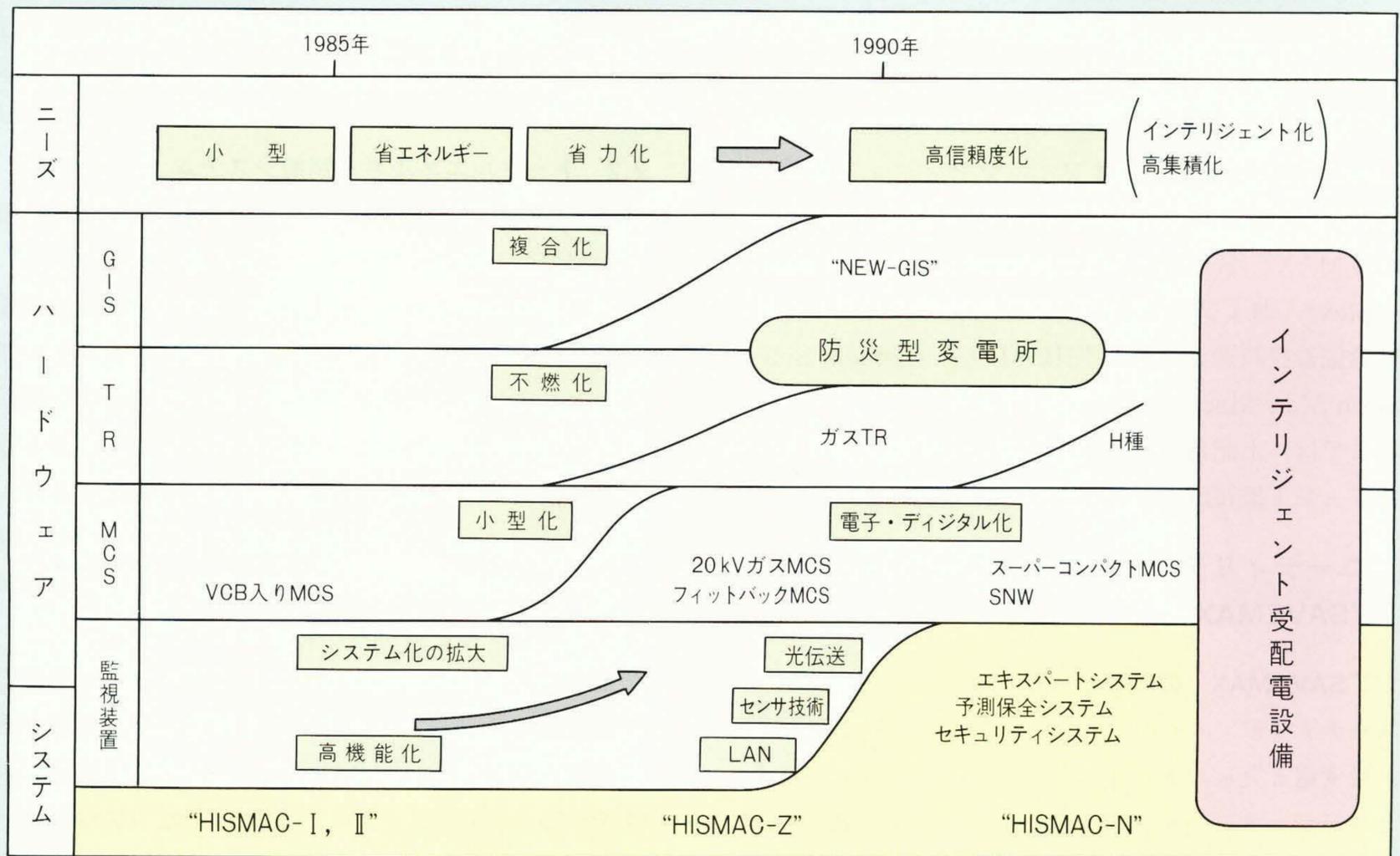


電源設備のインテリジェント監視制御システム

Intelligent Supervisory Control System for Power Distribution Equipment

小西 勝* Masaru Konishi
 船渡 卓* Takashi Funawatari
 中原正二** Masaji Nakahara
 池田紘宇*** Kôu Ikeda



注：略語説明

GIS (SF₆ガス絶縁開閉装置), NEW-GIS (新型SF₆ガス絶縁開閉装置), TR (変圧器), MCS (閉鎖型配電盤), VCB (真空遮断器)
 SNW (スポットネットワーク受配電システム), HISMAC (中央監視制御装置)

受変電設備の動向 受変電設備は、各機器の高信頼化のニーズに合わせて予測保全、セキュリティなどの集積化・インテリジェント化が進むと考えられる。

近年、情報機器の発達に伴い、供給電源に対する信頼性の重要性はますます高まってきている。そのため、受変電設備システムにはスポットネットワークが、重要設備には交流無停電電源装置がそれぞれ採用されてきた。

一方、これらの高信頼性電源設備システムの信頼性を維持するためには、監視制御装置のより高信頼

性、多機能化が要求されている。日立製作所はエレクトロニクス化、マイクロコンピュータの採用などにより、中央監視制御システムや変電設備全体の保護監視制御までを含めた受変電設備のインテリジェント監視制御システムの信頼性の向上、ヒューマンインタフェースの向上を図った。

* 日立製作所 国分工場 ** 日立製作所 大みか工場 *** 日立製作所 水戸工場

1 はじめに

中央監視制御システムは、工場やビル内に設置される受変電設備、自家発電設備、空気調和設備などを中央監視室で一括集中監視制御するシステムである。

日立製作所は、建物・設備の種類や用途規模などに対応して、電源設備の監視・制御を含めた中央監視制御システムを製品化してきた。工場などのエネルギー、ユーティリティ管理を主体としたエネルギー管理システム“SAVEMAX” (Saving Energy Management and Automation Complex)、オフィスやマンションなどのビル内の設備管理を主体としたビル管理システム“BUILMAX” (Building Management and Automation Complex)、および受変電設備の監視制御に特化した受変電設備監視制御システム“HISMACH” (Hitachi Sub-Station Man-Machine Console)である。

ここでは、上記各システムの概要と受変電設備のインテリジェント監視制御システムについて述べる。

2 ユーティリティエネルギー管理システム “SAVEMAX”

2.1 “SAVEMAX”の概要と特長

ユーティリティエネルギー管理システム“SAVEMAX”は、受変電と発電のトータル電気エネルギー制御、ボイラとコージェネレーション蒸気とのトータル蒸気量・圧力制御、地域冷暖房等の広域熱制御など、種々のエネルギー種類と使用分野に適応するエネルギー管理専用のインテリジェント監視制御システムである。

“SAVEMAX”の特長は、フレキシブルなシステム構成にある。

ハードウェアは、CPU・マンマシン装置・プロセス入出力間を高速(1Mビット/s)LANで接続し、プラント規模に最適なシステムを提供する。ソフトウェアも制御機能単位にパッケージ化しており、メニュー選択で簡単に機能の決定ができる。システムレパートリーを図1に示す。

この方式により、プラント拡張に際してのシステム増設の場合でも、機能単位にハード・ソフトの増設を行うことができ、増設時およびイニシャル時に、コストが低減できる。

2.2 トータルエネルギー制御システム

“SAVEMAX”ソフトパッケージの一例として、需要予測型運転計画パッケージについて述べる。

工場等のエネルギー(電気、熱、エアなど)供給設備の省エネルギーを図るためには、設備自体の省エネルギー化とともに、その特性を最大限に使い切る適切な運転を行う必要がある。特にコージェネレーションによる電気と熱の併給、圧縮機等の排熱利用など複雑化する省エネルギー設備の運転には的確な需要の予測を含む高度運転ノウハウが必要であり、熟練操作員がいなくても省エネルギー運転ができる機能が切望されていた。

そのため、予測型制御方式として「ニューロ応用需要予測型運転計画制御システム」を開発した。従来方法との比較および特長を図2に示す。このシステムは、エネルギー需要を的確に予測し、余分な運転の排除、コージェネレーションでの電気主体・熱主体運転のコスト比較による切換、蓄熱槽などエネルギーバッファを使った排熱の最大限吸収と吸収エネルギーの最大放出運転など、熱源機器の起動・停止回数削減を含む、エネルギー有効活用運転を実現するものである。

分散制御						
知識処理						
LAN				“SAVEMAX-45”	“SAVEMAX-25E”	“SAVEMAX-35E”
情報処理 OA化			“SAVEMAX-35”			
ユーティリティ エネルギー 監視・制御	“SAVEMAX-P”	“SAVEMAX-25L”				
機能 管理点数	500点以下	~1,000点	~3,000点	2,000点~	~2,000点	1,000点~

図1 エネルギー管理システム“SAVEMAX”のシリーズ構成 “SAVEMAX”のシリーズ構成と機能を示す。

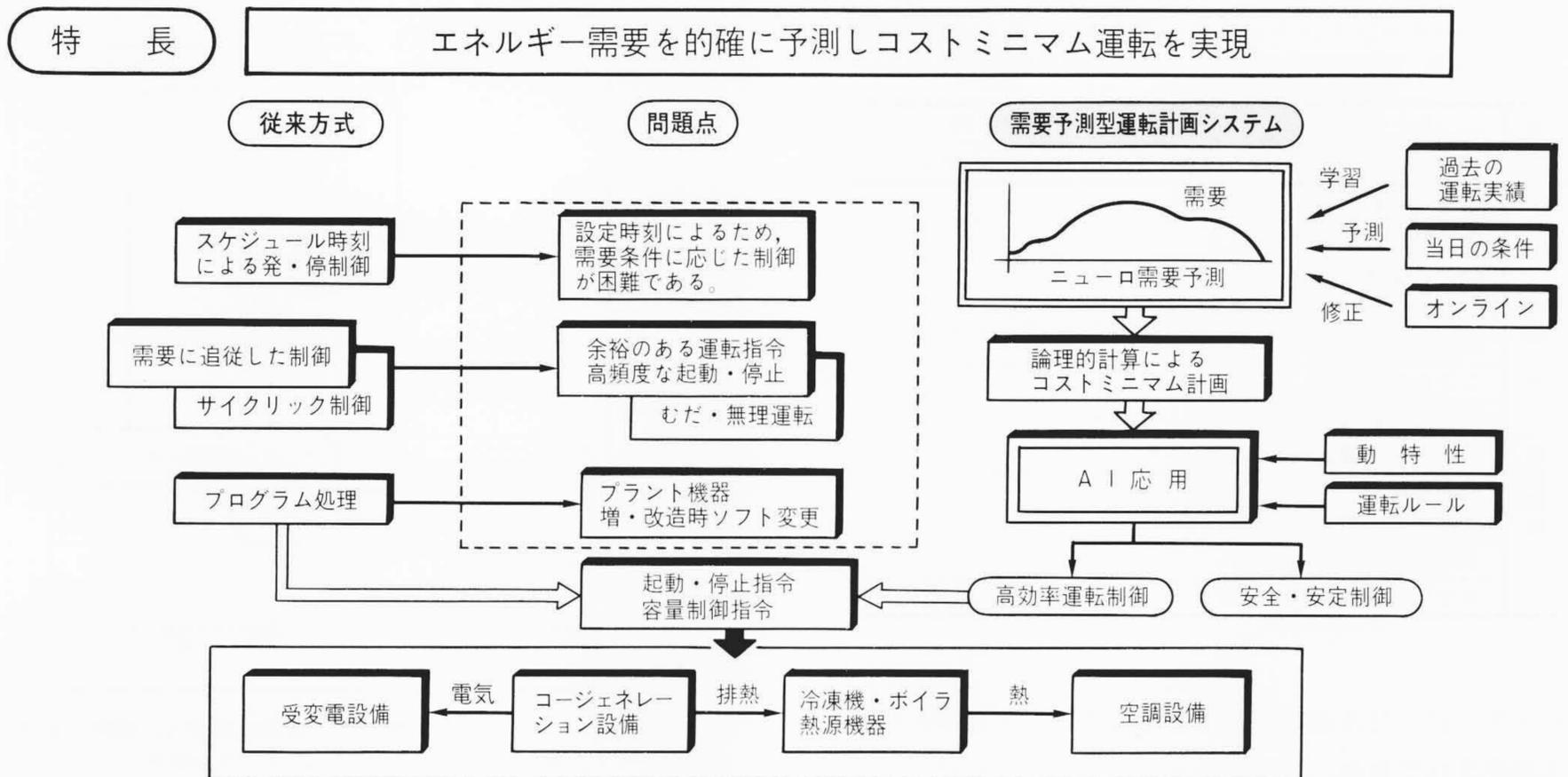


図2 ニューロ応用需要予測型運転計画システム 需要予測型運転計画システムの概要を、従来方式との比較の形で表現する。従来方式の問題点を、ニューロ需要予測とAI応用コストミニマム計画立案で解決した。

3 ビル管理システム“BUILMAX”

3.1 “BUILMAX”の概要と特長

ビル管理システム“BUILMAX”は、ビル内の受変電、自家発電、空調、防災などの諸設備を集中管理し、省力、省エネルギーを図るとともに、快適で安全・利便性の高いビル環境を確保するシステムである。

ビルには小規模ビルから大規模ビルまでの規模の違い、防災・セキュリティ分野との統合ニーズ、ビルマネジメント分野への取組み、複数のビルを無人管理するビル群管理サービスなど、さまざまなニーズがある。

これらのニーズに対応するため、小規模ビルの無人管理を可能とする遠隔専用機種から、大規模ビル用高機能機種までシリーズ化している。“BUILMAX”のシリーズ構成を図3に示す。

“BUILMAX”の特長は、受変電設備などの重要機器の安全性を高めるため、中央監視設備の万一の故障に対して全体システムがダウンしないように、機能分散制御を基本としている。

また、DDC(Direct Digital Control)などを用いた高度な制御管理システムの導入によって適正なエネルギーの消費を行い、省エネルギー・省力化を図っている。

高度な管理が必要なビルの増大に対し、オーナーやテナントに対する各種データの提供を行うビルマネジメント

ビル群管理	“BUILMAX”-G		
ビルマネジメント	“BUILMAX”-MDE		“BUILMAX”-LD
機能分散制御	“BUILMAX”-MD		
省エネルギー制御	“BUILMAX”-SD		
日報・月報	“BUILMAX”-SR-C		
計測監視	“BUILMAX”-TR		
状態・故障監視	“BUILMAX”-TR		
機能項目	40	200	500
	1,000	2,000	5,000点
	10,000 m ²		40,000 m ²
	小規模ビル	中規模ビル	大規模ビル
適用範囲	無人管理	有人管理 (無人管理も可)	有人管理

図3 ビル管理システム“BUILMAX”シリーズ構成 “BUILMAX”のシリーズ構成と機能を示す。

トシステムの一つについて次に述べる。

3.2 ビルマネジメントシステム

ビルの安全性・快適性の向上に伴い、高度化・複雑化したビル設備機器は、一方で、それを維持管理する業務の高度化・多様化とともに作業の増大をもたらした。

ビルマネジメントシステムは、これらの設備の維持管

表1 ビルマネジメントシステム機能例 ビルマネジメントシステムを“BUILMAX”に適用した場合の機能例を示す。

区分	機能項目	データ入力	
		オンライン	オフライン
設備管理	設備台帳管理	—	○
	保守部品台帳管理	—	○
	保守点検スケジュール管理 (点検・障害・修せん履歴)	—	○
	稼動状況管理	○	—
	エネルギー管理	○	—
	委託業者管理	—	○
課金管理	エネルギー使用料	○	—
	通信使用料	○	—
	共益費ほか課金	—	○
サービス	共用設備予約サービス	—	○
	オフィス設備制御サービス	—	○

理とともに、ビルの総合管理を支援するシステムとして実用化されてきた。ビルマネジメントシステムは、ビルの用途、規模、設備、管理体制などに大きな差があり、システムとして確立されたものになってはいないが、今後ますます高度化するビルの効率的・経済的運営を支援するシステムとして大きな発展が期待できる。

中規模オフィスビルでのビルマネジメントシステムの機能例を表1に示す。

4 受変電設備監視制御システム“HISMAC”

4.1 “HISMAC”の概要と特長

受変電設備監視制御システム“HISMAC”は、一般産業向け受変電設備の遠隔自動監視制御化の要求のもとに、インテリジェント化されたシステムである。

このため、“HISMAC”は単に受変電設備の状態・故障の遠隔監視だけでなく、ユーザーの要求あるいは受変電設備のシステム構成に合わせて以下の機能を持っている。

- (1) 契約電力のデマンド監視
- (2) 電力日誌・動作・故障記録
- (3) 機器の遠隔操作
- (4) コンデンサ制御による自動力率制御
- (5) 変圧器タップ制御による自動電圧制御
- (6) 計測値の上下限監視
- (7) 受電停電・復電時の機器制御

これにより、従来では受変電設備に詳しい監視員によって24時間常時監視を行って対応していた処理も、“HISMAC”によって自動化ができるうえ、運転効率の向上、電源の質の改善(高力率・低電圧変動)、さらには

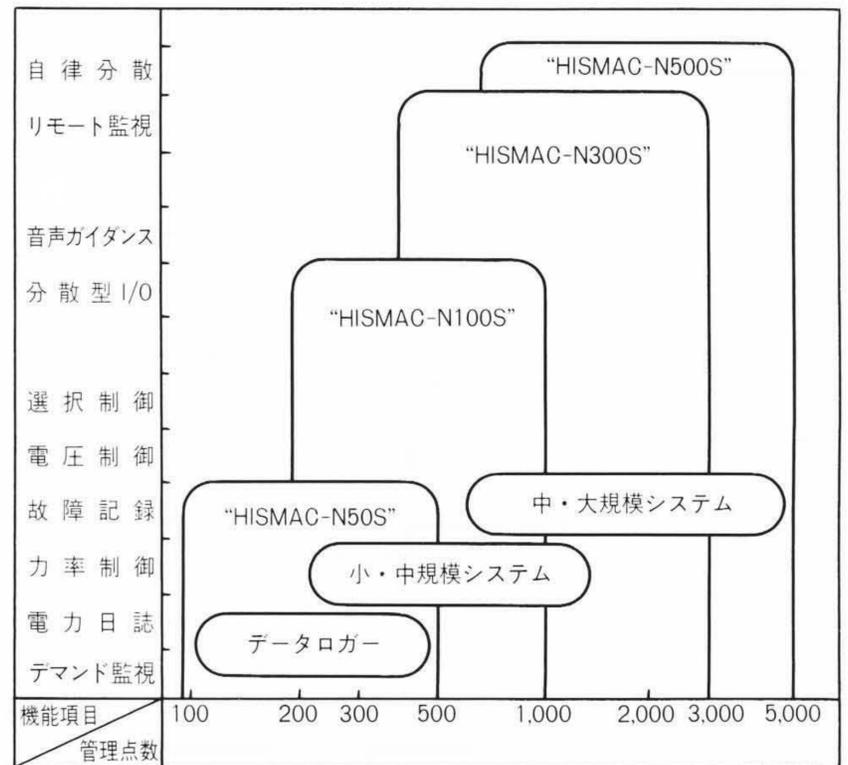


図4 「HISMACシリーズ」の構成 縦軸に機能を、横軸に管理点数をとって、適用される“HISMAC”のクラスを表す。

設備監視員の省力化を図ることができる。

「HISMACシリーズ」の構成を図4に示す。

シリーズ体系は、監視制御機能と入出力点数(監視規模)によって区別される。受変電設備の監視だけを目的とした“HISMAC-N50S”から、鉄鋼プラントのような大規模かつ広域変電設備の監視・制御を行う“HISMAC-N500S”までシリーズ化している。

4.2 “HISMAC”システムの構成

監視装置はデスクタイプとし、事務室設置となる場合でも、周囲に違和感を与えないように考慮されている。

受変電設備データはCRTで監視でき、必要に応じてグラフィックパネルをオプションとして設置することが可能である。受変電設備データ収集は、単独の入出力盤を設置する方法と、後述するようなICU(Intelligent Control Unit: 多機能複合型監視制御ユニット)-Nと組み合わせることによって閉鎖型配電盤から直接データを収集する方法がある。

5 受変電設備全体のインテリジェント化

5.1 閉鎖型配電盤のインテリジェント化

受変電設備の高信頼化は、遮断器・断路器とともに保護継電器、監視装置、計測器の精度・信頼性によるところが大きい。そのためには、中央監視制御システムのインテリジェント化だけでなく、閉鎖型配電盤自身のそれも必要である。

閉鎖型配電盤のインテリジェント化として、ICUによ

表2 ICU仕様概要 この装置によって保護機能、計測機能を一括集約することができる。

No.	項目	仕様
1	制御電源	●電源：DC100/110V, 0.5A
2	PT要素入力部	●電圧：110～190V(共用) ●負担容量：1.0VA
3	CT要素入力部	●電流：5.0/8.66A ●負担容量：0.5VA
4	ZCT要素入力部	●電流：1.5mA ●標準ZCT仕様：200/1.5mA
5	計測機能 (液晶表示)	●計測項目 電流、電圧、周波数、力率、 有効電力、無効電力、有効電力量、 無効電力量、零相電圧、零相電流 ●トランスデューサ機能 (a) アナログ出力(0～5Vまたは4～20mA) (b) パルス出力
6	制御機能	●ラダーシーケンス制御 ●故障制御
7	監視機能	●“ICU”自己監視機能 (a) CPU動作チェック (b) デジタル入出力(Di, DO)チェック (c) アナログ入力(Ai)チェック (d) モニタ機能(動作モニタ機能)
8	記憶機能	●最大電流値、電圧値 ●最大零相電圧値 ●最大零相電流値 ●保護装置のタップ整定値

注：略語説明 PT(計器用変圧器)
CT(変流器)
ZCT(零相変流器)
ICU(多機能複合型監視制御ユニット)

る保護・監視装置の集約化を進めている。

5.1.1 ICUの機能

ICUの仕様概要を表2に示す。主な機能について以下に述べる。

(1) 保護機能

各保護機能は、デジタル式とすることによって整定幅を細かく決めることができる(表3参照)。特に過電流要素では、動作時間特性も5種類の中から選択することが可能となっている。

(2) 計測・制御機能

ICUは、トランスデューサ機能により、電流、電圧、電力などの計測と同時に外部装置へアナログ値出力ができる。また、最大電流、電圧値および最大零相電流、電圧値の記憶が可能であり、事故時の情報収集も随時できるようになっている。

制御機能としては、ラダーシーケンスプログラムによる簡単な制御ができる。

表3 保護要素仕様 デジタル式とすることにより、整定値の設定が細かくできるようになった。

No.	要素	整定幅
1	瞬時過電流(50)	●動作電流：10～80A (0.1A単位) ●動作時間：70ms以下 (at 200%)
2	過電流(51)	●動作電流：2～12A (0.1A単位) ●動作時間：1～30倍 (1倍単位)
3	地絡過電流(51G)	●動作電流：0.1～2A (0.1A単位) ●動作時間：瞬時～0.2s (0.1s単位) (高調波抑制機能付き)
4	地絡過電圧(64)	●動作電圧：5～60V (1V単位) ●動作時間：100ms±100ms (at 0%→20%入力)
5	地絡方向(67)	●零相電圧：10～60V (1V単位) ●零相電流：0.1～1.0A (0.1A単位) ●動作時間：0.1～1.0s (0.1s単位)
6	不足電圧(27)	●動作電圧：60～100V (1V単位) ●動作時間：0.1～5.0s (0.1s単位) (at 120%→0%入力)
7	過電圧(59)	●動作電圧：120～150V (1V単位) ●動作時間：0.1～5.0s (0.1s単位) (at 0%→20%入力)
8	電圧検出(84)	●動作電圧：10～100V (1V単位) ●動作時間：0.1～5.0s (0.1s単位) (at 0%→20%入力)
9	比率差動(87)	●動作電圧：1.5～3.0A (0.1A単位) ●比率整定：30～50% (1%単位) ●動作時間：90ms以下 (at 300%) (高調波抑制機能、感度低下機能付き)

(3) 通信機能

ICUは、光LANあるいはマルチドロップ方式により、“HISMAC”と接続することができる。これにより、途中補助リレー、変換器を介することなく、受変電設備監視情報を監視装置へ送信できる。

このほか、入出力回路の絶縁対策、ソフトによる事故診断などを行い、信頼性向上策を削っている。

5.1.2 閉鎖型配電盤のインテリジェント化

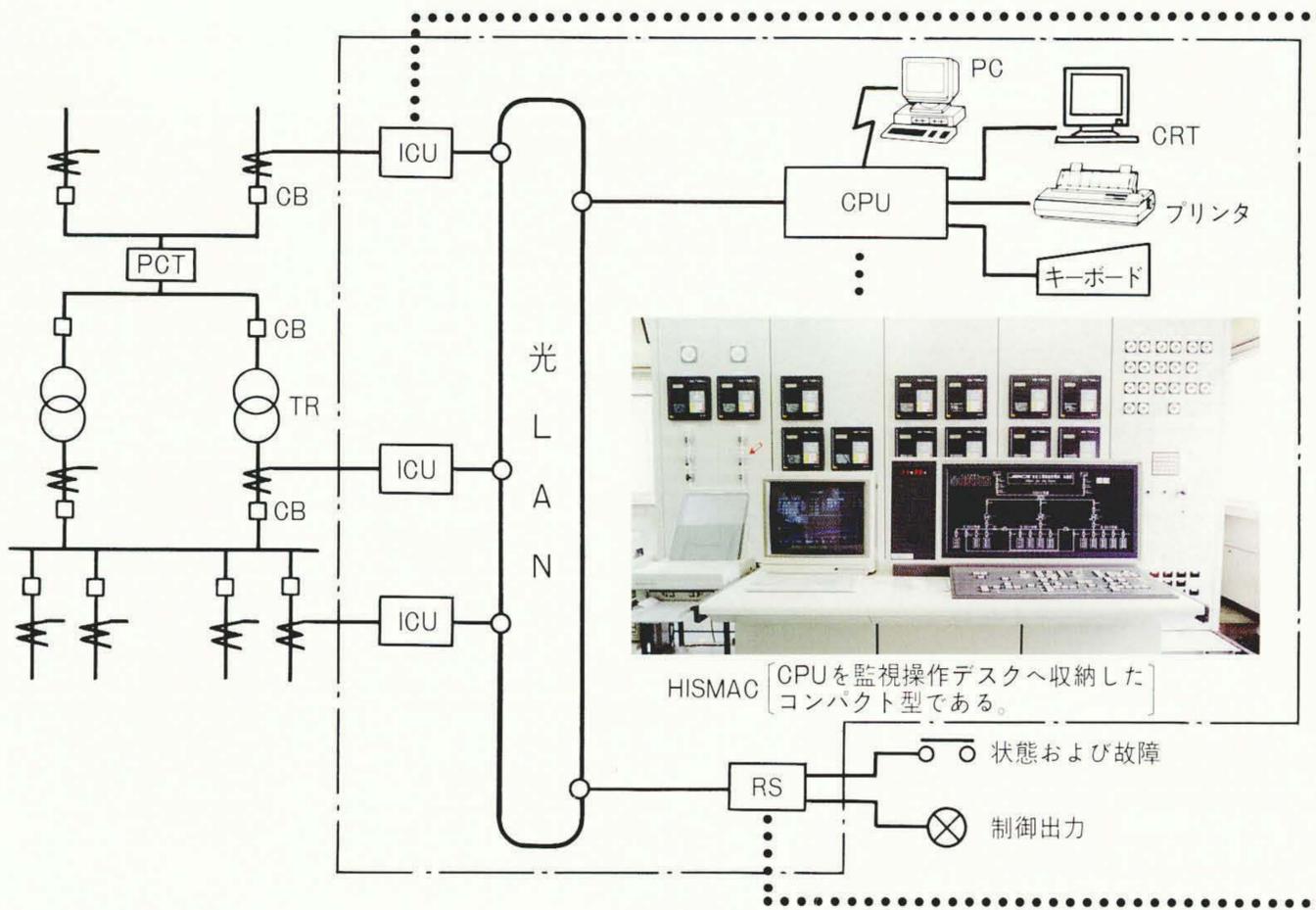
閉鎖型配電盤のインテリジェント化としてICUを用いる場合、次の効果が得られ、閉鎖型配電盤だけでなく受変電設備全体のインテリジェント化に寄与している。

(1) 保護、監視、計測の一括監視が可能となり、盤内取付部品の低減が図れる。したがって、保守、メンテナンスが容易となる。

(2) 簡単な制御は、ラダーシーケンスプログラムによって実現できるため、製作工数の低減が図れる。

5.2 “HISMAC”, ICUの統合化

前節のように閉鎖型配電盤にICUを用いてインテリジェント化された設備では、さらに“HISMAC”と組み合



注：略語説明

PC (Personal Computer), RS (入出力装置盤)



閉鎖配電盤に実装したICUにより、信号の入出力を処理する。



フロントアクセスタイプキュービクルにより、専有面積を縮小している。

図5 ICU, “HISMAC”による監視・制御システム構成 ICUと“HISMAC”の間は、光LANによって接続されるので、接続されるケーブル数は大幅に省力される。また、入出力装置盤も光LAN上に組み込むことができ、総合的なシステム構成もシンプルなものとなる。

わせることにより、受変電設備全体のインテリジェント化ができる。このとき“HISMAC”とICU間は通信用ケーブルだけで受配電設備データの収集が可能となり、結果として工事工数の低減が図れる。

“HISMAC”およびICUを組み合わせたシステム構成例を図5に示す。同図の例では、新設となる受変電設備はICUを用いてシステムの簡素化を図っている。一方、一般的設備(または既設受変電設備)では、データ収集は入出力盤を設置し、無電圧接点、変換器出力取り合いで行われる。

なお、ICU自体の異常についても、遠隔監視ができるので保守・メンテナンス性を向上できる。

6 おわりに

中央監視制御システムは、工場やビル内に設置される設備を集中監視制御するための重要なシステムである。ここでは、各システムの概要と、“HISMAC”, ICUによる受変電設備監視システムの保護・監視システムの高機能化・簡素化の効果について述べた。

今後は、電源設備の監視制御に対するニーズとして、監視員の省力化のための運転支援機能、故障ガイダンス機能の充実など高機能化が求められると思われる。そのため設置場所の省スペースを図った製品、簡素で保守・メンテナンス性の高い製品などの開発に力を注いでいく考えである。

参考文献

- 1) 中原, 外: ニューロ応用需要予測技法と熱供給プラントへの適用, 日立評論, 75, 2, 141~144(平5-2)
- 2) 斉藤, 外: 特集 配電技術 「最近のビル・工場用受配電設備」日立評論, 71, 3, 257~264(昭64-3)