



特集

私と下水道

国土交通省／水管理・国土保全局／
下水道部／下水道事業課長

石井宏幸



1. はじめに

水コン協からのご依頼で原稿を執筆することとなりました。お題は「〇〇〇〇〇と下水道」で、〇〇〇〇〇は執筆者にお任せしますとのこと。いろいろと考えましたが、この号のテーマが「わがまちの歴史と上下水道の歴史」であるため、「私と下水道」と題して、私に関わった下水道の仕事を、当時の日本下水道新聞10大ニュースの第1位とともに振り返ってみました（私が深く関わったものには下線）。なお、記憶をたどりながらの執筆となるため、一部不正確な部分もあると思いますが、ご容赦いただきたいと思ひます。

2. 土木研究所三次処理研究室（H4.4～H6.3）

私が建設省に入省して最初に配属されたのが土木研究所下水道部三次処理研究室でした。私に与えられた研究テーマは最終沈殿池の沈殿機能向上について水理学的な面から検討するものでした。模型実験を何度も繰り返しましたが、なかなか成果が出ないままで異動となってしまい、自分の力不足を認識しました。

当時の日本下水道新聞10大ニュース第1位
(H4) 大型補正予算で平成4年度総事業費が約3兆円に!!
(H5) 平成5年度下水道総事業費が補正等で約3兆4千億円に

3. 本省流域下水道課（H6.4～H8.3）

平成6年4月に流域下水道課係長になりました。ここでは「流域下水汚泥処理事業」の創設について取り上げます。これは単独公共下水道の汚泥を流域下水道の処理場で処理する事業を流域下水道として実施することを目指したものです。当方の主張は、汚泥は下水が濃くなったもので下水の一形態であるから、2以上の市町村の汚泥（＝下水）処理は流域下水道事業だというもの。これに対して自治省は、汚泥と下水は別物であり、市町村が都道府県に事務委託して行うべきと主張。自治省の偉い

人に東京都からももらった実物の生下水や汚泥を見ていただいたりもしましたが、議論は平行線のまま折り合わず、結局、事務委託で実施することとなりました。なお、流域下水汚泥処理事業は下水道広域化推進総合事業として今も続いています。

当時の日本下水道新聞10大ニュース第1位
(H6) 新公共投資基本計画の下水道普及率目標「21世紀初頭・約90%」に
(H7) 阪神・淡路大震災による下水道被害と全国各地からの復旧支援

4. 厚生省浄化槽対策室（H9.4～H10.3）

平成8年4月に厚生省に出向、2年間のうち1年を浄化槽対策室係長（1年は産業廃棄物対策室）として勤務しました。私のいた時に浄化槽や農業集落排水も含めた汚水処理人口普及率の公表を始めました。浄化槽の普及率を出せるのか不安でしたが、何とか公表までこぎつけることができました。若いころに浄化槽の立場から下水道事業を見ることができたのは良い経験でした。労働省から出向で来られていた当時の浄化槽対策室長も私と同じ広島カープのファンで、よく「下水道はジャイアンツ、浄化槽はカープ」とおっしゃっていました。

当時の日本下水道新聞10大ニュース第1位
(H9) 財政構造改革で下水道5カ年計画が2年延長、来年度予算2%減に

5. 土木研究所水質研究室（H12.7～H12.12）

平成10年4月から平成12年6月まで岡山河川工事事務所調査設計課長として勤務した後、平成12年7月に土木研究所下水道部水質研究室に異動しました。与えられた研究テーマは河川の底泥からの環境ホルモン溶出の実態解明。私自身、化学方面の素養が全くなく、田中宏明室長に講義をしてもらいながら少しずつ勉強を始めました。しかし、平成13年1月の省庁再編に伴って新設される九州地方整備局建政部都市・住宅整備課に異動するこ

とになり、わずか5か月あまりで異動しました。

当時の日本下水道新聞10大ニュース第1位
(H12) 下水道政策研究委員会が中間報告まとめる

6. 九州地方整備局都市・住宅整備課 (H13.1～H15.3)

平成13年1月から平成15年3月まで九州地方整備局建設部で初代の都市・住宅整備課長として勤務しました。建設部都市・住宅整備課は省庁再編にあわせて地方整備局に新設された組織です。街路、区画整理、公園、下水道、公営住宅など幅広く所掌していました。宮崎県椎葉村が下水道事業を中止することになり、話を聞きに現地まで行ったことが印象に残っています。平家落人伝説のある村で大変奥深いところにあり、福岡から4、5時間かけて行ったように記憶しています。

当時の日本下水道新聞10大ニュース第1位
(H13) 省庁再編で国の行政機構一新・地方整備局に一部事務委任
(H14) 平成14年度下水道事業当初予算で国費が1兆円割り込む

7. 本省流域管理官付 (H15.4～H17.3)

平成15年4月から平成17年3月まで本省下水道部で流域管理官付補佐として勤務しました。ここでの私の主な仕事は、特定都市河川浸水被害対策法の政省令策定と、下水道法の改正による高度処理共同負担制度の創設の2つです。ここでは後者について取り上げます。これは初めて法改正を担当した案件でした。内容は窒素・リンの排出権取引を法制化するというとてもチャレンジングなもので、何度も内閣法制局に通っては担当の参事官からダメだしを食らいました。年も明けてタイムリミットが近づいたある日、参事官から「今から条文案を口述するから、書き留めて持ち帰り確認すること。それで良ければ通す」と言われ、法規担当の補佐と一緒に小躍りしながら持ち帰ったのを覚えています。法案は無事に国会を通りましたが、あまりにチャレンジングな内容だったのか、適用事例が1件もないのは残念なことです。

当時の日本下水道新聞10大ニュース第1位
(H15) 「下水道法施行令」改正 ※初めて構造基準制定
(H16) 下水道法施行令の一部改正・4月から施行

8. 岡山市下水道局 (H17.4～H20.3)

平成17年4月から平成18年3月まで岡山市下水道局次

長、平成20年3月まで同市下水道局長として勤務しました。特に局長として大変だったのが、交付税返還訴訟への対応と、下水道使用料の値上げです。ここでは前者について取り上げたいと思います。これは、岡山市が下水道の利用人口について住民基本台帳人口を基に算出すべきところ、約30年にわたり昼間人口などを基に算出し、結果として地方交付税を約20億円過大にもらっていたとして、加算金約21億円とあわせて合計41億円を国に返還したことに対して、平成12年、市民団体がこれに関わった歴代の市長や市幹部職員を相手に、加算金相当額を市へ返還するよう求めて裁判を起こした事案です。そして、平成18年、歴代の市長、助役、財政局長、下水道局長の責任を認め、市への返還を命じる1審判決が出ました。あまりに厳しい判決に衝撃を受けました。判決当日、当時の助役、財政局長とともに記者会見に臨みました。とても多くの記者を前にフラッシュをたかれながら会見したのを覚えています。その模様は夜のNHK全国ニュースでも流れました。私個人は被告ではありませんでしたが、市に対しても被告らに返還請求しないことは違法だとする判決が出ていたので、市としての控訴の準備や、市議会への対応などに追われました。結局、最高裁まで争われ、最後は和解で決着しましたが、いまだに判決内容を受け止め切れていません。

当時の日本下水道新聞10大ニュース第1位
(H17) 下水道法の一部改正・11月から施行 ※高度処理共同負担制度など
(H18) 長期計画策定へー社審審に下水道小委を設置
(H19) 能登・中越沖地震で下水道施設に被害ー地震対策技術検討委が再開

9. 本省下水道企画課 (H20.4～H22.6)

平成20年4月から平成22年6月まで下水道企画課で下水道技術開発官として勤務しました。ここでの主な仕事は、下水道膜処理技術会議、下水道におけるリン資源化検討会、A-JUMP（日本版次世代MBR技術展開プロジェクト）など。リン資源化検討会は、中国がリン鉱石の輸出を制限したことに端を発してリンの国際的な取引価格が高騰したことを受けて設置しました。現在、下水汚泥の肥料化促進の機運が盛り上がっていますが、この時はリンの価格がすぐに落ち着いたこともあって盛り上がりも一瞬でした。検討会の委員には全農の子会社や肥料メーカーの団体などが入っており、オブザーバーとして農水省の肥料取締法所管課の課長補佐も参加していました。あらためて見てみると、それなりの検討体制だったのだなと感じます。

当時の日本下水道新聞10大ニュース第1位
(H20) 国内外の水問題解決へ「チーム水・日本」 国交省は「下水道グローバルセンター」設置へ
(H21) 政権交代・事業仕分け 新政権の動向に下水道界揺れる

10. 本省下水道事業課 (H22.7~H24.3)

平成22年7月から平成24年3月まで下水道事業課で企画専門官として勤務しました。ここでの主な仕事は、下水道への接続義務に関する法改正案への対応、長寿命化、積算基準・歩掛、未利用地に関する会計検査対応など多岐にわたりましたが、やはり東日本大震災への対応が最も大変でした。M9の巨大地震とそれに伴う津波による被害。被災した管路延長は984km、処理場は123箇所、そのうち49箇所が稼働停止、被害額は約3,500億円。まさに未曾有の大災害でした。被災調査や応急復旧については、加藤裕之事業調整官が現地で指揮を執り、私は本省で現地との調整を行いつつ、復旧に向けたロードマップ作りや災害査定に向けた準備などをしていました。その後、私自身、何度も被災地に足を運び、最前線で奮闘しておられる方々のお話を伺い、それを踏まえて災害査定などの職務に当たりました。

また、早稲田大学の濱田正則教授に委員長をお願いして、下水道地震・津波対策技術検討委員会を立ち上げました。平成24年3月までの約1年間で7回の委員会を開催し、最大クラスの津波に対して逆流防止・揚水・消毒の3つの基本機能は必ず確保すべきなど、その後の下水道の防災・減災の基本方針とも言える考え方を打ち出させていただきました。

当時の日本下水道新聞10大ニュース第1位
(H22) 激動する予算制度 社会資本整備総合交付金創設一括化は都道府県から段階導入へ
(H23) 東日本大震災 3.11 未曾有の地震・津波 列島震撼

11. 日本下水道事業団計画課 (H24.4~H26.3)

平成24年4月から平成26年3月まで日本下水道事業団事業統括部で計画課長として勤務しました。ここでの主な仕事は、予算管理・執行管理と技術系職員の採用・人事。事業団の技術系は職種ごと（土木・建築・機械・電気・水質）に採用していましたが、特に機械・電気の採用に苦労していました。そこで技術職として一括採用して（建築は除く）、事業団に入ってから数年後に本人の希望や経験、適性などを考慮して各職種に割り振ることにしました。導入にあたっては内部から反対の声も結構あ

りましたが、学生時代の専攻にこだわらず、より資質が高いと思われる学生を採用する方が事業団にとってメリットがあると考えて押し切りました。その評価はどうだったのでしょうか。

当時の日本下水道新聞10大ニュース第1位
(H24) 東日本大震災 復興への槌音響く 未来志向の下水道へ
(H25) 新下水道ビジョン2100策定へ 政策研が始動

12. 本省下水道企画課 (H26.4~H28.3)

平成26年4月から平成28年3月まで下水道企画課で下水道国際・技術調整官として勤務しました。ここでの主な仕事は下水道法・日本下水道事業団法の改正でした。私の担当は、民間による下水管への下水熱回収設備の設置、下水汚泥の燃料化・肥料化の努力義務の規定。また、前職がJSだったため、JSによる代行制度なども担当しました。国会答弁を作成する関係で、真夜中にJSの森岡泰裕理事（当時）に電話するなどのハプニングもありました。

当時の日本下水道新聞10大ニュース第1位
(H26) 新下水道ビジョン策定 社整審下水道小委で答申制度改正が焦点に
(H27) 改正下水道法が成立 新ビジョン具体化へ マネジメント時代に舵切る

13. 本省下水道事業課 (H28.4~H30.6)

平成28年4月から平成30年6月まで下水道事業課で初代の事業マネジメント推進室長として勤務しました。ここでの主な仕事は企画専門官時代と重なるものが多かったですが、改正下水道法に伴う維持修繕基準等の本格施行のタイミングだったため、ストックマネジメントに力を入れました。また、熊本地震、堺市や小田急線での陥没事故、西日本豪雨など災害・事故も多く、その対応に追われたのも印象に残っています。

当時の日本下水道新聞10大ニュース第1位
(H28) 相次ぐ震度7、インフラ襲う 熊本地震が発生 全国から支援の手
(H29) 新ビジョンの具体化へ 加速戦略を策定 重点8項目を示す

9. おわりに

書きたい事柄はまだまだあるのですが、所定の字数に達したので、別の機会があれば、そちらに譲りたいと思います。



特集

IoT等の先端技術を活用した 管路状況の見える化

厚生労働省／医薬・生活衛生局／水道課／課長補佐 田中甫幸



1. はじめに

(1) IoT・新技術活用推進モデル事業

水道事業は、人口減少に伴う水需要の減少や施設の老朽化、職員数の減少などのさまざまな課題に直面しており、水道事業の業務の一層の効率化を図る必要がある。

これらの課題に対し厚生労働省では、IoT等の活用により事業の効率化や付加価値の高い水道サービスの実現を図るなど、先端技術を活用して科学技術イノベーションを指向するモデル事業について、これに要する設備の導入に対して財政支援を平成30年より行っている。

(2) 今回紹介する本モデル事業の事例について

水の供給システムを支える管路については、大半は地中に埋まっていることもあり、目視等で劣化状況や、漏水状況、また、管路内の状況を確認することができない。しかしながら、近年のIoT等を活用した技術により、管路の状況の見える化が可能となる技術が登場しつつある。厚生労働省としても、水道事業におけるIoT・新技術活用推進モデル事業を通じて、先端技術を活用して、水道事業者における管路状況の見える化を図る取組事例について紹介したい。

2. スマート水道メーターのデータを活用した管路状況の見える化（静岡県湖西市の取組）

(1) 対象とする課題

静岡県湖西市では、今後50年間で、将来人口の減少等により、給水量は約3割減少する一方、管路更新需要は約290億円が発生する見込みである。

管路の更新にあわせて、ダウンサイジングを行う等により、水の滞留を起ささないようにする必要がある。管内で水の滞留等がないかを管網解析するにあたり、これまで配水管の流況データを中心に活用した管網解析が行われているが、配水管は、単なる樹枝状配管とせず、可能なかぎり相互に連絡された管網を形成することとしているため、配水管のデータだけでなく、各家庭の水使用の状況による管網内の水の到達状況を踏まえた解析を行うことが望ましいが、活用できるデータがこれまでは限

られていたところである。

(2) 導入技術

湖西市においては、令和3年度より本モデル事業を活用し、検針自動化に向けた先行取り組みとして、北部配水区域全戸にスマート水道メーター（約1,800個）、同区域内配水管に流量計（約13箇所）を導入中である。

各家庭のスマート水道メーターの使用水量データなどのビッグデータを利用し、管網解析による流達状況把握や残留塩素濃度の動向把握等を図る取組を行う予定である（図-1参照）。

(3) 実施状況

令和4年度よりスマートメーターを導入しつつ、効果についても検証等を行っているところである。

スマート水道メーターによって、細かく検針された給水量データから、各家庭の水使用の状況が分かり、配水管の水量等のデータと合わせた詳細な管網解析が実施可能となり、それにより管網内の水の到達時間が分かるため、残留塩素濃度の低減状況等が計算可能となることで、

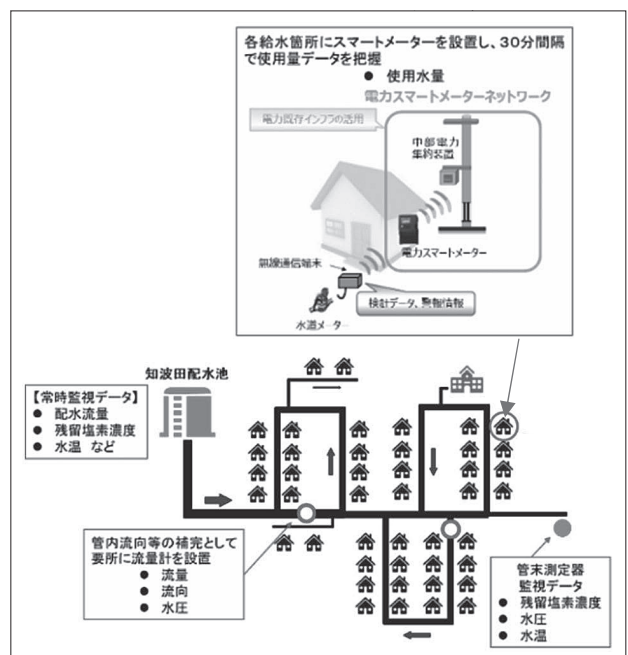


図-1 スマート水道メーターの使用水量等のビッグデータを利用した管網解析のイメージ

滞留状況の把握に基づく残留塩素濃度の低減の可能性についても分析する予定である。

3. 管路音圧監視システムを活用した管路状況の見える化（北海道恵庭市の取組）

（1）対象とする課題

水道については管路の大半が地中に埋まっているため、それらの漏水の調査にあたっては、音聴調査を実施し、漏水の有無や漏水箇所を確認している。漏水探知機を使って0.5～1.0m間隔で音聴し、地上から水道管の漏水の有無を確認していく作業となる。音聴調査は漏水調査の重要な作業で、熟練した探知技術が要求される。

また、恵庭市については、給水区域約84km²のエリアを少数の職員で維持管理を行っている。少数の職員でインフラを維持するためには維持管理業務を高度化が必要であり、とりわけ手間のかかる漏水調査の効率化が不可欠である。

（2）導入技術

恵庭市では、令和3年度から本モデル事業を活用し、管路音圧監視システム（データロガー等からなる漏水探知機）を導入中であり、音聴調査のように音を活用した漏水調査技術になる（図-2参照）。ロガー等を活用し、管路の音圧を計測し、音圧に異常があった場合には早期発見を行うだけでなく、ロガー同士が観測した音圧の違いから、大まかな漏水箇所が分かるものである。これにより、従前のような音聴調査よりも漏水箇所の特定の効率化が図れることが期待できる。

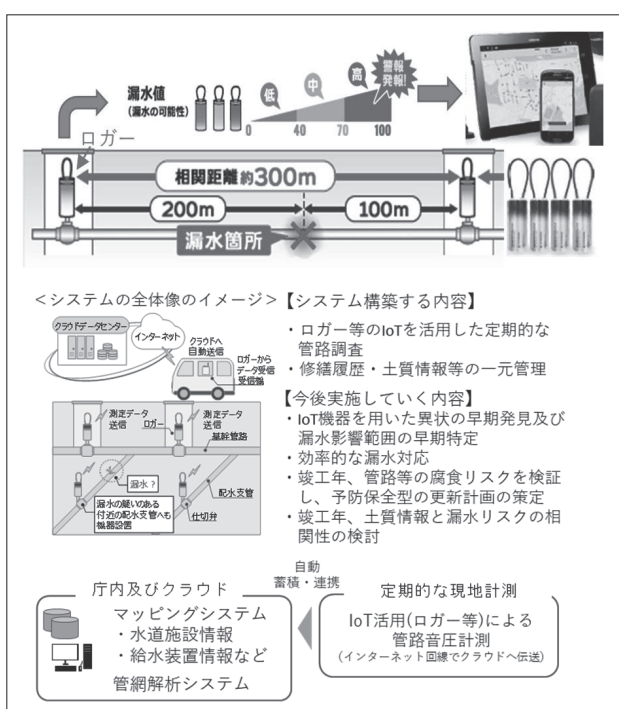


図-2 管路音圧監視システムのイメージ

また、ロガーが収集したデータについては、ロガーの回収によるデータの取り出しではなく、受信機をつけた車両が定期的に巡回し、ロガーに蓄積されたデータを収集し、インターネット上のサーバーにデータを送信する予定である。IoT機器については携帯等の通信会社等のネットワークを活用した際には、通信費などのランニングコストが課題となることがあるが、それらを抑える工夫も行っている。

（3）実施状況

IoT・新技術活用推進モデル事業を活用し、令和4年4月よりデータロガーによるデータ収集を開始したところである。現在、効果検証等について行っているところではあるものの、導入したデータロガーにより、本管で漏水音を確認し、その後、音響調査等の詳細調査を行い、住宅内の給水装置の漏水を発見した事例があるなど、効果の発現などが確認されつつある。

4. AIを活用した管路状況の見える化（兵庫県朝来市の取組）

（1）対象とする課題

朝来市は、兵庫県の山間部に位置しており、4名の職員で水道事業を運営している。朝来市のようなヒト・モノ・カネに限られた小規模事業者かつ、山間・豪雪地域といった地理的条件の厳しい地域の水道を少人数で維持管理や台帳整備を行うためには、IoTなどの先端技術を活用して効率的な事業運営を図る必要があった。

（2）導入技術

朝来市では、令和2年度からIoT・新技術活用推進モデル事業を活用し、管路情報と土壌、地形情報等の環境ビッグデータを収集・解析してAIによる管路劣化診断を実施することにより、管路の劣化状況を可視化し、その診断結果をもとに、ターゲットを絞った最適な管路更新やアセットマネジメントのレベルアップに活用を図る取組を行っている（図-3参照）。

併せてAIを活用し、隣接箇所の工事や施工の情報から、推察できる管路台帳の不足項目（設置年度、材質等）を補完させることにより、効率的な台帳整備を実施できるものである。

（3）実施状況

すでにAI管路劣化診断については導入済みであり、平成30年度から令和2年度に発生した管路の漏水（54件）について、更新優先順位上位10%の漏水的中率を「AIによる劣化予測」と「経年基準」で比較した結果、「AIによる劣化予測」の漏水的中率が約40%高くなった。

また、AIによる管路劣化診断及び管路台帳整備に携わ

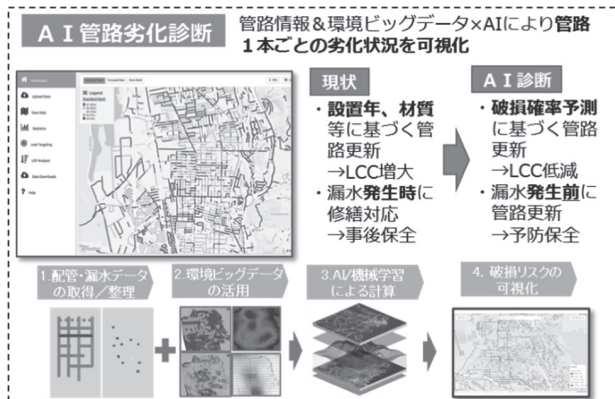


図-3 AIによる管路劣化診断のイメージ

った職員の延べ作業時間は、約50時間であり、4名の職員で水道事業を運営している当市でも日常業務に大きな支障が出ることなく、効率的に事業実施ができた。

AIにより不足する管路の属性情報を補完（管路台帳整備）後、管路劣化診断を実施した。管路劣化診断結果及び管路台帳データは、水道マッピングシステムに移行し、管路の更新箇所の選定等に活用している。

5. 人工衛星を活用した管路の漏水状況の見える化（岐阜県岐阜市の取組）

（1）対象とする課題

岐阜市では、老朽管路が年々増加していることから有収率が低い状態で推移しており、より効率的な水道施設の維持管理が求められている。AIによる衛星画像解析技術を用いた漏水リスク評価システムの導入により、漏水リスク調査期間の短縮や調査対象管路の拡大、調査コストの削減等、維持管理業務の効率化による有収率の向上を図っている。

漏水リスク情報を水道台帳システムに蓄積していくことで、効果的なアセットマネジメント推進のための基礎資料として利活用することが期待される。

（2）導入技術

Lバンド帯のレーダーを搭載した人工衛星より取得した衛星画像データをもとに、水道水特有の電磁波反射特性を独自のアルゴリズムとAIにより解析を行うものである（図-4参照）。その解析結果から、漏水リスクを5段階で評価し、管路データと連携し、リスクごとに色分けされGIS上にマッピングを行う。なお、マッピングデータはWEBまたはアプリケーションにて閲覧可能である。



図-4 人工衛星による漏水診断のイメージ

（3）実施状況

現在、「AIによる衛星画像解析技術を用いた漏水リスク評価システム」を導入中である。導入後は、市内全域の管路について漏水リスクを5段階で評価を行い、漏水リスクの高いエリアを抽出した上で音聴調査を実施し、効率的に漏水箇所を特定することを図る予定である。また、得られた漏水リスクデータは既存の水道台帳システムへ蓄積し、今後のアセットマネジメントの推進に活用を行っていく予定である。

6. おわりに

今回はモデル事業のうち、管路状況の見える化技術というテーマで取組事例について紹介した。今回紹介できなかったモデル事業の事例やフォローアップの状況については、厚生労働省のHPを通じて公表を行っているところ、参考にしていただきたい。

IoT等の先端技術については日進月歩でさまざまな技術が登場しつつある。今後も引き続き、IoT・新技術活用推進モデル事業等を通じて、水道事業の基盤強化・デジタル化の取組を進めてまいりたい。

【参考】

厚生労働省HP（水道事業におけるIoT・新技術活用推進モデル事業）:

https://www.mhlw.go.jp/stf/seisakunitsuite/bunya/topics/bukyoku/kenkou/suido/seibi/index_00002.html





使えるデータがありません



公益財団法人日本下水道新技術機構／資源循環研究部／部長 藤本裕之



1. はじめに

2050年のカーボンニュートラル達成に向けた取り組みが求められています。(公財)日本下水道新技術機構では、これまでに省エネ設備や創エネ設備の技術資料作成、処理場の「省エネ診断」など、省エネ、創エネをテーマに業務に取り組んできました。省エネ診断にあたって、必要となるのが電力消費量を始めとするデータです。データが無いことには、省エネ診断、提案、実証のどれもが実施不可能になってしまいます。そろそろ中央監視施設の改築・更新を考えておられる地方公共団体の担当者の方に参考にしていただければと思います、この原稿を書かせていただきました。

2. 省エネ診断

(1) 概要

下水処理場の省エネには、大きく分けて①現在の運転方法の改善、②省エネ機器の導入、の2種類があります。主ポンプや送風機などは、消費電力が大きく、使用年数が30年～40年と長期に渡るため、運転方法の改善が効果的です。運転方法の改善のためには、まずは現状を把握し、改善可能な点を発見し、提案を行うことになります。以下、主ポンプと送風機の運転方法改善について見てみます。

(2) 主ポンプの運転改善

図-1に、ある下水処理場における主ポンプの運転状

況と揚水量当たりの消費電力量を示しました。ここで使用したデータは、

- ・主ポンプの号機毎の1時間当たり送水量（揚水量）
 - ・主ポンプ全体の1時間当たり消費電力量
- の2種類です。これらのデータは、維持管理日報に記録されたものです。図-1を見ると、

- ・棒グラフは号機毎の1時間当たり揚水量
 - ・○は送水量当たりの電力消費量
 - ・黒線は運転している主ポンプの定格送水量
- となっています。○が上にあると「省エネの余地がある」、○が下にあると「省エネ運転」となります。図-1をよく見ると点線で囲った部分に気が付くかと思います。この部分は、○が上にある部分ですが、棒グラフを見ると2本の棒グラフは、短くなっており黒線から大きく離れています。言い換えると、2台の主ポンプはインバーターで送水量を絞って運転しており、効率が悪い運転になっている、ということです。

図-2は、上記の点を改善するために提案した運転方法を実証運転した結果です。主に運転しているのはインバーターの無い号機で、図-1で主に使用した号機の倍程度の能力のもので、このポンプをメインにして、水量調整をインバーター付きのポンプで行った結果です。○を見ていただくと、図-1では90～120kWh/千m³だった送水量当りの電力消費量が、60～90 kWh/千m³に低下していることが分ります。結果的に、主ポンプの消費電力量は21%の削減となりました。

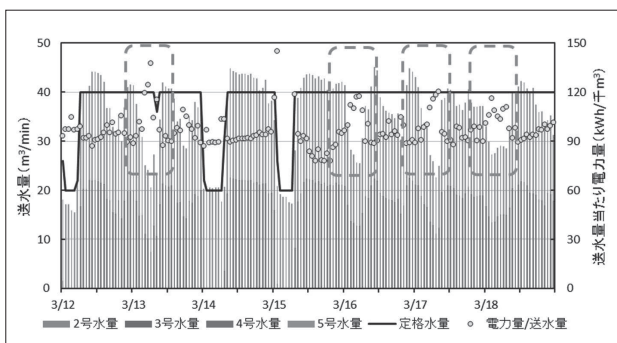


図-1 主ポンプの運転状況と消費電力量の例

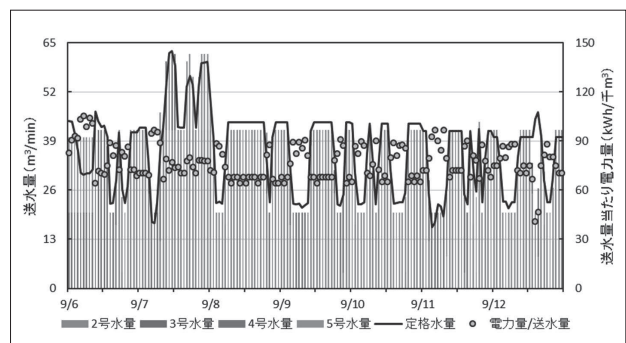


図-2 主ポンプの省エネ実証運転結果の例

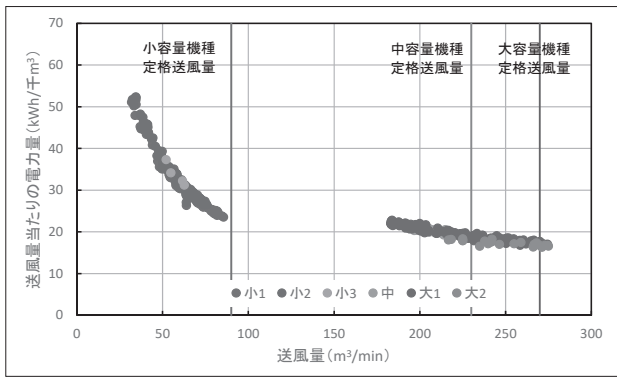


図-3 送風機の消費エネルギー分析の例

(3) 送風機の運転改善

送風機についても、主ポンプと同じ分析を行います。

このため、

- ・送風機の号機毎の1時間当たり送風量
- ・送風機全体の1時間当たり消費電力量

が必要です。これらのデータを使うと、図-1と同じ形式のグラフが表示でき、運転状況の分析が可能になります。これに加えて、

・送風機の号機毎の1時間当たりの消費電力量のデータがあると、もう少し詳細な分析が可能になります。この例を図-3に示しました。

このグラフでは、横軸に送風量、縦軸に送風量当たりの電力消費量を示しています。見にくくて恐縮ですが、号機毎に別の色をつけており、送風量と送風量当たりの電力消費量の関係を示しています。この図からわかることは、以下の2点です。

- ・小さな送風機の傾斜が大きい⇒絞ると省エネ性が急速に悪化するため、絞らず定格運転が適している。
- ・大きな送風機の傾斜は緩い⇒風量を変化させても、省エネ性はあまり変わらないため、風量調整に適している。

従って、風量を変化させるのは大きな送風機とし、小さな送風機は定格運転とするのが省エネ運転、ということになります。この改善を行ったところ、送風機の消費電力量は、11%削減という結果になりました。

3. データはありますか？

省エネ診断では、下水処理場で保管されているデータ(基本的には維持管理日報データ)を頂いて分析するのですが、「使えるデータがない」ことが往々にしてあります。電力量については以下のようなケースです。

- ・個々の機器には電力量計があるが、中央監視盤に送られていない。現場を歩くと、例えば送風機には、それぞれ電力量計がついているのですが、中央監視盤ではどこにも表示がなく、また記録もされていないということがあります。

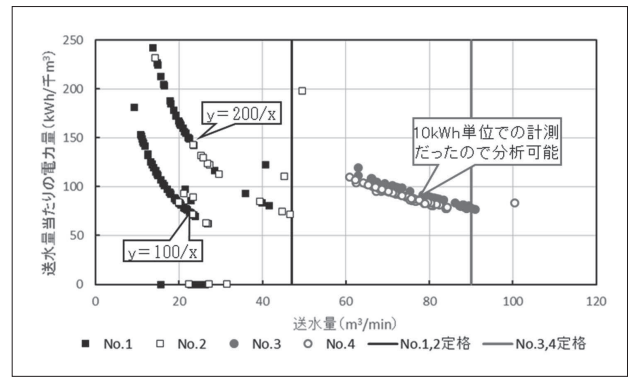


図-4 電力量測定単位が粗い場合のプロットの結果(左半分)

- ・中央監視盤には電力値が表示されるが、記録していない。中央監視盤には、例えば送風機全体の電力量の値が表示されており、刻々と変化しているのですが、データログに記録されていないため、分析には使えないケースです。
- ・多数の機器の電力量を一括して測定している。例えば「送風機棟全体」の電力量は測定しているが、送風機以外のものも含まれており、送風機の値が不明というケースです。省エネ診断では、様々な電力量の値が「どの機器の電力量なのか」を明確にするために、工事の完成図書を預かり、単線結線図から各電力量計が示している機器を確認しています。
- ・時間毎の値がなく、1日毎の値しかない。
- ・時間毎の値がなく、1月毎の値しかない。維持管理の方の努力により、毎月末日の午前零時に、電力量計の数字を一斉に読み取り、鉛筆で記入することにより、毎月の各機器の電力使用量を確認されています。

また、データの精度が粗く、分析できない場合があります。例えば、100kWh単位でしかデータがない場合などです。0、100、200、・・・のデータしかないので、プロットすると連続せず、離散した線になってしまいます。図-4に、この例を示しました。右半分は表示単位が10kWhとなっており、読み取れる形のプロットになっています。左半分を見ていただくと、表示単位が100kWh単位となっています。横軸は時間(分)当たりの風量(x)、縦軸は風量当たりの電力消費量(y)となっており、xとyの掛け算=時間(分)当たりの電力消費量となり、時間と分の換算は必要ですが、

100kWhの場合は、 $y=100/x$ 、

200kWhの場合は、 $y=200/x$ の曲線を示すこととなります。単位が粗いと、このように $xy=a$ の曲線を示すことになり、分析できないこととなります。

電力量の単位が粗い理由は、表示する桁数が限られていたアナログ時代の伝統が脈々と引き継がれているものと推察されます。今はデジタル時代ですから、表示は100kWh単位だとしても、データは小数点以下も含めた

数字を記録・保管して欲しいものです。実際は、各機器から中央監視盤に送る信号自体が100kWh毎になっていますので、伝送装置を改良する、または取り替える必要があります。今や一般家庭でもスマートメーターになっているのですから、下水処理場も整備を急ぐ必要があります。

下水処理場を訪問して見ると、中央監視盤は更新され近代的な姿なのですが、中身は昔のままという事が多々あります。省エネのためには、データがないと話になりません。中央監視盤を更新する際には、データの使用目的をエネルギー監視の観点からも十分に吟味し、システム全体を再検討する必要があります。また、今後のAI導入を考えると、測定項目なども大きく変更・整理することが必要です。そろそろ中央監視施設の更新を考える時期になっている下水処理場がある地方公共団体の計画・予算担当職員の皆さん、今しっかり検討しておかないと、20～30年度の次の更新まで待っていたのでは、2050年のカーボンニュートラル達成に間に合いませんよ。

4. おわりに

データが無くても、これまでの情報が頭の中に蓄積されていて、状況をインプットすると、たちどころに運転操作をアウトプットできる熟練職員がおられます。現場を訪問すると、そのような尊敬すべき熟練職員の皆さんが様々に教えてくださいます。

しかしながら、このような熟練職員が減少していく中、運転の見える化、省エネ化の推進を行うためには、きちんとしたデータを測定し、保管し、分析することが必要です。そのためには、維持管理日報の項目を整理し、必要な情報は追加（または追加を予定）し、不要となった項目があれば削除することが必要です。その結果を中央監視施設の次期更新に反映し、使い勝手の良い下水処理施設にすることが必要です。

省エネ、創エネ、再エネ、さらにはAI運転と、下水処理場の課題は山積みです。データセンターである中央監視施設を使い勝手の良いものにし、カーボンニュートラル達成に向かって進んで行きましょう。



特集

人口減少下の水道事業

より少ない人員で、より高い質の水道サービスを提供できるか？

国立保健医療科学院／生活環境研究部／
水管理研究領域／上席主任研究官

島崎 大



1. はじめに

新しい年を迎えましたこと謹んでお慶び申し上げます。日々、安全かつ安定した水道水の供給に携わられている水道行政、水道事業体、全国上下水道コンサルタント協会の会員の皆様方に御礼申し上げます。昨年は、全国水道会議が3年ぶりに対面にて開催されるなど明るい話題もありましたが、引き続き新型コロナウイルス感染症に振り回された感があります。本稿の執筆時点（令和4年11月末）では、感染の第8波に入りつつある状況で、水道事業への影響も懸念されます。本稿が皆様の目に触れる頃には、収まっていることを願うばかりです。

2. 本邦の水道事業に関わる人口減少の状況

さて、新年の話題としてふさわしくないかもしれませんが、水道事業に携わる人口の減少と技術的な方策について考える機会とさせていただきます。総務省統計局の人口推計によれば、本邦の人口は令和3年（2021年）10月の時点で前年に比べて64.4万人（-0.51%）の減少となり、減少幅が過去最大とのこと¹⁾。

このため、水道事業に携わる職員数もまた、減少の一途にあることは、よくご存じであるかと思えます。水道事業のうち上水道に従事する職員数は、昭和55（1980）年頃の約74,000名をピークに減少し続け、水道統計によれば、令和2（2020）年度は42,915名とのこと²⁾、この40年間で約6割まで減少したことになります。ただし、嘱託職員は含まない数のため、実態はもっと多いでしょうか。

かつては、「2007年問題」と称される団塊の世代の一斉退職が社会問題として取り上げられ、定年延長や再雇用などによって劇的な減少は緩和されたものの、それから早15年が過ぎ、その間に職員数は着実に減ってきた感があります。

このことは、事業体あたりの職員の数にも大きく現れているようです。令和2（2020）年度の時点で、給水人口5万-10万人の中規模事業体では平均23名ですが、1万-2万人の事業体では7名、5千人未満では4名、簡易水道事業では平均1.8名とされています²⁾。

6年ほど前に、とある中山間地域の簡易水道を訪問する機会があったのですが、水道担当の職員は1名のみでした。水道にはそれまで9年間従事されていて、当初の5年間は水道担当が2名だったものの、4年前から1名となり、水道に加えて幼稚園・小学校・中学校の統合も担当されているとのことでした。実質、水道担当は0.5名とも言えるでしょうか。同じような例は、全国各地にみられるように思われます。

職員数などの面で苦境に面している、各地の水道事業の運営および経営の基盤を強化するため、先般、水道法が改正され令和元年10月より施行されるとともに、それに先立ち、同年9月には水道の基盤を強化するための基本的な方針が示されました。この中で、水道事業等の運営に必要な人材の確保と育成、技術の承継に関して、さらなる官民連携の推進が謳われ、重点的な施策として取り組まれているところです³⁾。

水コン会員の企業をはじめ、民間企業への期待は大きいところなのですが、他方、人口減少の影響は、民間企業にも等しく及ぶことは避けられないでしょう。このところ、新卒者の採用において、好印象の学生がなかなか就職してくれず、人材の確保に苦慮していると伝え聞いております。さまざまな分野で、優秀な人材の奪い合いとなっている面があると思われます。

本邦の労働力人口は、当面のあいだ、減りこそすれ増える見込みはない状況といえます。単純に考えると、何も手立てを打たなければ、水道事業でこれまで十分にできていたことができなくなる可能性があります。浄水場の運転管理、水道管路の漏水調査、浄水の水質検査など、水道事業を支える多様な日常業務に十分な人手が割けなくなるならば、水道サービスの質を維持することが難しくなり、ひいては、水道の安全性や安定性を損なうことになりかねないと、大いに懸念されるところです。

3. 人口減少下の水道事業を支える技術

それでは、どうすればよいのでしょうか。一つの方策として、猫の手ではなく機械の手を借りて、これまで人手に頼っていた各種の業務を回していくことが考えられます。近年、その基盤となる各技術が飛躍的に発展し、水

道分野への適用も進みつつあります。本稿にて触れたい技術は、センサー・機械学習・自動化です。

(1) センサー

センサー技術は、水道分野でもすでに多くの実績があり、水量・水圧や各水質項目の測定にも適用されています。2014年の報告によれば、世界各国の水道・下水道事業に導入されているオンラインセンサーや監視装置の製造会社は250社以上にのぼり、測定可能な水質項目は100項目以上とされています⁴⁾。さらに、無線通信ネットワークとの組合せによって、遠隔地での常時監視や制御が可能となっています。

センサーの導入費用や導入箇所の確保、定期的な校正など保守点検にかかる労力が課題となりますが、さらなる小型化や汎用品化が進むことで、保守が容易となる製品開発が進むことが理想的であるように思います（例えば、定期的にセンサーユニットごと交換できるなど）。

また、人工衛星や航空機、ドローンを活用したりリモートセンシング技術の発展により、広域にわたる各種の情報を、従来よりも少ない労力、短時間、かつ安価に入手できるようになってきました。一例として、本邦でも水源水域の藻類増殖や水源林の監視、配水管網の漏水調査に関する調査研究ならびに実証実験が進められている状況です⁵⁾。

(2) 機械学習

コンピュータの演算能力や、記憶装置の記憶容量および記録速度が飛躍的に増大したことにより、近年、深層学習やビッグデータを活用した予測技術が発展し、水道への適用も進んできています。

特に本邦の水道では、水道の実務に則した実践的な検討が多く見られており、一例として、配水管網内の残留塩素濃度の推定、漏水監視、水圧管理、バルブ異常検知、水需要予測や流量予測の事例がありました。また、送水系運転支援システムの構築を目的とした運転ノウハウの抽出や、地震被害位置の推定など、今後の技術者不足をふまえた、運用管理の省力化に関する検討も見受けられています⁶⁾。

(3) 自動化

センサーや機械学習の各技術の組み合わせなどによって、水道事業のさまざまな業務において自動化が実現できると期待されます。約7年前となりますが、カナダ国ブリティッシュコロンビア州のSeymour-Capilano浄水場を訪問する機会に恵まれました。同浄水場は、当時、カナダ国で最大の浄水処理能力となる計画日量180万 m^3 /日（訪問時の実処理量は約40万 m^3 /日）を有しながら、すべて自動制御されており、原則、処理過程の監視を1名、配水過程の監視を1名、現場での常駐にて



写真－1 カナダ国における浄水場の自動運転・少人数監視の例

行っているとのことでした（写真）。なお、原水は2箇所の貯水池から取水し、浄水プロセスは薬品凝集－沈澱－砂ろ過－紫外線（一次消毒）－液体次亜（二次消毒）から構成され、原水のpH・濁度と、紫外線消毒前の濁度・粒径別粒子数・紫外線透過率が自動監視されていました。もちろん本邦の浄水場との単純な比較はできないのですが、この規模の浄水場が技術者2名のみで監視され、運用されていることに、大きな衝撃を受けたことをよく覚えています。

また、自動化は日常の事務作業についても進んでいます。ロボティック・プロセス・オートメーション（RPA）という技術用語を耳にされたことがあるかもしれません。これは、主にコンピュータ上の定型の事務作業を記録して、人に替わって代行する業務自動化の仕組みです。例えば一日の測定データをワークシートにまとめ、ファイルサーバに保存するとともに、日報の書式に変換して印刷するといった作業が自動化できたりします。昨年3月、マイクロソフト社が自社のRPAツールを無償公開して話題になりました。私もさっそく、ウェブサイトのデータ巡回収集など研究に活用しています。

4. おわりに

今後、水道事業の運営に際して、以上のような新しい技術を理解し、使いこなせる人材が必要になると言えるでしょう。例えば、データサイエンスの知識や関連する資格、ドローンの操縦免許（令和4年12月より国家資格化）などでしょうか。人口減少下のなかで厳しさを増す本邦の水道事業ではありますが、このような技術的な手法によって人手不足をカバーすることは不可能ではないでしょうし、うまくいけば、これまで以上に高い質の水道サービスを提供することも可能であるように思われます。

<参考文献・URL>

- 1) 総務省統計局：人口推計（2021年（令和3年）10月1日現在）
<https://www.stat.go.jp/data/jinsui/2021np/index.html>

- 2) 日本水道協会:水道統計総論 令和2年度 http://www.jwwa.or.jp/info/pdf/suidou_statistics_r02.pdf
- 3) 厚生労働省医薬生活・衛生局水道課:令和3年度全国水道関係担当者会議資料 https://www.mhlw.go.jp/stf/seisakunitsuite/bunya/0000197003_00006.html
- 4) Water Environment Research Foundation: Compendium of sensors and monitors and their use in the global water industry, IWA Publishing, 2014.
- 5) 一例として愛知県豊田市上下水道局:報道発表資料 <https://www.city.toyota.aichi.jp/pressrelease/1047869/1047886.html>
- 6) 島崎大:水質管理の強化に係る既存・将来技術の文献調査と課題抽出(文献調査),厚生労働科学研究費補助金「水道の基盤強化に資する技術の水道システムへの実装に向けた研究」令和3年度分担研究報告書 <https://mhlw-grants.niph.go.jp/project/159719/>