新グローバル MCCB/ELCB「G-Twin」シリーズ

久保山 勝典（くぼやま　かつのり）　　小塙 明比古（こはなわ　あきひこ）

1　まえがき

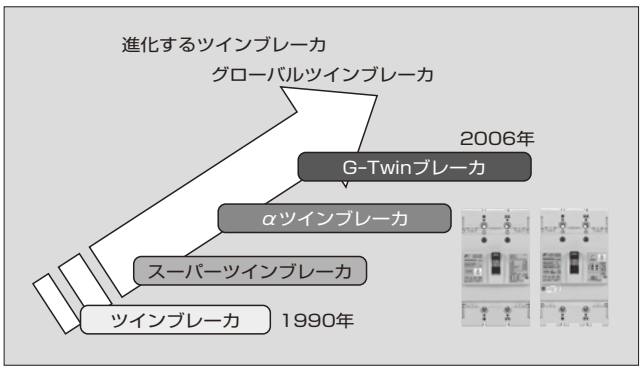
富士電機は，1990年に世界で初めて配線用遮断器（MCCB）と漏電遮断器（ELCB）の外形寸法を統一した「ツインブレーカ」を発売し大きな反響と支持を受け，この考え方がわが国の「デファクトスタンダード」として定着した。その後1992年「スーパーツインブレーカ」でわが国では初めて内装附属品のユーザー取付けを可能とし，1995年には「スーパー60シリーズ」を発表し，外形寸法のモジュール化を進めた。

さらに，2001年に「αツインシリーズ」を発売して経済形100Aフレーム（AF）以下の一層の小型・モジュール化を進め，かつわが国初の国内外の規格に適用するマルチスタンダード品として上市するなど常に市場の変化を先取りしてきた。

最近，市場のグローバル化は一層加速しており，2004年末には，MCCB/ELCBの従来JISがIEC規格に整合化された新JISとして発行され，グローバル化がより明確になった。この間，富士電機は前述の「ツインブレーカ系列」をベースに，グローバル顧客を対象に各規格に準拠・認証を取得した製品バリエーションの拡大を展開し，市場ニーズに応えてきた。しかしバリエーションの拡大は，一方で選定や購入の際の煩雑さを生み，改善要求も上がっている状況でもあった。富士電機では，こうした状況を踏まえ，各要素技術の革新的開発を進め，真のグローバルMCCB/ELCBシリーズとして「G-Twin」125～400 AFを開発した（**図1**）。

本稿では，G-Twinの特長，仕様，構成についてその概要を述べる。

図1　ツインブレーカの歴史



2　G-Twin MCCB/ELCB開発の背景と狙い

2.1　開発の背景

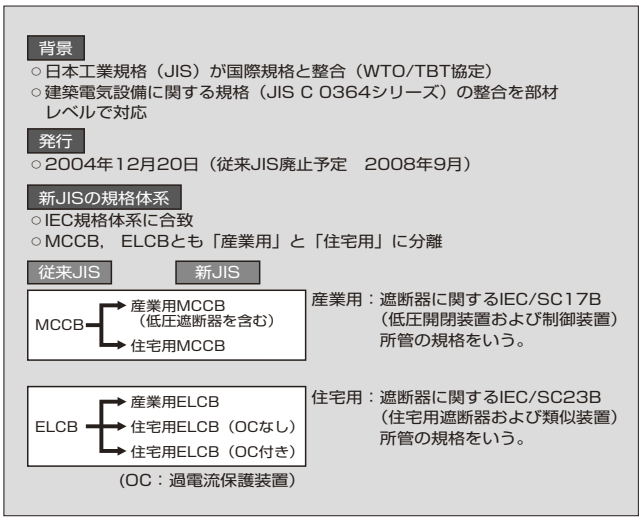
JISのIEC規格整合化の推進を受けて，低圧遮断器のJISも**図2**に示すように整合された。従来JISは2008年度をめどに廃番となり，新JISに統一される予定である。主な改訂項目は以下のとおりである。

(1)　従来の配線用遮断器，漏電遮断器，低圧遮断器の3規格が共通通則1規格，回路遮断器2編，漏電遮断器3編に分割再編された（**図3**）。

(2)　上記5編の中で遮断器は，在来電気設備用の附属書1とIEC設備用の附属書2に分類される。

(3)　電気熟練者が扱うことを前提とした産業用遮断器と，一般人も扱うことを前提とした住宅用遮断器に区別され

図2　新JISの体系



久保山 勝典

低圧遮断器およびマニュアルモータスタータの開発設計に従事。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グループマネージャー。

小塙 明比古

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器具事業部技術開発・生産センター開発部長。電気学会会員，電気設備学会会員。

図 3　新 JIS の内容区分構成

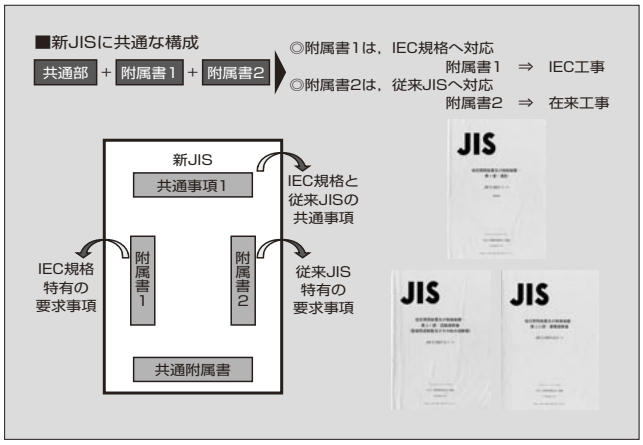
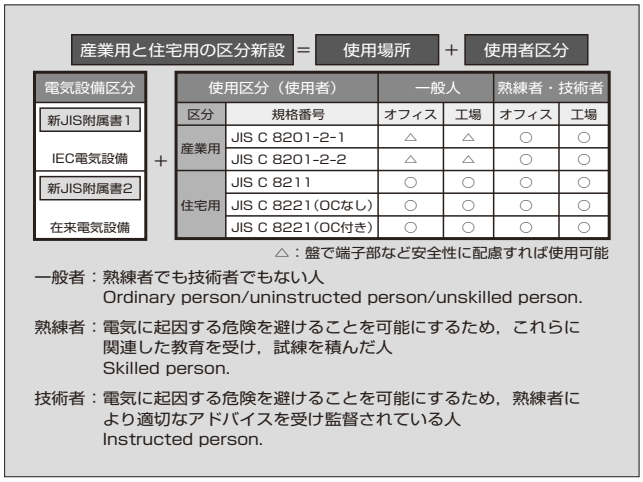


図 4　低圧遮断器の適用区分



る（**図 4**）。

(4)　産業用 ELCB については，IEC 規格では IEC60947-2 の附属書 B であるが，新 JIS では，独立した規格 JIS C 8201-2-2 としている（**図 4**）。

(5)　ELCB の新 JIS ではさらに IEC60947-2 Edition Ⅲ（Ed. Ⅲ）（欠相時の動作）を一部取り入れている（**図 5**）。

上述の新 JIS により今後は，低圧遮断器は設備に応じた製品を使用する必要があり，遮断器の形式表示なども明確に区分することが求められている。

2. 2　開発の狙い

富士電機では，低圧遮断器を取り巻く状況の変化を分析した結果，今後要求されるであろう顧客ニーズを先取りして対応するためには，真の意味でのグローバル MCCB/ELCB の開発が必要であると判断し，要素技術開発を先行させ，真のグローバルブレーカ「G-Twin」を開発・製品化した（**表 1**）。G-Twin 開発の狙いを要約すると以下のとおりである。

(1)　世界の低圧遮断器規格へ適合

従来，地域別規格対応は，バリエーションとして個別対応であったが，より合理的な 1 台での全規格認証取得の実現

図 5　IEC60947-2 Ed. Ⅲ ELCB の三相電源対応

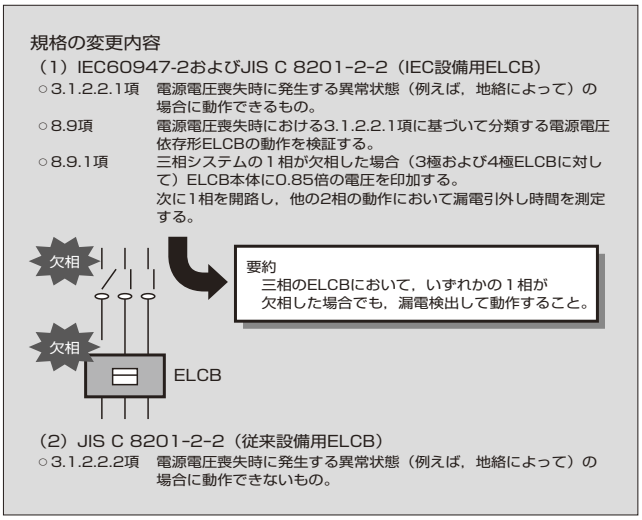


表 1　G-Twin MCCB/ELCBの顧客別適用の考え方

シリーズ	G-Twin（グローバルスタンダード）	G-Twin（マルチスタンダード）	αツイン
規格表示	UL/CE/CCC/新JIS	CE/CCC/新JIS	新JIS
機種系列	富士グレー色 端子カバー標準装備	富士グレー色	ブラック色
区　分	A B C（D）	A（B）C（D）	D
お客様の選択	A 海外顧客 B グローバル顧客 C 輸出顧客 D 国内専用顧客		

(2)　IEC 規格整合化に伴う IEC 規格の改訂に同期した技術対応

最新の IEC 規格に対応する遮断器基本性能の見直しとブラッシュアップ

(3)　EU（欧州連合）の RoHS〈注 1〉規制，国内の各環境規制のクリア

指定有害金属を除去し，かつ価格アップのない材料の見直し

(4)　新 JIS/IEC 規格と UL489 遮断器の統合

現行のコンパクトサイズを維持しつつ UL489 認証の 480 V 品と IEC60947-2 認証の 400 V 品の同時実現とシリーズ化（世界初）

(5)　グローバル流通が容易な遮断器本体，附属品の構成

遮断器の附属品の統一とお客様取付けの実現

JIS が IEC 規格に整合されたことにより，上記の狙いを

〈注 1〉RoHS：電気電子機器に含まれる特定有害物質の使用制限

具体化した遮断器は，今後わが国の標準になると考えている。

3　G-Twin の特長

図 6 に G-Twin ブレーカの外観を示す。モールドカバーの色彩は，“真のグローバル”を表すものとして富士グレー色（ライトグレー）に統一し，斬新なイメージとした。

一方，現在の黒色カバーの α ツインブレーカは，国内の既存設備との整合や，すでに採用いただいている顧客の運用を考慮して継続させ，G-Twin と合わせて 2 系列構成とした。すなわち，

① 世界各地（含む日本）の設備に適用できるオールマイティーの MCCB/ELCB G-Twin シリーズ

② 国内向けの電気設備を中心に適用する MCCB/ELCB α ツインシリーズ

の 2 系列で，需要家の選択の自由度を拡大している。

G-Twin の 5 大特長は次のとおりである。

(1) 国内標準寸法をキープしたマルチスタンダード品

図 7 に G-Twin シリーズの機種統合を示す。業界で初めて，国内標準寸法をキープして，新 JIS，IEC，GB，UL（480 V Δ系統）の認証を取得し，一つであらゆる地域への適用を可能とした。従来同一機能の装置・盤で，指定地別に遮断器を選択していた手間を，この製品は完全に省くことができる画期的なグローバル製品である。

(2) IEC60947-2 Ed. Ⅲの取入れと保守性向上

EU 圏への輸出では，CE マーク〈注2〉の貼付（ちょうふ）が義務づけられている。CE マークを付す遮断器は，IEC60947-2 系列の最新版の技術的要求を満足する必要がある。特に ELCB では，配電電圧や接地系統の違いから，新 JIS 準拠品であっても IEC60947-2 の技術的要求を満たしているわけではない。そこで G-Twin では，

① ELCB の検出回路電源を三相入力化して，欠相時の確実な動作を実現

② ELCB の負荷側配線や機器の対地絶縁抵抗のチェック試験を簡単にするメガーチェック用切換スイッチの付与（業界初）（**図 8**）

により完全に IEC60947-2 に準拠し，CE マークに対応するとともに保守作業性の向上を図った。

(3) 米国 UL489 の AC480 V Δ結線系統への対応

低圧遮断器の真のグローバル化にとって，最大の技術的

〈注 2〉CE マーク：欧州の製品安全規格に合格していることを認証するマーク

図 6　G-Twin MCCB/ELCB の外観

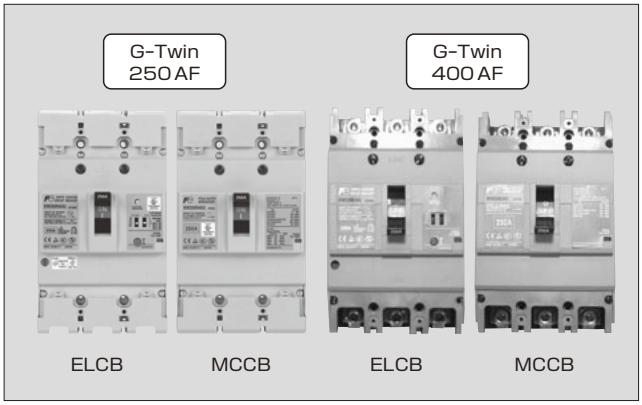


図 7　G-Twin 機種統合の考え方

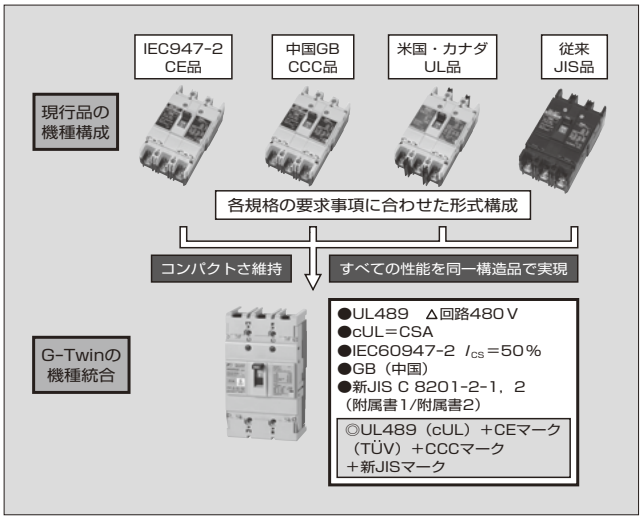


図 8　保守用メガーテストスイッチの機能と構成

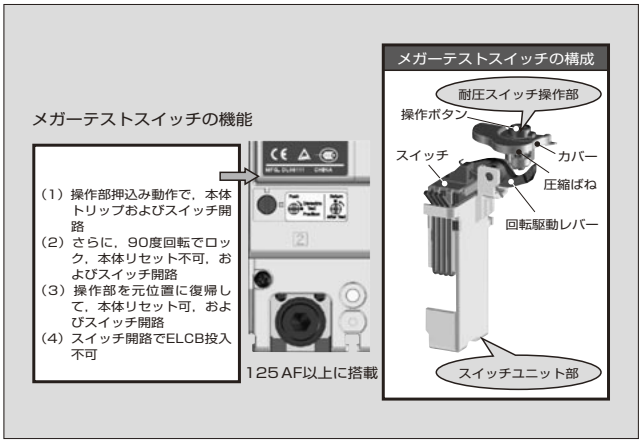
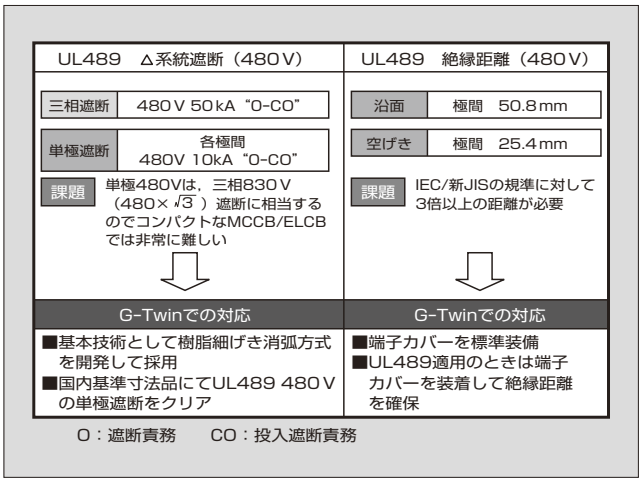


図 9　UL489 Δ系統の遮断責務と絶縁距離



UL489　Δ系統遮断（480 V）		UL489　絶縁距離（480 V）	
三相遮断	480 V 50 kA “O-CO”	沿面	極間　50.8 mm
単極遮断	各極間 480V 10kA “O-CO”	空げき	極間　25.4 mm
課題	単極480Vは，三相830 V（480×√3）遮断に相当するのでコンパクトなMCCB/ELCBでは非常に難しい	課題	IEC/新JISの規準に対して3倍以上の距離が必要
G-Twinでの対応	■基本技術として樹脂細げき消弧方式を開発して採用 ■国内基準寸法品にてUL489 480 Vの単極遮断をクリア	G-Twinでの対応	■端子カバーを標準装備 ■UL489適用のときは端子カバーを装着して絶縁距離を確保

O：遮断責務　　CO：投入遮断責務

図 10　400 AF の端子バリエーション拡大

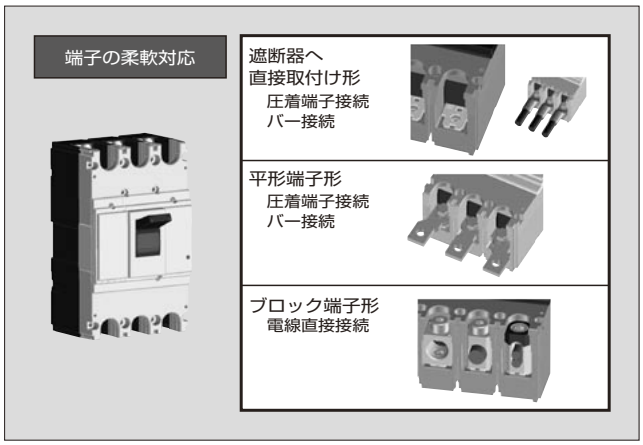


図 11　G-Twin の電力監視機能付 FePSU ブレーカ

課題は，旧 JIS 対応形のコンパクトサイズ遮断器で UL489 の AC480 V　Δ結線の責務を満足することができるか否かにある。G-Twin ブレーカは，MCCB と ELCB を同一寸法とするツインブレーカ思想を維持しつつ，この課題をクリアした世界で初めての真のグローバル MCCB/ELCB である（**図 9**）。

(4)　ユーザーフレンドリーな構成

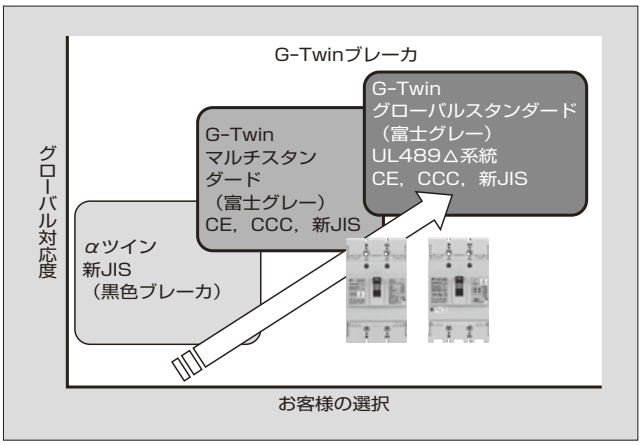
遮断器フレームサイズを世界標準である 125 AF および 250 AF とした。また 400 AF は，接続端子のバリエーションを増やし盤への適合性を高めた（**図 10**）。遮断器内部に取り付ける内装附属品（補助・警報スイッチ，電圧引外しコイルなど）は，125 ～ 250 AF 用の共通附属品と 400 AF 以上の共通附属品の 2 系列とシンプルなものにし，ユーザーインストール性の向上を図った。

(5)　業界最高レベルの環境・省エネルギー対応

G-Twin ブレーカは，本体・附属品も含めて，EU 環境規制である RoHS 指令を完全に満足している。

さらに，バリエーション機種として，分岐回路レベルでの電力量の監視機能およびデータの伝送機能を持った G-Twin FePSU ブレーカをラインアップし，省エネルギー支援機器シリーズの拡充を行った（**図 11**）。

図 12　MCCB/ELCB のシリーズ概念



4　G-Twin の定格・仕様の概要

G-Twin MCCB/ELCB の完成により，富士電機のツインブレーカのシリーズ構成は**図 12**のようになる。すなわち，

(1)　ハイエンドシリーズとして，全世界の規格に同一形式で対応できる最高の「グローバルブレーカ」シリーズ（富士グレーカバー品）

(2)　ミドルクラスシリーズとして，国内および IEC 規格圏をカバーする「マルチスタンダードブレーカ」シリーズ（富士グレーカバー品）

(3)　主として国内電気設備に最適な「新 JIS 準拠ブレーカ」シリーズ（黒カバー品）

需要家においては，MCCB/ELCB の規格別（IEC 規格，UL 規格，新 JIS）の使用の割合に応じて，上述の(1)～(3)のいずれかのツインブレーカシリーズを標準として採用すれば，従来のように規格によって MCCB/ELCB を使い分ける手間が省け，設備設計・手配（在庫）の簡素化に大きく寄与する。

表 2 にグローバルツインブレーカの概略仕様，**図 13** に主銘板の表示例を示す。

5　G-Twin ブレーカの構造と技術

G-Twin の基本構造の決定にあたっては，ツインブレーカの思想をキープしつつ，いかに高性能化を実現するかが最大のテーマであった。

図 14 に示すように，特にアブレーション技術を追求した新消弧原理，漏電引外し部の全面見直しによる技術の深化，新素材開発から進めた環境技術など要素技術のブレークスルーを実現しワンランクアップの商品化を行った。以下にその要点を述べる。

5.1　IEC 規格遮断責務と米国 UL 規格 480 V　Δ系統の遮断責務の両立

(1)　IEC60947-2 および UL489 両立の難易度

表 2　G-Twin MCCB/ELCBの仕様概要

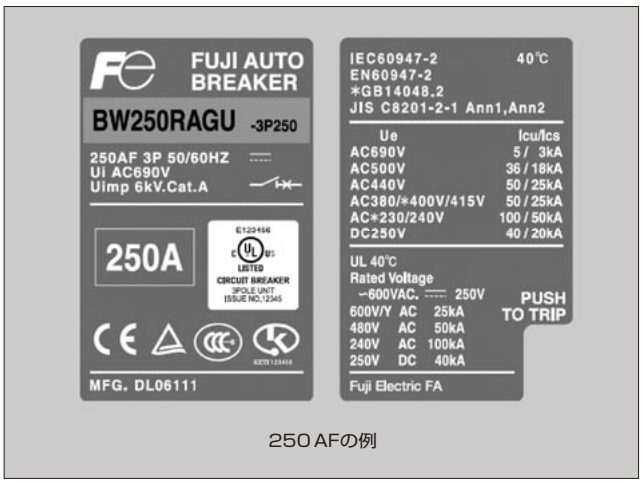
(a) MCCB

フレーム			125 AF		250 AF		400 AF		
極　数			2，3，4		(2)，3，4		(2)，3，4		
定格電流（A）			15，20，30，40，50，60，75，100，125		100，125，150，175，200，225，250		250，300，350，400		
形　式			BW125JAGU	BW125RAGU	BW250JAGU	BW250RAGU	BW400SAGU	BW400RAGU	BW400HAGU
絶縁電圧（V）			690		690		690		
外形寸法（mm）		2極	W：60，H：155，D：68	W：90，H：155，D：68	W：105，H：165，D：68		W：140，H：257，D：103		
		3極	W：90，H：155，D：68		W：105，H：165，D：68		W：140，H：257，D：103		
		4極	W：120，H：155，D：68		W：140，H：165，D：68		W：185，H：257，D：103		
遮断容量（kA）	JIS C 8201-2-1 附属書1，附属書2 IEC60947-2 GB14084.2 I_{cu} / I_{cs}	690 V	—	5/3	—	5/3	10/5	15/8	20/10
		440 V	30/15	50/25	30/15	50/25	36/18	50/25	70/35
		400 V	30/15	50/25	30/15	50/25	36/18	50/25	70/35
		240 V	50/25	100/50	50/25	100/50	85/43	100/50	125/63
	UL489 △ 系統 cUL	480 V	25	50	30	50	35	50	65
		240 V	50	100	50	100	85	100	125

(b) ELCB

フレーム			125 AF		250 AF		400 AF		
極　数			3，4		3，4		3，4		
定格電流			15，20，30，40，50，60，75，100，125		100，125，150，175，200，225，250		250，300，350，400		
形　式			EW125JAGU	EW125RAGU	EW250JAGU	EW250RAGU	EW400SAGU	EW400RAGU	EW400HAGU
定格電圧　AC（V）			100-230-440　共用		100-230-440　共用		100-230-440　共用		
高速形	定格感度電流（mA）		30，100/200/500切換		30，100/200/500切換		30，100/200/500切換		
	動作時間（s）at/Δ_n		0.1以内		0.1以内		0.1以内		
外形寸法（mm）		3極	W：90，H：155，D：68		W：105，H：165，D：68		W：140，H：257，D：103		
		4極	W：120，H：155，D：68		W：140，H：165，D：68		W：185，H：257，D：103		
遮断容量（kA）	JIS C 8201-2-2 附属書1，附属書2 IEC60947-2 GB14084.2 I_{cu} / I_{cs}	440 V	30/15	50/25	30/15	50/25	36/18	50/25	70/35
		400 V	30/15	50/25	30/15	50/25	36/18	50/25	70/35
		240 V	50/25	100/50	50/25	100/50	85/43	100/50	125/63
	UL489　△系統 ＋UL1053 cUL	480 V	25	50	30	50	35	50	65
		240 V	50	100	50	100	85	100	125

図 13　G-Twin MCCB の主銘板表示例



250 AFの例

新 JIS/IEC 規格と UL 規格の違いを**表 3** に示す。この表から UL489 の要求事項がより厳しいことが分かる。従来の UL 規格品は IEC 規格品に対して外形寸法を大きくした北米向けを別シリーズとして系列化せざるを得なかった。

特にΔ結線の 480 V 1 線接地系統での 1 線地絡事故を想定した単極遮断責務のクリアおよび絶縁距離寸法の確保が製品設計の大きな壁となっていた。

(2)　アブレーション遮断技術による IEC/UL 遮断責務の両立の技術

可動接触子の初期の開極加速度を上げるために，磁気ヨークと固定接触子を組み合わせて配置し，その形状の最適化に三次元シミュレータを多用した。さらにグリッド消弧室に，アークを冷却するアブレーションガス効果を重畳し限流性能の革新的向上を図り，IEC 規格 AC440 V/50 kA 遮断時の通過エネルギー（I^2t）を従来の

図 14　G-Twin ELCB の構造断面と開発技術

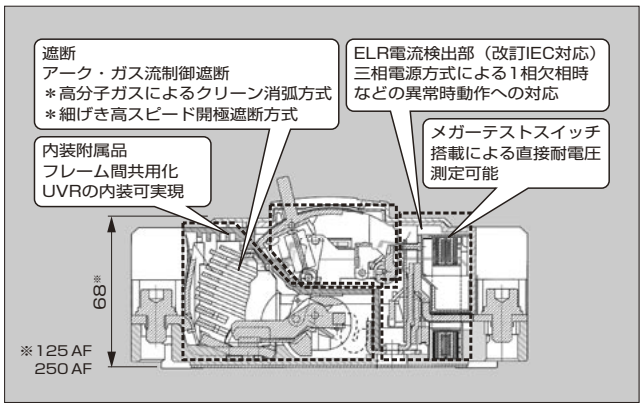


表 3　UL489とIEC60947-2の要求事項の相違

主な要求事項			UL489	IEC60947-2，新JIS
定格電圧			AC480 V， △接地系の要求	AC400 V， Y接地系の要求
構造	沿面絶縁距離	極　間	50.8 mm	10 mm
		対地間	25.4 mm	10 mm
	空げき絶縁距離	極　間	25.4 mm	5.5 mm
		対地間	12.7 mm	5.5 mm
	二重絶縁		要求されない	必要
	アイソレーション		要求されない	必要
電気的	インパルス耐電圧		要求されない	6 kV
	電気的耐久 （250 A）		4,000回at　I_n （機械的4,000回）	1,000回at　I_n （機械的7,000回）
	過負荷開閉		50回at　6 I_n	12回at　6 I_n
	端子温度上昇		50　deg以下	70　deg以下
短絡遮断	限界遮断（I_{cu}）		480 Vで“O”－“CO” （2回）	400 Vで“O”－“CO” （2回）
	サービス遮断 （I_{cs}）		要求されない	400 Vで“O”－ “CO”－“CO”（3回）
	地絡単極遮断		各極ごと480 Vで “O”－“CO”	要求されない （メーカー値）
	遮断後の耐電圧		960 V　1分間	1,380 V　1分間

225 AF 比 70 %に低減した。

限流性能向上と同時に，消弧室から遮断器の負荷側へ向かう排出ガス流をケース・カバーの構造で制御し，アークが確実にグリッド上で電流ゼロ点を迎えるようにした。この効果により，UL 規格 480 V 単極遮断責務をクリアした（**図15**）。

5. 2　漏電引外し部の技術深化

(1)　IEC60947-2 Ed. Ⅲに適合する漏電引外し部の実現

漏電引外し部は一定の漏電電流が発生した場合に，検出回路の信号出力でトリップコイルを動作させ，本体の接点を引き外す機能を有している。IEC60947-2 Ed. Ⅲでは，過電流保護器としてヒューズを使用した場合などを想定して，三相のうち 1 相が欠相した場合でも，漏電を検出して引外しができることを要求している。これに対応するため

図 15　G-Twin ブレーカの遮断部構成

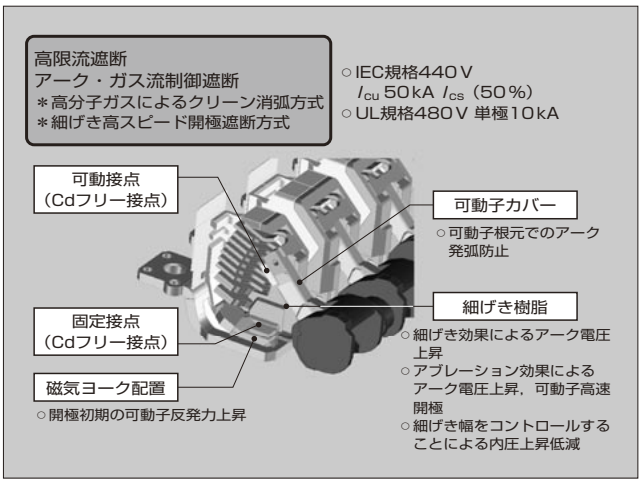


図 16　G-Twin 内蔵漏電リレー部の構成

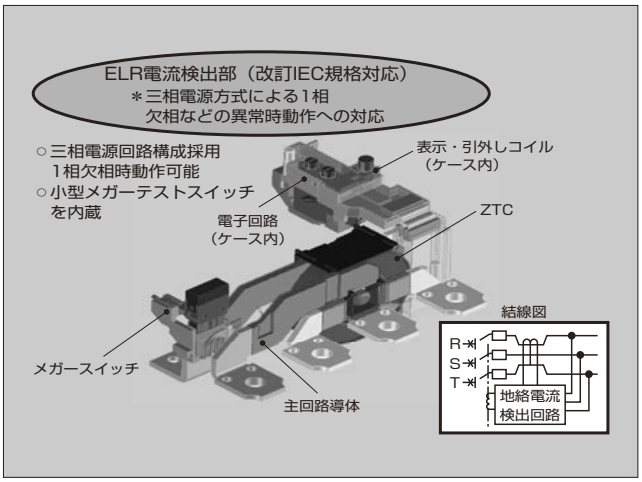
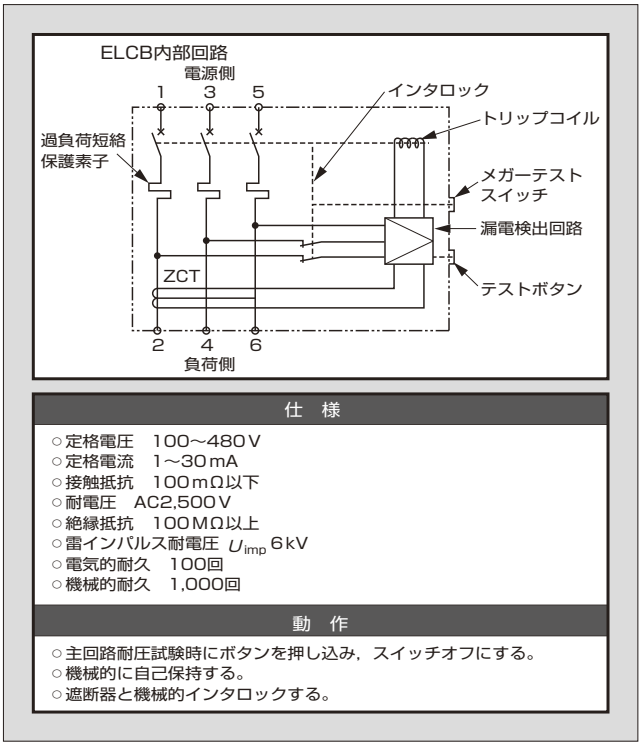


図 17　メガーテストスイッチ回路と仕様



新しい小型電源回路を開発し採用した。さらに，トリップコイルの超小型化および動作を伝達する機構部品のユニット化により，小型の漏電引外し部を開発した（**図16**）。この結果，従来品に対して外形寸法を変えることなく製品化を実現した（250 AF 以下業界初）。

(2)　保守用メガーテスト切換スイッチの搭載（業界初）

漏電引外し部の電源回路は ELCB 内部の主回路に接続されている。このため電路のメガーテスト時には ELCB の相間に高電圧が印加され，回路素子を破壊してしまうおそれがある。このため，従来の ELCB では相間のメガーテストをしないよう注意を促すとともにメガーテスト時は，ELCB の配線を取り外すよう指導していた。こうした不便を解消するため，G-Twin ELCB では漏電引外し部と内部主回路導体間に耐電圧性能を有した切換スイッチを設けた。このメガーテストスイッチは，特に配線取外し作業が困難な 125 AF 以上の G-Twin ELCB に標準装備した（**図17**）。

これによりメガーテスト時はこの切換スイッチを操作するだけで済むため，保守点検時の作業性が大幅に向上した。

6　あとがき

G-Twin の開発背景，特長，仕様について紹介した。今後，国内の電気設備を含めてグローバル品の使用が，装置設計・生産の効率化にとってますます重要となってくると考える。G-Twin はこうしたニーズを先取りした顧客各位の多様な要求に応え得るものと確信している。こうした考え方の低圧遮断器が次世代のデファクトスタンダード製品であると考えている。今後とも顧客各位のご批判を仰ぎ，より一層の充実を図っていく所存である。

参考文献

(1)　朝日信夫ほか．新しい小型配線用遮断器・漏電遮断器「α-TWIN シリーズ」．富士時報．vol.74, no.11, 2001, p.604-610.

e-Front runners

＊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。