

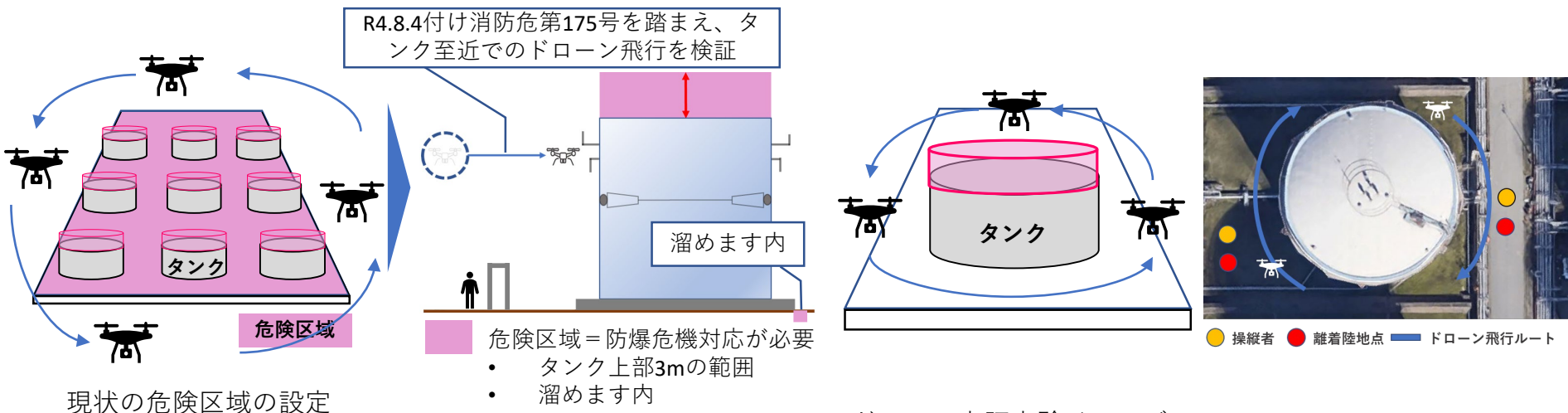
ドローンを活用した屋外貯蔵タンクの効果的な 予防保全に関する調査・検討内容について



本検討会ではドローンを活用した直視による目視点検に代替する方法の検討、腐食等の定量評価等に活用できる新技術の調査、法令関連の制度改正状況の調査等を実施

1. ヒアリングを行い目視点検へのドローン活用への課題や活用のポイントを整理
 - 国家備蓄基地、石油・化学事業者や業界団体等へヒアリングを実施し、**ドローンを使った目視点検の課題、既存点検の有効性と課題、ドローン活用事例**等の情報を整理※
 - ※海外も含めて幅広く情報を収集
 - 整理した課題を基に、**実証実験にて検証すべきポイントを整理**

2. 実証実験によるドローン活用方法の検討
 - カメラなどの機器を搭載したドローンを活用した直視による目視点検に代替する方法を実証実験を通して検証
 - 腐食等の定量評価可能な技術等の調査と検証



現状の危険区域の設定

<ドローン実証実験イメージ>

ドローンでのタンク近接飛行を行い、タンクの詳細な点検を実施

ドローン等を活用した屋外貯蔵タンクの効果的な予防保全の実現には、既存の制度に沿った屋外貯蔵タンクの点検の課題、課題解決に向けた安全かつ有効なドローン活用方法、ドローン活用により効率化できる範囲の検討が必要

検討の観点

No	区分	検証および検討の観点の内容
1	既存点検の課題と解決方法	<ul style="list-style-type: none"> 大型タンクなどは点検範囲が広く、側板上部等の点検には多くの労力と費用が必要。効率化のためにどのような新技術が有効であるか。 (ドローン + α の技術による効率化の検討)
2	直視による目視点検技術の調査とドローン活用方法・範囲の検討	<ul style="list-style-type: none"> 直視による目視点検の技術を調査することで、既存の点検での確認・作業のポイントを抽出し、ドローンをどのように活用すれば直視による目視点検の代替や作業の効率化ができるか。 ドローンでの点検作業の効率化が可能な範囲はどこまでか。
3	安全対策	<ul style="list-style-type: none"> タンク近傍でドローンを飛行させる場合の安全対策はどのようなものが必要か。
4	撮影データの活用方法、保存方法 等	<ul style="list-style-type: none"> 点検記録の作成や整理の効率化に対し撮影データをどのように活用できるか。 ドローンで収集した点検データを屋外貯蔵タンクの効果的な予防保全に活用するには、どのような保存方法やデータ整理が有効か。



ヒアリング等の調査により、屋外貯蔵タンクの点検における課題、活用事例や新技術等の情報（海外を含む）を収集し、情報を整理し、実証実験の計画策定に活用
 検討会での議論を経て屋外貯蔵タンクの効率的な点検の実現に向けた指針を明示

ヒアリング予定内容

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"> ドローン以外に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



ドローンを使った目視点検の課題、既存点検の有効性と課題、最新の技術動向などを把握するために、多くの事業者から地域消防、ドローン関連事業者等に対してヒアリングを実施予定

実施時期 2022/9～2022/10ごろを予定

ヒアリング調査対象候補者リスト

No	事業者名・行政機関名	分類	ヒアリング予定数
1	石油備蓄基地事業者	事業者	1～2か所程度
2	石油精製事業者	事業者	2～3か所程度
3	化学工業事業者	事業者	4～5か所程度
4	地域消防	消防/行政	2か所程度
5	非破壊検査事業者等	事業者、団体	2か所程度
6	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か所程度

4.屋外貯蔵タンクの点検効率化に活用できそうな技術

屋外貯蔵タンクの点検に活用可能と考えられる技術として、UT(超音波探査)、赤外線カメラ、AIによる画像診断等、多くの技術がある。実証実験においては可視カメラによる撮影と共に有効な新技術の検証を予定

屋外貯蔵タンクの点検効率化に活用できそうな技術 (1/2)

No	候補技術	提供事業者等	概要
1	UTドローン (超音波探傷検査)	TeraDrone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
2	赤外線カメラでの劣化箇所判定	多数の事業者	<ul style="list-style-type: none"> 建物の外壁やコンクリートの浮き・剥離の調査に活用される技術 屋外貯蔵タンクにおいても、塗装の剥離箇所等のスクリーニング作業に活用できる可能性あり
3	コーティングの膜厚測定	Terra Inspecting(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
4	画像解析による腐食個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
5	ポールドローン + 渦流探傷	新日本非破壊検査	<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

4.屋外貯蔵タンクの点検効率化に活用できそうな技術

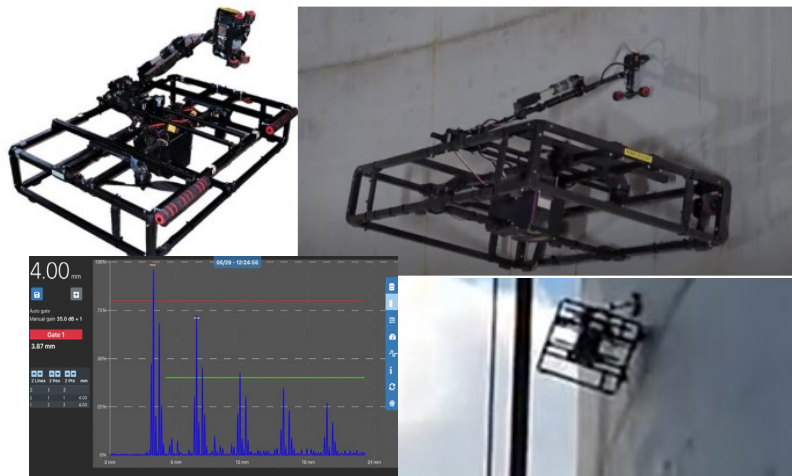
屋外貯蔵タンクの点検に活用可能と考えられる技術として、UT(超音波探査)、赤外線カメラ、AIによる画像診断等、多くの技術がある。実証実験においては可視カメラによる撮影と共に有効な新技術の検証を予定

屋外貯蔵タンクの点検効率化に活用できそうな技術 (2/2)

No	候補技術	提供事業者等	概要
6	光切断法	コムビック社等	<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。
7	EMAT (電磁超音波)	多数の事業者	<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に比べると計測制度が落ちる
8	パルス渦電流	Eddyfi社等	<ul style="list-style-type: none">保温材下の母材(炭素鋼配管)の腐食を、保温材を取り外すことなくスクリーニング検査できるドローン搭載可能な小型のセンサー等は確認できていない。配管肉厚100mm、保温材厚さ300mm程度まで対応
9	空中超音波	ジャパン プローブ社等	<ul style="list-style-type: none">物質内部に透過する超音波の透過強度を計測することで、非破壊・非接触で物質内部の欠陥検査を実施

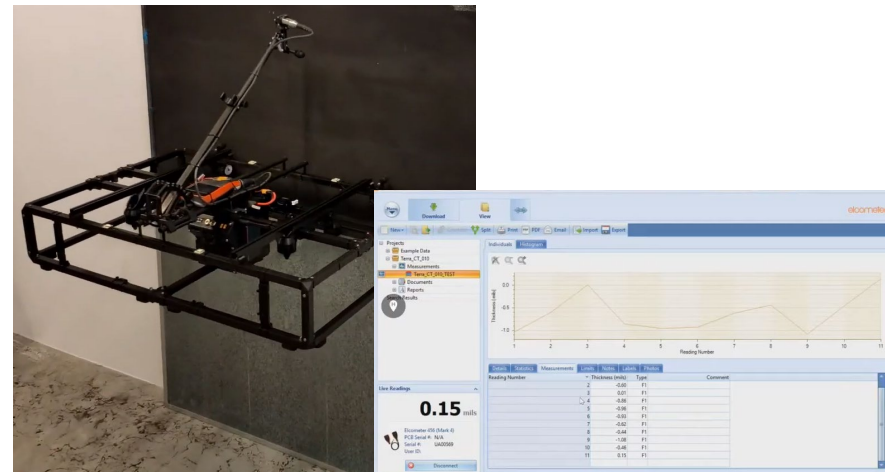
UTドローン（超音波探傷検査）

1. 飛行時間：～15分程度/回
2. 測定点：200～300か所程度/日
3. メリット
 - 高所作業の安全性向上
 - 不具合早期発見、コスト低減 等
4. 計測が難しい箇所
 - 障害物付近での計測が困難
 - 余盛のある溶接線近傍
 - 腐食が激しい表面 等



コーティングの膜厚測定

1. 飛行時間：～15分程度/回
2. 測定点：200～300か所程度/日
3. 計測が難しい箇所
 - 障害物付近での計測が困難
 - 余盛のある溶接線近傍
 - 腐食が激しい表面
4. その他
UTドローンに取り付けるセンサーを
変更したもの



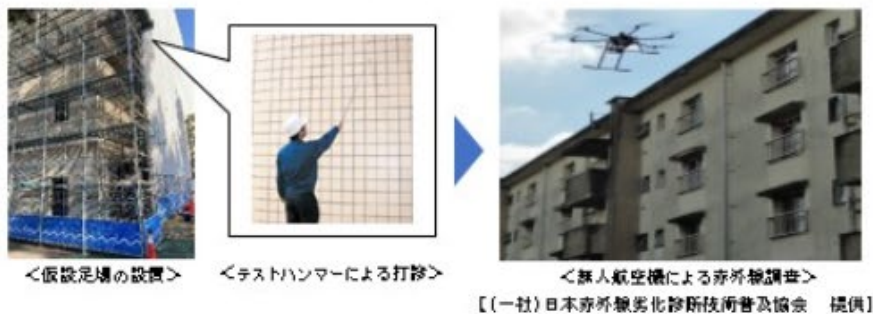
出典：厚生労働省 プラント設備等におけるドローンを活用した点検事例集
Tera Drone株式会社、Terra Inspectioneering B.V.

1次点検でスクリーニングした腐食箇所の状況確認等に活用できる可能性がある

赤外線カメラでの劣化箇所予測

1. 概要：搭載した赤外線サーモカメラでタンクの撮影を行い、温度分布からタンクの損傷状況を調査
2. メリット
 - 目視では判断できない情報を把握可能
 - 腐食などによるタンクの塗装に浮き・剥離などを調査可能
 - 比較的一般的なセンサーであり、対応できる会社が多数存在
3. その他
 - ビルや病院などの外壁調査では、建築基準法の制度改正により有効な点検方法として活用中
 - 建物外壁と屋外貯蔵タンクでは素材が異なるため、温度変化がどのように出るかは要確認

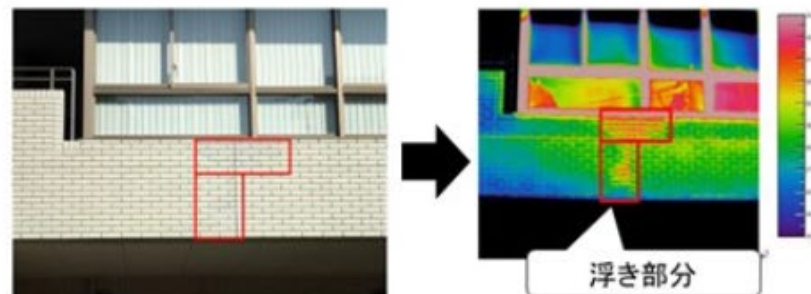
【無人航空機による赤外線調査導入による効果】



約4割のコスト削減効果(モデル建物における試算より)

出典：国土交通省 定期報告制度における外壁のタイル等の調査について

【赤外線調査の概要】



タイル壁面の温度差を赤外線装置で測定し、浮き部分を検出(外壁タイルが日射によって御温められると、浮き部分は健全部分と比べてタイル面の温度が高くなる現象を利用)

肉厚の変化や塗装、保護材の劣化による温度変化の傾向を把握できる可能性がある

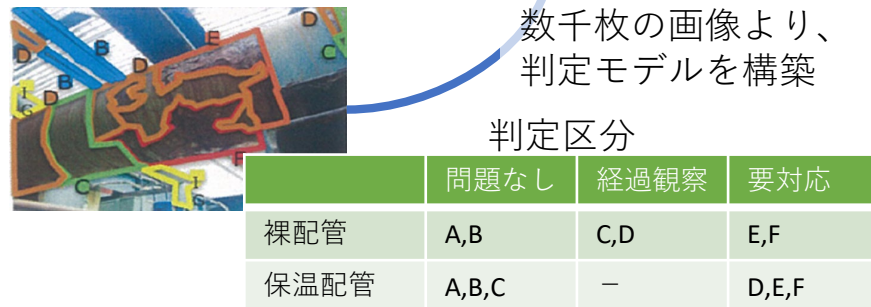
画像解析による腐食個所のスクリーニング

- 概要：配管向けに構築した画像データの解析による腐食評価システムを屋外貯蔵タンクの撮影画像でも腐食評価に活用できるかを検証
- メリット
 - 撮影画像を人が判断する負荷が軽減され、効率化
 - 判断者のスキルによらず、一定の判断が可能になる
- その他
 - 通常のAI画像解析モデル構築には多数のデータと時間を要する為、既存のモデルを活用し、時間とコストを削減して検証



評価結果(裸配管)

	評価パターン	A,B	C,D	E,F	背景	平均再現率
裸配管	6段階	91.9%	81.1%	77.9%	100%	87.7%
	4段階	—	91.6%	87.8%	100%	93.1%



評価結果(保温配管)

	評価パターン	A,B	C	D,E,F	背景	平均再現率
保温配管	6段階	100%		47.8%	99.1%	82.3%
	4段階	—	85.2%	81.0%	100%	88.7%

出典：国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構
IoTを活用した新産業モデル創出基盤整備事業 報告書

直視による目視点検の代替となる可能性がある

ポールドローン + 渦流探傷

1. 概要：ポールのついたドローンに非破壊検査センサーを搭載し、高所の点検が可能
2. メリット
 - 航空法の規制対象外
 - 渦流探傷以外のセンサーにも対応
3. その他
 - 10m程度までの対応
 - 橋梁、タンクなどの目視点検、厚さ計測等が対象



コンクリート橋の点検状況例

出典：新日本非破壊検査株式会社

光切断法

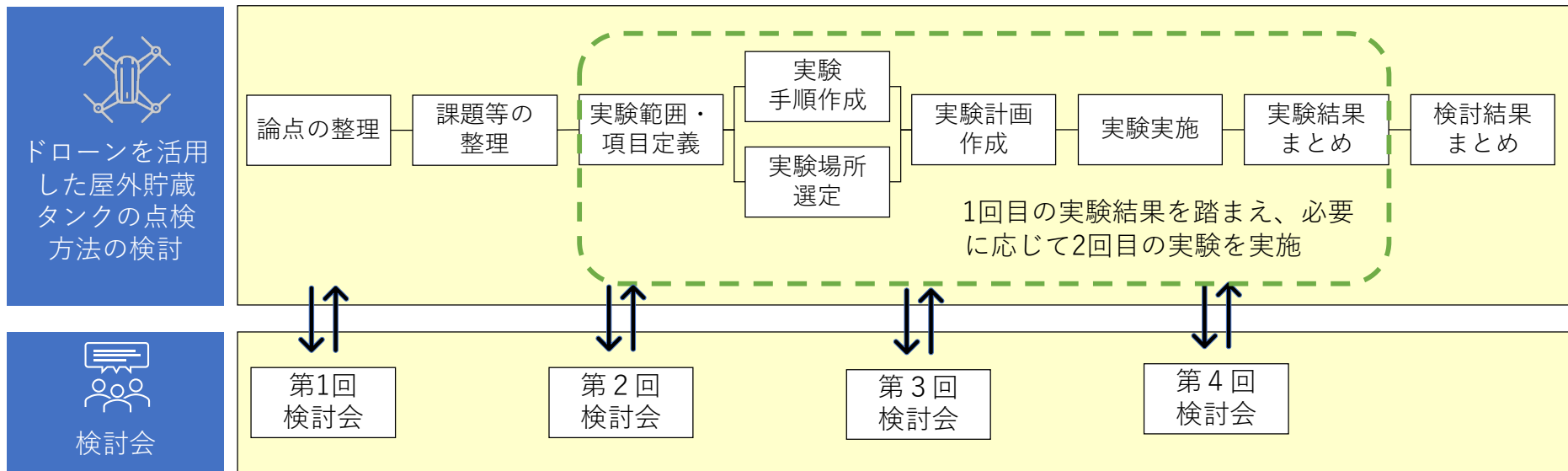
1. 概要：レーザ光を当てることで、溶接ビードの断面を非接触で計測可能
2. メリット
 - 非接触で溶接個所の状況を確認可能
 - 計測時間は非常に短く、機材軽量化されている
3. その他
 - 孔食の把握は難しい
 - 錆等の下の状況を把握できる可能性がある
 - ドローン搭載には改造が必要



出典：国土交通省 新技術情報提供システム (NETIS)

スクリーニング後の二次点検に活用できる可能性がある

実証実験は以下の流れにそって、実施予定



第1回検討会

- 検討会開催の背景・趣旨の説明を事務局より行い、**検討する論点**を整理
- 本検討会での**実施予定内容、進め方やスケジュール等**の確認

第2回検討会

- 事務局にて整理した屋外貯蔵タンクの点検やドローン活用の課題等を基に、**屋外貯蔵タンクの点検における課題と課題解決に向けた実証実験の内容**を検討
- 検討会の討議結果を反映し、検証する論点の整理、実験の範囲、検証項目を定義

第3回検討会

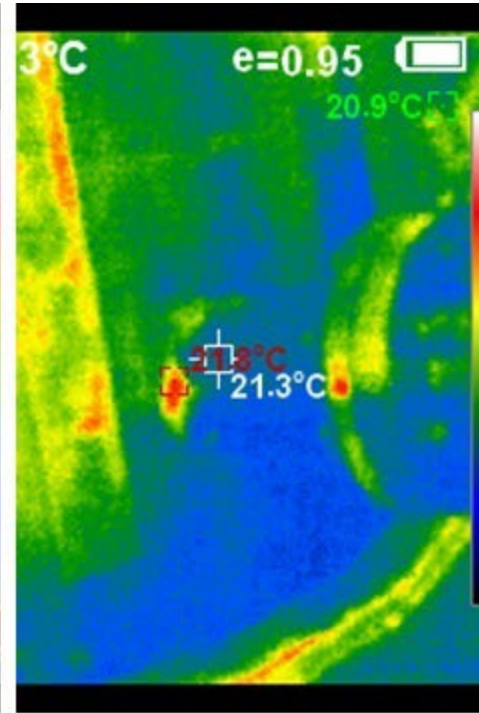
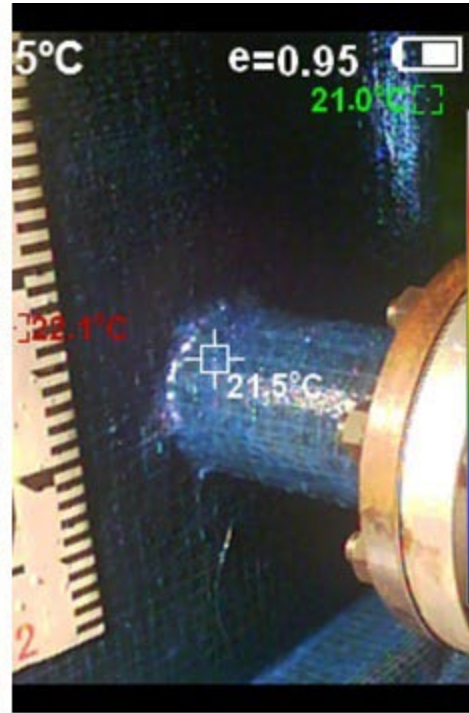
- 1回目の実証実験の結果を踏まえ、屋外貯蔵タンクの点検への**ドローン活用の有効性**を検討
- 1回目の**実験結果に対する課題や実験の改善点**等を整理
- 2回目の実証実験を行う必要がある場合には、実験計画に検討会の討議結果を反映

第4回検討会

- 実証実験の結果を踏まえ、既存の屋外貯蔵タンク点検の課題に対する**ドローンの有効性**を検討
- 国家備蓄基地、石油・化学事業者が活用できる**新しい点検方法**を検討し、取りまとめ



点検ロボット、非破壊検査技術 等、ドローン以外の新技術についても屋外貯蔵タンクの点検効率化につながる、情報を調査



出典：屋外貯蔵タンクの津波・水害による流出等防止に関する調査検討会