

平成 28 年度 日本水道協会 専門別研修報告書

研修員氏名：谷屋 秀一

所属先：大阪市水道局南部水道センター

研修対象国：ドイツ連邦共和国、チェコ共和国、オランダ王国

研修期間：2016 年（平成 28 年）10 月 17 日（月）～10 月 23 日（水）

報告書作成年月日：2016 年（平成 28 年）11 月 15 日

目 次

1	研修の概要	1
	(1) 目的	1
	(2) 日程	2
	(3) 研修先及び担当者	3
2	訪問先と研修内容	5
3	研修結果	6
	(1) Berliner Wasserbetriebe[10/18]	6
	(2) Pražské vodovody a kanalizace [10/20]	12
	(3) Královéhradecká provozni [10/21]	27
	(4) KWR Watercycle Research Institute[10/24]	33
4	研修成果	37
5	総括	39
6	おわりに	41

1 研修の概要

(1) 目的

大阪水道は、水道創設から120年以上が経過し、給水人口が約270万人を超え、水道普及率は100%を達成するなど、全国でもトップクラスの水道事業に成長しており、市民生活や都市活動を支えるライフラインとして必要不可欠となっている。

近年、水需要の減少が続く厳しい経営環境の中、大阪市水道局では、「事業の持続性」と「お客さまからの信頼性」を確保することを目標に、水道事業の運営面の関しては、平成23年度から平成27年度までの5年間の計画期間とする大阪市水道事業中期経営計画（H27年度末に2年計画を延長）を策定し、様々な施策、改革に取り組んできた。

その結果、数値目標を設定した項目については目標を上回って達成できる見込みとなったが、現状、水需要の減少に歯止めがかかることはなく、今後も引き続き節水型社会の進展等により、給水収益が減少傾向で推移すると見込まれる一方、経年化した管路の更新・耐震化をこれまで以上のペースで大幅に促進していく必要があり、こうした取り組みには多額の経費が必要と見込まれるため、経営状況は依然として厳しいものと考えられる。

このような水道事業を取り巻く課題に適切に対応し、更なる事業運営の生産性・効率性を高め、将来にわたり、ライフラインである水道の事業持続性を確保する観点から、現在、「公共施設等運営権制度」の活用について検討を進めている。

また、水道技術面に関しては、取水から浄水処理までは最新システムを導入するなど運転の効率化を図り、また処理した水を市内へ配水する際の配水システム（配水運用と管路の維持管理）についても効率化を進めているものの、さらに改善できる余地があり、業務を効率化することでさらなるコスト削減ができるものと考えており、その検討を進めている。

このような状況下において、本研修では、水道事業の委託化・民営化の先進都市であり、また、効率的な浄水処理システム及び配水システムを構築していると思われる欧州の事例に焦点をあてて訪問調査を実施し、今後の大阪市水道事業の運営や技術開発並びに人材育成に活かすことを目的とする。

(2) 日程

月 日	行動	宿泊
10月17日(月)	○移動日 ・大阪ーアムステルダム 10:25ー15:10 (KL-868) ・アムステルダムーベルリン 16:45ー18:00 (KL-1833)	ベルリン
18日(火)	○Berliner Wasserbetriebe ・Waterwork Friedrichshagen (浄水場) ・WWTP Waßmannsdorf (下水処理場)	ベルリン
19日(水)	○移動日 ・ベルリンープラハ 9:25ー10:20 (OK-4263)	プラハ
20日(木)	○Pražské vodovody a kanalizace ・Headquarters ・Customer Service Centre ・Anti-flood intalations ・Contact Centre SaS	プラハ
21日(金)	○Královéhradecká provozni ・Headquarters ・Orlice Water Treatment Plant	プラハ
22日(土)	○移動日 ・プラハーアムステルダム 10:05ー11:40 (KL-1352) ・アムステルダムーユトレヒト 14:00ー14:33 (IC-3151)	ユトレヒト
23日(日)	○資料整理	ユトレヒト
24日(月)	○KWR Watercycle Research Institute	ユトレヒト
25日(火) ～ 26日(水)	○移動日 ・ユトレヒトーアムステルダム 11:28ー11:59 (IC-3134) ・アムステルダムー大阪 14:40ー翌8:35 (KL-867)	機内

(3) 研修先及び担当者

<ドイツ連邦共和国>

名称	ベルリン上下水道公社 Berliner Wasserbetriebe
所在地	Neue Jüdenstr. 1, 10179 Berlin, Haus 1
担当者氏名 【役職】	Arne Kuczmera (アルネ・クツミュラ) 【Öffentlichkeitsarbeit (広報担当)】

<チェコ共和国>

名称	Pražské vodovody a kanalizace (PVK 社)
所在地	Hradecka 2489/1, Praha 3
担当者氏名 【役職】	Karolina Petřivá (カロリーナ・ペトリファ) 【Customer service manager (お客さまサービス担当)】 Petr Maximilián (ペトル・マクシミアン) 【Head of Customer service Department (お客さまサービス担当)】
担当者との写真	 <p>左から2番目：カロリーナさん 右：ペトルさん</p>

名称	Královéhradecká provozni
所在地	Vita Nejédleho 893, 500 03 Hradec Králové
担当者氏名 【役職】	Bohdan Soukupu (ボウダン・ソukup) 【Technical & Performance Director (技術開発担当)】 Tomáš Hosa (トーマス・ホザ) 【Operational Director (運転担当)】
担当者との写真	 <p>右から2番目：ボウダンさん 右：トーマスさん</p>

<オランダ王国>

名称	KWR Watercycle Research Institute
所在地	3430 BB Nieuwegein
担当者氏名 【役職】	Theo van den Hoven, PhD (テオ博士) 【Manager International Research Programme (国際調査プログラム担当)】
担当者との写真	 <p>右：テオ博士</p>

2 訪問先と研修内容

月 日	訪問先	研修内容
10/18 (火)	ベルリン上下水道公社 ・ Friedrichshagen 浄水場 ・ Waßmannsdorf 下水処理場	①ベルリン上下水道の概要 ②フリードリヒスハイム浄水場の視察 ③ヴァースマンドルフ下水処理場の視察 ④水循環の取り組み
10/20 (木)	Pražské vodovody a kanalizace ・ 本社 (コントロールセンター) ・ カスタマーセンター ・ 洪水対策堤防 ・ コンタクトセンター	①プラハ市上下水道の概要 ②プラハ市上下水道の民営化状況 ③統合管理システム (SWiM) の視察 ④カスタマーセンターの視察 ⑤自然災害への対策現場の視察 ⑥コンタクトセンターの視察
10/21 (金)	Královéhradecká provozni ・ 本社 ・ Orlice 浄水場	①東ボヘミア地域一帯の上下水道の概要 ②東ボヘミア地域一帯の上下水道の民営化状況 ③高度浄水方式による浄水場の視察
10/24 (月)	KWR Watercycle Research Institute	①KWR の概要 ②無塩素水配水と QMRA の概念 ③配水管の効果的なメンテナンス ④KWR の施設見学

3 研修結果

(1) Berliner Wasserbetriebe[10/18]

研修初日の10月18日は、ベルリン上下水道公社を訪問した。研修は、担当のクツミュラ氏に運転していただき、フリードリヒスハイム浄水場とヴァースマンドルフ下水処理場を視察した。また、フリードリヒスハイム浄水場にて、ベルリン上下水道事業の概要と歴史の説明を受けた。なお、浄水場及び下水処理場ではドイツ語しか通じないことからクツミュラさんに英語で通訳してもらい、説明を聞いたり、質問をしたりした。



<ベルリン上下水道局の施設位置図（パンフレットより）>

①ベルリン上下水道の概要

ベルリン上水道は、1852年にプロイセン政府と英国会社 Fox 及び Frampton との間で、ベルリン市に水道水を供給する契約がなされ、1856年にベルリンで初めての水道会社が運営を開始した。一方、下水道は1873年に建設が始まった。第二次世界大戦後の1945年に全ての上下水道資産がベルリン市の所有となったが、1949年、ソ連によるベルリン封鎖などにより、ベルリン市が分割され、これに伴いベルリンの上下水道資産も2つに分割されることとなった。その後、1990年のベルリンの壁崩壊を契機に合併が進み、1994年に現在



<ベルリン上下水道公社の前にて>

のベルリン上下水道局が誕生した。

1999年には、部分的民営化を経験した。つまり、ベルリン上下水道施設の株式のうち、ベルリン市が50.1%を、残りの49.9%をRWEとVeoliaが所有する形態となったが、2011年に州民投票により部分的民営化を廃止し、再公営化することが決まったため、ベルリン市はRWEとVeoliaから株式を買い戻し、2013年に完全な公営企業として再スタートし、現在に至っている。

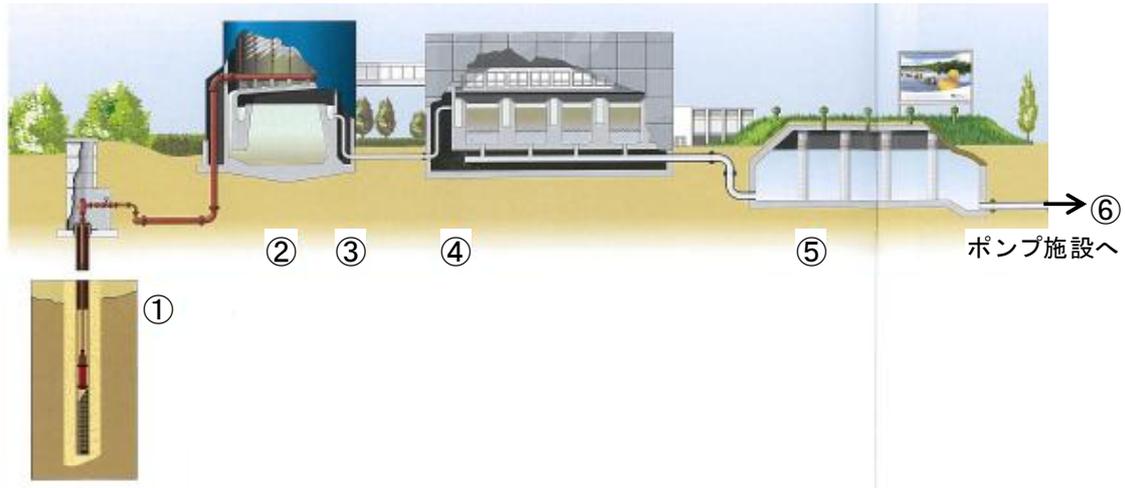
なぜ、再公営化の動きになったかを詳細に聞いたかったが、政治的な内容であり答えられないとのことであったため、ベルリン上下水道公社では、再公営化に関する調査は断念することとした。

<ベルリン上下水道の概要（2014年時点）>

- ・ 事業対象地域：ベルリン市内全域（約900km²）と周辺地域（ポツダムなど）
- ・ 水保護区域：221km²（市域の約25%）
- ・ 浄水場：9箇所
- ・ 下水処理場：6箇所
- ・ 給水人口：約400万人（ベルリン市内：350万人、周辺地域：50万人）
- ・ 年間給水量：約202百万m³/年
- ・ 1日最大給水量：約1.10百万m³/日
- ・ 1日平均給水量：約0.55百万m³/日
- ・ 給水契約数：約29万（建物単位での給水契約であるため、契約数は少ない）
- ・ 配水管延長：約7,900km（平均埋設年数：52年、最も古いのは約120年）
- ・ 年間下水処理量：約234百万m³/年
- ・ 1日平均処理量：約0.65百万m³/日
- ・ 下水道管延長：約9,600km
- ・ 設備投資：274百万ユーロ/年
- ・ 職員数：約4,500人（上・下水道あわせて）

②フリードリヒスハイム浄水場の視察

ベルリン上下水道公社の原水は、93%が地下水であり、残りの7%は表流水を使用しているとのことであった。浄水場は9箇所あるが、主に3つの大きな浄水場（テーゲル、フリードリヒスハイム、ベーリッツホーフ）から給水を行っているとのことである。浄水処理方式はどの浄水場でも同じで、地下水を取水後、エアレーション、反応槽、急速ろ過を経て、配水池に貯留され、市内にポンプ圧送される。ベルリンではほぼ地下水を使用し、水質も安定していることから、塩素は漏水事故などの緊急時を除いては使用していないとのことであった。なお、地下水の取水から給水の末端までの到達時間は季節にもよるが、概ね60時間以内であるとのことである。



<ベルリン上下水道公社の浄水処理フロー図 (パンフレットより) >

①：深井戸

約 650 あり、9 つの浄水場の水源となっている。地表下 30m～150m の深さから取水しており、井戸にもよるが、時間当たり 40～400m³ 取水が可能である。

②：エアレーション

原水には遊離酸素が全く含まれていないため、曝気槽内のノズルから噴霧して酸素を吸収させる。

③：反応槽

原水には溶解した鉄やマンガンが含まれているが、これら物質は水中の酸素と化学反応して塊を形成し、底に沈降する。

④：急速ろ過

除去できなかった鉄とマンガンの酸化物を除去する。ろ層は、コークスと砂の 2 層からなり、厚さは 2 メートルである。

⑤：配水池

井戸からの取水は比較的一定量で汲み上げられている一方、需要は時間や曜日によって変わるため、ストック機能を持っている。ドイツでは地震はないため、地震に備えた貯留というのは考えていないとのことである。

⑥：ポンプ施設

ポンプの電源は、電気とディーゼルの両方を使用できるようにしており、停電時においても確実に給水が行える体制を構築している。

ベルリン市内及び周辺地域への配水制御は、主たる 3 つの浄水場内にあるコントロールセンターにて行われている。各コントロールセンターでは、取水から自らが受け持つ給水区域への配水制御までの運転管理を行っているとのことである。なお、緊急時に備

えて、他の浄水場での状況を監視・制御することが可能とのことであった。

ベルリン市内における配水運用のポイントとして、給水区域は高低差により大きく3つに分けられるとのことである。ベルリン市内をベルリンーワルシャワ溪谷が横断しているため、市内北部および南部の標高が中央部に比べて高く、30~50mの高低差があるとのことであった。これらの高地区に対しては、途中で加圧ポンプ施設を設置し、再加圧して配水しているとのことである。また、圧力と水量は市内の多くの地点で計測されており、平均水圧は0.45~0.55MPa程度に制御されているとのことであった。

なお、コントロールセンターは、浄水処理フローが比較的簡単なものであるためか、通常3~4人体制とのことであり、非常に効率的に運転管理を行っていることがうかがえた。



<浄水処理とコントロールセンター棟>



<急速ろ過池>



<配水ポンプ設備>



<市内配水圧力監視モニター>

浄水処理施設およびコントロールセンターの視察後、ベルリン水道の歴史を保存している場所（浄水場敷地内）に案内してもらった。保存されている建屋や各種設備は19世紀末~20世紀前半のものであるとのこと、過去から高いレベルの水道技術を有していたことがうかがいしれた。担当者のクツミュラ氏は、この場所を訪れるのがとても好きで、非常に誇りを持てる場所でもあると話をしていたのが印象に残った。



<創建当時の建屋>



<地下水取水用のポンプ設備>



<配電盤>



<緩速ろ過池>

③ヴァースマンドルフ下水処理場の視察

浄水場の視察後は、下水処理場の視察を行った。今回視察を行ったヴァースマンドルフ下水処理場は、面積が約 100ha の広大な敷地に下水処理施設とガス発電設備を有している。これら施設は約 20 年前に大規模な改修工事を行っており、当時の金額で約 200 万ユーロを要したとのことであった。ここでも、コントロールセンターを視察したが、浄水場と同様に少人数体制で効率的に運転管理を行っていた。

ベルリン上下水道公社では、6 箇所の下水処理場で市内及び周辺地域から排水された下水の処理を行っており、排水中に含まれるリン酸塩の除去率は 96～99%とのことであり、ほぼ完全にきれいな水となって河川や湖に放水するとのことであった。これら放水された水が河川や湖から再びバンクフィルトレーションを経て、地下水として貯留され、再び飲料水の原水となるとのことである。このため、下水処理は徹底して行っているとのことであった。

また、下水処理過程で生じるバイオガスを用い、施設の暖房やガス発電として有効利用しており、ドイツは再生可能エネルギー活用の先進国であるとの印象を受けた。



<下水処理棟>



<処理済みの水を貯留しておく池>



<コントロールセンター内の様子>



<バイオガス備蓄タンク>

④水循環の取り組み

最後に、水循環の取り組みについて説明を受けた。ベルリンの水道水の品質はとても優れており、それはドイツ水条例の水質基準を全て満たしているだけでなく、水団体ですら、ボトルドウォーターよりも水道水をすすめているところからも証明できるとのことであった（担当者談ですが（笑））。

この水質を支えているのは、ベルリン周辺地域の水循環サイクルに由来しているとのことである。つまり、水道水の水源を保護して汚染されていない地下水を取水する一方、使用した水は徹底的に下水処理された後に河川や湖に放流され、そこから地下にしみ込んだ水が自然の浄化作用機能（バンクフィルトレーション）により浄化され、水道水の原水である地下水として地中深くに貯留されるというサイクルが機能しているため、ベルリンの原水水質が確保されているとのことであった。このため、ベルリン上下水道公社の浄水処理は簡易な処理方式であり、かつ、塩素などの化学物質を入れることは、よほどの緊急時でない限りおこなわないとのことであった。確かに、浄水場で処理されたばかりの水を試飲させてもらったが、非常にまろやかな口当たりで美味しかった。

なお、このような水循環を確保するためには、自然に任せておいても達成できるものではなく、原水の取水地域は水源保護地域に指定されており、3段階に分けて様々な制限を設けているようで、これらの水源保護地域はベルリン市の面積の25%、森林地域も含めると実に35%にも及ぶそうである。確かに、視察先の浄水場及び下水処理場に向かう車内より外を眺めていると、とても緑地帯や湖沼が多かった印象を受けた。

こういった水循環サイクルは、世界的に見ても珍しくはないのかもしれないが、ベルリンのような大都市において実現させているというところに価値があるのではないかと感じた。

ードイツ連邦共和国編終了ー

(2) Pražské vodovody a kanalizace [10/20]

研修2日目の10月20日は、プラハの上下水道の運転管理を委託されている Pražské vodovody a kanalizace (以下、「PVK社」という。)を訪問した。研修は、担当のカロリーナさんとペトルさんに案内していただき、本社でプラハ市の民営化状況とSWiMシステムについて説明を受け、その後、カスタマーセンター、洪水対策堤防、コンタクトセンターに移動し説明を受けた。

また、事前に今回の研修テーマとして、プラハ市の水道事業の民営化の現状について調査したい意向を伝えておいたところ、プラハ市の100%出資の資産管理会社 (Pražská vodárenská společnost, a. s. (以下、「PVS社」という。))の担当者とのミーティングも設定していただくことができたため、水道事業サービスの委託者側と受注者側との両方の視点で、水道事業の民営化についてのお話を伺うことができた。

なお、PVK社ではチェコ語と英語の両方が使用されているとのことから、英語で説明を聞いたり、質問をしたりした。

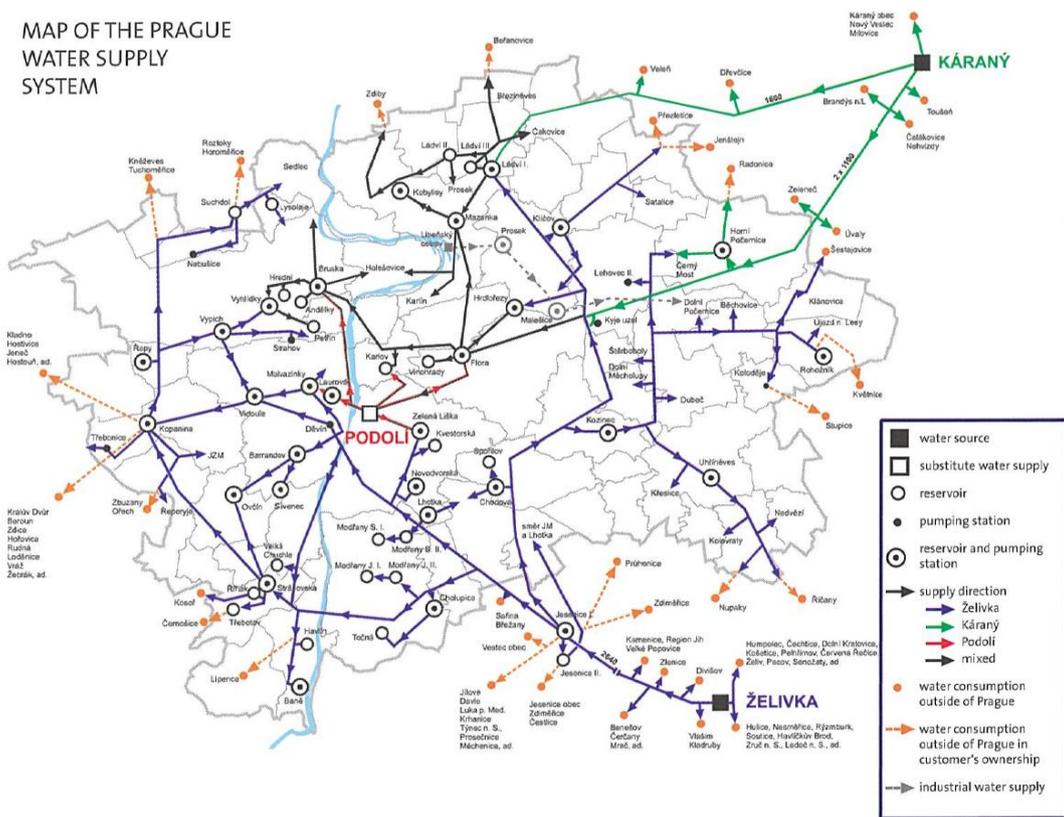
①プラハ市上下水道の概要

プラハ市内に水道水を供給する浄水場は全部で3箇所 (Želivka、Káraný、Podoli)あり、その約70%をŽelivka、残りの約30%をKáranýが担っている。Podoliは唯一プラハ市内にある浄水場であるが、現在は休止中であるとのことであり、この理由は単純に処理コストが高いからとのことである。ただし、Podoli浄水場は休止中ではあるが、事故時などの緊急時に備え、すぐに運転ができるような体制をとっており、毎年1~2回程度試運転も行っているとのことである。なお、運転再開の判断がでてから通水までにどのぐらいの期間を要するかを尋ねたところ、5日で通水できるとのことであったが、緊急時に水を供給するのに5日もかかるのは問題ないのかと感じたが、非常時に備え飲料水が入った水の袋 (2リットル)を備蓄しており、それを赤十字社とPVK社の職員で

配る体制を別途整えているとの話であり、大きな問題はないのかもしれない。

浄水場の運用に関して、Káraný 及び Podolí は PVK 社が運転管理を行っているが、主力浄水場の Želivka は、PVK 社が当該浄水場を運転管理するという 15 年間の契約が 2013 年 11 月 6 日をもって失効し、それ以降は新たな浄水場運転管理会社である Želivka provozní, a. s. 及び Vodárna Káraný, a. s. と PVS 社、PVK 社との間で新たに締結された契約に基づき、これら新浄水場運転管理会社から PVS 社が浄水を購入し、PVK 社に転売し、PVK 社がお客さまに配水を行うという仕組みになっているとのことであった。

契約事項であるから仕方がない面はあり、また浄水の受水料金などの詳細な情報までは不明であるため明確なことは言えないが、これまで運転管理をしていた主力浄水場から撤退するのは、今後の PVK 社における水道事業の運営において大きな影響があるのではないかとうかがえた。



< プラハ市及び周辺地域の配水ネットワーク図（パンフレットより） >

<プラハ市上下水道の概要（2015年時点）>

- ・事業対象地域：プラハ市内全域（約 500km²）と周辺地域（中央ボヘミア）
- ・給水人口：約 145 万人（プラハ市内：127 万人、周辺地域：18 万人）
- ・給水契約数：約 11 万（建物単位での給水契約であるため、契約数は少ない）
- ・年間給水量：約 96 百万 m³/年
- ・浄水場：3 箇所
 - Želivka（ジェリフカ）：表流水、自然流下による送水
 - Káraný（カラニ）：地下水（6 ヶ月間のフィルトレーション）
ポンプ圧送による送水
 - Podolí：（ポドリ）：表流水、休止中
- ・管路延長（上水）：配水管 3,527km、給水管 797km
- ・ポンプ場（上水）：51 箇所
- ・配水池：68 箇所、746,404m³
- ・漏水率：17.5%
- ・年間事故件数（上水）：4,668 件/年
- ・職員数：967 人（上・下水道あわせて）

- ・下水契約数：約 12 万（建物単位での給水契約であるため、契約数は少ない）
- ・年間下水処理量：約 114 百万 m³/年
- ・下水処理場：21 箇所
 - （大規模処理場（中央処理場）1 箇所と小規模処理場 20 箇所）
 - ※ 全体の 93%を中央処理場において処理
- ・管路延長：下水本管 3,647km、排水管 976km
- ・ポンプ場：313 箇所
- ・年間事故件数（下水）：3,985 件/年

②プラハ市上下水道の民営化状況

プラハ市上下水道の民営化に係る内容については、PVS 社代表者である Petr Žejdlík（ペトル ジェイリック）さんと PVK 社 CEO の Petr Mrkos（ペトル マルコス）さんより説明を受けた。

（民営化プロセス）

プラハ市における水道水の供給は公営により行われていたが、1997 年 12 月に、公的資産基金により事業範囲をプラハ市及びその周辺地域の水道事業及び下水道事業とする PVS 社と PVK 社が設立された。これらは株式会社として 1998 年 4 月 1 日より営業を開始し、プラハ市上下水道事業の民営化が完了した。また、これら株式会社の設立に合

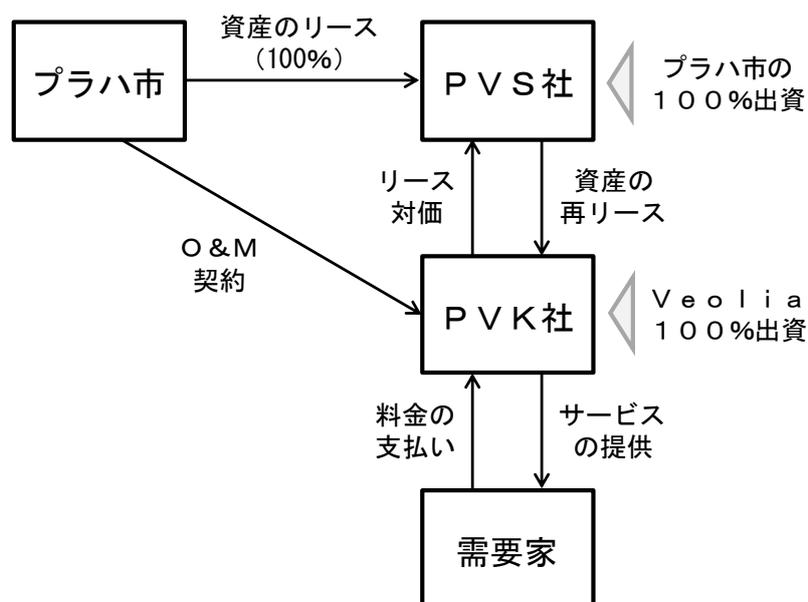
わせて、上水道事業と下水道事業が統合された。なお、上下水道事業に係る資産はプラハ市が100%保有しており、PVS社とリース契約を締結し、当該資産の管理を委ねているとのことであり、この契約は2001～2028年の28年間となっている。

(各利害関係者の関係性と責任範囲)

PVS社及びPVK社の概要及び責任範囲とプラハ市との関係性は、以下のとおりである。

＜各利害関係者の概要と関係性（2016年10月時点）＞

	資本構成	責任範囲など	職員数
プラハ市	—	○プラハ市の上下水道資産の 保有者	—
PVS社	プラハ市が100%株式を保有	○プラハ市の上下水道資産の 管理者 ・施設整備等により上下水道サービスを確保できる資産状態を維持すること ○プラハ市の水道資産の 運営者 ・浄水の購入と市内配水（一部）	105人 1/3：施設整備 1/3：企画立案 1/3：資産管理等
PVK社	Veoliaが100%株式を保有（2003～）	○プラハ市の上下水道資産の 運営者 ・浄水処理、配水（大部分）、下水処理、管路の修繕（施設整備などの投資事業を除く）、顧客対応、料金徴収など	967人



＜各利害関係者の関係性＞

プラハ市ではリース契約方式による水道事業民営化の形態をとっており、水道事業サービスはPVK社がほぼ一括して行い、資産の運営権の対価をPVS社に支払う関係となっている。PVS社は株式会社の形態をとっているものの、プラハ市の100%出資会社であるため、実質的にはプラハ市が管理していると言ってもよいと思われる。

また、PVK社は漏水などの緊急的な修繕工事は行うものの、施設更新といった大規模なメンテナンス工事は、PVS社が行うこととなっており、その費用は基本的には運営権対価やプラハ市からの補助が財源として充てられるとのことであった。当該スキームと本市が「公共施設等運営権制度活用」検討の中で提示している民営化スキームとは、下記の2点で異なっている。

- ・資産の管理者が株式会社であること（本市の場合、大阪市の一部署が管轄）
- ・施設更新、新規投資などの大規模な整備工事は資産管理会社の業務範囲であること（本市の場合、水道事業の運営者の業務範囲）

（チェコ共和国の上下水道事業運営に伴う規制）

○法的規制

- ・財務省：料金や利益に係る監視と法令の立案
 - ※ 事業運営に係る利益は11%以内に制限されているとのこと
- ・農業省：水道法、サービス指標に係る監視と法令の立案
- ・その他の省：公衆衛生に関する監視と法令の立案

○その他規制

- ・契約における規則
- ・運営者の競争原理に基づく市場規則
- ・運営者の自己規制：環境保護の取り組み、ISO9001、インフラ管理や運転の標準化

（上下水道料金とリース料）

上下水道料金は毎年改定され、上下水道資産のリース料と密接に関係している。これはリース料の変動が上下水道料金に直接反映されるためとのことである。リース料及び上下水道料金は、毎年6月にPVS社とPVK社が協議し、全ての収支や今後の施設整備計画などを明らかにした上で、プラハ市に提案した後に決定される。上下水道料金の決定権はプラハ市議会にあるが、その説明責任はPVK社にあるとのことである。一方、リース料の決定権はPVS社にあるとのことであった。なお、PVK社の利益は収入の11%以内と決められており、需要予測と実需誤差による損失や料金の未収金はPVK社負担であり減益となるため、慎重に設定を行う必要があるとのことであった。

今年の上水道施設のリース料は約17億Kč/年（22.71Kč/m³）であり、昨年に比べ42%増、6年前と比べると70%増とのことであった。この理由は、今後、水道事業サービ

スを維持していくために必要な施設更新の費用だそうで、6年前までは政治的意向もあり低廉に抑えられており、全く設備投資が行われていなかったことが原因とのことである。リース料の増額に伴い料金も上昇することとなり、お客さまから大きな反対はあったものの、了承されたとのことである。なお、プラハ市の上下水道料金はこれまで低く抑えられていたこともあり、チェコ共和国の平均的な料金となったとのことであるが、世帯収入に対する割合からすると 1.5%程度であり、他のライフラインである電気やガスの料金は5%程度であるとのことから、十分に低廉な価格であることがうかがえる。

（リース契約期間）

プラハ市と PVS 社とのリース契約期間は 2001～2028 年の 28 年間であり、上下水道一括での契約となっているとのことである。

上下水道一括で民営化することのメリットは何かを質問したところ、顧客管理、システムや手続きの統一化などといったことが可能であり、コスト削減になるとのことであった。

また、契約期間はどのぐらいが最適と考えているかについて質問をしたところ、運営会社の PVK 社としては、設備投資に要したコストの回収や利益を上げること考えると、長ければ長いほどよく、最低でも 15 年は必要とのことであった。また、短期の契約とすると、運営会社は設備投資をせず、利益をあげることにだけに焦点をあてることになるであろうから、水道の発展やサービス向上のためにはよくないとのことであった。

一方、管理会社の PVS 社としては、運営権設定の契約は法律に基づいて行う必要があり、その手続きには少なくとも 3 年が必要であることから、短くても 5 年以上の契約期間は設定したいとのことであった。また、長い契約としてしまうのも競争を阻害してしまうからよくないとのことでもあり、個人的な意見としては 15～20 年ぐらいが理想ではないかとのことであった。

（再公営化に対する考え）

パリ市やベルリン市をはじめ、ヨーロッパでは水道事業の再公営化に踏みきる都市がでてきている。今回の研修の大きな目的の 1 つが「水道事業の民営化に関する調査」であり、せっかくの機会だったので、ベルリンでは調査できなかった水道事業の再公営化について質問をしてみたところ、下記のような回答を得た。

水道サービスは、生活に密接に関係してくるものであるため、社会情勢の変化による影響を受けやすい。また、水道サービスにより得られる利益は非常に大きいため、設備投資やサービス向上、水道料金とのバランスをしっかりとることが重要であるとのことである。

例えば、パリ市の例では、パリ市民は左派傾向が強いため水道事業の再公営化につながったのではないかと考えているとのことであった。再公営化はパリ市内中心部の 50%

程度のみであり、中心外は現在も民間会社により運営が行われているとのことである。また、公営企業は効率が悪いことから、再公営化に伴いさらに水道料金が値上がりしたとのことである。

また、プラハ市も民営化に関して、過去に上手くいってなかった時期もあったことであった。当時は、プラハ市に利益が入る仕組みがなく、設備投資を行うこともできず、オーナーであるプラハ市の不満が高まっていたとのことである。現在は、全ての利害関係者に利益が回るようにスキームが改められたため、良好な関係性が保てるようになったとのことである。

なお、PVS 社によると民営化の契約では下記のこと重要であるとのことであった。

- ・水道事業を行う資産は必ず自分の手に残すようにすること
- ・自分のところにお金が入るスキームをつくること
- ・水道事業の運営を民間企業に任せることは、コスト削減やサービス向上の面から非常にメリットがあること
- ・運営者の質が悪い場合は、いつでも契約を解除できるように契約書に定めておくこと
- ・水道の発展やサービス向上に取り組んでいく仕組みをつくること



<PVS 社代表者 ジェイリックさん>



<PVK 社 CEO マルコスさん>

③統合管理システム（SWiM）の視察

統合管理システム SWiM は、「Smart Water ingegrated Management」の頭文字をとった通称である。SWiM は、2014 年 3 月 22 日の「世界水の日」に導入され、これにより、さらなる運転管理の効率化、お客様への情報提供の改善、危機時への柔軟な対応などが可能になったとのことである。なお、SWiM には下水道事業サービスも含まれている。

SWiM は、水源からお客さままでの全ての水道サービスに関する統合的な監視と管理の最も近代的なシステムであり、高いレベルの効率的な運転管理、リスク管理、全てのシステムユーザーに高レベルの情報提供を保証するものであるとのことである。なお、

SWiM は以下の 10 分野を統合したシステムであるとのことであった。

- ・ 全ての水道施設を一元的に運転・監視・制御するシステム
- ・ 断水などの緊急時における対応支援システム
- ・ 水質監視システム
- ・ 危機管理システム
- ・ 予防保全と修繕計画システム
- ・ 水道施設、設備の管理システム
- ・ 浄水処理量と水需要の監視システム
- ・ 顧客情報管理システム
- ・ 顧客、公共機関、責任者への通知システム
- ・ コスト監視及び最適化システム

SWiM は、これら 10 の分野における既存システムを一つに統合し、必要な情報を各担当部署において Web 上で共有できるシステムだそうで、このシステムを用いて、本社の 1 室でプラハ市及びその周辺地域における上下水道の運転制御と監視、漏水修繕計画の立案と実行指示などを行っているとのことであった。

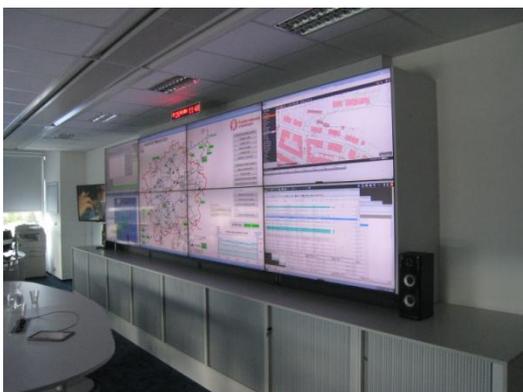
実際に SWiM による運転制御・監視をしている部屋（コントロールセンター）を視察した。部屋に入るためには、指紋認証が必要であるなど、安全管理は徹底されていた。コントロールセンターは最大で 5～6 人体制で、上下水道施設全体の運転制御・監視を行っているとのことであった。

次に、当該システムの活用例について説明を受けた。例えば、漏水修繕のために計画断水を行う際、断水エリアと時間、影響を受ける顧客情報、給水を受けることができる場所などが Web 上で簡単に共有できるとのことである。

水運用に関しては、給水区域の最高地点で海拔 170m 程度、最低地点で 45m（ヴォルタヴァ川）であること、また、プラハ市では漏水率が高いことから、圧力調整と漏水監視のために約 180 のゾーン（おそらく、配水ブロックのこと）に分割して、管理を行っているとのことであった。圧力調整の成果もあり、2003 年には 43%あった漏水率は現在 17.5%に減少しているとのことである。

水質監視については、基本的には残留塩素濃度と濁度を監視しているとのことであった。チェコ共和国の法令により、蛇口において残留塩素は 0.3mg/L 以下、濁度は 5 以下としなければならないとのことである。日本では残留塩素濃度は最低限度が法令で定められているが、チェコでは上限が決められているとのこと、残留塩素濃度は 0 でもよいとのことであった。ただし、衛生面から完全に 0 とするのはよくないと考えているとのことから、多少は残留塩素濃度を確保するようにしているとのことであった。また、濁度については、日本に比べてかなり基準が緩いものとなっていた。

危機管理に関しては、配水池やポンプ場などの施設は全て無人であるため、監視カメラを死角がないように配置するなど、厳重な機械警備体制をとっている。また、何か問題が生じれば、すぐに警察に連絡がいくシステムになっているとのことであった。なお、職員の管理も ID カードにより行っているとのこと、職員が今どこにいるかを GIS により把握しているとのことであった。



<コントロールセンターの様子（その1）>



<コントロールセンターの様子（その2）>



<コントロールセンターの様子（その3）>



<コントロールセンターの責任者>

④カスタマーセンターの視察

カスタマーセンターに係る内容については、研修担当者の Karolina（カロリーナ）さんより説明を受けた。

カスタマーセンターは、プラハ市内で1箇所に統合され、2003年に開設されたとのことであり、「訪問された顧客への対応」「オンライン上での顧客への対応」「水道サービス等の情報提供」の合計3部門があるとのことである。カスタマーセンターでの取り扱う内容は、主に上下水道の使用契約、請求書発行、料金支払など営業部門に関するものがある。技術的な内容の対応はコンタクトセンターで行っているとのことである。

「訪問された顧客への対応」部門では、新規契約や契約内容の更新、苦情受付、料金支払い対応、請求書発行対応などの業務があり、受付2名とオペレーター6名で運用し

ており、毎月約 2,000 人の顧客が訪問されるとのことである。訪問にあたっては、電話又はネット上で予約ができ、訪問者の 99%が予約を利用しているとのことである。

「オンライン上での顧客への対応」部門では、オンラインを通してリクエストのあった新規契約や契約内容の更新、苦情対応等の対応業務があり、7名のオペレーターで運用しているとのことである。また、水道メーターの計測値、請求書の概要、契約内容などの閲覧や料金支払い、メールアドレスや銀行口座の変更は全てオンライン上で可能とのことであり、あらゆる情報がオンライン上で確認できるだけでなく、全ての手続きもオンライン上で可能とのことであり、老若男女を問わず、多くの顧客が利用しているとのことであった。また、水道メーターの計測も Wi-Fi で自動的に情報が収集される仕組みを構築しているとのことであった。

「水道サービス等の情報提供」部門では、様々な情報を積極的に公開しているとのことであり、以下にその情報提供ツールについて説明する。

○SMS 情報提供サービス

当該サービスは、自治体、住宅協会、契約者（建物管理者）及び末端消費者をターゲットとしたものであり、リアルタイムで広範囲の人々に情報を送ることが可能であり、10 年前にサービスが開始されたとのことである。情報の種類は、断水予定時期、上下水道事故、洪水や水質汚濁などの危機情報、メーターの計測日、異常使用のお知らせ、イベント情報などである。

○Google Maps を用いた情報提供サービス

当該サービスは、Google Map の検索エンジンで検索すると、「緊急工事」と「計画工事」の位置や開始・終了日時といった情報を入手することができるものである。「緊急工事」については 5 分毎に、「計画工事」については 1 日ごとに情報がアップデートされる仕組みになっているとのことである。



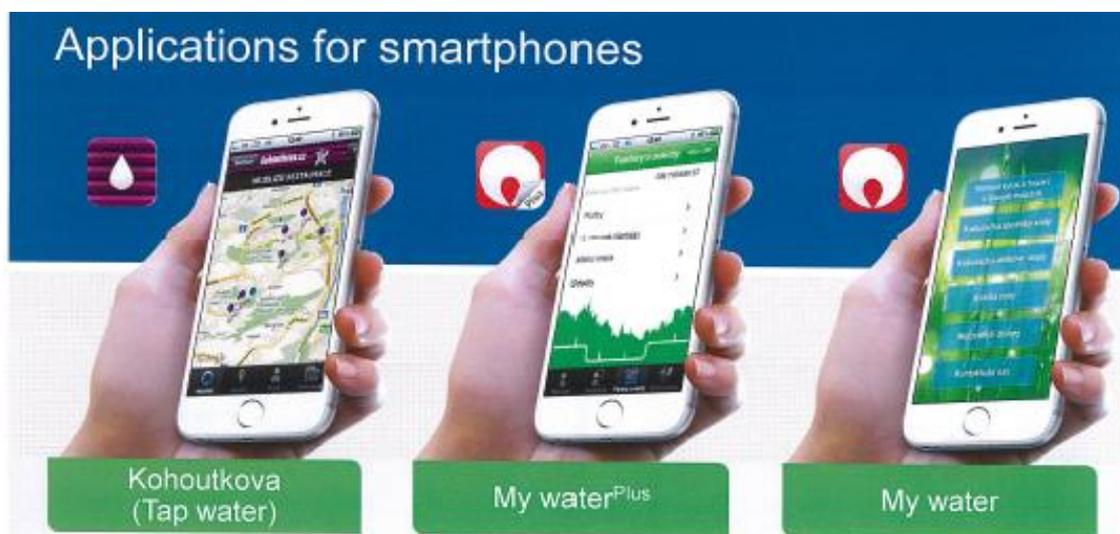
<SMS 情報提供サービス画面>



<Google Map 情報提供サービス画面>

○スマートフォンのアプリを用いた情報提供サービス

当該サービスは、スマートフォンのアプリによる情報提供サービスであり、3種類の情報提供サービスがある。



<スマートフォンのアプリを用いた情報提供サービス>

・ Kohoutkova (Tap water)

カラフェで水道水を飲用できる近くのレストラン、ホテル、カフェを見つけるのをアシストするアプリである。

PVK社では、水需要の減少傾向の改善に向け、水道水を積極的に飲用してもらうための取組みとして、カラフェで水道水をお客さんに提供してくれるレストラン、ホテル、カフェを登録し、その情報をアプリにより提供しているとのことであった。担当者によると、レストランなどでミネラルウォーターを注文するとお金が高い（ビールよりもはるかに高いらしい）ため、水道水を提供してくれるレストランはお客からも喜ばれ、また、レストランもお客が増えることから、ウインウインの関係なのだそうだ。この効果もあってか、水需要の減少傾向に歯止めがかかりつつあるとのことであった。なお、カラフェは自社で製造したものを登録したレストラン等に無料配布しているとのことである。



<水道水を提供するカラフェ>

・ My water^{Plus}

顧客の水使用状況、契約内容、請求書支払方法や顧客情報の更新データなどの情報を提供するアプリである。

・ My water

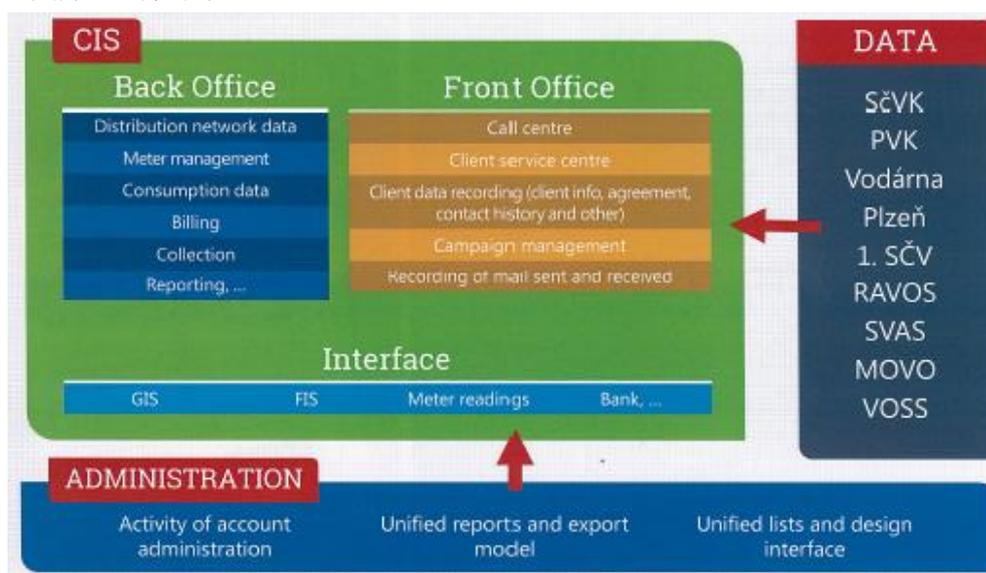
水道供給に関わる事故、水質の基本データ、水使用状況、炭素排出量に関する情報をリアルタイムで提供するアプリである。

○地域相乗効果を高めるプロジェクト

これまで記述したカスタマーサービスをさらに向上させる目的と、さらなる効率化を図るためのプロジェクトとして、関連会社で共通の統合システム CIS (customer information system) を実行したとのことである。前述のとおり PVK 社は 2003 年に水メジャーの 1 つ Veolia Group の子会社となっており、PVK 社と同じようなカスタマーサービスを行っているチェコ共和国内の全ての Veolia Group の子会社 (PVK 社を含め 9 社) のデータを CIS により一括管理するシステムを、Veolia Group 主導により 16 年かけて構築してきたとのことである。

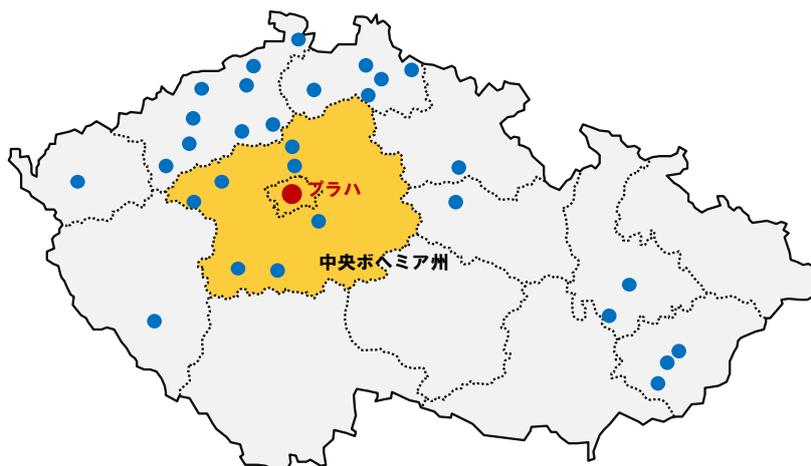
このシステムの導入により、次のような効果が期待できるとのことであった。

- ・ 非効率の原因を取り除くためのプロセスの加速
- ・ 業務の生産性の向上とプロセスの標準化
- ・ 技術力向上とノウハウの共有
- ・ 業務効率化による運営コストの削減
- ・ 1ヶ所から集中管理が可能



<CIS(customer information system)のイメージ>

当該システムによる地域相乗効果の例として、プラハ市と中央ボヘミア州の例が挙げられる。これら地域には約 17 万人の契約者（末端消費者：約 150 万人）がいる。当地域の水道事業サービス会社は 3 社（全て Veolia Group の子会社）あり、8 箇所のカスタマーサービスセンターが存在している。通常であれば、様々な手続きは水道事業サービス会社ごとに別々であるため、当該地域の水道事業サービス会社と契約などを行わなければならないが、当該システムの稼働により、どのカスタマーサービスセンターにおいても、Veolia Group の会社であれば全ての会社と契約等の手続きが可能で、しかも様式は全て統一されていることから非常に便利とのことである。中央ボヘミア州の 20% の人がプラハ市で働いていたり、夏のバカンス時期にはプラハ市民は中央ボヘミア州のセカンドハウスに滞在することが多かったり、当該地域の人々は引っ越しが多かったりすることと、どの地域のカスタマーサービスセンターでも同様の手続きができることに対して、非常に満足度が高いそうである。ただ、唯一の不満点として、プラハ市のカスタマーセンターは郊外にあるため、もっと便利な場所にしてほしいとの要望が多いとのことであるが、実現しようにも中心部で駐車場を確保できるような場所はなかなか見つからないとのことであった。



<プラハ及び中央ボヘミア州の位置関係とカスタマーセンター位置図>



<カスタマーセンター受付の様子>



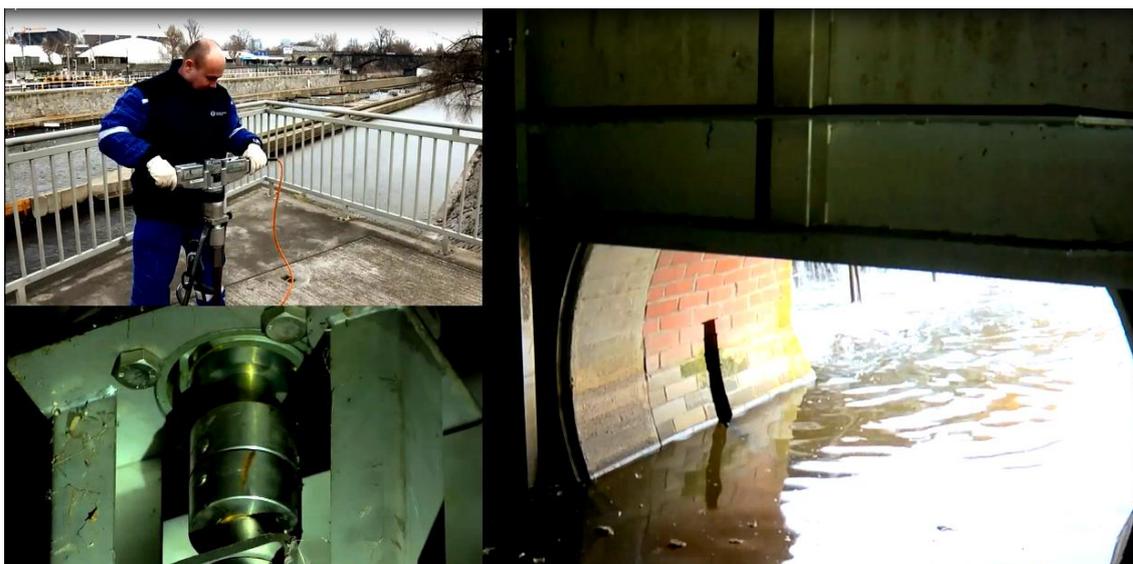
<カスタマーセンター内部の様子>

⑤自然災害への対策現場の視察

日本における自然災害対策といえば、真っ先に地震対策が思い浮かぶが、プラハ市ではヴァルタヴァ川の洪水対策とのことであった。ちなみに、チェコ共和国では地震はほぼ発生しないため、地震対策は行っていないとのことであった。洪水対策に関しては、対策現場にてドレイシュさんから説明を受けた。

プラハ市の洪水対策は1997年に100年に1度の規模の洪水に対して防壁を建設していたものの、2002年にプラハ市を襲った大洪水では市内の大部分が水に浸かったとのことである。

2002年の大洪水後、洪水対策の基本計画が見直され、現行計画では500年に1度の規模の洪水に対する防壁を建設することとなっており、現在、その防壁は完成しているとのことである。洪水対策としてはハード面以外にもソフト面の対策もあり、例えば、危機時には市内の水門を閉めるといった作業があるが、その作業はPVK社の責任で行わなければならないとのことであり、年に1回、定期的に訓練を行っているとのことであった。なお、洪水対策に関する責任区分としては、防壁を建設するのはプラハ市であるが、それ以外は全てPVK社が行わなければならないとのことであった。



<洪水対策の水門操作の様子（パンフレットより）>

⑥コンタクトセンターの視察

研修2日目の最後は、コンタクトセンター（Contact Centre SaS）の視察を行った。コンタクトセンターでは前述のとおり、上下水道に関する全ての技術的な内容及び緊急通報について対応を行う部署とのことであり、技術的案件的90%以上はこの部署のみで対応しているとのことである。受付対応は24時間365日であり、部長1名、リーダー1名、スーパーバイザー2名、オペレーター14名で対応しているとのことであり、全員PVK社の正社員とのことである。顧客対応は非常に重要であり、外部委託は考えられな

いとのことであった。コンタクトセンターでの対応サービスは下記の項目である。

- ・ 電話への対応（緊急通報への対応も含む）
- ・ 電子メールへの対応
- ・ ウェブサイトからの問い合わせへの対応
- ・ フェイスブックへの対応
- ・ SMS 対応
- ・ ウェブサイトへの水道サービスに係るイベント情報の掲載

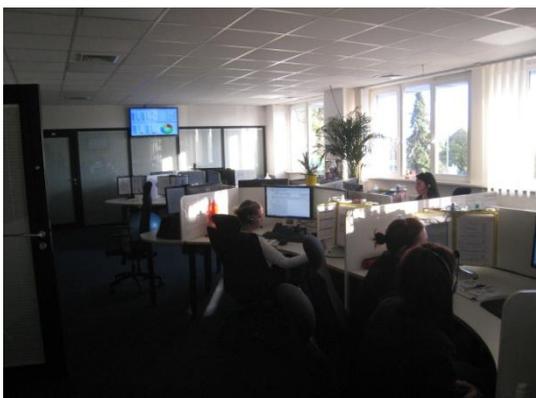
コンタクトセンターのシステムも、カスタマーセンターの統合システムである CIS と同様に Veolia Group で一括管理されているとことで、CIS と同様に Veolia Group の子会社であれば、どのカスタマーセンターでも受付・対応可能とのことであった。もちろん、当該システムも CIS と連携していることは言うまでもない。

当該システムの構築プロジェクトは、2009 年に始まったそうである。その後、システム開発やオペレーターの教育訓練に合わせ、各地にあるコンタクトセンターの集約やフェイスブックなどのサービス拡大を図っていったとのことであった。このシステム統合やコンタクトセンター業務を直営にすることで、ノウハウの蓄積と教育訓練の強化が可能となり、人員削減につながっているとのことであった。2009 年以降、問い合わせ等の件数は 2 倍近くになっているが、オペレーターの数はほぼ同じというところでもその効果がわかるとのことであった。



<コンタクトセンターの対応実績（提供資料より）>

コンタクトセンターでは、電話対応における会話時間、内容、返事までの時間などが全て記録され、それが評価に反映される仕組みになっているそうである。また、新人の教育訓練としては、まず1カ月間のトレーニングがあり、その後、2カ月間はスーパーバイザーによる付き添いがあった後に、初めて一人で対応を行うことができるとのことであった。また、これらの仕組みや教育訓練については、ISO9001の認証対象としており、信頼性が確保されているとのことであった。



<コンタクトセンターの様子>



<コンタクトセンター職員及び研修担当者>

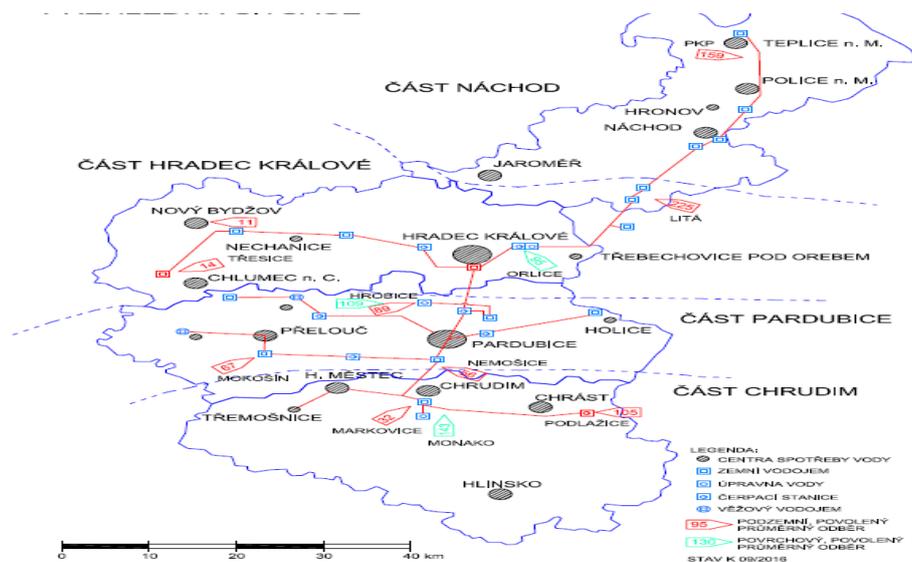
(3) Královéhradecká provozni [10/21]

研修3日目の10月21日は、東ボヘミア地域一帯の上下水道の運営を委託されているKrálovéhradecká provozni（以下、「KHP社」という。）を訪問した。研修は、担当のボウダンさんとトーマスさんに案内していただき、東ボヘミア地域一帯の民営化状況の説明を受け、その後、Orlice浄水場の視察を行った。

KHP社は、東ボヘミア地域の中心的都市で、プラハ市から東におよそ100km離れたところに位置するフラデツ・クラーロベール市にある。プラハ市から現地まではトーマスさんに運転してもらい移動した。フラデツ・クラーロベール市は、日本ではあまり知られていない都市であると思われるが、チェコ共和国で最も住みやすい都市の上位に毎年ランキングされる町であるとのことであった。

①東ボヘミア地域一帯の上下水道の概要

東ボヘミア地域一帯の上下水道は、資産管理会社（Vodovody a kanalizace Hradec Králové, a. s.（以下、「VAK社」という。））と運営権リース契約を締結しているKHP社により運営されている。



＜東ボヘミア地域一帯の水道システム（提供資料より）＞

＜KHP 社による施設運営の概要（2015 年時点）＞

- ・ 事業対象地域：東ボヘミア地域一帯
(Chlumecko, Novobydžovsko, Třebachovicko, Hradecko)
- ・ 給水人口：約 16 万人
- ・ 給水契約数：約 3.4 万（建物単位での給水契約であるため、契約数は少ない）
- ・ 年間給水量：約 8 百万 m³/年
- ・ 供給能力：約 40 万 m³/日
- ・ 管路延長（上水）：配水管 1,293 km、給水管 321km
- ・ 配水池：61,670m³
- ・ 職員数：206 人（上・下水道あわせて）

- ・ 下水処理人口：約 12 万人
- ・ 下水契約数：約 2 万（建物単位での給水契約であるため、契約数は少ない）
- ・ 年間下水処理量：約 18 百万 m³/年
- ・ 管路延長：517km

②東ボヘミア地域一帯の民営化状況

東ボヘミア地域一帯の民営化に係る内容については、VAK 社代表者である František Barák（フランティシェク バラーク）さんと KHP 社の CEO の Jakub Hanzl（ヤクブ ハンツル）さんより説明を受けた。

(民営化プロセス)

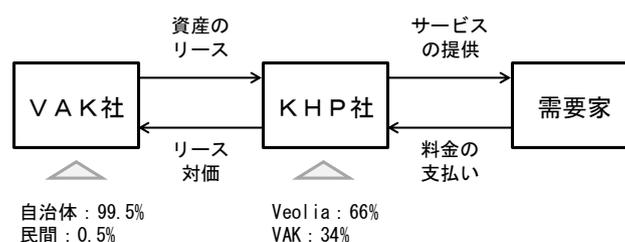
東ボヘミア地域の上下水道事業に関する民営化は、2005年9月30日に東ボヘミア地域一帯の上下水道資産を保有し管理を行う合併会社である VAK 社が設立され、施設運営は VAK 社と KHP 社との間で 2035 年までの 30 年間のリース契約及び運営契約が交わされることにより始まった。

(各利害関係者の関係性と責任範囲)

VAK 社と KHP 社の概要及び責任範囲は、以下のとおりである。

<各利害関係者の概要と関係性 (2016 年 10 月時点) >

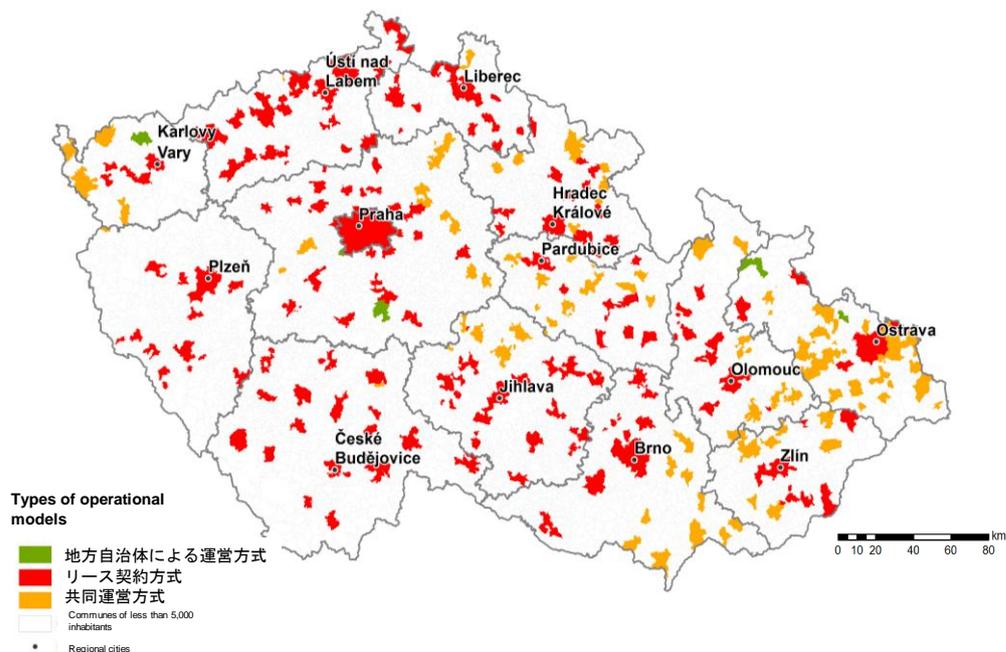
	資本構成	責任範囲など
VAK 社	自治体：99.5% (106 の自治体) 約 60% をフラデツ・ クローラベール市が所有 民間：0.5%	○上下水道資産の <u>所有者・管理者</u> ・設備投資、事業開発、料金設定 ・上下水道システムの技術基準の設定 ・運営会社の活動状況のモニタリング (半年に 1 度)
KHP 社	Veolia：66% (役員 4 人/7) VAK：34% (役員 3 人/7)	○上下水道資産の <u>運営者</u> ・浄水処理、配水、下水処理、管路の修繕 (施設整備などの投資事業を除く)、顧客対応、料金徴収など



<各利害関係者の関係性>

東ボヘミア地域の上下水道事業についても、プラハ市の事例と同様に資産の保有者及び管理者と運営者との間でリース契約を締結する形態をとっている。チェコ共和国においては、どのような民営化形態が多いのかを尋ねたところ、チェコ共和国の 90% 近くの給水を行っている上位 50 者をみると、実に 70% がリース契約方式による民営化であるとのことであった。その他の方式としては、上下一体方式が 6%、その他、地方自治体による運営や複数の地方自治体による共同運営方式 (民間資本が参入してる場合もある) となっているようである。また、住民 5,000 人以上の地域における施設運営状況は以下

の図のとおりである。一部では、地方自治体による運営が見られるが、ほとんどがリース契約方式か共同運営方式となっているとのことであった。



<住民 5,000 人以上の地域における水道施設運用方式の比較>

(上下水道料金とリース料)

東ボヘミア地域一帯における上下水道料金も、プラハ市と同様、毎年改定されている。これは、上下水道資産のリース料と密接に関係しており、リース料の変動が上下水道料金に直接反映されるためとのことである。

上下水道料金及びリース料は毎年上昇しており、民営化前後で比較すると3倍以上となっている。これは、プラハ市の場合と同様、過去に設備更新を全く行ってこなかったことにより施設が老朽化し、このままだと上下水道サービスを維持していくことが困難なことが予測されたため、設備投資を積極的に行っていることが理由とのことであった。約15年間で料金が約3倍になることについての不満は多いが、設備投資を行う必要があることがコミットされているとのことであった。施設所有者兼管理者であり、料金決定の権限を持っている VAK の取締役会のメンバーに最大株主であるフラデツ・クラロベール市長も含まれているとのことであり、料金値上げに対する理解を得やすいのかもしれないと感じた。

③高度浄水方式による浄水場の視察

今回視察したオルリチェ浄水場は、フラデツ・クラロベール市内に位置している。浄水処理に係る内容についてトーマスさんより説明を受けた後、浄水処理施設を視察した。現在、口径 600mm 管が破損のため修繕完了までは運転を休止しているとのことであり、水を抜いているから詳細部分まで見ることができるからラッキーだとのことであった。

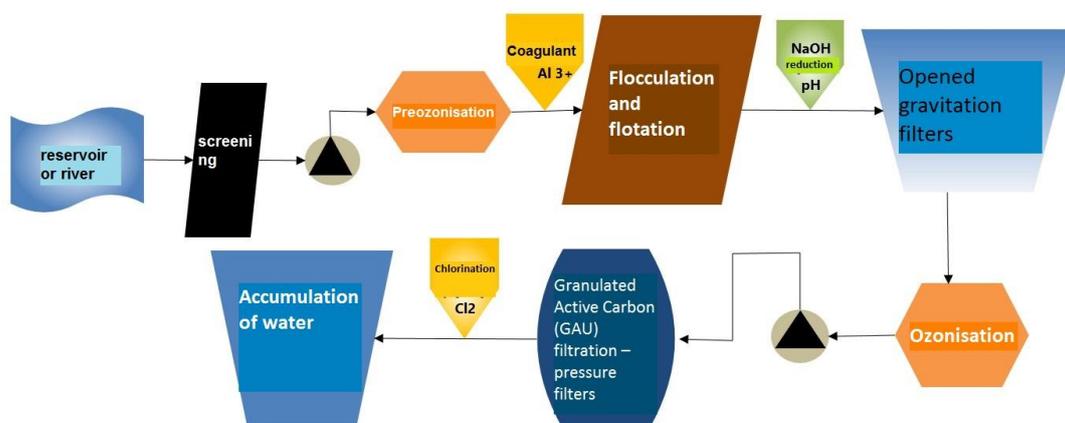
当該浄水場は、1963 年に運転を開始したものの、1999 年までは緊急時用の浄水場であったとのことである。2000 年より常時使用の浄水場として運転を行っており、2012～2014 年には施設の全面更新を行ったとのことであり、浄水処理能力は 150L/s (約 1.3 万 m³/日) となっている。

(処理フローの概要)

オルリチェ浄水場の処理フローは下記のとおりであり、大阪市をはじめ、日本においても一般的に用いられている「オゾン+GAC」を通常処理に加えた高度浄水方式であり、「臭気除去」と「原水中の薬品・殺虫剤除去」を目的として、1995 年より導入したとのことであった。オゾン処理に用いるオゾンは、空気から作るとコストが高いため液体酸素から直接作っており、管理会社に全て委託しているとのことであった。なお、オゾン注入率は 1～3mg/L とのことであった。また、2014 年の更新時において、加圧浮上法による凝集分離と複層ろ過 (粒度の異なる 2 砂層と半円形のステンレス板による 3 層構造) を導入したとのことであった。

なお、高度浄水処理の導入検討時には UV 照射の導入も検討されたそうであるが、残留効果がないことから、現在の処理方法を導入したとのことである。

処理後の水は、別水源の地下水を処理した水とブレンドした後に各家庭に供給されるそうである。これは、原水が地下水の場合は硬度が高いため、お客さまの要望もあり高度調整をしているためだそうである。



<オルリチェ浄水場の処理フロー図 (提供資料より) >

当該浄水場の原水であるオルリチェ川の表流水は、「水温」「病原性生物」「濁度及び有機化合物」の影響を大きく受けるとのことであるが、これらのフレキシブルな浄水処理システムにより対応が可能であるとのことであった。



<加圧浮上法による凝集池（全景）>



<加圧浮上法による凝集池（池内）>



<複層ろ過の池内>



<ろ層のサンプル>



<液体酸素の保管設備>



<浄水処理棟の全景>

—チェコ共和国編終了—

(4) KWR Watercycle Research Institute[10/24]

研修最終日の10月24日は、KWR Watercycle Research Institute（以下、「KWR」という。）を訪問した。研修は、担当のテオ博士と各分野のエキスパートにより説明を受けた後、KWRの施設内を見学させてもらった。KWR内では英語が公用語で使用されているため、英語で説明を聞いたり、質問をしたりした。

①KWRの概要

KWRは1948年に設立されたオランダの水道管の認証機関であるKIWAをルーツとし、1973年に現在のNieuwegeinに研究所を構えた。当初は、Lek運河の表流水における毒性に関する研究を主に行っており、現在のKWRの基礎となっているとのことである。2006年には、オランダの水道会社を株主とした独立企業となり、2015年9月に現在の建物にリプレイスされたとのことである。オランダの水道会社が株主となっていることもあり、「Building science to practice（科学と現実のかけ橋）」をもっとうに調査研究を行っているとのことである。

KWRの使命は、気候変動、汚染、人口増加などの都市部における水循環に直接関連する問題に対して解決していくために、化学的知見と実用的な革新により世界的に貢献することであるとのことである。専門分野は次の5分野となっている。

・ Enabling Technologies（実現技術）

コスト、安全性、持続可能性、社会的受容性、法律及び規制、その他の重要な要素を念頭におき、技術、材料、情報科学、ゲノミクスにおける最新動向に焦点をあてて、水管理手法に適用させる調査研究分野であり、革新的な浄水処理や戦略的アセットマネジメント、先進的な材料についての研究が行われている。

・ Health（健康）

安全で健康的な高品質の水の供給をベースに、都市化、化学物質の使用増加、気候変動、人口増など、飲料水の供給を脅かす問題に焦点を当てた調査研究を行っている。

・ Society（社会）

社会発展のペースへの効果的な適応、社会が水管理に与える要因、必要な変革を行うかどうか、などについて、政策立案者、利害関係者、市民などが水管理に関する政策形成や意思決定を行うのを支援するために、社会調査などの調査研究を行っている。

・ Sustainable water cycle（持続可能な水循環）

将来にわたり継続的に水を確保するために、持続可能な水循環に関する調査研究分野であり、淡水資源の持続可能な管理方法、気候変動による極度の降水量や干ばつへ

の対処、循環型経済に適合する水循環の達成などについての調査研究が行われている。

・ Thinking Ahead (将来への備え)

社会、環境、科学技術に影響を及ぼす傾向や水分野に影響を与える動向を見て、どのような行動をおこすべきかの提示や、将来の水循環がどのように整理されるべきかについての調査研究を行っている。

KWR の強みは、オランダ国内の活動だけでなく、各分野のエキスパートが専門知識を共有することを目的に、水分野における国際的な協力機関である「Watershare」を 2012 年に立ち上げ、様々な情報交換や共同研究、実証実験などを行っているところにもある。なお、日本からも水道技術研究センター (JWRC) が参加しているとのことである。

②無塩素水配水と QMRA の概念

オランダの水道の状況と無塩素水配水及び QMRA の概念については、ルクさんとニッキーさんより説明を受けた。

オランダの水源は、2/3 が地下水、1/3 が表流水であり、オランダの東部・南部・北部では主として地下水、西部は表流水が主体で、主にライン川とデシュズ川から取水している。オランダの水道施設・管路や水質に対する管理責任は、10 の水道会社にゆだねられている。これらの水道会社の株式は、給水区域に関連する地方自治体や州政府が保有した形態となっている。また、オランダにおいても他のヨーロッパ諸国と同様に上水道と下水道が一体となって運営管理されているが、これはコスト削減と水循環がうまくいくというのが理由とのことであり、これまでに視察したベルリンやプラハと同じである。

オランダにおける水道事業の特徴として、塩素を使用せずに配水していることは有名である。オランダにおいて塩素消毒を停止した理由には、水の味やにおい、健康への影響に対する不安があったとのことである。特に、健康への影響に関しては、トリハロメタンなどの消毒副生成物の健康影響の問題もあり、ルクさんはオゾン-粒状活性炭の処理よりは、UV 照射の方が望ましいと考えているとのことであり、ここはプラハでの視察時の見解とは異なっていた。

水源が地下水である場合は、地下水の水源保護などの取り組みにより原水水質もよく、無塩素での配水に問題はないとのことであるが、表流水が水源である場合には、浄水処理システムに浸透ろ過システムを取り入れるなどの対応をするとともに、微生物学的リスクの定量評価手法 (QMRA) の実施を法令で義務付けているとのことである。QMRA は、原水に存在する病原体の存在状況とその濃度を把握するとともに、これらの病原体の除去に対する浄水処理システムで除去される科学的なデータを組み合わせて、病原体の曝露による疾病確率を推定し定量的に分析・評価する手法であり、例えば、クリプトスポ

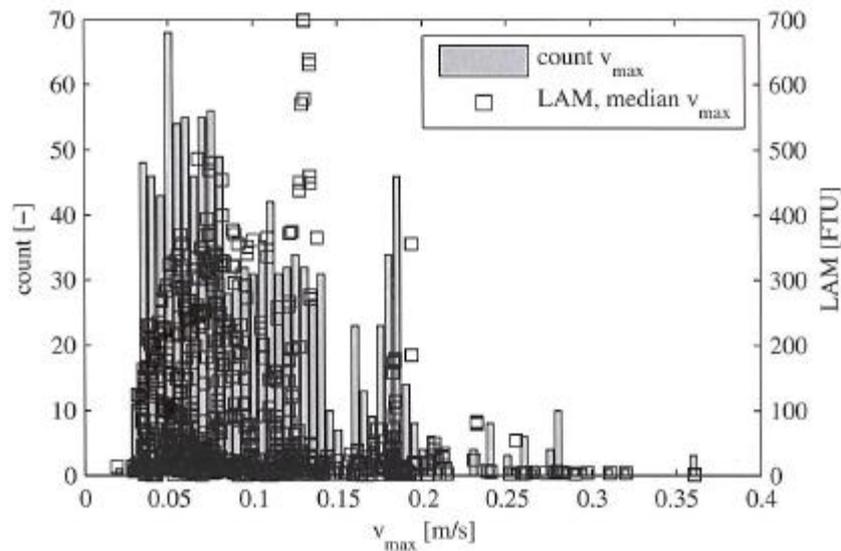
リジウムでは、年間の感染リスクが 10^{-4} 以下である安全な水道水の供給義務があるとのことである。

③配水管の効果的なメンテナンス

配水管に関する維持管理については、ミリアムさんより説明を受けた。

オランダの水道会社は、流速に基づきセルフクリーニングを行うことができる配水システムを構築しているとのことである。現地実験の結果、セルフクリーニングにより、配水システム内には濁質が溜まらなかったことが示されているとのことである。

具体的なセルフクリーニング方法は、まず、流速 1.5m/s により対象路線の管内水量 3 回分の洗管を行い、その後、1 日に 1 回、最大流速 $0.2\sim 0.25\text{m/s}$ が出現するようにするとのことである。この最大流速 $0.2\sim 0.25\text{m/s}$ は、実験結果に基づき設定した値であるとのことである。



<管内流速と濁度に関する実験結果（提供資料より）>

流速 1.5m/s で洗管を行うことは必ずしも困難なことではないが、1 日に 1 回、最大流速 $0.2\sim 0.25\text{m/s}$ が出現するようにすることは、なかなか困難である。これを達成するために、オランダでは緻密な需要分析結果に基づき、一定地域について管網計算を行うことにより口径を決定し、さらには管網形態をループ管網にするのではなく、枝状管網にしているとのことである。なお、この付加効果として、管路の設備投資が 20%も削減できるとのことであった。

日本では、地震時や漏水時などの緊急時にも安定して水を確保できるよう、管網の信頼度を向上させることを目的としてループ管網にする場合が多いが、オランダでは水質管理の方に重点を置いているようである。担当者に漏水が発生したときにはどうするのか、断水になってしまわないのかを質問したところ、ポイントごとにバルブが設置され

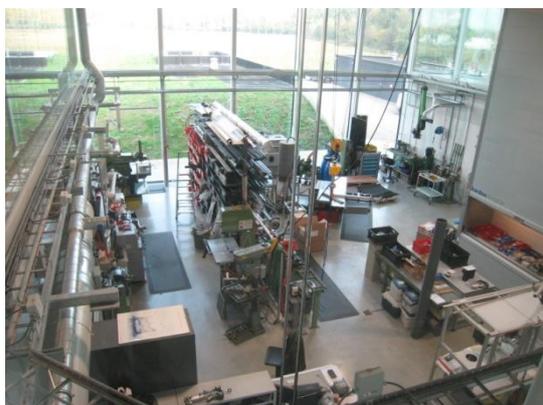
ており、そこを閉めるから被害を極小化できるとのことであり、また修繕も数日で完了するため問題ないとの見解であった。それよりも、設備投資を20%も削減でき、配水管の洗管などの維持管理も不要となることが大きなメリットであるとのことであった。ちなみに、オランダにおける漏水率は3%程度であり、漏水事故もほとんどないとのことである。

また、オランダにおける配水管のメンテナンスフリーに関するものとして、管材質に対する調査研究もある。配水管の材質により、微粒子・マンガン・細菌などの付着度合いの違いを実験した結果、ポリエチレンや塩化ビニルが有利であるとのことである。現在、オランダにはおよそ12万kmの管路があり、管種の内訳は、硬質塩化ビニル管：50%、石綿セメント管：30%、铸铁管：10%、その他：10%となっているが、今後は、基本的にすべて硬質塩化ビニル管に更新していくとのことである。オランダでは地震がほぼ発生しないため、铸铁管のような強度は必要ないとのことであり、経済性なども考慮し、硬質塩化ビニル管を採用しているとのことであった。

④KWRの施設見学

研修の最後は、テオ博士により施設見学をさせてもらった。建物は2階建てであり、中央部は吹き抜けになっている。1階は各研究者のデスクや打ち合わせなどのフリースペースと実験設備があり、2階は水質試験室があった。施設及び敷地は非常に広くてゆったりとして緑も多く、非常によい環境に感じた。スタッフは100人以上いるとのことであったが、窮屈な感じを受けない印象を受けた。

また、敷地内の一角には、環境保護対策の一環としてミツバチの養蜂を行っているとのことであった。このような取り組みは、プラハのPVK社でも行っており、ヨーロッパでは一般的な環境保護対策なのかもしれない。



<施設内の実験スペース>



<吹き抜けの打ち合わせスペースの全景>



<水質試験室（2階部分）>



<各スタッフのデスク（1階）>



<KWR 施設の全景>



<ミツバチの養蜂施設>

—オランダ王国編終了—

4 研修成果

(1) ドイツ連邦共和国

ベルリン上下水道公社では、浄水場や下水処理場での効率的な運転管理の仕組みとベルリン市が一丸となって取り組んでいる環境保護を含めた水循環の取り組みが参考となった。特に、水循環に関する取り組みは、上水道事業者だけでは達成することはできず、下水道事業者や環境関連の部署との連携が重要となる。これらの連携による環境保護に配慮した取組みが確実に実行されることで、ベルリン市の持続可能で美味しい水が達成されており、かつ、ドイツ国内でも水質がよいことで評価が高いとのことであった。

ベルリンは本市と同じぐらいの規模の都市で、かつ、工業都市であるにも関わらず、このような水循環の仕組みが達成できているところにベルリン市としての魅力を感じた。本市の水道事業だけでなく、大阪市全体の環境対策に対しても参考となる事例であった。

(2) チェコ共和国

プラハ市及びフラデツ・クローラベール市では、水道事業における民営化状況ヒアリングや民間のノウハウを活かした統合管理システム（SWiM）、お客さま情報統合システム（CIS）の取組み、高度浄水方式の浄水場での効率的な運転管理が非常に参考となった。

水道事業の民営化に関するヒアリングでは、事前に民営化状況について調査を行いたい旨を伝えておいたこともあり、オペレーター側（PVK 社、KHP 社）の話だけでなく、我々と同じ立場である資産管理者側（PVS 社、VAK 社）の話も聞け、本市も今後、水道事業の民営化検討を進めていくにあたり、たいへん参考になった。今後民営化を進めていく上での留意点として、「水道サービスにより得られる利益は非常に大きいため、設備投資やサービス向上と水道料金とのバランスをしっかりととることが重要である」との話は非常に印象に残っている。

チェコ共和国で主流となっている水道事業の民営化形態は「リース契約方式」であり、基本的にオペレーター側には事業計画立案や設備投資に関する権限はなく、これは本市が検討している形態と異なる。オペレーター側に事業計画立案や設備投資に関する権限を持たせる方が経営の自由度は上がるが、一方で資産管理者側の技術力をはじめとする水道事業運営のノウハウは全くなくなることとなる。本市にとって、どちらが望ましいかは現時点では判断はできないが、今後検討する余地があると感じた。

民営のノウハウを活かし、統合管理システムによる効率的な運転管理やお客さまサービスの取組みを視察したときには、たいへん驚きを感じた。今回訪問したオペレーターの会社はどちらも Veolia Group であったが、スマートフォンのアプリや SMS による情報提供だけでなく、全ての関連会社で共通のプラットフォームを形成し、どこでも同じサービスが受けることができる状態にされていた。さらに称賛すべきは、お客さまアンケートの結果において満足度が非常に高いものとなっているにも関わらず、さらなるサービスの向上を追求し、技術開発などに真剣に取り組む姿勢であり、非常に感心した。

水道事業の民営化は、資産は基本的には公共が保有し、その運営を民間に委託する場合が多く、また、政治動向に左右されやすいという事実があるため、設備投資やサービス向上と水道料金のバランスがとれていないとお客さまが感じると再公営化という社会的な動きになるのかもしれない。このため、設備投資やお客さまサービスの向上に対して真剣に取り組む姿勢が重要であると感じ、水道事業の民営化を成功させるか否かはこの点にあるのではないかと推察した。

(3) オランダ王国

KWR では、「無塩素水配水と QMRA の概念」と「配水管の効果的なメンテナンス」についての話が参考となった。特に、セルフクリーニングによるメンテナンスフリーという考え方、枝状管網にすると更新費用が 20%も削減できるという事例は、今後の配水管の維持管理のあり方を検討していく中で、非常に参考になると感じた。

また、本市も「安全でおいしい水を供給する」といった使命を持っており、その実現に向け、無塩素水を配水しているオランダにおける水処理やリスク管理の考え方は参考になると思われた。

何よりも、KWR で感心したことは、「Building science to practice (科学と現実のかけ橋)」という理念である。当局でも、毎年多くの調査研究を行っているが、実際の水道事業に活かしているものはそれほど多くなく、今後の調査研究のあり方を考える上でも非常に大切なことを学んだと思う。

5 総括

本研修は、自らが設定した調査テーマを基に、海外の水道事業者等に直接連絡をとり、訪問や研修内容の交渉から実際の視察及びヒアリングまでを全て一人で行うものであり、非常に大変であったが、普段の業務からは得ることができない数々の体験をすることができ、とても有意義であった。

今回の研修を通して学んだ多くの成果については、今後、当局職員へプレゼンを行う予定であり、今後の水道事業の発展へとつなげていきたい。

(1) 水道事業の民間による運営

今回の調査テーマのひとつであり、非常に興味を持って研修に臨んだ。日本で聞いた情報の多くは、「民営化により水道料金があがって不満が高まっており、再公営化するような動きも多い」というものであった。このようなイメージを持って研修に臨んだところ、このイメージは完全に覆された。国や地域、都市によって異なるのであろうが、今回訪問したプラハ市やフラデツ・クローラベ市での水道事業の民営化は成功していると思われた。お客さまの水道サービスに対する満足度も高く、水道料金の値上がり対しても、その理由にきちんと理解を示していることから伺える。これは、設備投資やサービス向上に対する水道料金のバランスがとれているとともに、水道事業運営者がなぜ水道料金があがってしまうのかをしっかりと説明し、かつ、お客さまサービスの向上に向けて真剣に取り組んでいる姿勢が評価されているのだと感じた。これは、本市の今後の民営化検討に非常に参考となる事例である。

(2) 浄水処理と配水の運転管理

今回の研修におけるもうひとつ調査テーマが「効率的な浄水処理システム及び配水システムの視察」である。今回2箇所の浄水場を視察したが、正直な感想としては、浄水処理技術に関しては、日本の技術はこれらと比べても遜色ない、もしくは上回っている部分も多いと感じた。

しかしながら、その運転管理の効率性というところになると、完全に劣ると思う。浄

水処理方法や配水運用に係る条件や法令が異なるため、一概には非効率とは言えない部分もあるだろうが、今回視察した浄水場や配水コントロールセンターでは、統合システムの導入と完全なるマニュアル化、権限の明確化、明確な人事評価と教育訓練制度の導入などにより、精鋭少人数による運転管理を実現できており、非常に参考となる事例である。

(3) 世界の水道事情と水ビジネス

世界の水道事情を全て網羅しているわけではないが、今回訪問した3都市を比べただけでも、水道水に関する考え方は大きく異なっていた。例えば、ベルリンやオランダでは塩素消毒は基本的には行わないが、チェコでは塩素消毒を行う。チェコでは、オゾンと粒状活性炭を用いる浄水処理を採用するところが多いが、オランダではUV照射の採用が望ましいとの意見が多い。日本では、原水の水源保護の取組みはある程度はなされているものの、ベルリンやチェコほどの徹底した水源保護の取組みはない。また、各国や地域のこれまでの歴史や、そこに住む民族などによっても、水道水に対する考え方が大きく異なっているようにも感じた。

このように、水道事業はそれぞれの現地状況に密接に結びついており、今後、水ビジネスとして海外に進出する場合には、現地状況に応じた水道サービスの提供に心がけることが成功するポイントではないかと感じた。

(4) 訪問と研修内容の交渉

訪問先については、調査テーマをある程度決めた後、IWAなどの海外論文や水道事業に関する海外の文献、ホームページの調査などを参考に選定した。その後、ホームページや文献に載っているメールアドレスに、研修の申し込みを行った。幸いなことに、選定した3者の訪問先のうち、2者からは受け入れ可能との返事があり、順調に交渉が進んだ。一方、残りの1者からは、何度か連絡はしたものの返事がこなかったため、日本協に相談しコンタクトパーソンを紹介していただいたところ、研修を受け入れてもらうことができ、全体を通して比較的スムーズに交渉ができたと思う。

訪問先への連絡にあたっては、過去に同じような海外研修を受けたことがある先輩職員に話を聞くなどし、メール本文に目的や内容をしっかりと記載したのがよかったのかもしれない。

(5) 現地での会話力

現地での会話については非常に不安があったものの、すべての訪問先において快く受け入れてもらい、無事に研修を終えることができた。

研修中にパワーポイントや資料を用いて説明を受けているときは、単語を見ることができ、内容をよく理解することができた。また、心配していた英語の聞き取りの方も、資料などを見ながらであればさほど問題はなかったが、質問をする場面で

は、質問したい内容をなかなか英訳できずに苦勞した。

また、資料などを見ながらの会話の時はよかったが、浄水場への移動の際の車内やランチタイムでの会話は非常に困った。資料などがあれば、多少聞き取れなくても何を言いたいのがわかったのだが、例えば、アメリカの次期大統領選挙や英国の EU 離脱、日本の歴史や文化（日本人の桜にまつわる文化とそのルーツについての質問があったと思う）などが話題になったときには、聞き取れなかったら何を言っているのかわからないことも多々あり、会話が成立していたかどうか不安が残った。

我々も訪問先の歴史や文化などに興味があるように、相手方も日本の歴史や文化に興味を持っているであろうし、また、ビジネスということになると世界情勢の話題も出てくるのかもしれない。英語力のレベルアップをさらに図るとともに、世界情勢や日本の歴史や文化など幅広い教養も合わせて身につけることが、今後、海外ビジネスを行う上で必要となるスキルかもしれないと感じた。

6 おわりに

本研修は、調査テーマの設定から訪問先の選定、訪問交渉・調整、現地でのヒアリング、報告書作成までを全て一人でマネジメントするものであり、最初は不安も大きかった。しかしながら、自分を成長させるよい機会ととらえ、自分の専門分野外でも興味のある分野を調査テーマに設定して知見を増やしたり、訪問先との交渉・調整ではビジネス英語によるメールの書き方や交渉のやり方を調べて試してみたり、訪問先では興味があることに積極的に質問を行った。これも、本研修が自分で全てマネジメントすることができるという自由度の高いプログラムであったおかげであったと思う。人によって向き不向きはあると思うが、自分で全てをマネジメントすることができる（しなければならぬ？）研修は、本人を成長させるためのよい機会を提供してくれるものであると思うので、少しでも興味がある方には是非ともおすすめしたいと思う（非常に苦勞はしますが（笑））。

最後に、今回の研修の機会を与えてくださいました日本水道協会の皆様、研修準備から現地訪問、そして報告書作成までの約7カ月間において、様々な協力をしていただきました当局の南部水道センターの皆様、並びに訪問先で研修を担当していただきました皆様に深くお礼を申し上げます。