

→ フォトリポート

→ 講演ダイジェスト

第24回下水道新技術研究発表会
第372回・373回技術サロン

→ エンジニアリングリポート

自立管製管工法（ら旋巻管）に
関する共同研究

→ 新研究テーマの紹介

下水処理場におけるエネルギー
削減に関する自治体との共同研
究（愛知水と緑の公社、京都府）

→ 中期事業計画の取り組み

下水道展'18北九州併催企画～
下水処理場におけるエネルギー
自立化を目指して～

→ ユーザーリポート

資源循環型社会の形成へ～中能登
町バイオメタン発酵施設～

→ ワールドワイド

IWA World Water Congress
& Exhibition 2018

→ ピープル

加藤 裕之 日本下水道新技術機
構下水道新技術研究所長

→ インフォメーション

技術委員会の部門別委員会を再
編しました！

10月31日発行

(公財)日本下水道新技術機構

TEL 03 (5228) 6511

FAX 03 (5228) 6512

<https://www.jiwet.or.jp>



平成30年度事業報告会 横浜市環境行政で講演

7月9日、東京・渋谷区のアイビーホール青学会館で平成30年度事業報告会を開催し、本機構各部長より、調査研究の成果や審査証明の実績など平成29年度に実施した事業について報告をしました。また今回は野村宜彦・横浜市環境創造局長が「新たな環境行政に貢献する下水道事業」をテーマに特別講演を展開しました。



最新の知見に熱い視線

第24回下水道新技術研究発表会が7月6日に東京、13日に大阪でそれぞれ開かれました。同発表会は、下水道技術者を対象に、地方公共団体や民間企業と共同研究した新技術の研究成果等の紹介と普及促進のため、年に1回開いているものです。今回は齋藤利晃・日本大学教授（東京会場）、田中宏明・京都大学大学院教授（大阪会場）をはじめ、阿部千雅・国土交通省下水道部・下水道国際・技術調整官が最新の知見を披露しました。（写真は大阪会場、本誌で内容を解説）



審査証明の新技术をプレゼン

本機構では下水道展会期中の7月25日、審査証明技術の普及促進を目的として、審査証明事業の概要説明と平成29年度に審査証明を取得した技術のプレゼンテーションを行いました。審査証明を取得した企業の方が直接、各技術を分かりやすく解説しました。



下水道展'18北九州へ出展

7月24～27日までの4日間、下水道界最大のイベントである下水道展が、北九州市・西日本総合展示場で開催されました。下水道事業100周年を迎える北九州市での開催は20年ぶり。本機構は展示ブースにて、下水道界のさまざまな課題を問診票形式にし、それぞれの設問について解決に向けた研究を分かりやすくパネルにして展示しました。



今年度第1回技術委員会を開催

本機構は8月9日、平成30年度第1回技術委員会を開きました。審議では、審議案件のうち2件について今回の技術委員会審議で終了となることとなったため、松井三郎委員長から江藤隆理事長への終了審議案件の報告がありました。また議事では、技術委員会の再編についての報告が寄せられました（インフォメーションで詳細を解説）。



ストックマネジメントで講演

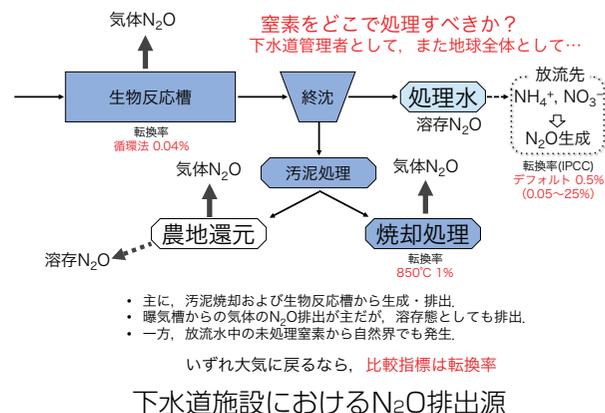
地方公共団体や民間企業、関係団体の下水道技術者を対象に、下水道技術の向上を目的として、最新の下水道技術を取り上げ課題解消に向けて知見を深めるため、8月23日に東京で、30日に大阪で新技術研究セミナーを開催しました。「ストックマネジメントの推進に向けて」をテーマに、下水道事業におけるストックマネジメントに関する国の動向や最新の技術、更には地方公共団体における取り組みの好事例についての講演が行われました。

水処理N₂O研究の動向

■下水処理場で適切に処理を

N₂Oは一酸化二窒素もしくは亜酸化窒素と呼ばれていますが、二酸化炭素の約300倍の温室効果を有しており、今世紀最大のオゾン層破壊物質と呼ばれています。下水道から排出される温室効果ガスは627万トンの(CO₂換算)ありますが、そのうち、汚泥焼却由来のN₂Oが20%、水処理(生物反応槽)由来のN₂Oが11%を占めています。

私は、水処理工程から排出されるN₂Oの抑制について研究していますが、除去性能を評価する指標として、N₂Oへの転換率を活用することが望ましいと考えています。例えば、循環法の転換率0.04%、焼却処理(850度)の転換率1%に対して、放流先の転換率はデフォルトで0.5%(0.05~25%)ですから、生物反応槽でしっかり処理したほうがN₂Oは発生しません。つまり、下水道が責任を持って水処理プロセスにおいて窒素を処理することが、N₂O対策として重要だと考えています。



■主犯はアンモニア酸化細菌

水処理プロセスにおけるN₂Oの生成経路としては、従属栄養細菌による脱窒に伴う生成、アンモニア酸化細菌による生成および亜硝酸酸化細菌による生成が考えられます。このう

ち脱窒細菌はN₂Oを生成する一方、分解もしますので、主犯になり得ますが、犯罪防止にもなり得ると考えています。

主にN₂Oを排出しているのはアンモニア酸化細菌です。これを如何に抑えるかが重要です。アンモニア酸化細菌によるN₂O生成経路は、脱窒経路とヒドロキシルアミン酸化経路の二つが知られています。近年の研究では脱窒経路の方が大きいとされており、DOが0.2mg/Lの場合は95%、3mg/Lの場合は70%が脱窒経路という研究成果もあります。

通常、脱窒細菌は酸素呼吸でエネルギーを獲得します。脱窒作用は、酸素がなくなってエネルギーを獲得できなくなった細菌が、仕方がなく脱窒してエネルギーを獲得しているわけです。一方、アンモニア酸化細菌は、酸素がある時に脱窒します。好気条件下で亜硝酸(HNO₂)を脱窒してN₂Oを生成しているのです。そのための電子をアンモニアの酸化から得ているのですが、そのアンモニアを酸化してヒドロキシルアミンを生成する反応に酸素を用いますので、酸素がなければ脱窒しません。つまり、アンモニア酸化細菌の脱窒はエネルギー獲得のためには無いと言えます。また、亜硝酸濃度がさほど高くなくても脱窒しますので、亜硝酸の持つ阻害効果の防止、つまり解毒のためにやっているのでもないと考えられます。

それでは何故、アンモニア酸化細菌は好気条件下で亜硝酸を脱窒するのでしょうか？私が注目しているのは一酸化窒素(NO)です。NOを生成するために、脱窒をしているという考

日本大学理工学部教授

齋藤 利晃氏

Toshiaki Saito



→ フォトリポート

→ 講演ダイジェスト

第24回下水道新技術研究発表会
第372回・373回技術サロン

→ エンジニアリングリポート

自立管製管工法(ら旋巻管)に
関する共同研究

→ 新研究テーマの紹介

下水処理場におけるエネルギー
削減に関する自治体との共同研
究(愛知水と緑の公社, 京都府)

→ 中期事業計画の取り組み

下水道展'18北九州併催企画~
下水処理場におけるエネルギー
自立化を目指して~

→ ユーザーリポート

資源循環型社会の形成へ~中能登
町バイオメタン発酵施設~

→ ワールドワイド

IWA World Water Congress
& Exhibition 2018

→ ピーブル

加藤 裕之 日本下水道新技術機
構下水道新技術研究所長

→ インフォメーション

技術委員会の部門別委員会を再
編しました!

10月31日発行

(公財)日本下水道新技術機構

TEL 03 (5228) 6511

FAX 03 (5228) 6512

<https://www.jiwet.or.jp>

- **フォトレポート**
- **講演ダイジェスト**
第24回下水道新技術研究発表会
第372回・373回技術サロン
- **エンジニアリングレポート**
自立管製管工法（ら旋巻管）に
関する共同研究
- **新研究テーマの紹介**
下水処理場におけるエネルギー
削減に関する自治体との共同研
究（愛知水と緑の公社、京都府）
- **中期事業計画の取り組み**
下水道展'18北九州併催企画～
下水処理場におけるエネルギー
自立化を目指して～
- **ユーザーレポート**
資源循環型社会の形成へ～中能登
町バイオメタン発酵施設～
- **ワールドワイド**
IWA World Water Congress
& Exhibition2018
- **ピープル**
加藤 裕之 日本下水道新技術機
構下水道新技術研究所長
- **インフォメーション**
技術委員会の部門別委員会を再
編しました！

10月31日発行

(公財)日本下水道新技術機構
TEL 03 (5228) 6511
FAX 03 (5228) 6512
<https://www.jiwet.or.jp>

え方です。アンモニアが酸化してヒドロキシルアミンになる際、酸素分子そのものが反応しているのではなく、実際に反応しているのは N_2O_4 ではないかとする報告があります。つまり、 N_2O_4 が還元されてNOになる反応とアンモニアが酸化してヒドロキシルアミンになる反応が共役し、その N_2O_4 を生成するためにNOと酸素が用いられているので、アンモニア酸化細菌は常にNOを必要としているという考えです。例えば、過曝気でアンモニア酸化が止まってしまった時、 CO_2 のストリップングが疑われますが、いくら CO_2 濃度を上げてもアンモニア酸化が回復し無い場合があります。そのような時、NOを吹き込むとアンモニア酸化が復活するとの報告や、NOを分解する物質を入れるとアンモニア酸化が抑制されるとの報告がそれを支持しています。

NOを生成するために脱窒をするのであれば、何故それを消費してしまう N_2O 生成を行うのでしょうか？そこで考えられるのは解毒作用です。アンモニア酸化にNOを使用するわけですが、一方でNOによる呼吸阻害も発生します。そのため、NO濃度を阻害を生じない程度に抑えるためにNOの還元も亜硝酸の脱窒と共に常に行い、 N_2O を生成するのではないかと考えられます。

■転換率モデルを構築・提案

アンモニア酸化により N_2O が生成されるメカニズムは解明されており、亜硝酸から N_2O を生成する二つの逐次反応等については、精緻なモデルが構築されています。これらのモデルにはNOによる直接的な効果は反映されていなかったため、私はアンモニア酸化量当たりの N_2O の生成能について、転換率で表すモデルを構築・提案しています。

転換率モデルによる計算値と実測値を比較して、NOによる直接的な効果の検証を行いました。曝気と攪拌のそれぞれの工程にNOを投入した結果、曝気では N_2O の生成が抑制されましたが、逆に攪拌では促進されました。

アンモニア酸化細菌はNOを使用し、呼吸をしながらアンモニアを酸化しますので、NOが多く必要になる一方、亜硝酸を還元する機能は酸素濃度が高くなると落ちてきます。このた

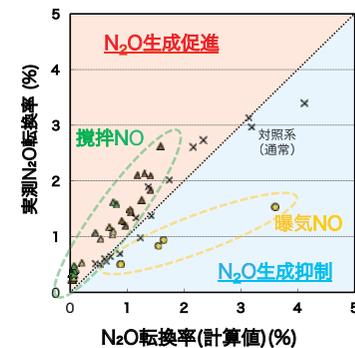
め、曝気工程では相対的にNOの生成量が少なくなり、要求量に対して供給が十分になされない状態になります。そこにNOを添加することで、亜硝酸の脱窒が抑制され、 N_2O の生成も抑制されるのではないかと考えています。

一方、攪拌工程では、酸素濃度が低くアンモニア酸化が抑制されていますので、NOの要求量は少なくなっています。亜硝酸の脱窒によりNOが生成されている状態の中にさらにNOを投入すると、NOが過剰になって酸素呼吸の阻害が発生する恐れがありますので生体防御機能としてNOの還元が促進され、 N_2O の生成が促進されるのではないかと考えられます。

■微生物間における相互作用も

このように制御指標としてNOを活用することで、 N_2O の生成抑制が可能ではないかと考えます。ただ、これまではアンモニア酸化細菌、あるいは脱窒細菌などの単独の N_2O 生成について検討してきましたが、これらが複合的に反応している可能性を考慮し、亜硝酸酸化細菌や従属栄養細菌など、微生物間におけるNOの相互作用を十分に見ていく必要があります。そうしなければ適切な制御に結びつかないでしょう。例えば、ポリリン酸蓄積細菌です。この菌は酸素があっても亜硝酸を還元して N_2O を生成しますので、微好気条件で過剰に還元してしまい、その生成を促進する可能性があります。標準法と比較して、嫌気好気法の N_2O の排出量が多くなっていますが、これにポリリン酸蓄積細菌が寄与している可能性があります。

今後の水処理 N_2O に関する研究開発に当たっては、NOなどの代謝中間体を制御手法・操作因子とした制御法の検討をはじめ、細菌叢制御を可能とする運転手法の確立、好気脱窒の再検討、複合基質存在下・複合微生物系における寄与の分画が求められると考えます。



転換率モデルを用いた効果の検証

第24回下水道新技術研究発表会

衛生学的水質目標設定の動きと下水道への波及

■ 生活環境基準項目の糞便指標の見直し

1967年の公害対策基本法のもと水質環境基準が設定され、1971年に水質汚濁防止法で排出規制が行われ、これらを両輪に水質管理行政が進められ、同時に生活環境改善を中心とした下水道整備によって、全国の河川や湖沼の水質が改善されてきました。

一方で環境省によれば河川でのBODの環境基準（95.8%）、人の健康に関わる環境基準（99.8%）などは達成しているものの、国民の41%、大都市では33%の住民しか身近な水環境に満足していないことが分かりました。そこで2011年に環境省は「今後の水環境政策の在り方」を打ち出し、水質や水量、環境基準の中の生活環境項目、制度面などあらゆる面についての議論を重ねました。その中で大きな改定の一つが大腸菌群の見直しです。

環境基準設定当時も糞便由来の指標として大腸菌が望ましいと考えられたものの、測定技術の問題から大腸菌群が生活環境項目環境基準として設定されました。大腸菌群は糞便由来以外の細菌も測定することから糞便汚染を的確に捉えることはできず、衛生指標として適切でない状況でしたが、現在では大腸菌の測定方法も確立されました。そのため環境省では新たな微生物指標として、大腸菌を採用する方向で検討を進めてきました。

昨年3月に環境省大腸菌基準検討会は、河川・湖沼AA類型（水道1級、自然環境保全）の大腸菌の環境基準値の原案をまとめました。基本的な考え方は、河川のAA類型のうち、人の影響の少ない水域で概ね満足できる大腸菌数をAA類型の数値としましたが、原案では90%値での値を基に定めることになったため、現状の大腸菌群数よりも結果的にやや緩い数値になっています。また水浴を目的としているA類型（水道2級、水浴）は、米国環境保護庁（USEPA）が2012年に見直し、定めた大腸菌の水浴基準値を参考とし、疫学情報からは、概ね100人のうち2人が水浴により病気になるレベルで定めて

います。またB類型（水道3級）は現状での大腸菌群数のAA類型とB類型の比率を、大腸菌にも当てはめたものです。水道水の原水としては、AA～B類型に対応した浄水プロセスで、浄水に大腸菌が検出されないレベルになると見込まれています。湖沼、海域は、それぞれ河川のA、Bの類型の大腸菌濃度と同じ値を使っています。

一方、下水道においても、国交省において放流水質基準の設定方法についての検討が進められています。水質汚濁防止法の大腸菌群数の放流基準は、下水道法の放流水質基準をそのまま引用しています。従って、大腸菌の環境基準に変更されると、近い将来、下水道の放流水質基準も大腸菌に変更される可能性があります。また、環境基準の達成ができない水域が出てくると、流域別下水道整備総合計画の対象となり得ることも考えられ、その達成に必要な負荷量の割り当てや下水道での放流基準の上乗せの設定、それを達成する技術開発などもその議論の俎上に上ることになります。すでに新下水道ビジョンでは、環境基準達成のための流域別下水道整備総合計画から地域の環境目標に合わせたPDCAへという議論から、病原性微生物のリスクを軽減するなどの目標が設定されています。

■ 琵琶湖南湖での大腸菌汚染

琵琶湖南湖を直接の放流先とする流域の下水処理場処理人口は80万人で、35万立方メートル/日の処理水が放流されています。かつて南湖には水浴場がありましたが、1990年

京都大学大学院 工学研究科附属
流域圏総合環境質研究センター
教授

田中 宏明氏

Hiroaki Tanaka



→ フォトリポート

→ 講演ダイジェスト

第24回下水道新技術研究発表会
第372回・373回技術サロン

→ エンジニアリングリポート

自立管製管工法（ら旋巻管）に
関する共同研究

→ 新研究テーマの紹介

下水処理場におけるエネルギー
削減に関する自治体との共同研
究（愛知水と緑の公社、京都府）

→ 中期事業計画の取り組み

下水道展'18北九州併催企画～
下水処理場におけるエネルギー
自立化を目指して～

→ ユーザーリポート

資源循環型社会の形成へ～中能登
町バイオメタン発酵施設～

→ ワールドワイド

IWA World Water Congress
& Exhibition 2018

→ ピーブル

加藤 裕之 日本下水道新技術機
構下水道新技術研究所長

→ インフォメーション

技術委員会の部門別委員会を再
編しました！

10月31日発行

(公財)日本下水道新技術機構

TEL 03 (5228) 6511

FAX 03 (5228) 6512

<https://www.jiwet.or.jp>

→ フォトリポート

→ 講演ダイジェスト

第24回下水道新技術研究発表会
第372回・373回技術サロン

→ エンジニアリングリポート

自立管製管工法（ら旋巻管）に
関する共同研究

→ 新研究テーマの紹介

下水処理場におけるエネルギー
削減に関する自治体との共同研
究（愛知水と緑の公社、京都府）

→ 中期事業計画の取り組み

下水道展'18北九州併催企画～
下水処理場におけるエネルギー
自立化を目指して～

→ ユーザーリポート

資源循環型社会の形成へ～中能登
町バイオメタン発酵施設～

→ ワールドワイド

IWA World Water Congress
& Exhibition 2018

→ ピーブル

加藤 裕之 日本下水道新技術機
構下水道新技術研究所長

→ インフォメーション

技術委員会の部門別委員会を再
編しました！

10月31日発行

(公財)日本下水道新技術機構

TEL 03 (5228) 6511

FAX 03 (5228) 6512

<https://www.jiwet.or.jp>

から閉鎖されています。その原因は大腸菌群数によるものでは
ありませんが、実際に大腸菌群は高く、これまでのAA類型
の環境基準は、ほとんど達成できていません。我々は、3年
間、南湖の水質データを調査した結果、大腸菌群と大腸菌の
相関は取れず、大腸菌群があっても大腸菌がいるかどうかは
判断できないことが分かりました。一方で、先ほど述べた環
境基準の新しい基準（案）では、南湖はAA類型を達成し、A
類型も当然達成できるので、水浴が可能となることも分か
りました。この結果はBODの汚濁量を分流式下水道並みにし、
未処理下水道の越流頻度を半減させることなどを盛り込んだ
「合流式下水道改善緊急計画」が効果を発揮したといえます。
O市のデータによると、CODやBODの放流負荷は、合流式下
水道の改善前よりも大幅に下がったことが分かり、合流式下
水道吐口からの雨天時越流の発生頻度も大きく減少したと思
われます。



琵琶湖南湖におけるCSO発生推測

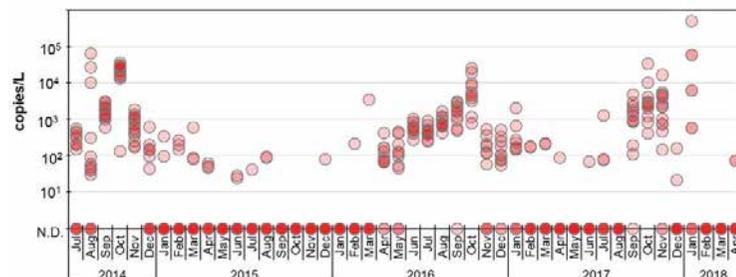
(作成: 京都大学大学院工学研究科附属流域圏総合環境質研究センター
〈禁転載〉)

我々は、琵琶湖南湖から検出される大腸菌の由来を調べる
ため、全ゲノム解析を行いました。大腸菌株の全ゲノム解析
によるマーカー遺伝子の有無の判別が可能になっており、次
世代シーケンサー（イルミナMiseq）を使用して塩基配列の
解析を行いました。下水処理水と琵琶湖南湖の大腸菌を調べ
たところ、下水処理場放流水は、当然ヒト由来が最も多かつ
たのですが、琵琶湖水はトリ由来が最も多く、次いでウシ由
来となっており、ヒト由来はかなり少ない結果です。これは
下水処理場でしっかりと大腸菌を消毒、あるいは削減してい

るからだということが示唆されたといえます。つまり、きち
んとCSOを減らし、下水処理をすれば、大腸菌は削減でき
るということです。

■ より安全な衛生学的管理

ただ、下水道にはまだまだ課題があります。細菌はウイル
スより水中に残りにくいので、細菌を測定することによって
ウイルスや原虫汚染を適切に評価できません。ヒトのウイル
スを直接定量して、汚染実態をまず把握する必要があります。
RT-qPCR法で調査した結果、ヒトウイルス、特にノロ
ウイルスは南湖から 10^1 copies/L、多い時で 10^5 copies/L
と、かなり高い濃度で検出されます。そしてウイルスが出る
際には拡散して南湖全体に広がる傾向があります。さらにこ
れまではウイルスは冬に高くなるといわれていましたが、琵琶
湖南湖では夏から秋にかけて高くなることが分かりました。
感染のリスク計算をしたところ、遊泳シーズンである夏季に、
USEPA（アメリカ合衆国環境保護庁）の水道で想定する許容
感染リスク（年間1万人に一人の感染）を超えますが、釣りに
関しては通年でおおむね許容できるレベルです。言い換える
と、南湖の水質は大腸菌レベルでは遊泳ができますが、ウ
イルスレベルではやや危険ということになります。前述した
USEPAが水浴で想定する安全レベルは、水道水の想定するリ
スクレベルよりも随分高いこともその原因です。



琵琶湖南湖から検出されるノロウイルス濃度 (GII)

(作成: 京都大学大学院工学研究科附属流域圏総合環境質研究センター
〈禁転載〉)

→ フォトリポート

→ 講演ダイジェスト

第24回下水道新技術研究発表会
第372回・373回技術サロン

→ エンジニアリングリポート

自立管製管工法（ら旋巻管）に
関する共同研究

→ 新研究テーマの紹介

下水処理場におけるエネルギー
削減に関する自治体との共同研究
（愛知水と緑の公社、京都府）

→ 中期事業計画の取り組み

下水道展'18北九州併催企画～
下水処理場におけるエネルギー
自立化を目指して～

→ ユーザーリポート

資源循環型社会の形成へ～中能登
町バイオメタン発酵施設～

→ ワールドワイド

IWA World Water Congress
& Exhibition 2018

→ ピーブル

加藤 裕之 日本下水道新技術機
構下水道新技術研究所長

→ インフォメーション

技術委員会の部門別委員会を再
編しました！

10月31日発行

(公財)日本下水道新技術機構

TEL 03 (5228) 6511

FAX 03 (5228) 6512

<https://www.jiwet.or.jp>

ノロウィルスは冬に患者数が増え、琵琶湖南湖の下水処理場では、流入下水や放流水とも、冬にノロウィルス濃度が上昇します。しかし、琵琶湖では夏季～秋季に多く検出されます。それでは琵琶湖南湖のノロウィルスはどこからどういう経路で来るのか？ひとつは雨に由来しているのではないかと考えられます。

そこで下水処理場での簡易処理放流でのウイルス負荷量を推定したところ、雨天時は負荷量が2log増加していました。合流改善事業後の簡易処理放流が琵琶湖南湖でのウイルス負荷源となっている可能性があります。このため、現状の下水処理施設の能力は変えずに、ソフト対策で水処理量を最大限

増加させ、簡易処理放流を少なくする「雨天時リスクを低減する下水処理制御技術の開発」を京都大学は民間企業と共同研究をしています。また、国土交通省の応用研究「分流式および合流式下水道における効率的な雨天時下水処理システムの実証研究」では、京都大学は、他の大学、研究機関や民間企業とともに、ハード対策として最終沈澱池補助のための大口径膜とUV消毒の組み合わせ技術なども研究しています。

いずれにしても東京オリンピック・パラリンピックの会場となるお台場海浜公園などでも水質改善の要望が高まっていますし、今後はさらに全国的に下水道の環境への役割が重要になっていくと考えています。

コラム

あの頃は…

この写真は昭和30年代も終わろうとしていた頃の、小学校に上がる前のものです。当時から腕白ぶりをいかになく発揮していたようで、母の財布から小銭を頂戴し、駄菓子屋で友人たちに奢りまくったところ、何人ものお母さんたちからお礼の電話で母の知るところとなり、物置に閉じ込められるというお仕置きを受けました…（笑）

その後、父の仕事の関係で新潟に行き、小3まで4年間新潟市にいた後に今の〇〇市に戻り、今日に至っています。

授業中は窓越しに見える外の木々や鳥をぼーっと見続ける変わった子供だったようですが、当時から昆虫が大好きで、水路や雑木林で虫を追い続けていました。

「環境」という仕事につながるきっかけはこの頃にあったような気がします。

また、新潟の住まいは海のそばで、防風林の松林の枝の上に「秘密基地」を作り、日が沈むまで遊んでいました。第二の故郷、新潟からは新潟出身の妻をもらい、新潟の銘酒を愛する自称新潟人です。

平成16年に発生した中越地震の際は、震源地の川口町（現長岡市）と堀之内町（現魚沼市）の支援に携わることができ、育てていただいた新潟に少し恩返しのできたのではないかと嬉しく思っています。

…と語るこの人は誰でしょうか。ヒントは「港」で有名な都市の局長です。

→答えはニューズレターPlus+16にて発表いたします。



第24回下水道新技術研究発表会

下水道行政の最近の話題

■ 加速戦略と法改正を受けた取組み

新下水道ビジョンでは「循環のみち下水道の持続と進化」を二つの柱に位置付け、さまざまな取組みを行ってきましたが、策定から約3年間の社会情勢の変化を踏まえ、平成29年8月に加速戦略を策定しました。加速戦略では、8つの重点項目について国が5年程度で実施すべき施策をとりまとめ、こうした柱に沿って事業を推進していく予定です。

平成27年5月には下水道法、日本下水道事業団法、水防法の一部改正を行い、都市における官民が連携した浸水対策、アセットマネジメントによる下水道機能の持続的な確保、再生可能エネルギーである下水道資源の活用、水位周知下水道制度等を推進しています。国としても技術開発等を含め、これらの取組みに対してしっかりと支援していきたいと考えています。

■ 国土交通省における技術開発支援

国土交通省では、研究段階、開発段階、パイロットプラントでの実証段階、実規模での実証段階の4段階で支援を行っ

(1) 全体イメージ

○下水道における技術開発は、研究段階から実規模施設を用いた水平展開までの段階的な支援を実施



ています。実規模での実証（下水道革新的技術実証事業（B-DASHプロジェクト））では、実証を行った技術のガイドラインを作成して他都市への水平展開を図っています。今後はこれまでに作成したガイドラインのフォローアップを行い、必要に応じてバージョンアップを図りながら、さらなる水平展開を推進する予定です。

■ 紙オムツの受入の検討など進む

最近の下水道事業に関する取組みをいくつかご紹介しま

す。まず、PPP / PFIの推進についてです。自律的な経営を図るための一つの手段として、民間の力を最大限活用していくことが考えられます。6月20日にはPFI法の一部を改正する法律が公布され、上下水道事業におけるコンセッション事業の推進に資するインセンティブ措置などが創設されました。下水道事業においては6件の事業化が目標として設定されており、今後は地方の実情を踏まえながらコンセッション方式の導入も進めていくことが重要になります。

広域化・共同化の推進も重要なテーマです。平成30年1月に関係4省連名で都道府県に対し、平成34年度までの「広域化・共同化計画」の策定、平成30年度早期の管内全市町村等が参加する検討体制の構築を要請しました。これは、平成30年度予算より社会資本整備総合交付金の交付要件となっています。

下水汚泥は、これまでは処分費の削減などに主眼が置かれ

国土交通省 水管理・国土保全局
下水道部 下水道企画課
下水道国際・技術調整官

阿部 千雅氏

Chika Abe



→ フォトリポート

→ 講演ダイジェスト

第24回下水道新技術研究発表会
第372回・373回技術サロン

→ エンジニアリングリポート

自立管製管工法（ら旋巻管）に
関する共同研究

→ 新研究テーマの紹介

下水処理場におけるエネルギー
削減に関する自治体との共同研
究（愛知水と緑の公社、京都府）

→ 中期事業計画の取組み

下水道展'18北九州併催企画～
下水処理場におけるエネルギー
自立化を目指して～

→ ユーザーリポート

資源循環型社会の形成へ～中能登
町バイオメタン発酵施設～

→ ワールドワイド

IWA World Water Congress
& Exhibition2018

→ ピープル

加藤 裕之 日本下水道新技術機
構下水道新技術研究所長

→ インフォメーション

技術委員会の部門別委員会を再
編しました！

10月31日発行

(公財)日本下水道新技術機構

TEL 03 (5228) 6511

FAX 03 (5228) 6512

<https://www.jiwet.or.jp>

→ **フォトレポート**

→ **講演ダイジェスト**

第24回下水道新技術研究発表会
第372回・373回技術サロン

→ **エンジニアリングレポート**

自立管製管工法（ら旋巻管）に
関する共同研究

→ **新研究テーマの紹介**

下水処理場におけるエネルギー
削減に関する自治体との共同研
究（愛知水と緑の公社、京都府）

→ **中期事業計画の取り組み**

下水道展'18北九州併催企画～
下水処理場におけるエネルギー
自立化を目指して～

→ **ユーザーレポート**

資源循環型社会の形成へ～中能登
町バイオメタン発酵施設～

→ **ワールドワイド**

IWA World Water Congress
& Exhibition 2018

→ **ピープル**

加藤 裕之 日本下水道新技術機
構下水道新技術研究所長

→ **インフォメーション**

技術委員会の部門別委員会を再
編しました！

10月31日発行

（公財）日本下水道新技術機構

TEL 03 (5228) 6511

FAX 03 (5228) 6512

<https://www.jiwet.or.jp>

てきましたが、近年は技術の進歩等によりバイオガス、汚泥燃料、肥料等の多様な資源として活用できる「日本産資源」と位置付けられています。国交省の生産性革命プロジェクトの一つに「下水道イノベーションー“日本産資源”創出戦略ー」が掲げられていますが、この戦略では下水道汚泥のエネルギー・農業利用率を現状の約27%から2020年までに約40%に向上させるという目標が設定されています。この目標を達成するためにも、地域のバイオマスを集積するなど下水道施設のエネルギー拠点化を図るとともに、地域の農業の生

少子高齢社会への貢献 ～紙オムツ受入れ検討～

○国土交通省では、少子高齢社会に貢献するため、紙オムツの下水道への受入を検討中。
○紙オムツに付着した汚物のみを下水道へ受け入れるAタイプは介護負担の軽減に資すると考えられ、**早急に受入条件を明示し早期の実用化を支援**。
○一方B・Cタイプは、検討すべき事項は多いものの地域経営やエネルギー・資源の地産地消にも資する可能性があり、**2022年度末までにガイドライン作成・公表**を行い、地方公共団体の中長期的な受入れ検討を支援。



産性向上に貢献することが求められています。

さらに、少子高齢社会に貢献するため、紙オムツの下水道への受入の検討を進めています。おおむね5年間で固形物分離のAタイプ、破碎・回収を行うBタイプ、破碎・受入を行うCタイプについて検討し、それぞれの受入条件を明示した上でガイドラインを作成・公表していきたいと考えています。ロードマップに基づき、使用済み紙オムツから汚物を分離して下水道に流下させ紙オムツはゴミとして回収するAタイプについてはH30年度内に受入条件提示を行う予定ですし、国交省住宅局の実施するサステナブル建築物等先導事業（次世代住宅型）平成30年度第1回公募ではパナソニック株式会社による「分離型紙オムツ処理による介護負担軽減プロジェクト」が採択され、Aタイプの機械を使った実証実験が始まったとこ

ろです。

■ **下水道界における女性活躍支援**

私は下水道分野で働く女性の会（GJリンク）を立ち上げ、約5年間にわたり事務局の代表として活動しています。下水道分野で働く女性はまだまだ少ないのが現状ですが、下水道利用者の半分は女性です。「つくる」から「使う」に重点が移っていく下水道事業が持続・発展していくためには女性の視点もますます必要になると考えています。各社の女性の方には、こうした場も活用しながらますます力を発揮していただきたいと考えています。具体的な活動としては、ワークショップや施設見学を通じた意見交換、女性目線での下水道界の魅力を発信する「GJジャーナル」の発行、「インターンシップ&キャリアセミナー」での相談コーナーなどを行っています。GJジャーナルを読んだ女子学生が先輩のリアルな状況を知り、下水道業界に就職した例もあると聞いています。こうした未来の下水道人へのメッセージの発信は、今後も続けていきたいと考えています。

29年度事業実施概要・成果

GJリンク

下水道界で働く女性間の情報交流等の場を創出し、ともにキャリアアップを！

「全国ワークショップ/ブロック別ワークショップ」

- 下水道で働く女性たちがつながり、自らのスキルアップを図る

実績・成果

- ワークショップを通じて新しいアイデアや発見があった
- 次回も参加したい等の意見が多く寄せられた



「GJジャーナル」の発行

- 女性目線による下水道の魅力の発信
- 平成29年度は計6回発行



実績・成果

- 「GJ Journal」を読んだ女子学生が下水道業界への就職を希望

「インターンシップ&キャリアセミナー」での相談コーナーの実施

- 「女性が水業界で働くこと」のリアルを、学生さんたちに紹介し、大好評

第372回技術サロン

東京都における技術開発の取組～未来（あす）の暮らしと環境を育む下水道技術の導入に向けて～

東京都下水道局
計画調整部 技術開発課長

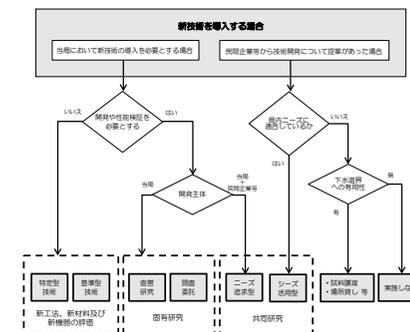
青山 繁氏
Shigeru Aoyama



手引（平成24年2月）を今年の3月に改定し、職員向けではありますが部分的に内容を当局HPで公表しています。

技術開発手法は大きく分けて下水道局が成果を所有する「固有研究」と、その成果を共同研究者と共有する「共同研究」があります。「共同研究」では、当局が新技術の導入を必要としホームページで公募する「公募型共同研究」などの「ニーズ追求型」、民間企業等からの技術開発の提案により、当局がノウハウやフィールドを提供し共同研究を行う「ノウハウ+フィールド提供型共同研究」などの「シーズ活用型」があります。これら研究は、技術管理委員会や部または所単位による技術検討委員会、新技術委員会などで審議を行う流れとなっています。

冒頭、全職員を対象に意見交換を行ったと申しましたが、技術開発には実際の現場の視点、現場の声を反映させることが重要で、その時は実現できなくても数年後には対応できるような技術が生まれてくると考えています。皆さんもぜひこの手引きを参考にするとともに、アイデアをお寄せ下さい。



■ 技術開発の方針

東京都下水道局では、平成28年2月に「経営計画2016」、同年12月に「技術開発推進計画2016」を策定し、下水道サービスの維持・向上を図るため、技術開発に関する方針を明確にしてきました。それを受けて今年3月に「技術開発の手引」を改定しました。

技術開発を効率的に進めるうえで、技術経営（MOT）手法の活用をはじめ、オープンイノベーションの推進、共同研究の活性化や下水道界の技術力の向上に向けた取り組みを進めています。このうち、MOT手法の活用としては、どのような技術が必要か局内の全職員を対象に意見照会を実施しました。重要度、緊急性などの優先度を評価し、53の開発テーマを設定しています。また、オープンイノベーションの推進では、下水道テクノカンファレンスを開催し民間企業などと意見交換を行い、有用な技術開発に努めています。

技術開発にあたっては、開発のテーマ設定（Plan）、固有研究・共同研究等（Do）、技術評価（Check）情報発信と改善（Action）のサイクルを回して進めており、これまでに再構築技術として自由断面SPR工法（平成9年度）、合流改善技術の水面制御装置（平成13年度）、浸水対策の高揚程・大口径ポンプ（平成27年度）などが成果事例としてあります。なお、これまではじっくりと正確さを求めた「ウォーターフォール型」で進めてきましたが、今後技術開発のテーマによっては、まず試し、PDCAサイクルの中で精度を上げていくスピード感のある「アジャイル型」の導入も検討していきます。

■ 技術開発の手引きの概要

「技術開発推進計画2016」は、「経営計画2016」の目標達成や現場の技術的課題の解決に寄与するとともに、将来の課題を技術開発により効率的に解決していくことを背景に平成28年12月に策定されました。一方、「技術開発の手引」は、実際に技術を現場に導入していく際の手引き書です。前回の

- **フォトレポート**
- **講演ダイジェスト**
第24回下水道新技術研究発表会
第372回・373回技術サロン
- **エンジニアリングレポート**
自立管製管工法（ら旋巻管）に関する共同研究
- **新研究テーマの紹介**
下水処理場におけるエネルギー削減に関する自治体との共同研究（愛知水と緑の公社、京都府）
- **中期事業計画の取り組み**
下水道展'18北九州併催企画～下水処理場におけるエネルギー自立化を目指して～
- **ユーザーレポート**
資源循環型社会の形成へ～中能登町バイオメタン発酵施設～
- **ワールドワイド**
IWA World Water Congress & Exhibition2018
- **ピープル**
加藤 裕之 日本下水道新技術機構下水道新技術研究所長
- **インフォメーション**
技術委員会の部門別委員会を再編しました！

自立管製管工法（ら旋巻管）に関する共同研究

1. はじめに

全国的に更生工事が増加する中で、多様な施工環境に応じた更生工法が求められていますが、各種制約により施工が困難である事例もあります。

今回研究対象とした「自立管 製管工法（ら旋巻管）」（図1、図2）は水が流れていても施工が可能な自立管の更生工法であり、製管途中に任意に停止や撤収が可能であるとともに、大口径管きよにも対応しており実績が伸びています。また、地方公共団体等へのアンケート調査でも高い関心が示された工法です。一方、本工法は「自立管」の「製管工法」という新たな分類に属しますが、この分類の要求性能や設計の考え方に公的な基準がありませんでした。

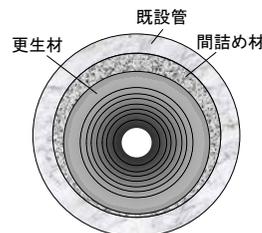


図1 更生断面図



図2 自立管 製管工法（ら旋巻管）の例

そこで今回、「自立管」の「製管工法」で「ら旋巻管」である本工法に求められる要求性能の明確化、設計の考え方の確立、施工における留意点の明確化に関して検討を行い、技術資料として取りまとめました。ここでは、これらの共同研究成果について報告します。

2. 研究内容

本共同研究では、主に以下に示す3項目についての検討を実施しました。

- (1) 要求性能の明確化
- (2) 設計の考え方の確立
- (3) 施工における留意点の明確化

3. 研究成果

研究第二部 研究員 西坂 浩章

(1) 要求性能の明確化

本工法はスチール部材を強度部材とした工法であり、「管きよ更生工法における設計・施工管理ガイドライン-2017年版-」（公益社団法人 日本下水道協会、以下「ガイドライン」という）の自立管と材料特性や構造特性が異なります。

このため、表1の特性を鑑み、表2のとおり整理しました。

表1 「ガイドライン」の自立管と本工法の材料特性および構造特性の違い

工法分類	「ガイドライン」自立管 反転工法・形成工法	自立管 製管工法(ら旋巻管)
主要な強度部材	繊維強化プラスチック・硬質塩化ビニル樹脂・高密度ポリエチレン樹脂	スチール部材
材料特性	主要な強度部材が樹脂であるため、クリープ特性を有する	主要な強度部材がスチール部材であるため、疲労特性を有する
構造特性	一体構造(マンホール間で1スパンが一体的な構造)	かん合構造(差し込み継手と同様の柔軟な構造)

表2 本工法の要求性能

項目	項目	要求性能	
(1) 耐荷性能	管体の強度	更生管きよの扁平強さ	許容たわみ率時の扁平強さが申告値以上
	材料強度	スチール部材の耐力	短期 申告値以上 スチール部材の引張弾性係数
(2) 耐久性性能	耐薬品性		質量変化度±0.2mg/cm ² 以下
	耐摩耗性		硬質塩化ビニル管(新管)と同程度
	水密性		内外水圧0.1MPaで漏水がないこと(3分間保持)
	耐劣化性	繰り返し疲労特性	申告値以上
(3) 耐震性能	接合部引張強さ		申告値以上
	材料強度	スチール部材の耐力	短期 申告値以上 スチール部材の引張弾性係数
(4) 水理性能	水密性		継手部の屈曲角と抜け出し量が許容値以内 接合部が外れず、かつ、水密性を保っている
	粗度係数		原則として0.010以下
(5) 環境安全性能	粉じん(塵)対策		関連法および条例を遵守できること
	臭気対策		
	騒音・振動対策		
(6) その他	その他(温水対策等)		自治体の条例等を遵守できること
	適用許容範囲(段差、ずれ、曲がり、継手すき間)		現場条件に適用可能であること(既設管きよの内面状況)
	施工可能 延長		現場条件に適用可能であること(施工延長)
	適用管種・管断面		現場条件に適用可能であること(適用管種・管断面)
	問詰め材		体積収縮が小さく、流動性を有し、水よりも大きな比重をもつこと

(2) 設計の考え方の確立

1) 構造計算における補正係数の導入

本工法は「ガイドライン」の自立管と異なり、ら旋巻管であり、部材断面は均一でなく異形断面となっています。よって、扁平時にその構造特性により以下の現象が生じることが推測されます。

・ら旋の角度が変わることによる曲げ剛性EIの変化

- フォトリポート
- 講演ダイジェスト
第24回下水道新技術研究発表会
第372回・373回技術サロン
- エンジニアリングレポート
自立管製管工法（ら旋巻管）に関する共同研究
- 新研究テーマの紹介
下水処理場におけるエネルギー削減に関する自治体との共同研究（愛知水と緑の公社、京都府）
- 中期事業計画の取り組み
下水道展'18北九州併催企画～下水処理場におけるエネルギー自立化を目指して～
- ユーザーレポート
資源循環型社会の形成へ～中能登町バイオメタン発酵施設～
- ワールドワイド
IWA World Water Congress & Exhibition2018
- ピープル
加藤 裕之 日本下水道新技術機構 下水道新技術研究所長
- インフォメーション
技術委員会の部門別委員会を再編しました！

10月31日発行

(公財)日本下水道新技術機構
TEL 03 (5228) 6511
FAX 03 (5228) 6512
<https://www.jiwet.or.jp>

→ フォトリポート

→ 講演ダイジェスト

第24回下水道新技術研究発表会
第372回・373回技術サロン

→ エンジニアリングリポート

自立管製管工法（ら旋巻管）に
関する共同研究

→ 新研究テーマの紹介

下水処理場におけるエネルギー
削減に関する自治体との共同研
究（愛知水と緑の公社、京都府）

→ 中期事業計画の取り組み

下水道展'18北九州併催企画～
下水処理場におけるエネルギー
自立化を目指して～

→ ユーザーリポート

資源循環型社会の形成へ～中能登
町バイオメタン発酵施設～

→ ワールドワイド

IWA World Water Congress
& Exhibition2018

→ ピーブル

加藤 裕之 日本下水道新技術機
構下水道新技術研究所長

→ インフォメーション

技術委員会の部門別委員会を再
編しました！

10月31日発行

(公財)日本下水道新技術機構
TEL 03 (5228) 6511
FAX 03 (5228) 6512
<https://www.jiwet.or.jp>

・スチール断面の微小変形等による断面係数zの変化
これらの構造特性による現象を「ガイドライン」の自立管で
用いられている構造計算へ反映させるため、補正係数を導入
することとし、その算出方法についてまとめました。



図3 曲げ剛性補正係数(α)の算出方法

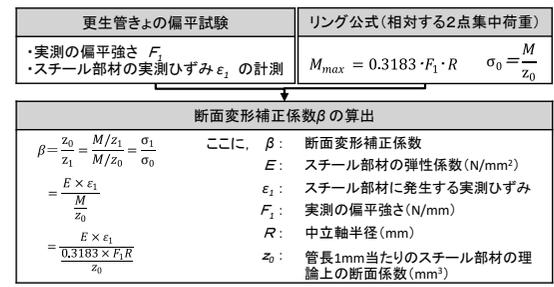


図4 断面変形補正係数(β)の算出方法

2) 耐震設計の整理

「ガイドライン」における自立管の耐震設計は、既設管径
800mm未満の小口径管を対象に、管軸方向の材料の応力度
検討を行うことになっています。これは、更生後に人孔間で
継手のない一体構造となるためです。

一方、本工法は、製管工法によるかん合構造の連続体によ
り自立管を形成し、大口径管も適用範囲に含まれるため、「ガ
イドライン」と同様の耐震設計を行うことはできません。

本研究では、上記のような「ガイドライン」の自立管との
違いをふまえ、同じかん合構造を有する複合管と同様に「下
水道施設の耐震対策指針と解説-2014年版-」（公益社団法人
日本下水道協会）における差し込み継手管きよ（鉄筋コン
クリート管等）の考え方に従って設計を行いました。ま

た、中大口径管については、同じ可とう性の自立管であり、
中大口径も適用範囲である下水道用強化プラスチック複合管
(JSWAS K-2)に準じて耐震計算を行うこととしました。

(3) 施工における留意点の明確化

本工法の施工管理上の留意点として、複合管 製管工法と比
較して、さらに留意が必要と考えられる項目についてとりま
とめました。

表3 耐震設計における照査内容（主な箇所のみ抜粋）

検討項目	構造形式	「ガイドライン」自立管		自立管 製管工法(ら旋巻管)				備考	
		L1	L2	φ(mm)<800	800≦φ(mm)<1000	1000≦φ(mm)	L2		
重要な 接続部	マンホールと 管きよの接続部 (地震動による)	屈曲角	△	△	△※1	△	△	△	※1
		抜出し量	△	△	△※2	△	△	△	
重要な 継手部	管きよと管きよ の継手部 (地震動による)	屈曲角			△※2	△	△	△	※4
		抜出し量			△※2	△	△	△	
継手部	鉛直断面の強度	耐荷力			○※2	○	○	○	※5
		応力度/耐力			○	○	○	○	
継手部	管軸方向の強度	応力度	○	○	-	-	-	-	※6
		耐力			-	-	-	-	

〔凡例〕
○ 強度計算により安全性を確保
△ 条件に応じて別途検証
△ フレキシブルな構造等により安全性を確保
※1 接続部をフレキシブルな構造等とする。弾性シール材の活用等による対応も可能。
一定の適用条件を満足する場合は、φ(mm)<800のとは省略できる。
※2 表面部材のかん合が外れず、設計上必要な水密性が確保できる場合は省略できる。
※3 管軸方向の構造特性は複合管と同様であり、管軸方向の応力照査は省略できる。
かん合部が外れないこと、水密性が保たれることの確認を行う。
※4 方法はガイドラインP3-56(3.4.15)抜出し試験及び曲げ試験に基づき、
大口径(1000≦φ)については過去の被害事例から検討を省略できる。
※5 中大口径(800≦φ)については、本工法と同じく大口径たわみ管である
強化プラスチック複合管(JSWAS K-2)の照査方法に準ずる。
※6 管軸方向の構造特性は複合管と同様であり、管軸方向の応力照査は省略できる。
かん合部が外れないこと、水密性が保たれることの確認を行う。

4. 技術資料

以上の研究成果を取りまとめ、「自立管 製管工法（ら旋巻
管）に関する技術資料」（平成30年8月）を発刊しました。な
お資料編には、現時点で自立管 製管工法（ら旋巻管）として
実績のあるSPR-SE工法について掲載しています。

表4 施工上の留意点

① スチール部材の管理及び取り扱い
・ 保管時におけるスチール部材の管理
・ 受入検査時におけるスチール部材の確認
・ 製管時におけるスチール部材の事前処理
・ しゅん工時におけるスチール部材の品質試験
② 間詰め材注入時の管理
・ 間詰め材の性状の確認、注入圧力の管理、注入量の管理
・ 更生管きよの仕上がり内径の確認
③ 既設管きよの崩落に対する作業時の安全性の確保
・ 崩落危険箇所に対する安全管理

表5 技術資料の目次構成

第1章 総則	第3章 設計	資料編
第1節 目的	第4節 常時の構造計算	4. 実証実験
第2節 適用範囲と用語の定義	第5節 耐震設計	5. 構造計算例
第3節 技術資料の構成	第6節 落下能力	(常時・地震時)
第2章 工法の手引き	第7節 施工管理	6. SPR-SE工法の要求性能と 性能照査結果
第1節 工法の概要	第1節 施工計画	7. 特記仕様書(案)
第2節 要求性能	第2節 施工管理	8. 施工事例
第3章 設計	資料編	9. その他
第1節 設計手順	1. はじめに	10. 問い合わせ先
第2節 使用材料と適用条件	2. アンケート調査結果	
第3節 設計条件	3. SPR-SE工法の概要	

下水道処理場におけるエネルギー削減に関する自治体との共同研究（愛知水と緑の公社，京都府）

資源循環研究部 総括主任研究員 町田 直美

- **フォトレポート**
- **講演ダイジェスト**
第24回下水道新技術研究発表会
第372回・373回技術サロン
- **エンジニアリングレポート**
自立管製管工法（ら旋巻管）に関する共同研究
- **新研究テーマの紹介**
下水道処理場におけるエネルギー削減に関する自治体との共同研究（愛知水と緑の公社，京都府）
- **中期事業計画の取り組み**
下水道展'18北九州併催企画～下水道処理場におけるエネルギー自立化を目指して～
- **ユーザーレポート**
資源循環型社会の形成へ～中能登町バイオメタン発酵施設～
- **ワールドワイド**
IWA World Water Congress & Exhibition2018
- **ピープル**
加藤 裕之 日本下水道新技術機構 構下水道新技術研究所長
- **インフォメーション**
技術委員会の部門別委員会を再編しました！

10月31日発行

(公財)日本下水道新技術機構
TEL 03 (5228) 6511
FAX 03 (5228) 6512
<https://www.jiwet.or.jp>

1 研究の背景

下水道は、下水や汚泥の処理に伴い大量の温室効果ガスを排出する一方、大きなエネルギーポテンシャルを有しており、省エネ・創エネ両方の取り組みによる下水道処理場のエネルギー自立化が求められています。

(公財)日本新技術下水道機構では、これまで省エネ技術や創エネ技術について多くの技術資料を取りまとめてきました。3年前からは、自治体等との共同研究として、これらの資料を基に主要機器の消費電力を分析し、運転管理手法の改善による省エネ効果を明らかにしてまいりました。これらを踏まえ、平成30年度は、愛知水と緑の公社および京都府とともに共同研究を実施することとなりました。

2 研究の目的

下水道処理場における消費エネルギーの削減対策の検討および効果の検証を目的とします。なお、対象とする下水道処理場は、あらかじめ処理規模から求めた消費電力量標準値と実績値と比較し、省エネ対策の実施により消費電力の削減が大きく期待される施設を抽出しました。

3 研究の内容

主な研究内容を以下に示します。

- (1) エネルギー使用状況の実態調査
- (2) 消費電力量削減に向けた対応策の検討
- (3) 実証試験による消費電力量削減効果の検証

これまでにエネルギー使用状況の実態調査として、主ポンプと送風機の消費電力量の分析を行いました。

例として、主ポンプの送水量と送水量当たりの消費電力量の分布を図1に示します。主ポンプ定格送水量と比較して実際の送水量が小さい程、送水量当たりの電力量が大きな、非効率的な運転になっていることがわかります。また、その非効

率となる度合いは、小型機の方が大きい（グラフの傾きが大きい）ことがわかります。

このことから、主ポンプが複数ある場合には、大型ポンプの定格に近い運転を長く継続することがより効率的であることも示唆されます。

また、送風機についても主ポンプと同様のことが言えます。

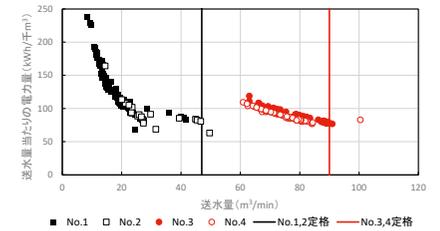


図1 主ポンプの送水量と送水量当たりの消費電力量

4 研究の機関と体制

研究期間：平成30年6月～平成31年3月

研究体制（愛知県）：(公財)愛知水と緑の公社

(公財)日本下水道新技術機構

研究体制（京都府）：京都府

(公財)日本下水道新技術機構

5 まとめ

今後は、エネルギー使用状況の実態調査結果を踏まえて、消費電力量削減に向けた運転手法を提案し、省エネ効果の検証を行います。

また、より効率的な運転方案の提案のために、各機器の運転データの記録、保管および活用といった一連の分析手法の改善についても言及します。これにより、共同研究によって得られた知見を基に、施設管理者自らがPDCAサイクルを活用し、継続的な省エネに取り組んでいただくことが可能となります。そして、さらにはエネルギー自立化に向けた創エネの取り組みに関する検討、実施につなげていただくことも可能です。

下水道展'18 北九州 併催企画 「下水処理場におけるエネルギー自立化を目指して」

膨大な電力を消費している処理場における省・創エネ技術の導入や未利用資源・エネルギーの活用等によるエネルギー自立化を目指す取り組みについて、地方公共団体、民間事業者の皆様の参考となるさまざまな知見を発信することを目的とし、下水道展'18 北九州の併催企画として、「下水処理場におけるエネルギー自立化を目指して」と題したセミナーを実施しました。当日は50名を超える参加者にお集まりいただき、講演に対する多数の質問を頂戴しました。

1. 特別講演 下水道革新的技術実証事業 (B-DASH) における省エネ・創エネ技術について



国土交通省 国土技術政策総合研究所
下水道研究部 下水処理研究室長
田嶋 淳 氏

田嶋氏には、「下水道における温室効果ガス排出・エネルギー消費」の現状と、「B-DASHプロジェクト」の果たす役割、全体像と実規模実証の省エネ・創エネ技術（水処理関連、汚泥処理関連）を紹介、最後にこの技術を国内外への普及展開を加速させるための施策についてお話いただきました。

2. 事例報告 長野県の取り組みについて



長野県環境部生活排水課
流域下水道係 主任
河野 博和 氏

河野氏には昨年度長野県にて取り組まれた、県下の全流域下水処理場を対象とした地域に貢献しつつエネルギーの地消地産、エネルギーの最適化（スマート化）の将来戦略およびZES(Zero Energy Sewerage: ネット・ゼロ・エネルギー・

下水道化に向けた流域下水道“ZERO”エネルギープラン（ロードマップ）の策定に関し、報告いただきました。

3. 調査報告 エネルギー自立化に向けた取り組みについて



(公財)日本下水道新技術機構
資源循環研究部長
石田 貴

石田部長は、エネルギー自立化に向けた共同研究で得られた知見に関し、短期的対応策である運転管理手法の改善、長期的対応策である省エネ・創エネ技術の導入に関し、当機構資源循環研究部が自治体の方々との共同研究で得た知見について具体的に事例を交えて報告しました。



- **フォトレポート**
- **講演ダイジェスト**
第24回下水道新技術研究発表会
第372回・373回技術サロン
- **エンジニアリングレポート**
自立管製管工法（ら旋巻管）に
関する共同研究
- **新研究テーマの紹介**
下水処理場におけるエネルギー
削減に関する自治体との共同研
究（愛知水と緑の公社、京都府）
- **中期事業計画の取り組み**
下水道展'18北九州併催企画～
下水処理場におけるエネルギー
自立化を目指して～
- **ユーザーレポート**
資源循環型社会の形成へ～中能登
町バイオメタン発酵施設～
- **ワールドワイド**
IWA World Water Congress
& Exhibition 2018
- **ピープル**
加藤 裕之 日本下水道新技術機
構下水道新技術研究所長
- **インフォメーション**
技術委員会の部門別委員会を再
編しました！

10月31日発行

(公財)日本下水道新技術機構
TEL 03 (5228) 6511
FAX 03 (5228) 6512
<https://www.jiwet.or.jp>

資源循環型社会の形成へ ～中能登町バイオマスメタン発酵施設～

フォトレポート

講演ダイジェスト

第24回下水道新技術研究発表会
第372回・373回技術サロン

エンジニアリングレポート

自立管製管工法（ら旋巻管）に
関する共同研究

新研究テーマの紹介

下水処理場におけるエネルギー
削減に関する自治体との共同研
究（愛知水と緑の公社、京都府）

中期事業計画の取り組み

下水道展'18北九州併催企画～
下水処理場におけるエネルギー
自立化を目指して～

ユーザーレポート

資源循環型社会の形成へ～中能登
町バイオマスメタン発酵施設～

ワールドワイド

IWA World Water Congress
& Exhibition 2018

ピープル

加藤 裕之 日本下水道新技術機
構下水道新技術研究所長

インフォメーション

技術委員会の部門別委員会を再
編しました！

10月31日発行

(公財)日本下水道新技術機構

TEL 03 (5228) 6511

FAX 03 (5228) 6512

<https://www.jiwet.or.jp>

石川県北部、能登半島のほぼ中央に位置する中能登町は、平成17年に3町が合併してできた人口約18,000人の自然豊かなまちです。同町では下水汚泥やし尿、小中学校の給食の残飯などの生ごみを集約・混合処理する「高濃度混合バイオマスメタン発酵施設」の導入を平成25年度に決定。平成29年度から稼働を開始しています。同施設は石川県の「メタン活用いしかわモデル」の実機1号機で、処理過程で発生するメタンガスを発電しエネルギーとして有効利用し、発酵後の汚泥は発電工程の余熱などを利用し乾燥させ、肥料として町民に広く利用してもらうなど、資源循環型の施設となっています。施設建設の経緯や現状、今後の展開について中能登町上下水道課にお聞きしました。

施設導入の経緯

中能登町では、し尿処理を含む一般廃棄物処理を一部事務組合である七尾鹿島広域圏事務組合(昭和45年設立)にて共同で処理してきましたが、平成24年度末に同組合は解散。廃棄物処理施設の管理は隣接する七尾市と共同で行うことになりましたが、し尿・浄化槽汚泥を広域で処理する七尾クリーンセンターの老朽化に伴い、その処理が課題となっていました。一方、下水汚泥は石川県と富山県に運搬して中間処分していたため、その運搬処分に多額の費用が発生しておりました。そこで、町内から発生する廃棄物の集約処理、施設の小型化、汚泥の有効活用という課題の解決が可能となる「メタン活用いしかわモデル」の導入を決めました。

町内で発生する各種バイオマスの共同処理のため、MICS事業、新世代下水道支援事業および社会資本整備総合交付金効果促進事業で事業を実施。事業費は14・8億円となっています。25年度からは廃棄物を取り込んだ実証実験に着手、27年度から工事を開始し、29年10月19日より施設の本格稼働

を開始しました。

「メタン活用いしかわモデル」は、複数の下水処理場から発生する汚泥を脱水汚泥で集約することで運搬コストの縮減を図るとともに、し尿やその他の地域バイオマスを一カ所の処理場に集約し、高濃度汚泥の均一攪拌技術と汚泥改質技術によりメタン発酵槽の小型化やガス発生量の増大を図ることができる、小規模下水処理場に適した効率的で低コストのメタン発酵システムです。

本機構でも平成22年度から石川県をはじめ、金沢大学、土木研究所および県内企業等と連携し、小規模下水処理場（処理能力10,000m³/日以下）を対象にメタンガスの利活用についての検討を重ね、26年には同モデル導入の手引も策定しています。

施設の仕組みと特長

施設を設置した鹿島中部クリーンセンターの水処理能力は日最大2700立方メートル/日。処理方式にはOD法を採用しています。

受け入れ・前処理棟で下水汚泥（計画受入・処理量日平均3・98ト）をはじめ、農集排汚泥・し尿・浄化槽汚泥(同4.43ト)、生ゴミ、食品廃棄物や、食品残渣など合計で日平均 8.7t（計画受入・処理量）のバイオマスを混合。不純物を取り除いたあと、メタン発酵槽に投入。37℃の中温発酵で25日間滞留させ、メタンガスを発生させます。発生したメタンガスはガス発電に利用。発生した電力は再生可能エネルギーとしてFIT（固定価格買取制度）を利用して売電しています。また、発電



ガスタンク

フォトレポート

講演ダイジェスト

第24回下水道新技術研究発表会
第372回・373回技術サロン

エンジニアリングレポート

自立管製管工法（ら旋巻管）に
関する共同研究

新研究テーマの紹介

下水処理場におけるエネルギー
削減に関する自治体との共同研
究（愛知水と緑の公社、京都府）

中期事業計画の取り組み

下水道展'18北九州併催企画～
下水処理場におけるエネルギー
自立化を目指して～

ユーザーレポート

資源循環型社会の形成へ～中能
登町バイオマスメタン発酵施設～

ワールドワイド

IWA World Water Congress
& Exhibition 2018

ピープル

加藤 裕之 日本下水道新技術機
構下水道新技術研究所長

インフォメーション

技術委員会の部門別委員会を再
編しました！

10月31日発行

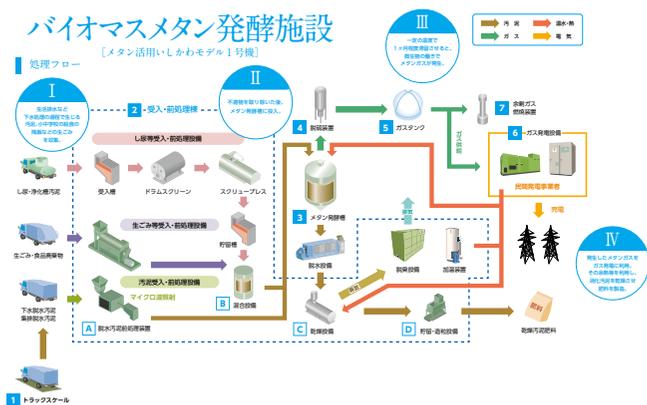
(公財)日本下水道新技術機構

TEL 03 (5228) 6511

FAX 03 (5228) 6512

<https://www.jiwet.or.jp>

設備の余熱などの熱源を利用してメタン発酵後の消化汚泥を乾燥させて肥料「なかのとバイオの恵」を製造、町内の希望者に無料で配布しています。



施設の特長と工夫

従来のメタン発酵槽は規模が大きいため、建設費が高く採用しづらいとの課題がありました。投入汚泥を高濃度化することにより発酵槽を小型化し、建設費を低減させました。投入汚泥を高濃度化すると粘度が高く（投入汚泥濃度約10%）なるため、発酵槽内で十分な攪拌ができず、発酵が進まない恐れがあるという課題がありました。地元企業と共同で攪拌翼の形状等を工夫することで、高濃度条件下でも攪拌を行うことが可能となりました。また、OD法における下水脱水汚泥は有機物の分解率が低いとの課題があったため、メタン発酵の前処理としてマイクロ波を照射して汚泥改質を行う設備



マイクロ波を照射する汚泥前処理装置

を設置し、ガス発生量の増大と発酵処理残渣の減少を実現しました。施設建設前に行った発酵槽容量1m³規模の実証実験では、無処理の場合と比べて1.2～1.7倍の発生量が認められ、この改質技術によりOD法脱水汚

泥の発酵効率の向上が確認されています。こちらも県内の企業との共同開発および実験を重ねました。これら地元企業との共同実験から生まれた技術の活用も同施設の大きな特長といえるでしょう。



右から、ガスタンク、メタン発酵槽、受入・前処理棟、汚泥処理棟がコンパクトに並ぶ

運転管理の工夫を

投入バイオマスは性状の季節的な変化は多少あったものの、メタン発酵プロセスに大きな影響はなく、安定的にガスが発生しているそうです。維持管理上での課題は季節変動による発酵不具合が1件発生しておりますが、「本格稼働後一年のため、データ収集を重ね、運転管理の工夫を進めていきたいと考えています」（同町上下水道課）。さらに、一般廃棄物として処理している一般家庭からの生ごみを受け入れることができれば、処理コストの削減だけでなく、バイオガス発生量の増大と各種設備の効率的な運転、またガス発生によるランニングコストの低減が期待できますが、そのためには家庭での分別や回収方法などの課題があり、十分に検討する必要があるとのこと。

今後の展開

中能登町で得られた知見により、今後は全国的に地域バイオマス受け入れなどを反映した小規模発酵施設の普及が見込まれます。産・学・官が一体となり数多くの実験や技術開発を経て完成を迎えた同町のバイオマスメタン発酵施設は、小規模処理場を持つ全国の多くの市町村にとって非常に参考となります。「循環のみち下水道」の一翼を担う同町の今後の展開に期待したいと思います。

最後になりましたが、取材の際にご協力いただきました中能登町上下水道課および関係者の方々に、この場をお借りして御礼申し上げます。

IWA World Water Congress
& Exhibition 2018

研究第二部 研究員 佐々木 基喜

▶▶▶ フォトリポート

▶▶▶ 講演ダイジェスト

第24回下水道新技術研究発表会
第372回・373回技術サロン

▶▶▶ エンジニアリングリポート

自立管製管工法（ら旋巻管）に
関する共同研究

▶▶▶ 新研究テーマの紹介

下水処理場におけるエネルギー
削減に関する自治体との共同研
究（愛知水と緑の公社、京都府）

▶▶▶ 中期事業計画の取り組み

下水道展'18北九州併催企画～
下水処理場におけるエネルギー
自立化を目指して～

▶▶▶ ユーザーリポート

資源循環型社会の形成へ～中能登
町バイオメタン発酵施設～

▶▶▶ ワールドワイド

IWA World Water Congress
& Exhibition 2018

▶▶▶ ピーブル

加藤 裕之 日本下水道新技術機
構下水道新技術研究所長

▶▶▶ インフォメーション

技術委員会の部門別委員会を再
編しました！

10月31日発行

(公財)日本下水道新技術機構

TEL 03 (5228) 6511

FAX 03 (5228) 6512

<https://www.jiwet.or.jp>

▶▶▶ はじめに

下水道機構ではわが国の下水道関連企業のビジネス展開の支援等を目的とし、海外への情報発信や技術情報の収集を図るため、積極的に国際会議や展示会に参加しています。今回、IWA（国際水協会）が開催するIWA World Water Congress & Exhibition（国際水協会世界会議・展示会）2018に参加しました。

IWA World Water Congress & Exhibition は2年に一度、世界各国で開催されていますが、今年は東京での開催となり、東京ビッグサイトで2018年9月16日（日）～20日（木）の5日間にわたり開催され、9,500名を超える来場者・会員登録者があり大変盛況のうちに閉会となりました。本機構では、ジャパン・パビリオンの一つの団体として、展示会へのブース出展、口頭発表1テーマ、ポスター発表4テーマを応募し、世界から集まった研究者や技術者を相手に研究成果の発信や意見交換を行いました。



ジャパン・パビリオンの様子



▶▶▶ 展示会

展示会には約247の団体が出展しました。出展団体はメーカー・商社等の民間企業、大学等の研究機関、国や地域ごとに組織されたものまで、産官学の多方面にわたっており、出展内容にもそれぞれの特色が見られました。

本機構は、日本の水道および下水道関係の省庁、事業体、関係団体、民間企業86団体からなるジャパン・パビリオンの一員として出展しました。ブースでは、段階的処理の推進、水理模型実験による浸水対策の推進、下水処理場のエネルギー自立化などの各部の研究成果をパネルにて展示し紹介し、約200人の関係者の方々にご来場いただきました。

▶▶▶ 研究発表

本会議における研究発表では数多くの口頭発表とポスター発表がありました。本機構からは、口頭発表で研究第一部の鈴木研究員が「study on Tsunami Disaster Prevention for

フォトレポート

講演ダイジェスト

第24回下水道新技術研究発表会
第372回・373回技術サロン

エンジニアリングレポート

自立管製管工法（ら旋巻管）に
関する共同研究

新研究テーマの紹介

下水処理場におけるエネルギー
削減に関する自治体との共同研
究（愛知水と緑の公社、京都府）

中期事業計画の取り組み

下水道展'18北九州併催企画～
下水処理場におけるエネルギー
自立化を目指して～

ユーザーレポート

資源循環型社会の形成へ～中能登
町バイオメタン発酵施設～

ワールドワイド

IWA World Water Congress
& Exhibition 2018

ピープル

加藤 裕之 日本下水道新技術機
構下水道新技術研究所長

インフォメーション

技術委員会の部門別委員会を再
編しました！

10月31日発行

(公財)日本下水道新技術機構

TEL 03 (5228) 6511

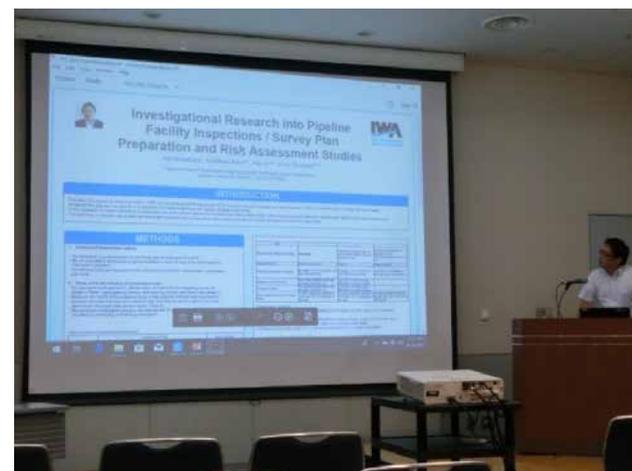
FAX 03 (5228) 6512

<https://www.jiwet.or.jp>

Wastewater Facilities by Detailed Tsunami Simulation Analysis(シミュレーションを活用した効率的な津波対策)を解説しました。ポスターセッションでは、研究第一部の立木総括主任研究員が「Joint Research on Degradation of Concrete Structures in Advanced Wastewater Treatment Facilities(高度処理におけるコンクリート構造物の劣化に関する共同研究)」、研究第二部の篠崎総括主任研究員が「Research on Utilization of Case-based Modeling Survey (事例ベースモデリング技術の利活用の研究)」、嶋田主任研究員が「Investigational Research into Pipeline Facility Inspections ,Survey Plan Preparation and Risk



下水道機構出展ブースの様子



嶋田研究員の発表

Assessment Studies(管路施設点検・調査計画作成及びリスク評価検討に関する調査研究)」、私が「Examination of Effective Sewer System Inspection (下水道管渠の効率的な調査)」について報告しました。

▶▶おわりに

IWA世界会議・展示会は、水道・下水道分野における世界規模の主要イベントであり、技術的な情報交換の場であることはもちろんですが、開催国や開催都市にとっては文化や観光資源をPRできる重要な機会であることも実感しました。

→ フォトリポート

→ 講演ダイジェスト

第24回下水道新技術研究発表会
第372回・373回技術サロン

→ エンジニアリングリポート

自立管製管工法（ら旋巻管）に
関する共同研究

→ 新研究テーマの紹介

下水処理場におけるエネルギー
削減に関する自治体との共同研
究（愛知水と緑の公社、京都府）

→ 中期事業計画の取り組み

下水道展'18北九州併催企画～
下水処理場におけるエネルギー
自立化を目指して～

→ ユーザーリポート

資源循環型社会の形成へ～中能登
町バイオメタン発酵施設～

→ ワールドワイド

IWA World Water Congress
& Exhibition2018

→ ピープル

加藤 裕之 日本下水道新技術機
構下水道新技術研究所長

→ インフォメーション

技術委員会の部門別委員会を再
編しました！

10月31日発行

(公財)日本下水道新技術機構

TEL 03 (5228) 6511

FAX 03 (5228) 6512

<https://www.jiwet.or.jp>

■ 研究所長に就任した所感は

日本の下水道は、「成長から多様化」への発展・切り替えが求められています。財政論、組織論などさまざまな環境整備が必要となりますが、「技術開発」「イノベーション」こそ、日本の下水道を魅力的に、また、地域経済の活性化に貢献すると考えています。アジアでは、シンガポールが先進的な取り組みを行っていますが、機構が「新技術がリードする日本の下水道」という一つの世界的なモデルを構築できるようチャレンジしていくつもりです。

■ これまでに印象に残った仕事を紹介ください

昨年の財政審議会・予算編成までの下水道財政議論では、下水道事業課長として、厳しい攻防の最前線に立ったことから、春からさまざまな局面がありました。また、平成27年の下水道法等改正では浸水対策と水防法を担当しました。そして、東日本大震災では現地リーダーとして派遣され、さまざまな教訓、そしてさまざまな人や東北大学との出会いがありました。

そのほか、下水道と食を結びつけた「ビストロ下水道」、数年で10か国は訪問した「国際水ビジネス」、5年にわたり運営委員長を務めた広報GKPIはじめ、GAIA、GAM、四次元流総、雨水主流、市民科学、下水道場、ハピネス学園、そして、私の最大のイノベーションの「水の天使」…すべて印象強く、これからも進化に向けて牽引していくつもりです。

■ これまでの機構との関わりは

機構に勤務するのは初めてです。ただ、機構と調査研究したテーマは多数あります。特に、印象に残っているのは、本省の課長補佐時代に担当した環境ホルモン、そして、専門官として担当した新潟中越地震の時の対策技術検討委員会です。

環境ホルモンは、下水の分析方法の確立、測定、評価を行い、下水道システムの効果・役割を示すことを行いました。また、新潟中越地震の対策技術検討委員会では、埋め戻し基準をはじめ、災害復旧費の基準と、今後の耐震対策の優先順位について議論しました。

■ 機構の役割として重視すべきこと

機構は、産学官の「橋わたし」をコンセプトにしています。そのコンセプトのもとに、新たな、確かな技術を水平展開していく役割を担います。そのため、まずは、全国展開していくべき基本形をつくるのが重要な任務と考えます。国家的課題であるものの、施策が遅れているもの、実現する技術がない課題は、機構が積極的に取り組むべきです。分野で言えば、管路管理は、公的な機関として機構が最も知見を有します。最近では、PPPの中でも普及が遅れている管路包括を機構業務の柱の一つにしています。また、実態が十分に把握されておらず政策の方向性が決まらない不明水対策、処理場では省エネ診断なども重点事業です。すでにご相談いただいておりますがマイクロプラスチックなども、機構が産学官をつなぎ、実態把握していくべき課題です。

また、広域化、BCPの策定・訓練のような課題も、公的な機関として機構が自治体と自治体をつなぎながら取り組むべきと考えます。

さらには、マネジメント時代には管理、点検、計画～改築までの一連の業務のPDCAを回していくため、企業と企業の連結による共同研究、解決ソリューション提供が必要です。機構は、その共同化の受け皿としての役割を果たしていきます。

■ 今後の抱負

機構にきてまだ数カ月ですが、やりたいことが山ほどあります。それは、本省下水道部で政策立案したものの全国に浸透していないものや、これまで知らなかった民間イノベーションの水平展開、産学官の若手の育成など多様です。

私の下水道ビジョンは、「下水道による地域振興」と「日本の下水道のブランド化」です。これからも、それを胸に秘め、新たなチャレンジに取組み、自分のイノベーションをしたいです。



技術委員会の部門別委員会を再編しました！

技術委員会とは

調査研究評価等の内容を専門技術的かつ公平・客観的に成果を取りまとめるため、学識経験者、国、地方公共団体、民間等の有識者で構成する技術委員会と各部門別委員会を設置し、審議しています。

再編に至った経緯

近年、新技術は個別技術からそれらを組合わせたシステム的な技術が増加してきており、今の部門別委員会で十分に審議することが困難になっていました。また、各部門別委員会における案件数についても不均衡が生じている状況となっていました。

再編について

各部門別委員会と個別委員会において審議してきた内容、件数等を精査し、機動的かつ適切に対応し、さらなる公平公正な審議を目指すため、図の通りに部門別委員会を再編しました。



図 新たな技術委員会構成図

フォトレポート

講演ダイジェスト

第24回下水道新技術研究発表会
第372回・373回技術サロン

エンジニアリングレポート

自立管製管工法（ら旋巻管）に
関する共同研究

新研究テーマの紹介

下水処理場におけるエネルギー
削減に関する自治体との共同研
究（愛知水と緑の公社、京都府）

中期事業計画の取り組み

下水道展'18北九州併催企画～
下水処理場におけるエネルギー
自立化を目指して～

ユーザーレポート

資源循環型社会の形成へ～中能登
町バイオメタン発酵施設～

ワールドワイド

IWA World Water Congress
& Exhibition2018

ピープル

加藤 裕之 日本下水道新技術機
構下水道新技術研究所長

インフォメーション

技術委員会の部門別委員会を再
編しました！

10月31日発行

(公財)日本下水道新技術機構

TEL 03 (5228) 6511

FAX 03 (5228) 6512

<https://www.jiwet.or.jp>

→ フォトリポート

→ 講演ダイジェスト

第24回下水道新技術研究発表会
第372回・373回技術サロン

→ エンジニアリングリポート

自立管製管工法（ら旋巻管）に
関する共同研究

→ 新研究テーマの紹介

下水処理場におけるエネルギー
削減に関する自治体との共同研究
（愛知水と緑の公社、京都府）

→ 中期事業計画の取り組み

下水道展'18北九州併催企画～
下水処理場におけるエネルギー
自立化を目指して～

→ ユーザーリポート

資源循環型社会の形成へ～中能登
町バイオメタン発酵施設～

→ ワールドワイド

IWA World Water Congress
& Exhibition 2018

→ ピープル

加藤 裕之 日本下水道新技術機
構下水道新技術研究所長

→ インフォメーション

技術委員会の部門別委員会を再
編しました！

10月31日発行

(公財)日本下水道新技術機構

TEL 03 (5228) 6511

FAX 03 (5228) 6512

<https://www.jiwet.or.jp>

あの頃は…

ニュースレター（第14号）

コラムの人は！

面影が
残っています…



2018ミス日本「水の天使」の浦底 里沙 さんです。

浦底さんは鹿児島県出身の22歳。趣味は料理（レシピづくり）と散歩、特技はバレエ。モデルを志し鹿児島から単身で上京し、同コンテストには所属事務所マネージャーからの勧めで挑戦しました。水道水を毎日3L飲む習慣をかねてから持っており、「自分自身しっかりと水を意識して、それを発信していかなければならない」と、今も健全な水循環の重要性についてさまざまな場面で発信しています。

皆さま、お分かりになりましたでしょうか。

※ニュースレター第14号はこちらからご覧頂けます。

→ <https://www.jiwet.or.jp/newsletter/20180419/index.html>