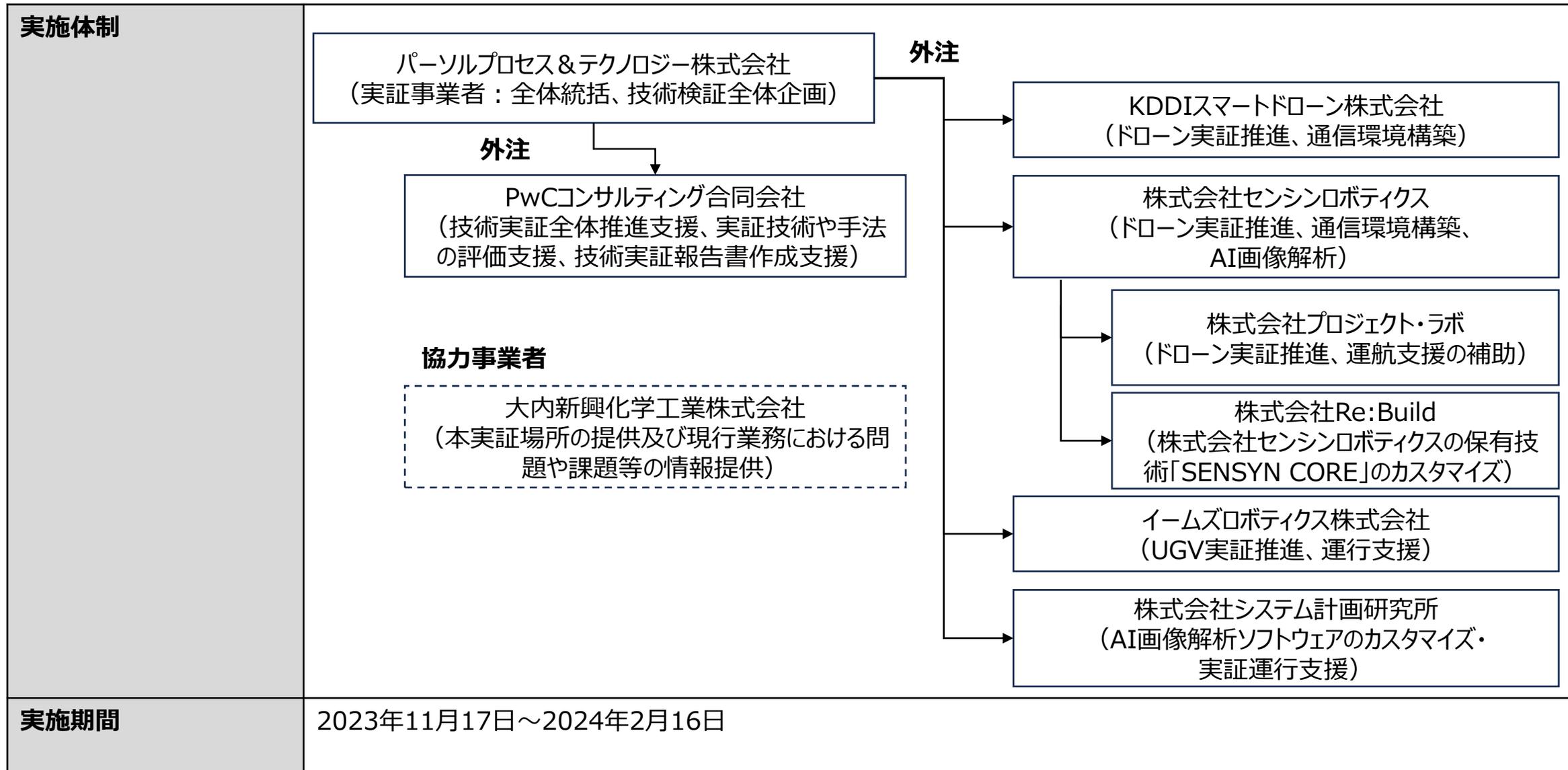


【技術実証の概要】

対象業務（法令）	一般高圧ガス保安規則第6条、第55条、第60条、液化石油ガス保安規則第6条、第53条、第58条、コンビナート等保安規則第5条及び冷凍保安規則第9条に係る設備の定期点検
実証の全体像	<p>実証の目的： 上記の対象法令に基づき、ガスなどを製造・取り扱う施設においては現状、各施設の従業員が使用開始時、運転中、使用終了時にそれぞれ点検項目に沿って設備の目視点検及び記録を行っている中、本実証ではこれらの規制対応の内、「①ガス設備の情報収集」、「②ガス設備の動作異常検知」の2つへのデジタル技術活用が対象となっている。</p> <p>本実証においては、ガスの製造・消費設備の内、可視光カメラを搭載した「ドローン」と「固定カメラ」によって計器の表示値や配管などの撮影をし、また、可視光カメラとガス検知器を搭載した「UGV」の巡回により情報収集を行った。撮影した画像については手動でAI解析環境にアップロードすることで異常検知の自動化を実証した。</p> <p>実証の手法： 実証は、活用する技術や点検内容に応じて実施項目A~Cの方針で実施した。</p> <p>実施項目Aは、コンビナートなどの広大な敷地面積を持つ施設の定期点検で実施されているような屋外の設備点検やガス漏洩点検をドローンとUGVで実施した。実施項目Bは、中規模の設備の屋内の定期点検で実施されているような計器類の点検を、中型のドローンを使用して実施した。実施項目Cは、より小規模な施設の屋内の定期点検で実施されているような設備の劣化や計器類の点検を固定カメラによって実施した。</p> <div data-bbox="560 892 2420 1335" style="border: 1px solid black; padding: 10px;"> <p>現在の手法(アナログ手法)</p> <p>人による目視点検 ①情報収集 ②異常検知</p> <p>実施項目A 実証場所（屋外） ドローン巡回による点検 UGVによる点検 ガス漏洩点検 設備の状態点検 設備の温度点検 画像解析・AI解析による自動判断</p> <p>実施項目B 実証場所（半）屋内） ドローン巡回による点検 計器類の指示値読み取り 画像解析・AI解析による自動判断</p> <p>実施項目C 実証場所（半）屋内） カメラによる撮影 画像解析・AI解析による自動判断 設備の状態点検 計器類の指示値読み取り</p> <p style="text-align: right;">本実証の全体像</p> </div>

【類型5 パーソルプロセス&テクノロジー株式会社】技術実証 最終報告サマリー

【技術実証の概要】



【技術実証の詳細】

技術実証の方法



準備の様子
(ARマーカ―設置)



実証の様子
(ドローン)



実証の様子
(UGV)



実証の様子
(UGV + ガス検知)



検知結果画像

技術実証項目	実証内容												
実施項目A	コンビナートなどの広大な敷地面積を持つ施設の定期点検で実施されているような屋外の設備点検やガス漏洩点検をドローンとUGVで実施した。												
<p>■ 実証の構成</p> <p>設備の配置や巡視点検箇所の位置を考慮した上で、可視光カメラとサーマルカメラを搭載したドローンと、可視光カメラとサーマルカメラ及びガス検知機器を搭載したUGVにて写真画像を取得した。また写真画像取得の際、ARマーカ―（現実空間における物体の位置や角度を把握するために用いる目印）を検知対象物付近に設置し、撮影位置や角度の指定を行った。取得された画像データは記憶媒体メディア（SDカード）を用い、PC経由でAI解析クラウドにアップロードし自動解析を行い、異常検知を実施した。</p>													
<p>■ 活用した要素技術</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>活用した技術要素</th> <th>技術・システムの内容</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>ドローン MATRICE30T : DJI製</td> <td>ズームカメラ、広角カメラ、サーマルカメラを搭載。手動、自動どちらも対応可能。本実証では手動運航で飛行実施。</td> </tr> <tr> <td>UGV : イームズロボティクス社製</td> <td>赤外カメラとガス検知器を搭載した2輪駆動車。UGV搭載のIMUセンサーにより走行時の車両の傾きを検知し、カメラに装着した2軸ジンバルを稼働させることで、カメラを常時、水平に維持することが可能。また、RTK-GNSS測位（Ntrip方式）によるcm級の位置測位が、設定走行ルートからズレを少なくした。</td> </tr> <tr> <td>UGV搭載 赤外カメラDuo®ProR: テレダインフリアー社製</td> <td>高解像度の赤外線放射測定カメラ、4Kカラーカメラと内部センサー一式を組み合わせたカメラで、本実証ではUGVに搭載して使用。</td> </tr> <tr> <td>UGV搭載 ガス検知器 レーザーメタンSMART: 新コスモス電機株式会社製</td> <td>レーザー（赤外線）で離れた場所（検知距離:30m）や危険場所、狭所等のメタンガス漏洩や滞留を迅速に検知が可能。本実証ではメタンガスを入れた袋にレーザーを照射。</td> </tr> <tr> <td>クラウドAIシステム : システム計画研究所製 ひびここ/ISP edgeAI/ISP Vision Library</td> <td>ドローンやUGVにより取得した写真画像についてAI解析を行い、設備の劣化や計器の表示値等の読み取りと異常を検知。</td> </tr> </tbody> </table>		活用した技術要素	技術・システムの内容	ドローン MATRICE30T : DJI製	ズームカメラ、広角カメラ、サーマルカメラを搭載。手動、自動どちらも対応可能。本実証では手動運航で飛行実施。	UGV : イームズロボティクス社製	赤外カメラとガス検知器を搭載した2輪駆動車。UGV搭載のIMUセンサーにより走行時の車両の傾きを検知し、カメラに装着した2軸ジンバルを稼働させることで、カメラを常時、水平に維持することが可能。また、RTK-GNSS測位（Ntrip方式）によるcm級の位置測位が、設定走行ルートからズレを少なくした。	UGV搭載 赤外カメラDuo®ProR: テレダインフリアー社製	高解像度の赤外線放射測定カメラ、4Kカラーカメラと内部センサー一式を組み合わせたカメラで、本実証ではUGVに搭載して使用。	UGV搭載 ガス検知器 レーザーメタンSMART: 新コスモス電機株式会社製	レーザー（赤外線）で離れた場所（検知距離:30m）や危険場所、狭所等のメタンガス漏洩や滞留を迅速に検知が可能。本実証ではメタンガスを入れた袋にレーザーを照射。	クラウドAIシステム : システム計画研究所製 ひびここ/ISP edgeAI/ISP Vision Library	ドローンやUGVにより取得した写真画像についてAI解析を行い、設備の劣化や計器の表示値等の読み取りと異常を検知。
活用した技術要素	技術・システムの内容												
ドローン MATRICE30T : DJI製	ズームカメラ、広角カメラ、サーマルカメラを搭載。手動、自動どちらも対応可能。本実証では手動運航で飛行実施。												
UGV : イームズロボティクス社製	赤外カメラとガス検知器を搭載した2輪駆動車。UGV搭載のIMUセンサーにより走行時の車両の傾きを検知し、カメラに装着した2軸ジンバルを稼働させることで、カメラを常時、水平に維持することが可能。また、RTK-GNSS測位（Ntrip方式）によるcm級の位置測位が、設定走行ルートからズレを少なくした。												
UGV搭載 赤外カメラDuo®ProR: テレダインフリアー社製	高解像度の赤外線放射測定カメラ、4Kカラーカメラと内部センサー一式を組み合わせたカメラで、本実証ではUGVに搭載して使用。												
UGV搭載 ガス検知器 レーザーメタンSMART: 新コスモス電機株式会社製	レーザー（赤外線）で離れた場所（検知距離:30m）や危険場所、狭所等のメタンガス漏洩や滞留を迅速に検知が可能。本実証ではメタンガスを入れた袋にレーザーを照射。												
クラウドAIシステム : システム計画研究所製 ひびここ/ISP edgeAI/ISP Vision Library	ドローンやUGVにより取得した写真画像についてAI解析を行い、設備の劣化や計器の表示値等の読み取りと異常を検知。												

【技術実証の詳細】

技術実証の方法

実証の様子



ドローンとドローンポート



ネットワーク機器



解析結果画面



技術実証項目	実証内容										
実施項目B	中規模の設備の屋内の定期点検で実施されているような計器類の点検を、中型のドローンを使用して実施した。										
<p>■ 実証の構成</p> <p>本実証では、ドローンとドローンポートによる丸形計器の読み取りと異常検知の実証を行った。ドローンにより撮影された画像は、Skydio社のクラウドサービスからローカルPC上にアプリケーションとして配置したSENSYN COREに自動でデータ連携を行い、現地でAI自動解析を実施した。</p>											
<p>■ 活用した要素技術</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>活用した技術要素</th> <th>技術・システムの内容</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>ドローン Skydio S2+</td> <td>自律飛行ドローンSkydio2+はGPSの測位の他にVSLAM※1を利用した自己位置測定機能を搭載。屋内や建造物に囲まれた区域を航行することが可能。</td> </tr> <tr> <td>ドローンポート Skydio Dock for S2+</td> <td>屋内の環境に対応した産業水準の箱型ドック</td> </tr> <tr> <td>ネットワーク機器 (Wi-Fiルーター)</td> <td>Wi-Fi通信を行い、Skydio S2+の機体制御や撮影データの同期を行った。またSkydio Dock for S2+はLANケーブルを接続し使用した。</td> </tr> <tr> <td>AI検知ソフトウェア SENSYN CORE</td> <td>センシンロボティクス社の製品。ドローンなどの様々なデバイスの撮影データを設備や日付、ドローンにおいては航行ルートなどで自動分類して大量の撮影データにすぐにアクセス可能なクラウドサービス。AI基盤と連携することで画像解析も可能。本実証では、開発期間の関係上、ローカルPC上にアプリケーションとして配置し解析を行った。</td> </tr> </tbody> </table>		活用した技術要素	技術・システムの内容	ドローン Skydio S2+	自律飛行ドローンSkydio2+はGPSの測位の他にVSLAM※1を利用した自己位置測定機能を搭載。屋内や建造物に囲まれた区域を航行することが可能。	ドローンポート Skydio Dock for S2+	屋内の環境に対応した産業水準の箱型ドック	ネットワーク機器 (Wi-Fiルーター)	Wi-Fi通信を行い、Skydio S2+の機体制御や撮影データの同期を行った。またSkydio Dock for S2+はLANケーブルを接続し使用した。	AI検知ソフトウェア SENSYN CORE	センシンロボティクス社の製品。ドローンなどの様々なデバイスの撮影データを設備や日付、ドローンにおいては航行ルートなどで自動分類して大量の撮影データにすぐにアクセス可能なクラウドサービス。AI基盤と連携することで画像解析も可能。本実証では、開発期間の関係上、ローカルPC上にアプリケーションとして配置し解析を行った。
活用した技術要素	技術・システムの内容										
ドローン Skydio S2+	自律飛行ドローンSkydio2+はGPSの測位の他にVSLAM※1を利用した自己位置測定機能を搭載。屋内や建造物に囲まれた区域を航行することが可能。										
ドローンポート Skydio Dock for S2+	屋内の環境に対応した産業水準の箱型ドック										
ネットワーク機器 (Wi-Fiルーター)	Wi-Fi通信を行い、Skydio S2+の機体制御や撮影データの同期を行った。またSkydio Dock for S2+はLANケーブルを接続し使用した。										
AI検知ソフトウェア SENSYN CORE	センシンロボティクス社の製品。ドローンなどの様々なデバイスの撮影データを設備や日付、ドローンにおいては航行ルートなどで自動分類して大量の撮影データにすぐにアクセス可能なクラウドサービス。AI基盤と連携することで画像解析も可能。本実証では、開発期間の関係上、ローカルPC上にアプリケーションとして配置し解析を行った。										

※1 Visual SLAMの略。自己位置推定と周囲の環境の構造把握を同時に行う技術。

【技術実証の詳細】

技術実証の方法



準備の様子



実証の様子(固定カメラ)



実証の様子(固定カメラ)



検知結果画面

技術実証項目	実証内容
実施項目C	より小規模な施設の屋内の定期点検で実施されているような設備の劣化や計器類の点検を固定カメラによって実施した。
<p>■ 実証の構成</p> <p>設備の配置や巡視点検箇所の位置を考慮した上で、可視光カメラを用いて写真画像を取得した。また写真画像取得の際、ARマーカ（現実空間における物体の位置や角度を把握するために用いる目印）を検知対象物付近に設置し、撮影位置や角度の指定を行った。取得された画像データは直接AI解析クラウドにアップロードし、画像の自動解析を行い、異常検知を実施した。</p>	
<p>■ 活用した要素技術</p>	
<p>活用した技術要素</p>	<p>技術・システムの内容</p>
<p>固定カメラ EOS 5D Mark II : Canon製</p>	<p>約2110万画素・35mmフルサイズCMOSセンサー搭載の一眼レフカメラ。本実証では三脚に設置し、計器類の表示値読み取りに使用。</p>
<p>クラウドAIシステム : システム計画研究所製 ひびここ/ISP edgeAI/ISP Vision Library</p>	<p>ドローンやUGVにより取得した写真画像についてAI解析を行い、設備の劣化や計器の表示値等の情報収集と異常を検知。</p>

【技術実証の詳細】

実証場所①

実施項目A/C：大内新興化学工業株式会社 原町工場

■ 実施場所

名称：大内新興化学工業株式会社 原町工場
住所：福島県南相馬市原町区小浜字狐沢1番地



■ 実施場所の様子



■ スケジュール

実施項目	日程	内容
A	2023/12/26-28	ドローンとUGV、AIシステムを活用した情報収集及び異常検知の実証
C	2023/12/26-27	固定カメラとAIシステムを活用した情報収集及び異常検知の実証

【技術実証の詳細】

実証場所②

実施項目B：福島ロボットテストフィールド

■ 実施場所

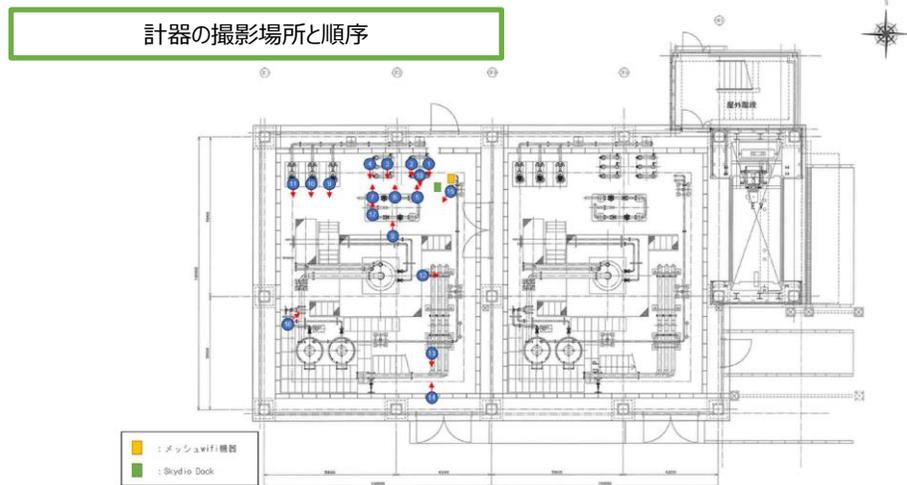
名称：福島ロボットテストフィールド 実験棟3

住所：福島県南相馬市原町区萱浜字新赤沼83番



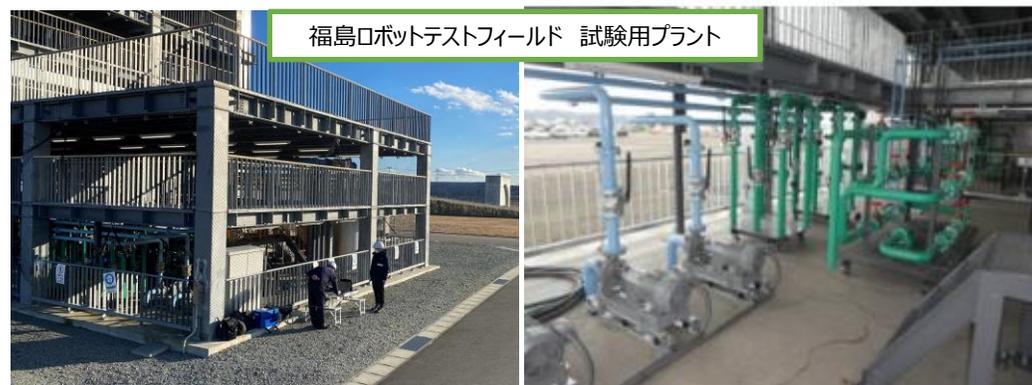
※出典：公益財団法人 福島イノベーション・コースト構想推進機構「アクセス」
 閲覧日：2024年2月16日 <https://www.fipo.or.jp/robot/about/access>

■ 実施場所の様子



■ スケジュール

実施項目	日程	内容
B	2023/12/25-26	ドローン（ドローンポート利用）とAIシステムを活用した情報収集及び異常検知の実証



【技術実証の詳細】

実施条件

■ 実証準備として事前に実施した項目

- AI構築・カスタマイズ用に事前に学習データの撮影を実施（実証時と同じ場所、検知対象物、撮影機材、撮影バリエーションでの実施が必要）
- 学習データを元にAI構築・カスタマイズを実施
- 各実証場所、撮影機材に合わせた実証計画を作成（屋内、半屋内、屋外、カメラの仕様、日照条件等）
- 通信環境の構築（今回はWi-FiとStarlinkを場所、目的によって併用した）
- 安全対策の構築

■ 実証当日におけるドローンフライト実施の判断基準

- 風速5m/s以上の場合は飛行させない（国土交通省航空局標準マニュアル準拠）
- 降雨を認めた場合は飛行させない。
- 電波障害、霧等の飛行に影響のある障害が発生している場合は飛行させない。

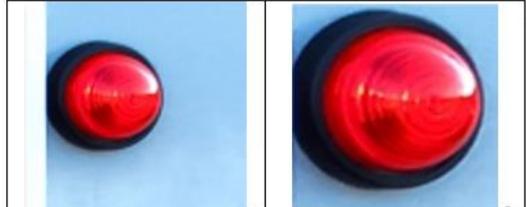
■ 必要な行政手続

100g以上のドローンを屋外で飛行させる場合は、東京航空局への飛行申請の手続が必要となる。今回はドローン事業者による飛行のため、事業者にて予め行政へ包括申請を行っている状況であった。

【技術実証の結果】

結果の評価の観点	現行点検業務のデジタル技術による代替可能性を検討するため、(ア)精度、(イ)省力化、(ウ)経済性、導入・運用の容易性/技術の汎用性、(オ)デジタル技術利用の安全性、(カ)他分野・他法令への展開の6つの観点から評価を行う。																					
結果の評価のポイント・方法	<p>下表の評価ポイント・方法に沿って本実証の評価を実施する。 現行の人手による点検業務との比較を行う評価項目については、大内新興化学工業の関係者への有識者ヒアリングを通じて現行業務について把握する。</p> <p>■ 評価のポイント・方法</p> <table border="1" data-bbox="573 664 2415 1299"> <thead> <tr> <th>評価観点</th> <th>評価項目</th> <th>評価方法</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>精度</td> <td>判定のバラつき、判定の正確性</td> <td rowspan="2">2つの評価項目毎に評価し、現行の人手による検知と比較して判定精度は同等以上であるかをまとめて示す。</td> </tr> <tr> <td>省力化</td> <td>作業工数、属人性</td> </tr> <tr> <td>経済性</td> <td>初期導入コスト、運用コスト、収集した情報の活用による経済的メリット</td> <td>3つの評価項目毎に評価し、デジタル技術が経済性に優れた人手による点検の代替手段であることを示す。</td> </tr> <tr> <td>導入・運用の容易性 技術の汎用性</td> <td>導入の容易性、運用の容易性、選択技術の汎用性</td> <td>3つの評価項目毎に評価し、採用したデジタル技術の導入・運用の容易性と技術の汎用性をまとめて示す。</td> </tr> <tr> <td>安全性</td> <td>設備・作業者に対する安全の確保</td> <td>安全性を確保するために講じられる対策や運用方法を示す。</td> </tr> <tr> <td>他分野他法令への展開</td> <td>高圧ガス保安法第35条の2に関わる定期自主検査への適用性</td> <td>選択したデジタル技術により、他法令の定期自主検査が実現出来ることを示す。</td> </tr> </tbody> </table>		評価観点	評価項目	評価方法	精度	判定のバラつき、判定の正確性	2つの評価項目毎に評価し、現行の人手による検知と比較して判定精度は同等以上であるかをまとめて示す。	省力化	作業工数、属人性	経済性	初期導入コスト、運用コスト、収集した情報の活用による経済的メリット	3つの評価項目毎に評価し、デジタル技術が経済性に優れた人手による点検の代替手段であることを示す。	導入・運用の容易性 技術の汎用性	導入の容易性、運用の容易性、選択技術の汎用性	3つの評価項目毎に評価し、採用したデジタル技術の導入・運用の容易性と技術の汎用性をまとめて示す。	安全性	設備・作業者に対する安全の確保	安全性を確保するために講じられる対策や運用方法を示す。	他分野他法令への展開	高圧ガス保安法第35条の2に関わる定期自主検査への適用性	選択したデジタル技術により、他法令の定期自主検査が実現出来ることを示す。
評価観点	評価項目	評価方法																				
精度	判定のバラつき、判定の正確性	2つの評価項目毎に評価し、現行の人手による検知と比較して判定精度は同等以上であるかをまとめて示す。																				
省力化	作業工数、属人性																					
経済性	初期導入コスト、運用コスト、収集した情報の活用による経済的メリット	3つの評価項目毎に評価し、デジタル技術が経済性に優れた人手による点検の代替手段であることを示す。																				
導入・運用の容易性 技術の汎用性	導入の容易性、運用の容易性、選択技術の汎用性	3つの評価項目毎に評価し、採用したデジタル技術の導入・運用の容易性と技術の汎用性をまとめて示す。																				
安全性	設備・作業者に対する安全の確保	安全性を確保するために講じられる対策や運用方法を示す。																				
他分野他法令への展開	高圧ガス保安法第35条の2に関わる定期自主検査への適用性	選択したデジタル技術により、他法令の定期自主検査が実現出来ることを示す。																				

【技術実証の結果】

実証の実施結果	技術実証項目	実証結果													
	実施項目A	<p>■ 実証概要 検知対象物：バルブ、配管など計12箇所 撮影バリエーション：明るさ、画角 撮影枚数：1つの検知対象物の1回の撮影毎に5枚～20枚</p> <p>■ 異常検知結果 設備のON/OFF状態の検知以外は高い精度で異常検知が出来た。</p> <ul style="list-style-type: none"> 検知対象毎の誤検知率一覧 <table border="1" data-bbox="715 876 1538 1243"> <thead> <tr> <th>検知対象</th> <th>誤検知率</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>バルブの開閉状態</td> <td>ドローン、UGV: 0%</td> </tr> <tr> <td>設備の状態 (ON/OFF、劣化)</td> <td>ドローン: 11~18% UGV: 33~35%</td> </tr> <tr> <td>配管の劣化</td> <td>ドローン: 4% UGV: 0%</td> </tr> <tr> <td>設備の温度</td> <td>ドローン、UGV: 0%</td> </tr> <tr> <td>ガス漏洩の有無</td> <td>UGV: 0%</td> </tr> </tbody> </table>	検知対象	誤検知率	バルブの開閉状態	ドローン、UGV: 0%	設備の状態 (ON/OFF、劣化)	ドローン: 11~18% UGV: 33~35%	配管の劣化	ドローン: 4% UGV: 0%	設備の温度	ドローン、UGV: 0%	ガス漏洩の有無	UGV: 0%	<p>■ 主な誤検知要因</p> <ol style="list-style-type: none"> ARマーカーによる画像切抜き範囲の指定の問題 AI判読に必要な教師データの不足 LEDランプのフリッカーの影響 周辺の照度による影響 <p>■ 対策</p> <ul style="list-style-type: none"> 検知対象物領域の切り出し方法の改善 学習に使用するデータ数や種類の増加 撮影方法の改善 日当たりによる影響を軽減する物理的処置（日差し等） <div data-bbox="1870 975 2397 1290"> <p>画像の切り出し範囲修正前後</p>  <p>修正前の切り出し範囲 ⇨ 修正後の切り出し範囲 ⇨</p> </div>
検知対象	誤検知率														
バルブの開閉状態	ドローン、UGV: 0%														
設備の状態 (ON/OFF、劣化)	ドローン: 11~18% UGV: 33~35%														
配管の劣化	ドローン: 4% UGV: 0%														
設備の温度	ドローン、UGV: 0%														
ガス漏洩の有無	UGV: 0%														

【技術実証の結果】

実証の実施結果	技術実証項目	実証結果					
	実施項目B	<p>■ 実証概要 検知対象物：5種の丸形計器、計22個</p> <p>撮影バリエーション：明るさ、画角、計器の指示値が異常値かどうかを判定させるために設定する閾値</p> <p>撮影枚数：1個の丸形計器につき1回の撮影で1枚。2日間の実証で合計144枚。</p> <p>■ 異常検知結果 高い精度で異常検知が出来た。</p> <ul style="list-style-type: none"> 検知対象毎の誤検知率一覧 <table border="1" data-bbox="759 1011 1503 1149"> <thead> <tr> <th>検知対象</th> <th>誤検知率※</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>アナログ計器(丸形)</td> <td>ドローン：15.2%</td> </tr> </tbody> </table> <p>※計器の針が表示している数値情報の誤差幅が±1目盛以上あった場合を誤検知とした</p>	検知対象	誤検知率※	アナログ計器(丸形)	ドローン：15.2%	<p>■ 主な誤検知要因</p> <ol style="list-style-type: none"> ①反射による検出漏れと実証場所に設置されたネットの映り込み ②撮影角度が大きい ③検知対象ではない、異なる計器を検出した ④計器の一部が隠れていた ⑤撮影画像のブレ <p>■ 対策</p> <ul style="list-style-type: none"> AI再学習により、対象物の検知精度の向上 撮影方法の改善 日当たりによる影響を軽減する物理的処置（日差し等）
検知対象	誤検知率※						
アナログ計器(丸形)	ドローン：15.2%						

【技術実証の結果】

実証の実施結果	技術実証項目	実証結果													
	実施項目C	<p>■ 実証概要 検知対象物：配管、計器など計11箇所 撮影バリエーション：明るさ、計器の指示値が異常値かどうかを判定させるために設定する閾値</p> <p>撮影枚数：1つの検知対象物の1回の撮影毎に5枚～20枚</p> <p>■ 異常検知結果 デジタル計器（7セグ）以外では高い精度で異常検知が出来た。 ・ 検知対象毎の誤検知率一覧</p> <table border="1" data-bbox="728 929 1577 1200"> <thead> <tr> <th>検知対象</th> <th>誤検知率</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>バルブの開閉状態</td> <td>固定カメラ: 0%</td> </tr> <tr> <td>設備や配管の劣化</td> <td>固定カメラ: 0%</td> </tr> <tr> <td>温度計の劣化</td> <td>固定カメラ: 4%</td> </tr> <tr> <td>アナログ計器(丸形/角形)</td> <td>固定カメラ: 2%</td> </tr> <tr> <td>デジタル計器（7セグ）</td> <td>固定カメラ: 26%</td> </tr> </tbody> </table>	検知対象	誤検知率	バルブの開閉状態	固定カメラ: 0%	設備や配管の劣化	固定カメラ: 0%	温度計の劣化	固定カメラ: 4%	アナログ計器(丸形/角形)	固定カメラ: 2%	デジタル計器（7セグ）	固定カメラ: 26%	<p>■ 主な誤検知要因</p> <ol style="list-style-type: none"> ①劣化とは関係のないものを劣化と誤認識 ②想定にない画角での撮影 ③（デジタル計器の）小数点の誤認識 <p>■ 対策</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ AI再学習により、対象物の検知精度の向上 ・ ディープラーニングによる画像分類の手法を用いる ・ ディープラーニングによる物体検出の手法を用いる
検知対象	誤検知率														
バルブの開閉状態	固定カメラ: 0%														
設備や配管の劣化	固定カメラ: 0%														
温度計の劣化	固定カメラ: 4%														
アナログ計器(丸形/角形)	固定カメラ: 2%														
デジタル計器（7セグ）	固定カメラ: 26%														

カメラがずれ、メーターの中心位置等のアノテーションがずれた例



【技術実証の結果】

実証の 評価結果	技術実証項目		評価結果
	実施項目A	総評 一部検知漏れは発生したものの、それらを除くと高い確率で正しく情報収集及び異常検知を行うことが出来た。AIシステムの精度としては、様々な前提条件が揃った環境下において、正確な画像情報の取得（撮影角度や距離の確保等）が出来れば、一定の期待値を満たす結果を導出することが出来ることが分かった。	
評価観点		目標値 達成状況	概要
精度		○	大部分の検知対象物において高い精度での異常検知が可能であった。 また、誤検知要因の特定と、現時点で考える対策についても明らかになった。
省力化		○	ドローンまたはUGVとAIシステムを活用することによって、現行業務にかかる作業の内、情報収集と異常検知を省力化・自動化、工数の50%以上を削減することは可能であると言える。異常が検知された後の対応を人が担う方向となる。
経済性		△	今回使用したドローンやUGV、AIシステム自体の費用が現状高額であるため、現行業務にかかる人件費と単純に比較すると、コスト削減を見込むことは難しいと言える。ただし、今後これらの技術は、市場拡大により価格が下がることが予想されるほか、予防保全や異常発生時の原因特定などでのデータ活用が進むことで、結果的に事業所全体のコスト低減に繋がる可能性が高いと言える。
導入・運用の容易性／技術の汎用性		○	今回使用した技術はどれも一般に流通するものであり、また今後も市場が拡大していくことが予想されるため、汎用性は高いと言える。
安全性		○	ドローン・UGVともに安全面を確保する機能が複数あり、実装可能。

【技術実証の結果】

実証の 評価結果	技術実証項目	評価結果		
	実施項目B	総評 Dock付きのドローンが自動航行しながら計器の点検を行う本実証においては高い異常検知精度と、省力効果が確認された。Dockは現状高額だが、点検エリアの拡張や夜間や人が常駐しない場所での点検業務の自動化に有効な手段と考える。		
		評価観点	目標値 達成状況	概要
		精度	○	設定した閾値を超えているか、下回っているかの2択判定においては、90%近い確率で正答。
		省力化	○	Dock付きドローンとAIを活用することによって、現行業務にかかる作業の内、情報収集と異常検知を省力化・自動化、工数の50%以上を削減することは可能であると言える。異常が検知された後の対応を人が担う方向となる。
		経済性	△	今回使用したドローンやDock、AIシステム自体の費用が現状高額であるため、現行業務にかかる人件費と単純に比較すると、コスト削減を見込むことは難しいと言える。ただし、今後これらの技術は、市場拡大により価格が下がることが予想されるほか、予防保全や異常発生時の原因特定などでのデータ活用が進むことで、結果的に事業所全体のコスト低減に繋がる可能性が高いと言える。
		導入・運用の容易性／技術の汎用性	○	屋内での利用の場合は行政への手続等も不要であるため、導入において特筆すべき大きな障壁はないと考える。
		安全性	○	ドローンには安全面を確保する機能が複数あり、実装可能。

【技術実証の結果】

実証の 評価結果	技術実証項目	評価結果		
	実施項目C	<p>総評 本実証では、一眼レフカメラを使用した。実運用の際には小型カメラを検知対象物前に常設することを前提とすると、ドローンやUGVの運用が難しい狭い屋内での目視確認のプロセスをほぼ無人化することが出来ると考える。また、固定カメラやAIについての市場は今後も高度化と汎用化が進むことで、コストが下がることが期待出来る。</p>		
		評価観点	目標値 達成状況	概要
	精度	○		デジタル計器の指示値読み取り以外では高い精度で異常検知が出来た。また、誤検知要因の特定と、現時点で考える対策についても明らかになった。
	省力化	○		屋内の計器室などの定期点検でのカメラとAIを導入することにより現行業務にかかる作業工数を50%以上削減することは可能であると言える。固定カメラに関してはAIと組み合わせることで情報収集と異常検知を完全自動化することが可能となる。
	経済性	○		現状AIシステム利用料が高額であり、点検対象毎に必要な固定カメラの数によっては現行業務にかかる人件費と単純に比較すると、コスト削減を見込むことは難しいと言える。ただし固定カメラの場合、遠隔・常時監視が可能であるため、高頻度での点検が必要な箇所のみ絞って、固定カメラを設置した場合は、費用対効果の観点で有効に働く可能性は大いにあり得る。
	導入・運用の容易性／技術の汎用性	○		AI解析に必要な要件を満たした一般の固定カメラでの運用が可能。
	安全性	○		一般に流通している固定カメラでの安全な運用が可能。
	他分野・他法令への展開	○		高圧ガス保安法第35条の2に係る定期自主検査の設備の劣化点検に本実証技術が展開出来る。

【技術実証の結果】

実証の結果分析	評価結果のまとめ
	<p>■ 精度 ドローン及びUGV、固定カメラで取得した情報をAIシステムで解析した場合、様々な前提条件が充足されていることで高い精度が期待出来る。精度に影響を与える要素として、撮影角度や距離の確保、ということがすべてのケースで非常に重要であることが分かった。これらに対し、より対象物に応じたカメラのセッティングやAIのカスタマイズという対応策があげられる。</p> <p>■ 省力化 本実証で採用した技術群の活用により、情報収集と異常検知のプロセスにおいて、完全自動化させることは技術的には可能であり、精度や安全性の観点から一部人による確認作業を残した場合でも、高い作業工数の削減率を期待出来ることが分かった。実運用の際には環境や条件に適した技術選定や組合せ、現場での環境整備の検討を進めることが重要になる。</p> <p>■ 経済性 現行業務では初期導入及び運用コストは人件費のみである。今回使用した技術は、機体やシステム自体の費用が現状高額であるため、現行業務にかかる人件費と単純に比較すると、コスト削減を見込むことは難しいと言える。しかし、今後は技術の進歩や機能拡張等により、コストに対する経済性の向上を期待出来る要素が多数確認出来た。</p> <p>■ 導入・運用の容易性／技術の汎用性 前提となる利用環境(機体の運用・設置環境、通信環境等)の整備は必要になるものの、基本的な操作方法の習得が出来れば、導入において大規模な設備工事等は不要であるため、技術的観点における導入障壁はないと考える。</p> <p>■ 安全性 本実証で採用した技術群は使用する際の事前準備・設定、そして運用に必要な基礎知識を習得することが出来れば、一定の安全性の確保は可能であると言える。</p> <p>■ 他分野・他法令への展開 固定カメラとAIシステムを利用した情報収集及び異常検知を行うことで、日常的に状況を把握することが出来るため、「高圧ガス保安法第35条の2に係る定期自主検査」の一部目視検査項目においても十分に活用することが可能と考える。</p>

【技術実証の結果】

実証の結果分析	社会実装に向けた課題と方針
	<p>本実証の目的である、「現在は人が実施している施設・設備等の作動状況の定期点検等について、デジタル技術を活用することにより当該規制の趣旨・目的が達成可能か」に対し、3つの実施項目を通じて、6つの評価観点からこれらの実現性を評価してきたが、結論としては、本実証において使用したデジタル技術群は、アナログ作業からの移行に際して有効な手段の一つになると捉えている。今回は限られた期間での開発と実証となったため、この結論を定期点検全般に適用することは出来ないが、本実証と有識者ヒアリングから明らかになったデジタル技術の導入の可能性と課題を踏まえた上で、製品・サービスを提供するベンダーの観点、法・環境の観点、導入事業者の観点の3軸で考察することが技術の社会実装に有効であると考え。</p> <p>■ 製品・サービスを提供するベンダーの観点 工場、プラントでの利用となると、安全性の面で導入事業者側のリスク対応を軽減出来るような認証認可を取得した製品・サービスの提供が求められる。また、事業者負担軽減とベンダーの市場拡大意欲の両面の支援も必要となる。</p> <p>■ 法・環境の観点 今後、様々な技術の社会的有効性が確立された場合には、それら技術の活用において事業者側で選択出来るルールや、配置すべき管理体制の緩和を許容するような制度を設けることが出来れば、事業者側に選択の幅が広がると考える。</p> <p>■ 導入事業者の観点（デジタル技術を利用する企業） 人材育成を支援する取り組みや、講習会の実施、または人材の内製化を支援するサービス等の利用も今後検討していくべき点である。設備投資と定量効果のバランスを検討し、コスト削減のシナリオを描くことも重要になる。</p>