

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）」報告

報 告 者：草加市上下水道部水道工務課 大森 将希

研修期間：令和 6 年 9 月 2 日（月）～令和 6 年 9 月 8 日（日）

作 成 日：令和 6 年 10 月 21 日（月）

目 次

1. 研修概要	1
(1) 研修目的	
(2) 研修先	
(3) 研修日程と参加者	
2. 研修先の概要	4
(1) アメリカ合衆国とカリフォルニア州の概要	
(2) 南カリフォルニアの概要	
3. AWWA と MWD について	6
(1) AWWA の概要	
(2) MWD の概要	
4. 研修報告	8
4. 1 調査からみえる米国の水道事業における現状	8
(1) 水道産業における調査	
(2) 水道産業の現状	
(3) 水道産業の課題	
(4) 水資源の管理	
(5) 財務の健全性	
(6) 水道事業の優先順位	
4. 2 ガバナンスと政策及び財政の健全化	13
(1) 水道事業におけるガバナンスの構造	
(2) 政策	
(3) 財政の健全	
(4) 水道事業の経営における実例の紹介	
4. 3 水資源と運用の最適化	25
(1) AWWA 規格	
(2) G シリーズと G シリーズのガイドブック	
(3) ロバート・B・ディーマー浄水場における運用と管理の紹介	
4. 4 強靱化とインフラの安定性	31
(1) 米国におけるインフラの状況	
(2) 米国におけるアセットマネジメント	
(3) SDCWA の強靱化とインフラの安定性における活動の紹介	
4. 5 関係者とコミュニケーション	35
(1) 水の再利用における戦略的コミュニケーションと公衆の関与及び地域社会との関わり	
(2) リスクコミュニケーション戦略	
4. 6 視察	39
(1) ロバート・B・ディーマー浄水場	
(2) サンビセンテダム	
(3) ピュアウォーターサンディエゴ実証施設	
4. 7 Water2050	45
5. 総括	50
6. 謝辞	52
参考文献	53

1. 研修概要

国別水道事業研修（以下、本研修）は日本水道協会と関係の深い海外の水道協会に研修の受入れを要請し、当該国の水道事情を学ぶ研修である。令和6年度は米国水道協会（AWWA：American Water Works Association）（以下、AWWA）の全面的な協力のもと、アメリカ合衆国カリフォルニア州にて実施された。本研修には日本各地方の水道事業体から派遣された研修生8名が参加し、9月2日から9月8日の7日間で研修が行われた。

(1) 研修目的

① 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する。

② 英語能力の向上

英語による講義聴講、質疑応答等の機会を得るとともに、水道の専門用語等に触れることで、語学力とコミュニケーション能力の向上を図る。

③ 専門性の向上

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。

(2) 研修先

① 渡航先

アメリカ合衆国カリフォルニア州南カルフォルニア

② 研修会場

南カリフォルニア都市圏水道局（MWD：Metropolitan Water District of Southern California）（以下、MWD）

ロバート・B・ディーマー水浄水場（Robert B. Diemer Water Treatment Plant）

サンディエゴ郡水道局（SDCWA：San Diego County Water Authority）（以下、SDCWA）

サンビセンテダム（San Vicente Dam Raise）

ノースシティ水再生プラント（NCWRP：North City Water Reclamation Plant）（以下、NCWRP）

ピュアウォーターサンディエゴ実証施設（Pure Water San Diego Demonstration Facility）

(3) 研修日程と参加者

表-1に研修日程の概要、表-2に研修の参加者、図-1にカルフォルニア州の位置とルート概略図、写真-1に集合写真を示す。なお、参加者における所属部署及び役職は研修当時のものである。

表-1 研修日程の概要

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（LAX） 着（時差－16時間）
		ロサンゼルス国際空港（LAX） 発
		Double Tree Hilton（宿泊先） 着
		昼食
		Welcome dinner
9月3日（火）	午前	Double Tree Hilton（宿泊先） 発
		MWD 着

		MWD 案内
		開会挨拶（挨拶者：AWWA 元会長 チ・ホ、MWD 水道部門マネージャー 兼 次期 AWWA 会長 ヘザー・コリンズ、MWD シニア不動産担当 サイモン・アサノ（司会者））
		研修生自己紹介（研修生各自）
		MWD の紹介（講師：MWD 水資源管理グループ 水資源専門家 ヌーシャ・ラザビア）
		AWWA の紹介（講師：AWWA 元会長 チ・ホ）
		講義：研修概要の説明（講師：AWWA 元会長 チ・ホ） ①ガバナンス、政策、財務の健全性 ②水資源と運用の最適化 ③強靱化とインフラの安定性 ④関係者とのコミュニケーション
	午後	昼食
		講義：日本の水道の現状（講師：日本水道協会 山田 さくら）
		講義：アメリカの水道産業の現状（講師：AWWA 元会長 チ・ホ）
		講義及びグループディスカッション：①ガバナンス、政策、財務の健全性（講師：AWWA 元会長 チ・ホ、エンジニアリング・リバティ シニア マネージャー 兼 AWWA カリフォルニア・ネバダ支部執行委員会・理事会及び次期議長 ジム・エリオット、コチェラバレー水道局副ゼネラル マネージャー ロバート・チェン）
		MWD 発
		夕食
		Double Tree Hilton（宿泊先） 着
9月4日（水）	午前	Double Tree Hilton（宿泊先） 発
		ディーマー浄水場 着
		講義：ディーマー浄水場の概要と G100、視察：ディーマー浄水場（講師：ディーマー工場長 アンソニー・ツェ）
	午後	昼食・講義：干ばつに関するプレゼンテーション（講師：エンジニアリングサービス 計画課 マネージャー ジョン・シャマ）
		講義：②水資源と運用の最適化（水源、処理、配水、管理システム） 内容：AWWA 水道事業管理基準-G200、G300（講師：G200-輸送・配送課 マネージャー シルビア・ペレス、G300-水質セクション エンジニア マウリシオ・サントス）
		ディーマー浄水場 発
		Courtyard San Diego Sorrento Valley（宿泊先） 着
		夕食
9月5日（木）	午前	Courtyard San Diego Sorrento Valley（宿泊先） 発
		SDCWA 着
		講義：G400、Water2050（講師：AWWA 元会長 チ・ホ） 講義：③強靱化とインフラの安定性（カユガソリューション社長及び創業者 兼 AWWA 国際評議会 マネージャー コリン・チャン）
		講義：水の復元力と持続可能性（講師：SDCWA 水資源専門家 エミリー・ノヴァック）

	午後	昼食（移動中の車内にて昼食）
		視察：サンビセンテダム（講師：SDCWA エンジニア ジェフリー・ショーフ）
		サンビセンテダム 発
		夕食
		Courtyard San Diego Sorrento Valley（宿泊先） 着
9月6日（金）	午前	Courtyard San Diego Sorrento Valley（宿泊先） 発
		NCWRP、ピュアウォーターサンディエゴ実証施設 着
		講義：④関係者とのコミュニケーション 内容：水の再利用～戦略的コミュニケーションと公衆の関与及び地域社会との関わり～（講師：カツ&アソシエイツ 執行副社長 兼 サンディエゴ郡水道局 広報担当ディレクター パティ・テニス） 内容：リスクコミュニケーション戦略（講師：ルビル水道公社 コミュニケーション&マーケティング担当 副社長 兼 AWWA 国際評議会会員 ケリー・ディアリング・スミス）
	午後	昼食
		講義：ピュアウォーターサンディエゴプログラムについて 視察：ピュアウォーターサンディエゴプログラム実演施設（講師：サンディエゴ市公共事業部 ダグ・キャンベル）
		閉講式（講師：AWWA 元会長 チ・ホ）
		NCWRP、ピュアウォーターサンディエゴ実証施設 発
		Embassy Suites by Hilton Los Angeles International Airport North（宿泊先） 着
		夕食
9月7日（土）	6：45	Embassy Suites by Hilton Los Angeles International Airport North（宿泊先） 発
	7：00	ロサンゼルス国際空港（LAX） 着
	10：00	ロサンゼルス国際空港（LAX） 発
9月8日（日）	14：00	羽田空港 着（時差+16時間）

表-2 研修の参加者

	参加者名	所 属
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 主任（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	公益社団法人日本水道協会 研修国際部 国際課
通 訳	山口 唯観	一般社団法人日本国際協力センター（JICE）



写真-1 集合写真（MWD 重役用会議室にて）

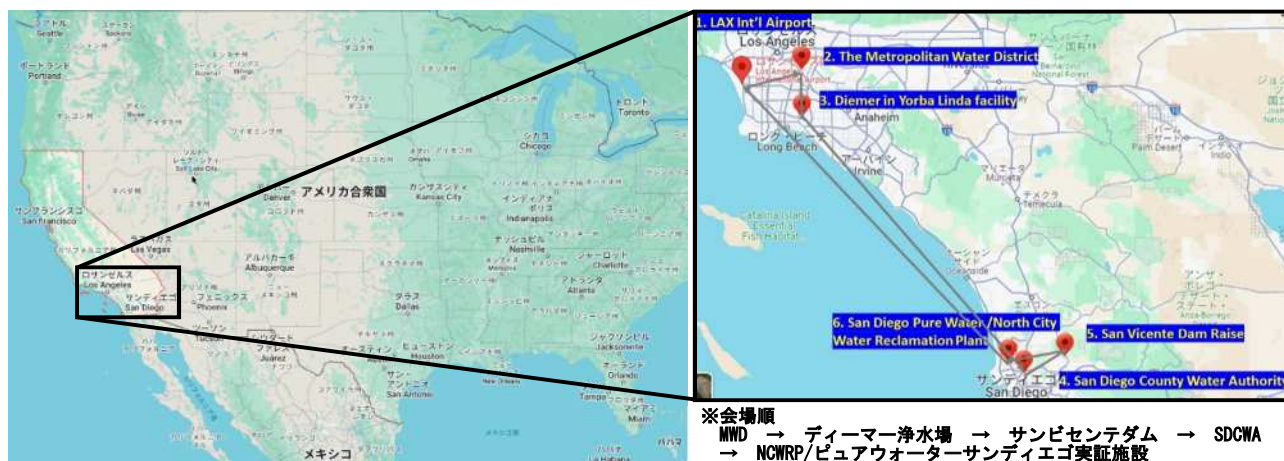


図-1 カリフォルニア州の位置とルート概略図（Google Map より）

2. 研修先の概要

(1) アメリカ合衆国とカリフォルニア州の概要

表-3にアメリカ合衆国及びカリフォルニア州の概要、を示す。アメリカ合衆国（以下、米国）は50の州から成る連邦共和国であり、人口及び国土面積ともに世界第3位の規模を有している大国である。

米国の水道は19世紀まで94%が民間水道で運営されていたが、富裕層の多い地域のみへの配水、水道料金で利益を最大化させる設定、水質・水源に対する配慮の不足等の理由で徐々に公営化され、2000年の時点では85%が公営、15%が民営で運営されている。現在では、経営効率化やサービスの向上、地方自治体の負担減の手段として民間委託の検討が活発化している⁴⁾。

カリフォルニア州は西海岸に位置し、北はオレゴン州、北東はネバダ州、東はアリゾナ州、南はメキシコのバハカリフォルニアに接しており、州面積については国内第3位の大きさを誇っている。また、州面積の約38%が砂漠⁵⁾、約30%が森林、約25%が農地を占め³⁾、北カリフォルニア東部には、滝のあるヨセミテ国立公園やキングスキャニオン国立公園といった広大な自然公園があり、南下するにつれ、デスバレー国立公園といった砂漠地帯が広がっている。農地については、北カリフォルニアのエラネバダ山脈及び海岸山脈間にある平野部のセントラルバレーに、ブドウやオレンジ、ナッツ類、各種野菜、カリフォルニア米といった一大耕作地があり、国内及び世界の食料を支えている⁶⁾、⁷⁾（農業生産高は国内第1位、農産物供給量は世界第5位³⁾）。その他にシリコンバレーにあるIT企業群やハリウッドの映

画・エンターテインメント産業等も非常に盛んであり、カリフォルニア州のみの国内総生産（GDP：Gross Domestic Product）が国内では第1位、国比較においては世界第5位と驚異的な生産力を誇っている。

一方、北カリフォルニアのように広大な自然がある反面、南カリフォルニアのような多くが砂漠地帯となっていることから、カリフォルニア全体として水資源が限られており、また気候的要因による干ばつや農業発展に伴う灌漑設備の増築に伴う利水の増加、さらには経済活動の活発化や人口の増加等による慢性的な水不足が生じている⁶⁾。その他に多様な地形地質を有している為、地震が多い地域の1つでもある⁸⁾。

以上より、人口増等に起因する給水需要の増加や自然及び気候等に起因する水不足といった背景から、米国では水源から処理及び供給、水の再利用等といった、水全般を包括的に捉えた水道産業として、水道事業を行っている。

表-3 アメリカ合衆国及びカリフォルニア州の概要^{1)、2)、3)}より作成

国・州	項目	数量	備考
アメリカ合衆国	国土面積	約983万km ² （2024年6月時点）	世界第3位
	人口	約3億3,650万人（2024年6月時点）	世界第3位
カリフォルニア州	州面積	約42万km ² （2022年時点）	国内第3位
	人口	約3,902万人（2022年時点）	国内第1位
	国内総生産（GDP：Gross Domestic Product）	約3兆3,732億ドル（2022年時点）	世界第5位 国内第1位

(2) 南カリフォルニアの概要（以下、9）より）

図-2にカリフォルニア州における人口の割合に、図-3にカリフォルニア州の年間降水量、図-4に南カリフォルニアにおける導水路図を示す。研修先である南カリフォルニアは、図-2のとおりカリフォルニア州における人口の約6割を占め、特にロサンゼルスは25.34%と約3割近くを占めており、次いでサンディエゴの8.43%となっている。これらは半乾燥性亜熱帯¹⁰⁾の為、年間をとおして温暖な気候であり、またハリウッドやテーマパーク、ビーチ等、人が過ごしやすく、集まり易い環境となっていることが挙げられる。しかし、砂漠地帯が非常に多く、また半乾燥地帯でもある為、図-3のとおり年間降水量が非常に少なく、さらに水源となる地下水や湖及び河川も少ない地域となっている。なお、南カリフォルニアにおける水資源については、下記の4つに大別（図-4）されている。

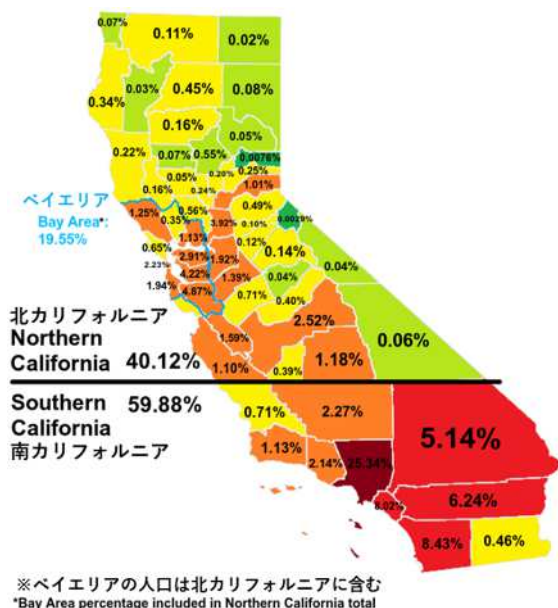


図-2 カリフォルニア州における人口の割合⁹⁾

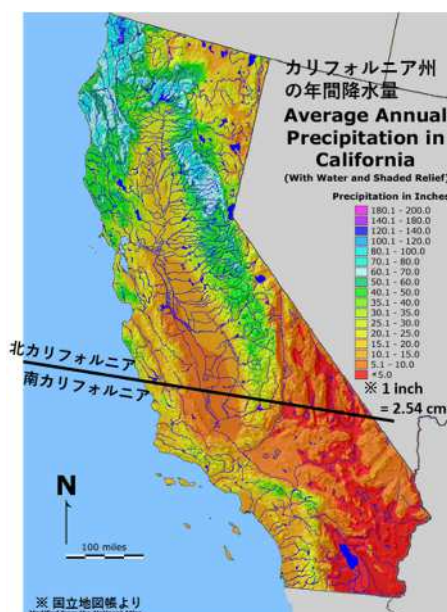


図-3 カリフォルニア州の年間降水量⁹⁾

① ロサンゼルス導水路 (Los Angeles Aqueduct)

ロサンゼルス市 (City of Los Angeles) 公営企業のロサンゼルス水道電力局 (LADWP : Los Angeles Department of Water & Power) (以下、LADWP) が管理しており、北カリフォルニアのシエラネバダ山脈東にあるオーエンズ川を利水する為、LADWP が約 595 km (内、初期ロサンゼルス導水路が約 375 km、第二ロサンゼルス導水路が約 220 km) の導水路や導水管、貯水池及び取水施設等を整備したものである¹¹⁾。

② 州水プロジェクト (SWP : (California) State Water Project)

カリフォルニア州水資源局 (DWR : California Department of Water Resources) が管理しており、シリコンバレー及び南カリフォルニアへ水資源を供給する為、カリフォルニア州水資源局が、北シエラネバダ山脈の積雪等の水資源をもつカリフォルニア州北部から約 1,130 km の導水路や貯水池等を整備したもので、南カリフォルニアにて西導水路と東導水路に分岐している導水路である。また、水資源供給における設備の他、水力発電所も整備されており、その規模は米国最大といわれている。

③ コロラド川導水路 (Colorado River Aqueduct)

MWD が管理しており、コロラド川を利水する為、約 400 km の導水路や導水管、貯水池及び取水施設等を整備したものである。なお、コロラド川は古代より塩分を有する地質構造上を流れている為、塩分を含む河川となっている。

④ その他の水源

各市・郡、地域等の管理及びプロジェクトによる地下水や貯水池、再生水等によるものであり、本研修では、サンディエゴ市 (City of San Diego) と SDCWA が管理するサンビセンテダムと、サンディエゴ市が主体で活動しているピュアウォーターサンディエゴプログラムの実証施設を視察した。

以上より、南カリフォルニアでは気候及び地理的な条件上、水資源が少なく、北カリフォルニア及びコロラド川からの利水に依存している為、干ばつや水不足に耐えうる水資源の確保が課題となっている。



図-4 南カリフォルニアにおける導水路図⁹⁾

3. AWWA と MWD について

(1) AWWA の概要 (以下、9)、12) より)

図-5 に AWWA 委員会組織の概略図を示す。AWWA は 1881 年 3 月、ミズーリ州セントルイスの人々によって設立され、当時は組織を立ち上げた 22 名のみであったが、現在では 43 の支部と 45 の支部長、約 51,000 人 (内、4,000 人がボランティア。また約 60% が下水に関する業務にも従事) の会員を有するほどに成長した協会である。なお、支部によっては二人の支部長が在籍しており、また 2 つの州を 1 支部で運用している為、支部長と支部数及び州の数が異なるとのことであった。組織については、2024 年度の会長に AWWA 初となるアフリカ系のシェリル・ポーター氏が務めており、また 61 人の理事会、21 人の執行委員会と 6 つの評議会 (国際評議会、規格評議会、製造業者及び関連団体評議会、技術教育評議会、広報評議会、水道事業評議会) から構成され、さらに評議会以下では 250 以上¹²⁾ の専門委員会が存在している。

図-6 に Total Water Solutions のデザイン図、表-4 に 2030 年までの AWWA 活動計画概要を示す。AWWA では飲料水、廃水、雨水、地下水、再利用水、さらには海水や水蒸気等、あらゆる水問題をまとめて解

決するトータルウォーターソリューション（Total Water Solutions）という考えをもって活動しており、5年ごとに活動戦略を計画している。2030年までの活動計画（表-4）では、ビジョンに「より良い水でより良い世界を」、ミッションに「世界で最も貴重な水資源を効果的に管理するためのソリューションを提供すること」を掲げ、6つの基本原則を定めている。主な活動としては「水道事業に関する標準規格の策定（以下、AWWA規格）」、「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。近年の国際協力では、2015年から2020年にかけて活動していた AWWAIndia が進展し、2021年11月に AIA（AWWAIndia Association）が設立され、インド水道事業のさらなる発展のため活動を行っている¹²⁾。また、2023年6月に行われた ACE23（AWWA's Annual Conference & Exposition）では、2050年に向けた持続可能な水の未来への展望と戦略として「Water 2050」を掲げ、人口増における天然資源の枯渇と気候変動に対して持続可能かつ強靱な水道を構築するため「テクノロジー」、「持続可能性」、「経済」、「ガバナンス」、「社会と人口動態」の5項目にシンクタンクを設立し、現在は様々な分野から招聘されたオピニオンリーダーの各報告書が総合戦略の基盤となっている¹³⁾。

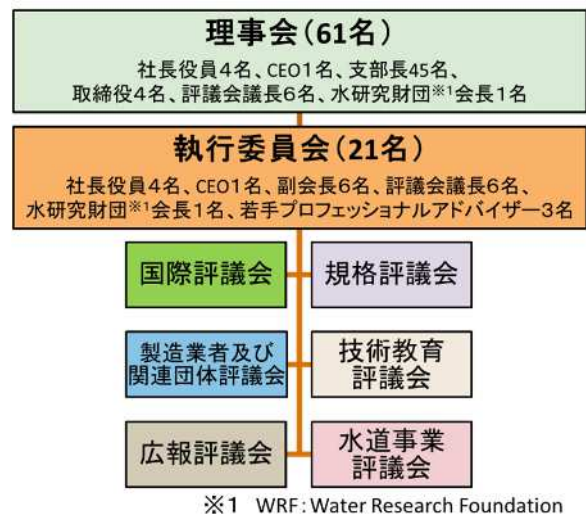


図-5 AWWA 委員会組織の概略図⁹⁾



図-6 Total Water Solutions のデザイン図⁹⁾

表-4 2030年までの AWWA 活動計画概要⁹⁾より作成

ビジョン	より良い水でより良い世界を
ミッション	世界で最も貴重な水資源を効果的に管理するソリューションを提供する
基本原則	公衆衛生と環境を守る、国民の信頼を強化する、多様性・公平性・包括性・帰属意識の推進、イノベーションを刺激する、グローバルに活動をする、水の未来を形づくる

(2) MWD の概要（以下、9）、14）より）

写真-2にMWDのシンボル、写真-3に南カリフォルニアにおける供給源の割合、表-5にMWDの給水に関する概要を示す。MWDはコロラド川導水路の建設及び管理の為、カリフォルニア州議会の法令に基づき、1928年12月に設立された南カリフォルニア最大の水道局であり、「環境と経済に配慮し、また首都圏の給水範囲に対し、現在及び将来のニーズを満たす十分に高品質な水を供給すること」を使命とし、水源の確保、水質の維持、26の加盟機関（市や水道局等）及び200の水小売会社への配水（卸売）、加盟機関との連携による水資源の管理、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担っている。水源には州水プロジェクトにおける西導水路と東導水路及びコロラド川導水路の3箇所から取水しており、写真-3のとおり南カリフォルニアで供給されている水の50%をMWDが提供している。一方、コロラド川を水源としている州がカリフォルニア州含め7州あること、また、慢性的な干ばつや気候変動による水位低下等が危惧されている為、緊急時に備え、地下水盆やダムといった貯水池を利用した水の貯蔵や節水、再生水を活用するプログラムの推進等、限られた水資源を可能な限り効率的かつ有効活用できるような活動も行っている。なお、本研修では、MWD及びMWD加盟機関を研修会場とし、AWWAの講師の他、MWD及びMWD加盟機関からの講師より、米国における水道事業及び南カリフォルニアにおける水道事業についての研修を行った。



写真-2 MWD のシンボル



写真-3 南カリフォルニアにおける供給源の割合

表-5 MWD の給水に関する概要

水 源	州水プロジェクトの導水路（年間約 24 億 m ³ 取水）
	コロラド川導水路（年間約 15 億 m ³ 取水）
給水人口	約 1,900 万人
給水範囲	ロサンゼルス郡、オレンジ郡、サンディエゴ郡、リバーサイド郡、サンバーナディーノ郡、ベンチュラ郡

4. 研修報告（以下、9）より）

4. 1 調査からみえる米国の水道事業における現状（以下、15）含む）

(1) 水道産業における調査

AWWA は毎年、同様な内容で水道産業に関わる経営者や管理者、従事者等を対象にアンケート調査を行い、水道産業の傾向と新たな懸念事項、課題等を報告書にまとめている。2024 年の報告書における調査概要については表-6 に示すとおりであり、この報告書が政府や水道産業に関わる経営者等に対し貴重な資料となっている。

表-6 水道産業に関する調査概要⁹⁾より作成

調査時期	2023年後半
目 的	将来における主な課題を明確化し、共有する 動向を特定し、また追跡調査をする
調査内容	まだ認知されていない、または適切な対策が講じられていないその他の問題を特定する 水道産業の現状：現在及び5年後の健全性における認識 水道産業の課題：産業の課題と社会全体が水道産業に及ぼす影響 水資源管理：水の持続可能性と給水の代替案 財務の健全性：資本整備のための資金調達と費用の回収 水道事業の優先順位：水道事業のプロジェクト及びプログラムの優先順位と財務における優先事項
返答者数	2,477名 ※ほとんどの回答者は経営陣または経営及び管理者（その他、サービス提供者他） ※48%が水部門20年以上の従事者

(2) 水道産業の現状

図-7に水道産業の現在及び5年後の健全性における意識調査（2004年－2024年）を示す。水道産業の健全性について、現在及び5年後共に2018年前まで下降傾向であったが、水道施設の必要性や水源の保護、水資源の確保等の背景により、水に対する意識や必要性及び重要性が高まっている他、AWWA等における長年の活動や連邦政府による水道施設に対する資金対策等の後押しもあり、2018年以降から上昇傾向が見られ、かつ近似値線より、全体的に緩やかではあるが、水道産業の健全性に対する意識が徐々に増えている結果となっている。

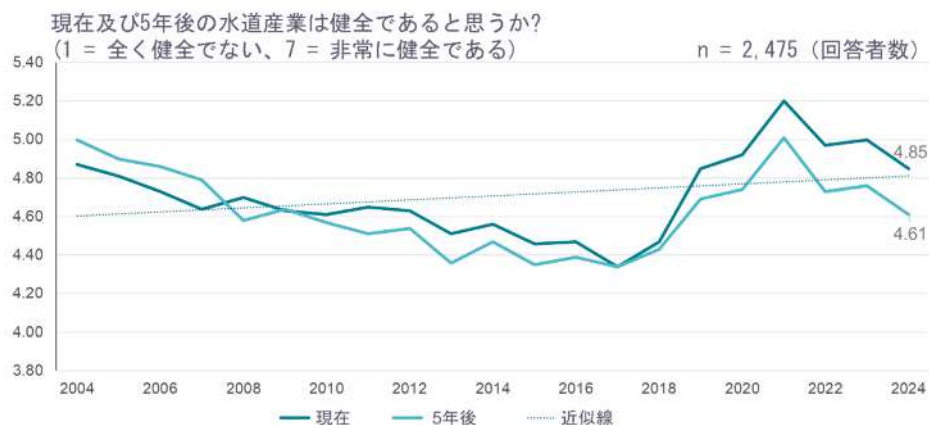


図-7 水道産業の現在及び5年後の健全性における意識調査（2004年－2024年）⁹⁾

(3) 水道産業の課題

表-7に2024年における水道産業の課題ランキング上位15、図-8に過去5年における課題ランキング上位10の比較を示す図-8より、昨年まで1位であった「老朽化した水道インフラの更新」が第3位と上位ではあるが2つ順位を下げている。これらは、超党派インフラ法（BIL：Bipartisan Infrastructure Law, Infrastructure Investment and Jobs Act）によるプロジェクトにより、更新に必要な資金に関する懸念が緩和され、老朽化に対する不安を和らげたことが要因であるといわれているが、第3位であることから、重要な課題であることには変わりがないことが伺える。一方、過去5年間5位から7位であった「流域と水源の保護」が第1位となっており、この調査における21年の歴史の中で初めてトップの座に就いたとのことであった。また、表-7より、水源関連の課題が4・8・9・14位と3分の1を占める結果となっていた。これら結果から、気候変動や干ばつ等による水不足と需要バランスに対する不安を募らせていると同時に、水源の保護に対する認識が高まっていることが伺える。

なお、超党派インフラ法とは、ライフラインや公共交通機関の更新及び強靱化、雇用の創出等への投資として2021年に議会にて可決されたものである¹⁶⁾。

表-7 2024年における水道産業の課題ランキング上位15⁹⁾より作成

1. 流域と水源の保護	9. 干ばつまたは定期的な水不足
2. 資本整備のための資金調達	10. サイバーセキュリティの問題
3. 老朽化した水道インフラの更新	11. 料金の値上げに対する国民の理解
4. 長期的な飲料水供給の可用性	12. 気候変動や自然災害が社会経済と自然環境に及ぼす潜在的なリスクと復元力
5. 持続可能な財務力（初のランクイン）	13. 低所得世帯にとって負担の少ない料金設定
6. 水道システムとサービスの価値に対する国民の理解	14. 包括的な水資源計画
7. 労働力の問題	15. 規制要件の増加と拡大
8. 地下水の管理と過剰利用	
備考	…水源関連の課題 …資金に対する課題 …新たな化学物資等の規制

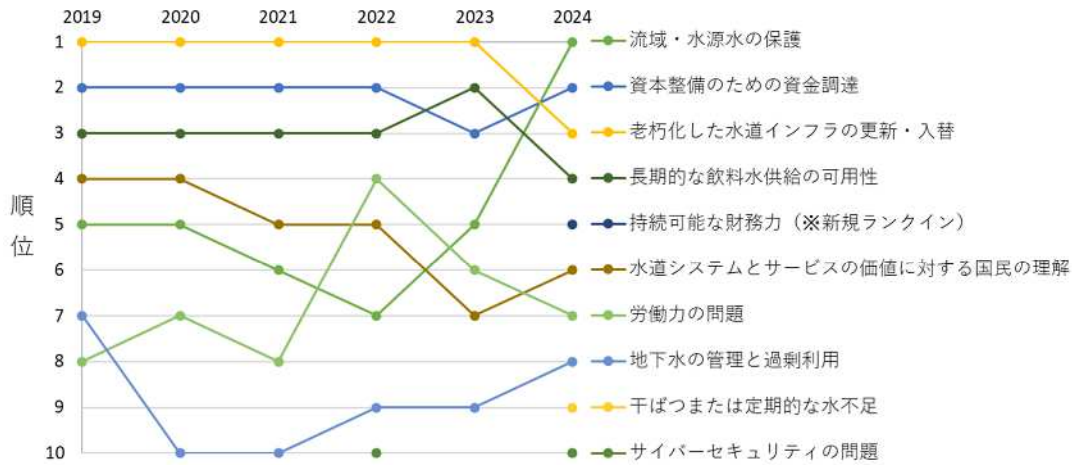


図-8 過去5年における課題ランキング上位10の比較⁹⁾より作成

図-9に水質に関する規制要件を示す。この図-9は、課題ランキング15位(表-7)にある「規制要件の増加と拡大」に該当し、また水源関連の課題にも繋がるもので、新たな化学物質等による水源地の水質汚染といった懸念からランクインしたものである。特に、PFOA (Perfluorooctanoic Acid: ペルフルオロオクタン酸) や PFOS (Perfluorooctane Sulfonic Acid: ペルフルオロオクタンスルホン酸) といった PFAS (Per and Polyfluoroalkyl Substances: ペルフルオロアルキル化合物及びポリフルオロアルキル化合物) を水質に関する最大の懸念事項として挙げており、これら PFAS を処理する為の施設改良費が約400億ドル必要と試算されている。また、米国環境保護庁 (USEPA: United States Environmental Protection Agency) における、安全飲料水法 (SDWA: Safe Drinking Water Act) における、第一種飲料水規則 (NPDWR: The National Primary Drinking Water Regulations) の最大汚染レベル (MCL: Maximum Contaminant Level) では、PFOA 及び PFOS 共に基準値を 4.0ng/L と定めており、また最大汚染レベル目標 (MCLG: Maximum Contaminant Level) では 0ng/L を最終目標値としている¹⁷⁾。しかし、これら PFAS に対し、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おり、また課題ランキング(表-7)のとおり、資金に対する課題が2・5・6・11・13位と3分の1を占め、水源関連の課題と同率である程、深刻な課題となっていることがいえ、水道事業者のみの資金では、対処が極めて困難かつ限界があり、連邦政府からの十分な支援が必要となっていることが伺える。



図-9 水質に関する規制要件⁹⁾

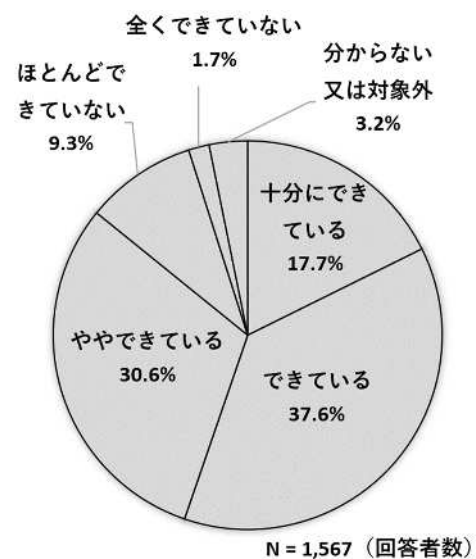


図-10 長期的な給水需要への準備⁹⁾より作成

(4) 水資源の管理

図-10に長期的な給水需要への準備、表-8に事業計画

及びプログラムの実施状況を示す。給水需要の準備（図-10）について、「全くできていない」が 1.7%、「ほとんどできていない」が 9.3%、「ややできている」が 30.6%と約 4 割が準備を完了できていない状態であった。計画及びプログラムの実施状況（表-8）については、15 の計画及びプログラムの内、7 つが水源関連で、水源の重要性を改めて認識するものとなっている。なお、進捗については計画の半ばといった状況であり、この状況が課題ランキング（表-7）の「長期的な飲料水供給の可用性」が 4 位となった結果にも繋がっていると推察される。この現状について MWD のヘザー・コリンズ氏は「貴重な水資源の管理を追求する中で、当社は多様で革新的な方法の探求に取り組んでいます。インフラ設備の修繕、改修、更新を行う際は、水道システムの強靱化かつ環境に優しい技術の発展に専念しております。そのため、私たちは目的を共有及び団結し、イノベーションの繁栄や、一滴一滴が大切にされる持続可能な未来に向けて歩み続けています。」と STATE of the WATER INDUSTRY 内にて述べている。

表-8 事業計画及びプログラムの実施状況⁹⁾より作成

計画・プログラム	進捗割合 (%)
資本改善計画	81.2%
資産管理プログラム	73.4%
水の損失 (Water loss) 抑制プログラム ※水の損失：無効水量や取水時における導水路等から土壌への透水や漏水	67.7%
鉛給水配管布設替プログラム	66.1%
水源保護プログラム	61.3%
利用者に対するコミュニケーション計画	59.1%
水資源保全計画	53.7%
干ばつ・水不足計画	53.1%
地下水保護プログラム	41.3%
事業継続計画	37.7%
エネルギープログラム	35.3%
総合水資源計画	33.0%
環境・社会・ガバナンス計画	27.2%
デジタル戦略	24.5%
気候変動対策における計画	22.0%
備考	…水関連の計画及びプログラム n = 1,550 (回答者数)

(5) 財務の健全性

図-11 に事業資金の調達形態、図-12 にサービス費全額を賄う経営、図-13 に過去 5 年間と比較した現在の資本調達状況を示す。米国における資本の調達方法については、図-11 のとおり大半が水道料金で、その他に政府からの助成金及び基金等で賄っている状況であった。現在の経営状況（図-12）については、「サービス費全額を賄う経営が全くできていない」が 9.9%、「ほとんどできていない」が 15.7%、「やや



※ 1 飲料水州回転基金：DWSRF (The Drinking Water State Revolving Fund)

※ 2 水インフラ資金調達改革法：Water Infrastructure Finance and Innovation Act

図-11 事業資金の調達形態⁹⁾

できている」が 29.5%と半数以上が満足な経営ができておらず、また、過去 5 年と比較した場合（図-13）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わかっている。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体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-14 に水道料金の値上げの有無を示す。水道事業者の 73%が 2024 年に水道料金の引き上げを計画しているとの結果になっており、課題ランキング 5 位（表-7）にある「持続可能な財務力」と関係しているものと思われる。しかし、調査対象者の 4 分の 1 以上が価格の改定に苦労している現状があるとのことの為、料金の値上げの検討と併せ、代替の資金調達方法を模索する傾向が強まっている。

(6) 水道事業の優先順位

図-15 に水道産業の革新となる機会を示す。結果は主に、労働力や業務の効率化に関する内容と水源の保護や水処理といった飲料水に関する内容であった。各項目の細別は、デジタルトランスフォーメーションが「サイバーセキュリティや生成 AI、IT 及び OT（情報技術及び制御・運用技術）」、代替水源では「脱塩や淡水化、飲料用の間接再利用（IPR：Indirect Potable Reuse）及び飲料用の直接再利用（DPR：Direct Potable Reuse）」、水処理の最適化と技術革新については「ろ過と膜ろ過及び効率性」、インフラ整備と労働力では「漏水調査やデジタルワークフォース（デジタルによる労働力）、資産運用管理」であった。なお、「飲料用の間接再利用及び飲料用の直接再利用」に関する内容については、「4. 6 視察 (3) ピュアウォーターサンディエゴ実証施設」にて記載している。

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「一部の水道事業体では、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ます。今日の水道事業体は、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費用といった従来の問題に取り組んでいます。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、水道事業体は必然的に、水道のサービスの全費用を賄う料金を設定する必要があり、同時に、低所得世帯を支援する方法を見つける必

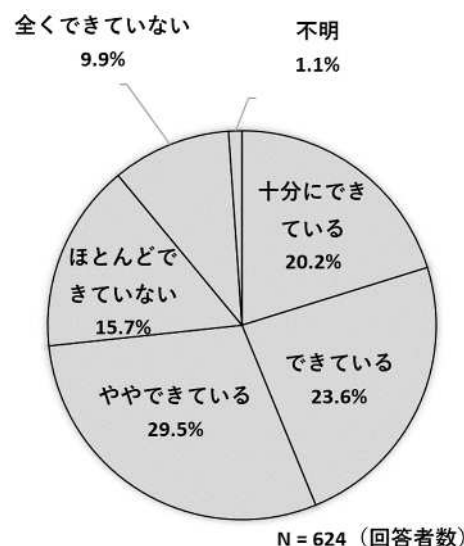


図-12 サービス費全額を賄う経営⁹⁾より作成

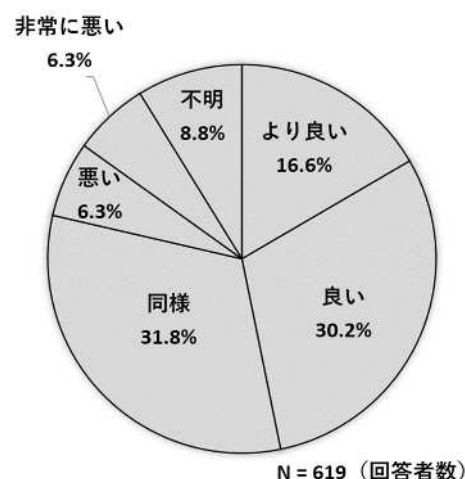


図-13 過去 5 年と比較した現在の資本調達状況⁹⁾より作成

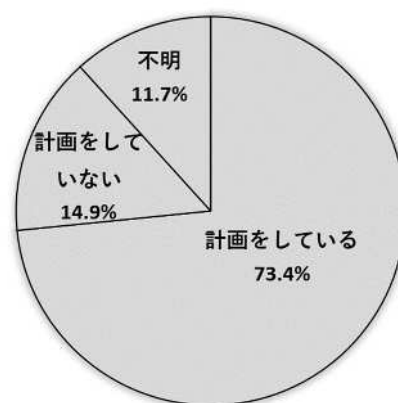


図-14 水道料金の値上げの有無⁹⁾より作成

要があります。」と STATE of the WATER INDUSTRY 内にて述べている。

以上より、水資源やデジタル化、また資金面における課題等の解決が、米国における将来の水道事業を発展させる鍵であると推察できる。

4. 2 ガバナンスと政策及び財政の健全化

(1) 水道事業におけるガバナンスの構造 (以下、18) 含む)

米国の水処理施設は、主に上水道事業体と下水道事業体であり、またその他の施設に雨水処理施設がある。上水道事業体あたっては 50,000 超、下水道事業体については 15,000 超が運営しており、上水道事業体では、1 州あたりの事業体数における平均が 1,000 以上、給水人口が約 5,000 人へ給水している。また事業体によっては、水道事業又は下水道事業のみであったり、上下水道を併せた事業であったりと形態は様々とのことであった。水道事業のガバナンスモデルについては、公営と民営の 2 つに大別され、給水人口の 85% が公営、残りの 15% が民営で賄っている。これら 2 つのガバナンスモデルを詳細に分けると数百の異なるガバナンス構造があるとの為、本研究においては一般的なガバナンス構造 5 つを学んだ。

① 地方自治体 (市政) 型 1

図-16-1 に地方自治体 (市政) 型 1 を示す。米国では最も一般的なものの 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。市政府内の形態では、複数ある事業の一部門として公営している場合もあれば、公共事業と統合し、1 つの部門として公営している自治体もあるとのことであった。この構造は市政の機能 (法律や会計等) を有している為、メリットとしては非課税債券を財源とすることができることが挙げられるが、労働力と資金の取り合いや、水道の収入を他事業へ転用、政治的風潮、水道料金の値上げに対する消極的態度等のデメリットも挙げられる。

② 地方自治体 (市政) 型 2

図-16-2 に地方自治体 (市政) 型 2 を示す。この構造は、①とほとんど同じであり、唯一異なる点が、シティマネージャーが市の最高責任者で、市長は市議会の一部であること、また市長の選出がないことが挙げられる。

③ 地方自治体 (公営企業)・理事・委員会型 1

図-16-3 に地方自治体 (公営企業)・理事・委員会型 1 を示す。この構造は、水道事業体、理事、委員会 (以下、監理者) から運営及び監理された水道事業体である。最高責任者は事業部長で、監理者は任命によって決められる。また、市長及び市議会と繋がりはあるが、直接的な

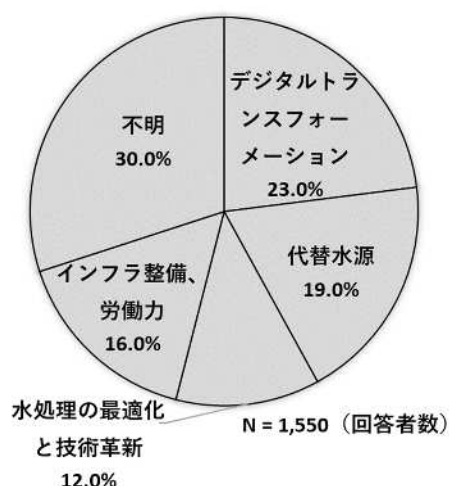


図-15 水道産業の革新となる機会⁹⁾より作成

地方自治体 (市政) 型 1



図-16-1 地方自治体 (市政) 型 1⁹⁾

地方自治体 (市政) 型 2

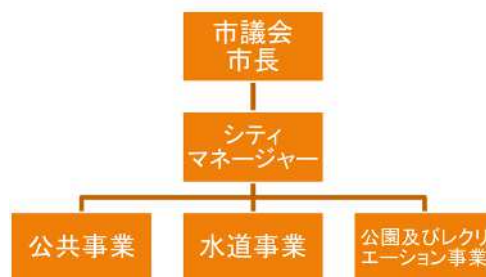


図-16-2 地方自治体 (市政) 型 2⁹⁾

地方自治体 (公営企業)・理事・委員会型 1



図-16-3 地方自治体 (公営企業)・理事・委員会型 1⁹⁾

影響を受けにくい独立した水道事業体であることから、市政から分離され、方針や手続き等の柔軟性が高く、また、水道の収入が各事業や水道インフラに充てられる等のメリットがある。なお、このガバナンス構造の場合、債券による資金調達に収益債券（課税対象）に限定されていることがデメリットとなっている。

④ 地方自治体（公営企業）・理事・委員会型 2

図-16-4 に地方自治体（公営企業）・理事・委員会型 2 を示す。この構造は、③の市長と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こと以外は、③と同様であった。

⑤ 民間水道事業型

図-16-5 に民間水道事業型を示す。民間企業が運営する水道事業体であり、市政等から切り離されている為、方針や手続きの柔軟性が非常に高く、また運営が損益ベースで行うことができる構造である。しかし、透明性に関する利用者からの懸念や料金や手数料の承認を得るために公益事業委員会への説明責任と監督を受けることが必要となっている。



図-16-4 地方自治体（公営企業）・理事・委員会型 2⁹⁾



図-16-5 民間水道事業型⁹⁾

(2) 政策

① 水質に関する政策（以下、19）含む）

表-9 に安全飲料水法制定における概要を示す。公衆衛生事業法（PHSA : Public Health Service Act）は、1914 年に連邦初の水質規制として、飲料水の細菌学的な基準が定められたものであり、安全飲料水法が制定されるまで、水質基準を増強しながら、連邦水質基準として用いられてきた法令である¹⁹⁾。当初は水質基準の設定及び浄水処理に関する条項が中心であったが、1970 年に米国環境保護庁の設立後、1974 年に安全飲料水法が制定され、以降、水源の保護、水道施設改善のための基金、水質の情報公開に関する条項等が改正や追加、更新等され続け、昨今では安全飲料水法が米国における基本法令になっている。なお、安全飲料水法には、水質基準を定める第一種飲料水規則と第二種飲料水規則（NSDWR : The National Secondary Drinking Water Regulations）があり、第一種飲料水規則は健康リスクに関する水質基準で、6 年ごとに報告書やデータを基に水質基準や目標値等を見直しており、第二種飲料水規則は感覚的症状や使用上の障害に関する水質基準を定めている。本研修では、主に第一種飲料水規則について学んだ。

第一種飲料水規則は、「微生物」、「消毒剤」、「消毒副生成物」、「無機物質」、「有機物質」、「放射性核種」の 6 つに大別され、その他に「銅及び鉛の規則」や「アクリルアミドとエピクロロヒドリンの規則（処理薬品の純度について）」、また「PFAS」等が水質基準に追加されている。これら基準が定められる背景の 1 つとして、飲水した際の健康リスクが関わっており、主に、急性毒性（Acute Health Risks）と慢性毒性（Chronic Health Risks）がある。急性毒性は、汚染物質の摂取又は暴露から数時間及び数日以内に症状が現れるものであり、大腸菌やクリプトスポリジウム等の微生物が原因となっている。一方、慢性毒性は、安全レベルを超える汚染物質を何年も摂取又は曝露すると症状が発生するものであり、ヒ素、殺虫剤、工業用化学薬品等の無機汚染物質への長期曝露が原因となっている。そのため、健康と水質を守る為、法規制や処理技術の向上と開発が非常に重要となっている。なお、米国におけるその他の水質基準については、米国環境保護庁 HP（<https://www.epa.gov/sdwa>）にて参照いただくと幸いである。

② 鉛製給水管に対するデンバー水道局の取り組み（以下、20）、21）含む）

表-10 にデンバー水道局及び米国における鉛対策の概要を示す。米国における給水管（Water Service）は、

表-9 安全飲料水法制定における概要^{9) 19)}より作成

年	内 容
1872 年	イギリスで開発された緩速ろ過法をニューヨーク州ポキプシーで導入。
1884 年	急速ろ過法を開発。
1900 年初期	濁質や微生物の除去を目的に緩速ろ過法及び急速ろ過法が各都市に導入。
1908 年	ニュージャージー州ジャージで塩素消毒を開始、ろ過処理と消毒処理が主流に。
1914 年	公衆衛生事業法（PHSA：Public Health Service Act）の制定 連邦初の水質規制となる飲料水の細菌学的な基準が定められ、安全飲料水法が制定される 1974 年まで水質基準を增強しながら、連邦水質基準として用いられる。
1925 年	飲料水基準の更新 細菌学的な数える方に制限を設ける。 鉛、銅、亜鉛、過剰な溶解性ミネラルの物理的及び化学的レベルの制限を設定。
1942 年	飲料水基準の更新 細菌学的サンプルの採取方法。
1946 年	飲料水基準の更新 ヒ素、フッ化物、鉛、セレン、銅などの物質の最大許容濃度を設定。
1960 年代	産業と人口の増加による、水が必要需要の増 地域社会は汚染した水源から水を利用せざるを得なかった為、国民の懸念が増加。
1962 年	飲料水基準の更新 28 の構成要素を追加。
1970 年	公衆衛生事業（PHS）がコミュニティ給水調査（CWSS ^{※1} ）の結果を発表 969 の公共水道システムの内、41%が 1960 年代の基準未満であり、約 800 万人が基準以下の水を飲んでいたことを報告。※ 1 CWSS：Community Water Supply Survey 米国環境保護庁（EPA：United States Environmental Protection Agency）の設立。 消毒副生成物（DBP：Disinfection By Products）の発見 塩素が有機物と反応してトリハロメタン（THM：Trihalomethane）を形成することを発見（健康への影響は不明）。最大汚染レベル（MCL：Maximum Contaminant Level）を設定するための法案を提案。
1974 年	安全飲料水法（SDWA：Safe Drinking Water Act）の制定 健康に悪影響を及ぼす可能性がある汚染物質の基準設定を米国環境保護庁が承認。
1970 年後半	米国環境保護庁より、消毒副生成物や農薬等に関する最大汚染レベルを制定。
1986 年	安全飲料水法の改正 83 の汚染物質を追加。 米国環境保護庁に「適時、規制を確立する」から「3 年ごとに全汚染物質の基準を制定又は改訂」に義務付け。また 3 年ごとに 25 種類の汚染物質を追加するよう要求。
1996 年	議会は安全飲料水法の修正条項を再承認 3 年ごとに 25 種類の汚染物質を追加する規制を廃止。リスク評価と費用便益分析より、公衆衛生に最大のリスクをもたらす汚染物質を選択及び規制するプロセスを確立。 安全飲料水法の改正 飲料水州回転基金を通じて地域社会と州に水道施設改善のための資金提供。 作業者証明や水源保護などのツールを活用し、問題発生後の対応のみならず、問題を事前に予防することに重点を置く。 科学の進歩、汚染物質への曝露に対するリスク評価、国家一次規制が提案された際の費用便益分析等を含む規制の改善。 毎年の消費者信頼感レポートを通じて消費者により良い情報を提供。

表-10 デンバー水道局及び米国における鉛対策の概要^{9) 20)}より作成

年	内 容
1918 年	デンバー水道局を設立
1949 年	デンバー水道局が規格を変更 鉛管の代わりに亜鉛メッキ鋼管と銅管の使用を許可。
1951 年以前	業界標準であった鉛 鉛管は、基幹管路から家庭や事業所の給水管に使用されていた。
1970 年	米国環境保護庁の設立
1971 年	デンバーでの鉛の使用を禁止 デンバー水道局が鉛管の使用を禁止。(全米で禁止される 15 年前)
1978 年	塗料における鉛の禁止 米国消費者製品安全委員会 (CPSC : The Consumer Product Safety Commission) より、消費者向け塗料における鉛の使用を禁止。
1986 年	全米における鉛の使用を禁止 連邦議会は安全飲料水法の改正を承認し、鉛管を禁止。鉛はんだを段階的に廃止。
1991 年	ガソリンから鉛の除去 大気清浄法 (CAA : Clean Air Act) の改正。1995 年までにガソリンに含まれる鉛の除去を義務付け。 鉛と銅に関する規則 (LCR : Lead and Copper Rule) の承認 基準値に鉛 15 μ g/L 以下、銅 1.3 mg/L 以下を設定。超過の場合は対策必須。
1991－1992 年	デンバー水道局は水質検査を強化
1994 年	デンバー水道局が腐食を減らすための pH 調整を特定 鉛配管から水中に鉛が混入する可能性を減らすため、pH 調整を導入。
2011 年	飲料水中の鉛削減法 (RLDWA : Reduction of Lead in Drinking Water Act) が可決 蛇口やその他部品に許容される鉛の量を規制。
2012 年	デンバーの水が鉛の基準値を超える 家庭での鉛におけるモニタリング調査を行った結果、米国環境保護庁が定める基準値を 2 μ g/L 超過していることが判明。
2012－2017 年	デンバー水道局が教育キャンペーンと調査を実施 鉛における教育キャンペーンの実施と防食制御方法の調査及び分析を開始。
2016 年	デンバー水道局が鉛削減プログラムを開始 教育プログラム、飲料水中の鉛を削減、鉛配管の交換、無料の鉛検査の提供、地域集会、各学校における現地調査、地域住民との協力等。
2018 年	コロラド州公衆衛生環境局 (CDPHE : Colorado Department of Public Health & Environment) はリン酸を指定 2012 年の鉛におけるモニタリング調査結果より、鉛管で給水している利用者の潜在的な曝露をさらに減らすため、最良の方法にリン酸を指定。デンバー水道局は 2020 年 3 月 20 日までにリン酸処理剤の投与を構築するための研究が必要となった。
2018－2019 年	デンバー水道局は、米国環境保護庁に相違を報告 鉛製給水管交換の加速プログラム、ろ過プログラム、腐食防止のための pH 調整等の相違を報告。また、リン酸の影響と代替溶液の研究及び結果を提出。
2019 年	米国環境保護庁が相違内容を認める
2020 年	米国環境保護庁が相違内容を承認
2021 年	鉛と銅に関する規則の改訂 (LCRR : Lead and Copper Rule Revisions) 水質調査及び基準超過の対策義務を強化。

1986 年以前まで鉛製給水管（LSL：Lead Service Line）が主流で、以降は真鍮製又はクロムメッキ真鍮製が主流となっていたが、蛇口等を鉛はんだによる配管が多かった為、鉛を含む給水管が非常に多く残っており、現在では推定 920 万本の鉛製給水管へ給水を行っている状況である²⁰⁾。この問題に対し、コロラド州にあるデンバー水道局では、早期から鉛対策を実施しており、1949 年に鉛管の代替品として亜鉛メッキ鋼管と銅管の使用を許可、1971 年には鉛管の使用を禁止し、全米で禁止される年代より 15 年も早い段階で判断と対応を行っていた。その後、1991 年の鉛と銅に関する規則（LCR：Lead and Copper Rule）により、鉛 15 μ g/L 以下、銅 1.3mg/L 以下といった基準値と、超過している場合の対策措置が努力義務として設定され、2012 年にデンバーにおける鉛のモニタリング調査を行った結果、基準値を 2 μ g/L 超過していたことから、2016 年以降、鉛管に対する教育キャンペーンや調査の実施、鉛削減プログラムの始動、利害関係者との調整等の活動を活発に行っていた。また、2018 年に鉛製給水管による利用者の潜在的な曝露を減らす方法として、コロラド州公衆衛生環境局（CDPHE：Colorado Department of Public Health & Environment）より、オルトリン酸（以下、リン酸）の指定があり、デンバー水道局はそのリン酸の影響や投与方法等の研究し、その結果や相違点等を米国環境保護庁に報告及び承認され、鉛対策について献身的に貢献していた。なお、ここでいうリン酸は食品添加物の一種で、pH 調整剤として使用されるものである。この pH 調整によって鉛管の腐食及び溶解を抑制するものであるが、排水処理時の負荷や排水先における水質変化の懸念等から潜在的な影響調査も行っている。

表-11 に鉛と銅に関する規則の改善の概要を示す。一方で、米国全体の鉛対策においては、進捗にばらつきが生じており、調査及び基準超過の対策への強化として、米国環境保護庁が 2021 年に鉛と銅に関する規則の改訂（LCRR：Lead and Copper Rule Revisions）を行ったが、最大汚染レベル程の法的拘束力がないためか、進捗のばらつきが解消されず、課題として残り続けている。しかし、2023 年に鉛と銅に関する規則の改善（LCRI：Lead and Copper Rule Improvements）を提案し（表-11）、パブリックコメントを踏まえた上で、2024 年 10 月 16 日までに改正内容を確定する予定としている²¹⁾。なお、米国環境保護庁 HP を確認したところ「2024 年 10 月 16 日から準拠しなければならない」と記されていた²⁰⁾。

表-11 鉛と銅に関する規則の改善の概要²¹⁾より作成

目 的	「全ての鉛製給水管を交換」、「規則における複雑性の緩和」、「透明性の向上と公衆への情報提供」を通じて、鉛と銅に関する規則の強化を図る。
概 要	I 10 年以内に全ての鉛製給水管の交換を実施 一部の例外を除き、鉛の暴露源である鉛製給水管を 10 年以内に全て交換することを義務付けるもの。 II 残存する鉛製給水管の場所の特定 台帳の定期的な更新、一般市民に向けた給水管交換計画の公開、材質が不明な全ての給水管の材質特定を義務付けるもの。（なお、2021 年の鉛と銅に関する規則の改訂より、効率的な交換を行う為、2024 年 10 月 16 日までに鉛製給水管の台帳を作成することが義務付け。） III 蛇口からの採水方法の改善 鉛製給水管の場合、1 L 目及び 5 L 目を採水及び検査し、最も高い値を採用するよう義務付けるもの。 IV 鉛における基準値の引き下げ 鉛の基準値を 15μg/L 以下から 10μg/L 以下への引き下げを提案。10μg/L 超過の場合、鉛製給水管の交換と並行して、鉛の溶出を低減する為の腐食防止処理の導入及び調整等、鉛暴露の低減措置を講じなければならない。 V 鉛暴露を低減するための保護強化 基準値の 10μg/L を複数回超過した場合、消費者へ再度働きかけを行い、全ての消費者が鉛を低減できる浄水フィルターを利用できるようにすることを義務付けるもの。なお、この浄水フィルターは、鉛低減の認証を受けたものでなければならない。

(3) 財政の健全化

表-12 に公営と民営における資金の概要、図-17 に水インフラ資金調達改革法の概略図、図-18 に飲料水州回転基金の概略図を示す。財政も水道事業のガバナンスモデルと同様に公営と民営で異なっており、公営は税金や債券に対して優遇され、またその他に、水インフラ資金調達改革法（WIFIA：Water Infrastructure Finance and Innovation Act）といった連邦融資プログラムや、飲料水州回転基金（DWSRF：Drinking Water State Revolving Fund）といった、州融資プログラムがあり、どちらも一般債券やレベニュー債券などの一般的な公債よりも低い利率で借り入れができる制度がある。一方、民営では税金や融資等の優遇はなく、民間企業と同等の対応となっている。

その他には、図-19 に示す拠出資本の概略図のとおり、現金や資産の直接寄付（出資資本金）や配水管に接続する為に支払う特別料金等で賄っている。

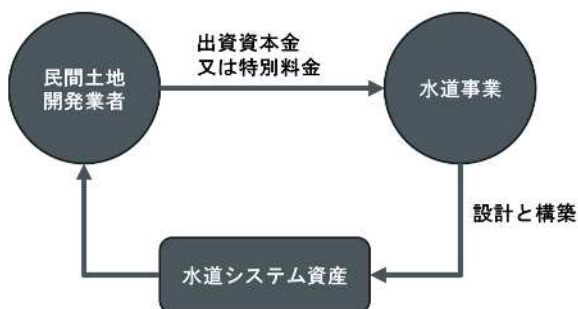


図-19 拠出資本の概略図⁹⁾

水インフラ資金 調達改革法 (WIFIA)

最低融資額 = 2,000万ドル

プロジェクト費用の最大49%

返済期間は最長35年

米国財務省の金利

米国環境保護庁が管理

図-17 水インフラ資金調達改革法の概略図⁹⁾

飲料水州回転基金 (DWSRF)

最低融資額は各州による

プロジェクト費用の最大100%

返済期間は最長30年

最低0%の金利

州によって管理

図-18 飲料水州回転基金の概略図⁹⁾

表-12 公営と民営における資金の概要⁹⁾ より作成

	公営		民営	
政府との関係	直接、公共の利益を保護		監視により公共の利益を保護	
水道料金	政府に権限あり		法律に権限あり	
連邦所得税	なし		あり	
州所得税	なし		あり	
その他の税	一部あり		あり	
	一般債券	レベニュー債券	被担保債権	社債
形式	借金		借金	
利用者	個人及び団体		個人及び団体	
担保	発行者の完全な信頼と信用	料金収入	特定の企業資産を担保として確保	無担保
返済期間	20年～30年		1年～30年	
金利	低金利	高金利	低金利	高金利
税	連邦税免除	連邦税免除	非課税	非課税

図-20 に過去 10 年前後における売上の傾向を示す。水道事業体における過去 10 年前後の売上について 47.2%が増加傾向、26.1%が横ばい、15.8%が減少傾向との回答であり、水道の使用量が増え、一見、経営が良さそうにみえるが、水道料金が非常に安価であるが故、図-12 のように半数以上がサービス費全額を満足に賄う経営ができていないという矛盾が生じている。また、更新時期の迫った多くの水道施設や維持管理費、水源の保護や水源の確保等、資金が必要となる状況の中、図-13 にあるように半数以上が十分な資金調達ができていないのが現状である。そのため、図-14 のとおり、73.4%の事業体が 2024 年に水道料金の値上げを計画しているということに繋がっているものかと思われる。

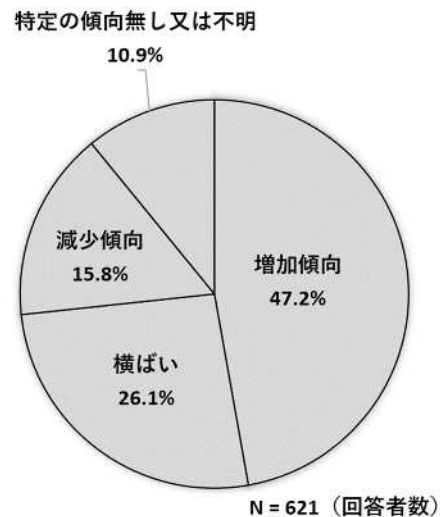


図-20 過去 10 年前後における売上の傾向⁹⁾より作成

(4) 水道事業の経営における事例の紹介

① コチェラバレー水道局 (以下、22) 含む)

表-13 にコチェラバレーの概要、表-14 にコチェラバレー水道局の概要、図-21 に年間の給水割合と取水割合を示す。コチェラバレーは農業やリゾート地として有名であり、農業やイベント及び大会等で年間約 80 億ドル近くもの利益を挙げている。気候は温暖であるが乾燥しており、年間降雨量が約 102mm と非常に少なく、また貯留できる容量が少ない環境となっている。コチェラバレー水道局 (CVWD : Coachella Valley Water District) (以下、CVWD) は、1912 年に設立された公営企業局 (Public Utility) であり、水源については、コロラド川が主に農業用水、自噴井が飲料水として使用されており、また、州水プロジェクトの水を地下水に充填している。給水割合については飲料水が 33.3%、農業が 41.7%と、農業の給水割合が高く、また取水割合より約 4 分の 3 がコロラド川であることから、コチェラバレーにおいて農業は非常に重要な産業であることが伺えた。なお、給水割合のその他は、25.0%となっているが、飲料水で使用した分、地下水を充填していく為、状況に応じて割合が変動するとのことであった。

表-13 コチェラバレーの概要⁹⁾より作成

標 高	最高 1 万 834 フィート (約 3304m)	最低 -226 フィート (約 -69m) ※ソルトン湖の水面
気 温	夏 約 120° F (約 48.9°)	冬 約 60° F (約 15.6°)
降 水 量	年間 4 インチ (約 102mm)	
周辺環境	ジョシュアツリー国立公園 (Joshua Tree National Park)	
	ホワイトウォーター川 (Whitewater river) ※間接的な水源、下流がソルトン湖。	
	ソルトン湖 (Salton Sea) ※内陸湖であるが海水よりも塩分濃度が高い為、シーと呼ばれている。	
産 業	農業 (年間約 10 億ドルの収益、1 万 2000 人の雇用を創出)	
	大会・イベント等 (年間約 68 億ドルの興行収入、5 万 3000 人の雇用を創出)	
	I コチェラバレーミュージックアンドアーツフェスティバル (Coachella Valley Music and Arts Festival) 約 75 万人動員	
	II インディアンウェルズテニスガーデン (Indian Wells Tennis Garden) 約 47 万人動員 ※BNP パリバオープン (BNP PARIBAS OPEN) の会場	
	III 120 のゴルフコース ※世界屈指のコース数、大会でも使用。	

表-14 コチェラバレー水道局の概要^{9)、22)、23)、24)、25)}より作成

事業規模の概要	
理 事 会	5 名 ※選挙による選任、任期は 4 年（理事長及び副理事長含む人数）
従 業 員	570 名
2024 年度の収入	4 億 8500 ドル
水 源	I 自噴井（Artesian well）：全て飲料水用 II コロラド川 [コチェラ運河（Coachella Canal）、MWD のコロラド川導水路 ²²⁾] ：農場の灌漑用、その他（ゴルフ場等） III 州水プロジェクト：ホワイトウォーター川流域等における地下水の充填 IV 再生水（廃水を農業や工場用に処理した水）：ゴルフ場等の灌漑
契 約 者 数 （アカウント数）	I 飲料水 11 万 4000 アカウント II 排水処理 10 万 5000 アカウント III 灌漑用水 1300 アカウント ※7 万 7000 エーカー（約 312 km ² ）に供給 IV 再生水 24 アカウント ※38 万 1000 エーカー（約 1532 km ² ） に供給
水資源に関する概要	
1912 年	被圧地下水を利用し、自噴井（Artesian well）を整備 当時は被圧地下水の水が地表に流れ出でいた。土壌が作物の栽培に適していた為、農業が発展。（当時の人口は約 300 人）
1918 年	コチェラバレー郡水道局（Coachella Valley County Water District）を設立 農業の発展に伴い水需要が増加。雨が少なく、自噴井（被圧地下水）とその水源に関わるホワイトウォーター川の水が減少。水資源の確保と保護に向け、コチェラバレー郡水道局を設立（1979 年にコチェラバレー水道局へ改名） ²²⁾ 。
1919 年	連邦政府と灌漑用にコロラド川の水をコチェラバレーへ導水することを契約 ²²⁾
1928 年	連邦議会のボルダーキャニオンプロジェクト法（Boulder Canyon Project Act）による、コチェラ運河整備の認可 ボルダーキャニオンプロジェクト法は、コロラド川下流における、春季の洪水と夏季の渇水の解消及び水利権の分配、電力不足の解消等の為、オールアメリカン運河や貯水池、フーバーダム及び水力発電所等の建設を認可したものである ²³⁾ 。なお、オールアメリカン運河はコロラド川から分岐したものであり、コチェラ運河は、オールアメリカン運河から取水している ²³⁾ 。
1930 年代－1948 年	コチェラ運河の整備 ※第二次世界大戦があった期間は、工事を一時中断。
1963 年	州水プロジェクト デザート水道局（DWA：Desert Water Agency）（以下、DWA）と協力し、州水プロジェクトに参加し、一部の水利権を獲得 ²²⁾ 。なお、デザート水道局は、パームスプリング市とカテドラル市に利用者を持つ州営水道契約業者の公営企業局（非営利の政府機関）である ²⁴⁾ 。
1967 年 1983 年 2019 年	MWD との水交換協定 CVWD と DWA が所有する州水プロジェクトの一部と MWD が所有するコロラド川導水路における水交換協定を結び、CVWD と DWA はコロラド川導水路の一部水量を、MWD は CVWD と DWA が所有する州水プロジェクトの一部水量の利用（購入）が可能になる。
2003 年	定量化和解契約（QSA：Quantification Settlement Agreement） コロラド川の水利権等に関する取り決め。インペリアル灌漑地区（IID：Imperial Irrigation District）、MWD、CVWD、SDCWA との間で契約 ²⁵⁾ 。

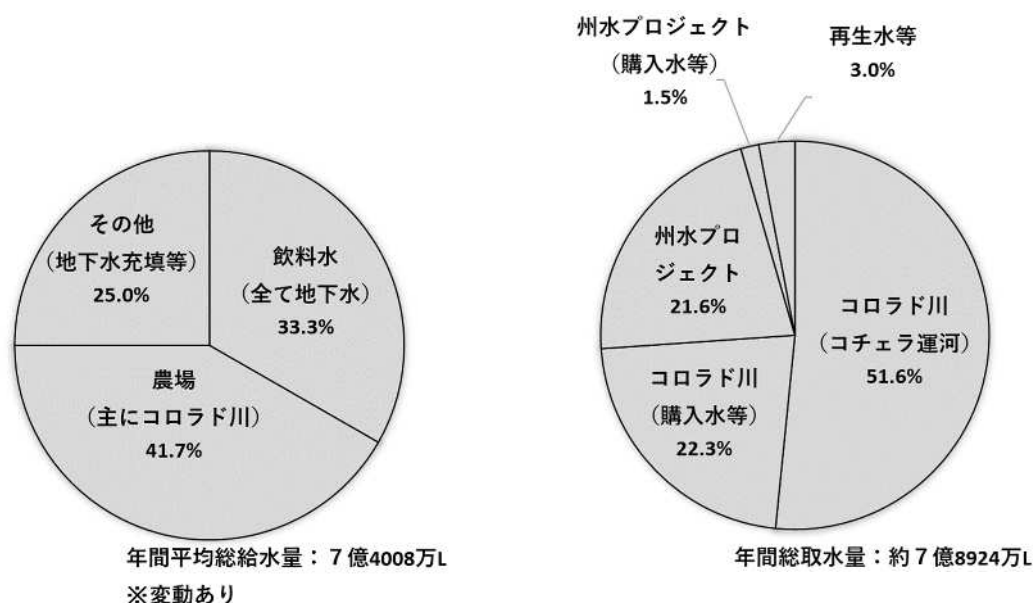


図-21 年間の給水割合と取水割合⁹⁾より作成

表-15 に水資源に関する課題を示す。コチェラバレーの水源は元々、自噴井のみであったが、CVWD による各プロジェクトへの参加により、水利権（州水プロジェクトとコロラド川の利水）の一部を獲得でき、現在のシステムを構築し、住民の暮らしや産業に大きく貢献してきており、また水源の確保及び保護の為、MWD との交換協定や定量化和解契約といった、水交換や取水に関する取り決め等を行っている。しかし、表-15 のように、水資源に対する課題がいくつもあり、早急な対処が求められているとのことであった。

表-15 水資源に関する課題⁹⁾より作成

コロラド川及び 州水プロジェクト	貯留量が満足でない ※干ばつによる取水制限への対応（20 年間以上も渇水に悩まされている）
	決められた取水量 ※購入水の場合、取水量が契約容量未満でも、契約容量分を支払わなければならない。（渇水による取水制限があっても同様）
	州政府による保全のための取水削減措置（強制）、環境保護に対する高まり
	部族からの訴訟（法的な対応が必要）
水質	六価クロム（Hexavalent Chromium）や硝酸塩（Nitrate）の対応
再生水	水質基準のクリア、高コスト、使用範囲の制限
その他	手頃な水道料金価格の設定

図-22 に 2024 年の収支計画における割合を示す。主な収入計画は、上水道と下水処理及びその他手数料による料金収入の約 4 割と固定資産税の約 3 割であり、支出計画は運営費の約 3 億 4,400 万ドルと施設投資額の約 1 億 4,100 万ドルで計 4 億 8,500 万ドルとなっている。また、水資源の確保及び保護の為、デルタ送水プロジェクト（Delta Conveyance Project）に約 7 億 6300 万ドル、サイトプロジェクト（Sites Project）に約 1 億 9100 万ドルの投資といったプロジェクトへの参加、六価クロムの処理に約 2 億 5000 万ドルの投資といった課題解決策等、水道事業として非常に重要な投資を行っている反面、収支については悩みどころであるようだった。なお、デルタ送水プロジェクトは州水プロジェクトに関するもので、サクラメントサンホアキン川デルタ（Sacramento-San Joaquin River Delta）から州水プロジェクトの導水

路へ接続及び送水するプロジェクト（約 201 億ドルの規模）であり、サイトプロジェクトはサイト貯水池を建設するためのプロジェクト（約 44 億ドル）である。また、これらプロジェクトには過去に取得した水利権の水源に関連し、水資源の保護等の観点からプロジェクトへの参加及び協力を行っているものと思われる。

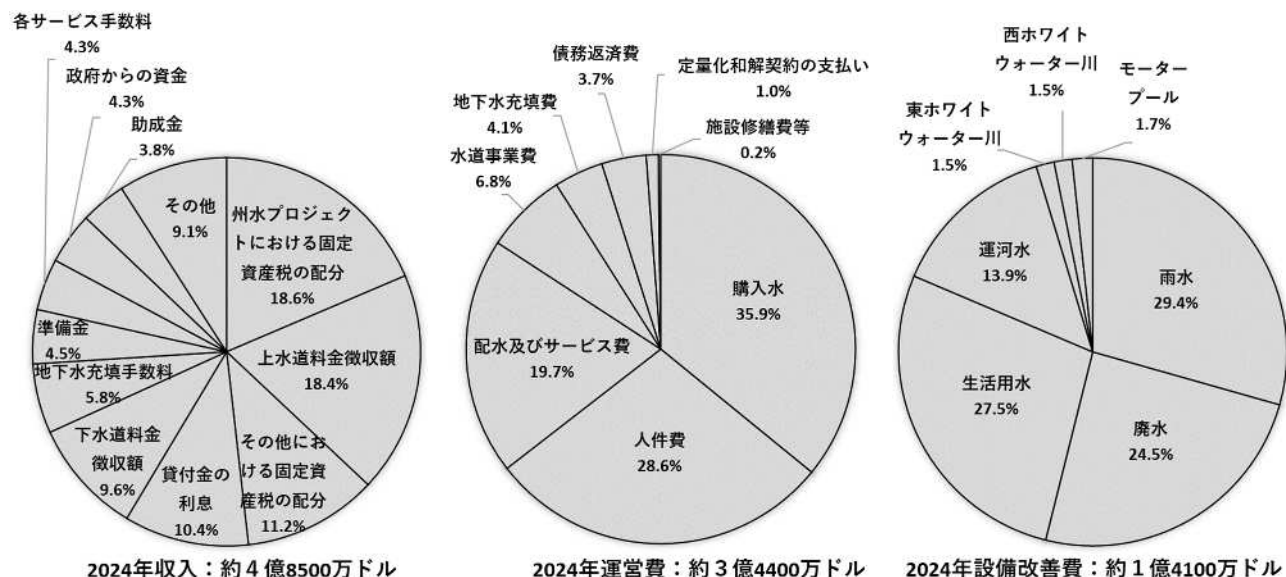


図-22 2024 年の収支計画における割合⁹⁾より作成

② リバティカリフォルニアウォーター社（以下、26）含む）

表-16 にリバティカリフォルニアウォーター社の概要を示す。リバティカリフォルニアウォーター社（以下、リバティ）は、アルゴンキンパワー&ユーティリティズ社の子会社で、株が公開されている民間水道事業者（IOU：Investor Owned Utility）である。カリフォルニア州内では、水道事業、電気事業、ガス事業それぞれ別々で経営しており、リバティは社名のとおり、水道事業を担っている。配水範囲については、主にサンバーナディーノ郡とロサンゼルス郡に給水しており、両地域共に裕福な地域と貧困な地域がある為、収支全体を考慮した計画（料金設定等）が必要となっている。また、サンバーナディーノ郡における一部の地域においては、人口の増加及び経済の活性化で、水道の整備も必要となっており、事業計画時において資金調達が必要となった場合、親会社による世界市場への社債の発行やその他債券等を利用することになり、これらの債券の返済期間は基本 40 年になるとのことであった。その他の資金調達方法としては、水道料金の値上げが挙げられるが、リバティは現在、料金設定の見直しにおける審査中で、提案している水道料金 10%の値上げに対し、審査機関からは 12%値下げするよう提案を受けた為、調整しているとのことであった。なお、水道料金に対する年間支出割合は水質検査・メンテナンス・人件費等の固定費が約 90%、電気・加圧・水処理費等の流動費が約 10%となっており、サービスの提供に多くの固定費がかかっていることが伺えた。

表-17 に水道料金の設定における概要を示す。水道料金の設定については、3 年ごとに見直し（審査）があり、カリフォルニア州公益事業委員会（CPUC：California public utility commission）（以下、CPUC）によって審査及び決定が行われている。この CPUC は州政府管轄の委員会で、消費者が適正な料金で安全かつ信頼できる公共サービスを受けられるようにすること、また詐欺行為を防止すること、さらにカリフォルニア経済の健全性を促進することに尽力するとして、民間の電気・天然ガス・通信・水道・鉄道・鉄道輸送・旅客輸送事業を営む企業を規制している委員会である²⁷⁾。また、CPUC による審査や詳細なプロセス等の全てが Web 上で公開されており、さらに透明性と合理性を確保している。そのため、

審査における対応は非常に厳格で、また様々な角度から細かい又は厳しい質問や提案等があるとのことであった。審査においては、一般料金案件（GRC：General rate Case）に沿って行われ、過去 12 年の事業状況と 4 年先の事業計画（戦略）をまとめた書類を基に、徴収総額の決定や各クラスにおける徴収総額の負担割合と料金表の決定、また審査の過程において、利用者との意見交換会や行政裁判官を前にした公聴会等、全ての過程で透明性及び合理性が確認できたものが水道料金として決定されるとのことであった。なお、水道料金の設定後、設定金額に対する利用者の不満や苦情、もめ事等が生じ、解決に至らない場合、CPUC に仲介及び調整をする窓口があり、その担当者が利用者に対し、資料等を提示して根拠等の説明をしてくれるとのことであった。

その他、水道料金に関わる業務として、事業における収支を作成し経営状況の把握及び一般料金案件にて決定した条件との比較等を行っており、一般料金案件における、各クラスにおける徴収総額の負担割合と料金表の決定（表-17）よりも徴収額が多すぎる場合は各クラスの利用者に返金措置をとっており、また逆も然りで、少ない場合は追加徴収を行っているとのことであった。

以上より、民間企業ではあるが、一般料金案件によって決められた一定の収入や CPUC の規制、安全飲料水法、さらに会社とその従業員の努力により公共の利益を主とした経営が成り立っているといえる。また、講師のジム・エリオット氏も最後に、持続可能かつ安定したサービスの提供をする為、料金設定から債券、シェアの拡大等、様々な課題や要因、解決策を考えながら、常にいくつかの計画を戦略として持ち、経営を行っているとのことであった。

表-16 リバティカリフォルニアウォーター社の概要

親会社	アルゴンキンパワー&ユーティリティズ社（Algonquin Power & utilities Corp）	
子会社	リバティ社（Liberty Corp） ※州本部、地方支部、市町村支部がある	
業種	水道・電気・ガス事業	
国	4 カ国（米国、バミューダ諸島、チリ等） ※約 100 万アカウント	
州本部	リバティカリフォルニアウォーター社	
給水先	I サンバーナディーノ郡 ※アップルバレー市、ヤーモ市 ²⁶⁾	
	II ロサンゼルス郡 ※ベルフラワー市、ノーウォーク市、コンプトン市、ウィローブルック市、リンウッド市、ランチョドミンゲス市 ²⁶⁾	
	III その他 ※ベルビュー市、メサ クレスト ²⁶⁾	
	サンバーナディーノ郡	ロサンゼルス郡
従業員	40 名	75 名
2025 年予算	1680 万ドル	1800 万ドル
配水管延長	約 481.5 マイル（約 775 km）	約 267 マイル（約 430 km）
契約者数	約 2 万 1000 アカウント	約 2 万 9900 アカウント
給水人口	約 6 万 2000 人	約 11 万人
地域的特徴	裕福な地域と貧困な地域がある為、収支全体を考慮した計画（料金設定等）が必要となっている。一方、一部の地域では、人口増及び経済の活性化で、水道の整備が必要となっている。	サンバーナディーノ郡と同様、裕福な地域と貧困な地域がある為、収支全体を考慮した計画（料金設定等）が必要となっている。
水源	井戸（地下水） ※ポンプによる汲み上げ	

表-17 水道料金の設定における概要

見直し期間	3年ごとに見直し
見直しの目的	根拠に沿い、将来を見据えた見直し及び必要性等を総合的に判断し、透明性かつ合理性のある水道料金を設定するもの
審査	機関 カリフォルニア州公益事業委員会（CPUC：California public utility commission）
	内容 一般料金案件（GRC：General rate Case）
	Ⅰ 徴収総額の決定 ^{27) 28)} ※運用、維持管理、整備の更新、人件費、税金等、事業体の経営（サービスの提供）に必要な総額 ※投資家に対する投資利益率の補填額
	Ⅱ 各クラスにおける徴収総額の負担割合と料金表の決定 ^{27) 28)} ※各クラスの負担割合 例：徴収総額に対して、工業 25%、商業 30%、居住 45%を負担
	Ⅲ 意見交換・公聴会 ^{27) 28)} ※利用者との意見交換会（公開フォーラム）※行政裁判官の前で当該事業者及び利害関係者が証言する公聴会（法廷での裁判と同様、公開されている）
資料	過去 12 年の事業状況と 4 年先の事業計画（戦略） ※配水計画や投資計画、収支、根拠等

③ ディスカッション

写真-4 にディスカッションの様子を示す。なお、ディスカッションの内容については下記のとおりである。



写真-4 ディスカッションの様子

Ⅰ 六価クロムについて（ロバート・チェン氏）

日本と同様、米国においても土壌及び地下水に発生源不明の六価クロムが点在しており、また点在先も不明確である為、都度、検査を行い六価クロムの有無を確認する必要があるとのことであった。なお、六価クロムについては、CVWD においても課題の 1 つとなっており、現在、100 基の自噴井の内、30 基から六価クロムが検出されており、安全な飲料水を提供する為、高コストではあるが、イオン交換による処理を行っている。

Ⅱ 購入水の価格について（ロバート・チェン氏）

源水における水の購入価格については、各々異なった価格となっており、州水プロジェクトにおける購入水の価格とコロラド川における購入水の価格では、コロラド川からの水の方が高価となっている。こ

れら購入水の価格については、講義及びディスカッション文脈から察するに、各々のプロジェクト等における契約や協定、維持管理及び改善費等の取り決めにより、このような価格差が生じているものと推測される。

Ⅲ 固定資産の配分について（ロバート・チェン氏、チ・ホ氏）

図-23 に郡役所における固定資産税の業務フローの概要を示す。米国における固定資産税の徴収等に関する業務については、主に郡役所が担っている地域が多く、郡民の資産調査や評価、納税額の算出、徴収や郡内各地方自治体等への配分（決まっている割合のみ）まで業務を担っている²⁹⁾。なお、固定資産税が配分される考えとしては、水道の整備で、その土地に付加価値を加えている為、住民の合意の下で成り立っているものと思われるとのことであった。また、これらの税制や徴収方法等については州や郡、市等によって異なることもある為、固定資産税のフローに関する一例として捉えていただきたいとのことであった。



図-23 郡役所における固定資産税の業務フローの概要 ²⁹⁾より作成

Ⅳ 水道料金の設定方法（ジム・エリオット氏、チ・ホ氏）

水道料金の設定は、過去の実績から将来の計画、資産状況、市場の動向等、総合的かつ多角的に調査と根拠及び書類をまとめ、現況を把握した上で、適切な料金を算出するものであるが、これら情報の収集や整理、書類を作成等が非常に大変で時間と労力を要する作業となり、また料金の算出においても、算出に特化したマニュアルや料金算出に特化した学校がある程、かなり複雑な作業となっている。

Ⅴ 地震対策について（チ・ホ氏、ジム・エリオット氏、ロバート・チェン氏）

カリフォルニアにおける地震対策については、日本ほど地形や断層等が複雑ではないこと、また災害時に水道管が無事であっても電力がなければ稼働できず、反対に電力があれば、できることが多くなるといったことから、水道管の耐震化よりも稼働源となる電力施設の維持が優先されているとのことで、またカリフォルニアにおける自然災害の最優先事項は山火事であることも理由の1つとされているとのことであった。しかし、全く地震対策を行っていない訳ではなく、布設されている水道管の中には日本製の耐震管を使用している箇所もあり、材料費は非常に高価ではあるが、継手性能がとても良いとのことであった。

4. 3 水資源と運用の最適化

(1) AWWA 規格

表-18 に AWWA 規格の概要一覧、表-19 に AWWA 規格における水道事業管理基準一覧を示す。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を米国国家規格協会（ANSI : American National Standards Institute）により認定された規格をいい、時代に併せ変更や削除、更新等を行い現在では 194⁹⁾ 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、これらが品質、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。なお、米国国家規格協会とは、米国の自主規格と適合性評価制度の管理・調整を担っており、また各産業や連邦政府と協力し、国内外に対する規格と適合性に基づく解決策を策定している組織である。本研修では、水道事業の管理基準（以下、G シリーズ）内にある G100、G200、G300 及び G400 について学んだ。

表-18 AWWA 規格の概要一覧^{9)、12)}より作成)

項 目		規格番号
井戸		A100
水処理	ろ過	B100、B101、B102、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、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
備考	…本研修における講義の範囲	

表-19 AWWA 規格における水道事業管理基準一覧⁹⁾、¹²⁾より作成

項 目	区 分	規 格
水道事業の管理	水道事業の運用と管理	G100 浄水場の運用及び管理
		G200 配水システムの運用及び管理
		G510 廃水処理場の運用及び管理
		G520 廃水収集システムの運用及び管理
		G560 水道事業のための雨水管理
		J100 上下水道システムのリスクと復旧力の管理
	水道事業の業務	G410 運用及び管理業務における習慣
		G420 利用者関係とコミュニケーション
		G430 運用及び管理におけるセキュリティ対策
		G440 緊急事態の対応方法
	水道事業プログラム	G300 水源の保護
		G400 水道事業の管理システム
		G480 水の保全プログラムにおける運用及び管理
		G481 再生水プログラムにおける運用及び管理
		G485 直接飲用可能な再生水プログラムの運用及び管理
備考	及び	…本研修における講義の範囲

(2) G シリーズと G シリーズのガイドブック

G シリーズと G シリーズのガイドブック（以下、運用ガイド）は、AWWA 会員の工学やコンサルティング、規制関係等、熟練の専門家たちが 10 年かけて規格化及び製作したもので、各々の水道事業の管理における評価や効果的な改善方法を提供するものであり、水質や利用者サービス、計量、セキュリティ、記録管理、予算管理、資源保全、災害対策、スタッフの知識等の向上強化に寄与している。また、G シリーズと運用ガイドから効果的な成果を得るため「達成度の確認ができる目標（目標値）を設定」、「目標の達成度を確認するための監視システムの導入」、「最適化戦略を作成及び実施及び改善点の洗い出し」、「あらゆる条件下で目標を満たす一貫した運用の維持」における手順やプロセス等を明確化することで、水道事業者のみならず利用者に対しても大きな利益を提供できるものとなっている。

② G100

G100 は、浄水場の運用と管理に関する「法規制の遵守」、「運用及び管理の方法」、「施設の維持管理」、「水質管理」について定めているもので、最適な運用及び管理方法、特に水処理をするための指針となっている。さらに、運用ガイド第 7 章の監査チェックリストを活用することで、運用と管理における要件をどの程度満たしているか効果的に評価できるものとなっている。

③ G200

G200 は、配水システムの運用及び管理に関して「配水システムの水質」、「配水システムの管理における実施計画」、「配水システムの運用と維持」を定めているものであり、各種別について、配水システムの水質は「法規制の遵守」、「監視と検水」、「残留塩素の維持」、「内部腐食の抑制」、「配水管内の洗浄」に関する実践的な内容を取り扱い、配水システムの管理における実施計画は「水圧の監視と管理」、「逆流及びクロスコネクションの抑制と予防」、「水の損失抑制」、「バルブと消火栓の操作訓練」、「外部腐食の抑制」、「エネルギー管理」、「水道メーター」を扱っており、配水システムの運用と維持では「貯水施設（タンク）の運用と維持」、「ポンプ場の運用と管理」、「パイプラインの改修と更新」、「配管の消毒」を扱っている。またその他に、配水システムの運用及び管理における「重要な活動の文書化」、「記録の管理」、「従業員の教育と能力開発」、「利用者からのお問い合わせ」、「自己評価と内部監査」も扱ってい

るとのことであった。なお、配水システムの管理における実施計画において、各事業体によって状況や条件等が異なる為、数値的又は定量的な要件や詳細を避けているとのもので、具体的な数値又は定量等については、各事業体で各々の目標に適合するものを算出した上で実施計画を作成する仕様となっている。

④ G300 及び G400

G300 は、水源の保護に必要な基準を定めており、規格については AWWA 規格評議会の下、運用ガイドについては AWWA 技術教育評議会の下、水源保護（SWP：Source Water Protection：水源保護）委員会により作成されたものである。この G300 の基準を満たすためには、6つの基本要素が重要であり、これらを水源保護プログラムと呼んでいる（図-24）。また、運用ガイドと併用することによって、効果的に水源保護プログラムにおける責任や役割の明確化、計画及び実施方法の作成等を行えるとのことであった。

この水源保護プログラムにおける、基本要素の1つ目は「ビジョン」であり、水道事業者が水源の保護における展望や戦略、優先順位等についての大枠を計画するもので、この計画したビジョンが水源保護の約束を表明するものとなっている。その他に、ビジョンの計画と併せ、水源保護プログラムに関わる内外部の利害関係者を事前に特定及び関与等を行うことも必要とされている。

2つ目は「水源の特性評価」であり、目標及び行動計画の策定の為、水源地を調査し情報を収集する作業で、主に「懸念される水源地の特定」、「水質及び水量のデータ収集」、「汚染源のリスト化」、「土地利用の分析・検討」、「物理的障壁における有効性の判断」、「取水構造物及び井戸の健全性を評価する」、「情報の乖離と需要の埋め合わせ」、「規制リストの見直し」の8つを調査している。これら情報収集の結果より、リスク評価や感受性分析（susceptibility analysis）を実施し、主要な課題と汚染源の特定や、各課題における優先順位付けを行っている。なお、ここでいう感受性分析とは、ある地域（水源）が自然災害の影響の受けやすさを評価・分析するものを指す。

3つ目は「プログラムの目標」であり、ビジョンと特性評価の結果を通じ、現在の問題と将来の問題及び最も重要な懸念事項を優先した目標を設定する作業のことである。また、水源保護プログラムを効果的に取り組む為、最も重要な懸念事項の優先にあたっては、期限及び達成度の確認ができる目標値を明確に設定すること、また利害関係者も含め、水質問題に対処するのに必要な、公衆衛生、処理要件と費用、景観、環境管理、公平性等の懸念を考慮した上で設定することが重要であるとしている。

4つ目の「行動計画」は、上記3つのビジョン、特性評価、目標に基づき、具体的な行動計画を5W1H（what, when, where, who, why, how）に沿って作成されるロードマップのことである。このロードマップは、水源の水質に対する脅威を緩和するために必要な規制や管理、協定等を特定し、また実施に必要なスケジュールや戦略、資金計画、達成度確認の指標等を具体的かつ優先順位に沿って定めるものとなっている。また、アメリカ水インフラ法（AWIA：The America's Water Infrastructure Act）におけるリスク評価と、緊急対応に水源の保護が関連している為、この行動計画では、Gシリーズにおける水道事業の業務、G430 運用及び管理におけるセキュリティ対策及び G440 緊急事態の対応方法（表-19 を参照）を適用した上での計画も必要となっている。なお、アメリカ水インフラ法とは、水道インフラ及び水質の改善、公衆衛生の向上、雇用の創出、経済の活性化等を目的として 2018 年に議会にて可決されたものである³⁰⁾。

5つ目は「実施」、6つ目は「プログラムの評価と改良」となっており、計画したロードマップを基に実行及び評価し、水源保護プログラムを改善する過程である。このプログラムの実行中に管理やスケジュール、資金計画等、計画と差異が生じた場合は、都度、問題点の確認及び改善、フィードバックといったサイクルを行い、高精度な水源保護プログラムを完成させることが重要とのことであった。

実際に水源保護プログラムを行ったアラスカ州ビーバー水道局のボブ・モーガン博士（退職）は「G300

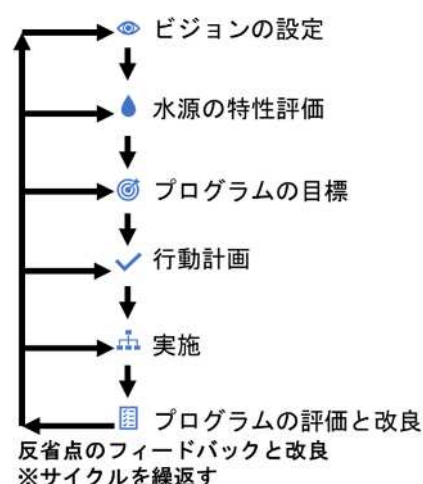


図-24 水源保護プログラム⁹⁾

と運用ガイドは、水源の保護計画を一貫した文書にまとめる上で、大いに役立ちました。また、運用ガイドのチェックリストは、水源プログラムにおける全ての要素を順々に説明してくれました。このチェックリストのおかげで、以前は水源保護の一部として検討していなかった項目についても考えるようになりました。また、米国水道協会の基準に準拠したプログラムがあることで、初めはやや消極的であった多くの利害関係者から信頼を得ることができました。」と証言しており、非常に有益なガイドラインであることが伺える。

(3) ロバート・B・ディーマー浄水場における運用と管理の紹介

① 浄水場の運用と管理 (G100)

浄水場の運用と管理では、「法規制の遵守」、「運用及び管理の方法」、「施設の維持管理」、「水質管理」のそれぞれに則り稼働しており、特に「水質基準」については、法令で定められている値よりも厳しい基準値に設定し、水質管理をしているとのことであった。その他、運用等については、「4.6 視察 (1) ロバート・B・ディーマー浄水場」にて記載している為、ここでは省略する。

② 配水システムの運用と管理 (G200)

配水システムの運用及び管理における業務では、バルブやゲートの開閉作業や水道施設の修繕及び更新工事、定期点検やメンテナンス、緊急体制の運用、また配水システムの管理やネットワークにおけるシステム等、多岐に渡って運用や管理を行っている。しかし、年々、予算額も厳しいものとなっており、また100年近く経つ水道施設も増えている為、腐食の進捗度合や破損、漏水、機能の不具合（バルブの開閉等）等の事前点検や管理資料等によってメンテナンスにおける優先順位をつけ、計画を練っているとのことであった。さらに、これら計画を実施するには、内部にある委員会で協議する必要がある、協議による決定後、実施に移るとのことであった。

表-20 にセカンドローワーフィーダー (Second Lower Feeder) プロジェクトにおける工事概要を示す。近年におけるメンテナンス業務では、セカンドローワーフィーダープロジェクトを行っており、工事概要は表-20 のとおりである。このプロジェクトでは、施工区間を断水しなければならず、また24時間体制で多くの人員と機材も必要となった為、プロジェクトの6月前からバルブ操作計画等を作成し、組織や加盟機関への報告及び情報共有、さらには広報、SNSなどの媒体を活用して住民等への情報提供等、多くの準備を行っている。その他には、施設や水路等への侵入を阻止する対策といった防犯に関する施設管理や、立地及び気候的な要因による作業のストレス対策といった労務管理も行っているとのことであった。

表-20 セカンドローワーフィーダー (Second Lower Feeder) プロジェクトにおける工事概要 ³¹⁾ より作成

対象の管	PCCP (Prestressed Concrete Cylinder Pipe) の送水管
内容	鋼製ライニングの設置
設置手順	I 掘削 II PCCP 上部半分の切断 III 鋼製ライニングを切断部分から管内に輸送 IV 鋼製ライニングの設置 (内面形状に合わせた形成、溶接) V 切断部分の修復及び埋戻し

③ 水源保護の運用と管理 (G300)

表-21 に各水源の運用と管理における概要を示す。州水プロジェクトとコロラド川とでは周辺環境の違いから水質がかなり異なっている為、導水路沿いにある複数のポンプ場にて採水と検査及びモニタリングし、全体的な水質の把握を行っている。この水質の把握が、水源の保護における基礎となり、計画や実施、対策及び規制における方向性を定め、また利害関係や関係機関等への根拠及び説明資料となっている。なお、MWDにおける、水源の保護における運用及び管理については表-21 のとおりである。

表-21 各水源の運用と管理における概要

① ダイヤモンドバレー湖 (Diamond Valley Lake) ※関連導水路等：州水プロジェクト東導水路	
内容	I 有害藻類ブルーム (HAB : Harmful Algal Bloom) 及びバイオトキシン (Biotoxin) の発生 取水塔の取水口は下部にある為、取水不良なし。飲料水への水質影響なし。 ※水への接触が危険の為、遊泳等を禁止。 II クワッガ貝 (Quagga Mussels) の発生 バルブやパイプ等の水道施設に付着。施設の機能不全を起こす可能性あり。 ※繁殖力が強く、対応に苦労。
② キャスティーク湖 (Castaic Lake) ※関連導水路等：州水プロジェクト西導水路	
内容	I 火事 (Lake fire) の発生 火事の影響で土や消火剤が湖に流入。一時的に濁度の悪化。濁水の為、水処理の負担が増加。 II その他 (ダイヤモンドバレー湖と同様) 有害藻類ブルーム、バイオトキシン、クワッガ貝及びゼブラ貝 (Zebra Mussels) の発生
③ コロラド川 ※関連導水路等：コロラド川導水路	
内容	I ウランの流入 ウラン鉱山付近で経営していた採掘会社が穿孔屑等の廃棄物を残し閉業。廃棄物等から、ウランが川へ流入。 ※除去費が高額な為、連邦政府に補助金の申請及び許可。約 1600 万 t のウランに対し 88% まで除去済み。現在も継続中。 II 過塩素酸塩の流入 コロラド州ラスベガスにある製造業の廃水 (過塩素酸塩) が小川に流出しコロラド川へ流入。4 から 6 カ月かけて南カリフォルニアに漂流 (1997 年に判明)。各州をまたいだ汚染となる為、対策を講じるのが困難。(過塩素酸塩は、甲状腺の腫れや病気を引き起こすもの。) ※2025 年に米国環境保護庁が最大汚染レベルにて定める予定。また、最大汚染レベルの制定に伴い、長期的な対応計画が必要。そのため、MWD や米国環境保護庁、各州や郡及び市町村の関係者等で年次会議を毎年開催。 III 六価クロム コロラド川付近にあるエネルギー関連会社の施設周辺で地下水の汚染が発生。 ※以前まで規制や廃止の繰り返しで一貫性がなく、対応が困難な状況だったが、現在の規制は一貫性保っている (MWD は、この対応や対策に遅れが生じぬよう協力及び支援している)。 IV 塩害 繰り返しの干ばつ等による塩分の高濃度化 (特に下流) により、塩害や下流にあるメキシコの飲料水確保における危惧から 1974 年にコロラド川流域塩分管理法 (Colorado River Basin Salinity Control Act) ³²⁾ が制定され、米国開拓局 (USBR : United States Bureau of Reclamation) 管轄のコロラド川流域塩分管理諮問委員会 (Colorado River Basin Salinity Control Advisory Council) が設立 ³³⁾。(コロラド川流域塩分管理プログラムの始動) ※コロラド川流域塩分管理プログラムは塩分が高濃度にならぬよう設定基準に対し管理及び対策するもの。またパートナーシップにアリゾナ、カリフォルニア、ネバダ、コロラド、ニューメキシコ、ユタ、ワイオミングの州委員会や役所、水道局等が参加 ³³⁾。(MWD も参加) ※対策には、パラドックスバレーユニット (PVU : Paradox Valley Unit) による沿線の汽水地下水を浅井戸により揚水及び岩塩ドーム深層部に深井戸にて注入する方法 (河川に対する汽水流入の防止) ³⁴⁾ や、導水路・灌漑のライニング工事及び管路化にする方法 (汽水地下水の流入防止、河川水の蒸発散や土壌への透水による塩分の高濃度化阻止) ³²⁾ がある。 ※導水路・灌漑のライニング工事は、潤辺に漏水及び透水防止のライニングを施工するもの。 ※各々の対策により約 130 万 t/年の塩分除去、塩分濃度は約 100 mg/L の減量。

米国における水源保護では、生態系等の保護区域周辺における建設は減ったが、その他区域での開発による土地利用の変化が激しく、住宅や商業施設等の増減やインフラの整備等が生じており、また雨による家畜排泄物の導水路への流入、火事等、人為的なものから自然由来及び災害までと多岐に渡って水質に影響を及ぼす可能性のある事象が多い為、事前に対応していくことも大切であるとのことであった。

なお MWD は、これら AWWA 規格と共に、水道事業者として法律をつくる過程に携わり、また将来における規制への対応や対策、さらには様々なプロジェクトに関わり、貴重な水源や水質の保護、安心安全な飲料水の提供を使命として、これからも活動していくとのことであった。



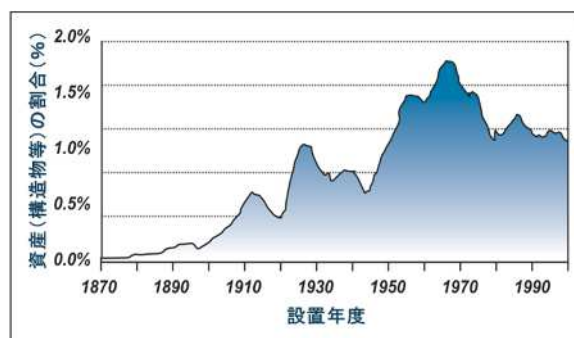
図-25 米国の構造物における評価（2021 年）⁹⁾

4. 4 強靱化とインフラの安定性

(1) 米国におけるインフラの状況

図-25 に米国の構造物における評価（2021 年）を示す。米国では現在、2 分に 1 箇所が漏水している状況³⁵⁾であり、漏水の影響による陥没事故等が新聞やニュースで報道されることが増えてきている。また、米国土木学会が 4 年に 1 度、報告をしている構造物の評価（GPA：Grade Point Average）における調査では、A から D 及び F の評価の内、水道は「C-」と 2017 年の評価「D」³⁶⁾と比べると若干、改善はされているが、現状は中の下といった評価を受けている。このような現状が生じている要因には、歴史的な背景が関係しているとのことであった。

図-26 に資産（構造物等）の割合、図-27 にインフラに対する公的支出の推移、図-28 に水道インフラの耐用年数、図-29 に更新に必要な資金の推移を示す。図-26 及び 27 より、1945 年の第二次世界大戦終戦後、米国では経済成長とベビーブームが加速し、また、これらに伴いインフラ整備も盛んに行われ、インフラに対する投資額や整備割合が急激に増加していった。しかし、1965 年頃をピークにインフラ整備が緩やかに減少し、維持管理へ切替わる節目であったが、図-27 のとおり、運用と維持及び資金の推移が右肩上がりになっていないことから、維持管理に対するメンテナンスやそれらに必要な資金投資等をしてなかったことが伺える。そのため、図-28 及



出典：国環境保護庁（EPA: United States Environmental Protection Agency）

図-26 資産（構造物等）の割合⁹⁾

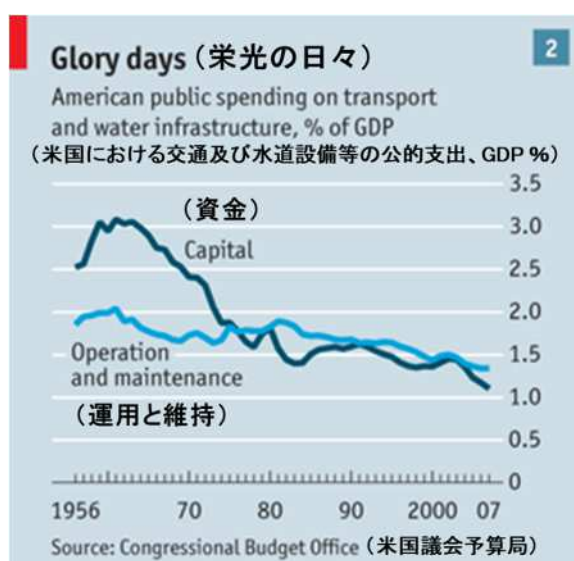


図-27 インフラに対する公的支出の推移⁹⁾

び29より、経済成長期に整備されたインフラ設備が近年になって、耐用年数を迎えるものが年々と増加しており、2035年頃には更新のピークを迎え、それらに必要とされている資金が約110億ドル超と試算されており、非常に高額な設備の投資金が必要となっている。

以上より、維持管理及び資金面等の改善の他、今後の安定したサービスの提供や、設備の強靱化を図っていくためにも、アセットマネジメント（AM：Asset Management）は必要不可欠なもので、先を見越した積極性のあるマネジメントが急務となっているとのことであった。なお、アセットマネジメントは、国際標準化機構（ISO：International Organization for Standardization）にもISO55000から55002に規定されており、ISO55000において「アセットマネジメントとは、組織がサービスを提供するために、現在の資産から費用（サービス費）に見合うだけの価値を実現するためのプロセスである。この価値を実現するには、多くの場合、短期、中期、長期的な計画において健全な経営（費用、リスク、財務のバランス）を成す必要がある。（原文：Asset

Management is the set of coordinated activities that an organization uses to realize value from assets in the delivery of its outcomes or objectives. Realization of value requires the achievement of a balance of costs, risks and benefits, often over different time scales.）」と定義されている。そのため、世界的にもアセットマネジメントは非常に重要事項であるといえる。

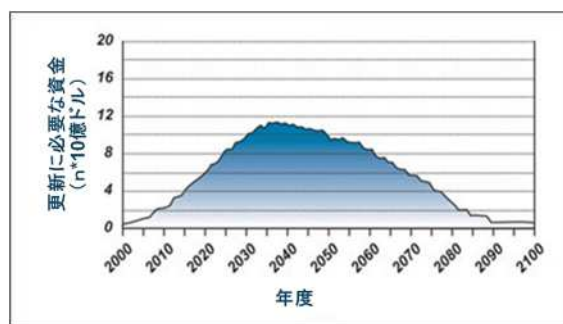
(2) 米国におけるアセットマネジメント

図-30にアセットマネジメントの手順を示す。アセットマネジメントにおける優先順位の考え方は、目視での状態が確認しづらく、また先行して修繕や更新が必要な箇所から行うものとしており、地下構造物から優先的にアセットマネジメントが行われている。そのため、水道事業においても地下構造物であ

種類(構成要素) COMPONENTS	耐用年数 YEARS OF DESIGN LIFE
Reservoirs and Dams (貯水池とダム)	50-80
Treatment Plants—Concrete Structures (処理プラント—コンクリート構造物)	60-70
Treatment Plants—Mechanical and Electrical (処理プラント—機械・電気)	15-25
Trunk Mains (基幹管路)	65-95
Pumping Stations—Concrete Structures (ポンプ場—コンクリート構造物)	60-70
Pumping Stations—Mechanical and Electrical (ポンプ場—機械・電気)	25
Distribution (分布)	60-95

出典：国環境保護庁 浄水及び飲料水設備等の耐用年数分析報告書2002年9月
SOURCE US EPA Clean Water and Drinking Water Infrastructure Gap Analysis Report, September 2002

図-28 水道インフラの耐用年数⁹⁾



出典：国環境保護庁（EPA: United States Environmental Protection Agency）

図-29 更新に必要な資金の推移⁹⁾



図-30 アセットマネジメントの手順⁹⁾

る水道管が最優先事項となっている。アセットマネジメントの手順については、米国環境保護庁が ISO55000 から 55002 を実施用に置き換えたもの（図-30）を使用しており、Q1. 現在の資産状況、Q2. 必要なサービスレベル（給水規模等）、Q3. 資産（設備等）の優先順位、Q4. 維持管理及び資本投資（施設改善）計画（CIP：Capital Investment Project (or Plan)）、Q5. 持続可能な資産管理計画（AMP：Asset Management Plan）に関する5つの質問と10に細別されたものから成っている。

図-31 にアセットマネジメントの手法例、図-32 にアセットマネジメントのリスク評価例、図-33 にアセットマネジメントにおけるライフサイクルコストの例を示す。米国では労働力及び人材不足といった背景から、IT や IoT、AI を活用した資産管理システムを活用しており、図-31 のように、登録された資産情報を基に各管理や計画、また現場での情報共有等を図っている。アセットマネジメントにおいては、資産情報を基に各システムで処理されたデータ類を IRIS に集約し、その集約結果より、図-32 に示す故障の確率（PoF：Probability of Failure）と故障による影響（CoF：Consequence of Failure）からリスクの算出及びマトリクス図を作成した後、カスタマーの求めるサービスや提供するサービスレベルと費用、想定されるリスクのバランスをそれぞれ考慮した上で各計画の策定及び実行を行っているとのことであった。なお、IRIS は講師であるコリン・チャン氏が開発したソフトで、AI によりデータを集約し、予測や管理、提案を行ってくれるシステムのことである。これらアセットマネジメントの繰り返しのにより図-33 のようなライフサイクルコスト管理をしていくことが大切である一方、登録している資産データの正確性や資料の不足、また検討不足やシステムの判断結果に依存等によって不完全なアセットマネジメントを行ってしまう可能性がある為、正確な資産データの登録と確認及び整理整頓の上、現在の資産状況を十分に把握し、情報とデータを使い意思決定及び判断ができる知識が必要となっている。さらに、アセットマネジメントは先見性のある管理者が主導してきたが、現在では、物事をしっかりと理解し、先を見越した行動及び判断ができるリーダーが求められている。

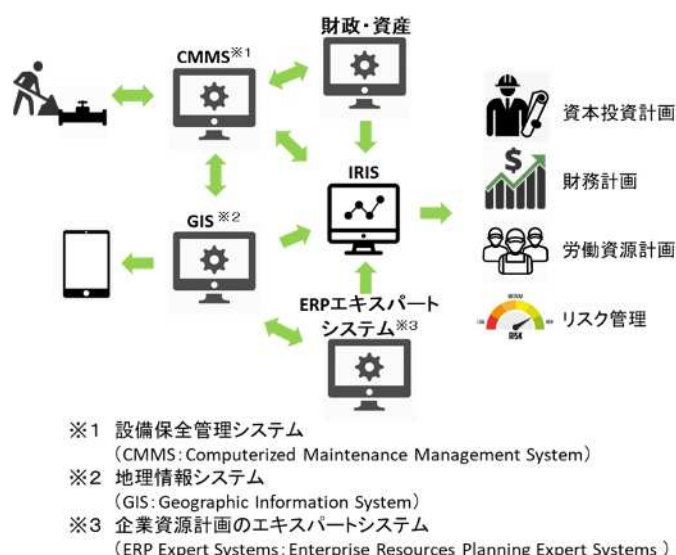


図-31 アセットマネジメントの手法例⁹⁾



図-32 アセットマネジメントのリスク評価例⁹⁾

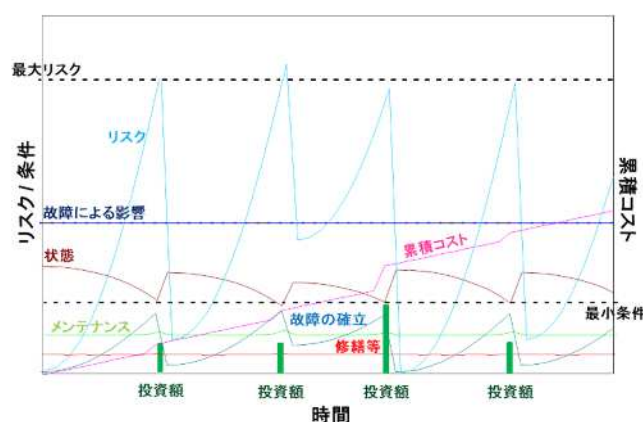


図-33 アセットマネジメントにおけるライフサイクルコストの例⁹⁾

(3) SDCWA の強靱化とインフラの安定性における活動の紹介

SDCWA は 1944 年に設立した水道局であり、サンディエゴ郡は地理及び気候的に水資源が非常に少ない為、設立当初は MWD からの購入水で大部分の給水を賄っていた。しかし、度重なる干ばつにより、渇水による水不足や購入水量の制限、また災害による導水路及び導水管破損の危惧等といった現状があったことから、干ばつや災害時でも安定した水の供給ができるよう、水道の強靱化や代替水源及び水源の確保が必須となっていた。

表-22 サンディエゴ郡内における水源の確保及び水道の強靱化に関する概要⁹⁾より作成

年 代	内 容
1980 年代	慢性的な干ばつや渇水による水不足の対策として、SDCWA の理事会で水に関するポートフォリオを具体化（水供給の信頼性と強靱性が必要）。整備資金が課題。
1990 年代	強靱化と安定した給水の実現の為、政府から水道インフラに対する投資を受ける。
2000 年代以降	25 年間で約 30 億ドルの投資を受け、新規インフラの整備や既存インフラの改良 - I クロード・「バド」・ルイス・カールスバッド淡水化プラント（Claude “Bud” Lewis Carlsbad Desalination Plant）の建設 米国最大の海水淡水化プラントで、ポセイドンウォーター社（Poseidon water）が事業を運用。1 日あたりの処理量は約 20 万 4400 m³。SDCWA は官民パートナーシップ（PPP：Public Private Partnership）の締結により、30 年間、淡水の購入が可能となる（SDCWA の送水システムに接続する為、海水淡水化プラントからの送水管を 6 km 布設）。サンディエゴ郡の給水 10% を占める。 - II サンビセンテダムの規模拡大 「4. 6 視察 (2) サンビセンテダム」にて記載。 - III ピュアウォータープロジェクト（Pure Water Project） 「4. 6 視察 (3) ピュアウォーターサンディエゴ実証施設」にて記載。15 年後までに約 1 億 2300 万 m³の再生水を生産する予定。 - IV その他 ツインオークスバレー水処理場（Twin Oaks Valley Water Treatment Plant）の建設 運河ライニング工事、導水管ライニング工事 等

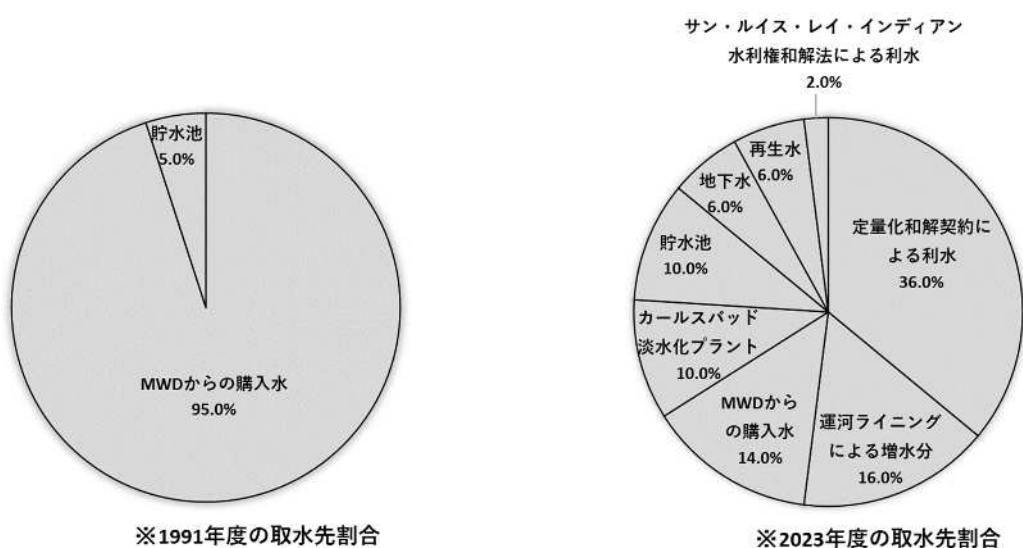


図-34 SDCWA における取水先割合の比較⁹⁾より作成

表-23 図-34 の補足^{9)、37)}より作成

凡 例	概 要
定量化和解契約による利水	「表-14 コチュラバレー水道局の概要」の2003年概要に記載
運河ライニングによる増水分	導水用運河の潤辺に漏水及び透水防止のライニングを施工。 ※土壌への透水減少に伴う取水量の増加
MWD からの購入水	河川水の蒸発散や土壌への透水減少に伴う取水量の増加と塩害対策。
カールスバッド淡水化プラント	「表-22 サンディエゴ郡内における水資源の確保及び水道の強靱化に関する概要」の2000年代以降 I に記載。
貯水池、地下水	郡内の貯水池と地下水。 ※「4. 6 視察 (2) サンビセンテダム、(3) ピュアウォーターサンディエゴ実証施設」を参考
再生水	廃水を飲料以外の目的で処理した水 ※「4. 6 視察 (3) ピュアウォーターサンディエゴ実証施設」を参考
サン・ルイス・レイ・インディアン水利権和解法による利水	サン・ルイス・レイ・インディアン水利権和解法 (San Luis Rey Indian Water Rights Settlement Act) ³⁷⁾ サン・ルイス・レイ川の水利権等に関する取り決め。サン・ルイス・レイ・インディアン水道局 (SLRIWA : San Luis Rey Indian Water Authority)、バンド (Bands)、エスコンディード市 (City of Escondido)、ビスタ灌漑地区 (VID : Vista Irrigation District)、MWD、CVWD、SDCWA との間で契約 ³⁷⁾ 。サン・ルイス・レイ導水管 (San Luis Rey Water Transfer) からの取水。

表-22 にサンディエゴ郡内における水源の確保及び水道の強靱化に関する概要、図-34 に SDCWA における取水先割合の比較、表-23 に図-34 の補足を示す。主な改善策及びプロジェクト等に関しては表-22 のとおりで、1990 年代から政府の投資を受けたことにより、新規インフラの整備や既存インフラの改良等が促進され、今でも多くのプロジェクトや活動が活発に行われている。また、これらプロジェクトによる成果についても図-34 のとおり確認されており、1991 年の MWD からの購入水が 95%であったのに対し 2023 年では 14%と大幅に減少し、さらには水源が 2 つから 8 つに増え、水道の強靱化と共に水源の確保が着実に進んでいることが伺えた。その他に節水型トイレの提供等、節水に関する活動も行っており、1990 年の 1 人 1 日平均給水量が約 235 ガロン (約 890L) であったのに対し 2023 年では約 112 ガロン (424L) と約 2 分の 1 の節水に成功している。

4. 5 関係者とコミュニケーション

(1) 水の再利用における戦略的コミュニケーションと公衆の関与及び地域社会との関わり

水の再利用には、飲料用の間接再利用 (IPR : Indirect Potable Reuse) と飲料用の直接再利用 (DPR : Direct Potable Reuse) があり、本講義では、主に飲料用の直接再利用における戦略的コミュニケーションの計画と発信について学んだ。なお、飲料用の間接再利用と飲料用の直接再利用については「表-30 飲料用の再利用における概要」に記載している。

表-24 に戦略的コミュニケーションの計画と発信における概要を示す。戦略的なコミュニケーションを実施する為、水研究財団 (Water Research Foundation) の「飲料用の直接再利用の認知度を高め、受け入れを促進するためのモデルコミュニケーション計画に関する水研究財団レポート (Water Research Foundation Report #1302)」があり、このレポートを活用することで、より良いコミュニケーションや関わり方を提供してくれるとのことであった。なお、計画及び実施等については表-24 のとおりである。

表-24 戦略的コミュニケーションの計画と発信における概要⁹⁾より作成

① 飲料用の直接再利用について人々の理解を得る (WRF#1302)	
目的とニーズを定義する (I からVIIIの質問への説明)	
I 飲料水への再利用とは何か?	V 安全性はどうか?
II 給水、気候戦略、ポートフォリオのどれに関する内容か?	VI どのように管理 (監理) するのか?
III なぜ必要であるか?	VII 費用はいくらかかるか?
IV どういった目的で行うのか?	VIII 実装はいつか?
② 調査	
コミュニケーション計画策定の為	
I 定量的な調査 アンケート等で飲料水への再利用について各コミュニティの理解と指示を調査する。 ※各コミュニティ：医療・学術・議員・市民団体等	
II 定性的な調査 飲料水への再利用について、どのように感じているか、またイメージはどうか等、自由回答形式のアンケートやオピニオンリーダーへのヒアリングやディスカッション等により調査する。なお、調査結果における内容の解釈は、より柔軟かつ内容の意味と意図を保持した上で、まとめる。	
③ コミュニケーション計画	
I 非技術者向けの計画とキーマッセージ (key messages) の作成	
II 各コミュニティへの説明用プレゼンテーションの作成	
III 広報担当者におけるプレゼンテーションの練習 (説明及び質疑応答)	
IV 説明の補足資料作成 (インフォグラフィック)	
④ 発信ツールと実施	
ソーシャルメディア・メディア・Web サイトによる発信、各コミュニティ等へのプレゼンテーション、パートナーシップ・第三の支持者・各コミュニティ等の協力による発信等。	
⑤ 戦略における必須要素	
I 早期に外部調査を開始する (飲料用の再利用における認識には時間及び期間を要するため)	
II 水質に焦点を当てる (利用元ではなく、提供する水を強調する)	
III 高度な水処理プロセスであることを理解及び認識してもらう (利用者の受容度向上)	
IV 適切な用語と言葉を使用する (用語と言葉で誤解を招くこともある為、非常に重要)	
⑥ その他 (事例等)	
I ミラー社 (酒造会社)	
1993 年、ミラー社が飲料用の間接再利用での飲料水を使用しビール造りを企画。しかし、医療的な観点からの反対の意見が寄せられ、廃水を利用したビール醸造会社といった風評被害を恐れ、この企画自体を中止。州政府の上層部は飲料用の間接再利用に関する認識を持っていたが、住民には全く届いていなかった為、それらを解消する支援サポートが必要であった。	
II 地下水補充システム (Groundwater Replenishment System) ※飲料用の間接再利用	
1998 年にオレンジ郡水道局 (OCWD: Orange County Water District) とオレンジ郡衛生地区 (OCSD: Orange County Sanitation District) 理事会の契約。当初約 60 万ガロン (約 227 万 L) に対し、2008 年から 2023 年までの拡大工事で約 1 億 3000 万ガロン (4 億 9205 万 L) の量を涵養可能に。これらはチーム全体がリーダーシップを持ち、積極的にコミュニケーションを図った成果である。	
III コミュニケーション戦略における資金について (ピュアウォーターサンディエゴ)	
市のから定期的に予算をもらっている。市には、招待状の送付数や参加者の数、メールによる肯定及び反対意見の数等、まとめたレポートを報告している。	

計画では、利用者や各コミュニティ関係者が、飲料水になる仕組みや、経済及び環境に対する恩恵等、認識する必要がある為、事前に準備や戦略を練り、また戦略チームや従業員も飲料用の直接再利用について知識や認識を共有し、さらに、計画を進めていく上では、「表-24 ⑤ 戦略における必須要素」を考慮したうえで進めていく必要がある。特に「トイレ」や「廃水」等の用語は決して使わず、また言わないとのことであった。発信ツールにおいては、「表-24 ④ 発信ツールと実施」の他、見学会による施設見学や試飲体験、また影響力の強いコミュニティやインフルエンサーにも協力を仰ぎ、幅広い世代に認知されるよう広報戦略を行っていた。なお、その他ツールとして、処理水を使用したビールやコーヒー、ジェラートの製作や配布等による広報の方法もあった。

発信については、各コミュニティの他、環境問題に関心がある方々への広報や、また偏った情報による妨害行為が生じた場合は、芽が小さいうちに摘み取るということも非常に大事であるとのことであった。これら戦略について、講師のパティ・テニス氏は「約 35 年以上前、当初はなかなか賛同してくれず反対する人も多かった。そこから比べると今は非常に進歩しており、また試飲した方々から“ただの水だった。”ということを目にしています。この戦略的コミュニケーションにおいて、受動的な活動では、期待する効果は望めません。自分たちの方から積極的に様々なコミュニティへ関わり、プレゼンテーションや対話等を通じて有効な広報活動を行っていくことが非常に重要です。また理解の浸透には時間を要する為、効果を得るためにも根気強く続けていくことが大切となってきます。」と話していた。

(2) リスクコミュニケーション戦略

情報発信のツールにおいて、昔はテレビやラジオ、新聞等を活用し、大衆への情報提供や関心を引く手法が一般的で非常にシンプルな時代であったが、現代では、ソーシャルメディアといったデジタルツールがコミュニケーションの主流となっており、真偽不明の情報も多く、また年代によって情報の入手先が異なっている。そのため、情報の発信及び入手方法が複雑化しており、人々が受け取れる場所にメッセージを届けることが必要で、積極的に正しい情報を戦略的かつ継続的に発信すること、また様々なリスクに備える時代となっている。

表-27 に 27・9・3 テンプレートの概要、表-26 に CAP に関する概要を示す。情報発信には、相手に

表-25 27・9・3 テンプレートの概要⁹⁾より作成

27・9・3 テンプレート
27 の言葉、9 秒、3 つの情報 (27 Words / 9 Seconds / 3 Pieces of info)
人間の脳は、9 秒間の会話で、3 つまたはそれ以下の情報を含む 27 語（熟語含む）までしか効果的に処理できません。※出典：ヴィンセント・コヴェロ博士及びリスクコミュニケーションセンター
例文 1：水質について（相手：利用者） ※和訳は参考
① Water utilities focus on public health.
② That's why scientists perform 200 tests on the community's drinking water every day.
③ You can see results of the research in the annual Water Quality Report.
① 水道事業体は公衆衛生に重点を置いています。
② そのため、科学者は地域の飲料水に対して毎日 200 件の検査を行っています。
③ 研究結果は、毎年発行される水質レポートでご覧いただけます。
例文 2：水道料金の値上げについて（相手：利用者） ※和訳は参考
① We're responsible for producing and delivering safe drinking water.
② That takes an ongoing investment into research, infrastructure and people.
③ We will replace old pipes, hire scientists and conduct research.
① 私たちは安全な飲料水を生産し、供給する責務を担っております
② そのためには研究や水道施設、人材への継続的な投資が必要となっております。
③ 古い水道管を更新することができ、また科学者の雇用と研究が継続できます。

表-26 CAP に関する概要⁹⁾より作成

C : Caring Message (思いやりのあるメッセージ)	
思いやり、気遣い、共感、同情を示すと同時に、状況の深刻さを伝える。	
A : Action Message (活動に関するメッセージ)	
問題への対応 (対応予定、対応中、対応した) に関する活動を記載。	
P : Perspective Message (問題目線でのメッセージ)	
問題目線または文脈で情報を捉えられるようなメッセージを提供する。	
例文 1 : 大規模な水道管の破損について (相手 : 製造業) ※和訳は参考	
C	I understand this enormous water main break has impacted your business - you cannot operate the manufacturing facility without water. 水道管の大規模破損により、貴社の事業に影響を及ぼしていることは承知しております (貴社は、水がないと製造施設を稼働できないということ)。
A	• Safety is our first priority. We've detoured traffic and our crews are looking at the repair plan. • While we make the repairs, we can set up a temporary water line that may help you operate on a smaller level. 私たちは安全確保を最優先事項としております。そのため、交通の迂回路を設け、また弊社の復旧班が復旧作業計画を検討しております。 復旧作業中は、仮設水道管の設置し、非常に小規模レベルではありますが、業務を行えるようになります。
P	• I know you didn't plan for this happen – we do not like to inconvenience an important business in our community. • After we complete the repair, our engineers will look at what caused the break and how we can minimize the risk of it happening again. 貴社において、このような事態は想定外であったことは承知しております (私たちは地域社会の重要な事業に対し、ご不便をお掛けすることは望んでおりません)。 復旧作業が完了した後、弊社のエンジニアが破損の原因を調査し、再発のリスクを最小限に抑える方法を検討いたします。
例文 2 : PFAS について (相手 : 利用者) ※和訳は参考	
C	• We are focused on public health and it's safe to drink your tap water. 私たち水道事業体は公衆衛生に重点を置いております。そのため、水道水を飲むことは安全となっております。
A	• The EPA sets drinking water regulations to manage risk and protect public health. The EPA has set a goal for the maximum level of certain PFAS contaminants in drinking water. • Our monitoring shows levels of xxxx– that is below the EPA's maximum allowed level. • We are adjusting how we treat the drinking water to further reduce these levels. And we're participating in research with other utilities. 米国環境保護庁はリスクを管理し、公衆衛生を保護するため、安全飲料水法を制定しており、また飲料水中における PFAS の最大レベルに関する目標を設定しております。 モニタリング調査では、米国環境保護庁の最大許容レベルを下回る xxxx となっております。 私たちは、これらレベルをさらに下げるために飲料水の処理方法を調整しており、また他の事業体との共同研究にも参加しております。
P	• PFAS are manufactured contaminants – they do not naturally occur. While we find ways to reduce the levels in our treatment, we also support action to stop these contaminants getting into our source water. PFAS は人工汚染物質であり、自然界には存在しません。私たちはレベルを下げる処理方法を見つけると同時に、水源に汚染物質の侵入を阻止する活動を支援し続けていきます。

向けたメッセージであること、またシンプルかつ分かりやすい言葉を使用することを心掛けることが大切であり、特にリスクが非常に高い事柄になればなるほど、難易度は高くなる。そのため、メッセージの作成にあたり、効果的な手法として 27・9・3 テンプレートと CAP といった考え方がある。27・9・3 テンプレートは、人間の脳の言語処理能力における法則で、有効とされているのが 9 秒間で 3 つまたはそれ以下の情報を含む 27 語（熟語含む）以下で伝えることとされており、要点を簡潔かつ明瞭にメッセージを伝えたい場合に効果的で表-25 の例文のような文章が好ましいとされている。一方、CAP は小学校等の教育で使用される手法であり、「C」は思いやりのあるメッセージ（Caring Message）、「A」は活動に関するメッセージ（Action Message）、「P」は問題目線でのメッセージ（Perspective Message）で、説明を要する際に効果的とされ、表-26 の例文のような文章構成で作成される。

表-27 にリスクコミュニケーション戦略における注意点を示す。双方の手法共に共通していることは、言葉に気を付けていることで、「表-25 例文 2：水道料金の値上げについて」を例に挙げると、値上げをしなければならない背景や理由等の理解に重点を置いている為、タイトル以外は「料金の値上げ」という言葉を使用せず、必要性を強調する文章となっている。その他に、表-27 について注意すること、また利用者目線で利用者に向けたメッセージであることが大切となっている。なお、AWWA においても、リスクコミュニケーションガイドがあり、複雑な事柄に対し、思慮深く、戦略的で、本物のコミュニケーションによる国民の信頼を強化する方法例等が記載され、リスクコミュニケーション戦略において有益なものとなっている。

表-27 リスクコミュニケーション戦略における注意点⁹⁾より作成

注意点①	恐怖や不安を感じると情報を違った方法で処理する（歪曲してしまう）。※出典：ダニエル・カーネマン（心理学者、プリンストン大学名誉教授、ノーベル賞受賞者）
注意点②	情報が何もないければ不要な憶測を呼ぶ。
注意点③	何か問題や破損等が生じた場合、利用者はパニックや激怒、不安等を引き起こしている為、技術的な情報提供も大切であるが、落ち着かせることやケア等を優先し、状況に応じて情報提供していくことが大切。

4. 6 視察

(1) ロバート・B・ディーマー浄水場

写真-5 に MWD 管理の浄水場を示す。ディーマー浄水場は MWD が管理している浄水場で、1963 年に完成し、1964 年から運用を開始した施設である。施設名は、1934 年からメトロポリタンの配水システムを初めて構築し、1952 年から 1961 年まで MWD のゼネラルマネージャー兼技術長を務めたロバート B.ダイマーの名から名付けられている¹⁴⁾。場所は、ヨーバ・リンダ西部の北に位置し、5,100kW の発電力を有するヨーバ・水力発電所が隣接している。この施設は水力発電の電力で稼働する唯一の施設であり、1 日あたり約 5 億 2000 万ガロン（約 19 億 6841 万 L）¹⁴⁾ もの水を処理し、オレンジやロサンゼルス、サンバーナディーノ、サンディエゴに水を供給している。また、酸化処理施設改築及び増築計画プロジェクトにより、既存プラントのアップグレードとオゾン処理施設の増築がされ、高度な水処理が可能な浄水施設となっており³⁸⁾、これらを 59 人の従業員（技術員や監理及び操作員等含む）で運用しているとのことであった。

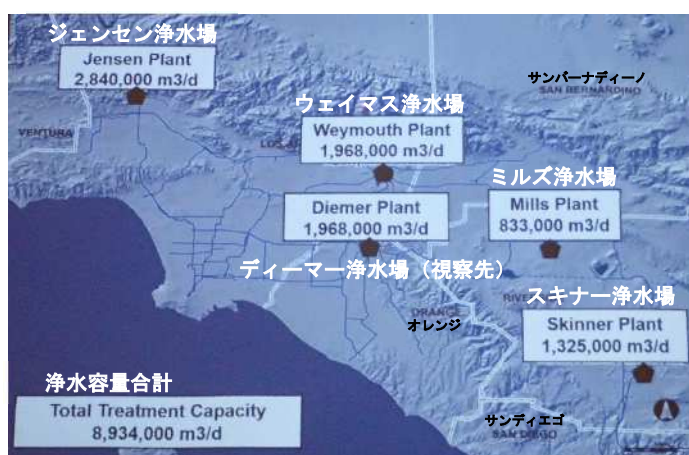


写真-5 MWD 管理の浄水場

写真-6 にディーマー浄水場の視察写真、図-35 にディーマー浄水場における浄水処理概要図、表-28 にディーマー浄水場の浄水処理における使用薬剤の概要を示す。ディーマー浄水場は、オゾンの生成から水処理への利用、放出まで運用及び管理を行っており、また水処理では、最初にオゾン接触槽（Ozone Contactor）にてオゾン処理を行ってから、通常処理の急速混合槽（Rapid Mix）による凝集剤等の混合、凝集沈殿池（Flocculation / Sedimentation）における汚泥の排出、ろ過池（Filtration）でのろ過、配水池（Finished Water Reservoir）における pH 調整及び消毒を行っていた。



写真-6 ディーマー浄水場の視察写真

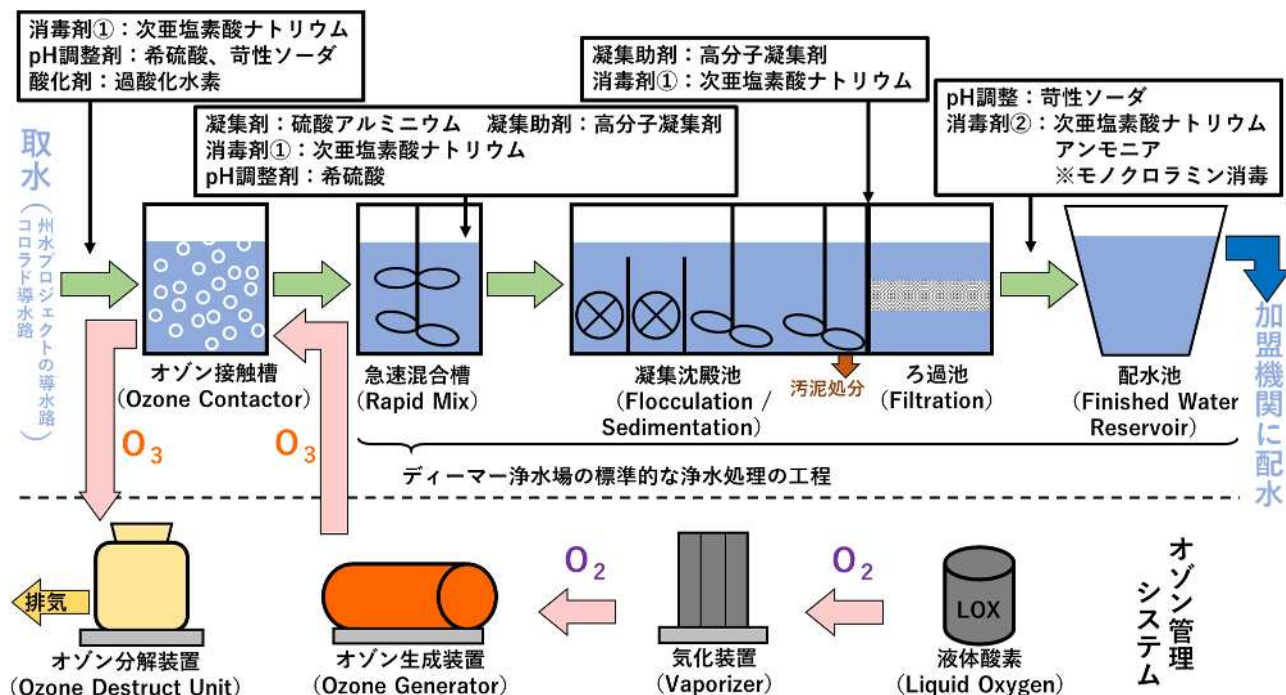


図-35 ディーマー浄水場における浄水処理概要図

表-28 ディーマー浄水場の浄水処理における使用薬剤の概要

大別	種別	用途等
消毒剤①	次亜塩素酸ナトリウム (Sodium Hypochlorite)	よく使用される消毒剤、分解し易い
酸化剤	過酸化水素 (Hydrogen Peroxide)	促進酸化処理（有機物の酸化分解の促進）用の酸化剤 過剰オゾンの除去
pH 調整剤	希硫酸（Sulfuric Acid） 苛性ソーダ（Caustic Soda）	酸性側への pH 調整剤 アルカリ性側への pH 調整剤
凝集剤	硫酸アルミニウム（Alum）	浮遊物質（SS：Suspended Solid）の凝集（フロック化） 沈降の促進（フロック化による重量の増）
凝集助剤	高分子凝集剤（Polymer）	フロックの凝集（粗大化） 沈降の促進（粗大化による重量の増）
消毒剤②	次亜塩素酸ナトリウム アンモニア（Ammonia） ※結合残留塩素 （モノクロラミン消毒）	結合残留塩素は遊離残留塩素と比べ消毒能力は弱い 時間をかけて消毒効果が有効に得られる レジオネラやアメーバ等への消毒効果

(2) サンビセンテダム

写真-7にサンビセンテダムの視察写真、表-29にサンビセンテダムにおける概要、図-36にサンビセンテダムに関する概要図を示す。サンビセンテダムは、サンディエゴ市が管理している 1943 年に建設されたダムであり、建設当時は高さ 220 フィート（約 67m）、貯水量は 90,000 エーカーフィート（約 1 億 1101 万 m³）の規模を有するダムであった³⁹⁾。しかし、気候的要因による干ばつや渇水、また導水路が複数の断層を横断しており、地震による導水路の決壊が考えられることから災害時における備えが必要となっていた。そのため、SDCWA による非常時貯水プロジェクト（Emergency & Carryover Storage Project）が行われ、表-29 のとおり規模が拡大され、米国で最も高く、また重力式ダムとしては世界一位の高さを誇る構造物となっている³⁹⁾。なお、維持管理費等の費用及び管理割合については、既設部分がサンディエゴ市、拡大部分が SDCWA となっている。



写真-7 サンビセンテダムの視察写真

表-29 サンビセンテダムにおける概要 39)、40) より作成

竣工年	内 容
2010 年	SDCWA 第二導水路へ放流する為のポンプ場と制御室をサンビセンテダムに設置
2011 年	サンビセンテダムと SDCWA 第二導水路を結ぶ導水管 11 マイル (約 18 km) を布設
2014 年	サンビセンテダムの規模拡大 ※高さ 337 フィート (約 103m)、貯水量 247,000 エーカーフィート (約 3 億 467 万 m ³)



出典：SDCWA 非常時貯水プロジェクト (Emergency & Carryover Storage Project)

図-36 サンビセンテダムに関する概要図 40) より作成)

(3) ピュアウォーターサンディエゴ実証施設

図-37 に飲料用の間接再利用における概要図、図-38 に飲料用の直接再利用における概要図、表-30 に飲料用の再利用における概要、表-31 にカリフォルニア州における飲料用の再利用に関する政策と規制の概要、写真-8 に実証施設の視察写真を示す。ピュアウォーターサンディエゴ (Pure Water San Diego) はサンディエゴ市におけるプロジェクトであり、2035 年末までにサンディエゴの給水量のほぼ半分を地元で賄い、また持続可能な給水を目指すことを目標として稼働しているプロジェクトである。特に、新技術として、表-30 にある飲料用の間接再利用 (以下、IPR) と飲料用の直接再利用 (以下、DPR) に挑戦しており、長期に渡る活動によって、IPR は 2021 年後期から高度浄化施設 (再生水を精製水に処理する施設) を稼働、DPR については実証施設を稼働するところまで進展している。さらに、規制に関しても表-31 のとおり、法の整備が進んでおり 2024 年 10 月 1 日

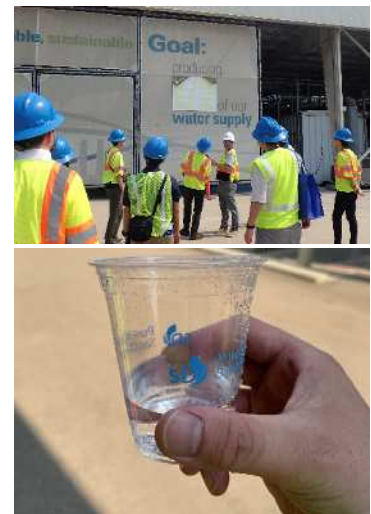
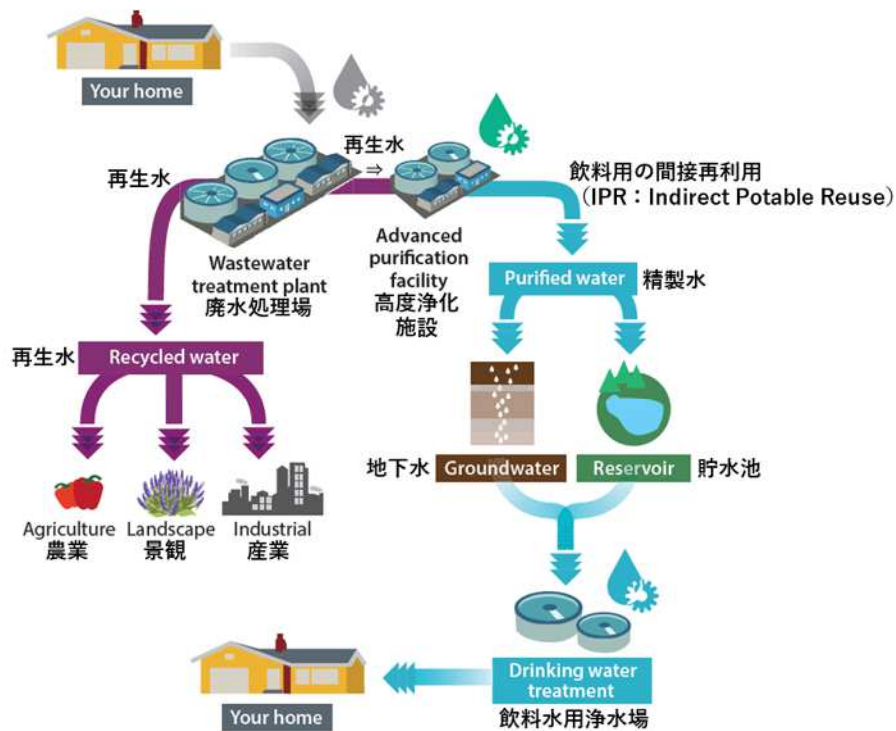


写真-8 実証施設の視察写真

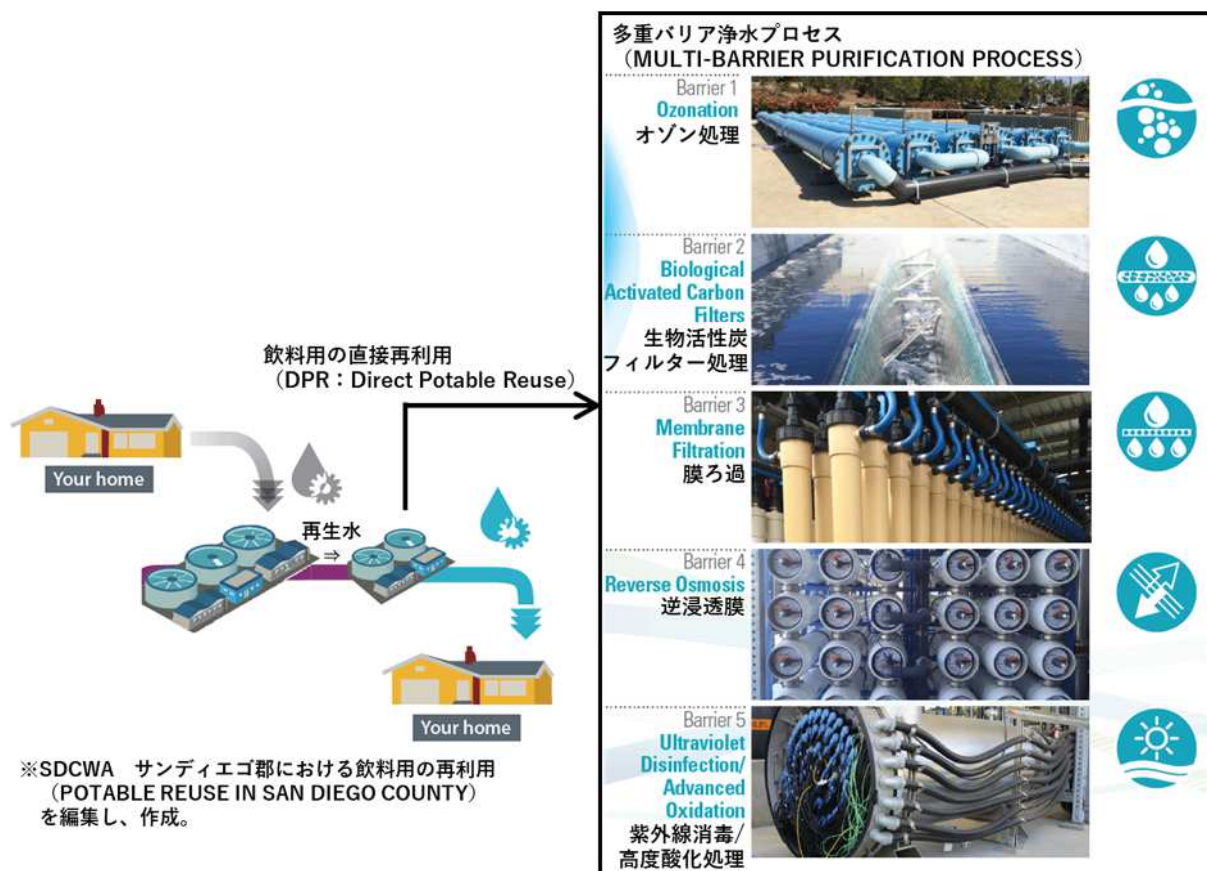
表-30 飲料用の再利用における概要

① 飲料用の間接再利用 (IPR : Indirect Potable Reuse) ※図-37 参照	
廃水を再生水に処理し、貯留池や地下水層等に補充後、飲料用に処理及び配水されること (再生水が間接的に飲料水へ処理されること)。	
② 飲料用の直接再利用 (DPR : Direct Potable Reuse) ※図-38 参照	
廃水を再生水に処理後、貯留池や地下水層等を経由せず、直接、飲料用に処理及び配水されること (再生水が直接、飲料水へ処理されること)。	
備考	I 「Potable Reuse (飲料用の再利用)」は再生水を飲料用に処理した水 II 「Recycle Water (再生水)」は廃水を飲料以外用に処理した水



出典：SDCWA サンディエゴ郡における飲料用の再利用 (POTABLE REUSE IN SAN DIEGO COUNTY)

図-37 飲料用の間接再利用における概要図 41) より作成



※SDCWA サンディエゴ郡における飲料用の再利用 (POTABLE REUSE IN SAN DIEGO COUNTY) を編集し、作成。

出典：サンディエゴ市 ピュアウォーターサンディエゴ メディアキット
Pure Water San Diego Media Kit

図-38 飲料用の直接再利用における概要図 41)、42) より作成

表-31 カリフォルニア州における飲料用の再利用に関する政策と規制の概要⁴³⁾より作成

① 再生水における政策 (Recycled Water Policy)
水源が限られていること、また地下水の汲み上げが過剰となっていることから、再生水のプロジェクトを採択 (2019 年 4 月 8 日に発効)。
② 非飲料用の再利用 (Nonpotable Reuse)
再生水は灌漑、貯水池、産業用または商業用の冷却等に使用するもの。使用に関する要件は、「カリフォルニア州規制法 第二十二編 第四部 第三章 水のリサイクル基準 (The Water Recycling Criteria, Title 22, Division 4, Chapter 3 of the California Code of Regulations.) (以下、水のリサイクル基準)」にて定義。
③ 現場で処理された非飲料用の再利用 (Onsite Treated Nonpotable Reuse)
カリフォルニア州水道法第 13558 条 (California Water Code section 13558) より、非飲料用を目的とした、集合住宅や商業及び多目的ビルにおける現地での廃水処理及び再利用に関して、リスクに基づく水質基準の規制及び採択を義務付け (期限 2022 年 12 月 1 日)。また、カリフォルニア州住宅及びコミュニティ開発局が (HCD : The California Department of Housing and Community Development) カリフォルニア州水資源管理委員会 (SWRCB : The California State Water Resources Control Board) と協議の上、カリフォルニア州水資源管理委員会が制定したリスクに基づく水質基準に対する建築基準 (Building Standards) の策定及び提案を義務付け (期限 2023 年 12 月 1 日)。 ※規制のスケジュール 規則のパッケージ化 (2023 年)、制定作業の開始 (2024 年)、理事会にて採択 (2025 年)
④ 飲料用の間接再利用 (Indirect Potable Reuse)
飲料用の間接再利用は、地下水補充再利用プロジェクト (GRRP : Groundwater Replenishment Reuse Projects) と地表水源増強プロジェクト (SWSAP : Surface Water Source Augmentation Projects) の 2 種ある。
I 地下水補充再利用プロジェクト (GRRP : Groundwater Replenishment Reuse Projects)
再生水を水質管理計画で指定された地下水盆地に補充し、都市及び家庭用水源として計画的に使用するプロジェクト。GRRP 規制は「水のリサイクル基準 第 5.1 条及び第 5.2 条 (Articles 5.1 and 5.2 of the Water Recycling Criteria)」に含む (2014 年 6 月 18 日に発効)。 ※水質管理計画 : カリフォルニア州水道法第 13050 条(j) (California Water Code section 13050 (j)) に定義
II 地表水源増強プロジェクト (SWSAP : Surface Water Source Augmentation Projects)
家庭用飲料水源の地表貯水池に再生水を補充し、家庭用飲料水として計画的に使用するプロジェクト。SWSAP に関する規制 (SWA 規制) は「水のリサイクル基準 第 5.3 条 (Articles 5.3 of the Water Recycling Criteria)」に含む (2018 年 10 月 1 日に発効)。
⑤ 飲料用の直接再利用 (Direct Potable Reuse)
飲料用の直接再利用規制 (DPR 規則) の承認。2024 年 10 月 1 日から発効。

に DPR 規則が発効されたことから、DPR もいずれ、処理施設の建設及び稼働する日も近いものかと思われる。また、実証施設の視察後、DPR による飲料水 (写真-8) を試飲したが、無色透明かつ無味無臭であり、普段飲んでいる水道水と遜色なく、ただの水であり、実現性の高いプロジェクトであると感じた。なお、ピュアウォーターサンディエゴは第二段階まで計画されており、講義会場であった NCWRP もプロジェクトに含まれ、廃水から再生水を生産し、農業や造園、工業等で使用している。再生水の生産能力については、一日あたり約 3000 万ガロン (約 1 億 1355 万 L) 生産しており、今後は約 5200 万ガロン (約 1 億 9682 万 L) を生産できるよう、拡張工事がされている⁴²⁾。その他にサウスベイ水再生プラント (SBWRP : South Bay Water Reclamation Plant) があり、一日あたり約 1500 万ガロン (約 5678 万 L) の再生水を生産している。

4. 7 Water2050

表-32 に 2050 年に予測される事態の概要を示す。Water2050 は持続可能な水の未来に向け、その構想を構築及び可視化するために 2021 年から始動したプロジェクトであり、当時（2021 年）AWWA 会長であったチ・ホ氏、次期（2022 年）AWWA 会長のジョー・ジャカンジェロ氏、AWWA の CEO デイヴィッド・ラフランス氏でのワークショップ中に生まれたプロジェクトである。

現在、2024 年における世界人口は 82 億人⁴⁴⁾といわれており、2050 年となる 26 年後には 98 億人と推定され、また、世界人口 98 億人に対し、31 億人が深刻な水不足に直面する推測されており、このままであると世界の約 3 分の 1 の人々が生命維持に必要な水を確保することができない状況となる可能性が高まっている。さらに、2 億 4000 万人が水源を活用できておらず、かつ 14 億人がトイレ等の衛生施設を利用できていないともいわれている。その他に、気候変動に関する問題も危惧され、研修先である南カリフォルニアでは、熱波や熱射病及び日射病の警報がよく出されており、2050 年には、警告がさらに多くなり、また、その影響により干ばつや渇水も多くなる可能性があるとされている。したがって、このような予測される事態に対し、持続可能な水の未来のためにも Water2050 は非常に重要なプロジェクトとなっている。

表-32 2050 年に予測される事態の概要⁹⁾より作成

項 目	内 容
人口推移	全体で 98 億人に達すると予想されている。 ※出典：World Population Prospects (2017 revision), U.N.Dept. of Economic and Social Affairs
水不足	深刻な水不足に直面する人口は 31 億人と予想されている。 ※出典：Kummu al. , 2010; Gosling and Amell, 2016 (cited in UN World Water Development Report 2021)
水資源	2 億 4000 万人が依然として改善された水源に接続できていない。 ※出典：Envirommental Outlook to 2050: Key Finding on Health and Enviromment, OECD, 2012
衛生設備	14 億人が衛生施設を利用できていない。 ※出典：Envirommental Outlook to 2050: Key Finding on Health and Enviromment, OECD, 2012
その他	米国では、全国的に熱波が約 1 カ月続き、また都市によっては、猛暑により外出が危険となる日が続く可能性がある。 ※出典：Weather 2050, a Vox Climate Central analysis of various climate data sets, July 19, 2019

図-39 に Water2050 のロゴマーク、表-33 に Water2050 における AWWA の目標を示す。AWWA では Water2050 における目標を 4 つ掲げており、内容は主に、計画に向けた包括的な知見の獲得や協同、育成及び波及で、水の未来に向け、Water2050 の輪を広げ、部門や世代を超えたコミュニティとの協同による新たな知見の獲得や、多角的な視点から集約された包括的な見解及び道筋の獲得、人材（リーダー）と関係性の育成、さらに世代を超えてバトンを繋ぎ続け、世代間の責任を育み、このプロジェクトを紡いでいくものとして

いる。なお、部門を超えたコミュニティとは、水関連部門内外の企業や利用者、非営利団体、学術研究者、利害関係者等、様々な専門家と連携しコミュニティ化されたものである。また、講義の中でチ・ホ博士から「特に重要なのは、若き専門家たちです。2050 年が訪れる時、私は 95 歳を迎えますが、それは皆さんが最も活躍している時代でもあります。更に言えば、若い専門家の皆さんが、物事の捉え方や考え方、認識及び行動は、新たなものであることも理解しており、皆さんに対して非常に信頼を置いております。そのため、課題解決に向け各々の視点から考察や共有、行動や成長し、また米国と共通した課題については一緒に解決していけたらと思っています。」との言葉を頂いた。



図-39 Water2050 のロゴマーク⁹⁾

表-33 Water2050 における AWWA の目標⁹⁾より作成

目 標	内 容
確立する (Establish)	水の将来 (2050 年) に関する長期計画を確立する。
発展する (Develop)	長期計画に基づいた水に関するコミュニティを育み、発展させる。
育成する (Build)	水関連部門に関して優れた思考力を有するリーダーシップを育成する。
広げる (Broaden)	部門や世代を超えた関係性を築き、水の未来へ良い影響を与える。

図-40 に Water2050 レポートの QR コード、表-34 に Water2050 レポートの概要を示す。包括的な見解及び道筋の獲得の為、Water2050 には「持続可能性」、「テクノロジー」、「経済」、「ガバナンス」、「社会と人口動態」のシンクタンク (研究機関) の 5 つ設立されており、集会にて各専門家たちが討論を行い、また、2022 年と 2023 年の年次総会及び展示会 (ACE22 : AWWA's 2022 Annual Conference & Exposition、ACE23 : AWWA's 2023 Annual Conference & Exposition) に投資し、水環境ビジョ

図-40 Water2050 レポートの QR コード⁹⁾

ンの策定や実施計画、将来予測やデータサポートといった活動を行っている。これらシンクタンクの任務は、2050 年における地球環境や社会、経済の状況を探り、水がどのように利用や管理、評価されるかを調査し、また誰にでも手頃な価格で利用できる未来に向けてコミュニティを導く戦略を提示することが求められている。以上から、シンクタンクにより報告されたものが Water2050 レポートであり、図-40 の QR コードから確認できるとのことであった。なお、Water2050 レポートの概要については表-34 のとおりである。

表-34 Water2050 レポートの概要⁹⁾より作成

持続可能性	
焦点となる分野	① 2050 年以降の地球において持続可能かつ強靱で復元力のある水資源計画 ② 社会基盤の解決策 (infrastructure solutions) により持続可能なトリプルボトムライン (TBL : Triple bottom line) を構築 ※トリプルボトムライン : 地球環境、社会、経済の 3 つから評価されるもの¹⁸⁾ ③ ネットゼロエミッション (Net zero emissions) に向けた水コミュニティのロードマップ ※ネットゼロ (又はネットゼロエミッション) : 温室効果ガス (CO₂ やメタン等) の排出が正味 0 (ゼロ) であること⇨カーボンニュートラル¹⁸⁾
推奨される活動	I 飲料水、廃水、再利用、エネルギー事業の統合管理 II 農業やその他の主要な水利用者との組織的なパートナーシップを築く III 流域を中心とした思考に変換 IV 順応的管理 (adaptive management) により水コミュニティの気候変動への影響を軽減する ※順応的管理 : 自然の環境変動により当初の計画では想定していなかった事態に陥ることや、歴史的な変化、地域的な特性や事業者の判断等により環境保全・再生の社会的背景が変動することをあらかじめ管理システムに組み込み、目標を設定し、計画がその目標を達成しているかをモニタリングにより検証しながら、その結果に合わせて、多様な主体との間の合意形成に基づいて柔軟に対応していく手段⁴⁵⁾。 V 強靱なシステムの為、資金調達制度と資金源を迅速に特定する VI 持続可能な未来における水の必要性を反映し、水の価値を再定義する VII 水道施設及び水資源の改善をする際、公平性と手頃な価格に配慮した投資であ

	ることを保証する
	VIII 事業の統合による効率化により、水システムを経済性のある規模にする
	IX ネットゼロにおける水コミュニティを定義し、定量化する
	X 再利用、保全、他部門との連携拡大により効率を最大化する
テクノロジー	
焦点となる分野	① 水コミュニティの技術革新を加速する
	② 2050 年以降も持続可能な水の未来を支える技術革新
	③ テクノロジーと社会の結び付きにおけるリスク管理
推奨される活動	I テクノロジーを活用して革新への障壁を乗り越え、法令遵守に対応し、予期せぬ結果を軽減する
	II 技術革新と実験への投資を奨励する
	III テクノロジーに精通した水道産業の人材を育成する
	IV 人工知能（AI：Artificial Intelligence）や機械学習（ML：Machine Learning）等のデジタルソリューションを活用して、効率性や運用、水質を最適化する
	V リアルタイム監視、予測分析、材料科学を適用して「永久インフラ」を構築し、復元力のある資源を強化する
	VI 宅内及び目的に合った水処理技術の拡大により、水管理のあり方を変革する
	VII 公平かつ持続可能な成果をもたらす技術の迅速な導入を目指す
	VIII 消費者がリアルタイムの情報を活用し、その情報に基づいた意思決定や判断ができる力を育む
	IX サイバーリスクに積極的かつ一律に対応できる水コミュニティと行動習慣（文化）を確立する
	X 堅固なデータ保護により国民の信頼を強化する
経済	
焦点となる分野	① 水道産業のビジネスモデルを 19 世紀型から 21 世紀の循環経済（circular economy）に適応させる ※循環経済：従来の 3R（リデュース、リユース、リサイクル）の取組に加え、資源投入量・消費量を抑えつつ、ストックを有効活用しながら、サービス化等を通じて付加価値を生み出す経済活動であり、資源・製品の価値の最大化、資源消費の最小化、廃棄物の発生抑止等を目指すもの ⁴⁶⁾ 。
	② 規模の経済（Economies of scale）の道筋を明確にする ※規模の経済：事業規模及び生産規模の拡大により単位当りのコストが下がり競争上有利になる効果のこと ⁴⁷⁾ ＝スケールメリット ⁴⁸⁾
	③ 利用者の支払い能力に関する慢性的な課題への新たな取り組み
推奨される活動	I サービスの全費用を反映した水道料金の価格モデルを確立する
	II 水を価値財（merit good）として認識する ※価値財：市場機構によって供給可能な私的財・サービスではあっても、社会の秩序維持や福祉向上などの社会目的にとって、価値があると判断されるならば、その財・サービスの供給は市場に全面的に任せるのではなく、消費者主権に制限を加えて政府が介入し、その供給に政府が責任を持つことが望ましいことになる。消費者主権を前提とした私的欲求に対比して、このような価値判断を伴う欲求を充足する財を「価値財」と呼び、福祉サービス、医療、初等教育、公共住宅、スポーツ振興、国際交流事業などが挙げられる。 また価値財は、「人間として生きていくための、基本的権利に係わる財・サービス」と位置付けられ、これは「シビル・ミニマム」を構成する財・サー

	ビスと言える。このタイプの財・サービスは消費者主権を超える価値判断に基づくものであるから、特に民主的手続を経て決定することが重要になる。この場合には、当該価値財の供給増大が望ましいとして政府が介入する点に公共性の根拠と内容がある⁴⁸⁾。 ※シビル・ミニマム：地方自治体が住民のために保障しなければならない最低限度の生活環境⁴⁹⁾のこと。
	III 循環経済による水道産業の能率を最適化する
	IV 気候の影響と復元力を経済及び財務モデルに組み込む
	V 水道施設を支える為、革新的な資金調達モデルと技術を取り入れる
	VI 事業体が配水技術と配水システムに資金を分散して供給できるようにする
	VII 共通の経済的利益に基づく戦略的パートナーシップを育成する
	VIII 継続的かつ要点を絞った教育により国民の行動変容（behavior change）を促す
	IX 水道産業の人材誘致と育成に投資する
ガバナンス	
焦点となる分野	① 明日の世界（将来）に向けて今日の規制を発展させる ② 水道事業のガバナンスを再構築し、質の高い水道サービスを強化する ③ 世界の人々に水の必要性及び重要性について興味や関心、認識を強化させる
推奨される活動	I ワンウォーター（One Water）に焦点を当てた国のガバナンス構造と多様な利害関係者を含む規制枠組みを推奨する ※ワンウォーター：水源や水域を中心として水の問題を捉える考え方で、トータルウォーターソリューションの一つ¹⁸⁾である。 ※トータルウォーターソリューション：「3. AWWA と MWD について（1）AWWA の概要」に記載。 II 広く容認される適切な基準を確立する III 流域を中心に水道事業を地域区分する IV 水道事業体の統合及び他の事業体と提携して循環経済に貢献する V 手頃な価格かつ給水できる環境や、生命維持には水が必要不可欠である認識の定着を促進し、またサービスの全費用を反映した料金設定をする VI 水資源とシステムの復元力を高める柔軟なガバナンスの枠組みを実現する VII より優れた技術や管理、財務に関する慣行をサポートする為、水道事業実務基準の統合を推進する VIII 機関間で研究結果や調査データを共有し、変革と革新の文化を構築する IX 水ガバナンスに関して多国間での協力関係を築く ※水ガバナンス：水資源とサービスの持続可能な方法を改善する為のもので、水の使用と管理に影響を与える、政治・社会・経済・行政システムを指す⁵⁰⁾。
地域社会と人口動態	
焦点となる分野	① 人口動態が水の未来に与える影響 ② 公平で透明性のある水の未来に向け、国民の信頼を向上させる ③ 全ての人に清潔な水と衛生を確保する為、国際連合が定義する持続可能な開発目標の（SDGs：Sustainable Development Goals）の SDG6（Sustainable Development Goal 6 on water and sanitation）を達成する ※SDG6（和訳：水と衛生に関する持続可能な開発目標6）：水資源、廃水、生態系の持続可能な管理に焦点を当て、環境整備の重要性を把握しながら、全ての人々に安全な飲料水と衛生を確保することを目指しているもの⁵¹⁾。

推奨される活動	I	誰もが水と個人的な繋がりを持ち、水に対する共通の責任感を持つ文化を創る
	II	水道サービス提供者に対する国民の信頼を構築し、全コミュニティの中心機関として認識されるようにする
	III	水に関する政策の意思決定及びサービスの提供について、幅広いコミュニティを全面的に関与させる
	IV	サービス提供先におけるコミュニティの多様性を反映し、コミュニケーション能力と技術力の両方に優れた水道部門の労働力を育む
	V	水循環全体に対して、部門を横断したパートナーシップを活用し、協力しながら持続可能なサービスを提供する
	VI	都市部と農村部のコミュニティ全体で水資源管理に関する意思決定の手法を統合する
	VII	地域社会の水需要に対し、手頃な価格かつ公平性や透明性、また効率性をもって応える
	VIII	移住者の要求に応えられるよう、水コミュニティを準備する
	IX	水道事業における持続可能性計画と経済成長計画の整合性をとる

表-35 に Water2050 レポートにおける主なキーワードを示す。現在の水道産業は、ますます少ない資源（水資源や資金、人材や労働力等）でより多くのことを行うよう求められている。そのため、表-35 のとおり、協力体制やパートナーシップ、各コミュニティによる積極的な参加、循環経済や革新等、水道産業の強靱化を図る上での必須キーワードでもあり、また表-36 における Water2050 レポートの概要にある推奨される活動の遂行が、水の未来における鍵となっている。なお、米国において、飲料水や廃水、再利用、またエネルギー等における事業体の統合については、各々の専門性が非常に高く、かつ制度が独立していること、さらに、これらの背景には文化的なものも含まれている為、事業統合による一括管理は非常に難しい課題となるとのことであった。

表-35 Water2050 レポートにおける主なキーワード⁹⁾より作成

① 公平性や手頃な価格かつ給水できる環境	⑤ 循環経済
② 協力とパートナーシップ	⑥ 財務の持続可能性
③ コミュニティの関与及びエンパワーメント (Empowerment)	⑦ 革新
④ ワンウォーター	⑧ 気候変動
備考	I 番号は、順位を表すものではない II エンパワーメント 与えられた業務目標を達成するために、組織の構成員に自律的に行動する力を与えること。ビジネスにおけるエンパワーメントの特徴は、「自律性を促し」、「支援する」ことにある。 「自律性を促す」とは、業務の遂行に当たって経営者やマネージャーが業務目標を明確に示す一方、その遂行方法については構成員の自主的な判断に委ねることをいう。一方、「支援する」とは、具体的な指示や解決策を従業員に与えるのではなく、構成員自身が問題点を発見したり、不足する能力を開発したりする環境を整えることをいう。この自立を促し、支援するといったことを上手に駆使しつつ、組織としての目標を達成するために発揮するリーダーシップをエンパワーメント・リーダーシップという⁵²⁾。 エンパワーメントは、とすると、構成員の動きに統一性や一貫性がなくなり、組織の目標を実現できなくなる可能性があるため、ある程度の制御は必要不可欠である。また、エンパワーメントする部下の能力を見極め、適切な業務を設定することも非常に重要となる。例えば、部下の能力をはるかに超えた業務を任せした場合、いくら支援をしてもその部下は十分な能力を発揮することはできず、期待通りの結果を得ることは難しいであろう⁵²⁾。

	このような微妙なバランスの上に成り立つエンパワーメントを成功に導くには、「経営理念、ビジョンの共有」「正当な評価と報酬」「能力の把握と資源の提供」という3つの要素に十分な配慮が必要になる ⁵²⁾ 。
--	--

5. 総括

表-36 に水道法の目的における概要を示す。日本における水道法の目的は、表-36 のとおりで、本研修の講義や視察、特に「表-34 の Water2050 レポートの概要」より、現代の米国における水道の目的と類似しており、環境や文化、経営体制や法律及び規格等、各々異なるところはあるが、目指している方向は近いものがあつた。また、AWWA 規格においても水源の保護以外は、日本水道協会における JWWA 規格や水道施設設計指針、水道維持管理指針、さらには水道事業の評価における JWWA Q100 の業務指標 (PI : Performance Indicator) 等、大枠としては同様な形で運用及び管理していることが伺えた。なお、日本における水源の保護に関しては各自治体が条例等で定めている。

表-36 水道法の目的における概要^{53)、54)}より作成

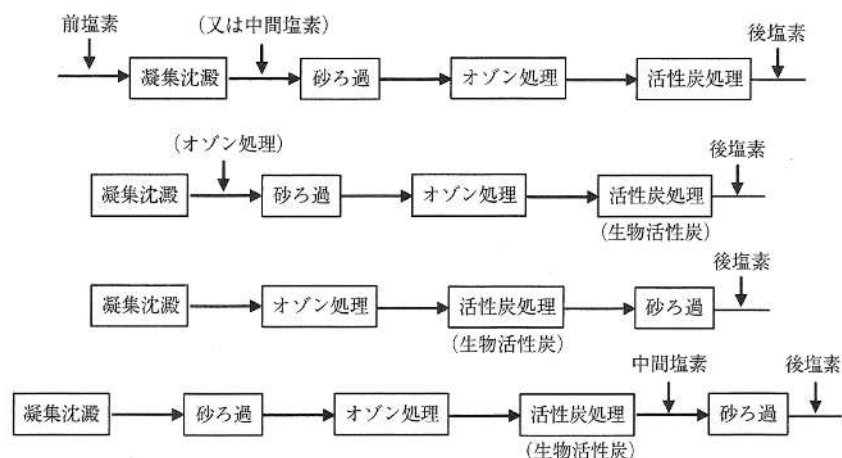
水道法 第一章 総則	
(この法律の目的)	
第一条 この法律は、水道の布設及び管理を適正かつ合理的ならしめるとともに、水道の基盤を強化することによって、清浄にして豊富低廉な水の供給を図り、もつて公衆衛生の向上と生活環境の改善とに寄与することを目的とする。(昭五二法七三・平三〇法九二・一部改正) ⁵³⁾	
解説 (以下、54)を参考)	
(1) 公衆衛生の向上と生活環境の改善	
日本国憲法第二十五条に基づき国が全国民に対し保証する「健康で文化的な最低限度の生活 (ナショナル・ミニマム)」水準を実現するための法律体系及び役割の一環として位置づけ。	
(2) 清浄、豊富、低廉な水の供給	
質については「清浄」であること、量については「豊富」であること、対価については「低廉」であることを目標とする。	
(3) 水道の布設及び管理を適正・合理的	
水道の布設の適正・合理化の確保に関して、複数の規定があり、これらがあいまって水道の布設及び管理を適正・合理化を期している。	
(4) 水道の基盤を強化	
人口減や水道施設の老朽化、担い手不足と高齢化等といった時代背景から、維持管理及び計画的な更新、健全な経営の確保、運営に必要な人材の確保及び育成等を図ることにより、人的・物的・財産的基盤を強化し、新水道ビジョンの理念である「安全な水の供給」、「強靱な水道の実現」及び「水道の持続性の確保」を目指すもの。	
備考	上記解説はあくまでも参考とし、詳細は「第五版 水道法逐条解説 水道法制研究会 日本水道協会」にて確認いただくと幸いである。

図-41 配水までのフロー例を示す。その他に類似ものとしては、利用者へ配水されるまでのフローであり、図-41 はオレンジ郡にあるヨーバ・リンダ水道局 (YLWD : Yorba Linda Water District) (以下、YLWD) を例にしたものである。州水プロジェクト及びコロラド川の水利権者である MWD が飲料水を生産し、加盟機関であるオレンジ郡水道局 (MWDOC : Municipal Water District of Orange County) (以下、MWDOC) が水を購入、さらに MWDOC の顧客機関である YLWD が水を購入した後、最終的に利用者へ配水されている⁵⁵⁾。日本においても同様に、図-41 ほど、段階は多くないが、水道用水を購入し利用者に配水を行っている。異なる部分があるとすれば、水の購入価格であり、日本では「低廉」を目標にした価格で

The diagram illustrates the water supply process. It starts with the **ダイム 浄水場** (Daikoku Water Purification Plant), which feeds into the **MWD** (Metropolitan Waterworks Bureau) tank. From MWD, water is purchased (**購入水**) by the **MWDOC** (Metropolitan Waterworks Bureau Office of Customer Service) tank. From MWDOC, water is purchased (**購入水**) by the **YLWD** (Yamanashi Local Waterworks Bureau) tank. Finally, water is distributed (**配水**) to the customers, represented by house icons. Below the tanks, it specifies that MWD is an affiliated company of 26 companies, and MWDOC is a customer company of 28 companies.

表-37 水利権及びオゾン処理の配置における米国（研修内容）と日本の比較

	米国	日本
水利権	南カリフォルニアでは、協議及び協定により水利権の獲得や使用料を取り決め、また渇水時には、水源の状況を踏まえた上で、管理者が強制的に給水制限する権利を持っている。	河川法に基づき水利権制度における水利権の獲得や使用料の支払い等の管理が行われ、また渇水時には流域毎に協議会を設け地域の歴史や事情を反映し、かつ、互譲の精神の下、渇水調整のルールを設けている ⁵⁶⁾ 。
オゾン処理の配置	「4. 6 視察 (1) ロバート・B・ディーマー浄水場」より、初めにオゾン処理してから、凝集沈殿、砂ろ過、消毒を行っている。	オゾン処理と組み合わせて処理する場合には副生成物対策として、粒状活性炭処理を後段に配置しなければならない ⁵⁷⁾ (高度浄水処理)。(図-42 参照)



51

その他の相違については、当たり前かもしれないが「言語」である。英語と日本語では、言語における文化が違う為、1語で広範囲を意味するものであったり、前後の文脈により意味合いが変わったりしており、言語とその見ている視点が、大分異なることを体感した。特に、講義によく出た「Water」は和訳で「水」となるが、研修で感じたニュアンスは「Water＝トータルウォーターソリューション (Total Water Solutions)」や「Water＝水道関連の従事者」等であった。しかし、「4. 5 関係者とコミュニケーション」であった、「キーマッセージ」や「CAP」及び「27・9・3テンプレート」のように、伝えるという部分は一緒であると感じた。

以上より、日本においても人口が減少や少子化、超高齢化や多様化、また施設の老朽化や人材不足等といった多くの課題がある中、今回の研修や報告書作成で得た知見や経験を、微力かもしれないが活かしていきたい。

6. 謝辞

本研修の計画や講義、滞在中のサポートをしてくださった Chi Ho Sham 氏及び Rebecca Wheeler 氏をはじめとする AWWA の皆様、講義や視察先の説明等をしてくださった MWD やその加盟機関等における講師の皆様、本研修の企画及び調整をしてくださった日本水道協会の皆様、滞在中のコーディネーターをしてくださった山田さくら氏、様々な場面で通訳やサポートしてくださった山口唯観氏、団長として足りてない部分をフォローやサポート等いただいた副団長の北田聡氏をはじめとする団員の皆様、快く送り出してくださった草加市上下水道部の皆様にこの場をお借りして深く感謝申し上げます。



写真-9 閉講式

参考文献

- 1) 外務省 HP : <https://www.mofa.go.jp/mofaj/>
- 2) 在サンフランシスコ日本国総領事館 HP : https://www.sf.us.emb-japan.go.jp/itprtop_ja/index.html
- 3) 国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 (NEDO) 大庭宏介: シリコンバレー事務所米国カリフォルニア州における環境・エネルギー関連分野の動向について <https://www.nedo.go.jp/content/100938543.pdf>
- 4) 一般財団法人自治体国際化協会 HP : 米国における水道事業の概要 https://www.clair.or.jp/j/forum/c_report/pdf/297.pdf
- 5) 米国地質調査所 (USGS : United States Geological Survey) HP : <https://www.usgs.gov/publications/deserts>
- 6) 本山 光、南百瀬 健太郎、中川 瑤子、ジョン・タウンゼント、夫馬 信一: イラストでサクッと理解 今が見えてくるアメリカ合衆国 50 州図鑑 pp.136-139 (2024)
- 7) カリフォルニア州政府 HP : <https://www.ca.gov/>
- 8) 国土交通省国土地理院 HP : <https://www.gsi.go.jp/REPORT/JIHO/vol104-5.htm>
- 9) 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)」AWWA 配布資料
- 10) 在ロサンゼルス日本国総領事館 HP : https://www.la.us.emb-japan.go.jp/itpr_ja/m07_03.htm
- 11) ロサンゼルス水道電力局 HP : <https://www.ladwp.com/who-we-are/water-system/los-angeles-aqueduct/facts-history>
- 12) 米国水道協会 HP : <https://www.awwa.org/>
- 13) 横山 則子、山田 さくら: アメリカ水道協会 (AWWA) 年次総会及び展示会 (ACE23) への報告書、水道協会雑誌 93(2) pp.74-83 (2023)
- 14) 南カリフォルニア都市圏水道局 HP : <https://www.mwdh2o.com/>
- 15) 米国水道協会: STATE of the WATER INDUSTRY EXECUTIVE SUMMARY 2024 pp.2-14 (2016)
- 16) 国立研究開発法人科学技術振興機構 研究開発戦略センターHP : <https://www.jst.go.jp/crds/index.html>
- 17) 内閣府 食品安全委員会: 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 (前半 1/2) <https://www.fsc.go.jp/fscis/foodSafetyMaterial/show/syu06260010108>
- 18) 山田 哲郎、尾造 佑香、古川 頌之、杉浦 幸憲、小林 智也、前田 健太、桑名 悠司、山崎 樹: 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)」報告、水道協会雑誌 93(3) pp.62-84 (2023)
- 19) 国包 章一: 水道水質管理と水源保全 各国の制度と動向 pp.75-98 (2014)
- 20) 米国環境保護庁 HP : <https://www.epa.gov>
- 21) 公益財団法人 水道技術研究センター: JWRC 水道ホットニュース 第 878-8 号 (2024) <https://www.jwrc-net.or.jp/publication-outreach/hotnews/docs/878-2.pdf>
- 22) コチェラバレー水道局 HP : <https://www.cvwed.org/>
- 23) 米国国立公文書記録管理局 HP : Boulder Canyon Project Act (1928) <https://www.archives.gov/milestone-documents/boulder-canyon-project-act>
- 24) デザートウォーター代理店 HP : <https://dwa.org/organization/who-we-are/>
- 25) インペリアル灌漑地区 HP : <https://www.iid.com/water/library/qa-water-transfer>
- 26) リバティ社 HP : <https://california.libertyutilities.com/truckee/residential>
- 27) カリフォルニア州公益事業委員会 HP : <https://www.cpuc.ca.gov/>
- 28) カリフォルニア州公益事業委員会 YouTube チャンネル : <https://www.youtube.com/watch?v=XRksVgkce-Y>
- 29) 前田 高志: アメリカの地方財産税の実際とわが国の固定資産税への示唆、第 26 回固定資産評価研究大会 講演 https://www.recpas.or.jp/new/jigyo/report_web/kenkyu_giji/26th/26_kouenshiryou.pdf
- 30) 米国環境保護庁: America's Water Infrastructure Act of 2018 (AWIA) <https://www.epa.gov/ground-water-and-drinking-water/americas-water-infrastructure-act-2018-awia>
- 31) 南カリフォルニア都市圏水道局 Facebook : Second Lower Feeder <https://www.facebook.com/mwdh2o/videos/second-lower-feeder/10155697541827367/>
- 32) 南カリフォルニア都市圏水道局: Colorado River Basin Salinity Control Program <https://www.mwdh2o.com/media/18138/crbscp-briefing-document-2019-03-20.pdf>
- 33) コロラド川流域塩分管理フォーラム (Colorado River Basin Salinity Control Forum) HP 組織:

<https://www.coloradoriversality.org/organization.php>

- 34) 米国開拓局 HP パラドックスバレーユニット : <https://www.usbr.gov/uc/progact/paradox/index.html>
- 35) 米国土木学会 HP <https://infrastructurereportcard.org/>
- 36) 坂口 正人、持館 香穂、藤岡 昭彦、十倉 崇行、前畑 登志夫、呉石 美穂、久米 祐介、石川 博章、岡崎 篤 : 令和元年度 日本水道協会国際研修「国別水道事業研修 (アメリカ)」報告、水道協会雑誌 89(4) pp.73-91 (2023)
- 37) サン・ルイス・レイ・インディアン水道局 HP : <https://www.slriwa.org/settlement.aspx>
- 38) Shimmick 社 HP <https://shimmick.com/portfolio/robert-b-diemer-water-treatment-plant/>
- 39) サンディエゴ郡水道局 : San Vicente Dam Raise https://www.sdcwa.org/sites/default/files/san_vicente_dam_raise_fs.pdf
- 40) サンディエゴ郡水道局 : Emergency & Carryover Storage Project https://www.sdcwa.org/sites/default/files/esp_fs.pdf
- 41) サンディエゴ郡水道局 : POTABLE REUSE IN SAN DIEGO COUNTY
<https://www.sdcwa.org/wp-content/uploads/2020/11/potable-reuse-fs.pdf>
- 42) サンディエゴ市 : Pure Water San Diego Media Kit
https://www.sandiego.gov/sites/default/files/pure_water_2022_media_kit.pdf
- 43) カリフォルニア州水資源管理委員会 HP : https://www.waterboards.ca.gov/water_issues/programs/recycled_water/
- 44) 国際連合広報センターHP 人口構成の変化
https://www.unic.or.jp/activities/international_observances/un75/issue-briefs/shifting-demographics/#:~:text=%E4%B8%96%E7%95%8C%E3%81%AE%E4%BA%BA%E5%8F%A3%E3%81%AF%E7%8F%BE%E5%9C%A8,%E3%81%99%E3%82%8B%E3%81%A8%E8%A6%8B%E3%82%89%E3%82%8C%E3%81%A6%E3%81%84%E3%81%BE%E3%81%99%E3%80%82
- 45) 国土交通省 : 順応的管理による海辺の自然再生 第2章 順応管理の考え方
<https://www.mlit.go.jp/kowan/handbook/03-1hen2shou.pdf>
- 46) 環境省 環境白書・循環型社会白書・生物多様性白書 令和3年版 環境・循環型社会・生物多様性白書 状況 第1部 第2章 第2節 循環経済への移行 1 循環経済 (サーキュラーエコノミー) に向けて :
<https://www.env.go.jp/policy/hakusyo/r03/html/hj21010202.html>
- 47) 三菱 UFJ リサーチ&コンサルティング : 規模の経済
<https://www.murc.jp/library/terms/ka/economies-of-scale/#:~:text=%E8%8B%B1%E8%AA%9E%E3%81%A7%E3%81%AFEconomies%20of%20scale,%E5%8A%B9%E6%9E%9C%E3%81%AE%E3%81%93%E3%81%A8%E3%81%A7%E3%81%82%E3%82%8B%E3%80%82>
- 48) 青森県庁 : 補論2 公社等経営における公共性 <https://www.pref.aomori.lg.jp/soshiki/soumu/gyokei/files/t-10.pdf>
- 49) 戸田市 HP めるまが 73 (2017年5月10日配信) : <https://www.city.toda.saitama.jp/soshiki/111/hisyo-merumaga73.html>
- 50) ストックホルム国際水研究所 UNDP-SIWI Water Governance Facility What is Water Governance? :
<https://siwi.org/undp-siwi-water-governance-facility/what-is-water-governance>
- 51) 国際連合 国際連合水資源機構 HP : <https://www.sdg6data.org/en>
- 52) グロービス経営大学院 HP MBA (経営学修士) とは MBA用語集 エンパワメント :
https://mba.globis.ac.jp/about_mba/glossary/detail-11726.html
- 53) 厚生労働省 : 水道法 https://www.mhlw.go.jp/web/t_doc?dataId=79044000&dataType=0&pageNo=1
- 54) 日本水道協会 : 第五版 水道法逐条解説 水道法制研究会 pp.87-90 (2021)
- 55) ヨーバ・リンダ水道局 HP : <https://www.ylwd.com/services/your-water/>
- 56) 国際協力機構 (JICA) : テーマ1-2 水利権制度 慣行や地域特性を踏まえ水利秩序を確立する
https://www.jica.go.jp/Resource/activities/issues/water/hk13rm0000006xbi-att/t01_02.pdf
- 57) 日本水道協会 : 水道施設設計指針 pp.299-300 (2012)