

ローカル5Gを活用した閉域ネットワークによる離島発電所での巡視点検ロボット運用の実現

九州支社法人営業部 立川 順一 倉本 佑太 時津 賢一 松坂 信 坂本 光弘 直塚 浩二

ドコモは、総務省の「令和3年度 課題解決型ローカル5G等の実現に向けた開発実証」の公募に対し、ローカル5Gを用いた課題解決の具体的事例を開拓するため「ローカル5Gを活用した閉域ネットワークによる離島発電所での巡視点検ロボット運用の実現」を提案し、採択された。本稿では、採択を受け実施した実証実験について解説する。

なお本実証実験は、株式会社正興電機製作所を代表機関とした、九州電力送配電株式会社、西日本技術開発株式会社およびドコモの4社がコンソーシアムを組み、実施された。

1. まえがき

現在、電力分野においては「構成する設備の高経年化や電気保安人材の高齢化・不足といった課題」、そして再生可能エネルギー業者などの参入により「産業構造の変化に伴う課題」に直面している。また、近年大型台風や豪雨などの自然災害の激甚化や、新型コロナウイルス感染症への対策を行いながらの電力の安定供給の実現などの「外部環境に起因する課題」も多く出現している。電力は社会活動の基盤となる重要インフラであり、その安定供給に必要な不可欠である保安作業についても安定性と効率性の向上および高度化を図っていくことが必要である。

ドコモでは、5Gの活用による社会課題解決を目指し、さまざまなユースケースの実現に取り組んでいる。その取組みの一環として、総務省の「令和3

年度 課題解決型ローカル5G等の実現に向けた開発実証」の公募に対し、「ローカル5Gを活用した閉域ネットワークによる離島発電所での巡視点検ロボット運用の実現」[1]を提案し、採択された。本稿では、採択を受け実施した実証実験について解説する。

なお、本実証実験は株式会社正興電機製作所を代表機関とした、九州電力送配電株式会社、西日本技術開発株式会社およびドコモの4社がコンソーシアムを組み、実施した。

2. 実証実験の背景

2.1 発電設備を取り巻く課題

内燃力発電所を含む火力発電所においては、再生可能エネルギーの導入拡大、脱炭素化への潮流、発

©2022 NTT DOCOMO, INC.

本誌掲載記事の無断転載を禁じます。

本誌に掲載されている社名、製品およびソフトウェア、サービスなどの名称は、各社の商標または登録商標。

電・送電分野の分離などさまざまな要因に伴い、老朽化が顕在しつつある。九州電力管内の火力発電設備の経年別台数を図1に示す。保有発電設備のほぼ半数が運用開始後30年を超える高経年機となりつつある。

併せて、当該設備の運用、メンテナンスを行うための電気保安人材の高齢化や減少も避けられない状況である。

電力の安定供給のためには、現在電力業界が置かれている環境において引き続き火力発電設備の維持が必要不可欠であるため、これらの課題について一層の対策が必要となっている。

2.2 九州の離島の概要

九州は、その地理的特性から大小さまざまな離島を抱えている。有人島内の電力供給は、その地理的特性から内燃力（ディーゼル機関設備）、水力、太陽光、風力などが中心となっているが、建設期間の短さ、電力調整力の高さといったメリットから、島内発電設備容量のうち内燃力発電所が占める割合は

非常に大きい。設備容量ベースでは全国の内燃力発電設備の約50%が九州管内に集中している。

また、昨今島内における再生可能エネルギー電源の増加に伴い、系統電力調整のためのディーゼル機関の低出力運転や機関の運転・停止回数の増加によるトラブルの増加、このほか、屋外プラント^{*1}機器の老朽化の進展も漏油など重大なトラブルに繋がる危険性を秘めている。発電設備のトラブルの中でも漏油・漏水は設備停止に繋がる事象であり、早期検知が保安上重要となる。

このような状況から内燃力発電所運転保安員は2名×3直の勤務体系で日常巡視点検、運用調整業務、不具合対応などを行っている。発電所での巡視点検の様子を写真1に示す。

3. 本実証実験の概要

長崎県壱岐市（壱岐島）の新壱岐発電所において、ローカル5Gなどの電波伝搬特性^{*2}・性能評価といった技術実証、およびディーゼル発電設備の巡視

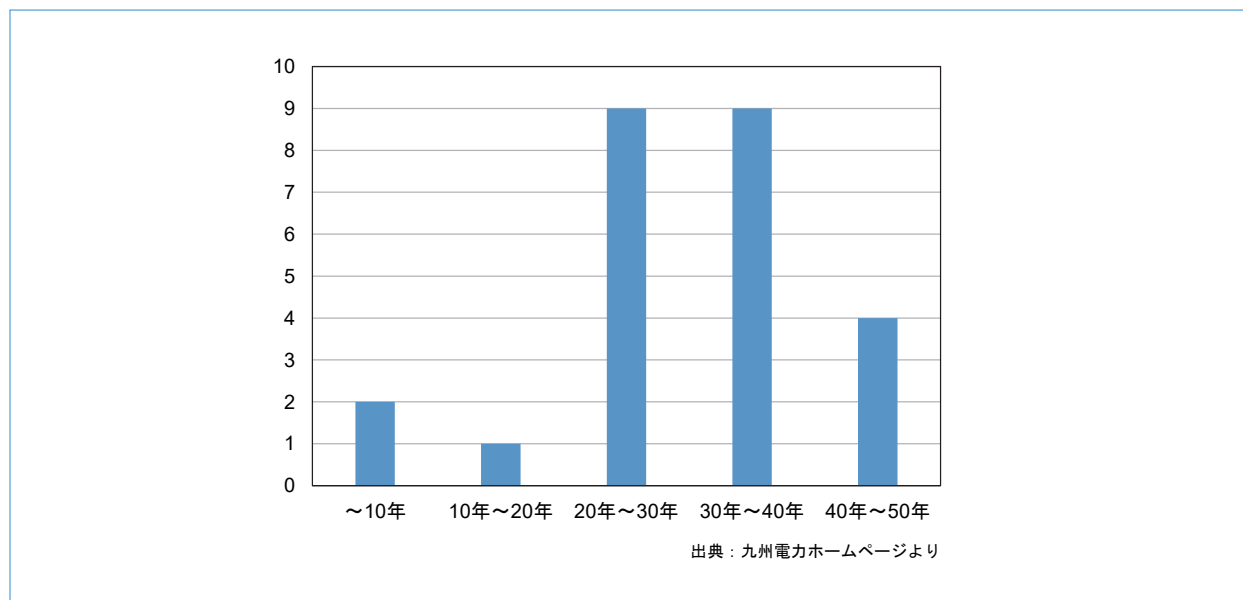


図1 九州電力管内の火力発電設備の経年別台数

*1 屋外プラント：燃料供給設備、冷却水供給設備など、発電に必要な発電機設備以外の外部設備を指す。

*2 電波伝搬特性：実証環境における伝搬損失などの特性を指す。

点検作業の一部を巡視点検ロボットで代替し、その有効性を検証する課題実証の2つのテーマで、2022年3月まで調査研究、実証実験を行った。本稿では課題実証について解説する。

課題実証では、主にディーゼル機関における漏油・漏水を検知する手法と、九州本土から巡視点検ロボットの遠隔操作の実現が求められた。

巡視点検ロボットの運用実証イメージを図2に示す。

なお、巡視点検ロボットは単独で自動走行が可能であるが、図2に示すコントロールPCは巡視点検ロボットに対する行先の制御や、巡視点検ロボットからの映像を常に受信し記録するPCとなる為、新巻岐発電所内に設置することで、専用線（広域イーサ）



九州電力送配電株式会社提供

写真1 新巻岐発電所での巡視点検の様子

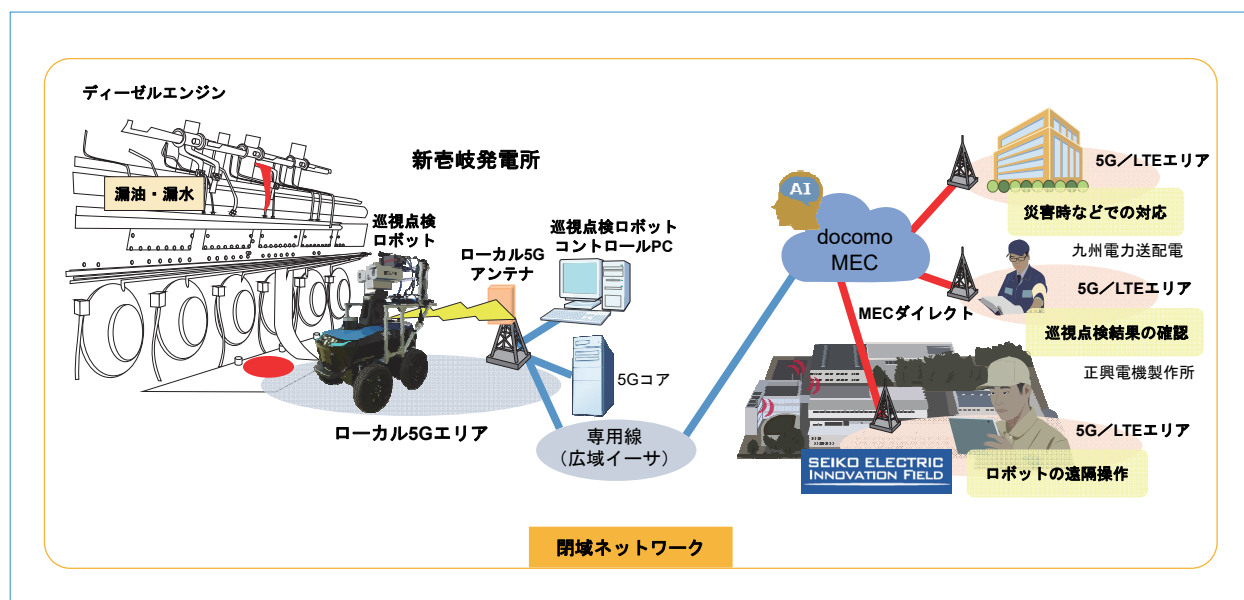


図2 巡視点検ロボットの運用実証イメージ図

を流れるデータ量を最小限とした。

3.1 ライン方式のハイパースペクトルカメラの活用

漏油・漏水検知にあたり、複数の油・水を種類ごとに判別するためには、一般的な画像認識では難しく、波長データ（分光データ*3）を用いた検知が有効である。特に黒色の油、透明の水を検知するためには精緻な波長データが必要となり、ピクセルごとに、数十～数百バンド*4の波長情報を取得することができる「ハイパースペクトルカメラ」を選定した。人間の目やRGBカメラでは評価困難な物性の違いを可視化して評価することができるため、判別が難しい油や水の検知が期待できる。

本実証で撮影対象となるディーゼル機関は、片面高さ約2m×横幅約10mと非常に大きく複雑な機構となっている。そのため、検知にあたっては広範囲かつ、高い精度が要件として求められる。その要件を満たすべく、巡視点検ロボットと、より高い精度をもつライン方式*5のハイパースペクトルカメラを

組み合わせた。ライン方式のカメラは通常固定設置で利用され、食品などのライン生産の検査において使用されることが多い。本実証では、巡視点検ロボット側にカメラを固定設置し、安定した等速走行で撮影することにより、ディーゼルエンジン全体の撮影を実現することができた。

検知対象となる油・水を図3、巡視点検ロボットにて漏油・漏水を検知する様子を写真2に示す。

3.2 ローカル5Gを活用した通信

ハイパースペクトルカメラでの撮影においては、送信されるデータ容量が膨大になるため、巡視点検ロボットに搭載されたスペクトル解析用PCにより油と水の検知が可能なサイズのキューブデータ形式*6に変換させることで通信の安定性を向上させた。その上で、ローカル5Gを利用してdocomo MECにアップロードした。ローカル5G～クラウド間で送信できる通信容量は、撮影データを50Mbpsと想定し実証を行った。

ローカル5Gアンテナ・アンテナユニット装置は、



図3 検知対象となる油・水

*3 分光データ：光を波長に分割し取得したデータを指す。物質の成分や特性を定量的・定性的に分析・同定する事に利用される。

*4 バンド：電波の周波数帯。ハイパースペクトルカメラは100バンド以上の波長情報を取得することができる（RGBカメラは3バンド、マルチスペクトルカメラは10バンド程度）。

*5 ライン方式：カメラまたは対象物のどちらかを一定の速度で移動させ、合成することでデータ取得が完了する撮影方式。

*6 キューブデータ形式：分光データを画像の位置情報と波長情報で合成するデータ形式のこと。

既設監視カメラの架台へ取り付け、発電機室内をカバーするようにした（写真3）。

3.3 閉域ネットワークの構築

本実証場所となる壱岐島と遠隔監視を行う福岡で閉域ネットワークを構築するため、ローカル5Gとdocomo MECを専用線（広域イーサ）で接続し、福岡からはMECダイレクト^{*7}にてdocomo MECに接続した。この構成は全国初の試みであり、インターネットを介することなく高いセキュリティを確

保したまま、全国からローカル5G環境へのアクセスが可能となった。

本実証で使用したシステム構成を図4に示す。

3.4 実証実験結果

本実証実験の結果は以下のとおりである。

- ・漏油においては床面に20cm以上広がっていれば100%検知した。
- ・漏水においては床面に10cm以上広がっていれば100%検知した。



写真2 巡視点検ロボットにて漏油・漏水を検知する様子

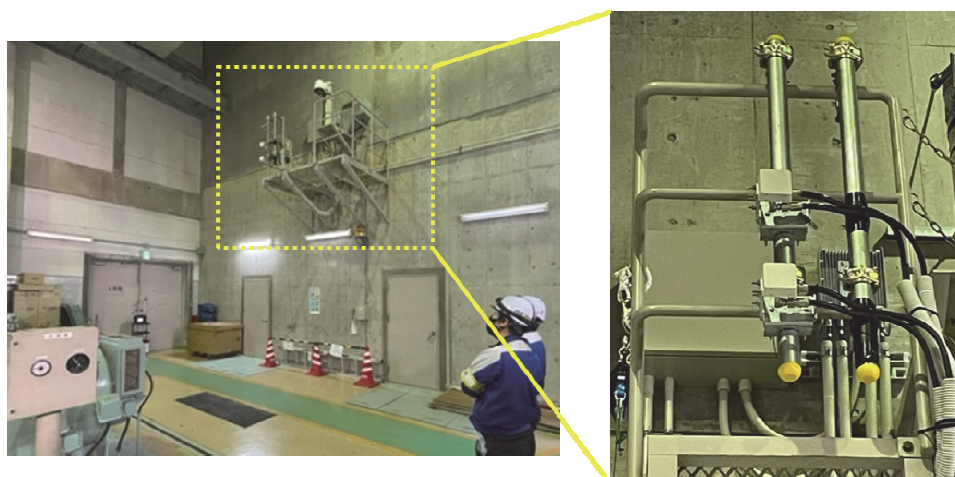


写真3 ローカル5Gアンテナ設置場所

^{*7} MECダイレクト：ドコモの5G回線においてインターネットから分離された閉域通信を提供するサービス。

異常検知カラーマッピングを図5、漏油・漏水検知の流れを図6に示す。

破損などで漏油・漏水が発生した場合は20cmを

超える量が漏れるため、この結果により、重大なインシデントについては作業員の代替として本システムを活用することができ、当該作業における作業員の

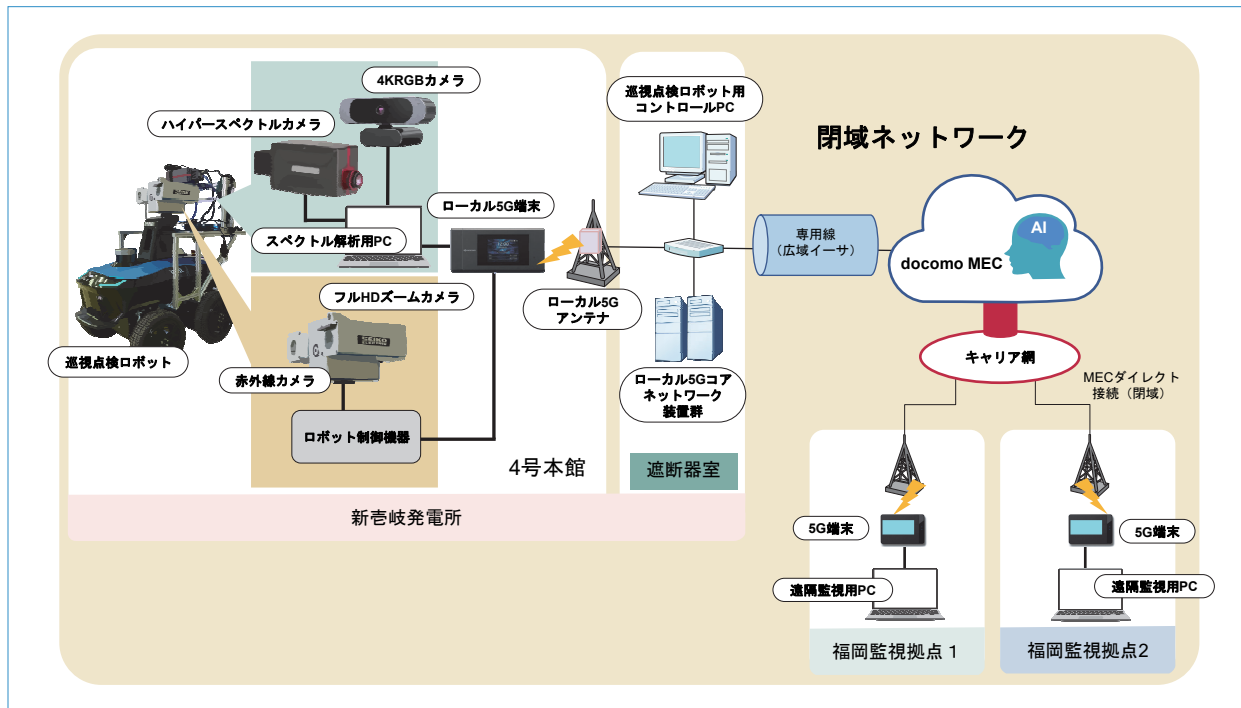


図4 システム構成図

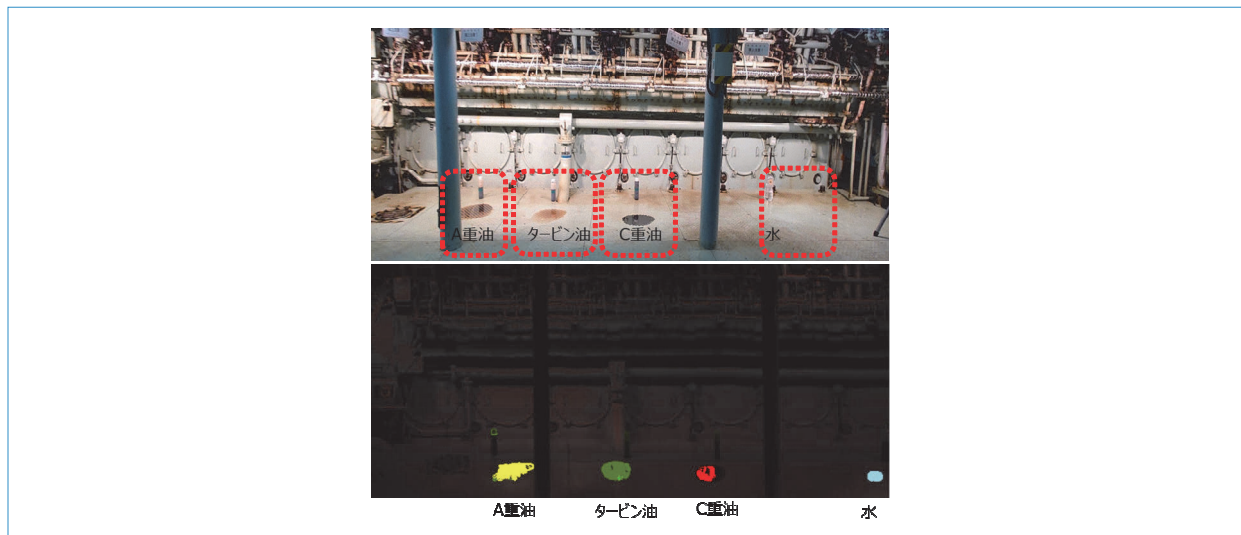


図5 異常検知カラーマッピング (検知可パターン)

稼働削減に繋がることを確認できた。

3.5 巡視点検ロボットの遠隔操作手法の検証

作業員による遠隔監視を想定し、新壱岐発電所から約65km離れた福岡県古賀市にある株式会社正興電機製作所の古賀事業所から、巡視点検ロボットの

走行開始／停止操作、可視カメラ・赤外線カメラの操作を行う検証を実施した。発電所内での巡視点検ロボットは低速で走行するため、遠隔操作においては多少の遅延が発生したが支障が出ない範囲に収まった。巡視点検ロボットの遠隔操作の様子を写真4に示す。

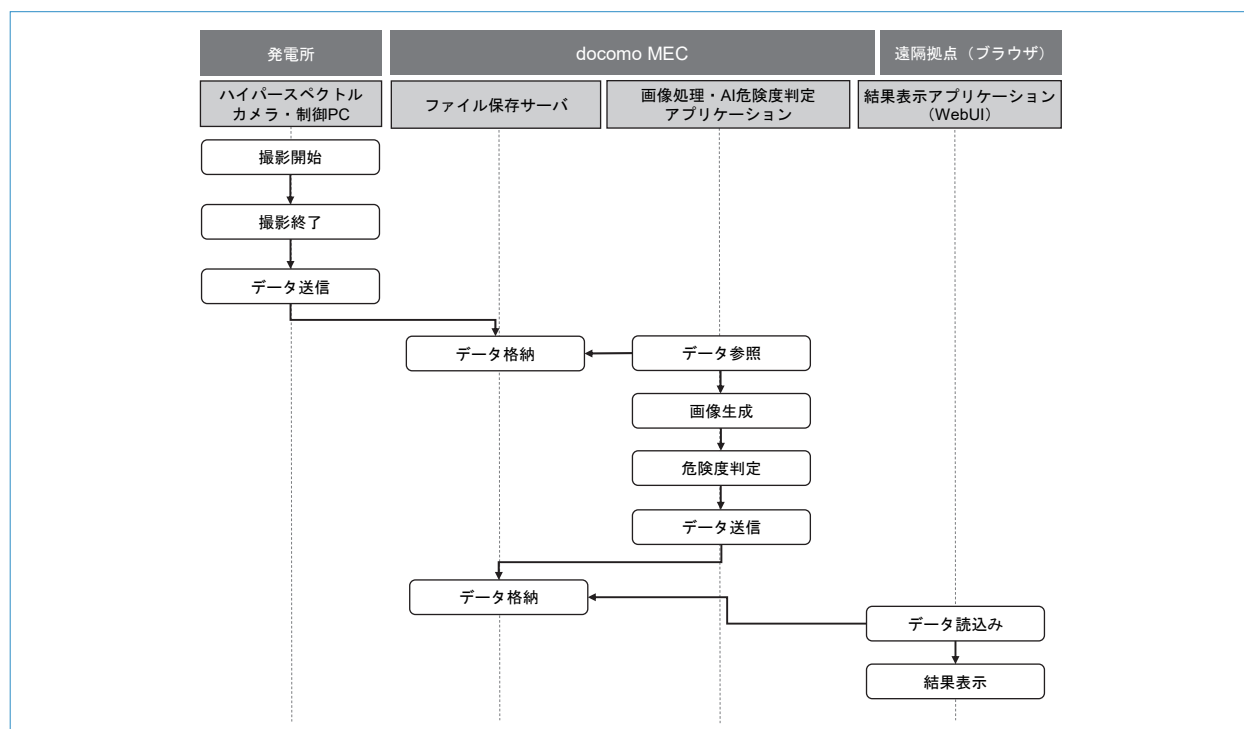


図6 漏油・漏水検知の流れ



写真4 巡視点検ロボットの遠隔操作の様子

4. あとがき

本稿では、「ローカル5Gを活用した閉域ネットワークによる離島発電所での巡視点検ロボット運用の実現」について解説した。今回の実証により、内燃力発電設備において、ローカル5G、ハイパースペクトルカメラによる巡視点検、および漏油・漏水の検知手法の有効性が確認できた。大型プラント設

備や工場などの分野への応用も期待できる。今後は大型プラント設備や工場などの分野への適用を進めていきたい。

文 献

- [1] 総務省：“令和3年度ローカル5G開発実証報告書。”
<https://go5g.go.jp/carrier/令和3年度ローカル5g開発実証報告書/>