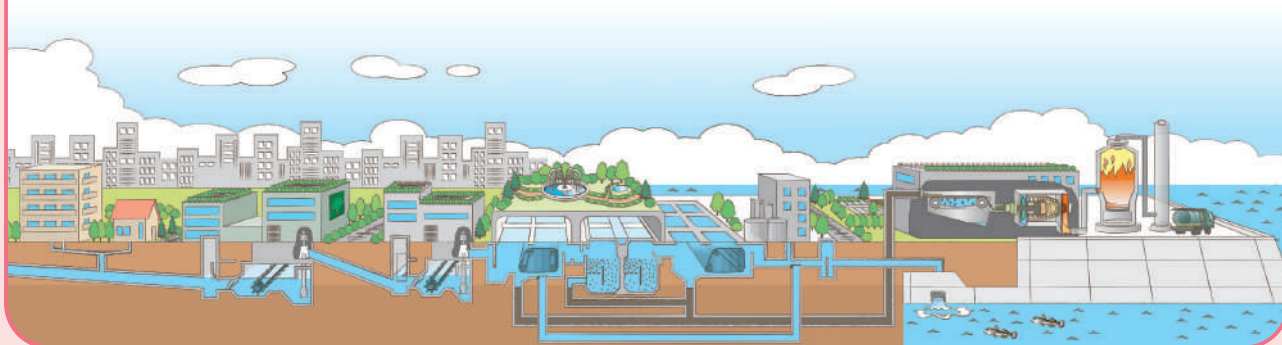


第4 開発テーマ

1 計画期間内に取り組む開発テーマの一覧

2 施策別の開発テーマ

- 再構築技術
- 浸水対策技術
- 震災対策技術
- 汚泥処理の信頼性強化と効率化技術
- 維持管理技術
- 合流式下水道の改善技術
- 処理水質の向上技術
- エネルギー・地球温暖化対策技術
- 下水道資源の有効利用技術



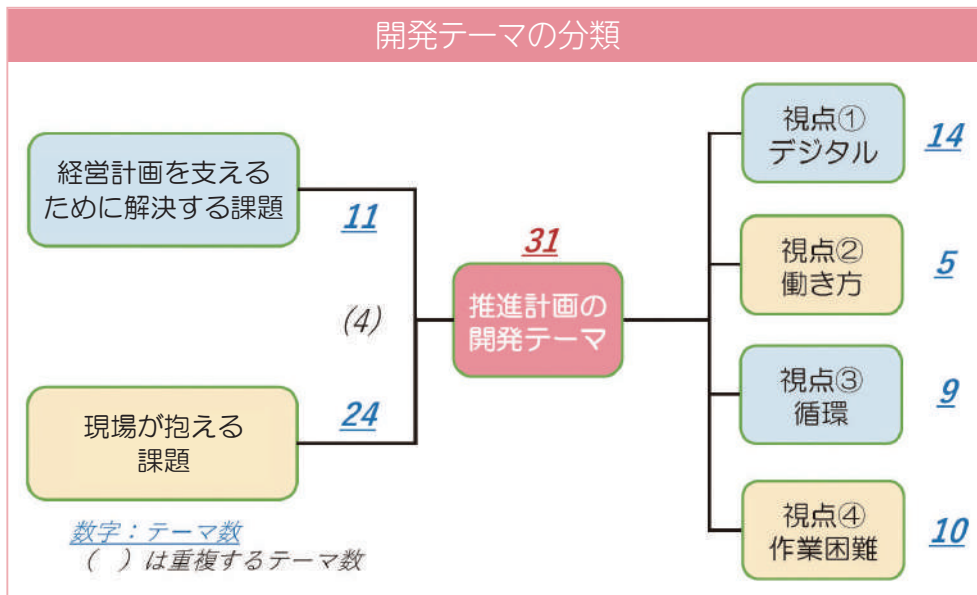
1 計画期間内に取り組む開発テーマの一覧

計画期間内に取り組む 31 の開発テーマを経営計画の体系や施策に分類し、一覧にしたもの

分野	分類	テーマ 番号	開発テーマ	経営計画と 現場課題の区分	視点
お客様の安全を守り、安心して快適な生活を支えるための技術開発					
再構築技術					
		1	施工条件が厳しい下水道管を効率的に補修・再構築する技術	現場	④
		2	硫化水素で腐食しやすい箇所の補修・再構築技術	現場	④
		3	設備の経済的耐用年数延長技術	経営	③
		4	出来形確認・品質管理等を効率的に行う技術	現場	①②
浸水対策技術					
		5	雨水ポンプの運転支援技術	経営	①②
		6	下水道管内の下水流量等の計測技術	経営	①
		7	樋門の開閉操作における作業員の判断支援・安全確保技術	経営・現場	①
震災対策技術					
		8	管路施設の耐震化困難箇所を耐震化する技術	現場	④
		9	震災時等の管路施設内の流入土砂や火山灰を除去する技術	経営	④
汚泥処理の信頼性強化と効率化技術					
		10	送泥管の調査や補修をする技術	経営・現場	④
		11	送泥施設故障時等に水質悪化を防ぐ技術	現場	③
維持管理技術					
		12	危険を伴う特殊環境での点検・調査技術	現場	①④
		13	地下の埋設物や空洞を探査する技術	現場	①
		14	大深度の下水道管等の人力作業困難箇所での清掃技術	現場	②④
		15	設備の安定稼働のための故障予測技術	現場	①②
		16	焼却炉の煙道閉塞の防止技術の改善	現場	①②
		17	下水道施設内における腐食や臭気対策技術	現場	①
		18	下水道管内での作業時に水位や流量などを予測する技術	現場	①
		19	排水調査用小型測定器	現場	④
		20	下水道管内における油脂のかたまりの検知や除去する技術	現場	④
		21	下水道管などでの硫化水素抑制技術	現場	④

のは、以下のとおりとなります。

分野	分類	テーマ 番号	開発テーマ	経営計画と 現場課題の区分	視点
良好な水環境と環境負荷の少ない都市を実現するための技術開発					
合流式下水道の改善技術					
	22	大腸菌群の消毒を効率的に実施する技術		現場	①
	23	水再生センターの簡易処理放流水の水質改善技術		現場	①
処理水質の向上技術					
	24	流入下水の汚濁負荷が高い施設での水処理を安定化する技術		経営	③
	25	放線菌による異常発泡の抑制技術		現場	①
エネルギー・地球温暖化対策技術					
	26	水処理工程の温室効果ガス削減技術		経営・現場	①③
	27	焼却過程で消費する電力以上に発電する技術		経営	③
	28	汚泥の減量化により省エネルギー化を図る技術		経営・現場	③
	29	余剰汚泥量の適正な管理技術		現場	③
	30	焼却炉の廃熱を汚泥の脱水性向上に活用する技術		現場	③
最少の経費で最良のサービスを安定的に提供するための技術開発					
下水道資源の有効利用技術					
	31	未利用エネルギーによる発電技術		経営	③
	(28)	(再掲) 汚泥の減量化により省エネルギー化を図る技術 (りんの資源化)		(経営・現場)	(③)



2 施策別の開発テーマ

お客様の安全を守り、安心して快適な生活を支えるための技術開発

再構築技術

施策の目的

老朽化した下水道管や水再生センター、ポンプ所を再構築することで、将来にわたり安定的に下水を処理する機能や雨水を排除する機能などを確保します。

■ 技術開発ニーズ

- 流量の多い下水道幹線や伏越し¹、高落差の場所など、施工が困難な特殊環境下においても円滑に再構築や維持管理を進めるための技術開発が求められています。
- 硫化水素に起因する腐食環境下では、コンクリート躯体やマンホール蓋の腐食が早く、補修や蓋の交換頻度が高くなるため、腐食環境下においても長期間使用可能な防食技術の開発が求められています。

■ これまで開発してきた主な技術など

- 老朽化した下水道管の再構築には、交通への影響を最小限に抑える非開削工法を大口径から小口径まで広い範囲で採用してきました。
- 健全度を確認するために、幹線などの大口径管きよ内を自走式調査機により調査する大口径管きよ調査用カメラシステムの開発・検証を行いました。
- マンホールの非開削更生工法の評価基準を策定しました。

年代	設計・施工技術	調査技術
H11年度 以前	ヒューム管のひび割れ原因調査	
	軟弱地盤における仮設工法選定に関する調査 (下水道シールド設計・施工の手引きの作成)	
	置換式推進工法	老朽管きよの機能低下度判定技術
	高落差工(らせん式案内路)	
	自由断面SPR工法	
H12～ H27年度	シールド急曲線施工技術	大口径管きよ調査用カメラシステム
	シールド工事における新技術の検証	大口径管きよ調査用カメラシステムの検証
	急曲線に対応した更生工法の改良	
H28～ R2年度	既設人孔再構築工法の評価・導入	
導入事例	<ul style="list-style-type: none"> ・自由断面 SPR 工法 (下水道管再構築) ・高落差工(らせん式案内路) (下水道管再構築) 	<ul style="list-style-type: none"> ・大口径管きよ調査用カメラシステム (幹線現況調査)

1 伏越し：地下鉄や河川などが支障となり下水道管の布設ができない場合に、下水道管の一部区間を深くし、支障物の下を横断させる構造。下水道管内が常に満水となるため、点検や調査が困難

■ 5か年の主な取組

- 再構築を一層効率化する技術開発を実施

テーマ1 施工条件が厳しい下水道管を効率的に補修・再構築する技術

作業困難

▶ 課題

- 下水道管の補修や再構築工事では、水位が高い場合、水位を低下させるためポンプなどによる水替えに時間が必要
- 下水道管では、酸素欠乏など、人力による補修工事等の施工困難な箇所が存在
- コンクリートの壁面補修に塗布型の補修材を使用する場合、乾燥するまで現場管理が必要
- シールド工法の急曲線部においては、二次覆工一体型セグメントがないため工事が長期化

▶ 技術開発の方向性

- 作業や工事等において安全性の向上と工期の短縮を図るため、加工が容易な補修材料や施工方法を開発

高水位の下水道管



シールド工法急曲線部



将来的な目標

- 作業環境の厳しい条件下でもロボットが施工
- 高性能な排水技術での水替えにより、安全な作業を実施
- 速乾性の補修材で補修工事が迅速に終了
- 効率的なシールド工法急曲線部の施工

開発・検討技術	これまでの取組	5か年の取組	5年後の到達点
作業用ロボット	作業用ロボットの情報収集	遠隔操作ロボットの情報収集	研究中 (有望なロボットを複数抽出)
排水能力の高い機器	【新規】	小型で能力の高い排水技術の情報収集	研究中 (有用な技術の候補の抽出)
速乾性補修材	下水道管内で速乾性補修材の情報収集	下水道管内で速乾性補修材の試行	実用化
シールド工法急曲線部の効率的な施工方法	二次覆工一体型の適用範囲拡大	急曲線部二次覆工の効率的な施工方法の研究	実用化

事例 速乾性のある塗布材

▶技術の概要

- 塗布するだけでクラック等の補修ができる技術

▶適用箇所例

- 下水道管
- 水再生センターの流入きよ、導水きよ、放流きよ

▶5か年の到達目標

- 実用化

▶効果

- 作業時間の短縮が可能

塗布作業状況



▶課題

- 下水道施設の中で、硫化水素により腐食しやすい箇所では、防食工事やマンホール蓋の交換頻度が高くなっており、施設停止や路上工事がその都度発生

▶技術開発の方向性

- 耐用年数の長い防食材料の開発



将来的な目標

硫化水素による腐食環境下においても、マンホール蓋やコンクリート躯体を標準的な耐用年数まで使用

開発・検討技術	これまでの取組	5か年の取組	5年後の到達点
防食マンホール蓋	防食マンホール蓋の性能評価手法の検討	防食マンホール蓋の性能評価基準策定	実用化
防食効果のある材料の開発	粒度調整灰を入れた耐硫酸性コンクリート	防食性高い材料の情報収集	研究中 (有用な技術の候補の抽出)

事例 防食性能の高いマンホール蓋

▶技術の概要

- 鉄より硫化水素と反応しやすい金属（犠牲防食金属）を塗布することで、マンホール蓋の腐食を防止

▶適用箇所例

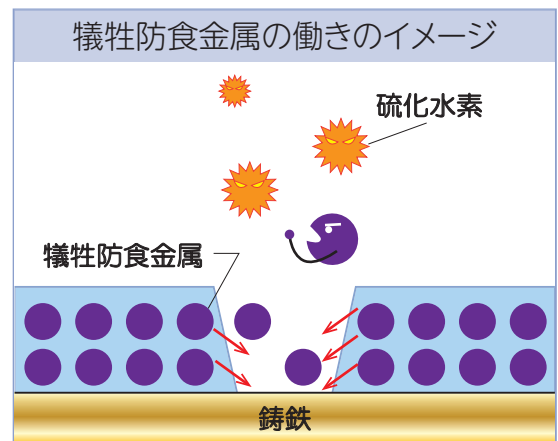
- ビルピット排水が原因と考えられる臭気苦情箇所近傍のマンホール
- 硫化水素濃度が高い伏越し部や高落差箇所のあるマンホール

▶5か年の到達目標

- 実用化

▶効果

- マンホール蓋の耐用年数が延び、交換の頻度が減少
- 腐食によるトラブルの抑制



▶課題

- 水再生センター・ポンプ所には膨大な数の設備があり、これらの設備を限られた費用で適切な時期に、補修及び再構築が必要
- ポンプ設備では経済的耐用年数¹40年程度で再構築を実施するが、更なる効率化が必要

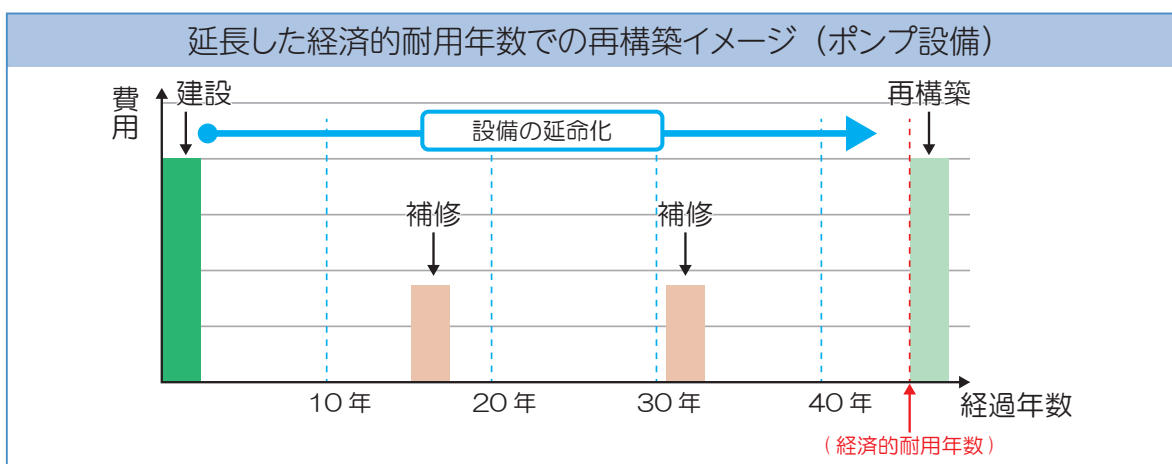
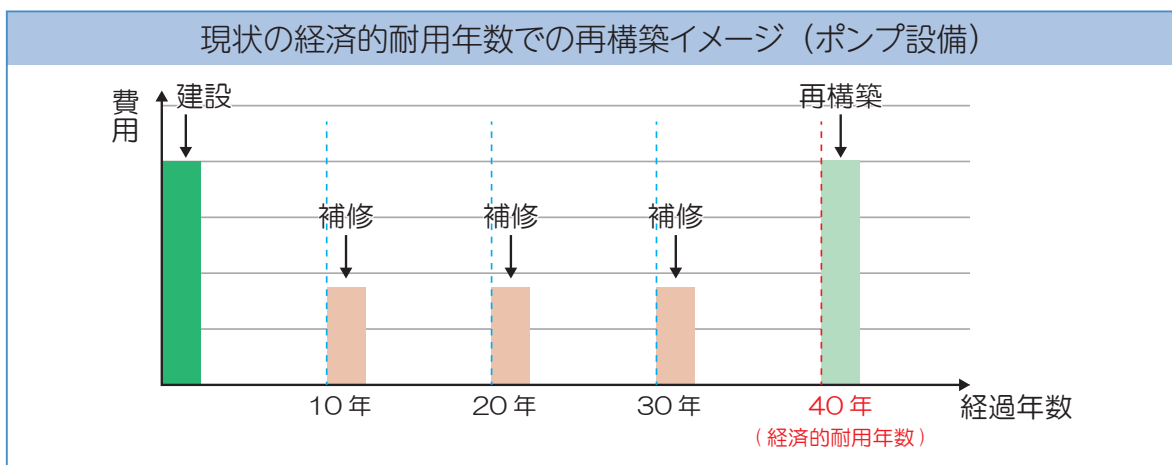
▶技術開発の方向性

- 耐久性に優れた新しい部材を採用又は開発

将来的な目標

耐久性に優れた部品等による補修を行うことで、経済的耐用年数を延長し、設備の建設から維持管理も含めたトータルコストの低廉化

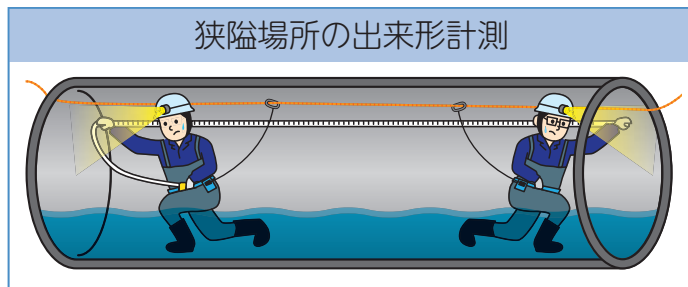
開発・検討技術	これまでの取組	5か年の取組	5年後の到達点
膨大な設備の維持管理・更新コストの低減	<ul style="list-style-type: none"> ・定期点検による保全 ・経済的耐用年数に基づいた設備再構築 	ポンプ設備で耐摩耗・耐熱・耐腐食性等に優れた機構や部材の選定	実用化



1 経済的耐用年数：建設費と維持管理費を加えた総費用（ライフサイクルコスト）を経過年数で除した年平均費用が最少になる年数

▶課題

- 複雑な構造の施設や設備が二次元の設計図面で示されており、水の流れや維持管理動線等を立体的にイメージすることが困難であり、設計作業における確認等に時間が必要
- 出来形確認の際、高所・狭隘・酸欠・危険ガスの発生など接近が困難な箇所では、危険性が高くなるとともに時間や労力が必要



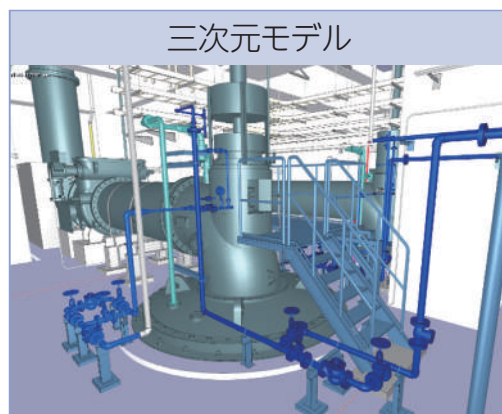
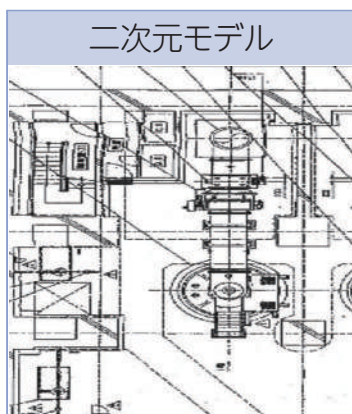
▶技術開発の方向性

- 施設や設備を精度の高い三次元の設計図面で表現し、設計から維持管理まで活用できる手法の確立

将来的な目標

- 3Dスキャナを搭載したロボットによる出来形確認作業の実施
- 下水道施設の BIM/CIM² モデルを構築し、設計、工事及び維持管理業務で共有

開発・検討技術	これまでの取組	5か年の取組	5年後の到達点
三次元モデル技術	設計、工事及び維持管理業務で3Dスキャナの試行	3Dスキャナによる出来形確認手法の検討	研究中 (3D図面の作成)
		設計、工事及び維持管理業務へのBIM/CIMモデルの導入検討	研究中 (モデル箇所での試行)



2 BIM/CIM: Building/Construction Information Modeling / Managementの略であり、ビムシムと読む。コンピューター上に作成した3次元のデジタルモデルに、コストや資材・管理情報などの属性データを追加し、調査、設計から、施工、維持管理までのあらゆる工程でこれを活用することで、建設プロセスや維持管理の効率化を目指すものである。

2 施策別の開発テーマ

お客様の安全を守り、安心して快適な生活を支えるための技術開発

浸水対策技術

施策の目的

浸水対策を推進することで、都市機能を確保し、安全・安心な暮らしを実現します。

■ 技術開発ニーズ

- 近年頻発する集中豪雨や大型化する台風などにより、雨天時に雨水ポンプの運転員の負担が大きくなっています。そのため、雨水ポンプなどを運転する職員の判断を適切に支援するなど、既存施設の効率的な運転のための技術開発が求められています。

■ これまで開発してきた主な技術など

- 地形や下水道管内の水位変化などを考慮した精度の高い雨水流出解析を実施していくために、雨水流出解析ソフトの活用マニュアルを作成しました。
- 降雨時に下水道管内の水位を把握できる多機能型マンホール蓋を開発しました。
- 雨水ポンプ所における雨水排除機能の信頼性を向上させるため、無注水形先行待機雨水ポンプ¹を深さ50mに対応できるように高揚程・大口径化しました。

年代	降雨確率・流出係数	流出抑制技術	雨水排除技術
H11年度以前	<ul style="list-style-type: none"> ハイトグラフ算法 流出解析・雨水の損失機構 	<ul style="list-style-type: none"> 雨水貯留 雨水浸透モデル 雨水流出抑制施設 	<ul style="list-style-type: none"> 東京域レーダー雨量計システム（東京アメッシュ500） 流下型貯留水理実験
H12～H27年度		<ul style="list-style-type: none"> 雨水流出抑制施設追跡調査 	<ul style="list-style-type: none"> 貯留とネットワーク 飛散防止型の人孔蓋・枠 流出解析モデルの活用 光ファイバー水位検知装置 小型光水位計 高揚程・大口径ポンプ
H28～R2年度			<ul style="list-style-type: none"> 水位計等を組合わせた多機能型マンホール蓋 雨水ポンプの気中待機運転時間を延長する技術
導入事例		<ul style="list-style-type: none"> 雨水流出抑制施設 	<ul style="list-style-type: none"> 東京域レーダー雨量計システム（東京アメッシュ） 流下型貯留施設 飛散防止型の人孔蓋・枠

¹ 無注水形先行待機雨水ポンプ：急激な豪雨に対して即座に排水できるよう、雨水の流入前からあらかじめ運転（先行待機運転）でき、冷却水の注水が不要（無注水）で断水時にも運転可能なポンプ

5か年の主な取組

- ハードとソフトの両面から浸水対策を強化する技術開発を実施

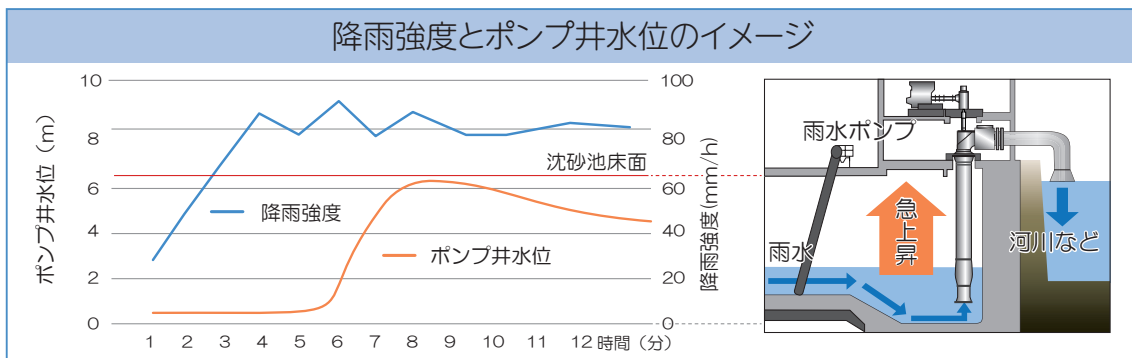
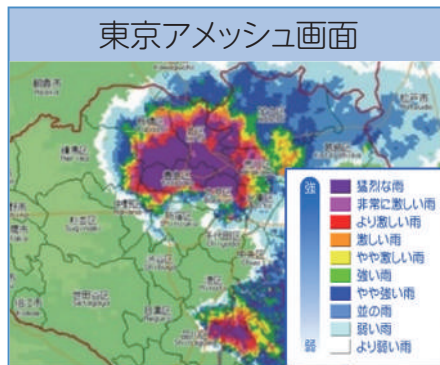
テーマ5 雨水ポンプの運転支援技術

デジタル

働き方

課題

- 近年頻発する集中豪雨や大型化した台風時には、短時間で大量の雨水がポンプ所等に流入
- 運転員は、東京アメッシュの降雨情報や、ポンプ所等のポンプ井の水位など複数の情報を把握しながら、雨水ポンプや発電機の起動及び停止を短時間で的確に判断する必要
- 運転員の習熟には豊富な経験が必要



技術開発の方向性

- 上流部の水位情報等を把握するとともに、瞬時に多数のデータを解析できるAIの特性を活かして流入を予測し、運転員の判断を支援する仕組みを開発

将来的な目標

ポンプ井や幹線の水位、降雨情報等各種の情報から、AIが雨水ポンプ等の運転を支援し、運転員は余裕を持って運転

開発・検討技術	これまでの取組	5か年の取組	5年後の到達点
雨水ポンプ等の起動の判断が、短時間で可能なシステム	AIによる流入予測モデルのプロトタイプ ² 検討	AIを活用した流入予測モデルのプロトタイプの開発	実用化
		流入予測モデルの精度向上	研究中 (精度向上中)

2 プロトタイプ：システム開発の初期の段階で、動作確認用として作成する試作品

事例 AIを活用した次世代のポンプ運転支援システム

▶技術の概要

- 東京アメッシュの情報や、多機能型マンホール蓋からの水位情報をリアルタイムで集約し、AIが解析して、流入する水量等の変化を予測
- 雨水ポンプの起動や非常用発電機の起動などのタイミングをAIにより解析し運転員にガイダンス

▶適用箇所例

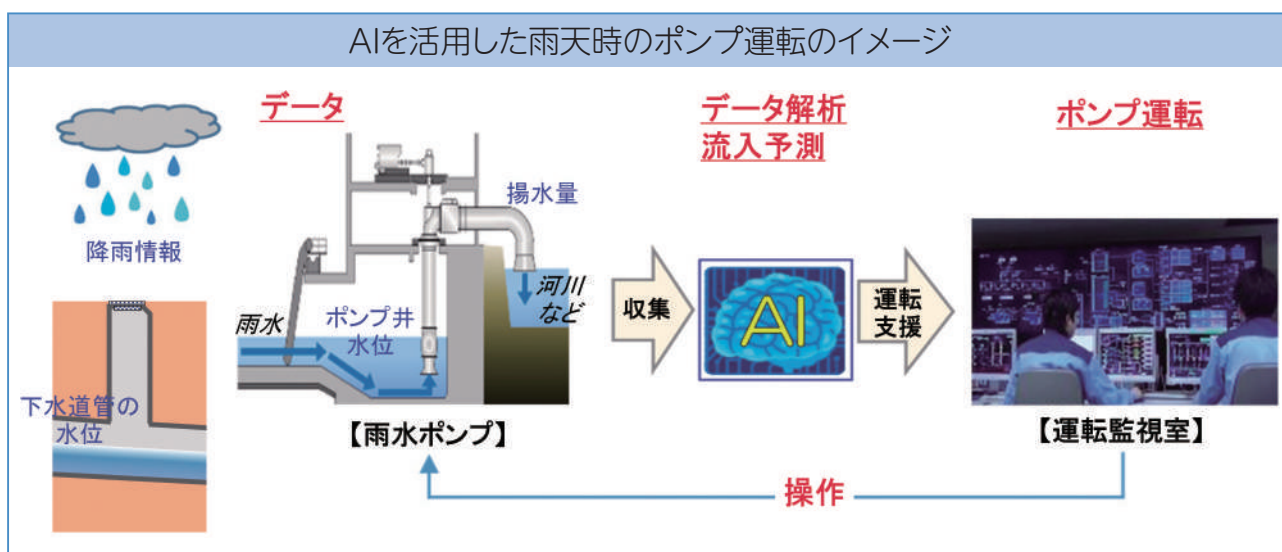
- 雨水ポンプ所等

▶5か年の到達目標

- 一定の精度を持ったAIによる流入予測モデルのプロトタイプの開発
- 流入予測に基づく運転員へのガイダンスシステムの構築

▶効果

- 膨大な情報をAIが解析することで、運転員は余裕を持って判断が可能
- 経験の浅い運転員でもAIの支援を受けながら確実に雨水ポンプ運転が可能



テーマ6 下水道管内の下水流量等の計測技術

デジタル

▶課題

- 多機能型マンホール蓋や光ファイバー水位検知装置の開発により、水位情報はリアルタイムで把握できるが、流量の測定技術は未確立
- 流入予測の精度を上げる情報が必要

▶技術開発の方向性

- 下水道幹線の光ファイバーネットワークを活用して、雨水ポンプの運転に必要な幹線の流量をリアルタイムで測定し、配信する技術の開発

将来的な目標

運転員が、下水道幹線の水位と流量をリアルタイムで把握しながら、雨水ポンプを運転

開発・検討技術	これまでの取組	5か年の取組	5年後の到達点
上流部の流量をリアルタイムで把握する技術	【新規】	<ul style="list-style-type: none"> 電気伝導率や映像の変化から流量を把握し、リアルタイムで配信する技術 管路施設情報や降雨データ等を基にした流入予測 	実用化

テーマ7 樋門の開閉操作における作業員の判断支援・安全確保技術

デジタル

▶課題

- 樋門の開閉操作は、現場で河川等の水位を監視しながらタイミングを判断し、操作することから、作業員の安全確保が必要

▶技術開発の方向性

- 遠隔で開閉の判断を支援する技術の開発

将来的な目標

安全な場所から遠隔制御により最適なタイミングで樋門の開閉作業を実施

開発・検討技術	これまでの取組	5か年の取組	5年後の到達点
樋門の開閉操作の支援技術	国内外の事例等の情報収集	豪雨時における降雨情報や水位情報等のデータ収集	研究中 (モデルケースでの検討)

2 施策別の開発テーマ

お客様の安全を守り、安心で快適な生活を支えるための技術開発

震災対策技術

施策の目的


首都直下地震などの地震や津波が発生したときに備え、下水道管や水再生センターなどの震災対策を推進することで、下水道機能を確保するとともに緊急輸送道路などの交通機能を確保します。

■ 技術開発ニーズ

- 首都直下地震などの震災に備えて、下水道施設の耐震化技術や震災後の復旧を迅速に行う技術などの開発が求められています。

■ これまで開発してきた主な技術など

- 平成7(1995)年の兵庫県南部地震(阪神・淡路大震災)を教訓に、震災時の下水道機能の確保のため、小口径下水道管とマンホールとの接続部を耐震化する非開削耐震化工法¹を開発しました。加えて、冷却水(水道水)の供給停止によるポンプ設備の停止を防ぐため、無注水形雨水ポンプを開発しました。
- 平成16(2004)年の新潟県中越地震の際、地盤の液状化によりマンホールが浮上し、震災時の応急復旧作業の支障となったことを契機に、非開削人孔浮上抑制工法を開発しました。
- 下水道管とマンホールとの接続部耐震化事業を推進するため、老朽化した既設管の更生とマンホール接続部の耐震化を同時に完成させる更生管人孔接続部耐震化工法²の評価や、非開削耐震化工法を大口径下水道管に対応させた大口径既設管耐震化工法を開発しました。

年代	震災対策技術	主な被害地震(震災)
H11年度以前	ポンプ軸受の無注水化	平成7年:兵庫県南部地震(阪神・淡路大震災)
H12~H27年度	非開削耐震化工法	平成16年:新潟県中越地震
	ポンプ設備用無注水化システム	平成17年:宮城県南部地震
	非開削人孔浮上抑制工法	平成19年:能登半島地震、新潟県中越沖地震
	更生管人孔接続部耐震化工法	平成20年:岩手・宮城内陸地震
	大口径既設管耐震化工法	平成23年:東北地方太平洋沖地震(東日本大震災)
	地震時の人孔側塊目地ずれ抑制シート	 新潟県中越地震によるマンホールの浮上
H28~R2年度		平成28年:熊本地震 平成30年:大阪府北部地震 平成30年:北海道胆振東部地震
導入事例	<ul style="list-style-type: none"> 非開削耐震化工法、更生管人孔接続部耐震化工法(避難所や防災上重要な施設などの排水を受ける下水道管の耐震化) 非開削人孔浮上抑制工法(緊急輸送道路などのマンホール浮上抑制対策) 	

1 非開削耐震化工法:下水道管とマンホールとの接続部に地震の揺れを吸収するゴムブロックなどを設置して、接続部を可とう化する工法

2 更生管人孔接続部耐震化工法:既設下水道管を更生する前に、下水道管とマンホールとの接続部に地震の揺れを吸収するゴムリングなどを設置して、接続部を可とう化する工法

■ 5か年の主な取組

- 耐震化を推進する技術や震災後の復旧を迅速化する技術開発を実施

テーマ8 管路施設の耐震化困難箇所を耐震化する技術

作業困難

▶ 課題

- 幹線の耐震化は再構築とあわせ計画的に進めているが、無筋構造物である蓋掛幹線においては、従来の更生工法では断面縮小が著しく流下能力不足
- 従来の製管工法は既設下水道管の残存強度を利用して複合管として更生しているが、残存強度が見込めない既設下水道管での製管工法では耐震化が困難

▶ 技術開発の方向性

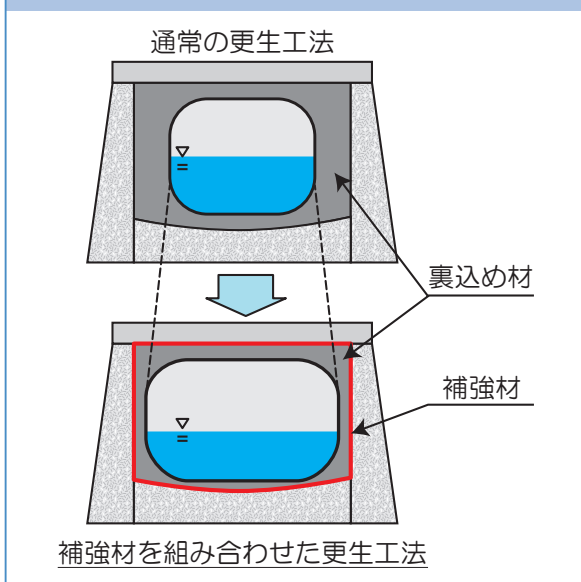
- 蓋掛幹線では、断面縮小を抑え、強度を確保する耐震化技術を開発
- 既存の下水道管（円形管）の強度によらない自立管の製管工法の開発

将来的な目標

管路施設の構造ごとに耐震化技術を確立し、必要な箇所の全てを耐震化

開発・検討技術	これまでの取組	5か年の取組	5年後の到達点
無筋下水道管の耐震化技術	炭素繊維グリッドによる耐震化工法の試行	炭素繊維グリッドによる耐震化工法の試行	実用化
強度を見込めない既設下水道管の老朽化対策及び耐震化技術	製管工法の情報収集	自立型製管工法（円形管）の検討	研究中 (適用可能条件の設定)

炭素繊維グリッドによる耐震化イメージ



蓋掛幹線の耐震化工事（試行）



▶課題

- 下水道管とマンホールの接続部の耐震化やマンホールの浮上抑制対策を計画的に実施しているが、地震時の周辺の液状化や火山の大規模噴火時に、土砂や火山灰が流入するおそれ
- 下水道管などに流入した土砂は、時間経過により固結するため、除去が困難

マンホール内土砂堆積状況



▶技術開発の方向性

- 管路施設内で固結した土砂や火山灰について、管路施設を破損することなく破砕し、マンホールから除去

将来的な目標

管路施設に堆積し固結した土砂や火山灰を速やかに除去し、流下能力を確保

開発・検討技術	これまでの取組	5か年の取組	5年後の到達点
下水道管内で固結した土砂や火山灰の除去技術	下水道管などに流入した土砂や火山灰の挙動調査	下水道管内で固結した土砂や火山灰の除去技術の試行	実用化

事例 固結した土砂や火山灰を下水道管から除去する技術

▶技術の概要

- オーガ等により下水道管内で固結した土砂や火山灰を破砕し、高压洗浄等により除去

▶適用箇所例

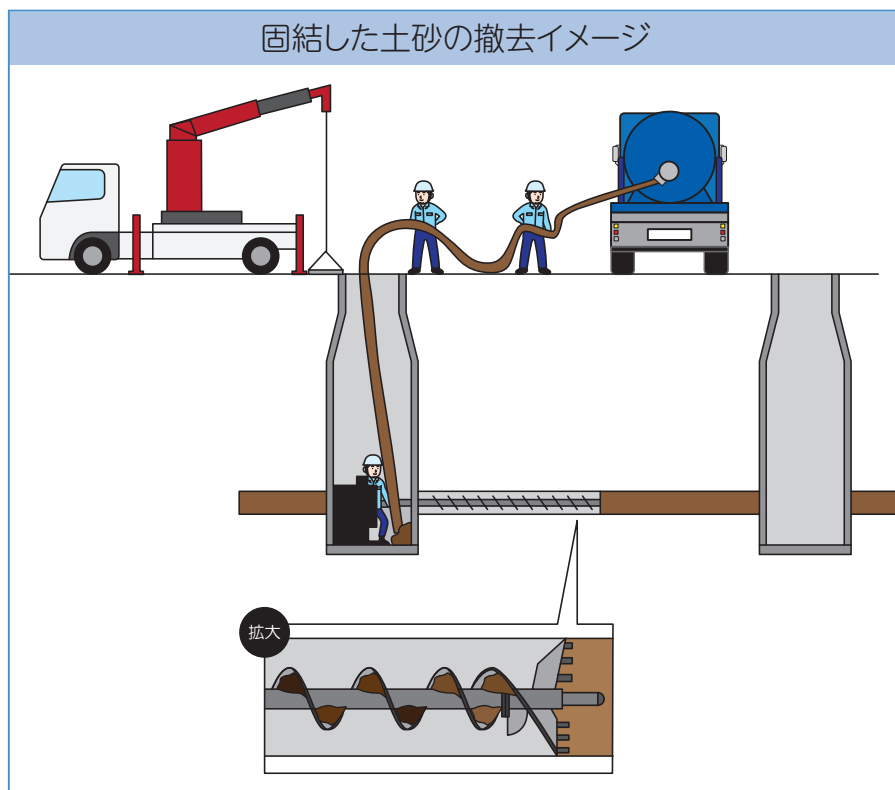
- 下水道管

▶5か年の到達目標

- 実用化

▶効果

- 下水道管の閉塞を迅速に解消し流下機能を維持



2 施策別の開発テーマ

お客様の安全を守り、安心して快適な生活を支えるための技術開発

汚泥処理の信頼性強化と効率化技術

施策の目的

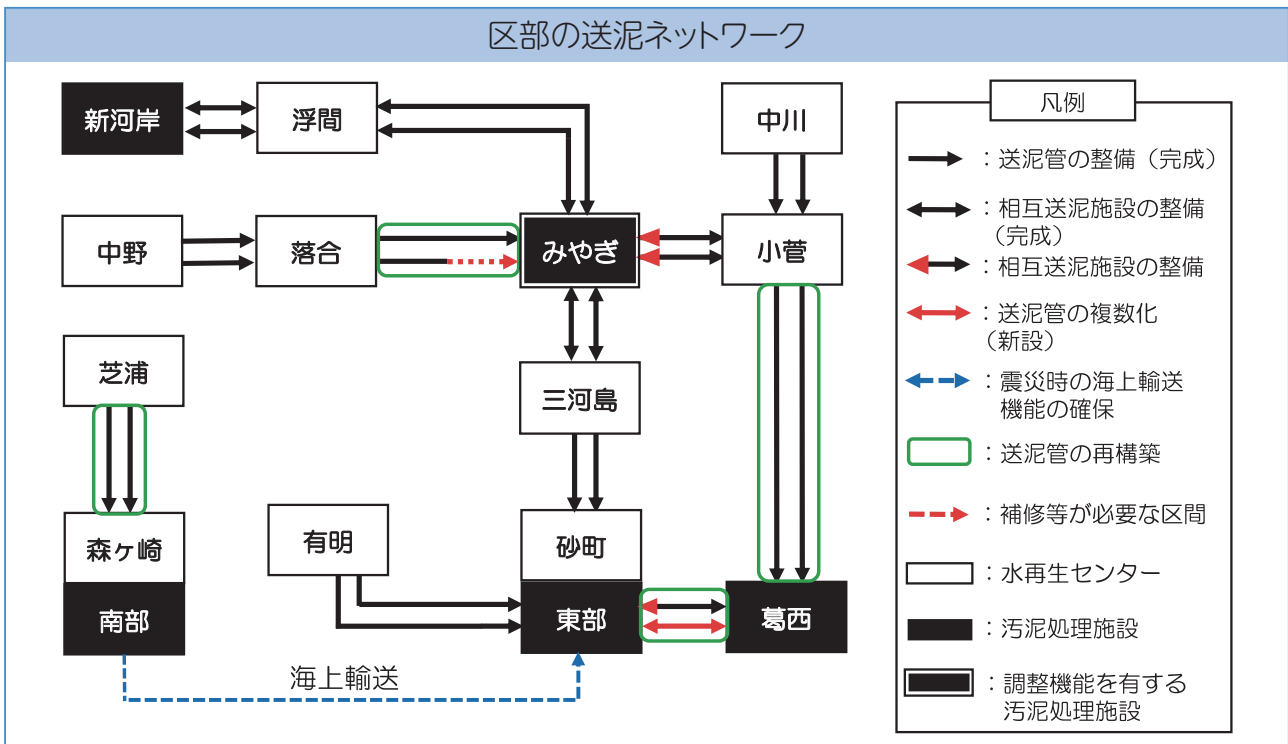
汚泥処理の信頼性強化と効率化を推進することで、将来にわたり安定的に下水を処理する機能を確保します。

■ 技術開発ニーズ

- 送泥ネットワークの安定的な運用のため、送泥管の維持管理を的確に行う技術や、水再生センターの送泥機能にトラブルが生じた場合においても、支障なく下水処理が続けられる技術の開発が求められます。

■ これまで開発してきた主な技術など

- 水再生センター間の相互送泥施設の整備や送泥管の複数化を推進し、震災時などにおけるバックアップ機能を確保できる仕組みを整えました。



■ 5か年の主な取組

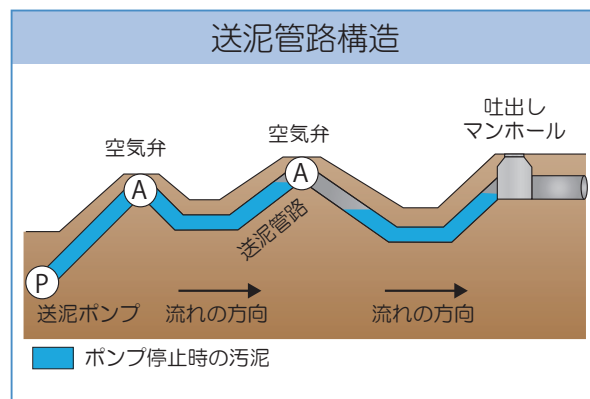
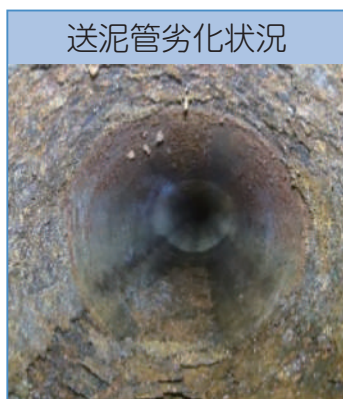
- 送泥管の劣化状況を的確に把握するとともに、震災時や送泥ポンプ等の故障時における汚泥処理機能を確認し、汚泥処理の信頼性を強化する技術開発を実施

テーマ 10 送泥管の調査や補修をする技術

作業困難

▶ 課題

- 送泥管の一部区間は法定耐用年数の30年以上が経過しており、老朽化が進行しているおそれ
- 送泥管の調査は、機器を挿入する箇所が空気弁等に限定されており、劣化状況を把握することが困難
- 既存のテレビカメラ調査機では、送泥管内の汚泥が支障となり、画像が不鮮明かつ機材の移動が困難



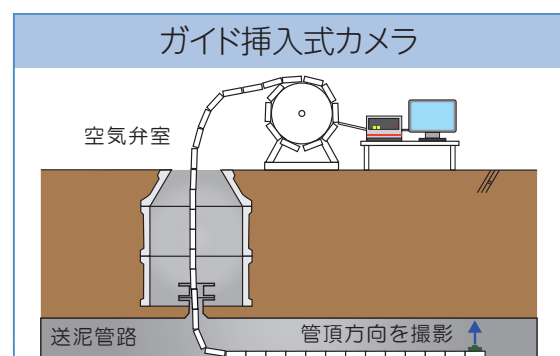
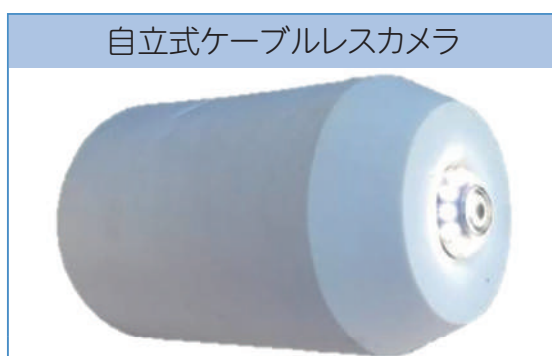
▶ 技術開発の方向性

- 送泥管内を長距離移動でき、鮮明な画像を取得できる技術を開発

将来的な目標

送泥管の劣化箇所を調査し、補修する技術を確認して、安定した汚泥処理の機能を確認

開発・検討技術	これまでの取組	5か年の取組	5年後の到達点
送泥管の中をスムーズに長距離移動でき、鮮明な画像を取得できる技術	自立式ケーブルレスカメラによる調査の試行 ガイド挿入式カメラによる調査の試行	調査機器を長距離移動させ、劣化を判別できる画像を取得する技術の試行	研究中 (長距離移動方法、鮮明な画像の取得)



事例 自立式ケーブルレスカメラ等による管路内調査

▶技術の概要

- 投入口から水圧又は空気圧で進行する自立式ケーブルレスカメラ等により、劣化状況を判別し、画像解析により劣化状況を把握

▶適用箇所例

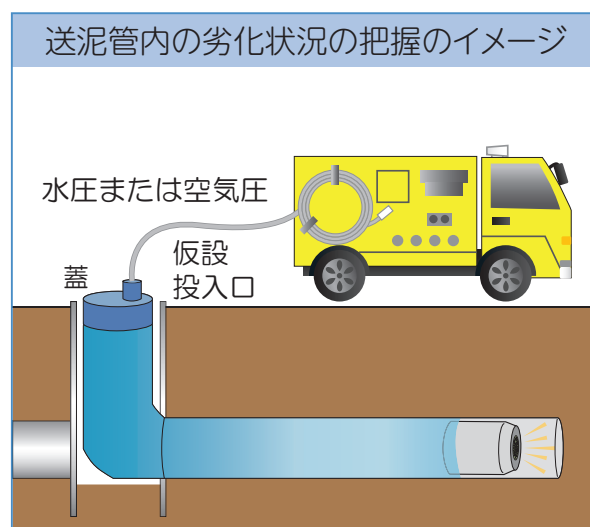
- 送泥管

▶5か年の到達目標

- 研究中

▶効果

- 送泥管内の劣化状況の把握
- 汚水送水管等の圧送管にも展開可能



テーマ 11 送泥施設故障時等に水質悪化を防ぐ技術

循環

▶課題

- 震災などにより送泥管や汚泥処理施設が機能停止した場合、水再生センターの水処理に影響を及ぼす懸念
- 送泥管の複数化や老朽化が進行した送泥管の再構築を進めているが、長い整備期間が必要

▶技術開発の方向性

- 設置が容易で、汚泥の減容化が可能な汚泥処理設備の検討や開発

将来的な目標

送泥を停止しても、仮設の汚泥処理設備により汚泥を減容化することで、水再生センターの機能を維持

開発・検討技術	これまでの取組	5か年の取組	5年後の到達点
送泥停止時の汚泥減容化	【新規】	仮設の汚泥脱水機の適用検討と試行	実用化

2 施策別の開発テーマ

お客様の安全を守り、安心で快適な生活を支えるための技術開発

維持管理技術

施策の目的

- ・下水道管を適切に維持管理し、将来にわたる安定的な流下機能の確保と下水道管に起因した事故を防止します。
- ・水再生センター、ポンプ所を適切に維持管理し、将来にわたり安定的に下水道機能を確保します。

■ 技術開発ニーズ

- ・下水道管や水再生センターなど多くの施設を適切に維持管理するため、調査・補修や延命化などを安全かつ効率的に行う技術開発が求められています。

■ これまで開発してきた主な技術など

- ・耐硫酸性の材料や維持管理の効率化を目指した各種調査技術を開発しました。
- ・画像センサーを用いた焼却炉閉塞抑制技術などを開発しました。

年代	調査・点検・清掃技術	材料・その他技術
H11年度 以前	管さよ健全度調査機	
	空洞調査機	
H12～ H27年度	取付管空洞調査機	耐久性の高い管さよ材料
	下水道施設伏越人孔内浚渫機	硫黄固化体
	大口径管さよ調査用カメラ	
	ミラー方式TVカメラ	非接触型時間計(イドミルメーター)
	下水道管路自動洗浄技術	高引火点潤滑油の送風機への適用評価
	無翼扇型送風機の性能評価	
	設備保全管理システム	耐硫酸性コンクリートの適用性調査
H28～ R2年度	エジェクタ式集砂装置	
	スカムの破壊・堆積防止技術	
	再生水のオゾン処理及び凝集混和処理の効率化技術	腐食環境においても長期間メンテナンスフリーな耐硫酸性の高い土木材料技術
	脱水機のポリマー注入量制御システムの開発	
	画像センサーを用いた焼却炉閉塞抑制技術	
	有毒ガスを迅速に測定する技術	耐硫酸性に優れるコンクリートへの粒度調整灰の添加効果の検証
導入事例	<ul style="list-style-type: none"> ・下水道施設伏越人孔内浚渫機(伏越しマンホールの清掃) ・ミラー方式TVカメラ(内径800mm未満の下水道管) ・エジェクタ式集砂装置(成城排水調整所) ・スカムの破壊・堆積防止技術 	<ul style="list-style-type: none"> ・硫黄固化体(新河岸水再生センター) ・非接触型時間計(イドミルメーター)(井戸水の下水道使用量の算定)

■ 5か年の主な取組

- お客さまに下水道サービスを安定的に提供するため、安全で確実な維持管理を行うことができる技術開発を実施

テーマ12 危険を伴う特殊環境での点検・調査技術

デジタル

作業困難

▶ 課題

- 水位が高く流れが速い下水道管や硫化水素濃度が高い下水道施設では、作業の安全性等の観点から点検や調査が困難
- 止水や排水が困難な箇所では、潜水土による調査となり、作業に制約

▶ 技術開発の方向性

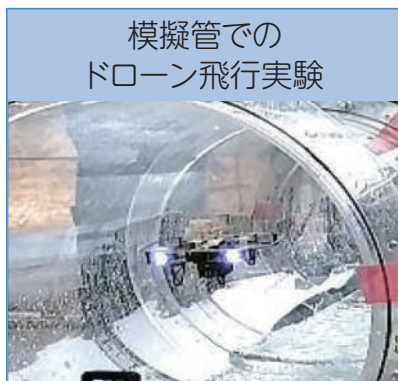
- 下水道施設の特殊環境下で、遠隔操作が可能な点検機器を調査・開発



将来的な目標

遠隔操作で点検・調査を実施し、劣化状況を把握

開発・検討技術	これまでの取組	5か年の取組	5年後の到達点
作業員の立入りが危険な場所の調査技術	<ul style="list-style-type: none"> ・ 模擬管路等でのドローンの飛行実験 ・ 下水道管内で浮流式カメラの実証実験 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 下水道管内を飛行できるドローン ・ 下水道管内を安定して水上走行できる調査用遠隔操作ロボット 	実用化
水中部を調査する技術	<ul style="list-style-type: none"> ・ 水中ドローンでの調査の試行 ・ 音響カメラでの調査の試行 	濁度の高い下水中でも調査可能な技術の研究	研究中 (調査方法選定)



事例1 下水道管内で安定して飛行できるドローン

▶技術の概要

- 下水道管内で安定して飛行でき、搭載したカメラで管内の鮮明な映像を撮影できるドローン

▶適用箇所例

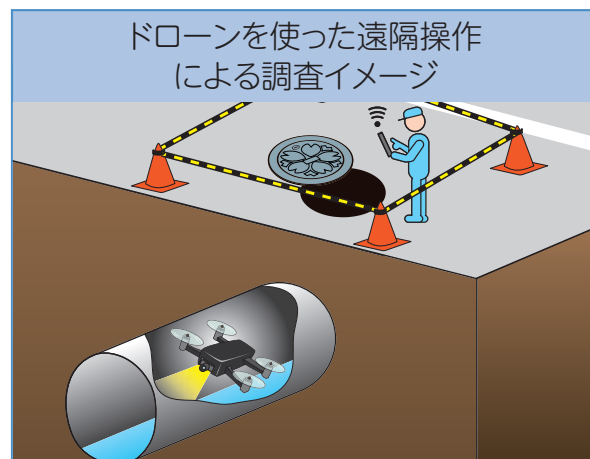
- 下水道管

▶5か年の到達目標

- 実用化

▶効果

- 水位が高い等の理由で今まで調査困難であった下水道管の調査が容易にでき、補修等の対応が必要な箇所を速やかに特定可能
- 水再生センターなどの導水きよ等での調査にも応用可能



事例2 下水道管内で安定して水上走行できるロボット

▶技術の概要

- 下水道管中の夾雑物の影響を受けずに安定して水上走行ができ、搭載したカメラで管内の鮮明な映像を撮影できるロボット

▶適用箇所例

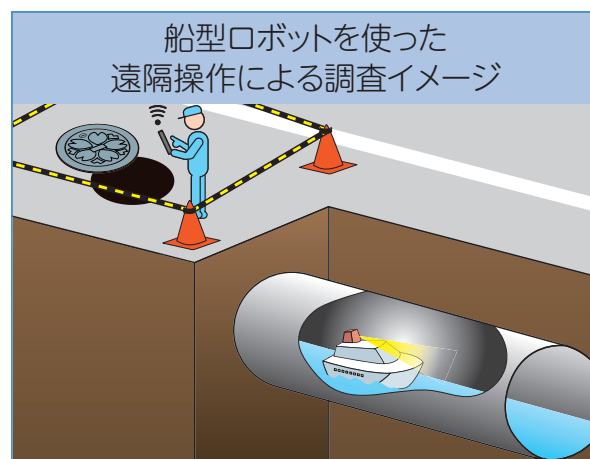
- 下水道管

▶5か年の到達目標

- 実用化

▶効果

- 水位が高い等の理由で今まで調査できなかった下水道管の調査が容易にでき、補修等の対応が必要な箇所を速やかに特定可能
- 水再生センターなどの導水きよ等での調査にも応用可能



▶ 課題

- 道路を開削し下水道管の再構築や補修工事を実施する場合、埋設物を図面で確認し注意深く掘削を行うが、現況が異なる場合があります埋設物を損傷するトラブルが発生
- 都市部では埋設管が^{ふくそう}輻輳しており立坑等の施工場所の選定に時間が必要
- 取付管更生工法を実施する際、探査機を使って陥没につながる空洞等の事前確認を行っているが、解析画像の判別が困難



▶ 技術開発の方向性

- 掘削することなく埋設物や空洞の状況などを高精度で把握できる技術を開発

将来的な目標

道路等を掘削せずに、地下埋設物の材質や布設の深さ、空洞の位置を特定し、正確に把握して工事を実施

開発・検討技術	これまでの取組	5か年の取組	5年後の到達点
道路等を掘削せずに埋設物を探査する技術	地下埋設物を探査する技術に関する情報収集	精度の高い地中埋設物探査技術の開発	実用化
埋設物付近の空洞を探査する技術	取付管空洞探査機の開発	空洞を高い精度で判別できる探査機の開発	実用化

▶課題

- 管路内に堆積した土砂や油脂の定期的な清掃作業において、作業環境の改善や作業の効率化が必要
- 人力清掃の場合、硫化水素が発生するおそれや雨天時の緊急避難など、危険を伴う作業
- 下水道管やマンホールでの土砂運搬は多大な労力と時間が必要



人力清掃状況

▶技術開発の方向性

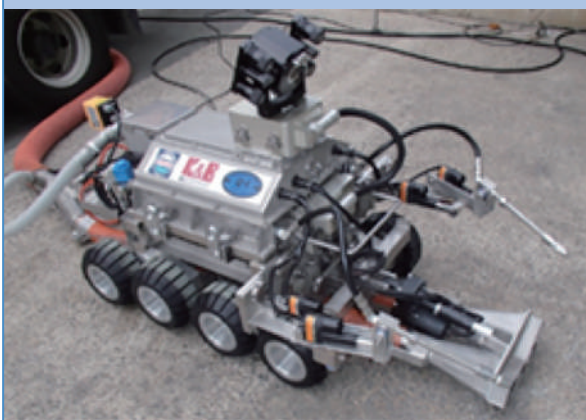
- 作業員が地下に入る必要のない遠隔操作可能な清掃ロボットを開発
- 大深度、大断面及び長距離の下水道管における維持管理が可能な作業車を開発

将来的な目標

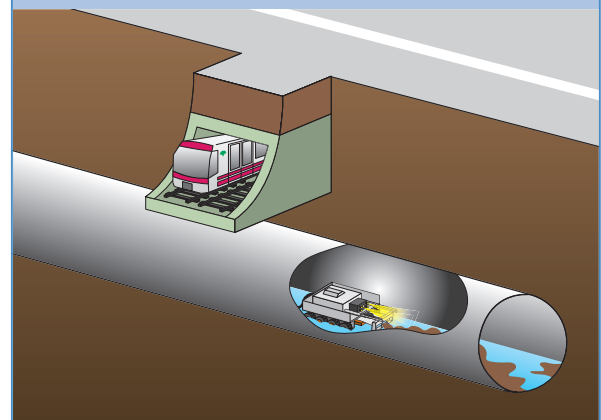
大深度の下水道管等を定期的に遠隔操作で安全にロボットを使って清掃

開発・検討技術	これまでの取組	5か年の取組	5年後の到達点
大深度や作業環境が悪く、危険を伴う場所での清掃作業技術	<ul style="list-style-type: none"> ・ 遠隔操作可能な清掃ロボットの試行・改良 ・ 清掃ロボットによる深さ約 20 mからの土砂搬出の試行 	<ul style="list-style-type: none"> ・ マンホールから搬出入可能な組立式の遠隔操作清掃ロボットの開発 ・ 清掃ロボットによる深さ 30 m以上の土砂搬出の試行 	実用化
大深度・大断面・長距離用維持管理作業車の開発	【新規】	<ul style="list-style-type: none"> ・ 製造メーカー等からの情報収集 ・ 試作機による作業の試行 	実用化

遠隔操作清掃ロボットの例

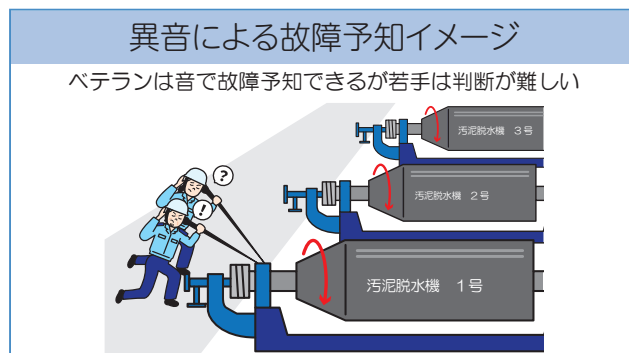
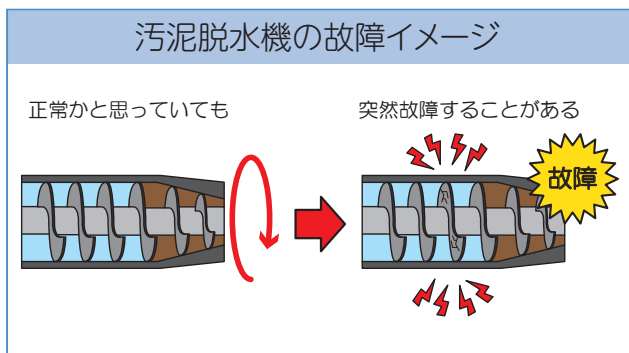


下水道管内の遠隔操作清掃イメージ



▶ 課題

- 水再生センターやポンプ所の設備については、日常点検や定期的な補修を実施しているが、故障の前兆をつかむ確立した技術がなく、突発的な故障に至ると水再生センター等の機能に支障
- 故障の予知や劣化状況の判断基準は、ベテラン職員の暗黙知で定量化が難しく、修得には豊富な経験が必要



▶ 技術開発の方向性

- 故障の前兆となる現象を定量的に捉え、故障を予知できる技術を開発

将来的な目標

定期的な補修に加え、設備の故障を予測し、計画的な保全管理を遂行

開発・検討技術	これまでの取組	5か年の取組	5年後の到達点
設備の劣化状況判定や故障予測	機器の異常を検知する技術の試行	汚泥脱水機等の振動、回転音等のデータから異変を予測する技術	実用化

事例 振動センサーによる故障予測

▶技術の概要

- 脱水機等に振動計を設置し、振動速度の変化から故障の発生を予測

▶適用箇所例

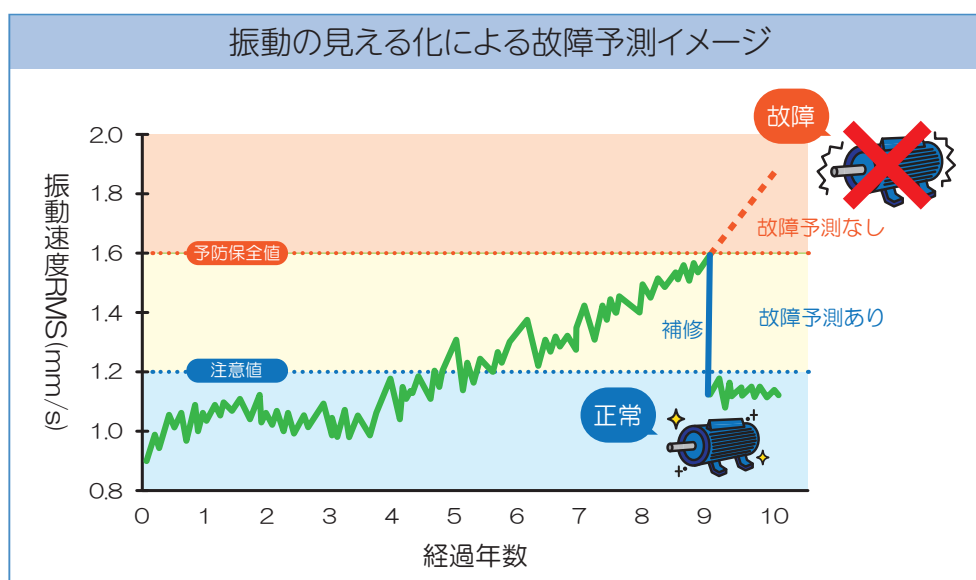
- 水再生センター等の設備

▶5か年の到達目標

- 実用化

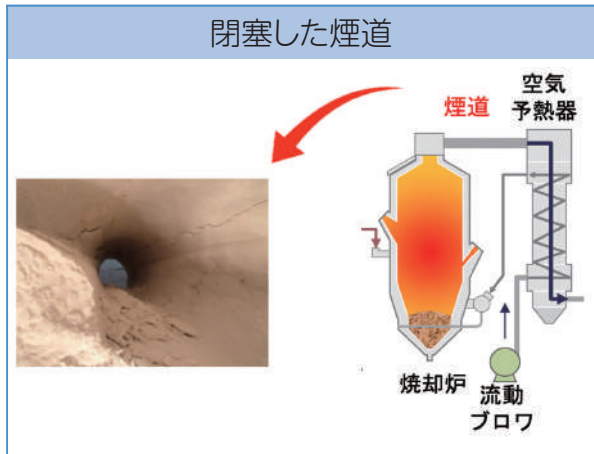
▶効果

- 故障に至る前に部品交換等の対応を行い突発的なトラブルを回避



▶課題

- りん含有率が高い汚泥を焼却すると、汚泥焼却炉の煙道閉塞が発生し汚泥処理が停止
- 画像センサーを用いた焼却炉閉塞抑制技術により、煙道閉塞防止のための薬品注入は容易になった。しかし、画像センサーでの分析に必要な焼却灰の採取は、作業員が保護具を着用し、厳しい作業環境下で実施



▶技術開発の方向性

- 焼却灰を自動で採取及び分析する技術を開発

将来的な目標

焼却灰を自動で安全に採取及び分析するとともに、適切な量の薬品を自動注入し、安定した焼却炉の運転

開発・検討技術	これまでの取組	5か年の取組	5年後の到達点
煙道閉塞防止のための技術	画像センサーを用いた焼却炉閉塞抑制技術を開発	焼却灰の採取から分析までの自動化	実用化

焼却炉閉塞抑制技術

画像センサー

閉塞危険性 りん含有率

白色 ← 高い 高い

赤褐色 → 低い 低い

0.96 1.10 1.12

焼却灰画像の色を数値化して閉塞の危険性を判別

事例 焼却灰の分析を自動化

▶ 技術の概要

- ロボットアームを使って、焼却炉の灰搬送設備から自動的に灰を採取し、画像センサーにセットし分析するまでを自動化

▶ 適用箇所例

- 焼却炉

▶ 5か年の到達目標

- 実用化

▶ 効果

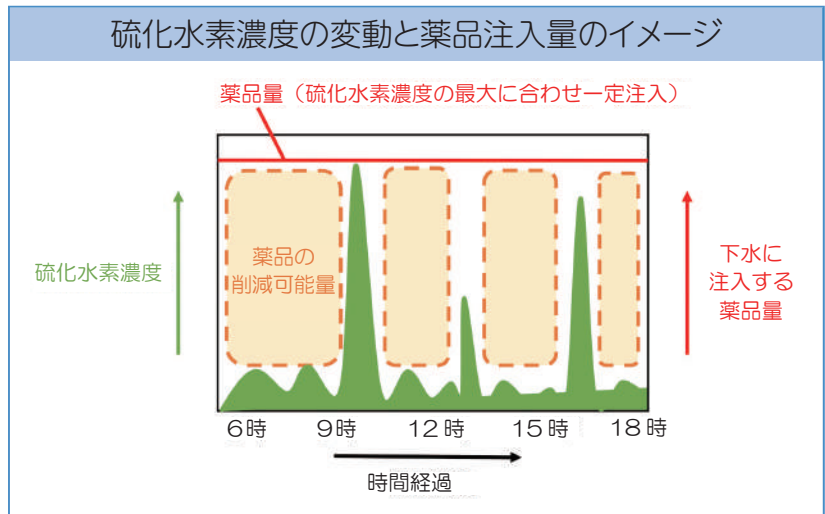
- 厳しい作業環境下での人力作業が解消
- 状況に応じた採取頻度の調整が容易



※ロボットアームの動きが見られます。

▶ 課題

- 水再生センターやポンプ所への下水流入きよでは硫化水素が発生しやすく、施設の腐食や臭気が発生
- 流入水中の硫化水素の濃度には変動があるが、発生を抑制する薬品の注入量は、最大濃度に対応した一定量



▶ 技術開発の方向性

- 水再生センターの上流側のポンプ所において、変動する硫化水素の濃度に追従した薬品量を注入できる技術を開発
- より安価な薬品の検討

将来的な目標

安価な薬品を硫化水素濃度の変動に追従させ自動的に注入

開発・検討技術	これまでの取組	5か年の取組	5年後の到達点
硫化水素濃度の変動に追従させた薬品注入技術	<ul style="list-style-type: none"> ・ 濃度変化の調査 ・ 薬品注入濃度による臭気抑制効果調査 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 硫化水素センサーの検討 ・ 濃度変化に追従させた薬品注入システムの構築 	実用化
安価な薬品の検討	ポリ硫酸第二鉄や苛性ソーダの注入	発生抑制効果が高く安価な薬品の選定	実用化

事例 硫化水素の濃度に応じた薬品注入技術

▶ 技術の概要

- ポンプ所への下水流入時に、硫化水素センサーによりリアルタイムで測定を行い、濃度に追従した薬品量を注入し、水再生センターに送水
- 水再生センターに流入する際には薬品の効果が発現

▶ 適用箇所例

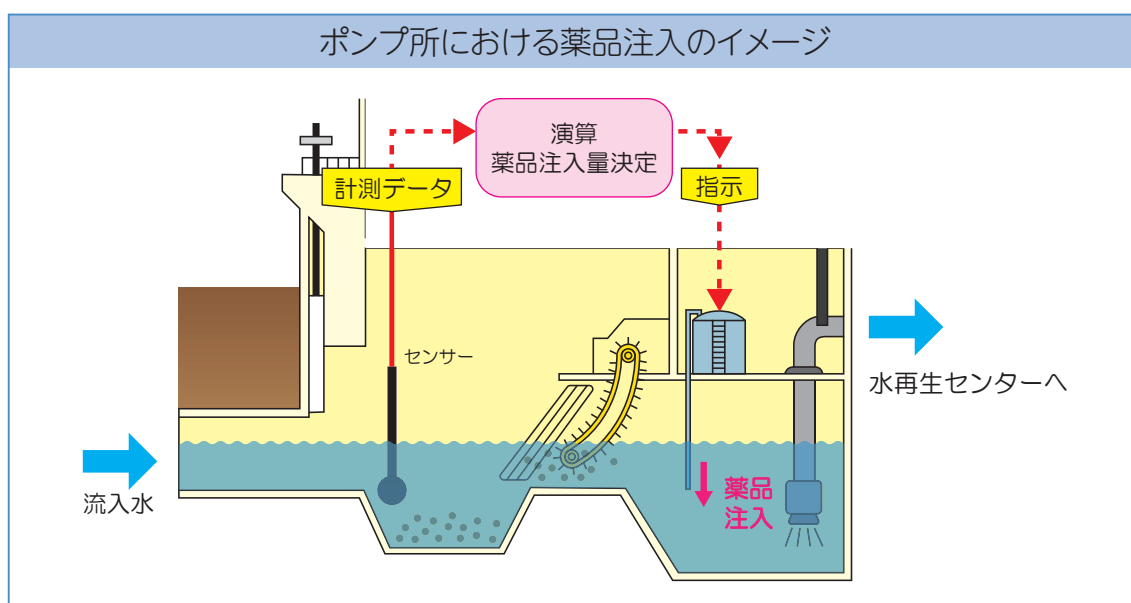
- 硫化水素の発生しやすい水再生センターの上流に位置するポンプ所

▶ 5か年の到達目標

- 実用化

▶ 効果

- 硫化水素の発生を抑制するとともに薬品費の削減

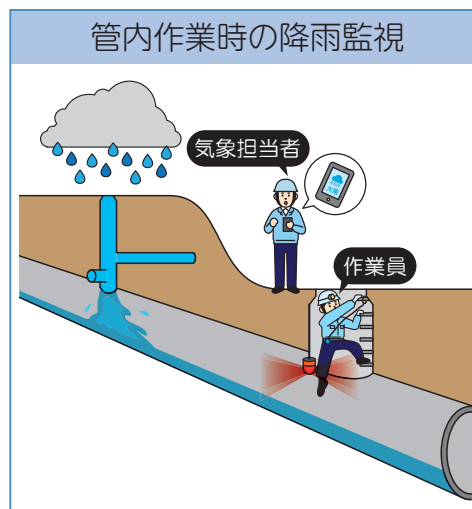


▶課題

- 下水道管内での工事や作業では、降雨時に急激に管内水位が上昇し危険であることから、気象条件により作業を中止する基準を設定している。しかし、晴天時でも作業現場の水位が上昇する場合があります、水位観測をしているものの予測は困難
- 水位情報をリアルタイムに把握できる光ファイバー水位検知装置は、光ファイバーネットワーク網がない枝線等では使用不可

▶技術開発の方向性

- 上流部の水位や流量などを把握し、下流部の水位変化を精度よく予測する技術を開発



将来的な目標

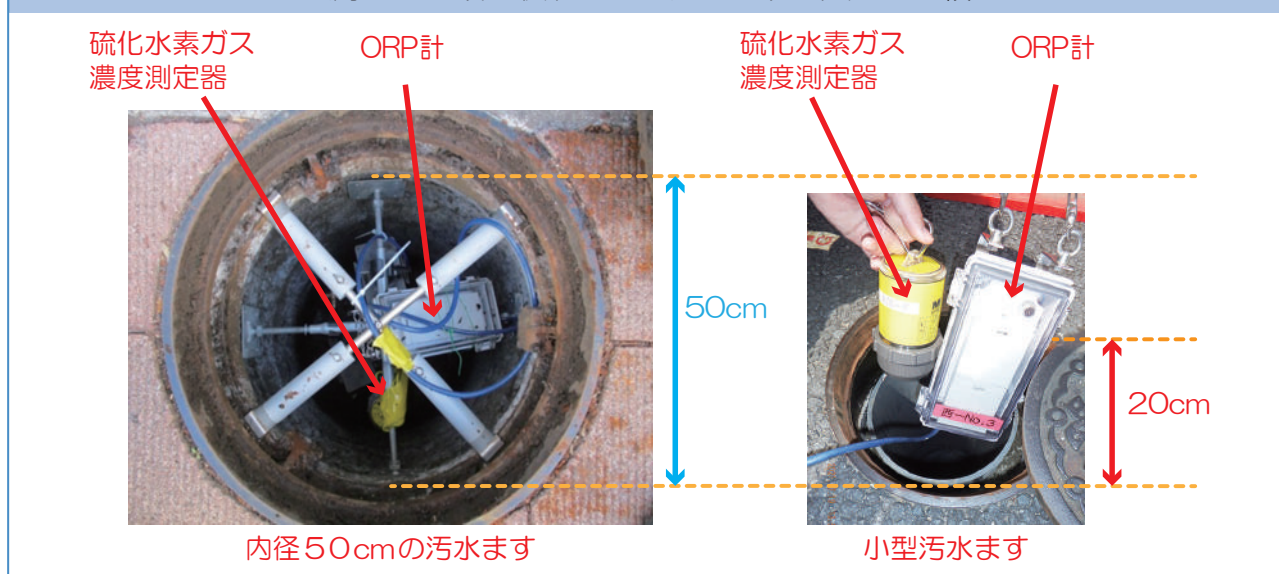
上流水位情報などから、作業箇所の水位上昇を短時間で予測し、必要に応じて避難等の対応をとり、安全に作業を実施

開発・検討技術	これまでの取組	5か年の取組	5年後の到達点
水位の上昇や流量の変動を予測する技術	<ul style="list-style-type: none"> ・ 多機能型マンホール蓋の開発 ・ 流量を測定する技術の研究着手 	上流部の水位や流量の情報等から、急激な水位上昇を予測する技術の試行	研究中 (モデル箇所での試行)

▶課題

- ビルピット排水の改善要請に活用する既存の ORP¹ 計は汚水ますに設置するが、小型汚水ますの場合は設置が困難
- 有害物質であるシアンや六価クロムについては、現在、事業場の汚水ますに設置できる大きさの測定器がなく、下水排除基準を超えた排水に対する指導が困難

測定器の設置状況と小型汚水ますの大きさ比較



▶技術開発の方向性

- 小型測定器の開発

将来的な目標

様々な汚水ますなどに測定器を設置し、的確な改善要請や排水指導を実施

開発・検討技術	これまでの取組	5か年の取組	5年後の到達点
小型測定器の開発	【新規】	小型汚水ますに設置可能な ORP 計、シアン計等小型測定器の開発	実用化

1 ORP (Oxidation-Reduction-Potential) : 水中の酸化・還元状態の程度を示す指標であり、ORP 値が低い還元状態の場合、硫化水素が発生しやすい。

▶課題

- 飲食店等で使用した油脂が下水道管内に流入した場合、管内に付着し流下能力を阻害
- 点検結果により下水道管の清掃を実施しているが、点検頻度の判断に苦慮
- 付着した油脂は時間の経過により固結し、高圧洗浄での除去が困難

下水道管内に付着した油脂



▶技術開発の方向性

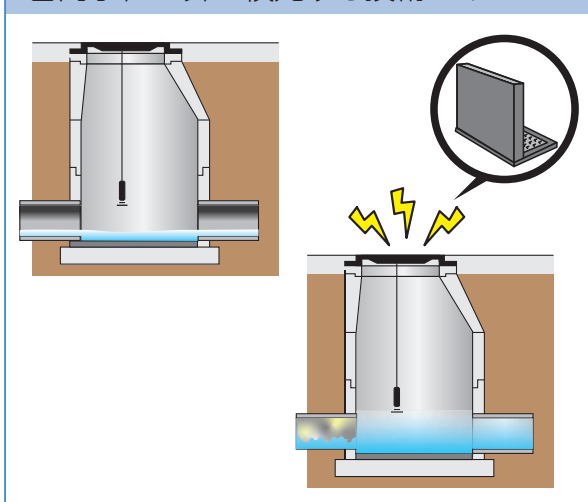
- 下水道管内の水位変化から油脂の堆積を判断できる技術を開発
- 固結した油脂を除去する技術を開発

将来的な目標

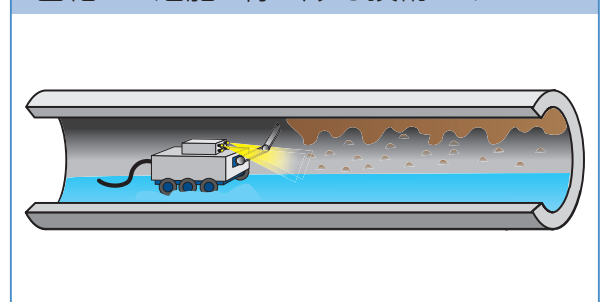
下水道管内で油脂の堆積状況を速やかに検知し、清掃作業を早期に実施して管の詰まりを防止

開発・検討技術	これまでの取組	5か年の取組	5年後の到達点
油脂の堆積を検知する技術	【新規】	平常時と油脂の堆積時との水位差を検知する技術	研究中 (固結頻発箇所での試行)
固結した油脂を除去する技術	【新規】	固結した油脂を除去する技術	研究中 (固結頻発箇所での試行)

管内水位上昇を検知する技術のイメージ



固結した油脂を除去する技術のイメージ



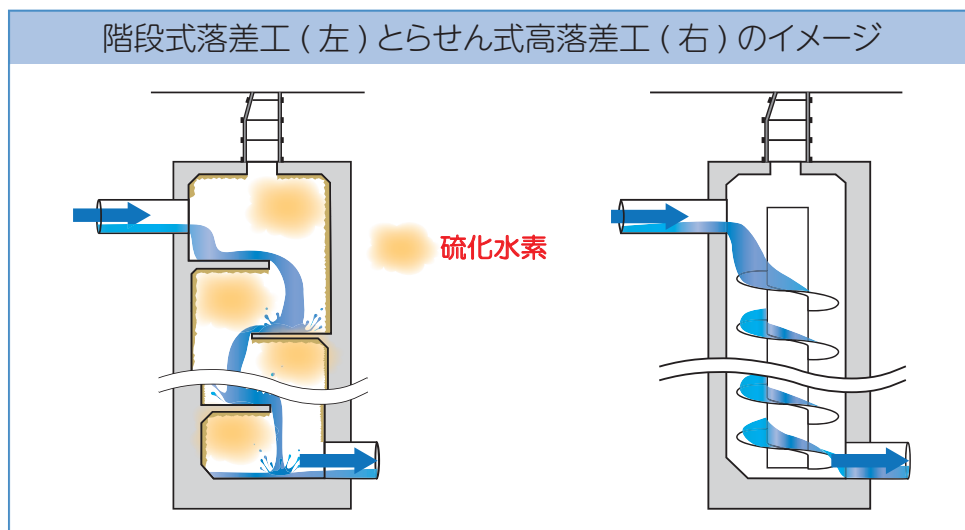
▶課題

- 下水道管内では、硫化水素の発生を抑制するらせん式高落差工を採用してきているが、下水の腐敗しやすい箇所、階段式落差工や圧送開放部では硫化水素が発生
- ビルピットの改善要請を行っているが、その排水が原因と考えられる臭気苦情は依然として多く発生
- 防臭装置など臭気の拡散を防ぐ器具を暫定設置しているが、硫化水素を管内に閉じ込めることとなり、鉄筋コンクリート管の腐食の原因

下水道管内部の腐食状況
(コンクリートが腐食し砂利がむき出し)



階段式落差工（左）とらせん式高落差工（右）のイメージ



▶技術開発の方向性

- 耐腐食性材料の開発及び発生した硫化水素を分解する技術開発

将来的な目標

硫化水素による下水道管の腐食を防止し、臭気の発生も抑制

開発・検討技術	これまでの取組	5か年の取組	5年後の到達点
腐食しない材料の研究	【新規】	コンクリートに影響を与えない耐腐食材料の研究	研究中 (有効な材料の選定)
発生する硫化水素を分解する技術	【新規】	発生した硫化水素等を分解する技術の研究	研究中 (有効な分解技術の選定)

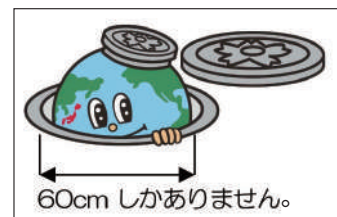
下水道管の中で飛行できるドローンを目指して

近年のドローンの進歩はめざましく、メディア・空撮、農林水産業、測量、インフラ維持管理など、様々な分野で活躍するようになってきました。下水道の分野でも、人に代わってドローンが活躍するのが当たり前、そんな時代がもうすぐ訪れるかもしれません。しかし、下水道管では以下のように特有な条件があることから、他の分野に比べて導入が進んでいません。



～狭い入口しかありません～

下水道管の中へは、マンホールの蓋を開けて入る場合が多いですが、その入口が直径 60 cm と狭いところがほとんどです。そのため、大型の高性能なドローンを搬入することが困難となっています。



～GNSS※が使えず、障害物がある暗闇を飛ぶ必要があります～

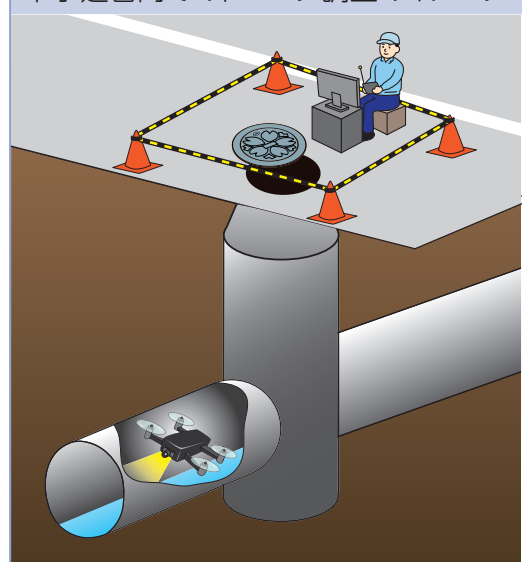
下水道管の中は、衛星からの電波が届かないため、GNSS を利用して自分の位置を把握することができません。

また、ドローンによる調査を行う対象となる下水道管は、水位が高かったり、有毒ガスが発生したりするなど、人が入るのは危険な状態です。

そのため、操縦は地上部でモニター越しに行う必要があります。

さらに、下水道管の中は真っ暗で、管の上部などから下水が流れ込むことから、このような状況下での操縦が必要です。

下水道管内でのドローン調査のイメージ



※ GNSS : GPS を含む、人工衛星で自分の位置を調べることができる仕組みの総称です。

～狭い空間で飛ぶ必要があります～

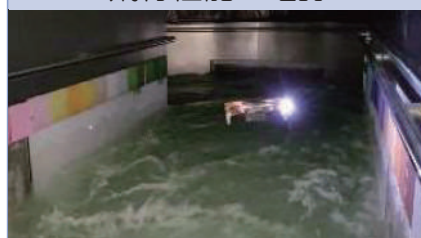
ドローンは、プロペラを回転し揚力を発生させることで飛行します。下水道管のような狭い空間内では、ドローン自身の起こした風の影響により不安定になり、落下する場合があります。

以上のような課題に対応するため、調査及び研究に取り組んでいます。

狭い空間での飛行性能の確認



水流のある空間での飛行性能の確認



暗所での撮影性能の確認

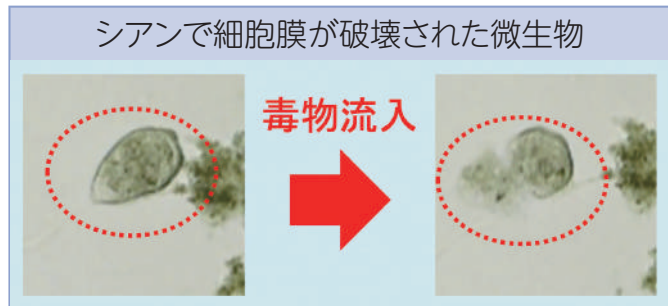


下水道を守る事業場排水指導

～生物処理は有害物質が苦手～

水再生センターに流入した下水は、微生物の活動によって汚れが分解され、川や海に放流されます。ただし、下水中の重金属などの有害物質は微生物でも分解できず、高濃度になると微生物の活動を弱め、水再生センターの処理能力を低下させてしまいます。

下水道法では、下水道に流してよい水質の基準として下水排除基準が決められており、事業場等には、除害施設等で排水の処理を実施して下水排除基準を守って排水していただいています。



～下水道管は酸が苦手～

コンクリートでできた下水道管は丈夫で、およそ 50 年も使用できるとされています。しかし、そんな下水道管にも弱点があります。その一つは、「酸」です。強い酸性の排水を流すと、下水道管内側が損傷してしまいます。そのため、道路陥没などにつながるおそれがあります。



～事業場排水の指導～

水再生センターの処理能力の低下や、下水道管の損傷のような事態を防ぐために、下水道局では、事業場等からの排水が下水排除基準を満たすように、技術的な助言をするなどの指導を行っています。

また、指導に役立てるために、職員が公共汚水ますで採水して水質分析を行うとともに、必要に応じて水質測定器を設置して水質を継続的に測定しています。

ますによっては既存の測定器では設置が難しい場合もあるため、設置可能な測定器の開発を進めていきます。

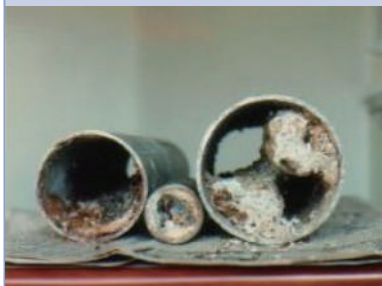


下水道に油を流さないでください!!

～厨房や台所から流れ出た油脂はこうなります～

屋内や屋外の排水管、下水道管の中で冷えて下水道管の内面に付着して固まります。

屋内排水管内の付着状況



屋外排水管内の付着状況



下水道管内の付着状況



下水道管の内側に付着した油脂は大雨の時にはがれて河川等へ流れ出たり、油脂類で管が詰まってしまうと下水があふれ出てしまうこともあります。

大きな油脂のかたまり

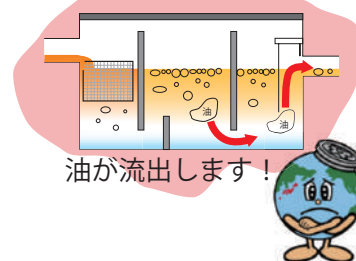


～維持管理が大切です～

油脂を多く使う飲食店では、厨房排水から取り除くことができるグリース阻集器を設置することになっています。日常の掃除などの維持管理を怠ると、油脂が流れ出てしまいます。

グリース阻集器から油脂が流れ出る仕組み

日常清掃をしないと…



～下水道局は取り組みます～

「油・断・快適!下水道」キャンペーンなど、油を流さない啓発活動を継続するとともに、下水道管の中で固まってしまった油脂を早期に発見し除去できる技術の開発に取り組みます。

キャンペーンの様子



2 施策別の開発テーマ

良好な水環境と環境負荷の少ない都市を実現するための技術開発

合流式下水道の改善技術

施策の目的

雨天時に合流式下水道から河川や海などへ放流される汚濁負荷量を削減することで、良好な水環境を創出します。

■ 技術開発ニーズ

- 合流式下水道では、強い雨が降ると市街地を浸水から守るために、汚水混じりの雨水が吐口やポンプ所等から河川や海などに放流されます。
- 都民の皆さまが水と親しむことができる快適な水辺環境の創出を目指して、汚濁負荷量の削減や雨天時の放流水質を改善する技術が求められています。

■ これまで開発してきた主な技術など

- 雨天時に合流式下水道から河川へごみなどが流出することを抑制するために、取付けが容易で動力が不要かつ他の装置と比べて安価な水面制御装置を開発しました。
- 水再生センターでは、雨天時の簡易処理水の汚濁負荷を削減するため、従来の沈殿処理と比較して省スペースで、汚濁物を約2倍除去できる高速ろ過法などを開発しました。
- 雨水吐口から河川などへ放流される汚濁負荷量を計測し、合流式下水道の改善に役立てるための汚濁濃度計測システムを開発しました。
- 通常使用する塩素系消毒剤より強力な消毒効果を発揮する臭素系消毒剤の研究・改良に取り組み、従来の粉末状より低コストで取扱いが容易な液体の臭素系消毒剤を開発しました。

年代	管きょ技術	水再生センター・ポンプ所技術
H11年度以前	<ul style="list-style-type: none"> スワール分水槽 雨水浸透実験 ボルテックスバルブ 	<ul style="list-style-type: none"> 高勾配磁気分離法
H12～H27年度	<ul style="list-style-type: none"> リアルタイムコントロール 水面制御装置 雨天時越流水の汚濁濃度計測システム 	<ul style="list-style-type: none"> 速効性消毒剤を用いた注入システム 高速凝集沈殿法 二段造粒 高速ろ過法 移動床式ろ過装置
H28～R2年度		<ul style="list-style-type: none"> 次亜臭素酸を用いた効率的な速効性消毒技術
導入事例	<ul style="list-style-type: none"> スワール分水槽 (石神井川流域) 水面制御装置 (雨水吐口) 	<ul style="list-style-type: none"> 高速ろ過法 (芝浦水再生センター、北多摩二号水再生センター) 高速凝集沈殿法 (小菅水再生センター)

■ 5か年の主な取組

- 雨天時における放流水の効率的な消毒技術や汚濁負荷削減の技術開発を実施

テーマ 22 大腸菌群の消毒を効率的に実施する技術

デジタル

▶ 課題

- 大腸菌群数はリアルタイムの計測が不可能であるため、消毒剤の注入量は過去の調査実績に基づき、簡易処理放流の経過時間に応じた定量
- 消毒剤注入後の残留塩素の検出の有無で効果を判断するなど、消毒剤の効果確認方法が間接的

▶ 技術開発の方向性

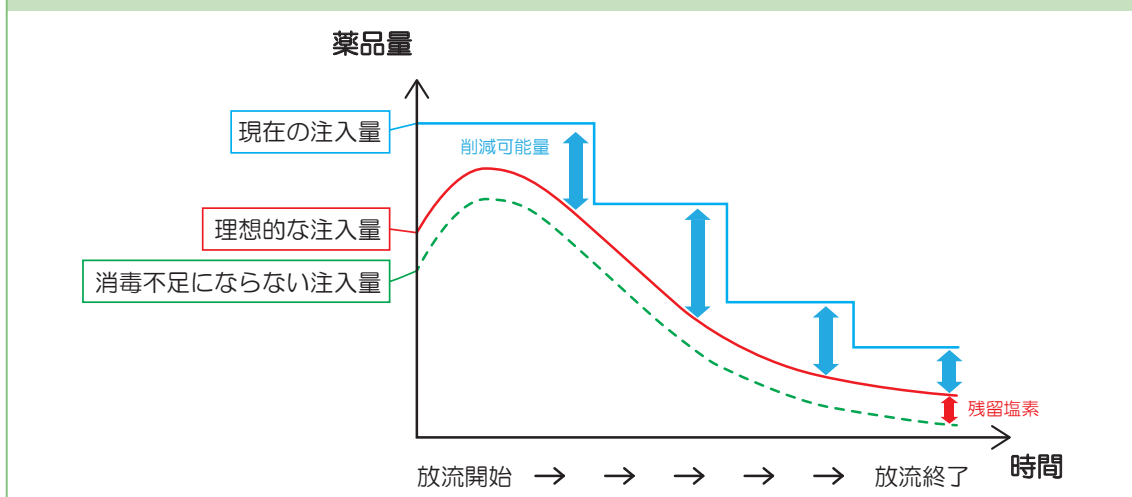
- 大腸菌群数の代替となる指標を研究し、その指標による注入技術を開発
- 簡易放流水の大腸菌群数の変動に応じた効率的な消毒方法の開発

将来的な目標

大腸菌群数をリアルタイムで測定し、それに応じて消毒剤を自動注入することで、効率的に大腸菌群数の水質基準を順守

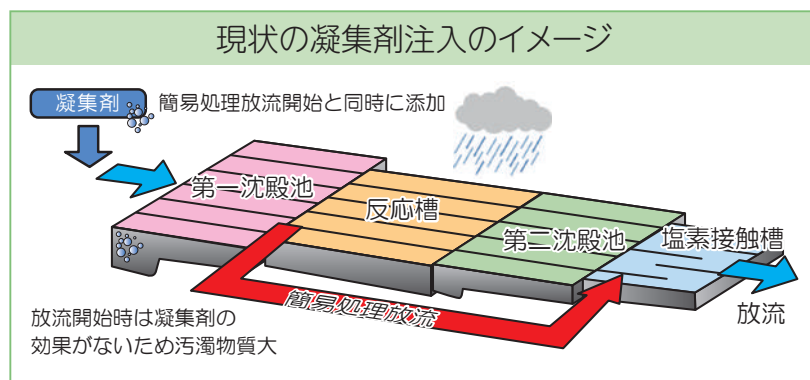
開発・検討技術	これまでの取組	5か年の取組	5年後の到達点
大腸菌群数の代替指標による消毒剤注入技術	<ul style="list-style-type: none"> ・ 次亜臭素酸を用いた扱い易く低コストの速効性消毒技術の開発 ・ 代替指標による、消毒剤注入制御の検討 	大腸菌群数と関連し、リアルタイムで測定できる代替指標による消毒剤の注入方法の開発	実用化
大腸菌群数のリアルタイム測定技術	大腸菌群数の迅速測定技術の情報収集	リアルタイム測定が可能な技術の選定	研究中 (有用な技術候補の抽出)

大腸菌群数の変化に応じた消毒剤注入量のイメージ



▶課題

- 第一沈殿池に凝集剤注入設備を設置している水再生センターにおいて、簡易処理放流は放流開始時間の予測が困難であるため、現状では止むを得ず放流開始直後から第一沈殿池に凝集剤を注入
- 雨天時の流入水質は降雨状況などにより変化し、水質に合わせた凝集剤の注入が困難



▶技術開発の方向性

- これまでの簡易処理放流や流入水量等のデータ解析を行い、簡易処理放流のタイミングを予測する技術を開発
- 水質計器を用いて、流入水質に応じた凝集剤注入技術を開発

将来的な目標

流入予測に基づき最も効果的なタイミングで、流入水質に応じた量の凝集剤を注入

開発・検討技術	これまでの取組	5か年の取組	5年後の到達点
簡易処理放流が発生する時刻を予測する技術	【新規】	簡易処理放流予測モデルの開発	研究中 (プロトタイプ の完成)
流入水質に追従して凝集剤を注入する技術	【新規】	水質の変動に応じた凝集剤注入システムの構築	実用化

事例 簡易処理放流の発生を予測する技術

▶ 技術の概要

- 簡易処理放流開始のタイミングと、降雨データ、流入水量のデータ等を解析してそれぞれの関係性を求め、降雨時の情報から簡易処理放流発生時刻を予測
- 簡易処理放流発生予測に基づき、沈殿時間を考慮し凝集剤を注入
- 凝集剤の添加量は、第一沈殿池流入水量の予測と水質データに基づき設定

▶ 適用箇所例

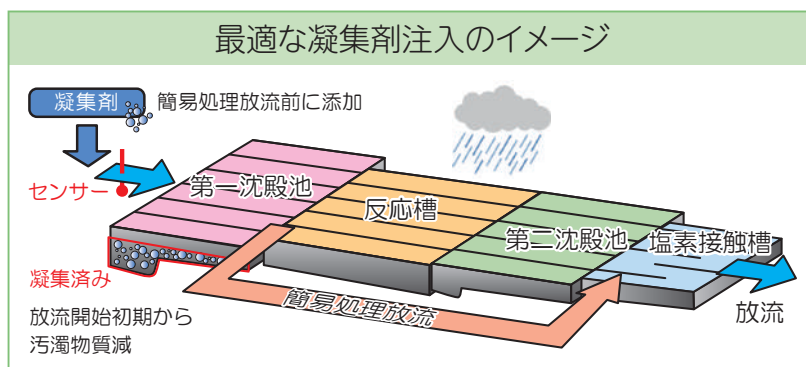
- 水再生センター

▶ 5か年の到達目標

- 研究中

▶ 効果

- 簡易処理放流開始時に凝集剤の効果が発現され、汚濁物質が削減された処理水を放流



2 施策別の開発テーマ

良好な水環境と環境負荷の少ない都市を実現するための技術開発

処理水質の向上技術

施策の目的

良好な水環境を創出するため、省エネルギーにも配慮しつつ、東京湾や隅田川などに放流される下水処理水の水質をより一層改善します。

■ 技術開発ニーズ

- 処理水質の向上のため、大幅な水質改善が可能な高度処理の整備や、早期に一定の水質改善が可能な準高度処理の導入による水質改善のスピードアップを図りました。今後は、水再生センターごとの特性による課題に合わせた対策が必要となっています。

■ これまで開発してきた主な技術など

- 東京湾や河川などに放流される下水処理水の水質を向上させる技術開発や運転管理の工夫などを行ってきました。
- 東京湾の赤潮発生要因の一つである窒素及びりんを同時に除去する嫌気無酸素好気法(A₂O法)の効率化を図るため、短時間で処理可能なステップ流入式嫌気無酸素好気法を開発しました。
- 水質改善と省エネルギーの両立が可能である嫌気・同時硝化脱窒処理法を開発しました。

年代	BOD・SSなどの除去技術	ちっ素除去技術	りん除去技術
H11年度以前	<ul style="list-style-type: none"> 急速砂ろ過法 生物膜ろ過法 オゾン添加・生物活性炭ろ過法 	<ul style="list-style-type: none"> 循環式硝化脱窒法 硝化菌培養型ちっ素除去法 多段式流動層型ちっ素除去法 	<ul style="list-style-type: none"> 接触脱りん法 フォストリップりん除去法 嫌気好気法 凝集剤添加活性汚泥法
H12～H27年度		<ul style="list-style-type: none"> ステップ流入式嫌気無酸素好気法 砂ろ過による脱ちっ素法 担体添加ステップ流入式嫌気無酸素好気法 アンモニア+DO制御システム 硝化速度による送風制御技術 アンモニア計と硝酸計を組み合わせた曝気空気量制御技術 嫌気・同時硝化脱窒処理法 アンモニア態窒素計 	<ul style="list-style-type: none"> 活性汚泥中の含有りん除去法 酢酸添加嫌気無酸素好気法
H28～R2年度		<ul style="list-style-type: none"> NADH計 リアルタイム硝化脱窒制御技術 	<ul style="list-style-type: none"> 吸着剤により脱水ろ液中のりんを回収・資源化する技術
導入事例	<ul style="list-style-type: none"> 急速砂ろ過法 (落合水再生センター) 生物膜ろ過法 (東尾久浄化センター、有明水再生センター) 	<ul style="list-style-type: none"> ステップ流入式嫌気無酸素好気法 (砂町水再生センター、多摩川上流水再生センターなど) 嫌気・同時硝化脱窒処理法 (芝浦水再生センター、葛西水再生センター、浅川水再生センター) 	

■ 5か年の主な取組

- 各水再生センターの抱える課題に合わせて、処理水質向上を推進する技術開発を実施

テーマ 24 流入下水の汚濁負荷が高い施設での水処理を安定化する技術

循環

▶ 課題

- 水処理能力を増やすために施設を増築する用地に限界
- 反応槽内の活性汚泥濃度を高めることで水処理能力は向上するが、第二沈殿池で処理水と活性汚泥の分離に時間を要することから、高濃度化には限界

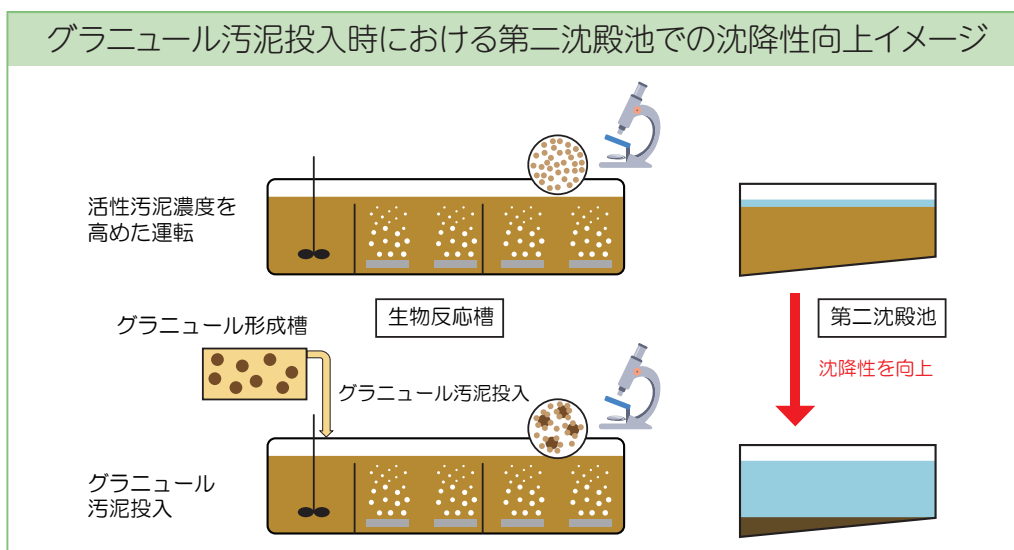
▶ 技術開発の方向性

- 活性汚泥の沈降性を向上させる技術の開発
- 第二沈殿池を必要とせず、従来の高度処理と同様の水質を確保できる技術の適用を検討

将来的な目標

汚濁負荷の高い流入下水を受け入れる水再生センターで、安定した処理水質を確保

開発・検討技術	これまでの取組	5か年の取組	5年後の到達点
活性汚泥の沈降性を向上する技術	下水によってグラニュール ¹ 汚泥が形成されることを確認	<ul style="list-style-type: none"> グラニュール形成条件を確立し、マニュアルを作成 実施施設を用いたグラニュールの適用性を評価 	実用化
第二沈殿池を必要としない技術	【新規】	膜分離活性汚泥法（MBR）の適用を検討	研究中 （適用可能な水再生センターの検討）



1 グラニュール：微生物が自己造粒する粒子。沈降性に優れている。

事例 グラニュール汚泥による水処理技術

▶ 技術の概要

- 回分式処理¹により活性汚泥に飽食と飢餓状態を繰り返すことで、沈降しやすいグラニュール汚泥を形成させ、反応槽に投入することで活性汚泥濃度を高める水処理技術

▶ 適用箇所例

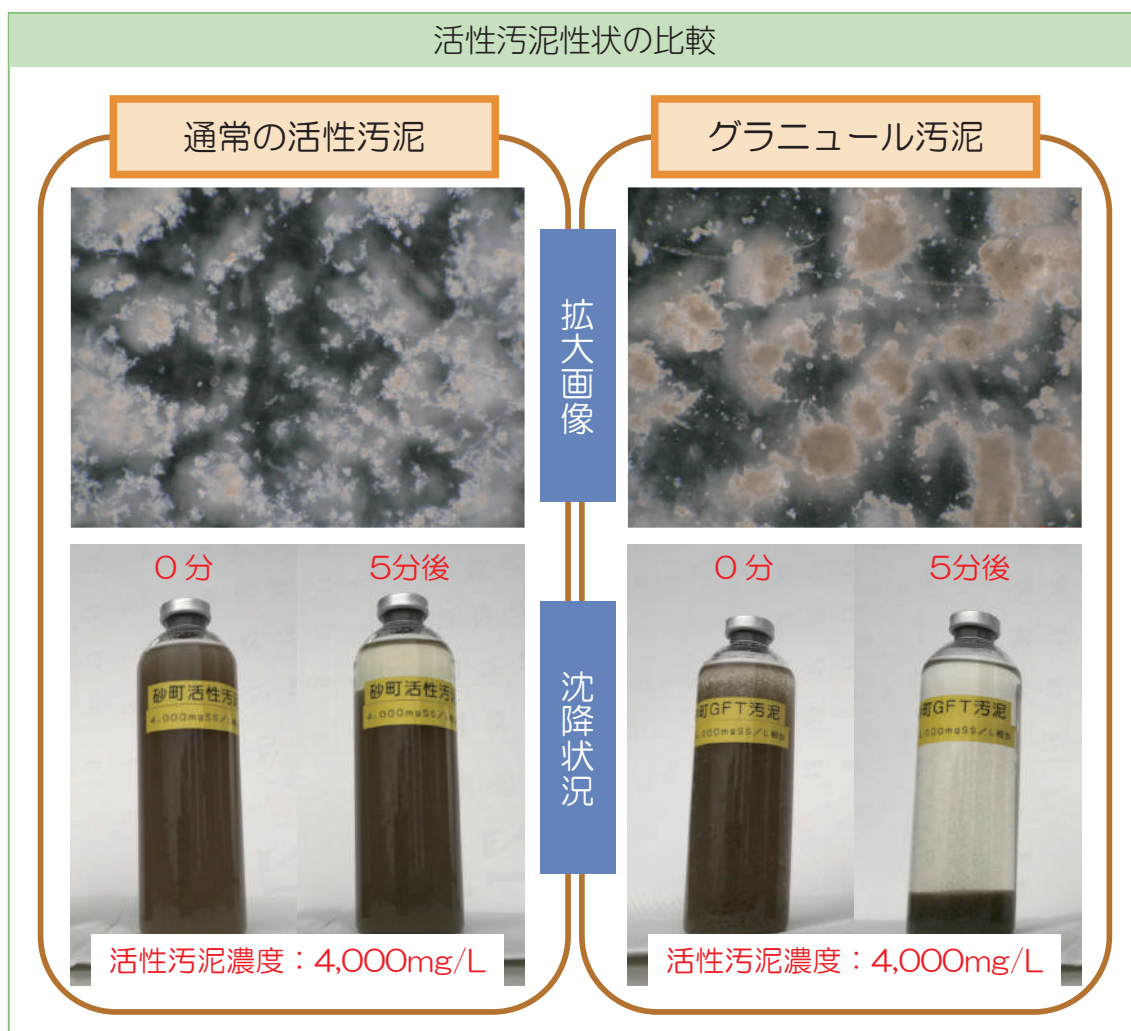
- 反応槽の負荷が高い水再生センター

▶ 5か年の到達目標

- 実用化

▶ 効果

- 反応槽内の活性汚泥濃度を高めることで処理能力を向上



1 回分式処理：一つの槽で、流入、ばっ気処理、沈殿等の工程を順番に一つずつ行う処理

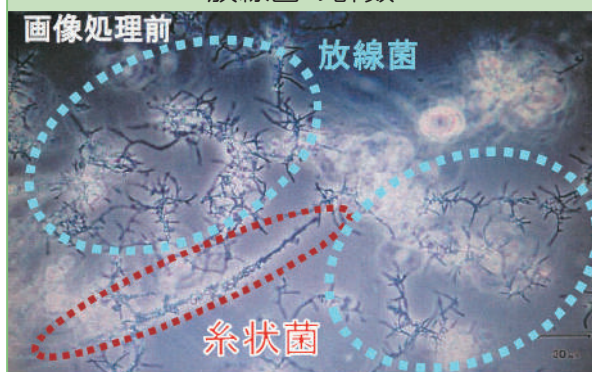
▶ 課題

- 流入水に含まれる放線菌は、流入下水濃度が高い場合、反応槽内で異常発泡し、槽外へ流出するなど維持管理に支障
- 放線菌を短時間で測定する手段が確立されておらず、増殖の予兆を把握することが困難

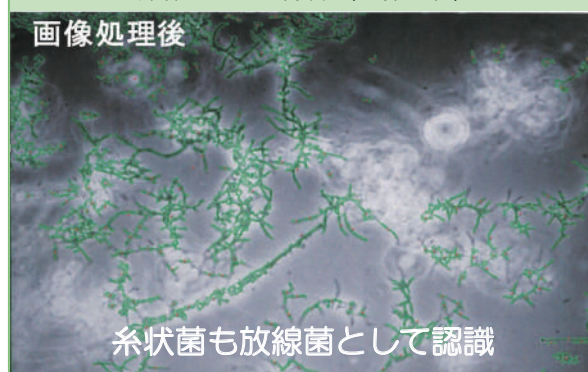
反応槽から流出した放線菌の泡



顕微鏡画像の目視による放線菌の計数



顕微鏡画像の解析による放線菌の計数（試行中）



▶ 技術開発の方向性

- 放線菌の増殖の予兆を早期につかむための迅速な測定手段の開発
- AI による画像解析技術の活用
- 放線菌以外にも水処理に悪影響を与える細菌類への適用を試行

将来的な目標

放線菌の増殖を早期に把握し、増殖抑制させる水処理の運転を実施

開発・検討技術	これまでの取組	5か年の取組	5年後の到達点
放線菌を短時間で測定する技術	顕微鏡画像の解析機能の試行	・ 画像診断による測定技術等 ・ 放線菌以外の細菌類への適用	実用化

事例 AIを活用した放線菌の測定技術

▶ 技術の概要

- AIの画像解析能力を活用して、顕微鏡写真から、放線菌の量を測定する技術

▶ 適用箇所例

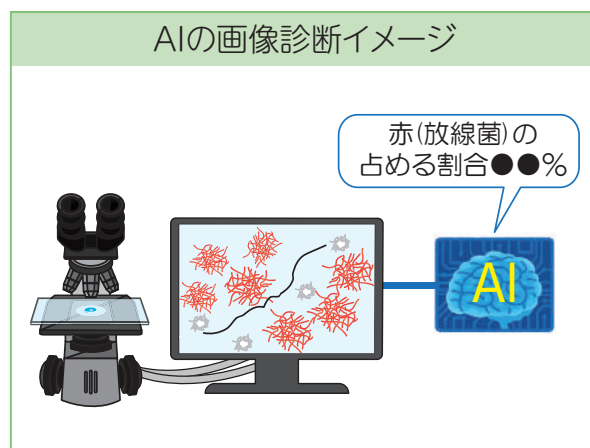
- 放線菌の発泡のおそれがある水再生センター

▶ 5か年の到達目標

- 実用化

▶ 効果

- 放線菌増殖の予兆を捉えた際には、水処理での運転管理の工夫で増殖を抑制することが可能

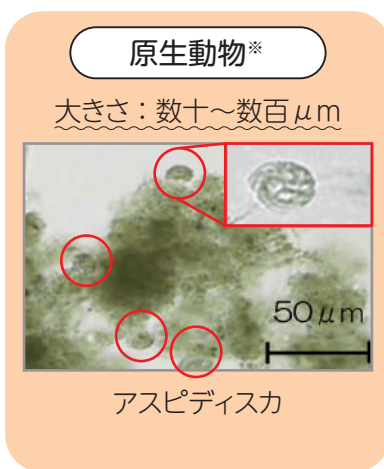
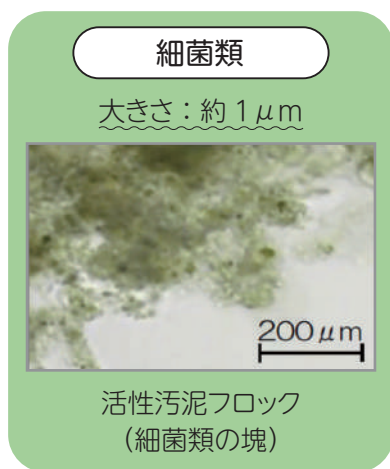


反応槽の微生物いろいろ

～大きいものから小さいものまで～

家庭や事業場等から排出された汚れた下水は、水再生センターの反応槽と呼ばれる施設で、細菌や微生物の塊である「活性汚泥」を利用してきれいになります。細菌や微生物が下水の汚れ成分（有機物）をエサとして消費することで、汚れた下水は徐々にきれいになっていきます。

活性汚泥に含まれる微生物は、大きく分けて「細菌類」「原生動物※」「後生動物***」の3種類に分類されます。数 μm の小さな細菌類が下水中の汚れたエサを食べて増殖し、またそれらを食べる原生動物やさらに大きな後生動物がおり、一連の食物連鎖を形成しています。



※原生動物は単細胞の微生物

***後生動物は多細胞の微生物

～微生物の種類とバランスが大事～

下水処理は、微生物たちの食物連鎖のような仕組みによって成り立っているため、それぞれの種類やバランスは下水処理の良し悪しに大きく関係しています。微生物のバランスが崩れてくると、下水処理に悪影響を及ぼす細菌類が増えます。

細菌の種類によっては、右の写真のように下水を激しく発泡させ、泡が反応槽から流出して、安全衛生面や処理水質に悪影響を及ぼします。

反応槽から流出した放線菌の泡



それを防ぐため、下水道局職員は、日々の運転管理の中で、現場の確認や、顕微鏡を覗いて微生物の様子を観察し、その状況に合わせ臨機応変に運転対応を行っています。

処理に悪影響を及ぼす細菌類を、より迅速かつ正確に測定することができれば、早期に増殖の予兆をつかみ運転対応が可能です。そこで、AIによる画像解析技術等を活用し、迅速な測定技術の開発を推進していきます。

2 施策別の開発テーマ

良好な水環境と環境負荷の少ない都市を実現するための技術開発

エネルギー・地球温暖化対策技術

施策の目的

エネルギー・地球温暖化対策を推進することで、エネルギー使用量や温室効果ガス排出量を積極的に削減し、環境負荷の少ない都市の実現に貢献します。

■ 技術開発ニーズ

- 下水処理過程では大量のエネルギーを使用¹し、温室効果ガスを排出しており、「アースプラン2017」の目標達成に向け、省エネルギーの徹底や再生可能エネルギーの利用拡大を進めています。
- 今後、処理水質の向上や浸水対策などの下水道機能向上の取組により、エネルギー使用量や温室効果ガス排出量が増加する見込みです。
- 更なる省エネルギーの徹底を図り、下水道のポテンシャルを最大限活用し、再生可能エネルギーの利用拡大や温室効果ガス排出量を削減する技術の開発が求められています。

■ これまで開発してきた主な技術など

- 温室効果ガス排出量削減技術・省エネルギー技術として、電力使用量や補助燃料をより一層削減可能な「新高温省エネ型焼却システム」を開発しました。
- 再生可能エネルギー利用技術では、発電電力量が電力使用量を年間で上回る「エネルギー自立型焼却システム」を開発しました。

年代	温室効果ガス削減技術	省エネルギー技術	再生可能エネルギー利用技術
H11年度以前	高温焼却		アーバンヒート (下水熱)
H12～H27年度	下水汚泥ガス変換発電システム(ガス化炉) 多層型流動焼却炉 N ₂ O分解触媒 汚泥炭化炉の検証	低動力型濃縮機 低動力型攪拌機 低動力型脱水機 低含水率脱水技術 ターボ型流動焼却炉	小落差水力発電 太陽光発電システム
H28～R2年度	N ₂ O排出抑制 高温省エネ型焼却システム	PMモーター 超低含水率脱水技術 送風量を最適制御して送風機電力を削減する技術	エネルギー自立型焼却システム
導入事例	・汚泥炭化炉 (東部スラッジプラント) ・ガス化炉 (清瀬水再生センター)	・ターボ型流動焼却炉 (新河岸水再生センター、葛西水再生センター、浅川水再生センター) ・PMモーター (葛西水再生センター)	・小落差水力発電 (葛西水再生センター、森ヶ崎水再生センターなど) ・太陽光発電システム (葛西水再生センター、森ヶ崎水再生センターなど)

1 大量のエネルギーを使用：下水道局は、年間約20億m³もの下水を処理する過程で、都内の電力使用量の1%強を使用している。

5か年の主な取組

- 「アースプラン2017」を推進するための技術開発に加え、「ゼロエミッション東京戦略」の目指すべき姿を見据え、温室効果ガス排出量を大幅に削減できる技術開発を実施

テーマ 26 水処理工程の温室効果ガス削減技術

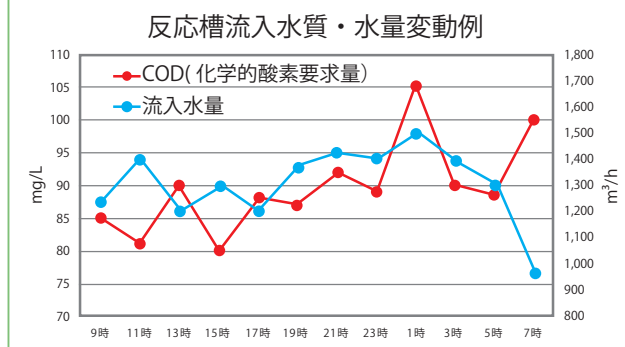
デジタル

循環

課題

- 水再生センターへ流入する水量と水質には変動があり、変動に合わせた送風量の制御が必要
- 機器の省エネルギー化によるエネルギー削減を行ってきたが、運転方法の改善による送風機の電力量削減も必要
- 汚泥焼却時に発生する N_2O ² 対策は進めてきたが、水処理工程からも N_2O が発生しており、更なる削減のための技術開発が必要

反応槽に流入する水質と水量の変動例



技術開発の方向性

- 流入水質に応じて過不足なく送風する技術を開発
- 省エネルギー型送風機の開発に向けた検討
- 水処理における N_2O 発生を抑制する技術を開発

将来的な目標

- 省エネルギー型送風機とデジタル技術を活用した送風量制御技術によって、流入水量・水質に追従した送風を実現
- N_2O の発生しない運転手法による水処理

開発・検討技術	これまでの取組	5か年の取組	5年後の到達点
流入水量や水質の変動に追従した送風量調整	<ul style="list-style-type: none"> 水質の安定した分流式の水再生センターにおいて、リアルタイム硝化脱窒制御を開発 AIを用いた風量制御技術の研究に着手 	<ul style="list-style-type: none"> 合流式の水再生センターにおいてリアルタイム硝化脱窒制御を開発 AIを用いた風量制御技術の開発 	実用化
送風機の機能向上	【新規】	省エネルギー型送風機の開発	研究中 (構造等の検討)
N_2O 発生抑制・削減技術	N_2O 排出の実態調査	水処理 N_2O 発生抑制技術の開発	実用化

2 N_2O ：一酸化二窒素。二酸化炭素の298倍の温室効果を持つ。

事例1 AIを活用した送風量の最適化

▶技術の概要

- 流入水量と水質、反応槽内の水質や活性汚泥の濃度、処理水質、送風量等多くのデータをAIが機械学習
- リアルタイムで収集した各種データをAIが解析して、最適な送風量を算出し、送風機の運転と風量調節弁の開度を制御

▶適用箇所例

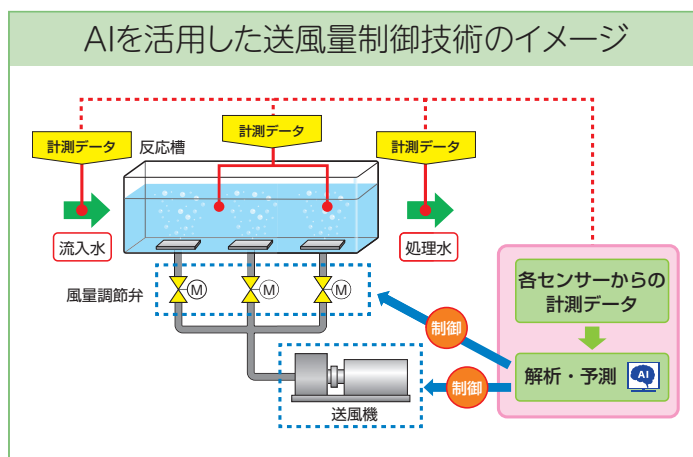
- 水再生センター

▶5か年の到達目標

- 実用化

▶効果

- 流入水質に応じた送風機運転により、必要最小限の電力使用で処理水質を良好に保ち、温室効果ガスを削減



事例2 リアルタイム硝化脱窒制御を使った送風量の最適化

▶技術の概要

- リアルタイムで収集した各種データを、活性汚泥モデル（ASM）の計算式に代入して、最適な送風量を算出し、送風機の運転と風量調節弁の開度を制御

▶適用箇所例

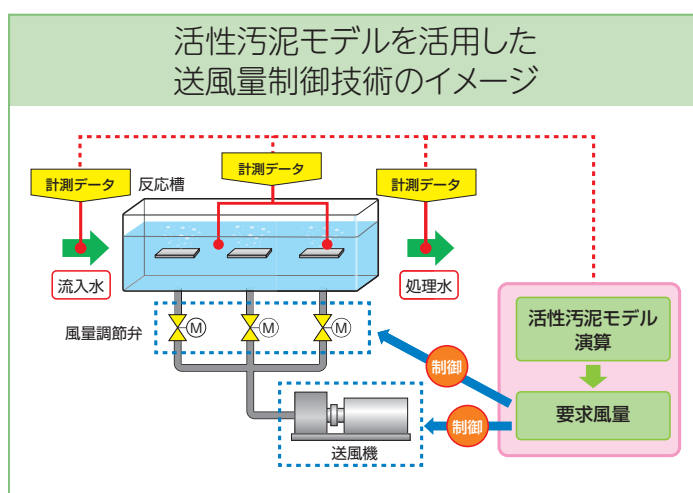
- 水再生センター

▶5か年の到達目標

- 分流式に加え、合流式の水再生センターでも実用化

▶効果

- 流入水質に応じた送風機運転により、必要最小限の電力使用で処理水質を良好に保ち、温室効果ガスを削減



▶課題

- 汚泥焼却時の焼却排ガスのエネルギーを用いて発電し汚泥焼却炉で使用しているが、廃熱のより一層の活用が必要

▶技術開発の方向性

- 焼却システム全体を見直して、焼却排ガスのエネルギーを効率的に利用する技術を開発

将来的な目標

省エネルギーの技術と合わせて、水再生センターで使用するエネルギーを水再生センター内で生産

開発・検討技術	これまでの取組	5か年の取組	5年後の到達点
焼却排ガスの持つ熱エネルギーの更なる活用	汚泥焼却炉で使用する電力を自給可能なエネルギー自立型焼却システムを開発	エネルギー供給型焼却炉の開発	実用化

事例 エネルギー供給型焼却炉の開発

▶技術の概要

- 焼却炉に汚泥を投入する前に、乾燥工程を追加し汚泥の低含水率化を図ることで、燃焼効率を高めて発電量を増加させ、焼却炉以外にも電力を供給

▶適用箇所例

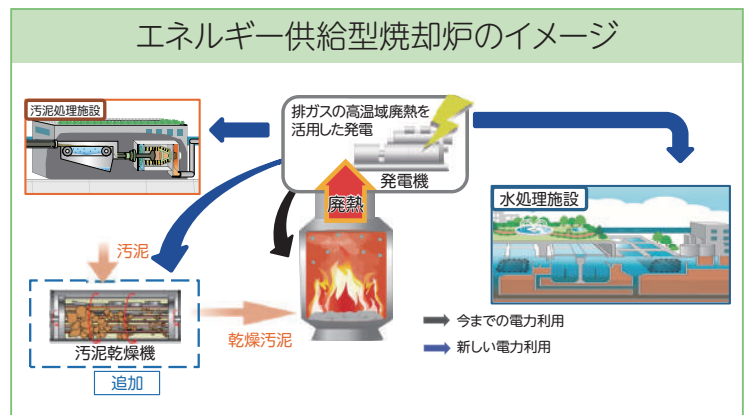
- 汚泥処理施設

▶5か年の到達目標

- 実用化

▶効果

- 外部から供給する電力を削減でき、温室効果ガスの排出量削減に貢献



▶課題

- 汚泥処理には多くのエネルギーを使用しており、エネルギー削減のため汚泥の減量化が必要
- 余剰汚泥にはりんが多く含まれており、資源等への活用が期待

▶技術開発の方向性

- 焼却灰中には2～4割程度りん化合物が含まれることから、汚泥中のりんを除去することで汚泥と焼却灰を減量化
- りん濃度の高い余剰汚泥からりんを溶出させ、汚泥の固形物量を削減
- りん化合物を資源として回収する技術を開発

将来的な目標

汚泥に含まれるりんを溶出させて汚泥を減量させるとともに、りんを回収して資源化

開発・検討技術	これまでの取組	5か年の取組	5年後の到達点
<ul style="list-style-type: none"> ・ りん回収による汚泥の減量化 ・ 回収したりんの資源化 	汚泥処理返流水からのりん回収技術の開発	<ul style="list-style-type: none"> ・ 余剰汚泥からりんを溶出させ、汚泥を減量する技術 ・ 抽出したりんを回収し、資源化する技術 	実用化

事例 リンを余剰汚泥から溶出させ回収する技術

▶ 技術の概要

- 薬品を使って余剰汚泥からりんを溶出させ、りん化合物の分だけ汚泥固形物を減量
- 溶出したりんを薬品を使って回収

▶ 適用箇所例

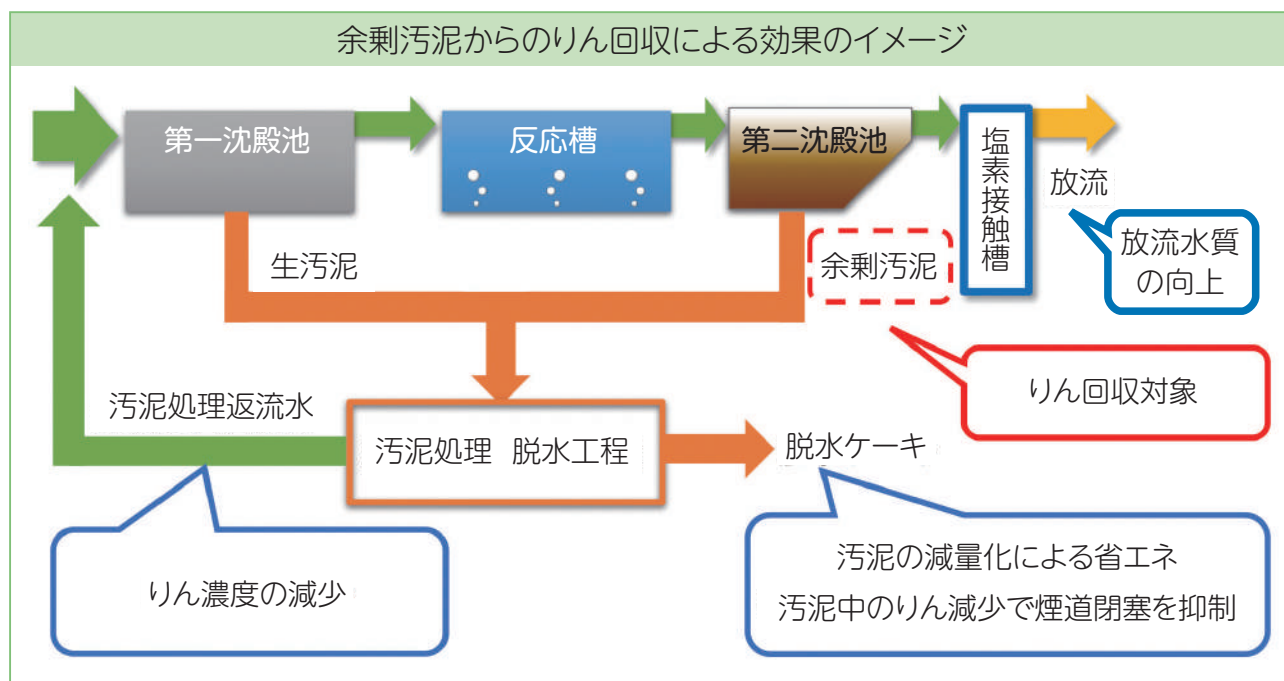
- 汚泥処理施設

▶ 5か年の到達目標

- 実用化

▶ 効果

- 汚泥処理に要するエネルギーを削減
- 汚泥処理返水のりん濃度を低下させ、放流水質を向上
- 焼却灰中のりんが減少し、煙道閉塞の危険性を低減
- 回収したりんの資源化が可能（※下水道資源の有効利用にも寄与）



テーマ 29 余剰汚泥量の適正な管理技術

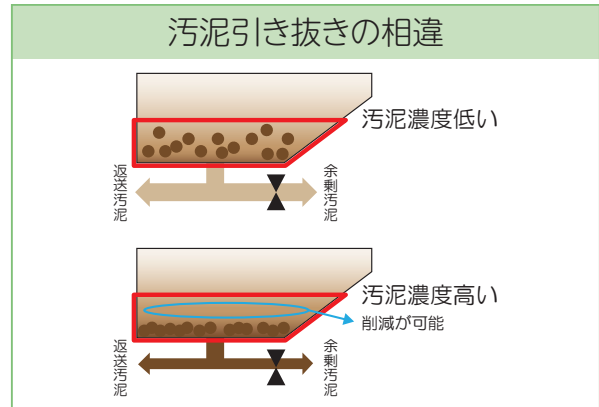
循環

▶ 課題

- 返送汚泥ポンプや余剰汚泥の送泥ポンプの電力削減には運転時間の短縮が必要
- 現状では、引き抜く汚泥の体積を一定（右図の赤枠）にして運転しているため、汚泥濃度が高い場合、濃度が低い部分（右図の青囲い）も引き抜かれて非効率

▶ 技術開発の方向性

- 電力消費量を抑えるため、濃度の高い汚泥を引き抜く技術を開発



将来的な目標

少ない汚泥引き抜き量により汚泥処理等に必要な電力を抑制

開発・検討技術	これまでの取組	5か年の取組	5年後の到達点
余剰汚泥引き抜き量の自動制御技術	自動引き抜き制御の検討	汚泥界面計を活用した自動引き抜き制御	実用化

テーマ 30 焼却炉の廃熱を汚泥の脱水性向上に活用する技術

循環

▶ 課題

- 濃縮汚泥の脱水における凝集剤や電力の削減が必要
- 濃縮汚泥の加温による脱水性向上の可能性のあるものの、実証データの蓄積が不足

▶ 技術開発の方向性

- 濃縮汚泥の加温が脱水性の向上に役立つことを検証
- 焼却炉の廃熱を濃縮汚泥の加温に活用し凝集剤や電力を削減する技術を開発

将来的な目標

エネルギー供給型焼却システムの中に濃縮汚泥の加温を組み込み、システム全体の効率を向上

開発・検討技術	これまでの取組	5か年の取組	5年後の到達点
汚泥濃縮・脱水の効率化	<ul style="list-style-type: none"> ・ベルト型濃縮機の開発 ・濃縮汚泥の性状に合わせ高分子凝集剤を注入するシステムの開発 	濃縮汚泥への加温による低含水化技術	実用化



温室効果ガス削減に向けた技術開発

近年、海面の上昇や熱波・干ばつ、大雨や洪水など、地球温暖化を要因とする気候変動は、私たちだけでなく、地球に住む動植物などの生態系にも影響を及ぼしています。これらの異変は、世界全体が地球温暖化への関心を高める結果となっており、COP21 で採択された「パリ協定」では、世界の平均気温上昇を2℃未満に保つとともに、1.5℃に抑えることを追求する目標が掲げられています。(COP21：国連気候変動枠組条約第 21 回締約国会議)

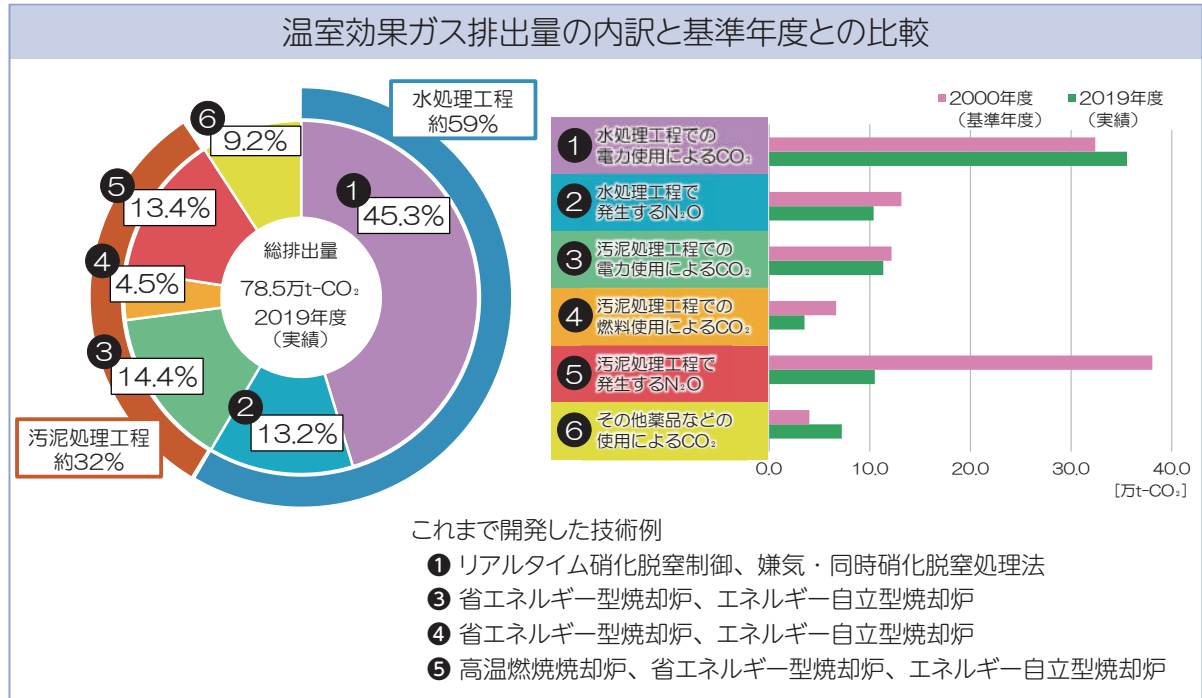
～東京都の動き～

東京都は、2050 年に温室効果ガスの排出を実質ゼロに貢献する「ゼロエミッション東京」を実現することを宣言し、2030 年までに排出量を 2000 年比 50%削減する目標を表明しました。

～下水道局の取組～

下水道局は、年間約 21 億m³（東京ドーム約 1,700 杯分）の下水を処理するとともに、処理過程で発生する汚泥を年間約 120 万トン焼却処理しています。これらの処理には、CO₂ や CO₂ の 298 倍の温室効果のある N₂O を排出しています。

図は、2019 年度の温室効果ガスの排出量割合と、これまでに導入又は導入予定の技術を示したものです。ここに示すように、下水道局では、様々な地球温暖化対策を行ってきました。2019 年度には、2000 年度比で約 26%（約 28 万t-CO₂）の排出量削減を実現しました。



～これからの取組～

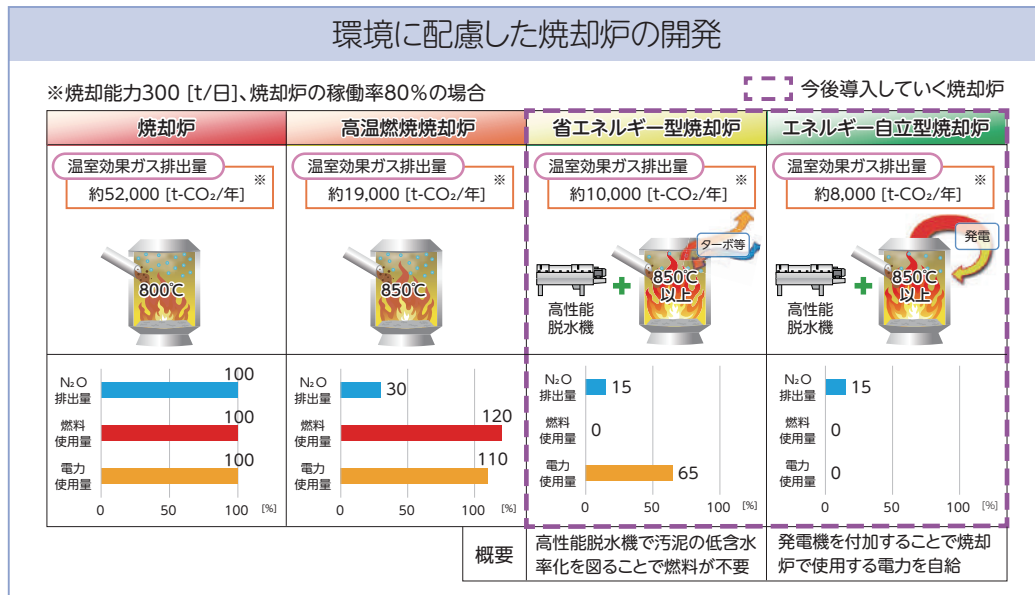
更なる温室効果ガス削減のため、下水道局は、AIを活用した送風量制御技術、廃熱を再利用するエネルギー供給型焼却炉など、AIやICTを活用した新たな技術開発に取り組んでいきます。また、今まで導入のない、水処理での N₂O 排出量削減に向けて取り組んでいきます。

技術開発により進化する焼却炉

～焼却炉の進化の経緯～

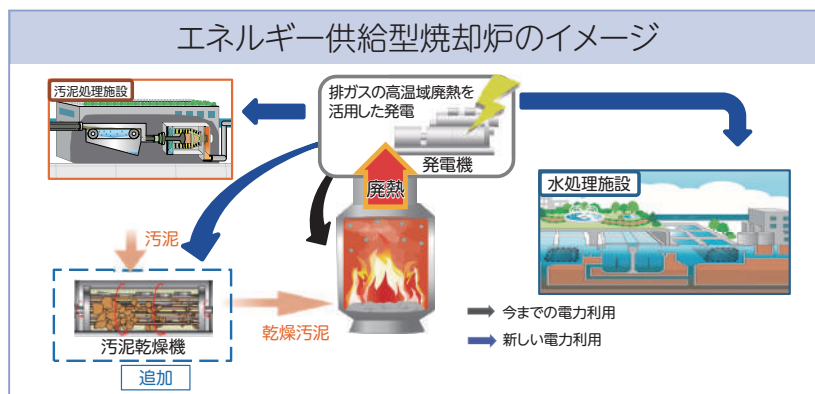
かつては汚泥を焼却するために重油などの補助燃料を大量に必要とし、多くの温室効果ガスを排出した焼却炉ですが、技術開発によって、その排出量が減るとともに汚泥を再生可能なエネルギー源として利用する焼却炉へと進化させてきました。

初期の焼却炉における汚泥の燃焼温度は 800℃でしたが、高温焼却（850℃）を行うことにより、二酸化炭素（CO₂）の 298 倍の温室効果を持つ一酸化二窒素（N₂O）排出量を大幅に削減することができました。一方、高温焼却を行うことにより燃料と電力の使用量が増加したため、燃料・電力由来の CO₂ 排出量は増加しました。そのため、温室効果ガス削減への取組として省エネルギー化を目的とした「省エネルギー型焼却炉」や、焼却廃熱により発電し焼却炉で使用する電力を自給する「エネルギー自立型焼却炉」の開発を行ってきました。



～エネルギー供給型焼却炉の開発に向けて～

今後は、更に温室効果ガスの排出を削減するための取組として、汚泥に含まれる熱量の効率的な活用を図り、焼却炉で使用する電力以上に発電し、汚泥処理施設や水処理施設にも供給する「エネルギー供給型焼却炉」の開発に取り組みます。



2 施策別の開発テーマ

最少の経費で最良のサービスを安定的に提供するための技術開発

下水道資源の有効利用技術

施策の目的

下水道が有する資源・エネルギーなどの有効利用により、下水道の持つポテンシャルを最大限に活用し、良好な都市環境を創出します。

■ 技術開発ニーズ

- 下水や下水汚泥は、りんなどの有用物質を含んでいるほか、必要な熱量も有しており、環境負荷の少ない都市の実現に貢献するため、汚泥焼却灰の資源化や未利用エネルギーの利用拡大の技術が求められています。

■ これまで開発してきた主な技術など

- セラミック膜ろ過による再生水技術や汚泥焼却灰のセメント原料化など、資源の有効利用技術を開発しました。
- りん回収後の処理灰を有効利用する技術の調査、粒度調整灰（スーパーアッシュ）を利用した製品の開発などを行いました。
- 汚泥処理返流水からりんを回収するとともに、水質を改善する技術を開発しました。

年代	再生水技術	資源化技術	汚泥焼却灰利用技術
H11年度以前	膜分離法 オゾン処理	コンポスト化 汚泥燃料化 溶融スラグ化	セメント原料化 人工軽量骨材 焼成レンガブロック アスファルト混合物利用
H12～H27年度	オゾン耐性膜ろ過 セラミック膜ろ過 オゾン処理及び凝集混和処理の効率化技術	晶析脱りん法 焼却灰中の有害物質の除去及びりん回収技術 鉄電解によるりん回収・資源化技術	粒度調整灰の（スーパーアッシュ）の土木資材（コンクリート二次製品、保水性塗装など）への利用 粒度調整灰を用いた防食被覆工法
H28～R2年度		吸着剤（使い切り型）によるりん回収・資源化技術	余剰汚泥対応型焼却炉・脱水機（分離処理システム）
導入事例	・オゾン処理（多摩川上流水再生センター） ・セラミック膜ろ過（芝浦水再生センター）		・セメント原料 ・人工軽量骨材 ・粒度調整灰の土木資材への利用

■ 5か年の主な取組

- 下水道が持つ資源の有効利用を促進する技術開発を実施

テーマ 31 未利用エネルギーによる発電技術

循環

▶ 課題

- 汚泥焼却炉の排出ガスや洗煙排水の熱利用は進んでいるが、焼却炉やダクト等から放出する低温廃熱は未利用
- 水再生センターでは、送風機の配管外壁など低温廃熱が未利用
- これまでは低温廃熱は効率的に回収することが困難

▶ 技術開発の方向性

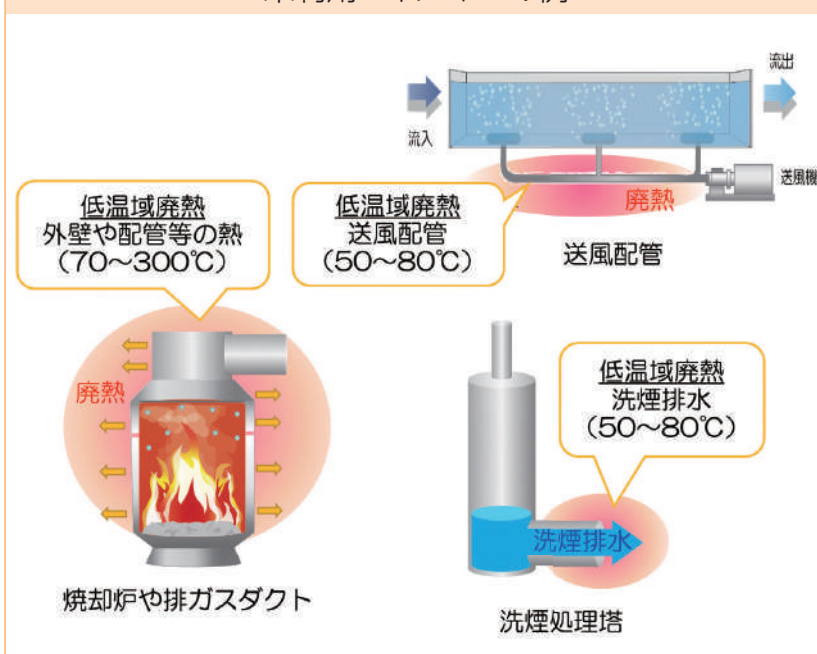
- ゼーベック効果を利用した熱電発電ユニットを、下水道施設に適用する技術開発

将来的な目標

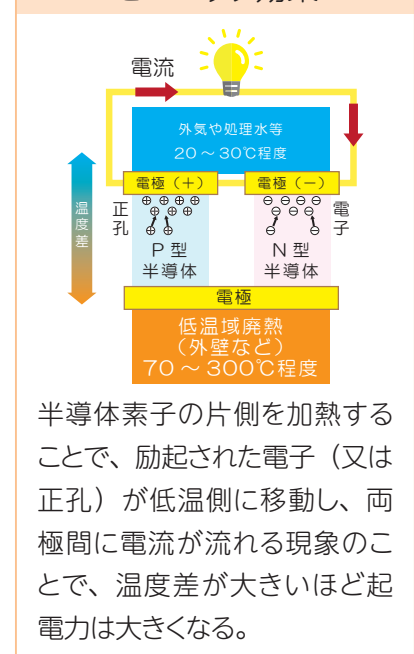
水再生センターから得られるあらゆる未利用エネルギーを電力に変換し、水処理や汚泥処理で利用

開発・検討技術	これまでの取組	5か年の取組	5年後の到達点
未利用エネルギーの活用	ゼーベック効果による熱電発電ユニットの技術調査	熱電発電による設備への電力供給	実用化

未利用エネルギーの例



ゼーベック効果



事例 1 焼却炉の壁面の廃熱を利用した発電技術

▶ 技術の概要

- 300℃以下の焼却炉の壁面（排気）と大気との温度差を利用して、熱電によって発電

▶ 適用箇所例

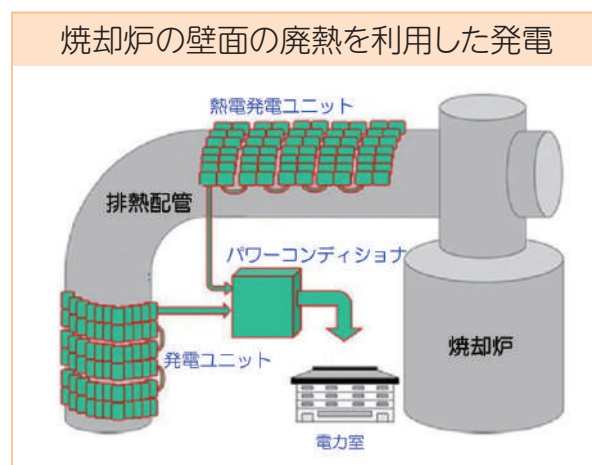
- 焼却炉

▶ 5か年の到達目標

- 実用化

▶ 効果

- 外部から供給する電力を削減でき、温室効果ガスの排出量削減に貢献



事例 2 洗煙排水の廃熱を利用した発電技術

▶ 技術の概要

- 70℃前後の洗煙排水と処理水との温度差を利用して、熱電によって発電

▶ 適用箇所例

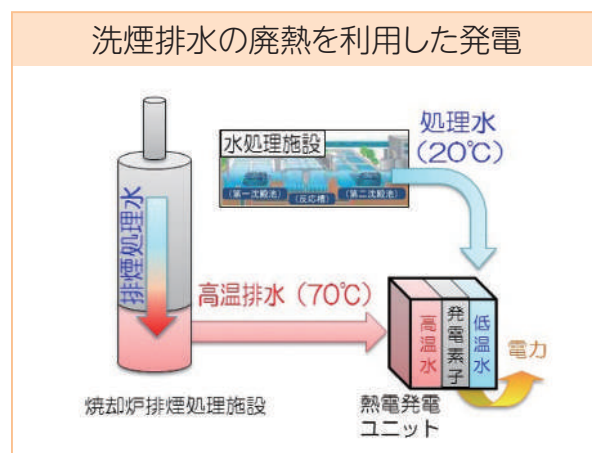
- 焼却炉

▶ 5か年の到達目標

- 実用化

▶ 効果

- 外部から供給する電力を削減でき、温室効果ガスの排出量削減に貢献



テーマ 28 (再掲) 汚泥の減量化により省エネルギー化を図る技術 (りんの資源化)

循環

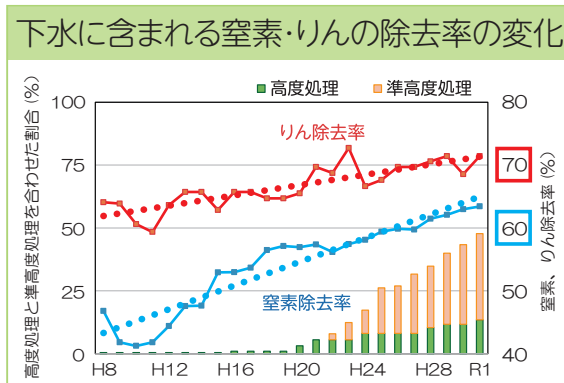
- 本テーマの内容については 96 頁参照

下水からのりん回収と資源化

～なぜ、りんを回収するのか～

りんは窒素とともに海洋プランクトンの栄養源で、そのプランクトンを海洋生物が捕食することで海の豊かさを生み出します。しかしながら、りんが増えすぎるとプランクトンも増えすぎてしまい、海がプランクトンの赤色で染まります。これが「赤潮」です（写真）。

水再生センターでは高度処理の普及等により、放流水から排出される窒素・りんの削減に努めています。りんは汚泥に取り込まれるため、汚泥処理の過程で生じる排水にも多く含まれ、返流水に入って水処理へ戻ります。放流水質の一層の向上のためには、この汚泥処理で生じる排水から更にりんを除去するのが有効です。



～回収したりんの資源化～

一方で、りんは全ての生物にとって必須元素で、食物生産に必要な肥料の成分として欠かせません。しかし、肥料等の原料になるりん鉱石は一部の国に偏在しているため、日本は全量を輸入に頼っています。このため安定的な原料の確保が課題です。

下水道には、りん鉱石として輸入されるりんの半分に相当するりんが流入しているとされていることから、下水が集まる水再生センターはりん資源の宝庫と言えます。

したがって、水再生センターでりんを効率的に回収することが出来れば、放流水質の向上だけでなく、肥料の原料など資源としての活用も可能です。

下水道局では水環境の保全に貢献することに加え、下水中から除去したりんを回収し、資源活用するための技術開発にも取り組んでいます。23 頁で紹介した「吸着剤（使い切り型）によるりん回収・資源化技術」もその一つです。



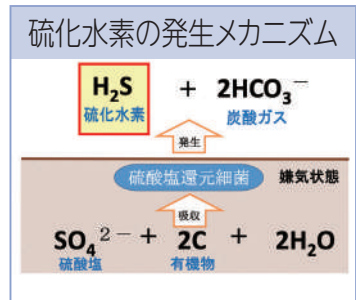
硫化水素が下水道に与える影響

～硫化水素って何？～

硫化水素 (H_2S) は、硫黄 (S) と水素 (H) の無機化合物で、常温で特徴のある腐卵臭 (卵の腐った臭い) を持つ無色の気体です。硫黄は火山周辺などの自然界や植物、食品、私たちの体内にも存在します。

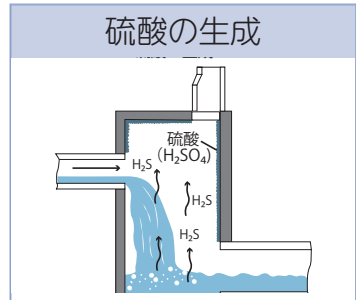
～なぜ、下水道管の中で発生するの？～

私たちが流す生活排水はトイレ等から下水道に入ります。下水道管や下水処理施設で下水や汚泥が腐敗して酸素がない状態になると、硫酸塩還元細菌の働きで硫酸イオン (SO_4^{2-}) から硫化水素 (H_2S) が生成されます。



～硫化水素が発生するとどうなるの？～

硫化水素ガス濃度が上昇している箇所では、マンホールなどコンクリートの表面の結露水に硫化水素が溶け込み、好気性の硫酸酸化細菌の働きで硫酸 (H_2SO_4) が生成されます。この硫酸がコンクリート成分と反応して腐食が進みます。硫化水素は濃度が低くても、嗅覚のマヒや眼の痛み等が起こることから、作業等の際には換気などの十分な安全対策が必要になります。



～硫化水素の影響は？～

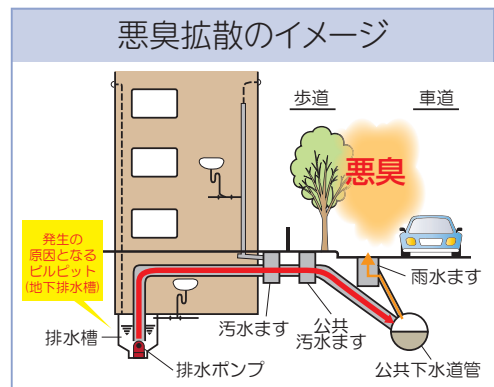
○道路陥没

下水道管が腐食等で破損した場合、そこから地下水や土砂が下水道管内に引き込まれ、地中に空洞ができます。この空洞をそのままにしているとどんどん大きくなり、道路が陥没する原因となります。



○臭気

硫化水素は、ビルの地下にある排水槽 (ビルピット) でも生成される場合があります。ビルピット排水が下水道に流れ込むと硫化水素ガスが下水道管の中に充満し、右図のように付近の道路雨水ます等から悪臭が拡散してしまいます。



～技術開発での取組～

本計画では、硫化水素に関係した技術開発が 31 テーマ中5テーマもあります (開発テーマ2・12・14・17・21 参照)。硫化水素が発生する場所であっても下水道管等が腐食しない技術や、安全に調査や作業などを行う技術、発生そのものを抑制する技術等の開発に取り組んでいきます。