

「資 料」

令和 4 年度日本水道協会国際研修 「IWA 世界会議・展示会参加研修 (コペンハーゲン)」報告書

猪 子 敬 之 介

札幌市水道局 給水部給水課
連絡調整担当係長

荒 砥 彬 生

仙台市水道局 浄水部施設課

森 田 佳 世

御坊市水道事務所庶務係長

はじめに

2022年9月11日(日)～15日(木)の5日間に亘り、デンマークの首都コペンハーゲンにおいて「スマートで住みやすい都市のための水」をテーマにIWA世界会議・展示会が開催された。このイベントの機会を捉え、論文発表、基調講演やテクニカルセッションの聴講、展示会の見学、水道施設の視察、さらには、デンマーク上下水道協会(DANVA)職員によるデンマーク水道についての講義聴講を研修内容とする日本水道協会の国際研修「IWA世界会議・展示会参加研修」が企画され、参加したのでその内容について報告する。

キーワード：IWA世界会議、国際交流

分類項目：その他(140410)、IWA世界会議(3102)

1. 研修の概要

この研修は、2019年度から公益社団法人日本水道協会が始めた取り組みで、2年に1度、交互に開催されるIWA世界会議・展示会とIWA-ASPIRE会議・展示会に研修生を派遣し、プログラムに沿った発表や会議聴講などを行うものである。加えて、開催国の水道協会等よりその国の水道事情を学ぶカリキュラムになっている。

今回参加した2022年IWA世界会議・展示会(以下、「本会議」という。)は、当初2020年10月に開催されることになっていた。しかし、新型コロナウイルス感染症の世界的な流行を踏まえ、2021年5月に延期となり、さらに、2022年9月に再延期となった。本会議の概要は次のとおり。

開催期間：2022年9月11日(日)～15日(木)

開催地：デンマーク・コペンハーゲン

会場：ベラ・センター

テーマ：スマートで住みやすい都市のための水
(Water for Smart Liveable Cities)

IWA世界会議・展示会参加研修の研修生とし

での参加資格要件は次のとおり。

- ①日本水道協会正会員の中堅職員(45歳未満、水道の業務経験5年以上)。
- ②英語を理解しコミュニケーションを図ることができること。
- ③IWA世界会議へアブストラクトを投稿し口頭発表もしくはポスター発表として採択されていること(ただし、口頭発表優先)、など。

1.1 研修の日程

成田国際空港発着の研修の日程は表-1のとおり。

表-1 研修の日程

月日	経路、イベント
9月9日(金)	成田空港⇒ドバイ空港⇒コペンハーゲン空港
9月10日(土)	
9月11日(日)	IWA世界会議・展示会参加
9月12日(月)	IWA世界会議・展示会参加
9月13日(火)	デンマーク水道講義(午前) IWA世界会議・展示会参加(午後)
9月14日(水)	IWA世界会議・展示会参加
9月15日(木)	IWA世界会議・展示会参加
9月16日(金)	
9月17日(土)	コペンハーゲン空港⇒ドバイ空港⇒成田空港

表-2 研修の計画の一例

月日	時間	研修内容
9月11日(日)	16:00~18:00 18:30~20:00	開会式 展示会開会式・ウェルカムレセプション、ポスター掲出
9月12日(月)	10:30~12:00 12:15~13:00 15:45~17:15 17:30~18:20	テクニカルセッション：インフラの復旧 ビジネスフォーラム：日本 (JWWA) テクニカルセッション：洪水リスクの管理 基調講演：SDGs6.2達成のためのロードマップ (ナタリー・オリスラーガー)
9月13日(火)	10:00~12:00 13:30~15:00 17:30~18:20	HOFOR 社訪問 テクニカルセッション：自然への影響に配慮した計画 基調講演：水のデジタル化を紐解く (オリバー・グリエフソンほか)
9月14日(水)	9:45~12:15 13:00~17:00	オペレーションズ・チャレンジ テクニカルツアー：ツアー1「地下水」
9月15日(木)	10:30~12:00 15:15~16:45	テクニカルセッション：配水管網の最適化 閉会式

1.2 研修の目的と計画

本研修の目的は次のとおり。

- ①英語の上達
- ②海外の方々とのコミュニケーション能力の向上
- ③専門性の発展
- ④国際的視野を持つ人材の育成

研修の計画を立てるにあたって、これらの目的のほか、自らの専門分野や現在の職務も踏まえ、本会議の詳細なプログラムの中から、聴講、見学、視察するイベントを選んだ。その一例を表-2に示す。

2. 研修の報告

2.1 IWA 世界会議・展示会¹⁾

2.1.1 開会式・ウェルカムレセプション

1) 開会の挨拶

11日(日)16:00~18:00にベラ・センター(写真-1)内のコングレスホールにおいて開会式が行われた。

式の冒頭、カラニシー・バイラバムーシー氏(IWA 専務理事)から挨拶があり、最も魅力的な都市のひとつであるコペンハーゲンにおいて本会議が開かれること、水の未来を選択する岐路に今立たされていることなどの話があった。また、本会議については、気候変動への適応や持続可能性、デジタル化、技術革新に重きが置かれているとの説明がなされた(写真-2)。

次に、トム・モレンコフ氏(IWA 会長)が、

水の科学と政策に寄与し続けてきた本会議の開催の意義や SDGs の目標達成と気候変動への適応に



写真-1 ベラ・センターのエントランス



写真-2 カラニシー・バイラバムーシー氏

関する課題に言及した。また、本会議は、増え続ける水の問題を解決していくために世界中の人々が参加できる貴重な機会であることなどを述べた。

そのほか、アンダース・バーカート氏（会議議長）、ラース・ガイドホイ氏（首都地域議会議長）、ライン・ベアフッド氏（コペンハーゲン市技術・環境担当市長）らの挨拶があった。

2) アトラクション

打楽器奏者4人組で編成されたコペンハーゲンドラマーズが客席の合間を縫って登場し、スネアドラムやパーカッション代わりにした梯子による演奏が披露された。火のついたスティックを使って演奏を行うパフォーマンスも見せ、ライブ会場さながらの熱気に包まれていた（写真-3）。



写真-3 アトラクションの様子



写真-4 ジェイソン・エリック・ボックス教授の基調講演の様子

3) ジェイソン・エリック・ボックス教授の基調講演

式中、デンマーク・グリーンランド地質研究所（GEUS）のジェイソン・エリック・ボックス教授による「急激な北極の気候変動と世界の水問題」と題した基調講演が行われた（写真-4）。ボックス教授は、グリーンランドで20回以上に及ぶ氷床（大陸を覆う厚い氷）の調査を行い、リモートセンシング、大気モデリング、現地での実測を組み合わせて、氷、大気、海洋のそれぞれが互いに影響を及ぼし合う働きを研究している。

北極圏の気温は世界平均に比べても上昇、変動異常が著しく、ボックス教授の調査において、グリーンランドも例外に漏れず、一部の氷床の斜面が年々溶けており、地球規模の海面上昇に繋がっているとのこと。その影響により、1971年の海面を基準にすると、2019年時点で12.3mm 上昇している。これまでと同じように二酸化炭素を排出し続けると、2100年の北極圏の気温は最大で5.8℃ 上昇する予測（RCP8.5のシナリオ）となっており、数千年後に海面が50m 近くまで上昇するといった研究成果もあるらしい。

気温上昇の影響はそれだけではなく、さまざまな異常気象をもたらしていると言う。その顕著な実例として、ニューヨークとボストン、ヨーロッパの洪水や高潮、また、暖かい空気のジェット気流によるヨーロッパの熱波、ライン川の干ばつ、アルプス山脈の雪解けや永久凍土の崖崩れ、北米大陸のヒートドーム現象、世界の主要な穀倉地帯での熱波などを取り上げていた。

開催国デンマークについても触れ、2011年に起きた洪水の被害を教訓に、その対策として道路や公園に貯水システムを張り巡らせているだけではなく、溜まった水を掃除や散水に使って水の節約（有効利用）もしているようである。また、二酸化炭素の総排出量が1990年代中頃から減少していて、2030年にはピーク時の4割程度になるとの紹介がなされた。

最後に、気候変動と水問題について、回復力と豊かさを両立するために、エネルギー、経済、環境だけではなく、教育、資本も大事な要素であり、それらを互いに深く関連付ける視点が必要である

表-3 IWA 各賞の受賞者

各賞	受賞者
水と開発 (研究部門) (実践部門)	ダミール・ブルジャノヴィッチ教授 (IHE デルフト水教育研究所、オランダ) アフリカサンドダム財団
ヤングリーダーシップ	セリヌ・ヴァネクショート博士 (ラヴァル大学、カナダ)
ジェンダー平等と水	アナベル・ワイティトゥ (ビッグファイブアフリカ、ケニア)
世界の水	ニシャ・マンダニ (私たちの目標財団、アメリカ)



写真-5 IWA 各賞の表彰式の様子

とのこと。そして、全人類でこの課題に取り組んでいくことが不可欠であるとの言葉で締めくくられた。

日本では、世界よりも早いペースで気温が上がり、強い雨が増えている一方、雨の降る日が減少し、真夏日と猛暑日が増えているといった事象が起きている。その影響が公共用水域の水温の上昇、渇水による水道の断減水などとなって既に現れている。今後、様々な災害が激しく大きくなり、頻繁に起きることが予測されているので、世界的な視野を持って気候変動への適応に早めに取り組んでいかなければならないことを身に染みて感じた。

4) IWA 各賞の表彰式

IWA 賞は、IWA が強く勧めている技術革新を称える仕組みである。革新的な考え方、水の管理と実践のための賢明な解決策について、国際的な指標を定めることを目的にしている。授賞式では、「水と開発」賞 (研究部門と実践部門)、「ヤングリーダーシップ」賞、「ジェンダー平等と水」賞、「世界の水」賞の5つの発表が行われ、受賞

者にクリスタル製の盾が贈られた (写真-5)。各受賞者は表-3のとおり。

5) ウェルカムレセプション

開会式の後、18:00~20:00までウェルカムレセプションが開かれた。ほかの分野の水関係の専門家と交流して、ネットワークを築く場であり、有料会議登録者と出展者が参加できる。軽食やドリンクが振る舞われた。

2.1.2 基調講演

11日 (日) ~15日 (木) の5日間に亘り、基調講演と全体パネルディスカッションが行われた。水の諸問題に関わる第一人者や有識者が講演を行った。開会式の冒頭でカラニシー・バイラバムシー氏 (IWA 専務理事) が言われていたように、気候変動、持続可能性、デジタル化、技術革新といったキーワードに関わる講演内容が多くを占めていた。本会議のテーマ「スマートで住みやすい都市のための水」に絡めた話題提供が多く、また、後述のテクニカルセッションとは異なり、分野間をまたぐマクロな視点での問題提起が多かったように思われる。講演者と題名は表-4のとおり。

2.1.3 テクニカルセッション

12日 (月) ~15日 (木) の4日間に亘り、160を超えるテクニカルセッションが繰り広げられた。テクニカルセッションは、テーマ別にそれぞれトラック1「水道事業経営」、トラック2「排水処理と資源回収」、トラック3「飲料水と飲用水の再利用」、トラック4「都市規模の計画と運営」、トラック5「コミュニティ、コミュニケーション、パートナーシップ」、トラック6「水資源と大規模な水管理」の6つのトラックで構成されている。20ほどの会場において、1日1~3コマのセッションが割り振られ、その中で数名の発

表-4 基調講演と全体パネルディスカッションの講演者と題名

月日	講演者	題名
9月12日(月)	 ロヒト・T・アガーワラ (ニューヨーク市環境保護局長)	都市の水管理におけるレジリエンス強化のための実践的な視点
	 ナタリー・オリスラーガー (オランダ外務省)	SDGs6.2達成のためのロードマップ～すべての人に衛生設備を、そして、つながれていない人にどうつながるか～
9月13日(火)	 ドーン・マーティン・ヒル (マックマスター大学、カナダ)	持続可能な水問題の解決に向けてコミュニティの力を高める～先住民の知識を取り入れる～
	 オリバー・グリエフソン (Z-Tech Control Systems Ltd.)	水のデジタル化を紐解く
	 エンリケ・カブレラ・ロシエラ (パレンシア工科大学)	
9月14日(水)	 インレス・ブレダ (SILHORKO-EUROWATER A/S)	水のために若者を団結させよう
	 ポール・オキャラハン (BlueTech Research)	雨でも踊れるようになる～気候変動の時代に成功するために～
9月15日(木)	 ゲルヤン・メデマ (デルフト工科大学)	下水がウイルスに感染した～下水道からのパンデミックのシグナル～

表者が、12分間のプレゼンテーションと3分間の質疑応答を行う。ここでは、会期中に聴講したテクニカルセッションのうち、幾つか紹介する。

1) テクニカルセッションの紹介 (その1)

●日 時：12日(月) 10:30～12:00

●会 場：B 5 b

●タイトル：技術と運転Ⅰ

●発表件数：口頭4件、ポスター2件

●座 長：

- ・ヤロスラフ・オラー (アメリカ)
- ・ムハンマド・アニーク・アザム (パキスタン)

このセッションは、主に浄水処理の技術的研究に関する発表であった。

各題は、(a)「気候変動に対する水処理プロセスの対応力比較及び関連する課題とコスト」、(b)「凝集工程のようなプロセス設計の重要部分を強化することによる飲料水からのNOM除去及びその環境への影響」、(c)「原寸のプラントを用いた凝集沈澱・急速砂濾過及び凝集沈澱・膜濾過におけるウイルス低減効果の検討」、(d)「オゾン処理及び活性炭濾過処理による飲料水の生物学的安定性への影響」の4題であった。この中でも、(a)については、浄水処理のプロセスやその水質の目標値が、どの程度コストに跳ね返ってくるのかを検討

しているものであった。現在進行形の内容が多いため、それらの傾向をそのまま実務に用いることはできないが、検討のアプローチについては1つの事例として参考にできるかもしれないと感じた。

2) テクニカルセッションの紹介 (その2)

●日 時：12日(月) 13:30～15:00

●会 場：B 5 b

●タイトル：技術と運転Ⅱ

●発表件数：口頭4件、ポスター2件

●座 長：

- ・アルバ・カブレラ・コドニー (スペイン)
- ・ムハンマド・アニーク・アザム (パキスタン)

このセッションでは、引き続き浄水処理の技術的研究に関する口頭発表が行われた。各題は、(a)「地表水における限外膜濾過処理による飲料水の生物学的安定性の改善」、(b)「CC-ROを用いたフランダース沿岸地域での汽水域—海水域間における淡水化による飲料水生産のための社会実験」、(c)「スケール発生のメカニズム及び逆浸透処理におけるスケール防止剤の効果についての調査」、(d)「エチレンジアミン修飾ポリアクリロニトリル限外濾過電気膜を用いた溶存有機化合物の除去性能の向上」の4題であった。

このセッションは、化学・生物分野の専門的な知識が必要であり、研修生全員が専門外であったことから、非常に高度なものに感じた。また、海外では膜汚濁に対して熱心に調査・研究に取り組んでいるようであった。さらに、オランダでは塩素を使わない水処理があると聞き、日本と比べると水道の概念そのものに根本的な違いがあり、衝撃を受けた。

3) テクニカルセッションの紹介 (その3)

●日 時：15日 (木) 10:30~12:00

●会 場：B 4 d

●タイトル：配水管網の最適化

●発表件数：口頭4件、ポスター2件

●座 長：

・マイケル・ストーリー (オーストラリア)

・アタナシオス・セラフィム (ギリシャ)

このセッションでは、配水管網の性能評価と最適化の手法について議論された (写真-6)。各発表のタイトルは、(a)「飲料水と接触する材料からの移動—ノンターゲットスクリーニング分析の適用—」、(b)「流量不足の送水管の性能評価」、(c)「配水システム運用のためのリアルタイムソフトウェアオペレーターに焦点を当てた設計のアプローチ」、(d)「TOPSIS 法による配水管網の危険度ランキングの決定」(以上、口頭発表)、(e)「水道における電気エネルギー消費の最適化と二酸化炭素排出量の削減」、(f)「配水管網の脆弱性」(以上、ポスター発表)であった。これらの中で特に印象に残った(d)について触れる。

韓国環境部の新たな施行規則において、配水管網の劣化、漏水と水質の苦情が繰り返し起きるような脆弱な地域を優先して管理することの重要性が示された。これを受けて、調査対象地域を小さなブロックに振り分け、配水管網の劣化、漏水と水質の苦情、水圧と残留塩素濃度といったデータから、TOPSIS 法 (多くの基準の下での意思決定に用いられる分析手法) を用いて危険度をランキングしたもの。この手法を用いることで、意思決定者が配水管網の中で優先的に管理する区域を決定または解除するときの支援、また、効果的かつ持続的な維持管理が可能になるとのこと。配水管網の劣化だけではなく、実際の漏水、水質の事故の情報に加え、それらと因果関係のある水圧と残留塩素濃度をパラメータにし、差別化を図る工夫をしていることに強い関心を持った。

2.1.4 ポスター発表

本会議において485件のポスター発表があった。ホールCの展示会の出展ブースに並んでポスター会場が設けられ、4つのエリアに分けてポスターが展示された (写真-7)。

アブストラクト査読の結果、本会議に採択されたもののうち、一部の限られたポスターは、テクニカルセッションにおいて、3分間のプレゼンテーションと1分間の質疑の時間が与えられる (ポスターピッチと呼ばれる)。13日 (火) 10:30~12:00に、トラック3のテクニカルセッション「多様な状況における水の管理」において、研修生の中から荒砥彬生 (仙台市水道局) がプレゼン



写真-6 テクニカルセッションの様子



写真-7 ポスター会場の様子



写真-8 荒砥彬生(仙台市水道局)によるプレゼンテーションの様子

テーションを行った(写真-8)。

「Countermeasures against a Long-term Blackout in the Sendai City Waterworks Bureau in Light of the Great East Japan Earthquake」と題して、長期に及ぶ停電の発生や燃料確保に困難を極めた東日本大震災の経験を踏まえ、自家発電設備の運転継続時間を延長するべく検討を行い、それに基づいて行っている長期停電対策についてまとめたものである。

2.1.5 テクニカルツアー

デンマークを代表する水のプロジェクトや施設を見学するもので、デンマーク国内で9のツアーが企画されていた。これらの中から、研修の目的に照らし合わせ、水道に関連するツアー1「地下水」とツアー3「水の損失」の2つから選択し参加することになっていた。その内容は次のとおり。

1) ツアー1「地下水」(参加者：猪子、森田)

14日(水)13:00~17:15にデンマーク首都圏内の小規模な水道施設と汚染された地下水を処理する建物を視察するツアーである。

まず、ピアケレズ水道(消費者が所有する水道会社)を訪問した。ピアケレズは、デンマーク首都圏のルーザスデール自治体に属し、コペンハーゲンから道なりに北西26kmの位置にある人口2万人の都市。ピアケレズ水道は、年間110万 m^3 、6千世帯分の飲料水を生産しており、役員5名と従業員7名を抱え、井戸9本、浄水池1,000 m^3 、配水塔2,000 m^3 を持つ小規模な水道事業体である。温かい飲み物と甘いパンが用意された浄水場内の応接室に迎え入れられ、スタッフから会社の使

命、水道システム、プロフィール、水質の管理、地下水の保護、リスクアセスメントなどの説明を受けた(写真-9)。続いて場内を案内された。デンマークは、飲料水のほぼ全量を地下水で賄っていて、塩素消毒をしないのが特徴の一つ。地下水を処理する工程がエアレーション、生物処理、紫外線処理(写真-10)の順となっていて、消毒設備がなく、紫外線処理設備が後段に配置されている点が日本と異なっていた。

次に、ピアケレズ地下水公園内の地下水汚染の処理棟を見学した(写真-11)。この公園は、水源を汚染から守るために、化学物質の使用または排出の禁止、廃棄物処理場の除去・除染といった規制をするエリアを指定したものである。現場の一角は古くからの工業地帯、ガソリンスタンドとなっていて、過去に排出された塩素系溶剤などで地下水が汚染されている。2021年に建てられたこの新しい処理棟では、汚染された地下水をポンプで汲み上げ、砂汙過タンクと活性炭吸着タンクそれぞれ2槽、計4槽で汚染物質を取り除き、浄化された水を地下に戻していた。そのほかにも汚染源の処理あるいは遮断を同時に進めていて、それらに多くの時間と手間暇が掛けられていた。この国の人々にとって地下水が如何に大切かを伺えた。

2) ツアー3「水の損失」(参加者：荒砥)

13日(火)13:00~17:15にコペンハーゲン市内のポンプ施設や減圧弁などを視察するツアー。



写真-9 ピアケレズ水道のスタッフによるプレゼンテーションの様子



写真-10 ビアケレズ水道の紫外線処理設備



写真-12 コペンハーゲン市内の配水ポンプ場



写真-11 地下水汚染処理棟内の様子

ツアー名が「水の損失」とあるように漏水対策に焦点を当てたものである。

デンマークでは LEAKman・プロジェクトという組織が発足しており、水道会社を始め、ポンプメーカーやバルブメーカーなど、様々な企業が参画している。それらの団体がそれぞれの技術を提案、活用し、非常に低い漏水率を実現している。

最初に向かったのは配水ポンプ場(写真-12)。各家庭に飲料水を直接届けるために配水ポンプを稼働している施設で、デンマークの著名なポンプメーカーであるグランドフォスのポンプと制御技術が用いられている。LEAKman・プロジェクトにおけるポンプの役割は、必要以上に圧力が上がらないよう、状況に応じて水圧を最適に制御し、管路への負荷を軽減して破損を防ぐとともに、既に存在する漏水箇所の損失を少なくすることである。これを、下流側に設置した圧力計の値を基に、

複数のポンプの稼働台数や出力を制御することによって実現している。

次に向かったのは減圧弁室。こちら、先のポンプと同じく、必要最低限に水圧を制御することで、漏水による無収水を減らすことを目的としており、下流での計測値をフィードバックして圧力を制御していた。ソレノイドで制御するタイプの減圧弁が使われていた。また、同じ場所で漏水検知の方法についても説明があった。バルブに検知器を取付け、その音により漏水を見分けるものであった。検知器にバッテリーが搭載されており、携帯回線を利用して無線でデータを送信することができる。

2.1.6 展示会

会期中、展示会には300を超える出展者からの出展があった。大きく、スポンサー、デンマーク、北欧、国毎のパビリオンに分かれていた。

ジャパンパビリオンには、東京都水道局、東京都下水道局、東京水道株式会社、株式会社クボタ、メタウォーター株式会社、大成機工株式会社、株式会社水研、日本下水道新技術機構、日本水道工業団体連合会、日本水道協会の10団体がホールEの一角にブースを出展した(写真-13)。その内、水道関連について、各メーカーのブースでは、耐震管、伸縮可撓管、不断水バルブ、セラミック膜汚過システムなどのパネルや模型が展示されていた。また、各団体のブースでは、組織のプロフィール、取り組み、活動内容のパネル、機器の実物が展示されていて、無料配布用のカタログも



写真-13 ジャパンパビリオンの様子



写真-14 グルンドフォスの展示場の様子

置かれていた。このパビリオンに多くの参加者が訪れ、日本のスタッフが懇切丁寧に受け答えをしていた。

LEAKman・プロジェクトに参加している企業の1つであるグルンドフォスの展示場に赴き、デンマークの水道について聞き取りを行った(写真-14)。1つ目に、コペンハーゲンではほとんどの場合、ポンプ形式で配水を行っている点について、なぜ配水池を設けないのかという質問をした。回答として、「デンマークでは国土全体を通して標高が低く、配水池を設けるのに適した場所が多くないこと、また、高架水槽のような形で配水池を設けると、非常に寒い気候のせいで凍結のリスクが高いこと、さらに、配水池への送水と配水池からの配水のときに二重のエネルギーロスが生じてしまうことから、省エネの点で配水ポンプが有効である。ただし、ポンプの数が多くなるため、コストの面で有利かどうかは一概には言えない。そして、一番の理由としては、デンマークではこのスタイルが定着してしまったため、基本的にはポンプで配水する設計思想となっている。」

とのことであった。

2つ目の質問として、グルンドフォス製のポンプの強みについて聞いたところ、「多段渦巻ポンプなどの段数を自由に変更、カスタマイズしてローカルの工場で組み立てられるようにした。その取り組みを活かして各国の市場へ参入していきたい。」とのことであった。

2.1.7 ビジネスフォーラム

12日(月)～15日(木)の4日間に亘り、テクニカルプログラムの一つとしてビジネスフォーラムが開催された。「挑戦と革新を学ぶ」と題して、水の未来を形作るために役立つ技術革新やプロジェクトを紹介するセッションで、40に及ぶ団体(スポンサーや出展者)が発表を行った。

12日(月)12:15～13:00に展示会場のホールC2で、ジャパンパビリオンの出展者の内、東京都水道局、東京都下水道局、東京水道株式会社、大成機工株式会社、株式会社水研の5団体が、「持続可能な水の未来に向けて」をテーマに掲げ、優れた取り組みや最先端技術の情報を発信した(写真-15)。各団体の発表者が壇上に立ち、ブース

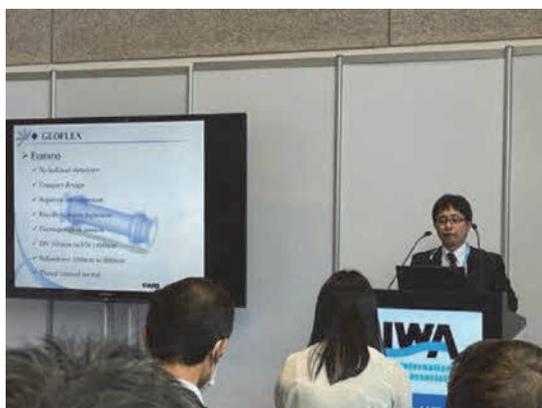


写真-15 ビジネスフォーラム (日本) の様子



写真-16 オペレーションズ・チャレンジの様子

の展示物をより分かり易く、詳しく説明していた。

2.1.8 オペレーションズ・チャレンジ

14日 (水) の終日に亘り、展示会場のホールEにおいて、7チームで3つの技能を競い合うコンテスト「オペレーションズ・チャレンジ」が開催された。IWA初の試みで、WEFTEC (世界の水質専門家と論客の集まり) の事例にヒントを得て、8団体が協力し実現したもの。3人1組のチームが「保守」、「管路」、「安全」の3つの技能 (時間と正確性) を競い最高得点を目指すもので、各部門の優勝者と総合優勝者が表彰される。3つの競技 (技能) の内容は次のとおり。

1) 保守

ポンプ場でのトラブルへの対処を競うもの。競技手順は次のとおり。

- ①ポンプを所定の位置から作業台へ移しシャフトシール (軸封装置) の状態をチェックする。
- ②ポンプ用のガイドレールホルダーとガイドレールが手入れされていて、動作するか点検する。
- ③ポンプを所定の位置に戻す。

2) 管路

下水道管の漏水の修理と分岐管の取り付けを競うもの。口径20cmの塩ビ管の漏水箇所を切り取り、そのサイズに合わせた新品の直管を2つのジョイントでつなげて修理する。その管に穴をあけ、新たに口径10cmの塩ビ製の分岐管を取り付けると完了。

3) 安全

マンホール内の意識不明の作業員を救出し、バルブを修理するのを競うもの。バルブのガスケット (パッキン) がすり減り、マンホール内がガスで充満しているか酸素が不足しているというシチュエーションの下で競技が行われる。安全帯の装着、ガス・酸素濃度の計測、送風機と槽の据え付けを順に行った後、作業員を地上に引き上げ、バルブを修理してフィニッシュ。

アンダース・バーカート氏 (会議議長) から挨拶があり、ジャスパー・スタダム氏とステイブ・ハリソン氏 (ともに米国水環境連盟) の実況で競技が進行し、熱戦が繰り広げられた。競技の様子を写真-16に示す。

2.1.9 閉会式

15日 (木) 15:15~16:45に閉会式が行われた。閉会式では、「気候変動適応事業者認定プログラム」初回の優良な事例を発表した。また、500件を超えるポスターや論文の中から最優秀ポスターに3件が選ばれた。受賞したのは(a)「河川の若返り—インドのガンガ川流域における水質の問題と課題」ミットン・ラルー・カンサル氏 (インド工科大学ルールキー校、インド)、(b)「非下水道地域の水質に基づく Covid-19監視システムの開発」スディール・ピレイ氏 (水研究委員会、南アフリカ)、(c)「真空紫外線処理による1.4-ジオキサンの分解と共存無機イオンの影響を考慮した分解予測モデルの構築」松下拓氏 (北海道大学、日本) (写真-17)。

表彰式が終わり、「ポール・ハレモスの講義」

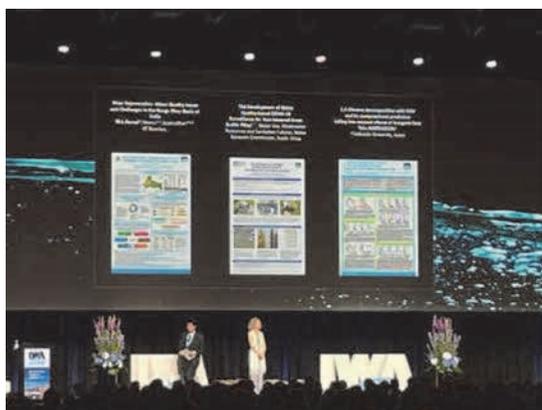


写真-17 最優秀ポスターの表彰の様子



写真-19 HOFOR 社での講義の様子

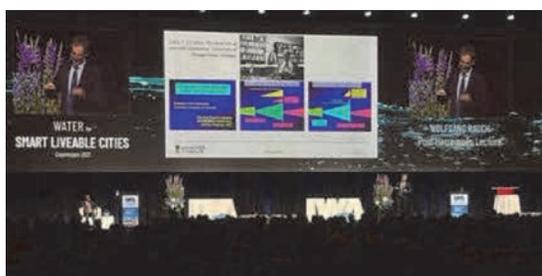


写真-18 ヴォルフガング・ラウフ教授の講演の様子

と題してヴォルフガング・ラウフ教授からの講演もあった(写真-18)。そして、司会を務めたカラニシー・バイラバムシー氏(IWA専務理事)のコメントの後、開催地のアンダース・バーカート氏(会議議長)から、次回開催地トロントのピーター・ヴァンロレグム・ラヴァル教授へとトークンスティックが手渡され、本会議が閉会した。

2.2 HOFOR 社訪問^{2), 3)}

13日(火)10:00~12:00に、デンマーク最大の公益事業会社HOFOR社(Greater Copenhagen Utility)に赴き、デンマーク上下水道協会(DANVA)のスザンヌ・ヴァンスガード氏とクラウス・ヴァンスガード氏の2名から、「デンマークの水セクター」という題目の講義を受けた(写真-19)。要点を以下の項に示す。

2.2.1 デンマークの水を取り巻く環境

デンマークは人口6百万人、面積4.2万km²、最高地点が海拔170mと低く、多くの島々から成る。飲料水の99.99%を地下水で賄っていて、普及率

は95%、2,600の水道事業体と8,000~9,000の取水井戸がある。ほとんどの井戸は、地表から20~100mの帯水層から地下水を汲み上げている。水資源としての用途の優先順位は、水道、自然、灌漑の順で、水道と灌漑の位置付けが日本とは逆になっていた。

デンマークの水道事業については、「社会との関連性」、「有限責任会社」、「独立採算制」の3つの大きな特徴(関連性と責任)があるとのこと。「社会との関連性」については、地下水が森林、自然、農業に影響を与えるので、その保護が生物多様性に良い効果をもたらすこと、気候変動への適応のために二酸化炭素の排出量を削減していること、SDGsを推し進めていること、自治体と共通の利害関係を持つこと、ドイツなどと提携し知識や経験を輸出していることが紹介された。「有限責任会社」と「独立採算制」については、2009年の法改正により、地方行政から水道事業を切り離し、有限責任会社(出資した額を限度に出資者が責任を負う形態の会社)が経営している。その経営は、原価に基づく収益の枠組みと損益分岐点の原則に則り、100%料金収入で賄っていて、独立採算制を執っている。その内、HOFOR社はデンマーク首都圏の8つの自治体(アルバーツランド、ブロンビュ、ドラウエア、ヘーレウ、ヴィオドア、コペンハーゲン、ロオヴレ、ヴァレンスベック)が所有しているとの説明があった(水道だけではなく、下水道、地域冷暖房、都市ガスの供給サービスも手掛けている)。

他方、水道事業にとって欧州連合 (EU) の影響力はとて大きく、EU が親会社で EU 内の一国は子会社の関係にあると例えられていた。EU 諸国は蛇口から飲料水を飲めなければならず、そのために様々なルール (水枠組み指令、水質基準指令、地下水保全指令、飲料水指令、内部通報者保護指令) が定められていて、それらを守らなければ裁判を受けることもあるとことである。最近では、欧州グリーンディール (EU の執行機関の欧州委員会が2019年12月11日に発表した気候変動対策のこと) が注目されているとのことであった。

2.2.2 地下水

デンマークにおいて、純粋に土壌に水が染み込む量は、50mm/年 (東部) ~300mm/年 (西部) であり、人口密度が高く、水の使用量が多いコペンハーゲン周辺 (東部) に負荷が集中している。また、国土の65%が農地であり、毎年、農薬が原因で多くの井戸が閉鎖されている。農業を営む全ての者がこの問題の当事者であり、1割以上の井戸で水質基準を超える濃度が検出されている。ユトランド半島の北側 (デンマーク領) では硝酸塩が問題になっていて、主な汚染源はこれも農業であるとのこと。都市部ではガソリンスタンドから溶剤や分解生成物が排出されており、地下水がさまざまな脅威に晒されているとのことであった。これを保護するために、農薬、厩肥 (きゅうひ/うまやごえ)、肥料の使用を厳しく規制したり、井戸の近くで土地の使用 (10m以内) や農薬の使用 (25m) を禁止したり、硝酸塩の影響を受けやすい水域の行動計画を立てたりしている。

2.2.3 飲料水の水処理方法と配水

主にエアレーションや砂濾過といった簡易な水処理をしていて、高度処理や塩素処理は一般的に行われてはいないが、水に関わる健康被害は、これまでに数件しか報告されていないとのこと。

配水システムにおける漏水率は約6~7%で、過去11年間の DANVA の調査では年々漏水率が下がっている。これは、25年ほど前に漏水率が10%を超えると罰金 (税金) を支払わなければならない規制が敷かれたことに起因している。デンマークの平均的な1世帯あたり (2.12人) の水道と下

水道の料金は、水の使用量1人1日あたり105ℓ、年間の使用量が81m³で、年間約118千円 (1€ ≒ 146円) である。1m³あたり1,438円で、その内訳は水道料金479円、下水道料金959円。簡単に話を要約すると、デンマークは日本に比べ水の使用量が半分なのに、年間の水道料金が倍になっている。

2.2.4 事業経営に関わる法改正

デンマークの水道事業の経営について、古くは損益分岐点の原則のみに基づいていた。これは、シンプルで管理がしやすく、健康、環境、異常気象、安定供給といった損失を取り込める余地があるなどの長所があった。反面、損益分岐点を下げるのに、効率化や技術革新といった要素が取り入れられ辛いという短所があった。そこで、3回に亘る法改正があったとのこと。

まず、2009年の法改正では、事業経営に関わる大きな見直しがあった。年間20万 m³以上の水道事業を対象に地方行政から切り離し、地方自治体もしくは消費者の所有する有限責任会社が経営することになった。損益分岐点の原則に加え、価格の上限と規制が設けられることになった。そのほか、ベンチマーク (会社の経営状態や業績を評価する際に、その指標として競合他社を基準に設定するもの) が義務付けられ、また、限定的に、利益を得る商業的な活動も許された。

次に、2016年の法改正では、全体的な生産性の向上と水道料金の安定を図るために効率性がより重視された。年間の効率化の要件として、収益の年間の引き下げ幅を規定している。これは、水道会社が既存の事業を効率化したときに、インセンティブを与えられるようにするのが目的。その一環として、広域化 (事業統合) に関するいくつかの障害が取り除かれた。また、価格の上限を設けるのに、年間80万 m³以上の水道会社に対して、原価に基づく収益の枠組みを定めた。さらに、技術革新、水技術 (漏水、ポンプなど) の輸出、官民連携への協力や支援をより受けられるようになったとのこと。

最後に、2018年の法改正では、政治的な合意により、小規模な消費者所有の水道会社は、価格の規制から抜けられるようになった。

2009年以降、日本とはかけ離れた経営形態となっており、非常に興味深かった。

3. まとめ

3.1 研修の成果と目標の達成度

研修の成果は次のとおり。

①英語の上達

ポスターピッチで発表する機会があり、基調講演とテクニカルセッションを聴講したのに加え、報告書を作成する過程において、専門外の用語にも多く触れたことで、水道分野における英語力は上がったと感じている。

②海外の方々とのコミュニケーション能力の向上

テクニカルセッションの発表者や展示会のスタッフとの専門的なやり取りだけでなく、空港、飲食店、スーパーマーケット、地下鉄などでも現地の方と日常的なやり取りをしたので、コミュニケーション能力は上がったと思われる。

③専門性の発展

テクニカルセッションでは専門分野、現在の職務に関わる発表を多く聴講できたので、専門性の発展だけではなく、今後の実務にも役立つものと考えている。

④国際的視野を持つ人材の育成

欧米諸国の気候変動や水の諸問題に対する意識の高さを肌で感じた。また、HOFOR 社へ訪問できたことで、デンマークと日本の水道事情の違いを学べ、国際的な視野を身に付けられたと考えている。

目標の達成度としては、当初の研修計画どおり、ポスター発表、基調講演やテクニカルセッションの聴講、展示会の見学、水道施設の視察、企業への訪問を行えた。欲を言えば、テクニカルセッションや展示ブースにもう少し顔を出したかったが、時間に余裕がなく出来なかったのが心残りであった。

3.2 その他

今回の国際研修では、開催国のデンマークを中心に世界の水道事情に触れることができ、自分達の中で価値観が変わったり、モチベーションが向上したりする良い機会となった。中でも、それぞれの国や環境によって採用及び特化している技術や考えが違うということを強く感じた。日本では耐震関連技術のニーズが高いが、訪れた地では地震がほとんどないためか関心が薄かった。また、日本では考えにくいのが、現地では塩素処理が不要との考えであった。各国の事情に合わせて技術や考えが発達、発展した結果なのだと納得させられた。これらの個々の進歩が、別の国での問題や将来の気候変動などが起こす問題の解決につながっていくものと思われ、国際的な会議の場に参加し情報共有することの大切さがわかった。

今回の IWA 世界会議は2024年カナダ・トロントにおいて開催予定である。今回は3人での参加であったが、次回は全国の水道事業体から大勢の参加を期待する。慣れない英語でアブストラクト作成に取り組むのは大変な作業ではあったが、様々な面で必ずレベルアップできると断言できる。今回の研修を主催していただいた日本水道協会研修国際部国際課の渋谷正夫氏、渡部英氏、山田さくら氏を始め、日本からの参加者の方々、私達に熱心に対応していただいた海外の方々に対し厚く御礼を申し上げる。

参 考 文 献

- 1) IWA: IWA World Water Congress & Exhibition, IWA, 2022, <https://worldwatercongress.org/>, (2022-11-08)
- 2) HOFOR: About HOFOR, <https://www.hofor.dk/english/about-hofor/>, (2022-11-08)
- 3) DANVA: The Danish Water Sector, DANVA, 2020, <https://www.danva.dk/om-danva/the-danish-water-sector/>, (2022-11-08)