UDC 621.316.573＋621.316.573:621.31-78

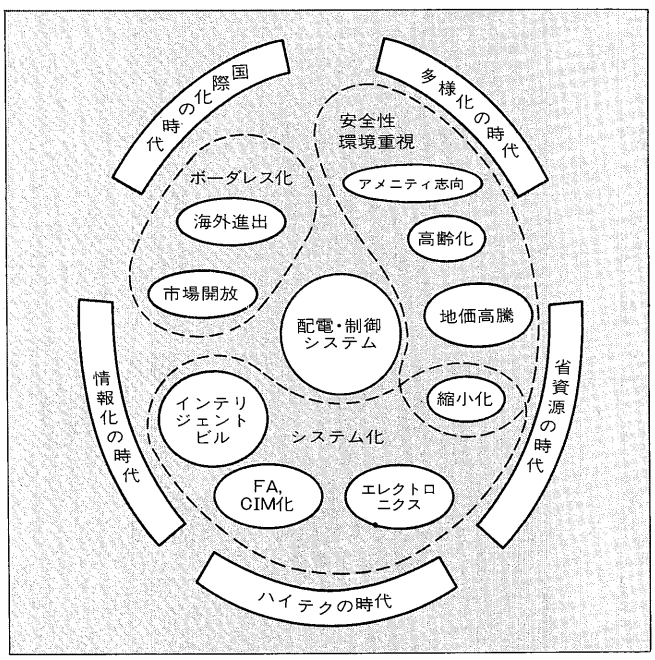
# 配線用遮断器・漏電遮断器の技術動向と新シリーズの開発

高松　巌（たかまつ　いわお）　阿部　汎雄（あべ　ひろお）　神達　健之（かんだつ　きよし）

## 1　まえがき

今日，われわれの周りで起きている社会現象や経済活動，そして技術の変化などはビルや工場の電気設備（ここでは配電制御システムという）へのニーズと大きなかかわり合いを持っている。**図1**は配電・制御システムとこれを取り巻く社会環境の相互のかかわり合いを概念的に表現したものである。その一端をのぞいてみると，大都市で最近とみに目立ちつつあるインテリジェントビルや最新のハイテクを駆使したFA工場などでは，電気エネルギーの安定供給はこれらの機能を十分に発揮してゆく上で不可欠な条件であり，瞬時の停電が障害の因となり得る。また，一方では，ここ数年来，日本企業の海外への工場進出が急増しており，これらの製造設備に使用される電気機器は現地の安全規格や規制に適合したものでなければならない。さらに，狭い日本は土地が高く，スペースの有効活用は電気設備にとっても重要な課題である。

図1　社会環境と配電・制御システム




配電制御システムはこれら，その時代時代の社会環境を十分に配慮したものでなければならないし，システムを構成する種々のコンポーネントは「時代のニーズ」に先駆けする商品であることが求められる。配電制御システムにおいて重要な責務の一役を担う配線用遮断器（以下，MCCBと記す），漏電遮断器（以下，ELCBと記す）も当然のことながら，これらのニーズにこたえ得る商品でなければならない。

富士電機では，上述の動向を敏感にとらえ，富士オートブレーカ（以下，FABと記す），富士漏電遮断器（以下，ELBと記す）に関しても，需要家のトータルコストパフォーマンスの向上に寄与できることを配慮した，時代のニーズにこたえる商品開発を実施してきた。

本稿においては，MCCB，ELCBを取り巻く動向を紹介するとともに，富士電機が最近開発した関連の新商品について，その基本となる設計思想，開発のねらい，特長などについて概説する。

## 2　MCCB，ELCBの課題

### 2.1　配電制御システムの課題

上述の背景を踏まえ，配電制御システムの課題をまとめると**図2**に示す4点に要約される。すなわち，

(1)　高品質の電力の確保
(2)　保守の省力化
(3)　スペースの効率性の追求
(4)　国際化への対応

であり，これら四つの課題を経済的に実現してゆくことである。上記の課題について，機器の立場から幾つかの考慮すべき点を挙げる。

(1)　安定した質の高い電力の供給

停電のないこと，また短絡事故などに対し波及を最小限にとどめるため，保護特性や信頼性の向上など配電系統上の機器相互間の関連を考慮すること，またノイズやサージなど電流電圧波形などを乱す外乱を抑制することなど配慮しなければならならい。

**高松　巌**

昭和39年入社。低圧受配電機器，FA用センサの開発に従事。現在，吹上工場器具設計部長。

**阿部　汎雄**

昭和39年入社。受配電機器，検出機器の開発・設計に従事。現在，大田原工場設計部長。

**神達　健之**

昭和40年入社。配線用遮断器の開発設計に従事。現在，吹上工場器具設計部担当部長。

図2　配電・制御システムの課題

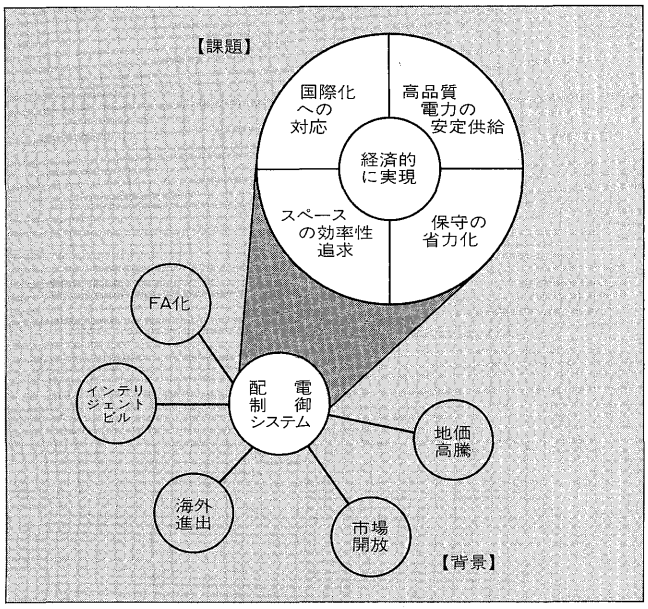
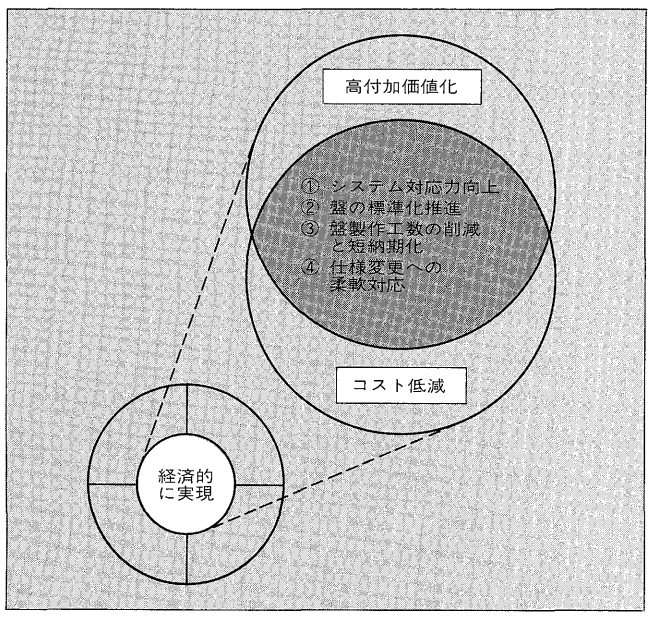



図3　配電・制御システムの経済性の追求




(2)　保守の省力化

トラブルの予防保全的情報や運転情報の集中監視，あるいは保守点検のやりやすさなど，設備側の要求にマッチする機器を選択する必要がある。

(3)　スペースの効率性の追求

小形化された機器，機能を複合化した機器などを有効に活用してゆくことがポイントと考えられる。

(4)　国際化への対応

外国規格への適合，現地方式への柔軟な対応や国際競争力の向上などへの取組みが必要とされる。

このような課題を経済的に実現してゆくためには，**図3**に示すように付加価値を高めてゆくとともに，トータルコストの低減への取組みが必要となる。機器に関して言えば，これらアイテムを具現化できる商品を市場にタイムリーに供給してゆくことがメーカーの使命である。

### 2.2　MCCB，ELCBの課題

社会環境から求められている課題をMCCB, ELCBの立場に置き換えて整理すると，次の4点に要約される。

(1)　配電制御システムのトータルコストダウンにいかに寄与してゆくか。

(2)　高い給電信頼性の実現にどのように貢献できるか。

(3)　マンマシンインタフェースの向上，すなわち機器と人との親和性を深めること。

(4)　各種産業の海外進出への対応

具体的には前述の(1)項に関しては，

(a)　商品系列の標準化

(b)　小形化と寸法モジュール化

(c)　配線・接続の合理化

などが課題であり，(2)項に関しては，

(a)　遮断性能の向上

(b)　予防保全機能や保護特性の高性能・高機能化

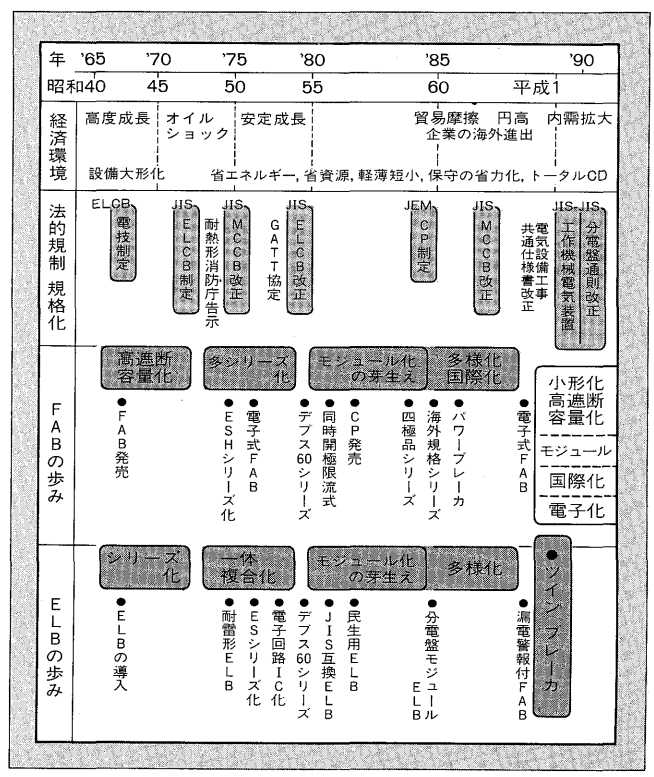
であり，(3)項に関しては，使い勝手の改善や安全性の向上があり，さらに(4)項については海外規格への適合と認定取得などが課題として挙げられる。

## 3　技術動向

### 3.1　MCCB，ELCBの歩み

これらの機器は保護機器としての性格上，経済環境はもとより，法的規制とのかかわり合いを持ちながら発達，普及してきた。これらの機器の歩みを**図4**でたどってみたい。昭和30年代から40年代にかけての高度成長期に，設備の大形化が進むなかで，安全意識の高まりを受けて，電気設備

図4　配線用遮断器・漏電遮断器の歩み



の技術基準にELCBを設置すべき箇所やMCCBの適用基準などが加えられた。その後，昭和54年に貿易上の技術的障害を除くため，各国規格をIEC規格に整合させることがGATT協定（ガットスタンダードコード）として約束された。それ以降，IECとの整合化への基本方針に基づき機器単体や適用される装置のJIS規格の改正や制定が行われてきた。最近では工作機械の電気装置，キャビネット形分電盤などのJIS規格においてもIECとの整合が図られており，電気設備工事共通仕様書（建設省）などにもその流れは反映されてきている。

前述したような流れのなかで，富士電機はMCCB，ELCBの分野で，時代をリードする数々の商品を提供してきた。高度成長期においての安全意識の高まりにこたえて，国内に初めてELBを導入，また限流遮断方式を標準採用したFABでこの業界に参入した。1980年代に入り，モジュール化のきっかけとなったデプス60シリーズ，同時開極方式の限流ブレーカ，分電盤モジュール形のFAB，ELBシリーズ，企業の海外進出をいち速く察知し，発売したUL，CSA規格シリーズやシステム遮断器パワーブレーカなど，いずれも時代のニーズを先取りした商品群である。別稿にて紹介する新形FABとELBは，これまでの経過のなかで追求してきた小形化，高遮断容量化，モジュール化，国際化などのニーズを一段高いレベルで集大成することをめざしたものである。

### 3.2　技術動向

前述の経過を踏まえ，MCCB，ELCBの技術動向について，次の3点に絞って詳述する。

(1)　小形化とモジュール化
(2)　環境変化への適用（電子化対応）
(3)　安全性に関する各規格の動向

#### 3.2.1　小形化とモジュール化

(1)　小形化

小形化の追求の考え方を要約すると，次のことが言える。すなわち，225Aフレーム以下の小形機種においては主として遮断容量から体格が決まってくる。したがって，単位体積あたりの遮断容量をいかに大きくするかが技術のポイントとなる。一方，中・大形機種は，むしろ常時の通電容量から体格が決まる。したがって，単位体積あたりの通電容量をいかに大きくするかがポイントとなる。しかし，材料の導電率や外部の接続導体との関係上，縮小化には限界があるので，最近では同じ体格のまま，各種の保護機能を付け加え，機能アップする傾向にある。前者を実現する技術のポイントは主として限流遮断方式の追求と高強度のモールドケース材料の開発にある。後者の実現には接点の温度上昇を抑制するため，接点材料や良好な接触状態を維持するための接触構造やアーク駆動方式の改善などがあげられる。また，電子応用技術が機能アップの有効な手段として実用されている。

**図5**は100Aフレームを例に小形化の推移を示す。これらのグラフは小形化の程度を単位体積あたりの遮断容量をベースに表現したものである。**図5**(b)はELBとFABの体積比較の推移を示したもので，昭和51年当時のFABを100としたときの縮小率を示している。年代とともにELBが小形になり，ELBがFABに近づく傾向が読みとれる。**図5**(c)は新シリーズも含めて，FABの小形化率を示したもので，かなりの小形化が進んでいるといえる。これは小形化と遮断容量アップが同時に実現した結果によるものである。

中・大形機種は**図6**に示すように小形化に対し飽和の傾

図5　小形機種における小形化の変遷

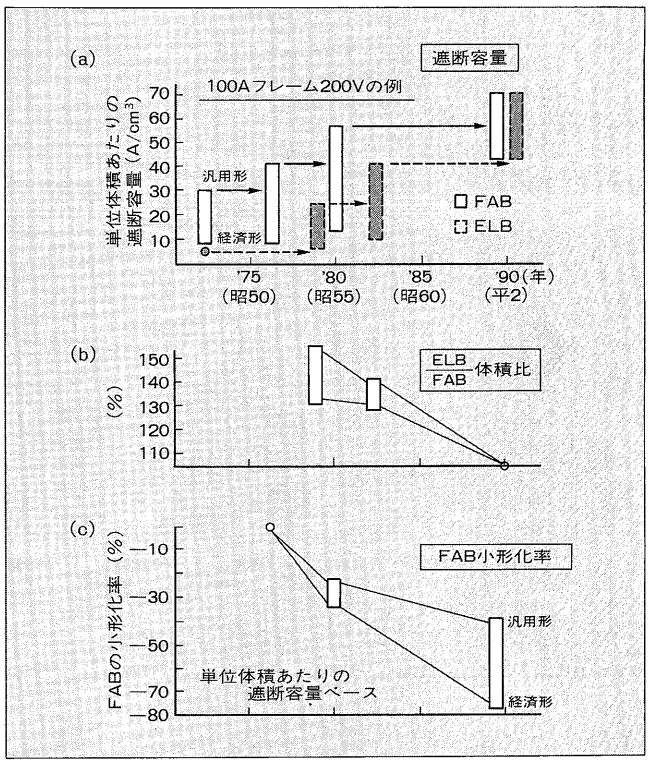



図6　中・大形機種における小形化の変遷

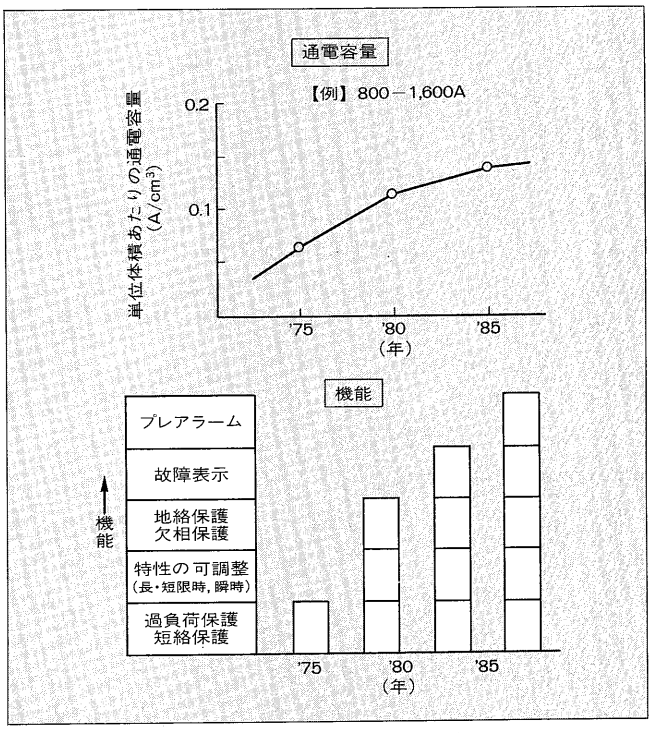
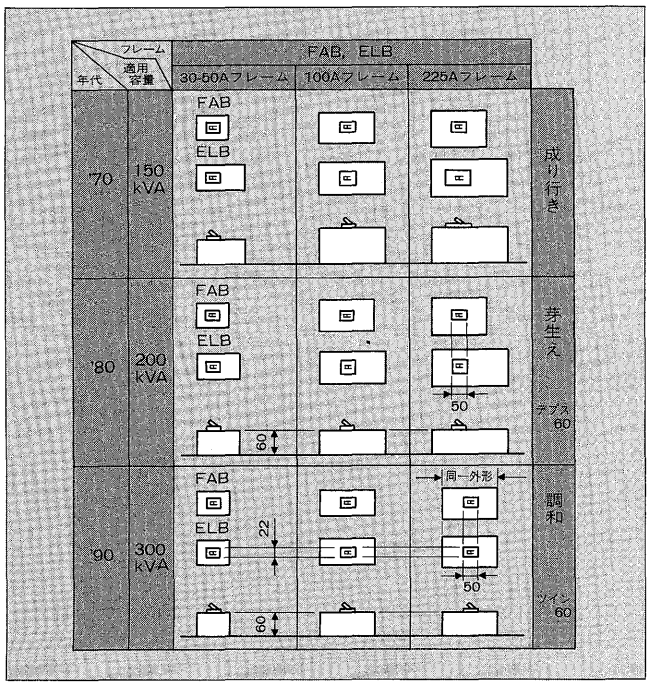


図7　モジュール化の追求




向が見られるが，他方で種々の機能を備えたFABの出現を示している。

(2)　モジュール化

**図7**はモジュール化の変遷を示したものである。20年前は，主として機種個々に小形化が追求された結果として，出来上り寸法で設計されており，機種間の寸法統一という思想は見られない。10年前に，富士電機はデプス60シリーズとしてモジュール化の思想をFAB, ELBに導入した。このシリーズは画期的なこととして，多くの顧客に高い評価をいただき，盤製作の合理化に貢献したものと考えている。しかし，まだ次のような幾つかの課題を残している。例えば，FABとELBの置換えが簡単にできないこと，付属品が付くと加工寸法を変えなければならないこと，などである。今後，90年代にかけて，さらに徹底したモジュール化を進めてゆくことを考えている。

### 3.2.2　環境変化への対応

最近の傾向として，負荷機器，制御機器の電子化と多機能化が進んでおり，その電源側に設置されるMCCB, ELCBは特性面で影響を受ける場合が多くなってきている。以下にその状況例の幾つかを紹介する。

(1)　負荷機器の可変制御への対応

負荷機器を位相制御によりコントロールするケースが増えてきている。例えば，インバータによる電動機の可変速制御やヒータ回路の温度制御などである。この場合，通常状態で高周波漏れ電流の発生や負荷電流にひずみを生じ，MCCBやELCBの動作特性に影響を与える場合が生じている。

(a)　高周波漏れ電流への対応

インバータ回路にELCBを使用した場合，電路と大地との静電容量を介して，3～10kHzの高周波漏れ電流が常時流れる。電路長などの条件により，この高周波漏れ電流が検出レベルを超えて，ELCBを動作させる場合がある。ELCBは高周波領域では動作せず，地絡事故の発生時には確実に動作し，安全を確保できる動作特性を備えていなければならない。

(b)　ひずみ波電流への対応

定格電流切換機能や引外し特性の可調整機能，あるいは過負荷の事前（予知）情報，いわゆるプレアラーム機能を備えた電子式MCCBが保護協調，保守の合理化や予防保全などから使用されるケースが増えている。そのため電子機器を負荷としたときのひずみ波電流に対して，安定した熱保護特性が得られるよう実効値検出を採用した過電流引外し装置を備えたものの要求がある。

前述の(a), (b)に関するFAB, ELBつについては別稿で紹介しているので，参照いただきたい。

(2)　電子制御機器とのインタフェースの向上

プログラマブルコントローラなどの電子制御機器と組み合わせて使用する場合が増えており，制御回路の微小電流負荷への適用や，自動運転による遠隔操作機能などが求められている。具体的にはMCCB, ELCB警報信号の直接プログラマブルコントローラへの入力，あるいはMCCBを自動的に開閉する場合などであり，新シリーズではこれらの対応が図られている。

(3)　定格値，機能の多様化

各定格のユニバーサル化，引外し特性の高精度化，あるいはメンテナンス情報の付加など保護機能にいろいろな機能をプラスして欲しいという市場のニーズがある。特にELCBでは電圧のワイド化が強く求められている状況から，新シリーズELBでは100/200/415Vに使用できるよう定格電圧のワイド化が図られている。

### 3.2.3　安全に関する各規格の動向

安全は人類にとって共通の課題であり，安全への関心はこの20年間に大いに進んだ。低圧回路における感電死亡事故は産業安全年鑑によるとかなり減少してきている。法規，規格の整備とともに，ELCBの普及や充電部への接触防止など安全対策の徹底によるものと推察される。

最近，各種の電気装置について，GATT協定に基づいて国際規格IECに整合する方向で規格の整備が行われてい

表1　各規格に見る安全性の規定

| No. | 安全上の規定内容 | JIS B 6015 | IEC 204 | JIS C 8480 |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 感電防止<br>(1)　充電部のエンクロージャ内への取付<br>(2)　扉を開いた時の充電部への接触防止 | <br>○<br>○ | <br>○<br>○ | <br>○<br>○ |
| 2 | 感電保護<br>(1)　電源の自動遮断……漏電遮断器の設置<br>または<br>(2)　絶縁強化や特別低圧使用による保護など | <br>○<br>○ | <br>○<br>○ | <br>－<br>－ |
| 3 | 外部操作ハンドルの使用と開路位置でのロック機能 | ○ | ○ | － |
| 4 | 閉路および開路の表示<br>閉路……I<br>開路……O | ○ | ○ | － |

JIS B 6015 工作機械の電気装置
JIS C 8480 キャビネット形分電盤　IEC 204 産業機械の電気装置

る。**表1**は産業機械や盤の規格のMCCBやELCBに関連する規定を抽出したものである。充電部の接触防止，感電保護，緊急時のための外部操作ハンドルの使用や保守点検時に予期しない誤操作を防止するためにロック機能を設けることなどが規定されている。また，閉路および開路の記号についてもIECの「I」および「O」の使用を推奨している。特に，充電部への接触防止については各種の規格に具体的に規定されている。電気用品取締法では単体で壁取付の場合，人の指が接触しないよう形状の規定をしている。また，電気設備工事共通仕様書やJIS C 8480キャビネット形分電盤では扉を開放したとき，充電部が露出しないことを規定しており，欧州のDIN規格でも，指や手のひらが接触しないことを規制した検査基準が定められている。

## 4 新形FAB，ELBの開発

### 4.1 開発のねらい

前章で述べたように，配電・制御システムの高度化，多様化が進んでおり，これに伴って高い給電信頼性の実現，保守の合理化，安全性の向上やマンマシンインタフェースの向上および国際化時代への対応などが求められており，さらに，これらの実現にあたってはより一層の経済性を重視した取組みが必要とされている。今回，上記の市場ニーズに，より的確にこたえるべく225A以下のFAB，ELBの新シリーズを開発した。新シリーズの開発にあたっては需要家のご意見，ご要望を広範囲に取り入れるとともに，需要家サイドのトータルコストパフォーマンスにより一層寄与できることを配慮した，より広い視野に立った積極的な取組みを実施してきた。

本シリーズにおいて重点的に実施したポイントは次のとおりである。

(1) 究極のモジュール化の実現
(2) 遮断性能の向上による適用範囲の拡大
(3) 小形化の追求
(4) オプション機能の充実
(5) インタフェースの改善(表示，操作性，安全性の追求)

図8 ツインブレーカの外観

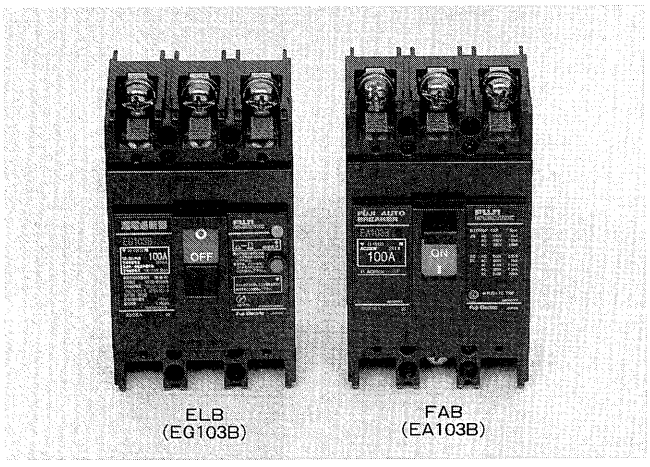



表2 新形FAB，ELBの定格仕様

| フレームサイズ(A) | FAB | | | ELB | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 形式 | 定格電流 | 定格遮断容量(kA) AC460V (AC415V) | 定格遮断容量(kA) AC220V (AC200V) | 外形寸法 幅 | 外形寸法 高さ | 外形寸法 奥行 | 形式 |
| 30 | EA30 | 5,10,15,20,30 | – | 2.5 | 75 | 96 | 60 | EG30F |
| | – | 5,10,15,20,30 | 1.5 | 2.5 | 75 | 130 | | EG30B |
| | SA30B | 5,10,15,20,30 | 2.5 | 5 | | | | SG30B |
| 50 | EA50A | 5,10,15,20,30,40,50 | – | 2.5 | 75 | 96 | 60 | EG50F |
| | EA50B | | 2.5 | 5 | 75 | 130 | | EG50B |
| | SA50B | | 7.5 | 10 | | | | SG50B |
| | SA50R | | 10 | 25 | | | | SG50R |
| | H50B | 15,20,30,40,50 | 65 | 100 | 90 | 155 | 82 | HG50B |
| 60 | EA60B | 60 | 2.5 | 5 | 75 | 130 | 60 | EG60B |
| | SA60B | | 7.5 | 10 | | | | SG60B |
| | SA60R | | 10 | 25 | | | | SG60R |
| 100 | EA100F | 50,60,75,100 | – | 5 | 75 | 96 | 60 | EG100F |
| | EA100B | | 10 | 25 | 75 | 130 | | EG100B |
| | SA100B | 15,20,30,40,50,60,75,100 | 25 | 50 | 90 | 155 | | SG100B |
| | SA100R | | 42 | 85 | 90 | 155 | 82 | SG100R |
| | H100B | | 65 | 100 | | | | HG100B |
| | H100R | 40,50,60,75,100 | 85 | 125 | 105 | 165 | 99 | – |
| 225 | EA225B | 125,150,175,200,225 | 15 | 25 | 105 | 165 | 60 | EG225B |
| | SA225B | | 25 | 50 | 105 | 165 | 82 | SG225B |
| | SA225R | | 42 | 85 | | | | SG225R |
| | H225B | | 65 | 100 | 105 | 165 | 99 | HG225B |
| | H225R | | 85 | 125 | | | | – |

注：( )内はELBの電圧を示す。

具体的には世界初のFAB, ELBの小形・同一外形寸法の実現や主要寸法の統一，限流遮断技術を駆使した遮断性能の向上とFAB, ELB間の定格遮断容量の整合，オプション類の共用化，使いやすさや安全性の改善および電磁開閉器に合わせ，正面にオレンジラインを配し装いも一新した外観デザインなど，広範囲な改良・改善を実施した。

本シリーズのコンセプトは外形寸法，遮断器としての基本性能，オプション類などFAB, ELBをまったく同一に構成することである。FABとELBを双子のごとくうり二つとしたことから，本シリーズをツインブレーカ（TWIN Breaker）と命名した。

### 4.2 種類と定格

ツインブレーカはいずれも経済形，標準形および高性能形から構成され，対象とするフレームサイズは30～225Aフレームまでである。**図8**にツインブレーカの外観を，**表2**に主な定格仕様を示す。関連テーマとしてツインブレーカの適用および電子式FABについても本特集に加えてい

る。併せて参照いただきたい。

## 5 あとがき

以上，MCCB，ELCBを取り巻く環境と課題，技術動向および新シリーズ開発の取組みとそのねらいなどを紹介した。高い給電信頼性，マンマシンインタフェースの向上，国際性への対応などをめざした配電制御システムを構築してゆく上で，少しでも需要家の皆様のトータルコストパフォーマンスに寄与できれば幸甚である。

システムの高度化，多様化が急速に進みつつある今日，MCCB，ELCBに課せられる責務を十分認識して，今後も開発・改良に努力する所存である。今後共，需要家および読者各位のご指導とご鞭撻をお願いする次第である。

**参考文献**

(1) 神達健之ほか：国際時代にマッチした富士オートブレーカ新シリーズとUL規格の認定取得，富士時報，Vol.59，No.2，pp.118-125(1986)

(2) 阿部汎雄・井出安俊：豊富な品ぞろえと使いやすさを追求した漏電遮断器，富士時報，Vol.59，No.2，pp.134-140(1986)

## 最近公告になった富士出願

〔特　許〕

| 公告番号 | 名称 | 発明者 | 公告番号 | 名称 | 発明者 |
|---|---|---|---|---|---|
| 特公平 1-51025 | りん酸形燃料電池のりん酸供給方法 | 近藤　一夫<br>小林　哲夫<br>草島　雄二<br>古川　雅晴 | 特公平 1-55500 | プロセス制御用計算機のタスク割付け方法 | 守本　修司<br>斉藤　文弘 |
| 特公平 1-51084 | オフセット補償回路 | 丸山　智弘<br>石川　徹男 | 特公平 1-55562 | 超電導コイルの製造方法 | 藤野　治之<br>石原　昭<br>能瀬　眞一<br>平本　亮 |
| 特公平 1-51394 | 真空吸着式走行車両 | 津田喜一郎 | 特公平 1-55565 | 変圧器巻線 | 伊藤　敬三<br>岩上　守彦 |
| 特公平 1-51936 | 拭取り効率の数値的評価方法 | 関　欣人<br>柳島　良平<br>楠戸　豊士<br>山口　清治<br>森島　寿一 | 特公平 1-55729 | 開閉器 | 田口　勝彦<br>川田　紀右 |
| | | | 特公平 1-55735 | 電磁コイル端末接続装置 | 林　英雄 |
| 特公平 1-52709 | 物体検知器 | 小田島　力<br>伊美　雄二<br>三好　紀臣 | 特公平 1-55738 | 回路しゃ断器の接触子機構 | 佐藤　一彦<br>大泉　宗三<br>本間　恒男<br>松本　誠一 |
| 特公平 1-52714 | ガス冷却形原子炉の高温プレナムブロック | 児玉　健光 | | | |
| 特公平 1-52996 | インバータ装置 | 保坂　一喜 | 特公平 1-56427 | 陸上出荷管理装置 | 佐藤　利明<br>長谷川一也 |
| 特公平 1-53757 | 原子炉の燃料出入設備 | 衣田　憲司 | 特公平 1-56435 | 硬貨選別装置 | 田中　章雄 |
| 特公平 1-54829 | ポリエチレン電線の端子接続部の製造方法 | 柳川　克彦 | 特公平 1-56583 | 信号伝送方式 | 佐野　友美<br>川崎紀久雄 |
| 特公平 1-54871 | 半導体放射線検出器 | 佐藤　則忠 | 特公平 1-56605 | 可搬式接地装置 | 藤　一彦<br>矢野　正祐 |
| 特公平 1-55402 | 超音波流量測定装置 | 中川　行雄<br>河野　勝<br>新貝　和照 | | | |

＊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。