

受配電・制御機器コンポーネントの現状と展望

Current status and future outlook for power distribution and control equipment

浅川 浩司 ASAKAWA Koji

受配電・制御機器コンポーネントは、工業の原動力である電気設備に不可欠な構成要素として大きく進化してきた。富士電機は市場動向を踏まえ、さまざまな取組みを行ってきた。海外の主要規格に対応することでグローバル化を進め、直流高電圧用機器の開発でエネルギー・環境分野への対応を強化している。高度情報化を支える受変電設備においては電力供給の安定性・信頼性を向上するとともに、保守点検を容易にすることでライフサイクルコストを低減した。また、開閉機器や低圧遮断器、中国・アジアなどの新興国向け専用品、電力監視機器では、小型化や高性能化を実施した。

Power distribution and control equipment have greatly evolved as the elements of indispensable electrical equipment that drives industry. Fuji Electric has made various efforts with market trends in mind. It has globalized by complying with major foreign standards and strengthened its support for energy and environmental fields through the development of high-voltage direct current equipment. For the substation facilities that support advanced informationization, Fuji Electric has increased the stability and reliability of power supplies while also reducing lifecycle costs by simplifying maintenance inspections. It has also miniaturized and increased the performance of switches and low-voltage circuit breakers, products intended for developing countries such as China and Asia, and power monitoring equipment.

1 まえがき

富士電機は資源循環型社会の実現を目指して、環境とエネルギーの事業に注力しており、受配電・制御機器コンポーネント（図1）は、環境とエネルギーの事業を下支えている、工業の原動力である電気設備の主要なコンポーネントとして大きく進化してきた。本稿では、これまでの市場・環境の変化と、富士電機の対応を振り返りながら近年の商品を紹介し、今後の取組みについて述べる。

2 市場動向と富士電機の取組み^{(1)~(7)}

富士電機は、変化する市場動向を的確に捉え、顧客により大きな付加価値を提供できる商品の供給に努めてきた。主な受配電・制御機器コンポーネントの歩みを図2に示す。また、近年の受配電・制御機器コンポーネントの新商品を

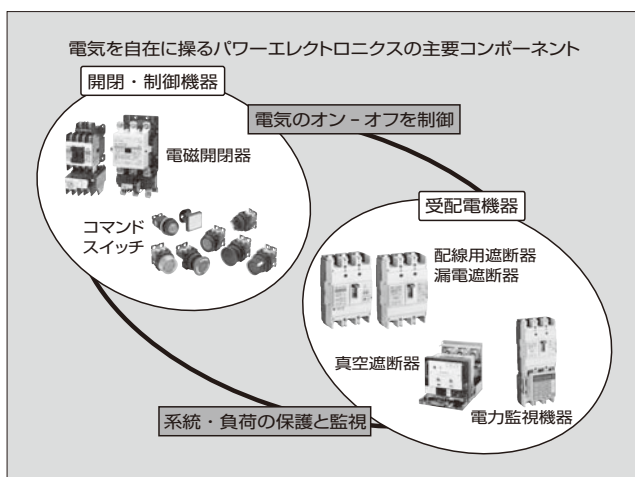


図1 富士電機の受配電・制御機器コンポーネント

表1に示す。

(1) グローバル化への対応

1993年にEC指令^(注1)が発行され、1995年にCEマーキングが義務付けられた。国ごとに規格認証の制度が強化され、例えば中国では、CCC強制認証^(注2)の対応が必須になった。近年では、顧客の海外進出の加速、JISのIEC化、世界的なIECの普及で、国内標準品をIECに対応した商品とする開発を行っている。さらに、IECだけでなくULなどの海外主要規格に対応したマルチ規格対応の商品、例えば「G-TWIN プレーカ」を開発し市場に提案した。

また、機械装置においては安全性の要求が高まり、ISO 12100 “機械類の安全性－基本概念、設計のための基本概念、一般原則”をはじめさまざまな国際安全規格が発行された。国内ではこれらは順次JISに取り込まれた。富士電機は、この安全規格と、2006年に改正された「労働安全衛生法」の安全基準に対応するため、非常停止用押しボタンスイッチのラインアップを強化し、低圧遮断器では電源遮断機器の規格の要求に応えるアイソレーション機能を標準装備とした。電磁接触器の「SCシリーズ」(SC-03～SC-N16)では、強制開離機構や安全開離機能接点（ミラーコンタクト）を標準装備とすることで対応した。

(2) 新興国の市場拡大への対応

中国は1990年以降市場開放が進み、世界の工場から市場としても大きく発展してきた。今後も中国やアジア圏の発展は継続し、社会インフラ関連は投資拡大の傾向にある。さらに、最近の円高もあり、日本の製造業の輸出事業がこの地域での生産にいつそうシフトするものと予想される。進出した顧客がこの市場での競争優位性を確保できるよう

<注1> EC指令：180ページ「解説1」参照

<注2> CCC強制認証：180ページ「解説2」参照

年代		1990	2000	2010
市場ニーズ	経済環境	○バブル崩壊	○アジア通貨危機 高度情報化加速 地球環境問題	○IT不況 新興国市場拡大 ○リーマンショック 新エネルギー加速
	規制・規格化		○CEマーキング ○JISのIEC化 ○京都議定書 ○省エネ法改正① ○安全規格JIS化	○中国CCC強制認証 ○環境規制(RoHS指令) ○省エネ法改正② ○環境規制(REACH規則) ○省エネ法改正③ ○環境規制(POPs条約) ○省エネ法改正④ ○労働安全衛生法改定
受配電・制御機器の歩み	開閉	○新SCシリーズ	○FCシリーズ ○NEO SCシリーズ	○SC-Eシリーズ ○FJシリーズ ○SKシリーズ
	制御		○φ22 AR22 ○φ30 AR30	○φ22 AM22 ○非常停止機種拡充 ○φ16 minicoシリーズ
	低圧	○TWINブレーカシリーズ ○スーパーTWINシリーズ		○α-TWINシリーズ ○G-TWINシリーズ ○小型63AF ○直流高電圧
	高圧	○マルチVCB ○インテリジェントVCB	○Auto V ○VMC・HNシリーズ	○QHAシリーズ
	電力監視		○F-MPC04	○F-MPC60B/50/30 ○Fe-PSU ○F-MPC Web ○F-MPC04E

図2 受配電・制御機器コンポーネントの歩み

表1 近年の受配電・制御機器コンポーネントの新商品

市場ニーズ	機器群	新商品
グローバル化	開閉機器	ミニコンタクタ・サーマルリレー「SKシリーズ」
	制御機器	φ16「minicoシリーズ」
	低圧遮断器	「G-TWINシリーズ」125～800AF 小型32～63AF低圧遮断器
新興国向け	開閉機器	ミニコンタクタ「FJシリーズ」
エネルギー・環境	低圧遮断器	直流高電圧用ブレーカ
	電力監視機器	1回路形交流電力監視ユニット「F-MPC04E」
高度情報化	低圧遮断器	IDC向け低圧遮断器
	電力監視機器	Igr絶縁監視装置「F-MPC Igr」
	高圧機器	高圧受配電用デジタル形保護継電器「QHAシリーズ」 ドライエア密閉形キュービクル用真空遮断器

に、富士電機は低い価格レベルに応えるためにこの地域に最適化した商品のラインアップを行っている。

(3) エネルギー・環境への対応

地球環境の保全や改善に対する関心が1990年後半に高まり、エコ商品や省エネルギー（省エネ）、新エネルギーに注目が集まってきた。省エネは、1997年の気候変動枠組条約第3回締約国会議（COP3）で採択された「京都議

定書」に基づく行動枠組みに従って、「エネルギーの使用の合理化に関する法律」（省エネ法）の改正が繰り返され、大規模事業者から小規模事業者へ規制対象が拡大してきた。電力監視機器では、「F-MPCシリーズ」のモデルチェンジやラインアップの充実でこれまでの規制強化に対応してきた。さらに、東日本大震災を発端に、これまで以上に再生可能エネルギーの拡大や省エネ・節電に対する意識が高まっている。一般住宅では、直流を活用した省エネがエコハウスとして注目されている。情報通信の分野では、データセンターを中心に直流400Vクラスが検討されている。

再生可能エネルギーの利用拡大では、太陽光発電が注目されている。メガソーラー用の太陽光発電設備では、エネルギーの利用効率の改善をはじめ、発電コストを低減するために直流1,000Vを超える高電圧化が世界的に進められている。富士電機では、2007年に発売した「G-TWINシリーズ」の直流回路専用ブレーカ（開閉器含む）の高電圧化を図ってきた。さらなる高電圧化の要求に対応し、直流高電圧品（DC750V, DC1,000V）の取組みを強化している。

(4) 高度情報化への対応

1990年代中頃から、インターネットやパソコンが普及しはじめ、高度情報化社会が到来した。高圧受変電設備では、高度情報化システムのサービス損失を防ぐために電力供給の安定性や信頼性向上が重要であり、近年、これらの要求は厳しさを増している。これまで小型・軽量化に合わ

せて高機能化を図った、マルチ VCB、Auto V などの商品を開発してきたが、さらにライフサイクルコスト (LCC) の低減に向けて、保守点検周期の延長、点検項目の低減、予防保全の要求に応える高圧遮断器を開発している。

また、電力供給にトラブルが発生したときの波及影響を最小限に抑えるため、使用する保護継電器には確実な動作と保護協調、および日常点検の負担軽減など設置と使用の容易化が求められている。

さらに、太陽光発電などの分散型電源の拡大により、系統連系に対応できる商品が必要になっている。このような市場動向を踏まえ、保護継電器の新製品を開発した。

データセンターや半導体工場などでは24時間でノンストップの操業が求められるなど、特に信頼性が重要である。工場・生産設備のみならずオフィスビルや商業施設においても、省スペース・省エネで信頼性の高い受配電・給電システムを構成することの重要性が増しており、この分野向けの低圧遮断器や電力監視機器のラインアップの充実を図っている。

③ 開閉機器・制御機器・低圧遮断器の小型・高性能化への取組み

富士電機は、開閉機器、制御機器、低圧遮断器のグローバル化要求に対応して、小型化や高性能化、配線性などの使いやすさの向上を図りながら、常に業界をリードする商品を開発してきた。低圧遮断器を例に、小型化の推移について図3に示す。低圧遮断器の100 AFクラスでは、1990年代のTWINブレーカと比較して、最新機種では63%に小型化を実現しつつ高性能化を達成している。

3.1 開閉機器^{(6),(7)}

富士電機は、電動機の始動停止を行う電磁接触器ならびに過負荷保護を行うサーマルリレーなどの開閉機器を、1954年にわが国で初めて製造・発売し、市場要求や顧客ニーズにいち早く対応できる国内トップブランドとして業界を牽引(けんいん)してきた。生産台数の総計は3億台

に迫っている。これまでの変遷を図4に示す。

1988年に2.2～4kW容量の電動機用小容量電磁接触器である「新SCシリーズ」を開発し、オプションの充実、長寿命化、海外規格対応(CE, UL)を図った。

1999年に5.5～200kW容量の大容量電磁接触器である「NEO SCシリーズ」を開発し、安全規格、環境規制、新JIS, 海外規格(CE, UL, CCC)に対応した。

2002年に「SC-Eシリーズ」を開発し、世界市場の小型デファクト寸法45mm幅、電線直接接続端子、主回路3極、モジュール化、リンクドコンタクトに対応し、小型化しながら世界市場を視野に入れた商品を投入した。また、電動機回路保護を高度化したマニュアルモータスタータ(MMS)を開発し、配線用遮断器とサーマルリレーをコンパクトに一体化した。高い短絡保護協調の実現や省配線を考慮したプスパーシステムに対応した。また、MMSを電磁接触器および組み合わせで、コンビネーションスタータとして使いやすくした。

このように海外規格対応や海外仕様などのグローバル対応、リンクドコンタクトなどの安全性、配線用遮断器と電磁接触器およびサーマルリレーの高度な組合せ、プスパーシステムなどの省配線などを提案し、市場動向を先取りしながら開閉機器を進化させてきた。

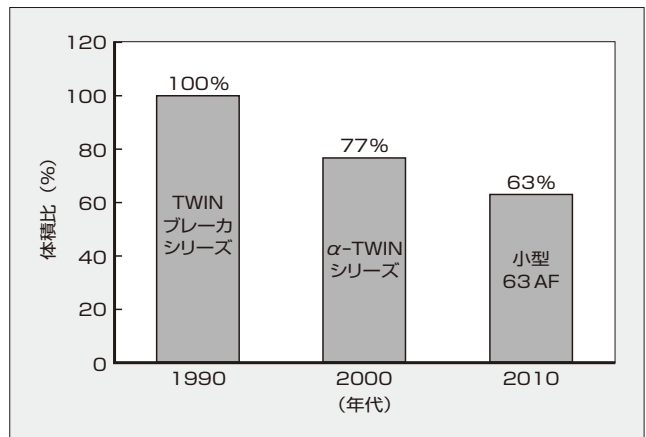


図3 低圧遮断器の小型化

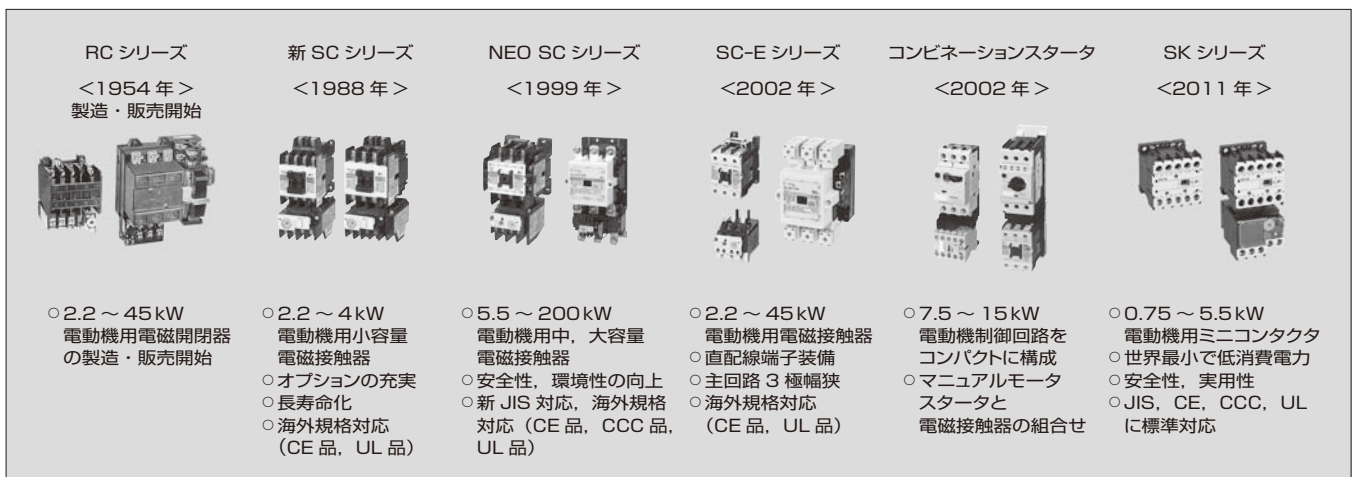


図4 開閉機器の変遷

近年、さらなる制御盤の小型化、感電保護を含めた安全性、制御電源の直流化などの市場ニーズが高まっている。そこで、国内や海外のすべての規格に準拠した真のグローバル対応でありながら、さらに世界最小サイズとなるミニコンタクト「SK シリーズ」およびサーマルリレー「TK12 シリーズ」を開発した。

(1) ミニコンタクト「SK シリーズ」

SK シリーズは大きさが世界最小でありながら、2kW 以下のモータの制御用途では世界最小クラスの低消費電力（従来比 86%）を達成している。さらに感電保護やミラーコンタクトなどの安全機能を備え、世界の主要規格（JIS, IEC, CCC, UL, TÜV）を標準品で対応している。

外観を図 5 に、特徴を次に示す。

(a) 世界最小のミニコンタクト

- 寸法：W45 × H48 × D49 (mm)
- 交流制御品と直流制御品を同一外形寸法化

(b) 低消費電力

- 従来比 86%（低消費 DC コイル 1.2 W）

(c) 豊富なラインアップ

- 6, 9, 12 A の 3 定格
- 制御コイル：交流，直流，低消費電力形

(d) 豊富なオプション

- 追加補助接点ユニット（2 極，4 極）
- コイルサージ吸収ユニット
- インタロックユニット
- 接続モジュール（MMS コンビネーション）

(e) 安全性、実用性の向上

- 着脱可能な端子カバーを標準装備（IP20）
- ミラーコンタクト機能装備
- 短絡電流定格値（SCCR：Short-Circuit Current Rating）AC480 V 50 kA
- UL 定格 AC480 V 5HP
- IEC 定格 AC480 V 12 A（AC3）

(f) 世界の主要規格を標準品で取得

- JIS, IEC, GB (CCC), UL, TÜV

(2) サーマルリレー「TK12 シリーズ」

TK12 シリーズは、高いレベルの配線性・安全性を実現

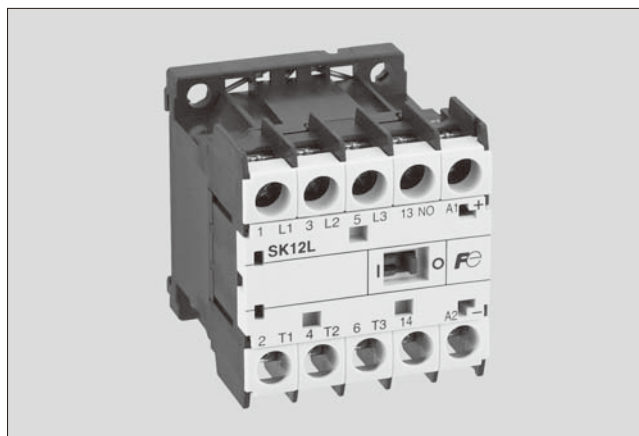


図 5 ミニコンタクト「SK シリーズ」

しながら、電磁接触器との組合せにおいて従来よりも大幅な小型化を実現した。安全性については、各相に保護素子を設けて欠相保護も可能な仕様を実現している。配線性については、小型でありながら主回路端子と補助端子を並列配置とし、配線作業時に主回路または補助回路の電線が干渉しない端子配列とした。外観を図 6 に、特徴を次に示す。

(a) 安全性の向上

標準品が過負荷・欠相保護の 2E サーマルリレー

(b) 小型化

- 電磁接触器との組合せて従来比 87%（取付け面積），55%（体積）
- 寸法：W45 × H97.5 × D55 (mm)

(c) 配線性の向上

- 丸形圧着端子接続が可能
- 電磁接触器 2 次側から電線引出しが可能
- 配線作業時に主回路または補助回路の電線が干渉しない端子配列

(3) コンビネーションスタータ

MMS と電磁接触器を組み合わせたコンビネーションスタータをラインアップした（図 7）。

MMS は電動機の手動開閉器として、単独でも使用され

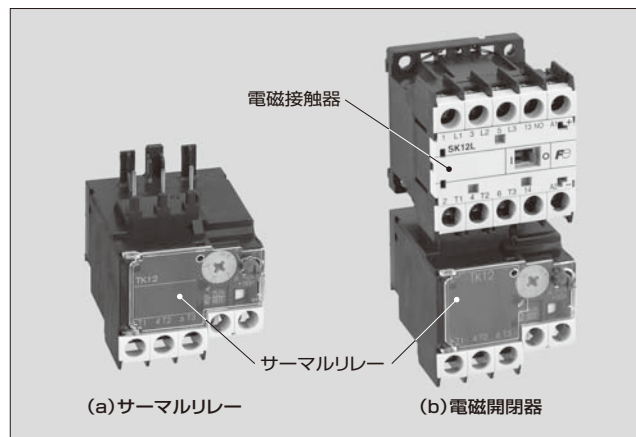


図 6 サーマルリレー「TK12 シリーズ」と電磁開閉器

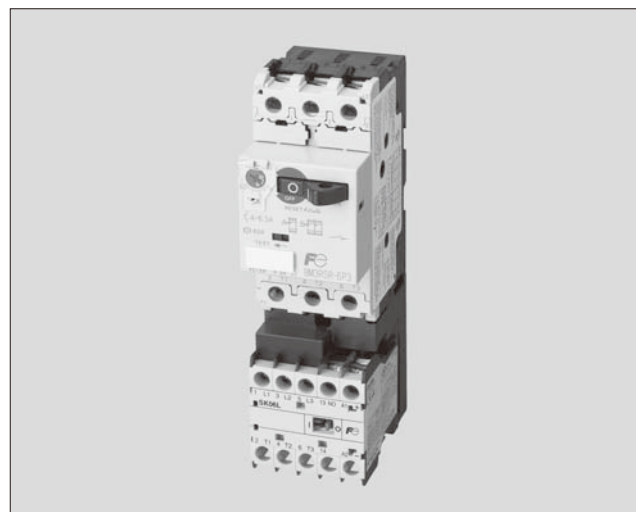


図 7 コンビネーションスタータ

るが、一般的には電磁接触器と組み合わせて使用されることが多い。MMS は高い限流性能を持つので、組合せにより短絡電流定格値 (SCCR) の拡大に貢献できる。コンビネーションスタータは、MMS と電磁接触器を専用の配線部材で結合したものであり、配線作業の簡素化とスペースの削減が図れる。

3.2 低圧遮断器⁽⁸⁾

富士電機は、電線保護や感電保護を担う低圧遮断器 (配線用遮断器、漏電遮断器) を、1968 年から製造・販売し、これまで 40 年以上にわたり、市場を先取りする商品を開発してきた。これまでの変遷を図 8 に示す。

1990 年に 30 ~ 225 AF において、「TWIN プレーカシリーズ」を開発し、業界で初めて配線用遮断器と漏電遮断器を同一外形サイズとし好評を得た。現在では、国内市場のデファクトスタンダードとして定着している。また、各フレーム間の基本寸法の統一や高遮断容量化、コンパクト化およびオプション・応用品の充実を図った

1992 年に 400 ~ 800 AF 容量の「スーパー TWIN シリーズ」を開発し、TWIN プレーカの開発思想を大容量領域まで拡大し、内装付属品を顧客自身で取り付けられるようにした。

2001 年に 32 ~ 100 AF において、「 α -TWIN シリーズ」を開発し、業界最小の統一サイズ、高遮断容量化、コンパクト化、アイソレーション機能などの安全対応と海外規格 (CE, CCC, UL) の取得を行った。

2007 年に 125 ~ 800 AF の「G-TWIN シリーズ」を開発した。基本寸法で、IEC, CCC, UL などの海外主要規格に対応した。また、UL489 (AC480 V) に適合した機器のシリーズ化、漏電遮断器の IEC 仕様 (3 相電源標準、耐圧スイッチ)、内装付属品の統一化、環境規制にも対応し、真のグローバル商品とした。

このように富士電機は、小型かつ統一サイズのコンセプトを提案し、機械装置、制御盤、受配電盤などの幅広い市場ニーズに応えてきた。 α -TWIN プレーカは 32 ~

100 AF までサイズを統一した小型の商品で、幅広い分野で使用されている (図 9)。

近年、開閉機器と同様に低圧遮断器もいっそうの小型化や、感電保護を含めた安全性が求められている。小型化を追求する機械装置・制御盤用途がある一方で、盤の標準化を目的に外形サイズを統一する受配電用途があり、低圧遮断器に求められる機能は二極化する市場環境になってきた。そこで機械装置・制御盤用途向けに、32 ~ 63 AF の小型低圧遮断器を開発した (図 10)。

小型 32 ~ 63 AF 低圧遮断器は、業界トップクラスの最小サイズでありながら、高遮断性能、付属品のバリエーションの充実、端子部の高い安全性、世界の主要規格 (JIS, IEC, CCC, UL, TÜV) に対応するなど、次に記す特徴がある。

- (1) 製品外形サイズ
 - 3 極品の製品外形サイズ：業界最小の幅 54 mm
 - 設置面積：従来比 72% に小型化
- (2) 遮断容量
 - 従来機種の 1.5 倍




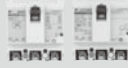
		32 ~ 63 AF	100 AF
従来の ラインアップ	機械・装置 メーカー向け	32 ~ 100 AF まで同一外形サイズ 	
	受配電 メーカー向け	W75×H100×D68 (mm) 	
新 ラインアップ	機械・装置 メーカー向け	W54×H100×D68 (mm) 取付面積：従来比 -28% 	
	受配電 メーカー向け		

図 9 低圧遮断器の 100 AF 以下の新旧ラインアップ


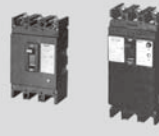




<1968年> 製造・販売開始	デブス 60mm シリーズ <1980年>	TWIN プレーカ シリーズ <1990年>	スーパー TWIN シリーズ <1992年>	α -TWIN シリーズ <2001年>	G-TWIN シリーズ <2007年>
					
○ 1968 年 MCCB の製造・ 販売開始 ○ 1972 年 ELCB の製造・ 販売開始	○ 30 ~ 225 AF MCCB と ELCB の 奥行を 60 mm に 小型化	○ 30 ~ 225 AF MCCB と ELCB の 外形を業界で初めて 同一化	○ 30 ~ 800 AF MCCB と ELCB の 同一外形化 ○ 付属装置の カセット化	○ 30 ~ 100 AF 小型同一外形化 ○ 付属装置のカセット化 の拡充 ○ 海外規格対応 (CE 品, CCC 品, UL 品)	○ 30 ~ 800 AF IEC, CCC, UL を基本寸法サイズで対 応 ○ グローバル化 ○ UL489 (480 V) 適合品をシリーズ化

図 8 低圧遮断器の変遷

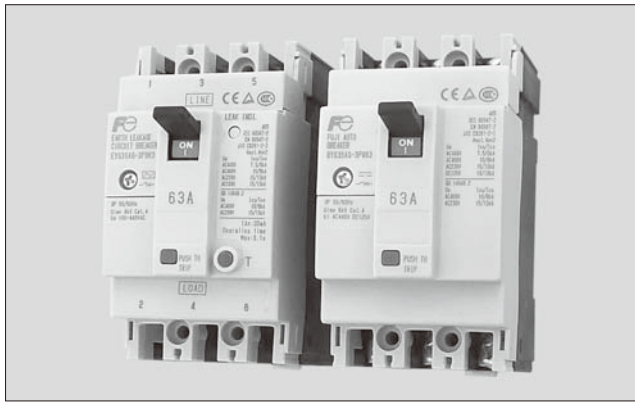


図 10 32～63 AFの小型低圧遮断器

○ $I_{cs}=100\% \times I_{cu}$ (AC200 V 系)

- (3) 端子部
 - IP20 標準対応
- (4) 付属装置
 - 内部付属装置の豊富なバリエーション
 - 密着取付けなどの付属装置機能の充実
- (5) ねじと DIN レールの 2 種類の取付けが可能
- (6) 各種国際規格に対応し、用途に合わせた 2 種類をラインアップ
 - スタンダード：JIS, IEC, CCC, TÜV
 - グローバル：JIS, IEC, CCC, TÜV, UL489
- (7) RoHS 指令^{注3)}をはじめとした各種環境規制に標準対応

4 新興国向け専用品

開閉機器、低圧遮断器、制御機器は、国内では JIS の IEC 化が進み、国内と海外で統一した仕様の商品が主流である。しかし、国内の圧着端子接続に対して、海外では電線直接接続というように工業文化による方式の違いがあるため、富士電機の電磁開閉器では、電線直接接続が可能な海外向けの SC-E シリーズをラインアップして、世界のどの市場においても対応できるようにしている。

中国・アジアなどの新興国では、現地からの輸出入装置やエレベータなど安全上重要とされる回路には、日本と同じ高品質、開閉寿命、主要な海外規格認証の対応が求められるが、現地用装置においては必ずしも必要とされていない。

このため現地用装置向けの専用品として、現地仕様に適合させた「FJ シリーズ」を開発し、2011 年 4 月に中国で販売を開始した。

今後、海外市場や顧客動向を見ながら、コンタクトだけでなく海外専用品のラインアップの充実を図っていく。

〈注 3〉 RoHS 指令：電子電気機器における特定有害物質の使用制限についての EU (欧州連合) の指令

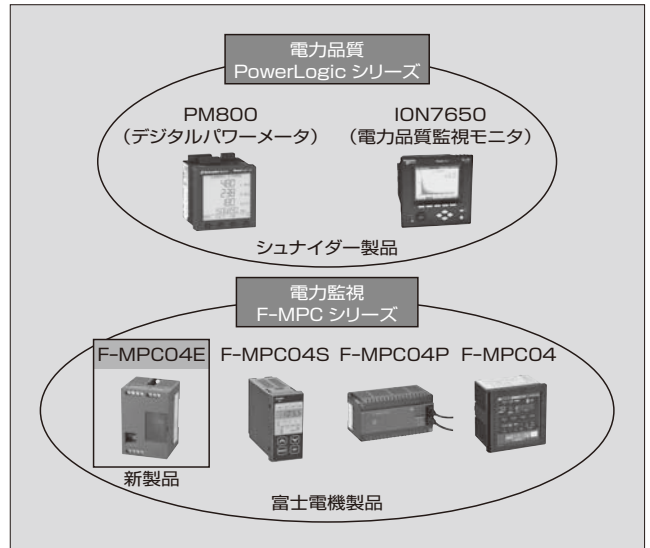


図 11 電力監視機器のラインアップ

5 電力監視機器の取組み

省エネ法が 2010 年に改正され、エネルギー管理義務の対象が工場・オフィス・店舗などの小規模事業者に拡大したことで、今後いっそうのエネルギー管理の手軽さが求められる。

このようなニーズに応えるため、DIN レール取付けタイプの 1 回路形交流電力監視ユニット「F-MPC04E」を開発し、F-MPC シリーズの機種拡充を図った。表示器をオプションとし、従来のパネル取付けタイプ「F-MPC04S」に比べて体積を 1/2 に小型化した。RS-485 通信を標準搭載し、電力監視システム「F-MPC シリーズ」標準のプロトコルに加え、MODBUS/RTU プロトコルにも対応してシステム適合性を強化した。

また、PowerLogic シリーズ (フランス・シュナイダーエレクトリック社製) は、電力品質の監視が可能で、設備のトラブルを未然に回避する機能や、万一のトラブルでも早期解決を助ける機能を持つ。F-MPC シリーズと合わせ、電力監視機器のラインアップの充実を図っている (図 11)。

さらに、省エネだけでなく、データセンターや半導体製造工場など設備の停止が困難な事業所を中心に、設備点検の自動化や定期点検の周期を延長したいという電気保安業務に関するニーズがある。

このようなニーズに対応するためには、ケーブルの対地容量成分および高調波に影響を受けない方式による漏洩 (ろうえい) 電流の常時監視が必要となる。

富士電機は、これを実現するとともに相線式に関わらず適用が可能で、相間対地静電容量の不均衡の影響を受けずに絶縁劣化検出が可能な Igr 形絶縁監視装置を開発した。4 回路および 8 回路用の集合形計測装置をラインアップして系統規模に応じた選択を可能とし、RS-485 通信を介した F-MPC シリーズとの容易な接続により、同一プロトコ

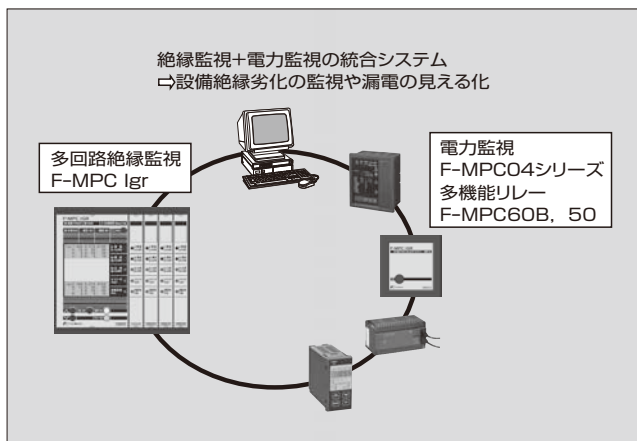


図 12 同一プロトコルによる電力監視と絶縁監視

ルを使って電力監視と絶縁監視を同一システムで連携・管理できる(図 12)。

6 あとがき

グローバル化が進展する中、社会や市場は目まぐるしく変化し、俊敏な対応が求められている。未来を見つめながら環境・市場の変化と技術の進化を鋭敏に感知し、知恵を絞った技術開発でタイムリーに商品を提供し、同時に永続的にお客様の要求に応えることが使命と考えている。

今後も、お客様の多様なニーズに応える機器やサービスを提供することを通じて、社会や産業のベストパート

ナーを目指していく所存である。

参考文献

- (1) 久保山勝典. 低圧受配電・開閉機器および監視制御機器の現状と展望. 富士時報. 2008, vol.81, no.3, p.232-236.
- (2) 鹿野俊介ほか. 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. 富士時報. 2006, vol.79, no.2, p.184-189.
- (3) 小埜明比古. 低圧開閉機器の技術動向と富士電機の対応. 富士時報. 2001, vol.74, no.11, p.596-603.
- (4) 高松巖, 喜多村忠雄. 汎用受配電機器の現状と展望. 富士時報. 1993, vol.66, no.3, p.161-164.
- (5) 高松巖ほか. 配線用遮断器・漏電遮断器の技術動向と新シリーズの開発. 富士時報. 1990, vol.63, no.2, p.125-130.
- (6) 井出安俊. 世界市場を目指す低圧開閉機器. 富士時報. 2003, vol.76, no.7, p.425-428.
- (7) 田畑進ほか. 電磁開閉器の技術動向とNEO SCシリーズの開発. 富士時報. 1999, vol.72, no.7, p.357-362.
- (8) 内田直司, 小埜明比古. 低圧遮断器の動向と富士電機の対応. 富士時報. 2006, vol.79, no.2, p.156-159.



浅川 浩司

低圧遮断器の開発設計、低圧機器全般の商品企画に従事。現在、富士電機機器制御株式会社技術・開発本部開発部長。





*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。