

2023年度 国別水道事業研修（アメリカ）  
研修報告書

愛知中部水道企業団 配水課 古川 頌之

2023 年 11月

## 目次

1	研修概要	
(1)	研修目的	1
(2)	研修日程	2
(3)	参加者	3
(4)	コロラド州デンバーについて	3
2	アメリカの水道事業の概要について	
(1)	AWWA (American Water Works Association (アメリカ水道協会)) について	4
(2)	AWWAの組織構造	5
(3)	戦略的計画	6
(4)	Total Water Solutions	6
(5)	アメリカにおける水道事業のガバナンス	7
(6)	アメリカにおける水道事業の経営 (資金)	10
(7)	アメリカにおける水道産業に対するアンケート調査	12
3	アセットマネジメントについて	
(1)	アメリカの管路の現状	14
(2)	アメリカのアセットマネジメント	14
(3)	日本におけるアセットマネジメント	18
4	アメリカの水道料金の設定方法及び体系	
(1)	水道料金の設定について	19
(2)	料金体系について	20
5	広報について	
(1)	SNSにおける情報発信の問題	23
(2)	AWWAの目指すコミュニケーション	23
(3)	キャンペーンとアニメ制作	23
6	水源	
(1)	アメリカ水道の水源と事故事例	25
(2)	水源保護	25
(3)	水源保護のための資金の考え方	26
7	アメリカの配水管理・水質基準	
(1)	配水管理と漏水	27
(2)	漏水に伴う水損失	28
(3)	配水システムの目標値	28
(4)	鉛給水管の対策	28
(5)	水質基準	29

8	デンバーウォーターと浄水場見学	
(1)	デンバーウォーターについて	30
(2)	デンバーウォーターの所有する浄水施設について	31
(3)	浄水処理	31
(4)	マーston浄水場見学	33
9	Rocky Mountain Water Conference	
(1)	Rocky Mountain Water Conference	34
10	Water2050	
(1)	Water2050の概要	35
11	総括	
(1)	日本とアメリカの考え方	36
(2)	研修を通しての所感	37

# 1 研修概要

## (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、質疑応答等により、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  
英語の水道の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できる。

本研修は、アメリカ水道協会（以下AWWAという。）の全面的な協力のもと、AWWAの本部があるコロラド州の州都デンバーにおいて実施された。また、講義はAWWAの前CEOであるChi Ho Sham氏の監修の上で行われた。

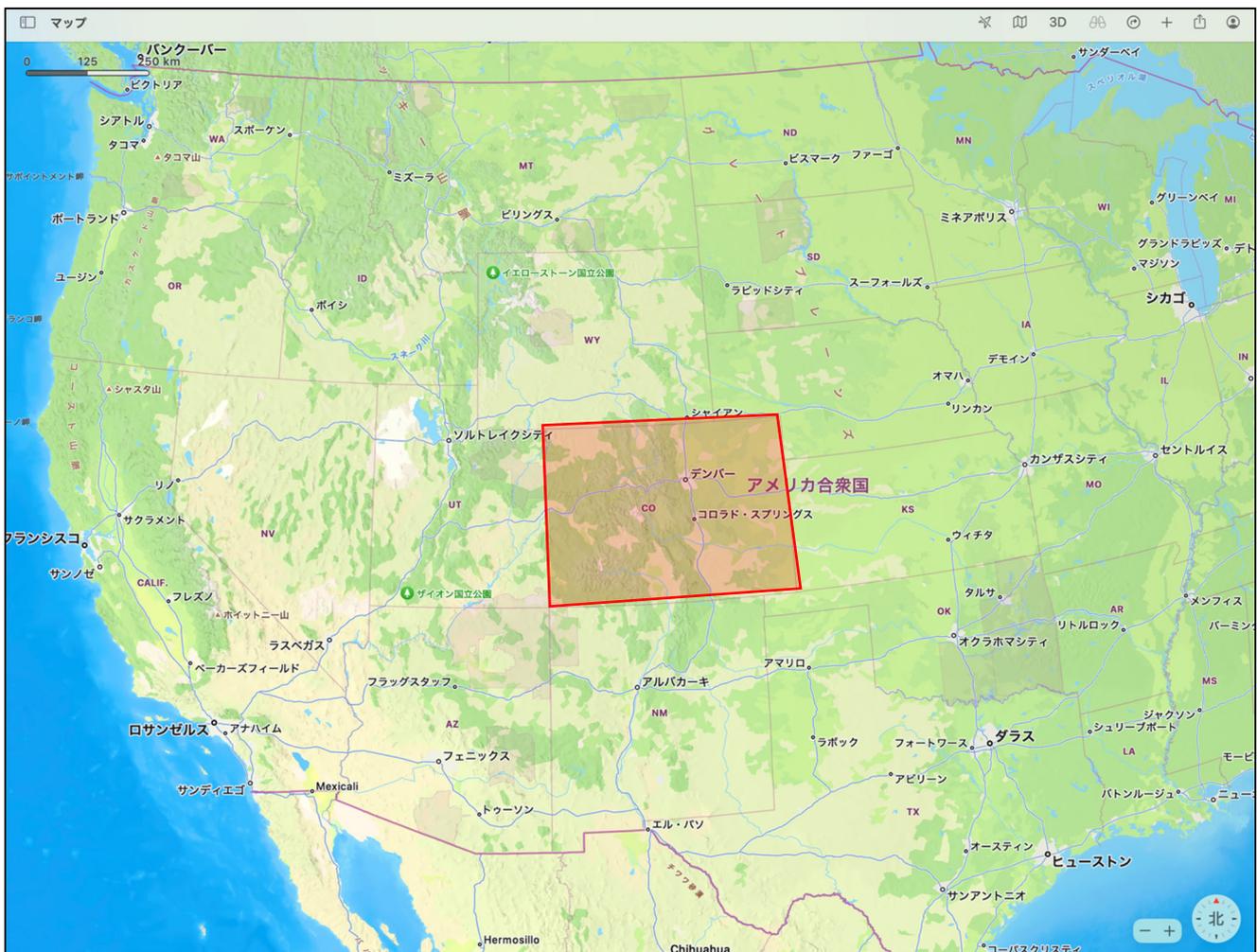


図 1 アメリカ合衆国コロラド州 (Apple Map より)

(2) 研修日程

月日	時間	日程
9月10日 (日)	14:00	成田空港集合
	16:35	成田空港発 (UA142便)
	12:05	デンバー着 (時差15 時間) バスで出発しホテルへ
	15:00 -	ホテル : Embassy Suites, Loveland AWWA Rocky Mountain Section Water Conference 主催の懇親会に出席
9月11日 (月)	8:00-11:30	AWWA Rocky Mountain Section Water Conference 研究発表会傍聴
	11:30-13:30	昼食
	13:30-15:00	AWWA Rocky Mountain Section Water Conference 展示会見学後、ホテルをチェックアウト
	15:00-16:00	バスで出発し、ホテルにチェックイン ホテル : Hyatt House Denver/Lakewood at Belmar
	17:00-	夕食 : 前AWWA会長Chi Ho Sham氏との夕食会
9月12日 (火)	9:00-9:15	研修開会挨拶 : Chi Ho Sham氏
	9:15-10:15	研修生自己紹介 : 各研修生 導入 : 日本の水道の現状
	10:15-10:45	講義 : AWWA について 講師 : Chi Ho Sham氏
	11:00-12:15	講義 : 水道事業の現状について 講師 : Dawn Flancher氏、講師 : Chi Ho Sham氏
	12:15-13:00	昼食
	13:00-14:30	講義 : 公益事業ガバナンスモデル 講師 : Ken Lykens氏
	14:45-17:00	質疑応答 講師 : Chi Ho Sham氏、Ken Lykens氏
9月13日 (水)	9:00-10:30	講義 : アセットマネジメント 講師 : Colin Chung氏
	10:45-12:15	講義 : 水道事業体の経営 講師 : Jason Mumm氏
	12:15-13:00	昼食
	13:00-14:30	講義 : 料金設定 講師 : Todd Cristiano氏
	14:45-16:15	講義 : 広報 講師 : Greg Kail氏
	16:15-17:00	講義 : 最大の挑戦 講師 : Barb Martin氏
	17:30-19:00	夕食 : AWWAによる懇親会

9月14日（木）	9:00-10:00	講義：水源（地表、地面、再利用等） 講師：Chi Ho Sham氏
	10:00-10:30	講義：AWWA規格（G300 水源保護） 講師：Paul Olson氏
	10:45-11:45	講義：浄水処理（水質基準EPA） 講師：Aaron Benko氏
	11:45-12:15	講義：AWWA規格（G100 浄水場の運転管理） 講師：Paul Olson氏
	12:15-13:00	昼食
	13:00-14:00	講義：配水と漏水 講師：Frank Blaha氏
	14:00-14:30	講義：AWWA規格（G200 配水システムの運転管理） 講師：Paul Olson氏
	14:00-16:15	講義：未来のトピック（業界・技術のイノベーション、人口統計） 講師：Chi Ho Sham氏、Colin Chung氏
	16:15-16:45	閉会挨拶&集合写真：David LaFrance氏（現AWWA会長）
9月15日（金）	9:00-12:00	浄水場見学：Marston Water Treatment Plant
9月16日（土）	6:50	ホテルをチェックアウトし、タクシーでデンバー国際空港へ
	11:20	デンバー国際空港発（UA143便）
9月17日（日）	14:40	成田空港着、解散

### （3） 参加者（内研修生8名、通訳1名、事務局1名）

氏名	所属
山田 哲郎	札幌市水道局 給水部 白川浄水場 浄水係
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
山口 唯観（通訳）	一般財団法人 日本国際協力センター（JICE）
渡部 英（事務局）	公益社団法人 日本水道協会 研修国際部 国際課 課長補佐

### （4） コロラド州デンバーについて

今回の研修地であるコロラド州デンバーはアメリカ西部のロッキー山脈に位置し、人口が約60万人の都市である。標高が1マイル（約1,600m）あることから、1マイルシティやマイルハイシティと呼ばれる。また、ステップ気候に属しており昼と夜の気温差が激しい。年間降水量は約400mmと少なく、年間300日は晴天日となっている。高地であるため気圧が低く、ゴルフや野球等の競技では打球の飛距離が平地よりもよく伸びると言われている。

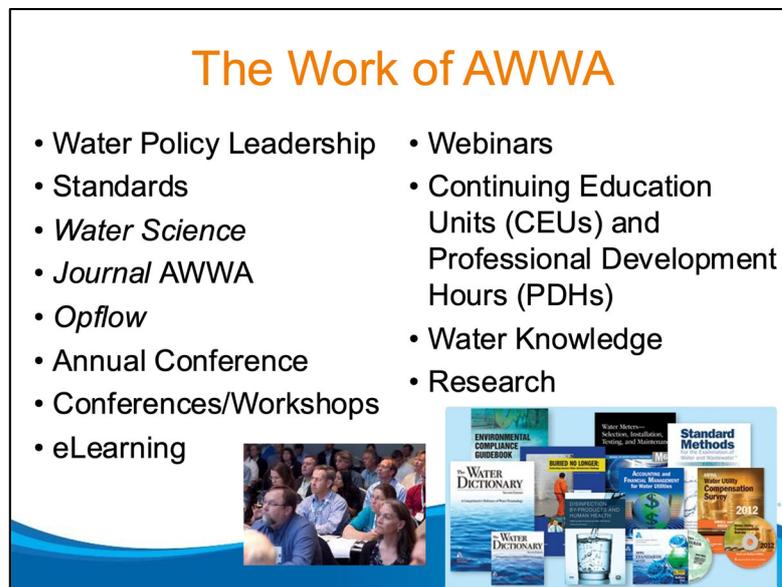
## 2 アメリカの水道事業の概要について

### (1) AWWA (American Water Works Association (アメリカ水道協会)) について

AWWAという組織は1881年にワシントン大学で設立され、アメリカには37カ所、カナダには5カ所、メキシコに1カ所、インドに1カ所と計44カ所の支部によって構成されている。AWWAの会員数は、アメリカ以外で活動している会員も含め約51,000名であり、そのうち約4,000名は、ボランティアとして活動している。

主な業務としては、水道に関する知識の収集・共有・研究活動、教育プログラムの提供、多くの規格刊行物の発行等を行っている。近年では、2014年に国境なきエンジニアと米国土木学会との間で協定を結んでおり、上下水道システムの問題に対処することが困難な事業体への上下水道のインフラ支援も行っている。

また、国際協力活動も積極的に行っており、韓国やシンガポール等各国の協会と提携している。2015年にはアメリカ本土以外で初の支部をインドに設立した。研修や情報提供等を行い改善に向けた活動している。



The Work of AWWA

- Water Policy Leadership
- Standards
- Water Science
- Journal AWWA
- Opflow
- Annual Conference
- Conferences/Workshops
- eLearning
- Webinars
- Continuing Education Units (CEUs) and Professional Development Hours (PDHs)
- Water Knowledge
- Research

Figure 2 is a slide titled "The Work of AWWA". It lists various activities and publications. On the right side, there is a collage of images including a group of people in a meeting, several books (such as "Environmental Compliance Guidebook", "Water Dictionary", "Standard Methods", "Water Utility Compensation Survey"), and a CD-ROM.

図 2 AWWAの業務



AWWA India

- Opened January 2015
- Website [awwa-india.org](http://awwa-india.org)
- Individual members:
  - Corporate, Individual, Student
- Trainings
  - Online, blended, face-to-face
- 2022 conference in Varanasi
- 2023 conference in Jaipur
  - Oct 6-7

Figure 3 is a slide for "AWWA India". It lists key information about the Indian branch, including its opening date, website, membership types, training formats, and upcoming conferences. On the right side, there is a photo of a woman filling a metal cup with water from a tap, and a banner for the "AWWA India Association International Conference & Exhibition 2023 Water Security & Sustainability" held in Jaipur, India, from October 6-7, 2023.

図 3 AWWAインド支部

(2) AWWAの組織構造

組織の構造としては、下記のとおりである。

国際評議会	AWWAの国際政策と活動を策定し、調整する。
製造業者関連評議会	製造業者・製造業者担当者・請負業者を含む会員が関係する。
広報評議会	広報やそのプログラムを計画および調整し、公教育および公共参加活動を支援する。
規格評議会	規格とその関連マニュアルを開発する。
技術教育評議会	水道事業の設計、建設、運営、管理におけるAWWAの活動（会議、シンポジウム、ウェビナー、eラーニング、実践マニュアル）の推進をする。
水道事業評議会	消費者へのより良い水道サービスの提供を促進するために、水道事業に直接影響を与える立法、規制、およびその他の問題を開始、評価、対応、およびコメントするための行動プログラムを作成する。

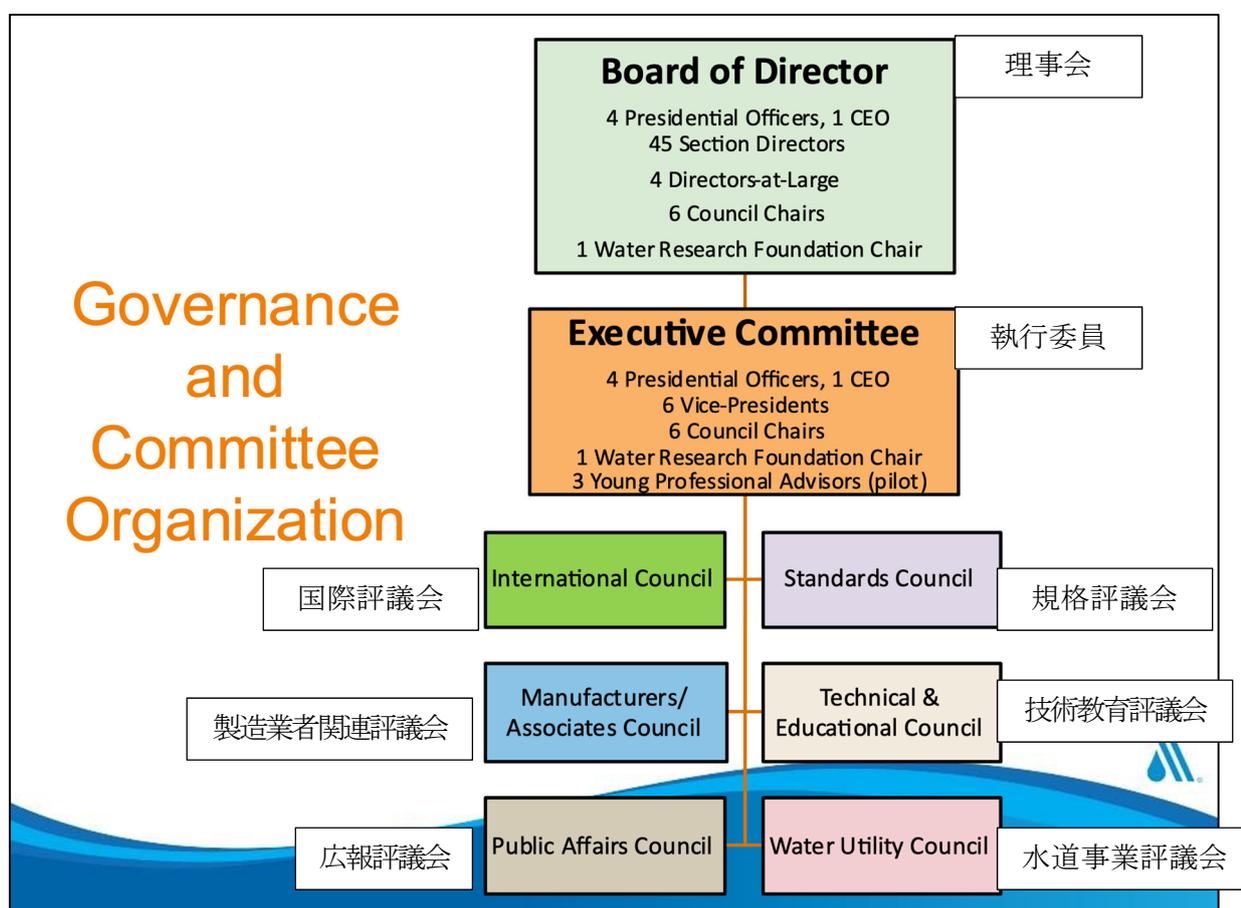


図 4 AWWAの組織構造

### (3) 戦略的計画

AWWAは5年に一度戦略的計画を策定しており、VISION（展望）、MISSION（使命）CORE PRINCIPLES（重要な原則）を掲げている。VISIONは良い水道を通して世界を良くしていくこと、MISSIONは世界の重要な資源である水を効果的に活用する方法を提供すること、CORE PRINCIPLESは、公衆衛生の保護、環境の保護、社会的な信頼の強化、多様性と包括性の推進、良い実践例の共有、技術開発の促進、グローバルに安全な水を供給されるよう促進することである。

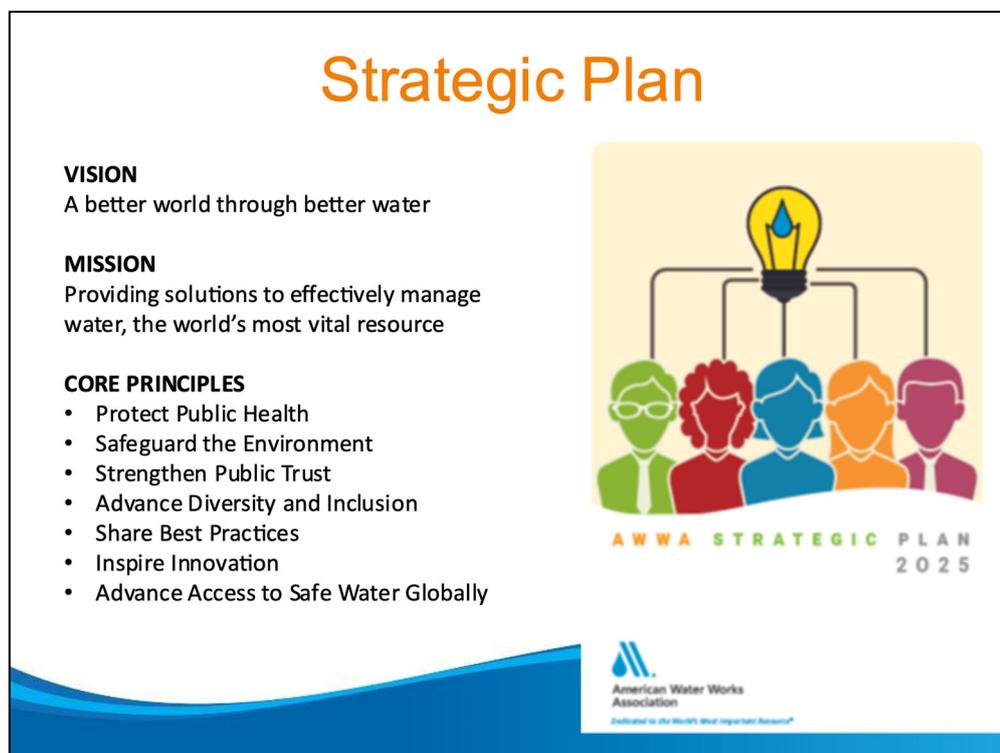


図 5 AWWAの戦略的計画

### (4) Total Water Solutions

AWWAが全体を通じて重要視している概念の中に「Total Water Solutions」という考え方があり、これは、水の問題を水道水という特定の分野のみでとらえるのではなく、飲料水、下水、雨水、地下水、再利用水、更には海洋水や必要に応じて大気水等、総合的な視点で水問題を解決するよう取り組んでいる。それにはAWWAのうち60%の会員が下水道事業にも関与していることが1つの理由となっており、多面的に水の問題に向き合っていることが伺える。

(5) アメリカにおける水道事業のガバナンス

アメリカには50,000の上水道事業体と15,000の下水道事業体があり、州ごとに平均すると1,000を超える数になる。これは平均人口で計算すると、1事業体が約5,000人に水道水を供給している。日本同様に上水道と下水道を同じ事業体とし上下水道局のような場合もある。雨水に関する事業体は、多くの場合は上下水道の事業体とは別に位置づけされている。

2050年に向けた未来の事業体について検討した際に、多くの上水道事業体は持続可能ではないとされたため、日本のように統合化し広域化する動きをとるような傾向がある。

アメリカの水道事業のガバナンスモデルは、公営と民間の2つのカテゴリに分類できる。統計的にはアメリカでは90%が公営であり、残りの10%は民営となっている。以下は5つのガバナンスの例である。

ア Municipal Government #1 (市町村型①)

アメリカで最も一般的な公共ガバナンス構造の1つは、日本と同じように水道事業が市役所内の部門に属することである。このガバナンス構造は市長が強い権限を持つ。例えば、図6のように市議会→市長→事業体という形態の中で、市長が最高経営責任者の役割をし、人事に関しても最終的な権利をもつ。

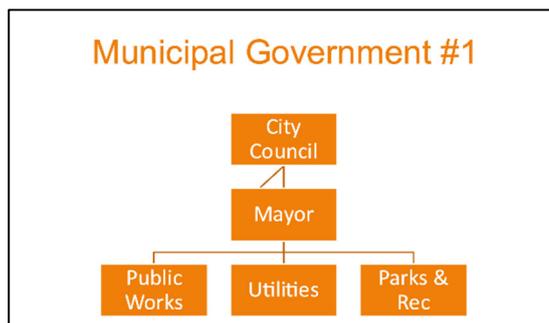


図 6 Municipal Government #1のガバナンス構造

メリット	<ul style="list-style-type: none"> <li>・非課税の債券を借り入れできる。</li> <li>・法務、会計、機能等をそのまま事業体の運営に利用できる。</li> </ul>
デメリット	<ul style="list-style-type: none"> <li>・労働力と予算について、水道とは別の部署との競争が発生する。</li> <li>・政治的な風向きに左右される。例えば、市議会議員・市長が一般の投票者を注目されたいがため、水道料金を上げることに消極的等がある。</li> <li>・水道事業の収入を市長の権限を持って他の予算に転用できてしまう。</li> </ul>
団体例	ニューヨーク市、シカゴ市、ヒューストン市

## イ Municipal Government #2 (市町村型②)

このガバナンス構造は、市長が市議会の一部であり、市の最高経営責任者であるシティマネージャーがいることを除いて、アの構造と似たように、水道事業が市役所内の部門に属している。シティマネージャーは選挙で選出された人ではなく、行政のトップに相当する人であり、市の仕事をしてキャリアを積んだ人であるため、市民の意思に左右はされない。この形態では市長の権限が低く、市議会と同等の権限である。

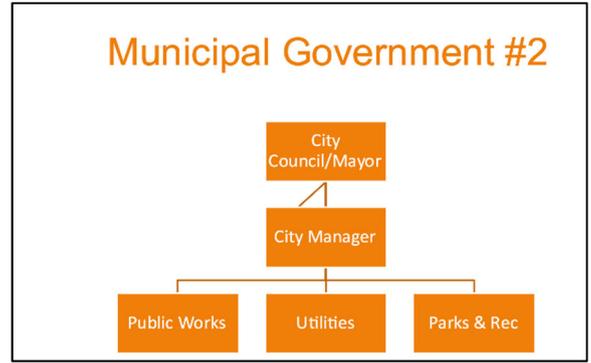


図 7 Municipal Government #2のガバナンス構造

メリット	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 地方税非課税債への借り入れができる。</li> <li>・ 市の他事業からシティマネージャーは選出されない。</li> </ul>
デメリット	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 労働力と予算について、水道とは別の部署との競争が発生する。</li> <li>・ 政治的な風向きに左右される。例えば、市議会議員・市長が一般の投票者を注目されたいがため、水道料金を上げることに消極的になる。</li> <li>・ 水道事業の収入を市長の権限を持って他の予算に転用できる。</li> </ul>
団体例	ダラス市、ラスベガス市、カンザスシティ市

## ウ Municipal Authority/Board/Commission #1 (市民会型①)

多くの市や郡は水道事業を独立して監督するために、独立した当局、理事会、委員会を設立している。例外はあるがこれらのメンバーは通常任命制である。デンバーウォーターでは、1900年代には民間の水道事業者がいた例があった。しかし、大規模火災発災時に民間業者も消火活動で被害を食い止めることが出来なかったことから、市議会と市長が同調し、民間業者を買い上げ新たに市営の委員会を立ち上げた。

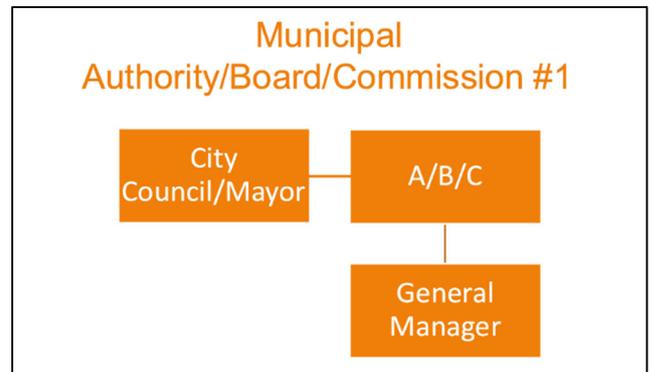


図 8 Municipal Authority/Board/Commission #1のガバナンス構造

メリット	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 水道事業による収入は、水道事業でのみ使用される。</li> <li>・ 市議会からの影響を受けにくい（政治からの分離）。</li> <li>・ 物品を購入することや人事には柔軟性がある。</li> </ul>
デメリット	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 債券融資は水道収入債券（レベニュー債）に限定される。</li> </ul>
団体	ネバダ州南部水道局、サンアントニオ水道システム、デンバーウォーター

※レベニュー債について

発行体の信用力ではなく、事業から生じる利用料等の収入等を償還財源として発行される。主に、空港、上下水道、病院等の整備や公営企業の運転資金に充てられるものである。

## エ Municipal Authority/Board/Commission #2 (市民会型②)

このガバナンス構造は独立性があることを除いて、ウの構造と非常によく似ており、これらの当局、理事会、委員会のメンバーは通常選出される。市の中に委員会を設定する。選挙で選ばれた人の干渉が無いことが特徴である。

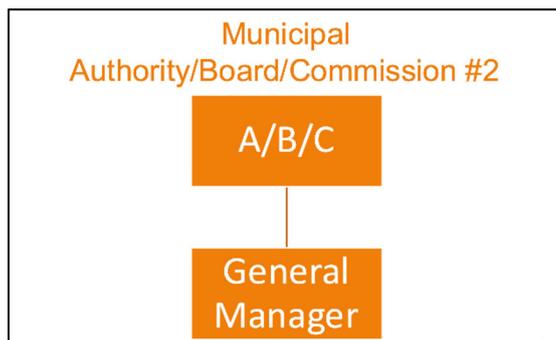


図 9 Municipal Authority/Board/Commission #2 のガバナンス構造

メリット	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 水道事業による収入は、水道事業でのみ使用される。</li> <li>・ 市議会からの影響を受けにくい（政治からの分離）。</li> <li>・ 機材の調達・運営は州の規則に乗っ取り行われる。</li> </ul>
デメリット	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 債券融資は水道収入債券（レベニュー債）に限定されている。</li> <li>・ 運営の透明性が市民に疑われる事がある。</li> </ul>
団体例	センテニアル 水道 & 衛生区、南メトロ水道企業団、メリディアン・メトロポリタン区

## オ Private Utility (民間事業体)

このガバナンス構造は、企業・営利団体によって水道事業が展開され、株式により資本を得ることが特徴である。民間事業体には、社内に説明責任を義務付けられている理事会があり、料金の値上げを検討する際には理事会から事業体に承認が必要である。当該構造の団体が14社ほどある。

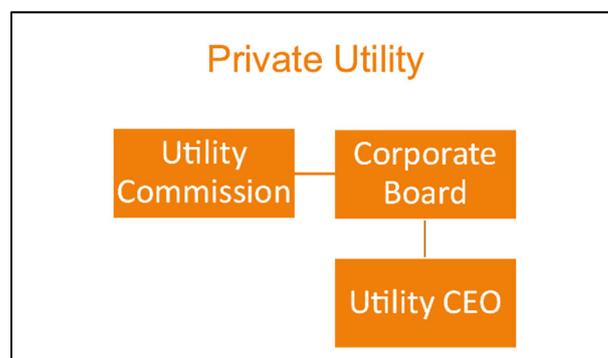


図 10 Private Utilityのガバナンス構造

メリット	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 運営の意思決定は、利益や損失ベースになる。</li> <li>・ 市議会からの影響を受けにくい（政治からの分離）。</li> <li>・ 柔軟に資金調達ができる。</li> </ul>
デメリット	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 透明性に関する顧客の懸念がある。</li> <li>・ 事業が課税の対象になる。</li> </ul>
団体例	アメリカンウォーター、アクアアメリカ、バートン・ルージュ・ウォーターカンパニー、ヴェオリア ノース アメリカ

## (6) アメリカにおける水道事業の経営（資金）

アメリカにおける水道事業については先述のとおり、公営と民営の所有に分けられる。公営では、市役所のような形態のため税金で行われる様々な事業があるが、水道事業は他事業とは異なり、主に財源は水道料金である。日本の水道事業体と異なり、水道以外の市役所の事業から資金調達が可能である。一方、民間では事業の財源はすべて水道料金である。方針や方向性は当該企業の取締役会が行うが、株主が運営に関する役員を投票によって選定する。このモデルでは取締役会の下に事業体を置き、住民に対しサービスを行う。権限の濫用を防ぐため、監視する役割として政府運営の規制委員会があり水道費の改定等は承認を必要とする。また、規制委員会は利益の制限を発することができる。

公営事業体は「一般財源保証債」、「レベニュー債」、「歳入債」を主に資金としている。また、アメリカ連邦政府の貸付プログラムである水インフラ金融革新法という法律から、事業体が大規模な資金のかかる事業を行うにあたり、アメリカ連邦政府から直接レベニュー債や一般財源保証債より安い利率で借り入れできるようになっている。また、そのローンの条件として、貸付額は最低2,000万ドル、当該事業にかかるコストにおける最大49%、返済期間として35年間、財務省の金利を基準とし、米国環境保護庁による管理を受ける。

小規模な事業の場合は、州改定基金というアメリカ連邦政府からへ当該の州レベルで管理される地方の事業体のため、借り入れの制度が主に用いられる。受給者が支払う利子は0%であり、管理は州によって行われる。事業体は当該事業の全額分借りることができ、最高額は州によって異なる。

民間事業体の資金は担保と債券による。担保には特定の担保金額の会社資産が用いられるが、債券は無担保である。どちらも免税ではないため、利率は高い。債券と起債で資金を得ること以外には資金の拠出がある。

図11のとおり民間の土地開発者は水道事業体に拠出し、水道事業体は水道資産の設計・建設した上で土地開発者に返す。なお、拠出の形は直接の寄付として現金か資産で行われる。

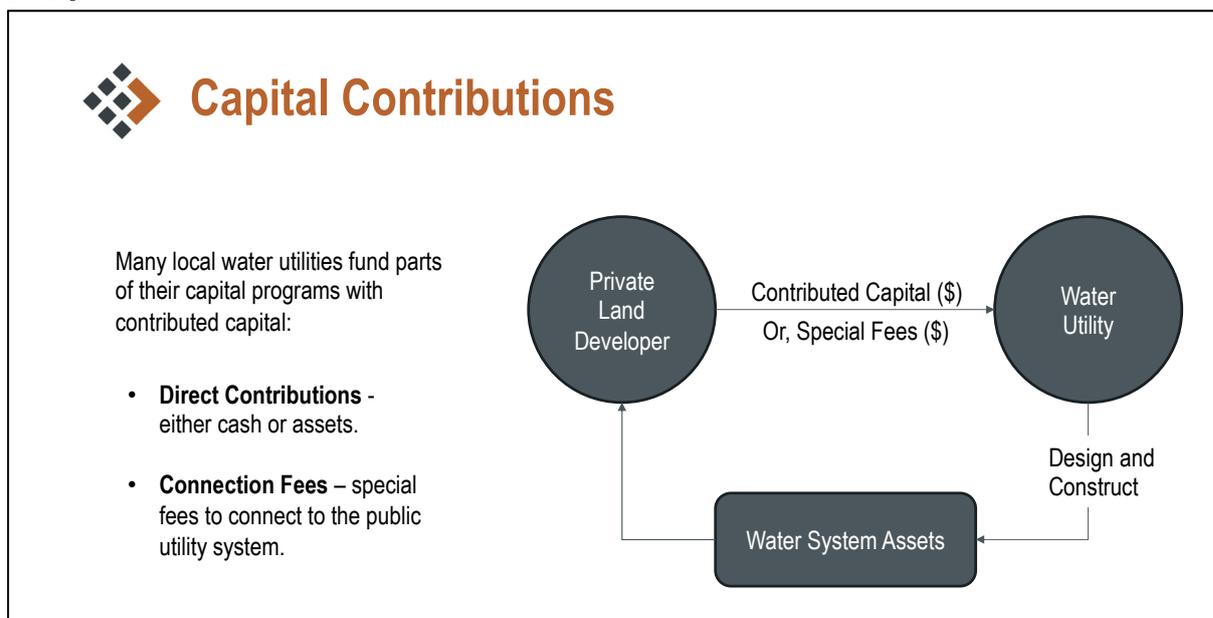


図 11 資金の拠出のモデル

資金を公営事業体と民間事業体で比較すると、民間事業体では資本のコストが高くなり、免税の恩恵を受けにくいということと、獲得した利益を株主にも支払う必要がある

という面では公営事業体の方が資産形成しやすいと言える。また、図12によると、得られた収入は公営事業体が6,000ドル、民間事業体が1,120ドルである。民間事業体が単純に純利益を出すには効率的な事業展開をして利益を出す必要がある。

 **Public vs. Private Model Cost**  
Are there any structural advantages to one model vs. the other?

	<u>Public Model</u>	<u>Private Model</u>	
Net Operating Income	\$10,000	\$10,000	
Interest Expense	4,000	6,000	← Higher cost of capital
Effective Interest Rate (\$100m debt)	4%	6%	
Taxable Income	\$6,000	\$4,000	← Higher tax rate
Avg. Tax Rate	0%	30%	
Income Tax	\$0	\$1,200	
Net Income	\$6,000	\$2,800	
Dividend Rate	0%	60%	← Shareholder expectations
Dividends to Shareholders	\$0	\$1,680	
Increase in Retained Earnings	\$6,000	\$1,120	← Less available for investment in infrastructure

FCS GROUP

図 12 公営事業体と民間事業体の資金モデル比較

## (7) アメリカにおける水道産業に対するアンケート調査

### ア 目的

- ・水道業界の主要課題に関する意見を深める。
- ・事業者の認識を把握する。
- ・対処されていない課題に対する認識を深める。

### イ アンケート内容

- ・水道業界の現状や課題
- ・資金調達に関わること
- ・水資源の管理
- ・技術的な労働力
- ・コロナ禍の時に水にまつわるエピソード

等

### ウ 結果

水道利用者を対象に、15万8千通のメールによって調査を行い、4,088の回答を得た。その内の70%が事業者、18%はサービス提供責任者（コンサルタント）であった。現在の水に満足しているかという指標を7段階で調査したところ、2004年から満足度が減少傾向にあったが、2018年度以降上昇傾向にある。これは、コロナの影響で多くの人が水に対する恩恵を受けたことによるものと思われる。

水に満足しているかという質問は具体的には、水の利用者が感覚的に水に関することについて思ったことが回答されている。

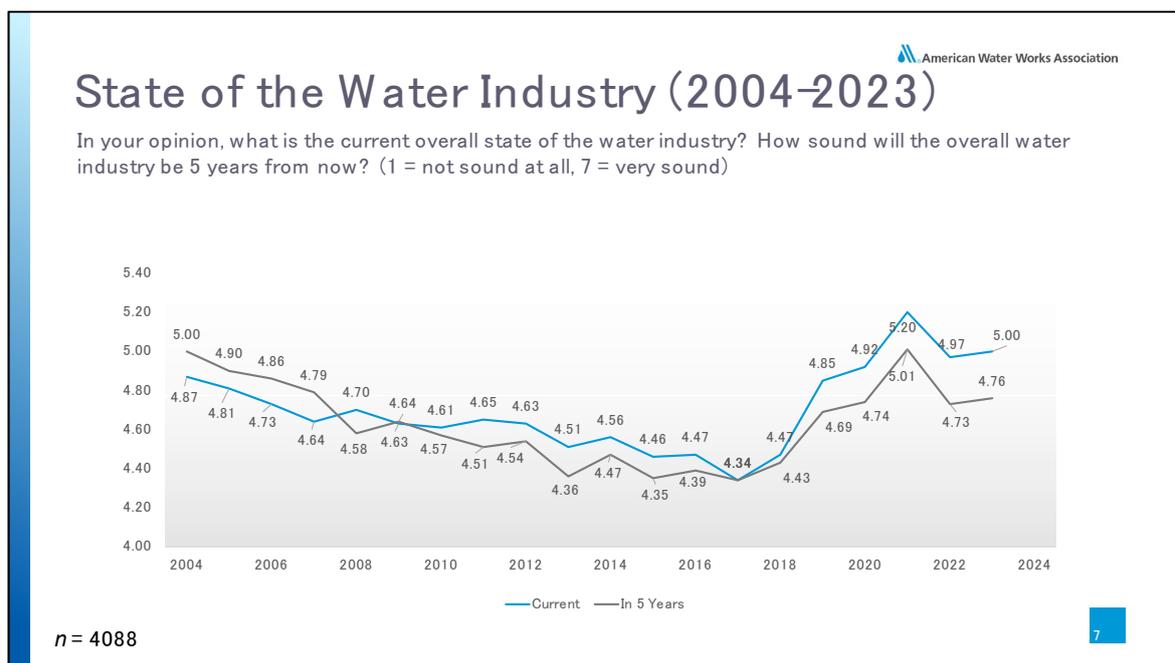


図 13 水道産業の満足度調査

水道産業の課題については、1.老朽化した水インフラの更新、2.長期的な飲料水の供給、3.水道施設改善のための資金調達、他には、水のデジタル的側面等が挙げられた。

(ア) 水インフラの更新について

1.インフラの信頼性、2.経営、3.資金調達、4.サービスの維持があり、特に1,4に対して、信頼性と資産管理を事業体がどのようなことを行っているかという質問の回答には、資産管理31%、施設更新の計画46%、漏水の対策46%、給水管（鉛管）25%の改善が示された。

(イ) 長期的な水道水の供給について

当該事項について、対策の検討をしているかと質問したところ、様々な回答がある中で11%ほどは検討していないとのことであった。また、対策内容は以下のとおりである。1.地下水の監視、2.間接的・直接的な飲料水の再利用、3.雨水の解析

(ウ) 水道施設改善のための資金調達

調査結果から、資金調達できる事業体とできていない事業体にはバラツキがあることが分かった。現在かなり良好な運営ができていない事業体の中にも、将来的にはサービスの質が下がることが懸念されている。

しかし、資金調達できない事業体の中にはバイデン政権のインフラ整備により補助金が水道事業に反映されることが起因し、将来的な資金調達ができると思う事業体もあるとのこと。水道料金による財源の確保については、事業を充実させるため料金値上げをすることにに対し利用者は満足していない現状があるため、利用者の支払いの公平性を慎重に考える必要がある。

(エ) 水のデジタル的側面（技術的側面）

デジタル技術の分野において、モバイルアプリケーション等の採用や、先進技術の導入により、より良い必要な技術を選択し、より良い事業運営のためにデジタル技術を活用しているかという質問したところ、デジタル的なデータの収集・管理、メーターやセンサー等がデジタル技術で最適化されていること、サイバー対策の3項目が回答の上位となった。

### 3 アセットマネジメントについて

#### (1) アメリカの管路の現状

アメリカでは上水道管をおよそ200万マイル(約350万km)ほど保有しており、そのうち毎年1%~4.8%を布設替し、1万2,000マイル(19,200km)以上の既設管が更新されている。

図14にロサンゼルス市の例を示す。管延長は6,730マイル(約10,730km)の上水道管を保有しており、これは距離で表すと成田空港からニューヨークまでの距離10,844km程に相当する。地図の地区ごとに色が変わっているのは2010年から2014年までの4年間で起こった漏水の頻度を示している。また、その結果から管路の布設替え計画をしたところ、うち435マイル(約700km)全体のうち6.5%の布設替が必要とされた。その工事費は2025年までに13.4億ドル(約1,900億円)要すると推計され、これまで8年間で毎年約4,400万ドル(約62億円)費やしているが、布設替えの達成には今後10年間において毎年1億3,500万ドル(約190億円)必要であると推測されている。

アメリカの水道において老朽化が進んでいるのには、第二次世界大戦後、戦争から帰ってきた兵隊がインフラを建設する動きを推し進めたことや、21世紀に入る前にインフラを発展させる動きがあったこと、地域によっては近年人口が減少する傾向にある等の理由がある。また、図15(資本と運営・維持管理(GDPベース))によると、水道事業に対しての資本が1970年までは比較的多く投資されていたが、年々減少しており、維持管理費についても緩やかに減少している傾向であることが伺える。

#### (2) アメリカのアセットマネジメント

アメリカのアセットマネジメントは、水道施設の70%が地中に埋設され、目視による異常の発見や管理が容易でないことに意識を持つようになり始まった考え方である。インフラ業界においては、図16のと

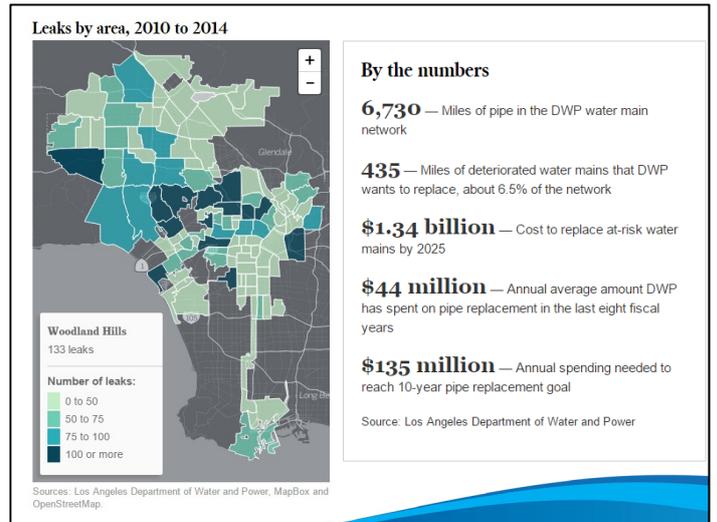


図 14 ロサンゼルスでの管路状況及び管路更新、工事費



図 15 資本と運営・維持管理(GDPベース)

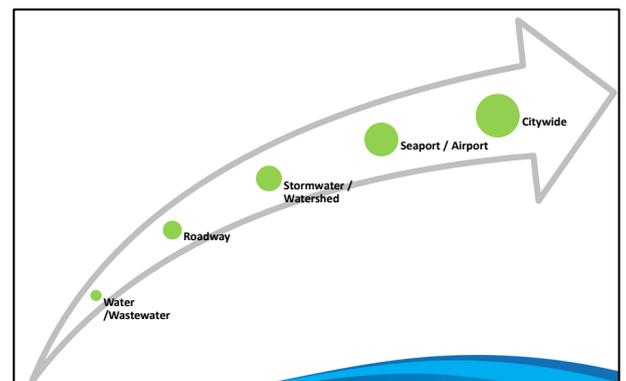


図 16 インフラにおけるアセットマネジメントの普及の変遷

おり、水道→道路→雨水・河川流域→港湾・航空→都市建設物の順に普及していった。

またアメリカにおけるアセットマネジメントは下記を一連の流れとして運用されている。

- 1.現状把握
- 2.情報システム
- 3.データの収集
- 4.ビジネスの手順の決定
- 5.事業の実行
- 6.リスク・優先順位の決定
- 7.サービスのための費用
- 8.事業の最適化

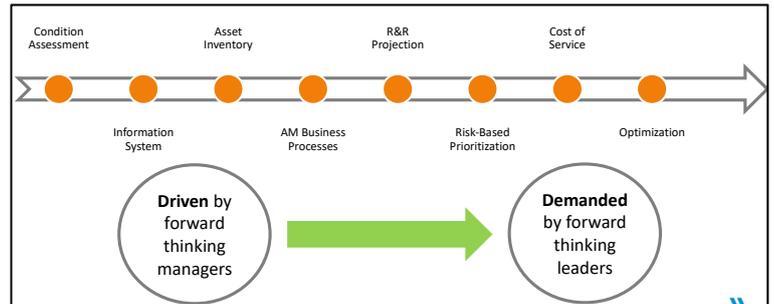


図 17 アメリカにおけるアセットマネジメントの流れ

また、アセットマネジメントを導入に下記事項が重要となる。

- ・説明責任、透明性、一貫性が考慮された事業を提案すること。
- ・インフラに関する教育・伝承すること。
- ・建設物のライフサイクルにかかるコストを算出し、将来の更新の要望を作成すること。
- ・事業のリスクを考慮すること。
- ・その場しのぎではなく長期的な計画であること。
- ・事業に対する投資が効果的かつ効率的に使われていることを分析する。

アメリカにおいてアセットマネジメントは多くの機関で導入されている。ISO（国際標準化機構）の定義は「資産管理は、組織が成果または目標の提供において資産から価値を創造するために使用する一連の調整された活動である。価値の創造をするには、多くの場合、異なる時間スケールで、コスト、リスク、および利益のバランスの達成が必要である。」であり、これをベースとして構築している事業体が多い。

また、EPA（米国環境保護庁）の提唱するアセットマネジメントの定義は以下ア～オのとおり5つの問いの形式となっている。

ア 資産の現在の状態はどうなっているか？

どのような資産を持っていてどんな状態なのかを可視化する。例えば、事業体の資産である水道管の布設年度やその状態（試掘・漏水件数等で判断されたもの）を把握し、それを管理図に落とし込み、どの程度布設替えについて急を要するのかの優先順位をつける。また、その当該資産の更新にかかる材料費・人件費労務費等の費用を認識することが重要である。

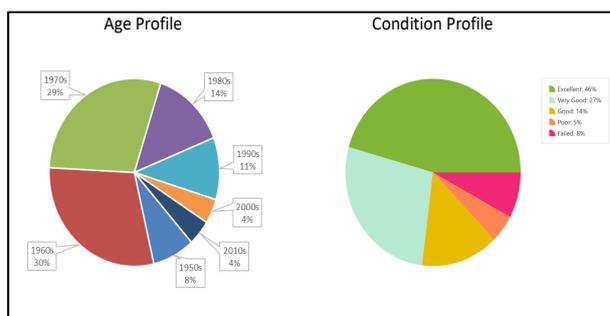


図 18 布設年度・状態の割合

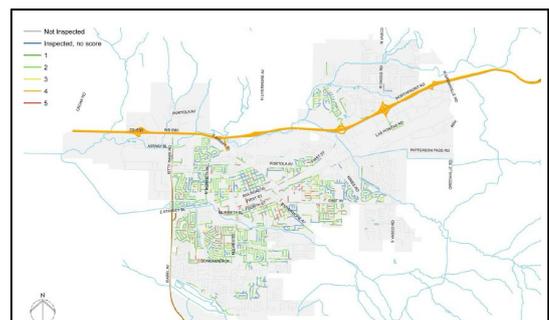


図 19 管理図上の配管状況

例えば、「地下式消火栓1基には\$5,000、配水管φ200の管一本物を布設するにあたり\$120かかる」等

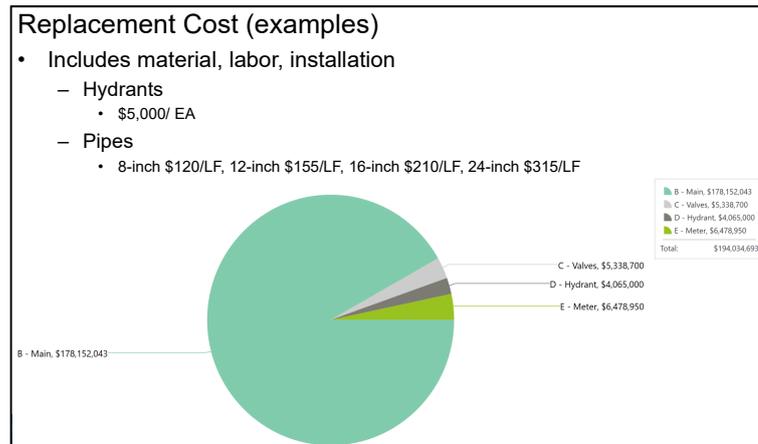


図 20 水道施設の更新にかかる費用（消火栓、バルブ、メーター、管路）

イ 現時点の資産で、どのような事業レベルが要求されるか？

「無効水量でどの程度収入にならなかったか、漏水の頻度、苦情件数」等のデータを数値化し可視化する。数値化されたデータを基に、到達すべき維持管理の目標を以下の例のように設定する。

- ・本管及び給水管を1.5%布設替える。
- ・全消火栓の年間20%を水出し点検する。
- ・資産明細書と配管図に記録される資産を98%－100%合致させる。

ウ どの資産を重要とするか？

水道管の布設替えには費用に限りがあることから、優先順位を把握する必要がある。これがアセットマネジメントの最重要事項である。優先順位を可視化するためには、故障の確率（破損が想定されるタイミング）に故障の結果（故障がどれだけ影響を及ぼすか）を組み合わせることにより、故障のリスクを評価することが必要である。

図21にリスク評価表を示す。縦軸に当該資産が故障する確率（可能性）、横軸に当該資産が故障した結果（頻度）を表したものであり、色分けによりリスクの評価が可能になる。

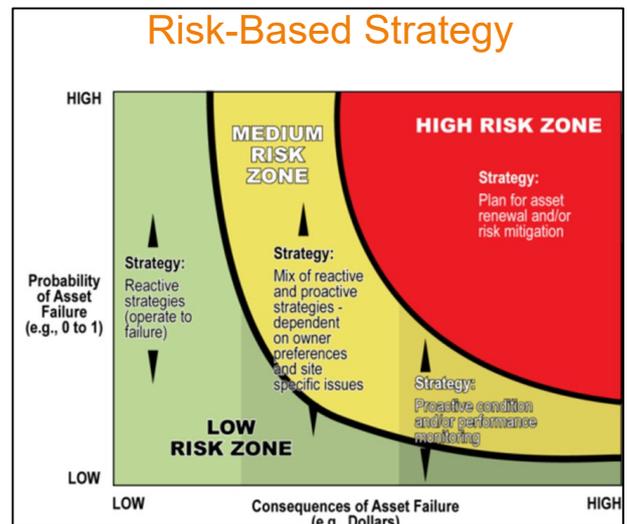


図 21 リスク評価表

ハイリスクゾーン	資産の更新とリスク軽減の策を要する箇所
ミディアムリスクゾーン	先んじて状態を確認し対策が必要である箇所 所有者の事由により対策が事前・事後の判断が委ねられる箇所
ローリスクゾーン	万一故障が起こっても事後対応でOKな箇所

また、下図22、23、24はマッピングを用いて、水道本管の漏水や腐食のリスク評価した例である。

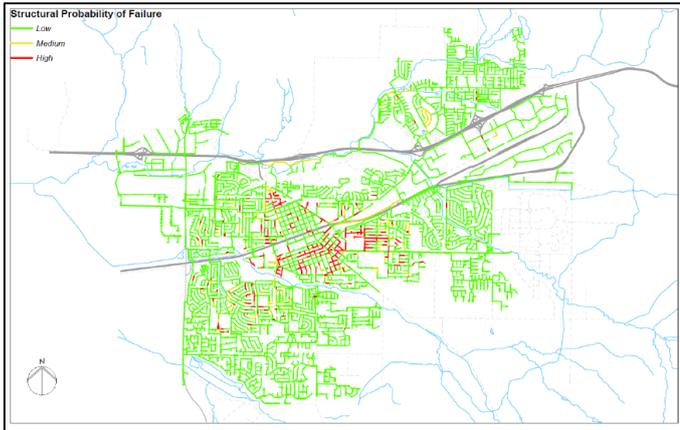


図 22 脆弱性のある管路マップ

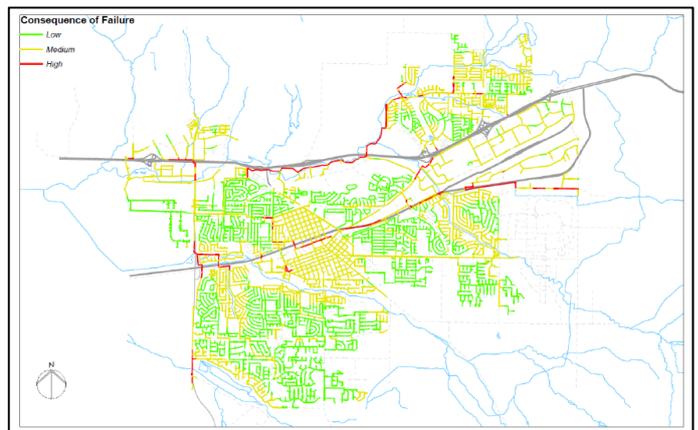


図 23 漏水事故マップ

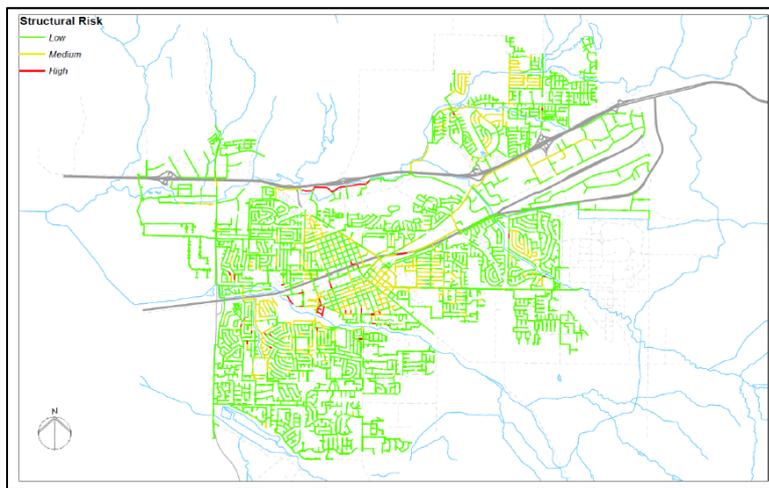


図 24 漏水・腐食リスク評価マップ

#### エ 最良の運営・維持および投資計画は何か？

リスク評価をもとに、想定されるリスクとコストを最小限に抑えながら事業を展開するにあたり、運用および保守に関し、「順序の最適化」「効率化の調査」「維持管理の保守」が重要である。

また、配水管布設替の計画1つにしても事業の検証をしていくことが必要であり、事業の信頼度を評価し、考えられる事業リスクを集め、そのリスクを考慮した上で、事業投資についての評価、計画の承認をするのが一連の流れである。

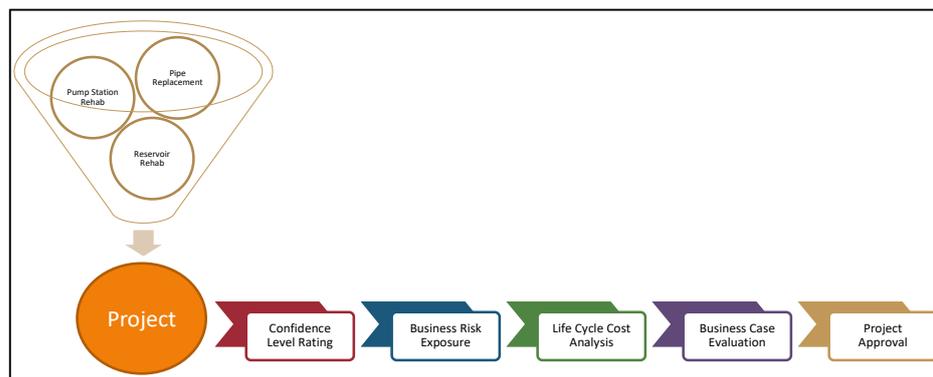


図 25 事業計画の一連の流れ

オ 長期的に資金を調達する上で最善な戦略は何か？

すべての資産は時間の経過で劣化し、故障確率が上昇する。それを踏まえた上で、最小限の必要な状態と最大限の許容できるリスクを考えると、どの段階で更新が必要になるかが想定できる。また、長期的な監視や運営・維持費を管理し、累積的にコストが増加するか、時間の経過で資産がどのようになるか予測した上で、事業を行わなかった場合、どのようなことが今後起こりうるかを予想することが、資金を調達するための根拠になる。



図 26 投資の有無とリスク予測

- アセットマネジメントを進めるには、
- ・対応型から予防型に変えること。
  - ・新技術を積極的にとり入れること。
  - ・事業を適切な時期・費用・理由で進めること。
  - ・インフラの一連の目的や概要を明確にすること。
  - ・MeでなくWeとしての考えを持つこと（仕事を縦割りではなく、部門ごとに協調し合いながら行うこと）。



図 27 アセットマネジメントにおける連携

等が重要な要素である。水道事業には行政・建設・配水・維持管理・経営等多様な部門があるが、それぞれが統合して長期的な視野をもち事業者の目標を達成していく必要がある。

### (3) 日本におけるアセットマネジメント

日本におけるアセットマネジメントは、平成21年（2009年）7月に「水道事業におけるアセットマネジメント（資産管理）に関する手引き」として公表された。この手引きによる「アセットマネジメント」とは、「水道ビジョンに掲げた持続可能な水道事業を実現するために、中長期的な視点に立ち、水道施設のライフサイクル全体にわたって効率的かつ効果的に水道施設を管理運営する体系化された実践活動」と定義している。水道事業者においては、管路を主として多くの水道施設が老朽化し、更新に多額の費用が必要な中増収が見込めない現状がある。健全な水道事業を実現するためには水道事業者がアセットマネジメントの重要性を認識し、資産管理を計画する必要がある。

## 4 アメリカの水道料金の設定方法及び体系

### (1) 水道料金の設定について

図28は各種インフラの料金変動の比較である。上下水道（黄緑の曲線）は特に1984年以降、料金が高騰している。つまり、消費者負担が増加傾向にあり、適切な料金設定は重要な課題となっていることがわかる。

アメリカは水道施設更新にかかる資金調達のため、78%の事業者が料金値上げを行う予定をしている。また、値上げに際し水の価値を市民に周知している。図30のように日本においても水道料金の全国平均を予測すると、平均的使用水量の場合2018年度で3,225円/月であったのが、2043年には4,642円/月となると推計され、値上げに伴う住民の理解は今後事業の継続のため課題になると考えられる。

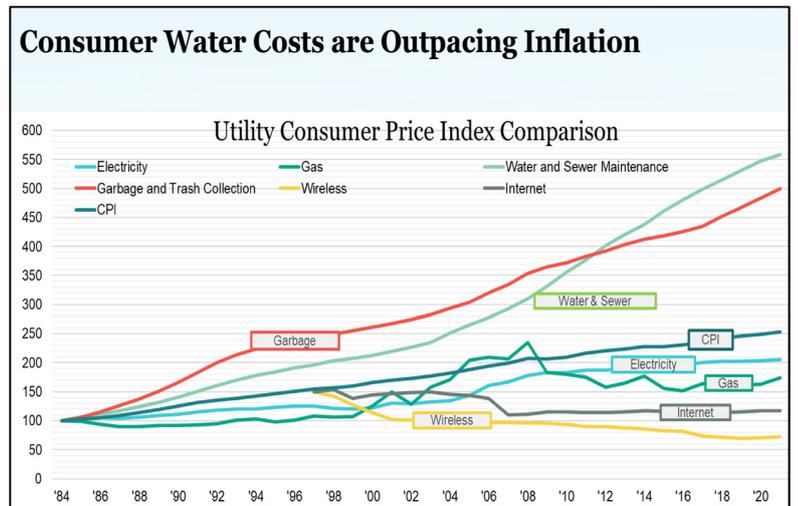


図 28 各種インフラにおける料金変動の比較

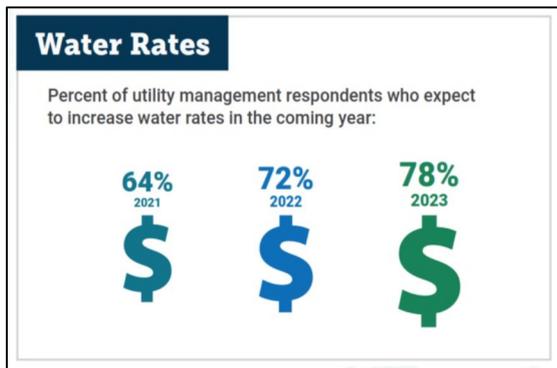


図 29 水道料金の値上げ調査の結果

図31は2023年、AWWAが水道料金の徴収により事業費を回収できているか調査した結果である。20.1%の事業者が完全に回収できている、22.3%がよく回収できている、27.6%がまあまあ回収できているという結果であった。事業運営のための資金を全額回収し、事業に反映できている事業者は多くないことがわかる。



図 30 水道料金の値上げ予測

EY新日本有限責任監査法人と水の安全保障戦略機構事務局の「人口減少時代の水道料金はどうなるのか？（2021年版）」より引用

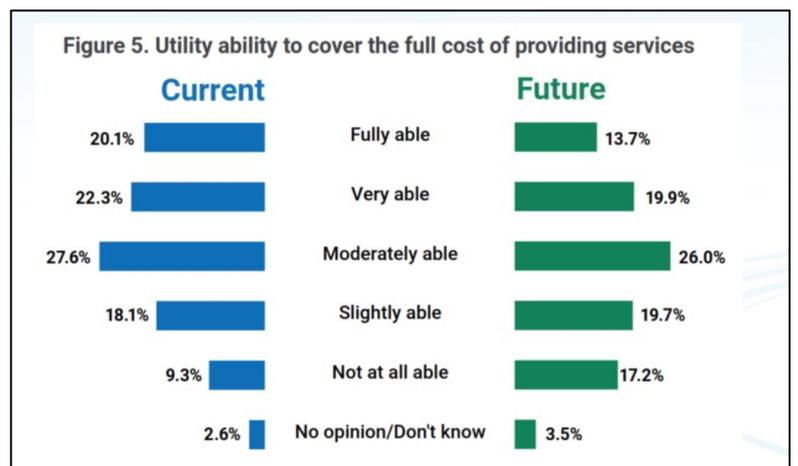


図 31 水道料金と事業費の回収調査

アメリカで50ドル使用した場合、水道水は20,000ガロン（90t）、コカコーラは8ガロン（36L）、バドワイザービールは12ガロン（54L）手に入る。このような価値の認識から、水は無料で提供されるべきだと考える市民も多く、年々水道料金の値上げが中々受け入れ難い状況であるため、市民とのコミュニケーションを取り、料金値上げの根拠について丁寧に説明する必要がある。

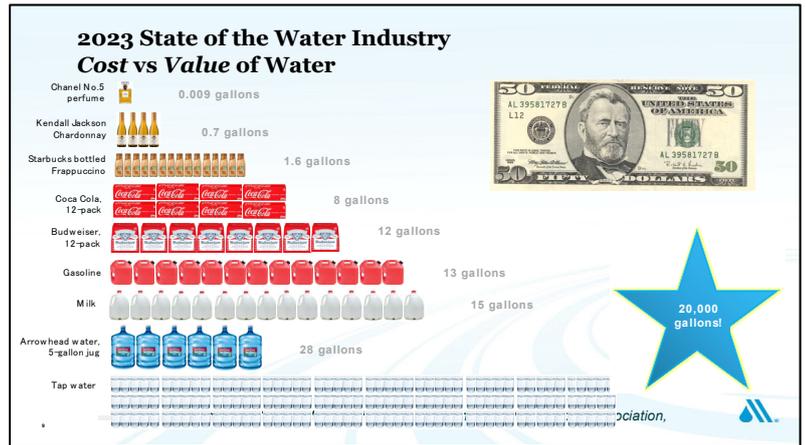


図 32 50ドルあたりの水とその他の価値の比較

## (2) 料金体系について

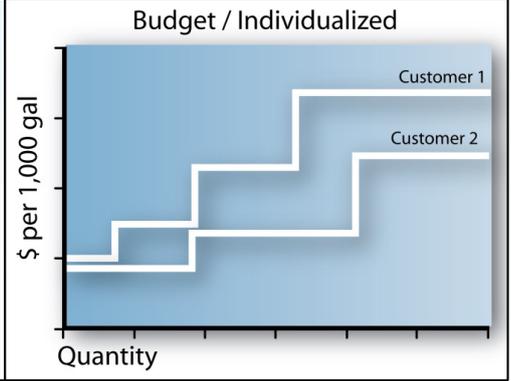
市と事業者が考える料金設定の理由について、インフラのための資金調達のみならず、使用量が少なくなると、水道料金は水質を管理するために高くなる。しかし、収入の少ない貧しい世帯が料金支払いできない事例も地域によっては存在する。低所得者や水の使用量が少ない消費者にとっての水道料金設定も課題であり、設定した料金が利用者にとって不当な値段でないようにする必要や、市民に対し公平に設定する必要もある。相反するようなことではあるが、収益を確保するためバランスよく料金設定しなければならない。

従量制 (月額)	1ヶ月当たりの額が決まっている。	
メリット	<ul style="list-style-type: none"> <li>・収益が安定する。</li> <li>・住民にとって、料金の仕組みが理解しやすい。</li> </ul>	
デメリット	<ul style="list-style-type: none"> <li>・顧客に不公平感を与える。</li> <li>・節水意識が希薄になる。</li> </ul>	
従量制 (定量)	1,000ガロン当たりの定額が決まっており、顧客の区分によって異なる場合もある。	
メリット	<ul style="list-style-type: none"> <li>・収益が安定する。</li> </ul>	
デメリット	<ul style="list-style-type: none"> <li>・節水意識が希薄になる。</li> <li>・本質的な用途には割高になる。</li> </ul>	

季節変動制	<p>夏は使用量が多いため料金を高く設定し、冬は低く設定する仕組みである。</p> <p>例えば</p> <p>① 夏は1,000ガロンあたり2.50ドル</p> <p>② 冬は1,000ガロンあたり1.50ドル</p>	
メリット	<ul style="list-style-type: none"> <li>・夏季の節水が促進される。</li> <li>・公平性が保たれる。</li> </ul>	
デメリット	<ul style="list-style-type: none"> <li>・収益が不安定になる。</li> <li>・夏季の本質的な用途には割高になる。</li> </ul>	

定増制	<p>0～5キロガロン使用后、1キロガロン使用すごとに1.5ドル加算される仕組みである。</p>	
メリット	<ul style="list-style-type: none"> <li>・節水意識が促進される。</li> <li>・手頃な価格になる。</li> <li>・料金の仕組みが理解しやすい。</li> </ul>	
デメリット	<ul style="list-style-type: none"> <li>・収益が不安定になる。</li> <li>・顧客によっては、使用量の差によって料金が不均衡に感じる。</li> </ul>	

定減制	<p>0～5キロガロンまでの使用には2.5ドル、6～10キロガロンまでの使用には2ドル、のように使用するほど料金が減っていく仕組みである。</p>	
メリット	<ul style="list-style-type: none"> <li>・各顧客区分のピーク特性に基づき費用を回収する。</li> <li>・ピーク時に多く水を使用した水道使用者には割安になる。</li> </ul>	
デメリット	<ul style="list-style-type: none"> <li>・少量の使用者が割高に感じる。</li> <li>・節水意識が希薄になる。</li> </ul>	

顧客特性のデータと定増制を組み合わせた構造	個人がどんな使い方をするのか 個人の使用方法に依存する構造。	
メリット	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 個別化された構造による公正性。</li> <li>• 節水意識の向上。</li> <li>• 基本的な使用ニーズに合わせ、可能な限り低い料金になる。</li> </ul>	
デメリット	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 実行と管理が困難である。</li> <li>• 顧客の理解が得難い。</li> </ul>	

## 5 広報について

### (1) SNSにおける情報発信の問題

現代社会においてメディアを取り巻く環境が大きく変わったことにより、スマートフォンがあれば情報を簡単に発信することができる時代になった。しかし、発信される情報が誤解を与える場合もある。SNSの影響に伴い世論が促進されるのは否定できない状況であり、アメリカでは広報に使用している団体も多い。最近では、多くの組織や個人が水についての情報を発信しているため、公の情報を信用するかという点が課題となっている。例えば、アメリカの水道業界には「ムカンベ・シン」というSNSインフルエンサーが「水道水でなく、原水を飲みましょう」という主張をし、それが話題を呼び原水を売ることによってお金を稼いだという事例がある。未処理の原水の飲用は健康を害することもあり、科学的根拠をもっていないインフルエンサーの発信については注意しなければならない。

### (2) AWWAの目指すコミュニケーション

AWWAでは、水道事業者が利用者とのコミュニケーションを図る内容が「水道管の漏水・破損、水質の危機が発生したとき、またはお金が必要なときだけであってはならない」と考えている。また、2025年に向けたAWWAの戦略的計画には、一般の人から信頼を得ることが掲げられている。計画の内容は、水道事業の中核にコミュニケーションの促進をすること、コミュニケーションにおけるベストな経験を共有することである。事業者が地域住民の信頼を得るには、住民から事業への理解や料金の値上げについて、立場を単なる役所の人ではなくコミュニティパートナーとして認識することが重要である。

AWWAの広報評議会では、SNS使用者が発信した情報が苦情を発生させた場合の対処についての事例をまとめたリスクコミュニケーションガイドを作成している。これは、水道事業者がSNS (Twitter改めXやFacebook等) 内での間違った発信に対する対応を統一させるものである。以下はそれに基づいた苦情への対処の例である。

過去、ジャーナリストが水道水に含まれる未規制の物質に関して批評をしたが、その際に、事業者はリスクコミュニケーションガイドを基に対応したことにより、健康被害が無いことを丁寧に説明し、適切に対応した。

### (3) キャンペーンとアニメ制作

AWWAは、毎年2つのキャンペーンに力を入れている。5月の第1週の飲料水週間は、半世紀近く続いている。これは水道事業者が日常生活における飲料水の価値を強調するための機会でありソーシャルメディアでのイベント、公共サービス広告、出版物刊行、宣言テンプレート、その他のアイテムを提供している。2023年に行った水源保護週間の際、インフルエンサーと提携して、SNS上で事業者のメッセージを共有した。水道事業者が水源の保護をしていることを発信することが目的であるが、インフルエンサーのフォロワーが発信される内容に興味を持ちメッセージが正しく広まることを期待している。

また、地域住民との積極的なコミュニケーションのため、AWWAと事業者が協力し効果的なアニメーションを作成している。アメリカでは鉛給水管が問題となっていることから、家族が飲料水中の鉛から身を守る方法についてのものである。評判は良く、多くの事業者が地域住民とコミュニケーションを図るために活用しているとのこと。

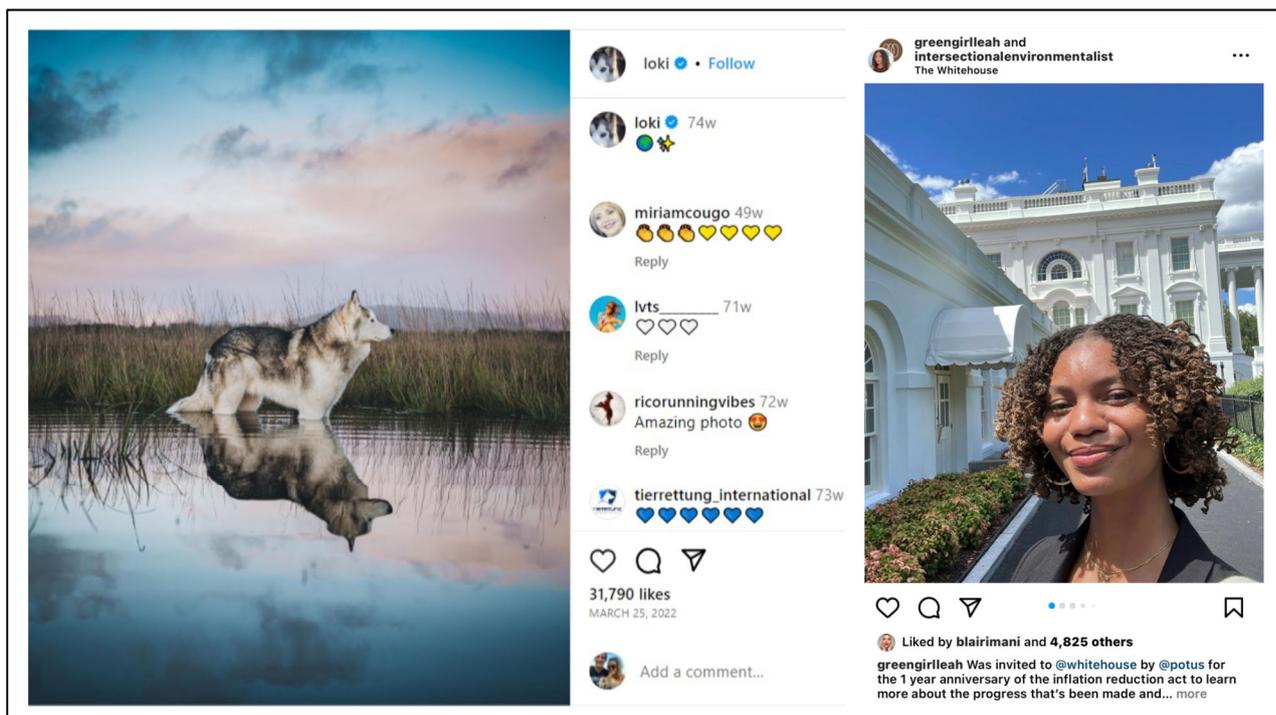


図 33 右側は環境保護のインフルエンサー Leah、左側はオオカミ犬のインフルエンサーのロキ



図 34 AWWAと事業者が制作したアニメ

## 6 水源

### (1) アメリカ水道の水源と事事故事例

アメリカの水道水は、主に地表水（湖、小川、貯水池）、地下水（浅い帯水層と深い帯水層）地表水と地下水が供給源となる。地域によっては排水処理した水を飲料水にすることもある。

水源は、常に汚染の危険に晒されているため、厳重に管理する必要がある。以下に水源汚染事故例を示す。

- ・ 2014年1月9日にウェストバージニア州でエルク川に炭鉱の汚染物質が流出し、配水停止になった。
- ・ 2015年8月2日オハイオ州トレド飲料水のマイクロシスチン（シアノバクテリアが生成する毒素）による汚染から、3日間で40万人が飲用不可となった。マイクロシスチンはオハイオ川（650マイル）に沿って蔓延した。

水道事業者は汚染から水源を保護するため、図35のように複数のバリアアプローチを行っている。バリアアプローチには、原水の保護、必要に応じての適切な処理、配水システムの維持、水質の監視、顧客との効果的なコミュニケーションが含まれており、汚染物質を各段階で止めるイメージである。

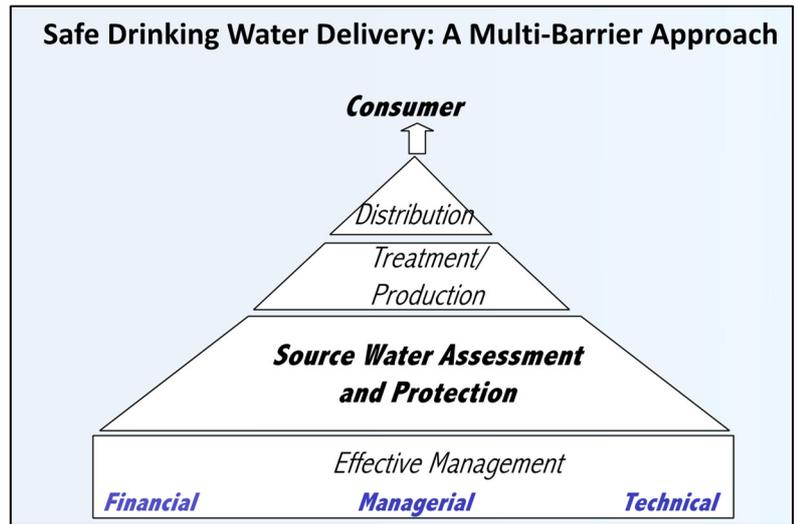


図 35 水源保護のためのバリアアプローチ

### (2) 水源保護

アメリカでは以下の観点から水源保護に取り組んでいる。

- ・ 新しい水源地の建設が困難
- ・ 汚染のリスクと汚染処理コストの削減
- ・ 顧客の意識や懸念およびコミュニケーションの向上
- ・ PFASの対応（規制が追いついていないため）
- ・ 監視（モニタリング）と規制緩和の可能性（コスト削減の観点）

水源評価の4つの主要な流れとしては、以下のとおりである。

- ① 水源の保護地域の特定。表層水（流域）や地下水（水脈）の範囲等
- ② 位置の特定後、調査をし、汚染物質や潜在的な汚染源を特定しリストアップする。  
例) ゴミ処理場や工場
- ③ どのようにして汚染されるかを明らかにし、どこから水を取水するかを検討することで、リスクを明らかにする。
- ④ このサイクルを5年に一度繰り返し、評価をする。

### (3) 水源保護のための資金の考え方

水源保護には資金の確保も重要となる。例えば、水源が汚染され、処理が必要な場合、技術的には粒状活性炭・イオン交換による処理が有効であるが、浄化施設を作るには多額の費用がかかってしまう。研究によると、調査対象の地域の汚染された地下水供給の処理に必要な費用は、汚染を防ぐ水源保護活動の費用よりも平均して30～40倍（最大200倍）高額であったことが示されている。

また、汚染は新しい水系感染症の病原体や化学物質によって増加する可能性がある。クリプトスポリジウムや大腸菌等の病原性生物は、飲料水を介して人々に伝染し、死に至るケースもある。また、金属、揮発性有機炭素、合成有機化学物質、および農薬は、健康に基づく飲料水基準を超えるレベルであれば、人々に深刻な健康問題を引き起こす可能性がある。

水資源の管理は、生態系の保護にも影響しており、植物や野生生物の環境保全のため重要な役割になっている。また、人間の活動においてもきれいな水源は水泳、釣り、ボート遊び等のレクリエーション活動に寄与している。保全の活動はそれらに従事する人々の生活の質を向上させることに加えて、地域経済に経済的利益をもたらす可能性があると考えられている。

## 7 アメリカの配水管理・水質基準

### (1) 配水管理と漏水

アメリカの水道施設は送配水管、ポンプ、バルブ、配水池、メーター、分水栓等で構成されており、日本と大きな相違はない。アメリカ全土の配水管の推定延長は、以下の通りである。

- ・1,300,000 マイル (208万km) の配水管 (Grigg, 2005;Kirmeyer等、1994)
- ・2,000,000 マイル (320万km) の配水管 (ASCE による推定値) (ASCE, 2021)
- ・154,000の配水池 (AWWA、2003年)
- ・5,000,000マイル (800万km) の給水管(Edwards et al, 2003)

アメリカでは消防活動のため消火栓を多く設置する傾向があり、およそ10万基設置されている。配水管の口径が大きくなる傾向にあり、浄水場から消費者に水が届くまでに、12日ほどかかるという。

管種も様々な種類があり、図36に布設割合を示す。

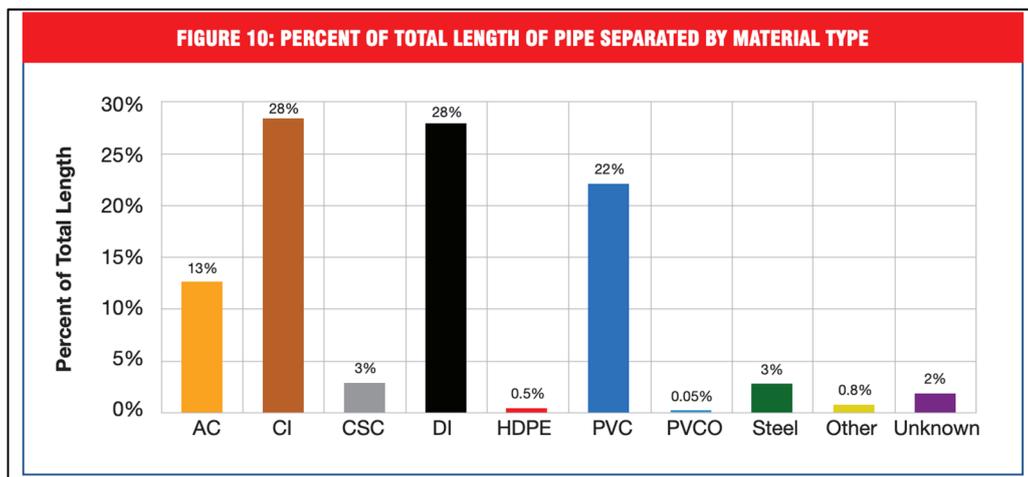


図 36 アメリカにおける水道管の各管種の布設割合

老朽化した配水管の布設替は、最も懸念される事項 (水道産業状況報告書2019-2023) に分類され、実際に漏水は管路160km中年間20件~30件ほど発生している。アメリカ全土で考えた時、2分間に1回発生していると推定され、年間300,000回もの漏水が発生している。米国環境保護庁によると、2023年から30年後までに布設替えに必要な費用は6,250億ドル以上と考えられており、広範囲にわたり更新が必要とされている。

しかし、布設替えは耐用年数に合わせて行うことが望ましいが、全てが年数で決まるわけではなく、右図のように、19世紀に布設された鑄鉄管が健全な状況である場合もあり、1975年に布設された鑄鉄管が腐食している場合もある。また、比較的小口径な管は漏水しやすい反面修繕するのが容易であるが、大口径の間では漏水が起きると断水



図 37 埋設管の状況 (左は1883年、右は1975年)

等により配水ブロックの供給が止まってしまう場合があるため、布設替の優先度をリスク判断し決定する必要がある。このようなリスクに対しAWWAは、データに基づいた評価をしており、埋設管の性能を確認するような取り組みをしている。

## (2) 漏水に伴う水損失

アメリカでは漏水を考える際、水を損失しているという観点を重要視している。AWWAによると毎日60万ガロン（約2,300t）の水道水が漏水により損失している状況であるという。図38の写真を比較すると、左写真は陥没するような漏水で、一見すると道路が沈み公衆災害を及ぼすような状況であるが、顕在化したため修理により出水を止めることができる。右写真は小さな漏水で出水量として左写真よりも少なく見えるが、規模が小さく発見されにくい一方、長期的にみると、多く損失している場合もある。



図 38 漏水の状況

## (3) 配水システムの目標値

配水区域の問題について以下の通り、目標値を設定している。

### ア 物理的な健全性

100マイルあたり15件の破損・漏水にする。

### イ 水圧の健全性

圧力測定と管理を徹底し圧力変化を1時間ごとにモニタリングする、

### ウ 水質の健全性

残留塩素について遊離塩素0.2mg/l,以上、結合塩素を0.5mg/l以上とする

## (4) 鉛給水管の対策

アメリカでは何百万世帯にわたり鉛の給水管が使われており、ミシガン州では鉛による健康被害が深刻に出た実例がある。顕在化する鉛への対策として、空気弁を取り外した状態ですべての屋内の蛇口を開く高速洗浄を行うことや、鉛給水管の布設替、学校と保育園の鉛濃度のモニタリング、腐食による鉛の溶出の制御と研究、溶出防止のためオルトリン酸塩系腐食防止剤の投入等が行われている。



図 39 撤去した鉛給水管



## 8 デンバーウォーターと浄水場見学

### (1) デンバーウォーターについて

デンバーウォーターは、1918年に設立されコロラド州で最も古く最大規模の水道事業体である。コロラド州民の約4分の1に対し水道事業を行っている。主な水道施設としてはロサンゼルスからニューヨークほど（北アメリカ大陸横断に相当する）3,000マイル以上の配水管、20のダム、22の配水場、30の地下貯蔵タンク、4つの浄水処理場を有している。

デンバーウォーターの主な水源は、サウス・プラット・リバーを初めとした6つの川等である。また、上記の川はコロラド州民の他、18州及びメキシコへの水供給も担っている。

デンバーウォーターでは、山火事による水源の水質汚染が課題となっている。以下は、山火事の例である。

#### ・バッファロー・クリーク

山火事1996年にストロンティア・スプリングス貯水池近くの11,700エーカーの森林を焼き尽くした。火事後すぐに雨が降り、瓦礫や堆積物が貯水池に押し流され、水源水質が悪化することになった。

#### ・ハイメドウの山火事

2000年6月12日から8日間ほどにわたり、ジェファーソン郡とパーク郡の1万エーカー以上の森林を焼いた。

#### ・ヘイマン山火事

2002年6月8日から1カ月ほどにわたり、138,114エーカー以上を燃やし、コロラド州史上最大の山火事となった。

山火事後の対応のための貯水池の水質改善に多くの資金を必要としたこと、デンバーウォーターの水源は雪解け水や降雨に由来することから、デンバーウォーターと米国森林局の間で「Forests to Faucets（森から蛇口まで）」というパートナーシップを結び、共に水源・森林の保全に取り組んでいる。

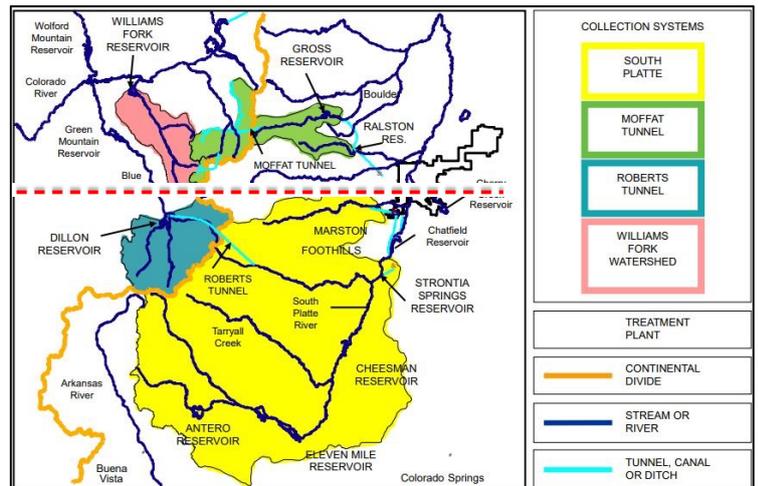


図 41 デンバーウォーターの流域

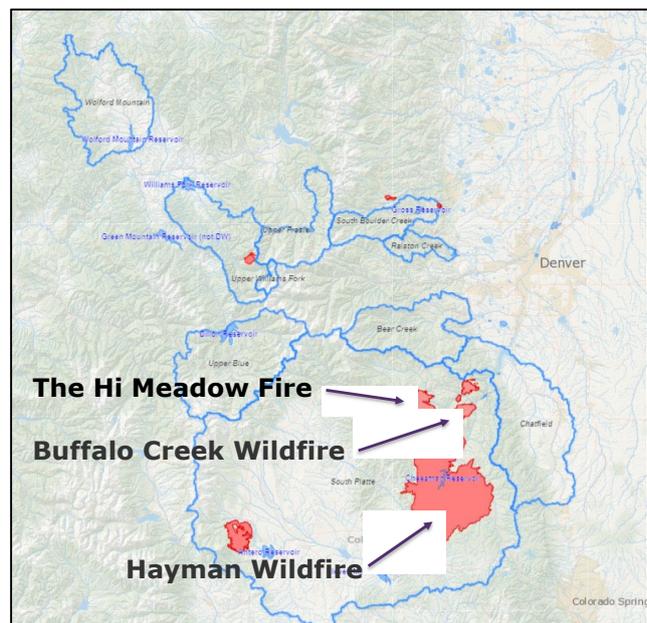


図 42 デンバーウォーターの流域における山火事の規模

## (2) デンバーウォーターの所有する浄水施設について

デンバーウォーターの所有する浄水場と浄水処理する水量は以下のとおりである。

- ・フットヒルズ浄水場・・・1日当たり280メガガロン（126万 $m^3$ ）
- ・マーストン浄水場・・・1日当たり250メガガロン（113万 $m^3$ ）
- ・モファット浄水場・・・1日当たり180メガガロン（81万 $m^3$ ）

各プラントは管轄内のあらゆる地域に水を供給することができる。夏季は、3つのプラントすべてが稼働しているが、冬季はプラントの1つをメンテナンスのため稼働停止にする。

また、飲料用水道水のみならず、排水を再生し、主に工業用および屋外の灌漑用に年間数10億ガロン分を処理し供給している。再生水は、デンバー市内の多数の公園、学校、ゴルフコース、その他の事業にも寄与している。

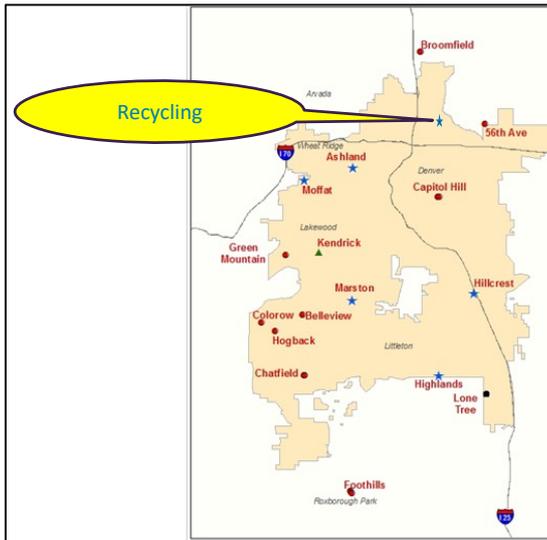


図 43 デンバーウォーターの管理する再生水プラント

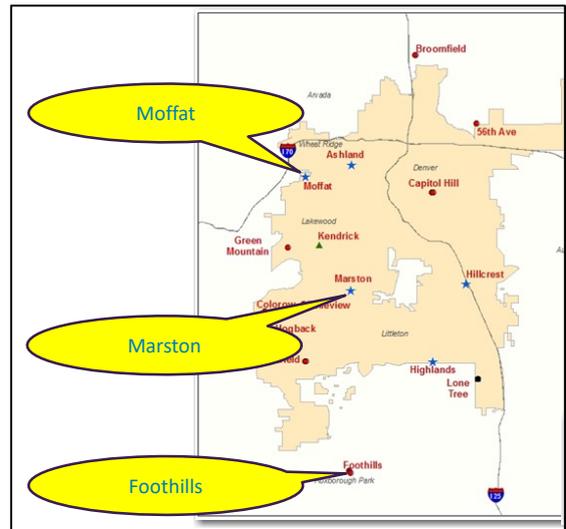


図 44 デンバーウォーターの管理する浄水場

## (3) 浄水処理

デンバーウォーターの水道水の浄水処理は以下の順の通りである。

- 1 原水の流入
- 2 凝固剤の追加
- 3 凝集
- 4 沈降
- 5 ポリマー
- 6 ろ過
- 7 消毒
- 8 消毒剤との接触
- 9 防錆
- 10 飲料水の完成

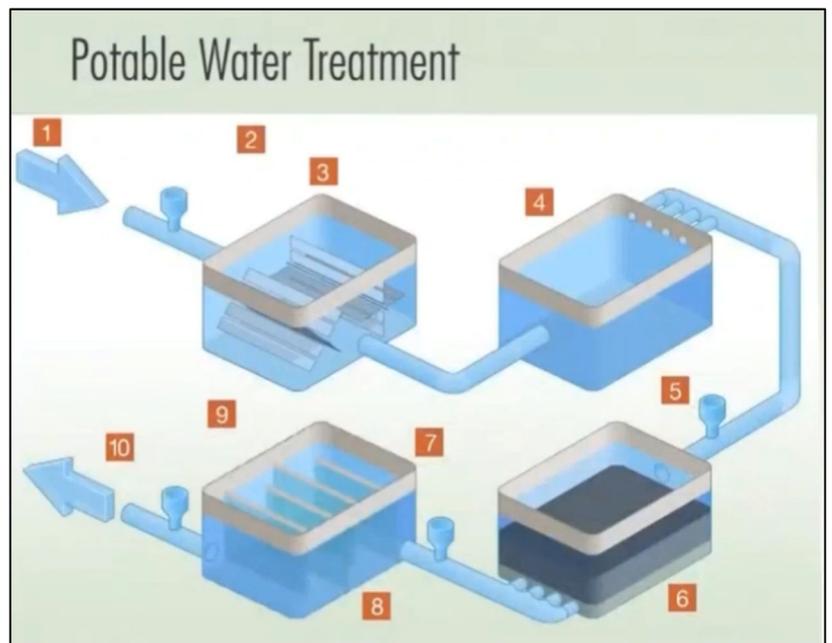


図 45 浄化処理の一連の流れ

## ① 原水の流入

デンバーウォーターの原水は複数の流域から集められた山の雪解け水であり、1つの貯水池に集められる。

## ② 凝固剤の追加

ミョウバン等を追加することにより、リンや微粒子と化学的に結合することでより大きな粒子を形成する。

## ③ 凝集

混合により水中の粒子が衝突し、凝固剤の作用で粒子同士が結合しフロックを形成する。

## ④ 沈降

形成されたフロックは水の流れに従い沈殿池の底に沈殿する。沈殿池の床にあるスクレーパーにより沈殿した粒子を収集し、処理後に廃棄する。

## ⑤ ポリマー

非イオン性ポリマー（ポリアクリルアミド）を添加して、ろ過の効率を高める。

## ⑥ ろ過

水中に残っている小さな粒子を除去する。流水がろ材を通過することで吸着され、懸濁物質を除去する。

## ⑦ 消毒

残留する可能性のある微生物に対応するため、消毒剤（塩素系やフッ素系等）を添加する。デンバーウォーターは、配水システム末端の水質を維持するために、添加する消毒剤の量を注意深く監視している。

## ⑧ 消毒剤との接触

水がバッフルの周りをゆっくりと流れ、完全に混ざり合う時間を確保し、消毒剤と効率よく接触させる。

## ⑨ 防錆

水が金属パイプや配管器具に損傷を与えない(ミネラル分の蓄積を防ぐ)ようにするために化学薬品を追加する場合もある。

## ⑩ 飲料水の完成

浄水処理が完了した飲料水は、家庭、企業、産業、公園に分配される。

#### (4) マーストン浄水場見学

本研修ではデンバーウォーターの管理する、マーストン浄水場の見学を行った。  
以下は見学時の写真である。



貯水池の様子



導水管



残塩計



形成されたフロック



浄水池



ケーキ処理

## 9 Rocky Mountain Water Conference

### (1) Rocky Mountain Water Conference

AWWA の Rocky Mountain Section と Rocky Mountain Water Environment Association の年次合同会議が2023年9月10日から9月13日に開催された。本研修では11日に基調講演や研究発表のほか企業ブース等の展示会に参加することができた。

民間企業の CDM Smith という建設会社の「Watermain Improvements : Forward Thinking On Construction And Operations」という基調講演を傍聴した。近年の配水管の布設替の設計には当該管路の流量の変化や水圧の解析、許容できる最小の口径や当該箇所の水圧分布の調査、管路のダウンサイジングをすることによる経費の削減等がトレンドであるという内容に興味を持った。特に日本においても人口減少に伴う水需要減少や過大口径による滞留水が問題とされ、管路のダウンサイジングは取り組まれているが、まさに課題が共通であることを感じた。アメリカでは多くの箇所に地上式の消火栓を設けているため、配水管の口径が大きくなる傾向にあるのではないかと推察した。

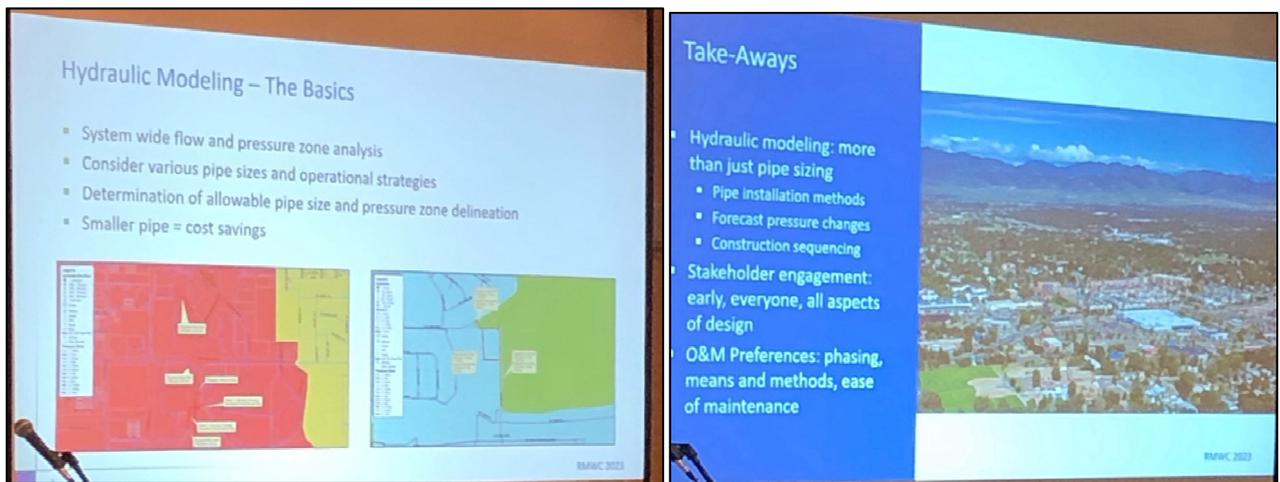


図 46 基調講演のスライド

合同会議はフォーマルな雰囲気であると予想していたが、図47のように各グラスに入った水道水を含めた多様な水を味見する「利き水」のようなイベント等来場者を引き付けるようなセッションがあり、とても充実していた。

また、企業ブースにてガラス繊維管の展示を見学した。企業の方にお話を伺った所、特徴は高流速による摩擦に耐える点、施工性が良い点、継ぎ手も漏水しにくい点、比較的安価である点であるとのことであった。あまり馴染みのない材質のため、日本での導入事例を調べたところ、下水道に使われる事例があることを知ることができた。



図 47 利き水の様子



図 48 ガラス繊維管の展示

## 10 Water2050

### (1) Water2050の概要

現在世界の人口は70億人であるが、2050年には98億人に達するとされている。更に気候変動等によって世界人口の31億人が水不足になり2.4億人が水資源に恵まれず、14億人がトイレに行けなくなると予測される。AWWAは2050年に向けての水道産業の課題に対し、Water 2050という事業に取り組み始めた。

Water 2050には以下のような4つの目標がある。

- ・ Establish (策定) 水の未来に関する長期ビジョン(Water2050)の策定
- ・ Develop (開発) 長期計画に重点を置いた水道コミュニティの開発
- ・ Build (建設) 水道コミュニティのソートリーダーシップの構築
- ・ Broaden (拡張) 水道コミュニティを超えて水の未来に影響を与える

四つの目標を達成するために水道部門内外の有識者がシンクタンクに集まり、水道の未来を検討している。

シンクタンクの部門には、「持続可能性」、「テクノロジー」、「経済学」、「ガバナンス」、「社会/人口統計」があり、水道事業コミュニティ内外からの視点により参加者が議論している。

#### ● Sustainability (持続可能性)

水資源、水源保護、インフラ、ネット・ゼロ・エミッション、水の再利用、気候変動

#### ● Technology (テクノロジー)

イノベーションの加速、AI、IoTの活用、サイバーセキュリティ

#### ● Economics (経済学)

循環型、資金提供、地域化、

#### ● Governance (ガバナンス)

規制と規制構造、連邦・州・地方行政機関の役割、目的に適した規則、グローバルな影響

#### ● Social/Demo (社会/人口統計)

国民の信頼、水の公平性、人口増加や移動のトレンド、都市化、水道労働者、水使用量

特にテクノロジーにおいては、データ、分析、コンピューターに限らない「モノ」をインターネットに接続する(IoT)、機械学習、人工知能(AI)の進歩は、水道システムの運用に影響を与えることになると考えられる。例えば、現状水道は管路が当たり前であるが、配水システムをコンパクトにしていくことに焦点を置き、技術開発を進めることで、大気中の水蒸気を飲料水に変えるようなシステムが開発され、水道管が不要になるような未来が来るかもしれない。

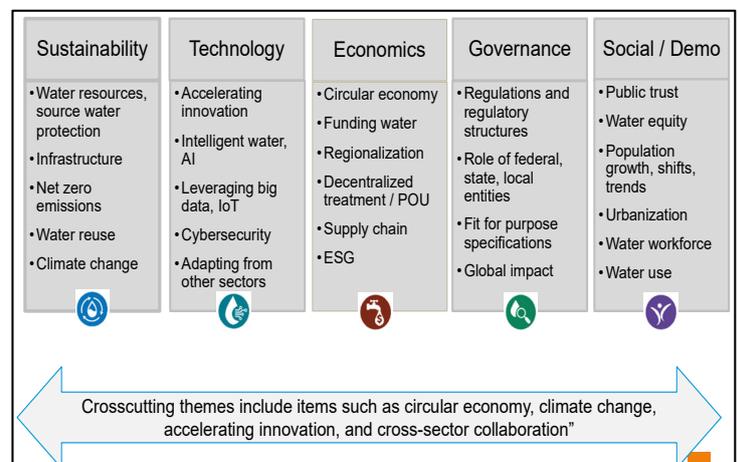


図 49 Water2050における各シンクタンクの部門

## 1 1 総括

### (1) 日本とアメリカの考え方

本研修を振り返り、日本とアメリカの水道事業を比較した際に地域差はあるものの、水道施設の更新や老朽管の布設替、水道料金の値上げ、お客様とのコミュニケーション等多くの共通する課題があると感じた。

講義内容ではアセットマネジメントについて深く学ぶことが多かった。職場でこの言葉をよく目にすると感じていたが、基本的には技術や蓄積されるデータを駆使して事業体の資産である水道施設を計画運用するのに最適な手法を考えていくことだと認識した。また、日々の業務そのものがアセットマネジメントなのだと思った。しかし、日々の業務を振り返ると仕事が縦割りになりがちであると感じた。無論、部門ごとに与えられる業務をこなすことは重要なことであるが、アセットマネジメントを遂行するためには、ただ自分の部署の業務や事業計画を実行するのではなく「職員が事業体の一員MeでなくWeで」という意識を持ち、全体の目標を達成しなければならないと感じた。

配水管の漏水についてのトピックの際、アメリカでは漏水は水損失についての考えを重要視していることが私にとって1つの気づきであった。漏水発生時には、起こりうる公衆災害のこと、修理の手法、緊急の占用協議に考えが集中しがちであり、私にはお客様に供給する水質管理された水が失われているという意識が欠けていた。小さな漏水が長い期間を経て、大きな漏水量になってしまうという意識を持ち、現状修理できていない漏水箇所の修理に臨みたく思う。また、漏水に対して事後対応でなく予防的な対応が重要であることも学んだ。アメリカでは試掘により管の状況・性能を確認し、漏水リスクの判断後に布設替えの優先度を決定している。そのような考え方を直に取り入れるわけではないが、例えば給水取り出し工事や漏水修理時の掘削等で露出する既設管状況のデータ等を路線ごとに蓄積しマッピングに反映していくことも、脆弱な管路の洗い出しやアセットマネジメントにもつながるのではないかと考える。

本企業団では、本管の老朽化に伴い夾雑物が発生し、屋内給水装置等への目詰まりを起こす等、お客様に被害を及ぼしている現状がある。また、その際の損害補償についても保険を用いて、直接お客様とやり取りを行っている。アメリカではそのような被害に対する補償費がお客様の支払う水道料金に保険料として含まれており、もし被害が発生してもお客様の手続きにより補償が可能であるという話がとても印象深かった。事業体とお客様間の摩擦が発生しなそうな制度だと感じた。既存の制度の在り方についても、こうしなければならないという固定観念にとらわれずに、柔軟に対応できるような制度の仕組みや在り方を熟考したい。

水道事業を考える際、事業体の直接の業務とは異なるため水源の保全についてあまり重要な関心事にならないのかもしれないが、アメリカでは山火事や上流の工場等施設の排水に起因する水源地の汚染についてとても懸念を示していた。それには汚染や渇水により配水がしばしばストップしてしまうケースがあることや、生活の中で下水を再生水として浄化し利用する等の背景から、根底に水資源がとても貴重であるという意識を持っていると感じた。日本では列島を通して大きな渇水が起きるのは稀であり、下水は当然の如く下水処理場で処理しそれを流域に放流する。水資源の恩恵について考え、保全していくような動きは日本の水道事業体も検討すべきであると感じた。本企業団では上下流の交流の一環として、水道料金から使用量1m<sup>3</sup>あたり1円を積み立て水源地域の森林保護・育成等のための活動資金にすることや、お客様と水源の森に植樹をする取り組みを行っており、前AWWAのCEOであるChi Ho Sham氏に当活動を水源の保護の一環として高く評価していただいた。

## (2) 研修を通しての所感

私は学生時代に所属していた研究室にて発展途上国の留学生と交流した経験から、土木エンジニアとして海外での仕事を経験したいと思ったことがきっかけとなり本研修を志願した。この機会に万全を期すため、研修までに日常会話レベルの英語参考書や英単語帳を読み直し、通勤時にはラジオビジネス英会話で会話の練習をした。いざデンバー国際空港で税関職員に入国目的を聞かれた時、緊張して話したことがあまり理解してもらえなかったのは悔しかったが、アメリカの文化や雰囲気慣れていくうちに、周囲のアメリカ人とも簡単な会話ができるようになったと感じた。また、帰国後、AWWAのRebecca氏から **Your English is good. I had no problem to talk with you.** とメッセージをいただいたのはとても嬉しかった。

今回の研修生の中で私は最年少で、水道事業に携わり6年目と決して長いわけではないため知識が無い事項もあり、まだまだ未熟だと感じたが、研修生の先輩方から普段職場で学べないようなこともご教示いただいた。また、研修中に各々の水道事業を振り返った時間はかけがえのないものであった。Water2050で学んだように他事業体の研修生同士がつながり、互いの水道事業をよりより良いものとするように協力し合いたいと思う。

最後に、Chi Ho Sham氏、LaFrance氏並びにRebecca氏を始めAWWA 職員として研修を進めていただいた皆様、貴重なご講義をして頂いた講師の皆様、通訳として講義中のみならず渡航中も積極的にご協力いただいた山口氏、ご引率いただいた渡部氏を始め、本研修を計画・実施いただいた日本水道協会の皆様、このような貴重な機会を与えてくださった所属長を始めとした愛知中部水道企業団の関係職員の皆様に感謝を申し上げます。



写真 AWWAでの集合写真