

# 中部電力(株)浜岡原子力発電所納入 原子力保守情報管理システム

Development of Maintenance Information Control System

神 日出忠  
H. Jin

酒井 清  
K. Sakai

西野 雅美  
M. Nishino

中部電力(株)では、原子力発電所の保守業務支援のためにホスト系やスタンドアローンで運用してきたいくつかのシステムの改善と発電所の基本業務となる“作業票”の「作業票」の手続・管理業務のシステム化、さらにそれらの統合を計画していた。

当社は、既設システムの有機的な統合と作業票管理業務のシステム化を同時に実現するため、“設備管理”、“保守管理(予算策定支援)”、“作業管理”の三つのサブシステムで構成する“原子力保守情報管理システム”を開発し、浜岡原子力発電所に納入、現地調整を完了した。

このシステムは、2機種サーバ、100台を超える端末から成り、負荷分散のためにクライアント/サーバ方式を採用したほかに類をみない大型システムであり、365日、24時間運用を要求されるシステムである。

Chubu Electric Power Co., Inc. has been planning for the improvement of its existing systems in terms of functions and operability, with permission for working in nuclear power stations able to be controlled by computers.

Toshiba has successfully concluded a contract for the building of an integrated system called the maintenance information control system for the Hamaoka Nuclear Power Station. The system consists of three subsystems: (1) control of data on design specifications and maintenance requirements, (2) support for preparing budgets for equipment maintenance, and (3) control of permission for working. It has been designed using the client/server style in order to share the computer load, and incorporates two types of server (each server having 100% redundant backup, since continuous operation is required) as well as more than 100 workstations.

## 1 まえがき

中部電力(株)浜岡原子力発電所においては、1号機から4号機までの各プラントの運転開始時の違いからプラントごとに、点検保守による事前予防対策と安全運転維持が必要となってきた。原子力発電プラントは1基40万点以上ともいわれる設備機器から構成されるため、保全に伴う設計・点検・作業などの保守情報もプラントの基数増加に合わせて膨大なものとなっている。これら膨大な保守情報を正確に管理し、プラント状態を迅速に把握することなどが必要である。

現状プラントの保全に関するシステムには、設備仕様の管理と点検工事計画策定・予算化計画などを実施している設備・保守管理、アイソレ<sup>(注1)</sup>タグ発行、電気品管理、機械品管理、配管計装線図管理などが存在する。しかし、これらは個別に稼働しており、データの共有による効率的な利用が十分とは言えない。

原子力保守情報管理システムでは、既存のシステムの機能とデータを取り込み、また各機能の有機的な連係をとることで、保全にかかわる業務の軽減化を図った。さらに、今まで人間系で管理していた作業票発行から作業完了までの点検工事作業の業務効率化を実現した。

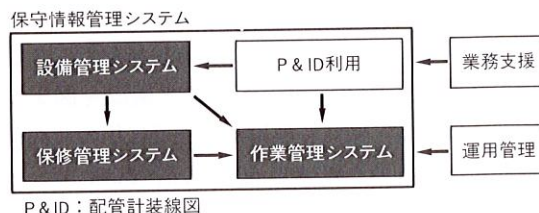


図1. 原子力保守情報管理システムの相関概念 発電所基幹業務となる設備・保守・作業管理業務の有機的な連係を図っている。

Applications of maintenance information control system

原子力保守情報管理システムは、設備管理、保守管理、作業管理の業務機能と運用管理、業務支援の補助機能により構成され、発電所プラントの膨大な情報を取り扱う業務の省力化と情報利用の高度化を促進し、原子力発電所の予防保全、安全運転を支援するシステムである(図1)。

## 2 システムの特長

このシステムの構築にあたって、手作業および既設シス

(注1) アイソレとは、点検のための安全上の部分的な隔離のことで、アイソレーションの略語としてシステム内で用いている。

システムの現状分析を行い、新たな要望や操作性の改善を盛り込んだほか、“定期点検時機器隔離作業”や“配管計装線図管理最適化”などのプロトタイプの開発、検証を行った。

これらを背景に、既存業務システムの統合、関係および全社基幹システムとの関係を現場主導でシステム化した。

このシステムの特長は次のとおりである。

- (1) サーバ、ネットワークなどのシステム基幹部分を二重化することで高信頼性を確保し、24時間定検作業に対応できるものとした。
- (2) 複数のサーバ、高機能ワークステーション(WS)の採用によるクライアント/サーバモデルによる負荷分散、機能分散で、高応答性を確保した。
- (3) 最新のデータベース管理、ネットワーク管理などのミドルウェアを採用し、拡張性に優れたオープンシステムを実現した。
- (4) オープンな GUI(Graphical User Interface)構築ツールを利用することによって、容易なシステム開発と統一された画面で快適な操作性を提供した。
- (5) システム監視、障害管理、構成管理、システム運用を集中的に管理するほか、ソフトウェアの一元管理、自動配信によることで運用管理業務の大幅な軽減を実現した。

### 3 システム構成

このシステムは、高性能、高信頼性および操作性を重視したクライアント/サーバモデルによる機能分散システムである。全体構成を図2、ソフトウェア構成を図3に示す。サーバには設備・保守管理用、作業管理用の2機種を設置し機能を分散した。端末は60台の高機能型WSと、WSと同程度の機能をもつ50台のパソコン(PC)で構成した。

ネットワークは、幹線にFDDI(Fiber Distributed Data

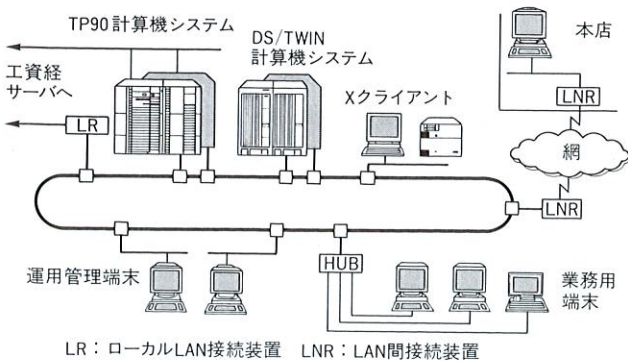
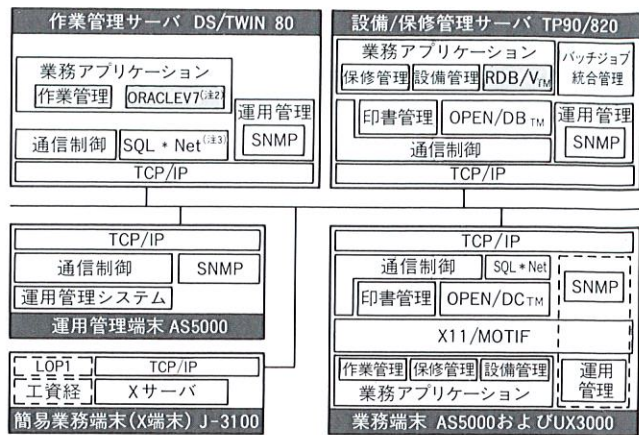


図2. システムの全体構成 サーバは二重化ホットスタンバイ構成とし、システム管理・監視用に運用管理端末を設けた。

Hardware configuration



TCP/IP: Transmission Control Protocol / Internet Protocol  
 SNMP: Simple Network Management Protocol  
 工賃経: 工事, 資材, 経理総合システム  
 MOTIF: UNIX<sup>(注4)</sup>システムのウィンドウのグラフィックユーザインタフェース  
 X11: X window System Version 11, LOP1: LAN OSI Protocol type1

図3. ソフトウェア構成 クライアント/サーバモデルを採用し、機能分散を図っている。

Software configuration

Interface)仕様のRING型LAN、支線にEthernet<sup>(注5)</sup>型LANを設け、端末は集線装置(HUB)を介して接続する。また、システム全体の監視、運用管理を行うための専用端末を設置した。

- (1) サーバシステム 各処理機能に応じデータベースを分け、業務処理する計算機を機能分散させ、サーバを2基構成として適正な応答性を確保した。設備、保守管理には事務処理用の計算機であるTP90を、作業管理には数値計算やCADデータを含む図面情報処理に適した技術計算処理用の計算機であるDS/TWINを用いた。  
 また、高信頼性を実現するため、運用系と障害に備えた待機系のホットスタンバイ構成とし、磁気ディスク装置も含め二重化構成とした。
- (2) クライアントシステム WSは、業務処理機能やP&IDなど図形データの取扱い処理も含め、優れた処理能力をもつ高性能WS AS5080とした。また、既設端末機の共用化を前提とし、高精細PC HF575を採用し、OS/2<sup>(注6)</sup>上でのX端末機能によりWS同等の業務動作を実現させた。
- (3) 運用管理端末 システムの管理・監視の専用端末機として、バックアップも含めて2台の運用管理端末により運用管理システムを動作させた。

(注2)(注3) ORACLE V7, SQL\*Netは、オラクル社の商標。  
 (注4) UNIXは、X/Openカンパニーリミテッドがライセンスしている米国ならびに他の国における商標。  
 (注5) Ethernetは、富士ゼロックス(株)の商標。  
 (注6) OS/2は、International Business Machines社の商標。

## 4 システム機能

### 4.1 設備管理システム

点検・工事の対象とされる機器やその取替部品について、仕様項目、点検・工事の計画条件および工事予算の算出に必要な情報を提供する。また、仕様を基に機器ごとの点検計画を策定し、点検・工事の実績や不具合データの登録管理をし、統計処理を行う。また、機械品や電気品についても、点検取替計画を策定して、その実績の管理を行う。

- (1) 機器仕様管理 機器の保安を行うために必要な機器ごとの基本項目、設計仕様、工事計画用保守仕様の登録・更新・削除・検索・帳票出力を行う。
- (2) 部品仕様管理 機器ごとにその取替部品、取替部品以外の部品仕様の登録・更新・削除・検索・帳票出力を行う。
- (3) 点検計画管理 定期点検工事の点検計画の策定を点検計画管理表上でを行い、作成された点検計画を基に工事予算策定、工事発注および作業管理に必要な要件となる要点検機器および要取替部品を抽出する。
- (4) 実績管理 定期点検工事、不定期に実施する特定・改良工事および経常保守工事を対象とし、機器、部品に関する点検、取替えの実績(不具合データ含む)の登録・更新・削除・検索を行う。
- (5) 統計処理 工事の実績・不具合データに基づく統計計算を行い、計算結果の検索・帳票出力を行う。また、機器仕様、部品仕様に基づく設備集計を行い、計算結果の検索・帳票出力を行う。
- (6) 機械品管理 各機械品の点検・取替基準に従った点検・取替計画を策定し、定期点検ごとおよび年度の点検・取替対象機械品の抽出を行う。また、機械品の点検・取替実績などの実績管理を行う。
- (7) 電気品管理 各電気品の取替基準に従った取替計画を策定し、定期点検ごとおよび年度ごとの取替対象

部品抽出を行う。また、電気品の取替実績などの実績管理を行う。

### 4.2 保守管理システム

プラント定期点検工事、特定・改良工事、通常時定期点検工事における予定工期、実績工期を工事管理台帳として管理する。計画された定期点検工事、特定・改良工事、通常時定期点検工事、経常保守工事に対し各種積算データを基に工事予算書、工事設計書を作成する。また、工事予算書、工事設計書に対してのシミュレーションを行う。

- (1) 工事管理 定期点検工事、特定・改良工事、通常時定期点検工事に対し、付託件名単位で点検計画(定期点検回数、予定工期など)、実績工期を管理する工事管理台帳の登録・更新・削除・検索を行う。
- (2) 積算データ管理 予算、付託の積算に必要な各種積算データ、予算書記述欄の標準記載内容の登録・更新・削除・検索を行う。
- (3) 定期点検工事予算作成 点検計画から工事管理台帳を基に抽出された要点検機器、および定期点検で必要となる取替部品から定期点検予算の集計、および予算書を作成する。
- (4) 特定・改良工事予算作成 特定・改良工事に対して積算資料を基に予算データを各担当者が編集し、予算集計を行うとともに工事予算書を作成する。
- (5) 経常保守工事予算作成 経常保守工事に対して予算データを各担当者が編集し、予算集計を行うとともに予算書を作成する。
- (6) 工事付託管理 付託件名ごとに予算データ、要点検機器データを利用して工事請負付託に必要な付託発注帳票を作成する。また、定期点検で必要となる取替部品について、取替部品資材帳票を作成する。
- (7) シミュレーション 予算および工事設計について、労務単価、経費率などの積算要素を変更した場合に合計予算、内訳の金額がどのように変化するかシミュレーションを行う。

### 4.3 作業管理システム

作業票、アイソレ票の管理伝票作成を効率的に支援し、作業票の手続き管理業務の承認・回覧・受付による運用の合理化を図る。また、アイソレ実施、解除管理業務省力化やアイソレ状況の确实、容易な把握を図る。

- (1) 作業依頼票・作業票・アイソレ票/作成・検討  
受付・承認・検索用にバーコードを付加した作業依頼票および作業票、アイソレ票の作成・検討を行う。作業票の作業情報として、設備管理システムの点検計画データなどを参照し、点検機器の入力を行う。アイソレ票は、P&IDを利用したアイソレ範囲自動探索結果による作成もできる。
- (2) 放射線防護指示作成 放射線管理担当部署におい

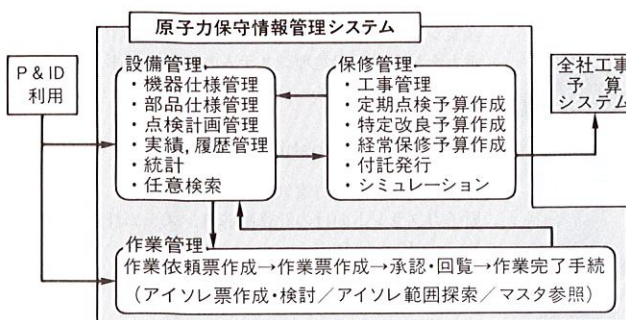


図4. 機能関連図 設備管理の点検計画を核に保守の予算作成、作業の作業票作成など機能関係をとっている。

Coordinated functions of maintenance information control system

て、作業場所の区域区分に基づき受付・承認・検索用にバーコードを付加した放射線防護指示の作成を行う。作成登録された作業票に対し、継続作業受付省略が該当する場合、その情報を登録する。

- (3) アイソレタグ発行 実施用アイソレ票データを履歴登録用にバーコードを付加しアイソレタグとして自動発行する。
- (4) アイソレ・キャンセル連絡票作成 実施用アイソレ票データを参照し、アイソレの実施およびキャンセルを依頼する受付の検索用にバーコードを付加した連絡票の作成・登録を行い、中央操作室に送信する。
- (5) アイソレ実施/キャンセル登録 アイソレ履歴を管理するため、“アイソレタグのバーコード読取り登録”、“作業票単位のアイソレ票画面からの指定登録”、“アイソレ・キャンセル連絡票、またはモータ単体試験依頼票単位のアイソレ票画面からの指定登録”により、アイソレの実施/キャンセルの登録を行う。
- (6) 作業手続登録関係 作業担当部署の作業管理者・担当者による日々の作業開始、終了手続登録、および作業完了時の手続登録を行う。
- (7) 承認・回覧・受付 作成登録された作業依頼票、作業票、放射線防護指示などの各種承認や次部署への送信を行う。また、中央操作室や放管センターでの作業開始、完了受付などの各種受付を行う。
- (8) アイソレ実施状況 アイソレ実施/キャンセル登録機能により管理されているアイソレ実施状況を、任意にP&ID画面上へ系統別、作業票別に出力する。また、任意に他の作業票アイソレとの逆アイソレチェックおよび重複アイソレチェックを行う。
- (9) アイソレ検討支援 P&IDデータを利用し、点検機器を指定することによりアイソレ対象機器の選定、アイソレ範囲の色替え表示を行う。システムから提示されたアイソレ内容を利用者が確認、修正する。

#### 4.4 P&ID 利用機能

設備、作業各業務処理によりウィンドウ上に表示されたP&ID図面上からの機器の選択を行い、各業務処理のなかで必要となる機器の指定をする。P&IDの色替え表示を行うことにより、機器のステータスなどの視覚的な表示を行う。また、業務処理対象となっている機器をP&ID図上で明示する。

#### 4.5 運用管理システム

システムを円滑に運用していくため、専用の運用管理端末を設けサーバ・端末機・ネットワークの運用状況監視・制御や各種情報を一元管理する。

サーバの起動・停止・系切換えなどの制御機能とハードウェア/ソフトウェアの障害復旧、外部通報を行う障害管

理がある。また、各種ソフトウェアの履歴管理および自動配布を行う保全管理からなる。

#### 4.6 業務支援システム

各業務の共通機能では、ユーザ情報、各種コード表の管理を行う。

教育実習支援では、サーバの待機系を教育系として利用し、通常運用のまま各業務の操作教育支援を行う。

EUC(End User Computing)支援では、業務により蓄積された情報を一般利用者が抽出し、加工・編集する支援を行う。

### 5 あとがき

数百万ステップに及ぶシステムの開発も完了し、1995年10月からシステムの一部運用を開始した。これに伴い保全施策の策定に正確で効果的な情報提供を行い保全作業が効率化され、発電所プラント全体の信頼性向上、安全運転維持に大きく寄与した。また、1996年10月に残る作業管理システムの運用が開始されることにより保全作業のよりいっそうの効率化が図られ、発電所の稼働率の向上が実現される見込みである。

今後設計情報として、弁や計器リスト、配管の管理(設計情報管理システム)、定期点検を行う際の工程計画支援(定期点検工程管理システム)、部品や設備のイメージデータ(図書管理システム)、工事の計画書や予算書、各種仕様書の作成・保管(文書管理システム)、予備品や工具などの物品管理(物品管理システム)、発電所の状態のデータ管理(運転管理システム)、図面などの情報を修正・変更(CAD応用システム)を取り込み、最終的に原子力総合管理システムとして拡張する計画を提案中である。

### 謝 辞

システムの開発にあたりご指導いただいた中部電力(株)の関係者各位に厚く感謝するしだいである。



神 日出忠 Hidetada Jin

産業システム事業部情報システム電力担当主査。  
電力会社向け情報処理システムの設計に従事。  
Industrial System Div.



酒井 清 Kiyoshi Sakai

原子力事業部原子力電気計装技術部課長。  
原子力プラント向けの計算機応用システム計画に従事。  
Nuclear Energy Div.



西野 雅美 Masami Nishino

原子力事業部原子力電気計装技術部主務。  
原子力プラント向けの計算機応用システム計画に従事。  
Nuclear Energy Div.