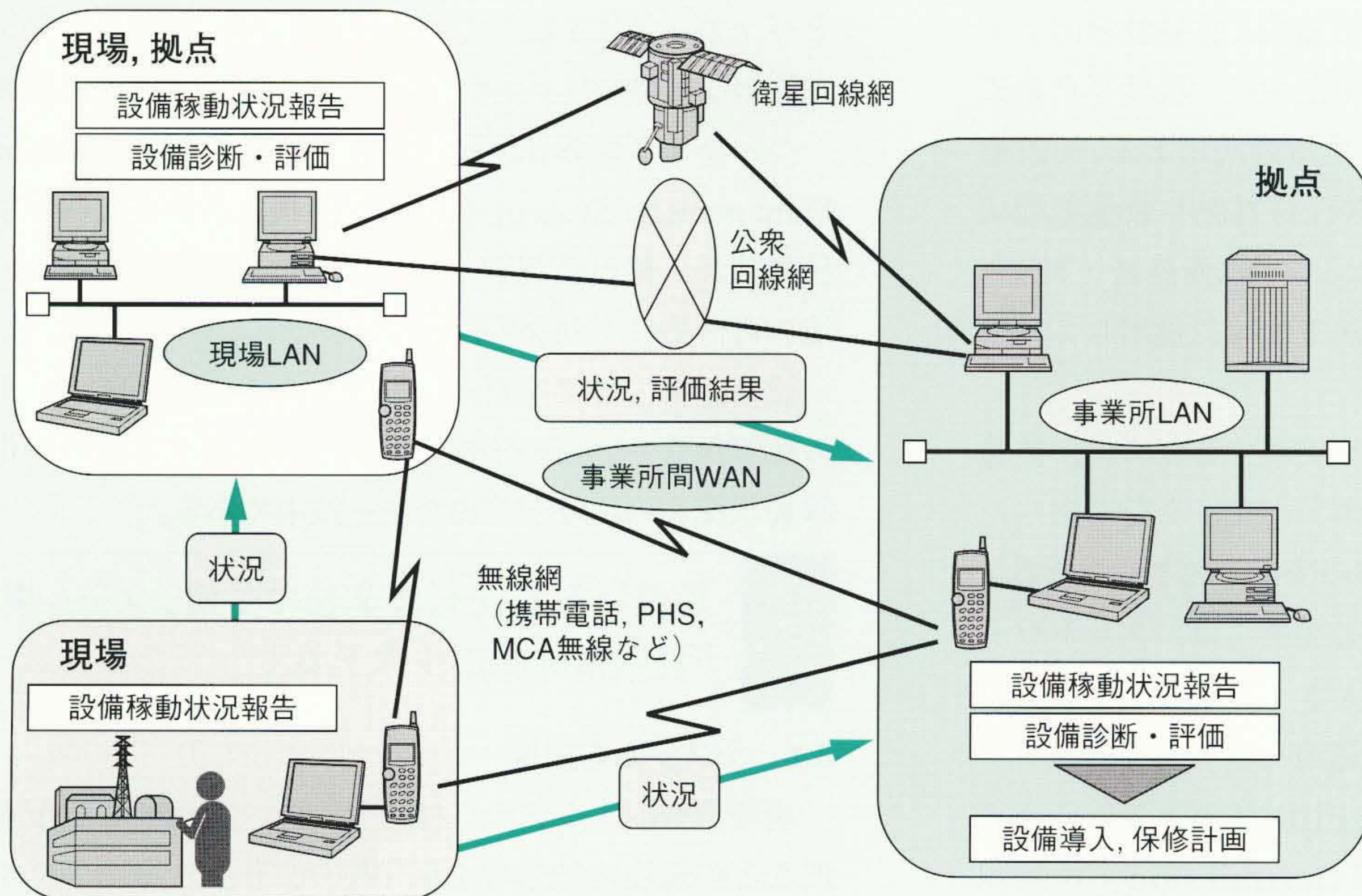


# 高度情報化を目指した業務支援システム

## Maintenance Support Systems Incorporating Networks

森田清紀 Kiyonori Morita 村尾光男 Mitsuo Murao  
 村川 誠 Makoto Murakawa 太田信之 Nobuyuki Ôta



注：略語説明  
 PHS (Personal Handyphone System)  
 MCA (Multi-Channel Access)

情報ネットワークを核とした業務支援システムのイメージ  
 多様なLANやWANを活用し、設備運用業務の支援が行えるシステムインテグレーションを推進している。

近年、電力設備運營業務を支援する情報システムの導入が進み、運転情報・設備情報の活用環境が整いつつある。業務支援システムの機能向上には、情報処理技術、ネットワーク技術の進展が寄与している。これらの技術は、増加する情報の処理や多様な情報の伝送を可能とし、拠点間の情報伝達の円滑化など、設備運営を支援するニーズにこたえている。業務支援システムの対象業務は、(1) 設備稼動状況報告、(2) 設備導入・保守計画、(3) 設備診断・評価に分けられる。「現場情報収集システム」は、設備稼動状況報告業務を支援するシステム・製品である。汎用機器を利用して現場映像や現場音を伝送する基本機能に加え、映像へのメモ書き機能などを持ち、的確な報告業務が実現できる。設備導入・保守計画業務に使う情報のデータベースは、計画の多面的かつ迅速な検討に有効である。「統合保守管理業務支援システム」は、発電所内ネットワークにより、設備、作業、工事、運転の各業務を管理できる。設備診断・評価業務での支援システムの適用はさらに進む動向にある。「化学総合管理システム」は、原子力発電所の水質情報の診断結果を迅速に運營業務に反映し、いっそうの安定運転に貢献することができる。

### 1 はじめに

電力会社の本店、支店や営業所、発電所などの拠点に導入が進んだパソコンとLANは情報の活用基盤となり、EUC(End User Computing)による拠点運營業務の支援システムを生んだ<sup>1)</sup>。

支援システムは設備診断や設備保守計画立案などを行うための基礎情報を蓄えつつあり、各拠点での基礎情報活用やシステム運用のノウハウ蓄積は目覚ましい。

一方、最近の情報通信技術は、有線公衆通信網に加

え、無線公衆通信網である携帯電話やPHS(Personal Handyphone System)の普及により、モバイル環境で使用できるWANの充実をもたらし、拠点間の運營業務を支援する情報ネットワークが拡大している。さらに、通信インフラストラクチャーの拡大により、支援情報システムは、マルチメディアデータの高速伝送を可能とし、事業所と現場の情報伝達を円滑にして拠点運營業務を支援するニーズにこたえるものになっている。

ここでは、発電、送配電設備の運營業務を支援するシステムの技術動向と事例について述べる。



## 2 支援対象業務と業務支援システムの技術動向

電力設備の運営を支援するシステムの主な対象業務は、(1) 設備稼動状況報告、(2) 設備導入・保守計画、(3) 設備診断・評価に分けられる。

「設備稼動状況報告」業務は、迅速性と正確性を向上するため、従来の文面中心による報告から、現場写真の添付など、多様なメディアで報告する方向にある。「設備導入・保守計画」業務は、過去の保守履歴や設備稼動状況などの情報に基づいて行われる。「設備診断・評価」業務は、設備情報と設備稼動状況を的確に抽出して分析した結果に基づいて行う。

各業務の間で密接な情報流通を実現するために、業務ごとのデータベースや拠点間のネットワークを活用した業務支援システムは、複数の業務の情報流通基盤となる。

業務支援システムの構築技術の発展には、ネットワーク技術、情報処理技術の進展が大きく寄与している。

通信技術の進展で、電力設備運用を取り巻く情報ネットワークの整備が進みつつある。FDDI(Fiber Distributed Data Interface)やTCP/IP(Transmission Control Protocol/Internet Protocol)に代表されるLANが拠点内や現場に拡大している。ATM(Asynchronous Transfer Mode)やSDH(Synchronous Digital Hierarchy)の導入により、拠点間WANも高速・広帯域化しつつある。公衆網と専用線の使い分けでWANは多重化し、信頼性を向上できる。携帯電話やPHSを拠点間情報ネットワークとして活

用することにより、モバイル環境の伝送性能も向上している。

支援システムの機能構築上重要な情報処理技術は、ソフトウェアのパッケージ化、ネットワーク環境で有効活用できる分散データベース、大容量のデータ処理などである。

設備稼動状況報告など、業務ソフトウェアの基本機能をパッケージ化することは、コスト低減、開発スケジュール短縮などのメリットがあり、支援システム技術の潮流の一つとなりつつある。汎用RDBMS(Relational Database Management System)は、業務支援システムが持つ設備稼動状況、機器情報データベース、情報活用しやすい環境の再構築に有効な手段である。

設備診断・評価を行う業務システムの開発では、過去の機器保守や診断の事例に基づいて構築するルール化と稼動状況との比較が重要なキー技術である。

## 3 設備稼動状況報告業務の支援システム事例「現場情報収集システム」

### 3.1 システムの概要

現場情報収集システムは、発電所、変電所や送配電部門などの現場画像情報を保守拠点に伝送できるシステムであり、状況報告業務に活用できる。

転送する画像にメモ情報を書き入れたり、情報検索用のキー項目や説明用の短文、音声情報を簡単な操作で付加する機能を持つパッケージソフトウェアであり、東京電力株式会社と日立製作所が共同開発した。

### 3.2 構成

このシステムは、現場側と拠点側のパソコン、携帯電話、PHSなどの通信機器と、デジタルカメラなどの撮影機器で構成する。システムの構成例を図1に示す。

### 3.3 機能

#### 3.3.1 現場映像の取り込み機能

現場で撮影した静止画や動画をパソコンに取り込む機能である。このシステムの基本画面である現場情報一覧の画面例を図2に示す。同時に取り込んだ複数の映像を色枠で分類して、パソコンの画面に表示する。

#### 3.3.2 現場情報参照・編集機能

取り込まれた個々の現場映像を1枚ごとに画面上に表示し、参照、編集する。

##### (1) キー項目設定

送電線、がいしなどの設備種別や、送電線名、機器名などの設備名称をはじめとするキー項目を入力する(図3参照)。キー項目は、適用業務に合わせたドロップダウンリストによって入力の手間を減らしている。

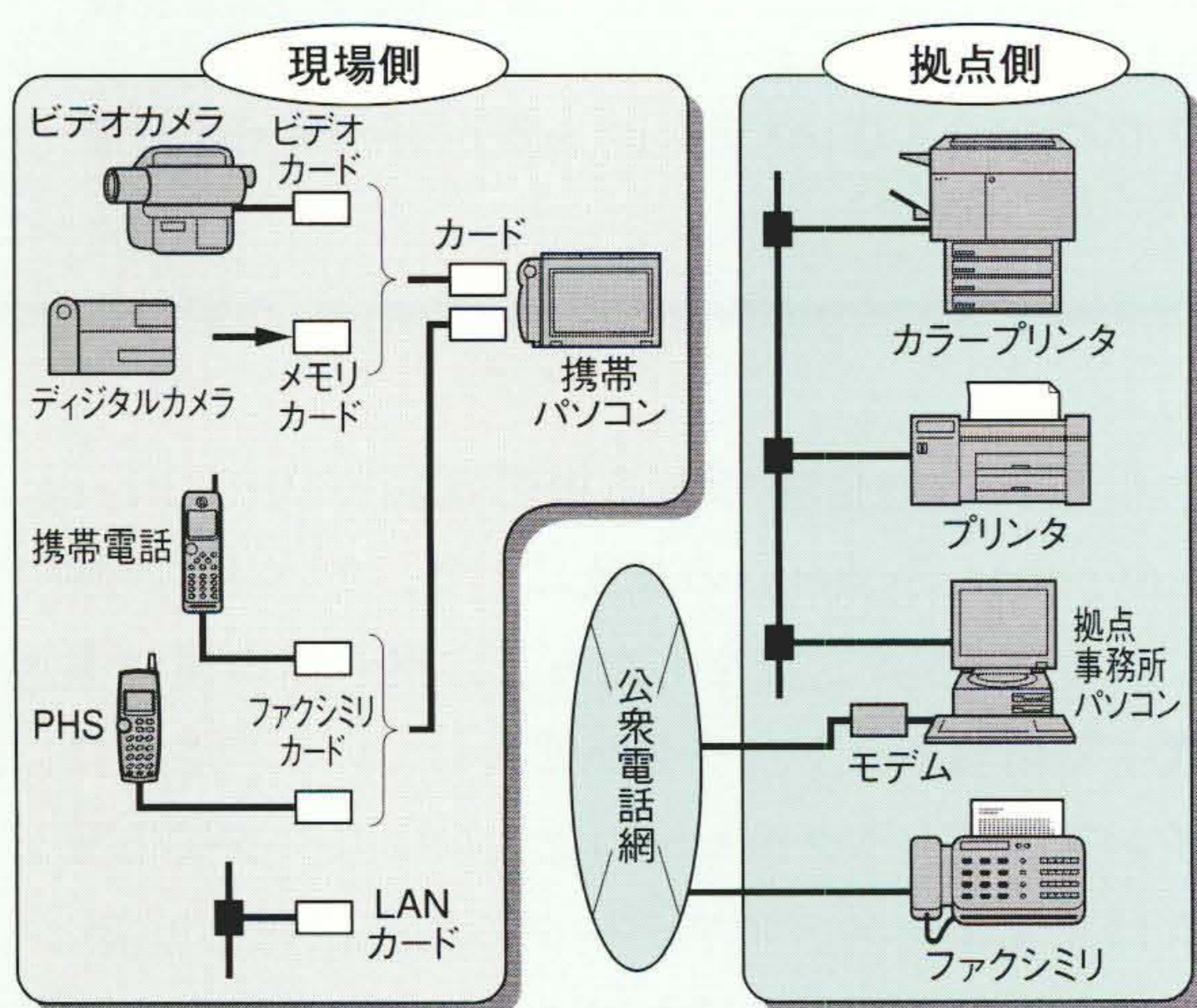


図1 現場情報収集システムの構成例

現場側の携帯パソコン、拠点側のパソコンなどすべての機器で、汎用品の使用が可能である。



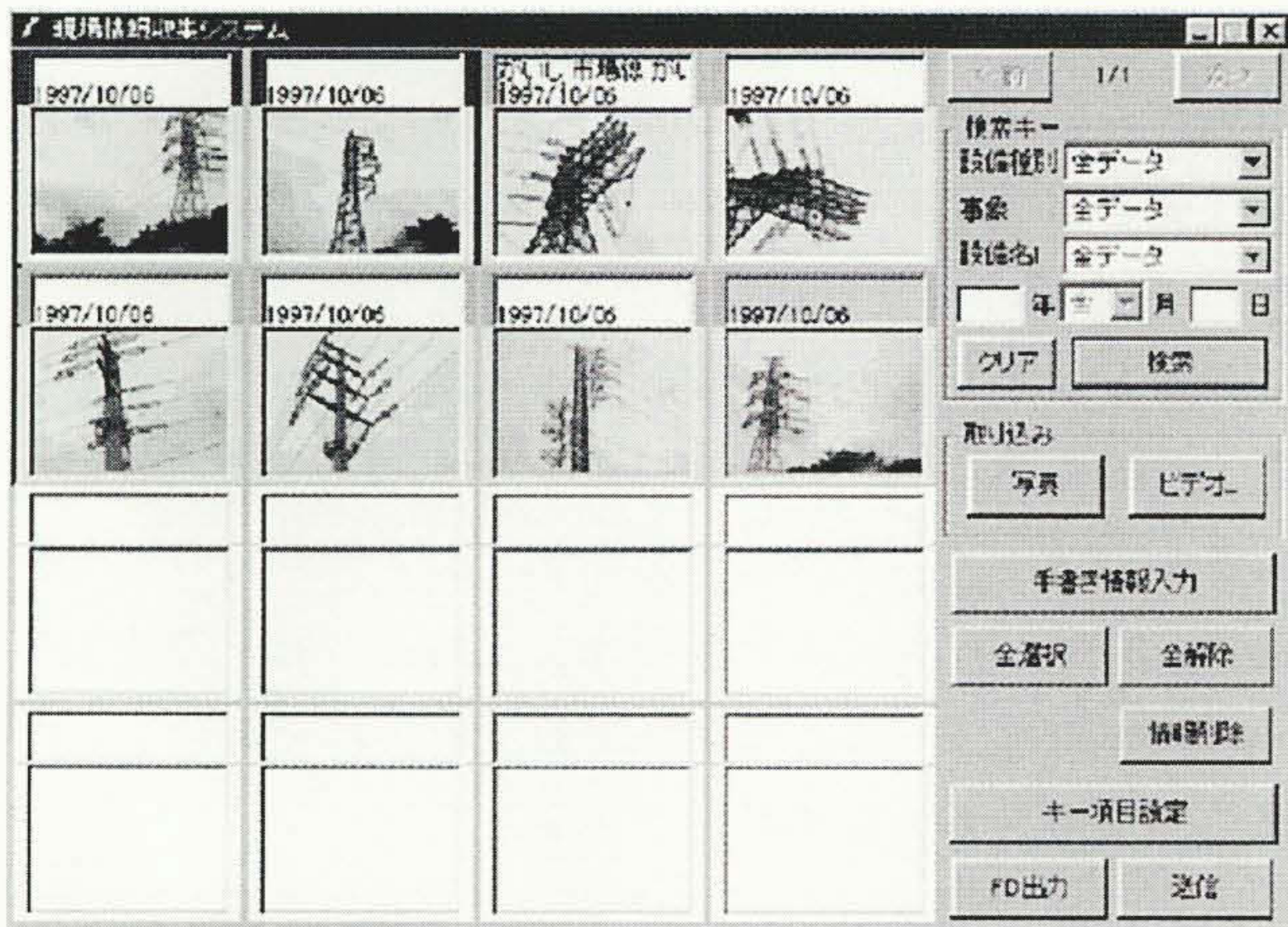


図2 現場情報一覧の画面例

取り込んだ現場映像を色分けして分類表示できる。

## (2) 手書きメモ

赤、黄、青の中から色を選択し、静止画像に手書きメモを書き込む。個々の現場映像に脚注を入れるためにも用いることができる。

## (3) テキスト

パソコンのキーボード入力により、画像説明用の短文を最大50文字まで入力できる。

## (4) 音声メモ

パソコンの内蔵マイクロホンや、サウンドカードに接続したマイクロホンで音声を録音することができる。

## (5) ファクシミリ・印刷

静止画像とキー項目領域、およびテキスト機能で入力した説明文をファクシミリ送信やプリンタ出力できる。

## (6) ビデオ切り出し機能

動画をパソコンに取り込み、報告に必要な静止画を切り出すものである。画面上に動画を再生表示し、動画再生中に切り出しボタンを押すことにより、静止画としてデータを簡単に登録することができる。

### 3.3.3 現場情報の送受信機能

現場側のパソコンから拠点側パソコンへのデータ通信や、拠点側にパソコンがない場合のファクシミリ送信による状況報告を行うことができる。

### 3.3.4 現場情報の管理・保存機能

設備名や撮影日付などのキー項目により、現場情報を検索できる。また、パソコンのハードディスクや光ディスクなどの外部媒体へ保存、出力を行う。

## 3.4 用途

システムを構成するパソコンや通信機器などのハード

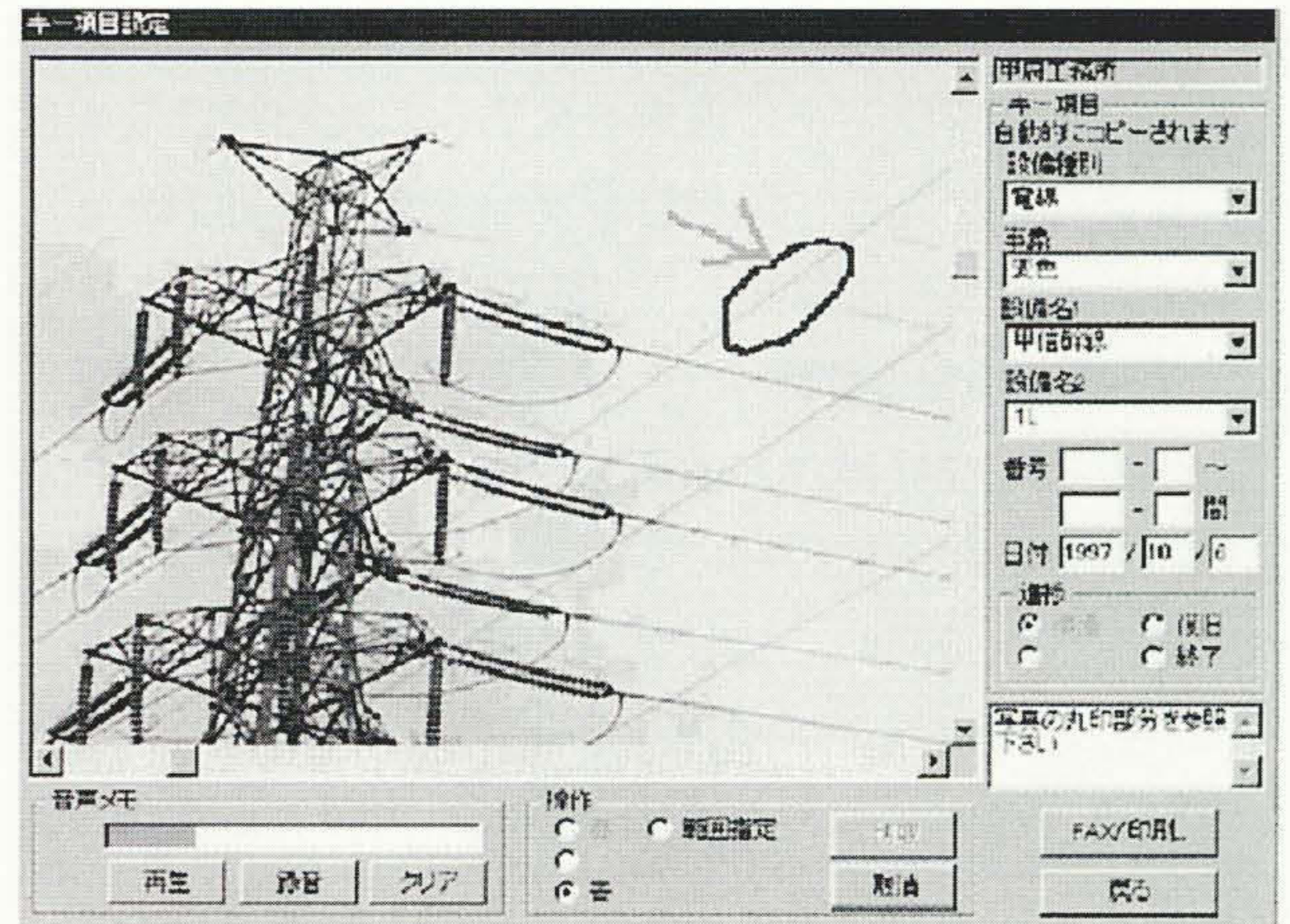


図3 キー項目設定の画面例

ドロップダウンリストからのキー項目の設定、手書きメモや音声メモの付加などを簡単な操作で行える。

ウェアに汎用品が使えること、操作が簡便であること、ソフトウェアのカスタマイズが可能であることから、電力会社での発電所や変電所などの巡視点検業務、建設工事の進捗(ちよく)状況管理業務をはじめとして、多種多様の現場状況報告業務に適用が可能である。

## 4

### 設備導入・保修計画業務の支援システム事例 「統合保修管理業務支援システム」

#### 4.1 保修管理業務でのシステム化のニーズ

これまで原子力発電所では、設備の点検保守や定期検査での系統隔離作業などについて業務ごとにシステムを構築して、成果を上げてきた。従来は、業務ごとの専用端末で個々の業務を行っていたが、パソコンやLANの普及に伴って発電所内の業務環境は大きく変ぼうを遂げた。その結果、自席のパソコン上で個々の業務が遂行でき、かつ関連業務の情報も自由に検索できるシステムが求められている。

このようなニーズに対応するシステム事例について以下に述べる。

#### 4.2 データベースの一貫性と共用化

保修管理業務の基本となるデータは、紙面で管理してきたプラント基本図面、機器部品に対する設備情報、運転実績などである。これらのデータは基本図面を基に個々のデータをCAD(Computer-Aided Design)上で構築し、図面上から機器の番号をはじめとして、機器の接続状態、配管のつながりが読み取れるくふうをしている。基本図面では、各システムが連係できるように、機器の番号を共通のキーとして管理する。



### 4.3 基本図面の管理

基本図面はプラントの構成を模式化した配管計装線図や単線接続図であり、 保守管理業務全体で共通のヒューマンインタフェース基盤として活用できる。

### 4.4 設備点検保守管理

設備点検保守管理は、設備を構成する機器、部品の詳細仕様と機器の点検周期に基づく点検計画の立案、点検の実績、部品の発注・検収などを管理するものである。

機器の詳細仕様や点検計画などでは、機器番号によって配管計装線図とデータ関係ができ、図面上から該当機器に対する仕様の検索、あるいは点検する機器を図面上に反映し、系統管理に対するデータ提供などができる。

### 4.5 系統管理

設備点検保守管理で点検を要する機器が定まると、この点検作業の安全を確保するため、稼動中の系統と点検作業を行う系統を切り離す系統隔離が必要となる。系統隔離は、安全確保の観点から、関連する系統をすべて網羅し、並行して行われる個々の点検作業とも協調を図って作業間の干渉の有無や隔離範囲の妥当性を検討するなど、熟練者の高度な知識が要求される業務である。系統管理システムは、このような業務を配管計装線図や単線接続図を用いて支援するもので、データベースを介して

設備点検保守で立案された点検機器を引き継ぎ、点検機器を基点に接続されている配管をたどり、直近の隔離機器候補を順次ガイドしながら隔離範囲を決定していく。

### 4.6 統合保守管理支援システム

基幹業務として、業務ごとあるいは部門ごとに関与したこれまでのシステムのデータベースは分散している。発電所内情報ネットワークを介してシステム間のデータ関係を強化し、データを共有化して共通のキーで情報を一元的に管理することにより、複数の業務を統合した保守管理支援システムが実現できる。

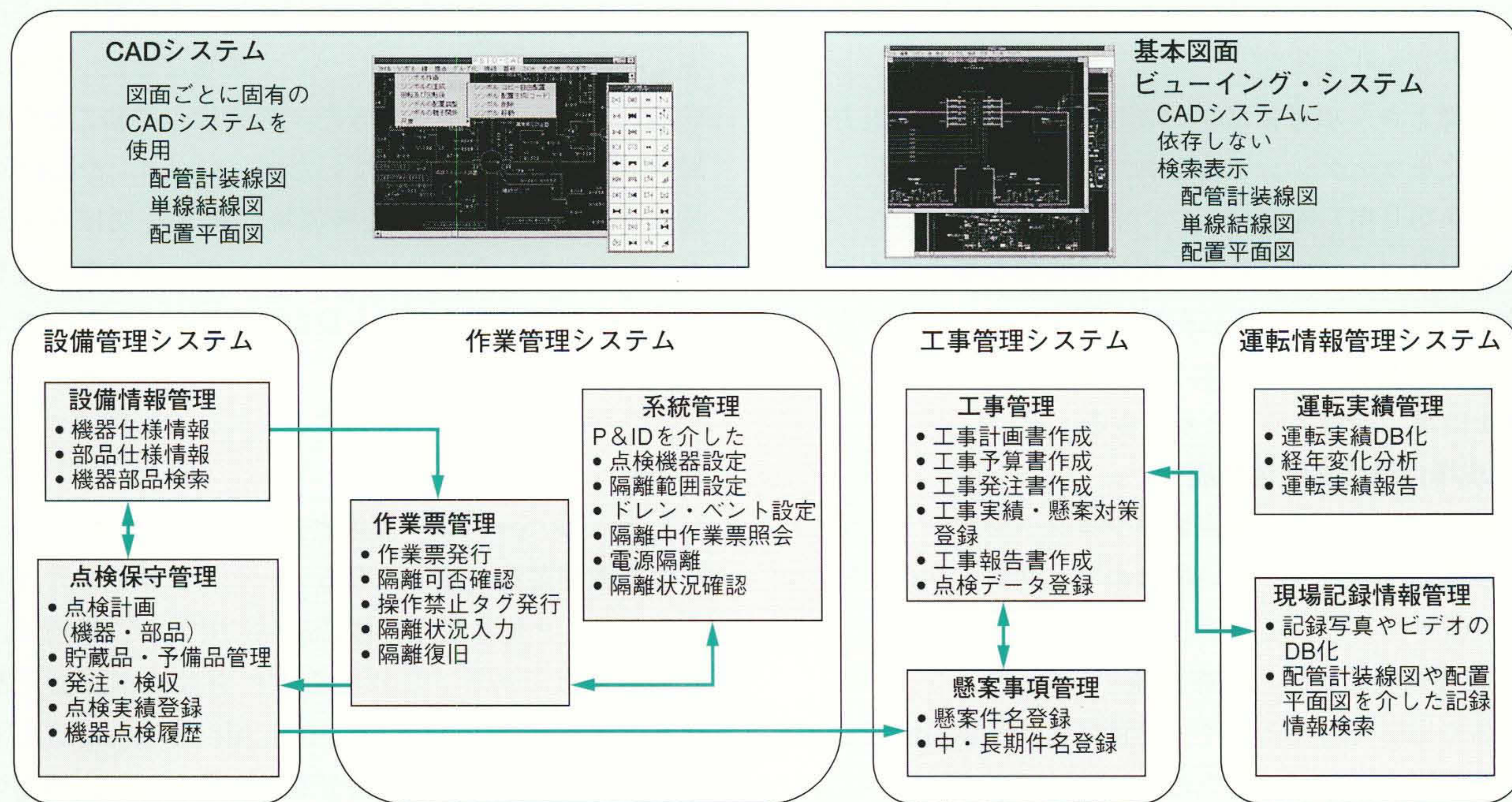
統合保守管理支援システム概念と画面例を図4に示す。

## 5 設備診断・評価業務の支援システム事例 「化学総合管理システム」

### 5.1 システムの開発背景と概要

原子力発電プラントでは、化学管理技術の発展と設備改善などにより、水質に関連した異常事象も年々減少してきており、発電所の化学担当員が不具合を経験することも少なくなっている。また、管理技術の高度化に伴い、分析項目と監視計器の数が増大し、データ採取と評価作業の労力が増えている。

このような背景から、日立グループは、BWR(沸騰水



注：略語説明ほか P&ID(Piping and Instrumentation Diagram), DB(Database), ←→ (システム間の機能関係)

図4 統合保守管理支援システム概念と画面例

設備管理, 作業管理, 工事管理, 運転管理の各システムごとに機能とデータベースを実現し、情報ネットワークによるシステム間の関係を図る。



型原子炉)による発電プラントの化学担当員の作業支援を目的とした化学総合管理システムを開発している。このシステムは、(1) 水質分析データの収集・管理、日報作成などの発電所化学担当員のルーチン業務支援(化学データ管理システム)、(2) 化学的不具合予兆の連続監視(予兆診断システム)、(3) 不具合発生時の対策支援(詳細診断システム)から成る、機能分担を考慮した構成としている(図5参照)。これらのシステムは、プラントニーズに合わせて分割導入することも可能である。

上記の化学データ管理業務をシステム化するBWRプラントが増加している。また、予兆診断機能についても実用化の段階に来ている。

## 5.2 予兆診断システム

### 5.2.1 基本手順

予兆診断システムは、プラント管理値到達前の化学的不具合予兆を自動的に即座に検知し、その発生原因と初期対応のガイダンスを表示することにより、プラント運転を支援するシステムである。診断には、プロセス計算機とインライン自動分析装置のデータを24時間連続で分周期に取り込む化学データ管理システムのデータベースを活用する(図6参照)。このシステムの基本手順は以下のとおりである。

- (1) プロセスデータのオンライン取り込み
- (2) 予兆検知
- (3) 検知したデータの妥当性確認
- (4) 画面表示(発生原因、ガイダンスなど)

### 5.2.2 予兆診断システムの特徴

#### (1) 予兆検知

予兆診断システムでは、不具合予兆を検知して発生原因を推定する手段としてファジィ推論を使用している<sup>2),3)</sup>。これにより、発生原因と症状の因果関係(知識ベース)か

ら微妙なデータ変動を診断し、異常を早期に検知することが可能である。知識ベースの一例を表1に示す。知識ベースをマトリクスで表現し、知識ベースの容易な修正と、追加機能を実現している。

#### (2) 検知したデータの妥当性確認

プラントのプロセス計器は、運転操作によるノイズやデータ採取系の不具合などにより、一時的に誤信号が発生する可能性がある。このシステムでは、検知したデータと相関関係がある他採取場所のデータ値を、あらかじめ設定した相関式に基づいて自動計算し、変動データの妥当性を確認することにより、予兆検知の信頼性向上を図っている。

#### (3) 画面表示

異常事象を検知した場合には、診断用端末上に異常原因をビジュアルに画面表示する。マウス操作によって初期対応のガイダンスと検知事象の経時変化グラフ、相関

表1 予兆検知システムの知識ベース例

原因と、その原因が発生したときの観測事象のファジィな因果関係の例を示す。データとこの相関を見比べて、発生している原因を推論する。下表の見直しによる知識の修正が行える機能を実現している。

観測事象	発生原因	主復水器	CD, TOC	CD逆再生
		海水漏えい	溶出	
ホットウエル出口	導電率	◎	—	—
	導電率	○	—	—
復水脱塩装置入口	塩素	◎	—	—
	TOC	—	—	—
復水脱塩装置出口	導電率	△	—	○
	塩素	◎	—	—
	TOC	—	◎	—

注：略語説明ほか

CD(Condenser/Demineralizer)、TOC(全有機炭素)

◎(強い関係あり)、○(関係あり)、△(弱い関係あり)

—(関係なし)

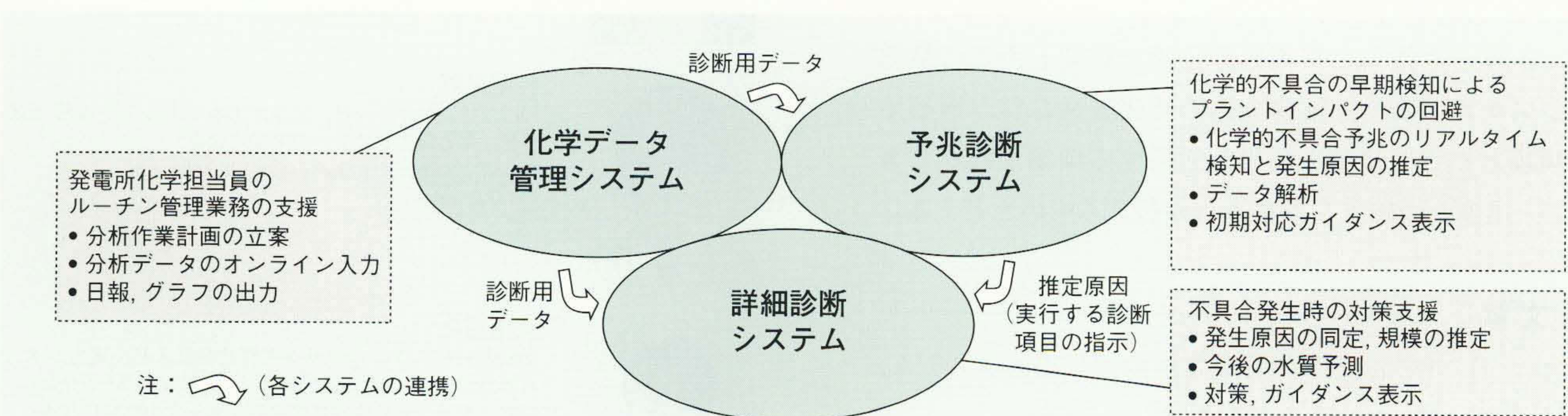


図5 化学総合管理システムの機能構成

化学総合管理システムは発電プラントの化学担当員の作業支援を目的とし、支援内容に応じた3システムで構成する。



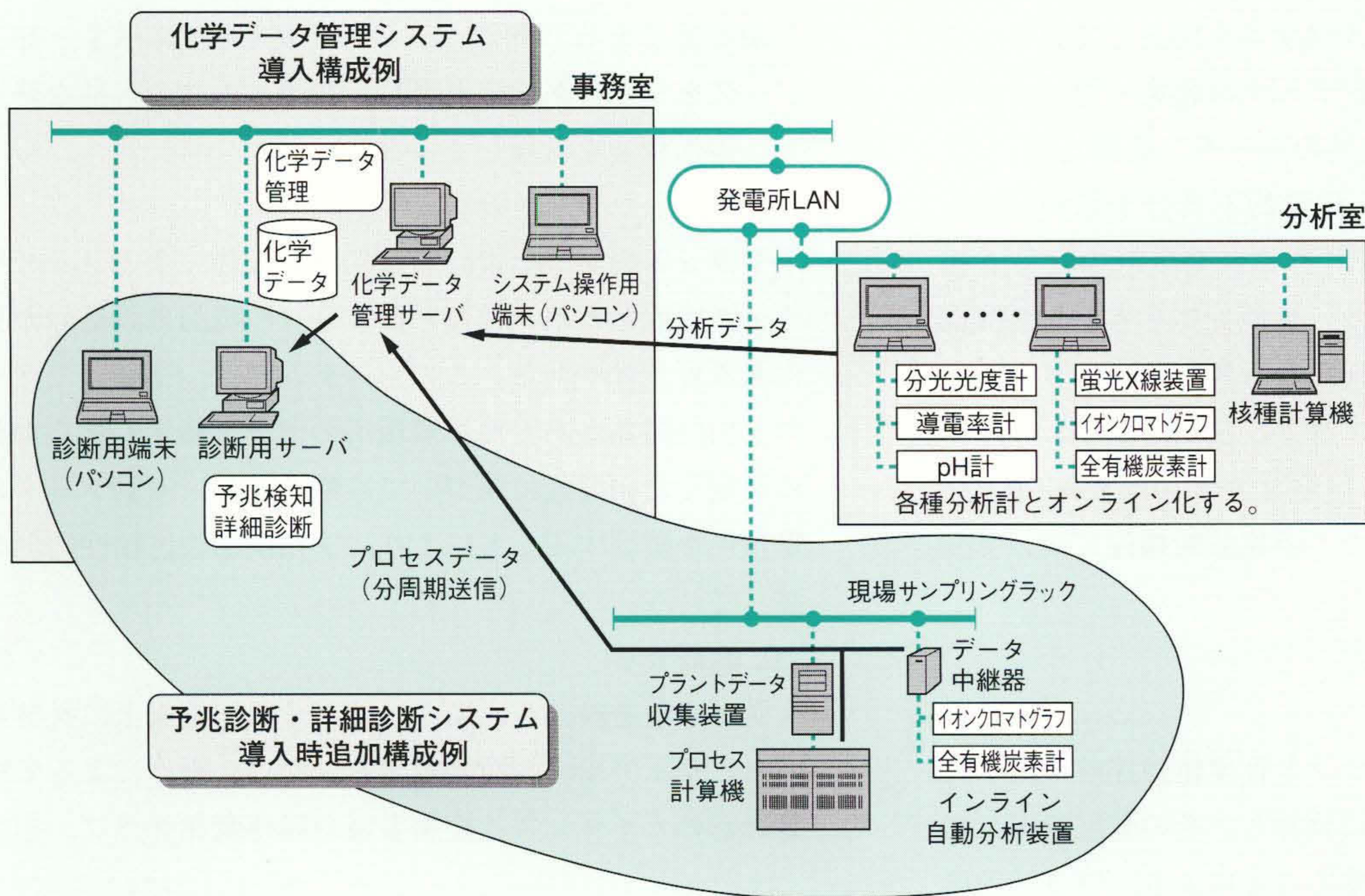


図6 化学総合管理システムの概念構成  
 化学データ管理システム上に診断システムを追加導入した例を示す。データは化学データ管理サーバで一括管理し、診断に必要なデータを診断用サーバに送信する。

図などのデータ表示を行うことにより、異常事象の確認と必要なプラント運転管理業務が支援できる。

### 5.3 導入効果

- 予兆診断システムの導入により、下記の効果が期待できる。
- (1) 微妙な水質変動を早期に判断することにより、プラントの安定運転を支援できる。
  - (2) 熟練した化学担当員や運転員の知識を診断システムに蓄積することにより、突発的なプラント不具合時の初期対応を総合的に支援できる。

## 6 おわりに

ここでは、発電と送配電部門を中心とした業務支援に役立つ、「情報ネットワークを活用した設備運用業務支援システム」の事例について述べた。

ネットワーク技術と情報処理技術を駆使したこの業務支援システムにより、業務全体の情報流通基盤が構築でき、現場と拠点で情報を利用し活用する環境が共有できるので、迅速かつ確実な業務遂行が行えるものと考えている。

### 参考文献

- 1) 丸山, 外: PC-LANによる発電所内情報提供システム, 日立評論, 76, 6, 447~452(平6-6)
- 2) 林, 外: 簡略化されたファジィ対応の逆問題の高速解法, 第11回知識知能システムシンポジウム講演論文集, 計測

自動制御学会(1990)

- 3) 五十嵐, 外: 原子力発電設備水質診断システム, 日立評論, 72, 8, 775~782(平2-8)

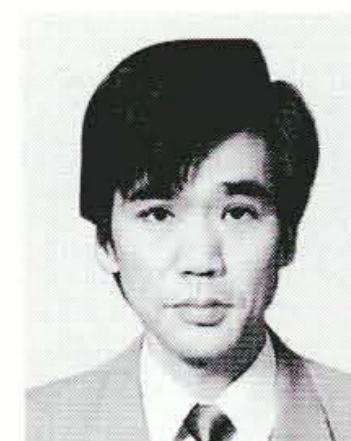
### 執筆者紹介



**森田清紀**  
 1990年日立製作所入社, システム事業部 システム開発部 所属  
 現在, 電力情報システムのエンジニアリング取りまとめに従事  
 日本音響学会会員  
 E-mail: k\_morita@cm.head.hitachi.co.jp



**村川 誠**  
 1983年日立製作所入社, 電力事業部 電力情報制御技術本部 情報制御技術部 所属  
 現在, 電力情報制御システムのエンジニアリング取りまとめに従事  
 E-mail: m\_murakawa@power.hitachi.co.jp



**村尾光男**  
 1967年日立製作所入社, 大みか工場 汎用システム部 所属  
 現在, 電力情報システムの開発に従事  
 E-mail: murao@omika.system.hitachi.co.jp



**太田信之**  
 1989年日立エンジニアリング株式会社入社, 電力システム本部 コンサルティングエンジニアリング第1部 所属  
 現在, 原子力水質管理に関するシステムの開発に従事  
 E-mail: n\_oota@psg.hitachi-hec.co.jp