

# 無停電電源装置「SANUPS A11J」 三相4線モデルの開発

松尾 英昭

Hideaki Matsuo

柳沢 稔美

Narumi Yanagisawa

花岡 裕之

Hiroyuki Hanaoka

永井 正彦

Masahiko Nagai

金子 義敬

Yoshinori Kaneko

北澤 誠

Makoto Kitazawa

木村 博文

Hirofumi Kimura

## 1. まえがき

経済のグローバル化は世界の潮流となっているが、特に東南アジア地域の経済発展が大きな注目を集めている。世界の生産基地だった同地域は、人口の増加や産業の発達に伴って中間購買層が拡大し、一大消費地として成長しつつある。

同地域には多くの日系企業も進出しており、企業活動の基盤となる産業インフラ、特に電力インフラの整備は重要な課題であり、無停電電源装置（以下UPS）の需要拡大も大きく期待できる。

当社はこれまで、小容量UPS「SANUPS A11J」シリーズの単相2線5kVA～20kVAを海外向けに販売してきたが、今後、同地域での中容量帯の需要拡大を見据え、同シリーズに三相4線15kVA～45kVAを追加した。

本稿では新たに開発した「SANUPS A11J」シリーズ三相4線モデルの概要を紹介する。

## 2. 開発の背景

15kVA以上の交流電力を扱う場合、一般的には三相方式の送配電を行う。日本国内の三相交流システムの主流は三相3線式であり、3本の電線で送配電を行っている。経済的に優れており、電線一条あたりの送電能力も大きい。

しかし、海外での屋内三相交流システムの主流は三相4線式である。ビルの受電設備などで高压の三相3線を受け、変圧器の二次巻線をY接続し、その中性点から中性線を引き出す三相4線式である。

三相4線の線間電圧は相電圧の $\sqrt{3}$ 倍となり、線間（三相）と相間（単相）の両方の電圧を使用できるメリットがある。東南アジアでは380V/220V（三相/単相）などの電圧で、三相動力と単相電灯の両用の配電に使用されている。

三相交流システムの相違により、日本国内向けの三相3線UPSは、電圧だけでなく、送配電方式にも対応する必要がある。現状の仕様のままでは海外向けに販売することができない。

そこで、三相4線UPSの早期市場投入を目指し、現行の「SANUPS A11J」シリーズの単相技術を流用することで、短期間での製品開発を行った。「SANUPS A11J」シリーズの三相4線モデルは、単相UPSを3台、上記の中性線を共通線としてY

接続することで、送配電方式の違いに対応している。

## 3. 製品の概要

「SANUPS A11J」シリーズ三相4線モデルは、サーバやネットワーク機器向けに開発した装置である。本装置は、インバータユニット、集電ユニット、バッテリーユニットで構成され、EIA規格の19インチラック（以下ラック）に搭載する構造となっている。

現行の「SANUPS A11J」シリーズは、単相5kVAのインバータを基本ユニットとし、これを4台まで並列接続することで、最大20kVAまでの単相UPSが構成できる。

新開発の三相4線モデルは、単相5kVA～15kVAのインバータを三相の各相（R、S、T）に配置することで、最大45kVAまでの三相4線UPSを構成することができる。図1にインバータの結線図を示す。

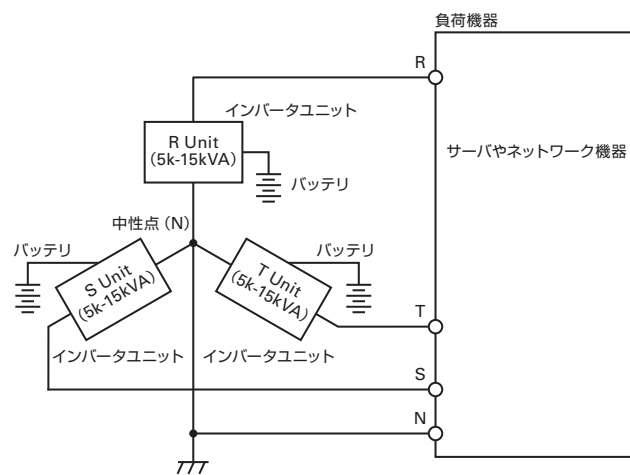


図1 インバータの結線図

回路構成は、給電品質を第一に考えたダブルコンバージョン方式を採用し、入力電圧と入力周波数に影響されないCVCF（Constant Voltage Constant Frequency）方式でありながら、高効率を実現している。

入出力電圧は、相電圧220V、230V、240Vの中から選択することで、線間電圧としては380V、398V、415Vの設定ができ、

アジアやヨーロッパの電源環境に対応する。

また、操作部には液晶ディスプレイを採用し、わかりやすいユーザインタフェースを提供している。

図2にラック搭載時の正面外観、図3にラック搭載時の背面外観、図4にインバータユニット（操作パネルあり）外観、図5にインバータユニット（操作パネルなし）外観を示す。

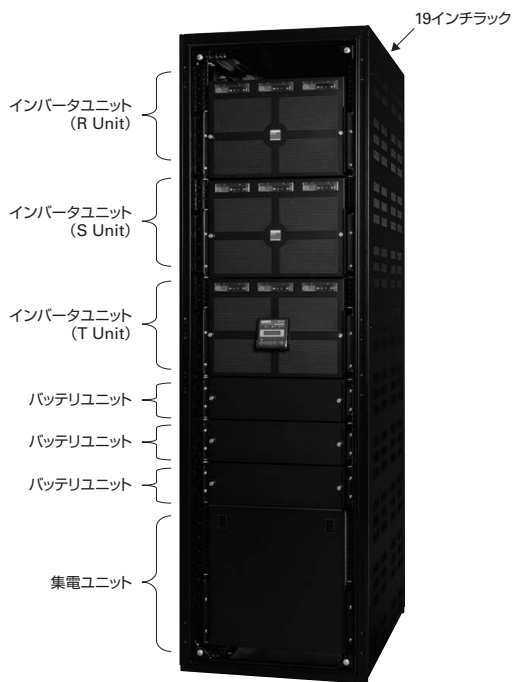


図2 ラック搭載時正面 (15kVA ~ 45kVA)

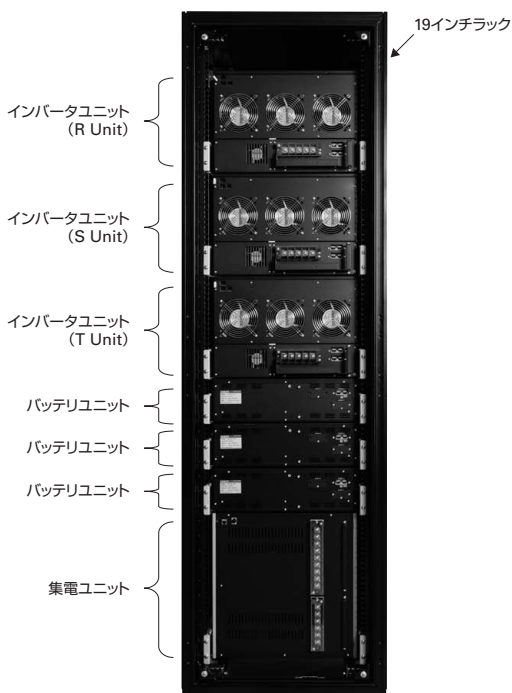


図3 ラック搭載時背面 (15kVA ~ 45kVA)



図4 インバータユニット (単相5kVA ~ 15kVA)  
(操作パネルあり)



図5 インバータユニット (単相5kVA ~ 15kVA)  
(操作パネルなし)

## 4. 特長

### 4.1 高効率

DC/AC変換回路に3レベルインバータを採用することにより、単相5kVAのインバータでは効率93%以上を実現した。これにより、ランニングコストを低減し、省エネルギーに貢献することができる。

### 4.2 出力力率0.9

近年のサーバなどに内蔵されている電源は、入力電流の力率補償を行う機能を持つものが増えており、負荷力率が上昇する傾向にある。

こうした状況に対応するため、本装置では出力力率0.9を実現した。これにより、増加する高入力力率の負荷機器にも余裕を持って給電することができる。

### 4.3 並列冗長運転による高信頼

現行の「SANUPS A11J」シリーズは、5kVAの基本ユニットを4台まで並列接続することができる。これにより、例えば、負荷容量に対して出力容量にユニット1台分(5kVA)以上の余裕があれば、ユニットに万が一の故障があった場合でも、残りの正常ユニットがインバータ給電を継続することで、高い信頼性を実現している。

新開発の装置においてもこの機能は踏襲されており、各相に

接続されたインバータユニットは、負荷容量に対して相毎に搭載されるインバータ1台分(5kVA)以上の余裕があれば、故障やメンテナンスにおいても、残りの正常ユニットでインバータ給電を継続することができる。

また、本装置のインバータは、並列運転時に電圧位相の同期をとるための共通線をなくすことで、共通部分の信頼性に依存しない高い信頼性も確保している。

#### 4.4 バッテリ管理機能

停電時、確実にバッテリーからのバックアップを行うため、自動でバッテリーテストを行う自己診断機能を備えている。また、バッテリー寿命警告、バッテリー運転積算時間、バッテリー充電率、バックアップ予測時間など様々なバッテリー管理機能を搭載し、信頼性の向上を図っている。

#### 4.5 軽量化

本開発では、三相中容量クラスのUPSを、インバータユニット、集電ユニット、バッテリーユニットに分割し、汎用的に使用されているラックに搭載できる構造を実現している。

また、インバータユニットにはインバータモジュール、バッテリーユニットにはバッテリーモジュールが搭載されており、それぞれをブロック化することで個々の軽量化を図っている。

軽量化をしたことで一般的な中容量クラスのUPSと比べ、据付場所への搬入作業にかかるコストも低減できる。納品時においても、チャータ便ではなく混載便が利用できる。

#### 4.6 保守性の向上

インバータ部とバッテリー部をモジュール化したことにより、交換などの保守性に優れている。図6にインバータモジュールの外観、図7にインバータモジュールの搭載イメージ、図8にバッテリーモジュールの搭載イメージを示す。

各モジュールはプラグイン方式であり、並列冗長運転時、万が一の故障があっても、インバータ給電のまま、すばやく交換ができ、高い可用性を得ることができる。また、保守バイパス回路も内蔵しており、商用電源からの給電を継続しながら、モジュールの保守や交換などを行うこともできる。

インバータモジュール、バッテリーモジュールの質量はどちらも18kg以下に抑えており、保守者における作業時の怪我のリスク低減などを図っている。



図6 インバータモジュール(単相5kVA)

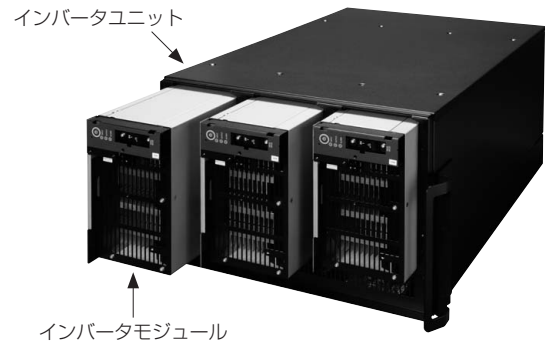


図7 インバータモジュールの搭載イメージ

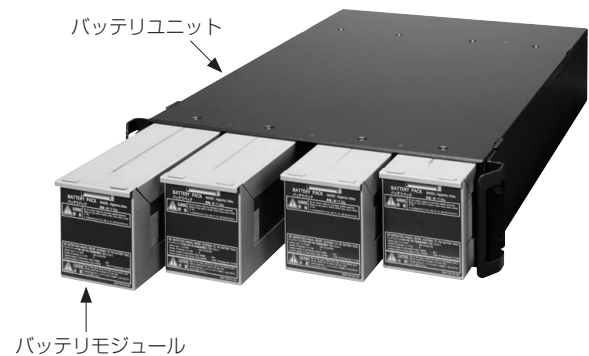


図8 バッテリモジュールの搭載イメージ

#### 4.7 操作パネル

操作パネルもモジュール化し、取り外しが可能となっている。図9に操作パネルの外観を示す。本パネルは、どのインバータユニットへも接続することができる。表示部には16桁×2行の液晶ディスプレイを採用し、装置の状態情報や計測表示などの情報をわかりやすく表示している。



図9 操作パネル

#### 4.8 ネットワーク対応

ネットワーク環境でUPSの管理が行えるよう、オプション製品にはUPS管理ソフト「SANUPS SOFTWARE」と「LANインタフェースカード」を用意している。これらを用いることにより、柔軟かつ強力なネットワーク環境を構築できる。

## 4.9 ワイドレンジ入力

入力電圧の許容範囲は、負荷率が70%を超えると-20%～+15%、負荷率が70%以下の場合は-40%～+15%とワイドレンジ入力に対応している。

また、入力周波数においても、周波数を固定(入出力非同期モード)に設定した場合、入力周波数40Hz～120Hzの範囲で出力周波数50/60Hzを給電することができる。

入力のワイドレンジ化により、バッテリー給電に切り換わる頻度を減らし、バッテリーの劣化を抑えることができる。

## 5. 回路構成

図10に本装置の回路系統図を示す。

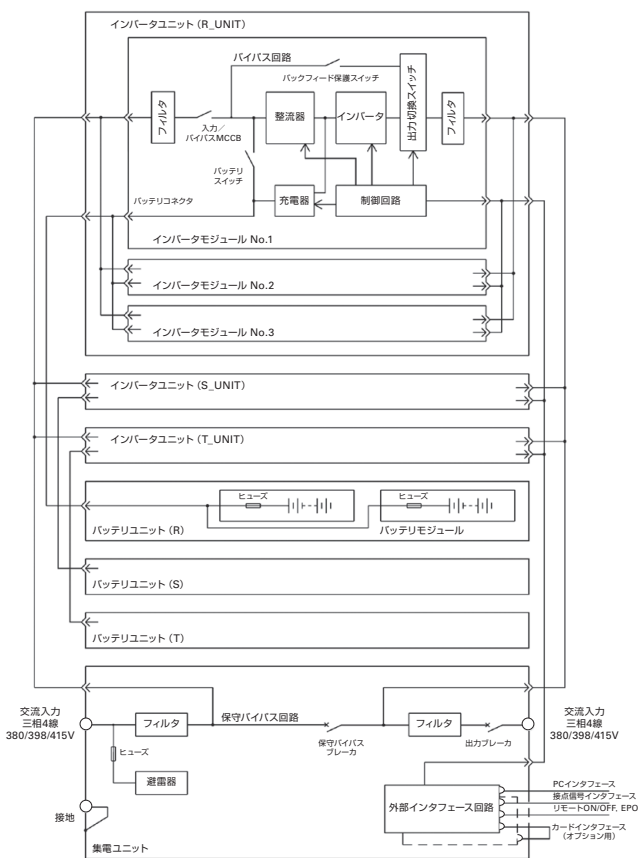


図10 回路系統図(45kVA)

### 5.1 主回路構成

本装置のインバータモジュールは、整流器、インバータ、充電器などで構成されており、以下のような工夫をしている。

- (1) 整流器には高入力力率チョップを採用することで、UPSの入入力力率を改善し、ワイドレンジに対応している。  
チョップ方式の場合、バッテリー電圧の昇圧回路としても共用できるため、部品点数の低減を図ることができる。
- (2) インバータには3レベル方式を採用することで、変換効率が向上した。3レベル方式には以下の特徴がある。

- a) ハーフブリッジ方式と比べ、スイッチング回数が1/2
- b) 低耐圧のスイッチング素子が使用できる
- c) ハーフブリッジ方式と比べ、ACフィルタにかかるリップル電流が1/2

- (3) 充電器はCPUで充電電流を制御・変更できるようにした。これにより、長時間バックアップ仕様の場合でも十分な充電能力を持ち、バッテリーの構成(容量)ごとに異なる充電電流に対して柔軟に対応することができ、充電器の増設や仕様変更が不要となる。

### 5.2 制御回路構成

本装置では、制御回路基板を表面実装化することで、実装面積の低減を行った。また、ユニット間および操作パネルとの通信には、CANバス(Controller Area Network: 車載用のLANとして開発された信頼性の高い通信方式)を採用することで、高速かつ高信頼の通信を行っている。

### 5.3 電気的特性

本装置の標準仕様を表1に示す。

表1 「SANUPS A11J」三相4線モデル仕様

項目		単位	定格または特性			備考	
MODEL		—	A11J153	A11J303	A11J453		
定格出力容量 (N 台設定)		kVA/kW	15/13.5	30/27	45/40.5	皮相電力 / 有効電力	
定格出力容量 (N + 1 台設定)		kVA/kW	—	15/13.5	30/27	皮相電力 / 有効電力	
方式	給電方式	—	商用同期形常時インバータ給電				
	冷却方式	—	強制空冷				
	インバータ方式	—	高周波 PWM				
交流入力	相数	—	三相4線				
	定格電圧	V	380/398/415 (相電圧 :220/230/240)			許容電圧範囲 : - 40% ~ + 15% (注1)	
	定格周波数	Hz	50/60			自動判定または固定を選択 (注2)	
	最大容量	N 台設定	kVA	16.5 以下	33 以下	49.5 以下	バッテリー回復充電時の最大容量
N + 1 台設定		kVA	—	18.6 以下	35.1 以下	バッテリー回復充電時の最大容量	
交流出力	相数	—	三相4線				
	定格電圧	V	380/398/415 (相電圧 :220/230/240)			入力電圧と同じ	
	電圧整定精度	%	± 2 以内				
	定格周波数	Hz	50/60			入力周波数と同じ	
	周波数精度	%	± 1 / ± 3 / ± 5 以内			非同期時 : ± 0.5% 以内	
	波形歪率	%	3/8 以下			線形負荷 / 整流器負荷, 定格運転時	
	過渡電圧変動	負荷急変	%	± 5 以内			0 ⇄ 100% 急変
		停電・復電	%	± 5 以内			定格運転時
		入力電圧急変	%	± 5 以内			± 10% 急変
		応答時間	サイクル	5 以下			負荷開放時を除く
	負荷力率	—	0.9 (遅れ)			変動範囲 : 0.7 (遅れ) ~ 1.0	
	過電流保護	%	110 以上	110 (220) 以上	110 (165) 以上	バイパス回路へ自動切換 (注3, 4)	
過負荷耐量	インバータ	%	110/118	110/118 (220/236)	110/118 (165/177)	1 分間 / 瞬時 (注4)	
	バイパス	%	200/800	200/800 (400/1600)	200/800 (300/1200)	30 秒間 / 2 サイクル (注4)	
バッテリー	種類	—	小形制御弁式鉛蓄電池				
	バックアップ時間	分	10	5	3	周囲温度 25°C, 初期値, 負荷力率 0.8	
	期待寿命	年	5			周囲温度 25°C	
使用環境	周囲温度	°C	0 ~ 40				
	相対湿度	%	20 ~ 90				
19 インチラック搭載スペース	U	40			EIA 規格		
質量	kg	460	496	532			
入出力端子台位置	—	正面下部 (フィールドワイヤリングタイプ)			適合電線サイズ : AWG1 (max)		
外部インタフェース位置	—	正面下部 (シリアル通信, LAN, 接点信号, リモート ON/OFF, EPO)			LAN インタフェースはオプション		

注1. 負荷率により交流入力の許容電圧範囲が異なる。負荷率が70%以下の場合: - 40% ~ + 15%, 負荷率が70%を超える場合: - 20% ~ + 15%となる。なお、負荷率が70%以下の場合の電圧異常検出 - 40%については、復電検出は - 20%となる。

注2. 自動判定設定時、周波数同期範囲は± 1%, ± 3%, ± 5%から選択でき(出荷時: ± 3%), このときの許容周波数範囲(非同期運転範囲)は± 8%となる。± 8%を超えるとバッテリー運転に切り換わる。

周波数固定設定時、入力周波数に関わらず出力周波数は50Hzまたは60Hz固定となり、このときの許容周波数範囲は40Hz ~ 120Hzである。40Hz ~ 120Hzを超えるとバッテリー運転に切り換わる。

自動判定設定と周波数固定設定のどちらに設定した場合も、許容範囲外から復帰するときは、± 8%以内に帰ったときとなる。また、起動時、入力周波数が周波数同期追従範囲で設定した値(± 1%, ± 3%, ± 5%)の範囲内にはないとインバータは起動しない。

注3. バイパス回路との同期切換条件は、周波数設定が自動判定設定で、入力周波数が周波数同期範囲内および入力電圧が定格値の変動範囲内のときである。

注4. ( )内の数値はN + 1台設定時の場合である。

注5. 起動時はインバータより出力供給する。(インバータ始動タイプ)

## 6. お客様のメリット

システムインテグレーション (SI) を行うお客様がUPSを手配する場合、従来は案件ごとUPSの出力容量に縛られた発注となっていた。そのため、直前になって出力容量の変更(増減)が発生すると、仕様変更にかかる時間の浪費や工期への影響によるコストの増大が問題になることもある。

本装置は、インバータユニットに搭載するインバータモジュールの台数を調整することで、15k/30k/45kVAのUPSシステムが構築できる。UPSの出力容量に縛られた発注をする必要がなく、低リスクでの調達が可能である。

## 7. むすび

今後、経済のグローバル化により、様々な地域で電力のインフラ確保が重要な課題となる。それにともない、より高信頼、高効率、低コストのUPSが求められていくと考えられる。

これらの市場要求に対応した製品開発を迅速におこない、今後もお客様に満足していただける製品を提供していく所存である。

本UPSの開発、製品化にあたり、多くの関係者の協力と助言を得られたことに深く感謝する次第である。



**松尾 英昭**

1997年入社  
パワーシステム事業部 設計第二部  
無停電電源装置の開発・設計に従事。



**柳沢 稔美**

1995年入社  
パワーシステム事業部 設計第二部  
無停電電源装置の開発・設計に従事。



**花岡 裕之**

1988年入社  
パワーシステム事業部 設計第二部  
無停電電源装置の開発・設計に従事。



**永井 正彦**

1993年入社  
パワーシステム事業部 設計第二部  
無停電電源装置の開発・設計に従事。



**金子 義敬**

1992年入社  
パワーシステム事業部 設計第二部  
無停電電源装置の機構設計に従事。



**北澤 誠**

1999年入社  
パワーシステム事業部 設計第二部  
無停電電源装置の開発・設計に従事。



**木村 博文**

2007年入社  
パワーシステム事業部 設計第二部  
無停電電源装置の開発・設計に従事。