

火力発電設備の総合予防保全システム“New-HIAMPS”

Hitachi's New Advanced Maintenance Planning System for Thermal Power Plant

わが国で火力発電設備の発電電力量は約60%を占め、電力安定供給の要請が強い。近年経年設備の増加と高頻度の起動・停止運転などによって、経年劣化に伴うプラント停止故障を防止し、稼働率を向上させることが重要である。一方、ピーク電力の増加に伴い休止火力の運転再開や、定期検査のインターバル延長など、予防保全活動に対するニーズがますます高まってきている。このため日立製作所は、火力発電設備の保全作業を計画的に提案する「総合予防保全システム」を開発した。

このシステムは、プラントの全重要機器の保全管理と保全作業計画を行うもので、機器の余寿命診断・点検データなどを基に、点検・取り替え、改善推奨事項などについて、顧客各発電所に提供するものである。

竹下豊男* Toyoo Takeshita
佐藤博美* Hiromi Satō
江藤昌文** Masafumi Etō

1 緒 言

日立製作所は、1975年に既設発電設備の蒸気タービン、発電機に対する保守点検の履歴管理と機器の保守改善計画推進を目的とした予防保全システムとして、HIAMP¹⁾(Hitachi Advanced Maintenance Planning)を構築し、またボイラについても、1985年に同様のシステムであるBK-HIAMP(BHK KURE Hitachi Advanced Maintenance Planning)を構築して、現在までこれら機器の予防保全活動に貢献してきた。

しかし、近年火力発電設備では、経年設備の増加、高頻度の起動・停止運転など運用の過酷化が進む一方、ピーク電力の増加に伴い休止火力の運転再開や、定期検査インターバルの延長など、予防保全に対するニーズがますます高まってきている。

このようなニーズにこたえるため、対象機器を電動機・ポンプ・ファン・その他の補機、および電気計装品にまで拡大するとともに、従来のシステムに対し

- (1) 機器の余寿命診断、劣化診断データに基づく部品の点検取り替えの推進
 - (2) 共通不具合品対策の水平展開と保守の推進
 - (3) 予防保全関連図書および情報の一元化管理
- という機能を備えた新しい「火力総合予防保全システム」“New-HIAMPS”を開発した。

2 火力総合予防保全システム開発の目的

発電設備の仕様、運転稼働情報、点検実施履歴情報、事故情報など各種既納品管理情報は、多岐にわたりまた膨大な量

である。このシステムは、これらの各部門に散在している情報をデータベースとして集中管理し、また、エキスパートシステムなど最新の技術を駆使し、以下の施策を行うことを目的としている。

(1) 予防保全の先手管理

定期検査時の点検・補修記録や故障・事故記録、運転稼働状況などを基に、余寿命診断・劣化診断を行い、事故未然防止のための寿命管理の強化と点検時期の最適化を図る。

(2) 事故未然防止のための予防保全対策

類似事故再発未然防止を目的とした設計仕様・運転情報・点検履歴情報などに基づく類似設備の検索と、共通不具合対策の迅速化を図る。

(3) 保守計画の立案と点検推奨一覧表の作成

定期検査時での、次回定期検査作業内容・懸案事項・改善項目の摘出による適切な点検推奨一覧表の発行と、顧客への提案活動の迅速化を図る。

(4) 稼働実績の反映による技術向上

稼働実績情報を後続の新設計機に反映し技術向上を図る。

3 火力総合予防保全システムの概要

3.1 システムの構成

このシステムは管理情報が膨大であり、また各部門間での共通情報が多いことから、ホストコンピュータによるデータベースシステムと、余寿命診断やグラフィック処理を行うワークステーションのスタンドアロンシステム、および関連情

* 日立製作所 日立工場 ** 株式会社日立エンジニアリングサービス 火力プラント部

報を保管・管理する光ファイリングシステムで構成し、相互に連携している。システムの基本構成を図1に示す。

3.2 システム構築上の考慮点

このシステム開発にあたり考慮した点を以下に述べる。

(1) ホストとワークステーションの機能分担

ホストとワークステーションのおおのの利点を生かすため、ホストでは大量データの保存・検索・レポーティング機能などを持たせ、ワークステーションでは各機器・部品独自のデータ処理機能を持たせた。具体的には、各種予防保全データは当該各部門からオンライン端末にリアルタイムで入力され、データベースに蓄積される。各部門は、それらのデータを検索し、必要があればワークステーションに転送し、余寿命診断や各種分析を行い、処理結果を必要に応じ逆にホスト側に転送する。

(2) プラント共通データの一元管理

各機器担当設計部門・製造部門・検査部門に散在していた機器・部品仕様情報や稼動時間・停止回数などの運転情報、点検実施履歴情報をホストコンピュータで一元管理を図り、関連部門での情報を共有化する。

(3) 機器担当部門間のシステム汎(はん)用化

火力発電プラントはボイラ・タービン・タービン発電機・電動機などの多くの機器・部品で構成しており、管理すべきデータ項目が多岐にわたっている。そこで、システムが機器・部品ごとに専用化するのを極力防ぐように汎用化を図った。

部品点検交換履歴管理や点検項目推奨処理は、業務の標準化を図りすべて部門間共通システムとし、さらに火力以外の発電プラントへの適用拡大も可能とした。

(4) 機密管理

各部門単位にパスワードを設け、データメンテナンスは、当該部門だけが行えるようにした。ただし、検索情報活用に

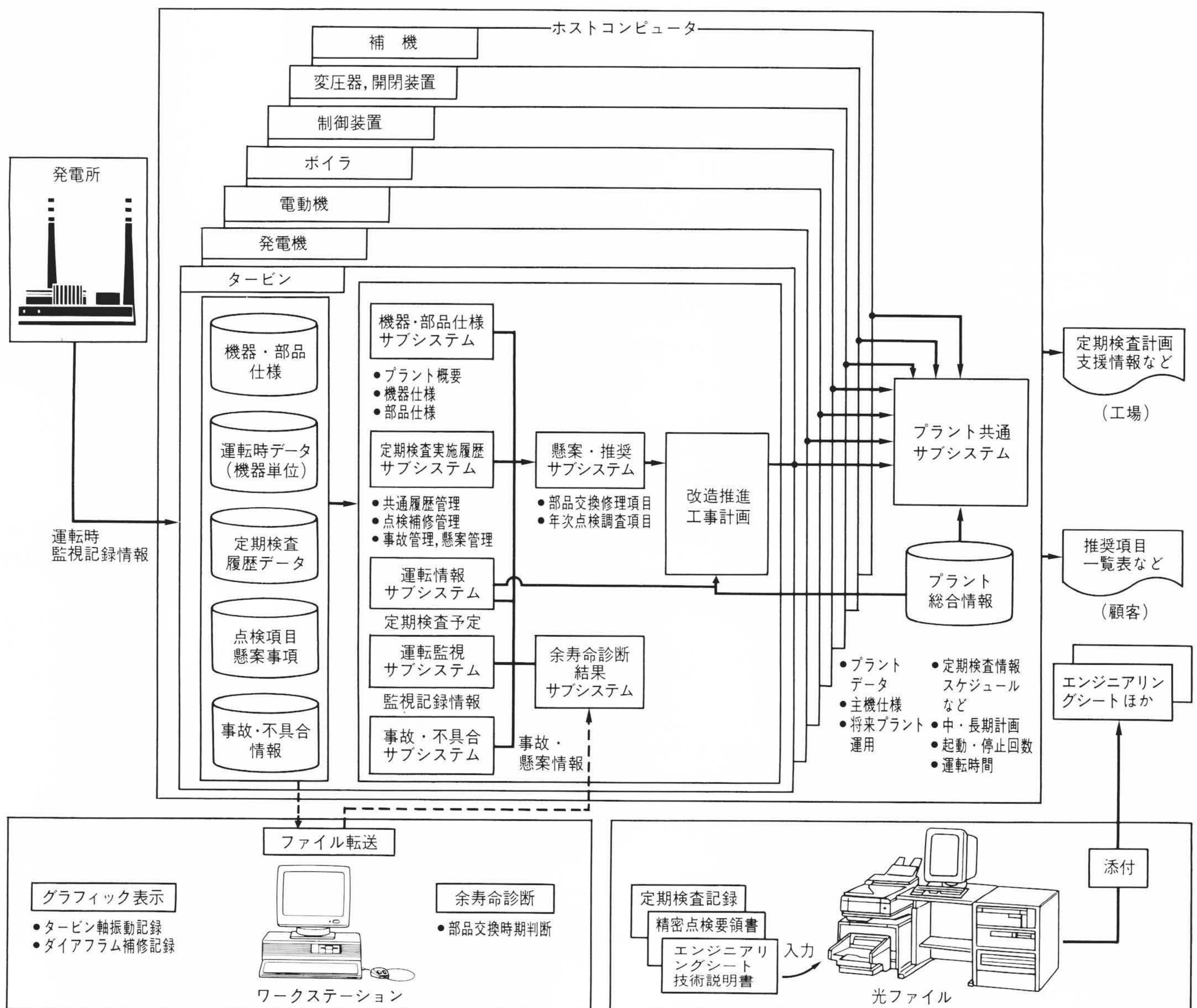


図1 システムの基本構成 システムはホストコンピュータ、ワークステーションおよび光ファイルで構成されている。

については部門間で相互に行えるようにした。また、このシステムには総合メニュー画面を変更できるようにすることで、各部門専用のシステムと同様の使い勝手で使用できるように配慮した。総合メニュー画面を図2に示す。

(5) 事業所間の共通化

関連事業所間でのデータ交換を考慮して、例えば顧客・納入先コードなどの統一を図った。また事業所間で共用とするプラントの全体仕様や運転情報、定期検査履歴・予定などの範囲を明確にし、プラント共通データベース上に集約した。また顧客への点検項目推奨リストの様式についても共通にした。

3.3 システムの内容

このシステムは、8個のサブシステムで構成している。システムの概要を図3に示す。

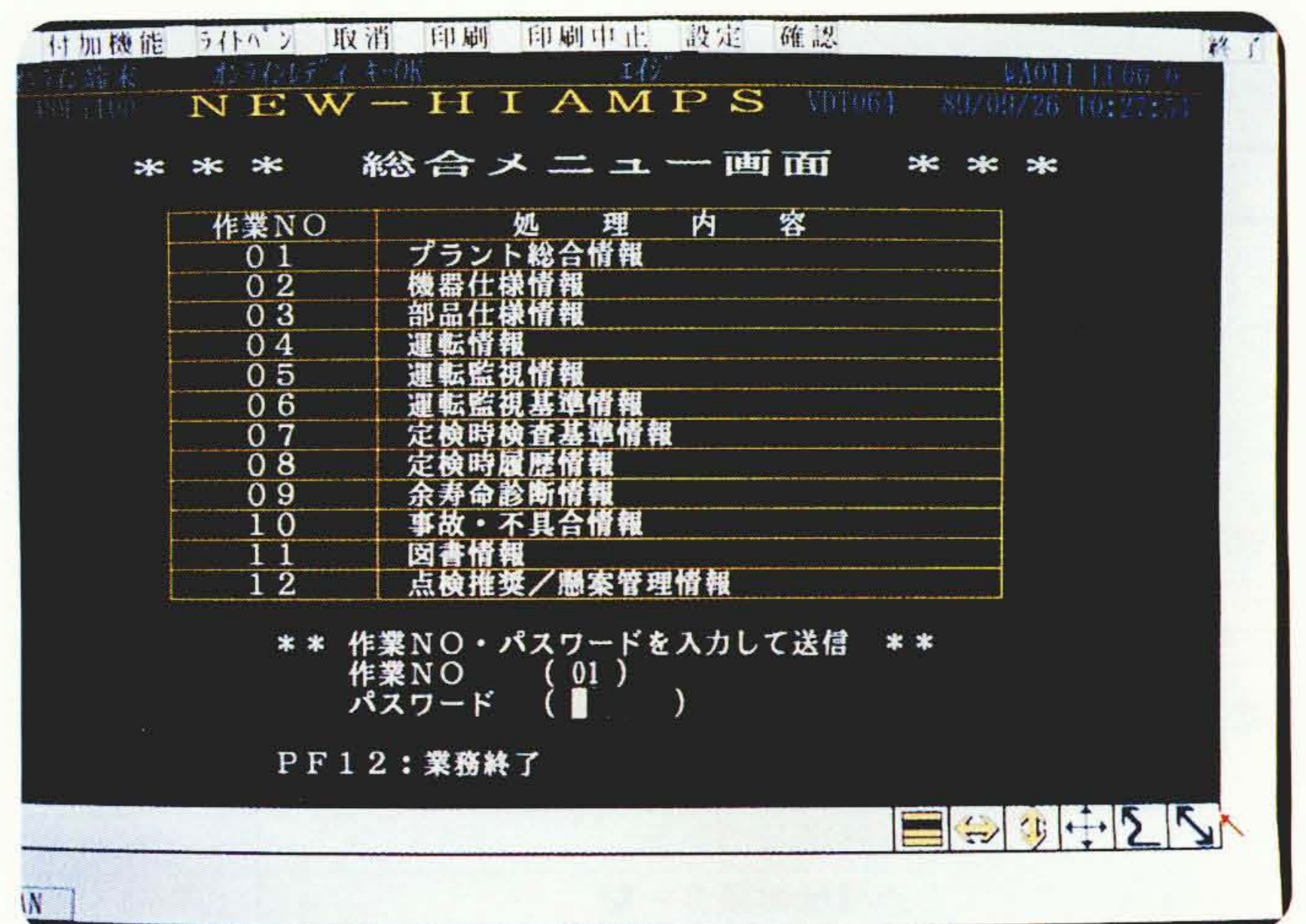
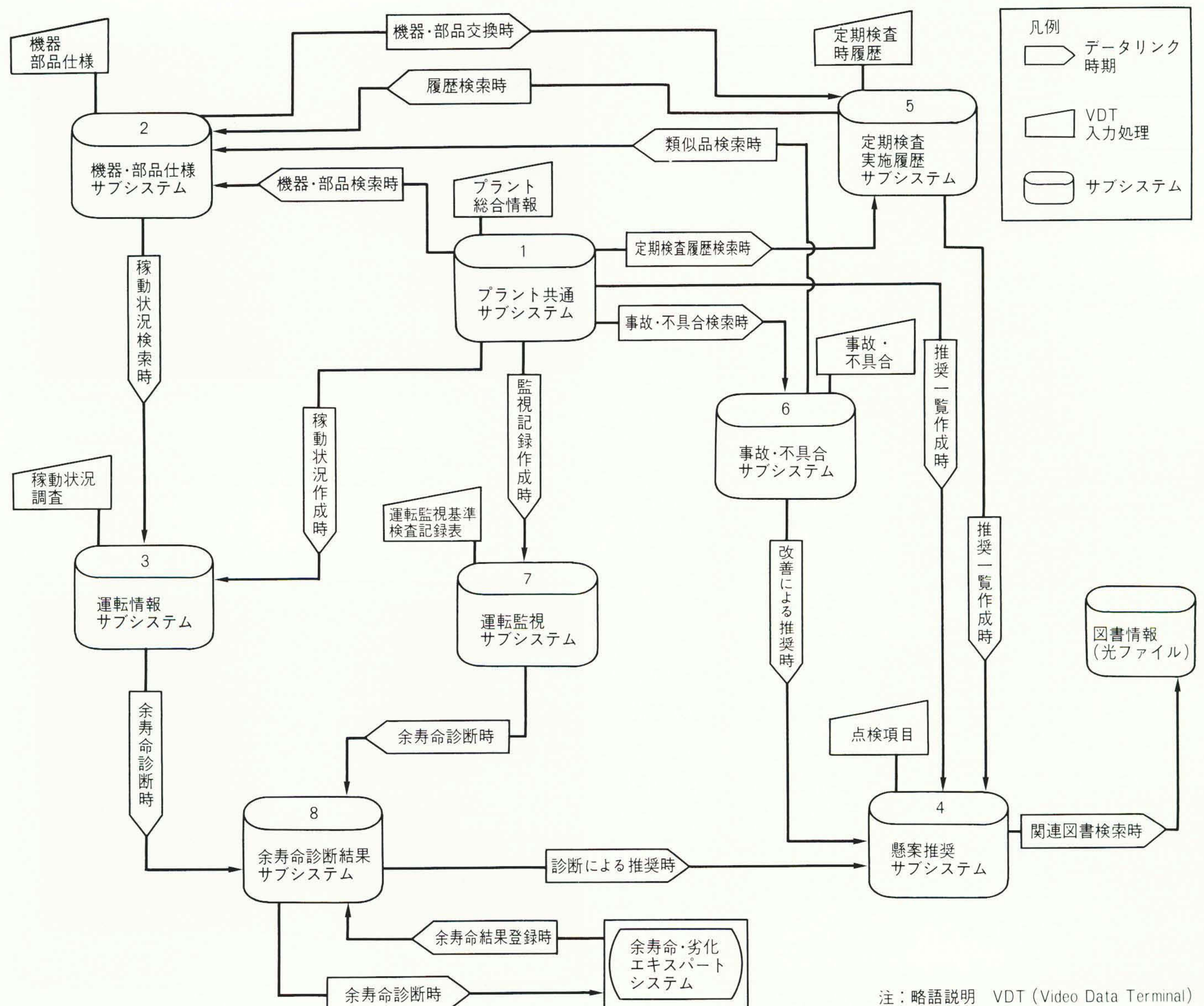


図2 総合メニュー画面の表示例 入力されるパスワードの権限により、検索だけ・データメンテナンス可能といった機能が選択される。



注：略語説明 VDT (Video Data Terminal)

図3 システムの概要 このシステムは、8個のサブシステムで構成している。

表1 主要機能とリスト出力 画面表示による検索に主眼を置いたシステムであるが、検索結果の一覧表のリスト出力は可能である。

サブシステム	主要機能(画面表示)	リスト出力
プラント共通	プラント総合情報	—
	顧客別プラント一覧	○
	他事業所との情報交換	—
	各種テーブル管理	○
機器仕様	機器・部品仕様	—
	条件付き機器部品検索	—
	機器・部品リスト	○
運転情報	運転稼動状況管理	○
	定期検査予定立案	○
	起動・停止回数一覧	○
懸案推奨	点検項目の更新	—
	点検推奨項目一覧	○
	懸案事項一覧	○
定期検査実施履歴	点検実施予定履歴更新	—
	交換部品検索	—
	定期検査結果・履歴一覧	○
	補修交換履歴一覧	○
事故・不具合	類似事故検索	○
	事故・不具合検索	○
	類似品対策情報	○
運転監視	運転監視基準更新・検索	—
	運転監視記録更新	○
	経年別運転記録管理	—
余寿命診断結果	余寿命・劣化診断システムの情報提供	—
	診断結果一覧	○

4 管理情報の内容

このシステムで管理している主な情報の内容を以下に述べる。なお、サブシステムごとの主な機能と出力範囲を表1に示す。

4.1 プラント総合情報

管理対象としている火力プラント設備の顧客名・納入先名・出力・運転時間などの情報であり、プラント情報・運転情報・定期検査情報の三つで構成している。

プラント情報は、顧客名・納入先プラント名・出力・運転開始年月日・主要機器メーカー名などで構成する。

次に運転情報は、プラント運転時間・プラント運転パターン・プラント運転計画・プラント運転燃料転換・起動や停止回数・事故情報などで構成している。

さらに、定期検査情報は、前回の定期検査実施年月・次回の定期検査計画年月で構成する。プラント総合情報は、以下に記述する他の情報から必要なデータを取り込んで表示する情報である。プラント総合情報の表示画面を図4に示す。

4.2 機器・部品仕様情報

(1) 機器仕様

機器仕様データは、各種部品データを統括管理するための基本データである。火力プラントを構成する各種機器の諸元

データで、プラント仕様・主タービン・BFP(ボイラ給水ポンプ)駆動用タービン・RFP(リアクタ給水ポンプ)駆動用タービン・主タービン制御機器・タービン補機・主発電機・主励磁機・電動機などの基本データで構成している。

基本データとは、主タービン仕様の例をあげると図5に示すように、主蒸気の圧力と温度・再熱蒸気の圧力と温度・タービン車室数・ガバナ形式・アドミッション数・加減弁形式・ノズルボックスの有無・タービン段落数・タービン回転数・タービン形式などで構成される。同様に、主発電機の例を図6に示す。

(2) 部品仕様情報

各種機器を構成する部品の設計仕様諸元データで、タービンの例ではロータ・動翼・ダイアフラム・静翼・ジャーナル軸受・スラスト軸受・ケーシング・クロスオーバ管などで構

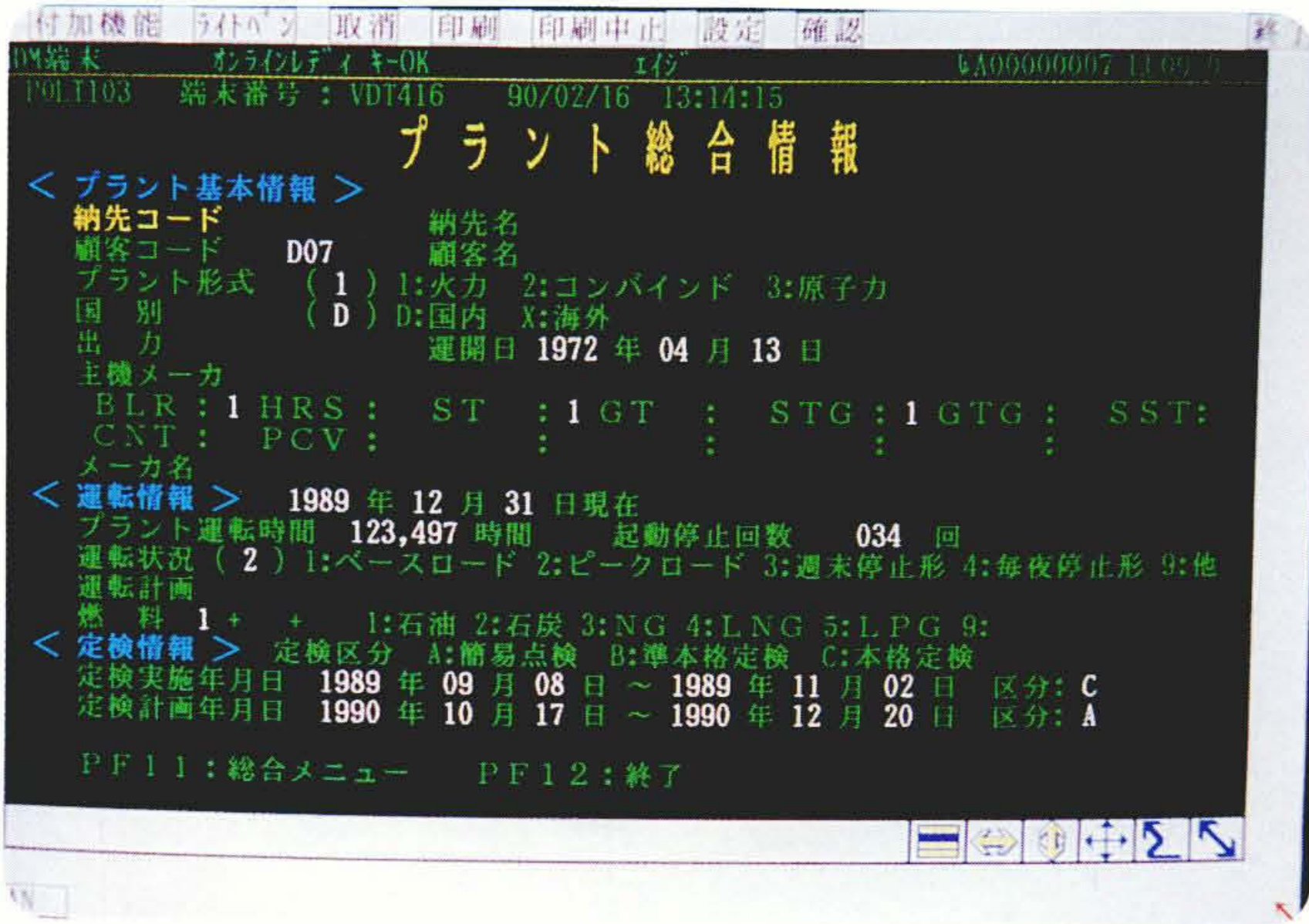


図4 プラント総合情報の画面表示例 この画面でプラントの基本的な構成、最新の運転状況などを得ることができる。



図5 機器仕様、主タービンの画面表示例 この画面で主タービンの基本的な仕様の情報を得ることができる。



図6 機器仕様，主発電機の画面表示例 この画面で主発電機の基本的な仕様の情報を得ることができる。

成している。代表例としてロータ仕様の画面を図7に、電動機の負荷側メタルの仕様画面を図8に示す。

4.3 運転情報

運転情報は、稼動情報・定期検査情報・停止時間情報などであり、稼動情報とは、各プラントの運転時間(累積)・起動や停止回数(累積)・稼動状況などである。また、定期検査情報とは、各年度の定期検査の実施時期・実施期間・前回定期検査からの運転時間・起動停止回数・定期検査の区分(簡易・準本格・本格の区別)などである。停止時間情報とは、定期検査期間以外でプラントを停止した際の時間数と停止理由である。これらの運転情報から、稼動実態調査表(図9)および定期検査予定表が出力される。

4.4 懸案推奨

懸案推奨は、改善推奨項目と懸案事項で構成している。改

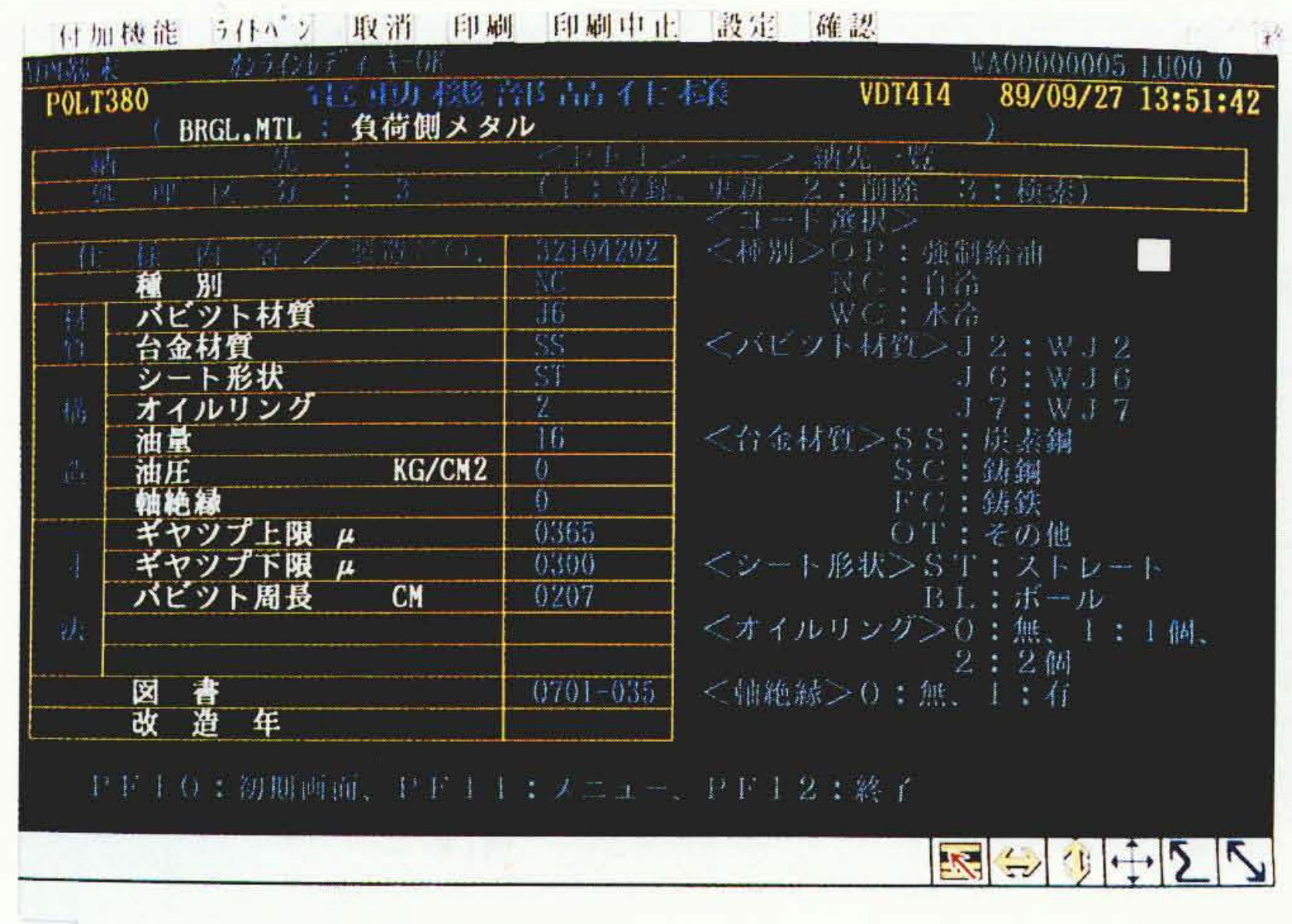


図8 部品仕様，電動機負荷側メタルの画面表示例 この画面で電動機の部品仕様情報を得ることができる。

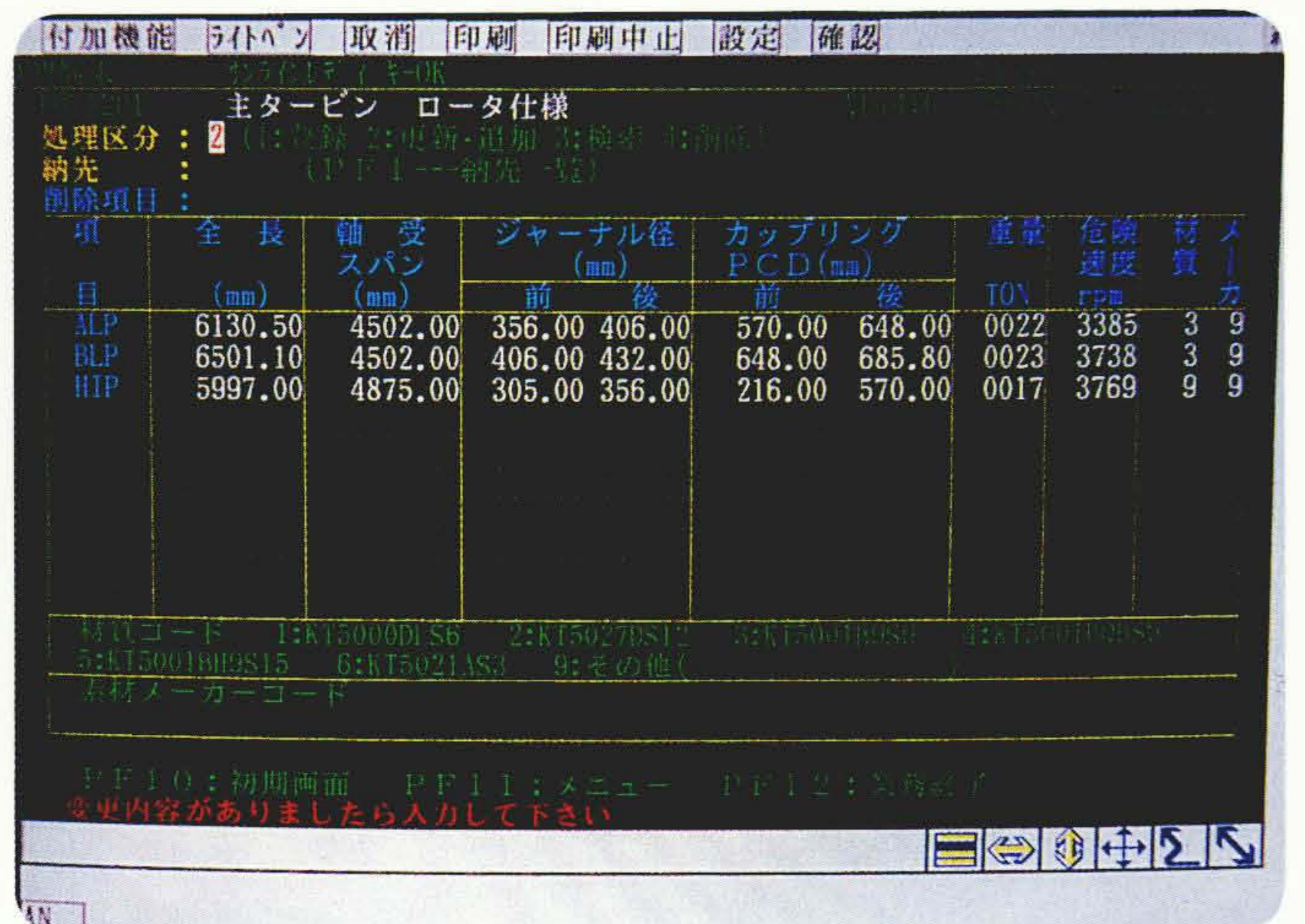


図7 部品仕様，主タービンロータの画面表示例 この画面でロータシャフトの基本的な仕様情報を得ることができる。

善推奨項目とは、延命化対策、信頼性向上、運用および操作性の改善、省エネルギーなどの目的のために必要な余寿命診断・部品の取り替え・改造・改善・一般点検・精密点検という種類の作業のことである。

改善推奨項目は、部門ごとの対象機器別に標準推奨項目をマスタデータとして設定している。この標準推奨項目から納入先ごとに作業実施周期と簡易定期検査・準本格定期検査・本格定期検査という定期検査実施区分を考慮して改善推奨項目として選定する。懸案事項とは、定期検査の際、次回定期検査時に必要と判断された作業のことである。

改善推奨項目と懸案事項を機器・部品ごとに整理編集して推奨項目一覧表として出力する。推奨項目一覧表には、件名(推奨項目)のほか、技術説明書(エンジニアリングシート)番号、過去の実施状況などが表示される。また顧客が実施項目

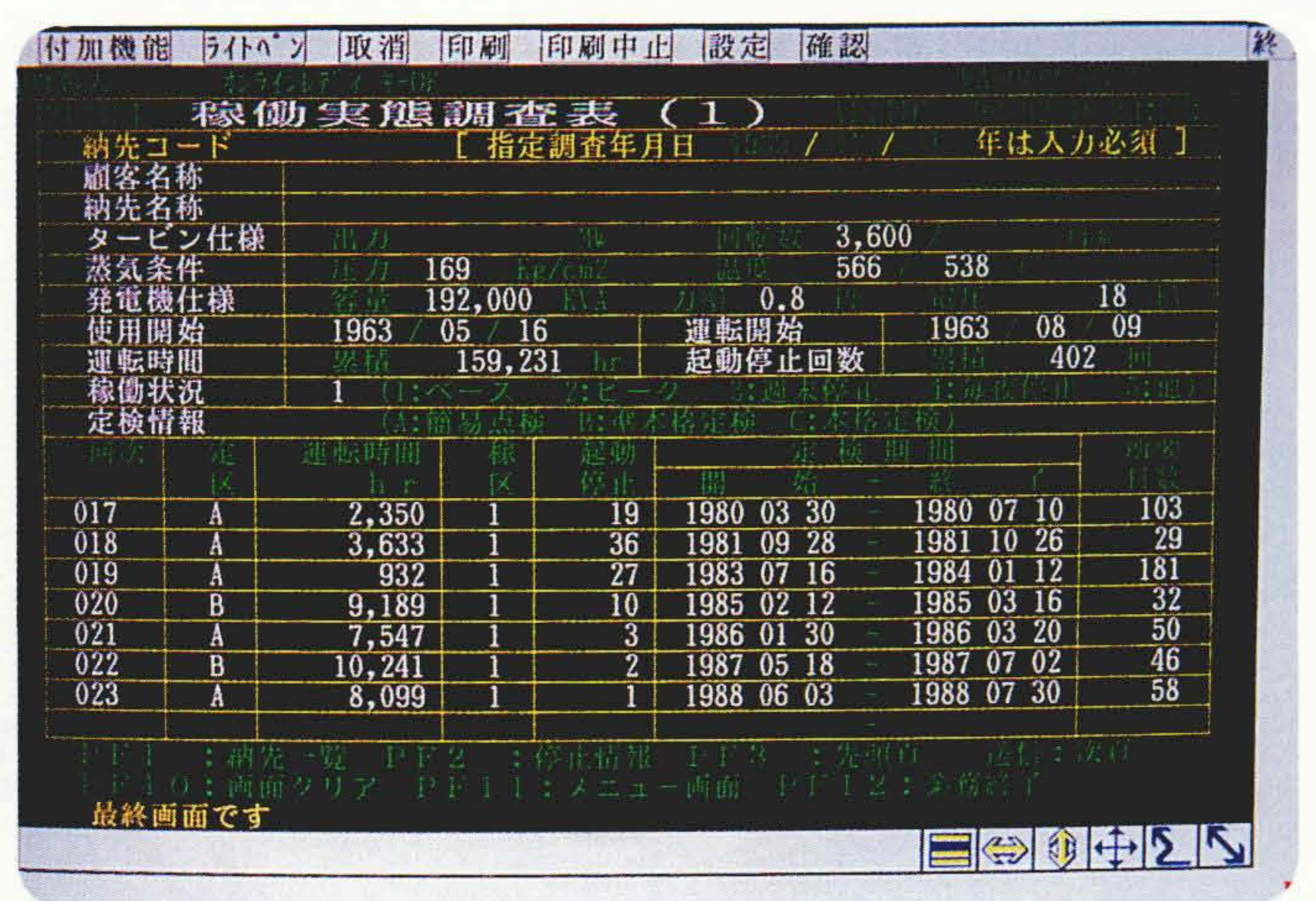


図9 稼動実態調査表の画面表示例 この画面では、プラントの運転開始から現在までの稼動実態を得ることができる。

の優先順位を選択できるように、推奨ランクという優先順位を表示している。推奨項目一覧表の出力例を図10に示す。

4.5 定期検査実施履歴

定期検査実施履歴は、文字どおり定期検査時に実施された部品の取り替え・改造・改善・一般点検・精密点検という作業の結果を蓄積した情報である。この結果を機器・部品ごとに整理して推奨内容の実施状況を把握する。この結果を未実施の項目については、次回以降の定期検査に漏れなく実施するように、推奨内容に反映する。そのために、実施・未実施・一部実施を推奨項目一覧表に実施区分として出力表示させている。また、点検結果によって不具合が発生した機器・部品については、類似品を使用している他プラントに対し点検・対策を実施するように推奨し、同じ不具合の発生を未然に防止する。定期検査実施履歴のデータ入力画面例を図11に示す。

4.6 事故・不具合情報

事故・不具合情報は、事故・不良データと類似品対策管理で構成している。事故・不良データには、納入先・機器・部品ごとに事故名・発生状況・原因・対策・再発防止方法・類似や反映対策などの諸データが蓄積されている(図12)。類似品対策管理では、事故の発生した納入先と類似の機器・部品を使用している他の納入先での対策推奨・実施状況を管理している。類似機器・部品の選定には、機器・部品仕様情報のデータを活用している。

4.7 運転監視情報

運転監視情報は、発電所で記録された温度・振動値などを定期検査の前後や定期的に入手して収録する情報である。監視対象項目としては、以下に示す8項目がある。

- (1) 主タービン軸振動
- (2) BFP/RFP用主タービン軸振動
- (3) 主タービン軸受温度
- (4) BFP/RFP用主タービン軸受温度
- (5) 復水器性能
- (6) 給水加熱器性能
- (7) 火力タービン性能
- (8) 原子力タービン性能

これらのデータは、ホストコンピュータの数値表示だけでは傾向がつかみにくいという欠点がある。このシステムでは、グラフィック表示が容易なワークステーションに転送して、グラフィック表示する方式を採用した。主タービン軸振動のグラフィック表示例を図13に示す。

4.8 余寿命診断情報

余寿命診断情報は、各機器の余寿命診断システムでの診断結果を蓄積した情報である。余寿命診断システムで得られた余寿命年を基にして、次回の診断実施推奨項目を選定し推奨項目一覧表に反映している。余寿命診断情報の画面表示例を図14に示す。

顧客名										タービン 予防保全及び改善御推奨一覧表									
発電所名										号機									
出力										NW									
回転数										0 RPM									
形式										IC4F26									
運転開始日										1972年 4月									
累積運転時間										123497時間 (1989年12月現在)									
前回点検										1989年 9月 8日 ~ 1989年11月 2日									
次回点検										1990年10月17日 ~ 1990年12月20日									
定検区分										定検区分									
通番	目的	大分類	小分類	品名	件名	推奨ランク	技術説明書 ナンバ 見出番号	周期 ・年	納期 ・月	場 所	工期 ・日	右記 前状 況	実施推奨 (下段は運転開					実施区分	実施計画
													90	91	92	93	94		
													18	19	20	21	22		
001	B	C		タイヤフラム	IP8Sタイヤフラムラジアルスビルストリ ップ基準径面の修理推奨	A		2	8	現地		○		○		○			
002	B	B		車室	高压内車室ボルト3本(No. 69, 70, 73)新替推奨	A		2	2	現地		◆		○		○			
003	B	C		動翼	A, B低圧ロータ最終段タイワイヤ補修 推奨; 次回定検時グラオフ, 再銀ロー実施	A		2		現地	20	○		○		○			
004	B	D		動翼	LPロータL-0銀ロー付部PT結果 精密点検実施	A		2		現地	2			○					
011	B	D		ロータ	低圧ロータ低速・高速動的釣合試験	C	TBA-75-017	8		工場					○				
012	B	D		ロータ	カップリングインロー部検査	C		8		現地					○				
013	B	C		ロータ	カップリングボルトカバー形状改善	C				現地		◆		○					
014	B	E		ロータ	カップリングボルト検査	C		4		現地					○				
015	B	C		ロータ	カップリングボルト芯ずれ対策	C				現地		◆		○					
016	B	E		動翼	L-0タイワイヤー及び取付部検査(銀ロー 付式)	C		2		現地					○		○		
目的 (大分類)										(小分類)									
A: 延命化対策										A: 余寿命診断 E: 一般点検									
B: 信頼性向上										B: 取替									
C: 運用及び操作性の改善										C: 改造・改善									
D: 省エネルギー										D: 精密点検									
推奨ランク										A: 最優先実施									
										B: 優先して実施									
										C: 時期をみて実施									
定検区分										A: 簡易定検									
										B: 過本格定検									
										C: 本格定検									
実施区分										○: 実施推奨									
										◆: 実施									
										▼: 一部実施									
実施計画										有: 有り									
										無: 無し									
										検: 検討中									

図10 推奨項目一覧表の出力例 件名(推奨項目)ごとに推奨ランク・実施時期が表示され、顧客の実施選択の目安となっている。

付加機能 ライブ 取消 印刷 印刷中止 設定 確認

端末番号: 000000005 1000 0 端末番号: VDI414

処理区分: 検査 89/09/27 14:13:13 横形すべり軸受形式電動機点検結果入力

納先 出力 製造番号 点検区分 定検年 特区 手配作番 運転形態

00980 KW 001 1986 8603031 WS

<絶縁診断> 温度 表面温度 診断結果 実施

02000 3 0 3

<ステータコイル> タスト汚損 油汚損 処置 実施 異常 処置 実施

3 1 2 3 0 0 3

<接続線異常> 3級 4級 処置 実施 3級 4級 5級 処置 実施 3級 4級 5級 処置 実施

0 3 0 3 0 3

<ウェッジ緩み> 1級 2級 3級 4級 5級 処置 実施 3級 4級 処置 実施

100 0 3 0 3

<ステータコア緩み> 2級 3級 4級 処置 実施 2級 3級 4級 処置 実施

0 3 0 3

PF1 : 次画面 PF5 : 実行 PF10 : 初期画面 PF11 : メニュー画面 PF12 : 業務終了

図11 定期検査実施履歴のデータ入力画面例 電動機の横形すべり軸受の点検結果を入力する画面である。

*** 事故・不良データ登録処理 *** 頁: 1 / 3

プラント型式:[火力] 登録No.:[0000] 登録日時:[1990.02.16-10:09] [新規]

電力会社:[] プラント略称:[]

区分 場内 場外 データ分類 通報 通産 客内 データ級 社外秘

1 1

大分類:[(1)主タービン] 小分類:[(01)ロータ]

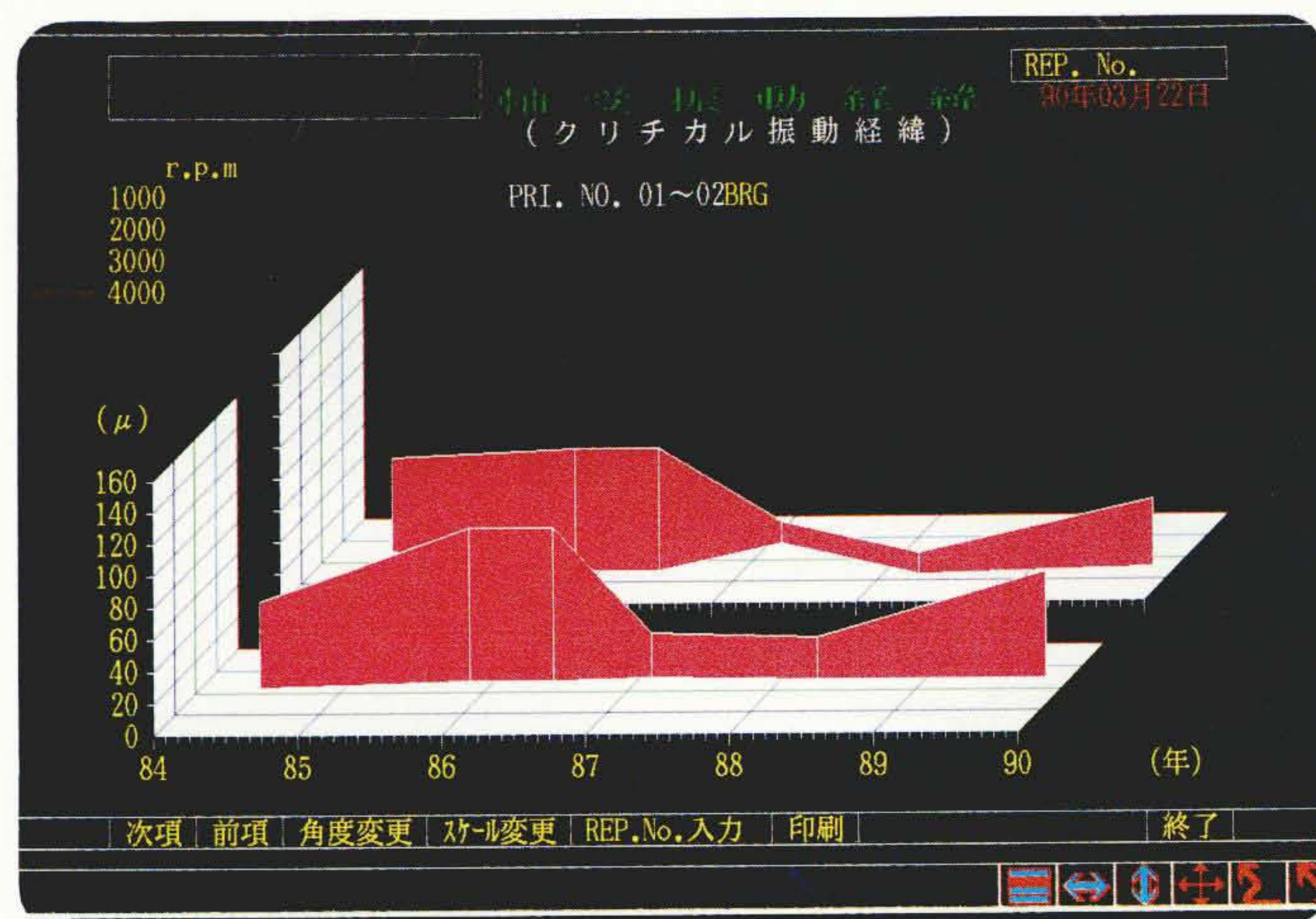
現象別:[(99)その他] 原因別:[(9)その他]

責任元:[ST設] 対応(反映)元:[タービン検査]

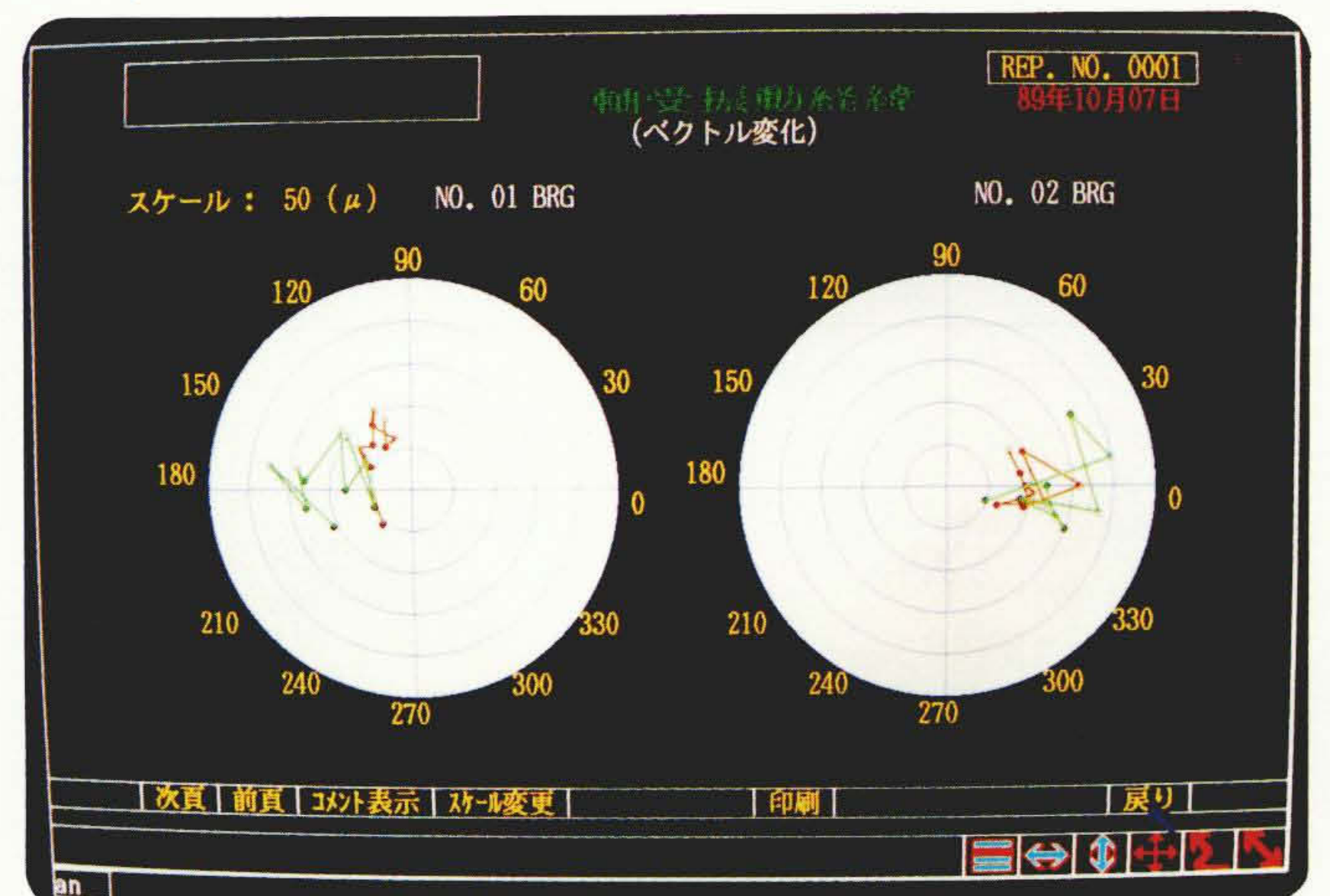
発生年月日:[1990.02.16] <事故名>

DUMMY

図12 事故・不具合情報のデータ入力画面例 新しく発生した事故・不良データ情報のデータ入力画面を示す。



(a)



(b)

図13 運転監視情報のグラフィック表示, 主タービン軸振動の出力例 赤色は無負荷, 緑色は定格負荷を示す。

(a)はクリティカル振動の経年的変化を示す。(b)は軸中心の振動経緯で

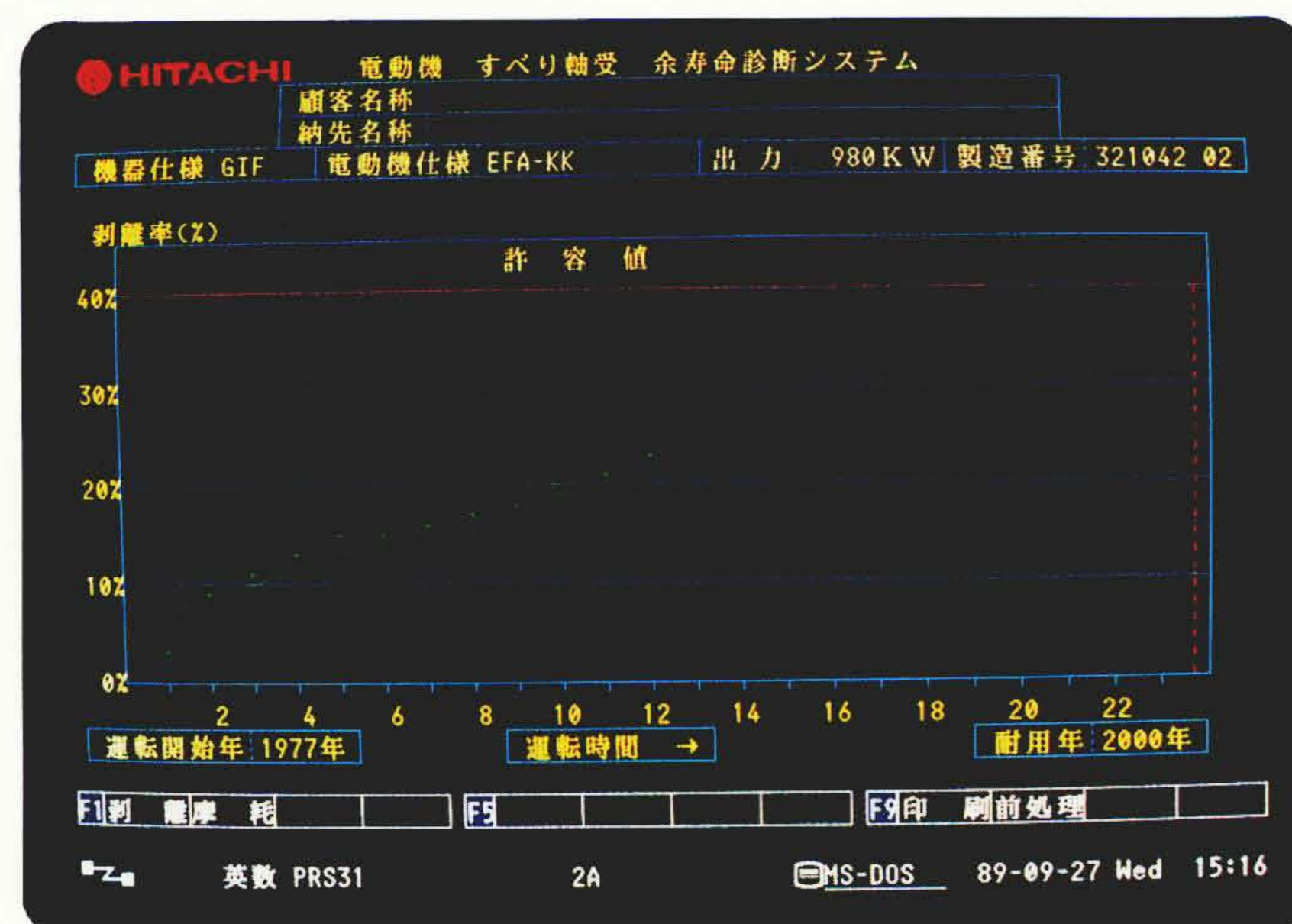


図14 余寿命診断情報の画面表示例 電動機すべり軸受の診断結果例を示す。

5 システムの運用

5.1 定期検査前推奨活動

顧客の定期検査前予算計画時期(定期検査実施の約1年前)に推奨項目一覧表および技術説明書などを提出し、次回の定期検査での必要作業項目の推奨活動を行う。この推奨活動に対し検討してもらった実施可否の回答は、工場の作業計画などに活用する。また定期検査開始約1か月前には実際に行う作業項目の確認のために、再度推奨項目一覧表を提出する。このように、このシステムの稼働によって予算計画時期に合わせるといような、早期からのきめ細かい推奨活動が実施できる。

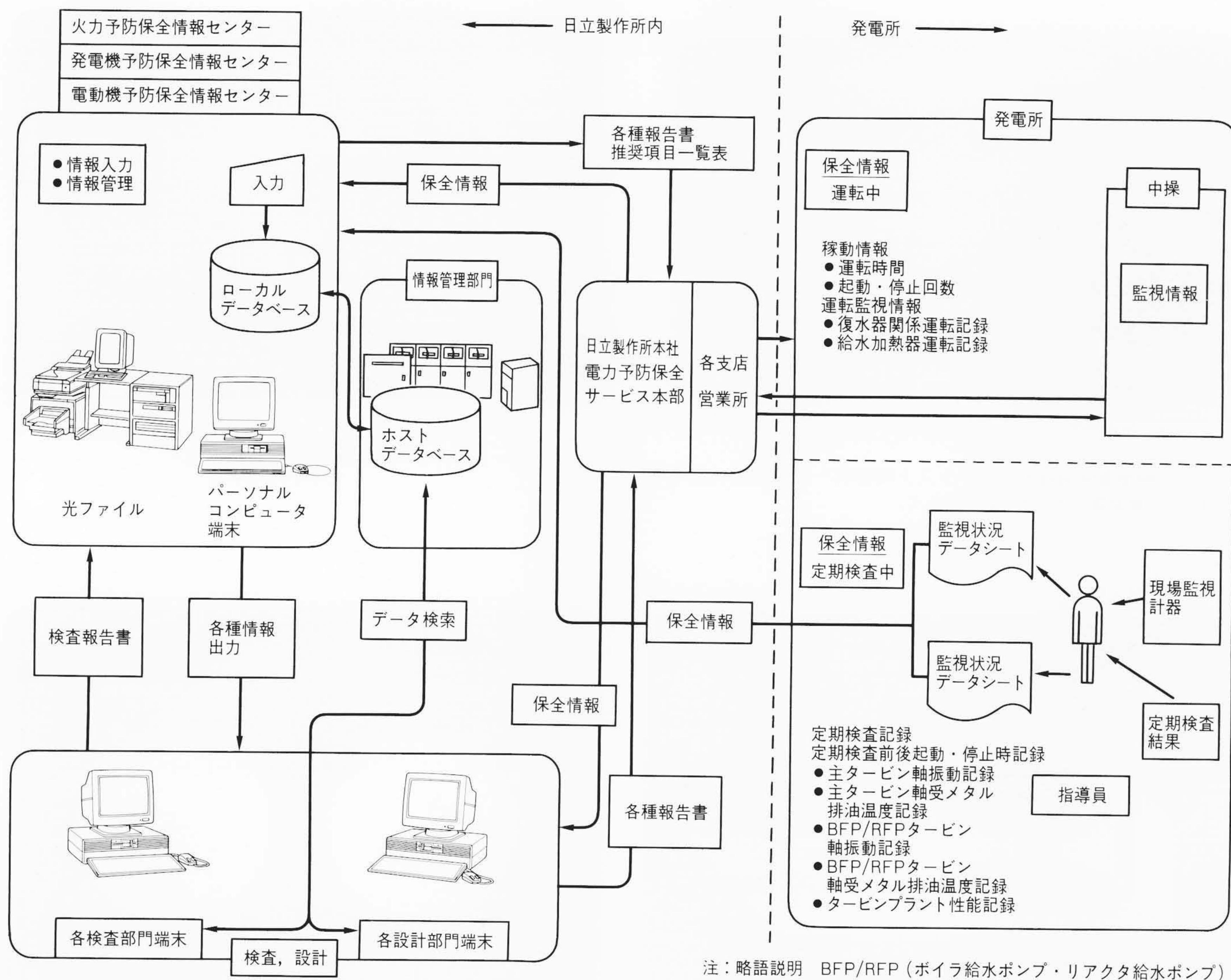


図15 保全情報の入手、入力経路 発電所からの各種情報の入力および推奨項目や各種報告書の出力は、各部門の予防保全情報センターが実施している。

5.2 保全情報の入力

各プラント現地で収集する保全情報には、運転中の情報と定期検査中の情報がある。運転中の情報としては、稼働情報と一部の運転監視情報(復水器性能・給水加熱器性能)があり、これらの情報は顧客各発電所から提供を得たものを入力する。定期検査期間中の各種情報は、定期検査指導員から入手し入力する。保全情報の入手・入力経路を図15に示す。

6 結 言

この火力総合予防保全システムは、経年設備の増加、高頻度起動・停止などの運用過酷化への対応など、既設火力プラントの予防保全に対する多様なニーズに迅速にこたえるため、従来のHIAMPシステムに対対象機器の範囲拡大を図り、余寿命診断、劣化診断データの導入、共通不具合品対策の水平展開機能を加えるなど機能の大幅な向上を図ることができた。またこのシステムは、ホストコンピュータによるデータベ

ースシステムと、余寿命診断やグラフィック処理を行うワークステーションのスタンドアロンシステム、および関連情報を保管・管理する光ファイリングシステムで構成され、多岐にわたり、かつ膨大な量である予防保全情報の一元化によって管理業務の合理化と能率向上を可能とした。

このシステムの稼働により、従来にも増して迅速かつきめ細かい改善推奨活動の展開を図り、既設火力プラント機器の事故の未然防止に大いに貢献したいと考えている。

参考文献

- 1) 菊池：タービンプラントの寿命と信頼性，火力原子力発電，242，1048～1064(昭51-11)