

船舶検査への ドローンの活用について

一般財団法人 日本海事協会
技術研究所

© Copyright by NIPPON KAIJI KYOKAI

1. 背景
 - (1) ドローン技術の発展
 - (2) IACSの動向
 - (3) NKの取り組み
2. 貨物倉及び貨物タンク内での飛行試験
3. 船舶検査におけるドローン使用に係るガイドライン
4. 今後の期待と展望

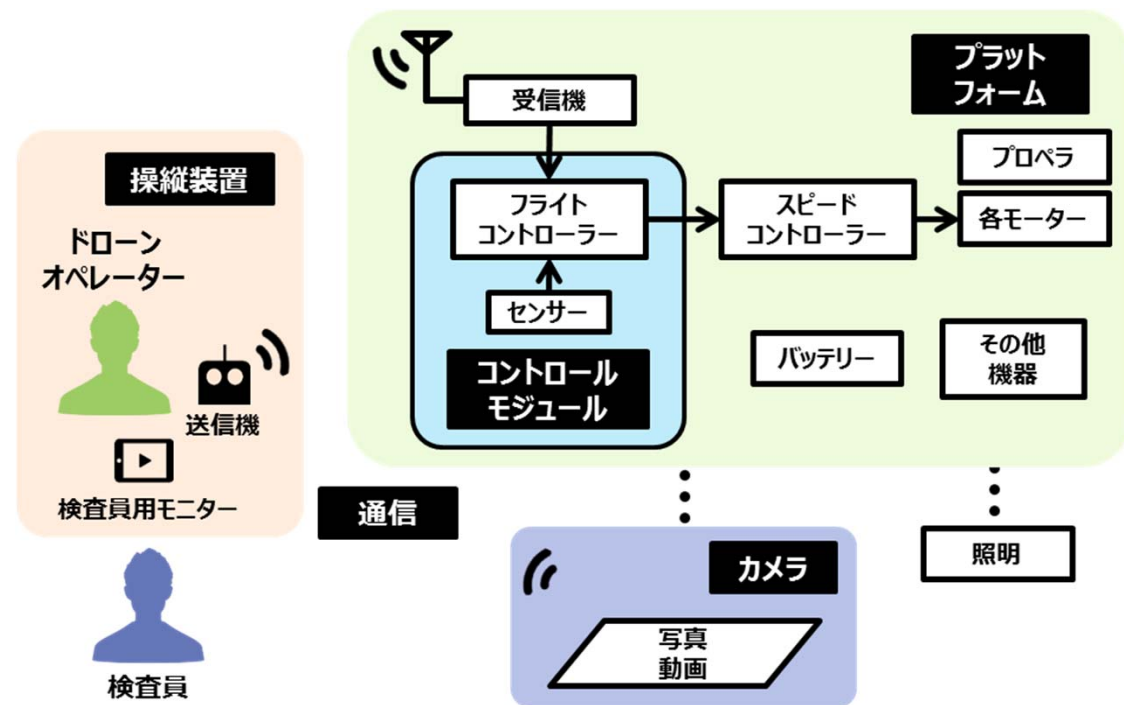
1. 背景

(1) ドローン技術の発展

- シンプルな構造
- 操作性・飛行性能の向上
- 低価格化



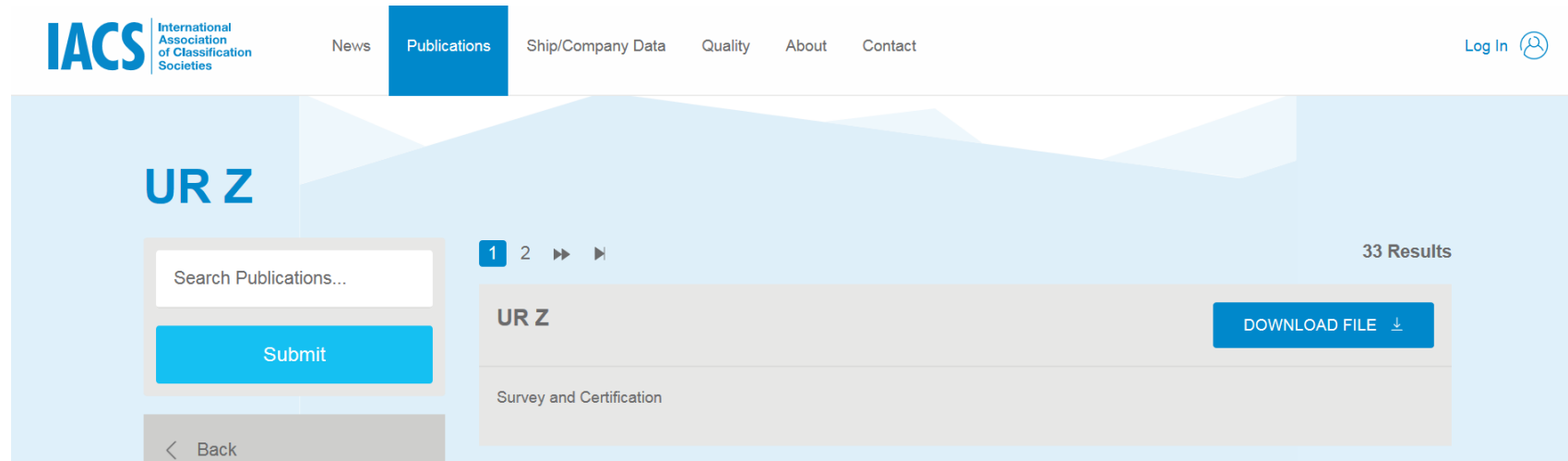
船舶においても、点検・検査などでの取組みが進められている



(2) IACSの動向

- 2016年6月に遠隔検査技術の使用条件及び手順を纏めた Recommendation No.42 “Guidelines for Use of Remote Inspection Techniques for surveys”を改正
- 関連するUR (Z7, Z7.1, Z7.2, Z10.3, Z17)の改正が完了 (2019年1月に発効)

<http://iacs.org.uk/publications/unified-requirements/ur-z/>



1. 背景

(3) NKの取り組み

2017年7月

研究開発ロードマップを策定

<4つの基幹テーマ>

- 規則開発
- 検査技術の革新
- 海洋環境保全
- 革新的技術の開発

NKの研究開発ロードマップ

2017年7月

ClassNK



(3) NKの取り組み

遠隔検査技術や検査ロボットの開発

- ✓ ドローンの船舶検査への活用
(高所検査、閉囲区画検査等)
- 貨物倉内やバラストタンク等の船内は**磁性体で囲まれた閉囲空間**。ドローンの飛行安定性に大きく関係する一部の**センサー類(GPSや磁気コンパス等)**が正常に機能しない可能性がある。
- ドローンの基本性能確認や貨物倉及び貨物タンク内での飛行試験を実施
- ガイドラインの策定(2018年4月第一版公表)

2. 貨物倉及び貨物タンク内での飛行試験 **ClassNK**

(1) バルクキャリアにおける貨物倉での飛行試験

場所： 株式会社神田造船所 川尻工場

対象： バルクキャリアにおける貨物倉

ドローンサービス事業者： 株式会社日立システムズ

実施内容： 内部検査を想定した飛行試験

撮影対象： Cross deck裏
(Deck girder, Deck transverse, Hatch end beam等)

Corrugated T. BHD

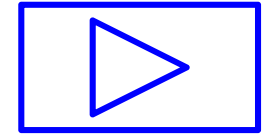
Corner of hatch opening

Hatch cover裏

ご協力： 株式会社神田造船所，三井物産株式会社，
東洋船舶株式会社，株式会社日立システムズ

2. 貨物倉及び貨物タンク内での飛行試験 **ClassNK**

(1) バルクキャリアにおける貨物倉での飛行試験



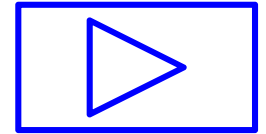
機材： DJI Matrice210

機体重量	4,570 g
対角寸法	643mm(プロペラを含まず)
推進計	モーター: DJI 3515 プロペラ: DJI 1760S
電源系	TB55 (Lipo 6S, 22.8V, 7760mAh) (飛行時間: 30~40分)
センサー	IMU, コンパス, GPS, 赤外線センサー, ビジョンシステム, 超音波距離計
カメラ	Zenmuse Z30 (566g) ・センサーサイズ: 1/2.8型 ・レンズ: 光学30倍 F1.6(広角) ~ F4.7(望遠)
通信	動作周波数: 2.400-2.483GHz
保護等級	IP43



2. 貨物倉及び貨物タンク内での飛行試験 ClassNK

(1) バルクキャリアにおける貨物倉での飛行試験



2. 貨物倉及び貨物タンク内での飛行試験 **ClassNK**

(2) 原油タンカーにおける貨物タンクでの飛行試験

場所： 常石造船 常石工場

対象： 原油タンカーにおける貨物タンク

ドローンサービス事業者： テクノス三原株式会社

実施内容： 内部検査及び精密検査を想定した飛行試験

撮影対象： Bracket on L. BHD

Horizontal girder

T. BHD

Deck longitudinal

Deck transverse

ご協力： 常石造船株式会社, テクノス三原株式会社

2. 貨物倉及び貨物タンク内での飛行試験 **ClassNK**

(2) 原油タンカーにおける貨物タンクでの飛行試験

機材： DJI Phantom4 Pro

機体重量	1,388g
対角寸法	350mm(プロペラを含まず)
電源系	Lipo 4S, 15.2V, 5870mAh (最大飛行時間: 30分)
センサー	IMU, コンパス, GPS, 赤外線センサー, ビジョンシステム, 超音波距離計
カメラ	専用カメラ ・センサーサイズ: 1型CMOS ・レンズ: 焦点距離24mm (35mm判換算)
照明	LumeCube2個(310g) ・照度: 1500ルーメン/個
通信	動作周波数2.400GHz～2.483GHz

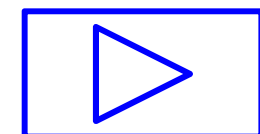


2. 貨物倉及び貨物タンク内での飛行試験 **ClassNK**

(2) 原油タンカーにおける貨物タンクでの飛行試験

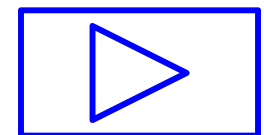
機材： DJI Mavic Pro

機体重量	743g
対角寸法	335mm(プロペラを含まず)
電源系	Lipo 3S, 11.4V, 3830mAh (最大飛行時間:20分)
センサー	IMU, コンパス, GPS, 赤外線センサー, ビジョンシステム, 超音波距離計
カメラ	専用カメラ ・センサーサイズ: 1/2.3型CMOS ・レンズ: 焦点距離26mm (35mm判換算)
照明	LumeCube2個(310g) ・照度: 1500ルーメン/個
通信	動作周波数2.400GHz~2.483GHz



2. 貨物倉及び貨物タンク内での飛行試験 ClassNK

(2) 原油タンカーにおける貨物タンクでの飛行試験



2. 貨物倉及び貨物タンク内での飛行試験 **ClassNK**

(2) 原油タンカーにおける貨物タンクでの飛行試験

- 照明の強弱により撮影画像の品質が大きく変わってしまうため、照度とカメラの暗視設定を適切にチューニングする必要がある。



2. 貨物倉及び貨物タンク内での飛行試験 **ClassNK**

まとめ

- バルクキャリアの貨物倉や原油タンカーの貨物タンク内においても、**ドローンオペレーターのスキル**が十分で、かつ、**磁性体に対する冗長性の高いドローン**であれば安全に飛行できることが確認できた。
- 画像品質としては十分なものが撮影できた。
- 今回の飛行試験では、**ドローンとカメラの特性（首振り機能やズーム機能）を適切に組み合わせることにより**、内部検査や精密検査時に確認すべき重要箇所的大部分についても十分な品質で確認できた。
- 照明の強弱により撮影画像の品質が大きく変わってしまうため、**照度とカメラの暗視設定を適切にチューニング**する必要性がある。

3. 船舶検査におけるドローン使用に係るガイドライン **ClassNK**

<目次>

- 1章 一般
- 2章 船舶検査への適用
- 3章 ドローン使用に関する技術的な注意事項
- 4章 ドローンサービス事業所
- 付録 船舶検査におけるドローン使用に関する調査報告書



<http://www.classnk.or.jp/hp/ja/>

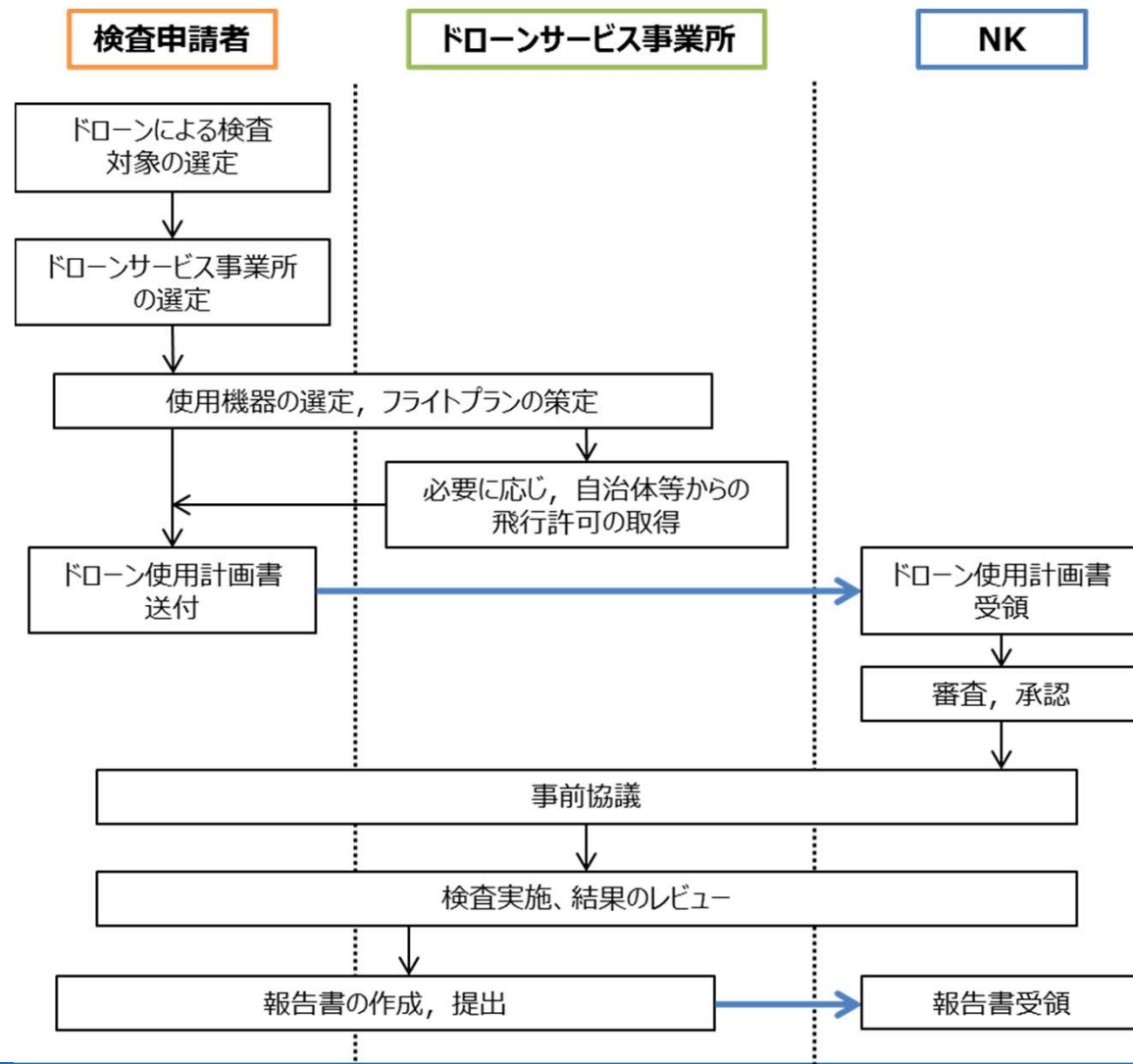
3. 船舶検査におけるドローン使用に係るガイドライン **ClassNK**

本ガイドラインの要点(部分的に抜粋)

- 検査申請者(船舶保有者又は代理者)は、検査に先立ち、検査申請書と共に当該検査の**ドローン使用計画書**を本会に提出し、**承認**を得ること。
(1.2-1(1))
- ドローンの操作を第三者が行う場合には、当該第三者は**本会が適当と認める事業所**であること。(1.2-1(2))
- ドローンを使用した船舶検査は、**本会検査員立会いのもとで実施**すること。(1.2-1(3))
- 検査員が必要と認めた場合、ドローンを使用した船舶検査の結果に関わらず、**従前の検査手法による追加の検査**を要求することがある。(1.2-1(4))
- ドローンオペレーターは十分な飛行経験を有すること。50時間以上の飛行経歴を有することを推奨する。(4.1.2-1)
- ドローンオペレーターは公共もしくは民間の資格を有していること。
(4.1.2-2)

3. 船舶検査におけるドローン使用に係るガイドライン **ClassNK**

船舶検査への適用の流れ



3. 船舶検査におけるドローン使用に係るガイドライン **ClassNK**

問い合わせ先

検査内容やドローンサービス事業者に関するお問合せ；

➤ 検査部

Tel: 03-5226-2027

E-Mail: svd@classnk.or.jp

ドローンに関する技術的な内容に関するお問合せ；

➤ 技術研究所

Tel: 03-5226-2737

E-Mail: ri@classnk.or.jp

4. 今後の期待と展望

- 船舶検査特化型ドローン
- ドローン × AI (画像診断)
- ドローン × 3Dモデル
- 自律型ドローン

ガイドライン発行にあたり、大変多くの方にご支援賜りました。

- 基本性能検証実験では、ブルーイノベーション株式会社の方々に安全なドローン操縦方法についてご指導賜りました。
- 船内タンクを想定した実証実験では、株式会社カシワテック 筑波工場の方々に実験環境を提供頂きました。
- 株式会社商船三井の方々には、勉強会を通じて船会社の視点から非常に多くのご助言を賜りました。
- 貨物倉及び貨物タンク内における飛行実験では、株式会社 神田造船所、常石造船株式会社の方々に実験環境を提供頂きました。また、実験時には、三井物産株式会社、東洋船舶株式会社、株式会社日立システムズ、テクノス三原株式会社の方々にお世話になりました。

関係者の皆様に、厚く御礼申し上げます。

ご静聴ありがとうございました。

NKは今後もドローンのような革新的な技術に積極的に取り組み
引き続き海事産業の更なる発展への貢献に努めてまいります。