

新型デジタルリレー“MELPRO-CHARGE2”

匹田猛雄* 松澤 勝*
山根定章*
片山善博*

New Digital Relay "MELPRO-CHARGE2"

Takeo Hikita, Sadaaki Yamane, Yoshihiro Katayama, Masaru Matsuzawa

要 旨

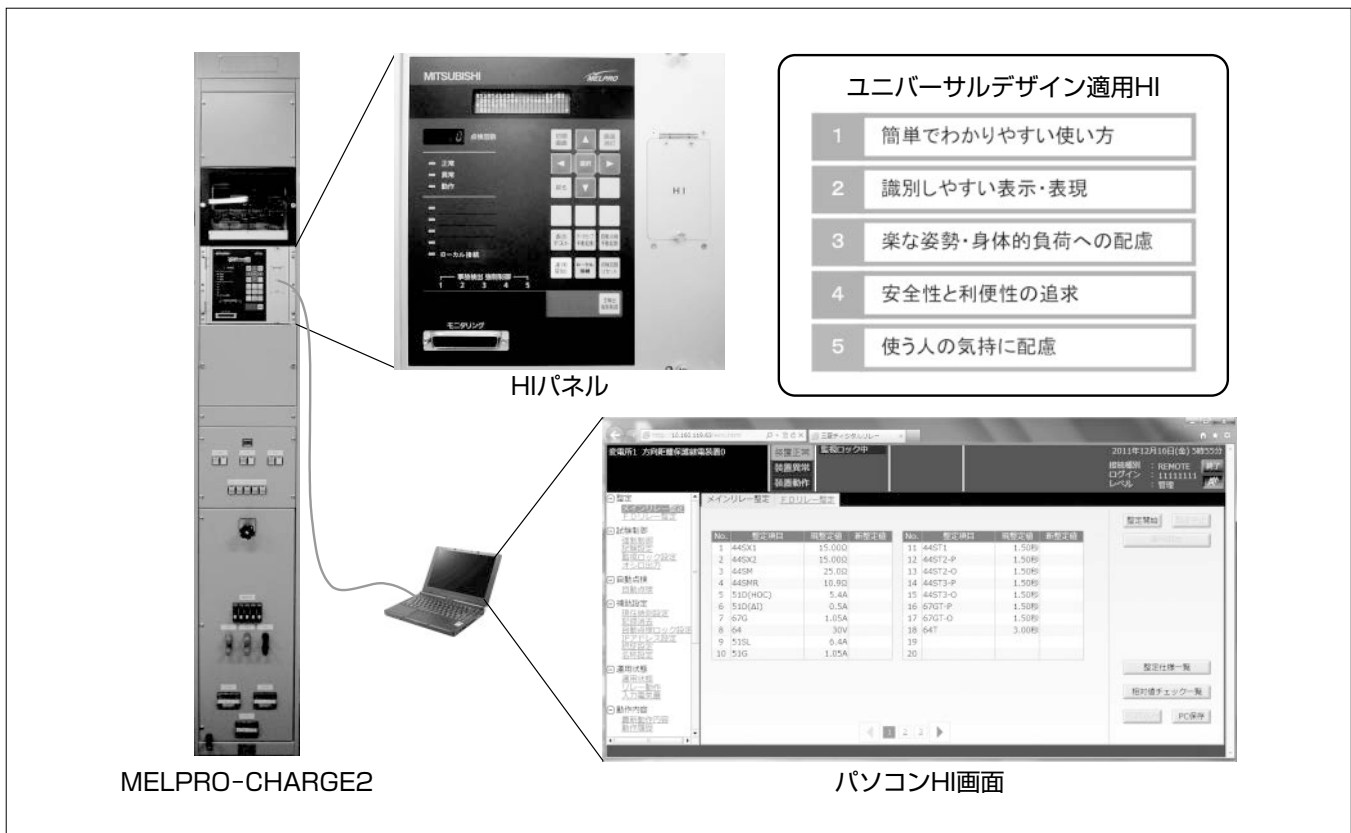
このたび三菱電機が開発した装置形デジタルリレー“MELPRO-CHARGE2”は、現行“MELPRO-CHARGE”の開発コンセプトである“コンパクト”“運用保守性向上”“アダプティブ保護機能”“信頼度向上”“拡張性”“環境に配慮”の各項目を継承しつつ、昨今の保護リレーを取り巻く環境やユーザーニーズの変化に対応できるよう機能・性能を向上させたものである。

MELPRO-CHARGE2では、ハードウェア性能を向上させつつ部品点数を削減することによって、消費電力を低減した。また、ユニバーサルデザインの考え方を適用したHI(Human Interface)による視認性・操作性の改善や、自動監視機能の見直しによって装置の一過性故障に対するリカバリー方法を改善し装置誤不動作率の低減を図るなど、

ユーザーの日常運用保守業務の効率化にも寄与できるものとする。

さらには、現行MELPRO-CHARGEとのPCM(Pulse Code Modulation)キャリアリレーの異機種互換性を確保することで送電線の端子増設時のユーザー／メーカー双方の負担の軽減や、デジタルユニット部の部分更新にも対応可能なユニット構造の採用等、長期の運用保守についても対応可能な設計としている。

新機種への切り替え時には信頼性の確保が課題となるが、MELPRO-CHARGE2では、現行MELPRO-CHARGEの実績ある資産を有効に活用可能な構成とすることで解決している。



ユニバーサルデザインを適用した“MELPRO-CHARGE2”のHI

運用保守機能向上のため、HIにはユニバーサルデザインの考え方を適用し、視認性・操作性を向上させている。

1. ま え が き

当社の現行デジタルリレー“MELPRO-CHARGE(以下“MELPRO-C”という。)”は、2000年に開発後10年以上が経過した。その間保護リレーを取り巻く環境は変化し、電力系統の特性・構成の変化に伴う保護機能へのニーズだけでなく、保護リレーに係る業務の負担低減や長期にわたり運用保守できることが求められるようになってきた⁽¹⁾。これらに対応するため、様々な機能・性能向上を図りつつ、MELPRO-Cで蓄積した資産を有効に活用し信頼性を確保した新型デジタルリレー“MELPRO-CHARGE2(以下“MELPRO-C2”という。)”を開発した。

本稿では、MELPRO-C2の開発コンセプト、及びコンセプトを実現するための各要素の開発内容について述べる。

2. 開発コンセプト

2.1 コンセプトとその背景

現行MELPRO-Cの開発コンセプトは、シリーズ名である“CHARGE”に込められている。つまり、“C:Compact(コンパクト)”“H:Human-Friendly(運用保守性向上)”“A:Adaptive(アダプティブ保護機能)”“R:Reliable(信頼度向上)”“G:Growing(拡張性)”“E:Ecology(環境に配慮)”である。MELPRO-C2でもこれらのコンセプトを継承しつつ、さらに、将来の保護リレーに望まれる機能・性能を見据え、重点的に取り組むべき項目として“環境負荷の低減”“保守性の向上”“設備更新の容易化”を挙げた⁽²⁾。

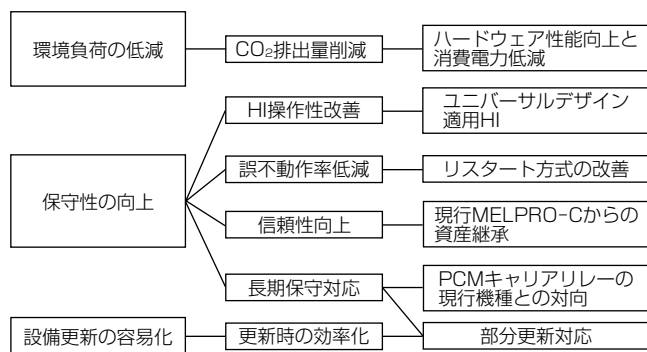


図1. 開発コンセプト

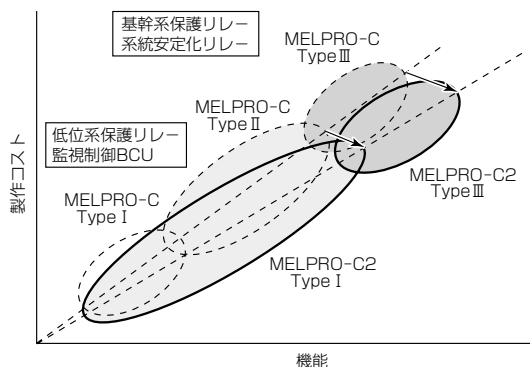


図2. MELPRO-C2シリーズラインアップ

これら3つのコンセプトを実現する手段として、“ハードウェア性能向上と消費電力低減”“ユニバーサルデザイン適用HI”“リスタート方式の改善”“現行MELPRO-Cからの資産継承”“PCMキャリアリレーの現行機種との対向”“部分更新対応”の6つの要素を採り入れた(図1)。

2.2 シリーズ展開

現行MELPRO-Cは、低位系リレー及び監視制御BCU(Bay Control Unit)用の“Type I”, Type Iに拡張CPU基板を追加した“Type II”, 基幹系リレー及び系統安定化リレー等の大規模装置に適用する“Type III”の3種類で構成していたが、MELPRO-C2では、CPU基板の高性能化によって従来のType II相当の性能を1枚のCPU基板で実現し、“Type I”と“Type III”の2種類とした(図2)。

3. 各要素の開発内容

この章では、2.1節で挙げた各コンセプトを実現する開発要素について、その内容を述べる⁽²⁾⁽³⁾。

3.1 ハードウェア性能向上と消費電力低減

CPU基板について、現行MELPRO-Cのソフトウェア処理時間をCPU内部演算処理、主メモリアクセス、外部システムバスアクセスに分類すると、主メモリアクセスが大半を占めており、処理性能上のボトルネックであることが従来の課題であった。このため、MELPRO-C2では主メモリアクセスが高速な新規プロセッサ及びメモリアーキテクチャを採用し、CPU基板単体での処理性能を約3倍に向上させた。また、MELPRO-CではCPLD(Complex Programmable Logic Device)など数チップで構成していたプロセッサ周辺回路を、フラッシュタイプFPGA(Field-Programmable Gate Array)1チップに集約し部品点数を削減した。さらに、CPU基板性能向上に伴い、1装置あたり使用するCPU基板の枚数も削減した。この結果、デジタルリレーユニット部での消費電力を約30%低減した。

3.2 ユニバーサルデザイン適用HI

(1) パソコンHIの改善

MELPRO-Cと同様に、リレー側の実装したWebサーバ機能とパソコン上のブラウザソフトウェアを利用する構成を踏襲した。また、MELPRO-Cでの操作性を継承しつつ、ユーザビリティ向上のためユニバーサルデザインの考え方を採り入れ、視認性と操作性を改善したHI画面を開発した(図3)。主な改善点を次に挙げる。

- ①見やすさの向上：使用するパソコンの解像度に応じて適度な視認性・操作性を確保するため、文字サイズを3段階で変更可能とした。
- ②誤認識防止：画面全体の配色の見直しによって視認性を向上させた。
- ③操作の容易化：設定操作ボタンを画面右側に集中配置することで操作性を向上させた。

④誤操作防止：操作できない状態にある時はボタンを押せない状態(グレーアウト)にすることを徹底し、ユーザーが操作に迷ったり、誤った操作をすることのないようにした。

(2) HIパネルの改善

日常巡視点検や装置故障対応等の業務効率改善のため、HIパネルについても次のような改善を行った(図4)。

- ①全体の配色及び操作ボタンや表示用LED(Light Emitting Diode)の配置を見直し、視認性と操作性を向上させた。
- ②巡視点検時の一次確認用として、HIパソコンを接続することなく装置状態を確認できる簡易表示部の表示文字数を拡大し、より多くの情報を一度に確認できるようにした。
- ③巡視点検時の必須確認項目である自動点検回数を常時表示可能のように専用表示とした。
- ④LAN接続口の大きさを見直し、HIパソコン使用時のLANケーブルを接続しやすようにした。

3.3 リスタート方式の改善

デジタルリレーは演算処理部・メモリ部等、多数のICによって構成される。これらICは、ごくまれにホットキャリアによる誤動作やソフトウェア等を引き起こすことで、一時的な故障(一過性故障)の要因となっている。この対策として、従来、保護リレー機能を正常に復帰させることを目的に、主に演算処理部の不良を検出した場合にはCPUリセットによるリスタート処理を実施してきた。

MELPRO-C2では、一過性故障の過剰検出による不要な装置停止の低減を目的に、リスタート方式の見直しを行った。リスタートの範囲を不良検出した個別CPU基板に限

定せず全CPU基板を対象とするほか、入出力部もリセット対象とすることも可能とした。これによって不良検出した部位が本来の故障原因でない場合に有効な対応となると考えられる。また、電源活殺によって故障復帰し、その後故障が再現しないケースについても対応を検討し、不良検出時に装置電源を自動活殺する機能も組み込み可能とした(図5)。装置電源自動活殺機能の組み込みについては、ニーズに合わせて選択可能としている。

3.4 現行MELPRO-Cからの資産継承

機種切り替え時の信頼性確保のため、MELPRO-Cで蓄積した資産を有効に活用できる構造とした(図6)。

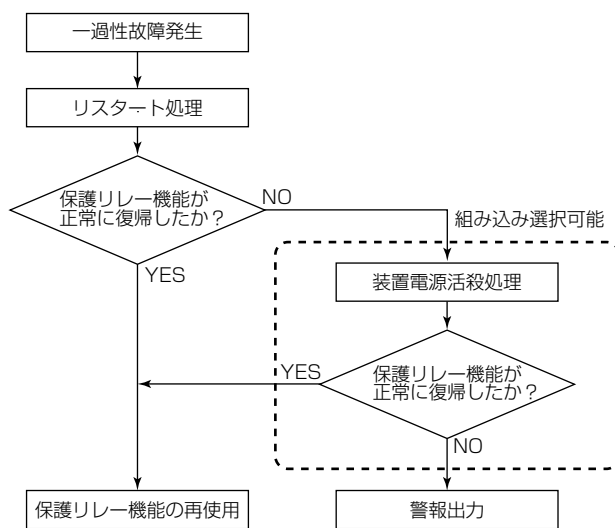


図5. リスタート処理の改善

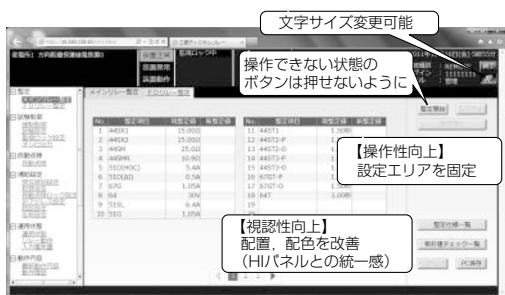


図3. パソコンHI画面例



図4. HIパネル

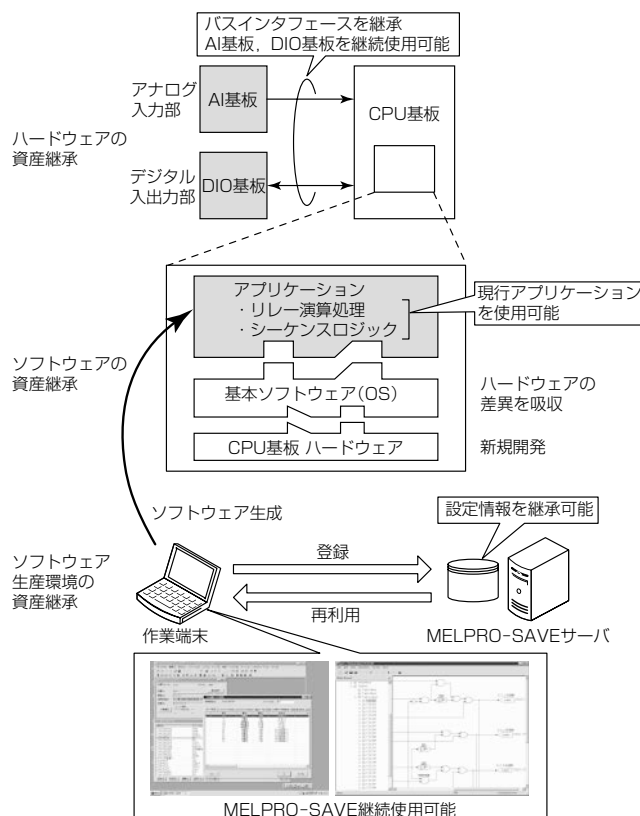


図6. 現行資産の継承

(1) ハードウェアの資産継承

CPU基板とアナログ入力部(AI)及びデジタル入出力部(DIO)のインタフェースをMELPRO-Cと同一とし、MELPRO-C2でも現行AI基板、DIO基板を継続して使用可能とした。

(2) ソフトウェアの資産継承

MELPRO-Cで実績のあるリレー演算処理、シーケンスロジック等のアプリケーションソフトウェア資産の継続使用を可能とするため、新規開発したハードウェアの現行ハードウェアとの差異を基本ソフトウェア(OS)によって吸収し、アプリケーションからは機種移行に際しインタフェースに差異が生じないようにした。

(3) ソフトウェア生産環境の資産継承

ソフトウェア生産環境であるエンジニアリングツール“MELPRO-SAVE⁽⁴⁾”も、MELPRO-C2に適用可能とした。さらに、個々のアプリケーションソフトウェアモジュールだけでなく、各モジュールを組み合わせて所望の動作を行わせるためのソフトウェア設定情報をもMELPRO-C2へ継承利用することで、機種移行に関する変更部分を極小化し、ヒューマンエラーを防止することができるようにした。

3.5 PCMキャリアリレーの現行機種との対向

従来、PCMキャリアリレー適用系統における端子増設があった場合、フィルタ性能や伝送処理の差異によって、異機種間では対向接続することができなかった。そのため、運用開始からかなりの時間が経過した後に計画される端子増設時には、既設置と同じ機種を納入するか、又は既設置も含め全端子を新機種にリプレースする必要があった⁽⁵⁾。

MELPRO-Cでは伝送制御回路をSRAM(Static Random Access Memory)タイプFPGAで構成している。MELPRO-C2ではフラッシュタイプFPGAを採用することとしたが、MELPRO-Cの伝送制御回路はそのまま継承可能である。さらに、アナログ入力部に要求される精度は従来機種と同等で十分であると判断し、アナログフィルタ特性についても継承することで、MELPRO-Cとの対向を可能にした(図7)。これによって、装置納入後の長期保守にも寄与できるものと考えられる。

3.6 部分更新対応

MELPRO-CはCPU、DIOの各基板間をコネクタケーブルで接続しており、このコネクタケーブルと裏面の電源線の接続を解除すればユニットを取り外せる構造としている。MELPRO-C2ではこの基本構成を継承しつつ、さらに、ユニット構造を外枠と内部ラックの二重枠構造とすることで、内部ラック(CPU、DIOユニット)の脱着をより安全かつ容易に行えるように改良した(図8)。これによって、MELPRO-Cに比べてユニット単位での更新を容易に行うことができるようになった。

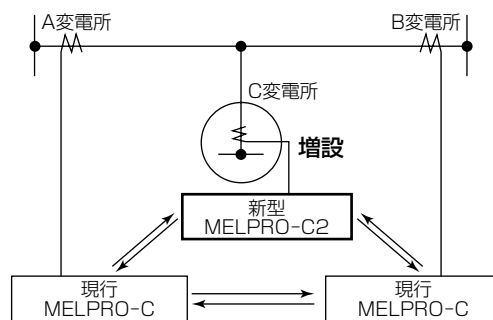


図7. 現行機種とのPCMキャリアリレー対向



図8. 二重構造ユニット

4. む す び

機能・性能・HI操作性の向上を図りつつ、現行資産を有効に活用して信頼性を向上させた新型デジタルリレーMELPRO-CHARGE2の開発について述べた。

新型デジタルリレーでは異機種間のPCMキャリアリレー対向やデジタルユニット部の部分更新対応等、長期の運用保守にも対応できる構成とし、新機種への切替え時の課題を解決した。

参 考 文 献

- (1) 保護リレーの新しい機能・性能, 電気協同研究, 65, No.2 (2009)
- (2) 松澤 勝, ほか: 新型デジタルリレーMELPRO-CHARGE2の開発コンセプト, 電気学会全国大会講演論文集, 6-240 (2012)
- (3) 安井有香, ほか: 処理性能向上と信頼性確保を実現した新型デジタルリレーMELPRO-CHARGE2の開発, 電気学会全国大会講演論文集, 6-241 (2012)
- (4) 高野富裕, ほか: MELPRO-CHARGEのソフトウェア生産環境MELPRO-SAVE, 三菱電機技報, 75, No.3, 237~239 (2001)
- (5) 伊藤健司, ほか: 保護制御装置更新に対応した最新技術, 三菱電機技報, 83, No.11, 689~692 (2009)