

持地 繁
S. Mochiji

渡辺 経夫
T. Watanabe

鈴木 光彰
M. Suzuki

発電所の監視制御システムは、中央操作室の近代化に伴い、よりコンパクトで使いやすいシステムが求められている。当社は、これまで多くの発電所での豊富な運用経験を生かして開発した高度情報制御システム GSXP™ シリーズの監視制御計算機システム GS6000XP シリーズを納入している。特に、中央操作室で日々の運用に使われる CRT (画像表示装置) を主体としたヒューマン インタフェース (HI) は、発電プラントの監視制御に関する膨大な情報を必要なときに効率よく運転員へ提供し、負担の少ない使いやすいものとしなければならない。そのために、これまでの操作盤がもつ監視と操作の機能に高速で高機能なコンピュータを採用することで、より高度な HI を実現した。

Accompanying the modernization of power plant central control rooms, there is demand for a power generation monitoring and control system that is both compact and user-friendly.

Toshiba has developed an advanced plant monitoring and control computer system, the GS6000XP series, in which the CRT is the focus of the human interface. The vast amount of information involved is presented in a timely and efficient manner, thus reducing the burden on the operator. Monitoring and operation functions are implemented using a high-speed computer, enabling a more advanced human interface to be realized.

1 まえがき

最近の火力発電所の監視制御システムは、小人数で効率のよい運転、オフィスイメージの中央操作室とするなどのニーズが高まっており、よりコンパクトで高機能なシステムが要求されている。

中央操作室に置かれて毎日のプラント運転監視に使われるこの監視制御システムは、従来の制御盤に見られるハードウェアによる計測器類、操作スイッチをプラント保護用のミニマムのものとし、大部分の監視用計器、警報窓、操

作スイッチは計算機システムによりソフトウェア化されてきている。このような市場のニーズにこたえるために開発した高度情報制御システム GSXP™ シリーズの監視制御計算機システム GS6000XP シリーズについて、高度な機能と特にユーザビリティに優れた HI を紹介する。

2 監視制御システムの基盤技術

図1に監視制御システムの構成を示す。最近の半導体技術の急速な進歩により、監視制御システムに採用するハー

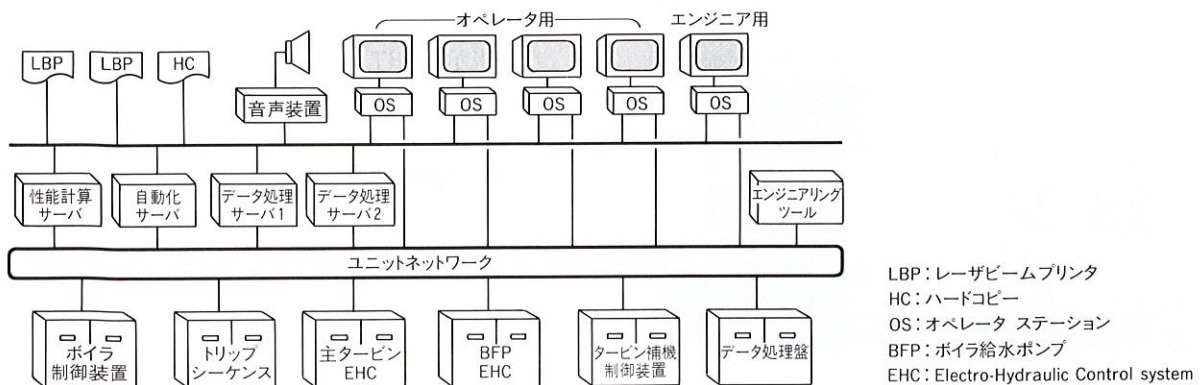


図1. 監視制御システムの基本構成 GSXP™ シリーズは、複数のオペレータステーション、複数のサーバ、制御装置をネットワークで接続する構成であり、監視操作対象プラントの規模により装置の台数がフレキシブルに変更できる。

Configuration of control and monitoring system for thermal power plant

ドウェアは、高速 RISC (縮小命令セットコンピュータ) プロセッサ、リアルタイム性に配慮した UNIX^(注1)をベースとした計算機が採用できるようになり、さらに制御 LAN として高速大容量伝送が可能な 100 Mbps クラスの FDDI (Fiber Distributed Data Interface) を採用し、従来のプロセスコンピュータでは難しかった分散処理システムの構築が可能となり、ダウンサイジング、コンパクト化を実現している。

HI をつかさどるオペレータステーションは、発電所の運転員にとって負担の大きいプラント状態的確な把握と迅速な操作を可能にしなければならないため、HI については特にスピードと使いやすさが求められる。

こうしたニーズにこたえるため、X-Window によるマルチウィンドウを基準とした高速な HI を実現し、ユーザアプリケーションにはグラフィカルユーザインタフェース (GUI) をベースとしたマンマシンビルドアップツールによりユーザからのカスタマイズ要求に柔軟に対応できるようにしている。表 1 にオペレータステーションの仕様諸元を、図 2 にオペレータステーションの外観を示す。

表 1. オペレータステーションの仕様
Specifications of operator station

装 置	仕 様	
ハードウェア	CPU	クロック周波数: 100~160 MHz 実装: 最大 2 プロセッサ
	CRT	解像度: 1,024×1,240 ドット サイズ: 21 インチ
	インタフェース	FDDI カード, Ethernet ^(注2) カード, RS232C
	RAS 機能	ファン故障, 温度高により自動シャットダウン
ソフトウェア	オンライン機能	系統図監視, 警報監視, CRT オペレーション, ヒストリカルトレンド表示, 自動化進行表示, シーケンス渋滞監視, 性能計算監視, 履歴データ表示など
	バックグラウンド機能	系統図作成ツール, CRT オペレーション操作スイッチ作成ツール, マンマシン対話ビルダ, 性能計算式作成ツール

RAS: Reliability, Availability, Serviceability

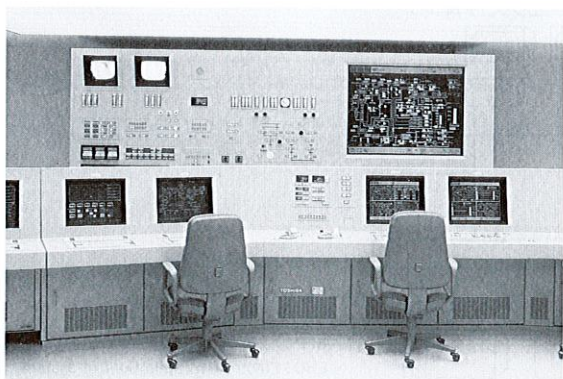


図 2. オペレータステーションの外観 コンパクトなオペレータステーション本体は盤内に組み込むことができる。

View of operator station in central control room

3 監視制御システムの HI

プラントを安全に運用し、運転員の負担の軽減と効率のよい運転監視を実現するために、HI はエルゴノミクスに基づいて次のように設計されている。

3.1 マンマシン対話

3.1.1 CRT 表示レスポンス リクエストから完了までオペレータがストレスを受けない表示速度を実現している。

3.1.2 対話用ウィンドウ CRT に表示する画面はプラント監視用画面と対話リクエストとを分離し、対話画面はポップアップウィンドウとすることで、監視画面を切り換えずに対話ができるようにする。また、対話中であっても監視画面が見えなくならないように対話ウィンドウを任意の位置に移動できるようにしている。

3.1.3 メニュー選択 表示したい画面をすばやく探せるように、すべての機能はファンクションキーまたはメニューウィンドウからワンタッチで選択できるようにしている。

3.1.4 画面切換え 系統図表示など、画面間の表示切換えをすばやく行う必要のあるものは、メニューに戻らなくとも関連する画面へワンタッチで展開できるようにしている。

3.2 CRT 表示文字フォント

CRT 表示画面の視認性を向上させるために、文字フォントは多彩な画面サイズに対応できるようにしており、7 種類のサイズと、明朝、ゴシック、太字、細字の選択を可能にしている。また、圧力、流量、温度などの計測データは、4 画面分割表示時に中央操作室の後方からでも見えるように特殊太字ゴシック文字を装備している。

4 機能紹介と適用例

上述の設計コンセプトに基づき、従来の制御盤がもっている主要機能である警報窓点消灯、計器、操作スイッチに対応する警報表示、系統図表示、ヒストリカルトレンドグラフ表示、CRT オペレーション機能は、ハードウェアを上回る機能、および性能を提供するために次のように設計されている。

4.1 警報表示

プラント警報は事故の発生と同時に計算機が通知し、警報が発生した場合にはワンタッチで詳細な要因を表示する。それとともに、所属している系統、重要度別に選択し、必要な情報を整理し表示できるようにしている。

図 3 に警報画面の例を示す。

(注 1) 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登録商標。

(注 2) Ethernet は、富士ゼロックス株の商標。

0地址	監視	01地址	02地址	03地址	04地址	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18
17:02	共通	212116	前内変圧器油温制御用電機駆動	ON															
17:02	共通	212117	前内変圧器油温制御ファン故障	ON															
17:02	共通	212118	前内変圧器油温制御異常	ON															
17:02	電気	212119	L/C非常用GTG制御電源遮断	ON															
17:02	電気	212120	非常用C/Cトリップ	ON															
17:02	電気	212121	非常用C/C制御電源遮断	ON															
17:02	電気	212122	非常用C/C補機トリップ	ON															
17:04	電気	212123	非常用GTGレバ断器トリップ	ON															
17:04	共通	212124	非常用発電装置発電機回路	ON															
17:04	共通	212125	非常用発電装置制御電源遮断	ON															
17:04	共通	212130	非常用発電装置起動液断	ON															
17:04	共通	212131	非常用発電装置非常停止	ON															
17:04	共通	212132	非常用発電装置発電機低電圧	ON															
17:04	共通	212133	非常用発電装置発電機低電圧	ON															
17:04	共通	212134	非常用発電装置発電機低電圧	ON															
17:04	共通	212135	非常用発電装置燃料タンク油面高	ON															
17:04	共通	212136	非常用発電装置燃料タンク油面低	ON															
17:04	共通	212137	非常用発電装置制御機故障	ON															

図3. 警報メッセージ画面表示例 画面下部の系統、ランク選択ボタンをタッチすることで、上部のメッセージを集約表示できる。

Example of alarm messages display

4.2 CRT オペレーション機能

CRT オペレーションは、オペレータステーションのCRT からポンプ、バルブなどの操作端に対してON/OFF 操作を行うスイッチの機能であるが、CRT 単位に操作対象を限定せず、どのCRT からでも操作が可能ないように排他機能を備えている。

また、従来のハードウェア操作スイッチの札かけ（操作禁止）に対応する機能、操作端駆動電源の状態監視機能を具備し、プラント運転、保守時の安全性を考慮した設計としている。

4.2.1 CRT オペレーション出力の排他機能

異なるCRT から同時に操作要求された場合、操作端への指令は先に操作されたCRT からの信号を優先する。操作信号は一つに絞り込むことで同時に相違する操作信号がプラントに対して出力されないよう考慮した設計としている。

4.2.2 操作禁止状態

操作禁止設定の有無、操作端駆動電源のON/OFF 状態が、プラント系統図および操作スイッチウィンドウ上に表示される。これらの状態は一覧形式の画面にリスト形式で表示され、リストから操作スイッチウィンドウを呼び出すことも可能である。図4 に操作禁止設定画面、図5 に操作端状態一覧画面を示す。

一方、性能面においてはCRT からの操作要求に対する制御装置からの打返し信号取得までのレスポンスをハードウェアスイッチに劣らないレスポンスとしている。

4.3 システム故障監視機能

図1 で示したシステム構成のとおり、最近のシステムはネットワークを基盤とした分散システムの構成をとることにより、故障発生時には装置単位でシステムから切り離すことでシステム全体としての健全性を保つことができ、元

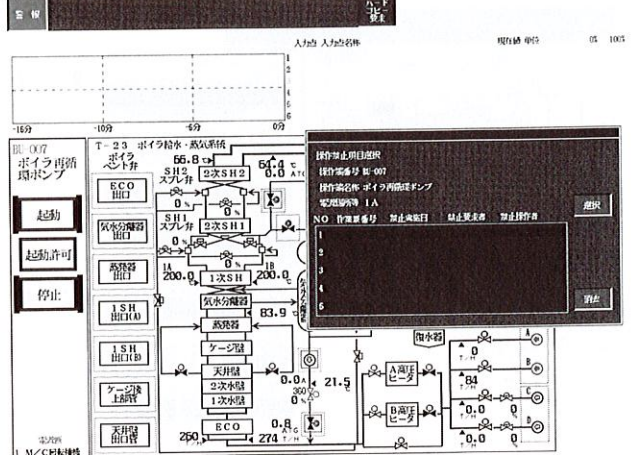


図4. 操作禁止設定の対話画面の例 従来の札かけをウィンドウによる操作で実現できる。

Example of CRT operation inhibited display

操作端番号	操作端名称	異常項目 1	異常項目 2	危険項目
000001	ABSPFC	A B P P T 閉遮断		
000002	BBPFC	B B P P T 閉遮断		
000003	BC-007	ボイラ再給水ポンプ		
000004	BC-013	1 A 炉内温度制御用ファン		
000005	BC-013	1 B 炉内温度制御用ファン		
000006	NS1-100	前内切替マスタ		
000007	SLE-001	1 A 炉内温度計		
000008	SLE-002	1 B 炉内温度計		
000009	SLE-004	主蒸気ウォームアップ制御		
000010	SLE-101	B P P 子機遮断		
000011	SLE-102	母機装置		
000012	SLE-110	制御指示リセット		
000013	SLE-111	W1 システムリセット		
000014	SLE-112	高圧シールドオーバーテイング弁		
000015	SLE-114	1 A 炉内温度制御用ファン		
000016	SLE-115	1 B 炉内温度制御用ファン		
000017	SLE-116	海水冷却装置用冷却水ポンプ		
000018	SLE-117	海水冷却装置用冷却水ポンプ		
000019	SLE-118	海水冷却装置用冷却水ポンプ		
000020	SLE-121	1 A B P P T リセット		

図5. 異常状態一覧画面表示例 操作端ごとの電源状態、異常の有無を監視できる。

Example of abnormal point summary display

長化することが可能となった。一方、中央操作盤レス化が進むにつれシステムに対する故障監視と構成制御は重要な位置づけとなっている。

計算機間を接続するネットワークインタフェース、プロセス入出力装置、制御装置内部のCPU、通信用インタフェース、計算機本体、タッチスクリーン、プリンタ類の周辺機器単位での稼働状態をCRTへ表示する。それとともに故障発生時にはすばやく警報を通知し、故障した機器を自動的にシステムから除外する機能をもたせ、信頼性の向上を図っている。

図6 に稼働状態監視の例を示す。

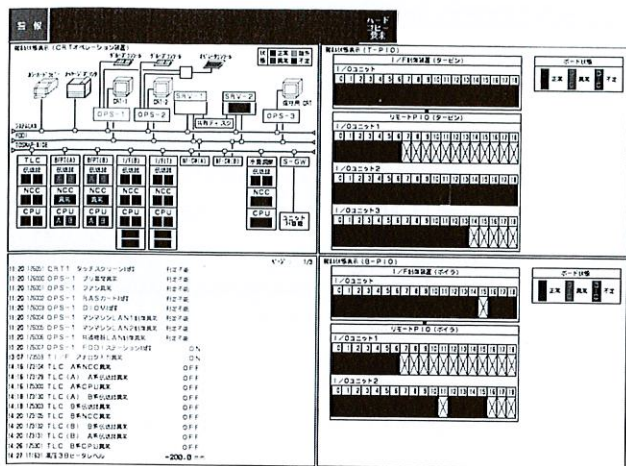


図6. 稼働状態画面表示例 CPU, 周辺機器, ネットワーク, 制御装置の故障の稼働状態を図とメッセージ形式で表示し, 故障発生部分を即把握できるようにしている。

Example of self diagnostic display

5 あとがき

発電プラントの監視制御システムの分野は, 新設プラント, 既設プラントに限らず中央操作室の近代化に伴ってますますコンパクト化, コンピュータ化が進む分野である。また, 操作盤が縮小化されるなかで監視と運転をつかさど

るHIは, 安全運転の重要なファクタとなるためにHIをコア技術とし, より使いやすく信頼性の高いシステムを開発していきたい。

文献

- (1) 福田 浩, 他: 人にやさしいヒューマンインタフェース—火力発電所の新しい運転環境の構築, 東芝レビュー, 49, 2, pp.104-108 (1994)
- (2) 小西崇夫, 他: 火力発電所の監視制御システム, 東芝レビュー, 52, 7, pp.11-14 (1997)



持地 繁 Shigeru Mochiji

府中工場 発電制御システム部主査。
火力発電プラントの監視制御システムの開発設計に従事。
Fuchu Works



渡辺 経夫 Tsuneo Watanabe

府中工場 発電制御開発部主査。
火力発電プラントの監視制御システムの開発設計に従事。
Fuchu Works



鈴木 光彰 Mitsuaki Suzuki

府中工場 発電制御システム部。
火力発電プラントの監視制御用計算機システムの設計に従事。
Fuchu Works