

国内／海外共通プラットフォーム新型デジタルリレー“MELPRO-CHARGE3”“MELPRO-HB” ★

Numerical Protection Relays "MELPRO-CHARGE3" for Domestic Market and "MELPRO-HB" for Overseas Market Developed Based on Common Platform

1. はじめに

国内及び海外各市場での新たな顧客ニーズに対応するため、ハイエンド後継機としてプラットフォームを共通化し相互の機能融通性を持たせた“MELPRO-CHARGE3”及び“MELPRO-HB”(以下“C3/HB”という。)を開発した。

2. 開発の背景

国内・海外共に現行機種は約10年前に開発され、近年は価格及び仕様面で優位性が薄れてきており、再度優位性を高める必要が生じている。また、国内向けには電力用規格B-402や電気学会が定めるJEC規格、海外向けには国際電気標準会議が定めるIEC規格に合わせて個別に開発を行ってきたが、近年国内でも通信規格IEC 61850などIEC規格への関心が高まっている。さらに今後は変電所保護制御システムのフルデジタル化やデータ活用による保守効率化など、従来の保護制御にとらわれない、より広範囲な分野への応用が期待されている。

これらの課題と展望を基に、国内・海外向け後継機としてデジタルリレーC3/HBを開発した。

3. 開発内容

(1) 共通プラットフォーム開発

国内・海外向け機種を共通プラットフォームで開発することによって、両機種のIEC 61850対応への容易化及び開発リソース・保守負担の低減を図る。サイバーセキュリティ要求の高まりが想定される中、規格改定時の対応やセキュリティ対策の更新も共通で対応することになるため効率化が期待できる。併せてエンジニアリングツール“MELPRO-works”を開発した。特に海外では盤メーカーやシステムインテグレーターがツールを用いてエンドユーザー向けのカスタマイズを行うため、ロジック変更、通信等各種設定をユーザーの要望に応じて機能提供する仕組みも付加した。

(2) 機能向上

①高速サンプリングによる保護、監視、記録性能向上

現状、電圧や電流等の電気量のサンプリング速度は定格周波数に応じて2,400Hz(50Hz定格)、2,880Hz(60Hz定格)が採用されているが、C3/HBでは約20倍になる57,600Hzを採用した。これは、今後変電所デジタル化の際に導入が進められるプロセスバス関連規格IEC 61869に準拠したサンプリング(保護4,800Hz、電力品質計測14,400Hz)への対応を考慮したものであり、より高次の高調波が監視可能になるため、電力品質監視の高精度化も期待できる。さらに、演算周期や事故記録機能を従来の600/720Hzから大幅

に向上させた。事故記録は最大14,400Hzまで拡張しており、ユーザーや装置個別の要求に応じて適切な値を選択可能にした。記録件数も大幅に増加するとともに、電源供給が長期間断たれても記録を保持するなど、記録領域の高機能化を実現した。演算周期は1,200Hz/1,440Hzまで高速化が可能であり、保護の高度化や事故検出の高速化が期待される。

②カラータッチスクリーン採用

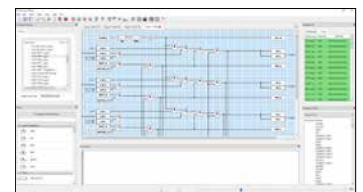
ユーザーインターフェースとしてカラータッチスクリーン(7インチ)を採用し、従来の押し釦(ボタン)+キャラクターLCD(Liquid Crystal Display)から大幅に視認性・操作性を向上させている。入力電気量のベクトル図表示や単線図が表示可能になり、保守や運用の効率化が期待できる。詳細情報の確認は現行機種では保守用パソコンを接続して実施する必要があったが、タッチスクリーンから閲覧が可能になる。保護リレーは製品寿命が長く、保守用パソコンを確保し続ける必要があるという顧客課題の解決にも寄与することが期待される。

(3) コスト低減

従来は複数CPU基板で実現していた機能を1基板に集約するなど部品点数削減によってコスト低減を図った。エンジニアリングツール活用を前提とした設計標準化、試験効率化なども並行して進めている。また、タッチスクリーン化によって従来は盤に実装していたスイッチをリレーの設定にするなど盤部材の削減も期待される。

4. むすび

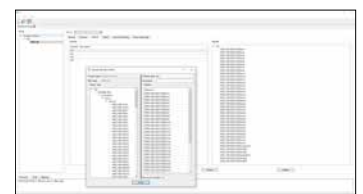
従来機種から大幅に機能を向上させ、競争力を強化した国内及び海外向け新型デジタルリレーMELPRO-CHARGE3及びMELPRO-HBを開発した。両機種共に2023~2024年度の市場投入に向けてアプリケーションの実装及び試験を進めている。引き続き変電所のデジタル化、予防保全端末としての機能など拡張開発を計画していく。



シーケンスエディター画面



海外向け新型デジタルリレー
MELPRO-HB



IEC 61850設定画面

MELPRO-works設定画面(例)

発電設備や製鉄、石油化学等の産業プラントでは、三相モーター(以下“モーター”という。)が数多く用いられている。モーターはポンプ、圧縮機、送風機など様々な設備の動力を担う主要機器であり、国内では約1億台が稼働していると言われている。モーターが故障した場合、生産に多大な影響を及ぼすことから、工場内のモーターの日常的な保守点検が必要である。しかしながら、広い工場内を巡視点検することは多くの労力が必要であり、また近年の人手不足によって人材確保が課題になっている現状がある。さらに高所や防爆エリア、水中など点検が困難又は不可能な場所での点検実施も問題になっている。

こういった保守業務での諸問題を解決するため、モーター群の制御・保護・計測・監視等を集中監視するモーターコントロールセンターに搭載されているマルチリレーに世界初(*1)となるモーター診断機能を搭載したTYPE EMC-BA PRO(以下“TYPE EMC”という。)を開発し、2019年に市場投入した(図1)。

モーター劣化診断機能は、モーター主回路の三相電流と電圧を計測し、解析することによって、モーターを停止させることなく常時モーターの状態をモニタリングすることを可能にした。また、伝送システムによって上位システムでの監視も可能である。従来は聴診や振動センサーなど定期巡回点検が必要であったが、TYPE EMCを導入することで配電盤の中央監視室などでの常時自動モニタリングが可能となり、広い工場内を巡視点検する手間や人手不足の問題を解消できる(図2)。

TYPE EMCに搭載しているモーター診断機能は、電流・電圧を計測・解析することによって、3種類6項目の故障要因を個別に診断することが可能である。診断項目は表1のとおりである。

TYPE EMCの診断によって三相モーター故障原因の約87%(*2)をカバーしており、網羅的に故障診断の実施が可能になった。機械系異常に関しては、振動センサー等による振動計測の方が高精度ではあるが、TYPE EMCが実施する診断は診断項目の多さや巡回点検作業が省力化できるといったメリットを持つ。

今回のTYPE EMCの製品化によって、定量的かつ自動的にモーターの劣化状態を診断できるようになった。点検業務での保安員の人材不足を解消し、またより安全な保安業務を実施できるようになり、電気設備の保安業務のスマート化に大きく貢献できる。

2019年の市場投入以来、多くの顧客から、“電流診断技

術は活用次第で、保全の方法を変える革新的な技術である”と好評を得ている。今後もインバーター設備への適用や適用可能モーターの範囲拡大など適用範囲拡大と一層の高度化に取り組んでいく。

なお、この製品の技術開発成果は産業技術の高度化及び産業の振興への貢献が認められ、第30回(2023年)芦原科学賞を受賞した。

- *1 2019年時点、当社調べ
- *2 日本電機工業会：誘導電動機の更新推奨時期について(2000)を参考にTYPE EMCとの機能比較によって算出した。

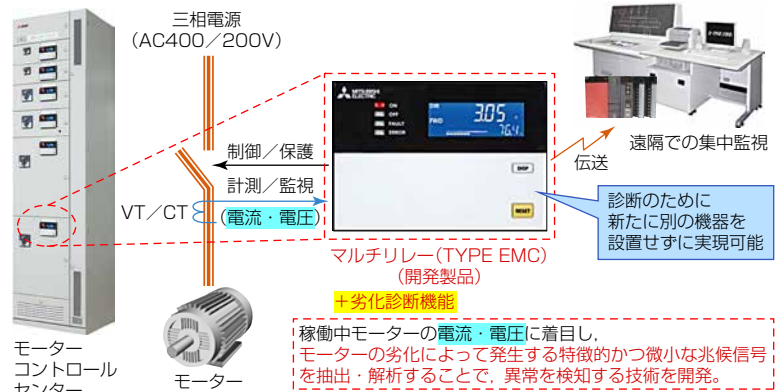


図1-TYPE EMC

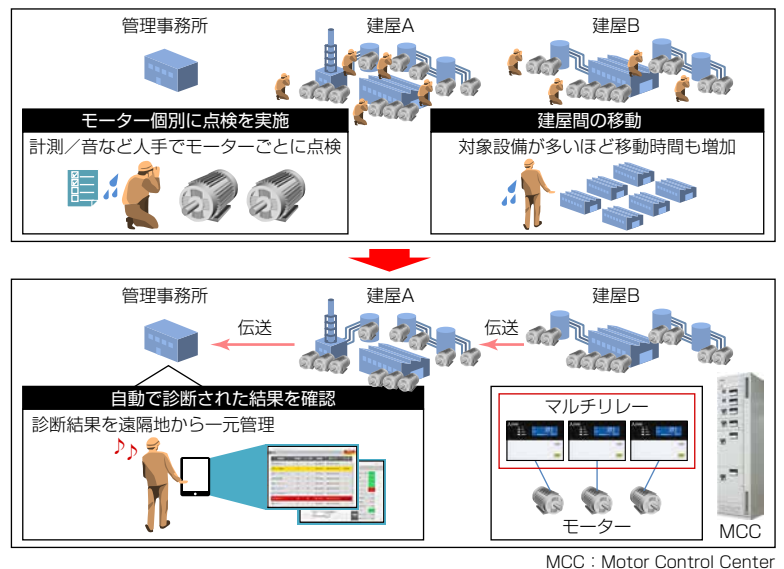


図2-今回開発システムが解決する点検業務の課題

表1-モーターの異常検知比較

異常種類	異常内容	五感点検	振動値計測による点検	TYPE EMCによる点検
1. 電気系異常	レヤショート検出(固定子巻線短絡)	×	×	○
	回転子バー損傷検出	×	×	○
2. 機械系異常	軸受け異常検出	△	◎	○
	異常振動検出	△	◎	○
	ベルト断線検出	△	◎	○
3. 負荷系異常	トルク異常(低/高トルク)	×	×	○

×: 診断不可 ○: 診断可能 ◎: 比較的高精度に診断可能

カーボンニュートラルに向けた原子力発電所再稼働と計装制御設備更新に対する取組み

Efforts to Restart Nuclear Power Plants and to Upgrade Instrumentation and Control Equipment Aiming at Realization of Carbon Neutral

2023年9月、東日本大震災以降停止していた高浜発電所1/2号機が稼働し、新規規制基準の設置許可審査に合格している加圧水型原子力発電プラント(PWR)12基が再稼働を果たした。

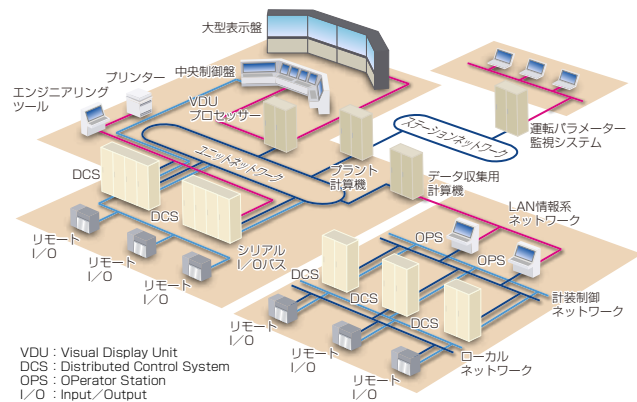
当社は、国内のPWR建設に電気計装メーカーとして携わって以降、日本のエネルギー政策に沿って原子力事業者とともに安心・安全なプラント運営に努めて、貢献してきた。S+3Eの基本的視点(*1)に沿って、安全性向上に資する安全対策工事の設備対応に加えて、電力の安定供給の実現に欠かせない設備の健全性を維持するため、プラント運

営の中長期的観点で設備更新工事を提案・実施している。

当社の原子力プラント電気計装制御設備は、生産維持活動によって納入から15年を超える長期保守性を確保しているが、開発から何十年も経過することで部品の技術変遷や技術者の世代交代など社会的寿命が考えられることから、定期的に最新機種開発を行い設備更新提案を実施してきた。高浜1/2号機では中央制御盤取替え工事によって再稼働までに200面以上の計装制御設備を最新の総合デジタル計装制御システムに一括更新し、デジタル型中央制御盤によるプラント運転監視を実現している。

当社はこれからも国内の原子力プラント再稼働に貢献していくほか、次世代革新炉への取組み等を通じて2050年カーボンニュートラル実現に貢献していく。

*1 安全性(Safety)、エネルギーの安定供給(Energy Security)、経済効率性の向上(Economic Efficiency)、環境への適合(Environment)



総合デジタル計装制御システムのシステム構成



デジタル型中央制御盤

出典：関西電力㈱ 高浜発電所の安全対策
https://www.kepcoco.jp/energy_supply/energy/nuclear_power/anzenkakuho/taisaku/various_risk/takahama/genba.html

託送料金制度への発電側課金導入に向けた取組み

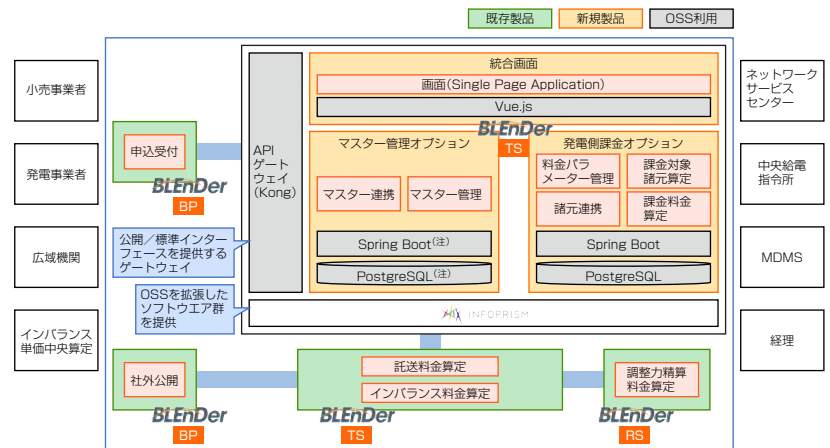
Introducing Generation Charge in Wheeling Charge System

発電側課金制度の目的は、系統の効率的な利用及び再生可能エネルギー導入拡大に向けた系統増強を効率的かつ確実に行うため、現在、小売事業者が全て負担している送配電設備の維持・拡充に必要な費用を需要家とともにシステム利用者である発電事業者の一部の負担を求めて、より公平な費用負担にすることである。

当社は、国内送配電事業者向けに、既存製品である託送料金調定パッケージ(BLEnDer)のオプション機能として、2024年4月の制度開始に向けてパッケージ開発を進めている。このパッケージは、当社製品であるINFOPRISMを含めて、各種オープンソースソフトウェアを活用して組み合わせた製品であり、発電側課金に必要な機能として、課金対象諸元算定、課金料金算定、料金パラメーター管理等の機能、及びシステム間・機能間連携を実現するための公開/標準インターフェースやユーザーが利用する画面を具備する。マスター、諸元データ等は、既存パッケージ製品との連携機能を具備してお

り、効率的なデータの管理が可能になっている。

当社は、発電側課金業務に対する各送配電事業者のニーズに対応しつつ、パッケージ標準機能を活用してインテグレーションすることで、システム導入を進めている。制度開始後も、更なるシステム・機能を拡充するだけでなく、各送配電事業者の業務運用・システム運用ニーズを取り込んで、更なる顧客拡大を図っていく。



OSS：Open Source Software、API：Application Programming Interface、MDMS：Meter Data Management System、BP：Business Protocol、TS：Transmission Service、RS：balancing Reserves Settlement

託送関連パッケージ製品の機能概要及びシステム連携図

カーボンニュートラル、再生可能エネルギー主電源化に向けた大規模蓄電池制御システムの構築

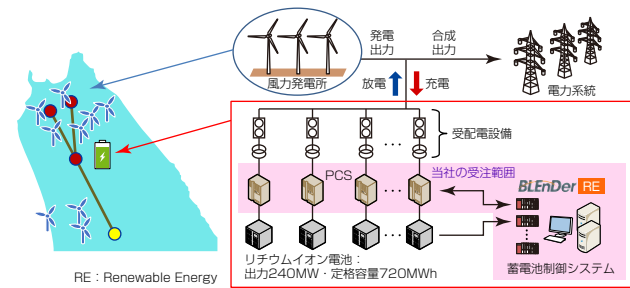
Building Storage Battery Control System for Carbon Neutrality and Becoming Main Source of Renewable Energy

カーボンニュートラル実現に向けて再生可能エネルギー主電源化を実現するための課題として、再生可能エネルギーの出力変動への対策が挙げられる。その解決手段の一つとして蓄電システムがある。北海道北部地域に風力発電所(以下“WF”という。)を大量導入(9か所合計500MW以上)する際の系統安定化対策として、世界最大規模(出力240MW、定格容量720MWh)の蓄電システムが2023年4月に導入された。当社は千代田化工建設㈱の下で、この大型蓄電システムを制御する“BLENder RE”とパワーコンディショナー(以下“PCS”という。)を納入した。大量のWFが運用開始すると、風況の変化に伴い発電出力が大きく変動することによって、周波数の変動が発生し系統安定運用に影響を与えることが考えられる。今回のシステムはこの課題に対して、WFの出力変動を打ち消すように蓄電池の交流出力を制御し、風力発電出力の変動を一定値(送電定格

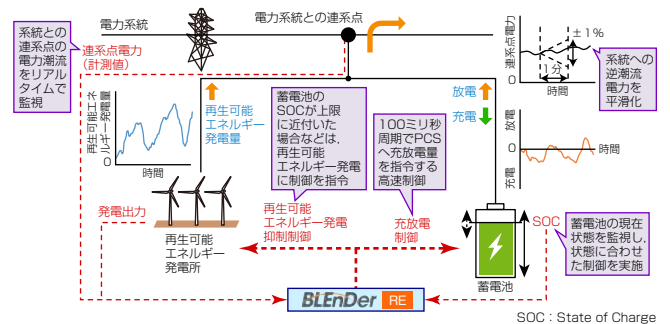
300MWに対して1%/分)以内に抑制する。その他、夜間は系統需要が低下するため出力増加を抑制するなど、時間帯によって系統への出力値の増減抑制の制御も行っている。これらの制御には高速な動作が必要なためMELSEC(当社製シーケンサ)によって100ms周期で充放電量を演算し、PCSに充放電電力を指令することで高速性を実現している。



システム全景(千代田化工建設㈱提供)



システム概略構成図



蓄電池制御システムの制御イメージ

電力デジタルエナジープラットフォームを活用したアグリゲーションサービス

Aggregation Service Utilizing Power Digital Energy Platform

当社はカーボンニュートラル実現に向けて、分散型電源の活用促進に取り組んでいる。分散型電源は小規模であるため、多数の電源を束ねる必要があるが、接続方法や初期導入費用に課題がある。

電力会社だけでなく、アグリゲーターや需要家にも分散型電源の導入を促進し、活用を加速していくためには、“サービス契約型”のソリューション提供が有効と考えて、当社は分散型電源情報を収集し、多数の分散型電源を束ねて、仮想発電所(Virtual Power Plant: VPP)として管理・活用可能な“アグリゲーションシステム”をパブリッククラウド上に構築し、サービス提供を開始した。

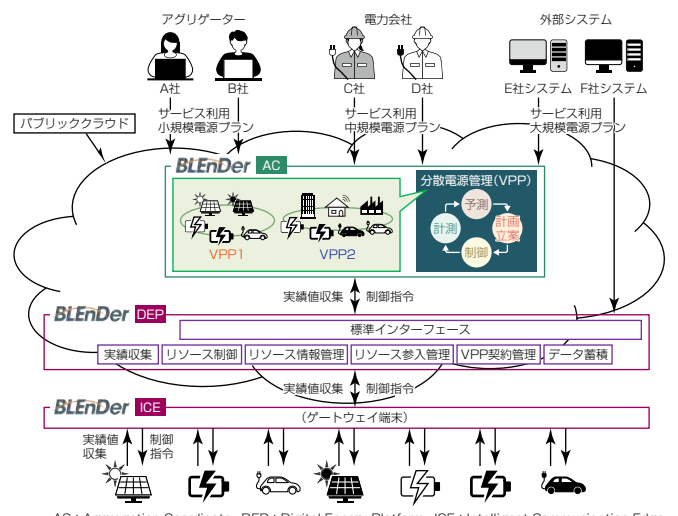
このサービスは、再生可能エネルギー発電設備、蓄電池、ヒートポンプ給湯器など多様な分散型電源と接続し、情報の収集、需要・発電予測、蓄電池充放電計画・制御を自動で行うことが可能である。

分散型電源との通信は電力エナジープラットフォームである“BLENder DEP”を活用し実現している。

BLENder DEPは各種プロトコルに対応しており様々な

分散型電源と接続可能で、標準で外部連携インターフェースも持っている。

このサービス提供によって、分散型電源の導入と活用を促進し、カーボンニュートラル実現に貢献していく。



アグリゲーションサービス

■ カーボンニュートラル ■ サークュラーエコノミー ■ 安心・安全 ■ インクルージョン ■ ウェルビーイング ■ 要素技術ほか ★ トピック記事