

# 令和4年度 国別（台湾）水道事業研修報告書

報告者：京都市上下水道局水道部新山科浄水場 田中 勇毅

研修期間：令和5年2月20日（月）～令和5年2月25日（土）

作成日：令和5年4月10日

## 目次

### 1 研修の概要

- (1) 研修の目的 .....1
- (2) 研修日程 .....1
- (3) 参加者 .....2
- (4) 台湾について .....3

### 2 研修報告

- (1) 台湾の水道事情（台湾水道公社） .....6
- (2) コーポレートガバナンス（台湾水道公社） .....10
- (3) 水源（台湾水道公社） .....12
- (4) 事業財務（台湾水道公社） .....15
- (5) 水質管理と研究（台湾水道公社） .....20
- (6) 台北市水道局について（台北市水道局） .....24
- (7) バックアップ計画と維持管理（台北市水道局） .....25
- (8) 水道料金（台北市水道局） .....28
- (9) 広報（台北市水道局） .....29
- (10) カスタマーサービス（台北市水道局） .....29
- (11) 最新技術（台北市水道局） .....31
- (12) 配水システム（台北市水道局） .....31
- (13) 給水システム（台北市水道局） .....34
- (14) Zhitan 浄水場（台北市水道局） .....38

### 3 総括 .....43

## 1 研修の概要

本研修は、日本水道協会が主催で台湾水道協会（CTWWA）の協力のもと、CTWWA 本部がある台湾・台北市で実施された。

令和5年2月20日から2月25日の6日間の日程で研修を実施し、日本各地の水道事業者から8名の研修生が参加して、講義と視察により台湾の水道事業を学んだ。

### (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、質疑応答等により、英語のコミュニケーション能力が向上する。

#### 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) 研修日程

月日	時間	日程	講師
2月20日(月)	14:15 17:15	-羽田発(CI221便) -台北(松山空港)着(時差-1時間)	
2月21日(火)	9:00-9:15 9:15-9:45 9:45-10:15 10:30-12:00 13:00-14:30 14:45-16:15	●開会挨拶 ●日本の水道事情と研修生自己紹介 ●CTWWAについて ●台湾の水道事情 ●水道事業ガバナンス ●施設管理基準(アセットマネジメント)	CTWWA JWWA Yang-Long Wu /Secretary General of CTWWA Lin Jia Huang /Director,Southern Rigion Engineering Office,TWC Jin Tieh-Shang /Section Head,Department of Planning,TWC Chang Kai-Ping /Executive Engineer,TWD Wu Cheng-Chen /Assistant Engineer, Engineerring Agency,TWD
2月22日(水)	9:00-10:30 10:45-12:15 13:15-14:45 15:00-16:30	●水源 ●水道料金設定 ●広報 ●最新技術	Ou Shang-Hsin /Engineer, Department of Public Works,TWC Lin Chia-Wen /Chif, Financial Division,TWD Hsu Chia-Hsuan /Senior Administrative Officer,South District Business Offic,TWD Huang Chin-Ling /Executive Engineer,Technical Division,TWD
2月23日(木)	9:00-10:30 10:45-12:15 13:15-14:45 15:00-16:30 17:00-20:00	●水道事業者の経営 ●水質管理 ●配水システム ●給水システム -夕食会	Lai Yu-Jou /Officer,Dept of Finance,TWC Sang-Ni Chang /Junior Engineer,Department of Water Quality,TWC Huang Yu-Tai /Exective Engineer,Distribution Division,TWD Chang Shih-Hsun /Senior Engineer,Distribution Division,TWD CTWWA
2月24日(金)	9:00-11:30 13:00	●浄水場視察 -フリータイム	Chang Kuo-Hsin /Assistant Engineer,Purification Division,TWD
2月25日(土)	8:50 12:30	-台北(松山空港)発(CI220便) -羽田着	

(3) 参加者

研修生

谷 佳典	小樽市水道局水質管理課 主任
小原 富太 (団長)	岩手中部水道企業団工務課 主任
北條 祐眞	埼玉県企業局埼玉県行田浄水場水質担当 主任
牧野 真補	愛知県企業庁水道計画課 主査
田中 勇毅	京都市上下水道局水道部新山科浄水場 係員
小林 隆之	岡山市水道局配水部 東管路整備課 技師
柳楽 拓也 (副団長)	出雲市上下水道局水道施設課 主任技師
比嘉 隆太	沖縄県企業局北谷浄水管理事務所 浄水班 主任

事務局

渡辺 英	日本水道協会研修国際部国際課 国際係長
------	---------------------

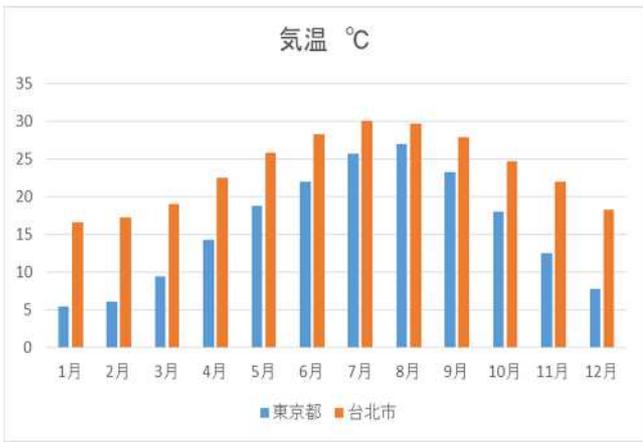
通訳

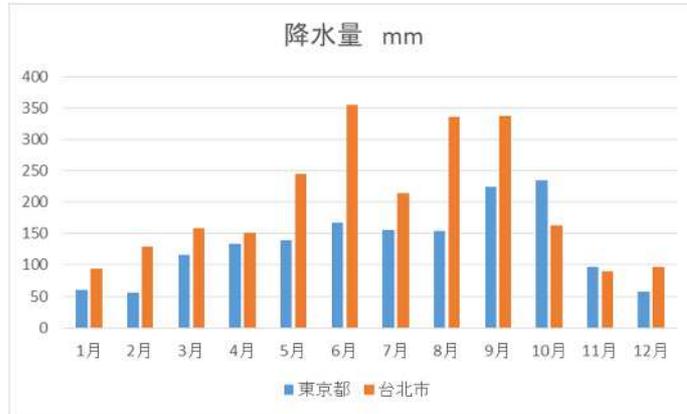
鳥山 恵美子	
--------	--



台湾水道協会 (CTWWA) 前で集合写真

(4) 台湾について

国旗																																								
正式国名	中華民國（台湾） Republic of China(Taiwan)																																							
面積	約 36,000 km <sup>2</sup> （日本の九州ほど）																																							
人口	約 2,326 万人（2022 年 12 月）																																							
首都	台北 Taipei																																							
言語	中国語																																							
通貨	台湾元 略称は NT\$（ニュー台湾ドル） NT\$ 1=4.3 円																																							
経済	<p>(1) 主要産業 電子製品、化学品、鉄鋼金属、機械</p> <p>(2) 主要貿易相手先 輸出/中国、米国、香港、日本、シンガポール 輸入/中国、日本、米国、韓国、オーストラリア</p> <p>(3) 主要貿易品目 輸出/電子製品、情報通信機器、鉄鋼金属製品、機械、プラスチック製品 輸入/電子製品、原油、鉱産物、鉄鋼金属製品、化学品</p> <p>(4) GDP 7,727 億米ドル</p> <p>(5) 一人当たり GDP 33,004 米ドル</p> <p>(6) 経済成長率 6.45%</p>																																							
気候	<p>北が亜熱帯地域、南は熱帯地域。</p>  <table border="1"> <caption>気温 °C</caption> <thead> <tr> <th>月</th> <th>東京都</th> <th>台北市</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1月</td><td>5</td><td>16</td></tr> <tr><td>2月</td><td>6</td><td>17</td></tr> <tr><td>3月</td><td>9</td><td>19</td></tr> <tr><td>4月</td><td>14</td><td>22</td></tr> <tr><td>5月</td><td>18</td><td>25</td></tr> <tr><td>6月</td><td>22</td><td>28</td></tr> <tr><td>7月</td><td>25</td><td>30</td></tr> <tr><td>8月</td><td>26</td><td>29</td></tr> <tr><td>9月</td><td>23</td><td>27</td></tr> <tr><td>10月</td><td>18</td><td>24</td></tr> <tr><td>11月</td><td>13</td><td>21</td></tr> <tr><td>12月</td><td>8</td><td>18</td></tr> </tbody> </table>	月	東京都	台北市	1月	5	16	2月	6	17	3月	9	19	4月	14	22	5月	18	25	6月	22	28	7月	25	30	8月	26	29	9月	23	27	10月	18	24	11月	13	21	12月	8	18
月	東京都	台北市																																						
1月	5	16																																						
2月	6	17																																						
3月	9	19																																						
4月	14	22																																						
5月	18	25																																						
6月	22	28																																						
7月	25	30																																						
8月	26	29																																						
9月	23	27																																						
10月	18	24																																						
11月	13	21																																						
12月	8	18																																						



台北市の気候

3月～ 5月 晴れの日は暑くなるが、朝晩は冷える。

6月～ 9月 梅雨と台風シーズン  
かなり暑い。

10月～11月 気温がだんだんと下がり始める。

12月～ 2月 日本の冬よりは暖かいが曇りや雨の日が多い。

地理的  
特徴

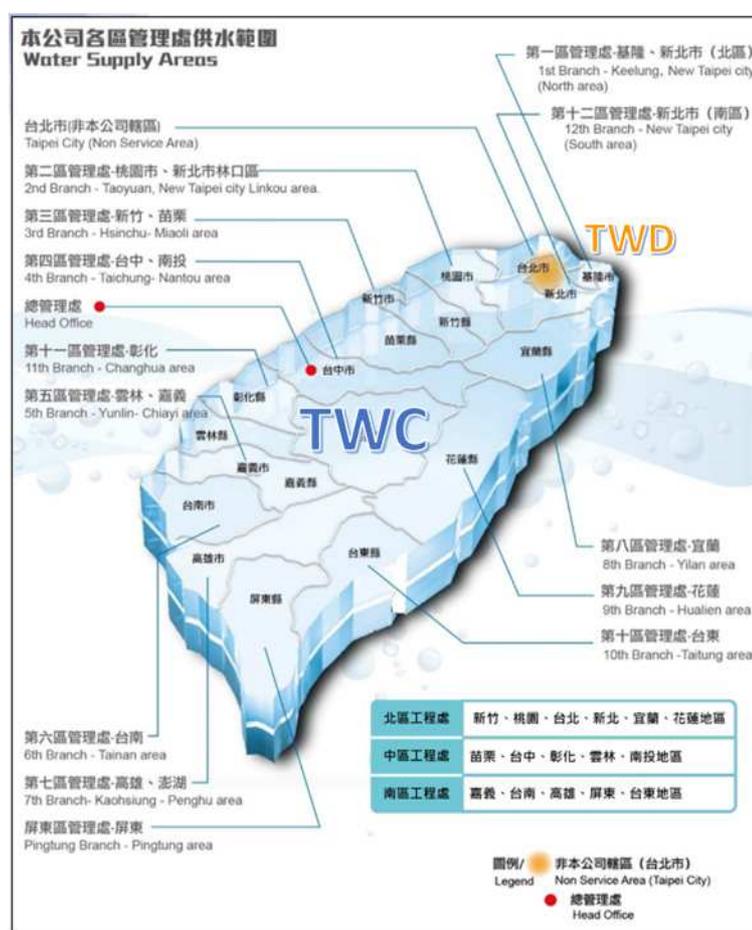
東西が狭く、南北に長く、全島面積の3分の2が高山や林地である。  
 主な山脈は南北に走り、中央山脈は北から南へと全島を貫いている。  
 3000m以上の峰は200カ所ほどある。  
 川は南北に走る山を分水界とし東西に走るため非常に急峻である。

## 2 研修報告

台湾には台北市及び新北市の一部を除く台湾全島を給水区域とする台湾水道公社 (Taiwan Water Corporation)、台北及び新北市の一部を給水区域とする台北市水道局 (Taipei Water Department)、そして他二つの水道事業体を合わせた、計四つの水道事業体が存在している。

本報告書では、台湾水道公社と台北市水道局について報告する。

なお、台湾水道公社については(1)～(5)、台北市水道局については(6)～(14)にその内容を記載する。



台湾水道公社 (TWC) と台北市水道局 (TWD) の給水区域

(1) 台湾の水道事情（台湾水道公社）

(ア) 台湾水道公社の概要

給水区域	台北市及び新北市の一部を除く台湾全島
給水人口	1,800 万人
給水件数	745 万件
給水率	94.00%
給水量	1,200 万 m <sup>3</sup> /日
浄水場	476 個あり、合計処理能力は 1,400 万 m <sup>3</sup> /日
職員数	約 5,000 人
水源	貯水池 地下水 海水
水道料金	NT \$ 9.2/m <sup>3</sup> (40 円/m <sup>3</sup> )

図 1 台湾水道公社の基本データ

1974 年、それまでは台湾全土に 128 の水道事業があったが、大部分の水道事業体は規模が小さく、資金も少ないために、適切な給水と企業運営ができなかったことを背景に台湾水道公社（以下、公社と記載する。）が設立された。本社を台中市に置き、資本金は NT \$ 1,475 億（約 6,419 億円）で、株式の 100%を中央政府や地方公共団体が保有しており、国営企業である。図 1 の株式構成のとおり、85%は行政院経済部（日本の経済産業省に値する）が保有している。組織構成について、株主総会と取締役会が設けられている点は、一般の株式会社と同様だということがわかる。

給水量は、人口の多い都市を給水区域として持つ 4 区（台中市）、7 区（高雄市）そして 2 区（桃園市）が多い状況である。

原水は農業用水として約 70%、生活用水として約 30%を使用している。

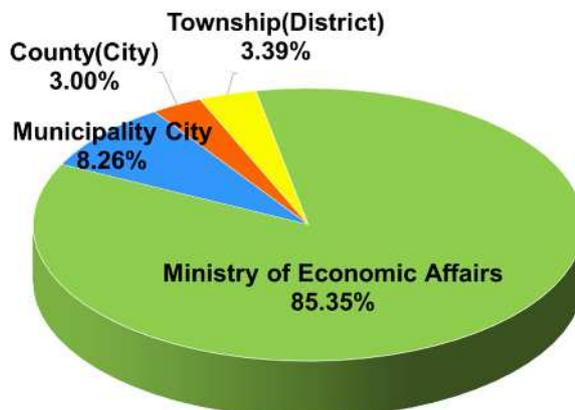
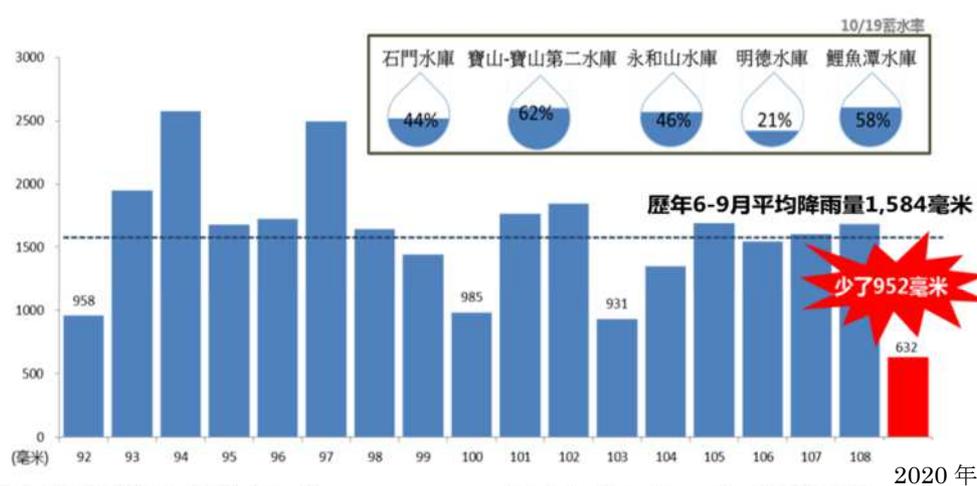


図 2 株式構成

## (イ) 水資源の確保

台湾では水資源を夏の台風と6月頃の梅雨がもたらす雨に頼っているが、2020年は57年ぶりに台風が上陸しなかったことにより、翌年は100年に1度と言われるような渇水を経験した。図3は台湾の6～9月の平均降雨量を示したものであるが、2020年は例年と比べて著しく少ないことがわかる。これにより各地の貯水池の蓄えがなくなり（図4）、特に台湾中部では2カ月間、計画断水が発生した。自然気象や異常気象による水資源の枯渇に対応するために公社は、水資源の確保を最優先事項と考えている。具体的な水資源確保の方法として、水資源の開発、建設現場の地下水利用、海水淡水化、水の融通及び漏水率の低下に取り組んでいる。地下水の利用に関しては、(3) 水源でも触れるが、「The Emergency Ground Pumping Project」と呼ばれ、一時的ではあるものの、建設現場の地下水を水資源として利用するもので、大変興味深い取組みであった。また、比較的水源が多い台湾北部から中部及び南部へと水を融通するための配管を敷設する計画が進行中である（図5）。

限られた水資源を有効に活用するために漏水率の低下に努めることが重要な課題であり、短期目標として2024年に漏水率12%、長期目標として2031年に10%を達成することを目指している。漏水率に関して講師の方は、日本が5%以下であることを驚かせておられたが、台湾では塩ビ製の給配水管が全体に占める割合の約40%であること、それが老朽化していることを考慮すると台湾の漏水事情については驚くことではないと考えられる。



資料來源：經濟部水利署・[http://epaper.wra.gov.tw/Article\\_Detail.aspx?s=E8FC405C...](http://epaper.wra.gov.tw/Article_Detail.aspx?s=E8FC405C...)

圖 1-4 歷年 6~9 月水庫集水區平均降雨量

図 3 降雨量

貯水池の水位低下

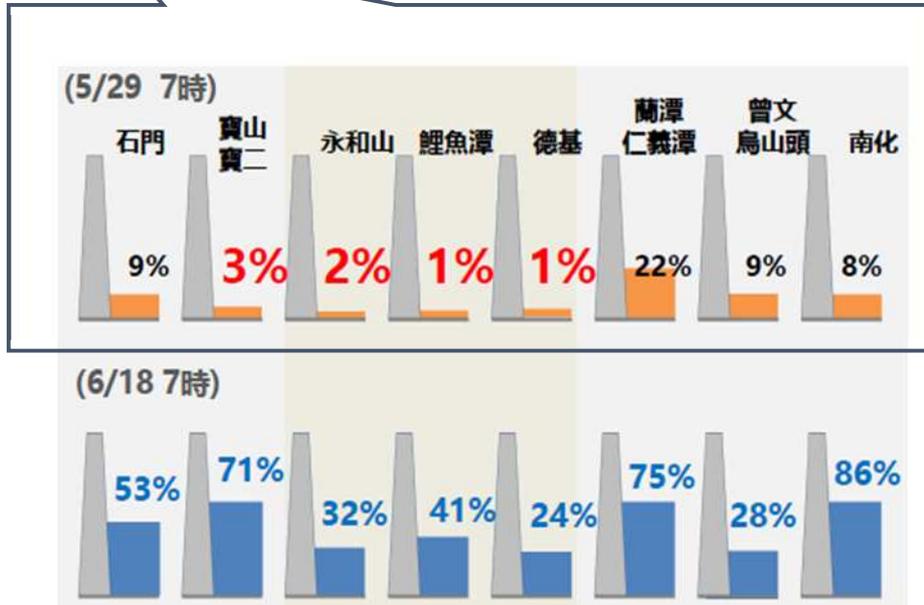


図4 貯水池枯渇



図5 Western Corridor Water Pipeline Network



## (2) コーポレートガバナンス（台湾水道公社）

### (ア) 国営企業であるということ

公社の他に電気と燃料（ガス・オイル）を提供する企業も政府が100%出資している国営企業である。では、国営企業であるということは何を意味するのかを考えてみよう。コロナ禍やウクライナでの戦争などの外的要因によるエネルギー高騰と原材料価格の上昇により世界中でインフレが起きている。台湾も例外ではなく、その影響を受けているにもかかわらず水道代、電気代そして燃料費が安い。燃料費は1ℓがUS\$1（アメリカドル）である。水道料金は30年間変わっておらず、世界で3番目に安い。つまり、国営企業のサービスはインフレに影響されないように政府がコントロールしているのですべての人が低価格で手に入れることが可能である。

### (イ) コーポレートガバナンスの必要性

国営企業は、所有者の国つまり国民に、成果を還元しなければならない。国民の税金を使用するので、非効率なことをしては経営が成り立たないし、不祥事は絶対に許されない。これを防ぐために、企業所有者である国には、経営者の行動を適切に監視する制度や仕組みが必要である。コーポレートガバナンスはこうした制度や仕組みのことで、シェアホルダー（株主）の利益を守ることができる。ちなみに、公社は、株主の利益を上げることだけでなく、ステークホルダー（株主・従業員・取引先・債権者）の利益に配慮した経営を目指している。ステークホルダーの利益を追求していく姿勢は、アメリカの株主資本主義とは異なり、日本やヨーロッパの考え方に近いものである。

### (ウ) コーポレートガバナンスのメリット

コーポレートガバナンスはステークホルダーに以下の5つの利益をもたらす。

- ①融資・出資が受けやすくなる。
- ②低い金利で資本を得られる。
- ③会社が持続的な成長をする。
- ④企業価値が向上し、株式の価値が上がる。
- ⑤企業危機や不正のリスクが低下する。

正しい情報の開示が行われるため、公社は第三者に理解されやすく、金融機関等から融資を低い金利で得ることができる。

### (エ) 監視するための組織づくりと仕組み

前述したように、コーポレートガバナンスは経営者の行動を適切に監視する制度や仕組みのことであり、経営者の行動とは、企業目的やそれを達成する方法だと言い換えることができる。これらを監視するには、第三者視点での監視体制を整えることや内部

統制の構築、そしてタイミングの良い正確な情報開示が必要である。

なお、内部統制の構築とは、取締役と最高経営責任者を分けること、取締役会の責任及び役割を明確にすること、そして内部監査部門（公社内で遵守すべきルールを定め、そのルールに従って業務が行われているかを監視・指導する部門）を導入することが挙げられる。

#### （オ）ガバナンスを働かせる 4 原則

監視は次の 4 つの原則をもってより強力に働くことになる。

- ①説明責任
- ②公平性
- ③透明性
- ④独立性

①について、経営陣又は管理職は取締役に対して説明責任があると同時に取締役はステークホルダーに対して説明責任がある。この立場にある方々は、成果に対して責任があると考えられるが、責任は彼らだけに負わされるものではなく、従業員も負うものである。従業員は上司から指示された業務をきちんと遂行することが求められる。これは、遂行責任と呼ばれ説明責任に含むのが一般的な考えであるようだ。

②について、例えば、給料に見合ったものを公社に返していること。違反があれば相当の処分を与えること。特定の株主の利益に偏らないように株主間の公平性の確保に努めること。等が該当する。

③について、第三者（取引先・銀行・従業員等）は公社を信頼してくれているので、あらゆる情報をタイミング良く正確に開示することが必要である。

④について、社外取締役等の第三者の目を導入するということである。

#### （カ）日本の水道事業体のガバナンス

日本の水道事業体は、地方公営企業法に則った経営・事業運営を行っている。水道事業は独立した企業として経営の責任者である水道事業管理者が、業務を執行する権限と責任を有している。地方公営企業法に基づく毎年の経営計画と議会の承認は、水道事業体の経営管理のチェック機能を果たしている。また、水道法第 19 条において、水道事業者は、水道の管理について技術上の業務を担当させるために、水道技術管理者を置くことを定められている。このように、日本の水道事業は、経営と合わせて、技術管理を適切に行うことのできる組織体制となっている。

日本の水道事業体は、組織内に牽制体制（チェックアンドバランス）を持たせることで力の集中を避け、不正を防ぎ、そして協力して業務を遂行している。例えば、計画部門が考えた新規施設建設に財源が必要となれば、財務部門がチェックを行い、あるいは

行き過ぎた内容に対しては調整を行うというように牽制体制を整えて運営を行っている。また、事業体として取り組むべき課題が出てきた時には、委員会を設置して、関係部門が協力して解決に取り組んでいる。

さらに、有識者や市民団体などで構成される審議会を活用することで事業運営に関する重要な事項について、説明責任を果たし、意見をもとめ、専門的で客観的なアドバイスを活用することができる。

こうした仕組みにより日本の水道事業体は健全な事業運営を行っている。

### (3) 水源（台湾水道公社）

#### (ア) 水源について

台湾はさつまいもの形をした島国であり、南北方向に高い山脈がちなり、川は急峻で雨は海へすぐに流出するという。また、西側に貯水池が多く、東側は地下に雨を蓄えておくことができるという特徴をもち、台湾北部は貯水池、中央は地下水、西の離島は海水を水源としている。実際、2021年の渇水時も東側の給水に関しては、支障はなかった。

台湾には95の貯水池があり、公社はそのうちの21の貯水池を管理している。

図8に示すとおり、台湾の水道原水は雨に頼っていて、蒸発や海へ流れていくものを除くと、約20%しか水道水として使用することができず、公社にとって水資源の確保は最優先事項として取り組む課題である。

図9は水源の利用割合を示したものであり、近年は渇水対策として地下水の利用を進めている。10年前ごろから地下水を水道水として使用することを政府に申請してきたが、掘削は高速道路などの構造物の崩落につながるリスクがあることからなかなか許可されなかったが、2年前にようやく許可がおりた。水質の良い井戸(200m~300m)は塩素を入れるだけで配水管へ流すことができる。また、地下水は水質が安定しないところもあり、最近では海水淡水化にも力を入れている。

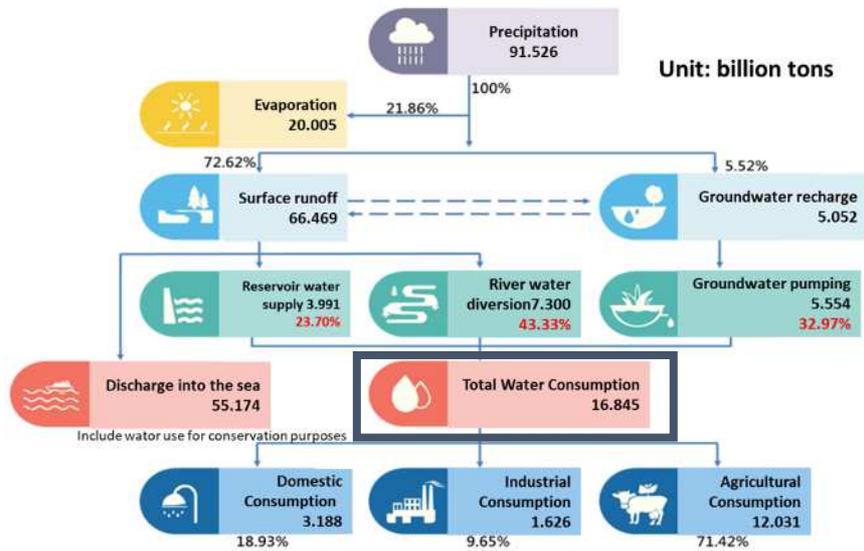


図 8 雨水と水道水の関係

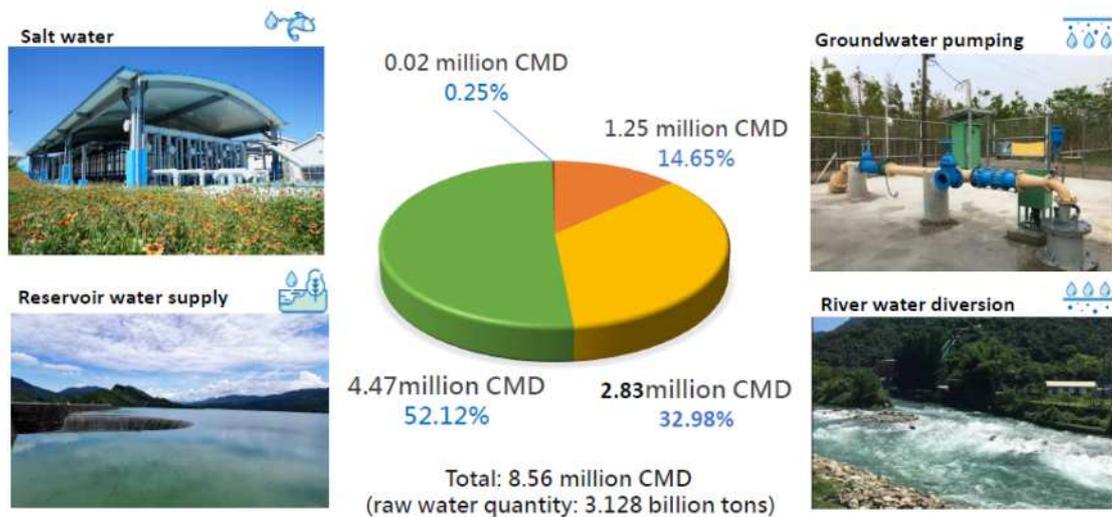


図 9 水源の利用割合

(イ) 課題への取組

気候変動や異常気象が水源へもたらすリスクを考慮して、水道供給のレジリエンスを高めるため、水資源の開発、地域間における水の融通、バックアップ施設の建設が必要である。

#### (ウ) 水資源の開発

水資源の開発には、河川の上流から下流、海岸までの流域全体を一つの単位として、関係する自治体や企業そして住民の参加のもとに管理していく統合的流域管理（IWM）の考え方を取り入れる。河川の上流は植林や水域の保全を行い、雨水を土壌にしっかり溜めこむ。中流には人工湖を造って水源を確保する。下流では、効率的な水の使用と節水を行うことや再生水を使用する。そして、海岸では膜処理技術を使用して、海水を水道水として使用する。河口より少し内陸側から取水することで塩分が少ない水を取水し、膜処理にかかるコストを抑えることができる。台湾では半導体工場がこの先も建設される予定で、水不足問題を解消するために、海水淡水化プラントが続々と建設中である。

#### (オ) The Emergency Groundwater Pumping Project

2021年、台湾は100年に1度と言われるほど深刻な渇水を経験し、特に台中市はそれに伴う給水制限を余儀なくされた。この渇水は主要な産業にも深刻な影響を与えた。この水不足を解決するため、**The Emergency Groundwater Pumping Project at Construction Sites** を実行した。日本語にすると、建設現場における緊急時地下水ポンプ揚水計画ということであろうか。台中市の地中には栗石や砂利があり、この土壌のおかげで地下水は清浄である。しかし、建設現場にとってこの地下水は大きな障害のひとつであり、多くの建設現場では地下水を取り除くことが必要である。この地下水を台中市の水源とすることに目を付けたのである。建設現場は工事開始前に掘削等の事前調査を行っているので、地下水の存在が確認できれば水質検査を行い、現場の近くに簡易な浄水場をつくる。あとは既存の配水管につなぐことができれば水道水の供給が可能というわけである。地下水の水質は良いので、塩素を注入するだけで配水管に流せるといふ。建設完了までの一時的な水源ではあるが、約9万m<sup>3</sup>/日の水量を確保できる。当然ではあるが、建設現場の土地使用料や地下水をくみ上げるポンプの使用料は払っている。図10は建設現場の一部に浄水場をつくったものである。

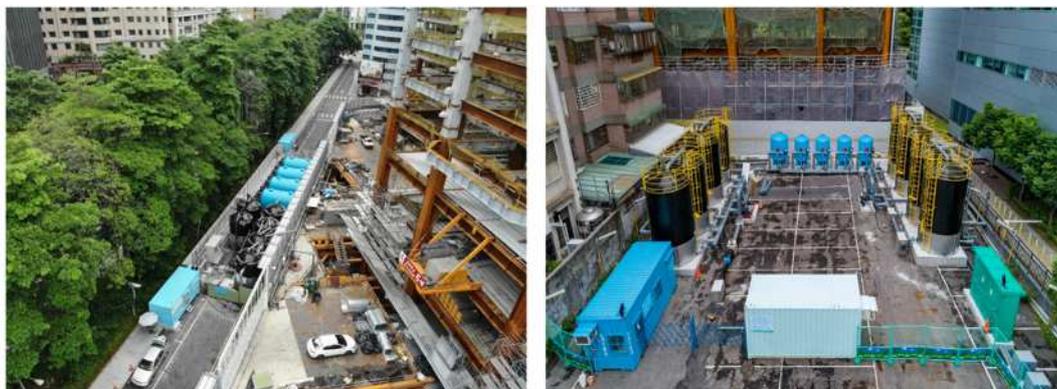


図10 The Emergency Groundwater Pumping Project at Construction Sites

(4) 事業財務（台湾水道公社）

(ア) 財務状況

図 11 に公社の負債率を示すが、負債率は年々上がっている。図 12 は公社の収入状況を示したものであり、純利益は下がる一方で、事業を行うのに必要な資金は十分ではなく、資本的収支（設備投資）は借入金に頼らなければいけない状況である。そして、図 13 は水道水を売ること得られるリターンを示しているが、コストが収益を上回り、リターンはマイナスとなる。

		Unit: NT\$ Billion		
	Item	2019	2020	2021
資産	Assets	321.59	332.43	343.12
負債	Liabilities	130.46	137.84	145.69
	Equity	191.13	194.59	197.43
	Equity Ratio (Equity ÷ Assets)	59.43%	58.54%	57.54%
負債率	Debt Ratio (Liabilities ÷ Assets)	40.57%	41.46%	42.46%

図 11 資産と負債

		Unit : NT\$ Billion			
	Item	2018	2019	2020	2021
1	Operating Income	30.07	30.61	31.49	31.02
2	Operating Costs	25.47	25.75	26.89	26.83
3	Gross Profit	4.60	4.85	4.60	4.19
4	Operating Expenses	3.57	3.52	3.55	3.52
5	Operating Profit	1.03	1.34	1.05	0.67
6	Non-Operating Income	0.68	0.39	0.41	0.53
7	Non-Operating Expenses	1.47	1.54	2.19	2.63
8	Non-Operating Profit	-0.79	-1.15	-1.78	-2.10
9	Net Income(Loss)	0.24	0.19	-0.73	-1.44

図 12 収入状況

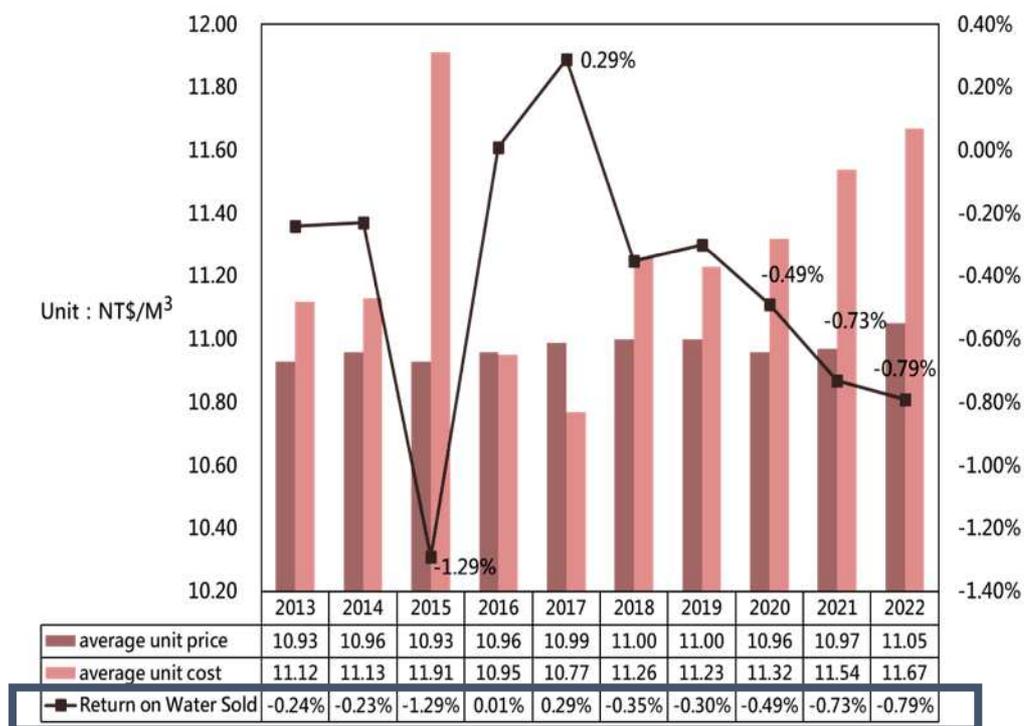


図 13 Return on Water Sold

(イ) 収益に影響を及ぼす要因

このような財務状況に陥っている理由として、水道料金が 30 年間変わっていないとがあり、つまり料金設定が現状に見合っていないということである。営業コストが増え続ける状況は以下である。

- ①原水を買うコストが高い。
- ②水の需要が増えている。
- ③減価償却費が増えている。(プラントや施設の建設で固定資産が増えている。)
- ④支払利息が増えている。

①について、台湾には 95 ヶ所の貯水池があるが、公社が管理する貯水池はそのうち 21 ヶ所であり、その他は政府が管理している。図 14 のとおり公社は政府から原水を購入しており、その割合は取水量全体の約 50% であり、経営を圧迫している原因のひとつである。原水購入に必要な費用は毎年 NT \$ 23~28 億である。また、浄水についても一部を台北市水道局から毎年 NT \$ 5~12 億で購入している状況である。

③について、減価償却費は水道供給コストの約 30% と最も大きな割合を占めるので

公社の収益に大きな影響を与える。2021年時点で固定資産価値は NT\$3.31 兆であり、減価償却費は NT\$90 億である。

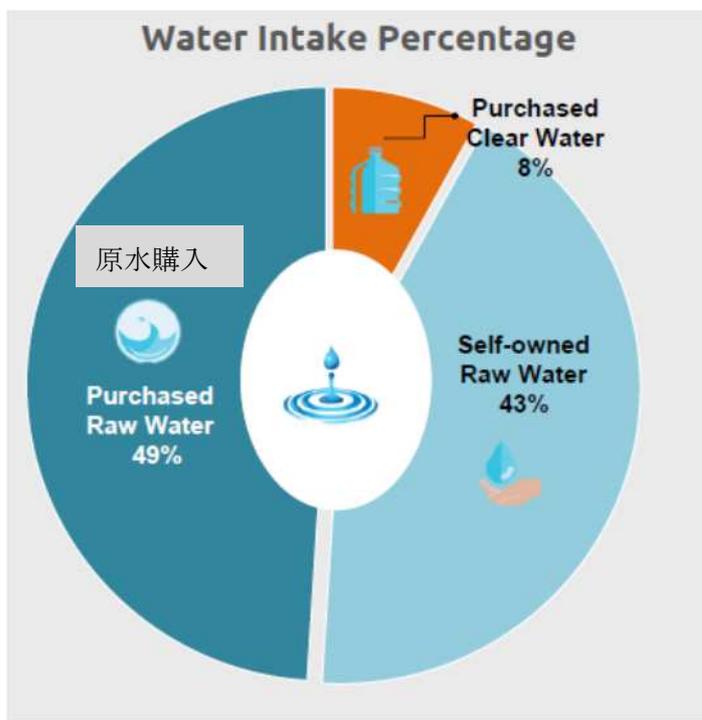


図 14 原水購入割合

#### (ウ) 水道料金

水道料金については、台湾の水道法に水道料金は良質な水及び収入からコストを差し引いた後の合理的な収益を考慮することと規定されている。また、料金算定のための計算式及び明細は担当当局が定め、承認のために政府に提出される。

台湾の水道料金は NT\$9.2/m<sup>3</sup> (約 40 円) であり、国際水協会 (IWA) の発表では、世界で三番目に低い料金である。また、国民の負担率に換算すると世界で一番低いという。負担率とは水道料金を国民一人あたりの GDP で除法したもので表される。

水道料金の計算方法は、基本料金と従量料金の合計に集金手数料という国に納めるお金を加えたもので表される。日本では聞き馴染みのない集金手数料は、政府が公社に集金を任せているもので、水源を管理する費用や下水処理に係る費用等が含まれる。公社の収益は基本料金と従量料金である。

基本料金は水道メータの口径別で異なり、従量料金については、図 15 のとおり、四段階の水量ランクに区分され、注目したいのは区分の最初 (1st) と最後 (4th) は 1.64 倍の差しかないことである。さらに、4th 区分は全給水件数の約 5%ほどであるが水道水使用量に占める割合は 40%と大きく (図 16)、しかも、再生水には NT\$18~25/m<sup>3</sup>及び

海水淡水化には NT\$33/m<sup>3</sup>の費用を要し、従量料金の安さは公社の経営にとって深刻である。ちなみに、従量料金の最初と最後の差は、東京都水道局で 18.36 倍、大阪市水道局で 35.8 倍である。

違法な工事により水道水を使用したものには 20%の反則金が課され、公共施設や原水のみを使用であれば 50%の割引がある。小学校と中学校の従量料金は使用量によらず図 15 の 1st 区分で計算される。

なお、台湾の水道事業もフルコストリカバリーの考え方に基づく料金設定をしているが、日本との大きな違いは、水道料金の計算式に減価償却費が含まれないことである。

このように水道料金が 30 年変わらず、水道水をつくるコストが料金設定に適切に反映されていないことが公社の経営を厳しいものになっている。

Phase		1 <sup>st</sup>	2 <sup>nd</sup>	3 <sup>rd</sup>	4 <sup>th</sup>
Unit Price(NT\$)		7.35 (約32円)	9.45 (約41円)	11.55 (約50円)	12.075 (約53円)
Monthly Meter-Reading	Exact Consumption(m <sup>3</sup> )	1-10 Units	11-30 Units	31-50 Units	51Units (and above)
	Progressed Difference(NT\$)	0	-21	-84	-110.25
Bi-Monthly Meter-Reading	Exact Consumption(m <sup>3</sup> )	1-20 Units	21-60 Units	61-100 Units	101Units (and above)
	Progressed Difference(NT\$)	0	-42	-168	-220.5

図 15 従量料金

Phase ( Monthly Consumption )	User Attributes	Households Connections	Proportion of water consumption(%)
1st : 1-10 m <sup>3</sup>	1~2 people small family	2,694,032	27.93
2nd : 11-30 m <sup>3</sup>	Small family up to 4 people Small vendors, small shops, convenience stores	3,456,069	25.67
3rd : 31-50 m <sup>3</sup>	Family of 4 people or more Small vendors, small shops, breakfast shops, hairdressers	852,267	6.69
4th	51-200m <sup>3</sup>	Laundromats, Tea shops, dental clinics, gym	7.73
	201-1,000m <sup>3</sup>	Restaurants, gas stations (including car washes), large temples, Food processing industry, machinery processing industry	6.08
	1,001m <sup>3</sup> and above	Hypermarkets, department stores, hotels, hospitals, Large-scale electronics, steel, chemical materials petroleum, textiles, and papermaking industries	26.85

水を大量に使用する半導体メーカーが含まれる

図 16 ユーザー属性

(エ) 収入を増やし、支出を減らす取組

公社は、収入を増やすために資産の活性化、水力発電の導入及び太陽光発電の導入に取り組んでいる。そして、支出を減らすために信用格付けを利用してコマーシャルペーパー（有価証券）を発行している。

公社は支店の移転を機に、その土地を第三者に貸すことで年間 NT\$66 万の収入を得ている（図 17）。また、古い寮をリノベーションして貸し出すことで年間 NT\$256 万の収入を得ている。

公社は、Taiwan Ratings Corporation から長期債券信用格付けの中でも最も高い格付けを得ており、コマーシャルペーパーを発行することができている。これの利子は金融機関から借入れる短期あるいは長期金利より安いので、結果として 2021 年は金融機関を利用するよりも短期で NT\$1600 万、長期で NT\$2480 万の節約となった。図 18 に金融機関と CP の利子の比較を記載する。



上図：活用前

下図：民間に貸し出すことでバイク屋へと生まれ変わった

図 17 資産活用

	銀行の利子	CP の利子	差
短期	0.4341%	0.3209%	0.1132%
長期	0.6235%	0.4996%	0.1239%

図 18 銀行と CP の平均利子

(5) 水質管理と研究（台湾水道公社）

公社の水質部門には、三つのセクション（課）が存在する。生物を扱うセクション、化学を扱うセクションそして浄水処理調査セクションとこれら以外に水質検査を行う 13 の支所がある。

(ア) 水質基準

原水、飲み水そして浄水場の排水に関して水質基準があり、飲み水そして原水の水質基準は台湾環境保護署 (Taiwan EPA) により規定されるが、公社にも内部基準が存在し、その基準は政府の規定したものの 80% に設定している。原水基準は、大腸菌群やアンモニア態窒素、COD、TOC、ヒ素等があり、詳細は図 19 のとおりである。また、飲み水の基準項目は 68 項目であり、詳細は図 20 のとおりである。浄水場の排水基準は図 21 のとおりである。

• **Drinking water source quality standards**

Items	The maximum limit	Unit
Coliform Group	20,000 (Disinfection facilities) 50 (Non-disinfection facilities)	MPN/100 mL or CFU/100 mL
NH <sub>3</sub> -N	1	mg/L
COD	25	mg/L
TOC	4	mg/L
As	0.05	mg/L
Pb	0.05	mg/L
Cd	0.01	mg/L
Cr	0.05	mg/L
Hg	0.002	mg/L
Se	0.05	mg/L

図 19 原水水質項目

• **Drinking water quality standards (Total items : 68)**

Bacterial standards	Chemical standards		
Coliform Group Total Bacterial Count	(1) Affect healthy substances Arsenic Lead Selenium Total Chromium Cadmium Barium Antimony Nickel Mercury Cyanide(CN <sup>-</sup> ) Nitrite-Nitrogen(NO <sub>2</sub> -N) Disinfection By-Products : 1. Total Trihalomethanes 2. Haloacetic acids 3. Bromate 4. Chlorite	(2) Probably affect healthy substances Fluoride(F <sup>-</sup> ) Nitrate-Nitrogen Silver Molybdenum Indium	(3) Affect taste and organoleptic substances Iron Manganese Copper Zinc Sulfate(SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> ) Phenols MBAS Chloride (Cl <sup>-</sup> ) Ammonia-Nitrogen(NH <sub>3</sub> -N) Total Hardness as CaCO <sub>3</sub> Total Dissolved Solids Aluminum (Total Al)
Physical standards		(4) Free residual Chlorine	(5) pH
Odor Turbidity Color	VOCs(15) Pesticides(13) Persistent Organic Pollutants (Dioxin)		

図 20 飲み水水質項目

• **Water treatment plant discharge standards**

Items	The maximum limit	Unit
Suspended solids, SS	50	mg/L
Chemical oxygen demand, COD	100	mg/L
Total residual chlorine	0.5	mg/L
pH	6.0~9.0	-

図 21 排水水質項目

水質基準は政府により決められたものであるが、渇水、台風、地震時の水不足又は水質悪化を考慮し、政府に働きかけることで基準を見直したものもある。例えば、通常よりも原水濁度が高いときは水質を確保するため塩素注入を強化することで微生物や懸濁粒子を処理する。そこで、原水濁度 1500NTU 以上の場合、遊離残留塩素の上限基準 2.0mg/L を 3.0mg/L に見直した。また、自然災害時には味や感覚器官に影響を及ぼす水質項目は緩和される（図 22）。

発がん性の疑いのある物質について、世界中から正確なデータを集めることで基準を見直した（図 23）。例えば、塩化ビニルは発がん性があるので、0.002mg/L から 0.0003mg/L へと変更された。

	基準	緩和後
濁度	2NTU	4NTU
色度	5	10
鉄	0.03mg/L	0.5mg/L
マンガン	0.05mg/L	0.1mg/L
総硬度	300mg/L	400mg/L
総溶解固形物	500mg/L	800mg/L
遊離残留塩素	2.0mg/L	3.0mg/L

図 22 水質基準緩和項目

- **Ni : 0.07mg/L→0.02mg/L**
- **Hg : 0.002mg/L→0.001mg/L**
- **ClO<sup>2-</sup> (chlorite): 1.0mg/L→0.7mg/L**
- **Vinyl chloride : 0.002mg/L→ 0.0003mg/L**
- **Toluene : 1.0mg/L→ 0.7mg/L**
- **Xylenes(ortho + meta+ para) : 10mg/L→ 0.5mg/L**

図 23 発がん性物質の基準見直し

(イ) データの正確性

どれほど立派な基準を持っていても測定するサンプルに問題があつては、台無しである。公社では、品質保証と品質管理を適切に行うことでデータの信頼性を保っている。サンプルの取得方法や保管期間及び保管方法そして、サンプル取得及び測定に使用する器具を規定している。また、ブランク試験を行うことで、試薬、容器、実験室等からの不純物による汚染を把握し、測定データの正確性を保証している。さらに、TAF（台湾認定機関）の認定を取得することで、公社の水質検査機関が第三者から客観的に保証されることになった。

(ウ) 濁水を経験して

台湾は 2021 年に 100 年に 1 度の言われる濁水を経験し、台中市では給水制限・計画断水を余儀なくされ、その対策として、水資源の開発として工事現場の地下水を利用することに成功しているが、水質部門はこの地下水を使用することについて懸念点があると考えていた。それは、飲み水として水質を満たすのかということである。過去には、建設現場の地下水を消火用、灌漑用水として使用していたことはあるが、飲料水として使用するには普段使用している水道水と地下水を混ぜたときのリスクを評価しなければならない。そのために、建設現場の地下水の水質検査や、現場周辺にガソリンスタンド等の汚染の原因になりうる要因があるかどうかを調べ、そして 24 時間水質のモニタリングができる装置の設置を行った。

(エ) 水質検査と頻度

図 24 に水質検査項目と頻度について記載する。

なお、原水中においてアンモニア態窒素、COD、TOC の濃度が上昇するときには人工的な有機物質や病原菌の汚染が疑われるので細菌と大腸菌の検査頻度を上げることがある。

検査項目	頻度
天候・温度・水温・pH・残塩・濁度・臭気 (原水と浄水)	1 日 2 回
COD (原水)	1 日 1 回
細菌類・大腸菌	1 週間 2 回
飲み水水質 68 項目	2 週間 1 回

図 24 水質検査項目と頻度

(6) 台北市水道局について

台北市水道局を以下に紹介する。

給水区域	台北市及び新北市 434 km <sup>2</sup>
給水人口	374 万人
給水件数	160 万件
給水率	99.68%
給水量	240 万m <sup>3</sup> /日 (上記の数字のうち 65 万m <sup>3</sup> /日は台湾水道公社へ給水している)
管網	配水管と送水管 3,938 km 給水管 2,359 km
浄水場	5 つあり、合計処理能力は 454 万m <sup>3</sup> /日
ポンプ場	156 カ所
配水池	131 カ所
職員数	1,051 人
収益	NT \$ 65 億/年
水源	100%表流水
水道料金	NT \$ 11.8/m <sup>3</sup> (51 円/m <sup>3</sup> )

図 25 台北市水道局の基本データ

水源については、97%を図 26 の Xindian 川水域から取水している。



図 26 原水と浄水場

(7) バックアップ計画と維持管理（台北市水道局）

台北市は 2000 年頃まで人口増加に伴い、水道給水区域を拡大してきた。つまり、需要を満たすため水道整備にお金を使ってきた時代である。その後、人口増加は鈍化している。2000 年以降は、これまでに整備してきた水道施設への脅威となるリスクへの備えとしてバックアップ計画を策定し実行する時代となる。バックアップとは、現存の施設で対応できなくなった場合に代わりとなる施設を確保することである。

(ア) 台風対策

原水として使用する川の濁度上昇に対応するため浄水場の浄水能力に冗長性を持たせることにした。台北市水道局は 5 つの浄水場をもつが 2007 年から 2021 年にかけて約 137 億円の費用を投じて浄水能力を 367 万 m<sup>3</sup>/日から 535 万 m<sup>3</sup>/日へ増強した。増強の結果、2013 年の Soulik 台風上陸時には、原水濁度 7,803 NTU を記録したが浄水濁度は 0.08 NTU に処理ができた。

なお、浄水処理が可能な原水濁度は 12000 NTU 程度である。

(イ) 地震対策

地震対策として以下 3 つに取り組んだ。2007 年から 2021 年にかけて約 607 億円の費用を投じた。

- ①重要施設の耐震能力向上
- ②Zhitan 浄水場に 2 本目の導水管設置
- ③配水の二重化

②に関して、Zhitan 浄水場はアジアで最大級の浄水場の一つであり、台北市の 70% に給水を行っている。第一導水管は 1982 年に完成し、第二導水管は 2009 年に完成した。図 27 は敷設の様子である。

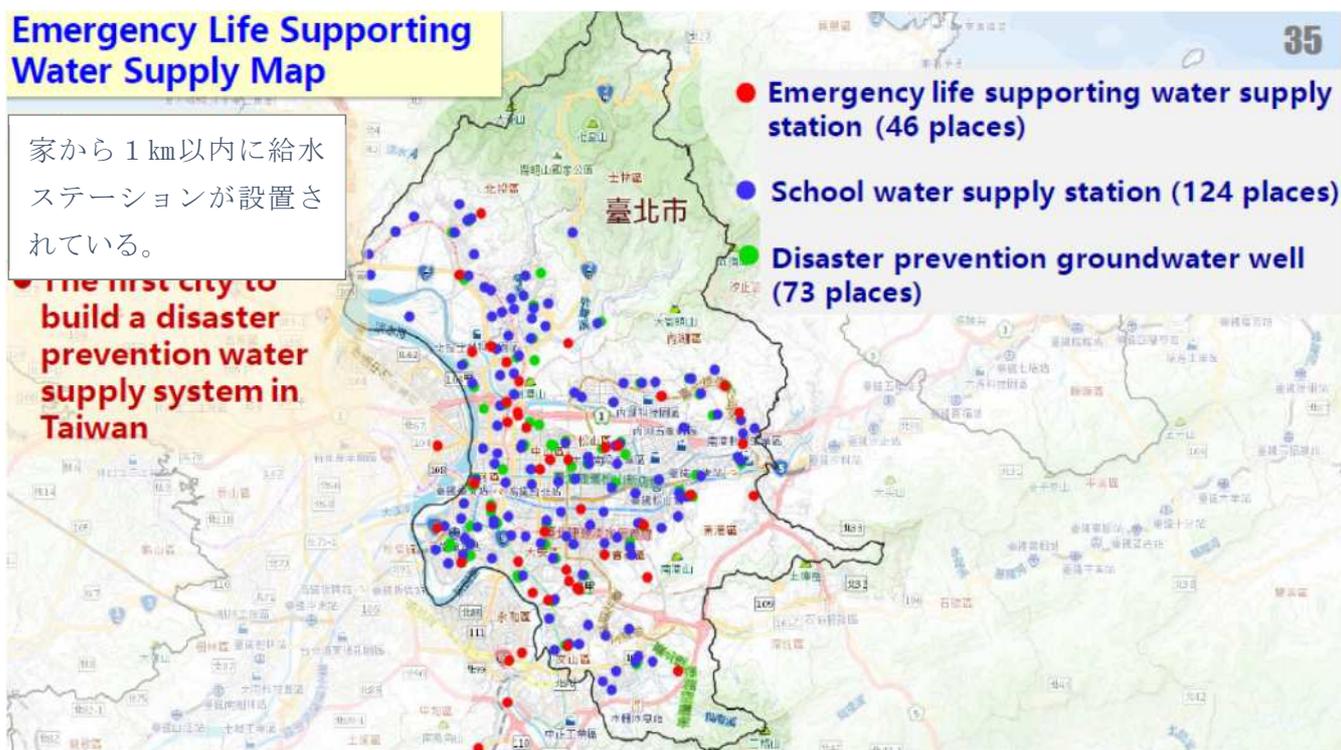


図 27 第二導水管

③に関して、台北市水道局は配水区域を 11 個の地区に分割しており、すべての地区で配水の二重化が完成している。詳細は(12) 配水システムにて記載する。2007 年から 2015 年にかけて約 560 億円を要した。

(ウ) 応急給水

応急給水もバックアップ計画に含まれるもので、応急給水施設として 14 日間、生命を維持できるだけの水 3L を市民に供給する施設が公園や学校に設置されている。図 28 に設置個所を示す。



● Emergency life supporting water station



● School water supply station



図 28 応急給水設置個所

## (エ) 維持管理

水道施設へのリスクを最小限とするために、維持管理が重要で、前述のバックアップ計画において、施設に予備または冗長性を持たせることで維持管理が可能となる。維持管理の主な対象は、浄水場のコンクリート構造物や 500 mm以上の導水管、送水管及び配水管であり、総延長は 472 kmである。

なお、コンクリート構造物の耐震評価は PSERCB (Preliminary Seismic Evaluation of RC Building) という台湾政府が開発した手法を用いている。

浄水場の維持管理について以下に示す。

### ①土木構造物

外観確認、コンクリート強度試験、鉄筋の腐食確認

### ②浄水評価

浄水処理の運用データ評価とその検証、逆洗検査（ろ材の膨張具合の確認等）、ろ過速度評価

### ③設備評価

運用状態の確認やメンテナンス記録表の確認及び稼働時間の確認等

老朽管の更新には ArcGIS ソフトを用い、水理情報、メンテナンス記録や継手の数を入力して管の健全度をスコア化する。基準値 (2.43) 以下はすぐに取り替えなければいけない管で総延長は 100 kmに達し、そのほとんどは台北市の中央に集中している（図 29 の赤色）。中でも 6.6 kmは優先度が高く、敷設から 40 年以上経過しているダクタイル鋳鉄管である。

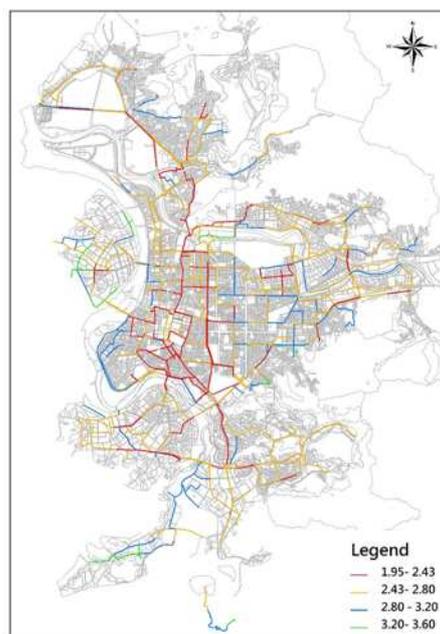


図 29 水道管の健全度

(8) 水道料金（台北市水道局）

台北市水道局の水道料金の計算方法は、台湾水道公社と基本的には同様であり、基本料金と従量料金と集金手数料の合計である。しかし、台北市水道局の特徴はポンプ場維持管理料金が加算させる点で、これは給水するためにポンプが必要な地域に住んでいる人たちに課せられる料金で、ポンプ場の維持費に使われる。

台湾の水道法に水道料金は良質な水及び収入からコストを差し引いた後の合理的な収益を考慮することと規定されている。また、料金算定のための計算式及び明細は担当当局が定め、承認のために政府に提出される。計算式は以下である。

$$\text{Price} = \frac{\text{Cost} + \text{Reasonable Profit} + \text{Tax}}{\text{Total Water Sales}}$$

(ア) 計算式と明細の必要性

計算式と明細は以下の3つの点で必要である。

- ①コスト回収
- ②透明性
- ③規制

①に関して、計算式と明細があれば水道料金にコストを反映させることができ、安全な飲み水を供給できる。

②に関して、計算式と明細があれば料金設定の過程により一層の透明性を持たせ、お客様の理解を得ることができる。

③に関して、計算式と明細があれば不法・不当な価格になることを防ぐことができる。

(イ) 料金改定

台湾では水道料金の改定が難しく、複雑である。それは、水が生活に必要なものであるが故に誰もが安く入手できることを考えなくてはならないし、政治的な要素もあるからである。台北市水道局は過去4回の料金改定をしており、直近改定は2016年である。4年ごとに料金設定の見直しを行い、計画書の提出はしているものの、政府の承認を得るためには相当な努力が必要である。

料金改定に必要な手順は以下である。

①改定計画を作成する。

・何故改定が必要なのか、改定によりお客様にどのような影響を与えるのかを記載する。

- ②台北市水道料金改定委員会に計画書を提出する。
  - ・計画書に対して助言を受ける。
- ③修正を加えた計画書を承認のために台北市へ提出する。
- ④新料金は台北市議会へ審議にかけられ承認される。
- ⑤新料金は経済省へ送られる。
- ⑥新料金が台北市から公式に発表される。

2016年の料金改定の結果、NT\$12億の収益増となり、設備投資やお客様サービス向上につながった。サービスの向上は、水道料金が上がったにも関わらずお客様からの不平、不満の回数を減らす結果となった。サービスの例の一つとして、自宅トイレに漏水があるかどうか、職員が確認の手助けをする。これにより、市民は漏水による高額な水道料金の請求を受けずにすむというわけである。

#### (9) 広報（台北市水道局）

お客様からよく受ける質問は、最近水道料金が上がっている理由を問うものである。その答えは、宅内漏水であるが、宅内漏水という言葉は初めて聞く方も多いという。宅内漏水を広く知ってもらうために、ホームページ等で情報を公開している。宅内漏水があると水道料金が上がることのほかに、修理業者の探し方に関する情報を発信している。こういったサービスがあることを市民に伝えることが大切であり、請求書が入っている封筒にサービス内容を記載すること、you tube を活用すること、コミュニティーイベントに参加することでサービス内容の周知を図っている。

スマートメータに連動したアプリの活用は、お客様自身で使用量の確認が容易になり、漏水で使用量が増加すれば警告音で知らせてくれるような機能もあり、お客様が漏水をより身近なものとして認識できる手伝いをしている。お客様自身で漏水に気付いてもらう必要があるので、漏水を発見した際には水道料金と修繕費の割引きを実施している。

#### (10) カスタマーサービス

カスタマーサービスセンターは2001年に設立され、お客様の要望に応えるため幅広いサービスを提供している。24時間対応の相談受付や電話での各種申請等も含まれる。お客様の要望は1コールで解決し、オンライン上で解決しているものが93%を占め、現地に出向くものは7%の割合である。サービスセンターには28名おり、そのうちの22名は電話対応である。カウンターとコールセンターにて各種サービスを提供している。

#### (ア) カウンターサービス

2016年以降ペーパーレス化に取り組んでおり、電子申請や電子署名が可能である。また、水道の給水申請書を電気会社のもものと統一することでお客様は一度で水道と電

気の使用申請が可能となる。

(イ) コールセンター

お客様からの電話はダイヤルインで自動的に専門のスタッフへつながり、1 コールで問合せの解決を実現している。その数は年間約 32 万件で、内容は水道料金支払いや断水そして引越しの際の手続きに関するものが多い。また、現場にスタッフを向かわせることもあるが、漏水や断水対応、クレーム対応が多いという。

台北市水道局のサービス水準の高さは、10 秒以内の回答率の高さという形で表れている。過去 5 年間で 93%に達しており、お客様の電話に反応できなかったのは 1%である。

2019 年にウォーターガールという対話型 AI を使用したサービスを開始した(図 30)。これによりオンライン上で相談や給水申請が可能となった。利用者の視認性を高めるために回答は長い文章を避け、写真や映像が使用される。また、このシステムは新規採用者の研修にも役立っている。

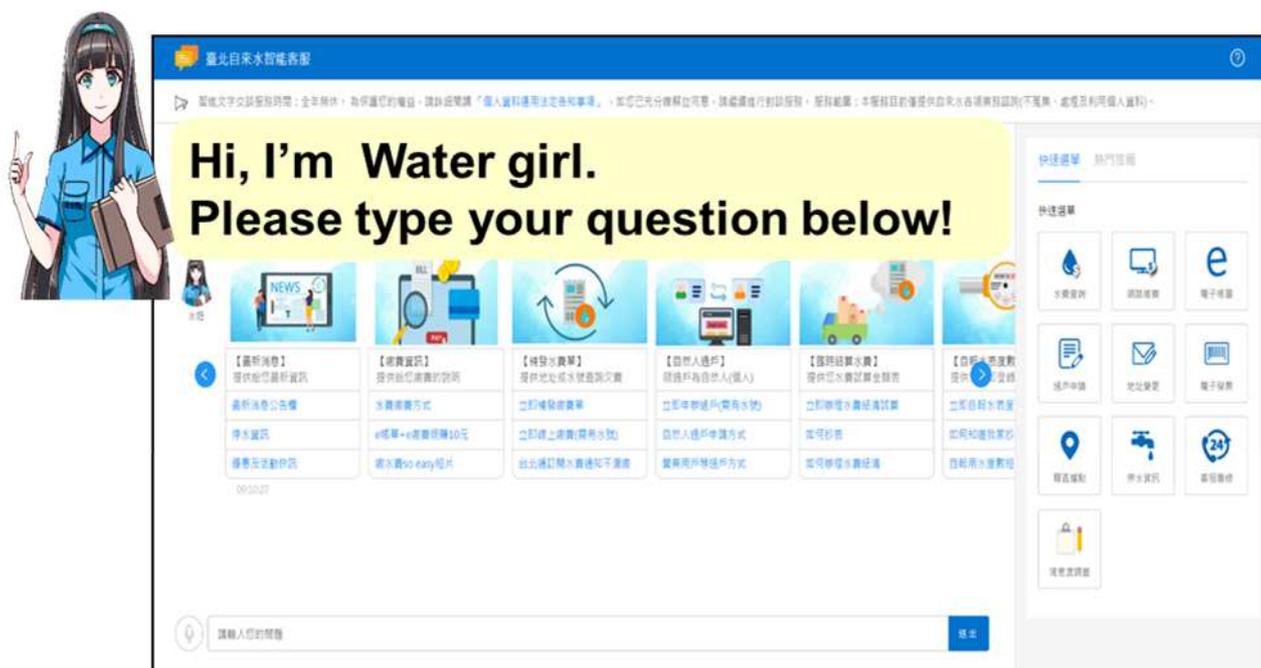


图 30 Water Girl

(11) 最新技術（台北市水道局）

台北市水道局は、衛生的な環境と安全な水を供給しているが、少し変わった課題に直面している。水道メータの検針業務は年間 1,000 万件で、それはわずか 87 人の検針員にて行われている。検針員への支払いは少ないため、離職率も高い状態である。そこでスマートメータの導入により将来的に検針業務を廃止したいと考えている。さらに、スマートメータの活用は単なる自動検針技術としてではなく、お客様に新しいサービスを提供することができると考えている。漏水の早期発見やお客様自身が使用量を容易に確認することで節水の意識付けが可能となる。さらに、監視制御システム（主に SCADA と呼ばれる）や地理情報システム（GIS）から得ることができる情報と組み合わせて、ビッグデータの活用を期待している。

(12) 配水システム（台北市水道局）

図 31 に台北市水道局の配水概要図を示す。主要な 3 つの浄水場（Zhitan 浄水場、Changxing 浄水場、Gongguan 浄水場）の平均配水量は 240 万 m<sup>3</sup>/日である。

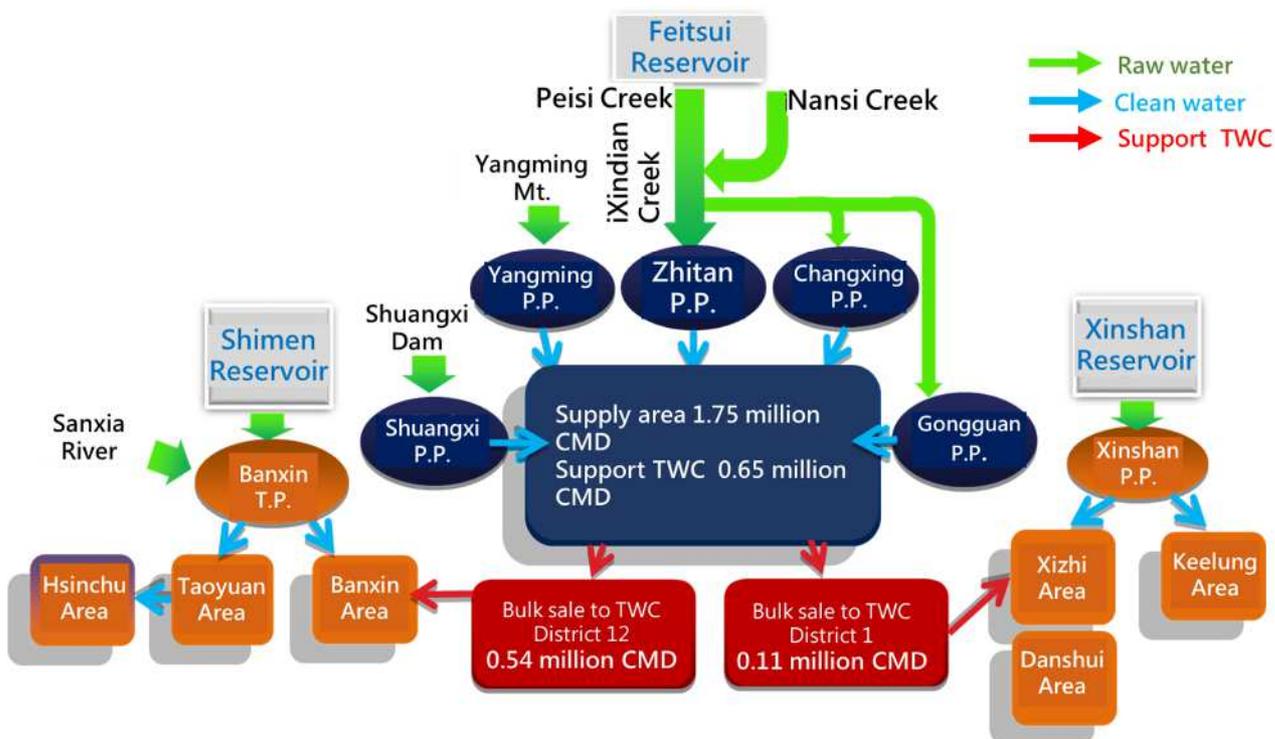


図 31 配水概要図

(ア) 管路の二重化

地震に強い水道システムの構築のため送水管と配水管は二重化されている。二重化することは一方の管路の検査や維持管理も可能になるので大切な考え方である。図 32 の Datong ポンプ場まで No1 送水管と No2 送水管が相互に連絡された管網を形成していることが見てわかる。また、図 33 は夜市で有名な士林地区の配水二重化の概要図である。ある地区のポンプ場の機能が停止しても別の地区のポンプ場から配水が必要な地区へと水道水の融通が可能である。台北市水道局は給水地区を 11 の地区に分割しており、それぞれの地区に二つの管が整備されている。

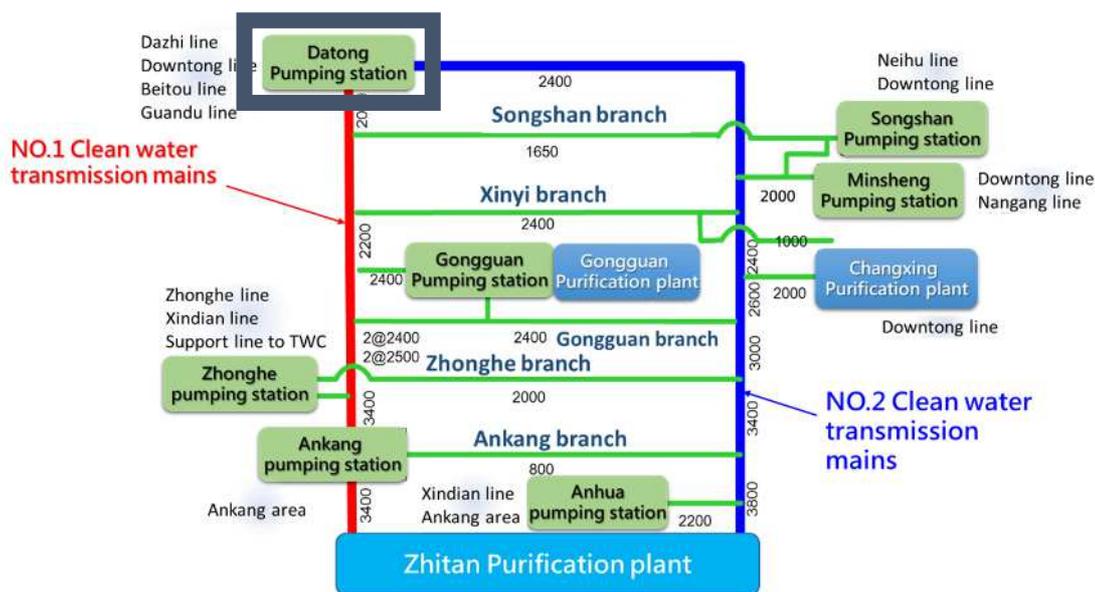


図 32 送水管網

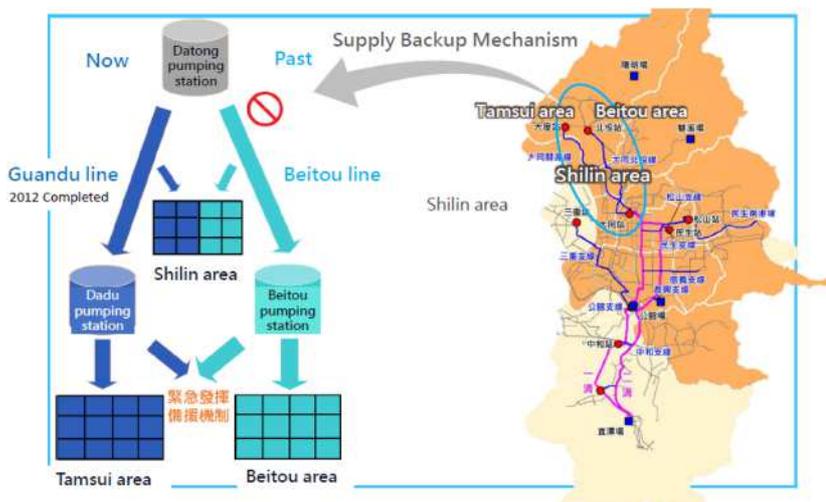


図 33 士林地区の配水二重化

### (イ) 水圧管理

浄水場でつくられた水は配水池へ送られた後、配水エリアまで自然流下で配水されるか、ポンプ場でポンプ圧送されるかのどちらかの方式をとる。自然流下とポンプ圧送の割合はそれぞれ 50%である。従来のポンプ圧送は基本的にポンプ出口圧力を一定のもと、ポンプ台数によって必要流量を管理していた。しかし、オフピーク時は配水エリア末端であっても水圧が高くなる。水圧と漏水量は密接に関係しており、水圧が高くなれば漏水量が増える。そこで、VFD（可変速駆動）と呼ばれるインバータを使用し、任意の周波数によってモータを制御する方式を取り入れた。これにより、ポンプ出口圧力を必要に応じて変化させ、ピーク時及びオフピーク時にかかわらず、配水エリア末端水圧を一定にすることができた。VFD を導入後、管路の平均水圧は約  $2.0\text{kg/cm}^2$  から約  $1.5\text{kg/cm}^2$  へと低下し、漏水量を減らすことに成功した。図 34 は VFD 方式の概要図である。RTU と呼ばれる遠隔端末ユニットから圧力信号がコントロールセンターにフィードバックされる。

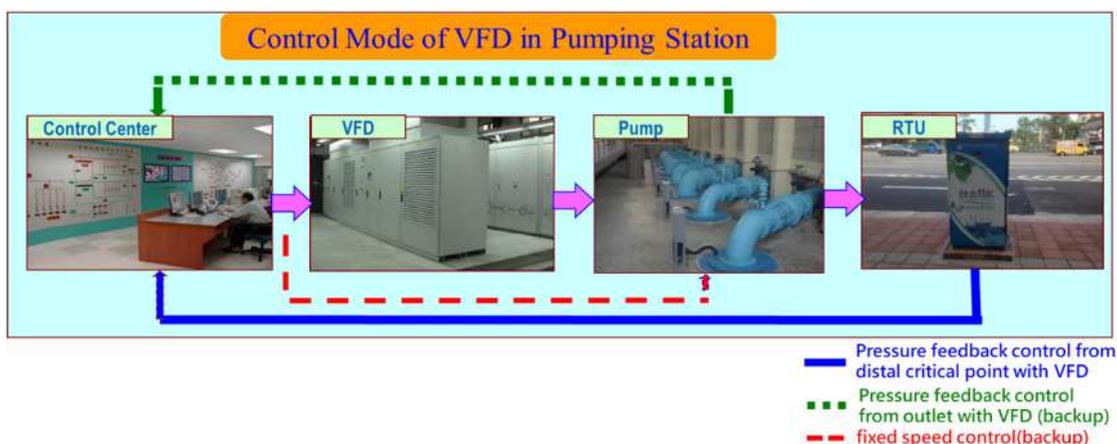


図 34 VFD

### (ウ) 遠隔監視と管理

コントロールセンターでは水圧の他に水量、ポンプ運転状況の監視と管理を行っている。コントロールセンターは台北市水道局の本社に位置し、勤務人数は日勤が 3 人、24 時間交代制勤務は 12 人である。5 ヲ所の浄水場、156 ヲ所のポンプ場、131 ヲ所の配水池、No1 及び No2 送水管、229 ヲ所の RTU 等を監視している。RTU からフィードバックされた水圧と監視制御システムにより画面から情報を得ることができ、異常時等の警告も一目で確認できる（図 35）。

さらに、火災の際は、該当地区の水圧をあげることもコントロールセンターの重要な業務である。



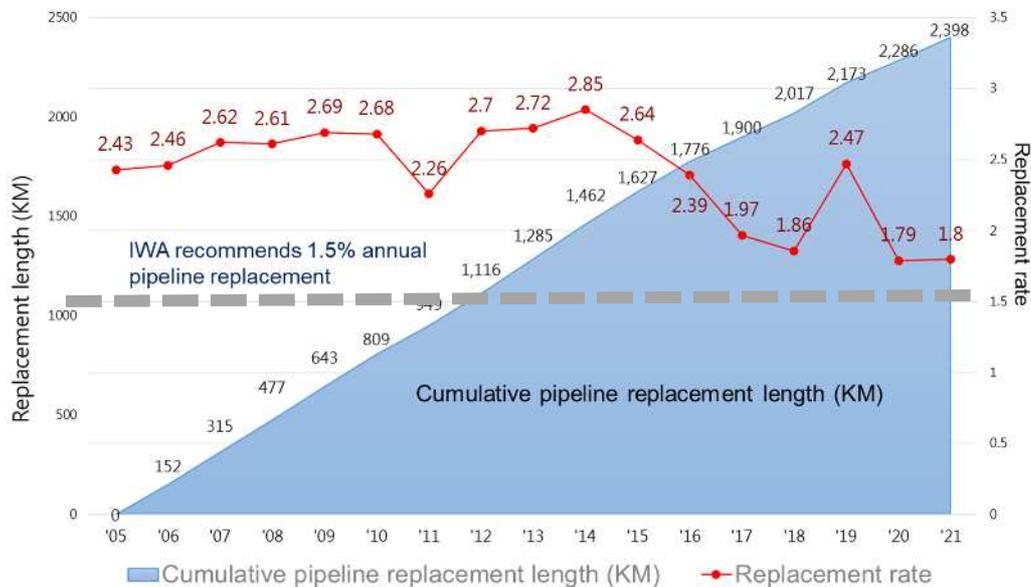


図 36 管の更新率

(ア) 漏水管理

漏水は、配水地域をさらに小さい区画に分割した、DMA と呼ばれる区画により管理される。DMA の入流地点にはメータがあり、図 37 の幹線ごとに設置されたバルブの開閉で流量の変化をみる。例えば、赤緑青の幹線バルブを閉にしておけば紫の幹線の流量変化を確認することができる。また、基準とする流量は使用量が少ない夜間時を使用する。この DMA を用いた漏水管理は主に隠れた（通常見つけることのできない）漏水に対して有効である。台北市水道局は、DMA ごとの漏水率を把握し、DMA ごとに配管の取替を実施する。

なお、漏水検知器を用いて発見できるものは基本的には修繕を行う。

(イ) 収益率の改善

漏水率が高い DMA には配管の取り替えを実施する。更新する管の選定は非常に興味深いものである。その区画内の管のうちダクタイル鋳鉄管とステンレス鋼管以外のもの、または敷設 30 年以上のすべての管をダクタイル鋳鉄管とステンレス鋼管にて取替えを行う。つまり、その DMA において深刻な漏水があることがわかれば、個々の管が漏水しているどうかは問題にしないというわけである。図 38 は 16 年間にわたり、430 ヲ所の DMA で配管の取替を実施した結果を示し、収益率の低い区画（漏水率が高い区画）は改善されているのが分かる。しかし、収益率の低い区画はいまだに 400 ヲ所も存在し、収益率向上への道のりはまだまだ長いという。

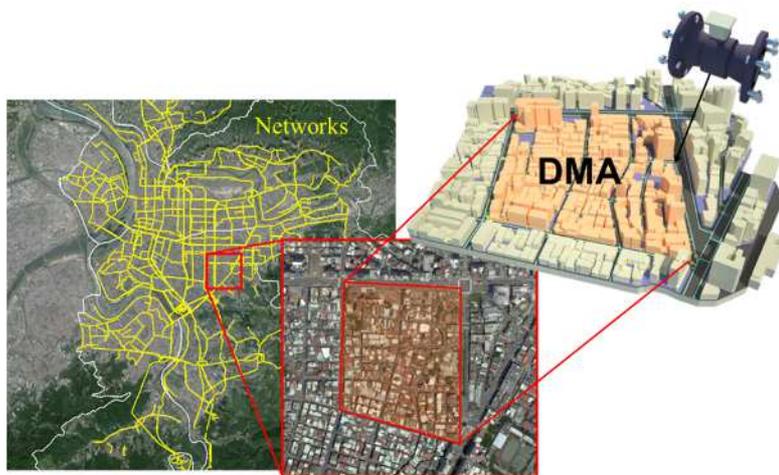


図 37 DMA の使用

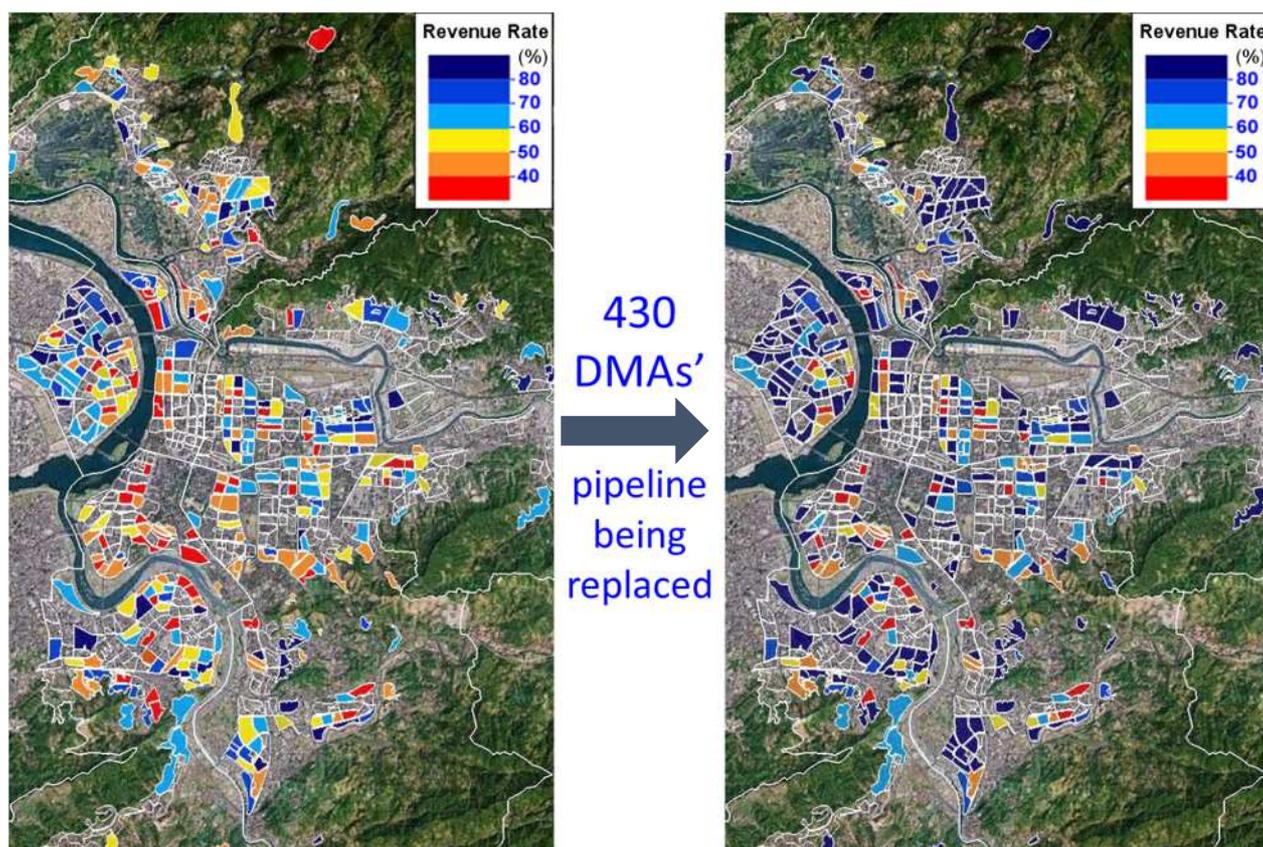


図 38 収益率の向上

(ウ) 給水管材質

台北市水道局でも 1979 年までは鉛管を給水管として使用してきた。しかし、鉛の溶出が人体に悪影響を及ぼすことや耐震性に乏しく腐食に弱いために漏水の原因となることから 2014 年に本格的に鉛管取替プロジェクトを立ち上げた。159 km あった鉛管は 2018 年にはそのほとんどがステンレス鋼管にて取り替えられた。図 39 からわかるようにエルボ部分が波状管であり、継手の数を減らし、漏水防止に優れている。

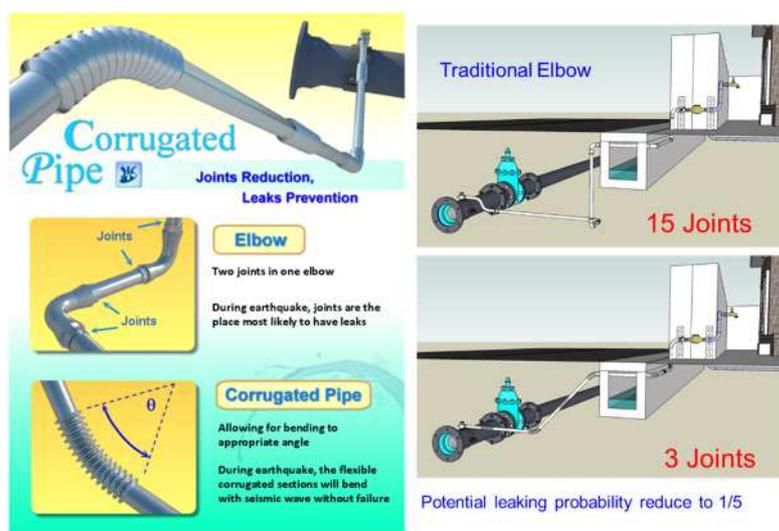


図 38 ステンレス製の給水管

(14) Zhitan 浄水場（台北市水道局）

台北市水道局は 5 つの浄水場をもつが、主要な 3 つの浄水場の水源は Xindian 川である。水源保護のために巡回や水質検査を行い、汚染が確認された箇所の調査や記録をしていく。また、ごみが捨てられている場所も記録している。さらに、この水源の近くには温泉があり、温泉が原因となり川が汚染されていないかどうかを調査及び記録している。汚染があれば、大腸菌やアンモニア態窒素が上昇する。

Zhitan 浄水場はアジアで最大施設能力をもつ浄水場である（図 40）。台北市の給水の 70%を担っており、その施設能力は 340 万 $\text{m}^3$ /日で平均 200 万 $\text{m}^3$ /日の水道水をつくっている。Zhitan 浄水場の水源は Xindian 川であり、第 1 導水管と第 2 導水管により取水している。図 41 にそれぞれの導水管を示す。

Zhitan 浄水場の浄水工程は、取水→凝集沈でん→急速ろ過→塩素消毒である。凝集剤には PAC（ポリ塩化アルミニウム）、凝集補助剤にはポリマーを使用する。処理には原水濁度に悩まされることが多い。川が水源であるため、台風や大雨時は、濁度が短時間で急激に上昇する。2015 年の台風上陸時には原水濁度は約 40,000NTU を記録し、12 時間の取水停止を行った。このような経験から濁度対策として以下が実施された。

なお、通常の原水濁度は 10NTU 以下で浄水濁度は 0.2NTU 程度である。

- ①pre-warning system
- ②沈砂池におけるバツフル板の設置
- ③沈でん池における汚泥掻き寄せ機の導入

①は、事前警告システムとあって、システムが上流の濁度の上昇から下流の濁度上昇値

を推測して、6時間前に知らせるので浄水場は6時間の対応準備期間が与えられる。

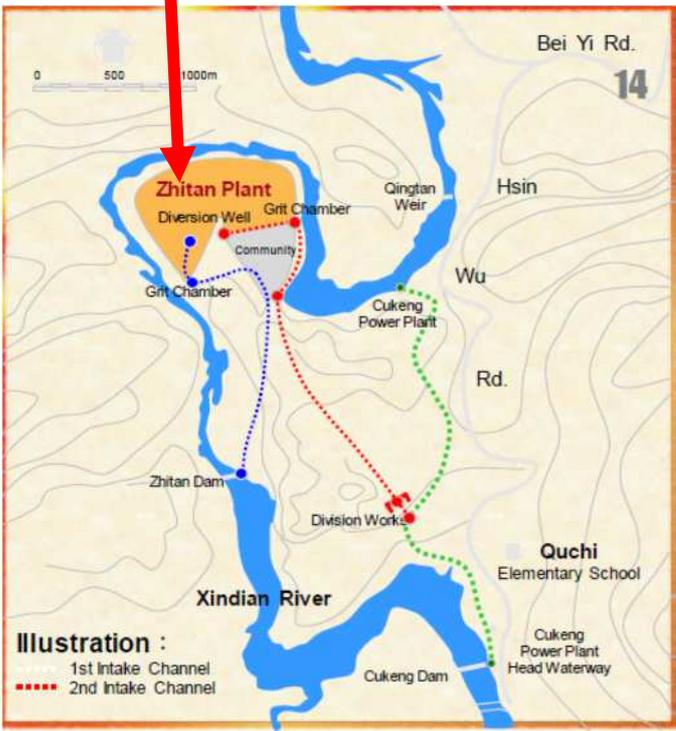
②について、沈砂池にバフ板を設置(図43)することは、スラッジ(汚泥)の沈でん効率を高めることに役立ち、濁度を下げることが可能になる。2016年の台風では、取水口濁度19,800NTUに対し沈砂池濁度は12,000NTUまで下げることができた。

③について、汚泥掻き寄せ機の導入により掻き寄せ作業が人力から電動・機械式になり、台風が来る前に沈でん池の汚泥排出が容易になったことで、沈でん池の能力を最大限活用することが可能になる。

近年の課題としてマンガンの説明を受けた。寒波により取水口あるいは川底のマンガンが対流するようになり、取水をしてしまうという。お客様から水の色がおかしいという苦情をいただいて初めて、マンガンが含まれていることを認識できたという。対策として、常時監視できる装置の導入やマンガン処理の標準作業手順書の作成と活用、そして事前の塩素注入強化を実施している。



图 40 淨水場位置



..... 第一導水管  
 - - - - - 第二導水管

图 41 導水管

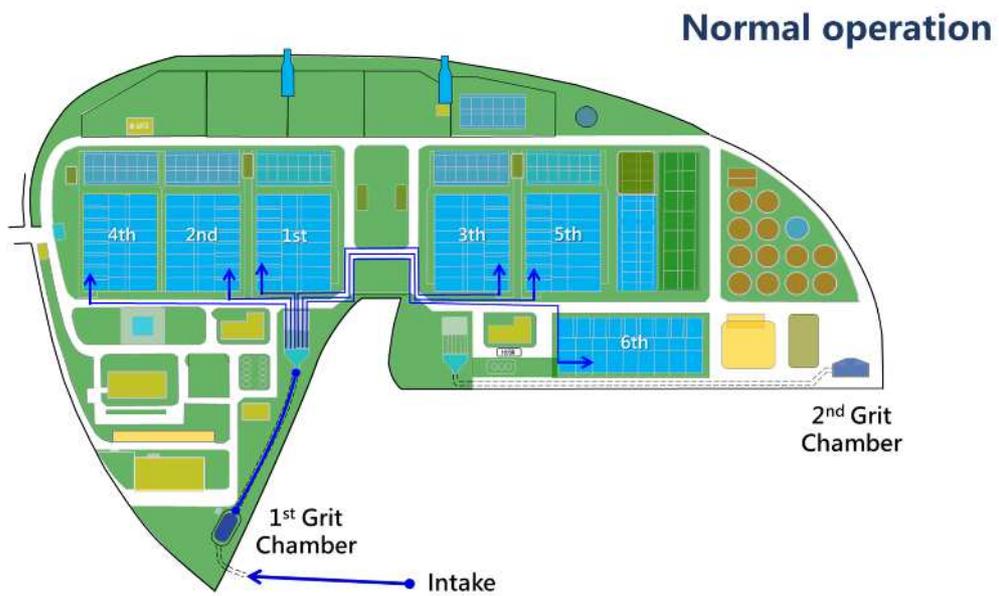


図 42 平面図

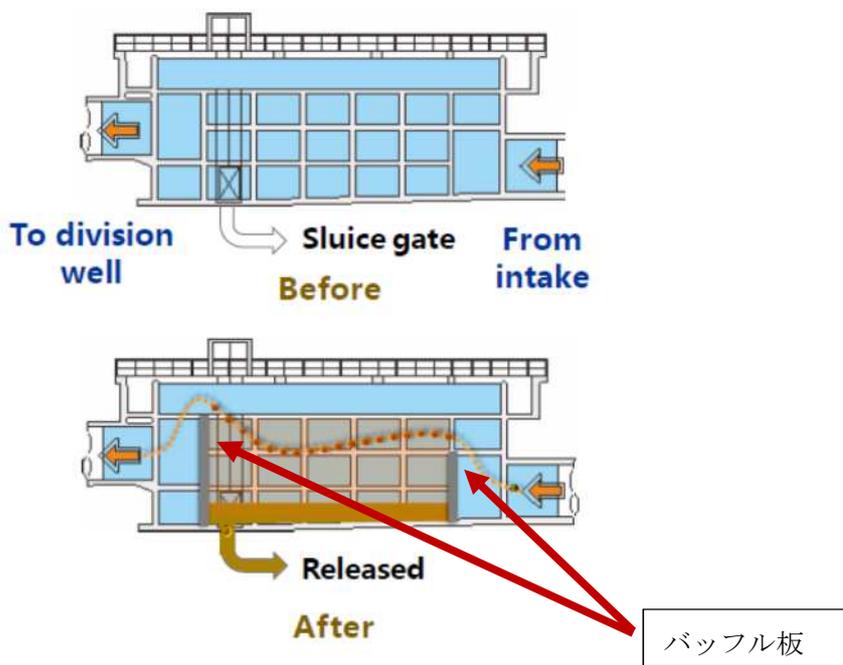


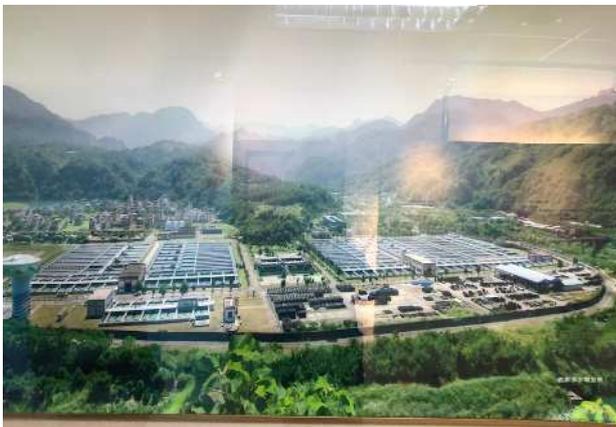
図 43 沈砂池のバッフル板



模型図を使用して浄水場の説明を受ける様子



中央監視室



浄水場全体



沈でん池の傾斜管



ろ過池



逆洗の様子

図 44 浄水場視察

### 3 総括

台湾での研修は、短い期間ではあったが非常に内容の濃い6日間となった。全国から集まった研修生との会話はとても有益であり、この経験は私の水道キャリアにおいて大きな財産となることを確信している。

台湾は島国であり地震や台風による被害がある点において、日本と似ている点が多いが、大雨や台風時には必ずと言っていいほど水道水供給に支障をきたす。自然現象がすぐに水資源枯渇につながる台湾の水道事業体は、どのように水源を確保するかということ優先して事業を行っており、事業体に節水意識が存在する。日本のように、「もっとどんどん使ってください。」というような意識はない。事業経営が厳しいなかでも、課題に積極的に取り組むことは誇りであり、楽しそうに講義をしてくださった姿が印象的であった。

この研修により、日本が水資源に恵まれた国であること、漏水率が低いこと、完成された水道システムを持っていることに改めて気付かされる。日本のサービス、低い漏水率そして水道管の耐震化の成功をお手本としているという言葉聞き、日本の水道事業体で働けることをうれしく思った。英語での質疑応答、英語でのメールのやりとり、夕食会での会話をとおしてコミュニケーション能力がわずかにでも向上したことを期待する。また、報告書作成の過程で情報を集めることが専門知識の習得につながった。全国に水道の仲間ができたことは、大きな収穫となった。

最後になりましたが、英語での研修に不安を抱いていた私を、温かい出迎えとおもてなしで歓迎してくださったCTWWAの皆様、スピーチをしていただいた講師の皆様、私たちが普段使用する水道用語を用いて通訳をしてくださった鳥山氏に感謝申し上げます。そして研修生、渡部氏のおかげで実りのある楽しい時間を過ごすことができましたことに感謝いたします。



夕食会の様子



講義のあいさつ