

2019 年度 国別水道事業研修（アメリカ）

研修報告書

愛知県企業庁水道部水道計画課 十倉 崇行

2020 年 1 月

目 次

1	目的	1
(1)	国際的視野を持つ人材の育成	
(2)	英語能力の向上	
(3)	専門性の向上	
2	概要	1
(1)	研修期間	
(2)	渡航先	
(3)	参加者	
3	アメリカにおける水道事業の概要	2
(1)	アメリカ合衆国の概要	
(2)	アメリカ水道協会の概要	
(3)	アメリカにおける水道業界の現状	
(4)	アメリカにおける水道事業のガバナンス	
(5)	デンバー水道局の概要	
4	アセットマネジメント	7
(1)	アセットマネジメントの概要	
(2)	アセットマネジメントの活用例	
5	料金設定	8
6	広報活動	10
7	浄水システム	11
(1)	水利権	
(2)	水源	
(3)	水質基準	
(4)	浄水処理	
(5)	配水システムと水質管理	
8	浄水場視察	15
9	総括	18
(1)	研修を受講して	
(2)	今後の業務に向けて	
(3)	おわりに	

本研修は、日本水道協会主催において、一昨年度までのオーストラリア水道事業研修に代わって、今年度はアメリカ水道協会（AWWA）の協力の下で開催されたもの。

1. 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、質疑応答等により、英語のコミュニケーション能力を向上させる。

(3) 専門性の向上

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

2. 概要

(1) 研修期間 2019年11月11日（月）から11月17日（日）まで

月 日	時 間	プログラム
11月11日(月)	17:45	成田空港発
	12:00	デンバー着（時差－16時間）
11月12日(火)	9:00	開会挨拶 David LaFrance 氏（AWWA CEO）
	9:15	日本の水道の現状、研修生自己紹介 渡部 英 係長（日本水道協会）
	9:45	アメリカ水道協会の概要 David LaFrance 氏（AWWA CEO）
	10:30	アメリカにおける水道業界の現状 Barbara Martin 氏（AWWA）
	13:00	水道事業のガバナンス Patricia Wells 氏（Denver Water）
	14:45	アセットマネジメント Colin Chung 氏（Kayuga Solution and AWWA International Relationship Manager）
	17:30	AWWA との夕食会 研修生及び AWWA 職員
11月13日(水)	9:00	水道事業体の経営 Lisa Darling 氏（South Metro Water Supply Authority）
	10:45	料金設定 Todd Cristiano 氏（Raftelis Financial Consultants）

	13:15	モバイルワークとアセットマネジメント Peter Kraft 氏 (Asset Management Practice Lead, The Confluence Group, A Xylem Brand)
	15:00	広報 Greg Kail 氏 (AWWA) Stacy Chesney 氏 (Denver Water)
11月14日(木)	9:00	水源 Elizabeth Carter 氏 (City of Aurora, Colorado and AWWA Board member)
	10:45	浄水処理 (パート1) Patricia Brubaker 氏 (Denver Water)
	13:15	浄水処理 (パート2) Patricia Brubaker 氏 (Denver Water)
	15:00	配水システム Todd Brewer 氏 (AWWA)
	16:30	閉会挨拶、修了証授与 David LaFrance 氏 (AWWA CEO)
11月15日(金)	9:00	水道施設視察 (Moffat 浄水場)
11月16日(土)	11:45	デンバー発
11月17日(日)	16:00	成田空港着 (時差+16時間) 解散

(2) 渡航先 アメリカ合衆国コロラド州デンバー

(3) 参加者 10名 (研修生9名、事務局1名)

氏名	所属
持館 香穂 (副団長)	苫小牧市上下水道部水道管理課 技師
藤岡 昭彦	弘前市上下水道部上水道施設課 技師
坂口 正人 (団長)	前橋市水道局浄水課 副主幹
十倉 崇行	愛知県企業庁水道部水道計画課 主査
前畑 登志夫	大津市企業局技術部水道ガス整備課 主任
呉石 美穂	松山市公営企業局管理部経営管理課 主査
久米 祐介	徳島市水道局浄水課 主査
石川 博章	鹿児島市水道局配水管理課水質係 主任
岡崎 篤	日本水道協会総務部経理課 主事
渡部 英 (事務局)	日本水道協会研修国際部国際課 係長

3. アメリカにおける水道事業の概要

(1) アメリカ合衆国の概要

アメリカ合衆国は面積が約 963 万km²で日本の約 25 倍、人口が約 3 億 2,800 万人、主要産業は工業、農林業 (小麦、トウモロコシ、大豆、木材ほか)、金融・保険・不動産

業、サービス業であり、あらゆる分野で世界をリードする国である。

気候は多岐にわたり、亜寒帯湿潤気候、温暖湿潤気候、熱帯モンスーン気候、乾燥帯ステップ気候、乾燥帯砂漠気候、地中海性気候、西岸海洋性気候の7つに区分される。したがって、気温や降水量はそれぞれの地域で大きく異なり、特に乾燥帯である中西部は降水量が少ない地域となっている。

今回訪れたコロラド州の州都であるデンバーは、アメリカ西部のロッキー山脈東麓に位置し、人口が約60万人の都市である。標高が1マイル（約1,600m）あることから1マイルシティと呼ばれ、ステップ気候に属するため年間降水量は約400mmと少なく、晴天日は300日にもなる。デンバーは19世紀中ごろのゴールドラッシュの時代に端を発しており、現在では交通の要衝として発展し、陸路、空路の要となっている。



アメリカ合衆国（Google マップに加筆）

(2) アメリカ水道協会の概要

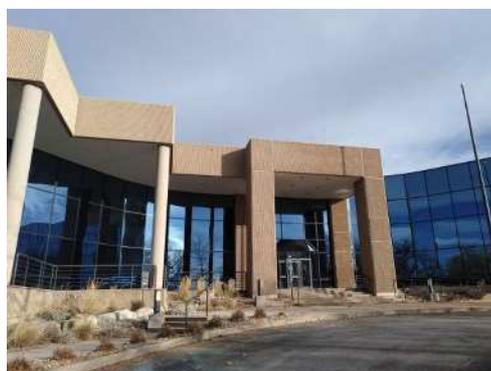
アメリカ水道協会（AWWA）は、水系感染症、特にコレラに対処することを目的に1881年に設立された。当時はニューヨークに本部が置かれていたが、1974年にデンバーに本部が移っている。これは、デンバー水道局（Denver Water）と密接な関係があることから実現したものである。なお、日本水道協会は公衆衛生の増進に寄与することを目的として、1932年（前身にあたる上水協議会は1904年）に設立されている。

現在のAWWAは、アメリカを始めとした世界中に51,000の会員がおり、うち4,000の会員はボランティアで成り立っている。これらの会員に支えられ、知識を収集し共有したり、研究活動を行ったり、教育プログラムを提供するとともに、数多くの規格基準やマニュアル、出版物を発行している。

AWWAは戦略プランを出しており、“より良い水道により世界は良くなる”というビジョンを掲げ、水を効果的に活用するソリューションを提供することをミッションとして活動している。さらに最近では、Total Water SolutionsもしくはOne Waterという言葉がよく使われるようになっており、もともとは飲料水を活動の対象としていたが、水の保全といった課題を解決するために、下水や雨水、水の再利用をも含めて活動

を行うようになった。

国際協力の活動も盛んであり、日本水道協会など各国の協会と提携を結んでいる。加えて、2015年にはインドに初めてアメリカ本土以外の AWWA 支社を設立し、水道水質改善などの活動を行っている。



AWWA 本部エントランス（左）と正面玄関（右）

(3) アメリカにおける水道業界の現状

AWWA の調査による水道事業者が抱える課題は表-1 のとおりである。過去5年間に上位にあげられる課題の顔ぶれは変わっておらず、上下水道施設の老朽化更新が一番の課題とされ、日本の状況と同様であることがわかる。次に、設備投資資金の調達が挙げられている。水道供給の長期持続可能性も大きな課題であり、気候変動や干ばつなど極端な気象現象下においても、ライフラインとして確実に機能することが求められるがゆえの課題である。日本でも異常気象と言われるような気象災害が毎年のように発生しており、さらに、人口減少により将来へ向けた持続可能性が大きな課題となっている。そのほかの課題についても、水道事業及び水資源に対する一般の方々の認識の低さであったり、水資源の保護、職員の高齢化など、日本の水道が抱える課題との共通点が多い。これらの課題が継続して上位に居座ることは、解決には時間を要しており、思うように進んでいないことを表しているのではないかと感じる。

Top 10 Water Industry Challenges (2019)	
1.	Renewal and replacement of aging water and wastewater infrastructure (63% critical)
2.	Financing for capital improvement projects
3.	Long-term water supply availability
4.	Public understanding of the value of water systems and services
5.	Watershed/source water protection
6.	Public understanding of the value of water resources
7.	Groundwater management and overuse
8.	Aging workforce/anticipated retirements
9.	Emergency preparedness
10.	Cost recovery (pricing water to accurately reflect the cost of services)

表-1 2019年アメリカ水道業界が直面する課題

施設老朽化に関して鉛給水管の更新についても、大きな問題として捉えられている。2015～16年にかけてミシガン州フリント市においては、水道水が高濃度の鉛に汚染されたことにより健康被害も確認されたことから、大統領による非常事態宣言まで発令される事態となった。

また、渇水等のリスクがあるなかで長期的に給水の継続が可能となるよう、水の再利用への関心が高まっている。ただし、コストや水質面で課題が多く、日本と同様に実施している事業者はそれほど多くない（図-1）。

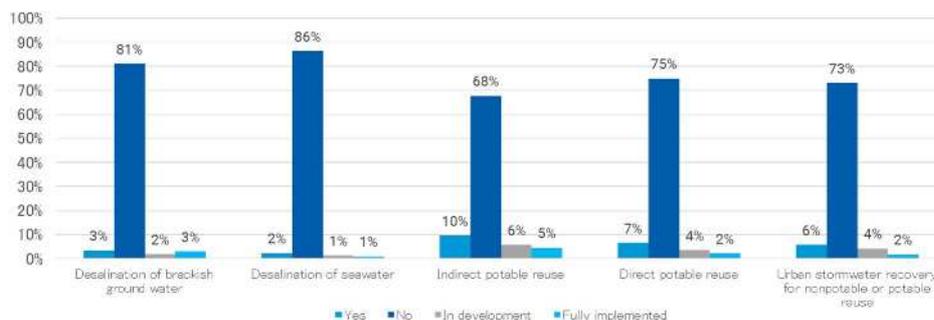


図-1 海水淡水化、再生水、雨水利用の拡大状況

ここで、水道及び水資源に対する一般の方々の認識の低さが上位に挙げられていることに注目したい。水道利用者（料金支払者）に対して、その料金が正当であることを説明することは事業経営において当然必要であるが、このことを課題として上位に挙げる水道事業者は残念ながら日本には少ないように思う。しかし、将来にわたり事業経営を持続可能なものにするには避けられない課題と言える。後に少し触れるが、アメリカにおける広報活動、情報発信に対する意識の高さを感じ、見習うべき姿勢であると思う。

AWWA はこれらの課題解決のために、料金設定、資金調達、渇水や水資源保護、危機管理に関してなど、さまざまなマニュアルを作成している。また、各種会議を開催し、さまざまなテーマについての議論や情報共有を図っている。

(4) アメリカにおける水道事業のガバナンス

アメリカの水道事業者数は約 53,000 あり、日本と同様に公営であることが多い。しかし、近年は事業の効率化等を目的に民間事業者に委託するケースも増えており、特に小規模事業者においては、民営であることも少なくない。

アメリカにおける水道事業のガバナンスは、大きく 5 つのモデルに分けられる。より公的なものから「Direct Government」、「Board/Commission」、「Corporatized Utility」、「Contracted Management」、最後に完全に民営である「Direct Private」となる。

それぞれの形態であるかにより、資金調達における負債の種類やその負債にかかる課税の有無、料金設定のプロセス、情報開示法（Sunshine Laws）適用の有無などの条件が異なる。政府の発行する負債（地方債）に関しては、一般財源保証債（General Obligation/GO bonds）と歳入担保債（Revenue bonds）の 2 種類に大別される。特に水道事業においては、歳入担保債を活用して資金調達することが多く、料金収入が主な

償還財源となる。そのため、補助金が投入されるガバナンスにおいては、歳入担保債の一部が補助金で賄われることにもなるので、料金設定を明確に説明する必要性が高くなる。一方で、料金設定に関して、公的色合いの強い「Direct Government」などにおいては政治が介入する場合があります、水道料金の値上げ等が選挙の争点になることもある。

日本のほとんどの事業体はここで言う「Direct Government」に該当し、一般的な公営の形態をとっている。「Board/Commission」や「Corporatized Utility」などは日本の事業環境では存在しない形態である。しかし、2019年10月に改正水道法が施行され、水道施設に関する公共施設等運営権を民間事業者に設定できる仕組みが導入された。このことは、水道の基盤強化のために多様な官民連携の選択肢を広げるというものであり、今後アメリカのような事業形態を日本でも適用する日が訪れるかもしれない。

(5) デンバー水道局の概要

AWWA とも関わりの深いデンバー水道局は、1918年にデンバー市民の憲章により設立された。政治の介入のない団体を求めた市民の訴えから始まり、水道を含めた水に関するすべての権限を有する、市からは独立した団体である。公的機関であるが、政治的介入はないため自治性が高く、責任を持って事業を運営している理想的なモデルとすることもできる。

デンバー水道局は、コロラド州で最古で最大の水道事業体であり、アメリカ国内でも大規模事業体に分類される。給水人口は140万人で、末端給水事業だけでなく、用水供給事業も担っている。

水源は、主にロッキー山脈の雪解け水を複数の河川と複数の貯水池を経由して利用しており、北部系と南部系の流域に区分される。ただし、北部系の貯水量が少ないため、貯水池を拡張するなど現在でも水量確保に尽力している。

浄水場は、Foothills（施設能力約106万 m^3 ）、Marston（同約95万 m^3 ）、Moffat（同約68万 m^3 ）の3つ有している。このうちMarston浄水場はAWWA本部に隣接しており、Moffat浄水場については現場視察を行った。

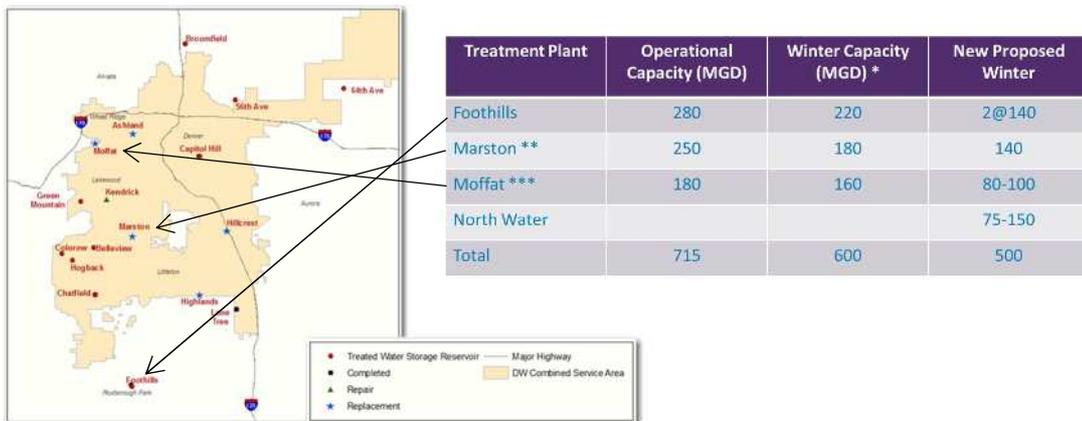


図-2 デンバー水道局給水区域（左）と浄水場施設能力（右）

4. アセットマネジメント

(1) アセットマネジメントの概要

日本におけるアセットマネジメントは、厚生労働省から「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」や「簡易支援ツール」が公表され、継続的な実践により健全な水道が次世代へ確実に引き継いでいくための重要な手段とされている。

アメリカでは水道施設を始めとしたインフラ設備は、第2次世界大戦後に整備されたものが多く、老朽化が原因の漏水が近年多発している。そのため大量更新の時期を迎えており、日本の状況とよく似ている（図-3）。管路等の更新にかかる費用は莫大であり、このことが課題となっていることは先述したとおりである。こういった状況に対して資産の管理ができていなければ対策のとりようもないため、まずはアセットマネジメントを実施することが課題解決につながるとしている。

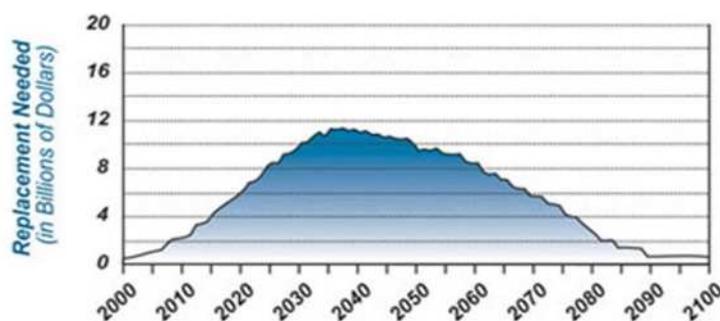


図-3 アメリカにおけるインフラ施設の更新費用の見通し

アセットマネジメントの定義については、ISO やイギリスなど各国で少し異なる。例えば ISO では、ライフサイクルを通じて、コスト、リスク、パフォーマンスのバランスを保ちながら、最大の可用性と収益を確保するものをアセットマネジメントと定義している。講師が重要視していたアセットマネジメントは、この実施によりリスクに対して予防措置ができるかどうかということであった。そして、そのためにはデータが必要であると繰り返し説明があった。しかし、そのデータが収納されているシステムが互いにリンクしていなければ活用できず最適な判断ができない。データを収集しシステムを統合することで、長期的な視点での意思決定につながるというものである。

アセットマネジメントのプロセスにおいて大事なことは、リスク評価による優先順位をつけることとされている。そのリスクとは、問題が起こりうる時期とその影響がいかに大きいかによって評価される。こういったリスクを一つ一つの資産について分析して優先順位をつけることで、今そしてこれからやるべきことを明確にする。何か問題が起きてしまう前に対策をすることこそがアセットマネジメントの目的であり、大量更新時代を迎える日本やアメリカにとって事業継続のために必要な手段となる。

(2) アセットマネジメントの活用例

日本においてもアセットマネジメントの実施に当たってまず行うことは、必要情報

の整備であるとされている。資産に関する基本情報をデータベース化することで、両要素間を有機的に連結させることから始まる。

アセットマネジメントの活用例の講義においても強調されたのが、データの集約が非常に重要であるということである。そしてシステムを統合することで、いろいろなことがわかり、できるようになるということである。

仕事の仕方についても、一つの水道事業体の中にはさまざまな部署があり、そのそれぞれでばらばらに業務を行っている場合がある。しかし、それらの業務の中にはテクノロジーの力で統合し、効率化させることができるものがある。したがって、アセットマネジメントの実施により目指すものは、資産を適切に管理することだけでなく、仕事の仕方や人材までもうまく管理することで、業務の効率を上げることにつながるものである。

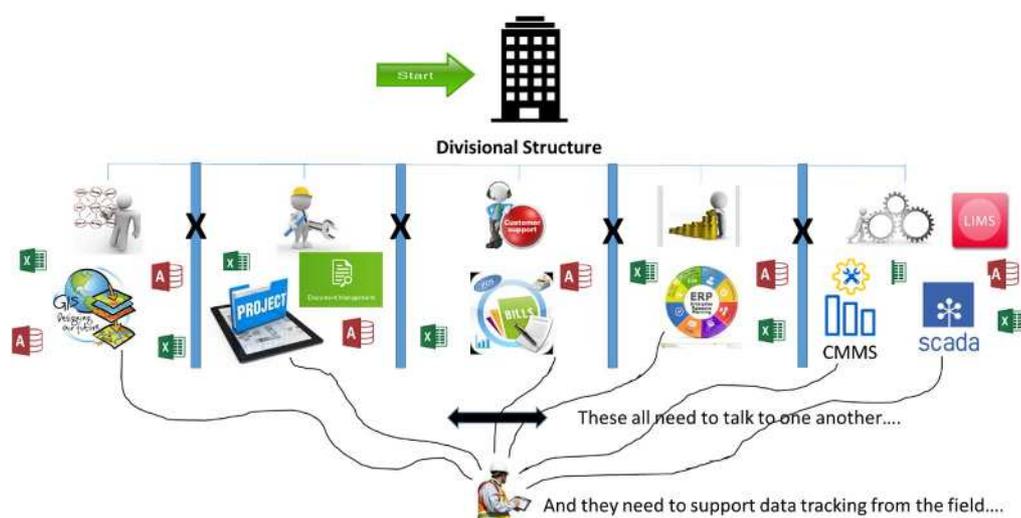


図-4 各システムの統合イメージ

例えば、スマートフォンの普及を鑑みて、スマートフォンでも使えるシステムにすることで、現場でも利用でき、また現場の状況もリアルタイムに共有できるようになる。紙ベースの資料を使って現場作業を行うことと比べると、利用できる情報量が多くなり格段に効率化が図れると期待できる。さらには、システムを統合して使いやすくすることで分析も容易になり、フィードバックが機能して繰り返し改善を図ることも期待できる。

5. 料金設定

アメリカにおいても水道事業は独立採算であることが基本であり、料金設定が妥当であることについての説明責任を果たす必要がある。また、表-1のアメリカの水道事業体が抱える課題に対して、アセットマネジメントの実施と合わせて料金設定による解決が可能となる場合がある。ただし、料金設定を見直す際には、水道料金が選挙の争点となったり、水道料金を争点として一般の方々と衝突することも少なくなく、料金値上げが容易

ではないのが現状である。

老朽化した施設の更新や修繕に費用がかかることと同時に問題となるのが、水道使用量の減少である。その要因はさまざま、人口減少や節水機器の普及、地域経済の低下などによる。そのため、将来的に料金収入だけで運営することが困難であると予想している事業体は、現在よりも増える見込みである。さらに、事業規模別に見ると、小規模事業体のほうがより厳しい状況にあるものの、将来的には事業規模に関わらず独立採算で運営していくことが厳しくなっていくことが示された（図-5）。

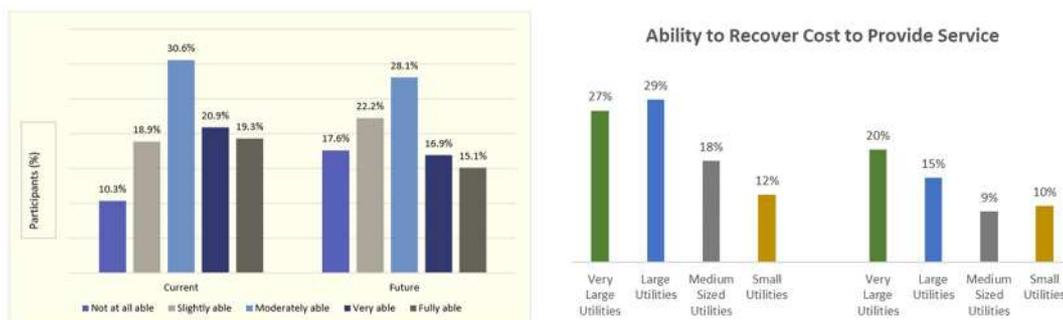
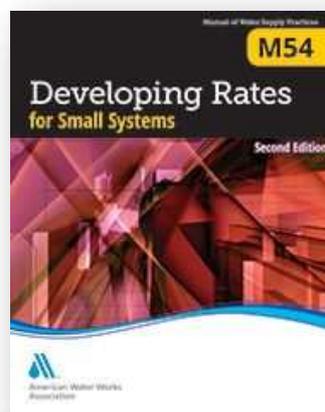
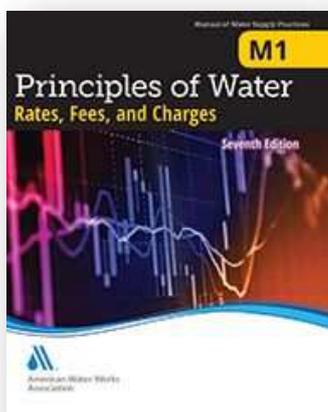


図-5 採算が見込める事業体の割合（左：全体、右：規模別）

料金設定を行ううえでは、健全性を保持するということが重要であるため、「収益にかかる要求分析」、「サービスの原価分析」、「料金設定の分析」の3つを行う必要があるとされている。こういった視点による料金設定のアプローチがAWWAの発行するマニュアルに記載されている。



AWWA発行のマニュアル（左：大規模事業体向け、右：中小規模事業体向け）

そして、料金設定とりわけ料金値上げを行う際に重要なのは、アセットマネジメントを活用するなどして長期財政計画を作成し、施設更新などの必要性を利用者にしっかり伝えることである。水道事業は福祉事業ではないため、将来にわたって運営していくには、水道利用者（料金支払者）の理解が不可欠となる。ここでアメリカにおいて問題になる視点として、良心的な価格設定（affordability）というものがある。考え方はいくつかあるが、例えば、時間当たりの最低賃金に占める水道料金の割合から、各水道利用者にとって

良心的な価格になっているかを測ることができるというものである。こういった手法で水道料金が良心的かどうか、あるいは適正かどうかを判定することは、日本ではあまり見られないのではないか。このことについては、日本では水道事業が公共の福祉の増進に寄与することを目的としていることから、もともと低めの料金設定となるよう一般会計繰出金などの制度設計がなされているからであると思われる。

また、大規模な渇水時に水道料金を値上げすることで、節水を促すという政策的な対応がなされることもあり、この考え方は日本では実施するのが難しいと思われるが、興味深いものである。つまり、料金の見直しは、施設更新等に必要な費用回収だけでなく、渇水対策や水資源の保護といった、表-1に示される今のアメリカが抱えるさまざまな問題への解決策ともなり得ると考えているのである。

料金体系については、アメリカは広大な面積を有し、特性もさまざまであるので、各地域によって特徴が見られる。例えば、南部や乾燥地帯である西部は逡増型が多く、北東部では逡減型が多い(図-6)。また、新しい料金体系として、ウォーターバジェットという手法がある。個々の利用者の使用量等の条件に応じて料金システムが変わる料金設定であり、これは公平であるかどうかの評価が難しいものである。いずれにしても、利用者にとっては公平で適正な料金であって、事業者にとっては健全性が保てるものでなければならない。

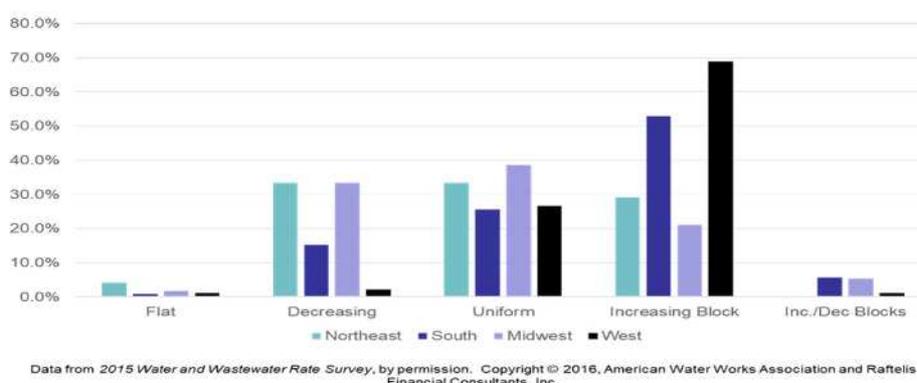


図-6 家庭用料金体系の地域別割合

6. 広報活動

日ごろ、我々愛知県企業庁の行う事業について、一般の方々の認識はかなり低いように感じている。それは、当庁が水道用水供給事業者であることから、ふだん一般の方々との接点が少ないことも影響しているが、効果的な広報活動というものを見出し切れていないことも事実であると思う。この問題の根本には、広報活動による効果は定量的に評価されにくく、後回しにされがちであることが原因の一つであると思われる。

また、表-1のアメリカの水道事業者が抱える課題においても、水道事業及び水資源に対する一般の方々の認識の低さが挙げられていた。

今ではテレビ、新聞、インターネットなど情報発信する手段が多くなった。同時に、発

信される情報量も膨大である。SNS やスマートフォンの普及によって、私たち一人一人が情報の発信者になることができるようになった。こういったツールを使用することで、アドボカシージャーナリズム（ある価値観に基づいた情報発信）のようなこともできてしまう。時には予期しない間違っただ情報が拡散される場合もある。日本でも 2018 年に水道法改正案が国会で審議されているころ、テレビ等のメディアではさまざまな情報が発信されていた。

これも表-1 の課題にあったとおり、老朽化施設の更新に対応するために今後多額の費用が必要となる見込みであり、料金値上げを要する可能性がある。そうなった場合、先述したとおり水道利用者の理解は必須であり、そのためには日頃からコミュニケーションを図ることで信頼関係を築いておくことが大切である。まずはいろいろな情報を発信し知ってもらうことが重要なので、興味を持ってもらう工夫が必要であり、また、情報をより活用しやすい形で発信することも有効と言える。

さらに、以上の視点とは異なる観点では、1996 年に改正された安全飲料水法（SDWA; Safe Drinking Water Act）において、利用者に対して水道水の安全性に関する情報開示が規定されている。これにより、どんな水質の水が利用者に届けられているのかを知ることができるようになった。なお、日本でも水道法第 24 条の 2 において、水道事業者には水質検査結果等の情報提供が義務付けられている。



図-7 ゾンビを使った呼びかけ

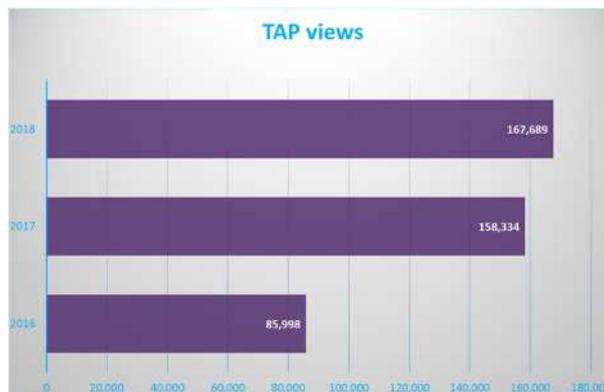


図-8 利用者向けサイトのビュー数の推移

7. 浄水システム

(1) 水利権

水資源をめぐる争いは、世界中いたるところで紛争が起きており、水資源を確保するために競い合ってきた歴史がある。アメリカ、特に乾燥地帯である西部の水利権について考える場合、先占用の原則というアメリカ先住民に対する考え方が基本にある。これは、裁判所によって先占業者に水を利用する権利が認められているもので、最初の占業者に絶対的な権利が与えられているのである。ただし、アメリカ国内でも地域により置かれている状況はさまざまであるため、州ごとに法律の内容は異なる。

アメリカ西部には、水道を含めた水関係のトラブルを対象とした事案を取り扱う水

道裁判所 (water court) というものがある。例えばコロラドには 7 つの流域があるので、それに対応して 7 つの水道裁判所が存在する。水利権についても、水道裁判所により認可を受けている。

また、水利権は利水者間で売買が可能である。先占用の原則により、最初に利用を開始した人から順に優先権が与えられるので、最初の占用者は不要な水量を他者に売る (リースする) ことができる。渇水時にもこの考え方は有効となる。上流域の占用者と下流域の占用者、あるいはどちらがより優先権が高い (senior) か、といった際にも、水道裁判所の役割は大きい。現在では、先占用者ではない水道事業者が水源を確保するために、事業を統合することなくパートナーシップを提携し広域化することで、お互いのメリットを共有できるような体制をとることもある。なお、日本では当然水利権を売買することはできず、水に特化した水道裁判所なるものもない。

(2) 水源

水源については、アメリカにおいても日本と同様に表流水や地下水が基本となっている。ただし、アメリカは日本に比べて広大な面積を有することから、地域によって気候もさまざまである。例えばコロラドを含むアメリカ西部は乾燥地帯であるため、水は非常に貴重であり、その確保には苦勞してきた。コロラドはロッキー山脈の麓に位置することから、ロッキー山脈からの融雪水を主な水源としているが、降雪量は年によって変動が生じる。そのため貯水池を建設し、必要量が確保できるよう対策を講じてきた。また、このロッキー山脈を起源とする川の一つであるコロラド川は、州をまたがり約 2,300km を経てメキシコのカリフォルニア湾まで流れ、その間に約 4,000 万人の人々に水を享受する非常に重要な水源となっている。そして、デンバーを始めとしたコロラドの多くの地域では、ロッキー山脈の融雪水を各河川の表流水から取水し、いくつかの貯水池を経由する水路を使って浄水場へと導水している。

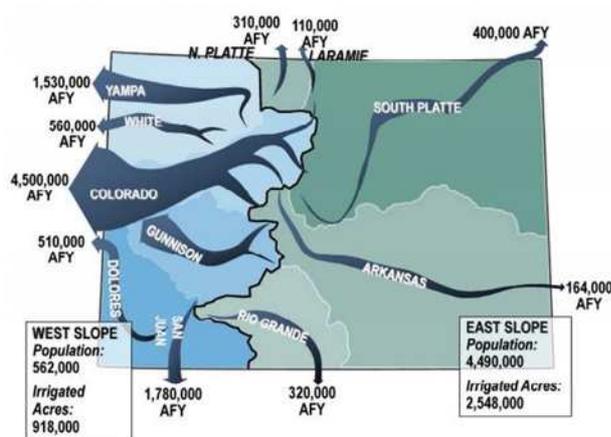


図-9 コロラドにおける流域分布

今後は温暖化が進むにつれ降雪量の減少が予想されるため、水源の状況はより厳しくなると見込まれている。したがって、特に西部地域は乾燥地帯であることから、表流水だけでは十分とは言えないため、水の再利用についても重要な手段となっている。

また、環境保護も重要な観点であり、保全活動にも重点的に取り組まれている。水源水質が良ければ浄水処理にかかるコストが抑えられるからであり、水量確保のための新たな貯水池建設に際しても環境保護は必要不可欠だからである。なお、環境保護に関しては、コロラド州公衆衛生局（Colorado Department of Public Health）による水源の評価及び保護にかかる評価を受けなければならない。

(3) 水質基準

日本の水道水質基準は、水道法第4条に基づき水質基準に関する省令により規定されている。世界保健機関（WHO）の基準をもとに、最新の科学的知見に従い逐次改正がなされている。

一方で、アメリカにおいて水道水質に関する最初の法律は、1914年にアメリカ公衆衛生局（PHS; United States Public Health Service）によって制定された。その後、基準項目の追加や基準値の厳格化、検査方法の見直しなど改正を重ねてきた。同時に排水に関する規制も整備され、1948年に連邦水質汚染防止法（Federal Water Pollution Control Act）が、1972年には同法が改定される形で水質汚染防止法（Clean Water Act）が制定された。このとき、アメリカ環境保護庁（EPA; Environment Protection Agency）が監督機関となった。続いて、1974年に安全飲料水法が制定され、順次、項目の見直し等がなされてきた。現在では、この安全飲料水法により水質基準が規定されている。

National Primary Drinking Water Regulations 

Contaminant	MCL or TT ¹ (mg/L) ²	Potential health effects from long-term ³ exposure above the MCL	Common sources of contaminant in drinking water	Public Health Goal (mg/L) ²
 Chloramines (as Cl ₂)	MRDL=4.0 ¹	Eye/nose irritation; stomach discomfort; anemia	Water additive used to control microbes	MRDLG=4¹
 Chlorine (as Cl ₂)	MRDL=4.0 ¹	Eye/nose irritation; stomach discomfort	Water additive used to control microbes	MRDLG=4¹
 Fluoride	4.0	Bone disease (pain and tenderness of the bones); children may get mottled teeth	Water additive which promotes strong teeth; erosion of natural deposits; discharge from fertilizer and aluminum factories	4.0

NATIONAL SECONDARY DRINKING WATER REGULATION

National Secondary Drinking Water Regulations are non-enforceable guidelines regarding contaminants that may cause cosmetic effects (such as skin or tooth discoloration) or aesthetic effects (such as taste, odor, or color) in drinking water. EPA recommends secondary standards to water systems but does not require systems to comply. However, some states may choose to adopt them as enforceable standards.

Contaminant	Secondary Maximum Contaminant Level
Color	15 (color units)
Fluoride	2.0 mg/L
Odor	3 threshold odor number
pH	6.5-8.5

図-10 安全飲料水法の水質基準（上段：第1次基準、下段：第2次基準）（EPAのHPより抜粋）

以上のようなアメリカ全土の規制に加えて、州政府によっても規制がなされている。例えばコロラド州衛生局は健康被害から守るために飲料水基準を制定しており、水道

事業者に対して検査を行っている。なお、デンバー水道局においては、これらの規制よりもさらに厳しい独自の基準を設けて管理を行っている。

また、鉛除去についても力を入れている。デンバー水道局は1918年の設立以来、30年余りにわたって鉛給水管を使用してきた。ところが、水道水中の鉛が健康に及ぼす影響が問題視されるようになり、鉛の規制が強化された。デンバー水道局においても鉛給水管の使用を禁止し、2016年には鉛除去プログラムを立ち上げている。アメリカ環境保護庁が推奨するオルトリン酸の添加により、鉛の漏出を抑制しようとしているところである。なお、この鉛給水管の問題は、施工性やコスト面で優れていることから初期の拡張期に一般的に使用されるようになったもので、特に一般家庭の宅内で使用されることが多く、所有権が水道事業者側にないため取り替えがなかなか進んでいないことなど、日本で見られる状況とよく似ている。日本では、厚生労働省からも鉛給水管の取り替えを促進するとともに、pH調整やオルトリン酸を添加することによる鉛低減化の効果についての調査がなされている。ただし、日本の現状ではオルトリン酸添加による防食効果よりも水質管理を強化し、積極的な取り替えを行っていくことを基本としている。この鉛の問題は鉛給水管の取り替えをしない限り根本的な解決とはならないため、一般の方々への広報活動が重要である。そして、デンバー水道局としては、この取り組みをアメリカ環境保護庁に提案し、他事業者に対しても解決策を提供することを目指している。



図-11 デンバー水道局における水道水における鉛の取り扱いの変遷

また、水質の規制に関しては、日本では水道法施行規則第15条により給水栓における水質確保が原則とされている。一方で、アメリカでは浄水場の出口が規制の基本とされており、事業者それぞれで必要に応じて給水栓での検査を行い、水質確保に努めている。

(4) 浄水処理

デンバー水道局の基本的な浄水処理方法は急速ろ過方式である。ほとんどの水源はロッキー山脈からの融雪水であり、まず凝集剤を投入し攪拌してフロックを形成し、沈殿池で大きなフロックを沈殿させる。小さなフロックを捕捉するために凝集補助剤の

ポリマーを注入し、砂ろ過池へ送る。最後に塩素消毒をし、耐食のための pH 調整を行って配水している。おおまかな処理工程は日本と変わらないと言える。

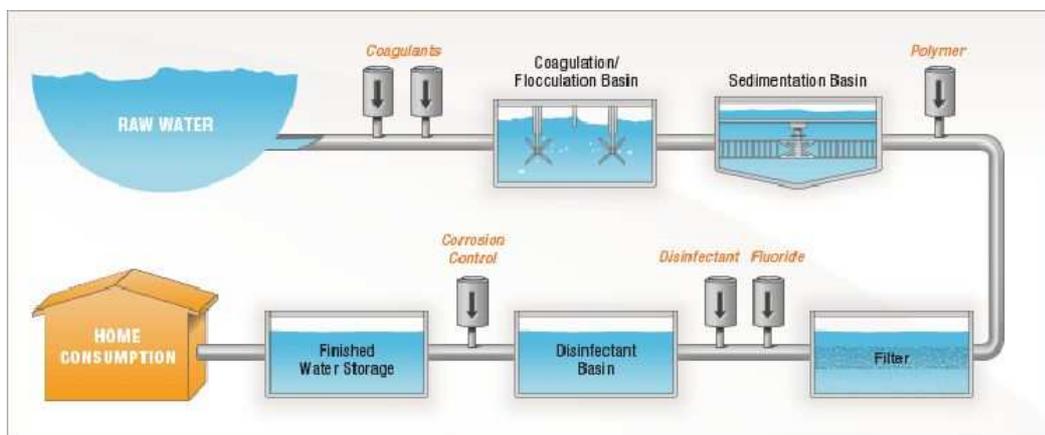


図-12 浄水処理プロセス（デンバー水道局 HP より）

(5) 配水システムと水質管理

アメリカで使われる管種としては、以前は石綿セメント管や铸铁管が多かったが、最近ではダクタイル鉄管、ポリ塩化ビニル管、高密度ポリエチレン管などを主に使っている。これについては、日本で使用される状況と大差はないと思われる。

配水システムには水圧や到達時間、漏水などさまざまな要素が関係するが、なかでも水質管理が重要な視点の一つとなる。そして、配水システムを最適化することは、運用面や施設管理において必要なことである。例えば、滞留水による水質低下を解決するために管網を見直すということが考えられる。この水質管理において重視している項目の一つに pH がある。図-10 に示したとおり、アメリカ環境保護庁の第 2 次基準（環境保護目的）では、pH は 6.5～8.5 とされている。pH が高すぎると塩素消毒の効果が低下したり、逆に低すぎると鉛や銅の漏出が起きやすくなってしまふ。残留塩素も重要な項目であり、安心安全な水を届けるためにはこの基準を必ず守らなければいけない。そして、この残留塩素の低下状況を監視することは、配水システムの健全性を測る指標にもなりうる。残留塩素には、遊離残留塩素と結合残留塩素があるが、前者は殺菌作用は高いが残留性が低いという特徴がある。日本では通常、遊離残留塩素で消毒効果を測っている。アメリカではそれぞれの特徴を考慮して、遊離残留塩素を基本に、消毒の効果を長く保持するために結合残留塩素を併用している。

また、アメリカにおいても味や臭いも重要な項目と捉えている。飲料水としての水道水質のさらなる向上を目指すことにより、おいしい水を届けることで顧客満足度も上げたいと考えているからである。

8. 浄水場視察

今回視察したのは、デンバー水道局が有する 3 つの浄水場のうちの一つである Moffat 浄水場である。1937 年に完成し、その後 2 回の拡張工事を経て、施設能力は 185MGD

(約 70 万 m³/日) である。ただし、更新工事中であるため現在施設能力は 120MGD (約 45 万 m³/日) となっている。

ここに Moffat 浄水場の概要を示す。浄水プロセスは、薬品を用いて凝集沈殿を行い、ろ過後に消毒するものであり、日本の手法と基本的には同様であった(図-13)。ただし、水質基準が異なることなどから用いる薬品や若干の処理プロセスに違いが見られる。特徴的なプロセスとしては、フッ素添加を行っていることである。アメリカではフッ化物の下限値が規定されているので、基準を満たすためにフッ素添加を行うことは一般的である(上限値も規定されている)。虫菌予防を目的に実施されているものだが、斑状歯を発症するリスクもあるため日本では消極的である。さらに、凝集促進剤として日本ではあまり使われないポリマーを用いている。なお、日本では 2019 年 3 月に水道用ポリアクリルアミドの規格制定がなされたことにより、今後使用する事業者が増える可能性がある。こうしたアメリカを始めとした諸外国の使用実績は大いに参考になる。

また、デンバー水道局においては、先述したとおり pH と残留塩素の値に留意している。pH については、鉛給水管が残存していることもその理由となっている。消毒は遊離残留塩素と結合残留塩素を併用しており、まず遊離塩素で消毒を行い、配水時に水酸化アンモニウムを注入しクロラミン処理することで残留効果を高めるようにしている。なお、日本の水質基準は遊離残留塩素の場合 0.1mg/ℓ 以上、結合残留塩素では 0.4mg/ℓ 以上である。アメリカ環境保護庁の基準(図-10)は塩素換算で 4.0mg/ℓ 以下とされているが、消毒の効果を発揮するために結合残留塩素で 0.2mg/ℓ 以上になるよう管理している。

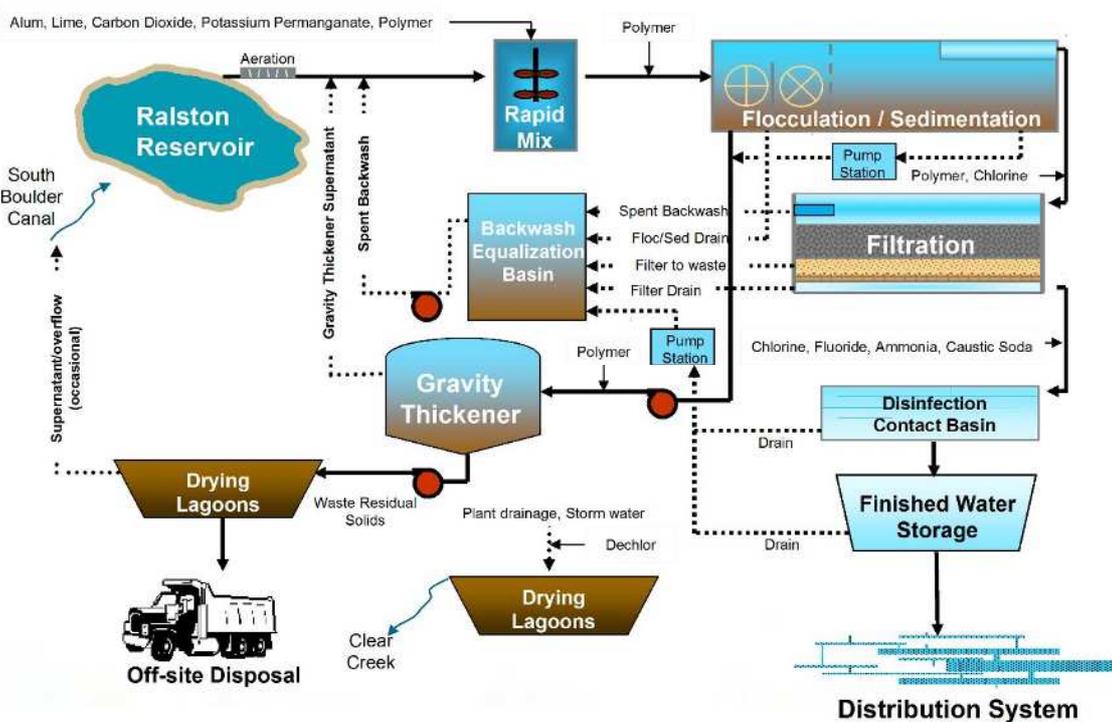
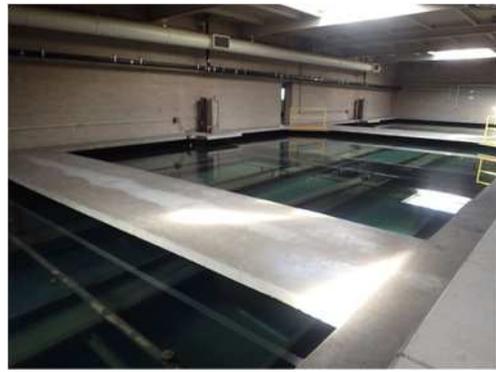


図-13 Moffat 浄水場における取水から配水まで



浄水場視察の様子

9. 総括

(1) 研修を受講して

本研修を受講するにあたっては、普段英語を使う機会がなく、これまでも本格的に英語を勉強したことがないため、果たして私の英語能力で参加していいものなのか不安を感じていた。特に今回の研修は講義形式が中心ということで、より有意義な研修とするためにも、事前学習としてできる限り講義資料には目を通しておく必要があった。実際、英語の資料を読むことには苦戦し、思うように進まなかった。また、研修初日の自己紹介や講義後のサンキュー・スピーチについても、原稿作成には時間を要した。もちろん当日の発言時も拙い英語に加えて緊張も加わり、AWWAの方々にとっては聞き取りづらかったと思うが、熱心に聞いてくれてありがたかった。

また、ここで出会った研修仲間の存在も、研修前から研修後にかけて大きなものであった。特に、慣れない英語とともに挑んだことは非常に励みにもなった。あらためて感謝を伝えたい。同時に、全国各地にできたこのつながりを今後も継続し、情報交換できたらいいと思う。

(2) 今後の業務に向けて

人口減少に伴う料金収入の減少や、老朽化施設の更新費用の増大は、水道事業の持続性確保を脅かす問題であり、全国的に大きな課題となっている。愛知県の人口については、社会増の結果、現在は増加が続いているが、2020年をピークに減少し始め、2060年には2015年比で82%まで減少するとも推計されている（「愛知県人口ビジョン・まち・ひと・しごと創生総合戦略」（2015年10月策定）より）。このことは、今までどおりのやり方では近い将来立ち行かなくなること示していると言える。

また、愛知県企業庁では施設の老朽化に対応するため、2018年度に既存の計画を見直し新たに老朽化施設更新計画を策定し、ダウンサイジングや財政収支バランスにも配慮しつつ、施設更新事業に取り組んでいるところである（図-15）。同時に、当庁においては地震対策も喫緊の課題であり鋭意進めているところである。料金収入の減少が見込まれるなかで、これらの計画をいかに遅滞なく実施していくかということは、我々にとって非常に大きなミッションである。そのための解決策が今回の研修の中に潜んでいる可能性は大いにある。

例えば、今回学んだアセットマネジメントの活用は、日本の水道事業あるいは当庁で実施している業務を補強しうる内容であり、データの集約とシステムの統合はまさにこれからの5G時代により効果を発揮することが期待される。さらには、アメリカにおける事業形態は、人口減少社会というこれまで経験のない時代を迎える日本の水道にとって、これからを生き抜くためのヒントを示すものになり得るものであり、柔軟な思考で模索してみたい。

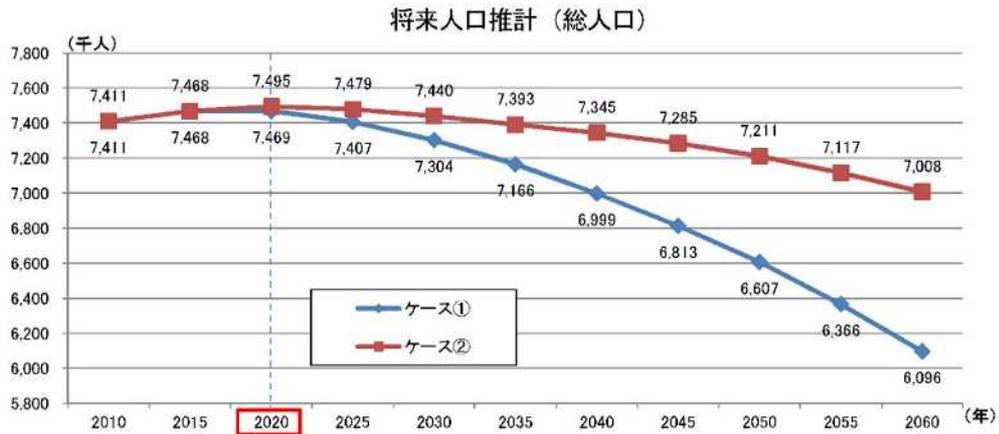


図-14 「愛知県人口ビジョン・まち・ひと・しごと創生総合戦略」（2015年10月）より

【総事業費】 1,132 億円

更新計画	水道（対象）	工水（対象）	計
設備	527 億円 《年平均40億円》 (79 設備)	188 億円 《年平均14億円》 (46 設備)	715 億円 (125 設備)
管路	417 億円 《年平均32億円》 (70 km)	— — (※)	417 億円 (70 km)
計	944 億円	188 億円	1,132 億円 《年平均87億円》

(※) 工水管路については、老朽化している箇所が限定的なため、今回の更新計画には盛り込まない。

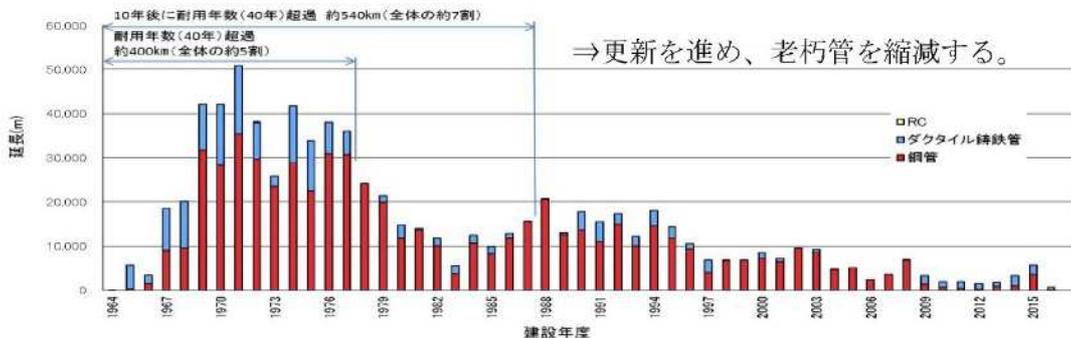


図-15 愛知県営水道・工業用水道事業老朽化施設更新計画（2018年）

(3) おわりに

私はこれまで一貫して水道関係の業務に携わり、維持管理部門、経営計画部門、水道行政部門とさまざまな経験をさせてもらってきている。本研修の内容も事務的分野から技術的分野まで多岐にわたり、これまで得た知識に対してまた違った視点で見つめ直すことができた。それによりわずか1週間の期間で知識や考え方の幅が広がったと感じており、非常に有意義な研修であった。

最後に、本研修を企画、実施いただいた日本水道協会の皆様、素晴らしい研修環境と講義を準備、提供いただいた AWWA 及び講師の皆様、そして、このような貴重な機会を与えて送り出してくれた職場の方々に感謝申し上げます。

全国の水道事業体に従事する同世代の仲間と過ごした密な時間は、客観的な視点を

養い、さらには今後の活力ともなり得るものであり、掲げられた研修目的以上の成果が期待されることから、今後も継続して実施されることを願っている。

これまで経験したことのない人口減少社会において、健全な事業経営とサービスを継続するべく、私自身もこの研修で学んだことを一つでも多く活かせるよう、これからも日々研鑽・努力していきたい。

