

「資料」

令和元年度 日本水道協会国際研修
「IWA 会議・展示会参加研修」概要報告横 山 裕 太
京都市上下水道局 水道部施設課

2019年10月29日から11月3日にかけて、中華人民共和国香港特別行政区にて、日本水道協会国際研修が開催された。本研修では、IWA-ASPIRE 会議・展示会への参加及び現地水道事業者へ訪問し、当該水道事業についての学習を行った。

本稿では、香港水道事業の概要及び IWA-ASPIRE 会議の内容について報告する。

1. 研修概要

本研修は日本水道協会が本年度より開始した研修であり、隔年で開催される IWA 世界会議・展示会または IWA-ASPIRE 会議・展示会に研修生を派遣し、論文発表及び会議聴講を行うものである。研修生は論文アブストラクト（英語約1,000語）を当該会議に提出し、口頭発表もしくはポスター発表として採用されている必要があり、本年度の参加者は1名であった。

(1) 研修日程

表-1 研修日程

| 日程 | 研修内容等 | 備考 |
|-----------|---------------|--|
| 10/29 (火) | 出発 → 現地到着 | 羽田空港 → 香港国際空港 |
| 10/30 (水) | 講義 | 午前：香港水道の概要 午後：Pre-Conference Workshop |
| 10/31 (木) | IWA-ASPIRE 参加 | 開会式・会議聴講 |
| 11/1 (金) | IWA-ASPIRE 参加 | 会議聴講 |
| 11/2 (土) | IWA-ASPIRE 参加 | 午前：会議聴講・閉会式 午後：IWA-ASPIRE 技術視察 |
| 11/3 (日) | 現地出発 → 帰国 | 香港国際空港 → 羽田空港 |

(2) 研修目的

本研修は、英語による論文発表を行うことによるコミュニケーション能力の向上や専門性の向上、国際的な視野を持つ人材の育成を目的としている。研修生は自身の論文発表を行うだけでなく、他国の論文発表を聴講し積極的に議論を交わすことで、他国の水道事業の情報収集を行い、自

らの専門性を高め、自国の水道事業の発展に寄与することが期待される。

2. 研修報告

本研修では、香港水務署を訪問し、現地の水道事業について質疑応答を交えながら講義いただいた。また、IWA-ASPIRE 会議において口頭発表及び会議の聴講を行い、最終日は技術視察に参加し、現地の水道施設を見学した。以下にそれぞれの内容について記載する。

(1) 香港水務署訪問

本研修の最初のプログラムとして、10月30日の午前に香港水務署を訪問した。香港水務署は Wan Chai の Immigration Tower 内にあり、1階にお客様センター、42～48階にそれぞれの部署の事務所が配置されている。今回の訪問では会議室に招かれ、香港の水道事業の歴史と今後の展望について講義いただいた。



香港水務署

香港の水道事業は1851年に政府が無料で井戸水を市民に供給したことから始まり、1957年にはトイレ洗浄用に海水の利用を開始し、1965年には中国の東江から水道原水の輸入を開始した。また、1968年には雨水貯留施設として海洋内貯水池の運用を開始した。

① 水源について

香港は地理的条件から水道原水の確保が難しく、総給水量に占める割合は河川水（東江）が52%、雨水が26%、海水（トイレ洗浄用）が22%となっており、水道水の大部分を輸入に頼っているのが現状である。香港の人口は今後も増加する見通しとなっており、併せて水需要の増加も予想されるため、今後新たな水源の確保が必要となる。今後、香港では海水の淡水化、再生水の利用、中水の再利用を現在のシステムと組み合わせていく予定である。

② 管路の維持管理について

香港の土地は丘陵地帯が多くを占めるため、高水圧による給水が必要となる。また、トイレ洗浄用に海水を管路で給水する。これらが漏水発生の主な原因となっており、2000年時点の漏水率は25%だった。香港水務署ではR&Rプログラム（Replacement and Rehabilitation）を2000年に開始し、2015年までの間に約3,000kmの老朽管路の更新・更生を行った結果、漏水率は15%まで減少した。

③ 節水について

前述の通り、香港では人口増加による水需要が増加する見込みであるため、消費者に節水を促し、ソフト面とハード面の両方から、水需要増加

の抑制を目指している（表-3）。

④ 水道料金について

香港の水道料金は4か月ごとの徴収となっており、使用用途毎（家庭用、商業用、工事用等）に料金体系が異なっている。家庭用の水道料金表は表-4の通りとなっている。

香港では健康と衛生を確保するための最低限の水使用量は無料としている。一方で、無駄な水利用を減らすために、水使用量が増えるにつれて、料金も増える仕組みとなっている。また、表-4の料金表は1995年以来一度も更新されていない。これに加えて、香港ではトイレ洗浄用に使用される海水を無料で提供している。

上記①～④の他にも、アセットマネジメントや水質管理についても講義の中にも含まれており、限られた研修時間の中で香港水道事業について丁寧に説明いただいた。また、セクション毎に質疑応答の時間を設けていただいたため、一方的に講義を聴講するだけでなく、ディスカッション形式で日本の水道事業との相違点等を議論することができた。

最後に、持参したお土産を渡したところ、香港水務署からも香港水務署のロゴマークが記されたガラスの置物を記念品としていただいた。

表-3 節水に向けた取り組み

| ソフト | ハード |
|------------------------|-----------------------------|
| 学生への水教育 | 給水装置に取り付ける節水コマをキャンペーン参加者に配布 |
| ホテルやケータリング用の節水ガイドライン作成 | 公共施設への節水コマの取付 |
| 10L節水キャンペーン 節水週間の開催 | 新築やリフォームの際に節水機器の使用を義務化 |

表-2 香港水道事業概要

| | |
|-----------|------------------------------|
| 年間給水量 | 1,258,000,000m ³ |
| 給水人口 | 7,400,000人 |
| 浄水能力 | 5,000,000m ³ /day |
| 配管延長（水道水） | 6,800km |
| 配管延長（海水） | 1,700km |
| 水源 | 河川水、雨水、海水 |
| 漏水率 | 15% |
| 職員数 | 4,400人 |

表-4 水道料金表（家庭用）

| 水使用量 | 料金（HKD/m ³ ） |
|---------------------|-------------------------|
| 0～12m ³ | 無料 |
| 12～43m ³ | 4.16（58.2円） |
| 43～62m ³ | 6.45（90.3円） |
| 62m ³ ～ | 9.05（126円） |

※ 1 HKD=14円として計算



お土産交換

(2) IWA-ASPIRE 会議

本会議は HKCEC（香港コンベンション&エキシビジョンセンター）にて開催された。参加者は受付で会議登録を行い、カンファレンスバッグと参加証を受取り、会議に参加した。

① Pre-Conference Workshop

本会議では開会式の前日に行われるプレワークショップとして、3つの議題（「革新的な消毒技術」、「GBA（広東・香港・マカオを結ぶベイエリア）における水保全と管理」、「良い論文を書く方法」）と題した講演が行われ、セッション毎に数人の講演者が発表を行った。「革新的な消毒技術」のセッションでは、塩素発生装置についての講演を聴講することができた。塩素は昔から水道水の消毒剤として広く使用されているが、輸送や貯蔵の際の安全性が問題視されている。また、国によっては自国で塩素の調達ができず輸入に依存している。香港においても、液体塩素を中国本土から輸入し消毒に使用していたが、上記のリスク

を避けるために、電気分解による塩素発生装置を採用し、需要に合った塩素を供給できるようになったとのことであった。

② 開会式

IWA-ASPIRE 会議の開催にあたり、10月31日の午前が開会式が行われた。開会式では、IWA の Diane D'ARRAS 会長、Carry Lam 香港行政長官らがウェルカムスピーチを行い、本会議のテーマである“Smart Solutions for Water Resilience”について、世界中の水関係者が集まる本会議で多くの議論が行われることを期待するとのメッセージが寄せられた。また、開会式終了後には、展示会場でジャパン・パビリオンのオープニングが行われた。

③ Keynote Session

本会議では、テーマ別に6つのセッションが同時刻に開催され、基調講演者及びアブストラクトを提出し口頭発表に採用されたプレゼンターによ



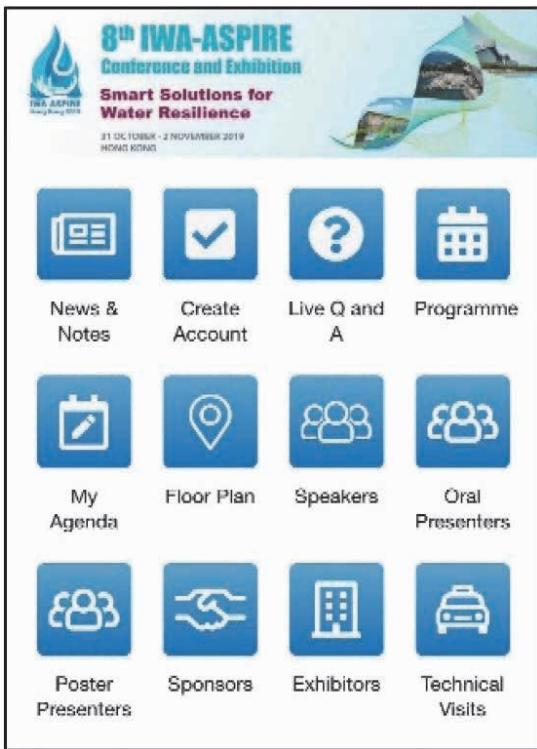
開会式



HKCEC の外観



ジャパン・パビリオン オープニング



IWA-ASPIRE モバイルアプリ

る発表が行われた。各セッションは、最初にセッションのテーマに関する基調講演が行われ、その後、口頭発表者によるプレゼンテーションが一人あたり20分の持ち時間（発表15分、質疑応答5分）で行われた。なお、各セッションの登壇者の情報やアブストラクトの内容は、モバイルアプリから閲覧可能となっており、大きな冊子等を持ち運ぶ必要もないため、非常に便利であった。

【Keynote Session 1.4】

（賢い給水方法）

本セッションでは、安定した水供給を行うための各国のマネジメント方法について、議論が行われた。香港水務署職員による発表では、一部の地域を対象に生活雑排水を再利用し、飲料目的以外に使用するシステムが紹介された。当該地域は標高の高いエリアであり、従来のトイレ洗浄用の海水供給に多くのエネルギーを要することから、生活雑排水を再利用する方法が検討されている。本システムが施行されることにより、貴重な水道水の代替の確保、排水量の減少、局所的な水再利用

の促進、水供給に関わるエネルギーの削減等の効果が得られるとのことであった。香港ではこの地域を先例として、今後も新たな水源の確保や給水方法の発展を行っていく予定であるとのことであった。

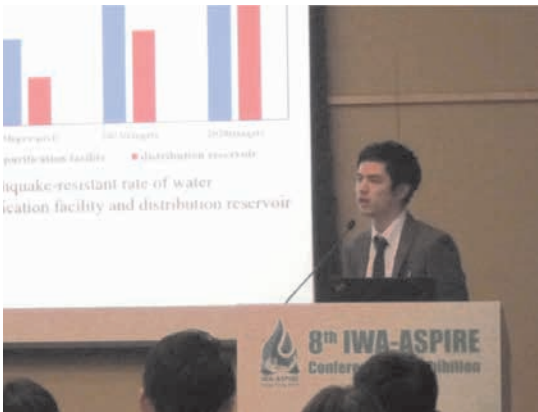
【Keynote Session 2.4】

（水インフラのアセットマネジメント）

本セッションでは、上下水道管路の維持管理や、水道施設の耐震化について講演が行われた。1人目の発表者として香港水務署のRicky Fung氏が登壇された。Fung氏は前日、香港水務署を訪れた際に講演いただいた方の一人であった。この発表では、地下埋設物のアセットマネジメントについて知見を得ることができた。前述の通り、香港では2000年から2015年にかけて、老朽管路3,000kmの更新・更生を行った。その結果、漏水率は25%から15%に削減された。一方で管路は今後も老朽化が進むため、適切な管路の維持管理を行うためには、より持続的な手法が必要となる。香港水務署は、2008年に行われたIWA及びWSAA（Water Service Association of Australia）によるアセットマネジメントプロセスのベンチマークプロジェクトに参加し、資産運用やライフサイクルコスト、危機管理の最適なバランスについて最新の知見を得ることができた。その知見と15年間に及ぶ管路更新の経験から、2018年にアセットマネジメント戦略を新たに策定した。本プロジェクトでは、水道管路を管径や布設箇所、断水等の影響度合いにより、(i) Extremely Critical、(ii) Critical、(iii) Non-Criticalの3つのカテゴリーに分類し、(i)及び(ii)の管路に対して管路の物理的状態の診断を行い、それに応じた対応策を施す。(iii)の管路に対しては、管理するデータベースを基に統計解析を行い、管路更新の優先順位づけを行う。香港水務署では、今後も最新の技術を用いたアセットマネジメントを行い、ISO55001の取得を目指すとともに、市民に安定した水道水を供給するための努力を続けていくとのことであった。日本でも、管路の耐震化や老朽管路の更新のために、日々設計や工事が各地方自治体で行われており、香港水務署のアセットマネジメントに対する考え方は、事業を進めるうえで参考にな



Fung 氏による講演



研修生による発表

るのではないかと感じた。

また、本セッションでは自身も登壇し、水道施設の耐震化工事に関する設計指針と工事事例について発表を行った。香港では地震の発生頻度は少なく、日本で取り組んでいる耐震化に関心があるかどうかは疑問であったが、発表後やセッション終了後に質問を受けたため、興味を持っていたのではないかと感じた。

本セッションの後に Welcome Reception が開催され、会場内では軽食がふるまわれ、参加者同士の交流が行われた。

【Keynote Session 3.1】

(賢い水質管理)

会議2日目となる11月1日は、主に水質関連の発表が行われた。本会議には、日本の大学で上下水道分野の研究をしている学生も参加しており、ウガンダの Mukono Town における間欠給水の

質管理について、鳥取大学の大学院生により発表が行われた。管路への外部からの汚染を防ぐためには、24時間有圧で連続給水することが重要である。一方で、資金不足や水源不足により24時間給水が出来ない水道事業者も存在する。本発表の研究対象である Mukono Town においても、現在、上記の理由から間欠給水システムによる給水を行っており、2025年までに24時間連続給水システムへの切替を目指しているが、切替までの間の水質管理が必要となる。本発表では、水質のモニタリングと管網解析ソフトを用いた水質改善方法が提案されていた。浄水場から Mukono Town 内の施設に至るまでの各ポイントで水道水を採水して水質項目を測定した結果、残留塩素濃度、大腸菌、COD (化学的酸素要求量) の項目が WHO の基準を超過していた。これらの水質測定結果と管網解析ソフトを用いてシミュレーションを行ったところ、いくつかの採水ポイントで塩素を追加で添加することにより、各採水ポイントでの水質が改善されるということであった。間欠給水を行っている国や事業者に対しては、本発表のような管理手法やアプローチが水質改善の第一歩として大変参考になると感じた。

【Keynote Session 4.1】

(水処理技術)

会議2日目の Keynote Session 4では、前セッションに引き続き、水質関連の発表が行われた。基調講演者が行った海水淡水化についての発表では、従来の逆浸透膜 (RO) を用いた脱塩処理に、正浸透膜 (FO) を組み合わせたハイブリッドプロセスについて、聴講することができた。従来の RO 法では高圧でのポンプ運転が必要であり、それに伴う不可逆ファウリングの発生と膜交換に係る費用が課題の一つであった。ハイブリッドシステムでは、従来の工程の前処理として FO 法を用い、FO 法で使用した駆動溶液を冷却によって結晶化させることで、最終段階である RO 処理の際に低圧でのポンプ運転が可能となり、ファウリングの頻度も少なくなるということであった。人口増加や気候変動による水不足問題の解決のため、海水淡水化は世界でも注目されており、これからも更なる発展を遂げていくのではないかと感じた。

【Keynote Session 5.6】

(工場排水及び農業排水の汚染管理)

2日目最後のセッションでは、排水処理について発表が行われた。本セッションでは、製紙工場からの排水や畜産場からの排水など様々な種類の排水に対して、対象の国や地域に適合した処理方法で水質管理を行っている方々の発表を聴講することができた。下水処理に関して本会議内で、「下水処理施設は今や資源回収施設と呼ぶべきだ」と表現されていた。この言葉が表すように、下水にはエネルギーや資源が多く含まれており、それらを効率的に回収し再利用していくことが、今後の下水道業界が担うべき役割なのではないのかと感じた。

【Keynote Session 6.2】

(都市部における洪水被害への対策)

会議最終日となった11月2日は、近年の気候変動の影響による洪水被害の対策についての発表を聴講した。洪水対策と聞くと、下水道を整備し豪雨発生時の浸水対策をするようなイメージを持っていたが、本セッションでは、河川の改修や植栽による洪水被害の緩和など、下水道事業以外の観点からも洪水対策が議論されていた。特に日本の学生による、フィジー共和国、ソロモン諸島、サモア独立国を対象とした高潮発生による洪水被害の緩和策に関する発表では、南太平洋沖の島国に生息するマングローブの高潮緩和効果についての知見を得ることができた。マングローブの高潮緩和効果はマングローブの配置やその地形によって左右されるが、一定の緩和効果が期待できるということであった。災害対策は近年の気候変動による影響で世界的にも注目されており、本会議でも広く議論されていたが、本発表のように経済的に余裕がない国においても、自国に自生する植物等を用いた対応策があれば普及していくのではないかと感じた。

本セッションをもって口頭発表のセッションが全て終了し、本会議も閉会式を残すのみとなった。

④ 閉会式

会議最終日最後のセッションとして閉会式が行われ、本会議の成功と参加者への感謝の言葉が述

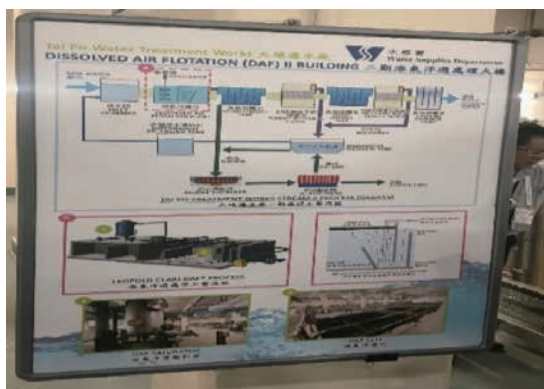
べられた。また、2020年にコペンハーゲンで行われる世界会議及び、2021年に台湾の Kaohsiung (高雄)で行われる ASPIRE 会議の代表者がそれぞれ登壇し、次回の会議に向けて講演を行った。

(3) 技術視察

会議最終日の閉会式終了後には、香港上下水道事業の各施設を回る技術視察のプログラムが組まれており、研修生は Tai Po 浄水場見学ツアーに参加した。浄水場へは会議場からバスに乗って移動し、40分程で到着した。Tai Po 浄水場は、香港にある20か所の浄水場のうちの1つで、400,000m³/dayの浄水能力を持つが、現在、拡張工事が行われており、この工事により浄水能力が800,000m³/dayとなる予定である。香港では、地理的条件により施工エリアが限られており、本工事においても、異なる浄水設備を上下の階層に分けて配置することにより、従来の一階層で浄水場を建設する方法と比較すると、専用面積を約32%削減でき、本手法は IWA の Project Innovation Award 2006を受賞している。現地到着時には、香港水務署の方々に出迎えていただき、エントランスホールのモニターにて浄水場の簡単な紹介が行われた。また、エントランスホールには浄水場の模型が飾られており、タブレットをかざすと各施設の詳細な説明が聞ける仕組みとなっていた。

エントランスで説明を聞いた後、浄水場内の各施設の見学ツアーが始まり、最初に水質試験室に案内された。Tai Po 浄水場では、Biosensing Alert System と呼ばれるゼブラフィッシュを用いた水道原水の水質をモニタリングするシステムを採用している。本システムは、水中の汚染物質に高感度で反応するゼブラフィッシュを特別に設計された水槽で飼育することで、ゼブラフィッシュの平時の挙動と異常時の挙動をコンピューターによって判別し、異常が発生すれば自動的に責任者に連絡が送られるようになっている。その他にも生物発光技術を基にした毒性試験を行うことで、1時間以内に1,000項目以上の有害物質の検査を行うことができるとのことであった。

続いて、ツアー参加者は実際の浄水処理プロセスの一部を見学した。Tai Po 浄水場では、原水が到着後、凝集剤の添加及び pH の調整を行い、最



Tai Po 浄水処理フロー



水質モニタリングシステム



Tai Po 浄水場エントランス



加圧浮上処理池



浄水場案内用タブレット

初の処理工程である加圧浮上池へと進んでいく。本工程では、加圧下で空気を溶解させた水を沈澱水と混合させることにより、凝集フロックと空気が溶解した水から発生するマイクロバブルが混合し、フロックを浮上させることにより除去する仕組みとなっている。加圧浮上処理では、凝集沈澱処理に比べて滞留時間を短くすることができるため、Tai Po 浄水場では本手法を採用しているとのことであった。処理水は本プロセス通過後、好気性汙床法にてアンモニアやマンガンの除去を行い、最終的に急速汙過法にて残存する懸濁物質を除去し、塩素消毒した後に各家庭へと給水される仕組みとなっている。今回の見学ツアーでは時間の関係上、最初の処理工程である加圧浮上処理と、Pre Conference Workshopでも取り上げられていた塩素発生装置とオゾン発生装置のみの見学にとどまり、少し物足りなさもあったが、浄水場の

職員の方々はとても気さくで、質問を行った際も丁寧に対応していただいた。最後に浄水場にて参加者全員で記念撮影を行い、バスにて帰路に就いた。

本会議は、昨年度東京で行われた IWA 世界会議と比較すると小規模ではあるが、そのコンパクトさを活かし、参加者達は各セッションで活発な議論を行っていた。また、本稿では触れられていないが、ポスターセッションや企業・事業体による展示ブースにおいても多くの参加者が意見交換を行っており、開会式で述べられた「世界中の水関係者によって多くの議論がなされる」という目標は達成されたのではないかと感じた。

3. 終わりに

本研修では、海外の水道局への訪問、IWA-ASPIRE 会議への参加、水道施設の見学を通じて、海外の水道技術者達と意見を交わし、新たな知見を得ることで、短期間ではあったが、研修生にとって貴重な経験となった。

本研修は今年度から始まった新規の研修であるが、中身の濃い有意義な研修内容となっていた。今回参加した研修生は 1 名だけであったが、次年度に予定されているコペンハーゲンでの IWA 世界会議・展示会には、日本の事業体から多くの研修生が集まることを期待する。