

大容量 UPS 「UPS6000D-3 シリーズ」

山本 弘(やまもと ひろし)

幸林 久詩(こうばやし ひさし)

池田 健一(いけだ けんいち)

1 まえがき

無停電電源装置(UPS)は、高度情報化社会を支えるインフラストラクチャーとして、情報機器の発展とともにさまざまな分野に浸透してきている。

大容量 UPS は金融機関のオンライン業務、アウトソーシングの情報処理サービス業務など、ネットワークを構成する大規模コンピュータシステムの高信頼度な無停電電源として使用されている。

大容量 UPS の要件としては、高信頼性が第一であることはもちろんのこと、最近では設置環境の多様化、高調波を多く発生する機器の増大により、小型、軽量、低騒音、入力容量および入力高調波電流の低減、非線形負荷に対する出力電圧波形ひずみ率の改善などが要求されてきている。

また、最近の大規模オンラインコンピュータシステムでは保守時を含めたノンストップ化が進んでおり、ホストコンピュータのバックアップ機を設けることも多い。このようなケースでは、UPS は冗長機を設け並列運転とし、1 台ごとに順次保守する。さらに UPS 群を複数系列化し、システム全体として、危険分散を図った高信頼度システムが要求される。

富士電機はこれまで業界に先駆け IGBT (Insulated Gate Bipolar Transistor) 式インバータと IGBT 式整流器からなる高性能の大容量 UPS 「UPS600 シリーズ」を提供してきたが、今回、その改良型である「UPS6000D-3 シリーズ」を開発した。図 1 に改良型の 300 kVA 機の外観を示す。

本稿では、UPS6000D-3 シリーズとその適用システムについて紹介する。

2 UPS6000D-3 シリーズの特徴

2.1 小型・軽量

大容量 UPS は、変換素子には低損失である富士電機製 IGBT を適用し、並列駆動技術の適用および自励振動式ヒートパイプの採用によりパワーユニットの大容量化を

図 1 300 kVA 機の外観



図った。これによりパワーユニット数が減り、300 kVA 機を例にとると、従来品に比べ装置の体積が約 64 %、質量が約 87 % となり大幅な小型・軽量化を図ることができた。

2.2 新並列方式の実現

新型デジタル制御装置による、切換盤を必要としない新並列システム(完全独立並列システム)を採用したことで、負荷設備の需要に応じたシステム構成の変更に対する柔軟性が向上した。

3 外形寸法および質量

図 2 に大容量 UPS6000D-3 シリーズの外形寸法および質量を示す。

4 仕様および容量系列

表 1 に大容量 UPS6000D-3 シリーズの仕様と容量系列



山本 弘

UPS の開発・設計に従事。現在、神戸工場電源装置設計部。



幸林 久詩

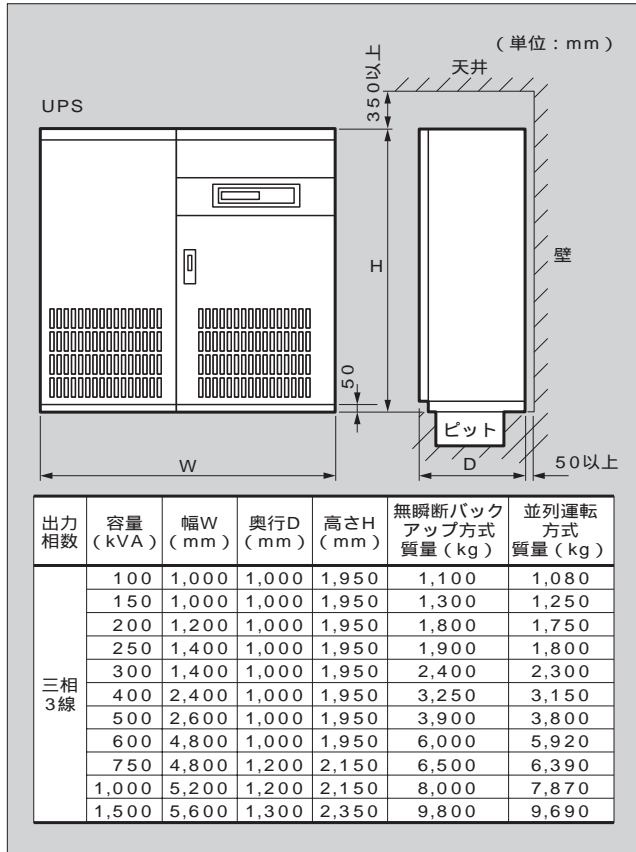
UPS の開発・設計に従事。現在、神戸工場電源装置設計部。電気学会会員。



池田 健一

UPS の開発・設計に従事。現在、神戸工場電源装置設計部。

図2 UPS6000D-3 シリーズの外形寸法および質量



を示す。

5 要素技術

ここでは、要素技術として、パワーユニットの冷却技術とインバータ制御方式を紹介する。

5.1 IGBT パワーユニットの冷却技術

IGBT パワーユニットは、装置の中でも特に高い信頼性と保守性の良さが要求される。そのためパワーユニットはIGBT、ゲート駆動回路、スナバ、電解コンデンサ、ヒューズ、冷却体を一括構造とし、UPSの盤前面から取付け、取外しが容易に行えるようにした。

パワーユニットを大容量化することで、部品点数が削減され信頼性の向上が図れるが、一方で並列 IGBT の均等な冷却が困難になる。また、質量増加により保守性が悪化するなどの問題点がある。

UPS6000D-3 シリーズでは、冷却体に自励振動式ヒートパイプを採用している。この冷却体は、細管振動による熱伝導の原理を応用しており、軽量でありながら非常に良好な熱伝導特性を持っている。これによりパワーユニットを同体積で従来の約 1.5 倍に大容量化した。

5.2 PWMインバータ制御方式

本制御方式は、インバータ出力電圧瞬時値制御に加え瞬時横流制御を用いることにより、インバータなどの高周波

成分を含む電源とラップ運転させたときや UPS 同士で並列運転させたときの高周波成分の横流を抑制する新制御方式である。

また、インバータ給電からバイパス給電に切り換える際には、ラップ（インバータ電圧とバイパス電圧の両方で母線に給電する）を確認することで、切換動作時の信頼性を保ちながら、負荷移動制御（負荷電流はインバータとバイパスの分担をソフトに変化させる）を用いることにより切換時の電圧変動を抑えるバイパス電源に優しい切換方式を実現している。

これらの制御は高性能プロセッサである DSP（Digital Signal Processor）で演算を行っており、PWM（Pulse Width Modulation）キャリア周波数（約 8 kHz）の倍の演算周期にて瞬時値制御の演算を行い、非線形負荷 100 % 時の出力電圧ひずみ率は 5 % 以下の性能を実現している。

6 新並列システム（完全独立並列方式）

大規模 UPS システムの場合、信頼度の点から、UPS 給電状態にて装置のメンテナンスが可能な並列システムが望まれることが多い。また、365 日 24 時間無停止システムでは、出力の系統を含めた総合的に信頼性の高い電源システムを構築する必要がある。

このような要求に対し、UPS6000D シリーズにおいては新方式の並列システムを開発した。

完全独立並列方式とは、バイパス切換機能を有する UPS を複数台並列運転し容易に高信頼度システムを構築できる新並列方式である。この方式の場合、システム構成としてバイパス付き UPS 複数台と出力盤からなる。出力盤は出力母線と各 UPS の出力を接続するためのブレーカ（MCCB）のみで構成され、並列のための特別な機器は必要としない（図 3 参照）。

従来の並列方式（一括母線並列方式）はインバータ出力とバイパス出力を切り換える機能を有する出力切換盤を必要としていた（図 4 参照）。出力切換盤にはシステム容量（並列台数相当の容量）を供給できるバイパス出力遮断器（42B）、半導体スイッチ（ACSW）や主回路ケーブルが必要なため、UPS と同等以上の設置面積が必要であった。

新並列方式はバイパス付き UPS の出力を母線に接続するだけなので、バイパス切換回路は各 UPS 内にあり、バイパス出力遮断器、半導体スイッチなど（図 3 参照）は、UPS 単体相当の容量の機器を用いている。また、出力盤に切換回路を必要としないので、盤寸法として小さくでき設置面積を削減できる。

負荷の増加に伴い発生する、初期計画にはない容量増設時には、従来の並列方式では UPS の並列台数を増やすと同時に、出力切換盤の容量が増設に対応できるの見直しも必要であった。それに対し新並列方式は、共通切換回路がないので、新規にバイパス付き UPS を増設し、母線に遮断器を介して接続するだけで対応可能なので容易かつ安価に増設が可能である。

表 1 UPS6000D-3シリーズの仕様と容量系列

モデル：UPS6000D-		3/100	3/150	3/200	3/250	3/300	3/400	3/500	3/600	3/750	3/1000	3/1500	
入 力	電 圧*1	200V±10%											330V±10%
	周波数	50Hzまたは60Hz±5%											
	相数および線数	三相3線											
	高調波電流	5%以下											
	力 率	0.98以上											
直流回路	定格電圧*2	360V											624V
	電圧変動範囲*2	288~414V											499~720V
出 力	定格容量 (kVA)	100	150	200	250	300	400	500	600	750	1,000	1,500	
	電 圧 (V)	200, 208, 210, 220 (50Hzのみ), 230 (60Hzのみ), 380, 400, 415, 440											
	周波数*3	50Hzまたは60Hz											
	相数および線数	三相3線 (三相4線も製作可能)											
	負荷力率*4	0.7 (遅れ) ~ 1.0 定格0.8 (遅れ) または0.9 (遅れ) *5											
	電圧精度 (整定時)	±1.0%以内											
	過渡電圧変動	±5%以内 条件：負荷急変0~100%時 ±2%以内 条件：入力電圧急変±10%時 ±2%以内 条件：商用電源停電・復電時 ±5%以内 条件：1台選択遮断時 (FSP-VI, FSP-VII, FSP-VIII並列運転方式の場合のみ) ±5%以内 条件：UPS 直送切換時 (FSP-V, FSP-VII, FSP-VIII無瞬断バックアップ方式の場合のみ) また、UPS 直送切換時は直送電源の特性による。 ただし、上記 ~ は重複しないものとする。											
	整定時間	50ms以下											
	電圧波形ひずみ率	2.5%以下 (直線性負荷100%時の全調波の2乗平均値) 5%以下 (整流器負荷100%時の全調波の2乗平均値)											
	電圧不平衡比	±2%以内 (100%不平衡負荷時)											
	周波数精度	±0.01%以内 (内部発振時)											
	外部同期範囲	±1%以内 (FSP-VまたはFSP-VII, FSP-VIIIの場合のみ)											
	過負荷耐量	125%10分間, 150%1分間											
	過電流制限値	150% (過電流が150%を超えると、電流垂下特性が働き、過電流を150%以下に制限する)											
	出力位相差	120°±1° (平衡負荷時) 120°±3° (100%不平衡負荷時)											
電圧調整範囲	±5% (定格負荷時)												
そ の 他	周囲温度	-10+40 (運転時), +18~+27 (推奨値)											
	相対湿度	30~90%											
	騒 音	70dB(A)以下					75dB(A)以下						
	絶縁耐圧	2,000V 1分間 (主回路)											
	絶縁抵抗	3M 以上 (500Vメガーにて)											

*1: 415V, 6,600Vも製作可能 *2: 直流回路電圧は鉛蓄電池の場合 *3: 400Hzは別シリーズ *4: 0.8/0.9同一寸法
 *5: 定格力率~1.0では定格kW保証

UPS システムのメンテナンス時において、従来の出力切換盤には共通回路が存在するためインバータ給電不可能な場合があり、重要負荷に対しての信頼性を維持するには、出力切換盤を多系統用意する必要があった。新並列方式では UPS システムにおいてメンテナンスが必要な部分は UPS 本体だけなので、MCCB により UPS と母線を切り離すだけでメンテナンスが行える。出力切換盤を多系統用意する必要がなく、切換回路および本体機能、すべてのメンテナンスをインバータ給電で可能である。以上のように完全独立並列システムは、高い拡張性、省設置面積、低コスト、メンテナンス性の向上を実現した、高信頼度のシステムである。

7 Web/SNMP カード

従来は UPS の管理ツールとして独自のリモートメンテナンスシステムなどを用いていた。これらは UPS 本体のほかに専用のツールを用いるため非常に高価なものになっていた。本装置は Web/SNMP (Simple Network Management Protocol) カードを標準に装備し UPS の運転管理を容易に行えるようにした (図 5 参照)。

7.1 Web 機能

Web/SNMP カード内に、UPS のトレンドデータなどが

図3 完全独立並列システム

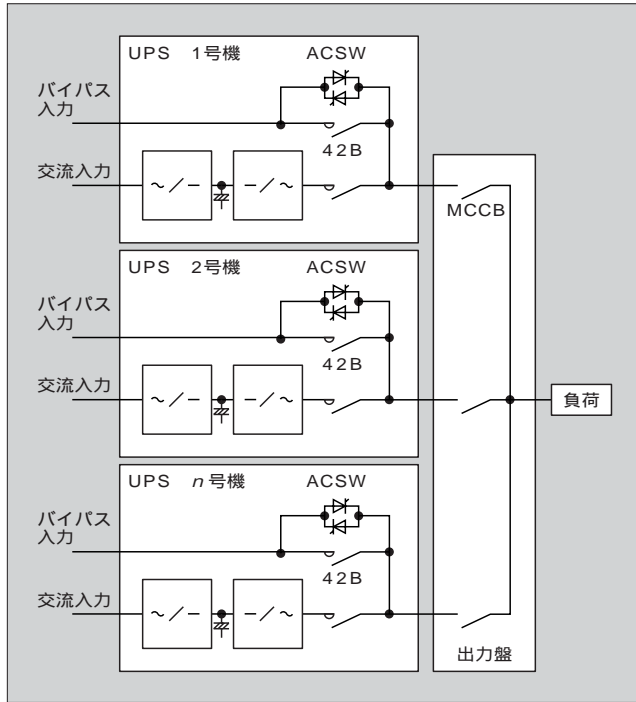
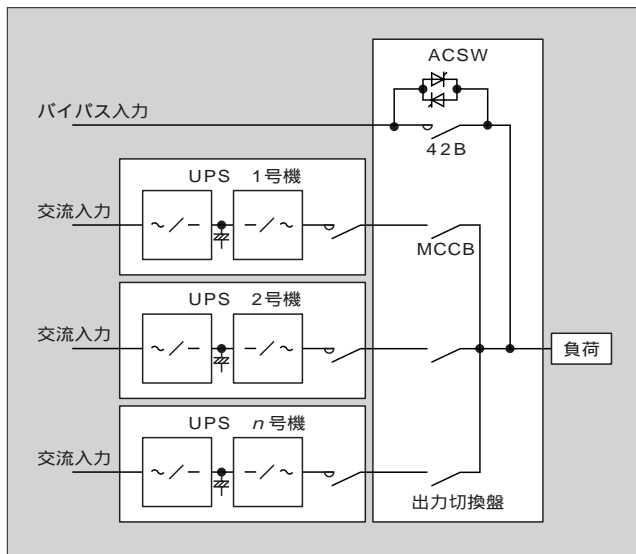


図4 従来の並列システム

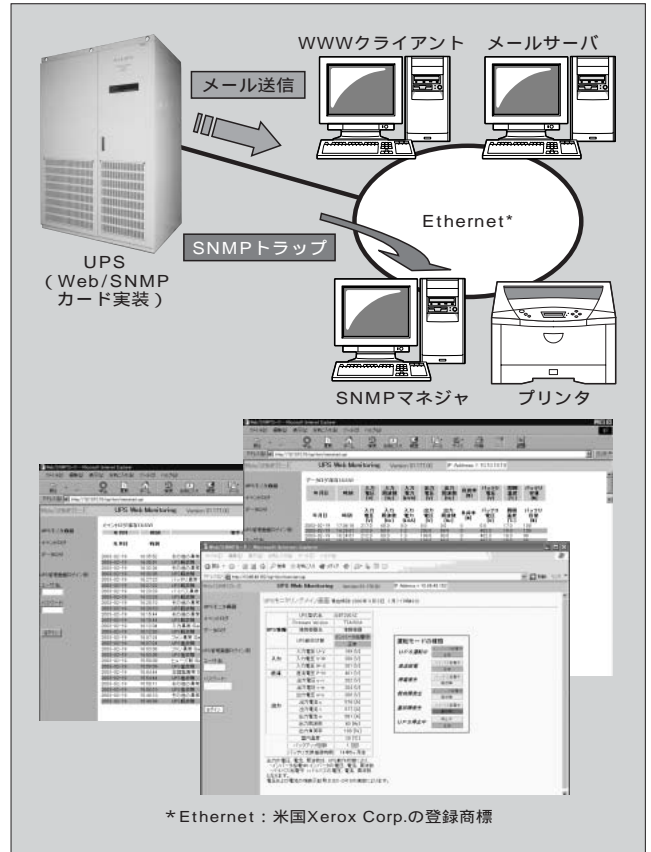


保存されているので UPS 内の Web/SNMP カードと市販のパソコン，ブラウザを用いて UPS 内の情報を表示することが可能である。またメールサーバへ接続することにより装置の故障時，設定したアドレスへ故障情報を添付した電子メールを送ることなどにより復旧作業の時間短縮が可能となる。

7.2 SNMP インタフェース

UPS 管理情報として，JEMA-MIB に対応しており，富

図5 Web/SNMP カードによるリモートメンテナンスシステム



* Ethernet : 米国Xerox Corp.の登録商標

士電機 MPV (Multi Power View)，その他市販の SNMP 管理ソフトウェアをインストールした SNMP マネジャによる UPS の管理が可能である。停電などのイベント発生時には，SNMP マネジャにトラップを利用して異常の発生を知らせることができる。

㊦ あとがき

本稿では，自励振動式ヒートパイプなどを用いて UPS 本体の小型化を実現し，完全独立並列方式を用いることにより出力切換盤を必要とせずシステムとしての小型化も実現し，UPS 管理機能を標準装備した，UPS6000D-3 シリーズを紹介した。この製品は従来の特性を維持しつつ小型化・高信頼度化を実現し，かつ，柔軟性の高い UPS システムの構築を可能にした。

今後とも広く顧客ニーズに応える装置開発やシステム開発に尽力する所存である。

参考文献

- [1] 本木泰ほか，大容量 UPS 「UPS600 シリーズ」，富士時報，vol.71, no.7, 1998, p.416-420.