最近のBWR計測制御新技術

Recent Control and Instrumentation Systems for BWR Nuclear Power Plant

原子力発電所のよりいっそうの安定運転のニーズに対し,BWR(沸騰水型原 子炉)計測制御設備は著しく進歩するエレクトロニクス技術を積極的に取り入れ 高度化が図られてきた。さらに,ABWR(改良型軽水炉)で運転信頼性をより向 上させた原子力発電所総合ディジタル化計測制御設備の構築を目指している。 総合ディジタル化展開の第一段階として,東京電力株式会社 柏崎刈羽原子力 発電所5号機に放射性廃棄物処理設備監視制御システムを実用化した。

藤井博章*	Hiroaki Fujii
東川裕一**	Yûichi Higashikawa
佐藤英之*	Hideyuki Satô

1 緒 言

近年,原子力発電の発電電力量比率の増大によって原子力 発電所のよりいっそうの信頼性,運転・保守性の向上が重要 な課題となっている。さらに,軽水炉が21世紀中ごろまで電 力供給の主役を担うと考えられており,20年にわたる建設,

2 BWR計測制御技術の変遷

原子力プラントは、初期の国産実用化の時代からわが国での標準化プラントを目指した改良標準化時代へ移行し、そして現在改良型BWRプラントへと変遷してきた。この流れに対応して、監視制御システムは、運転監視面、制御面、情報伝

運転経験を基に,既存型軽水炉の技術高度化を図り,より信頼性,経済性の高いABWR(改良型軽水炉)を開発し,実機適用に向けた詳細設計を推進している。

日立製作所ではこのような状況のもと,進歩の著しいエレ クトロニクスを中心とした要素技術の発展の中で,ディジタ ル制御技術,光情報伝送技術および計算機による運転支援技 術を駆使したBWR(沸騰水型原子炉)計測制御設備を開発し, 実機への適用を推進してきた。そして今後とも,信頼性,運 転・保守性向上を目指したディジタル計測制御の適用拡大を 図っていく計画である。

その第一段階として、東京電力株式会社柏崎刈羽原子力発 電所5号機(以下、柏崎刈羽5号機と言う。)向け計測制御設 備でディジタル化を全面的に採用し、新型マンマシンインタ フェース技術により、運転・保守性を向上したRW(放射性廃 棄物処理設備)監視制御システムを開発し納入した。これらの 技術をベースとして、プラント全体へディジタル化を拡大し、 よりいっそうの運転信頼性を向上させた新型中央監視制御シ ステムNUCAMM-90(Nuclear Power Plant Control Complex with Advanced Man-Machine Interface-90)を開発し、 実機適用へ向け展開中である。次章以下に、総合ディジタル 化計測制御システムおよび中央監視制御システムの現状と開 発動向について述べる。 送面それぞれについて技術開発が進められており,着実に進 歩発展してきた。この間,プロセス計算機システムの性能向 上,機能拡大はもとより,制御装置のマイクロプロセッサ化 も進み,主要制御系から始まって各種監視制御装置への適用 拡大とともに,ディジタル制御技術,光情報伝送技術による ネットワーク化が進められている(図1)。運転監視面では, カラーCRTの有効性が早くから認識され,プラントの情報表 示用として適用されて以来,中央監視制御システム NUCAMM-80で総合システム化され適用拡大が図られてきた。 さらに,音声告知装置の採用,日本語化,CRTタッチオペレ ーション,大型ディスプレイなどマンマシンインタフェース の高度化をステップにNUCAMM-90へと発展している。

3 最近のBWR計測制御システム

3.1 概 要

BWR計測制御システムでは、よりいっそうの運転信頼性の 向上を目的に、人間工学的に配慮してプラント情報の集約化 と自動化を合理的に調和させ、総合監視制御機能の充実を図 っている。このような基本思想のもとに開発した中央監視制 御システムNUCAMM-80を柏崎刈羽5号機に納入した。図2 は、その全体構成を示したものである。計測制御装置にはデ ィジタル型システムを積極的に採用し、RW(放射性廃棄物処 理設備)運転監視には、CRTタッチオペレーションなどを含め、

全面的にディジタル化を図った監視制御システムを適用して

63

* 日立製作所 大みか工場 ** 日立製作所 日立工場

歴年	昭45 昭50	昭55 昭60 平2
開発フェーズ	技術導入・国産化 / 自主開発・改良	/ 改良標準化 / 高度化
計算機応用BWR プラント監視制御システム	COCONUT	NUCAMM-80 NUCAMM-90
運転・監視	● (カラーCRT適用) (オンライン炉心 (監視予測システム)	(マルチ (計算機システム) (CRTタッチオペ)(改良型炉心監視)(フラットディス) レーション適用)(予測システム)(プレイ適用)
		(音声告知) (インストラクション) (大型ディスプレイ) (装置適用) (システム) (古声応答)
制御・自動化 (高信頼化・ディジタル化)	● (燃料交換機自動化) (ディジタル給水再循環流量制御装置)──── (分散型ディジタルコントローラ適用)───	 (出力制御(総合自動化) (高信頼化制御) (常用系の) (安全保護系の) (ディジタル化)
計測・信号伝送	● (自動核種分析) (ケーブル多心化工法	法) (光多重伝送システム) (ディジタル放射線) (ディジタル加射線) (ディジタル (中性子計測システム) (総合ディジタル ネットワーク)

64

注:略語説明ほか BWR (沸騰水型原子炉), RW (放射性廃棄物処理設備)

日立BWR計測制御設備開発の歩み 運転監視・計測制御・信号伝送の面で、信頼性向上と運転性向上を図るため、ディジタル化を基軸と 义 | した総合ネットワークを推進している。



図 2 BWR計測制御システム全体構成図 主要制御装置のディジタル化および光多重伝送の適用拡大を図っている。 いる。以下,本章および次章で特徴的な計測制御設備について述べる。

3.2 中央監視制御システム(NUCAMM-80)

NUCAMM-80では、従来計装と調和をとりながらカラー CRTを積極的な情報集約媒体として用い、プラント運転の自 動化と合わせ、マンマシンインタフェースの向上を図ってい る。NUCAMM-80中央監視制御盤の外観を図3に示す。カラ ーCRTはプラント操作監視の中心となる主盤上に7台設け、 総括監視、警報、自動化ガイドなどに用い、さらに原子炉系 副盤へ2台、タービン系副盤へ1台、当直長用に1台、計算 機オペレータコンソール上に1台、計12台を中央制御室に配 置している。

プラントの起動,停止,通常の各運転フェーズでの各種運 転操作に対して,運転員の負担軽減,操作性の向上を目的と して,プロセス計算機および主要制御装置による自動化を行 っている。

3.3 プロセス計算機システム

柏崎刈羽5号機のプロセス計算機システムは、ますます重要になってきている役割に対応して、CPUとしてHIDIC-V90/



65を用いた負荷分散形マルチ計算機システムとし,運転監視 上重要なCRTには,高精細表示装置を採用して図4に示す構 成とした。

プロセス計算機の各機能は各CPUで分担処理されるが,計 算機システムの負荷分担自動構成制御機能により,万一,計 算機が1台停止しても自動的に所定機能を再構成できるよう にしている。

さらに、CRTやタイプライタなどの周辺機器についても、 故障時には同種の機器を代替機として使用できる相互バック アップ方式とし、高信頼性を確保している。

また、炉心性能計算は三次元シミュレータ方式炉心モデル を用いて、オンラインで炉心性能の監視、予測を行えるよう にし、効率的なプラントの運転に貢献している。さらに、直



図 4 計算機システム構成 CPU,メモリ,周辺機器を多重化し,プ ラント運転信頼性を向上させている。

65



図3 NUCAMM-80 中央監視制御盤の外観 右手中央の小型監視制御盤には、7台のカラーCRTを設置し、起動・停止、通常運転が円滑に行える。

感的な情報把握に有効なCRT表示器には、プラントの運転過程に応じて必要情報を合理的に集約表示し、高精細化と相まって監視性、視認性を大幅に向上している。CRT表示画面の一例を図5に示す。

3.4 放射線モニタリングシステム

柏崎刈羽5号機のプロセス放射線モニタリングシステムお よびエリア放射線モニタリングシステムでは,光多重伝送を 大幅に採用し,操作性,監視性の向上と中央制御室制御盤の コンパクト化を実現した。

(1) システム構成

従来,各計測点ごとに設置されたセンサ部(放射線検出器と プリアンプ)に対応して各1台の計器を中央制御室制御盤に設 置する構成であったが,本システムは,プラント現場に散在 するセンサ部からの信号を現場で集約化し,中央制御室へ光 多重伝送することにより,中央制御室制御盤に設置したEL (Electro Luminescence)フラットディスプレイでの集中監視 を可能とした。これにより放射線モニタの中央制御室制御盤 スペースの削減を図った。

センサ部からの信号は現場盤内に設置のモジュールでディ

棒グラフ表示,全計測点の動作状態の一括監視表示ならびに 警報の一覧表示により構成される。また,警報設定値などの 変更時は,表示部に設けたスイッチによって容易に行える。 図6にELフラットディスプレイの外観を示す。

(3) 半導体式放射線検出器

放射線を検知する放射線検出器は,従来の放電管式の検出器に比べ長寿命・高信頼性の7線用半導体式放射線検出器を 開発し,エリア放射線モニタに採用した。

3.5 復水沪過脱塩装置監視制御システム

復水沪過脱塩装置の監視制御系には,最新のディジタル監 視制御技術を適用し,CRTタッチオペレーションなどの高度 化技術を取り入れてマンマシン性を向上させるとともに,従 来のリレー制御回路に代わりマイクロプロセッサを適用する ことにより,制御盤のコンパクト化を図っている。また,中 央制御室の監視操作盤と現場設置のコントローラ盤間の信号 伝送に,光多重伝送システムを採用し,ケーブル物量の低減 を図っている。

この監視制御システムの各制御装置(CRT制御用計算機,光 多重伝送システム,機器制御用コントローラ)は、すべて二重

ジタル演算され,低ドリフトを実現するとともに,このモジ ュールでの計測値の監視,校正などの操作も可能にしている。

また,光多重伝送(現場↔中央制御室間)では,一般の信号 伝送との協調性および拡張性を考慮し,ラックなどの制御信 号を放射線計測値と同一の伝送路によって伝送する汎(はん) 用伝送路を採用した。

(2) 集中監視方式

66

ELフラットディスプレイを採用し、一括表示および画面切換による個別詳細表示を可能としている。

EL画面は、各計測点ごとの計測値のディジタル表示および

系構成としており、片系の故障では機能を喪失しないように 考慮を払うとともに、万一故障が発生した場合にも、故障個 所が早期に発見でき的確に復旧できる設計としている。

3.6 NATRASS

NATRASS(Nuclear-plant Advanced Transient data Recorder and Analysis Support System:過渡現象記録装 置)は,主要プラントデータを常時監視し,プラント過渡変化 発生時に自動的にデータを収録する機能を持っている。収録 されたデータは,CRTまたはプロッタ上に出力可能であり, プラント過渡変化の要因分析やプラント試験時の応答特性評





図5 プラントサマリCRT表示例 アナログ,ディジタル表示に加え, 漢字を使用し,プラント主要機器の運転状態をわかりやすく表示できる。

図6 放射線モニタリングシステムELフラットディスプレイ外観 各計測点ごとの計測値,モニタリング状態を集約表示するとともに, 個別詳細表示への切換を可能としている。 価に活用される。

4 最近の放射性廃棄物処理設備監視制御システム

要 4.1 概

RW設備は、原子力発電所で発生する液体状、固体状の放 射性廃棄物をおのおのの種類・性状に応じた適切な処理を行 うものであり, 種々の技術開発・改良による発生量・放出量 低減,設備信頼性向上,減容,最終処分への対応を図ってい る。その運転形態は、バッチ処理システムの集合であり、バ ッチ処理区間ごとの自動化を図ったものとしている。

総合ディジタル化RW監視制御システムは、設備の安定運転 の確保と、人と機械の融和を基本思想として図7に示すよう なシステム構成としており、表1に示すように従来システム

監視・操作面積の大幅削減ととも RW従来システムとの比較 表丨 に、制御システムの冗長化を図って運転信頼性を大幅に向上させている。

項	目	従来プラント	柏崎刈羽5号機	
マンマシン 基本構成		オペレータコンソール (CRT2~3台) グラフィック制御盤	オペレータコンソール (タッチスクリーン付き) CRT 5 台	
操作 手動運転		マスタスイッチパネル	マスタスイッチパネル	
		操作スイッチ,調節計	CRTタッチスクリーン	
百ケラ日	プロセス 状 態	グラフィック, 指示計主体	CRT	
缸倪	警報	個別警報窓	集約警報窓 CRT警報	
制御装置		アナログ計装 (一重化)	ディジタルコントローラ (二重化)	
伝	送 路	メタルケーブル (一重化)	光多重伝送 (二重化)	

オペレータコンソール



からの機能向上を図っている。 (1) 運転監視操作の集約化 従来オペレータコンソールとグラフィック制御盤に分散し ていた監視操作機能を,オペレータコンソールへ集約化し,

監視と操作の合理的融合を図っている。

(a) 高精細カラーCRT5台による各設備状態のグラフィッ ク表示

(b) マスタスイッチによる自動運転操作および自動運転モ ード表示(定常運転用)。

(c) 高精細カラーCRTのタッチスクリーンによる調節計操 作も含む機器単体手動操作(非定常運転・保守用)

(2) 制御システムの分散化・階層化

伝送・制御装置はマイクロプロセッサによって構成し, 故 障影響を極小化するため各設備を適切にグルーピングした分 散化構成とし、さらに計算機システムも含めて機能に応じた 階層化を図り, ネットワーク化を達成した。

(a) 各装置間は光多重伝送により, 有機的に結合する分散 ネットワーク化

(b) 各装置はより高い信頼性確保のため, 各設備側の機器 構成とも協調をとった冗長化

(c) 調整制御とシーケンス制御の両機能をディジタルコン トローラとして統合化

(3) 警報表示の体系化

重要警報と集約警報をハードによる警報窓表示とし、個別 詳細警報のCRT表示化を図っている。

4.2 マンマシンインタフェース

 \bowtie ● 分散型タイプ プロセス

図7 BWR RW総合ディジタル監視制御システム構成 プロセス を構成する系統、機器グループに対応して、現場多重伝送盤、コントロ ーラを分散配置し、それらを光多重伝送によって有機的に結合した分散 ネットワーク構成としている。

マンマシンインタフェースとしては、座位によるワンマン オペレーションも可能なように運転監視操作のオペレータコ ンソールへの集約化を図り,以下の考え方に基づき運転性, 操作性,監視性,保守性を向上させている。図8にオペレー タコンソールの外観を示す。

67

1032 日立評論 VOL. 72 No. 10(1990-10)

(1) 監 視

CRTは, 複数系統監視, 警報監視と手動操作が同時に行え るようにするため、オペレータコンソールに5台設け、系統 グラフィック監視用,全体系統グラフィック監視用,メッセ ージ警報監視用と機能を分担している。また,警報表示は, 重要警報と集約警報をオペレータコンソール上の警報窓表示 とし, 個別詳細警報をCRTメッセージ表示として体系化を図 っている。

(2) 操 作

RW系のプロセスは、廃液性状ごとのバッチ処理システムの 集合であり, 原則としてバッチ処理区間ごとの自動化を図っ ている。そこで, 運転操作体系を定常運転用と非定常運転用 に機能分担し、定常運転は運転モード、ルート選択などすべ て自動運転マスタスイッチ化を図り, ほとんどメンテナンス だけとなる非定常運転はすべてCRTタッチオペレーション化 を図っている。タッチオペレーション化にあたっては、操作 モード用押しボタンスイッチ、選択と指令によるダブルアク ション化、計算機~コントローラ間での指令専用プロトコル とアンサバック確認など,確実な操作を行えるよう考慮して



柏崎刈羽原子力発電所5号機RWオペレータコンソール 义 8 タッチスクリーン付き高精細カラーCRT,マスタスイッチパネル,警報 窓を機能的かつ効率的に設置し,運転監視操作の集約化を図っている。



いる。

系統表示画面の例を図9に示す。CRT「操作」モードを選 択している場合にだけ該当する各スイッチ群を画面下部に表 示している。

(3) タグ(Tag)管理

従来,制御盤上のスイッチなどに取り付けるタグをCRTに 表示する「操作禁止札表示」の取り付け、解除を可能として いる。

また、パーミットワークの登録、解除と各種一覧表による パーミットワーク管理機能としての「作業禁止札表示」も可 能としている。

4.3 適用結果

RW監視制御システムを総合ディジタル化した場合の主な適 用効果と運転上の評価について次に記す。

監視操作の適正な集約化によるマンマシン性の飛躍的向 (1)E.

制御盤のコンパクト化によるスペースファクター向上 (2)(3) フレンドリーなマンマシン性による運転員ワークロード の低減

(4) CRTタッチオペレーションでの違和感のないレスポンス の達成

ABWR型計測制御設備 5

RW CRT画面 (LCW (低電導度廃液)系回収:操作モード) 図 9 操作対象機器の画像をタッチすることによって当該機器の操作スイ ッチ画像を表示し,画面上で機器操作を行う。

後半に運転開始予定のABWRでは、計測制御設備のほぼ全体 に適用される予定である。

以下, このABWR型中央監視制御システムについて, 現在 までの技術開発の概要を述べる。

5.2 新型中央監視制御システム(NUCAMM-90)

前述したABWRは、インターナルポンプ、FMCRD(新型制 御棒駆動装置)など特有の技術の採用と,工学的安全施設の強 化を図っている。

一方、中央監視制御でも、近年のディジタル化計測制御装 置の適用拡大に伴い,大型ディスプレイ装置,タッチオペレ

68

基本的な考え方と特徴 5.1 総合ディジタル化計測制御システム構築にあたっては、実

証された技術を段階的に経験を積みながらディジタル化、光 多重伝送の適用範囲を順次拡大していく計画であり、'90年代

ーション、フラットディスプレイ装置などの新型マンマシン デバイスを、プラントの運転監視に取り入れることによって マンマシンインタフェースの高度化が図られてきており、今 後の主流になると予想されている。

新型中央監視制御システム(NUCAMM-90)は、以上の背景

に基づき開発されたものであり,総合ディジタル化計測制御 システムの中枢のマンマシンインタフェースとして位置づけ られる以下の特長を持つシステムである。

(1) マンマシン性の向上

操作監視盤長(指示・調節計や操作スイッチの実装されるス ペースの合計)は, **表2**に示すように従来の50%以下を目標と し, このためにタッチオペレーション, フラットディスプレ イ装置などの新型マンマシンデバイスを効果的に適用してい る。制御盤構成は,従来の主盤・副盤分離方式に代え,主盤・ 大型表示盤構成とした。大型表示盤には, 大型ディスプレイ 装置, 大型警報窓(点数を厳選), プラントの全体概要が容易 に把握できるよう配置をくふうした固定のミミック表示を設 置している。さらに, 大型表示盤には, 系統の個別単独操作 のためのデバイスも備えている。主盤には, 7台のCRT表示 器を設置しており, プラント運転状況の集約監視を可能にし ている。NUCAMM-90の外観を図10に示す。

表 2 制御盤構成のNUCAMM-90 システムと従来システムの比較



図10 NUCAMM-90プラントオペレータコンソールの外観 CRT による集約監視に加え,大型表示盤のプラント情報を効果的に使用する ことにより,運転信頼性の飛躍的向上を図っている。

(2) 自動化の拡大

NUCAMM-90での自動化の内容は,表3に示すように以下の範囲としている。

(a) プラントの起動・停止操作は,原子炉モードスイッチ の切換,主機保護回路のトリップ・リセット操作など一部 を除き,ほぼ自動化を達成した。なお,自動化では,必要

NUCAMM-90 での運転員とプラントのインタフェースは,新型マンマ シンデバイスを使用することにより,運転信頼性を向上するとともに制 御盤の大幅なコンパクト化を図っている。

No.	項目		従来システム "NUCAMM-80"	新型システム "NUCAMM-90"					
1	監視・操作デバイスの基本的な使い方		●従来計器とCRT による二重計装 ●ハードスイッチ による操作	 CRTとフラット ディスプレイに よる二重計装 自動化拡大によ る操作量減少と タッチオペレー ション操作 					
2	制注	御盤構成 : 🛛 はCRTを 示す。	(主盤) 12 m 12 m	(大型表示盤) 13 m 13 m (主盤) 盤長18 m(50%)					
	1414	集約監視	主盤(CRT)	主盤 (CRT) + 大型表示盤 (大型ディスプレイ) (表置と大型ミミック)					
3	機 能 分 担	機能分担	機能分担	機 能 分 担	依 能 分 担	依 	起動・停止時負 荷運転時の操作	主盤+副盤	主盤
		緊急時の操作	主盤	主盤					
	計算機による運転支援ション式	オペレーション ガイド	適用	同左					
4		非定常状態早期 検出システム	適用	同左					
		タッチオペレーシ ョン式画面選択		適 用					
		抑制機能付き CRT警報		適 用					

に応じて運転員による確認操作,マスタスイッチ操作を伴 うことを原則としている。

(b) なかでも、ABWRの特有技術であるインターナルポン プとFMCRDを、自動的に制御することによる出力制御の総 合自動化を図った。

(c) プラントの過渡変化時にも,緊急に要する定型操作は, これを不要とするよう自動化(インタロックの強化)を図った。

以上述べた自動化の適用拡大によって,運転員の負担軽減, 監視主体の運転への移行による運転信頼性の向上が図られる とともに,常時操作監視盤長を縮小でき,中央監視制御シス

表3 自動化の拡大 BWR-5で主要操作の自動化適用を図り,実績 を積みながら順次,補機操作,非定常時対応操作とABWRに向けて適用拡 大を図っている。

自	動 化 項 目	BWR-5	ABWR
起動・停止操作	原子 炉 昇 圧 · 減 圧 操 作	0	0
	タービン発電機操作	0	0
	給水ポンプ切換・追加操作	0	0
	出力上昇・下降(流量制御)	0	0
	出力上昇・下降(制御棒操作)	\bigtriangleup	0
	タービン系補機操作	-	0
	原子炉系補機操作	—	0
	所内電気系切換操作		0
白色省时中国	サーベイランステスト操作	\bigtriangleup	\bigtriangleup
正吊理転探1F	中性子計装系校正	_	0
非定常時操作	スクラム後操作		0
	R H R 系 操 作		0
主:記号説明 —	(手動操作), △(ガイド適用),	○(自動化過	箇用)

69

1034 日立評論 VOL. 72 No. 10(1990-10)

テムのコンパクト化が可能となった。

(3) 計算機応用運転支援技術の適用拡大

原子力発電所の計算機応用運転支援システムとして、オペ レーションガイド、非定常状態の早期検出システムなどがす でに実用化されており、着実な成果をあげてきている。

NUCAMM-90でも、これらの技術を積極的に採用している。 特に、制御盤による監視がCRT主体となるため、監視用に準 備される画面枚数も従来に比べ多くなり、より容易に目的の 画面が呼び出せるようなくふうを払っている。

また,警報についても詳細な内容はCRT画面へ表示可能としており,一度に多数発生した場合の警報内容のうち,重要なものを厳選して運転員に提供する機能を選択できる方式としている。

(4) 制御棒操作の自動化

ABWRの特有技術である電動機駆動方式のFMCRDは従来 の水圧駆動方式のBWRに比べ,制御棒位置調整による出力調 整がきめ細かに行える。また,複数本の制御棒の同時駆動を 容易に実現でき,この結果,プラントの起動時間を短縮でき る。NUCAMM-90では,このFMCRDの特長を生かして,炉



図 || 制御棒位置調整による自動出力制御特性のシミュレーション結果の一例 制御棒を4本同時に引き抜くことにより,原子炉出力の平均変化率 |.5%/minで良好な応答が得られた。

期待が発電所運用上ますます大きいものとなってきている。 本稿では、これらの課題に対し有力な手段であるディジタ

心流量調整に加え,制御棒位置調整による原子炉の出力制御 を総合自動化した。

出力制御の自動化システムは,制御棒駆動制御装置と再循 環流量制御装置およびそれらの上位装置として自動出力調整 装置を含み,出力制御を総合自動化する。また,自動制御時 の制御棒引抜き監視装置は,独立に設置して信頼性を確保し ている。

本装置に用いた制御棒位置調整による自動出力制御では, 目標値と実発電機出力の偏差に基づいて引抜き・挿入指令が 制御棒駆動制御装置に送られる。制御棒の選択は,制御棒制 御装置で自動的に行われ,この選択に使用するシーケンスは, プラント起動前に装荷する方式としている。本装置による制 御特性のシミュレーション結果により,図11に示すように良 好な応答が得られることを確認している。

6 結 言

BWR原子力発電所の増加と大容量化に伴い,運転信頼性のよりいっそうの向上は、ますます重要な課題となってきている。

さらに,豊富な運転経験の蓄積は,計測制御設備に対する ニーズの多様化,高度化を促進し,運転性,保守性向上への ル制御技術,光情報伝送技術,マンマシン技術などの最新プ ラントでの適用例と,改良型軽水炉での総合ディジタル化計 測制御システムの開発動向について述べた。

今後とも電力会社をはじめ,関係者の指導と協力を得なが ら,ニーズに即したシステムの開発にいっそうの努力を継続 していく考えである。

参考文献

- 1) 矢内,外:最近の沸騰水型原子力発電所計測制御システム, 日立評論,64,8,585~590(昭57-8)
- 2) 若林,外:原子力発電所ディジタル制御システム,日立評論,
 65,9,619~624(昭58-9)
- 3) 野口,外:最近のBWR用計測制御システム,日立評論,66,
 4,323~326(昭59-9)
- 4) 野口,外:最近のBWR(沸騰水型原子炉)ディジタル監視制御 システム,日立評論,68,4,307~312(昭61-4)
- 5) 佐藤,外:総合ディジタル監視制御システム"NUCAMM-90",日立評論,70,4,395~402(昭63-4)
- 6) K. Yanai, et al. Development of New Plant Monitoring and Control Systems with Advanced Man-Machine Interfaces, IAEA-CN-39/66(1980-10)
- S. Utena, et al. : Improved Control Complex with New Digital Control System in Nuclear Power Plant, IAEA-SM-315/5(1990-7)

