

技術開発 推進計画 2021

あす
～下水道の未来を
切り拓く技術開発～



東京都下水道局



＜表紙写真の説明＞

①「ポンプの三次元モデル」

3D スキャナにより水再生センターポンプ室の点群データを取得して、作成した三次元モデル。施設や設備を精度の高い立体図面で表現することで、設計から維持管理までの活用を目指す。

(P.53 参照)

②「下水道技術研究開発センター」

砂町水再生センター内にあるという利点を活かして、実際の流入下水や汚泥等を使用できるため、固有研究及び民間企業や大学などとの共同研究において、水処理施設と同様の環境で容易に実験や検証が行える施設

(P.36, 37 参照)



＜裏表紙写真の説明＞

③「共同研究中の水上走行ロボット」

現在、東京都立大学と共同研究中の、下水道中の夾雑物の影響を受けずに安定して水上走行できる調査用遠隔制御ロボット。遠隔制御で下水道管内を点検・調査することを目指す。

(P.65 参照)

「技術開発推進計画 2021」の策定に当たって

21世紀が始まり既に20年が経過し、時代は平成から令和となりました。この間、デジタル化、AI、生命科学など科学技術は社会にイノベーションを生み出し続けています。

東京都下水道局は、明治17年にレンガ積みの暗きよである「神田下水」を建設して以来、130年を超える歴史の中で、普及、整備・拡充、再構築、維持管理など、その時代時代における課題をイノベーションによって乗り越えてきました。

現在、東京都では、目指すべき「ビジョン」とその実現に向けた「戦略」を明らかにした『『未来の東京』戦略』を策定し、持続可能な社会を築き上げるべく取組を始めています。

下水道局においても、下水道の基本的な役割を担い続けるとともに、長期的視点に立って下水道サービスの更なる向上を図るため、令和3年度から5年間の事業運営の指針となる「経営計画 2021」を策定しました。

この経営計画に示された各施策の推進を、新技術で支えていくために策定したのが「技術開発推進計画 2021」です。

本計画では、技術開発をマネジメントするために技術経営手法を活用するとともに、政策連携団体である東京都下水道サービス株式会社や最先端の技術を有する民間企業、基礎研究を行う大学等との連携により、様々な分野の技術との融合を目指すオープンイノベーションを推進することとしています。

また、「シン・トセイ」などで示されているデジタルトランスフォーメーション（DX）の推進を踏まえ、AIを含むデジタル技術などの最先端技術をより積極的に活用してまいります。

技術開発によって解決していく課題を31の開発テーマとしてまとめ、テーマごとに将来的な目標を見据え、今後5年間の具体的な取組を決めるバックキャストの考え方を取り入れています。

下水道局は、これからも「下水道の^{あす}未来を切り拓く技術開発」を進め、事業が直面する課題や将来を見据えて解決すべき課題を克服し、お客さまサービスの更なる向上に取り組んでまいります。

令和3（2021）年9月

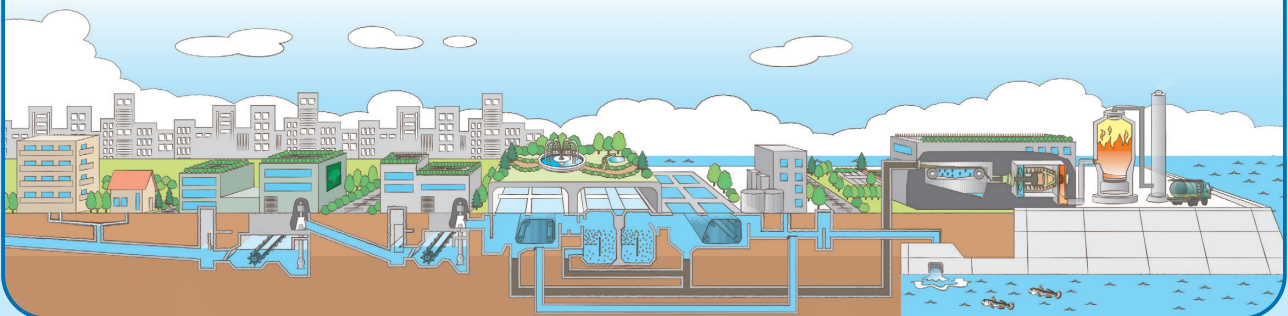
東京都下水道局長 神山 守

技術開発推進計画 2021 目次

第1 推進計画の概要	1
1 技術開発の歴史	2
2 技術開発の推進	4
3 下水道局の技術開発の役割	8
4 取組方針の概要	10
5 施設規模と技術開発のターゲット	12
6 主な開発技術（デジタルトランスフォーメーション（DX））	14
☆コラム 技術開発により SDGs の実現に貢献	16
第2 技術開発の流れ	17
1 技術開発のマネジメント	19
2 開発テーマの設定	20
・技術開発の成果事例	22
3 技術開発の実施と技術評価	24
第3 技術開発の取組方針	27
1 技術経営（MOT）手法の活用	28
2 オープンイノベーションの推進	31
3 共同研究の活性化	34
4 下水道界の技術力の向上	36
☆コラム スタートアップなどの力を借りて課題解決	43
第4 開発テーマ	45
1 計画期間内に取り組む開発テーマの一覧	46
2 施策別の開発テーマ	48
・再構築技術	48
・浸水対策技術	54
・震災対策技術	58
・汚泥処理の信頼性強化と効率化技術	61
・維持管理技術	64
☆コラム 下水道管の中で飛行できるドローンを目指して	79
☆コラム 下水道を守る事業場排水指導	80
☆コラム 下水道に油を流さないでください！！	81
・合流式下水道の改善技術	82
・処理水質の向上技術	86
☆コラム 反応槽の微生物いろいろ	91
・エネルギー・地球温暖化対策技術	92
☆コラム 温室効果ガス削減に向けた技術開発	99
☆コラム 技術開発により進化する焼却炉	100
・下水道資源の有効利用技術	102
☆コラム 下水からのりん回収と資源化	105
☆コラム 硫化水素が下水道に与える影響	106
巻末資料	107
1 産業財産権の取得状況	108
2 研究開発の実施状況	110

第1 推進計画の概要

- 1 技術開発の歴史
- 2 技術開発の推進
- 3 下水道局の技術開発の役割
- 4 取組方針の概要
- 5 施設規模と技術開発のターゲット
- 6 主な開発技術（デジタルトランスフォーメーション（DX））



1 技術開発の歴史

130 年を超える歴史を持つ東京の下水道は、これまで様々な事業課題に直面するたびに国内外から多くの先端技術を取り入れ、長年の経験と下水道に携わる技術者の創意工夫を組み合わせることで、下水道事業の課題に応えた技術の開発に先駆的に取り組んできました。

大正 11（1922）年に稼働した我が国で最初の近代下水処理場である三河島污水処分場（現 三河島水再生センター）において、海外で開発された散水ろ床法を採用したことを皮切りに、その後も東京の地域特性に合わせて多くの技術を開発し、導入してきました。

ここでは、神田下水が建設された明治から東京 2020 大会が開催された令和まで、時代背景と東京の主な下水道技術の変遷を紹介します。

時代背景		東京の主な下水道技術		普及率
明治10年	東京でコレラが大流行	明治17年	「神田下水」の建設	0%
明治33年	下水道法制定 ・生活環境改善 ・浸水防除		日本人により初めて建設された近代下水道(レンガ積み)	
大正12年	関東大震災 ・計画区域の拡大等の再検討	大正11年	日本初の三河島污水処分場の運転開始(散水ろ床式)	
昭和19年	戦争の影響で下水道工事が中断	昭和9年	パドル式活性汚泥法を採用	22%
昭和33年	狩野川台風発生 ・台風による浸水被害は史上最大 ・東京での浸水家屋33万戸		散水ろ床式	
昭和36年	隅田川の汚れで花火大会が中止		パドル式活性汚泥法	
	東京オリンピックに向けて下水道整備を強化	昭和36年	散気式標準活性汚泥法を採用	48%
		昭和37年	下水道局発足	
	渋谷付近(昭和37年)		交通事情や埋設物が複雑した地下状況に対応するため、下水道管の整備に日本初となるシールド工法を採用	
昭和39年	東京オリンピック開催	昭和39年	落合処理場で世界初の上部公園を整備 日本初の立体式の二階層式沈殿池の採用	80%
昭和42年	公害対策基本法制定	昭和42年	汚泥焼却の開始	
昭和45年	水質汚濁防止法制定(公害国会) 下水道法一部改正 ・公共用水域の水質保全 →分流式の採用	昭和45年	下水道局内に技術開発課を設置 ・建設・処理技術を対象として開始 ・水質・電機・汚泥処理技術を追加	
				100%
平成6年	23区の下水道普及率が100%普及概成	昭和59年	新宿副都心水リサイクルセンターの運転開始	
		(普及率: 区部の下水道普及率)		

時代背景

平成7年 再構築事業を開始
(初期に整備した 施設の老朽化が進む)



下水道管の老朽化

兵庫県南部地震



マンホール管口付近の破損

平成12年 お台場海浜公園へオイルボールが漂着し社会問題化



オイルボール

平成16年 新潟県中越地震



地盤の液状化によるマンホールの浮上

平成27年 パリ協定により平均
気温上昇の抑制や温
室効果ガス排出量の
削減を目標

13 気候変動に
具体的な対策を



平成30年 集中豪雨により都内
で浸水被害が発生



板橋区内の状況

令和元年 台風 19 号により浸水被害が発生

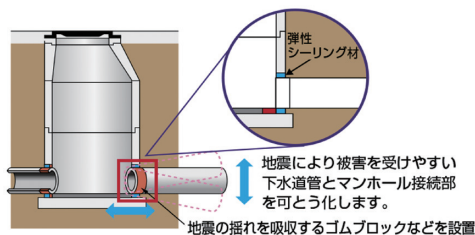
令和3年 東京 2020 オリンピック・パラリンピック開催

東京の主な下水道技術

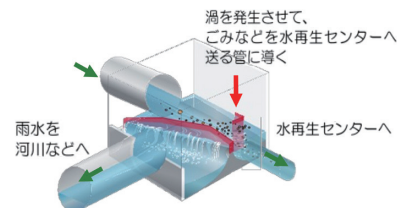
平成9年 管さよ内面被覆工法 (自由断面SPR工法)



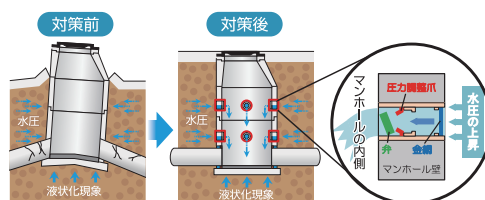
平成13年 非開削耐震化工法



水面制御装置



平成18年 非開削人孔浮上抑制工法

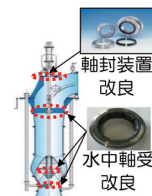


平成27年 エネルギー自立型焼却炉



令和元年 下水道技術研究開発センターが
リニューアルオープン

無注水形先行待機雨水ポンプ
(気中待機運転: 3 時間)



2 技術開発の推進

(1) 技術開発の理念と目的

ア 技術開発の理念

近代下水道が計画されてからおよそ 130 年、重要なライフラインである下水道は、生活様式の変遷や人口集中に合わせ、様々な課題に対応しながら社会経済活動の継続と発展に貢献してきました。

これからも下水道の安定したサービスを支えるため、人口減少や気候変動などの社会経済情勢の変化を見据え、新技術の開発により^{あす}未来に向けた課題を解決します。

下水道の^{あす}未来を切り拓く技術開発

イ 技術開発の目的

下水道局は、下水道管・水再生センター等の老朽化や近年頻発する局地的な集中豪雨、首都直下地震などへの備えに対応していくとともに、良好な水環境と環境負荷の少ない都市の実現に貢献することとしています。

こうした主要施策を進めるに当たり、既に事業が直面し、早急に解決が必要な課題のみならず、将来の人口減少など社会経済情勢の変化を見据え、今から解決に取り組む必要のある課題に対して、自らが技術開発を進めるとともに、民間企業や大学などと共同研究を行い、新たな技術を生み出します。この技術を現場に導入していくことで東京の下水道サービスの維持・向上に貢献するとともに、日本の下水道技術をリードしていきます。

(2) 計画期間

「技術開発推進計画2021（以下「本計画」という。）」の計画期間は、令和 3（2021）年度から令和 7（2025）年度までの事業運営指針を示した「東京都下水道事業 経営計画 2021」（以下「経営計画 2021」という。）に合わせた期間とします。

令和 3（2021）年度から令和 7（2025）年度までの5年間

(3) 開発テーマ

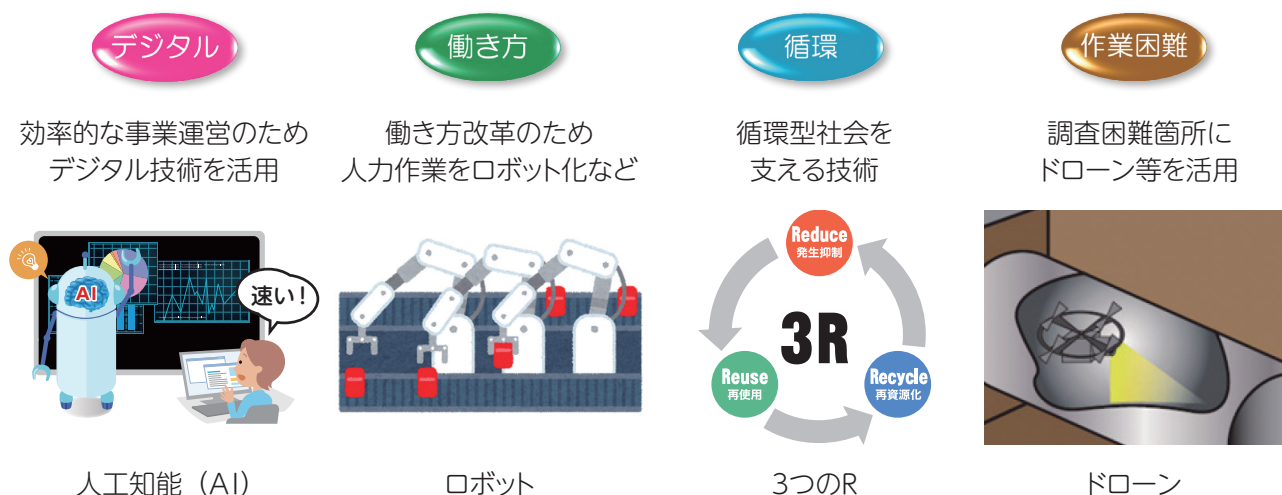
将来を見据えて、「経営計画 2021」を支えるために解決する課題及び、現場が抱えている課題を整理し、31 の開発テーマとして設定しました。

開発テーマごとに将来的な目標を明示し、バックキャストの考え方で計画期間の到達点を設定しました。

(4) 技術開発の視点

技術開発を進めるに当たり、以下の視点を重視します。

視点① デジタルトランスフォーメーション (DX) を推進し、効率的な下水道事業を実現	デジタル
視点② 人口減少・働き方改革への対応	働き方
視点③ 持続可能な都市づくりなど社会変化への対応	循環
視点④ 安定的に下水道機能を確保するために必要な維持管理困難箇所への対応	作業困難



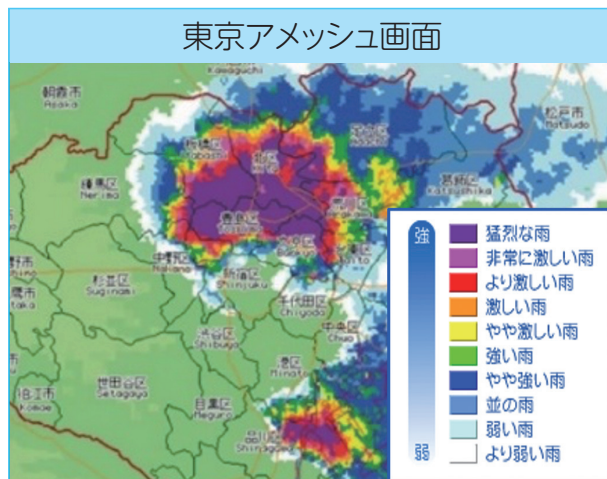
視点①：デジタルトランスフォーメーション（DX）を推進し、効率的な下水道事業を実現

デジタル

事業が直面する課題や将来を見据えた課題に対応するため、AIを含むデジタル技術など、多様な分野で活用されている最先端技術と下水道技術との融合を図る必要があります。

これまで、降雨の状況を迅速に把握できる東京アメッシュや下水道施設情報を一体としてデータベース化し管理できる下水道台帳情報システム（SEMIS）を導入するなど、デジタル技術を活用した取組を進めてきました。

今後も、技術革新の著しいデジタル技術の活用により、「シン・トセイ」等で示されているデジタルトランスフォーメーション（DX）を推進し、効率的な下水道事業を実現します。



視点②：人口減少・働き方改革への対応

働き方

下水道の業務は、下水道施設に関わる専門性の高い知識が必要であるため、現場に精通した職員の暗黙知に支えられています。

また、硫化水素濃度が高いなど、危険を伴う厳しい環境条件の中で行われる維持管理業務も多くあります。

生産人口の減少による労働力不足が見込まれる中、これまで培ってきた技術を実実に継承するとともに、誰もが活躍できる柔軟な働き方を実現するため、働く環境の改善が必要です。

今後は、暗黙知に見える化する技術の開発や最先端のロボット技術などを活用することで、人口減少や働き方改革への対応を進めていきます。



循環

視点③：持続可能な都市づくりなど社会変化への対応

循環型社会の形成に向けて、都では2030年までに温室効果ガス排出量を2000年比50%削減する目標を表明し、エネルギー使用量の削減や再生可能エネルギーの利用拡大が求められています。

また、下水や下水汚泥に含まれる有用な物質の持続可能な利用を推進していかなければなりません。

下水道が有する資源・エネルギーなどを有効利用するとともに、環境負荷の少ない技術の開発に取り組み、持続可能な都市づくりに貢献していきます。

省エネルギー型焼却炉

**視点④：安定的に下水道機能を確保するために必要な維持管理困難箇所への対応**

作業困難

将来にわたり安定的に下水道機能を確保するためには、延長約1万6千キロメートルにおよぶ下水道管や、水再生センター・ポンプ所の約4千点を超える主要設備等、膨大な箇所の維持管理が重要です。

これら下水道施設等には、高所や高水位など調査や補修工事が難しい箇所も多くありますが、確実に維持管理を行っていかなければなりません。

このため、最新の技術動向を踏まえ、維持管理困難箇所でも容易に調査・補修ができる技術の開発に取り組みます。

高水位の下水道管



3 下水道局の技術開発の役割

下水道局の技術開発が果たすべき役割を次のように捉え、それぞれの役割を適切に担って取り組んでいきます。

(1) 課題を発掘し解決していく

膨大な下水道施設を建設し、維持管理を行ってきた中で、多くの課題が明らかになっており、あらゆる部所が、解決策の立案から導入まで、技術開発の実施主体として取り組んでいきます。

技術開発の各手順を効率的に進めるため、下水道局の技術開発を進める部所は以下の役割を担います。

① プレゼンター（課題を提示）

現場における課題を発掘し、重要性や解決手段の方向性を踏まえて局内外に発信し、技術開発のきっかけを作ります。

② クリエイター（開発案を提案・創造）

社会の潮流を的確に捉え、短期的・中長期的な視点を持ち、自らがアイデアを出して技術開発に取り組むとともに、民間企業や大学などとも協力しながら、技術開発を推進していきます。

③ コーディネーター（関係者と調整）

下水道局が抱える課題と解決の方向性を基に、民間企業や大学などとの連携を図り、下水道技術と異分野技術との融合を果たすための調整を行います。

④ ディレクター（目標への誘導と導入）

開発計画の立案及び進行管理を行うとともに、自ら生み出した技術や民間企業などから提案された技術を分析し評価するなど、有益な技術の開発を進めます。あわせて、開発段階から現場への導入時期等を具体的に決めていきます。

開発した技術を実際の施設で運用し、その効果を検証するとともに他部所への展開を進めます。

(2) 下水道の新しい役割に貢献する

下水道には、基本的な役割である汚水の処理や雨水の排除などに加え、新しい役割として、下水道が持つ資源・エネルギーの有効利用があります。例えば、再生水の利用や汚泥の熱量を活用した発電などが進んでいます。さらには、下水に含まれるりんなどは、価値のある資源として利用できる可能性があり、こうした資源・エネルギーをより有効に利用できる技術開発により、新しい役割に貢献していきます。

(3) 日本をリードし、世界に貢献する

早くから下水道を整備し維持管理を行ってきた下水道局では、課題に直面するたび、自ら新技術を開発して課題解決を図ってきました。こうした開発技術は、類似の課題を抱える全国の自治体における解決の一助となってきました。今後とも、全国の下水道事業に貢献していきます。

さらに世界の下水道に目を向けると、人口や経済状況・下水処理方法などに地域差がありますが、各国が抱えている課題の中には、東京の下水道事業との共通点があります。

下水道局は、開発した技術を世界へ情報発信することで、国際社会の一員として貢献していきます。

4 取組方針の概要

次の方針により、技術開発に取り組んでいきます。

方針1

技術経営 (MOT) ¹ 手法の活用

28 頁参照

方針

○開発テーマの設定から導入までを総合的にマネジメントしていくために、技術経営 (MOT) の手法を活用し、技術開発を推進していきます。

取組

- 現場が抱えている技術的な課題に対して、MOT手法の一つであるポートフォリオ分析により優先度をつけて取り組みます。
- 下水道局のニーズや民間企業のシーズ²を踏まえ、開発テーマに適した技術開発手法を選択します。
- 開発した技術は、開発に携わった部所と連携して現場に導入し、展開していきます。
- 導入してきた技術を更にレベルアップするため、現場の意見などを踏まえ、改善の検討を進めていきます。

方針2

オープンイノベーションの推進

31 頁参照

方針

○従来の下水道技術に捉われない、独創的かつ効果的な技術を開発するため、東京都下水道サービス株式会社（以下「TGS」という。）、民間企業、大学、国、類似の課題を抱える他自治体等との連携を図るオープンイノベーションを推進します。

取組

- 下水道局の職員と民間企業・大学などの技術者・研究者との意見交換の場である「下水道テクノ・カンファレンス」を開催します。
- 下水道局ホームページに設置した「技術開発相談窓口」を通じて、下水道事業に活用できる様々な分野の技術に関する相談を受けます。
- 様々な分野の民間企業や大学などの関係者と、技術交流会や研究発表会など情報交換の場を活用して、連携を強化していきます。

¹ 技術経営 (MOT : Management of Technology) : 技術に立脚する事業を行う企業・組織が、持続的発展のために、技術が持つ可能性を見極めて事業に結び付け、経済的価値を創出していくマネジメント (経済産業省)

² シーズ : 民間企業などが提案した技術、技術開発の種 (seeds)

方針3

共同研究の活性化

34 頁参照

方針

○民間企業などの参加意欲が高まる取組を推進し、共同研究を活性化します。

取組

○公募型共同研究や簡易提供型共同研究など、特色を持った共同研究の仕組みを整えていきます。

○共同研究終了後に、参加した共同研究者にヒアリングを行い、制度や事務手続きなどの点検・見直しを行います。

○共同研究の成果を下水道局ホームページに掲載するなど広く発信していきます。

○民間企業などの技術力の向上を誘導する共同研究を進めます。

方針4

下水道界の技術力の向上

36 頁参照

方針

○「下水道技術研究開発センター」を活用し、下水道局の技術開発を推進するとともに、開発技術の局内外への情報発信に努め、下水道界の技術力の向上を支援します。

取組

○「下水道技術研究開発センター」を、固有研究及び民間企業や大学などとの共同研究で活用していきます。

○技術調査年報の発行や、国際会議での発表などの局内外への情報発信とともに、職員向けのメールマガジンを配信するなど局内への情報発信に努めます。

○TGS 等との連携や国内外の技術会議等での展示により、東京発の下水道技術の展開を進めていきます。

5 施設規模と技術開発のターゲット

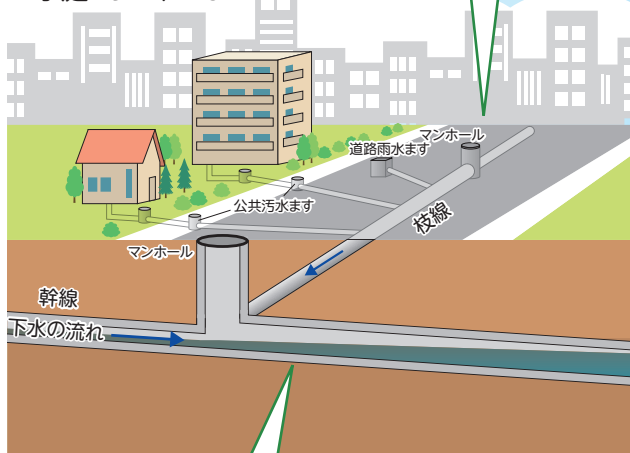
大規模な東京下水道には、下水道サービスの維持向上を図るため、多くの技術開発が求め

下水道管・排水設備

下水道管 約1万6千km
マンホール 約49万個
公共汚水ます 約196万個

- ・ 臭気やつまりの解消
- ・ 流入土砂の速やかな除去
- ・ 埋設物や空洞の探査
- ・ 水位や流量の予測
- ・ 交通量が多い箇所等の耐震化

家庭・オフィスなど



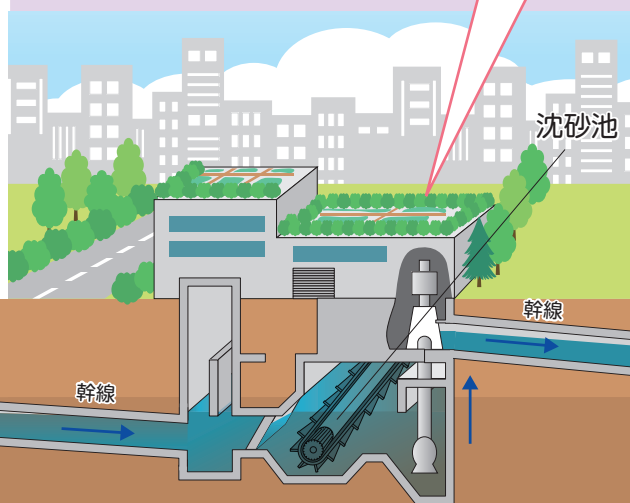
- ・ 大深度箇所の清掃
- ・ 高水位や高流速箇所の点検・調査
- ・ 高水位箇所の再構築・補修
- ・ 腐食環境箇所の再構築・補修
- ・ 圧送管の調査や補修

ポンプ所等

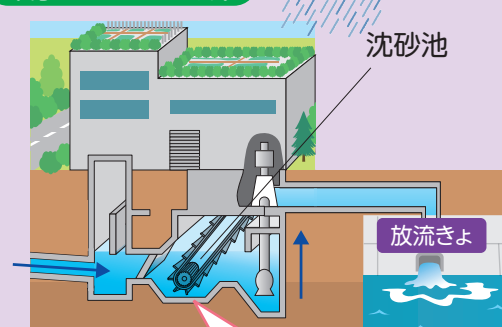
施設 87か所
汚水ポンプ 187台
雨水ポンプ 338台

汚水ポンプ所

- ・ 経済的耐用年数の延長



雨水ポンプ所



- ・ 経済的耐用年数の延長
- ・ ポンプの運転支援

られています。

水再生センター

施設 20か所

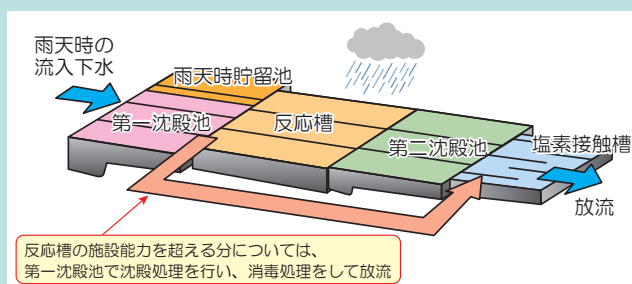
水処理施設

汚水ポンプ 180台

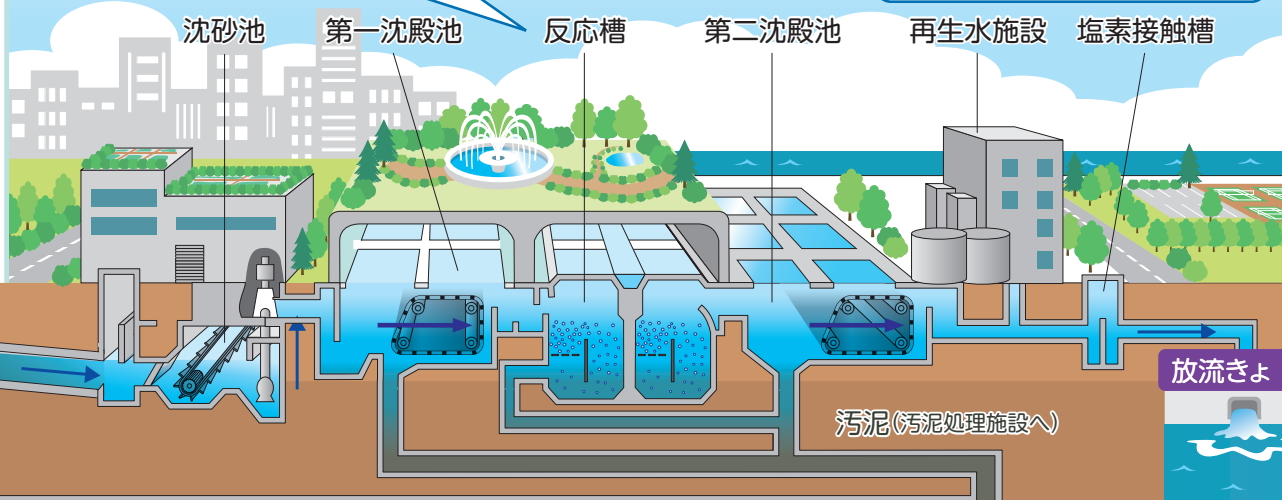
雨水ポンプ 85台

- ・腐食や臭気の対策
- ・温室効果ガス削減
- ・放線菌の異常発泡抑制
- ・汚濁負荷の高い施設の
水処理安定化
- ・経済的耐用年数の延長

簡易処理フロー

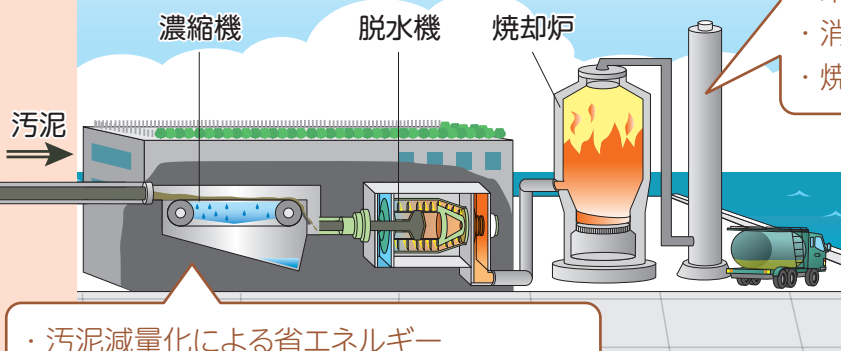


- ・大腸菌群の消毒の効率化
- ・放流水質改善



汚泥処理施設

施設 12か所



- ・脱水性向上に廃熱を活用
- ・未利用エネルギーによる発電
- ・消費電力以上の発電
- ・焼却炉の煙道閉塞防止

- ・汚泥減量化による省エネルギー
- ・設備の故障予測
- ・りんの資源化

焼却炉 36基

施設数等は令和2年度末現在

6 主な開発技術(デジタルトランスフォーメーション(DX))

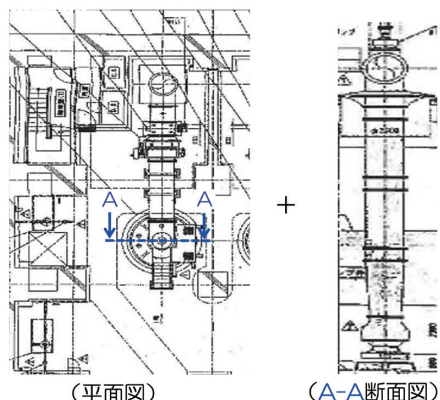
計画期間内に取り組む開発テーマから、デジタルトランスフォーメーション (DX) を取り上げ

出来形確認・品質管理等を効率的に行う技術

3Dモデル

53頁参照

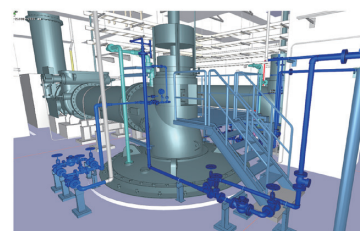
【現状】 二次元の図面を用いて調査や維持管理



【活用後】 複雑な形状や位置関係を容易に把握し、調査や維持管理の省力化



(3Dスキャナ)



(3Dモデル)

雨水ポンプの運転支援技術

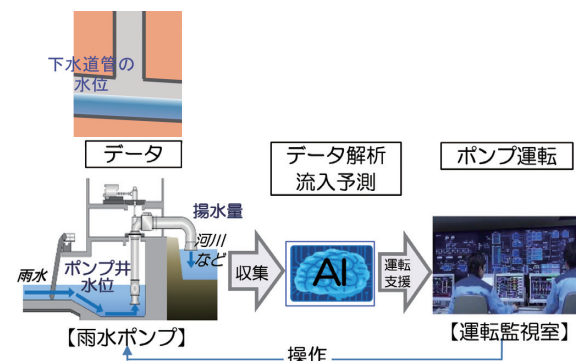
AI・ICT

55頁参照

【現状】 運転員が幹線水位などを監視し、短時間で流入予測を行い、雨水ポンプ等を運転



【活用後】 幹線水位などを ICT で収集し、AIが流入予測を行い運転員を支援



危険を伴う特殊環境での点検・調査技術

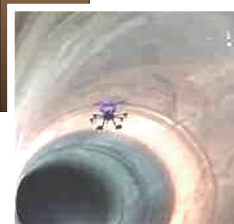
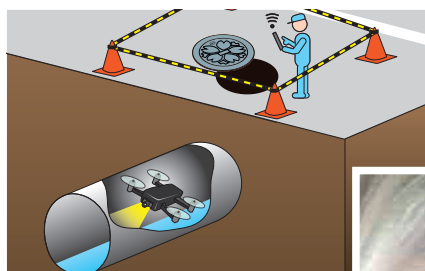
ドローン

65頁参照

【現状】 高水位、高流速、硫化水素濃度が高い下水道管内の調査は困難



【活用後】 遠隔操作によるドローンで調査



て紹介します。

大深度の下水道管等の人力作業困難箇所での清掃技術

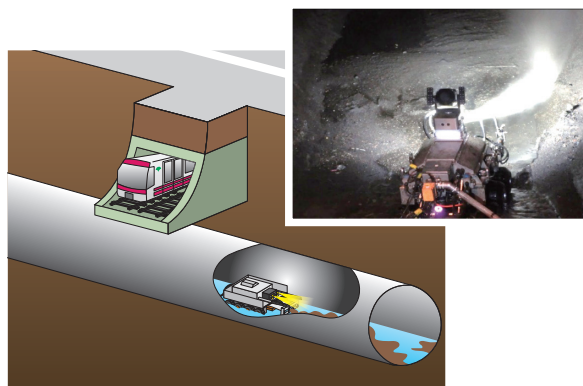
ロボット

68頁参照

【現状】 酸素欠乏や硫化水素の発生があるなど、危険を伴う条件の中での維持管理が困難



【活用後】 遠隔操作によるロボットで清掃作業

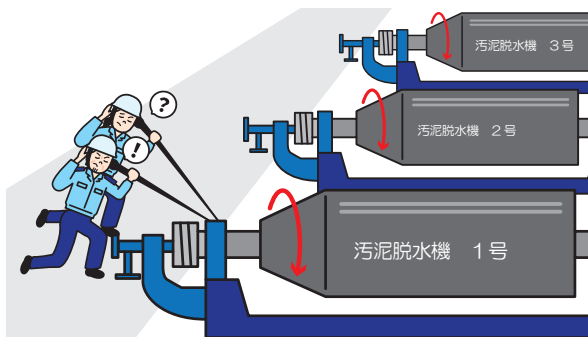


設備の安定稼働のための故障予測技術

AI・ICT

69頁参照

【現状】 ベテラン作業員の暗黙知に基づく点検



【活用後】 故障予兆の検知や予測をICTにより形式知化

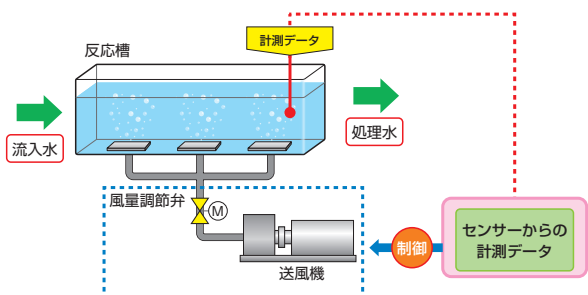


水処理工程の温室効果ガス削減技術

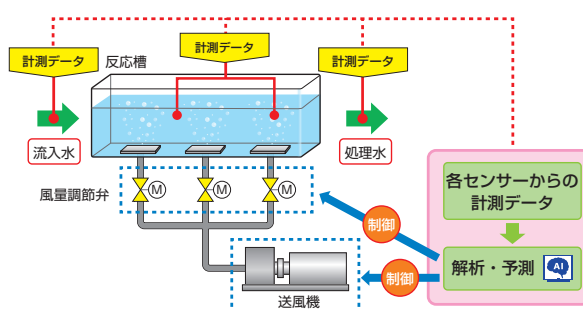
AI・ICT

93頁参照

【現状】 反応槽下流部の水質に基づき送風量を決定
(フィードバック制御)



【活用後】 流入水や処理水質など多くのデータを収集・解析してAIが送風量を最適化
(フィードフォワード制御)



技術開発により SDGs の実現に貢献

～国連の持続可能な開発目標（SDGs）と下水道局の施策～

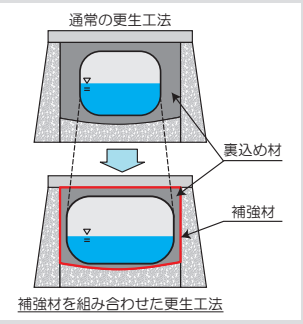
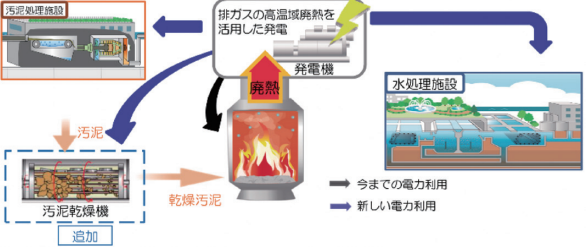
SDGs (Sustainable Development Goals) は、2015 年9月の国連サミットで採択された 2030 年を年限とする国際目標です。持続可能な世界を実現するための 17 のゴールから構成され、全ての国々の共通目標となっています。



下水道の基本的役割である「汚水の処理による生活環境の改善」、「雨水の排除による浸水の防除」及び「公共用水域の水質保全」は、「6 安全な水とトイレを世界中に」など、SDGsに密接に関係しています。

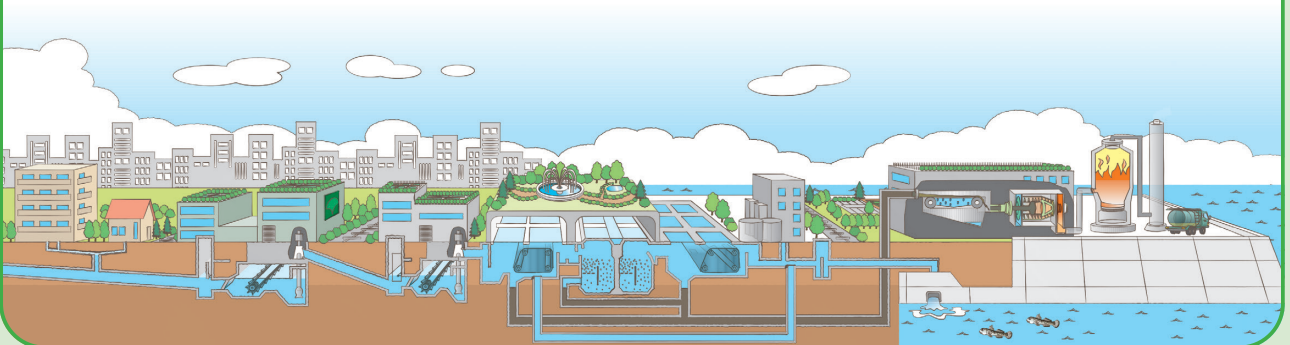
～ SDGs の実現に向けた技術開発～

本計画の第 4 章に記載した個々の開発テーマには、SDGs に関係した技術が多くあります。引き続き、技術開発を推進することで、SDGs の実現にも貢献していきます。

主な技術（例）	SDGs との関係性	開発する技術（例）
再構築技術、震災対策技術、汚泥処理の信頼性強化と効率化技術	6 安全な水とトイレを世界中に 9 産業と技術革新の基盤をつくろう 11 住み続けられるまちづくりを	 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（49 頁）  通常の更生工法 補強材を組み合わせた更生工法 管路施設の耐震化困難箇所を耐震化する技術（59 頁）
エネルギー・地球温暖化対策技術	7 エネルギーをみんなにそしてクリーンに 13 気候変動に具体的な対策を	 焼却過程で消費する電力以上に発電する技術（95 頁）

第2 技術開発の流れ

- 1 技術開発のマネジメント
- 2 開発テーマの設定
 - ・ 技術開発の成果事例
- 3 技術開発の実施と技術評価



1 技術開発のマネジメント

技術開発を推進するため、次の段階ごとに必要な取組を実施していきます。

開発テーマの設定 (Plan)

ニーズの把握、技術シーズの発掘などに基づく開発テーマの設定

技術開発の実施 (Do)

- ・ 固有研究の実施
(下水道局直営の研究又はコンサルタントへの調査委託など)
- ・ 共同研究の実施
(公募型共同研究、ノウハウ+フィールド提供型共同研究、簡易提供型共同研究等)
- ・ 新工法、新材料及び新機器の試験施工、性能確認などの実施

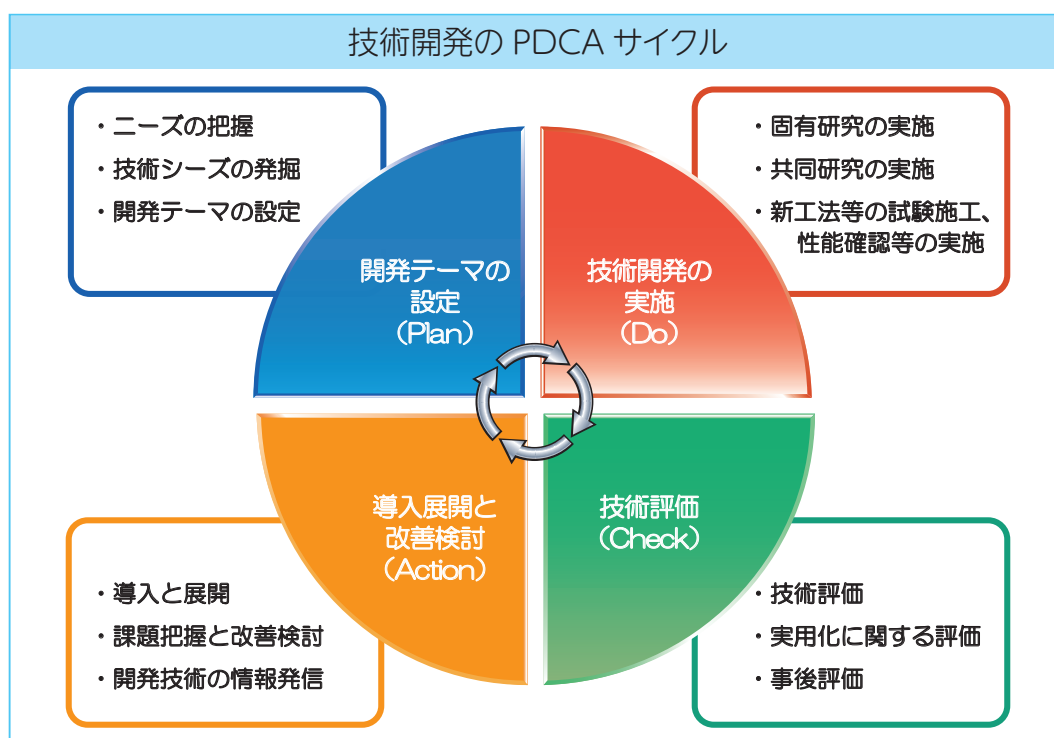
技術評価 (Check)

- ・ 技術や実用化に関する評価
- ・ 事後評価

導入展開と改善検討 (Action)

- ・ 導入と展開 (29 頁後述)
- ・ 導入後の課題把握と改善検討 (30 頁後述)
- ・ 開発技術の情報発信 (38 頁後述)

各段階の課題を確実に解決していくため、技術開発の「見える化」を意識し、技術開発全般に対して PDCA サイクルの視点を取り入れた自律的なマネジメントを行うことで、技術開発をより効果的に進めていきます。



2 開発テーマの設定

「技術開発推進計画 2021」では、これまでに開発してきた技術の更なる向上に加え、ニーズを把握しな

分野	分類	主 な 開	
		平成27(2015)年度以前	平成28(2016)～ 令和2(2020)年度 「技術開発推進計画2016」等
お客さまの安全を守り、 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	・自由断面 SPR 工法 ・シールド急曲線施工技術	・既設人孔再構築工法の評価・導入
	浸水対策技術	・高揚程・大口径ポンプ ・小型光水位計	・水位計等を組み合わせた多機能型マンホール蓋 ・無注水形先行待機雨水ポンプの気中待機運転時間延長
	震災対策技術	・既設人孔耐震化工法 ・非開削人孔浮上抑制工法	
	汚泥処理の信頼性 強化と効率化技術		
	維持管理技術	・空洞調査機 ・大口径下水道管内調査用カメラ ・ミラー方式TVカメラ ・非接触型時間計（イドミルメーター）	・画像センサーを用いた焼却炉閉塞抑制技術 ・ポリマー注入量制御システム
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	・水面制御装置 ・高速ろ過法 ・雨天時越流水の汚濁濃度計測システム	・次亜臭素酸を用いた効率的な速効性消毒技術
	処理水質の 向上技術	・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 ・嫌気・同時硝化脱窒処理法	・NADH 計 ・活性汚泥モデルを用いた水質制御 ・リアルタイム硝化脱窒制御技術
	エネルギー・ 地球温暖化対策 技術	・省エネルギー型焼却システム ・エネルギー自立型焼却システム ・PM モーター	・省エネルギー型焼却システム
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	・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 ・粒度調整灰を用いた防食被覆工法	・余剰汚泥対応型焼却炉・脱水機（分離処理システム） ・吸着剤（使い切り型）によるりん回収・資源化技術

がらも解決が困難であった課題に対し、デジタル技術やロボット技術などを活用して取り組んでいきます。

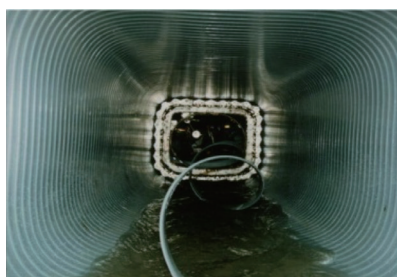
発 展 目 標	
令和3(2021)～ 令和7(2025)年度 「技術開発推進計画2021」	
▶ 再構築を一層効率化する技術の開発	○ 施工条件が厳しい下水道管を効率的に補修・再構築する技術 ○ 硫化水素で腐食しやすい箇所の補修・再構築技術
▶ ハード・ソフト両面から浸水対策を強化する技術の開発	○ 雨水ポンプの運転支援技術 ○ 下水道管内の下水流量等の計測技術
▶ 耐震化を推進する技術や震災後の復旧を効率化する技術の開発	○ 管路施設の耐震化困難箇所を耐震化する技術 ○ 震災時等の管路施設内の流入土砂や火山灰を除去する技術
▶ 汚泥処理の信頼性を強化する技術の開発	○ 送泥管の調査や補修をする技術
▶ 安全で確実な維持管理を行うことができる技術の開発	○ 危険を伴う特殊環境での点検・調査技術 ○ 大深度の下水道管等の人力作業困難箇所での清掃技術 ○ 設備の安定稼働のための故障予測技術 ○ 焼却炉の煙道閉塞の防止技術の改善
▶ 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技術の開発	○ 大腸菌群の消毒を効率的に実施する技術 ○ 水再生センターの簡易処理放流水の水質改善技術
▶ 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の開発	○ 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 ○ 放線菌による異常発泡の抑制技術
▶ 「アースプラン 2017」を推進するためのエネルギー使用量や温室効果ガス排出量の削減技術の開発	○ 水処理工程の温室効果ガス削減技術 ○ 焼却過程で消費する電力以上に発電する技術
▶ 下水道が持つ資源の有効利用を推進する技術の開発	○ 未利用エネルギーによる発電技術 ○ 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）

技術開発の成果事例

以下に、下水道局の技術開発の成果事例と令和2年度末の局内導入実績を示します。

再構築技術

自由断面SPR工法（平成9年度）



道路を掘らずに、下水を流しながら老朽化した下水道管の内側に塩化ビニルを巻いていく更生工法です。約 57 kmを施工しており、馬蹄形・矩形などの様々な断面形状の下水道管に対応できるため、老朽化した幹線を再構築するための代表的な工法となっています。



浸水対策技術

無注水形先行待機雨水ポンプの気中待機運転時間延長（令和元年度）



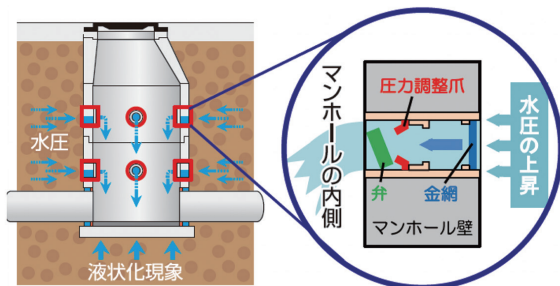
従来の無注水形先行待機雨水ポンプは、気中待機運転時間が1時間でしたが、軸封装置や水中軸受の耐久性を強化し、3時間にまで延長したポンプを開発しました。

近年の集中豪雨に対する雨水排除の信頼性が向上しています。篠崎ポンプ所など5か所で導入しています。



震災対策技術

非開削人孔浮上抑制工法（平成18年度）

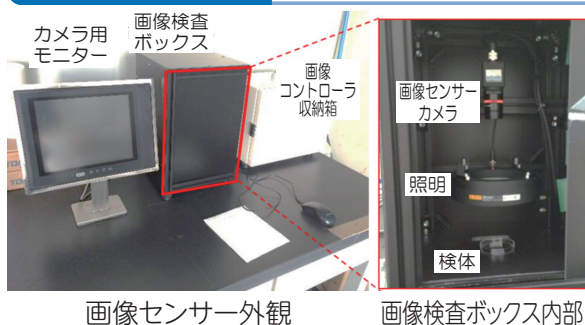


地震時の液状化現象による過剰な水圧をマンホール内に逃がして浮上を抑制する工法です。震災時に重要な道路の交通機能を確保するため、約1,271kmの緊急輸送道路などにおけるマンホールの浮上抑制対策として施工しています。



維持管理技術

画像センサーを用いた焼却炉閉塞抑制技術（令和2年度）



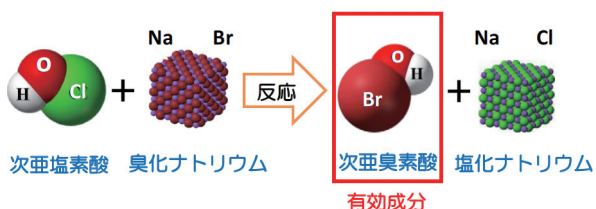
画像センサーにより焼却灰の色を測定し、AIによる深層学習から取得した推定式に適用することで、閉塞抑制指標値やりん含有率を推定し、閉塞抑制薬剤の最適な注入量を決定する技術です。薬剤注入量の決定が容易になり、りんに起因する焼却炉の煙道閉塞を防止し、汚泥処理の安定化に寄与します。



注：（年度）は、技術管理委員会において実用化すべき技術として承認された年度である。

合流式下水道の改善技術

次亜臭素酸を用いた効率的な速効性消毒技術（平成30年度）

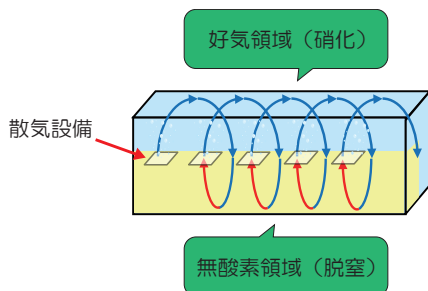


二液（次亜塩素酸、臭化ナトリウム）を適切に混合させることにより発生する次亜臭素酸を用い、雨天時越流水を迅速に消毒する技術です。従来の粉末状のものに比べて、水に混合しにくい点や、粉じんのある作業環境が改善されます。



処理水質の向上技術

嫌気・同時硝化脱窒処理法（平成25年度）



下水処理に必要な送風量を適切に制御することで、1つの槽で硝化と脱窒¹を同時に進行させる処理法です。従来の高度処理（A₂O法）で必要な一部の設備機器が不要となり、A₂O法と同等な水質を確保しつつ、電力使用量を2割以上削減できる新たな高度処理として、葛西水再生センターなど4センターで導入しています。



エネルギー・地球温暖化対策技術

エネルギー自立型焼却システム（平成27年度）

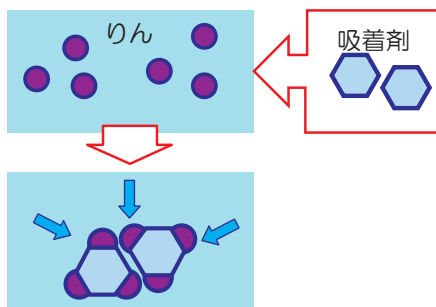


超低含水率型脱水機で脱水污泥の水分量を一層削減して補助燃料を不要とするとともに、焼却廃熱の大部分を利用した発電により電気を自ら供給できるシステムです。従来型の焼却炉と比べ温室効果ガス排出量を約80%削減できます。新河岸水再生センターなど3センターで導入しています。



資源の有効利用技術

吸着剤（使い切り型）によるりん回収・資源化技術（令和2年度）



セメントに含まれる成分、非晶質ケイ酸カルシウム水和物を利用したりん吸着剤です。この吸着剤は、污泥処理返流水に高い濃度で含まれるりんを効率的に吸着します。この働きによって放流水のりん濃度を低減するとともに、使用後の吸着剤は容易に回収が可能で、回収物は肥料の原料として利用可能です。



¹ 硝化と脱窒：下水処理における窒素除去は、微生物の働きによる「硝化」と「脱窒」の2段階からなる。「硝化」では、下水中に含まれるアンモニア性窒素が硝酸性窒素に、「脱窒」では硝酸性窒素が窒素ガスになる。この窒素ガスが大気中に放出されることにより、窒素の除去が完了する。

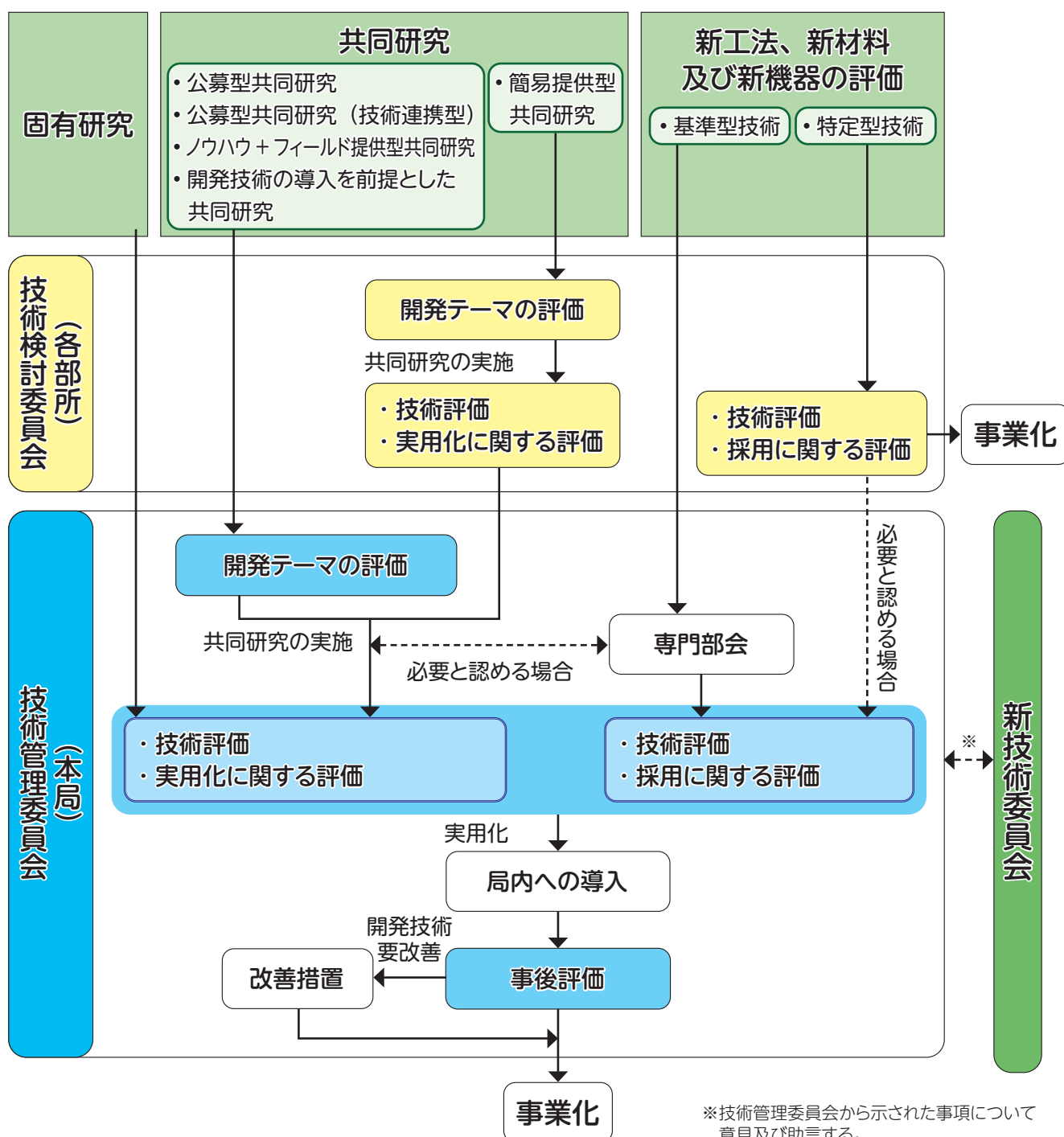
3 技術開発の実施と技術評価

技術開発を進めるに当たっては、固有研究や共同研究などから開発テーマに適した手法を選択し、実施します。

研究開発した技術並びに新工法、新材料及び新機器の導入に際しては、適正な評価を図るため、下水道局の技術管理委員会などの審査機関で評価します。

また、実用化して局内に導入した技術については、事後評価を実施し、改善が必要なものは更に開発を進めます。

(1) フロー



(2) 技術開発の実施

固有研究

下水道局が主体で実施する研究、調査、開発及び試験をいいます。職員が自ら実施する研究等と、コンサルタントなどへの委託により実施する研究等があり、現場のニーズに合わせたオーダーメイド技術の開発等を行います。

また、共同研究に向けた情報の収集や、既存技術の比較検討といった基礎的な研究を行います。

職員が培ってきた知識・経験を活用し、現場が抱えている課題の解決に直結する研究等を迅速に実施できます。

共同研究

下水道局からの共同研究者の募集や、民間企業等からの技術提案により、下水道局と民間企業等が共同で行う研究、調査、開発及び試験をいいます。

民間企業等の技術を活用した研究ができます。（「公募型共同研究」ほかについては 34 頁を参照）

新工法、新材料及び新機器の評価

下水道局が下水道施設の整備において、新工法、新材料及び新機器を特定する場合、その有効性及び公正性を判断するため、特定型技術と基準型技術について評価します。

特定型技術とは、下水道局が施行する工事、調査、作業等の計画段階において、当該工事等への採用の可否を判断する技術をいいます。基準型技術とは、技術管理委員会が承認した技術評価基準に基づき、下水道局での採用の可否を判断する技術をいいます。

(3) 技術評価

技術管理委員会

＜委員会の組織＞委員長（技監、流域下水道本部長又は部長級職員）・委員（部長級職員）
共同研究や新工法・新材料・新機器の有効性・公正性に関する審査など、下水道技術に関する調査及び審議を実施します。

技術管理委員会の調査及び審議を補佐するため、幹事会並びに企画部会及び専門部会を設置しています。

技術検討委員会

＜委員会の組織＞委員長（部長又は事務所長）・委員（課長級職員）

簡易提供型共同研究の審議及び新工法・新材料・新機器の有効性・公正性に関する審査を実施します。

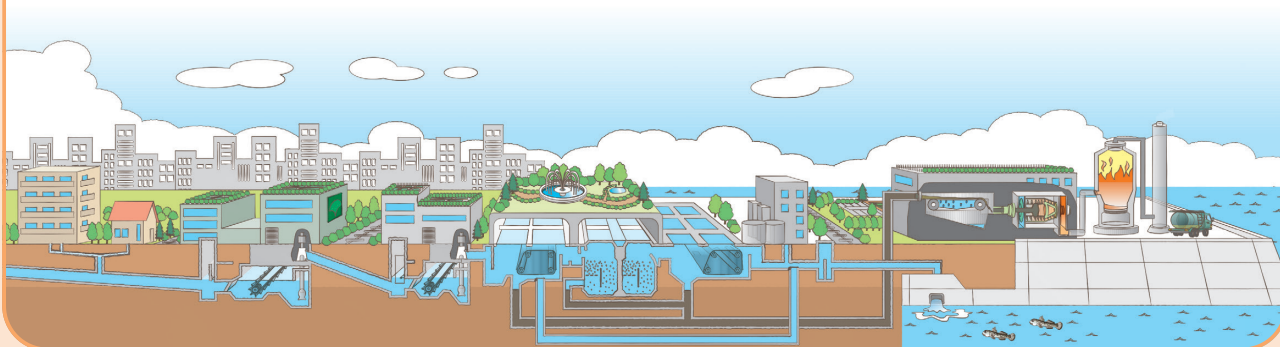
新技術委員会

学識経験者などの外部委員で構成され、技術管理委員会から付議された事項を客観的な立場から審査します。

新技術委員会では、第三者の評価を必要とする新工法・新材料・新機器の有効性・公正性に関する審査、下水道局の開発技術に対する意見、助言などを行います。

第3 技術開発の取組方針

- 1 技術経営（MOT）手法の活用
- 2 オープンイノベーションの推進
- 3 共同研究の活性化
- 4 下水道界の技術力の向上



1 技術経営（MOT）手法の活用

技術経営（MOT）とは、「技術に立脚する事業を行う企業・組織が、持続的発展のために、技術が持つ可能性を見極めて事業に結び付け、経済的価値を創出していくマネジメント」（経済産業省）とされています。

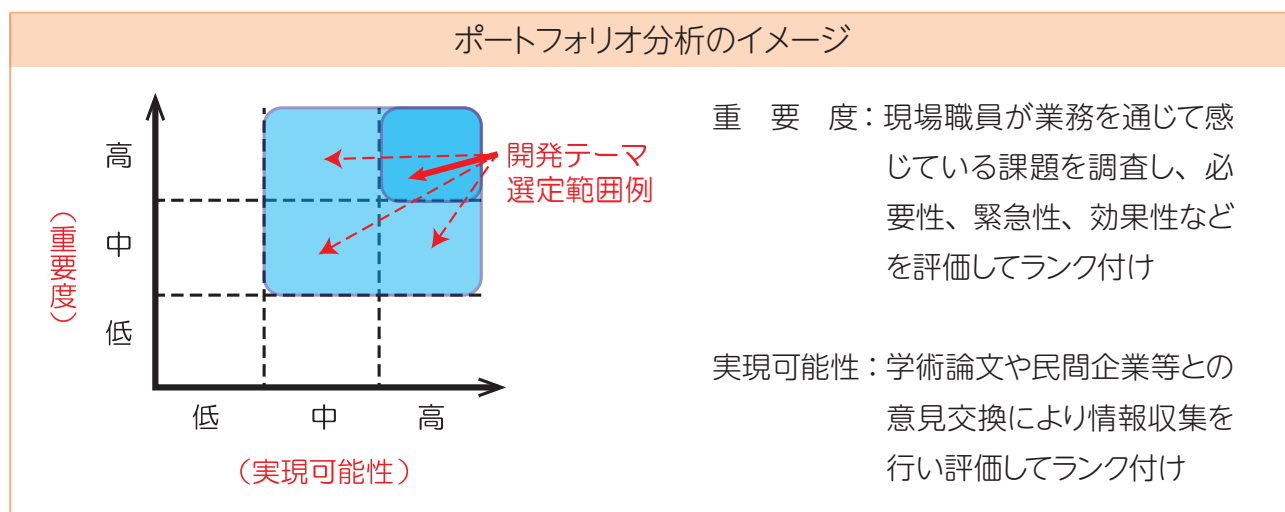
技術開発において、多くの候補の中から優先順位をつけて開発テーマを設定する場合や、新技術の導入に向けた計画を開発段階から準備する際には、技術が持つ可能性を見極めることが必要であり、MOTの手法が有効です。

そこで、開発テーマの設定から導入までを総合的にマネジメントしていくために、MOTの手法を活用し、技術開発を推進していきます。

（1）優先度の評価による開発テーマの設定

開発テーマは、省エネルギーや温室効果ガス削減等の将来を見据え、経営計画を支えるために解決する課題を開発テーマとして設定しています。

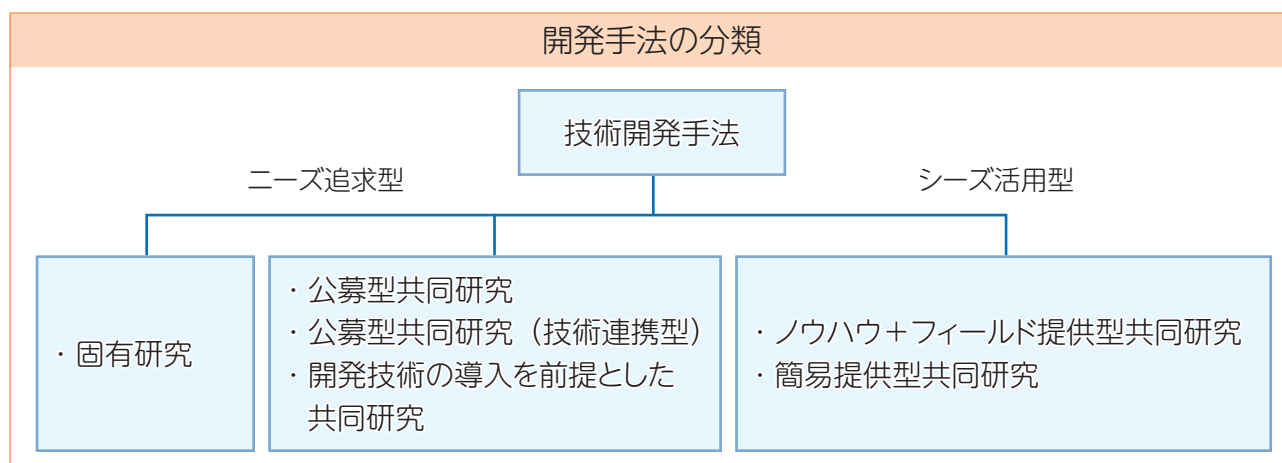
また、現場が抱えている技術的な課題に対しては、MOT手法の一つであるポートフォリオ分析¹により優先度を評価し、開発テーマとして設定しています。



¹ ポートフォリオ分析：重要な2つの指標を軸にした2次元のグラフを作成して、注力すべき項目を抽出する方法

(2) テーマに適した開発手法の選択

研究開発は、下水道局のニーズや民間企業のシーズなどを踏まえ、開発テーマに適した技術開発手法を固有研究や共同研究などから選択して実施していきます。

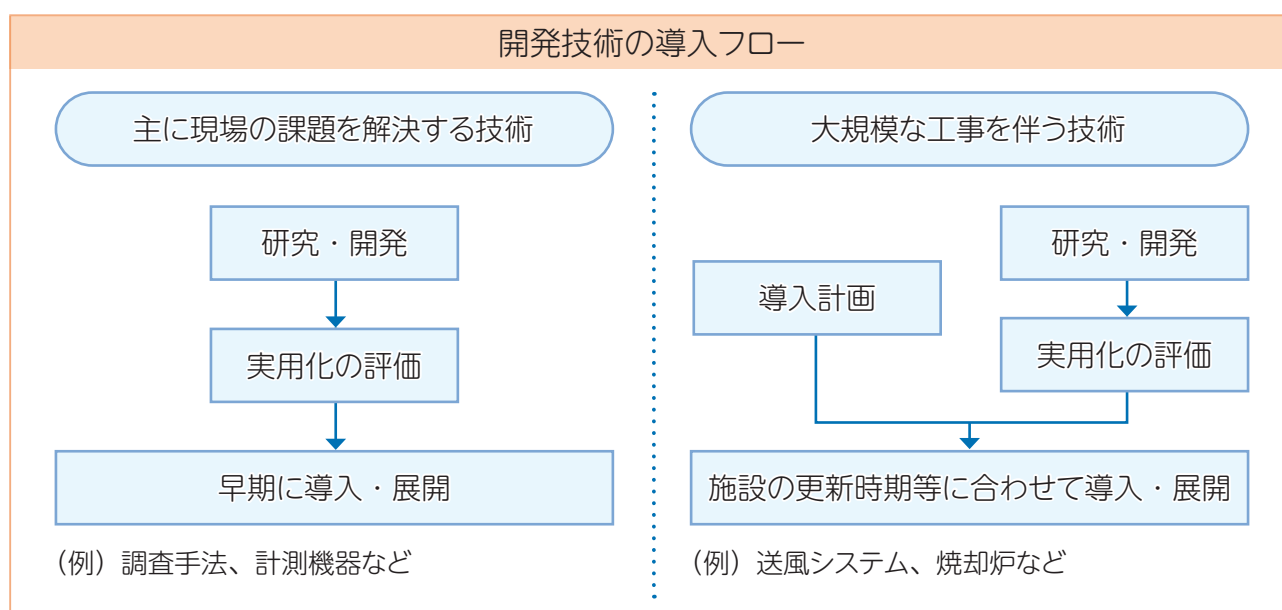


(3) 開発技術に応じた導入と展開

開発した技術は、開発に携わった部所と、運用する部所などが連携して導入し、展開していきます。

下図のフローに示すように、主に現場の課題を解決する技術は、現場の特徴に合った形で早期に水平展開を推進します。一方、大規模な工事を伴う技術は、研究段階から導入に向けた計画も併せて準備し、施設の更新時期等を踏まえつつ、再構築や改良工事で事業化を図ります。

開発した技術の導入と展開を円滑に進めていくため、マニュアルなどの技術資料を充実させていきます。さらに、作成した技術資料は局内向けの「下水道局電子図書館」に登録して有効活用します。



(4) 導入した技術の改善検討

これまで導入してきた技術を更にレベルアップするため、現場の意見などを踏まえ、改善の検討を進めていきます。

また、産業界や研究機関での新材料開発の情報を得た際には、ニーズと照らし合わせながら、それらの技術を下水道局に導入することで、設備等の性能向上を図っていきます。

改善検討の例 分離式多機能型マンホール蓋の開発

▶ 多機能型マンホール蓋

- 下水道管内の水位情報や硫化水素濃度などのデータを現場から離れた事務所等でリアルタイムに容易に取得できる技術
- マンホール蓋の表面にアンテナ、裏面に通信装置とバッテリーを装備し、水位計と硫化水素濃度計のセンサーを接続

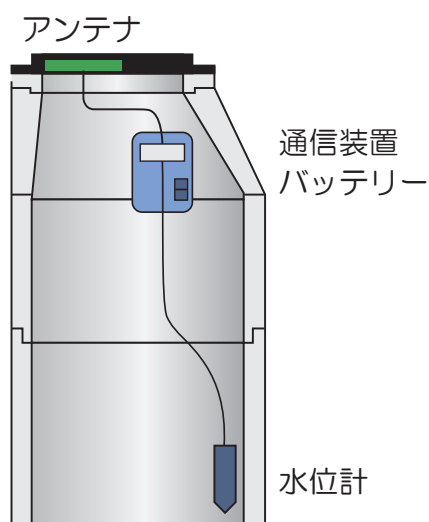


新たな課題

マンホール蓋の全体重量が、従来の蓋の重量と比べて、
約 1.6 倍と重く、開閉作業が困難

改善

分離式多機能型マンホール蓋のイメージ



マンホール蓋の「アンテナ」は、そのまま蓋表面に内蔵し、「通信装置及びバッテリー」はマンホールの壁面に分離して設置

多機能型マンホール蓋の軽量化
⇒ 一般的な蓋の重量約 40kg と同等

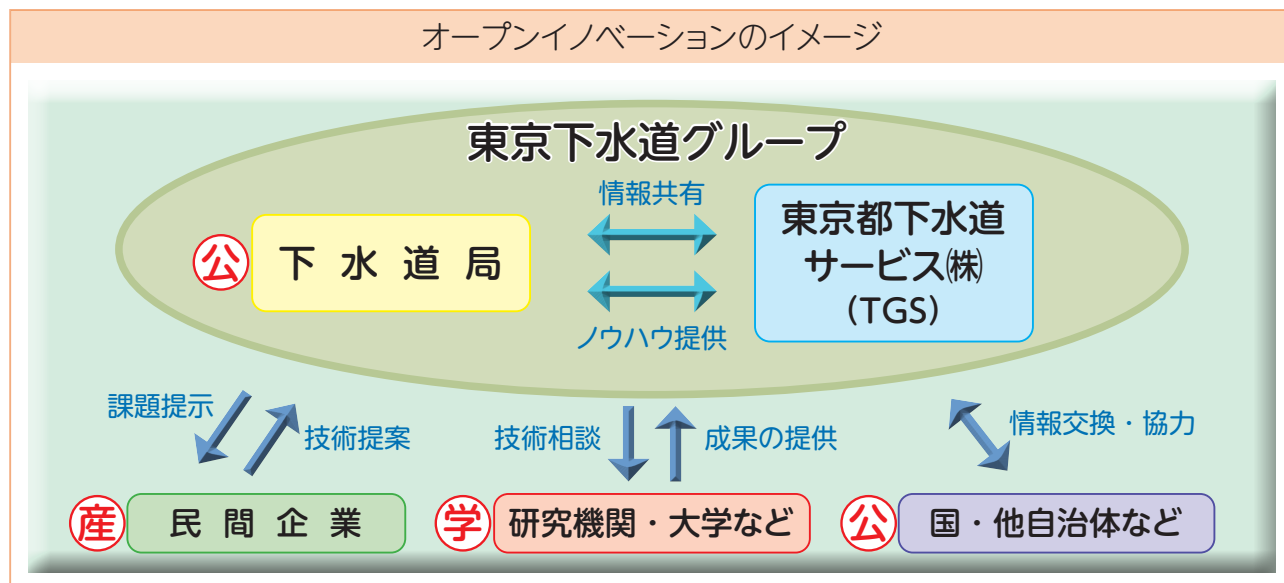
開閉時の身体的負担を軽減し、
従来の蓋と同等の作業性を確保

2 オープンイノベーションの推進

従来の下水道技術に捉われない、独創的かつ効果的な技術を開発するために、TGS、民間企業、大学、国、類似の課題を抱える他自治体等との連携を図るオープンイノベーションを推進します。

下水道局で設定した開発テーマについて、これまでの延長線ではない様々な分野の技術との融合を目指し、先進的な技術を発掘していきます。これにより、下水道事業に活用できる画期的な技術・アイデアを創造、開発していきます。特に、AIをはじめとするデジタル技術など最先端技術を持つ民間企業や大学などとの連携を強化していきます。

オープンイノベーションのイメージ



東京都下水道サービス株式会社（TGS）

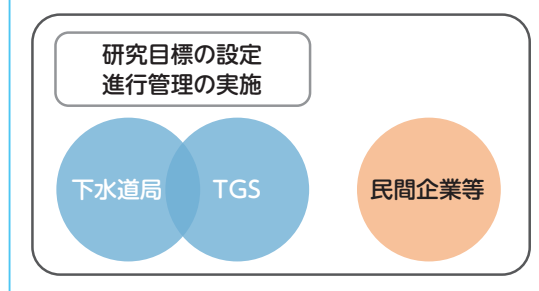
TGS は、下水道局の政策連携団体として、下水道管の維持管理及び設計・施工管理から、水再生センター・ポンプ所施設の保全管理、汚泥処理施設の運転・保全管理など、幅広い業務を実施する中で新技術の開発に必要な現場情報やノウハウを共有、蓄積してきました。

技術開発においては TGS との連携を強化し、この強みを生かしています。

公募型共同研究（技術連携型）では、下水道局と TGS との間において、課題の抽出や共同研究の目標設定など、幅広い内容について意見交換を行い、民間企業との共同研究の企画検討の段階から研究開発、実用化まで一体として取り組んでいます。

こうして開発した技術は、TGS が主体となって他の自治体などへの展開や情報提供、技術導入の支援等を行い、全国の下水道サービスの向上に貢献しています。

公募型共同研究（技術連携型）のイメージ



民間企業

民間企業は、実際に管路や水再生センターの建設や補修工事、ポンプ等の設備の製作や補修工事を実施しており、維持管理手法も含めて工法や製品についての豊富な技術力を持っています。

そのため、下水道局からニーズを発信し民間企業に解決手法を募る共同研究や、民間企業がシーズの活用を下水道局に提案する共同研究などを行っています。

また、民間企業との間では、下水道展などの展示会や下水道テクノ・カンファレンス等を通じて、情報収集や意見交換を行っています。

研究機関・大学など

研究機関や大学などでは、下水道にも応用可能な基礎研究を実施しています。基礎研究は、直ちに導入に結び付く性質のものではありませんが、下水道技術を下支えする研究も多くあります。

こうした研究機関の研究成果の中から下水道への応用が見込める技術を下水道局が見出す場合や、下水道局から技術的な相談を持ち掛ける場合、研究機関・大学などから技術開発の提案を受ける場合など、様々な形で共同研究につなげています。

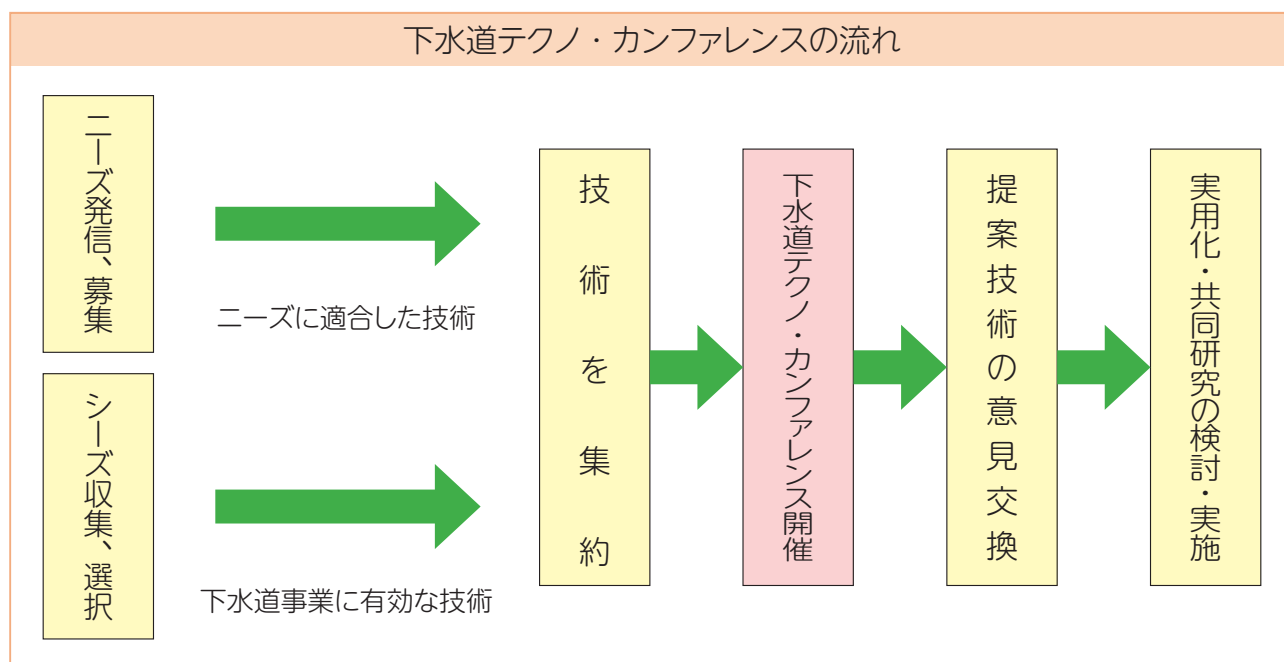
国・自治体など

国土交通省、公益社団法人日本下水道協会、公益財団法人日本下水道新技術機構などの全国を所管する組織や団体では、全国的な情報が集約されており、技術開発に関係するものも多くあります。一方、各自治体は東京都と同様に下水道の現場を持っており、技術開発で解決していく課題には共通のものもあります。

国や自治体などとは、こうした共通点を活かして、技術開発にかかわる情報の交換や、共同研究を行っています。

(1) 「下水道テクノ・カンファレンス」の開催

下水道局のニーズに適合した技術や事業に有効な技術を発掘するため、下水道局の職員と民間企業・大学などの技術者・研究者との意見交換の場である「下水道テクノ・カンファレンス」を開催します。その内容を基に、実用化や共同研究などの可能性について局内で具体的に検討します。



(2) 「技術開発相談窓口」の活用

下水道局ホームページに設置した「技術開発相談窓口」を通じて、下水道事業に活用できる様々な分野の技術に関する相談を受け、有効な技術は共同研究などにつなげていきます。

<https://www.gesui.metro.tokyo.lg.jp/information/c5/kaihatusoudan/index.html>

下水道局の技術開発に関する相談内容

- 産学公や様々な分野の方から、下水道事業に活用できる技術的なアイデア・ノウハウに関する相談
- 下水道事業における各種既存技術の改良・改善の技術提案に関する相談

(3) 様々な分野の関係者との意見交換

様々な分野の民間企業や大学などの関係者と、技術交流会や研究発表会など情報交換の場を活用して、連携を強化していきます。

また、あらゆる機会を通じて、民間企業・大学などの技術者・研究者と民間企業の技術や基礎的調査研究の動向などについて議論していきます。

3 共同研究の活性化

民間企業などの参加意欲が高まる取組を推進し、共同研究を活性化します。

(1) 多様な共同研究

民間企業などと実施する共同研究には、次に掲げる種類があり、共同研究者が参加の形を選択することができるよう、特色を持った共同研究の仕組みを整えています。

公募型共同研究

下水道局が課題解決のための研究目標を提示し、参加企業を公募します。応募した企業の企画を評価し、内容の最も優れた1者を選定して共同研究を実施します。研究費用は、下水道局と共同研究者が負担します。(平成元年度から運用開始)

公募型共同研究（技術連携型）

下水道局と TGS 等が共同研究の企画検討の段階から連携し、課題解決のための研究目標を提示して参加企業を公募します。応募した企業の企画を評価し、内容の最も優れた1者を選定して共同研究を実施します。研究費用は下水道局、TGS 等と共同研究者が負担します。(平成 27 年度から運用開始)

開発技術の導入を前提とした共同研究

下水道局が課題解決のための研究目標に加え、開発した技術を導入する工事等を具体的に示し、参加企業を公募します。応募した企業の企画を評価し、基準を満たした企業は共同研究に参加が可能で、研究目標を達成した企業の技術だけが導入の対象となります。研究費用は、共同研究者が負担します。(平成 23 年度から運用開始)

ノウハウ＋フィールド提供型共同研究

民間企業等がその有する技術を活用して、実用化に向けて発展させる技術開発で、研究目標や研究期間等を具体的に示して下水道局に共同研究を提案します。下水道局は研究目標の妥当性等を評価し、共同研究の実施を決定します。下水道局が、知見等のノウハウや水再生センター等のフィールド、実際の流入下水や汚泥などの試料を提供します。研究費用は、共同研究者が負担します。(平成 11 年度から運用開始)

簡易提供型共同研究

「ノウハウ＋フィールド提供型共同研究」と類似していますが、手順が簡素で提案しやすくなっています。研究期間が1年程度と短期間であり、既存の技術等に簡易な工夫・改善を加える研究開発を対象としています。(平成 17 年度から運用開始)

(2) 共同研究者の声の反映

共同研究終了後のヒアリングなどにより共同研究者の声を集め、共同研究制度や事務手続などの点検・見直しを行うことで、より共同研究に参加しやすい環境づくりに取り組みます。

(3) 共同研究成果の情報発信

技術管理委員会で「実用化技術」と評価された開発技術等については、共同研究者の合意の上で、下水道局ホームページへの掲載（38頁参照）並びに業界新聞及び専門雑誌への情報提供等により、情報発信しています。

これにより、下水道局と同様の課題を抱える他の自治体への技術支援になるとともに、共同研究者にとっても、開発した技術が広く発信されPRにつながることから、下水道局と開発する意欲の向上が期待されています。

また、新たな技術提案を掘り起こすことにもつながります。

(4) 既存技術の向上を目指した共同研究

既存技術に対して下水道局が更に必要とする技術レベルを示し、民間企業などの技術力の向上を誘導する共同研究を進めます。実施に当たっては、「開発技術の導入を前提とした共同研究」などで行います。

研究事例としては、「省エネルギー型焼却システム」や「エネルギー自立型焼却システム」があります。

4 下水道界の技術力の向上

「下水道技術研究開発センター」を活用し、下水道局の技術開発を推進するとともに、開発技術の局内外への情報発信に努め、下水道界の技術力向上を支援します。

(1) 「下水道技術研究開発センター」の活用

下水道局は、固有研究及び民間企業や大学などとの共同研究において、水処理施設と同様の環境で容易に実験や検証が行えるように、砂町水再生センター内に「下水道技術研究開発センター」を設置しています。

下水道技術研究開発センター外観



同センターは、実験棟、水処理実験プラント及び実験フィールドで構成されています。

実験棟

～フレッシュな試料を、現地で即座に分析～

- ・ 基礎的な試験機器を備えており、現地で採取した試料での水質分析、汚泥試験及び生物試験が可能
- ・ 下水道局職員だけでなく、共同研究者等も申請することで実験棟の使用が可能

実験棟内部



1F：汚泥処理実験・水処理実験スペース（各種分析機器が完備）

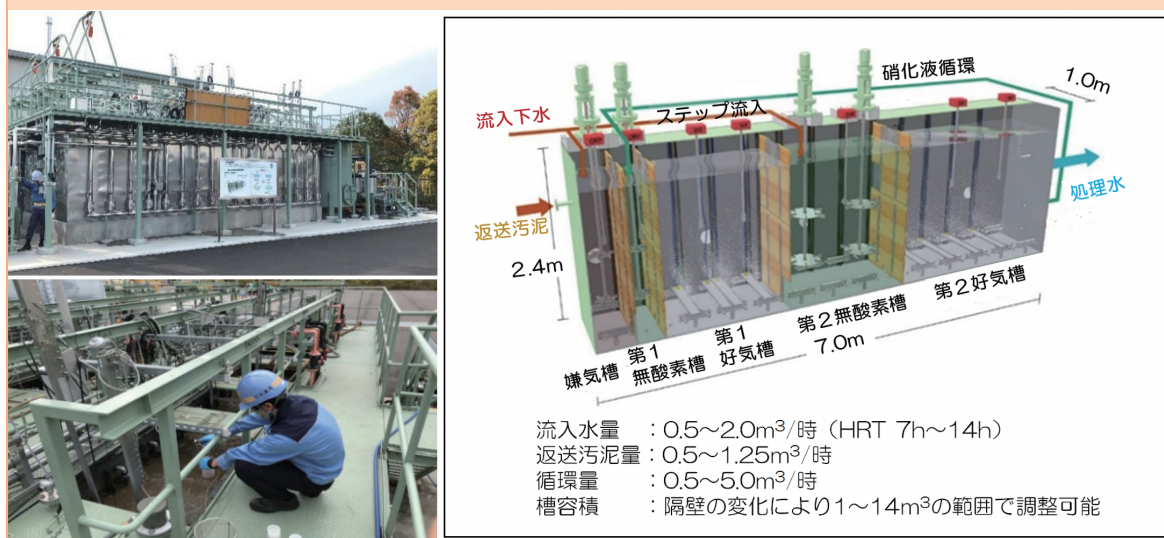
2F：生物試験室・資料室・打合せスペース・事務室

水処理実験プラント

～カスタマイズ可能な水処理実験プラントで、多様な水処理法を再現～

- ・ 第一沈殿池からの流出水を原水とした実験用プラントを3系列分確保
- ・ 各槽の容積や、汚泥返流水の有無と流入位置をカスタマイズ可能
- ・ A_2O 法やステップ流入式 A_2O 法など様々な処理方法にカスタマイズ可能

水処理実験プラント（側面写真・上部写真・イメージ図）

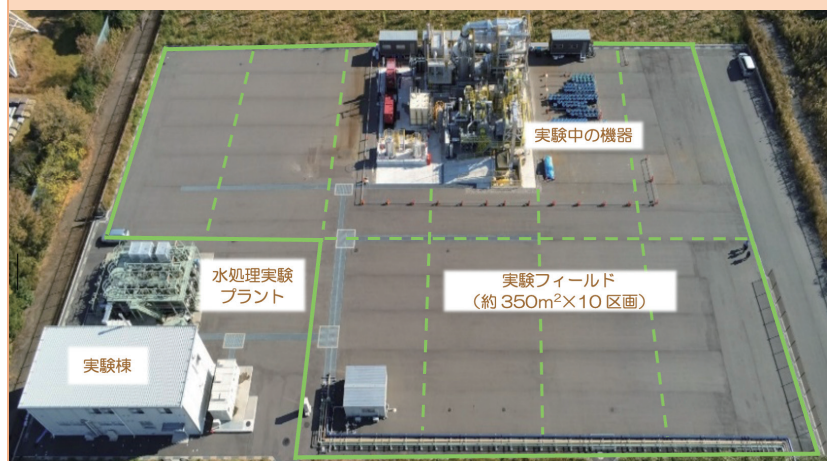


実験フィールド

～大規模な試験機器・実験機器を設営できるフィールドを完備～

- ・ フィールド 10 区画が整備され、複数区画の使用で大規模な用地を必要とする機器を用いた試験や実験も可能
- ・ 区画ごとに汚水や汚泥等が供給でき、フレッシュな試料で精度の高い試験や実験が可能

上空から撮影した実験フィールド



(2) 局内外への情報発信

局外への主な情報発信

▶ 技術調査年報の発行

下水道局は、下水道技術の研究と開発の成果を共有し、将来へ技術を継承することを通じて、下水道技術の維持向上を図ることを目的に、年度ごとに技術調査年報を発行しています。技術調査年報は、下水道局の各部所が取り組んだ下水道技術に関する調査、研究、計画、設計及び工事についての情報を論文形式でまとめたものです。

▶ 下水道局のホームページへの掲載

共同研究の内容や研究成果などの情報を下水道局ホームページに紹介します。

<https://www.gesui.metro.tokyo.lg.jp/about/index.html>

No	ホームページ上のタイトル	内 容
1	技術調査年報	年度ごとの技術調査年報を掲載
2	技術開発推進計画2021	本計画の概要版と本文を掲載
3	共同研究の実施について	共同研究制度と手続を掲載
4	共同研究の実施状況について	着手している共同研究の実施状況及び技術情報を紹介
5	下水道テクノ・カンファレンス	下水道テクノ・カンファレンスの説明、開催案内について掲載
6	これまでの推進計画	最近の推進計画5編を掲載
7	技術開発相談窓口	産学公（民間企業、大学等）や様々な分野との連携を図る窓口を設置

▶ 国際会議での発表

米国水環境連盟年次総会（WEFTEC）など水環境分野の主要な国際会議や展示会、見本市等で積極的なプロモーションを実施し、東京下水道の先駆的な取組や最先端技術を発信しています。最近の技術開発に関わる国際会議での発表実績は、下表のとおりです。

開催年度	会議名称	場 所	発表内容
H23	第4回 国際水協会 アジア太平洋地域会議	東京 (日本)	○汚泥フロックの画像解析による凝集抑制技術の開発 ○水処理から発生する一酸化二窒素の削減技術 ○下水汚泥焼却灰を活用した保水性舗装の路面温度抑制効果 ○ターボ型流動焼却炉の実用化検証 ○次世代の高度処理技術の開発 ○セラミック膜による下水再生水造水システムの開発
H25	第86回 WEFTEC	シカゴ (米国)	○硝化速度に基づく新しい送風制御技術 ～省エネルギーと好気槽内脱窒の効果～
H27	第6回 国際水協会 アジア太平洋地域会議	北京 (中国)	○オゾン耐性膜による再生水製造システムの開発経緯と運用状況
	第5回 EWA/WEF/JSWA 特別会議※	ワシントン D.C. (米国)	○アンモニア計と硝酸計を用いた同時硝化脱窒処理活性汚泥プロセスの開発
H28	第10回 国際水協会 世界会議・展示会	ブリスベン (豪州)	○活性汚泥モデルを用いたリアルタイム硝化制御による送風制御
H30	第11回 国際水協会 世界会議・展示会	東京 (日本)	○東京都下水道局における技術開発の推進 ～技術開発推進計画 2016～ ○下水汚泥焼却炉における閉塞リスク評価手法の開発とその発生防止

※ EWA/WEF/JSWA 特別会議：欧州水協会（EWA）、米国水環境連盟（WEF）、日本下水道協会（JSWA）の三者で開催する技術交流に関する会議

第11回国際水協会（IWA）世界会議での発表



局内への主な情報発信

▶ 職員向けメールマガジン「テクノ通信」の配信

技術開発に関する最新情報などを「テクノ通信」として職員にメール配信することで、新技術情報などを発信しています。

- ・ 技術管理委員会の審議結果（共同研究の状況報告等）
- ・ 過去の技術管理委員会議題一覧
- ・ 技術調査年報に関する情報提供
- ・ 固有研究の実施状況
- ・ 共同研究の実施状況
- ・ 技術関連の便利なURL（研修資料、研究発表会資料等）
- ・ 下水道テクノ・カンファレンスに関する情報提供
- ・ 東京都技術情報連絡協議会¹に関する情報提供
- ・ 特許制度について
- ・ その他（技術開発推進計画のアンケート調査結果などの有益と考えられる情報）

▶ 開発技術説明会の開催

技術情報の共有化や開発した技術への理解を更に高める取組として、開発技術説明会を開催し、下水道局職員などに詳細な情報を分かりやすく提供していきます。

▶ 「下水道局電子図書館」の活用

技術情報を一元化した局内の「下水道局電子図書館」への技術資料の登録を進め、技術情報の共有や技術継承を効率的に行っていきます。

¹ 東京都技術情報連絡協議会：各局で蓄積した有効な技術情報の集約化を図り、互いに情報提供することで、各局の職員が活用できるような環境を作り、併せて東京都の技術に関する情報交換や意見交換を行う場

(3) 開発技術の展開（東京発の下水道技術）

共同研究等により開発した技術について、類似の課題を抱えている自治体に用途や性能を情報提供するとともに、技術の支援を実施することで、課題の早期解決を誘導し、全国の自治体の下水道サービス向上と下水道界の技術力の向上に貢献しています。

▶ TGS 等との連携

TGS と共同で開発した技術は、現場の創意工夫から生まれ、高度な技術を用いていることから、全国で需要が多く、SPR 工法、水面制御装置、非開削人孔浮上抑制工法、レーザ光式汚泥濃度計及びイドミルメータなどは他の自治体にも普及しています。

また、東京発の下水道技術は海外にも展開しています。当該技術を導入する可能性がある国や地域に対して、特許などを共同保有する TGS や共同研究者と連携して国際展開の取組を行っています。

▶ 国内外の技術会議等での展示

国内外の技術会議等（下水道研究発表会、国際水協会（IWA）世界会議など）に参加し、開発した技術の成果の発表や意見交換などを積極的に行うことで、下水道局が開発した技術を国内外に広く発信していきます。



▶ 他自治体及び海外への展開例

(展開状況は令和2年度末現在)

SPR 工法

(技術概要)

- 22頁参照

(他自治体への展開状況)

- 47 都道府県で約1,400km施工

(受賞歴等)

- 平成17年度 第1回ものづくり日本大賞
経済産業大臣賞受賞
- 平成24年度 第59回大河内賞
大河内記念賞受賞

(海外への展開状況)

- シンガポールや韓国、北米など20か国で約169kmを施工

アメリカでの施工状況



水面制御装置

(技術概要)

- 合流式下水道の改善を図り、河川への白色固形物(オイルボール)やごみなどの流出を抑制する装置
- 取付容易、動力不要、他の装置と比べ安価という特徴があり、下水中のごみを7割以上除去可能

(他自治体への展開状況)

- 28都道府県で約1,800か所設置

(受賞歴等)

- 平成23年度 第4回国土交通大臣賞
循環のみち下水道賞受賞
- 令和元年度 土木学会環境賞受賞

(海外への展開状況)

- 欧州、韓国などで38か所に設置

設置したイギリスのマンホール



非開削人孔浮上抑制工法

(技術概要)

- 22頁参照

(他自治体への展開状況)

- 32都道府県で約26,000か所施工

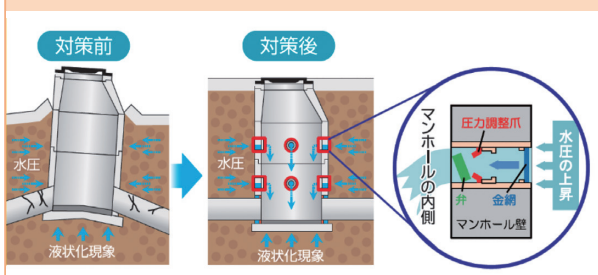
(受賞歴等)

- 平成24年度 土木学会技術開発賞受賞

(海外への展開状況)

- ニュージーランドで3か所に施工

非開削人孔浮上抑制工法の仕組み



ニュージーランドでの施工状況





スタートアップなどの力を借いて課題解決

都内には高度な技術力を有する中小企業、先進的なアイデアで社会的な課題に取り組むスタートアップなどが集積しています。特にスタートアップは時代の最先端のニーズを機敏に捉えて、次々と新しい製品やサービスを生み出し、グローバルに展開しています。

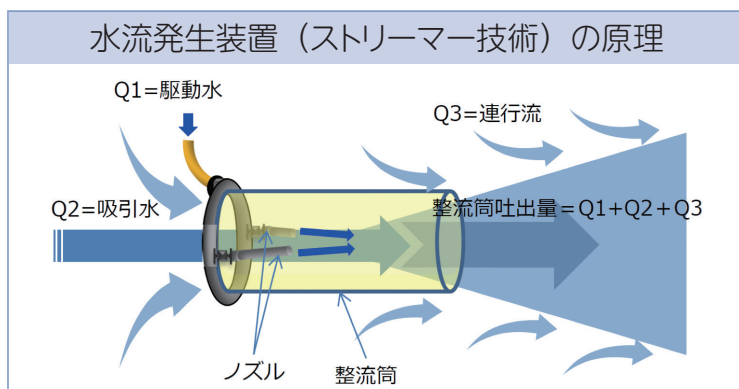
下水道局においても他分野の優れた技術力を有するスタートアップ企業とも共同研究するなどして、課題解決に取り組んでいます。



～他分野の技術を、下水道技術に応用した事例～

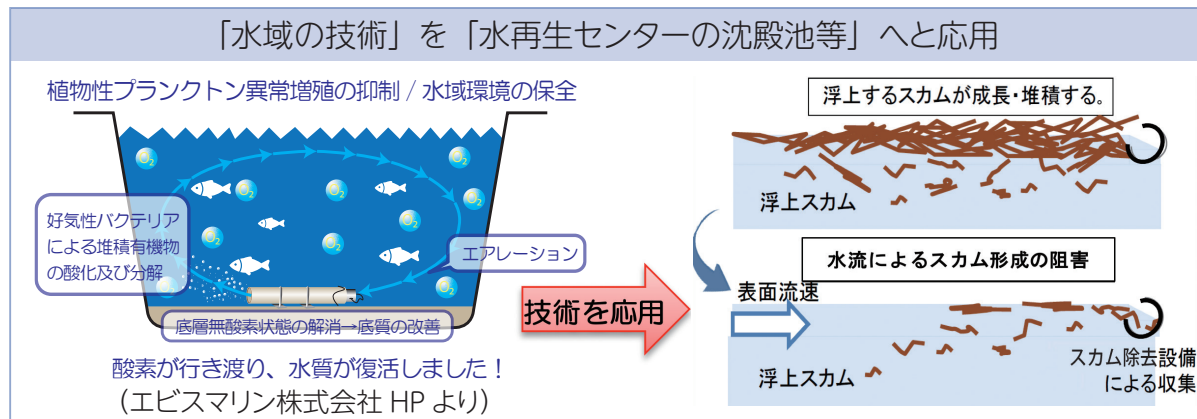
当局では、「スカムの破壊・堆積防止対策に関する共同研究」を平成28年度に実施しました。この共同研究では、「水流発生装置」を用いて表面水流を起こすことで、水面上に堆積するスカムを破壊・流動化し、堆積防止の有効性を確認しました。

「水流発生装置」は、第一沈殿池から水中ポンプで取水した水を整流筒内部のノズルから吐出させることで整流筒周囲の水を吸引・随伴し、取水した水の何十倍もの水を直進させる「ストリーマー技術」を利用したものです。



この「ストリーマー技術」は、もともとダム・河川・湖沼・海等の淀んだ水を流動させて貧酸素状態の解消により水域を元気（きれい）にするための流動増幅技術からでした。

このように、スタートアップなどの斬新なアイデアやサービス、新製品を積極的に活用することで、下水道事業が直面する課題及び将来を見据えた課題の解決につなげます。

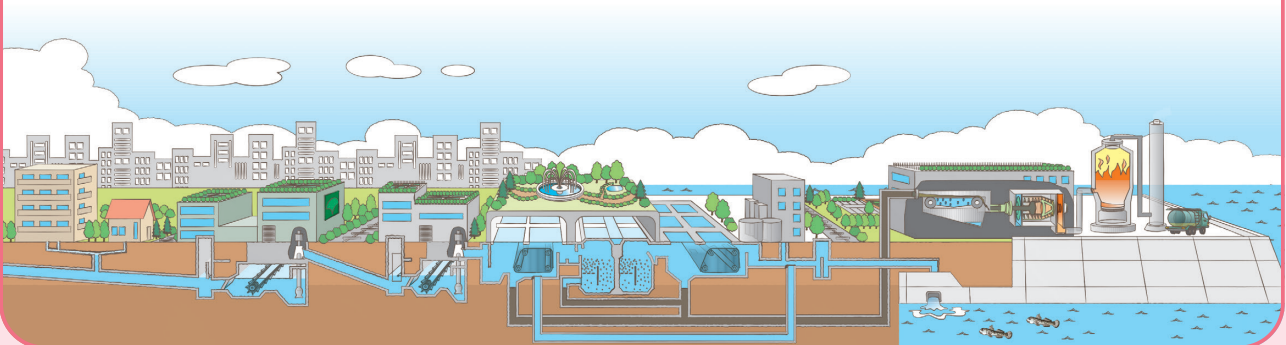


第4 開発テーマ

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



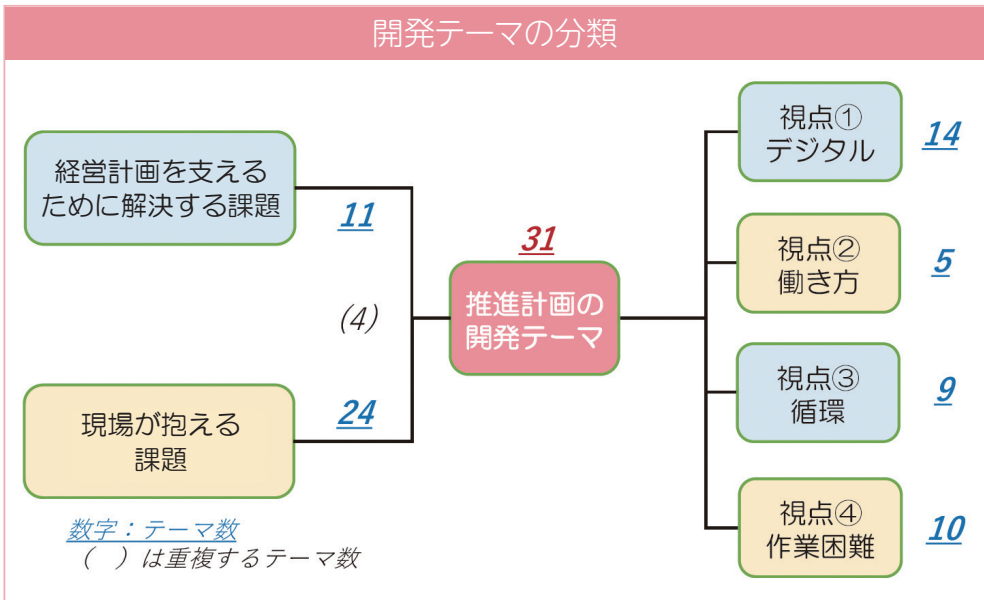
1 計画期間内に取り組む開発テーマの一覧

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
お客さまの安全を守り、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索する技術	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

お客さまの安全を守り、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	・ 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)	・ 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

正常なマンホール蓋



腐食したマンホール蓋



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

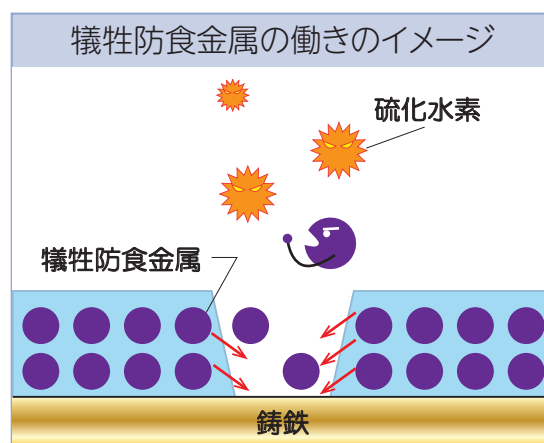
- ビルピット排水が原因と考えられる臭気苦情箇所近傍のマンホール
- 硫化水素濃度が高い伏越し部や高落差箇所のあるマンホール

▶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

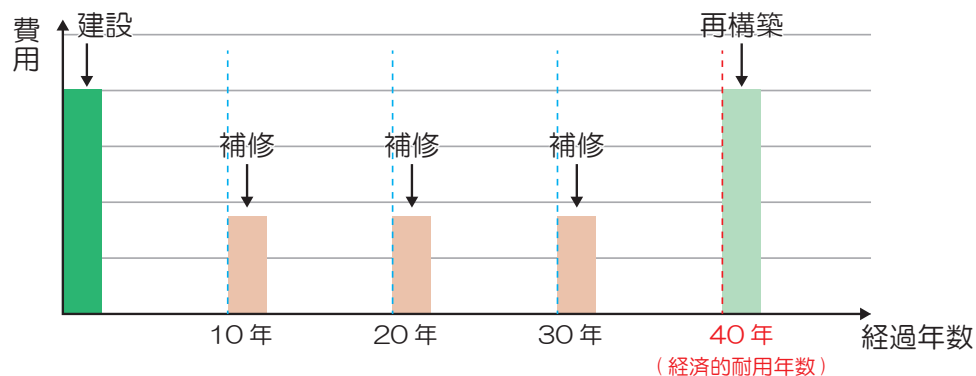
- 耐久性に優れた新しい部材を採用又は開発

将来的な目標

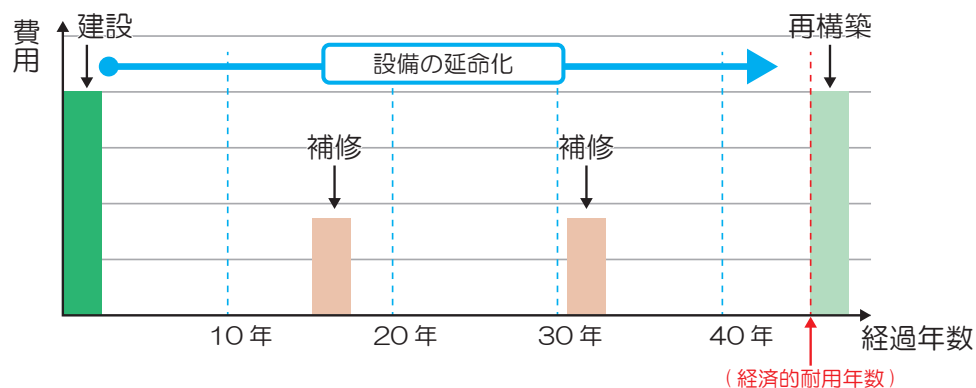
耐久性に優れた部品等による補修を行うことで、経済的耐用年数を延長し、設備の建設から維持管理も含めたトータルコストの低廉化

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	- 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

現状の経済的耐用年数での再構築イメージ（ポンプ設備）



延長した経済的耐用年数での再構築イメージ（ポンプ設備）

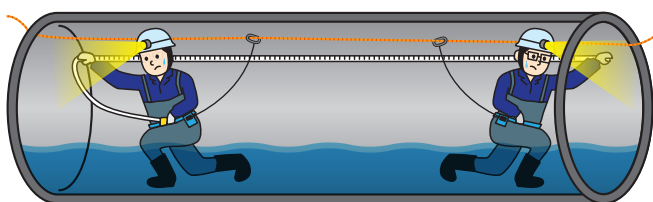


¹ 経済的耐用年数：建設費と維持管理費を加えた総費用（ライフサイクルコスト）を経過年数で除した年平均費用が最少になる年数

▶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

狭隘場所の出来形計測



▶技術開発の方向性

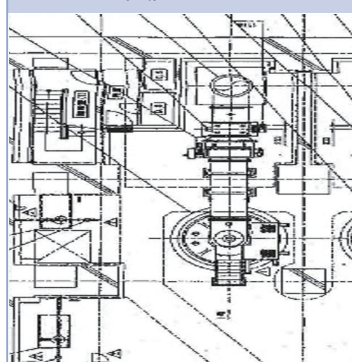
- 施設や設備を精度の高い三次元の設計図面で表現し、設計から維持管理まで活用できる手法の確立

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)

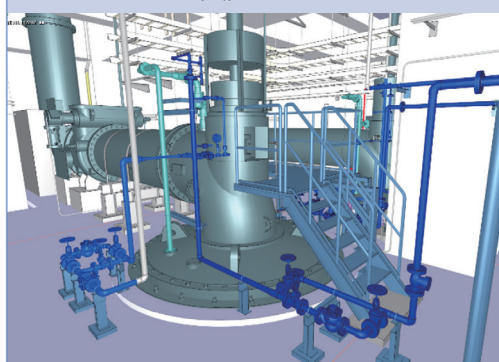
二次元モデル



3D スキャナ



三次元モデル



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

お客さまの安全を守り、安心で快適な生活を支えるための技術開発

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	ハイトグラフ算定法	雨水貯留	東京域レーダー雨量計システム (東京アメッシュ500)
	流出解析・雨水の損失機構	雨水浸透モデル 雨水流出抑制施設	流下型貯留水理実験
H12～ H27年度		雨水流出抑制施設 追跡調査	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			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		・ 雨水流出抑制施設	・ 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

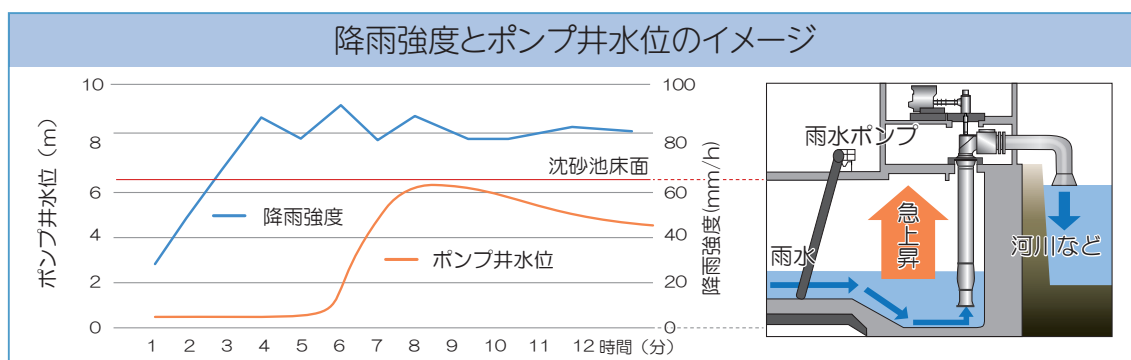
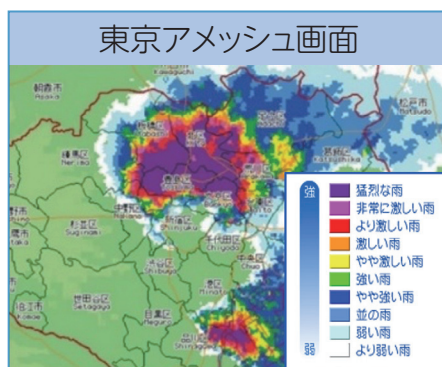
テーマ5 雨水ポンプの運転支援技術

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

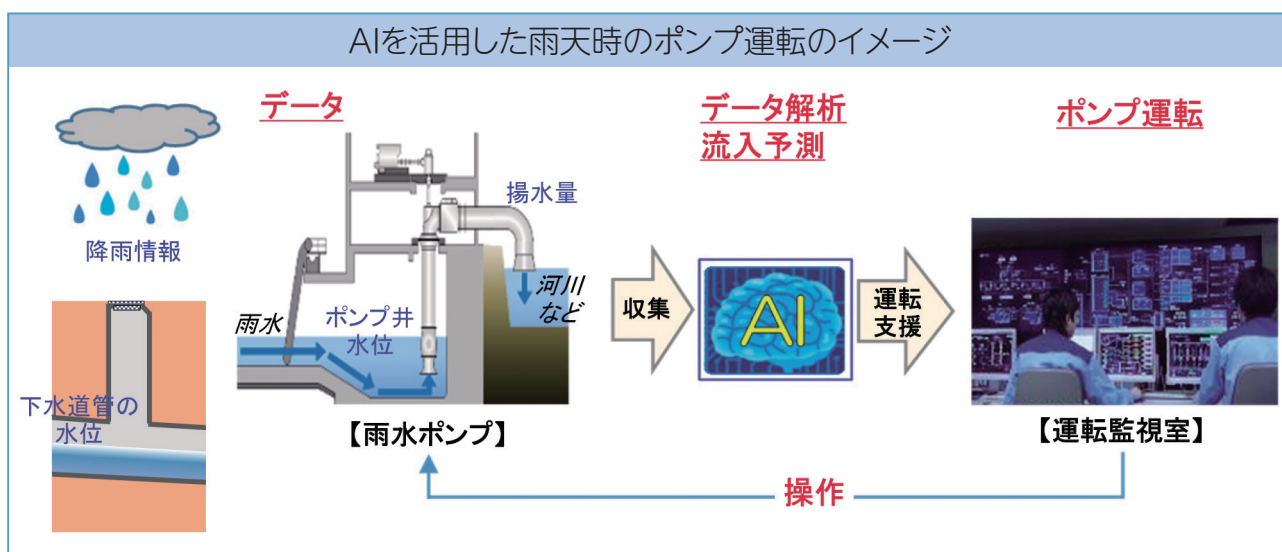
- 雨水ポンプ所等

▶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】	- 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

お客さまの安全を守り、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	- 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

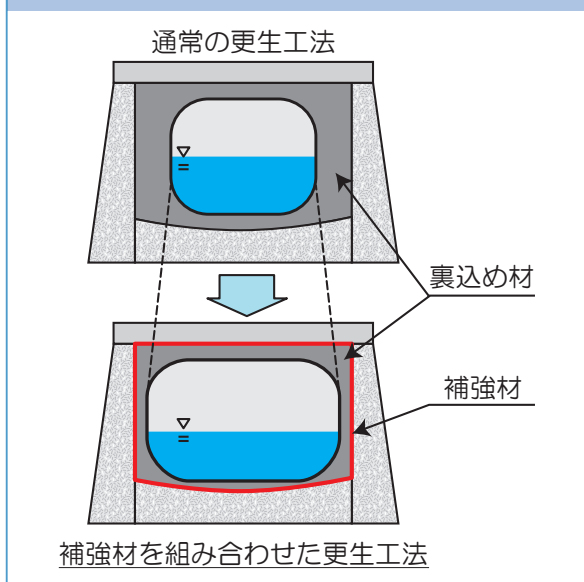
- 蓋掛幹線では、断面縮小を抑え、強度を確保する耐震化技術を開発
- 既存の下水道管（円形管）の強度によらない自立管の製管工法の開発

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）



テーマ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 作業困難

▶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、高圧洗浄等により除去

▶適用箇所例

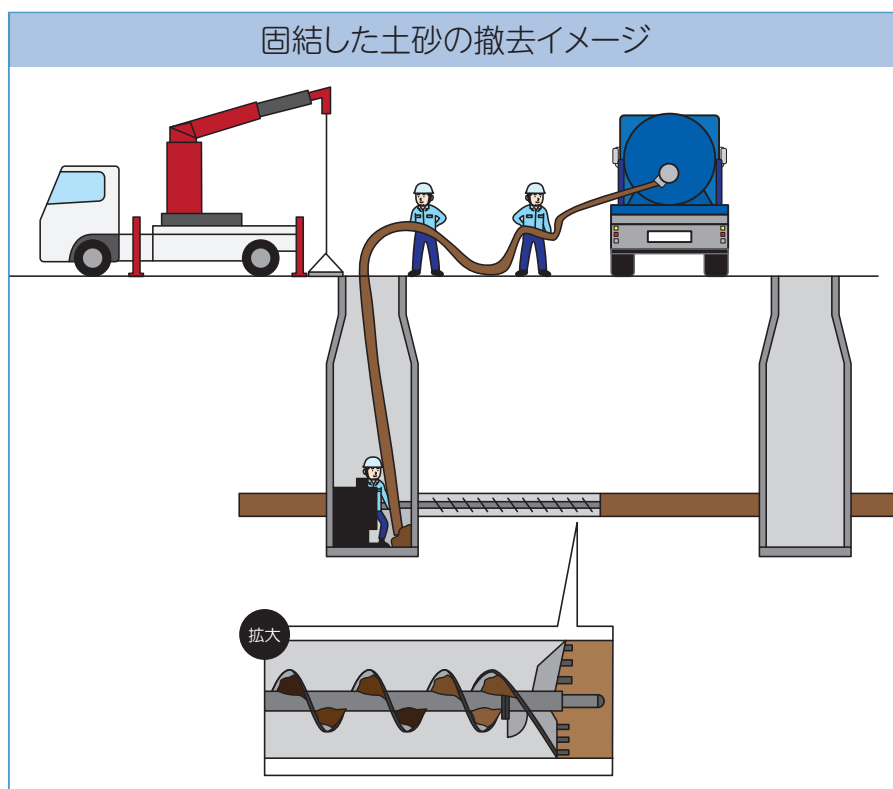
- 下水道管

▶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

お客さまの安全を守り、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

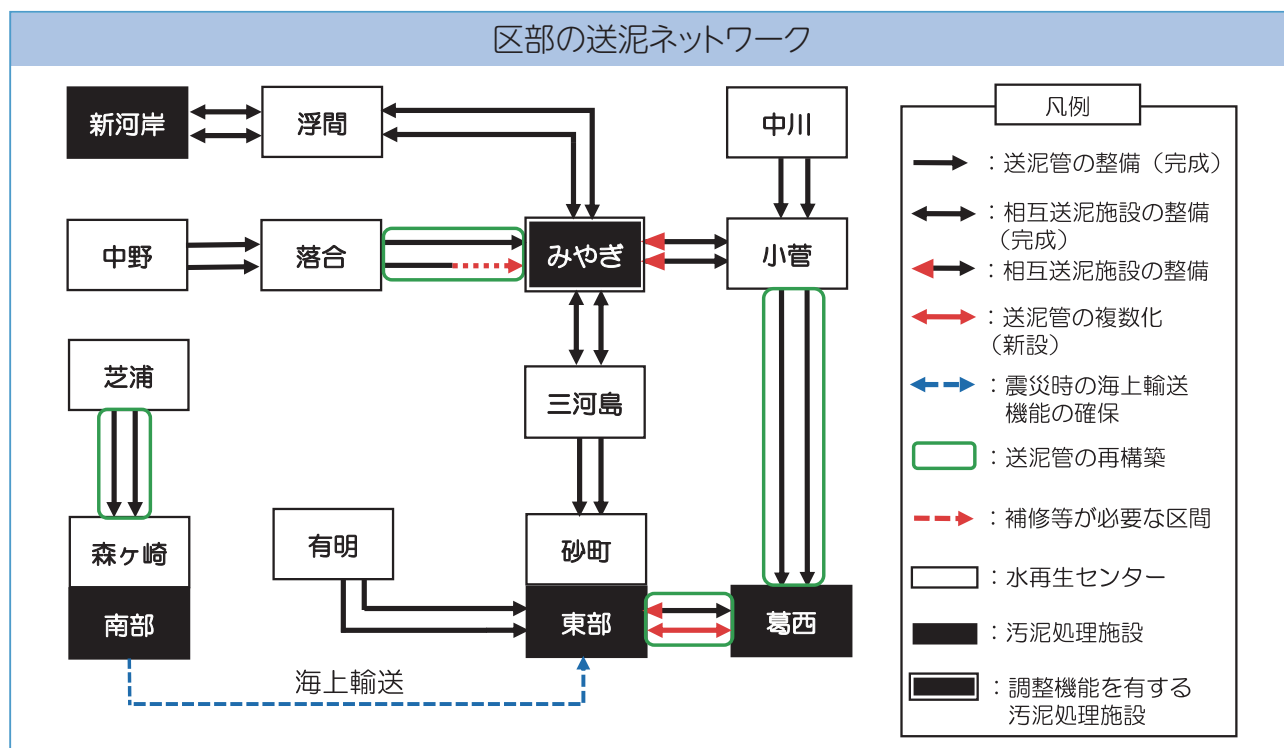
汚泥処理の信頼性強化と効率化を推進することで、将来にわたり安定的に下水を処理する機能を確保します。

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

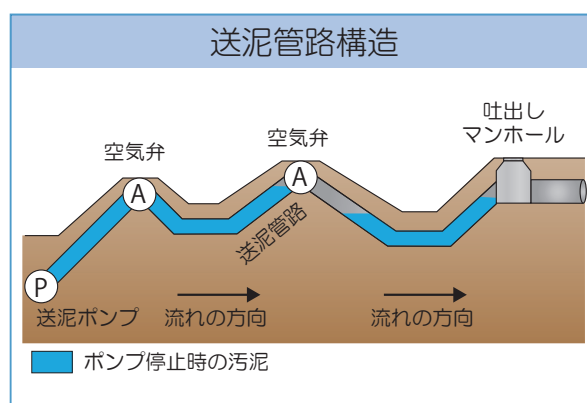
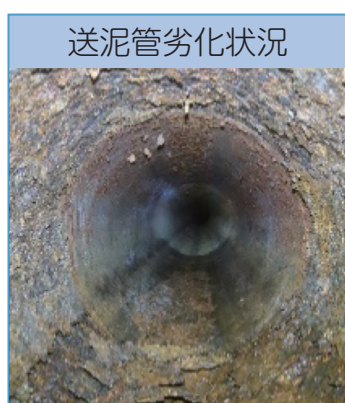
- 送泥管の劣化状況を的確に把握するとともに、震災時や送泥ポンプ等の故障時における汚泥処理機能を確認し、汚泥処理の信頼性を強化する技術開発を実施

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



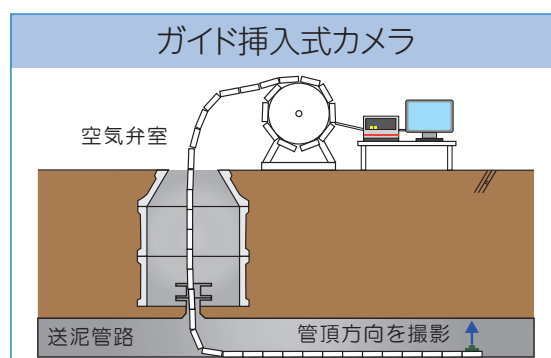
▶ 技術開発の方向性

- 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、補修する技術確立して、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

- 投入口から水压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

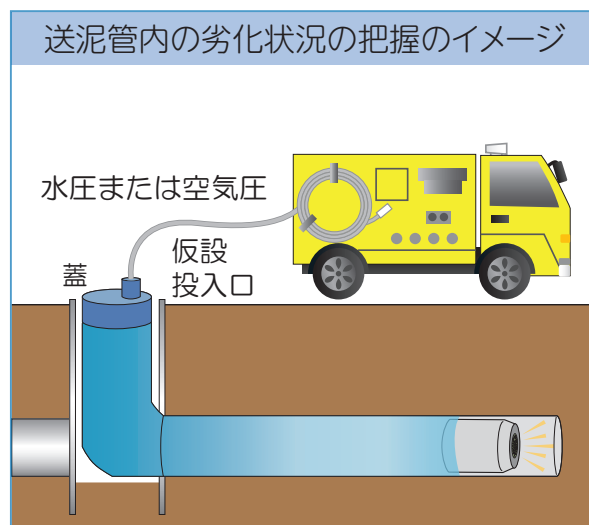
- 送泥管

▶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

お客さまの安全を守り、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認します。

■ 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	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
	有毒ガスを迅速に測定する技術	
導入事例	・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 800 mm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	・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

高水位の下水道管



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	・ 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	・ 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	・ 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)

模擬管での
ドローン飛行実験



浮流式カメラ



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

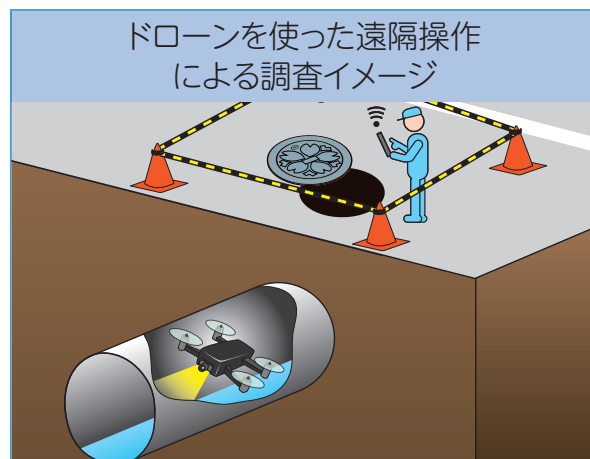
- 下水道管

▶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ょ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

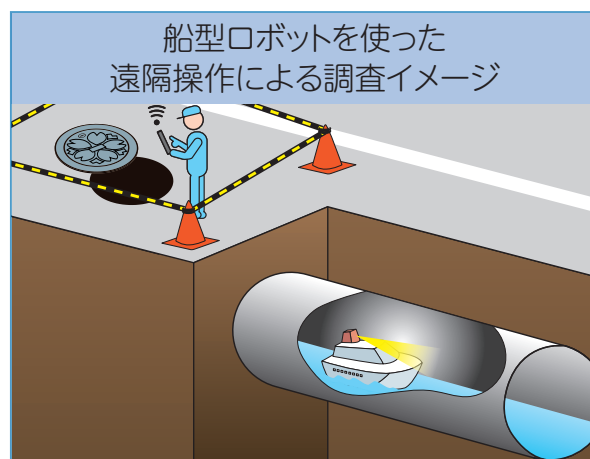
- 下水道管

▶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ょ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

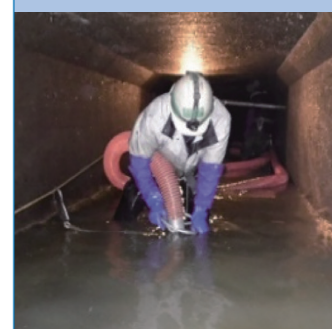
課題

- 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

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

人力清掃状況



将来的な目標

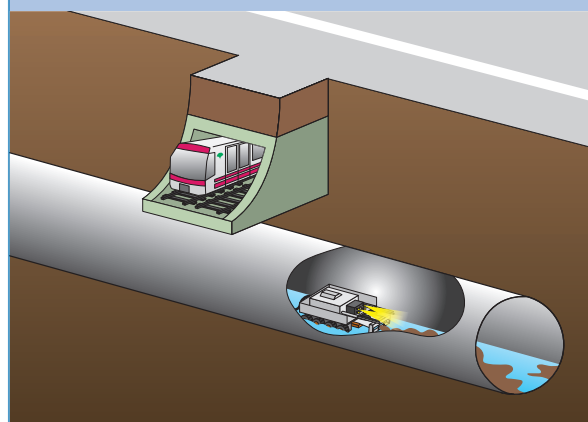
大深度の下水道管等を定期的に遠隔操作で安全にロボットを使って清掃

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	・ 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	・ 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】	・ 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

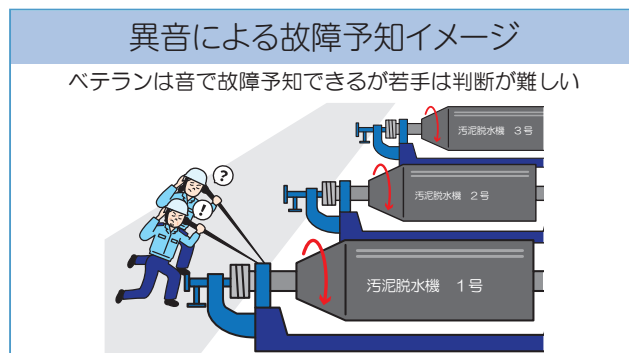
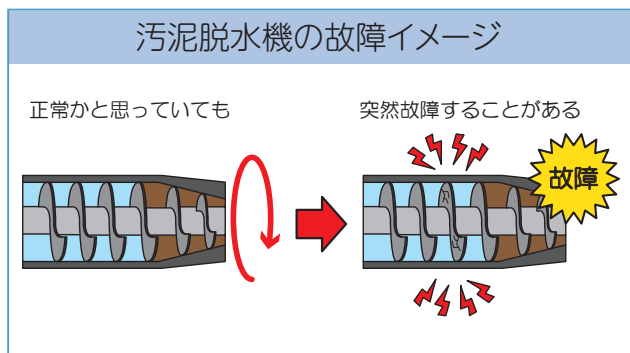


下水道管内の遠隔操作清掃イメージ



▶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

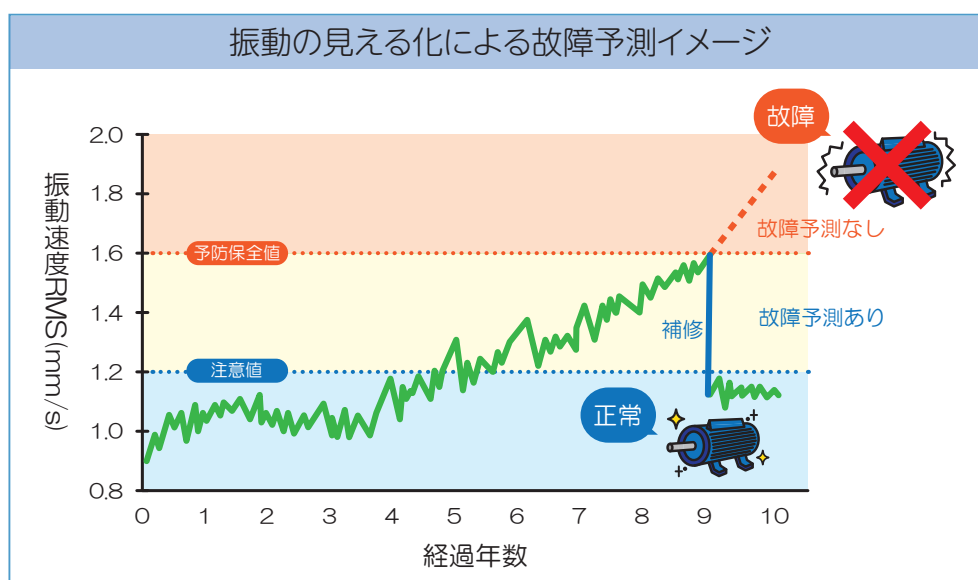
- 水再生センター等の設備

▶5か年の到達目標

- 実用化

▶効果

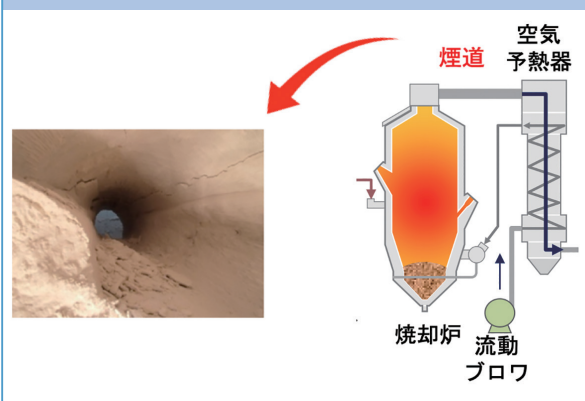
- 故障に至る前に部品交換等の対応を行い突発的なトラブルを回避



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

閉塞した煙道



焼却灰の採取作業



技術開発の方向性

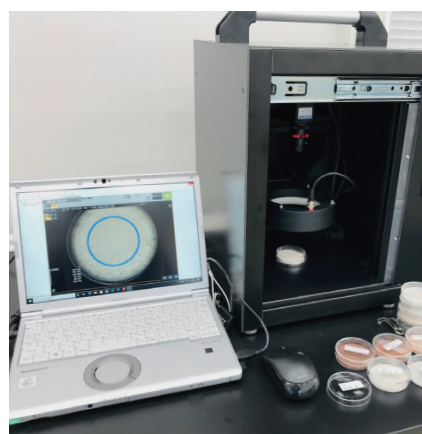
- 焼却灰を自動で採取及び分析する技術を開発

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

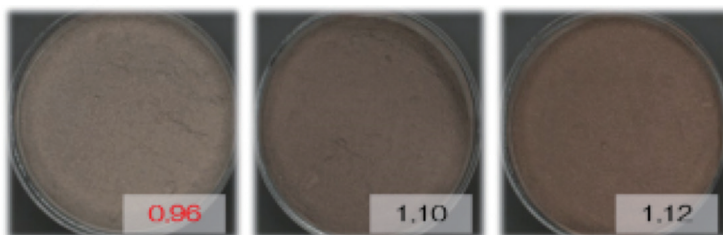


画像センサー

閉塞危険性
りん含有率

白色 ← 高い 高い

赤褐色 → 低い 低い



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

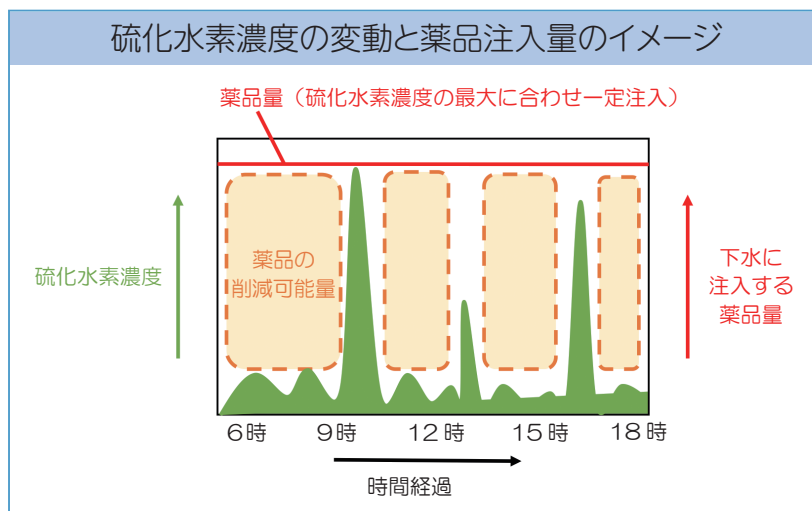
- 厳しい作業環境下での人力作業が解消
- 状況に応じた採取頻度の調整が容易



※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	・ 濃度変化の調査 ・ 薬品注入濃度による臭気抑制効果調査	・ 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

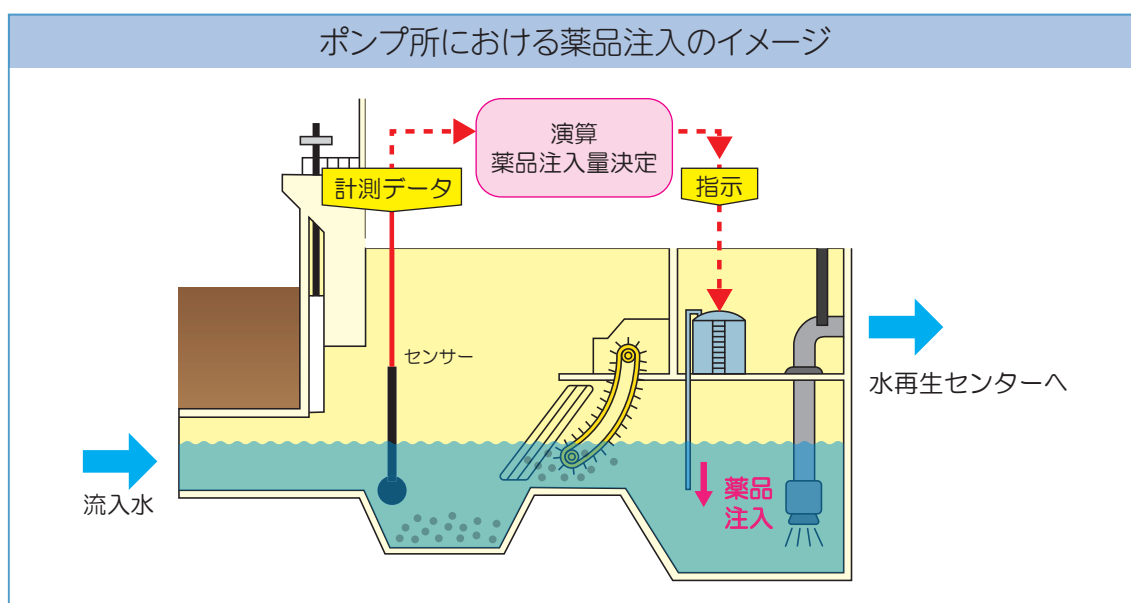
- 硫化水素の発生しやすい水再生センターの上流に位置するポンプ所

▶ 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



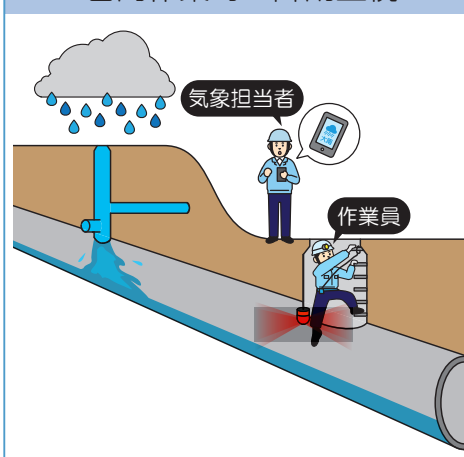
▶課題

- 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

管内作業時の降雨監視



将来的な目標

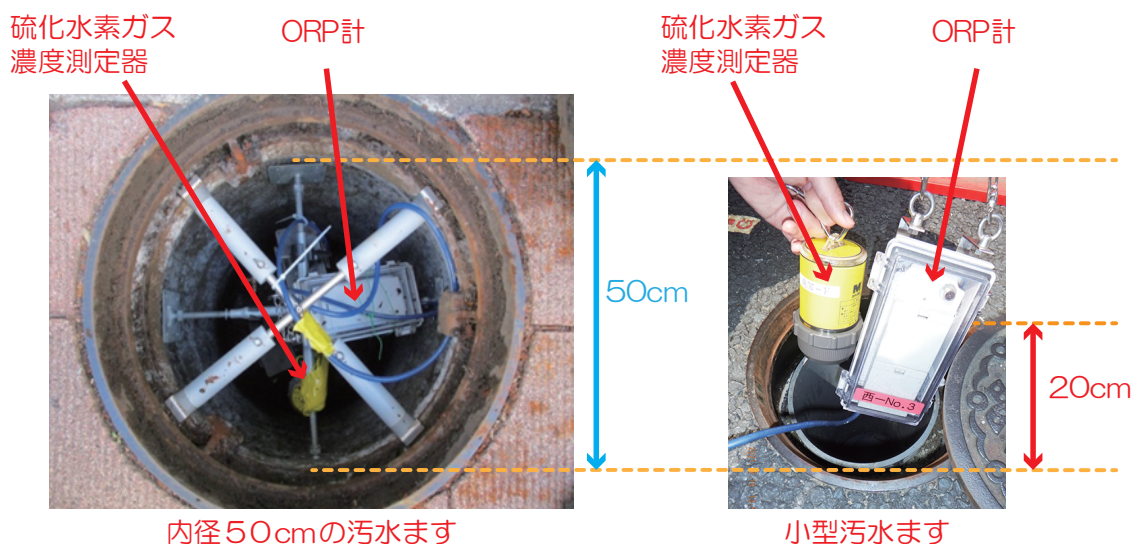
上流水位情報などから、作業箇所の水位上昇を短時間で予測し、必要に応じて避難等の対応を取り、安全に作業を実施

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	・ 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

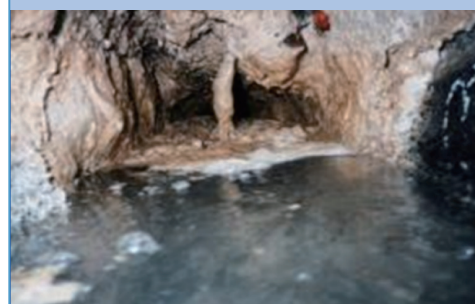
開発・検討技術	これまでの取組	5か年の取組	5年後の到達点
小型測定器の開発	【新規】	小型汚水ますに設置可能な ORP 計、シアン計等小型測定器の開発	実用化

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

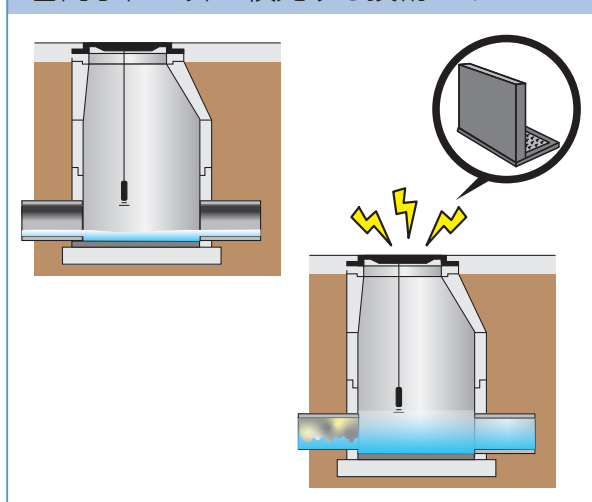
- 下水道管内の水位変化から油脂の堆積を判断できる技術を開発
- 固結した油脂を除去する技術を開発

将来的な目標

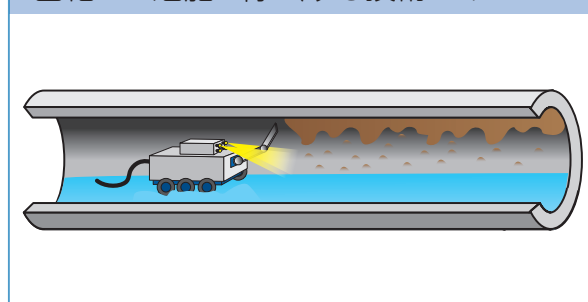
下水道管内で油脂の堆積状況を速やかに検知し、清掃作業を早期に実施して管の詰まりを防止

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



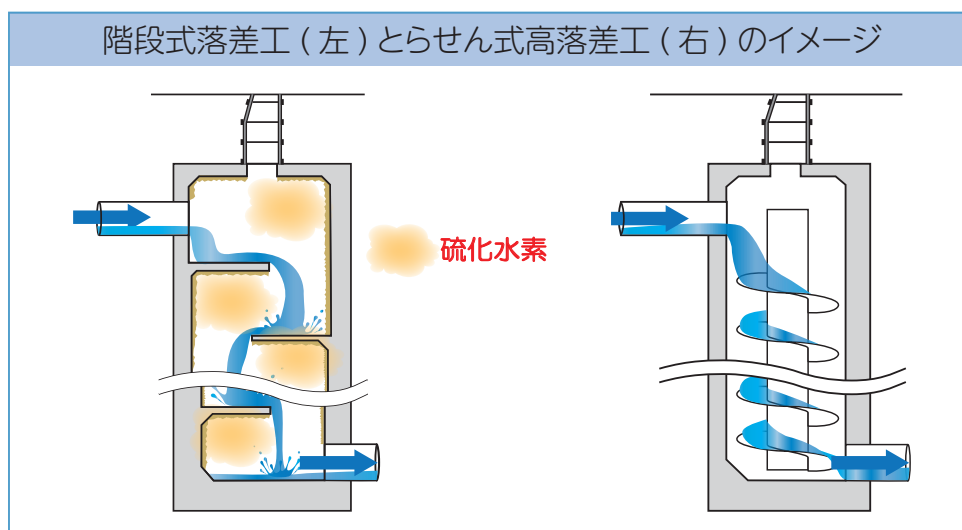
課題

- 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)

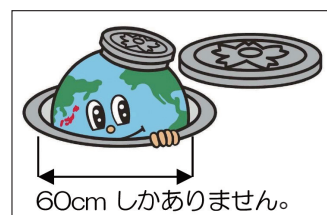
下水道管の中で飛行できるドローンを目指して

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～

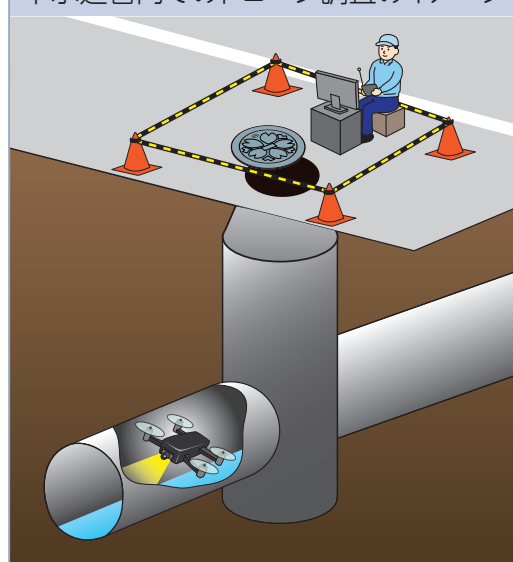
下水道管の中は、衛星からの電波が届かないため、GNSS を利用して自分の位置を把握することができません。

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。

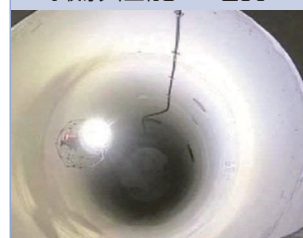
狭い空間での
飛行性能の確認



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

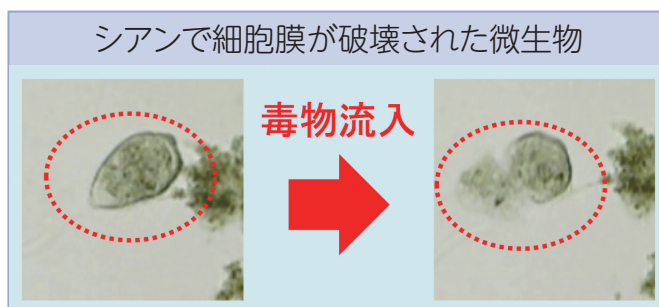


下水道を守る事業場排水指導

～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。

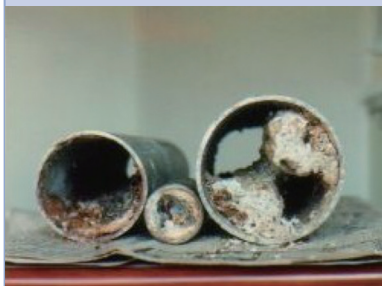


下水道に油を流さないでください!!

～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

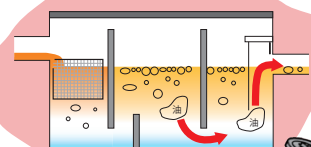


～維持管理が大切です～

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…



油が流出します!



～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めます。

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	スワール分水槽 雨水浸透実験 ボルテックスバルブ	高勾配磁気分離法
H12～ H27年度	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	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		次亜臭素酸を用いた効率的な速効性消毒技術
導入事例	・スワール分水槽 (石神井川流域) ・水面制御装置 (雨水吐口)	・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

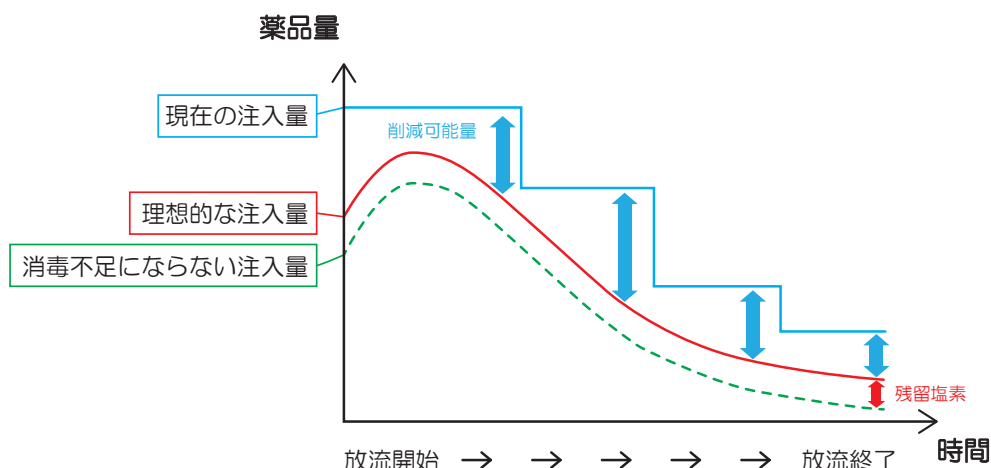
- 大腸菌群数の代替となる指標を研究し、その指標による注入技術を開発
- 簡易放流水の大腸菌群数の変動に応じた効率的な消毒方法の開発

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

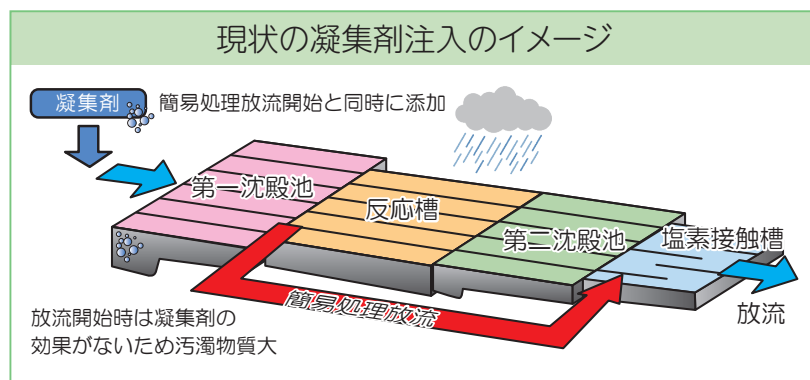
開発・検討技術	これまでの取組	5か年の取組	5年後の到達点
大腸菌群数の代替指標による消毒剤注入技術	- 次亜臭素酸を用いた扱い易く低コストの速効性消毒技術の開発 - 代替指標による、消毒剤注入制御の検討	大腸菌群数と関連し、リアルタイムで測定できる代替指標による消毒剤の注入方法の開発	実用化
大腸菌群数のリアルタイム測定技術	大腸菌群数の迅速測定技術の情報収集	リアルタイム測定が可能な技術の選定	研究中 (有用な技術候補の抽出)

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

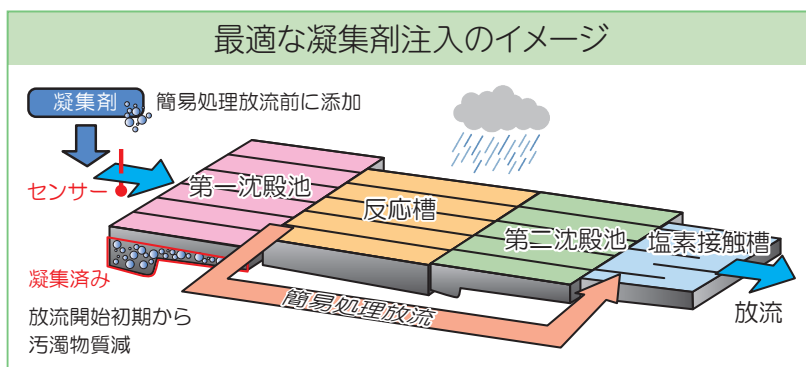
- 水再生センター

▶ 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	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	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	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		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	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		NADH計 リアルタイム硝化脱窒制御技術	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	・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)	・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

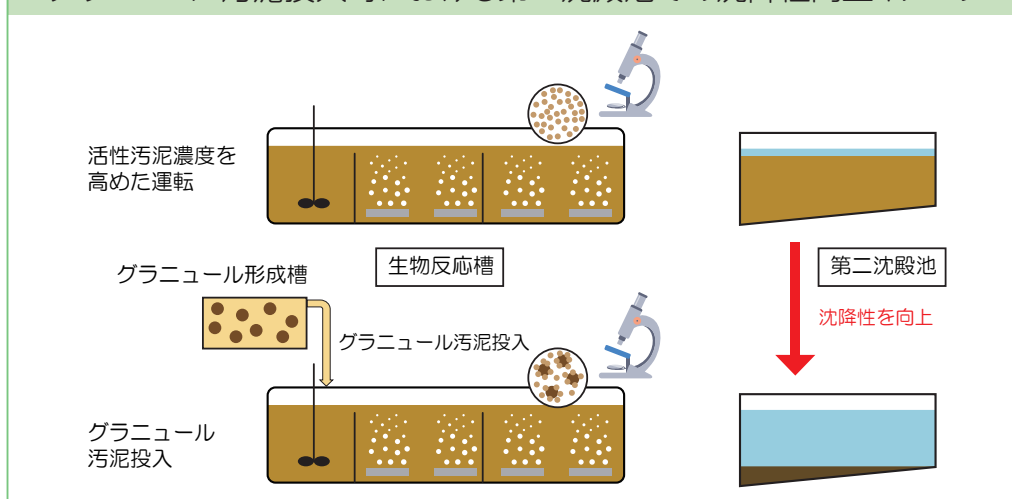
- 活性汚泥の沈降性を向上させる技術の開発
- 第二沈殿池を必要とせず、従来の高度処理と同様の水質を確保できる技術の適用を検討

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	- グラニュール形成条件を確立し、マニュアルを作成 - 実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）

グラニュール汚泥投入時における第二沈殿池での沈降性向上イメージ



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

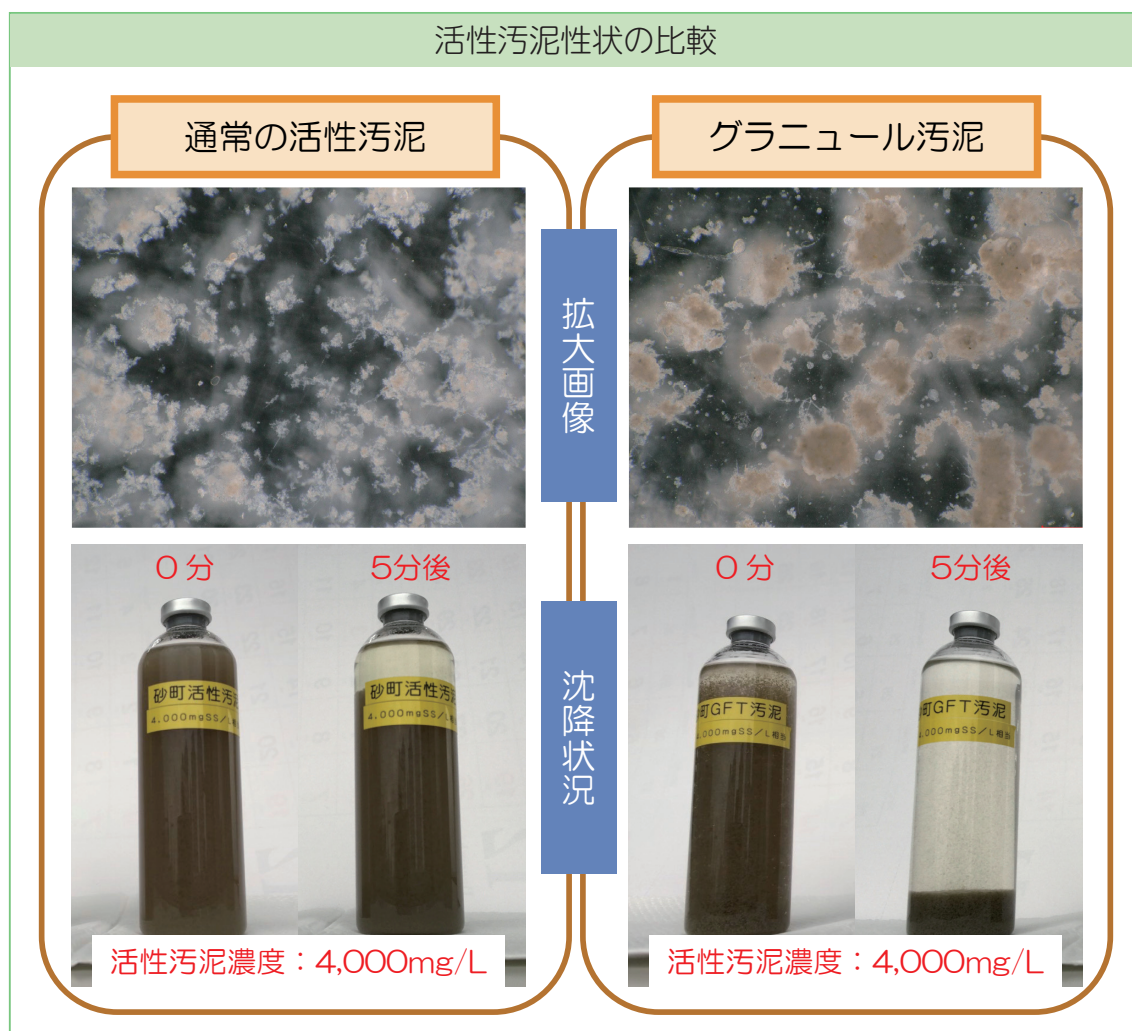
- 反応槽の負荷が高い水再生センター

▶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

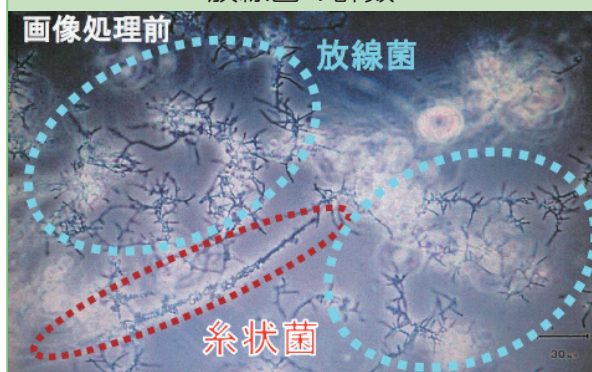
▶課題

- 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

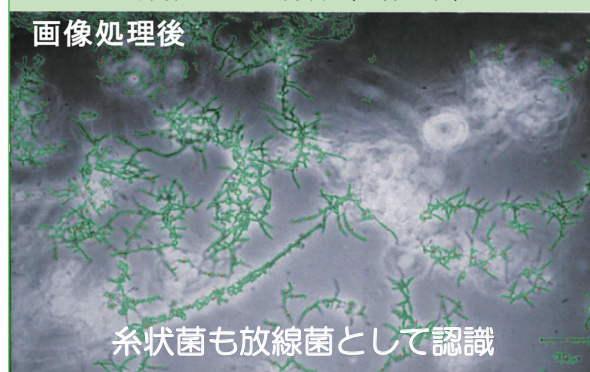
反応槽から流出した放線菌の泡



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

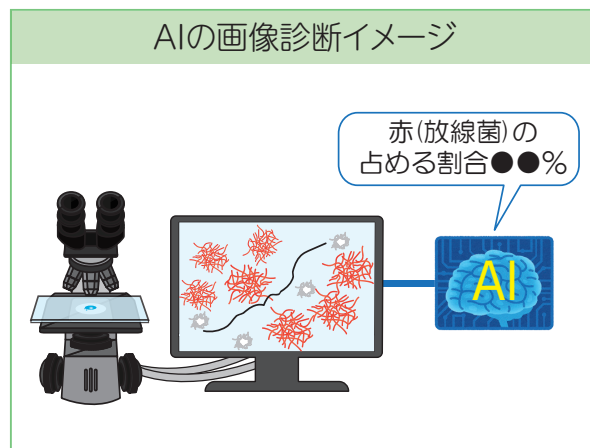
- 放線菌の発泡のおそれがある水再生センター

▶ 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

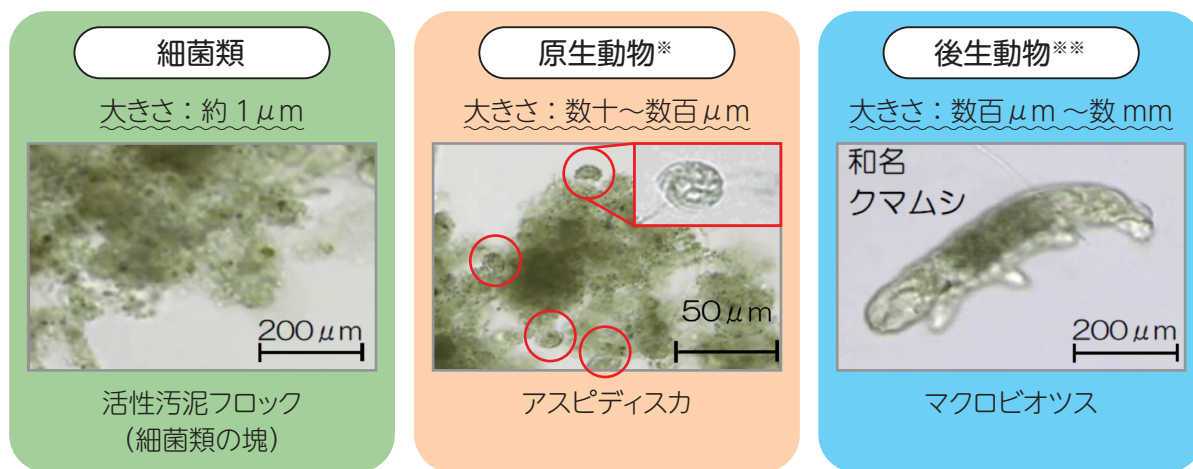


反応槽の微生物いろいろ

～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 N ₂ O排出抑制	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 高温省エネ型焼却システム PMモーター	小落差水力発電 太陽光発電システム エネルギー自立型焼却システム
H28～ R2年度	新高温省エネ型焼却システム	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	
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

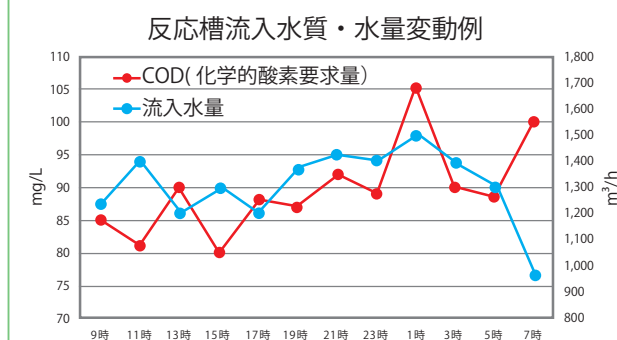
デジタル

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	- 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	- 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

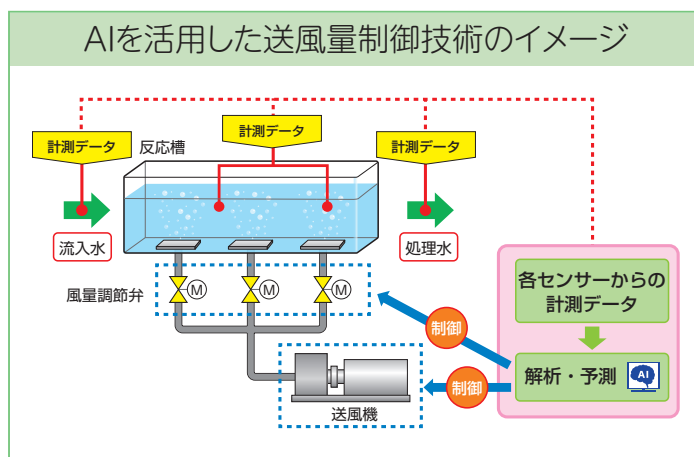
- 水再生センター

▶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

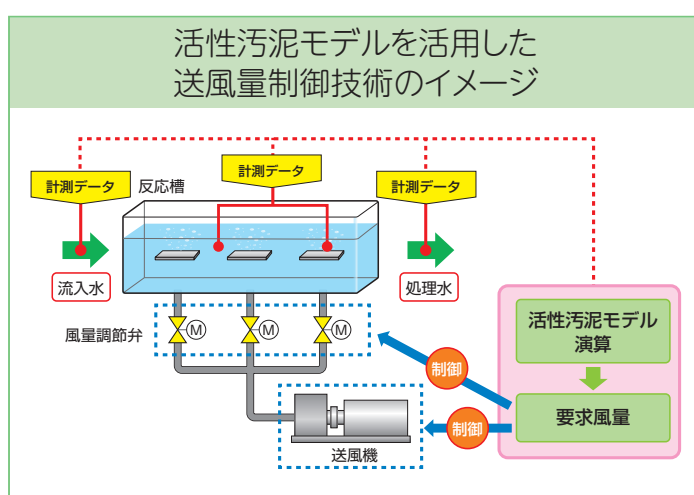
- 水再生センター

▶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
・ 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	・ 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

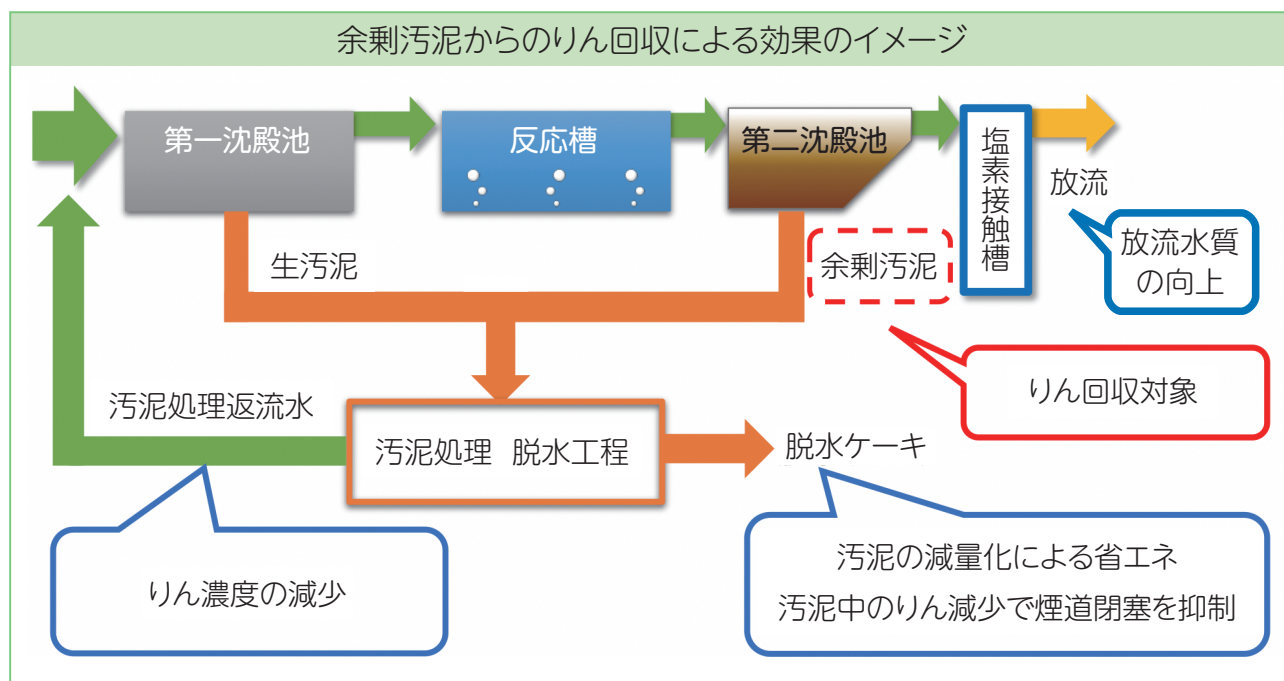
- 汚泥処理施設

▶ 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

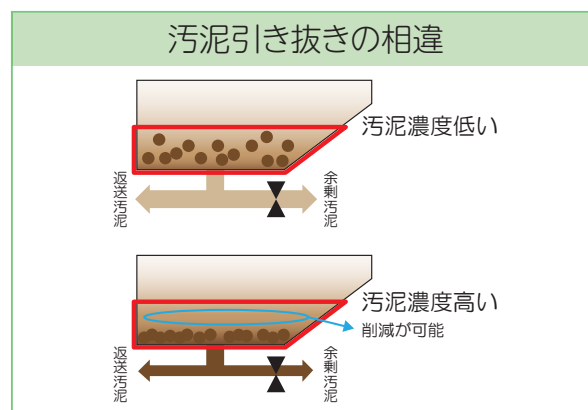
循環

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があるものの、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	- 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）

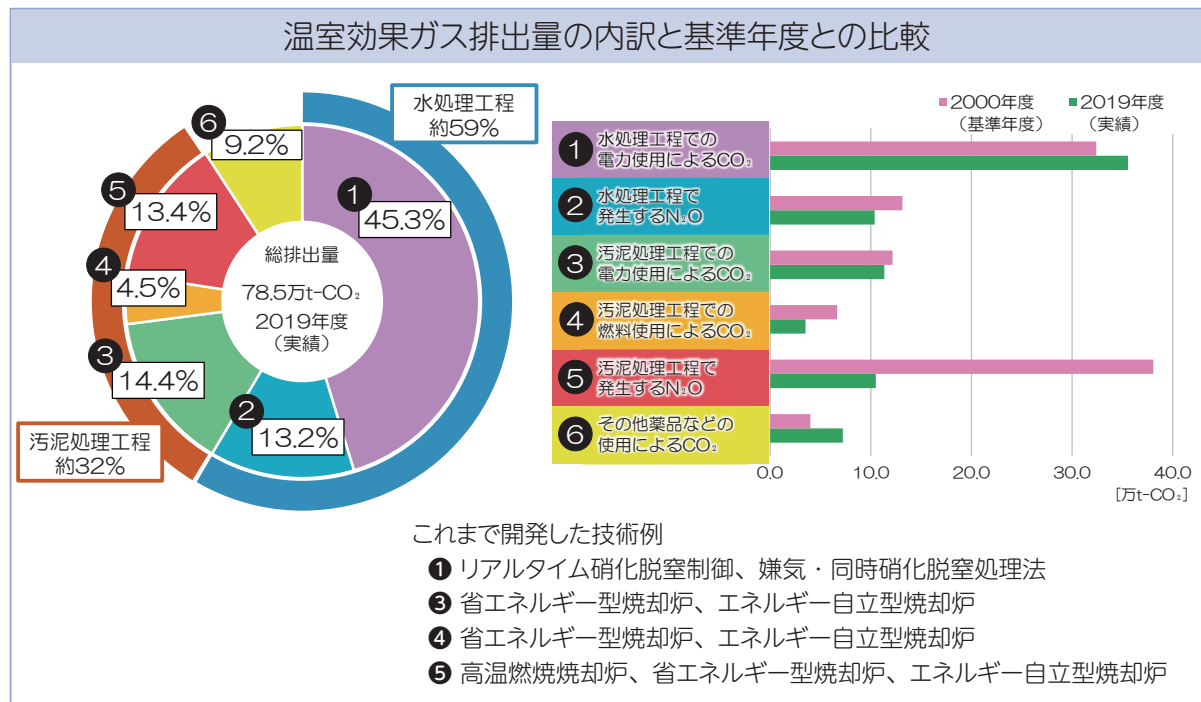
～東京都の動き～

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～

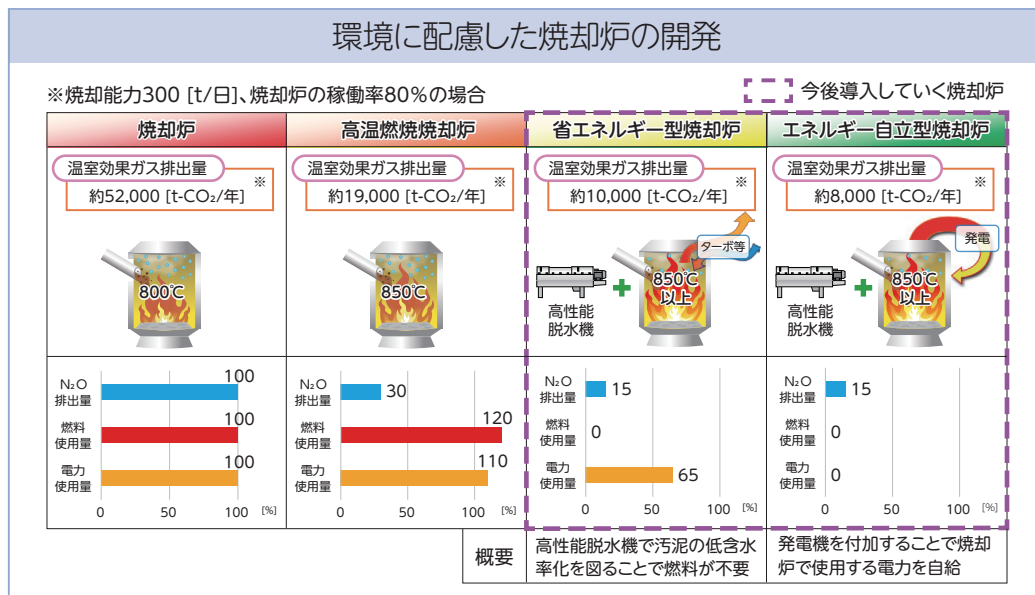
更なる温室効果ガス削減のため、下水道局は、AIを活用した送風量制御技術、廃熱を再利用するエネルギー供給型焼却炉など、AIやICTを活用した新たな技術開発に取り組んでいきます。また、今まで導入のない、水処理でのN₂O排出量削減に向けて取り組んでいきます。

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	コンポスト化	セメント原料化
	オゾン処理	汚泥燃料化 溶融スラグ化	人工軽量骨材
H12～ H27年度	オゾン耐性膜ろ過	晶析脱りん法	焼成レンガブロック
	セラミック膜ろ過	焼却灰中の有害物質の除去及びりん回収技術	アスファルト混合物利用
H28～ R2年度	オゾン処理及び凝集混和処理の効率化技術	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
		吸着剤（使い切り型）によるりん回収・資源化技術	粒度調整灰を用いた防食被覆工法
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）		余剰汚泥対応型焼却炉・脱水機（分離処理システム） ・ 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

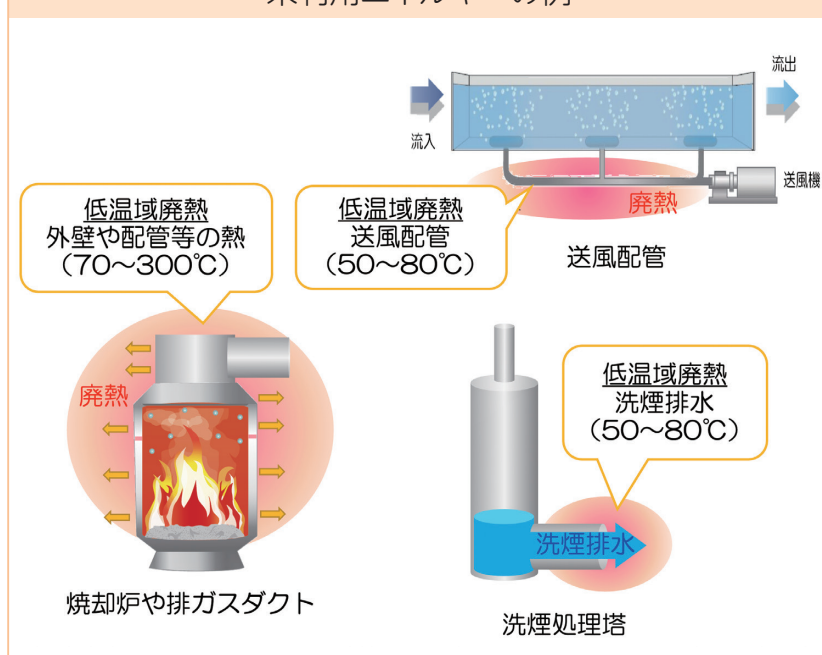
- ゼーベック効果を利用した熱電発電ユニットを、下水道施設に適用する技術開発

将来的な目標

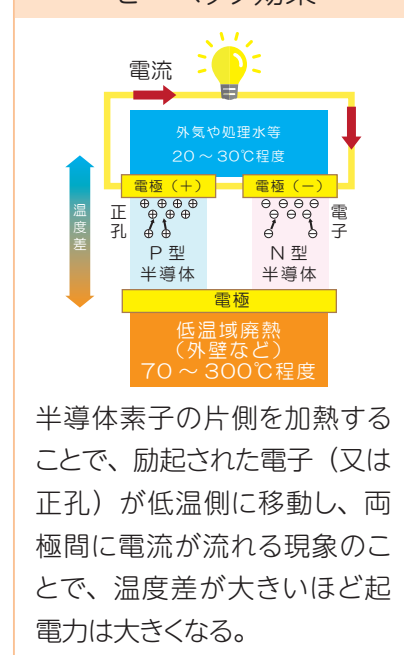
水再生センターから得られるあらゆる未利用エネルギーを電力に変換し、水処理や汚泥処理で利用

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

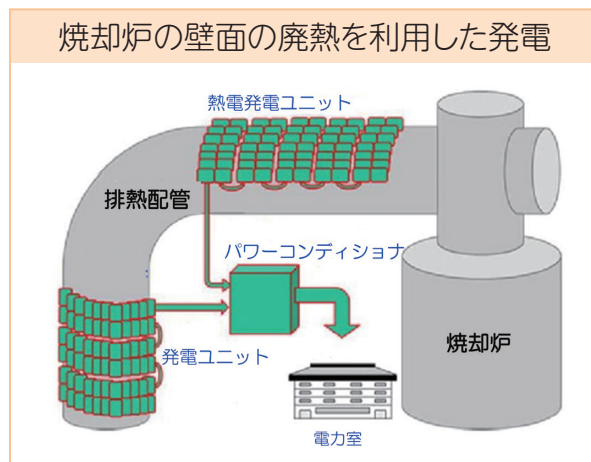
- 焼却炉

▶ 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

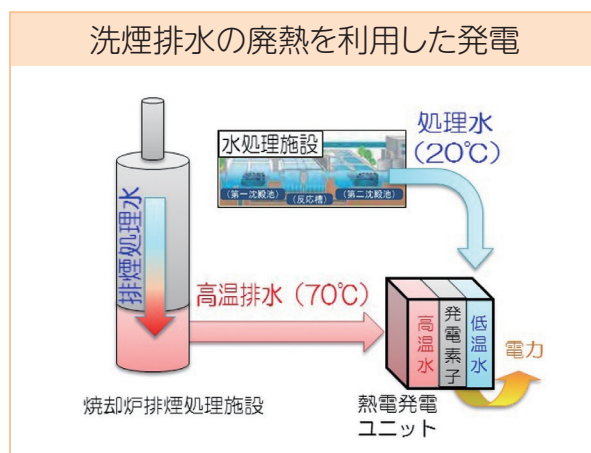
- 焼却炉

▶ 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～

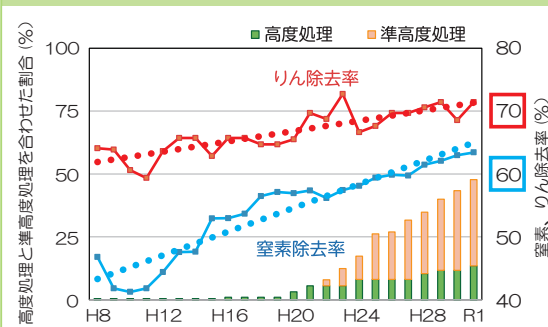
りんは窒素とともに海洋プランクトンの栄養源で、そのプランクトンを海洋生物が捕食することで海の豊かさを生み出します。しかしながら、りんが増えすぎるとプランクトンも増えすぎてしまい、海がプランクトンの赤色で染まります。これが「赤潮」です（写真）。

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。

赤潮発生の様子



下水に含まれる窒素・りんの除去率の変化



～回収したりんの資源化～

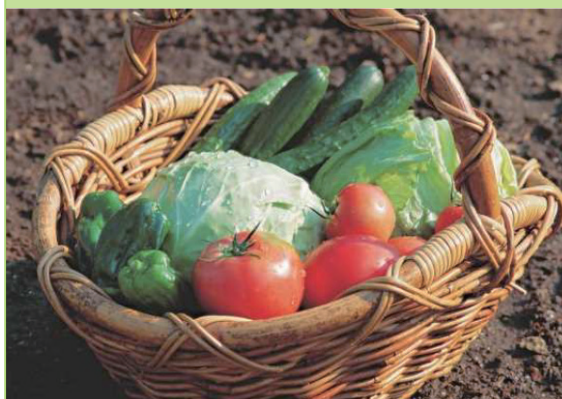
一方で、りんは全ての生物にとって必須元素で、食物生産に必要な肥料の成分として欠かせません。しかし、肥料等の原料になるりん鉱石は一部の国に偏在しているため、日本は全量を輸入に頼っています。このため安定的な原料の確保が課題です。

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はなく、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。

りんを農業用肥料などへの活用
(出典：国土交通省資料)



硫化水素が下水道に与える影響

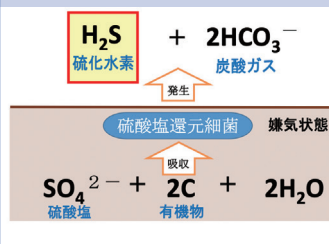
～硫化水素って何？～

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。

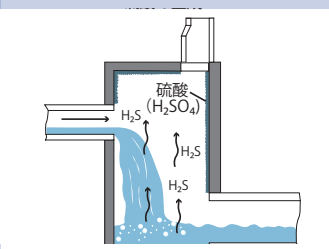
硫化水素の発生メカニズム



～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解込み、好気性の硫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。

硫酸の生成



～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。

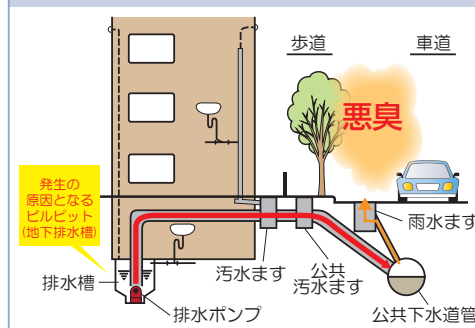
道路陥没状況



○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。

悪臭拡散のイメージ

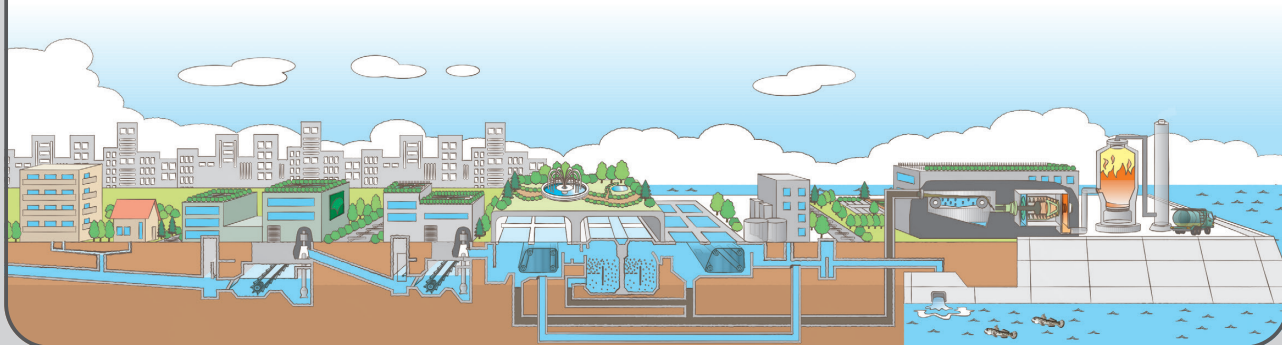


～技術開発での取組～

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。

巻末資料

- 1 産業財産権の取得状況
- 2 研究開発の実施状況



1 産業財産権の取得状況

(1) 産業財産権などの件数

職員が着想したアイデア、民間企業などとの共同研究や工事請負契約などから生まれた発明について、特許庁へ出願を行い、産業財産権を取得しています。

下水道局では、これまでに、累計で 462 件の産業財産権を取得しました。

下表は、令和2年度末現在で、存続期間の満了などで消滅したものを除き、下水道局が所有している産業財産権の分野別の件数です。

技術開発の成果が産業財産権という数字にも表れています。

産業財産権 登録件数一覧（令和 3 年 3 月末時点）（単位：件）

部門	分野	特許	実用新案	意匠	商標	計
管きよ技術	管きよ	10	1	0	0	11
	雨水対策	0	0	0	0	0
管きよ技術 計		10	1	0	0	11
維持管理	維持管理	1	0	0	0	1
	設備	10	0	0	0	10
	計測	8	1	0	2	11
	環境	5	0	0	0	5
維持管理 計		24	1	0	2	27
水処理技術	水処理技術	13	0	0	0	13
水処理技術 計		13	0	0	0	13
汚泥処理技術	汚泥処理技術	14	0	0	0	14
汚泥処理技術 計		14	0	0	0	14
有効利用	光ファイバー	0	0	0	0	0
	汚泥の資源化	0	0	0	1	1
	熱利用	0	0	0	0	0
有効利用 計		0	0	0	1	1
合計		61	2	0	3	66

加えて、上表以外で出願中のものが4件あり、登録済のものと合わせると、令和 2 年度末において下水道局が所有する産業財産権の件数は、70 件になります。

最新の情報は、下水道局ホームページで紹介しています。

<https://www.gesui.metro.tokyo.lg.jp/contractor/d7/patento/>

(2) 産業財産権などの活用

新たな技術の開発を進め、有効と判断される技術については、速やかに特許出願などの手続を進めます。

これにより、特許などの取得を通じて、開発した技術の知的財産権の保全を行うとともに、新たな技術の開発に対して意欲的な挑戦を促します。

また、下水道局が取得している特許などをホームページで情報発信するなど、当局の技術力をアピールし、他の自治体などでの使用拡大を図り、積極的な運用を目指していきます。(情報発信については 38 ～ 41 頁、活用例は 42 頁を参照)

2 研究開発の実施状況（1）

年 度	項 目	備 考	年 度	項 目	備 考
昭和 61年度	光ファイバーケーブル敷設 ロボット	東京都下水道サービス㈱、日本 ヒューム㈱との共同開発	平成 8年度	液状化脱水汚泥の焼却シス テム	オルガノ㈱、中外炉工業㈱との公 募型共同研究
	アーバンヒートシステム	落水水再生センターに導入、その後 11の水再生センターに導入	平成 9年度	汚泥集約処理における返水 処理システム	㈱荏原製作所との公募型共同研究
	SPR工法	東京都下水道サービス㈱、足立建設 工業㈱、積水化学工業㈱との共同 開発		既設矩形きよ等の更生工法 (自由断面SPR工法)	東京都下水道サービス㈱、積水化 学工業㈱、足立建設工業㈱との公 募型共同研究
昭和 62年度	高分子凝集剤調整法	ベルトプレス型脱水機の脱水効率を 高めるために導入	平成 10年度	高温好気性菌を利用したふ さの減量化技術	東京都下水道サービス㈱、栗田工 業㈱との公募型共同研究
	スワール分水槽	石神井川流域に導入	平成 11年度	ポンプ軸受の無注水化	㈱フボタ、㈱日立製作所、㈱西島 製作所との公募型共同研究
昭和 63年度	東京域レーダ雨量計システ ム	「東京アメッシュ」としてお客さまに も降雨情報を提供	平成 12年度	生物学的窒素・りん同時除 去の高効率化技術	日立プラント建設㈱、㈱フボタ、㈱ 荏原製作所、日本ガイシ㈱、㈱タ クマとの公募型共同研究
	発生土の有効利用 (改良プラント)	「土づくりの里」として中川水再生セ ンター内に設置		シールド工事から発生する 泥土の処理システム	鹿島建設㈱、大成建設㈱、戸田建 設㈱、西松建設㈱との公募型共同 研究
平成 元年度	スカム除去装置	住友重機械工業㈱との公募型共同 研究		廃熱利用による建設泥土の 再生技術	月島機械㈱、日本硝子㈱、三菱重 工業㈱との公募型共同研究
平成 2年度	下水道管きよ健全度調査機	㈱機動開発技術研究所・日揮㈱と の公募型共同研究		速効性消毒剤を用いた注入 システム	㈱荏原製作所との公募型共同研究
	置換式推進工法	㈱イセキ開発工機との公募型共同研 究		管きよ周辺空洞調査機	鹿島建設㈱、リテックエンジニアリ ング㈱との公募型共同研究
	マイクロ波における連続式 汚泥濃度計	㈱東芝との公募型共同研究		活性汚泥中含有りんの効率 的除去技術	日立プラント建設㈱、前澤工業㈱、 三菱マテリアル㈱、との公募型共同 研究
	膜分離法（逆浸透法）によ る処理水の親水利用	落水水再生センターの再生水処理に 導入		深槽生物反応タンクにおけ る超微細気泡散気装置の適 用に関する調査研究	㈱フボタ、月島機械㈱とのノウハウ ＋フィールド提供型共同研究
平成 3年度	合理的断面シールド工法	㈱土木研究センターほか 18 社との 公募型共同研究		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に導入
	焼却灰の連続圧縮成形・焼 成技術	中外炉工業㈱との公募型共同研究		コンパクトシールド工法	東京都下水道サービス㈱、㈱熊谷 組、㈱大林組、㈱佐藤工業㈱、ジ オスター㈱、㈱小松製作所との共 同開発
平成 4年度	脱水機自動制御システム	東京都下水道サービス㈱との公募型 共同研究	平成 13年度	非開削耐震化工法 (ガリガリ君)	東京都下水道サービス㈱、日本 ヒューム㈱、㈱ハネックスとの共同 開発
	取付管の非開削改修工法	東京都下水道サービス㈱、㈱イセキ 開発工業、積水化学工業㈱、東亜 グラウト工業㈱、日本SPR工法協会、 足立建設工業㈱との公募型共同研 究		効率的な汚泥濃度計	東京都下水道サービス㈱、オルガ ノ㈱、巴工業㈱、㈱明電舎、㈱オー トマチックシステムリサーチ、芝浦 システム㈱との公募型共同研究
	下水道幹線内の自動清掃シ ステム	三菱重工業㈱との公募型共同研究		硝化制御システムの省エネ ルギー効果の実証調査	三菱電機㈱とのノウハウ＋フィール ド提供型共同研究
平成 5年度	生物膜ろ過法の実証実験	荏原インフィルコ㈱との公募型共同 研究		粒度調整した汚泥焼却灰の 有効利用	東京都下水道サービス㈱、日本 ヒューム㈱、羽田ヒューム管㈱、ク ニミネ工業㈱とのノウハウ＋フィール ド提供型共同研究
	高速ろ過と担体添加活性汚 泥法による処理システム	日立プラント建設㈱との公募型共同 研究		下水汚泥焼却灰を利用した ボックスカルパートに関する 共同研究	東京都下水道サービス㈱、日本 ヒューム㈱、住建コンクリート工業 ㈱、ハネックス㈱とのノウハウ＋ フィールド提供型共同研究
	焼却灰及び廃棄物を用いた 資源化法	月島機械㈱との公募型共同研究		既存第一沈殿池を利用した 雨天時高速汚水処理システ ムの基礎実験調査	日本ガイシ㈱とのノウハウ＋フィール ド提供型共同研究
	溶融スラグの有効利用と透 水性ブロックの製造技術	日本ガイシ㈱との公募型共同研究		高度処理用砂ろ過材再生・ 再利用の調査	栗田工業㈱、㈱トーケミとのノウハ ウ＋フィールド提供型共同研究
	軟弱粘性残土の有効利用に かかわる技術	大成建設㈱、川崎重工業㈱、新日 本製鐵㈱、㈱竹中工務店、㈱竹中 土木との公募型共同研究		有機酸添加によるりん除去 性能向上についての実証調 査	日立プラント建設㈱、㈱荏原製作 所、㈱フボタ、日本ガイシ㈱、㈱タ クマとのノウハウ＋フィールド提供 型共同研究
平成 6年度	無人ポンプ所保守点検ロ ボット	富士電機㈱、㈱明電舎、三菱電機㈱、 ㈱日立製作所、㈱東芝との公募型 共同研究		合流式下水道雨天時越流 水のきよ雑物流出抑制工 法（水面制御装置）	東京都下水道サービス㈱、日本工 営㈱との共同開発
	足掛金物の自動取替え装置	東京都下水道サービス㈱、日本 ヒューム㈱、三山工業㈱との公募型 共同研究	平成 14年度	ポンプ所における越流負荷 の効率的除去技術	㈱西原環境衛生研究所、日本理水 設計㈱との公募型共同研究
平成 7年度	生物脱臭剤を用いた臭気抑 制型下水処理システム	荏原実業㈱、㈱荏原製作所との公 募型共同研究		既存流動焼却システムの高 効率化技術	日本ガイシ㈱、三菱重工業㈱、月 島機械㈱、㈱フボタとの公募型共 同研究
	第二沈殿池越流樋自動清 掃装置	東京都下水道サービス㈱、三菱重工 業㈱との公募型共同研究		生物学的窒素りん除去運転 支援ソフト	㈱安川電機、㈱日水コンとの公募 型共同研究

年度	項目	備考	年度	項目	備考
平成 14年度	有機物・有機酸自動測定装置の開発にかかる基礎実証調査	横河電機㈱とのノウハウ＋フィールド提供型共同研究	平成 18年度	非開削マンホール浮上抑制工法の開発	東京都下水道サービス㈱、日本ヒューム㈱、日本工営㈱との簡易提供型共同研究
	ポンプ設備用完全無注水化システムの実用化	㈱電業社機械製作所とのノウハウ＋フィールド提供型共同研究		省エネルギー型ハニカム濃縮機に関する共同研究	東京都下水道サービス㈱、三機工業㈱とのノウハウ＋フィールド提供型共同研究
平成 15年度	粒度調整灰を使用したセグメント	東京都下水道サービス㈱、ジオスター㈱とのノウハウ＋フィールド提供型共同研究		分水人孔用電動式円弧型スクリュー	㈱荏原製作所、新明和工業㈱とのノウハウ＋フィールド提供型共同研究
	ディーゼルエンジン排ガス除塵・脱臭用触媒フィルタ等の開発	日本ガイシ㈱、旭硝子㈱との公募型共同研究		下水汚泥ガス化変換システムの実用化検証	東京都下水道サービス㈱、日本ガイシ㈱とのノウハウ＋フィールド提供型共同研究
	運転ナビゲーション・システム技術	三菱電機㈱、㈱東芝、㈱日立製作所、富士電機㈱、㈱明電舎との公募型共同研究		硫黄固化体の後貼りボード工法	㈱大林組、新日本石油㈱、足立建設工業㈱との簡易提供型共同研究
	脱水分離液からのりん除去技術	日立プラント建設㈱、前澤工業㈱、三菱マテリアル㈱とのノウハウ＋フィールド提供型共同研究		高濃度硫化水素削減のための汚泥脱気装置の開発	東京都下水道サービス㈱、荏原環境エンジニアリング㈱とのノウハウ＋フィールド提供型共同研究
	二段造粒式沈殿濃縮装置	㈱荏原製作所とのノウハウ＋フィールド提供型共同研究		二次覆工一体型シールド工法の急曲線部セグメントの開発	新日本製鐵㈱、㈱熊谷組、前田建設工業㈱、フジミ工研㈱、ジオスター㈱、石川島建機工業㈱、㈱大林組、佐藤工業㈱、積水化学工業㈱、㈱小松製作所、JFE建機㈱との公募型共同研究
	低コストマイクロ水力発電設備の実用化研究	東京電力㈱とのノウハウ＋フィールド提供型共同研究	平成 19年度	無濃縮及び低濃度汚泥の脱水技術の開発	㈱石垣とのノウハウ＋フィールド提供型共同研究
	越流水整流板	セイコー化工機㈱とのノウハウ＋フィールド提供型共同研究		粒度調整灰を利用した建設泥土改良技術に関する共同研究	東京都下水道サービス㈱、東亜グラウト工業㈱、㈱富士機とのノウハウ＋フィールド提供型共同研究
平成 16年度	耐酸性モルタル及び耐食性FRP補強材による下水道施設における劣化コンクリート補修工法	日本ジッコウ㈱とのノウハウ＋フィールド提供型共同研究		ポンプ所放流渠滞留水の浄化に関する共同研究	横河電機㈱との簡易提供型共同研究
	砂ろ過施設の機能向上技術	㈱タクマ、㈱荏原製作所、栗田工業㈱、日本ガイシ㈱との公募型共同研究		大口径管きょ調査用カメラシステムの開発	管清工業㈱との簡易提供型共同研究
	ハイブリッド脱臭材による効果的な脱臭技術	東京都下水道サービス㈱、栗田工業㈱とのノウハウ＋フィールド提供型共同研究		粒度調整灰を利用した高流動コンクリートセグメントに関する共同研究	東京都下水道サービス㈱、日本コンクリート工業㈱、石川島建機工業㈱、大成コーレック㈱との簡易提供型共同研究
	放電式脱臭技術の高濃度臭気への適用研究	㈱タクマとのノウハウ＋フィールド提供型共同研究		再生水処理技術の開発	メタウォーター㈱との公募型共同研究
	下水道水質監視システム	東京都下水道サービス㈱、東亜ディーケーケー㈱とのノウハウ＋フィールド提供型共同研究	平成 20年度	薄膜型太陽電池による太陽光システムの開発	シャープ㈱とのノウハウ＋フィールド提供型共同研究
平成 17年度	汚泥からの有機酸回収と活用技術	住友重機械工業㈱との公募型共同研究		混合汚泥に対する二重円筒加圧脱水機の脱水性能の共同研究	月島機械㈱とのノウハウ＋フィールド提供型共同研究
	硫黄固化体の耐腐食性能調査	㈱大林組、新日本石油㈱とのノウハウ＋フィールド提供型共同研究		二段燃焼による温暖化対策技術の開発	メタウォーター㈱との簡易提供型共同研究
	汚泥集約化に向けた大型回転ドラム型汚泥濃縮機の開発	㈱タクマとのノウハウ＋フィールド提供型共同研究		汚水ますの管口補修治具に関する共同研究	東京都下水道サービス㈱、東亜グラウト工業㈱との簡易提供型共同研究
	深層曝気槽における低動力型攪拌機の開発	㈱神鋼環境ソリューションとのノウハウ＋フィールド提供型共同研究		大型多重円盤型スクリーンプレス脱水機の実用化検証	アムコン㈱とのノウハウ＋フィールド提供型共同研究
	運転ナビゲーション・システムを用いた運転操作支援の実検証	三菱電機㈱、㈱東芝、㈱日立製作所、富士電機㈱、㈱明電舎とのノウハウ＋フィールド提供型共同研究		触媒を用いたN ₂ O排出量削減技術の開発	メタウォーター㈱とのノウハウ＋フィールド提供型共同研究
	バイオガスによる反応タンク用送風機の直接駆動に関する共同研究	㈱荏原製作所、東京ガス㈱とのノウハウ＋フィールド提供型共同研究	平成 21年度	汚泥炭化施設等におけるエネルギー効率向上のための低含水率脱水技術の開発	月島機械㈱、三機工業㈱・メタウォーター㈱、巴工業㈱、㈱石垣、㈱クボタ・寿工業㈱との公募型共同研究
	雨天時下水の無薬注高速処理技術の開発	日立プラント建設㈱とのノウハウ＋フィールド提供型共同研究		小型ます用逆流防止装置の開発	東京都下水道サービス㈱、クボタシーアイ㈱との簡易提供型共同研究
平成 18年度	防菌コンクリートに粒度調整灰を加えたコンクリート製品の耐久性確認に関する共同研究	日本ヒューム㈱とのノウハウ＋フィールド提供型共同研究		下水道管路の自動洗浄装置の開発	東京都下水道サービス㈱、日本工営㈱、管清工業㈱との簡易提供型共同研究

2 研究開発の実施状況（2）

年 度	項 目	備 考	年 度	項 目	備 考
平成 21年度	水処理から発生する一酸化二窒素の連続測定計の開発	メタウォーター㈱との簡易提供型共同研究	平成 24年度	地震時の人孔側塊目地ずれ抑制シートの開発	東京都下水道サービス㈱、日本ヒューム㈱、㈱メーシック、日本工営㈱とのノウハウ＋フィールド提供型共同研究
	光水位検出器を利用した簡易型管渠内水位検出システムの開発	東京都下水道サービス㈱、(社)日本下水道光ファイバー技術協会、古河電気工業㈱との簡易提供型共同研究		雨水吐口口に設置可能なコンパクトな合流改善技術の開発	(公財)下水道新技術推進機構との共同研究
	スーパーアッシュの保水性舗装への適用技術の開発	東京都下水道サービス㈱、㈱竹中土木、㈱竹中道路とのノウハウ＋フィールド提供型共同研究	平成 25年度	アンモニア計と硝酸計を組み合わせた曝気空気量の制御技術の開発－硝化脱窒同時処理技術－	東京都下水道サービス㈱、メタウォーター㈱との簡易提供型共同研究
平成 22年度	合流式下水道における雨天時越流水の汚濁濃度計測システムの開発	東京都下水道サービス㈱、㈱明電舎とのノウハウ＋フィールド提供型共同研究		脱水機と焼却設備のユニット制御システムの開発	東京都下水道サービス㈱、メタウォーター㈱、巴工業㈱との簡易提供型共同研究
	鉄電解によるりん回収・資源化技術の開発	東京都下水道サービス㈱、月島機械㈱とのノウハウ＋フィールド提供型共同研究		水処理から発生する一酸化二窒素(N ₂ O)の排出抑制技術の開発	メタウォーター㈱とのノウハウ＋フィールド提供型共同研究
	汚泥調質における凝集制御技術の開発	東京都下水道サービス㈱、㈱石垣とのノウハウ＋フィールド提供型共同研究		下水熱利用太陽熱投入型高効率吸収ヒートポンプシステムに関する共同研究	東京下水道エネルギー㈱、東京ガス㈱とのノウハウ＋フィールド提供型共同研究
	更生管マンホール接続部耐震化工法（耐震一発くん）	東京都下水道サービス㈱、㈱メーシックとの共同開発		下水道管路自動洗浄装置（フラッシュゲート）と水面制御装置による合流改善効果に関する共同研究	東京都下水道サービス㈱、日本工営㈱、管清工業㈱とのノウハウ＋フィールド提供型共同研究
	大口径既設管耐震化工法の開発	東京都下水道サービス㈱、日本ヒューム㈱、㈱コンセック、日本工営㈱とのノウハウ＋フィールド提供型共同研究		無翼扇型送風機ホールエアストリーマ（HAST）の性能検証	東京都下水道サービス㈱との簡易提供型共同研究
	省エネ型流動焼却炉システムによる温室効果ガス削減技術の実用化検証	月島機械㈱、三機工業㈱との簡易提供型共同研究	平成 26年度	第二世代型焼却炉適合に向けた共同研究（燃焼最適化システム）	三菱重工環境・化学エンジニアリング㈱との簡易提供型共同研究
平成 23年度	焼却灰中の有害物質の除去及びりん回収技術の開発	東京都下水道サービス㈱、メタウォーター㈱とのノウハウ＋フィールド提供型共同研究		第二世代型焼却炉適合に向けた共同研究（ストーカー炉の温室効果ガス削減技術）	㈱タクマとの簡易提供型共同研究
	下水道施設における防食被覆工法の開発	東京都下水道サービス㈱、㈱メーシックとの簡易提供型共同研究		伏越し管きょ内調査及び清掃装置の開発	東京都下水道サービス㈱、足立建設工業㈱との簡易提供型共同研究
	亜硝酸性窒素連続測定計の開発	荏原実業㈱との簡易提供型共同研究		超低含水率型脱水機の開発	㈱西原環境、巴工業㈱、月島機械㈱、三機工業㈱、㈱クボタ、寿工業㈱、㈱石垣との開発技術の導入を前提とした共同研究
	高温排水返水管における非開削更生工法（耐熱SPR工法）	東京都下水道サービス㈱、足立建設工業㈱、積水化学工業㈱との簡易提供型共同研究		エネルギー自立型焼却炉の開発	㈱タクマ、三菱重工環境・化学エンジニアリング㈱、メタウォーター㈱、月島機械㈱との開発技術の導入を前提とした共同研究
	合流式下水道用内副管装置の開発	東京都下水道サービス㈱、クボタシーアイ㈱との簡易提供型共同研究		設備保全管理システム	東京都下水道サービス㈱との簡易提供型共同研究
	焼却灰等の迅速分析・品質管理技術の開発	東京都下水道サービス㈱、メタウォーター㈱との簡易提供型共同研究		既設汚水ますの非開削更生工法の開発	FRP 内面補修工法協会
	更生管マンホール接続部耐震化工法（耐震一発くん）の適用径拡大	東京都下水道サービス㈱、㈱メーシック、日本ヒューム㈱との簡易提供型共同研究	平成 27年度	エネルギー自立型焼却炉の開発	三機工業㈱との開発技術の導入を前提とした共同研究
	高引火点潤滑油の曝気用送風機への適用に関する調査	東京都下水道サービス㈱、㈱電業社機械製作所との簡易提供型共同研究		アンモニア態窒素計の開発・評価	㈱堀場製作所との簡易提供型共同研究
	アンモニア＋DO 制御システム	小菅水再生センターに導入したアンモニア＋DO 制御システムの事後評価		永久磁石を用いた高効率高圧電動機の実用化検証	㈱明電舎との開発技術の導入を前提とした共同研究
	非接触型時間計（イドミルメーター）	東京都下水道サービス㈱との簡易提供型共同研究		再生水のオゾン処理及び凝集混和処理の効率化技術	東京都下水道サービス㈱、日之出水道機器㈱、メタウォーター㈱との簡易提供型共同研究
	省電力型ジェットポンプ式揚砂装置の開発	住友重機械エンバイロメント㈱とのノウハウ＋フィールド提供型共同研究		高揚程・大口径ポンプ技術の開発	㈱西島製作所、㈱クボタ、㈱日立製作所、㈱電業社機械製作所、㈱荏原製作所との開発技術の導入を前提とした共同研究
	汚泥処理施設に適用する省エネ型遠心脱水技術の実証研究	三機工業㈱とのノウハウ＋フィールド提供型共同研究		汚泥の脱水性状に合わせた汚泥脱水機の遠心力自動制御システムの開発	巴工業㈱との簡易提供型共同研究
平成 24年度	硝化速度制御による送風量削減技術の開発	三機工業㈱とのノウハウ＋フィールド提供型共同研究		水位計等と組合わせた多機能型マンホール蓋の性能検証	東京都下水道サービス㈱、㈱明電舎、日之出水道機器㈱との簡易提供型共同研究

年 度	項 目	備 考
平成 28年度	余剰汚泥対応型脱水機の開発（分離処理システム構成設備）	巴工業㈱、三機工業㈱、月島機械㈱との開発技術の導入を前提とした共同研究
	余剰汚泥対応型焼却炉の開発（分離処理システム構成設備）	タクマ㈱、メタウォーター㈱、月島機械㈱との開発技術の導入を前提とした共同研究
	NADH 計の開発	JFE アドバンテック㈱との簡易提供型共同研究
	スカムの破壊・堆積防止対策	東京都下水道サービス（株）、イービストレード（株）との簡易提供型研究
平成 29年度	効率的な速効性消毒技術の開発	AGC エンジニアリング㈱、アクアインテック㈱、㈱フソウ、メタウォーター㈱との公募型研究
	エジェクタ式集砂装置の性能調査	アクアインテック㈱、住友重機械エンバロメント㈱、㈱フソウ、㈱丸島アクアシステム、メタウォーター㈱との簡易提供型研究
	画像センサーを用いた焼却炉閉塞抑制技術の開発	東京都下水道サービス（株）との簡易提供型共同研究
	ポリマー注入量制御システムの開発	東京都下水道サービス㈱、月島機械㈱との公募型共同研究（技術連携型）
	新たな反応槽風量制御システムに関する共同研究	㈱明電舎、岩尾磁器工業㈱、㈱電業社機械製作所とのノウハウ＋フィールド提供型共同研究
平成 30年度	下水道管渠における下水熱利用システムの実証研究	積水化学工業㈱との簡易提供型共同研究
	新高温省エネ型焼却炉の開発	三機工業㈱、㈱タクマ、月島機械㈱、メタウォーター㈱との開発技術の導入を前提とした共同研究
	リアルタイム硝化脱窒制御の開発	㈱明電舎との簡易提供型共同研究
令和 元年度	雨水ポンプの気中待機運転時間を延長する技術の開発	㈱荏原製作所、㈱フボタ、㈱電業社機械製作所、㈱西島製作所、日立インダストリアルプロダクツ㈱との開発技術の導入を前提とした共同研究
	エネルギー自立型焼却炉の開発「追加技術」	メタウォーター㈱との簡易提供型共同研究
	画像センサーを用いた焼却炉閉塞抑制技術の開発その2	東京都下水道サービス㈱との簡易提供型共同研究
	吸着剤（使い切り型）によるりん回収・資源化技術の開発	太平洋セメント㈱とのノウハウ＋フィールド提供型共同研究
令和 2年度	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	東京都下水道サービス㈱、宇部興産㈱、大成建設㈱とのノウハウ＋フィールド提供型共同研究

注1) 「年度」は研究期間の終了年度

注2) 技術管理委員会において「実用化すべき技術」として承認されたものを掲載

注3) 令和2年度末現在の実施状況を掲載

技術開発推進計画 2021

編集・発行 東京都下水道局計画調整部技術開発課
所在地 東京都新宿区西新宿二丁目8番1号
電 話 03-5320-6606
印 刷 株式会社パットンファイヴ

令和3年9月発行

令和3年度

規格表第3類

登録第14号

内容についてのお問合せは上記へお願いします。

石油系溶剤を含まないインキ
を使用しています。



リサイクル適性(A)
この印刷物は、印刷用の紙へ
リサイクルできます。

