



特 集 論 文

保護リレー(保護継電器)技術について

The Technology of Protective Relay

高 木 潤 哉 Takagi Junya	石 倉 定 幸 Ishikura Sadayuki
奥 田 誠 Okuda Makoto	笹 谷 幸 彦 Sasaya Yukihiro
深 田 勉 Fukada Tsutomu	片 山 幸 作 Katayama Kousaku
坪 田 浩 治 Tsubota Koji	竹 内 雅 靖 Takeuchi Masayasu

概要

当社の保護リレーの歴史は昭和の初期に遡り、配電盤のコンポーネントの一つとして計器とともに製作された。その歴史を紐解くと同時に、現在注力している分散型電源に対応した系統連系保護リレー装置と単独運転検出装置、高調波フィルタ設備用保護リレー装置、ユニット交換更新（レトロフィット更新）について解説し、DX化に対応した製品開発として今後の展望を述べる。

Synopsis

The history of protective relay date back to the early Showa period and was manufactured with instruments as one of the components of switchboards. At the same time as unraveling its history, we will explain the system interconnection protection relay device and islanding detection device that are currently focused on distributed power sources, the protection relay device for harmonic filter equipment, and the new product replace (retrofit replace) , and products that are compatible with DX. The future prospects for development are described.

■ 1. はじめに

変電所や受電所などで用いられている保護リレー（保護継電器）および保護リレー装置は、電力系統を構成する発電所や変電所、送・配電線路、および負荷設備に発生した短絡事故や地絡事故等を検出し、事故区間を速やかに系統より切り離すように遮断器を制御する役割を担う機器である。

当社では、発電所から需要家へ電力を供給するに至るまでの各所・各機器、各配電系統の事故検出を行うのに必要となる保護リレーなどを製造してお客様に納入し、電力系統の安全確保に貢献している。

■ 2. 保護リレーの歴史

保護リレーは、配電盤（スイッチギヤ）組込用コンポーネントとしての単要素保護リレーと、保護リレーを組み込んだ盤構造の保護リレー装置に分かれ、各々進化を遂げてきた。本章では、現在までの各製品技術の歴史について概要を紹介する。

2. 1 単要素保護リレー

当初、配電盤には、故障時の電流、電圧を利用した動作原理による、電気機械形の埋込型単要素保護リレーが開発され使用された。これらの単要素保護リレーは1950年代に引出し型構造や試験用プラグ挿入型等が開発され、従来の埋込型に対し保守作業が大幅に簡便化された。

1960年代には、トランジスタの産業分野への普及が広がり、これを単要素保護リレーへ適用し、誘導円板などの可動部を有する電気機械形から摩耗故障を最小限に抑えた可動部のない静止形(トランジスタ)単要素保護リレーとして、特性・性能の改善、小型長寿命化を図った。小型化により、単要素保護リレーのユニット構造化が促進でき、1つのケースに単要素の保護リレーユニットを複数収納し、配電線保護、母線保護等に必要な保護要素を実現するユニットを組み込んだタイプ(U系シリーズ)を開発し、発売した。

トランジスタに続くエレクトロニクス革新技術であるマイクロコンピュータ技術は、単要素保護リレー・保護リレー装置に恩恵をもたらした。

当社においては、1970年代初頭よりコンピュータによる保護リレーへの応用研究に着手した。その結果、単要素保護リレーにおいて、当時の汎用マイクロプロセッサを採用し、いわゆるデジタルリレーの実用化開発が実現した。これにより、複数の保護要素を1台のユニットに搭載した複合型リレー(NVシリーズ)を発売した。さらに2000年代には省電力の汎用32ビットマイクロプロセッサを採用し、高い演算能力により入力要素の計測表示、常時監視・自動点検などの診断機能が高度化され信頼性が向上した複合型リレー(NSシリーズ)を開発し、発売している。また、NSシリーズと同様のマイクロプロセッサを採用して、特別高圧・高圧配電盤用に、保護・計測・監視制御の機能を集約し、中央監視制御装置との通信機能を搭載したマルチリレーとして、デジタル制御ユニット(DCUシリーズ)を開発し、発売した。

2011年にリニューアルしたDCUシリーズ3では、液晶ディスプレイの採用により計測値のバーグラフ表示化、設定メニューの充実などマンマシンインターフェイスの向上を図った。加えて、事故波形記録などのセーブデータの充実の他、リレー整定の確認・変更、遠隔での装置点検対応等、通信機能の充実により、遠隔での保守・運用の高度化を実現した。

さらに、マイクロプロセッサなどの主要部位のハードウェア二重化を行うとともに、軽故障においては故障部位を除去した縮退運転(機能や性能の一部を使わずに運転すること)を行うなど、高い信頼性と運用継続性を有している。

その他、一般需要家構内の送電線保護では、1970年代より表示線を使用して保護区間両端の電流をベクトル的に比較するパイロットワイヤーリレー(交流表示線式電流差動リレー)を納入していたが、

デジタル化により、1998年に光ファイバを通信媒体としたPCM電流差動リレーを開発し、発売した。2018年には、本リレーをモデルチェンジし、従来機種が2端子専用であったものを最大5端子まで使用可能とした。本リレーは、従来のパイロットワイヤーリレーの更新を中心に適用拡大を図っている。

2. 2 保護リレー装置

電力の安定供給においては、送配電線路・発電所や変電所の短絡・地絡事故を確実に検出し、事故部位を除去することが必要である。そのために対象となる各線路・機器の事故検出に必要な保護要素を組み合わせ、さらに遮断器への制御指令回路を設けてリレーシステムとして集約し、自立盤として構成したものが保護リレー装置である。

1950年代まで、保護リレー装置は、電気機械形単要素保護リレーを集約した配電盤の一種であった。1960年代に入ると、トランジスタの普及で複数の保護要素および論理回路を内蔵したユニット化の開発が進み、保護対象に応じて専用化したトランジスタ形保護リレー装置が実用化に至った。

1970年代には、保護リレー装置は、市場へのマイクロプロセッサの登場とともにデジタル化へと進化した。1990年代には、32ビットマイクロプロセッサを採用し、さまざまな高機能化を施して、電力会社を中心に多くの納入実績を得ることができた。

デジタル形リレーは、入力変換部および処理部でCT、VTを介して入力した系統電流・電圧をA/D変換器によってデジタル量に変換している。デジタル形リレーでは、このデジタル量を演算によるフィルタ処理で任意の周波数成分抽出、三相入力の線間・零相成分変換、任意の係数による補正等が可能となっている。これにより、各保護リレーの歪波特性が改善され、回線選択保護リレー装置の零相循環電流対策、母線保護リレー装置のCT飽和対策といった機能付加が行われ、調相保護リレー装置の平衡調整も内部演算による自動機能化を実現している。

また、単要素保護リレー同様、保護リレー装置自体を常時監視・自動点検による自動監視機能が付加された。これによって誤動作、誤不動作防止を図るとともに、点検周期の長期化による保守業務の省力化にも貢献している。さらに、電力会社向けではマイクロプロセッサを中心としたハードウェア回路をメイン・フェイルセーフ直列二重化で構成することで、誤動作に対する信頼性をさらに高めた。

高機能化と信頼性重視で重厚な装置を製作する一方で、顧客より、高性能化を駆使したコンパクトな

保護リレー装置の要望があることから、電源部を内蔵したオールインワンタイプのユニットを2000年に開発し、発売した。このタイプのユニットは、配電用変電所向け保護制御装置のほか、分散型電源の系統連系時の連系要件として必要な単独運転検出装置にも採用している。

2000年代からは基本性能と信頼性の向上のほか、操作、運用に関する機能向上が求められるようになった。2007年には、通信機能を利用してパソコンで状態を確認でき、操作が可能な保護リレー装置を開発し、これによってネットワーク回線を通じた遠隔運用を実現した。

2010年代には高速化、高密度化等のハードウェア性能を向上して保護リレーユニットのコンパクト化を図り、回線選択保護リレー装置、距離保護リレー装置、母線保護リレー装置のラインアップを更新した。これにより、過電流保護リレー装置、機器保護リレー装置との同系列化を実現したことで、後述する保護リレー装置の新たな更新方法であるユニット交換更新実現にも寄与している。

2020年代に入り、保護リレー装置はこれまでの独立した装置ではなく、変電所構内の機器・装置等の設備全体をネットワーク化したシステムの一部に組み込まれようとしている状況にあり、当社としても市場ニーズを捉えて、新しい技術への取組みを続けている。

3. 当社の保護リレー技術と今後の展望

本章では、当社をとりまく市場環境を鑑み、現在の注力している技術を取り上げ、その内容を解説するとともに今後の展望について、以下に紹介する。

3. 1 分散型電源に対応した系統連系保護リレー装置と単独運転検出装置「エネリンク^(*)」

再生可能エネルギー（以下、再エネ）電源である太陽光発電・風力発電・水力発電、ごみ処理施設の廃熱を活用した発電・バイオマス発電などの導入が、近年のカーボンニュートラルの実現に向けて増加の一途を辿っている。

また、2020年4月の電力システム改革では、送配電部門の中立性をより確保する観点から、発送電分離が行われた。従来、一般電気事業者は、自社で保有する再エネ電源等の分散型電源を電力系統へ連系する際には、日本電気技術規格委員会発行の系統連系規程に準拠させることは不要であった。しかし、発送電分離により、送配電会社に対して連系申込が必要となり、系統連系規程に準拠した保護リレーの

設置を求められるようになった。

当社では、従来から分散型電源が電力系統と連系する際に必要となる系統連系規程に準拠した保護リレー装置を開発、販売してきた。具体的には、2000年に単独運転検出装置「エネリンク」を開発し販売を開始したほか、2011年には、電力用規格B-402：「デジタル形保護リレーおよび保護リレー装置」に準拠した特別高圧用系統連系保護リレー装置を開発し販売をしてきた。これら製品は、再エネ電源の普及に寄与するとともに、発送電分離に伴って、今後適用範囲を拡大するものと考えられる。以下に、その概要を説明する。

3. 1. 1 単独運転検出装置の概要

単独運転検出装置は、電力系統が停電した際に安全に復電するため、瞬時に分散型電源を配電線から切り離す装置である。

当社の単独運転検出装置「エネリンク」(図1)は、系統連系規程に記載の高圧連系に必要な保護要素である、単独運転検出機能の能動的方式、受動的方式、周波数上昇・低下(95H・95L)、過不足電圧(59・27)、短絡方向(67S)、地絡過電圧(64V)を全て内蔵しており、同期発電機・誘導発電機・インバータのいずれにも適用が可能である。特に能動的方式については、当社独自の次数間高調波注入方式を開発し、次のような特長を持たせている。

① 電力系統への影響が軽微

電力系統の電圧を基本波電圧に対して0.1%程度変化させることで、系統インピーダンスを計測(監視)することができ、従来方式の基本波の周期的な変動による電圧変動(フリッカ)を引き起こさない。

② 複数台設置による相互干渉なし

本装置を同一バンクに複数台設置した場合でも、それぞれ異なる周波数で監視を行うことにより、相互干渉を防止できる。

③ 分散型電源の台数に関わらず保護が可能

電力系統側の変化を監視するため、連系点が1箇所であれば、複数台および複数種類の異なる分散型電源がある場合でも本装置1台で保護可能である。

④ 電力系統側の切替に対応可能

電力系統の切替(配電線の経路変更)があっても、本装置1台で対応可能となっている。



図1 単独運転検出装置「エネリンク」

3. 1. 2 特別高圧用系統連系保護リレー装置の概要

特別高圧用系統連系保護リレー装置は、高圧連系の単独運転検出装置の役割とは異なり、適正な系統電圧・周波数維持の監視が役割となっている。特別高圧には、発電事業者の発電設備等が連系される状況となっており、特別高圧へ連系される発電設備等に対して系統安定・維持に資することが期待されるようになったため、単独運転が可能であることが特長である。

当社の特別高圧用系統連系保護リレー装置は、系統連系規程の特別高圧連系で必要となる保護要素、周波数上昇・低下(95H・95L)、過不足電圧(59・27)、短絡方向(67S)、地絡過電圧(64V)を350mm幅の装置に全て内蔵し、同期発電機・誘導発電機・インバータのいずれにも適用が可能であり、次のような特長を持っている。

- ① 至近端三相短絡事故検出が可能
短絡方向リレーは、保護リレー設置点至近端における三相短絡事故時にも確実に方向判別する必要があるため、メモリ電圧機能を付加し、至近端三相短絡事故検出を可能とした。
- ② 系統連系用変圧器の各種結線方式に対応が可能
系統連系用変圧器がY- Δ 結線で Δ 結線(分散電源)側に短絡方向リレーを設置する場合の対応として、電圧入力の位相変換処理機能も内蔵した。
- ③ 零相電圧をソフト合成
従来の静止形(アナログ)では零相電圧入力を接地形計器用変圧器(EVT)三次からの入力としていたが、三相電圧からソフトウェアで合成した零相電圧判定を採用したことにより、EVT二次の相電圧入力とした。これにより、

接地形計器用変圧器(EVT)三次回路が不要となった。

3. 1. 3 適用事例

これら単独運転検出装置、特別高圧用系統連系保護リレー装置は、次のような場合に有効である。

- ① 系統連系する際に、系統連系規程に規定の保護要素が不足している場合
系統連系のために必要となる保護要素が不足している場合に、これらの装置に更新することで系統連系規程に準拠可能となる。
- ② 転送遮断装置を更新する場合
これらの装置と同様の機能を果たす転送遮断装置は、送信装置、受信装置、通信線で構成される。よって、転送遮断装置の更新の際に、本装置を採用すると、物理面、管理面の両方において有効となる。
- ③ 送電線から配電線へ連系点を変更する場合
発電所-変電所間で、発電事業者の自営送電線を敷設している場合、送電線から配電線に、連系点を変更することで、自営送電線の保守費を削減できることがある。その際、配電線連系のために必要となる保護要素が不足しているときは、これらの装置に更新することで系統連系規程に準拠可能となる。

3. 2 高調波フィルタ設備用保護リレー装置

電力交直変換設備は、電力会社間広域連系強化のため、国内各所に設置され、電力融通に貢献している。

電力交直変換設備の安定運用には、交直変換時に発生する高調波の対策が必要であり、その対策として、当社は高調波フィルタ設備を納入している。また、高調波フィルタ設備とともに、高調波フィルタ設備内で発生する事故を確実に検出し事故部位を除去する交流フィルタ設備用保護リレー装置(以下、ACF保護リレー装置)や直流フィルタ設備用保護リレー装置(以下、DCF保護リレー装置)を納入してきた。

2020年代に入り、これらの高調波フィルタ設備用保護リレー装置は、設備増強や既設更新の時期を迎えており、それに伴い、後継機となる新型・高機能高調波フィルタ設備用保護リレー装置を開発して順次納入している(図2)。



図2 新型・高機能 高調波フィルタ設備用保護リレー装置

以下では、ACF保護リレー装置、DCF保護リレー装置のそれぞれについて、その構成と新型化に伴う改善点を説明するとともに、BCP対策としての装置の2系列化について紹介する。

3. 2. 1 ACF保護リレー装置

ACF保護リレー装置は、電流差動リレー(61)と高調波過負荷リレー(51H)の2つの保護リレー要素で構成している。具体的に、電流差動リレー(61)は、交流フィルタ設備内コンデンサの1素子が故障した際の微小な変化を検出するために、異分路同一相間の基本波差電流を検出する。高調波過負荷リレー(51H)は、分路に流入する高調波電流を検出する。これらにより、適切に事故を検出する(図3)。

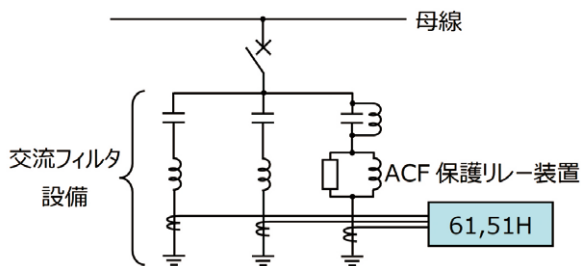


図3 交流フィルタ設備とACF保護リレー装置

ACF保護リレー装置を構成する電流差動リレー(61)は、各分路に流入する基本波電流と高調波電流を正確に分別し、微小な基本波差電流を検出する必要がある。新型機では、低次共振対策時に発生する低次高調波電流の影響を低減するために、デジタルフィルタを高度化することで、より精度の向上を図った。

また、高調波過負荷リレー(51H)は、従来のアナログフィルタ検出方式に代えてデジタルフィル

タ検出方式を導入することで、高調波電流検出の高精度化や経年劣化の抑制化とともに、自動監視機能による故障時の早期発見に対する改善を図った。

3. 2. 2 DCF保護リレー装置

DCF保護リレー装置は、直流フィルタ設備内の事故時に発生する交流性波形を検出するための電流差動リレー(87DF)や、直流フィルタ設備に流入する高調波電流を検出する高調波過負荷リレー(51DF)により、事故を検出する(図4)。

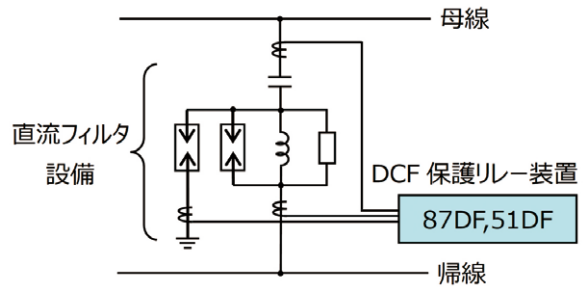


図4 直流フィルタ設備とDCF保護リレー装置

DCF保護リレー装置を構成する電流差動リレー(87DF)は、事故時に発生する交流性波形の減衰が速やかであることから高速動作が必要であるが、新型機ではアナログフィルタおよびデジタルフィルタを高度化することで、高速動作を維持した上でイミュニティ(電気機器などが様々な外的要因(ノイズ)で性能を低下せずに作動する能力)性能を向上させ、事故検出の安定化を図った。

また、高調波過負荷リレー(51DF)は、前述のACF保護リレー装置の高調波過負荷リレー(51H)と同様の改善を図った。

3. 2. 3 装置の2系列化によるBCP対策

近年、これらの高調波フィルタ設備用保護リレー装置には、保守対応や経年故障等による電力融通の停止を防ぐため2系列化した装置を納入している。

装置を2系列化することにより(図5参照)、1系列が故障しても、故障系のトリップ出力をロックすることで、健全な系列において、正常に運転の継続ができる。また、装置異常の際は、故障系装置のトリップ出力用端子を外し、電源を切ることで、健全系装置およびその他インターフェイスの運転に支障なく装置補修ができるメリットがある(図5)。

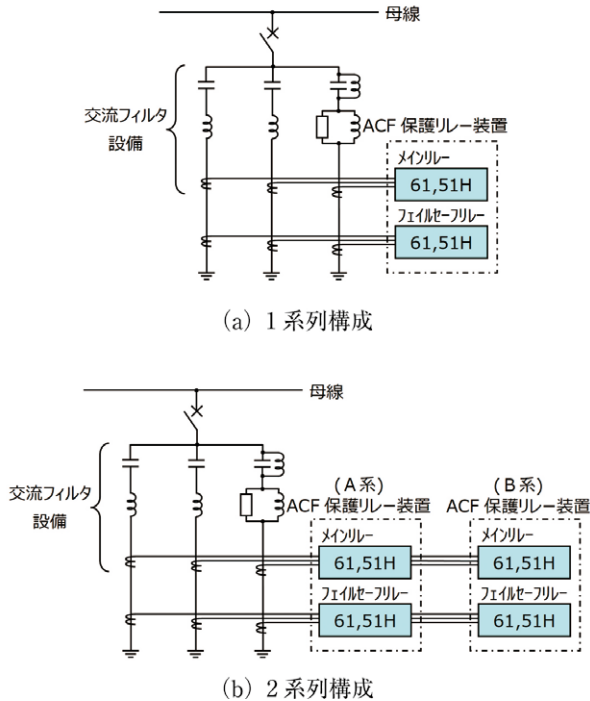


図5 装置の1系列/2系列構成比較

一方、2系列化した装置はトータルコストや他装置とのインターフェイスが増大するため、機能融合化やIEC61850に準拠することで制御ケーブルを通信ケーブルに集約するなど、対応を検討していく所存である。

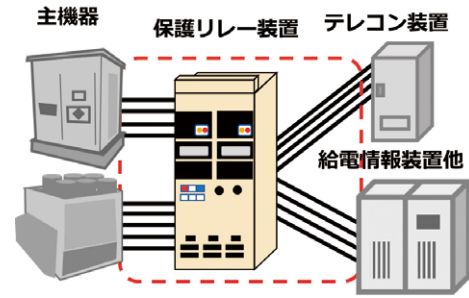
3.3 ユニット交換更新（レトロフィット更新）

1980～1990年代にかけて電力会社へ納入した多くの保護リレー装置が更新時期に達しつつある。更新需要は年々増加しており、効率的な設備の更新が求められている。そこで当社では、保護リレー装置のユニット交換による更新を行っている。

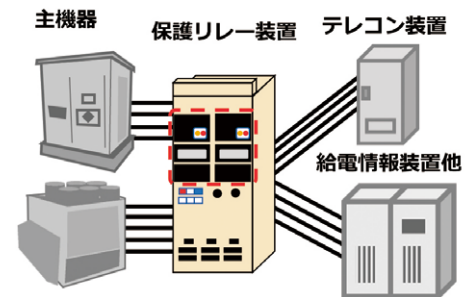
以下に、ユニット交換更新の概要とその実施状況について説明する。

3.3.1 更新方法について

ユニット交換更新とは、装置内のユニット部に限定した部分更新を実施する方法であり、従来の装置全体の一括更新を実施する方法と合わせて概要を図6に示す。



(a) 従来の装置一括更新



(b) ユニット交換更新

図6 保護リレーの更新方法

3.3.2 ユニット交換更新のメリット

ユニット交換による部分更新を行うことで、以下のメリットがある。

- ①制御ケーブル工事が不要
 - ・主回路停止範囲の削減ができる。
 - ・工事工程の短縮ができる。
 - ・更新工事コストの削減ができる。
 - ・更新作業におけるヒューマンエラーを減少できる。
- ②有寿命部品のみで装置の寿命延長
 - ・有寿命部品以外の筐体、盤内配線、端子台、試験用端子などは、そのまま流用が可能。

3.3.3 ユニット交換更新実施状況

電力会社が規定する標準仕様は過去複数にわたって改訂がなされており、現在の標準仕様と、既設保護リレー装置の仕様には差異がある場合がある。例えば、現在の標準仕様では、サージ吸収コンデンサの実装が必要であるが、これは2008年以前に納入した製品には実装されていない。このように単純にユニット交換するだけでなく、リレー装置盤への器具の追加、改造や配線作業などに係る現地作業が必要となる。そこで、現地作業の省力化を図るため、必

要な器具を事前に実装したユニット部（以下、アダプタユニット部）での更新を実施している。

アダプタユニット部での更新の場合、既設ユニットと交換ユニットは外形が異なるため、通常であれば新たに取付け穴開け加工を行う必要がある。そこで専用のアダプタ金具を製作し、現地穴開け加工を不要とした。加えて、既設ユニットと交換ユニットには入出力接続用コネクタに互換性がない。そのため、既設コネクタとの接続を容易にするため、変換コネクタケーブルにより、短時間での現地接続を可能にし、現地作業の効率化を図っている。

また、ユニット交換更新当初は対象が盤幅700mmの静止形（トランジスタ形）保護リレー装置であったが、その後、対象が盤幅350mmのデジタル形保護リレー装置へと移行している。そこで、700mm幅装置のアダプタユニット部に実装する回路は、あらゆる仕様に対応した最大設計としていたが、350mm幅装置の仕様に合わせて、アダプタユニット部のコンパクト化を含めた以下の改良を行っている。

- ・ 警報接点端子台の省略
- ・ 内部に電源線やコモン回路用に中継コネクタを採用
- ・ 350mm幅装置で不要となる切替回路を省略

ユニット交換更新については、2012年より、過電流保護リレー装置、距離保護リレー装置での適用を開始し、2020年には母線保護リレー装置へと適用範囲の拡大を図ってきた。今後も、更新時期を迎えた保護リレー装置について、さらなる現地作業の効率化、および、トータルコストの低減を目的に、ユニット交換更新の適用を検討していく所存である。

3. 4 今後の取組み

前述のように、保護リレーのデジタル化により保護機能の強化を進めてきた。今後は以下のとおり、通信機能を強化してDX化に対応した製品開発にも注力していく計画である。

3. 4. 1 IEC61850対応による高機能化

現在、各所で準拠に向けて検討が進んでいるIEC61850は、変電所内におけるインテリジェントな電子装置（IED：Intelligent Electronic Device）間の情報交換を標準化し、相互運用を達成するために制定された規格である。

近年、IEC61850を適用したデジタル変電所システムの利用が拡大しつつあり、電力系統を保護・制御する保護リレーにおいても、IEC61850準拠による

高機能化が求められている。当社は保護リレーメーカーとして、IEC61850対応は大きな転換期と考えており、新たな技術への取組みを進めながら新製品創出を目指して活動を実施している。

3. 4. 2 電力品質計測との融合

2.1節に記載のとおり、最近の保護リレーには、動作時の電圧、電流の波形データなどを保存する機能を備えたものもある。しかし、保護リレーで保存した波形データは、保護リレーを正常に動作させるために、デジタルフィルタを介した基本波を抽出したものとなっている。そのため、リレーの応動解析や、電力品質分析を行うことには適していない。

当社では、これまで培ってきた技術などを用い、リレーの応動解析や、電力品質分析が可能なフィルタ入力前の電圧・電流波形データを記録することのできる計測機器を開発し、発売している。また、これらの計測機器は、瞬時電圧低下、高調波、フリッカなどの電力品質監視に必要な各種の測定も可能となっている。

また、今後、増加の一途を辿る再エネ電源についても、それが電力系統におよぼす影響の監視、および、その対策に向けた製品開発を引き続き行っていく計画である。

3. 4. 3 ネットワーク化による機器運用・

保守の省力化

当社では、従来から特別高圧設備に当社製SCADA装置（MATEシリーズ）を納入しており、それらの多くは、現場の保護リレーやメータなどとメタルケーブルで接続されている。今後、通信ケーブルを敷設することによるメタルケーブルの削減のほか、主要機器の遠方監視、保護リレーの遠方整定・保守の高度化、さらには、予兆監視による機器トラブルの予防保全などをおして、機器運用・保守における省力化を実現していく。これらにより、コンポーネント販売からシステム販売へ転換し、顧客の課題を解決するソリューションを提供していく所存である。

4. まとめ

本稿では、保護リレーについて、その歴史と当社製品概要、および、今後の技術動向について紹介した。

昨今、再エネ電源の導入拡大に伴う電源の分散化により、電力系統は複雑さを増してきている。この複雑化する電力系統に向けて、広域での制御要求に対応するネットワーク化を含めた保護リレーの高機能化、システム化を進め、電力の安定供給に貢献していく所存である。

参考文献

- (1) 山本 他：「保護・計測事業のあゆみ」,日新電機技報,Vol.62 No.1,pp.59-65(2017)

(*) 「エネリンク」は、日新電機株の登録商標です。

執筆者紹介



高木 潤哉 Takagi Junya
電力・環境システム事業本部
ソリューションシステム事業部
電子機器開発部 次長



石倉 定幸 Ishikura Sadayuki
電力・環境システム事業本部
ソリューションシステム事業部
電子機器開発部 主幹



奥田 誠 Okuda Makoto
電力・環境システム事業本部
ソリューションシステム事業部
電子機器開発部 主幹



笹谷 幸彦 Sasaya Yukihiko
電力・環境システム事業本部
ソリューションシステム事業部
電子機器開発部 グループ長



深田 勉 Fukada Tsutomu
電力・環境システム事業本部
ソリューションシステム事業部
電子機器開発部 主任



片山 幸作 Katayama Kousaku
電力・環境システム事業本部
ソリューションシステム事業部
電子機器開発部 主任



坪田 浩治 Tsubota Koji
電力・環境システム事業本部
ソリューションシステム事業部
電子機器開発部長



竹内 雅靖 Takeuchi Masayasu
特別フェロー