

UPS メンテナンス用モニタ装置

大久保 秀法(おおくぼ ひでのり)

松原 正剛(まつばら まさたか)

菊地 充(きくち みつる)

① まえがき

現代の情報化社会にあって、情報・通信システムの信頼度向上のため、その電源供給装置として無停電電源装置(UPS システム)の重要性は本特集号の別稿で詳述した。

信頼性工学によれば、電子装置の信頼度はこれを構成する電子部品の信頼性、すなわち部品信頼性と、これらの装置が正しくその機能を発揮する信頼性、すなわち機能信頼性に分類される。さらに、これらの電子装置自体の信頼性に加えて、これを使用する人が誤操作することもまた信頼性を低下させる要因である。これらのこととは、製造管理により回避できることもあるが、ゼロにすることは難しい。

UPS システムは、信頼度が高く、故障しないことが重要であるが、一方、万一故障した場合に、早急に給電ができ、システムの停止時間を最小限に抑えることも大変重要である。

このような事態に対処するために、各メーカーは各種のマニュアルを作成し、日ごろから教育訓練の助成などを行い、万一の事態への適切な対応を顧客の皆様にお願いしているが、十分な効果が得られない場合も少なくないと思われる。

このような事態を未然に回避するためには、不断の適切なメンテナンスが重要であり、さらに非常時においては的確な内容分析、適切な対処方法の指示などが不可欠である。これを実現するために、富士電機はメンテナンス用モニタ装置を開発し、実用に供している。本稿ではその内容の概略について説明する。

② 開発のねらい

従来、重電機器を購入し使用してきた企業は、電気技術者を雇用し、購入した電気機器の保守は自らの手で実施してきた。しかし、技術内容の高度化と多様化、さらには機器の種類の増加などにより、保守管理技術者が的確に緊急事態に対応することは困難な状態になってきた。特に UPS システムは、官公庁、金融機関、サービス業などで多用さ

れており、製造業などに比べて専門の技術者の確保が困難な企業において多く使用されている。

そのために、富士電機では製品の納入後、多くの顧客から保守管理の委託を受け、これを実行し、実際の製品の品質維持向上に努め、評価を得てきた。しかし、供給してきた製品の台数の増加、製品の設置範囲の拡大、保守に対する要求の高度化などの状況が発生し、保守管理のあり方の抜本的な改善を必要とする状況となりつつある。すなわち、(1) 万一の障害のダウンタイムの極小化の要求
(2) 予防保全の実施による偶発的な障害の防止
(3) 保守による停止の短縮またはノンストップ保守の要求
(4) 日常の保守管理および定期保守の省力化

などである。

これらの実現のために、サービス拠点と保守員の拡充、保守データの系統的な解析による保守内容の見直し、製品の保全性の改善などを実施してきた。

一方、マイクロコンピュータ、パーソナルコンピュータ、通信技術などの進歩は、保守技術管理の質的な転換のシグネルであり、富士電機はこれを使用した保守管理のシステムを開発供給し、UPS システムの品質の維持改善とサービスの向上に努め、多くの成果を得てきている。

③ システムコンセプト

UPS の保守管理の内容について分類すると、表 1 のようになる。大別して日常の管理と特別管理になり、日常管理はデータロギングを中心であり、特別管理は品質に起因するチェックと解析を実施するものである。

監視範囲は、UPS システムの規模などによって変ってくるが、UPS システムだけを管理するもの(FAMOUS/C)、UPS システムとその周辺装置、受電系統などの電気系統を含めて監視・管理し、さらにこれに加えて UPS システムが置かれている部屋などの管理まで行うもの(FAMOUS/U)などがある。また、点検業務と保守業務、管理業務の簡略化、迅速化のために、UPS システムの内部診断用ツール(FAMOUS/P)がある。



大久保 秀法

昭和44年入社。交流無停電電源装置の開発設計に従事。現在、東京工場電源機器部主査。



松原 正剛

昭和58年入社。無停電電源装置システムおよび受電設備の技術企画に従事。現在、システム事業本部設備機器統括部技術部。



菊地 充

昭和57年入社。マイクロコンピュータ応用システムの開発・設計に従事。現在、富士ファコム制御(株)技術本部第六技術部。

このように富士電機のモニタ装置は種々の用途に対応したものがあり、それぞれの監視対象ならびにその機能を整理すると表1～表3のようになる。

この表から分かるように、モニタ装置使用者は、顧客の保守管理部門と富士電機の保守部門の両者であり、これにより、システムの予防保全による信頼度向上と、万一の障害に対して早急な復旧を図っている。

また、モニタリングの内容は顧客の持っている各種の監視装置との関係でどのシステムを使用すべきかを選択できる。

例えば、コンピュータセンター全体が、ビル管理システムにより管理されている場合は、UPSシステムの管理はFAMOUS/Cにより実施すれば十分であるが、このようなシステムがないか、システム全体の管理の省力化を行いたい場合は、ビル管理機能をもっているFAMOUS/Uを使用すればこれらの機能を得ることができよう。

また、機器の内容を診断したい場合は、FAMOUS/Pシステムにより行うことができる。

富士電機は20年以上もUPSシステムを製作し、市場に供給してきた。このシステムは、最新のUPSシステムに対して十分なサービスを提供するように考えられているが、

表1 UPSの保守管理内容

項目	実施者	緊急度	難易度	モニタ要求機能
日常の保守	顧客	低い	低い	データロギング
定期保守	メーカー委託 (顧客)	低い	高度	データロギング データ良否判定 保護装置点検 点検ガイダンス 予防保全ガイダンス リモートメンテナンス
障害の修理	メーカー、(顧客)	重要	高度	障害内容表示・解析 ガイダンス
障害の給電再開	顧客、(メーカー)	最重要	中	ガイダンス 障害データの自動伝送

表2 モニタの管理対象・機能

モニタ形式	監視対象	機能						監視場所			備考
		状態監視	点検調整	ロギング	データ伝送	ガイダンス	環境制御	サイト	CEセンター	可搬	
FAMOUS/P	UPSシステム	○	○	×	×	×	×	○	×	○	
FAMOUS/C	UPSシステム	○	○	○	○	×	×	○	○	×	C1, C2の2種類有り
FAMOUS/U	設備全体	○	○	○	○	○	○	○	○	×	

表3 モニタの構成と適用

モニタ形式	UPSとのインターフェース			CPU		適用
	CCU	AIO	I/O Box	L25	FMR50LT	
FAMOUS/P	×	×	●	×	●	500-1XXシリーズ 600シリーズ
FAMOUS/C1	×	×	●	×	○	500-1XXシリーズ 600シリーズ
FAMOUS/C2	●	●	×	○	×	全シリーズ(一部機能制限付)
FAMOUS/U	●	●	×	●	×	全シリーズ(一部機能制限付)

（注）●：標準装備、○：設置可能

インターフェースの追加で古いものに対しても、またFAMOUS/C2によりある程度の診断ができるようになっている。

これらのシステムの特徴は、通信回線を利用して富士電機のCE(Customer Engineer)センターと自動交信ができるようになっていることである。

CEセンターで、装置の状況を読み出し、顧客や富士電機の保守員に対して最適な情報の提供と対策の指示を与えることができ、サービスの向上ができる。

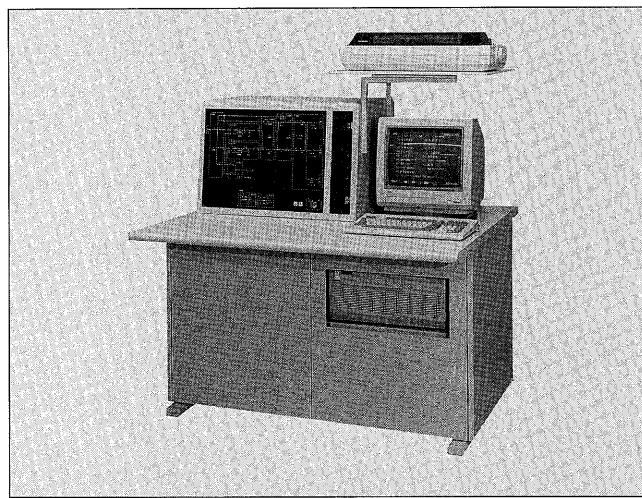
4 モニタ装置の構成と特長

UPSメンテナンス用モニタ装置は、種々のシステムを準備しているが、ここではビル管理機能を持ったFAMOUS/Uを中心に述べる。

4.1 モニタ装置の構成

図1にモニタ装置の外観を示す。モニタ装置は基本的に機器の操作を主体とした直引線で接続されるグラフィ

図1 モニタ装置の外観



N 99-1877-1

クブロック（図1の向かって左側）と機器の操作以外（ただし、空調機のスケジュール発停は可能）の監視、通信、点検などの機能を持ったCRTモニタブロック（図1の向かって右側）から構成される。システムの構成上からCRTモニタブロックだけで構成される場合もある。

図2にモニタ装置の基本構成と各周辺盤との接続の一例を示す。

(1) モニタ装置本体

モニタ装置本体は、産業用マイクロステーション（L25）により構成される。最大接続可能UPS台数は6台（同一群の場合）、最大接続可能リモート系は2系統（1系統あたり128アドレスまで接続可能）となる。記憶装置は20Mハードディスク、1Mフロッピディスクを内蔵し、付属機器として14インチCRT、キーボード、136行（けた）プリンタなどがある。

(2) CCU (Communication Control Unit)

CCUは、UPS本体に内蔵され、本体制御装置のデジタル・アナログ情報をモニタ装置に伝送する。モニタ装置からの指示により任意の時刻ににおける波形の記録もとれる。

UPSシステムの故障時には故障時の情報をホールドするとともに、出力および制御波形を故障の前後合わせて200ms間ホールドし、モニタ装置に伝送する。

伝送方式は周囲環境からの影響の遮断と、高密度伝送を

目的として光伝送を採用している。CCUのない既設品についてもモニタ装置を追加することができ、さらに旧タイプのサイリスタ式UPSにも機能に制限がつくが適用できる。

(3) AIO (Analog, digital I/O unit)

AIOはUPS本体以外の周辺装置にも適用可能なデジタル・アナログ情報をモニタ装置に伝送するインターフェースユニットである。周辺装置の故障時、前述したUPSの故障と同様に情報・波形をホールドしたモニタ装置に伝送する。

また、任意の時刻における各種データはマニュアルで採取できる。

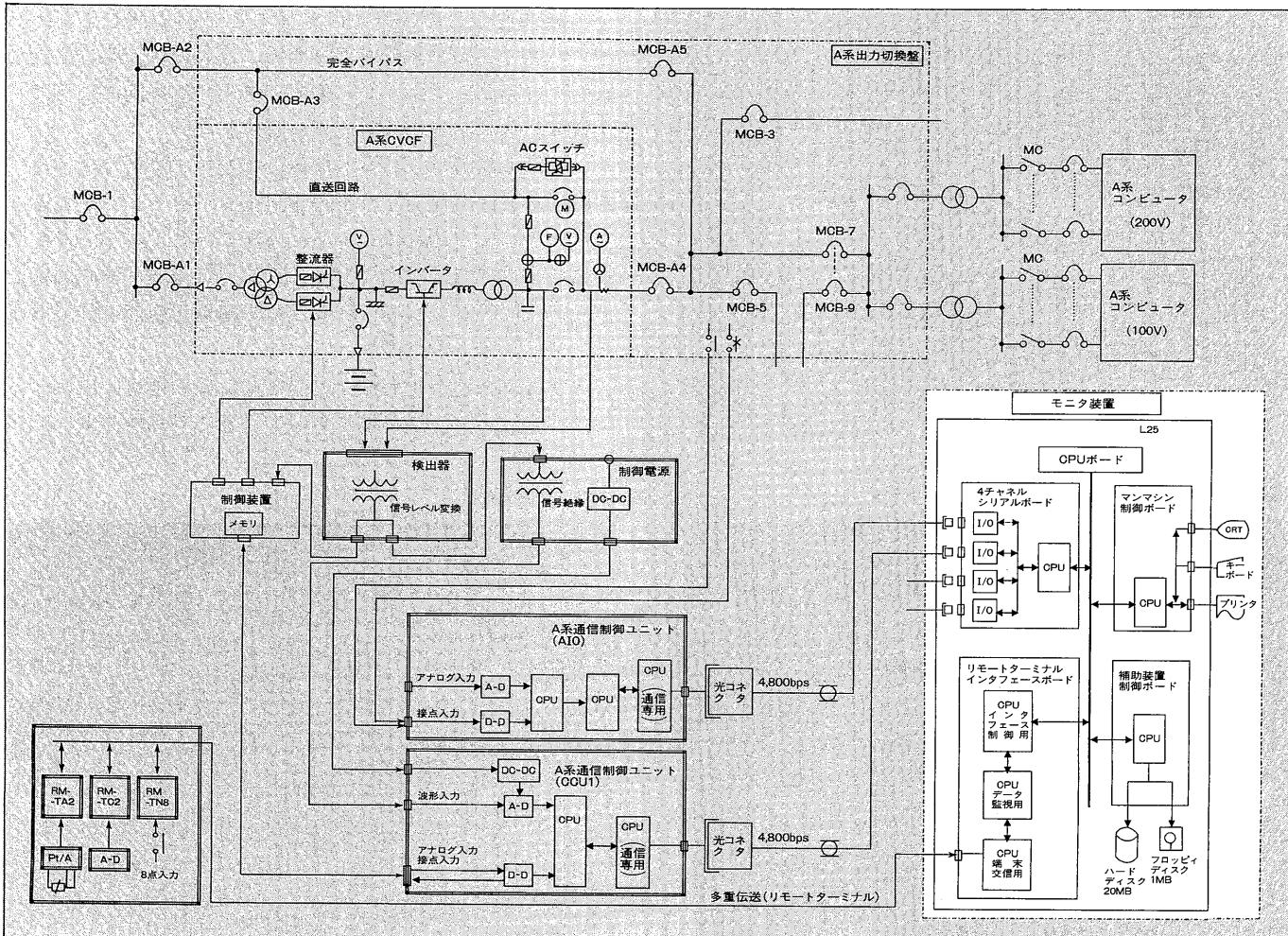
(4) RM (Remote terminal unit)

大規模UPSシステムのように周辺装置が多く、この情報量が膨大となる場合にはRMを使用してモニタ装置に伝送する。RMは通常のビル管理システムなどで使用されるインターフェースユニットである。

4.2 モニタ装置の機能

モニタ装置における機能の概要を表2に示す。また、FAMOUS/Uの機能一覧を図3に示す。機能的には、故障時および任意の時刻における波形再生機能、故障時の状態・計測値の記録、バッテリー運転時の運転可能時間表示機能、商用電源停電による非常用自家発電装置の運転可能

図2 モニタ装置の基本構成と周辺盤との接続



時間表示機能、点検機能、交換予定部品表示機能、故障時などのCEセンターとの通信による群監視機能などがあり、さらに各種ガイダンス機能や故障診断などのAI機能も付加することができる。このほかの機能として一般ビル管理機能も備えている。

これら情報はUPSシステムの制御などとは分離されており、万一のモニタ系の故障時にもUPSシステムには影響を与えない。

以下に機能の概要を記す。

(1) 通常の監視機能

通常の監視は、CRT上に系統図を表示させ、さらにその系統図上で機器の状態、計測値および給電状態などを表示する。計測値は上下限監視を行い、管理範囲を超えた場合

図3 FAMOUS/Uの機能一覧

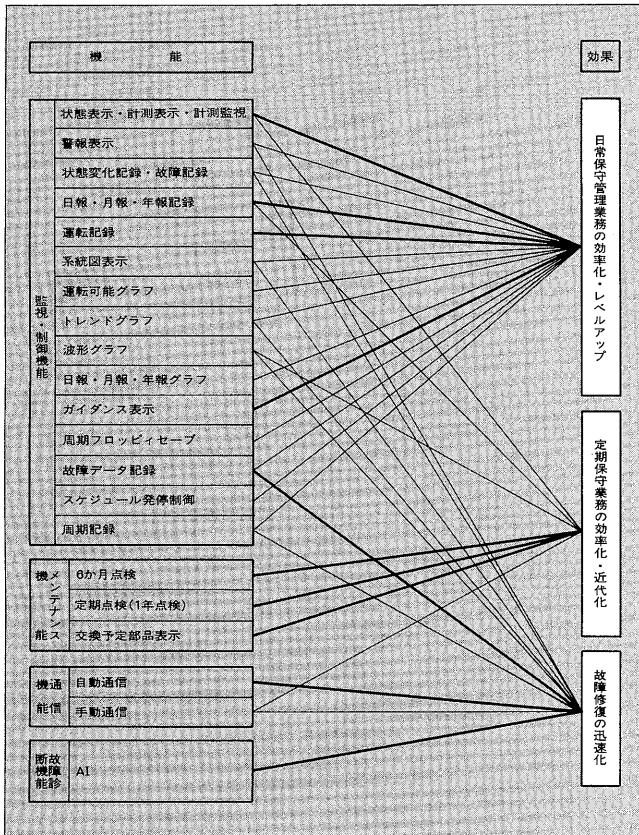
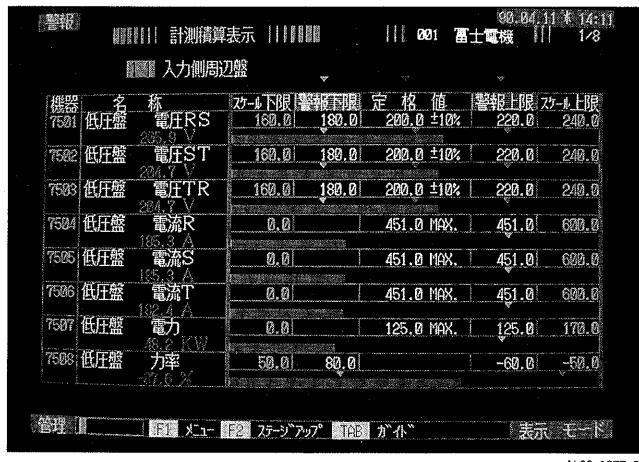


図4 計測画面



N 99-1877-20

にはその程度によりCRT上で計測値の色変え、プリンタへの印字などを自動的に行う。

管理範囲は工場出荷時に設定されているが、現地納入後は環境に合わせて管理範囲を自動的に変更し、より実情に合った監視が行えるものとしている。

状態・計測項目専用の画面もあり、特に計測項目についてはデジタル値表示と、視覚的に判断しやすいように棒グラフ状のアナログ値表示の両方を行っている。計測画面の一例を図4に示す。

(2) スケジュール発停機能

空調器などの運転の自動化のため、発停時間をグループごとに週間単位で指定することが可能である。また時間の繰り上げ、延長もグループごとに対応可能で、特別運用日の指定も可能としている。

(3) 故障時の機能

機器の故障時には、その故障の程度（重、中、軽）により警報表示、印字を行うとともに、必要に応じて故障時の全システムの警報・状態・計測項目の情報を一括したファイルを作成する。また故障がUPSに関係する場合は、故障の前後の波形に情報も併せてファイルする。故障時の波形情報例を図5に示す。

なお、同時に後述するように遠方のCEセンターに電話回線を経由して故障状況を伝送し、迅速な対応を可能にしている。

(4) 記憶機能

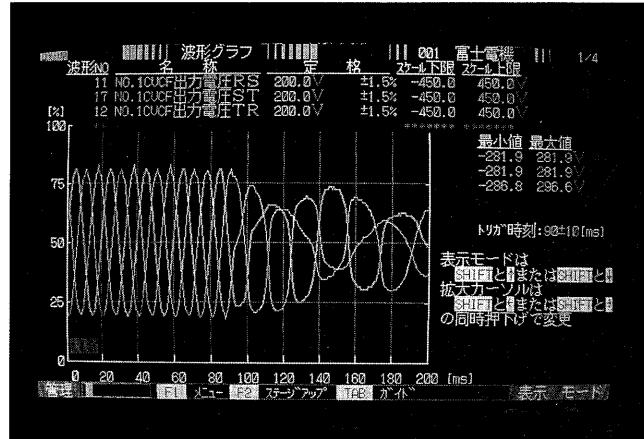
状態変化などの記録を保存するとともに運転記録、日報・月報・年報の記録を保存する。これらの記録は必要に応じてプリントアウトも可能で、その一例を図6に示す。本機能には、前述の故障記録も含まれる。

また計測項目はトレンド記録の指定をすることにより、24時間分の計測値（2秒ごとのデータ）をトレンド表示ができる、各データの変化が容易に判断できる。本データも必要に応じて保存が可能であり、日報・月報データも同様に週間・月間のトレンドデータとして編集利用が可能である。

(5) メンテナンス機能

6か月点検や1年点検などの定期保守の項目、内容、方法を体系化して、全自动または半自动にて点検および記録

図5 故障波形



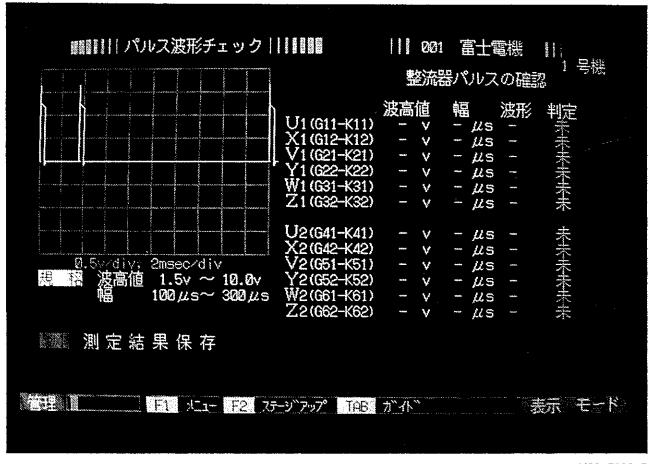
N 89-5833-1

図6 月報の例

富士電機		管理月報										「入出力まとめ、通電度」		1/4~2/28		
No.	名 称	7551 分電盤合算 電圧R S	7552 分電盤合算 電圧S T	7553 分電盤合算 電圧T R	7554 分電盤合算 電流R A	7555 分電盤合算 電流S A	7556 分電盤合算 電流T A	7557 分電盤合算 開閉度	7558 分電盤合算 電力 kW	電流R S	電流S T	電流T R	電流S A	電流T A	開閉度	電力 kW
1日	1.2	0.0	0.0	1.2	0.0	0.0	0.0	45.9	0.6							
2日	1.2	0.0	0.0	1.2	0.0	0.0	0.0	45.9	0.6							
3日	1.2	0.0	0.0	1.2	0.0	0.0	0.0	45.9	0.6							
4日	198.6	201.2	197.6	195.4	197.6	197.6	197.6	103.5	45.9	33.3						
5日	198.6	201.2	197.6	194.0	197.6	197.6	197.6	103.5	45.9	33.3						
6日	198.6	201.2	198.8	191.2	198.8	191.2	198.8	124.7	126.5	45.9	42.8					
7日	198.6	200.0	196.5	193.5	196.5	193.5	196.5	123.5	124.1	45.9	41.4					
8日	198.6	201.2	197.6	194.0	197.6	194.0	197.6	120.5	121.1	45.9	40.5					
9日	1.2	0.0	0.0	1.2	0.0	0.0	0.0	45.9	0.6							
10日	198.6	201.2	198.8	195.4	198.8	195.4	198.8	125.5	126.5	45.9	41.4					
11日	198.6	201.2	198.8	196.0	198.8	196.0	198.8	127.7	128.5	45.9	42.8					
12日	198.6	200.0	197.6	197.1	198.6	197.1	198.6	121.5	121.5	45.9	41.4					
13日	198.6	201.2	198.8	195.4	198.8	195.4	198.8	120.5	120.5	45.9	40.5					
14日	198.6	201.2	198.8	195.4	198.8	195.4	198.8	121.5	121.5	45.9	41.4					
15日	198.6	201.2	197.6	194.0	198.8	194.0	198.8	120.5	120.5	45.9	40.5					
16日	1.2	0.0	0.0	1.2	0.0	0.0	0.0	45.9	0.6							
17日	198.6	201.2	198.8	196.0	198.8	196.0	198.8	127.7	128.5	45.9	42.8					
18日	198.6	200.0	197.6	197.1	198.6	197.1	198.6	121.5	121.5	45.9	41.4					
19日	198.6	201.2	198.8	195.4	198.8	195.4	198.8	120.5	120.5	45.9	40.5					
20日	198.6	201.2	198.8	195.4	198.8	195.4	198.8	121.5	121.5	45.9	41.4					
21日	198.6	201.2	198.8	195.4	198.8	195.4	198.8	122.5	123.5	45.9	42.8					
22日	1.2	0.0	0.0	1.2	0.0	0.0	0.0	45.9	0.6							
23日	1.2	0.0	0.0	1.2	0.0	0.0	0.0	45.9	0.6							
24日	198.6	201.2	198.8	195.4	198.8	195.4	198.8	125.5	126.5	45.9	41.4					
25日	198.6	201.2	198.8	195.4	198.8	195.4	198.8	124.5	125.5	45.9	40.5					
26日	198.6	201.2	198.8	195.4	198.8	195.4	198.8	123.5	124.5	45.9	41.4					
27日	198.6	201.2	198.8	195.4	198.8	195.4	198.8	122.5	123.5	45.9	40.5					
28日	1.2	0.0	0.0	1.2	0.0	0.0	0.0	45.9	0.6							
29日	1.2	0.0	0.0	1.2	0.0	0.0	0.0	45.9	0.6							
30日	1.2	0.0	0.0	1.2	0.0	0.0	0.0	45.9	0.6							
31日	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
合計	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
最大値	200.0	201.2	198.8	196.0	198.8	196.0	198.8	121.5	122.5	45.9	42.8					
最小値	1.2	201.2	198.8	196.0	198.8	196.0	198.8	120.5	121.5	45.9	41.4					
平均	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

N89-5833-55

図7 パルス波形



N89-5833-5

表4 定期点検項目

6か月点検	1年点検
(1) 停電試験	(1) 静特性
(2) 商用切換試験	(2) 制御電源電圧測定
(3) 並列・単機切換試験	(3) コンバレータ動作チェック
(4) 内部・外部同期切換試験	(4) コンバレータマージン測定
(5) マニュアルバイパス給電試験	(5) 故障シーケンス試験
(6) バッテリーセル電圧測定試験	(6) パルス波形チェック
	(7) 出力波形チェック
	(8) 設定値確認
	(9) UPSローダ

できるようにした。本機能を用いることにより点検時間の短縮化、省力化が図れることはもちろんのこと、点検者の個人差がなくなり、点検レベルが向上する。また6か月点検はUPSシステムの運用中でも点検可能としている。1年点検はUPSシステムを停止し、モニタ装置による点検を行う。

各点検内容における点検項目を表4に示す。また、点検内容の一例としてパルス波形を図7に示す。

(6) 交換予定部品表示機能

図8 部品管理表の例

部品管理リスト <全項目>							1/16
1990年03月27日							
No.	デバイス名	形式	数量	交換修理日	交換周期	経過時間	交換予定期
1 A1-MCB1	SA403K/400WKF	1 87.08	15.0年	2.6年	02.08	無	
2 A1-MCB2	SA403K/300WKF-00085	1 87.08	15.0年	2.6年	02.08	無	
3 A1-MCB3	SA403K/300WKF-01015	1 87.08	7.5年	2.6年	95.02	無	
5 AO-MCB31	SA403KS/W2	1 87.08	15.0年	2.6年	02.08	無	
6 AO-MCB41	SA403K/400WKF-01015	1 87.08	7.5年	2.6年	95.02	無	
10 A2-MCB1	SA403K/400WKF	1 87.08	15.0年	2.6年	02.08	無	
11 A1-MCB2	SA403K/300WKF-00085	1 87.08	15.0年	2.6年	02.08	無	
12 A2-MCB3	SA403K/300WKF-01015	1 87.08	7.5年	2.6年	95.02	無	
20 A1-BL1-4	FM-10A	4 87.08	15.0年	2.6年	95.04	無	
30 A2-BL1-4	FM-10A	4 87.08	15.0年	2.6年	95.09	無	
100 A1-RFU1-F1	TK772331C2	1 87.08	7.5年	2.6年	95.02	無	
101 A1-RFU1AF1	TK772331C2	1 87.08	7.5年	2.6年	95.02	無	
102 A1-FSU1	TK772358C12	1 87.08	7.5年	2.6年	95.02	無	
103 A1-IVU1-F	TK7723230C3	1 87.08	7.5年	2.6年	95.02	無	
104 A1-IVU1-AF	TK7723230C3	1 87.08	7.5年	2.6年	95.02	無	

N89-5833-49

あらかじめUPSシステムで使用されている構成機器の納入年月日、交換期間（運転時間、動作回数）などをモニタ装置に登録することにより、機器の運用状況を常時監視しながら次回の機器の交換予定期を判定し、事前に交換時期を知らせる機能で、予防保全の充実化と管理業務の効率化を図るものである。図8にその一例を示す。

(7) 通信機能

UPSシステムの運転状態を一般電話回線を利用して任意に読み取ることができるので、メーカーのCEセンターから大部分の保守業務を可能とした。

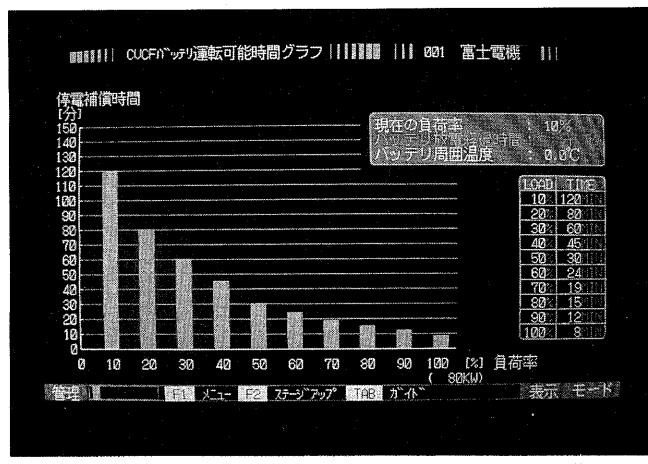
UPSシステムの故障時には、電話回線を介して即時に故障の発生をCEセンターに伝送するとともに、あらかじめ指定した内容のファイル（故障、状態、波形）を同時に自動伝送する。これにより故障時の正確なデータが即座にメーカーのCEセンターで受信できるので、故障原因の解析や復旧のための処置の時間短縮化が図れ、事故の早期復旧につながる。また逆にCEセンターからの情報要求により自動伝送された以外のデータも伝送可能である。

自動通信はあらかじめ設定されたCEセンターとだけ可能であり、万一の情報漏れを防止する機能を持っている。

(8) 運転可能時間表示

UPSシステムにおける商用電源停電時のバッテリー運転や非常用自家発電設備の運転可能時間を表示することにより、現状の運転状況を把握できるとともに、負荷率に応じて、残存運転可能時間が変化するので、これを知ることにより負荷制限などの適切な処置を講ずることが可能とな

図9 バッテリー運転可能時間の例



る。

図9にバッテリー運転可能時間の一例を示す。

(9) モニタ装置用電源

モニタ装置はUPSシステム全体の状態監視を行うことから、モニタ装置専用に無停電電源装置(ミニUPS)を使用している。万一の場合、ミニUPSがバッテリーの放電終止で停止した場合は、通常のコンピュータシステムと同様にバッテリーの放電終止前の信号(バッテリー電圧注意)でモニタ装置側で待避処理をする機能を持っている。

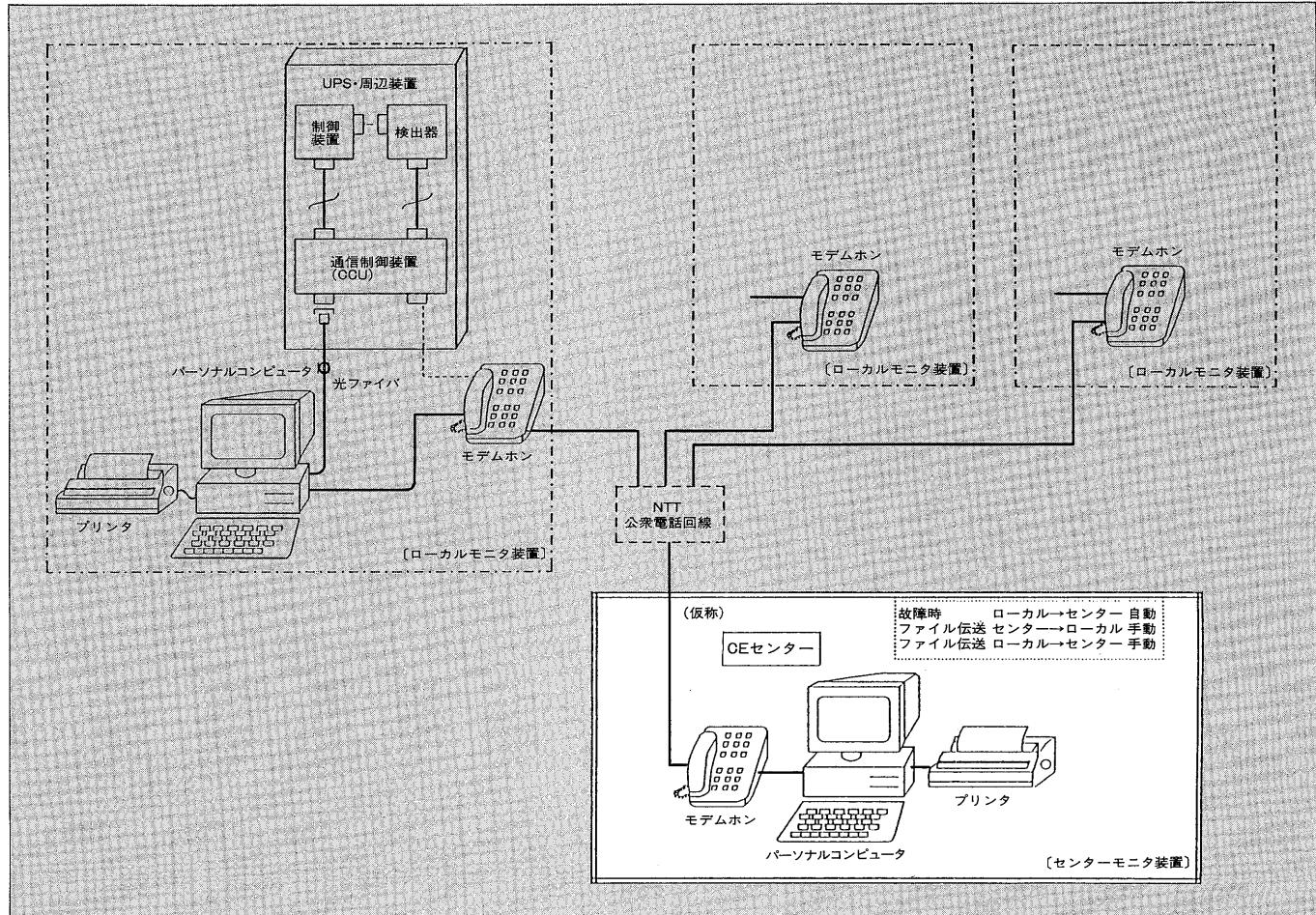
5 CEセンターと群監視

各顧客に設置されている多くのUPSシステムを、一括して遠隔地のCEセンターにて総合監視する群監視システムは、図10に示すように一般電話回線を利用してローカルセンター間でデータ伝送を行う。したがってセンターは、各ローカルのあらゆる技術支援を担う重要な拠点である。

センターモニタ装置は、ローカルモニタ装置と同様の構成として各ローカルの情報を蓄積するための外付けの20Mハードディスクを追加した構成としている。また、各ローカル設備の詳細資料を即座に読み出す群管理支援システムの充実化も重要で、光ファイバーなどでシステム化を検討中である。

ローカルでの故障発生時には、自動的に故障内容がセンターモニタ装置に一般電話回線を経由して伝送される。伝送されたデータは、センターモニタ装置に付属したハードディスクおよびフロッピーディスクに蓄積された各ローカルのデータベースと照合し、現状のローカルモニタ装置の情報を現地と同一状態に再現・表示させて状況の把握を行う。同時に一部AI技術を駆使して故障原因の推定、処置方法についての検討、さらに再発防止対策の立案推進を行う。また、当該ローカルの最寄りのサブセンターに連絡し、技術員の派遣手配を行い、推定故障原因による部品の交換の

図10 群監視システム構成例



要否と、交換部品の在庫確認、手配などを行う。

また通常時は、定期的にローカルセンター間でキーボード操作により情報の授受を行い、運転状況の確認を実施している。

最近はAI技術が注目されており、故障診断を中心にAI技術の導入を推進中である。当面この機能はセンターモニタ装置に付加することになるが、将来はローカルでも故障診断が可能となるよう充実化を図ってゆくつもりである。

⑥ ハンディモニタ

モニタ装置を設置しない顧客に対しては、定期点検を目的としたハンディモニタを準備しており、モニタ装置と同等の機能を有している。

なお、ハンディモニタにはラップトップパソコン用のモニタを採用しており、携帯に便宜を図っている。

⑦ あとがき

以上、モニタ装置について紹介したが、UPSの適用拡大が続く中で、モニタ装置の適用も増加してゆくものと思われる。サービスの品質をどう高めるかが問われる昨今、本モニタ装置が少しでもサービスの向上に結びつくことができれば幸甚である。今後さらに高度な技術を駆使して、より一層の充実を図ってゆく所存である。

最後に、本開発および適用に関し、種々のご指導をいただいた顧客各位および関係各位に感謝の意を表する次第である。

参考文献

- (1) 星敏彦・定由征次：無停電電源装置（UPS）導入実戦ガイド、電気書院（1989）

技術論文社外公表一覧

標題	所属	氏名	発表機関	
MICREX-ファジィコントローラ	富士ファコム制御 富士ファコムソフトウェア開発	伊藤正満 〃 村中克己 島田良和	オートメーション, 35, 4 (1990)	日刊工業新聞社
32ビット FA パソコンの適用環境と OS の動向	情報処理推進センター 富士ファコム制御	大塚義道 木下政利	計装, 33, 4 (1990)	工業技術社
超音波流量センサにおけるノイズ	東京工場 富士電機設計コンサルティング	松下重忠 宮本明夫	センサ技術, 10, 4 (1990)	情報調査会
ヒューズ付き高圧交流負荷開閉器の保守と運用	吹上工場	石川熙	OHM, 77, 4 (1990)	オーム社
FCX シリーズ・新世代電子式発信器	計測制御統括部	富永滋	計測技術, 18, 4 (1990)	日本工業出版
プログラマブルコントローラにおけるシーケンスの読み方（序論）	電機システム統括部	高橋浩	電気計算, 58, 4 (1990)	電気書院
FA パソコン FMR-70FA/50FA シリーズ	システム機器統括部	町田善信	ファクトリ・オートメーション, 8, 5 (1990)	日本工業出版
最新の FA コンピュータの市場動向と取組について	システム機器統括部 〃	水津佳紀 高橋美克		
小スケール CIM の計画と手順	生産管理センター	徳永紀喜	電気と管理, 31, 5 (1990)	電気書院
高圧負荷開閉器の種類と選び方	吹上工場	石川熙	電設資材 (1990-4)	電設出版
第4章、全体の構造ほか	川崎工場 〃 〃 〃 〃 〃 〃	吉川修平 酒井吉弘 吉江耕也 奥田道夫 山本隆夫 加藤佳史 渡辺徹	蒸気タービン(単行本) (1990-4)	ターボ機械協会



*本誌に記載されている会社名および製品名は、それぞれの会社が所有する商標または登録商標である場合があります。