

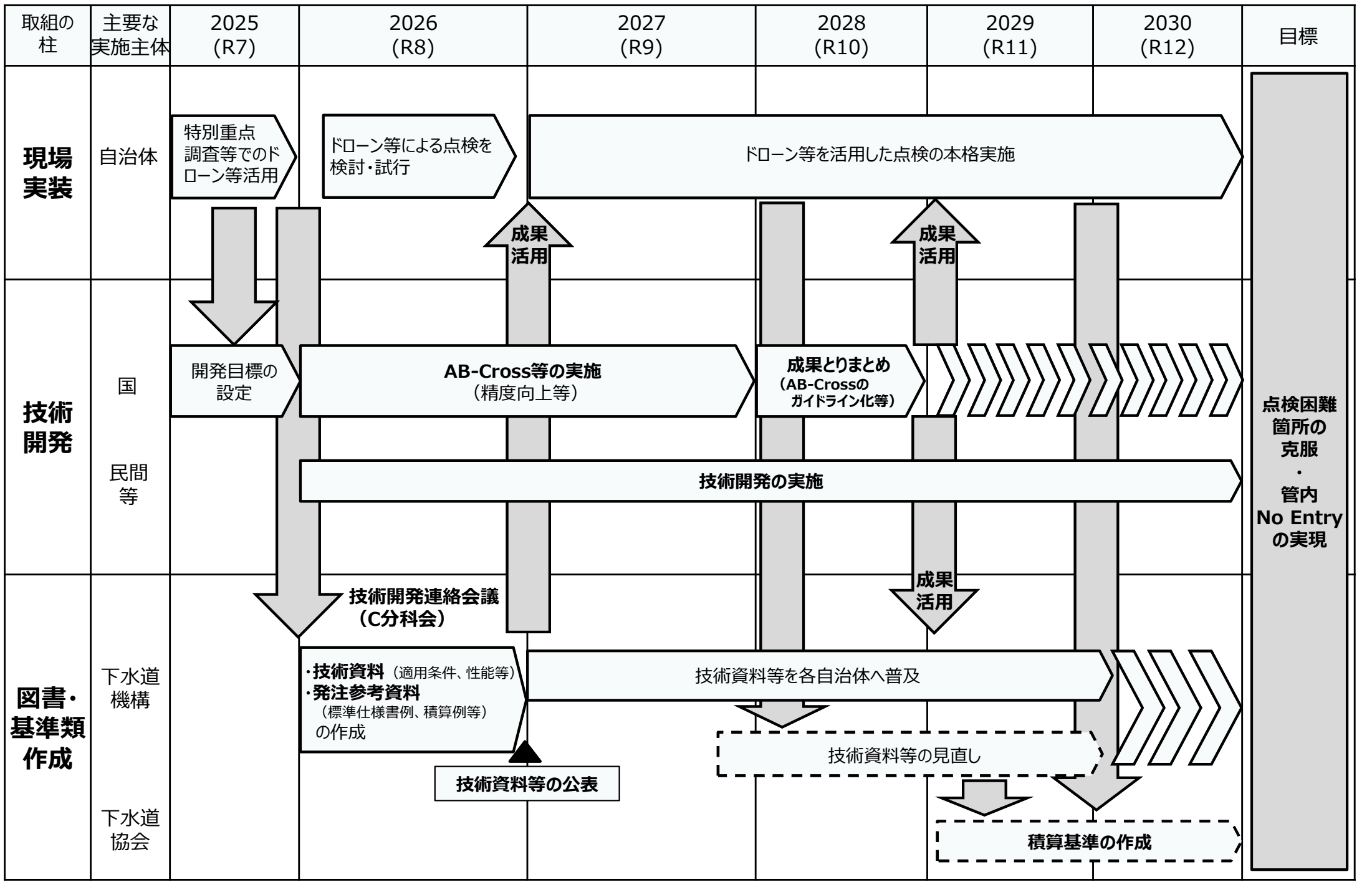
# 飛行式ドローン・浮流式カメラ技術の 普及に向けたロードマップについて

---

令和8年4月

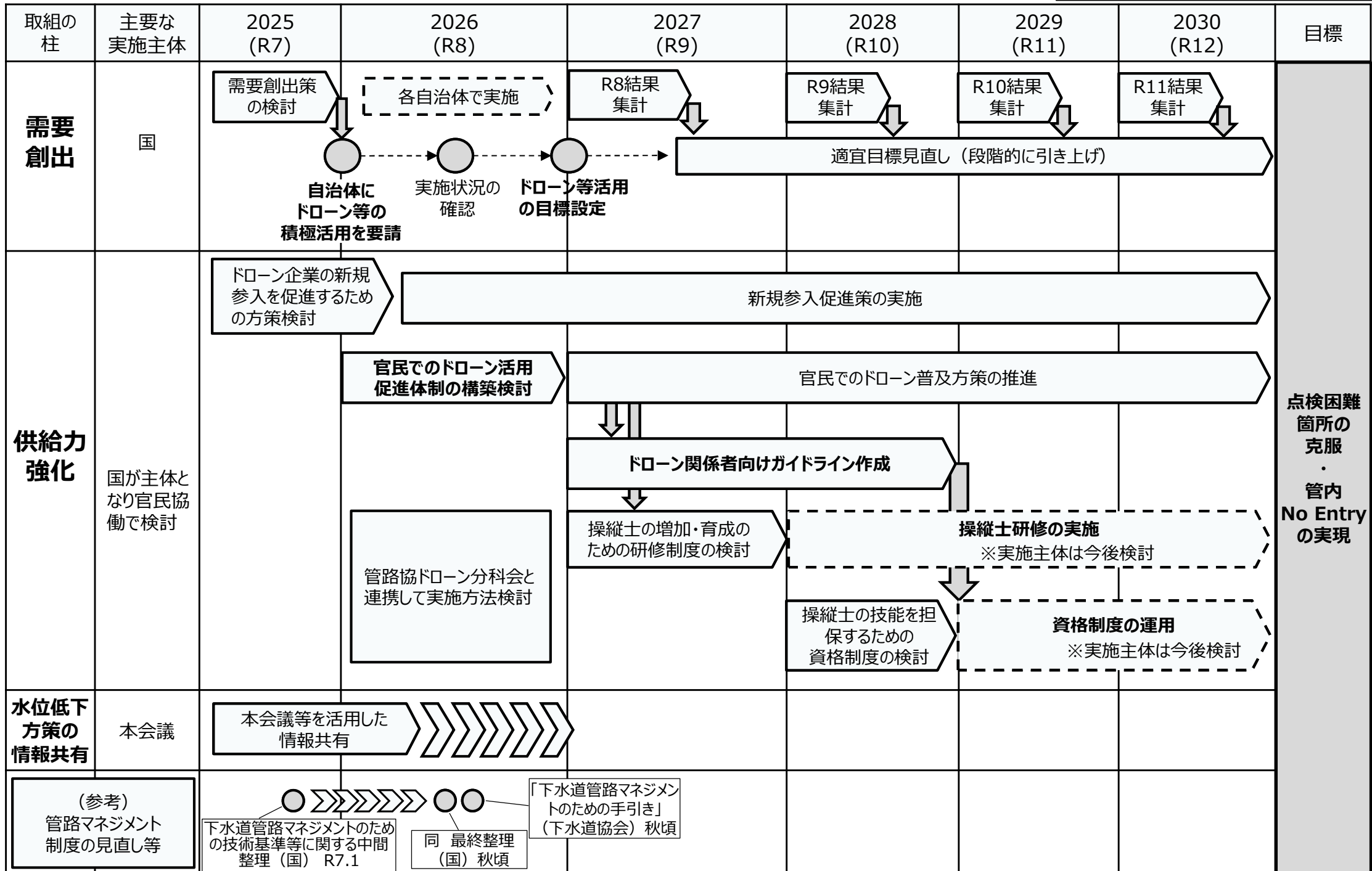
# 飛行式ドローン・浮流式カメラ技術の普及に向けたロードマップ（1/2）

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4回資料1を一部加工



# 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（2/2）

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4回資料1を一部加工



# 参考資料

# 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 | 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<br>(優先実施箇所) | うち追加確認の<br>対象 |
|---------|----------------------|---------------|
| 延長 (km) | 813                  | 484           |
| スパン数    | 5039                 | 2647          |

○全国特別重点調査(優先実施箇所)における合流管・汚水管の調査実施時の水位低下方策について、政令指定都市等を対象に確認。 ※雨水管については調査対象外

## 実施した水位低下方策のスパン数

| 水位低下方策      | 合流管      | 汚水管      |
|-------------|----------|----------|
| 上流での管内貯留    | 224(199) | 139(103) |
| 下流ポンプ等の連続運転 | 172(137) | 124(102) |
| 下流ポンプの抑制    | 18( 18)  | 0        |
| 伏越ゲート操作     | 0        | 6( 0)    |
| 水替え         | 7( 3)    | 0        |
| ドレン管        | 2( 0)    | 0        |
| 既設ルートを活用    | 30( 0)   | 1( 0)    |
| 夜間等作業時間調整   | 143(100) | 187(103) |
| 上記方策の組合せ    | 199      | 103      |
| 不要          | 726      | 369      |
| 困難          | 0        | 12       |

## 水位低下後に行った調査方式ごとの調査実施スパン数

| 調査方式    | 合流管 | 汚水管 |
|---------|-----|-----|
| 走行式     | 23  | 126 |
| 浮流式・船体式 | 20  | 32  |
| 飛行式     | 2   | 0   |
| 水中ドローン  | 1   | 0   |
| 潜行目視    | 286 | 87  |
| 空欄・その他  | 6   | 7   |
| 合計      | 338 | 252 |

※()内は複数の手法がとられたスパンの内数

# 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**。

浮流式カメラ・飛行式ドローンそれぞれにメリット・デメリットがあり、特性に応じた普及促進策が必要

# 下水管用飛行式ドローン拡大に向けた方向性(案)

## 飛行式ドローンの普及促進の必要性

- ・全国特別重点調査において、ポンプ運転等の水位低下策を複数組み合わせることにより潜行目視を実施している事例が多数明らかになった。作業効率化や安全性の観点から、潜行目視ではない方法による「No Entry」に移行していくことが今後重要である。
- ・飛行式ドローンに関しては、飛行距離や画質といった課題がありさらなる技術開発が求められる一方で、現行の技術レベルにおいても、ある程度潜行目視に代替可能な手法であるといえる。
- ・一方で、全国特別重点調査において、浮流式カメラは一定数使用されていたものの、飛行式ドローンの使用はごく一部に限定されていた。飛行式ドローンに関しては、技術面とあわせて、調達環境など普及促進のための取組がより重要であると考えられる。



## 飛行式ドローンの普及に向けた個別課題

これまでのヒアリング等の結果から、飛行式ドローンの普及に向けて、以下のような課題が存在しているものと推測される。

- ・潜行目視の方が安価(そもそも発注されないのでドローンが普及せず、コストが下がらない)
- ・ドローン基数や操縦士が限られていて、多用できない(特に下水道管路は特殊で難しい)
- ・一般的な管路調査企業ではドローンの調達も操縦もできない

以上の理由から、調査へのドローン利用はごく一部の試行的なものに限られる状況



ドローン調査の事業量(需要)を増やすとともに、  
供給サイドの強化(ドローン生産や操縦士育成とそのための仕組みづくり)が必要ではないか。

# 下水管用飛行式ドローンの普及方策(案)

## ①ドローン調査の需要増加策

- ・自治体を実施するドローン調査実施量の目標設定(例えば、大口径管など一定条件下での調査はNo Entryを原則とするなど)により、実施量を段階的に増やすことを検討。
  - ・見積様式や標準歩掛、技術資料等の作成により、自治体によるドローン発注を支援。
- 需要創出により、下水道管用のドローンの生産加速と廉価化を促す。

## ②ドローン企業の下水道業界への参入促進

- ・上記の需要増加策により、ドローン企業の下水道界への参入を促す。
- ・下水道界への参入を技術的に支援するため、下水管用ドローンに求める最低限の機能(狭い管内で安定飛行、衛星電波届かない場所で飛行可、など)と、さらなる技術開発目標を提示する。【R8AB-Cross公募において、「基本機能」及び「求める機能」を提示済】

## ③下水道管用ドローンの操縦士を増やすため、資格や研修等の仕組みの構築

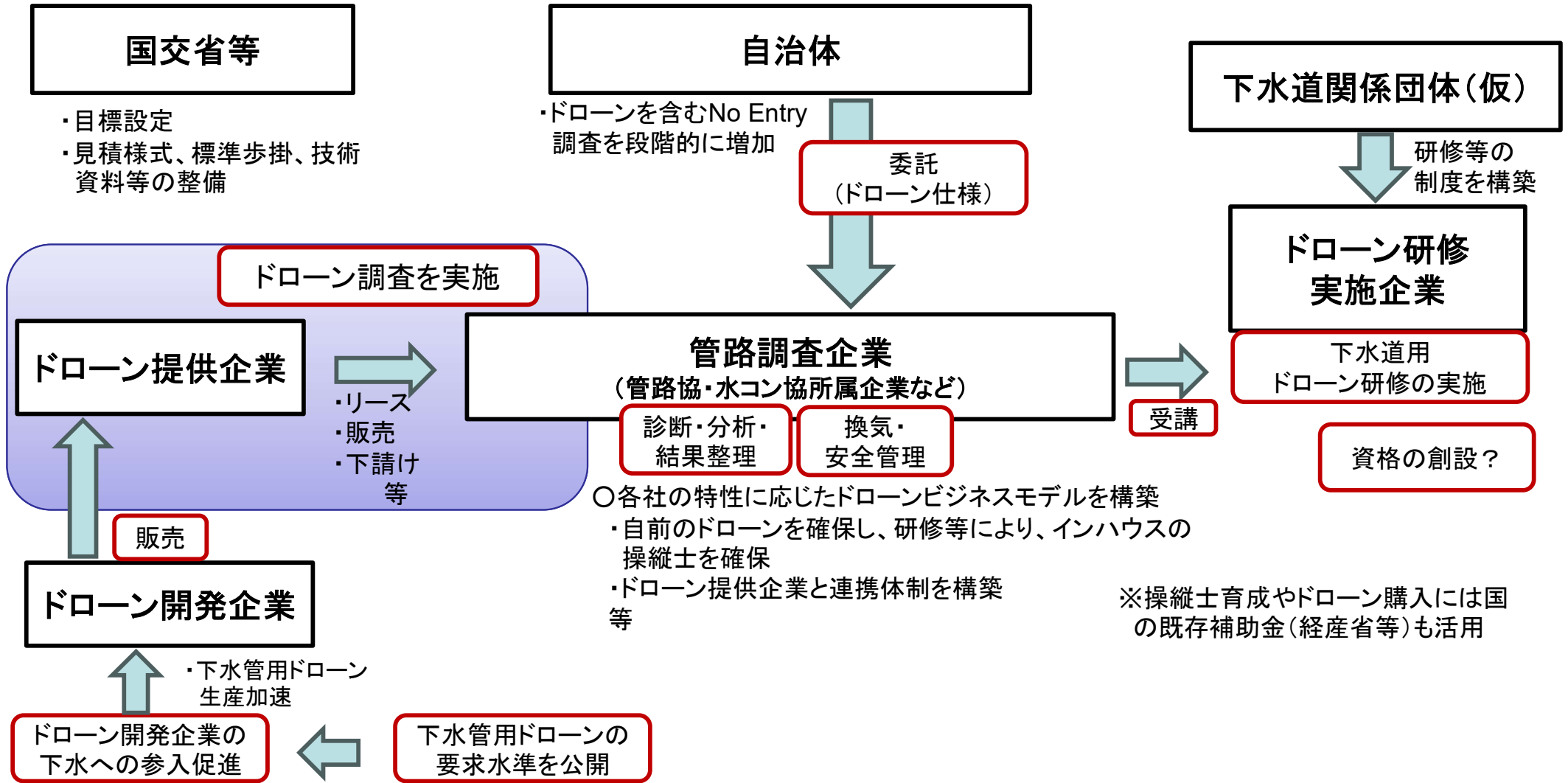
- ・上記によるドローン供給促進とあわせて、操縦士を増やすための仕組みの構築が必要。
- ・そのためには、下水管内でのドローン操縦をするための研修や資格の仕組みを構築する必要があるのではないか。

## ④下水管調査会社にとって現実的なビジネスモデルを提示

- ・例えば、ドローン提供企業と連携・分担したビジネスモデルの構築
- ・例えば、管路調査企業が自前でドローンと操縦士を保有(研修や資格も活用)

# 今後のドローン利用スキームのイメージ

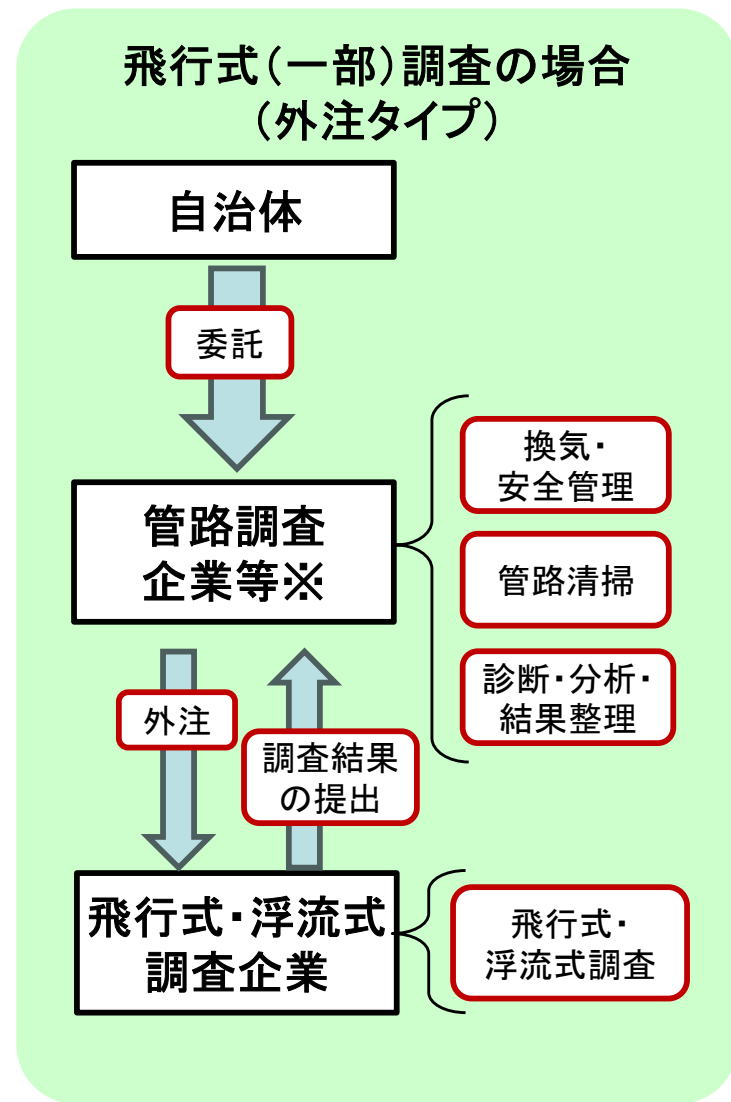
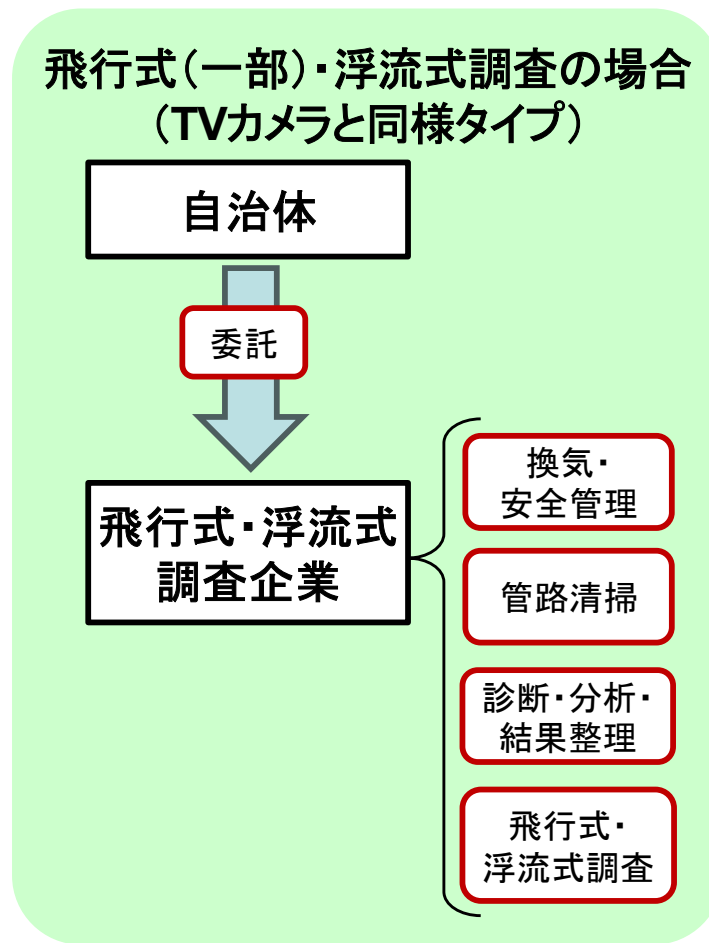
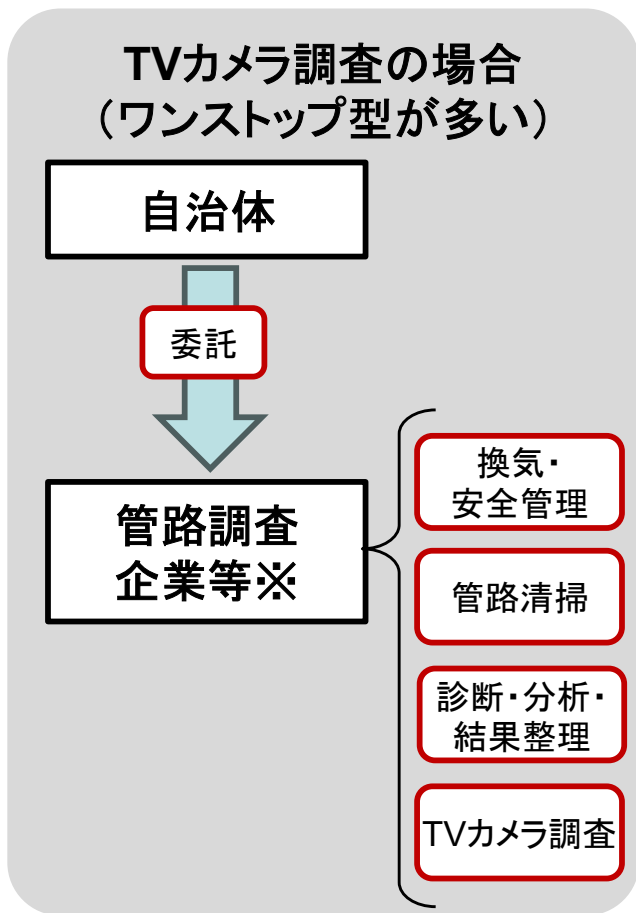
- ・国によるドローン調査の目標設定等により、自治体のドローン調査の量を段階的に増加。
- ・調査量の増加等によりドローン企業の下水道への参入とドローン生産増加を促す。
- ・管路調査企業等においては、ドローン調査を効果的に実施するためのビジネスモデルを形成。
- ・操縦士確保のため、下水道管用ドローン研修等のしくみを構築。



# 飛行式・浮流式利用における主な発注形態(現在)

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4回資料1を一部加工

- 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・浮流式利用スキーム(現在)の主な課題(ヒアリング結果まとめ)

- 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

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

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

# 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