

ヒアリング調査及びドローンを活用した 屋外貯蔵タンクの点検方法に関する調査結果

ヒアリング調査結果



一部の事業者、エンジニアリング会社、地域消防の皆様にご協力頂き、ヒアリングを実施
次回実証実験に向け、新技術に関する整理を行った。

第2回検討会資料より再掲

ヒアリング内容

ヒアリング項目	内容
ドローン活用の課題	<ul style="list-style-type: none"> 屋外貯蔵タンクの点検にドローンを活用する上で、課題となっている事象
ドローンの活用事例・活用ニーズ	<ul style="list-style-type: none"> 石油備蓄基地、工場内でのドローン活用の事例 ドローン + α で活用している技術や活用を期待している技術
既存の点検方法の有効性と課題	<ul style="list-style-type: none"> 「特定屋外貯蔵タンクの側板の詳細点検に係るガイドライン」等の既存の点検ルールや実際に現場で行っている点検方法の有効性と課題 屋外貯蔵タンクの点検で将来、課題になると考えられる事象
ドローンやセンサー等に求める性能	<ul style="list-style-type: none"> 屋外貯蔵タンクの点検にドローンを活用するにあたり、ハードやソフトの課題（飛行時間、安全性能、通信速度、撮影後の処理等）や搭載するカメラや点検用センサーに必要な性能
ドローンでの撮影方法やスクリーニング方法	<ul style="list-style-type: none"> 効率的な腐食箇所の抽出の為に撮影やスクリーニング作業で実施している方法・工夫
近接飛行を行う場合の安全対策	<ul style="list-style-type: none"> 隣接する屋外貯蔵タンク間の飛行や腐食箇所の詳細な写真撮影のために、ドローンを近接飛行させる場合の安全対策
ドローン以外の新しい点検技術	<ul style="list-style-type: none"> ドローン以外でも屋外貯蔵タンクの点検効率化に活用できる新しい技術



一部の事業者に加えて、エンジニアリング会社と地域消防にもヒアリングを行い、屋外貯蔵タンク点検に活用できそうな新技術や地域間のドローン活用に対する考え方について整理した。

実施時期 2022/8/29～2022/12/7

第2回検討会資料より更新
※更新箇所を赤字にて表示

ヒアリング調査対象

No	事業者名・行政機関名	分類	ヒアリング数	略称	主なヒアリング目的
1	石油備蓄基地事業者	事業者	2か所	事業者 A～G, M, N	ドローンの活用における課題の抽出
2	石油精製事業者	事業者	2か所		
3	化学工業事業者	事業者	5か所		
4	非破壊検査事業者	事業者、団体	3か所	事業者 H, I, O	
5	ドローンメーカー、ドローンサービス提供会社等	ドローン	3か所	事業者 J～L	ドローンを飛行させる上での注意点や対策等の情報収集
6	エンジニアリング会社	エンジニアリング	2か所	事業者 P, Q	タンク点検やデータ活用・管理方法として使えるような技術情報の収集
7	地域消防	消防	2か所	消防 R, S	地域間でのドローン活用に対する考え方について意見抽出

※ ヒアリング結果の詳細については、参考資料3-4 参照



ヒアリング結果より、屋外貯蔵タンクにおけるドローンを活用した点検を推進するための課題を整理

第2回検討会資料より再掲

課題のまとめ



1. 既存の目視点検

- ① 定期点検や日常の巡回点検では、足場の設置を行わないため、死角が残る。
- ② 足場の設置には時間とコストがかかる。
- ③ 高所点検は作業員の労災リスクがある。



2. ソフトに関する技術

- ① 安全かつ効率的な点検を行うためのドローン飛行ルートや撮影ポイントの設定
- ② 腐食や損傷を撮影した写真の確認と判断の効率化
- ③ 経年変化の確認に活用できるデータの管理方法と効率的な点検記録



3. ハードに関する技術

- ① 正確な判断の為の鮮明な写真を撮影できる機材の性能
- ② タンク近接での安定した飛行の実現
- ③ リアルタイム映像の画質安定性
- ④ 腐食や損傷発見時にサイズ、深さ、肉厚などを計測できる技術
- ⑤ 点検の効率化のための、長時間飛行の実現



4. 撮影方法

- ① 腐食や損傷を判断できる写真の撮影方法
- ② 撮影に必要なカメラ性能や角度、撮影距離などの設定
- ③ 日向日陰などの状況が点検写真の撮影に与える影響



5. 安全対策

- ① ドローンの墜落リスクに対する必要な安全対策の実施
- ② ドローンが屋外貯蔵タンク近接でも安全に飛行する為の安全装備
- ③ ドローンの活用に必要なパイロットの育成



6. その他

- ① ドローン活用による既存の目視点検とのコスト比較
- ② 地域間でのドローン活用に対する考え方
- ③ 規制緩和

石油備蓄基地事業者、化学工業事業者、非破壊検査事業者 各1社ずつ追加でヒアリング調査を実施したが、検討会（第2回）で示した課題に追加して検討する必要のある課題は抽出されなかった。

※課題抽出を目的としたヒアリングは第1回実証実験前に実施済み

地域間でのドローン活用に対する考え方についての意見を整理するため、地域消防に対してヒアリングを実施した。

課題のまとめ



1. 既存の目視点検

- ① 定期点検や日常の巡回点検では、足場の設置を行わないため、死角が残る。
- ② 足場の設置には時間とコストがかかる。
- ③ 高所点検は作業員の労災リスクがある。



2. ソフトに関する技術

- ① 安全かつ効率的な点検を行うためのドローン飛行ルートや撮影ポイントの設定
- ② 腐食や損傷を撮影した写真の確認と判断の効率化
- ③ 経年変化の確認に活用できるデータの管理方法と効率的な点検記録



3. ハードに関する技術

- ① 正確な判断の為の鮮明な写真を撮影できる機材の性能
- ② タンク近接での安定した飛行の実現
- ③ リアルタイム映像の画質安定性
- ④ 腐食や損傷発見時にサイズ、深さ、肉厚などを計測できる技術
- ⑤ 点検の効率化のための、長時間飛行の実現



4. 撮影方法

- ① 腐食や損傷を判断できる写真の撮影方法
- ② 撮影に必要なカメラ性能や角度、撮影距離などの設定
- ③ 日向日陰などの状況が点検写真の撮影に与える影響



5. 安全対策

- ① ドローンの墜落リスクに対する必要な安全対策の実施
- ② ドローンが屋外貯蔵タンク近接でも安全に飛行する為の安全装備
- ③ ドローンの活用に必要なパイロットの育成



6. その他

- ① ドローン活用による既存の目視点検とのコスト比較
- ② 地域間でのドローン活用に対する考え方
- ③ 規制緩和

地域間でのドローン活用に対する考え方

- 狭所や高所等の点検や異常の早期発見へのドローン活用は共通して期待されている
- 飛行計画に関する事前協議等については、自治体ごとに対応が異なり、**飛行計画書の受領に留まる地域もあれば事業者と対面で計画を確認を行う地域もある**
- 一部では事業者の飛行に際し立会を依頼してドローン飛行のリスクや安全対策の検証を行い、**地域全体の技術導入の推進や安全性の向上につなげる活動も行われている**
- 地域消防の感じる懸念として、一部の消防法や通知について**消防本部ごとに異なる判断で指導が行われている可能性もあるのではないか**という声も挙がった

行政の声（抜粋）

➤ 活用への期待

- ドローン活用の促進により、施設点検が容易になるため、異常の早期発見による事故防止の効果に期待している(消防S)

➤ 飛行計画の事前協議等

- 自治体で作成した作成例により自主的な情報提供として**電子メールにより飛行計画書を受領している**。気づいた点があれば確認する(消防S)
- ドローンガイドライン*及び自治体で定める運用ガイドラインへの適合状況について、**原則対面により説明を受け、計画を確認している**(消防R)

*プラントにおけるドローンの安全な運用方法に関するガイドライン

➤ 事業者等との関わり

- 屋内飛行の需要が高まってきており、屋内飛行特有のリスクについて洗い出しを進めようとしている。屋内飛行の際は、ドローンガイドライン*への適合を求め、**消防本部の立会いを願ひし、屋内飛行特有のリスクの検証を進める予定**(消防R)

➤ 懸念点

- **消防法上の整理について課題がある**。各消防本部の判断により異なる指導がなされる懸念があり、ドローン活用の促進という視点でみると、デメリットになると考える(消防S)

点検の効率化や異常の早期発見による事故防止に対する期待は共通としてあるものの、地域ごとに飛行を行う事業者への関わりの深さや注目の度合いは異なる

ドローンを活用した 屋外貯蔵タンクの点検方法に関する調査結果

課題抽出のためのヒアリングと併せてドローンに搭載可能な腐食の定量化技術等についてもヒアリングを行い情報を収集。加えて、事務局でも独自に調査を実施した。

腐食の定量化技術について (1/2)

No	候補技術	提供事業者等	概要	目的・用途
1	UTドローン (超音波探傷検査)	TeraDrone社等	<ul style="list-style-type: none"> 国内でサービスを提供 タンク内面でのUTドローンの実証実験は公開情報あり タンクの側面の肉厚を計測可能だが、ドローンから1m以内に障害物がある箇所、腐食の激しい箇所等の計測は困難 	<ul style="list-style-type: none"> 面探傷検査・肉厚検査
2	コーティングの膜厚測定	Terra Inspectioneering社 (蘭)	<ul style="list-style-type: none"> コーティングの膜厚計測可能な技術。国内でサービス提供はなし 腐食発生前の塗装の劣化箇所の調査に活用の可能性あり 1のUTドローンに取り付けるセンサーを変更したもの 	<ul style="list-style-type: none"> 面探傷検査・肉厚検査
3	ポールドローン+渦流探傷検査、打音検査	新日本非破壊検査社等	<ul style="list-style-type: none"> ドローンにポールを付けて高所の点検を可能にしたもの 対応できる高さが10m程度までとなる制約がある 渦流探傷は保護材の上からでも試験が可能だが、肉厚に制限あり 	<ul style="list-style-type: none"> 面探傷検査・肉厚検査 劣化箇所の検知
4	光切断法	-	<ul style="list-style-type: none"> レーザ光を当てることで、溶接ビードの断面を非接触で計測技術 錆や腐食箇所を計測することで、タンクの形状を把握し、損傷の深さや板厚の把握に対応できる可能性がある 	<ul style="list-style-type: none"> 傷や錆のサイズ測定
5	3D写真計測器	Hexagon社(典)等	<ul style="list-style-type: none"> 対象物を撮影した写真から幅や奥行きを含む長さをmm単位で計測する技術 ドローン改造の必要有り、振動による精度が欠ける可能性あり 傷や腐食のサイズを測るためには接写する必要がある 	<ul style="list-style-type: none"> 傷や錆のサイズ測定



腐食の定量化技術について (2/2)

No	候補技術	提供事業者等	概要	目的・用途
6	LiDAR搭載ドローン	ブルーイノベーション社、Hexagon社(典) 等	<ul style="list-style-type: none"> 照射した数本のレーザー光が物体に当たって跳ね返ってくるまでの時間を計測し、物体までの距離や方向を測定するLiDAR機能により、リアルタイムに3D点群データを取得 	<ul style="list-style-type: none"> 傷や錆のサイズ測定 傷や錆の3次元情報の取得
7	EMAT (電磁超音波)	Voliro社(瑞)等 多数の業者	<ul style="list-style-type: none"> 電磁超音波装置のセンサーを利用し、金属(動態)の厚さを計測。 ドローンに搭載するセンサーも一部、存在している。 UTに比べると計測精度が落ちる 	<ul style="list-style-type: none"> 面探傷検査・肉厚検査

※ 各技術の詳細については、参考資料3 - 5 参照

現状、屋外貯蔵タンクにおいて点検作業者が近接して行っている腐食の定量化を代替するドローンに搭載可能な技術は見つからなかった

課題抽出のためのヒアリングと併せて、ドローン撮影データの効果的な活用・管理方法として活用できそうな技術について調査。加えて、事務局でも独自に調査を実施した。

ドローン撮影データの効果的な活用・管理方法として活用できそうな技術

No	候補技術	提供事業者等	概要	目的・用途
1	画像解析による腐食箇所のスクリーニング	ACSL、Accenture 等	<ul style="list-style-type: none"> プラントの配管の腐食箇所の抽出する評価システムを屋外貯蔵タンクに適用することを検討 屋外貯蔵タンクの腐食についての検証はされていないが腐食に対する考え方が配管と同様であれば利用できる可能性あり 	<ul style="list-style-type: none"> 画像スクリーニング
2	3D化+点検データ管理	ACSL、センシロボティクス 等	<ul style="list-style-type: none"> 複数枚の写真を撮影し、SfMソフトを使用して3Dモデルを作成し、点検計画の立案や過去のデータとの比較による劣化の進行具合の確認に活用 3D画像上に錆や劣化の詳細画像や点検記録等をリンク 	<ul style="list-style-type: none"> 効率的な点検記録の作成
3	360度パノラマ画像+点検データ管理	ACSL、センシロボティクス 等	<ul style="list-style-type: none"> パノラマ画像へ図面や点検記録（画像）、作業指示等の現場の情報を詳細な位置と紐付けて管理が可能 過去画像を紐づけることで、工事や補修の進捗確認や劣化状況等の確認に活用可能 	<ul style="list-style-type: none"> 効率的な点検記録の作成
4	飛行ルート自動作成+点検データ自動管理	センシロボティクス	<ul style="list-style-type: none"> 撮影データをクラウド上で一元管理し、類似のタンク画像を自動で振り分けられる 点検対象の石油タンクを設定し、防爆エリアや上空飛行禁止エリアを考慮して自動で航行ルートを設定 	<ul style="list-style-type: none"> 効率的な点検記録の作成 飛行ルート作成の簡易化
5	統合プラットフォームやデジタルツインと紐付けた管理	多数の事業者	<ul style="list-style-type: none"> 保全・検査管理システムや腐食シミュレータと共に、ドローン撮影データを統合運用 プラント内の必要な情報を効率よく収集し、位置情報と併せて管理することでデータ分析やシミュレーションへ活用 	<ul style="list-style-type: none"> 効率的な点検記録の作成 データ分析・シミュレーション

※ 各技術の詳細については、参考資料 3-5参照



今回の調査から得られた結果および次回実証実験の検証内容を以下に示す。

①ドローンに搭載可能な腐食の定量化技術

- 屋外貯蔵タンクにおいて人が近接で行っている腐食の定量化を代替するドローンに搭載可能な技術は見つからなかった

②ドローンの撮影データの活用・管理方法として使えるような技術

- AI画像解析モデルを用いた腐食等の検出や2D/3Dイメージ等の他情報と組み合わせた撮影データの管理・活用は、屋外貯蔵タンクの点検に適用できる可能性がある。

第2回実証実験においては、②のうち「AI画像解析モデルを用いた腐食等の検出」、「タンクの3Dモデルを活用した点検記録の効率化」について検証することとする
(資料3-3「実証実験及び点検方法に関する調査結果を踏まえた第2回実証実験」へ詳細を記載)