

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について

- ドローンの活用は、プラント設備の点検頻度の向上や災害時の迅速な現場確認等を実現し、**安全性や効率性の向上さらには保安業務の合理化を図る上で重要。**
- 2019年3月に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）において、石油化学プラントの設備屋外でドローンを安全に活用・運用するために留意すべき事項等を整理した**ガイドライン**と国内外の事例を盛り込んだ**活用事例集**を策定し、**事業者による屋外での試行的なドローンの活用が急速に進展。**

ガイドライン（改訂前）

背景・目的

現在、一部のプラントにおいて、ドローンは試験的に利用され始めているものの、安全に活用するための指標や方法が提示されていないこともあり、本格的な活用には至っていない状況にある。

本ガイドラインは、プラント内等でプラント事業者がドローンを安全に活用・運用するための留意事項を整理したものである。

適用範囲 ※ガイドライン第1章1.2より抜粋

コンビナート等の石油精製、化学工業（石油化学を含む）等のプラント内において、カメラ等を装備したドローンの飛行を行い、カメラによる撮影等を行う行為を対象とする。なお、ドローンを飛行させるエリアは、そのプラント事業者の管理下にある私有地の**屋外を対象**とし、プラント事業者の管理下にはないエリアは含まないものとする。

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

2019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)

活用事例集

1. 国内企業の活用状況

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に対しアンケートを実施し、国内プラントにおけるドローンの活用状況について示す。

2. 実証実験の事例

経済産業省委託事業「平成30年度新エネルギー等の保安規制高度化事業」の中で、JXTGエネルギー株式会社根岸製油所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。

3. 国内企業の事例

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。

4. 海外企業の事例

海外企業のプラントにおけるドローン活用事例について、文献調査及び現地でのインタビュー調査を踏まえた活用事例を示す。

1

課題

- 橋梁や道路といった社会インフラの分野では、既にドローンにより目視検査の代替が実現している一方、プラント分野においては、**高压ガス保安法の設備の目視検査の基準上は、プラントの一部の設備でしか工業用カメラによる検査を許容していない。**
- 加えて、**塔槽類や配管・タンクや建屋等の屋内**においてもドローンにより内面の**腐食状況を確認する等のニーズが存在**するものの、GPS等の通信電波への影響など、**設備内部でドローンを安全に活用するための特有のリスクや課題が存在。**

高压ガス設備の目視検査の基準（一部抜粋）

KHKS



保安検査基準

(コンビナート等保安規則関係（スタンド及び
コールド・エバポレータ関係を除く）)
KHKS 0850-3(2017)

定期自主検査指針

(コンビナート等保安規則関係（スタンド及び
コールド・エバポレータ関係を除く）)
KHKS 1850-3(2017)

平成29年10月改訂 改正
高压ガス保安協会

2017

4 ガス設備（導管を除く）

4.3.1 一般

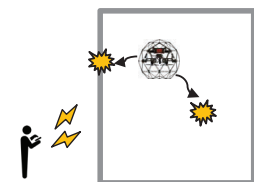
高压ガス設備の耐圧性能及び強度に係る検査は**4.3.3の目視検査**及び4.3.4の非破壊検査（肉厚測定を含む）によるが4.3.5の耐圧試験によるものとし、耐圧性能及び強度に支障を及ぼす減肉、劣化損傷、その他の異常がないことを確認する。

4.3.3 目視検査

「**直接目視又はファイバースコープ、工業用カメラ、拡大鏡等の検査器具類を使用し、若しくはこれらを組み合わせて次の通り実施する**」

屋内飛行時のリスク（例）

- ✓ 設備の壁面等により通信が遮断するリスク
- ✓ 壁面等に衝突するリスク



- ✓ 狭小部へのスタックや、回収不可になるリスク



- **他の設備（例：フレアスタック等）については、工業用カメラでの代替が認められていない。**

2

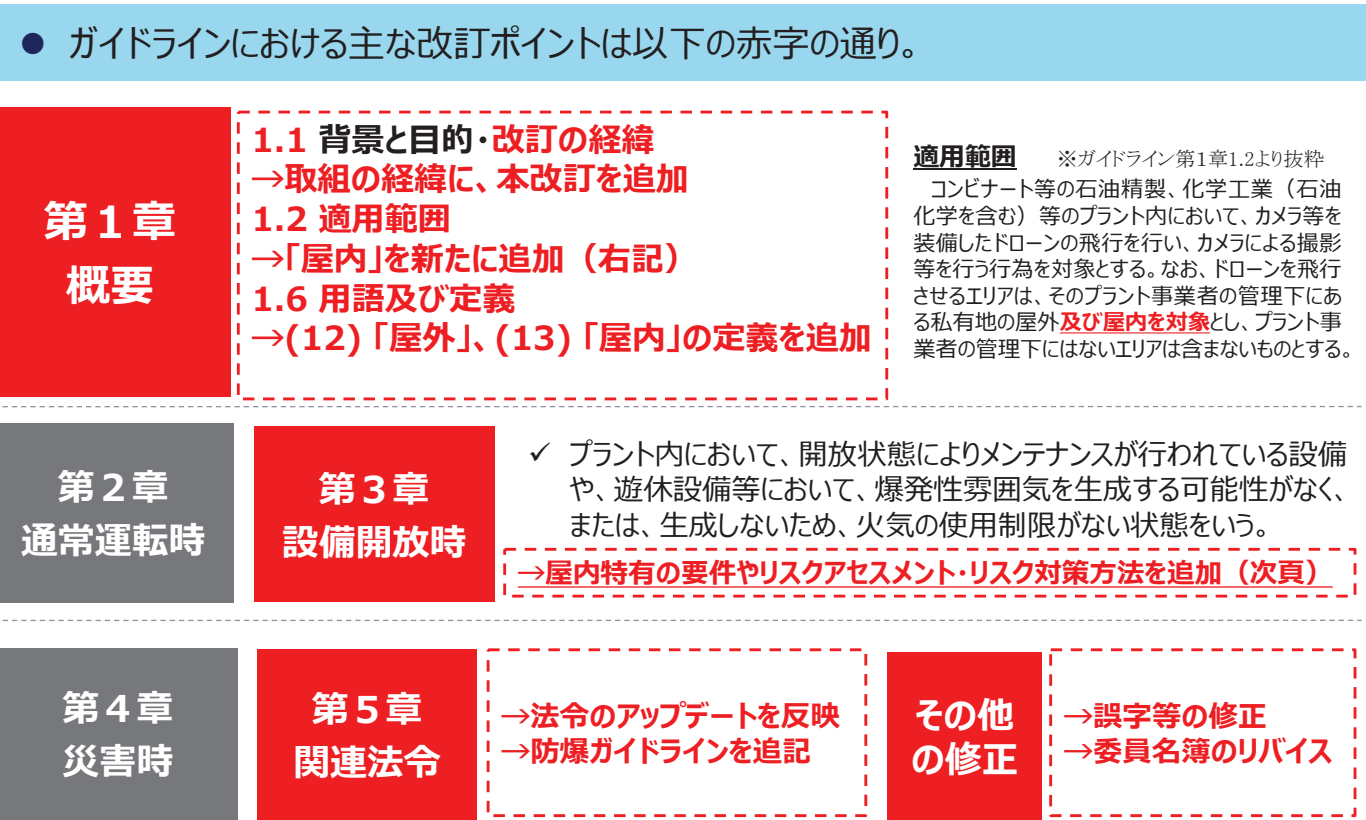
ガイドライン・活用事例集の改訂等に向けた経緯

- 上記課題を踏まえ、実証実験や有識者を交えた研究会での議論を通じ、
 - ①「石油コンビナート等災害防止3省連絡会議」において、プラントにおけるドローンガイドライン（屋内での安全な飛行に関する留意事項を追加）・活用事例集（屋内の飛行事例を追加）を改訂
 - ②経済産業省とともに、プラントの点検におけるドローン活用について、「プラント保安分野における目視検査の代替可能性に関する考察」をとりまとめ



3

ガイドライン改訂の概要



4

<ガイドライン「第3章 設備開放時」における主な追加事項>

3.1 ドローン運用事業者の選定

屋内での活用においては、設計図面や点検記録等を活用し、特有のリスクについて説明を行い、対応可能な事業者を選定する必要がある。

3.2 操縦者の要件

屋内の環境でも十分に安全に活用できる十分な技量を有する操縦者でなくてはならない。さらに、特にGPSを使用できない環境や目視外での飛行（屋外での操縦を含む）の場合においても、安全に活用できる十分な技量を要する操縦者でなくてはならない。

3.3 使用する機体の要件

目的や屋内環境について十分な調査・検討を行い、その飛行環境下でも安全に飛行可能な機体を選定することが必要。例えば、衝突により設備等に損傷・破損が生じるリスクがあることから、衝突回避機能を有することや、ガード等の機構を有することで設備等に損傷・破損を生じない機構を有する必要がある。その際は、プラント事業者と協議の上、設備に衝突した場合でも影響が小さい機体の選定を行うことが望ましい。

3.4 飛行計画書の作成と提出

飛行エリアに応じてリスクアセスメントを実施し、その結果に応じ、リスク対策の検討を行い、飛行計画書に記載する。

【一般的なリスク対策の例】

- (a) 操縦不能にならないための対策
 - ・ 温度条件による飛行中止基準を設ける
 - ・ 屋内やドローンに起因する気流の乱れに関する飛行中止基準を設ける
 - ・ 水等の環境による飛行中止基準を設ける
 - ・ 暗所又は蒸気・粉じん等による飛行環境の悪化や視界不良による飛行中止基準を設ける、あわせて照明等の活用について検討を行う
 - ・ 自己位置判断の基準を設ける
 - ・ 飛行中止判断者の配置
- (b) 設備への衝突による破損を生じさせないための対策
 - ・ 飛行環境上、予想外の障害物がないかを把握するためのアセスメント飛行を飛行計画に位置づけ、実施すること
 - ・ 万が一衝突しても設備に損傷等の影響を与えないよう、ドローン側に機能を施すこと
 - ・ ドローン側に機構を施せない場合は、設備等に衝突しないように衝突回避機能を搭載すること
- (c) 突起物や狭小部に拘束されないための対策
 - ・ 屋内における突起物や狭小部の事前確認（目視、図面等）
 - ・ 突起物や狭小部がない空域から全体像を把握するスクリーニング飛行の実施
- (d) マンホール等、狭小な空間から設備外の爆発性雰囲気を生じさせる可能性のあるエリアに侵入させないための対策
- (e) 高所等、事前に確認できない場所が存在し、かつドローンとカメラの機能により設備内部の全体が認識できない場合には、事前に把握できる範囲のみで飛行計画を立案する

5

目視検査の代替可能性に関する検討結果

- **実証実験の結果、ドローンが設備の近傍を飛行し適切な照度を確保しながら撮影することで、鮮明な画像データを取得することができ、目視検査のうち、スクリーニングには十分に代替しうることが分かった。**
- さらに、設備内部を飛行する際の通信遮断といった特有のリスクに対しても、**必要な機能確保・対策を講じることで、設備内部でも安全に飛行できることが分かった。**

実証対象となるタンク



提供：出光興産株式会社

危険物タンクの点検孔に入る様子



設備内点検の様子



使用機体：ブルーイノベーション（Flyability社「ELIOS2」）

考察

検査の観点では、腐食、摩耗、傷、スケール付着、堆積、破損、割れ、変形、ゆるみ、剥離といった不具合の**一次検査には、ドローンの画像による代替が可能**と考えられる。

他方で、二次検査となる損傷・腐食・変形の定量評価については、ドローンに計測手段がないため、これらについては、別途目的に沿った検査ツールを民間事業者によるドローンの技術開発や実証等により検討していく必要がある。

6