

ウェアラブルカメラ端末導入による効率化

成田空港給油施設株式会社
技術部 技術管理グループ
鴻崎 佑太

1.はじめに

近年、DX（Digital Transformation）が国を挙げて進められており、石油・化学プラントの保安分野に於いては設備の高経年化、ベテラン社員の引退、労働力不足等の課題解決と保安力の強化ならびに生産性向上を目的として IoT、AI 等を活用したスマート化が推進されている。弊社に於いても同様の課題を抱えており、2019 年よりウェアラブルカメラ端末を活用してダブルチェック遠隔化による作業効率化を図るとともに、新たな指揮・連絡手段による遠隔技術支援、技術伝承等の実現へ向けて取り組んでいる。

成田空港では、製油所からタンカーで運ばれてきた航空燃料を、千葉港から約 47km に渡るパイプラインを通して空港へ供給しており、弊社ではこれらの航空燃料輸送施設のメンテナンス及び運転を行っている。その中で、現在、新型コロナウイルス感染症（COVID-19）拡大による給油数量の減少に伴い保守点検業務内容及び制御室運転監視員配置を見直し、制御室運転監視員を各班 1 名減らすと共に、業務輻輳時（人員不足時）には保全員を充当する応援体制によりコスト削減に努めている。今後、航空需要の回復に併せて、運転監視の業務輻輳時間の増加が予想されるため、更なる作業の効率化を早期に実現する必要があるため、2021 年 8 月からウェアラブルカメラ端末の実運用を開始した。

本稿では、ウェアラブルカメラ端末を導入するにあたり取り組んだ内容、遠隔地からのダブルチェックによる作業効率化、省力化、安全性の向上及び今後の課題を報告する。

2.ウェアラブルカメラ端末とは

ウェアラブルカメラ端末とは、自身の頭部に端末を着用し、搭載されたカメラから管理者へ向けて映像の中継を行いながら、音声通話を用いたコミュニケーションが可能なツールである。端末を着用した作業員はハンズフリーで作業しつつ、遠隔地の管理者から指示を受けることができるというメリットがある。

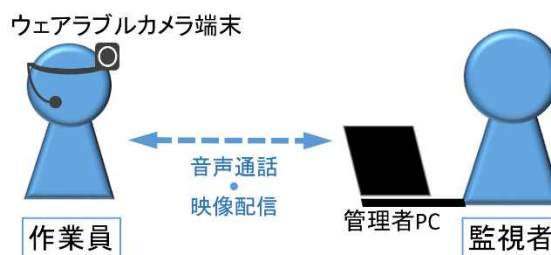


図 1 ウェアラブルカメラ端末概要図

2-1.Infolinker3 の概要

今回弊社が導入したウェアラブルカメラ端末は、ウエストユニティス社が開発した Infolinker3 である。本端末の一番の特徴は LTE 通信を行うことができ、新たに Wi-Fi スポットを設置することなく使用が可能という点である。

また、端末のカメラで QR コードを読み取ることにより、作業手順を端末のディスプレイへ表示する作業ナビゲーション機能が搭載されている。この他にも次のような現場作業を円滑に行う上での様々な機能を有している。

- ・ IP65※1相当の防塵防水性能
- ・ 写真や動画の撮影
- ・ トーチライト
- ・ 骨伝導スピーカー
- ・ タッチパネルや音声認識による操作
- ・ ディスプレイを使用した双方向ビデオ通話
- ・ ディスプレイへの写真・図面等の画面共有
- ・ バッテリー交換時の電源保持機能



図2 Infolinker3

2-2.LinkerWorks の概要

一方、管理者においては、同社が開発した LinkerWorks というソフトウェアを用いて Infolinker3 と通信を行う。画面上では一度に最大 8 名とのビデオ通話が可能であるため、複数作業の同時監視・確認が行える。管理者側より映像を一時停止させ対象物へマーキングし、ディスプレイへ映すことで、言葉で伝えるよりの確な指示が行えるため、認識の相違による間違いを無くすることができる。また、作業ナビゲーションを自身で作成、編集が可能であり、自らの部署に合わせたものを作成することが可能である。この機能では、作業手順内の指示を音声や画像、動画で表示することに加え、記録の入力や写真撮影機能についても登録が可能であるため、作業ナビゲーション内で手順から記録の入力までを完結することができる。

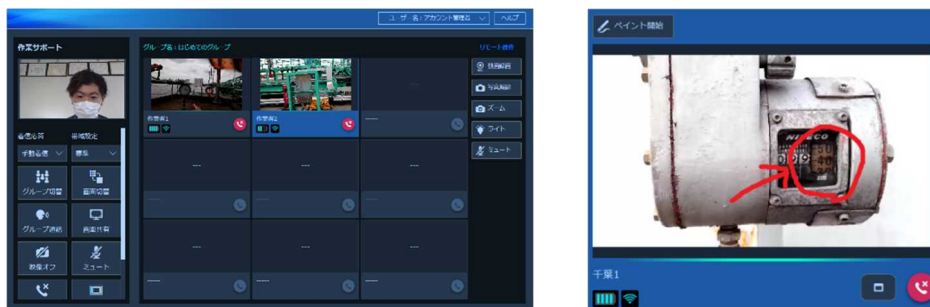


図3 LinkerWorks 画面 (左: 複数同時通話画面 右:マーキング時の様子)

3.導入へ向けて

3-1 ダブルチェックの遠隔化

ダブルチェックは、操作や確認作業を二名以上で行うことにより、誤操作・誤入力等のヒューマンエラーを抑える方法である。弊社では、航空燃料という危険物を取扱う特性上、事故防止のため、操作や確認を行う際には必ずダブルチェックを実施している。

従来の方法では、現場に作業者と確認者の二名が存在しなければならないが、ウェアラブルカメラ端末を使用することで、作業者が単独で確認を実施していても、確認者は配信された映像により遠隔地からのダブルチェックが可能となる。確認者は 1 人で複数作業のダブルチェックを同時に行うことができ、作業の効率化が図れるため、ウェアラブルカメラ端末導入の当初目標とした。

1※1 IP65：防塵 6 級(完全な防塵構造)

防水 5 級(いかなる方向からの水の直接噴流によっても有害な影響を受けない)

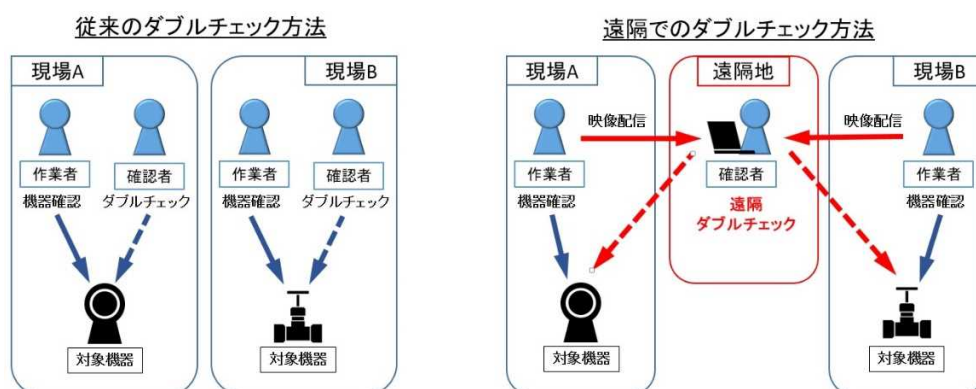


図4 ダブルチェック方法の比較

3-2 機器の検討

ダブルチェックの遠隔化を目標として機器を選定するに際し、場所や環境を問わず様々な現場で使用できるよう、下記の点を重視し検討を行った。

- ・ディスプレイを有し、双方向ビデオ通信が可能である
- ・LTE等の携帯回線を使用し、本体のみで通信が可能である
- ・屋外での使用を考慮した耐久性、防塵防水性能
- ・ハンズフリーで使用できる機能性
- ・長時間稼働できるバッテリー容量
- ・騒音下でも指示を受け取ることができる骨伝導スピーカー

当時開発中であった Infolinker3 は上記条件を満たす機器であったことから、開発元のウエストユニティス社とコンタクトを取り、耐久性向上や多人数同時接続による遠隔支援、QRコードへの対応等、弊社が要望する追加機能を反映していただいた。

3-3 現場検証

2021年2月中旬から3月上旬にかけて、開発中機器を借用し、現場検証を実施した。海上栈橋、大型屋外タンク群、離着陸を行う航空機や大型ポンプによる騒音、建屋内という、石油パイプライン施設特有の多様な環境下で使用するため、日中・夜間問わず、4つの事業所で検証を行い、短時間で可能な限り多くのデータ収集を行った。

主な検証事項としては、カメラ・ディスプレイの視認性、ビデオ通話等の通信性、装着感や操作方法等の作業性、バッテリーや防水といった本体性能の計4項目とした。具体的な有効性を確認すべく各項目を細分化し評価指標(KPI)を設定、検証後に取り纏めを行い、指標を満足しているか数値で判定した。なお、目標を満足しないものについては改善点としてウエストユニティス社へ提案し協議を進めた。



図5 現場検証の様子

3-4 検証結果のフィードバック

検証の結果、映像の白飛びが激しく、空と燃料貯蔵タンクの白壁との境界線が不鮮明であり、境を視認することが不可能であった。また管理者(確認者)が映像を確認する際、端末

装着者の動きに対するブレが激しく、画質も低かったことから、計器類の指示値を視認するためにはカメラを至近距離まで近づけ静止する必要があるが、現場での評価は決して高くなかった。全事業所において多くの作業員に着用を依頼し検証を行い、眼鏡使用による着用時の不快感や衣服のこすれによるノイズ等の問題点を洗い出し、検証結果として合計 40 件以上もの改善案や要望をウエストユニティス社へ提出の上、システムの再調整を要望した。

3-5 最終検証

2021 年 6 月、改良を施した機器による 2 度目の現場検証を実施した。3-4 に記した問題点は大幅に改善され、ノイズ低減機能や骨伝導スピーカー実装による機器性能が向上したこともあり、Infolinker3 は実作業にて問題なく使用が可能であると確認することができた。

4. 導入効果

Infolinker3 の導入ステップとして、双方向ビデオ通話機能を用いた遠隔ダブルチェック等、制御室業務における遠隔作業支援を目的としたフェーズ 1。次に、作業ナビゲーション機能を使用し、保守点検業務の支援と効率化を目的としたフェーズ 2 と、2 段階による導入を設定した。ここではフェーズ 1 における具体的な導入効果を説明する。

4-1 運転操作作業に於けるダブルチェックの遠隔化

現場でのバルブ操作時にはダブルチェックが必要となるが、現在の 4 名 1 班編成の制御室運転監視員から 2 名を現場へ配置した場合、複数の作業が同時進行される制御室運転監視業務を継続するためには人員が不足する恐れがある。そのため、他部署から作業員を充当し、現場対応を依頼することが恒常化している。

ウェアラブルカメラ端末を導入しダブルチェックを遠隔化することで、単独で現場対応を行えるため制御室運転監視員 4 名のみで従来通りの業務処理が可能となる。そのため、他部署からの応援が不要となり生産性の向上が図れる。

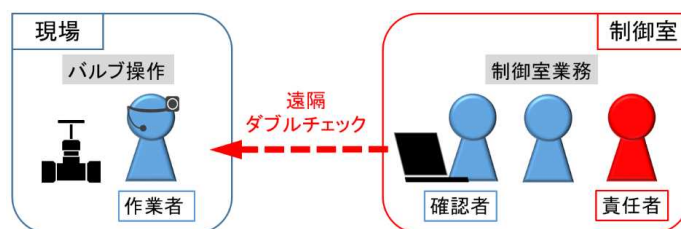


図 6 制御室作業イメージ

4-2 工事等に伴う操作監視の効率化

制御室では、工事等による機器操作が運用に影響を及ぼさないか、手順書に則り適切に行われているか監視を行っている。バルブ操作等を行い作業上必要な配管ラインを形成若しくは復旧する際には、制御室運転監視員 1 名が操作現場へ同行しその場で確認を行っているが、制御室を長時間離れてしまうため、4-1 で紹介した例と同様に他部署へ応援を依頼する場合がある。

現場作業員へウェアラブルカメラ端末を着用させることで、制御室運転監視員が現場へ赴く必要が無くなるため、作業の効率化を図ることが出来る。また、保守点検作業でも同様の効果が見込まれるため、さらなる効率化が可能であると考えており、今後、様々な業務での活用を予定している。

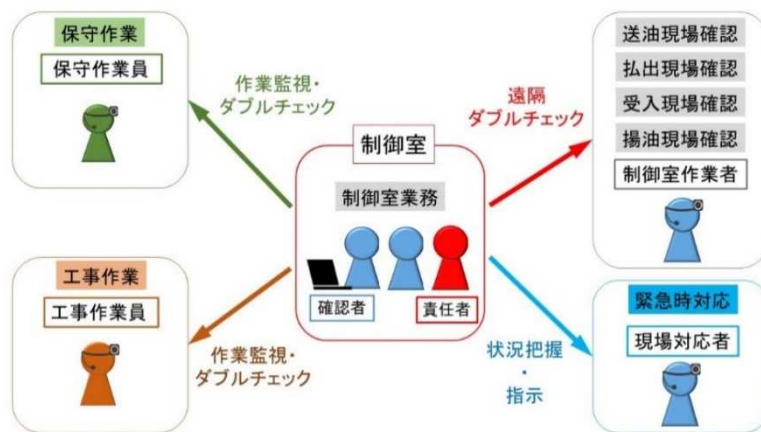


図7 ウェアラブルカメラ端末を使用した遠隔ダブルチェック体制

4-3 警報発報時対応

台風や地震等の災害が発生している状況下では、給油施設の緊急停止や停電、計器故障等による警報が発生する恐れがあり、夜間・休日に発生した場合は制御室運転監視員が現場確認等の一次対応に当たる。限られた人員で現場対応や連絡・調整、施設状況の監視を行わなければならない、従来の無線若しくは PHS を用いた連絡方法では状況把握に時間を要し、復旧が遅れる可能性や、誤認識から指示を誤る可能性があった。

ウェアラブルカメラ端末からの映像により、リアルタイムで確実な情報共有ができるため各所への確かな指示を行える。また、他ターミナルや遠隔地の責任者、ベテラン作業員へも配信を行い、適切な判断をすることで迅速な復旧へと繋がり、給油施設の停止時間を最小限に抑えることが期待出来る。

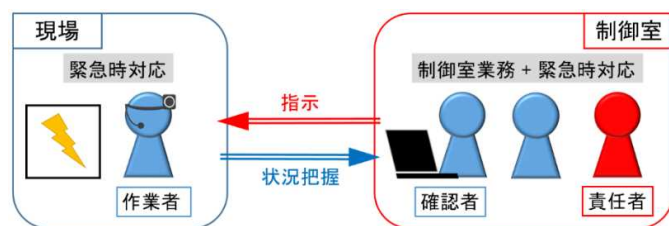


図8 警報発報時体制

4-4 夜間巡視時の安全性向上

各ターミナルの制御室運転監視員は、昼夜問わずターミナル内を巡視し異常が無いことを確認している。巡視点検は通常1名で行うが、夜間の巡視時に急な体調不良等で転倒や意識を失った場合、日中帯と異なり近くに作業員がいないため発見の遅れが懸念されている。特に千葉港頭石油ターミナルでは図9にあるような栈橋での巡視点検も行うため、海上へ転落する恐れもある。

ウェアラブルカメラ端末を装着し巡視を行うことで、体調が急変しても即座に連絡を取り、迅速に救助対応を行えるため、安全性向上という面での有効性も期待出来る。

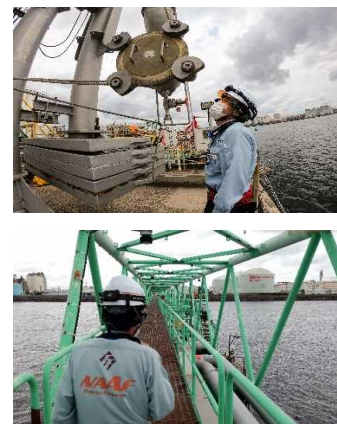


図9 栈橋巡視の様子

5.今後について

5-1 フェーズ2での活用

フェーズ2では、作業ナビゲーション機能を使用しての保守点検業務のペーパーレス化・効率化が主な目標である。現在、保守点検業務を行う際には手順書や記録表等の書類を携帯し、点検を行いながらデータを記入、作業終了後に事務所へ持ち帰り報告書へ内容を転記するという二重の手間が存在しており、誤入力の原因となっている。作業ナビゲーション機能を用いてペーパーレス化を行うことで、携帯品を削減することができ、現場で音声入力や画像認識技術を使用し点検データの自動入力を行えば、誤入力の解消と効率化が図れる。

人材育成の面では、ベテラン作業員がビデオ通話により、遠隔地から指導を行うことが可能となる。また、作業員目線で撮影した教育映像を作成しておき、実際に現場で視聴し手を動かしながら学習することも出来る。このような効率的かつ効果的な教育や技術伝承を行う等、人材育成においても **Infolinker3** を活用していきたい。

5-2 今後の課題

作業ナビゲーション機能を使用するにあたり、現在使用中の手順書から作業フローへの入力作業が必要となるが、全点検項目を手作業行うには多大な時間と労力を要するため、入力方法が課題となっている。また、弊社ではドローンや作業員見守りサービス^{※2}、3Dモデリング等の新技術導入を進めており、将来的にはこれらの技術との連携や、AIと画像認識技術との組み合わせによるダブルチェック自体の自動化等を考えている。

これらの課題解決や技術の連携にはベンダー間のシステム連携が不可欠であり、容易なことではない。しかし、作業効率化のため引き続きウエストユニティス社と協力し、更なる改善や拡張機能が実現できるよう取り組んでいきたい。

7.おわりに

作業員の生産性向上や多能工化が求められている中において、ウェアラブルカメラ端末は非常に効果的であると思われる。しかし、新技術の導入については導入して終わりではなく、現場からの声を反映し続けていくことが重要であると考え。日常的に使用する中で新たな問題点や使用方法が発見されると思われる。そのため継続してサポートを行い、作業員が気持ちよく使用できる環境づくりが必要である。

また、ウェアラブルカメラ端末導入は弊社におけるDXの第一歩であり、今後更なる新技術の導入を計画している。今後も全社一丸となって、効率化・省力化・安全性の向上のため尽力し、成田空港への安定した燃料供給に活かしたい。

2※3 作業員見守りサービス：作業員に生体情報の収集を行うウェアラブルデバイスを装着し、遠隔で体調監視を行うことで人身災害を未然に防ぐシステム。