

電気通信分野における点検作業の効率化検討 及び災害時支援について

— ICT技術を用いた作業の効率化と省人化検討—

事業振興部 デジタル基盤整備課

○佐藤 若奈
三浦 賢二
吉田 茂臣

昨今の社会情勢において、少子高齢化による労働力の減少や若年層離れが問題視されている。この問題は電気通信分野においてもインフラを支える電気通信設備の運用や維持管理に影響があることから作業環境の改善が急務である。本報では、電気通信機器の保守点検作業に着目し、作業の省人化、効率化という点においてICT技術であるスマートグラスそしてUAV導入の可能性について検証し、効果及び課題と対応について報告する。

キーワード：DX、ICT、維持管理、スマートグラス

1. はじめに

現代の社会は少子高齢化による労働人口の減少が深刻な問題となっている。建設業においても、人々の生活に必要な不可欠なインフラ設備の設置運用や維持管理に従事する技術者の確保が急務である。また、次世代の担い手である若年層の定着化を目指すために作業環境の改善が必要である。

これらの課題をICT技術であるスマートグラスやUAVを用いて解決ができないか検証を行った。

2. 遠隔地からの技術支援について

昨今の建設業を取り巻く状況は、労働人口の減少により、数少ない経験豊富な技術者が多くの現場を担当せざるを得ない状況で、さらに設備の高度化に伴い高い技術力が必要とされる中、経験・知識の少ない技術者が現場へ向かわなければならない。このことから現場作業における技術支援の方法として、2022年度はスマートグラスを用いて、管理技術者が遠隔地から現場技術者に対して技術支援を行い、障害対処が可能か検証を実施した。検証の結果、有効性が確認できた一方で課題も明らかとなったため、2023年度は課題を解決するための方法を検証した。スマートグラスは2022年度から引き続き、屋外でも視認性が良い非透過型で片眼タイプのデバイスを使用する。

(1) 2022年度の検証結果

2022年度は十勝ダムにおけるCCTVカメラ点検を想定し、

以下の項目について技術支援が可能か検証を実施した。

- スマートグラスを装着した現場技術者と遠隔地にいる管理技術者、監督員の三者による通話および映像の共有
- 管理技術者及び監督員からの音声による遠隔指示
- 管理技術者及び監督員からのペイント機能による遠隔支援

3項目とも問題無く実施ができ、技術支援の有効性を見出すことができた。ただし、LTE回線の圏外、例えば山上の無線中継所や監査廊といった場所で作業支援を行うことができない。また、外部NWを使用するため、外部組織からの通信妨害や不正アクセスの可能性といった問題がある。この問題点について、解決方法の検証が必要となった。

(2) 2023年度の検証内容

2022年度の問題を解決すべく、2023年度はWi-Fi通信による開発局内部NW回線を経由した遠隔地からの技術支援の検証を、2022年度同様に十勝ダムにて実施した。

Wi-Fi通信での技術支援を実現するために、アクセスポイント間で接続を広げていくメッシュ型Wi-Fiと呼ばれる通信方式を採用した。(写真-1)



写真-1 アクセスポイント (三脚の上に設置)

メッシュ型Wi-Fiは、複数のアクセスポイントを用いてWi-Fi電波を編み目のように広げるため、安定した通信ができることをメリットとしている。

アクセスポイントの設置場所は、後述するUAVを用いたダム巡視点検効率化検討での活用も視野に入れ、ダム堤頂全域と放流塔が通信エリアとなるよう検討した。その結果、ダム管理支所に1台 (Core) 、放流塔に1台、堤頂及びその両端に各1台の計5台の設置となった。(写真-2)

Wi-Fiから開発局内部NWに接続するために、ダム管理支所内に設置したCoreと、開発局内部NWを構成する機器 (スイッチ) を接続しメッシュ型Wi-Fi環境の構築を検討した。(図-1)

2023年度は、電気室に設置している発電機の点検について、2022年度と同様に3項目の技術支援が可能か検証を実施した。



写真-2 アクセスポイント設置場所

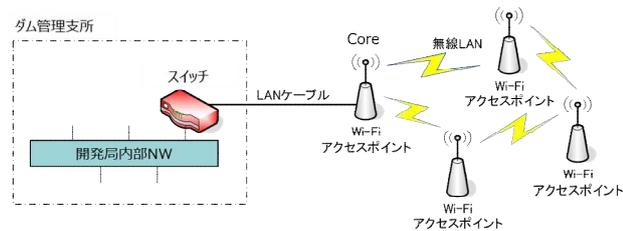


図-1 メッシュ型Wi-Fi構成図

(3) 2023年度の検証結果

当初は、開発局内部NWへ接続してスマートグラスを使用することとしたが開発局内部NWへの接続はセキュリティ上の問題から困難であると判明したため、開発局内部NW経由ではなくLTE回線を経由した接続へ変更して検証を実施した。(図-2)

3項目とも映像の切断や乱れが発生することなく、スムーズに実施をすることができた。LTE回線を使用することとなったが、メッシュ型Wi-Fi環境の構築は成功し

た。

(4) 問題点

スマートグラスが持つ、カメラ映像の共有やペイント等の機能は、スマートグラスの開発元が提供する専用のクラウドサービス及び外部サービスの利用が必須となるが、それらは国土交通省のセキュリティポリシーに準拠するものでなければならない。(図-3)

以上のことから、事前検討の段階で検証の実施を断念した。

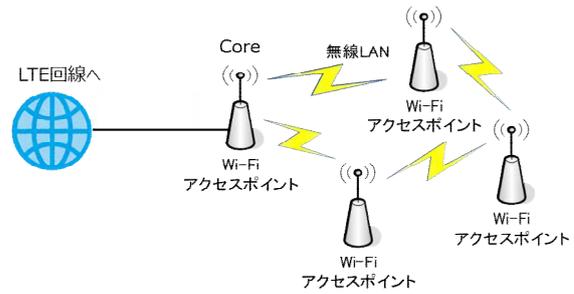


図-2 再検討後のメッシュ型Wi-Fi構成図

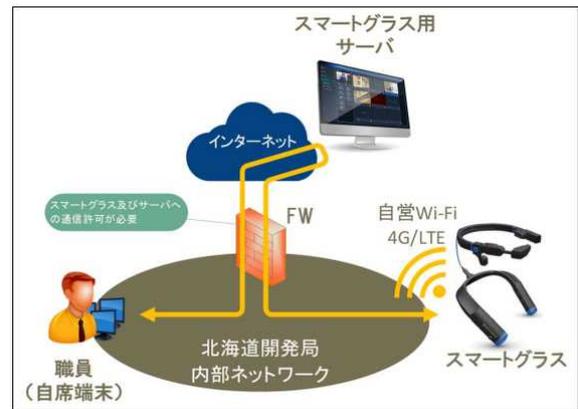


図-3 ネットワーク概要図

3. 音声を使用した点検記録表への入力

今回、ICTを活用する作業内容として、電気通信機器の保守点検に着目した。

現状の保守点検現場では、印刷した報告書を現場に持ち込み点検結果を記入している。このため点検に要する人員は、点検を実施する技術者と、報告書に点検結果を記入する技術者の計2名必要となる。場合によっては技術者1名が測定と結果の記入をこなしながら報告書を作成することもある。点検を終えた後は、事務所に帰りエクセル等の電子データに報告書の内容を転記する必要がある。

以上の背景から、スマートグラスの音声入力機能を用いて点検に集中することができ、点検と同時に報告書を自動で作成することで省力化となるか検証を実施した。

(1) 音声入力システムの選定

遠隔地からの技術支援で採用したスマートグラスを継続使用し、スマートグラスに実装可能な音声入力システムを採用した。

このシステムは、事前に点検結果の入力箇所を定義付けした報告書に、音声を用いてリアルタイムで点検結果を入力できる。様式はユーザ側で任意に編集可能であるため、報告書への適用も可能と判断した。

(2) 検証内容

遠隔地からの技術支援と同様に、十勝ダムにて以下の項目について検証を実施した。

- (a) 音声入力機能による報告書作成
- (b) 二次元バーコードを使用した、報告書の自動起動

音声による入力を可能とするために、事前に報告書をスマートグラスのストレージに保存しておく必要がある。その上で点検を開始する前に、点検対象設備の報告書をディスプレイ上に映し出す手間がある。人の手を介すことなく報告書を起動させるために、報告書を二次元バーコード化させ、スマートグラスのカメラ機能で読み込ませることで自動立ち上げが可能か検証を実施した。

(3) 検証結果

a) 音声入力機能による報告書作成

実際に私もスマートグラスを装着し、音声入力機能による報告書の作成を体験した。

写真-3にあるとおり、右目でディスプレイに映し出されている点検項目を、左目で点検対象設備を目視で確認することになるが、視野が奪われた感覚は無く作業に専念することができた。ただし、高所作業の場合は安全のため従来通り技術者2名での作業が必要になると感じた。

また、長文や専門用語を発話した際に、音声認識の精度が低く一部変換ができない場合があったが、スムーズに各点検項目の入力を進めることができた。作成された報告書は図-4のとおりである。赤色のセルが、音声による入力が可能となるよう事前に定義づけた部分である。



写真-3 スマートグラスを装着している技術者

個別点検 24-4 電気装置 (LAN/ブリッジ、ルータ) 点検シート

項目	内容	確認	結果	備考
電源装置	1. 電源装置の点検	確認	OK	
LAN装置	2. LAN装置の点検	確認	OK	
ブリッジ装置	3. ブリッジ装置の点検	確認	OK	
ルータ装置	4. ルータ装置の点検	確認	OK	
その他	5. その他	確認	OK	

図-4 音声入力を用いて出力した結果

b) 二次元バーコードを使用した、報告書の自動起動

図-5はイメージ図である。点検対象設備に貼り付けた二次元バーコードを、スマートグラスのカメラ機能を起動させ読み込ませることで、両手が塞がっている状態でも報告書をディスプレイ上に映し出すことができた。



図-5 二次元バーコードの読み取りイメージ

実際にスマートグラスを使用し、点検を実施した現場技術者に使用感のアンケートをとった結果、音声入力の精度が悪いが改善されればより便利になるといった意見があった。これについては、今後の音声認識技術の向上により改善が期待される。

また、音声入力により作成された報告書はクラウド上に自動保存されることで修正を容易にしておき、従来の点検結果の転記作業に比べると音声入力による誤変換の修正のみで済むため、労力が削減され省力化できると考える。

なお、音声入力機能はスマートグラス単体で機能するため、LTE回線の圏外であっても使用することが可能である。その場合は、LTE回線に接続した時に報告書がクラウド上に自動保存されるため、適宜報告書の共有・修正ができる。

以上のことから、音声入力による報告書へのデータ入力について、点検への活用も可能と言える。

4. UAVを用いたダム巡視点検効率化検討

ダムにはいくつかの設備があり、ダムによっては設備の設置場所が離れているため巡視点検の移動に時間を要する。そこで、ダム管理支所職員や技術者が事務所内あるいは遠隔地に居ながら屋外設備の巡視点検と、UAVで撮影した映像の共有が可能か検証を実施した。

本検証もスマートグラスの検証と同様に、十勝ダムにて実証実験を行った。

(1) UAVの選定

UAVとは人が搭乗しない無人航空機のことである。種類によって特徴が様々であるがダム敷地内での使用を前提として機器選定を行った結果、汎用性と経済性に優れた回転翼型のUAVを採用した。(表-1)

さらに、UAVに搭載されているカメラの倍率を上げることが可能なエクステンダを装着できるものを選定した。

なお、ダム湖上を飛行するため、墜落時の水没対策としてフロートを取り付けている。(写真-4)

	回転翼型 (マルチコプタ)	回転翼型 (シングルロータ)	固定翼型
イメージ			
	A社	B社	C社
特徴	・低価格、高い操縦性、汎用性を有する ・離着陸に要するスペースは比較的狭小で良い ・ホバリングが可能	・高出力 ・ホバリングが可能	・高速、長距離飛行が可能 ・滑空が可能のため燃費が良い ・回転翼を有する複合型では垂直離着陸も可能
留意点	・低出力であり速度は遅い ・重量物は搭載できない	・操縦技術が必要で汎用性が低い ・離着陸に比較的広いスペースが必要	・滑走路が必要 ・他かい操縦技術が必要 ・基本的にホバリングは不可
ダム施設点検(屋外)への適用	○	×	×

表-1 UAVの種類



写真-4 水没対策用のフロートを取り付けたUAV

(2) 検証内容

写真-2にあるWi-Fiアクセスポイントを活用してUAVを用いた巡視点検を実施した。操作者は管理支所玄関横から、写真-5にあるルートのとおり飛行させた。

- 管理支所～道道の脇を飛行し、放流塔まで(ルート①)
- 管理支所～堤頂道路上(ルート②)
- ヘリポート～堤頂道路上(ルート③)

(3) 検証結果

途中、クレストゲート(写真-6)や堤体照明の状況を撮影しながら飛行したが、映像の乱れもなく配信映像の共有ができた。また映像の解像度が高く、点検対象設備を鮮明に映し出しているため、映像から写真として切り出しても画質を落とさずに設備写真として報告することができる。

今回使用したUAVに搭載されているカメラは倍率が28倍の性能を持ち、遠隔操作にて自由にズームを行うことができるため、対象設備に過度に接近する必要もなく設備点検が可能である。

写真-7は、写真-6の赤丸部分を光学ズームしたものである。

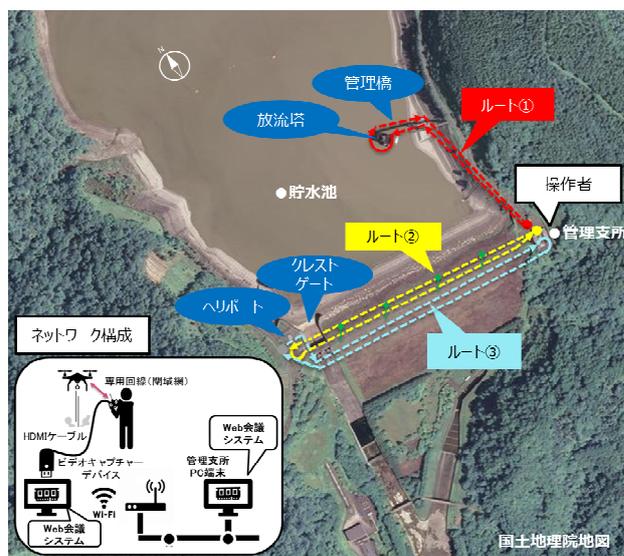


写真-5 飛行ルート



写真-6 クレストゲート



写真-7 クレストゲート ズーム写真

写真-8はランプ部をズームした堤体照明である。



写真-8 堤体照明のランプ部 ズーム写真

5. まとめ

(1) 検証を終えて

今回、電気通信設備の保守作業の省人化・効率化という点において、ICT技術であるスマートグラスとUAVの導入効果を検証した。

スマートグラスを使用した遠隔地からの技術支援については、2022年度の課題である開発局内部NWへの接続が、スマートグラスの仕様上の懸念から課題解決には至らなかった。

ただし、LTE回線を使用する前提であれば、保守点検への活用は可能で、以下の効果があると考えられる。

a) 操作支援

現場に技術者を派遣できない場合も、リアルタイムで遠隔地から熟練した技術者による判断や支援が可能となるため、障害や災害発生時に迅速な復旧や対応が可能になる。

b) 技術支援

スマートグラス上にマニュアルを映し出して点検を実施することができるため、多様な電気通信設備の役割や操作方法を習得するために必要な事前準備の時間を削減することが可能になる。

c) 作業効率の向上

両手が使えるため、現場の機器や計測機器を扱いつつながら報告書の作成ができる。また、筆記用具の落下防止や作成した報告書の紛失防止につながり、作業時の安全性の向上や作業時間の短縮が可能になる。

次に、メッシュ型Wi-Fiを活用したUAVのリアルタイム映像の共有は、映像の乱れがなくダムの上空からの様子や点検対象設備を映し出すことができ、現場技術者が移動することなく巡視点検を実施することができた。

以上のことから、スマートグラス及びUAVの保守点検への導入効果がある。

(2) 今後の課題

スマートグラスを開発局内NWを通じて使用する場合、大きく2つの課題がある。

1つ目に、Wi-Fiから開発局内部NWに接続する場合、セ

キュリティ確保のために認証サーバ等を整備する必要がある。また、スマートグラスによっては固定IPアドレスを設定できないものもありDHCPサーバの整備も必要となる。

2つ目に、スマートグラスが持つツールを使用する場合、クラウドサービス及び外部サービスを利用する必要があるが、国土交通省が設定しているセキュリティポリシーに準拠していなければならない。

以上のことから、スマートグラスと呼ばれる製品で開発局内部NWへの接続は困難という結論に至った。

そこで、スマートグラスの代替としてAR/MRデバイスを使用できないか比較を行った。(表-2)

スマートグラスとは異なり、IPアドレスを自由に設定できるため、DHCPサーバを整備する必要が無い。

モーション支援が豊富で、ホログラムキーボードを使用した入力や音声入力、ARでのタッチ操作が可能であるため直感的に操作でき、スマートグラスよりも作業時間を短縮できると考える。

また、遠隔支援についても監督員が通常使用しているWeb会議システムを使用することで映像の共有と遠隔支援ができることから、今後実用化を視野にいれた検証を実施したい。

	スマートグラス	AR/MR
写真		
仕様	非透過/片眼式	透過/眼鏡式
外部支援ツールの有無	有 ※開発元が提供する特定のサービスに限られる	有
web会議システムの対応	× ※開発元が提供する特定のサービスに限られる	○ ※職員が通常使用しているシステムを使用可能
点検様式への入力	○	○
帳票音声入力	○	△ 多少のモーション操作が必要となる

表-2 スマートグラスとAR/MRデバイスの比較

(3) 今後の展望

今回、スマートグラスやUAVといったICT技術を中心に点検作業への活用が可能か検証を実施したが、ICT分野に限定せずAIによる画像診断やロボットによるリモートメンテナンスの活用により、さらなる省人化と効率化の促進が期待できると考える。このことから以下について導入が可能か検証を実施し、電気通信分野におけるDXネットワークの拡大を進めていきたい。

a) AIによる画像診断

電気通信ビジョン4に掲げられている「人とAIの協働による新たな業務スタイルの確立」にあるとおり、スマートグラスもしくはUAVの映像から、AIによる画

像診断を行い、経験が浅い技術者による点検等の判断支援が行えないか検証を実施したい。これにより、技術者による経験の差から見落としてしまう経年劣化等を抽出することができ、設備更新等の判断基準の一助となると考える。

b) Wi-Fiアクセスポイントの屋外自立稼働化

今回、Wi-Fiによる通信を可能にするために、屋外にアクセスポイントを設置したが、設置場所の付近で商用電源の確保ができず大容量バッテリーを使用した。この方法は今後実用化を視野に入れた時に現実的ではないことから、今後は太陽光発電を用いた自立電源のみによる稼働検証を実施したい。これにより、電力会社の配電線路が存在しない箇所や受電可能箇所から遠い場所にも活用が可能と考える。

c) ロボットによるインフラ点検設備

電気通信ビジョン4に掲げられている「高速DXネットワークによる場所を選ばない仮想空間利用環境の構築」にあるとおり、山上の無線中継所や監査廊と

いった、人が簡単に立ち入れない場所でのロボットによるリモートメンテナンスが可能か検証を実施したい。これにより、点検への用途に限らず障害発生時にも活用でき、迅速な復旧対応が可能になると考える。

謝辞：北海道開発局 帯広開発建設部 帯広河川事務所 十勝ダム管理支所の関係者に実証実験に使用するダム設備の使用を許可いただきました。ここに記して謝意を表します。

参考文献

1) 第66回(2022年度)北海道開発技術研究発表会論文：新技術活用によるダム管理業務の効率化