

# 令和5年度の技術検証事業一覧

類型		事業者名	所管府省庁等	【概要ページ】
1	ドローン、画像解析技術等を活用した監視の実証	パーソルプロセス&テクノロジー株式会社	経済産業省	<a href="#">P2～</a>
3	ドローン、3D点群データ等を活用した構造物等の検査の実証	一般財団法人日本建築設備・昇降機センター	国土交通省	<a href="#">P5～</a>
		総合警備保障株式会社	国土交通省	<a href="#">P10～</a>
		イームズロボティクス株式会社	経済産業省	<a href="#">P13～</a>
		株式会社NTTデータ	内閣府	<a href="#">P15～</a>
		株式会社ミラテクドローン	国土交通省	<a href="#">P17～</a>
4	センサー、AI解析等を活用した設備の状態の定期点検の実証	一般財団法人日本建築設備・昇降機センター	国土交通省	<a href="#">P20～</a>
		理研計器株式会社	経済産業省	<a href="#">P23～</a>
		株式会社フツパー	国土交通省	<a href="#">P25～</a>
		KDDI株式会社	経済産業省	<a href="#">P28～</a>
5	IoT、センサー等を活用した設備の作動状況の定期点検の実証	株式会社モルフォAIソリューションズ	大分県	<a href="#">P32～</a>
		パーソルプロセス&テクノロジー株式会社	経済産業省	<a href="#">P34～</a>
6	カメラ、ドローン、ロボット、AI等を活用した自然物等の実地調査の実証	株式会社NTT e-Drone Technology	環境省	<a href="#">P38～</a>
		アイオーネイチャーラボ株式会社 ほか4事業者（共同実証）	大分県	<a href="#">P41～</a>
		イームズロボティクス株式会社 ほか1事業者（共同実証）	環境省	<a href="#">P43～</a>
		KDDIスマートドローン株式会社	環境省、大分県	<a href="#">P45～</a>
7	ドローン、カメラ、レーザー距離計等を活用した実地調査の実証	株式会社パスコ	経済産業省	<a href="#">P49～</a>
8	カメラ、リモート監査システム等を活用した施設・設備等の遠隔検査モデルの実証	株式会社オーイーシー	大分県	<a href="#">P53～</a>
		Fairy Devices株式会社	経済産業省	<a href="#">P55～</a>
		沖コンサルティングソリューションズ株式会社	農林水産省	<a href="#">P57～</a>
		アレドノ合同会社	経済産業省	<a href="#">P59～</a>
9	図面等のOCR、画像分析等を活用した安全検査・点検の実証	DataLabs株式会社	国土交通省	<a href="#">P61～</a>
		シャープ株式会社 ほか1事業者（共同実証）	国土交通省	<a href="#">P67～</a>
		前田建設工業株式会社	国土交通省	<a href="#">P70～</a>
		株式会社ミラテクドローン	経済産業省	<a href="#">P73～</a>
10	センサー等を活用した環境（水質・大気）の定期検査の実証	環境計測株式会社	経済産業省	<a href="#">P78～</a>
11	センサー、カメラ等を活用した施設等の管理・監督業務の実証	KDDIスマートドローン株式会社	経済産業省	<a href="#">P80～</a>
12	遠隔操作、カメラ等を活用した特定技能・経験を有する者が行う業務代替の実証	株式会社Ridge-i	農林水産省	<a href="#">P85～</a>
13	情報の加工・流用防止技術等を活用した閲覧の実証	株式会社テクノロジックアート	総務省	<a href="#">P88～</a>
		一般社団法人ビジネス機械・情報システム産業協会	総務省	<a href="#">P91～</a>
14	学習管理システム等を活用したオンライン法定講習の実証	一般社団法人ビジネス機械・情報システム産業協会 ほか1事業者（共同実証）	経済産業省	<a href="#">P94～</a>
		日本電気株式会社 ほか1事業者（共同実証）	経済産業省	<a href="#">P98～</a>

# 【類型1 パーソルプロセス&テクノロジー株式会社】最終報告概要

<p><b>対象業務（法令）</b></p>	<p>鉱業上使用する工作物等の技術基準を定める省令第40条第2項第2号に基づく、火薬類の盗難及び火災防止のための監視業務</p>
<p><b>実証の全体像</b></p>	<p><b>実証の目的：</b> 鉱山内の火薬類取扱所における火薬類の盗難及び火災防止対策として行われている見張人による監視業務について、カメラ、ドローン、UGV、画像解析技術、自動発報機能等を活用することで、デジタル技術による代替が可能であるかを実証する</p> <p><b>実証の手法：</b> 見張人の行う監視業務のうち、以下の三つの行為について複数の技術を用い実証を行った</p> <p>①火薬類の盗難を意図した行為及び火災発生の判断に資する情報の収集      実施項目A：固定カメラ(LTE)、実施項目B：ドローンポート及びドローン(衛星回線)、実施項目C：UGV(Wi-Fi)</p> <p>②収集した情報を用いた異常検知及びアラート発報      実施項目A：汎用AI及びエッジコンピューティング技術、実施項目BC：クラウド型AI</p> <p>③アラート発報直後の初動対応      実証項目D：ドローンによるアラート発報された際の広域監視</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div data-bbox="657 768 1116 825" style="border: 1px solid black; padding: 5px; background-color: #f8d7da;"> <p>現在の手法(アナログ手法)</p> </div> <div data-bbox="1294 768 1702 825" style="border: 1px solid black; padding: 5px; background-color: #f8d7da;"> <p>本実証の全体像</p> </div> </div> <p style="text-align: center; margin: 10px 0;">見張人による監視</p> <p>①盗難・火災発生の判断に資する情報収集      ②異常検知及びアラート発報      ③アラート発報直後の初動対応</p>

# 【類型1 パーソルプロセス&テクノロジー株式会社】最終報告概要

## 実証の内容



実施項目A



実施項目B










実施項目C



実証場所

## ■ 実証の方法

活用した要素技術・システム	概要
固定カメラ：WV-S1550LNJ 	約500万画素、防水(IP66)、ONVIF準拠、RTSPプロトコル対応
AI(エッジコンピューティングシステム)： Edge AI Box NX outdoor 	GPU搭載のエッジ端末及び端末で動作するAIアプリ「がってん！火災検知」「AI人数カウンター-HEAD」により、人・炎・煙の検知及びアラートメール発報を行う。メール記載のURLから検知映像の参照も可能
ポート付きドローン(ドローン)： Matrice 30T 	ズームカメラ、広角カメラ、サーマルカメラを搭載し、1回の撮影で3つの画像取得が可能。RTKにより位置精度の高い飛行ができる
ポート付きドローン(ポート)：DJI Dock 	さまざまな天候条件や時間帯での稼働を想定した設計。FlightHub 2を通じた飛行ルート作成や収集したデータ管理にも対応している
低軌道衛星通信：Starlink 	Starlink端末を設置することで、セルラー通信や光ファイバーを利用した通信回線が利用できないエリアでも通信環境の構築を可能とする
UGV（無人地上車両）： イームズロボティクス製 	2輪駆動。2軸ジンバルにより路面傾斜を補正し、カメラの水平を維持 Ntirp方式のRTK-GNSSシステムにより測位補正を行い、自動走行の精度を向上させた
クラウドAIシステム： システム計画研究所製 	ドローンやUGVにより取得した複数枚の画像についてAI解析を行い、異常(人・炎・煙等)を検知した画像枚数が予め設定した発報閾値に達するとメールでアラートを発報する

## ■ 実施場所・条件

- 場所：コードベースキミツ（千葉県君津市にあるドローンフィールド）
- 条件：火薬類取扱所を模した構造物及びその周辺を取り囲むフェンスの設置、電源供給、LTE・衛星回線等の通信環境、ドローン・UGVの飛行や走行、煙・炎の使用が可能であること

# 【類型1 パーソルプロセス&テクノロジー株式会社】最終報告概要

## 実証の結果

### ■結果概要

実施項目	結果
A	検知率 炎：75%、煙：100%、人：100%。24件中未検知は1件で炎、検知から発報までの平均時間は21秒
B	検知率(F値※) 炎：98%(日中)／100%(夜間)、煙：94%、人：99%(日中)、98%(夜間)、破損：99%
C	検知率(F値) 炎：72%、煙：92%、人：96%、破損：100%
D	飛行指示～離陸：約1分30秒、離陸～対象物半径20mの範囲を1周～着陸：約4分40秒

※AI精度評価に混同行列のF値を使用。F値は、適合率と再現率の調和平均で、2値分類問題の総合的な精度指標として用いられる。0.0～1.0の範囲で、1.0に近づく程効率よくバランスが取れた学習モデルを意味する

### ■実証結果の評価・分析

#### □評価

明確化した課題への対策を取りつつ、各技術の特性を生かすことで、省人効果や負担軽減は見込めるが、経済性が課題

評価観点／実施項目	A	B	C	D
①導入が容易で汎用性が高い	◎	○	△	○
②柔軟な移動や配置変更が可能	○	◎	◎	◎
③非稼働から稼働への即時性が高い	◎	○	○	◎
④防爆構造・仕様を配慮	△	△	△	△
⑤良好な電波環境への対策	○	○	○	○
⑥見張人と同等の防犯・防火能力	◎	○	○	◎
⑦省人効果	◎	○	△	○

◎：現時点で実運用に耐える、○：軽微なカスタマイズや運用を工夫することで実運用可能、△：運用に考慮が必要または、対応する場合の費用が高額

#### □分析

#### I. アナログ規制の見直しに資するか

汎用性や省人効果も期待できる。荒天、電源・電波の確保、AI画像解析の追加学習等、留意点はあるが、見直しに資する

#### II. 実現場での活用・導入に当たってのポイント

現行の鉱山保安法で安価に常時監視が実現済だが、緊急時の初期現場確認に活用の期待が大きい

#### III. 実証を通じて明らかになった課題や改善の方向性

天候、通信環境の他にグランドコンディションへの考慮

#### IV. アナログ規制の見直しにあたり留意すべき点等

現地環境に合わせた技術活用、今後発生しうる新技術をふまえた法令整備



# 【類型3 一般財団法人日本建築設備・昇降機センター】最終報告概要

**対象業務（法令）**

建築基準法第12条（第88条で準用する場合を含む）、建築基準法施行規則第5条及び第5条の2、第6条、第6条の2、第6条の2の2及び第6条の2の3に基づく特定建築物等の定期調査・点検

**実証の全体像**

検査対象とする遊戯施設(コースターや観覧車)の外観(損傷、劣化等を含む。)の状態をドローンの遠隔操作により撮影し、画像データを取得し、検査対象の遊戯施設の損傷や劣化の状態(表面、内部)等について、有資格者である昇降機等検査員（以下「検査員」という。）による現状の目視検査（以下「人的検査」という。）と同等以上の判断をすることができるか実証を行った。実証の全体像のイメージを図1に示す。

1) 検査員による定期検査(人的検査)の実証

建築基準法に基づく遊戯施設の定期検査項目のうち、構造物、軌条、軌道等の腐食、変形、き裂、破損の状況の検査では、検査員が高所作業車などを用いて人的検査を行っているが、実際にどのような検査を行っているかを調査した。

2) 遊戯施設におけるドローン検査の技術実証

実際の遊戯施設において、人的検査を行った構造部材や軌道部分を対象に、カメラや解像度・倍率、距離、安全ガードなどを考慮したうえで、ドローンで状態を撮影し、検査員が判断できるか確認する。また、遊戯施設は形状が特異であるため、そのような施設に対する手動検査の難易度等の課題に対して3D点群データを取得して、当該データを利用した自動での飛行及び撮影についても実証した。

3) 実証結果の分析・整理

実証結果を踏まえ、人的検査と同等と考えられる精度や安全性、効率化、コストを分析し、ドローン撮影画像により判断可能な遊戯施設の定期検査項目、画像により検査結果を判断する際の条件等を確認した。

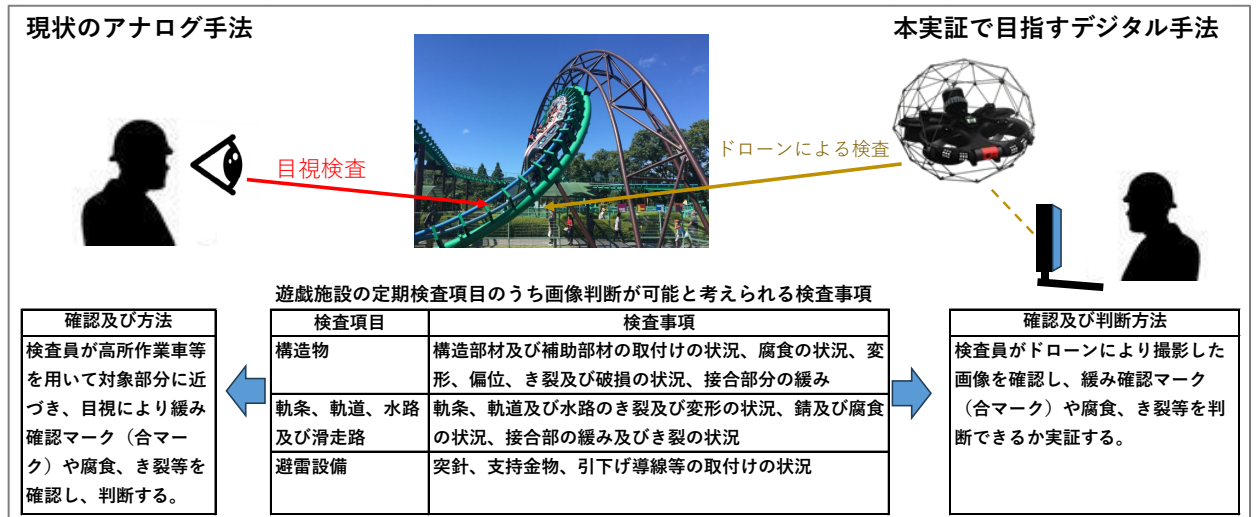


図1 アナログ手法からデジタル手法への置き換えイメージ

# 【類型3 一般財団法人日本建築設備・昇降機センター】最終報告概要

## 実証の内容

### ■実証の準備・実施状況

#### 1) 検査員による定期検査(人的検査)の実証

デジタル手法との比較のため、コースター（写真3）及び観覧車（写真4）について、実際にどのような方法で人的検査をしているか調査した（写真1）。また、検査時間や費用についても調査した。

#### 2) 遊戯施設におけるドローン検査の実証

①人工的にき裂、錆、ボルトの緩み（合いマークのズレ）などを施した模擬劣化サンプル品をドローンにより撮影し、人的検査と同等の精度で確認できる条件（距離や必要分解能などカメラの要求性能）を調査した。

②遊戯施設においてドローンで撮影した画像により人的検査と同等の精度で確認できるか検証した。また、ドローン自動検査のための3D点群データを取得した（写真2）。

③遊戯施設において3D点群データの位置情報を活用し、ドローンの自動飛行による撮影が可能か、また、撮影した画像により人的検査と同等の精度で判断できるか実証した。

### ■実施場所・条件

・城島高原パーク（大分県別府市）

【実証機種】コースター：スーパーL&Sコースター（写真3）

・グリーンランド（熊本県荒尾市緑ヶ丘）

【実証機種】観覧車：レインボー（写真4）



写真4 レインボー



写真3 スーパーL&Sコースター



写真1 人的検査の様子



【衝突吸収防護付きドローン】

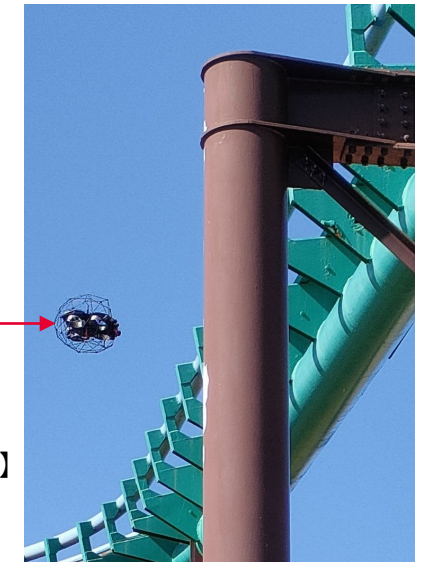


写真2 3D点群データ取得の様子

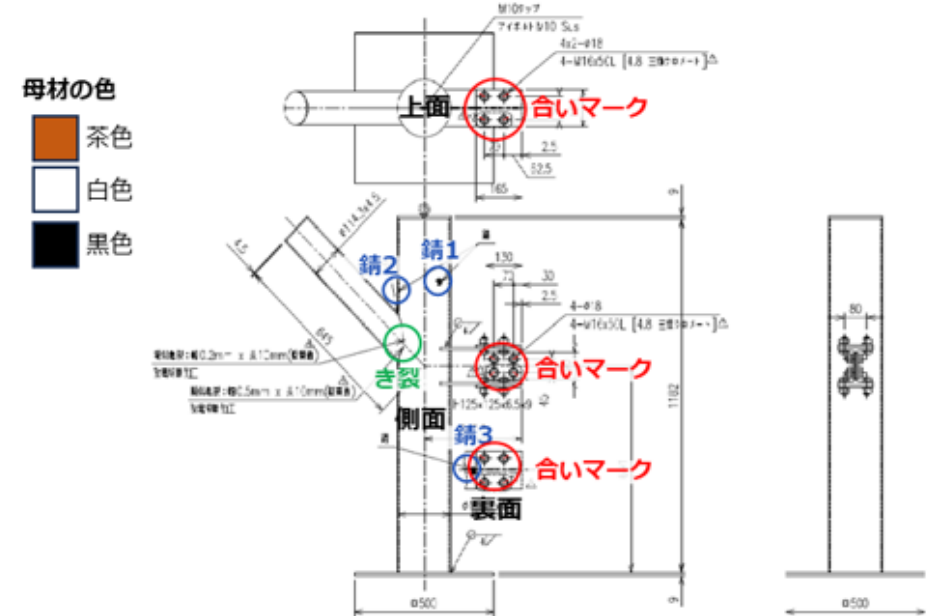
# 【類型3 一般財団法人日本建築設備・昇降機センター】最終報告概要

## 実証の結果

### ■結果概要

- 1) 模擬劣化サンプル品の実証  
人工的にき裂や錆、ボルトの緩み（合いマークのズレ）等を施した「模擬劣化サンプル品」を用いて、ドローンにおいて撮影距離、分解能、視野角など、216パターンの撮影を行い、カメラに要求される性能について確認した。
- 2) コースターにおける定期検査の実証  
城島高原パークのコースター（スーパーL&Sコースター）を用いて、人的検査の方法を確認した。  
同様に、ドローンにより、人的検査と同様の個所を撮影し、その画像を検査員が確認し、人的検査と同等以上であることを評価するとともに、ドローンの自動検査により撮影した画像により、人的検査と同等以上の精度で確認できることを評価した。  
また、人的検査とドローン検査の時間や費用も確認した。
- 3) 観覧車における定期検査の実証  
グリーンランドの観覧車（レインボー）を用いて、2)と同様に、人的検査の実証と、ドローンの撮影画像が人的検査と同等以上の精度で確認できることを評価した。また、人的検査とドローン検査の時間や費用も確認した。

模擬劣化サンプル品：劣化部位、母材の色の定義



機体 (カメラ)

	Matrice300RTK (Zenmuse H20T)	Mavic3 (標準搭載カメラ)	ELIOS3 (標準搭載カメラ)
センサーサイズ	1/1.7インチCMOS (ズームカメラ)	1/2インチ CMOS (望遠カメラ)	1/2.3インチ CMOS
画素数	5184 x 3888	4000 x 3000	4000 x 3000
焦点距離(mm)	6.83~119.9	30 (固定)	3

図2 実証で使用した機材等



# 【類型3 一般財団法人日本建築設備・昇降機センター】最終報告概要

## 実証の結果

### ■ 実証結果の評価・分析

実証の目的や対象業務内容等を踏まえて、検査精度、安全性、効率性の3つの観点から以下に評価する。

#### 1) 検査精度

ドローン搭載カメラが必要十分な分解能ならびに光度を確保することができれば、人的検査と同等以上の検査精度を確保できる。

#### 2) 安全性

ドローンによる遠隔検査ではドローンの落下や構造物への衝突などに対する対策が確保されていれば、検査員や補助員に対する挟まれや転落のリスクは大幅に軽減されるものと考えられる。

#### 3) 効率化

実証では、従来の人的検査の方がドローン検査よりも短時間で検査できる結果となったが、足場の設置が必要な遊戯施設や高所作業車が届かない範囲の検査については、足場設置の手順や費用を考慮するとドローンによる検査の方が効率的と考えられる。

ドローンを使用した場合の間接的な効果としては、足場や高所作業車等の手配も不要なため、日常の点検にも活用でき、点検頻度を増やせば是正箇所の早期発見ができ、その結果、修理費用の軽減にも繋がるものとする。

以上のことから、遊戯施設定期検査告示の項目（検査事項）に示されている検査方法を、「目視により確認する」から「目視等により確認する」へ改正することにより、ドローンに登載されたカメラやデジタルカメラによる撮影画像により十分に判断することが可能と考えられ、デジタル技術を活用したアナログ規制の見直しに資するものとする。

次頁に遊戯施設定期検査告示の改正案を示す。

なお、今回実証をおこなったドローンの自動検査は、将来的に可能性があることを確認できたが、要重点点検や要是正の識別が出来る段階までは及んでおらず、機械学習やデータクレンジング、識別器の開発と実証が必要と考えられる。



# 【類型3 一般財団法人日本建築設備・昇降機センター】最終報告概要

## 実証の結果

【遊戯施設定期検査告示の改正案】※下線部の改正（目視→目視等）を提案

### 一 構造部分

(い)検査項目	(ろ)検査事項	(は)検査方法	(に)判定基準
(五) 構造物	構造部材及び補助部材の取付けの状況	テストハンマーによる打検又は目視等による緩み確認マークの位置の確認その他ナットの緩みを確認できる方法により確認する。	構造部材又は補助部材の取付けが堅固でないこと。
	構造部材の腐食の状況	目視等により確認し、腐食が認められた場合にあっては、腐食を除去して部材厚さが最も薄い箇所を測定する。	イ 腐食により部材の残存厚みが設置時の厚みの90%未満であること。 ロ 著しい錆又は腐食があること。
	補助部材の腐食の状況	<u>目視等</u> により確認し、腐食が認められた場合にあっては、腐食を除去して部材厚さが最も薄い箇所を測定する。	イ 腐食により部材の残存厚みが設置時の厚みの90%未満であること。 ロ 著しい錆又は腐食があること。
	構造部材の変形、偏位、き裂及び破損の状況	<u>目視等</u> により確認する。	構造部材に変形、偏位、き裂又は破損があること。
	構造部材の接合部分の緩み及びき裂の状況	き裂を <u>目視等</u> により確認するとともに、テストハンマーによる打検又は目視等による緩み確認マークの位置の確認その他ナットの緩みを確認できる方法により確認する。	接合部に緩みがあること又は溶接部にき裂があること。

### 二 軌道部分

(い)検査項目	(ろ)検査事項	(は)検査方法	(に)判定基準
(一) 軌条、軌道、水路及び滑走路	軌条、軌道及び水路のき裂及び変形の状況	<u>目視等</u> により確認する。	き裂又は変形があること。
	軌条、軌道及び水路の錆及び腐食の状況	目視等により確認し、腐食が認められた場合にあっては、腐食を除去して部材の厚さが最も薄い箇所を測定する。	イ 腐食により部材の残存厚みが設置時の厚みの90%未満であること。 ロ 著しい錆又は腐食があること。
	軌条、軌道及び水路の接合部の緩み及びき裂の状況	き裂を <u>目視等</u> により確認するとともに、テストハンマーによる打検又は目視等による緩み確認マークの位置の確認その他ナットの緩みを確認できる方法により確認する。	接合部に緩みがあること又は溶接部にき裂があること。

### 九 電気設備

(い)検査項目	(ろ)検査事項	(は)検査方法	(に)判定基準
(四) 避雷設備	突針、支持金物、引下げ導線等の取付けの状況	<u>目視等</u> により確認する。	突針、支持金物、引下げ導線等の取付けが堅固でないこと。

# 【類型3 総合警備保障株式会社】最終報告概要

<p><b>対象業務（法令）</b></p>	<p>建築基準法第12条（第88条で準用する場合を含む）、建築基準法施行規則第5条及び第5条の2、第6条の2の2及び第6条の2の3に基づく特定建築物等の定期調査・点検</p>
<p><b>実証の全体像</b></p>	<p>有資格者が対象施設に赴いて目視や打診で実施している特定建築物等（一定の用途・規模を満たす建築物）の定期調査について、<b>有資格者が対象施設に赴かなくても、従来の点検と同等以上の精度を維持しつつ、効率的に点検が可能かを実証した。</b></p> <p>具体的には、必ずしも資格を有しない点検補助者（施設やビルの管理人等）がスマートフォン、スマートグラス、ドローンの3つの技術を用いて、それぞれ各点検箇所の映像・音声をリアルタイムで取得し、当該映像を遠隔地にいる有資格者が確認し、打診等の簡易操作の指示等を必要に応じて行うことで、特定建築物等の法定点検※を遠隔で実施することの実証を行った。</p> <p>実証内容は以下の3つで、「画像の取得」、「画像の精度」、「情報の不足等」、「安全性」、「効率性」、「コスト」の観点から評価を行った。なお、作業時間等の比較検証のため、有資格者による実地点検（現行手法）も実施した。</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>(1) 遠隔点検（ドローン）：特定建築物等の定期調査に係る画像取得</li> <li>(2) 遠隔点検（スマートフォン）：特定建築物等の定期調査に係る画像等の情報取得</li> <li>(3) 遠隔点検（スマートグラス）：特定建築物等の定期調査に係る画像等の情報取得</li> </ol> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div data-bbox="606 803 1454 1229" style="border: 1px solid gray; padding: 10px; background-color: #e0e0e0;"> <p><b>通常(現行)</b></p> </div> <div data-bbox="1523 803 2372 1229" style="border: 1px solid gray; padding: 10px; background-color: #ffe0b2;"> <p><b>本技術実証</b></p> </div> </div> <p>※平成二十年三月十日 国土交通省告示第二百八十二号（建築物の定期調査報告における調査及び定期点検における点検の項目、方法及び結果の判定基準並びに調査結果表を定める件）」の別表第一に規定される調査項目のうち、実証対象施設の適用項目対象かつ主として「目視確認」とされている調査項目を実証。</p>

# 【類型3 総合警備保障株式会社】最終報告概要

## 実証の内容

- (1) 遠隔点検 (ドローン) :主に高所部  
ア) 使用技術
  - Matrice 300 RTK (屋外で使用) ※
  - Skydio 2+ (屋内で使用) ※※可視光カメラを使用  
イ) 使用アプリケーション
  - Smart-telecaster™ Zao-X (映像配信)
  - Buddycom (音声通話)
- (2) 遠隔点検 (スマートフォン) :主に地上部  
ア) 使用技術
  - DIGNO G (スマートフォン)イ) 使用アプリケーション
  - Buddycom (映像・音声配信)
- (3) 遠隔点検 (スマートグラス) :主に地上部  
ア) 使用技術
  - RealWear Navigator500イ) 使用アプリケーション
  - Buddycom (映像・音声配信)

### ■実施場所・条件

自社保有の2施設において、以下の日程で実証を実施。

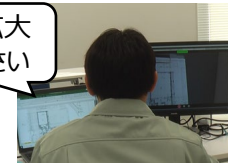
- (1) 綜警神戸ビル (写真左)  
2023年 11月20日、12月20日
- (2) ALSOK稲城ビル (写真右)  
2023年 12月18日、12月21日、12月27日

### 点検事業者事務所等

#### 有資格者

(映像確認、操作等指示、  
報告書作成)

そこを拡大  
して下さい



操作方法は…

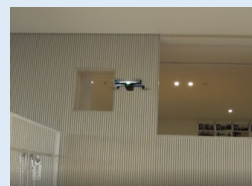
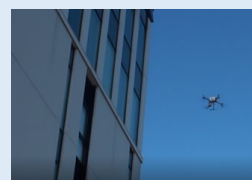


インターネット

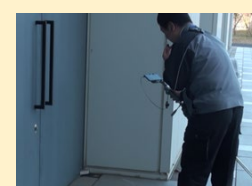
### 実証対象施設

ドローン操作者、点検補助者他 (映像撮影等)

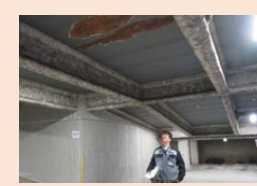
#### 遠隔点検 (ドローン)



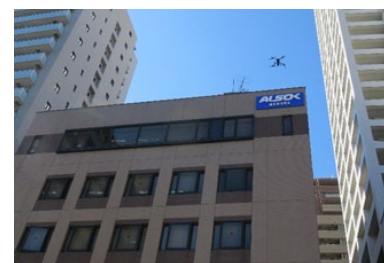
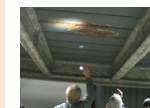
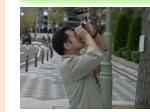
#### 遠隔点検 (スマートフォン)



#### 遠隔点検 (スマートグラス)



#### 現行手法 (比較)



# 【類型3 総合警備保障株式会社】最終報告概要

## 実証の結果

### ■ 結果概要

#### (1) 遠隔点検（ドローン）

- 9の調査項目について判定に必要な画像は取得できた。
- 実地点検よりひび割れが多く発見された。

〔 綜警神戸ビル : 実地 1 → 遠隔 4 箇所  
ALSOK稲城ビル : 実地 0 → 遠隔 1 箇所 〕



綜警神戸ビル6Fの軽微なひび割れ（ドローン映像）

#### (2) 遠隔点検（スマートフォン）

- 65の調査項目について、高所部を除き、判定に必要な画像は取得できた。
- 判定に必要な幅等の計測結果や設備の作動状況も確認できた。
- 打診音は遠隔では変化して聞こえたものの判定自体は実施できた。



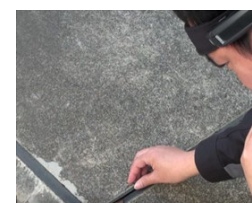
パラペット部の打診



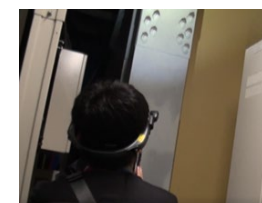
常閉防火扉のテンション測定

#### (3) 遠隔点検（スマートグラス）

- 65の調査項目について、高所部を除き、判定に必要な画像は取得できた。
- 判定に必要な幅等の計測や設備の作動状況も確認できた。
- 打診音は遠隔では変化して聞こえたものの判定自体は実施できた。



防水目地の確認



貫通部充填処理の確認

### ■ 実証結果の評価・分析（主に「画像の取得」及び「画像の精度」に関する評価を記載）

#### (1) 遠隔点検（ドローン）

- 主に高所部まで確認する必要のある調査項目について、現地での作業時間は増加するものの、**実地点検（現行手法）と同等以上の精度と評価できる。**
- ただし、安定した通信環境の確保や十分な安全管理措置等が条件。

#### (2) 遠隔点検（スマートフォン）

- 現地作業時間は51～79分増加※するものの、**一部の調査項目を除き、実地点検（現行手法）と同等の精度と評価できる。**
- 高所部まで確認する必要のある調査項目にはドローンの併用が考えられる。
- 打診を行う調査項目は別途收音マイクの使用が望ましいと考えられる。
- いずれにしても、安定した通信環境の確保や十分な安全管理措置等が条件。

#### (3) 遠隔点検（スマートグラス）

- 現地の作業時間は41～69分増加※するものの、**一部の調査項目を除き、実地点検（現行手法）と同等の精度と評価できる。**
- 高所部まで確認する必要のある調査項目にはドローンの併用が考えられる。
- 打診を行う調査項目は別途收音マイクの使用が望ましいと考えられる。
- いずれにしても、安定した通信環境の確保や十分な安全管理措置等が条件。

※実地点検は何名体制かは事業者次第であり比較は難しいものの、報告書作成や移動に係る時間を考慮すると、条件次第では効率的にできる場合もあると考えられる。



# 【類型3 イームズロボティクス株式会社】最終報告概要

**対象業務 (法令)** 火薬類取締法施行規則第44条及び第44条の5の検査方法に従って行う火薬類製造施設・火薬庫の土堤の完成検査・保安検査

**実証の全体像** 火薬類取締法施行規則に基づいて実施される土堤の完成検査は、人の目視による評価や製図内容の確認によって行われている。これらの作業について、ドローンを活用した上空からの俯瞰的な確認や、3Dデータを参照した寸法の確認により代替可能かを検証する。

**【実証全体の流れ】**

**(1) 高精細カメラ搭載ドローンを活用した写真データによる土堤表層の状態の確認**

有効画素数約3300万画素のデジタル一眼レフカメラ（高精細カメラ）を搭載したドローンを土堤の外側（危険区域外）で飛行させ、取得した画像データから、土堤の表層全体（内側・外側）が問題なく被覆されているか、クラック（ひび割れ）の検出ができるかの確認を行った。

**(2) LiDAR搭載ドローンを活用した3Dデータによる土堤の現況寸法の確認**

LiDAR（レーザーの光を対象に照射して、その反射する光によって対象物までの距離や対象物の形等を計測する技術）スキャナを搭載したドローンを火薬類製造施設・火薬庫等が集積するエリアの外周から比較的高い高度で飛行させ、取得した点群データ（XYZの3Dの座標情報を保持した点の集まり）を基に3Dモデルを作成、土堤の現況寸法を確認した。

**(3) 結果の評価**

これらの結果を踏まえ、取得データの精度、データ取得運用方法の安定性・安全性・工数（省力化）・コスト（効率化）の評価を実施した。

以上の実証方法を通じて、火薬類製造施設・火薬庫の土堤の完成検査・保安検査について、ドローン、または、デジタル技術を使って、人が行う作業と同等またはそれ以上の精度および優位性があるか、また時間・手間・コストを削減し、危険を減らすことができるか確認、課題の抽出などを行った。

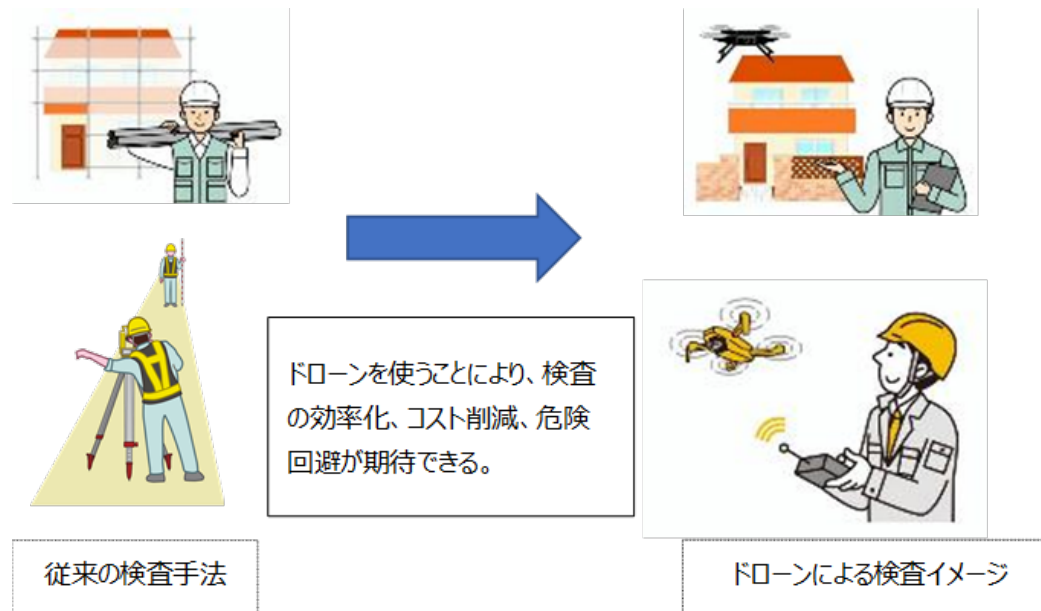


図1 測量、検査などを人が行う場合とドローンで行う場合のイメージ図

# 【類型3 イームズロボティクス株式会社】最終報告概要

## 実証の内容

■ 実証の方法 以下、2種類の実証を行った。

### ① 高精細カメラ搭載ドローンを活用した写真データによる土堤表層の状態の確認

- ドローン（イームズロボティクス E6106-FLMP2）に、高精細カメラ（SONY α7R4）を搭載し、安全な離隔を保った上空15～20m程度から、土堤の外観の全周囲の状態を撮影し、取得画像データから土堤表層に設置した疑似的破損（クラックスケール）の検出を検証。
- 周辺の電柱・電線・樹木等に接触しないよう注意をしつつ、万が一にも土堤内にドローンが落下しないよう、火薬類製造施設・火薬庫周辺にジオフェンス（仮想的な飛行禁止エリア）を設定し、さらにドローンスパイダー（DS-003PRO）を用いて二重の安全対策を実施。

### ② LiDAR搭載ドローンを活用した3Dデータによる土堤の現況寸法の確認

- LiDARスキャナ（YellowScan Voyager）・GNSS受信機（TOPCON HiPer SR）をドローン（DJI Matrice600PRO）に搭載、敷地内の点群データを取得した。当該データから土堤の3Dデータを作成、ソフトウェア（AutoCAD Civil3D）で検査に必要な寸法を計測、土堤が法令で定める要件を満たすかの検証を実施。
- 落下防止策を講じつつ必要なデータを取得するため、上空135mで敷地外周を飛行した。

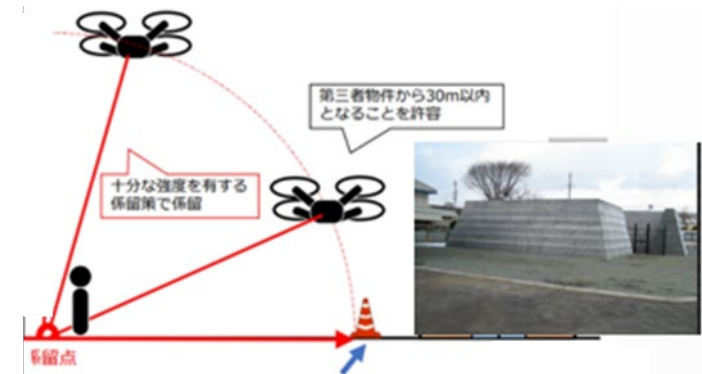


図2 ドローンスパイダーの利用イメージ

## ■ 実施場所・条件

- 某火薬メーカー・工場敷地内（防犯・安全の観点から住所等は秘匿）
- ドローン飛行の基本的規則・ルールの順守に加え、防犯・安全の両面から、火薬メーカーと事前に現地にて実施方法について詳細に確認を行った。

## 実証の結果

### ■ 結果概要

- 高精細カメラ搭載ドローンを活用した写真データによる土堤表層の状態の確認**：防爆仕様を備えつつ安全に飛行し、360度むらなくデータを取得できた。一方で、検証用に設置したクラックスケール（図）を判読できる精度の画像取得には至らなかった。
- LiDAR搭載ドローンを活用した3Dデータによる土堤の現況寸法の確認**：防爆仕様を備えつつ安全にデータを取得できた。また、法令で定める要件を満たしているかどうかについて、当該データから作成した3Dモデルにより測定できることを確認した。



図3 クラックスケールの判読

### ■ 実証結果の評価・分析

- 精度：土堤の完成検査・保安検査における確認項目の多くは確認可能だったが、損傷・劣化等の検出で十分な精度が得られなかった。
  - 安全性・安定性：安全上の留意点、技術者の技術・ノウハウ等の条件を整理することができた。
  - 工数・コスト面：土堤以外にも様々な検査を行う必要があり、大幅な工数削減にはつながらない。また機材が高額且つドローン飛行の経験を積んだ技術者が必要。
- ➔上記を踏まえると、特に精度・コストの観点から、現時点では一部の項目における選択肢の1つに留まる。

# 【類型3 株式会社NTTデータ】最終報告概要

対象業務（法令）

災害対策基本法第90条の2第1項に基づく被災住家の被害認定調査

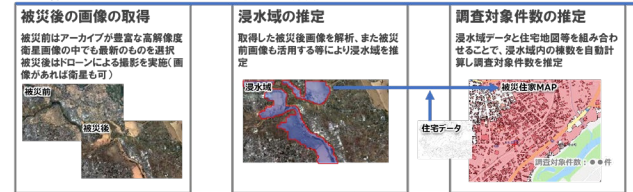
実証の全体像



## 1. 調査計画の策定支援（空撮画像等から浸水範囲を特定）

- 衛星やドローン等の空撮画像から浸水範囲が特定できるか検証
- 浸水範囲と住宅地図等を組み合わせ、浸水した住宅数が概算できるか検証

広域空撮画像による計画策定支援の検討手法



## 2. 住家の被害判定支援（3Dモデルから浸水深を計測）

- ドローン撮影及び3Dモデルにより、浸水深を算出できるか検証
- スマートフォン撮影により、浸水深を算出できるか検証
- 算出した浸水深を活用した被害認定調査事務の検証

住家の被害の判定支援の検討手法



→1. 及び2. について、外部有識者及び自治体の委員で構成する評価委員会において、代替可能性を評価



# 【類型3 株式会社NTTデータ】最終報告概要

<b>実証の内容</b>	<p>■実証の方法</p> <p><b>1. 調査計画の策定支援（空撮画像等から浸水範囲を特定）</b> 広域空撮画像やAIによる画像解析技術を活用し、被災状況把握の迅速化、省力化を図ることが可能か実証する。</p> <p><b>2. 住家の被害判定支援（3Dモデルから浸水深を計測）</b> ドローン撮影やLiDARカメラを活用した3次元計測アプリ(Rulerless® 三菱電機インフォメーションシステムズ社製)により取得した画像データより3Dモデル作成および浸水深を推定する技術を活用し、被害家屋調査の迅速化、省力化を図ることが可能か実証する。</p> <p>■実施場所・条件</p> <p>【調査計画の策定支援】 全て机上で実施。なお、データ取得の対象としたエリアは以下。 ○解像度中、取得頻度高（Planet社）：北海道登呂川、福島県阿武隈川、茨城県久慈川、茨城県那珂川、佐賀県六角川 ○解像度高、取得頻度低（Maxar社）：茨城県鬼怒川</p> <p>【ドローン撮影およびスマホアプリ撮影による住家の被害判定支援】</p> <ul style="list-style-type: none"><li>・実施場所：茨城県取手市双葉周辺 及び 机上実施</li><li>・実証項目：ドローン撮影およびスマホアプリ撮影による住家の被害判定支援</li><li>・日程：2023年11月29日</li></ul> <div data-bbox="1651 529 2326 768"><p>衛星写真      ドローン飛行の様子      調査範囲と飛行ルート</p></div>
<b>実証の結果</b>	<p>■結果概要</p> <p>【調査計画の策定支援】 被災後の画像として、過去の災害において机上検証を行った結果、発災後最速約8時間で浸水域を確認可能な衛星画像の取得ができた。浸水域の推定として、浸水推定図（国土地理院）を正解値としたAI推論結果としては良好な結果（IoU値65）が得られた。結果を得るまでの時間は10分以内であった。調査対象件数の推定として、推定した浸水域を地図情報と重畳して算出した家屋数と、自治体発表の被災情報（参考値：最終的に発表されている被災家屋数）を比較し、近い結果が得られた。また、所要時間は10分以内であった。以上から、本手法に要した時間を過去の災害時のタイムラインに机上で照らし合わせた結果、発災後約8時間半以内に調査対象件数を推定できることが実証された。</p> <p>【住家の被害判定支援】 ドローン撮影において、3Dモデル上での算出結果は、現業務と同様の測定方法での結果と比較しても1cm以内の誤差に収まった。また、1箇所の浸水深の実測値を基に広域エリアの浸水深一括算出を行った場合には、自治体が実施した計測結果（目視確認）と比較した結果、概算値（20cm程度の誤差）としての精度であった。調査時間としては、1件単位の情報取得にかかる時間が10分程度であった。 スマートフォン撮影において、現業務と同様の測定方法での結果と比較しても1cm以内の誤差に収まった。調査時間としては、1件当たり4分以内であった。</p> <p>■実証結果の評価・分析</p> <p>【調査計画の策定支援】 適切な精度の空撮画像を迅速に取得できれば、きわめて迅速に調査対象件数について一定程度の精度を持って推定可能である。ただし、災害時であっても本手法を自治体が容易に実施・活用できるような環境の整備が必要である。</p> <p>【住家の被害判定支援】 ドローン撮影による浸水深の推定に関し、床面が特定できる家屋においては業務利用に十分な精度および迅速性が得られることが示された。また、一定程度の誤差を考慮した広域エリア一括算出手法を利用することで、全壊判定において家屋毎の調査の代替となりうる事が確認できた。スマートフォン撮影による浸水深の推定に関しても、特定のハードウェアに依存するが十分な精度および迅速性が認められた。</p>



# 【類型3 株式会社ミラテクトローン】最終報告概要

## 対象業務（法令）

建築基準法第12条（第88条で準用する場合を含む）  
 建築基準法施行規則第5条及び第5条の2、第6条の2の2及び第6条の2の3に基づく特定建築物等の定期調査・点検

## 実証の全体像

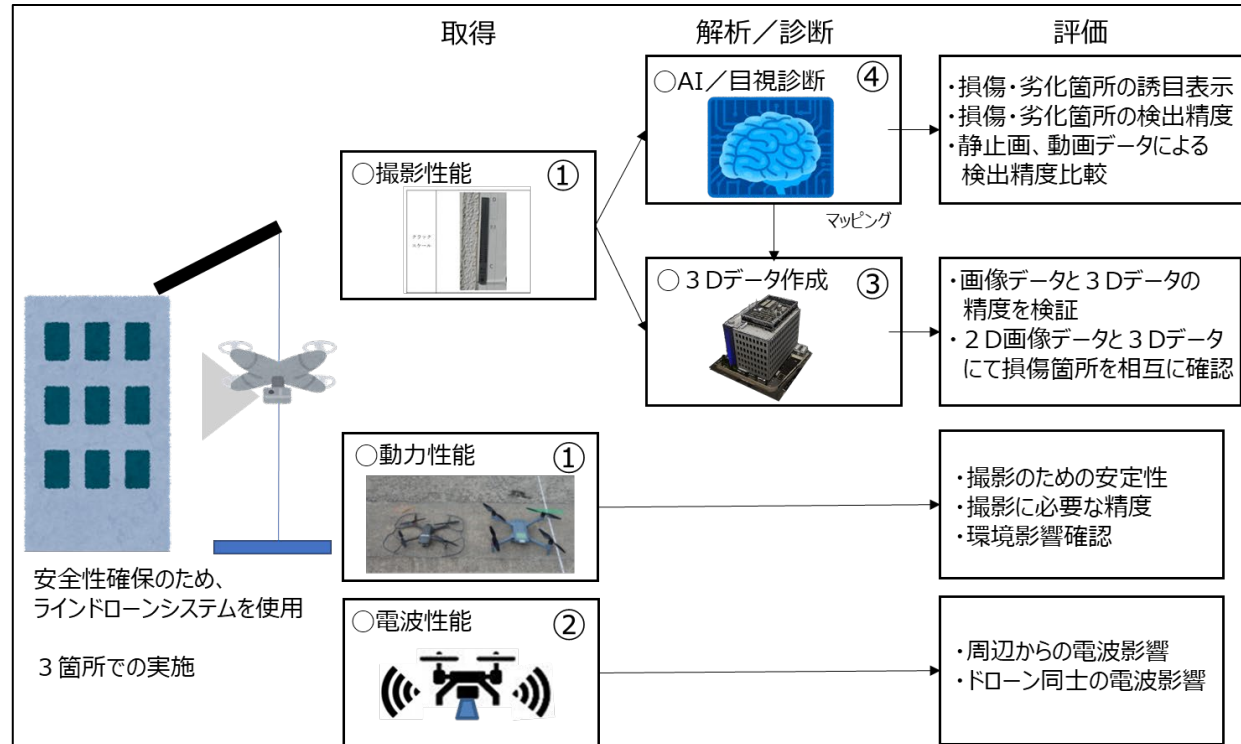
ドローンにて建築物調査を行うことによる調査・点検の省力化・精度向上を確認するため、下記①～④の実証を行った。  
 実証に際してのドローンの飛行は、都心部での高層建築物の外壁等点検におけるドローン調査の活用を想定し、ドローンが風等の外力により飛行ルートから外れてしまう現象であるフライアウェイを防止する、「ラインドローンシステム※1」を利用した有用性を確認している。



※1：西武建設(株)が開発した  
 ドローンのフライアウェイを防止する製品名

### 【各実証①～④の概要】

- ①建築物点検における、**ドローン機材性能評価**
  - ・ドローン機体毎の動力・撮影性能の比較
  - ・係留の有無、係留方法の比較
- ②ドローンを安全に飛行させるための**電波環境調査**
  - ・2.4GHz等の電波がドローンに与える影響調査
- ③**3Dデータ作成**
  - ・3Dデータにて建物の変状などの経年劣化をデータ上で点検が可能かどうかを確認
- ④建築物外壁画像の**AI解析**
  - ・AI解析技術を活用し、建築構造物の損傷箇所の良否の、自動判定ができるかを確認
  - ・静止画、動画データからの両データにおける検出精度比較



安全性確保のため、  
 ラインドローンシステムを使用  
 3箇所での実施

技術実証の全体像イメージ

# 【類型3 株式会社ミラテクドローン】最終報告概要

## 実証の内容

### ■ 実証の方法 (活用する技術の概要)

3Dモデル：点検対象の構造や配置、損傷や劣化状態等の3次元立体構造をデータ化する。建築当時のCAD図面から生成する3Dデータと、ドローンで取得する画像及び3次元点群データと合成した3Dデータを比較し、建築物の「変状」を確認できるか検証する。

AI解析：画像等の取得データから点検対象の健全性等の判定に使用する情報を自動選定・抽出し、画像解析等により自動判定（寸法、損傷や劣化状況を、基準データや過去画像と比較等）する。一般的には「教師データ」の作成は膨大な情報が必要となるが、今回は撮影データの正常箇所から「学習データを作成」することにより、効率的な判定に繋げる。

ラインドローンシステム：西武建設(株)が開発した2点係留装置である。ドローンが風等の外力により飛行ルートから外れてしまう現象であるフライアウェイを防止し、建物管理者の負荷軽減、通行への支障軽減へとつながるため、特に都市部での活用が見込まれる。また、ドローンの2点係留を実施している製品のため、航空法施行規則に基づく飛行規制の一部が緩和される。

### ■ 実施場所・条件

【11月13日（月）～15日（水）ミライト・ワン新木場ビル】

③3Dモデル作成のための画像・点群データの取得、④建築物外壁画像のAI解析のための外壁画像データの取得

【11月27日（月）～12月1日（金）ミライト・ワン市川キャンパス・熊谷キャンパス】

①建築物点検における、ドローン機材性能評価

【12月11日（月）～12月17日（日）アンリツ（株）本社敷地内にて】

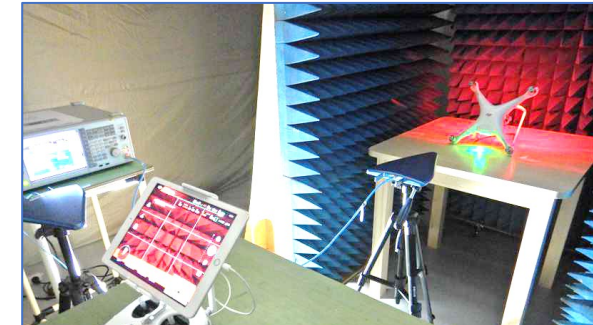
②ドローンを安全に飛行させるための電波環境調査



「ラインドローンシステム」屋上作業模様



①ドローン機材性能評価模様



②電波環境調査  
(与干渉波に対する影響調査)

# 【類型3 株式会社ミラテクトローン】最終報告概要

## 実証の結果

### ■ 結果概要

- ①ドローン機材性能評価：従来は定性的だった7機種のパワー性能差、係留装置の安全性を定量評価し、ドローンの有資格者による操作性の官能評価と併せて総合評価を実施した。
  - ②の電波影響調査結果と総合的に考慮した際に、確実に安全性を担保するための係留装置の活用を推奨する。
- ②電波環境調査：従来は定性的だった6機種の手電波（Wi-Fi、携帯基地局からの）に対する影響差を明らかにした。
- ③3Dデータ作成：建築図面と、ドローン取得データ、点群データ、目視点検結果等を比較することの効率性検証。
- ④AI解析：有資格者による目視点検の写真確認作業を軽減する可能性を検証。

### ■ 実証結果の評価・分析

まとめ	①ドローン機材性能評価	②電波環境調査	③3Dデータ作成	④AI解析
・対象業務（法令）に係るアナログ規制見直しの可能性の評価	高所での打診点検をドローン点検に置き換える有用性・安全性の確認 高所作業の回避、閉所へのアクセス、などのドローンの優位性を生かしつつ、より安全な機種を選定、「定期報告制度における赤外線調査（無人航空機による赤外線調査を含む）による外壁調査ガイドライン」から一歩踏み込んで定量評価、事前電波確認手法を検討した。		特に超高層ビルにおいては、安全性を確保しつつ高所での目視点検に置き換える手法の有効性を確認した。	有資格者による目視点検の写真確認作業を軽減できる可能性を確認した。
実証を通じて明らかになった課題及び改善の方向性	メーカー・機種のパワー性能によって建築物近傍での使用に対して適・不適が大きく異なる。 安全性を確実に確保するため、係留装置の併用を強く推奨する ドローンの普及促進と安全性向上の両立のために、機種ごとの性能、電波干渉の影響度合いの違いを定量評価基準として制定する必要がある。		3Dデータを扱うアプリケーション性能と処理するPCの性能に依存する。	ドローンの撮影精度に依存する。AI解析の処理時間に改善の余地が大いにあり。

- 飛行時の安全性を高めたうえでのドローン活用のための実効的な検証
  1. 係留技術に適用可能な機種を評価・選定する道筋をつけることができた。
  2. 建築物近傍での飛行前の電波調査手法の提言
    - (1) ドローン機体と送信機での電波干渉状況を確認可能な機種を選定と活用。
    - (2) Wi-Fi占有状況の確認アプリの活用可能性を見出した。
- デジタルデータ・新技術を活用した効率化への貢献
  3. 膨大な教師データではなく「現地建築物ごとに学習を効率化」しAI解析をする手法を検証した。

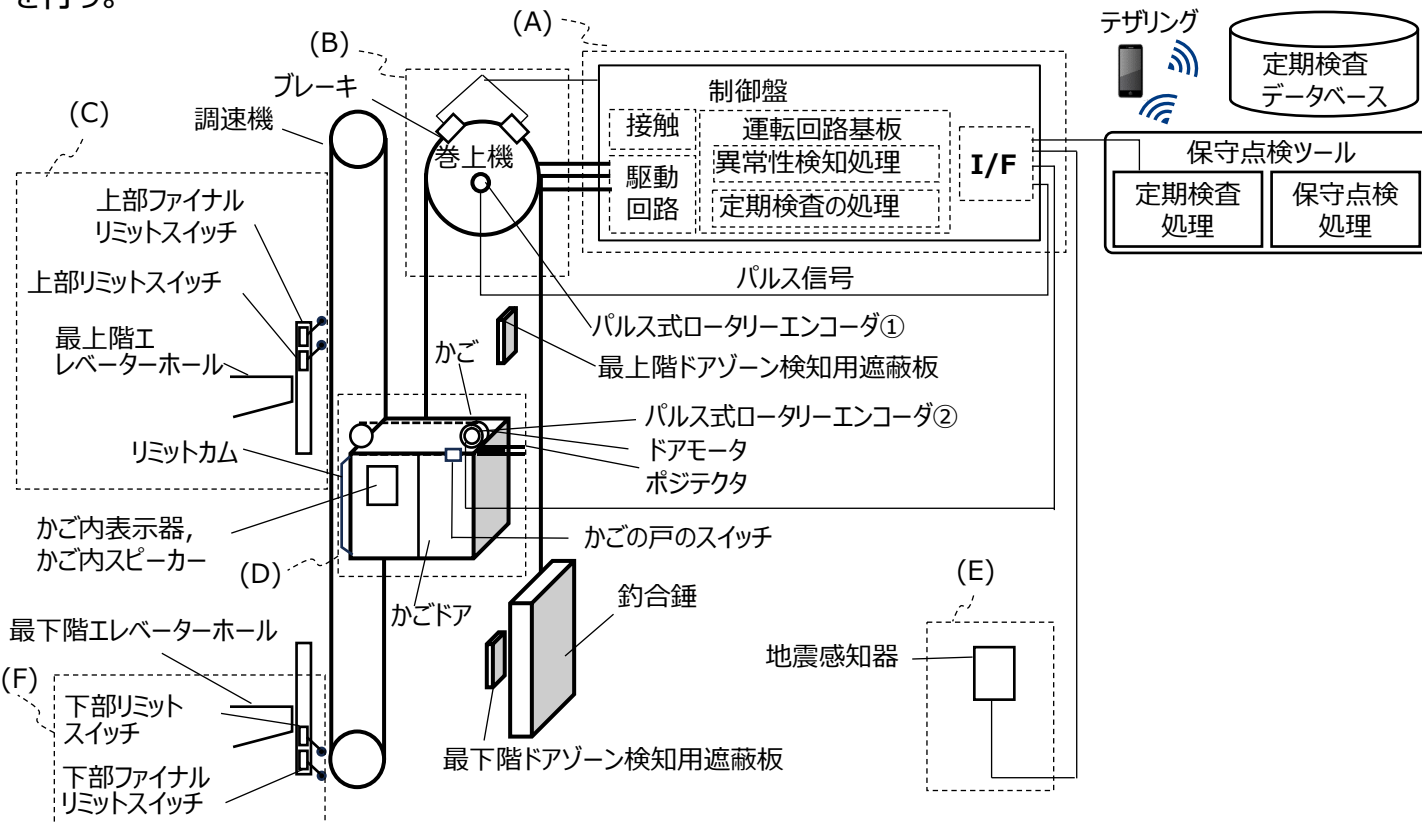

アナログ規制の見直しに向けては、建築物調査におけるドローンの性能、仕様の標準化等の機体認証制度への反映の基準策定や、係留装置活用による安全性の確保のための係留装置運用ガイドライン策定が急務と考える。



電波調査の測定状況



# 【類型4 一般財団法人日本建築設備・昇降機センター】最終報告概要

<b>対象業務（法令）</b>	建築基準法第12条第3項・第4項 及び建築基準法施行規則第6条、第6条の2第1項に係る建築設備等の定期検査・点検
<b>実証の全体像</b>	<p>昇降機の定期検査においては、目視、触診等、測定方法が限定される項目があり、保守点検ツールを使用することができない。一方、保守点検では、各メーカーにて開発した保守点検ツールを使用することで先行してデジタル化された確認方法がとられている。本実証では、定期検査においても、既開発の保守点検ツールを活用することで、目視や測定にて確認している結果と同等の判断が可能であることの技術実証を行う。</p>  <p>【実証対象項目(検査項目)及び実証領域】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>(1)制御器(接触器、運転制御用基板)：(A)</li> <li>(2)巻上機(ブレーキ制動力の状況)：(A)(B)</li> <li>(3)巻上機(ブレーキ保持力の状況)：(A)(B)</li> <li>(4)速度：(A)(B)</li> <li>(5)地震時等管制運転：(A)(E)</li> <li>(6)かごの戸のスイッチ：(A)(D)</li> <li>(7)上部リミット(強制停止)スイッチ：(A)(B)(C)</li> <li>(8)下部リミット(強制停止)スイッチ：(A)(B)(F)</li> </ul> <p style="text-align: center;">図1 システム全体像</p>  <p style="text-align: center;">図2 実証の様子(例) (検査員によるかごの戸のスイッチの検査)</p>



# 【類型4 一般財団法人日本建築設備・昇降機センター】最終報告概要

## 実証の内容

### ■実証の方法

エレベーターの制御盤に既存の保守点検ツールを接続することにより、巻上機やドアモータに組み込んだパルス式エンコーダやリミットスイッチ等の信号を計測し、これを検査データとして取得する。

### ■実施場所・条件

株式会社日立ビルシステム 亀有総合センターにて実施する。

本実証においては、新たな技術開発は行わず、株式会社日立ビルシステム（以下、日立ビルシステム）が既に活用中の保守点検ツールを用いることとする。当該保守点検ツールは、日立ビルシステムが実務における点検の効率化のために用いているものであり、日立ビルシステムが管理するすべてのエレベーターに対して適用できるものではない。保守点検ツールが適用可能な機種は、エレベーターの制御がマイコン化され、エレベーターの内部情報の把握が容易になった機種であり、その適用範囲は順次広めていっているものの、現存するすべての機種に対して適用可能となっているわけではない。

また、本実証は、日立ビルシステムの設備を用いて実施する。日立ビルシステムの設備は、教育用に準備された施設のため、本来の用途である教育としての活用が優先される。本実証のための調整を行うものの、使用可能な日時には制限があるため、その制限の中で実施する。



図3 デジタル化実証の様子(例)

## 実証の結果

### ■結果概要

本実証の対象とした8項目に関し、いずれの検査項目においても、デジタル化技術により、従来手法と同等または同等以上の精度で検査が可能であることが確認できた。また、デジタル化技術の活用により、従来手法より短い時間で検査が可能であることが確認できた。

### ■実証結果の評価・分析

・本実証で用いたデジタル化手法については、以下のとおり評価することができる。

- ①一般的に入手可能な汎用品等(部品及びデジタル機器)で構成されたデジタル化手法で検査が可能であったことから成立性がある。
- ②従来手法にて検査員が実施していた検査と同等または同等以上の精度での検査が可能であることがわかった。  
よって、本実証で用いた手法により、従来技術をデジタル化技術で代替可能である。(詳細は次頁に示す)
- ③従来手法より検査時間を短縮できるため、合理性がある。
- ④実物を触らずに保守点検ツールの操作のみで検査が実現できるため、検査の安全性が向上する。

以上の評価結果より、昇降機の定期検査において、保守点検ツールのようなデジタル技術の適用に効果があることがわかった。平成20年国土交通省告示第283号（昇降機の定期検査報告における検査及び定期点検における点検の項目、事項 方法及び結果の判定基準並びに検査結果表を定める件）（以下、「告示第283号」という。）の別表で規定される定期検査項目のうち、（1）制御器、（4）速度に関しては改定、又は解説に追加することが好ましい。他6項目は改定しなくても、定期検査の解説を補足する形でデジタル化に適用できると考えられる。

# 【類型4 一般財団法人日本建築設備・昇降機センター】最終報告概要

## 実証の結果


本実証を行った8項目に関し検査結果の例を以下の表1に示す。

本実証で用いたデジタル化手法は、従来手法に対して、(1)制御器(接触器、運転制御用基板)、(3)巻上機(ブレーキ保持力の状況)、及び(5)地震時等管制運転の3項目は同等、その他5項目は同等以上の精度での検査が可能であることがわかった。

表1 本実証における検査結果の例

No.	技術実証項目	測定項目		従来手法	デジタル化手法	No.	技術実証項目	測定項目	従来手法	デジタル化手法
(1)	制御器 (接触器、運転制御用基板)	制御器の状態		異常無し	異常無し	(5)	地震時等管制運転装置	作動	良	良
(2)	巻上機 (ブレーキ制動力の状況)	制動距離のばらつき率		5.2%	1.35%	(6)	かごの戸のスイッチ	スイッチ作動寸法 (単位: mm)	最大:10.0 最小: 9.5	最大:10.1 最小:10.0
(3)	巻上機 (ブレーキ保持力の状況)	ブレーキの滑り 状態の検査結果		滑り無し	0mm	(7)	上部リミット(強制停止)スイッチ	床レベルからの作動位置 (単位: mm)	最大:55 最小:38	最大:46 最小:45
(4)	速度	機械室無し	UP速度 (単位: m/min)	最大:45.20 最小:44.90	最大:45 最小:45	(8)	下部リミット(強制停止)スイッチ	床レベルからの作動位置 (単位: mm)	最大:63 最小:58	最大:45 最小:44
			DN速度 (単位: m/min)	最大:45.15 最小:45.00	最大:45 最小:45					

# 【類型4 理研計器株式会社】最終報告概要

<b>対象業務（法令）</b>	ガス事業法施行規則第17条、第22条、第78条、第90条、第126条及び第144条に係るガスの成分・特性の検査・測定
<b>実証の全体像</b>	<p>本技術実証は上記法令の対象業務の内、下記(1)～(4)に挙げる測定業務と校正作業を対象としたものである<sup>1)</sup>。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>(1) 1日1回行う、ガスの「熱量」の測定業務</li> <li>(2) 1日1回行う、ガスの燃焼性の内の「ウォッベ指数」の測定業務</li> <li>(3) 1日1回行う、ガスの燃焼性の内の「燃焼速度」の測定業務</li> <li>(4) 上記の測定前に行う測定機器の毎日の校正作業</li> </ul> <p>これらの法定測定は、JIS K 2301：2022に基づき、ガスクロマトグラフなどの分析機器を用いて測定することが求められている。</p> <p>従来の分析機器は結果を得るまでのプロセスが複雑で（図1）、正常に分析が行われるための機器の維持や、使用環境の整備に多くの費用を要する。</p> <p>本実証技術において活用する技術は、ガス中を伝わる「光」と「音」の速度をセンサーで測定し、理研計器が独自に開発した演算処理により、「熱量」「ウォッベ指数」「燃焼速度」を求めるものである。結果を得るまでのプロセスがシンプルで、容易な操作で測定ができる。また、センサーの感度劣化が発生しないため、校正の頻度を減らしても長期にわたって高い精度を維持することができる。</p> <p>本実証事業では、本技術が法令で求められている熱量及び燃焼性（ウォッベ指数、燃焼速度）の測定を、精度よく且つ容易な操作で行える能力を有し、校正頻度を減らしても、長期にわたってその精度を維持できることを実証する。</p> <p>1) ガス事業法施行規則第22条、90条は、全硫黄、硫化水素、アンモニア、ナフタレン、水分などの成分（特殊成分）の検査方法に関するものであるが、本技術実証は特殊成分の検査方法を対象とはしていない。</p> <div data-bbox="1541 225 2527 753" style="border: 1px solid black; padding: 10px;"> <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 45%;"> <p style="text-align: center;"><b>ガスクロマトグラフ（現行法）</b></p> <div style="text-align: center;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 5px;">ガス採取</div> <div style="font-size: 20px; margin: 5px 0;">↓</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 5px;">カラムとキャリアガスを用いた成分分離</div> <div style="font-size: 20px; margin: 5px 0;">↓</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 5px;">成分別の割合の分析</div> <div style="font-size: 20px; margin: 5px 0;">↓</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 5px;">熱量、ウォッベ指数、燃焼速度の計算</div> </div> </div> <div style="width: 45%;"> <p style="text-align: center;"><b>実証技術（オプトソニック法）</b></p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;">光速 の測定</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;">音速 の測定</div> </div> <div style="font-size: 20px; margin: 5px 0; text-align: center;">↓</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;">熱量、ウォッベ指数、 燃焼速度の計算</div> </div> </div> </div> <p style="text-align: center;">図1： 測定結果を得るまでのプロセスの違い</p> <div style="text-align: right;">  <p>図2：オプトソニック法を搭載した熱量計</p> </div>



# 【類型4 理研計器株式会社】最終報告概要

## 実証の内容

### ■ 検証項目



図3：屋外試験の様子

### 【真度】

組成が既知のガスの熱量、ウォッベ指数、燃焼速度を測定し、組成から理論計算で求めた参照値との差が評価基準を満足するかを検証し、本技術が熱量、ウォッベ指数、燃焼速度の正確な値を与える能力を有するか検証する。

### 【繰り返し精度】

同一条件下でガスの熱量、ウォッベ指数、燃焼速度を測定した時の「繰り返し精度」を評価し、測定の目的や、JIS K2301：2022の要求精度と照らし合わせて、本技術が満足できる精度を有するか検証する。

### 【再現精度】

季節が異なる非同一条件下での測定の「再現精度」を評価し、繰り返し精度と同じ評価基準を満足するか検証する。

### 【期間検証】

何れの試験もセンサー感度調整は評価試験機の製造時にのみ工場で行い、その後、現場等でのセンサー感度調整を一切行わない条件で実施し、製造/調整から数ヶ月後～数年後における、本技術による熱量、ウォッベ指数、燃焼速度の測定結果が、真度、繰り返し精度、再現精度の評価基準を満足するかを検証する。

- 実証試験① : 7種類の認証標準ガス物質 ※ a～g を用いた、熱量、ウォッベ指数、燃焼速度の測定の真度及び繰り返し精度の評価
- 実証試験②～④ : 都市ガスの測定結果と法定測定（ガスクロマトグラフ法）との比較による再現精度の評価（夏季/冬季/通年）
- 実証試験⑤ : 有識者立会いのもとで行う、熱量、ウォッベ指数、燃焼速度の真度及び繰り返し精度の評価試験

## 実証の結果

■ **結果概要**：本技術による熱量、ウォッベ指数、燃焼速度の測定結果は、「真度」、「繰り返し精度」「再現精度」の全ての評価基準を満足した。  
本技術実証で測定したガスの熱量の測定結果（95%信頼区間内のデータ）を図4、5に示す。組成の異なる様々なガスを、様々な環境条件下で測定しているが、いずれのデータも評価基準（黒破線）以内に入ることを確認した。

■ **実証結果**：ガス中を伝わる「光」と「音」の速度を測定し、演算によりガスの熱量、ウォッベ指数、燃焼速度を求める技術で、法定測定の目的や要求を満足する精度で測定が可能であることを示し、校正頻度を減らしても長期にわたってその精度を維持することを示した。

■ **今後の運用について**：今後、本技術を用いて法定測定を行うようにするためには、機器の健全性の確認方法、参照値との合わせ込み（オフセット調整）方法、その頻度等について、関係省庁/業界団体と協議を進める必要がある。

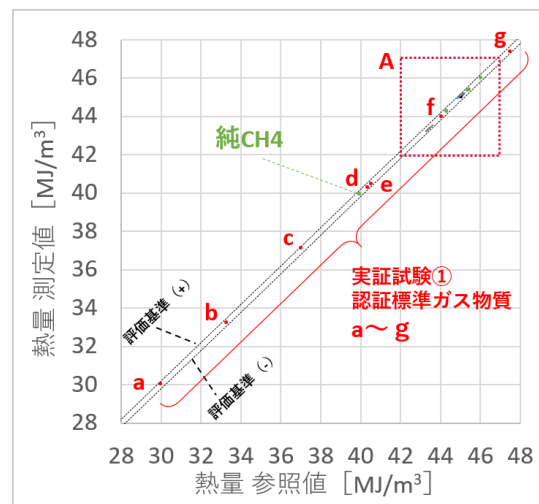


図4：測定結果と参照値（熱量）

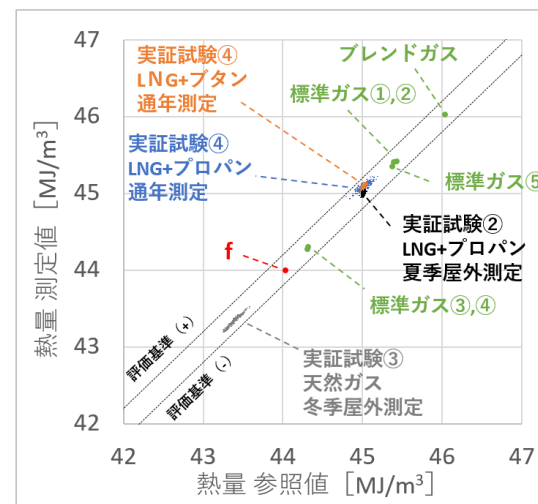


図5：測定結果と参照値（A部拡大）

# 【類型4 株式会社フツパー】最終報告概要

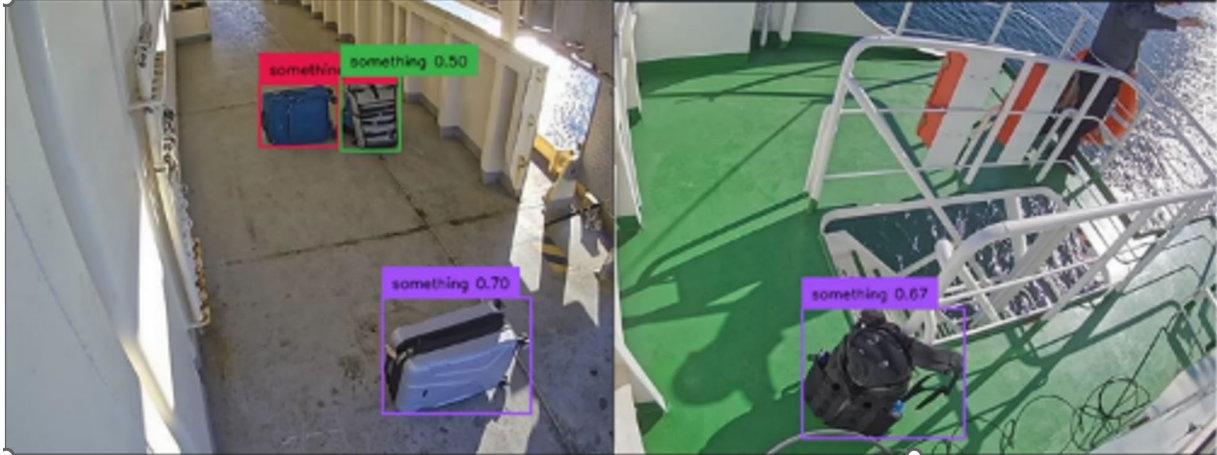
<b>対象業務（法令）</b>	船員法施行規則第3条の9及び船員労働安全衛生規則第45条に係る点検・整備
<b>実証の全体像</b>	<p>船員法施行規則第3条の9及び船員労働安全衛生規則第45条に係る点検・整備では、非常の際に脱出する通路、昇降設備、出入口、救命設備、保護具などの船長や船舶所有者による点検・整備が義務付けられている。一方で、我が国の船員不足の状況からその作業の省力化が求められている。</p> <p>今回の技術実証においては、上記の船員法施行規則第3条の9及び船員労働安全衛生規則第45条に係る点検・整備の対象において、工業製品の外観検査の分野で活用されているカメラを用いた画像認識AIおよびセンサーを用いることにより、従来実施していた目視点検・整備作業のデジタル技術による代替や合理化が可能であるかを実証した。</p>  <p>Figure 1 shows two images illustrating the results of obstacle detection in a ship's passage using image recognition AI. The left image shows a narrow passage with a blue container and a black bag. The right image shows a green floor with a black bag. Bounding boxes and labels with confidence scores are overlaid on the objects.</p> <p>something something 0.50 something 0.70 something 0.67</p>

図1 実証で開発した画像認識AIによる通路障害物の検出結果

# 【類型4 株式会社フツパー】最終報告概要

## 実証の内容 (1/2)

具体的な実証方針としては、以下の①～⑤の各システムを構築し、船長や安全担当者などが主に目視で行っている定期点検のデジタル化が可能であるか検証した。

- ① **非常通路、昇降設備、出入口検査システム：**  
画像認識AIと光学センサーを活用したシステムを構築し、非常通路、昇降設備、出入口の障害物を自動で検知する。
- ② **救命設備検査システム：**  
光学センサーを活用したシステムを構築し、各所に配置されている救命設備の有無や数量を計数し確認する。
- ③ **救助艇並びに艀装品検査システム：**  
光学センサーを活用したシステムを構築し、救命艇の保管庫にまとめて設置されている艀装品の有無や数量を計数し、確認する。
- ④ **保護具検査システム：**  
画像認識AIを活用したシステムを構築し、物を認識し、不良を検知する。
- ⑤ **結果管理システム(クラウド)：**  
クラウドデータベースを活用したシステムを構築し、点検結果のデジタル管理や陸上からの確認を行う。

船舶という、不安定な通信環境を踏まえて、点検システムはエッジコンピューティングの技術を用いて、通信やクラウドコンピューティングに依存せず機能するシステムを構成した。結果管理システムは、モバイル通信を利用し、常時の通信がなくとも港で同期できる方式を採用し、デジタルデータベースのメリットを享受できるようにした。評価方針としては①-④については、精度、コスト、入手性、堅牢性について評価した。⑤については、コスト、入手性について多面的に評価した。

今回使用した技術の概要を表1、実証のためのシステム全体像を図2に示す。

表1 使用した技術の概要

	概要
画像認識AI	写真やビデオから物体や人物、文字などを識別する技術
光学センサ(LiDAR)	光を使って物体や地形の距離を測定し、3Dマップを作成する技術
光学センサ(RFID)	電磁波を利用してタグに記録された情報を遠隔から読み取る技術
光学センサ(Beacon)	Bluetoothを使用して、特定の場所でデバイスに情報を送信する技術

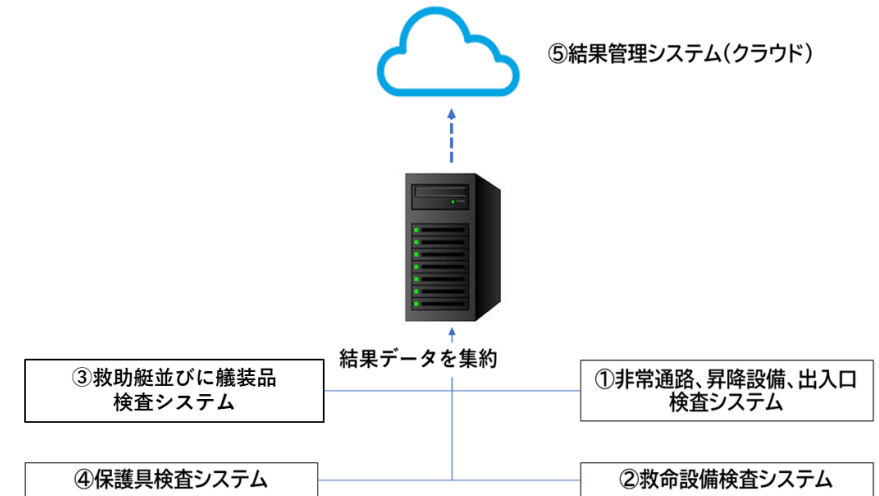


図2 システム全体像



# 【類型4 株式会社フツパー】最終報告概要

## 実証の内容 (2/2)

株式会社フツパー社内での予備実験を経て、実証実験は、千葉県船橋市船橋港における「第一大栄丸」(2回)および福島県いわき市小名浜港における「せどろす」において現地実証をおこなった。実証実験の場所の条件は、着岸停泊時のおだやかな海上における船舶とした。

## 実証の結果

- ①システム  
画像認識AI：非常通路における障害物検知率：85% (47/55回)  
光学センサー(LiDAR)：幅1mの狭い通路：× (検知不可) 幅2mの広い通路：○ (検知可)
- ②システム  
光学センサー(RFID)：測定距離数十cmであれば100%に近い読み取り精度  
光学センサー(Beacon)：精度に関しては、100%の読み取り精度
- ③システム  
光学センサー(RFID)：【ラベルタグ】測定距離0.2mにて精度57.6% 【特殊タグ】精度99.2%
- ④システム  
分類AI：救命胴衣、救命浮環の2分類にて正答率、再現率、適合率ともに89%  
領域検出AI：救命胴衣、救命浮環にて検出率100%  
不良検出AI：ピクセル単位での錆もしくは背景分類にて背景を含んだ検出精度の評価値であるmIoUが0.87、錆のみmIoUが0.83
- ⑤システム  
船橋港における船上でのモバイル通信(通信速度52Mbps)の環境で、データベース同期の実証を行ったが、同期は可能であった。



図3 作業風景

### ■ 実証結果の評価・分析

本技術実証を通じて、各実証項目における評価結果のとおり、現行の目視点検について、デジタル化の道筋が示された。現行の点検では、法令によって週1回もしくは月1回以上の目視による点検が求められているが、デジタル手法による点検を活用する場合、当該法令に関して見直しができる可能性があると考えられる。  
具体的には、標準化されたデジタル点検を一定頻度で実施する場合に、以下のとおり見直しができる可能性があると考えられる。「目視による週1回もしくは月1回以上の現行点検について、デジタル手法による点検に代替することができるものとする」

※表2 ○：高く評価できる △：一部評価ができる ×：他手法の検討余地あり

表2 評価まとめ

	精度	コスト	入手性	堅牢性
①	○	△	△	○
②	○	○	○	○
③	○	○	○	○
④	○	×	×	○
⑤	○	○	○	○

# 【類型4 KDDI株式会社】最終報告概要

<p><b>対象業務（法令）</b></p>	<p>高圧ガス保安法第35条の2に係る施設の定期自主検査          ガス事業法施行規則第24条、第92条、第148条に係る施設等の点検</p>
<p><b>実証の全体像</b></p>	<div data-bbox="614 386 881 479"> <p><b>現行業務</b></p> </div> <p>LPガスや都市ガスの設備等の検査・点検において、目視点検を含む検査・点検を定められた周期毎に実施している。特に巡視点検においては目視により運転状況や異常の確認を行っている。</p> <div data-bbox="614 501 881 594"> <p><b>実証の目的</b></p> </div> <p>高解像度のカメラやガスセンサー等を搭載したドローン及びAIを活用することによって、人手による方法と同等以上の精度で効率的に行うことができないかを実証する。</p> <div data-bbox="614 615 881 779"> <p><b>実証方法</b></p> </div> <p>ドローンの自律飛行・マニュアル飛行を通じてガス設備の撮影を実施し、撮影した画像をデータマネージメントシステムに伝送・分析する。データマネージメントシステムではデータ管理及びAI分析を行い、点検対象物のひび割れや錆、腐食の検知、計器の数値読み取りを実施し点検等に活用できるかを実証する。</p> <div data-bbox="708 796 1421 1303"> <p><b>実証イメージ</b></p> </div> <div data-bbox="1589 786 2219 1293"> <p><b>現行の点検・巡視イメージ</b></p> </div>

# 【類型4 KDDI株式会社】最終報告概要

## 実証の内容(1/2)

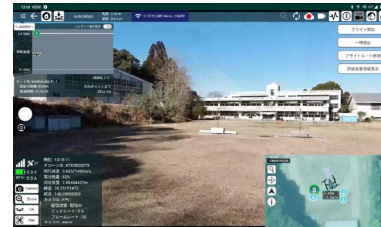
### ■ 開発・活用した技術・システムの内容

#### ドローン DJI Matrice300



高解像度の望遠ズームレンズやサーマルカメラ、ガス検知カメラを搭載し、点検に必要な画像データを取得する。(カメラ：H20T,OGI640)

#### 運航管理システム



ドローンの運航ルートの作成や遠隔監視を行うためのシステム。モバイルネットワーク回線で制御が可能のため、広大な敷地などWi-Fiなどで電波が届かない場合も運航可能。

#### 通信



モバイルネットワーク回線(4G/LTE)経由での遠隔監視や制御を行う際に機体にアタッチする通信モジュール。au回線に対応するため、日本の広範にわたりドローンの制御が可能。

#### データマネジメントシステム



ドローンで撮影した画像を取り込み、AIなどで錆、ひびなどの異常検知を行った後、メーターの画像を読み取り数値化したりするなどの処理を行い点検の補助を行うシステム。

### ■ 実施場所・条件

実証場所の名称	実証場所の種別	実証の種別
ひびきLNG基地	液化天然ガス基地	点検・検査業務の実証
ミツウロコ 都留店	液化石油ガス充てん所	点検・検査業務の実証
山梨流通株式会社	液化石油ガス充てん所	点検・検査業務の実証
コードベースキミツ	ドローンスクール/ドローン実証フィールド	システム安全機能の実証



## 実証の内容(2/2)

### ■ 実証項目

・定期自主検査及び施設等の点検のドローンやAIを活用した実証:LPガス事業者及び都市ガス事業者の設備をマニュアル及び運航管理システムを使用し自律飛行し、錆やひび、計器を撮影し、その撮影結果が目視点検と同等以上かを確認。撮影されたデータをデータマネジメントシステムにて解析し、錆やひびなどをAIにて自動的に抽出できるかを確認する。また、計器については撮影された画像から指示値をデジタルデータとして読み取ることで人手での入力などを防ぎ省力化できるかを確認する。

・LPガス事業者及び都市ガス事業者においてドローンの運航が可能かの実証:複数のフライトルートを設定し、フライトルート毎に複数回の飛行を行うことでルートの再現性や飛行精度などを検証する。また、予期せぬ障害物への衝突やバッテリーが切れそうな場合に安全に飛行を中止し、機体が帰還できるかどうかを検証する。

### 実証における撮影対象物の例



LPガス事業者所有  
LPG貯槽



LPガス事業者所有  
配管



都市ガス事業者所有  
LNG貯槽



都市ガス事業者所有  
配管ラック

# 【類型4 KDDI株式会社】最終報告概要

## 実証の結果

### ■ 結果概要

- ・定期自主検査及び施設等の点検のドローンやAIを活用した実証:ドローンでの画像取得及び、点検に資するデータの取得が可能であり、また、AIを活用し錆などのAI解析を行い、人の判定の補助が可能であることが確認できた。
- ・LPガス、都市ガス事業者においてドローンの運航が可能かの実証:フライトルート通りに自律飛行が可能であり、また、バッテリー切れや障害物への衝突防止機能が正常に働き、安全な飛行が可能であることが確認できた。



実証中の様子



フランジの錆を撮影



ガス漏れ検知試験



自律飛行の実証



運航管理システム  
(ルート作成)



錆検知AIの結果

### ■ 実証結果の評価・分析

#### ・ デジタル技術の適用可能性

ドローンを活用し定期自主点検や日常点検・巡視点検における目視点検のうち、錆、ひびなどの異常確認、メーターの読み込み等の今まで人が行っていた作業の一部を代替できることが実証の結果から確認することができた。

#### ・ 今後継続して検討が必要な事項

検査/巡視・点検の他の項目においては配管内部の点検などドローン単体では実行が難しい項目があるため、IoT機器などとの組み合わせを検討する必要がある。



# 【類型5 株式会社モルフォAIソリューションズ】最終報告概要

## 対象業務（法令）

大分県企業局事業用電気工作物保安規程第11条及び第12条に係る電気工作物の巡視

## 実証の全体像

災害・事故の防止等を目的として、ガスや電気の製造・発電施設・設備等の作動状況や異常の有無の定期点検等が行われている。人の手で行われている定期点検等を、IoT やセンサー、通信機器等のデジタル技術を活用することにより、省力化が図れるのかを実証した。大分県企業局が実施している水力発電所の巡視点検業務では、主に2名の職員で発電所内を巡視して、異常・損傷の有無や動作の良否などの各種点検および計器の読取りを行っている。巡視する際は1名が計器の値を読取り、もう1名がその値を紙面の巡視簿に記入している。これらの作業を代替することを目的とし実証する。

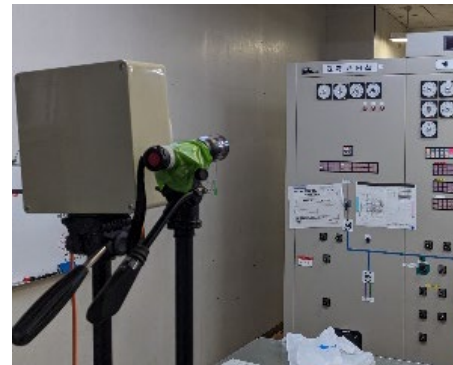
技術実証の範囲は次のとおりである。

- (1) IoT、センサー、モバイル端末、ドローン、カメラ又はレーザー等を活用して、設備の動作異常の検知に資する情報を収集する。
- (2) (1)で得られたデータから、画像解析やAIによる解析等によって設備の動作異常を検知する。

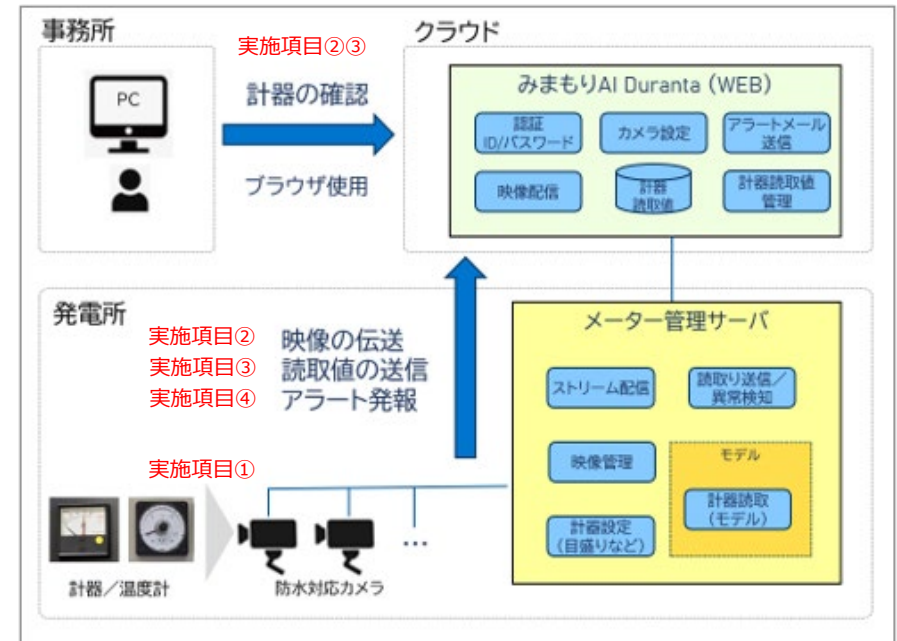
(1)と(2)を検証するために、以下の項目を実施する。

- 実施項目① 三脚で固定したカメラでアナログ計器を撮影
- 実施項目② 撮影した映像をクラウドサーバ経由で確認
- 実施項目③ AIによる指示値の読み取りと遠隔での確認
- 実施項目④ 異常値を検知した場合のアラート発報

<巡視簿の紙面>





<実証実験の様子>



<技術実証の全体像>



# 【類型5 株式会社モルフォAIソリューションズ】最終報告概要

<b>実証の内容</b>	<p>■ 実証の方法 モルフォAIソリューションズ開発のAIカメラアプリ「みまもりAI Duranta」に、アナログ計器読み取りAIモデルを組み込んだシステムを使用し、明るさやアングルなどの条件を変えながらカメラで計器を撮影する。撮影された映像をAIモデルによって画像解析し、読取られた計器指示値の精度について計測する。AIモデルの精度が目視確認と同等であることを検証する。</p>	 <p>&lt;みまもりAI Duranta&gt;</p>
<b>実証の結果</b>	<p>■ 結果概要 現地実証にて計器41器に対し92件の読取り検証を実施した結果、83.7%で読取りが成功、読取りが出来た数値の誤差は0.7%であった。室内照明がオンの状態における47件の実施結果では93.6%で読取りが成功、読取りが出来た数値の誤差は0.8%であった。室内照明がオフの状態における43件の実施結果では72.1%で読取りが成功、読取りが出来た数値の誤差は0.6%であった。異常検知の検証を実施したところ、発生時にシステムが異常を検知、アラートの発報としてメール送信および記載内容が状況と一致した。</p>	
	<p>■ 実証結果の評価・分析 結果概要に記載のとおり、読取り成功時の誤差は0.7%であり、現場確認と同等の誤差であった。ただし、映像の明るさが暗くなると読取り精度の低下あるいは読取りエラーが生じた。この問題に対処するためには、より強力な照明設備を設置したり、明るさの変化に応じて設定を自動更新する手法を取り入れることで改善につながる。 デジタル技術を活用することによって、アナログ計器を常時監視し、異常発生時には自動的にアラートを発報することが確認され、これによりアナログ計器の監視を効率的に遂行することが可能となる。また、定期巡視業務のため職員が月2回現地に赴き見回りを行っているが、デジタル化・IT化を進めることにより遠隔でアナログ計器の指示値や映像をほぼリアルタイムでチェックできるため、現地での巡視業務を省力化することが可能となる。その他機器類の外観確認用のためのカメラを整備すれば、現地に赴くことなく遠隔で巡視業務を行うことを検討できる。さらに、アナログ計器の読取値をデータ化し蓄積すれば、過去の変化をグラフなどで可視化することが可能になり、過去データを分析することで問題の兆候や将来の予測が可能になる。デジタル技術やITを導入する際はこれらの点を考慮し、アナログ規制のあり方を検討する必要がある。</p>	 <p>&lt;室内照明オフでの検証の様子&gt;</p>

# 【類型5 パーソルプロセス&テクノロジー株式会社】最終報告概要

## 【技術実証の概要】

<b>対象業務（法令）</b>	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
<b>実証の全体像</b>	<p><b>実証の目的：</b> 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。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><b>実証の手法：</b> 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。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えい点検をドローンと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="560 885 2420 1328"> <p><b>現在の手法(アナログ手法)</b></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>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】最終報告概要

## 【技術実証の概要】

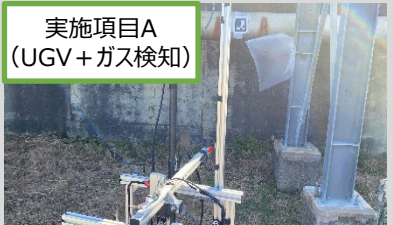
### 実証の内容



実施項目A  
(ドローン)



実施項目A  
(UGV)



実施項目A  
(UGV + ガス検知)

### ■ 実証の方法

活用した要素技術・システム		概要
ドローン MATRICE30T : DJI製		ワイドカメラ・ズームカメラ・レーザー距離計、赤外線カメラが一体型された小型産業機で防塵防滴性能を備えた調査業務に適した機体。本実証では手動運航で飛行実施。
UGV（無人地上車両）： イームズロボティクス社製		2輪駆動で走行し、IMUセンサーが路面の傾斜を検知しジンバルを稼働させることでカメラを水平維持することが可能。また、RTK-GNSS測位（Ntirn方式）により、走行位置精度を向上させている。
UGV搭載 赤外カメラDuo®ProR: テレデザインフリアー社製		高解像度の赤外線カメラ、4KカラーカメラとGPS、IMU、磁力計、圧力計の各種内蔵センサーを内蔵したカメラ。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		赤外線レーザーにより~30mまでの離れた場所のメタン及びメタンを含むガスを瞬時に検知可能な防爆タイプの検知器。本実証ではメタンガスを入れた袋にレーザーを照射して検知可能か検証。
クラウドAIシステム： システム計画研究所製		システム計画研究所の既存ソフトウェアである「ひびここ」、「ISP Vision Library」と「ISP edgeAI」をカスタマイズして本実証用に開発したソフトウェア。 ドローン、UGVと固定カメラ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。



# 【類型5 パーソルプロセス&テクノロジー株式会社】最終報告概要

## 【技術実証の概要】

### 実証の内容



実施項目B  
(ドローン)



実施項目C  
(固定カメラ)

### ■ 実証の方法

活用した要素技術・システム	概要
Skydio S2+ (ドローン) : Skydio社製	 自律飛行ドローンSkydio2+はGNSS測位に加えて、環境地図を作成して自己位置を判断するVisual-SLAM機能を有していることで、屋内や構造物に囲まれた区域においても自立飛行が可能。
Skydio Dock for S2+ (ポート) : Skydio社製	 屋内環境にも対応した産業用の箱型ドローンドック。Skydio S2+と併用することで、充電、機体点検など自動・自立飛行を支援する機能を有す。
ネットワーク機器 (Wi-Fiルーター)	 実証に利用したSkydio S2+は、クラウド型APPによる機体制御やデータ同期をする仕様であるため、Wi-Fi環境を構築する必要有り。
AI検知ソフトウェア SENSYN CORE : センシンロボティクス社製	 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。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。
固定カメラ EOS 5D Mark II : Canon製	 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。

### ■ 実施場所

- 実施項目A・C : 大内新興化学工業 原町工場 (福島県南相馬市原町区小浜字狐沢1番地)
- 実施項目B : 福島ロボットテストフィールド実験棟3 (福島県南相馬市原町区萱浜字新赤沼83番)

■ 実施条件 : 飛行制限区域外、ドローンやUGVの飛行や走行に十分な広さの設備、電源供給、通信環境

# 【類型5 パーソルプロセス&テクノロジー株式会社】最終報告概要

## 【技術実証の概要】

### 実証の結果

#### ■ 結果概要


実施項目	結果概要
A (ドローン/UGV)	撮影画像の角度や距離、解像度、AIによる画像処理等の影響で、ガス漏えい警報設備のON/OFF状態の検知のみドローン・UGV共に誤検知率が高いが、その他は高い確率で正しく検知出来た。手動運航・走行の場合、現地で人の対応が必要となるため、現行業務と同等の作業工数が発生する可能性が高い。
B (ドローン)	撮影画像の角度や距離、明るさ等の影響により一部検出漏れ及び誤検知が発生。ただし全体的には高い確率で正しく検知出来た。ドローンポートを利用した完全自動運行の場合、省力化効果が高い。
C (固定カメラ)	AIシステムのパラメータやアルゴリズムの設定により、一部誤検知及び検知漏れが発生。固定カメラは一般に流通しており、特別なスキルは不要。実運用の際は、検知対象物分のカメラが必要となりコストがかかる。

#### ■ 実証結果の評価・分析

本実証で使用したデジタル技術群の活用は、以下の観点から現行のアナログ業務において非常に有効に働くものと捉えており、今後のアナログ規制の見直しに資することが期待される。

評価観点	結果・分析
精度	正確な画像情報取得の観点では撮影角度や距離の確保が重要であり、本実証における誤検知、検出漏れは、カメラのセッティングやAI再学習及びカスタマイズにより大幅に改善される見込みがある。
省力化	特に固定カメラ及びドローン・UGVの自動航行・走行によって、現行業務の一部プロセスの無人化が可能であり、業務効率の向上に繋がる可能性が高い。
経済性	いずれの技術も、初期導入及び運用コストにおいては現状高い導入障壁があるが、今後更に市場の流通量の拡大を期待出来ることから、将来的に安価になることが予想される。
導入・運用の容易性 技術の汎用性	いずれの技術も、一般に広く流通しているものである。また運用の際には、一時的に専門の事業者からの研修を受ける必要はあるが、特別な資格等は不要。
安全性	機器の使用環境や問題発生時の正しい対処方法を習得出来れば、一定の安全性は担保可能。
他分野他法令への展開	現地環境に合う技術活用、体制整備次第で、高圧ガス保安法の定期自主点検への横展開も可能。

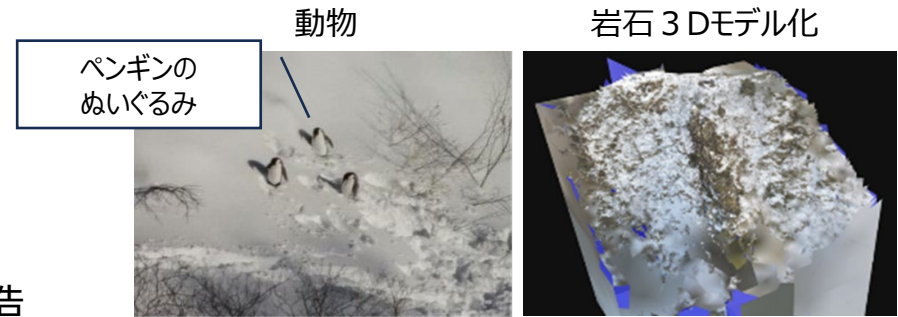
# 【類型6 株式会社NTT e-Drone Technology】最終報告概要

<b>対象業務（法令）</b>	南極地域の環境の保護に関する法律施行規則第15条に係る南極環境構成要素の目視調査
<b>実証の全体像</b>	<p>(概要) 南極地域の環境を保護するため、公的機関等の職員が実施している南極環境構成要素（自然物等）の観測又は測定のうち、南極に生息・生育する動植物等の把握において、人間が実施する双眼鏡やカメラによる調査から、カメラを搭載したドローンによる遠隔での調査に代替が可能であるか検証した。</p> <p>(手法) 寒冷条件（南極での使用想定環境である-10℃相当）でも飛行可能なドローンを用いて、低温・積雪がある南極に類似した環境において「雪氷」「岩石」「地形」「構造物」「動植物」を空撮した。</p> <p>(評価) ドローンの空撮と人による地上からの撮影を基に、「安全性」、「効率性」、「付加価値」、「自然環境への影響」の4点から比較検証を行った。特に、「付加価値」については、観測精度のみならず、様々な角度からの撮影や三次元立体構造データ化の観点からも検証を行った。</p> <div data-bbox="1462 719 2303 1225"><p>寒冷地でも飛行可能なドローン（ANAFI USA）の耐環境性能 ※イメージ図 機体動作温度：-39度～49度 防水防塵レベル：IP53</p><p>従来：カメラ撮影・目視</p><p>寒冷条件でも飛行可能なドローンを用いて、南極を模した寒冷地における様々な対象物を空撮</p><p>雪氷 地形 構造物 岩石 動植物</p></div>



# 【類型6 株式会社NTT e-Drone Technology】最終報告概要

<p><b>実証の内容</b></p>	<p>(使用技術)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>●ドローン：ANAFI USA (Parrot社製) <ul style="list-style-type: none"> <li>・-39℃でも飛行し、空撮が可能である。</li> <li>・赤外線での撮影・録画も可能である。</li> </ul> </li> <li>●3Dモデリングツール：Pix4D (Pix4D社製画像測量アプリ) <ul style="list-style-type: none"> <li>・撮影データを基に、岩石などの三次元立体構造データ化が可能である。</li> </ul> </li> </ul> <p>(実証内容)</p> <p>環境耐久試験…南極の環境 (-10℃～-40℃) を再現できる装置でドローンが飛行可能か検証した。</p> <p>現地調査 …早期に氷点下や積雪が見込める北海道黒岳を、南極を想定した実証場所として選定し、2023年12月5日と6日に実施した (実証場所の確認のため、11月20日から22日に下見調査を実施した)。岩石や地表、動植物、構造物などを対象に、人による写真撮影及び目視とドローンによる空撮を比較し検証した。</p> <p>■実施場所・条件</p> <p>環境耐久試験 …埼玉県産業技術総合センター内 人工気象室</p> <p>下見調査&amp;現地調査…北海道上川町層雲峡 (黒岳ロープウェイ付近)</p>
<p><b>実証の結果</b></p>	<p>■結果概要</p> <p>環境耐久試験…ドローンが-40℃でも正常に起動し、ホバリング飛行が可能であることを確認した。</p> <p>現地調査 …2日間にわたってドローンで目標物 (地形・岩石・植物・雪氷・構造物・動物) を問題なく撮影できた。</p>



# 【類型6 株式会社NTT e-Drone Technology】最終報告概要

## 実証の結果

### ■実証結果の評価・分析

#### 【安全性の比較】

ドローンによる調査は、操縦者が危険な状態になることはなかった。人による調査と比較すると安全性は高かったといえる。

#### 【効率性の比較】

ドローンによる調査と人による調査を比較するとドローンの所要時間は短時間であるが、目標物までの距離や障害物などによってドローンか人かを検討する必要がある。また、ドローンの運用には最低2人必要であることも考慮が必要である。

#### 【付加価値の比較】

寒冷地（雪山）のような厳しい環境下においても、人による調査と同等以上の精度を維持できることを確認した。

また、人では危険な場所の撮影も可能であり、360度撮影により3Dモデル化も可能であった。

#### 【自然環境への影響】

ドローンによる調査と人による調査を比較すると、本実証では人による調査の方が自然環境への影響が大きいと評価した。また、【動物】の調査でもあったようにドローンは動物に近寄らず撮影ができるため、動物への影響も抑えられると考えられる。

#### 【南極での運用について】

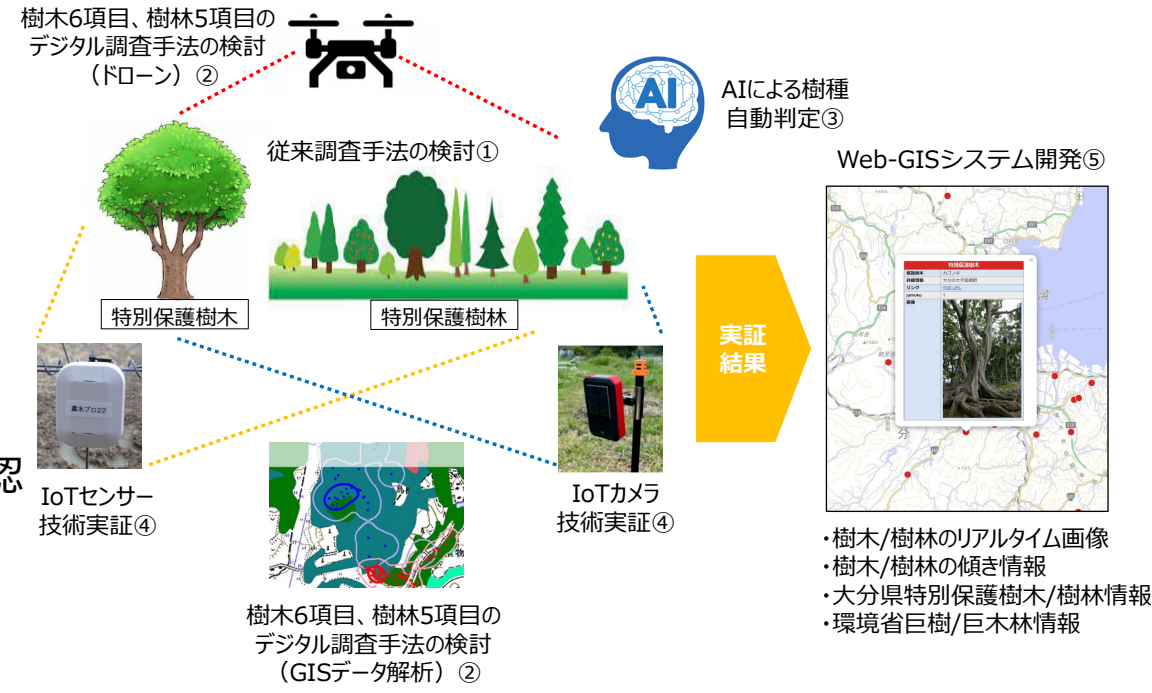
ドローンの動作については、環境耐久試験や現地調査により低温・積雪環境でも問題がない結果であるため、南極でも動作可能であると判断し、十分活用が可能である。しかし、ドローン进行操作する操縦者は十分な飛行訓練を積んだ者が望ましい。

また、付加価値の比較結果をみると、人による調査と同様かそれ以上の成果物を獲得している。特に俯瞰画像や3Dモデル化などが該当する。動物の撮影においても、ドローンであれば高高度で撮影可能であるため、動物に影響を与えず撮影が可能である。よって、人による調査はドローンによる調査へある程度の代替が可能であると判断する。

しかし、効率性の比較結果ではドローンによる調査で人による調査よりも時間が短縮できる可能性が示されたが、人員は1人増となっていることから、調査の人員体制によってドローン使用の判断をする必要がある。





# 【類型6 アイオーネイチャーラボ株式会社】最終報告概要

<p><b>対象業務（法令）</b></p>	<p>大分県環境緑化条例第23条に係る実地調査</p>
<p><b>実証の全体像</b></p>	<p>大分県環境緑化条例第23条に係る実地調査では、保護樹木や保護樹林の指定又は保全その他緑化に関し、貴重な樹木等の保護を図るため、樹木の状態（高さ、樹齢、幹回りの寸法等）や樹林を構成する樹種等について、現地に立ち入って調査がなされている。そこで本実証では、保護樹木や保護樹林の指定等に係る実地調査について、以下①～⑤の各手法を通じて、動植物の個体群又は群集若しくは群落の生息状態又は生育状態について、カメラやセンサー等の遠隔操作により情報を取得するとともに、取得した情報について、過去に取得した情報と比較し、状況変化の検出を自動で行う。</p> <p>①従来調査手法の検討：デジタル手法との比較検討のため、大分県環境緑化条例に基づき指定している4か所（特別保護樹木2か所及び特別保護樹林2か所）において、人による樹木・樹林の毎木調査・目視確認を実施</p> <p>②樹木・樹林指定の際のデジタル調査手法の検討：ドローンによるレーザー測量・高解像度撮影画像の解析及びGIS解析によるデジタル代替可能か確認</p> <p>③AIによる樹種自動判定：ドローン等で取得した測量結果や画像を用い、AIによる樹種自動判別システムを構築可能か確認</p> <p>④IoTセンサー及びカメラ技術実証：低コストなIoTセンサー、IoTカメラによって遠隔地からの樹木(樹林)確認及び継続監視可能か確認</p> <p>⑤Web-GISシステム開発：センサー、カメラ情報をWeb-GIS（ウェブ公開マップ）を活用して、防災、観光資源等にも多面的に活用可能か確認</p>









# 【類型6 アイオーネイチャーラボ株式会社】最終報告概要

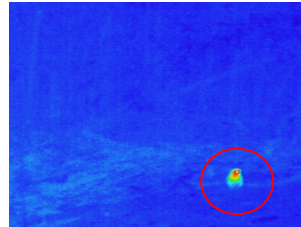
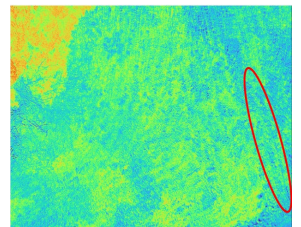
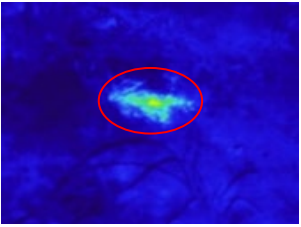
<p><b>実証の内容</b></p>	<p>■ 実証の方法ー活用する技術の概要・開発状況</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>メジャー、樹高測定器等のアナログ技術による従来の現地調査手法を再現</li> <li>ドローンに高解像度カメラ[PhaseONE社製iXM-100MP]、レーザースキャナ[Yellowscan社製VX-20, Emesent社製Hovermap]、マルチスペクトルカメラ[DJI社製P4 Multispectral]を搭載して各種デジタル情報取得・解析技術開発</li> <li>オープンソース等を活用した樹木の葉及び樹冠形状等によるAI樹種判定技術開発</li> <li>IoTセンサーによる樹木の傾き検知データ及びIoTカメラによる樹木自動撮影画像のインターネット配信・Webサイト表示技術開発</li> <li>IoTセンサーデータ及びIoTカメラ画像と連携したWeb-GISの開発</li> </ul> <p>■ 実施場所・条件</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>保護樹木2カ所（楠木生八幡社のクスノキ、剣八幡宮のイヌマキ）</li> <li>保護樹林2カ所（小野鶴八幡社内樹林0.9ha、西寒多神社内樹林1.5ha）</li> </ul> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;">  <p>楠木生八幡社 (クスノキ)</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>小野鶴八幡社 (保護樹林)</p> </div> </div> <div style="text-align: right; margin-top: 10px;">  <p>IoTセンサー (クスノキ)</p> </div>
<p><b>実証の結果</b></p>	<p>■ 結果概要</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>メジャー、樹高測定器等のアナログ技術による従来の現地調査手法を再現できた</li> <li>ドローン撮影画像から、樹木・樹林のデジタル解析に必要なオルソ画像、3D画像、点群画像、NDVI画像等を取得することができ、GIS解析により現地調査をせず歴史的価値等を把握することができた</li> <li>現地撮影画像等を用いてAI樹種判別解析を実行することができた</li> <li>屋外、太陽光発電パネルによる電源確保条件下にて、IoTセンサーデータ及びIoTカメラ撮影画像を定期的にインターネット配信することができた</li> <li>IoTセンサーデータ及びIoTカメラ画像と連携して、他の情報とともにWeb-GISにて情報発信できることが確認できた</li> </ul> <p>■ 実証結果の評価・分析</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>ドローンは信頼性が非常に高く、技術進展によるコスト低減が見込まれることから、実地調査の代替は可能と考える</li> <li>GISは一部の情報が公開情報にないため信頼性はやや劣るものの、実地調査の代替は可能と考える</li> <li>AIは開発にコストがかかりコスト面での検討及び自動樹種判定の精度向上が必要となることから、現状では実態調査の代替は難しい</li> <li>IoTセンサー及びカメラはデータ通信環境に大きく依存することから信頼性はやや劣るが、遠隔で高い頻度の監視が可能と考える</li> <li>Web-GISは、IoTセンサー等のデータ、その他のGISレイヤーとの連携が可能で、観光・防災や環境監視等に利用可能と考える</li> </ul> <div style="text-align: right; margin-top: 10px;">  <p>3D点群 (小野鶴八幡社)</p> </div>

# 【類型6 イームズロボティクス株式会社】最終報告概要

<b>対象業務（法令）</b>	(1) 自然環境保全法第28条、第31条、第47条に係る実地調査 (2) 自然公園法第33条、第62条、第76条及び、自然公園法施行規則第13条の5に係る実地調査
<b>実証の全体像</b>	<p>現在、人が法令に基づく実地調査の中で実施している「けもの道の探索」について、デジタル技術の活用が可能であるかを実証する。従来の「けもの道の探索」は、調査員が5km～10kmの森と平原の境目にある草木が踏まれている場所を歩いて、固定カメラを設置し、長時間撮影された動画データを目視確認して特定している。</p> <p>これに対して以下の技術実証によりドローンとカメラを用いたデジタル技術が、「けもの道の探索」等の実地調査の精度向上や効率化、省人化に資するか、実用的であるかを確認する。</p> <p>①複数個所の固定赤外線カメラの撮影データから、けもの道と推定される場所、野生動物（イノシシ）の出現時間を調べ、当該場所・時間帯でドローン搭載熱赤外線カメラ（図1）で上空から動物の痕跡（体熱の残存）を検知できるかどうかを検証する（図2）。周辺環境と残存時間の関係を把握するため、地上から野外サーモカメラ（熱赤外線カメラの一種）（図1）による撮影も行う。</p> <p>②動物の痕跡（残存熱）が撮影できた場所で、ドローン搭載マルチスペクトルカメラ（図3）の撮影データにより、野生動物の踏み跡と周辺との植物の生育状態の違いから、けもの道が検知できるかどうかを検証する（図4）。</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: flex-end;"> <div style="text-align: center;">  <p>図1 左からドローン、熱赤外線カメラ、野外サーモカメラ</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>図2 ドローン・熱赤外線カメラによる残存熱の検知</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>図3 マルチスペクトルカメラ</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>図4 ドローン・マルチスペクトルカメラによる踏み跡の検知</p> </div> </div>
<b>実施体制</b>	イームズロボティクス株式会社：実証事業の運営、ドローン操作、熱赤外線カメラ・マルチスペクトルカメラ撮影・データ処理 福島大学：固定赤外線カメラ設置・データ回収・確認、マルチスペクトルカメラデータ解析
<b>実施期間</b>	2023年10月26日～2024年1月31日



# 【類型6 イームズロボティクス株式会社】最終報告概要

<p><b>実証の内容</b></p>	<p>■ <b>実証の方法</b></p> <p>① <b>ドローンと熱赤外線カメラの適用性検証</b>：固定赤外線カメラで3週間24時間自動撮影したデータからイノシシ出現率の高い場所と時間帯を特定する。当該場所と時間帯に、ドローン搭載熱赤外線カメラにより上空から約10分の動画撮影をし、動物の痕跡（残存熱）とその軌跡（けもの道）を検出する。並行して野外サーモカメラ（数秒間隔で静止画自動撮影）により、動物の痕跡（残存熱）の残存時間を測定する。</p> <p>② <b>ドローンとマルチスペクトルカメラの適用性検証</b>：①でイノシシ等の痕跡が確認された場所にてドローン搭載マルチスペクトルカメラによる撮影を行い、そのデータからイノシシの痕跡（踏み跡）と周囲の植物生育状況の違いからけもの道を検出する。</p> <p>③ <b>熱赤外線カメラの適用範囲の確認</b>：①の野外サーモカメラの撮影データ及び残存熱の測定結果への環境条件（地面や草木の様子、気温）の影響を整理し、「けもの道の探索」に適用可能な条件をまとめる。①で動物の痕跡の検出ができなかった場合は、人の体熱の周辺環境への残存状況の測定で代替する。</p> <p>■ <b>実施場所・条件</b>：福島県浪江町・南相馬市内の森林・平原の境界付近（延べ30km<sup>2</sup>）からイノシシの新しい堀跡のある場所（けもの道と推測）10か所を設定。約3週間の固定カメラ撮影によりイノシシ出現率の高い1、2か所を特定して、①②③の技術実証を行う。</p>
<p><b>実証の結果</b></p>	<p>■ <b>結果概要</b></p> <p>① <b>ドローンと熱赤外線カメラ</b>：熱赤外線の撮影結果（図5）から離れた場所や草木の陰でも野生動物の体熱の撮影が可能であることが確認できたが、残存熱は撮影できず、けもの道の検出の精度確認までに至らなかった。</p> <p>② <b>ドローンとマルチスペクトルカメラ</b>：撮影結果（図6）から植生変化の違いによる痕跡の把握が可能であることが確認できたが、野生動物の踏み跡は撮影できず、けもの道検出の精度確認に至らなかった。</p> <p>③ <b>熱赤外線カメラの適用範囲</b>：①の結果を踏まえ、人の体熱の周辺環境への残存状況を検証した。野生動物や生息域の環境とは異なる条件ではあるが、短時間の接触でも人の体熱が周辺環境に一定時間残存（図7）すること、環境条件に大きく影響されることが把握できた。</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: flex-end;"> <div style="text-align: center;">  <p>図5 熱赤外線カメラ撮影結果(赤枠：野生動物)</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>図6 マルチスペクトルカメラ撮影結果(赤枠：農機痕)</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>図7 手の残存熱撮影結果(赤枠：手の平跡)</p> </div> </div> <p>■ <b>実証結果の評価・分析</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● <b>精度</b>：熱赤外線カメラ、マルチスペクトルカメラは、離れた場所や草木の陰などで野生動物やその痕跡（熱や踏み跡）に対し目視以上の精度を有する。またこれらのカメラを搭載したドローンによる上空からの撮影により、目視以上に広範囲での痕跡の把握が可能となる。</li> <li>● <b>効率</b>：けもの道の検出前提だが、従来方法に比べ作業時間と人数は7割程度削減できる見込み。加えて、野外調査で歩く範囲も大幅に削減される。</li> <li>● <b>実用性</b>：森林中のドローン飛行難はあるものの、「けもの道の探索」において適応性・耐久性やデータ取得性、遠隔操作の信頼性は確保でき、生態への影響を最小限に抑えることが可能である。</li> </ul>



# 【類型6 KDDIスマートドローン株式会社】最終報告概要

<p><b>対象業務 (法令)</b></p>	<p>(1) 自然環境保全法第28条、第31条、第47条に係る実地調査                  (2) 自然公園法第33条、第62条、第76条及び、自然公園法施行規則第13条の5に係る実地調査                  (3) 大分県環境緑化条例第23条に係る実地調査</p>
<p><b>実証の全体像</b></p>	<p>① 国立公園の利用調整地区内において、エリア内の公園利用者及びエリア内を生息地とする野生動物（ツキノワグマ又はヒグマ、ニホンジカ、アライグマを対象として想定し、これらの動物種の自動判定のため他の哺乳類も判定対象として想定）のエリア内の出入りや存在の有無、数、位置、画像等の情報をカメラやセンサー等の遠隔操作により取得する。（実施項目A-1, A-2）</p> <p>② 国立公園又は自然環境保全地域の指定・拡張や保全計画の決定・変更等に関し、現地の自然環境や土地利用、風景・景観、利用状況等の情報をカメラやセンサー等の遠隔操作により、人による行為（アンケートやヒアリング調査等）と同様以上の精度で取得する。（実施項目B）</p> <p>③ 動植物の個体群又は群集若しくは群落の生息状態又は生育状態について、カメラやセンサー等の遠隔操作により情報を取得する。（実施項目C-1, C-2, C-3, E）</p> <p>④ ②、③で取得した情報について、過去に取得した情報と比較し、状況変化の検出を自動で行う。（実施項目D）</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; margin-top: 20px;"> <div data-bbox="682 839 1391 876" style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;"> <p><b>規制による対象業務の現状</b></p> </div> <div data-bbox="1454 839 2283 876" style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;"> <p><b>業務を技術で代替するために検証する実施内容</b></p> </div> </div>

# 【類型6 KDDIスマートドローン株式会社】最終報告概要

## 実証の内容

### ■ 実証の方法（活用技術）

- 実施項目A-1,A-2: 国立公園のエリア内を生息地とする哺乳類の生息状況を把握するための現地調査…トレイルカメラ、Starlink、検知AIシステム等
- 実施項目B: 国立公園内の土地利用、風景・景観、利用状況等の把握に関する巡視業務…人口動態データ、ドローン、トレイルカメラ、AI、360度カメラ等
- 実施項目C-1,C-2,C-3: 対象鳥類、陸上植物群落、水中植物群落の実態把握のための現地調査…ドローン、ドローンポート、着水ドローン等
- 実施項目D: 実施項目B,Cで取得した情報を基にした状況変化の自動検出…画像処理ソフトウェア、画像解析AI等
- 実施項目E: 大分県特別保護樹林の指定の際の選定基準の充足の有無を確認するための現地調査…ドローン、画像解析システム等



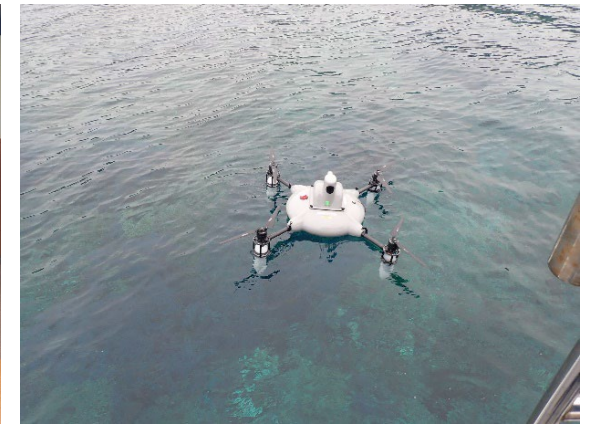
実施項目A-1における  
トレイルカメラ設置の様子



実施項目Bで活用した  
ドローンポート「DJI Dock」



実施項目C-1でのドローンの  
遠隔運航による水鳥の調査の様子



実施項目C-3での着水ドローンに  
よる水中撮影の様子

### ■ 実施場所・条件

- 実施項目A-1,A-2: 吉野熊野国立公園大台ヶ原、知床国立公園
- 実施項目B: 吉野熊野国立公園大台ヶ原、(株) KDDI社有地駐車場
- 実施項目C-1,C-2,C-3: 厚岸霧多布昆布森国定公園、瀬戸内海国立公園（有明浜）、崎山湾・網取湾自然環境保全地域
- 実施項目E: 大分県柞原八幡宮の森及び日吉神社の森



# 【類型6 KDDIスマートドローン株式会社】最終報告概要

## 実証の結果

### ■ 結果概要

実施項目A（Starlink（低軌道衛星通信）等を活用した二ホンジカやヒグマ等の生息状況調査）：

- ✓ 実証期間中、4G LTE回線およびStarlinkを介して撮影された吉野熊野国立公園で884枚、知床国立公園1,688枚の画像データの自動伝送に成功し、その後のAIでの対象の動物の検知、検知した際のメール配信まで一連のシステムの正常性を確認することができた。

実施項目B、D（ドローンや人流データ等を活用した国立公園の土地利用、風景・景観、利用状況等の情報取得）：

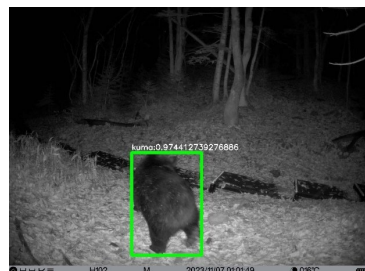
- ✓ 吉野熊野国立公園の利用者数についてau人口動態データとトレイルカメラ+AIという異なる二つの手法でデータを取得し、それぞれの特徴を把握できた。
- ✓ ポート付きドローンとAIを活用し、遠隔からの定期的な駐車場の駐車台数のカウントが可能であることが確認できた。

実施項目C、D（ドローンの遠隔操作による動植物の個体群、群集又は群落の生息・生育状態の情報取得）：

- ✓ ドローンとAIを活用することで双眼鏡等による目視でのカウントと同等以上の精度で水鳥のカウントが可能であることが確認できた（誤差-0.6%～22.1%（誤差がマイナスの時は、AIのカウント数に対して目視カウント数が少ない場合））
- ✓ マルチスペクトルカメラ搭載ドローンを活用することで、海浜植物の生育調査を目視での調査と比べて、大幅に短い時間で調査が可能であることが確認できた。
- ✓ 着水ドローンを活用することで、海草の生育状況の調査について、ダイバーの潜水による調査に比べ大幅に短い時間で調査が可能であることが確認できた。

実施項目E（ドローンを活用した大分県特別保護樹林の指定、保全のための調査業務）：

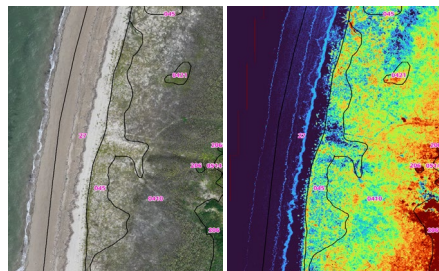
- ✓ 樹林上空、内部からドローンで撮影し、取得したデータの解析を行うことで、保護樹林の選定に必要な指標のデータの取得が短時間で可能なことが確認できた。



実施項目A-2  
AIが検出したヒグマの例



実施項目B  
駐車台数のカウントの例



実施項目C-2  
植生活性度による群落の識別



実施項目C-3  
着水ドローンで撮影した海草の様子



実施項目E  
樹木の胸高直径の自動算出



# 【類型6 KDDIスマートドローン株式会社】最終報告概要

## 実証の結果

### ■ 実証結果の評価・分析

実施項目A（Starlink（低軌道衛星通信）等を活用したニホンジカやヒグマ等の生息状況調査）：

- ✓ クラウドを通じたリアルタイムでの画像の取得率は69.0%、AIによるニホンジカの正解率は97.1%であり、検知時のメール通知は1分以内に実施可能なことが確認できた。
- ✓ 従来手法より工数減の一方、費用はStarlink等の通信費や機器費、クラウド利用料等の影響で費用増と試算された（約1,000,000円/年の増加）。

実施項目B、D（ドローンや人流データ等を活用した国立公園の土地利用、風景・景観、利用状況等の情報取得）：

- ✓ au人口動態データによる利用者数の調査は、乖離率が時間帯によってはやや高いものの、ユーザーの属性を多様に把握・分析でき、従来手法では把握が困難又は取得・集計が煩雑なデータを気軽に取得できることが確認できた。
- ✓ トレイルカメラで得た画像からAIにより人の顔を検出することによって得た利用者数は、現地調査結果（現地での人による目視カウント数）の83%であり目標値である乖離率±20%以内を達成した。
- ✓ 定期的なドローン空撮による駐車台数の把握では、従来手法（人による駐車台数のカウント）で記録されている駐車台数に対する、画像からのAIによる駐車台数のカウントで得られた結果の割合は最高で97.6%であり、大きな齟齬は生じない結果となった。

実施項目C、D（ドローンの遠隔操作による動植物の個体群、群集又は群落の生息・生育状態の情報取得）：

- ✓ オオハクチョウが多数確認された3地点で、自動航行のプログラムで制御したドローンによる空撮を行い、撮影画像で想定した空撮範囲すべてをカバーできた。
- ✓ ドローンとマルチスペクトルカメラを活用した植生の活性度の把握により、10月（1回目空撮）、11月（2回目空撮）ともに植生の生育状況を把握することができ、植生の衰退も併せて把握するなど植生の生育状況、種類別の分布のいずれも概ね把握できた。
- ✓ 着水ドローンを活用した空撮および水中撮影により、枠内のウミショウブの生育状況（明らかに減少しておらず、繁茂状況は良好）を撮影画像から視覚的に確認することができ、従来手法の確認結果とも大きな齟齬は認められなかった。

実施項目E（ドローンを活用した大分県特別保護樹林の指定、保全のための調査業務）：

- ✓ 従来手法でのコストの試算結果が161,055円であったのに対し、デジタル手法でのコストの試算結果は124,485円と従来手法の77%程となり、従来手法より低いコストで実現できると試算された。
- ✓ 従来手法での労力は1.74人日要する計算となる。本実証で用いたデジタル手法での労力は、約1.0人日の計算となり、デジタル手法を活用することで手軽にアウトプットを作成できることが確認された。

# 【類型7 株式会社パスコ】最終報告概要

<b>対象業務（法令）</b>	火薬類取締法施行規則第44条及び第44条の5の検査方法に従って行う火薬類関連施設の土堤等の完成検査・保安検査
<b>実証の全体像</b>	<p><b>対象法令での現状の検査手法：</b> 火薬類取締法では、火薬類関連施設の土堤等の完成検査・保安検査（定期検査）で、既定の保安距離及び保管間隔を満たしているか巻尺や測定器具により目視等で検査する。</p> <p><b>実証の全体像：</b> 本実証では、人工衛星画像で保安物件等がどのように見えるかを確認し、確認できた形状の地図化を行い、火薬類関連施設との距離を計測し、どういった人工衛星画像が最適化を実証する。また、火薬類関連施設周辺の土堤の変状をモニタリングするセンサを設置しどの程度の変状が検知できるかを実証する。具体的には以下のとおり2つの実証を行う。</p> <p>①人工衛星画像を用いた実証 本実証では、現在、目視等のアナログ的な手法にて行われている保安検査に対して、人工衛星画像を活用することで、リモートでの距離計測や定期的な確認を実現できることを検証した。</p> <p>②IoTインフラ遠隔監視システムによる実証 本実証では、現在、火薬類取締法施行規則第44条第2項（完成検査の方法）別表第二第16項（土堤の基準）及び第17項（簡易土堤の基準）、並びに第44条の5第2項（保安検査の方法）別表第四第16項（土堤の基準）及び第17項（簡易土堤の基準）にて運用されている、危険工室等を囲む土堤管理業務に対して、IoTインフラ遠隔監視システムを活用することで、法令に定める土堤を常時監視し、崩壊等の異常発生により土堤の基準を逸脱する場合のリアルタイム検知が実現できる可能性について検証した。</p>

# 【類型7 株式会社パスコ】最終報告概要

## 実証の全体像

実証で目指す目標：

### ① 人工衛星画像を用いた実証

- 衛星画像の定期的な観測と、土地利用情報を持った地図データ等を用いた解析により、保安距離及び保安間隔が適切に確保されているかを判断し、法令に定められた検査を代替可能であることの実証を行う。これにより危険を伴う施設への接近や定期検査の作業工数を減らすことができる。
- 具体的には、火薬類関連施設の地域を選定、衛星画像・地図情報の整理（位置精度等）。危険工室等及び保安物件の地図（GIS）データを作成し、衛星画像による危険工室等及び既存保安物件の視認性、保安距離・保安間隔の計測及び精度の検証を行い、代替可能性を整理する。

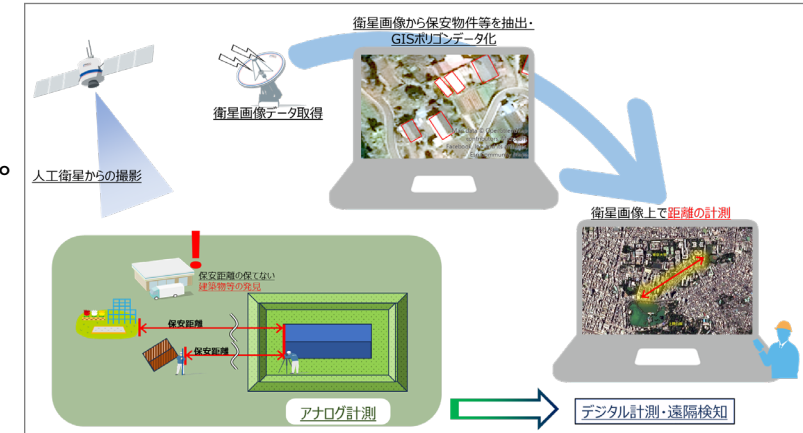


図1 人工衛星を用いた実証の全体像

### ② IoTインフラ遠隔監視システムによる実証

- IoTセンサー（Infra Eye）を活用し土堤の常時監視による変状の早期発見により、定期確認の省力化と安全性を高める。
- IoT機器の設置位置・設置間隔の手法を検討・確立し、検知可能な変状の種類の確認、計測された値の精度と適用効果を整理する。

※Infra Eyeは株式会社パスコが開発し、商標登録された製品・サービスである。初期設定では10分ごとに計測を実施し、24時間毎に計測データを無線送信する。あらかじめ設定したしきい値または機器の計測限界である±20mmを超えた場合、アラームメールを発信する。本製品・サービスは、国及び地方公共団体が管理する道路橋に社会実装されており、国土交通省「点検支援技術性能カタログ（BR030050-V0023）」、及び「NETIS新技術登録KT-230317」に登録されている。

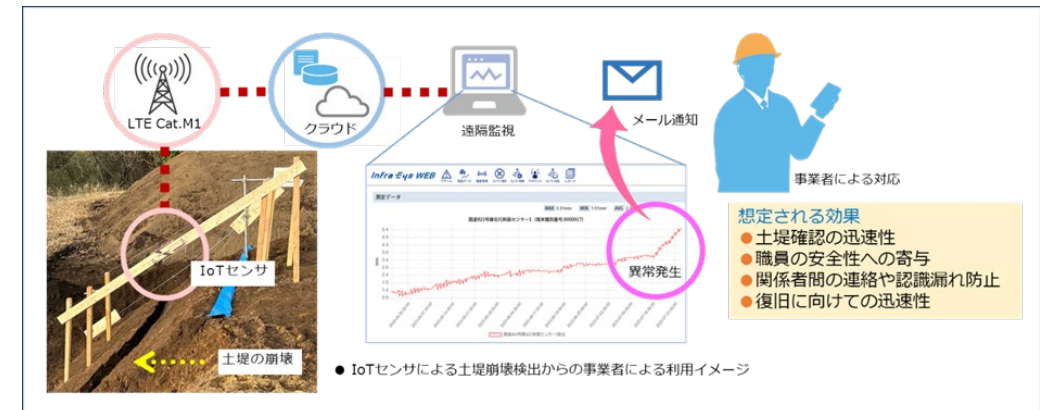


図2 IoTインフラ遠隔監視システムによる実証の全体像



# 【類型7 株式会社パスコ】最終報告概要

## 実証の内容

### ■実証の方法

#### 1. 人工衛星画像を用いた実証

火薬類関連施設の完成検査・保安検査では、危険工室等と保安物件との距離を計測することが定められている。保安検査は1回/年のため、人工衛星で取得する画像によってこの検査を代替しようとする場合、人工衛星による観測機会が少なくとも年に1回以上は実施されなくてはならない。これを踏まえて（1）適切な人工衛星（画像）を検討し、（2）選定した画像からの図化、（3）距離の計測、（4）計測結果と適用の可否を実証した。

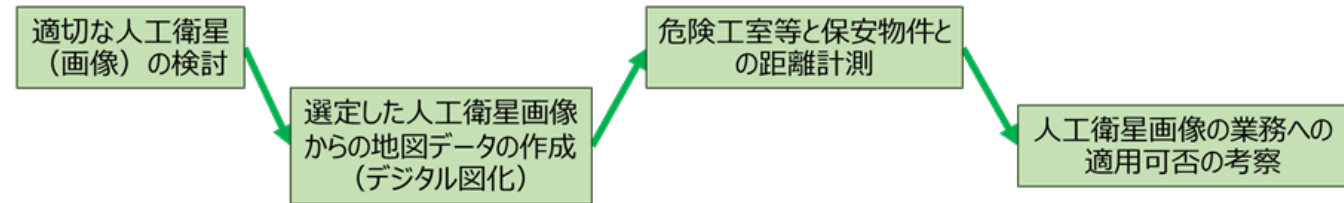


図3 人工衛星画像を用いた実証の流れ

#### 2. IoTインフラ遠隔監視システムを用いた実証

IoTセンサ製品である「Infra Eye」と検証用盛土構造物を用いた実証実験の結果と、「日本火薬工業会」の参加団体への視察（ヒアリング）、無線通信機器である「Infra Eye」の安全性評価、及び机上調査を行い、結果を総合的に評価し、実際の土堤への実用可能性に関して考察した。

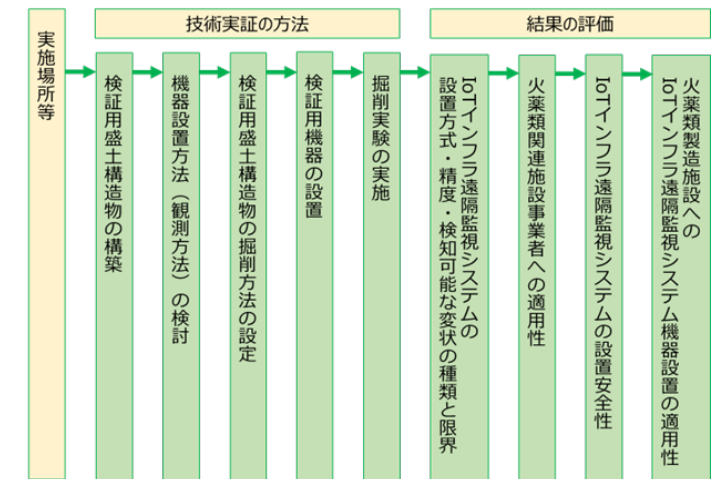


図4 IoTインフラ遠隔監視システムによる実証のフロー

### ■実施場所・条件

1. 人工衛星画像を用いた実証では、国内火薬類関連施設を含む衛星画像を用いた。
2. IoTインフラ遠隔監視システムを用いた実証では、熊本県阿蘇郡西原村河原団地他を実験地とした。

# 【類型7 株式会社パスコ】最終報告概要

## 実証の結果

### ■ 結果概要

衛星画像から保安物件等を確認し、2つの衛星で撮影された画像の位置精度（視認性）、図化できる建物の正確さを検討した。実証地域内の保安物件のうち、SPOT衛星では建物ではない競技場や公園等で一部判読が困難であった。一方で、Pleiades衛星では明瞭に確認できた。

検証用盛土構造物を用いて、センサ精度の確認と異常発生検知の2つの目的で実験を行い、IoTセンサの挙動は、一定の精度が担保されている事が確認できた。

### ■ 実証結果の評価・分析

拡大した衛星画像を用いて保安物件を確認した結果、総じてPleiades衛星は保安物件の輪郭が明瞭であり、視認性が高いことが確認できた。一方、SPOT衛星は比較的小さい建物は視認しづらいことが分かった。またデジタル図化において、地形図等と照らし合わせて確認した結果、視認性の違いからPleiades衛星では正確に建物を抽出できるが、SPOT衛星では抽出が困難な傾向があった。さらにSPOT衛星とPleiades衛星の地上分解能の違いによる計測のずれ幅の最大値は2m程度であったが、これは、地図情報レベル5000で許容される水平位置の許容誤差3.5mの範囲内であり、予め抽出された建物間の距離の計測に関しては地上分解能1.5mのSPOT衛星でも十分と評価した。以上のことから、本実証で使用した人工衛星の提供する撮影機会やコストの観点からも、人工衛星画像活用によって年に1回以上の保安物件等の確認が可能であることが結論づけられた。

IoTセンサの挙動から比較的大規模な法面の異常発生を検知できる結果となり、土堤における崩壊等の異常発生に対して、適用が期待できる結果となった。また長期的なデータ取得・通信試験によって、実験期間を通して計測結果には十分な精度が得られ、土堤における観測への適用が期待できる結果となった。これら実験のほか、火薬類関連施設事業者への適用性の評価、IoTインフラ遠隔監視システムの設置安全性の評価、火薬類関連施設へのIoTインフラ遠隔監視システム機器設置の適用性の評価を実施した。以上のことから、危険工室等を囲む土堤について、IoT技術を活用した遠隔監視センサによって常時監視し、土堤における崩壊等の異常の発生をリアルタイムに検知可能である結果が得られた。



図5 SPOT衛星から得られた対象エリア全体の図化された建物データと500m保安距離範囲のイメージ



図6 盛土構造物における機器設置状況

# 【類型8 株式会社オーイーシー】最終報告概要

<p><b>対象業務（法令）</b></p>	<p>火薬類取締法施行細則第8条第2項に係る実地調査（大分県規則）</p>
<p><b>実証の全体像</b></p>	<p>■ 実証の方針          現状、大分県の職員が現地に赴いて実施している調査を、申請者が所有するスマートフォンとそのカメラを用いて、Web会議形式にて現地に赴かずに審査を行うことができるかを確認する。施設・設備等の状態、帳簿類等の整備状況等は、スマートフォンのカメラで撮影することにより確認を行い、関係者への質問はWeb会議形式での会話の中で行う。本実証では汎用的（一般的に利用されているもの）なWeb会議システムにはない機能の作り込み（カスタマイズ）を容易に行える株式会社オーイーシーが既に保有している技術・仕組み（オーイーシー独自のアプリケーション：Online Communication System）を活用する。</p> <p>■ 実証の内容</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>①「Online Communication System」を用いて審査を実施。</li> <li>②審査時のヒアリング等は、アプリケーションが持つWeb会議機能にて実施する。</li> <li>③細部を確認する必要がある場所については、申請者のスマートフォンで撮影した映像にて確認する。</li> </ol> <p>■ 大分県の課題認識を満たすために求められた機能</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>①遠隔通信（Web会議）機能              現行の審査方法の場合、現地までの移動にかなりの時間を要するため、現地に赴かずに審査を実施するニーズがある。また、職員が現地に赴かず遠隔で審査を行う場合に利用する機器（カメラ）は、申請者のものを利用する必要がある。</li> <li>②位置情報取得（表示）機能              審査の実効性を担保するため、貯蔵場所等、撮影している場所の位置情報を知る必要がある。</li> <li>③録画防止（セキュリティ担保）機能              実地調査の内容は機密事項であるため、撮影した内容が第三者に記録（録画）されないようにする必要がある。</li> </ol>





(Online Communication System)



(実証の全体像)



# 【類型8 株式会社オーイーシー】最終報告概要

<p><b>実証の内容</b></p>	<p>■ 実証の方法</p> <p>①「Online Communication System」を用いて審査を実施。          ②審査時のヒアリング等は、アプリケーションが持つWeb会議機能にて実施。          ③細部を確認する必要がある場所については、申請者のスマートフォンで撮影した映像にて確認。</p> <p>■ 実施場所</p> <p>①大分県庁及び店舗 A（大分県大分市）          ②大分県庁及び店舗 B（大分県大分市）          ※店舗が扱う火薬類の種類によって審査項目が異なるため、2店舗で検証を実施する。</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;">   </div> <p style="text-align: center;">(大分県庁側の様子)                      (店舗側の様子)</p>
<p><b>実証の結果</b></p>	<p>■ 結果概要</p> <p>本実証にあたって設定した精度やコスト・工数、操作性等に関するKPIは基本的に達成できている。また実際の業務に従事している審査者より、実地調査と同様の審査結果を判定できたとの判断を得られたため、今回利用したアプリケーションを使ったりリモートでの審査の実施に関しては概ね問題ないと考えられる。</p> <p>■ 実証結果の評価・分析</p> <p>今回利用したアプリケーションは本実証の対象業務に特化したものではないため、同じように実地調査が行われている法令等に関しても活用可能である上、人とのコミュニケーションのみならず、カメラ越しでの施設・設備の確認、書類・帳簿の確認、メジャーの目盛の確認や位置情報の確認も行えたため、その他様々な法令等に広範に対応ができると考える。また、複数の法令や規制に対応することとなれば、システムに係るコストの問題も解決の糸口が見出せるのではないかと考える。</p> <p>技術実証の結果として、技術の進展やオンラインコミュニケーションツールの波及を背景に、本実証のような各種検査業務のオンライン化は十分に実現可能であり、関係するアナログ規制の見直しを推進する必要があると判断する。</p>

# 【類型8 Fairy Devices株式会社】最終報告概要

<b>対象業務（法令）</b>	高圧ガス保安法第59条の35第1項及び第62条第1項～5項に係る立入検査				
<b>実証の全体像</b>	<p>本実証では、対象法令に基づき実施されている立入検査について、カメラ付きのウェアラブルデバイスや汎用的なオンライン会議システム等の活用により、検査の効率化・省人化を図ることができるかを検証した。</p> <table border="1" data-bbox="675 399 2369 664"> <tr> <td data-bbox="675 399 1184 564">                     (1) 高圧ガスの設備・機器等の立入検査にかかる情報取得                 </td> <td data-bbox="1197 399 2369 564">                     モバイル通信等により遠隔地から制御可能な非常設のカメラ等を用いて、静止画又は動画データを取得し、遠隔地に送信することにより、現地で行う施設・設備等の状態、帳簿類等の整備状況や品質表示の適切性の検査等の検査、関係者への質問と同等以上の精度で、各規制が求める基準を満たしているか否かの判断に資する情報を収集する。                 </td> </tr> <tr> <td data-bbox="675 564 1184 664">                     (2) 高圧ガスの設備・機器等の立入検査にかかる検査データの管理                 </td> <td data-bbox="1197 564 2369 664">                     (1)のような技術活用を通じて遠隔地に送信された静止画、動画データを保存して、検査・調査データとして管理する。                 </td> </tr> </table> <div data-bbox="662 678 1477 1049"> </div> <div data-bbox="1490 692 1783 1049"> </div> <div data-bbox="1821 692 2382 1049"> </div> <p data-bbox="879 1063 1567 1092">図1 本実証で活用する遠隔支援システム（LINKLET）の概要</p> <p data-bbox="1987 1063 2204 1092">図2 本実証の様子</p> <p>現行の立入検査の手法等にとらわれず、デジタル技術を用いた遠隔検査の代替可能性を具体的に検証するにあたり、実効性や安全性の観点等から、特に以下の点を確認した。</p> <p>(A)遠隔検査可否の確認：通信可否、安全性の確保、現場作業員の追加負荷の観点から遠隔検査が可能といえるか。</p> <p>(B)遠隔検査の効率性確認：遠隔支援による、遠隔支援者の移動時間の削減、遠隔支援による1日あたりの検査可能数。</p> <p>(C)データ保存・管理の確認：遠隔支援時の記録保存の信頼性。</p>	(1) 高圧ガスの設備・機器等の立入検査にかかる情報取得	モバイル通信等により遠隔地から制御可能な非常設のカメラ等を用いて、静止画又は動画データを取得し、遠隔地に送信することにより、現地で行う施設・設備等の状態、帳簿類等の整備状況や品質表示の適切性の検査等の検査、関係者への質問と同等以上の精度で、各規制が求める基準を満たしているか否かの判断に資する情報を収集する。	(2) 高圧ガスの設備・機器等の立入検査にかかる検査データの管理	(1)のような技術活用を通じて遠隔地に送信された静止画、動画データを保存して、検査・調査データとして管理する。
(1) 高圧ガスの設備・機器等の立入検査にかかる情報取得	モバイル通信等により遠隔地から制御可能な非常設のカメラ等を用いて、静止画又は動画データを取得し、遠隔地に送信することにより、現地で行う施設・設備等の状態、帳簿類等の整備状況や品質表示の適切性の検査等の検査、関係者への質問と同等以上の精度で、各規制が求める基準を満たしているか否かの判断に資する情報を収集する。				
(2) 高圧ガスの設備・機器等の立入検査にかかる検査データの管理	(1)のような技術活用を通じて遠隔地に送信された静止画、動画データを保存して、検査・調査データとして管理する。				

# 【類型8 Fairy Devices株式会社】最終報告概要



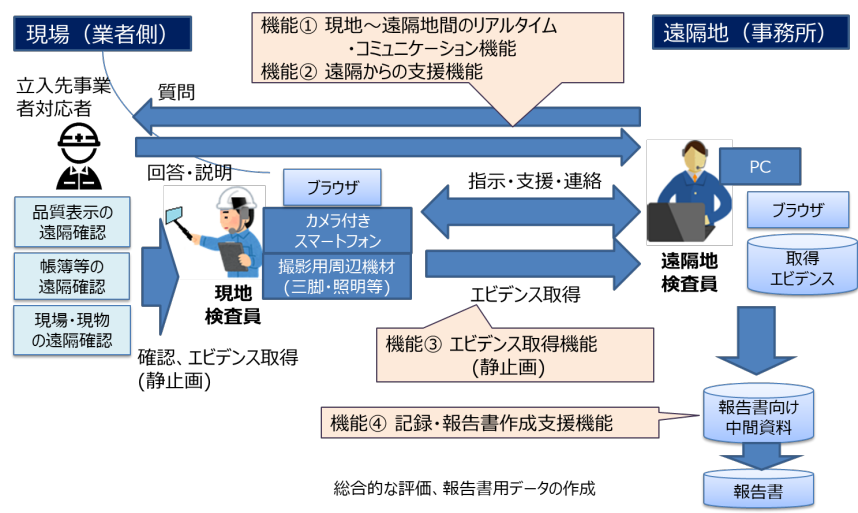
<b>実証の内容</b>	<p>■ 実証の方法 THINKLET(※)を用いた遠隔支援システム「LINKLET」により、Microsoft Teams/Zoomなどの一般的に普及した遠隔会議システムに接続し、以下を実現</p> <ul style="list-style-type: none"><li>・ ハンズフリーで現場から円滑に遠隔支援者と通信</li><li>・ 遠隔支援者の指示に従って現場作業者を通じて検査実行</li><li>・ 書類等の確認にあたり高解像度の写真撮影</li><li>・ 検査内容を動画保存することが可能</li></ul> <p>※専用のLTE搭載首掛け型ウェアラブルデバイス。 現場作業者は電源を入れたデバイスを装着するだけでよく、現場作業者の身体的な負荷が小さい、ブレが極めて少なく品質の高い映像を取得可能、現場環境でもクリアな音声を取得といった特長がある。</p> <p>■ 実施場所・条件 実際に高圧ガス保安法に基づく立入検査が行われる「A社B事業所(フッ素化学製品等の製造工場)」及び、「C社D事業所(高圧ガス製造事業所)」の2か所で、多様な現場条件(立地、屋内/屋外、通信環境、対象設備、対象業務、周辺環境等)のもと、従来業務との比較検証やデモや検査実施者へのヒアリング等を通じて、立入検査の遠隔化の可否を確認した。</p>
<b>実証の結果</b>	<p>■ 結果概要 (A)遠隔検査可否の確認：通信可否、安全性の確保、現場作業者の追加負荷の観点から遠隔検査が可能といえることを確認した。 (B)遠隔検査の効率性確認：遠隔支援により、遠隔支援者の移動時間の削減、遠隔支援による1日あたりの検査可能数が向上することを確認した。 (C)データ保存・管理の確認：遠隔支援時の記録保存の信頼性があることを確認した。</p> <p>■ 実証結果の評価・分析 デジタル技術による対象検査業務の遠隔支援化により、本実証で対象とした検査内容(施設・設備、帳簿類等の検査)において、アナログ検査と対比して検査の効率化や省人化に関する効果を確認した。特に、「現場訪問する検査員を、現行の2名+aから→1名→0名に削減」し、「最も希少な資源である熟練者の現場訪問に伴う時間コストを最小化」することで、日本国内の現場力を維持することが可能となる。また、遠隔支援動画/静止画を記録することで、リアルタイムのみならず非同期でいつでも・どこでも現場作業内容を確認できるようになる。</p>



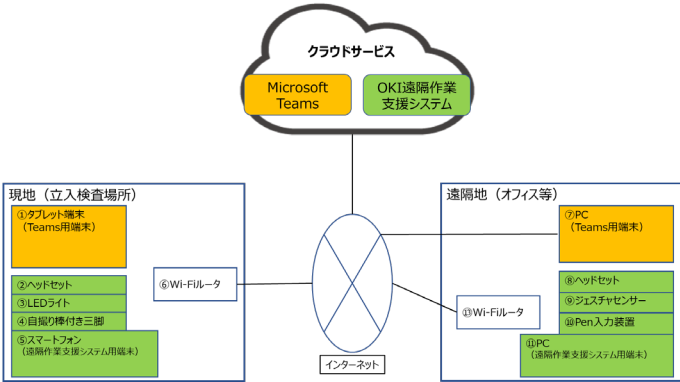
図3 ウェアラブルデバイス (THINKLET)



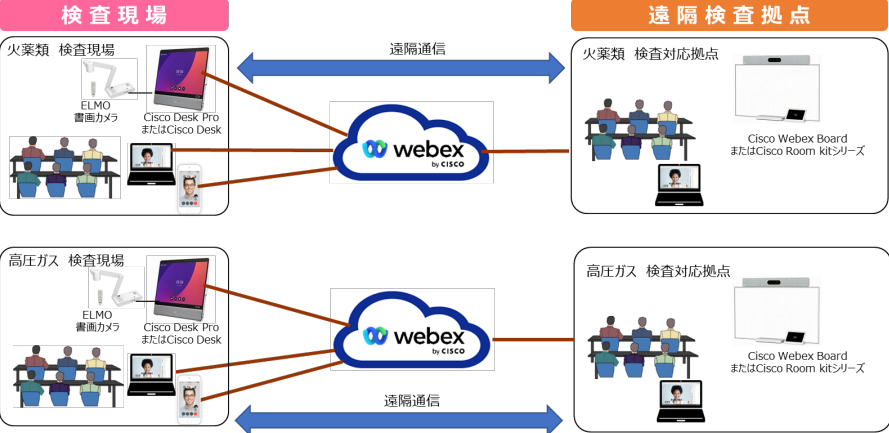
# 【類型8 沖コンサルティングソリューションズ株式会社】最終報告概要

<b>対象業務（法令）</b>	地力増進法第16条及び第17条に係る立入検査
<b>実証の全体像</b>	<p>                     現在、土壌改良資材の表示適正化のため、検査機関の専門職員2人1組でその製造、販売事業者の工場等に赴いて実施している立入検査を、デジタル技術を用いることにより1名現地・1名遠隔地での体制で実施し、現在と同等以上の精度、効率で検査や判定ができることを目指す。                 </p> <p>                     具体的には、検査機関が実施する立入検査業務を、通信回線を用いて立入先に出向いて検査する職員（以下「現地検査員」という。）と遠隔地で現地の検査員と会話や画像などを共有しながら検査する職員（以下「遠隔地検査員」という。）を接続し現地検査員の検査作業を遠隔地から支援する「OKI遠隔作業支援システム」や、オンライン会議システム等のデジタル技術の活用により、1名現地・1名遠隔地での体制で実施し、現在と同等以上の精度、効率で検査や判定ができるかを検証した。                 </p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div data-bbox="631 725 1426 1306" style="width: 45%;"> <p style="text-align: center;">＜目指す姿＞</p> <p><b>期待効果</b> より省力化した立入検査業務ができる（「人手不足」課題へ対応）</p> <p>＜想定するKGI(例)＞ 立入検査全体の総稼働時間 立入検査業務に従事する職員数</p> <p><b>現状</b> 原則2人以上1組が現地で実施</p>  <p><b>目指す姿</b> 1名現地、1名遠隔での検査</p>  </div> <div data-bbox="1465 725 2318 1306" style="width: 45%;"> <p style="text-align: center;">＜実証の全体像＞</p>  </div> </div>

# 【類型8 沖コンサルティングソリューションズ株式会社】最終報告概要

<p><b>実証の内容</b></p>	<p>■ 実証の方法</p> <p><b>(1) OKI遠隔作業支援システム</b> 主に現地検査員 – 遠隔地検査員間の2者間コミュニケーションに利用。現地検査員が撮影する映像と音（音声を含む）を遠隔地検査員と現地検査員間で共有する仕組みを提供。遠隔地検査員が共有している映像上でペンタブレット、マウスポインタを利用しての2次元的な指示の他、ジェスチャセンサーを利用しての3次元的な指示が可能。</p> <p><b>(2) Microsoft Teams (MS Teams)</b> 市販のオンライン会議用ソフトウェア。遠隔地検査員が身分証を現地に示す際と、遠隔地検査員も参加した3者による会議形式のコミュニケーションを行う際に使用する。</p> 
	<p>■ 実施場所・条件</p> <p>以下の2か所の実施場所として選定</p> <p>①検査側：遠隔地から検査を行う居室（都内オフィス建屋内にある会議室を選定）</p> <p>②被検査側：立入検査を行う現場（①の建屋とは地理的に離れた関東エリアの機器製造工場を選定）</p>
<p><b>実証の結果</b></p>	<p>■ 結果概要</p> <p>検査機関が実施している立入検査業務を、「OKI遠隔作業支援システム」と「オンライン会議システム」を使用することにより、1名現地・1名遠隔地での体制で機能的に実施できることを確認した。</p>
	<p>■ 実証結果の評価・分析</p> <p>今回のシステムモデルの適用により、立入検査を1名現地・1名遠隔地での体制で実施する場合においても、課題・改善点は存在するが、資材表示の判定等ができることが概ね確認できた。</p> <p>一方、特に課題としては現地に赴く検査員が物理的に減ることで、従来より作業時間（サンプル取得等）が延びたり、気づきの得やすさの面で検査品質が劣る等の可能性も考えられる。IT化を進める上では、IT化によるメリットに比較し、これらデメリットが許容可能なものであるかの判断が必要だと考える。</p> <p>課題・改善点としては、①屋外における騒音問題、②スマートフォンを手で持つての移動の問題、③2名の検査員の役割分担、④現地検査員の負担増、⑤モバイル通信環境の課題、⑥IT化の効果等が判明した。</p>

# 【類型8 アレドノ合同会社】最終報告概要

<b>対象業務（法令）</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>火薬類取締法施行規則第44条の7第2項及び第44条の9第2項に係る現地検査</li> <li>高圧ガス保安法第59条の35第1項及び第62条第1項～5項に係る立入検査</li> </ul>
<b>実証の全体像</b>	<p>現状の立入検査等（火薬類及び高圧ガス等の管理体制の適格性確認のため、事業所等への立入りにより施設・設備、帳簿類等进行检查）を、デジタル技術を用いたリアルタイムでの遠隔地間の映像共有等により代替可能か検証するため、各確認項目について、遠隔地の検査者が現地の検査員にオンライン会議システム等を通じて、検査業務の効率化・省人化を図ることができるかを実証した。</p> <p>具体的な実証方法としては、現行の立入検査の確認項目は、以下(1)～(5)に大別されると考え、これら各項目を遠隔でもリアルタイムで確認できるか検証した。</p> <p>(1)申請書類確認                  (2)必要資格者情報確認                  (3)現場環境確認                  (4)現地ヒアリング                  (5)検査結果確認</p> 

技術実証における確認項目	実証項目	確認方法
	申請書類確認	Web会議(動画)、電子データの資料共有(静止画)、書画カメラによる紙資料や現物の確認(静止画)
	必要資格者状況確認	Web会議(動画)、電子データの資料共有(静止画)、書画カメラによる紙資料や現物の確認(静止画)
	現場環境確認	Web会議(動画)、スマートフォン、デジタルカメラ、ウェアラブルカメラ、ビデオカメラ(動画、静止画)、書画カメラによる紙資料や現物の確認(静止画)
	現地ヒアリング	Web会議(動画)、電子データの資料共有(静止画)、書画カメラによる紙資料や現物の確認(静止画)、テキストチャット、自動文字生成・記録
	検査結果確認	Web会議録画（動画・静止画・文字記録）



# 【類型8 アレドノ合同会社】最終報告概要

実証の内容	■ 技術実証の方法	
	実証方法の活用技術	具体的な機能
	Web会議(動画)	Webexプラットフォームにてカメラ・マイクを使用し、遠隔地に送信された動画をリアルタイムに送受信する。
	電子データの資料共有(静止画)	Webexプラットフォームにて資料共有機能を使用し、遠隔地とPCを経由した電子データの静止画をリアルタイムに送受信する。
	書画カメラによる確認(静止画)	Webexプラットフォームにて資料共有機能と書画カメラを使用し、紙資料や現物をデジタル化し遠隔地と静止画をリアルタイムに送受信する。
	テキストチャット	コミュニケーション補助ツールとして、Webexプラットフォームのメッセージ機能を利用しPC等で双方向チャットにより、遠隔地とのヒアリングを支援する。
	自動文字生成・記録	コミュニケーション補助ツールとして、Webexプラットフォームの自動文字生成機能を利用し、遠隔地とのヒアリング音声を自動に文字生成し記録する。
	会議録画(動画・静止画・文字記録)	コミュニケーション補助ツールとして、Webexプラットフォームの録画機能を利用し、遠隔地との現地ヒアリング映像、音声、文字生成データを記録する。
実証の結果	■ 実施場所・条件	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>三菱電機システムサービス 検証室/会議室 (東京都品川区)</li> <li>経済産業省会議室</li> </ul>	
実証の結果	■ 結果概要	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>申請書類確認：電子データの書類は、資料共有機能を用いて、リモート検査側で高い精度で内容が確認できた。</li> <li>必要資格者情報確認：現物書類は書画カメラ経由で資料共有機能を用いることで、欠損なく検査側で高い精度で確認できた。</li> <li>現場環境確認：設備精度検査、温度計などをスマートフォンやウェアラブルデバイス(スマートグラス)で現場を撮影し、欠損なくリモート検査側で現場確認ができた。</li> <li>現地ヒアリング：ビデオ会議を用い、高画質、高音質な会議が確保でき、対面と同様のコミュニケーションを取ることができた。</li> </ul>	
	■ 実証結果の評価・分析：検査の中で行われる主な5つの項目(申請書確認、必要資格者状況確認、現場環境確認、現地ヒアリング、検査結果確認)について技術実証を行いその有効性を評価した。結論として、検査の効率化や省人化は実現でき、年間コスト削減にも貢献できるものであった。	

# 【類型9 DataLabs株式会社】最終報告概要

<p><b>対象業務（法令）</b></p>	<p>建築基準法第7条から第7条の4に基づく中間検査・完了検査</p>
<p><b>実証の全体像</b></p>	<p>建築基準法では中間検査※1・完了検査※2の実施が定められている。鉄筋コンクリート構造物の建築における中間検査においては、鉄筋が設計図書通りに組まれていることを確認するために、メジャー等による鉄筋間隔※3の計測と目視による本数確認、及びそれらを計測した証左として写真を対象部位毎に撮影し、帳票を作成している（配筋検査）（図1）。また完了検査においては、それらの工事写真の書類確認を行っている。</p> <p>本実証では配筋検査について、LiDARスキャナー搭載のiPad Proや地上型レーザースキャナーで鉄筋の点群データを取得し（図2）、DataLabs独自の3D配筋検査ツール「Modely」により鉄筋の3Dモデルを構築することで、現地に確認検査員が赴かなくとも高精度で鉄筋本数・鉄筋間隔の確認ができることや、その結果を写真に残さずとも確認できることを検証する（図3）。</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div data-bbox="652 604 1100 925"> <p>図1 従来手法（メジャーによる鉄筋間隔の計測）</p> </div> <div data-bbox="1141 604 1569 925"> <p>図2 点群の撮影の様子</p> </div> </div> <div style="text-align: right; margin-top: 20px;"> <p>図4 全体像</p> </div> <div style="margin-top: 20px;"> <p>図3 撮影した点群と点群から生成した3Dモデル</p> </div> <div style="margin-top: 20px;"> <p>※1 施工された建築物の建築基準への適合性を施工段階に検査するもの          ※2 施工された建築物の建築基準への適合性を施工終了時に検査するもの          ※3 鉄筋と鉄筋の軸間距離</p> </div>

# 【類型9 DataLabs株式会社】最終報告概要

## 実証の内容

### ■実証の方法

#### ①建築物の中間検査・完了検査にかかるデータ取得

作成した柱と梁の鉄筋を模した鉄筋モックアップについて、点群測定機器（地上型レーザーキャナー、iPad Proを用いた3Dスキャンアプリ）を用いて点群データの取得を行い、取得した点群データをModelyにアップロードし、点群データの質を定性的に確認した。また必要に応じて、点群をアップロードする前に点群の前処理（ダウンサンプリング）を行った。<sup>※4</sup>

#### ②建築物の中間検査・完了検査にかかるデータ分析・判断

技術基準への適合性を確認することを目的に、取得した点群・作成した3Dモデル（Modelyにおいて点群から自動生成）について、主鉄筋の鉄筋本数、帯筋・あばら筋の鉄筋本数・鉄筋間隔・かぶり厚<sup>※5</sup>の精度を検証した。これらの計測項目は、中間検査における配筋検査で確認する主たる項目かつ基本的に帳票に記載する項目のため、本実証で検証することとした。また点群・3Dモデル及び帳票による配筋の確認は、完了検査時にも行うことができ、現行の完了検査における工事写真の確認に該当する。

精度は、従来方法（メジャーによる測定）による実測値とModelyを用いて測定した値を比較し、誤差を算出することで検証した。その他にも品質、安全性、施工性、業務合理化、社会実装のコストの観点からModelyの建築現場への適用に関する評価を行い、実務的な観点での評価として技術監修者（三菱地所設計）による評価も受けた。

※4 本実証中は、点群データの容量制限が200MBであったが、2024年1月時点において、Modelyの機能改良を行い、点群データの容量が1GBまでアップロード可能になった。本実証にて使用した点群測定機器のうち、BLK360 G2のみ取得するデータの容量が大きいため、ダウンサンプリングの作業が必要だが、それ以外の点群測定機器では不要である。

※5 鉄筋の最外縁からコンクリートの表面までの距離

### ■実施場所・条件

**東京都台東区の貸倉庫**：①建築物の中間検査・完了検査にかかるデータ取得、②建築物の中間検査・完了検査にかかるデータ分析・判断における従来手法によるデータ取得を実施した。

**弊社オフィス**：②建築物の中間検査・完了検査にかかるデータ分析・判断における点群データの3Dモデル化と検査項目の値の算出、技術基準への適合性等の設定した評価観点からの結果を評価した。



# 【類型9 DataLabs株式会社】最終報告概要

## 実証の結果

### ■ 結果概要

iPad Proまたは地上型レーザースキャナーを用いた点群データの測定と3Dモデルの作成ができ、精度は以下であった。

- 点群の精度は、鉄筋間隔について検証しており、測定誤差 $\pm 0.3\phi$ 以内であった。
- 3Dモデルの精度は、鉄筋間隔は測定誤差 $\pm 0.3\phi$ ※6以内、かぶり厚は測定誤差 $\pm 0.6\phi$ 以内であった。また鉄筋の本数は測定対象の全てを正確に測定できていた。

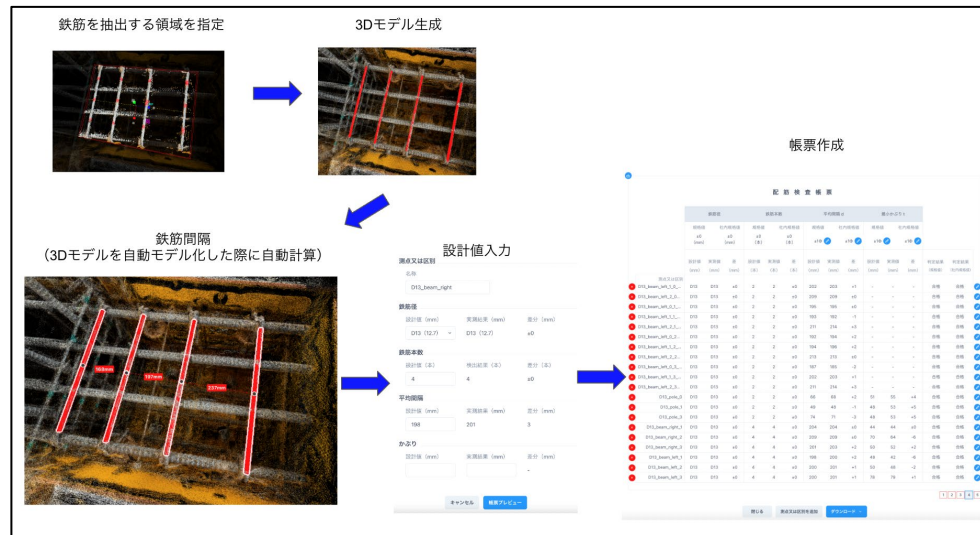


図5 Modelyにおける3Dモデル生成から帳票作成までのフロー

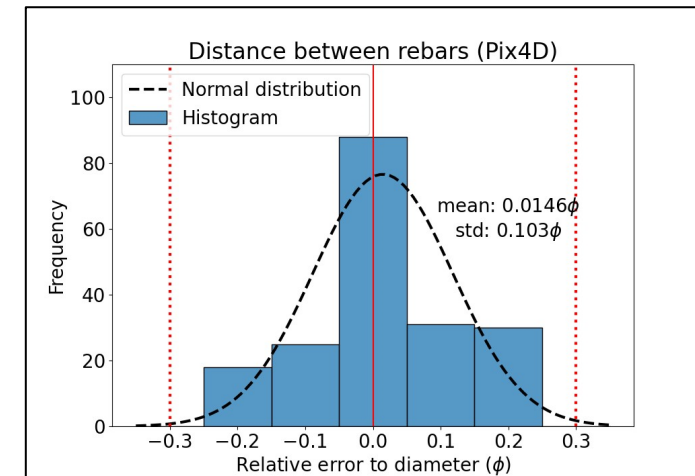


図6 3Dモデルの精度評価における計測データの分布 (鉄筋間隔) (Pix4D (PIX4Dcatch + PIX4Dcloud)で点群を取得した結果)

※6  $\phi$  は鉄筋の直径

## 実証の結果

### ■ 実証結果の評価・分析

#### (1)対象業務（法令）に係るアナログ規制の見直しに資するか否か

本実証により「写真や書面等による検査や、目視や簡易な計測機器等による検査」について、今回検査対象とした柱の主鉄筋・帯筋、梁のあばら筋の全ての検査項目に対して、3Dデータによる測定・確認（本実証ではModelyを用いた）で代替可能な部分があることが確認でき、アナログ規制の見直しに資する結果を得られたと考えている。

まず十分な点群の質が保たれる点群測定機器において、Modely上での3Dモデルによる鉄筋本数・鉄筋間隔・かぶり厚の計測精度は、今回検査対象とした全ての柱の主鉄筋・帯筋、梁のあばら筋の検査項目に対して、「デジタルデータを活用した鉄筋出来形計測の実施要領（案）」を参考にした目標値を達成し、技術基準への適合性等が問題ないことを確認した。

また、品質（照明条件、帳票の自動出力、現地に赴かなくともModely上で確認作業ができること）、安全性、施工性（少人数に作業、簡易な操作性）、業務合理化（従来方法に比べて40%の所要時間）、技術監修者（三菱地所設計）、社会実装のコストの観点においても問題ないことを確認した。

#### (2)実現場での技術等の活用・導入に当たってのポイント

Modelyにおける配筋検査において、十分な点群の質が保たれる点群測定機器を使用する必要がある。型枠がある場合の検査を考慮すると、撮影の画角の柔軟性から地上型レーザースキャナーよりiPad Proの方が点群測定機器として望ましい。また、iPad Proを用いた場合は、柱の主鉄筋・帯筋、梁のあばら筋、型枠の点群が十分な精度で撮影できる点群測定機器が望ましい。

測定環境については、猛暑日などの夏場は点群測定機器の発熱について注意する必要がある。また、照明条件は、労働安全衛生規則（照度）第604条に記載してある「普通の作業に必要な照度（150ルクス以上）」であれば、十分な精度で撮影可能である。

1回の撮影で点群化が可能な範囲は、点群測定機器によって異なるため、広範囲が撮影できる点群測定機器を用いるのが望ましい。

# 【類型9 DataLabs株式会社】最終報告概要

## 実証の結果

### ■ 実証結果の評価・分析

#### (3) 実証を通じて明らかになった課題や改善の方向性

①現状、Modely上で生成した3Dモデルの3DCAD出力自体は可能であるが、設計図書（構造設計図）から生成した配筋3Dモデルと、現場取得データから生成した3Dモデルとの重ね合わせを行うことはできない。設計図書（構造設計図）から生成した配筋3Dモデルと、上記現場取得データから生成した3Dモデルとの重ね合わせを実施し、構造設計図との正誤を判定するシステムの構築を将来的に目指す。

②現状では、指定した各領域に対して3Dモデル化することは可能であるが、全領域に対して一括で自動的に3Dモデル化することはできない。構造設計図の配筋の状態（鉄筋本数、鉄筋間隔、かぶり厚等）を示す数値データと、現場取得データから生成した3Dモデルから自動抽出した帳票の数値データとの比較により、構造設計図との正誤を判断するシステムの構築を行うために、検査領域の全領域に対して自動モデル化を行うことを目指す。

③現状では、配筋記録として3Dモデルの建物1棟分の全数連続データとして保存することはできず、最大でも各工事工程で撮影可能な検査箇所範囲に限られる。理由としては、全工事工程の全ての配筋の点群データを同時に取得することはできないからである。全ての検査箇所の点群データ・3Dモデル生成を行うには、各工事工程で取得した点群データの相対的な位置関係を正確に保ったまま、点群・3Dモデルをマージする処理が必要になる。



# 【類型9 DataLabs株式会社】最終報告概要

## 実証の結果

### ■ 実証結果の評価・分析

#### (4) アナログ規制の見直しにあたり留意すべき点等

現行のアナログ規制下では、書類・写真による検査並びに目視、簡易な測定機器等による測定により配筋確認を行う必要があるが、国土交通省の土木直轄工事現場で活用が進む「デジタルデータを活用した鉄筋出来形計測の実施要領（案）」のように、3Dデータによる検査も適用できるような要領を整備する必要がある。整備にあたって留意が必要な点は以下の通りである。

一つ目としては、建築において要領を整備するにあたり、土木と建築の検査項目や規格値の違いに留意する必要がある。例えば土木では、鉄筋本数・鉄筋間隔・かぶり厚等についてその規格値が定められている。一方建築では、柱や梁について、主鉄筋は鉄筋本数等、帯筋・あばら筋は鉄筋本数・鉄筋間隔・かぶり厚等についてその規格値が定められており、その値も土木と異なる。本実証では精度の目標値を土木の基準に準じて設定したが、精度の基準は、建築の検査項目・規格値に基づいて策定する必要がある。

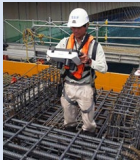




二つ目としては、労働安全衛生規則（照度）第604条に記載してある「普通の作業に必要な照度（150ルクス以上）」を満たした撮影条件を規制に盛り込んだうえで、3Dデータによる検査を認める必要がある。本実証では、労働安全衛生規則（照度）第604条に記載してある「普通の作業に必要な照度（150ルクス以上）」を満たした撮影条件で検証を行った。これらの撮影条件において、点群・3Dモデルの精度は、土木工事に適用できる「デジタルデータを活用した鉄筋出来形計測の実施要領（案）」で定められている精度基準を満たすことがわかった。

三つ目としては、活用する技術により計測できない検査項目（たとえばModelyでは鉄筋径が該当する。Modelyにおける鉄筋径の自動推定については、100%の精度で推定することは困難なため、推定ミスによる実運用での修正作業を考慮して、現状ではアナログでの計測が優位と考え、未実装である。ただし、将来的に推定精度がアナログの計測より優位となれば、Modelyにおいて代替できる可能性はある。）があることや、計測できるとされている検査項目であっても、工種・部位・配筋量・撮影環境等によっては計測精度が低下する可能性もあるため、デジタルとアナログを併用した運用も想定しておく必要がある。土木直轄工事現場で活用が進む「デジタルデータを活用した鉄筋出来形計測の実施要領(案)」においても、そのような運用が想定されている。

#### (5) その他

3Dデータを利用するメリットとしては、施工後不可視となる部分がモデル化されることで、維持管理・修繕へのBIM活用が期待されるほか、煩雑な写真管理が不要になる可能性がある。

# 【類型9 シャープ株式会社】最終報告概要

<b>対象業務（法令）</b>	建築基準法第7条から第7条の4に基づく中間検査・完了検査
<b>実証の全体像</b>	<p>法令により建築物の中間検査及び完了検査※<sup>1</sup>の実施が定められており、従来、目視確認や手作業による測定で確認が行われているが、配筋の測定には長時間の作業が必要であり課題となっていた。そこで、本実証では、撮影画像から鉄筋径※<sup>2</sup>と鉄筋間隔※<sup>3</sup>を自動的に計測することが可能な配筋検査システムを使用することで、配筋検査のデジタル化による業務効率の改善と、非接触な検査による安全性向上を図った。さらに、鉄筋径等の計測結果に基づいて3次元データ(ifc※<sup>4</sup>ファイル)を出力し、BIM※<sup>5</sup>データとの3次元モデルによる比較を可能とすることで、従来検査での図面や数値の比較、対象の目視確認作業を支援し判定が容易となることを目指した。実証においては、従来方法と配筋検査システムの比較による適合性評価、作業時間比較や作業者ヒアリングによる効率性・容易性・安全性等の評価、3次元データ(ifcファイル)の生成・表示状態の確認、及び、ifcファイルとBIMデータ比較による適合性判定への支援効果の評価を実施した。</p> <div style="border: 1px dashed black; padding: 5px; margin: 10px 0;"> <p>※<sup>1</sup> 施工された建築物の建築基準への適合性を施工段階（中間）及び施工終了（完了）時に検査するもの                  ※<sup>2</sup> 鉄筋の直径に基づき定められたJIS規格                  ※<sup>3</sup> 鉄筋と鉄筋の軸間距離                  ※<sup>4</sup> Industry Foundation Classes：建物を構成するオブジェクトの体系的な表現方法の仕様,データフォーマット                  ※<sup>5</sup> Building Information Modeling：建物の3次元モデルを再現し活用するための仕組み</p> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: flex-start;"> <div style="border: 1px solid blue; padding: 5px; width: 20%;"> <p style="text-align: center; background-color: #e6f2ff;">計測（建設現場）</p>  <p>①配筋検査システムを使用して建設現場にて計測を実施。 ②鉄筋径と鉄筋間隔から3次元データ（ifcファイル）を出力</p> </div> <div style="text-align: center; width: 10%;"> <p>計測データ</p>  </div> <div style="border: 1px solid orange; padding: 5px; width: 20%;"> <p style="text-align: center; background-color: #fff9c4;">比較判定（事務所等） BIMデータ</p>  <p>③3次元データ(ifcファイル)とBIMデータを比較する方法により、確認図書等との適合性判定を支援</p> </div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around; margin-top: 20px;"> <div style="text-align: center;">  <p>配筋検査システムによる計測の様子</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>従来の配筋検査の様子</p> </div> </div>

実証の全体像

配筋検査システムによる計測の様子

従来の配筋検査の様子

# 【類型9 シャープ株式会社】最終報告概要

## 実証の内容

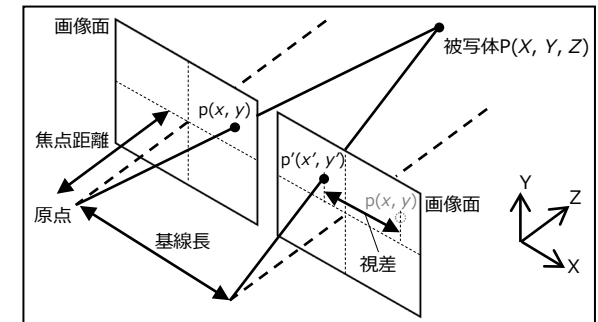
### ■ 実証の方法

#### ＜活用する技術の概要＞

- ・配筋検査システム(製品化済※6)  
カメラ3台(ステレオカメラ2組)を備えたシステムにより、配筋撮影画像から三角測量の原理に基づき3次元計測※7し、鉄筋径と鉄筋間隔を算出するシステム
- ・3次元データ(ifcファイル)生成機能(新規開発)  
配筋検査システムの計測結果に基づいて3次元データを生成するプログラム



配筋検査システム



ステレオカメラによる3次元計測の概念図

※6 (株)カナモト配筋検査システム「写らく」 [https://www.kanamoto.co.jp/business/b\\_rental/product/pdf/3gan-camera.pdf](https://www.kanamoto.co.jp/business/b_rental/product/pdf/3gan-camera.pdf)  
※7 ステレオカメラの各カメラに写る被写体位置の差(視差)と基線長(カメラ間距離)、焦点距離等のカメラパラメータに基づいて、被写体の3次元計測を行う

#### ＜実施内容＞

- ①配筋検査システムと従来方法の測定結果及び作業時間の比較評価、作業者へのシステムに関するヒアリング
- ②3次元データ生成機能を実行して生成されたifcファイルの保存状態と、ビューワーでの表示状態の確認
- ③検査に関する知見を有する担当者による、3次元データ(ifcファイル)とBIMデータの比較確認方法の有効性評価

### ■ 実施場所・条件

- ・十分な光量を得られる屋内(研修施設)及び屋外・晴天(建設現場)の条件で撮影実験を実施した。地下や曇天等の低照度環境では、撮影可能な照度を得られるよう照明点灯が必要である。
- ・主な評価を壁と床の配筋で実施した。配筋検査システムは、複雑な配筋の梁や柱等では、隣接して平行配置される鉄筋を1本の鉄筋として検出する可能性があるため、鉄筋間隔が確保された配筋を対象とした。



研修施設



建設現場



# 【類型9 シャープ株式会社】最終報告概要

## 実証の結果

### ■ 結果概要

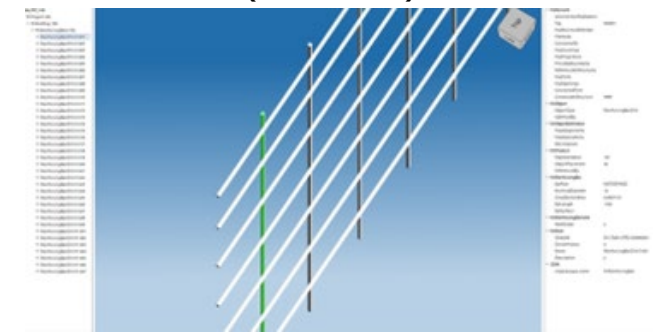
#### ① 配筋検査システムと従来方法の比較 (評価対象：鉄筋数750, 鉄筋間隔数625)

評価項目	結果
鉄筋検出率	100% (750/750)
鉄筋径規格判定率	94.5% (709/750)
鉄筋間隔誤差※8	平均誤差0.26mm, 標準偏差3.27mm
平均作業時間※9	配筋検査システム 108秒, 従来方法 290秒
ヒアリング結果※10	<ul style="list-style-type: none"> <li>・従来2人以上の作業だったが、1人で実施可能で省人化になる。</li> <li>・マーカ―不要になるので、マーカ―を落とす問題が無くなる。</li> <li>・操作がシンプルで使い勝手が良い。立会写真としてそのまま使える。</li> <li>・帳票作成時に対象の写真がわからず探す手間がなくなる。</li> </ul>

#### ③ 3次元データ(ifcファイル)とBIMデータの比較確認評価

担当者評価結果※11	<ul style="list-style-type: none"> <li>・現状の建設現場で鉄筋のBIMデータまで作成されることは少ないが、試行が始まっている段階である。配筋の3次元データによる比較評価方法は、将来的に必要なと考えられる。</li> <li>・施工者や工事監理者の検査の結果に基づいて中間検査や完了検査も行われるため、施工者や工事監理者の検査でも活用できる。</li> <li>・ifcファイルに配筋2層目までの情報(奥行き方向の関係性)も必要である。</li> <li>・ifcファイルとBIMデータを重畳して確認できると分かり易くなるかもしれない。</li> <li>・ifcファイルにより施工後の3次元データが取得できるため、発注者とのコミュニケーションや、補修工事など維持管理のためにも役に立ちそう。</li> </ul>
------------	---

#### ② 3次元データ(ifcファイル)の確認



生成・保存された3次元データ(ifcファイル)の表示の様子

- ※8 鉄筋間隔誤差はシステム計測値と手計測値の差。手計測値にも誤差が含まれる
- ※9 壁配筋又は床配筋の1箇所を検査にかかる作業時間。検査前後の帳票準備等にかかる時間は含まない
- ※10 配筋検査システムを初めて使用した作業員へのヒアリング結果
- ※11 検査の知見を有する担当者による比較確認の評価結果

### ■ 実証結果の評価・分析

- ・配筋検査システムは検査に十分な計測精度で適合性があり、従来の目視や手作業による測定方法に代替可能であることを確認した。
- ・本実証では、配筋検査システムを使用することで作業人数50%削減、作業時間63%短縮が可能であることを確認した。また、作業員へのヒアリング結果から、配筋検査システムにより効率性や安全性が向上し、容易に計測可能であることを確認した。
- ・開発した3次元データ(ifcファイル)生成機能により配筋の3次元データを生成し、BIMデータとの比較確認が可能となった。
- ・3次元データ(ifcファイル)とBIMデータを比較確認する方法は、配筋検査の適合性判定を支援する可能性があり将来的に必要なこと、自主検査や中間検査、完了検査へ活用できることを確認した。今後、ifcファイルへの情報追加、表示方法の改善により、比較評価への支援効果が向上すると考えられる。また、ifcファイルにより施工後の3次元データを取得できるため、発注者への確認や、維持管理目的にも有用であることを確認した。

# 【類型9 前田建設工業株式会社】最終報告概要

対象業務（法令）

建築基準法第7条から第7条の4に基づく中間検査・完了検査

実証の全体像

建築基準法第7条に定める「完了検査」※1・「中間検査」※2については、「平成19年6月20日国土交通省告示第835号 確認審査等に関する指針」において、「目視」や「計測機器等」により確かめることが記載されており、検査員（建築主事等）が建築物等の現場に往訪し、目視等による確認をしなければならない。検査の項目のうち配筋検査は、「中間検査」実施のための日程調整、現場確認や「完了検査」時の(自主)検査記録確認、写真確認等に時間を要している。

本実証では、「現場での配筋状態を360°カメラで撮影したデータ」(図-1)と「躯体BIM」※3を重ね合わせる(図-2)ことで、測距可能なデジタルデータを構築し、遠隔地でも配筋検査、配筋写真管理に適用できる(図-3)こと、さらに測距精度や導入容易性などの観点から評価し、監理者・検査員が現場に臨場せずに、配筋検査に係る中間検査・完了検査を実施できることを目指す。

主な実証項目としては、測距精度の目標値設定とその検証、条件の異なる実物件における躯体BIMモデルと撮影データの重ね合わせ、写真帳票を作成し現行手法との比較などを行う。



ARマーカを墨等の基準点に合わせ設置

ARマーカも映像に写し込む

360度カメラにて動画撮影

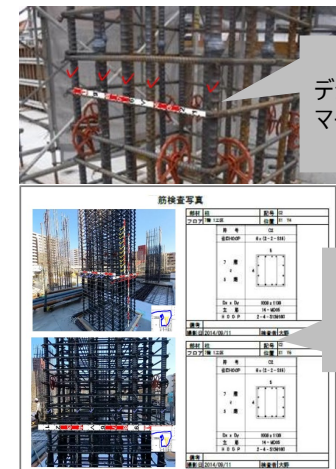


3Dモデル内のマーカ座標を認識させる

躯体BIMと重ね合わせ



画像確認により各項目をチェック



デジタルメジャー※4。マーカ一込で写真化

切出した写真から帳票出力

図-1 現場にて360°カメラで撮影

図-2 座標認識しモデルと重ね合せ

図-3 測距・検査記録・写真記録（WEB上で閲覧可能）

※1 施工された建築物の建築基準への適合性を建築主事等が施工終了時（完了）に検査するもの

※2 施工中の建築物の建築基準への適合性を建築主事等が施工段階（中間）に検査するもの

※3 建物の構造体をコンピュータ上に立体モデル化したもの（BIM：Building Information Modeling）

※4 デジタルデータ（3D）モデルの中で距離を計測するもの

# 【類型9 前田建設工業株式会社】最終報告概要

## 実証の内容

### ■ 技術実証の方法

#### 【開発・活用した技術・システムの内容】

- ・配筋360システム：建築物の構造体の鉄筋工事の施工管理を支援するシステム
- ・Insta360X3：2眼レンズにより、上下左右前後360°の動画を撮影することが出来るカメラ（市販品）

#### 【技術実証の概要】

1. 測距精度の目標値設定とデータ収集による精度確認：国土技術政策総合研究所・建築研究所へのヒアリングから目標値（98%の箇所において、誤差±5%）を設定し、撮影データを収集し、誤差を検証した。
2. 省力化規模：実証物件の対象フロアにて、現行の手法と本実証の手法とを現場内外の各作業それぞれについて比較した。
3. 改ざん防止：配筋360から作成した帳票写真が、一般社団法人施工管理ソフトウェア産業協会（J-COMSIA）が実施する「デジタル工事写真の信憑性確認(改ざん検知機能)検定」に合格することで、改ざんがされていないことを担保できるかを確認する。
4. 編集不可の原則：国土交通省より「デジタル写真管理情報基準」にて属性情報等の標準仕様を定めた基準を満たすことを確認する。
5. 写真精度：国土交通省の発行する「デジタル写真管理情報基準」に準拠する必要がある。また、複数名の設計監理者や当社の施工担当者による定性的な評価を行う。
6. 導入容易性・他分野展開性：利用者に使いやすさなどの観点からヒアリングを実施し、配筋360の導入の際の現場の受容度を確認する。また、他のICTツールとのコスト比較を実施する。

### ■ 実施場所・条件

異なる用途（①RC造集合住宅(実証の主物件)②鉄骨造事務所③RC造学校舎）の建物、異なる状況（基礎・地上）での実施を計画し、各物件の撮影対象となる階の躯体BIMモデルを準備。

ARマーカの設置条件：撮影範囲を決め、囲むように4か所以上の座標が判別できる箇所にマーカ（20cm角）の設置を行う。設置の際、3つ以上のARマーカを直線状に設置しない(図-4)。

天候条件：昼間での撮影を推奨（ライトが必要ない天空の照度があれば撮影可能）。ただし、躯体形状によっては梁底まで距離があり光量が不足する場合は、撮影が困難となる。



写真-1 実際の撮影の様子

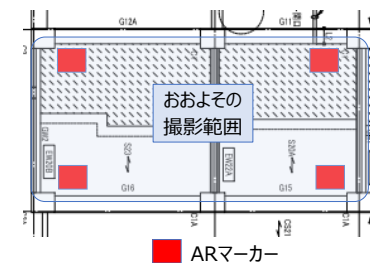


図-4 ARマーカの設置イメージ



# 【類型9 前田建設工業株式会社】最終報告概要

## 実証の結果

### ■ 結果概要

1. 精度：実証期間中、各現場に1mのメジャーを設置し、662個の精度検証データを取得し、デジタルデータ上で計測した結果、99.7%が寸法誤差±50mm（5%）以下となった。
2. 省力化効果：写真管理の作業工数について、現場での撮影では減少、事務所での帳票作成では増加したが、トータルでは44%程度の減少となった。
3. 改ざん防止：J-COMSIAに準拠するという実証事業者の考えに対し、国土交通省より問題ないとの回答を得た。対策を実施中で、システム完成時に実装を予定している。
4. 編集不可の原則：配筋360により切出した写真が「編集」に該当しないことを国土交通省を通じて確認した。
5. 写真の精度：配筋360により切り出した写真を既存の手法で作成した帳票と比較し、画質や画角など定性的に評価した。「写真管理項目」、「ファイル形式」、「ファイル命名規則」は今後実装する。「有効画素数等」が基準を満たすことを評価した。
6. 導入容易性・他分野展開性：建設現場で工事写真の担当者が撮影から帳票出力まで一連の流れを実施した。概算での導入コストを算出した。配筋写真についての撮影後、他分野への展開について関連部門・現場担当者などにヒアリングを行った。

### ■ 実証結果の評価・分析

各実証項目の結果から、以下の観点により評価・分析を以下に示す。

1. 対象業務（法令）に係るアナログ規制の見直しに資するか否か  
現在開発中の配筋360を活用することにより、システム上からの測距などを通じて、2024年の春～夏頃には検査官が遠隔にて確認することが可能になることが見込まれる。その理由は測距精度・導入容易性・撮影方法等の評価からにより、建築主事等の検査員が目視で現場を確認する現行の規制についての見直しに資するものと考えられる。
2. 実現場での技術等の活用・導入にあたってのポイント  
撮影に際してはカメラやシステムの使用方法などを半日～1日程度かけて習得する必要がある、部位ごとの撮影のポイントなどをマニュアル等により継続して整備していく。
3. 実証を通じて明らかになった課題や改善の方向性  
遠隔での検査の実施には、細部にわたる測距を撮影動画データ上で明示できるように、部材を多方向から撮影するといった作業手順の明確化が必要になる。それにより施工済みの箇所について、振り返って測距するといった場面での確認が可能であり、品質管理面での効果が期待できる。一方で、システム上でデータの入力ミスなどを防止する取組みも継続したい。
4. アナログ規制の見直しにあたり留意すべき点  
システム利用により、従来手法と全く同等の臨場検査を実施するには至らないものの、細部の計測については従来手法で確認し、情報共有するなどを組み合わせる事で、遠隔で検査することに対するハードルを下げ、規制緩和へつながると考える。

# 【類型9 株式会社ミラテクトローン】最終報告概要

## 対象業務（法令）

火薬類取締法施行規則第44条及び第44条の5の検査方法に従って行う火薬類製造施設・火薬庫の安全措置（表示、設置状況、爆発など防止措置）などの完成検査・保安検査

## 実証の全体像

火薬製造施設や火薬庫の完成検査や保安検査に関し、様々なデジタル技術を活用することによって、現在、目視や巻尺などを使って行われている検査手法を現地等に赴かずに実施することが可能かを検証した。

具体的には、検査対象のデータの取得、取得したデータの活用、データの記録・管理の3つの過程と検査対象に応じて、5つの実証を実施した。実証では、検査の精度とともに、効率的で安全な検査が可能か、人材や労力の節約、品質向上、エラーやミスの低減可否についても検証した。

実施した5つの実証の概要は以下のとおりである。

### ①映像データのリアルタイム配信

ドローンやiPad等のカメラで取得した映像を検査員がいる遠隔の事務所へリアルタイム配信して検査員が確認

### ②取得した点群データによる計測

ドローン搭載型、携帯型・地上型レーザスキャナ等で取得した点群データから三次元データを作成し、勾配や寸法等を計測

### ③AIによる画像検出

ドローンやiPad等のカメラで取得した静止画像・動画画像から設備などの有無等のAI検知結果を検査員が確認

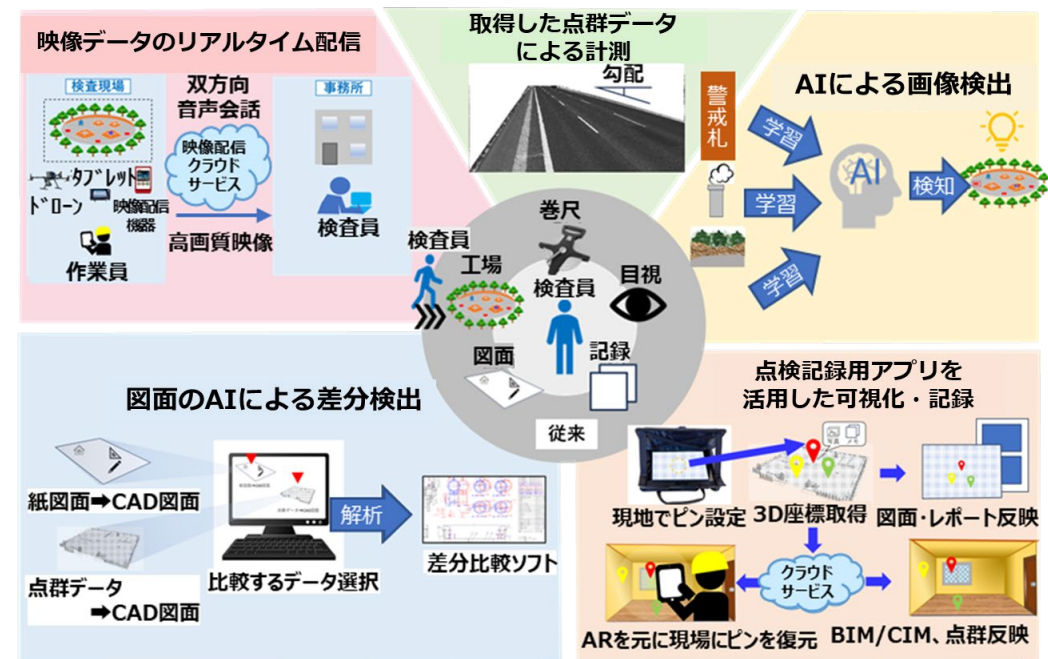
### ④図面のAIによる差分解析

ドローン搭載型、携帯型・地上型レーザスキャナ等で取得した点群データからCAD図面を作成し、既存の図面との差分をAIで検知して検査員が確認

### ⑤点検記録用アプリを活用した可視化・記録

点検アプリを用い、②で取得した点群データから作成したCAD図面や、iPad等に取り込んだ紙図面から作成したCAD図面上に、検査項目、計測結果等のメモや静止画データを登録しクラウド上にアップロードして遠隔にいる検査員が確認

## ＜実証の全体像＞



# 【類型9 株式会社ミラテクトローン】最終報告概要

## 実証の内容

### ■ 実証の方法・活用技術

実証項目	主な実施内容・方法	使用する主な技術・機器
①リアルタイム配信	1) ドローンに搭載したカメラによって取得した施設外観や施設周辺の映像データを遠隔地の検査員にリアルタイム配信し、遠隔から検査を行うことができるかを確認した。 2) タブレット内蔵のカメラにより取得した施設近傍や施設内の映像データを遠隔地の検査員にリアルタイム配信し、遠隔から検査を行うことができるかを確認した。	・ドローン (Matrice300 RTK) 、ドローン搭載用カメラ (Zenmuse H20T) ・タブレット (iPad Pro) ・配信システム (Zao-s、Zao Cloud View)
②点群データによる計測	1) ドローンに搭載したレーザスキャナ (LiDAR) により施設外観や施設周辺の点群データを取得した。 2) 携帯型・地上型のレーザスキャナ (LiDAR) により施設近傍や施設内の点群データ取得を取得した。 3) 上記1)と2)によって取得した点群データを3次元データ化し、対象物の間隔や勾配を計測し、点群の取得方法毎の精度も比較した。	・ドローン (Matrice300 RTK) 、ドローン搭載用レーザスキャナ (Zenmuse L1) ・タブレット (iPad Pro、デジスキャン) ・地上型レーザスキャナ (FARO S350) ・点群計測システム (TREND-POINT)
③AIによる画像検出	ドローンに搭載したカメラにより取得した施設付帯装置や施設周辺の静止画データからAIにより検査対象となる装置や設備を検出した。	・ドローン (Matrice300 RTK) 、ドローン搭載用カメラ (Zenmuse H20T) ・AI画像検出 (Yolov8、SAHI)
④図面のAI差分解析	1) 紙図面や地上型レーザスキャナ取得の点群データを用いて電子図面化を実施した。 2) 上記1)で電子化した図面と紙図面とをAI差分解析ソフトを用いて比較・差異を判別し、図面による検査の効率化等を検証した。	・電子図面化ソフト (AutoCAD、Revit) ・AI差分解析システム (MIIDEL7)
⑤点検記録アプリによる可視化・記録	点検記録アプリにより、電子図面化した紙資料や点群データを可視化表示するとともに、一元化した点検記録のデータを作成することによって、検査の省力化・効率化を実現できるかを確認した。	・点検記録アプリ (Pinspect、Pinspect Check+)

### ■ 実施場所・条件

- ・火薬メーカー工場 (危険工室・火薬一時置場・試験場・工場敷地の外周)
  - ・アンリツカスタマーサポート(株)厚木テクニカルオフィス (電波暗室)
  - ・火薬類関連施設の類似施設/場所 (レンタルして設置した2級火薬庫・火工所・火薬類取扱所、ミラテクトローングループの施設立体駐車場、能勢高原ドローンフィールド)
- ※実際に火薬類の取扱いがある施設においても実証をしたが、火薬が残置されていないことや火薬を持ち込むことの無い日程に限定して実証を行った。

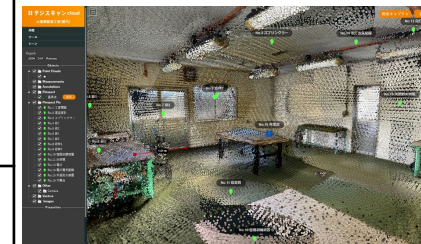
## ＜実証の様子＞



ドローンによる撮影状況



レーザスキャナによる点群取得



点検記録アプリの表示画面



# 【類型9 株式会社ミラテクトローン】最終報告概要

## 実証の結果 【1/3】

### ■結果概要

#### ①リアルタイム配信

撮影ポイントにもよるが、高度100m以上、撮影離隔200mのドローンの撮影によって、敷地内の比較的大きな構造物や付帯設備（ボイラー、煙突の有無等）を遠隔地からもリアルタイムで確認することができた。他方で、高高度からは対象物の詳細な構造や材質などの確認は困難であり、逆に離隔距離400mの低高度からの撮影では、高高度では屋根が死角となり映らなかった建物の標識が、画質の問題はあるが、撮影できた。

#### ②点群データによる計測

巻尺や傾斜計による実測値とレーザスキャナで取得した点群データとの測定値の平均誤差率は以下のとおりであり、距離や高さの計測については地上型は、6回の測定のうち1回を除きmm単位、ドローン搭載型は、4回の計測のうち1回を除き数cm、携帯型は、6回の計測がmm単位から10cmの範囲で均等にばらつく値の誤差になることを確認した。

- |                  |             |         |          |
|------------------|-------------|---------|----------|
| 1)携帯型レーザスキャナ     | 誤差率：距離2.05% | 高さ2.19% | 勾配9.85%  |
| 2)地上型レーザスキャナ     | 誤差率：距離1.48% | 高さ1.58% | 勾配11.72% |
| 3)ドローン搭載型レーザスキャナ | 誤差率：距離2.19% | 高さ1.99% | 勾配10.18% |

#### ③AIによる画像検出

2種類の学習モデル（(a)汎用的なデータセットで学習、(b)実証場所の現場撮影データで学習）を用いたAI検出を8種類の設備（警告札、2種類の避雷針、消火器、消火設備、貯水槽、ドラム缶、ボイラー）を対象に実施し、(b)の学習モデルでは、検出精度の値（mAP50の値）は平均89.5%となり、高い検出精度を実現できた。

※mAP50：IoU（予測した物体と正解の物体の交差領域の割合）の閾値を0.50にした時のmAPの値

#### ④図面のAI差分解析

レーザスキャナを活用して取得した点群データ及び紙図面をもとに電子図面を作成し、紙図面とのAI差分検出を行い、紙図面との差分箇所を検出することができた。

#### ⑤点検記録アプリによる可視化

点検記録アプリによって、タブレットのカメラを通じて3次元座標にデジタル付箋（ARとして表示されるピン）を設置するとともに、撮影画像の登録や日付、撮影内容、記事等のメモを入力した。このデジタル付箋は、点検記録アプリ利用時のAR空間や2D図面、3D点群データ上にも表示でき、点検が必要な場所を視覚的に把握することができた。

# 【類型9 株式会社ミラテクトローン】最終報告概要

## 実証の結果 【2/3】

### ■実証結果の評価・分析

各実証項目の評価にあたっては、精度、安全性、信頼性、工数及びコストの観点から、総合的に評価した。それぞれの実証項目の評価・分析結果の概要を以下で詳述する。

#### ①リアルタイム配信

- ・精度：ドローン撮影は、複数の撮影ポイントや撮影高度を組み合わせることで、検査可能な対象物を増やすことができる。携帯型カメラ撮影は、通信端末のスペック上画質が落ちるが、ズーム機能を使用することで検査に必要な画質の確保が可能であった。
- ・安全性：電波調査によりドローンや操縦装置からの電波の出力と周波数は、電子雷管の爆破に影響が低いことが確認できた。防爆仕様のドローンの実用化が進んでいないため落下範囲予測とジオフェンス機能で飛行を制限するリスク低減策が現実的な対応策となる。また、飛行条件（風速や高度）を考慮した上で係留装置の使用などを検討する必要がある。
- ・信頼性：配信映像の品質は通信状況やリアルタイム動画圧縮に影響を受けるため、通信環境やブロックノイズの防止が重要である。また、配信端末に内蔵されたGPSにより、正確な位置情報が受信側に表示され、場所の信頼性が担保される。
- ・工数・コスト：ドローン撮影による遠隔での検査と移動時間を含む従来方法での検査を比較した場合、同程度の時間となった。タブレットによる撮影であれば工数が減る見込となる。また、ドローン撮影のみで検査を代替する場合、初期費用は高額だが、施設全体の検査など広範囲をカバーする際には長期的にはコスト削減も期待できる。携帯型カメラとの併用により、さらなるコスト削減も見込まれる。被検査者の撮影で検査を遠隔から行うことができれば、検査員の交通費や労務費の削減も期待できる。

#### ②点群データによる計測

- ・精度：地上型レーザスキャナは最も精度誤差が小さかった。ドローン搭載型のレーザスキャナでも、検査に必要な項目を満足する精度であることが確認できた。他方で、携帯型レーザスキャナは、精度面で適用範囲を限定する必要がある。
- ・安全性：ドローン搭載型レーザスキャナや地上型レーザスキャナは人体に悪影響を及ぼさないものを活用した。携帯型レーザスキャナは屋内等移動が少ない場所での利用を前提とし、屋外・移動しながら利用する場合は転倒防止策（段差や障害物事前確認、作業エリア区分等）が重要である。レーザによる火薬類への影響までは検証できなかった。今後、火薬庫内部等で火薬類存在下でのレーザスキャナ利用にあたっては、事前の影響検証は必要と考えられる。
- ・信頼性：本実証では、いずれの機器にも動作不良は起きなかったが、環境条件を満たす仕様の機材を選定する必要がある。被検査者によるデータ改ざんリスクには、リアルタイム配信データとの整合性確認や検査者や委託事業者による点群データ化・計測の実施などの対策が取りうる。データ送信時漏えい・改ざんリスクには、データ暗号化などの対策が有効である。
- ・工数・コスト：地上型レーザスキャナは高額となるため、mm単位を求めるといった精度を求めないのであれば費用面で導入は難しい。

# 【類型9 株式会社ミラテクトローン】最終報告概要

## 実証の結果 【3/3】

### ③AIによる画像検出

- ・精度：汎用的なデータセットに基づく学習モデル（一般データによる学習モデル）は、検出精度が56.2%であるものの、異なる施設で共通して使用できることが見込める。一方、実証場所の現場撮影データに基づく学習モデル（現場データによる学習モデル）は89.5%の検出精度を示し、同じ形状の対象物を持つ施設に最適である。
- ・信頼性：風速5m程度の風速の中でもAI検出に必要な画像がドローンによる撮影で取得できた。ただし、雨天時の場合は、カメラレンズに水がついた場合、静止画のキャプチャが難しくなるため、防水カメラレンズなどの新技術の発展が期待される。被検査者によるデータ改ざんリスクには、改ざんできないデータ形式によるAI画像解析や解析結果の共有・管理対策、検査側でのAI画像解析等の対策が取りうる。これらの対策は、AI解析ソフト開発事業者や検査者・被検査者を含めた検討が必要である。データ送信時の漏えい・改ざんリスクはデータ暗号化が有効。
- ・工数・コスト：複数の検査対象施設の静止画像460枚の中から特定の検査箇所の静止画1枚を目視で抽出する場合、確認に1枚30秒かかるとして最大で約4時間と推定。一方、AI検知を使用すると460枚静止画投入と判定（1枚抽出）確認の作業のみで済み、数時間レベルの工数の短縮が見込まれる。また、遠隔地で行うことができれば、交通費の削減にもつながる。

### ④図面のAI差分解析

- ・精度：点群データから作成した電子図面の精度は紙図面と同等だったが、材質や内部構造の再現性に欠ける。また、紙図面と点群データから作成した電子図面との比較では、大きく差分が検出される傾向にあるため、建屋の構造や設備の判断が難しい場合がある。
- ・安全性：紙図面を電子化してタブレット端末に保存することで図面を持ち運ぶ際の利便性が向上できる。他方で、防爆エリアで活用するには防爆仕様のタブレットや防爆ケースが必要である。
- ・信頼性：紙図面の更新・修正が正確に行われていない可能性があることから、電子図面を作成する時点の図面の情報と実態が異なることも考えられることに留意する必要がある。被検査者によるデータ改ざんリスクには、点群データ取得までは実証項目②の対策と同様、図面電子化後のデータは改ざん防止が難しいため、負担増ではあるが検査者もしくは検査者からの委託事業者がAI差分解析までの一連の作業を実施するなどの対策が必要となる。実証項目③と同様に、AI解析ソフト開発事業者や検査者・被検査者を含めた検討が必要となる。データ送信時の漏えい・改ざんリスクには、データ暗号化などの対策が有効である。
- ・工数・コスト：差分解析AIで確認を行う場合は、一目で差分があることを確認できる表示がされるため、検査員による作業時間の差が発生しないことや人の目で確認する場合の見落とし等を抑止できることが考えられるため、従来手法と比較しても十分に効率化を図ることが可能だと判断した。コストについても、AI差分検出には、ソフトウェアのライセンス費用が必要になるが、人的ミスを抑止でき、同程度の工数で検査の精度を満足できれば優位性がある。

### ⑤点検記録アプリによる可視化

- ・精度：点検記録アプリにおいて、AR空間上にデジタル付箋（ピン）を配置することで、過去の点検内容や写真を参照することができ、点検が必要な箇所の見落とし防止や点検作業の効率化につながれることを確認した。作業手順・チェックリストをデジタル化するアプリを併用することで、過去の点検内容や写真も一元的に管理・参照できる。
- ・安全性：点検箇所をARで確認する際、タブレット画面に集中して移動することに伴う危険があるが、今回使用したアプリには、歩行速度が適切でない場合に注意を促す機能があり、一定の対策がとられている。
- ・工数・コスト：タブレット上で行う点検作業は写真撮影や記録管理を効率化し、紙ベースの点検と比較して資料作成や処理時間が削減される。点検記録のデータはアプリで一元的に管理され、必要に応じてレポート出力も容易であり、サーバー上でのデータ管理によりファイリング時間も短縮される。これに伴う管理業務のコストも削減できることが期待される。



# 【類型10 環境計測株式会社】最終報告概要

<p><b>対象業務 (法令)</b></p>	<p>鉱山保安法施行規則第18条第17号、第21条第1項第3号、第26条第1号、第29条第1項第16号、第17号及び第19号に係る定期検査</p>
<p><b>実証の全体像</b></p>	<p>鉱山廃水(坑廃水)の処理施設では、作業員が365日常駐し、河川に放流する水の安全を守るため、鉱山跡地から流出する坑廃水並びに水質処理を行った処理水の水質検査を手作業により実施している。本実証では、以下の①～③の実証項目を実施することにより、人力でアナログな手法により実施されている現状の水質検査・水質監視をデジタル化し、効率化・省人化が可能か実証を行った。</p> <p>① <b>センサーによる連続監視</b>：使用するセンサーは、簡易のpH計<sup>1)</sup>・EC計<sup>2)</sup>および水位計とした。センサー類の稼働に必要な電源は、給電が困難な場所でも対応できるようソーラーパネルを用いた独立電源とした。</p> <p>② <b>測定結果の精度確認</b>：センサーにより取得した水質データが現行の手作業による水質検査結果と同等以上の精度であるか確認した。また、必要な点検頻度や点検時の校正結果を検証した。</p> <p>③ <b>遠隔監視システムの構築</b>：連続監視結果を遠隔地で確認できる遠隔監視システムを構築し、関係者が水質データの確認や異常値の通報を受けることができる体制を構築した。遠隔監視システムは、携帯電話通信が利用できない地域を想定し衛星通信を用いた。またAI水質管理システムを構築し、水質処理状況の監視、異常値の検出を機械的に行うことで、人手により実施している水質監視の効率化を図った。</p> <p>* 1) pH：水の性質を示す単位の一つで、0～14の数値で表される。pH7を中性とし、7より小さい場合は酸性、大きい場合はアルカリ性となる。河川放流の基準としてpH5.8～8.6が定められている。</p> <p>* 2) EC：物質中の電気の流れやすさを表す指標であり、水質では溶液中に含まれるイオンの量(溶液に溶け込んだ物質の量)に比例して、値は大きくなる。坑廃水では値が大きいほど、鉱山由来の物質が多く溶け込んでいると考えられる。</p>

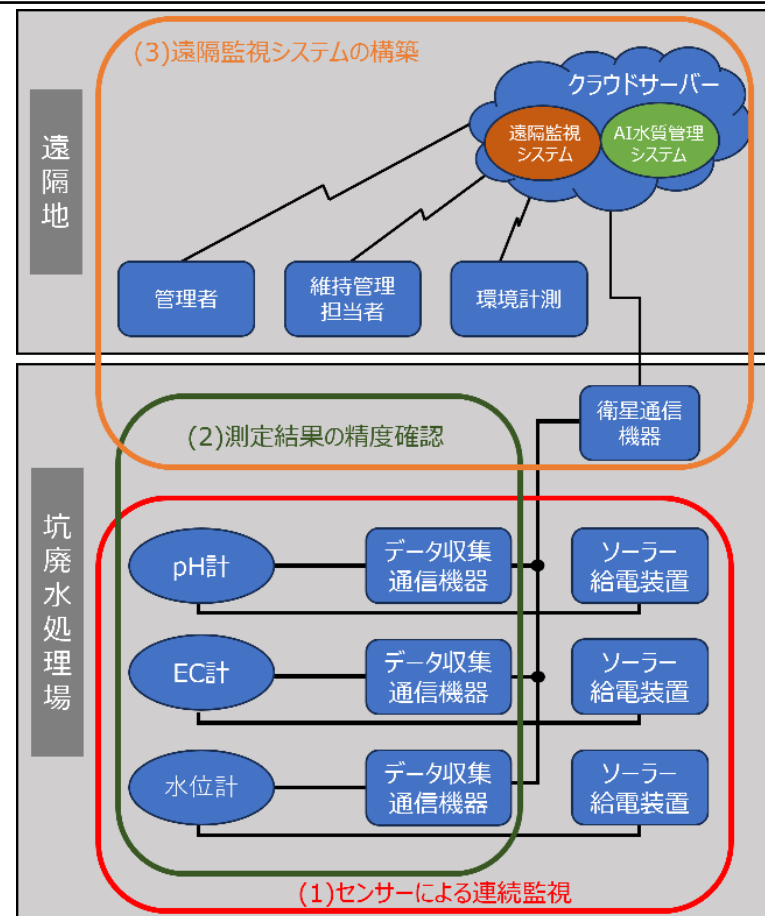
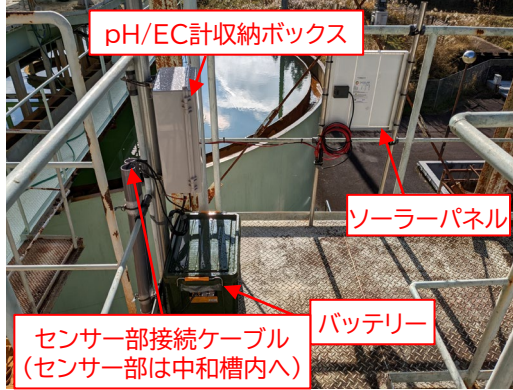


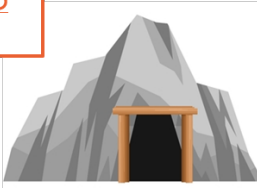


図 技術実証の全体像

# 【類型10 環境計測株式会社】最終報告概要

<b>実証の内容</b>	<p>■ 実証の方法</p> <p>① <u>センサーによる連続監視</u>: 入手が容易な簡易センサー(MM-42DP 東亜DKK社製)等により、水質監視に必要なデータを取得。ソーラーパネルを用いた独立電源により、センサー類や特定小電力無線機器の連続稼働を実現した。</p> <p>② <u>測定結果の精度確認</u>: センサーによる水質データと従来の方法での観測結果を比較し、その精度を確認した。また、必要な点検頻度や点検時の校正結果を検証した。</p> <p>③ <u>遠隔監視システムの構築</u>: 遠隔地におけるデータ監視を実現する遠隔監視システムを衛星通信(Starlink)を用い構築した。AI技術を活用した水質管理システムにより異常値を自動で検知するシステムを構築した。</p>	 <p>図 センサー及び独立電源装置の設置状況</p>
<b>実証の結果</b>	<p>■ 実施場所・条件 実施場所: 福知山鉾山坑廃水処理場(京都府福知山市) 実証期間: 令和5年11月7日～令和6年2月16日</p> <p>■ 結果概要 センサーによる連続水質監視では、ソーラーパネルによる独立電源によりセンサー類を問題なく稼働させ、水質データを連続で取得できた。測定結果の精度は、従来の手法と大きな差が出ることなく同等の精度で計測することができた。遠隔監視システムの構築では、遠隔地での水質データの確認が可能となり、かつ、異常値が検出された場合の関係者へのメール発報も実施できた。一方で衛星通信に関しては、独立電源では電力不足となり、安定稼働ができなかったため、商用電源に切り替えて実施した。また、AIを用いた水質管理システムは、教師データ不足のため、異常値の検出精度に課題を残した。</p> <p>■ 実証結果の評価・分析 「センサーによる連続監視」、「測定結果の精度確認」、「遠隔監視システムの構築」により、坑廃水処理場における水質監視への活用可能性が確認された。この導入により、水質管理のための現地作業は1回/週の頻度となり、かつ、従来の方法と同等以上の精度を担保した連続での水質監視が可能であると考えられた。このため、従来の人手による水質監視の代替が可能であり、遠隔監視により緊急時の対応などについても合理化できると考えられた。</p>	

# 【類型11 KDDIスマートドローン株式会社】最終報告概要

<b>対象業務（法令）</b>	鉱山保安法第26条第1項に基づく鉱山における作業監督業務
<b>実証の全体像</b>	<div style="display: flex; flex-direction: column;"> <div style="margin-bottom: 10px;"> <p><b>現行業務の概要</b></p> <p>鉱山における作業時等では、施設・設備や作業の監督者が現場に専任で監督業務にあたることが求められている。集積場においては、捨石、鉱さい又は沈殿物等の鉱業廃棄物及び坑廃水の流出を防ぐ施設・設備を設け、定期的に現地で点検を行い保安全管理を行っている。</p> </div> <div style="margin-bottom: 10px;"> <p><b>実証の目的</b></p> <p>本実証では、施設・設備や作業を管理・監督する者が現場で行う業務について、デジタル技術を活用することにより、実効性・安全性を確保しつつ、遠隔での業務を実施可能とするモデルを構築することで、業務の合理化・効率化や、働き方の選択肢の拡大等を図ることを目的とする。</p> </div> <div style="margin-bottom: 10px;"> <p><b>実証の手法</b></p> <p>本実証では、石炭及び石油天然ガス鉱山において、適切な通信環境を構築し、「ポート付きドローン」を用いた実証を行う。ポート付きドローンが着火源となり得るリスク等も踏まえたうえで鉱山施設の現場で行っている安全管理の監督業務の遠隔からの実施が可能か検証を行う。</p> </div> <div style="margin-top: 20px;"> <p><b>活用する技術と技術実証のイメージ</b></p> <div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: flex-start;"> <div style="width: 30%; border: 1px solid #0056b3; padding: 5px; background-color: #e6f2ff;"> <p style="text-align: center; color: white; font-weight: bold;">事業所</p> <p style="font-size: small;">ドローンから送られる映像を基に作業状況の監視、安全管理を実施できるか実証</p>  </div> <div style="width: 35%; text-align: center;"> <p>Starlink (低軌道衛星通信)</p> <p>4 G LTE</p> <p style="color: #0056b3; font-weight: bold;">映像共有</p> <p>Starlink、4 G LTE等からそれぞれ適切な通信方式を選択し通信</p> </div> <div style="width: 30%; border: 1px solid #0056b3; padding: 5px; background-color: #e6f2ff;"> <p style="text-align: center; color: white; font-weight: bold;">鉱山施設の現場を想定した環境</p> <p style="text-align: center; font-size: small;">ポート付きドローンが自動巡回し、映像を撮影</p> <div style="border: 1px solid #0056b3; padding: 5px; margin: 5px 0; color: #0056b3; font-size: x-small;">                     ドローンの格納、充電が可能なドローンポートと連携したドローンを活用することで、現場無人でのドローン運用が可能となる                 </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;"> <p style="color: #0056b3; font-weight: bold; font-size: small;">ポート付きドローン</p>  </div> <div style="text-align: center;">  <p style="color: #0056b3; font-weight: bold; font-size: small;">秩父鉱山</p> </div> </div> </div> </div> </div> <div style="margin-top: 20px; background-color: #fff9c4; padding: 10px;"> <p><b>ドローンによる代替作業の一例：</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 堤体の点検：亀裂、はらみ出し（法面の一部が膨らんだ状態になること）、崩壊はないか</li> <li>・ 排水路・排水路口の点検：土砂・石・流木等による排水の妨げはないか</li> <li>・ 集水堰及びポンプ設備（配管を含む）の点検：堰堤の崩壊・漏水・配管の破損はないか</li> <li>・ 巡視路の点検：落石・倒木・巡視路の崩壊はないか</li> </ul> </div> </div>
<b>実施期間</b>	2023年10月13日～2024年1月31日



# 【類型11 KDDIスマートドローン株式会社】最終報告概要

## 実証の内容 (1/2)

### ■活用する技術の概要

- ポート付きドローン (Matrice30 & DJI Dock) : ドローンの自動充電や格納が可能なポートとそれと連携するドローン。現地に人がいなくてもインターネット通信を用いて、遠隔で自律飛行制御、充電、撮影した画像のアップロードが可能。
- 低軌道衛星通信 (Starlink) : 低軌道衛星と通信することで、空が開けており、衛星を捕捉できる場所であれば山間部等でもインターネットに接続可能。

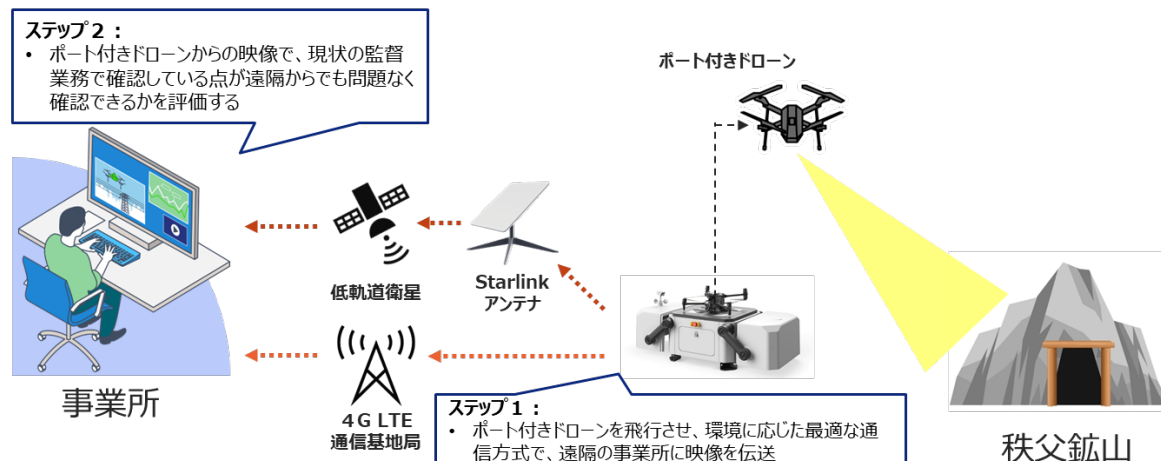


### ■技術実証項目

#### 作業監督者が鉱山施設の現場で行っている安全管理の監督業務の遠隔化（正常系実証）

- ポート付きドローンが正常に動作している場合、撮影する映像をリアルタイムに遠隔の事業所に伝送することで従来の現場での監督業務と同程度の管理が可能であるか、業務の合理化・効率化が可能であるか鉱業権者へのヒアリング及び机上検討をもとに検証を行った。

#### 技術実証の実施概要（正常系）



#### 実証ケースにおける確認項目と実証パターン

ケース	確認項目	パターン
A 飛行高度	高度毎に撮影対象がどこまで認識できるか	3高度（現地樹高等をもとに決定）
B ルートの再現性	同じ設定における撮影アングル・動画のズーム幅がどこまでであるか	同一ルート、設定で2回程度のフライトを実施

# 【類型11 KDDIスマートドローン株式会社】最終報告概要

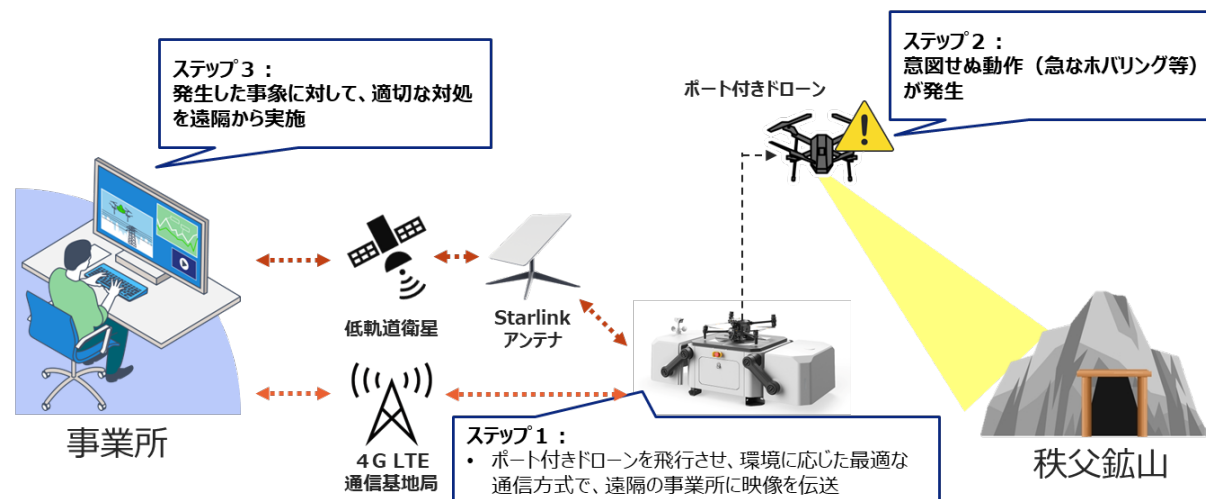
## 実証の内容 (2/2)

### ■技術実証項目

#### 作業監督者が鉱山施設の現場で行っている安全管理の監督業務の遠隔化（非正常系実証）

- ポート付きドローンの活用にあたり、イレギュラーな事態が発生した場合を想定し、その状況に対して遠隔からの指示等で対処が可能か検証を行った。
- 想定される各リスクのうち、実証可能なものに対して、問題なく想定通りの動作が行われるかを確認した。

### 技術実証の実施概要（非正常系）



### 想定するリスクに対する実証内容

想定するリスク	実証内容	確認項目
自律飛行停止	遠隔から自律飛行中の一時停止および安全な場所への退避が問題なく実施できるかを確認する	OK / NG
バッテリー低下	バッテリーが閾値以下になるまで飛行させ、フェールセーフが適切に発動されるか確認する	OK / NG
障害物への衝突	構造物にドローン機体を近づけ、衝突防止センサが適切に発動するかを確認する	OK / NG

### ■実施場所・条件

- 秩父鉱山（雁掛・第一堆積場）株式会社ニッチツ秩父事業所：鉱山環境下での正常系実証・非正常系実証の実施
- コードベースキッツ：模擬設備を用いた非正常系実証の実施

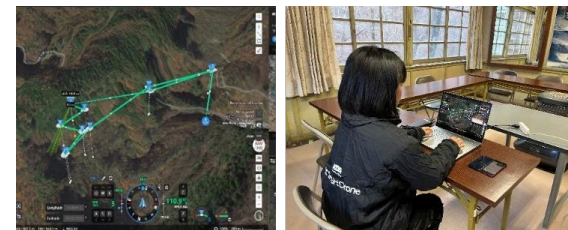
# 【類型11 KDDIスマートドローン株式会社】最終報告概要

## 実証の結果 (1/2)

### ■ 結果概要 正常系実証

- 雁掛堆積場内は、周辺の山の斜面がポートまたは送信機からドローンへ送信される電波を遮断するため、安全性を考慮して高度100mのみの飛行で撮影を行った。第一堆積場では、100、120、140mの高度別に同一ルート・設定で各2回自律飛行を行い、ドローンの機体が飛行する経過点の位置精度及び同じ設定で撮影を行った。
- カメラ位置によるルートの再現性の評価の結果、センチメートル単位の高い精度で制御可能であることが示された。
- 鉱業権者へのヒアリングの結果、沢水排水路点検、非常排水路口点検、巡視路点検は、土砂・石・流木等の妨げがないか確認可能であり、配管点検は、配管が破損していないかが確認可能であったため、点検対象が樹木で覆われていない場合、ポート付きドローンは点検に活用可能である。
- 法面点検、場内及び周囲水路点検、法尻堰堤（集水堰）点検については、現地での目視確認や計量・測量を必要とするため、一部項目の点検に活用可能である。
- 全ての点検項目について、設備の機能が失われていないかの判断に用いることができるため、台風や集中豪雨などの非常時の影響の初動判断に有効である。

遠隔で自律飛行制御を行う様子



雁掛堆積場における撮影画像

WIDE 1X

(焦点距離4.4mm; 35mm判換算24mm)

Zoom 10X

(焦点距離44.48mm; 35mm判換算240mm)



Zoom 16X

(焦点距離75.04mm; 35mm判換算405mm)



Zoom 16X

(焦点距離75.04mm; 35mm判換算405mm)



切替排水路堰堤



切替排水路口

点検場所	切替排水路口・切替排水路堰堤
点検項目	土砂・石・流木等の妨げは無いか

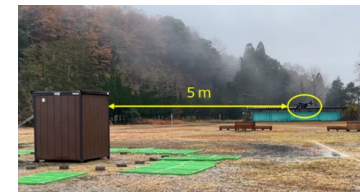


# 【類型11 KDDIスマートドローン株式会社】最終報告概要

## 実証の結果 (2/2)

### ■ 結果概要 非正常系実証

- 自律飛行停止の検証：ドローンのタスク管理プラットフォームによる制御により、自律飛行を停止できることを検証した。
- バッテリー低下時のホーム帰還の検証：バッテリーが閾値（残量30%）以下になるまで飛行させ、フェールセーフが適切に発動し、安全にホームポイントに帰還することを確認した。
- 障害物への衝突回避の検証：事前に設定した警告距離5mの範囲内に障害物を検出した場合、警告距離以下の範囲内に障害物を検出すると、自動でブレーキがかかり、衝突を回避することを確認した。



障害物の衝突回避の実証の様子



自律飛行停止の実証の様子

### ■ 実証結果の評価・分析（正常系・非正常系）

ポート付きドローンを用いることにより、作業監督者が鉱山施設の現場で行っている安全管理の監督業務の遠隔化による「作業時間の短縮」、「作業の省力化」が実現することのみならず、「安全性の向上」により従事者の罹災防止や鉱山災害防止に寄与する。以下のようなメリットも想定されることから、アナログ規制の見直しに資すると考えられる。

#### 鉱山におけるポート付きドローンの活用のメリット

##### ① 経験年数の少ない者や高齢者の罹災防止：

ポート付きドローンによる点検により経験年数の少ない者や高齢者に多い転落・落下などの罹災を防止することができる。


##### ② 作業の記録や管理等のDX化による、鉱山災害の未然防止や原因究明の容易化：

点検記録・管理等のデジタル化が促進されることにより、災害の未然防止、原因究明に向けた点検データの活用、作業関係者でのリスクに共有のためのコミュニケーション活動等を促し、鉱山全体での保安管理に役立てることができる。

##### ③ 近年激甚化している地震、台風、豪雨等の自然災害の発生に備えた、迅速な状況判断・意思決定の容易化：

地震、台風、豪雨等の自然災害の発生時に、現地に行かずして、現場の状況を速やかに把握することができるため、鉱山災害発生防止に向けた取るべき対策の意思決定を速めることができるため、社会的なインパクトは大きいと考えられる。

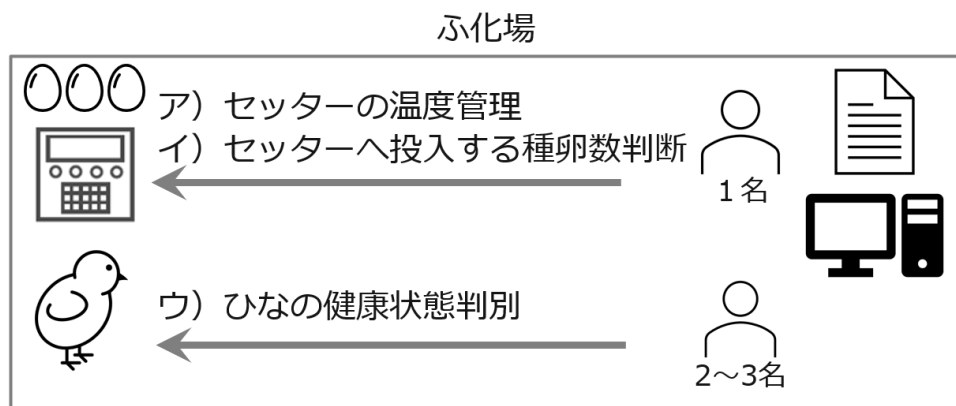
# 【類型12 株式会社Ridge-i】最終報告概要

<b>対象業務（法令）</b>	養鶏振興法第7条第1項第2号に定めるふ化場における技能・経験を有する者の業務																				
<b>実証の全体像</b>	<p>                     ■ 本技術実証の全体像                      本技術実証における対象業務は、以下の表1に示す3つとし、①現場業務の遠隔化と②判断業務の自動化の2つの観点からの実証を実施した。その結果から、従来技能者が現場に常駐して実施していた巡視や判断を遠隔化、自動化した新たな業務モデルの構築に関する考察と、それが可能な場合の業務効率化、省人化の有効性を考察した。                 </p> <p>                     ■ 実証方法                 </p> <ul style="list-style-type: none"> <li>                         ①現場業務の遠隔化では、現場から離れた環境で業務上の判断に必要なデータ（ふ卵機の温度、ひなの見た目情報、ひなの商品化率等の過去データ）をデジタル化した上で、「遠隔モニタリングシステム」を介して必要なデータを閲覧することで、技能・経験を有する者と同等の精度で業務を実施できるかを検証した。                     </li> <li>                         ②判断業務の自動化では、遠隔モニタリングシステムで取得したデータや過去データを活用した「データ分析用AIモデル」を構築し、技能・経験を有する者と同等の精度でふ化場業務に関わる判断を実施できるかを検証した。                     </li> <li>                         業務実態に即した評価をするに当たり、国内ふ化場へのアンケートやふ化場の技能者によるテストを実施した。                     </li> </ul> <p style="text-align: center;">表1 本技術実証における対象業務と実証の観点</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="2" style="text-align: center;">対象業務</th> <th colspan="2" style="text-align: center;">実証の観点</th> </tr> <tr> <th style="text-align: center;">項目</th> <th style="text-align: center;">業務概要</th> <th style="text-align: center;">①現場業務の遠隔化</th> <th style="text-align: center;">②判断業務の自動化</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">ア) セッターの温度管理</td> <td>セッター（自動ふ卵機）にて種卵を保温する際に、温度・湿度・空調用ダンパーの数値及び機械の故障の目視監視を行う</td> <td style="text-align: center;">○</td> <td style="text-align: center;">-</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">イ) セッターへ投入する種卵数判断</td> <td>種鶏場情報やひなの過去の商品化率情報を元に、ひなの発注数に対して適切（=ひな発生過不足無し）な種卵数を経験に基づき推計する</td> <td style="text-align: center;">○</td> <td style="text-align: center;">○</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">ウ) ひなの健康状態判別</td> <td>発生したひなを目視で確認し、健康状態不良が疑われるひなについては、触ってひなの状態（大きさ、ひなの活力、奇形の有無等）の確認を行う</td> <td style="text-align: center;">○</td> <td style="text-align: center;">○</td> </tr> </tbody> </table> <div style="text-align: right; margin-top: 10px;">  <p>写真1 ひなの健康状態判別業務（現在の手法）</p> </div>	対象業務		実証の観点		項目	業務概要	①現場業務の遠隔化	②判断業務の自動化	ア) セッターの温度管理	セッター（自動ふ卵機）にて種卵を保温する際に、温度・湿度・空調用ダンパーの数値及び機械の故障の目視監視を行う	○	-	イ) セッターへ投入する種卵数判断	種鶏場情報やひなの過去の商品化率情報を元に、ひなの発注数に対して適切（=ひな発生過不足無し）な種卵数を経験に基づき推計する	○	○	ウ) ひなの健康状態判別	発生したひなを目視で確認し、健康状態不良が疑われるひなについては、触ってひなの状態（大きさ、ひなの活力、奇形の有無等）の確認を行う	○	○
対象業務		実証の観点																			
項目	業務概要	①現場業務の遠隔化	②判断業務の自動化																		
ア) セッターの温度管理	セッター（自動ふ卵機）にて種卵を保温する際に、温度・湿度・空調用ダンパーの数値及び機械の故障の目視監視を行う	○	-																		
イ) セッターへ投入する種卵数判断	種鶏場情報やひなの過去の商品化率情報を元に、ひなの発注数に対して適切（=ひな発生過不足無し）な種卵数を経験に基づき推計する	○	○																		
ウ) ひなの健康状態判別	発生したひなを目視で確認し、健康状態不良が疑われるひなについては、触ってひなの状態（大きさ、ひなの活力、奇形の有無等）の確認を行う	○	○																		

# 【類型12 株式会社Ridge-i】最終報告概要

従来

技能・経験を有する者が常駐して品質管理を実施



【実証対象となる業務の説明（現在の手法）】

ふ化場に技能者が常駐し、セッター（ふ化機）の定期的な巡視や受注情報および過去の商品化率等のデータを基にしたセッターへ投入する種卵数判断、ふ化したひなの健康状態の判別をしている。

【デジタル化後の業務の説明（目指す姿）】

遠隔モニタリングシステムを使用することで、現場から離れた環境でも現場と同等の精度でセッターの温度管理やセッターへ投入する種卵数判断、ひなの健康状態判別が可能となる。また、データ収集やデータ分析基盤の構築により、技能者の判断が必要な業務（セッターの温度管理、セッターへ投入する種卵数判断）の自動化が可能となる。

技能・経験を有する者が遠隔で品質管理を実施  
またはデジタル技術導入による判断業務の自動化を実施

■ : 遠隔モニタリングシステム (①現場業務の遠隔化)  
■ : データ分析用AIモデル (②判断業務の自動化)

デジタル化後

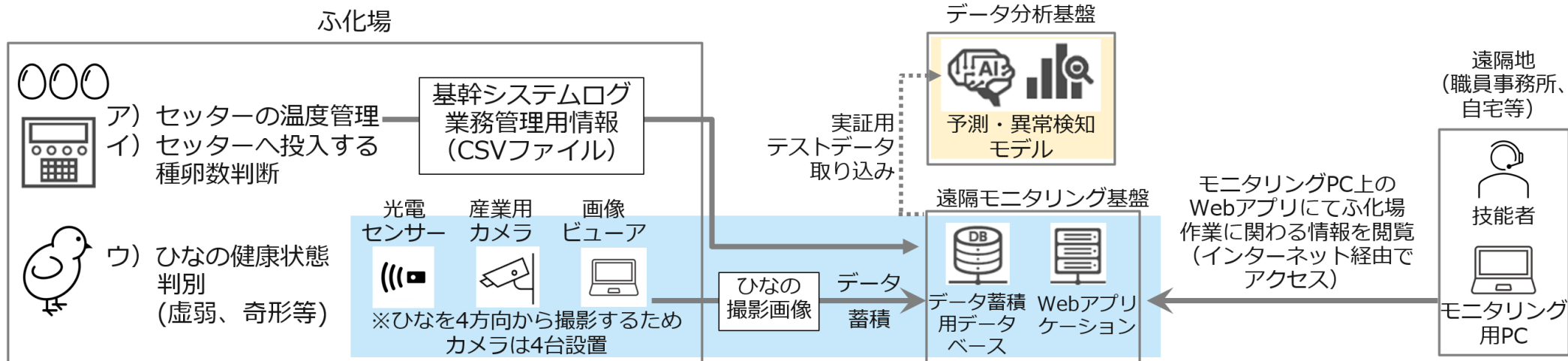


図1 本技術実証の全体像



# 【類型12 株式会社Ridge-i】最終報告概要

## 実証の内容

### ■ 開発・活用した要素技術及びシステムの内容

#### ○遠隔モニタリングシステム

- ・AWSサービス（Amazon Lightsail）を用いてWebアプリケーションを構築。
- ・東芝テリー製産業用カメラ（BG160MCG）、画像ビューア（TeliViewer）、オムロン製光電センサー（E3JK-DR12）を用いてひなを4方向から自動撮影可能なカメラ撮像装置を構築し、遠隔業務及びAIモデル用学習データに活用。

#### ○データ分析用AIモデル（以降、AIモデルと表記）

- ・統計的処理、画像解析、機械学習技術及びふ化場データを活用して、セッターへ投入する種卵数の予測モデル、ひなの異常（健康状態不良）検知モデルを開発。

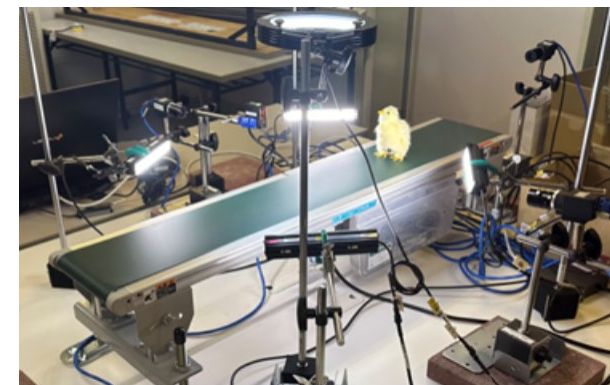


写真2 ひな撮影用カメラ撮像装置  
(産業用カメラにて4方向から自動撮影)

### ■ 実施場所・条件

- ・たまご&ファーマーズ株式会社千葉孵化場において業務経験年数の異なる技能者を2名～3名選定の上テストを実施した。
- ・②判断業務の自動化におけるテストデータには「ふ化場のセッターから取得したデータ」「ふ化場所有する種卵数判断用データ（過去の入卵・発生実績、商品化率等）」「ふ化場に構築したカメラ撮像装置で取得したひなの画像データ」等を利用した。

## 実証の結果

### ■ 結果概要

- ・ ①現場業務の遠隔化では、ア) セッターの温度管理、イ) セッターへ投入する種卵数判断について汎用性や取得データの内容等を踏まえ、ふ化場への導入可能性や現場と同等精度の業務の実現性の評価を行い、評価項目3件中すべてを満足し、現場と同等精度で業務を実施できることを確認した。
- ・ ②判断業務の自動化では、イ) セッターへ投入する種卵数判断について汎用性や精度等に関する種卵数自動判定の実現性の評価を行い、評価項目4件中3件を満足し、AIモデルが現場と同等精度の判断が可能であることを確認した。
- ・ ウ) ひなの健康状態判別の業務は、①遠隔化及び②自動化ともに、現在と同等精度では困難であることを確認した。

### ■ 技術実証結果の評価・分析

- ・ア) イ) の業務は①遠隔化、②自動化が可能であり、常駐要件を緩和することで技能者の負担軽減ができる可能性がある。
- ・ウ) のように手の触覚等も使いひなの微細な健康状態を察知する必要のある業務は、現行規制の維持が適切と判断する。

# 【類型13 株式会社テクノジックアート】最終報告概要

<p><b>対象業務（法令）</b></p>	<p>公害紛争の処理手続等に関する規則第64条第1項等に基づく記録の閲覧              鉱業等に係る土地利用の調整手続等に関する法律第39条第2項に基づく調書の閲覧</p>
<p><b>実証の全体像</b></p>	<p><b>実証の方針</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 任意のPC、タブレット端末、スマートフォン等の情報デバイスからインターネットを利用して、デジタル化された文書を閲覧申請者に対してのみ閲覧申請部分を閲覧させ、複写・改ざんさせない。</li> <li>● 任意の情報デバイスから閲覧可能とするが、閲覧情報の目的外利用や違法な第三者への提供を防止する。</li> </ul> <p><b>実証事項</b></p> <p>本技術実証のために開発した文書閲覧用のシステム（以下、実証システム）によって、指定した場所において立会人監視下で行われている記録等の閲覧業務（図2）に関して、以下の事項を実現できるか確認する。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 文書の閲覧を任意の情報デバイス上で稼働する文書閲覧アプリケーションからインターネットを利用して、閲覧申請者に閲覧を許可した文書だけを、閲覧申請者本人だけに閲覧させ、文書の複写や改ざんを防止する。</li> <li>● 文書閲覧アプリケーションで閲覧した文書の目的外利用や違法な第三者への提供を防止する。</li> </ul> <div data-bbox="537 768 1567 1320" data-label="Diagram"> </div> <p style="text-align: center;">図1: 実証システム全体像</p> <div data-bbox="1640 768 2446 1320" data-label="Diagram"> <p><b>閲覧申請者の一連の手続</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 記録文書の閲覧申請</li> <li>・ 公的機関等の閲覧室等の場所に出向く</li> </ul> <p><b>立会人（監視）</b></p> <p><b>立会人の確認項目</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 閲覧申請者本人か？</li> <li>・ 申請以外の文書を閲覧していないか？</li> <li>・ 写真撮影していないか？</li> <li>・ 文書の改ざんをしていないか？</li> </ul> <p style="text-align: center;">図2: 現状の業務</p> </div>

# 【類型13 株式会社テクノロジックアート】最終報告概要

## 実証の内容

### ■ 実証の方法

実証システムは、前ページ図1のとおり、本人認証サーバー、文書管理サーバー、文書情報管理サーバー、文書識別サーバー、文書閲覧アプリケーション、アプリケーションサーバーから構成し、Amazon Web Servicesのクラウド上に配置した。

モジュール	利用した技術（製品）	用語説明
①本人認証サーバー	OpenID(Keycloak) ワンタイムパスワード発行(Google) ワンタイムパスワード受信(GoogleAuthenticator)	<b>ブロックチェーン</b> データを保持するブロックをチェーンのように繋ぎ、複数のサーバーで同一のコピーを分散保有する仕組みで、データの改ざん耐性が高いデータベース。 <b>NFT</b> Non-Fungible Tokenの略で、代替不可能な唯一無二の「一点物」の価値を表すデータのトークン。本実証では、閲覧申請者に付与される文書の閲覧許可として使用している。 <b>RestAPI</b> アプリケーションとアプリケーションサーバーとの対話を可能にする アプリケーション・プログラミング・インタフェース (API または Web API) 。本実証では、文書閲覧アプリケーションの要求を受け、実行結果を返すために使用している。
②文書管理サーバー	ドキュメント管理システム(KeepData)	
③文書情報管理サーバー	ブロックチェーン(Rablock)	
④文書識別サーバー	NFT(Rablock)	
⑤文書閲覧アプリケーション	画像AI解析(覗き見防止ソリューション)	
⑥アプリケーションサーバー	RestAPI Java言語	

### ■ 実施場所・条件

Amazon Web Services クラウド上に構築された実証システムを使用し、遠隔地においても実証を行える環境を構築した。

公害等調整委員会事務局の会議室において、公害等調整委員会事務局メンバーに対して実証システムを理解していただくために、実証システムに関するプレゼンテーション、及びデモンストレーションを実施した。

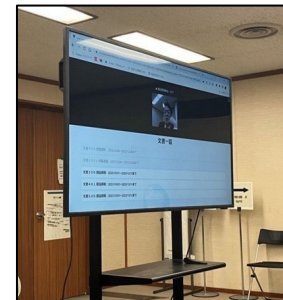


図3: 公害等調整委員会事務局でのデモ



# 【類型13 株式会社テクノロジックアート】最終報告概要

## 実証の結果

### ■結果概要

実証事項を次の6つの機能に分割し、機能ごとの評価方法に機能性、信頼性、セキュリティ、互換性の観点から複数の評価項目を設定して評価を実施した。

- 機能①（閲覧申請者が任意の情報デバイスからインターネット経由で利用できる）
- 機能②（閲覧申請者のみに文書を閲覧させる）
- 機能③（閲覧申請をした文書のみを閲覧申請者に閲覧させる）
- 機能④（システムに保管されている文書の複写を防止する）
- 機能⑤（システムに保管されている文書の改ざんを防止する）
- 機能⑥（閲覧申請者が閲覧している文書について、第三者による覗き見等を防止する）

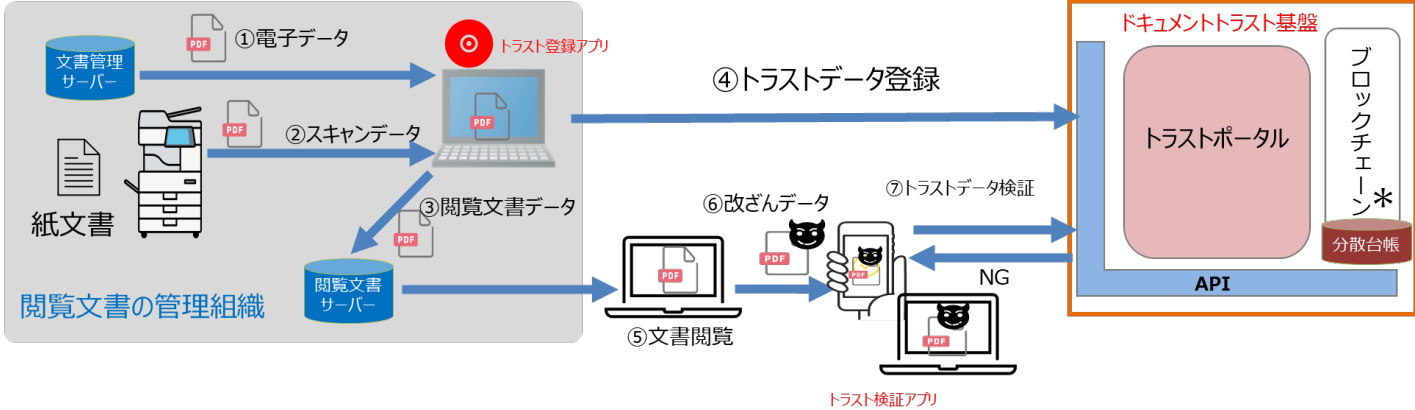
※P1の図1の機能①～⑥の点線はこれらの機能の実証システム内での関連を表している。

### ■結果の評価・分析

評価の結果から6機能で合計39個の評価項目のうち、以下の3つの評価項目を確認することができなかったが、本実証で使用した技術は対象業務をデジタル化するために活用可能と考えられる。

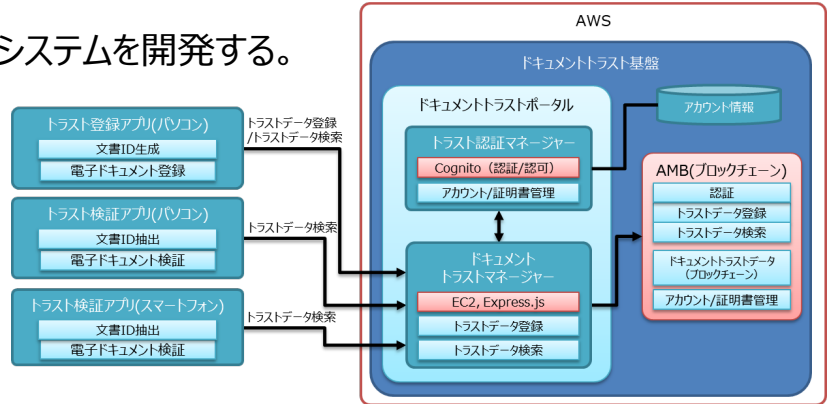
評価項目の内容	評価項目の評価結果・分析
文書閲覧アプリケーションにログイン後、操作の時間がシステム側で設定したタイムアウト時間を経過した後、継続して文書閲覧アプリケーションが使用できないことを確認する。	検証時には切断されず文書閲覧アプリケーションを使い続けることができた。検証後の調査で本人認証サーバーの設定では正しく動作しないことが判明し、文書閲覧アプリケーションの機能として実装することで問題は解決できると判断した。
WindowsPC、MacPC、iPad、iPhone、Androidスマートフォンにおいて文書閲覧アプリケーションの機能により画面キャプチャーが行えないように制御できることを確認する。	画面キャプチャーを制御するためには、文書閲覧アプリケーションを情報デバイスの基本ソフト上で稼働するアプリケーションとして開発することが考えられる。Webアプリケーションではなくなるため、基本ソフトごとにアプリケーションを開発・保守しなければならなくなる。
文書閲覧が可能である状態で、ペンで書写しを行っているかどうかを、カメラ画像をAI解析により確認する。	検証では、筆記具を検出しないケースが多くあったが、画像解析を行うAIが筆記具に関する学習をより多く行うことで、より高い精度で筆記具を検出できると考えられる。

# 【類型13 一般社団法人ビジネス機械・情報システム産業協会】最終報告概要

<p><b>対象業務（法令）</b></p>	<p>公害紛争の処理手続等に関する規則第64条第1項等に基づく記録の閲覧                  鉱業等に係る土地利用の調整手続等に関する法律第39条第2項に基づく調書の閲覧</p>
<p><b>実証の全体像</b></p>	<p>公的機関の閲覧室等で行われる文書閲覧について、オンラインで閲覧申請者本人のみに情報を提供するモデルを構築し、監視立会人不要とし、利便性向上を目指す必要がある。しかし、デバイス上での閲覧では、AI技術等で文書をデータ化して情報が改ざんされ、流用されるリスクがある。情報を改ざんすること自体を完全に防ぐのは難しいため、電子化された閲覧文書の改ざんの有無を判定できる以下の実証システムの有用性を実証する。</p> <p>【実証システム】</p>  <p>【実証の全体像】</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>①電子データ/②スキャンデータを③閲覧文書データとして閲覧文書サーバーに登録する。</li> <li>③閲覧文書データの文書IDを信頼登録アプリで取得し、取得した文書IDや閲覧文書の管理組織名を含む④信頼データ登録を行う。                  ※信頼データには、個人情報は一切含まない。</li> <li>オンライン環境でパソコン等による⑤文書閲覧を行い、パソコン等に表示された情報を改ざんして、⑥改ざんデータを生成する。</li> <li>生成した⑥改ざんデータの⑦信頼データ検証を行う。</li> <li>システムが正常に動作した場合、⑥改ざんデータの文書IDは③閲覧文書データの文書IDと異なり、④信頼データ登録の情報と異なるため、改ざん有無の判定が可能となる。</li> </ol>

\* ブロックチェーンは、情報通信ネットワーク上にある端末同士を直接接続して、取引記録を暗号技術を用いて分散的に処理・記録するデータベースの一種です。

# 【類型13 一般社団法人ビジネス機械・情報システム産業協会】最終報告概要

<p><b>実証の内容</b></p>	<p>■ 実証の方法 ドキュメントトラスト基盤、トラスト登録アプリ、トラスト検証アプリから構成される下図のシステムを開発する。閲覧文書データの改ざんしたデータを作成し、改ざん検知を検証する。 検証は以下手順で実施した。</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 閲覧文書ファイルの作成</li> <li>2. 閲覧文書のトラスト登録</li> <li>3. 閲覧文書のトラスト検証、結果確認</li> <li>4. 閲覧文書の表示</li> <li>5. 閲覧文書からの改ざん文書作成</li> <li>6. 改ざん文書の検証、結果確認</li> </ol>  <p>■ 実施場所・条件</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 実施場所 <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ 一般社団法人 ビジネス機械・情報システム産業協会 会議室 (システム評価)</li> <li>➢ 公害等調整委員会事務局 会議室 (システムデモ)</li> </ul> </li> <li>2. 実施条件 <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ 情報デバイスの種類を制限していないこと。</li> <li>➢ インターネット利用を前提とすること。</li> <li>➢ 文書の複写・改ざんがなされたことを検知することを検証すること。</li> </ul> </li> </ol>
<p><b>実証の結果</b></p>	<p>■ 結果概要 トラスト登録した閲覧文書のトラストは属性情報とともに正常に確認され、未登録及び改ざんされた閲覧文書はトラスト登録されていないことが確認でき、想定通りの結果が得られた。</p> <p>■ 実証結果の評価・分析 「ドキュメントトラスト基盤」技術を用いて、デジタル化された閲覧文書の複写・改ざんを判定できることを確認した。この技術導入により、改ざん・改変を検出可能なシステムを構築可能である。</p>

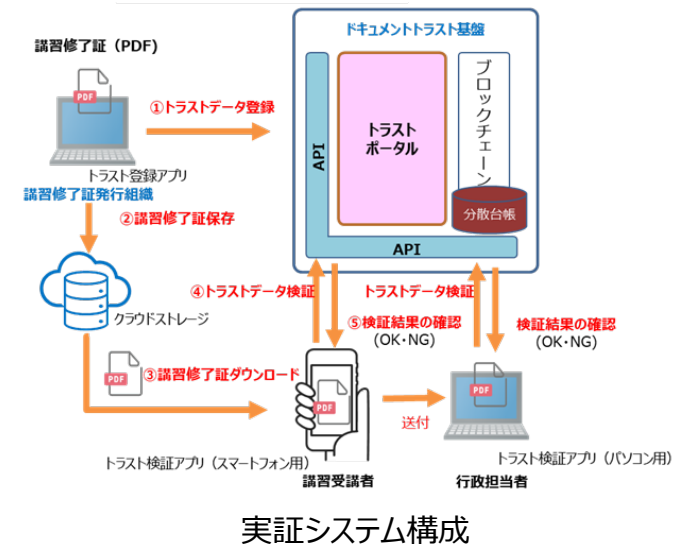


## 【技術実証の結果】

<b>実証の結果分析</b>	<p>■ 今後の検討事項</p> <p><b>1. ドキュメントトラスト基盤</b></p> <p>今回は実証期間の関係もあり、最低限のドキュメントトラスト基盤の機能実装や構成（対応OS、対応デバイス等）とした。将来、このドキュメントトラスト基盤をドキュメントの改ざん検知手段として社会実装する際には、システム連携用のソフトウェア開発キットやWebAPIを活用し、修了証のトラストデータの登録を自動化することで、登録担当者の作業を簡便化することが可能となる。また、公的認証機関との連携も重要であり、官公庁や地方自治体、民間企業等で安全に利用するためには、アカウントの信頼性を確保した認証基盤が必要となる。</p> <p><b>2. 他の法令や規制への活用の可能性</b></p> <p>「ドキュメントトラスト基盤」は、デジタル化された文書のトラストを担保する共通の社会インフラを目指している。アナログ規制の見直し、公文書管理への活用、マイナポータルとの連携、さらには異なる事業者間で流通するドキュメントの安全性の確保が可能となる。これにより、各省庁や地方自治体の業務におけるアナログ規制の見直しに活用されるとともに、文書管理システムや文書生成アプリケーションとの連携が実用化され、さまざまな産業での活用が期待されるものである。</p>
----------------	---

# 【類型14 一般社団法人ビジネス機械・情報システム産業協会】最終報告概要

<p><b>対象業務（法令）</b></p>	<p>電気工事士法第4条の3第1項の規定に基づく第一種電気工事士定期講習                  電気工事士法施行規則第4条の2第1項の規定に基づくネオン工事資格者認定講習及び非常用予備発電装置工事資格者認定講習                  電気工事士法施行規則第4条の2第2項の規定に基づく認定電気工事従事者認定講習</p>
<p><b>実証の全体像</b></p>	<p>対象法令では、法令に基づく資格取得等に際し、認定基準として法定講習の受講義務を定めている制度があるが、その法定講習では、公的及び民間認定機関による対面での講習及び紙媒体での修了証の発行が行われている。本実証では、講習修了証のペーパーレス化を目指して、電子化された講習修了証の改ざんの有無を判定する手段の技術実証を行い、講習実施機関への適用性を評価する。</p> <p>なお、講習の現場における実用可否等については、一般財団法人電気工事技術講習センター（EEI）、学識経験者、一般社団法人ビジネス機械・情報システム産業協会（JBMIA）から構成される評価委員会を設置し、講習の現場や専門家の視点も交えて評価する。具体的には右図のシステムを開発し、以下の手順で検証する。</p> <p>①PDF形式で出力した講習修了証のトラストデータ（文書IDや属性情報）をトラスト登録アプリでドキュメントトラスト基盤に登録し、②講習修了証PDFはクラウドストレージに保存する。③講習受講者はクラウドストレージから講習修了証PDFをダウンロードして、④・⑤トラスト検証アプリで真正性を検証する。</p>

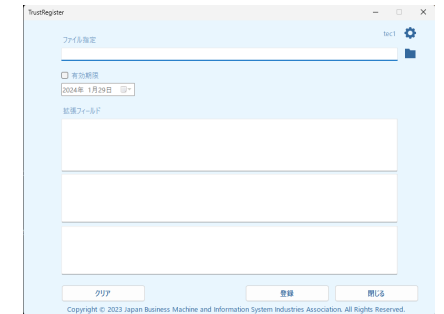


## 実証の内容

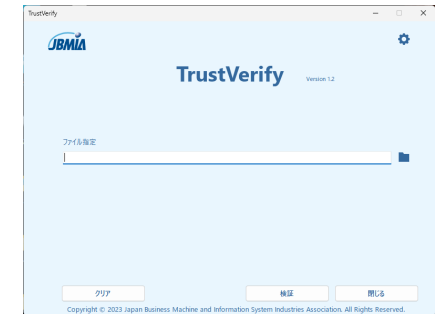
### ■ 実証の方法

講習修了証PDFを保存するクラウドストレージとドキュメントトラスト基盤/トラスト登録アプリ/トラスト検証アプリから構成されるシステムを開発し、講習修了証データの改ざん検知を検証する。アプリ等の各構成要素の具体的な機能・役割は以下のとおりである。

1. ドキュメントトラスト基盤  
真正性を担保するためのトラストデータ（文書ID、属性情報）を管理する。  
クラウド（AWS）上に実装したシステム全体である。
2. トラスト登録アプリ  
電子データのトラストデータ（文書IDや属性情報）をドキュメントトラスト基盤に登録するソフトウェアである。
3. トラスト検証アプリ  
電子データのトラストデータ（文書IDや属性情報）を検証するソフトウェアである。
4. クラウドストレージ  
クラウドストレージは、電子データをユーザアカウント毎に登録とダウンロードする機能を有する。



トラスト登録アプリ（パソコン版）



トラスト検証アプリ（パソコン版）

### ■ 実施場所・条件

実施場所：一般社団法人ビジネス機械・情報システム産業協会の会議室においてシステム評価及びシステムデモを実施。

#### 実施条件：講習修了証PDFの作成方法

本実証における講習修了証PDFは、現在紙で発行されている既存の認定講習修了証、定期講習修了証を元に作成した。講習修了証PDFは架空の修了者を想定して作成している。

#### 本実証で扱う「改ざん」の内容

本実証で扱う「改ざん」は一般的な改ざん方法として、PDF編集ソフトを使用した改ざん及びパソコン画面のキャプチャー画像を使用した改ざんで行う。



## 実証の結果

### ■ 結果概要

講習修了証PDFのクラウドストレージへの登録及び認証コードを用いた二段階認証を用いたログインでダウンロードできることが確認できた。

トラスト登録した講習修了証PDFのトラストはトラストデータで正常あることが確認され、未登録及び改ざんされた講習修了証PDFはトラスト登録されていないことが確認でき、想定通りの結果が得られた。

### ■ 実証結果の評価・分析

#### 1. 講習実施機関及び受講者環境において導入可能な、汎用性の高い技術となっているか。

- 評価基準に基づき、講習修了証の登録・検証操作の容易性や効率性が確認され、ペーパーレス化に必要な要件を満たしており、現場に導入可能であると評価された。
- 紙修了証と講習修了証PDFの工数比較において、講習修了証PDFには一部不利な点があるものの、評価委員からは講習修了証PDFの工数には改善の余地があり、金額面では優位性があると指摘があった。
- 評価委員の指摘を踏まえ、講習修了証PDFを用いた運用の最適化に向けた改善策が整理され、今後の改善に向けた取りまとめが行われた。

#### 2. 講習修了証PDFの真正性及び情報をデジタル環境下で簡便に確認することができるか。

- 講習修了証の登録・検証デモに基づき、真正性及び情報のデジタル環境下での確認が容易であると評価された。
- システムの操作性、トラストデータの登録・検証、ドキュメントトラスト基盤の負荷・パフォーマンステスト結果などが問題なく確認され、安定した運用が期待される。

#### 3. 講習修了証及び含まれる情報を複写・改ざんすることが可能となっていないか。

- 登録・検証デモを通じて、改ざん検知が可能であり、アプリケーションソフト操作によってトラストが保証されなくなることが確認できた。

#### 4. 講習受講者の個人情報流出を防止する仕組みを含んでいるか。

- 機能詳細説明と登録・検証デモに基づき、ドキュメントトラスト基盤システムではトラストデータのみを取り扱い、個人情報には含まない設計であることが確認された。
- クラウドストレージは、認証コードを用いた二段階認証により不正アクセスに対するセキュリティ対策が採られていることが確認された。

## 【技術実証の結果】

### 実証の 結果分析

#### ■ 今後の検討事項

##### 1. ドキュメントトラスト基盤

今回は実証期間の関係もあり、最低限のドキュメントトラスト基盤の機能実装や構成（対応OS、対応デバイス等）とした。将来、このドキュメントトラスト基盤をドキュメントの改ざん検知手段として社会実装する際には、システム連携用のソフトウェア開発キットやWebAPIを活用し、講習修了証のトラストデータの登録を自動化することにより、登録担当者の作業を簡便化することが可能となる。また、公的認証機関との連携も重要であり、官公庁や地方自治体、民間企業等で安全に利用するためには、アカウントの信頼性を確保した認証基盤が必要となる。

##### 2. 定期講習修了証等PDF化

法定講習修了証のPDF化とトラスト基盤への登録・検証の実現のためには、省令・告示改正等が必要となる。また、講習申込時における本人確認の実施、講習修了証PDFのドキュメントトラスト基盤への一括自動登録等を導入することにより、業務の効率化が可能となる。具体的には、PDF作成とストレージ機能をECシステムに組み込み、ECシステム内でPDFを作成するとともに、修了者がマイページからPDFをダウンロードすることにより、作業の大幅な効率化が期待できる。また、その他の法定講習修了証PDF化や国家資格試験の合格証PDF化・資格証発行に適用できる。

##### 3. 他の法令や規制への活用の可能性

「ドキュメントトラスト基盤」は、デジタル化された文書のトラストを担保する共通の社会インフラを目指している。アナログ規制の見直し、公文書管理への活用、マイナポータルとの連携、さらには異なる事業者間で流通するドキュメントの安全性の確保が可能となる。これにより、各省庁や地方自治体の業務におけるアナログ規制の見直しに活用されるとともに、文書管理システムや文書生成アプリケーションとの連携が実用化され、さまざまな産業での活用が期待されるものである。

# 【類型14 日本電気株式会社】最終報告概要

<p><b>対象業務(法令)</b></p>	<p>電気工事士法第4条の3第1項の規定に基づく第一種電気工事士定期講習          電気工事士法施行規則第4条の2第1項の規定に基づくネオン工事資格者認定講習及び非常用予備発電装置工事資格者認定講習          電気工事士法施行規則第4条の2第2項の規定に基づく認定電気工事従事者認定講習</p>
<p><b>実証の全体像</b></p>	<p>現在法定講習で実施されているオンライン講習では、受講者の本人性及び受講態度の確認に人手を要するなど、アナログな運用が行われておりデジタル技術の活用による効率化の余地がある。          そこで有人監視の改善手段として、日本電気株式会社(NEC)の顔認証技術を用いた「リモート本人確認サービス」を活用したオンライン講習モデルにて模擬講習を行い、オンライン講習中の不適切行為(他人によるなりすましや居眠りなどの受講者が適切に受講していると確認できない行為)の疑義検知、講習実施者への検知記録の通知及び受講者への視覚的警告について不適切行為の抑制・防止効果を含めてフィジビリティ検証を行うとともに、現行の法定講習への適用性について評価を行う。本実証は、顔認証技術に係る技術的知見とソリューションを有するNEC、本実証の対象業務に係る講習試験を実施している一般財団法人電気工事技術講習センター(EEI)が共同で実施する。</p> <div data-bbox="537 863 1567 1320"> <p>オンライン講習モデル</p> <pre>             graph TD               subgraph Learner [受講者]                 L1[事前準備 本人確認用の 顔画像の登録]                 L2[当日 講習受講]               end               subgraph Instructor [講習実施者]                 I1[本人確認結果と受講態度を記録 (管理ポータルから参照可)]                 I2[結果通知 (リアルタイム)]                 I3[顔認証基盤の 情報を分析し、 不適切行為の 疑義を検知]                 I4[管理ツール]                 I5[本人確認結果 ・疑義検知結果]               end               subgraph Cloud [クラウド 顔認証基盤]                 C1[顔登録Webサービス]                 C2[オンライン講習サービス]                 C3[リモート本人確認サービス]               end               L1 -.-&gt; C1               L2 -.-&gt; C2               C2 -.-&gt; C3               C3 -.-&gt; I1               I1 -.-&gt; I2               I2 -.-&gt; I3               I3 -.-&gt; I4               I4 -.-&gt; I5               I5 -.-&gt; L2               I5 -.-&gt; I6[受講者への注意喚起]               I6 -.-&gt; L2               I6 -.-&gt; I7[受講者]               I7 -.-&gt; I6           </pre> <p>● 顔認証サービス ● 現行の講習</p> </div> <div data-bbox="1579 863 2469 1320"> <p><b>カメラプレビュー</b></p> <p>受講端末のカメラ映像(受講者の受講状況)が表示される。枠色変化により受講者への視覚的警告を行う。</p> <p><b>講習コンテンツ</b></p> <p><b>受講端末画面</b></p> </div>



# 【類型14 日本電気株式会社】最終報告概要




## 実証の内容

### ■ 実証の方法

対象法令に係る現行の講習形態(定時受講方式)において、NECの顔認証技術を活用したオンライン講習モデルによる模擬講習を行い、顔認証サービス\*の自動監視による不適切行為(なりすまし/離席/居眠り/よそ見/覗き込み)の抑制・防止効果を検証するとともに、講習実施者が行う本人性及び受講態度の確認の効率化など、現行の講習形態への適用性評価を行う。

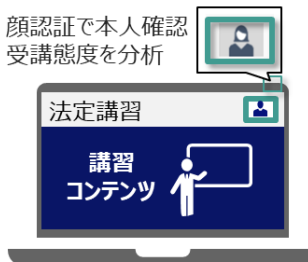
\*受講端末のカメラから不定期に受講者の本人性及び受講態度の確認を行い、不適切行為の疑義がある場合に講習実施者へ検知記録(疑義者/行為種別/時刻/証左画像)を即時通知する。講習実施者は、リモート本人確認サービスの管理ツールから検知記録を任意のタイミングで参照でき、受講者の不適切行為の有無を確認できる。受講者の画面上では、講習コンテンツのページ隅にカメラプレビューが表示され、不適切行為の疑義がある場合にカメラプレビューの枠色を変化させることで、講習受講を妨げることなく視覚的に受講者に警告を行う。

警告色の意味

-  (緑枠) 本人確認に成功
-  (黄枠) 顔を検出できない  
又は
-  (赤枠) 本人確認に失敗

カメラプレビュー(緑枠)

顔認証で本人確認  
受講態度を分析



法定講習

講習  
コンテンツ

受講者の画面

■ 実施場所・条件 ※「Zoom」の名称は、Zoom Video Communications, Inc.の商標または登録商標  
 オンライン講習形式の模擬講習(オンラインツール(Zoom)による講習コンテンツ配信)  
 受講者:106人、講習時間:2時間、実施場所:受講者の勤務地・自宅等(38都道府県)

講習コンテンツの  
受講サイトへアクセス

## 実証の結果

### ■ 結果概要

オンライン講習モデルが技術的/運用的に実現可能であることを確認できている。

- ・不適切行為の疑義検知精度(99.1%)は評価基準値(98%)を満たす
- ・受講者へのアンケート調査 「理解しやすい仕様」(96%)、「受講の妨げでない」(91%)、「受講意識を促された」(51%)

### ■ 実証結果の評価・分析

オンライン講習モデルは、不適切行為疑義に対して評価基準値を満たす検知精度を備え、講習実施者が行う受講者の本人性及び受講態度の監視負荷の軽減効果、及び受講者に対する不適切行為の一定の抑制・防止効果を有している。加えて、オンラインツール(Zoom)及び既存のオンライン講習サービスに適用可能な汎用性の高いモデルと言える。

