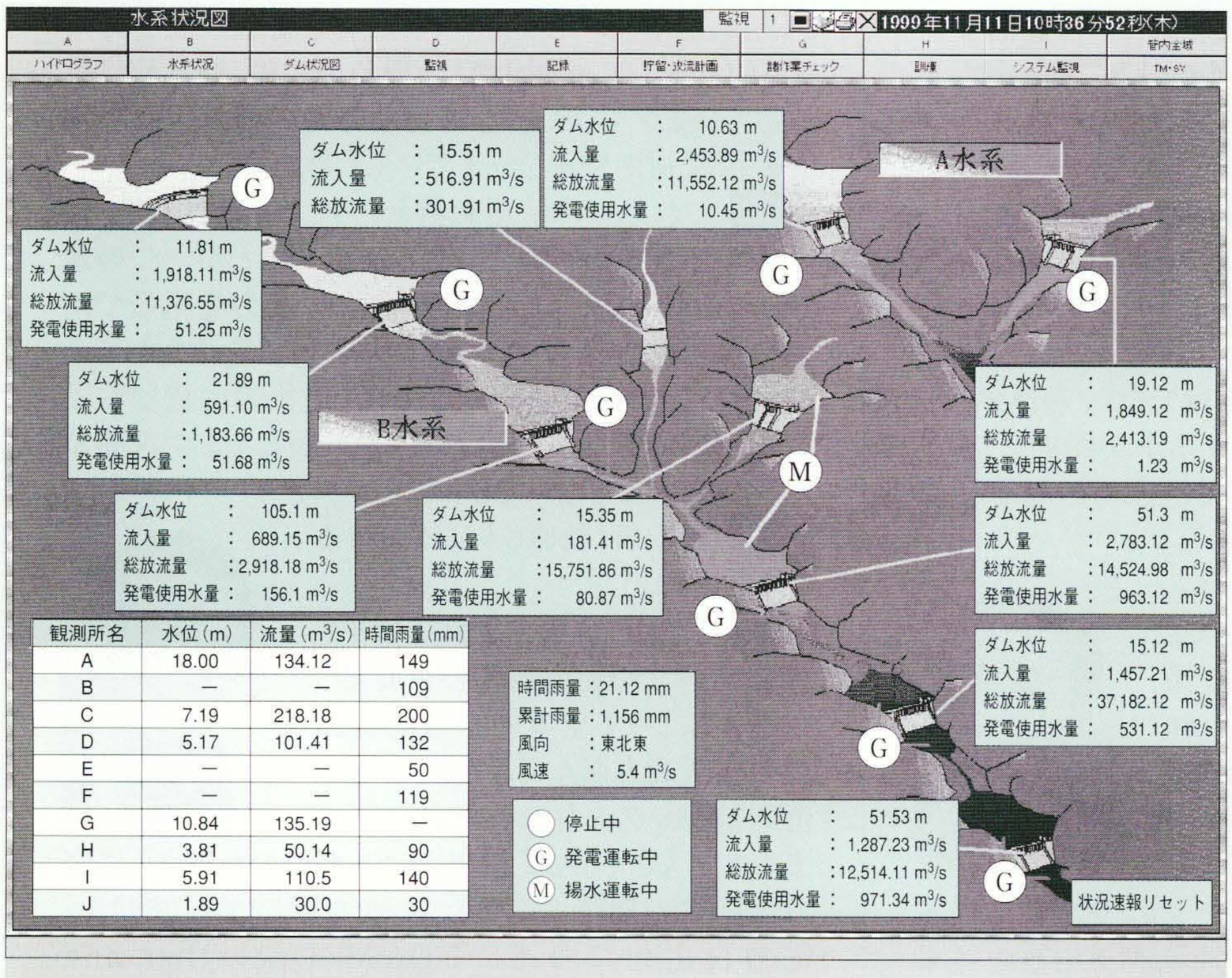
ディペンダブルかつオープンな電力情報制御システム “DORA-Power”

Dependable, Open and Real-Time Architecture for Power Systems

廣田敦彦 *Atsuhiko Hirota*　大脇隆志 *Takashi Ôwaki*
菊池正幸 *Masayuki Kikuchi*　谷　幸純 *Yukiyoshi Tani*



注：＊Windowsは，米国およびその他の国における米国Microsoft Corp.の登録商標である。

ダム総合管理システムの水系状況図面画

DORA-Power(Dependable, Open and Real-Time Architecture for Power Systems)では，Windows*の高機能GUI(Gaphical User Interface)を用いて，視認性の高い，使い勝手の良い監視制御用ヒューマンインタフェースが容易に実現できる。

電力各社は，電力規制緩和などの環境変化に対応した運営効率の向上のために，電力の安定供給を支援する電力情報制御システムの統合化やシステム間連携強化を進めており，このため，電力情報制御システムの信頼性に対する要求は，以前にも増して高まっている。また，システム間の接続性，システムの拡張性の観点からは，標準仕様に基づくオープンなシステムの実現が求められている。

日立製作所は，このようなニーズにこたえるために，急速に標準化が進むオープンなプラットフォームに準拠するとともに，これまでの電力情報制御システムで培った高信頼性，高応答性の実現技術を融合させた，「ディペンダブルかつオープンな電力情報制御システムアーキテクチャ“DORA-Power(Dependable, Open and Real-Time Architecture for Power Systems)”」を開発した。

DORA-Powerにより，信頼性とリアルタイム性が要求される電力情報制御において，急速に進歩する最新の計算機技術を取り入れた，機能性と操作性に優れたシステムが実現できる。

1 はじめに

電力各社は，電力規制緩和や電力料金低減などの環境変化に対応して，運営効率の向上に取り組んでおり，電力の安定供給を支援する監視制御システムにおいては，システムの統合やシステム間の連携強化を図ることによる設備運用の合理化を推進している。このため，電力情報制御システムでは，監視制御規模の増大に伴う処理性や信頼性の向上が従来にも増して要求されるとともに，他システムとの連携やシステムの拡張を効率的に行うために，標準仕様に基づくオープンなシステムの実現も求められている。

日立製作所は，急速に標準化が進んでいるオープンなプラットフォームに準拠するとともに，高機能な汎用ソフトウェアを取り入れながら，これまで培った電力情報制御システムの高信頼性，高応答性の実現技術を融合させた電力情報制御システムアーキテクチャ“DORA-Power(Dependable, Open and Real-Time Architecture for Power Systems)”を開発した。

ここでは，DORA-Powerの開発方針，機能，特徴，および適用事例について述べる。

2 DORA-Powerの開発方針

これからの電力情報制御システムでは，標準仕様に基づく高機能なコンポーネントを組み合わせて，信頼性，接続性，および拡張性の高いシステムを実現する必要がある。このため，DORA-Powerの開発方針を下記のようにした。

(1) 高信頼性(ディペンダビリティ)の実現

「従来の高信頼化」は個別コンポーネントを高信頼化するアプローチであり，高信頼化機能が標準仕様と相いれないことも多く，採用可能なコンポーネントが限定され，システムを構築するうえでの隘(あい)路となっていた。

そのため，標準仕様に基づくコンポーネントを採用し，その上にシステムトータルとしての高信頼化を実現するディペンダブル技術を開発する。

(2) 移行性・接続性(オープン性)の実現

他のシステムとの接続性を高めるためには，標準インタフェースへの準拠が必要であり，標準に準拠した汎用ミドルウェアを採用するとともに，標準OS(Operating System)であるUNIX※1)やWindowsNT※2)を採用する。また，システム拡張時のソフトウェアの移行を容易にするために，OS，分散システム構成，多重化システム構成を業務ソフトウェアに意識させないためのミドルウェア層を設ける。

(3) リアルタイム性の保証

設備状態の変化が短期間に多量に発生した際などの厳しい性能条件下でも，処理性や画面表示の応答性を保証するために，分散システム形態に対応した高性能な分散データベースを実現する。

(4) 使い勝手の向上

高機能で使い勝手が良く，高性能な監視制御用ヒューマンインタフェースを実現するために，パソコンの普及に伴って急激に進歩しているWindows NTのGUI(Graphical User Interface)を活用する。

3 DORA-Powerのアーキテクチャと特徴

以上の開発方針に基づいて，DORA-Powerはオープンインタフェースを持つ汎用ミドルウェアと信頼性強化のための電力用ミドルウェアを融合させ，標準OSであるUNIXやWindowsNT上に搭載するアーキテクチャとした(**図1**参照)。その特徴について以下に述べる。

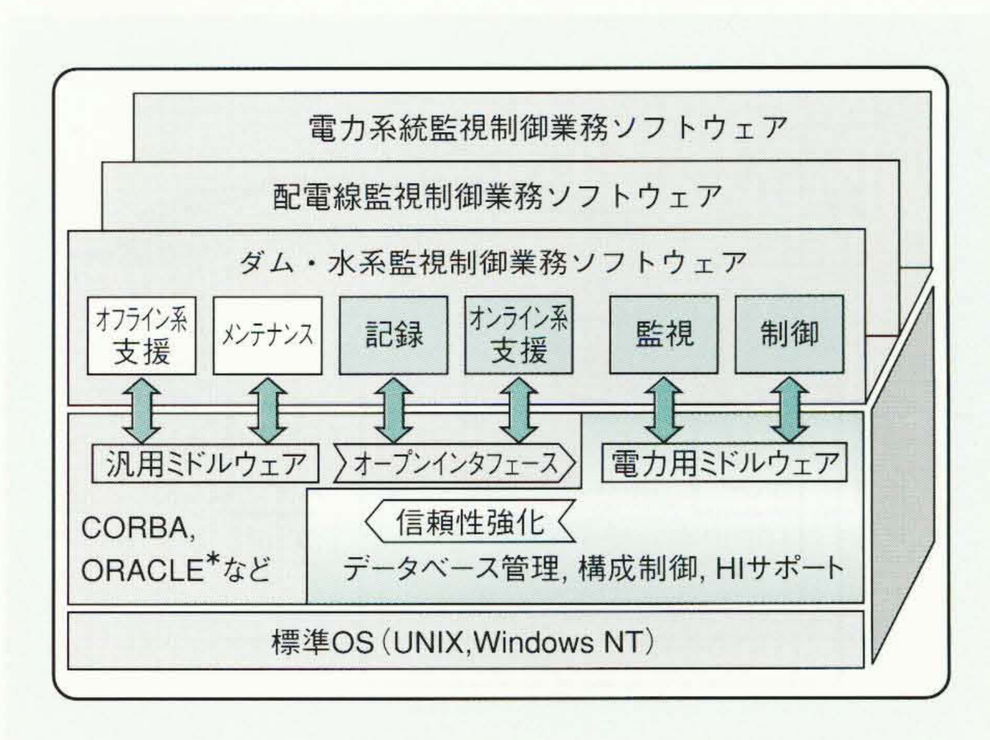
(1) 分散オブジェクト技術の適用

ミドルウェアの一つとして分散オブジェクトの国際標準であるCORBA(Common Object Request Broker Achitecture)※3)に基づく汎用製品を採用し，他のシステムに対するオープンなインタフェースを実現するとともに，CORBAのマーシャリング(異種システム間データ交換のための変換処理)機能により，システム内の計算機プロセッサごとのエンディアン(メモリ上のデータの格納

※1) UNIXは，X/Open Company Limitedが独占的にライセンスしている米国ならびに他の国における登録商標である。

※2) Windows NTは，米国およびその他の国における米国Microsoft Corp.の登録商標である。

※3) CORBAは，Object Management Groupが提唱する分散処理環境アーキテクチャの名称である。



注：略語説明ほか
HI(Human Interface)
＊ORACLEは，ORACLE Corporationの登録商標である。

図1 DORA-Powerの構成

電力情報制御システムでの業務ソフトウェアの開発・実行基盤として，オープンインタフェースを持つ汎用ミドルウェアと信頼性強化のための電力用ミドルウェアを融合させ，標準OS上に搭載した。

形式)の違いを吸収させ，異種計算機のシステム内での共存を容易にした。

(2) データベース

データアクセスの集中に伴う処理性の低下や，画面表示の応答性低下を防止するために，設備データベースのレプリカを各分散計算機上に配置し，刻々と変化する状態データを各計算機へ等化する仕組みを持たせたリアルタイム分散データベース“DLCP(Data Life Cycle Program)”を，CORBA上に搭載した(**図2**参照)。このため，DLCPを搭載しない計算機からも，Java※4)などを用いて，DLCPが管理するデータベースへのアクセスが可能となった。また，メンテナンス用DB(Database)や記録用DBには，標準仕様に基づく市販ソフトウェアを採用し，他のシステムとのデータの共有や連携を容易にした。

(3) 多重系・高信頼化サポート

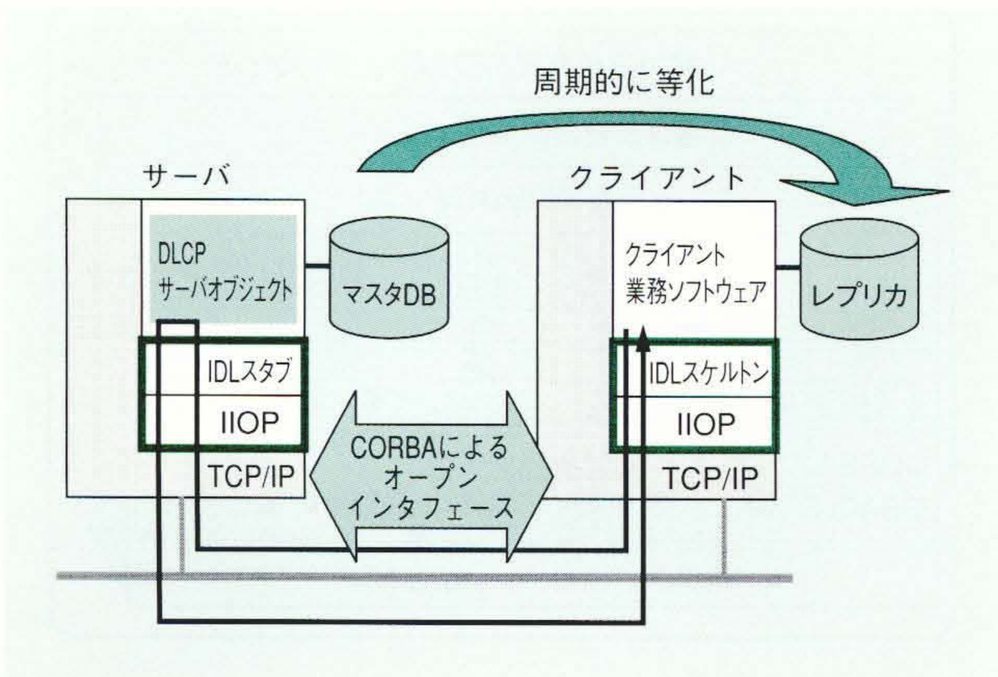
多重系計算機の相互監視は，標準のLANを用い，計算機間の共用メモリや共用ディスクといった特別なハードウェアを前提とはせずに，各計算機が同一の入力データに基づいて同一の処理を行う「フリーランデュアル」を基本とする多重系運転方式とすることにより，CORBAの分散環境上で，計算機やLANの多重化を実現し，システムトータルの信頼性向上を図った。なお，オブジェクトの多重配置を前提とした高信頼化CORBAの標準仕様が策定途上であることから，標準化案をにらみつつ実現し，標準仕様決定時の影響を極小化した。

上述した多重系サポートにより，計算機やLANに障害が発生した際にも，データ欠損のない迅速なバックアップ計算機への切換を実現する。また，多重系構成を採らない計算機では，他の計算機によってデータを一定期間保存し，障害回復後に一致化する仕組みを実装し，システムトータルとしての高い稼動性を実現できる。

(4) ヒューマンインタフェース

高レベルの開発環境や豊富な画面作成用部品を持つWindows NT上に，電力情報制御で必要となる画面作成用の部品と実行環境とを実装した。部品は，業界標準の部品インタフェースであるActiveX※5)コントロールとし，市販のプログラム作成環境Visual Basic※6)などを用いて，部品の組合せで高度なヒューマンインタフェースが容易に実現でき，EUC(End User Computing)にも対応できる。

※4) JavaおよびすべてのJava関連の商標およびロゴは，米国およびその他の国におけるSun Microsystems, Inc.の商標または登録商標である。



注：略語説明
IDL(Interface Definition Language)
IIOP〔Internet Inter-ORB(Object Request Broker) Protocol〕
TCP/IP(Transmission Control Protocol/Internet Protocol)

図2　DORA-Powerでのリアルタイム分散データベースの実装
クライアントの業務ソフトウェアは，CORBAにより，サーバ上のマスタDBにリモートアクセスする。レプリカが存在する場合には，自動的にレプリカを参照する。レプリカは，周期的にマスタDBの内容で等化される。

4　電力用ミドルウェアの機能と特徴

DORA-Powerアーキテクチャを構築するための基盤技術として，以下の3種類の電力用ミドルウェアを開発した。それぞれの機能と特徴を以下に述べる。

(1) データベース管理ミドルウェア

業務ソフトウェアに対して，データの分散配置を意識させないアクセスを実現するとともに，多重系運転時に必要となる待機系計算機へのアクセスも自動的に実施する。状態変化が多量に発生した場合にも画面操作の応答性を保証するためのレプリカの配置や，高速な等化処理を実現するほか，性能要求に応じてデータ配置を変更できるため，システム拡張時にも柔軟に対応できる。

また，設備更新時の模擬試験データや訓練時のデータを，オンラインデータとは分離して管理する多面データ管理，現使用設備データと将来使用設備データの高速切換を実施するなど，電力情報制御に必要な基本機能を備えている。さらに，電力設備，伝送フォーマット，時系列保存データなどの基本データモデルを備え，データ中

※5) ActiveXは，米国およびその他の国における米国Microsoft Corp.の商標である。
※6) Visual Basicは，米国およびその他の国における米国Microsoft Corp.の登録商標である。

表1　構成制御ミドルウェアの機能
構成制御ミドルウェアは，分散多重系計算機システムの運用にかかわる機能をサポートする。

機　能	機能概要
運転モード管理	計算機間の相互障害監視と，障害時の系切り離し・待機系への自動切換
LAN管理	LAN障害の監視・障害時の自動切換，負荷分散管理
障害管理	業務プログラム，OS，ハードウェア障害の管理・ジャーナル保存
時刻管理	時刻の全計算機での一致化・補正
DB管理	DBのバージョン管理，主メモリデータ待避・回復
システム監視卓運用管理・画面	計算機起動停止・モード変更・DB運用切換，システム状態・障害ジャーナルなどの表示

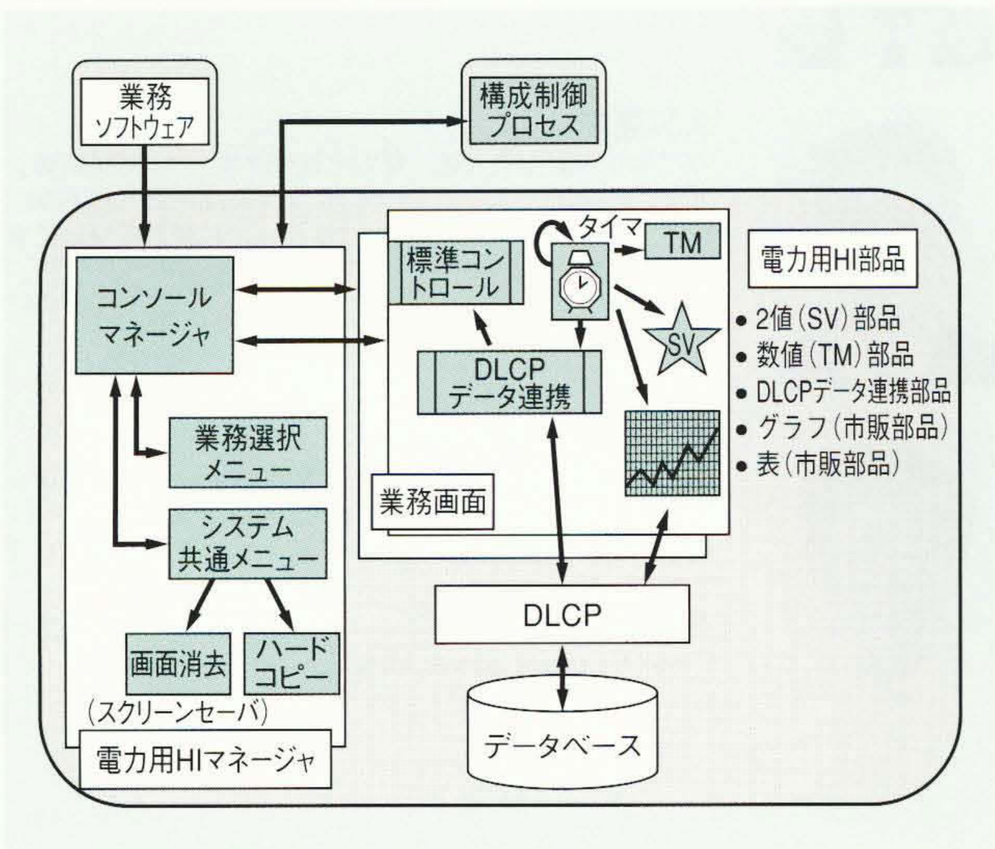
心アプローチによる業務ソフトウェア設計の支援による拡張性の高いソフトウェアが実現できる。

(2) 構成制御ミドルウェア

システムの起動・停止，計算機やLANの異常監視，障害管理，運転モードの変更などの計算機システムの運用にかかわる機能を持つ(**表1**参照)。

(3) HI(Human Interface)サポートミドルウェア

電力用HIマネージャと電力用HI部品で構成する(**図3**参照)。電力用HIマネージャは，メニューやハードコピーなどの機能のほかに，メモリ使用状況を監視し，メモリリークによる障害発生前に，障害プログラムを再起動し，障害の波及防止を図る機能を持ち，汎用部品適用時の信頼性低下を防止する。一方，電力用HI部品は，Visual Basic用の豊富な市販部品を有効に活用できるように，DLCPと市販部品との間のデータ連携用部品や，電力システム特有の表現を要する部品をActiveXコントロールとして実現する。



注：略語説明　SV(Supervisory)，TM(Telemeter)

図3　HIサポートミドルウェアの構成
HIサポートミドルウェアは，業務画面の管理やメニューなどの画面共通処理をサポートする電力用HIマネージャと，業務画面を作成するための電力用HI部品から成る。

このことで，部品を用いたコンポーネントベースのHI開発手法が可能となり，高機能・高信頼なHIを短期間で実現できるようになる。

5　適用事例

DORA-Powerを適用した「ダム総合管理システム」を納入した。このシステムは，複数のダムを総合管理室で遠隔監視制御，集中管理することにより，安全かつ確実なダム管理の実現を図ることを目的としている。

5.1　システム構成

システム構成を**図4**に示す。総合管理室には，監視制御を行うホスト計算機，ダム遠隔監視制御用の遠隔監視操作卓，帳票サーバ，ITV(Industrial Television)画像などを表示するビデオプロジェクタ制御装置，およびダムとの通信を行う遠隔監視制御装置を配置する。また，ダム管理所には，総合管理室との通信を行う遠隔監視制御装置，ダムの状況監視を行う遠方監視装置，ITV制御装置，および制御装置と現場機器とを結ぶ入出力中継装置を配置する。ホスト計算機や遠隔監視操作卓などの監視制御装置には高信頼制御用サーバを，帳票サーバなどの情報提供装置には汎用パソコンを，現場機器とのインタフェースをつかさどる入出力中継装置にはH-7000コントローラをそれぞれ適用し，信頼性と拡張性・保守性のバランスのとれたシステムとした。

5.2　DORA-Power適用のメリット

DORA-Powerの適用によるメリットを以下に述べる。

(1) 高信頼制御用サーバと汎用パソコンの双方で，同じソフトウェアの動作が可能なため，コンポーネント選択や機能配置の自由度が高いシステムが構築できた。

(2) ホスト計算機の二重化，ホスト計算機両系停止時の操作卓でのダム操作，帳票サーバ(単一系)障害時のホスト計算機でのデータバックアップなどを，電力用ミドルウェアの機能を活用して実現でき，汎用品を取り込みながら，信頼性の高いシステムが構築できた。

(3) 監視制御画面は，部品のはり付けで容易に作成でき，それを実際に表示させながら仕様打ち合わせを行えるので，ユーザーの要求に基づくきめ細かい画面設計を短期間で行えた。また，電力用HI部品と市販部品を組み合わせ

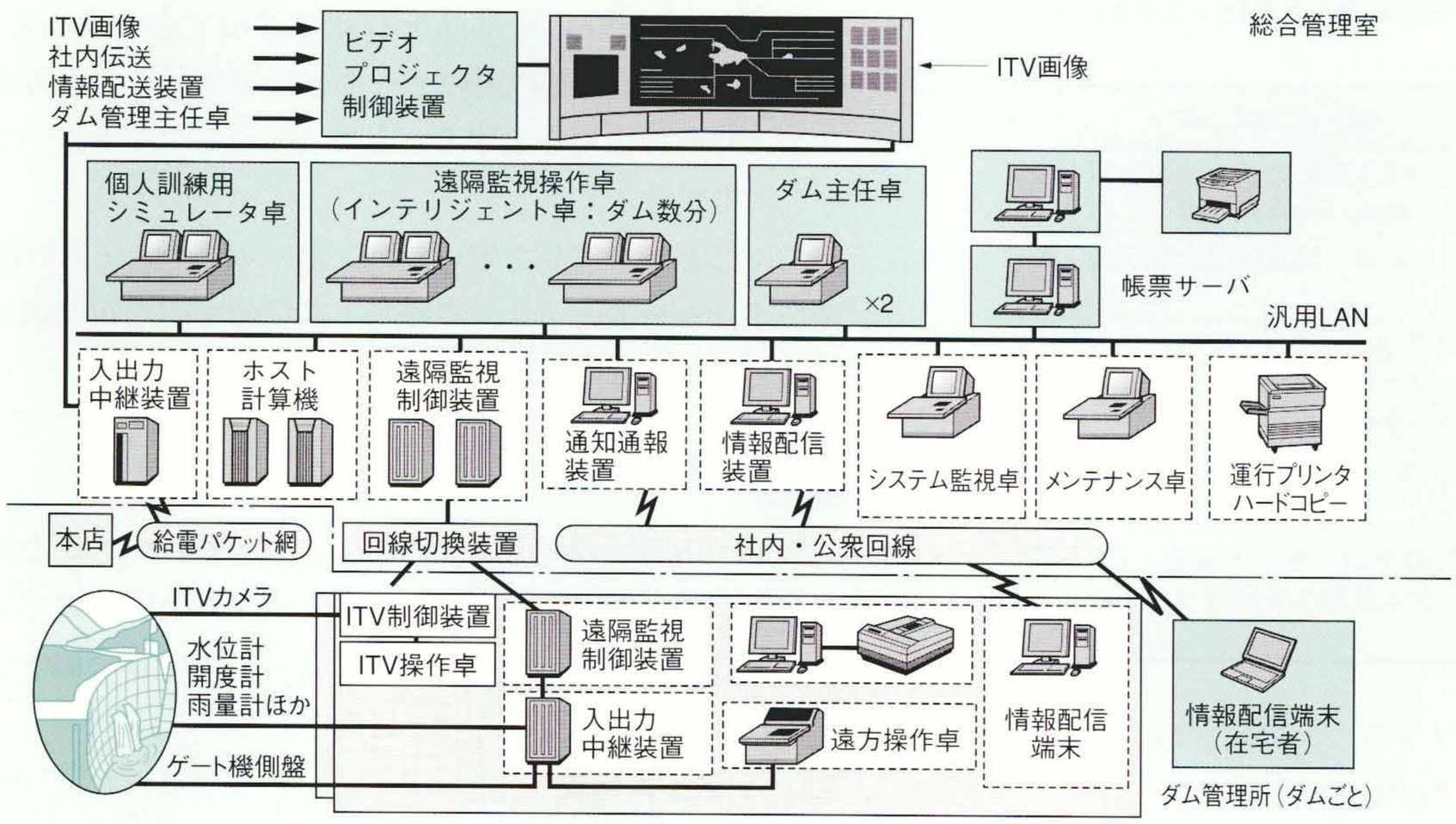


図4　ダム総合管理システムの構成

ホスト計算機は二重系構成とした。さらに，ホスト計算機の故障時でも遠隔操作卓単独で各ダムの監視制御を可能とすることにより，信頼性の向上を図った。

て，視認性が高く，操作が容易なHIが実現できた。

(4) DLCPと情報配信装置のWWW(World Wide Web)サーバとのデータの連携を図り，ダム情報や気象情報を在宅者などの情報配信端末に画像情報として配信する，オープンインタフェースを持つシステムが実現できた。

6　おわりに

ここでは，DORA-Powerの特徴とその適用事例について述べた。

DORA-Powerを用いることにより，高い信頼性や処理性が要求される電力情報制御で，最新の計算機技術を取り入れた，機能性と操作性に優れたシステムを拡張性高く実現できる。今後は，電力系統監視システム・配電線監視システムなどへ適用を進めていく考えである。

参考文献

1) 中田，外：リアルタイム分散型データベースを用いた電力系統監視制御システム，日立評論，**77**，7，499～502(平7-7)

執筆者紹介

廣田敦彦
1982年日立製作所入社，電力・電機グループ 情報制御システム事業部 システム設計本部 電力システム設計部 所属
現在，電力情報制御システム向けミドルウェアの開発に従事
情報処理学会会員
E-mail：hirota@omika.hitachi.co.jp

菊池正幸
1977年日立製作所入社，電力・電機グループ 情報制御システム事業部 システム設計本部 電力システム設計部 所属
現在，水系・土木監視制御システムの開発に従事
E-mail：m-kikuti@omika.hitachi.co.jp

大脇隆志
1977年日立製作所入社，電力・電機グループ 情報制御システム事業部 システム設計本部 ソフト技術開発部 所属
現在，情報制御システムのソフトウェア技術の開発に従事
技術士(情報工学部門)
情報処理学会会員
E-mail：ohwaki@omika.hitachi.co.jp

谷　幸純
1975年日立製作所入社，電力・電機グループ 情報制御システム事業部 SE本部 電力システムサービス部 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
電気学会会員
E-mail：y-tani@power.hitachi.co.jp