

設備監視およびエネルギー監視システム用機器 —「F-MPC シリーズ」の拡充—

Devices for facility and energy monitoring systems Expansion of “F-MPC series”

田澤 勇治 TAZAWA Yuji

谷 敏明 TANI Toshiaki

町田 悟志 MACHIDA Satoshi

富士電機では、受配電システムにおける省エネルギーと電力供給の高信頼化の実現に向けて、さまざま製品を提供している。省エネルギーの推進のために、分電盤など末端の設備を効率的に監視する小型の電力計測装置「F-MPC04E」、電力パルスの計測や電力以外のエネルギー量の監視と警報出力を行うデジタル入出力ユニット「F-MPC I/O ユニット」、インテリジェント化した重要設備の漏電を常時監視する Igr 絶縁監視装置「F-MPC Igr」を取りそろえた。従来の「F-MPC シリーズ」機器およびパッケージソフトウェアと組み合わせて、電力監視と絶縁監視を同時に実現できる。

Fuji Electric provides various products to reduce energy consumption and improve power source reliability in power distribution systems. It offers several products that promote reduced energy consumption. One is the “F-MPC04E”, a compact electrical power meter that efficiently monitors terminal equipment, such as distribution boards. Another is the “F-MPC I/O unit”, a digital input and output unit which measures electrical pulses, monitors non-electric energy levels, and outputs warnings. One more is the “F-MPC Igr”, an Igr insulation-monitoring device that constantly monitors for leakage of electricity from critical intelligent equipment. Combined with the existing “F-MPC” series instruments and packaged software, it makes it possible to monitor electrical power and insulation simultaneously.

1 まえがき

「エネルギーの使用の合理化に関する法律」(省エネ法)が2010年に改正され、エネルギー管理義務の対象が、工場・事業所単位から事業者・企業単位になった。さらに、エネルギー管理対象となる工場が拡大されるとともに、オフィスやコンビニエンスストアなどの業務部門が対象となるケースが加わり、対象となる工場・オフィス・店舗などが大幅に拡大された。

2011年3月の東日本大震災に端を発した電力の供給不足を解消するためには、使用エネルギー量の全体抑制と平準化による“省エネ”だけでなく、使用最大電力の抑制も要求される“節電”へとステージを上げていく必要がある。

また、エネルギーの抑制が迫られる一方で、データセンターや半導体製造工場など設備の停止が困難な事業所を中心に、電気保安業務に関して設備点検の自動化および定期点検周期の延長の要求がある。

2 開発の背景

富士電機では、図1に示すように、受配電システムにおける電力を中心としたエネルギー監視と、電気設備の状態監視に関するニーズへの対応を推進している。

本稿では、このようなニーズを捉え、安定した設備監視と省エネ・節電を狙いとした監視システムと最新機器を紹介する。

省エネ法の改正などで拡大されたエネルギー監視市場である業務部門は、大規模工場と異なり現場に専門家を置けないケースが多い。そこで、専門家がいなくてもエネルギーの見える化を容易に構築できることをコンセプトとした「F-MPC Web ユニット」を展開してきた。F-MPC

Web ユニットは、収集したデータを Web 機能により汎用ブラウザから簡単に確認できる。使用量グラフやトレンド情報、グループ比較、生産量の原単位表示といった解析機能画面を、専用ソフトウェアなしで見ることができるので、管理者だけでなく全ての利用者がいつでも確認でき、エネルギーの“見える化”が容易に行える。

富士電機では「F-MPC シリーズ」を用いた、高圧受電システムから末端のシステムまでの電力・エネルギー監視システムを提案している(図2)。

市場における計測端末の低価格志向に対応できる電力計測装置「F-MPC04E」と、エネルギー制御システムを容易に構築できるデジタル入出力ユニット「F-MPC I/O ユニット」を開発した。また、設備監視機器については、F-MPC シリーズのエネルギー監視システムと親和性が高く、絶縁監視を自動化した Igr 絶縁監視装置「F-MPC Igr」を開発した。これにより、高圧から低圧までの受配電システムに対して、F-MPC シリーズの機器を利用することで、共通の通信ネットワークを用いたエネルギーと設備状

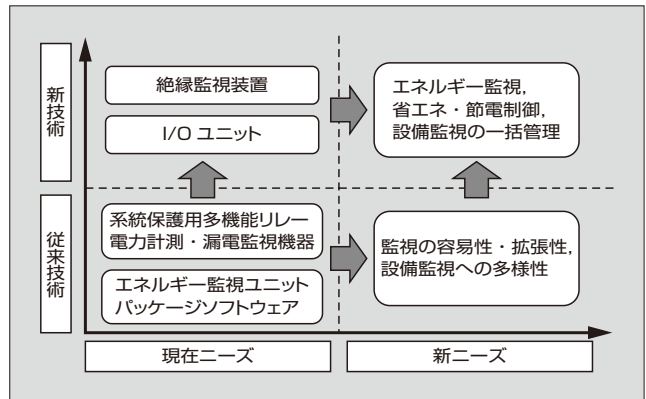


図1 受配電監視の状況

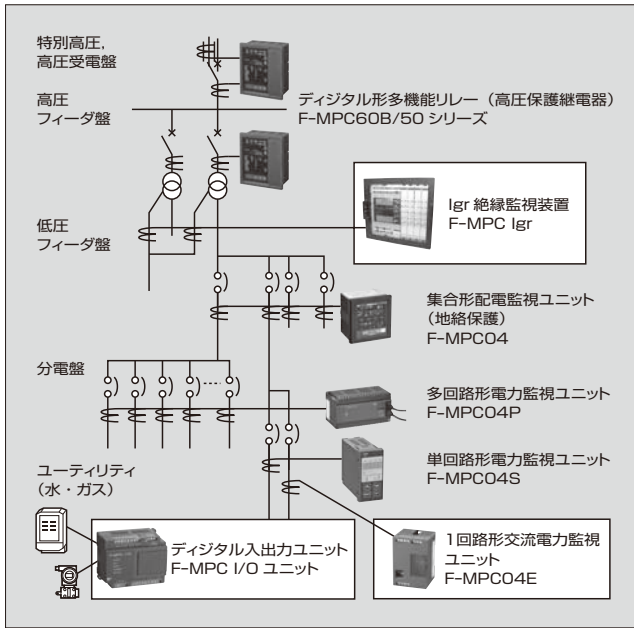


図2 「F-MPC シリーズ」の適用

態の一括管理が可能になる。

3 盤内収納形電力計測装置

電力計測装置「F-MPC04 シリーズ」に、既存の盤内にも収納しやすい小型の F-MPC04E を開発し、ラインアップに加えた。F-MPC04E は、盤内にレール取付けて設置が容易な 1 回路形交流電力監視ユニットである。RS-485 通信を標準で搭載することにより、通信で電力計測値を収集でき、エネルギー監視システム用の電力計測端末として最適な形態である。さらに、オプションの専用表示器も備えており、計測値を表示パネル上で確認できる。図 3 に 1 回路形交流電力監視装置の外観を示す。

F-MPC04E は、従来機種と同じくエネルギー監視に必要な精度が JIS 普通級相当であり、従来機種に比べて低価格帯のシステムへの対応が可能である。また、本体のスイッチ操作のみで適用 CT（電流変成器：F-MPC 専用に限る）の設定や通信アドレスの設定ができる。これにより、設置工事時に表示器を接続し、通電を行わなくても容易に設定できる。電力の計測については、太陽光発電に代表される創エネルギー機器が設置された系統における逆流電力が計測でき、正・逆おのおの方向での電力量積算値が記録できる。F-MPC04E の特徴は次のとおりである。

- サイズ：H80 × W55 × D58 (mm) (従来機種比 2 分の 1)
- 質量：約 120 g (従来機種比 3 分の 1)
- 相線式：単相二線，単相三線，三相三線（自動識別）
- 電力量精度：JIS 普通級相当
- 通信機能：富士電機の F-MPC-Net プロトコル，汎用の MODBUS/RTU から選択
- 計測機能：最大電流・平均電流・最小電流
設備管理で有益な最大電流・平均電流・最小電流の各



図3 1回路形交流電力監視装置

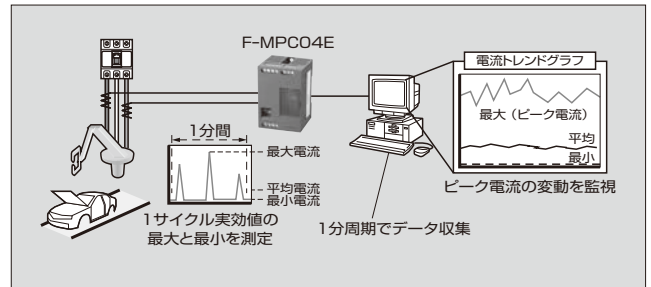


図4 ピーク電流の変動監視の例

データは、商用周波数 1 サイクルの実効値で演算し、1 分ごとに更新する。最新データは、F-MPC04E 内で 1 分間保持するので、低速な計測通信ラインの RS-485 でも容易にピーク電流などの状況を管理できる。

従来、機械装置などで繰り返し変化するラッシュ電流などを把握するためには、高価な波形記録装置などを用いて瞬時値（波形）記録を行う必要があった。こうした記録装置では、連続的かつ永続的にデータを記録・監視することができず、設備の稼動状況を常時監視することは困難であった。

例えば、アーク溶接機を使用した生産ラインなどでは、アーク電流が設備管理データとして挙げられる。アーク電流が流れる期間は数サイクルと極めて短時間のため、一般的な電力監視システムでは管理が困難である。本機能を使用することにより、実効値によるアーク電流の記録・常時監視が容易に実現でき、設備管理データとして活用することができる。ピーク電流の変動監視の例を図 4 に示す。

4 エネルギー監視に最適な入出力ユニット

東日本大震災以降、電力の供給不足が懸念されており、エネルギー監視の目的が瞬時電力のピークカットに移行している。仮に 2012 年の夏が猛暑に見舞われると日本全体で約 1 割のピーク電力が不足すると予想されており、引き続き電力のピークカットを実施する必要がある。そのためには、見える化の次のステップである具体的な対策をタイムリーに実行する必要がある。このような機能を容易にシステム化することを狙いとして、F-MPC のエネルギー監視システムに最適な F-MPC I/O ユニットの開発した。

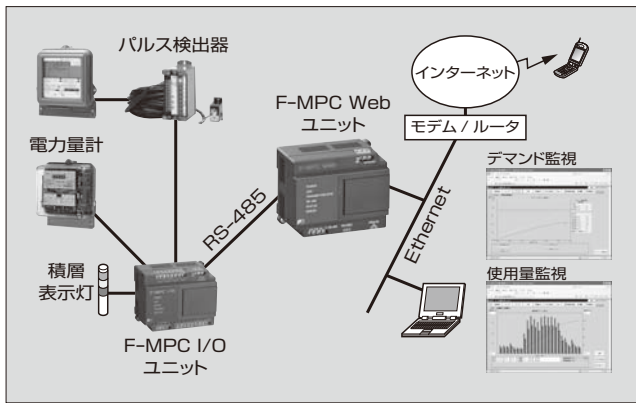


図5 デマンド監視の例

F-MPC I/O ユニットの特徴は次のとおりである。

- 入出力点数：入力 6 点，出力 4 点
- サイズ：H80 × W100 × D58 (mm)，F-MPC Web ユニットと同一，薄型の分電盤内に収納可能
- 通信機能：富士電機の F-MPC-Net プロトコル，汎用の MODBUS/RTU から選択

F-MPC Web ユニットと F-MPC I/O ユニットの入出力機能を組み合わせることにより，エネルギーの見える化とアラーム警報などの連携を容易に実現できる。

デマンド監視と警報のシステム例を図5に示す。F-MPC Web ユニットは，1 台で 2 か所のデマンド監視に対応している。F-MPC Web ユニットの予想電力が警報レベルを超過しそうになると，イントラネットやインターネットへ警報メールを発信できる。F-MPC I/O ユニットは，6 点あるデジタル入力のうち 2 点は受電パルスに対応しており，デジタル出力は 4 点全てがランプ・ブザーを直接駆動できるリレー出力である。

本システム例では，F-MPC I/O ユニットで受電パルスを計数し，F-MPC Web ユニットで 30 分ごとのピーク電力を予測するデマンド監視機能を利用することで，目標ピーク電力を超過しそうになるとメールおよびリレー出力で警報を発することができる。図6に F-MPC Web ユニットのデマンド監視画面を示す。目標のピーク電力に対して，3 段階の警報レベルが設定でき，F-MPC Web ユニットは，データ収集のための RS-485 の通信ラインに F-MPC04 シリーズの計測装置を容易に接続できるため，きめ細かな電力監視システムへの拡張もできる。この場合は，F-MPC Web ユニットのアラーム設定で瞬時電力による警報出力が可能となり，節電目標に応じたピークカットが実現できる。

また，F-MPC I/O ユニットは，受電パルス以外にも，管理用電力量計の電力パルス，水道・ガスメータのパルス，積算熱量計のパルスを計数し，電気以外のエネルギーも総合的に管理できる。

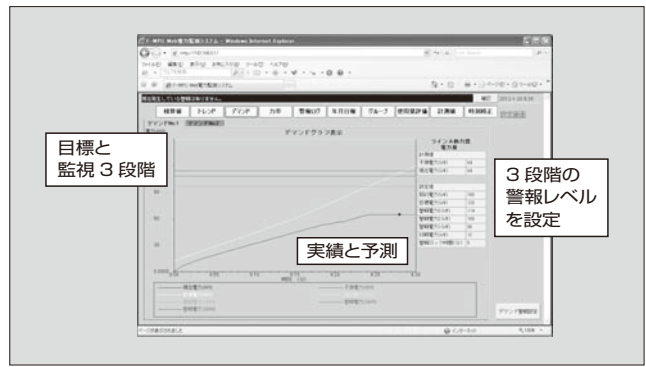


図6 デマンド監視画面

5 活線状態で設備を監視できる絶縁監視装置

低圧電路の絶縁管理として，「電気事業法」に基づき，停電の実施を伴った絶縁抵抗の測定を定期的実施する必要がある。通常，絶縁抵抗の測定は，設備を停止して直流電圧を印加することで抵抗値を測定するものである。しかし，この方法では抵抗値を測定できない負荷が近年増加している。また，設備運転中の絶縁劣化が分からないなどの課題が発生していた。そのため，設備が運転中でも絶縁状態が常時監視できる機能が注目されている。

設備の絶縁状態の管理を規定している“自家用電気工作物安全管理規定”によれば，絶縁状態をオンラインで常時監視し，一定レベルを超えた際に警報出力を行う監視機器を設置することで，1 か月に 1 度の点検周期を隔月に延長できる。データセンターや半導体工場などの 24 時間操業の施設においては，設備運転中の状態を監視できることから，操業中の突発的な停電の防止と，点検のための停電回数の削減につながるため，このような機能を持つ絶縁監視装置の需要が高まっている。

絶縁監視の方式には，監視波形を重畳する Igr 方式と，系統電圧を基準に用いる Ior 方式とがある。これらの監視方式は，いずれも漏洩（ろうえい）電流に含まれる高調波を除去でき，ケーブルや負荷の容量成分による漏洩電流を除外し，抵抗成分だけの漏洩電流を高精度に検出することで，絶縁状態を管理できる。特に，Igr 方式は適用する線路を選ばず，接地線も監視でき，さらに，対地静電容量の相ごとのアンバランスの影響を受けないことなどから，より優れた方式である。

富士電機では，電力管理機器の F-MPC シリーズに，監視波形を重畳する Igr 方式を採用した絶縁監視装置として，F-MPC Igr を開発した。これにより，従来の電力監視システムに設備の絶縁状態監視機能も加え，エネルギー使用状況と絶縁状態の両方を同時に監視できるシステムの提供が可能となった。絶縁監視方式の比較を表1に示す。

(1) F-MPC Igr の構成

F-MPC Igr は，監視波形を重畳するための注入装置と注入変成器，および回路ごとの漏洩電流を計測するための計測装置と ZCT で構成する（図7）。計測装置は，4 回路

または8回路用の収納ケースと、回路ごとに設ける計測ユニット、計測ユニットに対して一括して設定、表示を行うベースユニットで構成する。高圧から低圧への変換は、一つの高圧配電システムで三相の動力用と单相の照明用など複数の変圧器によって行うので、適用系統に合わせて収納ケー

スを選択する。

(2) F-MPC Igr の仕様

F-MPC Igr の仕様を表2に示す。重畳する監視用波形は、0.5V以下の微小な電圧であり、商用電源の電圧に対して十分に小さいレベルである。この監視波形によって、回路に流れる微小な漏洩電流を検出し、適用系統の電圧レベルに換算して表示および監視を行う。

適用回路の電圧は、製造現場やビルの配電系統に合わせて、最小90Vから最大440Vまで対応している。

通信ネットワークの利用により、富士電機の電力監視パッケージソフトウェア「F-MPC-Net Web」などを用いて集中監視が可能である。また、スタンドアローンでの使用も考慮して、装置一括および回路ごとの警報接点出力を装備するとともに、ユニット内に過去10回分の警報発生履歴をタイムスタンプ付きで記録できる。

表1 絶縁監視方式の比較

| 項目 | Io方式 | Ior方式 | Igr方式 |
|--------|------------|------------------|---------------------------|
| 適用回路 | 低圧 電路全般 | 単相三線、 三相三線デルタ | 低圧電路全般 |
| 検出機能 | 高調波の影響 | あり | なし |
| | 対地静電容量の影響 | あり | 相ごとのアンバランスがなければ影響なし |
| | 接地相の検出 | 不可 | 不可 |
| 検出成分 | 漏洩電流の大きさ | 漏洩電流内の抵抗成分 | 重畳した低周波成分の抵抗成分 |
| システム構成 | 計測装置 + ZCT | 計測装置 + ZCT | 計測装置 + ZCT + 注入装置 + 注入変成器 |
| 導入コスト | 低 | 中 | 高 |

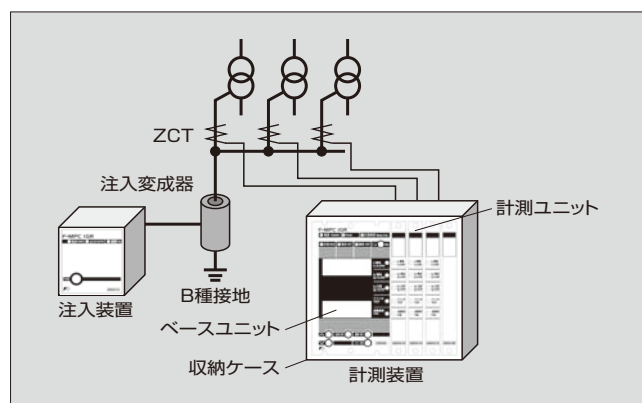


図7 「F-MPC Igr」の構成

表2 「F-MPC Igr」の仕様

| 項目 | 仕様 |
|--------|---|
| 重畳周波数 | 20/15/12.5Hz |
| 重畳電圧 | 10/7.5/6.3V (周波数にリンク) |
| 注入変成器 | 30mm φ, 20ターン |
| ZCT | 30mm φ, 1,000ターン |
| 制御電源 | AC85 ~ 264V |
| 計測機能 | 漏洩電流: Io/Iob 抵抗分漏洩電流: Igr 対地静電容量: C |
| 警報機能 | Io/Iob 警報: 0.1 ~ 3A, 0.1 ~ 120s Igr 注意警報: 5 ~ 75mA, 40s Igr 警戒警報: 10 ~ 200mA, 10s |
| 自己診断機能 | ZCT 接続チェック機能 周波数設定整合チェック機能 絶縁監視精度チェック機能 |

6 あとがき

エネルギー監視システム用機器「F-MPC シリーズ」は、小規模な設備への対応が可能だけでなく、中規模から大規模な監視システムまで対応できる優れた拡張性がある。

今回紹介した各機器により、システムの低コスト化、見える化の次のステップである省エネ・節電対策につながるアラーム警報などへの容易な対応、および設備監視へのシステム拡張が可能である。

今後もこの特長を生かしながら、省エネ・節電施策に貢献できるシステムおよび機器の拡充を推進し、お客さまのエネルギー抑制施策に貢献するとともに、地球環境の改善につなげていく所存である。



田澤 勇治

エネルギー監視機器およびシステムの開発に従事。現在、富士電機機器制御株式会社技術・開発本部開発部マネージャー。



谷 敏明

エネルギー監視機器の開発に従事。現在、富士電機機器制御株式会社技術・開発本部開発部。電子情報通信学会会員。



町田 悟志

エネルギー監視機器およびシステムの開発に従事。現在、富士電機機器制御株式会社技術・開発本部開発部主任。電気学会会員。



*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。