U.D.C. 621.311.22:〔658.583.011.4:681.322.078〕

九州電力株式会社松浦発電所納め 火力発電所業務支援システム

Advanced Information System for Matsuura Thermal Power Station of Kyushu Electric Power Co., Inc.

児玉　孝*　*Takashi Kodama*
杉野弘毅**　*Hiroki Sugino*
射場大造***　*Daizô Iba*
開　一弘****　*Kazuhiro Hiraki*
富松裕治****　*Yûji Tomimatsu*
内田知伸*****　*Tomonobu Uchida*
渡邊利正******　*Toshimasa Watanabe*

近年，火力発電所では，運転の自動化・高度化が推進される一方，設備の運用・保守管理業務のいっそうの充実と効率化が要求されるようになってきた。

このニーズにこたえるものとして，発電所の管理業務を支援するシステムの導入が具体化されつつあり，高度情報化の社会的潮流とこれを支える要素技術の発展と相まって，火力発電所での高度情報システムとして結実しつつある。

このたび，九州電力株式会社 松浦発電所に発電設備の運転・保守にかかわる情報を経年的に蓄積し，設備の運転管理・保守管理業務にかかわる各種情報を利用形態に応じて提供するシステムを開発・導入した。

このシステムでは，OSI(Open Systems Interconnection)プロトコルを採用してプラントの運用管理情報の本店-発電所間の授受を行っており，これにより制御装置レベルから本店ホスト計算機までの設備管理情報の流通性を確保し，情報の有効利用と業務効率の改善を実現している。

本システムは，平成元年11月１日から運用を開始し，順調に稼動している。

1 緒　言

近年の高度情報化社会では，情報の多様化・複雑化に伴って効果的な情報の選択とその活用が要求されるようになってきている。これらは，計算機・通信などの情報処理技術の発達と相まって高度情報化社会を形成するに至っており，今後もこのような情報の多様化・複雑化に対応して社会の高度情報化はますます進展していくものと考えられる。

また，これに相応して，コンピュータ情報処理技術，ISDN(Integrated Services Digital Network)をはじめとする通信技術(ネットワーク技術)，OA技術も急速な進展を見せている。

このような流れは，火力発電所では，管理・計画情報授受のオンライン化による設備運用の高度化，および社内情報の全社的活用による基幹業務の効率化の推進となって表れてきている。

このようなニーズにこたえるものとして，九州電力株式会社と日立製作所は共同で，全社オンラインシステムの一環として，発電所業務支援システム(以下，業務支援システムと略す。)を開発し，九州電力株式会社松浦発電所(以下，松浦発電所と言う。)に導入した。

以下，このシステムの概要について述べる。

2 システムの目的と概要

2.1 システムの目的

松浦発電所は，定格出力700 MW石炭燃焼発電設備であり，設備の管理対象が多く管理業務の増大が想定された。また，石炭火力の合理的運用のため管理のいっそうの充実を図る必要があった。このため，管理業務の効率化・機械化・高度化が重要であるとの観点からシステムの導入目的を**図1**のように設定し，その具体化を行うこととした。

2.2 システムの概要

松浦発電所の業務支援システムの概要と，本店ホスト計算機を含む全体の構成を**図2**に示す。

プラント制御用計算機には，各種プロセスデータが高速で

* 九州電力株式会社 火力部　** 九州電力株式会社 情報通信部　*** 日立製作所 大みか工場　**** 日立製作所 情報システム工場
***** 日立製作所 電力事業部　****** 株式会社日立情報制御システム

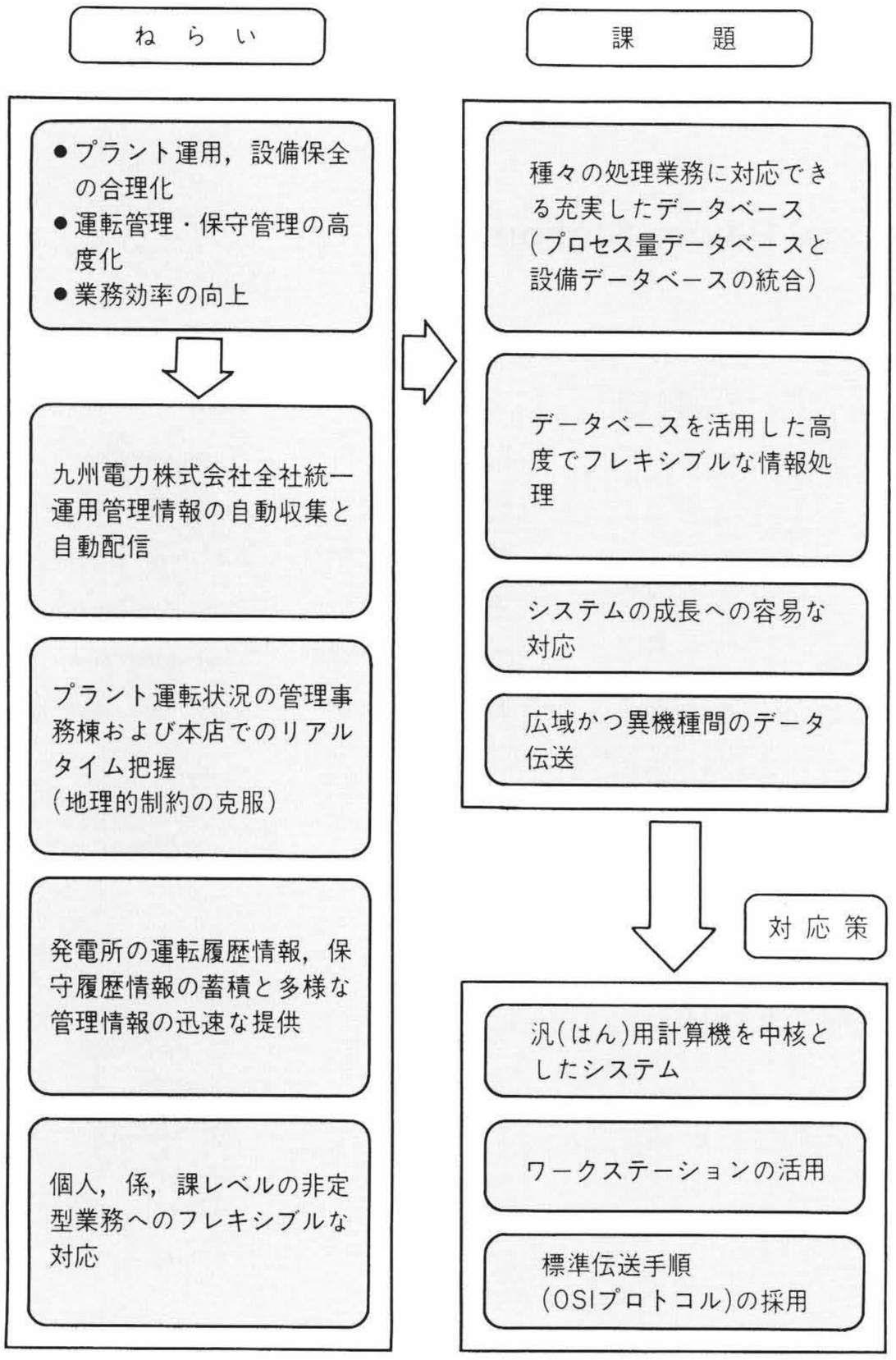

図1 システムのねらいと対応策 このシステムの主要な導入目的と，目的を達成するために必要な解決課題とこのシステムでとった対応策について示す。

入力され，監視・制御に供されている。これらの入力データ，および加工データは，専用伝送回線を通じて業務支援システムへ定期または不定期に送信され蓄積されている。業務支援システムには，このほかに環境監視用計算機からの環境データ，設備仕様・履歴データなどが入力される。

このように業務支援システムは，発電所で扱う大量の情報を長期間にわたり一元管理し，適切に加工して提供することにより，機器経年劣化や運転データ経過管理を容易に行えるものとなっている。その結果，発電所の運用に応じた運転・保守のガイダンス，調査・検討資料データの迅速な提供が可能である。

また，こうして蓄積した情報から，必要なデータを取り出し，通信回線網を通じて，本店に設置されているホスト計算機に対し，官庁報告用データ，運用管理用データなどを伝送している。また，逆に本店ホスト計算機から発電所業務支援システムへは，本店で作成した種々の管理情報が伝送され，発電所管理業務に利用される。

3 システムの構成

3.1 ハードウェア構成

松浦発電所の業務支援システムのハードウェア構成は，**図2**に示したように業務支援計算機を中核に，所内各所に多機能端末(ワークステーション 2050/32)をはじめとした各種入出力装置を分散配置した構成となっている。

システム構成の基本的な考え方とその特徴を以下に示す。

(1) 扱う情報量が大量であること，各種事務業務を実行するためのツールが豊富であること，システムグレードアップ時の拡張の容易性から，計算機の機種としては汎(はん)用計算機(HITAC M630/10)を採用した。

(2) 発電所各設備の情報を集中化して一元管理するため，プラント制御用計算機と伝送回線によってリンケージをとり，オンライン伝送によって情報を自動収集するものとした。

(3) 本店計算機とは社内通信網を介したOSI(Open Systems Interconnection)による異機種間データ伝送により，オンラインで情報交換を行うものとした。

(4) マンマシンインタフェース装置としては，ワークステーション(2050/32)を採用し，業務に最適な形での情報の提供が容易に行えるものとした。合わせて個人または係，課単位でクローズする小規模の業務処理が，ワークステーションで可能なよう配慮した。

なお，設備の定期点検記録などの大量のデータ入力には，OCR装置(光学式文字読取り装置)を使用し，キーボード入力の煩雑さを軽減した。

3.2 ソフトウェア構成

業務支援システムのソフトウェア構成を**図3**に示す。

大量のデータを扱うデータベース管理システムとしては，オンライン処理性能を重視し，アクセス時間が短く定形業務に適したPDM Ⅱ (Practical Data Manager Ⅱ)を採用した。また，ユニット制御用計算機および本店ホスト計算機とのデータ伝送管理システムとして，それぞれの通信プロトコルに対応して，BTAM(Basic Telecommunications Access Method)と，今回OSI対応のために開発したOSCS(OSI Communication Support Program)を採用した。

一方，ワークステーションを使用した対話形式業務処理の処理形態としては，個々の業務内容の特徴により，次の2種類の処理形態を使い分けている。

(1) 機能集中形

ホスト計算機(HITAC M630/10)ですべての処理を行う形態で，従来から一般的に行われている手法である。この形態は，蓄積されたデータベースの内容を直接参照し，修正する業務に適用した。

(2) 機能分散形

ホスト計算機およびワークステーションの双方で，一つの

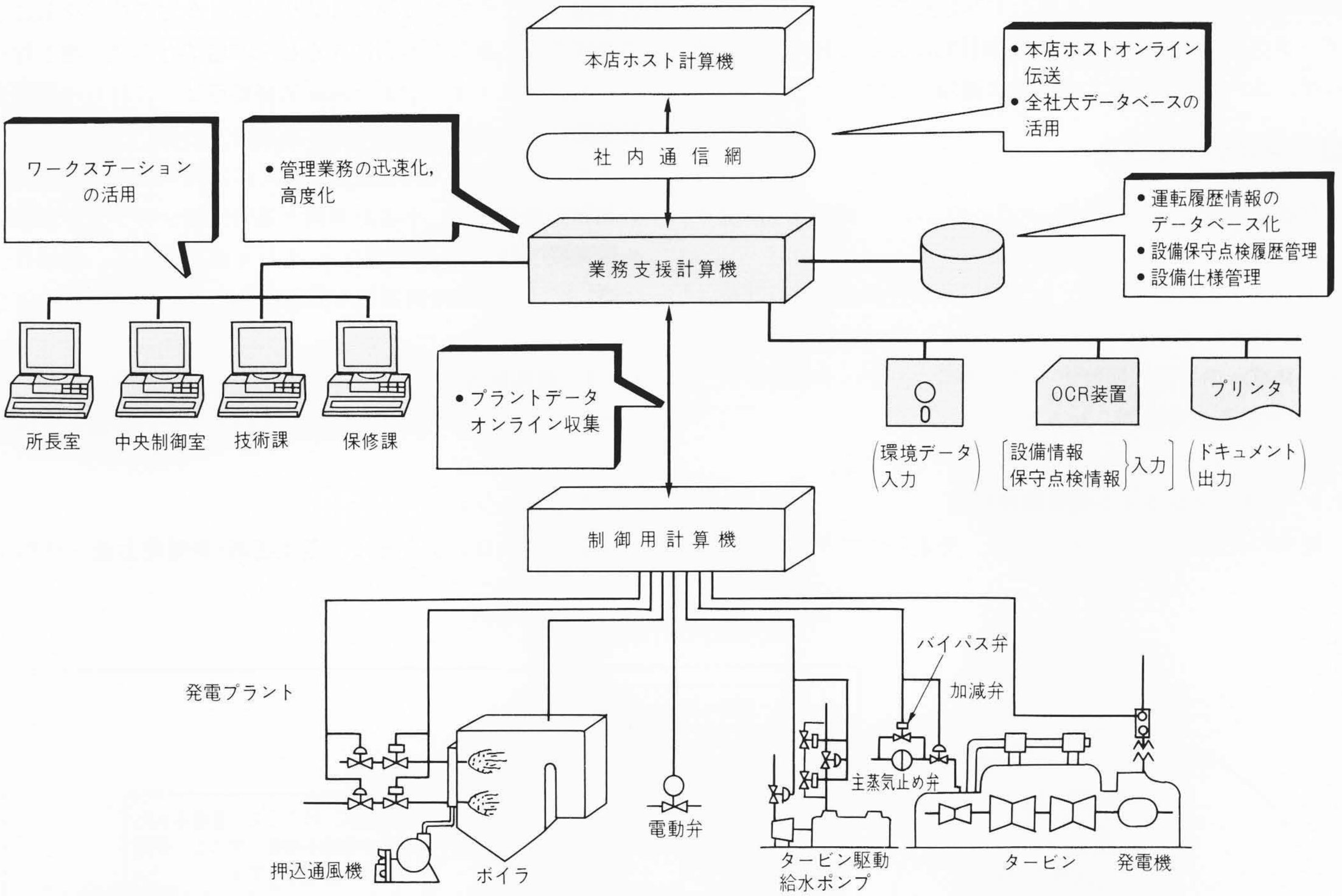

図2　業務支援システムの全体構成　　業務支援システムは，制御用計算機を通してプラントデータをオンラインで収集蓄積するとともに，OSI(Open Systems Interconnection)プロトコルによって本店ホスト計算機と情報交換を行っている。

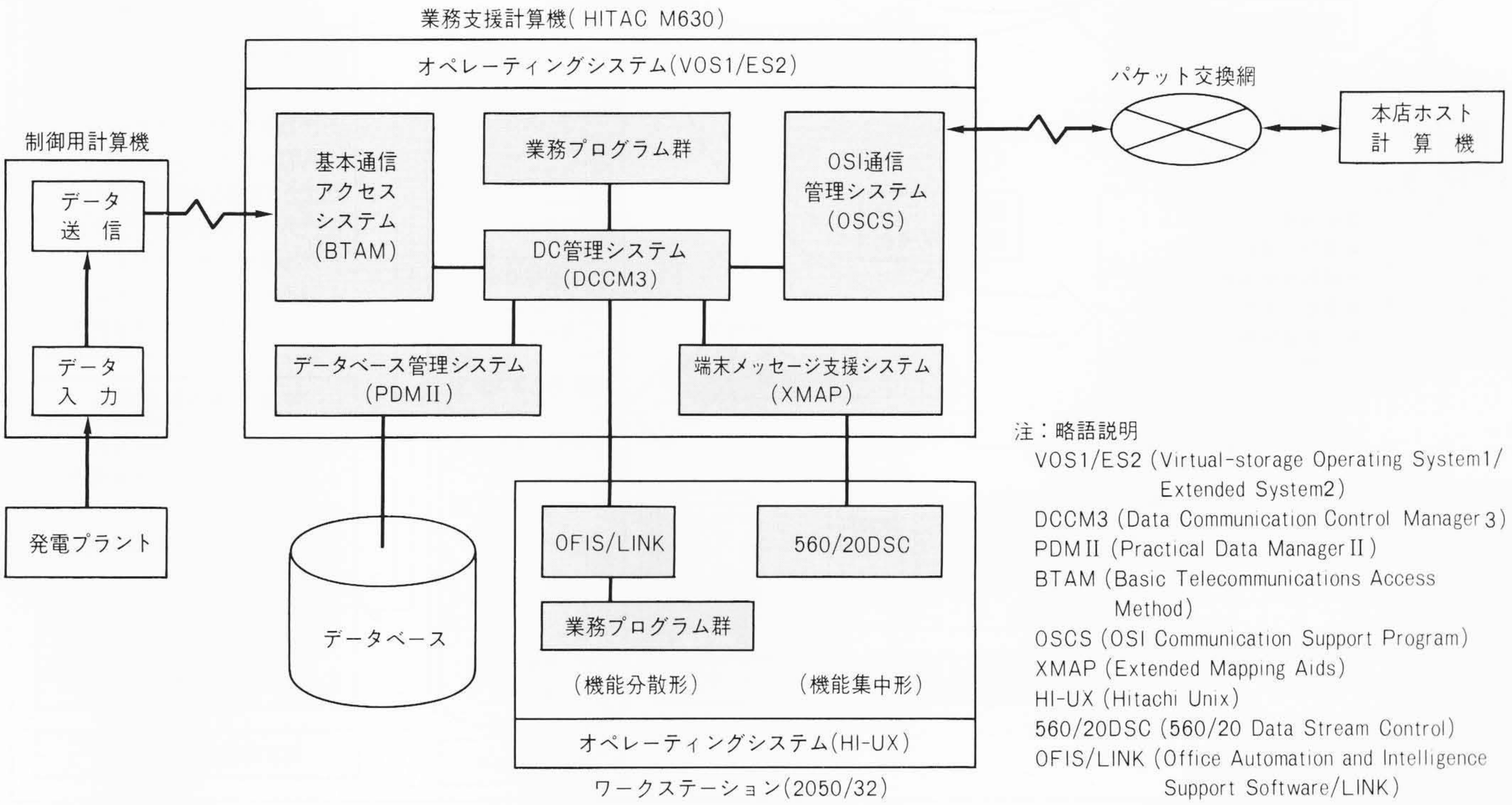

図3　業務支援システムのソフトウェア構成　　業務処理は2種類の処理形態を持ち，一つは，ホスト計算機ですべての処理を行う機能集中形であり，もう一つは，ホスト計算機とワークステーションで処理を分担する機能分散形である。

業務の処理内容を分担して実行する形態である。この形態は，データベースの内容を種々の使用目的に合った形に編集し直して，ユーザーに提供する業務に適用した。

4 システムの機能

松浦発電所での業務支援システムのねらいと機能構成を**図4**に示す。

本システムの機能には，火力部門の本店計算処理システムをオンライン化した「ホストオンライン関係業務処理機能」と，発電所内で運転履歴データを使用し，データ解析を行う「発電所業務処理機能」がある。

以下，それぞれの機能の概要について述べる。

4.1 ホストオンライン関係業務処理

従来の火力部門での運転管理は，発電所でプラント制御用計算機などで作成する運転日誌や記録計などの情報を基にして作成された原票を本店に託送し，本店で計算機処理を行っていた。ホストオンライン関係業務処理は，これらの業務を計算機によって総合的に処理するものである。

ホストオンライン関係業務処理には，従来の原票を作成する業務処理機能と，本店計算機と業務支援システム計算機間の情報授受(原票，報告書など)を行う機能がある。情報授受に際しては，異機種間通信の国際標準プロトコルであるOSIを採用している。

4.1.1 業務処理

ホストオンライン関係業務は，本店ホスト計算機と連携して以下の処理を行う。

(1) 発電実績システム

発電所運転日誌をもとに，発電実績(発電電力量・燃料消

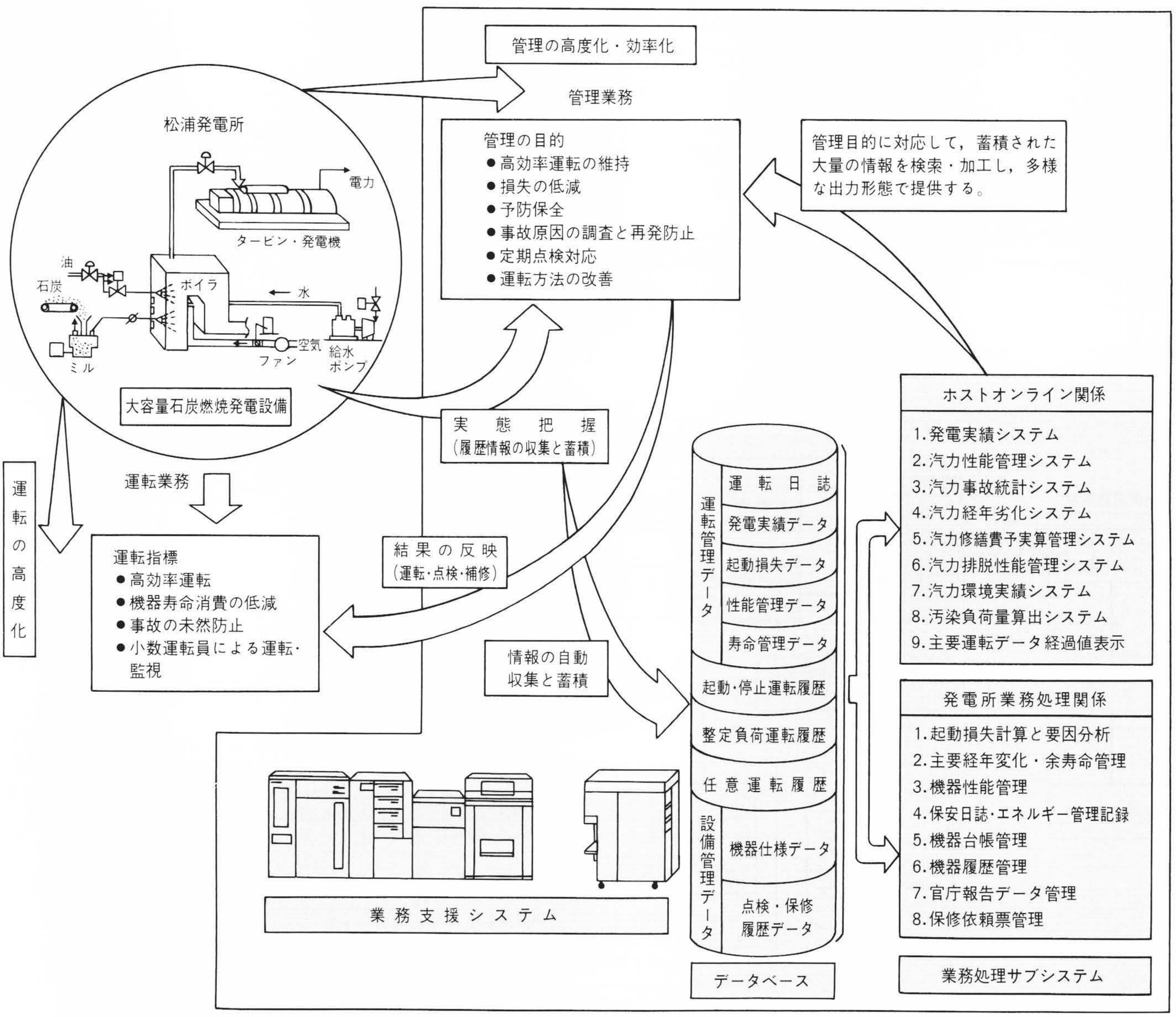

図4 業務支援システムの機能体系　業務支援システムの機能は，大別して本店ホスト計算機との連係処理を行うホストオンライン関係処理と，発電所業務の効率向上を行う発電所業務処理に分類される。

費量・利用率など)の統計管理，および官庁報告用資料の作成を行う。

(2)　汽力性能管理システム

(a)　発電所運転日誌をもとに，熱効率偏差(実績値-目標値)の原因内訳算定など，熱効率の管理を行う。

(b)　負荷帯別(25～100%)に運転データの統計処理を行い，運転値の管理を行う。

(3)　汽力事故統計システム

事故・保修データをもとに，発電所の事故の原因別統計など，事故・保修の統計管理を行う。

(4)　汽力経年劣化システム

発電所の定期点検時のデータなどをもとに，機器の寿命管理を行う。

(5)　汽力修繕費予実算管理システム

発電所での修繕費，廃棄物処理費，消耗品費などの予実算の管理を行う。

(6)　汽力環境実績システム

発電所運転日誌，発電所周辺環境データをもとに，環境実績の統計管理を行う。

(7)　汽力排煙脱硫装置性能管理システム

排煙脱硫装置出入り口SO_2濃度，石灰石などの運転データをもとに，排煙脱硫装置性能管理を行う。

(8)　汚染負荷量算出システム

発電所の燃料データ，SO_2濃度関連データをもとに，汚染負荷量関連資料を作成する。

(9)　主要運転データ経過値表示

1分ごとにサンプリングされた発電プラントの主要プロセスデータ(100項目)を本店ホスト計算機に送信し，本店ホスト計算機のワークステーションでトレンドグラフに表示する。また，業務支援システムでも同じデータを過去48時間にわたって参照できる。**図5**に表示例を示す。

4.1.2　ホスト計算機との連携

本システムの開発は，本店ホスト計算機(富士通株式会社製)との接続が前提となり，昭和62年12月から相互接続方式の検討を開始した。従来の一般的な接続方式では，作業量，開発期間，拡張性などに適用条件を満足できない点があったため，ISO(International Organization for Standardization)が標準化を進めてきたOSIプロトコルで接続する方針を採った。国内では財団法人情報処理相互運用技術協会(INTAP：Interoperability Technology Association for Information Processing)が標準化を進めている状況であった。

開発に先立ってサブセット化(実装時規格の運用方法の統一化)を行い，松浦発電所火力オンラインに適したものを決定し，決定事項を接続仕様書としてまとめた。**図6**に決定したプロトコル構成を示す。

図6中のトランスポート層～応用層共通部までをサポートするオンライン サポート プログラムOSCSおよびシステム個別アプリケーションプログラムであるOSCS/UA(OSCS/User

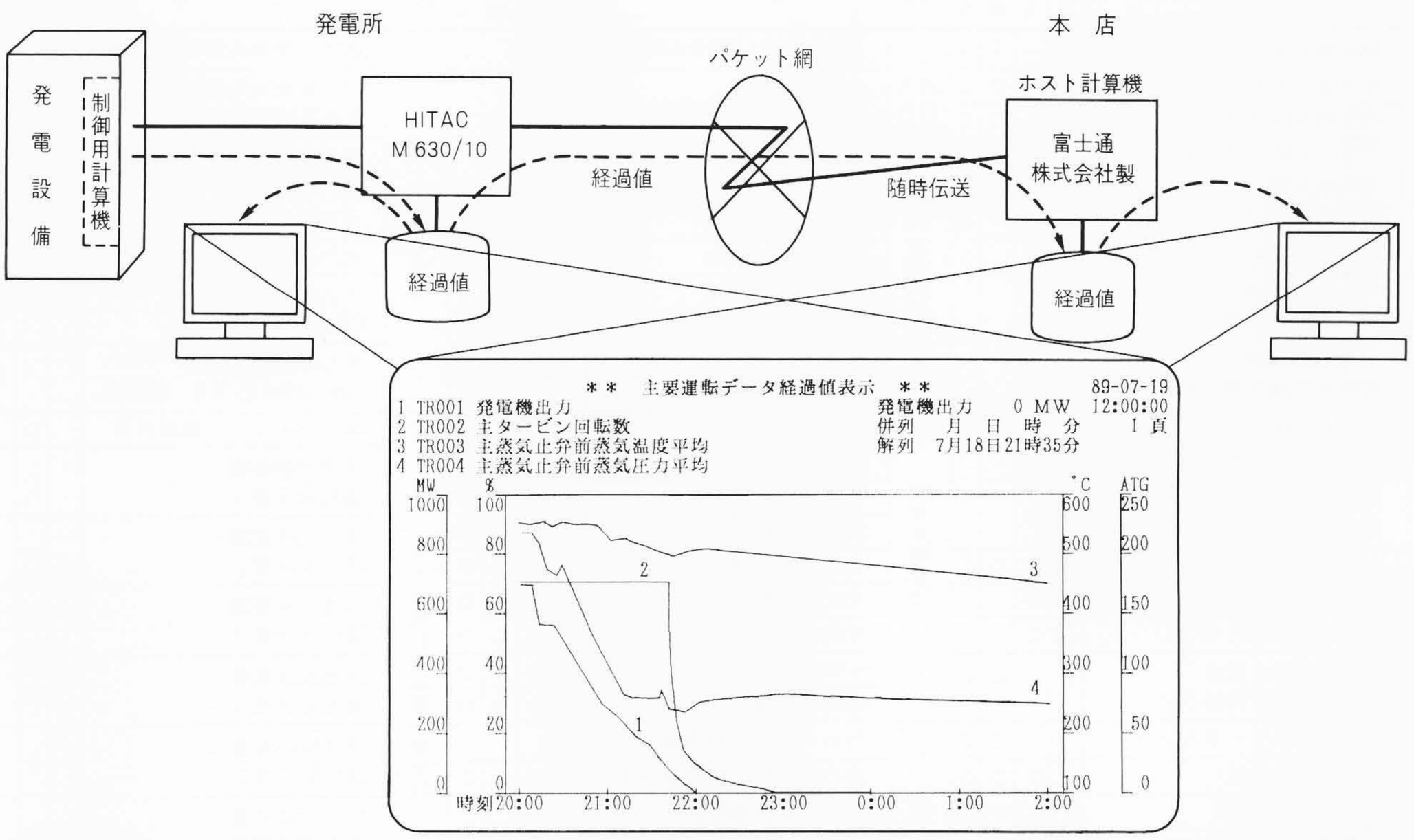

図5　主要運転データ経過値表示　　プラントの主要運転データが本店ホスト計算機へ伝送され，距離的な制約を越えてプラントの概況をリアルタイムで把握できる。図は，プラントの停止過程の主要データを表示したものである。

OSI7層モデル		プロトコル構成
応用層	固有部	このシステム固有のアプリケーションプログラム
	共通部(ACSE)	〔ISO 8649/8650〕
プレゼンテーション層		〔ISO 8822/8823〕,〔ISO 8824/8825〕 (カーネルを使用)
セション層		〔ISO 8326/8327〕 (カーネル+全二重を使用)
トランスポート層		〔ISO 8072/8073〕 (クラス2を使用)
ネットワーク層		〔CCITT X.25(80年版)+ISO 8878 ANNEX A CONVERGENCED PROTOCOL〕
データリンク層		〔ISO 7776〕
物理層		〔X.21 Bis〕 〔ISO 2110,2593〕

注：略語説明
CCITT (International Telegraph and Telephone Consultative Committee)
ACSE (Association Control Service Element)
ISO (International Organization for Standardization)

図6 OSIプロトコル構成 トランスポート層から応用層までを今回開発したOSCSおよびOSCS/UA(OSCS/User Agent)でサポートしている。

Agent)を今回開発した。OSCSがその利用者であるOSCS/UAに提供する機能を以下に述べる。

(1) アソシエーションの確立応答要求・解放応答要求・中断要求
(2) アソシエーションの確立・解放・中断
(3) アソシエーションの確立・解放要求時のUAコール
(4) 端末へのデータ送信
(5) 他プログラムへのデータ送信
(6) 他プログラムからのデータ送信
(7) 時間監視

OSCS/UAには，大量データを送受信するためのファイル伝送と比較的少量のデータを高頻度で送信する随時伝送とを設定し，プログラムの開発を行った。また，伝送の運用面では，オペレータの介在を得ずに送受信を行う自動伝送，データの誤りを訂正した後の再送機能，および緊急時の強制送信の3形態を設け，従来の発電所の業務形態を損なわないように配慮した。業務支援システムからは，主要運転データのほかに平均850件/日のデータを本店ホスト計算機へ送信し，本店ホスト計算機で処理された各種管理情報を受信している。**表1**は受信する帳票類を示したものである。

表1 受信帳票一覧表 本店ホスト計算機で処理された帳票類を受信し，業務支援システムで蓄積することによって随時漢字プリンタに出力することができ，運転結果の把握が迅速になる。

機能	項目	伝送タイミング 日	月	期	年	機能	項目	伝送タイミング 日	月	期	年	機能	項目	伝送タイミング 日	月	期	年
発電実績管理	発電機実績期年報1			○	○	統計汽力事故管理	火力事故統計(保修停止件名表)		○			汽力修繕費予実算	汽力化学薬品費(消耗品費)		○	○	○
	発電機実績期年報2			○	○		火力事故統計(可能出力低下件名表)		○				汽力廃棄物処理費予実算明細表		○		
	発電機実績期年報3			○	○		火力事故統計(その他事故件名表)		○				汽力廃棄物処理費実績表		○		
	発電機実績期年報4			○	○								汽力消耗品費予実算明細表		○		
	発電所年報1				○	汚染負荷量算出	燃料受払管理表		○		○		汽力消耗品費実績表		○		
	発電所年報2				○		燃料使用状況表		○		○		汽力修繕費実績表(定日種別)			○	○
	発電所年報3				○		石炭使用状況表		○		○		汽力修繕費実績表(経費，定期修理，日常，特別修理)			○	○
汽力性能管理	汽力負荷帯別運転値実績月報（1）		○				補正後の脱硫効率算定表		○		○						
	汽力負荷帯別運転値実績月報（2）		○				硫黄酸化物排出量算定表		○		○						
	汽力負荷帯別運転値実績月報（3）		○			環境実績管理	火力環境統計報-3		○								
	汽力負荷帯別運転値実績月報（4）		○				火力環境統計報-4		○								
	負荷帯別データリスト			○	○		大気環境報-1		○	○	○						
	汽力性能実績月報（1）		○				大気環境報-2		○	○	○						
	汽力性能実績月報（2）		○				大気環境報-3		○	○	○						
	負荷帯別海水温度復水器真空度関係リスト			○	○		大気環境報-4		○	○	○						
							大気環境報-5		○	○	○						
							大気環境報-6		○	○	○						
							大気環境報-7		○	○	○						
							大気環境報-8		○	○	○						
	運転値解析データリスト			○	○	汽力修繕費予実算	汽力内燃力修繕費週報	○									
統計汽力管理故	火力運転状況報1		○	○	○		汽力修繕費予実算明細表		○	○	○						
	火力運転状況報2		○	○	○		汽力修繕費実績表(関係一件名別)		○	○	○						
	火力運転状況報3		○	○	○												
	火力保修依頼処理件数表		○	○	○		汽力化学薬品費(廃棄物処理費)		○								
	火力事故統計(事故停止件名表)		○														

表2　発電所業務処理出力項目一覧表　　発電所で主に使用する各種帳票および参照画面の主な出力項目を示す。出力は一覧表またはグラフとして，利用しやすい形態で行われる。

No.	機能名称	機能概要	出力項目	
			画面	帳票
1	起動損失計算と要因分析	(a)　制御用計算機から起動・停止時の運転データおよび起動損失計算結果を取り込み，起動損失を種類別(燃料量，所内電力量など)，起動段階ごとに分類し保管する。 (b)　起動損失の平常時の基準値を求めておき，損失増大時の要因分析を行う。	●起動・停止実績比較グラフ ●基準値との比較グラフ	●停止時間による損失分布図 ●要因別・フェーズ別損失一覧表
2	主要経年変化・余寿命管理	(a)　制御用計算機から負荷整定データを自動的に取り込み，差圧などに関しグラフ表示および統計分析を行い異常の有無を判断するとともに，機器の経年劣化傾向を把握する。 (b)　機器の運転履歴と余寿命消費計算結果から機器の余寿命を評価し，最適点検・保修時期を予測する。	●主要経年変化管理グラフ ●余寿命管理グラフ ●一次相関グラフ ●積算値対応グラフ	●全データリスト ●設定値超過項目一覧表 ●整定データリスト ●発電実績・環境実績旬報
3	機器性能管理	主要機器について制御用計算機からの自動採取データを利用して性能管理を行い，異常の有無を判断するとともに，機器の性能劣化傾向を把握する。	●性能変化管理グラフ	●相対グラフ
4	保安日誌・エネルギー管理記録	電気事業法および省エネルギー法で定められた保安日誌・エネルギー管理記録を制御用計算機からの自動採取データによって自動的に作成するとともに，データベース化して管理値および前回との差を表示する。	●ボイラ・タービン保安日誌 ●所内ボイラ保安日誌 ●エネルギー管理記録(3種類)	●ボイラ・タービン保安日誌 ●所内ボイラ保安日誌 ●エネルギー管理記録
5	機器台帳管理	設備仕様データおよび機器の保修履歴データを分類・コード化してデータベースを構築し，機械台帳，電動機台帳，安全弁台帳，タービン振動台帳などを作成する。	●機器台帳(5種類)	●機器台帳(5種類)
6	機器履歴管理	上記機器台帳の保修履歴データから主要機器部品の取替故障頻度を統計処理し，機器の最適点検・保修時期を予測し，機器安全管理の強化を行う。	●点検記録入力 ●タービン振動台帳 ●補修取替頻度グラフ	●補修実績一覧表 ●機器点検日付一覧表 ●タービン振動台帳
7	官庁報告データ管理	(a)　定期検査後の試運転記録，運転実績などの官庁報告資料作成を制御計算機からの自動採取データを利用して，自動的に行う。 (b)　官庁報告データを保存しておき，前回との比較などが容易に行えるようグラフ化および分析を行い，わかりやすい状態で保管する。	●定期検査後試運転記録(2種類) ●ボイラ安全弁作動試験記録 ●補機作動試験に関する記録 ●前回官庁検査後使用状況(2種類) 他7画面	●定期検査後試運転記録 ●ボイラ安全弁作動試験記録 ●補機作動試験に関する記録 ●前回官庁検査後使用状況 他7帳票
8	保修依頼票管理	(a)　この保修依頼票をペーパーレス化し，業務の効率化を行う。 (b)　保修依頼票のデータを利用して，装置別・機器別の統計をとり，機器安全管理の強化を行う。	●保修依頼件数一覧表示(9種類) ●保修依頼件数グラフ(9種類)	●保修依頼件数一覧表(9種類) ●保修依頼件数グラフ(9種類)

4.2　発電所業務処理

発電所業務処理は，発電設備の保守の高度化を主な目的としたものであり，**表2**に示したようなサブシステムで構成されている。これらの業務は，システムに入力・蓄積されている長期間にわたる情報を要求に応じて種々の形態で提供することにより，設備保守業務の支援を行うものである。

サブシステムの機能のうち主要プロセス量の経年変化の表示例を**図7**に示す。保守業務の高度化には，長期間にわたる設備の履歴情報が必要不可欠であるが，このシステムでは現時点で用途が特定されない情報についてもシステムの貴重な資源として蓄積しており，かつ設備の運転開始時からの情報が収集されている。今後これらの資源を多角的に分析する各機能を整備していくことにより，情報から抽出された特徴の規則性を把握し，保守支援システムとして展開していく予定である。

5　システムの開発経緯と成果

5.1　システムの開発経緯

このシステムは，昭和63年11月1日からプラント制御用計算機からのデータ受信・蓄積を開始した。その後，発電プラントの運用開始に合わせて，平成元年7月1日から発電所管理業務の運用を開始した。

この間，平成元年4月下旬から7月下旬までOSI関連プログラムの試験のため，九州電力株式会社本店に試験用のHITAC M630/10を仮設し，パケット交換網を介してのプロトコル各レイヤの確認とプログラムの初期不良の摘出を行い，平成元年11月1日からホストオンライン関連業務の運用を開始した。さらに，発電所管理業務のうち官庁報告データ管理，機器台帳管理，機器履歴管理および保修依頼票管理の4システムの運用を開始し，現在に至っている。

BCV100

＊＊ 主要経年変化管理メニュー ＊＊

ＰＦ０１：主要経年変化グラフ

ＰＦ０２：余寿命管理グラフ

ＰＦ０３：一次相関グラフ

ＰＦ０４：全データリスト

ＰＦ０５：発電実績・環境実績データリスト

ＰＦ０６：設定値超過項目一覧表

ＰＦ０７：整定データリスト

BCV110 ＊＊ 主要経年変化グラフ ＊＊
＊＊ 項目設定画面 ＊＊

表示条件
横軸スパン （１） １＝１ケ月，２＝１年，３＝５年，４＝１０年

出力	項目コード	項目名称	単位 表示色	縦軸設定値 下値	縦軸設定値 上値	制限値	出力
1	HD001	ＢＦＰ出口ヘッダ圧力	ATG 赤	0.0	400.0	0.0	0
1	HD002	節炭器入口給水圧力	ATG 緑	0.0	350.0	0.0	0
1	HD003	Ａ火炉入口給水圧力	ATG 黄	0.0	350.0	0.0	0
1	HD004	Ｂ火炉入口給水圧力	ATG 紫	0.0	350.0	0.0	0

ＰＦ０３：グラフ出力，ＰＦ０９：前頁，ＰＦ１０：次頁

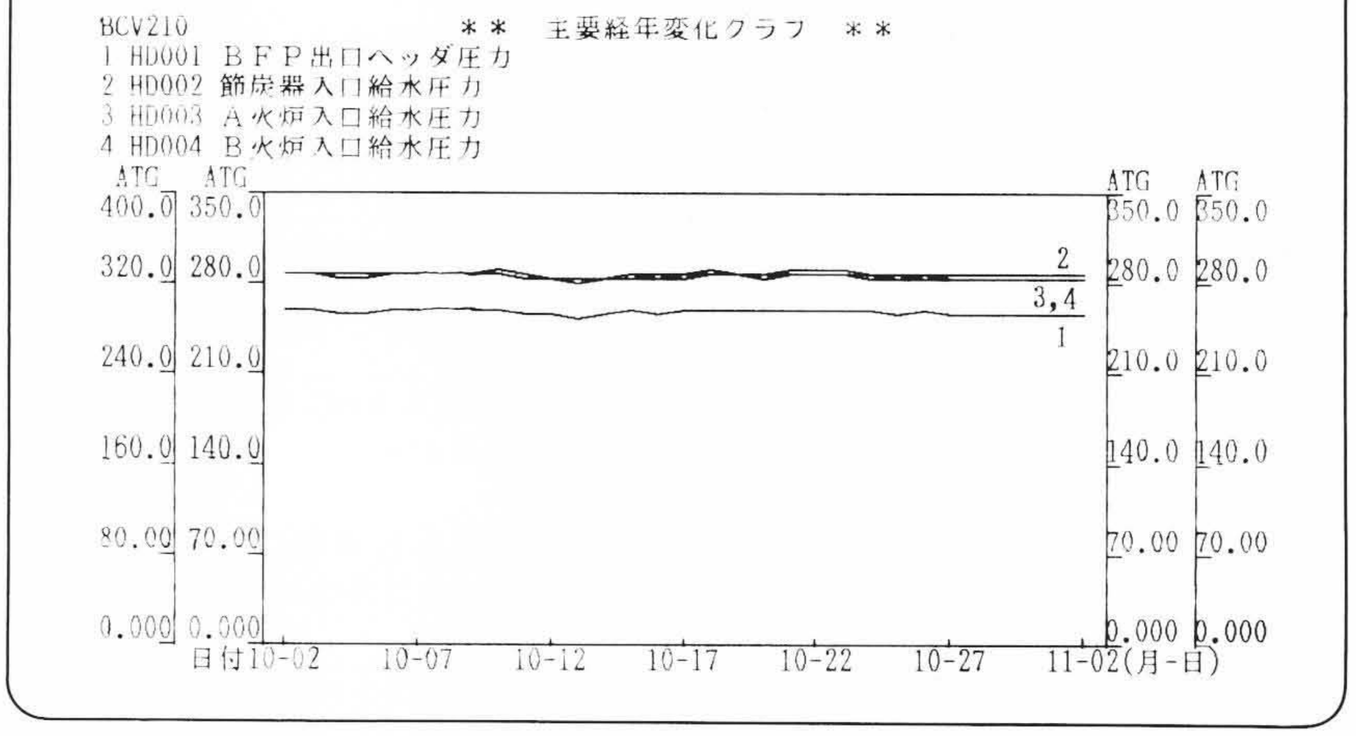

図７ 主要経年変化・余寿命管理表示例 蓄積された運転履歴に対し，項目と検索期間を指定することによって経年データがグラフィック表示される。これにより，経年変化の状況が把握できる。図は，主給水の圧力の変化を表示したものであり，圧力損失が経年とともにどのように変化していくかを調査するために使用する。

5.2 システム開発の成果

このシステムは，24時間連続稼動という生産設備の運用形態からの要求と，OA的要素の強い管理業務の機械化を汎用計算機とワークステーションを組み合わせて実現したものであり，発電所構内だけでなく本店をも含めた形でプラントから発生する情報の蓄積と流通性の向上を図ることができた。このシステム開発の主な成果について以下に述べる。

(1) 九州電力株式会社での火力発電所の業務支援システムの基本形を確立することができた。処理業務を各発電所共通に，本店レベルで処理する業務と，それぞれの発電所で処理する業務に整理し，本店と発電所と連係して分散処理する体系とすることにより，本店ホスト計算機運用時間の制約を受けずに情報のタイムリーかつ迅速な提供が可能となった。

(2) 異機種間のデータ授受にOSIプロトコルを採用することにより，異機種間接続に伴う煩雑さを解消することができた。今後，類似システムを他発電所に展開するにあたって有効な手段になるものと考える。

6 結 言

火力発電所の業務処理を汎用計算機を使用して機械化したシステムについて述べたが，このシステムはここで述べた機能だけで完結するものではなく，蓄積された情報をてことして今後成長していくシステムと考えられる。このシステムの運用開始から約１年を経過して，その間に蓄積された情報も膨大なものになってきており，今後はこれら貴重な情報のいっそうの活用を行うとともに，将来的にはAI技術なども取り入れ，より高度で充実した業務支援システムへの展開を図っていく考えである。

最後に，このシステムの開発に関して終始ご支援，ご指導をいただいた各位に対し厚くお礼を申し上げる次第である。

参考文献

1) 田畑：OSI 明日へのコンピュータネットワーク(1987-8)
2) 山口，外：東京電力株式会社 富津火力発電所 火力発電所管理用計算機システム，日立評論，**69**，10，961～966(昭62-10)