

# プラントにおけるドローン活用事例集 Ver3.0

2021年3月

石油コンビナート等災害防止3省連絡会議  
(総務省消防庁、厚生労働省、経済産業省)

## 2. 実証実験の事例

### ③屋外での実証事業（2020年度）

経済産業省委託事業「令和2年度新エネルギー等の保安規制高度化事業」の中で、JSR株式会社千葉工場においてドローン活用実証実験を実施した。本実験に関する内容や実験に際してのリスクアセスメント・リスク対策、実験結果について示す。

なお、本章はVer3.0作成にあたり新規に追加した。

# 実証実験の実施概要

## 実証実験の位置づけ

2019年にまとめた「プラント内における危険区域の精緻な設定方法に関するガイドライン」（防爆ガイドライン）に基づき、非危険区域として再評価したエリア内において至近距離でのドローン飛行も可能になったが、ドローン操作時の影響など、特有のリスクや課題が存在している。そこで、「令和2年度新エネルギー等の保安規制高度化事業」において、プラント内で従来は危険区域として、ドローンが入ることができなかった範囲を含めた定期点検や日常点検を実現するための検証のため、また、従来の危険区域内であるための特有の安全対策の有効性の確認や課題の有無を確認するため、実証実験を実施した。

## 概要

危険区域の精緻な設定を行い、非危険区域となった(1)稼働中のプラントの上空のドローンの巡回飛行、(2)高所設備の至近距離の飛行による撮影および、(3)従来の危険区域の外側をドローン飛行させプラント内を撮影する実証実験を実施した。

## 日程及び場所

日程：2020年12月18日（金）

場所：JSR株式会社 千葉工場

## 使用したドローン

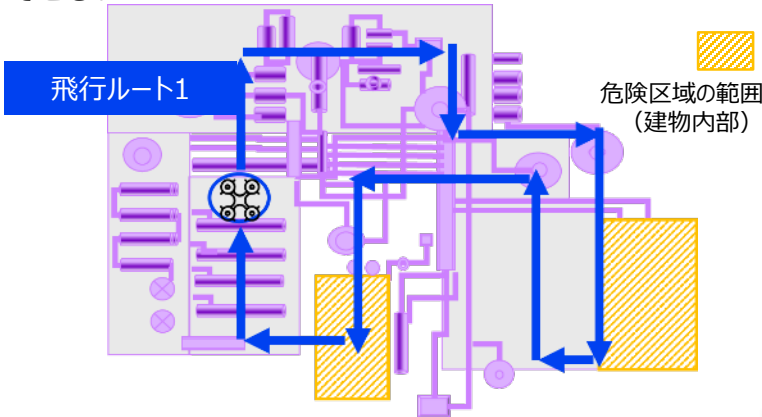
実験に使用したドローンの機能・性能は以下である。

項目	機能・性能
最高速度	10m/sec(水平)、2m/sec(垂直)
最高高度	150m
機体重量	3.15kg
電波到達距離	500m以内
最大風圧抵抗	10m/s
最大飛行時間	33分（カメラ・ジンバル搭載時）
飛行方式	自律（VSLAM／GPS）、マニュアル（飛行中に切り替え可能）
誘導精度	• VSLAM > GPS（※ただし、VSLAMの使用は、通常高度20m以下に制限される） • GPSの場合、通常数mの誤差
安全対策	• 操作信号が途絶えた場合、指定地点へ帰投
搭載カメラ	Sony QX30U、他市販カメラを搭載可能

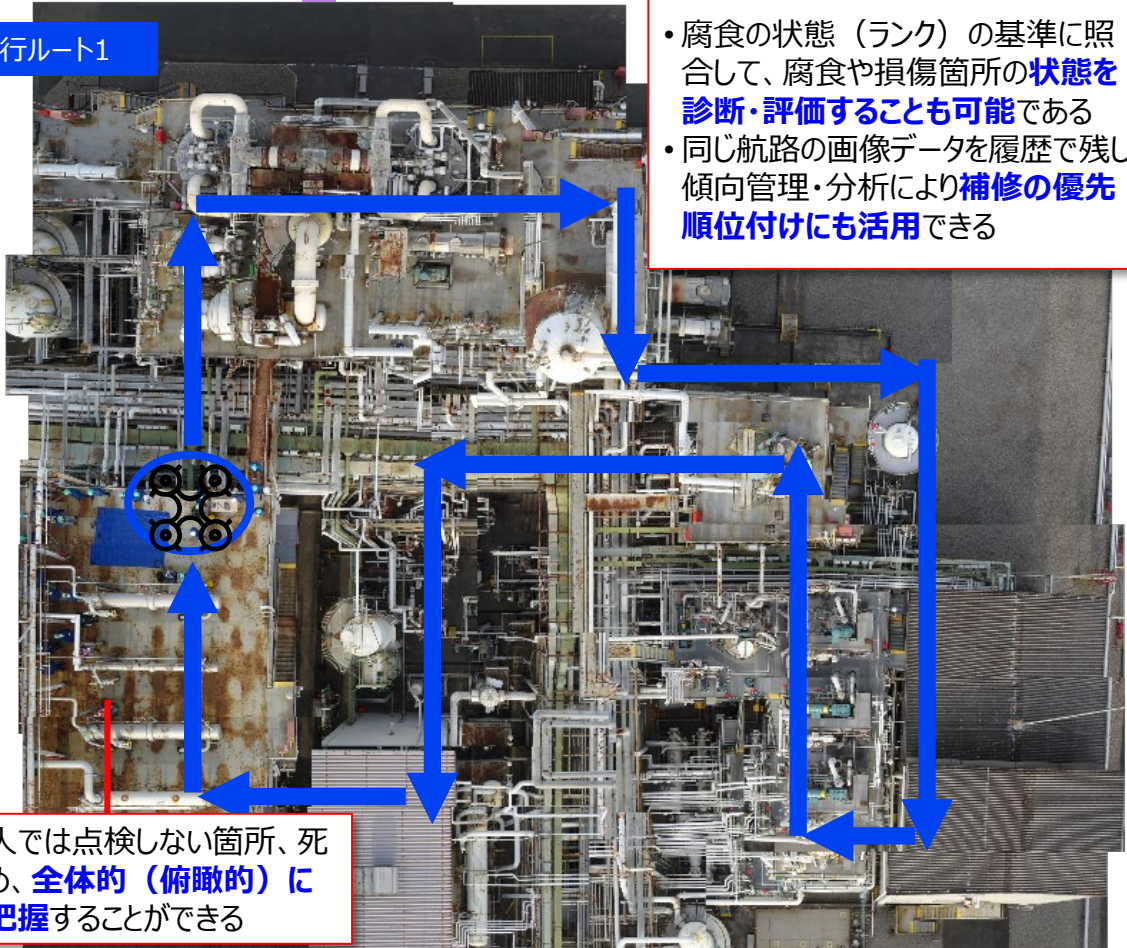
# 実験結果とドローン活用の有効性

飛行ルート1：ポリブタジエン樹脂製造施設（稼働中）全体の上空を巡回撮影した。

従来の人では点検しない箇所を含め全体的（俯瞰的）に状況を把握できることにより、複数人（回）での確認・評価、見逃しの防止によりプラント保安の精度向上に期待できる。



飛行ルート1



- 腐食の状態（ランク）の基準に照合して、腐食や損傷箇所の**状態を診断・評価することも可能**である
- 同じ航路の画像データを履歴で残し、傾向管理・分析により**補修の優先順位付けにも活用**できる

- 従来の人では点検しない箇所、死角も含め、**全体的（俯瞰的）に状況を把握**することができる

飛行ルート1 稼働中プラント上空から撮影  
(全体巡回インターバル撮影した画像を組合せ)

# 実験結果とドローン活用の有効性（つづき）

**飛行ルート2**：ポリブタジエン樹脂製造施設（稼働中）全体の上空を巡回しながら、飛行高度を下げ、設備に接近、撮影した。

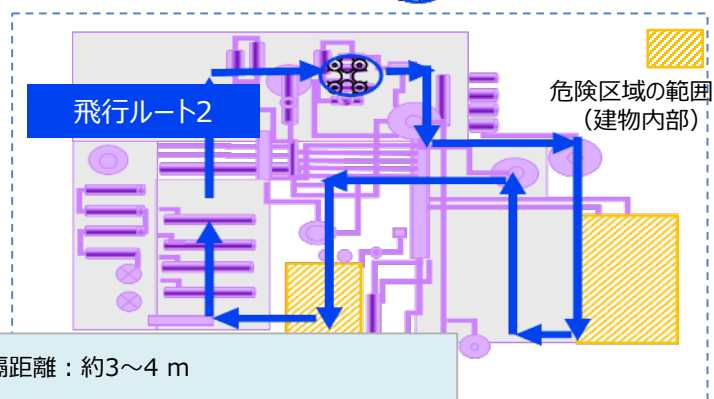
**飛行ルート4**：従来の危険区域の外側（設備から離れた場所）を飛行、プラントの内側を撮影した。

上記の飛行ルートにより、危険区域の見直し前と後を比較、検証した。危険区域の見直しにより至近距離から撮影できることにより、従来は死角になっていた箇所を含めプラント内の点検できる範囲を広げられ、プラント保安の向上にも有効であると考える。

飛行ルート4



従来の危険区域の外側



・人がプラントの内部に入らないと確認できない箇所を確認可能。網羅的に確認ができることが重要→点検できる範囲を拡張することに有効

・外周からは見えない部分を正常であることを確認可能

離隔距離：約3~4 m

【使用したカメラ性能】  
2000万画素×30倍ズーム（デジタルズーム）  
集点距離：4.3mm  
センササイズ：5.97mm×4.5mm  
記録画素数：5184×3888pixel



30倍ズーム



飛行ルート4



飛行ルート2

見直し後非危険区域(上空)から撮影

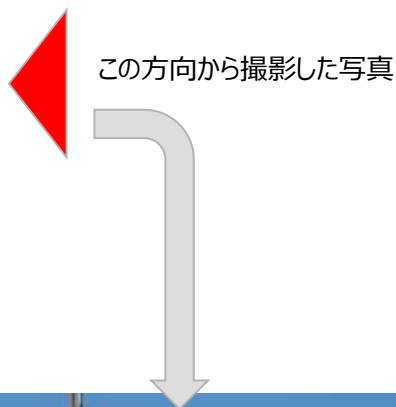
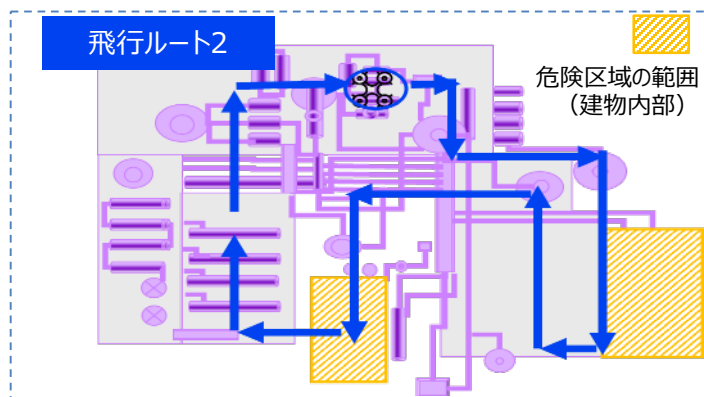
従来の危険区域の外側  
(対象から離れた場所)から撮影

・腐食の程度(ランク)の基準に照合し、診断・評価も可能  
・画像をズームして確認することで従来の点検画像と同様に扱うことも可能

# 実験結果とドローン活用の有効性（つづき）

**飛行ルート2**：ポリブタジエン樹脂製造施設（稼働中）全体の上空を巡回しながら、飛行高度を下げ、設備に接近、撮影するときの高度のイメージを参考に記載する。

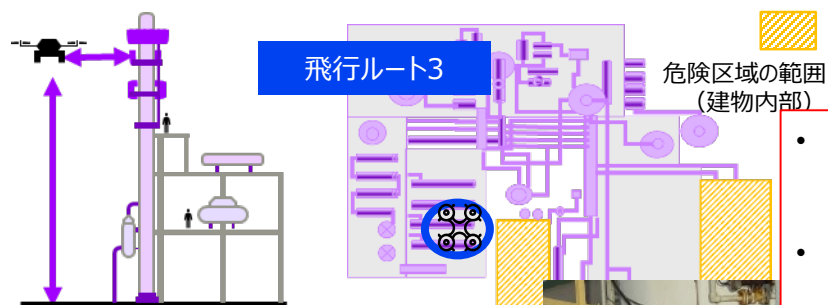
設備からの離隔距離3～4mの至近上空にドローンを飛行させ撮影した。



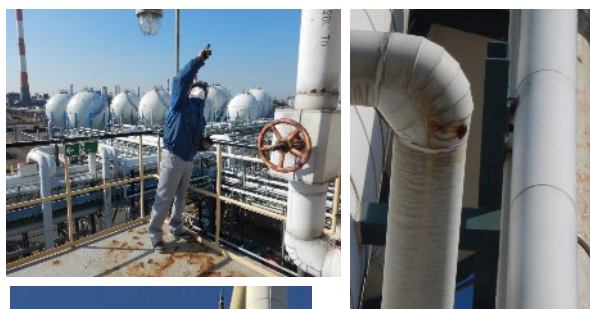
# 実験結果とドローン活用の有効性（つづき）

飛行ルート3：高所設備（蒸留塔）を至近距離から撮影した。

従来は危険区域内であることから、高所の腐食・損傷状況を確認するためには、足場を設置する必要があった。ドローンを至近距離に飛行させることにより、点検作業が困難だった箇所まで確認できるようになり、点検範囲をさらに拡張することに有効である。また、災害発生後など、足場の架設費用の削減、作業者の安全性の向上、および、プラント稼働の停止時間の短縮にも有効であると考えます。



- 災害などの後、足場を架設せずに、短期間に、状況を把握することができる（**停止時間の短縮**にも有効）
- 足場架設費用の削減や、作業者の安全性の向上に有効である
- 異常・損傷だけでなく、正常な状態であることを把握するためにも有効である



従来の点検（撮影）

従来の点検の角度からでは死角になって確認できなかった

- **死角になって確認できなかった箇所を点検可能。**  
 ➔ **点検できる範囲を拡張**することに有効
- 腐食の程度(ランク)の基準に照合し、診断・評価も可能



配管接触部

離隔距離：約13 m

【使用したカメラ性能】  
 2000万画素×30倍ズーム  
 (デジタルズーム)  
 集点距離：4.3mm  
 センササイズ：5.97mm×4.5mm  
 記録画素数：5184×3888pixel

飛行ルート3

見直し後の非危険区域（至近距離）から撮影

## 2. 実証実験の事例

### ④屋外での実証事業（2020年度）

経済産業省委託事業「令和2年度新エネルギー等の保安規制高度化事業」の中で、三井化学株式会社市原工場においてドローン活用実証実験を実施した。本実験に関する内容や実験に際してのリスクアセスメント・リスク対策、実験結果について示す。

なお、本章はVer3.0作成にあたり新規に追加した。



# 実証実験の実施概要

## 実証実験の位置づけ

2019年にまとめた「プラント内における危険区域の精緻な設定方法に関するガイドライン」（防爆ガイドライン）に基づき、非危険区域として再評価したエリア内において至近距離でのドローン飛行も可能になったが、ドローン操作時の影響など、特有のリスクや課題が存在している。そこで、「令和2年度新エネルギー等の保安規制高度化事業」において、プラント内で従来は危険区域として、ドローンが入ることができなかった範囲を含めた定期点検や日常点検を実現するための検証のため、また、従来の危険区域内であるための特有の安全対策の有効性の確認や課題の有無を確認するため、実証実験を実施した。

## 概要

防爆ガイドラインに従って、危険区域の精緻な設定の再評価を実施し、非危険区域として評価されたエリア（非危険区域に見直しを検討中のエリア）内にドローン飛行させ、点検対象であるコーンルーフトank（開放中）の至近距離から外面を撮影、従来の点検方法との比較をする実証実験を実施した。

## 日程及び場所

日程：2021年2月8日（月）

場所：三井化学株式会社 市原工場

## 使用したドローン

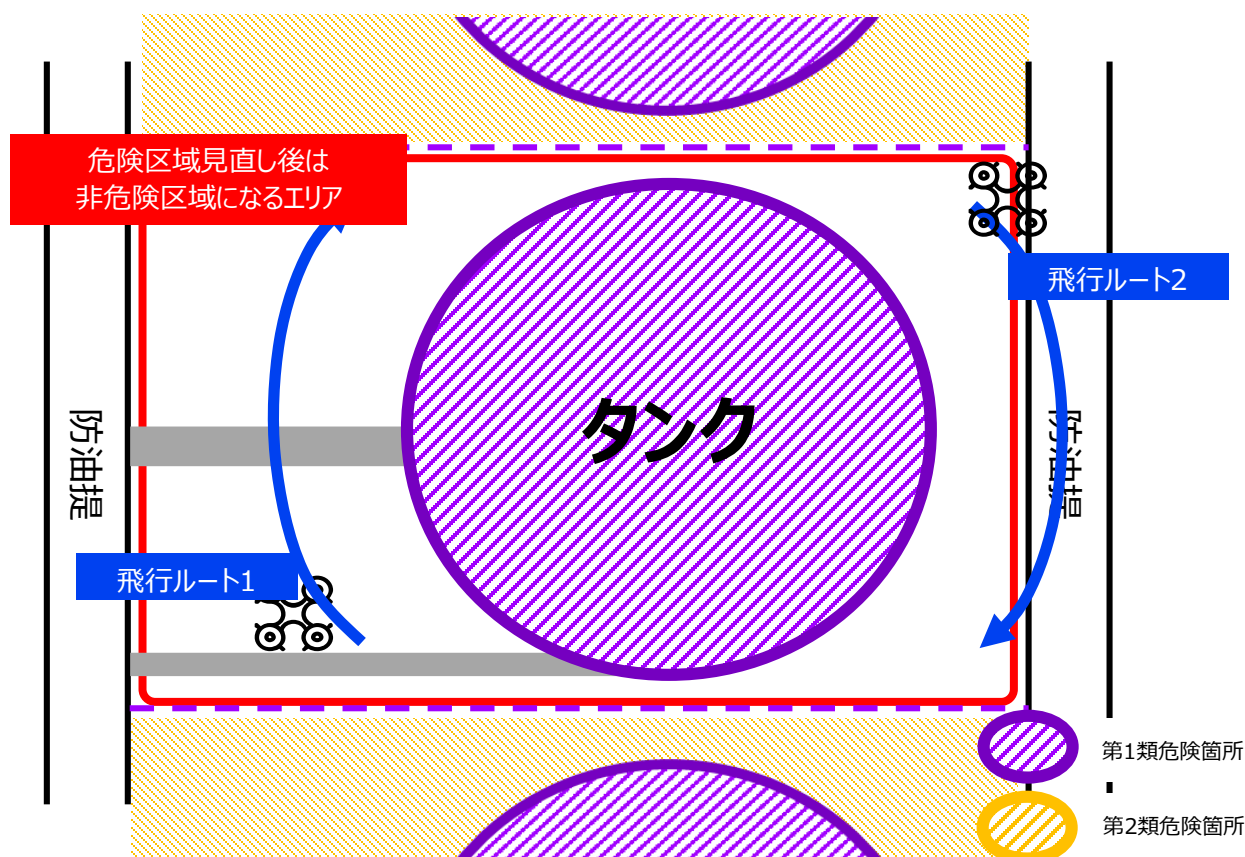
実験に使用したドローンの機能・性能は以下である。

項目	機能・性能
機体型式	ACSL Mini-GT3
最高速度	10m/sec(水平)、2m/sec(垂直)
最高高度	150m
機体重量	3.15kg
電波到達距離	500m以内
最大風圧抵抗	10m/s
最大飛行時間	33分（カメラ・ジンバル搭載時）
飛行方式	自律（VSLAM/GPS）、マニュアル（飛行中に切り替え可能）
誘導精度	・ VSLAM > GPS（※ただし、VSLAMの使用は、通常高度20m以下に制限される） ・ GPSの場合、通常数mの誤差
安全対策	・操作信号が途絶えた場合、指定地点へ帰投
搭載カメラ	Sony QX30U、他市販カメラを搭載可能

# 実験結果とドローン活用の有効性

従来の危険区域(仮\*)の内側で、タンク至近距離からコーンルーフタンク（開放中）の外面を撮影し、従来、人により足場やゴンドラを使って近づかないと確認できない箇所まで確認可能であった。

\*危険区域の見直し後は非危険区域になるエリアと仮定して検証



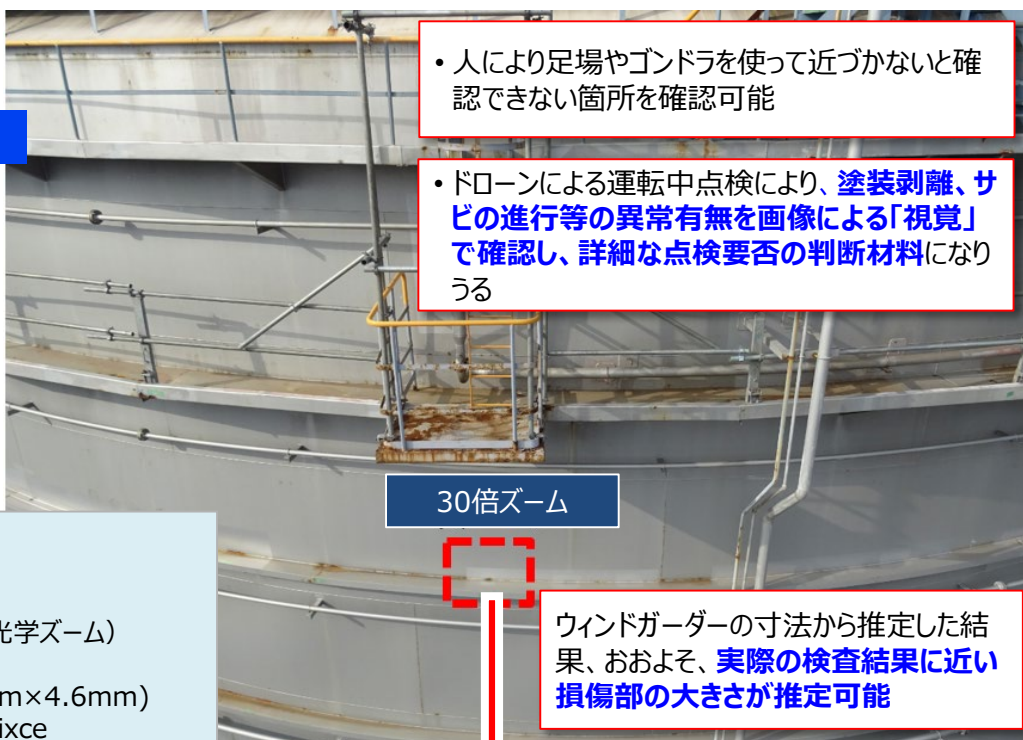
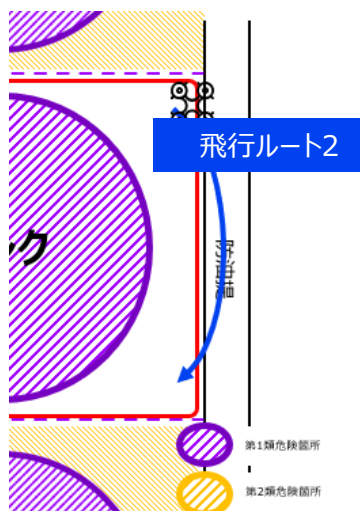
想定している点検	実施周期	評価	課題/検討事項
ドローンによる運転中点検 (将来危険区域が見直された場合)	1回/年 (想定)	塗装剥離、サビの進行等の異常有無を画像による「視覚」で確認し、詳細な点検要否の判断材料になりうる。(日常パトロールでは見ることのできない部分の点検可能)	嗅覚、触覚、聴覚による異常有無の情報が得られない。
ドローンによる保安検査前予備点検(停止、開放中)	1回/7年or8年 (想定)	事前に画像による「視覚」で確認しておくことで点検・補修ボリュームを把握できる。	「補修要否」の判断については実際に人の手による検査が必要。

## (参考)

「現状」 運転員による日常パトロール	毎日	地上から、あるいは階段から見える範囲での目視点検のみしかできない。	点検可能な範囲が限られ、かつ距離も遠いため、詳細な状況がわからない。
-----------------------	----	-----------------------------------	------------------------------------

# 実験結果とドローン活用の有効性(つづき)

画像をズームすると、従来の点検画像と同様に扱うことができ、定期点検としてドローンを飛行させ、塗装の浮き上がり・錆範囲を確認することで、異常有無・点検要否の判断材料になり得る。



• 人により足場やゴンドラを使って近づかないと確認できない箇所を確認可能

• ドローンによる運転中点検により、**塗装剥離、サビの進行等の異常有無を画像による「視覚」で確認し、詳細な点検要否の判断材料**になりうる

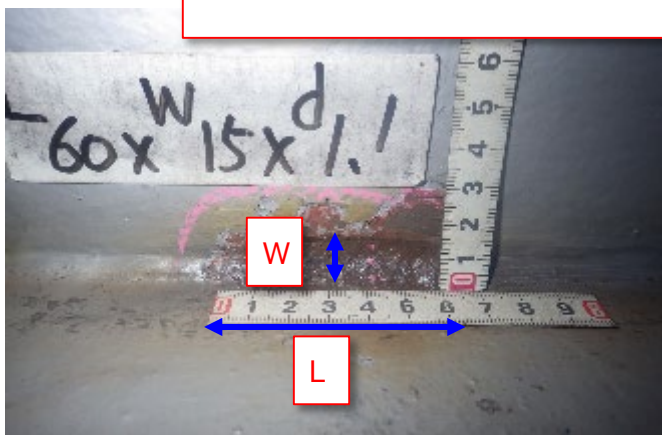
30倍ズーム

ウインドガーダーの寸法から推定した結果、おおよそ、**実際の検査結果に近い損傷部の大きさが推定可能**

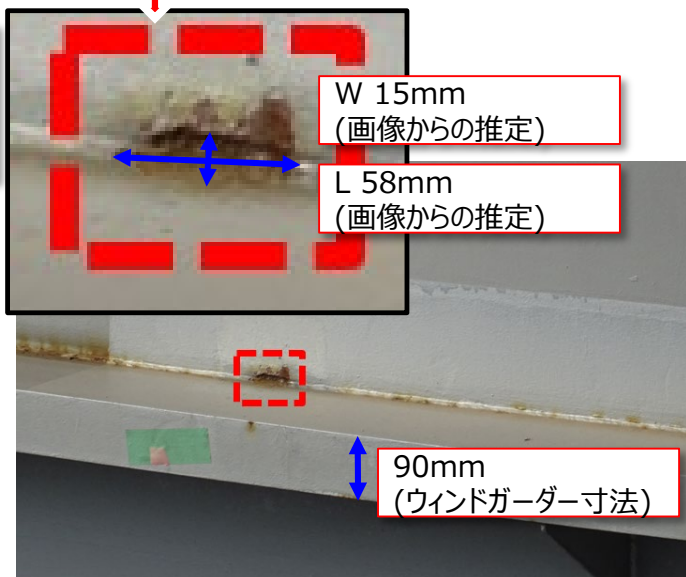
離隔距離：7.5m

【使用したカメラ性能】  
 2040万画素×30倍ズーム（光学ズーム）  
 集点距離：4.3-129mm  
 センササイズ：1/2.3型(6.2mm×4.6mm)  
 記録画素数：5184×3888pixce

• 画像をズームして確認することで**従来の点検画像と同様に扱うことも可能**



従来の点検記録（ゴンドラ使用）



W 15mm  
(画像からの推定)

L 58mm  
(画像からの推定)

90mm  
(ウインドガーダー寸法)

タンク外周から撮影

## 3. 国内企業の事例

※2021年3月時点

国内の石油精製、化学工業（石油化学を含む）等のプラント事業所を対象に、ドローン活用事例について調査を実施した。ここでは、ドローンの活用時における点検対象、想定したリスクアセスメント・リスク対策、メリット及び課題等を示した活用事例を示す。

# JSR株式会社（四日市工場）

## 事業所 基礎情報

事業種類

石油化学

総面積

約58万m<sup>2</sup>

## ドローン活用実績

点検対象の状態

通常時（点検作業）

点検目的・点検箇所

外観点検・建屋屋根内外

ドローン運用事業者

外部事業者

想定した  
リスク事象

- ・ドローンの目視外運転中に機体の操作を誤り、衝突・墜落すること。
- ・建屋に近づき過ぎて、機体挙動が不安定になること。

実施した  
リスク対策

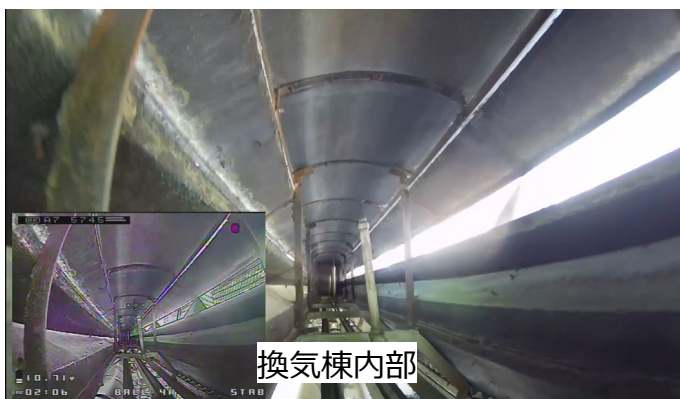
- ・監視者による機体挙動の確認及び操作者へ逐次連絡。
- ・軽量ドローン（200g未満）の活用。
- ・球体状ガードの取り付け。

ドローン活用  
のメリット

- ・軽量機体のため安全に近接撮影が可能。
- ・足場を組む前に状態確認ができる為、事前の部品発注が可能。

ドローン活用  
の課題点

- ・FPV機体の操作難易度が高く、現状外部活用が前提。  
（柔軟に点検日時を調整できる社内パイロット確保が望ましい）



# JSR株式会社（四日市工場）

## 事業所 基礎情報

事業種類

石油化学

総面積

約58万m<sup>2</sup>

## ドローン活用実績

点検対象の状態

停止中（点検作業）

点検目的・点検箇所

機器内部狭所点検

ドローン運用事業者

外部事業者

想定した  
リスク事象

- ・ドローンの目視外運転中に機体の操作を誤り、衝突・墜落すること。
- ・対象に近づき過ぎて、機体挙動が不安定になること。

実施した  
リスク対策

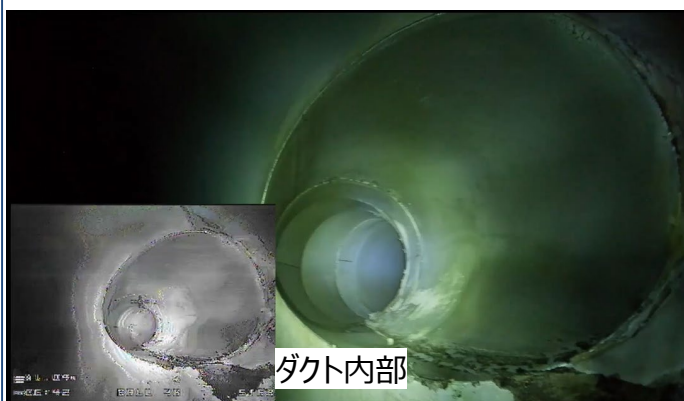
- ・監視者による機体挙動の確認及び操作者へ逐次連絡。
- ・軽量ドローン（200g未満）の活用。
- ・球体状ガードの取り付け。

ドローン活用  
のメリット

- ・軽量機体のため安全に近接撮影が可能。
- ・通常目視できない未点検部位の確認。

ドローン活用  
の課題点

- ・FPV機体の操作難易度が高く、現状外部活用が前提。  
（柔軟に点検日時を調整できる社内パイロット確保が望ましい）



（2021年3月 掲載）

# JFEスチール株式会社 西日本製鉄所（倉敷地区）

## 事業所 基礎情報

事業種類

鉄鋼

総面積

約1090万m<sup>2</sup>

## ドローン活用実績

点検対象の状態

大規模災害発生時および通常運転時

点検目的・点検箇所

大規模災害発生時の構内状況確認・外観腐食傾向管理・  
大型建設案件の記録ドキュメント化

ドローン運用事業者

自社またはドローン業者

想定した  
リスク事象

- ・ 風によりドローンが敷地エリア外へ侵入・落下すること
- ・ 各種電波とドローンの操作用電波が干渉
- ・ 落下したドローンによる人的被害・設備損傷

実施した  
リスク対策

- ・ GPS運転、風速管理（起点風速：10m/s以下）
- ・ 人員配置（3名体制：操縦者、補助者、安全確保担当）
- ・ ドローン落下対策 ①操縦者の技能確保（定期操縦訓練と評価）  
②自動帰還機能による担保

ドローン活用  
のメリット

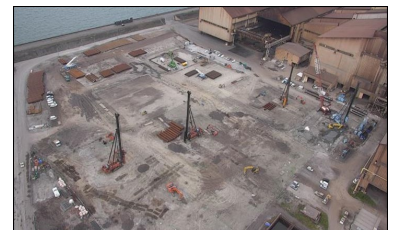
- ・ 点検作業の省力化、安全性の向上（高所作業回避、点検頻度アップ）
- ・ ドローン自動航行技術で撮影し、AI画像解析技術を組み合わせることにより、  
設備異常の早期検知や劣化度の傾向管理の実現
- ・ 腐食箇所の評価・診断の標準化・脱属人化（ベテランの知見蓄積）
- ・ プラントの状況を俯瞰で把握、点検、補修箇所等の投資配分の最適化

ドローン活用  
の課題点

- ・ 非GPS環境（配管・ダクト内等）での動作安定性
- ・ 気象条件の影響
- ・ バッテリー（飛行）時間制約



大規模災害時の構内  
確認（非防爆エリアから  
のズームアップ）



大型建設記録

# 出光興産株式会社（徳山事業所）

## 事業所 基礎情報

事業種類

石油化学

総面積

約216万m<sup>2</sup>

## ドローン活用実績

点検対象の状態

装置定修工事時

点検目的・点検箇所

煙突内部、埋設配管内部の目視検査

ドローン運用事業者

点検会社、ドローン事業者

想定した  
リスク事象

- ・ 煙突内部でのドローンの接触により、損傷、落下すること
- ・ 無線計装の電波とドローンの操作用電波が干渉
- ・ 落下したドローンによる設備損傷

実施した  
リスク対策

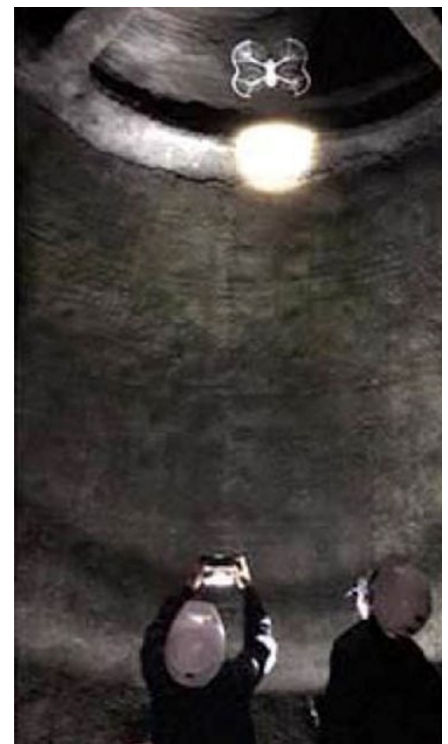
- ・ 落下リスク低減の為、球体ガード、防塵用フタ付きのドローン選定
- ・ 煙突ドローン検査時、操作者の安全確保の為、煙突外での操縦
- ・ 人員配置（3名体制：操縦者、補助者、安全確保担当）

ドローン活用  
のメリット

- ・ 巡回点検作業の省力化、安全性の向上（高所作業回避、点検頻度アップ）
- ・ 煙突、加熱炉（ボイラー）、タンク、配管等の設備異常の早期検知や劣化度の傾向管理の実現
- ・ 腐食箇所の評価・診断の標準化・脱属人化（ベテランの知見蓄積）

ドローン活用  
の課題点

- ・ GPS動作安定性
- ・ 気象条件の影響
- ・ バッテリー（飛行）時間
- ・ 防爆対策
- ・ 規制緩和



（2021年3月 掲載）