

令和6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：札幌市水道局総務部企画課技術研修担当 遠藤 美由紀

研修期間：令和6年9月2日(月)～令和6年9月8日(日)

報告書作成日：令和6年11月7日(木)

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	5
	(1) アメリカ合衆国の概要	
	(2) AWWA について	
	(3) MWD について	
	(4) アメリカ水道事業の現状と課題	
	(5) アメリカ水道事業のガバナンスモデル	
	(6) 財務の健全性	
	(7) 水道産業における新たな課題	
3	アセットマネジメントについて	11
	(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	カリフォルニア州の渇水対策について	13
	(1) 現状と課題	
	(2) 対策	
5	AWWA の事業体管理基準について	14
6	関係者とのコミュニケーションについて	16
7	施設見学	18
	(1) Diemer 浄水場について	
	(2) San Vicente Dam について	
	(3) San Diego Pure Water について	
8	Water2050 について	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	
9	総括	24
10	引用・出典	25

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。

本研修は、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、令和6年度は、9月2日から9月8日までの1週間、アメリカ合衆国カリフォルニア州（ロサンゼルス、サンディエゴ）において開催された。

(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：アメリカ合衆国カリフォルニア州（ロサンゼルス、サンディエゴ）

研修会場：9月3日 The Metropolitan Water District

(700 North Alameda Street Los Angeles, CA 90012-2944 アメリカ合衆国)

9月4日 Diemer in Yorba Linda facility

(3972 Valley View Ave, Yorba Linda, CA 92886 アメリカ合衆国)

9月5日 San Diego County Water Authority (4677 Overland Avenue San Diego)、
San Vicente Dam (CA 92123、13500 Moreno Avenue, Lakeside, CA 92040)

9月6日 North City Water Reclamation Plant

(4949 Eastgate Mall, San Diego, California 92121)

(3) 研修日程

月日	時間	日程
9月2日(月)	16:45	羽田空港 発
	11:25	ロサンゼルス国際空港 着 (時差-16 時間)
		Double Tree Hilton (宿泊先) 着
		昼食 (各自)
	18:30	Welcome dinner
9月3日(火)	9:00	Double Tree Hilton (宿泊先) 発
		徒歩で移動
	9:30	MWD (南カリフォルニア都市圏水道局) 着
	10:00	開会挨拶 (Heather Collins)
	10:15	講義: MWD の紹介 講師: Noosha Razavian
	10:55	研修生自己紹介
	11:25	講義: AWWA の紹介 講師: Chi Ho Sham
	12:15	昼食
	13:00	日本の水道の現状 (発表者: 日本水道協会 山田氏)
	13:25	講義: AWWA 水道業界の現状調査 講師: Chi Ho Sham
	13:40	講義: ガバナンス、政策、財務の健全性 講師: Jim Elliott、Robert Cheng
	18:30	夕食
	9月4日(水)	8:00
		AWWA バスで視察先へ移動
10:30		Diemer in Yorba Linda facility (ヨーバ・リンダのディーマー浄水場) 到着
10:35		講義: Diemer 浄水場の紹介
11:00		視察: Diemer 浄水場 オゾン処理施設、凝集沈殿地、ろ過池ほか
12:30		昼食
13:00		講義: 水資源と運用の最適化 (水源、処理、配水、管理システム)
16:30		AWWA バスでサンディエゴへ移動 (約 2 時間)

	18:30	Courtyard San Diego Sorrento Valley (宿泊先) 着
	19:00	夕食
9月5日(木)	8:00	Courtyard San Diego Sorrento Valley (宿泊先) 発
		AWWA バスで視察先へ移動 (約1時間)
	9:00	San Diego County Water Authority (サンディエゴ郡水道局) 到着
	10:45	講義: 強靱化とインフラの安定性 (リスク管理: 気候変動、地震、干ばつ、洪水、水損失、資産管理) 講師: Chi Ho、Colin Chung ほか
	12:30	AWWA バスで視察先へ移動 (バス内で昼食)
	13:20	San Vicente Dam (サンヴィセンテダム) 到着
	13:30	講義: San Vicente Dam の概要
	14:40	視察: San Vicente Dam
	15:30	AWWA バスでホテルへ移動 (約2時間)
	19:00	夕食
	9月6日(金)	9:00
		AWWA バスで視察先へ移動
9:20		San Diego Pure Water の North City Water Reclamation Plant (サンディエゴ水再生処理場) 到着
9:30		講義: 関係者とのコミュニケーション (新たな汚染物質、システム投資、定期的および非定期的なメンテナンスとアップグレード、広報)
12:00		昼食
13:00		講義: サンディエゴ水再生処理場の概要
14:30		視察: サンディエゴ水再生処理場
15:00		閉講式
15:30		AWWA バスでロサンゼルスへ移動 (約3時間)
18:40		Embassy Suites by Hilton Los Angeles International Airport North (宿泊先) 着
19:00	夕食	
9月7日(土)	6:45	Embassy Suites by Hilton Los Angeles International Airport North (宿泊先) 発
	10:00	ロサンゼルス国際空港 発
9月8日(日)	14:00	羽田空港着 (時差+16時間)、解散

(4) 参加者

・研修生

遠藤 美由紀	札幌市水道局総務部 企画課 技術研修担当係 技術職
伊藤 大河	秋田市上下水道局 浄水課 設備係 主任
大森 将希 (団長)	草加市上下水道部 水道工務課 技師
高木 翼	豊田市上下水道局 総務課 主査
北田 聡 (副団長)	大阪市水道局 工務部 計画課 担当係長
島本 浩司	広島市水道局 技術部 設備課 技師
山本 健一	米子市水道局 総務課 係長
森永 拓典	福岡市水道局 計画部 計画課 総括主任

・事務局

山田 さくら	日本水道協会 研修国際部 国際課 主事
--------	---------------------

・通訳

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 の州で構成される連邦共和国で、国土面積は 983.4 万km²（日本の総面積の約 26 倍）である。人口は約 3 億 3,650 万人（2024 年時点）であり^{※1}、今後も増加傾向が続くものと見込まれている。

本研修では、カリフォルニア州（ロサンゼルス、サンディエゴ）を訪れた。カリフォルニア州は、総面積 42.3 万km²（日本の総面積の約 1.1 倍）であり、全米 50 州中第 1 位となる人口約 3,934 万人を有する。今回の研修先である南カリフォルニア地方の気候は、半乾燥性亜熱帯に属し、年間を通じて快適な気候に恵まれている。雨量は、冬季山嶺に降雪があるほかは極めて少なく、夏期の昼夜の気温の差が大きいことも特徴である。研修期間中は、日中 25℃以上、夜間 20℃前後と同時期の札幌市よりも暖かい気温であり、雨が降ることもなく晴天が続き非常に過ごしやすい環境であった。

カリフォルニア州の経済の特徴としては、総生産は全米第1位であり、米国民所得の約14%を占めている。温暖な気候、肥沃な土壌、充実した灌漑施設による水利の便に恵まれた農業に加えて、シリコンバレーに代表される最先端を行く電子工業及び航空宇宙関連産業を中心とする工業がカリフォルニア経済を支えているといわれている。^{※2}



図1 カリフォルニア州（ロサンゼルス、サンディエゴ）位置図（Google マップより）

(2) AWWA について

AWWA は、1881 年に設立され、当時は組織を立ち上げた 22 人のみであったが、現在の会員数は 51,000 人（そのうち 4,000 人がボランティア）となっている。組織としては、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ている（図 2）。

評議会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徴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“知識の交流・交換・創造”を大きな目標としており、主な活動としては「水道事業に関する標準規格の策定」、「研究開発活動の推進」、「教育研修プログラムの実施」、「情報発信」、「政策提言」、「国際協力」を行っている。この活動は北米のみに留まらず、近年の国際協力としては、2015 年に 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。

アメリカの水道事業では飲料水、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、トータルで考えるべきであるという考えに基づき“Total Water Solution”もしくは“Water Community”という表現が頻繁に使われているという（図 3）。そのため、先述したような AWWA の活動内容は上水道（飲料水）に限ったものではなく、下水、雨水、再生水においても実施されている。^{*3} 日本でも 2024 年から上水道事業が国土交通省へ移管され、上下水道一体型の管理が本格的に始まったが、アメリカではより先進的に取り組まれていることが分かる。



図 2 AWWA 組織図



図 3 Total Water Solution イメージ

(3) MWD について

本研修では、初日に MWD（南カリフォルニア都市圏水道局）で講義を受けた。MWD はカリフォルニア州北部の豊富な水資源を南カリフォルニア南部に供給することを目的として、1928 年に設立された。MWD は、5 つの浄水場や約 1,340km の配水管等を有しており、約 1,900 万人もの人々に水を供給しているアメリカ最大の水道局である。輸入水源の確保、水質の維持、加盟機関（市や水道局等）への配水（卸売）や水資源の管理、政策への提言等、南カリフォルニアにおいて重要な役割を果たしている。水源は、カリフォルニア州北部からの輸入の他、コロラド川から取水しており、ロサンゼルス、オレンジ、サンディエゴ、リバーサイド、サンバーナーディーノ、ベンチュラ等、広域に渡って水を提供している。しかし、コロラド川を水源とする州は、カリフォルニア州を含め 7 つあり、干ばつや気候変動による水位低下等が深刻な問題となっている。^{*4}

(4) アメリカ水道事業の現状と課題

水道事業体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によると、2019-2024 年のトップ 10 は表 1 のとおりであった。

表1 水道事業が直面している課題ランキング(2019-2024年)

ランク	2024	2023	2022	2021	2020	2019
1	集水域・水資源の保護	老朽化施設の更新・再構築	老朽化施設の更新・再構築	老朽化施設の更新・再構築	老朽化施設の更新・再構築	老朽化施設の更新・再構築
2	資本改善のための資金調達	長期的な水道事業の可用性	資本改善のための資金調達	資本改善のための資金調達	資本改善のための資金調達	資本改善のための資金調達
3	老朽化施設の更新・再構築	資本改善のための資金調達	長期的な水道事業の可用性	長期的な水道事業の可用性	長期的な水道事業の可用性	長期的な水道事業の可用性
4	長期的な水道事業の可用性	水資源の価値に対する住民理解	労働者の高齢化・退職	緊急事態への備え	水道システム・サービスの価値に対する住民理解	水道システム・サービスの価値に対する住民理解
5	財務の持続可能性	集水域・水資源の保護	水道システム・サービスの価値に対する住民理解	水道システム・サービスの価値に対する住民理解	集水域・水資源の保護	集水域・水資源の保護
6	水道システム・サービスの価値に対する住民理解	労働者の高齢化・退職	緊急事態への備え	集水域・水資源の保護	水資源の価値に対する住民理解	水資源の価値に対する住民理解
7	労働力問題	水道システム・サービスの価値に対する住民理解	集水域・水資源の保護	水資源の価値に対する住民理解	労働者の高齢化・退職	地下水の管理・過剰使用
8	地下水の管理・過剰使用	緊急事態への備え	水資源の価値に対する住民理解	労働者の高齢化・退職	緊急事態への備え	労働者の高齢化・退職
9	干ばつまたは定期的な水不足	地下水の管理・過剰使用	地下水の管理・過剰使用	現行規制への適合	現行規制への適合	緊急事態への備え
10	サイバーセキュリティ問題	現行規制への適合	サイバーセキュリティ問題	地下水の管理・過剰使用	地下水の管理・過剰使用	サービスコストを正確に反映した水の価格設定

課題ランキングを見ると、全体を通じてアメリカも日本と同様の課題を抱えていることが分かる。2024年に最も問題視されている“集水域・水資源の保護”は、昨年は5位であったが、一気にランクを上げた。“集水域・水資源の保護”が課題の最上位に挙げられた理由としては、ここ最近、日本でも問題となっているPFASが関連していると考えられ、水源の重要性が再認識されているためと推察される。PFASについては、AWWAの規制要件にも含まれている(図4)。AWWAは、特にPFOAやPFOSといったPFASを水質に関する最大の懸念事項として挙げており、PFASを処理するための施設改良費は約400億ドルと試算されている。また、国環境保護庁(EPA:United States Environmental Protection Agency)による安全飲料水法における第一種飲料水規則の最大汚染レベルでは、PFOA及びPFOS共に基準値を4.0ng/Lと定めており^{※5}、Black & Veatch社が実施した最近の調査では、これら基準に準じて処理する場合、年間38億ドル超もの費用がかかると推定されている。



図4 水質に関する規制要件

このようにアメリカでも PFAS については未だ対応が追い付いていない面があり、基準に準じて処理するには莫大な費用がかかることに加え、事業体によって対応にばらつきがあることが大きな課題であるというのは、日本と共通しているように感じた。

なお、3 番目に問題視されている“老朽化施設の更新・再構築”は、これまで長年課題の最上位であったが、最近では政府の介入により改善されてきているという。資金に関する問題が深刻となっていることから、水道事業者のみの資金調達では限界があり、政府からの十分な支援が必要となっていることが分かる。

(5) 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 5,000 人以上に給水していることになる。また、事業体によって、上下水道を併せた事業であったり、上水道のみまたは下水道のみの事業であったりと、事業形態は様々であるとのことであった。アメリカの水道事業の経営は、公営と民営の 2 つに大別され、およそ 8 割が公営、2 割が民営で行っている。本研修においては、アメリカ水道で見られるガバナンスモデルのうち、一般的な 5 つの構造を学んだ。以下に 5 つの特徴を示す。

① 地方自治体（市政）型 1

アメリカで最も一般的なモデルの 1 つであり、市長が最高責任者で市政府内に水道事業がある構造となっている。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、水道料金の値上げに対する消極的な態度等のデメリットがある（図 5）。

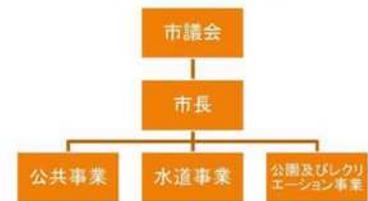


図 5 地方自治体（市政）型 1

② 地方自治体（市政）型 2

①とよく似た形態だが、唯一異なる点が、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ある。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）。



図 6 地方自治体（市政）型 2

③ 地方自治体（公営企業）・理事・委員会型 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いる。（図 7 で点線表記なのはそのため）ゆえに方針や手続き等の柔軟性が高く、物品購入や人事を柔軟に行うことができ、収入が他事業に使われることがなく全て水道事業に還元できるというメリットがある。一方で、債権による資金調達は収益債券（課税対象）に限定されるというデメリットがある（図 7）。



図 7 地方自治体（公営企業）・理事・委員会型 1

④ 地方自治体（公営企業）・理事・委員会型 2

③とよく似た形態だが、③の市長と市議会の繋がりが無い形態で、監理者が選挙により選出されるという違いがある。メリット・デメリットは③と同様である（図8）。



図8 地方自治体（公営企業）・理事・委員会型 2

⑤ 民間水道事業型

民間企業によって運営される水道事業体であり、市政等から切り離されているため、方針や手続き等の柔軟性が非常に高く、運営が損益ベースで行うことができるモデルである。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。一方で、“透明性”が疑われやすくもあり、料金の承認を得るためには委員会による承認が必要となる（図9）。



図9 民間水道事業型

本研修では、民間企業として水道事業を運営しているリバティ社の Jim Elliott 氏（シニアマネージャー）から、水道料金の設定方法について興味深い話を聞くことができた。リバティ社は、カリフォルニア州にある民間企業であり、水道事業のほかにも電力事業やガス事業を運営している会社である。個人的には、水道の民営化と聞くとどうしても利益追求のため料金が上がる傾向にあるイメージがあった。しかし、リバティ社では、3年ごとに料金の見直しを行ったり、CPUC（California Public Utilities Commission：カリフォルニア州公共事業委員会）という州政府機関による監視体制が整えられていたりするため、公共とほとんど変わらない料金設定で事業を行っているという。

また、料金設定が顧客の要望と合わないときには、CPUCの調停役により料金値下げ等の交渉が行われ、場合によっては顧客に返金することもあるという話は驚きであった。印象的であったのは、料金設定をする上で最も大事なことは、全てにおいて“透明性”を持つことであるという話だ。実際、CPUCでは、過去12年間の収支結果及び将来4年間に渡る収支見通しの監査が行われており、全てWeb上で公開されているという。

日本ではまだまだ水道事業の民営の例は少ないが、料金値上げについては近い将来適応される例がさらに増えるかもしれない。その際にも、利用者への説明責任を果たし、“透明性”を持つことは何よりも大切であると改めて感じた。

(6) 財務の健全性

図10に事業資金の調達形態、図11にサービス提供にかかる全コストを賄う経営力の有無、図12に過去5年間と比較した現在の資本調達状況を示す。調達方法については、大半が水道料金や政府からの助成金や基金等であり、日本の水道事業と同様の形態であることがうかがえた。

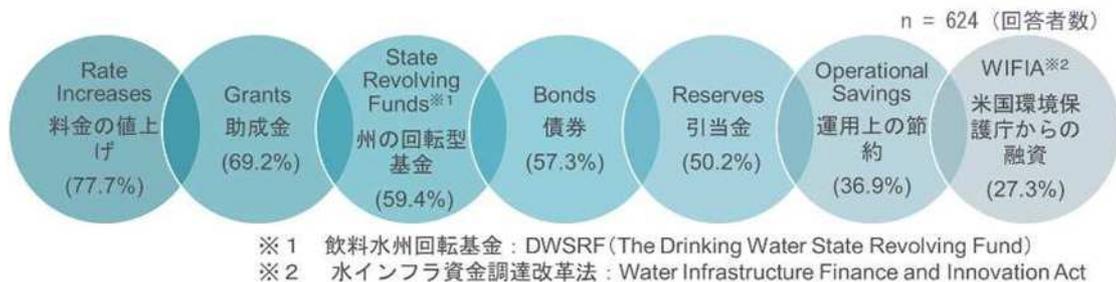


図 10 事業資金の調達形態

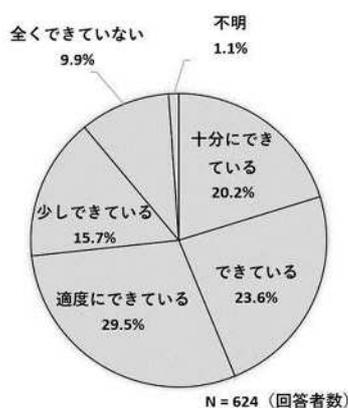


図 11 サービス提供にかかる全コストを賄う経営力の有無

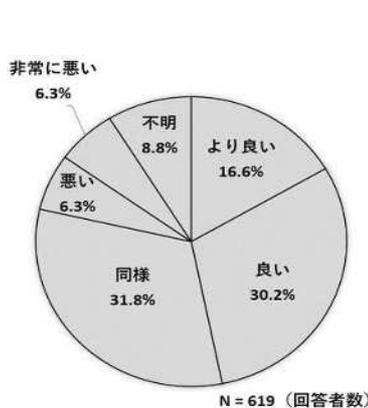


図 12 過去5年間と比較した現在の資本調達状況

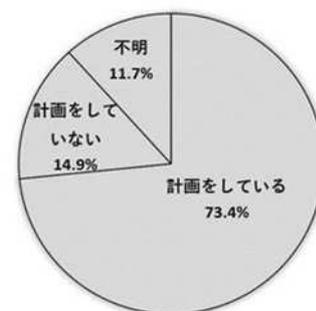


図 13 水道料金の値上げの可能性

現在の経営状況については、「サービス提供にかかる全コスト（以下、サービス費全額）を賄う経営が全くできていない」が 9.9%、「少しできている」が 15.7%、「適度にできている」が 29.5%と半数以上がサービス費全額を満足に賄う経営ができておらず、また、過去5年と比較した場合においても、「非常に悪い」及び「悪い」が共に 6.3%、「同様」が 31.8%と約半数近くが経営の改善に問題を抱えていることが分かる。また、これらの傾向は年々悪化しており、特に中小規模の水道事業者でこの傾向が強くみられている。そのため、財源の健全性に向け、水道料金の値上げ等が検討されている。

図 13 に水道料金の値上げの可能性の有無を示す。水道事業者の 73.4%が 2024 年に水道料金の値上げを計画しているとの回答になっており、先述した課題ランキング 5 位にある「財務の持続可能性」との関連が強いと考えられる。しかし、調査対象の 4 分の 1 以上が価格の改定に苦労しているという現状があるため、料金の値上げの検討と併せて代替の資金調達方法を模索する傾向が強まっているとのことであった。

(7) 水道産業における新たな課題

図 14 に水道産業における新たな課題の調査結果を示す。なお、各課題の詳細については、デジタルトランスフォーメーション(DX)は「生成 AI」、「IT 及び OT (情報技術及び制御・運用技術)」、「サイバーセキュリティ」、代替水源については「直接飲用再生水 (DPR: Direct Potable Reuse) 及び間接飲用再生水 (IPR: Indirect Potable Reuse)」、「脱塩と淡水化」、水処理の最適化と革新については「ろ過と膜ろ過」、「効率性」、インフラ整備と労働力については共に 8 %と同率で内容は「漏水調査」、「デジタルワークフォース」、「資産運用管理」である。

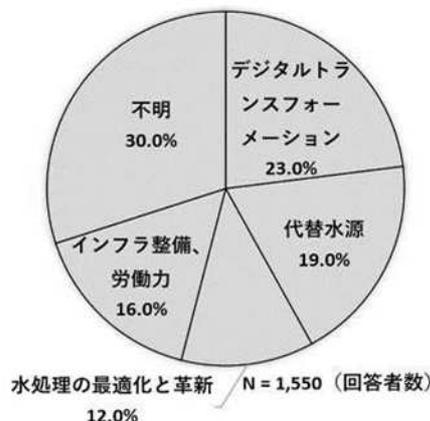


図 14 水道産業における新たな課題

これらの調査結果を踏まえ AWWA の CEO デイヴィッド・ラフランス氏は「一部の水道事業者では、財政難が限界点に達しつつあり、長期的な持続可能性を脅かしている。今日の水道事業者は、インフラ設備の老朽化、PFAS に対処するための高額な新処理技術の可能性、鉛配管の交換、サイバー攻撃から守るために必要な投資、気候変動を背景に将来の供給を確保するためのコストといった従来の問題に取り組んでいる。連邦政府の支援がこの複雑さを軽減するのに有益なのは確かだが、水道事業者は必然的に水道のサービスの提供にかかる全費用を賄う料金を設定する必要がある、また同時に、低所得世帯を支援する方法を見つける必要がある。」と述べている。^{※6}日本でも近年、DX の推進や代替水源の確保、料金値上げ等の資金確保が課題である事業者は多く、アメリカも同様の状況であることがうかがえた。

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。米国環境保護庁(EPA) はそれらを 5 つの質問に置き換え、また 10 のステップ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 (図 15)。

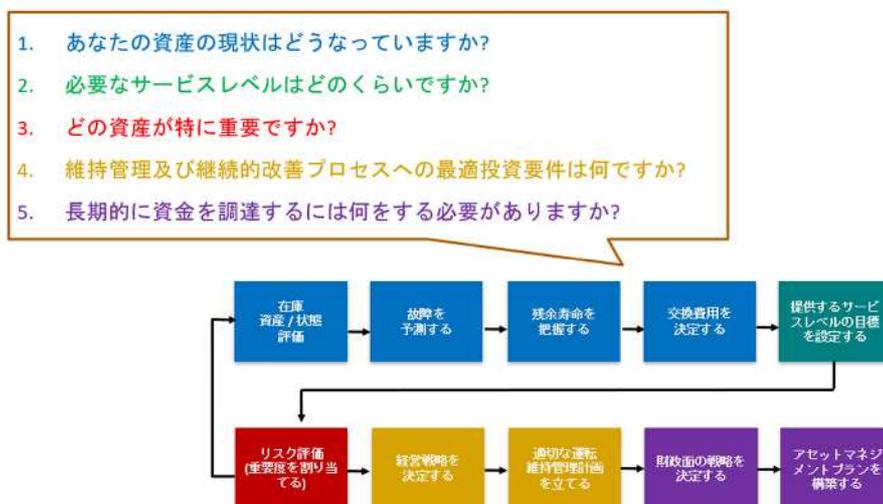


図 15 5 つの質問と 10 のステップ

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（質問 1）。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（質問 2）。その後アセットを評価し、何が最も重要かを定め（質問 3）、適切な経営戦略や運転・維持管理計画を立てて（質問 4）、財政面での計画を立てる（質問 5）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 16）。したがって、一見最もシンプルに見える質問 1 が実は最も複雑な質問だと言える。そして、アセットを決定付ける質問 3 がアセットマネジメントにおける最も重要な部分と考えられる。



図 16 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、日本と同様にアメリカでもインフラ業界は新設のフェーズから更新・維持管理のフェーズへと変化している。しかし、水道施設への投資額と維持管理費の推移（図 17）のとおり、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分かる。

先述の課題ランキングのとおり、アメリカでは水道施設の老朽化が長年問題視されている。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-」という、決して高いとは言えない評価であった（図 18）。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 2,270 万 m^3 ）の処理水が失われている（図 19）。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。」と記載されている。^{※7}



図 17 水道施設への投資額と維持管理費の推移



図 18 ASCE における評価



図 19 大規模な水道管破裂

この講義の中で、Colin Chung 氏からは、“目に見えないものは人の意識から離れていく”という話があった。上下水道のように多くの施設が地下に埋設している事業は、人の意識から離れやすいからこそ、そのような施設こそ優先的に対策を行うべきであるという。

限られた予算の中で膨大な施設を維持管理していくためには、アセットマネジメントは有効な手段である。現状を適切に把握し、問題解決に向けた明確なゴール設定を行い、そこに辿り着くまでの将来予測を行うアセットマネジメントを実行することで、より効率的に更新・維持管理を行うことができる。また、アセットマネジメントを実行することで、「予算をかけないと、将来このようなリスクがある」ということを明確に説明することが可能となり、“透明性”を持った事業を遂行することができるという話もあった。日本でもアセットマネジメントの推進が課題となっている事業体も多いが、より精度を高め、実効性のあるものにする事の重要性を改めて認識した。

4 カリフォルニア州の渇水対策について

(1) 現状と課題

カリフォルニア州は、気候変動等の影響により近年、深刻な渇水の問題に直面している。年間の降水量は、日本で約 1,016 mm であるのに対し、例えばサンディエゴでは、約 241 mm とおよそ 4 分の 1 である。近年では、特に 2020～2022 年にカリフォルニア州で深刻な水不足となった。2022 年には、MWD 全体で 22 億 m³ の需要に対して 16 億 m³ の供給となり、6 億 m³ が不足したため、給水制限を行うに至ったという。しかし、この水不足は 2023 年のうちわずか 4 カ月で解消され、2023 年は結果的に 21 億 m³ の余剰が発生したため、余剰水は次の渇水に備え貯水されているという。このように、ドライとウェットの変動が大きく、気候変動によりこの差がさらに大きくなっており、対応が課題となっている。

また、人口動態の影響も大きい。北部では比較的降水量が多いものの人口が減少している一方で、南部では降水量が少ないにもかかわらず人口が増加しているといった、「人口動態の変化による降水量と人口の不一致」も生じており、水不足がより深刻となっている（図 20）。

(2) 対策

カリフォルニア州においては、ロサンゼルス水道橋、セントラルバレープロジェクト、州水プロジェクト、コロラド川水路という 4 つの輸入水道システムを導入し、水不足への備えを行って

いる。しかし、これらの輸入水道システムは、輸入コストが大きいと、余剰が発生した際にいかに貯水しておくか、また、水源をいかに分散させるかが重要な鍵を握っているという。そのため、サンディエゴでは、San Vicente Damの嵩上げ工事を行うことで貯水量を増加させたり（研修3日目に視察）、海水を淡水化する施設を建設することで代替水源を確保したりするなど、水源を輸入に頼らないシステムを増強して対応しているという。

このように渇水対策に多額の費用をかける事例は日本ではあまり耳にしない話であったが、気候変動により将来的に日本も渇水になる可能性が低いとはいえない。とても他人事とは思えず、非常に興味深い内容であった。

カリフォルニア州の降水量と人口の不一致

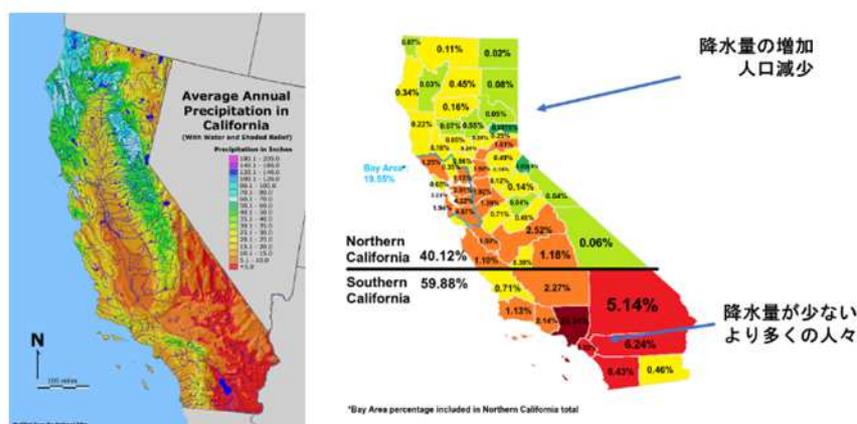


図 20 カリフォルニア州の降水量と人口

5 AWWA の事業体管理基準について

AWWA では、事業体に向けて管理基準を策定している。表 2 に AWWA 規格一覧を示す。AWWA 規格は、AWWA 規格評議会によって定められた水道事業に関する基準等で、米国国家規格協会により認定された規格であり、現在 194 もの規格がある。これらの規格は「井戸」、「水処理」、「管と付属品」、「管の設置」、「施設の消毒」、「メーター」、「給水管」、「ポリエチレン管」、「貯水」、「ポンプ」、「プラント施設」、「水道事業の管理」の 12 に大別され、品質、安全性、効率性を確保するためのガイドラインとして機能している。このうち「水道事業の管理」に大別される 15 の規格は事業体の管理について定められており、これらに従うことで事業体は適正な運営を行えるようになっている。規格の策定には、AWWA のボランティア、専門家、関係者の意見を参考に行っているが、規格は強制力があるものではなく、あくまで枠組みを提供するものであるとのことであった。

本研修では、これら「水道事業の管理」の基準のうち、主に G100、G200、G300 について学んだ。以下に、それぞれの概要を示す。

① G100「浄水場運転管理」について

G100 は、浄水場が適切に運転管理できているかという視点から、水質の確保、維持管理、システムの管理プログラム等、重要な要件を定義することを目的に策定されている包括的かつ広範な最適化ツールである。適切な運転に関する最小要件は、「規制遵守」、「運転管理」、「プラント

の管理とメンテナンス」、「水質管理」の4つに分類される。なお、薬品注入濃度等の細かい部分までは記載されておらず、概要を示すものである。

② G200「配水システム」について

G200 は、配水システムの運用と管理に関して、水質の維持、システム管理プログラム、施設維持管理といった重要案件を定義することを目的としている。配水システムの水質維持のため、規制遵守、モニタリングとサンプリング、残留塩素のメンテナンス、内部腐食制御、管路のフラッシング（洗管）における実践方法を取り上げている。配水システムの管理プログラムとして、水圧監視と管理、クロスコネクションの防止、漏水管理、バルブと消火栓の訓練、外部腐食制御、エネルギー管理、計測手法を掲載している。どのプログラムを導入する必要があるかを記載しているが、プログラムには数値的または定量的な要件は規定していない。すべての事業体は個々の条件に合わせて、独自に目標を設定することとなる。本基準はあくまで具体的なプロセスの枠組みを提供するものである。

③ G300「水源保護」について

G300 は、水源保護について定めたマニュアルであり、水源保護の実現に向けて6つの必須要件を定めている。1つ目が水源保護プログラムのビジョン（方向性）を確定させること、2つ目が水源の特性を評価すること、3つ目が水源保護目標を策定すること、4つ目がアクションプラン（行動計画）を策定すること、5つ目がアクションプランを実施すること、6つ目がアクションプランの結果を評価しビジョン見直しにつなげることである。これら6つを実行することで、汚染物質等から水源を保護することを目的としている。

表2 AWWA 規格一覧

項目		規格番号
井戸		A100
水処理	ろ過	B100、B101、B102、B110、B112、B114、B116、B130、B200、B201、B202
	消毒用薬剤	B300、B301、B302、B303、B304、B305、B306
	凝集・凝固剤	B402、B403、B404、B405、B406、B407、B408、B451、B452、B453
	化学物資の等級と腐食の抑制（規模・質・量・尺度・等級と腐食の抑制）	B501、B502、B503、B504、B505、B506、B507、B510、B511、B512、B550
	味と匂いの抑制	B600、B601、B602、B603、B604、B605
	フッ化物	B701、B702、B703
管と付属品	ダクタイル鋳鉄管及び継手	C104、C105、C110、C111、C115、C116、C150、C151、C153

	鋼管及び継手	C200、C203、C205、C206、C207、C208、C209、C210、 C213、C214、C215、C216、C217、C218、C219、C220、 C221、C222、C223、C224、C225、C226、C227、C228、 C229、C230、C231、C232
	コンクリート管	C300、C301、C302、C303、C304、C305
	バルブと消火栓	C500、C502、C503、C504、C507、C508、C509、C510、 C511、C512、C514、C515、C516、C517、C518、C519、 C520、C521、C522、C530、C541、C542、C550、C560、 C561、C562、C563
管の設置		C600、C602、C604、C605、C606、C620、C621、C622、 C623
施設の消毒		C651、C652、C653、C654、C655、C670、C671
メーター		C700、C701、C702、C703、C704、C707、C708、C710、 C712、C713、C714、C715、C750、C751
給水管（サービスライン）		C800、C810
ポリエチレン管（プラスチックパイプ）		C900、C901、C903、C904、C906、C907、C909、C950
貯水（ストレージ）		D100、D101、D102、D103、D104、D106、D107、D108、 D110、D115、D120、D121、D130
ポンプ		E102、E103、E110、E200
プラント施設		F101、F102、F110、F120、F130
水道事業の管理		G100、G200、G300、G400、G410、G420、G430、 G440、G480、G481、G485、G510、G520、G560、J100

6 関係者とのコミュニケーションについて

水道事業を運営していく上で、市民への広報は非常に重要な役割を果たしている。日本でも、現在は SNS を活用した広報が普及しており、事業者によって様々な工夫が行われているが、正しい情報をいかに分かりやすく正確に伝えるかという点には苦労している事業者も多いと感じる。

本研修では、関係者とのコミュニケーションについて講義を受けた。その中で、広報については、3つの考えが大切であるという話があった。1つ目は、「水使用者とのコミュニケーションは、一方通行では成り立たないこと」2つ目は、「広報は、リスクを侵しながら行わなくてはいけないこと」3つ目は、「予防的にやらないといけないこと」とのことであった。なぜこれら3つが重要なのかというと、水使用者にとって水供給者は“よく分からないことをやっている”存在であり、人は不信感を持った人からの意見を曲がってとらえてしまうという心理学の考えに基づき、まずは人々の恐れを取り除くため、一般の人々と同じ目線で始めるべきであるからとのことである。さらに、“何も言わないこと”は思わぬ憶測を呼ぶため、水供給者側から積極的に発信を行うことが大切であるという。

本研修では、これらを実現するための広報の手法として2つの手法が紹介された。1つ目は、「CAP」という手法である(図21)。これは、Caring、Action、Perspectiveの頭文字をとったものであり、最初に理解を示し(Caring)、次に具体的な対策を示し(Action)、最後に今後の対策を示す(Perspective)という手法である。例えば、水道管の破損により断水した際の市民対応にて役に立つ手法(表3)であり、被害を受けた人々には、科学よりも先に怒りを鎮めるコミュニケーションが何よりも大切であるという考えからきている。「CAP」の手法は、水道管の破損時の市民対応以外でも、料金の値上げや災害時等の市民対応にも使えるコミュニケーションである。

表3 「CAP」を活用した例

	Caring	Action	Perspective
例) 水道管の破損により断水した際の市民対応	断水でいかに困っているかについて、理解していることを伝える。	安全第一で修繕計画に基づき早急に修繕を行うこと、緊急用の水を提供することなどを伝える。	我々も同じように予期していない出来事であったこと、なぜこのような事態が起きたか、今後被害を最小化するために何をするかなどを伝える。

2つ目は、「27/9/3」という手法である(図22)。これは、「人が9秒で処理できるのは、27文字で3つの情報である」という研究結果から導き出された手法であり、コミュニケーションを簡潔に行うために役立つ。我々は伝えたいことが多くある際に、たくさんの情報を伝えてしまう傾向にあるが、敢えてシンプルな言い方をする方が伝わるということを示している。「27/9/3」の手法は、水質試験の結果を公表する際や大幅な値上げをする際などに役立つコミュニケーションである。

講義の中では、より多くの人々に広報を行うために、インフルエンサーに協力してもらう事例も紹介された。実際に協力したインフルエンサーには、医師や大学関係者のほか、スポーツ選手や映画スター、セレブなどのコラボもあったというのは驚きであった。協力を依頼する際は、水使用者が誰をリスペクトしていてその人がどんな影響力があるかを見極めることが重要であるという話もあった。

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ため、このような手法を用いながらより多くの人々に分かりやすい広報を行うことは非常に重要であるのだということを改めて認識した。



図21 「CAP」のイメージ図



図22 「27/9/3」のイメージ図

7 施設見学

(1) Diemer 浄水場について

研修 2 日目には、ロサンゼルス市ダウンタウンから東へ 45 km ほどのヨーバ・リンダの高台にある Diemer 浄水場を視察した。この浄水場は、1963 年に建設され、1969 年に拡張された。コロラド川送水路と州水プロジェクト送水路の両方から取水している。処理能力は 1,968,000 m³/日であり、自然流下方式でロサンゼルス沿岸とオレンジ郡に水を供給している。発電量 5.1 MW のヨーバ・リンダ水力発電所も併設しており、現在は 59 名のフルタイム職員で運営しているとのことであった。

建設当初は、急速混和地→凝集沈殿池→ろ過→貯水池という処理プロセスであったが、消毒副生成物の問題解決のため、Diemer 浄水場では約 10 年前に処理プロセスの改良を行い、現在は、当初の処理プロセスに加えて、前処理としてオゾン処理を取り入れている。オゾンは、塩素処理よりも消毒副生成物が少なく即効性があり、クリプトスポリジウムやジアルジアなどの耐塩素性病原生物を不活性化する効果もあるため、アメリカでは 1880 年代後半に初めて水処理に適用された。

なお、MWD には 5 つの浄水場 (Jensen Plant、Weymouth Plant、Diemer Plant、Mills Plant、Skinner Plant) があり、現在、5 つ全ての浄水場において、塩素ではなくオゾンを主要消毒剤として使用しているとのことであった。実際に、MWD ではオゾン処理の導入により消毒副生成物レベルは歴史的に低いレベルにまで低下したという。

本研修では、オゾン処理施設も含めて浄水場の視察を行った。個人的にはオゾン処理施設を視察する機会は初めてであったため、実際にオゾンが発生している接触槽などを見ることができ大変貴重な経験となった。Diemer 浄水場における浄水処理プロセスは日本の浄水処理とは大きな違いは無かったが、札幌市の白川浄水場と比較するといくつか違いが見られた (表 4)。

表 4 Diemer 浄水場と白川浄水場の違い

項目	Diemer 浄水場	白川浄水場
処理能力	約 197 万 m ³ /日	約 45 万 m ³ /日
凝集剤	ミョウバン(硫酸アルミニウム)、高分子ポリマー	PAC(ポリ塩化アルミニウム)
pH 調整剤	消石灰	消石灰
塩素処理	後塩素	中塩素、後塩素
ろ過砂	無煙炭、砂	マンガン砂
ろ過池洗浄	表洗・逆洗 (損失水頭 5.0 m 以上または 67 時間経過で実施)	表洗・逆洗

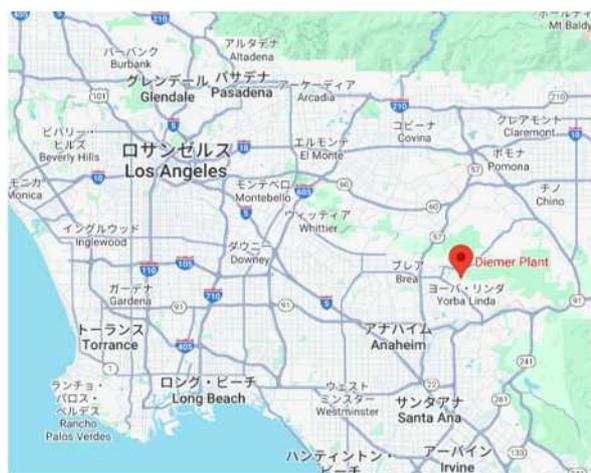
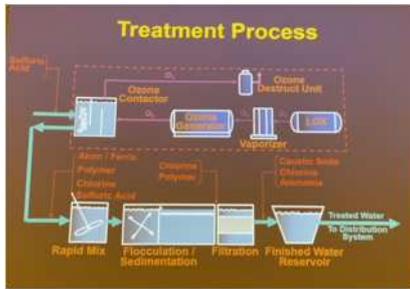


図 23 Diemer 浄水場の位置図 (Google Map より)



現在の浄水処理プロセス



オゾン処理施設の外観



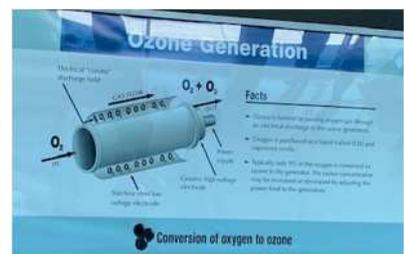
オゾン発生装置



オゾン発生装置の外観



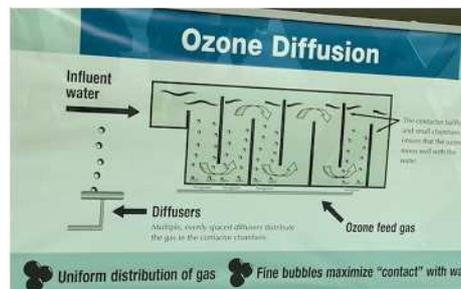
オゾン発生装置の内部^{※4}



オゾン発生器の構造



オゾン接触槽の様子



オゾン接触槽の断面図



凝集沈殿池



凝集沈殿池 (内部)



フロキュレーター (内部)



ろ過池



逆洗ポンプ



ろ過池操作盤



水質計器（ろ過濁度）



逆洗の様子



薬品注入配管

(2) San Vicente Dam について

研修3日目には、サンディエゴ市から北東に約40 kmに位置するSan Vicente Dam（サンヴィセンテダム）を視察した。このダムは、サンディエゴ市が管理しており、1943年に建設された。建設当時の規模は、高さ約67 m、貯水量は約1億1,100万m³であったが、先述した乾季の渇水対策や地震による購入給水の管が断絶した場合の備えとして、サンディエゴ群水道局による非常時貯水プロジェクトにより、嵩上げ工事が行われた。嵩上げ工事により、約36 mの嵩上げが行われ、現在では高さ約103 m、貯水量約2億9,850万m³の規模に拡大され、アメリカ国内で最も高く、かつ重力式ダムとしては世界一の高さを誇っている。^{※8}

視察時は、外気温約43℃であり、個人的にはこれまで経験したことのない気温を体験し過酷

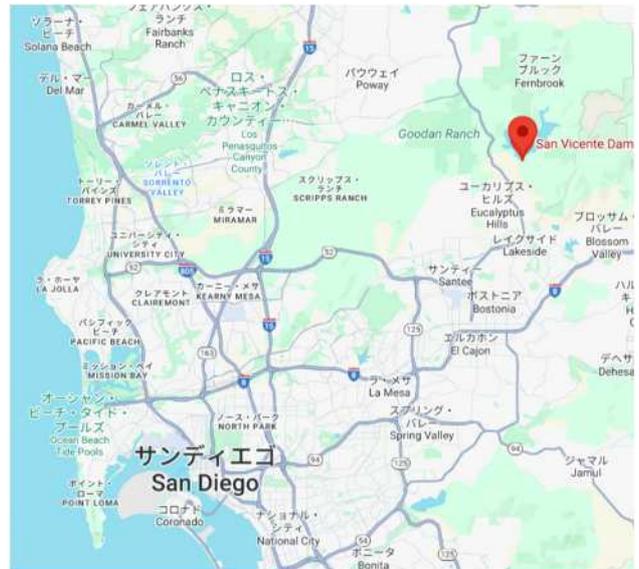


図24 San Vicente Damの位置図
(Google Mapより)

な状況ではあったが、普段は一般の方が入ることができない箇所も視察させていただき、大変貴重な経験であった。



貯水状況



ダムの堤体



視察の様子



説明を受ける様子



集合写真

(3) San Diego Pure Water について

研修最終日の4日目には、サンディエゴ市内から約25 km 北に位置する San Diego Pure Water（サンディエゴ水再生処理場）の視察を行った。

サンディエゴは、干ばつ、気候変動、自然災害の影響を受けやすく、水不足が深刻な問題となっている。そのため、水供給の85%をコロラド川と北カリフォルニアからの輸入に頼っている。しかし、この輸入水のコストは、過去15年間で3倍にまで上がっており、今後も上昇が見込まれている。

このような背景のため、サンディエゴでは、2035年までにサンディエゴの水供給の半分近くを地元で賄うための「ピュアウォーター・サンディエゴ」というプロジェクトが始まった。

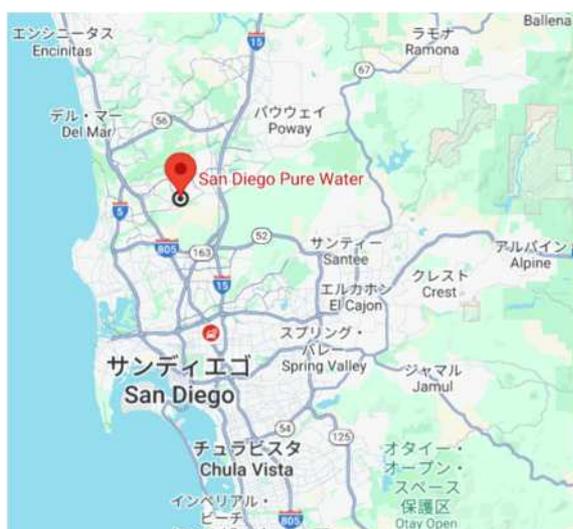


図 25 San Diego Pure Water の位置図
(Google Map より)

視察したサンディエゴ水再生処理場は、このプロジェクトの一環で、廃水を処理し再生水（飲める水までのレベル）を生産している施設であり、現在、拡張工事が行われている。

拡張工事により、現在は1日あたり約1.1億リットルの再生水を生産しているが、今後は約2億リットルの再生水を生産できるようになるという。^{※9} 実際に、この再生水の利用によって、給水量を増やすことに貢献しており、渇水対策が深刻な課題であるサンディエゴで有効な施設となっている。

処理プロセスとしては、オゾン処理→生物活性炭処理→膜ろ過→RO膜→紫外線処理という5つのプロセスを行っている。このプロセスを経過するには、約48時間がかかるという。ここまでの入念な処理を導入してまで再生水を生産していることに驚いたと同時に、それほどまでに水源の確保に苦労しているのだということがうかがえた。

視察では、実際に処理した水の試飲も行わせていただいた。講義を受ける前は、処理したものとはいえ、下水だったものを直接飲むという行為に少なからず戸惑いを感じたが、細部まで管理されている処理施設を視察したあとは、抵抗なく飲むことができた。

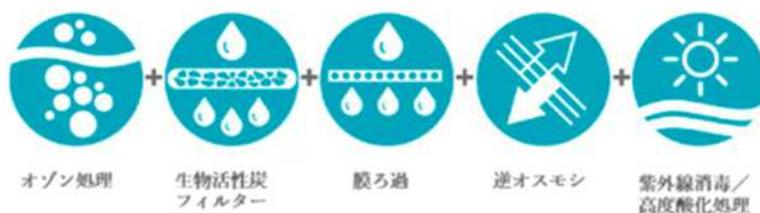


図 26 San Diego Pure Water の処理プロセス



処理施設外観



視察の様子



視察の様子



膜ろ過設備



処理水の試飲

8 Water2050 について

(1) アメリカ水道の将来ビジョン

本研修では、2050 年はどのような世界になっているかというテーマについて、講義を受けた。2050 年には、世界人口はおおよそ 98 億人に達すると予測されている。世界中で深刻な水不足に直面する人は、1900 年の 3,200 万人に比べて、31 億人にまで増加すると予測されている。さらに、依然として 2 億 4,000 万人が安全な水にアクセスできず、14 億人が基本的な衛生設備にアクセスできない。

AWWA では、このような未来に向けて準備すべく、持続可能な水の未来を描くための道筋である“Water2050”を掲げている。本研修の講師である Chi ho 氏はこの構想の提案者である。

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 つを目標としている。

目標実現のために、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という。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という。また、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。

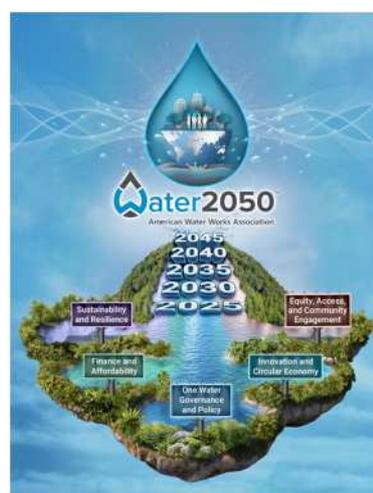


図 27 Water2050 のイメージ図

(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、それらを未来への影響力・推進力という意味で講師の Chi Ho 氏は“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」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 Area）と勧告（Recommendation）が定められた。これらを実行することにより、理想的な未来へ戦略的に近づくことができるものとされている。



図 28 Water2050 Report

この講義の中で、個人的に印象的だった言葉がある。それは、“想像できないものを想像してみよう”という言葉である。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には、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。さらには水道に限らず様々な業界と協力し合い、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。“想像できないから想像しない”のではなく、“想像が難しいからこそ想像しておかなければならない”ということだ。AWWA は、この想像できない点について、幾多もの時間をかけ研究や議論を重ね Water2050 にて戦略的ビジョンを明確に示している。

このように、Water2050 からは、将来においても世界中の人々に安全で良質な水を提供するため水道事業を率先していこうとする AWWA の強いリーダーシップや使命感が伝わってきた。このような積極的な姿勢は見習うべき点が多くあると強く感じた講義であった。

9 総括

出発前は不安もあったが、JWWA および AWWA をはじめとする関係者の皆様のおかげで、何不自由なく 1 週間を過ごすことができ、研修を終えることができた。他国の水道事業に関する講義はどの分野に関しても興味が尽きず、また、なかなか目にすることができないアメリカの水道施設の視察も多く取り入れていただき、大変有意義な時間を過ごすことが出来た。

技術的な面では日本の水道とアメリカの水道に大きな違いは無いように感じたが、カリフォルニア州では深刻な渇水の問題を抱えているなど、日本ではあまり例の無い話を多く聞くことができ、水道を別の角度から学ぶことができたことで視野が広がったように感じた。また、視察では、札幌水道との相違点を意識しながら細部を見て回ることができた。個人的にはオゾン処理施設の視察や、高度処理（RO 膜等）により下水を飲める水にまで綺麗にする水再生処理施設の視察は、日本でも滅多に無い機会であり、大変有意義な時間であった。

異国の地で他事業体の方々と 1 週間を共にし、かけがえのない時間を過ごせたことも自分にとっては大変大きな財産となった。本研修で得た知識・経験・絆は、今後の水道事業における職務に直接活きるとともに、本研修を経て広がった視野は選択肢を増やすことに繋がり、様々な局面で自身の職務の助けになると思う。

最後に、研修を支えてくださった JWWA・AWWA の皆様、1 週間を共に過ごした JWWA の山田様、通訳の山口様、そして 7 名の研修員の皆様に深く感謝申し上げたい。また、私が不在中、業務を支えてくださった職場の皆様、その他今回の研修に携わった全ての皆様に感謝申し上げるとともに、今後は職務で恩返しができるよう努めてまいりたい。



10 引用・出典

- ※1 外務省ホームページ <https://www.mofa.go.jp/mofaj/>
- ※2 在ロサンゼルス日本国総領事館ホームページ
https://www.la.us.emb-japan.go.jp/itprtop_ja/index.html
- ※3 米国水道協会ホームページ <https://www.awwa.org/>
- ※4 南カリフォルニア都市圏水道局ホームページ <https://www.mwdh2o.com/>
- ※5 内閣府 食品安全委員会ホームページ
「米国環境保護庁(EPA)、PFASの第一種飲料水規則(NPDWR)を最終決定したと公表」
https://www.fsc.go.jp/fsciis/foodSafetyMaterial/show/syu0_78_6260010108
- ※6 米国水道協会：STATE of the WATER INDUSTRY EXECUTIVE SUMMARY 2024 pp.2-14 (2016)
- ※7 ASCE 2021 Infrastructure Report Card
<https://infrastructurereportcard.org/cat-item/drinking-water-infrastructure/>
- ※8 サンディエゴ郡水道局ホームページ：San Vicente Dam Raise
https://www.sdcwa.org/sites/default/files/san_vicente_dam_raise_fs.pdf
- ※9 サンディエゴ市ホームページ <https://www.sandiego.gov/>