい。

この原因として次のことが挙げられる。

- 分析精度に問題がある。
- ブローダウン流量が実際は変動している。
- 蒸気中へのキャリーオーバー係数が何らかの原因で変化する。
- ドラムへの搬入量に変化する。

上記要因のうち、最初の3つは考え難く、最も可能性のある要因は、最後の搬入量の変化である。しかしながら、これにしても、クロライドとシリカの動きは対応しておらず、現段階では良い説明を見出すことができない。

図 5C-8 ガードナー1号ボイラ水中のクロライド及びシリカ濃度(8月1日-24日)



g. 報告書の様式

各発電所では、ユニット毎に、日常水質試験報告書を持っている。

その他にも、種々の項目毎に、たくさんの日報がある（両発電所ともに、10～15枚）。

## h. 日常水質管理に関する勧告

### (a) 水質管理に関する勧告

- i. pH、ヒドラジン濃度、リン酸濃度、Na / PO<sub>4</sub> モル比を厳密にコントロールする（このためには、まず、正確な分析が必要）。
- ii. 溶存酸素、シリカ、カチオンバース導電率が基準値を逸脱した場合、速やかに原因を調査し、修復する。

溶存酸素：復水器廻りの点検

シリカ：脱塩装置、復水脱塩装置の調査

カチオンバース導電率：コンデンサリーク箇所の調査、脱塩装置、復水脱塩装置の調査

### iii. ドラム水の水質管理

Na / PO<sub>4</sub> モル比の厳正化（Na を毎日 1 回測定し、モル比を確認する。）

ボイラ水ブローの活用：不純物濃度が基準値を越えた場合、ブロー量を増加させる。

### (b) 水質管理基準の見直し

- i. マラヤ 2 号のボイラ水の pH 基準値 9.5 ~ 10.0 に関して、誤りがないかどうかメーカーに問い合わせの上、pH 9.0 ~ 9.5 に変更する。
- ii. マラヤ 2 号のボイラ水のシリカ基準値を 0.2 ppm 以下に改める。

### (c) 化学処理法の変更に関する検討

#### i. ヒドラジン注入量の増加

復給水系統の溶存酸素が高いユニットでは、ヒドラジン濃度を溶存酸素の 2 倍程度に高めることが望ましい。ヒドラジン濃度を上げればこの分解によるアンモニア生成に基づく蒸気、復水系統の pH が上昇するため、アンモニア注入量を減少させなければならない。これを実施するためには、実機において総合水質試験を実施し、適正な薬注量を決定する必要がある。

#### ii. ボイラ水処理法の AVT ( All Volatile Treatment ) への変更

りん酸塩がボイラ水処理のために使用される限り、遊離アルカリの生成によるボイラチューブの腐食の可能性は存在する。これを避けるために、日本の某電力では、ドラムボイラにおいても、AVT を採用して、水質に基づく腐食損傷を回避している。ただし、これを実施するためには、まず復水器リ

ーク頻度を低減させなければならない。

(d) 水質月報の作成（表5.C-17参照）

この基礎データとして、各項目毎に、毎回のデータを集約し、変動状況のチェックにも利用する。

表 5 C-17 水質試驗月報 ( 例 )

Item	pH (at 25°C)			Conductivity (µS/cm)			Fe (ppm)			SiO <sub>2</sub> (ppm)			M-Alkalinity (ppm as CaCO <sub>3</sub> )			Sulfate (ppm as SO <sub>4</sub> )			Chloride (ppm as Cl)			Total Hardness (ppm as CaCO <sub>3</sub> )					
	AVG	MAX	MIN	AVG	MAX	MIN	AVG	MAX	MIN	AVG	MAX	MIN	AVG	MAX	MIN	AVG	MAX	MIN	AVG	MAX	MIN	AVG	MAX	MIN			
Sample																											
Raw Water																											
Filtered Water																											
Item	Item																										
Sample																											
Demineralizer	HSCC																										
Item	pH (at 25°)			Cation Cond. (µS/cm)			Fe (ppb)			Cu (ppb)			SiO <sub>2</sub> (ppb)			DO <sub>2</sub> (ppb)			N <sub>2</sub> H <sub>4</sub> (ppb)			Cl (ppb)					
Sample	AVG	MAX	MIN	AVG	MAX	MIN	AVG	MAX	MIN	AVG	MAX	MIN	AVG	MAX	MIN	AVG	MAX	MIN	AVG	MAX	MIN	AVG	MAX	MIN	AVG	MAX	MIN
Condensate Feedwater																											
—																											
—																											
—																											
—																											



Reference - 5 水質基準値

G-1

Boiler Water Limits

Pressure = 1800 psig

Sodium Chloride -----	10 ppm or less
Soluble Phosphate (following 2.6 Na-PO <sub>4</sub> molar ratio) -----	2 to 4 ppm as PO <sub>4</sub>
Silica, SiO <sub>2</sub> -----	0.5 ppm or less
Total Solids -----	100 ppm or less
pH -----	8.9 - 9.25 corresponding to 2 - 4 ppm PO <sub>4</sub>

Feedwater

pH -----	8.6 to 8.9
Dissolved Oxygen -----	0.007 ppm or less
Copper, Cu -----	0.01 ppm or less
Iron, Fe -----	0.02 ppm or less
Hydrazine, N <sub>2</sub> H <sub>4</sub> -----	0.01 - 0.07 ppm
Hardness as CaCO <sub>3</sub> -----	0

G-2, S-1, S-2, M-1

Main Steam and Condensate (Siemens)

	<u>Start-up</u>	<u>Normal</u>
Silica, SiO <sub>2</sub> -----	50 ppb or less	20 ppb or less
Total Iron, Fe -----	50 ppb or less	20 ppb or less
Total Copper, Cu -----	10 ppb or less	3 ppb or less
Sodium & Potassium, Na <sup>+</sup> and K <sup>+</sup> -----	20 ppb or less	10 ppb or less
Conductivity (after passing thru cation resin) -----	0.5 micro S/cm equal or less	0.3 micro S/cm equal or less

Economizer Inlet (Hitachi) Normal Operation

pH -----	9.2 - 9.4
Dissolved Oxygen -----	7 ppb (max.)
Silica, SiO <sub>2</sub> -----	20 ppb (max.)
Hydrazine, N <sub>2</sub> H <sub>4</sub> -----	10 - 70 ppb
Total Dissolved Solids -----	50 ppb
Copper, Cu -----	2 ppb
Total Iron, Fe -----	10 ppb
Conductivity -----	0.3 micro S/cm (after passing thru cation resin)

Feedwater

Dissolved Oxygen ----- Preferably zero, and not  
over 0.007 ppm

Hydrogen Ion Valve (pH)

(85°C) ----- Between 8.6 and 8.9 for  
high pressure feedwater  
heater constructed from  
copper alloy tubes, and  
between 9.2 and 9.4 for  
feedwater heater const-  
ructed from steel  
tubes.

Hardness as CaCO<sub>3</sub> ----- Zero

Total Copper, Cu ----- 0.005 ppm or less

Total Iron, Fe ----- 0.01 ppm or less

Oil ----- Preferably zero

Hydrazine (N<sub>2</sub>H<sub>4</sub>) ----- Between 0.01 and 0.03 ppm

Cation Conductivity (25°C) ----- less than 0.3 micro S/cm

Boiler Water

Hydrogen Ion Valve (pH) ----- Between 9.5 and 10

Total Solids ----- Less than 20 ppm

Phosphoric Acid (PO<sub>4</sub>) ----- Between 1 and 3 ppm

Silica (SiO<sub>2</sub>) ----- Preferably less than  
0.3 ppm

### 3) 化学業務管理

#### a. 調査結果

化学室内で得られた種々の試験報告書、運転記録は、シフトのチーフによるチェックを受けた後、化学副長に提出される。しかし、通常、これより上への報告体制は無い。もちろん、異常時は、所長にも報告される。

このため、管理体制に厳格さが欠け、人員の不足、教育トレーニングの未整備も加わって、水質データの統計的処理、経年変化状況、特殊試験のデータの集約、解析が殆ど実施されていない。具体的には、ユニット水質データ、薬品使用量等に関する月報がなく、もちろん年報も作成していない。

各種日報が余りにも多いために、総合的な化学管理状況の集約、解析が困難であると推定される。

b. 勸告

火力発電技術の進歩は著しく、これに伴い化学管理もますます重要性を増すものと予想される。

また、すでに地熱発電所が運転しており、原子力発電所も運転を開始しようとしている。これらの化学管理は、火力発電所の場合と同様に、非常に大切なものである。

従って、発電所化学業務の管理機関として、中央化学室を設備し、化学処理技術の向上、教育等を計画、実施すべきである。当面、下記項目を担当する管理部門を作り、5～7名のスタッフをそろえることを提案する。

当面の化学業務の管理項目

- 各ユニット水質の集約、比較検討
- 月報、年報の作成
- ユニット定期修理時の化学関係点検及び金属材料検査
- ユニット事故時の化学処理助言
- ボイラ化学洗浄立会い
- 化学関係共通問題の解決
- 化学管理関係教育
- 新しい化学処理技術（分猷、装置、測定法）の紹介
- 化学関係設備の検討

近い将来、中央化学室が開設される時点では、約20名程度の陣容を整えて、火力、地熱、原子力発電所の諸問題を処理すべきである。取り扱う調査試験業務は、特殊水質試験、金属材料試験及び防食管理、燃料、公害関係を含む。

この中央化学室で必要とされる諸装置として以下のものを列挙する。

- X線マイクロアナライザー
- 誘導結合高周波アルゴンプラズマ発光分光分析装置（マルチチャンネル）
- 純ゲルマニウム・ガンマ線多重波高分析装置
- 走査型電子顕微鏡
- けい光X線分析装置
- X線回析装置
- 原子吸光分光分析装置
- ガスクロマトグラフ
- 炭素・窒素・水素分析装置
- 全窒素分析装置
- イオンクロマトグラフィー（ダイオネックス）
- 重油硫黄量測定装置
- 金属顕微鏡

これらの諸装置は、日本の某電力総合研究所に設置されているものである。

4) 脱塩装置

a. 脱塩装置の仕様

(a) 濾過水水質

Item	Raw Water	Treated Water
Ca <sup>++</sup>	22 ppm as CaCO <sub>3</sub>	
Mg <sup>++</sup>	22 "	
Na <sup>++</sup>	376 "	
Total Cation	420 "	0.1 ppm as CaCO <sub>3</sub>
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	307 ppm as CaCO <sub>3</sub>	
Cl <sup>-</sup>	107 "	
SO <sub>4</sub> <sup>--</sup>	6 "	
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	0 "	
CO <sub>2</sub>	0 "	
SiO <sub>2</sub>	86 "	0.01 ppm as SiO <sub>2</sub>
Total Anion	506 "	0.1 ppm as CaCO <sub>3</sub>
Fe	0.125 ppm as Fe	0.01 ppm as Fe
pH	8.3	7.0

(b) RO ユニット原水水質 (ESCO による測定)

Ca <sup>++</sup>	50 ppm	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	383 ppm
Mg <sup>++</sup>	25 ppm	Cl <sup>-</sup>	342 ppm
Na <sup>+</sup>	320 ppm	SO <sub>4</sub> <sup>--</sup>	14 ppm
Total Cation		NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	0.6 ppm
pH	7.8	SiO <sub>2</sub>	65 ppm
Fe	0.24 ppm	Total Anion	
Turb.	Nil		
TDS	1198 ppm		

注：ESCO による測定結果は不完全で全カチオン、全アニオンの値は求められない。

## (c) 脱塩装置の設計値

脱塩装置は、ガードナー／スナイダー発電所に2装置、マラヤ発電所に1装置あり、各装置の設計値は次の通りである。なお、スナイダー、マラヤの両装置は同一仕様である。

<u>Location</u>	Gardner	Snyder	Malaya
<u>Manufacturer</u>	Graver	Permutit	Permutit
<u>Cation Exchanger</u>			
Number	3 Units	2 Units	2 Units
Column Size	54" x 13'-6" (1-372mm $\phi$ x 4115mm <sup>H</sup> )	72" x 11' (1829mm $\phi$ x 3353mm <sup>H</sup> )	same
Pressure	100 psi (7kg/cm <sup>2</sup> )	100 psi (7kg/cm <sup>2</sup> )	same
Resin	Re-3 108ft <sup>3</sup>	IR-120 172ft <sup>3</sup>	same
<u>Regenerant</u>			
Up-Flow	66°Be H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> (81lbs/ft <sup>3</sup> )	93% H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> (71lbs/ft <sup>3</sup> )	same
Down-Flow	66°Be H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> (101lbs/ft <sup>3</sup> )	93% H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> (112g/L-R)	same
Flow Rate	50 gpm (11.4 m <sup>3</sup> /H)	100 gpm (22.7 m <sup>3</sup> /H)	same
B.T. Capacity	24.2 Kgrain/ft <sup>3</sup> (55.3 g/l-R)	19.6 Kgrain/ft <sup>3</sup> (44.8 g/l-R)	same
Total Capacity	90500 gal (286 m <sup>3</sup> )	136400 gal (516.3 m <sup>3</sup> )	same
<u>Degasifier</u>			
Number	1 Unit	1 Unit	1 Unit same



Anion Exchanger

Number	3 Units	3 Units	3 Units
			same
Column Size	48" x 15'-6 (1219mm $\phi$ x 4724mm <sup>H</sup> )	60" x 9' (1524mm $\phi$ x 2743mm <sup>H</sup> )	same
Pressure	100 psi (7 kg/cm <sup>2</sup> )	100 psi (7 kg/cm <sup>2</sup> )	same
Resin	AE-61 96 ft <sup>3</sup> (2718 lit)	IRA-402 102 ft <sup>3</sup> (2888 lit)	same
Regenerant	100% NaOH 101b/ft <sup>3</sup>	100% NaOH 61b/ft <sup>3</sup>	same
Flow Rate	50 gpm (11.4 m <sup>3</sup> /H)	100 gpm (22.7 m <sup>3</sup> /H)	same
B.T. Capacity	10.7 Kgrain/ft <sup>3</sup> (24.4 g/l-R0)	13.8 Kgrain/ft <sup>3</sup> (31.5 g/l-R)	same
Total Capacity	71000 gal (269 m <sup>3</sup> )	125600 gal (475.4 m <sup>3</sup> )	same

Mixed Bed Polisher

Number	2 Units	2 Units	2 Units
Column Size	36" x 8' (914mm $\phi$ x 2438mm <sup>H</sup> )	42" x 9' (1067mm $\phi$ x 2743mm <sup>H</sup> )	same
Pressure	275 psi (19.3 kg/cm <sup>2</sup> )		
Resin	Anion (AE-61) 11 ft <sup>3</sup> (311 lit)	Anion (IRA-402) 24 ft <sup>3</sup> (679 lit)	same
	Cation (RE-6) 17 ft <sup>3</sup> (481 lit)	Cation (IR-120) 28 ft <sup>3</sup> (792.8 lit)	same

Flow Rate	76 gpm (17.3 m <sup>3</sup> /H)	100 gpm (22.7 m <sup>3</sup> /H)	same same
Total Capacity	1000000 gal (3785 m <sup>3</sup> )	514000 gal (1946 m <sup>3</sup> )	same same
Regenerant	100% NaOH 24 lb/ft <sup>3</sup> (384 g/l-R)	100% NaOH 9 lb/ft <sup>3</sup> (144.2 g/l-R)	same same
	66% H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> 8 lb/ft <sup>3</sup>	(93% H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> same 8 lb/ft <sup>3</sup> )	

Effluent	Total Cation	0.1 ppm as CaCO <sub>3</sub>
	Total Anion	0.1
	SiO <sub>2</sub>	0.01 ppm as SiO <sub>2</sub>
	Fe	0.01 ppm as Fe
	pH	7.0
	Conductivity	0.5 micro S/cm

ガードナー/スナイダー発電所では、グレーバ脱塩装置により、820 μs/cm の汚過水を直接処理しているが、バームチット脱塩装置は深井戸水(1,300 μs/cm)をROユニットで処理後、170 μs/cm となったものを深井戸水と混合し、導電率約 390 μs/cm として処理している。

#### b. 調査結果

##### (a) 計装関係

脱塩装置の制御盤に設置してされている計装とその作動状況は次の通りである。

自動運転のための計装、監視計器は殆ど故障中で、すべて手動運転されており、その結果、運転の誤操作が発生することがある。

i. Gardner Demineralizer (Graver)

Instruments for Monitoring

Conductivity Meter & Recorder

(Leeds & Northrup) X

pH Meter & Recorder (Leeds & Northrup) X

Flow Meter & Recorder (Foxboro) X

Control System for Automatic Operation

Stepping Programmer X

Alarm Unit

Alarm Units X

ii. Snyder Demineralizer (Permutit)

Instruments for Monitoring

Conductivity Meter & Recorder (Beckman) X

Flow Meter & Recorder (Taylor)

Flow Counter X

Control System for Automatic Operation

Stepping Programmer X

Alarm Unit

Alarm Units X

iii. Malaya Demineralizer (Permutit)

Instruments for Monitoring

Conductivity Meter & Recorder (Beckman) X

Flow Meter & Recorder (Foxboro)

Flow Counter X

Control System for Automatic Operation

Stepping Programmer X

Alarm Unit

Alarm Units X

\*Legend

X - - - - - Out of Order

- - - - - Working but necessary

to calibrate

0 - - - - - Available

上述の通り、自動運転の為の監視、制御装置はほとんど壊れており、装置は手動で運転されている。このような状況では設備上に不具合が起こるであろう。

## (b) 処理水水質

濾過水と脱塩装置出口水質は次の通りである。SiO<sub>2</sub>とFMAはNACOPORによる測定値で、導電率はJICA調査団の計器により測定したものである。

表5C-18 濾過水水質

Date	Filtered Water Conducti. (μS/cm)	Cation FMA (ppm as CaCO <sub>3</sub> )	Anion		Mixed Bed Polisher			Remarks	
			Conduct. (μS/cm)	SiO <sub>2</sub> (ppm)	Conduct. (μS/cm)	P-Alkali (ppm as CaCO <sub>3</sub> )	SiO <sub>2</sub> (ppm)		
Aug. 10	850	190	4.7 4.9	0.004	0.55 0.94		0.005	Graver (Gardner)	
12		180	17	0.004	1.0		0.005		
13	810	180	7.8 6.0	0.004	0.15		0.005		
13			3.1 2.3	0.004	0.12		0.005		
16	810	180	34 8.3	0.004	0.78		0.005		
17	810	180	10 6.5	0.004	0.32		0.005		
18	830	185	12 10	0.004	0.30		0.005		
Aug. 16	1300 *390	RO unit 70	effluent 5.4	170 S/cm -	0.11		-		Permutit (Snyder)
	* Blended Water in Clear Well								
Aug. 24	480		5.5		0.17			Permutit (Malaya)	
24			3.4		0.18				
25	450		11		0.27				
26	450		2.8		0.23				
27	480		2.5		0.25				
Sep. 1	568		2		0.22				
					FMA & SiO <sub>2</sub> ...	By NAPOCOR			
					FMA & SiO <sub>2</sub> ---	By NAPOCOR			

日本の場合、脱塩装置運用の水質は次の通りである。

OH塔出口	導電率	10 $\mu$ s / cm 以下
	SiO <sub>2</sub>	0.1 ppm as SiO <sub>2</sub> 以下
MB-P塔出口	導電率	0.5 $\mu$ s / cm 以下
	SiO <sub>2</sub>	0.02 ppm as SiO <sub>2</sub> 以下

しかし、グレーバー脱塩装置の処理水導電率は時々、上記数値を越えることがあった。

この原因としては、導電率による水質の監視がなされてなく各塔のブレイク点は、H塔はFMA、OH塔はSiO<sub>2</sub>、MB-P塔はアールカリ、SiO<sub>2</sub>によって判定していることによる。

(c) 再生

各所の脱塩装置の再生方式は次の通りである。

	<u>Cation Exchanger</u>	<u>Anion Exchanger</u>	<u>Mixed Bed Polisher</u>
Gardner (Graver)	① Down Flow	④ Down Flow	⑦
	② Up Flow	⑤ Down Flow	⑧
	③ Down Flow	⑥ Down Flow	Ordinary
Snyder (Permutit)	① Down Flow	① Down Flow	Method
	② Down Flow	② Down Flow	②
Malaya (Permutit)	① Down Flow	① Down Flow	① Column (No)
	② Down Flow	② Down Flow	

表5C-21, 22, 23, 24, 25及び26を参照のこと。

(d) 再生剤の使用量

再生剤量は希釈水流量と希釈液の比重とでチェックされている。

(e) 参考資料

表 5 C - 19	汙過水分析記録
表 5 C - 20	汙過水分析記録 ( RO 出口水との混合 )
表 5 C - 21	脱塩装置運転手順 ( グレーバー )
表 5 C - 22	同 上 ( 同 上 )
表 5 C - 23	同 上 ( スナイダー、バームチット )
表 5 C - 24	同 上 ( 同 上 )
表 5 C - 25	同 上 ( マラヤ、バームチット )
表 5 C - 26	同 上 ( 同 上 )
図 5 C - 9	脱塩装置、系統図
図 5 C - 10	同 上 ( ガードナー / スナイダー )
図 5 C - 11	RO 系統図

表 5 C - 19 汙過水分析記錄 (NAPOCOR測定)

Items	N-Alk. (ppm as CaCO <sub>3</sub> )	Cl (ppm as NaCl)	SO <sub>4</sub> (ppm as Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> )	T-Hard (ppm as CaCO <sub>3</sub> )	Ca (ppm as CaCO <sub>3</sub> )	SiO <sub>2</sub> (ppm as SiO <sub>2</sub> )	Conduct. (Micro S /cm)	FMA (ppm as CaCO <sub>3</sub> )		
Aug.	1	223	185	9	35	18	66	979	180	G/S TS
	2	285	183	16	30	20	63	894	180	
	3	340	184	14	40	24	70	970	180	
	4	310	170	20	46	20	90	990	180	
	5	280	174	12	42	26	65	940	180	
	6	290	160	9	48	25	83	990	180	
	7	308	185	12	38	24	68	968	180	
	8	320	192	12	44	20	72	980	180	
	9	300	176	12	40	24	84	974	180	
	10	290	184	10	40	16	54	940	190	
	11	340	184	12	46	20	65	970	180	
	12	320	190	12	46	20	78	-	180	
	13	309	188	14	40	28	72	972	180	
	14	370	190	10	44	20	60	980	180	
	15	260	162	10	34	17	55	900	180	
	16	290	170	15	38	20	72	(820)	180	
	17	270	182	10	42	24	62	(840)	185	
	18	-	-	-	-	-	-	-	-	
	19	300	116	12	34	20	42	(800)	190	
19						#4 (1300)	----	RO Unit Inlet		
19						(170)	----	RO Unit Cutlet		
						(390)	----	Permutit Inlet		
Aug.	27 <sup>#1</sup>	138	44	21.9	102	66	80	PH(7.3)	Fe(0.41)	MALAYA
	#2	136	46	21.9	102	58	82.5	PH(7.65)	Fe(0.41)	
	#3	56	24	17.5	64	54	97.5	PH(7.45)	Fe(0.46)	
Aug.	City	48 - 43	13 - 15		41 - 46	28 - 32	10.8 - 16	PH(7.3)		TEGEN
	River	82 - 76	620 - 580		120 - 118	75 - 80	6.7 - 6.0	PH(7.5)		



表 5C-20 汚過水分析記録 (RO 出口水との混合水)

Item Date	M-Alkali (ppm as Ca CO <sub>3</sub> )	Cl (ppm as NaCl)	SO <sub>4</sub> (ppm as Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> )	H-Hard (ppm as CaCO <sub>3</sub> )	Ca (ppm as CaCO <sub>3</sub> )	SiO <sub>2</sub> (ppm as SiO <sub>2</sub> )	Conduct. (Micro S /cm)	FMA (ppm as CaCO <sub>3</sub> )	Remarks	
Aug. 1	20	70		12	4			60	Snyder	
2	15	70		0	0			40		
3	5	60						40		
4										
5	30	70		14	4			50		
6	22	66		0	0			50		
7	26	68		0	0			40		
8	15	40		0	0			40		
9	9	88		0	0			40		
10	10	90		0	0			40		
11	58	85		20	12			40		
12	64	90		22	10			40		
13	72	100		24	14			70		
14	68	94		20	8			80		
15	74	104		22	12			70		
16	70	94		22	10	15		70		
17	68	108		20	12	15	390	70		
18	72	104		22	14					
19	70	120		28	14	20		70		
20	90	110		20	12	18		70		
22	60	94		18	10			80		
23	64	102		22	12			80		
24	60	82		16	8			80		
-										
31	17	70						40		
		Sep. 17								
	Note;	#4 Deep Well Water	Conductivity			1300	Micro S/cm			
		RO Unit Treated Water	Conductivity			170	Micro S/cm			
		Permutit Inlet Water (Blended Water)	Conductivity			390	Micro S/cm			