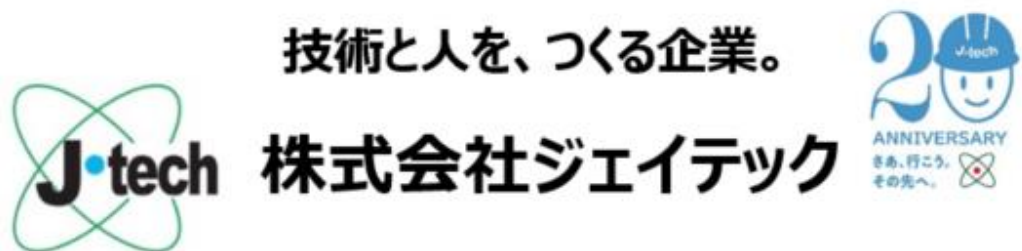


JT技報 Vol.3 (2023)

第5回 日本保全学会 東北・北海道支部 保全技術交流会

放射線管理区域内での ドローン技術適用に向けた検証



放射線安全統括部 放射線管理グループ



小向 進哉



沢頭 拓也



藤谷 美佐雄

1. はじめに
2. ドローン検討の背景
3. 事前検討
4. 現場検証
5. 結果
6. 評価
7. 今後の取組

当社は保全現場へのドローン技術適用に向けて、各種検証を行ってきた。その中で、六ヶ所再処理施設の放射線管理区域内におけるドローン適用可否について検討した結果、本施設特有の条件として解決すべき以下の課題が抽出された。

- 1.ドローン飛行時、作業者個人が携帯している APD（警報付きポケット線量計）へのノイズ影響有無。
- 2.ドローン飛行時に舞い上がる塵埃（ダスト）、放射性物質拡大の影響有無。

ここでは、以上の事前検討、現場検証並びに高線量・高汚染区域（セル）への適用に関する検討を行った結果について紹介する。

2. ドローン適用検討の背景

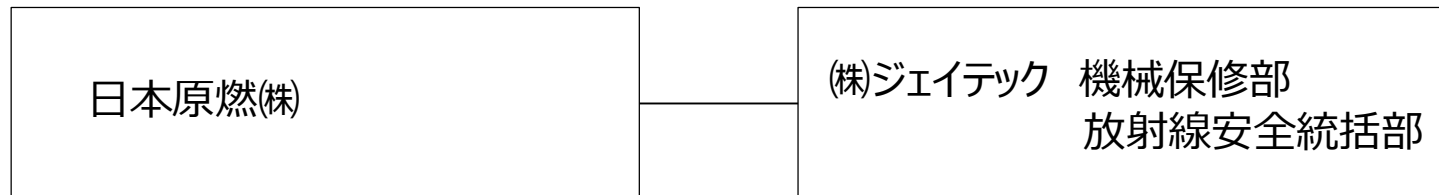
パトロール等の巡視で健全性を目視確認している機器類について、高所（約10m超）に設置されている機器は、設置状況によっては死角が出来てしまうこと、また、距離が遠いため作業員の目で見える目視点検には限界がある。

仮に仮設足場を設置し点検を実施しようとした場合、多くの時間とコストが掛かり非効率的な作業となってしまう。

そこで今回、容易に高所設置機器の目視確認を行う手段として、管理区域内へのドローン適用を検討した。

3. 事前検討

(1) 実施体制



(2) 検討内容

放射線管理区域内において、ドローン飛行した場合に考えられる設備及び作業者の身体へ与える影響と対策を検討する。

3. 事前検討

(3) 懸案事項

No	区分	影響項目	懸案事項	対策案
1	設備影響	自動火災報知設備 計器類	ダスト影響による誤作動	無効化措置及び養生による隔離措置
2	設備影響	放射性ダストモニタ 固定式放射線モニタへの影響	ろ紙の目詰まりによる欠測、 モーターノイズ及び操作電波 による誤計数	管理部署による ろ紙交換、状況 確認
3	設備影響	APD（個人線量 計）への影響	モーターノイズ及び操作電波 による誤計数	現場検証による ノイズ等影響の 確認必要
4	身体影響	放射性ダスト飛散	放射性ダストの内部取込み	マスクの着用
5	身体影響	放射性ダスト飛散	放射性ダストが身体に付着し、 管理区域退出時の警報発 生	現場検証による ダスト飛散状況 の確認必要

黒字の懸案事項（No.1、2、4）：事前に対策が可能

赤字の懸案事項（No.3、5）：どの程度影響を及ぼすか現場検証を実施

(4) 現場検証計画

①モーターノイズ・操作電波によるAPDへの影響

→APDを実際に現場確認者 10 名に着用させ、飛行前・後の計数値を比較しノイズ影響を確認する。

(γ 線用 (5 台)、 $\gamma + n$ 線用 (5 台))

②下降気流によるダストの飛散程度 (飛散範囲及び沈降時間)

→設備機器上部のドローン飛行により堆積したダストを飛散させブラックシートを背景に沈降時間・飛散範囲をグリーンライト※で確認する。

※グリーンライト：高い直進性を持つ光で異物を可視化するライト

3. 事前検討

(5) ドローン選定：屋内狭小空間点検に特化した球体ガードタイプのドローンを選定

【ELIOS 2 ※】



【スペック】

項目	内容
寸法	400mm
機体重量	1,450g
耐風性能	5m/s以下
通信距離	500m
飛行時間	10分間/BATT1本
LED	10,000lm
動画画質	4k Ultra HD

【特徴】

- ・ 機体ガードにより衝突耐性があり接写が可能
- ・ 墜落時、体制が崩れても元の姿勢に修正可能
- ・ 距離ロック機能により、設定した距離を維持したまま撮影が可能
- ・ 調光できるLEDライト(最大10,000lm)により暗所や粉塵環境でも撮影が可能

3. 事前検討

(6) 検証場所：ダストの堆積が多い非管理区域を選定

【現場写真】



【現場状況】

項目

建設から約20年経過

換気空調系稼働

4. 現場検証

(1) モーターノイズ・操作電波によるAPDへの影響

再処理施設で使用されているAPDを現場確認者 10 名が着用し、飛行前・後の計数値を比較しノイズ影響等を確認した。

【ドローン飛行状況】



【APD計数比較表】

単位：mSv

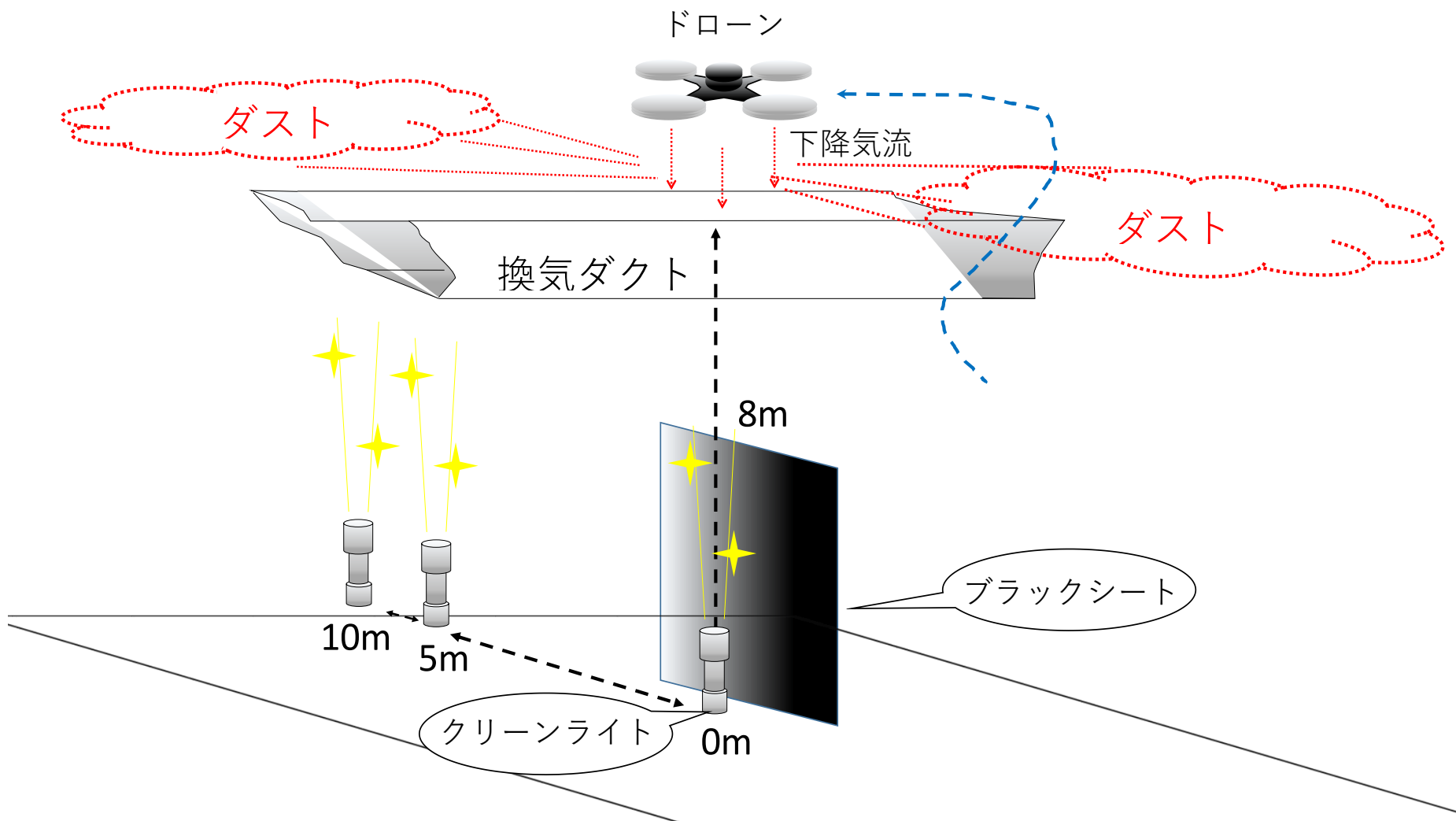
No	着用者	飛行前	飛行後
1	JN-A(γ)	0.00	0.00
2	JN-B(γ)	0.00	0.00
3	JN-C(γ)	0.00	0.00
4	JT-A(γ)	0.00	0.00
5	JT-B(γ)	0.00	0.00
6	JT-C(γ n)	0.00	0.00
7	JT-D(γ n)	0.00	0.00
8	JT-E(γ n)	0.00	0.00
9	JT-F(γ n)	0.00	0.00
10	JT-G(γ n)	0.00	0.00

【APDへのノイズ影響検証結果】

・影響は確認されない

4. 現場検証

ドローンを飛行させた状況の全体イメージ

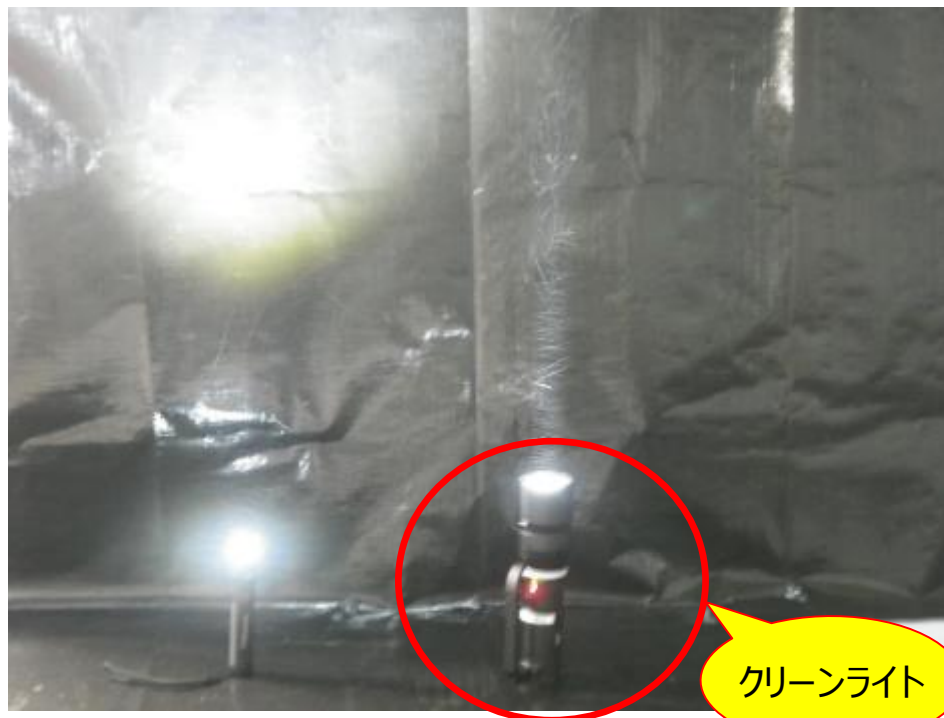


ドローンから0、5、10 m間隔でクリーンライトを設置し、ダストの沈降時間を確認

(2) 下降気流によるダストの飛散程度（飛散範囲及び沈降時間）

放射線管理区域と同等環境の非管理区域において、約 8 m 上部のダクト上をドローン飛行させ、飛散したダストの沈降時間・飛散範囲を目視及びクリーンライトを用いて確認した。

【ダスト確認状況】



【ダスト沈降時間・飛散範囲表】

No	時間	0m	5m	10m
1	1分	×	×	△
2	3分	△	△	△
3	10分	△	△	○
4	20分	○	○	○

凡例

×：目視で確認可能（落下塵）

△：クリーンライトで確認可能（浮遊塵）

○：クリーンライトで確認不可

落下塵：粒径30μm～100μm程度

浮遊塵：粒径10μm～30μm程度

5. 結果

(1) モーターノイズ・操作電波によるAPDへの影響

→通常の使用を模擬した今回の検証において、影響は確認されなかった。

(2) 下降気流によるダストの飛散程度（飛散範囲及び沈降時間）

→8 m上部から、目視確認で落下塵は3分、グリーンライトによる確認で浮遊塵は20分で沈降を確認した。

→ダストは室内（20m×30m）中央より全域に飛散した。

(1) 放射線管理区域に適用する場合の基本事項

放射線管理区域におけるドローン飛行は、下降気流により堆積したダストを広範囲に飛散させることから、**放射性物質による汚染の無い場所での適用を基本**とし、現場の状況に応じ対応を都度検討する。

(2) 放射線管理区域に適用する場合の留意事項

→ドローン飛行する建屋と場所を**事前に中央制御室へ連絡し5分程度試験飛行**させ、放射性ダストモニタ等、固定式放射線モニタへノイズ影響等の無いことを確認する。

→飛行予定の部屋を**立入規制**する。

→**自動火災報知設備の無効化措置及び現場計器の養生**を行いダストからの防護を図る。

(2) 放射線管理区域に適用する場合の留意事項 (つづき)

→立入規制区域内はマスク着用とする。

→飛行前・後で放射性物質による汚染を測定し異常の無いことを確認する。

→飛行後は30分を目安にクリーンライトでダストの沈降を確認・清掃した後に汚染を測定し、異常が無ければ立入規制区域・マスク着用を解除する。

→被服へのダスト（天然核種※）付着防止のため、紙服等を着用し身体防護を図る。

→放射性物質を内包する機器を分解点検した実績のある部屋でドローンを飛行させる場合は、空气中放射性物質濃度を測定する。

※天然核種：ラドン・トリウムなどの自然に存在する放射性核種

(1) 放射線管理区域運用における知見収集・最適化

→設備の点検計画に応じドローンによる外観点検を進め、知見を収集し運用の最適化を図る。

(2) 高線量・高汚染区域（セル）への適用検討の具体化

<対応案>

→セル入口にグリーンハウス（GH）を設置し、セル内空気の漏洩を防止する。

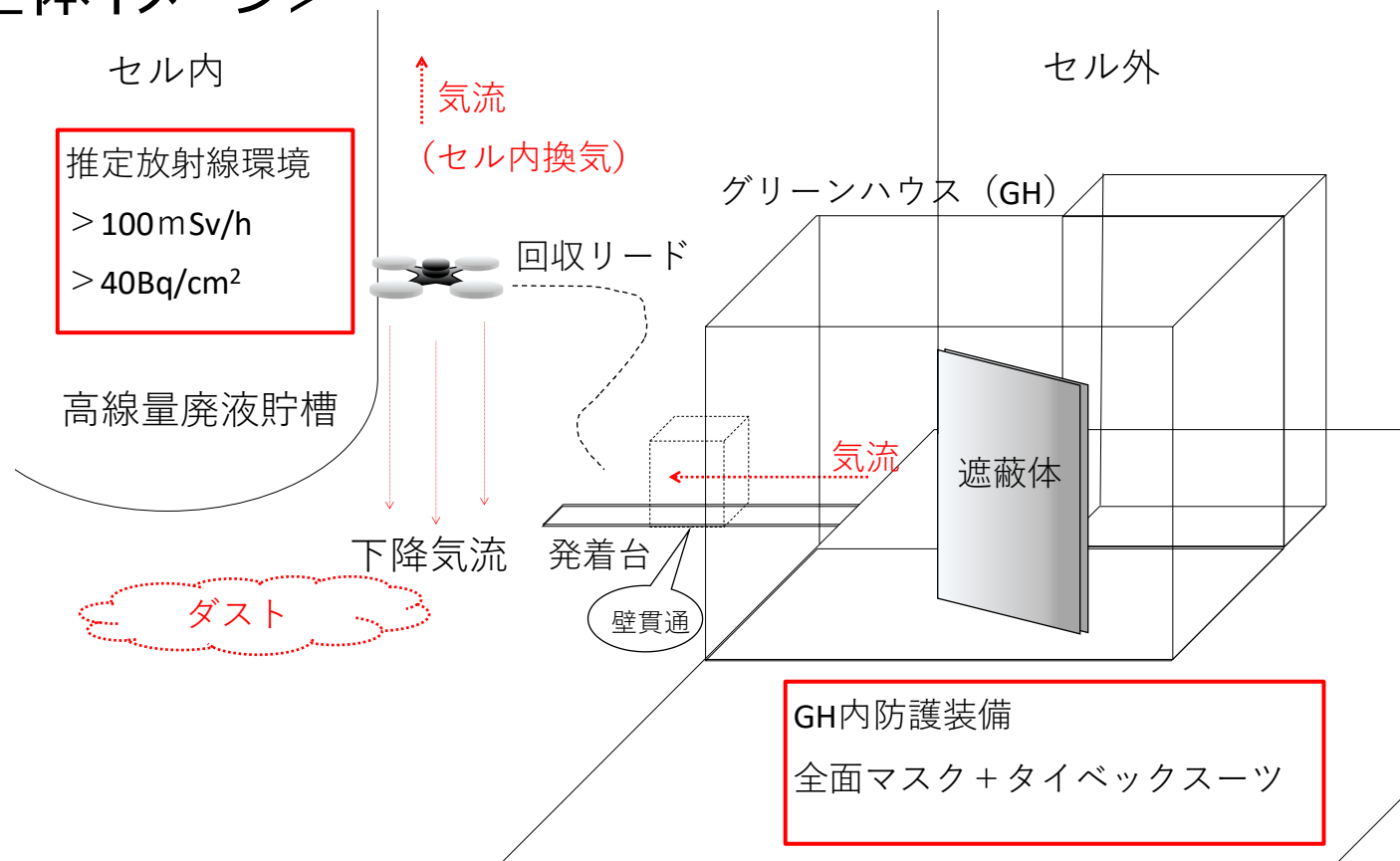
→ドローン操作者が線源からの直接線を避けられるようGH内に遮蔽体を設置し作業場所を設ける。

→ドローンの動作不能時を想定し回収用のリードを取付ける。

→作業後、ドローンは汚染している可能性があるため回収し隔離養生を行う。

7. 今後の取組

(2) 高線量・高汚染区域（セル）への適用検討の具体化 ＜全体イメージ＞



ドローンのセルへの投入・回収及び放射線管理方法について
更なる検証を重ねて実用化に取り組む

技術と人を、つくる企業。

