

令和5年度 日本水道協会国際研修
国別水道事業研修（アメリカ）研修報告書

報告者：札幌市水道局給水部白川浄水場浄水係 山田 哲郎

研修期間：令和5年9月10日(日)～令和5年9月17日(日)

報告書作成日：令和5年11月10日(金)

目 次

1	研修概要	1
	(1) 研修目的	
	(2) 研修先	
	(3) 研修日程	
	(4) 参加者	
2	アメリカにおける水道事業の概要	4
	(1) アメリカ合衆国の概要	
	(2) AWWA について	
	(3) アメリカ水道事業の課題	
	(4) アメリカ水道事業のガバナンスモデル	
3	アセットマネジメントについて	9
	(1) アセットマネジメントの定義	
	(2) アメリカ水道におけるアセットマネジメント	
4	アメリカの水道料金の設定方法及び体系	11
	(1) アメリカ水道事業の財務	
	(2) アメリカ水道事業の料金設定	
5	デンバーウォーターの広報について	14
6	水源	16
	(1) デンバーウォーターの水源	
	(2) 水源保護について	
7	アメリカの水質基準・配水管理	17
	(1) 水質基準の歴史	
	(2) 配水システム	
8	施設見学	18
	(1) Marston 浄水場について	
	(2) 施設写真	
9	AWWA Rocky Mountain Section Water Conference	22
10	Water2050	23
	(1) アメリカ水道の将来ビジョン	
	(2) Water2050 のシンクタンクレポート	
11	総括	27
12	引用・出典	28

1 研修概要

日本水道協会国際研修 国別水道事業研修（以下、「本研修」という）は、日本水道協会と関係の深い水道協会に研修の受入を要請し、当該国の水道事情を学ぶ研修である。令和5年度はアメリカ水道協会（AWWA: American Water Works Association）の全面的な協力のもと実施された。

日本各地の水道事業者から研修生が参加し、9月10日から9月17日までの1週間、AWWA本部があるアメリカ合衆国コロラド州デンバーにおいて本研修は行われた。アメリカでの国際研修は令和元年度以来、第2回目の開催となる。

（1）研修目的

- ・国際的視野を持つ人材の育成

海外の水道情報に触れることにより、国際的な視野を持つ人材を育成できる。

- ・英語能力の向上

英語による講義聴講、質疑応答により、英語のコミュニケーション能力が向上する。

- ・専門性の向上

英語の水道専門用語等に触れること、海外の水道と自らの業務との比較、報告書作成過程における情報収集により、専門性を高めることが出来る。

（2）研修先

渡航先：アメリカ合衆国コロラド州デンバー

研修会場：9月11日 Embassy Suites by Hilton Loveland Hotel Conference

Center & Spa (4705 Clydesdale Pkwy, Loveland, CO 80538 USA)

9月12～14日 AWWA 本部 (6666 W. Quincy Ave. Denver, CO 80235 USA)

9月15日 Marston 浄水場 (6100 W Quincy Ave, Denver, CO 80235 USA)

（3）研修日程

月日	時間	日程
9月10日(日)	16:35	成田空港 発
	12:50	デンバー空港 着 (時差-15時間)
	14:30	Embassy Suites by Hilton Loveland Hotel Conference Center & Spa 着
	17:30	AWWA Rocky Mountain Section Water Conference …Welcome Reception
9月11日(月)	8:00	AWWA Rocky Mountain Section Water Conference …基調講演、研究発表、展示会等
	16:00	移動
	17:20	Hyatt House Denver/Lakewood at Belmar (宿泊先) 着

9月12日(火)	8:50	AWWA 本部 着
	9:00	開会挨拶 (Chi Ho Sham)
	9:15	研修生自己紹介 日本の水道の現状 (発表者: 渡辺 英)
	10:15	講義: AWWA の紹介 講師: Chi Ho Sham
	11:00	講義: 水道業界の現状調査 講師: Dawn Flancher、Chi Ho Sham
	12:15	昼食
	13:00	講義: 水道事業のガバナンスモデル 講師: Ken Lykens
	14:45	グループディスカッション 講師: Chi Ho Sham、Ken Lykens
9月13日(水)	8:50	AWWA 本部 着
	9:00	講義: データとアセットマネジメント 講師: Colin Chung
	10:45	講義: 水道事業体の経営 講師: Angela Bricmont
	12:15	昼食
	13:00	講義: 水道料金設定 講師: Todd Cristiano
	14:45	講義: 広報 講師: Greg Kail
	16:15	ディスカッション 講師: Barb Martin
9月14日(木)	8:50	AWWA 本部 着
	9:00	講義: 水源及び水源保護 講師: Chi Ho Sham
	10:00	講義: AWWA 規格 (G300 水源保護) 講師: Paul Olson
	10:45	講義: 浄水処理 講師: Aaron Benko
	11:45	講義: AWWA 規格 (G100 浄水場の運転管理) 講師: Paul Olson
	12:15	昼食
	13:00	講義: 配水と漏水 講師: Reinhard Sturm
	14:00	講義: AWWA 規格 (G200 配水システムの運転管理) 講師: Paul Olson
	14:45	講義: 未来のトピック 講師: Chi Ho Sham、Colin Chung
	16:15	閉会挨拶 (David LaFrance)

9月15日(金)	8:50	Marston 浄水場 着
	9:00	水道施設視察 …Marston 浄水場
	12:00	デンバー市内視察
9月16日(土)	7:00	Hyatt House Denver/Lakewood at Belmar (宿泊先) 発
	7:50	デンバー空港 着
	11:20	デンバー空港 発
9月17日(日)	14:20	成田空港 着 (時差+15時間)

(4) 参加者

・研修生

山田 哲郎	札幌市水道局 給水部 白川浄水場 浄水係 技術職
杉浦 幸憲	盛岡市上下水道局 上下水道部 水道建設課 主査
小林 智也	川崎市上下水道局 水道部 施設整備課 技術職
古川 頌之 (副団長)	愛知中部水道企業団 配水課 技師
前田 健太	芦屋市水道事業 上下水道部 水道管理課 主事
桑名 悠司	香川県広域水道企業団 工務課 主任主事
山崎 樹	高知市上下水道局 水道整備課 技査
尾造 佑香 (団長)	大分市上下水道局 上下水道部 浄水課 主任

・事務局、通訳

渡部 英	日本水道協会 研修国際部 国際課 課長補佐
山口 唯観	日本国際協力センター (JICE)

※所属部署・役職は研修当時



2 アメリカにおける水道事業の概要

(1) アメリカ合衆国の概要

アメリカ合衆国は50の州から成る連邦共和国で、国土面積は983.4万km²と日本の約26倍に相当する。人口は約3億3,200万人（2021年時点）であり^{※1}、今後も増加傾向にあるとみられている。

本研修ではコロラド州デンバーを訪れた。コロラド州はほぼ西半分が米国西部山岳地帯、東半分が大平原地帯に位置し、全米50州中第8位の広さとなる面積26.9万km²（日本の総面積の約7割）と人口約581.1万人を有する^{※2}。西部では冬に降水量が多く夏は乾燥しており、東部では年間を通して降水量が少なく湿度が低い。このため水源（雪）は西部に集中しているが、そのほとんどが東部に向けて給水されているという特徴がある。州都であるデンバーはロッキー山脈東麓に位置し（図1）、人口約71.1万人の都市である。また標高1マイル（約1.6km）にあることから“Mile High City”と呼ばれ、日中と夜間の寒暖差が激しく1日のうちでも天候が変わりやすい高山性の気候となっている。研修期間中は日中20℃以上、夜間10℃以上と同時期の札幌市と近い気温であり、雨の日も多かったが多くは晴天で非常に過ごしやすい環境であった。

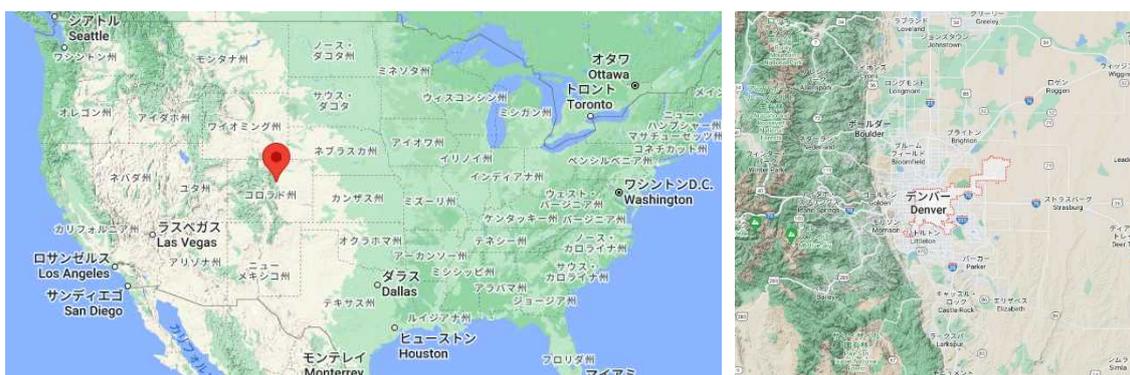


図1. コロラド州デンバー位置図（Google マップより）

(2) AWWA について

AWWAは1881年に設立された。現在の会員数は51,000人（そのうち4,000人がボランティア）となっており、61人の取締役会、21人の執行委員会と6つの評議会から構成され（図2）、その下にはさらに専門的な区分に分けられた169の委員会が存在する。また水問題のほとんどは地域の特色が強いため北米には43の支部が存在しており、メキシコやカナダにも支部が存在している。

AWWAは“知識を作り上げて共有すること”を大きな目標としており、調査研究、規格の策定、出版物の作成、年次会議やワークショップの実施など、水道界隈の内外で知識の創造・交換を促進するために様々な取り組みを行っている。この活動は米国内のみに留まらず、各国際機関とも協力し水道事業のリーダーシップを取っている。2015年には

AWWA インド支部を設立し、インドの水道事業を発展させるために活動を続けている。インドでは24時間自由に水道が利用できる状況ではないため、それを可能とすることが目下の目標だという。

水道事業という日本では上水道・下水道に分かれておりそれぞれは独立したイメージが強いが、アメリカでは飲料水、下水、雨水、地下水、再生水、海洋水や大気中の水に至るまで、あらゆる「水」に関する問題は関連しており、同列に解決すべきであるという考え方“Total Water Solution”（図3）を持っている。先述したような AWWA の活動内容は上水道（飲料水）に限ったものでなく、下水、雨水、再生水においても実施されている。AWWA 会員の60%が上水事業だけでなく下水事業にも関わっているという話には衝撃を受けたが、それによってこのようなシームレスな考え方が生まれたと思うと納得であり、その視点を見習いたいと思った。

(3) アメリカ水道事業の課題

水道事業者や水道事業に携わっている人々を対象に AWWA が毎年実施しているアンケート調査の最新結果によると、水道業界が直面している課題として表1のようなものが挙げられた。

表1. 水道事業が直面している課題ランキング(2023)

1位 老朽化した水道施設の改修・更新	11位 節水、効率性
2位 長期的な飲料水(上水)供給の持続可能性	12位 人材誘致と確保
3位 資本改善のための資金調達	13位 サイバーセキュリティ問題
4位 水資源の価値に対する市民の理解	14位 干ばつ、定期的な水不足
5位 流域・水源の保護	15位 将来的な規制への対応
6位 労働者の高齢化、退職	16位 コスト回収（サービスコストを正確に反映した水の価格設定）
7位 水道システム・サービスの価値に対する市民の理解	17位 水損失のコントロール
8位 緊急事態への備え	18位 エネルギー使用・効率及びそのコスト
9位 地下水の管理、過剰使用	19位 顧客、有権者、地域社会との関係改善
10位 現行規制への適合	20位 資産管理



図2. AWWA 組織図



図3. Total Water Solution イメージ図

2 番目に問題視されている“長期的な飲料水供給の持続可能性”という課題に対して準備ができているかどうかについても調査を実施しており、8 割強の事業者が準備できていると回答している（図 4）。具体的には地下水の淡水化、飲料水の直接的・間接的再利用、雨水の再生水利用などの技術を活用することで、既存の供給量を増強する取り組みを実施・検討している。また、アメリカ水道の課題上位 10 項目について、過去 5 年間の回答数ランキングの推移を示したグラフ（図 5）を併せて見てみると、水資源の価値や飲料水の再利用に対する関心が高まっているようである。COVID-19 流行をきっかけに水の価値を再認識し、水道業界全体における意識変化があったのかもしれない。



図 4. “長期的な飲料水供給の持続可能性”という課題に対して準備ができているかどうか

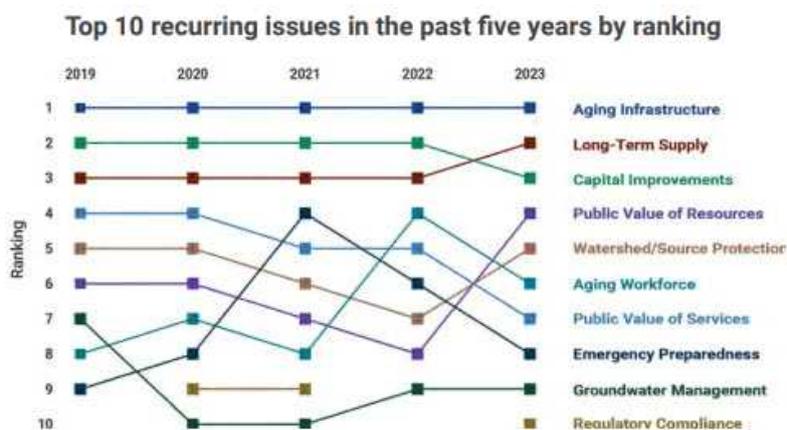


図 5. 頻発する課題上位 10 個に関する回答の 5 年間の推移

アメリカ水道が直面している課題は日本でも同様に問題視されているが、アメリカは国（連邦政府）としての活動よりも州の活動が主要で、州毎の特色に合わせた対策を考えているという点は日本との違いに感じた。例えば、海に面しているフロリダ州は海面上昇の問題が深刻なため、なるべく排水せず再利用することに注力しているという特色がある。このように地域差が激しい中でも、全米の水道事業者が利用できる統一規格が求められていることが AWWA にとっての大きな課題と言えるようだ。

(4) アメリカ水道事業のガバナンスモデル

アメリカでは 50,000 以上の上水道事業体と 15,000 以上の下水道事業体があり、1 州あたりに平均すると 1,000 以上の事業体がそれぞれ 5000 人以上に給水していることになる。これらの事業体はおよそ 9 割が公営、1 割が民営に分類されるが、その運営形態は様々である。アメリカ水道で見られるガバナンスモデルのうち、特に一般的な 5 つを下記に示す。

① Municipal Government #1

水道事業体が市政府の一部門である、最も一般的なモデル。非課税債権を財源とすることが可能であることや、市・行政の機能を事業体の運営に利用できるなどのメリットがある。一方で、市内他部局と人材・資金の取り合いになること、水道収入が市の他の事業に転用されることなどのデメリットがある。また選挙で選ばれる市長・市議会が組織の頭であるため、運営方針が政治的風向きの影響を受けることもあり、水道料金の値上げには消極的である。

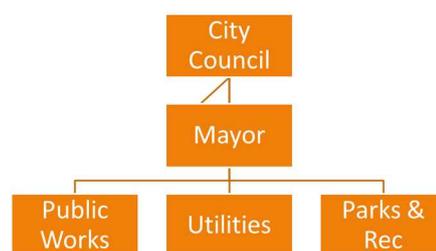


図 6-1. Municipal Government #1 の構造イメージ図

② Municipal Government #2

①とよく似た形態だが、市長が市議会の一員であり、市の最高責任者であるシティマネージャーが間にいる点で異なっている。この形態のメリット・デメリットは①と同じだが、シティマネージャーが選挙で選ばれる人間ではないために、運営が政治的影響に左右されないという違いがある。

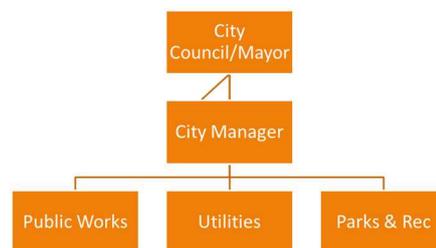


図 6-2. Municipal Government #2 の構造イメージ図

③ Municipal Authority/Board/Commission #1

多くの市や群は、水道事業を監督するための独立した局、省庁、委員会等を設置している。これらの組織は市長・市議会と繋がっているが、その影響を受けにくい構造になっており(図 6-3 で点線表記なのはそのため)、物品購入や人事を柔軟に行うことが出来るうえ、収入が他事業に使われることなく全て水道事業に還元できる。しかし、債権による資金調達にはレベニュー債に限られる。

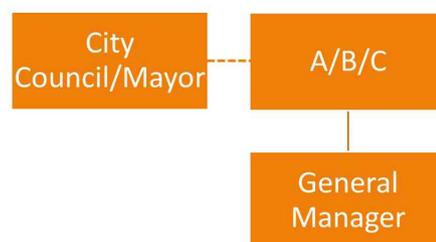


図 6-3. Municipal Authority/Board/Commission #1 の構造イメージ図

④ Municipal Authority/Board/Commission #2

③と似ているが、より独立性が高いモデル。比較的規模の小さい事業体はこの形態を取っていることが多い。メリット・デメリットは③と同様だが、事業の透明性が疑われやすい。

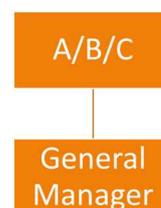


図 6-4. Municipal Authority/Board/Commission #2 の構造イメージ図

⑤ Private Utility

民間企業によって運営され、損益を基準に運営判断が行われるモデル。運営権だけでなく施設の所有権もすべて民間企業にある。政治と切り離されているために対応が柔軟というメリットはあるが、それと同時に事業の透明性が疑われやすくもあり、株主総会での報告が事業の透明性に繋がる。資本は株式となり非課税の資金調達ができない。また水道料金の設定については委員会による承認が必要となる(図 6-5 点線)。

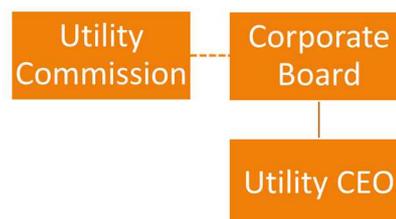


図 6-5. Private Utility の構造イメージ図

公営と民営で水道サービスに違いがあるかどうかという点について興味深い話があった。アメリカ環境保護庁 (EPA: Environmental Protection Agency) の定めた基準に則り、6 ヶ月に 1 度、水道水質の試験結果を公表しなければならないため水質における大きな違いは無いのだが、水量については、緊急の事故や設備点検・改修にかかる時間を計算し、年間何時間まで断水してよいかを事業体で決めるとのこと。デンバーウォーターでは 5000 時間を断水時間 (サービス停止) の上限としているが、3 つの浄水場で相互バックアップ可能なので実際に断水する機会はほとんど無いという。また事故時の補償について、公営の場合は 10 万ドルを上限に免責金額が設定されているが、民営の場合は無制限なので事業体が保険に加入しており、その保険料は運営コストとして水道料金に上乗せされる。使用者からすると民営水道は水道料金が上がるが、もしもの場合は公営水道の方が大きな支出となる可能性があり、公営モデルの水道を利用して別途保険に入るという選択もあるようだ。事業体・市民どちらの視点においても、水道事業体が数多く存在し、選択肢の多いアメリカ水道の特色が現れている考え方だと感じた。

デンバーウォーターは元々①の運営形態だったが、現在は③に変化している。運営形態の変更は昔ほどではないとはいえ現在でも起こっている。資金調達や柔軟な対応が難しいことから公営では不適切・非効率な運営になっており、民間事業体に運営させるよう EPA から指導が入った例や、水で利益を得るとのこと自体に市民が強い違和感を持ち、民営から公営に戻ったという例もある。さらに近年、特に衝撃的な事件として挙げられるのが 2015~16 年のミシガン州フリント市の水道水鉛汚染である。フリント市は経営悪化

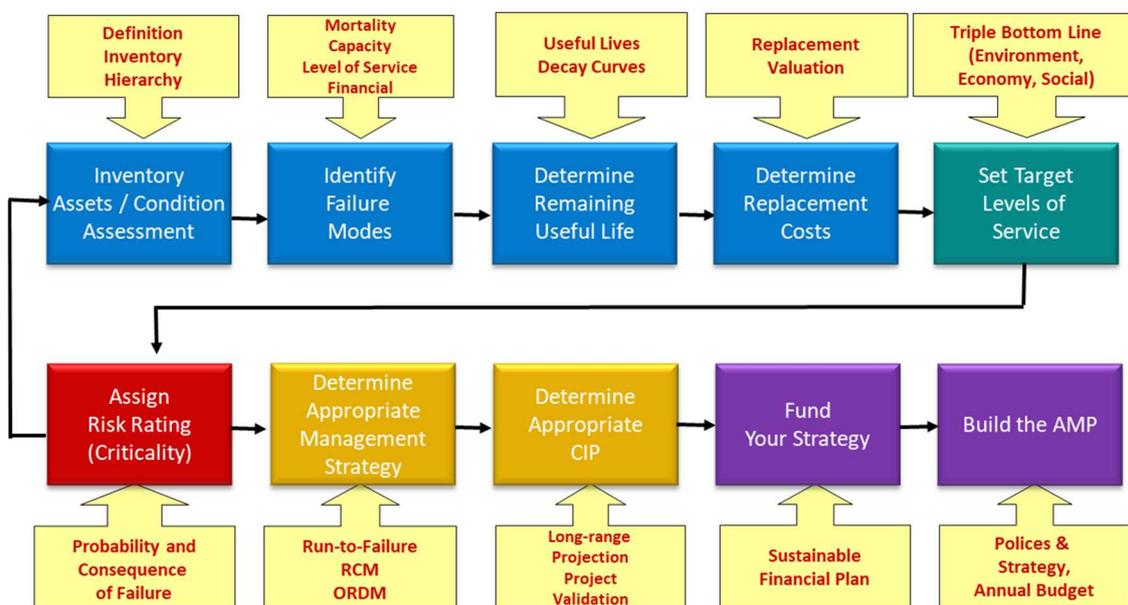
が深刻で、取水の変更や薬品節約等のコスト削減を実施したことにより水道管（鉛管）の腐食が進み、多くの市民が鉛中毒となり死者も出ている。この事件から水道事業に対する信頼は下がり、今でも完全には回復していないと講師は語っていた。日本水道は基本的に公営であるため、民間企業よりも行政による運営が適していると疑っていなかったが、公営特有の課題をクリアできなかった事例を聞き、また様々なモデルの存在を知ったことで、事業体の運営形態は適切に設定されるべきだと感じた。

3 アセットマネジメントについて

(1) アセットマネジメントの定義

アセットマネジメントは国際規格 ISO55000 により定められている。EPA はそれらを以下の5つの質問に置き換え、また10のステップ（図7）で枠組みを作ることでアセットマネジメントをわかりやすく集約している。

- Q1. 現在の資産状況はどうなっているか？
 Q2. 必要なサービスレベルはどのくらいか？
 Q3. どのアセットが特に重要か？
 Q4. 維持管理及び継続的改善プロセスへの最適な投資要件はなにか？
 Q5. 長期的な資金調達戦略としてなにが最善か？



※青色のステップ1～4はQ1、緑色のステップ5はQ2、赤色のステップ6はQ3、黄色のステップ7～8はQ4、紫色のステップ9～10はQ5がそれぞれ該当する。

図7. アセットマネジメントの枠組み10ステップ

初めに保有資産の状態を確認し、運用していくうえで予測される故障や耐用年数、更新費用などを決定する（Q1：ステップ 1～4）。現状及び将来予測の目処が付いたら、提供するサービスレベルの目標を設定する（Q2：ステップ 5）。その後アセットを評価し、何が最も重要かを定め（Q3：ステップ 6）、適切な経営戦略や運転・維持管理計画を立てて（Q4：ステップ 7～8）、財政面での計画を立てる（Q5：ステップ 9～10）という流れである。

同じものを対象としてアセットマネジメントを実施する場合でも、維持管理の視点からすると設備 1 つ 1 つがアセット（維持管理、評価する対象）であるのに対し、財務的な視点では施設全てで 1 つのアセットとなる（図 8）。したがって、一見最もシンプルに見える Q1 が実は一番複雑な質問だと言える。そして、アセットを決定付ける Q3 がアセットマネジメントにおける心臓部と考えられる。



図 8. 立場によるアセットの違い（左：維持管理の視点、右：財務の視点）

(2) アメリカ水道におけるアセットマネジメント

近年、インフラ業界の関心事は新設から更新・維持管理へと変化している。全米に布設されている上水道管は総延長およそ 220 万マイル（約 354 万 km）にも及び、アメリカでは 2019 年までに年間平均 1～4.8%の更新作業を進め、2020 年だけでも 12,000 マイル（約 19,300km）以上の更新が計画されていた^{※3}。しかし、水道施設への投資額と維持管理費の推移（図 9）を見てみると、老朽化により増加していくはずの維持管理費が横這いかやや減少傾向にあることから、水道施設の維持管理が十分に出来ていないことがわかる。

先述の通り（表 1）、アメリカでは水道施設の老朽化が問題視されている。4 年に 1 度アメリカ土木学会（ASCE：American Society of Civil Engineers）が全米の各インフラを評価しており、2021 年度における飲料水（上水道）事業の評価は C-と、前回（D）よりも



図 9. 水道施設への投資額と維持管理費の推移

評価は上がっていたものの高いとは言えない評価であった。ASCE のレポートではシステムの老朽化や資金不足について言及されており、「アメリカでは毎日 2 分毎に水道本管が壊れ、推定 60 億ガロン（約 2270 万 m³）の処理水が失われている。しかし、連邦政府の補助金制度が拡大し、水道事業者が料金を引き上げて事業に再投資するようになるなど、進展の兆しも見えている。」と書かれている^{※3}。問題解決に向けた取り組みには明確なゴールとそこに辿り着くまでの綿密な計画が必要であり、その手法のひとつがアセットマネジメントである。

4 アメリカの水道料金の設定方法及び体系

(1) アメリカ水道事業の財務

アメリカの水道事業者は運営形態と同様、財政モデルに関しても公営・民営で大別される。住民の選挙によって選ばれた役人が方針を決める公営モデル（図 10-1）と、株主によって選ばれた取締役会で方針が決められる民営モデル（図 10-2）である。アメリカ人口の約 88%が公営モデルの事業者からサービスを受けており、民営モデルの水道サービスを利用しているのは人口の約 12%である。

公営モデルにおいては政府が所有することで公共の利益が保護され、政治的な力によって水道料金が制限される。一方で、民営モデルにおいては政府の監督によって公共の利益が保護され、法律によって水道料金が制限される。公営の場合税金はほとんど免除されているが、民営では様々なものに税金が課せられる。

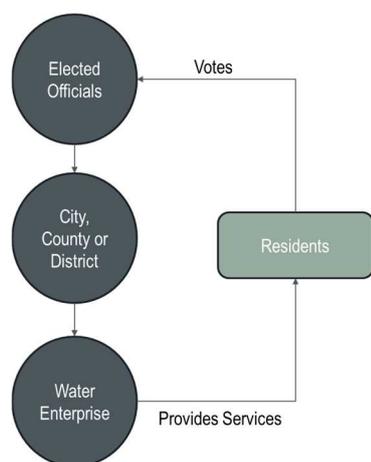


図 10-1. 公営モデル

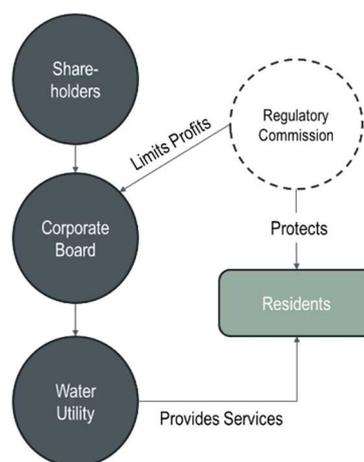


図 10-2. 民営モデル

公営モデル向けの非課税債権として一般財源保証債とレベニュー債がある。レベニュー債は金利が高いが、連邦政府や州から借り入れ可能なプログラムが用意されており、広く利用されている。民営モデルが利用できる債券は免税対象ではなく金利が高いうえに株主への配当等も必要である。このような資金繰りの難しさから公営モデルが圧倒的に多く、民営モデルで運営が続いているのは小規模なものがほとんどである。

(2) アメリカ水道事業の料金設定

ガス・電気・インターネット等に比べて、上下水道料金は年々上昇傾向にある(図11)。2(3)で述べた AWWA が実施している調査において、翌年料金を値上げすると回答した事業体の割合は年々増加しており、2023年には78%が値上げすると回答した。水道事業における一番の課題は施設の老朽化であり(表1)、更新にかかる資金の調達には急務である。

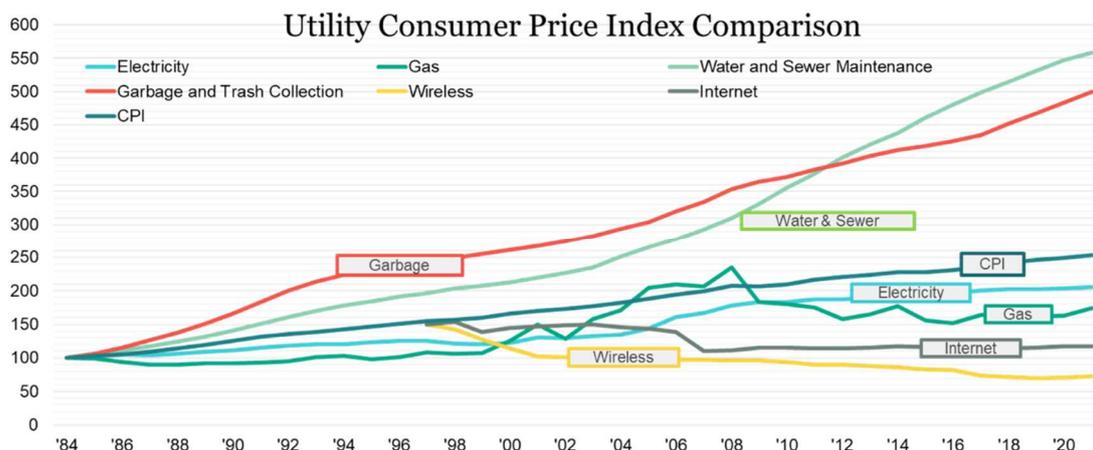


図 11. 公共料金の比較

資金調達(値上げ)のためには、市民の理解を得られるかどうか重要であり、そのためには水の価値を正しく伝えることが必要となる。しかし、様々な商品について50ドルで購入できる量を比べた時、コカ・コーラは8ガロン(約30L)、牛乳は15ガロン(約57L)に対して水は20,000ガロン(約75,700L)となっており、このような市場価格の差から水は安価なものであるという認識を強く持たれてしまっている。水道料金の値上げに関する意見調査の結果は51%が否定的な意見を持っており、肯定的な意見は20%程度しかなかった(図12)。

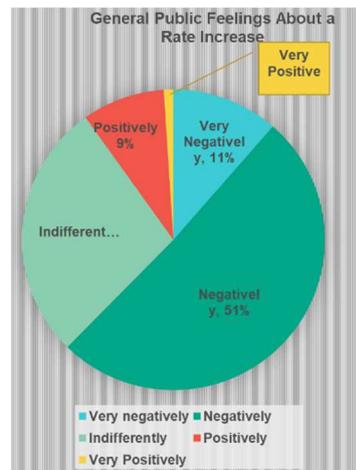


図 12. 水道料金値上げに対する市民の感情

財務の健全性維持や将来的な財政負担軽減、そして顧客間の公平性確保などのためにも適切な料金設定が求められ、AWWAは料金設定に関するマニュアル(書名: Manual M-1, Principles of Rates, Fees, and Charges)を発行している。このマニュアルの中には裁判の判例を参照しているものもあり、過去の判例が現在の料金設定に繋がっている。料金設定の目標には「市民が理解しやすい」「事業者が管理しやすい」「公平である」「解釈の余地が無く明確である」などが挙げられる。

安定した収益を得るという事業運営の目標と、手頃な価格設定にする・顧客の理解を得るといったサービスの目標は相反するものであり、また水源の保全という観点からは節水の意識も重要なので、これらうまくバランスを取る必要がある。アメリカでは基本料金と従量料金の2つを組み合わせることで適切な料金設定に努めている。基本料金は水道利用者に一律で課す料金、メーター口径毎に定められた料金、サービス提供のために必要な資本として徴収する料金など、使用水量とは無関係に定めている料金である。従量料金は使用水量に焦点を当てた料金設定で、以下のような5つの種類が存在する（図13）。

① Flat rate

使用水量に関わらず月々の料金が一定の体系。収入が安定し、利用者にとってわかりやすく、事業体にとっても管理しやすい料金設定ではあるが、使用量の違いで不公平感が生まれ、また節水意識の低下が懸念される。

② Uniform

一律の水道単価を設定し、使用水量によってのみ料金変動する体系。①と同様に安定した収入が見込まれ、管理が容易で、利用者にとってわかりやすいが、水道の利用が必須で減量を図れない顧客にとっては負担が大きい。

③ Seasonal

季節によって水道単価が変動する体系。冬期よりも夏期の方が水道単価が高く設定される。使用量の多い夏期の節水意識が高まり、管理が比較的容易であるという点では優れているが、夏期に多くの水道利用をする顧客の負担が多いため不公平感が生まれる。また天候（降水量）によって水需要が左右されるため、収入の不安定さが顕著である。

④ Inclining

使用量増加に応じて水道単価を段階的に上げていく体系。多くの場合において公平な料金設定（特に大口の利用者にとって適切な設定）になるが、極めて少量・多量の利用者にとっては適切な料金設定にならない場合も考えられる。この体系は節水意識の高まりが期待でき、水源保護の観点からはメリットと考えられるが、水が売れない・安定しないという点で財政面ではデメリットとなる。

⑤ Declining

使用量増加に反して水道単価を段階的に下げていく体系。多量の水を少ない変動で利用する顧客にとっては最も効率的な料金設定となるので大口の顧客向けの体系であり、水を多く売りたい場合には相応しいが、節水意識が薄れ、使用量が少ない顧客にとっては最も非効率的な料金設定となる。

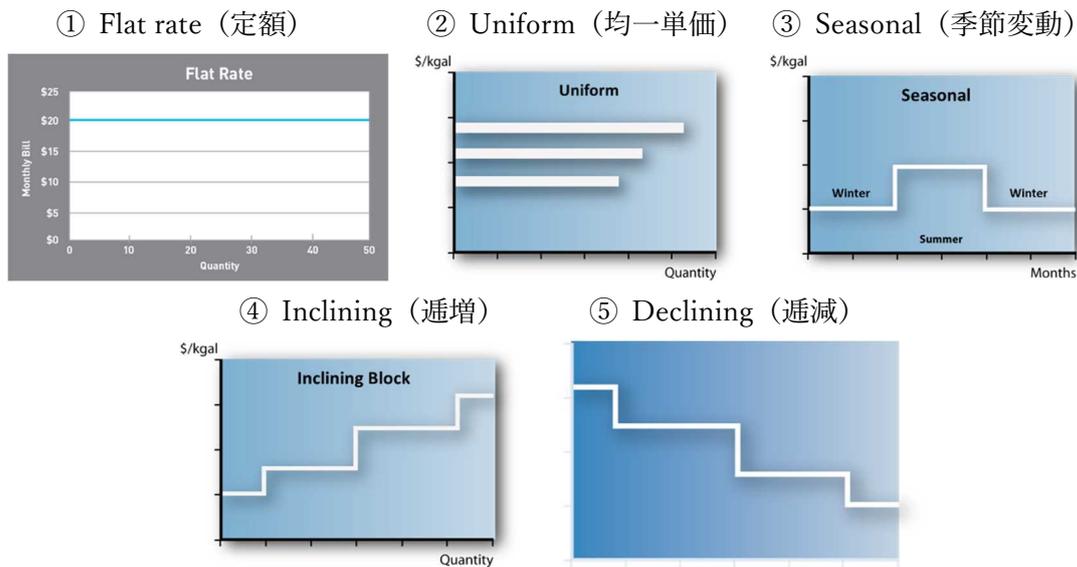


図 13. 料金設定のイメージ図

全米 50 州とプエルトリコ、カナダを代表する 296 の水道事業者における地域別の家庭用水道料金制度の割合は、南部・西部で Inclining が多く、北東・中西部では Declining や Uniform が多く採用されている（図 14）。地域によって水利用の特色が異なっているということが、料金体系の違いからも推察できる。

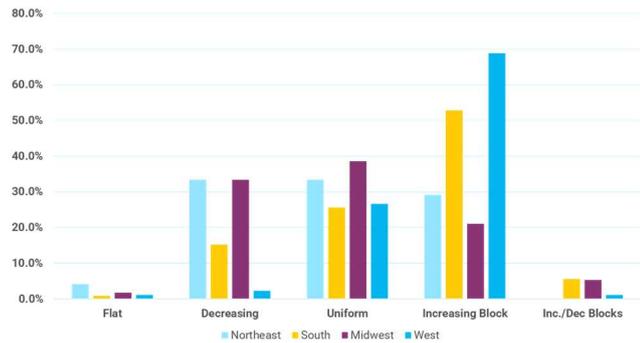


図 14. 地域別の家庭用水道料金制度

公平性を保ち、全ての顧客に対して適切な料金設定を実施するためにはこれらの料金体系を複雑に組み合わせることが求められるが、運営の立場からすると現実的とは言えない。完全に公平と言える料金体系の運営が困難である以上、水道事業の財政面における健全性を維持するためには、明確な目標に基づいて水道料金を設定することが重要である。このことから、明確な目標設定、明瞭な資産計画を立てるためのアセットマネジメントは水道利用者の視点からしても有意義な手法だと感じた。

5 デンバーウォーターの広報について

SNS を始めとするインターネットの普及により広報は大きく変わった。市民が水道のことを知りたければ事業体に直接聞きに行くしかなかった昔とは違い、今ではネットで検索すれば専門学者の意見までも簡単に手に入れることができる。市民が情報を求めに来るのを待っている余裕は無く、事業者の方から積極的に交流を図りに行くことが必要である。

AWWA が毎年実施している一般消費者の意識調査結果が 7 月に出ており、水道事業者か

ら最近連絡を受けたという消費者は、そうでない消費者に比べて「水の安全性が向上した」と回答する可能性が3倍以上高いという結果になっている。また、水道事業者に義務付けられた水質検査のことを知っている市民は、それを知らない市民よりも「水質が良い」と回答する可能性が30%ほど上がるとの調査結果もある。水道事業の取り組みを利用者に伝えることは、水道サービスの満足度を高めることに直結していることがわかる。

情報へのアクセスが容易になったことは喜ばしいが、水道事業者以外でも水道に関する情報・意見を発信することが可能になったことで、間違った情報が流れたり誤解を与えたりする可能性も増したと言える。多くの人が影響を受け、そして与える今の世の中では、“誰が”どのような意見を主張するのか、“誰を”信用するかが最も重要である。水道事業者が市民に対して積極的な広報（コミュニケーション）を実施し、信頼を高めることが出来れば、プロジェクトに対する支援や料金の値上げに対する理解を得られるようになり円滑な水道運営に繋がる。

AWWA 広報部門では「コミュニケーションは何かがあった時に実施するものではなく、水道事業の中核として捉える。」「水道業界での情報共有を行う。」「AWWA をより広い範囲でオピニオンリーダーとして位置付ける。」の3つを戦略の柱としており、市民に対してだけでなく、水道事業者に向けても積極的に広報を実施している。具体的な活動としては、事業者向けのガイドブックを発行して市民とのコミュニケーション方法を提示することや、会員向けにEメールで情報発信を行うなどが挙げられる。広報（コミュニケーション）は事故が発生した時や水道料金を値上げする時など、有事の際に行うだけでは絶対的に不足しており、コミュニケーションを取り続けることが何よりも重要である。

AWWA は市民・事業者向けに様々な広報活動を実施しているが、近年の新しい取り組みとしてインフルエンサーと協力した事例がある。狼犬の血を引くミックス犬 Loki と環境活動家 Leah Thomas（図15）とのコラボレーションを実施したことで、今まで情報提供が行き届いていなかった層の人々にも水源保全についてアピールすることができたという。



図15. Loki（左）、Leah Thomas（右）のInstagram投稿画像

6 水源

(1) デンバーウォーターの水源

AWWAによると“水源”は「現在または将来、飲料水として使用される可能性のある未処理の水」と定義され、河川・湖沼・貯水池などの地表水と地下水のことを指す。デンバーウォーターの水源はロッキー山脈東部から流れるサウスプラット川流域の表流水（雪解け水）である。

集水システムの80%が流域南部に集中しており、多くの水がFoothills浄水場とMarston浄水場で処理され、残りの20%は流域北部にて集水されMoffat浄水場で処理される（図16）。集水域の偏りやアメリカ大陸分水嶺（図16：破線）の位置

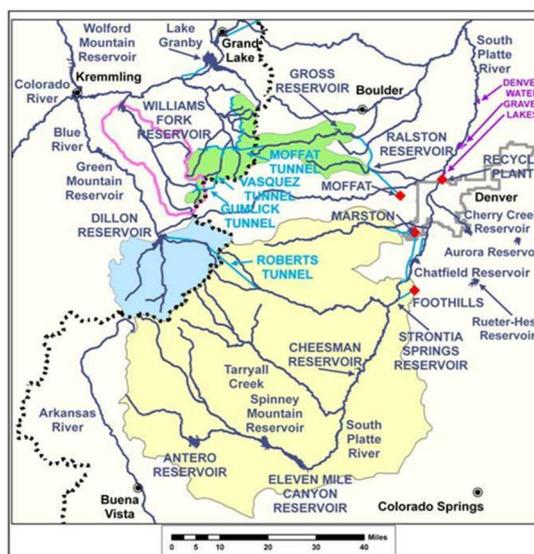


図16. デンバーウォーターの集水システム

からもわかる通り、水源が豊富な南西部から人口が集中する東部へと水を送らなければならないというアンバランスな地理的特徴を抱えている。

(2) 水源保護について

アメリカでは安全な飲料水を顧客に届けるために、水源から蛇口までの各過程で汚染を防ぐという考え方をしている（図17）。水源の保護、浄水処理、水質監視、適切な配水システムといった各過程の取り組みは、水道事業体の効果的な経営という技術的、経営的、財務的基盤の上に成り立っている。

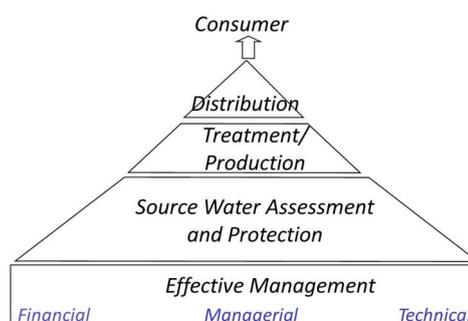


図17. 飲料水の多重保護構造

水源保護活動は大きく分けると保護区域の設定、汚染源の特定、リスク評価、調査結果の一般公開という4つの要素から成る。当然これらの活動にはコストがかかるが、アメリカ環境保護庁は1994～2003年にかけて飲料水州回転基金（DWSRF：Drinking Water State Revolving Fund）として96億ドルを予算計上し、安全な飲料水供給の支援を実施した。多くの州はこの補助金を活用し、水源保護地域の画定と評価を行っている。

飲料水の質を高めるといって、利用者までの距離が近い配水管・給水管の更新や浄水処理改善のイメージが強いかもしれない。勿論それらも重要であるが、水源は施設と違い簡単に替えがきかず、汚染されてしまった際の対処として必要になるコストが膨大である。水源が汚染された場合にかかる費用と、水源が汚染されないよう保護することにかかる

費用を比較すると、前者は後者の平均 30～40 倍（最大 200 倍）も費用がかかるということが過去の調査から判明している。また水源保護とは、すなわち生態系・景観などの環境保護と同義であり、それにより土地の価値が上昇し周辺の人口・観光客が増加したり、雇用の機会が増えたりするという経済効果の高まりも期待される。水源保護により得られる利益は経済的な側面だけでなく環境的・社会的な側面においても大きなものであるため、周辺住民の信頼・満足度が増すことで水道事業に必要な予算が集まりやすくなり、水道サービスの質が向上するという好循環が生まれる。

水源保護は飲料水に限らず環境全体の質を向上させることに繋がり、健康被害、経済発展の機会損失、顧客の信頼喪失といった定量化が難しいリスクの回避を可能とする。上述のようなコスト削減効果も大きく、事後の対処よりも事前の予防が重要と言える。

7 アメリカの水質基準・配水管理

(1) 水質基準の歴史

アメリカ水道において、塩素消毒が実施されたのは 1908 年ニュージャージー州ジャージー市の Boonton 貯水池が最初であった。デンバーウォーターが塩素消毒を始めたのは 1911 年のことで、1890 年には人口 10 万人当たり約 275 人であったデンバーの腸チフス死亡率が、1940 年には 0 人に減少した（図 18）。飲料水に関わる規制は 1914 年にアメリカ公衆衛生局（USPHS: United States Public Health Service）によって定められた法律に始まり、1974 年にアメリカ環境保護庁が安全飲料水法（SDWA: Safe Drinking Water Act）を制定し、その後幾度かの改正を経て現在に至る。

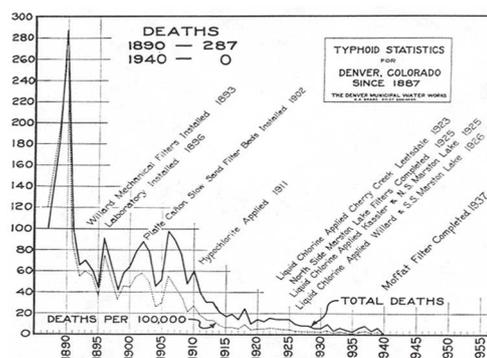


図 18. デンバー市における腸チフスの死亡者数推移

アメリカでは 1987 年に水道管として鉛管の使用を禁止する法律が施行され、鉛管を撲滅するためのプログラムが推進されている。具体的には、鉛の溶出を抑えるためにオルトリン酸の添加や pH 調整の実施、飲料水用のフィルターを配布するなどである。

(2) 配水システム

3(2)でも述べた通り、アメリカでも日本と同様に配水管の老朽化が深刻化している。アメリカの配水システムにおける深刻な課題は鉛の漏出と配水管の老朽化、そしてそれらの対策として必要な資金が不足していることである。アメリカ環境保護庁によると今後 20 年間で 3380 億ドルのインフラ資金格差（IFG: Infrastructure Funding Gap）が見積もられている。

配水管は必ずしも布設年度の古い物が老朽化しているとは限らず、布設年度だけでり

スク評価をすることができない(図19)。米国科学アカデミー(NAS: National Academy of Sciences)の2006年報告書によると、飲料水配水システムは物理的保全(破損・漏水)、水力的保全(水圧管理)、水質保全(残留塩素)という3つの項目からリスク評価でき、配水システムの最適化に向けてそれぞれ目標が定められている。物理的保全の目標は年間100マイルあたりの漏水件数を15件にすることである(現状20~30件)。水力的保全においては通常の水圧が35~100psi(約0.24~0.69MPa)、ピーク時や火災時でも20psi(約0.14MPa)以上などの数値目標が設定されている。水力的保全はあまり注目されていなかったが、デジタルシステムを活用しての監視が近年増えているという。水質保全の目標としては遊離残留塩素が0.2mg/L以上、または総残留塩素が0.5mg/L以上であること、残留塩素が2ヵ月連続で検出されないことはないことなどが挙げられる。



図19. 1883年製の鋳鉄管(左)と1975年製のダクタイル鋳鉄管(右)

アメリカでは山火事による表層水の汚染が大きな課題であり、また消火栓は目に見える水道設備であるために市民の関心が高いという話を聞き、消火栓が日本よりも大きな役割を担っているように感じた。

8 施設見学

(1) Marston 浄水場について

デンバーウォーターには3つの浄水場(Marston、Moffat、Foothills)があり、本研修ではMarston浄水場を見学した。Marston浄水場はAWWA本部から約1km東に位置しており(図20)、Marston湖から取水している。Marston湖はサウスプラット川から25マイル(約40km)のサイフォン管渠によって導水している貯水池であり、その水は飲料水用とし



図20. Marston 浄水場位置図
(Google map より)

てのみ活用されている。Marston 浄水場は 1890 年代に湖南側に最初の施設が完成し、1920 年代に現在も使用している湖北側に移された。当時の施設は今なお保存されており、一部は改修しながら再利用している（図 21）。

3 つの浄水場の処理能力は Marston 浄水場が 200mgd（約 76 万 m³/日）、Moffat 浄水場が 120mgd（約 45 万 m³/日）、Foothills 浄水場が 280mgd（約 106 万 m³/日）である^{※4}。これらの浄水場は相互にバックアップが可能であり、各浄水場が年に一度処理を停止してオーバーホールを実施しているとのことであった。また Marston 浄水場の取水口改修工事の際には約 3 ヶ月間処理を停止していたが、他浄水場からのバックアップを実施することで市民には影響が無かったという。



図 21. Marston 浄水場の過去・現在比較（上：建設当初、下：現在）

Marston 浄水場では 2014～2015 年に様々な施設の改修工事を実施しており、高さの異なる 3 つの取水口を取り付けるというものがあつた（図 22）。この貯水池は他の多くの貯水池とは異なりコンクリートや石ではなく土で囲われているためジェオスミンやプランクトン等が発生しやすいが、水質状況に合わせて取水口の高さを変更することで浄水処理の負担が軽減される。さらには干ばつの影響で



図 22. Multi-Level Outwork Project

貯水池の水位が低くなくても、取水深度を低くすることで取水を継続することが可能となった。また池底は嫌気性であるため、貯水池全体をバブリングするような設備を新設する工事を予定しており、2,3 年後には完成予定との話もあつた。相互バックアップが可能な浄水場の存在により、大規模な点検・改修が可能な点は羨ましい限りである。

Marston 浄水場における浄水処理工程は“取水→凝集・沈殿→ろ過→塩素消毒”と日本の浄水処理と大きな違いは無かった（図 23）が^{※5}、札幌市白川浄水場と比較するといくつか違いが見られた（表 2）。



図 23. 浄水処理工程

表 2. Marston 浄水場と白川浄水場の違い

項目	Marston 浄水場	白川浄水場
処理能力	約 76 万 m ³ /日	約 45 万 m ³ /日
原水 pH	8.5～	7.0～7.2
原水アルカリ度	60～80mg/L	20mg/L 前後
凝集剤	硫酸バンド、高分子ポリマー	PAC(ポリ塩化アルミニウム)
pH 調整剤	なし	消石灰
塩素処理	後塩素	中塩素、後塩素
ろ過砂	アンソライト (有効径 1.0mm)	マンガ ン砂 (有効径 0.6mm)
ろ過池洗浄	逆洗	表洗、表洗 + 逆洗、逆洗

(2) 施設写真



Marston 浄水場全景



浄水場正面入口



Marston 貯水池



取水口



薬品注入設備



薬品注入配管



水質計器



沈殿池



クラリファイヤ



脱水機



脱水ケーキ



排水池（地下）



ろ過池



ろ過池操作盤



管理室



検水カラン



水質測定機器

9 AWWA Rocky Mountain Section Water Conference

研修初日には Embassy Suites by Hilton Loveland Hotel Conference Center & Spa で開催された AWWA Rocky Mountain Section Water Conference (以下、「本会議」という) に参加した。本会議はアメリカ水道協会ロッキー山脈支部 (RMAWWA: Rocky Mountain Section of American Water Works Association) とロッキー山脈水環境協会 (RMWEA: Rocky Mountain Water Environment Association) の年次合同会議であり、基調講演や研究発表等のほか展示会が行われた (図 24)。

講演のテーマは配水システム、事業計画、飲料用の水再利用、デジタルソリューション等があり、研修生は各自興味のある講演に赴いた。私は「水道事業の課題」「配水水質の改善に向けたデータ運用」「水道施設のサイバーセキュリティ」に関する講演を聴講した。水道事業の課題や取り組みについて様々な視点から話を聴き、それぞれ日本と似通っている点が多いように感じたが、人口増加を課題のひとつとして考えている点は日本との違いを感じた。

また展示会では上水・下水・工業用水の分野における 100 以上の技術 (水質計器、流量計、膜ろ過装置、消火栓、バルブ、貯水タンク、潜水点検 etc...) が展示されており、その中でも下水道マンホールの管理や内部調査に VR 技術を取り入れている展示に興味を引かれた (図 25)。実際に VR ヘッドセットを着用させてもらい、マンホール内部の劣化状況を視認することが出来た。上下水道施設には内部点検に特殊な資格が必要だったり、危険が伴ったりするものが少なくない。この他にもドローンの展示等があったが、今後の日本水道においてもこのような最新技術が施設管理に活用されることを期待したい。

また、午後からは Water Taste Test Competition というイベントが開催された。ワイオミング州、ニューメキシコ州、コロラド州の水道事業者を対象に、それぞれの処理水について味・外観・香りなどを多様な審査員によって審査が行われた (図 26)。優勝者は AWWA ACE24 Best of the Best Taste Test に RMSAWWA 代表として招待される。本会議のプログラムには「すべての水源・処理技術は競い合うことが推奨されています」とまで書かれており、日本水道との姿勢の違いを感じた。



図 24. 講演、展示会の様子



図 25. RH Borden による VR 技術展示

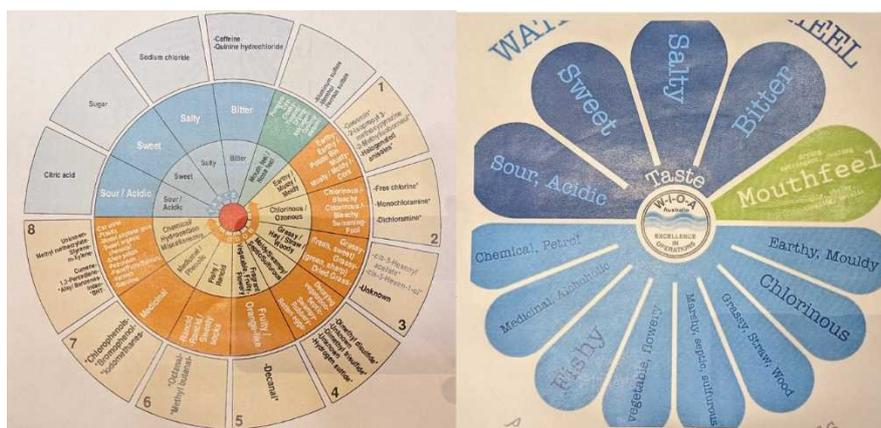


図 26. 審査員が使用していた評価項目の表

10 Water2050

(1) アメリカ水道の将来ビジョン

1900年に水不足に瀕していた人々はおおよそ3,200万人であったが、その数は2050年には31億人まで増加するという。さらには2億4,000万人が適切な処理水を利用することができなくなり、14億人が普通の水洗トイレを使えなくなると予測されている。このような未来に向けて準備すべく、AWWAは持続可能な水道の未来への道筋を描く共同イニシアチブ“Water2050”を掲げている。この構想は講師 Chi Ho Sham と友人の会話が発端であったという。

Water2050は「水に関する長期的なビジョンの確立」「長期計画に焦点を当てた水道コミュニティの発展」「水道コミュニティの思想的リーダーシップの確立」「水道事業の枠組みを超えた協力関係の促進」の4つを目標として



図 27. Water2050 ロゴ

いる。目標実現の為に、水道事業者、学術機関、民間企業、非営利団体等々、様々な戦略的パートナーと協力し、また水道業界内外のオピニオンリーダーが集い議論を重ねることが必要である。様々な機関・人々と議論することで新たな知見や多様な視点を手にし、水社会の将来的な在り方に関して包括的な見解を得ることができる。AWWAは年次会議（ACE：Annual Conference and Exposition）を毎年開催している。多くの知識を収集・共有することで水道コミュニティの発展を支援しており、Water2050の目標実現に向けて着実に歩みを進めている。このような長期的な計画を進めていくうえで、若い世代のリーダーシップ確立は非常に重要な鍵を握っており、世代を超えて責任感を育むことも求められる。AWWAが知識の共有や教育活動に力を入れているのは、遠い将来を見据えてのことだと改めて理解した。

(2) Water2050 のシンクタンクレポート

Water2050 において重要な要素が 5 つあり、未来への影響力・推進力という意味で講師 Chi Ho Sham は Drivers と称していた。5 つの Drivers とは「持続可能性」「技術」「経済」「ガバナンス」「社会・人口統計」である。ACE のような大規模な活動の他にも、これらのテーマに関して専門家たちが集い議論し合う会合（シンクタンク）が行われており、それぞれにおいて重点的に取り組むべき分野（Focus

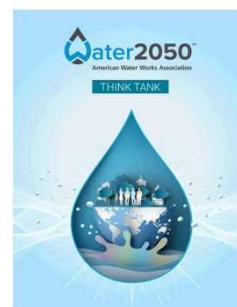


図 28. Water2050 Report

Area) と勧告 (Recommendation) が定められた。これらの詳細を以下に示す。また、このシンクタンクによりまとめられたレポート（図 28）は AWWA ホームページ (<https://www.awwa.org/Resources-Tools/Water-2050/Water-2050-Reports#water2050>) にてダウンロード可能である。

①持続可能性

Focus Area		
2050 年以降における回復力を持った水資源計画	トリプルボトムラインを持続可能に変化させる	ネットゼロに向けた水コミュニティのロードマップ
Recommendation		
<ul style="list-style-type: none"> ・飲料水、下水、再利用、エネルギー事業の統合管理。 ・農業やその他主要な水利用者との新たな組織的パートナーシップの構築。 ・市町村ごとではなく、流域ベースに考え方を転換する。 ・順応的管理を通じて、水コミュニティが気候変動に与える影響を軽減する。 ・将来のシステムのための資金調達構造と資金源を迅速に特定する。 ・持続可能な未来における水の必要性を反映し、水の価値を見直す。 ・水インフラと資源への投資を考える際、公平性と手頃な価格を重視する。 ・運営の統合と効率化を通して、水システムの規模を検討する。 ・ネットゼロの水社会を定義し、定量化する。 ・再利用、節約、他部門との協力拡大を通じて、最大限に効率化する。 		

※トリプルボトムライン…組織の活動を財務パフォーマンスだけでなく環境的側面、社会的側面、経済的側面の 3 つの側面から評価すること。

※ネットゼロ…温室効果ガスの排出が正味ゼロであること。カーボンニュートラルと概ね同義。

②技術

Focus Area		
水コミュニティの 改革を加速する	2050年以降の持続可能な 水の未来を支える改革	技術の進歩により発生する 新たなリスクの管理
Recommendation		
<ul style="list-style-type: none"> ・技術革新と実験への投資を奨励する。 ・技術に精通した水分野の人材を育成する。 ・人工知能（AI）や機械学習（ML）などのデジタルソリューションを採用し、効率性、運営や施設の運転、水質を最適化する。 ・リアルタイム監視、予測分析、物質科学を応用して”永遠のインフラ”を構築し、回復力のある資源をサポートする。 ・目的に応じた処理技術の拡大を通じて、水管理を変化させていく。 ・公平で持続可能な結果をもたらす技術の迅速な導入に努める。 ・消費者が十分な情報に基づいた意思決定を行えるよう、リアルタイムの情報を提供する。 ・サイバーリスクに積極的かつ統一的に対処する水コミュニティ及び文化を確立する。 ・強固なデータ保護により、社会からの信頼を高める。 		

③経済

Focus Area		
19世紀のビジネスモデルを 21世紀の循環型経済に適応させる	規模の経済について 我々が目指すべきものを考える	顧客の支払い能力に 対する新たな取り組み
Recommendation		
<ul style="list-style-type: none"> ・水にかかるコスト全てをカバーする価格モデルを確立する。 ・水を価値財として認識する。 ・循環型水経済による効率の最適化。 ・気候への影響と回復力を経済・財務モデルに組み込む。 ・すべての水インフラを支える革新的な資金調達モデルと技術の採用。 ・事業者が配水技術と配水システムに投資できるようにする。 ・経済的利益の共有に基づく戦略的パートナーシップの促進。 ・持続的な教育を通じて、市民の行動を変えていく。 ・水道業界への人材誘致と育成に投資する。 		

※規模の経済…企業の業務拡大に伴う生産、流通、業務コストの低下、すなわちスケールメリットを指す表現。

※価値財…自由市場経済において消費不足（及び生産不足）になる財であり、消費者の生活を矯正することを目的として政府が消費者の生活に介入するという形で提供する財のこと。医療サービスや義務教育などがこれにあたる。

④ガバナンス

Focus Area		
明日の世界のために 今日の規制を進化させる	水道サービスの質を高めるために ガバナンスを再形成する	水に関する問題は、国を越えた 世界中の問題であるという意識
Recommendation		
<ul style="list-style-type: none"> ・ One Water に焦点を当てたガバナンスと、多様な利害関係者を含む規制の枠組みを奨励する。 ・ 広く受け入れられる目的に応じた基準を確立する。 ・ 流域を基礎とした水道事業の地域化。 ・ 水関連の事業体を統合し、他の事業体と協力して循環型経済に貢献する。 ・ サービスの全コストを反映した水道料金を設定しながらも、それが手頃な料金だと考えてもらえるように、水の必要性を認識してもらう活動を行う。 ・ 水資源とシステムの回復力を高める柔軟なガバナンスの枠組みを作り上げる。 ・ 事業体にとってより良い技術的、経営的、財務的慣行を支える実施基準の統合を促進する。 ・ 変化と革新の文化を推進するため、組織の垣根を越えて調査結果やデータを統合する。 ・ 水道ガバナンスに対して多国間かつ協力的なアプローチをとる。 		

※One Water…Total Water Solution のひとつ。市町村で分け隔てるのではなく水源や流域ベースで捉える考え方。

⑤社会・人口統計

Focus Area		
人口変動が水の未来に 与える影響	公平な水の未来にむけて 社会的信頼・透明性を高める	国連が定める持続可能な開発目標 (SDG6：全ての人に清潔な水と 衛生を)の達成
Recommendation		
<ul style="list-style-type: none"> ・ 誰もが水と個人的なつながりを持ち、水に対する責任を共有する文化を作る。 ・ 水道事業者が地域社会の中核機関として認知されるよう、市民の信頼を高める。 ・ 水政策の意思決定とサービス提供に、より広範な地域社会を関与させる。 ・ 地域社会の多様性を反映し、コミュニケーション能力と技術力の両方に優れた人材を育成する。 ・ 業界を超えた協力関係を利用し、水が作られ配られるまでの過程の全てにおいて協力的かつ持続可能なサービスを提供する。 ・ 都市部と農村部の地域社会全体で、水資源管理のための意思決定を統合する。 ・ 地域社会の水需要に、手頃な価格で、公平に、効率的に、かつ透明性をもって応える。 ・ 移住する人々のニーズに対応するための水コミュニティを準備する。 ・ 事業体の持続可能性計画と経済成長計画を調節する 		

2050年においても全ての人々に安全で良質な水を手頃な価格で届けるためには、水道に限らず様々な業界と協力し合い、さらには市町村という政治的境界も越えて総合的な取り組みが必要となる。それらの壁となる財政的な課題に対しては、利用者に水の価値を認識してもらうことが解決の糸口となるため、コミュニケーションをとり続け、透明性の高い運営をすることで信頼を高めていく必要がある。また、今後発展していく技術を積極的に活用して業務の効率化を図ったり、地域特性に応じた組織体系を構築することも有効な手段である。予測の難しい人口動態や気候変動などにも柔軟に対応するため、世代を超えたリーダーシップの確立は必須であり、人材育成にも注力しなければならない。

11 総括

出発前は1週間の海外出張に多少不安を感じたが、JWWA及びAWWAの入念な研修計画により一切不自由を感じることなく研修に集中することが出来た。水道事業に9年携わっている身として、他国の水道事業に関する講義はどの分野に関しても大変興味深いもので、本当に有意義な時間を過ごすことが出来た。AWWAの水道事業を率先していこうとする強いリーダーシップや、将来目標に向けた取り組みに関する前向きな姿勢は、机上の学習ではなく現地に赴いて直接講義を受けたことで実感できたように思える。また、事業体によって異なる運営体系をとっていることや将来目標への活動内容など、規模の大きい水道事業の話聞くことが出来て視野が広がったように感じた。

本研修で得た知識・経験は、水道事業においては勿論のこと、様々な局面で自身の職務の助けになると思う。研修を共にしたメンバーや講師の方々との繋がりも大事にしたい。

最後に、研修の舞台を整えてくださったJWWA・AWWAの皆様、一週間を共に過ごした研修生及び通訳の皆様、私が不在の間業務をフォローしてくださった職場の皆様、その他今回の研修に関わったすべての方々に感謝申し上げます。



12 引用・出典

※1 外務省ホームページ

<https://www.mofa.go.jp/mofaj/area/usa/data.html#section1>

※2 在デンバー日本国総領事館ホームページ

https://www.denver.us.emb-japan.go.jp/itpr_ja/bilateralCO.html

※3 ASCE 2021 Infrastructure Report Card

<https://infrastructurereportcard.org/cat-item/drinking-water-infrastructure/>

※4 Denver Water ホームページ

<https://www.denverwater.org/about-us/how-we-operate/key-facts>

※5 Denver Water Youtube チャンネル

<https://www.youtube.com/watch?v=5w93Mb4EIVM>

以下、本研修講義資料より引用

- ・ 2 (2)図 2 AWWA 組織図【講師：Chi Ho Sham】
- ・ 2 (2)図 3 Total Water Solution イメージ図【講師：Chi Ho Sham】
- ・ 2 (3)表 1 水道事業が直面している課題ランキング(2023)【講師：Dawn Flancher】
(<https://www.awwa.org/Portals/0/AWWA/ETS/Resources/2023-SOTWI-Executive-Summary.pdf>)
- ・ 2 (4)図 6 ガバナンスモデルの構造イメージ図【講師：Ken Lykens】
- ・ 3 (1)図 7 アセットマネジメントの枠組み 10 ステップ【講師：Colin Chung】
- ・ 3 (1)図 8 立場によるアセットの違い【講師：Colin Chung】
- ・ 3 (2)図 9 水道施設への投資額と維持管理費の推移【講師：Colin Chung】
- ・ 4 (1)図 10 財政モデルのイメージ図【講師：Jason Mumm】
- ・ 4 (2)図 11 公共料金の比較【講師：Todd Cristiano】
- ・ 4 (2)図 12 水道料金値上げに対する市民の感情【講師：Todd Cristiano】
- ・ 4 (2)図 13 水道料金設定のイメージ図【講師：Todd Cristiano】
- ・ 4 (2)図 14 地域別の家庭用水道料金制度【講師：Todd Cristiano】
- ・ 5 図 15 Loki、Leah Thomas の Instagram 投稿画像【講師：Greg Kail】
- ・ 6 (1)図 16 デンバーウォーターの集水システム【講師：Aaron Benko】
(<https://www.denverwater.org/sites/default/files/2017-05/map-collection-system.pdf>)
- ・ 6 (2)図 17 飲料水の多重保護構造【講師：Chi Ho Sham】
- ・ 7 (1)図 18 デンバー市における腸チフスの死亡者数推移【講師：Aaron Benko】
- ・ 7 (1)図 19 1883 年製鋳鉄管と 1975 年製ダクタイル鋳鉄管【講師：Reinhard Sturm】
- ・ 8 (1)図 21 過去の Marston 浄水場写真【講師：Aaron Benko】
- ・ 8 (1)図 22 Multi-Level Outwork Project 写真【講師：Aaron Benko】
- ・ 8 (2) Marston 浄水場全景写真【講師：Aaron Benko】