下水道協会誌

Journal of Japan Sewage Works Association

2021年10月／Vol.58／No.708

2021年度 下水道推進標語

下水道　雨水も汚水も　すーいすい

✦ 目次 －CONTENTS－ ✦

○巻頭言

市民科学を下水道経営の柱に～「信頼」と「つながり」～
東京大学　加藤　裕之 …… 2

○フォーカス

遺伝子の不思議－新型コロナウイルスは我々の働き方をどう変えるのか？－
メタウォーター㈱　中村　　靖 …… 4

□特　集　市民科学と下水道

普及率が上昇し、“あって当たり前”の存在になった下水道は、住民からの関心が薄れつつあります。そこで地域の活動団体が行政などの協力を得ながら、調査研究活動を行う「下水道の市民科学」は、住民が下水道の存在意義や役割を発見する機会となり、「下水道の見える化」にも繋がっています。今号では、国による市民科学への支援の紹介のほか、実際に活動している市民科学の事例、教育機関や住民による水環境保全の活動事例等を紹介します。

市民科学とは～その意義と世界の動向　東京都市大学　小堀　洋美 …… 6
下水道の市民科学～下水道への理解を促進するために～
国土交通省　別府　篤人、大島　卓也 …… 10
川に出て下水道を語ろう！～下水道の市民科学と河川 NPO 活動等との比較について～
下水道広報プラットホーム（GKP）／メタウォーター㈱　栗原　秀人 …… 13
市民科学の基礎となる環境教育の取組　横浜市　高橋　悠太、堀内　智美 …… 17
水質調査に協力して水環境の改善～下水道整備の促進へ
岡山市　小山　　健 …… 21
下水道の市民科学による中学生教育
SDGs 環境教育コーディネーター　宮崎　裕明 …… 25
絶滅危惧生物カブトガニを救う　市民科学と下水道事業の連携にむけて
九州大学大学院工学研究院　清野　聡子 …… 29
プロジェクト WET の活動について
体験型の水教育により地球規模の水問題と地域の解を考える
（公財）河川財団　菅原　一成、泉井　宏美 …… 33
学生主体の活動として 18 年　道頓堀川の水質調査
学校法人重里学園 日本分析化学専門学校　重里　徳太、谷津佳穂子 …… 37
持続可能な社会をともに創る浜松からの発信
浜松ウォーターシンフォニー㈱　尾上　裕二 …… 41
「身近な水環境の全国一斉調査 18 年の市民科学の実践」～笑顔でつなぐゆたかな水辺～
みずとみどり研究会　佐山　公一 …… 45

○連　載

■随筆 …… 48
細菌と学生　阿南工業高等専門学校　川上　周司
■下水道行政　今月のワンポイント …… 50
R3 年度 市民科学発表会を開催
■国際会議で使える　～英語ワンフレーズ～ …… 53
第 4 回　国際会議で使用される表現①
■下水道デザインマンホール漫遊記 …… 54
マンホール蓋を通じた自治体間の交流　白浜　公平
■「水の天使」日記 …… 57
第 111 回　下水道展に行ってきました！　ミス日本「水の天使」　嶺　百花

○下水道協会論文集

〈学術論文〉

下水処理場における窒素由来のエネルギーポテンシャルの試算とその利用に関する考察
小島　啓輔 …… 78
流量・水温法データの AI 機械学習による雨天時浸入水量解析の研究　佐藤　克己 …… 88

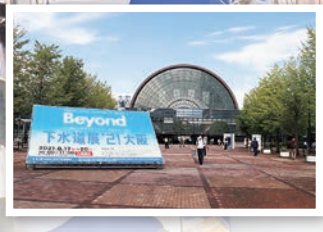
■グラビア　下水道展 '21 大阪 …… 巻頭
■グラビア　第 61 回下水道の日　下水道いろいろコンクール　作品募集 …… 巻頭
■グラビア　情報プラットホーム活用のススメ …… 巻頭
■グラビア　特別会員入会のご案内 …… 巻頭
■お知らせ　第 50 回下水道事務職員養成講習会の開催について（金沢・大阪・福岡会場） …… 58
■お知らせ　第 56 回下水道技術職員養成講習会の開催について（名古屋・大阪・福岡会場） …… 60
■お知らせ　下水道土木工事必携（案）　2021 年版 …… 62
■お知らせ　第 26 回（令和 3 年度）下水道用管路資器材研修会中止のお知らせ …… 63
■お知らせ　認定工場制度 …… 64
■お知らせ　資器材検査ニュース …… 65
■お知らせ　下水道広報プラットホーム（GKP）～入会のご案内～ …… 69
■お知らせ　地方共同法人 日本下水道事業団　研修センターからのお知らせ …… 70
■協会だより …… 72
■下水道協会誌論文等投稿要領 …… 75
■お知らせ　「若手研究発表賞」のお知らせ …… 100
■お知らせ　一般原稿投稿のご案内 …… 101
■お知らせ　会員ページのご案内 …… 102
■お知らせ　「会員名簿 WEB 版」の公開 …… 103
■お知らせ　「賛助会員検索ページ」の公開 …… 104
■お知らせ　協会発行図書一覧 …… 105

Beyond

–みらいを変える！みらいが変わる！–

下水道展 '21 大阪

- 開催日時：8 月 17 日㈫～ 20 日㈮
- 開催場所：インテックス大阪（大阪市）
- 出展者数：282 社・団体（861 小間）
- 来場者数：12,825 人
- オンライン PV 数：975,555



開会式

関係者挨拶
テープカット

主催者挨拶

大森　雅夫　日本下水道協会会長

来賓挨拶

植松　龍二　国土交通省水管理・国土保全局 下水道部長（ビデオレター）

来賓挨拶

名倉　良雄　環境省環境再生・資源循環局 廃棄物適正処理推進課長（ビデオレター）

開催地挨拶

高橋　徹　大阪市副市長

賛助会員代表挨拶

木股　昌俊　参与会会長

下水道研究発表会代表挨拶

田中　宏明　企画運営委員会委員長

高橋副市長と大森会長が下水道展を視察

展示技術の説明を受ける盛山正仁衆議院議員（左）

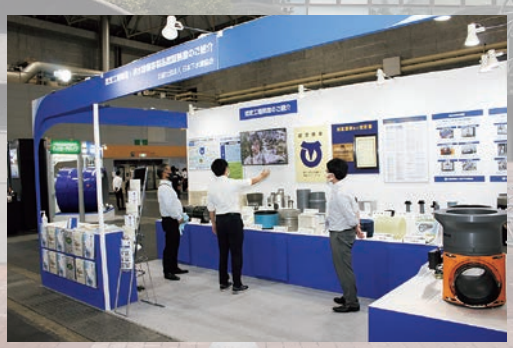
最新技術に触れる山田賢司衆議院議員（左）

メイン会場

併催企画など

下水道経営を考えるシンポジウム ’21

水ビジネス業界　インターンシップ＆キャリアセミナー



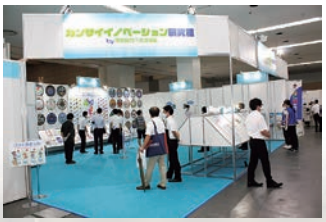
日本下水道協会のブース（左：規格検査課、右：企画課）

パブリックゾーン

ステージ

スイスイ下水道研究所入り口

スイスイや様々なキャラクターがお出迎え



来場者を楽しませたパブリックゾーン

江戸家小猫師匠のわくわくステージ

みらい研究発表大会

4日間を締めくくるグランドフィナーレ

出展者表彰で集合写真

各種イベント等

感染症対策を講じた来場受付

下水道いろいろコンクール特選作品展示

出展者プレゼンテーション

第58回 下水道研究発表会

スタートを飾る特別講演

パネルディスカッション

リモート併用の口頭発表セッション

ポスター発表セッション

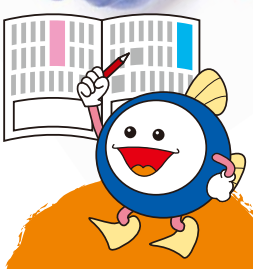
会場受付

第61回 下水道の日

下水道いろいろコンクール

5つの部門で下水道に関する作品を募集します。

たくさんのご応募をお待ちしています!



絵画・ポスター部門　書道部門　作文部門　標語部門　新聞部門

締め切り

令和3年10月29日(金)
当日消印有効

応募に関する詳細はホームページをご覧ください。
https://www.jswa.jp/sewage/contest/

作品の送り先・お問い合わせ

日本水道新聞社 下水道いろいろコンクール係
〒102-0074 東京都千代田区九段南4-8-9 tel.03(3264)6724

■主催：公益社団法人 日本下水道協会・日本水道新聞社（日本下水道新聞） ■後援：国土交通省・環境省（予定） ■協賛：毎日新聞社・少年朝日ジャーナル・全国新聞教育研究協議会（予定）

情報を共有して
広報を効率化！

情報プラットホーム活用のススメ

下水道広報の重要性が指摘される昨今。いざ広報を進めようとしても、アイデアの抽出や素材集めに苦労することが少なくありません。

そんな時に重宝するのが、日本下水道協会のホームページ上で運営されている「情報プラットホーム」です。

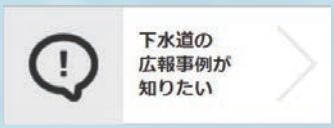
下記の手順に沿って、さっそくアクセスしてみましょう。

1

※協会 HP のトップページ
右上にあります

▼情報プラットホームは、日本下水道協会の会員向けコンテンツです。
トップページのバナーをクリックして「会員ページ」にお入りください。

2



▼「下水道の広報事例が知りたい」をクリックした後、「下水道広報素材」を選んでください。（パスワードは、協会から案内された英数字です）

3

情報プラットホームのページが表示されます

▼情報プラットホームのページでは、全国から寄せられた素材を自由に検索することができます。
また、フリーワード入力欄に都道府県名を入力することで、地域ごとに情報を閲覧することも可能です。

活用のポイント

情報プラットホームに収録されている素材は、広報のアイデアの参考になるものだけでなく、例えばパワーポイントやワードなど、加工が可能な状態で提供されているものもあります。これらをゼロから作り上げるのは困難ですが、素材をひな形として使えば、短時間かつ低コストで効果的な広報素材に仕上げることが可能です。

本サイトに記載されている「利用上の注意」をご確認の上、有効にご活用ください。

下水道の効果を視覚的に伝える「ビフォー・アフター」 ● スライド素材（PPT） ● イベント向け機材

下水道整備前後の鴨川の写真（さいたま市提供）

手引き付の学習素材（千葉県下水道公社提供）

貸し出し可能なマンホール鉄板（大阪市提供）

お知らせ

特別会員入会のご案内

あなたも日本下水道協会の特別会員になりませんか！

日本下水道協会は、わが国の下水道の普及促進を図り、公共用水域の水質の保全に資し国民生活の向上に寄与することを目的として活動しており、毎年度、下水道事業の円滑な運営に資する技術及び経営情報の提供等を始め、様々な事業を行い、会員の利便に供しています。

当協会では、特別会員と呼ばれる個人会員を広く募集しております。特別会員は「下水道事業の経営又は下水道の技術に関心を有する個人」であれば、どなたでも入会が可能です。また、会員になると、さまざまな特典が受けられます。入会を希望される方は、当協会のホームページ(http://www.jswa.jp)へアクセスして下さい。

〈当協会の事業内容〉

①下水道事業の技術・経営に関する調査研究
②下水道用器材・用品の規格、検査及び品質認証
③下水道に関する各種の技術指針、マニュアル等の策定
④委託による下水道の設計及び調査
⑤下水道の技術等に関する国際交流活動
⑥下水道に関する施策についての提言活動や、国民に対する下水道の広報等
⑦機関雑誌その他下水道の参考図書の刊行
⑧講演会、講習会、セミナー等の開催
⑨下水道の功績者の表彰
⑩災害時の下水道施設への被害に関する支援活動
⑪その他本協会の目的を達成するために必要な事業

〈特別会員になることのメリット〉

①会員優待制度・割引特典が受けられます

・下水道、水環境に関する最新情報を掲載した当協会の機関誌「下水道協会誌」(年 12 冊)が配布されます。
・当協会が発行する各種の手引き、指針等の刊行物を会員特価で購入できます。
・当協会の情報をお届けする「情報メールマガジン」(月 2 回配信)に登録いただけます。
※情報メールマガジンでは、各種委員会の検討状況の紹介、研修・イベントのお知らせ、当協会の活動等を速やかにお伝えします。
・当協会の会員専用サイトにアクセスできます。
※会員専用サイトでは、「下水道協会誌」や「再生と利用」等の協会発行の刊行物や、委員会報告書・議事録等の会員限定の情報をご覧いただけます。

②交流・意見交換の場に参画できます

・当協会が主催する講習会、下水道研究発表会に会員特価で参加できます。
・当協会が主催する下水道研究発表会において、会員特価で発表できます。
・下水道協会誌論文集(査読付)へ投稿ができます(当協会は日本学術会議の「協力学術研究団体」です)。

〈会費〉　入会金　1,000 円　　年会費　12,000 円(4 月 1 日～翌年 3 月 31 日)

〈申込方法〉

協会のホームページ(http://www.jswa.jp)にある入会申込書・会員調書に必要事項をご記入の上、お申し込み下さい。その際、入会金及び年会費を銀行振込の上、振込金受取書(振込の控)と一緒に入会申込書と会員調書を送付して下さい。

※送付先・ご不明な点は、当協会までお問い合わせ下さい。

〒 101-0047　　東京都千代田区内神田 2 丁目 10 番 12 号(内神田すいすいビル)
公益社団法人　日本下水道協会　総務部　総務課　TEL：03-6206-0260(代表)　FAX：03-6206-0265(代表)

市民科学を
下水道経営の柱に
～「信頼」と「つながり」～

東京大学
下水道システムイノベーション研究室
特任准教授
加藤　裕之

下水道の市民科学に関わってから 10 年ほどが経ちました。国交省で流域管理官に就いていた時に、偶然、東京都市大学の小堀洋美先生から市民科学の世界的な取り組みをお聞きし、下水道をサイエンスで「見える化」できる可能性を直観し、プロジェクトをスタートしました。市民科学（Citizen Science）とは、「市民が能力や時間、エネルギーを使ってサイエンスにアプローチする取り組み」です。国際的な代表事例としては、渡り鳥や秘境に生息する動物を行政や研究者だけでなく、複数の国の市民と協働でデータ収集・分析しています。そして、近年はインターネットの普及もあり、世界的に活動が広がりつつあります。その主な目的は、①市民による研究活動②研究活動を通じた社会貢献③フィールド調査による市民教育④新たな政策提案と実現、とされています。日本の下水道市民科学はスタートしたばかりですが、下水道分野で市民科学を行っているのは世界でも初めての取り組みです。そして、下水道事業の長期的な経営基盤の構築に大いに貢献する活動であると私は考えています。本稿では、信頼学や社会イノベーションの観点から、長期的な下水道経営との関係について述べたいと思います。

まず、下水道は地域独占事業と言えます。そして、今後、厳しさが増す経営財源の確保には、地域市民

の適切な使用料への理解が必要ですし、大規模災害時の BCP 活動（いわゆる「共助」）など、平常時も非常時も市民との協働で下水道事業は成り立っています。そのため、長期的な経営基盤、特にマネジメント時代には地域の市民との「信頼」関係が最も大きな影響を持つのです。例えば、経営状態について下水道関係者がどんなに論理的かつ平易な説明をしても、市民をごまかす意図はなく、「本当のことを語る人」として信頼されていなければ理解されません。社会心理学では、原子力発電所の安全性についての説明側と周辺住民の理解の関係が例示されることがありますが、私自身、処理施設の環境影響に関して、論理的な説明を繰り返して結局うまくいかなかった苦い経験があります。それでは、どのように行動したら市民の信頼を得られるのでしょうか。最近の社会心理学では「能力がある」「人柄が良い」「価値共有・共感できる」の三つの要素が必要で、なかでも「価値共有・共感」が最も重要とされています。しかし、「価値共有・共感」は、市民との直接的な対話や協働を通じてしか得られません。地域のために共に考え、活動する市民科学は、まさに「価値共有・共感」にふさわしい活動であり信頼関係につながるのです。横浜市では中学生と協働で「下水道整備とハグロトンボの復活」の関係についてフィールド調査を実施しています。また、数年前に訪問したフランスでは、地域の環境変化に敏感なハチを下水処理場で飼育することにより「生態系を大切にする」職員であることを市民に示す活動をしていました。

そして、最近、経営計画に市民科学を明記する自治体が現れてきました。滋賀県、豊田市、横浜市などです。経営計画に位置付けることで、本来業務として職員が継続的に市民科学を実施していくことになります。また、市民からの信頼による長期的な経営基盤は、PPP に取り組む企業にとっても重要です。企業にとってコンセッション等は、市民と直接に対話する新たな仕事であり、官と市民の板挟みになることもあり得ます。また、長期安定的に市民からサービス対価をいただく必要があるからです。企業の経営理念などを見ると、本来の顧客として「市民」や「地域」を明記している企業が増えてきました。ただ、具体的に何を行うのかは不明確です。地域で信頼される企業になるために市民科学は有効な取り組みですし、企業ブランドの向上のための ESG 投資としても取り組みやすいです。日本下水道協会を事務局とする GKP 下水道市民科学チームの勉強会には企業の方の参加も増えてきており、とても期待しています。

さらに、市民科学によって、職員のモチベーションは向上します。自治体や企業の幹部の方は、リーダーとしてどのように職員を鼓舞しているのでしょうか。自分が担当している下水道の日々の業務が社会にどう貢献しているのか体感する機会は少ないと思います。市民と共に考え、フィールドで水や生き物にふれることは、とてもわくわくします。市民と直接「つながる」、「感謝される」ことなどにより、「やりがい」や下水道業務に携わることへの「プライド」は必ず向上します。また、これまでの下水道事業は「ものづくり」中心でした。市民と共に地域の社会問題を発見し、その課題解決のために、新しい技術や政策を創り出し、さらに、その普及の進展に応じて対話を行うことで改善を繰り返していく動的なイノベーションは行われてきていません。市民科学は、市民との共創により下水道事業の変態と新たな社会を創るイノベーションモデルでもあるのです。

最後になりましたが、市民科学は「つながる」楽しさが一番の魅力です。五感で感じられる生き物や農作物がわかりやすいテーマですが、あまり難しく考えず、これまでの活動を「教える」でなく「同じ目線に立つ」という市民科学のコンセプトや四つの目的から捉え直し、市民と「つながる」活動を少しずつ始めていただければ幸いです。

フォーカス

遺伝子の不思議

―新型コロナウイルスは我々の働き方をどう変えるのか？―

メタウォーター株式会社
代表取締役会長
中村　靖

中南米のユカタン半島に生息しているユカタンビワハゴロモという名前の虫をご存知でしょうか？セミの仲間でその姿はワニに似ています。羽を広げると左右に目玉模様があり、猫科の猛獣が睨んでいるようです。全長7cmくらいしかない大きさで、ワニや猛獣に似せてもだまされる捕食者はいないと思うのは浅はかで、立派に効果がありサバイバルに役立っています。また、この虫は幼虫の時はカバに似ています。カバはイメージが合いませんが凶暴な動物のトップクラスの存在です。「虎の威を借る狐」ならぬ「カバの姿を借るユカタンビワハゴロモ」というところでしょうか。ホンジュラスに生息しているベニスズメガの幼虫（芋虫）は敵に襲われると蛇に擬態し難を逃れますし、コノハチョウは文字通り羽を閉じると木の葉にそっくりです。生命の神秘とは人知を超えた所にあると感じてしまいます。

それにしても、ユカタンビワハゴロモもベニスズメガもコノハチョウもどうやってワニや蛇や木の葉のデザイン（フォルム）を自分の遺伝子に取り込んだのでしょうか？同じ生物だとしても種が異なるものからデザインを盗用するのは相当難しいことだと思います。そもそも遺伝子は細胞の中にあり、細胞は基本的に外界から異物を取り込むことはしないはずだから、遺伝子に情報を与える（書き換える）手段は無いはず。「ううん。基本的には…ない」が、ウイルスは違うかも、コロナ禍でこんなに苦しんでいるのは、ヒトの細胞が新型コロナウイルスを取り込むところから始まっている。もしかすると、ウイルスがワニの形の情報をユカタンビワハゴロモに運んだのか？ウイルスなんて迷惑なだけで、何でこの世に存在するのか？と思ったが生物の進化に大きな役割があったのか？…少々SFチックな話になってきました。あくまでも、私の妄想でのお話です。

さて、コロナ禍で苦しんで、もうすぐ2年が経ちます。明けない夜はないと言いますから、いつかはこの状況から脱出できるのでしょうが、その時、我々の働き方はどう変わっているのでしょうか？今回は、そんなに遠くないであろう未来にフォーカスしてみたいと思います。

アフターコロナで我々の働き方はどう変わるのかという議論をすることが多くなりました。「一部リモートワークが残るくらいで殆どが元に戻る」という考え方と「まったく働き方が変わってしまう」という考え方が存在しています。私自身は後者、即ち、働き方は大きく変わると思っています。正確にはそれは既に変わろうとしていたことがコロナ禍をキッカケに加速しただけというべきかもしれません。そして、新しい働き方は在宅か通勤か、ジョブ型かメンバーシップ型かというような表面的なことではなく、もっと社会や個人に根ざしたもののように思えてなりません。

SDGs、脱炭素社会への転換などは地球規模のとんでもない大きな危機への対応であり、これらについての教育や情報入手が進む中、これらを無視するようなことは絶対にできません。

また、個人として求めるモノも大きく変わっているように感じます。

今年度入社した社員は殆どがミレニアル世代やZ世代で、子供の頃からスマートフォンが身近な存在であり、大量の情報を操れる能力を持っているいわゆるデジタルネイティブです。検索力や情報発信力が我々世代とは圧倒的に違います。若くしてノーベル賞候補となり話題になっている環境保護活動家のグレタ・トゥーンベリさんの世代も 18 歳になり、もうすぐ入社してきます。彼女（彼）らは社会的な視点と個人的な視点を自由に操ることができ、自分の意見を持ち、それをハッキリと表現（行動）することができます。そして、社会の課題を解決するパーパス（存在意義）を持った職業でなければ価値を見いださないし、個人の成長に役に立たない職業にも興味を惹かれません。更に、自分や家族や友人との時間を大切に思い、それが金銭以上の価値があることを知っています。何とも頼もしい存在であり、これからの企業の業績はこれら若い世代を如何に取り込めるかによって大きく左右されるでしょう。それが故に獲得競争もますます熾烈になるのは間違いありません。職業（会社や組織）側が選んでもらえるように変化するしかありません。当然、働き方が同じで良いはずがありません。

企業も自治体も国も大学も全ての組織がこの変化を見逃してはならないと思います。必ずしも、人気がある訳ではない下水道の業界ならなおさらです。ただし、この職業（下水道の仕事）はパーパスがハッキリしている点で有望であるのは間違ありません。実際には世の中にそれ程多くはない“共感をしてもらえる業界（職業）”の一つなのです。

新型コロナウイルスにより私達に今までにない遺伝情報が知らないうちに組み込まれたと思いたいし、それが新しい時代、今よりもっといい時代になるスタートだと思いたいです。

特集 市民科学と下水道

市民科学とは ～その意義と世界の動向

小堀 洋美

東京都市大学　環境学部　特別教授
一般社団法人生物多様性アカデミー　代表理事

1．はじめに

19 世紀に職業科学者が誕生すると、それ以前に科学研究に貢献してきた一般の人々は、科学研究に関わる機会が極めて限定的となりました。しかし、過去 30 年間に再び市民が主体的に科学研究に参加できる「市民科学（Citizen Science）」の扉が開かれました。市民科学とは、「科学を本職としない一般の人々（市民）が自らの知力、時間、エネルギーを用いて科学研究のプロセスに参加することで、その多くは研究機関など多様な組織と連携して行われる」との定義が国際的にも広く用いられています[*1)2)]。市民には、会社員、農林水産業の従事者、主婦、生徒、学生、定年退職者など、職業科学者以外の全ての年齢層の人々が含まれます。

欧米では、過去 30 年間の社会の変化（高学歴化、余暇時間、長寿命など）と情報技術の進展によって市民科学の多様な活動が生まれ、世界中に広がりつつあります。市民科学はすでに科学の枠を超え、市民の主体的な学び、従来とは異なる発想や活動による変革をもたらし、“科学の社会化”を生じています。本稿では、市民科学の意義[*3)]と最近の動向について紹介します。

2．市民科学の意義

市民科学は、科学者と同じ研究プロセスを踏みますが、その意義は科学研究だけに留まりません。

（1）研究

市民は科学研究の教育やトレーニングを受けていないため、厳密な手法や大型の機器を要する実験には不向きです。しかし、従来の科学者、研究組織、行政では十分な成果が得られなかった分野で新たな使命を果たしています。

第 1 に、スマートフォンなどの情報ツールを用いて広域的、長期的なビッグデータを収集できるようになり、科学者が人手、時間、資金の制約に直面していた分野の研究を補完しています。

第 2 に、市民が安く高感度な測定機器を入手したり、DIY で作製したりできるようになりました。多くの市民が興味を持つ身近な生物や川の調査に加え、世界規模の課題であるゴミやマイクロプラスチックに関しても、標準的手法を用いてデータを取得しています。これらは現状を把握する科学的なエビデンスの提供、科学の透明化やオープンサイエンスの促進に寄与しています。

第 3 に、市民の安全な暮らしを脅かす身近な課題への気づきや新たな研究トピックの発見、研究者が見逃してきた分野や苦手とする分野での市民の主体性を尊重した貢献も挙げられます。

これらの特性を生かした研究は、環境や生態学分野での貢献が大きく、とりわけ地球温暖化、外来種、感染症、生物季節（季節によって生じる生物現象の変化）、都市生態学、マクロ生態学などの分野での進展は目覚ましいものがあります。

（2）教育

教育効果として第 1 に、市民が研究プロセスに参加することで、知識、調査方法や技術を習得し、科学リテラシーを高めます。また、価値観、態度、参加意欲、行動の変化をもたらします。

第 2 に、科学的なエビデンスに基づいた思考、判断、イノベーティブなアイデアを科学に持ち込むことにも貢献します。

第 3 に、市民科学は学校教育、社会教育、生涯学

習に活かすことができます。特に、小中高の教育に市民科学を導入することで、生徒や学生による課題発見、探求型の教育、STEM（科学・技術・工学・数学）教育や学科横断型の授業や実習など、新たな学習指導要領に掲げられている教育の改革を促進できます。

市民の学びへの渇望は市民科学への参加の動機となることが多く、新たなアイデアや発見へとつながります。また、幼少期より科学の楽しさを知ることにより、リケジョ（理系の女子）の促進や、科学を将来の職業とする機会ともなります。

（3）社会貢献

市民科学は、科学者との交流、社会の多様な組織との連携により、社会的な意義をもたらします。

第1に、世界で緊要な解決が求められている新型コロナウイルスの感染拡大、脱炭素社会の形成、激甚災害、生物多様性の損失などの課題解決に向けて貢献しています。これらの問題は、さまざまな直接的、間接的原因が相互に作用して生じており、従来の単一的な手法では解決は困難です。市民科学による市民と学者、社会の多様な組織との連携とアプローチが適しているといえます。

第2に、市民が調査・モニタリングで得た科学的データとそれに基づく提案は、行政によるトップダウンの施策よりも社会に受け入れられやすいとのメリットもあります。

第3に、地域社会の課題を取り上げることで、地域固有の問題、地域の活性化、政策への提言、持続可能な社会（SDGs）にも貢献しています。

市民科学では、科学者と同じ研究プロセスとして、①テーマの設定、②関連情報の収集、③方法を含む研究計画の作成、④データの収集、⑤データの整理、⑥データの解析、⑦成果の公表、の7つのステップを含みます。しかし現在では、欧米や日本でも、市民がデータ収集のみに関わる「貢献型」が多くを占めています。市民が、科学研究の全てのプロセスに関わる「共創型」市民科学は、現代社会が直面する社会課題の変革に貢献できるため、その促進が求められています。

3．市民科学の世界の動向

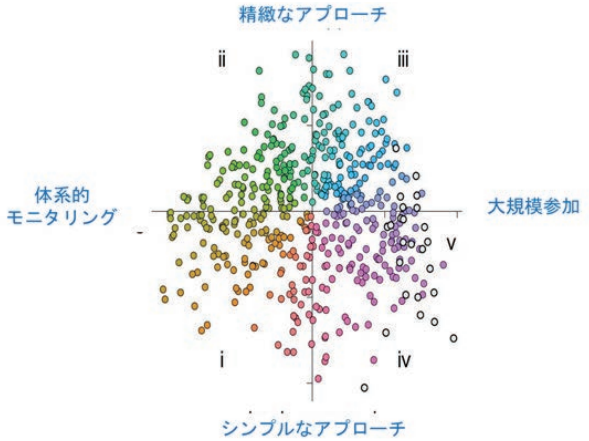
市民科学の進展は目覚ましく、それ以前の市民科学と比較して、その進展の速度、プロジェクトの量や質において格段の飛躍がみられます。対象とする分野も自然科学分野だけでなく、考古学や歴史など人文科学分野への広がりを見せています。また、参加する組織は大学、研究機関、市民組織、中央政府、自治体、博物館、企業、メディア（テレビ番組、出版社）など多岐に渡っています。日本を含め、世界の国々で多様な活動や取り組みが始まっています。最近の市民科学の動向を、その事例と共に紹介します。

（1）市民科学に関する定量的な研究の進展

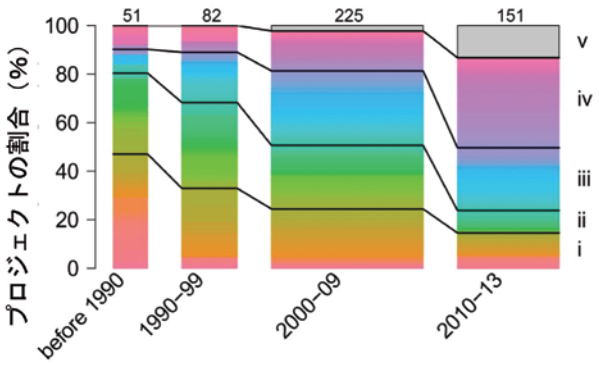
情報ツールを用いた市民科学プロジェクトは急増していますが、その特徴を明らかにし、改善へつなげる研究が開始されています。英国の生態学・水文学センター（UK Centre for Ecology & Hydrology）では、500名の研究者が生物と環境変化の調査研究を行うと共に、市民科学の理論と実践で先導的な役割を果たしています[*4)]。同センターのPocock et al.（2017）は、「生物多様性」と「環境」の分野における過去63年間の世界の509のプロジェクトを対象として、プログラムの32の属性を多因子分析法を用いて解析しました[*5)]。

図−1は、過去63年間のプロジェクトの多様性を示しています。図中のX軸は、用いられた手法に基づいて体系的モニタリングと大規模参加の2つの特徴に分け、Y軸は、単純なアプローチと精緻なアプローチに分けています。対象とした全プロジェクトは4つの領域（図のⅰ～ⅳ）のほぼ全体に分散しており、63年間に多様な方法とアプローチが用いられてきたことが分かります。図中の白丸は情報ツールを用いたプロジェクトであり（ⅴ）、大規模で単純なプロジェクトであるという特徴が分かります。

図−2は、ⅰ～ⅴの分類に基づく経時的な変化を示しています。情報ツールを用いたプロジェクトは2000年以降に開始され、調査対象とした2010年から2013年の4年間だけでも全プロジェクトの15％を占めています。現在はさらにその割合が増えていると予想され、今後は情報ツールを用いたプ



図−1　63年間の市民科学プロジェクトの多様性
（引用：Pocock et al. 2017[*5)]をもとに筆者が改変）



図−2　プログラム数と 4 領域および情報ツールを用いたプログラムの占める割合の変化
（引用：Pocock et al. 2017[*5] をもとに筆者が改変）

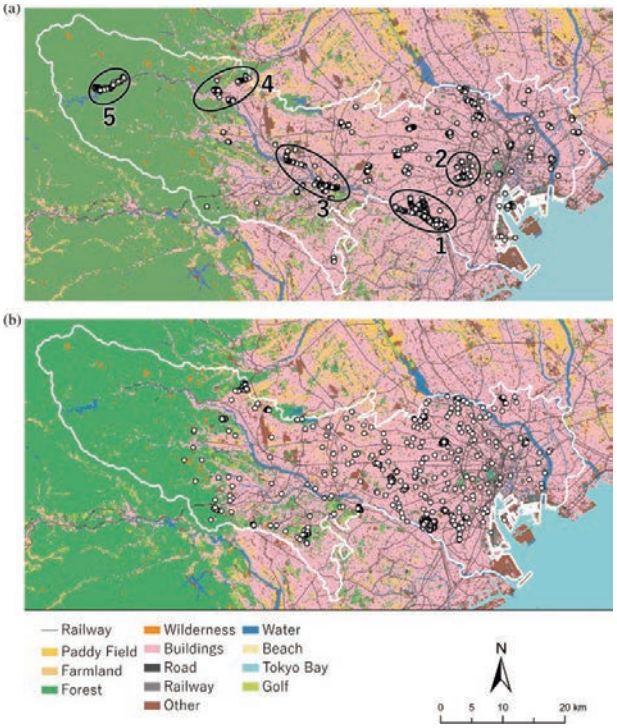
ロジェクトと現場体験のプロジェクトとを併用するなどの改善が期待されます。市民科学のプロジェクトが増える中、プロジェクトに関する研究は、市民科学の望ましい発展にとって不可欠な分野となるでしょう。

（2）コロナ禍でのプロジェクト

市民科学にとって、現場体験は五感を通じた豊かな感性を育て、新たな気づきや発想を会得し、市民科学を自分事とするうえで、重要な出発点です。しかし、新型コロナウイルスの感染拡大により、多くの野外体験を重視する市民科学プロジェクトは延期や中止に追い込まれました。他方コロナ禍でも活動を止めず、市民科学の弱点を克服する上で、新たな示唆を得たプロジェクトもあります。その一例として、世界の都市で毎年一斉に生物多様性を調べる「City Nature Challenge」（以下 CNC と記す）を紹介します。

CNC は、世界の多くの都市でロックダウンや非常事態宣言（日本）の最中であった 2020 年 4 月末の 10 日間に実施され、参加を予定していた 40 か国 244 都市の全てが参加しました。参加者は 41 万人、動植物の観察数は 81 万種、種数は 3 万 2 千に達し、いずれも 2018 年のプロジェクトの開始以降最多となりました。スマートフォンから投稿された生物写真の同定は、CNC のプラットフォームである「iNatualist」の 115 万人の登録者と CNC の参加者が行いました。なお同定された記録は、地球規模生物多様性情報機構（GBIF）に登録され、オープンデータとして科学にも貢献しました。

著者らは、コロナ禍前後の東京での CNC 参加者の行動変容を調査しました[*6]。**図−3** は参加者の行動ログから得た観察地点です。2019 年は、イベント実施場所（図中の 1）、大規模な公園（2）、里山や河川敷（3 や 4）、山地（5）などに集中する傾向がありましたが、2020 年は広く分散し、市民



図−3　新型コロナウイルス感染拡大前後（2019 年と 2020 年）の CNC における観察記録の分布
（引用：Kishimoto and Kobori. 2021[*6]）

科学の弱点であるデータの偏りを軽減する結果となりました。4 日間の観察後に行われる動植物の同定作業では、2019 年は研究に資するレベルまで同定された割合は 47％でしたが、2020 年は 72％に増加しました。コロナ禍での巣ごもりや時間的な余裕が、種の同定率を向上させる効果をもたらしたと考えられます。

（3）政策決定への関与

市民科学の新たな意義として意思決定や政策に貢献することが注目され始めています。

欧州委員会は、欧州連合で実施された 503 の環境分野のプロジェクトを対象に、市民科学活動が欧州連合の環境政策に活かされているかを調査しました[*7]。その結果、プロジェクトの 71％がモニタリング、14％が課題の設定、7 ％が早期警告、7 ％がポリシー評価へそれぞれ影響を与えていました。対象とした分野については、生物多様性を対象とするプロジェクトが 69% と高い割合を占め、次いで大気質に関するプロジェクトが 7％、水を対象としたプロジェクトが 6％ でした。市民科学を環境政策に取り入れる際、①政府による資金支援とプロジェクトの設計・実施への積極的な介入、②ボランティアの関与のしやすさの 2 点が肝要であること、③科学的に厳密であると政策に取り込み易くはならなかったが、政策に取り込んだ場合に政策に大きな影響を与えること、が示されました。

市民科学を政策に活かした事例として、「Co-

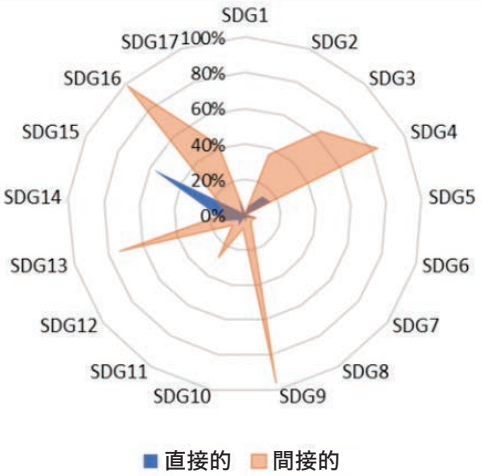
click'eau」があります。この取り組みは、フランスの政府関係者と研究者が先導した、農民が水質改善のための行動を順位付けるための意思決定支援ツールです[*8)]。市民、農業者など全ての利害関係者が連携し、作物のさまざまなシナリオをモデル化し、流域全体への農業が与える影響を評価しました。例えば、流域の汚染を軽減させるためには最も汚染の負荷が高い地域で、農地の６％を有機農業に転換することが合意されました。

（４）SDGs の市民科学

国際連合は、2030 年までに達成すべき“世界共通の目標”として、SDGs を採択しました。社会を変えるための道標として、環境・経済・社会に関する 17 項目の目標達成が目指されています。

欧州委員会は、503 の市民科学プロジェクトが、SDGs のどの目標とつながりが深く、どのような貢献をしているかについて分析を行いました[*7)]。その結果、全てのプロジェクトが、市民科学の性質上、教育（目標４）、革新（目標９）、平和と正義（目標16）に関連する３つの目標に、直接的（目的として）または間接的（活動の成果として）に取り組んでいることが明らかになりました（**図−４**）。また、直接的または間接的に貢献した目標は、気候変動が全プロジェクトの 86％と最も高く、健康と福祉が 78％、陸の保全が 75％、持続可能な開発のためのパートナーシップが 52％でした。

市民科学のもつ、分野横断型、協働、共創のアプローチは SDGs との親和性が高く、SDGs の目的達成に市民科学の手法を取り入れる動きは今後さらに加速すると考えられます。



図−４　欧州の環境市民科学プロジェクトの SDGs の目標別の貢献度

（引用：Bio Innovation Service 2018[*7)] をもとに筆者が改変）

４．終わりに

新たな市民科学は開始されてから歴史が浅いながら、多くの市民が関わることで、科学、教育、社会貢献、政策決定の在り方にイノベーションを起こしています。多様な分野や組織に市民が関わることで、市民科学も進化を遂げ、科学の社会化、科学の見える化を促進することが期待されています。

本特集の下水道の市民科学は、海外での事例も少なく、日本発の市民科学の新たな分野として、注目されています。下水道のもつ水、資源、エネルギー、施設を市民科学のアプローチで「見える化」し、社会実装することは持続可能な循環型社会への形成へとつながります。多くの読者が下水道の市民科学を「自分事」として捉え、やがて周囲の人々や職場の「皆事（みんな事）」として、その輪が広がることを期待しています。

＜引用文献＞

＊１）小堀洋美，2015．用語解説 No.40「市民科学」．ランドスケープ研究 78: 398.
＊２）Kobori, H. et al. 2018. Citizen Science. Encyclopedia of Ecology 2nd. Elsevier, Amsterdam, Netherlands.
＊３）Kobori, H. et al. 2016. Citizen science: a new approach to advance ecology, education, and conservation. Ecological Research 31: 1-19.
＊４）UK Centre for Ecology & Hydrology. https://www.ceh.ac.uk/. 2021.08.26 最終閲覧 .
＊５）Pocock, M.J.O. et al. 2017. The Diversity and Evolution of Ecological and Environmental Citizen Science. PloS ONE 12（4）: e0l 72579.
＊６）Kishimoto, K. and Kobori, H. 2021. COVID-19 pandemic drives changes in participation in citizen science project “City Nature Challenge” in Tokyo. Biological Conservation, 255: 109001.
＊７）Bio Innovation Service. 2018. Citizen science for environmental policy: Development of an EU-wide inventory and analysis of selected practices. European Commission.
＊８）Chantre, E. et al. 2016. Co-click'eau, a participatory method for land-use scenarios in water catchments. Land use policy, 59: 260-271.

特集　市民科学と下水道

下水道の市民科学
～下水道への理解を促進するために～

調整係長　別府 篤人
研修員　大島 卓也
国土交通省　水管理・国土保全局
下水道部　流域管理官付

1．はじめに

持続可能な社会を構築するために、下水道の果たすべき使命は汚水処理や雨水排除だけでなく、健全な水環境の創造、水・資源・エネルギーの活用などより多様化しています。一方、普及率が上昇し、街に“あって当たり前”の存在になることで、市民の下水道への関心は、薄れつつあります。

「下水道の市民科学」は、よりよい地域づくりに向けて、NPO や学校などの活動団体と行政が協働し、市民も下水道に関する調査研究活動に参画する取り組みです。活動団体には、調査研究の取り組みを推進する「主役」としての役割が期待できます。また、下水道管理者は、活動団体と協働で取り組みを進めるとともに、多様な主体との連携が図れるようサポートする「調整役」となりながら進めていきます（図−1）。

国土交通省下水道部では、下水道に関する調査研究に行政などの協力を得ながら NPO や学校などの市民団体が参画することを支援するため、ガイドブックや研究テーマ集を作成しています。それらに加え、下水道の市民科学の一層の展開を目指して部内に相談窓口を設けるなどの施策も行っています。本稿では、今年度の取り組みやガイドブック、研究テーマ集等の内容について紹介します。

図−1　市民科学の取り組み体制と主な役割

2．令和３年度における取り組み

下水道の市民科学は、地域によって取り組む環境や取り組み方が異なるため、団体（自治体、活動団体）が抱える課題は様々です。そのため、異なる地域の取り組み団体同士で課題を共有し、解決策を見つけ、更なる展開を目指せるような、体制の構築が求められます。その中で、国土交通省では、団体に向けて、「情報交換会」、「発表会」、「勉強会」を開催し、団体が市民科学の活動を行う上でのサポートをしています。

「情報交換会」は、各団体の取り組み状況を市民科学に係わる参加者全員で共有し、解決策を見つけるための場として開催しています。令和３年５月25 日には WEB 形式で第１回情報交換会を開催しました（図−2）。コロナ禍のため下水処理場の見学会を中止にせざるを得なかったなど、広報上の課題は複数の自治体から寄せられました。研究テーマ

図−2　第１回情報交換会の開催風景

の検討のため、この会を活用したいという声もありました。参加者からはトンボに関する講演会や下水道の出前講座、小学生向けの施設見学会などの取り組み事例の紹介があり、有益な情報交換を行うことができました。その他、市民科学の活動を広げるための方策として、自治体からは、関係部署への声かけなどを通じて人脈の拡大を図っているなどの情報共有もありました。令和３年10月には第２回情報交換会を予定しているため、引き続き、取り組みに関する好事例・課題等の共有を図りながら、市民科学の活動の活発化に向けた議論を行います。

「発表会」では、自治体や活動団体が行った市民科学の取り組みを発表することで面白さを伝えるとともに、議論することで新しい視点に気づき、市民科学の更なる展開につなげることを目的として行っています。令和３年度は下水道展の併催企画として、GKP みらい研究発表会とコラボして、WEB 開催しました（**図－３**）。

「勉強会」は、下水道の市民科学を着実に実施していくための「戦略会議」の位置づけとして、市民科学に関心をもつ地方公共団体と取り組み方を共に考えるために開催します。市民科学の取り組み方、行政にとっての取り組む意義等の考え方や価値観の共有を行います。今年度は令和４年１月に WEB 開催する予定です。

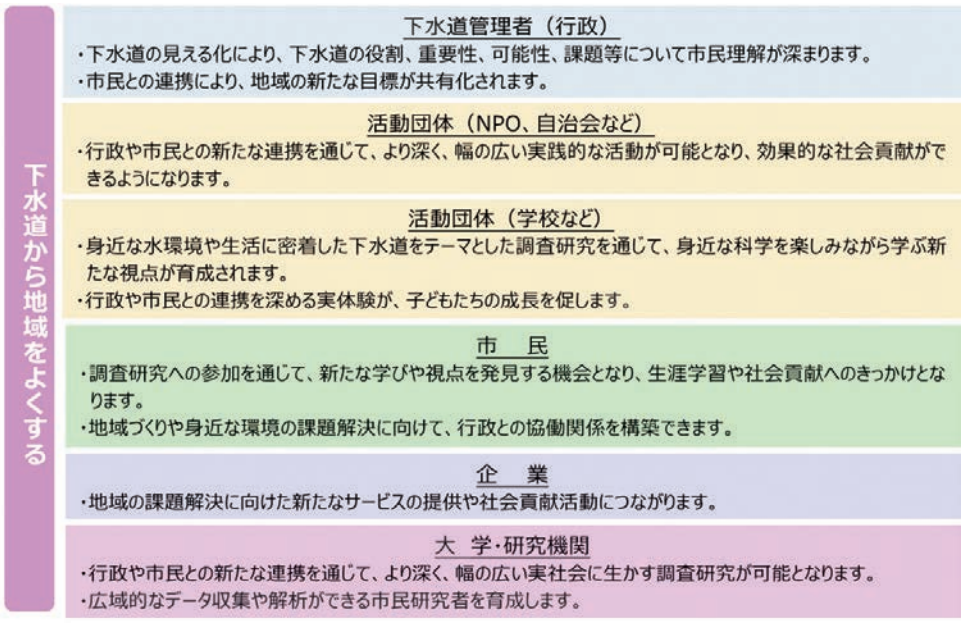
図－３　市民科学発表会の開催風景

３．下水道市民科学ガイドブックの作成

国土交通省では、下水道の見える化や下水道に関する調査研究活動を通じて、よりよい地域づくりに取り組みたい地方公共団体や市民・地域の活動団体を支援するため、平成29年３月に、「下水道の市民科学ガイドブック」を作成しました（「自治体向け」、「活動団体向け」の２種類 https://www.mlit.go.jp/mizukokudo/sewerage/mizukokudo_sewerage_tk_000522.html）。

「自治体向けのガイドブック」では、取り組み体制や導入による効果を掲載し、活動団体が市民科学の取り組みを行っていくうえでの自治体の役割を説明しています（**図－４**）。加えて、下水道の市民科学を成功させるヒントも掲載しています。コミュニケーションの場の設定や、下水道を身近に感じてもらうためにどのような情報を提供すべきかの例などもあります。その他、先行自治体の取り組みも紹介しており、例えば、フィールド調査への協力・参加、表彰制度、マスコミを活用した PR などが挙げられます。

「活動団体向けのガイドブック」では、「自治体向けのガイドブック」と同様に市民科学の取り組み事例を閲覧できますが、さらに、市民科学の意義・狙いについても掲載しています。その他にも、新しく活動を始められる方向けに、研究を始める準備から発表までの全体の流れについても項目ごとにまとめています（**図－５**）。また、末尾にはＱ＆Ａも掲載しており、研究テーマ決めや成果の発表の際の疑問にもお答えしているため、ぜひ参考にして頂ければと思います。



図－４　市民科学の取り組み効果

4．下水道研究テーマ集

下水道の「市民科学」の取り組みを始めるうえで「下水道の身近なテーマとは？」、「具体的にどの様なテーマを考えればよいのか？」といった疑問があるかと思います。そこで、研究テーマを設定する際の参考として、事例やアイディアを「下水道の市民科学研究テーマ集」としてまとめています（https://www.mlit.go.jp/mizukokudo/sewerage/mizukokudo_sewerage_tk_000522.html）。

テーマの分野として、「公共用水域の水質改善」、「水辺環境の改善」、「資源・エネルギー循環の形成」、「健全な水循環系の構築」、「浸水被害の軽減」の５種類の分野をまとめています。

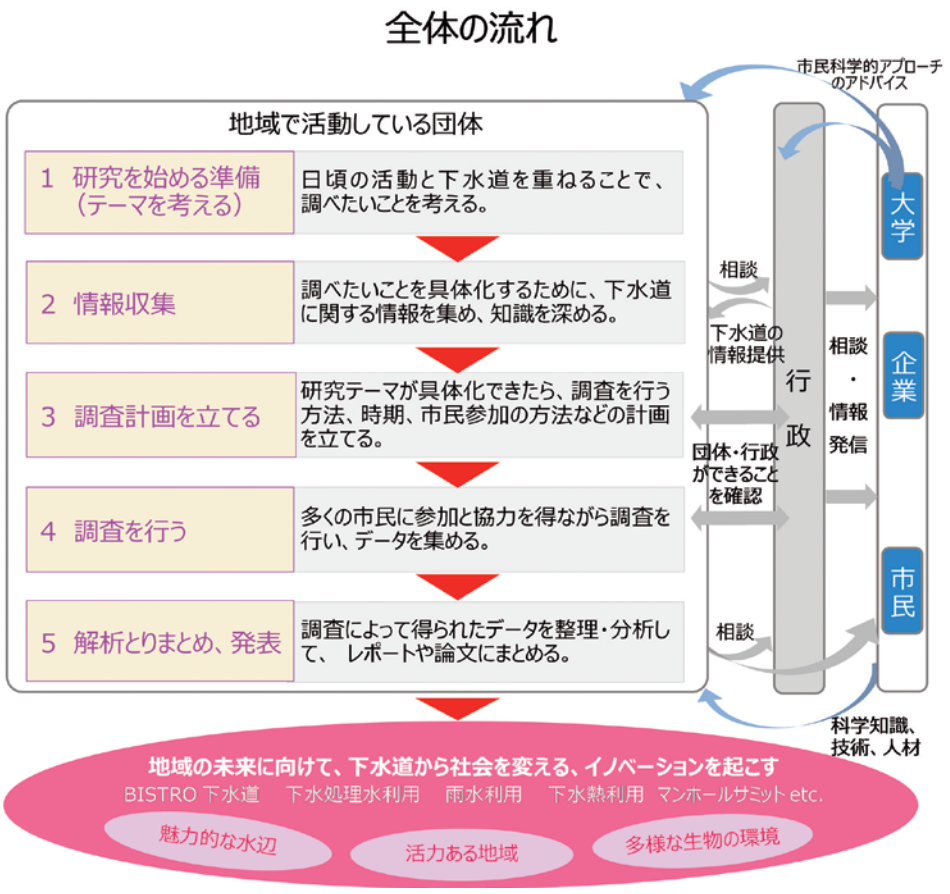
また事例のみならず、「研究成果の活用方法」、行政・活動団体に対しての「取り組むメリット」を記載し、活用しやすいものとなっています。この研究テーマ集からヒントを得て、新しい下水道の「市民科学」に取り組んで頂ければと思います。

5．相談窓口

国土交通省では、ガイドブックの公表に併せて、市民科学の取り組み方に関するご相談・ご質問に対応する相談窓口を開設しています（hqt-shiminkagaku-group@gxb.mlit.go.jp）。市民科学の取り組みを始めるうえで、「下水道関係者や研究者との連携の仕方がわからない」などのご相談・ご質問を解決し、皆さまの地域の良好な水環境の創造に資する取り組みを支援できればと思います。

6．おわりに

下水道を「自分ごと」として考え、行動していくことが、下水道の市民科学の目指すべきあり方です。そのためにも、行政・市民・企業それぞれの立場の方々が、積極的に下水道について調べ、語ることが大切だと感じております。今後とも、それぞれの立場の方々が積極的に下水道の市民科学に取り組める環境を整えていきたいと思いますので、どうぞよろしくお願いいたします。



図－５　下水道市民科学の流れ

川に出て下水道を語ろう！
～下水道の市民科学と河川NPO活動等との比較について～

栗原 秀人
下水道広報プラットホーム（GKP）アドバイザー
メタウォーター株式会社　技監

筆者は国と地方で河川管理を担当する機会を得て、川で活動する多くの市民団体と交流してきました。

市民と行政が協働して何かを調べることから始めて、社会にイノベーションを起こすことが市民科学だとすれば、それらの活動はまさに市民科学だと思います。

下水道の市民科学のテーマは幾つかありますが、ここでは、川・水を軸とした下水道の市民科学が広く展開されるための参考になればと、河川の諸活動から学んだことを述べたいと思います。

1．川で多くの市民が活動しているのは何故？

川や湖・海には多くの市民団体等が様々な活動をしています。市民には、NPO、小中学校、高校、大学、愛護会、町内会、商工会、民間企業等々も含む多様な組織の方々が、もちろん個人も入ります。

川ゴミ、魚や水棲昆虫など各種の生き物、川遊びや漁法・水防・祭りなどの伝統継承、水辺を軸にしたまちづくりや地域活性化の取り組みなどなど、実に多様な人たちが、それぞれの関心と目的を持って川に集っています。

こうした取り組みに参加している人たちの顔は笑顔に輝いています。調べたこと、学んだことをまとめ、発表し、仲間を増やそうとしています。自分たちの取り組みを自慢し合い、さらにお互いを高め合うワークショップ（以下 WS と記す）、「いい川・いい川づくり WS」が毎年開催されています。

平成９（1997）年、河川法が、それまでの治水、利水に加え、新たに環境の整備と保全が目的に、堤防やダムなどの整備を定める河川整備計画の策定に当たっては関係住民の意見を聴くことと改正されました。当時、長良川河口堰や吉野川第十堰の建設反対運動が大々的に展開されたことされていたことも背景にあった改正でしたが、河川における市民協働の転機になったと考えています。

翌平成 10（1998）年から「川の日 WS」がスタートし、第 11 回からは名称が変わりました。今年 10 月に予定されている第 23 回 WS の趣意書には、「川は、生きものを育み、地域や私たちの暮らしを支えてきたかけがえのないものです。この大会は、私たちがめざす川や水辺はどんな姿なのか、私たちにとって“いい川・水辺”とはどんなことなのか、自由に柔軟に探っていこうと、各地で活躍する市民・住民・行政に呼びかけ、1998 年に「川の日」WS として始まりました。これこそ“いい川”・“いい川づくり”という事例や取り組み、思いを持ち寄り、その目的、取り組みを発表、議論することにより、少しでも“いい川・いい川づくり”のビジョン、イメージの共有につながれば、やがては日本中に個性豊かな愛着の持てる川や水辺が出現するとの思いからです。回を重ねるなかで、身近な川から流域全体、全国規模の取り組みまで、また、源流域や湖沼、用水、湿地、海浜 といったさまざまな水辺、下水道や雨水、水循環など、対象とする領域やテーマを広げてきました」と書かれており、川と深く関係する下水道もテーマとして明確に加わっています。

改称の理由を事務局に聞くと、「自分たちがめざす川や水辺はどんな姿なのかを探るだけでなく、自分たちとっていい川・水辺づくりとはどんなことなのか、川との関係や関わり方を自分ゴトとしてとらえ、議論し行動していきたいとの趣旨を明確にしました」と語ってくれました。

過去 22 回までに約 1,200 の発表が行われました。

同様の WS は地域や都道府県単位でも盛んに行われています。WS はほんの一例で、川を軸とした市民活動は活発です。その理由は何かを考えてみました。

①河川には「場」がある。成果が見えるから面白い！

川は様々な恵みを与えてくれます。用水の供給によって私たちの暮らしや経済活動に必要な恵みはもちろんですが、生き物の生存生育のほか交流や賑わい、遊び、癒し等々の有形無形の多面的な恵みを与えてくれます。そしてその恵みを得ることを目的に様々な活動が行われていますが、それらはいずれも空間が必要、場の存在による恵みです。

川の恵みを**表−1** にまとめ、そのうち「場」の存在に起因しているのものを太字で表しました。用水を除く、多くの恵みにとって「場」が重要だとお分かりいただけると思います。

表−1　多面的な川の恵み（太字は「場」が深く関わるもの）

用水－飲料水、生活用水、農業用水、工業用水、発電用水、防火用水等
食－農産物、水産物、山菜等
環境－多様な生物の生存生育、気象緩和等
心－潤い、安らぎ、自慢、癒し、信仰（祭り、灯篭流し）等
遊－観光、川・湖・海遊び、花火、屋形船、クルージング等
街－街の骨格、景観、自慢、風物詩、コミュニティー形成等
運－舟運・水運（一物・人・文化等）
その他

自分たちの活動の「場」があって、しかも活動の目的物と成果が見える、市民活動にとって重要不可欠な要素である「場」があること、これが河川に関わる市民活動が持続している一つの要因だと思います。

では、下水道には「場」が無いのでしょうか？

②行政が関わっているから、 行政の意識が変わったから

河川法の改正を契機に河川管理が大きく変わったと思っています。流域住民の意見を聴くと定められたことで、河川管理者（直轄事務所や都道府県の河川管理担当事務所等の職員）の意識が大きく変わりました。

意見を聴く場として、河川ごとに流域懇談会等が設置されました。筆者が関係した堤防工事の例では、自然豊かな草堤防を残して欲しい人たち、幾度となく洪水被害に遭って、コンクリートブロックの強固な堤防を作って欲しい人たち、それぞれの市民活動をしている両者が懇談会に集まりました。それまでの管理者はそれぞれ別々に説明を重ね、調整は難航しました。両者が一堂に会する場では、そこにある自然の多様性や過去の洪水履歴など、それぞれが調べたことをもとに、意見を言い合い、そして聴き合います。いつしかファシリテーター役も登場し、議論を重ねるうちにお互い認め合うところがあると気づき、やがて結論が出ました。草花の生えた在来の堤防表土を剥いでストックしておく、堤防を補強しブロックで覆う、ブロックの上を覆土し、その上に在来表土を戻すですが、表土の剥ぎ取りと戻し工事は両者の住民が参加して行われました。住民参加で治水と環境が両立しました。対立から協調、そして協働に転換しました。

こうした過程から、職員が双方から信頼されるようになり、考える幅が広がり、対応力が増したと思いました。それぞれの市民が関心をもって活動した結果が地域で実現される、これが地域のイノベーション、チョットしたことですが、市民科学の一例だったと思います。

もう一つ、こちらがより重要だと思う変化は、それまでは河川区域内、堤防で仕切られた区域、堤外地だけに関心があった職員が多かったように見受けられましたが、法改正を機に流域（堤内地）の文化、歴史、街づくりなどを意識する職員が増えたことです。

前述の WS を紹介している某直轄河川事務所の HP が象徴的です。「川や水辺の環境の保全や改善について、どのように取り組んでいけばいいのか、またどのような事業のあり方が望ましいのか。川を管理する立場と、その川と常につきあい将来も関わり続ける住民の立場とで、ともに「いい川とは何か」を自由で柔軟に探ろうというのが、このワークショップの目的です。対象となるフィールドも、河川から、源流域や用水路、湖沼、河口域、海浜といった多様な水辺やまちづくり、地域づくりなどにも拡大してきました」 河川の管理が河川管理施設によって守られる流域の暮らし、街づくりにも及んでいることが分かり、協働の理由も明らかです。こうした河川管理の意識の変化は、「かわまちづくり支援制度」「ミズベリング」など国交省の制度にも反映され、各種の支援が行われています。

２．では、下水道の市民科学をどう進めたらよいか

河川の市民活動が活発な理由として、①場があり、目的物が見えやすい、②行政が関わっている、の二つが大きいと記述しましたが、では下水道はどう考えたらよいのでしょうか。

①下水道にも「場」がある！　川や街に出て下水道を語ろう！

私たちが行う下水道の広報は、「下水道施設」の広報に留まってはいないでしょうか。釈迦に説法で

すが、下水道法の目的は、「下水道の整備を図り、もつて都市の健全な発達及び公衆衛生の向上に寄与し、あわせて公共用水域の水質の保全に資することを目的とする」とあります。

下水道整備の手段、目的は①都市の健全な発達②公衆衛生の向上③公共用水域の水質の保全です。ですから、目的が達成されているかどうかは、街や川・海で測られなければいけないのだと思います。

処理場見学で、「私たちは、汚れた水を BOD ○ mg/L に処理して放流しています」で留まっていないでしょうか。それも大事ですが、さらに、「BOD ○ mg/L で放流し続けた結果、一度はいなくなったアユが、トンボが、ホタルが戻ってきました」「死の川と言われた川に人々の賑わいが戻ってきました。今やわが町の観光スポットとなっています」と続けて、初めて下水道の目的達成が説明できるのではないでしょうか。そうです、下水道を広報する「場」は川や街にこそあるのです。

別の見方をします。**表－2** に川の恵みのうち、下水道の目的である水質保全と深くかかわるものを太字で表しました。多くの川の恵みは水質が保全されることで担保されていることに気づきます。

表－2　多面的な川の恵み
（太字は水質保全（下水道）が深くかかわるもの）

用水－**飲料水、生活用水、農業用水、工業用水**、発電用水、防火用水等
食－**農産物、水産物**、山菜等
環境－**多様な生物の生存生育**、気象緩和等
心－**潤い、安らぎ、自慢、癒し、信仰（祭り、灯篭流し）**等
遊－**観光、川・湖・海遊び、花火、屋形船、クルージング**等
街－**街の骨格、景観、自慢、風物詩、コミュニティー形成**等
運－舟運・水運（一物・人・文化等）
その他

かつて死の川、死の海と呼ばれた多くの水域が下水道整備によって蘇った多くの事例を私たちは知っています。そして、これからもいい川、いい水辺を守っていくためには、下水道による水質保全が不可欠であることを知っています。

「かつてお歯黒ドブと呼ばれた鶴見川にも魚たちが賑やかに復活してきた。強調され、評価されるべき下水道の目覚ましい成果であり、下水道は水と緑の都市再生に向けた大きな仕事を着実に広範に果たしつつある。しかし、流域市民にはこのところが正しく認識されていない。下水道部局自身が川の回復、賑わう魚たちの現実を評価できていない」「ドブや水害に泣かされた時代、市民の切実な願いを下水道がしっかりと受け止めていた。しかし、今は下水道が川とも街とも、市民とも繋がらなくなってしまった。下水道の市民離れである。都市再生を熱望する市民の心や期待、日常の活動にしっかりと繋いで欲しい。自信を持って市民と再接続して欲しい」、講演でお聞きした慶應義塾大学の岸由二名誉教授のお話し、チョット悔しいですが、心に強く残っています。

水は多くの恵みを与えてくれる一方で、脅威となって私たちの暮らしや街に押しかかってきます。

表－3 に水の脅威をまとめ、このうち下水道が深くかかわっているものを太字で表しました。

表－3　水の脅威（太字は下水道が深く関わるもの）

水害－**洪水**、土石流、津波、高潮等
渇水－旱魃による農作物被害、取水制限等
水質汚染・水質汚濁－**飲み水汚染、疫病の発生、**
　農作物・**生物への影響、悪臭・害虫の発生等都市環境の悪化**等
その他

人々は古来、水の脅威を抑えながら水の恵みを得続けるための努力を重ね、地域をつくってきました。

下水道が整備されて脅威が抑えられていること、取り巻く環境が大きく変わり、脅威の種類と質も変わり、脅威を取り除き、恵みを守るための手段である下水道も時代にあったものに再構築されなければいけないこと、何よりも、何もしなかったら下水道が機能しなくなり、かつての脅威が降りかかってくることになり、賑わう水辺も元の木阿弥となってしまいます。

「BOD ○ mg/L で放流する」はアウトプット、その結果としての「川の生き物や街・人々の賑わい」がアウトカム、多くの施設が地下にあって目立たない下水道ですが、アウトカムの「場」があるのです。

川で活動する多くの市民にとって、下水道は自分たちの関心ごとを実現するための大切な道具と思ってもらうこと、下水道を自分ゴト化してもらうためにも、川や街に出て下水道を語ろうではありませんか。

「見える川をきれいにするには見えない川（下水道）がしっかりしていないとダメ、だから私たちは下水道に関心がある」、下水道整備による清流復活を実感しながら川の活動をしている NPO 代表の言葉に感動しました。このように、市民による市民の関心ごと目線での下水道の機能・効果の二次発信も期待できます。下水処理場は川や海に隣接しています、水質実験、生き物調査、学習・発表の場もあります、市民協働の場としての活用に大いに期待しています。

②下水道管理者による市民科学をどう考えたら良いか

下水道の目的である公共用水域の保全、この目的が達成されているかどうかのモニタリングは下水道管理者にとって不可欠です。そして、それらの達成度・満足度について下水道のステークホルダーである川に関心を持つ多様な市民の声を聴くことが必要

です。

アンケートによるモニタリングだけでなく、協働によるモニタリングも大事だと思います。市民はそれぞれの関心ごと（川、海、生物、街づくり等々）で様々に活動しています。また、関心ごとと私たちの暮らしが深くかかわっていることを実感し、関心ごとをもっとよくするために自分たちの暮らしかた、街づくりをどうしたら良いかを探って活動しています。つまり､関心ごとを自分ゴト化しています。

そして、川、海、街等々の関心ごとにとって下水道は大切な道具です。下水道が無かった頃の川や街と、下水道が整備された今の川、街を知ってもらうことで容易に理解されると思います。川、街等を良くするためにどうしたら良いかを行政と市民が一緒に考える。そのための大事な道具としての下水道をどう使ったらよいか（正しく使う、機能更新する、持続させる等）を一緒に考える、そして下水道による地域のイノベーションを起こす、これが下水道の市民科学だと思います。

ステークホルダーと協働し、下水道の進化と持続を一緒に考える、これこそ、接続強制や使用料徴収を法制化している、他の社会インフラとは異なった特徴を持っている下水道経営の基本ではないでしょうか。市民は出資者であり、受益者であり、排出者であるなど、幾つかの顔で参画する下水道事業の欠かせない構成員です。市民に下水道の計画・建設・維持管路・経営に参画してもらう手段が市民科学だととらえることもできます。

以上のように考えたら、下水道管理者（当然のことですが、企業管理者という意味でなく職員を含みます）として、市民科学を実践する意義付けができないでしょうか。市民科学をステークホルダーとの有効なコミュニケーションツールとして、下水道経営計画、下水道ビジョンなどに位置付けた、或いは位置づけようとする取り組みが滋賀県、豊田市、横浜市等で行われています。位置付けられたことで、担当職員が外に出ての市民協働がしやすくなった、広報担当部署だけでなく下水道部局全体の意識・行動が変わった、河川はもちろんのこと環境・教育など他部局の協力が得られやすくなったなどの効果があったと聞いています。

河川管理者が河川管理区域の外に出たように、下水道管理者もアウトカムの場である川に出て下水道を語りませんか！

３．下水道の市民科学を進めるために

●行政に：既に活動している川の市民活動に積極的に飛び込みませんか！

下水道のアウトカムが実感でき、そこでの賑わいの声を聴くと下水道に自信が持てます、夢が広がります。信頼が生まれ、市民が下水道の価値と機能を二次発信してくれます。市民が下水道の未来を一緒に考えてくれます､下水道経営に参画してくれます。

●市民に：下水道行政に声掛けしましょう！

関心ごとに関する活動の幅が拡がり、奥行きが深まります。そして目指す目標が早く、深く到達します。

●企業に：市民科学について何ができるかを考えませんか！

建設の現場で、維持管理の現場で、現場を預かっているからこそ行政、市民と協働してできることがありそうです。多様な官民連携が始まっています。下水道事業を担う当事者の一人として、一歩前に踏み出しましょう！

市民科学の基礎となる環境教育の取組

横浜市環境創造局
下水道事業マネジメント課
担当係長
高橋 悠太

横浜市環境創造局　政策課
環境プロモーション
担当係長
堀内 智美

1．はじめに

下水道は未普及地区が多かった 1960 年代から 1980 年代にかけては、非常に関心の高い事業の一つでした。一方、横浜市においては、下水道普及率が 100% 概成した現在、市民が下水道に関心を寄せる機会が少なくなってきています。市民の下水道事業への関心や理解を深めるにはどうすればよいのか。これはどの自治体においても大きな課題となっていると思います。

下水道への関心を呼び起こすための一つの手法として「市民科学」が挙げられます。市民科学とは「市民が科学研究のプロセスに関わること」ですが、それだけではなく、現代社会が抱える課題解決にもつながることで注目されています。市民が直接参加することで、今まで自分には関係ないと思っていた社会課題を身近に感じるきっかけとなり、行政が実施する事業への理解促進につながります。

下水道における市民科学では、市民の関心のある研究と下水道事業の取組をマッチングさせることが難しく、まず初めは「下水道」という言葉にとらわれず、「きれいな水環境」や「豊かな自然」といった市民の身近にある環境から学ぶことが重要であると考えています。その学びが将来的に「下水道の市民科学」につながっていく長期的な取組であると感じています。

横浜市環境創造局では、下水道中期経営計画に市民科学への取組の支援をあげています。また、横浜市環境管理計画に組み込んだ環境教育等行動計画に基づき、横浜の環境に興味を持ってもらい、自ら考え、持続可能な社会の実現につながる具体的な行動を実践する人を育んでいく取組の一環で、下水道だけではなく、身近な環境をテーマとして多様な主体と連携しながら環境教育を積極的に実施しています。

本稿では、専門知識を持つ講師による「環境教育出前講座」、小学生が参加する市民科学の取組「こども「いきいき」生き物調査」、キャリア教育を見据えた「下水道マニア」について紹介します。

2．横浜市の環境教育出前講座

横浜市では、生物多様性保全や地球温暖化対策、水・緑の保全・再生といった環境問題への理解を深めるため、市内の小中学校や地域の皆様を対象に、専門知識を持った講師が学校や地域等へ出向いて講座を行う「環境教育出前講座」を 2005 年度から実施しています。市民団体や企業、国際機関、横浜市職員等が連携し、生き物と環境、水・緑など自然、気候変動・省エネルギー、資源の循環、農業、地球温暖化対策などの分野で、約 60 のプログラムを展開・講義を行っています。中でも、下水道に関する

写真−1　出前講座「身近な自然を知ろう」

講座では、現在、企業及び横浜市環境創造局による５つの講座を実施しています。

対象は子どもから大人まで幅広い設定としていますが、特に小学校の授業としての受講が多い傾向にあり、この他、放課後児童施設等による受講も含め、2020 年度は講座を 74 回実施、3,776 人が受講しています。また、事業開始から 2020 年度に至るまで、実に、約 1,800 回の講座を実施、約 13 万人もの市民の方に受講していただいており、横浜市の環境教育を代表する取組のひとつです。

横浜市の環境教育は、ともに学び、育ち合うことを大切にしながら、関心・行動・協働をもとに進めています。知識としてだけでなく、体験や実感に基づいて環境に興味・関心を持つことが必要であり、関心や理解にとどまらず、それを伝えるとともに、自ら考え、具体的な行動に結びつけ、様々な主体が連携・協力してつながり、協働の輪を広げていくことが重要です。環境教育出前講座では、行政だけでなく、市民団体や企業等による様々な活動と絡めた内容での講義を実施しており、受講者の環境に対する興味・関心、課題意識を引き出すことに寄与していると考えられます。

実際に受講した学校の教員からは「子どもたちの植物や生き物に対する見方･感じ方が広がった」「市民団体や企業等がその活動を直接語ることによって環境に関する生きた情報を得る事ができ、学びが深まった」といった意見が寄せられています。

横浜の環境に興味を持ち、自ら考え、持続可能な社会の実現につながる具体的な行動を実践する市民を着実に育んでいくためにも、今後も市民団体や企業等との連携を図りながら環境教育出前講座を継続していくことが重要であり、より多くの市民に受講していただけるよう取り組んでいきたいと考えています。

３．こども「いきいき」生き物調査

下水道以外の事例として、横浜市環境科学研究所において、2013 年度から小学生による市内全域の生き物調査「こども「いきいき」生き物調査」を実施しています。ここでは、調査の方法や調査結果、活用事例などについてご紹介します。

３−１　目的と対象・参加者数

本調査は、生物多様性保全に資する基礎データを取得するとともに、地域の自然や生き物への関心を高めてもらうことを目的として、横浜市内の主に小学５年生を対象に学区内で見つけた生き物を報告してもらうアンケート調査です。開始以来 2019 年度までの７回で、1,178 校、83,132 人が参加しています。各年度とも、横浜市立小学校約 340 校の約半数の参加・協力を得て実施しており、毎年１万人以上の児童が参加しています。主な調査対象である小学５年生の参加率は 35 ～ 43％となっており、その他の学年でも希望があれば調査への参加を可能としました。

３−２　方法

横浜市立小学校約 340 校の５年生を対象として調査票（**図−１**）を配布し、１年間に「家や学校の近く」で見つけた生き物、鳴き声を聞いた生き物について、季節ごとに○をつけてもらう形式としています。

調査対象とした生き物は、「分類・同定が容易で、市内の自然環境を特徴づけるもの」「個体数が減少または増加傾向にあるもの」「外来種」などに着目し、７年間で計 37 種類の生き物が調査対象となりました。2021 年は、ツバメの巣、スズメ、カブトムシ、コウモリ、ススキ、アオスジアゲハ、ヘビの仲間、カメの仲間、ホタルの仲間としています。

調査の集計及び分析については、学校ごとに対象の生き物を見つけた割合を算出して確認率とし、GIS（地理情報システム）ソフトを使い、学校ごとの確認率の高低を色の濃淡で示した市内全域の分布図を作成しています。

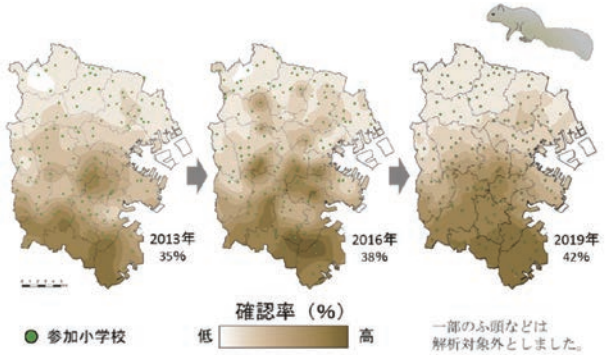
図−１　「こども「いきいき」生き物調査」調査票

3－3　調査結果

複数年度の調査対象に設定した生き物の一部について、市内全域における確認率（**表－1**）のとおり各年度の傾向を見ると、リス、ヒキガエル等における確認率が大きく変化しています。一方、カブトムシの確認率は概ね一定となっています。特に、リスに関しては南部に多く、徐々に北部へ分布を拡げている結果となっており、外来種であるクリハラリス（タイワンリス）が生息範囲を拡げている様子を反映したものと考えられます（**図－2**）。

表－1　調査対象の生き物（一部）と確認率（%）

	リス	ヒキガエル	カブトムシ
2013 年度	35	—	72
2015 年度	—	38	70
2016 年度	38	—	—
2017 年度	—	—	69
2019 年度	42	28	68



図－2　リス調査結果の変遷

3－4　調査結果の活用

本調査の結果は、横浜市の環境教育出前講座において活用しています。その一例として、市内のある小学校５年生の総合的な学習の時間において、児童が本調査の結果を参考に身の回りの生き物について調べ、横浜市環境科学研究所が専門的立場から１年間を通して協力した事例があります。調査対象であるアライグマ、ハクビシン、タヌキ、コウモリといった哺乳類について、自動撮影カメラを用いた調査や地域住民の目撃情報などを収集し、自然と人間との共存や外来種問題等について学び、解決方法について自主的に考える活動を実施しました。本調査の結果を基に、児童が生き物に関する課題を考えることで、地域の自然や生き物に対する関心を喚起することにつながった事例となっています。

写真－2　哺乳類が確認される場所での現場検証

3－5　今後の展望

本調査は市内全域に比較的均等に位置する各小学校から多くのデータを集めることにより、広域における生物生息状況の傾向を知ることができる手法の一つとなっています。調査時間や範囲が限られることが多い専門家による調査に比べ、多数の調査結果をもとに広域の状況を推定する市民協働調査ならではの非常に有効な成果と考えています。

4．下水道マニア

「下水道マニア」は水環境や浸水対策に必要不可欠でありながら普段目にすることのない下水道について、「体験や見学」を通じて学ぶ夏期季集中講座です。横浜市では 2017 年から横浜市内の高校生を対象に積極的な支援を行っています。本講座は下水道について学び、生徒自身が下水道の重要性や魅力を発信するマニアとなることで、環境への意識向上や進路選択の視野を広げるきっかけとしていただくことを目的としています。

令和３年度は神奈川県立岸根高校の生徒を対象として、講義及び校内での体験を中心とした講座を実施しました。新型コロナウイルス感染症拡大の影響を受け、水再生センターへの見学ができなくなるなど、「体験する」ことが難しい中でしたが、下水道関連企業の協力により、高校生にできるだけ実体験を感じてもらえるように講座が進められました。また、最初に「きれいな水環境を保ちながら、温暖化を防ぐにはどうすればよいか」という課題を提示し、講座を通して下水道について自分は何ができるのかを考えてもらう機会を設けました。今年度の夏期講座のスケジュールは**表－2**のとおりです。

表−2　下水道マニアスケジュール

実施日	内容
8月2日	「横浜市の下水道にまつわる課題提供」 講義「横浜市の下水道」 講義「デザインマンホールふたの魅力」
8月3日	講義「水と人々の歴史」 校内フィールドワーク レポート作成（8月4日も実施）

【1日目】「横浜市の下水道」と「デザインマンホールふたの魅力」講義

「横浜市の下水道」の講義を行いました。初めに筆者がなぜ本市で働くことを選んだかなど、「下水道の分野で働くこと」について紹介し、その上で講義を聞いてもらいました。下水道の全体像や必要な機能、新たな役割を紹介し、クイズなども織り交ぜながら展開し、下水道について考えてもらう内容にしました。

また、百合丘高校の非常勤講師垣下先生が様々なデザインのマンホールふたを紹介し、その魅力について講義しました。講義後には下水道関連企業の方より実際のマンホールを見せていただき、滑らないための工夫や耐久性など技術的な話を伺いました。マンホールふたを持ち上げたり、普段目にすることのないふたの裏側まで観察し、生徒たちから多くの質問が飛び交いました。

写真−3　マンホールふたの裏側を観察する生徒

【2日目】校内フィールドワーク

校内のトイレから疑似ウンチを流し、どこにつながっているか、校内のマンホールふたを開けながら流れを確認しました。下水道管用のカメラも紹介し、生徒が操作を体験するなど、下水道管の調査の方法を学びました。

また、下水道管に流していい物、いけない物について、トイレットペーパーやキッチンペーパー、半紙など様々な紙を水の入ったペットボトルに入れ、どれが溶けるかを実験して確かめました。

最後に高校生たちが各自で今回の課題へのかかわり方について考える時間を設けました。感染症対策のため、グループディスカッションはできませんでしたが、生徒一人一人が課題に取り組み、「体験を通して下水道について考える」を実践していただけたのではないかと思います。

写真−4　マンホールの中にカメラを入れて観察

5．おわりに

下水道を直接的に伝える「下水道マニア」だけでなく、本市の環境教育出前講座などの受講をきっかけに環境や生き物に関連した下水道事業への興味や研究へと発展していくなど、環境教育は将来の下水道の市民科学のパートナーを育てる種であると思います。この種が芽吹き、さらに市民科学への参加者を呼び込むことは、行政が市民に実施する一方向の下水道広報ではない、市民が市民に下水道事業を発信する、多角的で効果的な下水道広報につながっていくと期待しています。

本市では本号で宮崎先生が寄稿している舞岡中学校でのハグロトンボの取り組みへの参画など、実際の市民科学の取組につながっているものもあります。市民科学を通じて多くの方に下水道を「自分ゴト」として考えてもらえるように環境教育、市民科学に取り組んでいきたいと考えています。

＜参考文献＞

横浜市環境科学研究所報第 45 号（2021 年 3 月発行）
JAN　vol.59（2021 年 3 月発行、公益財団法人横浜市教育文化研究所）

水質調査に協力して 水環境の改善 ～下水道整備の促進へ

小山 健
岡山市　下水道河川局
下水道経営部
下水道河川計画課

1．はじめに

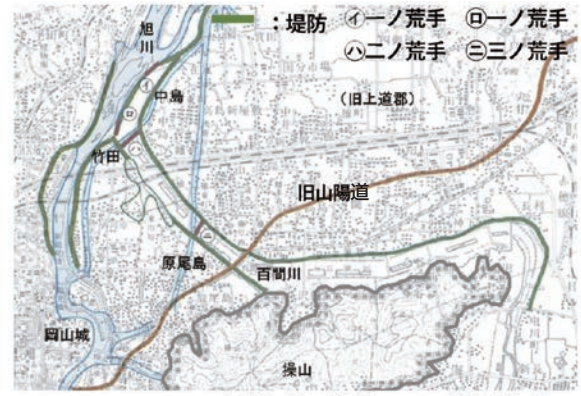
岡山市は、旭川と吉井川の２つの一級河川が貫流し、水・緑あふれる自然環境と晴れの多い気候や自然災害の少なさとが相まって、美しさと暮らしやすさを兼ね備えた都市を形成しています。

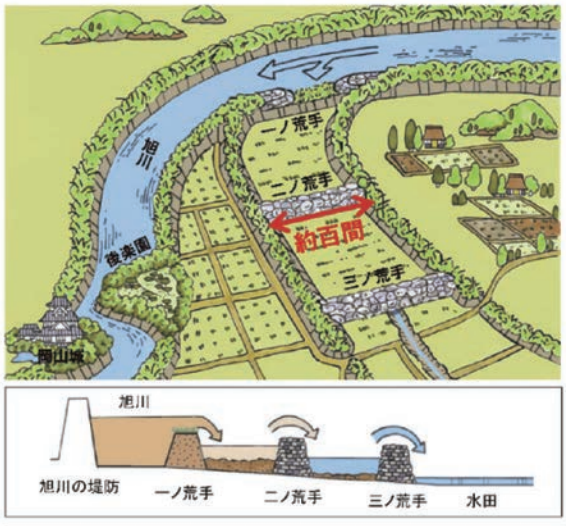
岡山市南部に位置する百間川は、延長 12.9km、旭川本流の増水時でも氾濫しないように水を逃がすための放水路で、江戸時代に津田永忠により整備された人工河川であり、流速を緩め、流水が運ぶ土砂を沈殿させるための荒手堤があります（図−１）。

また、旧上道郡内の中小河川の排水を処理する排水路、南部の沖新田開発における基幹的な排水施設としての役割があります。その名称は、「二の荒手」の幅が百間（約 180m）あることに由来し、令和元年度には、世界かんがい施設遺産に県内で初めて登録され、分流部にはホタル池、せせらぎ広場といった、川に親しめる空間があります。

一方で、近年市街化の進展により百間川周辺は水田が減少し、周辺地域から排水が流れ込み、水質の悪化につながっていることから、旭川から毎秒１tの水を百間川へ導水し、水質改善が望まれているところであります。

本稿では、百間川の汚染源を特定し、排水の影響を減らしたいという思いから、岡山理科大学附属高等学校科学部（以下「科学部」という）が行っている水質調査の取組みと岡山市（以下「本市」という）のサポートについて紹介します。





（国土交通省中国地方整備局岡山河川事務所『百間川治水施設群』を加筆修正）

図−１　百間川の位置図ならびに概要

2．岡山理科大学附属高等学校科学部との出会い

平成 28 年度に岡山県高梁市で開催された『第９回いい川づくりワークショップ in 高梁』において、科学部が『百間川の水質改善を目指して』について発表を行い、交流会にて具体的な科学部の活動内容についてお聞きしたのが、始まりでした。

科学部の発表では、百間川の水質とそれに通じる

市街地内の排水路の関係、さらには排水路流域における下水道整備との関係に着目していました。

本市としては、科学部の研究成果を百間川の水質改善という、下水道の整備効果の広報ツールや、下水道の未接続家庭に向けた啓発ツールとして活用できる可能性を感じました。

一方、科学部に対しては、本市から下水道整備状況に関する情報提供や下水処理場の視察、座学等の講座を行うことで、より研究の考察に深みを増すことができると考えました。また、本市が研究の成果を PR できる場所を提供していくことで、調査活動が社会貢献に繋がっていることを実感し、生徒達のモチベーションも向上していくと考えました。このように、お互いに協力し合うことで、双方にメリットがあると考え、百間川の水質調査を協働して取り組んでいくための具体的な活動について相談等を行いながら、科学部の取組みをサポートしています。

3．百間川の水質調査への参加

科学部が実際にどういった調査、活動を行っているのか確認し、『百間川の汚染源を特定し、排水の影響を減らしたい』という思いを共有するため、平成 30 年度から本市職員も百間川の水質調査に参加しています（令和 2 年度はコロナ禍のため不参加）。

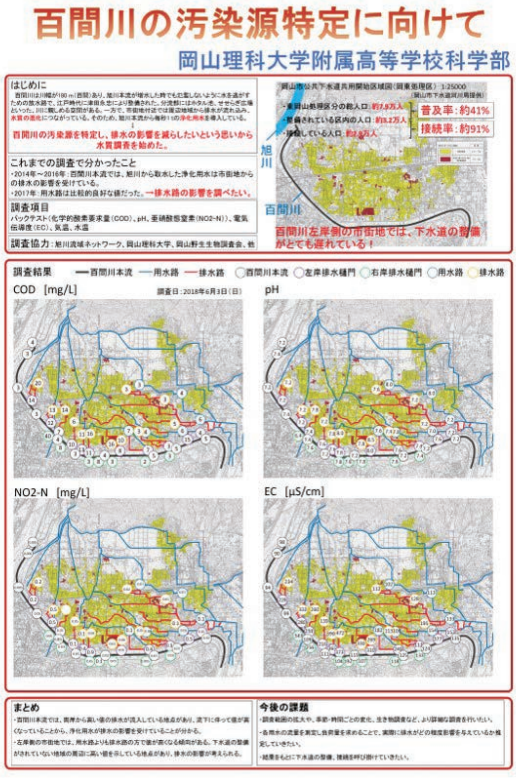
はじめに、現場調査として百間川の水、百間川に流入する用排水路の水を試料採取することから始まり、採取した水を近くの市有施設に持ち帰り、室内調査（COD、pH、NO2 － N、EC）を行いました。採取した試料を調査し、必要なデータを得ることができました。科学部の生徒達も、手慣れた生徒から初めて調査をする生徒もいましたが、職員も一緒に調査することにより、活動内容を実際に経験することができました。

水質調査が終わった後、今回調査したデータ結果の整理に活用していただくため、本市は、科学部の生徒達に『岡山市の下水道とは』、『百間川周辺の下水道整備状況』について座学、情報提供等を行いました。生徒達との意見交換のなかでは、「下水道に興味がわいてきた」、「支援金がもっとあればいいのに」等の意見があり、生徒達に本市の下水道整備について理解してもらうことのみならず、下水道職員としても貴重な意見交換であったと感じています（図－2）。

図－2　水質調査の参加、下水道についての講義

4．水質調査結果の広報

平成 30 年 6 月、科学部より、百間川の水質結果を取りまとめた成果が出来上がったという連絡を受けて、下水道展の市民科学発表会に参加してはどうかと提案し、科学部の水質調査ならびに本市の取組みを発表しました。これは『下水道の市民科学』として、科学部、本市の取組みについての初めての事例発表になりました（図－3）。



図－3　下水道展での発表資料（平成 30 年）

『下水道の市民科学』としては、まだ活動を始めたばかりでありましたが、下水道展での事例発表、発表後の交流会で生徒達も意見交換を行い、今後の活動をしていくうえで有意義な場であったと感じています。こういった生徒達の発表の場、意見交換会等に参加していくことにより、水質調査の研究に対するさらなる深い知識、下水道に対する知識の習得、発表能力の向上を期待しています（図−４）。

図−４　下水道展での発表ならびに意見交換

また、水質調査結果をもっと PR していくにはどうしたらいいだろうかと考え、本市で水質調査結果のポスターを作成しました。ポスターは、本市庁舎内、公民館、その他の市有施設に展示、また本市の下水道イベント等で展示することにより、科学部の活動の更なる PR を行いました（図−５）。

図−５　水質調査結果のポスター展示

科学部の生徒達に、もっと下水道に興味を持ってもらえたらと考え、本市の下水道処理施設見学を企画し、平成 30 年度より継続して実施しています。当日は、水質調査を行っている百間川周辺の汚水を処理している岡東浄化センターに案内し、下水道の処理の仕組みについて講義を行い、処理場施設内を見学しました。

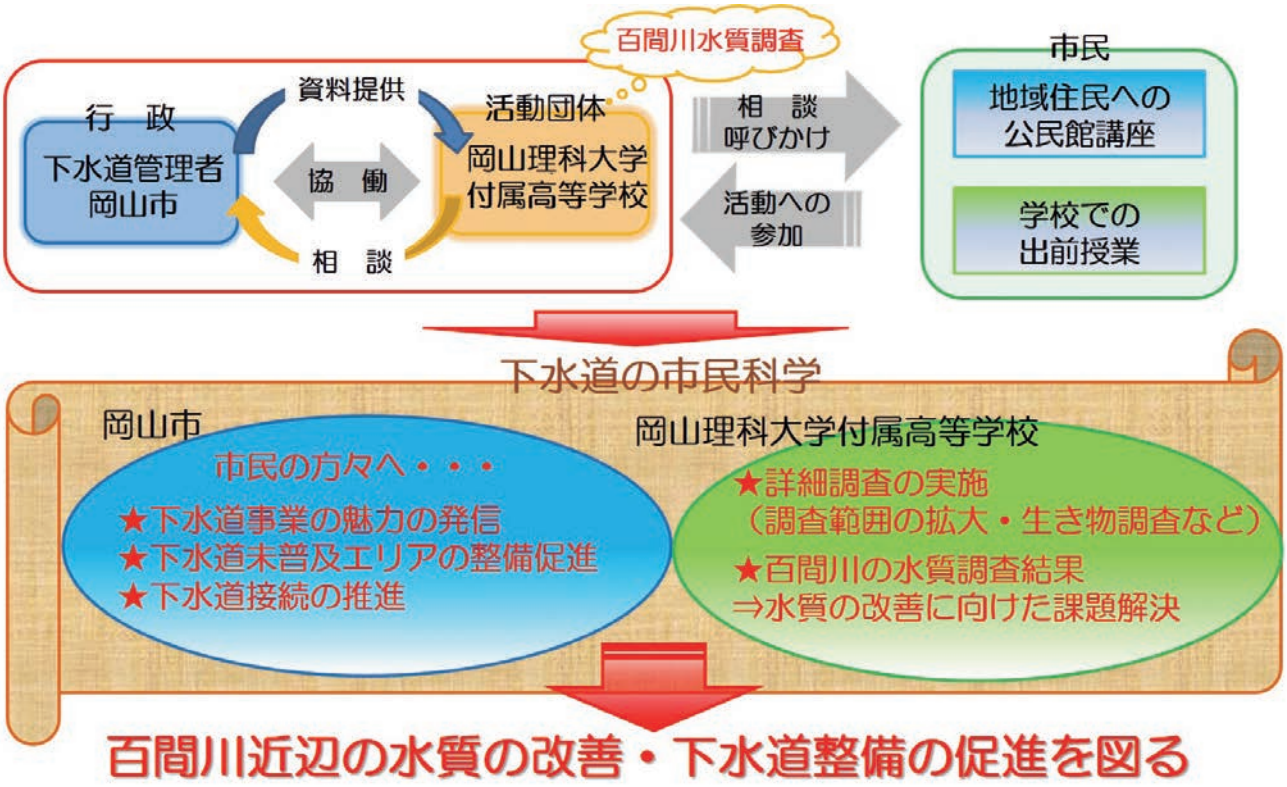
生徒達は普段見ることのない施設を見学しながら、本市職員に熱心に質問等行っていました。こういった下水道処理施設を間近で見てもらうことも、活動をしている生徒達にとっては重要であると感じています。また同時に、下水道に興味を持ってもらうことが嬉しく、職員のモチベーション向上に繋がっています（図−６）。

図−６　下水道処理施設の見学

５．岡山市の『下水道の市民科学』について

本市では、百間川の水質調査について調査活動をバックアップするため、必要な資料を提供するとともに、科学部からは、下水道についての相談等も受けつつ、生徒達と協働して調査活動を行っており、こういった活動を地域の方々や学校等へも周知していきたいと考えています。

今後も『下水道の市民科学』を通じて、科学部の調査活動をサポートし、水質改善に向けた課題解決を図っていくと共に、本市としては、水質調査結果などにより市民の方へ下水道事業の魅力の発信や未普及エリアの整備促進、下水道接続の推進に繋げていきます（図−７）。



図−7　岡山理科大学付属高等学校と連携した下水道整備の促進イメージ

6．おわりに

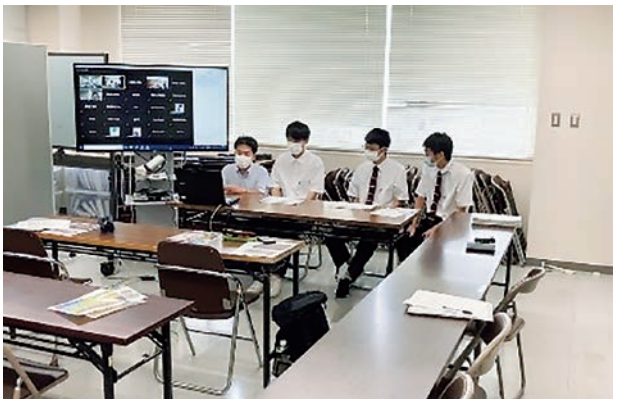
本市は、平成 28 年度に科学部と出会い、平成 30 年度から連携して水質調査をおこなっています。

昨年度以降、コロナ禍において、各種イベントの中止により水質調査結果を PR する機会もなく、感染状況次第で対面型での協働も難しい事態であるため、科学部との連携手法が手探りの状態であり、顧問の先生と相談しながら模索していたところですが、下水道展 '21 大阪の併催企画で Web を活用して開催された R3 年度市民科学発表会にて、水質調査結果の発表をしました。

これは、サテライト会場である本市庁舎から生徒達がオンラインで発表するという初めての取組みであり、コロナ禍において、新たに PR する機会を創出する有意義な場であったと感じています（図−8）。

このような活動を PR する機会が増えれば、生徒達の自信にもなり、水質調査活動がさらに発展していくのではないかと考えています。

今後も本市がサポートしていくことで、下水道の整備、接続と水環境の改善について幅広く周知されていくことを期待しています。



図−8　市民科学発表会（市庁舎からオンライン発表）

下水道の市民科学による中学生教育

宮崎 裕明
SDGs 環境教育コーディネーター
（元横浜市立中学校科学部顧問）

1．事例１　舞岡中学校科学部 ～ハグロトンボの調査～

それはハグロトンボの再発見によって始まりました。

ハグロトンボは、その名前の通り羽が黒く、全国各地の河川に生息するトンボです。昭和 30 年頃までは市内の河川のどこにでも見られる身近なトンボでしたが、急激な経済成長と開発、生活環境の変化、それらに追いつかない下水道整備などの要因によって、昭和 40 年代には市内のどの河川からも姿を消し、ほぼ絶滅したと思われていました。

図−1　ハグロトンボ

ところが、平成７年、横浜市金沢区の侍従川で子どもによって再発見されました。その子は、「ふるさと侍従川に親しむ会」に参加して清掃活動をしていた中、見慣れないトンボを見つけたのです。日ごろ川清掃や生物調査を行っていて、トンボをよく知っている子どもでも、彼らが生まれるずっと以前に姿を消してしまっているトンボでは見慣れているはずがありませんでした。この再発見は、瞬く間に広まり、新聞にも大きく取り上げられました。この出来事を受け、ほかの河川ではどうだろうかと仲間と調べてみると、市内各所でハグロトンボの存在が確認できました。

ハグロトンボは、本来全国どこにでもいるごく普通のトンボです。「オハグロトンボ」「ホソホソトンボ」「神様トンボ（これは、止まるときに羽を閉じている様子が、神様に手を合わせている様子に似ていることから、ハグロトンボに限らずカワトンボの仲間全般がそう呼ばれることが多いようだ）」などと多くの呼び名が存在し、姿を消す前はとてもなじみのあるトンボであったと考えられます。そもそも、トンボという昆虫自体なじみが深く、発達段階に関わらず、どのような年齢層にも観察対象として適しており、身近な自然から環境を考える入り口をしては、非常に取り組みやすい素材です。

それだけでも十分ですが、さらにハグロトンボは、一般によく認識されているシオカラトンボなどのほかのトンボとは形態が異なり、実際に子どもたちが目で見たときに区別しやすいという利点があります。また、ほかのトンボのように「ぶんぶん」飛ばずに「ひらひら」飛んでくれるので観察しやすいです。そして河川の環境と近くに雑木林や、水草、水辺の茂みが必要なため、環境指標（実際には環境指標にあげられることはないが）の一つとして、環境学習の題材として、有効な生物であると考えられます。

有志で始めた調査が、近隣小学校や高等学校との連携を進める中で、ハグロトンボを通した環境調査をテーマに、科学部の部活動へと発展しました。

はじめに取り組んだのは、生息数調査と生態調査です。特に生態調査については、もともとごくあり

ふれたトンボであったため、専門家や研究者たちも、あまり研究対象にはしておらず、生徒たちの地道な調査で、今まで定説的に言われてきた縄張り行動など「…だろう」という内容が、少しずつ明らかになってきました。このことは、のちに、昆虫・トンボの研究者などから高く評価されることになりました。少しずつその生態の一部が明らかになり、このような調査を通して、科学部の生徒たちは科学の手法を学び、また、他の地域の調査報告や、学術論文（もちろん中学生にも分かるように、一部翻訳解説を加えながら）などにも触れ、科学的な調査報告書、または論文の書き方なども学んでいきました。

（1）ハグロトンボの復活と下水道普及の関係

研究を進める中で、ハグロトンボの復活には、河川の環境や下水道の普及と関係があると仮説を立て、ハグロトンボと下水道との関係を、資料による調査や聞き取り調査をすることによって検証することにしました。具体的な調査方法は、

①地形図による調査

1951 年、1971 年、1995 年の地形図から、河川及び周辺の環境を読み取り、そこから考えられることについてまとめる。

②航空写真による調査

1988 年、2007 年の航空写真から、河川の変化や周辺の環境について気が付いたことをまとめる。

③下水道普及率の推移及び人口の変化、河川の水質の変化のデータによる調査

行政から下水道整備に関するデータ、水質の変化に関するデータを提供してもらい、他の資料から読み取れることと重ね合わせる。

④聞き取りによる調査

ハグロトンボが、1960 年代以前舞岡川に生息していたのかどうかがわかる資料がなく、その資料を集めるため、舞岡川の周辺に昔から住んでいる方に昔の川の様子や、1960 年代以前に生息していたかなどを聞き取ると共に河川及び周辺の環境を推測する、という方法。

下水道の普及率の変化と、河川の水質の変化のグラフをみると、明らかな相関があることがわかります。1979 年当時は、下水道の普及率が 40％以下でした。そのため、多くの人が下水道を利用できず、生活排水を垂れ流しにしていました。このことは、古い地形図を見ても、生活用水を排水するために、河川が開発された住宅地の方へ伸びていることからもよくわかります。ですが、1994 年頃になると、下水道普及率が約 95％を超え、BOD が急激に減少していきました。これらのことから、舞岡川周辺の

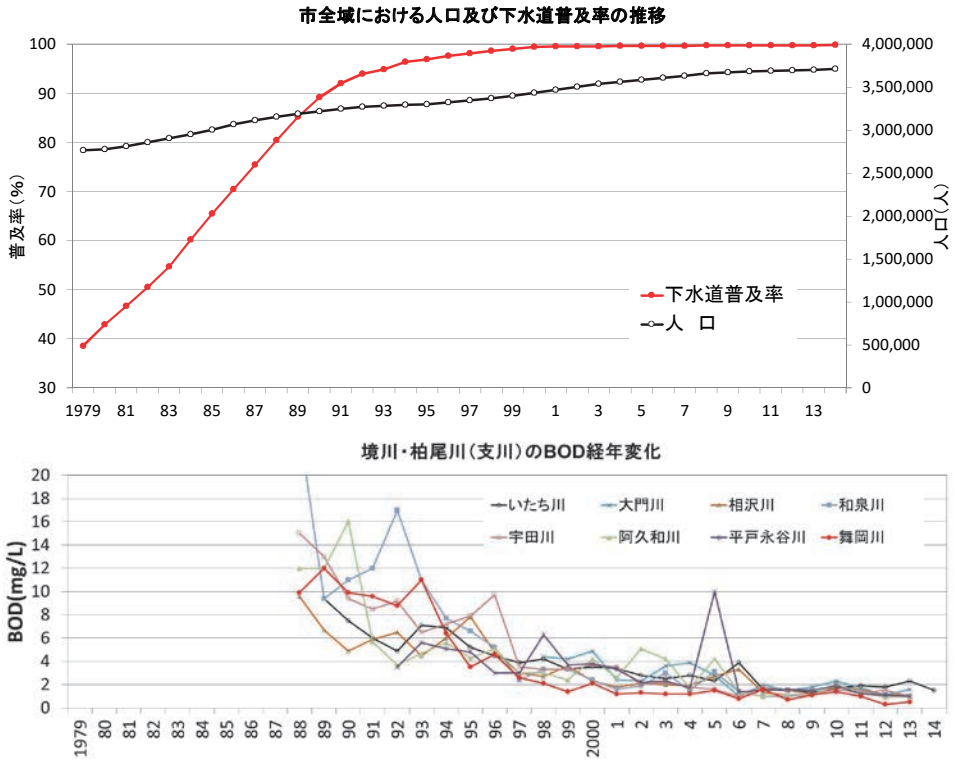
図−2　地域のお年寄りから昭和初期の話を聞く

下水道が普及すると、舞岡川に生活排水が流れ込まなくなり水質が改善したと考えられ、それに伴い、周辺の環境も改善されたことがハグロトンボの復活に関係していると考えました。また、地域に残る古い資料を読み取ると、昭和初期までは、下肥汲みの仕組みがあったことから、川に流れ込むのは雑排水のみであったことがわかります。その後、田畑の減少とともに、下肥汲みが成り立たなくなると、汲み取り式のバキュームカーが走るようになりました。この時点でもまだ、川に流れ込むのは雑排水のみであることがわかります。

しかし高度経済成長時代に水洗トイレが普及しだすと、家庭の合併浄化槽からのし尿処理水が河川に入り込むようになります。このころの様子を地域のお年寄りから聞き取ると、川も汚くなり、その水を水田に引き入れて米を作ると、途端にコメがまずくなったということでした。横浜では 1957 年ころから下水道の整備が始まり、そのことにより生活排水が川に流されなくなり、河川の水質改善につながっていきました。

科学部の生徒たちは、ハグロトンボの調査を通して、生活様式の変化や地域の文化や歴史など様々なことを総合的に学び、身近な地域や環境に関心をもつことができました。

さてここで、重要なことですが、今回資料は横浜市環境創造局、国際航業等行政や関連機関から提供



図−3　横浜市の人口及び下水道普及率の推移（上段）と舞岡川を含む支川の水質 BOD の経年変化（下段）

を受けていることです。こういった資料は生徒たちだけでは入手する術もなく、また、学校もこのような機関との連携はもっていないため、この両者をつなぐコーディネーターが必要になります。地域の人材の発掘などは区役所等の協力がなければ、なかなか見つかるものではありません。しかしながら、このような準備を支援すれば、生徒たちは、自らの力で次々と発見し、気づきます。生まれたときからウォシュレットしか知らない世代が、科学だけでなく、地域の歴史や文化、人々のライフスタイルがどのように変わってきたかを知り、今ある課題を自分事として考えるようになります。

（2）地域に広がる市民科学と連携

中学生有志による調査に始まり、小学校との連携、次いで高校との連携、そして科学部設立、さらには大学連携と広がり、ついに幼稚園連携を実現しました。こうした異年齢集団による、協働というのも「市民科学ならでは」の良さと考えます。また、全国的にも例を見ない中・高・大の連携は、年間を通して継続的に行われており、合同合宿や、施設見学・学習会、大学生が中・高生の研究のアドバイス・支援といった形で発展しています。

図−4　園児にもわかるように紙芝居にして幼稚園に出向き参加を呼びかける

2．事例2　富岡中学校科学部 ～マイクロプラスチックに注目～

富岡中学校科学部は舞岡中学校科学部と同様に中・高・大の連携に参加する中で、 独自に地域の特性を活かした取り組みを始めています。

横浜市に唯一現存する自然海岸を区内にもちました。そこに漂着するマイクロプラスチックに注目し、調査・研究を始めています。海岸でマイクロプラスチックの採取、分析から始まり、地域のゴミの状態の調査、ここにも下水道の整備状況を重ね合わせ、合流式、分流式があることを知り、ゴミがどのように海へ流出するのかということに関心をもち、河川の水質やゴミの調査、隣接する公園でのゴミの調査等を経て、地域の水再生センターへ出向き、流入するゴミの実態、あるいは環境事業局から収集されるゴミなどについて学び、自分たちにできることは何かを真剣に考え始めています。自分たちが学んだことを発表・情報発

信し、保護者に向けたゴミの実態やマイクロプラスチックに関するアンケート調査、さらには地域に向けても意識調査を計画しています。

図−5　野島公園マイクロプラスチックの調査

図−6　地域のゴミ調査

（1）学校ビオトープの整備

長年放置されてきた鑑賞池をビオトープとして整備することを決め、どんなビオトープにしたいか、専門家を交え、科学部で話し合いながら計画を進めています。市の助成金を確保し、工事が終了したところで、ビオトープを充実させるため、近隣の公園トンボ池からメダカと水生植物を分けてもらいました。生徒たちは、開放水面を作ったり、水生植物の種類を増やしたりするだけで、移植後一月足らずでメダカが増え、飛来するトンボの種類と数が増えてきたことを確かめました。現在は、飛来したトンボに番号をつけ、記録し、科学的データをとろうとしています。また生徒たちは、ビオトープの整備を通して、校内のビオトープとしてだけでなく、地域の環境の一部ととらえ、トンボが行き来することを一つの指標として、環境ネットワークとしての地域とのつながりを意識し始めました。いずれはデータを基に近隣公園のトンボ池の調査と情報交換し、そのことを確かめていくことになると思います。

（2）生徒たちは自分事として捉えるように

先輩たちのマイクロプラスチックの調査に始まり、河川の調査や地域の下水道やゴミの調査、ビオトープの整備など、活動の幅を広げる中で、ゴミの問題や生物を取り巻く環境の問題を自分事として捉えるようになりました。そして、自分たちにできることは何か、自分たちの調査研究をどう発信していくか、ということを真剣に考え始めています。さらには、自分たちの取り組みから地域に目を広げ、SDGs という観点で身近な課題を捉えようとしています。

生徒たちの科学部としての活動が、自分たちの地域の環境やゴミや下水道の問題、あるいは自分たちの生活といったところまで幅広く物事をとらえるようになりました。また、区役所の力を借りて、地域にアンケートをお願いしたり、情報発信していくなど保護者や学校関係者だけでなく、地域の大人、関係機関の人たちとつながって自分たちの科学を進めようとしています。生徒たちの活動が確実に市民科学としてひろがりを見せ始めています。

こうした身の回りの課題を自分事としてとらえ、考え、行動しようとすることは SDGs においても一番重要なところだと思います。

3．市民科学に必要な行政や市民団体の支援

こうした市民科学を広く展開し、充実するためには幅広い機関の協力が不可欠です。今回の調査・研究には、国土交通省、横浜市環境創造局、環境科学研究所、区役所など多くの役所や機関、NPO や市民団体がかかわっていただきました。さらには、広報やマスメディアによる告知によって、広く地域や市民に参加を呼びかけることも重要なことで、これも関係機関の協力で実現することができました。

また、研究の成果を発表･情報発信するときにも、行政や市民団体の協力は欠かせません。今回の研究の成果については､理科の「科学展」などの他にも、全国的なイベントである「下水道展」や「下水道研究発表会」、あるいは「環境学会」など、通常の科学部の発表の場とは違う場面をたくさん提供してもらうことができました。校内的には、文化発表会などで報告することにより、全校生徒に自分たちが日常生活する地域の自然や歴史・文化、環境について学ぶ機会を作ることができました。学区地域や近隣周辺向けにも､大学の研究施設などの主催で発表し、広く研究の成果を共有することができたことも市民科学の目指すところではないかと思います。

絶滅危惧生物カブトガニを救う市民科学と下水道事業の連携にむけて

清野 聡子
九州大学大学院工学研究院
環境社会部門　准教授
日本カブトガニを守る会　会長

「下水道の市民科学」が始まり、日本の自然保護や環境保全で新たな潮流が始まったように思います。流域や沿岸の開発や水質悪化から、生物やその生息地をどう守るかは、20 世紀はじめには各地で問題となっていました。研究者だけでなく、地域住民や学童により生物調査が行われた結果をもとに、事業者が影響軽減や環境再生に様々な配慮をした事例が多くあります。方法論自体が確立されていない暗中模索のため、試行錯誤が続いてきました。継続的なモニタリング調査も、市民によって行われ、水域や施設の管理者の地域行政とも連携しながら進んできました。

下水道事業でも、希少生物や生態系の指標となる生物種に対して影響を与えないように、様々な配慮がなされてきました。例えば、瀬戸内海から九州の各地の内海の河口域から沿岸に生息する「絶滅危惧生物のカブトガニ」に対しては、水質改善を通じて生息環境への配慮がなされてきました。また、下水道の在り方の検討を通じて、地域の水循環や流域管理、さらに生物生息地への人間活動の影響を知ることによって、カブトガニ保護の側も、環境管理や自然共生の具体的な方法や技術を知ることが出来ました。いくつかの先験的な事例をもとに、市民科学と下水道の政策の意義を考えていきます。

1．生きている化石・絶滅危惧種 カブトガニ

絶滅危惧生物は、土木事業関係者からは、工事が中止されたり、配慮の手続きや工程が増えるため、疎ましく思われることも多い存在です。しかし、本稿で紹介するように、対応に追われる時には大変であっても、環境技術の向上につながります。そして環境や持続可能性が尊重される時代には、先進事例となっていきます。

カブトガニ（学名 *Tachypleus tridentatus* ）は、水生の節足動物で、「生きている化石」の興味深い生物です。分類学的には、剣尾類に属し、体のつくりがクモやサソリと似ています（**写真−1**）。

写真−1　カブトガニ

生きている化石である理由は、約 2 億年以上前の化石から、現在とほぼ同じ形のものが見いだされていることによります。体の基本形が変わらないということは、運動や餌を食べる生活様式が変わらないと判断されます。カブトガニは、恐竜が生息していた中生代から現在の間に、ほぼ同じ生息環境で存続してきたといえます。恐竜が絶滅してしまったことを考えると、生物の進化の栄枯盛衰を超えて、変わらぬ存在です。

生きている化石の体の形が変わらないという「定

番化」は、環境が安定していれば最大効率的でしょうが、変化した場合には、適応できないリスクを負うことになります。地球上に幾多の形の生物が出現しては消えていったのは、環境の変化に適応できなかった理由が大きいと考えられます。

そのカブトガニが、日本では1990年代から「絶滅危惧種」になっています。さらに、国際的にもIUCNのレッドリストでも、アジア沿岸の本種が2019年には絶滅危惧種にランクインしてしまいました。地球規模の環境異変を経て現在まで存続してきたカブトガニに、異常な事態が起きているといってよいでしょう。そのような状況を目撃、体験してしまっている現代の人類の一員として、非常に異常な時代に生きていることを再考せねばなりません。

2．河口環境の指標生物としてのカブトガニ

カブトガニは海洋生物のようで「河口域」の生き物といってよいでしょう。河口域は、まさに下水道の処理水の放流口が多いため、様々な配慮が必要です。全体的な水質の面からは、富栄養化の防止は本種の生息には有益です。一方で、下水道処理水の放出口がピンポイント的に産卵地や生育地と合致してしまうと、高負荷の水の滞留などの懸念も発生します。そのため、本種が、どこに、どのように生きているのかの「生活史」、さらに微地形や底質などの「マイクロハビタット」の知見が重要になってきます。

カブトガニは、夏に砂浜でペアになってやってきて産卵します。そのため海の生物と思われていますが、より正確には、河口域から沿岸の生物です（**図－1**）。

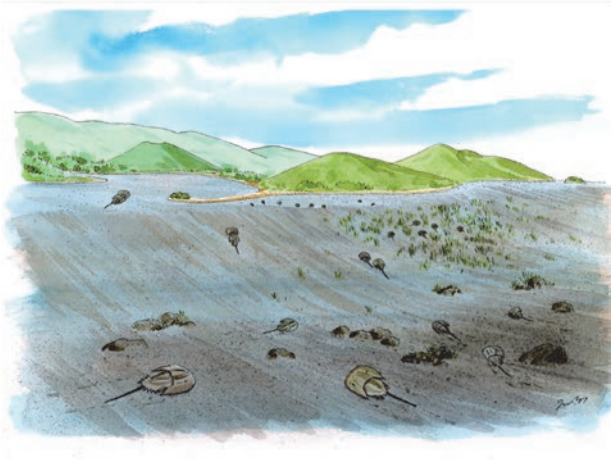
その一生は、河口の砂浜や砂州が産卵地、その沖の泥干潟が幼生生息地、そこで成体になる前まで育ってから沖の海底へと移動するという一生を送ります。そして夏の大潮に産卵のために海から河口に戻ってきます。これが「沿岸回遊」という大きな生活環です。環であるから、その一部が欠落しても、環として成立せず、絶滅原因となってしまいます。

未処理排水が川や海に垂れ流しであった時代には、水質汚染や富栄養化が進み、沿岸生態系へのインパクトがありました。本種の成体（親）の生息水域全体の環境悪化が起きていました。また、泥干潟のヘドロ化や還元化によって、幼生が生息できない状況となっていました。その状況に対して、下水道整備が行われ、改善がなされてきました。

次に、「マイクロハビタット」の視点から考えます。

カブトガニの産卵地の砂浜や砂州は、川から海まで流下した土砂が、河口の波や流れの力で吹き寄せられてできます。この物理過程で、分級が進み、泥がほとんど含まれない、主に粗砂が堆積して、砂浜や砂州ができます（**図－2**、**写真－2**）。

カブトガニの卵は、その砂の中に産み付けられ発生していきます。潮汐の干満で砂の中に含まれた間隙水が移動することによって、卵の周りには常に新鮮な水が供給されます。卵塊を親がケアはしませんが、河口域の日々の潮汐の干満だけで、卵の周りに微小な流動が起きるという、実に絶妙な仕組みとなっています。



図－1　カブトガニが生育する空間

図－2　カブトガニの生育には流域全体の環境が影響

しかし、この間隙水が高負荷な場合には、砂の中で卵が腐敗しまうこともあります。そのため、産卵地の周辺には、点源負荷が発生する状況は避けたいところです。下水道処理水の放流口の位置や、水塊の流動にはかなり気遣いが必要なのはこの点にあります。

そして、カブトガニの産卵地の地形的特徴は、砂浜の沖に泥干潟が連続している点にあります。砂浜といっても、外洋に面している波の荒い砂浜ではな

く、泥が堆積して流出しないような波の静かな内湾に面しつつも、砂が堆積しているという物理条件が必要となります。この幼生が這いまわる泥干潟は、栄養たっぷりの水に浸され、泥の表面には微小な藻類が発生します。幼生はまさにスープの中に住んで成長していくといえます（**写真−3**）。

生きている化石のカブトガニが２億年も生きてきた環境とは、ごくごく普通の内湾と川と、潮の干満があれば成立する当たり前の条件です。カブトガニの絶滅問題は、当たり前の環境が急速に消えていった結果といえます。

写真−２　波打ち際でのカブトガニの産卵

写真−３　カブトガニの幼生。泥干潟表面を匍匐

３．市民科学との連携の可能性

カブトガニは、生きている化石、希少種として、教育関係、市民の団体や個人により、保護活動や個体数のモニタリングが行われてきました。水生生物ながら波打ち際に上陸してくる、文字通り兜のサイズぐらいの大型であるため観察しやすい、ペアでの産卵行動が珍しいなどの理由で、一般の方々の関心も得やすい生物だといえます。

市民調査のデータとりまとめとしては、「日本カブトガニを守る会」が昭和 53 年から活動しています。瀬戸内海沿岸から九州北西部のカブトガニ生息地に支部があり、年１回の会誌の発行、総会や公開講座を行っています。その各地では、大正時代末期からは市民も含めた調査活動もみられていたようで、まさに１世紀にわたる市民科学による生物種保護や生息環境保全活動が行われてきたといえるでしょう。

長期モニタリングとしては、岡山県笠岡市でのカブトガニ少年団やカブトガニ博物館、佐賀県伊万里市では伊万里高校生物部の調査活動、北九州市曽根干潟の市民調査などは、たいへん貴重な結果を出しています。

そして、絶滅危惧生物となってしまった 1990 年代以降は、沿岸や河川の公共工事や環境アセスメントでも公的な調査が強化されるようになりました。

近年、「市民科学」が日本でも広まってきています。これは、カブトガニ保護にとっては、とても良い状況です。カブトガニの生態調査とは、産卵は夜間の砂浜待機、幼生は足元の悪い泥干潟の踏査です。真夏の猛暑下の肉体的なハードさを超えてでも、という熱意に支えられたデータは、学術関係だけでなく、行政にも尊重されています。

実は、市民調査というと、行政や事業者の調査に対して対抗的なのではとの誤解があったこともあります。しかし、地道な現地調査の科学的データにもとづいて、何が保全されるべきかを丁寧に説明していくと関係者に自然保護への理解が進んだことが多かったのです。特に、干潟での環境調査や継続的な生物調査については、費用や人員の関係から、行政や事業者だけでは十分把握できていないとの自覚は関係者は持っています。そこを、地域住民を中心とする市民調査により補える場合も多くありました。

４．下水道事業とカブトガニの出会い

下水道施設の建設時に、河口域にカブトガニのような絶滅危惧生物が生息していることは、従前の土木事業のセンスであれば、迷惑な事態であったかもしれません。しかし、各地の下水道事業では、希少生物対策に丁寧に対応されてきた事例がいくつかあります。例えば、岡山県笠岡市の事例は「カブトガニ下水道事業」としても代表例です。通常の下水道事業の市民の眼前での展開は、施設整備や排水管の埋設・接続工事など、物理的なものです。各家庭や事業所でも、特にそれで困ることはありません。

ところが、河口域生物の日々の生活や一生までも視野にいれた下水道事業となると、流域の水や物質の循環系など全部を検討しなくてはなりません。ちょうど、このカブトガニは、内湾の河口域環境や微地形を縦横に活用した生活をしています。

つまり、カブトガニは「生態系指標種」といえ、対策のテスターであります。他所では絶滅してしまったものの、ご当地ではなんとか生息している価値を積極的に見出だしていけます。本種の生息が維持できれば、内湾の河口域環境全体が概ね保全されていると考えられます。

カブトガニは生物的にも興味深く、水循環管理行政と市民との接点づくりに役立っているといえます。その際、行政から市民が調査結果を聴くという一方的なものではなく、共同調査を実施することが可能です。

筆者が過去に参加させていただいた事例では、大分県杵築市の下水道事業があります。別府湾守江湾に流入する八坂川の河口に下水道処理施設が立地することになりました。そこはまさにカブトガニの生息地が眼前に広がっている場所でした。杵築市の官民連携でのカブトガニを守る活動が行われている状況でもあり、市行政としては、板挟みになりかけていました。しかし議論を重ねた結果、本種だけでなく他の希少種への総合的な配慮を行い、放流水についても当初予定よりも高度な処理を行うこととなりました。

前述のように、カブトガニの卵は河口の砂浜の砂の中に産み付けられることから、その卵が浸る水の懸念材料を極力減らすことが求められました。紫外線処理、排水を潮汐に合わせて制御する、などの工夫が行われました。

この八坂川河口域は、水産有用種ながら絶滅危惧種でもあるハマグリの漁場としても知られています。そのため、カブトガニを主対象にした配慮であっても、貝類生息にもよりよい状況を提供できることとなりました。

また、現在著者が勤務している九州大学伊都キャンパス最寄の二級河川の瑞梅寺川河口の今津干潟では、福岡市の新西部処理場があります。カブトガニだけでなく、クロツラヘラサギの２種の大型の希少生物の対策を行っています。放流水を干潟に近い感潮域の河道も使いながら、河口域全体の保全をはかっています。実は、この施設は九州大学のキャンパス移転による大型地域開発とも関係しています。つまり、九州大学は流域の負荷量を増やす原因となっているステークホルダーであるのです。大学は環境保全や希少生物保護を調べ訴える立場でありつつも、環境へのインパクトも与えてしまっています。この少し複雑な立場のおかげで、単に一種の生物だけでなく、地域の方々とともに地域の水循環全体を考えるようになってきています。

つまり、下水道という視点をカブトガニ保護に導入したことで、流域住民としての視点や感覚も得ることができたのです。

市民科学が拓く新たな局面は、科学的調査への参加過程やデータが示す生物学的、環境科学的な面白さににとどまりません。むしろ、市民科学の場に参加することで、各ステークホルダーが自分が当事者である流域において人間活動と水循環の関係を具体的に知ったり、他の立場の人たちの具体的な視点や価値観を直接聞くことができます。

カブトガニ＋下水道、さらに＋市民科学、という不思議な組み合わせにより、それぞれを担ってきた人たちに新たな気づきが生まれました。今後も、意外な組み合わせにより、下水道事業、水循環や流域の管理が活発化することを期待しています。

<参考文献>

清野聡子ら（2000）守江湾内の八坂川河口沖干潟におけるカブトガニ孵化幼生の分散機構の解析，水工学論文集，第 44 巻，pp.1209-1214.

清野聡子（2001）カブトガニの形態・生態と流れの関係，ながれ（流体力学会誌），Vol.20, pp. 365-374.

清野聡子（2020）もっと楽しく！市民科学　カブトガニの「里海」づくりをめざして，月刊下水道，Vol.43, No.12, pp.66-71.

プロジェクトWETの活動について

体験型の水教育により地球規模の水問題と地域の解を考える

主任研究員
菅原 一成

研究員
泉井 宏美

公益財団法人　河川財団
子どもの水辺サポートセンター

公益財団法人河川財団は川づくりに関する助成や川に関する調査・研究、河川教育の推進、河川の公園管理を公益目的事業として実施している団体です。

今回は河川教育の推進事業から、【プロジェクトWET】の活動についてご紹介します。

1．プロジェクト WET とは

プロジェクト WET（Water Education TODAY）は 1984 年に米国ノースダコタ州水委員会によって創設された、世界 75 以上の国と地域に広がりを見せている「アクティブ・ラーニング型」のプログラムです。

近年、地球温暖化による気候変動、水循環のバランスや社会・経済などの変化を受け、水そのものについて理解を深める教育の必要性が緊急性を帯びてきました。プロジェクト WET は「グローバルの水問題を理解した上で、ローカルな流域や地域における解決策を模索しようとする水教育の推進」を使命として掲げ、水問題に関する普及啓発や教材開発などを行っています。日本では河川財団が事務局となり普及・展開を行っています。

2．社会教育にも役立つ

プロジェクト WET の活用方法も様々です。学校での授業だけでなく、行政が行う出前講座や、市民が行う環境学習、川や水辺での体験学習など、様々な場面で使うことができます。

例えば東京ガス株式会社の企業館「がすてなーにガスの科学館」が主催する春休みイベント「海でつながる島国日本！私たちと海の意外な関係！？」（2016 年 3 月）ではアクティビティ【青い惑星】を実施（**図−1**）。地球儀ビーチボールを用いて地球の表面の何パーセントが水で覆われているかを楽しく体を動かしながら、統計的に考えてみます。このアクティビティを通じて陸地と海の割合を出すための計算能力やデータをグラフ化する技能などを身に付けます。また、Think the Earth Project 主催「みずのがっこう」（2010 年 7−8 月）事業においては、ららぽーと 5 か所、及びラゾーナ川崎にてアクティビティ【レインスティック】を実施しました。レインスティックは古代文化から伝わる楽器の一種で、儀式に使われたり、子どものおもちゃとしても使われてきた楽器です。子どもたちは身の回りにあるもので、自分が想像した雨の音を再現するためにどんなものを入れるとどんな音が出るかを予測しながらレインスティックを作成します。これにより、古代からの楽器についての知識や、分析能力（比較と対照）、情報の収集（聴取）、工作、発表などの能力が身につきます。

前述の活動はプロジェクト WET の講習を受けたファシリテーターまたはエデュケーターが開催したもので、水や水資源に対する知識、理解と責任感を深めてもらうようなイベントで活用されました。他にも、水や SDGs の取り組みが深い企業で大人を対象とし、内部研修等で活用されています。これらのプロジェクト WET のアクティビティにより、水に関する知識を深めるだけでなく、グループワークを通じた意見調整能力や発表能力、リーダーシップなどの能力を高めることができます。

図−1　東京ガス企業館「がすてなーに」で【青い惑星】を実施

3．下水に関わるアクティビティのご紹介

プロジェクト WET ガイドブックの中から下水に関わるアクティビティ【ブルートラベラー】と【ジョン・スノー博士とコレラマップ】をご紹介します。対象学年は小学校高学年 - 高校生ですが大人でも十分楽しめる内容です。

アクティビティ【ブルートラベラー】

要旨

サイコロを転がして、自然界と人工的な水循環システムにおける水の動きをシミュレートします（図−2）。あなたは身近な水循環について考えを思いめぐらせたことはありますか？あなたが今朝飲んだ水は、明日はどこにいるでしょう？

図−2　【ブルートラベラー】下水処理場のステーション

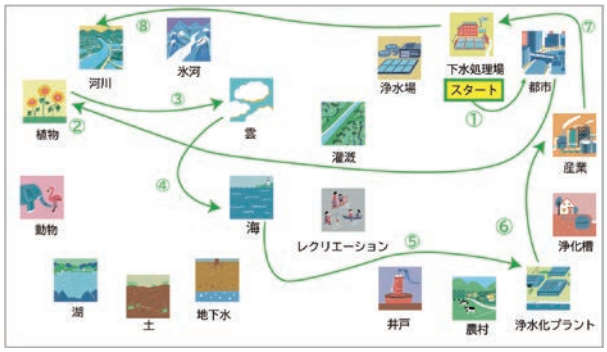
第一部　自然界の水循環を旅する

あなたは自然界の水の循環をたどる水分子になります。水がたどれる場所は 9 か所。雲、植物、動物、河川、海、湖、地下水、土壌、氷河です。最初に雲だったあなたは雲のサイコロを転がします。雲からの行き先候補は土、氷河、湖、海（2 面）、そのままとどまる、の 6 つです。サイコロは湖の目が出ました。雲から湖に変わるということは、水分子が凝結して雨になり、湖に落ちたことを指します。湖に落ちたあなたの次の行き先候補は地下水、動物、川、雲、そのままとどまる（2 面）です。これを数回繰り返し、いろいろな場所に旅します。こうして自分（水分子）の状態変化を理解しながらアクティビティを進めていきます。

第二部　人為的環境における水循環を旅する

先ほどの 9 か所に加え、さらに 10 か所、旅する場所が増えます。下水処理場、レクリエーション、浄水場、井戸、淡水化プラント、都市、灌漑、農村、浄化槽、産業です。下水処理場にいるあなたの行き先は川、都市、灌漑、産業、地下水、雲です。都市が出たら芝生や公園の水まきに使われ、川が出たら処理をされて河川に戻され、また川からどこかへ旅をします。

このアクティビティによって、自然界と人為的環境の水の循環がどのように水資源保護を支えているかを理解したり、水の移動を比較対照します。自分がどのような旅をしたかを発表したり、他人の聞いたりすることでいろいろな旅を経験できます（図−3）。



図−3　ブルートラベラー旅の様子

以上が、アクティビティ【ブルートラベラー】の簡単な紹介です。ずっと雲にとどまる旅になる人もいれば、いろいろなところに旅をする人も出てきます。どうしてでしょうか？このようにアクティビティからさらに疑問を持ち、行き先を決定する要因は何なのか、どのように水が汚染されるか、どのように浄化されるかなどに興味・関心を持って調べられる人を育てることが目標です（図−4）。

アクティビティ【ジョン・スノー博士とコレラマップ】

要旨

舞台は 1854 年イギリスのロンドン。実在した人物をテーマに、ミステリーを解きながら、水は病原菌を媒介し、人間の健康に悪影響を及ぼすこともあるということを学びます。

第一部

1854 年のロンドン、スラム街ではコレラが大流

図−4　ブルートラベラーを行う高校生の様子

行しました。当時のロンドンでも何百人という人が亡くなっています。コレラは嘔吐と下痢、そしてひどい発汗がほとんど同時に起きるため急激な脱水症状に陥るのが特徴です。コレラにかかった人は脱水症状、皮膚の黒ずみ、脱力感、無力感に襲われ、穏やかな症状ですむ場合もあれば、健康状態等により、一時間足らずで命を落とす場合もあります。疫学の父と言われるジョン・スノー博士がその原因を見つけ被害の拡大にピリオドを打ちました。あなたもスノー博士と同じ情報を使って、これらの大流行を阻止しましょう。

グループに分かれ、「ブロード街のマップ」（図−5）「犠牲者カード」をもとに被害の把握を行い、コレラの発生源がどこにあるのかを調査します。「犠牲者カード」にはこれらの犠牲となった人々の生活の様子が書かれており、彼らの生活を追うことで何かが見えてくるかもしれません。

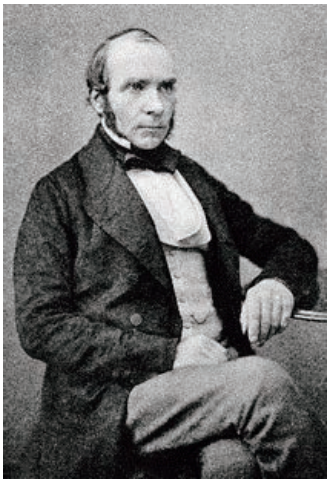
第二部

さらなるヒントとして「手がかりカード」が配られます。このカードでは犠牲となった人々の共通した行動が見られます。このカードがあなたの推理をより確かなものにするでしょう。手がかりをもとに

図−5　ブロード街のマップ

グループ内で気づいたことを共有し、発生源をみつけます。

以上がアクティビティ【ジョン・スノー博士とコレラマップ】の簡単な説明です。発生源を見つけた後はこの時代の交易や他の水を媒介する伝染病について考えたり、自分たちが住んでいる地域の水源の汚染について考えるのも良いでしょう。上下水道の環境が整った日本の環境を見直すことにもつながります。ロンドンではジョン・スノー博士（図−6）の功績を称えた井戸のモニュメントや博士の名前のパブ（図−7）があります。



図−6　ジョン・スノー博士

図−7　ジョン・スノー　パブ

4．プロジェクト WET 今後の展開

アクティビティ【ブルートラベラー】【ジョン・スノー博士とコレラマップ】はいかがでしたか？プロジェクト WET の活動はエデュケーター（一般指導者）とファシリテーター（普及・上級指導者）が中心となって全国各地で行っています。プロジェクト WET に興味を持っていただいた方にはまずエデュケーターになるための 6 時間以上の講習を受講

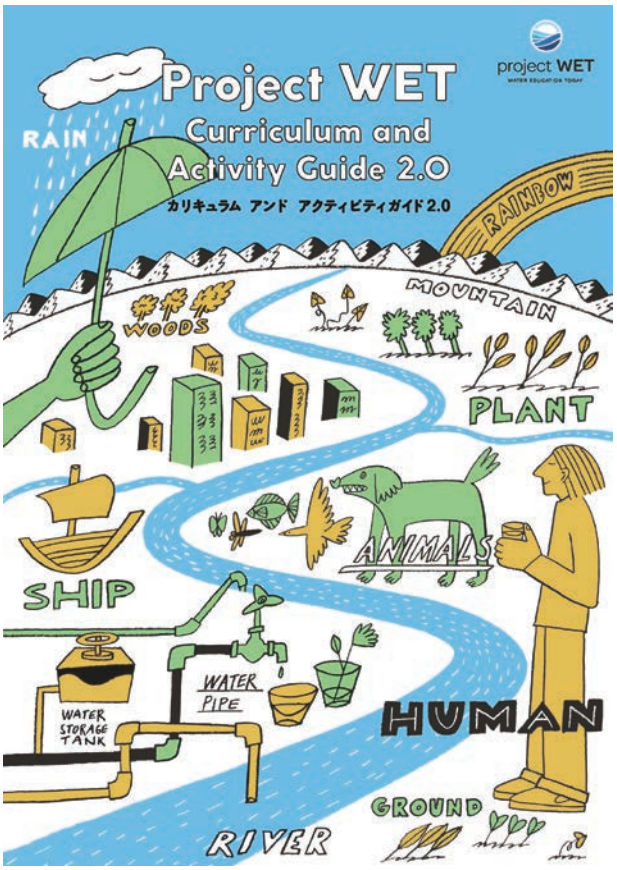
いただいています。現在エデュケーターは全国で約10,000 人。学校現場や企業活動、行政による出前講座、イベントなどで活躍しています。ファシリテーターは約 300 人で、大学や小中高の教員、民間企業、行政職員、学生やボランティアなど様々な職種の方がおり、エデュケーターの講習会を行うのもこのファシリテーターです。

河川財団では事務局として、さらにプロジェクト WET の普及・展開を目指すべく、学校の授業にも取り入れやすい教員向けガイドブックや地球温暖化に特化した気候変動ガイドブック、オンラインでもアクティビティが楽しめるような e-Learning 教材の開発に取り組んでいます。これらで学んだ知識によって、これからの時代に求められる資質・能力の向上と持続可能な未来に向けて子どもたちにも企業にとっても水とその可能性について考えてもらう世界の実現を目指しています。

この記事を読んでプロジェクト WET に興味をお持ちいただけましたら、ぜひ当財団の HP より講習会情報をご確認ください。

project WET
WATER EDUCATION TODAY

プロジェクト WET ロゴ



プロジェクト WET ガイドブック

学生主体の活動として18年 道頓堀川の水質調査

学校長
重里 徳太　谷津 佳穂子
学校法人重里学園 日本分析化学専門学校

1．はじめに

日本分析化学専門学校（以下、本校）は、昭和57年（1982年）4月1日に大阪府知事より認可を受け創立しました。本校は産業界に欠かせない「分析化学」の専門家を育成すると共に、社会人としての人格育成を図ることを教育目標としており、今年で創立40年目を迎えます。また、本校は、平成13年（2001年）に、国内化学系教育機関として初めて「ISO14001」を取得しました。

現在は平日通学する2年制課程として、環境分析学科、医療医薬分析学科、生命バイオ分析学科、健康化学分析学科の4学科。土日通学する主として社会人の方を対象とした化学分析学科の合計4学科を設置しており、約300名の学生が在籍しております。

図−1　日本分析化学専門学校外観

本内容では、本校の学生主体による、「道頓堀川の水質調査活動」について、背景から内容、調査結果、結果を用いた活動事例を紹介いたします。

2．背景・経緯

「道頓堀川の水質調査」は、平成16年（2004年）から、本校学生で構成された環境委員会での課外活動として開始しました。委員会は、ISO14001を取得したことを皮切りに、環境活動により力を入れていこうと、平成13年（2001年）に、学生の環境意識の向上や、実務実践力を身に付けることを目的として発足し、今年で20年目になります。分析化学について学んでいる本校学生の特性を活かし、道頓堀川の水質調査だけでなく、河川の生態調査、大阪城堀の水質調査、各種自治体環境活動への参加、本校周辺の公園の清掃活動など、様々な活動を行っております。

図−2　環境委員会の打合せの様子

3．道頓堀川を選んだ理由

道頓堀川は、大阪市に33ある河川の一つで、延長約2.7km、流域面積約4 km^2 の、東西方向に流れる一級河川です。グリコの看板などでも有名な場所ですが、全国的には阪神タイガースの優勝時にファンが飛び込む場所としても知られていることでしょう。しかし、この「飛び込み」行動は本来禁止されており、安全の観点からは注意喚起がなされて

いるのですが、水質という観点からも、何度か注目をされております。

図−３　道頓堀川周辺

本校の水質調査活動をこの道頓堀川に選定した理由の一つとして、学生の意欲向上ということが挙げられます。本校では、座学以外に多くの化学実験を経験させることを重視しており、社会人として働く際の実務実践力を養うことを目的としておりますが、２年間という短い学校生活の中で、企業や地方公共団体へ就職する前から実務に近い経験を得ることは、今後の社会生活に向けての自信にも繋がると考えております。その実践の場を多くの人が知っている場所を選ぶことで、さらに学修意欲が向上すると考えたためです。

また、そうした道頓堀川を調査することで、結果が多くの人の目に触れることにもなり、社会的評価を受ける対象にもなりますため、学生が調査活動に責任を持って取り組むことができるとも考えております。

さらに、先述のように道頓堀川の水質が注目された際などに、調査結果を評価指標として役立てることができると考えましたのも理由の一つです。例えば、平成 27 年（2015 年）には、道頓堀川開削 400 周年記念として、世界最大のプールを開業する構想が発表されておりました。その際には、本校 HP に掲載されております水質調査結果に関して、

図−４　道頓堀川で採水している様子

様々なお問合せをいただきました。学生には、自身が調査した結果を実際に使ってもらうことで、就業意欲、働くことの楽しさ、達成感をイメージできる活動をしてもらいたいと思い、教員が全力でサポートをしております。

４．水質調査内容および結果

道頓堀川の水質調査事例として、令和３年（2021 年）に行った調査内容と結果を示します。

４−１．調査内容

本調査は以下の通りに行いました。

①調査場所：道頓堀川流域の３地点
［西から湊町リバープレイス付近(四ツ橋筋)、道頓堀橋（御堂筋)、日本橋（堺筋)］

②調査項目：一般細菌、大腸菌、BOD（生物化学的酸素消費量)、基礎データ（pH、水温、DO、濁度）

※ JIS K 0102（工場排水試験方法）に基づき実施

図−５　本校学生による分析の様子

４−２．判定基準

水質調査の判定は、環境面と、衛生面の２種類の観点から行っています。環境面は、環境省の「生活環境の保全に関わる環境基準」に基づいたものとしていますが、道頓堀川（全域）は平成 15 年（2003 年）５月の大阪府の公告より、公共用水の水域では B 類（水道２級と水産２級及び C 類以下の欄に掲げるもの）への適合を達成目標としているので、その基準に基づいて評価を行うこととしました。また衛生面として、河川には基準が設けられておりませんが、飛び込み問題に関する提供データ作成も目的にしているため、世の中にわかりやすく発信することを目的に、厚生労働省の「遊泳プール水質基準」に基づいて評価を行うこととしました。

４−３．調査結果

調査結果は報告書としてまとめ、考察を記載しま

項目	測定方法		日本分析化学専門学校の分析結果 淡町リバープレイス（四ツ橋筋）	道頓堀橋（御堂筋）	日本橋（堺筋）	総合評価	解説
水温	アルコール温度計	今回	23℃	25℃	25℃	【環境面】基準なし 【衛生面】基準なし	一昨年度と比べて実施日が遅くなったため、全体的に水温は少し高かった。
		一昨年6月	22℃	23℃	21℃		
pH	pHメーター	今回	6.3	5.8	5.4	【環境面】 B類基準値：6.5～8.5 全ての地点で基準値を満たしていなかった。 【衛生面】 基準値：5.8～8.6 日本橋のみ基準値を満たしていなかった。	環境面では全ての地点で基準値を満たしていなかった。pH の日中の挙動範囲内と考えられるが、前日に降った雨の影響も考えられる。 衛生面では日本橋のみ基準値を満たしていなかった。
		一昨年6月	6.1	6.4	5.9		
濁度	上水試験法（透過光濁度）	今回	21	20	21	【環境面】基準なし 【衛生面】 基準値：2度以下 全ての地点で基準値を満たしていなかった。	環境面での基準値はない。 衛生面では全ての地点で基準値を満たしていなかった。これは前日に雨が降ったため、川の流れが強くなり土砂等をまき上げたからだと考えられる。
		一昨年6月	1.8	4.4	2.3		
BOD	JIS K 0102	今回	3.6 mg/L	4.3 mg/L	4.3 mg/L	【環境面】 B類基準値：3mg/L 以下 全ての地点で基準値を満たしていなかった。 【衛生面】基準なし	BODとは、水中に存在する有機物が分解される間に消費される酸素量のことであり、値が高いほど生分解性有機物が多く、一般に汚染が進んでいると言われている。 全ての地点で基準値を上回っていた。 また、全ての地点で一昨年度より高い値となった。
		一昨年6月	0.48 mg/L	2.3 mg/L	0.89 mg/L		

項目	測定方法		日本分析化学専門学校の分析結果 淡町リバープレイス（四ツ橋筋）	道頓堀橋（御堂筋）	日本橋（堺筋）	総合評価	解説
DO	JIS K 0102	今回	6.1 mg/L	5.8 mg/L	6.6 mg/L	【環境面】 B類基準値：5mg/L 以上 全ての地点で基準値を満たしていた。 【衛生面】基準なし	DOとは溶存酸素といい、水中に溶け込んだ酸素の量を表している。つまり、この値が低ければ低いほど魚が住みにくく、嫌気性菌が繁殖しやすい環境といえる。 全ての地点で基準値を満たしていた。
		一昨年6月	4.6 mg/L	4.6 mg/L	6.2 mg/L		
大腸菌群	最確数法（衛生試験法）	今回	950 MPN/100 mL	330 MPN/100 mL	68 MPN/100 mL	【環境面】 B類基準値： 5,000MPN/100mL 以下 全ての地点で基準値を満たしていた。 【衛生面】 基準値：検出されないこと 全ての地点で基準値を満たしていなかった。	環境面では全ての地点で基準値を満たしていた。 一昨年度と比較すると、全ての地点で減少していた。 衛生面については大腸菌が検出されたため、全ての地点で遊泳には不適である。
		一昨年6月	3500 MPN/100 mL	5400 MPN/100 mL	16000 MPN/100 mL		
一般細菌	JIS K 0102	今回	610 CFU/mL	1020 CFU/mL	860 CFU/mL	【環境面】基準なし 【衛生面】 基準値： 200CFU/mL 以下 すべての地点で基準値を満たしていなかった。	一般細菌については、環境面では基準はない。 衛生面では全ての地点で基準値を満たしていなかった。 一昨年度と比較すると、全ての地点で減少していた。
		一昨年6月	3466 CFU/mL	1346 CFU/mL	12860 CFU/mL		

図−6　令和 3 年　道頓堀川の水質測定結果報告書より抜粋

す。報告書には、上記の判定基準に基づいた評価を記載しております。報告書については担当教員が確認後、HP にて公開しております。

例として、令和 3 年（2021 年）春季の結果を図−6 に示します。結果は、同時期の前年度結果を用いて比較、判断を行っております。その際も、教員はあくまでサポートとして、全体の管理などを行います。

4−4．総評

今回調査した結果の総評は以下の通りでした。

【環境面】

・pH：いずれの場所も基準を満たしていなかった
・BOD：いずれの場所も基準を満たしていなかった
・DO：いずれの場所も基準を満たしていた
・大腸菌群数：いずれの場所も基準を満たしていなかった

【衛生面】

・濁度：いずれの場所も基準を満たしていなかった
・大腸菌群数：いずれの場所も基準を満たしていなかった
・一般細菌：いずれの場所も基準を満たしていなかった

以上の結果から、令和 3 年（2021 年）の調査地点の水質は、環境面から考えると魚が住みにくく、嫌気性菌が発生しやすい状態になっており、衛生面から考えると遊泳を目的とする用途には向かないと判断いたしました。

※大腸菌群数、一般細菌試験は、これまでの結果と同環境状態での調査を継続的に行い、傾向を判断すべき項目と考えており、今回の結果だけでは水質の度合を判断することは不可能なため、言及しておりません。

このように、学生が年 4 回、季節ごとに調査を行い、結果をまとめて HP 上に掲載することで、地域や社会のお役に立てるよう、長年に亘り情報提供をさせていただいております。

5．水質結果の活用事例

水質調査の結果から、道頓堀川の水域は遊泳には向かない場所であることが分かりました。過去にはこの調査結果を用いて、平成 17 年（2005 年）9 月、阪神タイガースが優勝目前の南海なんば駅・道頓堀川周辺にて、本校の学生が、川に飛び込むことがないようにと、「Stop The 道頓堀ダイブ」と称した啓発活動を行いました。この活動はテレビや新聞社など様々なメディアで紹介いただき、多くの人に認識していただくきっかけにもなりました。

図−7　啓発運動中の環境委員会の学生

図−8　テレビ局の取材を受けている様子

6．今後の展開

道頓堀川の水質調査活動は、あくまで本校の学生からなる環境委員会の活動の一つです。水質調査に関しては、他に行っている活動と共に、新たな項目等も検討しながら、今後も継続して行っていきます。

また、環境委員会がこれまで継続的に行っている活動として、大阪市が実施している公共スペースを清掃する取り組みである「大阪マラソン“クリーン UP”作戦」や、ペットボトルのキャップを回収し、途上国の子供達の為のワクチン費用に充てる「リサイクル活動」、学園祭の中で地域の方々や子供達にも参加いただける環境に配慮した実験会の実施などがあります。

コロナ禍ではこれらの活動を縮小、中断せざるを得ない状況になっておりますが、安全が確保されました際には再開し、学生達にとって社会貢献の意識を深める機会の一つになればと考えております。

図−9　“クリーン UP”作戦に参加した学生

図−10　環境に配慮した実験会を企画

さらには、現在、高等学校の化学クラブ等との連携も計画しており、道頓堀川に留まらず、専門学校生と高校生がコラボしてできる環境調査について、内容を検討しているところです。どの活動も学生たちは積極的で、今後もより良い委員会になっていくことと期待しております。

7．おわりに

今回、本校の学生による、「道頓堀川の水質調査活動」について紹介させていただきました。このような活動を学生が主体となって 18 年間継続できていること、さらには上級学年が下級学年に継承するという一つの文化的プロジェクトとなり、多くの卒業生が学生時代の思い出となっていることに大いなる喜びと誇りを感じているところです。

また、本校は化学知識・技術に加え、先述した実務実践力、いわば化学知識・技術を使う力の育成について、具体的な数字を到達目標として掲げており、こうした授業・実験以外の課外活動は実務実践力育成の大きな手段としております。その結果、環境委員会に留まらず、体育会系のクラブ、文化系の委員会などの学生加入率は毎年約 80%におよび、学生たちは学校生活の中で多くの経験を遂げております。

専門学校制度は、昭和 51 年に関係政省令及び専修学校設置基準とともに施行され発足しました。これにより、「職業や実際生活に必要な能力や教養の向上を図ること」を目的として、学校制度に位置付けられましたが、学修分野が多岐に亘ることもあり、その教育内容が理解されにくいという実態もあります。そこで本校では、入学から卒業まで、学生の日常生活をドキュメントとして動画で記録するというプロジェクトに今年度から取り組んでおります。そこでは、授業・実験はもちろんのこと、今回ご紹介しました道頓堀川の水質調査をはじめとする各種委員会活動を通しての学生の成長ぶりもご覧いただけるように、時期ごとに順次公開しながら、最終的には卒業までの 2 年間のストーリーとしてご紹介していく予定です。

さらに本校は、平成 26 年（2014 年）に、文部科学大臣より「職業実践専門課程」の認定を受けました。即戦力の人材が求められることの多い昨今、実践的なノウハウが学べる学校として、今後もさらに体制を整えてまいります。

そしてこれらの活動が、本校学生にとって、社会人生活以前の貴重な経験に、また地域の環境に関わる皆様にとって有益な情報になるよう、今後も活用していただけることになれば幸いです。

持続可能な社会をともに創る浜松からの発信

尾上 裕二
浜松ウォーターシンフォニー株式会社
最高執行責任者

当社は 2018 年 4 月から、下水道分野において日本初のコンセッション方式を採用した「浜松市公共下水道終末処理場（西遠処理区）運営事業」に携わっております。新型コロナウイルスの感染拡大という前例のない危機に直面しながらも、浜松市上下水道部のパートナーとして、日々、着実な事業運営に努めてまいりました。

1．一歩進んだ地域貢献を目指して

本事業の特徴の一つとして「20 年の事業期間」が挙げられます。このような長期間にわたる官民連携事業においては、浜松市はもちろんのこと、地元企業および市民の皆様との相互協力が非常に重要であると考えています。当社は地域に根差した企業として、官民だけでなく地元企業と市民の皆様も含めた「官・民・地元パートナーシップ」を掲げ、より良い形での持続可能な事業運営に取り組むと共に、地域への貢献活動を積極的に行っています。

例えば、地域における人材育成と環境保全のためには地域全体での技術継承や知識の共有が重要であると考え、自社だけでなく浜松市の自治体および企業の職員・従業員も対象に含めた研修の機会を積極的に設けています。

また、昨年 2 月には「浜松国際下水道セミナー」を開催しました。国内外の専門家を招へいし、「上下水道事業における官民連携成功のポイント」「エネルギー自給型下水処理場の実現に向けて」をテーマに講演とパネルディスカッションを実施。浜松市や地元企業をはじめとする合計 106 名の業界関係者にご参加いただき、アンケートでは 98％の回答者から「大変満足・満足」との回答をいただきました。このセミナーは隔年で開催することとしており、来年 2 月に第 2 回を予定しています。

写真−1　第 1 回 浜松国際下水道セミナー

さらに、地域活性化促進への貢献を目的として、浜松市内におけるソーシャルビジネスの起業・展開を支援する取り組みを行っています。具体的には、「サーキュラーエコノミー」をテーマに浜松市内で社会起業家を募集し、志望者を対象に、起業に向けた講義や個別カウンセリングを実施しています。

これらの取り組みは、20 年という長期間にわたり事業運営をお任せいただいている当社だからこそ実現できる、一歩進んだ地域貢献活動であると自負しています。

2．「下水道の市民科学」との出会い

これらの活動を通じて、新たな視点による情報発信や、市民に下水道をより身近に感じてもらい、さらに次世代を担う子どもたちに下水道と身近な自然や環境問題とを結びつけて考えてもらえるように啓

発できる、より良い方法はないかと模索していたところ、前述の浜松国際下水道セミナーでご登壇いただいた加藤裕之・東京大学特任准教授から「下水道の市民科学」をご紹介いただきました。

これまでの経験や加藤特任准教授からのアドバイスを踏まえ、現在、浜松市における「下水道の市民科学」について企画の具体化に向けた検討を進めているところです。浜松市上下水道部の担当者を交えてブレーンストーミングを行っていますが、次の三つの課題に直面しています。

一つ目は、市民科学の活動を通じて学ぶ楽しさを感じることや、地域の環境保全に貢献したという満足感を得られるなど、市民の皆様が参加することに価値を見出せる内容をどう企画するのかという、企画そのものの難しさです。

二つ目は、コンセッションの本来業務に加えて、市民科学の活動を当社が実施することの意義を、市民の皆様に理解していただけるような活動にすべきという点です。

また、三つ目として、国土交通省が今年１月15日に開催した令和２年度 市民科学勉強会の参加者からも課題として挙げられていた「リソース不足」です。特に、人員や予算などのリソースが限られた中で、継続的に活動を実施できるかという点は、民間企業としても重要な課題であると考えています。

今後、こうした課題を踏まえて検討を進めていく予定ですが、昨年から続いているコロナ渦の状況を鑑み、オンラインイベントなど感染リスクを伴わない形での企画・開催や、下水道とは少し異なる視点から参加者にアプローチする方法についても模索していく考えです。

３．現状の活動内容

このように市民科学についてはまだ検討段階ですが、当社では事業開始当初から市民への情報発信や市民とのコミュニケーションを重視しており、事業内容や運転状況などの公開にとどまらず、市民を対象としたイベントを実施するなど、市民の皆様に当社の事業と下水道の役割について知っていただける機会を積極的に設けています。

・市民への情報発信

施設の運転状況を定期的にホームページ上で公開することに加え、本事業における透明性や当社への信頼を高める観点から、市民向けのニュースレター「シンフォニー通信」を年２回発行しています。ホームページ上だけでなく浜松市役所や上下水道部庁舎、市内図書館にも設置、さらに地元町内会の回覧板に回付させていただくなど、市民の皆様の目に留

浜松から、もっと快適で地球にやさしい暮らしを
シンフォニー通信
VOL.06
2021年2月発行

浜松市内におけるソーシャルビジネスの支援

当社は、地域社会に貢献する取り組みの一環として、浜松市における「ソーシャルビジネス」の起業・展開を支援しています。ソーシャルビジネスとは、環境保護や少子高齢化、まちづくりなどの社会課題の解決にビジネスの手法を用いて取り組む事業を指し、地域において新たな雇用や市場を創出するなど地域活性化につながるとして政府も推進しています。
当社は株式会社Hub Tokyoと提携し、2年間に1件の事業を支援することを目標に、起業家のニーズに応じた個別セッションやチームでの議論などを通じて事業計画の策定からマーケティング、プロモーション、実務準備に至るまでの過程をサポートするプログラムを展開しています。2019年に「サーキュラーエコノミー（循環型経済）」をテーマに浜松市内で募集したところ、5組6名の社会起業家がプログラムに参加されました。その後、オンラインセッションを重ねていくなかで1件の事業を選出し、事業の立ち上げを支援しました。選出された事業は、竹の抗菌効果を活用して食品の腐敗を遅らせる包装紙の販売を通じて、食品ロス問題の解決を目指す事業です。まだ生まれたばかりの事業ですので、今後も継続的に必要な支援をしていきたいと考えています。
2019-2020年のプログラムに参加された他の4組の起業家も、捨てられたガラクタや廃材で家具を作り販売する事業や、浜名湖で大量発生するアオサから染料をつくる事業などを通じて、浜松市における社会問題に取り組んでおられました。これらの起業家の方々には次回もお声掛けしたいと思います（ソーシャルビジネス担当）。

参加された起業家の取り組み

シンフォニー通信とは
シンフォニー通信は、浜松ウォーターシンフォニー株式会社が年2回発行している広報紙です。
当社は、2018年4月より、浜松市上下水道部のパートナーとして、安全、安心の下水道サービスを提供し続けるべく、西遠処理区の施設の運営を行っています。本誌で、当社の地域貢献活動など様々な取り組みを紹介していきます。

1

従業員インタビュー

西遠浄化センターでは、下水処理に必要な数千点の機器が24時間365日休むことなく稼働しています。施設工事部では、機器が止まることなく運転できるように、担当業者に機器の更新を発注しています。今回は施設工事部の業務を、従業員へのインタビューを通じてご紹介します。

施設工事部のメンバー

――日々どのような業務を行っていますか？
中村：西遠浄化センターでは約4,600台の様々な機械を管理しており、古いものでは1986年から使用しています。古くなった機械が壊れて下水処理ができなくなる前に、機械の更新工事を実施しています。また、改築工事の監督員として、改築対象施設の設計にミスがないかどうかの確認や、工事監督業務を行っています。

――業務でやりがいを感じるところは？
小野田：受注業者と協力して手掛けた新規設計設備が、無事工事を完工して順調に稼働した時に、安堵感と達成感を感じます。また、最新の技術を導入することでより効率的な処理ができるようになった時には、やりがいを感じます。新しい機械を導入することで消費エネルギーや温室効果ガスの削減、維持管理に係る手間を減らせるよう、日々検討しています。

――業務を行う上で大切にしていることはありますか？
大塚：設計が常に安全性・安定性を確保した仕様となっていることを前提に、ミスがないかどうかを確認しています。小さなミスーつで下水処理場が停止するようなことが起きないよう、充分な調査を実施し、安全な環境が最優先となるように心掛けています。
中村：まず大事にしているのは安全です。工事を行う際には安全第一で事故の無いよう気を付けています。また、工事の計画を立てる際には使える機械はなるべく長く使い、工事にかかる費用はなるべく抑えるよう気を付けています。一方で古い機械を使うことにより、維持管理費が大きくなってしまうこともありますので、工事費と維持管理費の両面から最も効率的な運用ができるよう検討しています。

空気配管の工事が問題なく完了したかどうかを確認しています。石鹸水をかけて空気が漏れていれば泡立つので、空気漏れがないかどうかを確認できます。

――浜松市民の皆様に伝えたいことはありますか？
小野田：下水処理場は年中無休の設備です。改築工事を行う際は、水処理機能と処理水品質の確保を前提として設備停止を最小限に抑えるような改築プランを立案することが必要であり、責任の重い業務を担っていると考えています。今後も長い間下水処理場として運用管理していくため、既設設備より機能・安全性・安定性の高い設備の導入を心掛けていきます。

次回は、経営管理本部の業務内容についてご紹介します。

2

写真−２　市民向けのニュースレター「シンフォニー通信」

まるよう、活動状況を積極的に発信しています。

また、隔年で「環境レポート」を作成し、ホームページに掲載しています。循環型社会への貢献状況など、環境面における取り組みの進捗を見える化し、本事業への理解促進に繋げています。

・小学校での出前教室

小学 4 年生を対象とした出前教室を行っています。2019 年度には市内 11 カ所の小学校に対して、延べ 30 回の教室を行い、915 名の児童に下水道の仕組みや役割、重要性を体験してもらいました。

・市民向けの下水道体験イベント

「地下下水道のヒミツを探ろう」をテーマに、下水道について体験しながら学ぶことができるイベントを夏休み期間中に開催しています。下水処理場見学はもちろん、打ち水による気温変化の体験や顕微鏡を用いた微生物観察、活性炭を用いた臭気・色度の除去実験、トイレットペーパーの溶解実験など、水の科学や下水道の不思議に触れて学べる体験型の企画を通じて、下水道への関心や理解、興味を深める場を提供しています。2018 年には 15 組 42 名、2019 年には 22 組 65 名の親子にご参加いただきました。

2020 年は新型コロナウイルスの感染状況を鑑み中止しましたが、2021 年 8 月には、小学生を対象にオンライン形式で開催しました。当社従業員が撮影した処理場内の動画を使用して処理工程を説明し、簡単な実験（画面の向こうの子どもたちにも同時に行っていただきました）やクイズなども行いました。初めての試みでしたが、処理場へ実際に来ていただくことができなくても、様々なツールを使うことで下水道への理解・関心を深めていただく機会を提供できることを実感しました。今後も創意工夫しながら、こうした市民参加型のイベントを継続していきたいと思っています。

写真−3　「下水道ふれあいイベント」実施風景

4．生物多様性保全への取り組み

最後に、当社および当社の株主であるヴェオリアの、生物多様性保全への取り組みについてご紹介したいと思います。ヴェオリアは「国連が掲げる持続可能な開発目標（SDGs）の達成に全力で取り組み、より良くより持続可能な未来を実現して人類の進歩に貢献する」ことを同社のパーパス（存在意義）として掲げています。このパーパスを達成するために、「地球環境」「顧客」「株主」「従業員」「地域社会」の 5 つの相互補完的な領域に 18 の具体的な指標を設定し、全世界の従業員が達成に向けて取り組んでいます。

地球環境の領域では「環境と生物多様性の保全」カテゴリの KPI の一つとして「影響を受けやすいサイト※における環境および生物多様性フットプリントを改善するためのアクションプランの進捗率」が設定されています。日本には「影響を受けやすいサイト」に該当する事業所はないものの、日本のヴェオリアは自主的に生物多様性調査を実施してきました。浜松ウォーターシンフォニーが運営する西遠浄化センターおよびその周辺環境もその対象に選ばれており、ヴェオリアの策定した生態系管理ガイドラインに沿って、施設敷地内の生息地マップの作成、植物・鳥類・屋外照明の現地調査、地元団体等へのヒアリング、処理水放流口周辺における水生生物調査、放流口および上流地点における底質調査等を実施し、その結果に基づいてアクションプランを作成する予定です。その一環として、2021 年 8 月には底生生物調査を実施しました。調査結果によっては、今後作成するアクションプランの中で、市民の皆様と共に実施可能な活動についても検討していきたいと思っています。

ヴェオリアでは、世界共通で使用されている生態系管理ガイドラインに基づき、敷地内および周辺環境の保全・管理を行っています。例えば、緑地管理では、緑地憲章に沿って計画的な除草作業の実施、化学製品の不使用、節水、種の保存に努める（外来種の駆除と在来種の保護）等、委託業者も含めて行っています。これは、ヴェオリアが運転管理するすべての施設で行われており、西遠浄化センターもこれに倣っています。

海外の下水処理場では、さらに進んだ取り組みも行っています。例えば、フランス東部のシャロン・アン・シャンパーニュ市の下水処理場では、水資源や固有種、自然環境を保全することの重要性を一般の人々に認識してもらうため、処理場周辺の遊休地

を生物多様性促進ゾーンとして再生しました。このプロジェクトは３つのフェーズで進められました。フェーズ１では、詳細な調査を通じて、地域社会と協力しながら生物多様性保全戦略を立案。フェーズ２では、最良の土地管理を行うことで既存の生息地を保全すると共に、河川回廊に沿って人工湿地を設け、生物多様性促進ゾーンを形成。フェーズ３では、地元の学校や一般市民を対象とした啓発活動を行っています。

このように、処理場の周辺環境を単に保全するだけでなく、地域住民に環境保全と下水道事業の重要性を啓発するための場として活用する取り組みが、フランスのみならず世界各地で展開されています。当社としても、こうした取り組みから何らかのヒントを得て、私たちが限られたリソースを使って持続的に取り組むことのできる浜松版「下水道の市民科学」を浜松市および市民の皆様と一緒に生み出すことができればと考えています。

※影響を受けやすいサイト：ロケーション（周辺環境に保全が必要な地域や種が存在している、一定規模以上の自然環境に接している、など）と敷地内の自然環境面積から、地球環境への影響が大きいと判断されたサイト。

写真−４　底生生物調査

写真−５　シャロン・アン・シャンパーニュの
生物多様性促進ゾーン

「身近な水環境の全国一斉調査 18年の市民科学の実践」 ～笑顔でつなぐゆたかな水辺～

佐山 公一
みずとみどり研究会
事務局長

1．はじめに

2004 年より市民団体と国土交通省らとの連携により始まった「身近な水環境の全国一斉調査」は、今年で 18 年目を迎えました。本調査のサブタイトルにあるように「笑顔でつなぐゆたかな水辺」は全国で一斉に市民が水質調査を行うことにより同じ空の下に水質調査を行う仲間がいるという連帯感が持てるようにという意味と次世代の子どもたちにきれいでゆたかな水辺を残していこうという意味を込めています。そのために「100 年の眼」で調査を継続し、環境保全を実践するための貴重なデータとしていくことや多くの市民が自ら環境調査を行い、水環境に関心をもってもらうためのツールとしての活用を兼ねています。本調査は、調査方法のわかりやすさや簡便さと市民自らが測定した結果を科学的な視点で検証、保全するためのデータとしての活用とするため、簡易器材の測定は同一試水で 3 回行うことや統一的なマニュアルの使用など精度管理を実践してきました。全国各地の市民団体をはじめ、小中高や大学など学校関係や行政、企業やその家族、下水道関係者も多く参加しています。

2．身近な水環境の全国一斉調査の概要

2．1　全国一斉調査のはじまりと経緯

我が国では 1950 年代半ば頃から高度成長時代が始まり、経済は飛躍的に発展しました。しかし、このような経済発展を優先した結果、全国各地で環境破壊がおこり、河川も水質が悪化していきました。1993 年に公害対策基本法が全面的に改訂され、環境基本法が制定されました。1997 年に河川法が改正され、治水、利水に加えて環境の整備と保全が目的に加えられました。

水の汚れの問題を解決するために都市域では下水道の整備が進み、河川の水質は次第に改善されてきました。水がきれいになった理由は下水道の整備が大きな要因ですが、台所などで身近な生活排水対策を行い、「水を汚さない」という市民の意識の高まりもあったと思います。

多摩川の支流の浅川の周辺に住む主婦らが自らの生活による出した排水が川を汚していることに気づき粉石けんを使うことや木炭をネットに入れて水路に設置して水質浄化を試みるなどの行動が始まると同時に市民自ら水質を調べるようになりました。市民が水質調査を行えるようになった背景には、安価で簡便な測定器材が開発されたことも一因としてあります。そして、市民による地域での水質調査は流域全体で水質を考える「身近な川の一斉調査」として多摩川流域へと広がっていきました。以後も全国各地で市民による水質調査は実施されていましたが、調査時期や調査項目や手法などは統一されていませんでした。2003 年より国土交通省らと連携し、市民の手による水質調査が統一的な手法、時期での全国規模の活動となるため、円滑に行えるように全国各地より実行委員を募り「全国水環境マップ実行委員会」（以下、実行委員会という）を設置して 2004 年 6 月、第 1 回身近な水環境の全国一斉調査がスタートしました。

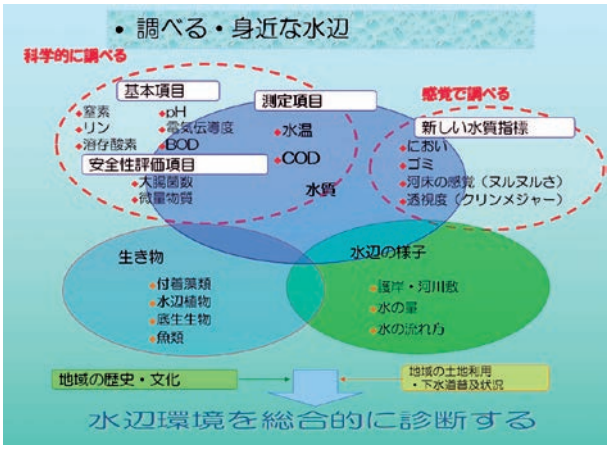
第 1 回の調査が実施される前にも実行委員会を開催して調査の時期や調査項目や測定回数など多くのことを議論しました。以降も実行委員会での意見交換や参加者からの意見についても議論し、必要な

事項を修正して現在の調査の形となりました。

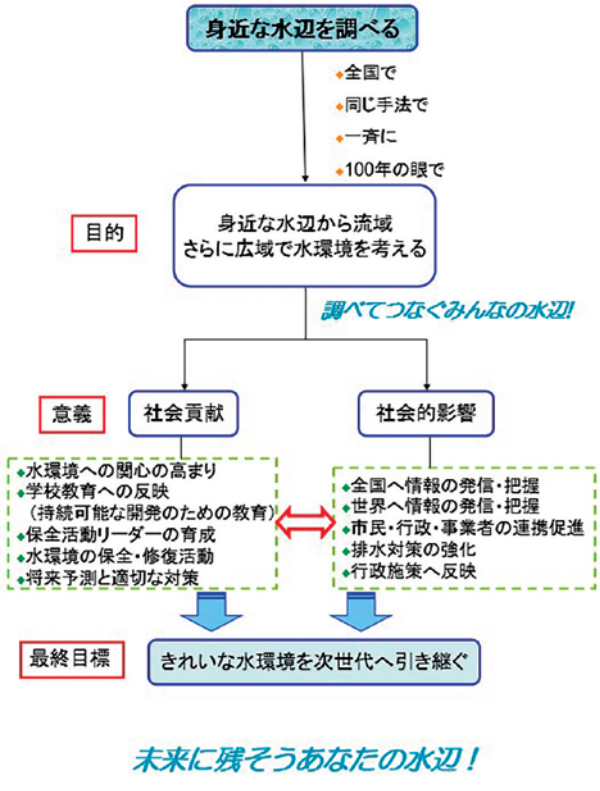
2．2　全国一斉調査の目的と意義

簡単な方法で水質調査を行うことで身近な水環境を知る、考えるきっかけへとつなげ、参加者の水環境への関心を高めることを期待しています。水質を調べるための項目も多くあり（図−1）、その地域の状況により必要な項目を調べる必要性があります。しかし、本調査では多くの方に水環境に興味や関心を持っていただき、また、継続的に調査を実施していただくために無理のないよう、調査の必須項目を気温、水温、COD の項目に絞り、各参加者の状況によりその他の項目を任意で調査してもらうことをお願いしています。

また、本調査実施の目的や意義についてのイメージを図−2、3 に示します。



図−1　水質調査の項目



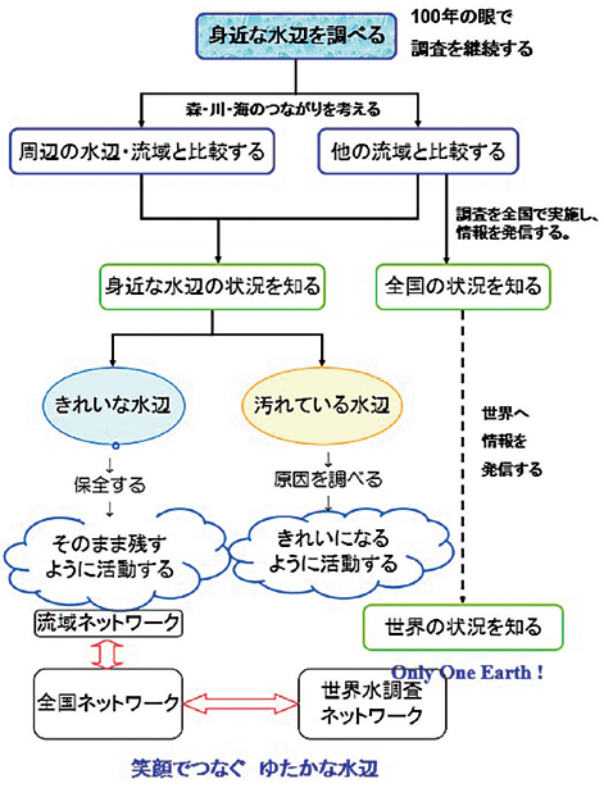
図−2　全国調査目的と意義

2．3　全国一斉調査の手法と精度管理

本調査の実施日は、6 月 5 日の世界環境デーに近い日曜日を全国一斉調査日として毎年実施しています。ただし、参加者の安全への配慮を第一としているため、統一日の天気などにより実施が困難な場合は、実施日の変更も許容していますがなるべく統一日に近い日での実施を推奨しています。事故等が起きないように参加者への安全管理に関する注意を促し、さらに主催する側として傷害保険に加入しています。今年も含め 17 年間無事故（執筆中は第 18 回の結果報告途中であったので昨年までの実績）で保険使用はありません。「安全に楽しく活動を行う」ことは市民活動として重要です。

調査の手法については、本調査用に作成されたマニュアル類にもとづき測定を実施し、気温、水温のほか、簡易測定器材（パックテスト）で COD の測定を必須項目としています。マニュアルについては、「本調査の目的と意義」「COD とは何か」や「調査地点の選び方」などを詳しく書かれた詳細マニュアルとパックテストの測定方法が簡便に書かれていて、現地でわかりやすく測定手順を確認できるハンディマニュアルを作成しました。

COD 測定の精度を確保するため、本調査では同一試水を 3 回測定し、その中央値を求めることによりバラツキや異常値を抑えることができました。また、幅広い年齢層、水質調査の経験の有無などによる測定誤差を軽減させるためにも調査用のキッ



図−3　全国調査図式

ト、スポイトや採水用小容器（通称パックン）による一定量の検水量にするなど統一的な手法で行っています。

測定器材についてもバラツキが発生しないように統一ロットのパックテストを参加申込み者に無償で配布しています。これは、例えば参加団体の在庫としているパックテストの保存状況が良くないものを使用した場合、正確な測定結果が得られない可能性があるためです。

これら市民による調査で精度管理を行う理由には、科学的な目線、手法で調査を行い記録として残すことにより、「以前よりきれいになった（汚くなった）」など抽象的な表現ではなく、水環境の汚れを数値で表し、水環境を保全するための具体的な目標を設定でき、また自身の調査データ以外の本調査の参加者のデータを有効に利用するために同一の手法で行われた結果として活用ができます。

3．市民科学として調査結果のまとめと活用

3．1　実行委員会による結果の公表

これまでに本調査に参加した人数は 11 万人を超え、全国の水辺もおよそ延べで 10 万地点が調査されました。これらの毎年、全国の参加者より得られた COD の測定結果の中央値は、0 ～ 3mg/L 未満を青色、3 ～ 6mg/L 未満を黄色、6mg/L 以上を赤色とし、全国マップ上にプロットすることで一目で各地の水質状況を知ることができます。また、毎年得られる全国の水質データは、調査団体名、河川名、調査地点の位置情報、調査日、天気、気温、水温、COD 測定値の項目を表記し、エクセルファイルで一覧表にまとめ、公式ホームページ（http://www.japan-mizumap.org/）で公開し、だれでも活用できるようにしています。

3．2　市民による結果の活用

全国のデータを本調査実行委員会でまとめるだけではなく、各地で参加した団体は得られた調査結果により、地域の水環境を考えるきっかけや子どもたちに環境学習用のデータとして活用することも行っています。データの活用事例として、多摩川の支流の城山川で 10 年間市民が定点調査を行った結果と八王子市の下水道関係者から同河川の流域の下水道普及の状況の資料を提供いただき、下水道接続率の変化と水質が良くなっていく様子をまとめることができました。ほかにも、多くの団体などが水質調査の結果から下水道の役割に関心を持ち調べているとの報告も受けています。

3．3　大学関係者との連携

大学の研究者が学生とともに参加をし、なおかつ様々な測定項目の追加を行って地域の水環境の状態を詳しく解析をすることで、よりその地域の課題がわかり、市民の保全活動の方向性が明確になります。一部の地域ではこのように大学との連携を行っています。

4．おわりに

毎年、多くの参加者により全国の水辺が調査をされています。これまで 18 年間、本調査を継続できたのは多くの参加者の皆さん、また、厳しい運営状態の中、水質調査実施用にパックテストの無償提供をして下さった㈱共立理化学研究所や事務局を支えて下さっている多くの関係者の皆さんのおかげです。

参加された市民の皆さんが本調査を通じて水辺の環境について考える機会となり、よりよい水辺の環境を次世代に残せるように『100 年の眼』で続けていきたいと思います。皆さまもぜひご参加ください。

※パックテストは、㈱共立理化学研究所の登録商標です。

＜参考文献など＞

・「見る知る調べる水　身近な水環境の全国一斉調査 10 年の歩み」星雲社、身近な水環境の全国一斉調査 10 年誌編集委員会、2015 年
・「身近な水環境の全国一斉調査詳細マニュアル」、「身近な水環境の全国一斉調査ハンディマニュアル」全国水環境マップ実行委員会、2007 年
・「市民環境科学への招待−水環境を守るために」裳華房、小倉紀雄著、2003 年
・「城山川流域における市民参加の水質調査結果と下水道との関わり」（一社）治山治水協会、水利科学（No.357）、佐山公一ら、2017 年

随筆
zuihitsu

細菌と学生

川上　周司
阿南工業高等専門学校
創造技術工学科・建設コース准教授

私は長年、排水処理システム内に生息している重要細菌群を、遺伝子工学的手法を用いて特定するという研究を続けています。排水処理の主役は細菌であり、どの種類の細菌が汚濁物質を分解しているのか、こうしたことを理解することで排水処理を人為的に制御することを目指しています。また排水処理は一種類の細菌が担うわけではなく、多くの場合複数種の細菌群が役割分担をして処理しています。従って処理が良好な時、調子が悪い時で出現する細菌の種類（細菌相）が変わることがしばしばあります。細菌相を見ることで処理の状況をいち早く掴み、適切な対応を行うことで我々人間がシステムを制御しようと考えているわけですが、正直なところ、まだまだその域には到達できていません。現時点において排水処理工学では、処理を安定的に進めることはできていますが、その処理機構に一部ブラックボックスを含んでおり、この解明に多くの研究者たちが挑んでいるというのが現状です。

細菌は形態学的特徴が乏しく、いわゆる「見た目」だけで種類を特定することはとても難しいです。ひと昔前には、細菌の同定には培養法を用いたものが主流でしたが、そもそも人間によって培養可能な細菌種は、発見されている細菌種全体の１％にも満たないということがわかってきており、培養法もまた万能ではないことが明らかになっています。こうした背景の中、1980 年代に登場した rRNA 遺伝子を標的とする分子系統解析による細菌の同定法が確立され、我々は細菌の DNA 配列（A、T、G、C の並び方）と対話することでその種類を簡単に特定できるようになりました。この解析法は排水処理の分野でも瞬く間に広がり、処理を担う細菌群が少しずつですがわかるようになってきています。

排水処理を担う細菌の種類がわかれば、それら細菌群が増えるような環境を構築すれば良いと考えますが、これが意外と難しい。例えば、重要細菌を分離し、一種類の系（純粋培養系）を構築することで、その細菌の最適な生育条件を決定することはよく行われる方法で、これら情報から排水処理システムの環境条件を最適なものにする（例えば水温や pH など）ことで重要細菌を増やそうという作戦があります。しかし、排水処理システムをその細菌に適した条件にしたところで、同じような環境で同じように増殖できる他の細菌も生育すれば、結果的に目的の細菌が優先できない場合もあります。重要なのは個々の細菌の生態よりも、その環境中にいる様々な細菌との競合関係、いわば「周りとの関係」なのです。

こんな研究を長いことやっていて、ふと自分の本職を振り返ってみると学生もまた、周りの環境から強い影響を受けていると痛感することがあります。私は徳島県の阿南高専に赴任して、早いもので今年で 11 年目を迎えました。高専は 15 歳から 20 歳までの 5 年間、同じ学校、同じクラスメートで学ぶという、知らない人にはちょっと不思議な文化が根付いています。１クラスは 30 ～ 40 人程度で担任の先生もいます。ちょうど高校と大学を足して二で割ったような学校です。そんな高専で学生教育を続けてきて、昔から不思議に思っていたことがあります。それは各クラスによって学生の学力、クラスの雰囲気が全く異なることです。入学時の成績はそこ

まで大きく変わることはないものの、いざ学年が上がってきて各クラスをそれぞれ見た時に、「このクラスは授業がしやすい」とか「このクラスは上位の成績がとても良い」とか、「このクラスの成績下位組はどうしていこうか」など、クラスによってだいぶ雰囲気が変わってきます。特に学年が進むに連れてその差は大きくなっているなと感じています。このような違和感は私だけではなく、長年、高専教育に携わっている年長の先生に聞いても、「そういうのはよくあるよ」と昔からずっと見られる現象だと説明してくれました。私は当初、担任の先生の影響が強いのではないかと考えていましたが、同じ先生が担任をしてもクラスの雰囲気が変わるという現象にも遭遇しており、やはりクラスの何かが影響していると気になっていました（統計的な解析がなく、抽象的な解釈ですみません）。

この私の疑問に一つの答えをくれた出来事があります。これはキャリア支援室員としてインターンシップを担当した時のことですが、本校では４年生の夏休みに自身が望む企業へインターンシップに行くという授業があります。この世話役をしていた時、ある女子学生の行動がとても気になりました。本校ではインターンシップに必ず行かなければならないことになっており、行き先を早々に決めたい学生たちは大挙して教員室にやってきます。私も最初は一人一人話を聞いていましたが、同じ説明を何度もするのも大変なので３人ぐらいでまとめて面談をすることにしました。その気になる女子学生は、他の２名の女子学生とともにやってきました。どんな仕事に就きたいかなど色々な質問して業種を絞っていきます。ある程度希望を聞いたところでこちらからも「例えばこんな会社はどう？」と提案し、インターンシップ先が決まっていきます。その女子学生は、県内企業であまり規模が大きくないところ、みんなと同じが良いという感じで、比較的簡単に数社が候補に挙がりました。あとは個人で会社情報など調べてもらって最終決定にしよう、ということでその日は終わりました。しかし翌日、彼女は一人で教員室を訪問し、実は県外の大手企業にインターンシップに行きたいと言い出しました。「えっ、昨日の希望は？」と聞くと、「みんながいたから」と。なるほど、学生とはこういうやりとりをしているのかと、その時に私には「学生の生態」がわかったような気がしました。女子学生には配慮が足りなかったことを詫び、無事に県外の企業へのインターンシップが決まりました。

以下は私見であることを前置きした上で私の考察です。上述のような学生が多いとクラスはとても閉鎖的な雰囲気になると考えています。学生としてしっかりとした考えを持っていないわけではありませんが、それらがクラス全体の雰囲気として出てこないと皆が刺激しあえる環境にはなりません。しかし、自信を持って自分の考えを述べることができる学生が数人でもいると、この雰囲気は劇的に変わります。誰もが刺激を受け、自分もやってみようという空気感が生まれてくるわけです。これがクラスの雰囲気、強いては私が感じるクラスの違いになるのだと考えています。

細菌も学生も個で見た場合と集合体で見た場合では、その様子は全く違います。それは自然の摂理ともいうべきものか、皆、少なからず周りの影響を受けながら生きているからだと思います。コミュニティとはそういうもので、良い影響も受ければ悪い影響も受ける。その中で切磋琢磨することで人は成長（細菌は進化だろうか）していくのでしょう。そう考えると私は改めて対面授業の重要性を感じています。コロナ禍の中、昨年度は高専でもオンライン授業、オンデマンド授業を実施しました。しかし、一人、自室でパソコンに向かって行う勉強では、頑張っている友達からの刺激や共に乗り切ろうという感情がなかなか生まれてこないのではと思います。事実、我々教員は電子データのやり取りになるオンライン学習において、答えだけがクラスを回り回って課題の答えが全員同じになるのではないかと危惧していましたが、結果は全く違いました。むしろ誰にも聞けない閉塞感から絞り出してきた、やっとの思いで書かれた小さな回答が目立ちました。あれだけ SNS 等でやりとりしている学生たちがここまで追い込まれるのかと大変驚きました。我々教育者は、個々の能力を伸ばすと共に、コミュニティ全体が上昇する雰囲気を構築することも極めて重要だと痛感しました。細菌も人間も周りのコミュニティに巻き込まれながら生きています。せっかく私たちの学校を選んできてくれた学生に対し、我々は皆が成長できる良い環境を構築していかなければなりません。こんなことを顕微鏡を覗き、DNA を抽出しながら、あれこれ考えています。早くコロナ禍が終息し、皆の日常が帰ってくることを切に願っています。

one point

下水道行政　今月のワンポイント

R3年度 市民科学発表会を開催

国土交通省は、下水道展 '21 大阪の併催企画として、GKP みらい研究発表会×市民科学プロジェクトコラボ企画「R3 年度市民科学発表会」を、8 月 19、20 日に Zoom を使用して Web 上で開催しました。

この発表会は、市民科学の更なる普及展開につなげることを目的として、全国の活動団体や地方公共団体が行っている市民科学の取り組みを情報発信する場として昨年度から開催しているものです。

挨拶で国土交通省下水道部の藤井政人流域管理官は、「下水道は資源の有効利用や自然を守る重要な循環機関でありながら、一般市民には触れる機会が少ないです。そこで下水道に関する調査研究を市民の方々に行って頂くことで、下水道が自分事になり、下水道の見える化にもつながっていくと思います。この会が市民科学の手助け、アイディアにつながる機会となれば幸いです」と参加者に呼びかけました。

発表会では、8 団体の発表の後に、栗原秀人

写真 1　藤井流域管理官　挨拶

写真 2　アドバイザーの方々

GKP アドバイザーをファシリテーターに、アドバイザーと発表者による意見交換を行いました。アドバイザーの方々は以下の通りです(かっこ内は所属先)。

加藤裕之（東京大学下水道システムイノベーション研究室)、小堀洋美（東京都市大学環境学部市民科学プロジェクト室)、咸泳植（東京都市大学環境学部)、亀山豊（一般社団法人生物多様性アカデミー)、佐山公一（みずとみどり研究会)、宮崎裕明（元横浜市立舞岡中学校教諭)、中村大和（横浜市環境創造局)、高橋悠太（横浜市環境創造局）

以下に 8 団体の発表の概要を紹介します。

発表①　鶴岡市「コンポストを利用した食用きのこ栽培及びクワガタ飼育」

鶴岡市ではコンポストとおがくずできのこを栽培して、クワガタの幼虫の餌となる菌糸を培養し、飼育に挑戦しています。おがくず＋コンポスト＋米ぬかできのこ栽培実験を行い、その実験で使用した菌床でクワガタの幼虫が生育するかを研究し

ています。今後は菌床にコンポストを与えることによる成長への影響、きのこ発生による菌床の栄養分減少による影響、飼育温度による成長の影響について調査し、繁殖を目指すとのことでした。

発表②　豊田市「市民連携の取り組み」

豊田市では、下水道ビジョンに市民科学を掲載するなどし、積極的な取り組みを進めています。平成 30 年から次世代を担う学生への意識啓発プロジェクトを実施し、半年間で水道、下水道の仕組みや役割、事業経営などについて教えています。また、他部署と連携して地域を巻き込んだ川の水質・生物調査も行っています。今年度からは、高校生とともに下水道のワークショップを行いました。生徒たちから出てきたいろいろな意見を今後の取り組みに活かして、活動をさらに広げていきたいとのことでした。

発表③　ヴェオリア・ジェネッツ株式会社　「市民と連携しエコロジカル・トランスフォーメーション（環境社会への大転換）への挑戦」

ヴェオリア社が海外で行っている下水道広報について発表しました。フランスの市民調査結果によると、フランス人は環境問題に対する意識が極めて高く、当事者として主体的な行動変容を望む傾向にあることから、市民が教育と情報発信を求めていることが分かりました。そこで、同社が主導となり、ストリートアートでメッセージを発信したり、下水処理場のある地域で住民有志による臭気測定を行うといった市民参加型ネットワーク形成の取り組みを紹介しました。

発表④　Whole Earth Foundation　「市民発インフラ台帳構築アプリ　鉄とコンクリートの守り人」

「鉄とコンクリートの守り人」は街中に分布するマンホール蓋を対象とした情報収集アプリです。ユーザーは陣取り合戦のように、市民がマンホール蓋の写真を撮影することで、マンホール蓋発見数と獲得ポイントで競い合います。ゲームを通じてマンホールの情報が収集されるため、今後はプラットフォームを構築し、行政に市民からの情報を提供できるような体制を作っていきたいとのことでした。

発表⑤　諏訪湖クラブ　「諏訪湖と“クリーンレイク諏訪”協働効果を生んだ街づくり市民活動の次の試みー市民科学的技術の広域地域連携―」

諏訪湖では水質の悪化やアオコの大量発生のため、水質浄化の取り組みとして、下水処理場で高度処理を導入していました。しかし水質が良くなると、水生生物の生息環境が変わり、水産危機に陥りました。そこで高度処理水を生物群集による浄化（生物浄化法）で処理することで豊かな水質の確保に取り組むこととしました。現在は、研究機関で実験を行っており、今後は他の湖沼でも実験を呼び掛けていきたいとのことでした。

発表⑥　横浜市立富岡中学校科学部　「未来へ続け自然環境～あなたの捨てたゴミの行方～」

富岡中学校の身近にある大岡川で水質調査を行っていたところ、川に泡やごみが浮いていること、また、市内の野島海岸にもマイクロプラスチックが散乱していたことから、川、海と下水道の関連性を調査しました。下水道管路台帳を確認したところ、雨水管と大岡川がつながっており、ごみ

写真３　発表の様子（豊田市）

写真４　発表の様子（横浜市立富岡中学校科学部）

が雨水管を経由して川に流れ、海にたどり着くことが判明しました。そこで、今後はごみと川の調査を継続しながら、地域住民を対象にアンケートを実施し、ごみを減らす取り組みを提案していきたいとのことでした。

発表⑦　横浜市立舞岡中学校科学部「ハグロトンボと舞岡川の水質」

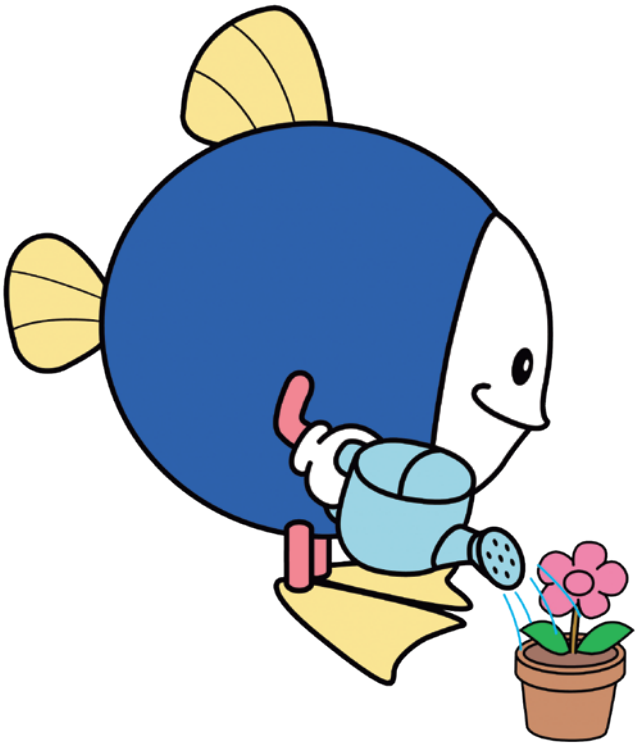
ハグロトンボの生育には綺麗な水質や水生植物が必要で、横浜市内では一時期絶滅したと思われていましたが、1995 年に再発見されました。同部のこれまでの研究で、ハグロトンボの復活は下水道整備によるものと判明し、現在は舞岡川の水質調査とハグロトンボの分布調査、またハグロトンボを中心とした生物との関係を調査しています。今後は校内にハグロトンボの飼育装置を完成させ、ハグロトンボとその周辺の生態系の変化を調査していきたいとのことでした。

発表⑧　岡山理科大学付属高等学校科学部「百間川の水質改善に向けた取り組み」

岡山市内を流れる百間川は、本流の旭川の放水路として江戸時代に整備されました。しかし市街地付近から排水が流れ込み水質の悪化につながっていることから、旭川から毎秒 1 t の浄化用水を引いています。そこで百間川の汚染源を特定するため、水質調査を行っています。今後は継続的な調査を行う一方で下水道の接続率が低い地域への、呼びかけ方法も考えていきたいとのことでした。

最後にファシリテーターを務めた栗原秀人 GKP アドバイザーが総評し、「2 日間で多様な組織があり多様な活動に取り組まれていることが分かりました。市民は関心事に対して市民活動を行われていますが、下水道が生活に欠かせないツールであることを理解して頂き、下水道を自分事化して楽しみながら、学んで頂きたいです。行政、市民、民間企業の立場で一歩踏み出してほしいと思います」と展望を語りました。

今回の発表内容は GKP の HP に掲載される予定です。



国際会議で使える
～英語ワンフレーズ～

公益社団法人　日本下水道協会
技術研究部　国際課長　松宮　洋介

連載

第4回　国際会議で使用される表現①

今月以降､本コラムでは､下水道の専門家等が英語での会議で使用している表現を紹介します。今月号の特集「市民科学」にちなんで YouTube で題材を検索したところ、オーストラリアのストックホルム青少年水大賞 2020 の最優秀賞のプレゼンがヒットしました。家業が牧場のエマ・セリシアさんが卵の殻をリンの吸着剤として活用し、農地からのリンの雨天時流出負荷削減に取り組む研究です。下記 QR コードで 23 分 43 秒から登場します。

学生とはいえ、表彰者ですので学ぶべき表現が沢山あります。研究のきっかけとして、”On my farm, I have observed phosphate runoff from fertilizers and animal manures into the natural waterways causing them to become eutrophic.” と述べています。まず初めに、Runoff です。これは「流出」です。この語句は面源汚染だけでなく、浸水対策の時も使われる単語で、雨水関係の会議では必須です。ちなみに「雨水流出」は rainfall runoff、「表面流出」は surface runoff となります。技術用語で日英の訳語がぴったりつく場合、その用語が外国から入ってきたと推測できます。次は Manure で、これは「家畜糞尿肥料」です。生からコンポスト化されたものまで全てを包含します。国際会議で返流水からの MAP 回収と肥料化の話をしたとしましょう。その際に聴講者から、”Do Japanese farmers use manure?” と質問されたと想定下さい。プレゼンの中身から逸れた質問をする人は必ずいます。Manure を知らないと焦ります。もちろん知らなくても、音を聞き取って、「マニュア？」と返せば、相手は Animal waste と言い換えてくれる可能性があります。しかし、往々にして知らない単語は聞き取れません。一朝一夕にはいきませんが、できるだけ沢山の関連用語を覚えるしかありません。

Waterway は厄介です。Water= 水、Way= 路（みち）で「水路」と理解し、農業用水路を思い浮かべるかもしれません。しかし、英語の waterway は文字通りの意味は航行可能水路です。米国の代表的 waterway は五大湖とミシシッピ川です。一方で Natural Waterway は公共用水域全般を意味します。先述の彼女の発言は、「リンが公共用水域に流出して、富栄養化を引き起こす」です。使われるケースに応じ、ニュアンスが変わる単語は厄介です。単語は文脈で覚えることが必要です。この文の最後は Eutrophic です。は Eutrophication（富栄養化）の形容詞です。あまり一般的な用語ではないせいか、YouTube の字幕機能でも正しく表記されませんでした。エマさんは続けて Agricultural operations such as mine are large consumers of nonrenewable fertilizer and large producers of biowaste material と述べています。nonrenewable fertilizer は化学肥料を意味していますが Chemical と言わずに Nonrenewable というあたりが今日的です。Biowaste は Biodegradable waste(生分解性廃棄物) あるいは Organic waste（有機性廃棄物）と同義ですが、biowaste のほうが新しいのだと思います。国際会議では新しい表現が使われることが多いです。Biowaste は嫌気性消化の会議では必須の用語でしょう。

今回、紹介したように YouTube はとてもよい教材になります。国際会議に臨む際には発表に関連する動画を沢山見て、知らない単語だけでなく、知っている単語の発音も確認することをお勧めします。質疑応答対策に大いに役立つでしょう。

ストックホルム青少年水大賞2020の最優秀賞のプレゼン(YouTube)

レジェンドマンホーラーが行く

下水道デザインマンホール漫遊記

マンホール蓋を通じた自治体間の交流

白浜（しらはま） 公平（こうへい）

マンホール蓋愛好家。1977 年神奈川県生まれ。
出演したテレビ番組に
「タモリ倶楽部」（テレビ朝日）
「マツコの知らない世界」（TBS）
「次課・長州の力旅」（BS フジ）
「ピエール瀧のしょんない TV」
（静岡朝日テレビ）など。

２回目のバトンを頂きました。今回は、マンホール蓋を通じて進められる自治体間の交流について、マンホール蓋ファンの目線からお伝えしてみようと思います。下水道事業に携わるプロの皆さまの参考にしていただければ幸いです。

北海道北見市の蓋コレクション

2011 年９月の平日のある日、建て替えのためやや手狭な仮庁舎で運用されていた北見市役所で、忙しそうに業務をされている職員の方々を尻目に、私はひとり悦楽にひたっておりました。北見市では例年下水道の日に合わせてマンホール蓋の展示を行っていますが、これが凄いのです。まず北見市独自のマンホール蓋の種類が多く、中には金色の蓋まであります。そのデザインにはハッカ記念館や旧北見駅舎などの建築物を用いたものが多く、私の好みにも合致します。それだけではなく、同じ北海道の夕張市や室蘭市、さらには千葉県松戸市や兵庫県芦屋市など、北見市以外の自治体の蓋が幾つも展示されていました。他自治体の蓋をこれだけの数、それも 10 年

北見市の下水道の日の展示

北見市の金色の蓋

「寄贈」と書かれた蓋

北見市のマンホールカード

以上前からコレクションしている例は、私の知る限り他にありません。もし機会があれば、どういった経緯でこのコレクションが始まったのか、担当者の方にお話を伺ってみたいところです。その後、北見市独自の新しいデザインの蓋も増え、マンホールカードも発行されています。また、東日本大震災の復興事業を縁として、宮城県東松島市とマンホール蓋を交換したというニュースも目にしました。これからもコレクションは増えていくようで、楽しみです。

寄居町に設置された小田原市の蓋

マンホール蓋で自治体間交流

2017年11月、神奈川県小田原市・東京都八王子市・埼玉県寄居町がそれぞれのマンホール蓋を交換しました。この3市町は、北条氏政・氏照・氏邦の兄弟がそれぞれ居城を置いた土地であり、姉妹都市にもなっています。素晴らしいのは、蓋を交換しただけではなく、その蓋をそれぞれ路上に設置している点です。やはりマンホールの蓋は路上にあってこそ、その存在価値が光ります。いつでも見に行けるという点もありがたいです。マンホールの蓋は自治体によって規格が異なることも多いと聞きますが、そういった困難を乗り越え、蓋の交換と路上への設置を実現してくださった3市町の担当者の方々へは、ファンとして感謝しかありません。

2021年4月には、東京都の杉並区役所で「交流自治体のマンホール蓋展」が開催されました。杉並区には数多くの交流自治体がありますが、そのうちの9自治体から21枚の蓋が集められ、展示されました。これだけの数の蓋が集まると圧巻です。蓋の展示だけではなく、それぞれの自治体の紹介や杉並区との交流のきっかけなどの説明もありました。交流自治体の蓋の塗り絵コンテストも併催され、蓋の図柄の缶バッジやみそせんべいの販売まであり、素晴らしい企画でした。

杉並区交流自治体のマンホール蓋展

マンホール蓋で国際交流

2019 年 8 月、静岡県島田市がモンゴルのウランバートル市とマンホール蓋の交換を行ったというニュースがありました。居ても立っても居られなくなった私は、思い切って島田市へ取材を申し込んでみました。すると快く応じていただけました。島田市は東京オリンピックに参加したモンゴルのボクシング選手団のホストタウンになっていて、2017 年より交流が始まっています。その交流事業の一環として蓋を交換することになったのですが、そのきっかけに私も関わっていたとのお話を聞いて驚きました。お隣の藤枝市でマンホール蓋のファンイベントが開催された際に講演をさせていただいたことがあるのですが、そこに出席されていた島田市職員の方が、その際に私が紹介した「越境蓋」の話を思い出し、国境を越えた越境蓋があったら面白いのではと考え、蓋の交換へと繋がっていったのだそうです。何とも光栄な話です。とはいえ、前例が無いことですので、実現までには色々とご苦労もあったそうです。一番の苦労は、モンゴルの担当者に、本当に蓋の交換をするということを信じてもらうことだったそうです。前年の 11 月に島田市からデザイン蓋を送り、ようやく本気だということを信じてもらえ、話が進み始めたそうです。島田市の蓋は横浜港から船に乗り中国へ渡り、そこからは鉄道でモンゴルまで届けられたとのことで、何ともロマンチックです。その後モンゴルでは、負けてられないと、向こうの学生さんが絵を描き綺麗に色を塗り、完成した蓋が島田市まで届けられました。この蓋は同年 10 月に開催されたマンホールサミット in 池田でも展示されました。

蓋を通じた交流の例を幾つかご紹介させていただきました。蓋の交換や展示は、新しい蓋を造るよりも安価に実現でき、話題性もあり、他の自治体との交流も進み、我々ファンも喜び、下水道の広報にも繋がるなど、いいこと尽くめだと思います。大阪・関西万博の開催を控え、国際交流の機会も増えるかと思いますが、その手段としてもきっと役立つに違いないと信じます。

島田市の職員の皆様と筆者（左から 2 番目）

「水の天使」日記
第111回

下水道展に行ってきました！

ミス日本「水の天使」 嶺　百花

こんにちは！ 2021 ミス日本「水の天使」嶺百花です。突然ですが、私は夕方の暑さが少し和らいだ時間帯に音楽を聞きながらマラソンをすることが好きです。8 km 程走り込み自宅に帰った後、必ず真っ先にダイニングに向かいます。まだかまだかと足速に駆け込んで水を飲むのですが、何故か昨年と比べ、今まで以上に美味しく感じます。その理由はおそらく、「水の天使」という役職につき、当たり前にある水の裏で頑張ってくださる水業界の方々の姿を拝見しているからこそ、水の美味しさに感謝の気持ちがプラスされるからではないでしょうか。

さて先日は下水道展 '21 大阪に参加してきました。昨年は開催できず、満を持しての今年でしたが、新型コロナウイルス感染防止への対応もあり関係者の皆様も大変悩まれていると伺っておりました。私は先輩方やミス日本協会の方から「下水道展で一気に下水道への理解を深められる」と聞いておりましたので、体調管理をしっかりしつつ、参加をとても楽しみにしておりました。

展示会で印象的だった点が２点あります。

１つ目は、下水道業界の方々の熱心な姿です。下水道業界に興味がない方にも知っていただけるよう、ゲームを用いた体験型の展示や、実際に下水道を模したパイプの中を機械が動く様子を再現したものなど一つひとつが素敵でした。加えて、質問させていただくと、皆さん細かいところまで丁寧に説明してくださり、大変勉強になりました。

空き時間にはウキウキ！ブース巡り！
実機や模型はわかりやすく、なるほどの連続 ！

２つ目は、下水道業界にあまり馴染みのない方も下水道業界と向き合っていらっしゃる姿です。パブリックステージで行われたみらい研究発表大会では、先生が生徒のために下水道の大切さについてまとめた手書きの紙芝居を披露されたり、一般の方が鳥の生態に注目し、生物が住むことのできる水環境にあるかを調べて発表するなど、私のこれまでの活動で関わったことのない切り口が多く示されていました。下水道業界を本業にしていない方が、「当たり前にそこにある水」の裏側で頑張ってくださっている方々のありがたさを実感し、行動に移してくださっている姿が「水の広報官」としてすごく嬉しかったです。

最近私は、下水道業界を身近に感じていただくために、ポケモンなどのイラストが入ったキャッチーなマンホールをインスタグラムに投稿する活動を行っているのですが、友人から「こういうのがあるんだ！知らなかった！」「マンホールって面白いんだね！他ってなにあるの？」と、声をかけてもらう事が多いです。下水道展で発表されていた皆様のように少しでも貢献できるよう、一歩一歩前進して参りたいと思います。

主にパブリックステージイベントに出演しました

まだまだ暑い日が続きますので、上下水業界の方々に感謝の気持ちを持ち、美味しい水を飲んで、乗り切って参りましょう！

お知らせ

第 50 回下水道事務職員養成講習会の開催について
（金沢・大阪・福岡会場）

1. 開催期間・会場 ：

開催地	開催期間	会　　場	定 員
中　部 （金沢会場）	10月７日(木) ～８日(金)	TKP金沢新幹線口会議室 石川県金沢市堀川新町2−1　井門金沢ビル4階 （JR金沢駅　兼六園口(東口）徒歩2分）	20名
関　西 （大阪会場）	10月12日(火) ～13日(水)	CIVI北梅田研修センター 大阪府大阪市北区芝田2丁目7−18 LUCID SQUARE UMEDA　5F (JR大阪駅御堂筋北口　徒歩5分)	40名
九　州 （福岡会場）	10月26日(火) ～27日(水)	A.R.Kビル 福岡市博多区博多駅東2−17−5　A.R.Kビル (JR博多駅筑紫口　徒歩5分)	40名

2. 受講対象：正会員（地方公共団体、公社）、準会員（地方公共団体）、賛助会員（会社）の所属職員及び非会員で、経験年数が浅い事務職員(新規採用から実務経験 1～2 年程度)及び新たに下水道部門に配属された事務職員

3. 講義日程 ：

	時　　間	科　　目	講　　師
第一日目	9:20～ 9:30	開会挨拶	各地方下水道協会
	9:30～11:55	ビデオ「下水道物語」(20分)	地方公共団体
		総論	
		下水道関連法令	
	13:00～14:30	下水道財政	地方公共団体
	14:40～16:40	公営企業会計	地方公共団体
第二日目	9:20～10:50	下水道使用料	地方公共団体
	11:00～11:50	受益者負担金	地方公共団体
	12:55～13:20	ビデオ「排水設備」	―
	13:20～14:10	水質規制	地方公共団体
	14:20～15:10	下水道広報	地方公共団体
	15:20～16:20	特別講演	地方公共団体他

4. 教材：第 50 回下水道事務員養成講習会専用テキスト（令和3年版）

（コロナ対策の一環として、教材は事前に送付しますので講習会当日は忘れずに持参願います。）

5. 参加費用(1 名につき):(2 日間)

区　　分	参加費用	内訳	
		参加費	教材費
請求書項目	①	②	③
正会員(地方公共団体、公社) 準会員(地方公共団体)	15,000円	11,500円	3,500円
賛助会員(会社)	15,000円	11,500円	3,500円
特別会員(個人)	15,000円	11,500円	3,500円
非会員	28,000円	23,000円	5,000円

注)1)教材は説明用ですので、参加者全員が必要となります。
2)宿泊代、昼食代、交通費は含みません。　3)参加費用は、消費税額を含んだものです。

6. 申込期限:

開催地	申込期限(必着)	開催地	申込期限(必着)
中　部(金沢会場)	9月24日(金)	関　西(大阪会場)	10月1日(金)
九　州(福岡会場)	10月13日(水)		

注)申込期限以前でも定員を超えた場合には、ご参加をお断りする場合があります。
その際には、本会から申込者に事前にご連絡いたします。

7.申し込み方法:協会ホームページhttps://www.jswa.jp/seminar/から申し込みができます。
(web 申し込みが便利のため、推奨しております。)

8.新型コロナウイルス感染症対策への取組みについて
※協会 HP に掲載している「研修実施における新型コロナウイルス感染症対策マニュアル」をご覧ください。
(1)受講者の皆様へのお願い
・受講中はマスクの着用をお願いします。
・所定の場所(講義室、トイレ)以外に立ち入らないでください。
・37.5 度以上の発熱症状や軽い風邪症状(のどの痛み、咳、全身倦怠感)等があった場合は受講をご遠慮ください。
・次の事項に該当する方は受講をご遠慮ください。
→新型コロナウイルス感染症陽性とされた者との濃厚接触がある場合
→同居家族や身近な知人に感染が疑われる方がいる場合
→過去 14 日以内に、政府から入国制限、入国後の観察期間を必要と発表されている国・地域等への渡航、並びに当該在住者との濃厚接触がある場合
・会場入場時の検温に御協力をお願いします。
・こまめな手指消毒や手洗い、うがい等をお願いします。また、手を拭く際は個人用のタオルやペーパータオルを使用してください。
・飲料に関しては、持参するか、会場内に設置されている自動販売機をご利用ください。
(2)事務局で実施する対策
・研修業務に従事する職員は検温を行い、37.5 度以上の発熱症状やのどの痛み、咳、全身倦怠感等の症状がある場合、会場への入室をしません。
・事務局職員は、会場での役割分担を決めて感染症対策に取り組みます。
・マスクを着用します。
・こまめに手指消毒又は手洗いを行います。
・受付時、研修の休憩、昼休憩の外出後等の機会に事務局より、こまめな手指消毒や手洗いを呼びかけます。
・飲料に関しては、持参するか、会場内に設置されている自動販売機をご利用ください。
・入場時に密にならないように間隔を空けて受付します。

9. 申し込み方法:協会ホームページから申し込みをお願いします。
https://www.jswa.jp/seminar/application/(web 申込みを推奨!)

10. 問い合わせ先:公益社団法人 日本下水道協会 技術研究部 研修課　03(6206)0284(直通)

お知らせ

第 56 回下水道技術職員養成講習会の開催について
（名古屋・大阪・福岡会場）

1．開催期間・会場 ：

開催地	開催期間	会　　場	定 員
中　部 （名古屋会場）	10月26日(火) ～27日(水)	I. M. Yビル 名古屋市東区葵3丁目-7-14 （JR千種駅　徒歩3分）	40名
関　西 （大阪会場）	10月14日(木) ～15日(金)	CIVI北梅田研修センター 大阪府大阪市北区芝田2丁目7−18 LUCID SQUARE UMEDA　5F （JR大阪駅御堂筋北口徒歩5分）	60名
九　州 （福岡会場）	11月16日(火) ～17日(水)	八重洲博多ビル 福岡市博多区博多駅東2丁目18−30 （JR博多駅筑紫口　徒歩5分）	40名

2．受講対象：　正会員（地方公共団体、公社）、準会員（地方公共団体）、賛助会員（会社）の所属職員及び非会員で、経験年数が浅い技術職員(新規採用から実務経験 1～2 年程度)及び新たに下水道部門に配属された技術職員

3．講義日程 ：

	時　　間	科　　目	講　　師
第一日目	9:15～9:25	開会挨拶	各地方下水道協会等
	9:25～11:55	下水道の計画とこれからの下水道事業 雨水管理計画	地方公共団体
	13:15～15:45	下水道管路の設計	地方公共団体
	15:55～17:30	ビデオ「管路の施工」(23分)	地方公共団体
		下水道管路の施工	
第二日目	9:30～10:50	ビデオ「管路の維持管理」(20分)	地方公共団体
		下水道管路の維持管理	
	11:00～12:10	ビデオ「排水設備」(22分)	地方公共団体
		排水設備	
	13:10～14:15	事業場排水の排水指導	地方公共団体
	14:25～16:35	ビデオ「水処理施設・汚泥処理施設」(20分)	地方公共団体
		ポンプ場・処理場施設の概要	

4．教材：第 56 回下水道技術職員養成講習会専用テキスト（令和3年版）
（コロナ対策の一環として、教材は事前に送付しますので講習会当日は忘れずに持参願います。）

5. 参加費用(1 名につき):(2 日間)

区　　分	参加費用	内訳	
		参加費	教材費
請求書項目	①	②	③
正会員(地方公共団体、公社) 準会員(地方公共団体)	16,000円	11,500円	4,500円
賛助会員(会社)	16,000円	11,500円	4,500円
特別会員(個人)	16,000円	11,500円	4,500円
非会員	29,000円	23,000円	6,000円

注)　1)教材は参加者全員に購入していただきます。
　　2)宿泊代、昼食代は含みません。 3)参加費用は、消費税額を含んだものです。

6. 申込期限:

開催地	申込期限(必着)	開催地	申込期限(必着)
中　部(名古屋会場)	10月13日(水)	関　西(大阪会場)	10月1日(金)
九　州(福岡会場)	11月2日(火)		

注)申込期限以前でも定員を超えた場合には、ご参加をお断りする場合があります。
　その際には、本会から申込者に事前にご連絡いたします。

7.その他:「下水道管路の設計」の講義で、管底高の計算を行いますので、電卓等をご持参下さい。

8.新型コロナウイルス感染症対策への取組みについて
※協会 HP に掲載している「研修実施における新型コロナウイルス感染症対策マニュアル」をご覧ください。

(1)受講者の皆様へのお願い
- ・受講中はマスクの着用をお願いします。
- ・所定の場所(講義室、トイレ)以外に立ち入らないでください。
- ・37.5 度以上の発熱症状や軽い風邪症状(のどの痛み、咳、全身倦怠感)等があった場合は受講をご遠慮ください。
- ・次の事項に該当する方は受講をご遠慮ください。
  - →新型コロナウイルス感染症陽性とされた者との濃厚接触がある場合
  - →同居家族や身近な知人に感染が疑われる方がいる場合
  - →過去 14 日以内に、政府から入国制限、入国後の観察期間を必要と発表されている国・地域等への渡航、並びに当該在住者との濃厚接触がある場合
- ・会場入場時の検温に御協力をお願いします。
- ・こまめな手指消毒や手洗い、うがい等をお願いします。また、手を拭く際は個人用のタオルやペーパータオルを使用してください。
- ・飲料に関しては、持参するか、会場内に設置されている自動販売機をご利用ください。

(2)事務局で実施する対策
- ・研修業務に従事する職員は検温を行い、37.5 度以上の発熱症状やのどの痛み、咳、全身倦怠感等の症状がある場合、会場への入室をしません。
- ・事務局職員は、会場での役割分担を決めて感染症対策に取り組みます。
- ・マスクを着用します。
- ・こまめに手指消毒又は手洗いを行います。
- ・受付時、研修の休憩、昼休憩の外出後等の機会に事務局より、こまめな手指消毒や手洗いを呼びかけます。
- ・飲料に関しては、持参するか、会場内に設置されている自動販売機をご利用ください。
- ・入場時に密にならないように間隔を空けて受付します。

9. 申し込み方法:協会ホームページから申し込みをお願いします。

https://www.jswa.jp/seminar/application/(web 申込みを推奨!)

10. 問い合わせ先:

公益社団法人　日本下水道協会　技術研究部　研修課　03(6206)0284(直通)

お知らせ

下水道土木工事必携（案）　2021 年版

A 4 版　頁数：680 頁　　価格 7.480 円（会員価格：3,740 円）

「下水道土木工事必携（案）」は、土木工事に係る監督職員や受注者が必要としている「下水道土木工事共通仕様書（案）」、「下水道土木工事施工管理基準及び規格値（案）」、「関係通達集（案）」の 3 部構成になっております。今回の改定は、関係する基準や規格等の修正及び新たに安全管理を追加し、国土交通省水管理・国土保全局下水道部とともに下水道土木工事必携編集委員会を設置し、7 年振りに改定したものです。

改定にあたっての基本方針

- ○　準拠する法令、基準等の時点修正
- ○　国土交通省土木工事共通仕様書（案）の改定に伴う記述内容の修正
- ○　管きょ更生工法における設計・施工管理ガイドラインの改定により修正
- ○　新型コロナウイルス感染症対策、熱中症対策、高年齢労働者及び外国人労働者の安全対策を追加
- ○　関係通達集の時点修正

主な改定内容

項　　目	主な改定内容
下水道土木工事共通仕様書（案） 管路及び処理場・ポンプ場	・諸法令及び適用すべき諸基準を修正 ・シールド工の一次覆工（掘進）に関する記述を修正
下水道土木工事施工管理基準及び規格値（案）	・管きょ更生工法の仕上がり内径の測定基準を修正 ・既製杭、場所打ち杭の測定項目に傾斜の規格値を追加 ・品質管理基準及び規格値の内容を修正
安全管理	・新型コロナウイルス感染症対策を追加 ・熱中症対策を追加
関係通達集（案）	・積算に関する主な通達を重点的に編集

第２６回（令和３年度）下水道用管路資器材研修会中止のお知らせ

今年度の本研修会は、新型コロナウイルス感染拡大の影響並びに感染防止の観点から全ての会場を中止と致しましたのでお知らせします。

問い合わせ先：公益社団法人日本下水道協会
規格検査課　佐藤　英知、丸山章人
TEL03-6206-0799

開　催　日	開 催 会 場	
８月２５日（水）	札　　幌	中　止
８月２７日（金）	仙　　台	
９月　９日（木）	さいたま	
９月１０日（金）	横　　浜	
９月１４日（火）	名 古 屋	
９月１５日（水）	浜　　松	
１０月１４日（木）	大　　阪	
１０月１５日（金）	京　　都	
１０月２２日（金）	松　　山	
１０月２７日（水）	福　　岡	
１０月２８日（木）	熊　　本	
１０月２９日（金）	広　　島	

お知らせ

認定工場制度

日本下水道協会では、地方公共団体や工事請負者が安心して下水道用資器材を使用できるように、全国統一的に資器材の検査を行う認定工場制度を実施しています。認定工場制度は、①下水道用資器材の指定・登録(下記認定適用資器材一覧を参照)、②製造工場の認定、③基本調査・製品検査の実施の３つの柱で成り立っており、全国７ヵ所の地区事務所に配置された検査員が、本会の認定した工場に出向き経験を生かした厳正な調査等を行っています。製品の信頼性・透明性の確保のため、認定工場での基本調査・製品検査の実施状況、協会規格の制定状況等の情報は、毎月案内する資器材検査ニュース(次ページ参照)でご確認ください。

認定適用資器材一覧(32 資器材)

【 Ⅰ類 】

① 鉄筋コンクリート管
② 硬質塩化ビニル管
③ 強化プラスチック複合管
④ 鋼製セグメント
⑤ コンクリート系セグメント
⑥ ダクタイル鋳鉄管
⑦ プラスチック製ます
⑧ プラスチック製マンホール
⑨ 鋳鉄製ふた
⑩ コンクリート製マンホール
⑪ レジンコンクリート製マンホール
⑫ レジンコンクリート管
⑬ ポリエチレン管
⑭ コンクリート製ボックスカルバート
⑮ 硬質塩化ビニル更生管

【 Ⅱ類 】

① 組立マンホール側塊
② 鉄筋コンクリート複合管
③ ボックスカルバート
④ 可とう性鉄筋コンクリート管
⑤ 曲線推進工法用鉄筋コンクリート管
⑥ リサイクル硬質塩化ビニル管
⑦ 耐食性コンクリート製品
⑧ 硬質塩化ビニル製管更生材
⑨ 鉄筋コンクリート製複合マンホール
⑩ 鉄筋コンクリート製複合マンホール用内面樹脂材
⑪ インバート付二次覆工一体型セグメント
⑫ 外殻鋼管付きコンクリート管
⑬ 鋳鉄製機能強化ふた
⑭ 現場硬化型繊維強化プラスチック製管更生材
⑮ 複合プラスチック製管生材
⑯ ポリエチレン製管更生材
⑰ 合成セグメント

管路資器材の規格適合を証明する
は安心マーク

問合先　公益社団法人 日本下水道協会 技術研究部 規格検査課
〒 101-0047　東京都千代田区内神田２丁目10番12号
内神田すいすいビル
電話：03(6206)0799、FAX：03(6206)0796

2021年10月（Vol.47・No.07）

下水道用 資器材検査ニュース

1．製品検査の実施

製品検査を実施した認定工場は、次表に掲げる認定工場であり、製品検査結果はいずれも合格でした。

①下水道用鉄筋コンクリート管

認定番号	会社名	工場名	製品検査実施日	検査抜取本数
010106	日本高圧コンクリート㈱	栗山	7月9日	1本
010117	㈱旭ダンケ	苫小牧	7月13日	3本
010601	前田製管㈱	本社	7月8日	3本
010702	中川ヒューム管工業㈱	郡山	7月7日	4本
011110	日本ヒューム㈱	熊谷	7月13日	1本
011206	光コンクリート工業㈱	本社	7月14日	2本
011505	藤村クレスト㈱	柏崎	7月29日	2本
012104	㈱東海ヒューム管	本社	7月8日	3本
012301	中川ヒューム管工業㈱	岡崎	7月2日	3本
012502	㈱クリコン	滋賀	7月8日	3本
012503	旭コンクリート工業㈱	湖東	7月16日	2本
012806	ベルテクス㈱	兵庫第2	7月13日	1本
013503	中川ヒューム管山陽㈱	山陽	7月14日	2本

②下水道用硬質塩化ビニル管

認定番号	会社名	工場名	製品検査実施日	検査抜取本数
020401	積水化学工業㈱	東日本積水工業㈱亘理事業所	7月9日	6本
020902	旭有機材㈱	栃木	7月16日	8本
022301	日本プラスチック工業㈱	本社	7月14日	63本
022702	㈱クボタケミックス	堺	7月20日	12本
023502	信越ポリマー㈱	南陽	7月13日	8本

③下水道用鋼製セグメント

認定番号	会社名	工場名	製品検査実施日	検査抜取本数
051201	ジェコス㈱	東京	7月9日	外径 1種 3単体
051901	㈱IHI建材工業	中部ｾｸﾞﾒﾝﾄ㈱富士川	7月21日	外径 2種 6単体
053703	泉鋼業㈱	本社	7月29日	外径 1種 3単体

④下水道用コンクリート系セグメント（標準）

認定番号	会社名	工場名	製品検査実施日	検査抜取本数
040805	㈱IHI建材工業	茨城第一	7月15日	外径 1種 3単体
041001	日本コンクリート工業㈱	NCｾｸﾞﾒﾝﾄ㈱本社	7月16日	外径 1種 3単体
042203	ジオスター㈱	金谷	7月12日	外径 2種 6単体
042403	日本コンクリート㈱	三重	7月2日	外径 1種 3単体
042802	JFE建材㈱	日本ｾｸﾞﾒﾝﾄ工業㈱関西	7月6日	外径 1種 3単体
043001	ジオスター㈱	橋本	7月9日	外径 2種 6単体

⑤下水道用コンクリート系セグメント（ミニ）

認定番号	会社名	工場名	製品検査実施日	検査抜取本数
0443M1	不二高圧コンクリート㈱	小川	7月8日	3単体

⑥下水道用ダクタイル鋳鉄管

認定番号	会社名	工場名	製品検査実施日	検査抜取本数
060101	鶴巻工業㈱	本社	7月15日	6本
060103	㈱村瀬鉄工所	函館	7月6日	5本
061103	㈱遠山鐵工所	久喜	7月20日	1本
062801	㈱クボタ	阪神	7月13日	5本

⑦下水道用鋳鉄製ふた

認定番号	会社名	工場名	製品検査実施日	検査抜取本数
112001	㈱トミス	須坂鋳造	7月20日	8組
112301	アロン化成㈱	名古屋	7月12日	22組
112309	スズテック㈱	本社	7月8日	14組
112801	虹技㈱	姫路西	7月21日	6組
113401	友鉄工業㈱	安佐	7月9日	6組
114101	日之出水道機器㈱	佐賀	7月5日	10組

⑧下水道用コンクリート製マンホール

認定番号	会社名	工場名	製品検査実施日	検査抜取本数
120106	日本高圧コンクリート㈱	栗山	7月9日	10個
120113	㈱旭ダンケ	苫小牧	7月13日	10個
120605	前田製管㈱	本社	7月8日	10個
120904	富山コンクリート工業㈱	真岡	7月15日	16個
120907	中川ヒューム管工業㈱	関東	7月12日	17個
121001	藤村クレスト㈱	館林	7月14日	16個
121105	日本ヒューム㈱	熊谷	7月13日	10個
121107	日本高圧コンクリート㈱	埼玉	7月27日	18個
121110	髙村建材工業㈱	埼玉	7月21日	10個
121202	光コンクリート工業㈱	本社	7月14日	10個
122102	栗本建材㈱	ｸﾘﾓﾄｺﾝｸﾘｰﾄ大野	7月20日	21個
122502	旭コンクリート工業㈱	湖東	7月16日	10個
122808	ベルテクス㈱	兵庫第2	7月13日	8個
123303	大和クレス㈱	㈲豊和ｺﾝｸﾘｰﾄ	7月16日	10個
123703	日本興業㈱	高松	7月2日	8個
123801	㈱キクノ	松山・八幡浜	7月1日	10個
124302	小倉セメント製品工業㈱	熊本	7月9日	10個
124401	㈱吉原	大南	7月27日	18個

⑨下水道用レジンコンクリート製マンホール

認定番号	会社名	工場名	製品検査実施日	検査抜取本数
132101	㈱東海ヒューム管	本社	7月28日	21個

⑩下水道用レジンコンクリート管

認定番号	会社名	工場名	製品検査実施日	検査抜取本数
144401	太陽インダストリー㈱	中津新田	7月28日	1本

⑪下水道用ポリエチレン管

認定番号	会社名	工場名	製品検査実施日	検査抜取本数
151001	積水化学工業㈱	群馬・東日本積水工業㈱本社	7月13日	10本

⑫下水道用コンクリート製ボックスカルバート

認定番号	会社名	工場名	製品検査実施日	検査抜取本数
160601	東栄コンクリート工業㈱	本社	7月7日	1本
160602	東北羽田コンクリート㈱	長井	7月13日	1本
160702	昭和コンクリート工業㈱	福島	7月8日	1本
162302	日本コンクリート㈱	豊橋	7月21日	1本
163801	㈱キクノ	松山	7月1日	1本
164101	㈱ヤマウ	佐賀	7月16日	1本

⑬下水道用組立マンホール側塊

認定番号	会社名	工場名	製品検査実施日	検査抜取本数
A00609	東北羽田コンクリート㈱	長井	7月13日	6個
A00901	中川ヒューム管工業㈱	関東	7月12日	6個
A00903	富山コンクリート工業㈱	真岡	7月15日	4個
A01108	日本高圧コンクリート㈱	埼玉	7月27日	8個
A01117	髙村建材工業㈱	埼玉	7月20日	8個
A01206	ベルテクス㈱	千葉	7月9日	3個
A02103	栗本建材㈱	ｸﾘﾓﾄｺﾝｸﾘｰﾄ大野	7月20日	8個
A02502	旭コンクリート工業㈱	湖東	7月16日	6個
A02809	ベルテクス㈱	兵庫第2	7月13日	12個
A03307	大和クレス㈱	㈲豊和コンクリート	7月16日	6個
A04303	小倉セメント製品工業㈱	熊本	7月9日	8個

⑭下水道用可とう性鉄筋コンクリート管

認定番号	会社名	工場名	製品検査実施日	検査抜取本数
H02301	中川ヒューム管工業㈱	岡崎	7月2日	2本
H02501	㈱クリコン	滋賀	7月8日	1本

⑮下水道用鉄筋コンクリート製複合マンホール

認定番号	会社名	工場名	製品検査実施日	検査抜取本数
P00901	富山コンクリート工業㈱	真岡	7月15日	5個
P01602	富士コン㈱	本社	7月13日	8個
P02102	㈱赤羽コンクリート	中津川	7月27日	8個

⑯下水道用鉄筋コンクリート製複合マンホール用内面樹脂材

認定番号	会社名	工場名	製品検査実施日	検査抜取本数
Q01601	㈱若松	本社	7月14日	8個

⑰下水道用インバート付二次覆工一体型セグメント

認定番号	会社名	工場名	製品検査実施日	検査抜取本数
T02201	ジオスター㈱	金谷	7月12日	外径2種6単体

⑱下水道用外殻鋼管付きコンクリート管

認定番号	会社名	工場名	製品検査実施日	検査抜取本数
V01501	藤村クレスト㈱	柏崎	7月29日	1本
V04001	日本ヒューム㈱	九州	7月15日	1本

⑲下水道用鋳鉄製機能強化ふた

認定番号	会社名	工場名	製品検査実施日	検査抜取本数
W02301	アクアインテック㈱	工場・旭メタルズ㈱豊川	7月13日	4組
W04101	日之出水道機器㈱	佐賀	7月6日	8組

⑳下水道用現場硬化型強化繊維プラスチック製管更生材

認定番号	会社名	工場名	製品検査実施日	検査抜取本数
X02301	㈱リグドロップ	福井ﾌｧｲﾊﾞｰﾃｯｸ㈱第5	7月27日	2巻
X02701	芦森工業㈱	本社大阪・ﾔｼﾛﾝﾎﾟｼﾞｯﾄ㈱ﾊﾟﾙﾃﾑ	7月9日	4巻

2．検査証明書の発行

本会では、下水道事業者等に認定工場制度を合理的に御活用いただくため、毎月、下水道事業者や工事受注者からの請求に対処する目的で、「自主検査・検査証明書」を認定工場に発行しています。

本会の検査証明書を必要とされる下水道事業者等におかれましては、直接、購入先の認定工場（認定工場所有会社を含む。）に請求いただければ、規定に基づいて、当該認定工場から提出されます。

この検査証明書は、認定工場が行った自主検査（外観及び形状は全数検査）に基づくもので、規定により、全認定工場から本会に報告があったもののうち、本会の検査員が認定工場に出向いて行う製品検査時に、報告どおりのものであるか否か、その成績が適正なものであるか否かを確認したものに限り発行するもので、毎月の認定工場からの報告に基づき、当該認定工場に継続的（報告がない場合を除く。）に発行（発行手数料なし）しています。

なお、この検査証明書に係る検査成績書については、認定工場で作成し、発行することになっておりますので、必要な場合は、認定工場に請求して下さい。

3．基本調査予定工場（10月分）

10月に基本調査を予定している認定工場は、次表に掲げる工場です。

①下水道用鉄筋コンクリート管

認定番号	認定工場所有会社	認定工場名
010103	太建コンクリート工業㈱	釧路
010601	前田製管㈱	本社
011505	藤村クレスト㈱	柏崎
011602	富士コン㈱	本社

②下水道用硬質塩化ビニル管

認定番号	認定工場所有会社	認定工場名
020102	㈱クボタケミックス	北海太洋プラスチック㈱

③下水道用ダクタイル鋳鉄管

認定番号	認定工場所有会社	認定工場名
063401	山岡鉄管㈱	工場

④下水道用コンクリート製マンホール

認定番号	認定工場所有会社	認定工場名
120108	太建コンクリート工業㈱	釧路
120605	前田製管㈱	本社
120804	旭コンクリート工業㈱	茨城
122305	中川ヒューム管工業㈱	岡崎

⑤下水道用コンクリート製ボックスカルバート

認定番号	認定工場所有会社	認定工場名
161701	㈱ホクエツ	㈱ホクエツ北陸　小松

⑥下水道用組立マンホール側塊

認定番号	認定工場所有会社	認定工場名
A00304	岩手大丸コンクリート㈱	本社
A00814	旭コンクリート工業㈱	茨城
A00815	千葉窯業㈱	東関東

⑦下水道用ボックスカルバート

認定番号	認定工場所有会社	認定工場名
F03202	㈱マシノ	益田

⑧下水道曲線推進工法用鉄筋コンクリート管

認定番号	認定工場所有会社	認定工場名
J03501	中川ヒューム管山陽㈱	山陽

⑨下水道用耐食性コンクリート製品

認定番号	認定工場所有会社	認定工場名
U02202	インフラテック㈱	静岡

⑩下水道用外殻鋼管付きコンクリート管

認定番号	認定工場所有会社	認定工場名
V04001	日本ヒューム㈱	九州

4．製品検査予定工場（10月分）

10月に製品検査を予定している認定工場は、次表に掲げる工場です。

①下水道用鉄筋コンクリート管

認定番号	認定工場所有会社	認定工場名
010122	㈱旭ダンケ	東鷹栖
010132	東陽上村アドバンス㈱	江別
010601	前田製管㈱	本社
011109	ベルテクス㈱	熊谷
011110	日本ヒューム㈱	熊谷
011206	光コンクリート工業㈱	本社
011505	藤村クレスト㈱	柏崎
011602	富士コン㈱	本社
012102	中日ヒューム管㈱	工場
012104	㈱東海ヒューム管	本社
012502	㈱クリコン	滋賀
012503	旭コンクリート工業㈱	湖東
012806	ベルテクス㈱	兵庫第2
014701	大和コンクリート工業㈱	本社
014702	㈱牧港ヒューム管工業所	読谷
014703	リウコン㈱	本社

②下水道推進工法用ガラス繊維鉄筋コンクリート管

認定番号	認定工場所有会社	認定工場名
0125G1	㈱クリコン	滋賀

③下水道用硬質塩化ビニル管

認定番号	認定工場所有会社	認定工場名
020801	アロン化成㈱	関東
020902	旭有機材㈱	栃木
021001	積水化学工業㈱	群馬・東日本積水工業㈱本社
022302	アロン化成㈱	名古屋
022702	㈱クボタケミックス	堺
024101	積水化学工業㈱	九州積水工業㈱
024701	沖水化成㈱	海邦
024702	㈱沖縄クボタ化成	本社

④下水道用鋼製セグメント

認定番号	認定工場所有会社	認定工場名
052401	JFE建材㈱	藤澤建機㈱本社

⑤下水道用コンクリート系セグメント（標準）

認定番号	認定工場所有会社	認定工場名
040401	都築コンクリート工業㈱	前田製管㈱山元
041001	日本コンクリート工業㈱	NCセグメント㈱本社
042203	ジオスター㈱	金谷
042403	日本コンクリート㈱	三重
043001	ジオスター㈱	橋本

⑥下水道用コンクリート系セグメント（ミニ）

認定番号	認定工場所有会社	認定工場名
0404M1	前田製管㈱	前田コンクリート工業㈱宮城

⑦下水道用ダクタイル鋳鉄管

認定番号	認定工場所有会社	認定工場名
060102	㈱村瀬鉄工所	札幌
061201	㈱クボタ	京葉
063401	山岡鉄管㈱	工場

⑧下水道用プラスチック製ます

認定番号	認定工場所有会社	認定工場名
090801	タキロンシーアイ㈱	東京
090802	アロン化成㈱	関東
091901	積水化学工業㈱	山梨積水㈱

⑨下水道用プラスチック製マンホール

認定番号	認定工場所有会社	認定工場名
101901	積水化学工業㈱	山梨積水㈱

⑩下水道用鋳鉄製ふた

認定番号	認定工場所有会社	認定工場名
110102	㈱田中工業	第一
110104	鶴巻工業㈱	本社
111107	吉村工業㈱	川口
111501	第一機材㈱	㈱マツオ技研　小千谷・長岡
112304	クロダイト工業㈱	高浜
114701	沖縄鋳鉄工業㈱	本社

⑪下水道用コンクリート製マンホール

認定番号	認定工場所有会社	認定工場名
120103	東陽上村アドバンス㈱	江別
120605	前田製管㈱	本社
120606	阿部コンクリート㈱	本社
120811	小河原セメント工業㈱	茨城
120907	中川ヒューム管工業㈱	関東
121107	日本高圧コンクリート㈱	埼玉
121202	光コンクリート工業㈱	本社
121601	㈱フジムラ	富山
121804	㈱ミルコン	丸岡
122305	中川ヒューム管工業㈱	岡崎
122902	㈱ウエヒラ	大熊
123201	ツチエヒューム㈱	本社
123204	㈱サンパ工業	本社
124701	大和コンクリート工業㈱	本社
124702	㈱牧港ヒューム管工業所	読谷
124703	リウコン㈱	本社

⑫下水道用レジンコンクリート管

認定番号	認定工場所有会社	認定工場名
142101	㈱東海ヒューム管	本社

⑬下水道用コンクリート製ボックスカルバート

認定番号	認定工場所有会社	認定工場名
160401	旭コンクリート工業㈱	仙台

お知らせ

160403	㈱ホクエツ	ホクエツ工業㈱仙台
160703	池田東北㈱	本社
161505	㈱ホクエツ	㈱ホクエツ信越　上越
161701	㈱ホクエツ	㈱ホクエツ北陸　小松
162301	旭コンクリート工業㈱	春日井
164009	㈱柏木興産	第一事業所　第三
164011	インフラテック㈱	瀬高
164704	リウコン㈱	本社

⑭下水道用硬質塩化ビニル更生管

認定番号	認定工場所有会社	認定工場名
170101	積水化学工業㈱	積水化学北海道㈱
172701	㈱クボタケミックス	堺

⑮下水道用組立マンホール側塊

認定番号	認定工場所有会社	認定工場名
A00304	岩手大丸コンクリート㈱	本社
A00803	小河原セメント工業㈱	茨城
A00815	千葉窯業㈱	東関東
A00908	千葉窯業㈱	栃木
A01108	日本高圧コンクリート㈱	埼玉
A01113	林屋コンクリート工業㈱	朝霞
A01206	ベルテクス㈱	千葉
A01602	㈱フジムラ	富山
A01802	㈱ミルコン	丸岡
A02904	㈱ウエヒラ	大熊

⑯下水道用ボックスカルバート

認定番号	認定工場所有会社	認定工場名
F02304	旭コンクリート工業㈱	春日井
F03202	㈱マシノ	益田

⑰下水道用可とう性鉄筋コンクリート管

認定番号	認定工場所有会社	認定工場名
H00701	中川ヒューム管工業㈱	郡山

⑱下水道用リサイクル硬質塩化ビニル管

認定番号	認定工場所有会社	認定工場名
K02301	アロン化成㈱	名古屋

⑲下水道用硬質塩化ビニル製管更生材

認定番号	認定工場所有会社	認定工場名
N02701	㈱クボタケミックス	堺・金森化学工業㈱枚方
N02702	㈱クボタケミックス	堺

⑳下水道用インバート付二次覆工一体型セグメント

認定番号	認定工場所有会社	認定工場名
T02201	ジオスター㈱	金谷

㉑下水道用耐食性コンクリート製品

認定番号	認定工場所有会社	認定工場名
U02401	日本ヒューム㈱	三重
U02504	旭コンクリート工業㈱	湖東
U02804	ベルテクス㈱	兵庫第2

㉒下水道用外殻鋼管付きコンクリート管

認定番号	認定工場所有会社	認定工場名
V01101	日本ヒューム㈱	熊谷

㉓下水道用鋳鉄製機能強化ふた

認定番号	認定工場所有会社	認定工場名
W02801	虹技㈱	姫路西

㉔下水道用現場硬化型強化繊維プラスチック製管更生材

認定番号	認定工場所有会社	認定工場名
X02301	㈱リグドロップ	福井ファイバーテック㈱第5
X02701	芦森工業㈱	本社大阪・ﾔｼﾛｺﾝﾎﾟｼﾞｯﾄ㈱ﾊﾟﾙﾃﾑ

5．下水道用資器材の規格及び認定のうごき

(1) 認定工場の範囲の変更

下水道用硬質塩化ビニル製管更生材

認定番号/所有会社名及び認定工場名	変更範囲(変更部分のみ)　(単位:mm)
N00801 ㈱湘南合成樹脂製作所 茨城柿岡工場、平塚工場	(拡大) 製管工法用管更生材(3Sセグメント工法用管更生材) 対象呼び径　800～3000

所在地及び電話番号等

地区事務所名	所在地及び電話番号等
北海道	〒060-0002 北海道札幌市中央区北2条西2丁目 マーシャルビル5階 TEL 011-242-1914　FAX 011-242-5808
東　北	〒980-0014 宮城県仙台市青葉区本町3-5-22 宮城県管工事会館2階 TEL 022-214-4656　FAX 022-214-7860
関　東	〒101-0047 東京都千代田区内神田2-10-12 内神田すいすいビル8階 TEL 03-6206-8959　FAX 03-6206-8529
申　部	〒450-0002 愛知県名古屋市中村区名駅4-2-7 丸森パークビル2階205号室 TEL 052-581-6849　FAX 052-581-6862
関　西	〒530-0044 大阪府大阪市北区東天満2-2-17 東天満パークビル3階 TEL 06-4801-7025　FAX 06-4801-7033
中国・四国	〒732-0817 広島県広島市南区比治山町3-14 ダイアパレスリバーサイド比治山ビル3階301号 TEL 082-262-1917　FAX 082-262-6306
九　州	〒812-0013 福岡県福岡市博多区博多駅東3-1-29 博多第2ムカヰビル9階 TEL 092-452-5453　FAX 092-414-0780

認定工場制度、製品検査及び認定工場資器材の事故等については、下記へお問い合わせ又はご連絡下さい。

公益社団法人　日本下水道協会　技術研究部　規格検査課
〒101-0047　東京都千代田区内神田2-10-12　内神田すいすいビル6階
TEL　03-6206-0799(直)　FAX 03-6206-0796

～ 下水道で働く人と地域の笑顔を育む ～

下水道広報プラットホーム (GKP)
～ 入会のご案内 ～

下水道は人々の暮らしや社会経済を支えている私たちの財産です。この財産を未来へ引き継ぎ、活かしていくためには、利用者である国民一人ひとりに下水道の理解を深めてもらう必要があります。

下水道広報プラットホーム (GKP) は、下水道界をはじめ様々な人々が交流する場として、情報共有や広報活動を通し、下水道の真の価値を伝えると共に、これからの下水道をみんなで考えていく全国ネットワークの構築を目指しています。

下水道広報プラットホームとは

下水道広報プラットホーム（以下 GKP、会長：長岡 裕、東京都市大学教授）は、下水道界をはじめ様々な人や団体と交流・連携して下水道の価値を伝え、下水道のプレゼンス向上を図る組織です。

平成 26 年 7 月に策定された「新下水道ビジョン」の中でも、「国民理解の促進とプレゼンス向上を図るために、GKP を核として産学官及び国民が一体となった効果的な下水道広報を推進」と記載されていることから、GKP は広報推進体制の中核的役割を担う組織として位置付けられています。

活動方針

主に以下の活動を行っています。

1．下水道に関連する交流の場の設定
2．下水道を取り巻く関連分野とのネットワークづくり、交流、協働
3．下水道関係広報活動
4．下水道関係広報の情報の収集と発信
5．下水道関係の広報研究会や発表会の開催
6．下水道関係広報についての公聴活動
7．メールマガジン、会報等の発行
8．その他、下水道関係の広報に関する活動

会員特典

主に以下の特典が得られます。

●**交流の場**
下水道広報と真剣に向き合っている様々な組織や人とつながります。
●**事例や情報の共有**
下水道広報に関する事例や情報を掘りおこし、共有していきます。
●**ネットワークによる広報活動**
個別組織では実施困難な企画もネットワークで実現していきます。
●**広報費用の軽減**
PR を共同で実施するため、個別組織で行うよりも経済的かつ合理的な活動が可能になります。
●**イベント参加等の優遇**
GKP が主催するセミナーやイベントに優先的に参加できます。

会員募集 ～私たちの輪に入りませんか？～

GKP 会員を募集しています。

【会員の種類と年会費】
個人会員・・・ 1,000 円（年額)、10,000 円 (終身)
団体会員・・・ 30,000 円 /1 口 (1 口以上）
※期間は 4 月 1 日～ 3 月 31 日とします

【入会手続き】
入会申込書を GKP ホームページよりダウンロードし、必要事項を記入の上 FAX またはメールにてお申込みください。
FAX:03-6206-0265
mail：info@gk-p.jp

そのほかにも様々な活動を行っています。詳しくは GKP ホームページをご覧ください。

http://www.gk-p.jp/index.html GKP 検索

～ GKP 主な活動内容 ～

発掘・深堀・露出

広報の観点から、全国各地に埋もれている下水道に関する魅力的な情報の深堀・発掘を行っているほか、下水道インフラの価値を高める上で優れていると思われる広報活動事例を表彰する「GKP 広報大賞」を実施しています。

場の創出（提供）

下水道業界のリクルート力を強化するために、下水道を未来につなげる会（未来会）では大学・高専等をターゲットに全国各地で様々なワークショップを開催し、下水道の魅力を学生に発信する活動を行っています。

また、女性同士の集まりである GJ リンクでは、ワークショップやスキルアップ講座の開催のほか、女性の視点から下水道の魅力を発信する GJ Journal の発刊を行っています。

特別企画の実施

日本のマンホール蓋を国民の皆様に楽しく伝えるためのコミュニケーションツール、「マンホールカード」を全国の自治体と一緒に発行しているほか、マンホールの蓋に特化したイベント、「マンホールサミット」を毎年開催しています。

また、エコプロや東京湾大感謝祭等のイベントの企画・運営も行っています。

事務局：日本下水道協会総務部広報課
東京都千代田区内神田 2 － 10 － 12 内神田すいすいビル 7 階　電話：03-6206-0205　FAX：03-6206-0265

お知らせ

地方共同法人 日本下水道事業団　研修センターからのお知らせ

計画設計コース　『下水道事業の広域化・共同化』、
維持管理コース　『管きょの点検・調査』　研修紹介

【戸田研修　地方公共団体職員対象】

日本下水道事業団研修センターでは、「第一線で活躍できる人材の育成」を目標に、下水道のライフサイクルを網羅する、計画設計、経営、実施設計、工事監督管理、維持管理、官民連携・国際展開の６コースについて、専門的知識が習得できる各種専攻を設定しております。

JS研修は、少人数のクラス編成（20～40名程度）としており、実習・演習等は研修講師を増やし、きめ細かい指導に努めています。また、経験豊富なJS職員に加えて、カリキュラムに精通した国及び地方公共団体等の職員、民間企業の第一線で活躍する方を講師として迎え、最新の下水道行政や下水道技術の習得が可能となるようにしています。（今年度は、新型コロナウイルスの感染防止のため人数を減らして実施）

今後とも皆様に支持される魅力ある研修であり続けられるよう職員一丸となって努力して参ります。一層のご支援、ご活用のほどよろしくお願いいたします。

本号では、計画設計コース『下水道事業の広域化・共同化』、実施設計コース『設備の改築更新』についてその内容を紹介します。

●計画設計コース　『下水道事業の広域化・共同化』　３日間　　【戸田研修　地方公共団体職員対象】

１．対象者　　下水道の広域化の導入を担当する職員

２．目　標　　広域化・共同化の導入について理解するとともに、下水道施設と農業集落排水施設等との維持管理の共同化、広域的な連携を目指した協議会制度の活用等の事例を通じて、広く知識を習得する。

３．日　時　　令和４年２月７日(月)～２月９日(水)

４．場　所　　研修センター研修室

５．宿泊先　　研修センター寮室

６．受講料　　１１９，０００円（税込）

７．標準カリキュラム

研修日	曜日	教　科　名	時間	内　　容
１日目	月	開講式・教科内容の説明	0.5	開講式・研修教科内容の説明
		下水道事業における今後の課題と広域化・共同化の必要性	2.0	下水道事業における現状及び今後の課題とそれらへの対応策としての広域化等に関する政策的な取り組み、今後の国の動向についての解説
		ディスカッション（課題整理）	1.5	下水道施設等の広域化に際しての課題の整理
２日目	火	経営面からみた広域化の課題	3.0	法律的、財政的制度の統合時の課題など経営面から見た広域化導入への課題について理解する
		汚水処理施設の統廃合事例紹介	1.5	下水道施設と他の汚水処理施設との統合の取組事例の紹介
		執行体制の確保	1.5	財政・人材の制約の中で、執行体制を確保するための補完体制、人材育成等の課題及び対策についての解説
		ディスカッション（討議と発表準備）	1.0	１日目に抽出した課題に関する解決策・方向性についてのグループ討議
３日目	水	広域化への取組事例紹介	1.5	広域化への取組についての先進事例の紹介
		協議会制度への取組事例紹介	1.5	協議会制度への取組事例について情報を得る
		ディスカッション	3.5	ディスカッションの結果発表と全体討議
		修了式	0.5	

・上記は標準的なカリキュラムであり、実施カリキュラムは予告なく変更する場合があります。

●維持管理コース　『管きょの点検・調査』　５日間　　【戸田研修　地方公共団体職員対象】

1．対象者　　管路施設の維持管理を担当する職員

2．目　標　　管路の維持管理及び点検・調査計画、不明水対策等下水道整備区域全般にわたる管路施設の適切な維持管理ができる

3．日　時　　令和４年２月１４日(月)～２月１８日(金)

4．場　所　　研修センター研修室

5．宿泊先　　研修センター寮室

6．受講料　　１４２，３００円（税込）

7．標準カリキュラム

研修日	曜日	教　科　名	時間	内　　容
１日目	月	開講式・教科内容の説明	0.5	開講式、オリエンテーション及び研修教科内容の説明
		管路施設の維持管理	3.5	管路施設の維持管理を概説し、現場で発生するトラブルの対応等維持管理事例を解説
２日目	火	管きょの点検・調査計画	3.5	点検・調査・清掃等管きょの維持管理計画策定の考え方について解説
		不明水の概説と事例紹介	3.5	不明水が及ぼす下水道への負荷及び不明水対策の取組事例を解説
３日目	水	不明水の調査方法と定量化	3.0	不明水の調査の方法と調査結果を定量化する手法を習得する
		管きょの点検・調査実習	4.0	管路施設の詳細調査、点検・診断の解説と機材を用いた実習
４日目	木	管きょの保全実務	3.5	他企業工事の立合い・切回し指導、更生工法を活用した再構築例、住民苦情対応及び道路陥没等の災害発生時等の対応実務の解説
		施設研修	3.5	マンホール蓋性能試験・管路水理実験施設における現地学習
５日目	金	修繕・改築工法の概説	3.5	各種工法の概要、工法選定、各工法の施工時の注意点及び修繕・改築計画の策定等の解説
		修了式	0.5	

●管きょの維持管理に初めて携わる方への最適なコースです

●１２日間コースの「管きょの維持管理」を点検・調査に重点を置いてカリキュラム編成したコースです。

各コースの詳細につきましては、地方共同法人日本下水道事業団ホームページ（https://www.jswa.go.jp/）をご参照ください。問い合わせ等は、日本下水道事業団研修センター研修企画課まで御願いいたします。

※新型コロナウイルス感染症対策等により、募集内容が変更となる場合がありますので、予めご了承ください。
変更となった場合は、ホームページにてお知らせをいたします。

問合先　〒335－0037　埼玉県戸田市下笹目５１４１
地方共同法人日本下水道事業団　研修センター　研修企画課
電話：０４８－４２１－２６９２　　FAX：０４８－４２２－３３２６

協会だより

◎**会議等**（会場表示のないものは、本会会議室）

⑴令和３年度第２回地方下水道協会会長等都市局長会議

（R3.8.18 WEB 会議）

議　題：①「下水道展 '21 大阪」の開催概要について
②次回以降の下水道展の開催について

概　要：事務局より下水道展 '21 大阪の開会式、会場の様子などを説明した。
また、オンライン参加機能の「リモビ」などを紹介した。
その他、次回以降の下水道展の開催について意見交換した。

出席者：渡瀬大阪市建設局長外４名（WEB 参加者 ４名）

⑵第４回下水道用設計積算要領−ポンプ場、処理場施設（機械・電気設備）編−編集委員会

（R3.8.19-20　インテックス大阪（WEB 併用会議））

議　題：①第３回編集委員会議事内容について
②事務局案 _ 議事に対する意見・情報提供等について
③積算要領（青本）新旧対比表について
④積算要領本文の改定原稿（案）について

概　要：①第３回編集委員会議事内容について審議し、承認を得た。
②事務局案・議事に対する意見・情報提供等について審議し、承認を得た。
③「下水道用設計積算要領−ポンプ場、処理場施設（機械・電気設備）編−」の新旧対比表について審議し、承認を得た。
④積算要領本文の改定原稿（案）について審議し、承認を得た。

出席者：大宮隆行電気座長（東京都下水道局）、外村裕司機械座長（川崎市上下水道局）外 12 名（WEB 参加者 12 名）

⑶第４回下水汚泥由来肥料利用評価・検討委員会

（R3.8.20　インテックス大阪（WEB 併用会議））

議　題：①第３回議事録について
②じゃがいもの栽培調査の結果について
③ダイコン・キャベツの栽培調査の結果について
④コマツナの栽培調査の結果について
⑤サトウキビの栽培調査の中間報告について
⑥今後のスケジュールについて

概　要：①第３回委員会でいただいた意見に対する対応結果について説明し、承認を得た。
②じゃがいもの栽培調査の結果について報告し、承認を得た。
③ダイコンとキャベツの栽培調査の結果について報告し、承認を得た。
④コマツナの栽培調査の結果について報告し、承認を得た。
⑤サトウキビの栽培調査について中間報告を行い、承認を得た。
⑥今後のスケジュールについて審議し、承認を得た。

出席者：松本聰委員長（東京大学名誉教授）外９名（WEB 参加者 ９名）

⑷第 23 回排水設備等認証判定委員会

（R3.8.25 WEB 併用会議）

議　題：認証（初回・定期）審査結果の判定について

概　要：本委員会は、排水設備等製品認証制度に関わる認証判定を行っている。今回は、ディスポーザ排水処理システムのディスポーザ部の製造１工場の初回認証審査及び排水処理部の製造２工場の認証維持（定期）審査に係る製品試験・工場審査の評価に基づく判定が行われた。

出席者：小島邦晴委員長（㈱共立エステート）外４名（WEB 参加者２名）

会員消息（令和３年８月２日～令和３年９月１日）

新　規

【特別会員】

奥野　峻也　　松岡　努

変　更

【一種正会員】

（代表者名変更）市長

横浜市（神奈川県）　市長　山中　竹春

池田市（大阪府）　市長　滝沢　智子

本会会員数一覧（令和３年９月１日現在）

１．名誉会員数　8 名

２．正会員　1,506 団体

（1）一種正会員数　1,462 団体

　1）都道府県　47 団体

　2）市　762 団体

　3）町村　636 団体

　4）一部事務組合　17 団体

（2）二種正会員数　44 団体

地方協会	種別	北海道	東北	関東	中部	関西	中国・四国	九州
団体数	一種	154	192	285	286	183	165	197
	二種	1	7	12	9	4	7	4

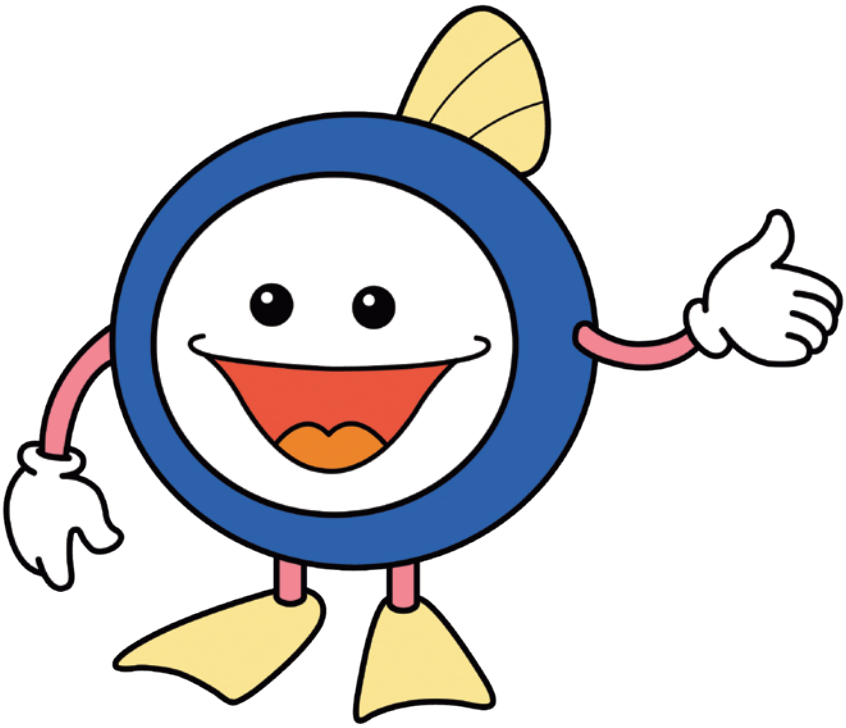
３．準会員　46 団体

４．賛助会員　905 社

区分	設計・測量	土木・建築	管路資器材	機械・電気	維持管理	その他
全社数	180	113	240	130	206	36

５．特別会員　456 名

合　計　2,921 会員



（令和３年 10 月１日現在・順不同）

編集委員会

委員長　神山　守
委　員　本田　康秀　梅本　祐子　川島　弘靖　出口　浩　西村　文武　岡安　祐司
新井　智明　北村　雅克　北村　清明　若狭　公一　羽嶋　南州　石井　智博
内田　聡　原田　俊崇　喜代門英博　丸山　悟　伊藤　正則

文献委員会

委員長　西村　文武
委　員　飛野　智宏　山村　寛　日下部　包　工藤　祥子　中嶋　渉　多田　哲朗
小川　真樹　成島　正昭　宮野　充司　細谷　琢磨　熊越　瑛

編集後記

■編集作業の関係上、編集後記はおおむね発行の１カ月程度前には作成をしており、８月下旬に本稿を作成しています。現在はまだまだ夏本番ですが、この 10 月号が皆さまのお手元に届くころにはすっかり涼しくなっていることを暑がりの筆者は切望しております。

■お盆の時期からしばらくの間、例年にない梅雨末期のような気候で西日本を中心に豪雨が続いています。被災された方々におかれましては心よりお見舞いを申し上げます。近年の降雨状況や夏の暑さを見るにつけ、気候変動の影響を感じざるを得ません。改めてカーボンニュートラルに対する下水道界のみならず、すべての方の取り組みの必要性が高まっていると実感しています。今夏のこの雨、筆者が好きないわゆる夏の甲子園の高校野球にも大きな影響を与えています。昨年は新型コロナウイルスの影響で開催できず、球児の方々にとってはたいへん気の毒でした。今年は何とか開催されているものの何日も雨で順延しております。ぜひともいいグラウンドコンディションで試合をさせてあげたいものです。

■７月 23 日から８月８日まで東京オリンピックが、そして８月 24 日から東京パラリンピックが開催されたところです。コロナ禍で大変な中、こうしたビッグイベントが開催されたことに対して、参加されたアスリートだけではなく全ての大会関係者に敬意を表します。また、参加アスリートの方々におかれましては日頃から培ってきた力を存分に発揮していただき、私たちに感動や勇気を与えていただきたいと思います。

■ 10 月号の特集のテーマは「市民科学と下水道」です。下水道の普及率が上昇し、“あって当たり前”の存在になることで住民の下水道への関心は薄れつつあるように思います。地域の活動団体が行政などの協力を得ながら下水道に関する調査研究活動に参画する「下水道の市民科学」は住民が主体的に下水道の存在意義や役割を発見する機会となり、「下水道の見える化」にもつながります。本号では国土交通省による支援や、市民科学の実例を紹介しています。読者の皆様にとって本特集が参考になれば幸いです。（T.H）

９月号主要目次

［特集］With コロナ下の下水道

新型コロナウイルス感染症流行下における下水道の役割と今後の展望 …… 金沢大学
国土交通省下水道部における新型コロナウイルス感染症対策の取組 …… 国土交通省
JS 日本下水道事業団における働き方改革 … 日本下水道事業団
札幌市下水道河川局における新型コロナウイルス感染症への対応 …… 札幌市
コロナ禍における大阪市建設局の取り組み …… 大阪市
下水道施設管理業務における新型コロナウイルス感染症への対応 …… 日本下水道施設管理業協会
「新たな生活と仕事のスタイル」の創造 …… 堺市
生産性の向上と職員満足度の高い快適なオフィス環境をめざして～古賀市上下水道課の働き方改革～ …… 古賀市
［コラム］米国におけるパンデミック発生直後の下水道作業従事者への安全性に関する情報提供 …… 日本下水道協会
［下水道行政　今月のワンポイント］「地方公共団体におけるテレワーク推進のための手引き」
国際会議で使える「英語ワンフレーズ」…… 日本下水道協会
下水道デザインマンホール漫遊記 …… 傭兵　鉄子
［随　筆］…… 写真家・白汚　零
［水の天使］日記　第 110 回 …… 嶺　百花

11 月号主要目次（予定）

［特集］DX がもたらすニューノーマルな世界

国土交通省が志向する下水道の DX とは …… 国土交通省
JS の新たな技術戦略としての DX の取組み …… 日本下水道事業団
東京都下水道局がめざす DX …… 東京都
クラウドを活用した情報の取得による業務効率化について …… 苫小牧市
下水道工事における「遠隔臨場」の取組みについて …… 北九州市
管路情報のクラウド管理で安心安全な業務遂行を実現 …… 登別市
クラウド活用による様々な業務効率化への取組み … 恵那市
クラウドサービスの導入による水道窓口サービスの効率化とサービス向上 …… 堺市
［報告］「下水道共通プラットフォームあり方検討会」設置趣旨について …… 日本下水道協会
［下水道行政　今月のワンポイント］「流域治水関連法について」 …… 国土交通省
国際会議で使える～英語ワンフレーズ～ … 日本下水道協会
下水道デザインマンホール漫遊記 …… 森本　庄司
［随　筆］…… 新　誠一
［水の天使］日記　第 112 回 …… 嶺　百花

原稿の整理状況：論文・ノート・報告
（9.7 現在）　受付総数　8

下水道協会誌論文集

目次

学術論文

下水処理場における窒素由来のエネルギーポテンシャルの試算とその利用に関する考察 …… 78

小島　啓輔、加藤　雄大、隅倉　光博、川本　　徹

流量・水温法データの AI 機械学習による雨天時浸入水量解析の研究 …… 88

佐藤　克己、中根　　進、高橋　岩仁、保坂　成司、森田　弘昭

論文集

＜下水道協会誌論文審査委員会＞

（令和３年 10 月１日現在・順不同）

委員長　佐藤弘泰

委員　北條俊昌　大下和徹　藤田昌史　蛯江美孝

横田敏宏　橋本敏一　白川敦　青木知絵

鎗田篤治　平野哲雄　青木誠　松葉秀樹

古屋敷直文　葛甬生

本協会は日本学術会議の「協力学術研究団体」として指定されております。

日本学術会議は、日本学術会議法（昭和 22 年法律第 121 号）に基づき、わが国の科学者の内外に対する代表機関として、科学の向上発達を図り、行政、産業および国民生活に科学を反映浸透させることを目的として設置されたものであります。本協会は、平成３年５月１日付けをもって、同会議から「広報協力学術団体」として指定されましたが、日本学術会議法の一部が改正され「協力学術研究団体」として名称が変更になりました。

この指定は、学術研究の向上発達を図ることを主たる目的とする団体であって、かつ、その目的とする分野における学術研究団体として活動しており、個人会員である構成員が原則として 100 名以上であるという基準を満たしていると認められたことによるものであります。

この学術研究団体に指定されますと、その団体が発行している機関雑誌等（本協会の場合は、下水道協会誌）に掲載された論文は、高い評価が受けられることになります。下水道関係の論文については、是非、下水道協会誌へご投稿下さるようお願いいたします。

下水道協会誌論文等投稿要領

下水道協会誌（以下「本誌」といいます。）への学術論文、ノート、実務論文及び報告（以下「論文等」という）の投稿にあたっての取決めは、下水道協会誌投稿規則によりますが、論文等の投稿に関する具体的な取決めはこの要領によります。

1．投稿にあたって

本誌に論文等を投稿する場合には、以下の本誌編集方針を踏まえて投稿してください。

> 下水道協会誌編集方針（抄）
>
> 下水道協会誌は、次の各号に掲げる役割に沿った内容により編集するものとし、会員相互の研さん及び情報交換により、定款に定める協会の目的達成に資するものとする。
>
> 一　（略）
>
> 二　学術的専門誌としての役割
>
> 我が国の下水道に係る代表的な学術的専門誌としての水準を保ち、下水道の経営及び技術に関する進歩、発展に寄与するものとする。

2．論文等の区分

論文等は、以下の区分に分類した上で投稿してください。ただし、投稿者の区分にかかわらず、査読結果に基づき論文審査委員会において区分を認定します。

原稿掲載区分

区分	刷上り頁	内容
学術論文	8頁以内	独創性があり、かつ、理論的又は実証的な研究の成果であって、下水道に係る学術の発展に寄与すると認められるもの
ノート		学術研究として未完成の内容を含むが将来的に優れた研究となり得る学術研究の成果であり、下水道に係る学術の発展に寄与すると認められるもの
実務論文		独創性があり、かつ、理論的又は実証的な研究の成果で、下水道事業の実施に有用であると認められるもの
報告		下水道に係る経営、技術に関する調査結果、事例等の報告で、下水道事業の実施に有用であると認められるもの

3．投稿の資格

本誌への投稿は、本会の会員（正会員及び賛助会員に所属する下水道関係者並びに特別会員である大学教授等の教室に所属する学生を含みます。以下同じ。）に限ります。ただし、共同執筆（原則として４名以内）の場合は、会員以外の者を含むことができますが、主たる執筆者は会員であることを要します。なお、執筆者の表示をする場合は、主執筆者を第一順位とします。

論文等の共同執筆者が５名以上となる場合は、理由書を提出してください。

4．原稿掲載の適否、区分

原稿掲載の適否の取扱いについては、次に掲げるところによります。

(1)　学術論文、ノート、実務論文については、複数の論文査読委員が査読を行い、論文審査委員会において掲載の適否を決定します。

(2)　報告については、論文査読委員が査読を行い、論文審査委員会において掲載の適否を決定します。

(3)　(1)及び(2)の各査読委員及び査読の内容については、公表しません。

(4)　原稿については、査読の結果に基づき、執筆者に対して内容の修正を求めることがあります。

(5)　論文等は、査読結果に基づき論文審査委員会において、学術論文、ノート、実務論文又は報告に区分します。

(6)　原稿については、論文として他の出版物等に既に掲載されたものや査読を経て学協会の刊行物に掲載されたものと重複投稿となるもの（本会が主催し本会に著作権が譲渡された発表会等の原稿は除きます。）、営利上の宣伝にわたるもの、会員の理解を得ることが著しく困難である等の理由で、論文審査委員会において掲載を不適当と認めたものについては、掲載しません。

5．原稿作成要領

(1)　原稿の作成は、「分かりやすく」を本旨とし、用語と用字は現代用語、常用漢字とし、下水道に関する用語は、本会発行の「下水道用語集」に準拠してください。

(2)　１編の原稿は、１号をもって完結する（結論に導く。）ものとし、継続あるいは、連載を認めません。

(3)　原稿には、和文要旨（400字程度）及び和文のキーワード（5～6語程度）と学術論文、ノート、実務論文については、英文要旨（100～200字程度）を記載してください。

(4)　原稿の執筆にあたっては、句読点［(。)、(、)、中点（・）の区分を明確にし、１区画を使用し

てください。
　また、英文字、ギリシャ文字、数字及び記号は、大文字、小文字、上付き、下付きなどの区分を明確にし、特に、まぎらわしいものについては、その区分を注意書きしてください。
　なお、一般的でない記号又は用語（外来語を含みます。）を用いるときは、注釈を付記してください。

(5)　図面は、できるだけ簡略化し、パソコン等で作成してください。図面は、縮小した場合、最小で横 8.0cm、最大で横 17.0cm の刷上りとなります。

(6)　章、節、項の区分及び図表番号は、それぞれ 1、(1)、1)、図－1、表－1 のように表示し、図表の挿入場所を明確に指定してください。
　また、図、表及び写真は、必ず番号と表題を付けてください。

(7)　引用文献･参考文献は、著者名、題名、書名、巻数、号数、ページ数（終始）、発行所及び発行年月の順に明記してください。

(8)　原稿制限頁数については、A4 判の規格により最初の 1 頁は 1,800 文字、2 ページ以降は 2,400 文字（1 行 24 文字、横 2 段、50 行）とし、規定の分量にまとめていただき、原稿には頁を付与してください。(原稿分量には図表、写真も含みます。)
　なお、原稿の作成には原稿フォーマットを本会ホームページ(投稿のご案内)からダウンロードができます。なお閲覧には会員毎のパスワードが必要です。
(http://www.jswa.jp/membership/backnumber/posting/)
原稿制限頁数を超過する場合は、理由書の提出をお願いします。

6．原稿の提出

(1)　論文等の区分は、原稿掲載区分によるものとし、提出部数は、その種類に応じ、次のとおりとします。

一　学術論文、ノート、実務論文
　複写原稿（図、表及び写真を含みます。以下同じ）4 部
二　報告　　複写原稿 3 部

(2)　提出原稿には、原稿送付票を添付してください。
　なお、原稿送付票（本会ホームページからダウンロードができます。）及び文献目録分類表は、本会ホームページをご覧ください。(http://www.jswa.jp/membership/backnumber/posting/)

(3)　原稿は、配達記録が残る方法（簡易書留又は宅配便など）で、別記に送付してください。また、万一の事故および原稿の内容の問い合わせ等のため、必ず手元に正原稿を保管しておいてください。
　なお、提出された原稿（図、表及び写真を含みます。）は返還しません。

7．校正

印刷時の著者校正は、1 回とし、校正刷りを受け取った後、指定期日までに校正のうえお返しください。返送が遅れた場合は、本会の校正のみで校了とすることがありますので、お含みください。また、著者校正の際に、大幅な原稿の変更は認めませんので、特にご注意ください。

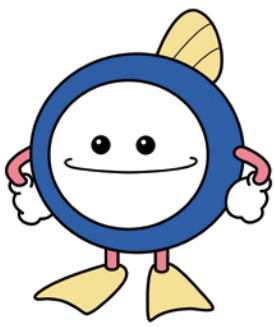
8．著作権等

掲載した原稿の著作者人格権は、著者が保有し、著作権及び編集著作権は、本会が保有します。

公益社団法人 日本下水道協会
企画調査部 企画課
［TEL］03−6206−0679

〒101−0047
東京都千代田区内神田 2 丁目 10 番 12 号
内神田すいすいビル 8 階

論文等の投稿を募集しています！



学術論文

下水処理場における窒素由来のエネルギーポテンシャルの試算とその利用に関する考察

小島　啓輔　　加藤　雄大　　隅倉　光博　　川本　徹

要　旨：新たなエネルギー源として，下水処理場に流入する窒素成分に注目した。そこで，下水道統計（平成 29 年（2017 年）度版）をもとに，下水処理場における窒素収支を調査した結果，約 48.4 万 t-N/ 年の窒素成分が流入しており，この窒素成分を資源化（アンモニア化（＝約 58.8 万 t-NH_3/ 年））した場合には，約 36.8 億 kWh/ 年のエネルギーポテンシャルが存在していることが示された。このエネルギー量は，下水処理場（汚泥処理場やポンプ場を除く）での使用電力量（約 64.4 億 kWh/ 年）の約 57.1％に相当するものであり，下水処理場に流入する窒素由来のエネルギーを活用する意義は大きいと考えられた。しかしながら，下水処理場に流入する全ての窒素を有効利用することは現状困難であるため，下水処理場における窒素由来のエネルギーを効率よく回収し利用するためには，窒素成分が集約している汚泥を対象とし，さらに汚泥の固形分中に存在する窒素成分を回収することが重要であることが示された。

キーワード：下水汚泥，窒素収支，窒素由来エネルギー，窒素回収，アンモニア化

1. はじめに

下水汚泥は，国産の再生可能エネルギーの 1 つとして注目されており，その中に含まれるエネルギーを回収し利用することが進められている[1)]。汚泥中の有機物を利用しバイオガスを生成するメタン発酵処理は，汚泥のエネルギー化技術として有効であり，固定価格買取制度（FIT 制度）の開始により，バイオガスを利用したエネルギー発電事業が急成長している。しかしながら，下水汚泥の約 66％がバイオマスとして未利用な状況である。メタン発酵処理では，汚泥中有機物の約 50％しか分解利用できておらず，すべての有機物をエネルギー利用できていないため，得られるバイオガス量を増加させる研究が実施されている[2) ~ 5)]。

メタン発酵処理を用いたエネルギー化では，炭素成分であるメタンをエネルギー源として着目している。一方，汚泥には炭素成分以外にも窒素成分が存在しているが，エネルギー源としては利用されていない。窒素は，アンモニアとすることでエネルギーを有することが知られており，アンモニアを燃焼させても CO_2 を排出しない点で CO_2 削減に貢献する技術として期待されている[6), 7)]。

近年，地球の限界（プラネタリー・バウンダリー）という注目すべき研究があり[8)]，この中で，窒素の生物地球化学的循環については，不確実性の領域を超えて高リスク（人間が依存する自然資源に対して回復不可能な変化が引き起こされるリスク）の領域にあると言われている。窒素の生物地球化学的循環が地球の限界の領域内（安全）にある時は，生態系のプロセスによって大気から固定される窒素量と，硝酸態窒素が窒素ガスに還元されて大気へと循環する量はほぼ同程度あるが，人口増加に伴う化学肥料の生産量の急増や大規模な農作物の栽培等により，大量の窒素が固定され，環境中に放出されているのが現状である[9)]。我々人類が使用した化学肥料等の一部は，回りまわって下水処理場に集約される。硝酸態窒素を窒素ガスに還元するといった点では，下水処理場での窒素処理は，生物地球化学的循環において，非常に重要であることは疑いない。しかしながら，下水道における窒素は，処理（無害化）すべきものとして一般に認識されており，エネルギー源として利用が期待される窒素成分をわざわざ大量のエネルギーを用いて窒素ガスに還元しているのが現状である。したがって，下水処理場に流入してくる窒素成分を，エネルギーを有しない窒素ガスに還元して窒素循環に貢献するのではなく，アンモニアなどの有用物質に変換し利用することで窒素循環に貢献することは，無用な窒素固定を削減でき，かつ省エネルギー・CO_2 排出削減の観点においても大変意義があると考えられる。

本報では，これまで下水処理場において窒素がエネルギー源として見なされてこなかったことから，下水処理場における窒素流入量と下水処理場から窒素流出量について調査し，下水処理場に存在する窒素由来のエネルギーポテンシャルを試算した。さらに，その試算したエネルギーポテンシャルのうち，どの未利用窒素がどの程度が利用可能なのかを検討した。最後に，未利用窒素を資源化（アンモニア化）した際の省エネルギー効果と CO_2 排出削減効果について試算した。

2. 試算方法

（1）下水処理場における窒素収支

本報では，下水道統計（平成 29 年（2017 年）度版）を用いて，以下に示す内容を試算した。

1）流入水および放流水中の窒素量

下水処理場に流入してくる窒素量は，各下水処理場の処理水量[10]と流入水中の全窒素濃度[11]から試算した。しかしながら，全窒素濃度データが存在していない下水処理場がある。流入水中の全窒素濃度データが存在していない下水処理場について調べた結果，全窒素濃度データが存在していない下水処理場は特定の処理方式[10]で多いことを確認した（**表−1**）。下水処理場の件数ベースでは，全窒素データの存在していない下水処理場の約 60％がオキシディションディッチ法，約 20％が標準活性汚泥法であった。一方，処理水量ベースでは，全窒素データの存在していない下水処理場の約 62％が標準活性汚泥法であり，約 12％がステップ流入式多段硝化窒法であった。そこで，全窒素濃度データが存在していない下水処理場に対しては，処理方式ごとの平均全窒素濃度を適用し，流入水中の窒素量を試算した。処理方式ごとの平均全窒素濃度は，処理方式と処理水量，流入水中の全窒素濃度が揃っている下水処理場のデータを用い，各下水処理場における窒素流入量を処理方式ごとに合算し，その合計窒素流入量を処理方式ごとの合計処理水量で除することで算出した。また，日本全体の下水処理場における流入水中の平均全窒素濃度を，各下水処理場における流入水中の窒素量の合計を処理水量の合計で除することで算出した。同様に，下水処理場から流出する窒素量については，各下水処理場の放流水量と放流水中の全窒素濃度[11]を用いて試算した。ただし，放流水量は処理水量と等しいとした。

2）汚泥中の窒素量

下水処理場に流入した窒素成分が系外へ流出する経路としては，生物反応槽における硝化脱窒反応と放流水以外に汚泥として搬出することが考えられる。特に，汚泥は脱水処理された脱水汚泥として搬出されることが多い。脱水汚泥中には，固形分中に

表−1　処理方式ごとの平均全窒素濃度と全窒素データが欠測していた下水処理場のデータ

■ 流入水

	平均値の試算に用いたデータ数※1	流入水中窒素量 t-N/年	処理水量 m^3/年	平均全窒素濃度 mg-N/L	全窒素データが欠測していた下水処理場数	処理水量 m^3/年
オキシディションディッチ法	567	9,640	251,379,737	38.3	412	142,664,745
標準活性汚泥法	499	280,776	8,682,095,963	32.3	139	1,548,761,593
回分式活性汚泥法	49	776	21,066,650	36.8	19	4,039,772
高度処理オキシディションディッチ法	48	596	17,357,588	34.3	11	2,505,830
ステップ流入式多段硝化脱窒法	32	15,070	431,700,491	34.9	8	291,755,025
長時間エアレーション法	31	473	10,634,361	44.5	18	8,863,485
嫌気好気活性汚泥法	30	26,369	835,902,255	31.5	5	145,585,277
土壌被覆型礫間接触法	27	184	4,305,182	42.8	7	921,687
嫌気無酸素好気法	26	13,212	406,906,314	32.5	6	156,789,599
嫌気好気ろ床法	25	273	6,433,387	42.5	19	3,914,603
循環式硝化脱窒法	19	4,831	149,261,912	32.4	2	25,268,638
好気性ろ床法	15	214	5,342,425	40.1	10	70,464,843
回転生物接触法	9	321	16,554,664	19.4	5	3,191,327
酸素活性汚泥法	6	3,994	95,817,514	41.7	4	3,826,808
接触酸化法	5	10	307,479	32.9	7	2,672,777
ステップエアレーション法	4	6,403	245,590,533	26.1	0	0
硝化内生脱窒法	4	109	3,326,007	32.8	0	0
循環式消化脱窒型膜分離活性汚泥法	3	15	384,778	39.8	1	15,875
高速散水ろ床法	2	41	3,108,406	13.3	0	0
その他処理方法	28	6,359	235,770,164	27.0	11	67,491,884

※1　複数の処理方式を採用しているが、全窒素データが 1 つしか存在しない下水処理場（N=36）は対象外とした

表−1　処理方式ごとの平均全窒素濃度と全窒素データが欠測していた下水処理場のデータ（続き）

■ 放流水

	平均値の試算に用いたデータ数※1	放流水中窒素量 t-N/年	放流水量 m^3/年	平均全窒素濃度 mg-N/L	全窒素データが欠測していた下水処理場数	放流水量 m^3/年
オキシディションディッチ法	921	1,580	376,328,252	4.2	58	17,716,230
標準活性汚泥法	599	122,054	9,081,821,882	13.4	39	1,149,035,674
回分式活性汚泥法	62	144	24,293,779	5.9	6	812,642
高度処理オキシディションディッチ法	58	48	19,763,355	2.4	1	100,063
長時間エアレーション法	36	3,876	573,462,903	6.8	4	149,992,613
嫌気好気ろ床法	47	219	18,795,813	11.7	2	702,033
ステップ流入式多段硝化脱窒法	35	14,077	981,487,531	14.3	0	0
その他処理方法	34	124	5,226,869	23.7	0	0
嫌気好気活性汚泥法	31	3,813	467,814,259	8.2	1	61,006,627
土壌被覆型礫間接触法	42	280	9,687,052	28.9	2	660,938
嫌気無酸素好気法	20	1,075	163,944,408	6.6	1	10,586,142
好気性ろ床法	25	1,224	75,807,268	16.1	0	0
循環式硝化脱窒法	14	241	19,745,991	12.2	0	0
回転生物接触法	9	2,093	98,617,886	21.2	1	1,026,436
接触酸化法	10	26	1,332,882	19.5	2	1,647,374
酸素活性汚泥法	4	2,348	245,590,533	9.6	0	0
ステップエアレーション法	4	6	3,326,007	1.7	0	0
硝化内生脱窒法	4	3	416,528	6.4	0	0
循環式消化脱窒型膜分離活性汚泥法	2	19	3,108,406	6.1	0	0
合計	37	2,419	302,816,660	8.0	2	445,387

※1　複数の処理方式を採用しているが、全窒素データが１つしか存在しない下水処理場（N=36）は対象外とした

存在する窒素成分と液体中に存在する窒素成分が含まれるが，その両方を直接把握することは困難なため，以下のように試算した。脱水設備への投入汚泥量[12]，投入汚泥の含水率[12]，固形分中の窒素濃度，液体中の窒素濃度を用いて固形分中に存在する窒素量と液体中に存在する窒素量を算出した。その後，脱水汚泥の含水率[12]から脱水された水量（脱水ろ液量）を算出し，その量に応じた液体中の窒素量を差し引くことで，脱水汚泥として下水処理場から系外へ流出する窒素量を試算した。

脱水設備へ投入される汚泥としては，生汚泥，濃縮汚泥，消化汚泥，洗浄汚泥，熱処理汚泥，湿式酸化汚泥，その他汚泥といった汚泥種について処理量と含水率のデータがあるが，熱処理汚泥と湿式酸化汚泥には該当するデータが存在しない。

また，下水道統計には，固形分中の窒素濃度および液体中の窒素濃度についての記載がなかったため，以下のように考えた。脱水汚泥中の窒素濃度は，複数の参考文献において乾燥重量当たり 3.6 ～ 8.5% の範囲で報告されており[13)～16)]，汚泥種毎で窒素濃度が異なるという傾向はなく，処理場毎に窒素濃度が異なっていた。また，脱水処理前の汚泥中の窒素濃度として，乾燥重量当たり 6.4%[17)] や 6.7%[18)] といった窒素濃度が報告されている。そこで，投入汚泥の固形分中の窒素濃度として，乾燥重量当たり 6.5%を全ての汚泥種に対して適用した。

液体中の窒素濃度は，以下のように考えた。生汚泥は，流入水の液体中の窒素濃度と同等と考え，濃縮汚泥は，放流水の液体中の窒素濃度と同等と考えた。ここで，流入水および放流水の液体中の窒素濃度は，平均全窒素濃度と平均 SS 濃度[11]，固形分中の窒素濃度から算出した。流入水および放流水の平均 SS 濃度は，平均全窒素濃度と同様な手順で試算したものを利用した。消化汚泥の脱水ろ液中には，高濃度に窒素を含んでいることがよく知られている。そこで，消化汚泥については，矢本ら[19)]を参考に 1,000mg-N/L と仮定した。洗浄汚泥については，消化汚泥を放流水で洗浄すると仮定し，洗浄汚泥の含水率になるように消化汚泥を放流水で希釈したとして試算した。また，その他汚泥は，生汚泥と余剰汚泥の混合汚泥であることが多く記載されていることから，生汚泥と同様として扱った。

脱水汚泥の含水率[12]は，下水道統計よりそれぞれの汚泥種毎に平均含水率を試算した。

（２）窒素由来のエネルギー試算

下水処理場に存在する窒素由来のエネルギー量は，その窒素量をアンモニア量に換算し，アンモニアの燃焼熱を乗じることで試算した。アンモニアの燃焼熱は，式（１）に示すように 382.6kJ/mol とした。さらに，電気エネルギーの単位である kWh に換算することで，他のエネルギー量との比較を行った。

$$NH_3(g) + \frac{3}{4}O_2(g) = \frac{1}{2}N_2(g) + \frac{3}{2}H_2O(l) + 382.6\ kJ \quad 式(1)$$

（3）未利用窒素の資源化に伴う省エネルギー効果および CO_2 排出削減効果の試算

本報では，未利用窒素を資源化する一例として，汚泥中の窒素成分をアンモニア化することが可能な亜臨界水処理（後述）[17),20),21)]を適用することとした。亜臨界水とは，水の超臨界条件（374℃以上，22.1MPa以上）よりも緩和である高温・高圧条件下にある水（液体，ガス（水蒸気））のことを指すが，○℃以上，○MPa以上といった定義はない。そのため温度・圧力の条件により，亜臨界水の有する誘電率やイオン積などの性質は異なってくる。本報では，ガス状の亜臨界水を適用することで，ラジカル反応により汚泥中の有機物を分解し，窒素成分をアンモニアに変換することを想定した。この際，ガス状の亜臨界水を利用しているため，処理中に発生したアンモニアや水蒸気を含むガス成分と汚泥分解後の灰分を分離することが可能である。すなわち脱水処理と焼却処理を同時に実施できるといった特徴がある。したがって，①回収したアンモニアをエネルギー利用すること，②脱水処理を省略すること，③脱水ろ液の返送による窒素負荷がなくなること，④脱水汚泥の場外搬出工程を省略すること，⑤焼却処理を省略することにより得られる省エネルギー効果（原油換算）および CO_2 排出削減効果を試算した。なお，下水汚泥のうち農地利用している有効利用率が約10%である[1)]ことを考慮して，下記で試算する省エネルギー量および CO_2 排出削減量の90%値を，未利用窒素の資源化に伴う省エネルギー効果および CO_2 排出削減効果とした。CH4と N_2O の地球温暖化係数は，それぞれ CO_2 の25倍と298倍とした。また，原油換算係数を0.252kL/千kWh，CO_2 排出係数を0.550t-CO_2/千kWhとした。

1）回収したアンモニアの有効利用による効果

汚泥が有する窒素量に亜臨界水処理による窒素成分回収率を乗じたものを利用可能な窒素量とした。この窒素成分由来のエネルギーに原油換算係数および CO_2 排出係数を乗じて試算した。

2）脱水処理を省略する効果

下水処理量10万m^3/日の大規模処理場において，脱水設備での消費電力量が212千kWh/年であること[22)]をもとに，日本全体の下水処理量での脱水設備における消費電力量を試算した。消費電力量に原油換算係数および CO_2 排出係数を乗じて省エネルギー量および CO_2 排出削減量を算出した。また，脱水設備で不使用となる薬品による CO_2 排出削減量は，**表−2**に示す脱水設備で使用した薬品量の実績に各薬品の CO_2 排出量原単位を乗じて試算した。

3）脱水ろ液の返送に伴う窒素負荷削減による効果

循環式硝化脱窒法による窒素除去処理を仮定し，返送水量（脱水ろ液量）に消費電力係数[25)]を乗じて消費電力を試算した。消費電力量に原油換算係数および CO_2 排出係数を乗じて省エネルギー量および CO_2 排出削減量を算出した。また，硝化脱窒反応の際に発生する N_2O の削減量は，脱水ろ液量に N_2O 発生係数[25)]および地球温暖化係数を乗じることで，CO_2 排出削減量を試算した。

4）脱水汚泥の場外搬出を省略する効果

搬出汚泥量（脱水汚泥量）に，**表−3**に示す運搬条件（運搬距離，運搬車の積載量，運搬車の燃費，使用燃料の CO_2 排出係数等）考慮し，省エネルギー量および CO_2 排出削減量を試算した。また，運搬車の走行距離に CH_4 排出係数および N_2O 排出係数を乗じることで，自動車の走行に伴う CH_4 および N_2O 由来の CO_2 排出削減量を試算した。

5）焼却設備を省略する効果

下水処理量10万m^3/日の大規模処理場において，焼却設備での消費電力量が5,251千kWh/年であること[22)]をもとに，日本全体の下水処理量での焼却設備における消費電力量を試算した。また，焼却処理の際に発生する N_2O 削減量は，日本国温室効果ガスインベントリ報告書[26)]の報告値を利用し，地球温暖化係数を乗じて CO_2 排出削減量とした。

表−2　脱水設備で使用した薬品量の実績およびその CO_2 排出量原単位

薬品名	年間使用量[12)] kg/年	排出量原単位[22)] t-CO_2/t
塩化第二鉄	10,349,351	0.32
ポリ硫酸第二鉄	31,272,765	0.0308 [23)]
消石灰	11,901,228	0.45
生石灰	534	0.428 [24)]
高分子凝集剤	32,417,620	6.5
ポリ塩化アルミニウム	3,750,575	0.41
過酸化水素	122,595	3.9
その他	824,460	0.41 ※1

※1：その他の排出量原単位は、大部分が鉄・アルミニウムの無機系凝集剤であったことからポリ塩化アルミニウムと同値とした。

表−3　汚泥搬出に伴う汚泥運搬条件

運搬条件（試算パラメータ）	
運搬距離（往復）	20 km
運搬車の積載量	10 t/台
運搬車の燃費（軽油）	3.9 km/L [26)]
軽油のCO_2排出係数	2.58 t-CO_2/kL [22)]
自動車の走行に伴うCH_4排出係数	6.7 mg-CH_4/km [26)]
自動車の走行に伴うN_2O排出係数	45.2 mg-N_2O/km [26)]

3. 下水処理場における窒素収支

（1）流入水および放流水中の窒素量

表−4 は，下水道統計により試算した日本全体の流入水および放流水に含まれる窒素量を示したものである。この結果，約 48.4 万 t-N/ 年の窒素成分が下水処理場に流入しており，約 17.5 万 t-N/ 年の窒素成分が放流されていることが示された。この時，流入水中の平均全窒素濃度は 32.2mg-N/L であり，放流水中の平均全窒素濃度は 11.7mg-N/L であった。

（2）汚泥中の窒素量

汚泥として処理されている窒素量の試算結果を**表−5** に示す。脱水設備への投入量は，生汚泥が約 948 万 m^3/ 年，濃縮汚泥が約 5,685 万 m^3/ 年，消化汚泥が約 1,818 万 m^3/ 年，洗浄汚泥が約 102 万 m^3/ 年，その他汚泥が約 188 万 m^3/ 年，合計で約 8,740 万 m^3/ 年であった。また，脱水設備に投入される汚泥の平均含水率は，それぞれ 98.3，97.4，98.0，98.2，99.2％であった。脱水処理によって，含水率がそれぞれ 78.6，76.5，80.1，74.8，79.9％になることを考慮すると，固形分中窒素量と液体中窒素量を合わせて生汚泥由来が約 1.1 万 t-N/ 年，濃縮汚泥由来が約 9.5 万 t-N/ 年，消化汚泥由来が約 2.5 万 t-N/ 年，洗浄汚泥由来が約 0.1 万 t-N/ 年，その他汚泥由来が約 0.1 万 t-N/ 年となり，合計約 13.4 万 t-N/ 年の窒素成分が脱水汚泥として排出されていることが示された。

（3）下水処理場における窒素収支

図−1 は下水処理場における窒素収支をまとめたものである。下水処理場には，約 48.4 万 t-N/ 年の窒素成分が流入しており，約 17.4 万 t-N/ 年の窒素成分が放流水とともに放流されている。また，約 13.4 万 t-N/ 年の窒素成分が汚泥として系外に排出されている。上記の収支バランスより，生物反応槽おいて約 17.6 万 t-N/ 年の窒素成分が硝化脱窒により窒素ガスとして大気中に放出されていると試算される。すなわち下水処理場に流入した窒素成分は，

表−4　流入水および放流水に含まれる窒素量

	流入水量 放流水量 m^3/年	窒素流入量 窒素放流量 t-N/年	平均 全窒素濃度 mg-N/L
流入水※1 (1,476/2,143)	15,041,725,970	484,800	32.2
放流水※1 (2,059/2,143)	15,041,725,970	175,475	11.7

※1 下水道統計でデータが存在した下水処理場数/下水処理場数

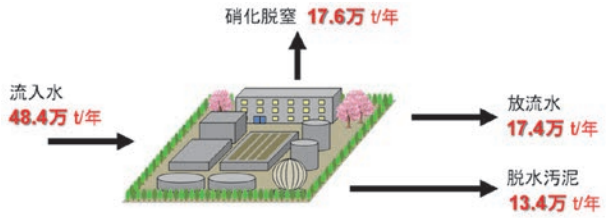
表−5　脱水処理前後の汚泥量およびその窒素量

■ 脱水処理前

	脱水設備への投入量 m^3/年	含水率 %	固形分中窒素濃度 %	液体中窒素濃度 mg-N/L	固形分中窒素量 t-N/年	液体中窒素量 t-N/年	合計窒素量 t-N/年	 $t\text{-}NH_3$/年
生汚泥	9,479,532	98.3	6.5	22.6	10,526	210	10,736	13,037
濃縮汚泥	56,847,185	97.4	6.5	11.5	95,420	637	96,057	116,641
消化汚泥	18,181,184	98.0	6.5	1,000	23,919	17,813	41,732	50,674
洗浄汚泥	1,015,829	98.2	6.5	902	1,182	900	2,082	2,528
その他汚泥	1,880,001	99.2	6.5	22.6	962	42	1,004	1,219
合計	87,403,732				132,009	19,602	151,611	184,099

■ 脱水処理後

	脱水汚泥量 m^3/年	含水率 %	固形分中窒素濃度 %	液体中窒素濃度 mg-N/L	固形分中窒素量 t-N/年	液体中窒素量 t-N/年	合計窒素量 t-N/年	 $t\text{-}NH_3$/年
生汚泥	757,745	78.6	6.5	22.6	10,526	13	10,539	12,798
濃縮汚泥	6,255,235	76.5	6.5	11.5	95,420	55	95,475	115,934
消化汚泥	1,849,810	80.1	6.5	1,000.0	23,919	1,482	25,401	30,844
洗浄汚泥	72,061	74.8	6.5	901.7	1,182	49	1,231	1,494
その他汚泥	73,757	79.9	6.5	22.6	962	1	963	1,169
合計	9,008,608				132,009	1,600	133,609	162,239



図－1　下水処理場における窒素収支

生物処理によって約 36.4％が窒素ガスとして場外に排出し，約 36.0％が窒素ガスへ変換されずに放流されている。残りの約 27.6％は，汚泥として場外から排出され，その一部は有効利用されているが，焼却処理されると窒素ガスだけでなく，窒素酸化物として大気中に排出されている。

4．窒素由来のエネルギーを利用するために

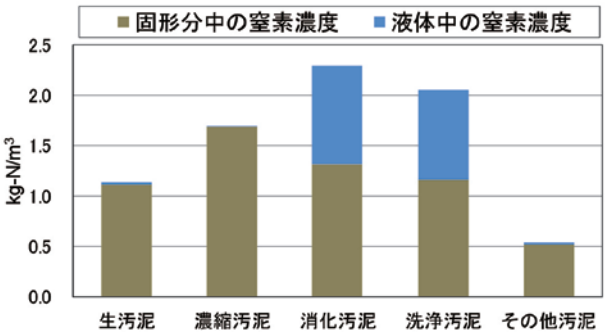
（1）下水処理場が有する窒素由来のエネルギー

下水処理場への窒素流入量である約 48.4 万 t-N/ 年をアンモニア量に変換すると，約 58.8 万 t-NH_3/ 年となる。アンモニアの燃焼熱を考慮すると，下水処理場には約 36.8 億 kWh/ 年の窒素由来のエネルギーポテンシャルが存在していると試算できる。この値は，下水処理場（汚泥処理場やポンプ場を除く）での使用電力量（約 64.4 億 kWh/ 年）[27] の約 57.1％に相当するものである。また，アンモニアの輸入量（2017 年度）が 24.1 万 t-NH_3/ 年である [28] ことを考えると，下水処理場に流入する窒素由来のエネルギーを活用することができれば，その意義は大きいと考えられる。

（2）下水処理場における窒素成分の回収対象

図－1 および**表－4** より下水処理場に流入した窒素成分は，最初沈殿池で生汚泥として引き抜かれるが，その量は最大でも 5.6 万 t-N/ 年（脱水処理前の濃縮汚泥由来以外の窒素量）である。したがって，流入した窒素成分のほとんどが生物反応槽を通過することが分かる。生物反応槽における酸素消費量の約 40％が硝化反応に由来し [29]，生物反応槽での酸素供給量が曝気による消費電力に比例すると考えると，生物反応槽に流入する前の流入水において窒素成分を回収することが省エネルギー・CO_2 排出削減に対しても効果的と考えられるが，流入水中の平均全窒素濃度が 32.2mg-N/L と希薄なため，流入水から窒素成分を回収し利用することは効率的ではない。

窒素成分を回収し利用するためには，窒素成分が集約されている汚泥を対象とすることが合理的であると考えられる。消化汚泥を対象としてアンモニアを回収することが考えられているが，その対象は主に消化汚泥の脱水ろ液中のアンモニア態窒素となっている。矢本ら [19] は，下水道由来のアンモニアの回収量可能量を推定しており，その結果，脱水ろ液から 12,590t-NH_3/ 年のアンモニア（窒素換算で，約 1 万 t-N/ 年）を回収可能と試算している。この値は，下水処理場に流入してくる窒素量の約 2.1％と非常に小さいものである。**図－2** は，**表－4** をもとに脱水設備に投入する単位汚泥量あたりの窒素存在量について，固形分と液体分を区別して示したものである。汚泥中の窒素成分の大部分は，固形分中に存在していることがわかる。アンモニア態窒素濃度が高濃度といわれている消化汚泥であっても，固形分中の窒素量は全体の約 57％を占めている。この値は，固形分中の窒素濃度に依存するが，固形分中の窒素濃度が 3.6 ～ 8.5％の場合は，固形分中の窒素量が占める割合は約 43 ～ 64％となり，いずれの場合も固形分中の窒素量は無視できない量である。



図－2　脱水設備に投入する単位汚泥量あたりの窒素存在量

すなわち，下水処理場において窒素由来のエネルギーを回収し利用するためには，窒素成分が集約している汚泥を対象とし，さらに汚泥の固形分中に存在する窒素成分を回収することが重要である。

汚泥が有する窒素由来のエネルギーを少しでも多く回収するためには，脱水設備へ投入する前の汚泥を対象とすることで，脱水処理によって損失する液体中の窒素成分も回収できる。脱水設備へ投入する前の汚泥が有する窒素量は，**表－4** から約 15.2 万 t-N/ 年であり，下水処理場に流入してくる窒素量の約 31.3％で，脱水ろ液を対象とするよりも大きなエネルギー源になると考えられる。汚泥の有する窒素由来のエネルギー量は約 11.5 億 kWh/ 年であり，下水処理場での使用電力量の約 17.9％をしめている。このことは，汚泥中の窒素成分をアンモニア化することで，十分に再生可能エネルギーの一部を担うことのできるエネルギーとしてみることができるものである。

（3）汚泥の固形分中窒素を回収する方法

汚泥中の窒素成分を効率良く回収し利用するためには，固形分中の窒素成分をアンモニアに変換させる必要がある。汚泥の固形分を可溶化させる方法として，メタン発酵処理の前処理として亜臨界水処理（水熱処理と記載される場合もある）が一例として挙げられる。今井ら[30]は，混合汚泥に対して，処理温度 100 ～ 300℃で，処理時間 1 時間の条件で亜臨界水処理を実施した結果，処理温度が 160℃以上の場合にアンモニア態窒素の増加を確認している。処理温度が 200℃の場合には，SS の減量率は 50%であり，固形物の約半分が可溶化させずに残存していることを示している。小林ら[16]は，100 ～ 200℃の温度範囲において汚泥の水熱処理を行っており，窒素成分の可溶化には 160℃以上の処理温度と 5 分以上の処理時間が必要であり，分解後の窒素成分はアンモニア態窒素として溶解していると報告している。また，固形分中の窒素成分の分解は，最大で 21%であったが，これは可溶化したアンモニア態窒素がリン化合物と反応して析出したことの影響を受けており過小評価となっているとしている。TN の結果と処理前の汚泥中の窒素濃度から試算すると，200℃の処理温度において約半分の固形分中窒素が可溶化していることが推察される。このように亜臨界水処理は，固形分中の窒素成分をアンモニアとして可溶化させることができる有力な方法であるが，より多くの窒素成分を回収し利用するためには，さらに効果的な固形分中窒素成分の可溶化方法が必要となる。

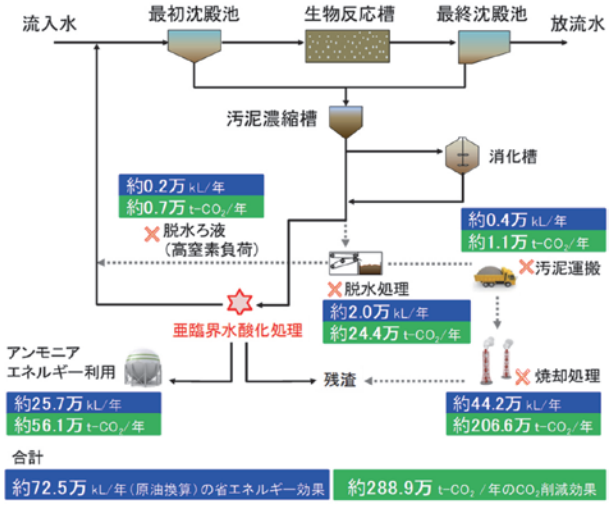
筆者らは，これまで汚泥中の窒素成分を効率よく回収する方法を検討してきた。その結果，消化汚泥を亜臨界水処理（400℃，10MPa，5 分間）することで，消化汚泥中の窒素成分の最大 88.6%をアンモニア態窒素の状態にできることを示している[17),21)]。このとき，固形分中窒素成分の約 78.8%がアンモニア態窒素に変換していることになる。本方法が今井ら，小林らと異なる点は，温度条件だけでなく，処理圧力が大きく異なっている。今井ら，小林らの処理圧力条件は，それぞれの処理温度における水の飽和蒸気圧と同じ条件となっており，処理温度 200℃の場合でも処理圧力は 1.5MPa 程度である。また，今回適用した処理条件はガス状での反応となっているため，処理中に発生したアンモニアや水蒸気のガス状成分と汚泥処理後の灰分とを分離することが可能であり，この特徴もアンモニア回収の点で有用であると考えられる。

5．未利用窒素の資源化による省エネルギー効果および CO_2 排出削減効果の試算

図−3 は，上記で示した筆者らの亜臨界水処理を適用し，汚泥中の窒素成分 88.6%を回収しエネルギーとして利用した際の省エネルギー効果および CO_2 排出削減効果を試算したものである。

汚泥中に含まれる窒素成分をアンモニアとして回収し利用することで，約 25.7 万 kL/ 年の省エネルギー効果と約 56.1 万 t-CO_2/ 年の CO_2 排出削減効果が得られる。全体としては，約 72.5 万 kL/ 年の省エネルギー効果と約 288.9 万 t-CO_2/ 年の CO_2 排出削減効果が得られ，これは日本の温暖化ガス排出量（CO_2 換算）の約 0.23%に相当する。特に，焼却工程を省略することが省エネルギー・CO_2 排出削減への効果が大きいことが示唆された。

一方，汚泥中の窒素成分をエネルギー化する際に必要なエネルギー量も考慮する必要がある。一般的に，汚泥中の窒素成分をアンモニアに変換する亜臨界水処理に必要なエネルギーは膨大であると考えられる。しかしながら，高温化した汚泥からの熱エネルギーを効率よく回収することで，処理に必要なエネルギー量を大幅に低下できる可能性があることが示されている[17),18)]。また，処理対象汚泥の含水率を下げることで必要エネルギーを大幅に低下させることも想定される。生成したアンモニアを回収し濃縮する方法としては，既存の蒸留技術だけでなく，アンモニア吸着能およびアンモニア選択性が高い吸着材[31) ~ 33)]を利用することなどが考えられる。濃縮したアンモニア（アンモニアガス）をエネルギーとして利用することは，既にアンモニア燃料のガスタービン発電が実証実験として実施されている[34)]。これらの技術の実環境での適用を行い，必要エネルギーについての詳細な議論が望まれる。



図−3　汚泥中の未利用窒素を資源化することによる省エネルギー効果および CO_2 排出削減効果

6. まとめ

新たなエネルギー源として下水処理場に流入する窒素成分に注目し，下水道統計（平成 29 年（2017 年）度版）を用いて，下水処理場における窒素収支を調査した。その結果，約 48.4 万 t-N/ 年の窒素成分が流入している一方で，約 17.4 万 t-N/ 年の窒素成分が放流水とともに放流され，約 13.4 万 t-N/ 年の窒素成分が汚泥として系外に排出されていることが示された。また，約 17.6 万 t-N/ 年の窒素成分が硝化脱窒により窒素ガスとして大気中に放出されていると試算された。

下水処理場に流入してくる窒素成分を資源化（アンモニア化(＝約 58.8 万 t-NH_3/ 年)）した場合には，約 36.8 億 kWh/ 年のエネルギーポテンシャルが存在していることが示された。このエネルギー量は，下水処理場（汚泥処理場やポンプ場を除く）での使用電力量（約 64.4 億 kWh/ 年）の約 57.1％に相当するものであり，下水処理場に流入する窒素由来のエネルギーを活用する意義は大きいと考えられた。

しかしながら，下水処理場に流入する全ての窒素を有効利用することは，現状困難であるため，下水処理場における窒素由来のエネルギーを効率よく回収し利用するためには，窒素成分が集約している汚泥を対象とし，さらに汚泥の固形分中に存在する窒素成分を回収することが重要であることが示された。

一例として，汚泥の固形分中の窒素を亜臨界水処理によりアンモニア化し有効利用した際の CO_2 排出削減効果を試算した結果，日本の温暖化ガス排出量（CO_2 換算）の最大で約 0.23％に相当する CO_2 排出量削減が可能であることが示された。

〈参考文献〉

1）岩渕光生，B-DASH プロジェクトで推進する資源・エネルギーの有効利用，下水道協会誌，Vol.57, No.695，pp.4-6，2020.

2）今井剛，荒金光弘，関根雅彦，樋口隆哉，浮田正夫，高速回転ディスク法による余剰汚泥の減量化とその生分解特性に関する研究，土木学会論文集 G，Vol.63，No.4，pp.351-359，2007.

3）Tomonao M., Qinghong W., Yingnan Y., Kazuya S., Norio S., and Saburo M., Highly-efficient anaerobic digestion of refractory organic waste using subcritical water hydrolysis as pretreatment process, *Japanese Journal of Water Treatment Biology*, Vol.48, No.1, pp.23-27, 2012.

4）Shogo T., Taira H., Tadao M., Yasunari K., and Fumitake N., Anaerobic digestion of oxidation ditch sludge at low temperatures with hyperthermophilic pretreatment, *Journal of Water and Environment Technology*, Vol.17, No.2, pp.67-75, 2019.

5）髙島正信，矢口淳一，中尾総一，アンモニアストリッピングを組み合わせた下水汚泥の高濃度嫌気性消化，下水道協会誌，Vol.57，No.687，pp.100-107，2020.

6）小林秀昭，早川晃弘，カーボンフリーアンモニア燃焼，日本燃焼学会誌，Vol.58，No.183，pp.41-48，2016.

7）難波哲哉，アンモニア合成と利用における新たな展開，化学と教育，Vol.67，No.11，pp.530-533，2019.

8）Will S., Katherine R., Johan R., Sarah E. C., Ingo F., Elena M. B., Reinette B., Stephen R. C., Wim de V., Cynthia A. de W., Carl F., Dieter G., Jens H., Georgina M. M., Linn M. P., Veerabhadran R., Belinda R., and Sverker S., Planetary boundaries: Guiding human development on a changing planet, *Science*, Vol.347, No.6223, 1259855, 2015.

9）環境省，平成 30 年版 環境・循環型社会・生物多様性白書，pp.4-7，2018.

10）下水道統計（平成 29 年（2018 年）度版），H29_06-4 処理場施設（現有施設），2019.

11）下水道統計（平成 29 年（2018 年）度版），H29_08 水質試験成績，2019.

12）下水道統計（平成 29 年（2018 年）度版），H29_19 汚泥脱水設備，2019.

13）成瀬一郎，平林美和，義家亮，植木保昭，乾燥下水汚泥燃焼域における窒素酸化物の生成・消滅特性とその機構，廃棄物資源循環学会論文誌，Vol.21，No.6，pp.193-201，2010.

14）日高平，對馬育夫，津森ジュン，南山瑞彦，下水の脱水汚泥性状が中温嫌気性消化に及ぼす影響，土木学会論文集 G（環境），Vol.70，No.7，pp. Ⅲ _27- Ⅲ _37，2015.

15）Mahzoun Yahya，大下和徹，高岡昌輝，藤森崇，下水汚泥脱水ケーキの全国組成調査による有機物構成元素を中心とした変遷推定と高位発熱量の予測，下水道協会誌，Vol.54，No.659，pp.86-96，2017.

16）小林信介，横山将輝，長谷川虎之介，張傅鵬，板谷義紀，須網顕，中川二彦，余剰汚泥の低温水熱処理条件下における炭素および窒素の挙動，化学工学論文集，Vol.46，No.4，pp.108-115，2020.

17）小島啓輔，加藤雄大，隅倉光博，黒岩洋一，消化汚泥からのアンモニア回収効率化に向けた新規開発方

法の評価，第 57 回下水道研究発表会講演集，pp.214-216，2020.
18）鳥井昭吾，岡島いづみ，佐古猛，高圧過熱水蒸気酸化による下水汚泥の処理と熱エネルギー回収技術の開発，日本エネルギー学会誌，Vol.92，No.10，2013.
19）矢本貴俊，松橋学，山下洋正，下水道由来のアンモニアの脱硝剤として有効利用に関する検討，第 55 回下水道研究発表会講演集，pp.179-181，2018.
20）隅倉光博，渋谷勝利，大坪正幸，野口博徳，岡島いづみ，佐古猛，メタン発酵残渣の適正処理法としての亜臨界水酸化技術の実用化研究，第 18 回廃棄物学会研究発表会，B7-15，2007.
21）小島啓輔，加藤雄大，隅倉光博，川口正人，亜臨界条件下における消化汚泥の燃焼・熱分解処理によるアンモニア生成，令和元年度土木学会全国大会第 74 回年次学術講演会，Ⅶ-59，2019.
22）環境省・国土交通省，下水道における地球温暖化対策マニュアル，2016.
23）環境省大臣官房廃棄物・リサイクル対策部廃棄物対策課, 廃棄物処理施設の基幹的設備改良マニュアル，2015.
24）環境省，温室効果ガス排出量算定・報告・公表制度における算定方法・排出係数一覧 <https://ghg-santeikohyo.env.go.jp/files/calc/itiran_2020_rev.pdf>（参照日 2020 年 12 月 17 日）.
25）後藤雅子，甘長淮，下水処理における窒素除去と放流先の窒素挙動を加味した温室効果ガス排出量の一考察，第 50 回下水道研究発表会講演集，pp.565-567，2013.
26）国立環境研究所，日本国温室効果ガスインベントリ報告書（2020 年提出版），2020.
27）下水道統計（平成 29 年（2018 年）度版），H29_06-6 処理場施設（使用エネルギー），2019.
28）日本肥料アンモニア協会，アンモニア需給実績（平成 29 会計年度）<http://www.jaf.gr.jp/pdf/toukei/h29toukei_3.pdf>（参照日 2020 年 12 月 17 日）
29）北谷道則，活性汚泥生物の必要酸素量から考察した空気量削減方法，横浜市 下水道調査・研究，2005.
30）今井剛，福田高史，村上定瞭，浮田正夫，関根雅彦，樋口隆哉，亜臨界水を用いた下水汚泥の資源化に関する研究，環境工学研究論文集，Vol.40，pp.405-414，2003.
31）藤本雅之，田中聡，南公隆，桜井孝二，内田達也，川本徹，雷中方，金属ヘキサシアノ錯体吸着剤を用いた消化槽内アンモニアの除去技術の検討，第 53 回下水道研究発表会講演集，pp.1118-1120，2016.
32）Yong J., Akira T., Tohru K., Miyuki A., Nan Z., Zhongfang L., Zhenya Z., Keisuke K., Kenta I., Kosuke N., Shin-ichi O., and Tohru N., High performance sorption and desorption behaviours at high working temperatures of ammonia gas in a cobalt-substituted Prussian blue analogue, *Chemical Communications*, Vol.54, No.84, 11961, 2018.
33）Yong J., Akira T., Tohru K., Miyuki A., Nan Z., Zhongfang L., Zhenya Z., Keisuke K., and Tohru N., Unique adsorption and desorption behaviour of ammonia gas at heating temperature using the Prussian blue analogue $Zn_3[Co(CN)_6]_2$, *Inorganica Chimica Acta*, Vol.501, 119273, 2020.
34）小林秀昭，早川晃弘，アンモニア燃焼研究の意義とインパクト，日本燃焼学会誌，Vol.61，No.198，pp.277-282，2019.

（R2.12.24 受付）

小島（こじま） 啓輔（けいすけ）
清水建設株式会社
技術研究所
企画部

加藤（かとう） 雄大（たかひろ）
清水建設株式会社
技術研究所
環境基盤技術センター

隅倉（すみくら） 光博（みつひろ）
清水建設株式会社
技術研究所
環境基盤技術センター

川本（かわもと） 徹（とおる）
国立研究開発法人
産業技術総合研究所
材料・化学領域
ナノ材料研究部門

Abstract

Estimation of Nitrogen-Derived Energy Potential in Sewage Treatment Plants and Its Use

Nitrogen component in sewerage treatment plants was noticed as a new energy source. Based on the statistics of sewerage systems (2017 edition), the nitrogen balance in sewerage treatment plants was investigated, and it was shown that the nitrogen component of about 0.484 million tons / years had flowed in, and when this nitrogen component was recycled (ammonification (about 0.588 million tos-NH_3 / years)), the energy potential of about 3.68 billion kWh / years existed. This amount of energy was equivalent to about 57.1% of the amount of electricity used in sewage treatment plants (about 6.44 billion kWh / years), excluding sludge treatment plants and pumping plants, and it was considered significant to utilize the energy derived from nitrogen flowing into sewage treatment plants. However, since it is difficult at present to effectively utilize all nitrogen flowing into a sewage treatment plant, it has been shown that in order to efficiently recover and utilize energy derived from nitrogen in a sewage treatment plant, it is important to target sludge in which nitrogen components are concentrated and further recover nitrogen components present in a solid content of sludge.

Keisuke Kojima, Takahiro Kato, Mitsuhiro Sumikura, and Tohru Kawamoto

学術論文

流量・水温法データのAI機械学習による雨天時浸入水量解析の研究

佐藤　克己　　中根　　進　　高橋　岩仁
保坂　成司　　森田　弘昭

要　旨：筆者らは，AI 機械学習の 1 つであるニューラルネットワークを使い，計測した水温から降雨による低下水温を推定し，計測期間中の計測水温の総和に対する降雨による低下水温の総和の比を求め，この比と成分分解で得られた非超過確率を比較することにより，非超過確率が降雨による水温低下を表すことを示した。また，同一地点で水温と流量を計測し，これをニューラルネットワークで雨天時浸入水量割合を推定し，非超過確率との相関性があることを確かめ，非超過確率が雨天時浸入水量割合を表すことを示した。

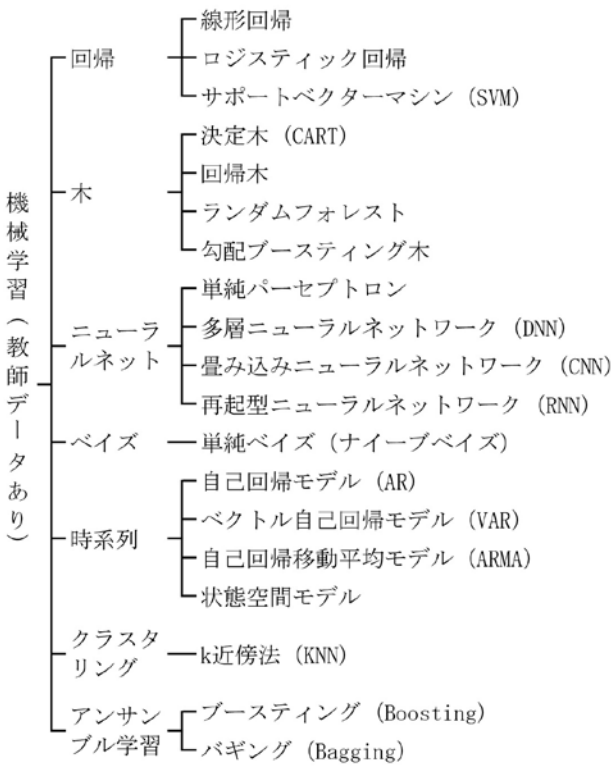
本研究では，機械学習を使って計測した流量を教師データとしてそこから推定流量を，さらに推定晴天時流量を導いた。そして，この解析にはニューラルネットワーク手法が最もよく再現でき，有効であることを確認した。また，水温法解析に適した説明変数の選定や水温データの適正な計測間隔と調査面積について考察した。あわせて流量や水温のいずれの計測によっても，計測点間の雨天時浸入水量の多寡を評価ができることを示した。

キーワード：水温法，AI，機械学習，ニューラルネットワーク，雨天時浸入水量，雨水浸入強度

1．はじめに

中根は，雨天時浸入水量を推定するために計測，あるいは処理場などの管理記録にある時系列水量データを**図−1** に示す AI 機械学習の 1 手法であるニューラルネットワーク[1] を使って計測流量を目的変数に，降雨量データ，時刻・曜日・月別カテゴリを説明変数として回帰する手法を開発した[2]。**図−1** に示す通り，機械学習には種々の手法があり，ニューラルネットワークは河川における流量予測[3]，流出解析[4]，水位予測[5), 6)]，および洪水予測[7), 8), 9), 10)] によく用いられ，研究されているが，下水道における雨天時浸入水量予測に関してはあまり活用されていないのが現状である。

一方，筆者らは，汚水管きょ内の下水温を定点で定時計測する水温法によって，①定点での晴天時と雨天時の水温データを比較観察することで，その上流域の雨天時浸入水や常時浸入水を確認，②スパンの上・下流マンホール内の水温を比較することで誤接合などによる雨天時直接浸入水を確認している[11]。また，水温法で得られた時系列水温データを成分分解し，晴天時と雨天時に分け，その晴天時と雨天時の水温分布の違い（差）を非超過確率（検出力）で表した。次に，ニューラルネットワークを使い，



図−1　AI 機械学習の学習技術

計測した水温の降雨による低下水温を推定し，計測期間中の計測水温の総和に対する降雨による低下水温の総和の比を求め，この比と非超過確率を比較することにより，非超過確率が降雨による水温低下を表すことを示した。また，一部の水温計測点で流量調査を行い，これもニューラルネットワークで雨天時浸入水量割合（＝総雨天時浸入水量／総流量）を推定し，非超過確率との相関性があることを確かめ，非超過確率が雨天時浸入水量割合を表すことを明らかにした[12]。

本研究は，まず種々開発されている機械学習手法を使って，計測流量を教師データ，降雨量などを説明変数として，流量を回帰・推定し，さらに，その学習結果から降雨量のない説明変数を使って降雨時の晴天日流量を推定した。そして，いくつか機械学習手法の中で計測流量をもっともよく回帰（再現）できる雨天時浸入水量解析に適した学習法を示した。次に，水温法の解析においては，計測水温を教師データとし，解析に適した説明変数の選定や使用する水温データの適正な計測間隔，水温センサ当たりの調査面積について考察を行った。また，機械学習解析の回帰具合を向上させるために必要な説明変数の留意事項について検討した。

2．調査方法の概要

調査地は，関東地方にある地方都市の住居地域であり，分流式下水道で整備されている。調査対象はこの地域の汚水管きょとした。調査区域は総面積 403.7ha であり，路線系統（流域）の流末マンホール内に水温計測点を設置した。本研究では，このうち調査場所が離れて路線系統が異なり，面積が同程度の計測点 A（21.6ha）と計測点 B（18.9ha）を選定して解析を行う。水温計測後に同計測点で流量調査を行った。調査時期は，水温調査を 2018 年 6 月 29 日から 12 月 6 日，流量調査を 2019 年 6 月 15 日から 7 月 15 日の 2 ヵ月にかけて行った。なお，流量調査時には確認のため，水温を 1 時間間隔のスポット調査も併せて行った。

水温調査に使用する水温センサは，計測範囲が－10℃～ 85℃，精度が± 0.5℃であり，JIS C 1604 における C クラス以上の許容度であり，計測点管底部に設置した。一方の流量調査は，PB フリューム式流量計を使用し，計測点マンホール底部に据え付けた。また，降雨量は，計測区域のほぼ中央に位置する建屋屋上 1 ヵ所に転倒ます式雨量計（最小計測量；0.5mm）を設置，計測した。

3．時系列流量データ解析に適した機械学習手法

3．1　機械学習手法の選定と説明変数

図－1 に示した機械学習のうち，前述したように河川の水位予測や洪水予測によく活用されているニューラルネットワーク，そしてサポートベクターマシン[13),14),15),16)]，ベクトル自己回帰モデル[17),18),19)]，ランダムフォレスト[20),21),22),23)] の 4 手法を選定した。4 手法のうちベクトル自己回帰モデル以外の 3 手法については，すべて同じ**表－1** のデータ構成に示す説明変数を使って目的変数とする計測流量を推定（以下，推定流量という）する。ベクトル自己回帰モデルについては，自己回帰性を利用する手法であるため，正規化した数量データ（流量，降雨量）のみを 48 時間遡って使用し，計測流量と推定流量の一致具合（以下，回帰具合という）を比較する。時系列データの解析には，表に示す説明変数を，数量データ（流量，降雨量）については正規化し，質的データはカテゴリ化して 0，1 データに変換して行う。次に，機械学習した結果を使って時系列データのうち降雨量データを全て 0 としたデータを作り，再計算することによって晴天時流量を推定（以下，推定晴天時流量という）する。

3．2　流量における機械学習結果と回帰具合

計測点 A における計測期間中の計測流量と機械学習によって回帰した推定流量の関係，そして推定流量と推定晴天時流量の関係について，ニューラルネットワークは**図－2，3** に，サポートベクターマシンは**図－4，5** に，ベクトル自己回帰モデルは**図－6，7** に，ランダムフォレストは**図－8，9** にそれぞれ示す。**図－3，5，7，9** については，図に示す 45 ° の線

表－1　流量解析のデータ（説明変数）構成

データ項目	データ構成	
教師データ	・計測流量	
目的変数	・推定流量	
説明変数		
入力層データ：時刻カテゴリ（1時間間隔）		
質的データ	・時刻カテゴリ：	24個*1
	・曜日カテゴリ：	7個*2
	・月別カテゴリ：	2個*3
	小計	33個
量的データ	・1時間降雨量データ：	48個*4
	小計	48個
	合計	81個

*1 時刻カテゴリ：1日（24時間）の流量の周期性を表す
*2 曜日カテゴリ：1週間の生活活動の変動を表す
*3 月別カテゴリ：調査期間 2 か月の季節変動を表す
*4 対象とする計測流量の降雨の影響がある時刻（2日分）まで遡る降雨量の1時間間隔データ

（y = 1.0 x）より上のプロットが雨天時浸入水を示しており 45°の線との差が雨天時浸入水量となる。

機械学習が計測流量を良好に回帰できていれば，計測流量と推定流量の関係を示すグラフの傾きは 45°になり，計測流量と推定流量の差は小さくなる。**図−2，4，6，8** 中に回帰式と Nash 係数を示した。Nash（Nash-Sutcliffe）係数とは，河川の洪水流量解析に際し，洪水流量と推定洪水流量の回帰具合を表すために多く使われ[24),25)]，本研究の機械学習における回帰具合もこれに倣い Nash 係数を用いた。なお，Nash 係数は，1.0 を最大とし 1.0 に近いほどモデルの精度はよいとされ，0.7 以上でモデルの再現性が高いとされている[26)]。

$$y = 1.0\ x$$

ここに，y：推定流量 m³/hr

x：計測流量 m³/hr

Nash-Sutcliffe 係数

$$Nash = 1 - \frac{\sum_{i=1}^{n}(y_i - \hat{y}_i)^2}{\sum_{i=1}^{n}(y_i - \bar{y}_i)^2}$$

ここに，

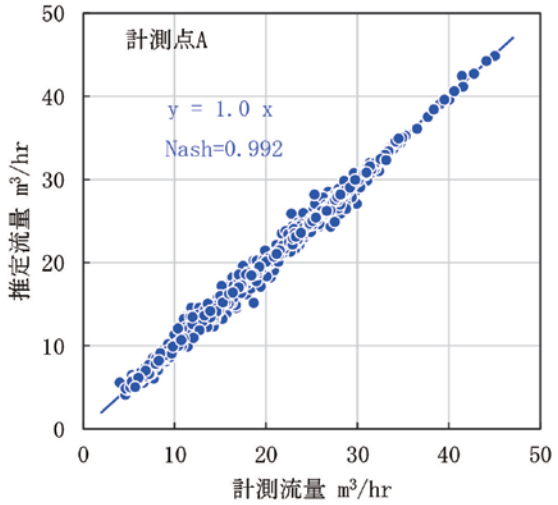
Nash：Nash 係数

y_i：i 時の計測値

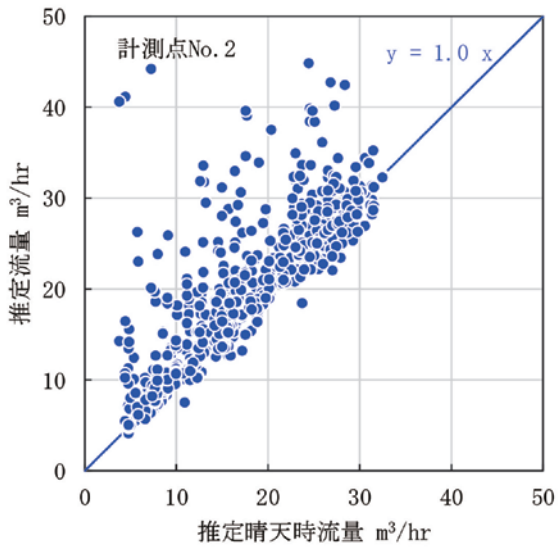
$\hat{y}_i$：i 時の推定値

$\bar{y}$：計測値の平均値

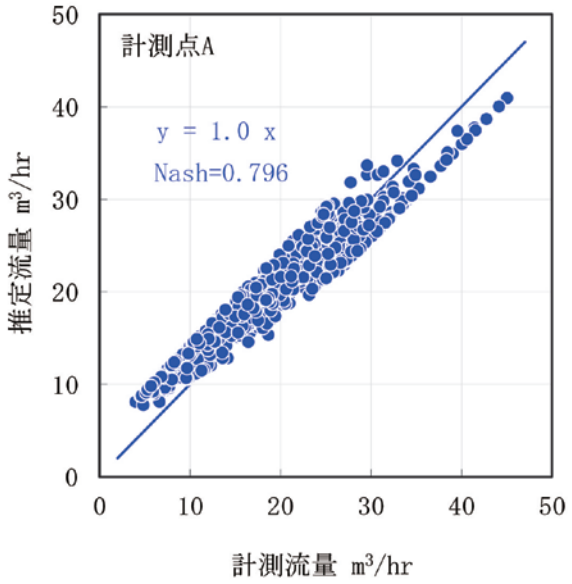
n：データ数



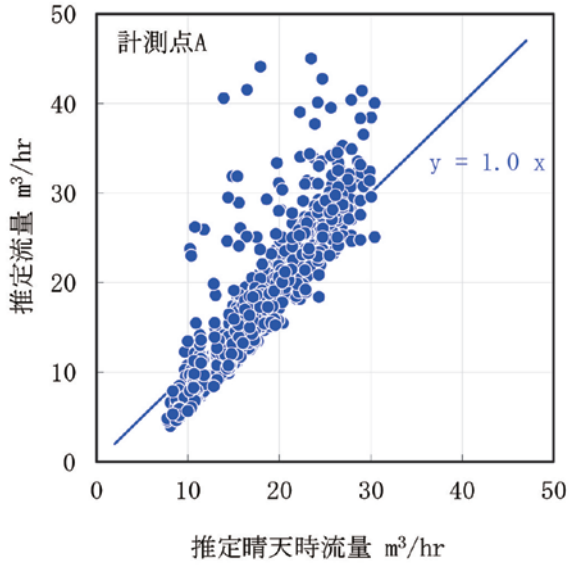
図−2　ニューラルネットワークによる計測流量と推定流量の関係



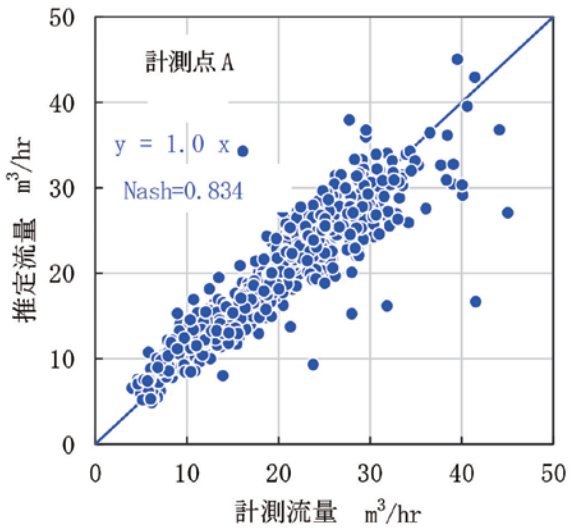
図−3　ニューラルネットワークによる推定晴天時流量と推定流量の関係



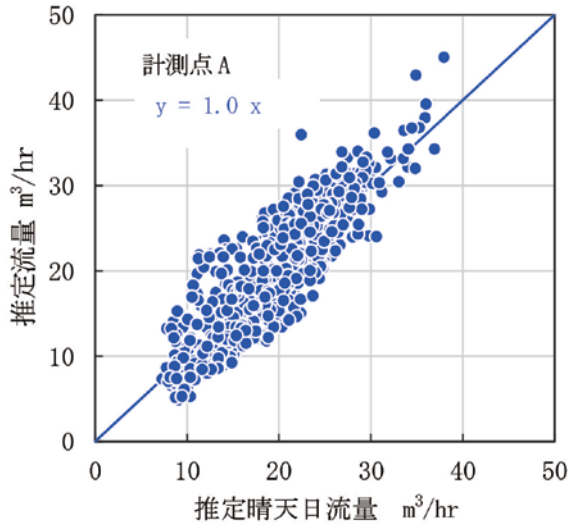
図−4　サポートベクターマシンによる計測流量と推定流量の関係



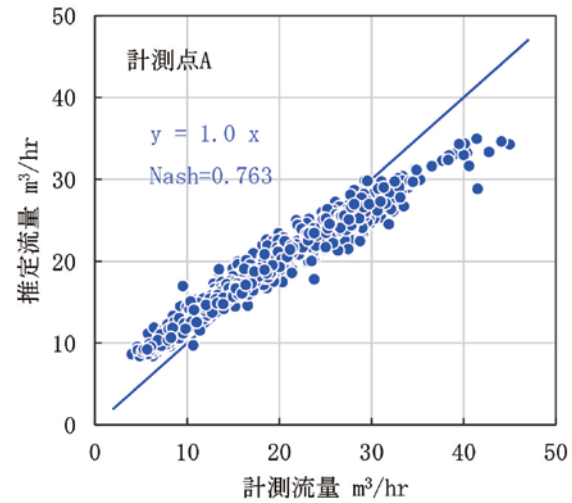
図−5　サポートベクターマシンによる推定晴天時流量と推定流量の関係



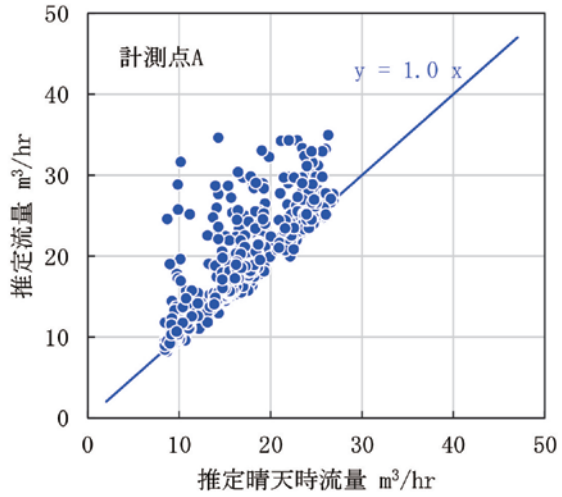
図−6　ベクトル自己回帰モデルによる計測流量と推定流量の関係



図−7　ベクトル自己回帰モデルによる推定晴天時流量と推定流量の関係



図−8　ランダムフォレストによる計測流量と推定流量の関係



図−9　ランダムフォレストによる推定晴天時流量と推定流量の関係

表−2　計測流量と推定流量の回帰具合

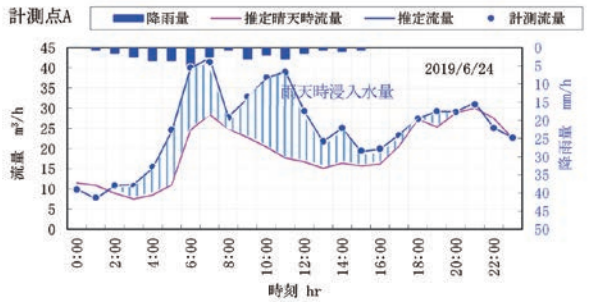
機械学習手法	Nash係数
ニューラルネットワーク	0.992
サポートベクターマシン	0.796
ベクトル自己回帰モデル	0.834
ランダムフォレスト	0.763

4 手法の回帰具合を**表−2** に示す。4 手法とも Nash 係数は 0.7 を超え，モデルの再現性は高いといえるが，ニューラルネットワークの Nash 係数は突出して高く，非常に適合性が高い。

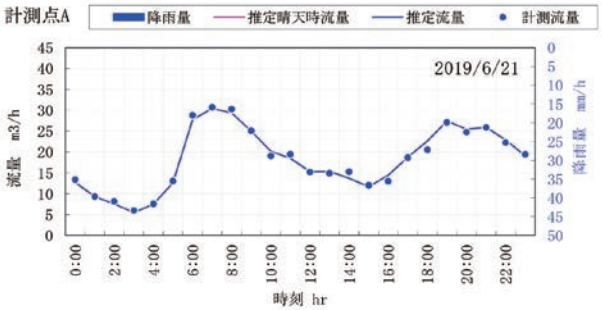
3．3　降雨量と雨天時浸入水量，晴天日計測流量と推定晴天時流量について

ニューラルネットワークで計算した**図−3** のある日の降水量，推定流量，および推定晴天時流量の時刻推移の一例を**図−10** に示す。図中の網掛け部分が雨天時浸入水量であり，**図−3** の 45 ° の線より上側の流量差がこの網掛け部に相当する。なお，図中の推定流量と計測流量がほぼ重なって見えるのは，回帰具合が高いためである。

一方，晴天日の計測流量と推定晴天時流量の関係を**図−11** に示す。図より，晴天日の計測流量と推定晴天時流量はよく一致，再現できている。また，推定晴天時流量と推定流量は晴天日のため，重なっている。



図−10　降雨日の降雨量，推定流量，推定晴天時流量の推移

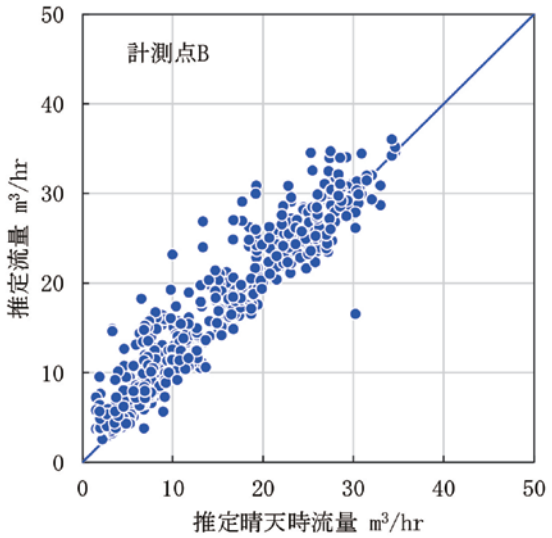


図−11　晴天日の計測流量，推定流量，推定晴天時流量の推移

3．4　流量計測による雨天時浸入水量解析

計測点 A と同時期に計測した計測点 B におけるニューラルネットワークで解析した，推定晴天時流量と推定流量の関係を**図−12** に示す。**図− 3** の計測点 A との比較になるが，計測点 B は計測点 A より 45 ˚の線から上の推定流量との差が小さく雨天時浸入水量は計測点 A より少ないと判断できる。

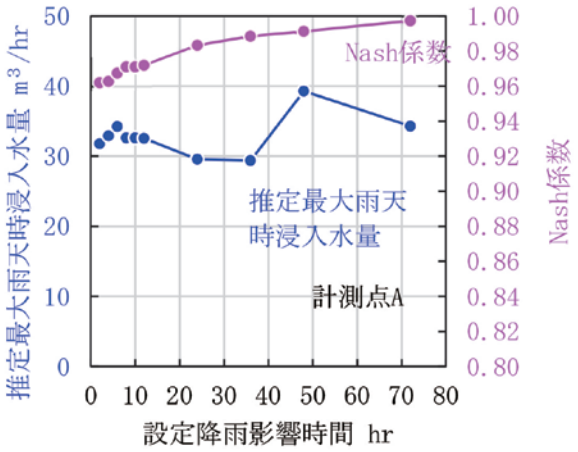
図− 3 ならびに**図−12** をより詳細に検討するために，計測点 A と計測点 B のそれぞれの概要とニューラルネットワークによる解析結果を**表− 3** に示す。両計測点とも⑥総推定流量そして⑧総雨天時浸入水量を定量化でき，さらに⑨管路延長当たり雨天時浸入水量，⑩雨天時浸入水量割合 [27]，⑪雨水浸入強度 [27] の解析結果は計測点 A が計測点 B より浸入水量が多いことを示している。このことは**図− 3** と**図−12** の比較結果と一致する。雨水浸入強度は文献 [27] の通り，直接浸入水強度と浸透浸入水強度の和であり，単位面積当たり単位雨量当たりの雨天時浸入水量をいう。分母の（総降雨量 mm ×面積 ha × 10）m^3 が，計測期間中に調査面積に降った雨量の総量を示す。



図−12　計測点 B のニューラルネットワークによる推定晴天時流量と推定流量の関係

表− 3　計測点 A，B の概要とニューラルネットワークによる解析結果の比較

概要・解析結果	単位	計測点A	計測点B	備考
土地利用形態	−	住居地域	住居地域	
①調査（逓加）面積	ha	21. 6	18. 9	
②管路延長	m	4, 928	5, 177	
③総降雨量	mm	212		
④総計測流量	m^3	14, 855	12, 323	
⑤逓加面積当たり流量	m^3/ha	688	652	
⑥総推定流量	m^3	14, 852	12, 324	
⑦総推定晴天時流量	m^3	13, 346	11, 205	
⑧総雨天時浸入水量	m^3	1, 506	1, 119	＝⑥−⑦
⑨管路延長当たり雨天時浸入水量	m^3/m	0. 306	0. 216	＝⑧÷②
⑩雨天時浸入水量割合	%	10. 1	9. 1	＝⑧÷⑥
⑪雨水浸入強度[27]	%	3. 3	2. 8	＝⑧÷（①×③×10）



図−13　降雨影響時間の設定と推定雨天時浸入水量および Nash 係数の関係

3．5　降雨影響時間の検討と設定

降雨による雨天時浸入水量の影響は，２，３日継続するといわれ，文献 [28] では，晴天日流量の抽出は降雨日後３日空けた次の日としている。

本研究においては，降雨による影響時間を検討するため，影響時間を 2, 4, 6, 8, 10, 12, 24, 36, 48, 72 時間と変えてニューラルネットワークで流量を解析し，雨天時浸入水量を推定した。

設定した降雨影響時間と推定雨天時浸入水量の関係を**図−13** に示す。併せて各設定降雨影響時間における回帰具合を Nash 係数で示す。設定降雨影響時

間が長くなるに従い，徐々に Nash 係数は高くなる。Nash 係数が高くなるのは，説明変数のデータ数が多くなるためである。雨天時浸入水量は，48 時間の影響時間が最大値を示した。解析の目的が雨天時浸入水量を把握することであるため，浸入水量を顕著に表すことができ，Nash 係数が高く回帰具合が良い 48 時間を降雨影響時間に採用して解析することとした。

4．ニューラルネットワークによる水温法解析に適した説明変数

4．1　水温の長期変動と説明変数

水温法のニューラルネットワークによる解析は，予備解析をした結果，３章の流量解析とは異なり，降雨による影響時間を長く設定すると水温の影響（水温低下）を表すことができないため，２時間分に設定した。ニューラルネットワークによる水温解析に使用する説明変数（入力層データ）のデータ構成を仮に**表−4** とする。

ニューラルネットワークで回帰した推定水温から，流量の解析と同様に降雨量をなし（0）として再計算し，雨天時の推定晴天時水温を推定する。

水温法をニューラルネットワークで**表−4** に示す説明変数を使って解析した推定水温結果を**図−14** に示す。マゼンタ色で表した計測水温は，時間的な変動があるとともに，夏に向かって徐々に水温が高くなる様子がわかる。一方の解析した推定水温（青色）は，計測水温をよく再現できておらず，季節の移行とともに乖離が大きくなっている。このことは，下水温は季節の移行に伴う水温変動がみられることであり，流量解析と同じ説明変数では季節変動といった長期的な水温変動を表せていないことである。

長期水温変動を表すため，カレンダー情報の６月，７月といったカテゴリ変数（**表−4** の月別カテゴリ）を使っているが，10 分当りの時系列データに対してこの月別カテゴリ変数による推定水温の動きが乏しいことが判明した。そこで，長期変動を表現するため，水温データを成分分解して抽出した長期変動水温[12] を正規化して説明変数に追加することにした。

成分分解の長期変動水温は，移動平均法で 10 分当り水温の時系列データを用い，時点ごとを中心に１日の周期分（144 個（＝ 24 時× 60 分÷ 10 分））の計測水温を平均した値である。

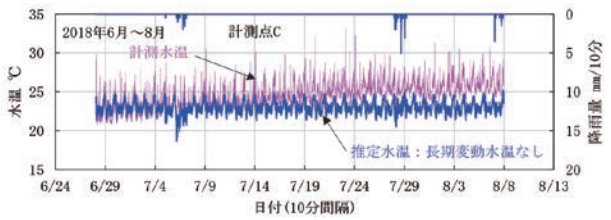
この際の水温解析データの説明変数のデータ構成を**表−5** に示す。

表−4 の説明変数から**表−5** の 10 分間隔の説明変数に変えて，ニューラルネットワークにより解析し

表−4　水温解析のデータ（説明変数）構成

データ項目	データ構成		
教師データ	・計測流量		
目的変数	・推定流量		
説明変数			
入力層データ：時刻カテゴリ（1時間間隔）			
	質的データ	・時刻カテゴリ：	24個*1
		・曜日カテゴリ：	7個*2
		・月別カテゴリ：	2個*3
		小計	33個
	量的データ	・1時間降雨量データ：	48個*4
		小計	48個
		合計	81個

＊1 時刻カテゴリ：1日（24時間）の流量の周期性を表す
＊2 曜日カテゴリ：1週間の生活活動の変動を表す
＊3 月別カテゴリ：調査期間２か月の季節変動を表す
＊4 対象とする計測流量の降雨の影響がある時刻（2日分）まで遡る降雨量の1時間間隔データ



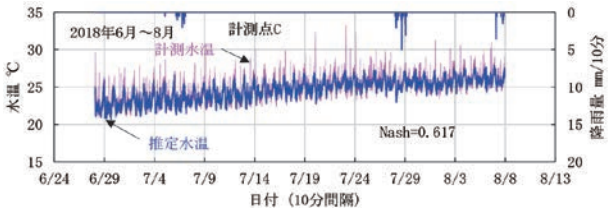
図−14　降雨量とカレンダー情報での計測水温と推定水温の関係

表−5　水温解析のデータ（説明変数）構成

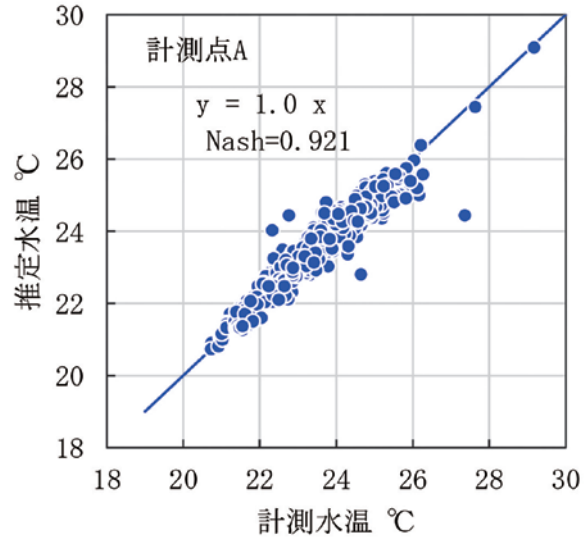
データ項目	データ構成		
教師データ	・計測水温		
目的変数	・推定水温		
説明変数			
入力層データ：時刻カテゴリ（10分間隔）			
	質的データ	・時刻カテゴリ：	144個
		・曜日カテゴリ：	7個
		小計	151個
	量的データ	・降雨量データ：	12個*1
		・長期変動水温：	1個*2
		小計	13個
		合計	164個
入力層データ：時刻カテゴリ（1時間間隔）			
	質的データ	・時刻カテゴリ：	24個
		・曜日カテゴリ：	7個
		小計	31個
	量的データ	・降雨量データ：	2個*3
		・長期変動水温：	1個*2
		小計	3個
		合計	34個

＊1 対象とする計測水温の降雨の影響がある時刻（2時間分）まで遡る降雨量の10分間隔データ
＊2 既報[13]で成分分解した長期変動水温を正規化したデータ
＊3 対象とする計測水温の降雨の影響がある時刻（2時間分）まで遡る降雨量の1時間間隔データ

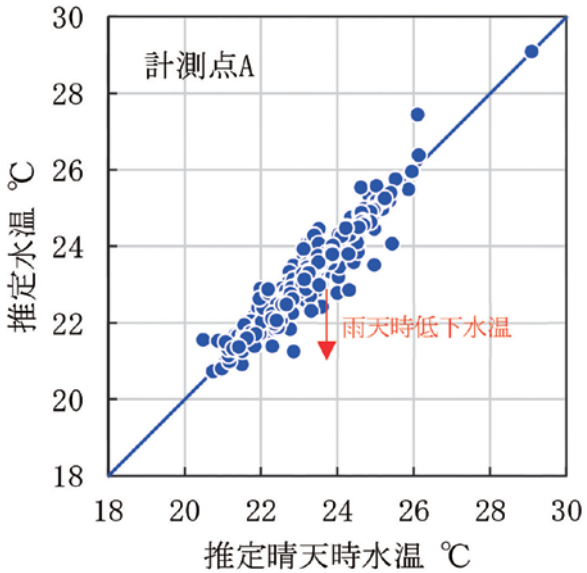
た結果を**図−15** に示す。月別カテゴリではなく，長期変動水温を説明変数にすることで，計測水温の回帰具合が良くなることが確認できたことから，水温法解析に使用する説明変数には長期変動水温を採用することにした。



図−15　降雨量とカレンダー情報＋長期変動水温での計測水温と推定水温の関係



図−16　計測水温と推定水温の関係



図−17　推定晴天時水温と推定水温の関係（計測間隔：1 時間）

4．2　水温の計測間隔と説明変数

4.2.1　時刻カテゴリを 1 時間間隔とした解析

（1）2019 年 6 月～ 7 月から抽出したデータの解析

3 章に示した流量測定と同時に，管路内水温を 1 時間間隔にスポット的に測定した。

この 1 時間間隔水温の時系列データを使い，ニューラルネットワークで計測点 A の計測水温を回帰する。

計測水温と推定水温の関係を**図−16** に示す。推定晴天時水温と推定水温の関係は，雨天時浸入水があれば水温が低下し，45 ˚の線から下側に打点されるはずであるが，**図−17** に示すように 45 ˚の線の上下両側に打点されており，雨天時浸入水による水温低下を表せていない。

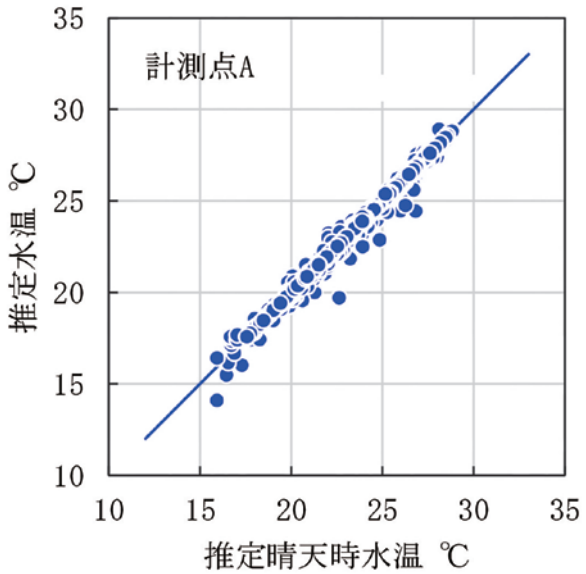
（2）2018 年 7 月～ 12 月から抽出したデータの解析

（1）の 2019 年の計測は，計測期間が短いことなどを考慮して，10 分当りデータが利用できる計測期間が長い（2018 年 7 月～ 12 月）時系列データを使い，この 1 時間間隔データと 10 分当りデータを説明変数の時刻カテゴリにしてニューラルネットワークにより水温解析を行い比較する。

まず，1 時間間隔の時系列データは 10 分当りの時系列データから 1 時間ごとに正時水温を抽出して作成し，ニューラルネットワークで推定水温を解析，さらに推定晴天時水温を求めた。その結果を**図−18** に示すが，45˚の線より下側に打点はあるものの回帰上の差と見分けがつかない状態であり，1 時間間隔の水温データでは，計測期間の長短に関わらず降雨の影響を表せていない。

4.2.2　時刻カテゴリを 10 分間隔とした解析

次に，10 分間隔の時刻カテゴリで解析した推定

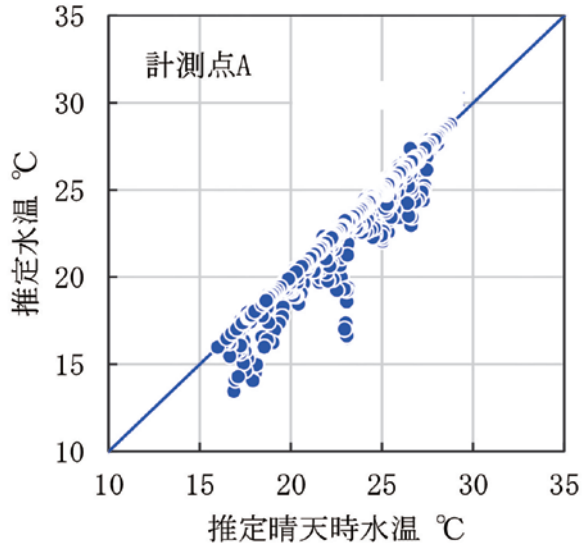


図−18　推定晴天時水温と推定水温の関係（計測間隔：1 時間）

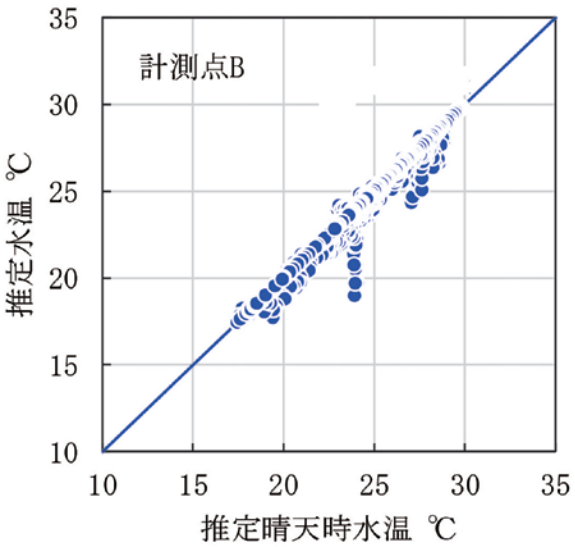
晴天時水温と推定水温の関係を図−19 に示す。45°の線の下側にプロットされたものが雨天時浸入水の影響によるものであり，10 分当りの時系列データを用いた解析では雨天時による水温の低下を表現できている。なお，計測水温と推定水温の Nash 係数は，図は掲載していないが 0.963 である。

以上のことから，ニューラルネットワークの解析では，10 分間隔のデータを用いることで水温変動を捉えて雨天時浸入水を推定できること，一方の 1 時間間隔の時系列データでは，浸入水による水温低下が把握できないことが判明した。

図−20 は，計測点 B について 10 分間隔のデータで解析し，推定晴天水温と推定水温の関係を示したものである。計測点 B においても雨天時浸入水による水温低下が見られる。



図−19　推定晴天時水温と推定水温の関係（計測間隔：10 分）



図−20　推定晴天時水温と推定水温の関係（計測間隔：10 分）

4.2.3　時刻カテゴリによる回帰具合

ニューラルネットワークを使った水温法の解析を行うにあたって，①質的データの時刻カテゴリを 1 時間間隔データ，量的データの降雨量データを 1 時間降雨量データにした場合，②質的データの時刻カテゴリを 10 分間隔データ，量的データの降雨量データを 10 分降雨量データにした場合の解析結果について Nash 係数を使って表− 6 に示す。表に示す通り，質的・量的データを 1 時間間隔から 10 分間隔にすることで Nash 係数が大きく，すなわち水温法の解析精度が向上する。また，図−18 と 19 を比較すると 10 分間隔の水温データで解析した方が 1 時間間隔データより，雨天時浸入水による水温低下をよく再現できていることがわかり，これは計測点 B での解析結果である図−20 からも判断できる。

表− 6　ニューラルネットワークによる水温法解析での時刻カテゴリによる Nash 係数

水温法解析での時刻カテゴリ	Nash係数
①　1時間間隔	0. 921
②　10分間隔	0. 963

5. ニューラルネットワークによる流量，水温法の解析結果

ニューラルネットワークを使った計測点 A および B の流量解析は表− 3 に示したが，これと時刻カテゴリ 10 分間隔での水温法解析結果を表− 7 にまとめて示す。

水温法解析においても，流量解析の雨天時浸入水量割合に相当する総低下水温℃ / 総推定水温℃，さらに雨水浸入強度に相当する総低下水温℃ / 総降雨量 m^3（降雨量 mm × 面積 ha × 10）のいずれも，

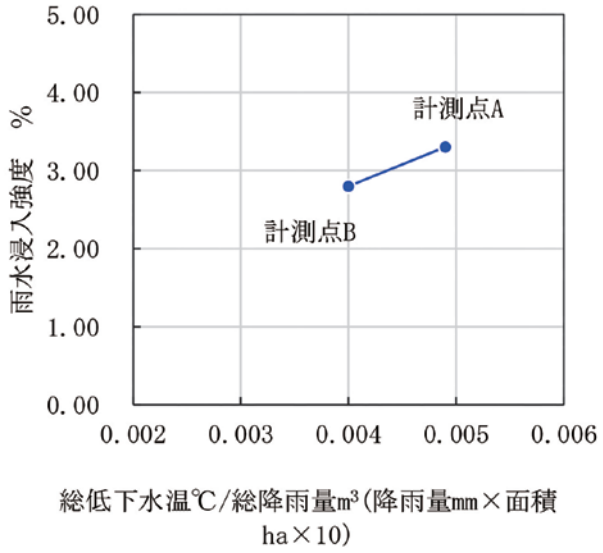
表− 7　ニューラルネットワークによる流量，水温法の解析結果

解析対象と調査日時	総降雨量と解析結果	計測点A	計測点B
流量解析 2019年 自　6月15日 至　7月15日	総降雨量(mm)	212	
	管路延長当たり雨天時浸入水量(m^3/m)	0. 306	0. 216
	雨天時浸入水量割合(%)	10. 1	9. 1
	雨水浸入強度(%)	3. 3	2. 8
水温法解析 2018年 自　6月29日 至12月16日	総降雨量(mm)	545	
	総低下水温(℃)/総推定水温(℃)	0. 10	0. 07
	総低下水温(℃)/総降雨量m^3(降雨量(mm)×面積(ha)×10)	0. 0049	0. 0040

計測点間の雨天時浸入水量の多寡を示すことが可能であった。

次に，**表−7** に示す総低下水温℃ / 総降雨量 m^3（降雨量 mm ×面積 ha × 10）と各計測点の雨水浸入強度の関係を**図−21** に示す。

雨天時浸入水量を把握するために，機械学習によって流量や水温から推定する場合，計測の調査時期が異なると，気温や降雨量といった環境条件も変わる。本研究では，流量による解析と水温法の解析に使用したデータの計測時期は異なるが，**図−21** に示す通り調査時期が異なっても横軸の水温法の解析結果と縦軸の流量解析の結果に相関があることから，計測時期は異なっても計測点間の雨天時浸入水量の多寡を表現できることを確認した。

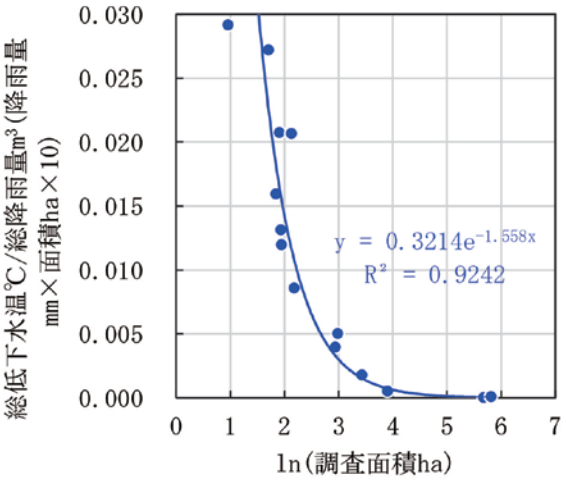


図−21　計測点 A，B の総低下水温℃ / 総降雨量 m^3（降雨量 mm× 面積 ha×10）と雨水浸入強度の関係

6. 水温解析における 1 計測点当たりの調査面積の検討

雨天時浸入水量による水温の影響が調査面積によってどのような傾向を示すか検討するために，調査区域内の調査面積が異なる他の計測点 16 箇所についてニューラルネットワークによる解析を行った。降雨量，計測水温とも 10 分当りの時系列データを用いて，低下水温を推定し，計測期間中の総降雨量と雨水浸入強度に相当する総降雨量 m^3（降雨量 mm ×調査面積 ha × 10）に対する総低下水温の比を求め，計測点ごとの ln（調査面積 ha）との関係を**図−22** に示す。

各計測点における比は，雨天時浸入水量の大小により変化するが，グラフ曲線の傾きが ln（調査面積 ha）＝ 3.0 ～ 3.5 付近で変化していて，ln（調査面積 ha）＝ 4 では縦軸の値が小さすぎて読み取りづらい。このことから，水温法での計測点の調査面積は，20 ～ 30ha（≒ 20.1ha（＝ $e^{3.0}$）～ 33.1ha（＝ $e^{3.5}$））程度が望ましいことがわかる。



図−22　計測点ごとの ln（調査面積 ha）と総降雨量 m^3（降雨量 × 調査面積 ×10）に対する総低下水温の比の関係

7. 解析に必要な説明変数

本研究では，関東地方のある地方都市に位置する住居地域において，流量ならびに水温法による雨天時浸入水の解析をニューラルネットワークによって行った。その結果，流量による解析では**表−1** に示す説明変数を使用することで，一方の水温法による解析では，**表−5** の 10 分間隔の時刻カテゴリの説明変数を使用することで，それぞれの計測流量，水温を精度よく再現できた。

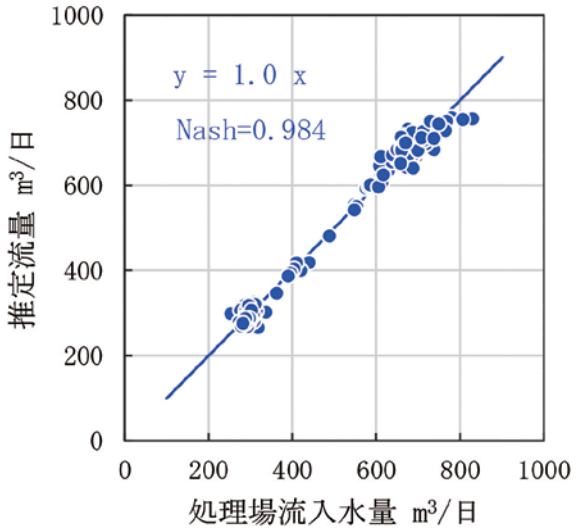
一方，全国的には多様な条件下に下水道管きょが敷設されており，機械学習によって雨天時浸入水量を解析する場合，本研究で使用した説明変数のみでよく回帰できるか否かは不明である。この章では，上記解析に使用した都市ではなく農村地域にある農業集落排水施設の流量データを使用して，地域の特性に合致した説明変数について検討する。

農業集落排水管理者から入手した流量データは，処理場における流入水量の維持管理記録として 8 月 ～ 11 月末までの日当りデータである。管路施設はすべてが塩化ビニル管である。なお，解析に使用した説明変数は**表−1** を基本とするが，流量データが日当りデータのため，降雨量も日当たりとして解析したが，うまく回帰できなかった。そこで，管理者からヒアリングした結果，①維持管理記録の範囲には 8 月 10 日～ 9 月 30 日の灌漑期と 10 月以降の非灌漑期がある，② 10 月に入ると急に処理場への流入量が減少する，③農業用水が地中に浸透し，それ

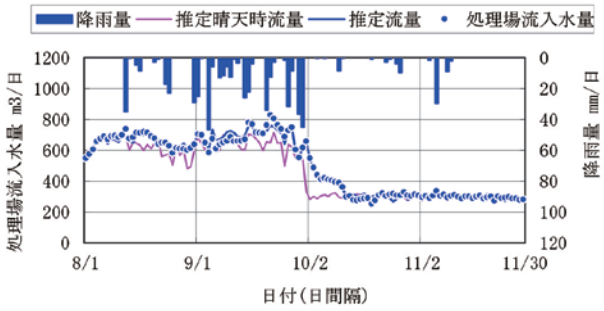
が浸入水となっている可能性がある，④農業用水管と汚水管が誤接合されている可能性がある，などの情報が得られた。このため，これらの情報を灌漑カテゴリとして追加，導入した。

処理場流入水量と解析した推定流量の結果を**図−23** に示すが，Nash 係数が 0.984 と極めてよく回帰できている。また，維持管理記録の期間中の流入水量（青点で表示）の推移を**図−24** に示すが，この図に解析した推定流量を青色で，推定晴天時流量をマゼンタ色で表す。推定流量，推定晴天時流量ともに非灌漑期になると減少していることが回帰できている。

以上より，雨天時浸入水量を機械学習によって解析する場合は，対象地域の特性や管きょ施設の布設条件などを考慮して説明変数を検討し，教師データとの回帰具合を確認する必要がある。



図−23　処理場流入流量と推定流量の関係



図−24　処理場流入量と推定流量および推定晴天時流量の推移

8. まとめ

本研究では，機械学習を用いて雨天時浸入水の解析を行った。得られた知見を以下に示す。

① 流量データを使った雨天時浸入水量解析では，ニューラルネットワーク，サポートベクターマシン，ベクトル自己回帰モデル，ランダムフォレストいずれの機械学習においても推定結果が Nash 係数 0.7 以上とよく回帰できた。

② 特にニューラルネットワークを使った解析は，Nash 係数が 0.992 と最も高く，雨天時浸入水量の解析に有効であることを確認した。

③ 管路延長当たり雨天時浸入水量，雨天時浸入水量割合，雨水浸入強度から，計測点間の雨天時浸入水量の多寡を示すことができる。

④ 流量解析では，時系列データは 1 時間当たりの流量を使い，説明変数に**表−1** の質的データである時刻，曜日，月別カテゴリを加え，量的データとして降雨の影響時間として 2 日分まで遡る雨量データを追加することによって計測流量を回帰し，雨天時浸入水量を推定できる。

⑤ 水温法による解析では，**表−5** に示す通り，説明変数の時刻カテゴリは 10 分間隔の水温を用い，質的データである時刻，曜日カテゴリと，量的データとして降雨の影響時間として 2 時間分まで遡る雨量データと長期変動水温を追加することによって計測水温を回帰でき，雨天時浸入水による低下水温を推定できる。

⑥ 調査時期が異なるデータを使用しても流量解析，水温法解析ともに計測点間の雨天時浸入水量の多寡を評価できる。

⑦ 機械学習で雨天時浸入水量の解析を行う際には，農業集落排水事業での解析事例のように，対象地域や管きょ施設の特性を考慮した説明変数を見つけることが重要となる。

9. 謝辞

本研究は，令和元年度科学研究費助成事業（基盤研究（C））（課題番号：19K04670，代表者：日本大学　佐藤克己）の支援を受けて実施されました。ここに記して感謝の意を表します。

〈参考文献〉

1）金明哲：Rによるデータサイエンス 森北出版株式会社 2017 年 3 月 第 2 版第 1 刷 pp.216-227

2）中根進：ニューラルネットワークを用いた雨天時浸入水を含む流量の再現，下水道協会誌 Vol.45, pp.162-169，2008

3）滝口修司，キムスンミン，立川康人，市川温，萬和明：ニューラルネットワークを用いた関千知宇地域の河川流量予測における重要入力因子の抽出，土木学会論文集 B1（水工学），Vol.74，No.4，pp.1_877-1_882，2018
4）阿部清明，菊池英明，古川浩平，塩月善晴：ニューラルネットワークによる流出解析手法（日流量）に関する研究，土木学会論文集，No.656，Ⅱ-52，pp.1-13，2000
5）高崎忠勝，河村明，天口英雄:ニューラルネットワークによる都市中小河川感潮域の水位推定，土木学会論文集 B1（水工学），Vol.67，No.4，pp.1_1603-1_1608，2011
6）一言正之，桜庭雅明：深層ニューラルネットワークと分布型モデルを組み合わせたハイブリッド河川水位予測手法，土木学会論文集 B1（水工学），Vol.73，No.1，pp.22-33，2017
7）槻山敏明，外山久典，笹原和彦，眞間修一，関基，竹村仁志：ニューラルネットワークによる阿武隈川洪水予測の基礎的研究，土木学会河川技術論文集（河川技術に関するシンポジウム v.9），pp.173-178，2003
8）関基，木村晃，古山一志，和田高宏，金子祐，穴水秀樹，眞間修一:河川特性を反映したニューラルネットワーク洪水予測の精度向上，土木学会河川技術論文集，第 10 巻，pp.295-300，2013
9）一言正之，桜庭雅明：深層学習の適用によるニューラルネットワーク洪水予測の精度向上，土木学会河川技術論文集，第 22 巻，pp.1-6，2016
10）岡田治，柿澤一弘，田所正，中安正晃：AI による洪水予測と水位データの異常検知，平成 29 年度河川情報シンポジウム，pp.3-1-3-15，2017
11）佐藤克己，長谷川孝，高橋岩仁，保坂成司，仙波不二夫，森田弘昭：管路内下水温の連続測定による不明水調査手法の実用化研究，環境技術，VOL.45，pp.262-271，2017
12）佐藤克己，中根進，高橋岩仁，保坂成司，森田弘昭:時系列水温データの成分分解による下水量解析，下水道協会誌，Vol.57，pp.88-97
13）金明哲：Ｒによるデータサイエンス 森北出版株式会社 2017 年３月 第２版第１刷 pp.209-215
14）高橋俊彦，平山康典，天野玲子，武田誠，松尾直樹:浸水実績・降雨記録を用いた機械学習に基づく簡易浸水予測システム，土木学会論文集 B1（水工学），Vol.67，No.4，pp.1_937-1_942，2011
15）樋田祐輔，千葉洋，浅岡良浩，長林久夫：流出解析モデルと機械学習を用いた下水道管渠内水位のリアルタイム予測手法，土木学会論文集 B1（水工学），Vol.73，No.4，pp.1_649-1_654，2017
16）武田誠：豪雨による都市浸水のモニタリングと対策支援技術の開発，国土交通省 平成 29 年度 河川砂防技術研究開発 成果概要，pp.1-7，2018
17）村尾博：Ｒで学ぶ実証分析 時系列分析の基礎から予測まで，オーム社，2019 年 12 月
18）内田賢悦：水災害時の Ｘバンドレーダ情報を用いた河川水位予測に関する研究，北海道河川財団研究所紀要（ＸＸⅦ），pp.113-123，2016
19）小山直紀，山田正：観測水位のみを用いた時系列解析による洪水予測手法の適用性に関する研究，中央大学理工学研究所論文集，pp.13-20，2019
20）金明哲：Ｒによるデータサイエンス 森北出版株式会社 2017 年３月 第２版第１刷 pp.201-205
21）坂本莉子，中津川誠，小林洋介：ランダムフォレスト法に基づく大河川の低頻度洪水の水位予測に関する研究，土木学会論文集 B1（水工学），Vol.74，No.4，pp.1_1375-1_1380，2018
22）岡崎亮太，中津川誠，小林洋介：ランダムフォレスト法による洪水時の水位予測手法の提案，土木学会論文集 B1（水工学），Vol.74，No.4，pp.1_1459-1_1464，2018
23）高崎忠勝，枝澤知樹，川合将文：石神井川下流域の流域雨量に関する検討，東京都　令元 . 都土木技術支援・人材育成センター年報，pp.79-83，2019
24）国土交通省 水資源分野における気候変動への適応策のあり方検討会：第５回気候変動による水資源への影響検討会 今年度の検討状況について，2014
25）奥泉宗一郎，中津川誠，臼谷友秀：GIS を用いた汎用的な流出計算手法の提案，水文・水資源学会誌，Vol.29，No.1，pp.32-43，2016
26）日本学術会議：回答　河川流出モデル・基本高水の検証に関する学術的な評価－公開説明（質疑）－，p.10，2011
27）公益財団法人日本下水道新技術機構：ストキャスティック手法を用いた雨天時浸入水対策に関する技術マニュアル－ 2018 年３月－，p.161，2018
28）国土交通省国土技術政策総合研究所：汚水管きょへの雨天時浸入水に関する調査報告書，p.5，2002

（R3.1.26 受付）

佐藤（さとう）　克己（かつみ）
日本大学生産工学部
土木工学科　教授
日本下水道協会　特別会員

中根（なかね）　進（すすむ）
中日本建設コンサルタント㈱
水工技術本部　技師長
日本下水道協会　特別会員

高橋（たかはし）　岩仁（いわひと）
日本大学生産工学部
土木工学科　教授
日本下水道協会　特別会員

保坂（ほさか）　成司（せいじ）
日本大学生産工学部
環境安全工学科　教授
日本下水道協会　特別会員

森田（もりた）　弘昭（ひろあき）
日本大学生産工学部
土木工学科　教授
日本下水道協会　特別会員

Abstract

Research on Analysis of Infiltration of Stormwater Volume by AI Machine Learning of Flow Rate, Water Temperature Method Data

Katsumi Sato, Susumu Nakane, Iwahito Takahashi, Seiji Hosaka and Hiroaki Morita

The authors estimated the decrease in water temperature due to precipitation from the measured water temperature using a neural network, which is one of AI machine learning. It was shown that the non-excess probability represents a decrease in water temperature due to precipitation. As a result of measuring the water temperature and flow rate at the same point and analyzing the infiltration of storm water rate using this data, it was confirmed that there is a correlation with the non-excess probability. Then, it was shown that the non-excess probability represents the infiltration of stormwater rate ratio. In this study, the flow rate measured using machine learning was used as teacher data, and the estimated flow rate and the estimated flow rate in fine weather were derived from it. Then, it was confirmed that the neural network method can be reproduced best and is effective for this analysis. We also considered the selection of explanatory variables suitable for water temperature analysis, the appropriate measurement interval of water temperature data, and the survey area. At the same time, it was shown that the amount of infiltrated of stormwater between measurement points, can be analyzed by measuring either the flow rate or the water temperature.

お知らせ

「若手研究発表賞」のお知らせ

標記賞は下水道事業や下水道技術の分野で、次代を担う若手の技術者（実務者）や研究者のさらなる活躍を期待して、その研究やハードおよびシステム技術開発・実務における革新的な成果に対して授与する賞です。

若手の方々からの下水道協会誌への積極的なご投稿を期待しております。

対 象 者：下水道協会誌掲載の論文を対象とし、投稿論文の原稿投稿時の年齢が 35 歳以下の第一著者を対象として授与

選考時期：毎年 3 月（下水道協会誌論文審査委員会に於いて選考）

選考方法：下水道協会誌 1 月号～12 月号の掲載の中から 1 編を選考する予定
掲載された論文とともに、他の研究業績（下水道研究発表会での発表や、下水道協会誌への特集記事など）も含めて、賞の選考を行います。
後日、下水道協会誌に表彰結果を掲載

問 合 先
公益社団法人　日本下水道協会 協会誌編集担当
TEL　03-6206-0679
FAX　03-6206-8529
E-mail　kyokaishi@ngsk.or.jp

一般原稿投稿のご案内

（資格）
1. 本誌への投稿は、本会の会員（正会員、賛助会員および特別会員）に限ります。

（原稿掲載の取扱い）
2. 原稿掲載の適否は、編集委員の査読を経て下水道協会誌編集委員会が決定します。他の出版物に発表したものや営利上の宣伝にわたるものなどは、掲載いたしません。

（原稿の作成）
3. 原稿の作成は、原稿登載区分によるものとします。
原稿制限頁数については、**A 4判の規格により1頁2,400文字（1行24文字、横2段、50行）**とし、規定の分量におまとめ下さい。原稿分量には図表、写真も含みます。（図表はできるだけ簡略化し、投稿者においてパソコン等で作成して下さい。）
章、節、項の区分および図表番号は、それぞれ1、(1)、1）、図－1、表－1のように表示し、図表の挿入場所を明確に指定して下さい。
原稿には原則として第○号などの番号を付けず、1号をもって完結するものとします。
プリントアウトした原稿1部と電子データ（CD-R等）をお送り下さい。

（著作権等）
4. 掲載した原稿の著作権は、著者が保有し、編集著作権は、本会が所有します。

原稿登載区分

登載区分	原稿量（刷上り頁）	内容
実務コーナー	3	計画、設計、工事、実験、維持管理あるいは事務改善などの事例を内容とするもの
資料	6	調査等の結果に基づくデータ等の集計、分析等を行ったもの
随筆	2	経験談、体験談、旅行記等を随筆としてまとめたもの
トピックス	1	事務の改善および研究開発等に関するトピックス的情報を内容としたもの

公益社団法人 日本下水道協会 企画調査部 企画課
〒101-0047　東京都千代田区内神田２丁目10番12号
内神田すいすいビル８階
電話　０３（６２０６）０６７９（直）

下水道協会会員限定サイト

委員会の情報が知りたい

協会運営について知りたい

経営・技術について質問や相談がしたい

会員ページにお任せください！

協会誌のバックナンバーが見たい

下水道の広報事例が知りたい

国土交通省からの資料が見たい

会員ページは、協会が開催している委員会の情報や協会誌のバックナンバーをはじめ、下水道の経営や技術に関する Q&A や下水道関係判例データベース、下水道の広報事例等、会員限定の様々なコンテンツが閲覧できるページです。

そのほかにも、下水道英単語集や国土交通省がこれまでに発出した通知類等、役立つ情報が多数掲載されておりますので、是非ご利用ください。

※閲覧の際には、会員ごとに付与した ID とパスワードが必要になります。

HOTNEWS

「会員名簿 WEB 版」の公開

このたび下水道協会は、会員の皆様からのアンケート調査の結果を受け、令和３年１０月より「会員名簿 WEB 版」を会員専用ページに公開することといたしました。
「会員名簿 WEB 版」は、スマートフォンやタブレットからもリアルタイムにアクセスできます。会員名簿（冊子版）とあわせてぜひご利用ください。

エリアで探す
都道府県別に会員情報を検索できます。

会員名で探す
会員名から会員情報を検索できます。

会員種別で探す
会員種別から会員情報を検索できます。

掲載項目

①会員名
②会員番号
③会員種別
④所在地
⑤ TEL
⑥ FAX
⑦ホームページ URL
⑧代表者
⑨下水道所管部局責任者
⑩下水道担当者

※「会員名簿 WEB 版」は、当協会会員を限定とした会員専用ページ「会員ページ」に公開しております。
※「会員ページ」を閲覧する際は、会員ごとに付与した ID・パスワードが必要になります。

HOTNEWS

「賛助会員検索ページ」の公開

このたび下水道協会は、会員の皆様からのアンケート調査の結果を受け、令和３年１０月より「賛助会員検索ページ」を公開することといたしました。
「賛助会員検索ページ」は当協会ウェブサイト上からアクセスでき、賛助会員の皆様の業種区分や取扱い製品 / サービス等から会員情報を検索できます。賛助会員の皆様にとっては自社製品を PR する場として、自治体の皆様にとっては賛助会員の皆様の情報を包括的に入手することができる有益なページです。ぜひご利用ください。

エリアで探す

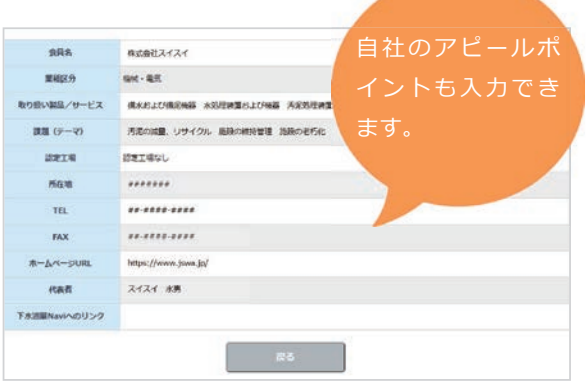
都道府県別に会員情報を検索できます。

詳しく探す

所在地や業種区分、取り扱い製品 / サービス、課題（テーマ）等から会員情報を検索できます。
下水道事業者である自治体の皆様が調べたい製品 / サービスのある企業や、抱えている課題を解決してくれる企業をここから検索することができます。

掲載項目

①会員名
②業種区分
③取り扱い製品 / サービス
④課題（テーマ）
⑤認定工場の有無
⑥所在地
⑦ TEL
⑧ FAX
⑨ホームページ URL
⑩代表者名
⑪下水道展 Navi へのリンク
⑫アピールポイント（任意）



日本下水道協会発行図書一覧

■行財政

ID	名称	判	発行年度	一般価格	会員価格
502	受益者負担金（分担金）徴収事務の手引き	A4	2021	6,600 円（6,000 円＋税）	3,300 円（3,000 円＋税）
501	下水道使用料徴収事務の手引き	A4	2021	6,600 円（6,000 円＋税）	3,300 円（3,000 円＋税）
731	令和２年度　日本の下水道	A4	2020	6,400 円（5,818 円＋税）	3,200 円（2,909 円＋税）
500	処理場等包括的民間委託導入ガイドライン	A4	2020	6,600 円（6,000 円＋税）	3,300 円（3,000 円＋税）
283	処理場等包括的民間委託の履行監視・評価に関するガイドライン CD-ROM 付	A4	2019	6,105 円（5,550 円＋税）	3,047 円（2,770 円＋税）
171	下水道使用料算定の基本的考え方（2016 年度版）	A4	2017	6,105 円（5,550 円＋税）	3,047 円（2,770 円＋税）
156	接続方策マニュアル（CD-ROM 付）	A4	2016	10,175 円（9,250 円＋税）	5,093 円（4,630 円＋税）
138	下水道事業における公営企業会計導入の手引き -2015 年版（移行対応版）	A4	2016	6,105 円（5,550 円＋税）	3,047 円（2,770 円＋税）
5	受益者負担金等事務事例集	A4	2006	6,204 円（5,640 円＋税）	3,971 円（3,610 円＋税）
7	下水道広報マニュアル	B5	2001	1,012 円（920 円＋税）	1,012 円（920 円＋税）

■技術・指針

ID	名称	判	発行年度	一般価格	会員価格
560	下水道土木工事必携（案）2021 年版	A4	2021	7,480 円（6,800 円＋税）	3,740 円（3,400 円＋税）
288	下水道施設計画・設計指針と解説（前編）-2019 年版-	A4	2019	26,400 円（24,000 円＋税）	13,200 円（12,000 円＋税）
289	下水道施設計画・設計指針と解説（後編）-2019 年版-	A4	2019	46,200 円（42,000 円＋税）	23,100 円（21,000 円＋税）
180	下水道協会誌シリーズ　下水道技術の継承 - 管きょ編 -	A4	2017	2,440 円（2,218 円＋税）	1,220 円（1,109 円＋税）
179	管きょ更生工法における設計・施工管理ガイドライン -2017 年版 CD-ROM 付	A4	2017	25,454 円（23,140 円＋税）	12,727 円（11,570 円＋税）
167	排水設備事務要覧 -2016 年版-	A4	2017	4,070 円（3,700 円＋税）	2,035 円（1,850 円＋税）
168	排水設備工事責任技術者試験標準問題集	A4	2017	2,000 円（1,819 円＋税）	1,500 円（1,364 円＋税）
173	排水設備工事責任技術者講習用テキスト	A4	2017	2,500 円（2,273 円＋税）	2,000 円（1,819 円＋税）
166	事業場排水指導指針と解説（2016 年版）	A4	2017	22,407 円（20,370 円＋税）	11,198 円（10,180 円＋税）
172	平成 28 年 熊本地震 迅速な復旧へ、経験を活かせ !!	B6	2017	3,047 円（2,770 円＋税）	1,518 円（1,380 円＋税）
165	下水道管路施設ストックマネジメントの手引き（2016 年版）	A4	2017	8,140 円（7,400 円＋税）	4,070 円（3,700 円＋税）
164	下水道排水設備指針と解説（2016 年版）	A4	2016	8,140 円（7,400 円＋税）	4,070 円（3,700 円＋税）
42	下水道施設耐震計算例 - 管路施設編 -（前編）（2015 年版）	A4	2015	11,605 円（10,550 円＋税）	5,797 円（5,270 円＋税）
43	下水道施設耐震計算例 - 管路施設編 -（後編）（2015 年版）	A4	2015	12,826 円（11,660 円＋税）	6,413 円（5,830 円＋税）
135	下水道施設耐震計算例 - 処理場・ポンプ場編 -（2015 年版）	A4	2015	23,419 円（21,290 円＋税）	11,704 円（10,640 円＋税）
55	下水道維持管理指針　総論編、マネジメント編 -2014 -	A4	2014	7,942 円（7,220 円＋税）	3,971 円（3,610 円＋税）
56	下水道維持管理指針　実務編 -2014 -	A4	2014	23,826 円（21,660 円＋税）	11,913 円（10,830 円＋税）
54	下水道の地震対策マニュアル（2014 年版）	A4	2014	19,756 円（17,960 円＋税）	9,878 円（8,980 円＋税）
53	下水道施設の耐震対策指針と解説（2014 年版）	A4	2014	22,407 円（20,370 円＋税）	11,198 円（10,180 円＋税）
52	下水道管路施設の点検・調査マニュアル（案）	A4	2013	3,047 円（2,770 円＋税）	2,035 円（1,850 円＋税）
48	下水試験方法 上巻 CD-ROM 付　2012 年版	A4	2012	17,204 円（15,640 円＋税）	11,506 円（10,460 円＋税）
49	下水試験方法 下巻 CD-ROM 付　2012 年版	A4	2012	12,012 円（10,920 円＋税）	7,843 円（7,130 円＋税）
50	下水試験方法 2 種セット【会員限定】	A4	2012	-	17,800 円（16,182 円＋税）
16	下水道推進工法の指針と解説（2010 年版）	A4	2010	15,675 円（14,250 円＋税）	9,878 円（8,980 円＋税）
10	下水道台帳管理システム標準仕様（案）・導入の手引き Ver.4 CD-ROM 付	A4	2010	9,361 円（8,510 円＋税）	7,843 円（7,130 円＋税）
13	ライフライン下水道の復旧を急げ !! 新潟県中越地震 -100 日間の闘い -	B6	2005	1,518 円（1,380 円＋税）	1,518 円（1,380 円＋税）
19	小規模下水道計画・設計・維持管理指針と解説 -2004 年版-	A4	2004	7,843 円（7,130 円＋税）	7,843 円（7,130 円＋税）

38	バイオソリッド利活用基本計画（下水汚泥処理総合計画）策定マニュアル	A4	2004	4,169 円（3,790 円＋税）	4,169 円（3,790 円＋税）
27	合流式下水道改善対策指針と解説	A4	2002	8,349 円（7,590 円＋税）	8,349 円（7,590 円＋税）
36	下水道における化学物質リスク管理の手引き（案）	A4	2001	2,035 円（1,850 円＋税）	2,035 円（1,850 円＋税）
22	下水道用マンホールふたの維持管理マニュアル（案）	A4	2000	1,518 円（1,380 円＋税）	1,518 円（1,380 円＋税）
17	微量物質等に関する Q&A	A4	2000	1,012 円（920 円＋税）	1,012 円（920 円＋税）
18	発展途上国における下水道施設管理適正化指針（案）	A4	2000	3,663 円（3,330 円＋税）	3,663 円（3,330 円＋税）
23	下水道の地震対策についての検討報告書（概要）	B5	1997	2,035 円（1,850 円＋税）	2,035 円（1,850 円＋税）
24	アクアリサイクルプラン策定の手引（案）	A4	1994	3,663 円（3,330 円＋税）	3,663 円（3,330 円＋税）
25	下水道管路施設設計の手引 -1991 年版-	A4	1991	5,192 円（4,720 円＋税）	5,192 円（4,720 円＋税）
33	リン除去設計マニュアル	B5	1988	3,047 円（2,770 円＋税）	3,047 円（2,770 円＋税）
26	下水道用管（剛性管）に係わる土圧調査報告書	B5	1988	4,169 円（3,790 円＋税）	4,169 円（3,790 円＋税）
29	下水道雨水調整池技術基準（案）解説と計算例	A4	1984	4,675 円（4,250 円＋税）	4,675 円（4,250 円＋税）
31	富栄養化防止下水道整備基本調査の手引	B5	1984	2,035 円（1,850 円＋税）	2,035 円（1,850 円＋税）
28	既設処理場の改善指針（案）	B5	1984	4,169 円（3,790 円＋税）	4,169 円（3,790 円＋税）
32	下水道施設省資源省エネルギー化対策	B5	1983	3,762 円（3,420 円＋税）	3,762 円（3,420 円＋税）
30	下水道管路施設における浸入水防止対策指針	B5	1982	1,012 円（920 円＋税）	1,012 円（920 円＋税）

■用語集

ID	名称	判	発行年度	一般価格	会員価格
58	下水道用語集　2000 年版	A5	2000	6,204 円（5,640 円＋税）	6,204 円（5,640 円＋税）

■下水道用設計標準歩掛表

ID	名称	判	発行年度	一般価格	会員価格
303	下水道用設計標準歩掛表　令和 3 年度 第 1 巻 管路編	A4	2021	7,535 円（6,850 円＋税）	3,762 円（3,420 円＋税）
304	下水道用設計標準歩掛表　令和 3 年度 第 2 巻 ポンプ場・処理場編	A4	2021	7,128 円（6,480 円＋税）	3,564 円（3,240 円＋税）
305	下水道用設計標準歩掛表　令和 3 年度 第 3 巻 設計委託編	A4	2021	7,326 円（6,660 円＋税）	3,663 円（3,330 円＋税）

■下水道用設計積算要領

ID	名称	判	発行年度	一般価格	会員価格
291	下水道用設計積算要領　設計委託編　2019 年版	A4	2019	15,840 円（14,400 円＋税）	7,920 円（7,200 円＋税）
161	下水道用設計積算要領　ポンプ場・処理場施設（機械・電気設備）編	A4	2016	7,128 円（6,480 円＋税）	3,564 円（3,240 円＋税）
65	下水道用設計積算要領　管路施設（開削工法）編	A4	2015	8,349 円（7,590 円＋税）	4,169 円（3,790 円＋税）
71	下水道用設計積算要領　管路施設（推進工法）編	A4	2014	8,140 円（7,400 円＋税）	4,070 円（3,700 円＋税）
66	下水道用設計積算要領　土木総説編（管路施設、ポンプ場・処理場施設）	A4	2013	7,326 円（6,660 円＋税）	4,675 円（4,250 円＋税）
69	下水道用設計積算要領　管路施設（管きょ更生工法）編	A4	2012	4,675 円（4,250 円＋税）	3,047 円（2,770 円＋税）
67	下水道用設計積算要領　管路施設（シールド工法）編	A4	2010	5,192 円（4,720 円＋税）	4,169 円（3,790 円＋税）

■下水道施設維持管理積算要領

ID	名称	判	発行年度	一般価格	会員価格
559	下水道施設維持管理積算要領　ー処理場・ポンプ場施設編ー　2020 年版	A4	2020	13,640 円（12,400 円＋税）	6,820 円（6,200 円＋税）
558	下水道施設維持管理積算要領　ー管路施設編ー　2020 年版	A4	2020	10,560 円（9,600 円＋税）	5,280 円（4,800 円＋税）

■日本下水道協会規格（JSWAS）

ID	名称	判	発行年度	一般価格	会員価格
75	下水道用鉄筋コンクリート管（A－1）（呼び径 150～3000）	A4	2011	3,047 円（2,770 円＋税）	2,035 円（1,850 円＋税）
184	下水道推進工法用鉄筋コンクリート管（A－2）（呼び径 800～3000）（CD-ROM 付）	A4	2018	9,163 円（8,330 円＋税）	4,576 円（4,160 円＋税）
77	シールド工事用標準セグメント（A－3、4）	A4	2001	10,483 円（9,530 円＋税）	10,483 円（9,530 円＋税）
79	下水道小口径管推進工法用鉄筋コンクリート管（A－6）（呼び径 200～700）	A4	2000	3,047 円（2,770 円＋税）	3,047 円（2,770 円＋税）
80	下水道ミニシールド工法用鉄筋コンクリートセグメント（A－7）（呼び径 900～2000）	A4	2005	3,047 円（2,770 円＋税）	3,047 円（2,770 円＋税）
81	下水道推進工法用ガラス繊維鉄筋コンクリート管（A－8）（呼び径 800～3000）	A4	2013	4,675 円（4,250 円＋税）	3,047 円（2,770 円＋税）
82	下水道用台付鉄筋コンクリート管（A－9）（呼び径 250～1200）	A4	2006	2,541 円（2,310 円＋税）	2,035 円（1,850 円＋税）
83	下水道用鉄筋コンクリート製小型組立マンホール（A－10）	A4	2007	4,675 円（4,250 円＋税）	3,663 円（3,330 円＋税）
84	下水道用鉄筋コンクリート製組立マンホール（A－11）（CD-ROM 付）	A4	2006	5,698 円（5,180 円＋税）	4,675 円（4,250 円＋税）
85	下水道用鉄筋コンクリート製ボックスカルバート（A－12）（呼び 600×600～3500×2500）	A4	2012	3,047 円（2,770 円＋税）	2,035 円（1,850 円＋税）
86	下水道用プレストレストコンクリート製ボックスカルバート（A－13）（呼び 600×600～5000×2500）	A4	2012	3,047 円（2,770 円＋税）	2,035 円（1,850 円＋税）
150	下水道用ダクタイル鋳鉄管（G－1）（呼び径 75～2600）	A4	2016	7,535 円（6,850 円＋税）	3,762 円（3,420 円＋税）
151	下水道推進工法用ダクタイル鋳鉄管（G－2）（呼び径 250～2600）	A4	2016	3,663 円（3,330 円＋税）	1,826 円（1,660 円＋税）
104	下水道用鋳鉄製防護ふた（プラスチック製ます・小型マンホール用）（G－3）（呼び 150～350）	A4	2005	2,541 円（2,310 円＋税）	2,541 円（2,310 円＋税）
105	下水道用鋳鉄製マンホールふた（G－4）（呼び径 300～900）	A4	2009	3,663 円（3,330 円＋税）	3,047 円（2,770 円＋税）
87	下水道用硬質塩化ビニル管（K－1）（呼び径 75～600）	A4	2010	2,541 円（2,310 円＋税）	2,035 円（1,850 円＋税）
178	下水道用強化プラスチック複合管（K－2）（呼び径 200～3000）	A4	2017	4,070 円（3,700 円＋税）	2,035 円（1,850 円＋税）
89	下水道推進工法用硬質塩化ビニル管（K－6）（呼び径　150～450）	A4	2009	2,541 円（2,310 円＋税）	2,035 円（1,850 円＋税）
90	下水道用硬質塩化ビニル製ます（K－7）	A4	2008	4,169 円（3,790 円＋税）	3,047 円（2,770 円＋税）
91	下水道用ポリプロピレン製ます（K－8）	A4	2008	3,047 円（2,770 円＋税）	2,541 円（2,310 円＋税）
92	下水道用硬質塩化ビニル製小型マンホール（K－9）	A4	2008	2,541 円（2,310 円＋税）	2,035 円（1,850 円＋税）
93	下水道用レジンコンクリート製マンホール（K－10）	A4	2008	4,169 円（3,790 円＋税）	3,663 円（3,330 円＋税）
94	下水道用レジンコンクリート管（K－11）（呼び径 150～600）	B5	1998	3,047 円（2,770 円＋税）	3,047 円（2,770 円＋税）
155	下水道推進工法用レジンコンクリート管（K－12）（呼び径 200～1650）	A4	2016	5,093 円（4,630 円＋税）	2,541 円（2,310 円＋税）
96	下水道用リブ付硬質塩化ビニル管（K－13）（呼び径 150～450）	A4	2003	3,047 円（2,770 円＋税）	3,047 円（2,770 円＋税）
195	下水道用ポリエチレン管（K－14）（呼び径 50～600）	A4	2018	5,093 円（4,630 円＋税）	2,541 円（2,310 円＋税）
98	下水道用リブ付ポリエチレン管（K－15）（呼び径 300～1000）	A4	2014	4,675 円（4,250 円＋税）	2,343 円（2,130 円＋税）
99	下水道内挿用強化プラスチック複合管（K－16）（呼び径 600～3000）	A4	2013	3,971 円（3,610 円＋税）	2,541 円（2,310 円＋税）
100	下水道用硬質塩化ビニル製リブ付小型マンホール（K－17）	A4	2009	2,541 円（2,310 円＋税）	2,035 円（1,850 円＋税）
600	ディスポーザ排水処理システム　ーディスポーザ部・排水処理部ー（K－18）	A4	2020	5,000 円（4,545 円＋税）	2,500 円（2,273 円＋税）
601	下水道熱形成工法用硬質塩化ビニル更生管（K－19）（呼び径 150～400）	A4	2020	5,000 円（4,545 円＋税）	2,500 円（2,273 円＋税）

■下水道史

ID	名称	判	発行年度	一般価格	会員価格
152	続日本下水道史行財政編・技術編・事業編（データ版セット）	A4	2016	11,000 円（10,000 円＋税）	5,500 円（5,000 円＋税）
153	続日本下水道史行財政編・技術編（書籍版 2 冊セット）	A4	2016	44,000 円（40,000 円＋税）	22,000 円（20,000 円＋税）
154	続日本下水道史（書籍版 2 冊セット、データ版セット）【会員限定】	A4	2016	-	27,500 円（25,000 円＋税）
106	日本下水道史 総集編	B5	1989	10,483 円（9,530 円＋税）	10,483 円（9,530 円＋税）
107	日本下水道史 技術編	B5	1989	10,483 円（9,530 円＋税）	10,483 円（9,530 円＋税）
108	日本下水道史（事業編　上・下）	B5	1989	12,518 円（11,380 円＋税）	12,518 円（11,380 円＋税）
109	日本下水道史 行財政編	B5	1989	12,518 円（11,380 円＋税）	12,518 円（11,380 円＋税）
110	日本下水道史 4 編セット【会員限定】	B5	1989	-	41,954 円（38,140 円＋税）

■会議録等

ID	名称	判	発行年度	一般価格	会員価格
432	第 58 回下水道研究発表会講演集（令和 3 年度）CD-ROM 付	B5	2021	15,000 円（13,637 円＋税）	7,500 円（6,819 円＋税）

■統計

ID	名称	判	発行年度	一般価格	会員価格
326	下水道統計（平成 30 年度版：第 75 号）※ CD-ROM のみ		2020	16,000 円（14,546 円＋税）	7,700 円（7,000 円＋税）

■汚泥

ID	名称	判	発行年度	一般価格	会員価格
115	下水汚泥有効利用促進マニュアルー持続可能な下水汚泥の有効利用を目指してー CD-ROM 付	A4	2015	26,477 円（24,070 円＋税）	13,233 円（12,030 円＋税）
114	下水汚泥分析方法 2007 年版	A4	2008	5,698 円（5,180 円＋税）	4,675 円（4,250 円＋税）
118	都市緑化における下水汚泥の施用指針	A4	1995	1,012 円（920 円＋税）	1,012 円（920 円＋税）
116	下水汚泥コンポスト入門	B6	1983	3,047 円（2,770 円＋税）	3,047 円（2,770 円＋税）

※下水道協会会員（正会員・賛助会員・特別会員）の方は図書を会員価格にてご購入いただけます（送料も協会負担とさせていただきます）。
※ 2019 年 10 月 1 日からの消費税改定に合わせ、価格を外税表示としております。

図書の購入について

日本下水道協会発行図書は、シビル Books（東京官書普及株式会社）にて販売を行っています。
ご購入の際は、下記手順によりご購入いただけます。

STEP 1 日本下水道協会のサイト（https://www.jswa.jp/）にアクセスし、画面右側のメニューから「図書の購入」ボタンをクリックし、発行図書のページを開きます。

STEP 2 （日本下水道協会会員の方）
「MEMBERS（日本下水道協会会員）」ボタンをクリックするとログイン画面が表示されます。
ユーザー名とパスワード（※）を入力し、「ログイン」ボタンをクリックします。
※ユーザー名は日本下水道協会の会員番号、パスワードは会員専用サイトのパスワードと同じパスワードです。

（日本下水道協会非会員の方）
「NON-MEMBERS（非会員）」ボタンをクリックします。

STEP 3 シビル Books（東京官書普及株式会社）の書籍販売サイトに移動します。会員の方は、サイトの左上に日本下水道協会「会員専用ページ」と記載されていることをご確認ください。

（QR コード）
スマートフォンからもご購入いただけます。

図書の購入に関するお問合せ

シビル Books（東京官書普及株式会社）通信販売課
〒 101-0054　東京都千代田区神田錦町 1-2
TEL：03-3292-3701　　FAX：03-3292-1670
MAIL：tuhan@tokyo-kansho.co.jp