

北米向け 3 レベル適用大容量高効率 UPS 「7000HX-T3U」

Large-Capacity, High-Efficiency 3-Level UPS for North America “7000HX-T3U”

川崎 大介 KAWASAKI, Daisuke

濱田 一平 HAMADA, Ippei

佐藤 篤司 SATO, Atsushi

近年、情報化社会における情報通信システムの発展により、データセンター市場は国内外で伸長している。これに伴い、システムを安定に稼働させる無停電電源装置（UPS）へのニーズも伸長している。北米市場向けに、定格電圧 480 V で 3 レベル電力変換回路による大容量で高効率な UPS 「7000HX-T3U」を開発した。富士電機独自の AT-NPC3 レベル IGBT（Insulated Gate Bipolar Transistor）モジュールを使用することで、最高効率 97% 以上の高効率を達成した。さらに、従来機種と同様に高信頼性を実現しつつ、北米で求められる UL 規格や NEC 規格に対応した。

Due to the development of information and communications systems in the information society in recent years, the data center market is expanding both in Japan and abroad. At the same time, there are increasing needs for uninterruptible power systems (UPSs) to ensure stable system operation. “7000HX-T3U,” which has been developed for the North American market, is a large-capacity, high-efficiency UPS using a 3-level power conversion circuit with a rated voltage of 480 V. By using Fuji Electric’s original AT-NPC 3-level insulated gate bipolar transistor (IGBT) module, the UPS has achieved a maximum efficiency of as high as 97%. It provides high reliability, as with the conventional models, and also supports UL and NEC standards which must be complied with in North America.

① まえがき

通信機器・ネットワークなどの情報通信システムは、昨今の情報化社会では必要不可欠となっている。これらのシステムが停止すると、社会活動へ甚大な悪影響を及ぼす可能性があるため、安定稼働が強く求められている。

情報通信システムの主要な役割を担う無停電電源装置（UPS：Uninterruptible Power System）は、データセンターにおいて、24 時間 365 日安定した電源を供給するための必要不可欠な電気機器である。近年のデータセンター市場の規模や成長率は、日本国内は比較的小さいが、アジアや北米においては市場規模が大きく、今後も大きな伸長が期待されている。富士電機では、日本国内・アジア向けだけでなく北米向けに UPS を展開することにした。

本稿では、北米向けに開発した定格電圧 480 V の大容量で高効率な UPS 「7000HX-T3U」（図 1）について述べる。



図 1 「7000HX-T3U」（400V 系 500kVA 機）

② 特徴

2.1 北米規格適合

北米への展開に当たり、アメリカ保険業者安全試験所の製品安全規格（UL 規格）、および米国防火委員会のケーブル敷設に関する規格（NEC 規格）への適合は必要不可欠である。本機種では、これらの規格に適合させるために、新たな装置部品の選定と開発を行った。

2.2 高効率

本機種は、日本国内向けの従来機「7000HX-T3」と同様に、世界最高水準の効率 97% を維持している。高い装置効率により、UPS での電力損失を低減させるだけでなく、UPS を冷却するための空調機の消費電力も削減できる。

また、データセンターでは装置の二重化や冗長化を施してシステムの信頼性を向上させているため、通常低い負荷率で運転している。通常運転時の低い負荷領域（20～50%）での電力損失も低減している。

2.3 高信頼性

データセンターでは 24 時間 365 日、UPS での給電を継続する必要がある。本機種は、保守メンテナンス時や万が一の故障時においても給電を継続する並列冗長運転方式や待機冗長運転方式などに対応している。図 2 および図 3 に、それぞれの代表的なシステム構成を示す。

2.4 高性能・高機能

(1) 高力率負荷対応

近年では、国際エネルギースタープログラム^(注1)などにより高力率化が要求され、力率改善を行う PFC 回路を適用した電子機器が増えている。そのため、PFC 回路を適用

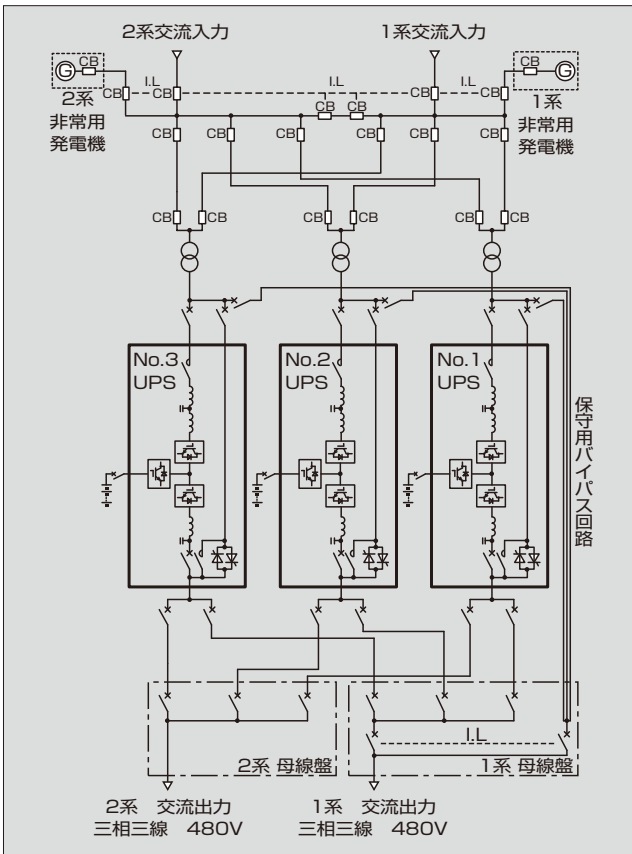


図2 並列冗長運転方式のシステム構成 (完全独立二重母線方式)

している負荷に対し、装置容量を低減することなく電力を供給するため、負荷力率 1.0 (500kW) の負荷に対応している。

(2) パワーウォークイン機能

パワーウォークイン機能は、UPS がバッテリー給電 (停電運転) から非常用発電機給電に切り替える際に、供給電力をバッテリー放電電力から徐々に非常用発電機電力へ移行するものである。この機能を設けることにより、非常用発電機に対する負荷が急変することによる非常用発電機の電圧の変動を抑制したり、乱調を防止したりできる。

(3) Web/SNMP カード

Web/SNMP カードを搭載してネットワークに接続することにより、標準ブラウザ上で UPS の運転状態を監視でき、故障情報をメールで通知する機能を備えている。

また、専用監視ソフトウェアにより、出力電力トレンド、UPS 動作履歴、故障履歴などを監視することもできる。

(4) MODBUS カード

新たに開発した MODBUS 対応のオプションカードにより、顧客設備のネットワークに接続することで UPS のデータを容易に監視することができる。Web/SNMP カ

〈注1〉 国際エネルギー省プログラム (エナジースター) : 電気機器の省エネルギーのための国際的な環境ラベリング制度である。経済産業省と米国環境保護局の相互承認の下で運営されている。対象となる製品は家電製品から産業機械、コンピュータまで幅広い。

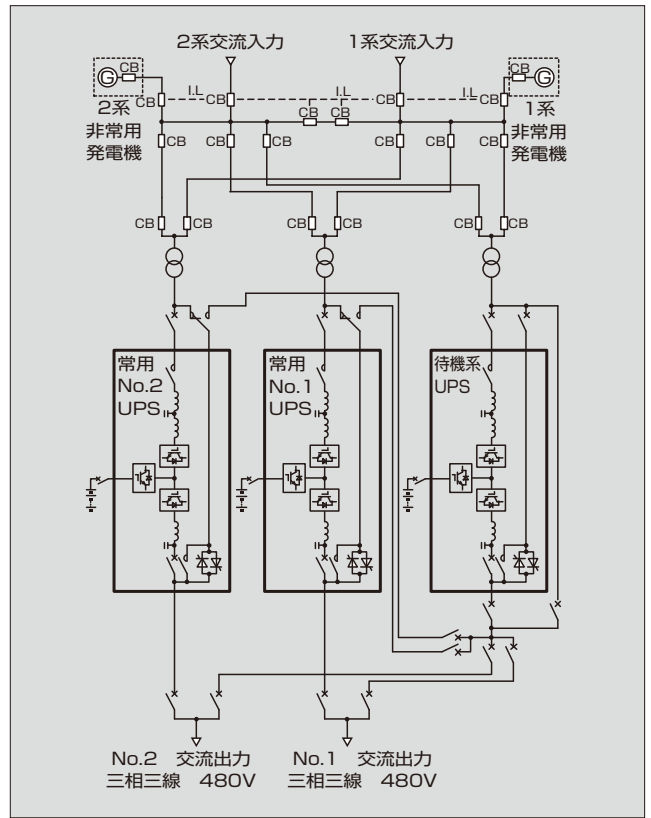


図3 待機冗長運転方式のシステム構成

ドかどちらかを選択することにより、顧客設備の通信方式に幅広く対応できる。

③ 仕様

図4 に 7000HX-T3U の外形図を、表1 に仕様を示す。3 レベル電力変換回路を採用することで損失が低減し、フィルタ回路を小型化した。これにより、装置の小型・軽量化を実現した。

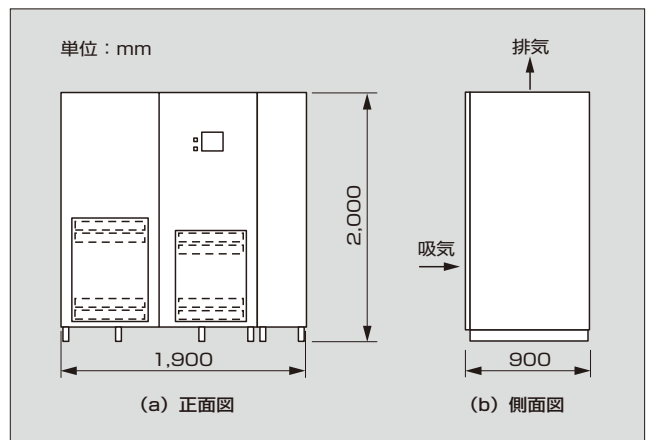


図4 「7000HX-T3U」の外形図

〈注2〉 MODBUS : フランス Schneider Automation, Inc. の商標または登録商標

表 1 「7000HX-T3U」の仕様

項目		仕様
UPS方式		常時インバータ給電方式
定格出力容量		500kVA/500kW
装置最大効率		97%
停電切替時間		無瞬断
質量		1,800kg
交流入力	相数	三相三線
	電圧	480V+10%, -20%
	周波数	60Hz±5%
	力率	0.99(遅れ)~1.0
	電流高調波ひずみ率	3%以下
バイパス入力	相数	三相三線
	電圧	480V±10%
直流入力	公称電圧	480~528V (鉛蓄電池240~264セル相当)
交流出力	相数	三相三線
	電圧	480V
	周波数	60Hz
	負荷力率	1.0
	電圧精度(整定時)	±1%以内
	過渡電圧変動	±3%以下(負荷0⇔100%)
	整定時間	50ms以下
	電圧波形ひずみ率	2%以下(線形負荷) 5%以下(非線形負荷)
	周波数精度	±0.01%以内(内部発振時)
	外部同期範囲	±5%以下
過負荷耐量	125% 10min 150% 1min	

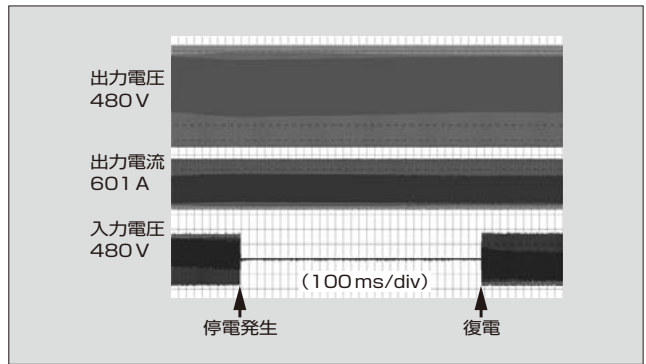


図 6 停電・復電時の波形

る。整流器はUPSの交流入力電流が力率 ≈ 1 の正弦波となるように制御を行い、チョッパは蓄電池の充電を行う。交流入力が停電すると、チョッパは蓄電池の電圧を適正な直流電圧に昇圧し、インバータが安定した交流に変換して供給する。図6に停電・復電時の波形を示す。停電が発生しても、出力は連続して安定した電圧を供給している。

チョッパについては、前述の動作のほかに、過負荷時、入力電圧低下時、復電パワーウォークイン時といった、負荷給電を入力とバッテリーの両方から同時に行うモードでの放電制御動作も行っている。

4.2 AT-NPC3 レベル電力変換回路の適用

整流器およびインバータには、図7に示すようなAT-NPC (Advanced T-type Neutral-Point-Clamped) 3レベル電力変換回路^(注3)を採用している。この変換回路に使用する半導体素子は、富士電機が開発したAT-NPC3レベルIGBT (Insulated Gate Bipolar Transistor) モジュール⁽¹⁾を使用している。

AT-NPC3レベル電力変換回路の特徴を次に示す。

- (a) スwitching電圧が2レベル電力変換回路の場合の半分になるので、変換器のswitching損失が低減し、電力変換効率の向上、省エネルギー化、変換器の小型化が可能である。

4 回路構成と動作

4.1 主回路構成と動作の概要

図5に主回路ブロック図を示す。交流を直流に変換する整流器と、直流を交流に変換するインバータからなるダブルコンバージョン方式を採用している。さらに、直流入力には蓄電池の充放電制御を行うチョッパを接続する。

交流入力が正常範囲にある通常運転状態では、インバータによって定電圧定周波数の安定した電力を負荷に供給す

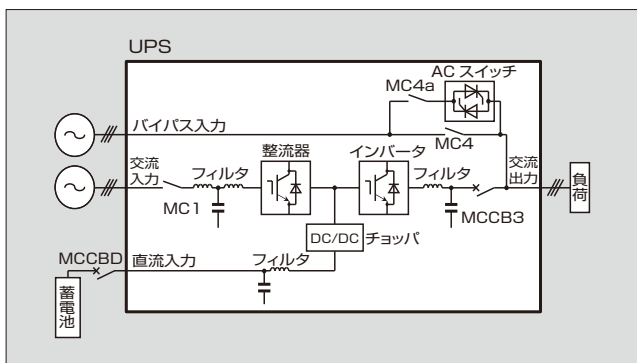


図 5 主回路ブロック図

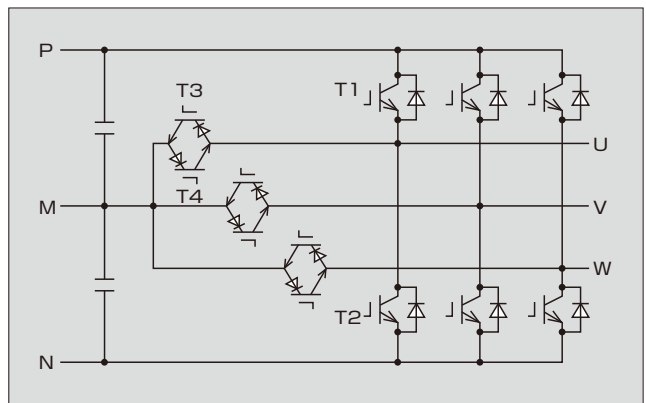


図 7 AT-NPC3 レベル電力変換回路

〈注3〉 3レベル電力変換回路：78ページ「解説6」“3レベル電力変換方式”を参照。

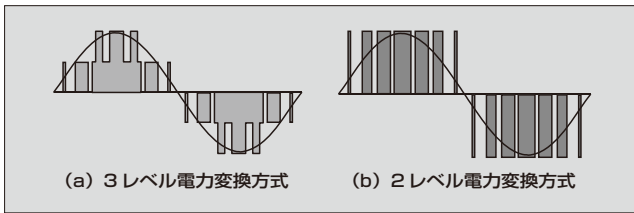


図 8 スイッチング波形の比較

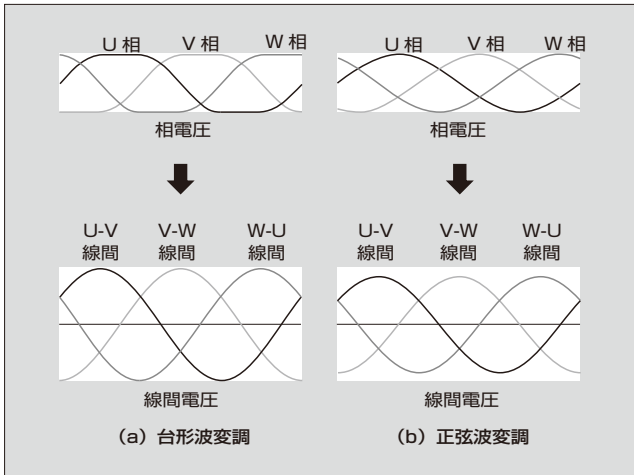


図 9 整流器とインバータの電圧波形

- (b) スイッチング波形が図 8 のように階段状になるので、2 レベル電力変換回路に比べて高調波電圧が低減される。これにより、フィルタ回路の高調波による損失が低減するので、固定損（無負荷損）が低減され、低負荷領域での効率が向上するほか、リアクトルやコンデンサの小型化も可能となる。
- (c) スイッチングに伴う発生ノイズが、2 レベル電力変換回路よりも低減できる。

4.3 交流定格 480V 対応

本機種の定格電圧は線間 480V であるため、変換器は日本国内向けに一般的な 415V に比べて高い電圧を出力しなければならない。そのために、一般的には半導体電力変換器に使用する素子の耐圧を高いものに変更する必要があるが、本機種では制御方式として台形波変調方式を採用することにより日本国内向け製品と同一の素子が使えるようにした（図 9）。

台形波変調では、相電圧のピークが正弦波と同一であっても、正弦波変調よりも高い線間電圧を出力することができる。半導体素子の耐圧は相電圧によって決まるため、台形波変調を用いることで、耐圧の低い素子でも高い線間電圧を得ることができる。また、直流電圧が低くて済むので、半導体のスイッチング損失も低減できる。

4.4 効率と損失

図 10 に、本機種の AC-AC 運転における効率特性を示

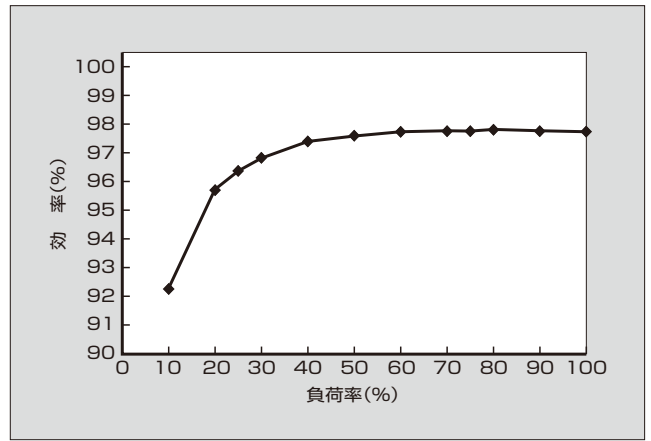


図 10 AC-AC 運転における効率特性

す。負荷率が 20～100% の間で、最高効率は 97% 以上、最低効率は 95% 以上である。すなわち、実運用負荷が低い場合も効率が良いので、高い省エネルギー効果が得られる。

5 あとがき

北米向け AT-NPC3 レベル適用大容量高効率 UPS 「7000HX-T3U」について述べた。北米規格や各種電源システムに対応しており、安全、低環境負荷と高信頼が要求される電源設備への広い適用が期待できる。

今後も電源装置の省エネルギー化とグローバル化を推進し、お客様の期待に応えていく所存である。

参考文献

(1) 中澤治雄ほか. アドバンストNPC変換器用RB-IGBT. 富士時報. 2011, vol.84, no.5, p.304-307.



川崎 大介

中大容量 UPS の開発・設計に従事。現在、富士電機株式会社パワエレ機器事業本部パワーサプライ事業部開発部。



濱田 一平

中大容量 UPS の開発・設計に従事。現在、富士電機株式会社パワエレ機器事業本部パワーサプライ事業部開発部。電気学会会員。



佐藤 篤司

中大容量 UPS のエンジニアリング業務に従事。現在、富士電機株式会社パワエレ機器事業本部パワーサプライ事業部企画部。



*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。