

# グローバル対応の汎用インバータ「FRENIC-HVAC/AQUA シリーズ」「FRENIC-Ace シリーズ」

General-Purpose Inverters Meeting Global Standards, “FRENIC-HVAC/AQUA Series” and “FRENIC-Ace Series”

河野 博之 KONO, Hiroyuki

三垣 巧 MIGAKI, Takumi

皆見 崇之 KAIMI, Takashi

近年、汎用インバータに要求される機能が多機能化し、専用のコントローラや可変速駆動装置を適用してきた分野においても、汎用インバータをカスタマイズして適用するケースが増加している。また、製品のグローバル化の要求も増加している。これらのニーズに応えるため、グローバル対応の汎用インバータ「FRENIC-HVAC/AQUA シリーズ」「FRENIC-Ace シリーズ」を開発した。カスタマイズロジック機能の標準搭載をはじめ、多言語対応機能やリージョンコードの導入など、グローバル化に対応した製品であるとともに、ノイズや機能安全などに関する国際標準規格に適合している。

In recent years, general-purpose inverters have been required to be multi-functional. Even in the areas where dedicated controllers or specialized variable speed drives were conventionally used, in an increasing number of cases customized general-purpose inverters are being adopted. The demand for product globalization is also increasing. To satisfy these needs, Fuji Electric has developed the “FRENIC-HVAC/AQUA Series” and “FRENIC-Ace Series” general-purpose inverters that meet global standards. These products are supporting our globalization by featuring a customized logic function as standard and introducing multi-language support and region codes. They also comply with international standards regarding noise immunity and functional safety.

## 1 まえがき

汎用インバータは、ファン・ポンプの省エネルギー化、ならびに産業機械の省力化や自動化などの幅広い用途で使用されている。富士電機では、ファン・ポンプ向けに適した負荷変動が少ない単純可変速のシリーズから、上下搬送装置向けに適した高性能ベクトル制御を搭載したシリーズまで、幅広くラインアップしている。

今回開発した「FRENIC-HVAC/AQUA シリーズ」および「FRENIC-Ace シリーズ」は、グローバル化に対応した製品であるとともに、インバータが適用される最終製品に応じた国際規格に適合している。本稿では、これらのインバータについて述べる。

## 2 グローバル対応機能の拡大

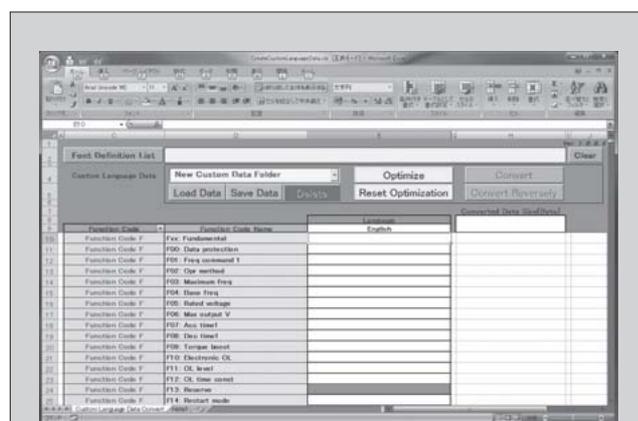
### 2.1 多言語対応機能

グローバル化に対応するために必要な機能の一つとして、表示器における多言語対応がある。ユーザにとって自国の言語を使って機能コードなどのインバータ情報の確認ができることは、単に見やすさだけでなく、設定ミスや誤った理解に伴う事故を減らすことにつながる。

従来、富士電機のインバータシリーズでは、仕向け先別に日本語を含む6言語を基本として搭載していた。これをFRENIC-HVAC/AQUA シリーズでは、標準搭載の言語を19言語に増やして言語による障壁を低くした。19言語は、日本語、英語、ドイツ語、フランス語、スペイン語、イタリア語、中国語、ロシア語、ギリシャ語、トルコ語、ポーランド語、チェコ語、スウェーデン語、ポルトガル語、オランダ語、マレー語、ベトナム語、タイ語、インドネシア語である。

### 2.2 ユーザカスタマイズ言語作成ツール

19言語を表すための文字は、19言語以外の言語にも使用できるが、独特な文字を必要とする言語が多くある。また、同じ英語圏でも国によって用語が異なるので、富士電



(a) データ作成画面



(b) 文字編集画面

図1 ユーザカスタマイズ言語作成ツールの編集画面

機が通常使用している表記ではユーザにとって理解が難しい場合がある。

そこで、あらゆる文字に対応できるユーザカスタマイズ言語作成ツールを開発した。このツールの編集画面を図1に示す。図1(a)に示すデータ作成画面から、微妙な言語表現(言い回し)を設定することができる。また、図1(b)に示す文字編集画面で作成した文字は、文字データとして保存することができるため、作成した文字データを19言語以外にも流用することができる。

### 2.3 リージョンコードの導入

従来、富士電機のインバータは、日本、アジア、中国、台湾、欧州、北米、韓国の各地域向けに言語や電源仕様(電圧、周波数)の設定、端子形状・仕様の異なる7モデルを用意していた。

しかし、各地域に出荷された後にユーザの機械装置に搭載され、さらに別地域に出荷される場合も多く、最終出荷地域で同一仕様の品が調達しにくいことや端子形状・仕様の相違により作業者が困惑することなどの課題があり、ユーザから現地調達の容易化や仕様の共通化を望む声があった。

これらの課題に対し、海外向けモデルを対象にハードウェア構成の集約と共通化を図ったグローバルモデルを用

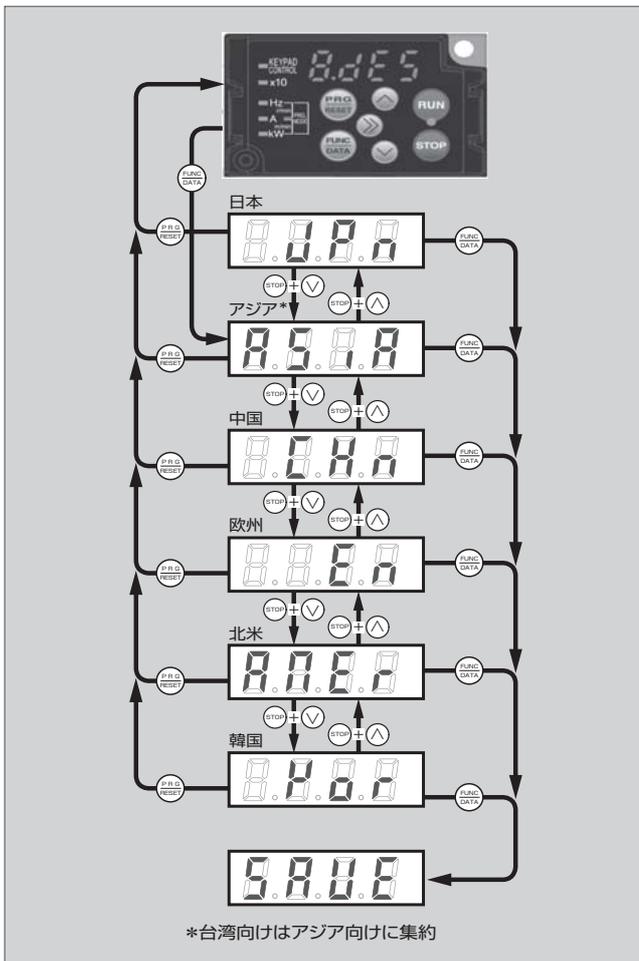


図2 リージョンコードの設定

意した。従来、出荷時に各地域向けモデル別に設定していた言語や電源仕様(電圧、周波数)を、図2に示すようにユーザが導入時にリージョンコード(region code)を選択するだけで自動で設定できるようにした。

この集約と共通化により海外向けモデル数を従来の1/3と大幅に削減し、ユーザのグローバル調達、在庫管理の省力化やセットアップ作業の容易化を実現した。

### 2.4 カスタマイズロジック機能の標準搭載と拡充

FRENIC-Aceシリーズでは、大幅に機能を拡充したカスタマイズロジック機能を標準で搭載した(図3)。

従来、標準仕様のインバータでの対応が難しいエンドユーザや機械セットメーカーの求める専用機能は、インバータ本体のソフトウェアの機能を向上した特殊品や、外部制御機器を用いて対応してきた。カスタマイズロジック機能を拡充し、標準で搭載したFRENIC-Aceシリーズでは、このような用途にも標準仕様のインバータだけで対応できるようになった(図4)。その結果、世界各地の販売拠点のエンジニアリング部門、システムインテグレータ、



図3 カスタマイズロジック機能

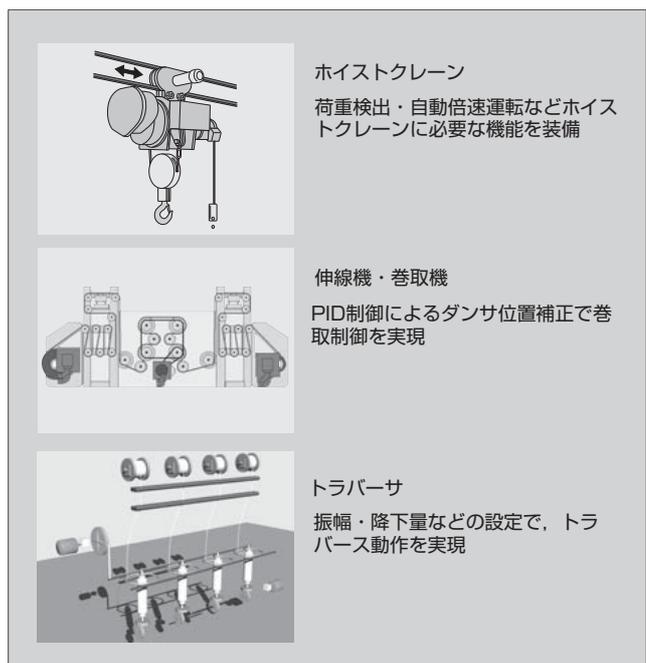


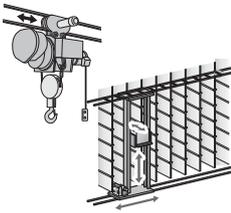
図4 カスタマイズロジック機能の適用例

マシンビルダーおよびエンドユーザ自身によるプログラミングができるようになった。

### 2.5 4種類の過負荷定格

FRENIC-Ace シリーズは、適用する機械装置に応じた重過負荷定格（HHD 定格）と軽過負荷定格（HND 定格）の2種類の“過負荷定格”と、インバータが設置される周囲温度が40℃と50℃を上限とする2種類の“温度定格”を選択でき、1型式で合計4種類の定格に対応した（図5）。

立体倉庫などにおける高頻度で起動・停止を繰り返す上下搬送装置、食品加工機械や材料加工における高粘度材料の攪拌（かくはん）機および粉碎機などでは、重過負荷定格が適している。ファン・ポンプ、遠心分離機、コンベアなど穏やかな加速・減速動作、連続回転など過負荷耐量をあまり必要としない場合は、軽過負荷定格が適している。軽過負荷定格は、重過負荷定格に比べて同じ出力のモータに対し、容量が1ランク小さいインバータが採用できる。さらに周囲温度が40℃の環境では、容量が2ランク小さい定格（ND 定格）のインバータが採用できるようになり、世界的に市場の大きいファン・ポンプ用途やユーティリティ用途への適用が容易となった。

適用モータ		
主な用途	搬送装置、 上下搬送装置、 高粘性液体ポンプ、 攪拌機、包装機械など 	ファン・ポンプ、 可変速コンベアなど  
過負荷耐量	150% 1 min 200% 0.5 s	120% 1 min
周囲温度	50℃	HHD*1 定格 FRENIC-Ace 18.5 kW 
	40℃	HD*3 定格 FRENIC-Ace 15 kW (容量1ランク ダウン) 
		HND*2 定格 FRENIC-Ace 15 kW (容量1ランク ダウン) 
		ND*4 定格 FRENIC-Ace 11 kW (容量2ランク ダウン) 

\*1 HHD : High carrier frequency Heavy Duty  
\*2 HND : High carrier frequency Normal Duty  
\*3 HD : Heavy Duty  
\*4 ND : Normal Duty

図5 4種類の過負荷定格

### ③ 国際標準規格への対応

#### 3.1 インバータの国際標準規格

インバータの輸出においては、輸出先の規格に適合することが必須である。例えば、欧州向けには EN61800-3 および EN61800-5-1、北米向けには UL508c への適合が必要となる。アジアなどの独自の規格がない地域においては、EN や UL の規格の適合が入札条件となる。FRENIC-HVAC/AQUA シリーズおよび FRENIC-Ace シリーズは、これらの規格に適合している。近年は、規格要求の高まりとともに、インバータが設置される環境に応じた条件への適合が求められる、これに対応している。

#### 3.2 設置環境に応じた規格への適合

表1に、FRENIC-HVAC/AQUA シリーズ、FRENIC-Ace シリーズが適合している規格を示す。

FRENIC-HVAC/AQUA シリーズは、ファン・ポンプ用途向けで使用されるインバータであるため、設置先の環境が工場だけでなく、ビル、店舗、駅などの商業施設に及ぶ。工場への設置においては、より長いモータケーブルに対応することが望ましい。商業施設においては、発生ノイズを抑制してより厳しい制限値に合格する必要がある。また、駅への設置では、鉄道設備用の EMC 規格取得が求められる場合がある。このように設置環境に応じた要求を基に、表1に示す規格を選択して適合性評価を受けている。

工作機やプラント用途である FRENIC-Ace シリーズは、機能安全にも対応している。

ユーザがインバータを選定する際には、ユーザの設備に必要な規格とインバータの適合規格を比較しながら選定する。しかし、EMC 規格の条件において、メーカーの指定

表1 適合規格

シリーズ名	規格	規格名称・条件
FRENIC-HVAC/AQUAシリーズ	EMC*1	EN61800-3*3 C1 : モータケーブル10 m C2 : モータケーブル75 m/ 150 m C2/C3 : モータケーブル30 m EN50121-5
	瞬時停電耐量	SEMI F47-0706
	安全	EN61800-5-1 UL508c
	機能安全	-
FRENIC-Aceシリーズ	EMC*2	EN61800-3*3 C2 : モータケーブル10 m
	安全	EN61800-5-1 UL508c
	機能安全	ISO13849-1 EN61508-1 ~ 7 EN61800-5-2

\*1 フィルタ内蔵  
\*2 外付けEMCフィルタ  
\*3 10m : 一般産業用  
75m/150m : ファン・ポンプ用  
30m : 漏電遮断器を使用する設備用  
C1 : 住宅、商業地域用  
C2 : 住宅、商業地域用(専門家の監督の下で施工)  
C3 : 工業環境用

条件とユーザの使用条件は必ずしも一致しない。両者の条件が不一致の場合は、ユーザ側で適合性を証明する義務があるため、ユーザにとって大きな負担となる場合があった。近年のファン・ポンプ用途向けのインバータでは、メーカーが代表的な設置環境で認定を取得する傾向がある。ユーザは個別に適合性評価のための試験を行う必要がなくなるが、逆にメーカー側で、より多くの条件で認定を取得する必要がある。

### 3.3 EMI フィルタの設計

1機種で複数の EMC 規格に適合するためには、EMI フィルタの設計が重要である。図 6 に、EMI フィルタ回路の例を示す。

インバータの発生ノイズは、モータケーブルの自己インダクタンスおよび静電容量により生じる LC 共振周波数にピークがある周波数特性を持つ。ノイズフィルタの設計手法として、フィルタの減衰特性が最大になる周波数をノイズのピークと一致させることで、フィルタを小型化できることが知られている。しかし、インバータ発生ノイズの共振周波数がケーブル長により変化する可能性がある場合、従来は全周波数域で高い減衰特性を持たせる設計を行っていた。その代表例が図 6 (a)に示す 2 段フィルタである。この設計ではフィルタの小型化および内蔵化が困難であり、周波数によっては減衰量が過剰となる点が課題であった。課題解決のため、FRENIC-HVAC/AQUA シリーズでは根本的に見直しを行い、図 6 (b)に示す EMI フィルタ回路とした。

従来の 2 段フィルタにおいて、小型化の障害となる部品はコモンモードリアクトルである。コモンモードリアクトルはケース付きのフェライトコアに巻線加工をしたもので、その体積とコストはフィルタの 7 割を占めるため、2 段化により EMI フィルタの体積とコストも 2 倍となってしまう。

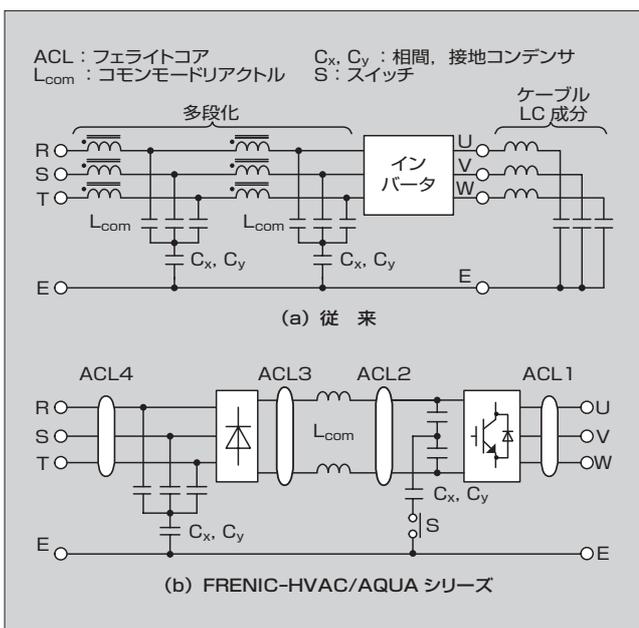


図 6 EMI フィルタ回路の例

う。そこで、FRENIC-HVAC/AQUA シリーズではフィルタの 2 段化は行わず、回路の各部にフェライトコアを分散配置してフィルタのインピーダンスを調整した。フェライトコアは裸のコアを既存の内部配線に固定するだけで設置が可能のため、非常に安価である。また、内部配線の近辺は空きスペースとなっていることが多く、フェライトコアを追加してもフィルタの体積はほとんど増加しない。フェライトコアによるインピーダンス調整の結果、1 段フィルタに近い体積とコストで 2 段フィルタと同等のノイズ減衰量を実現した。

インピーダンスを調整する上で最も重要となるのがフェライトコアの選定である。FRENIC-HVAC/AQUA シリーズでは、種々のコア材料とコアサイズを組み合わせた 30 種類のフェライトコアを候補とし、各配置先において最小サイズで必要なインピーダンスが得られるよう選定した。材料とサイズの組合せを変えることで、回路構成を変更することなく減衰量を調整することができる。1 台のインバータで複数のケーブル条件に適合する内蔵 EMI フィルタを FRENIC-HVAC/AQUA シリーズの全容量において実現した。

### 3.4 雑音端子電圧

図 7 に、FRENIC-HVAC/AQUA シリーズの雑音端子電圧の測定結果を示す。モータケーブルが異なるためノイズのピークが大きく異なるが、それぞれの規格の限度値以下であることが分かる。規格値に対して過剰設計となっている周波数帯はほとんどなかった。図 7 の波形において図 6 (b)のスイッチ S はオン状態であり、大容量接地コンデンサを接続することで、C1 規格や C2 規格に適合するために必要な高い減衰特性を得ている。しかし、この大容量接地コンデンサは電源の漏れ電流を増加させるため、一次電

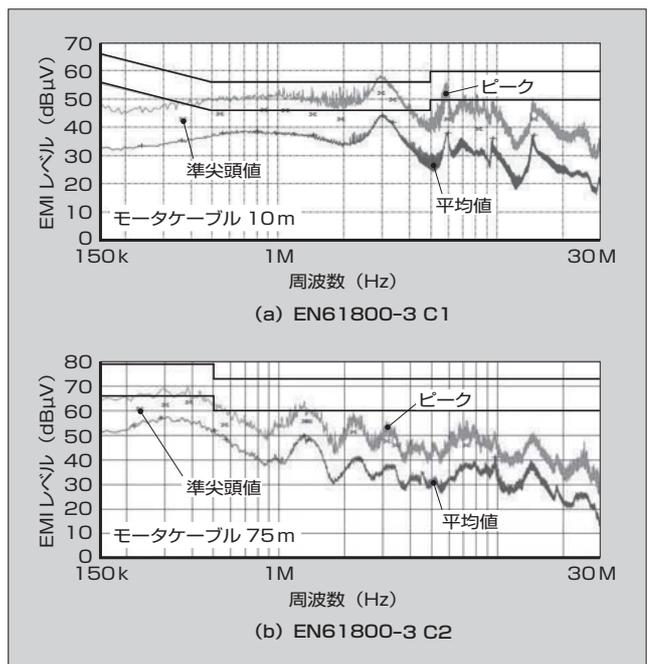


図 7 FRENIC-HVAC/AQUA シリーズの雑音端子電圧

源側に配置した漏電遮断器を誤動作させるなど、障害の原因となる可能性がある。そこで、C1 規格や長距離モータケーブルへの対応が不要なユーザについては、図 6 (b)におけるスイッチ S を解放することで、規格を満足したまま漏れ電流を低減して漏電遮断器の設置された環境に使用することができる。

#### 4 あとがき

富士電機のグローバル対応の汎用インバータ「FRENIC-HVAC/AQUA シリーズ」および「FRENIC-Ace シリーズ」について、その特徴を述べた。お客さまの要求を満たすための多機能化とグローバル化の流れは今度も継続すると思われる。いち早くその流れをくみ取り、真のグローバル製品の創出を追求していく所存である。



#### 河野 博之

可変速駆動装置の開発・設計に従事。現在、富士電機株式会社パワーエレクトロニクス事業本部開発部グループリーダー。



#### 三垣 巧

可変速駆動装置の開発・設計に従事。現在、富士電機株式会社パワーエレクトロニクス事業本部開発部グループリーダー。



#### 皆見 崇之

可変速駆動装置の EMC フィルタ開発に従事。現在、富士電機株式会社パワーエレクトロニクス事業部開発部。





\*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。