エネルギー管理システム用機器

吉田 隆 (よしだ たかし)

谷 敏明 (たに としあき)

高橋 文人(たかはし ふみと)

1 まえがき

2006年4月に「エネルギー使用の合理化に関する法律」(省エネルギー法)が改正・施行される。このような背景の中,富士電機では低圧配電設備においてエネルギー管理

や設備管理システムに適用できるネットワーク化が可能な 多数の機器をシリーズ化している。

センサ [CT (Current Transformer), VT (Voltage Transformer)] 別置形のエネルギー監視機器「F-MPC シリーズ」 (Fuji-Multiple function Protectors and Controllers) をは

図 1 FePSU ブレーカ・ELCB の外観

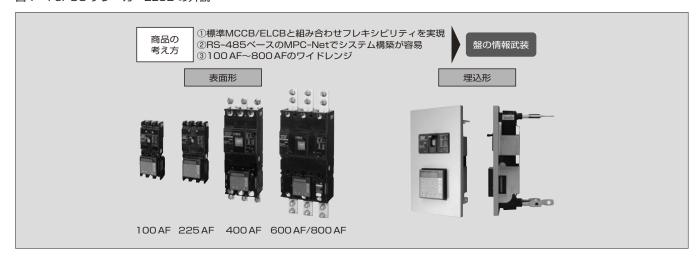
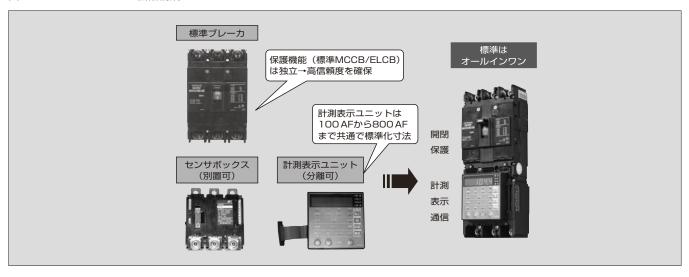


図2 FePSU ブレーカの機器構成





吉田 隆

電子機器・ネットワーク機器の開発に従事。現在,富士電機機器制御株式会社器具事業部技術開発・ 生産センター開発部主任。電子情報通信学会会員。



谷 敏明

電力監視機器の開発に従事。現在, 富士電機機器制御株式会社器具事 業部技術開発・生産センター開発 部。電子情報通信学会会員。



高橋 文人

エネルギー監視機器の開発に従事。 現在,富士電機機器制御株式会社 器具事業部技術開発・生産セン ターネットワーク機器開発部主任。 じめ、計測・状態データを汎用パソコンで収集管理する汎用エネルギー管理システム「F-MPC-Net」などが好評を得ている。

一方、エネルギー管理システムの普及と多様化に伴い、近年は機器が使用される用途や設置スペースに応じて、より最適な機器の提供を求める市場ニーズがある。今回、F-MPCシリーズに加え、より最適なエネルギー管理システムの構築が可能となるエネルギー監視機器シリーズを開発したので紹介する。

なお、省エネルギー法の概要および低圧配電設備における省エネルギーシステムの動向は、本号の別稿「低圧配電システムのネットワーク化と省エネルギー支援機器」を参照いただきたい。

② センサ (CT, VT) 内蔵形エネルギー監視機器

通常のエネルギー監視機器は、監視機器本体に加えて CT, VT などのセンサを設置する必要がある。これらセンサは設置スペースを必要とし、かつ工数がかかるだけでなく、まれに配線ミスの発生などの課題を持っており、改

図3 FePSU ブレーカの計測機能構成

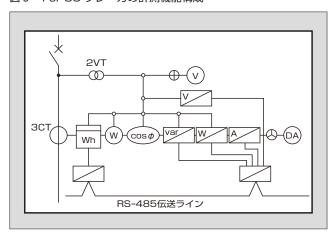
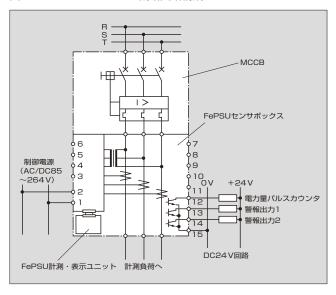


図4 FePSU ブレーカの概略回路構成



善が望まれていた。そこでこうしたニーズに応えるため、 センサ内蔵形の機器として以下のものを開発した。

2.1 FePSU ブレーカ

「FePSU ブレーカ」(Fuji electric Power Surveillance Unit)はセンサ類(CT, VT)を遮断器と一体化したエネルギー監視機能付ブレーカで,低圧配電設備の保護監視・保全・省エネルギー支援用途に適している。標準ブレーカと計測表示ユニットとを一体化取付けしたもので,計測表示ユニットにセンサを内蔵している。100~800 A フレーム(AF)を系列化しており,機器の適用条件や用途に応じて F-MPC シリーズとの使い分けによる最適な機種の選定が可能である。新設設備の計測と保護とを行う遮断器の適用では FePSU ブレーカがより適している。

FePSU ブレーカの外観を図1、機器構成を図2に示す。 主な特長は以下のとおりである。

- (1) ブレーカの過電流検出部と計測用の CT はおのおの独立しており、高い保護信頼性を確保している。
- (2) 計測項目として電流,電圧,電力,電力量,高調波,力率 および漏れ電流〔ZCT (Zero-phase-sequence Current Transformer) 付 MCCB (Molded-Case Circuit Breaker) との組合せ時〕を備えている。全計測項目をF-MPC シリーズと同じ RS-485 で送信できるので,同一のエネルギー管理システム内で F-MPC シリーズとの併用が可能である。なお,電力量はパルス出力機能も標準装備している。
- (3) センサ内蔵で省施工,省スペースである。

表 1 FePSUブレーカの主な仕様

区分	項目	内 容	
組合せ	種 別	配線用遮断器,ZCT付配線用遮断器, 漏電遮断器	
MCCB/ ELCB	フレーム	100 AF, 225 AF, 400 AF, 600 AF, 800 AF	
	相 線 式	三相3線,単相3線,単相2線	
PSU	制御電源	AC/DC 100~240V (85~264V)	
一般仕様	使用周囲温度	-10~+40℃ 平均35℃以下	
	負荷電流	±1.5%FS (現在値, デマンド値)	
	線間電圧	±1.5%FS (現在値, デマンド値)	
	有効電力	±1.5%FS (現在値, デマンド値)	
	有効電力量	±2% (積算値)	
PSU 計測機能	高調波電流	±2.5%FS(3次~19次現在値,デマンド値)	
	力 率	±5% (現在値)	
	漏れ電流	±2.5%FS(/ ₀ , / _{0b} 現在値, デマンド値)	
	無効電力	±3%FS(現在値)	
	無効電力量	±3%(積算値)	
保守機能,	警 報	ブレアラーム:電流、漏電 アラーム:電力、漏電 トリップ:過電流、漏電	
保全機能	事故原因	過負荷,過電流,短絡,漏電(表示,通信)	
	出 力	トランジスタオープンコレクタ:2点	
通信機能	標準装備	Whパルス, RS-485 (最大31台/系統)	

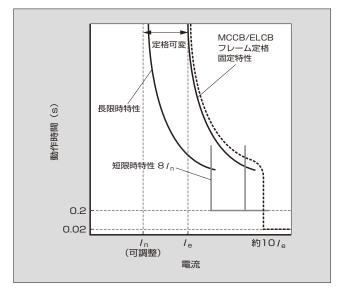
- (4) 表示部は両方向に90°回転して装着できるので,ブレーカが横方向取付けされた場合でも正視できる。また,延長ケーブルを使用することにより表示部を分離してパネル表面に取り付けることもできる。
- (5) ブレーカ動作時に計測表示ユニット部で,事故原因 (過負荷,過電流,短絡,漏電)別表示を行うとともに, トリップ,アラーム履歴を不揮発性メモリに保存するの で,事故後の解析に利用できる。

FePSU ブレーカの計測機能構成を**図3**, 概略回路構成を**図4**, 主な仕様を**表1**に示す。

2.2 OCR 機能付 FePSU ブレーカ

低圧配電設備ではブレーカ定格が工事日程の最終段階で決定することも珍しくない。このような場合やブレーカ設置後の負荷増設時などにブレーカ定格電流が可調整式となっていると便利である。そこで FePSU ブレーカ計測表示ユニット部の前述機能に加え、長限時・短限時特性を備えた電子式 OCR(Overcurrent Relay)機能を内蔵化したものを系列化した。標準ブレーカ(100~800 AF)との組合せで計測表示ユニットでの計測はもちろん、フレーム最大定格の50~100%(100 AF は15~100%)の範囲で電子式 OCR の定格電流を調整し、ブレーカは電子式 OCR の定格電流を調整し、ブレーカは電子式 OCR

図5 FePSU ブレーカ組合せ動作特性



の後備保護としても機能する。

また、ZCT 付ブレーカと組み合わせることにより、漏電警報か漏電遮断のいずれかを選択できる ELR(Earth Leakage Relay)として機能する。これにより、例えば半導体製造設備など即時に漏電遮断すると影響が大きい設備では漏電警報機能を選択して、設備の運転を継続することも可能である。また、遮断を優先させたい回路では漏電遮断するなど、回路の状況に応じた適切な保護機能を選択使用することができる。

OCR・ELR 機能が動作した場合,遮断直前にブレーカ を流れていた事故電流を表示するので,事故後の原因究明 に有効である。

OCR 機能付 FePSU ブレーカの過電流動作特性を図 5,電子式 OCR の特性を表 2,漏電警報・漏電遮断特性を表 3に示す。

2.3 電子式電力量計「JF シリーズ」

寮などの集合住宅やテナントビルの電力課金システムは 親メータで電力会社との包括取引をして、子メータで分 岐セクションごとに個別課金する方式が一般的に行われて いる。この場合、建物の受電部分の主配電盤と電力量計盤 とが別物として製作されているため、コストおよび設置ス ペースの面で難がある。JFシリーズはこれらの課題解決 に適している。

JFシリーズは富士電機の分電盤用ブレーカ「αツインシリーズ」と主要外形寸法、端子寸法を統一した(JIS協約寸法)電力量計で、取付けスペースを大幅に削減することができる。分電盤において分岐回路ごとに電力量を計量するのに最適で、「検定付」も用意しているので、テナント盤などでの課金用途にも適用することができる。

表 3 漏電警報·漏電遮断特性

項目	整定値	特性	
感度電流値	Lock, 100, 200, 500 mA	整定値の70~80%	
動作時間 (時延形)	0.3, 0.5, 0.8, 1.0, 2.0s	整定値の70~80% (整定値1.0s以上) 整定値の75%±50ms (整定値0.8s以下)	
慣性不動作時間	_	(動作時間/2) 印加時不動作	
動作(出力)選択	トリップ・警報	_	

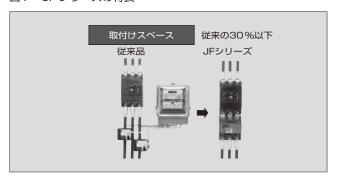
表 2 電子式OCRの特性

項目		100 AF	225 AF	400 AF	600 AF	800 AF	
過負荷・過電流	定格電流可調整値 /n(A)	15, 20, 30, 40, 50, 60, 75, 100	75, 100, 125, 150, 175, 200, 225	200, 225, 250, 300, 350, 400	300, 350, 400, 500, 600	400, 450, 500, 600, 700, 800	
	長限時動作値誤差(%)	/n (A) × (115±e%) ① 定格電流設定がフレーム電流の50%以上では、e=5% (110%不動作、120%動作) ② 定格電流設定がフレーム電流の50%未満では、e=10% (105%不動作、125%動作)					
	長限時動作特性 (動作時間)	t= K/(j²-1) K=210/525 (超反限時特性) j は定格電流に対する倍率 定格電流の600%で6s(デフォルト)/15sの設定可能。なお,最小動作時間0.2 s以上					
性	短限時動作値	$I_{\rm n} (A) \times (800\pm10\%)$					
	短限時動作時間			0.2s以下			

図6 JFシリーズの外観

ブレーカタイプの電力量計でαツインブレーカと一体型で使用可能→電力量計盤の小型化,コストダウン ① ブレーカと組み合わせ最適(幅・深さ・端子ピッチ),② 250 AもCT内蔵タイプ(検定更新時期10年)					
定格 100 V/200 V, -/110 V		30 A,120 A(CT内蔵)	250 A(CT内蔵)	-/5 A(CT外付)	
相線式		単相2線,単相3線,三相3線	単相3線,三相3線	単相2線,単相3線,三相3線	
対応 α	ツインブレーカ	EA103C/100A	EA203C/225A	400 AF, 600 AF/800 AF	
外観 LCD表示方向 正面・左・右 ワンタッチ変換OK		23456 123456 1007 1004 100 100 100 100 100 100 100 100 10	12345.6 (a) (b) (c)	12345.6 0 0 0 0 0	
寸法*:ブレーカと同一		W75mm (*) ×H100mm×D60mm	W105mm (*) ×H12	(*) ×H120mm×D60mm (*)	
検定	検定付(課金用)	0	0	0	
	検定なし	0	0	0	
出力 パルス		0	0	0	

図7 JFシリーズの特長



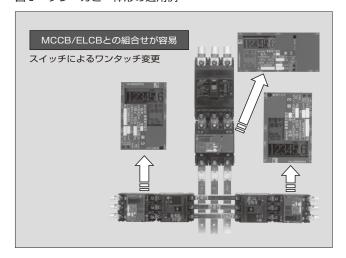
JFシリーズの外観を図6に示す。

単独計器としては単相 2 線式 $(100 \, \text{V})$, 200 V), 単相 3 線式 $(100 \, \text{V})$, 三相 3 線式 $(200 \, \text{V})$ があり,変成器付計器(変成器と組み合わせて使用する計器)として単相 2 線式 $(100 \, \text{V})$, 200 V, $-/110 \, \text{V}$), 単相 3 線式 $(100 \, \text{V})$, 三相 3 線式 $(200 \, \text{V})$, $-/110 \, \text{V}$) を系列化している。

主な特長は次のとおりである。

- (1) αツインシリーズブレーカと主要外形寸法,端子寸法を統一(JIS協約寸法)。従来品と比較して取付けスペースを大幅に削減できる。 αツインシリーズとの組合せ取付け例を図7に示す。
- (2) 定格電流は30A,120A および250A 品を用意変成器(CT,VT)なして250Aまで適用できる。
- (3) ドットマトリックス液晶の採用により高い視認性 取付け方向に応じた表示方向の変更が可能である。 表示方向の変更例を図8に示す。
- (4) 通信機能としては、電力量のパルス出力付きと RS-485による電力量、電圧、電流、電力および力率 データ送信機能付きの2種類を用意しており、エネル

図8 ブレーカと一体形の適用例



ギー管理システムへの組込みが容易である。

③ エネルギー監視用ネットワーク機器

3.1 MPC-Web ユニット

エネルギー監視機器などの現場設置機器を接続するフィールドネットワークは、耐ノイズ性やコストなどの観点から RS-485 などの通信方式を用いるのが一般的である。パソコンを用いたエネルギー管理システムにフィールドネットワークからのデータを取り込むためには、コンバータを使って RS-485 ↔ RS-232C 変換するなどの方法が用いられていた。現在は Ethernet を使用した基幹系のネットワークが著しく発達しており、エネルギー管理システムの情報・データをパソコンで取り込むには Ethernet を用いるのが最も容易かつ安価であり、システム利用上の利

表 4 機能仕様

項目		機能	仕様・補足	
通信	Ethernet 10/100 base-T (オートネ ゴシエー ション)	Webサーバ	電力監視画面 IPアドレスなどの各種設定	
		FTPサーバ	蓄積データをCSVファイル 形式で送信	
		ゲートウェイ (TCP)	Ethernet-RS-485通信 変換機能	
	2 1 2)	時刻合わせ (SNTP)	内蔵時計を自動的に 指定パソコンと同期	
	RS-485	F-MPC-Net	最大31台 (F-MPCシリーズ・FePSU)	
	RS-232C	PPP	モデムを使った ダイヤルアップ通信	
	データ点数	最大256点		
データ蓄積	日 報	40日間の時間電力量	1 時間周期の指定計測値 (960時間分)	
	月報	13か月間の日間電力量	1 日周期の指定計測値 (400日分)	
	蓄積媒体 内蔵不揮発性メモリ		フラッシュROM	
	時計定時蓄積の時計機能		月誤差±1分/月以内 リチウム電池バックアップ (総停電時間1年)	

便性も高いといえる。このような市場動向から RS-485 のフィールドネットワークを Ethernet に変換・接続し、エネルギー管理システムの構築を容易にするネットワーク機器として、MPC-Web ユニットを開発した。このユニットは通信方式の変換に加え、エネルギー管理データの蓄積機能とサーバ機能をも有しており、特に中小規模におけるエネルギー監視用途において有効である。

MPC-Web ユニットの主な特長は次のとおりである。

(1) Web サーバ機能

エネルギー監視画面・各種設定 Web 画面を装備し、小規模のエネルギー管理システムでは Web ブラウザのみの最小構成で電力量、電流、電圧、力率、無効電力などの監視が可能である。

(2) Ethernet 通信機能

RS-485 を Ethernet に変換し、エネルギー監視データを通信するのでパソコンベースの上位管理システム「F-MPC-Net」または「PF-Eye」との組合せで、中規模エネルギー管理システムに適用可能である。

(3) データ蓄積機能

エネルギー監視データを内部メモリに蓄積し、CSV (Comma Separated Value) ファイル形式で上位システムへ出力できる。

(4) コンパクト形状

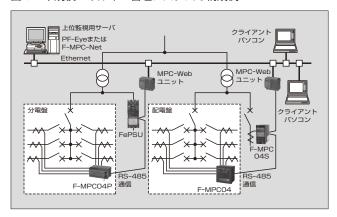
W100 × H70 × D56 (mm) で標準分電盤への取付けも可能である。DIN レールにも対応している。

主な機能仕様を表4に示す。

3.2 エネルギー管理システム

MPC-Web ユニットを用いた中規模エネルギー管理システムの構成例を図9に示す。この場合、上位機器であ

図9 中規模エネルギー管理システムの構成例



るパソコンがサーバ機能を持ち、MPC-Web ユニットは RS-485 と Ethernet を接続するゲートウェイ機器として 機能する。エネルギー監視用途のみの場合では、MPC-Web ユニットを用いて一定単位ごとのエネルギー監視機 器を統括し、容易にエネルギー管理システムを構築するこ とができる。複数設備機器との連携制御などを必要とす る場合はプログラマブルコントローラ (PLC) などを用い ることもできる。一方、小規模のエネルギー管理システム では専用アプリケーションを必要とする上位監視サーバを 持つことは設備投資上の問題などから困難である。このよ うな場合では、図9の上位監視サーバを除いたシステム構 成とし、MPC-Webユニットがサーバ機器として機能す る。クライアントパソコンでは専用アプリケーションソフ トウェアを必要とせず、Web ブラウザさえあれば MPC-Web ユニット以下に配置されたエネルギー監視機器の計 測データを Web 画面として見ることができる。

他設備との連携制御を必要としない小規模工場でのエネルギー管理用途では、設備導入費用の点で MPC-Web が最適である。また、チェーン展開の各種店舗でもエネルギー管理システムの導入が進展しており、この分野においても MPC-Web が最適である。

4 あとがき

工場におけるエネルギー管理システムの導入は約9%,一部導入の約35%を加えても全体の44%程度にとどまっている。エネルギー管理システム未導入の要因としては、管理システムを導入したくても適合する機器がなく、システムが複雑になり設備導入費用が問題となる場合や、導入効果が分かりづらいことなどを挙げることができる。

今後ともエネルギー監視機器の機種整備と系列の充実拡大を進めるとともに、エネルギー管理システムの普及を図り、省エネルギーと受配電設備管理の効率化に貢献していく所存である。

参考文献

(1) 日本電機工業会. 第3回重電セミナー. 省エネルギー関連 施策講演会テキスト. 2006.



*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。