

飛行式ドローン・浮流式カメラ技術の 普及に向けたロードマップについて

全国特別重点調査における調査方法について

- 令和7年1月に埼玉県八潮市で発生した道路陥没事故を受け、全国特別重点調査が実施された。
- 全国特別重点調査のうち視覚調査における調査方法を、政令指定都市等を対象に確認したところ、調査実施済みスパンの約6割で潜行目視が採用されたが、浮流式は約14%、飛行式は数スパン程度であった。

出典 「下水道管路メンテナンス技術の高度化・実用化推進会議」第1回資料2-1

調査方法ごとの調査実施スパン数

調査方法	スパン数	調査実施済み	
		調査実施済み	今後調査予定
自走式	277	247	30
浮流式	346	324	22
水上走行式	27	27	0
飛行式	4	4	0
水中ドローン	1	1	0
潜水土	13	12	1
潜行目視	1549	1459	90
確認中	430	268	162

計 2647 2342 305

浮流式TVカメラ調査による写真

(全国特別重点調査)



今回の確認においては、流量が多く自走式テレビカメラや潜行目視による点検が困難な箇所において多く採用された

	全国特別重点調査 (優先実施箇所)	うち追加確認の 対象
延長 (km)	813	484
スパン数	5039	2647

浮流式カメラと飛行式ドローンの特性と課題

青字：優位な点

赤字：課題がある点

<浮流式カメラ>

- 比較的新しい技術であるが、近年大口径管の注目度が高まったことで、使用が増えている。
 - 様々な技術があるが、簡易なものを製作して使用している場合もあり、調達は困難ではない。
 - 基本的に流すだけで、操縦等の高度な技術は不要。
 - 飛行式ドローンよりも高い水位でも使用可能。延長が長い・カーブ区間などでも比較的対応可能。
 - カメラの性能にもよるが、水面からしか撮影できず、流況の乱れ等の影響を受けるため、画質面で課題が大きい。
 - クラック幅の計測は基本的に困難。
- 供給面の制約は少ないが、発注等に必要となる技術資料の整備は進んでいない。

<飛行式ドローン>

- 下水管内でのドローン活用が注目されるようになったのはここ10年ほど。非GNSS環境であることや狭い管内での安定飛行が難しい等により、下水道管内での飛行が実用的に用いられるレベルになったのはここ数年。
 - 一定の飛行空間が必要であり、浮流式よりも使用可能な水位の範囲が狭い。バッテリーの制約等により、延長が長いと対応できない。カーブ等で電波が届かないと使用不可。
 - 機体が高価であり、調達が困難。操縦にも一定の技術が必要。下水道管路調査企業は基本的に扱っていない。
 - 管路内で異常個所に近づけることや流況の影響を受けない（風の影響は受ける）ことから、画質面では一般に浮流式よりも良好であり、浮流式で対応できない個所で調査可能なケースもある。
 - クラック幅の計測は基本的に困難。
- 技術資料の整備に加え、供給面の増加や低コスト化が課題。ドローン業界との連携や参入促進も課題。

- 埼玉県八潮市で2021年度に実施した浮流式カメラ調査では、流況の乱れや水しぶきにより調査映像が取得できていなかった。映像が取得できた区間についても、光量不足により鮮明な画像が得られていなかった。
- 同区間について、2025年には飛行式ドローンにより、下流立坑から約600mを飛行し、鮮明な画像を得ることができている。なお、2021年度時点では一般的な調査手法ではなかった。

「八潮市で発生した道路陥没事故に関する原因究明委員会報告書」における
浮流式カメラ・飛行式ドローンの使用に関する記述

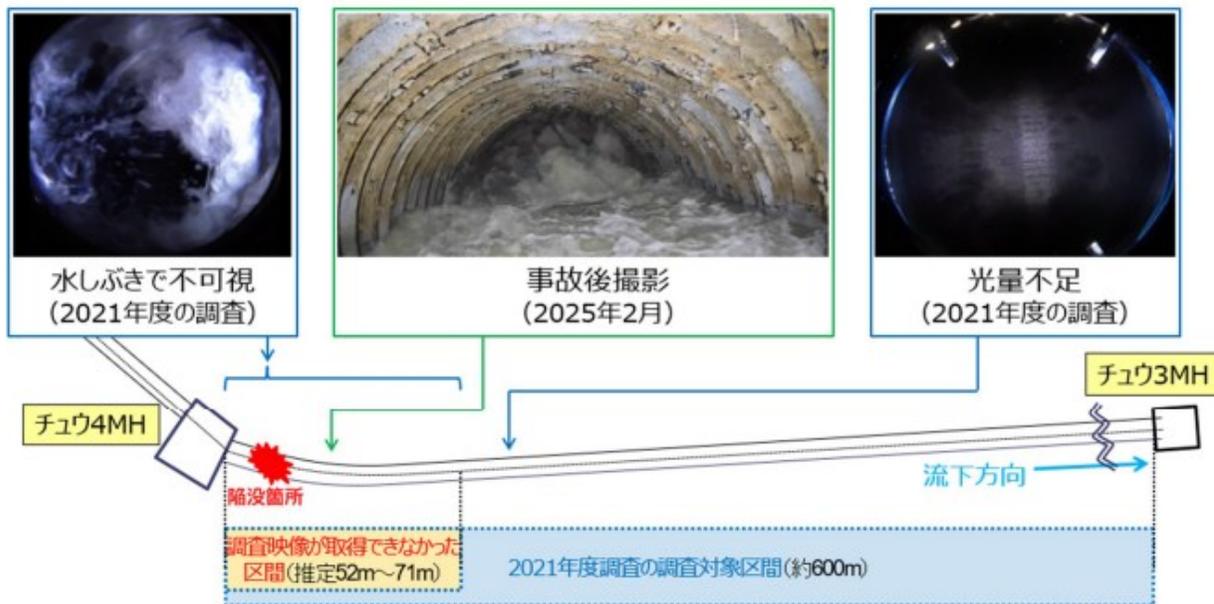


図 7.2 調査映像が取得できなかった区間

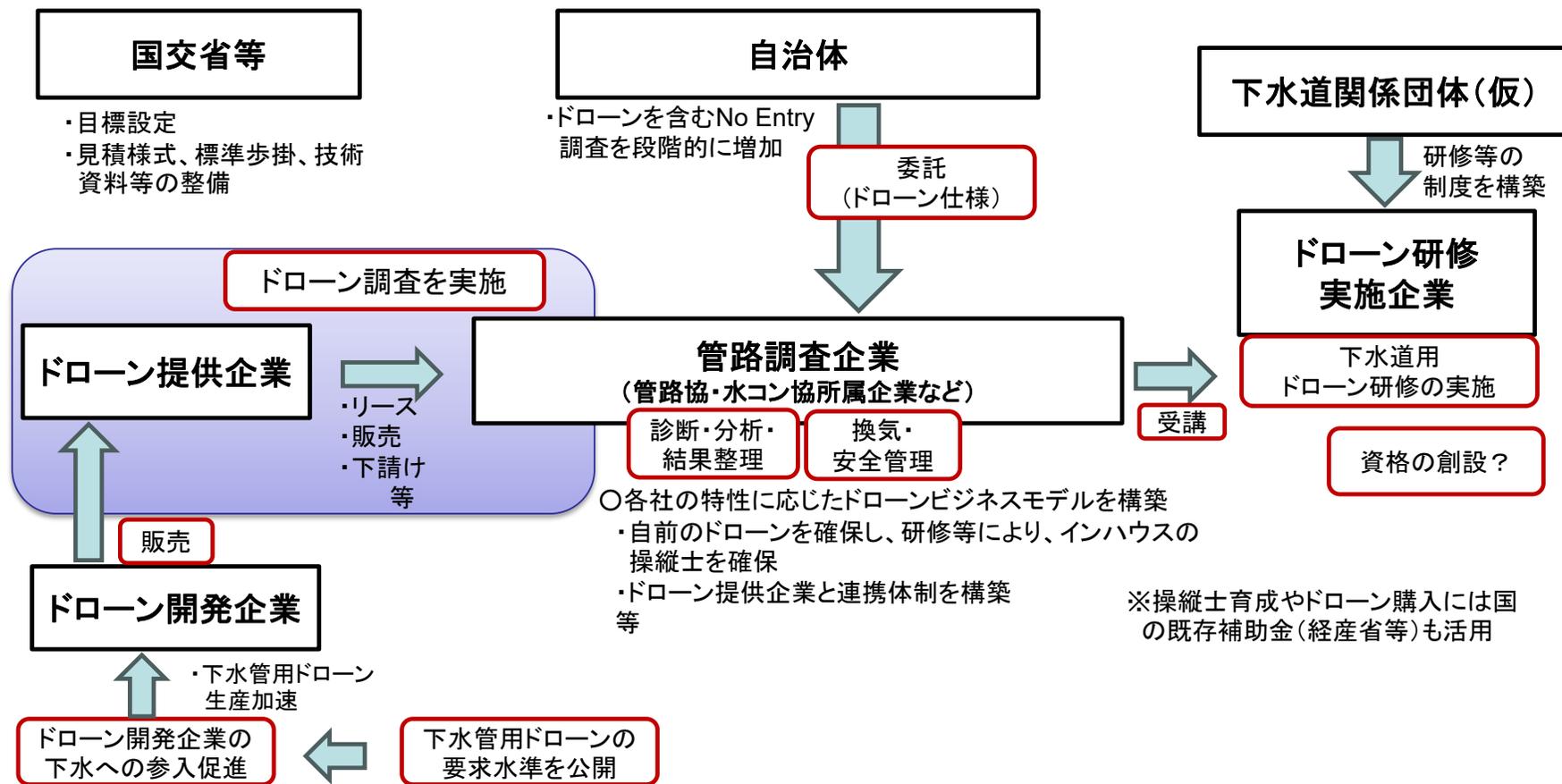
浮流式カメラの使用に関する記述

当該箇所は、高低差により流速が速く、また、常時流量が多く流れを止めることができず、調査の基本となる「人による潜行目視」ができない環境であった。そのため、**浮流式テレビカメラ調査機器が採用**され、その調査機器は、当時としては光量、画質ともに一般的な性能を有していた。しかし、調査機器を投入直後の約 8 秒間は**流況が激しく、水しぶきにより映像の取得が十分にできていない区間があった**。管内部の流速から推測するに、陥没直下の下水道管の映像は水しぶきや流れの影響で取得できていなかった(図 7.2)。また、映像が取得できていた区間においても、他の調査区間と比較して**鮮明と言えない映像**となっている(写真 7.1)。

飛行式ドローンの使用に関する記述

また、事故後の 2025 年 2 月に実施された**飛行式ドローンを用いた調査では管内状況の鮮明な撮影に成功**しているが、2021 年度の調査当時は飛行式ドローンによる調査は一般的ではなかった。

- ・国によるドローン調査の目標設定等により、自治体のドローン調査の量を段階的に増加。
- ・調査量の増加等によりドローン企業の下水道への参入とドローン生産増加を促す。
- ・管路調査企業等においては、ドローン調査を効果的に実施するためのビジネスモデルを形成。
- ・操縦士確保のため、下水道管用ドローン研修等のしくみを構築。



前回の議論を踏まえ、飛行式ドローンに加えて浮流式カメラも含めて調達環境整備ロードマップを検討した。

地方公共団体ヒアリングの結果【飛行式及び浮流式】(1/3)

- 下水道管路の点検・調査等に飛行式あるいは浮流式を導入している地方公共団体（5団体）を対象に、飛行式及び浮流式を導入する際の課題や要望についてヒアリングを実施した。
- 飛行式及び浮流式の導入フェーズ毎にコメントの概要を整理した。

※赤丸の数字は主な意見(白抜き:地方公共団体、赤塗りつぶし:民間企業)⇒後段にて整理

地方公共団体 技術項目		A	B	C	D	E
導入 段階	適用・不適用 の判断	調査困難箇所に限 り適用を検討(①)	自走式で対応でき ない場合に船体式 ⇒浮流式⇒飛行式 の順に検討(①)	自走式で対応でき ない場合に船体式 ⇒浮流式⇒飛行式 の順に検討(①)	潜行目視が出来な い場合に浮流式の 適用を検討(①)	潜行目視が出来な い場合に飛行式と 浮流式を適用検討 (①)
	説明対象 部署	(当該部門で判断)	(当該部門で判断)	(当該部門で判断)	(当該部門で判断)	(飛行式導入につ いて)首長、議会
	管路清掃業務 一体発注有無	清掃なし	清掃なし	清掃なし	清掃なし(清掃が必 要な箇所はあった)	清掃なし
	積算の考え方	飛行式は日数、浮 流式は延長で見積 もり	見積りで対応	(試行段階のため、 該当案件なし)	見積りで対応	見積りで対応
	発注方法	(発注実績なし)	包括的民間委託	(試験的な採用)	浮流式は仕様発注 (一般競争入札)	潜行目視調査で 発注⇒後で変更
	導入時の不安 や課題	新技術の採用は高 額になりやすく、価 格の妥当性が見極 めにくい(③-2)	距離の計測、長距 離スパンへの対応 等が課題 (④-1)	判定精度の向上、 曲線部・高流速・障 害物への対応等 (④-1)	1日あたり70~80 万円と高額。mあた り単価が望ましい (③-3)	オペレーターの不 足、人材育成が 課題 (③-1)

※赤丸の数字は主な意見(白抜き:地方公共団体、赤塗りつぶし:民間企業)⇒後段にて整理

地方公共団体 技術項目		A	B	C	D	E
調査実施段階	契約変更対応	出来高に応じて契約変更	出来高ゼロでも「準備工」、「事前調査」で計上予定	(該当案件なし)	数量に応じて契約変更	日数に応じて支払い
	理想の発注方法等	性能発注	1社で安全対策～調査まで対応	今後整理が必要	仕様発注で特に問題ない (2)	現場に応じて調査手法を民間で選択できるような手法
	責任の所在(事故発生)	事故発生要因によるが、原則として受注者の責任 (5)	(該当案件なし)	今後整理が必要	特記仕様書に事故がないよう配慮する旨を記載しているため、受注者の責任(5)	(該当案件なし) 現時点では明確ではない
	責任の所在(誤判定)	明らかな見落としは受注者の責任(5)	契約書での定めを確認する必要あり	今後整理が必要	受注者の責任(5)	飛行式は再委託⇒元受けの責任(5)
	必要なルール等	仕様書等で責任の所在を明文化	(具体のケースを指定しないと回答困難)	仕様書等で責任の所在を明文化	責任の明確化。ただし、詳細調査とスクリーニングでは責任の程度は異なる	調査レベルに応じて責任の所在を決める必要あり
要望等	診断基準の新設・見直し	基準の新設・見直しが必要 (6)	民間と一緒に技術開発したい(4-2)、投資判断できる需要も必要	評価基準の新設・見直し(ガイドライン等)が必要など※(6)	歩掛、仕様書(記載例)の整備などをお願いしたい	距離、ひび割れ幅の測定機能や評価基準の新設・見直しが必要(4-1)

※国が率先して新技術導入の方向性を示すこと、調査後の補修や改良方法に関する議論、補修等の経費へ補助金を導入できる恒常的な制度

前頁における「要望等」の詳細は以下のとおり。

- 積算資料にかかる要望等：
 - 見積対応で発注作業が煩雑となるため、**標準歩掛かりの制定が必要**だと考える。
 - **歩掛、仕様書（記載例）の整備**などをお願いしたい。
- 技術資料にかかる要望等：
 - 調査困難箇所への導入を促進するため、飛行式、浮流式を用いた調査による、**新たな判定基準と調査機器として選定可能な適用条件等について、国の基準策定に期待**する。
 - 飛行式や浮流式の調査機の導入にあたり、これまで実施してきた「詳細調査」の調査項目・調査精度を満足するのは難しいと考えている。そこで、**詳細調査が困難な箇所において飛行式や浮流式の使用を前提としたガイドライン・調査基準を定めて頂きたい**。（適用箇所、撮影結果の判定方法、標準歩掛、必要性能など）全国的な基準等が定まっていないと、調査機器メーカーも開発目標を立てにくいと思われる。
 - 飛行式や浮流式の調査機は、スクリーニング調査に使用することも考えられるが、従前から使用している「**管路内調査標準仕様書**」には、「**スクリーニング調査**」という項目がない。今後「スクリーニング調査」を標準化するにあたっては、**定義を明確化し、目的、必要性、調査項目、調査精度、頻度、詳細調査との関係などを整理してほしい**。

開発企業ヒアリング結果【飛行式及び浮流式】

- 飛行式及び浮流式の現在の普及状況やビジネス形態、課題、各社企業が目指す目標について、飛行式及び浮流式の開発を行っている複数の企業を対象にヒアリングを実施した。
- 以下の内容は機器区分毎に各社の回答から抜粋して記載しており、業界全体の回答ではない。

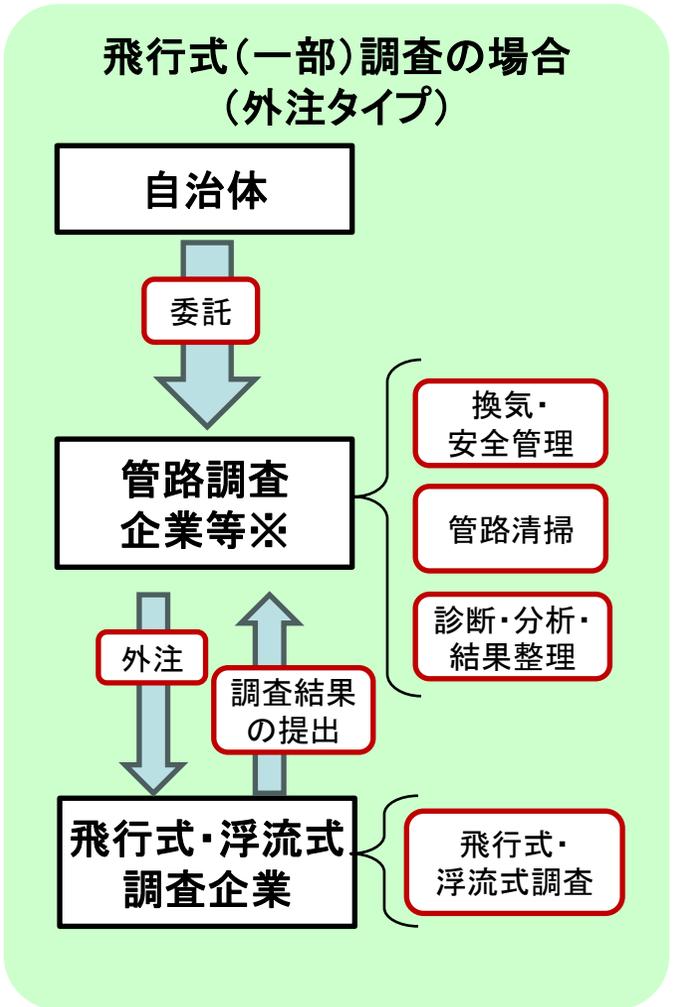
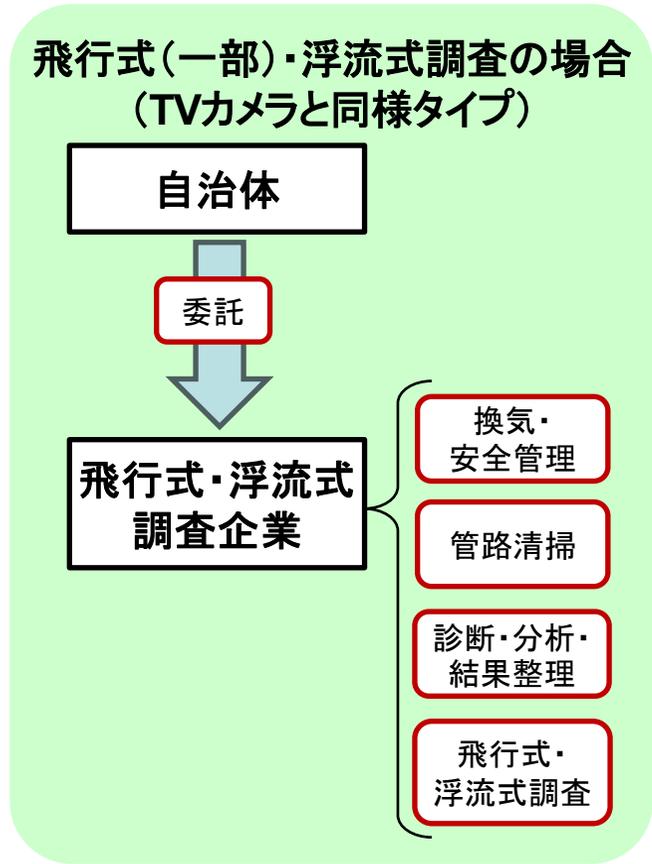
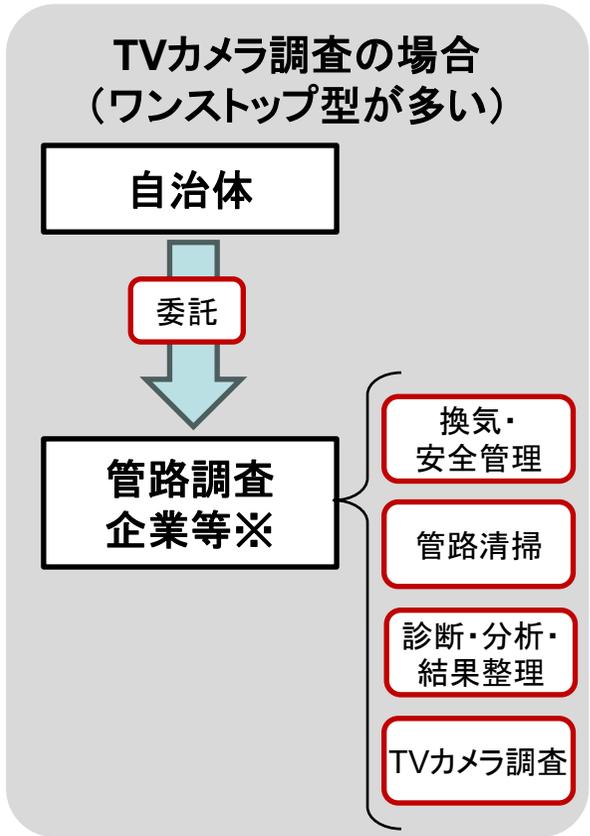
※赤丸の数字は主な意見(白抜き:地方公共団体、赤塗りつぶし:民間企業)⇒後段にて整理

都道府県 機器区分		飛行式	浮流式	
		手動操縦	水面走行	水面流下
対応エリア		全国	全国	全国
機材普及状況(台数)(③-1)		北海道(1)、千葉県(20)、東京都(14)	北海道(1)、東京都(4)	宮城県(1)、東京都(34)、愛知県(2)、福岡県(1)
ビジネス 形態	機器販売	○	○	—
	自ら調査	○	○	○
	調査会社の下請け	○	○	○
	オペレーター派遣	○	—	—
	教育訓練・人材育成	○	—	○
コスト・積算		X社:1日当り70~100万円+経費(③-3、③) Y社:400~880円/m※	720~990円/m※	現場状況に応じて見積もり対応
責任の 所在	墜落、転覆 ⇒事故発生	操縦者の過失⇒操縦者及び管理者 機体の欠陥⇒メーカー ただし、墜落リスクを操縦者が負担すること は避けたい(⑤)	調査実施者 (リスクヘッジができていないため)	ケースバイケース 契約内容による(⑤)
	調査精度の不備 ⇒事故発生	飛行式が順守可能なレベル(ランクを限定 等)で仕様書や契約書で明確化	発注者による全データのチェック、 コンサルタント等の第三者による評価	仕様書や契約書でのリスク分担の明確化
責任を回避するために 必要なルール等		発注者による全データのチェック、 コンサルタント等の第三者による評価(⑥)	同上(⑥)	AIを活用したダブルチェック (発注者自ら再判定など)(⑥)
要望		判定基準の整備や電波法の改正 (地中なので生活に影響をきたさない)	総合評価による発注を希望(②)。 その際、NETISに登録されている技術や 下水道関連の認定技術に加点されるよう な仕組み作りをお願いしたい。	・歩掛の標準化 潜行目視ではなく機械による調査を標準 としてほしい(①) ・開発に対する支援(補助金等)(④)

※直接作業費のみで経費は含まず(報告書作成費用も含まない)

飛行式・浮流式利用における主なスキーム(現在)

○現在、飛行式・浮流式を利用した管路調査を実施する場合は、主に以下のような形態が想定される。
 ○発注者側(自治体)、受注者側(管路調査企業、ドローン調査企業)双方において、ドローンを選択するに際しての課題が存在している。



※ コンサルタントが受託して管路調査企業へ換気・安全管理、管路清掃、診断・分析・結果整理、管路調査等を外注する場合もある

- 飛行式あるいは浮流式を導入している地方自治体、及び開発企業（自ら調査も実施）に対する主な意見を整理した。
- 発注者側と受注者側の間には現状の考え方や要望等におけるギャップが存在している。

導入段階

① 潜行目視調査ができない場合に浮流式・飛行式の適用を検討している。

② 性能発注が理想だが、仕様発注でも特に問題ない

③-1 飛行式の基数や操縦士が不足しており、使用したくとも調達が困難。

③-2 標準歩掛がなく、発注金額の算定や妥当性の判断が困難。

③-3 委託費用が高い

④-1 距離の計測、長距離・曲線スパンへの対応、ひび割れ幅の測定等が課題

④-2 民間と一緒に共同開発したい

⑤ 原則として、墜落や誤判定により事故が発生した場合の責任は調査企業

⑥ 評価基準の新設・見直し(ガイドライン等)が必要

自治体

委託

管路調査企業等※

外注

調査結果の提出

飛行式・浮流式調査企業

① 潜行目視ではなく機械による調査を標準としてほしい

② 総合評価による発注を希望

③ 新技術の開発や技術者育成には相応の費用と時間が必要

④ 技術開発に対する支援(補助金等)を頂きたい

⑤ 事故が発生した場合の責任はケースバイケース。飛行式の場合、墜落リスクを操縦者が負担することは避けたい

⑥ 発注者による調査結果のチェック、コンサルタントあるいはAI等の第三者による評価が必要

調査実施段階

- 建築業界においてドローンの普及・活用推進に取り組んでいる（国研）建築研究所の宮内上席研究員にヒアリングを実施。
- 同氏が設立に携わった（一社）日本建築ドローン協会（JADA）では、**建築分野とドローン分野の両者をマッチングさせる人材を育てることを目標に講習や民間資格、ガイドラインの策定等**を行っている。

協会概要



一般社団法人日本建築ドローン協会(JADA)は2017年9月に設立され、本会の目的は、**建築分野とドローン分野の技術融合を促進**することです。JADAは、**技術交流の場となるプラットフォームを提供する団体**であり、技術開発を進めるためのコンソーシアムであります。JADAでは2018年9月より**建築物へのドローンの安全活用を促進していくために「建築ドローン安全教育講習会」を開催**しています。建築ドローンに関わる様々な事業や委員会活動を行っており、これら活動を通して**建築ドローン分野の発展に貢献**することを目指します。

会員及び活動実績

- 【会員】個人会員106名、法人会員51社、賛助会員3社
- 【講習会開催及びマニュアル等作成実績】
 - 2018.9: 建築ドローン安全教育講習会実施
 - 「建築物へのドローン活用のための安全マニュアル」作成
 - 2019.3: 「居住者から見た建築物調査時等のドローンの評価手法研究会報告書」作成
 - 2019.9: 建築ドローン安全教育講習レベルアップ研修会実施／「研修会用建物調査編テキスト」作成
 - 2019.9: 「建築ドローン標準業務仕様書(案)【点検・調査編】制定
 - 2020.9: 「建築ドローン技術評価事業」創設
 - 2022.11: 「建築狭所空間ドローン利活用実施ガイドライン(案)・同解説」制定
 - 2024.3: 「建築物における係留を用いたドローン運用ガイドライン(案)」制定
 - 2025.1: JADA×ドローンジャーナル「建築とドローン」特別編集号の公開



- 【セミナー開催実績】
 - 2018.2～: 建築ドローン技術セミナー
- 【共同研究実績】
 - 2020-2021年度: 日本建築防災協会、神戸大学、日本建築ドローン協会、コンステック、日本アビオニクス共同研究「ドローン等を活用した建築物の外壁の定期調査に係る技術開発」
 - 2021年度: JADA、中野区、建築研究所、(一社)日本UAS産業振興協議会との4者共同研究
- 【外部事業(受託研究)の主な実績】
 - 2020.5: NEDO事業「規制の精緻化に向けたデジタル技術開発/ドローン等を活用した建築物の外壁の定期調査に係る技術開発」採択
 - 2021年度: 日本建築防災協会「定期報告制度における赤外線調査(無人航空機による赤外線調査を含む)による外壁調査ガイドライン」への技術的支援 (YouTube動画)
 - 2022年度: JADA×JUIDA連携「ドローン建築物調査安全飛行技能者コース」設置

- 【委員会設置と活動】
 - 事業: 3、専門委員会設置: 13、SWG設置: 2
- 【展示会等への情報公開】
 - Japan Drone協賛、建築分野でのドローン活用ウェビナー等



建築ドローン安全教育講習会

本講習会ではJADA「建築ドローン飛行管理責任者」として、教材「建築物へのドローン活用のための安全マニュアル」を用いて下記内容を習得することができます。**考査合格者は定期報告制度における赤外線調査において「ドローン調査安全管理者」として就くことが可能です。**現在まで800名を超える方に受講頂いております。

- 【形式】座学講習（午後2日間：オンライン）
- 【内容】安全マニュアル教育（以下の通り）／考査

- <技術編>
 - 第1章 建築分野におけるドローン活用の基礎
 - 第2章 ドローンの活用に関わる建築知識
 - 第3章 ドローン技術と安全運用



- <実用編>
 - 第4章 ドローンを活用した建築物の施工管理
 - 第5章 ドローンを活用した建築物の点検・調査

「建築物へのドローン活用のための安全マニュアル」と修了証



「建築狭所空間ドローン利活用実施ガイドライン(案)・同解説」

本ガイドラインは、マイクロドローンを建築狭所空間で利用する際、実施組織の構築、マイクロドローン点検・調査実施計画及び飛行計画の立案、事前準備、点検・調査の実施、安全管理などの業務の標準を示すことにより、マイクロドローンを関係者に幅広く安全に利用して頂くことを目的としています。

- <目次>
 - 第1章 総則
 - 第2章 マイクロドローンと制御
 - 第3章 マイクロドローンを使用するうえで必要な電波利用の条件
 - 第4章 マイクロドローンによる点検・調査の種類
 - 第5章 マイクロドローンによる定期点検・調査業務の運用方法
 - 参考資料) マイクロドローンの模擬運用事例



一般社団法人 日本建築ドローン協会

〒101-0044 東京都千代田区鍛冶町2-9-6 徳力本店ビル7階
 TEL: 03-6260-8655 FAX: 03-6260-8656
 E-mail: info@jada2017.org HP: https://jada2017.org/



ロードマップの柱建て

○本会議における意見や飛行式・浮流式を利用する自治体及び開発企業等へのヒアリングを通じ、飛行式・浮流式の活用にあたっての課題をグループ化し、想定される施策及びロードマップの柱建てを抽出した。

主な意見(課題)

ロードマップの柱建て

積算(歩掛、費用の妥当性評価等)、発注方法(仕様発注、性能発注等)、事故発生時の責任の所在、評価基準(ガイドライン)が整備されていない。
また、事故発生時のリスク分担の考え方や、発注者または第三者(コンサルタント・AI等)による調査結果のチェック等の仕組み作りも必要。
(意見:②、②、③-2、⑤、⑤、⑥、⑥)

図書・基準類
作成

供給サイドの強化には、需要創出が必要。(第3回会議 資料4より)
潜行目視調査ができない場合に飛行式・浮流式の適用を検討しているのが現状である。
潜行目視ではなく機械による調査を標準として欲しい。(意見:①、①)

需要創出

飛行式・浮流式の基数や、飛行式の操縦士が不足しており、使用したくとも調達が困難な状況にある。(意見:③-1)
ドローン企業の下水道界への参入促進が重要ではないか。(第3回会議 資料4より)

供給力強化

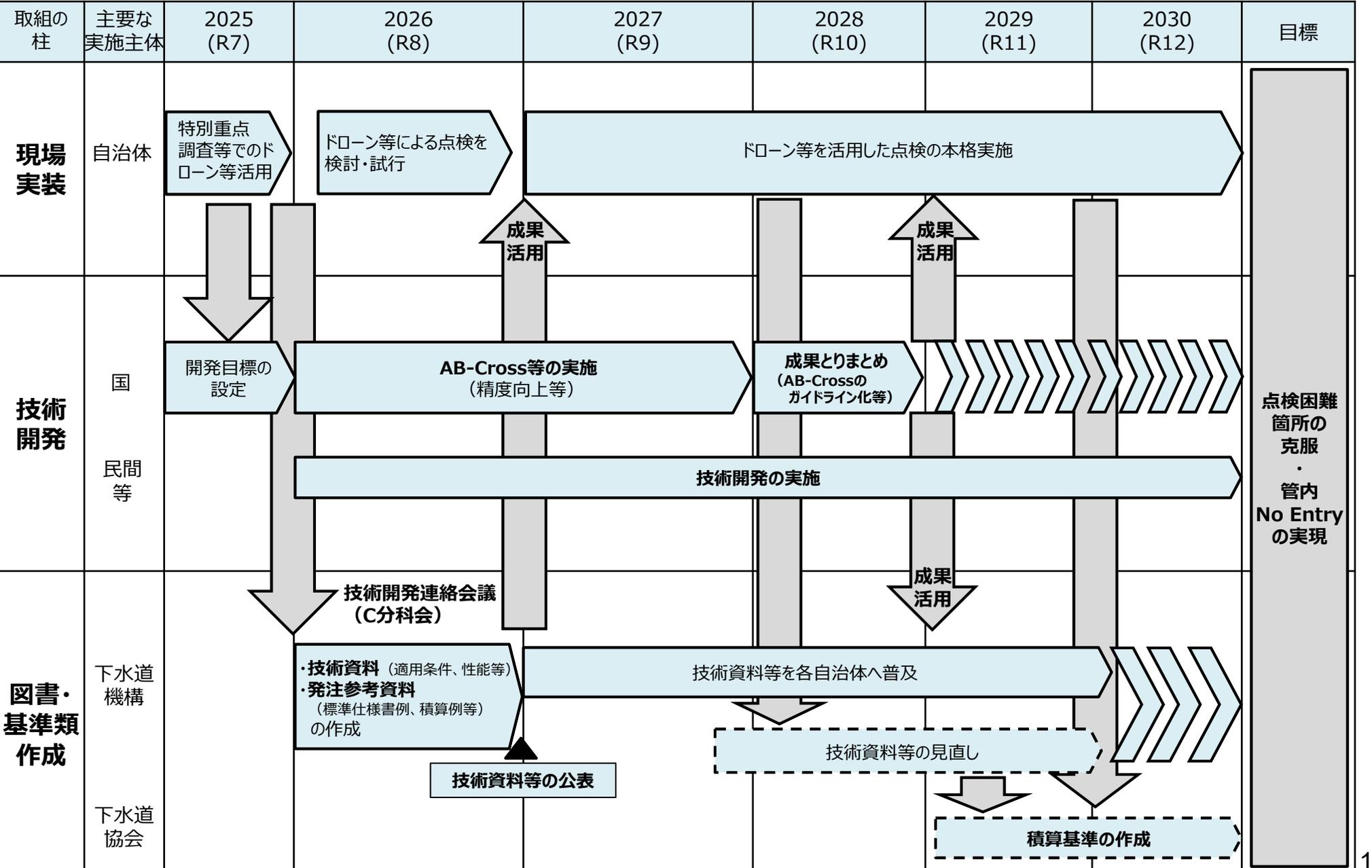
飛行式・浮流式の技術は現時点で概略点検レベルであるが、地方公共団体からは距離の計測、長距離・曲線スパンへの対応、ひび割れ幅の測定等も望まれている。
ただし、新技術の開発や技術者育成には相応の相当の費用と時間が必要となり、委託費用が高いのが現状である。開発に対する支援も必要である。
(意見:③-3、③、④-1、④-2、④)

技術開発

常時水位が高い調査困難箇所については、飛行式ドローンや浮流式カメラを入れるための水位低下方策が必要である。(第2回会議 資料2より)

水位低下方策の
情報共有

飛行式ドローン・浮流式カメラ技術の普及に向けたロードマップ(案) (1/2)



取組の柱	主要な実施主体	2025 (R7)	2026 (R8)	2027 (R9)	2028 (R10)	2029 (R11)	2030 (R12)	目標	
需要創出	国	<p>需要創出策の検討</p> <p>自治体にドローン等の積極活用を要請</p>	<p>各自治体で実施</p> <p>実施状況の確認</p>	<p>R8結果集計</p> <p>ドローン等活用の目標設定</p>	<p>R9結果集計</p>	<p>R10結果集計</p>	<p>R11結果集計</p>	<p>点検困難箇所 の克服 ・ 管内 No Entry の実現</p>	
供給力強化	国が主体となり官民協働で検討	<p>ドローン企業の新規参入を促進するための方策検討</p>	<p>新規参入促進策の実施</p>						<p>点検困難 箇所 の克服 ・ 管内 No Entry の実現</p>
		<p>官民でのドローン活用促進体制の構築検討</p>	<p>官民でのドローン普及方策の推進</p>						
		<p>管路協ドローン分科会と連携して実施方法検討</p>	<p>ドローン関係者向けガイドライン作成</p>	<p>操縦士の増加・育成のための研修制度の検討</p>	<p>操縦士研修の実施 ※実施主体は今後検討</p>		<p>操縦士の技能を担保するための資格制度の検討</p>	<p>資格制度の運用 ※実施主体は今後検討</p>	
水位低下方策の情報共有	本会議	<p>本会議等を活用した情報共有</p>							