

## 電流情報量診断エッジ型デバイスの紹介

### 1. はじめに

当社は、モータ固定子電流信号を計測・多重解析することにより、回転機械の状態を診断できる日本初の電流情報量診断システム「T-MCMA<sup>®</sup>」の販売を2016年に開始し、その後、当システムとクラウドを融合させて、お客様の利便性を高めたクラウド型電流情報量診断サービス「TM-CLOUD<sup>®</sup>」を2019年から提供している。現在では、化学、石油化学、製鉄の既存プラント事業の分野だけでなく、インフラ（河川、上下水道、高速道路）や医薬、半導体などの産業分野への導入も進みつつある。

### 2. 開発の経緯

「T-MCMA<sup>®</sup>」「TM-CLOUD<sup>®</sup>」を様々な産業分野へ導入していただく中でユーザから多くのVoC（Voice of Customer）を収集してきた。ユーザによって設備診断に対する考えや取り組みは様々であり、対象となる設備の設置環境も異なる。その場で解析結果が得られ、センサとして使用できる診断機器を求められるケースも多い。また、クラウド利用に対する障壁について近年は緩和されてきたと感じるが、まだまだ難色を示されることが多い。半導体分野ではシステム単体での導入は進みつつあるも、クラウドを利用いただけないケースがほとんどである。これら既存システム導入の障壁になる要因を解消し、当社の電流情報量診断システムを普及させるべく新製品を開発することとした。

### 3. 開発コンセプト

前述したVoCから、「使い易いセンサデバイス（エッジ処理）」「診断結果の明確なアウトプット」「必要な機能のユーザによる選択」という3つのコンセプトを掲げ、新たな機能を持たせた新製品エッジ型デバイスを開発した。

## 4. エッジ型デバイスとは

### 4.1 外観

エッジ型デバイスは、メインユニットと通信ユニットが

ドッキングされたものとなっている。製品の外観を図1に示す。

メインユニットの正面にはLCDモニタ、診断結果表示ランプ、表示切替ボタン、USBポートが配置され、通信ユニットの正面にはLANポートが配置されている。電流センサケーブル用コネクタ、診断結果出力用信号コネクタをメインユニットの背面に配置することで、正面はスッキリとしたスタイリッシュなデザインとしている。

### 4.2 エッジ型デバイスの機能・特徴

#### (1) 解析のエッジ処理

エッジ型デバイスでは電流計測終了後に即座に同デバイス内で解析処理が実施され、計測から解析、解析結果のアウトプットまでを約60秒で処理することができる。「TM-CLOUD<sup>®</sup>」ではクラウドへのデータ送信にわずかながらも時間を要するが、エッジ型デバイスでは解析結果を早く出力することができる。

#### (2) 診断可能な異常モード

エッジ型デバイスで診断可能な異常モードを表1に示す。解析結果より診断可能な異常モードは、「総合異常」「モータ異常」「負荷側異常」「電気系異常」「インバータ異常」の5種類に分類される。「負荷側異常」の発報要因としては「流体系異常」「アンバランス」「ミスアライメント」の標準機能と、「ベルト異常」「減速機異常」「ギア異常」「攪拌機異常」のオプション機能が含まれる。それぞれの異常モードは、正常/注意/危険の状態判定で診断される。また、電流実効値と消費電力量を算出することができる。

#### (3) 診断結果の表示

メインユニットへの診断結果の表示仕様を図2に示す。「総合異常」は「GEN」、「モータ異常」は「MO」、「電気的異常」は「ES」、「負荷側異常」は「LS」、「インバータ異常」は「INV」、「デバイスエラー」は「FAIL」のラン



図1 エッジ型デバイスの外観

表1 診断可能な異常モード

診断可能な異常モード	発報要因
総合異常	①～④いずれかの異常発報に併せて発報
①モータ異常	回転子の劣化
②負荷側異常	流体系異常, アンバランス, ミスアライメント, A～Dいずれかの異常発報に併せて発報
A. ベルト異常*	ベルト・プーリの摩耗, ベルトのたわみ
B. 減速機異常*	減速機の異常
C. ギア異常*	ギア噛み合い不良
D. 攪拌機異常*	攪拌機の異常
③電気系異常	絶縁劣化, 漏電, 電源品質不良
④インバータ異常*	インバータ素子の劣化, 故障
電流実効値表示	算出・表示のみ
消費電力量表示	算出・表示のみ

※：オプション機能

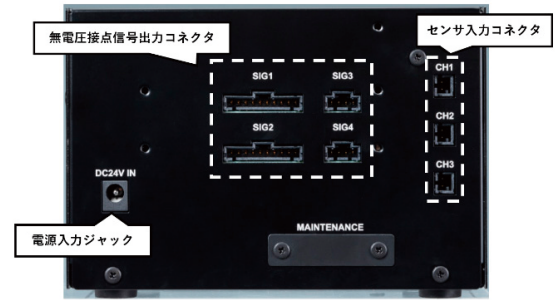


図3 エッジ型デバイスの背面

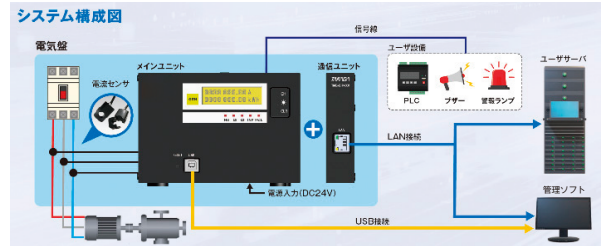


図4 システム構成図

に診断結果を表示する。「正常」は緑色、「注意」は黄色、「危険」は赤色で表現する。

LCDモニターには、「電流実効値」と「消費電力量」を数値表示する。表示操作ボタンにより表示を操作することができる。「CH」ボタン押下によりLCD表示するCHを切り替える。「※」ボタン押下によりバックライトを点灯させる。「CLR」ボタン押下により、異常判定状態をリセットする。

#### (4) 無電圧接点信号出力

エッジ型デバイスの背面を図3に示す。

エッジ型デバイスでは異常判定された結果を「注意」「危険」とし、別々に無電圧接点信号で出力する。ユーザ側設備のPLCやDCSへの入力信号として接続することができるように接点仕様は許容電圧がDC30V、許容電流が2Aとしている。また、ユーザ側のアナンス回路への組み込みや、直接警報LEDランプを点灯、または、ブザーを出力させる使い方も可能となっている。システム構成図を図4に示す。信号出力用のコネクタハーネス (3m) は本製

品メインユニットに付属しており、ニーズに合わせて利用することができる。

#### (5) 既存システムとの互換性

エッジ型デバイスは対象の回転機械に常設して監視することで、簡易診断的に異常状態を検出し、メンテナンスのタイミングを計画することができる。なお、対象の回転機械の状態の判定結果のみをアウトプットするシステムという位置付けとしているので、FFTなどの詳細解析結果を確認して回転機械の状態を詳細に解析することはできない。但し、メインユニットの内部で生成される「計測データファイル」と「解析結果ファイル」の内、「計測データファイル」は既存システムで運用しているデータ形式と互換性を持たせているので、計測した「計測データファイル」を既存システムの解析ソフトで再解析することができる。また、「計測データファイル」を当社へ送付していただければ、有償で精密診断を実施することも可能である。

#### (6) 解析結果ファイルの送信

エッジ型デバイスはメインユニット単体で電流計測、解析、状態ランプ表示、信号出力までを行うことができる。前述の情報に加え、所定の診断パラメータの数値情報をユーザ側で使用するためには通信ユニットを使用する必要がある。図4に示すシステム構成図のようにLAN接続にてユーザネットワーク内サーバ、またはPCのディレクトリを指定することで「診断結果ファイル」を計測都度、自動送信することができる。「診断結果ファイル」はJSON形式を採用しており、ユーザでのデータ流用をし易いようにし

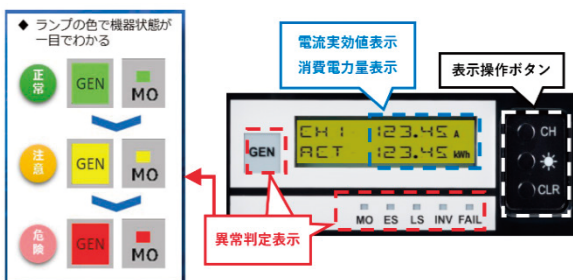


図2 診断結果の表示仕様

ている。ユーザはこのデータを加工し使用することで、対象回転機械の診断結果だけでなく診断パラメータの傾向管理なども行えるようになる。

### (7) 管理ソフト

エッジ型デバイスの運用のため、専用の管理ソフトを併せて開発した。この管理ソフトは、「Microsoft Edge」や「Google chrome」「Firefox」のブラウザで開くことができ、主に表2に示す機能を有している。管理ソフトを使用した診断結果の表示サンプルを図5、図6に示す。ユーザネットワーク内に複数のエッジ型デバイスがLANで接続されている場合、ネットワーク内の専用の管理ソフトがインストールされているPCから一括でアクセスが可能となり管理が容易になる。

## 5. 今後の展望

回転機械の状態監視診断において、設備の老朽化、労働力不足、高稼働プラントにおける突発停止の防止など、各産業分野のユーザは多くの課題を抱えている。当社は電流情報量診断システムを用い、それらの課題解決に貢献していきたいと考えている。「エッジ型デバイス」は海外展開も見据えCEマークを取得している。より大きなマーケットへの展開も意識しながら、ユーザの目線に立ち、商品ラインナップを拡充し、お客様の要望に応じていきたい。

篠原 正則（診断ソリューション部）

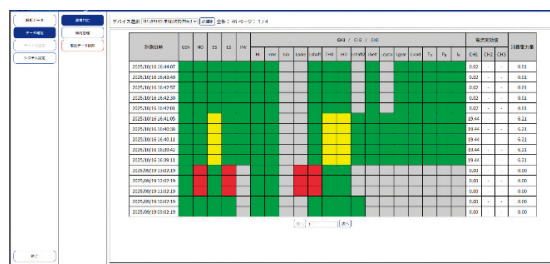


図5 管理ソフトでの診断結果表示

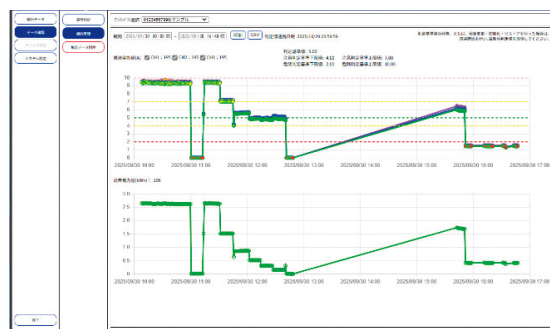


図6 管理ソフトでの傾向グラフ表示

表2 管理ソフトの機能

機能項目	機能概要
デバイス設定	メインユニットの計測、解析に関する設定をおこないデバイスにインストールする。また、デバイスの設定内容をファイルに保存する。
データダウンロード	メインユニットに蓄積された「計測データファイル」、「解析結果ファイル」をPC側にダウンロードする。
診断結果の表示	PCのデータベースに保存された診断結果を表示する。 <ul style="list-style-type: none"> <li>診断判定、診断パラメータ判定結果は色での履歴確認</li> <li>「電流実効値」と「消費電力量」は傾向グラフを表示</li> </ul>