

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

大森 将希
遠藤 美由紀
高木 翼
山本 健一

草加市上下水道部
水道工務課
札幌市水道局
総務部企画課
豊田市上下水道局
総務課
米子市水道局
総務課

北田 聡
伊藤 大河
島本 浩司
森永 拓典

大阪市水道局
工務部計画課
秋田市上下水道局
浄水課
広島市水道局
技術部設備課
福岡市水道局
計画部計画課

要旨：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（MOUを締結している水道協会）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（American Water Works Association 以下、AWWA）の全面的な協力のもと、アメリカ合衆国（以下、米国）カリフォルニア州南カリフォルニアにて実施された。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。

キーワード：アメリカ合衆国、米国水道協会（AWWA）、水道事業、水資源、国際交流

分類項目：アメリカ合衆国（140502）、職員研修（020404）、水資源開発・管理（040102）、水源保護（040103）

1. 研修概要

1.1 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。

1.2 日程及び参加者

表-1に日程と参加者、図-1に位置図、写真-1に集合写真を示す。

2. 研修先の概要

2.1 カリフォルニア州

表-2に米国とカリフォルニア州の概要を示す。

米国は50の州と特別区から成る連邦共和国で、カリフォルニア州は西海岸に位置している。州面積の約38%が砂漠⁴⁾、約30%が森林、約25%が農地を占め³⁾、また北カリフォルニア東部には広大な自然があり、さらにセントラルバレーの一大耕作地（果物、野菜、米等）が国内外の食料を支えている^{5)、6)}（農業生産高は国内1位、農産物供給量は世界5位³⁾）。その他にシリコンバレーのIT企業群が存在し、ハリウッ드의映画産業等も盛んで、GDPが国内1位、国比較では5位と驚異的な生産力を誇っている。一方、南下するにつれ、砂漠地帯が多くなるため、北と南では水源の有無が極端であり、また干ばつや灌漑の増築、さらには経済活動の活発化や人口の増加等により慢性的な水不足が生じている⁵⁾。その他に多様な地形地質を有しているため、地震が多い地域となっている⁷⁾。

表-1 日程と参加者

日 程		
1 日目 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）	
2 日目 9月3日(火)	会場：南カリフォルニア都市圏水道局（Metropolitan Water District of Southern California 以下、MWD）	
	午前	開講式、研修生自己紹介（研修生各自）、MWD の紹介、AWWA の紹介
	午後	講義：日本の水道の現状、アメリカの水道の現状 講義・討議：ガバナンスと財務及び政策の健全性
3 日目 9月4日(水)	会場：ロバート・B・ディーマー浄水場（Robert B. Diemer Water Treatment Plant）	
	午前	視察：ディーマー浄水場
	午後	講義：干ばつについて、AWWA 規格（G100）、水資源と運用の最適化（G200、G300）
4 日目 9月5日(木)	会場：サンディエゴ郡水道局（San Diego County Water Authority 以下、SDCWA）	
	午前	講義：Water2050、強靱化とインフラの安定性、水の復元力と持続可能性
	会場：サンビセンテダム（San Vicente Dam）	
	午後	視察：サンビセンテダム
5 日目 9月6日(金)	会場：ノースシティ水再生処理場（North City Water Reclamation Plant 以下、NCWRP）	
	午前	講義：関係者とのコミュニケーション
	会場：ピュアウォーターサンディエゴ実証施設（Pure Water San Diego Demonstration Facility）	
	午後	講義・視察：ピュアウォーターサンディエゴプログラムと実証施設、閉講式
6 日目 9月7日(土)	10：00 ロサンゼルス国際空港 発 →（機内泊）	
7 日目 9月8日(日)	14：00 羽田空港 着（時差＋16時間）	
参加者		所 属（参加者の所属部署及び役職は研修当時のもの）
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 技術職員
	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（計画）
	島本 浩司	広島市水道局 技術部 設備課 設備係 技師
	山本 健一	米子市水道局 総務課 財務担当 係長
	森永 拓典	福岡市水道局 計画部 計画課 計画調整係 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）



図-1 位置図 (OpenStreetMap)



写真-1 集合写真

表-2 米国とカリフォルニア州の概要^{1) - 3)}

米国 (2024年6月時点)		
面積	約983万 km ²	世界 3 位
人口	約 3 億3,650万人	世界 3 位
カリフォルニア州 (2022年時点)		
面積	約42万 km ²	国内 3 位
人口	約3,902万人	国内 1 位
GDP	約 3 兆3,732億ドル	世界 5 位、国内 1 位

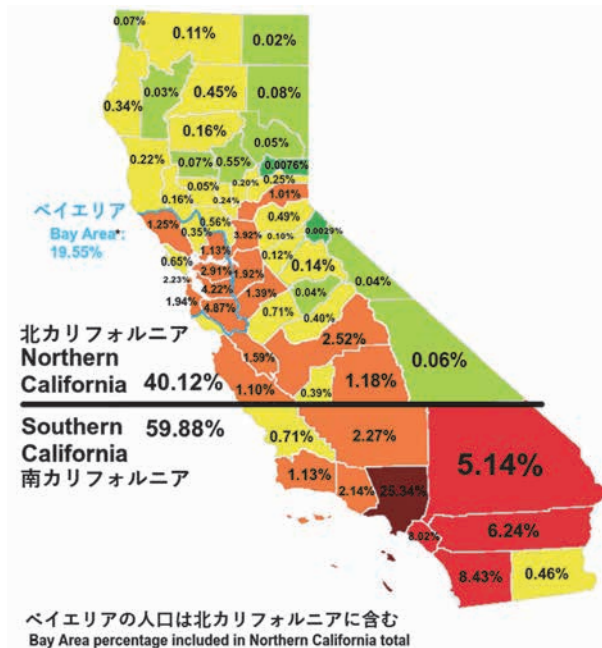


図-2 カリフォルニア州の人口割合⁸⁾

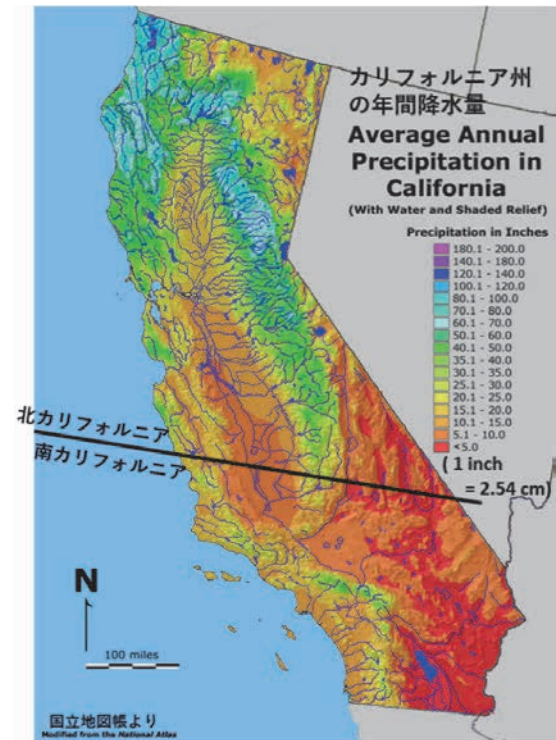


図-3 カリフォルニア州の年間降水量⁸⁾

2.2 南カリフォルニア⁸⁾

図-2にカリフォルニア州の人口割合、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の水資源を示す。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、研修地のロサンゼルスでは25.34%、サンディエゴでは8.43%となっている。これらは半乾燥性亜熱帯⁹⁾のため、年間を通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



図-4 南カリフォルニアの水資源⁸⁾

れる。一方、砂漠地帯が多く、また年間降水量や水源が少ない地域でもあり（図-3）、南カリフォルニアでは下記から水源を確保している（図-4）。

(1) ロサンゼルス導水路

（Los Angeles Aqueduct）

ロサンゼルス市公営のロサンゼルス水道電力局（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にあるオーエンズ川を利水するため、約595km（内、初期ロサンゼルス導水路が約375km、第二ロサンゼルス導水路が約220km）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¹⁰⁾。

(2) 州水プロジェクト

（SWP：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に水資源を供給するため、北シエラネバダ山脈の積雪等の水資源を有する北カリフォルニアから約1,130kmの導水路や貯水池等を整備したもので、南カリフォルニアから西導水路と東導水路に分岐している。

(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ため、約400km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ため、塩分を含む河川となっている。

(4) その他の水源

市・郡等の管理及び事業等の地下水や貯水池、再生水等であり「4. 研修報告」にて後述する。

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、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おり、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。

3. AWWA と MWD について⁸⁾

3.1 AWWA の概要¹¹⁾

図-5に AWWA 委員会組織の概略図を示す。AWWA は1881年3月に設立された協会で、43の支部と45の支部長（支部によって二人の支部長が在籍。また2つの州を1支部で運用しているため、支部長と支部数及び州の数と異なる。）、また約51,000人（内、約4,000人がボランティアで、約60%が下水業務にも従事）の会員を有している。組織については図-5のとおりで、2024年度の会長には AWWA 初となるアフリカ系のシェリル・ポーター氏が就任している。活動にあたっては全ての水問題（飲料水、下水、海水、水蒸気等）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）といった考えのもと、活動戦略として、ビジョンに「より良い水でより良い世界を」を掲げている。主な業務については「水道事業に関する標準規格（以下、AWWA 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」であり、近年の国際協力では、2015年から2020年に活動していた AWWAIndia が進展し、2021年11月から AIA（AWWAIndia Association）としてインド水道事業のさらなる発展のため、

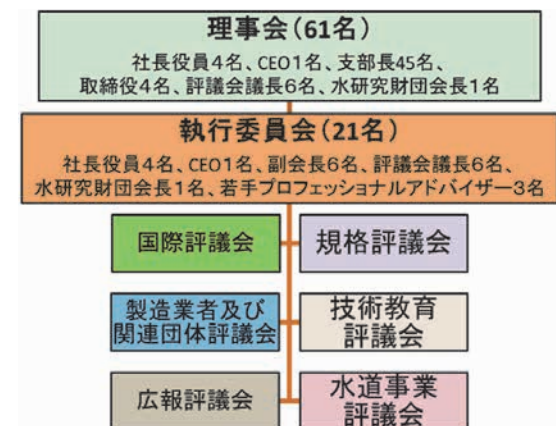


図-5 AWWA 委員会組織の概略図⁸⁾

活動している¹¹⁾。

3.2 MWD の概要¹²⁾

MWD は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、主に「水源の確保、水質の維持、26の加盟機関（15の水道事業者、11の水道用水供給事業者）への送水（水道用水）、加盟機関との連携による水資源の管理、政策への提言」等を行っている。水源は州水プロジェクトの東導水路と西導水路（年間約24億 m³利水）及びコロラド川導水路（年間約15億 m³利水）、給水範囲はロサンゼルス郡、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、ベンチュラ郡で、南カリフォルニアの給水約50%を賄っている。その他の活動等については後述する。

4. 研修報告⁸⁾

4.1 米国水道事業の現状と課題¹³⁾

表-3に2024年の課題ランキング、図-6に課題上位10項目における直近5か年の推移を示す。

図-6より、昨年まで1位の「老朽化した水道インフラの更新」が2024年では3位となっており、超党派インフラ法（BIL：Bipartisan Infrastructure Law, Infrastructure Investment and Jobs Act）によって、更新に必要な資金への懸念が緩和されたためとされているが、上位であることから現在でも重要な課題となっている。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年に連邦議会にて可決されたものである¹⁴⁾。一方で「流域と水源の保護」が初の1位となっており、また表-3より、水源関連の課題が3分の1を占めている。

表-3 2024年の課題ランキング⁸⁾

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（新規ランクイン）	13. 低所得者に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 緑色…水源関連の課題 青色…資金に関する課題 赤色…新たな化学物質等の規制

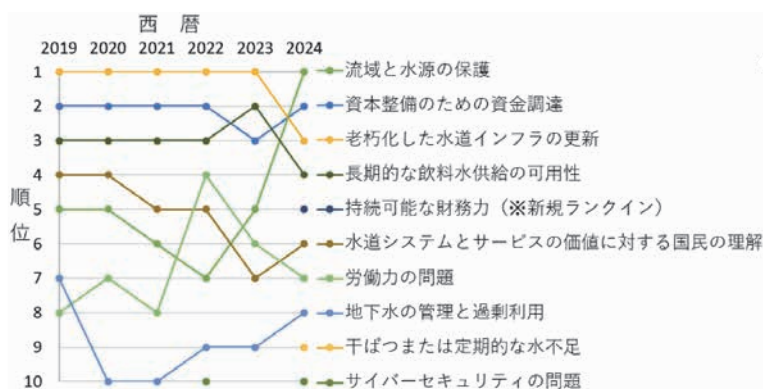


図-6 課題上位10項目における直近5か年の推移⁸⁾

これらの要因には、新たな化学物資等による水質汚染が関係しており、また、その規制のため「規制要件の増加と拡大」が15位にランクインしている(表-3)。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)は最大の懸念事項とされている。

これらPFASについて、米国環境保護庁(United States Environmental Protection Agency 以下、USEPA)では、安全飲料水法(SDWA: Safe Drinking Water Act)にある、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)において、PFOA及びPFOSともに基準値を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¹⁵⁾。しかし、これら基準に準じて処理する場合、施設改良費が約400億ドル必要と試算されているほか、年間38億ドル超もの費用がかかると推定(Black & Veatch社の調査)されており、また表-3のとおり、資金に関する課題が3分の1を占め、資金面も深刻な課題となっていることから、事業者のみの資金では対処に限界があり、連邦政府からの支援が必要となっている。

4.2 米国のガバナンスと財務及び政策

4.2.1 ガバナンスと財務

米国では上水道事業体が50,000超、下水道事業体では15,000超が運営しており、事業体によって、上下水道を併せた事業又は別々の事業といった形態で運営している。またガバナンスモデルについては、公営と民営に大別され、給水人口の85%が公営、15%が民営で賄っ

ている。

公営水道事業者(Public Utility)については、地方政府やその共同体が運営している組織であり、公共のサービスとして水道料金を設定しているため、利益のための過度な値上げが発生しにくく、福利を第一に考えた運営となっている。また地域住民の声を反映しやすいというメリットがある一方で、財政的制約や官僚的な手続きが原因で、迅速な対応や設備投資が難しくなっている。

民営水道事業者(IOUS: Investor Owned Utility)については、民間として水道事業を運営している組織であり、民間資本の導入により、設備投資や技術革新が進みやすく、迅速な経営判断ができるため、効率的な運営が可能となっている。その他にはハイブリッド型があり、公営と民営の要素を組み合わせた運営形態で、施設運用及び維持委託方式(Operation and Maintenance 以下、O & M)や官民パートナーシップ(Public Private Partnership 以下、PPP)がある。O & Mは自治体所有の施設等における運用や一部サービスを民間に委託し、事業を行うものであり、PPPは自治体と民間が連携して事業を行うものとなっている。特にPPPについては、公共の利益を守りつつ、民間の経営や技術力、効率性を享受できる形態となっており、南カリフォルニアでは浄水施設を持つポセイドンウォーター社(Poseidon water)とSDCWAが連携し、水処理をポセイドンウォーター社、送水をSDCWAといった形態をとって運営を行っている(表-8で後述)。一方、連携がうまくいかない場合、運営に混乱を招く恐れがあり、また長期的な契約管理の負担といったデメリットがある。

表-4に財務に関する概要を示す。資金の調達方法について、公営の場合は公債の発行、連邦及び州政府からの融資に大別され、公債は償還原資によって一般財源保証債とレベニュー債に分かれており、概要は表-4のとおりとなっ

表-4 財務に関する概要⁸⁾

	公営		民営	
水道料金の権限	議会		公益事業委員会	
連邦・州所得税 他	所得税なし（その他税で一部該当）		所得税あり	
	一般財源保証債	レベニュー債	被担保債権	社債
担保と金利	発行者の信用、低金利	料金収入、高金利	企業資産を担保、低金利	無担保、高金利
返済期間と税務	20年～30年、連邦税免除		1年～30年、非課税	

ている。一方、連邦政府からの融資については、水インフラ資金調達改革法（WIFIA：Water Infrastructure Finance and Innovation Act）があり、公債と比べて低い金利で借り入れることができ、また最低融資額（2,000万ドル）やプロジェクトに対する最大の融資率（49％）等が定められており、米国財務省の金利が適用されている。州政府からの融資については飲料水州回転基金（DWSRF：Drinking Water State Revolving Fund）と呼ばれ、USEPAと州政府のパートナーシップにより提供されており、公債と比べて低い金利で借り入れることができる。プロジェクトに対する融資率は最大100％まで借入れが可能であり、最低融資額は州によって決定され、金利は無利子を含む市場金利以下が適用されている。なお民営の場合は主に社債や株式の発行となっており、社債の概要については表-4のとおりで、また前述した飲料水州回転基金は、州によって形態は様々であり、民営にも適用できる州もあった。

図-7に水道料金の設定手順を示す。水道料金の設定は、公営と民営で審査機関が異なっており、前述のガバナンス及び表-4のとおり、公営の審査は議会、政治的な影響を受け易く、民営の場合は公益事業委員会で、規則に則った厳正な審査となっている。料金設定に関する手順については図-7のとおりで、料金改定案を作成、審査機関への提出及び審査、利用者との意見交換会や関係者の公聴会を経て、料金が設定されている（民営の詳細は「4.2.3 水道事業の経営における事例(2)リバティ社」で

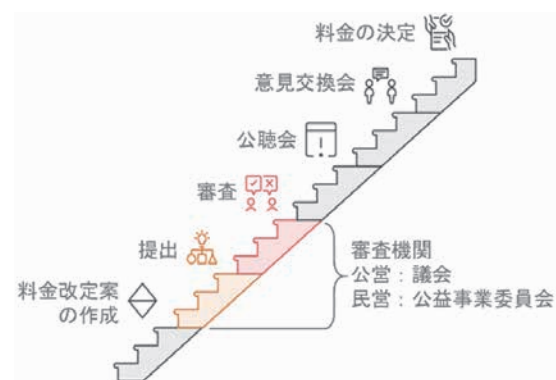


図-7 水道料金の設定手順

後述）。

4.2.2 水質に関する政策

1914年に制定された公衆衛生事業法（PHSA：Public Health Service Act）は連邦初の水質規制で、安全飲料水法が制定されるまで連邦基準として用いられてきた法令である¹⁶⁾。当初の規制は、基準の設定や浄水処理に関する条項が中心であったが、1970年のUSEPA設立及び1986年の安全飲料水法制定により、水源保護、施設改善の基金、水質の情報公開等が規制され、現在は水質の基本法令となっている。また同法には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。なお、本研修では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」に大別され、その他に「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）」や「PFAS」等が基準に追加されている。これら規制には、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曝露から数時間及び数日以内に発症するもので、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発症するものであり、ヒ素、殺虫剤、工業用化学薬品等の無機汚染物質が原因となっている。

4.2.3 水道事業の経営における実例

(1) コチェラバレー水道局¹⁷⁾

表-5にコチェラバレー水道局の概要を示す。コチェラバレー水道局（Coachella Valley Water District 以下、CVWD）は、1912年に設立された公営水道事業者（上下水道）で、水源は各プロジェクト参加による水利権の獲得やMWDとの交換協定、定量化和解契約（表-5）等の活動を行った結果、現在では主に、コロラド川（灌漑用）や自噴井（飲料水用）及び州水プロジェクト（地下水充填用）を利水している。

図-8に2024年の収支計画における割合を示す。CVWDの会計は上下水が一体で、主な収入計画（収益的収入と資本金収入を合わせた額）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、水資源の課題対策として六価クロム対策に約2億5,000万ドル、さらに水利権を伴う水資源の確保及び保護に関するプロジェクトへの投資等があり、重要な投資である一方、膨らむ支出については悩

みどころであるようであった。その他に、資産運用（投資）を行っており、詳細は表-5のとおりで、州法に則った投資活動を行っている。なお、債券等の証券は物価高騰に連動した価値変動があるため、現金と比べ、実質的な価値を担保する手段として活用されている。

(2) リバティ社²²⁾

表-6にリバティ社と水道料金の設定における概要を示す。リバティ社は民営水道事業者で、カリフォルニア州内では水道・電気・ガス事業それぞれ別で経営している。給水範囲については、表-6のとおりで、サンバーナディーノ郡の一部地域のように水道整備が必要な場合は、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し費用を捻出している（債券の返済期間は基本40年）。その他に水道料金の値上げがあるが、詳細は後述する。なお水道料金の構成は、30%が固定費（基本料金）、70%が水の使用量（従量料金）であり、水道料金に対する年間支出割合については、固定費が90%（水質検査・メンテナンス・人件費等）、流動費が10%（動力費・水処理費等）となっている。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（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あり、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、また経済の健全性を促進することに尽力することとして、民間の公共性の高い（電気・ガス・通信・水道・鉄道等）事業を規制している²³⁾。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、透明性と合理性を確保している。そのため、審査は厳格で、また多方面から詳細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、一般料金案件に沿って行われ（表-6）、事業状況や事業計画等の資料を基に、徴収総額や各クラスの負担割合

表-5 コチェラバレー水道局の概要^{8), 17) - 21)}

概要 【再生水（図-15）】	
水源	I コロラド川〔コチェラ運河（Coachella Canal）、MWDのコロラド川導水路 ¹⁷⁾ 〕：灌漑用 II 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（自噴井）の充填 III 自噴井（Artesian well）：飲料水用 IV 再生水：ゴルフ場等の灌水
契約者数 （アカウント）	I 飲料水 11万4,000アカウント II 排水処理 10万5,000アカウント III 灌漑用水 1,300アカウント IV 再生水 24アカウント
年	水資源について
1912	被圧地下水を利用し、自噴井（Artesian well）を整備（当時の人口は約300人）
1918	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、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、水道局を設立（1979年に現在の名前へ改名） ¹⁷⁾ 。
1919	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 ¹⁷⁾
1928	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 同法はコロラド川下流における、洪水と渇水の解消及び水利権の分配や、電力不足の解消等のため、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法である ¹⁸⁾ 。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（1930年代～1948年に整備）は、オールアメリカン運河から取水している ¹⁸⁾ 。
1963	州水プロジェクト デザート水道局（Desert Water Agency 以下、DWA）と協力し、州水プロジェクトに参加、水利権の一部を獲得 ¹⁷⁾ 。（DWA：バームスプリング市とカテドラル市の公営水道局 ¹⁹⁾ ）
1967 1983 2019	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	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 ²⁰⁾ 。
コロラド川及び 州水プロジェクト の課題	取水料金が定額であるため、取水量が契約容量未満でも、同額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
	貯留量が不満足（20年間以上、取水制限へ対応）、部族からの訴訟（法的対応）
水質の課題	六価クロム（Hexavalent Chromium）や硝酸塩（Nitrate）の対応
その他課題	手頃な水道料金価格の設定、再生水における水質基準・コスト・使用範囲
資産運用（投資）について ²¹⁾	
目的	投資収益を各基金へ分配（補填）するため（会計原則に従事）
優先事項	I 安全性（リスクの軽減と損失回避） II 流動性（現金化の容易さ） III 利回り
投資金	各基金の残額を統合した現金（制限付き及び特別基金を除く）
投資先	米国債券、州債券、地方債、新株予約券、その他信用度が高い証券等 なお、投資先の条件はカリフォルニア州法によって厳格に定められている（投資先は17種類）

と料金表の決定及び審査を受け、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ている。その他、決

算業務に関連して徴収総額における実施と計画の比較を行っており「各クラスにおける徴収総額の負担割合（表-6）」よりも徴収額が多い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。

以上より、民間企業ではあるが、一般料金案件による一定の収入や 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。

(3) ディスカッション

① 六価クロム

米国も日本と同様、発生源不明の六価クロムが土壌及び地下水に点在しており、また点在先も不明なため、都度、検査を行っているとのことであった。なお CVWD は約100基の自噴井の内、約30基から六価クロムが検出され、安全な飲料水を提供するため、高コストではあるがイオン交換による処理をしているとのことであった。

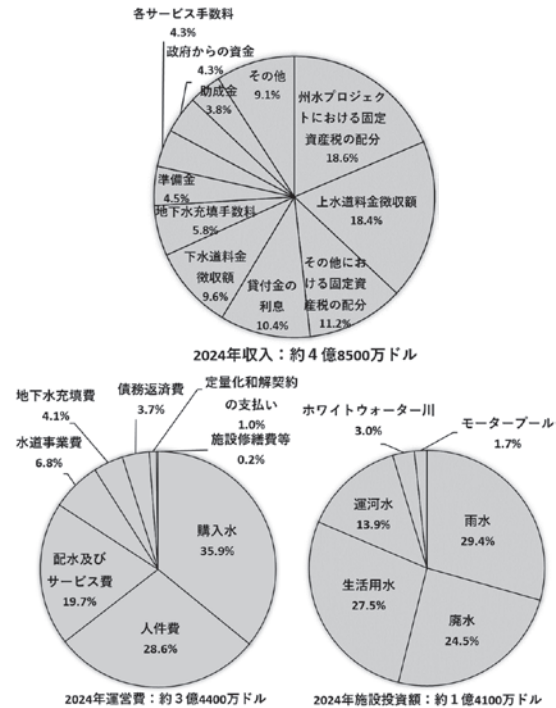


図-8 2024年の収支計画における割合⁸⁾

表-6 リバティ社と水道料金の設定における概要^{22)～24)}

リバティ社 ²²⁾ (Liberty Corp) の概要 【水源：井戸（地下水）】		
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)	
経営先と業種	4 か国（米国、バミューダ、チリ等、約100万アカウント）、水道・電気・ガス事業	
主な給水先（2025年予算）	サンバーナディーノ郡（1,680万ドル）	ロサンゼルス郡（1,800万ドル）
配水管延長	約481.5マイル（約775km）	約267マイル（約430km）
契約者数（給水人口）	約2万1,000アカウント（約6万2,000人）	約2万9,900アカウント（約11万人）
地域的特徴	裕福な地域と貧困な地域があるため、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ため、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。
水道料金の設定 ^{23), 24)} 【透明性かつ合理性のある水道料金を設定するもの（3年ごとに CPUC による審査）】		
一般料金案件 (GRC：General rate Case)	Ⅰ 徴収総額の決定 ^{23), 24)} 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）に必要な総額及び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 ^{23), 24)} 各クラスの負担割合（例：徴収総額の25%工業、30%商業、45%居住が負担）	
	Ⅲ 意見交換・公聴会 ^{23), 24)} 利用者との意見交換会（公開フォーラム）や、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）	
備考	資料は過去12年の事業状況と4年先の事業計画（配水計画や投資計画、収支、根拠等）	

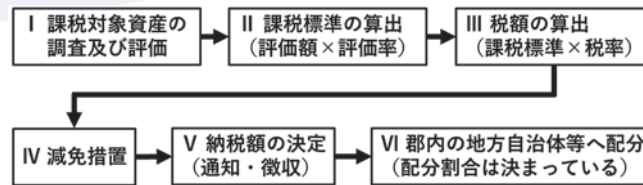


図-9 固定資産税の業務フロー図²⁵⁾

② 固定資産税の配分

図-9に固定資産税の業務フロー図を示す。米国における固定資産税の業務は、主に郡役所が担っている地域が多く、図-9のとおり配分まで業務を担っている²⁵⁾。

③ 地震対策について

カリフォルニアでは「水道管が無事であっても電力がなければ施設稼働できず、反対に電力があれば出来ることが多くなる」といった考えから、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るとのことであった。しかし、全く地震対策をしていないわけではなく、材料費は高価であるものの、地震対策の観点から日本で多く使用されている耐震継手の水道管も布設されているとのことであった。

理、水質管理」を定めた指針となっている。G200は配水システムの運用及び管理に関する「水質、管理における実施計画、運用と維持」を定めており、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」、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」、運用と維持では「貯水施設の運用と維持、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」を取り扱っている。G300では、水源保護の基準を定めており「ビジョン、水源の特性評価、プログラムの目標、行動計画、実施、プログラムの評価と改良」の基本要素から構成されている。

4.3 水資源と運用の最適化

4.3.1 AWWA 規格と G シリーズ

AWWA 規格は、AWWA 規格評議会により定め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のことであり、現在では194⁸⁾もの数が規格化されている。本研修においては、水道事業の管理基準 (以下、G シリーズ) 内の G100、G200、G300について学んだ。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及び調整を担い、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。

G100は浄水場の運用と管理における「法規制の遵守、運用及び管理の方法、施設の維持管

4.3.2 MWD における運用と管理

(1) ディーマー浄水場の運用と管理 (G100)

G100に則り稼働しており、特に「水質基準」は法令よりも厳しい基準値に設定及び管理しているとのことであった。その他の内容は「4.6 視察(1)ディーマー浄水場」にて後述する。

(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のシステム管理等、多岐に渡って運用や管理を行っている。しかし、予算も厳しくなってきたおり、また100年近く経つ施設も増えているため、腐食や破損、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り、メンテナンス順位等の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際、内部の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。

近年のメンテナンス業務では、セカンドローワーフィーダー(Second Lower Feeder)プロジェクトを行っており、既設 PCCP(Prestressed Concrete Cylinder Pipe)を鋼製ライニングに

より更生する工事で、更生区間の断水及び24時間体制による人員と機材の確保が必要なため、半年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とのことであった。

表-7 水源における水質面管理上の課題^{26)～28)}

① ダイヤモンドバレー湖(Diamond Valley Lake)【関連水路：州水プロジェクト東導水路(導水管)】	
内容	I 有害藻類ブルーム(HAB: Harmful Algal Bloom)、バイオトキシン(Biotoxin)の発生 取水塔の取水口は下部にあるため、取水不良なし。飲料水への水質影響なし。 水への接触が危険なため、遊泳等を禁止。
	II クワツガ貝(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、対応に苦勞。人力による駆除や、塩素注入施設を設置し塩素消毒による対応(繁殖の抑制)。
② キャスティーク湖(Castaic Lake)【関連水路：州水プロジェクト西導水路】	
内容	I 火事(Lake fire)の発生 火事により、土や消火剤が湖に流入。一時的に濁度の悪化。濁水のため、水処理の負担が増加。 カリフォルニアでは山火事が多いため、災害対策の最優先事項となっている。
	II その他(ダイヤモンドバレー湖のI・IIと同様)
③ コロラド川【関連導水路：コロラド川導水路】	
内容	I ウランの流入 ウラン鉱山付近にあった採掘会社が廃棄物を残し閉業。廃棄物等からウランが川へ流入。 連邦政府から補助金あり(除去費が高額)。約1,600万tの88%を除去済み。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)がコロラド川へ流入。4～6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ため、対策が難航。 2025年にUSEPAが最大汚染レベルにて制定予定。この制定に伴い、長期的な対応計画が必要。そのため、MWDやUSEPA、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。 以前は規制に一貫性がなく、対応が困難な状況であったが、近年の規制は一貫性を保っている。
	IV 塩害 ^{26)～28)} 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、塩害対策や下流のメキシコにおける飲料水確保の必要性等から、1974年にコロラド川流域塩分管理法(Colorado River Basin Salinity Control Act) ²⁶⁾ 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 ²⁷⁾ (コロラド川流域塩分管理プログラムの始動)。 プログラムの内容は塩分が高濃度にならぬよう管理及び対策するもの。またパートナーシップにカリフォルニアを含む6州の州委員会や役所、水道局等が参加 ²⁷⁾ (MWDも参加)。 対策としては、沿川の汽水地下水を浅井戸から揚水し、岩塩ドーム深層部に深井戸にて注入する方法(川への汽水流入防止) ²⁸⁾ 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防止) ²⁶⁾ 等。各対策により約130万t/年の塩分除去、塩分濃度は約100mg/Lの減量。なおライニング工事は、潤辺に漏水及び透水防止のライニングを施すもの。

③ 水源保護の運用と管理（G300）

水源における水質面管理上の課題は表-7のとおりで、州水プロジェクトとコロラド川とでは水質が異なるため、取水地点での対策が鍵となっている。

4.4 強靱化とインフラの安定性

4.4.1 米国におけるインフラの管理

図-10にアセットマネジメントの手順を示す。米国では現在、2分に1箇所が漏水している状況²⁹⁾であり、陥没事故等の報道も増えてきている。また、米国土木学会による構造物の評価（GPA：Grade Point Average）では、水道は「C-」と改善が必要な状況となっている。これらは経済成長に伴うインフラ整備の増加と維持管理における投資の差によるもので、維持管理への十分な投資がなかったため、耐用年数を迎える施設が増加していることが要因となっている。したがって、安定給水のためにもアセットマネジメントは重要で、国際標準化機構（International Organization for Standardization 以下、ISO）の ISO55000においても「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、現在の資産から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。アセットマネジメントの手順については、USEPA が ISO で定義されているアセットマネジメント（ISO55000～55002）を実施用に置き換えた図-10を使用しており、5の質問と10に細別された手順から構成されている。実践方法については、IT や IoT、AI を活用した資産管理システムを活用して、資産状況の把握や計画、故障の確率（PoF：Probability of Failure）や故障による影響（CoF：Consequence of Failure）の算出及びマトリクス図を作成（リスク評価）し、図-10が満足できるよう、サービスレベルや費用及びリスク等、各々のバランスを考慮した上で計画の策定を行っている。これらアセットマネジメントの繰り返しによりライフサイクルコストを管理していくことが重要である一方で、資産データの正確性やシステム判断への依存等により、誤ったアセットマネジメントを行う可能性があるため、正確な資産データや資産状況を自ら十分把握し、決定及び判断ができる知識が必要となっている。

4.4.2 SDCWA の強靱化対策における紹介

SDCWA は1944年に設立した水道用水供給



図-10 アセットマネジメントの手順⁸⁾

事業者であり、当初は MWD からの購入水で大部分を賄っていた。しかし、度重なる干ばつや購入水量の制限、また災害による導水路等の破損が危惧されていたため、安定給水のためにも水道の強靱化や代替水源及び水源の確保が必要となっていた。

表-8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-11にSDCWAにおける利水割合の比較、表-9に図-11の補足を示す。主な改善策は表-8のとおりで、1990年代から政府の投資を受けたことにより、新規及び既存インフラの整備や改良が促進され、現在でも多くのプロジェクトが行われている。成果については図-11のとおりで、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進んでいる。その他に節水型トイレの提供等、節水活動も行っており、1990年の1人1日平均給水量が約235ガロン(約890L)に対し2023年では約112ガロン(約424L)と約2分の1の節水に成功している。

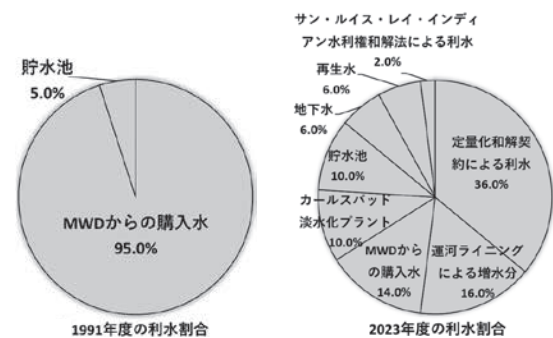


図-11 SDCWAにおける利水割合の比較⁸⁾

表-8 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⁸⁾

年代	内 容
1980	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	強靱化と安定した給水の実現のため、政府から水道インフラに対する投資を受ける。
2000 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、ボセイドンウォーター社が運用（処理量は約20万4,400m³/日）。SDCWA は PPP 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ため、海水淡水化プラントからの送水管を 6km 布設）。サンディエゴ郡の給水約10%を占める。 II サンビセンテダムの規模拡大、ピュアウォータープロジェクト（「4.6 視察」にて後述。） III その他（ツインオークスバレー水処理場の建設、運河・導水管ライニング工事等）

表-9 図-11の補足^{8), 30)}

凡 例	概 要
運河ライニング	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。（表-7）
サン・ルイス・レイ・インディアン水利権和解法	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）³⁰⁾ 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³⁰⁾。サン・ルイス・レイ導水管（San Luis Rey Water Transfer）からの取水。
備考	定量化和解契約（表-5）、カルスバッド淡水化プラント（表-8）

4.5 関係者とコミュニケーション

4.5.1 戦略的コミュニケーション

表-10に再生水の飲料水化における戦略的コミュニケーションの概要を示す。本研修では、再生水の飲料水化を題材にした戦略的コミュニケーションを学んだ。

再生水の飲料水化における戦略的コミュニケーションを実施するにあたり研究財団レポート（WRF#1302）があり、計画等については表-10のとおりとなっている。これら計画の他に、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を認識する必要があるため、事前に戦略チームや従業員の知識や認識を共有し、また「トイレ」や「廃水」等の用語は決して使わないよう計画しているとのことであった。その他には、施設見学や試飲体験、またインフルエンサー等にも

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、各コミュニティや環境問題に関心がある方への広報、また偏った情報による妨害が生じた場合、芽が小さいうちに摘み取る（対応する）ことが大事であるとのことであった。

4.5.2 リスクコミュニケーション戦略

表-11に27・9・3テンプレートとCAPの概要を示す。リスクコミュニケーション戦略については、相手に向けて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、特にリスクが高い事柄になればなるほど、難易度は高くなる。そのため、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り、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、

表-10 再生水の飲料水化における戦略的コミュニケーションの概要⁸⁾

(1) 研究財団レポート（WRF#1302）より「再生水の直接飲料水化について人々の理解を得る」ための定義
「再生水の飲料水化とは何か、給水・気候・ポートフォリオのどの内容か、なぜ必要であるか、どういった目的で行うのか、安全性はどうか、どのように管理するのか、費用はいくらかかるか、実装はいつか」を定義する。
(2) 定量的及び定性的な調査
「定量的な調査」はアンケート等で再生水の飲料水化について各コミュニティ（医療・学術・議員・市民団体等）の理解と指示を調査し、「定性的な調査」は再生水の飲料水化について、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をする。
(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メッセージや各コミュニティへの説明用プレゼンテーション及び補足資料の作成
II 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）
(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（再生水の飲料水化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（誤解を招くこともあるため、非常に重要）
(6) その他（ピュアウォーターサンディエゴにおけるコミュニケーション戦略の資金）
市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。

表-11 27・9・3テンプレートとCAPの概要⁸⁾

27・9・3 (27 Words/9 Seconds/3 Pieces of info) テンプレートの概要	
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（和訳は参考）：水質について（相手：利用者）	
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。】	
CAPの概要	
C：Caring Message（思いやり）、A：Action Message（活動内容）、P：Perspective Message（問題目線）	
例文（和訳は参考）：大規模な水道管の破損について（相手：製造業）	
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、非常に小規模ではありますが操業を再開できるようになります。】
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。】

CAPは小学校等の教育で使用される手法とのことで、活用方法等については表-11のとおりとなっている。これら広報について、「コミュニケーションは一方通行では成り立たない」、「広報はリスクを侵しながら行わなくてはいけない」、「予防的にやらないといけない」といった考えが大切とのことであり、さらに「何も言わないこと」は思わぬ憶測を呼ぶため、安心を提供するためにも水道事業者側から積極的に発信やコミュニケーションを行うことが大切であるとのことであった。

4.6 視察

(1) ディーマー浄水場

図-12に施設案内図、図-13に浄水処理の概要図、表-12に図-13の補足、写真-2に視察写真を示す。ディーマー浄水場はMWDが管理

している浄水場で、1964年から運用を開始している。場所はヨーバ・リンダ西部の北に位置し、水源は州水プロジェクトの導水路とコロラド川導水路、浄水能力は約5億2,000万ガロン/日（約197万 m^3 /日）¹²⁾であり、自然流下式にてオレンジやロサンゼルス、サンバーナディーノ、サンディエゴへ給水している。処理工程については図-13のとおりで、これら運用を協会認定者（浄水場の運転等）や研修、教育及び訓練（G100 Human Resources：人材）を受けてきた59人の従業員で行っている。なお、オゾン処理施設の設置位置については、運用上、システムを全停止しての施工ができないといった制約を抱えていたことから、処理過程の最初にオゾン接触槽が置かれている。またオゾン処理は、消毒副生成物を低減でき、クリプトスポリジウムやジアルジア等の耐塩素性病原生物を



図-12 施設案内図⁸⁾

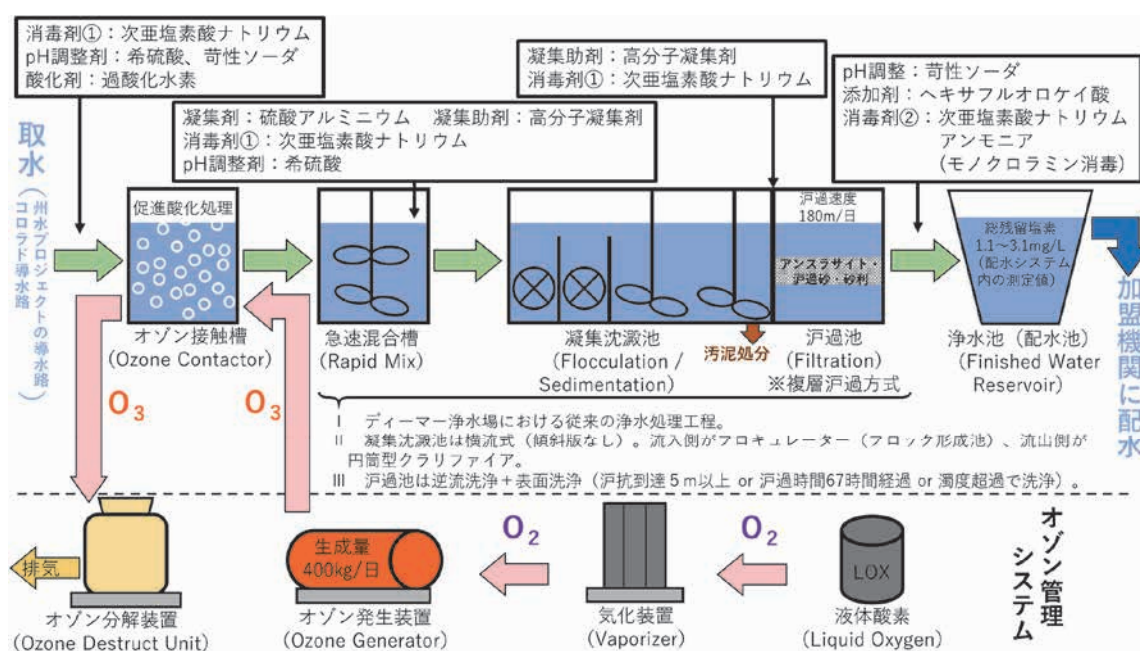


図-13 浄水処理の概要図

不活性化する効果もあり、ディーマー浄水場での消毒副生成物レベルは歴史的にも低い数値となっている。その他に、施設内は5S（整理、整頓、清掃、清潔、躰又は習慣）が徹底されており（G100 Housekeeping Procedures and Cleanliness：施設の整理整頓手順と清潔）、また流向方向や何の配管であるのか等、目視で確認できるよう管表示がしてあった。さらに、薬品使用場所にはNFPA704と呼ばれる全米防災協会（NFPA：National Fire Protection Association）が策定した化学薬品の危険性を

示す規格表示があり（写真-2）、赤は可燃性レベル、青は有害性レベル、黄色は不安定性レベル、白色は特記事項で、レベルについては「0から4の5段階」で評価されている。なおディーマー浄水場のオゾン施設は「可燃性0：通常着火しない、有害性4：死傷性有、不安定性レベル3：衝撃や加熱等により爆発、特記事項OX：酸化性」であった。

(2) サンビセンテダム

図-14にサンビセンテダム改良に関する位置図、表-13にサンビセンテダムの規模拡大にお

表-12 図-13の補足

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、分解しやすい
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)	酸性側への pH 調整剤
	苛性ソーダ (Caustic Soda)	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)
添加剤	ヘキサフルオロケイ酸 (Fluorosilicic Acid)	米国では虫歯予防として添加 (水道水フッ化添加物)
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

ける概要、写真-3に視察写真を示す。サンピセンテダムは1943年にサンディエゴ市により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1億1,101万 m^3 ）の規模を有するダムであった³¹⁾。しかし、干ばつや渇水、また導水路が複数の断層を横断（図-14の左図）しており、地震による導水路の決壊が考えられたため、表-13のとおり改良され、現在では米国で最も高く、またRCD工法による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³¹⁾。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。

(3) ピュアウォーターサンディエゴ実証施設

図-15にIPR及びDPRの概要図、写真-4に視察写真、表-14に処理内容とモニター値（写真-5）、写真-5に実証施設の管理モニターを示す。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、持続可能かつ、サンディエゴの給水量のほぼ半分となる8,300ガロン/日（約31万 m^3 /日）³⁴⁾を賄うことを目標として稼働している。このプロジェクトでは再生水の生産の他、新技術として、再生水の間接飲料水

化（以下、IPR）と再生水の直接飲料水化（以下、DPR）に挑戦しており（図-15）、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（図-15、再生水を精製水に処理）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、法の整備も進んでおり、2024年10月1日にDPR規則が発効³⁵⁾されている。また実証施設の視察後、DPRによる飲料水（写真-4）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、普通の水であった。なお、DPRにおける処理の詳細については、表-14及び写真-5のとおりである。これらピュアウォーターサンディエゴの計画は第二段階までであり、視察した時点では第一段階の約60%が完成していた。さらに講義会場であったNCWRPは、農業や造園、工業用に再生水を約3,000万ガロン/日（約11万 m^3 /日）生産しており、また約5,200万ガロン/日（約20万 m^3 /日）³⁴⁾を生産できるよう、拡張工事がされている。その他には、サウスベイ水再生プラント（SBWRP: South Bay Water Reclamation Plant）があり、約1,500万ガロン/日（約5.7万 m^3 /日）の再生水を生産している。



オゾン発生装置①



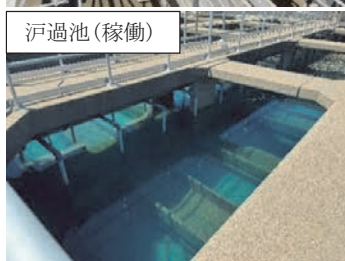
オゾン発生装置②



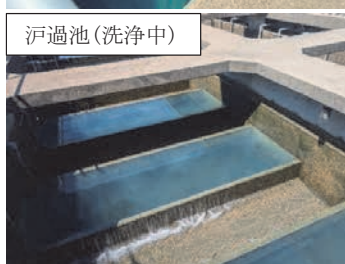
フロック形成池(稼働)



フロック形成池(干池)



汨過池(稼働)



汨過池(洗浄中)



オゾン操作パネル



オゾン接触槽



沈澱池(稼働)



沈澱池(干池)



汨過水濁度計



オゾン処理施設入口



オゾン用薬品配管(管表示)



硫酸アルミニウム輸送タンク車



集水ロンダ(稼働)



集水ロンダ(干池)

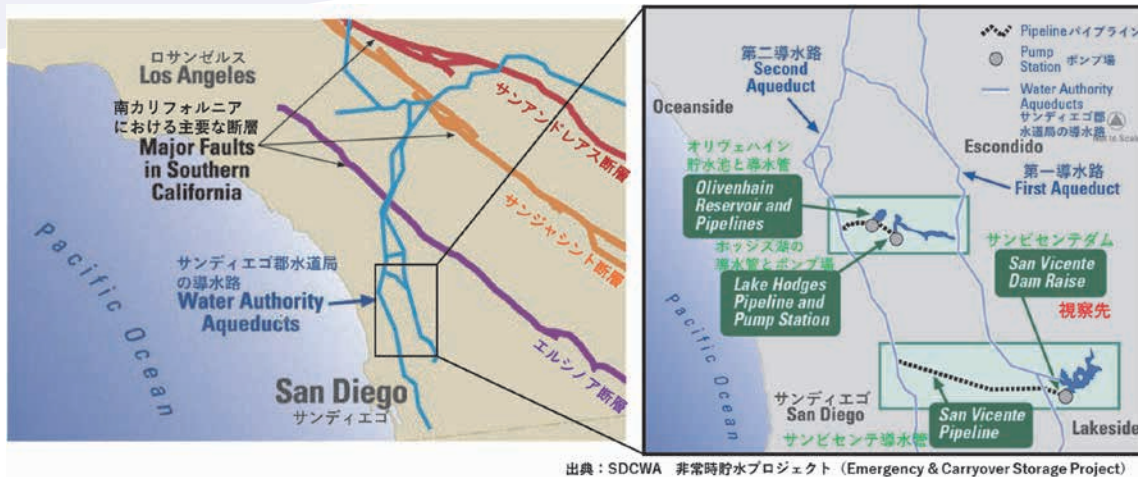


薬品等配管(管表示)



NFPA704

写真-2 視察写真



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

図-14 サンビセンテダムの位置図³²⁾

表-13 サンビセンテダムの規模拡大における概要^{31), 32)}

竣工年	内 容
2010 2011	2010年に SDCWA 第二導水路へ放流するためのポンプ場（7,000馬力のポンプが3台）と制御室をサンビセンテダムに設置（図-16の右図）。2011年にはサンビセンテダムと SDCWA 第二導水路を結ぶサンビセンテ導水管11マイル（約18km）を布設（図-16の右図）。
2014	サンビセンテダムの規模拡大 I 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 ） II 日本で開発された RCD 工法（Roller Compacted Dam Concrete Method）による超固練りコンクリートを用いた無筋コンクリート構造を採用。なお、RCD 工法を米国では RCC（Roller Compacted Concrete）と呼んでいる。
備考	景観の保護や照り返しの軽減として、ダムは茶色に塗装されている。

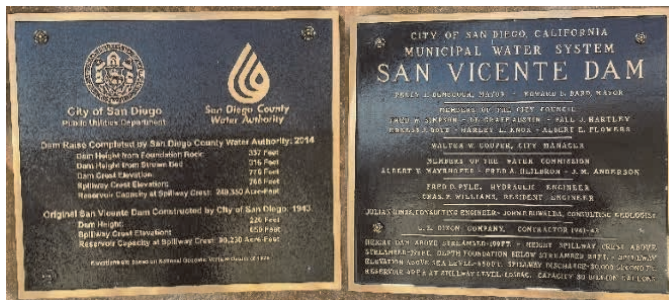


写真-3 視察写真

4.7 Water2050

Water2050は、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・ラフランス氏によるワークショップ中に生まれたプロジェクトである。

Water 2050では、2050年において世界人口は98億人と推定され、また31億人が深刻な水不足に直面するとされており、このままでは世界の約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可能性が高まっている。その他に2億4,000万人が水源を活用できず、

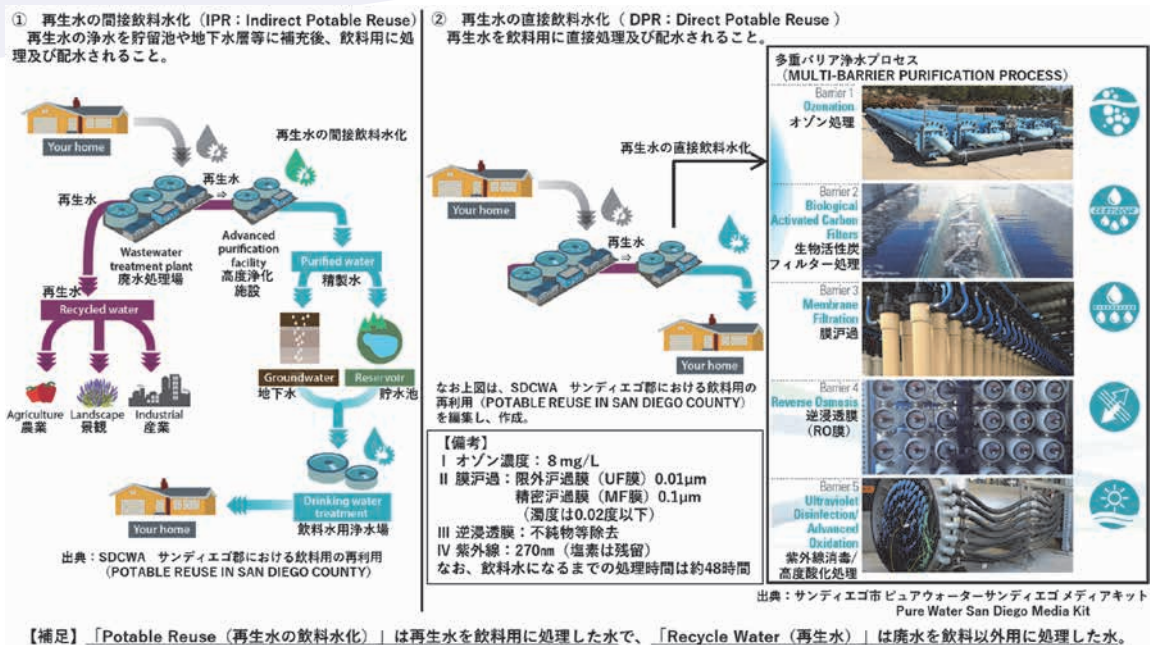


図-15 IPR 及び DPR の概要図^{33), 34)}



写真-4 視察写真

さらに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。このように、将来に向けてさまざまな課題が山積している中、持続可能な水の未来への道筋を描く長期構想として、Water2050が取りまとめられた。

Water2050における AWWA の目標は、水の未来に向けた Water2050の輪を広げ、部門や世代間に垣根のない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より集約された包括的な見解及び道筋の獲得、人材（リーダー）と責任及び関係性の育成、さらに世代を超えてプロジェクトを紡いでいくものとしている。

なお、現在では「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）が設立されており、各シンクタンクによる議論や2022年と2023年の年次総会及び展示会（ACE22、ACE23: Annual Conference & Exposition）による水環境ビジョ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。これらの活動を報告したものが Water2050レポートであり、これらキーワードが「公平性や手頃な価格かつ給水できる環境、協力とパートナーシップ、コミュニティの関与及びエンパワーメント、ワンウォーター（One Water）、循環経済、財務の持続可能性、革新、気候変動」となって

表-14 処理内容⁸⁾とモニター値 (写真-5)

処理内容					
① オゾン処理 オゾンの酸化力を利用して有機物の分解、異臭味や色度等の除去を行う。					
② 生物活性炭処理 残オゾンの除去を目的とする。またオゾン処理と生物活性炭処理の処理（BAC）によって、有機物の除去、膜処理設備延命化、逆浸透設備の排水量削減等にも寄与している。					
③ 膜処理 主に、前処理汚過（濁質除去）を目的とする。UF 膜と MF 膜を並列に接続しており、均等に通水していた。濁質については、モニター値より、膜処理にてほぼ処理できていることが読み取れる。なお、実証施設による検証結果（処理性や水質、経済性等）より、UF 膜と MF 膜では処理の差はあまりみられなかったため、コスト面で優位な UF 膜が新規施設にて採用の予定となっている。					
④ 逆浸透（RO） 逆浸透は主に後処理汚過（不純物等除去）を目的とする。処理は2段式（RO(1)）又は3段式（RO(2)）で、圧力が100psi（約0.69MPa）、回収率が85%で処理しているとのことであった。実際の処理（モニター値）では、圧力が0.85MPa（RO(1)入口水圧）と0.81MPa（RO(2)入口水圧）で、回収率平均が約81%（逆浸透設備排水量 / 逆浸透膜設備入口流量）であり、また RO 出口の電気伝導率は処理前より大きく低下していることから、不純物等を除去できていることが確認できる。さらに、2 段式（RO(1)出口伝導率）と3 段式（RO(2)出口伝導率）の電気伝導率において優位な差は見られなかった。なお、回収率が高いほど排水を減らすことが可能となるため、現在では90%の回収率を目指している。					
⑤ 紫外線処理 / 高度酸化処理 紫外線処理 / 高度酸化処理は促進酸化処理とも呼ばれ、紫外線（270nm UV）照射と過酸化水素によりヒドロキシラジカルを発生させ、有機物を酸化分解させるものである。モニター値でも、処理後の TOC が大きく下がっていることから、有機物が減少していることがわかる。					
項目	原水 TOC	原水濁度	原水流量	BAC 後 TOC	BAC 後濁度
値	6.59mg/L	0.33NTU	1,050G/min	12.4mg/L	0.1NTU
換算		約0.54度	約240m ³ /時		0.07度
項目	UF 膜流量	MF 膜流量	UF 膜濁度	MF 膜濁度	UF 膜膜間圧力差
値	513G/min	531G/min	0.01NTU	0.014NTU	4.6psi
換算	約116m ³ /時	約120m ³ /時	約0.007度	約0.0098度	約0.03MPa
項目	MF 膜膜間圧力差	膜出口残塩	膜出口 pH	膜出口伝導率	RO 入口水温
値	4.7psi	0.57ppm	6.47	1,594 μS	29度
換算	約0.03MPa	(0.57mg/L)			
項目	RO(1)入口水圧	RO(1)入口流量	RO(2)入口水圧	RO(2)入口流量	RO(1)排水流量
値	123psi	466G/min	118psi	476G/min	90G/min
換算	約0.85MPa	約105m ³ /時	約0.81MPa	約108m ³ /時	約20m ³ /時
項目	RO(2)排水流量	回収率平均（計算）	RO(1)出口伝導率	RO(2)出口伝導率	RO 出口総残留塩素
値	88G/min	約81%	42 μS	48 μS	0.79ppm
換算	約20m ³ /時				(0.79mg/L)
項目	UV 入口総残留塩素	UV 入口 TOC	UV 入口流量	UV 出口総残留塩素	【備考】 RO(1)は2段式、RO(2)は3段式で処理
値	1.94ppm	1,115.3 μg/L	746G/min	0.84ppm	
換算	(1.94mg/L)	1.115mg/L	169m ³ /時	(0.84mg/L)	

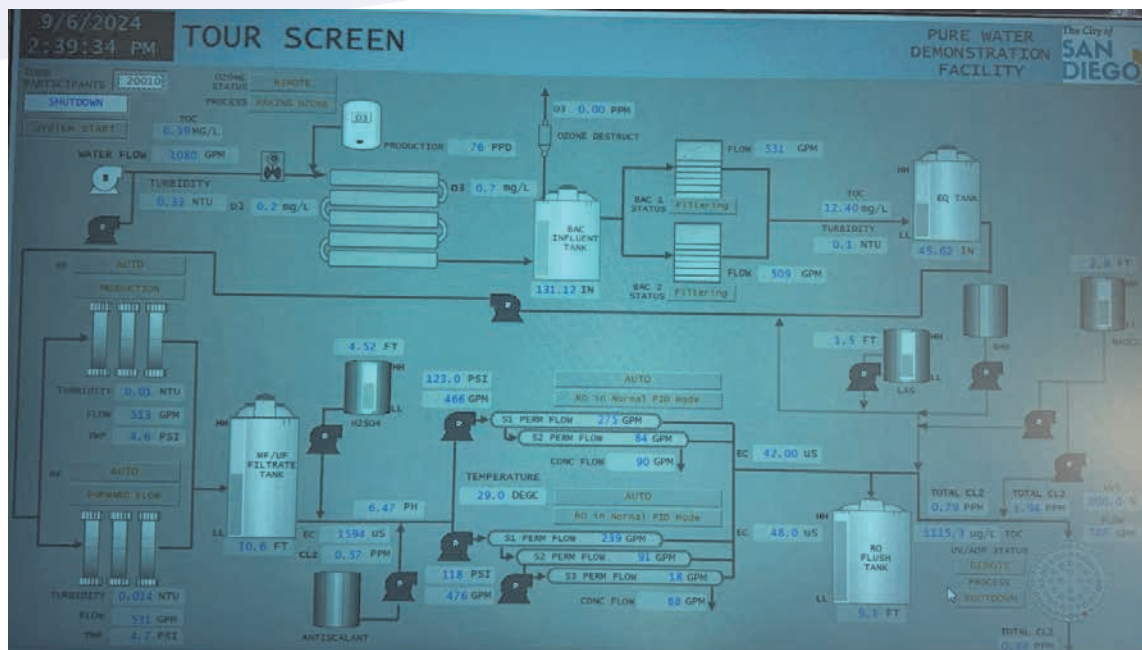


写真-5 実証施設の管理モニター

いる。なお、Water2050レポートの詳細については「<https://www.awwa.org/water-2050/>」にて確認できるものとなっている。

5. 総括

米国（研修内容）と日本の比較における内容を表-15に示す。なお、日本における水道法の目的は「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。」³⁹⁾のとおりで、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、法律及び単位等、各々異なるところはあるが、安定給水への意識や目指している方向性等は近いものがあった。

以上より、日本の水道事業における課題解決や発展に向け、本研修の経験を生かすことができるよう鋭意業務に取り組んでまいりたい。

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チ・ホ氏及びレベッカ氏をはじめとする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下さった山口唯観氏、快く送り出してくださった大阪市水道局・札幌市水道局・秋田市上下水道局・豊田市上下水道局・広島市水道局・米子市水道局・福岡市水道局・草加市上下水道部の皆様に深く感謝の意を表する。

表-15 米国（本研修内容）と日本の比較^{35) - 38)}

同様なもの	内 容
規格	AWWA 規格における材料の規格や運営、施設の運用と維持管理、評価等（水源の保護除く）と、JWWA 規格や水道施設設計指針、水道維持管理指針、JWWA Q100の業務指標（PI：Performance Indicator）等で、存在の形は異なるが、規格や指針の意義は同様なものになっている。
運営形態	公営や民営、また O & M 及び PPP といった運営形態の大枠、さらに水道用水供給事業者と水道事業者の関係性も同様であった。
資産運用	日本においても資産運用については法律で定められており、地方公営企業法施行令より「（現金及び有価証券の保管）第二十二條の六 管理者は、地方公営企業の業務に関わる現金を出納取扱金融機関、収納取扱金融機関その他の最も確実かつ有利な方法によって保管しなければならない。2 管理者は、地方公営企業の業務に関して地方公共団体が債権者として債務者に属する権利を代行して行うことにより受領すべき現金又は有価証券を保管することができる。」 ³⁵⁾ とされており、また使用できる資産が地方公営企業法施行規則にある「（資産勘定の区分）第五條 三 投資その他の資産」 ³⁶⁾ としている。そのため、各自治体にもよるが国債等の証券を保有し、保管している。
水源の種類	河川や地下水、水道用水等（IPR と DPR は除く）。 【札幌市】豊平川とその他の河川（琴似発寒川、星置川、滝の沢川） 【秋田市】雄物川と地下水 【草加市】水道用水の受水（利根川、荒川）と地下水 【豊田市】水道用水の受水（矢作川水系、木曽川水系）と地下水及び中小河川 【大阪市】淀川 【広島市】太田川、水道用水の受水（八幡川、太田川）、地下水及び中小河川 【米子市】大山からの地下水（良質な水のため、塩素等の滅菌処理後に配水）、その他（伏流水、湧水） 【福岡市】水道用水の受水（筑後川等）や中小河川等 【その他】事例は少ないが日本でも再生水（飲用以外）の利用あり なお、日本はカリフォルニア州ほど極端ではないが、北は比較的寒く、南は比較的暖かい。また、融雪水や大河等を有しかつ利水ができる地域（北カリフォルニア、札幌市、秋田市、大阪市、広島市、米子市）は水資源が豊富で、限定的または有しない地域（南カリフォルニア、草加市、福岡市、豊田市）は水資源が限られている。
水源の確保	福岡市は、政令指定都市で唯一市内に一級河川を有していないなど、水資源に恵まれていないことから、近郊での水源開発はもとより、市域外である筑後川からの導水や、国内最大規模の海水淡水化施設の建設などにより水源の確保に努めてきた。
アセットマネジメント	USEPA の「図-11 アセットマネジメントの手順」も、2009（平成21）年7月に厚生労働省が策定した「水道事業におけるアセットマネジメント（資産管理）に関する手引き」と根底は同様であった。
コミュニケーション	英語と日本語では言語における文化が違うため、1語で広範囲を意味するものや前後の文脈により意味合いが変化する等、言語とその見ている視点が異なることを体感した。しかし、「4.5 関係者とコミュニケーション」のように、「伝える」という取り組みや姿勢に関しては似ているものがあつた。
水に対する包括的な考え方	近年、日本においても水循環基本法の制定や水道行政の厚生労働省から国土交通省への移管による上下水道行政の一元化、また地方自治体では、愛知県が県と市町等における上下水道の一本化を検討（全国初の取組みで詳細は「 https://www.pref.aichi.jp/press-release/ipponka.html 」）等、水循環システム全体として捉える考え方が広がりつつあり、AWWA はこうした考え方と近いように感じた。
異なるもの	内 容
料金設定	日本では CPUC のような機関はなし。なお PPP をしている宮城県（宮城県上地下水一体官民連携運営事業）では、県の条例と議会にて、料金の規制及び設定がされている。
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。一方、日本では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ごと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 ³⁷⁾ 。
オゾン処理の配置	ディーマー浄水場では、運用上、系統を全停止しての施工ができないといった制約を抱えていたことから、処理過程の最初にオゾン接触槽を置いており、また粒状活性炭処理は行っていなかった。なお日本における水道施設設計指針では「オゾン処理を導入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 ³⁸⁾ 」や、「原水に注入する前オゾン処理は、接触時間が長くとれるため、特に色度成分が多い場合に適しているが、懸濁物質によるオゾン消費量が多くなるほか、大気中へのオゾン放散防止対策が困難である。したがって、通常は沈澱水又は汙過水にオゾン注入する ³⁸⁾ 」とされており、こうした考え方とは異なる処理フローとなっていた。
DRP	日本において、DRP における事例はない。しかし、市街地から離れた給水人口が少ない小規模な集落等において、給水の持続可能性とコスト（維持管理や運搬給水等）については必須の課題となっているため、安定給水の観点から DRP のような現地で飲料水を生産できる技術も選択肢の1つとしては十分に考えられる。ただし、オゾン処理や膜処理等での処理による高コスト化や廃水の水質変動リスクを考慮する必要があるため、コスト及び水質以外の懸念事項も含め、総合的に検討していく必要性がある。

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) 米国地質調査所 (USGS : United States Geological Survey) HP : <https://www.usgs.gov/publications/deserts>
- 5) 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)
- 6) カリフォルニア州政府 HP : <https://www.ca.gov/>
- 7) 国土交通省国土地理院 HP : <https://www.gsi.go.jp/REPORT/JIHO/vol104-5.htm>
- 8) 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
- 9) 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
- 10) 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>
- 11) 米国水道協会 HP : <https://www.awwa.org/>
- 12) 南カリフォルニア都市圏水道局 HP : <https://www.mwdh2o.com/>
- 13) 米国水道協会 : STATE of the WATER INDUSTRY EXECUTIVE SUMMARY 2024 pp. 2 -14 (2016)
- 14) 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 : 議会が超党派によるインフラ法案を可決 <https://crds.jst.go.jp/dw/20220201/2022020130951/>
- 15) 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>
- 16) 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)
- 17) コチェラバレー水道局 HP : <https://www.cvwd.org/>
- 18) 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>
- 19) デザートウォーター代理店 HP : <https://dwa.org/organization/who-we-are/>
- 20) インペリアル灌漑地区 HP : <https://www.iid.com/water/library/qa-water-transfer>
- 21) コチェラバレー水道局 : INVESTMENT POLICY <https://cvwd.org/DocumentCenter/View/4566/Investment-Policy-Adopted-2023-FEB-?bidId=>
- 22) リバティ社 HP : <https://california.libertyutilities.com/truckee/residential>
- 23) カリフォルニア州公益事業委員会 HP : <https://www.cpuc.ca.gov/>
- 24) カリフォルニア州公益事業委員会 YouTube : <https://www.youtube.com/watch?v=XRksVgvkc-Y>
- 25) 前田 高志：アメリカの地方財産税の実態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

- 26) 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>
- 27) 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.coloradoriversalinity.org/organization.php>
- 28) 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>
- 29) 米国土木学会 HP <https://infrastructurereportcard.org/>
- 30) サン・ルイス・レイ・インディアン水道局 HP：<https://www.sriwa.org/settlement.aspx>
- 31) 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
- 32) サンディエゴ郡水道局：Emergency & Carryover Storage Project https://www.sdcwa.org/sites/default/files/esp_fs.pdf
- 33) 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>
- 34) 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
- 35) e-GOV：地方公営企業法施行令（現金及び有価証券の保管）第二十二条の六
<https://laws.e-gov.go.jp/law/327CO0000000403/>
- 36) e-GOV：地方公営企業法施行規則（資産勘定の区分）第五条 三 <https://laws.e-gov.go.jp/law/327M500000002073/>
- 37) 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
- 38) 日本水道協会：水道施設設計指針 pp.299-313（2012）
- 39) 厚生労働省：水道法 第一章 総則（この法律の目的）第一条 https://www.mhlw.go.jp/web/t_doc?dataId=79044000&dataType=0&pageNo=1