非常用発電機モニタリング用 IoTデバイスの開発

阿部　隆 Takashi Abe
市瀬　治 Osamu Ichise
浜崎恵二 Keiji Hamasaki

キーワード 非常用発電機，診断，ICT，IoT，クラウド，スマート保安

概　要

非常用発電装置は，特定の建物や施設に対して法令によって設置が義務付けられている重要な電気設備の一つである。災害時には，迅速に起動して正常に電力を供給し，防災設備・非常用設備を稼働させる必要がある。しかし，燃料切れや内部機器の異常などで，必要な時に動作しないトラブルが近年増加している。これらの設備をスムーズに稼働させるためには，内部機器の故障やトラブルを未然に防止することが不可欠である。さらに設備の老朽化や電気保安を担う人材不足など，設備を安定運用するためのメンテナンスの課題も浮上している。

当社は，モノのインターネット（IoT）技術を活用して，主にキュービクル形（パッケージ形）の起動用蓄電池や燃料の状態を定期的に収集するモニタリングシステムを開発し，検証中である。

非常用発電機装置モニタリングデバイス
（プロトモデル）

1　まえがき

近年，事業継続計画（BCP）や頻発する自然災害などで防災に対する意識が高まり，非常用発電装置と点検・保守の重要性の認識が高まっている。中でも発電機を起動する始動用蓄電池の役割は重要で，蓄電池が劣化すると必要なときに発電機が始動しない可能性が高くなる。㈠社㈡日本内燃力発電設備協会の調べ[1]では，不始動・停止の原因は半数以上が燃料切れであり，不始動の原因ではメンテナンス不良（蓄電池の放電など）が最も多く挙げられている。2024年能登半島地震でも，東日本大震災に比べて少ない傾向であるが，同様の故障や異常が挙げられている。

当社は，モノのインターネット（IoT）技術を活用して，主にキュービクル形（パッケージ形）の起動用蓄電池や燃料の状態を定期的に収集するモニタリングシステムを開発し，検証している。

本システムは，非常用発電装置を起動する際の蓄電池電圧と運転確立までの時間に合わせ，燃料の残量を定期的にクラウドに転送し監視することで，蓄電池の劣化兆候の把握と，効率良い燃料管理を行うことができる。当社は，本システムの開発を避雷器の製造で高い品質と信頼性を持っている㈱サンコーシヤと企画提案を行う技術開発型商社の㈱ニシヤマの三社共同プロジェクトで取り組んでいる。**本稿では，本システムを紹介する。**

2　法令とメンテナンス

非常用発電装置は，法令で保守点検の基準・期間・種類などが定められており，点検が義務付けられている。消防法では，「自家発電設備およびバッテリ設備は消防庁長官が定める基準に適合するもの

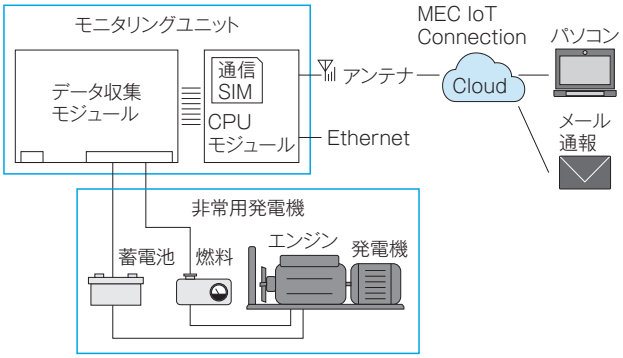
とする」と規定されている。始動時間は，起動信号を受けてから運転確立までの時間で，一般的な非常用発電機の始動時間は，普通形では40秒以内，即時普通形では10秒以内と定められている。本システムは，始動時間に注目し定期的にモニタリングするシステムである。

当社は，電気設備のメンテナンス会社として，非常用発電機の点検や修繕を行っている。不具合の内容には，前述した蓄電池の放電による発電機の不始動も含まれており，ほかにも台風接近前に燃料の補給依頼などを受け付けることも多い。また，蓄電池の放電では劣化によるものが多くある。

本システムで兆候を捉えた後に，ノウハウを持った当社技術員が劣化診断を行い設備の状態を評価することで，より精度の高いメンテナンスを実現する。

3　システム構成と機能

本システムは，初期投資を抑えて導入できるクラウドサービス「MEC IoT Connection」を活用したミニマムな機器構成としている。取得するデータは，蓄電池の電圧，運転確立までの時間，燃料の残量とした。**第 1 図**にシステム構成例を示す。蓄電池の電圧値は，始動信号が入りエンジンが始動する瞬間，一時的に低下する。この電圧値と発電機の出力が安定し運転確立までのデータを計測し蓄積する。



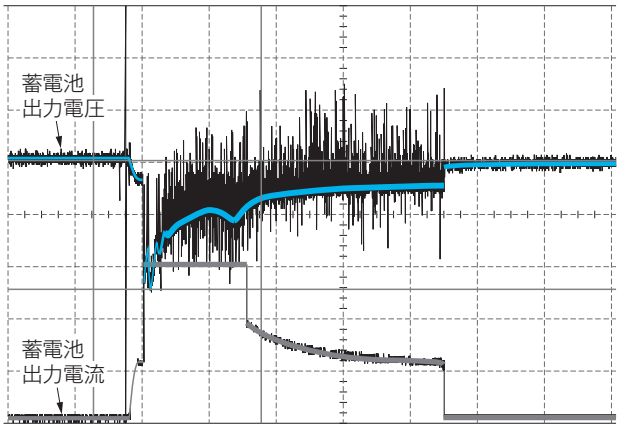
SIM：Subscriber Identity Module
CPU：Central Processing Unit
MEC：MEIDEN ENGINEERING CORPORATION

※モニタリングユニットは，電源がない場所でも電池で駆動させることができる。

第 1 図　システム構成例

非常用発電機モニタリングシステムのシステム構成例を示す。

第 2 図に始動から運転確立までの蓄電池電圧と電流波形を示す。始動用の蓄電池は，定期的な交換が必要であるが，使用頻度・気温・湿度などの設置環境によって，劣化の進行が影響を受けるため，蓄電池の劣化の兆候を検出することで，交換時期を的確に判断することができる。**第 3 図**に検証試験中の様子を示す。



第 2 図　始動から運転確立までの蓄電池電圧と電流波形

非常用発電機の始動から運転確立までの蓄電池電圧と，電流を測定し蓄電池の電圧が一時的に低下することが確認できる。

第 3 図　検証試験中の様子

社内研修用の非常用発電機を使用した検証試験の様子を示す。

第 1 表　CPUモジュールのハードウェア仕様

CPUモジュールのハードウェア仕様を示す。

項目	仕様
CPU	Arm Cortex-A7（528MHz）
RAM	512MB（DDR3L-800）
ROM	3.8GB（eMMC）
LAN	100BASE-TX/10BASE-T，AUTO-MDIX対応
USB	USB2.0（Host）×2（High Speed）
SD/MMC	マイクロSDスロット×1
外形	W100×H110×D45mm

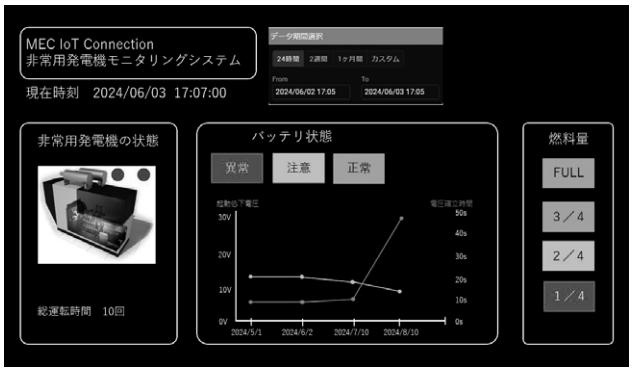
4　ハードウェア仕様

CPUボードは，ARMプロセッサ搭載の省電力IoTゲートウェイを使用し，センサ基板を㈱サンコーシヤと独自に共同開発した。装置の省電力化のために，発電機の起動信号など必要な場合のみ高速起動させてクラウドと通信し，データ送信後はスリープする間欠動作仕様としている。また，オプションとしてバッテリ（乾電池）で稼働でき，電源環境が難しい場所でも対応できる。**第 1 表**にCPUモジュールのハードウェア仕様を示す。

5　表示画面とクラウドサービス

非常用発電機モニタリングシステムで取り込んだデータは，携帯電話通信機能（LTE）回線網経由でMQTT（Message Queuing Telemetry Transport）通信プロトコルを使用し，クラウドサービス「MEC IoT Connection」に転送して蓄積・可視化される。また，専用のダッシュボードを製作し，トレンドグラフと燃料の残量を表示する。ダッシュボードでは，過去の取得データと比較する。事前に設定した閾値に達した場合，アラートやメール通知と蓄積したデータは，CSV（Comma-Separated Values）形式で出力できる。

クラウドサービス「MEC IoT Connection」は，様々なIoTセンサのデータを一つのダッシュボード画面で一元管理し，運用を支援する。また，お客様の要望に合わせてダッシュボードを柔軟にカスタマイズできる。**第 4 図**にMEC IoT Connectionダッシュボード画面を示す。クラウドに蓄積したデータを可視化している。



第 4 図　MEC IoT Connectionダッシュボード画面

蓄電池の電圧と運転確立までの時間をトレンドグラフで表示する。燃料の残量は，1/4・2/4・3/4・FULLの表示があり，カスタマイズできる。

6　検証試験

非常用発電機における一般的な蓄電池の交換周期は，起動回数や設置環境にかかわらず，経年での定期交換が一般的である。しかし，交換済みの蓄電池の劣化状況をサンプリングしたところ，非常に劣化が進んでいるものもあれば，ほぼ新品と変わらないものもあった。一般的な計測値と今回注目している始動時の電圧値と運転確立の波形を判断材料とすることで，設置環境や起動回数での劣化を加味した的確な交換周期を判断できる。また，もう一つの監視要素である燃料の残量を定期的に測定することで，一般的なフロートセンサの異常による急激な燃料の低下や異常を早期に発見でき，より確実に発電機を運用できる。今後も，様々な異常や劣化要因データに着目し，フィールドでの実証検証試験を進めていく。

7　むすび

当社が取り組んでいる非常用発電機モニタリングシステムを紹介した。

今後は，蓄積データから劣化判定レベルの精度を

向上させ，更なる発電設備の維持管理と信頼度の向上を図る。また，メーカメンテナンス技術ならではの実績と専門的な知見から，多様な用途に適したIoT・情報通信技術（ICT）サービスを提供する所存である。

・Ethernetは，富士フイルムビジネスイノベーション㈱の登録商標である。
・Arm，Cortexは，Arm Limited.の登録商標である。
・USBは，USB Implementers Forumの登録商標である。
・SDは，SD Associationの登録商標である。
・本論文に記載されている会社名・製品名などは，それぞれの会社の商標又は登録商標である。

《参考文献》

(1)「東日本大震災における自家用発電設備の稼働・被災状況」，(一社)日本内燃力発電設備協会　内発協ニュース3月号 通巻第120号

《執筆者紹介》

阿部　隆
Takashi Abe
㈱明電エンジニアリング
事業推進活動・IoTプロジェクト・監視システム対応業務に従事

市瀬　治
Osamu Ichise
㈱明電エンジニアリング
事業推進活動・IoTプロジェクト・監視システム対応業務に従事

浜崎恵二
Keiji Hamasaki
㈱明電エンジニアリング
メンテナンス技術開発業務に従事