パラオ共和国
パラオ公共事業公社（PPUC）

パラオ国
無収水削減能力向上
プロジェクト
プロジェクト事業完了報告書

2024年2月

独立行政法人
国際協力機構（JICA）

八千代エンジニヤリング株式会社
日本テクノ株式会社

環境
JR
24－013

パラオ共和国
パラオ公共事業公社（PPUC）

パラオ国
無収水削減能力向上
プロジェクト
プロジェクト事業完了報告書

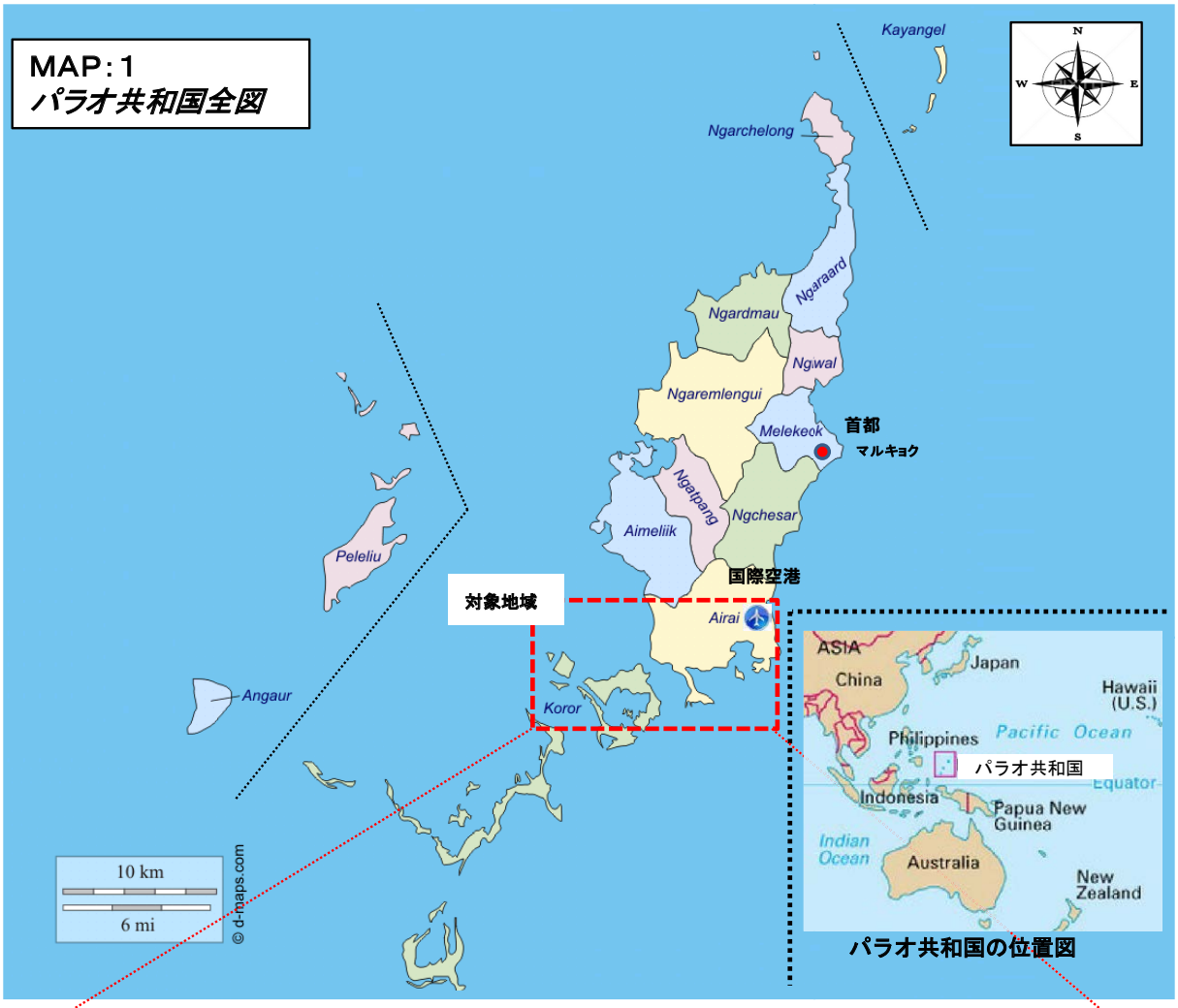
2024 年 2 月

独立行政法人
国際協力機構（JICA）

八千代エンジニヤリング株式会社
日本テクノ株式会社

通貨換算率
（2024年1 月）
USD 1.00 = JPY 142.364

(出典：JICA 公式ホームページ)


MAP：1
パラオ共和国全図
Kayangel
Ngarchelong
Ngaraard
Ngardmau
Ngiwal
Ngaremlengui
Melekeok
首都
マルキョク
Ngatpang
Ngchesar
Aimeliik
Peleliu
国際空港
対象地域
Airai
Angaur
Koror
10 km
6 mi
© d-maps.com
ASIA
China
Japan
Hawaii (U.S.)
Philippines
Pacific Ocean
パラオ共和国
Equator
Indonesia
Papua New Guinea
Indian Ocean
Australia
New Zealand
パラオ共和国の位置図


MAP：2
対象地域
（コロール州、アイライ州）
アイライ州
アラカベサン島
マラカル島
コロール島
コロール州
0 Km
1 Km
2 Km
計画対象地域（コロール州、アイライ州）

位置図



第一回 JCC



第一回 JCC



第二回 JCC の準備作業



第二回 JCC



第三回 JCC の準備作業



第三回 JCC



第四回 JCC



第四回 JCC



漏水探知の実務研修



水道メータ精度テスト



トレイルカメラを用いた流量測定の研修



コロール州における問題個所の特定



本邦研修



供与機材を用いた管路修理



本邦研修の監理会社（ICETT）と研修生

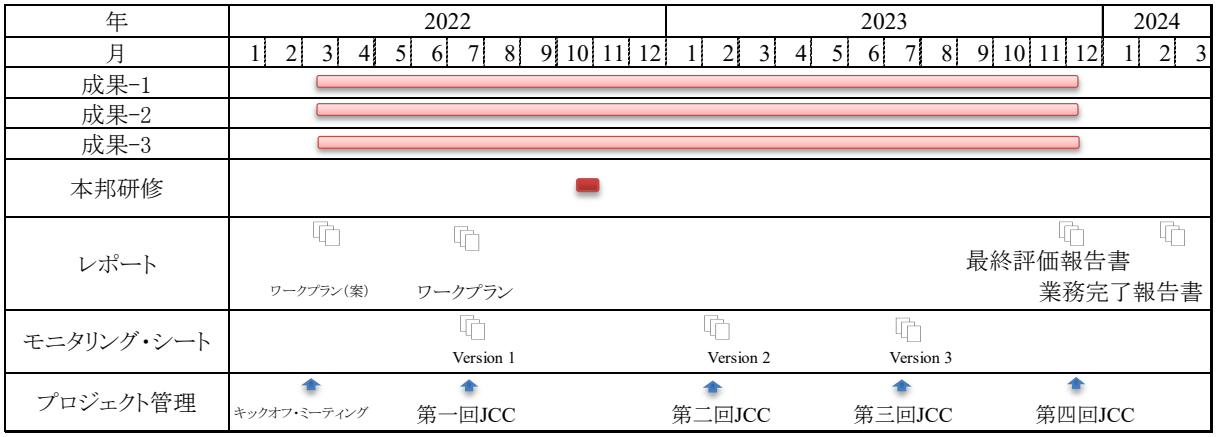


第七回大洋州上下水道幹部フォーラム・第十四回会合・PWWA エキスポにおける本プロジェクトの紹介

巻頭写真

要約

プロジェクト事業完了報告書は、プロジェクトの全ての活動及び成果を含む。パラオ国無収水削減能力向上プロジェクト（以下、「本プロジェクト」）は2022年2月に開始され、良好な結果をあげ2024年2月に完了した。本プロジェクトは、独立行政法人国際協力機構（以下、「JICA」）およびパラオ公共事業公社（以下、「PPUC」）間の協力のもと実施された。全体スケジュールおよび主要な活動を図S1に示す。



注記：成果の工程はパラオ国における活動を示す。

出典：専門家チーム

図S1　全体スケジュールおよび主要な活動

プロジェクト・デザイン・マトリックス（以下、「PDM」）に示されている上位目標、プロジェクト目標およびプロジェクトの期待される成果は以下のとおりである。

表S1　上位目標、プロジェクト目標、成果

上位目標	無収水（以下、「NRW」）対策活動（管路更新・漏水探知作業・使用水量把握）が継続され、NRW が減少する。
プロジェクト目標	PPUC の NRW 対策の実施・管理能力が強化される。
成果	当業務を通じて、以下の成果を発現し、業務の目的を達成する。 成果 1：コロール・アイライ配水システムの管路更新基本計画が策定され、計画の実施能力が向上する。 成果 2：漏水探知および管修理、管路更新・切り替え工事に関する能力が向上する。 成果 3：コマーシャルロス対策として使用水量把握・顧客の水利用状況改善に関する能力が向上する。

出典：専門家チーム

専門家チームは 2023 年 11 月から 12 月にかけて、開発援助員会（DAC）の 6 項目（妥当性、一貫性、効果、効率性、インパクト、持続性）に基づいて本プロジェクト全体を総評するとともに、上位目標、プロジェクト目標、成果について評価した。DAC の 6 項目についての結果としては、「比較的高い」と評価された効率性を除く他の項目については、「高い」と評価され、プロジェクトによる成果は PPUC の顕著な能力開発に至ったと言える。6 項目評価結果の要約を表 S2 に示す。

表 S2　6 項目評価結果

基準	結果
関連性	高い　:本プロジェクトは、PPUC のニーズ、関連政策、戦略プランに合致している。

基準	結果	
一貫性	高い	:本プロジェクトは、水資源の確保、エネルギーの節減、水道サービスの向上という点で、わが国の政策に合致している。また、第2次無償事業で敷設された配水管路は有益に利用されており、一層 NRW は大幅に削減されることが期待されている。
効果	高い	:プロジェクト目標の 3 つの指標は達成された。
効率性	比較的高い	:管路更新のパイロット・プロジェクトに必要な機器の調達に遅れが生じた。しかし、その遅れはパイロット・プロジェクトにほとんど支障はなかった。
インパクト	高い	:PPUC では NRW 削減活動プロセスが確立されており、NRW 率の継続的な削減が期待される。また、本事業では、漏水とその修理に関するモニタリング・システムをデータベース化した。これは、漏水の特定と将来の漏水探知計画の策定に貢献できる。
持続可能性	高い	:PPUC は NRW 削減がコスト回収の改善に必要であると認識している。そのため、PPUC は NRW 削減のために必要な「管路更新基本計画」、「水道メータ管理・更新計画」等の適用を約束した。また、技術的なアプローチとして、プロジェクト・チームに任命されたメンバーは、上記の計画や漏水探知マニュアル等を活用し、NRW 削減活動を維持するための予防的なアプローチを行う。

出典：専門家チーム

パイロット活動等を通しての各成果の達成度は以下のとおりに要約される。

表 S3　成果 1 の達成状況

成果 1：コロール・アイライ配水システムの管路更新基本計画が策定され、計画の実施能力が向上する。	
検証指標	達成状況
1-1.コロール・アイライ配水システムの管路更新基本計画が PPUC の CEO によって承認される。	● コロール・アイライ配水システムの管路更新基本計画の作成は、2023 年 11 月末に完了した。 ● 管路更新基本計画は、背景、目的、現状、パイロット・プロジェクトの効果と評価、基本方針、更新計画の優先順位、事業費、実施スケジュールで構成されている。 ● コロール・アイライ配水システムの管路更新基本計画は、2023 年 12 月 6 日に CEO によって承認された。 ● 以上から、この指標は達成された。
1-2. 管路の現状が分析される。	● 現在の配水管網の問題点を明らかにするため、コロール・アイライ配水システムの配水管網の分析が行われた。 ● 配水管路の管網分析の結果は、コロール・アイライ配水システムの管路更新基本計画に生かされた。 ● 以上から、この指標は達成された。
1-3.パイロット・エリアの管路更新基本計画が承認される。	● 2023 年 2 月、第二回 JCC において、パイロット・エリアの管路更新基本計画の作成が完了し、承認された。 ● パイロット・プロジェクトは、同計画に基づいて実施された。 ● 以上から、この指標は達成された。

出典：プロジェクト・チーム

表 S4　成果 2 の達成状況

成果 2：漏水探知および管修理、管路更新・切り替え工事に関する能力が向上する。	
検証指標	達成状況
2-1. 漏水探知マニュアルは PPUC の CEO により承認される。	● 漏水探知マニュアルの作成は 2023 年 11 月末に完了した。 ● 漏水探知マニュアルは、漏水探知から漏水修理までのワークフロー、漏水探知の方法、NRW モニタリング、パラオにおける宅内漏水調査等の要素から構成されている。 ● 漏水探知マニュアルは 2023 年 12 月 6 日、CEO によって承認された。

成果 2：漏水探知および管修理、管路更新・切り替え工事に関する能力が向上する。	
検証指標	達成状況
	● 専門家チームは PPUC による使いやすさを考慮し、漏水探知マニュアルを今後も更新していく必要があることを提案した。 ● 以上より、この指標は達成された。
2-2.管路更新基本計画マニュアルと事例／教訓の報告書は PPUC の CEO により承認される。	● 管路更新基本計画の策定に必要なマニュアルの作成は、2023 年 11 月末に完了した。 ● 管路更新基本計画のマニュアルは、目的、基本方針、管路更新基本計画、優先順位付け、概算費用、実施スケジュール等から構成される。 ● 2023 年 12 月 6 日、CEO により管路更新基本計画マニュアルが承認された。 ● 専門家チームは、PPUC が管路の切り替え等のような日常業務を通じて得られた教訓を踏まえ、管路更新基本計画マニュアルを改善する必要があることを提案した。 ● 以上より、この指標は達成された。

出典：プロジェクト・チーム

表 S5　成果 3 の達成状況

成果 3：コマーシャルロス対策として使用水量把握・顧客の水利用状況改善に関する能力が向上する。	
検証指標	達成状況
3-1.公共水利用改善計画および水道メータの品質管理・更新計画は、PPUC の CEO により承認される。	● 2023 年 9 月末に、公共水利用改善計画および水道メータの品質管理・更新計画が完了した。 ● 2023 年 12 月 6 日、公共水利用改善計画および水道メータの品質管理・更新計画は CEO により承認された。 ● 以上より、この指標は達成された。

出典：プロジェクト・チーム

プロジェクト目標は表 S6 に示すように達成された。

表 S6　プロジェクト目標の達成状況

プロジェクト目標：PPUC の NRW 対策の実施・管理能力が強化される。	
検証指標	達成状況
パイロット・エリアにおいて NRW 率が削減される。	● 2022 年 3 月、パイロット・エリアの NRW 率は約 41.2%であった。 ● パイロット・エリアである Ngermid の配水エリアには 24 世帯が居住している。 ● 約 144 m の配水管路が敷設され、パイロット・エリアでは 13 か所の給水管路の接続が古い AC 配水管路から新規の PVC 配水管路に切り替えられた。 ● パイロット・エリアの水道メータ 24 基のうち 19 基が、読み取り精度が低く故障していたため、新しいメータに交換された。 ● プロジェクト・チームは流入水量と水使用量を測定し、2023 年 11 月の NRW 率を約 31.1%と算出した。パイロット・プロジェクトの結果、NRW 率は 10.1 ポイント減少した。 ● 以上より、この指標は達成された。
パイロット・エリアにおいて、配水管路と給水管路の更新が適切に行われる。	● 給配水管路の更新は 2023 年 7 月末に完了した。 ● 瑕疵担保期間は 2023 年 10 月 31 日に満了した。瑕疵検査までに管路更新や給水菅の切り替えについて問題はなかった。 ● PPUC は、旧配水管路から新配水管路への切り替えの対策について知見を得た。 ● 以上より、この指標は達成された。
パイロット・エリアにおいて、水利用に関する住民の意識が向上する。	● パイロット・エリアにおける世帯を対象とした水使用調査によると、全ての世帯が節水を意識し、水道の蛇口を着実に閉める、シャワーの回数を減らす等の行動をとっていた。 ● プロジェクト・チームは、宅内漏水に関する「漏水探知と管路修

プロジェクト目標：PPUC の NRW 対策の実施・管理能力が強化される。	
	理」のリーフレットを作成し、PPUC のホームページに掲載した。このリーフレットは、PPUC の公式請求書に示される予定である QR コードから簡単にアクセスできる。 ● 上記の PR 活動を通じて、パイロット・エリアでは世帯の水利用に対する意識がさらに向上することが期待される。 ● 以上より、この指標は達成された。

出典：プロジェクト・チーム

本プロジェクトで知見を得た PPUC 職員がマニュアルや各種計画書を活用しながらすでに流量監視、漏水箇所のマッピング、管路切り替え、水道メータの適切な精度確認等の活動を行っており、上位目標は達成される見込みである。

表 S7　上位目標達成の見通し

上位目標：NRW 対策活動（管路更新・漏水探知作業・使用水量把握）が継続され、NRW が減少する。	
検証指標	プロジェクト終了時の状況／展望
コロール・アイライ配水システムの NRW 率が、プロジェクト終了時に比べ、継続的に減少する。	● コロール・アイライ配水システムでは、NRW 率は、プロジェクト開始時のベースラインである 2021 年時点で約 42.1%であったが、その後、プロジェクト活動を通じて NRW 率を精査した結果、特定の月で有収水量がダブルカウントされていたため、 NRW 率を約 55.5%に修正した。 ● コロール・アイライ間の NRW 率は、2022 年の平均で 55%、2023 年 11 月時点で約 51.7%であった。NRW 率はプロジェクト開始時に比べ 3.8 ポイント低下した。 ● PPUC は、プロジェクトを通じて NRW 削減活動のスキルを身につけた後、NRW 削減と流量監視を継続的に行っている。 ● 同時に PPUC は、管路更新マニュアルを活用した管路の更新、漏水探知マニュアルを活用した漏水探知、水道メータ管理・更新計画に基づく水道メータの交換等、NRW 削減活動を計画している。 ● PPUC が管路更新基本計画や水道メータ更新計画、各種マニュアルを活用しながら、すでに日常の流量観測、そのデータに基づいた効率的な漏水探知活動を行っている点から判断し、コロール・アイライ配水システムの NRW 率を削減できることは確かであると言える。 ● 以上のことから、NRW 率はプロジェクト終了時に比べ、今後継続的に低下することが予想される。

出典：プロジェクト・チーム

本プロジェクトでは、日本側の投入として、JICA は 31 人月の専門家チームを PPUC に派遣し、5 名の PPUC 職員を日本（三重県）での約 2 週間の技術訓練に招待した。また流量測定、漏水探知、管路修理、水道メータの精度試験等に必要な機材を PPUC へ供与した。供与機材の総額は約 719 万円である。

プロジェクトの開始序盤に、専門家チームは組織レベルおよびチーム（管路更新基本計画、漏水探知、広報、水道メータ保守、請求、顧客管理担当チーム）・レベルでの能力のベースラインを設定し、このベースラインを基にして能力開発計画を策定した。能力開発計画は中間目標（2023 年 2 月時点）と最終目標（2023 年 11 月時点）、検証可能な指標、目標達成手段から構成された。専門家チームが業務指標や流量等の運用データ、インタビュー等を通じて組織およびチームを評価した。活動成果としては、能力レベルでは総合的には改善が図られたが、NRW 削減の体制等の一

層の強化が求められる。

本プロジェクト終了後も、PPUC が着実に NRW を削減するために、リーダー的立場の職員を配置した上で、次のような提言について励行していく必要がある。

【組織レベル：マネジメント】

◆　PPUC にデータベース（GIS）部門設立

PPUC 職員が既存の水道施設に関する情報を把握していなければ、日常の維持管理は非効率であるため、PPUC は、管路、漏水箇所、水道メータの情報を定期的に更新する専用のデータベース部門を設置することが望ましい。更新される情報により、漏水探知、漏水修理、管路の切り替え等といった日常の維持管理が容易になる。

◆　啓発活動の強化

本プロジェクトでは、宅内漏水や節水等に関する顧客に対する啓発活動の件数が増加した。この活動は顧客の理解を促進し、水資源の確保に貢献できる。PPUC による顧客啓発の PR 活動は PPUC によって継続されることが強く望まれる。

◆　水道料金改定の留意点

現在、PPUC の水道料金は世帯収入の約 4.7%を占める。これは、世界銀行が発展途上国に対して提唱している標準値である可処分所得の 4%を上回る。

PPUC の水道料金制度は 2023 年 10 月に改定されることになっていたが、PPUC の理事会で否決された。月々の世帯収入に対する水道料金の割合がさらに上がれば、生活が困窮する顧客も出てくるため、PPUC は違法接続の動向に注意を払う必要がある。

◆　データ管理の整備

本プロジェクトでは Google Appsheet と Google Looker Studio を導入し、漏水箇所の分布確認、配水量と NRW 率の監視を行った。PPUC は、Google Appsheet と Google Looker Studio を活用しながら流量と NRW 率の動向を継続的に監視し、それに基づき漏水探知や管路修理等のアクションを迅速かつ効率的に行うことが推奨される。

◆　NRW 削減に関するリーダー的立場の職員の任命と年間行動計画

専門家チームの経験によると、他国ではプロジェクト終了後、活動のペースが落ちる傾向にある。したがって、PPUC においては現在の NRW 活動が蔑ろにされず、将来も NRW 削減活動を着実に継続して実行できるように、NRW 削減活動のリーダー的立場の職員を人選し、NRW 削減の年次行動計画を作成することが望ましい。

【チーム・レベル】

◆　信頼できる業務体制の確立

本来配水管上の閉栓されなければならない古い仕切弁が開栓されていると、NRW の原因となる。古い仕切弁を閉栓しなければ、多量の水が NRW として無駄になってしまう。通常の活動として、水道メータの技術者やその他の漏水探知チームは、水が流れないかどうかを継続的に点検し、あ

るいは水の流れの音響を探知することが不可欠である。

◆　**日常的な NRW 削減活動に関わる職員間の技術情報の共有**

データ管理には、配水流量、使用水量、漏水箇所、修理記録、検針データ、水道メータの精度検査、水道メータの交換状況等の技術情報の共有が含まれる。これらの日々の情報共有は、NRW 削減活動の持続性を確保する上で不可欠であり、質の高いかつ効率的な作業を行うために日常の NRW 削減活動に関わる職員間で共有されなければならない。

◆　**本プロジェクトを通じて得た知識の共有**

2 年弱のプロジェクト期間中に、NRW 削減活動に従事していた職員 2 名が離職した。NRW 削減活動の持続可能性を確保するため、プロジェクト・コーディネーターだけでなく、管路更新基本計画、漏水探知、コマーシャルロス等に携わった主導的立場の職員が、プロジェクトを通じて得た知識を他の職員に共有する役割を有すことが推奨される。

目　次

巻頭図　業務対象位置図
巻頭写真
要約
目次
略語表

第 1 章　　プロジェクト概要 1
1.1　　プロジェクトの背景・目的 1
1.2　　上位目標およびプロジェクト目標、成果 1
1.3　　プロジェクト期間 2
1.4　　プロジェクト対象地域 2
1.5　　プロジェクト実施機関 2
1.6　　プロジェクト実施体制 2
第 2 章　　プロジェクト運営 4
2.1.　　実施プロセス 4
2.1.1.　　PDM の改定 4
2.1.2.　　プロジェクト・モニタリング 4
2.2.　　合同調整委員会（JCC） 4
2.3.　　投入 5
2.3.1　　日本側による投入 5
2.3.2　　パラオ側による投入 9
第 3 章　　成果 1 に関する活動 11
3.1　　既存の資料、配管図等をレビューし、管路の現状を整理・分析する（活動 1-1） 11
3.1.1　　活動概要 11
3.1.2　　活動結果 11
3.2　　給配水状況（配水枝管、給水管、不法接続等）を調査・聞き取り等により収集する（活動 1-2） 16
3.2.1　　活動概要 16
3.2.2　　活動結果 17
3.3　　配管図等を更新し、管網解析を実施する（活動 1-3） 30
3.3.1　　活動概要 30
3.3.2　　活動結果 31
3.4　　管路更新の評価基準を設定し、路線もしくは／および地域の優先順位（案）を作成する（活動 1-4） 40
3.4.1　　活動概要 40
3.4.2　　活動結果 40
3.5　　給水管布設替えおよび水道メータ交換を含む管路更新のパイロット・エリアを選定する（活動 1-5） 41
3.5.1　　活動概要 41
3.5.2　　活動結果 41

3.6　活動 2-2、3-2 を通し、パイロット・エリアで漏水探知、メータ精度確認、顧客水利用含め詳細な現状調査を実施する（活動 1-6）.....45
3.6.1　活動概要.....45
3.6.2　活動結果.....45
3.7　活動 2-3 と協力してパイロット・エリアの管路更新基本計画を策定する（活動 1-7）..50
3.7.1　活動概要.....50
3.7.2　活動結果.....51
3.8　パイロット・エリアに流量計を設置し、流入量を計測・モニタリングする（活動 1-8）53
3.8.1　活動概要.....53
3.8.2　活動結果.....53
3.9　パイロット・エリアで、管路（配水管）更新を実施し、実施前後の流入出量変化を把握する（活動 1-9）.....55
3.9.1　活動概要.....55
3.9.2　活動結果.....55
3.10　パイロット・エリアで、給水管布設替えおよび水道メータ交換を実施し、実施前後の流入出量変化を把握する（活動 1-10）.....58
3.10.1　活動概要.....58
3.10.2　活動結果.....58
3.11　パイロット・エリアにおける結果および改善効果をまとめる（活動 1-11）.....60
3.11.1　活動概要.....60
3.11.2　活動結果.....60
3.12　上記の活動をもとに、優先順位決定を含めたコロール・アイライ配水システムの管路更新基本計画を策定する（活動 1-12）.....61
3.12.1　活動概要.....61
3.12.2　活動結果.....62
第 4 章　成果 2 に関する活動.....71
4.1　漏水探知、管修理、管路更新・切り替え工事に関する現状を整理・分析する（活動 2-1）71
4.1.1　活動概要.....71
4.1.2　活動結果.....71
4.2　PPUC 職員が給配水管の漏水探知を実施できるように、活動 1-6 の結果も組み込み、漏水探知マニュアル（案）を作成する（活動 2-2）.....75
4.2.1　活動概要.....76
4.2.2　活動結果.....76
4.3　PPUC 職員が管路更新基本計画を策定・更新できるように、活動 1-7 の結果も組み込み、管路更新マニュアル（案）を作成する（活動 2-3）.....76
4.3.1　活動概要.....76
4.3.2　活動結果.....77
4.4　PPUC 職員が旧管路から新管路への切り替え工事を適切にできるように、成果 1 の結果等を利用して教訓・事例集を作成する（活動 2-4）.....83
4.4.1　活動概要.....83
4.4.2　活動結果.....83
4.5　成果 1 のパイロット・エリアに加え、漏水探知活動パイロット・エリアを設定し、活動

2-4 までで作成したマニュアル等を活用した OJT を実施し、フィードバック、マニュアル最終化作業をする（活動 2-5）.....88
4.5.1 活動概要.....88
4.5.2 活動結果.....88
4.6 活動 2-5 までの結果を、成果 1 の優先順位、管路更新基本計画の策定に反映する（活動 2-6） 97
4.6.1 活動概要.....97
4.6.2 活動結果.....98
第 5 章 成果 3 に関する活動.....99
5.1 コマーシャルロスとして使用水量把握・顧客水利用に関する現状を整理・分析する（活動 3-1）.....99
5.1.1 活動概要.....99
5.1.2 活動結果.....99
5.2 水道メータの精度テストの必要性・不法接続有無を確認し、活動 1-6 の結果も組み込み、水道メータの品質管理・更新計画（案）を作成する（活動 3-2）.....101
5.2.1 活動概要.....101
5.2.2 活動結果.....101
5.3 成果 1 のパイロット・エリアに加え、使用水量把握改善活動パイロット・エリアを設定し、活動 3-2 で作成した計画を活用した OJT を実施し、フィードバック、計画最終化作業をする（活動 3-3）.....102
5.3.1 活動概要.....103
5.3.2 活動結果.....103
5.4 水の無駄使いや宅内漏水量を削減するための顧客水利用の改善計画を作成する（活動 3-4） 106
5.4.1 活動概要.....106
5.4.2 活動結果.....106
5.5 成果 1 のパイロット・エリアおよび使用水量把握改善活動パイロット・エリアにおいて、活動 3-4 の改善計画（案）に基づき、顧客水利用改善に関する取り組み（節水啓発、広報、節水機器等）および OJT を実施し、フィードバック、改善計画最終化作業をする（活動 3-5）..107
5.5.1 活動概要.....107
5.5.2 活動結果.....107
5.6 活動 3-5 までの結果を、成果 1 の優先順位、管路更新基本計画の策定に反映する（活動 3-6） 110
5.6.1 活動概要.....110
5.6.2 活動結果.....111
第 6 章 プロジェクト目標の達成度.....112
6.1 プロジェクト実績の評価.....112
6.1.1 成果の達成状況.....112
6.1.2 プロジェクト目標の達成に向けた進捗状況.....113
6.1.3 上位目標達成の見通し.....114
6.2 OECD-DAC の示す評価基準に基づく評価結果.....114
6.2.1 評価デザイン.....114
6.2.2 データ収集の方法.....115
6.2.1 OECD-DAC の 6 つの基準.....115

6.2.2 評価結果 115
6.3 キャパシティ・アセスメント 119
6.3.1 組織レベル 120
6.3.2 チームレベル 120
第 7 章 課題および工夫、教訓 123
7.1 本プロジェクトを通じた課題と工夫 123
7.1.1 流量の可視化による漏水探知の促進 123
7.1.2 漏水修理の促進 123
7.1.3 漏水記録の充実 123
7.1.4 漏水発生の可能性についての迅速な把握 123
7.2 本プロジェクトからの教訓 123
7.2.1 技術的側面 124
7.2.2 顧客に対する信頼確保 125
第 8 章 上位目標達成に向けての提言 126
8.1 結論 126
8.2 提言 126
8.2.1 信頼できる業務体制の確立 126
8.2.2 啓発活動の強化 127
8.2.3 PPUC にデータベース（GIS）部門設立 127
8.2.4 水道料金改定の留意点 127
8.2.5 データ管理の整備 127
8.2.6 日常的な NRW 削減活動に関わる職員間の技術情報の共有 127
8.2.7 本プロジェクトを通じて得た知識の共有 128
8.2.8 NRW 削減に関するリーダー的立場の職員の任命と年間行動計画 128

略語表

[組織等]	英文	和文
ADB	Asian Development Bank	アジア開発銀行
AWWA	American Water Works Association	米国水道協会
DAC	Development Assistance Committee	開発援助委員会
EQPB	Environmental Quality Protection Board	環境品質保護委員会
ICETT	International Center for Environmental Technology Transfer	公益財団法人 国際環境技術移転センター
IMF	International Monetary Fund	国際通貨基金
IWA	International Water Association	国際水協会
JCC	Joint Coordination Committee	合同調整委員会
JICA	Japan International Cooperation Agency	国際協力機構
KAWTP	Koror-Airai Water Treatment Plant	コロール・アイライ浄水場
OECD	Organization for Economic Co-operation and Development	経済協力開発機構
OEK	Olbil era Keluau	-
PALARIS	The Palau land and Resource Information System	パラオ国土資源情報システム
PCC	Palau Community College	パラオ・コミュニティー大学
PPR	Palau Pacific Resort Hotel	パラオ・パシフィック・リゾート・ホテル
PPUC	Palau Public Utilities Corporation	パラオ公共事業公社
PWWA	Pacific Water and Wastewater Association	大洋州上下水道協会
USAID	United State of America Aid	米国国際開発庁
WCC	Williams Construction Company	-
WO	Water Operation	水道運転

[一般用語]		
AC	Asbestos Cement	アスベストス・セメント
BI	Business Intelligence	ビジネス・インテリジェンス
CEO	Chief Executive Officer	最高経営責任者
COMPACT	Compact of Free Association between the United States and three Pacific Island nations: the Federated States of Micronesia, the Republic of the Marshall Islands, and the Republic of Palau	コンパクト
C/Ps	Counterparts	カウンターパート
EPANET	Environment Protection Agency NET	エパネット
FY	Fiscal Year	事業年度
GI	Galvanized Iron	亜鉛メッキ鋼
GIS	Geographic Information System	地理情報システム
HDPE	High Density Polyethylene	高密度ポリエチレン
ID	Identification Card	身分証明書
KML	Keyhole Markup Language	ケイエムエル
KPI	Key Performance Indicators	主要業務指標
MNF	Minimum Night Flow	夜間最小流量
NRW	Non-Revenue Water	無収水
PC	Personal Computer	パソコン
PDM	Project Design Matrix	プロジェクト・デザイン・マトリックス
PO	Plan of Operation	活動計画
PR	Public Relation	広報
PVC	Poly-Vinyl Chloride	塩化ビニル
QGIS	Quantum Geographic Information System	オープンソース地理情報システム

[単位]

%	Percentage	パーセンテージ
gpm	Gallon per Minute	ガロン/分
JPY	Japanese Yen	日本円
lpcd	Liter per Capita per Day	一人一日当たりリッター
m	Meter	メートル
m^3	Cubic Meter	立方メートル
MG	Million Gallon	百万ガロン
mil.	Million	百万
min	Minute	分
mm	Millimeter	ミリメートル
psi	Pound per Square Inch	平方インチあたりポンド
thou.	Thousand	千
USD	United States Dollar	米国ドル

第1章　プロジェクト概要

1.1　プロジェクトの背景・目的

パラオ共和国（以下、「パラオ国」）はミクロネシアの島々からなる、フィリピン国から東に約1,000 kmのところに位置する国である。2022年の総人口は約18,000人と推定され、パラオ国の総人口の約81%が経済・工業地帯である旧首都コロールに居住している。

日本政府は水需要の増加と既存給水施設の老朽化を鑑み、2つの無償資金協力プロジェクトを実施した。1989年の無償資金協力事業（第1次無償事業）では、送配水管路として機能していた送水管路と分離する形で送水管路が敷設された。2018年の無償資金協力事業（第2次無償事業）では、送配水管路と一次配水管路の増強と改修が行われた。さらに、第2次無償事業では、配水量分析、漏水探知等の無収水（以下、「NRW」）削減活動に関する技術支援が実施された。

第2次無償事業が完了した時点で、同事業で設置された流量計を用いて流量を計測した結果、パラオ公共事業公社（以下、「PPUC」）は高い精度のNRW率の結果を得ることができた。第2次無償事業の実施前、PPUCはNRW率を約50%と推定し想定の域を出ていなかったが、第2次無償事業実施後、PPUCはNRW率が約47%であることを確認した。

コロール・アイライ配水シスムには、劣化している可能性が高いものの、現在も使用されている40年以上前に敷設された石綿セメント管（以下、「AC管」）が多く残っている。しかし、35.8 kmのAC管のうち、第2次無償事業で改修されたのは12.9 kmに過ぎない。さらに、全ての配水管路の詳細な記録が残っていないため、PPUCは新旧両方の管路を使用せざるを得ず、その結果、NRW率が約50%[1]に達している。

近年、パラオはエルニーニョの影響による降雨量の減少や干ばつに直面しており、その結果、水資源確保に課題が生じている。特に2016年には深刻な干ばつに見舞われ、ダム水の枯渇、給水制限、断水等が発生した。そのため、水資源の有効利用、NRWの削減、住民の意識向上による節水が不可欠となっている。

かかる背景を踏まえ、PPUCは、水資源の有効活用に焦点を当てた「パラオ国無収水削減能力強化プロジェクト」（以下、「本プロジェクト」）における管路更新基本計画の策定、漏水探知、管路修理、顧客管理等を通し、NRW削減に係る総合的な能力強化に取り組むに至った。

1.2　上位目標およびプロジェクト目標、成果

上位目標、プロジェクト目標、プロジェクト成果を表1.2.1に示す。

表1.2.1　上位目標、プロジェクト目標、期待される成果

上位目標	NRW対策活動（管路更新・漏水探知作業・使用水量把握）が継続され、NRWが減少する。
プロジェクト目標	PPUCのNRW対策の実施・管理能力が強化される。
期待される成果	当業務を通じて、以下の成果を発現し、業務の目的を達成する。 成果1：コロール・アイライ配水システムの管路更新基本計画が策定され、計画の実施

[1]NRW率データ（2019年6月～2021年6月）

	能力が向上する。 成果 2：漏水探知および管修理、管路更新・切り替え工事に関する能力が向上する。 成果 3：コマーシャルロス対策として使用水量把握・顧客の水利用状況改善に関する能力が向上する。

出典：プロジェクト・チーム

1.3 プロジェクト期間

プロジェクト期間は 2022 年 2 月から 2024 年 2 月までである。専門家チームは 2022 年 3 月から 2023 年 12 月までの期間に現地へ派遣された。

1.4 プロジェクト対象地域

プロジェクト対象地域は、コロール・アイライ州における配水システムが存在する給水地域とする（巻頭図の Location Map 参照）。

1.5 プロジェクト実施機関

プロジェクトの実施組織は、パラオの水道事業を担う PPUC である。

1.6 プロジェクト実施体制

プロジェクトの実施体制を図 1.6.1 に示す。合同調整委員会（以下「JCC」）の関係者（ステークホルダー）は主にコロール州政府、JICA、PPUC、専門家チーム で構成される。

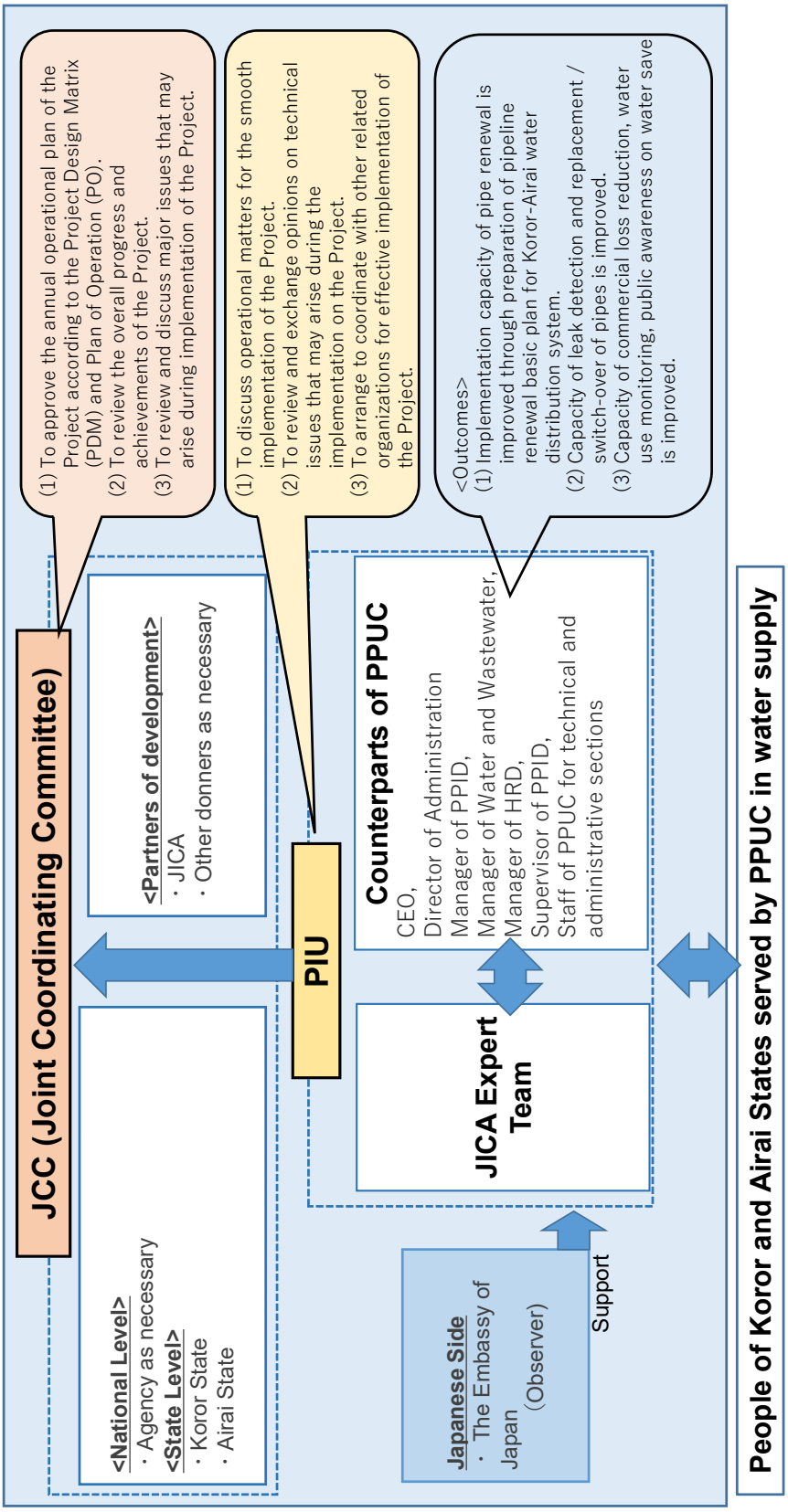


図 1.6.1　プロジェクトの実施体制

第2章　プロジェクト運営

2.1.　実施プロセス

2.1.1.　PDM の改定

本プロジェクトは、プロジェクト・デザイン・マトリックス（以下、「PDM」）の枠組みで実施され、プロジェクト・チームは、第一回 JCC および第二回 JCC において、PDM の以下のような内容を改定した。

- 文言や専門用語の表記の軽微な修正
- 管路更新計画を 2 名の専門家チームで構成（管路更新計画-1 と-2）
- 第一回 JCC の前に調達した超音波流量計とトレイルカメラを、第二回 JCC 前に機材（コンクリートカッター、コンクリートブレーカー、バッテリー&チャージャーを調達

2.1.2.　プロジェクト・モニタリング

プロジェクト・チームは、NRW 削減活動の進捗状況を報告するために、コロール州政府、JICA パラオ事務所、JICA 本部等にモニタリング・シートを表 2.1.1 に示した期間に提出した。

なお、活動フローチャートおよび活動実績を添付資料 2.1.1 と添付資料 2.1.2 に示す。また。専門家チームが自己評価した結果を添付 2.1.3 のとおり要約した。

表 2.1.1　モニタリング・シートの提出時期

モニタリング・ シート／評価報告書	モニタリング・ シート提出期間	更新活動の対象期間	JCC 開催日
バージョン（Ver. 1）	2022 年 6 月	2022 年 2 月～6 月	第一回：2022 年 7 月 5 日
Ver.2	2023 年 2 月	2022 年 7 月 ～2023 年 1 月	第二回：2023 年 2 月 24 日
Ver.3	2023 年 7 月	2023 年 2 月～6 月	第三回：2023 年 7 月 25 日
完了評価報告書	2023 年 12 月	2023 年 7 月～11 月	第四回：2023 年 12 月 6 日

出典：専門家チーム

2.2.　合同調整委員会（JCC）

表 2.1.1 に示すように、プロジェクト期間中 JCC は 4 回開催された。 JCC ではコロール州政府、EQPB、JICA、PPUC 等のステークホルダーが参加し、活動の進捗と成果が報告された。 表 2.2.1 に各 JCC の参加組織を示す。JCC で利用したスライド資料を添付 2.2.1、JCC の議事録を添付資料 2.2.2 に示す。

表 2.2.1　JCC に参加した組織

JCC	参加団体／チーム
第一回	コロール州政府、EQPB、日本大使館、JICA パラオ事務所、JICA 本部、PPUC、専門家チーム
第二回	ADB、JICA パラオ事務所、JICA 本部、PPUC、専門家チーム
第三回	コロール州政府、日本大使館、JICA パラオ事務所、JICA 本部、PPUC、専門家チーム
第四回	コロール州政府、日本大使館、JICA パラオ事務所、JICA 本部、PPUC、専門家チーム

出典：プロジェクト・チーム

2.3. 投入

2.3.1 日本側による投入

（1） 専門家の派遣

プロジェクトを担当する専門家チームは表 2.3.1 に示すように、業務主任者をはじめとする 7 つの専門分野のメンバーで構成される。

表 2.3.1 JICA 専門家チーム

担当分野	専門家チーム
業務主任者／無収水対策	藤山剛敏
副業務主任者／管路更新計画 1	五十嵐秀幸
管路更新計 2	村上照機
漏水管理・技術	新村宏樹
コマーシャルロス／顧客管理	渡邊泰介
施工監理	本田和愛
調達管理	粕谷俊暢／新村宏樹

出典：専門家チーム

なお、専門家チームのリストを添付資料 2.3.1 に示す。

（2） 本邦におけるカウンターパートの研修

本邦研修は 10 月 17 日から 11 月 4 日まで実施された（図 2.3.1 参照）。研修参加者 5 名は PPUC 内における PPID という計画実施部、漏水探知技術者、メータリーダー、配管およびメータ設置技術者、水処理施設オペレーターといった PPUC の異なる部門から人選された。

5 名全員の研修員が実質 11 日間（土日や移動日除く）の全ての講座や現地視察、実務訓練、アクションプラン作成等に参画した。研修員は語学（英語）も問題なく、集合時間を厳守し受講態度も良く、熱心に取り組み、積極的に質疑した。

配水管理、離島への送水事業、管路更新、漏水探知、広報活動、NRW 削減に資する活動を紹介するため、日本の大規模水道事業体だけでなく、パラオと同規模の小規模水道事業体も研修先とした。

実施した研修概要および研修目標、研修日程、研修参加者を表 2.3.2、表 2.3.3、表 2.3.4、表 2.3.5 にそれぞれ示す。

なお、パラオに戻った後、2022 年 12 月 1 日に PPUC で以下の研修生が報告会を行った。

表 2.3.2 研修概要

研修名称	（和）パラオ国無収水削減能力向上プロジェクト（第 1 回技術研修） （英）Project for Strengthening Capacity in Non-Revenue Water Reduction in Palau NRW Reduction Operation
研修期間	2022 年 10 月 17 日（月）から 11 月 4 日（金）まで
研修員人数	5 名

出典：専門家チーム

表 2.3.3　研修目標

NRW 削減対策に係る知識・スキルの向上を図る
①NRW 率低減の一般的な取組みに係る経営的なメリットについて理解を深め、今後の PPUC の水道事業運営の改善に反映される。
②NRW 率低減対策に係る幅広い技術および実務を理解することにより、管路更新や漏水探知活動等につきパイロット・プロジェクトが適切に実施される。
③検針業務および PR 活動・顧客サービスに係る効率的・効果的実施について学び、日常業務に反映される。

出典：専門家チーム

表 2.3.4　研修内容

日付	講義名	講義内容	受入機関
2022/10/19（水）	日本の水道事業、NRW 対策について	我が国の現状・将来の水道事業の課題、ならびに、漏水防止を中心とした水道維持管理の歴史について学ぶ。	八千代エンジニヤリング（株）
	アクションプラン作成	アクションプラン作成方針について理解する。	
10/20（木）	水道展 2022 名古屋の視察	最新の管継手・接続材料・防食材料等配管関係、水処理、下水処理設備、電気設備等に関する本邦製品について知見を広める。	
10/21（金）	三重県企業庁の水道概要/歴史	日本の水道事業の実態、三重県企業庁の役割、浄水プロセスの仕組みについて学ぶ。	三重県企業庁
	漏水復旧等の実習	配水管の漏水復旧について適切な施工手順について理解する。	三重県企業庁高野浄水場
10/24（月）	四日市市の水道概要/配水管管理/料金徴収	水道概要（四日市市の水道ビジョン等）や管路維持管理（漏水調査の計画・実施）、料金徴収（漏水等による減免の事務手続き）、広報（水道週間・泗水の里等）について学ぶ。	四日市市上下水道局
	水道維持管理業務 現場視察①	管布設工事現場視察（布設工事）を通し、実際の施工方法、安全管理を理解する。また、実際の施工を体験する。	四日市市上下水道局
10/25（火）	水道維持管理業務 現場視察②	水源管理センターの中央監視施設（配水コントロールシステム）の視察を通し、遠隔監視について学ぶ。また高岡配水池における小水力発電施設を視察し、再生可能エネルギー施設について学ぶ。	四日市市上下水道局
	水道メータのメーカーによる製品特徴および法令の紹介と業界動静について	水道メータ設置上の重要ポイント（施工、管理上の留意点、設置条件、水圧条件）および維持管理方法について学ぶ。また、水道スマートメータの運用事例についても理解を深める。	東洋計器（株）
	アクションプラン作成	アクションプラン作成に必要な課題抽出や解決策の提案について PCM 手法を通じて学ぶ。	八千代エンジニヤリング（株）
10/26（水）	管路メーカーによる製品特徴の紹介と管路接合実習	配水ポリエチレン管の製品特徴と施工方法について理解を深め、管路接合を実体験する。	（株）クボタケミックス
	アクションプラン作成	PCM 手法を通じてアクションプラン作成に必要な PPUC の課題を抽出する。またその解決策について協議する。	八千代エンジニヤリング（株）
10/27（木）	水道維持管理実習	漏水防止対策および漏水調査工法の講義およびその実習を行う。流量および水圧の測定実習を通し、漏水の可能性の高いエリアを絞りこむ方法を実体験する。	フジテコム（株）
	水道維持管理実習		フジテコム（株）

日付	講義名	講義内容	受入機関
10/28（金）		漏水調査工法の講義およびその実習を行う。音聴機器による漏水の可能性のある管路の選定から、漏水点の絞り込み方法を実体験する。また、相関式漏水探知機を用いた漏水調査工法を実体験する。	
10/31（月）	志摩市水道事業概要/送配水管管理	志摩市の配水計画、配水管更新計画、管路データベース、広報活動について理解する。	志摩市水道課
	志摩市の水源・浄水場の視察	水源・浄水場プロセスの仕組み、維持管理上の留意点について学ぶ。	
11/1（火）	鳥羽市水道事業概要/配水管管理/離島への配水	配水管理や管路布設の手順について学び、海底送水管の切断モデルについて視察を通し知見を広める。	鳥羽市水道課
	鳥羽市中央監視システム、送水起点の視察	流量計の視察等を通して配水モニタリングの重要性について理解し、また同モニタリング設備の維持管理について学ぶ。	鳥羽市水道課
	アクションプラン作成	研修レビューおよびアクションプラン作成	八千代エンジニヤリング（株）
11/2（火）	日本と四日市の公害の歴史	四日市ぜんそくを中心とする公害の歴史を通して、環境問題について知見を広める。	四日市公害と未来館
	発表会、評価会、修了書授与	アクションプランを通して研修成果の発表。研修全体の評価、修了書授与。	

出典：専門家チーム

表 2.3.5　研修参加者

写真	名前	役職
	BAI David	Palau Public Utilities Corporation Project Planning and Implementation Department Environmental Safeguards Officer パラオ公共事業公社 プロジェクト計画・実施部 環境保護担当
	KUARTEI Julian Ermang	Palau Public Utilities Corporation Water Operations Leak Detection Technician パラオ公共事業公社 水道事業 漏水探知技術者
	MIKEL Vernon H	Palau Public Utilities Corporation Business Office Meter Reader パラオ公共事業公社ビジネスオフィスメータリーダー
	SUGAR Augustine Rebluud	Palau Public Utilities Corporation Water Operation Water Meter Technician パラオ公共事業公社水道事業 水道メータ技術者

写真	名前	役職
	THOMAS Santini Bud	Palau Public Utilities Corporation Water Operations Water Treatment Plant Operator パラオ公共事業公社 水道事業 水処理施設オペレーター

出典：プロジェクト・チーム



伊勢市における管路更新の視察



三重県高野浄水場における管路修理の実務研修



四日市市における管路更新の視察



四日市市における水源管理センターの視察



管材メーカーによる管路接合に係る指導



漏水探知調査会社における実地訓練

出典：専門家チーム

図 2.3.1　本邦研修の状況

(3)　パラオにおける技術訓練

本プロジェクトは以下のメンバー等 PPUC 職員に対する技術訓練を実施した。

- プロジェクト・コーディネーター
- 部長クラス
- 技術アシスタント
- 検針員
- 漏水調査員
- 漏水修理担当配管工
- 環境保護技師
- 在庫係員
- その他（William Construction Company（以下、「WCC」）と Palau National Communication Corporation（以下、「PNCC」）から各 1 名）

プロジェクト期間中、総勢 149 人日がワークショップや実地研修に参加した。2022 年 4 月から 2023 年 6 月までの技術研修の詳細を添付資料 2.3.2 に示す。

（4） 供与機材

添付資料 2.3.3 に記載されている漏水探知、流量測定、漏水修理、給水管更新に必要な機材は、プロジェクトの資金によって調達された。供与機材の総額は 7,190,366 円（USD48,134）である。

2.3.2 パラオ側による投入

（1） PPUC 職員の配置

PPUC からは、最高経営責任者（以下、「CEO」）を含む計 15 名がカウンターパートとして本プロジェクトに参画している。カウンターパートを表 2.3.6 に示す。

表 2.3.6 PPUC のカウンターパート

No.	プロジェクトにおける担当	所属・氏名
1)	Project Director	CEO, PPUC **Mr. Frank Kyota**
2)	Project Manager	Manager. Project Planning & Implementation Department **Mr. Anthony B. Rudimch**
3)	Project Coordinator	Construction Inspector. Project Planning & Implementation Department **Mr. John Kintaro, Jr.**
4)	Manager Procurement Management	Director of Administration **Mr. Tmetuchel Baules**
5)	Manager	Manager, Water Operation **Mr. David Dengokl**
6)	Manager	Manager, Human Resource **Ms. Mariah Okada**
7)	Pipeline Rehabilitation Plan	Outlying States Water System Supervisor, Water Operations **Mr. Marson Aderiano**
8)	Pipeline Rehabilitation Plan	Administrative Officer, Water Operations **Ms. Donna Titiml**
9)	Leakage Control and Techniques	Leak Detection Supervisor, Water Operations **Mr. Lester Rehuher**

No.	プロジェクトにおける担当	所属・氏名
10)	Leakage Control and Techniques	Leak Detection Technician, Water Operations **Mr. Julian Kuartei**
11)	Commercial Loss/Customer Management	CFO (Chief Financial Officer) **Ms. Maria Resa Olivares**
12)	Commercial Loss/Customer Management	Manager, Business Office **Mr. Torual Gibbons**
13)	Commercial Loss/Customer Management	Public Relation Officer, General Administration **Ms. Rhea Isebong Rengulbai**
14)	Construction Supervisor	Engineer, Water Operation **Mr. Sofronio Mahor**
15)	Procurement Management	CPO (Chief Procurement Officer) **Ms. Johanny Kurihara**

出典：プロジェクト・チーム

（2） 執務室および研修場所、その他

PPUC は、Malakal にある水事業事務所において、JCC や研修等に必要な執務室、会議室、Wi-Fi やプロジェクター等を提供した。

（3） 現地経費

PPUC はプロジェクトの効果的かつ円滑に活動を進めるため、以下の費用を確保した。

- カウンターパートや研修生のための国内経費（交通費等）
- 電気、水道、燃料等の光熱費
- Ngermid の管路更新のパイロット地区における 19 個の水道メータの設置費用、管理費（PPUC 職員の手当、交通費、通信費、通関費）

第3章　成果 1 に関する活動

成果：コロール・アイライ配水システムの管路更新基本計画が策定され、計画の実施能力が向上する。

3.1　既存の資料、配管図等をレビューし、管路の現状を整理・分析する（活動 1-1）

3.1.1 活動概要

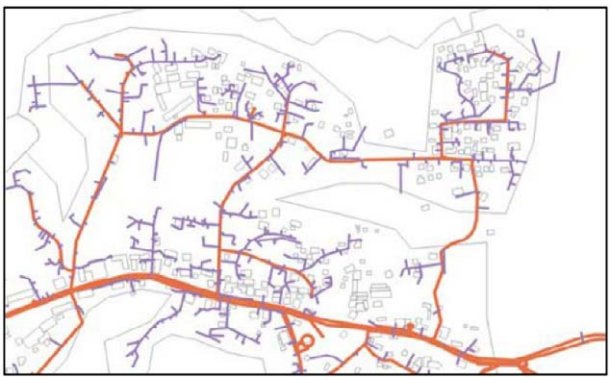
PPUC が保有するコロール・アイライ配水システムの配管図等の既存資料を確認し、レビューを行い、管路の現状について取り纏めて、管路更新基本計画の策定に向けて課題等を分析する。主に行った活動は次のとおりである。

- 配管図 GIS、CAD、PDF、紙図面の入手
- GIS データのスマートフォンやパソコン上での表示
- 図面や GIS データ等の保管フォルダの構築
- 管路の現状についての取りまとめ
- 管路の課題整理

3.1.2 活動結果

（1） 管路の現状

パラオ国土資源情報システム（以下、「PALARIS」）が 2008 年頃に上下水道の配管情報を GIS データとして作成している（図 3.1.1 参照）。一方、現在 PPUC には GIS あるいはデータベース部門がなく、既存管路情報の更新は行われていない。配管の位置は配管工事を担当しているベテランの職員の記憶に頼っており、体系的な管路管理を行っているとは言えない。



凡例：
オレンジ色：配水管
紫色：給水管

給水管が配水枝管のように用いられている。
配水管については、口径、管種、布設年度等の情報が入力されているが、給水管の情報は入力されていない。

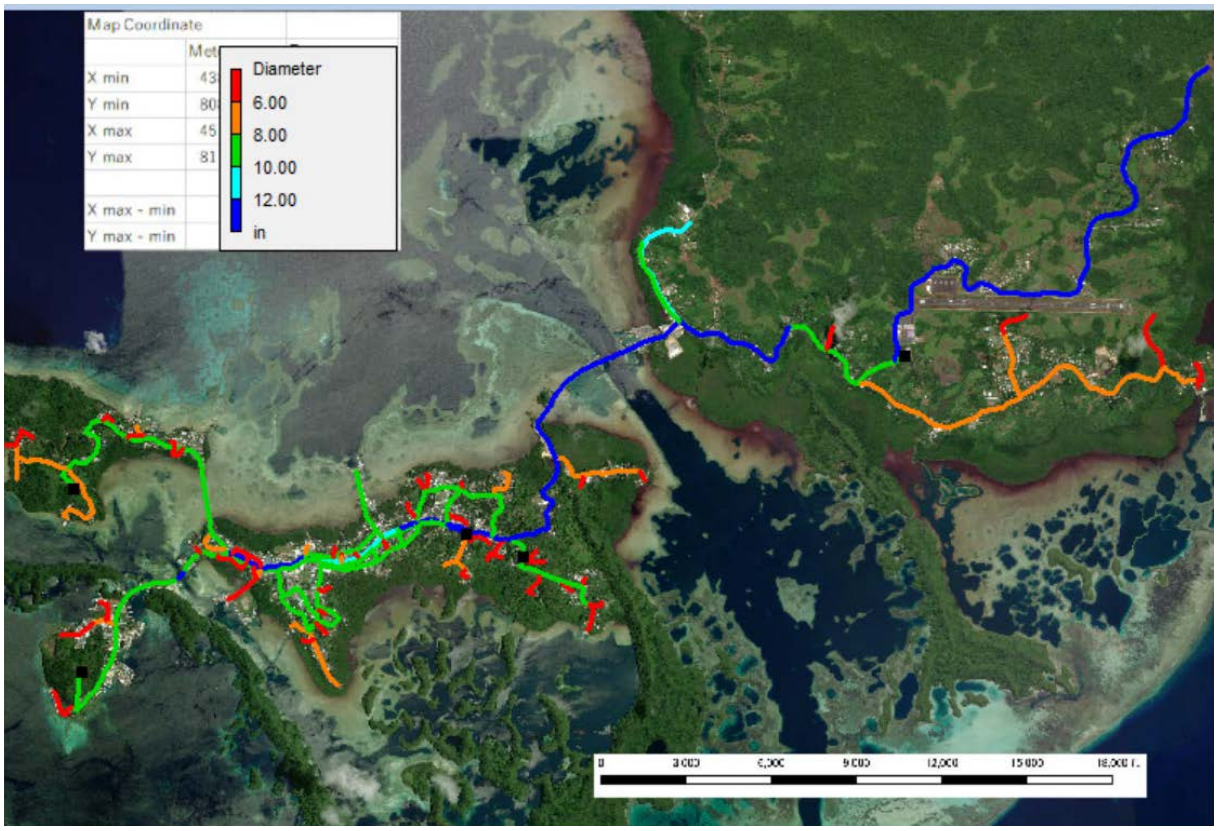
出典：専門家チーム

図 3.1.1　既存管路のデータベース

（2） 配水管の現状についての取りまとめ

PALARIS が 2008 年に構築した GIS データおよび第 2 次無償事業の竣工図を参照し、本プロジェクトで構築した管網解析データに管種および配管布設年を入力した。配水管の全延長は約 204,402 フィート（EPANET 上での延長測定に依る）であり、そのうちの約 33%は AC 管であり、延長約

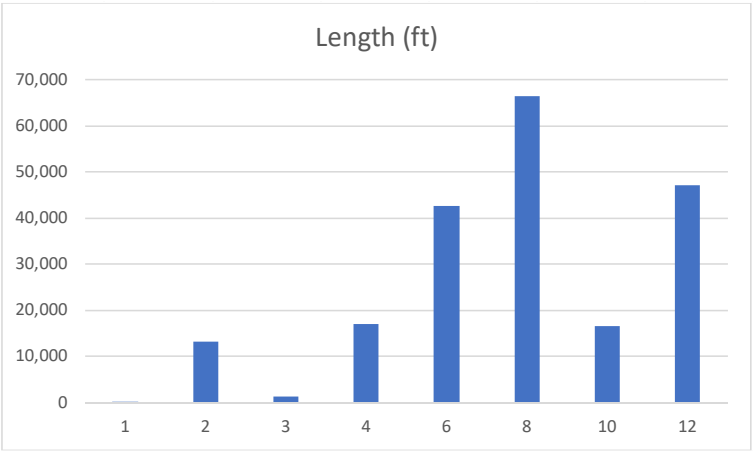
67,445 フィート(20.6 km)[2]である。この AC 管の 90%は 1970 年代の初めに敷設されており、既に布設後 50 年以上経過している状況にある。2015～2018 年の第 2 次無償事業では、42,322 フィート(12.9km)の AC 管が PVC 管に布設替えされたが、未だ 67,445 フィート (20.6 km)残っている状況である。配水管の口径、管種、布設年代のグラフを図 3.1.2～図 3.1.7 に示す。



出典：プロジェクト・チーム

図 3.1.2　配水管の口径

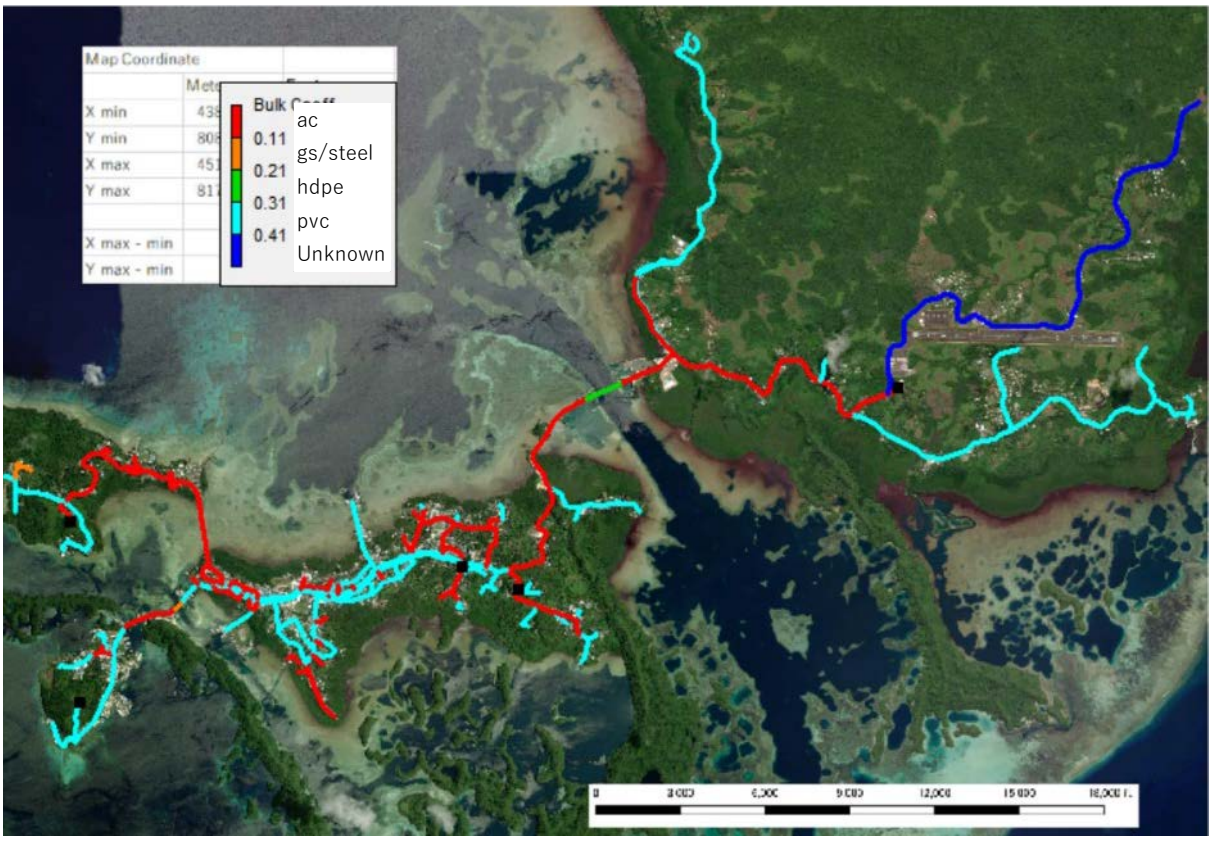
Dia.	Length (ft)	Percentage
1	211	0.1%
2	13,175	6.4%
3	1,201	0.6%
4	17,004	8.3%
6	42,667	20.9%
8	66,492	32.5%
10	16,615	8.1%
12	47,037	23.0%
Total	204,402	



出典：プロジェクト・チーム

図 3.1.3　配水管の口径別延長

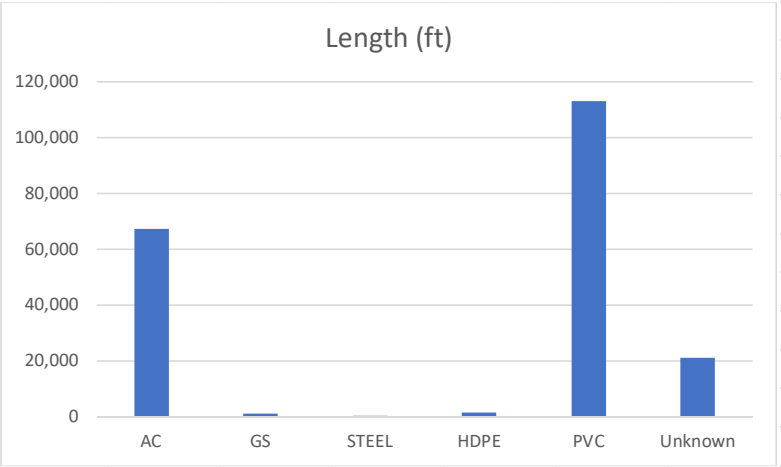
[2] 現状で PPUC が管理する既存の配管網のデータベースは、「1. 第 2 次無償事業前の GIS」および「2. 第 2 次無償事業の竣工図」であるが、両者を組み合わせた最新のデータベースには更新されていない。管網計算では、上記 1 と 2 を組み合わせてプロジェクト・チームが作成した管網解析用の管網図から計上した延長であり、管路更新基本計画における更新延長とは若干異なる。



出典：プロジェクト・チーム

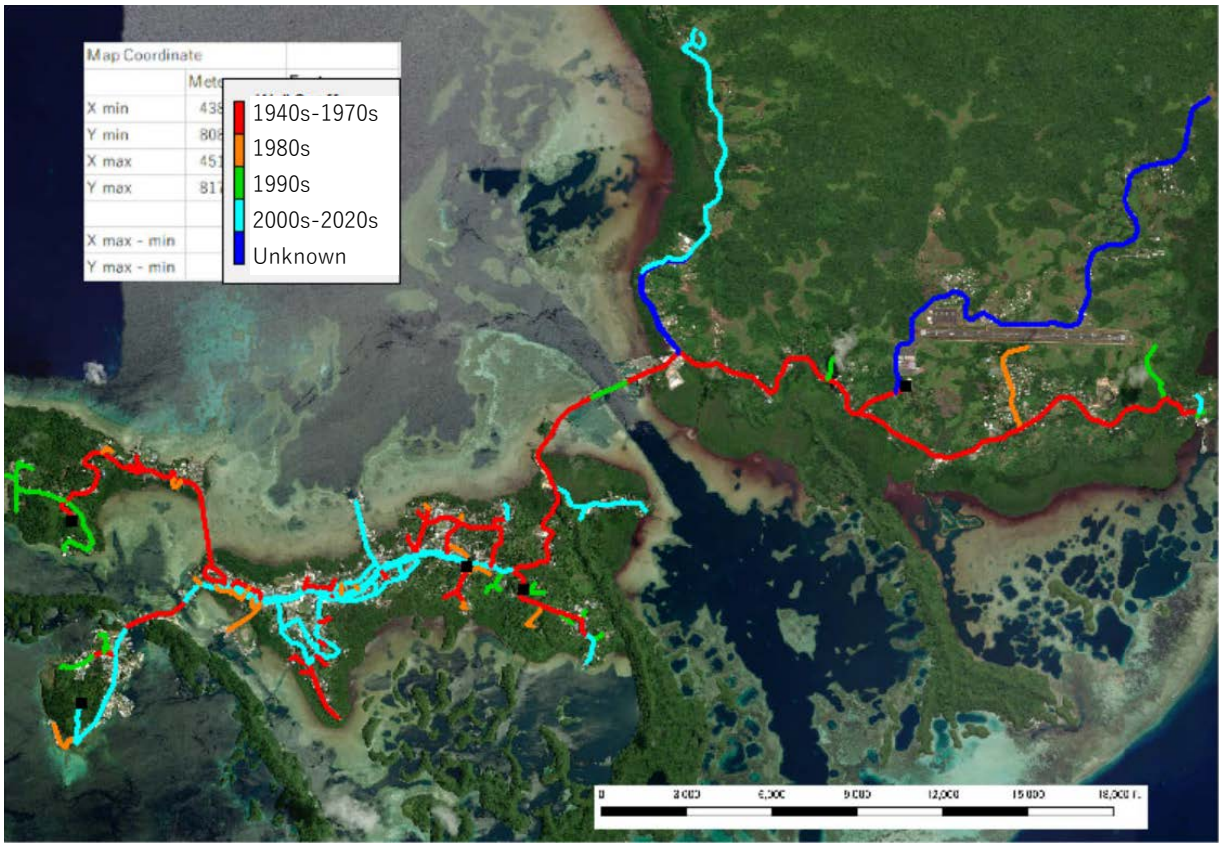
図 3.1.4　配水管の材質

Material	Length (ft)	Percentage
AC	67,445	33.0%
GS	1,081	0.5%
STEEL	266	0.1%
HDPE	1,304	0.6%
PVC	113,177	55.4%
Unknown	21,128	10.3%
Total	204,402	



出典：プロジェクト・チーム

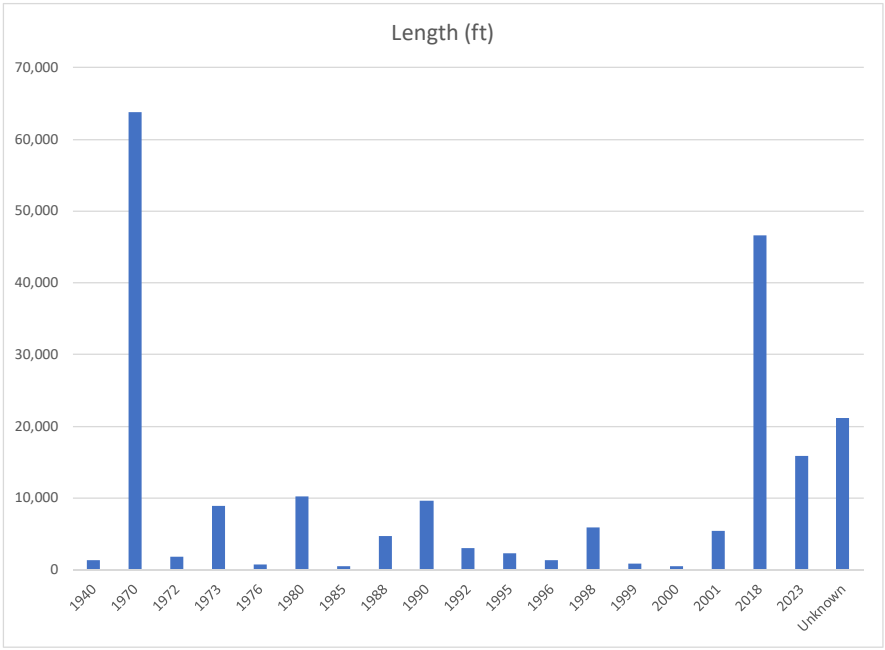
図 3.1.5　配水管の材質別延長



出典：プロジェクト・チーム

図 3.1.6　配水管の敷設年代

Year	Length (ft)	Percentage
1940	1,358	0.7%
1970	63,782	31.2%
1972	1,838	0.9%
1973	8,910	4.4%
1976	698	0.3%
1980	10,234	5.0%
1985	436	0.2%
1988	4,657	2.3%
1990	9,604	4.7%
1992	3,036	1.5%
1995	2,233	1.1%
1996	1,304	0.6%
1998	5,892	2.9%
1999	894	0.4%
2000	500	0.2%
2001	5,429	2.7%
2018	46,625	22.8%
2023	15,845	7.8%
Unknown	21,128	10.3%
Total	204,402	



出典：プロジェクト・チーム

図 3.1.7　配水管の敷設年代別延長

コロール・アイライ配水システムの残存 AC 管の口径および布設年代を表 3.1.1 に示す。

表 3.1.1　コロール・アイライ配水システムの残存 AC の口径および布設年代

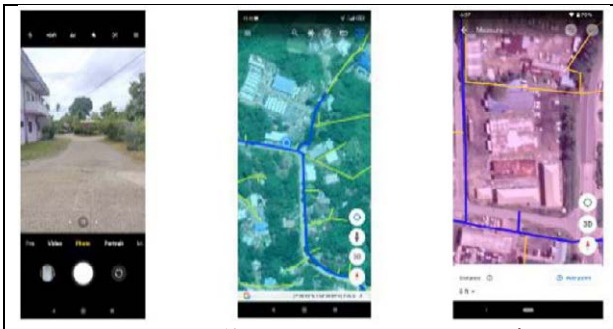
単位：フィート

口径	布設年代				計
インチ	1940s	1970s	1980s	1990s	
2			831		831
4	1,358	4,984	3,772	217	10,331
6		8,461	468		8,929
8		31,224			31,224
12		16,130			16,130
	1,358	60,799	5,071	217	67,445

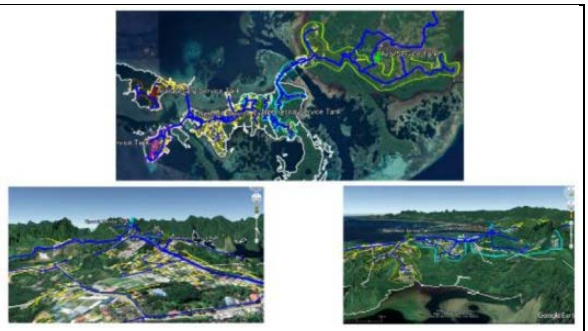
出典：専門家チーム

（3） GIS データのスマートフォンやパソコン上での表示

2022 年 4 月 21 日に GIS データを活用して、漏水調査担当、漏水修理担当、配水管・給水管工事担当、検針員等が現場でどこに配管が布設されているのか、口径や材質が何なのか等が各人のスマートフォンで確認できるように、GIS データに関するセミナーを開催した（図 3.1.8 および添付資料 3.1.1 参照）。



Android、iOS でも使用できるように、GIS データを QGIS によって KML へ変換して、Google Earth App で GIS データを確認できるようにした。



オフィスでも Google Earth で同じ GIS データを確認できるようにした。3D 表示で地形の高低も把握できるようにした。

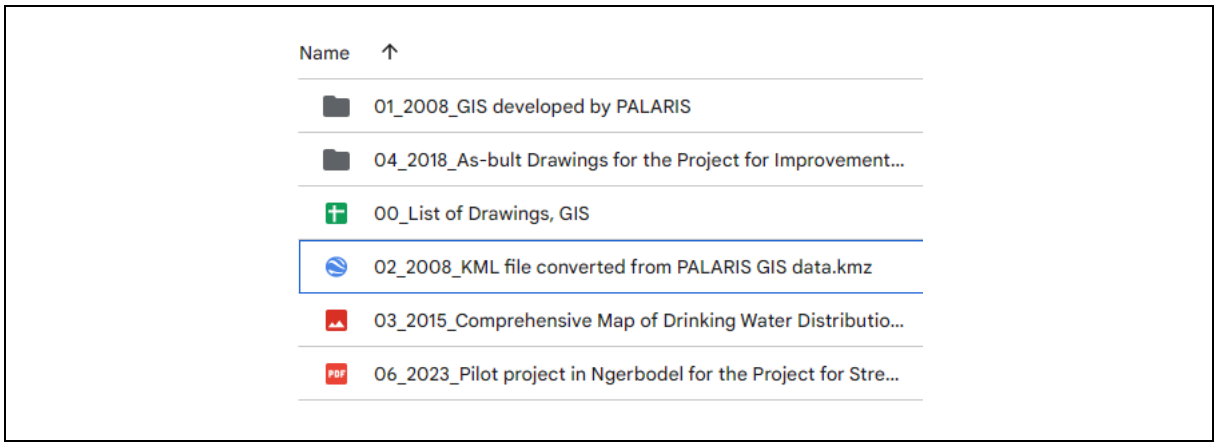
出典：専門家チーム

図 3.1.8　GIS データのスマートフォンやパソコン上での表示に関わるセミナー

（4） 図面や GIS データ等の保管フォルダの構築

PPUC では、図面や GIS データの保管を個々人行っている状況にあるため、PPUC の Google Drive 内に図面や GIS の保管フォルダ構築することについてプロジェクト・チーム内で協議し、構築した。専門家チームは保管方法ついて手順書を作成し、PPUC に共有した（図 3.1.9 および添付資料 3.1.2 参照）。

	A	B	C	D	E
1	No.	Year	Type	Name of Data	Discription
2	1	2008	GIS	GIS developed by PALARIS	GIS data reportedly developed by PALARIS in 2008. It includes data on transmission pipes, distribution pipes, lateral pipes, and fire hydrants.
3	2	2008	KML	KML file converted from PALARIS GIS data	PALARIS GIS data converted to KML
4	3	2015	CAD	Comprehensive Map of Drinking Water Distribution System	Compiled by Pural Water Speciality Co., Inc. from various water system source maps. The year this data was obtained is 2015, but the year it was developed is unknown.
5	4	2018	PDF	As-bult Drawings for the Project for Improvement of Water Supply System	The Japanese Grant Aid Project included the installation of new transmission pipes, renewal of water distribution pipes (42,320 ft out of 117,480 ft, mainly asbestos cement pipes, including 308 water supply pipe branches) and the construction of water distribution tank.
6	5	2022			
7	6	2023	PDF	Pilot project in Ngerbodel for the Project for Strengthening Capacity in Non-revenue Water Reduction in Palau	Installation of approximately 460 ft. with 6" PVC and flowmeter chamber



出典：専門家チーム

図 3.1.9　Google Drive 内の図面、GIS データ保管フォルダ

（5） 配水管の今後の課題

コロール・アイライ配水システムの配水管の今後の課題は次のとおりである。

- 老朽化した AC 管の割合が全延長の約 59%の 67,445 フィート (20.6 km)残っている。AC 管の耐用年数は 40 年（日本の基準）であり、AC 管の多くは 1970 年に敷設されたものであるため、布設後 50 年以上を既に経過している。AC 管の強度は経年とともに低下し、漏水事故発生率は布設後 30 年から加速度的に増加するとされていることから、既に 50 年以上経過している老朽化した AC 管は計画的に布設替えを行う必要がある。
- 活動 1-3 に示すように、配水区域の半分以上の地点で、静水圧が PPUC の最大静水圧である 80 psi を超え、一部の地点では 100 psi を超える。高水圧地域と AC 管の残存地域が重複しているところが多くあり、管破断事故を未然に防ぐためにも配水圧の適正化と AC 管の計画的な布設替えが必要である。
- GIS データは有益であるが、2008 年から更新されていないため、新しく布設した給水管や日本の無償で布設した配水管の情報も含まれていない。PPUC が継続的に GIS データを更新できるような体制を構築することが必要である。

3.2　給配水状況（配水枝管、給水管、不法接続等）を調査・聞き取り等により収集する（活動 1-2）

3.2.1 活動概要

既存の資料、配管図等では分からない給配水状況について聞き取り調査やデータ分析を行った。主に行った活動は次のとおりである。

- 配水池流量の Web 上での可視化と日々の配水池流量の読み取り間違いの発見
- 配水流量のデータ整理および分析
- 夜間最小流量の測定および分析
- NRW 率の計算方法の見直し
- NRW 率の現状把握および分析

- 漏水発生状況の現状把握および分析
- 配水流量、NRW 率の Web 上での可視化およびモニタリングおよび配水流量の正確な記録に関する能力強化
- NRW 削減のためのデータマネジメントに関する能力強化
- NRW の課題整理

3.2.2 活動結果

（1） 配水池流量の Web 上での可視化と日々の配水池流量の読み取り間違いの発見

PPUC は 1 日 2 回職員が各配水池を巡回し、配水池水位と流量計の値を記録して、表 3.2.1 に示すエクセルに集計している状況である。しかし、読み取った値をエクセルに入力しているだけでそのデータを活用している状況になかった。

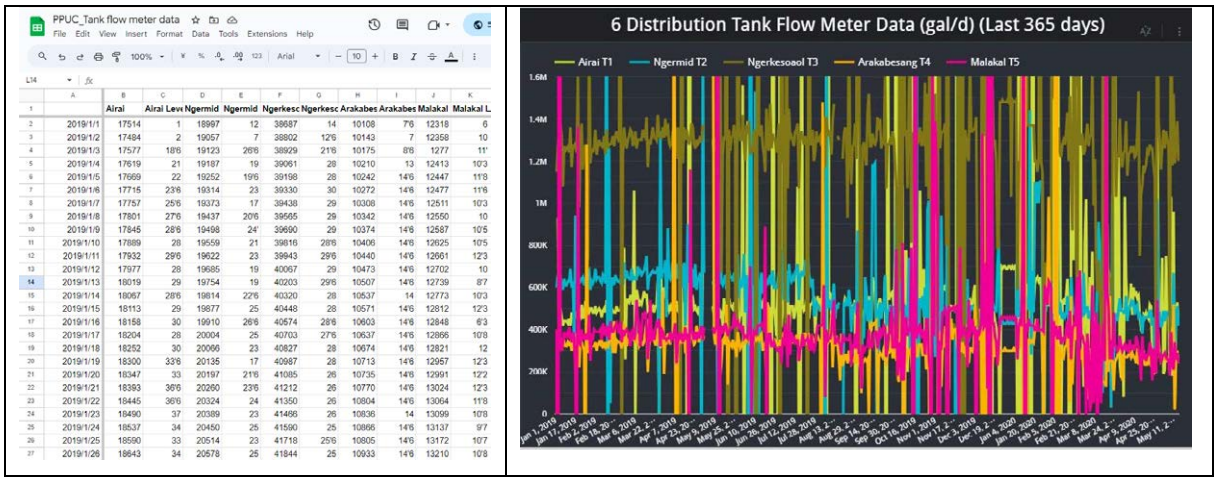
表 3.2.1　PPUC が集計している各配水池の流量と水位

	Airai T1		Ngermid T2		Ngerkeseuaol T3		Ngerkebesang T4		Malakal T5	
Date	Flow Mtr.	Level ft.	Flow Mtr.	Level ft.	Flow Mtr.	Level ft.	Flow Mtr.	Level ft.	Flow Mtr.	Level ft.
2022/3/1	75198	28	83285	22	197813	23	43026	16	48256	8'5"
2022/3/2	75261	24	83356	20	197959	20	43051	16	48283	8'8"
2022/3/3	75304	27	83416	16	198083	23	43074	16	48305	10
2022/3/4	75359	22	83484	21	198223	17	43099	15	48328	10
2022/3/5	75409	30	83550	13	198362	26	43124	16	48350	10
2022/3/6	75468	22	83625	25	198514	15	43153	15	48372	9'5"
2022/3/7	75522	26'6"	83687	24	198644	19'6"	43177	15'6"	48400	11'1"
2022/3/8	75578	22	83755	22	198785	19	43201	15'6"	48425	7'8"
2022/3/9	75637	28	83823	20	198925	23	43227	16	48453	8'6"
2022/3/10	75704	23	83891	24	199069	21	42351	16	48477	10
2022/3/11	75753	26	83954	23	199204	23	43275	16	48503	8'8"
2022/3/12	75810	26	84025	21	199349	22	43299	16	48529	9'3"
2022/3/13	75864	26	84093	23	199492	20	43323	16	48553	10
2022/3/14	75916	22	84160	24	199628	15'6"	43345	16	48577	8'8"
2022/3/15	75974	20	84230	16	199773	15	43369	16	48604	7
2022/3/16	76026	18	84295	16	199904	13'6"	43394	15	48630	8'3"
2022/3/17	76085	24	84364	21	200040	18	43417	16	48655	6'1"
2022/3/18	76139	23	84430	24	200186	17	43430	15	48682	8'3"
2022/3/19	76181	26'6"	84484	23'6"	200321	19	43460	16	48709	7'5"
2022/3/20	76244	18	84566	21	200462	13	43487	15	48736	7'5"
2022/3/21	76308	22	84638	21	200620	16	43513	16	48760	7
2022/3/22	76354	29	84702	16	200740	23	43535	16	48784	4'1"
2022/3/23	76406	32	84767	22	200877	24	43558	16	48813	7'8"
2022/3/24	76462	33	84835	23	201022	25	43581	16	48834	6'5"
2022/3/25	76518	29	84907	20	201175	20	43608	16	48867	6
2022/3/26	76581	24	84989	25	201339	14	43633	16	48897	5'3"
2022/3/27	76621	27	85040	21	201446	18	43653	16	48919	8'3"
2022/3/28	76676	31	85109	23	201591	21	43681	16	48951	10'3"
2022/3/29	76729	29	85176	23	201735	20	43701	16	48976	7'8"
2022/3/30	76784	31	85242	22	201876	22	43725	16	49009	10'1"
2022/3/31	76814	34	85309	22	202019	24	43749	16	49033	8'8"

出典：プロジェクト・チーム

労力をかけているにも拘らず、データを記録して集計するのみではデータ収集の労力に見合わないため、日々の配水流量を監視できる簡易な Web システムを構築することとした。配水池流量の記録データを基に 2019 年 1 月から現在までを Google スプレッドシートに入力し、そのデータを基に Google Looker Studio という BI（Business Intelligence）ツールを用いて、PPUC の関係者が Web

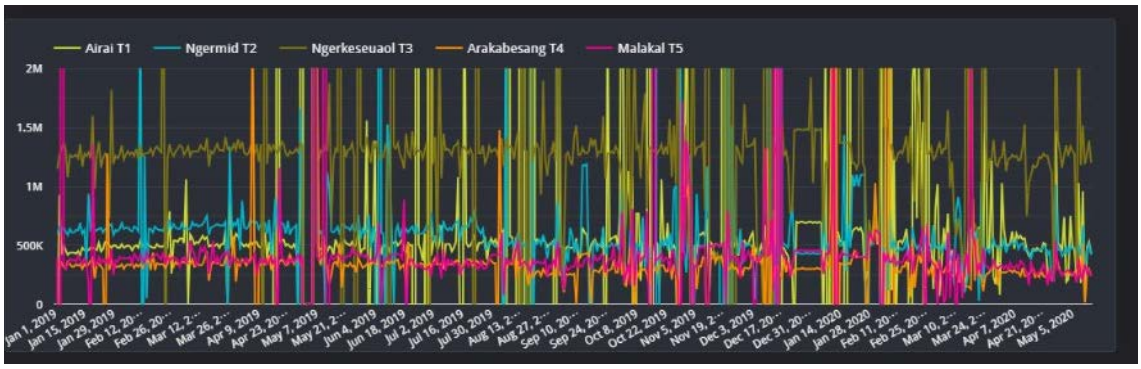
上で日々の配水池の流量のトレンドをグラフで確認できるようにした（図 3.2.1 および添付資料 3.2.1 参照）。



出典：プロジェクト・チーム

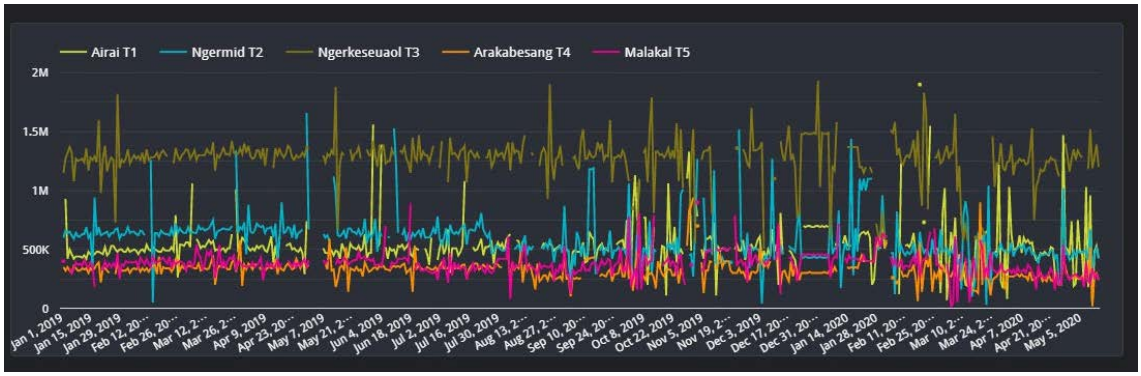
図 3.2.1　スプレッドシートの入力画面（左）と Google Looker Studio の配水流量表示画面（右）

また日々の配水池からの流量を可視化することで、配水池流量計の読み取り間違いがあることが明らかになった（図 3.2.2 および図 3.2.3 参照）。PPUC 職員は各流量計室のマンホールを開けて、ピットの中には入らず、地上から流量計の小さな数字を読み取っているため、「6」と「8」等判別しにくい文字で読み取り間違いが生じていた。読み取り間違いは全体の約 6%はあると考えられ、3 日に 1 回程度の頻度で読み取り間違いが起こっている状況であった。



出典：プロジェクト・チーム

図 3.2.2　オリジナルのデータを基にした流量トレンドグラフ

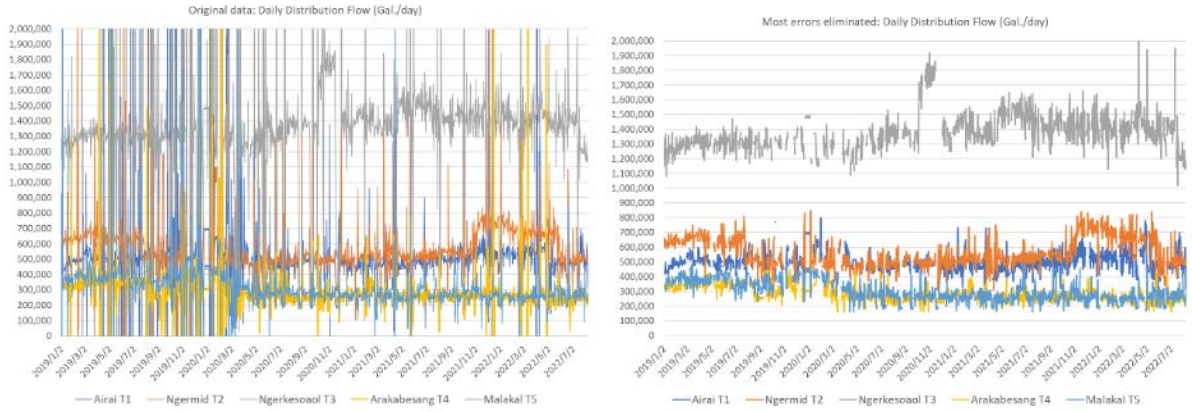


出典：プロジェクト・チーム

図 3.2.3　上限値下限値を設定して読み取り間違いを排除した流量トレンドグラフ

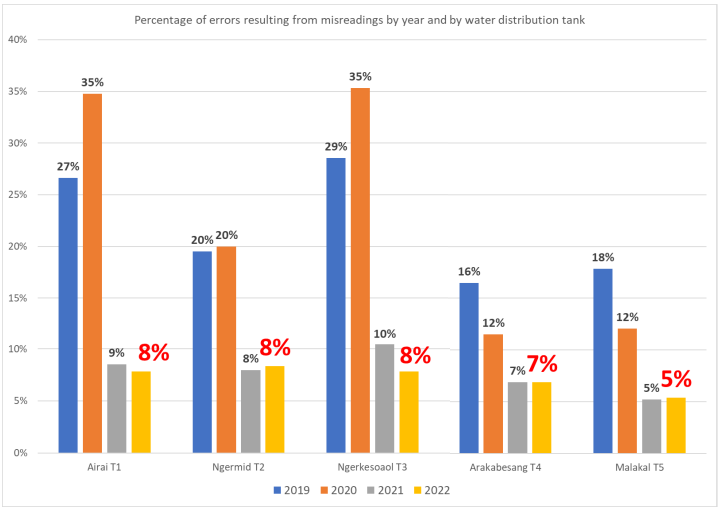
（2） 配水流量のデータ整理および分析

PPUC の職員配水池流量計を毎日午後 3 時から 4 時に読み取り、それを Excel に入力している（図 3.2.4 参照）。このデータを基に、2019 年以降の各配水池の配水量を分析した。しかし、流量計の値の読み取り間違いが多く、分析ができる状況になかったため、配水池毎に上限値、下限値を設定し、それらを超える値はエラーと判別してデータの整理を行い、またそれらで除外できなかったものをさらに一つ一つ確認して、可能な限り読み取り間違いを除外したデータに整理した（図 3.2.4 参照）。



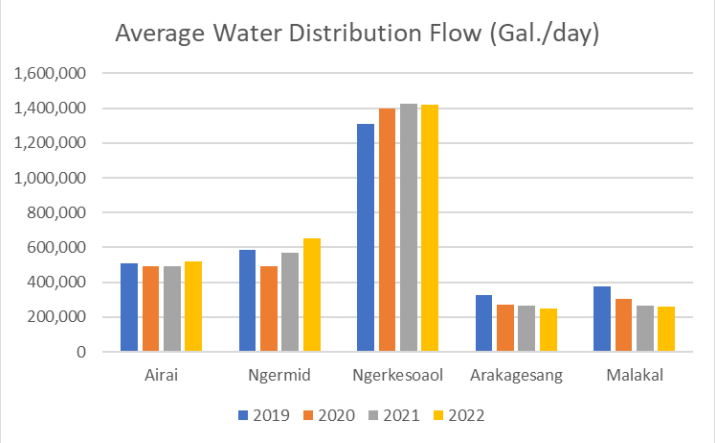
出典：プロジェクト・チーム

図 3.2.4　各配水池の配水流量の日変化（左：オリジナルデータを基に作成、右：読み取り間違いと思われるエラーを除外して作成）



出典：プロジェクト・チーム

図 3.2.5　読み取り間違いに起因するエラーの発生割合

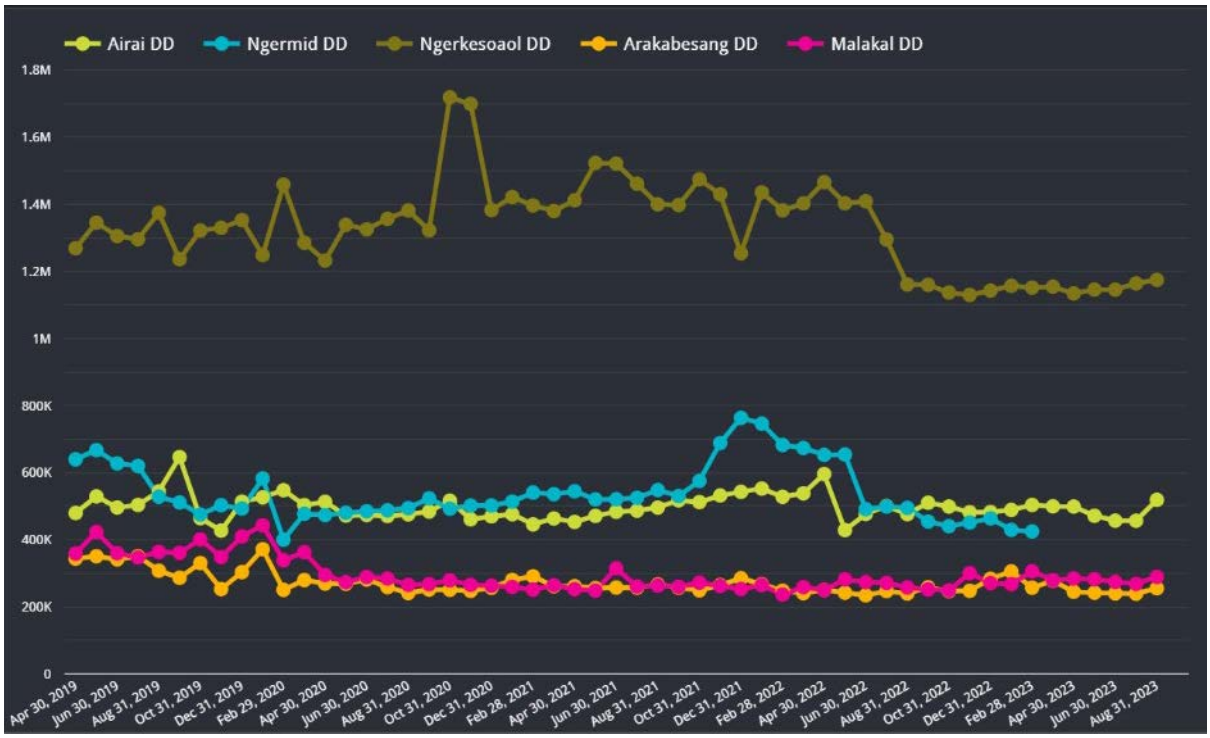


出典：プロジェクト・チーム

図 3.2.6　配水池別一日平均配水量の年毎の変化

読み取り間違いを除外したデータを基に分析した 1 日平均配水量の 2019 年から 2022 年の年毎の変化を把握した（図 3.2.5 参照）。Airai、Ngermid 配水区の配水量は横ばいであり、Ngerkesoaol 配水区は増加後に横ばい、Arakabesang、Malakal 配水区は減少傾向にあることが分かった（図 3.2.6 参照）。

また、各配水区の月毎の 1 日平均配水量の分析を行った。図 3.2.7 に 2019 年 4 月以降の月毎の 1 日平均配水量の推移を示す。本プロジェクト開始前の 2022 年 3 月以前は、Ngermid 配水区の 2021 年 10 月から 2023 年 2 月に示されるような漏水により配水量が大きい月が連続する等の状況であったが、2022 年 8 月以降はそれぞれの配水量はほぼ横ばいであり安定しており、新たな漏水を早期に発見できるようになってきたと思われる。



出典：プロジェクト・チーム

図 3.2.7　2019 年 4 月からの月別一日平均配水量（ガロン/日）の推移

（3） 夜間最小流量の測定および分析

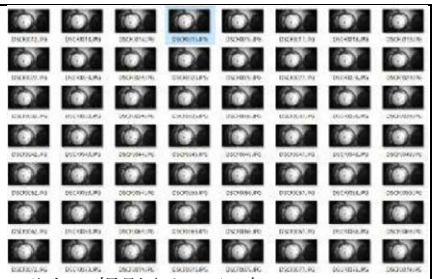
一日平均給水量に占める夜間最小流量の割合を把握するため、機械式流量計を活用して、各配水池の 1 日の流量のトレンドの把握を行った。一定時間毎に写真撮影ができるトレイルカメラを用いて、流量計の数値を 5 分毎に撮影し、その写真を基に 1 日の流量のトレンドグラフを作成した（図 3.2.8 参照）。トレイルカメラの使用方法を添付資料 3.2.2 に示す。



トレイルカメラの設置の様子。レゴブロックを用いて高さを調整して焦点を合わせている。



撮影した流量計の写真。完全に焦点が合っている訳ではないが、×1000、×100 の計量単位も確認できる。



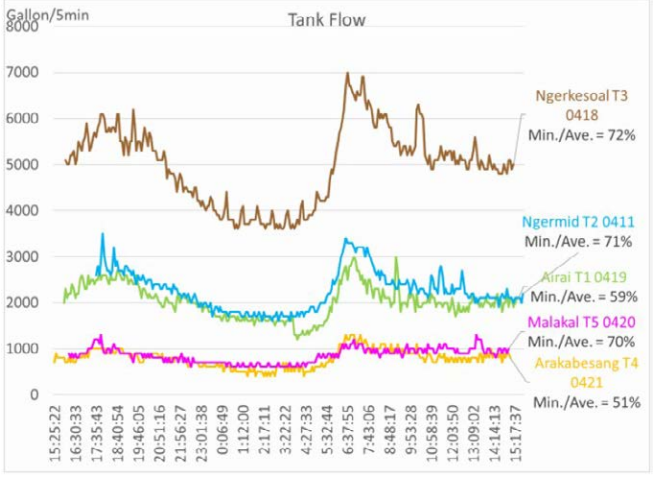
5 分毎に撮影される写真

出典：専門家チーム

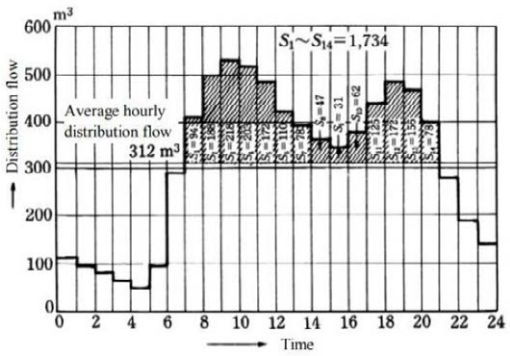
図 3.2.8　トレイルカメラを用いた機械式流量計の配水流量値の記録

全配水池で配水流量を記録した結果を図 3.2.9 に示す。全配水区で「最小/平均」の割合は 50%以上（2022 年 4 月時点）と高くなっている。日本では「最小/平均」の割合が 16%であるため、パラ

オでは夜間最小流量時にも多くの水が配水池から配水されている状況であることが分かった。夜間に多くの水を使用する顧客がいない場合は漏水が多いと考えられる。



「最小/平均」の割合が 51～72%と夜間の配水量の割合が多くなっている。



出典：The Design Criteria for Water Supply Facilities 2012

Min.=約 50 m³/時間に対して、Ave.=312 m³/時間となっており、「最小/平均」の割合は 16%。

出典：専門家チーム

図 3.2.9　パラオと日本の配水池の平均配水量に対する最小流量の割合の比較

（4） NRW 率の計算方法の見直し

NRW 率の推移を確認するため、PPUC の担当者に有収水量と配水量のデータを作成してもらった（図 3.2.10 参照）。そのデータを詳細に確認したところ、有収水量が一月に過剰に計上されている月があった。それらの月は、顧客メータの検針が一月に 2 回あった月（検針は 28 日周期）で、その値を計上していた。しかし、NRW 率の算出に当たっては、一月に 2 回分を計上するのではなく、その平均を計上しなければいけないことを指摘した。また、配水量についても、間違った値（一日分が未計上）であることが判明し、これも修正を行った。

	2020				
Jan	16,382,206	7,062,890	16,483,374	4,206,781	6,780,920
Feb	7,796,942	7,790,010	17,474,235	3,693,097	8,373,400
Mar	7,658,400	7,479,550	16,796,790	4,136,277	8,485,380
Apr	7,787,342	6,864,900	20,940,638	7,228,956	13,868,420
May	7,677,770	7,460,450	17,025,930	5,227,226	5,309,410
Jun	8,509,716	6,791,580	15,909,501	4,136,287	6,678,040
Jul	7,674,460	7,094,220	22,994,570	3,431,794	4,083,490
Aug	7,040,376	7,851,270	14,603,880	3,333,394	4,088,790
Sep	7,248,696	13,795,500	17,161,043	3,543,046	3,836,820
Oct	7,170,250	7,271,140	14,293,071	3,377,768	4,070,270
Nov	6,801,810	7,030,640	13,743,469	3,285,401	4,927,200
Dec	13,991,410	6,696,010	15,164,587	3,259,300	5,151,340
	2021				
Jan	7,002,092	7,035,850	14,130,882	3,233,678	5,750,450
Feb	6,849,130	6,978,310	15,103,897	3,511,440	3,778,740
Mar	6,323,568	7,007,000	18,341,193	7,471,133	9,956,490
Apr	7,011,800	7,065,710	14,203,370	4,417,590	4,241,510
May	6,537,880	6,956,980	14,426,570	4,261,210	4,114,910
Jun	7,344,540	6,668,130	23,393,450	4,202,820	4,230,280
Jul	6,668,240	6,557,740	14,239,970	4,547,830	4,601,610
Aug	6,872,390	6,386,520	14,239,640	4,447,870	4,438,870
Sep	6,992,840	13,378,870	16,797,840	4,373,830	4,830,450
Oct	6,700,810	6,629,790	15,000,650	4,288,520	4,800,050
Nov	7,413,330	6,453,220	14,689,140	3,902,200	4,761,550
Dec	14,489,720	6,578,940	14,214,230	4,346,090	4,427,310
	2022				
Jan	7,532,050	6,523,180	14,450,060	4,195,400	4,267,280
Feb	7,039,820	6,361,930	14,224,360	4,653,380	4,755,620
Mar	7,281,060	6,336,290	16,476,980	9,082,810	8,260,280
Apr	7,245,580	6,588,410	13,836,650	4,657,110	4,386,570
May	7,174,940	6,137,170	13,798,940	4,332,430	4,203,000
Jun	6,672,860	6,120,770	22,747,280	4,126,520	4,807,830

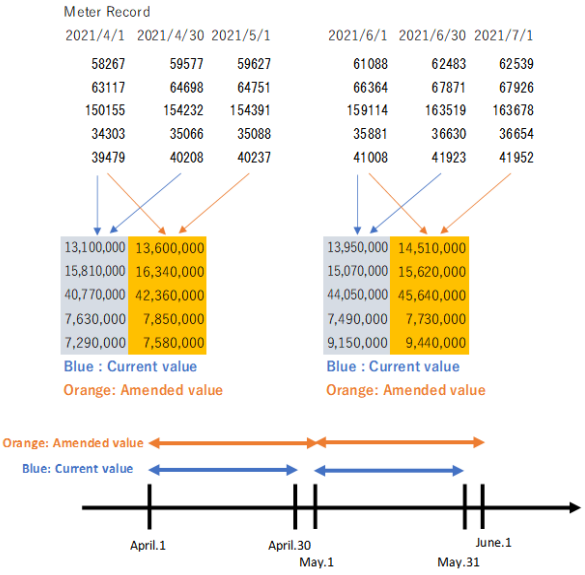


図 3.2.10　有収水量の 2 回計上と配水量の 1 日分未計上の問題

上記の点を反映して NRW 率を再計算したところ、各配水区配水量および給水量データ（2021 年

1 月～6 月まで平均値）から 6～15%で NRW 率が増加する配水区域があった（表 3.2.2 参照）。

表 3.2.2　これまで用いていた 2021 年 1 月～6 月まで平均 NRW 率と再計算した NRW 率

配水区	NRW 率（2021 年 1 月～6 月）	見直した NRW 率
Airai	49 %	50 %
Ngermid	55 %	56 %
Ngerkesoaol	60 %	66 %
Arakabesang	42 %	48 %
Malakal	32 %	47 %
Total	53%	59 %

出典：専門家チーム

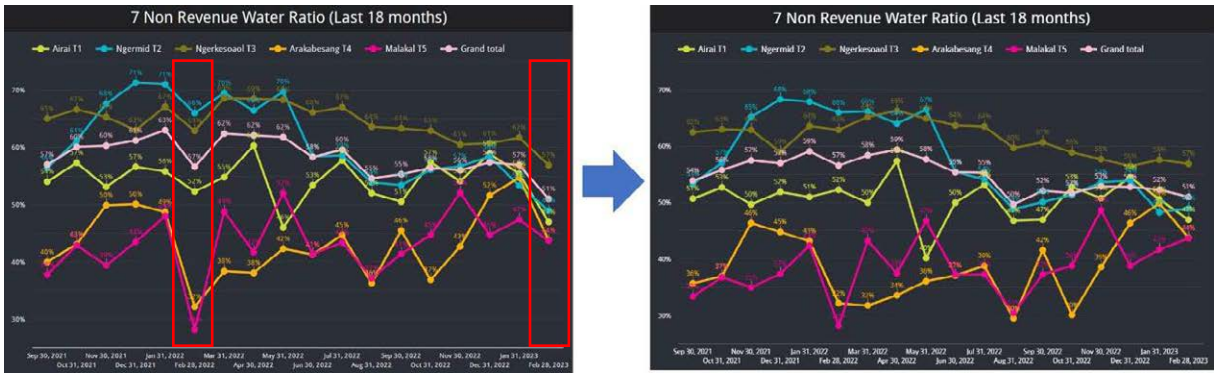
一方、PPUC が入力した 2 月の NRW 率を確認したところ、全ての配水区で減少しており、2 月の日数が少ないことに依る計算間違いが疑われた。そのため、PPUC 内で料金請求水量の計上方法を確認した。料金請求水量は 28 日周期のメータ検針の値を NRW 率の分子として計上しており、配水量は配水池配水量の毎月 1 日の読み取り値の差を NRW 率の分母として計上している（表 3.2.3 参照）。そのため、料金請求水量（28 日分）と配水量（28 日/30 日/31 日分）が異なる日数で計上されていることが判明した。計上する日数を合わせるため、毎月の配水量（分母）をメータ検針周期の 28 日に合わせて換算することが PPUC から提案された。この提案を受け、NRW 率の計算式の変更を行った。

表 3.2.3　NRW 率の計算方法

項目	変更前	変更後
料金請求水量（分子）	28 日分	同左
配水量（分母）	月毎の日数によって異なる （28 日、30 日、31 日分）	28 日分に換算

出典：専門家チーム

NRW 率の算出方法の変更前後の推移を図 3.2.11 に示す。右図に示すように 2 月以外の NRW 率が変更前と比べて約 2～5%減少した。今後の NRW 率算出は、上記方法で行うことになった。



出典：プロジェクト・チーム

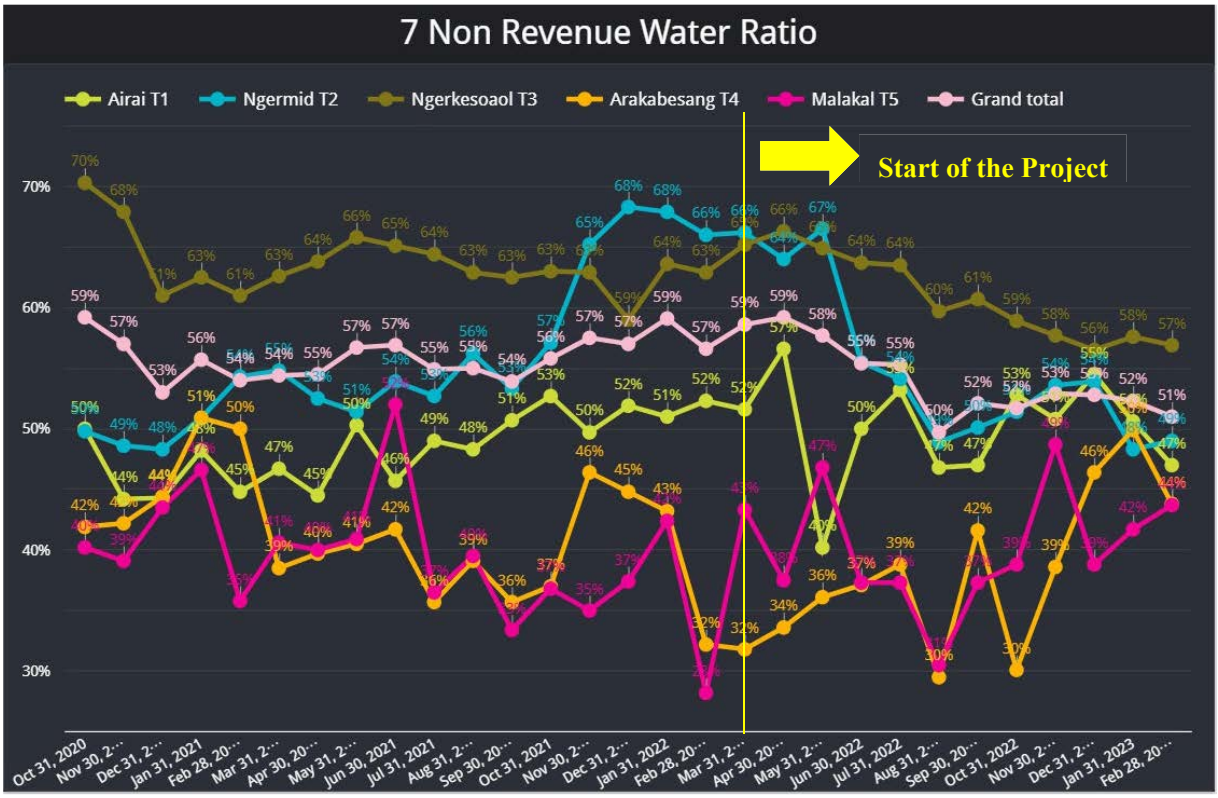
図 3.2.11　NRW 率算出方法の変更（左図：変更前、右図：変更後）

NRW 率の計算方法の詳細を添付資料 3.2.3 に示す。

（5） NRW 率の現状把握および分析

コロール・アイライ配水システムの NRW の現状は次のとおりである。

- NRW 率が 2018 年まで算出できなかったが、第 2 次無償事業で設置した流量計により配水流量が測定できるようになり、NRW 率が測定できるようになった。
- 一方、NRW 率が測定できるようになったが、毎月の配水流量の合計が 1 日不足する等、料金徴収水量の 28 日周期と合わせて調整していなかったことから、NRW 率が正確に算出できていなかったが、本プロジェクトにより、正確な NRW 率が算出できるようになった。
- NRW 率は水道事業体の業務指標として用いられることが多いが、PPUC では定期的に NRW 率を算出しておらず、NRW の状況が把握できない状況であった。本プロジェクトにより、NRW 率を毎月算出して、関係者に共有できる仕組みが構築された。
- NRW 率の推移を図 3.2.12 に示す。全体平均の NRW 率が 2023 年 2 月で 51%であり、本プロジェクト開始当初の 2022 年 3 月の 59%と比べて減少しているものの、未だ多くの水が無駄になっている状態である。



出典：専門家チーム

図 3.2.12　2020 年以降の NRW 率の推移

各配水区の 2022 年 3 月以降の NRW 率の特徴を表 3.2.4 に示す。

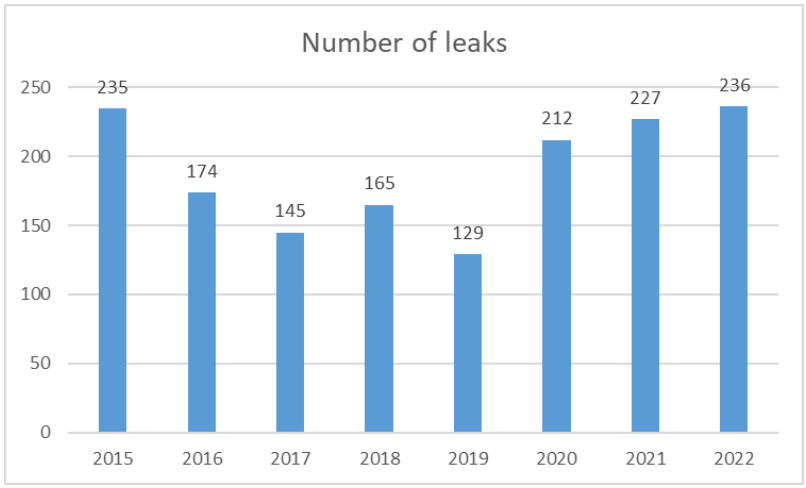
表 3.2.4　各配水区の NRW 率の推移の特徴

配水区	NRW 率の特徴
Airai	2022 年 4 月と 5 月を除いてほぼ横ばいで推移している。
Ngermid	2022 年 3 月の 66%から 2023 年 2 月の 49%と大きく減少している。
Ngerkesoaol	2022 年 3 月の 65%から 2023 年 2 月の 57%と減少している。
Arakabesang	漏水修理等をおこなっていなくても毎月の NRW 率の上がり下がりが激しい。
Malakal	漏水修理等をおこなっていなくても毎月の NRW 率の上がり下がりが激しい。

出典：専門家チーム

（6） 漏水発生状況の現状把握および分析

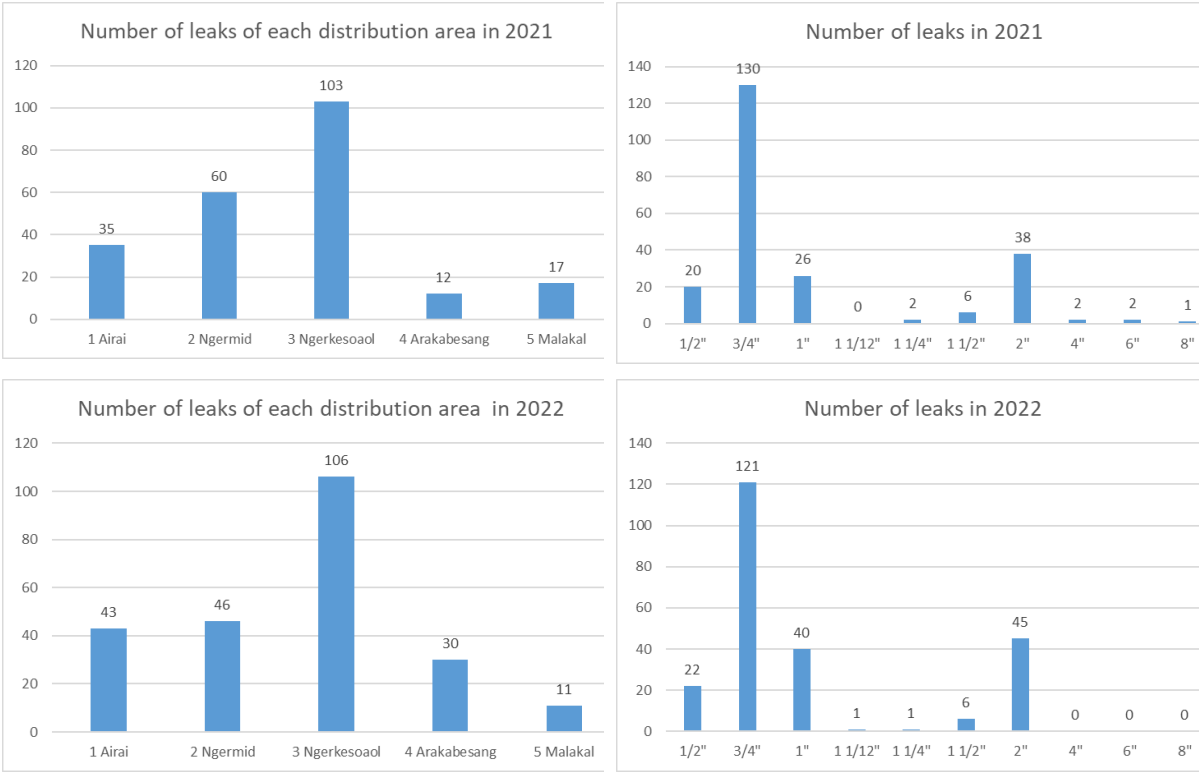
2015 年以降の漏水件数（漏水修理の件数）の状況について整理した結果を図 3.2.13 示す。2015 年から 2019 年まで減少傾向にあった漏水件数は、2020 年から増加傾向に転じている。2022 年は 236 件と 2019 年の 129 件の約 1.8 倍の件数まで増加している。



出典：専門家チーム

図 3.2.13　2015～2022 年の漏水件数（漏水修理の件数）

2021 年および 2022 年の配水区別および管径の漏水件数を図 3.2.14 に示す。両年ともに Ngerkesoaol 配水区で 100 件以上漏水している状況である。また口径 3/4”の漏水が両年ともに年 120 件以上と半数以上を占めている。

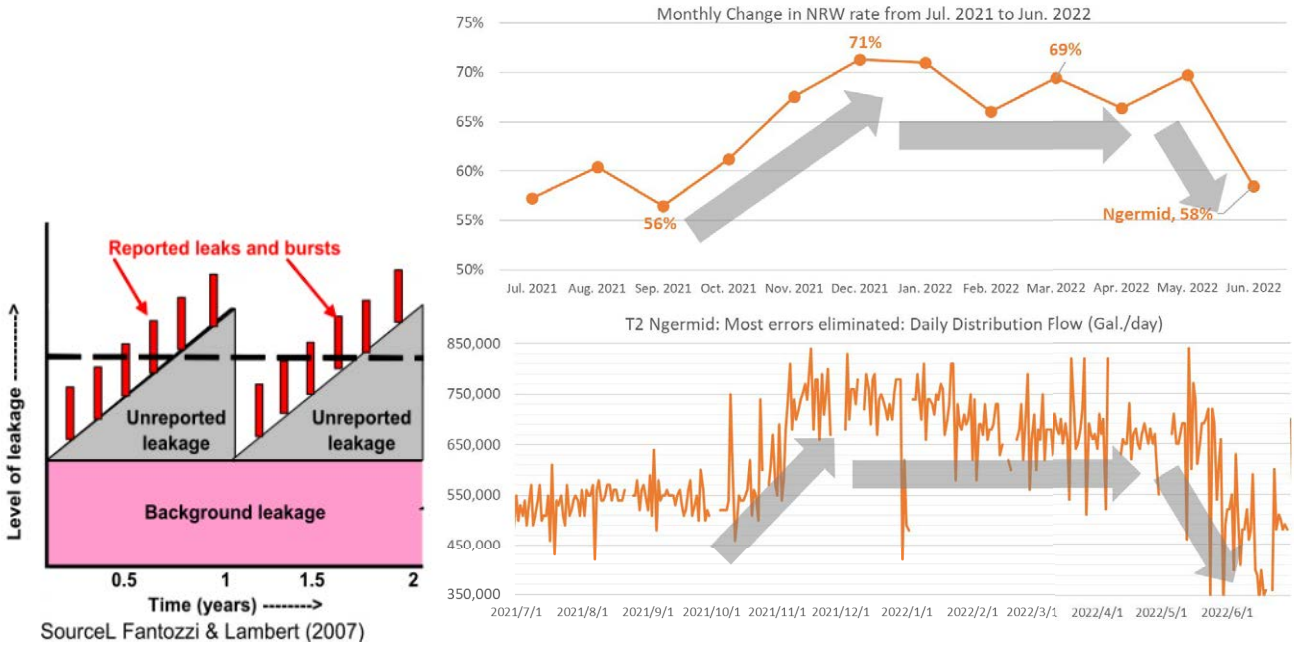


出典：プロジェクト・チーム

図 3.2.14　2021 年および 2022 年の配水区別および管径の漏水件数

（7） 配水流量、NRW 率の Web 上での可視化およびモニタリングおよび配水流量の正確な記録に関する能力強化

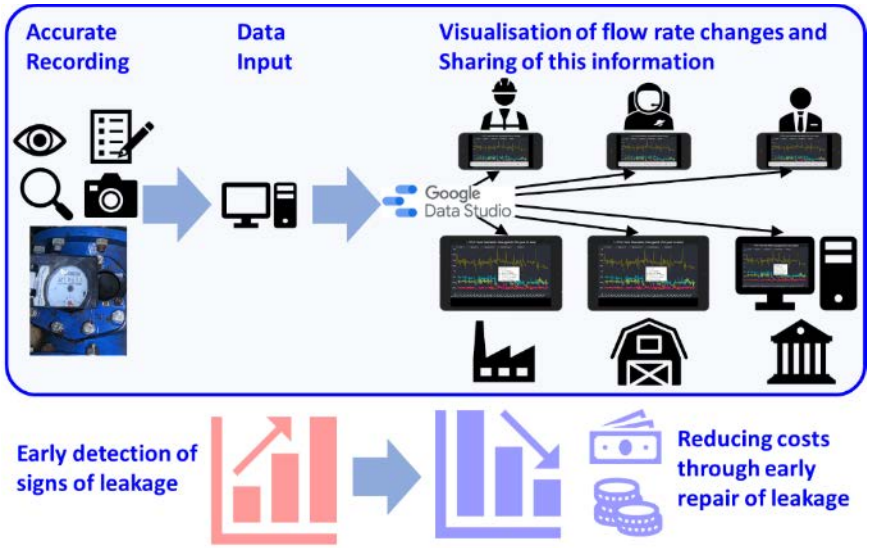
前述のとおり、プロジェクト・チームは、PPUC が毎日巡回して集計している配水池流量を Google Looker Studio という BI ツールを用いて、PPUC の関係者が Web 上で日々の配水池の流量のトレンドをグラフで確認できるようにした。これに関わり、2022 年 8 月 15 日に配水流量の可視化およびモニタリングに関するトレーニングを行った。漏水は配管の経年劣化により増加するため、配水流量の変化を把握することで、Unreported leakage の漏水の兆候を早期に発見することができるため、その対処を迅速に行うことで無駄にする水の量を減らすことができる（図 3.2.15 参照）。しかし、これまでは配水流量の可視化を行っていなかったため、漏水が放置され続けていた。



出典：専門家チーム

図 3.2.15　漏水の種類と Ngermid 配水区の NRW 率および配水流量

この問題に対処するため、配水流量の日々の変化を Web 上で監視できるようにした。今後は PPUC 職員各人のスマートフォンや PC、メールで毎日配水流量の変化を確認できるようになった（図 3.2.16 参照）。



出典：専門家チーム

図 3.2.16　配水流量の Web 上での可視化と共有

詳細を添付資料 3.2.4 に示す。

また、専門家チームが PPUC に対して配水流量の変化を表示させるモニターを WO 事務所内に設置することを提案したところ、PPUC が翌日には余っているディスプレイを確保し、それに配水流量の変化を表示させており、彼らの関心の高さを感じた。このディスプレイでは見るだけしかできないが、壁掛け型のタッチディスプレイを設置すると、職員の誰もがグラフの詳細を知ることができるようになる（図 3.2.17 参照）。



WO 事務所に PPUC が設置したモニター



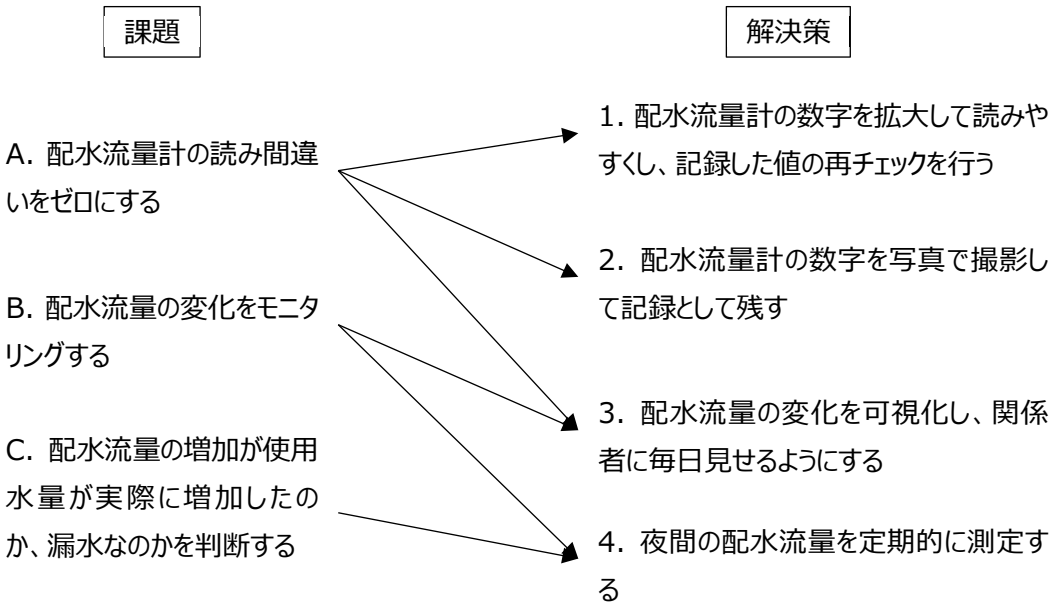
設置されたモニターで配水流量を確認する PPUC 職員

出典：専門家チーム

図 3.2.17　WO 事務所に PPUC が設置した監視モニター

また、配水流量の読み間違いがある場合は、配水流量の変化を把握することが難しいため、専門家チームは PPUC に対し正確に記録することが重要であることも説明した。この問題を解決するための解決策についても提示し、配水流量の記録を行う担当者が流量計の値を写真で撮影する手法が取り入れられ、読み間違いを少なくすることができた（図 3.2.18 参照）。

2022 年 8 月 24 日および 10 月 21 日に配水流量のモニタリングおよび読み間違いに関するワークショップを実施した。プロジェクト・チームは、配水流量の読み間違い解消と異常数値への対策方法を確認した（添付資料 3.2.5 および添付資料 3.2.6 参照）。



出典：専門家チーム

図 3.2.18　配水流量のモニタリングに関する課題と解決策

（8） NRW 削減のためのデータマネジメントに関する能力強化

各配水池の毎日の配水流量のモニタリング、毎月の NRW 率の算出とモニタリング、夜間最小流量測定、大口顧客の夜間使用水量確認等の各種測定やデータ収集をプロジェクト・チームで行ってきた。PPUC の各職員は各種測定方法について習熟してきており、測定した結果をどのように分析するのか等の理解をさらに促進するため、プロジェクト・チームは「NRW 削減のためのデータマネジメント」に関するトレーニングを実施した。

ワークショップでは、「各種計測を何のためにやっているのか」、「どのようなプロセスで」、誰が担当するのか」の重要な 3 点について専門家チームが説明を行い、PPUC と議論を交わした。

なお、データマネジメントは、図 3.2.19 に示すとおり「1. Data Collection」「2. Data Input」「3. Data Storage」「4. Data Visualization」「5. Data Analysis」「6. Data Sharing」「7. Decision-making」のプロセスが重要であり、特にプロジェクトで実際に実施している表 3.2.6 に示した No.4 および No.7、No.8 も並べて比較し、それらの活動の位置付を再確認した。

A. 意思決定のために何のデータを収集すべきかを十分理解する。

本プロジェクトで実施されている、あるいは実施予定のデータ収集活動は、全て NRW 削減を達成するためのものである。また、各データ収集は、データの分析結果に基づいて、次のアクションを決定する等、何らかの意思決定を行うために行われている。現在、PPUC が直面している NRW 削減の課題は表 3.2.5 のとおりである。これらの問題に対処するため、適切なデータマネジメント

を実施しなければならないことを確認した。

表 3.2.5　PPUC が直面している NRW 削減の課題

課題	問題
課題１：正確な計量の判別能力を強化する。	正確な測定が行われているか分からない。
課題２：NRW の原因を探る。	高い NRW 率の原因が特定できてない。
課題３：新しい NRW を早期に発見し、NRW の傾向を把握する。	NRW がいつ増加したのか分からない。
課題４：漏水か所を効率的に見付ける。	効率的に漏水の位置を発見できていない。
課題５：正確な情報に基づき NRW 削減の計画を立案する。	正確なデータが整理されておらず、NRW 削減計画が立てにくい。

出典：専門家チーム

B. データマネジメントプロセスを理解し、各活動を誰が行うかを決める。

PPUC は現在、データマネジメントプロセスにおいて以下のような課題に直面している。

- 現在行っているデータ収集の目的を再認識する必要がある。
- データは現在グラフ化されているが、比較や分析が必要である。
- データの分析を通じ、意思決定や次の活動につなげることが必要である。
- データの保存場所が決め、職員全員が活用できるように一元管理が必要である。

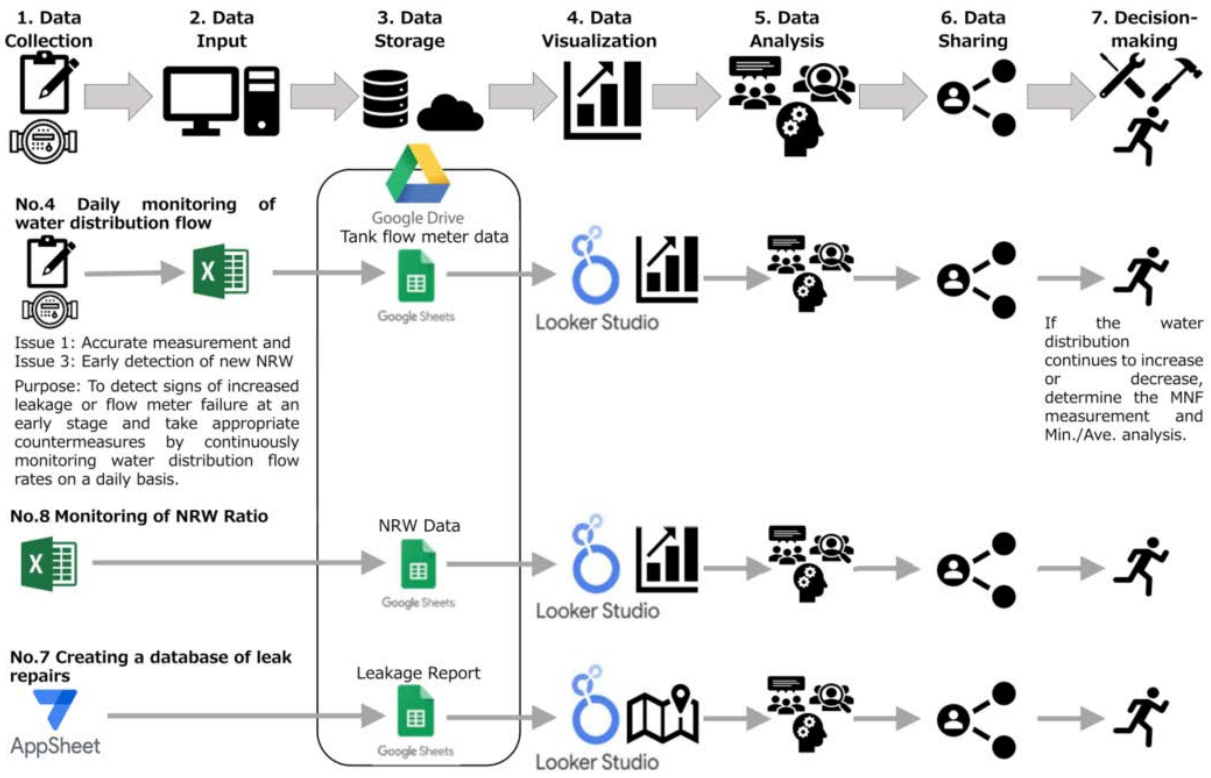
本ワークショップで取り上げた現在実施している／実施予定の各種測定活動を表 3.2.6 に示す。それぞれの活動でデータマネジメントの 7 つのプロセスで何を行うか、誰が行うかの案を議論した。例えば、表 3.2.6 の活動 No. 4 では、配水流量の毎日のモニタリング活動を実施している。本活動に関連する NRW 削減の課題と目的、および分析した結果から行う意思決定は図 3.2.19 に示すとおりであり、これらの内容について議論した。

トレーニングの詳細を添付資料 3.2.7 に示す。

表 3.2.6　トレーニングで取り上げた現在実施している／実施予定の各種測定活動

No.	活動 No.	必要な活動
1.	1-2	Ngermid タンクの機械式流量計と超音波流量計の測定値比較
2.	1-2	配水池、機械式流量計、超音波流量計の水量変化による流量計測精度の確認
3.	3-1	大口需要家の夜間使用水量の確認
4.	1-2	配水流量の毎日のモニタリング
5.	1-2	夜間最小流量および最小／平均流量のモニタリング
6.	1-2	各配水エリアの幹線圧力のモニタリング
7.	2-1	漏水修理のデータベース化
8.	1-2	NRW 率のモニタリング
9.	1-1	GIS データの更新
10.	1-8	パイロット・エリアにおける管路更新前後の流入出水量の変化の把握

出典：専門家チーム



出典：専門家チーム

図 3.2.19　データマネジメントの一般的なプロセスと本プロジェクトのプロセス例

（9） NRW の課題

コロール・アイライ配水システムでは、NRW 率が全体で約 51%（2023 年 2 月時点）と未だに高い状況にある。NRW 率の目標として、少なくとも 30%未満に維持することを当面の目標とすることが望まれる。高い NRW 率の原因として、これまでの本プロジェクトの活動の結果から次のような要因があると考えられる。

1) 使用していない旧管への水道水の流入
2) 配水管からの漏水
3) 給水管からの漏水
4) 老朽化した水道メータの不感水量
5) 認知されていない給水接続（例えば大学構内）
6) 定額料金の換算水量を超えた水使用

これらの要因を解決することで NRW を減らして、少なくとも NRW 率を 30%に維持することが必要である。

3.3　配管図等を更新し、管網解析を実施する（活動 1-3）

3.3.1 活動概要

前述の活動を踏まえ、コロール・アイライ配水システムの配管図等を更新し、管網解析を行った。管網解析を実施するにあたって主に行った活動は次のとおりである。

- 管網解析の基本事項およびパイロット・エリアにおける管網図作成
- 管網図構築の実地トレーニングの実施
- 管網解析の実地トレーニングの実施
- 管網解析
- 管網解析の分析結果で明らかになった問題の解決策を話し合うワークショップ

3.3.2 活動結果

(1) 管網解析の基本事項およびパイロット・エリアにおける管網図作成

配水量分析の結果より、実績配水量（1 日平均配水量、1 日最大配水量）を設定し、また時間変動（K 値）を算出した（図 3.3.2 参照)。また管網解析に当たって、大口水道使用者の特定や人口の整理・把握、水圧条件の確認を行い、配水池や配水管等で構成される管網解析を行うためにパイロット・エリアである Ngermid 配水区の管網モデルを構築した（表 3.3.1 参照)。

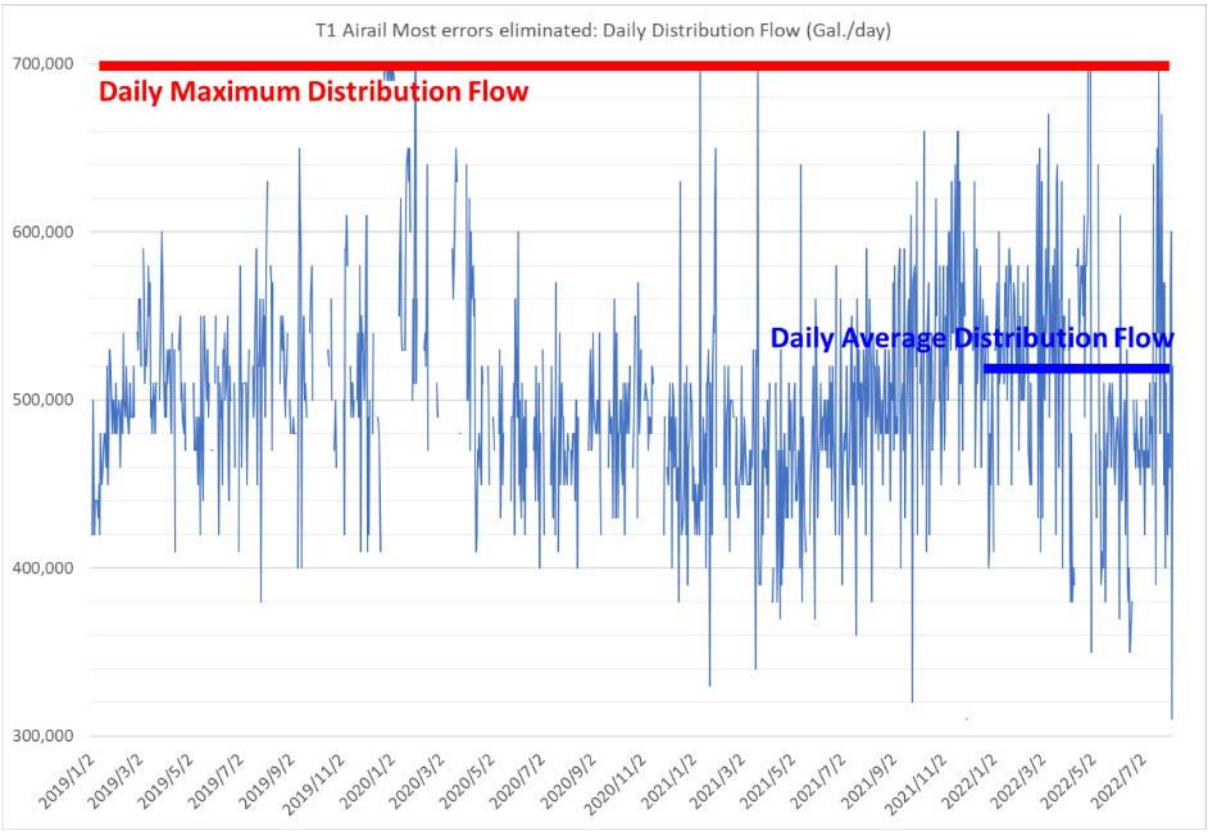
表 3.3.1 管網解析に当たっての基本事項

1. 管網解析の基本事項	a. 実績配水量（1 日平均配水量、1 日最大配水量）、大口水道使用者の特定、人口の整理・把握
	b. 実績時間変動（K 値）の整理・把握
	c. 水圧条件の確認・整理
2. パイロット･エリアにおける管網データ作成および入力	a. 管網図作成
	b. 節点水量配分、管路条件作成
	c. データ入力

出典：専門家チーム

日最大配水量および日平均配水量の設定方法を図 3.3.1 に示す。日平均配水量は 2022 年 1 月から 7 月までの平均である。

配水管路網の水理解析用に設定した日平均配水量と日最大配水量を表 3.3.2 に示す。



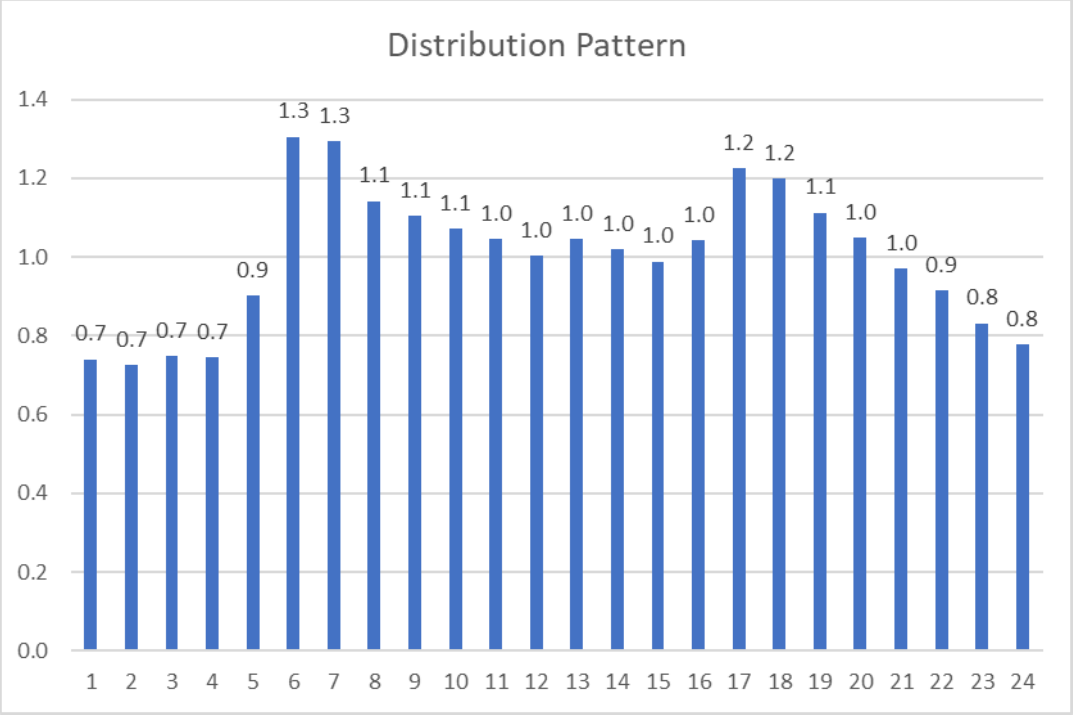
出典：専門家チーム

図 3.3.1　日最大配水量および平均配水量の設定方法（例：Airai）

表 3.3.2　日最大配水量および日平均配水量の設定

配水区	日平均配水量 （ガロン/日）	日最大配水量 （ガロン/日）	日平均/日最大
Airai	520,000	700,000	74%
Ngermid	650,000	800,000	81%
Ngerkesoaol	1,420,000	1,800,000	79%
Arakabesang	250,000	400,000	63%
Malakal	260,000	500,000	52%
Total	3,100,000	4,200,000	74%

出典：プロジェクト・チーム



出典：プロジェクト・チーム

図 3.3.2　時間係数 K 値の設定

(2)　管網図構築の実地トレーニングの実施

管網図構築にあたって、実地トレーニングを実施した（表 3.3.3 参照）。また現況管網の管網解析の実施も合わせて行った。

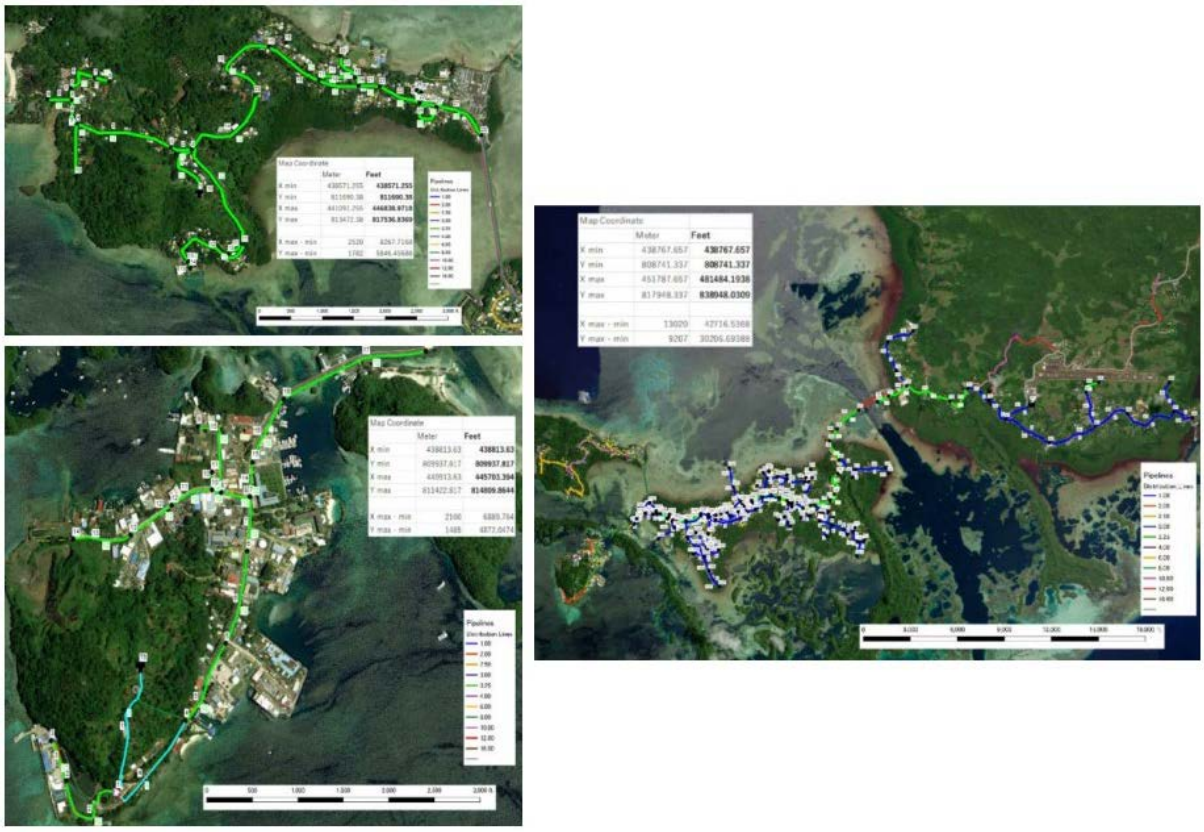
表 3.3.3　管網図構築の実地トレーニング

日付	トレーニング内容
2022/11/22	・管網解析の目的、実施手順、理論（添付資料 3.3.1 参照） ・管網解析ソフト EPANET を用いた管網モデルの構築方法（配水池、節点、配管の描画とデータ入力方法）（添付資料 3.3.2 参照）
2022/11/23, 28,29	・5 つの配水区のうち、比較的小規模な Arakabesang と Malakal について、管網モデルの構築のハンズオンを実施
2022/11/30	・Ngermid 配水区をモデルとして、現況管網の管網解析の実施と分布図の作成（動水圧分布、流速分布、動水勾配分布、静水圧分布、火災時の消火用水量を見込んだ解析）（添付資料 3.3.2 の 「3.3. Water Distribution Network Analysis in Current Conditions 」 参照） ・管網の問題点の改善方法（添付資料 3.3.2 の「 3.4.Improvement measures for water distribution network 」 参照） 次回に行う作業についての説明 ・全体の管網モデルを基にした管網解析（現況管網の問題点の特定、改善計画の策定、改善計画の管網解析の実施）についての説明（添付資料 3.3.2 の「 3.5. Work to identify problems in the current pipe network」、「3.6. Work to Solve Problems in the Current Water Distribution Network 」 参照） ・特定した現況管網の問題点とその改善計画についての PPUC 内での発表（添付資料 3.3.2 の「 3.7. Presentation of water distribution network analysis results 」 参照）

出典：専門家チーム

カウンターパートが実地トレーニングで作成した 2 配水区の管網モデルと専門家が作成した残り

の 3 配水区の管網モデルを図 3.3.3 に示す。これらのモデルを 1 つの管網モデルに統合した。

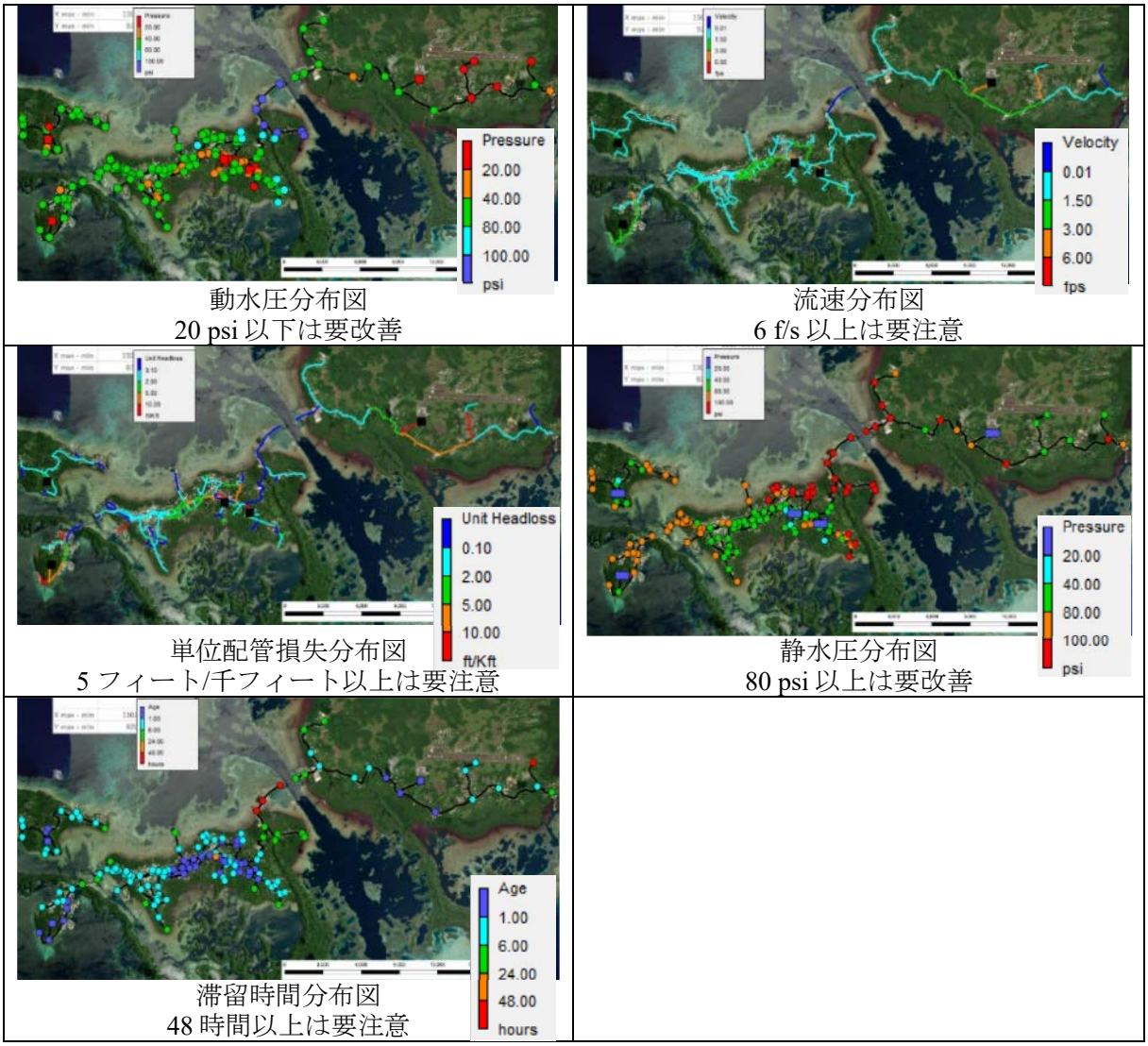


出典：プロジェクト・チーム

図 3.3.3　カウンターパートが作成した 2 配水区の管網モデル（左図）、専門家が作成した 3 配水区の管網モデル（右図）

(3)　管網解析の実地トレーニングの実施

専門家チームは 2022 年 11 月に構築した管網モデルを用いて、PPUC 職員 2 名に対して、平常時における動水圧、流速、単位配管損失、静水圧、滞留時間の分布図の作成方法を実地トレーニングで指導した。作成した各種分布図を図 3.3.4 に示す。



動水圧分布図
20 psi 以下は要改善

流速分布図
6 f/s 以上は要注意

単位配管損失分布図
5 フィート/千フィート以上は要注意

静水圧分布図
80 psi 以上は要改善

滞留時間分布図
48 時間以上は要注意

出典：プロジェクト・チーム

図 3.3.4　管網解析で作成した各種分布図

(4)　配水管の管網解析の結果

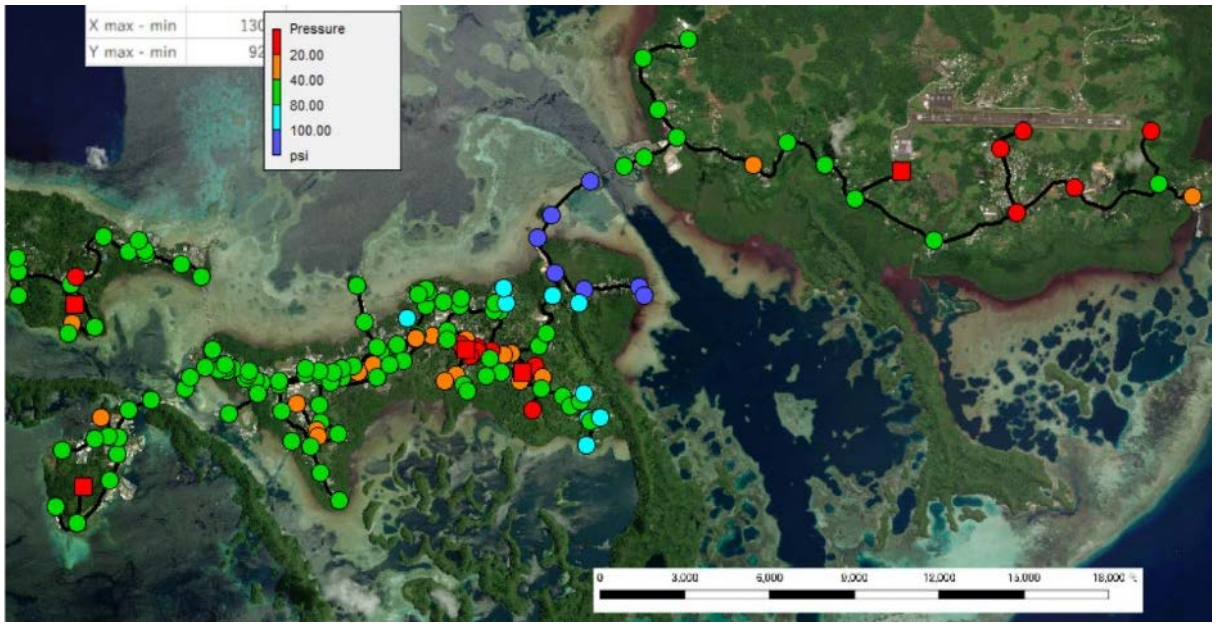
2022 年 11 月および 2023 年 3 月にコロール・アイライ配水システムの管網解析を行った。その結果の概要を次に示す。

なお、一部の Airai 配水区の配水管については、この時点では把握できていなかったため、管網解析に含まれていない。

1)　最小動水圧の管網解析結果

最小動水圧は、最低水圧条件下でも最低限必要な水道水圧を確保するために設定される。PPUC は 20psi を設定している。最低動圧は、配水管の摩擦損失を、年間を通じて水が最も使用される時間帯に、配水池が低水位状態で想定して計算される（図 3.3.5 参照）。最小動水圧は、配水区域のいくつかのポイントでは 20 psi を下回っているが、基本的には問題にはなっていない。Ngermid 配水

池の近くで水圧が低い地点では、実際にブースターポンプが使用されている。

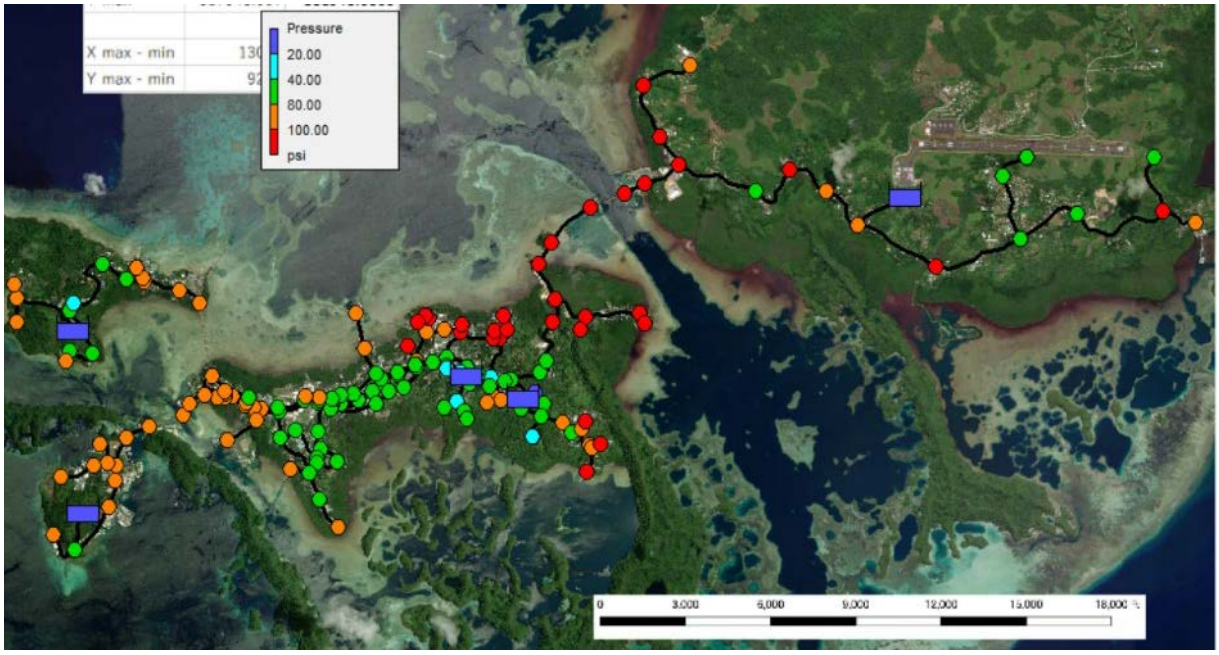


出典：プロジェクト・チーム

図 3.3.5　最小動水圧の管網解析結果

2)　最大静水圧の管網解析結果

最大静水圧は、給水施設や配水施設の耐圧性の観点や漏水管理の観点から定められており、PPUC は 80 psi としている。最大静水圧は、配水池の高水位と地上高との差で計算される（図 3.3.6 参照）。配水管に摩擦損失がなく、かつ最高水圧の条件で計算される。配水区域の半数以上の地点で、静水圧が最大静水圧の 80 psi を超え、さらに 100 psi を超える場所もある。



出典：プロジェクト・チーム

図 3.3.6　最大静水圧の管網解析結果

(5) 管網解析の分析結果で明らかになった問題の解決策を話し合うワークショップ

管網解析で特定した問題の解決策を検討するために、カウンターパート主催でワークショップを開催した（図 3.3.7 参照）。参加者は合計 10 名（PPID：1 名、WO：2 名、漏水調査班：1 名、配管工：3 名、専門家チーム：3 名）であった。本ワークショップにより、管網解析の手法、問題の特定と実際の問題との照合、問題のある地点のマッピング、解決策の検討方法等の知識を得ることができた。また、低水圧、漏水、残留塩素濃度低下という問題の解決策を検討するワークでは、参加者が幅広い視点から考えることができた。



出典：プロジェクト・チーム

図 3.3.7 ワークショップの様子

1) ワークショップのタイムライン

ワークショップのタイムラインを表 3.3.4 に示す。

表 3.3.4 ワークショップのタイムライン

Timeline		Activities	Tools	Person in charge
9:00–9:20	20 min.	Brief explanation of pipe network analysis and problems identified in the analysis results	Power Point	Donna or Marson
9:20–9:40	20 min.	Work of classification of problems and mapping of problems 1) Problems identified by analysis 2) Actual problems	Map	Donna or Marson
9:40–10:00	20 min.	Work of prioritization of problems	Power Point	Donna or Marson
10:00–10:20	20 min.	Explanation of potential solutions	Power Point	Donna or Marson
10:20–10:30	10 min.	Break	–	–
10:30–11:50	80 min.	Work of consideration of proposed solutions 1) Possible Causes 2) Proposed Solutions 3) Actions	Map, Power Point	Donna or Marson
11:50–12:00	10 min.	Conclusion	–	Donna or Marson

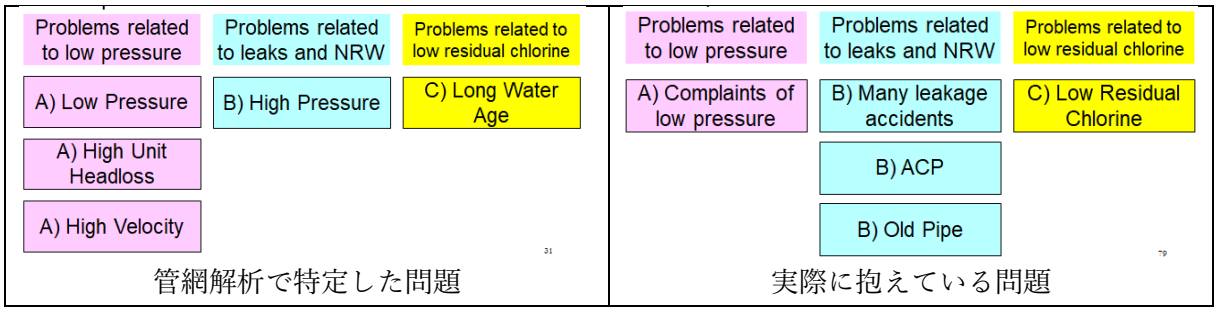
出典：専門家チーム

2) 管網解析で特定した問題のある地点と実際に起きている問題の照合と問題のある地点のマッピング

管網解析で特定した問題のある地点に、実際にその問題が生じているかを確認するために問題の

照合を行った（図 3.3.8 参照）。問題は次の 3 つのカテゴリーに分類した。

A（赤）：低水圧 [3]
B（青）：漏水や NRW の原因（高水圧、ACP、配管の老朽化等）
C（黄）：残留塩素濃度が基準値以下（長い滞留時間）



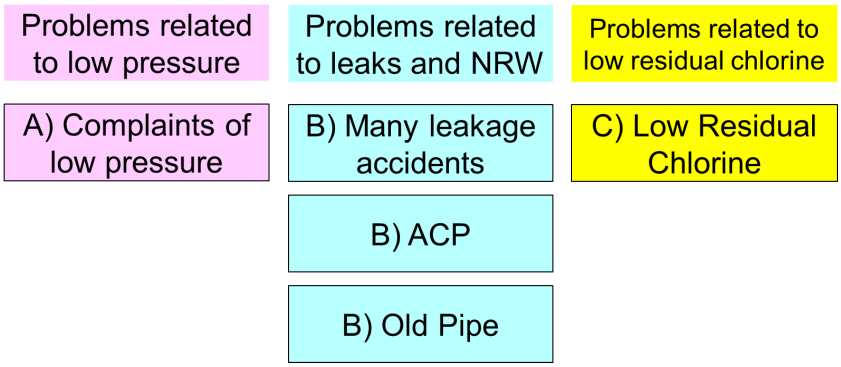
出典：プロジェクト・チーム

図 3.3.8　問題の照合

問題の照合を行い、管網解析で特定した問題のうち 2 か所は GIS データの配管口径が実際に布設されている口径と異なっていることが原因であることが判明した。ただし、これらの配管口径は末端配管であるため、今回の管網解析結果に大きな影響を与えるものではなかった。

図 3.3.10 および図 3.3.11 は問題のある地点を参加者でマッピングしたものである。

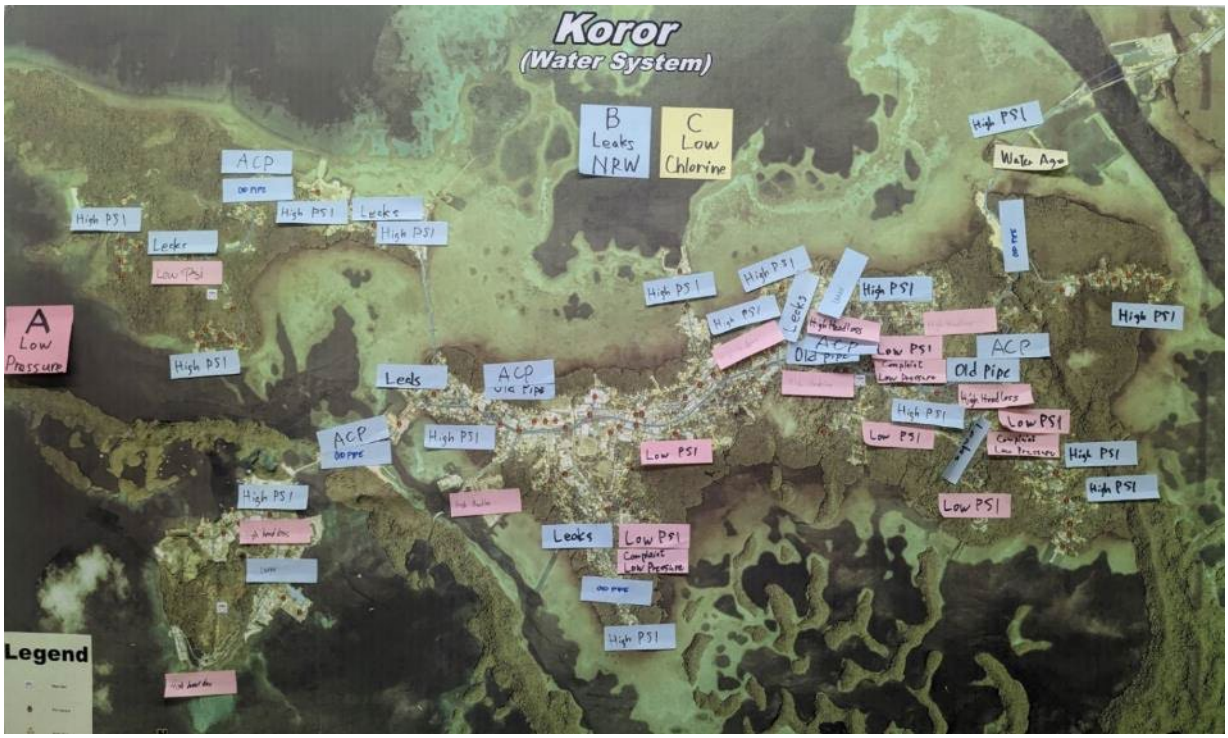
管網解析結果および WWO の職員が把握している実際に生じている問題を基にどの地点にどのような問題があるかを、「Low Pressure」、「Leaks and NRW」、「Low Residual Chlorine」の観点で地図に付箋を張り付けるワークショップを実施し、問題のある地点について特定を行った（図 3.3.9 参照）。



出典：プロジェクト・チーム

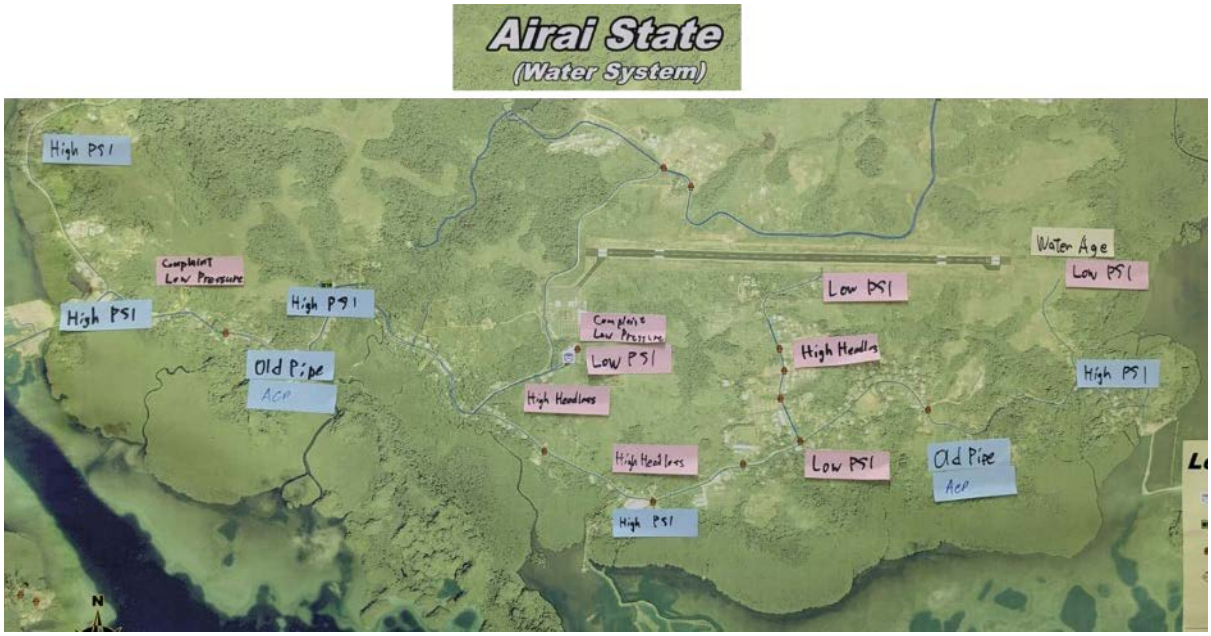
図 3.3.9　問題の分類

[3] 流速が早いほど単位損失水頭が大となり、有効水圧が低くなる。



出典：プロジェクト・チーム

図 3.3.10　コロールでの問題のマッピング結果



出典：プロジェクト・チーム

図 3.3.11　アイライでの問題のマッピング結果

詳細を添付資料 3.3.3 に示す。

3)　解決策の検討

分類および地図に落とし込んだ問題に優先順位を付けて、それらの解決策について参加者で協議

した。協議の際には、「どの問題が高い優先度なのか」「問題が起きている原因は何か」「その問題に対して考えられる解決策は何か」「解決策の実施前後で、圧力や MNF を測定することの重要性は何か」等を議論した。

詳細を添付資料 3.3.3 に示す。

3.4 管路更新の評価基準を設定し、路線もしくは／および地域の優先順位（案）を作成する（活動 1-4）

3.4.1 活動概要

これまでの活動内容を基に、管路更新基本計画に向けた管路更新の評価基準の設定および管路更新地域の優先順位（案）を作成した。

3.4.2 活動結果

(1) 管路更新の評価基準の設定

管路更新基本計画では、老朽 AC 管を全面的に更新することを基本方針とし、老朽 AC 管の路線毎に敷設替えの優先順位を付けることはしないこととした。一方、予算の上限等の問題により、AC 管を全面更新することができない場合は、表 3.4.1 に示す評価項目および評価点を用いて、路線毎に評価を行い、優先順位を付けることとした。

表 3.4.1 管路更新の評価項目と評価点

	評価項目	評価方法	評価点	
1	管種	管材質の強度	AC 管	5 pt.
			その他の管種	1 pt.
2	敷設経過年数	管の敷設経過年数を基にした老朽度	70 年以上	5 pt.
			40 年以上 70 年未満	3 pt.
			20 年以上 40 年未満	1 pt.
			20 年未満	0 pt.
3	管路の重要度	管径による重要度	高い (8 -12 inch)	3 pt.
			中 (6 inch)	2 pt.
			低い (4 inch 以下)	1 pt.
4	交通量の多少	交通量の多少による管路への影響	多い（幹線道路等）	3 pt.
			中（生活道路であるが車両の往来が多い）	2 pt.
			少ない（生活道路等）	1 pt.
5	漏水事故の有無	管敷設路線の漏水事故の有無	有	5 pt.
			無	0 pt.

出典：専門家チーム

(2) 管路更新の地域の優先順位（案）の作成

管路更新基本計画では AC 管を全面更新することとしたため、細かな路線毎に更新の優先順位の評価は行わないこととし、10 年間の計画の中でどのような順番で工事を実施していくかの優先順位を設定した（表 3.4.2 および図 3.12.3 参照）。優先順位は、工事を優先することで、NRW を大きく下げられると考えられる地域を優先することとした。

表 3.4.2　地域の優先順位

No.	地域	理由
1	Ngerkesoaol	NRW 率が他の地域よりも常に高く、かつ配水池容量の貯留時間も 24 時間を超えていることから、早期に工事を実施する。
2	Ngermid	残存する AC 管の延長が長く、80 psi を超える高水圧の地域が多い、また全水量をポンプアップしており、電力費の無駄が多いことから、2 番目に工事を行う。
3	Airai	ＮＲＷ率が Ngerkesoaol、Ngermid に次いで高い水準にあり、配水量も多いことから 3 番目に工事を行う。
4	Arakabesang and Malakal	配水量が少なく、配管更新による全体の NRW 削減へのインパクトが小さいと感がられることから最後に工事を行う。

出典：専門家チーム

3.5　給水管布設替えおよび水道メータ交換を含む管路更新のパイロット･エリアを選定する（活動 1-5）

3.5.1　活動概要

プロジェクト・チームは管路および水道メータ更新のパイロット・エリアを選定した。主な活動は以下の通りである。

- 対象配水区の選定
- 対象地区の選定

3.5.2　活動結果

(1)　対象配水区の選定

パイロット・エリアとして対象地区を選定するために、以下の基準に基づいて、コロール・アイライ配水システムの 5 配水区の中から Ngermid 配水区を選定した。コロール・アイライ配水システムにおける配水区の選定基準を表 3.5.1 に示す。

[選定基準]

- NRW 率
- AC 管の延長
- 管の破損や漏水事故の頻度

表 3.5.1　パイロット・エリアの選定基準（配水区）

No.	配水区 / 基準	重み	Airai		Ngermid		Ngerkesoaol		Malakal		Arakabesan	
			素点	重みを考慮した点数	素点	重みを考慮した点数	素点	重みを考慮した点数	素点	重みを考慮した点数	素点	重みを考慮した点数
1	NRW率	80%	2	1.6	3	3	3	2.4	1	0.8	2	1.6
2	AC管の延長	100%	2	2	3	3	2	2	1	1	2	2
3	管の破損や漏水事故の頻度	80%	1	0.8	2	1.6	3	2.4	1	0.8	1	0.8
	総合点		**5**	**4.4**	**8**	**7.6**	**8**	**6.8**	**3**	**2.6**	**5**	**4.4**

出典：プロジェクト・チーム

注記：重み：重要: 100%, 中程度: 80%, あまり重要でない: 50%

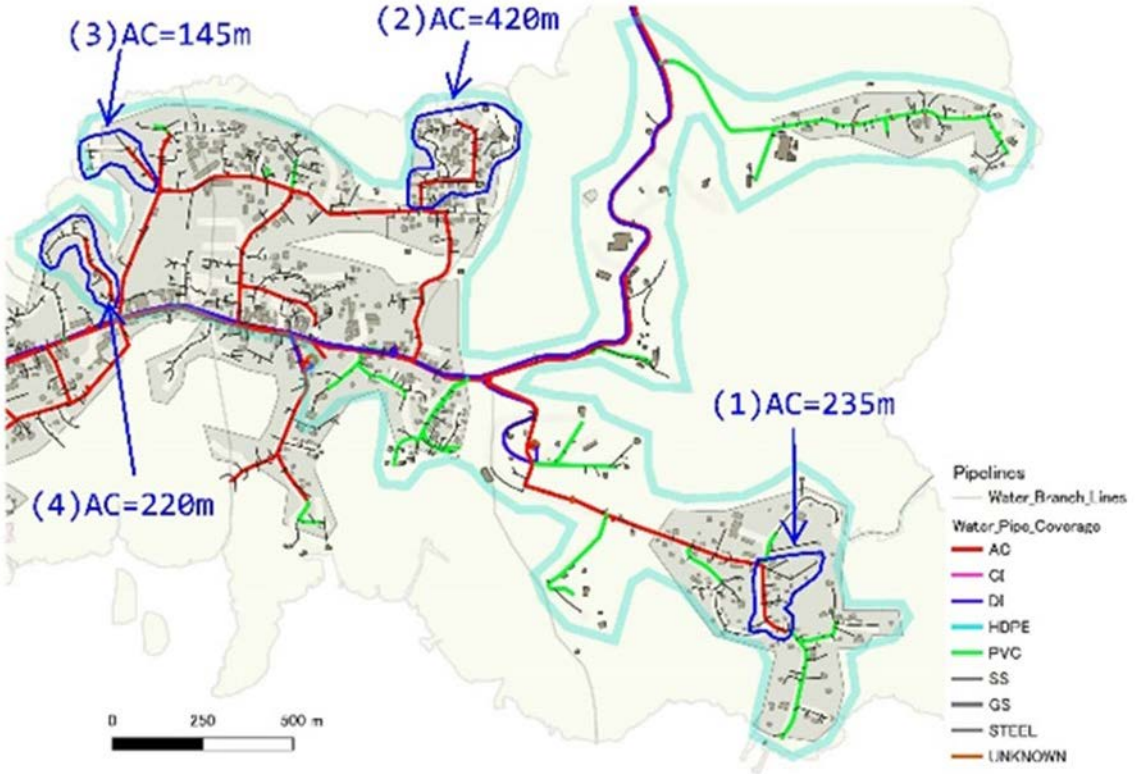
- No.1 素点（NRW 率）：高：3（50%以上）、中：2（40%以上 50%未満）、低：1（40%未満）
- No.2 素点（AC 管の延長）：高：3（7,000 m 以上）、中：2（3,000 m 以上 7,000 m 未満）、低：1（3,000 m 未満）
- No.3 素点（管の破損や漏水事故の頻度）：高：3（高頻度 100 件以上）、中：2（中頻度 50 件以上 100 件未満）、低：1（低頻度 50 件未満）

(2) 対象地区の選定

以下の基準に基づき、パイロット・エリアとして4つの候補地の中からNgermid配水区のNgerbodel（表3.5.2のNo. 2）を対象地区として選定した。

[選定基準]

- 配水管路の構成
- 配水管路の主な材質
- 既存管路に関する情報
- 病院、学校等の重要施設の存在
- 流量測定の効率性に関する流入箇所数
- 工事中の車両通行性
- 他地区との隔離
- 現状や建設状況のわかりやすさ、施工上の制約の少なさ
- 漏水発生頻度
- 不発弾の存在

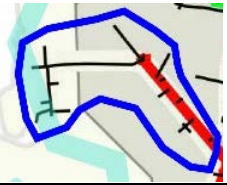


出典：プロジェクト・チーム

図 3.5.1　Ngermid 配水区の 4 つのパイロット・エリア候補地

Ngermid配水区の4つのパイロット・エリアの候補地の比較と選定基準を表3.5.2に示す。

表 3.5.2　パイロット・エリアの選定基準（Ngermid 配水区内の対象地区）

	配水区		No.1		No.2 (Ngerbodel)		No.3		No.4	
	候補地の地図 朱線: AC 黒線: 給水管 緑線: PVC									
	基本情報		管種: AC 管径: 8 inch(200mm) AC管延長: 235m 道路舗装: コンクリート 給水管延長: 471m 下水道管の有無: あり 顧客数: 約 19		管種: AC 管径: 6 inch(150mm) AC管延長: 420m 道路舗装: コンクリート 給水管延長: 1,387m 下水道管の有無: あり 顧客数: 約 62		管種: AC 管径: 4 inch(100mm) AC管延長: 145m 道路舗装: コンクリート 給水管延長: 378m 下水道管の有無: あり 顧客数: 約 26		管種: AC 管径: 4 inch(100mm) AC管延長: 220m 道路舗装: コンクリート 給水管延長: 492m 下水道管の有無: あり 顧客数: 約 38	
No.	選定基準	重み	素点	重みを考慮した点数	素点	重みを考慮した点数	素点	重みを考慮した点数	素点	重みを考慮した点数
1	配水管路の構成 枝状:3, 環状:1	100%	3	3	3	3	3	3	3	3
2	配水管路の主な材質 AC:3, AC以外:1	100%	3	3	3	3	3	3	3	3
3	既存管路に関する情報 明白:3, 中間:2, 未整備:1	100%	2	2	2	2	2	2	2	2
4	病院、学校等の重要施設の存在 問題なし:3, 中間:2, 問題あり:1	80%	3	2.4	3	2.4	3	2.4	3	2.4
5	流量測定の効率性に関する流入箇所数 1流入点:3, 2two流入点以上:1	80%	1	0.8	3	2.4	3	2.4	3	2.4
6	工事中の車両通行性 少なくても1車線通行可能:3, 通常不可能:1	50%	3	1.5	3	1.5	3	1.5	3	1.5
7	他地区との隔離 隔離されている, されていない:1	100%	1	1	3	3	3	3	3	3
8	現状や建設状況のわかりやすさ、施工上の制約の少なさ 容易:3, 中間:2, 困難:1	100%	2	2	3	3	2	2	2	2
9	漏水発生頻度 高:3, 中間:2,低:1	100%	1	1	3	3	1	1	3	3
10	不発弾の存在 無し:3, 不明:2, あり:1	50%	2	1	2	1	2	1	2	1
	総合点			**11.7**		**18.3**		**15.3**		**17.3**

出典：プロジェクト・チーム
注記：重み：重要: 100%, 中程度: 80%, あまり重要でない: 50%
　　素点：高：3、中：2、低：1

これらの選定結果は、2022 年 8 月 24 日に実施されたワークショップでプロジェクト・チームによって確認された（添付資料 3.2.5 参照）。

3.6 活動 2-2、3-2 を通し、パイロット・エリアで漏水探知、メータ精度確認、顧客水利用含め詳細な現状調査を実施する（活動 1-6）

3.6.1 活動概要

パイロット・エリアにおける本管および給水管漏水、水道メータの精度、顧客水利用の状況について詳細な調査を実施した。漏水の探知については、漏水調査チーム担当者 1 名および管路修理チーム担当者 1 名とともに 140 m の本管上の路面音聴調査および 24 世帯全数の戸別音聴調査を実施した。水道メータ精度テストは管路修理チーム担当者 2 名とともにテストメータを使い 24 世帯の水道メータの精度テストを実施した。顧客水利用調査は PPID 担当者 1 名とともに 23 世帯の聞き取り調査を実施した。

3.6.2 活動結果

（1） パイロット・エリアでの漏水探知

パイロット・エリア内の配水本管約 140 m および 24 世帯の給水管の漏水調査対象範囲として、グラウンドマイクロフォンを利用した路面音聴調査および音聴棒を利用した戸別音聴調査を実施した（図 3.6.1 参照）。

戸別音聴調査および路面音聴調査において、24 世帯の顧客水道メータおよび約 140 m の配水本管上の音聴調査を実施した結果、漏水音および疑似漏水音は探知されなかった。結果として、パイロット・エリアおいては、水道メータおよび路面上から音聴調査によって漏水は探知できなかった。C/P によると、このエリアは水圧が高いため、給水管での漏水は、比較的家庭敷地内の地表面の可視漏水となりやすいとのことであった。

	
パイロット・エリアにおける戸別音聴調査	パイロット・エリアにおける路面音聴調査

出典：プロジェクト・チーム

図 3.6.1 パイロット・エリアにおける漏水調査写真

（2） メータの精度確認

パイロット・エリアを PPUC 職員と踏査し、各世帯に設置されている全 24 基の設置状況を確認した。PPUC ではこれまで Presicion/Sensus 社、Neptune 社、Dweyer 社の水道メータを採用しており、

このうち直近数年間で更新を実施した Dweyer 社以外の水道メータは老朽化が大きく進行していることが確認された（図 3.6.2 参照）。

			
製造者：Precision/Sensus（社名変更） 設置年：1980's- 2006 設置台数：18 基		製造者：Neptune 設置年：2013-2016 設置台数：1 基	製造者：Dweyer 社 設置年：2017-Date 設置台数：5 基

出典：プロジェクト・チーム

図 3.6.2　水道メータの種類

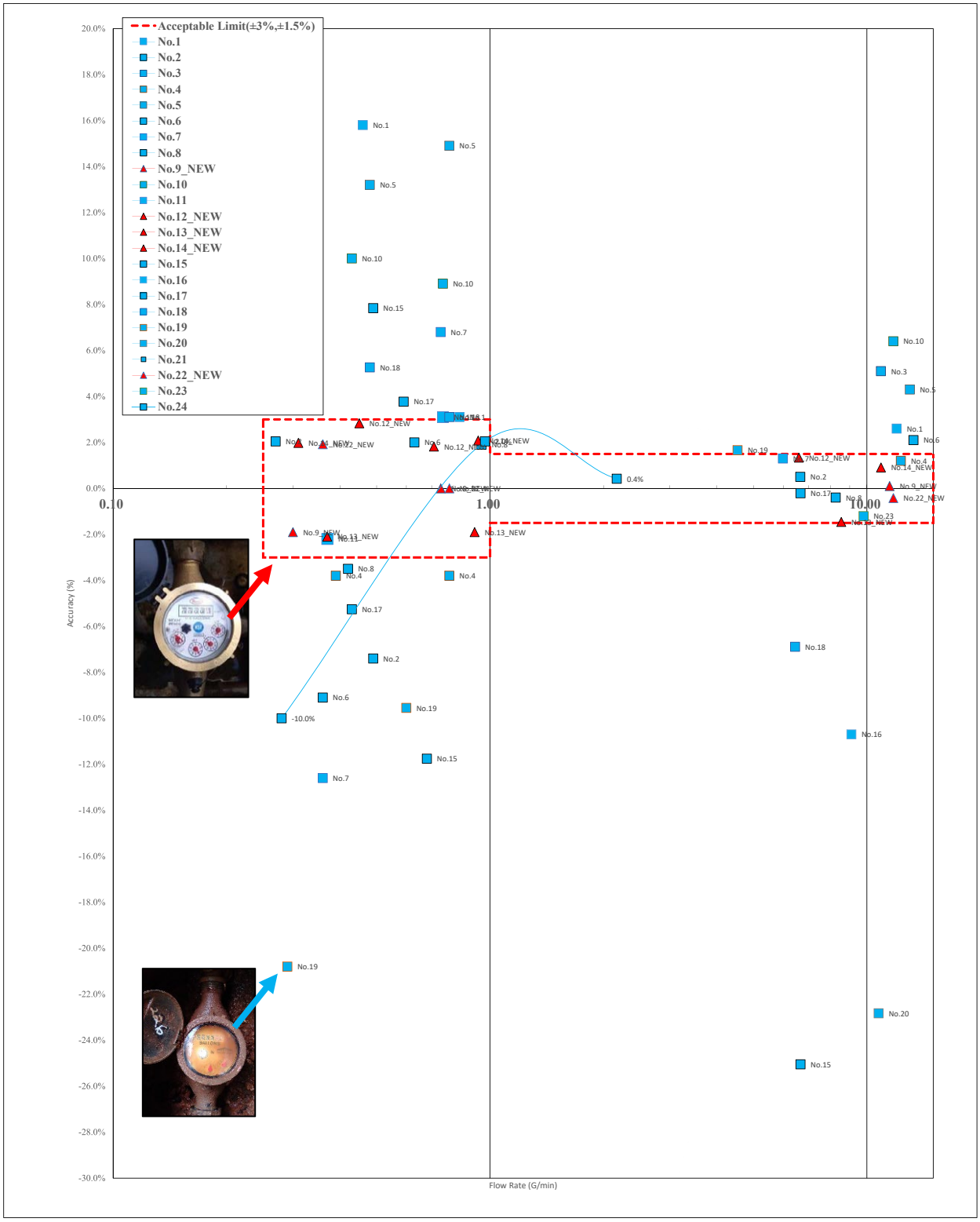
これらパイロット・エリアの各世帯に設置されている全 24 基の水道メータを対象に、小流量（約 0.3 ガロン/分）、中流量（約 0.7 ガロン/分）、大流量（約 10 ガロン/分）の条件下でテストメータの計測値、および水道メータの計測値を確認し、差分から水道メータの器差を算出した。水道メータの精度テストの様子を図 3.6.3 に示す。

	
並列に接続した テストメータ（左）と水道メータ（右）	PPUC 職員による精度テスト実施の様子

出典：プロジェクト・チーム

図 3.6.3　水道メータの精度テスト

米国水道協会（AWWA）規格によると、5/8 x 3/4 のマルチジェット式メータでは、0.25 から 1 ガロン/分の範囲で±3%、1 ガロン/分から 15 ガロン/分の範囲で±1.5%の誤差が許容範囲とされている。各水道メータの器差と AWWA 規格の器差許容範囲を図 3.6.4 および表 3.6.1 に示す。



出典：プロジェクト・チーム
注記：赤プロット：更新済みの新規メータ、青プロット：老朽化メータ、赤破線：AWWA 許容精度

図 3.6.4　水道メータの精度テスト結果

表 3.6.1 水道メータの精度テスト結果

No.	Flow Rate (G/min)	Accuracy (%)	Judgement		Manufacture /ID	Manufacture /ID	Installation Year	Note
No.1	0.46	15.8%	NG	NG	Sensus	144	1980's-2013	
	0.83	3.1%	NG					
	12.00	2.6%	OK					
No.2	0.27	2.0%	OK	NG	Neptune	6895	2014-2016	
	0.49	-7.4%	NG					
	6.66	0.5%	OK					
No.3	0.32	-99.7%	NG	NG	Precision	K09122	1980's-2013	Needle does not move at low flow
	0.90	-51.9%	NG					
	10.90	5.1%	OK					
No.4	0.39	-3.8%	NG	NG	Precision	590	1980's-2013	
	0.78	-3.8%	NG					
	12.31	1.2%	OK					
No.5	0.48	13.2%	NG	NG	Sensus	241	1980's-2013	
	0.78	14.9%	NG					
	13.00	4.3%	OK					
No.6	0.36	-9.1%	NG	NG	Precision	246	1980's-2013	
	0.63	2.0%	OK					
	13.30	2.1%	OK					
No.7	0.36	-12.6%	NG	NG	Sensus	120	1980's-2013	
	0.74	6.8%	NG					
	5.99	1.3%	OK					
No.8	0.42	-3.5%	NG	NG	Precision	586	1980's-2013	
	0.95	1.9%	OK					
	8.27	-0.4%	OK					
No.9_NEW	0.30	-1.9%	OK	**OK**	Dweyer	-	2017-Date	
	0.74	0.0%	OK					
	11.49	0.1%	OK					
No.10	0.43	10.0%	NG	NG	Precision	274	1980's-2013	
	0.75	8.9%	NG					
	11.76	6.4%	OK					
No.11	0.37	-2.2%	OK	NG	Precision	271	1980's-2013	
	0.75	3.1%	NG					
	9.09	20.2%	NG					
No.12_NEW	0.45	2.8%	OK	**OK**	Dweyer	-	2017-Date	
	0.71	1.8%	OK					
	6.60	1.3%	OK					
No.13_NEW	0.37	-2.1%	OK	**OK**	Dweyer	4898	2017-Date	
	0.91	-1.9%	OK					
	8.55	-1.5%	OK					
No.14_NEW	0.31	2.0%	OK	**OK**	Dweyer	-	2017-Date	
	0.93	2.1%	OK					
	10.90	0.9%	OK					
No.15	0.49	7.8%	NG	NG	Precision	134	1980's-2013	
	0.68	-11.8%	NG					
	6.67	-25.1%	NG					
No.16	0.44	-68.1%	NG	NG	Precision	-	1980's-2013	Needle does not move at low flow
	0.75	-68.1%	NG					
	9.10	-10.7%	OK					
No.17	0.43	-5.3%	NG	NG	Sensus	102	1980's-2013	
	0.59	3.8%	NG					
	6.67	-0.2%	OK					
No.18	0.48	5.3%	NG	NG	Precision	88	1980's-2013	
	0.78	3.1%	NG					
	6.45	-6.9%	OK					
No.19	0.29	-20.8%	NG	NG	Precision	238	1980's-2013	
	0.60	-9.6%	NG					
	4.54	1.7%	OK					
No.20	0.35	-100.0%	NG	NG	Precision	123	1980's-2013	Needle does not move at low flow
	0.70	-100.0%	NG					
	10.75	-22.8%	NG					
No.21	0.31	-100.0%	NG	NG	Precision	124	1980's-2013	Needle does not move at low flow
	0.72	-90.7%	NG					
	7.25	-32.8%	NG					
No.22_NEW	0.36	1.9%	OK	**OK**	Dweyer	11095	2017-Date	
	0.78	0.0%	OK					
	11.76	-0.4%	OK					
No.23	0.42	-68.4%	NG	NG	Precision	310	1980's-2013	Needle does not move at low flow
	0.88	-61.2%	NG					
	9.80	-1.2%	OK					
No.24	0.28	-10%	NG	NG	Precision	–	1980's-2013	
	0.97	2%	OK					
	2.17	0%	OK					
Failure Ratio for All Meter				**79% (19/24)**				**All 19 old meters are not acculate, and all new 5 meters are accurate**
No.25				-	-		-	Not Active
No.26				-	-		-	Large meter
No.27				-	-		-	Not Active

出典：プロジェクト・チーム

上記メータ精度テストの結果から、既に更新が完了している新規メータ 5 基を除く老朽化メータ 19 基は全て許容精度範囲を超過しており、正確な使用水量を把握する為には早急に更新する必要があることが確認された。

(3) 顧客の水利用状況調査

パイロット・エリアの全 24 世帯を PPUC 職員が訪問し、顧客の水利用状況についてアンケート調査を実施した。調査結果を以下に示す。調査結果の詳細を添付資料 3.6.1 に示す。

1）調査内容

ゲルボデル地区のパイロット・エリア内の 24 世帯を対象にアンケート調査を実施し、うち 16 世帯から回答を得た（回答率 66.7%）。

2）調査期間

- 2023 年 3 月 27 日～2023 年 4 月 6 日

3）回答者の属性情報

- 世帯人数は 3～5 人が一般的であり、年齢や性別の構成比については、若干の偏りがある。

4) 給水システム

- 全世帯が PPUC の公営水道サービスを受けており、24 時間給水が可能である。

5）水利用の方法

- 主な使用目的は調理・食器洗い、シャワー、トイレ、洗濯。
- 全世帯に水洗式トイレとシャワーが設置。1 日 2 回のシャワー利用が一般的。
- 浴槽を所有している世帯はない。ほとんどの世帯が洗濯機を所有し、週に数回使用。
- 半数近くの世帯では沸騰させるか浄水器で処理して飲用として利用。
- 世帯の月間全支出として USD 200／月未満の世帯もあるが、USD200／月以上の世帯も多く、平均支出額は USD 403／月であることが確認された。

6) PPUC の水道サービス

- 全世帯が PPUC の水道サービスに満足。殆どの世帯は水道料金を妥当と考えている。

7) 宅内漏水

- 全世帯の約 7 割に宅内漏水が確認された。

8) 節水意識

- 全世帯が節水を意識している。
- 主な節水活動は、蛇口をこまめに閉める、シャワーを浴びる頻度を減らす等。
- 節水器具を設置したり、雨水を雑用途に使用したりしている家庭も少数存在。

9）夜間の水使用

- 全世帯の 50%以上が深夜のトイレ利用に水を使用している。

10) 水使用量の変動

- ほとんどの世帯で、月間の水使用量に大きな変動はなかった。

(4) 顧客の水使用量調査

パイロット・エリアの全 24 世帯の水道料金徴収データを整理し、一人当たりの平均水使用量を算出した（表 3.6.2 参照）。調査の結果、一人当たり平均水使用量は 216 lpcd (=57 ガロン/人/日= 1,713 ガロン/人/月)であることが確認できた。

表 3.6.2 顧客の水使用量調査結果

No.	Water Use	Family Member	lpcd		Note
	Average	No.	Gpcd	lpcd	
No. 1	10,300	5	69	260	
No. 2	9,550	-	N./A	N./A	Meter reading miss
No. 3-1/3-2	14,550	4	121	459	Partial data missing
No. 4	2,350	3	26	99	
No. 5	2,400	-	N./A	N./A	Family member unknown and used as rent house
No. 6	3,750	-	N./A	N./A	Family member unknown and used as rent house
No. 7	5,200	3	58	219	
No. 8	0	-	N./A	N./A	Family member unknown and used as Kiosk
No. 9	5,250	4	44	166	Already meter replaced
No.10	5,450	2	91	344	
No.11	6,450	3	72	271	
No. 12	3,800	4	32	120	Already meter replaced
No. 13	650	-	N./A	N./A	Already meter replaced
No. 14-1/14-2	3,700	5	25	93	Already meter replaced
No. 15	9,650	5	64	244	
No.16-1/16-2	250,820	-	N./A	N./A	Partial data missing
No.17	300	3	3	13	Used as a store room and faucet rarely used
No.18	5,650	3	63	238	
No.19	16,800	2	280	1,060	Meter reading miss
No.20	11,200	9	41	157	
No.21	26,100	5	174	659	Meter reading miss
No.22	3,350	3	37	141	Already meter replaced
No.23	5,150	3	57	217	
No.24	1,900	-	N./A	N./A	Partial data missing
		Average	**57**	**216**	

出典：プロジェクト・チーム

3.7 活動 2-3 と協力してパイロット・エリアの管路更新基本計画を策定する（活動 1-7）

3.7.1 活動概要

パイロット・エリアの管路更新基本計画は、活動 2-3 を参考に、PPUC がパイロット・プロジェクトを実施するために策定した。このパイロット・プロジェクトは、コロール・アイライ配水システムの管路更新基本計画策定の参考となった。主な活動は以下の通りである。

- 対象配水区の選定（活動 1-5 参照）
- 対象地区の選定（活動 1-5 参照）
- パイロット・プロジェクトの現地調査、基本計画、入札図書の作成

3.7.2 活動結果

パイロット・エリアの管路更新基本計画は、添付資料 3.7.1 に示す通り策定され、その目次構成は表 3.7.1 に示す通りである。

また、パイロット・プロジェクトを通じて、PPUC にとって以下のような効果が期待される。

- 本プロジェクト調達した超音波流量計を用いて配水流量の計測が可能となる。
- 管路更新による漏水の低減が可能となる。
- 超音波流量計による夜間最小流量の測定により、定量的な漏水監視が可能となる。
- 管路および水道メータの更新により NRW の削減が可能となる。
- 配水管および給水管等の管路更新が可能となる。

表 3.7.1 パイロット・エリアの管路更新基本計画目次

1. PURPOSE OF THE PLAN
2. SELECTION OF THE PILOT AREA
2.1. Selection of Water Distribution Area
2.2. Selection of Specific Area
3. EFFECTIVENESS TO BE EXPECTED THROUGH THE PILOT PROJECT
4. SUMMARY OF THE PILOT PROJECT

出典：プロジェクト・チーム

上記の効果を達成するために、対象地区として、Ngermid 配水区の Ngerbodel 地区が選定された。パイロット・プロジェクトの予算を考慮し、図 3.7.1 に示すように、約 144 m の配水管を敷設し、13 箇所[4]の給水管を古い AC 管から PVC 管に切り替えることが計画された。

また、当該地区への配水管の流入点に流量計室を設置し、超音波流量計を活用して、NRW 率算定に必要な配水流量を測定する。

[4] 13 箇所の給水管が新規配水管へ切り替えられた。パイロット・エリアにおける 24 世帯のうち、数世帯は 13 箇所の給水管から分岐されている。



出典：プロジェクト・チーム

図 3.7.1　パイロット・プロジェクトの施設平面図

3.8 パイロット・エリアに流量計を設置し、流入量を計測・モニタリングする（活動 1-8）

3.8.1 活動概要

（1） 入札

活動 1-7 の管路更新基本計画に基づき、パイロット・エリアの本管約 140 m、23 世帯への給水管の更新および超音波流量計を設置するための流量計室の工事を 2022 年 11 から 2023 年 10 月（瑕疵期間を含む）に実施した。設置工事は、現地企業三社を指名し、入札会を経て現地再委託工事として行った。

（2） 施工監理

パイロット・プロジェクトの建設工事は、請負業者と専門家チームとの契約に基づき、2022 年 11 月から 2023 年 7 月まで JICA 専門家チームの管理の下で実施された。 主な活動は以下の通りである。

- 試掘結果に基づき更新配水管の敷設ルートを決定する。
- 入札図書に基づき適切な工事を監理する。
- 安全管理を監理する。
- 「アスベスト管理」に関するワークショップを実施する。

（3） 流入量の計測

配水管の更新と給水菅の切り替え完了後、超音波流量計を設置し、流量計測の準備に入った。

3.8.2 活動結果

（1） 入札

パイロット工事のエリアを Ngerchemai ハムレット内の Ngerbodel 地区の一部とし、業務内容および仕様と数量を表 3.8.1 のように決定した。

表 3.8.1 パイロット工事概要

主要工種	数量
1. 配管工事および流量計室築造工	
1.1 試験掘り（試掘調査）＜1.0m（縦）5m（横）1.5m（高）＞	5 箇所
1.2 配水管敷設工＜PVC6 インチ管（口径 150 ㎜＞	144 m
1.3 道路復旧	144 m
1.4 流量計室築造工＜RC 製 1.5m（縦）2.0 m（横）2.0m（高）＞	1 箇所
2. 給水管接続工	
2.1 Type-1: PVC 2 インチ管（口径 50 ㎜）	10 箇所
2.2 Type-2: PVC 2 インチ管（口径 50 ㎜）	2 箇所
2.3 Type-3: PVC 2 インチ管（口径 50 ㎜）	1 箇所

出典：プロジェクト・チーム

管路更新パイロット工事の入札会は、2022 年 11 月 1 日に実施した。4 者による指名競争入札により、最低落札業者（Williams Construction Company）と契約交渉した結果、2022 年 11 月 4 日に同業者と落札額にて契約締結した。落札額は USD123,500（18,221,931 円@JICA2022 年 11 月レート

USD 1=147.546 円）であった。

（2） 施工監理

パイロット・プロジェクトの建設工事は、請負業者と JICA 専門家チームとの契約に基づき、2022 年 11 月から 2023 年 7 月まで JICA 専門家チームの監理の下で実施された。主な活動は以下の通りである。

施工管理担当の JICA 専門家チームが工事期間中に派遣され、PPUC の支援のもと施工監理を実施した。

更新配水管の延長は約 144 m であり、そのルートは 5 カ所の試掘工事を基に請負業者の提案により決定した。図 3.8.1 に示すように、約 144 m の配水管と 25 箇所の給水管接続等の適切な敷設工事が管理された。



出典：プロジェクト・チーム
注記：[左]配水管の敷設状況、[中]流量計室の建設状況、[右]給水管の敷設状況

図 3.8.1　施工状況

さらに、図 3.8.2 に示すように、工事では既存の切断された AC 管が地中に残置されるため、専門家チームは PPUC 職員および請負業者を対象に、健康被害対策として、アスベスト管理に関するワークショップを実施した。請負業者は、AC 管の切断作業中にマスクを着用するようになった。



出典：プロジェクト・チーム
注記：[左]アスベスト管理に関するワークショップ、[右]ワークショップの資料

図 3.8.2　アスベスト管理に関するワークショップ

（3） 流入量の計測

実際の流入量の計測については、それに関連する「3.9」で述べる。

3.9　パイロット・エリアで、管路（配水管）更新を実施し、実施前後の流入出量変化を把握する（活動 1-9）

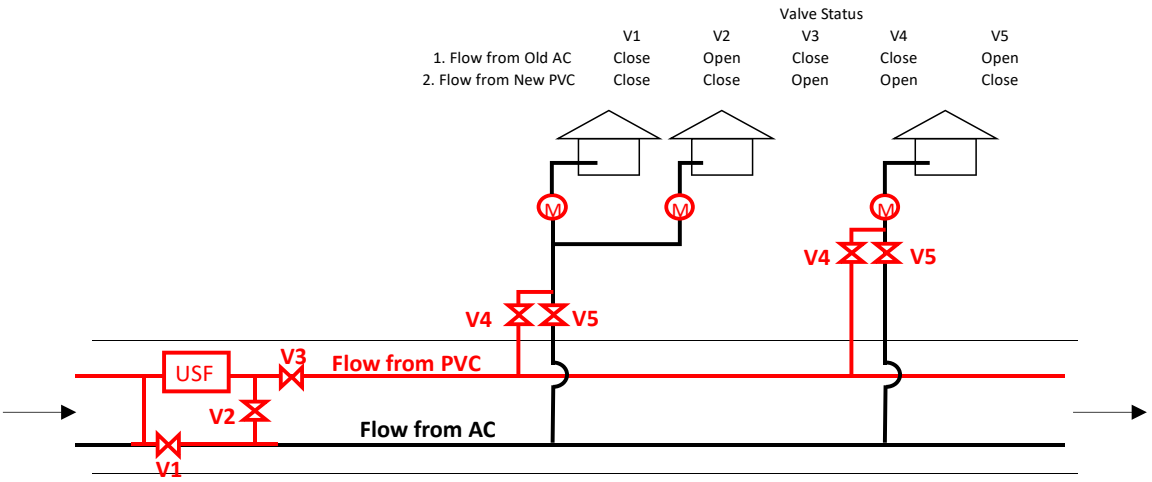
3.9.1　活動概要

パイロット・エリアの管路更新によって、管路更新の効果（管路更新前後で流量がどのように変化したか）を把握するために、旧 AC 管による配水時と、管路更新後の新 PVC 管による配水時の 2 回の流量測定を実施し、管路更新前後の流入量を比較した。旧 AC 管による配水時の流量測定の後には、新 PVC 管による配水流量を測定するための旧給水管のバルブの閉止作業を実施し、旧管路と新管路を正確に切り替えた後に更新後の流量測定を実施した。

3.9.2　活動結果

(1)　管路更新前および更新後の流量測定の準備

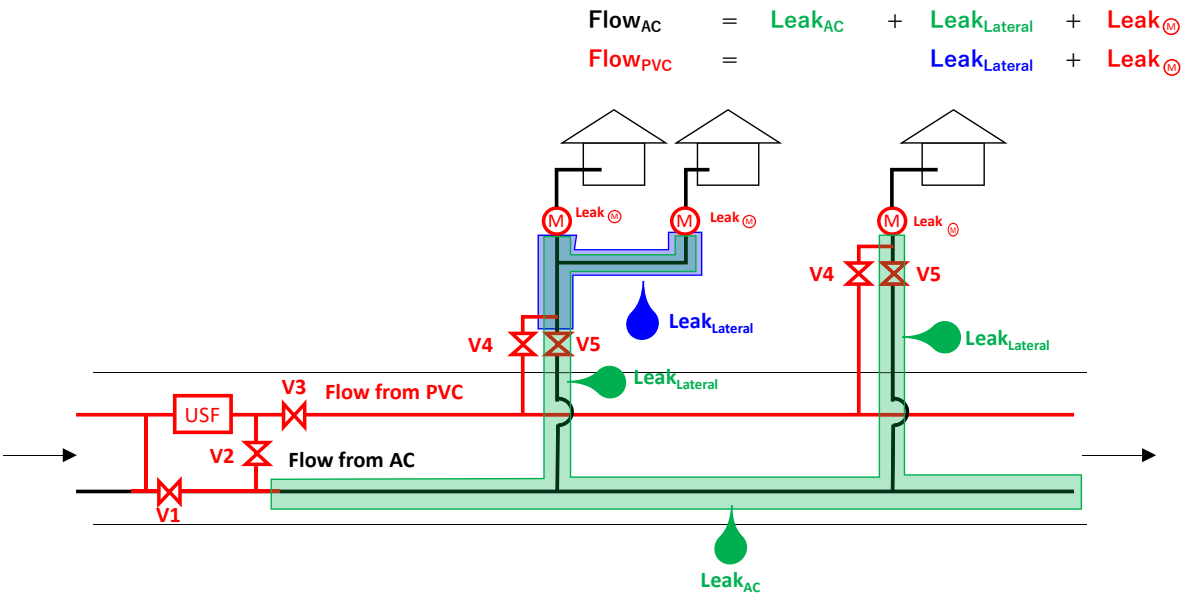
本管のバルブ操作による新設 PVC へ切り替え操作だけでなく、旧管路に繋がる給水管上のバルブを閉止する必要があるため、流量計測手順（バルブ操作、流量計測等）について PPUC と協議し進めた。既設 ACP および新設 PVC 使用時の流量計測時におけるバルブ操作の一例を図 3.9.1 に示す。



出典：専門家チーム

図 3.9.1　既設 ACP および新設 PVC の流量計測時におけるバルブ操作

また、本流量計測で把握できる漏水量の算定方法を図 3.9.2 に示す。管路更新前の既設 AC 管路の流量測定時には、既設 ACP 本管上の漏水に加え、既設 ACP 給水管の漏水および既設給水管のバルブ以降の漏水量を計測する。管路更新後の新設 PVC 管路の流量測定時には、新設 PVC 管路上の漏水、に加え新設 PVC 給水管の漏水、および既設給水管のバルブ以降にある漏水量が計測されることになることを PPUC 側へ共有した。



出典：専門家チーム

図 3.9.2　既設 AC および新設 PVC を使用時の流量計測により把握できる漏水量

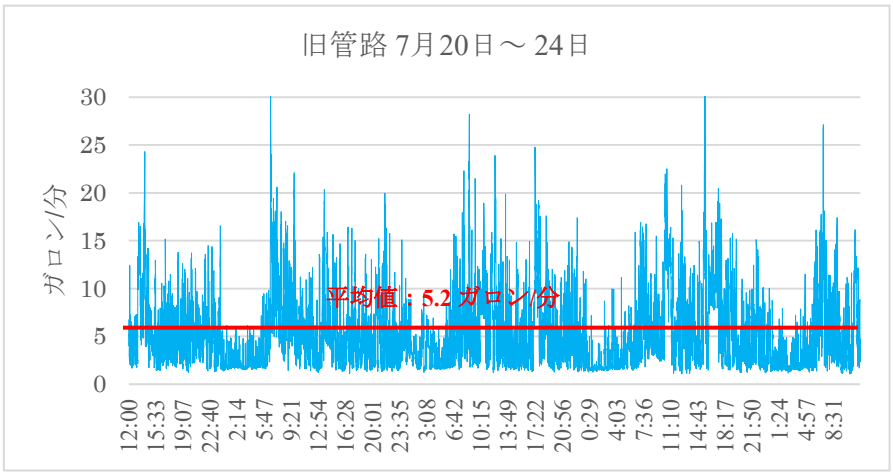
(2)　流量測定とその結果

1)　管路更新前後の流入量の確認

パイロット・エリアの管路更新前後の流量を計測した。最初に管路更新前の旧 AC 管路（150 mm）に通水した計測期間は不規則な水利用があることも想定し、96 時間（2023 年 7 月 20 日 12 時～7 月 24 日 12 時）とした（図 3.9.3 参照）。

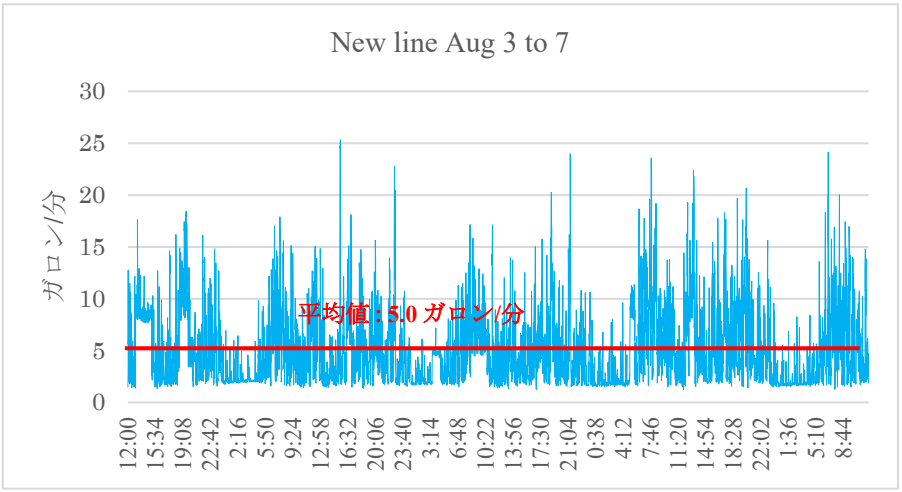
次に、管路更新後の新 PVC 管路に通水した際の流量を計測するため、8 月 2 日に更新前の旧 AC 管路から、更新後の新 PVC 管路に切り替え、23 世帯の旧給水管のバルブを閉止し、新給水管から通水した。計測期間は旧管路と同様に 96 時間（8 月 3 日 12 時～8 月 7 日 12 時）とした（図 3.9.4 参照）。

旧 AC 管路（更新前）と新 PVC 管路（更新後）の通水結果は平均してそれぞれ約 5.2 ガロン/分、5.0 ガロン/分であり、何れも配水流量はほぼ変わらなかった。



出典：プロジェクト・チーム

図 3.9.3　旧 AC 管路（更新前）による配水流量データ



出典：プロジェクト・チーム

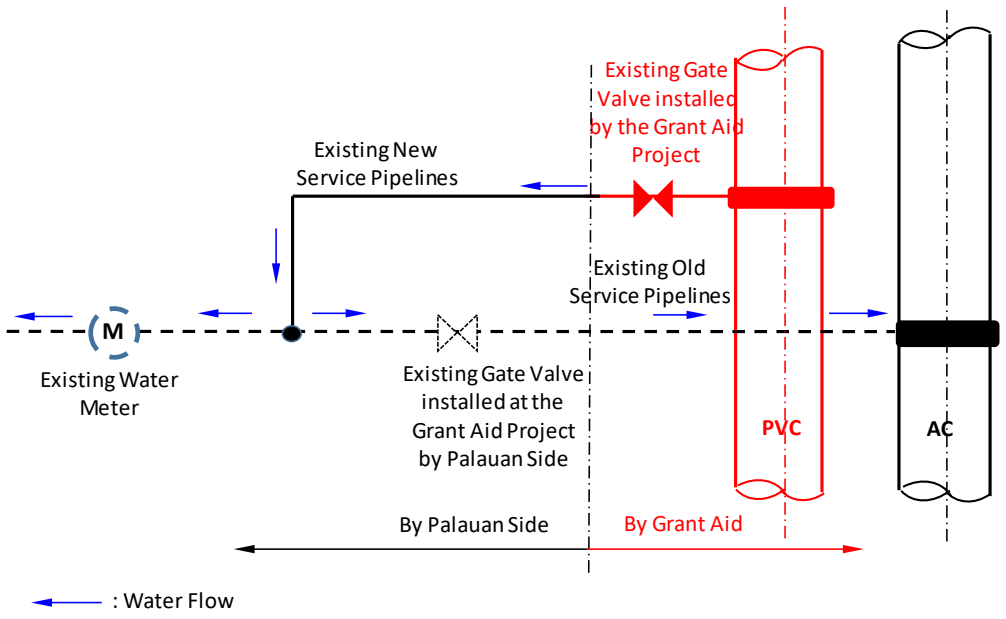
図 3.9.4　新 PVC 管路（更新後）による配水流量データ

今回の測定はパイロット・エリアの管路更新によって、管路更新の効果（漏水削減）を把握することが目的である。そのため、昼間、夜間を通し漏水の有無の指標となる最小流量を確認したが、

何れも超音波流量計では検出できないほど流量が小さかった。これは、パイロット・エリアの管路延長においては、更新前でも当初想定していたよりも漏水が発生していなかったことが要因となっている。

2)　既設給水管から新設給水管への切り替え作業についての考察

既設給水管から、新設給水管への切り替え作業は業者が作成した新旧給水管の竣工図を見ながら、既設 AC 管路に繋がるバルブを閉止することにより実施した。第 2 次無償事業の実施の際に切り替えられた概念図を図 3.9.5 に示す。この時には、現地側の負担事業とされた既設 AC 管路に繋がるバルブが適切に閉止されていない、あるいはその時には閉止されていたバルブが何らかの誤りで開栓されたと想定されたケースが散見された。このことが NRW の増大を招く原因となるため、本パイロット工事では慎重に切り替え工事を行い、PPUC へもそのノウハウを共有した。



出典：プロジェクト・チーム

図 3.9.5　給水管切り替えの概念図

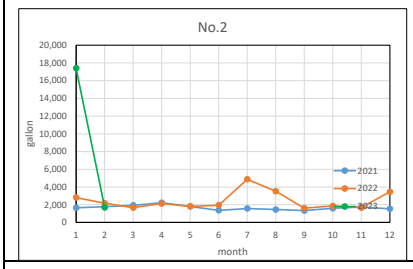
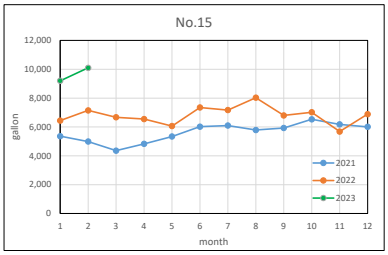
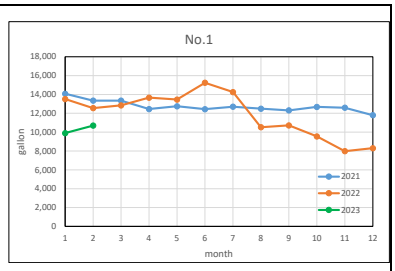
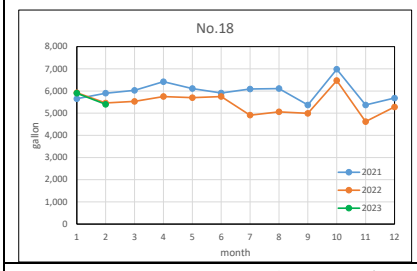
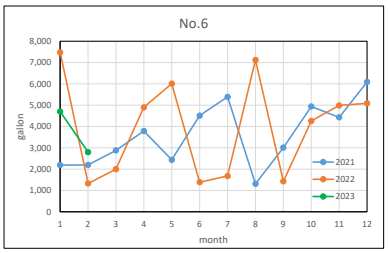
3.10　パイロット・エリアで、給水管布設替えおよび水道メータ交換を実施し、実施前後の流入出量変化を把握する（活動 1-10）

3.10.1　活動概要

パイロット・エリアで、水道メータ交換を実施し、実施前後の流入量変化を把握する活動を PPUC 職員と協働で行い、技術移転を行った。既存給水管のうち約 60 m は比較的最近 GI 管路に布設替えされたため、それらの箇所では既存管路を活用し、それ以外の箇所について給水管を更新した。

3.10.2　活動結果

パイロット・エリアで実施されたメータ精度テストの結果を受け、PPUC は 2022 年 12 月に 19 基の老朽化した水道メータの更新を実施した。水道メータ更新前後の使用水量データを整理した結果、2023 年 1 月以降の使用量において、図 3.10.1 のような変化が確認された（緑線参照）。

		
ケース 1：メータ更新後に使用量が急増（読取方法の違いによるメータ検針ミスが想定）：3 基	ケース 2：メータ更新後に使用量が増加（マイナス誤差解消による計測正常化が想定）：7 件	ケース 3：メータ更新後に使用量が減少（プラス誤差解消による計測正常化が想定）：1 件
		
ケース 4：メータ更新後も変化なし（元の使用量またはメータの誤差が非常に少ない）：1 件	ケース 5：使用量に変動が大きい、または記録データの一部欠損により評価困難：7 件	ケース 6：数年前にメータが既に更新されている等で評価不可：5 件

出典：プロジェクト・チーム

図 3.10.1　水道メータ更新実施前後の水使用量変化のケース

ケース 1：メータ更新後に使用量が急増（読取方法の違いによるメータ検針ミスが想定）：3 件
ケース 2：メータ更新後に使用量が増加（マイナス誤差解消による計測正常化が想定）：7 件
ケース 3：メータ更新後に使用量が減少（プラス誤差解消による計測正常化が想定）：1 件
ケース 4：メータ更新後も変化なし（元の使用量またはメータの誤差が非常に少ない）：1 件
ケース 5：使用量に変動が大きい、または記録データの一部欠損により評価困難：7 件
ケース 6：数年前にメータが既に更新されている等で評価不可：5 件

ケース 1（メータ検針ミス）、ケース 5（評価困難）、ケース 6（評価不可）を除外し、ケース 2（マイナス誤差解消）、ケース 3（プラス誤差解消）ケース 4（変化なし）を対象にメータ更新前後の使用水量の変化を整理した結果を表 3.10.1 に示す。

全体としては 19%の使用水量の増加が確認されたことから、メータ更新によって有収水量は増加し、大きな NRW 削減効果が期待できることが示された。

表 3.10.1　水道メータ更新前後の水使用量変化

No.	Before Meter Replacement 2021-2022	After meter Replacement 2023	Note	CASE
	Average	Average		
No. 1	13,372	10,300		3
No. 2	2,100	9,550	Meter reading miss	1
No. 3-1/3-2	5,765	14,550	Partial data missing	5
No. 4	278	2,350		2
No. 5	85	2,400	Family member unknown and used as rent house	5
No. 6	3,300	3,750	Family member unknown and used as rent house	5
No. 7	5,783	5,200		2
No. 8	8	0	Family member unknown and used as Kiosk	5
No. 9	#DIV/0!	5,250	Already meter replaced	-
No.10	7,933	5,450		2
No.11	5,408	6,450		2
No. 12	2,500	3,800	Already meter replaced	-
No. 13	1,225	650	Already meter replaced	-
No. 14-1/14-2	2,500	3,700	Already meter replaced	-
No. 15	5,985	9,650		2
No.16-1/16-2	#DIV/0!	250,820	Partial data missing	5
No.17	170	300	Used as a sttore room and faucet rarely used	5
No.18	5,733	5,650		4
No.19	7,308	16,800	Meter reading miss	1
No.20	3,333	11,200		2
No.21	6,535	26,100	Meter reading miss	1
No.22	#DIV/0!	3,350	Already meter replaced	-
No.23	3,780	5,150		2
No.24	2,020	1,900	Partial data missing	5
	51,602	**61,400**		
Rate of Increase		19%		

出典：プロジェクト・チーム

3.11　パイロット・エリアにおける結果および改善効果をまとめる（活動 1-11）

3.11.1　活動概要

パイロット・プロジェクトによる成果と効果をまとめた。

3.11.2　活動結果

Ngermid 配水区の対象地区には、24 世帯の顧客がある。パイロット・プロジェクトにより、表 3.11.1 に示すように、約 144 m の配水管が敷設され、13 箇所の給水管接続が古い AC 管から PVC 管に更新された。

また、対象地区にある水道メータ 24 基のうち、19 基の水道メータの指示値が不正確であったり、故障していたりしたため、新しいものと交換された。

2022 年 3 月時点での対象地区の NRW 率は約 41.2%であった。プロジェクト・チームが配水流量

と使用水量を測定した結果、2023 年 11 月時点の NRW 率は 31.1%であった。パイロット・プロジェクトの結果、NRW 率は 10.1 ポイント減少した。

表 3.11.1　パイロット・プロジェクトの概要

No.	項目	仕様	数量
1	更新管路	PVC 6” (150 mm)	延長 約 144m
2	流量計室	RC: 1.2mL x 1.2mW x 1.4mH	1 箇所
3	給水管	PVC 2” (50 mm)	13 箇所
4	水道メータ更新	-	24 基中 19 基

出典：プロジェクト・チーム

パイロット プロジェクトによる収益および運転コストへの影響は以下の通りです。

(1)　収益

表 3.10.1 に示す通り、水道メータの交換後、水道請求量が 19%増加した。

(2)　運転コスト

表 3.11.2 に示す通り、パイロット・プロジェクトによる運転コストの縮減効果は、24 世帯当たり年間 USD567 である。

表 3.11.2　パイロット・プロジェクトによる運転コストの縮減効果

No.	項目	数量	摘要
1	一人一日給水原単位	57 ガロン/人/日	
2	平均世帯構成人員	3.5 人	
3	日平均使用水量	4,788 ガロン/日	57 ガロン/人/日 x 3.5 人 x 25 世帯
4	この需要量に基づく削減水量	1,194 ガロン/日	4,788/ (1-41.2%) - 4,788/ (1-31.3%)
5	年間運転コスト	USD 0.0013 /ガロン	PPUC へのインタビューに基づくコロール・アイライ浄水場の年間電気料金および薬品費
6	パイロット・プロジェクトによる運転コストの削減効果	USD 567/年/24 世帯	1,194 ガロン/日 x USD 0.0013 /ガロン/日 x 365 日

出典：プロジェクト・チーム

3.12　上記の活動をもとに、優先順位決定を含めたコロール・アイライ配水システムの管路更新基本計画を策定する（活動 1-12）

3.12.1　活動概要

プロジェクト・チームは、PPUC が配水管等の適切な施設により健全な水道サービスを運営していくため、既存 AC 管、給水管、水道メータの老朽化に対応した管路更新基本計画を策定した。この計画は、活動 2-6 および活動 3-6 を踏まえ、プロジェクトを通じて得られた情報と経験に基づいている。主な構成は以下の通りである。

- 既存管路の課題整理
- パイロット・プロジェクトによる管路更新の効果と評価
- 管路更新の基本方針の策定
- 管路更新基本計画の策定
- 管路更新の優先度

- 管路更新の積算
- 管路更新のスケジュール
- 管路更新による効果

3.12.2 活動結果

管路更新基本計画は添付資料 3.12.1 に示す通り策定され、その目次構成は表 3.12.1 に示す通りである。

表 3.12.1 管路更新基本計画目次

1.	BACKGROUND AND PURPOSE OF THE BASIC PIPELINE RENEWAL PLAN
1.1.	Background of the Basic Pipeline Renewal Plan
1.2.	Purpose of the Plan
2.	CURRENT CONDITIONS AND ISSUES OF EXISTING PIPELINES
2.1.	Current Conditions and Issues of NRW
2.2.	Current Conditions and Issues of Water Distribution Pipelines
2.3.	Current Conditions and Issues of Service Pipelines
2.4.	Current Condition and Issues of Commercial Loss
3.	EFFECTIVENESS AND EVALUATION OF PIPELINE RENEWAL THROUGH PILOT PROJECT
3.1.	Summary of Pilot Project
3.2.	Result of Leak Detection Survey
3.3.	Result of Water Meter Accuracy Test
3.4.	Result of Household Survey for Public Water Usage
3.5.	Result of Replacement of Water Meters
3.6.	Result of Pipeline Renewal
3.7.	Evaluation Pipeline Renewal
4.	BASIC POLICY OF PIPELINE RENEWAL
4.1.	Scope of Pipeline Renewal
4.2.	Basic Policy of Water Distribution Pipeline Renewal
4.3.	Basic Policy of Service Pipeline Renewal
4.4.	Basic Policy of Replacement of Water Meters
5.	BASIC PIPELINE RENEWAL PLAN
5.1.	Plan Conditions
5.2.	Basic Pipeline Renewal Plan
6.	PRIORITIZATION OF PIPELINE RENEWAL
6.1.	Extraction of Pipelines to be renewed
6.2.	Prioritization of Areas
6.3.	Prioritization of Routes
6.4.	Prioritization of Service Pipelines
6.5.	Prioritization of Water Meters
7.	COST ESTIMATION
7.1.	Method of Cost Estimation
7.2.	Cost Estimation (Draft)
8.	SCHEDULE OF THE IMPLEMENTATION OF THE PLAN
9.	EFFECTIVENESS OF THE IMPLEMENTATION OF THE PLAN
9.1.	Quantitative Effects
9.2.	Qualitative Effects
10.	CASE STUDIES/LESSONS LEARNED THROUGH THE PILOT PROJECT AND THE PAST PROJECTS
10.1.	Contents of Case Studies and Lessons Learned
10.2.	Case Studies through the Project and the Past Projects
10.3.	Lessons Learned through the Pilot Project and the Past Projects

出典：プロジェクト・チーム

(1) 既存管路の課題整理

本プロジェクトにおける活動 1 から活動 3 までの NRW 削減活動から得られた経験と教訓は、管路更新基本計画の策定に反映された。したがって、プロジェクト・チームは、管路更新基本計画の策定に先立ち、以下のように課題を挙げ整理した。

- NRW
- 配水管路
- 給水管
- コマーシャルロス

(2) パイロット・プロジェクトによる管路更新の効果と評価

パイロット・プロジェクトを通じて、活動 1-11 に記載されているように、収益と運転コストの効果は以下の通りである。

1) 収益

水道メータ交換前後の水道料金の増加率は 19%である。

2) 運転コスト

パイロット・プロジェクトによる運転コストの縮減効果は、25 世帯当たり年間 USD 589 である。

(3) 管路更新の基本方針の策定

1) 管路更新の範囲

この管路更新基本計画は配水管を対象としており、送水管は含まれていない。給水管については、配水管の分岐から水道メータまでが対象となる。

なお、水道メータ以降の顧客側での漏水については、本計画の対象外となる。

2) 配水管路更新の基本方針

計画策定の基本原則は以下の通りである。

- 残り全ての AC 管（約 72,160 フィート（22 km））が計画的に更新される。
- 更新管の材質は、現在 PPUC で標準的に使用されている PVC とする。ただし、耐久性、施工性、コスト、汎用性、メンテナンス性等の観点から、高密度ポリエチレン（以下、「HDPE」）管等の他の管材の可能性を検討する。
- 最大静圧が高すぎるため、可能な限り適切な水圧（80psi 未満）となるよう留意する。
- 更新する配水管径は、配水管網解析に基づき適切な口径とする必要があるが、本計画では既存と同口径とする。
- 既存の AC 管は地中に残置される。
- AC 管に接続されている更新配水管や給水管は、AC 管内に逆流しないように全ての接続を遮断する等の対策を講じる。

3) 給水管路更新の基本方針

計画策定の基本原則は以下の通りである。

- 老朽化した AC 管を PVC 管に更新する。ただし、耐久性、施工性、コスト、汎用性、メンテナンス性等の観点から、HDPE 管等の他の管材の可能性を検討する。
- 分岐部や接続部に適切なサドルや継手を選定する。
- 新管へ切替え後の旧管の接続は遮断する。

4) 水道メータ更新の基本方針

パイロット・エリアにおける水道メータの精度試験の結果、老朽化した水道メータの精度が全て許容精度を超えていることが確認された。そのため、NRW 率を正確に把握するには、老朽化した水道メータを更新し、水使用量を正確に測定することが不可欠である。

また、水道メータ交換後の水道料金収入の増加額は、パイロット・プロジェクトによる水道メータの交換費用を上回っている。したがって、水道メータ交換の基本方針として、PPUC の財務状況を改善するために、NRW 率を正確に把握し、老朽化した全ての水道メータを可能な限り早く交換することが提案された。

(4) 管路更新基本計画の策定

1) 計画条件

管路更新基本計画の基本条件は以下の通りである。

- 計画年次：2029 年

計画年次は、2024 年から開始、管路更新期間 5 年を考慮し設定した。

- 計画人口：13,275 人

水道施設の規模を検討する上で、将来人口の予測は重要な要素の一つである。管路については、老朽化した管路を更新し、管口径は人口と水需要量（一人当たり一日あたりの水使用量）に基づいて決定される。

パラオの 2015 年と 2020 年の国勢調査の人口データに基づいて、コロールの人口は 2029 年まで年間約 0.6%ずつ減少傾向であるのに対し、アイライの人口は年間約 0.6%ずつ増加傾向にある。計画年次の 2029 年の予測人口は 13,275 人であり、2023 年時点の予測人口 13,770 人の約 96%に相当する。

- 計画配水量

前述のとおり、配水量は一般的に水需要に基づいて計算される。ただし、当該地の人口は大きく変化しないため、計画一日平均配水量および計画一日最大配水量は、各配水区の過去 1 年間の配水量に基づいて

表 **3.12.2** に示す通り設定した。

表 3.12.2 計画配水量

配水区	計画一日平均配水量（ガロン/日）	計画一日最大配水量（ガロン/日）
Airai	489,000	700,000
Ngermid	511,000	800,000
Ngerkesoaol	1,150,000	1,800,000
Arakabesang	258,000	400,000
Malakal	277,000	500,000
合計	2,685,000	4,200,000

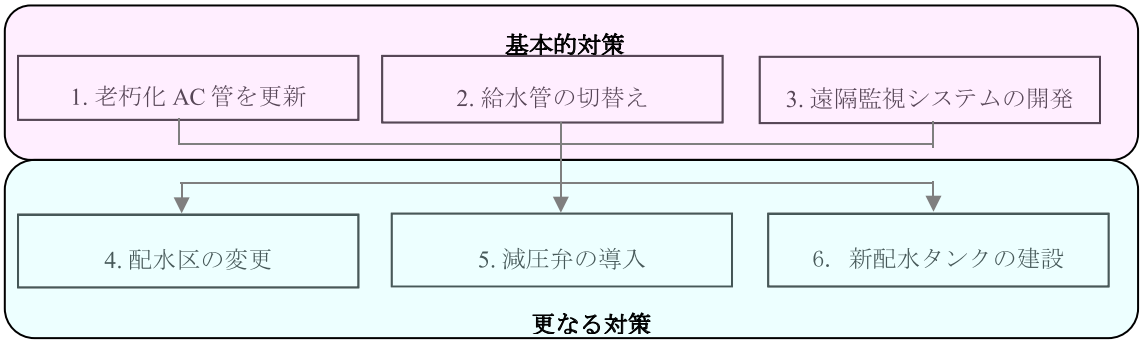
出典：プロジェクト・チーム

- 計画水圧

配水管の管網解析に基づいて適切な水圧を計画する必要がある。動水圧は 20psi 以下、最大静水圧は 80psi 未満とする。

2) 管路更新基本計画

この計画の主目的は、既存管路の更新を通じて NRW を削減することである。配水管および給水管を維持し、NRW 率を着実に削減するためには、図 3.12.1 に示す技術的対策が検討されることが想定される。No.1～No.3 に続き、必要に応じて No.4～No.6 を実施する。



出典：プロジェクト・チーム

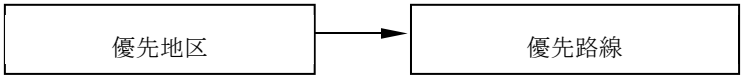
図 3.12.1 管路更新基本計画における基本的対策および更なる対策

(5) 管路更新の優先度

1) 対象更新管路の抽出

基本的には残存する全ての老朽化した AC 管（総延長 72,160 フィート）を同径のものに更新するが、実施段階では配水管の管網解析を実施し、最適な管径を選定する。

また、配水管等の管路更新基本計画は、予算の制約を考慮し常に更新する必要であり、図 3.12.2 に示すように優先地区を絞り込んだ上で、優先路線を選択する。



出典：専門家チーム

図 3.12.2　対象更新管路の抽出手順

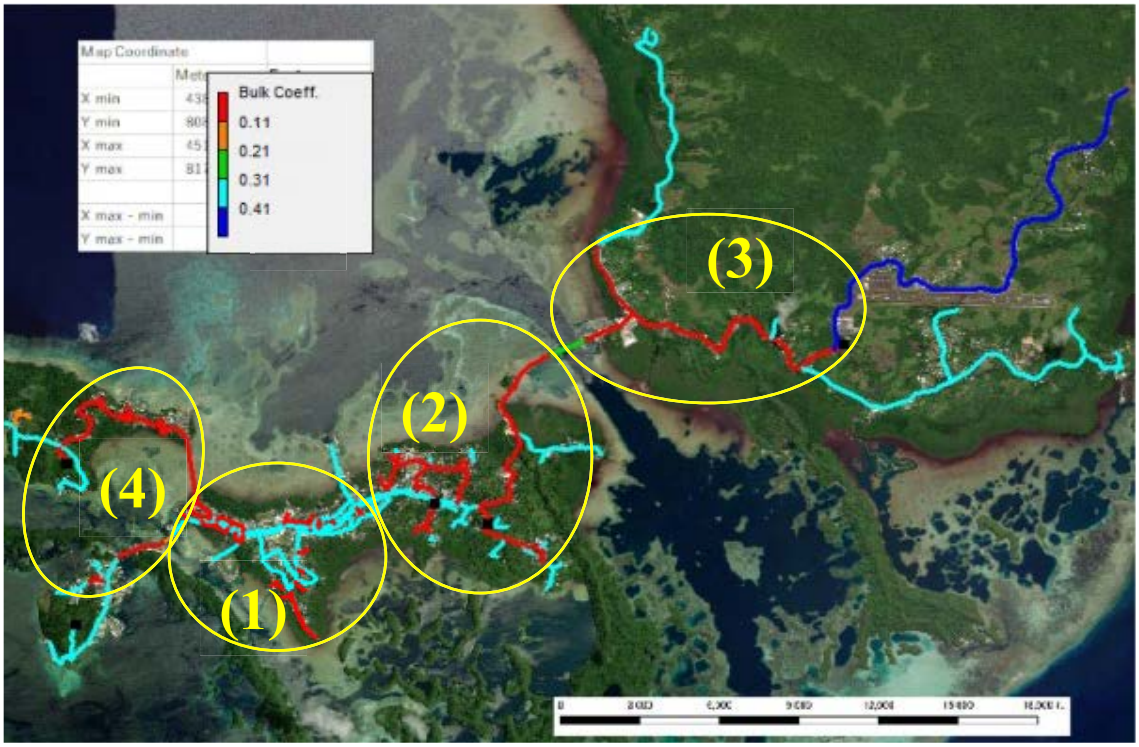
2)　優先地区

この計画では、残存する全ての老朽化した AC 管が更新される予定である。しかし、2029 年まで工事が実施される順番として地区の優先順位を定める。優先的に建設することにより NRW 率を大幅に下げることができると考えられる地域を優先する。表 3.12.3 に示す評価の結果、配水区の優先順位を設定した（図 3.12.3 参照）。

表 3.12.3　管路更新における優先地区の評価

No.	配水区	合計	点数		理由
(1)	Ngerkesoaol	16	5	1. NRW 率: 57%	優先度 1 : NRW 率が他の地域に比べて常に高いため、早急に工事を実施する。
			5	2. 残存 AC 管長: 33,300 フィート	
			1	3. 高静水圧: ほとんどない	
			5	4. 配水量: 1.8 MG/日	
(2)	Ngermid	14	3	1. NRW 率: 49%	優先度 2 : 残存 AC 管長が長く、多くの地域で 80 psi を超える静水圧が発生し、配水タンクへブースターポンプで送水されているため、多くの電力コストが無駄になっているため。
			3	2. 残存 AC 管長: 12,200 フィート	
			5	3. 高静水圧: 多箇所	
			3	4. 配水量: 0.8 MG/日	
(3)	Airai	12	3	1. NRW 率: 47%	優先度 3 : Ngerkesoaol 配水区、Ngermid 配水区に次いで NRW 率が高く、配水量が多いため。
			3	2. 残存 AC 管長: 20,400 フィート	
			3	3. 高静水圧: 数箇所	
			3	4. 配水量: 0.7 MG/日	
(4)	Arakabesang および Malakal	6	3	1. NRW 率: 44% (Arakabesang および Malakal 配水区)	優先度 4 : 配水量が少なく、管路更新による NRW 削減効果は小さいと考えられるため。
			1	2. 残存 AC 管長: 6,500 フィート (Arakabesang 配水区), 2,600 フィート (Malaka 配水区)	
			1	3. 高静水圧: ほとんどない (Arakabesang および Malakal 配水区)	
			1	4. 配水量: 0.4 MG/日 (Arakabesang 配水区), 0.5 MG/日 (Malakal 配水区)	

出典：専門家チーム



出典：プロジェクト・チーム

図 3.12.3　管路更新の優先地区

優先地区の絞り込みは、NRW 率、AC 管路の残存数、静水圧および配水量の基準を適用して選定するのが一般的である。表 3.12.4 に示す基準を基に、「5」、「3」、「1」の点数で評価される。

表 3.12.4　管路更新における優先地区の評価

No.	評価項目	評価点	評価点数	
1	NRW	NRW 率	50%以上	5
			35%以上 50%未満	3
			35%未満	1
2	残存 AC 管	延長	25,000 フィート以上	5
			10,000 フィート以上 25,000 フィート未満	3
			10,000 フィート未満	1
3	静水圧	高静水圧(80 psi 以上)	多箇所（10 箇所以上）	5
			数箇所（10 箇所未満）	3
			ほとんどない（2 個所未満）	1
4	配水量	計画一日最大配水量	1.0 MG/日以上	5
			0.5 MG/日以上 1.0 MG/未満	3
			0.5 MG/未満	1

出典：プロジェクト・チーム
注記：これらの基準は、プロジェクト・チーム間の協議を通じて設定された。

3)　優先路線

予算の制約等があれば、路線を絞り込む必要がある。優先路線の絞り込みは、管路の材質、布設年、管路機能の重要度、交通状況、漏水状況を基準として選定するのが一般的である。表 3.12.5 に

示す基準を基に、「5」、「3」、「2」、「1」、「0」の点数で評価される。

表 3.12.5　管路更新における優先路線の評価

No.	評価項目	評価点	評価点数	
1	管材	管の強度	AC 管	5
			他の管	1
2	敷設後の老朽度	敷設後の年数	70 年以上	5
			40 年以上 70 年未満	3
			20 年以上 40 年未満	1
			20n 年未満	0
3	管路の重要度	管径	高 (8～12 in)	3
			中 (6 in)	2
			低 (4 in 以下)	1
4	交通条件	交通による影響度	高 (幹線道路等)	3
			中 (生活道路であるが交通量が多い)	2
			低 (生活道路)	1
5	漏水状況	漏水の有無	有	5
			無	1

出典：専門家チーム
注記：これらの基準は、PPUC および専門家チームとの協議を通じて設定された。

4)　給水管の優先度

配水管の更新と同時に給水管も更新する。新たな給水管は敷地境界で既存給水管に接続され、既存の PVC 給水管は更新しない。しかし、漏水が頻繁に発生している敷地内の既存の PVC 給水管は更新する必要がある。

また、分岐部と接続部に適切なサドルと継手を設置する。また、更新管への切替え後の旧管への接続は遮断される。

5)　水道メータの優先度

AWWA 2012 規格「水道メータの選定、設置、試験および保守（第 5 版）」では、5 年または 10 年間隔で水道メータを交換することが推奨されている。また、日本においては、水道メータは「計量法施行令」により 8 年ごとに交換することが義務付けられている。

したがって、AWWA の基準に基づき、活動 3-2 における「水道メータの品質管理・更新計画」において、設置後 10 年を超えた水道メータは交換の対象となると定めた。そのため、2024 年時点で設置後約 10 年を経過し、老朽化した水道メータは全て交換の対象となる。

(6)　管路更新の概算費用

管路更新基本計画の実施に係る概算費用は、残存する老朽化した AC 管を更新するものとして見積もられる。

1)　概算費用の積算方法

概算費用の積算方法は、過去の水道施設における第 2 次無償事業の事業費を基に、物価高騰等の指標を考慮して試算した。

2) 概算費用（案）

概算費用は、総額 2,000 万ドルと見積もられ、その内訳は表 3.12.6 に示す通りである。

表 3.12.6 概算費用の内訳

No.	項目	詳細	概算費用 (USD 百万)
1	建設費	● 老朽化 AC 管の更新(PVC 口径 6～12in、延長 72,160 フィート) ● 遠隔監視システム ● 給水管の接続（給水管含む）、水道メータ	18.2
2	設計監理費	● 詳細設計、入札補助、施工監理	1.8
3	合計		20.0

出典：専門家チーム

予算の制約やその他の問題がある場合は、対象とする配水区を絞り込む。この場合、部分的な開発区域別管路更新の概算費用は表 3.12.7 に示す通りである。

表 3.12.7 概算費用の内訳

配水区	概算費用 (百万 USD)	優先度
(1)Ngerkesoaol	8.9	1
(1)Ngerkesoaol + (2)Ngermid	12.2	2
(1)Ngerkesoaol + (2)Ngermid + (3)Airai	17.6	3
(1)Ngerkesoaol + (2)Ngermid + (3)Airai + (4)Arakabesang および Malakal	20.0	4

出典：専門家チーム

(7) 管路更新のスケジュール

事業期間は概略設計、詳細設計・入札補助、施工を含めて 5 年間である。

(8) 管路更新による有効性

1) 定量的効果

管路更新基本計画の実施により、NRW 率がそれぞれ 30%、25%、20%となるシナリオを仮に想定した場合、干ばつ時の水資源の有効活用が図られ、住民への 24 時間給水サービスの向上に、維持管理コストの削減により、PPUC の原価回収率の向上に寄与する。表 3.12.8 は、管路更新基本計画の実施の成果に対する定量的効果を評価するための主要な指標を示す。例えば、シナリオ No.3 の場合、30 年に 2 回発生する深刻な干ばつ時に 24 時間給水サービスを供給できる。また同シナリオは維持管理費を年間 480 千 USD 削減できる。

予算の制約やその他の問題がある場合は、対象とする領域を絞り込む。この場合、NRW 削減に伴う定量的効果は表 3.12.8 に示す通りであるが、更新されない地域や路線が残る。この場合、部分的な開発区域における維持管理費削減の定量的効果を優先度別に表 3.12.9 に示す。

表 3.12.8 管路更新基本計画の実施による定量的効果の指標

指標	基準値（2023 年現在）	目標値		
		シナリオ 1	シナリオ 2	シナリオ 3
NRW 率	50%	30%	25%	20%

指標	基準値（2023 年現在）	目標値		
		シナリオ 1	シナリオ 2	シナリオ 3
24 時間給水可能な干ばつの状況	－	軽度な干ばつ（過去 30 年に 4 回）	干ばつ（過去 30 年に 3 回）	深刻な干ばつ（過去 30 年に 2 回）
維持管理費の削減効果 （USD 千/年）（表 4.3.5 参照）	－	320	400	480

出典：専門家チーム

表 3.12.9　維持管理費削減の優先度別内訳

指標	配水区	目標値			優先度
		シナリオ 1	シナリオ 2	シナリオ 3	－
NRW 率	－	30%	25%	20%	－
維持管理費の削減効果（千 USD/年）	(1)Ngerkesoaol	137.1	171.3	250.6	1
	(1)Ngerkesoaol + (2)Ngermid	198.0	274.4	296.9	2
	(1)Ngerkesoaol + (2)Ngermid + (3)Airai	256.2	320.3	384.4	3
	(1)Ngerkesoaol + (2)Ngermid + (3)Airai + (4)Arakabesang および Malakal	320.0	400.0	480.0	4

出典：専門家チーム

2)　定性的効果

管路更新基本計画の実施により安定的かつ均一な水供給がはかられ、国民の生活環境が改善さる。さらに、PPUC が本プロジェクトで研修した NRW 削減とデータ管理により、限りある水資源の有効活用が期待できる。

第4章　成果 2 に関する活動

成果：漏水探知および管修理、管路更新・切り替え工事に関する能力が向上する。

4.1　漏水探知、管修理、管路更新・切り替え工事に関する現状を整理・分析する（活動 2-1）

4.1.1　活動概要

(1)　漏水探知および管路修理

漏水探知や管路修理に関しては、PPUC による漏水の発見から対応策について分析した。また、管路更新や管路切り替えに関しては、PPUC の管路更新の動向および管路切り替えの実情について検証した。

(2)　管路更新と切り替え

プロジェクト・チームは、管路更新基本計画を策定するため、2018 年の第二次無償事業以降の管路更新および切り替え工事の図面の見直しと現地調査を実施した。主な活動は以下の通りである。

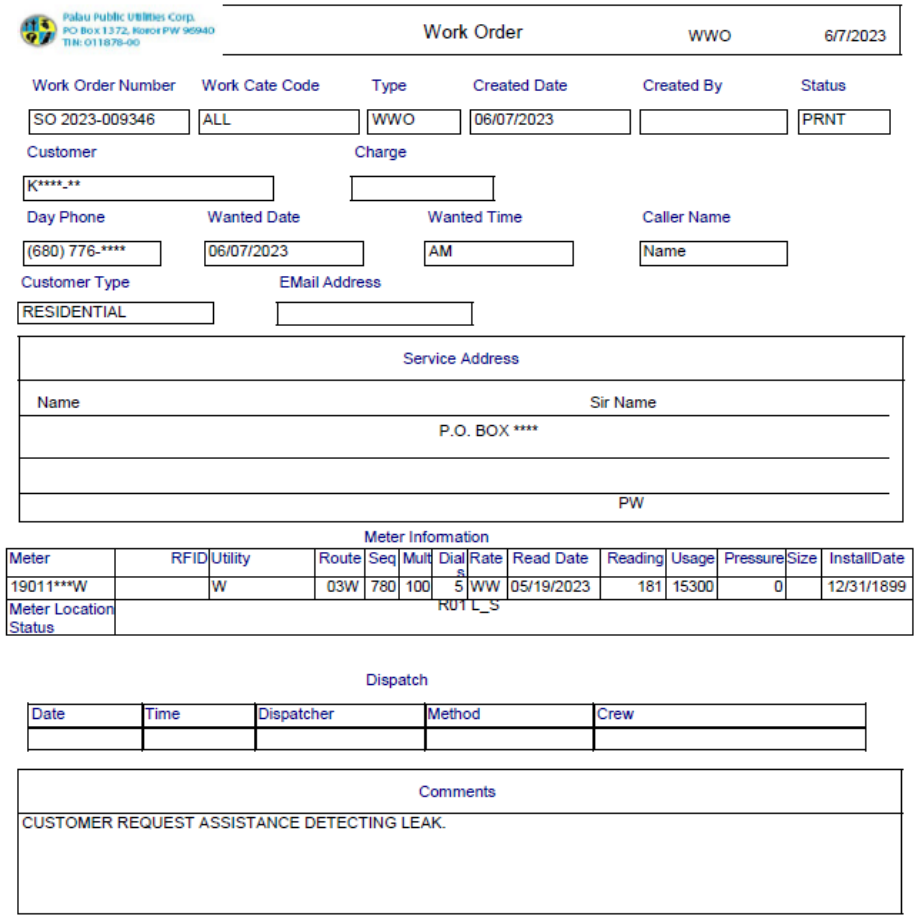
- 管路更新・切り替え工事の現状
- 管路更新・切り替え工事の課題整理

4.1.2　活動結果

(1)　漏水探知および管路修理

1)　漏水探知および管修理業務の住民からの依頼

漏水探知および管修理業務は、PPUC のコールセンターへの住民からの電話連絡により依頼される。コールセンターは同センター内で業務依頼先の住所やアカウント番号を記録した Work Order（業務依頼書）を作成し、電子メールにて WO 事務所へ送付する。図 4.1.1 に Work Order の一例を示す。



Palau Public Utilities Corp.
PO Box 1372, Koror PW 96940
TIN: 011878-00

Work Order WWO 6/7/2023

Work Order Number	Work Cate Code	Type	Created Date	Created By	Status
SO 2023-009346	ALL	WWO	06/07/2023		PRNT

Customer	Charge
K****-**	

Day Phone	Wanted Date	Wanted Time	Caller Name
(680) 776-****	06/07/2023	AM	Name

Customer Type	EMail Address
RESIDENTIAL	

Service Address

Name Sir Name

P.O. BOX ****

PW

Meter Information

Meter	RFID	Utility	Route	Seq	Mult	Dials	Rate	Read Date	Reading	Usage	Pressure	Size	InstallDate
19011***W		W	03W	780	100	5	WW	05/19/2023	181	15300	0		12/31/1899
Meter Location Status	R01 L_S												

Dispatch

Date	Time	Dispatcher	Method	Crew

Comments

CUSTOMER REQUEST ASSISTANCE DETECTING LEAK.

出典：プロジェクト・チーム

図 4.1.1　Work Order の一例

電子メールにて Work Order を受領した WO 事務所は、その Work Order を印刷し、漏水探知および管修理業務、水道メータ精度確認等の業務の実施を担当者へ依頼する。管修理の場合は管路修理担当者、宅内漏水の場合は漏水調査担当者、水道メータの精度確認の場合は水道メータの担当者へ印刷した Work Order を渡す。Work Order を受領した各担当者は、Work Order に記載された活動を実施し、活動完了後、Work Report を手書きにて作成後、スキャンし、PPUC コールセンターへ提出する。コールセンターはスキャンされた Work Report のデータをスキャンデータのまま保管する。

2)　漏水探知の現状

給水管漏水修理依頼等の Work Order を受領した管路修理担当者は、修理のために埋設された漏水発生箇所の確認が必要と判断した場合に、漏水発生箇所の位置確認を漏水調査担当者に依頼する。管路修理担当者から漏水発生箇所の確認依頼を受けた漏水調査担当者は、地表面に現れた可視漏水の漏水箇所を特定する。これは、路面音聴用のグラウンドマイクロフォンを使い、地表面に発生した目視可能な漏水の位置を特定するものである。

なお、PPUC の 2 名の漏水調査担当者は、グラウンドマイクロフォンを使った路面音聴調査により漏水を発見した経験を数多く有している。またそのグラウンドマイクロフォンの操作方法につい

ても、十分習得している。

また、住民からの Work Order のその多くは宅内漏水の調査依頼である。宅内漏水の場合は、水道メータ以降の漏水であり NRW ではないため、一般的には PPUC の漏水調査担当者が調査を実施する義務を負わない。しかし、PPUC は顧客サービス向上の一環として宅内漏水の漏水調査を実施している。宅内漏水の原因の多くはトイレのタンク内のゴムパッキンの劣化によるものである。それ以外では、浴室、台所、もしくは屋外配管での漏水もある。その場合には音聴調査を実施し、漏水音の発生源を顧客に伝える。宅内漏水の修理の実施に関しては、屋内水道配管の修理を実施する民間業者を必要があれば紹介される。このように、現在は限られた人員の中で、NRW 対策とは直接関連が低い業務に時間を割いているといった状況である。

一方、NRW 削減対策に必要な「計画的な地下漏水調査」は PPUC によって実施されていない。漏水調査担当者は計画的な地下漏水調査の必要性を認識しているが、突発的な可視漏水調査や、宅内漏水調査に多くの時間を割いており、計画的な漏水調査に対し十分な時間を割くことができていない。加えて、漏水調査計画を書面化し、組織として計画的に実施する体制ができていないことも原因の一つである。交通量の多い主要幹線においても、計画的な漏水調査は実施されていない。交通量の多い主要幹線道路に埋設された管路の漏水調査は、時間帯によって漏水音を探知しにくいケースがある。

計画的漏水調査の優先順位付けのため、各配水区における夜間最小流量のデータを継続的に測定することが望ましい。現状各配水区は水理的に分断されているため、各配水区の夜間最小流量の経時変化は漏水量の指標となり得る。現状は 1 日あたりの累計配水量を記録しているものの、夜間の流量は記録されていない。

3)　管路修理の現状

漏水修理の Work Order を受領した管路修理担当者は、Work Order に記載された住所もしくはその地点において漏水の確認を行う。給水管からの漏水と想定される場合は、地表に現れた漏水付近を直接掘削し、漏水の修理を実施する。地表漏水が配水管本管に近い場合には、管路修理担当者が漏水調査担当者に対し確認を依頼する。漏水調査担当者はグランドマイクロフォンを使って、漏水音の発生源を特定し、管路担当者へ掘削箇所の指示をする。

管路担当者のチームは約 4 名、場合により 3 名で構成される。通常はフォアマンと呼ばれるチームリーダー1 名、パイプフィッター担当 1～3 名で構成される。漏水修理の Work Order を受けた管路担当者のチームは、漏水と指摘された箇所を掘削し、修理する。水道メータ以前の給水管の漏水の場合は、漏水箇所付近の配水管のバルブ 2 カ所を閉止し、給水管への通水を停止した状況で修理作業を実施する。

PVC の給水管からの漏水の場合には、漏水付近の給水管を PVC カッターもしくは管切断機を用いて切断し、ソケットを用いて新しい PVC 管へ繋ぎ代える。ソケットの接着の際にはソケットの内側、管路の外側ともにふき取り清掃後、融着性接着剤を均一に塗布し、挿入後 20 秒以上挿し管を保持している。

GI（Galvanized Iron）の給水管からの漏水修理時には、コンプレッション継手等を利用している。数年後の漏水の再発も少ないとのことであるため、現在の給水管の修理方法自体に大きな問題はないと判断する。

一方、漏水修理のための掘削作業に関しては、4 インチ（100 mm）程度のコンクリート舗装に対し、小型のコンクリートカッターを利用しているため、コンクリートの舗装厚を切断することができない。また、カッターにより切断できなかったコンクリートを小型のハンマードリルを使って撤去作業を実施している（図 4.1.2 参照）。

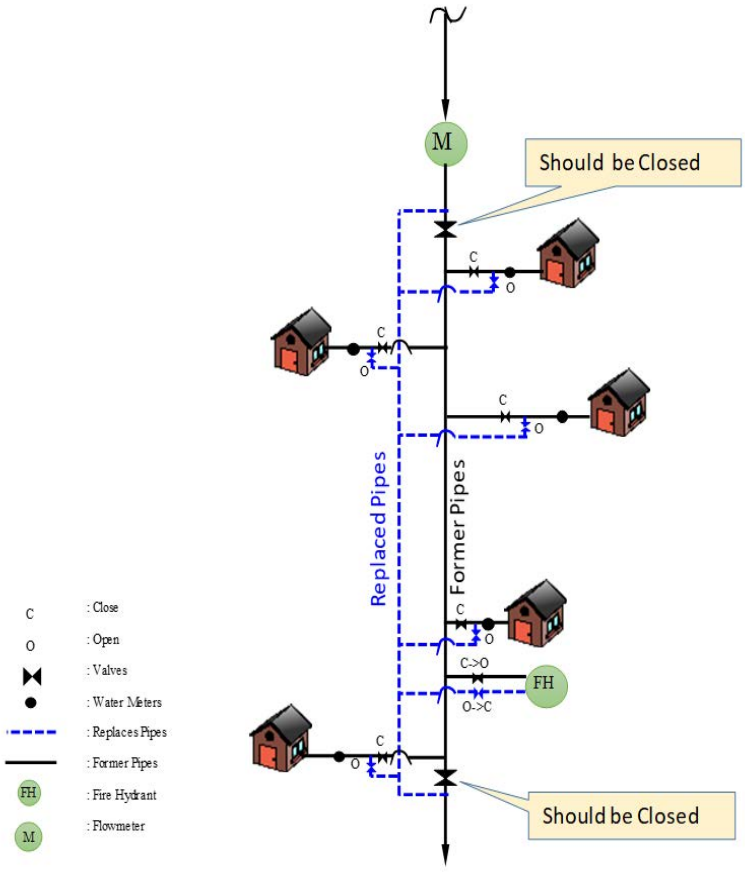
	
小型ハンマードリル	コンクリートカッター

出典：プロジェクト・チーム

図 4.1.2　小型ハンマードリルおよびコンクリートカッター

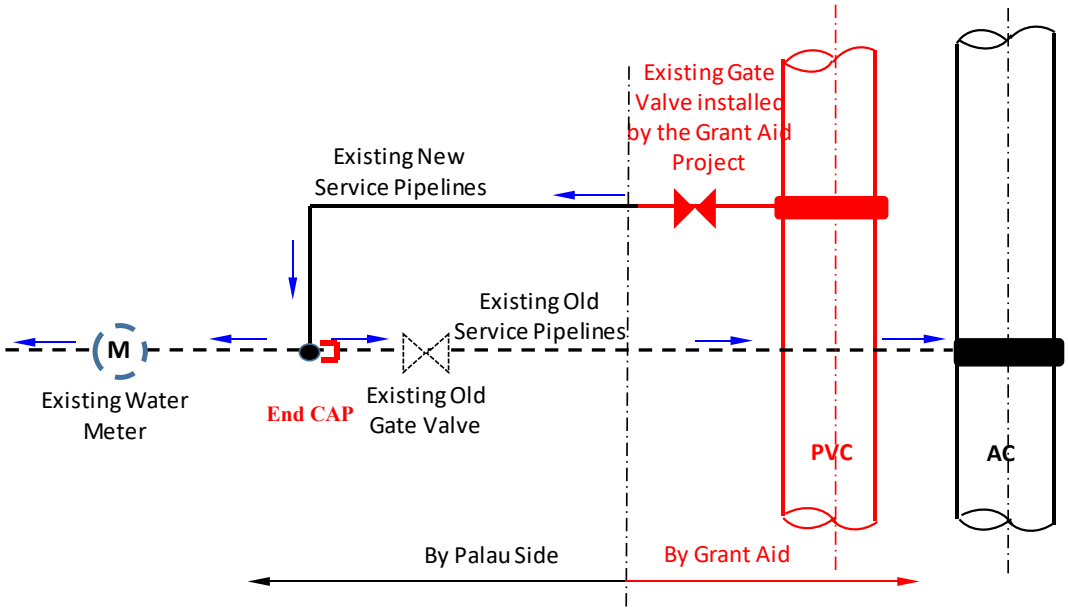
(2)　管路更新と切り替え

PPUC は 2018 年の第 2 次無償事業以降、管路の更新を行っていない。本プロジェクトにより、図 4.1.4 に示すように、第 2 次無償事業で更新した給水管の一部から旧管に逆流したものと考えられる。しかし、300 箇所を超える切り替え弁の開閉状態を把握するには多大な時間がかかる（図 4.1.3 参照）。そのため、一例として、新配管に切り替えた後は、旧管側をキャップ止めすることを提唱する。ただし、耐久性、加工性、コスト、入手可能性およびメンテナンス性等の観点から、将来的には HDPE パイプやエルボ等他のパイプ材料や継手の可能性も検討する。



出典：プロジェクト・チーム

図 4.1.3　旧管から新管への切り替え操作



出典：プロジェクト・チーム

図 4.1.4　新管切り替え後の旧管の遮断

4.2　PPUC 職員が給配水管の漏水探知を実施できるように、活動 1-6 の結果も組み込み、漏水探

知マニュアル（案）を作成する（活動 2-2）

4.2.1 活動概要

漏水調査担当者は、現在地表漏水（可視漏水）を特定するための路面音調調査、一般家庭内の宅内漏水調査を実施している。しかし、路面音聴調査や宅内漏水に多くの時間を要しており、作業が非効率である。そのため、計画的な作業や作業フローが分かるような内容をマニュアルに記載した。

4.2.2 活動結果

「活動 1-6」としての管路更新パイロット・エリアにおける 144 m の配水管、24 世帯分の給水管を対象にした音聴棒による漏水調査の結果、漏水は発見されなかった。パイロット・エリアでは地下漏水の件数は多くはなかったものの、コロール・アイライ州全体では水圧の高い区域も多いため、コロール・アイライ州全体の定期的な漏水監視活動が必要である。

さらに、「活動 2-1」としての漏水探知・管修理の現状把握において、確認された以下の点を加え、専門家チームは 2022 年 12 月時点において漏水探知マニュアル（案）を作成し、その内容について PPUC 漏水担当者および WO 責任者と協議をした。

- 疑似漏水音が発見された場合は、穿孔による漏水確認調査を実施すること。
- 計画的な地下漏水調査を実施すること。
- 交通騒音の多い管路の漏水調査工法として、交通量の少ない夜間の時間帯に漏水音を記録することが可能な機材による調査方法を導入すること。
- 配水区における配水流量を 24 時間記録し、夜間最小流量を継続的に計測すること。

4.3 PPUC 職員が管路更新基本計画を策定・更新できるように、活動 1-7 の結果も組み込み、管路更新マニュアル（案）を作成する（活動 2-3）

4.3.1 活動概要

活動 1-7 の結果を組み込んだプロジェクトを通じて得た情報および経験に基づいて、PPUC 職員が管路更新基本計画を策定および更新できるように、老朽化した既存の AC 管と水道メータの管路更新マニュアルを策定する。PPUC 職員は、予算の制約を考慮して、当初の管路更新基本計画を更新できるようにする必要がある。

このマニュアルは、PPUC 担当者が表 3.12.1 に示される管路更新基本計画の第 5 章、第 6 章、第 7 章、第 8 章および第 9 章を更新できるように、管路更新マニュアルは以下の主要項目から構成される。

- 管路更新基本計画に必要なモニタリングと日常的な運用
- 管路更新基本計画の計画条件の策定
- 管路更新基本計画の基本計画の策定
- 管路更新の優先度
- 管路更新の概算費用

- 管路更新のスケジュール
- 管路更新による有効性

4.3.2 活動結果

管路更新マニュアルは添付資料 4.3.1 に示す通り策定され、その目次構成は表 4.3.1 に示す通りである。

表 4.3.1 管路更新マニュアル目次

1.	PURPOSE OF THE PIPELINE RENEWAL MANUAL
1.1.	Purpose of Pipeline Renewal Manual
1.2.	Formulation/ Update for Basic Pipeline Renewal Plan
2.	MONITORING AND DAILY OPERATION REQUIRED FOR BASIC PIPELINE RENEWAL PLAN
2.1.	Monitoring of Water Distribution Volume and NRW
2.2.	Records of Leakage Survey and Repair Result
2.3.	Analysis of Water Distribution Networks
2.4.	Water Meter Accuracy Test
3.	PLAN CONDITIONS FOR BASIC PIPELINE RENEWAL PLAN
3.1.	Target Year
3.2.	Target Population
3.3.	Water Distribution Volume
3.4.	Water Pressure
4.	BASIC PLAN FOR BASIC PIPELINE RENEWAL PLAN
4.1.	Water Distribution Pipelines
4.2.	Service Pipelines
4.3.	Cost Estimation
4.4.	Schedule of the Implementation of the Plan
4.4.	Effectiveness of the Implementation of the Plan

出典：プロジェクト・チーム

管路更新マニュアルに示した概要を以下に示す。

(1) 管路更新基本計画に必要なモニタリングと日常的な運用

「必要なモニタリングと日常的な運用」は、計画条件を作成するための基本的な条件を提供する。

1) 配水量と無収水量のモニタリング

管路更新基本計画の実施の有効性を確保するには、現状の配水量と NRW 量をモニタリングする必要がある。管路を更新することで、送水コストが削減され、水資源の更なる有効利用が可能となる。本プロジェクトでは、配水量と NRW 削減活動のモニタリング手法を策定し、実施した。Google Looker Studio は各データを PC 上で可視化して表示する。

2) 漏水調査・管修繕結果の記録

管路更新基本計画に優先順位を付けるためには、漏水調査および管修繕結果を記録することが重要である。本プロジェクトでは、漏水調査と管補修結果のデータ管理手法を策定し、導入した。調査や修繕結果は、Google Appsheet に入力され、Google Looker Studio によってそれらの場所が視覚化され、PC 上に表示される。

3)　配水管網の解析

PPUC は配水管網を解析し、適切に管路更新を実施する必要がある。解析には、最適な管路口径を決定するための動水圧、最大静水圧およびその他条件が含まれる。本プロジェクトは配水管網の解析手法を策定し、PPUC 職員が管網解析を更新できるようにした。解析ソフトには EPANET を使用した。基本条件としては、既存の GIS データベースから抽出した管路データ、4.3.2 (2) 3)項に示す配水量等を入力した。

4)　水道メータの更新

本プロジェクトでは、将来の水道メータ更新に使用される水道メータの精度をテストする方法を指導された。パイロット・エリアにおける精度テストの結果によると、全ての老朽化した水道メータの精度が許容範囲を超えていることが確認された。したがって、老朽化した水道メータは、時間と労力を節約するために、精度テストを行わずに水道メータを交換することを推奨する。

また、10 年後に再度水道メータの交換計画を立てる際に参考となるよう、水道メータの交換記録をしっかりと保管しておくことを推奨する。

(2)　管路更新基本計画の計画条件の策定

管路更新基本計画の基本条件の詳細は以下の通りである。

1)　計画年次

計画の最初のステップとしてまず計画年度を設定する。一般的には 10 年後を計画年次として設定する。しかし、本マニュアルでは、管路更新基本計画で設定されている 2029 年を計画目標年次とする。

2)　計画人口

計画人口の設定においては、水道施設の規模を検討することが重要な要素の一つである。管路については、新管に更新される場合でも、管口径は人口に水需要量（一人当たり一日あたりの水使用量）を乗じて決定される。

3.12.2 項（4）に既述したとおり、計画年次である 2029 年の推計人口は 13,275 人である。

管路更新基本計画の更新時には、最新の国勢調査に基づいて計画人口を推計する必要がある。

3)　計画配水量

計画配水量は、前述したように水需要に基づいて計算されるのが一般的である。

ただし、人口に大きな変化がないことから、本プロジェクトでは、当初の管路更新基本計画に基づき、各配水区における過去 1 年間の配水量を基に 1 日当たりの平均配水量および 1 日当たりの最大配水量を設定した（3.12.2 項（4）参照）。更新する配水管の口径を検討する際には、人口減少や NRW 削減により配水量が減少する可能性を考慮することが重要である。

4)　水圧

適切な水圧を計画するには、配水管網を解析する必要がある。動水圧および最大静水圧は、それぞれ 20 psi 未満とし、80 psi を超えてはならない。

(3)　管路更新基本計画の基本計画の策定

当初の管路更新基本計画における更新対象となる敷設年度別の AC 管の口径を表 3.1.1 に示す。基本的には 72,160 フィート全ての管路を同径のものに更新するが、実施段階では 4.3.2 (1)項に示す配水管網解析を踏まえ、最適な管径を検討する。

なお、管路更新基本計画を更新する場合には、表 3.1.1 も更新する必要がある。

(4)　管路更新の優先度

1)　配水管の優先度

老朽化した AC 管は当初の管路更新基本計画によって全て更新される予定であるが、配水管等の管路については予算の制約を考慮し、更新する必要がある。そのため、図 3.12.2 に示すような対象更新管路の抽出手順が考えられ、優先地区を絞り込んだ上で、優先路線を選択する。

PVC 管の耐用年数を 50 年とする [5]と、第 2 次無償事業及び管路更新基本計画の実施それぞれの完了の 50 年後である 2068 年（2018 年＋50 年）および 2079 年（2029 年＋50 年）に PVC 管の管路更新基本計画を策定する必要がある。例えば、日本の無償資金協力事業の一環として 2018 年に敷設された PVC 管は、当初の管路更新基本計画に基づいて 2068 年に更新される。

a. 配水区の優先度

コロール・アイライ配水システムには、Ngerkesoaol、Ngermid、Airai、Arakabesang および Malakal 配水区の 5 つの配水区がある。当初の管路更新基本計画では、老朽化した残存する全ての AC 管が更新される。ただし、5 か年計画で工事を進める順番として地区の優先順位を定める。表 3.12.3 および図 3.12.3 に示すように、優先的に建設することにより NRW 率を大幅に低減できると考えられる地域を優先する。

なお、管路更新基本計画を更新する場合には表 3.12.3 も更新する必要がある。

地区の絞り込みには、NRW 率、残存 AC 管路の延長、静水圧、配水量等の基準を適用して優先エリアを設定するのが一般的である。表 3.12.4 に示す評価基準が提案され、「5」、「3」、「1」等の点数で評価される。

b. 路線の優先度

予算の制約等があれば、路線を絞り込む必要がある。絞り込みには、管材、敷設年度、管路の重

[5] AWWA 基準による管路は、日本の無償資金協力プロジェクトの一環として 2018 年に敷設された。AWWA 基準では、管路の耐用年数は指定されていないため、管路の耐用年数を決定するために、日本基準である 50 年を適用した。

要度、交通状況、漏水状況等の基準を適用して優先順位を付けるのが一般的である。表 3.12.5 に示す評価基準が提案され、「5」、「3」、「2」、「1」、「0」等の点数で評価される。

2)　給水管の優先度

AC 管の更新と同時に給水管の更新も実施する。

なお、既設の PVC 給水管は更新せず、原則として敷地境界で新給水管に切り替える。しかし、漏水が頻繁に発生している既存の PVC 給水管は直ちに更新する必要がある。

分岐部と接続部に適切なサドルと継手を設置する。また、新配管への切り替え後の旧配管への接続は遮断される。ADB プロジェクトを除き管路更新基本計画の実施において交換対象となる旧メータ数は 1,979 基と想定される。

(5)　管路更新の概算費用

管路更新基本計画に基づき、残存する老朽化した AC 管を更新するための概算費用を算定する。

1)　管路更新基本計画の実施に係る概算費用の算定方法

概算費用は、第 2 次無償事業の事業費を基に、物価上昇等の指標を考慮して算定する。

これらの指標は、第 2 次無償事業の積算段階（2018 年）と現在（2023 年）の比率で算出した。物価上昇には国際通貨基金（以下、「IMF」）のインフレ指数[6]（消費者物価の平均変化率）を適用した。

老朽化した AC 管の更新工事費は、第 2 次無償事業の単価に上記の指標を乗じて算出した。設計監理費は建設費の 10%と想定した。

2)　概算費用（案）

概算費用は、総額 2,000 万ドルと見積もられる。表 3.12.6 に基づき概算費用内訳の算定方法を表 4.3.2 に示す。

表 4.3.2　概算費用の内訳

No.	項目	詳細	単価 （百万 USD）	物価上昇率等	概算費用 (百万 USD)
			a	b	c =a x b
1	建設費	● 老朽化 AC 管の更新 （PVC 口径 6～12 inch, 延長 72,160 feet) ● 遠隔監視システム 給水管の接続（給水管含む)、水道メータ	8.60	2.12	18.2
2	設計監理費	詳細設計、入札補助、施工監理	－	－	1.8
3	合計		－	－	20.0

[6] IMF インフレ指数は以下 URL を参照。
https://www.imf.org/en/Publications/SPROLLs/world-economic-outlook-databases#sort=%40imfdate%20descending

出典：プロジェクト・チーム

予算の制約等がある場合は、対象地区を絞り込む必要がある。部分的に開発する際の概算費用については、「更新延長の割合」に 2,000 万 USD を乗じ算定する。表 3.12.7 に基づき部分的な開発を想定した概算費用を表 4.3.3 に示す。

表 4.3.3 優先地区別の概算費用の内訳

配水区	更新延長の割合	概算工事費 (百万 USD)	優先度
(1)Ngerkesoaol	44.4%	8.9	1
(1)Ngerkesoaol + (2)Ngermid	60.7%	12.2	2
(1)Ngerkesoaol + (2)Ngermid + (3)Airai	87.9%	17.6	3
(1)Ngerkesoaol + (2)Ngermid + (3)Airai + (4)Arakabesang および Malakal	100.0%	20.0	4

出典：プロジェクト・チーム

(6) 管路更新のスケジュール

管路更新の期間は設計・入札、建設段階を含めて 5 年間が見込まれる。

(7) 管路更新による有効性

1) 定量的効果

当初の管路更新基本計画では、以下の定量的効果を設定した。

本プロジェクトでは、干ばつ時に水資源を有効活用し、住民への 24 時間給水サービスの向上を目的とし、これらは NRW 率がそれぞれ 30%、25%、20%となるシナリオを想定した場合に達成される。また、維持管理コストを効率的に削減し、PPUC の原価回収率向上に寄与する。管路更新基本計画の実施で期待される定量的効果の主要な指標を表 3.12.8 に示す。
管路更新基本計画を更新する際には、新たな計画に合わせて効果を再検討する必要がある。「24 時間給水時の渇水状況」の指標は、表 4.3.4 に示すように算出した。

気候変動により、月間降水量が 5 インチ未満の月が連続する干ばつが 2～5 年ごとに発生している。特に、2016 年の干ばつにより、一日当たり 10 時間の給水が必要になった。2016 年の給水量が 2.1MG/日であり、節水指導による需要が 80%であったと仮定すると、不足量は 0.98 MG/日（2.1 MG/日×（1-10/24）時間×80%）となる。

一方、現在の平均配水量 2.5MG/日に対する取水量は、2.96 インチ/月の降雨量が必要となる。

表 4.3.4 24 時間給水時の渇水状況の指標

項目	シナリオ	1	2	3
a	計画 NRW 率	30%	25%	20%
b (=50-a)	現在からの NRW 率削減ポイント（現在の NRW 率：約 50%）	20	25	30
c (=3.3xb)	現状の平均配水量 2.5MG/日に対する NRW 削減効果 (MG/日)	0.66	0.83	0.99（2016 の不足量に相当）
d	必要降水量(インチ/月)	5.33	3.55	2.96
e	24 時間給水可能な干ばつの状況	軽度な干ばつ	干ばつ	深刻な干ばつ

項目	シナリオ	1	2	3
		(過去 30 年に 4 回)	(過去 30 年に 3 回)	(過去 30 年に 2 回)

出典：プロジェクト・チーム

管路更新基本計画を更新する場合には、新たな計画に合わせて効果を再評価する必要がある。「維持管理費の削減」指標は表 4.3.5 に示すように算出した。現在の平均配水量 2.5MG/日に対するポンプ等の電気料金の削減効果は、「現状からの NRW 率削減ポイント」に 138 万 USD を乗じる。電気料金の根拠は、2022 年 10 月から 2023 年 3 月までの実績に基づき、コロール・アイライ浄水場（以下、「KAWTP」）の年間電気料金を算出する。

一方、現状の平均配水量 2.5MG/日に対する薬品費の削減効果は、「現状からの NRW 削減ポイント」に 22 万 USD を乗じる。薬品費の根拠は、2021 年 10 月から 2022 年 9 月までの実績をもとに、KAWTP における年間薬品代を算出する。総削減効果は、電気料金と薬品費を加えた金額となる。

表 4.3.5 維持管理費削減の指標

項目	シナリオ	1	2	3
a	計画 NRW 率	30%	25%	20%
b (= 50-a)	現在からの NRW 率削減ポイント（現在の NRW 率：約 50%）	20	25	30
c (= USD1.38 mil[*1]. x b)	現状の一日平均配水量 2.5MG/日に対するポンプ等の電気料金の削減効果 (千 USD/年)	276	345	414
d (= USD 0.22 mil. [*2] x b)	現状の一日平均配水量 2.5MG/日に対する薬品費の削減効果 (千 USD/年)	44	55	66
e (= c+d)	合計削減効果(千 USD/年)	320	400	480

出典：プロジェクト・チーム

注記：※1：138 万ドルは、PPUC への聞き取りに基づく KAWTP 等の年間電気料金（2022 年 10 月～2023 年 3 月実績）。 ※2：22 万ドルは、PPUC への聞き取りに基づく KAWTP の年間薬品費（2021 年 10 月から 2022 年 9 月までの実績）

予算の制約等がある場合は、対象地区を絞り込む必要がある。例えば、部分的な開発区域における運転・維持管理費の削減は、「一日平均配水量の割合」にシナリオ No. 1 の全配水区を対象とした場合の維持管理の削減費用（320 千 USD）を乗じ算出する。表 3.12.9 に基づき部分的な開発区域別の運転・維持管理に係る削減費用の算定方法を表 4.3.6 に示す。

表 4.3.6 優先地区ごとの維持管理費削減の内訳

指標	配水区	一日平均配水量の割合	目標値			優先順位
			シナリオ 1	シナリオ 2	シナリオ 3	―
NRW 率	―	―	30%	25%	20%	―
維持管理費の削減効果 (千 USD/年)	(1)Ngerkesoaol	44.4%	137.1	171.3	250.6	1
	(1)Ngerkesoaol + (2)Ngermid	60.7%	198.0	274.4	296.9	2
	(1)Ngerkesoaol + (2)Ngermid + (3)Airai	87.9%	256.2	320.3	384.4	3
	(1)Ngerkesoaol + (2)Ngermid + (3)Airai + (4)Arakabesan および Malakal	100.0%	320.0	400.0	480.0	4

出典：プロジェクト・チーム

また、新たな計画に各配水区の域の調整や配水タンク、減圧弁や減圧槽の建設等が含まれる場合

は、表 4.3.7 に示すように静水圧の指標を追加することも可能である。

表 4.3.7　静水圧の指標

指標	基準値 (2023 年現在)	目標値
静水圧	80 psi (0.55 MPa)以上	80 psi (0.55 MPa)未満

出典：プロジェクト・チーム

2)　定性的効果

当初の管路更新基本計画では、以下の定性的効果を設定した。管路更新基本計画を更新する際には、新たな計画に合わせて効果を再検討する必要がある。

「*事業により安定的かつ均一な水供給が図られ、国民の生活環境が改善される。さらに、NRW 削減とデータ管理により、限りある水資源の有効活用に活用できる。*」

4.4　PPUC 職員が旧管路から新管路への切り替え工事を適切にできるように、成果 1 の結果等を利用して教訓・事例集を作成する（活動 2-4）

4.4.1　活動概要

成果 1 の活動結果と過去のプロジェクトを組み込んだプロジェクトを通じて得た情報と経験に基づいて、PPUC 職員が管路切り替えを行えるよう、管路切り換えに関する事例・教訓集を作成した。教訓・事例集の項目は以下の通りである。

- 水道メータ検針の慣習化
- 請求料金値上げの公表
- 水道メータのメーカー変更の検討
- メータボックス設置の検討
- 精度試験方法の検討
- 漏水調査・修繕結果のデータベース化
- データマネジメント
- 新管切り替え後の旧管の遮断

4.4.2　活動結果

管路切り替えに関する教訓・事例集が添付資料 4.4.1 に示す通り策定され、その目次構成は表 4.4.1 に示すとおり。

表 4.4.1　教訓・事例集目次

1.　PURPOSE OF THE REPORT
1.1.　Purpose of the Report of Case Studies / Lessons Learned on Pipe Switching-over
1.2.　Contents of Case Studies and Lessons Learned
2.　CASE STUDIES/LESSONS LEARNED ON PIPE SWITCHING-OVER
2.1.　Case Studies through the Project and the Past Projects
2.2.　Lessons Learned through the Pilot Project and the Past Projects

出典：プロジェクト・チーム

(1) 本プロジェクトおよび過去のプロジェクトを通じた事例

1) 水道メータ検針の慣習化

水道メータの指示値は、古い水道メータと新しい水道メータでは異なる。左側の古い水道メータの乗数は「×10」であるが、右側の新しい水道メータの乗数は「×100」である（図 4.4.1 参照)。そのため、水道メータの検針誤差が発生することがある。



古い水道メータの指示値



新しい水道メータの指示値

出典：プロジェクト・チーム

図 4.4.1 水道メータの指示値

2) 請求料金値上げの公表

老朽化した水道メータは、負の誤差により水道料金を下回ることがしばしば生じる。したがって、水道メータの交換によって、負の誤差の解消と正確な測定の結果、水道料金の金額が増加することがしばしば生じる（図 4.4.2 参照）

Read Date	Usage Billed (Gallon/month)	Charge
05/15/2023	11,390	$51.38
04/15/2023	12,080	$56.04
Meter Replacement		
03/15/2023	700	$1.16
02/15/2023	190	$0.31

メータ交換後は、負の誤差が解消し正確になったため、請求される使用量が増加した。

家族 5 人の標準的な水使用量の目安は 10,350G/月である。古いメータでは請求額が低くなる。

出典：プロジェクト・チーム

図 4.4.2 水道料金増加の事例

3) 水道メータのメーカー変更の検討

口径 5/8 インチ×3/4 インチの真鋳製水道メータは、現在、主に PPUC で使用されている。耐久性はあるが、1 個あたり USD 209 と高価である。一方、日本で一般的に使用されているプラスチック製の水道メータは、1 個あたり USD 90 という低価格で入手できるので、そう言った低廉価格のメータへの切り替えも推奨される。

4) メータボックス設置の検討

図 4.4.3 にメータボックスの設置状況を示す。ケース-1 ではメータボックスが地中に設置されていることから、土砂が堆積することで破損したりすることもあるため、地上での設置が推奨される。

		
ケース-1: メータボックスは地中に設置されており、土砂が堆積している。	ケース-2: メータボックスは地上に設置されており、土砂の堆積はない。	ケース-3: メータボックスは地下に設置されているが、雨風をしのげる位置にあるため土砂の堆積は発生しない。

出典：プロジェクト・チーム

図 4.4.3 水道メータ設置の状況

5) 精度試験の検討

水道メータの品質管理・更新計画に示す通り、時間と労力を節約するため、設置後 10 年を経過した老朽化した水道メータは精度検査を行わずに速やかに交換することが推奨される。ただし、水道メータの精度について顧客から問い合わせがあった場合には、直ちに精度検査を実施する必要がある（図 4.4.4 参照）。



出典：プロジェクト・チーム

図 4.4.4 既存のテストメータ

6) 漏水調査・修繕結果のデータベース化

NRW を管理するには、漏水調査や修理結果をデータベース化する必要がある。今後の課題として、漏水調査・修理結果のデータベース化を継続的に進めていくことが挙げられた。

7) データマネジメント

PPUC は主にデータを収集しているが、それを活用したり分析したりすることはなかった。配水タンク流量等のデータを計測しても、そのままグラフ化するだけではあまり意味がない。過去のデ

ータと比較・分析することで、有意義なデータ収集を実現する。

8) 新管切り替え後の旧管の遮断

本プロジェクトを通じて、図 3.9.5 に示すように、2018 年の第 2 次無償事業で更新された給水管の一部が古い管に逆流していると考えられた。しかし、300 箇所以上ある切り替え弁の開閉状態を把握するには多大な時間がかかる。

(2) 本プロジェクトおよび過去のプロジェクトを通じた教訓

1) 水道メータ検針の慣習化

水道メータの検針ミスは水道メータの交換直後に起こりやすい。検針員は測定方法の違いを十分に理解する必要がある。

表 4.4.2 に示す家庭当たりの標準使用水量の目安は、読み取りエラーの早期発見の目安となる。請求量がこの使用量から大幅に逸脱していることが記録されている場合は、水道メータの検針ミスが発生している可能性がある。

表 4.4.2 家庭当たりの標準使用水量

Family Member	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Estimated Standard Water Usage (gallon/month)	2,070	4,140	6,210	8,280	10,350	12,420	14,490	16,560	18,630	20,700

出典：プロジェクト・チーム

2) 請求料金値上げの公表

水道料金の変更については、水道メータの交換工事前に顧客に十分に説明し、合意を得る必要がある。

3) 水道メータのメーカー変更の検討

真鍮製の水道メータからプラスチック製の水道メータに変更す場合、交換コストを半分以下に抑制することができ、将来的に持続可能な水道メータの交換計画を立てる上で重要である。

4) メータボックス設置の検討

水道メータは地上から十分な高さを確保して設置するとともに、メータボックスは図 4.4.5 に示すように PPUC が近年採用している新型メータボックスに更新することが推奨される。



出典：プロジェクト・チーム

図 4.4.5　新しいメータボックスおよび設置の状況

図 4.4.3 に示す既設の水道メータボックスについては、ケースごとに以下の対策を推奨する。

- ケース-1：更新工事では、水道メータを地面から十分高い位置に設置すること推奨する。
- ケース-2：更新工事の際に、メータボックスも新規に交換すること推奨する。
- ケース-3：土砂の堆積は十分に抑制されているため、水道メータの交換のみを行う。

5)　精度試験方法の検討

専門家チームは､PPUC が精度試験を実施できるよう、図 4.4.6 に示すような新しいテストメータを 2 基調達し、本プロジェクトにおける測定方法の講義を行った。本テストメータを使用すると、各家庭の水道メータを撤去することなく水道使用量を測定できるため、より迅速な測定が可能となる。



出典：JICA 専門家チーム

図 4.4.6　調達したテストメータ

6)　漏水調査・修繕結果のデータベース化

NRW を管理するために、アプリケーション「Google Appsheet」を使用して漏水調査データベースを更新する方法が構築された。このデータベース更新システムは、最大 10 人の PPUC 職員が使用でき、全ての職員が更新されたデータベースを閲覧できる。将来的には、漏水の多い箇所を表示できるようになり、漏水対策の優先順位を把握できるようになる。

Google Appsheet を利用した漏水調査・漏水補修結果データベースの試験的に記録するデータベース管理項目を表 4.5.1 に示す。

PPUC の職員が漏水箇所の写真をアップロードすると GoogleMaps 上に漏水箇所が表示され、漏水情報のデータベースを職員全員で共有できる点が好評であるため、漏水探知マニュアルに盛り込

んだ。PPUC 職員が漏水写真をアップロードできることと、漏水情報のデータベースを全職員で共有することができる。表 4.5.2 に示すように、スマートフォンの入力画面の Google Appsheet でデータベースを更新することを提案する。PC 上での地図表示を図 4.5.7 に、広域サイズでの漏水箇所を図 4.5.8 に、漏水箇所の詳細を図 4.5.9 に示す。

7) データマネジメント

専門家チームは、図 3.2.19 に示すように、PPUC とともにデータマネジメントに関するワークショップを実施した。これまでデータ収集のみにとどまっていた活動が、PPUC によるデータ分析、分析結果の共有、分析結果に基づく意思決定へと発展した。これらの活動により、漏水の早期発見と NRW の削減に寄与する。

8) 新管切り替え後の旧管の遮断

旧管への逆流を防止するため、例えば新管への切り替え後は、旧管の接続をエンドキャップで遮断処理することを推奨する（図 4.1.4 参照）。 ただし、耐久性、加工性、コスト、入手可能性、およびメンテナンス性等の観点から、HDPE パイプやエルボ等他の管材や継手の可能性も検討する。

4.5 成果 1 のパイロット・エリアに加え、漏水探知活動パイロット・エリアを設定し、活動 2-4 までで作成したマニュアル等を活用した OJT を実施し、フィードバック、マニュアル最終化作業をする（活動 2-5）

4.5.1 活動概要

管路更新パイロット・エリアは Ngermid 配水区にあり、同配水区には未更新の AC 管路も残されている。旧 AC 管路を含む同配水区内の漏水調査を継続して実施するため、Ngermid 配水区を漏水探知活動のパイロット・エリアとし、漏水調査を実施した。また、漏水探知活動のパイロット・エリア外においても、以下の活動を実施した。

（1） 漏水探知活動パイロット・エリアにおける漏水探知活動
（2） 穿孔調査による漏水疑似音の確認
（3） 配水区における配水量が 3 日以上継続して増加した際の緊急漏水調査
（4） Babeldaob 島におけるメータのない定額制地区での漏水調査
（5） 監視型相関式漏水探知機による夜間漏水音の監視
（6） 漏水発見および修理結果のデータベース化

上記の結果を踏まえ、漏水探知マニュアルを更新し最終化した（添付資料 4.5.1 参照）。

4.5.2 活動結果

(1) 漏水探知活動パイロット・エリアにおける漏水探知活動（Ngermid 配水区全体）

管路更新パイロット･エリアを含む､Ngermid 配水区には､未更新の AC 管路が多く残されており、旧 AC 管路を含む同配水区内の漏水調査を継続して実施するため、全域（漏水探知の OJT を対象とした Ngermid 配水区全体）の約 880 世帯を漏水探知活動のパイロット・エリアとして路面音聴

調査および戸別音聴調査を実施した。その結果、1 カ所の給水管からの漏水を発見し修理をした。その漏水が発生した給水管は、居住者が移転したため既に使われていない水道メータに繋がっていた。

計画的漏水調査を実施する区画として、メータ検針員がコロール・アイライ配水システムを 26 区画に分割して水道メータの検針をしている。この方法はその区画に沿って漏水調査を実施することがわかりやすく、かつ作業効率がよいことが想定されたため、コロール・アイライ州全域を上記区画に沿って調査を実施する年間調査計画を作成した。漏水探知マニュアルの一部である年間漏水調査計画を添付資料 4.5.1 に示す。

発見した漏水は後述の Google Appsheet を使い、PPUC の WO 内に共有した。Google Appsheet を使った漏水データの共有状況を図 4.5.1 に示す。

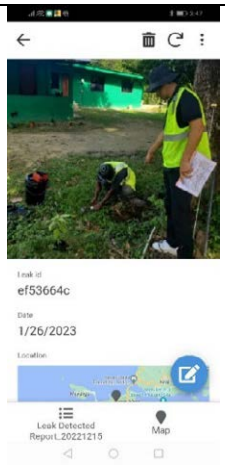
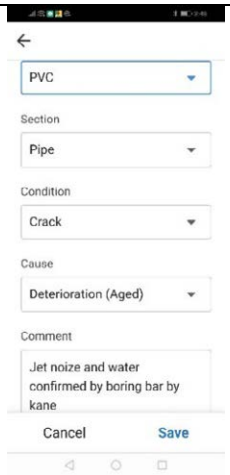
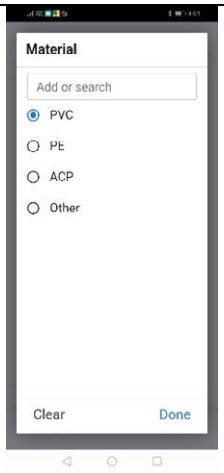
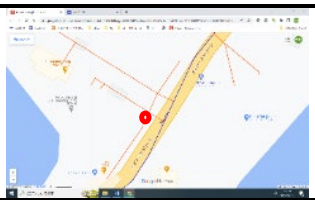
		
Google Appsheet を使った漏水地点の共有	Google Appsheet 入力画面（コメント欄以外は選択肢より選択）	ラジオボタンによる入力（管種）

図 4.5.1　Google Appsheet を使った漏水状況の共有

(2)　穿孔調査による疑似漏水音の確認

PPUC の漏水担当者がかつて給水管上や路面上に疑似漏水音を発見したものの、漏水箇所の確認ができず、そのまま放置していた箇所が 6 カ所あった。そのため、穿孔用ハンマードリル、ボーリングバーを用い、穿孔による漏水確認調査を実施した。穿孔調査の結果を図 4.5.2 に示す。

場所	地図	配水区	本プロジェクトでの活動日	確認調査結果	疑似音発見時期
1) Elilai 前		Ngerkesoaol	2022 年 7/13	漏水音のみ、水なし。未確認	2021 年 7 月

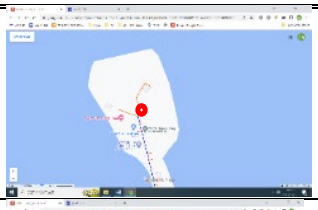
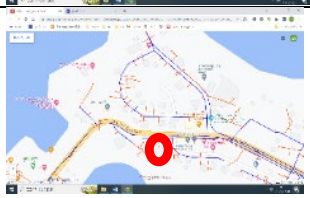
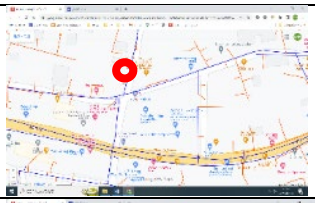
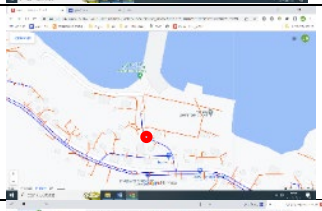
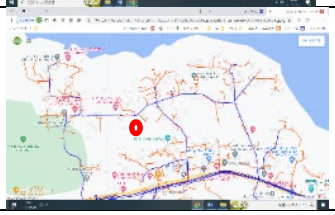
場所	地図	配水区	本プロジェクトでの活動日	確認調査結果	疑似音発見時期
2) Tdock 旧消火栓		Ngerkesoaol	2022 年 7/14	漏水あり。修理実施。	2021 年 7 月
3) 家庭給水管		Ngerkesoaol	2022 年 7/14	漏水なし、給水管バルブ閉止後漏水疑似音消失（旧 AC 管へ流入していた）	2022 年 3 月
4) Kumagai パン店		Ngerkesoaol	2022 年 7/26	穿孔後噴射音、漏水ともに確認済み（8 月 2 日修繕済み）	2022 年 3 月
5) 小学校運動場消火栓付近		Arakabesang	2022 年 7/27	消火栓付近の給水管（バルブの故障）	不明
6) Ngertmai 地区路面		Ngermid	2022 年 7/28	確認。8 月 24 日に修理	2018 年ソフコン時

図 4.5.2　6 カ所の疑似漏水音発生箇所の確認調査結果

漏水確認調査を実施後、2022 年 3 月、ミニワークショップを開催した（添付資料 4.5.2 参照）。

上記の穿孔確認調査の結果のうち、図 5-3 の「2)」および「3)」について補足する。

「2）」：Ngerkesoaol 配水区の T ドックと呼ばれる埠頭の旧消火栓から漏水疑似音が発生している箇所での穿孔確認調査を実施し、漏水を修繕した。

「3）」: Ngerkesoaol 配水区のある給水管に漏水疑似音があり、穿孔確認調査を実施した。しかし、漏水そのものは確認できなかった。現地にあった 2 つのうち 1 つの給水管のバルブを閉止したところ、給水管のバルブからの疑似漏水音はなくなった。現地の給水管の接続状況とカウンターパートの説明から、新しい配水本管からの水が、旧 AC の給水管に設置されたバルブ開放箇所を通じて旧 AC 管に戻っていた可能性が高いと推察される。

その「2)」、「3)」の修理を同日に実施した後、Ngerkesoaol 配水池の流量は、修理前の 12 日間の平均値は 1,498 千ガロン（5,669 トン）/日であるのに対し、修理後の 10 日間の平均値は 1,233 千ガ

ロン（4,666 トン）/日となった。2)の修理、および 3）の給水管上のバルブ閉止により 265 千ガロン（1,000 トン）/日の流量差が発生したと言える。図 4.5.3 に修理前と修理後の配水流量変化のデータを示す。

	Ngerkeseuaol T3			
Date	Flow Mtr.	Level ft.	Flow	
2022/7/1	215138	21		AVE
2022/7/2	215275	17	137	149.8
2022/7/3	215414	21	139	
2022/7/4	215554	19	140	
2022/7/5	215685	19	131	
2022/7/6	215831	19	146	
2022/7/7	215968	19	137	
2022/7/8	216112	20	144	
2022/7/9	216251	19	139	
2022/7/10	216390	20	139	
2022/7/11	216538	18	148	
2022/7/12	216733	18	195	
2022/7/13	216923	19	190	
2022/7/14	216952	20		
2022/7/15	217077	23	125	AVE
2022/7/16	217191	28	114	123.3
2022/7/17	217340	26	149	
2022/7/18	217442	25	102	
2022/7/19	217577	27	135	
2022/7/20	217701	27	124	
2022/7/21	217822	27	121	
2022/7/22	217944	26	122	
2022/7/23	218066	26	122	
2022/7/24	218185	27	119	

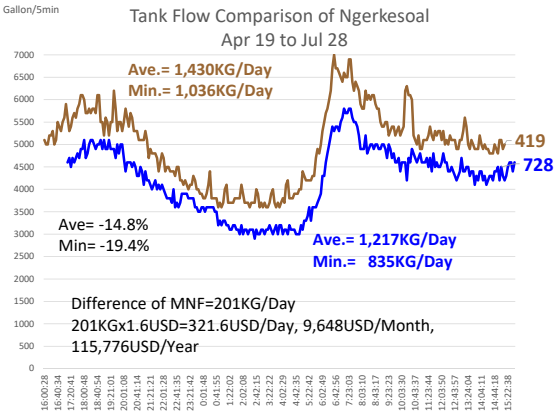


図 4.5.3　Ngerkesoaol 配水池　漏水修理前の配水流量および　漏水修理後の流量の比較

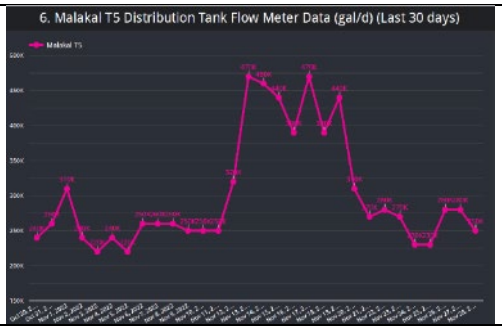
図 4.5.2 内の疑似漏水音発生箇所の「6）」について補足する。穿孔調査により漏水を確認し、修理を行った。漏水は、口径 8 インチ（200 mm）の旧 AC 配水本管の分水栓から生じたものであった。修理前後の配水記録から、20 千ガロン/日程度の配水量の減少があったと想定される。

なお、この疑似漏水音は 2018 年 1 月に実施された漏水調査ソフトコンポーネント時から指摘していた箇所である。仮に本漏水が 2018 年 1 月時から続いていたとすると、20 千ガロン /日の漏水量は 56 カ月継続し、延べ漏水量は 33,600 千ガロンとなったと推定できる。このような長期にわたる漏水の発生を予防するため、穿孔調査による漏水確認について、漏水探知マニュアルに加えた。

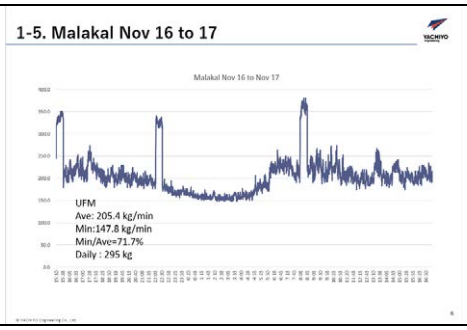
(3)　配水区における配水量が 3 日以上継続して増加した際の緊急漏水調査

1)　Malakal 配水区での緊急漏水調査

Malakal 配水区において、2022 年 11 月 12 日から 3 日間連続して通常の配水量 230 千ガロン（870 m^3）の 2 倍にあたる 470 千ガロン（1,779 m^3）の流量の増加があった。そのため超音波流量計を設置し、Malakal 配水池の夜間最小流量を計測した。30 日間配水量の変化「a.」と、24 時間の流量「b.」を図 4.5.4 に示す。



a. Malakal 配水池配水量の 30 日間の変化



b. Malakal 配水池配水量の 24 時間の流量変化

図 4.5.4　Malakal 配水池の 11 月 30 日間の流量変化と配水池の 24 時間の流量変化

流量測定の結果、夜間最小流量が 147 千ガロン/分（559 m^3/分）と高いことを確認した。このことから、突発的な漏水発生の可能性があると判断し、Malakal 地区全世帯約 160 の給水管の家庭用メータおよび約 20 の仕切弁における戸別音聴調査、弁栓音調調査を実施した。

このような状況の下、Blue Bay Fuel Company 社（以下、「Blue Bay」）において、ガソリンを貯蔵するタンクへ約 7 日間連続で水を注入していることがわかった。これが急激な水量増の原因であった。しかし、Blue Bay は計量メータがない定額制の顧客であった。すなわち、Blue Bay の定額料金を超えた使用水量は NRW 量とカウントされていることをプロジェクト･チームは確認した。

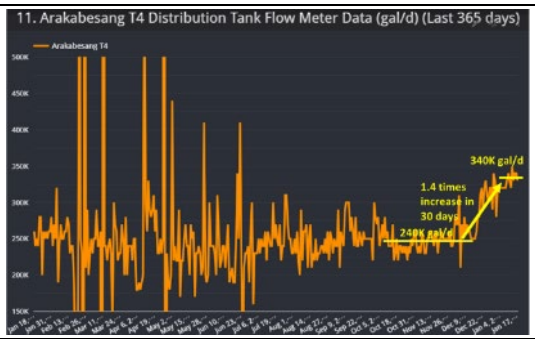
2)　Arakabesang 配水区における緊急漏水調査

図 4.5.5 の「a」に示すとおり、12 月中旬より Arakabesang 配水池からの配水量が、約 1.4 倍となり、その配水量の増加が 1 月中旬まで継続していることを Google スプレッドシート上で確認した。そのため、プロジェクト・チームは Arakabesang 配水池での夜間最小流量の測定を実施した。

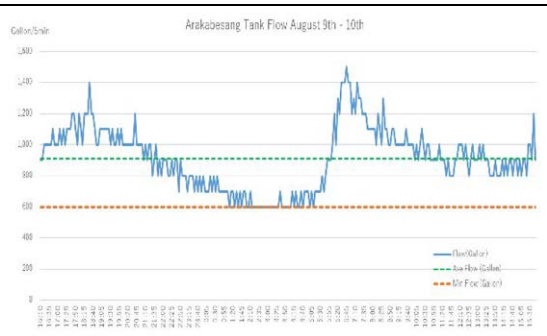
2023 年 1 月 18 日に Arakabesang 配水池に超音波流量計を設置し、夜間最小流量を測定したところ、図 4.5.5 の「c」の青色の夜間最小流量に示すように 191 ガロン/分という結果であり、図 4.5.5 の「b」に示された 8 月に測定した 120 ガロン/分から増加していたため、Arakabesang 配水区での緊急漏水調査を実施した。

同年 1 月 25 日に Arakabesang 地区で漏水調査を実施したところ、パラオパシックリゾートホテル（以下、「PPR」）の敷地そばの住宅の給水管に漏水疑似音を確認した。その後 PPR の敷地内にある森林の中に地表漏水を発見したため漏水修理を実施した。

同年 1 月 25 日に修理を実施し、1 月 26 日に修理後の夜間最小流量を確認するための流量測定を実施した。その結果、図 4.4.5 の「c」のオレンジ色のデータの通り、1 月 26 日には夜間最小流量が 101 ガロン/分と 1 月 18 日の測定時から 90 ガロン/分低下した。また、配水量も図 4.5.5 の「d」のとおり 1 月 26 日から継続して減少していることを確認した。



a.Arakabesang 配水池の年間水量変化（2022 年 12 月中旬の約 240 千ガロン/日から 340 千ガロン/日に増加）



b. 2022 年 8 月に測定した夜間最小流量 120 ガロン/分（グラフ上では 600 ガロン/5 分と表示）

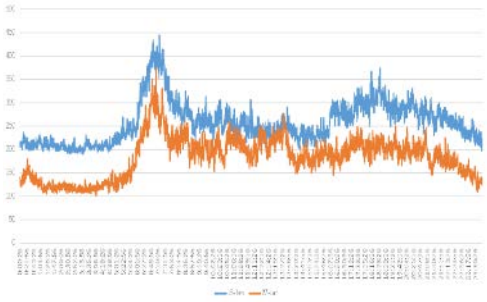
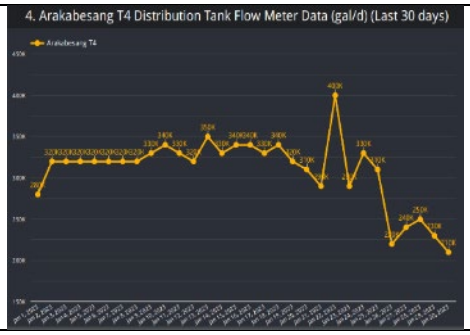
<table>
<tr><td>  </td><td> 
</td></tr>
<tr><td>c. 修理前 2023 年 1 月 18 日（青）の夜間最小流量 191 ガロン/分と、修理後同年 1 月 26 日（オレンジ色）の 101 ガロン/分の流量変化</td><td>d. 月間配水量の推移（1 月 25 日以降配水量は減少している）</td></tr>
<tr><td>  </td><td>  </td></tr>
<tr><td>e. 漏水調査の様子</td><td>f. 漏水修理の様子（1 インチ PVC）</td></tr>
</table>

図 4.5.5　Arakabesang 配水区の流量変化と漏水修理の様子

漏水探知マニュアルには配水量を毎日確認し、3 日以上継続した配水量の変動があった場合に、夜間最小流量調査を実施することを記載した。また、夜間最小流量を 1 か月に 1 回測定し、前回の測定結果と比較し夜間最小流量が増加した場合には対象配水区での漏水調査を実施することを追記した。

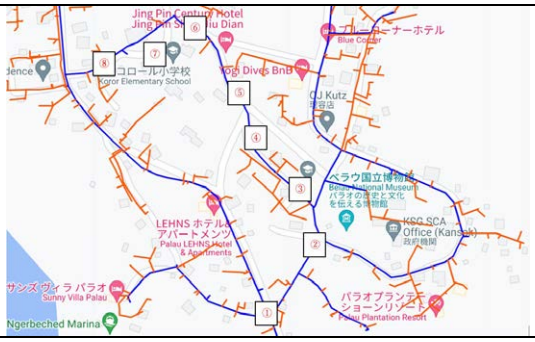
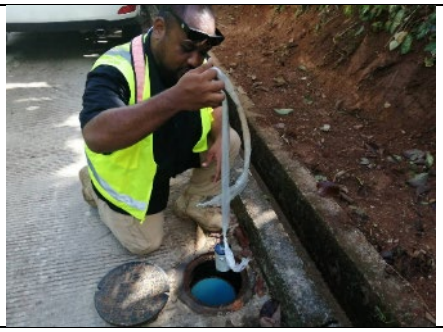
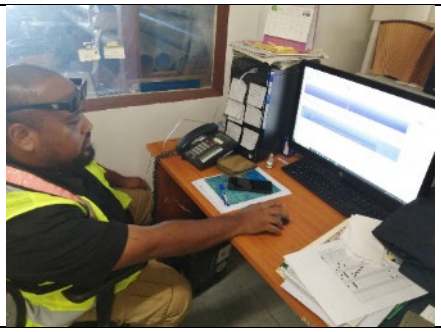
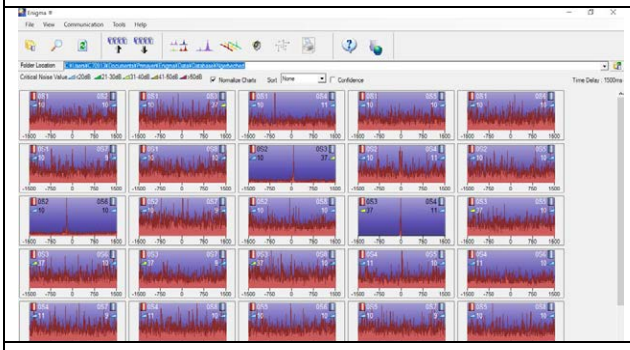
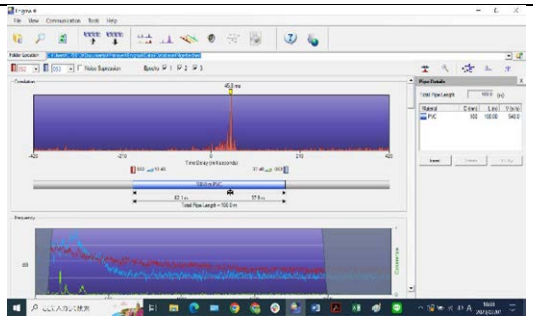
3)　Babeldaob 島におけるメータのない定額制地区での漏水調査

バベルダオブ島中部に位置する Ngiwal 地区の漏水調査を実施した。Ngiwal 地区約 100 世帯の区域で配水池の水位が低下するという事象が発生し、原因を調査した。その地区は定額制エリアであるため、家庭用メータがなく、家庭内での給水栓の開放 1 件および給水管の漏水が配水池の水位を減少させていた。定額制地区での不明水量の確認についても、マニュアルに記載した。

(4)　監視型相関式漏水探知機による夜間漏水音の監視

Ngerkesoaol 配水区内 Ngerbeched 地区の PVC 管路上のバルブ 8 箇所に図 4.5.6「a」のように監視型相関式漏水探知機のセンサーを設置した。その設置位置図を図 4.5.6「b」に示す。バルブが深い場合には図 4.5.6「c」のように、センサーを回収した。その結果、にセンサー「③」～「④」間に疑似漏水音があると想定される相関波形を確認した。

そのセンサー「③」～「④」の波形付近の給水管に疑似漏水音を確認した。現地を確認したところ、目視可能な地表漏水が発見された。PPUC は今後も継続して本機材を利用し本管漏水調査を実施していく。

<table>
<tr><td>  </td><td> 
</td></tr>
<tr><td>a.　PVC 管路への監視型相関式漏水探知機設置</td><td>b.　ロガー設置位置図</td></tr>
<tr><td>  </td><td>  </td></tr>
<tr><td>c.　バルブが深い場合のセンサー回収の様子</td><td>d.　C/P によるデータ解析</td></tr>
<tr><td>  </td><td>  </td></tr>
<tr><td>e.　8 データ同時相関解析結果</td><td>f.　センサー3 から 37.9m 、センサー4 から 62.1m に波形確認</td></tr>
<tr><td>  </td><td>  </td></tr>
<tr><td>g.　センサー3～4 の間の、センサー3 寄りに亜鉛メッキ鋼管給水管上に漏水あり。
h.　（給水管の分水栓の位置は不明瞭）</td><td>i.　雨水が溜まった Ngermid 配水区内旧 AC 管の止水栓筐（旧 AC 管路の調査には弁筐の水抜きが必要）</td></tr>
</table>

出典：プロジェクト・チーム

図 4.5.6　監視型相関式探知機の利用状況

(5)　漏水発見および修理結果のデータベース化

漏水調査および漏水修理結果を継続的に漏水探知記録関連のデータベース化することが今後の課

題として挙げられた。当初は紙ベースでの報告書の管理を提案していたが、PPUC の漏水調査チームでは、紙ベースでの報告書の定着化が進まなかった。そのため、Google Appsheet というアプリケーションを使った漏水調査データベースの更新方法を検討した。本データベース更新システムは、PPUC 職員 10 名が利用することができ、全職員がその更新したデータベースを閲覧可能となった。将来的には漏水多発地点の表示が可能となり、優先的な漏水解消の把握に寄与できる。

Google Appsheet を使った漏水調査および漏水修繕結果のデータベースについて、その管理項目を表 4.5.1 に示す。

表 4.5.1　Appsheet 上での管理項目

No.	データ	No.	データ
1.	ID	10.	漏水探知担当者
2.	日付	11.	修理日
3.	写真	12.	修理担当者
4.	座標	13.	管径
5.	顧客名	14.	本管／給水管
6.	顧客 No.	15.	管路埋設深度
7.	宅内／公道	16.	管種
8.	地上／地下	17.	漏水実態
9.	漏水探知日	18.	漏水原因等

出典：専門家チーム

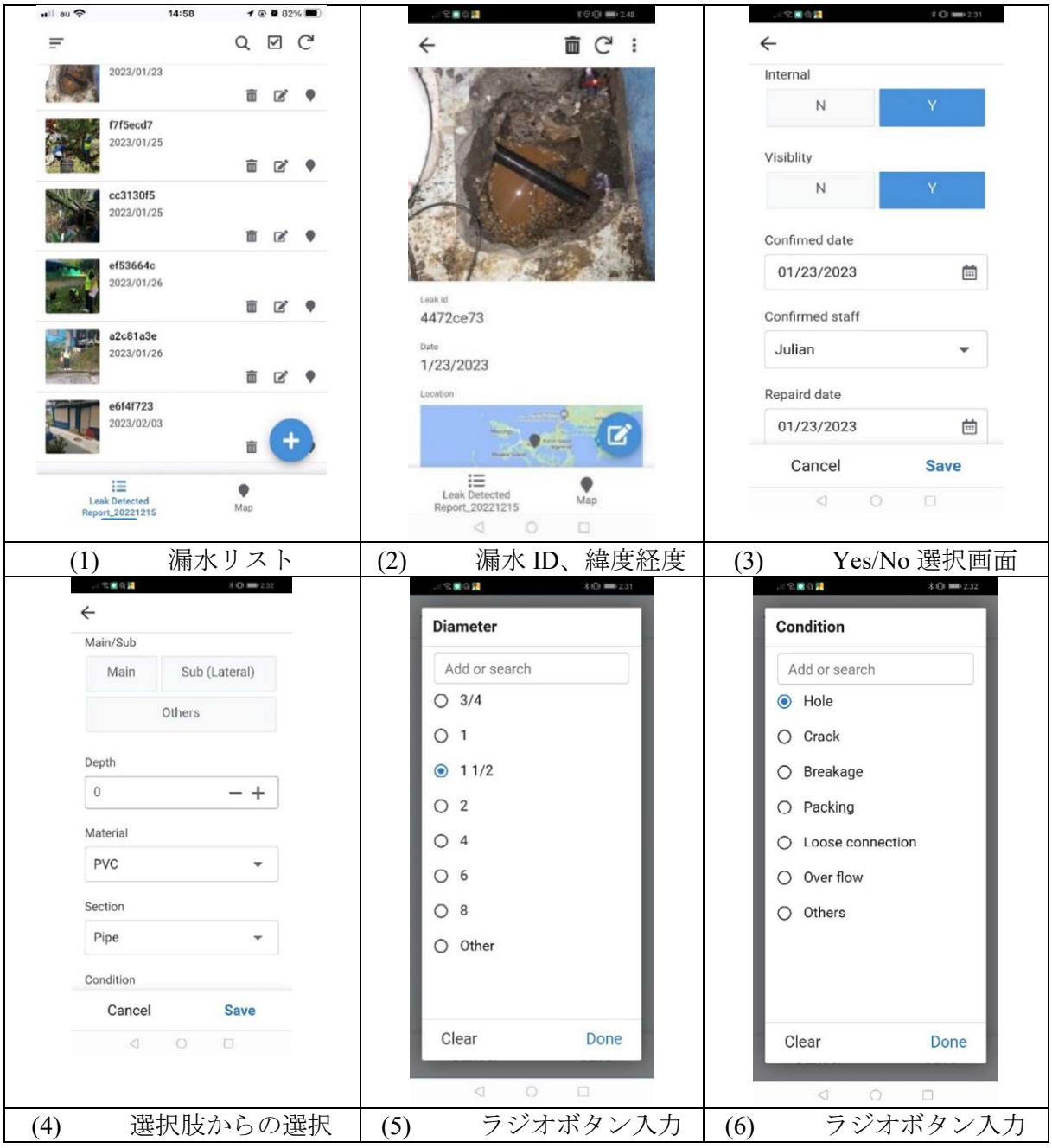
Google Appsheet 上では上記の情報をスマートフォン上の選択肢から選択できるようにし、コメント欄には自由にコメントを記載できるように工夫した。PPUC 職員が漏水写真をアップロードするだけで、漏水箇所が Google Map 上に表示される等、漏水情報のデータベースが全職員に共有できることは PPUC に好意的に受け入れられた。試験利用を通して、体系化できると考え漏水探知マニュアルに記載した。Google Appsheet 上で更新されるデータベースを表 4.5.2 に示す。スマートフォン上で入力状況を図 4.5.7 に示す。またパソコン上の漏水箇所を図 4.5.8 および図 4.5.9 に示す。

表 4.5.2　Google Appsheet で更新されるデータベース（案）

A2　fx　51b57f92

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
1	Leak id	Date	Photo	Location	Customer	Customer No.	Internal	Visiblity	Confimed date	Confirmed sraff	Repaird date	Repaired staff	Diameter
2	51b57f92	2023/1/20	Leak Detected Re	7.336925, 134.455793	Shinoi	C70913	TRUE	TRUE	2022/12/15	Lester	2022/12/30	Aiku	1
3	232cf2d4	2023/1/20	Leak Detected Re	7.336791, 134.455945	Monica		TRUE	TRUE	2022/12/15	Lester	2022/12/21	Aiku	2
4	55f79eeb	2023/1/20	Leak Report_2022	7.336906, 134.455667	Benjamin	Test	TRUE	FALSE	2022/12/15	Lester	2022/12/15	Norman	4
5	2989baf9	2022/12/20	Leak Report_2022	7.33531, 134.45604	Skye		FALSE	FALSE	2022/12/20	Julian	2022/12/20	Norman	8
6	WO Plumb	2023/1/20	Leak Report_2022	7.336906, 134.455667	Issac	K112440	TRUE	TRUE	2022/12/21	Lester	2022/12/21	Aiku	3/4
7	Test - PPID	2023/1/20	Leak Report_2022	7.336904, 134.455663	Alfonso	19010888W	FALSE	FALSE	2022/12/21	Lester	2022/12/21	Aiku	3/4
8	Airai Water	2023/1/20	Leak Report_2022	7.336904, 134.455667	Rdialul	19004932W	TRUE	TRUE	2022/12/21	Lester	2022/12/21	Aiku	3/4
9	73180038	2023/01/20	Leak Report_2022	7.336831, 134.456002	Niiimurd	C70942	FALSE	TRUE	2023/1/13	Lester	2023/01/13	Norman	3/4
10	4472ce73	2023/01/23	Leak Report_2022	7.341586, 134.475356	Koror Jail		TRUE	TRUE	2023/01/23	Julian	2023/01/23	Norman	1 1/2
11	f7f5ecd7	2023/01/25	Leak Report_2022	7.355037, 134.446998			TRUE	FALSE	2023/01/25	Julian			3/4
12	cc3130f5	2023/01/25	Leak Report_2022	7.355037, 134.446998			FALSE	TRUE	2023/01/25	Other	2023/01/25	Norman	1
13	ef53664c	2023/01/26	Leak Report_2022	7.347635, 134.483689			FALSE	FALSE	2023/01/26	Julian			3/4

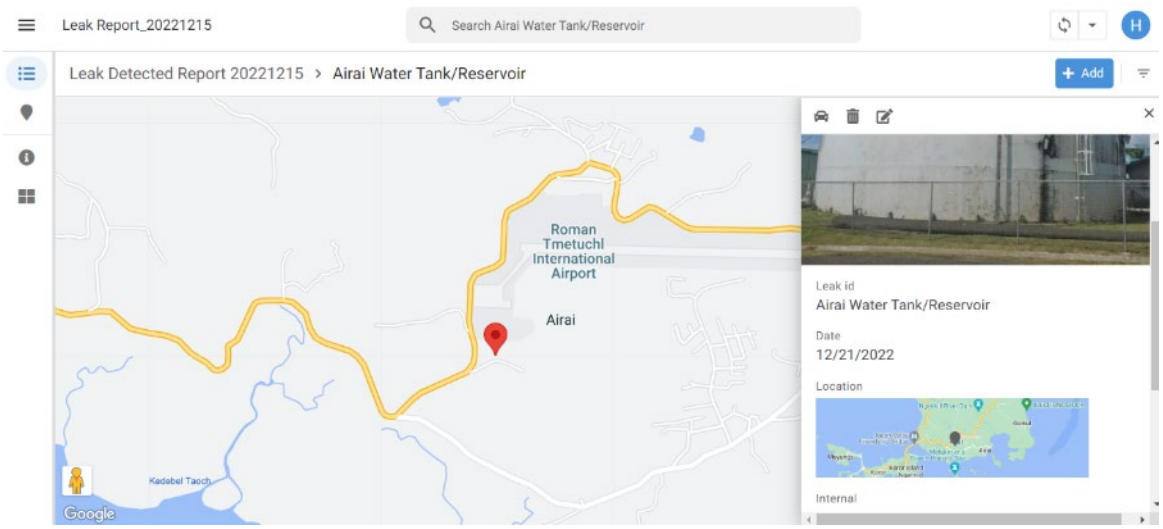
出典：プロジェクト・チーム



(1) 漏水リスト　(2) 漏水 ID、緯度経度　(3) Yes/No 選択画面

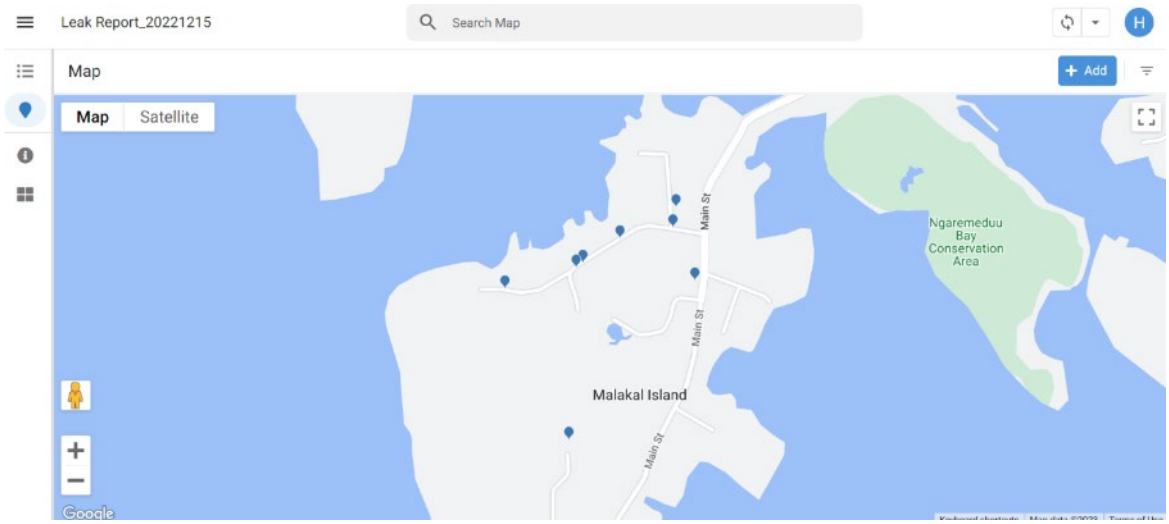
(4) 選択肢からの選択　(5) ラジオボタン入力　(6) ラジオボタン入力

図 4.5.7　スマートフォン上のデータベース入力画面（Google Appsheet）



出典：専門家チーム

図 4.5.8　パソコン上の地図表示画面



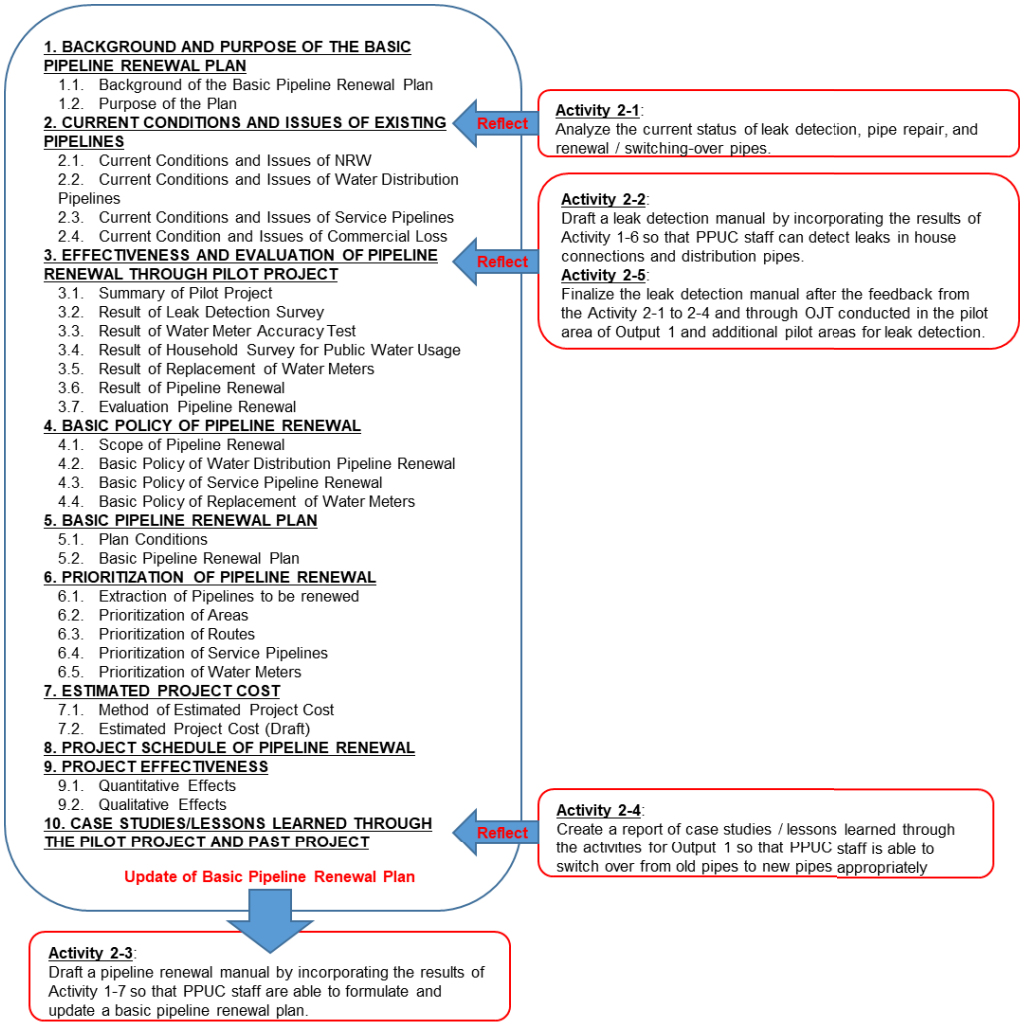
出典：専門家チーム

図 4.5.9　パソコン上の漏水箇所表示画面（漏水多発管路のイメージ）

4.6　活動 2-5 までの結果を、成果 1 の優先順位、管路更新基本計画の策定に反映する（活動 2-6）

4.6.1　活動概要

成果 1 の活動における管路更新基本計画に活動 2-1～2-5 の結果を反映させて、コロール・アイライ配水システム全体の管路更新基本計画を取りまとめた。図 4.6.1 に管路更新基本計画の目次と各活動 2 との相関関係を示す。活動 2-1 は第 2 章「既存管路の現状と課題」に反映される。活動 2-2 と活動 2-5 は第 3 章「パイロット・プロジェクトによる管路更新の効果および評価」に反映される。また、活動 2-4 は、第 10 章「パイロット・プロジェクトおよび過去のプロジェクトを通じた教訓・事例集」に反映される。活動 2-3 は、管路更新基本計画が更新されるときに活用される。



出典: JICA 専門家チーム

図 4.6.1 管路更新基本計画の目次と活動 2-1～活動 2-5 の相関関係

4.6.2 活動結果

管路更新基本計画を添付資料 3.12.1 に示す。目次は表 3.12.1 に示すように構成されている。

第5章　成果 3 に関する活動

成果：コマーシャルロス対策として使用水量把握・顧客の水利用状況改善に関する能力が向上する。

5.1　コマーシャルロスとして使用水量把握・顧客水利用に関する現状を整理・分析する（活動 3-1）

5.1.1　活動概要

コマーシャルロス削減につながるように、水道メータの不感水量ロス、定額制に伴う差分による水量ロス、不法接続による水量ロスを把握した。また、水量ロスを把握する上で、使用水量把握・顧客水利用に関する現状を PPUC と協働して調査し、整理・分析を行った。

5.1.2　活動結果

(1)　コマーシャルロスの定義

国際水協会（IWA）が設定するコマーシャルロスの定義（表 5.1.1 参照）に従い、不法接続による非認定水量とメータ不感による計量誤差の現状を整理・分析した。合わせて、定額制による請求非計量給水量と実際の水使用量との乖離についてもコマーシャルロスとみなし、整理・分析した。

表 5.1.1　IWA 配水量分析表

<table>
<tr><td colspan="5">IWA Water Balance Table</td></tr>
<tr><td rowspan="6">配水量
(System Input Volume)</td><td rowspan="3">認定給水量
(Authorized Consumption)</td><td rowspan="2">請求認定給水量
(Billed Authorized Consumptions)</td><td>請求計量給水量
(Billed Metered Consumption)</td><td rowspan="2">有収水量
(Revenue Water)</td></tr>
<tr><td>請求非計量給水量
(Billed Unmetered Consumption)</td></tr>
<tr><td rowspan="2">非請求認定給水量
(Unbilled Authorized Consumption)</td><td>非請求計量給水量
(Unbilled Metered Consumption)</td><td rowspan="5">無収水量
(Non-Revenue Water)</td></tr>
<tr><td>非請求非計量給水量
(Unbilled Unmetered Consumption)</td></tr>
<tr><td rowspan="3">損失水量
(Water Losses)</td><td rowspan="2">見掛け損失水量
(Apparent Losses)/
コマーシャルロス
(Commercial Loss)</td><td>非認定給水量
(Unauthorized Consumption)</td></tr>
<tr><td>計量誤差
(Metering Inaccuracies)</td></tr>
<tr><td rowspan="3">実損失水量
(Real Losses)/
物理的損失
(Physical Loss)</td><td>送水管・配水管漏水量
(Leakage on Transmission and/or Distribution Mains)</td></tr>
<tr><td>配水池漏水・越流水量
(Leakage and Overflows at Utility's Storage Tanks)</td></tr>
<tr><td>顧客メータまでの給水管漏水量
(Leakage on Service Connections up to the measurement point)</td></tr>
</table>

出典：専門家チーム

(2)　非認定給水量によるコマーシャルロス

PPUC の不法接続記録を確認した結果、2021 年度の不法接続発生件数は 6 件であった。全給水世帯に対する割合としては 0.2%と小さく、不法接続に対する罰則規定およびパラオ特有の小規模コ

ミュニティによる相互監視がうまく機能していることが示された。

平均 6 件の不法接続家屋が 4 人世帯分の標準水使用量を使用していると仮定し、非認定給水量によるコマーシャルロスを表 5.1.2 の通り算出した。

表 5.1.2 非認定給水量によるコマーシャルロス

項目	データ	根拠
不法接続発生件数	6 件	2021 年度の不法接続発生件数
不法接続 1 件あたりの水使用量	0.86 m^3/日/件	パイロット・エリアにおける 4 人世帯の標準水使用量
非認定給水量によるコマーシャルロス	5 m^3/日	6 件 × 0.86 m^3/日/件

出典：プロジェクト・チーム

(3) 計量誤差によるコマーシャルロス

パイロット・エリアで確認された老朽化メータの割合、およびメータ更新前後の使用水量変化の結果から、コロール・アイライ配水システム全体での計量誤差によるコマーシャルロスを表 5.1.3 の通り算出した。

表 5.1.3 計量誤差によるコマーシャルロス

項目	データ	根拠
日平均請求水量	5,050 m^3/日	2021 年実測値
老朽化メータの割合	79 %	パイロット・エリアにおける老朽化メータの割合 (19/24)
メータ更新による使用水量変化	19 %	パイロット・エリアにおけるメータ更新による水使用量変化
計量誤差によるコマーシャルロス	758 m^3/日	5,050 m^3/日×79%×19%

出典：プロジェクト・チーム

(4) 定額制によるコマーシャルロス

コロール・アイライ配水システムでは 29 件の定額制接続が存在し、USD 4～150 の定額料金が設定されている。一方で、これら定額制接続は学校、政府機関、空港等大規模施設が多く、定額制による請求非計量給水量と実際の水使用量には大きな乖離がある。したがって、定額制によるコマーシャルロスを表 5.1.4 の通り算出した。

表 5.1.4 定額制によるコマーシャルロス

項目	データ	根拠
定額制接続の想定水使用量	183 m^3/日	大口顧客の想定水使用量×定額制接続数 6.3 m^3/日/接続×29 件
定額制接続の請求非計量給水量	33 m^3/日	PPUC 料金徴収データより
定額制によるコマーシャルロス	150 m^3/日	想定水使用量と請求非計量給水量の差分

出典：プロジェクト・チーム

(5) コマーシャルロスの現状

上記の結果から、コマーシャルロスの現状を表 5.1.5 の通り整理した。

表 5.1.5 コマーシャルロスの現状

項目	データ	根拠
非認定給水量によるコマーシャル	5 m^3/日	PPUC データベースを基に算出

項目	データ	根拠
ロス		
計量誤差によるコマーシャルロス	758 m^3/日	パイロット・エリアにおけるメータ更新前後の変化量を基に算出
定額制によるコマーシャルロス	150 m^3/日	定額制接続の想定水使用量と請求非計量給水量の差分を基に算出
コマーシャルロス合計	913 m^3/日	5 m^3/日+758 m^3/日+150 m^3/日
日平均配水量	10,794 m^3/日	2021 年実測値
コマーシャルロスの割合	8%	コマーシャルロス合計/日平均配水量

出典：プロジェクト・チーム

5.2 水道メータの精度テストの必要性・不法接続有無を確認し、活動 1-6 の結果も組み込み、水道メータの品質管理・更新計画（案）を作成する（活動 3-2）

5.2.1 活動概要

計量誤差によるコマーシャルロスの実態を把握するため、水道メータの精度テストと不法接続に関する現状を確認した。また、簡易基準タンクおよび電子式テストメータによる正確な器差試験の方法について PPUC 職員に対し座学を行い、水道メータの品質管理・更新計画（案）を作成した。

5.2.2 活動結果

これまで PPUC が実施していた水道メータの精度テスト方法、および不法接続の有無を確認した結果、以下の状況が確認された（図 5.2.1 および図 5.2.2 参照）。

1）水道メータの精度テスト方法

- 水道メータの精度テストは住民からの問い合わせに基づいて実施される。
- 水道メータの精度テストは PPUC の管路修繕チーム担当者が実施しており、専任者はいない。
- テストメータと水道メータの計測差異によって水道メータ故障の有無を判断している。
- 精度テストは大流量（10 ガロン/分）条件下で実施されているが、小流量（約 0.3 ガロン/分）条件下では実施されていない。
- 小流量の精度テストが実施されないことによって、更新が必要な水道メータが見落とされている可能性がある。
- 大流量の精度テスト結果に基づき水道メータの更新が実施された際、更新日時・位置が正確に記録されていない。

2）不法接続の現状

- 不法接続被害は 2021 年に 6 件、2022 年に 1 件発生している。一部再犯する世帯も存在する。
- 罰金制度を採用しており、通報による報奨金制度は採用していない。
- 上記罰金制度とパラオ特有の小規模コミュニティによる相互監視がうまく機能しており、不法接続による NRW への影響は非常に少ない。

上記の結果から、水道メータの精度テスト方法を改善するため、小流量（約 0.3 ガロン/分）、中流量（約 0.7 ガロン/分）、大流量（約 10 ガロン/分）の 3 つの条件下での精度テスト方法を PPUC 職員に対し講習会を開いた。





出典：プロジェクト・チーム

図 5.2.1　簡易基準タンクを用いた小・中・大流量での水道メータ精度テスト

また、電子式テストメータを調達し、使用方法について PPUC 職員に指導した。電子式テストメータを使用すれば、各家庭から水道メータを取り外す必要がないため、短時間での測定が可能となる。







出典：プロジェクト・チーム

図 5.2.2　導入された電子式テストメータ

上記の結果を基に水道メータの品質管理・更新計画（案）を作成し、内容について PPUC 職員と協議した。

5.3　成果 1 のパイロット・エリアに加え、使用水量把握改善活動パイロット・エリアを設定し、活動 3-2 で作成した計画を活用した OJT を実施し、フィードバック、計画最終化作業をす

る（活動 3-3）

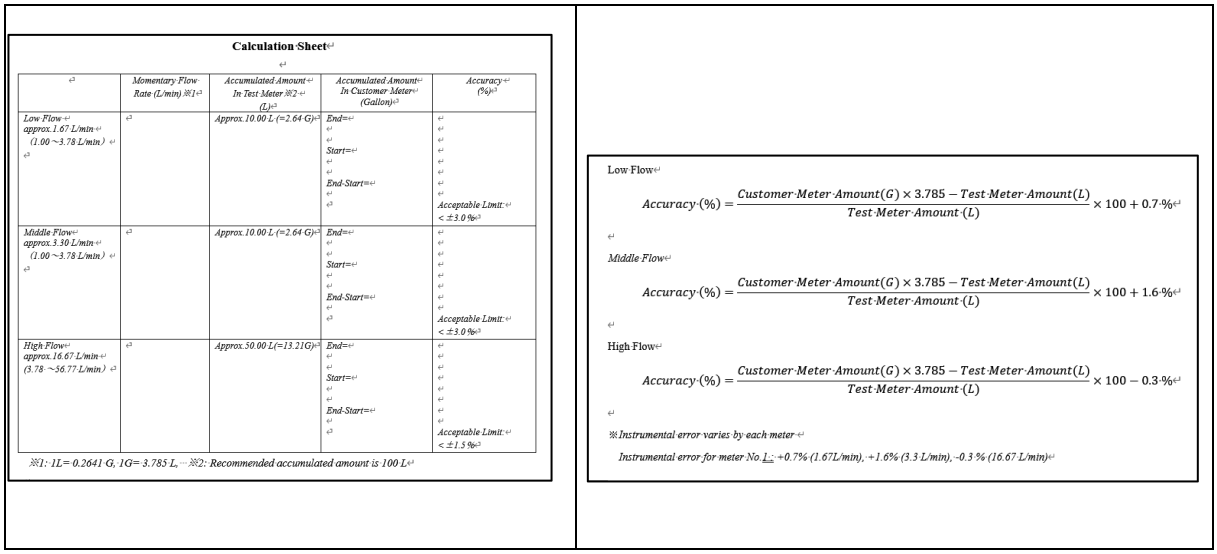
5.3.1 活動概要

専門家チームはパイロット・エリアとする Ngermid 配水区において、水道メータの品質管理・更新計画（案）を活用し、OJT を実施した。活動時の不具合をその都度確認しながら改良点を PPUC へフィードバックおよび水道メータの品質管理・更新計画（案）に反映し、最終化した。

5.3.2 活動結果

（1）水道メータ精度テストの精緻化

水道メータの品質管理・更新計画（案）の内容について PPUC 職員と協議を進めていく中で、簡易基準タンクを用いた精度テストの方法について PPUC 職員間で理解度に差があることが判明した。そのため、専門家チームはより効率的に実施できるよう簡易基準タンクの精度テスト用の計算シートを作成し、PPUC 職員に共有した（図 5.3.1 および添付資料 5.3.1 参照）。



Calculation Sheet

	Momentary Flow Rate (L/min) ※1	Accumulated Amount In Test Meter ※2 (L)	Accumulated Amount In Customer Meter (Gallon)	Accuracy (%)
Low Flow approx. 1.67 L/min （1.00～3.78 L/min）		Approx. 10.00 L (=2.64 G)	End= Start= End-Start=	Acceptable Limit: < ±3.0 %
Middle Flow approx. 3.39 L/min （1.00～3.78 L/min）		Approx. 10.00 L (=2.64 G)	End= Start= End-Start=	Acceptable Limit: < ±3.0 %
High Flow approx. 16.67 L/min （3.78～36.77 L/min）		Approx. 50.00 L (=13.21G)	End= Start= End-Start=	Acceptable Limit: < ±1.5 %

※1: 1L= 0.2641 G, 1G= 3.785 L, ※2: Recommended accumulated amount is 100 L

Low Flow

$$Accuracy\,(\%) = \frac{Customer\,Meter\,Amount(G) \times 3.785 - Test\,Meter\,Amount(L)}{Test\,Meter\,Amount\,(L)} \times 100 + 0.7\,\%$$

Middle Flow

$$Accuracy\,(\%) = \frac{Customer\,Meter\,Amount(G) \times 3.785 - Test\,Meter\,Amount(L)}{Test\,Meter\,Amount\,(L)} \times 100 + 1.6\,\%$$

High Flow

$$Accuracy\,(\%) = \frac{Customer\,Meter\,Amount(G) \times 3.785 - Test\,Meter\,Amount(L)}{Test\,Meter\,Amount\,(L)} \times 100 - 0.3\,\%$$

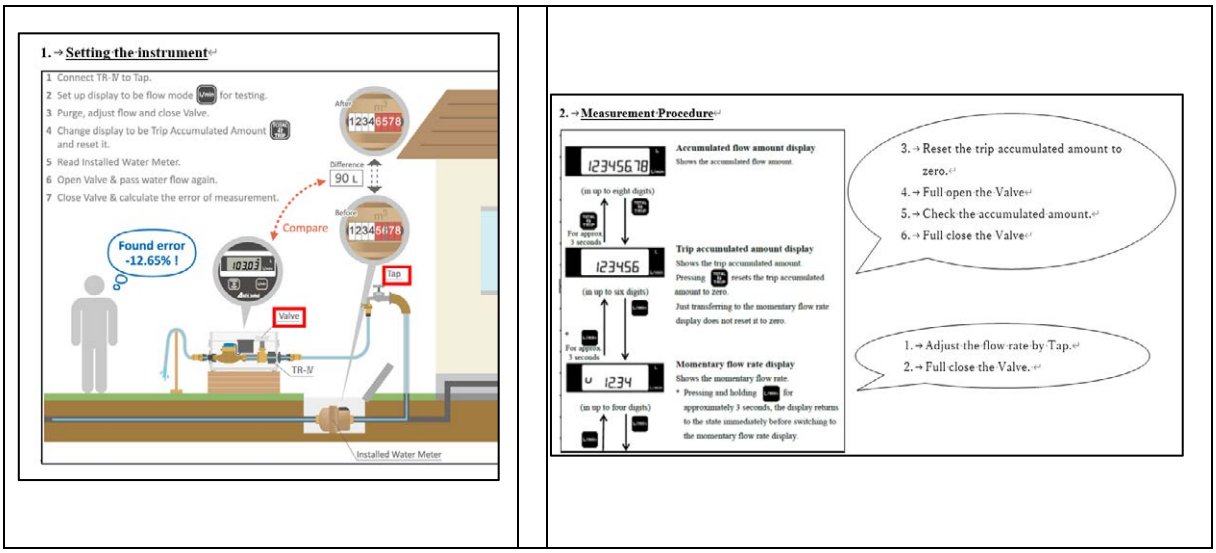
※Instrumental error varies by each meter

Instrumental error for meter No. 1: +0.7% (1.67L/min), +1.6% (3.3 L/min), -0.3 % (16.67 L/min)

出典：専門家チーム

図 5.3.1 簡易基準タンクの精度テスト用計算シート抜粋

また、同様に電子式テストメータについても操作方法への理解を深めるため、簡易マニュアルを作成し、PPUC 職員に共有した（図 5.3.2 参照）。



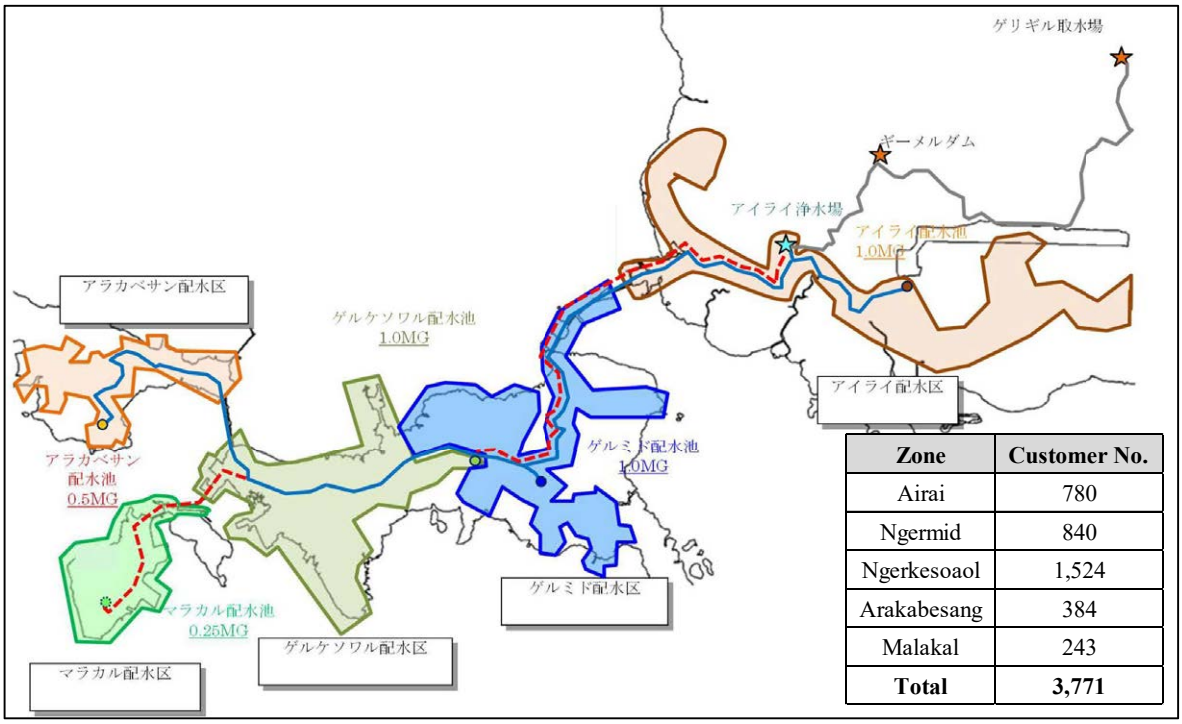
出典：専門家チーム

図 5.3.2　電子式テストメータの簡易使用マニュアル抜粋

（2）水道メータ更新計画の最終化

活動 3 - 1 においてコマーシャルロスの現状を整理・分析した結果、メータ計量誤差がコマーシャルロスの過半を占めていることが確認されたため、水道メータ更新計画を策定し、水道メータの品質管理・更新計画として最終化した。

2021 年現在、コロール・アイライ配水システムには計 3,771 台の水道メータが設置されている。各配水区の水道メータ数は図 5.3.3 の通りである。Ngerkesoaol 配水区に多くの顧客が集中しており、Arakabesang 配水区や Malakal 配水区のような人口密度の低い郊外地域は比較的顧客が少ない傾向にある。

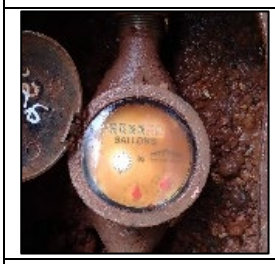


Zone	Customer No.
Airai	780
Ngermid	840
Ngerkesoaol	1,524
Arakabesang	384
Malakal	243
Total	**3,771**

出典：専門家チーム

図 5.3.3　水道メータの設置状況

AWWA 規格 2012（水道メータの選定、設置、試験および保守：第 5 版）では、水道メータは 5 年または 10 年周期での更新が推奨されている。また、日本では計量法施行令により 8 年ごとに水道メータを更新することが規定されている。したがって、2024 年時点で約 10 年経過している図 5.3.4 の第 1 世代、第 2 世代の水道メータは全て更新対象とするのが望ましい。

第一世代		第二世代	第三世代
			
Precision/Sensus (Company name changed) 1980's- 2006		Neptune 2013-2016	Dweyer 2017-Date

出典：プロジェクト・チーム

図 5.3.4　水道メータの変遷

活動 1-6 で実施したパイロット・エリアの水道メータの精度テスト結果、上記第一世代、第二世代の水道メータは全て精度誤差が生じていた一方で、第三世代の水道メータは全て正確な精度を保持していた。

パイロット・エリアの老朽化した水道メータ（第一世代、第二世代）の 79%をコロール・アイライ配水システム区全体に適用した場合、更新が必要な老朽化メータの台数は 2,979 台となる。このうち、Ngerkesoaol 配水区の 1,000 台については ADB 支援によって更新される計画が存在するため、これを控除した 1,979 台が更新対象となる（表 5.3.1 参照）。

表 5.3.1　更新対象となる水道メータ台数

項目	数量	備考
コロール・アイライ配水システムにおける水道メータの数	3,771	2021 年時点
老朽化水道メータの比率	79%	管路更新パイロット・エリアにおける老朽化した水道メータの比率（24 基中 19 基）
老朽化水道メータの想定数	2,979	= 3771×79%
ADB によって交換される水道メータ	1,000	Ngerkesoaol 配水区において ADB による交換される数
PPUC によって交換されるべき水道メータ	1,979	=2,979-1,000

出典：プロジェクト・チーム

作業員 1 名が 1 日あたり 10 基の水道メータを交換すると仮定した場合、全ての老朽化した水道メータの更新は 1 年以内に完了させることが可能である（例：10 基／日×5 作業日／1 週間×40 週間/年＝2,000 個）。この時、老朽化した水道メータ（第一世代、第二世代）は設置後 10 年以上を超過しており、破損・腐食により校正も困難であることから、基本的には精度テストは実施せず

に速やかに更新を実施することで更新作業の人員・時間を節減することが望ましい。

なお、水道メータの更新記録は、10 年後に再び水道メータの交換計画を作成する際に参照できるよう、記録・保管することが推奨される。

水道メータ更新に係る費用、および得られる便益については表 5.3.2 の通りとなった。更新対象となる 1,979 台の水道メータを現在採用されている第三世代（Dweyer 社製）のメータに全て交換した場合、USD 413,611（約 6,000 万円）の費用が必要となる。一方で、水道メータ更新によって計測誤差が解消され水道料金収入が増加するため、USD 463,786（約 7,000 万円）の便益が期待できる。回収年は 0.89 年となることから、早急な水道メータの更新は PPUC の財務面にもプラスの影響を与えることが分かった。

表 5.3.2　水道メータ更新に係る費用と便益

項目	コスト／数量	根拠
1. 更新費用		
PPUC によって更新されるべき水道メータ数	1,979 基	
水道メータの単価	USD209/基	5/8"×3/4", Dweyer
更新コスト	USD 413,611	=1,979 基* USD 209 /基
2. 更新による収益		
2020 年時の料金収入	USD 4,694,191 /年	2020 年
PPUC によって更新されるべき水道メータの全体に占める割合	52%	=1,979/3,771 基
水道メータの更新によって増額する収入のパーセンター時	19%	
増額する収入	USD 463,786 /年	USD 4,694,191×52%×19%
3. 回収期間		
回収期間	0.89 year	= USD 413,611 / USD 463,786 /年

出典：プロジェクト・チーム

これらの結果については、水道メータの品質管理・更新計画に記載され、PPUC 職員にも共有されている。今後の水道メータ更新への一助となることが期待される（添付資料 5.3.2 参照）。

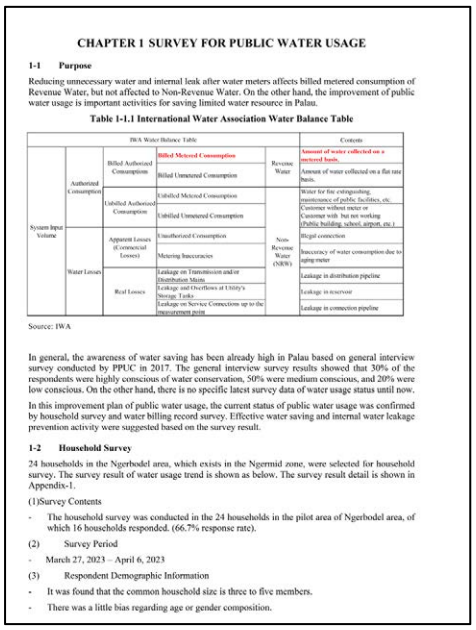
5.4　水の無駄使いや宅内漏水量を削減するための顧客水利用の改善計画を作成する（活動 3-4）

5.4.1　活動概要

活動 1 - 6 で確認した顧客の使用水量・水利用状況の分析結果を基に水の無駄遣いおよび宅内漏水の削減に係る提言をまとめた顧客水利用の改善計画（案）を作成した。

5.4.2　活動結果

専門家チームは顧客の水利用状況調査結果、水使用量調査結果、節水啓発活動、宅内漏水削減活動に関する整理・提言を含む顧客水利用の改善計画（案）を作成し、内容について PPUC 職員と協議した（図 5.4.1 および添付資料 5.5.1 参照）。



CHAPTER 1 SURVEY FOR PUBLIC WATER USAGE

1-1 Purpose

Reducing unnecessary water and internal leak after water meters affects billed metered consumption of Revenue Water, but not affected to Non-Revenue Water. On the other hand, the improvement of public water usage is important activities for saving limited water resource in Palau.

Table 1-1.1 International Water Association Water Balance Table

IWA Water Balance Table					Contents
System Input Volume	Authorized Consumption	Billed Authorized Consumption	Billed Metered Consumption	Revenue Water	Amount of water collected on a metered basis.
			Billed Unmetered Consumption		Amount of water collected on a flat rate basis.
		Unbilled Authorized Consumption	Unbilled Metered Consumption	Non-Revenue Water (NRW)	Water for fire extinguishing, maintenance of public facilities, etc.
			Unbilled Unmetered Consumption		Customer without meter or Customer with but not working (Public building, school, airport, etc.)
	Water Losses	Apparent Losses (Commercial Losses)	Unauthorized Consumption		Illegal connection
			Metering Inaccuracies		Inaccuracy of water consumption due to aging meter
		Real Losses	Leakage on Transmission and/or Distribution Mains		Leakage in distribution pipeline
			Leakage and Overflows at Utility's Storage Tanks		Leakage in reservoir
			Leakage on Service Connections up to the measurement point		Leakage in connection pipeline

Source: IWA

In general, the awareness of water saving has been already high in Palau based on general interview survey conducted by PPUC in 2017. The general interview survey results showed that 30% of the respondents were highly conscious of water conservation, 50% were medium conscious, and 20% were low conscious. On the other hand, there is no specific latest survey data of water usage status until now.

In this improvement plan of public water usage, the current status of public water usage was confirmed by household survey and water billing record survey. Effective water saving and internal water leakage prevention activity were suggested based on the survey result.

1-2 Household Survey

24 households in the Ngerbodel area, which exists in the Ngermid zone, were selected for household survey. The survey result of water usage trend is shown as below. The survey result detail is shown in Appendix-1.

(1)Survey Contents

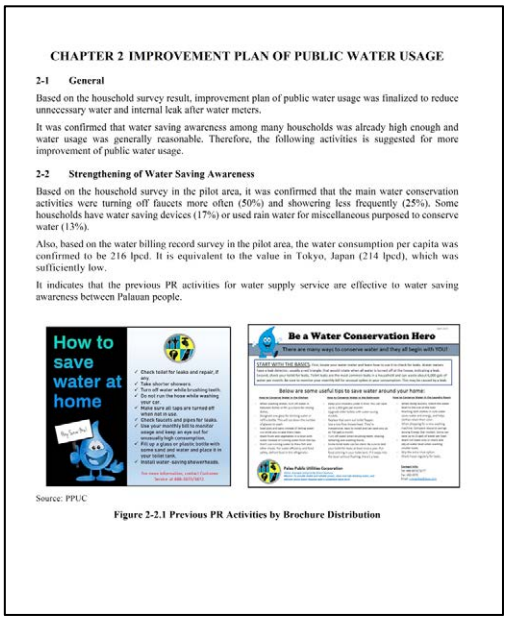
- The household survey was conducted in the 24 households in the pilot area of Ngerbodel area, of which 16 households responded. (66.7% response rate).

(2) Survey Period

- March 27, 2023 – April 6, 2023

(3) Respondent Demographic Information

- It was found that the common household size is three to five members.
- There was a little bias regarding age or gender composition.



CHAPTER 2 IMPROVEMENT PLAN OF PUBLIC WATER USAGE

2-1 General

Based on the household survey result, improvement plan of public water usage was finalized to reduce unnecessary water and internal leak after water meters.

It was confirmed that water saving awareness among many households was already high enough and water usage was generally reasonable. Therefore, the following activities is suggested for more improvement of public water usage.

2-2 Strengthening of Water Saving Awareness

Based on the household survey in the pilot area, it was confirmed that the main water conservation activities were turning off faucets more often (50%) and showering less frequently (25%). Some households have water saving devices (17%) or used rain water for miscellaneous purposed to conserve water (13%).

Also, based on the water billing record survey in the pilot area, the water consumption per capita was confirmed to be 216 lpcd. It is equivalent to the value in Tokyo, Japan (214 lpcd), which was sufficiently low.

It indicates that the previous PR activities for water supply service are effective to water saving awareness between Palauan people.

Source: PPUC

Figure 2-2.1 Previous PR Activities by Brochure Distribution

出典：プロジェクト・チーム

図 5.4.1　顧客水利用の改善計画（案）

5.5　成果 1 のパイロット・エリアおよび使用水量把握改善活動パイロット・エリアにおいて、活動 3-4 の改善計画（案）に基づき、顧客水利用改善に関する取り組み（節水啓発、広報、節水機器等）および OJT を実施し、フィードバック、改善計画最終化作業をする（活動 3-5）

5.5.1　活動概要

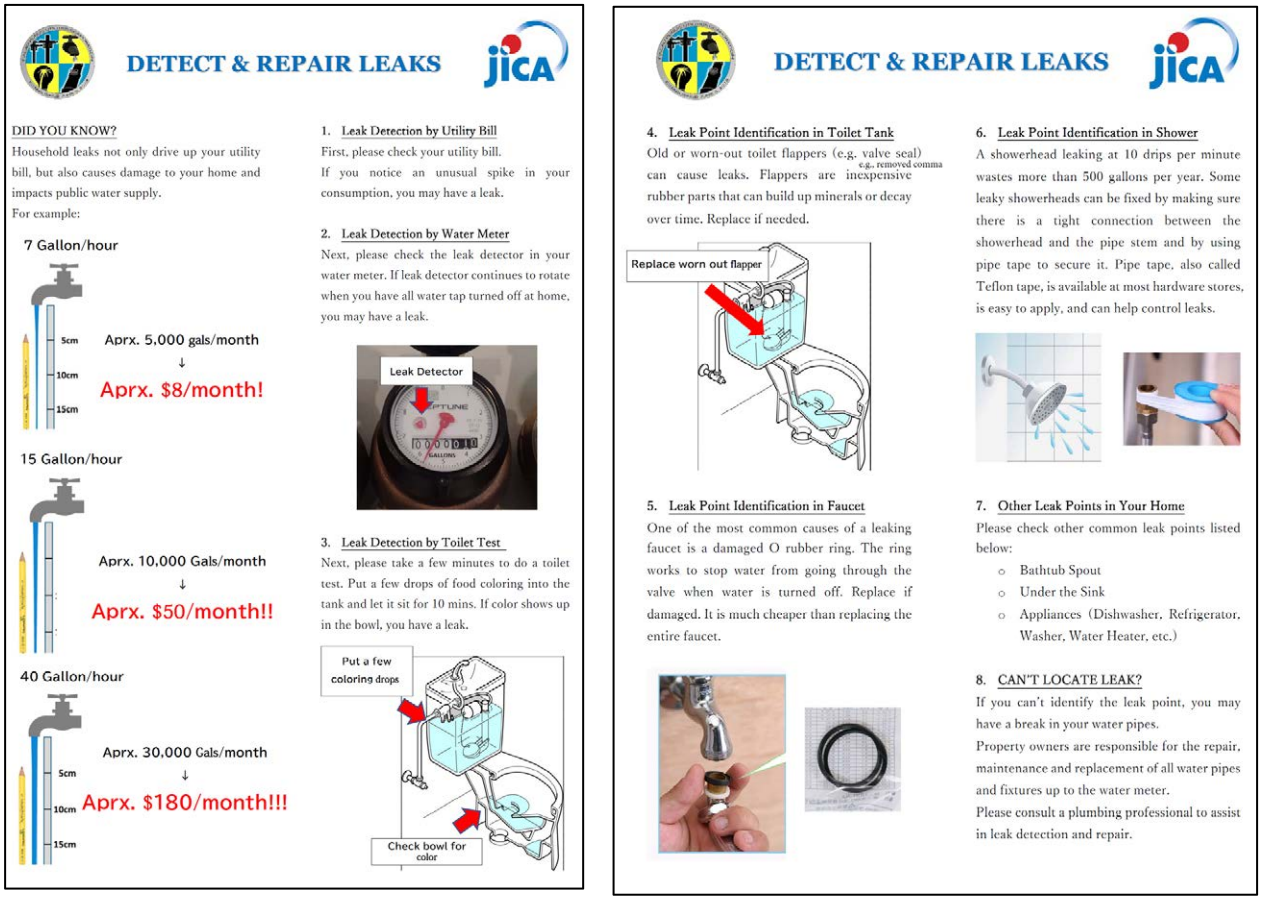
活動 3-4 で作成した顧客水利用の改善計画（案）に基づき、顧客水利用改善に関する取り組み（節水啓発、広報、節水機器）を PPUC と協働で実施し、顧客水利用の改善計画を最終化した。

5.5.2　活動結果

（1） 節水および宅内漏水防止啓蒙パンフレットの作成

顧客の水利用状況調査を実施した結果、パイロット・エリアの全世帯の約 7 割で宅内漏水が確認された。宅内漏水は NRW 量には影響しないが貴重な水資源の浪費となるため、宅内漏水の発見方法や修理方法について説明したパンフレットを作成した。また、住民の節水意識を高める意図で水の浪費が水道料金請求にどの程度影響するのかを金額で示した。

PPUC、JICA の連名で発行したパンフレットは図 5.5.1 の通りである。このパンフレットは PPUC の公式ウェブサイト上で公開された。

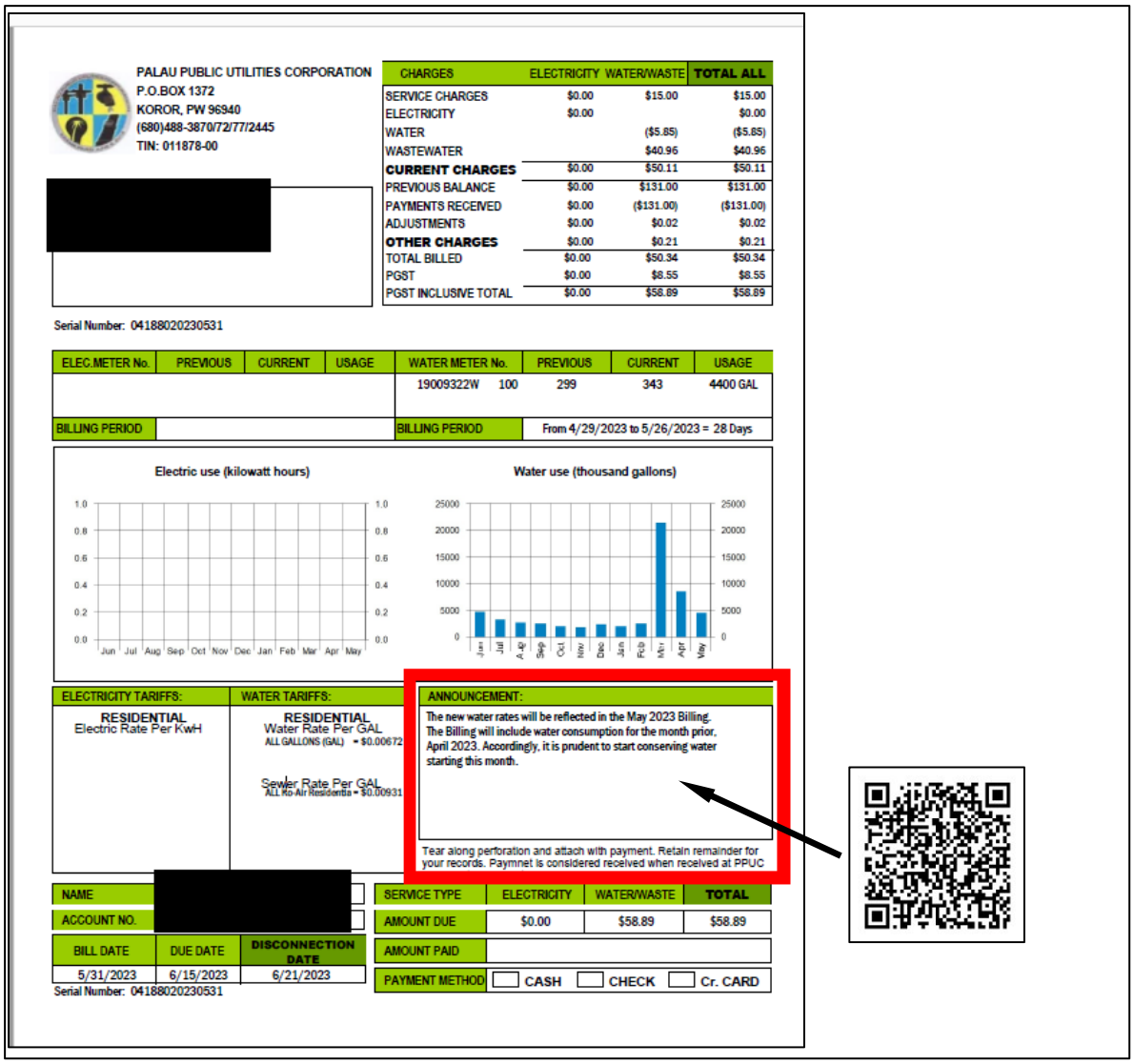


出典：プロジェクト・チーム

図 5.5.1　節水および宅内漏水防止啓蒙パンフレット

（2） 請求書通知欄への QR コード記載

上記のパンフレット掲載サイトの URL を請求書の通知欄に QR コードとして記載し、より広く住民に周知する方法を専門家チームより提案した（図 5.5.2 参照）。この請求書への QR コード記載は今後 PPUC にて実施される予定となっている。



出典：プロジェクト・チーム

図 5.5.2　請求書通知欄へのＱＲコード記載

（3） 節水対策の整理

顧客水利用の改善計画（案）にて推奨した節水対策について、給水対象世帯が導入可能な節水機器の市場調査を PPUC 職員と協働で実施した。パラオ国内ではホームセンターや金物店等で雨水貯留タンクが USD 500 で販売されており、これを利用することで散水や清掃等の雑用途に使用可能であることが確認された（図 5.5.3 参照）。また、蛇口のエアレータ（USD 10）やトイレ用タンクのパッキン（USD 20）を用いることでも水の無駄遣いを節減することができることが確認された。東京都水道局で推奨されている蛇口設置用の節水コマはパラオ国内では販売さてれいないが、安価であるので PPUC が一括して海外から調達し住民へ無償配布することが望ましいと考えられる点についても PPUC と協議を実施した。これらの節水対策の内容については顧客水利用の改善計画に記載された。



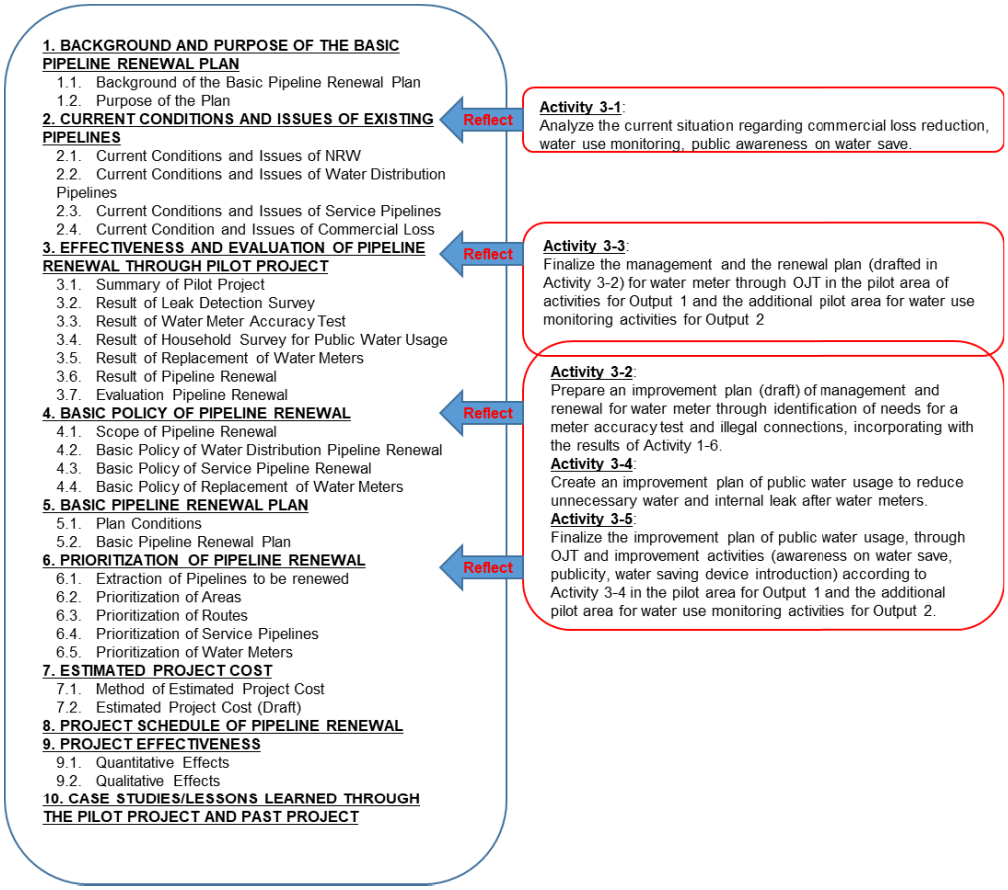
出典：専門家チーム

図 5.5.3　パラオで導入可能な節水機器

5.6　活動 3-5 までの結果を、成果 1 の優先順位、管路更新基本計画の策定に反映する（活動 3-6）

5.6.1　活動概要

成果 1 の活動における管路更新基本計画に活動 3-1～3-5 の結果を反映させて、コロール・アイライ配水システム全体の基本的な管路更新基本計画を作成した。図 5.6.1 に管路更新基本計画の目次と各活動 3 との相関関係を示す。計画の第 2 章「既存管路の現状と課題」は活動 3-1 にを反映し、第 3 章「パイロット・プロジェクトによる管路更新の有効性と評価」は活動 3-3 を反映する。第 4 章「管路更新の基本方針」および第 6 章「管路更新の優先度」は、活動 3-2、活動 3-4 および活動 3-5 を反映する。



出典: JICA 専門家チーム

図 5.6.1 管路更新基本計画の目次と活動 3-1～活動 3-5 の相関関係

5.6.2 活動結果

管路更新基本計画を添付資料 3.12.1 に示す。目次は表 3.12.1 に示すように構成されている。

第6章　プロジェクト目標の達成度

6.1　プロジェクト実績の評価

6.1.1　成果の達成状況

PDM$_3$ の指標に基づく各プロジェクト成果の達成状況を表 6.1.1 および表 6.1.2、表 6.1.3 に示す。

PDM$_3$ および PO$_3$ はそれぞれ添付資料 6.1.1 と添付資料 6.1.2 に示す。

表 6.1.1　成果 1 の達成状況

成果 1：コロール・アイライ配水システムの管路更新基本計画が策定され、計画の実施能力が向上する。	
検証指標	達成状況
1-1.コロール・アイライ配水システムの管路更新基本計画が PPUC の CEO によって承認される。	● コロール・アイライ配水システムの管路更新基本計画の作成は、2023 年 11 月末に完了した。 ● 管路更新基本計画は、背景、目的、現状、パイロット・プロジェクトの効果と評価、基本方針、更新計画の優先順位、概算費用、実施スケジュールで構成されている。 ● コロール・アイライ配水システムの管路更新基本計画は、2023 年 12 月 6 日に CEO によって承認された。 ● 以上から、この指標は達成された。
1-2. 管路の現状を分析。	● 現在の配水管網の問題点を明らかにするため、コロール・アイライ配水システムの配水管網の分析が行われた。 ● 配水管路の管網分析の結果は、コロール・アイライ配水システムの管路更新基本計画に生かされた。 ● 以上から、この指標は達成された。
1-3.パイロット・エリアの管路更新基本計画が承認される。	● 2023 年 2 月、第二回 JCC において、パイロット・エリアの管路更新基本計画の作成が完了し、承認された。 ● パイロット・プロジェクトは、同計画に基づいて実施された。 ● 以上から、この指標は達成された。

出典：プロジェクト・チーム

表 6.1.2　成果 2 の達成状況

成果 2：漏水探知および管修理、管路更新・切り替え工事に関する能力が向上する。	
検証指標	達成状況
2-1. 漏水探知マニュアルは PPUC の CEO により承認される。	● 漏水探知マニュアルの作成は 2023 年 11 月末に完了した。 ● 漏水探知マニュアルは、漏水探知から漏水修理までのワークフロー、漏水探知の方法、NRW モニタリング、パラオにおける宅内漏水調査等の要素から構成されている。 ● 漏水探知マニュアルは 2023 年 12 月 6 日、CEO によって承認された。 ● 専門家チームは PPUC による使いやすさを考慮し、漏水探知マニュアルを今後も更新していく必要があることを提案した。 ● 以上より、この指標は達成された。
2-2.管路更新基本計画マニュアルと事例／教訓の報告書は PPUC の CEO により承認される。	● 管路更新基本計画の策定に必要なマニュアルの作成は、2023 年 11 月末に完了した。 ● 管路更新基本計画のマニュアルは、目的、基本方針、管路更新基本計画、優先順位付け、概算費用、実施スケジュール等から構成される。 ● 2023 年 12 月 6 日、CEO により管路更新基本計画マニュアルが承認された。 ● 専門家チームは、PPUC が管路の切り替え等のような日常業務を通じて得られた教訓を踏まえ、管路更新基本計画マニュアルを改善

成果 2：漏水探知および管修理、管路更新・切り替え工事に関する能力が向上する。	
検証指標	達成状況
	する必要があることを提案した。 ● 以上より、この指標は達成された。

出典：プロジェクト・チーム

表 6.1.3　成果 3 の達成状況

成果 3：コマーシャルロス対策として使用水量把握・顧客の水利用状況改善に関する能力が向上する。	
検証指標	達成状況
3-1.公共水利用改善計画および水道メータの品質管理・更新計画は、PPUC の CEO により承認される。	● 2023 年 9 月末に、公共水利用改善計画および水道メータの品質管理・更新計画が完了した。 ● 2023 年 12 月 6 日、公共水利用改善計画および水道メータの品質管理・更新計画は CEO により承認された。 ● 以上より、この指標は達成された。

出典：プロジェクト・チーム

6.1.2　プロジェクト目標の達成に向けた進捗状況

プロジェクト目標の達成に向けた進捗状況を表 6.1.1 に示す。

表 6.1.1　プロジェクト目標の達成状況

プロジェクト目標：PPUC の NRW 対策の実施・管理能力が強化される。	
検証指標	達成状況
パイロット・エリアにおいて NRW 率が削減される。	● 2022 年 3 月、パイロット・エリアの NRW 率は約 41.2%であった。 ● パイロット・エリアである Ngermid の配水エリアには 24 世帯が居住している。 ● 約 144 m の配水管路が敷設され、パイロット・エリアでは 13 箇所の給水管路の接続が古い AC 配水管路から新規の PVC 配水管路に切り替えられた。 ● パイロット・エリアの水道メータ 24 基のうち 19 基が、読み取り精度が低く故障していたため、新しいメータに交換された。 ● プロジェクト・チームは流入水量と水使用量を測定し、2023 年 11 月の NRW 率を約 31.1%と算出した。パイロット・プロジェクトの結果、NRW 率は 10.1 ポイント減少した。 ● 以上より、この指標は達成された。
パイロット・エリアにおいて、配水管路と給水管路の更新が適切に行われる。	● 給配水管路の更新は 2023 年 7 月末に完了した。 ● 瑕疵担保期間は 2023 年 10 月 31 日に満了した。瑕疵検査までに管路更新や給水菅の切り替えについて問題はなかった。 ● PPUC は、旧配水管路から新配水管路への切り替えの対策について知見を得た。 ● 以上より、この指標は達成された。
パイロット・エリアにおいて、水利用に関する住民の意識が向上する。	● パイロット・エリアにおける世帯を対象とした水使用調査によると、全ての世帯が節水を意識し、水道の蛇口を着実に閉める、シャワーの回数を減らす等の行動をとっていた。 ● プロジェクト・チームは、宅内漏水に関する「漏水探知と管路修理」のリーフレットを作成し、PPUC のホームページに掲載した。このリーフレットは、PPUC の公式請求書に示される予定である QR コードから簡単にアクセスできる。 ● 上記の PR 活動を通じて、パイロット・エリアでは世帯の水利用に対する意識がさらに向上することが期待される。 ● 以上より、この指標は達成された。

出典：プロジェクト・チーム

6.1.3 上位目標達成の見通し

上位目標の達成度を測る指標を表 6.1.2 に示す。

表 6.1.2 上位目標達成の見通し

上位目標：NRW 対策活動（管路更新・漏水探知作業・使用水量把握）が継続され、NRW が減少する。	
検証指標	プロジェクト終了時の状況／展望
コロール・アイライ配水システムの NRW 率が、プロジェクト終了時に比べ、継続的に減少する。	● コロール・アイライ配水システムでは、NRW 率は、プロジェクト開始時のベースラインである 2021 年時点で約 42.1%であったが、その後、プロジェクト活動を通じて NRW 率を精査した結果、特定の月で有収水量がダブルカウントされていたため、 NRW 率を約 55.5%に修正した。 ● コロール・アイライ間の NRW 率は、2022 年の平均で 55.0%、2023 年 11 月時点で約 51.7%であった。NRW 率はプロジェクト開始時に比べ 3.8 ポイント低下した。 ● PPUC は、プロジェクトを通じて NRW 削減活動のスキルを身につけた後、NRW 削減と流量監視を継続的に行っている。 ● 同時に PPUC は、管路更新マニュアルを活用した管路の更新、漏水探知マニュアルを活用した漏水探知、水道メータ管理・更新計画に基づく水道メータの交換等、NRW 削減活動を計画している。 ● PPUC が管路更新基本計画や水道メータ更新計画、各種マニュアルを活用しながら、すでに日常の流量観測、そのデータに基づいた効率的な漏水探知活動を行っている点から判断し、コロール・アイライ配水システムの NRW 率を削減できることは確かであると言える。 ● 以上のことから、NRW 率はプロジェクト終了時に比べ、今後継続的に低下することが予想される。

出典：プロジェクト・チーム

6.2 OECD-DAC の示す評価基準に基づく評価結果

6.2.1 評価デザイン

プロジェクト・チームは、経済協力開発機構（以下、「OECD」）－開発援助委員会（以下、「DAC」）が提唱する 6 つの評価基準を用いて本事業を評価し、本事業から得られた教訓を示すとともに、PPUC が今後の活動を行うための提言を行った。

（1） プロジェクトの実績評価。

ここでは、主に以下の 2 種類の活動が含まれる：

- PDM に示された指標を用いて、結果と成果を測定する。
- 投入・活動、成果、プロジェクト目標の因果関係を検証し、1)どの活動がプロジェクト目標の達成に貢献したか、2)他のどの要因がプロジェクト目標の達成に貢献したか、または妨げになったか、を確認する。

（2） 教訓と提言

評価結果に基づき、プロジェクト・チームは PPUC の今後の NRW 削減活動について提言を行った。評価結果、提言、教訓を含む全ての知見は、最終評価報告書とこのプロジェクト完了報告書にまとめられた。

6.2.2　データ収集の方法

データおよび情報収集は、書類調査、アンケート調査、プロジェクト・チーム関係者へのインタビュー、現地視察を通じて行われた。詳細を表 6.2.1 に示す。

表 6.2.1　主なデータソース

収集方法	出典
書類調査	● モニタリング報告書を含む報告書 ● 水使用量 ● 配水量 ● 漏水記録 ● 主要業務評価指標（以下「KPI」） ● その他の関連文書
アンケート調査	● KPI ● 管路更新基本計画、漏水探知、コマーシャルロス、広報（以下「PR」）等に関する技術的側面
現場活動	● 測定およびデータ収集 ● 現地踏査
インタビュー	● PPUC 関係者へのチーム・インタビュー

出典：専門家チーム

6.2.1 OECD-DAC の 6 つの基準

第 2 章で確認されたプロジェクトの実績は、6 つの定性的視点から評価される。すなわち、「妥当性」、「一貫性」、「有効性」、「効率性」、「インパクト」、「持続性」である。この 6 つの視点は、OECD の DAC が提唱した評価基準である。各基準の詳細を表 6.2.2 に示す。

表 6.2.2　OECD-DAC の 6 つの基準

基準	基準内容
妥当性	妥当性とは、パラオ政府の政策方針に沿ったプロジェクト目標と上位目標の関連性を指す。
一貫性	一貫性とは、諸外国、セクター、機関における他の介入策（JICA および USAID、ADB 等の開発パートナー）との互換性を指す。
効果	有効性とは、プロジェクトの投入が効率的に成果に還元されたかどうかを検証する、実施プロセスの生産性を指す。
効率性	効率性とは、プロジェクトの期待される便益が計画通りに達成された程度を指し、プロジェクトの結果として便益がもたらされたかどうかを検証する。
インパクト	インパクトとは、プロジェクトの実施によって引き起こされる直接的、間接的、プラス、マイナスの影響を指し、全体的な目標がどの程度達成されたかを含む。
持続性	持続性とは、パラオ側が PPUC の活動を政策的、制度的、技術的にどの程度まで持続的に発展させることができるかを指す。

出典：専門家チーム

6.2.2 評価結果

（1）妥当性

本プロジェクトの妥当性は、以下の理由により**高いと評価される。**

1)　必要性

PPUC は本プロジェクトで得られた経験を活かし、水の物理的損失や見かけ上の損失の削減、節水に関する PR 活動に貢献する。その結果、エネルギーコストの削減にもつながり、物理的・顕在的水量ロスの削減は、PPUC の財務状況の改善や、顧客への持続可能な水道サービスの提供に貢献することが期待される。このように、本プロジェクトは受益者の必要性を満たしている。

2)　優先順位

「パラオの未来のための行動：中期開発戦略 2009-2014（以下、開発戦略）」がある。これは更新されていないが、現在も国家の開発戦略として適用されている。この開発戦略では、水・衛生分野へのインフラ投資・整備を優先課題の一つとして位置づけている。具体的には、以下のような課題が挙げられている：

a. 代替水源とバックアップ水源の開発
b. 既存のダムと取水施設の改修と修理
c. アイライ浄水場の更新
d. 水道メータの設置と校正
e. 漏水探知の訓練
f. 配水管の更新

本プロジェクトはNRW の削減を目的としており、パラオ国の開発戦略の方向性に合致している。特に、水源の確保、水道メータの設置、漏水探知のトレーニング、配水管の更新等に貢献する。

3)　アプローチ

本プロジェクトは、JICA が有する多くの NRW 削減技術協力専門家のノウハウを活用し、PPUC 職員のモチベーションを常に高めながら計画、実施された。また、ベースラインとしての PPUC の能力も考慮された。その結果、本プロジェクトは成功裏に実施され、PPUC の能力開発につながった。

（2） 一貫性

プロジェクトの一貫性は、以下の理由により**高いと評価される。**

1)　わが国の開発援助方針との整合性

わが国はパラオ国に対する基本的なアプローチとして、経済成長に必要なインフラ整備とそれに伴う人材育成、環境保全に重点を置いている。その中でも、インフラ整備による社会サービスの向上と気候変動による脆弱性の克服は、日本政府の開発援助政策の中でも優先度の高い課題である。本プロジェクトは、水資源の確保、省エネ、水道サービスの向上という点で、この政策に合致している。また、省エネによる運営コストの削減傾向は、将来 COMPACT[7]が終了した場合のパラオ政府の財政自立にも寄与する。

[7]ミクロニシア連邦、マーシャル諸島国共和国、パラオ共和国間の 3 か国と米国間で結ばれた盟約（自由連合盟約）である。

2) 相乗効果

PPUC は、給水管を適切に切り替えるために必要なスキルを習得した。その結果、本プロジェクトでは、コロール・アイライ配水システムの一部の給水管および配水管路が正常に切り替えられた。本プロジェクトで得られた技能は、第 2 次無償事業で敷設された配水管路が有効に活用されたと言える。ただし、依然として他の給水管や配水管路まだ切り替えられていない可能性が高く、これが重要な課題となっている。

（3） 効果

本プロジェクトの有効性は、以下の理由により**高いと評価される。**

パイロット・エリアでは、プロジェクト目標の 3 つの指標が達成された。これらの結果は、管路更新、漏水探知、水道メータの検査と交換、PPUC の技術運営に必要な能力開発、水利用に関する市民の意識向上といった NRW 削減対策の有効性を示すものであった。

実際、パイロット・エリアでの削減ポイントは約 10.1 ポイントで、年間 USD 567 のコスト削減に貢献した。これは面積が狭い（24 世帯）ため小さな値であるが、後述するように、コロールとアイライの全地域で 10.1 ポイントを適用した場合、PPUC は年間約 USD161 万の運転コスト（薬品と燃料費）を削減できることになる。

（4） 効率性

本プロジェクトの効率性は、以下の理由により**比較的高いと評価される：**

1) 日本側からの投入の効率

日本側からのインプットは、質、量、時期ともに計画通りに実現した。しかし、パイロット・プロジェクトを実施するために WCC が代理店に発注した配管継手の一部は、代理店の在庫切れのために 3 ヶ月遅れとなった。

コンクリートカッターやコンクリートブレーカー等、元々あった機材に加えて機材を調達したことで、パイプの修理が円滑に行えるようになった。

さらに、分散システムの流量を監視することで、PPUC は漏水発生の可能性にいち早く気づき、即座に漏水修理を行うことが可能となった。

2) パラオ側からの投入の効率性

PPUC は、第 2 次無償事業の漏水探知等の技術研修に参加した職員 2 名を本プロジェクトに任命し、PPUC 側が漏水探知の活動を促進した。

（5） インパクト

本プロジェクトのインパクトは、以下の理由により**高いと評価される：**

1) NRW 削減活動プロセスの確立

NRW 削減活動のプロセスが確立されたことで、PPUC は本プロジェクト終了時、本プロジェクト終了後も、管路更新基本計画やそのマニュアル等に従っている限り、上位目標を達成することができると期待される。

2) データベース整備

PPUC は本プロジェクトを通じてデータベースの整備の重要性を認識した。これまで既存管路に関する情報は特定の職員に依拠していたため、PPUC は GIS 専門セクションの立ち上げのための予算措置に着手した。

また、Google Appsheet と Google Looker Studio を利用することで、過去の漏水箇所の軌跡を可視化することができ、漏水探知チームだけでなく、PPUC の CEO をはじめ全職員が漏水発生の傾向を把握できるようになった。この実績の可視化は、今後の漏水探知計画の策定に資することができる。

3) 水道メータ検針の正常化

PPUC の水道メータ技術者は水道メータの精度をチェックしてきた。しかし、本プロジェクト開始当初は水道メータの精度を適切にチェックしていなかったことが判明した。本プロジェクトでは、水道メータの精度検査の訓練を実施した。その結果、PPUC は水道メータを正確に読み取ることができるようになり、パイロット・エリアで報告されたように、NRW を大幅に削減することができた。

4) 漏水観測の促進

プロジェクト開始以前は、漏水修理の活動は人からの報告に依拠していたため、誰かが気づくまで長期間漏水が発生していたと考えられ、それが NRW の原因となっていた。しかし、PPUC では流量推移をモニタリングすることで、漏水の可能性を容易に可視化できるようになった。

（6） 持続可能性

本プロジェクトの持続性は、以下の理由により**高いと評価される。**

1) 政策と制度の側面

「（1）妥当性」の「（2）」で述べたように、開発戦略では、NRW 削減に関連するいくつかの活動の重要性が謳われている。開発戦略は 2014 年以降更新されていないが、PPUC は開発戦略に沿って、「管路更新基本計画」や「水道メータ品質管理・更新計画」を用いいることによる NRW 削減活動の重要性に注目している。これらの方針は、NRW 削減の持続性の確保につながるものである。

2) 組織的側面

PPUC は、本プロジェクト終了後もコロール・アイライ配水システムにおける NRW 削減の努力を継続することを表明した。PPUC は、水道メータの設置や水道メータの精度検査に必要な「管路更新基本計画」や「水道メータ管理・更新計画」を適用し、管路更新マニュアルや漏水探知マニュ

アルを NRW 削減のために活用することを約束した。PPUC はまた、管路更新、漏水探知、コマーシャルロスの分野のリーダーを任命することも検討している。このリーダー格の職員は、流量や NRW 比率の監視を含む NRW 削減活動全体に責任を持つことになる。

3) 財務面

PPUC は、NRW 削減活動に必要な予算を確保することを約束した。従来、PPUC の日常業務は、NRW 削減活動に加え、浄水処理業務、顧客サービス、PR 等で構成されていた。PPUC は、本プロジェクトで導入したモニタリング・システムを活用することで、NRW 削減活動のプロセスを改善した。そのため、業務の効率化により、NRW 削減活動に必要な人件費の削減が期待できる。

一方、PPUC は NRW 削減のために、水道メータや管路修理用の管継手等を調達する費用が必要になる。しかし、PPUC は水道メータの交換による請求金額の増加に加え、NRW の削減により、将来的には燃料費や薬品費等の運営費を全面的に削減できると見込んでいる。

4) 技術的側面

PPUC が新たにチームを編成する必要はない。プロジェクト・チームとして任命された職員は、管路更新、漏水探知、管路修理、コマーシャルロスの排除、水道メータの更新等、NRW 削減活動を維持するための積極的な取り組みを行う。PPUC はこれまで、管路更新基本計画、管路更新マニュアル、水道メータ管理・更新計画、公共用水使用改善計画等を活用して NRW 削減に取り組んできた。

6.3 キャパシティ・アセスメント

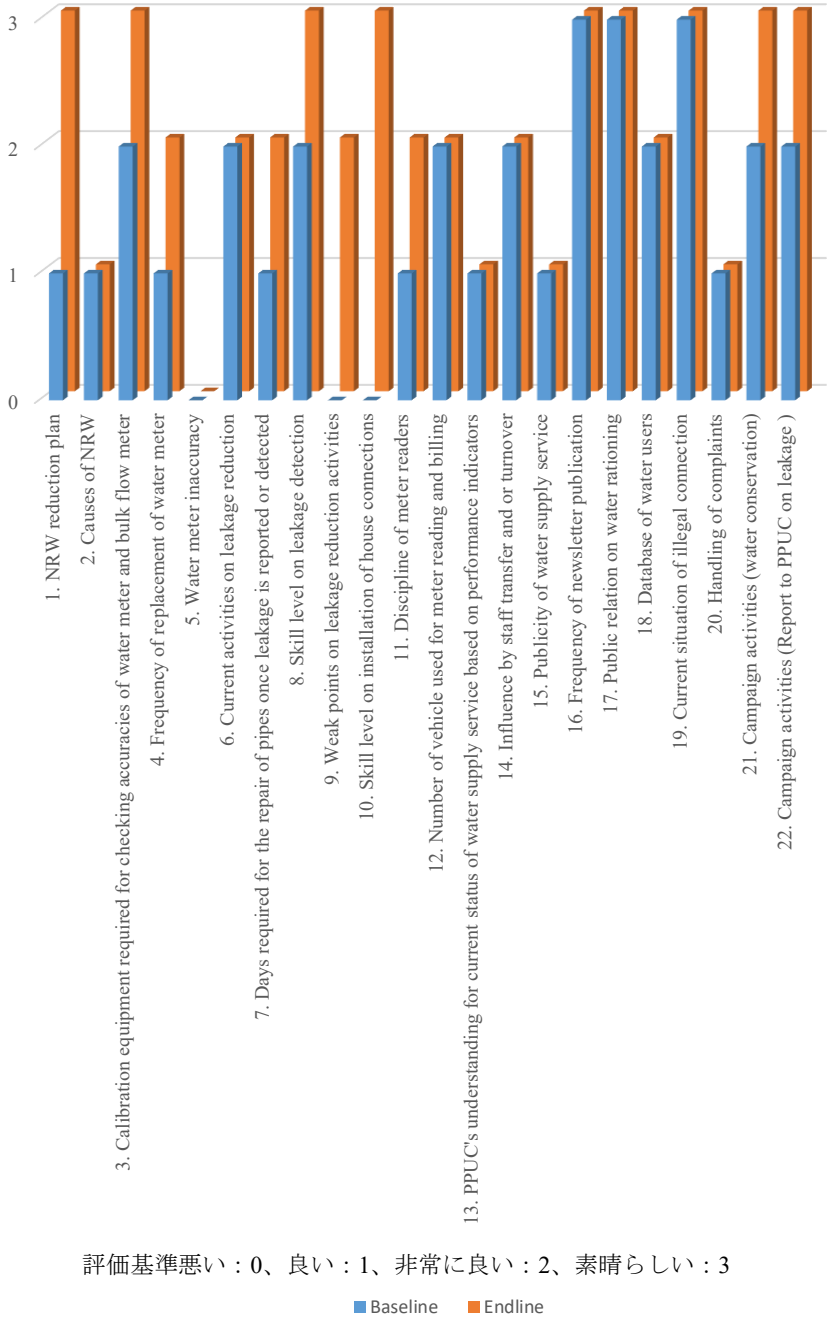
専門家チームは、2022 年 4 月と 2023 年 11 月[8] に、それぞれベースラインとエンドラインとして、組織レベルおよびチームレベルの能力評価を実施した。

[8] 漏水探知、広報、水道メータのメンテナンス、顧客管理、課金を担当するチームの査定は、パラオでの漏水探知と商業損失を担当する専門家チームメンバーの赴任スケジュールの関係で、2023 年 9 月に前倒しで実施された。

6.3.1 組織レベル

組織レベルの評価、図 6.3.1 に示す 22 の項目からなる。図 6.3.1 は、プロジェクト・チーム間の対話を通じて評価された。組織レベルの評価項目 22 項目のうち、No.16、No.17、No.19 の 3 項目（13.6%）は、ベースライン段階で既に最上位であった。22 の評価項目のうち、10 項目（45.5%）で能力が改善され、9 項目（40.9%）で改善されていない。PPUC は、NRW 削減計画、水道メータの交換、漏水探知、住宅への給水接続、節水に関する PR といった活動の能力を、組織レベルで総合的に向上させることができた。評価の詳細は添付資料 6.3.1_1 に示す。

また、添付資料 6.3.1_2 は主要業務指標を示している。それによると、NRW 率の低下と、技術データの分析に関する PPUC のスキルの向上が、ベースライン段階と比べた注目点である。



出典：専門家チーム

図 6.3.1　組織レベルにおける能力の達成度

6.3.2 チームレベル

専門家チームは PPUC 職員のチームレベルの能力を評価した。その後、専門家チームは、PPUC のチームが評価結果を確認し、専門家チームにコメントする機会を設けた。

図 6.3.3～図 6.3.9 のように、2022 年 4 月に設定された能力開発の目標通り、全チームが全ての活動のスキルを向上させることができた（添付資料 6.3.2 参照）。

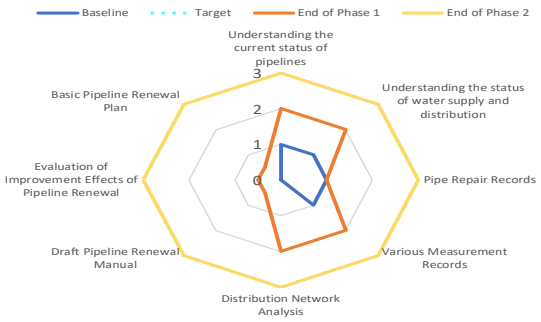


図 6.2.2　管路更新計画担当チームの能力達成状況

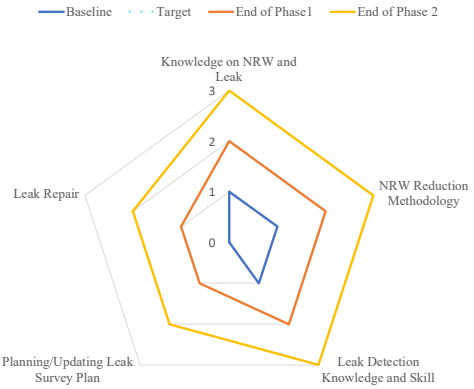


図 6.2.3　漏水探知担当チームの能力達成状況 (NRW に関する知識)

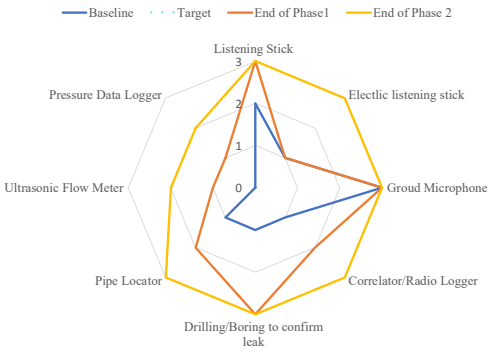


図 6.2.4　漏水探知担当チームの能力達成状況 (設備知識)

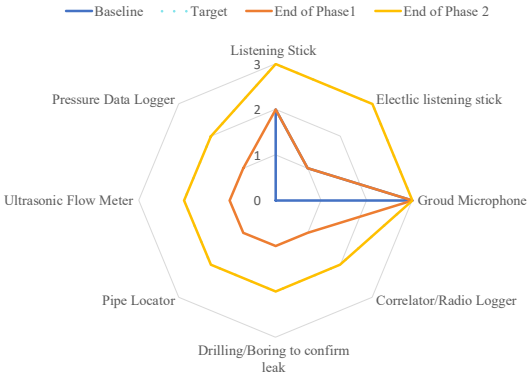


図 6.2.5　漏水探知担当チームの能力達成状況 (設備操作)

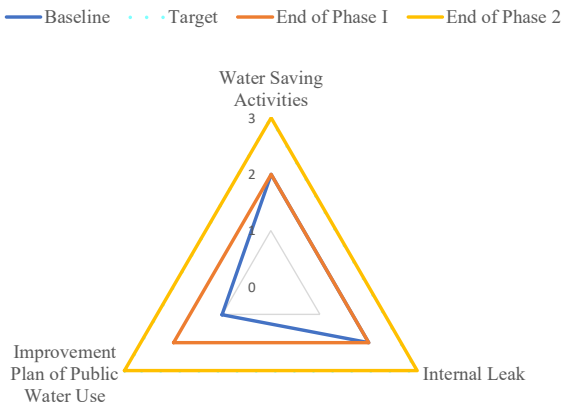


図 6.2.6　広報担当チームの能力達成状況

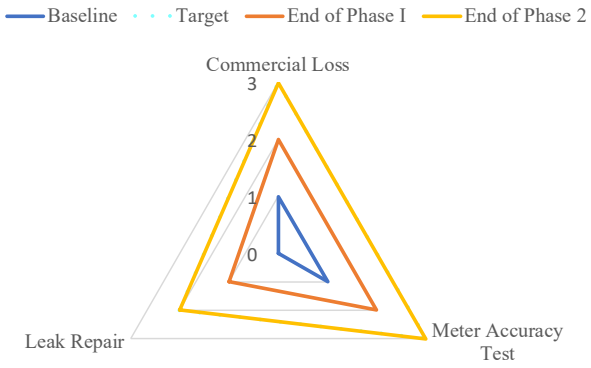


図 6.2.7　水道メータ保守担当チームの能力達成状

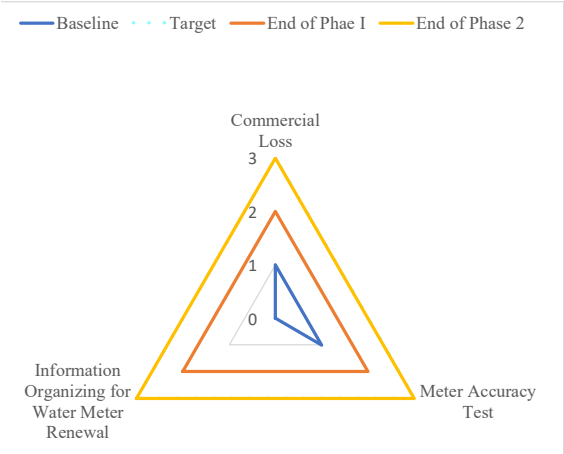


図 6.2.8　請求担当チームの能力達成状況

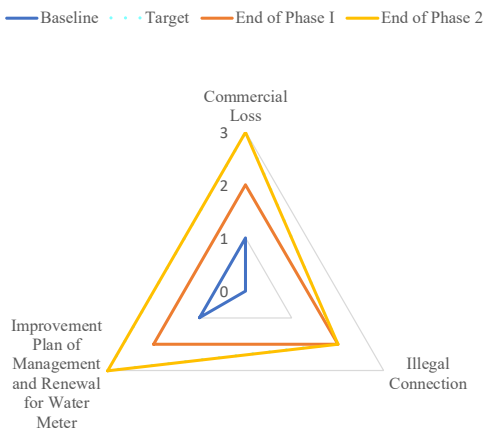


図 6.2.9　顧客管理担当チームの能力達成状況

出典：図 から図 6.3.2～図 6.3.9 は専門家チーム

第7章　課題および工夫、教訓

7.1　本プロジェクトを通じた課題と工夫

7.1.1 流量の可視化による漏水探知の促進

住民からの通報件数は限られており、これまでの漏水発生件数や頻度からすると、漏水箇所が多数潜在的に存在することが想像される。このような状況であるにも拘わらず、PPUC はわずか 2 名の漏水探知調査員の体制で漏水探知しているのが実態である。実際に 2 人だけで主体的に漏水探知や特定を行うとなると、大変な労力を要し、漏水を発見できない場合も相応にあり、時間の浪費となる。そこで、重大な漏水が発生する可能性が高い箇所をいち早く特定するため、配水流量の日変動を可視化した。その結果、漏水探知調査員は、大きな変動が探知されたエリアを重点的に調査することができるようになった。

7.1.2 漏水修理の促進

厚いコンクリート舗装面を掘削するため、PPUC のパイプ修理チームは当初、小型のコンクリートカッターとハンマードリルを使用していたが、結果として、掘削作業に多大な時間を費やしていた。そのため、作業の効率化を図るため、本プロジェクトにおいて刃径の大きなコンクリートカッターと重さ 20kg を超えるコンクリートブレーカーを調達し、作業効率を高めた。

7.1.3 漏水記録の充実

従来、PPUC は漏水箇所の基本的な位置と管路修理済みの形態を記録するだけで、記録も次の作業に生かせず、データベースとして管理してこなかった。その結果、これらの漏水探知や配管修理活動は、将来の漏水発生予測に利用することができなかった。本プロジェクトでは、詳細な漏水箇所、管路情報、管路修理の形態等を記録するために、Google Appsheet と Google Looker Studio を導入した。Google Appsheet により、PPUC は漏水リスクの高い場所を特定し、漏水探知活動をより効率的に計画できるようになった。Google Looker Studio は CEO を含む PPUC の全職員がモニターできるため、漏水探知チーム等の技術チームに活動に関するアドバイスを提供することができる体制をとった。

7.1.4 漏水発生の可能性についての迅速な把握

漏水の可能性を評価するためには、プロジェクト開始当初に超音波流量計を使って一刻も早く流量を測定することで MNF の現状を把握することが重要だった。しかし、超音波流量計の調達には時間がかかった。そこでプロジェクト・チームは、流量計のカウンターを 5 分ごとに撮影するトレイルカメラを導入した。その結果、プロジェクト・チームは、比較的早いタイミングで Ngermid 地域の MNF に基づく漏水の可能性を知ることができた。

7. 2　本プロジェクトからの教訓

プロジェクト・チームは、今後の PPUC の活動や JICA の他のプロジェクトのために、教訓として以下の重要性を指摘した。

7.2.1 技術的側面

（1） 管路更新に伴う給水管の切り替えに関する考察

第 2 次無償事業で配水管路が交換された路線では、約 300 の給水接続件数のうち、新しい管路を流れた水が古い給水管に逆流した可能性が指摘された。これは、新管と旧管を一同に切り替えることを仕切弁の開閉で操作していたためである。PPUC は、配水管路の更新の際に、旧配水管路からエンドキャップで切り離すことを怠ってはならない。

また、前述の通り、PPUC が給水管の切り替えを確実かつ適切に行うことは、第 2 次無償事業の効果を引き出すために重要である。しかし、わが国の無償資金協力の請負業者が、管路切り替えを実行するために個人宅の管路切り替え状況を確認、点検することはやや困難である。請負業者による適切な切り替え検査が行えるよう、業者の業務範囲の規制緩和が望まれる。

（2） 水道管と水道メータの正常化

本プロジェクトを通じて、ある施設利用者（PCC）において、水道メータのない給水管の接続が複数存在することが確認された。本来であれば、水道メータは全ての接続口に設置されるか、1 つの敷地内に敷設された全ての水道管路が相互に接続されるべきである。なぜなら、当然のことであるが、水道メータのない管路を流れる水量は PPUC から請求されず、結局はこれが NRW につながるからである。PCC 以外にもこのような施設利用者がいる可能性があるため、PPUC は NRW 削減活動の一環として、施設利用者や商業利用者の給水接続と水道メータを注意深く検査すべきである。

（3） 資材調達の遅延に関する配慮

パイロット・プロジェクトである Ngermid 配水区では、業者が発注した管継手資材がグアムの代理店で在庫切れとなり、工事完了が予定より 3 ヶ月遅れた。PPUC は資材調達の遅れに伴う作業の遅れをなくすために流通ネットワークを広げ十分な在庫を維持しておく必要がある。

（4） 一貫したデータ収集および管理、モニタリング、分析

専門家チームは、WO 事務所においてデータ・モニタリング・システムを開発し、PPUC の職員にワークショップを通じて、モニタリングの結果とその後の NRW 削減活動の関係についての訓練を行った。しかし、モニタリングの結果に一時期は誰も目を向けないこともあるようであった。提言にも後述するが、今後、PPUC がデータ・モニタリングと、その後の対応を体系的に実施するためには、関係者に働きかけを行うリーター的立場の職員の存在が必要である。

（5） 対策後も高いレベルで NRW の原因を特定

プロジェクト・チームは、管路更新や水道メータの交換を行った後でも、管路更新を対象としたパイロット・エリアでは、最終段階で NRW 率が依然として高い水準であること悩まされた。本プロジェクトでは、NRW 削減作業に必要な重要ポイントをプロジェクト・チーム間で共有した。迅速対応用のチェックリストは以下の通りである。下記項目を漏れなく行うことが重要である。

- 超音波流量計に管路条件（特に影響が大きい条件：配管材質、配管径、配管厚さ、単位、測定間隔）の設定
- 古い配水管路のバルブが締め切り状況
- 古い給水管路のバルブの締め切り状況
- 家屋や敷地内の蛇口の閉栓状況
- 新規水道メータの精度。
- 特定の配水区域に不明な給水接続の有無

7.2.2 顧客に対する信頼確保

（1） 水道メータ交換前後の丁寧な PR 活動

水道メータの交換後、ほとんどのケースで請求水量が増加した。中には PPUC にクレームや問い合わせをする顧客もいた。このため、PPUC にとっては、水道メータの交換に先立ち、水道メータの交換の必要性や水道使用量の増減の発生状況等を丁寧に説明し、請求水量の増加をスムーズに理解してもらう PR 活動が重要である。

（2） 水道メータ交換後の慎重な検針について

水道メータはその種類によって異なる。特に、リットル、ガロン、カウンターの桁数等の単位が異なるため、読み取りの際よく確認することが重要である。本プロジェクトでは、交換した水道メータの目盛や単位が以前のものと異なっていたため、水道メータの検針員が誤って検針するといったことが判明した。水道メータの誤読は不適切な請求の原因となり、PPUC に対する顧客の信頼を損なう結果となる。したがって、PPUC は新しいタイプの水道メータを適切に読み取ることができるよう、水道メータの検針員を訓練すべきである。

第8章　上位目標達成に向けての提言

8.1　結論

PDM$_3$ に示された成果 1 および 2、3 は達成することができた。また、プロジェクト目標も達成された。上位目標にについては、2023 年 11 月末現在、コロール・アイライ配水システムにおける NRW 率は約 51.7%である。プロジェクト開始時に比べ、NRW 率は 3.8 ポイント低下した。この削減により、本プロジェクトは年間 USD2.4 万 [9]の運転コスト削減に寄与した。パイロット・プロジェクトから得られた NRW の削減ポイント（10.1 ポイント）をコロール・アイライ配水システム全体に適用した場合、年間 USD258 千の運転費が削減可能となる結果となった。

OECD の 6 つの評価基準の結果を表 8.1.1 に示す。

表 8.1.1 評価基準ごとの結果

基準	結果	
関連性	高い	:本プロジェクトは、PPUC のニーズ、関連政策、戦略プランに合致している。
一貫性	高い	:本プロジェクトは、水資源の確保、エネルギーの節減、水道サービスの向上という点で、わが国の政策に合致している。また、第 2 次無償事業で敷設された配水管路は有益に利用されており、一層 NRW は大幅に削減されることが期待されている。
効果	高い	:プロジェクト目標の 3 つの指標は達成された。
効率性	比較的高い	:管路更新のパイロット・プロジェクトに必要な機器の調達に遅れが生じた。しかし、その遅れはパイロット・プロジェクトにほとんど支障はなかった。
インパクト	高い	:PPUC では NRW 削減活動プロセスが確立されており、NRW 率の継続的な削減が期待される。また、本事業では、漏水とその修理に関するモニタリング・システムをデータベース化した。これは、漏水の特定と将来の漏水探知計画の策定に貢献できる。
持続可能性	高い	:PPUC は NRW 削減がコスト回収の改善に必要であると認識している。そのため、PPUC は NRW 削減のために必要な「管路更新基本計画」、「水道メータ管理・更新計画」等の適用を約束した。また、技術的なアプローチとして、プロジェクト・チームに任命されたメンバーは、上記の計画や漏水探知マニュアル等を活用し、NRW 削減活動を維持するための予防的なアプローチを行う。

出典：専門家チーム

8.2　提言

8.2.1 信頼できる業務体制の確立

第 4 章の「(1)」で述べたように、給水管は古い配水管路に接続されてはならない。つまり、本来配水管上の締め切られなければならない古い仕切弁が開栓されていると、NRW の原因となる。古い仕切弁を締め切らなければ、多量の水が NRW として無駄になってしまう。通常の活動として、水道メータの技術者やその他の漏水探知チームは、水が流れないかどうかを継続的に点検し、あるいは水の流れの音響を探知することが不可欠である。

[9] 削減運転コストは、運転コスト単価、月間分配流量、NRW の削減ポイントを掛け合わせて算出した。
- 月平均配水量：74,000,000 ガロン/月（出典：PPUC）
- 単位操業コスト（化学薬品と燃料）：USD0.018/ガロン（出典：PPUC）

8.2.2 啓発活動の強化

本プロジェクトでは、宅内漏水や節水等に関する顧客に対する啓発活動の件数が増加した。この活動は顧客の理解を促進し、水資源の確保に貢献できる。PPUC による顧客啓発の PR 活動は PPUC が水道事業を担う限り、継続されることが強く望まれる。

8.2.3 PPUC にデータベース（GIS）部門設立

PPUC の職員が既存の水道施設に関する情報を把握していなければ、日常の維持管理は非効率である。したがって、データベースの整備は PPUC の課題の一つである。PPUC は、管路、漏水箇所、水道メータの情報を定期的に更新する専用のデータベース部門を設置することが望ましい。更新される情報により、漏水探知、漏水修理、管路の切り替え等といった日常の維持管理が容易になる。

8.2.4 水道料金改定の留意点

現在、コロール・アイライ州の平均的な家庭用使用水量は、ひと月 1 世帯あたり 8,280 ガロン [10]（31,339 リットル）と推定されている。PPUC の水道料金システムによると、月々の請求額は 1 世帯あたり約 USD 30 と推定される。月平均世帯収入を USD644[11] と仮定すると、水道料金は世帯収入の約 4.7%を占める。これは、世界銀行が発展途上国に対して提唱している標準値である可処分所得の 4%を上回る。

実は、PPUC の水道料金制度は 2023 年 10 月に改定されることになっていたが、PPUC の理事会によって否決された。月々の世帯収入に対する水道料金の割合がさらに上がれば、生活が困窮する顧客も出てくるため、PPUC は違法接続の動向に注意を払う必要がある。

8.2.5 データ管理の整備

本プロジェクトでは Google Appsheet と Google Looker Studio を導入し、漏水箇所の分布確認、配水量と NRW 率の監視を行った。PPUC は、流量と NRW 率の動向を継続的に監視し、それに基づき漏水探知や管路修理等のアクションを迅速かつ効率的に行うことが推奨される。

さらに、PPUC はデータ管理のプロセスを理解し、データ管理活動の責任者を任命することを決定しなければならない。

8.2.6 日常的な NRW 削減活動に関わる職員間の技術情報の共有

技術情報の共有は、上記の「8.2.5 データ管理の整備」に大きく関係する。データ管理には、配水流量、使用水量、漏水箇所、修理記録、検針データ、水道メータの精度検査、水道メータの交換状況等の技術情報の共有が含まれる。これらの情報は、質の高いかつ効率的な作業を行うために日常の NRW 削減活動に関わる職員間で共有されなければならない。日々の情報共有は、NRW 削減活動の持続性を確保する上で不可欠である。

[10] 一人当たりの一日の水の消費量：一人当たり一日 69 ガロン
[11] 生活費 (https://livingcost.org/cost/palau)

8.2.7 本プロジェクトを通じて得た知識の共有

2 年弱のプロジェクト期間中に、NRW 削減活動に従事していた職員 2 名が離職した。NRW 削減活動の持続可能性を確保するため、プロジェクト・コーディネーターだけでなく、管路更新基本計画、漏水探知、コマーシャルロス等に携わった主導的立場の職員が、プロジェクトを通じて得た知識を他の職員に共有する役割を有すことが推奨される。

8.2.8 NRW 削減に関するリーダー的立場の職員の任命と年間行動計画

専門家チームの経験によると、他国ではプロジェクト終了後、活動のペースが落ちる傾向にある。したがって、PPUC においては現在の NRW 活動が蔑ろにされ、将来も NRW 削減活動を着実に継続して実行できるように、NRW 削減活動のリーダー的立場の職員を人選する必要がある。

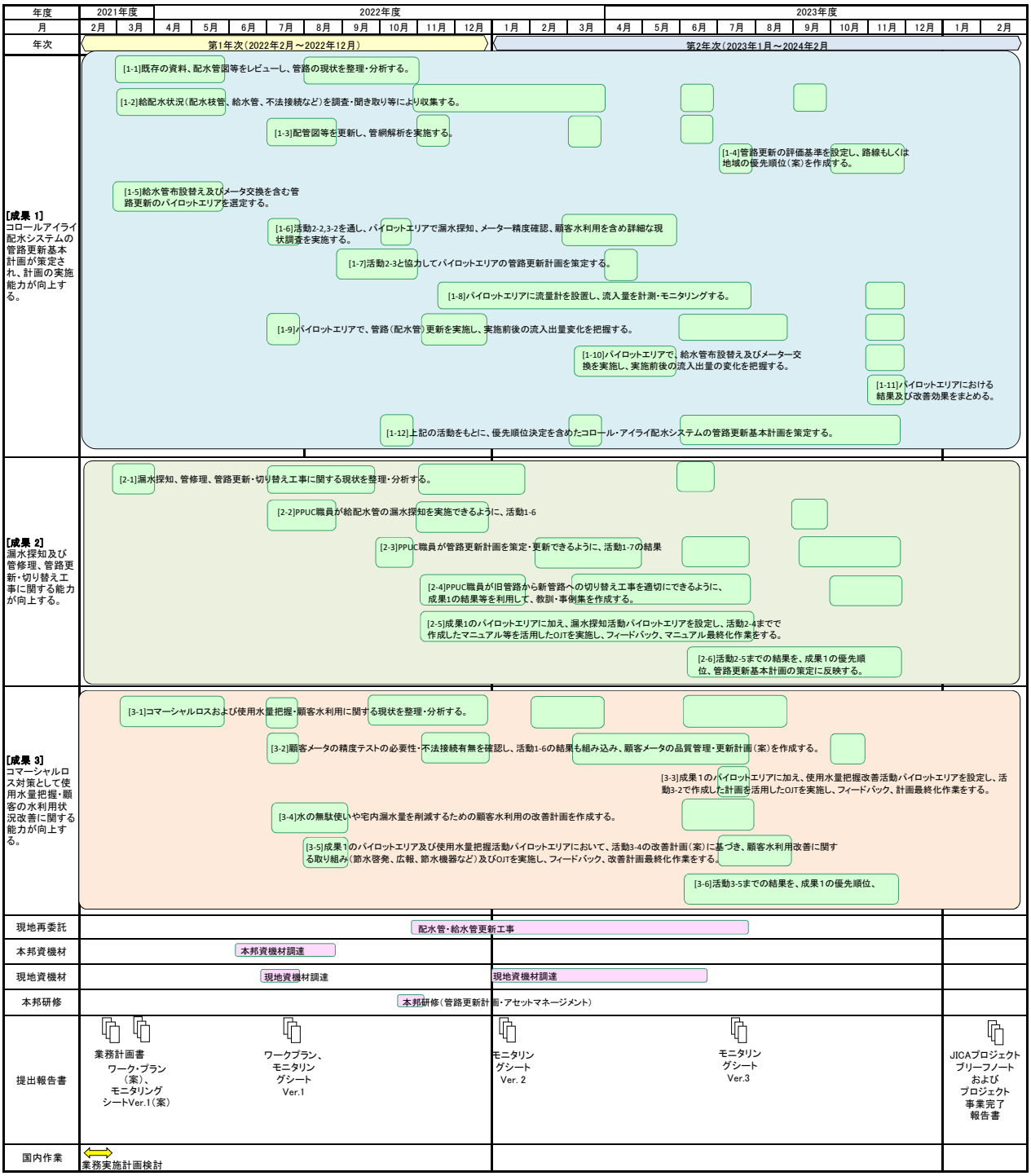
また、関連職員が NRW 削減活動を着実に実行できるように、PPUC に任命されるリーダー格の職員は強力な指導力を持ち、NRW 削減の年次行動計画を作成することが望ましい。

添付資料

添付資料 2.1.1: 業務フローチャート
添付資料 2.1.2: 活動進捗
添付資料 2.1.3: 完了評価報告書
添付資料 2.2.1: 合同調整委員会（JCC）
添付資料 2.2.2: 議事録
添付資料 2.3.1: JICA 専門家リスト
添付資料 2.3.2: 技術研修（2022 年 4 月～2023 年 6 月）
添付資料 2.3.3: 調達リスト
添付資料 3.1.1: 管路情報の GIS 活用
添付資料 3.1.2: 図面および GIS データ保管フォルダーの構築
添付資料 3.2.1: Google スプレッドシートによる「配水タンクからの流量データ」の更新
添付資料 3.2.2: トレイルカメラによる流量計と水道メータの測定方法
添付資料 3.2.3: NRW 率の計算方法
添付資料 3.2.4: 配水流量の可視化およびモニタリングの提案
添付資料 3.2.5: 配水流量のモニタリングおよびパイロットエリアの選定
添付資料 3.2.6: 配水流量のモニタリングおよび水道メータ精度試験
添付資料 3.2.7: NRW 削減に関するデータマネジメント
添付資料 3.3.1: 配水管網解析（その 1）
添付資料 3.3.2: 配水管網解析（その 2）
添付資料 3.3.3: 配水管網解析結果で判明した解決策
添付資料 3.7.1: パイロットエリアの管路更新計画
添付資料 3.12.1: 管路更新基本計画
添付資料 4.3.1: 管路更新マニュアル
添付資料 4.4.1: 教訓・事例集
添付資料 4.5.1: 漏水探知マニュアル
添付資料 4.5.2: 漏水調査および教訓
添付資料 5.3.1: 水道メータ精度試験の計算シート
添付資料 5.3.2: 水道メータの品質管理・更新計画
添付資料 5.5.1: 顧客水利用の改善計画
添付資料 5.5.2: 節水および宅内漏水防止に関するパンフレット
添付資料 6.1.1: プロジェクト・デザイン・マトリックス（PDM）
添付資料 6.1.2: 活動計画表（PO）
添付資料 6.3.1: キャパシティ・アセスメント（組織レベル）
添付資料 6.3.2: キャパシティ・アセスメント（チームレベル）

添付資料 2.1.1

業務フローチャート

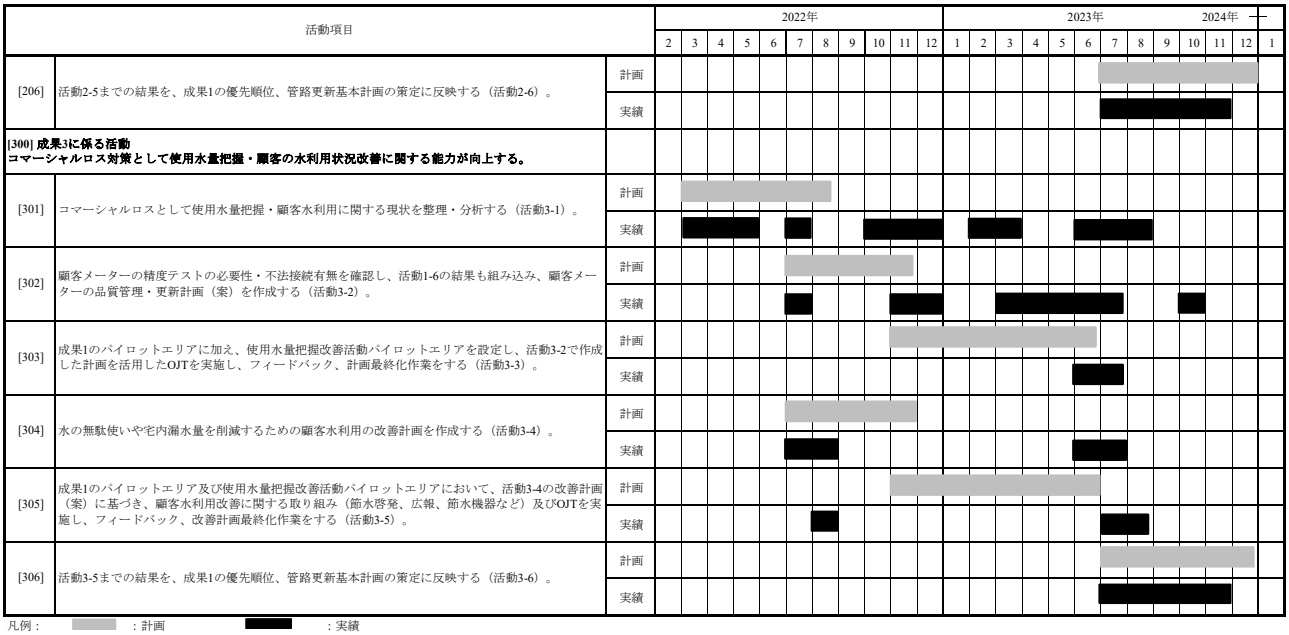

年度
2021年度
2022年度
2023年度
月
2月
3月
4月
5月
6月
7月
8月
9月
10月
11月
12月
1月
2月
3月
4月
5月
6月
7月
8月
9月
10月
11月
12月
1月
2月
年次
第1年次（2022年2月～2022年12月）
第2年次（2023年1月～2024年2月
[成果 1]
コロールアイライ配水システムの管路更新基本計画が策定され、計画の実施能力が向上する。
[1-1]既存の資料、配水管図等をレビューし、管路の現状を整理・分析する。
[1-2]給配水状況（配水枝管、給水管、不法接続など）を調査・聞き取り等により収集する。
[1-3]配管図等を更新し、管網解析を実施する。
[1-4]管路更新の評価基準を設定し、路線もしくは地域の優先順位（案）を作成する。
[1-5]給水管布設替え及びメータ交換を含む管路更新のパイロットエリアを選定する。
[1-6]活動2-2,3-2を通し、パイロットエリアで漏水探知、メーター精度確認、顧客水利用を含め詳細な現状調査を実施する。
[1-7]活動2-3と協力してパイロットエリアの管路更新計画を策定する。
[1-8]パイロットエリアに流量計を設置し、流入量を計測・モニタリングする。
[1-9]パイロットエリアで、管路（配水管）更新を実施し、実施前後の流入出量変化を把握する。
[1-10]パイロットエリアで、給水管布設替え及びメーター交換を実施し、実施前後の流入出量の変化を把握する。
[1-11]パイロットエリアにおける結果及び改善効果をまとめる。
[1-12]上記の活動をもとに、優先順位決定を含めたコロール・アイライ配水システムの管路更新基本計画を策定する。
[成果 2]
漏水探知及び管修理、管路更新・切り替え工事に関する能力が向上する。
[2-1]漏水探知、管修理、管路更新・切り替え工事に関する現状を整理・分析する。
[2-2]PPUC職員が給配水管の漏水探知を実施できるように、活動1-6
[2-3]PPUC職員が管路更新計画を策定・更新できるように、活動1-7の結果
[2-4]PPUC職員が旧管路から新管路への切り替え工事を適切にできるように、成果1の結果等を利用して、教訓・事例集を作成する。
[2-5]成果1のパイロットエリアに加え、漏水探知活動パイロットエリアを設定し、活動2-4までで作成したマニュアル等を活用したOJTを実施し、フィードバック、マニュアル最終化作業をする。
[2-6]活動2-5までの結果を、成果1の優先順位、管路更新基本計画の策定に反映する。
[成果 3]
コマーシャルロス対策として使用水量把握・顧客の水利用状況改善に関する能力が向上する。
[3-1]コマーシャルロスおよび使用水量把握・顧客水利用に関する現状を整理・分析する。
[3-2]顧客メータの精度テストの必要性・不法接続有無を確認し、活動1-6の結果も組み込み、顧客メータの品質管理・更新計画（案）を作成する。
[3-3]成果1のパイロットエリアに加え、使用水量把握改善活動パイロットエリアを設定し、活動3-2で作成した計画を活用したOJTを実施し、フィードバック、計画最終化作業をする。
[3-4]水の無駄使いや宅内漏水量を削減するための顧客水利用の改善計画を作成する。
[3-5]成果1のパイロットエリア及び使用水量把握活動パイロットエリアにおいて、活動3-4の改善計画（案）に基づき、顧客水利用改善に関する取り組み（節水啓発、広報、節水機器など）及びOJTを実施し、フィードバック、改善計画最終化作業をする。
[3-6]活動3-5までの結果を、成果1の優先順位、
現地再委託
配水管・給水管更新工事
本邦資機材
本邦資機材調達
現地資機材
現地資機材調達
現地資機材調達
本邦研修
本邦研修（管路更新計画・アセットマネージメント）
提出報告書
業務計画書
ワーク・プラン（案）、
モニタリングシートVer.1（案）
ワークプラン、
モニタリングシート
Ver.1
モニタリングシート
Ver. 2
モニタリングシート
Ver.3
JICAプロジェクトブリーフノートおよびプロジェクト事業完了報告書
国内作業
業務実施計画検討

添付資料 2.1.2

活動進捗

パラオ国無収水削減能力向上プロジェクト

活動項目			2022年											2023年												2024年	
			2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1
[000]プロジェクト全般に係る活動																										
[001]	ワーク・プラン（案）及びモニタリング・シートVer.1(案)の作成・協議	計画																								
		実績																								
[002]	ワーク・プラン及びモニタリング・シートVer.1の確定	計画																								
		実績																								
[003]	モニタリング・シートVer.2～Ver.3の作成	計画																								
		実績																								
[004]	本邦研修の検討と実施	計画																								
		実績																								
[005]	プロジェクト業務完了報告書の作成	計画																								
		実績																								
[100] 成果1に係る活動 コロール・アイライ配水システムの管路更新基本計画が策定され、計画の実施能力が向上する。																										
[101]	既存の資料、配管図等をレビューし、管路の現状を整理・分析する（活動1-1）。	計画																								
		実績																								
[102]	給配水状況（配水枝管、給水管、不法接続など）を調査・聞き取り等により収集する（活動1-2）。	計画																								
		実績																								
[103]	配管図等を更新し、管網解析を実施する（活動1-3）。	計画																								
		実績																								
[104]	管路更新の評価基準を設定し、路線もしくは／および地域の優先順位（案）を作成する（活動1-4）。	計画																								
		実績																								
[105]	給水管布設替え及びメーター交換を含む管路更新のパイロットエリアを選定する（活動1-5）。	計画																								
		実績																								
[106]	活動2-2、3-2を通し、パイロットエリアで漏水探知、メーター精度確認、顧客水利用含め詳細な現状調査を実施する（活動1-6）。	計画																								
		実績																								
[107]	活動2-3と協力してパイロットエリアの管路更新計画を策定する（活動1-7）。	計画																								
		実績																								
[108]	パイロットエリアに流量計を設置し、流入量を計測・モニタリングする（活動1-8）。	計画																								
		実績																								
[109]	パイロットエリアで、管路（配水管）更新を実施し、実施前後の流入出量変化を把握する（活動1-9）。	計画																								
		実績																								
[110]	パイロットエリアで、給水管布設替え及びメーター交換を実施し、実施前後の流入出量変化を把握する（活動1-10）。	計画																								
		実績																								
[111]	パイロットエリアにおける結果及び改善効果をまとめる（活動1-11）。	計画																								
		実績																								
[112]	上記の活動をもとに、優先順位決定を含めたコロール・アイライ配水システムの管路更新基本計画を策定する（活動1-12）。	計画																								
		実績																								
[200] 成果2に係る活動 漏水探知及び管修理、管路更新・切り替え工事に関する能力が向上する。																										
[201]	漏水探知、管修理、管路更新・切り替え工事に関する現状を整理・分析する（活動2-1）。	計画																								
		実績																								
[202]	PPUC職員が給配水管の漏水探知を実施できるように、活動1-6の結果も組み込み、漏水探知マニュアル（案）を作成する（活動2-2）。	計画																								
		実績																								
[203]	PPUC職員が管路更新計画を策定・更新できるように、活動1-7の結果も組み込み、管路更新マニュアル（案）を作成する（活動2-3）。	計画																								
		実績																								
[204]	PPUC職員が旧管路から新管路への切り替え工事を適切にできるように、成果1の結果等を利用して教訓・事例集を作成する（活動2-4）。	計画																								
		実績																								
[205]	成果1のパイロットエリアに加え、漏水探知活動パイロットエリアを設定し、活動2-4までで作成したマニュアル等を活用したOJTを実施し、フィードバック、マニュアル最終化作業をする（活動2-5）。	計画																								
		実績																								


活動項目
2022年
2023年
2024年
2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 1
[206] 活動2-5までの結果を、成果1の優先順位、管路更新基本計画の策定に反映する（活動2-6）。
計画
実績
[300] 成果3に係る活動
コマーシャルロス対策として使用水量把握・顧客の水利用状況改善に関する能力が向上する。
[301] コマーシャルロスとして使用水量把握・顧客水利用に関する現状を整理・分析する（活動3-1）。
計画
実績
[302] 顧客メーターの精度テストの必要性・不法接続有無を確認し、活動1-6の結果も組み込み、顧客メーターの品質管理・更新計画（案）を作成する（活動3-2）。
計画
実績
[303] 成果1のパイロットエリアに加え、使用水量把握改善活動パイロットエリアを設定し、活動3-2で作成した計画を活用したOJTを実施し、フィードバック、計画最終化作業をする（活動3-3）。
計画
実績
[304] 水の無駄使いや宅内漏水量を削減するための顧客水利用の改善計画を作成する（活動3-4）。
計画
実績
[305] 成果1のパイロットエリア及び使用水量把握改善活動パイロットエリアにおいて、活動3-4の改善計画（案）に基づき、顧客水利用改善に関する取り組み（節水啓発、広報、節水機器など）及びOJTを実施し、フィードバック、改善計画最終化作業をする（活動3-5）。
計画
実績
[306] 活動3-5までの結果を、成果1の優先順位、管路更新基本計画の策定に反映する（活動3-6）。
計画
実績
凡例：
：計画
：実績

添付資料 2.1.3

完了評価報告書

TERMINAL EVALUATION REPORT
FOR
THE PROJECT FOR STRENGTHENING CAPACITY
IN
NON-REVENUE WATER REDUCTION
IN
PALAU

添2. 1. 3-1

KOROR, PALAU

DECEMBER 6, 2023

PALAU PUBLIC UTILITIES CORPORATION
JICA EXPERT TEAM

TABLE OF CONTENTS

CHPTER 1. OUTLINE OF THE TERMINAL EVALUATION 1
1.1 Background 1
1.2 Project Information 1
1.3 Objectives of the Terminal Evaluation 2
1.4 Methodologies 2
1.4.1 Evaluation Design 2
1.4.2 Method of Data Collection 2
1.5 Six OECD-DAC Criteria 2
CHPTER 2. EVALUATION OF PROJECT PERFORMANCE 4
2.1 Progress on Achieving Outputs 4
2.2 Progress towards Attaining Project Purpose 5
2.3 Prospect of Attaining Overall Goal 5
2.4 Record of Inputs 6
2.4.1 Japanese Side 6
2.4.2 Palauan Side 8
2.5 Implementation Process 9
2.5.1 Revision of the PDM 9
2.5.2 Hindering Factors 9
CHPTER 3. EVALUATION RESULTS 10
3.1 Relevance 10
3.1.1 Necessity 10
3.1.2 Priority 10
3.1.3 Approach 10
3.2 Coherence 10
3.2.1 Consistency with Policy of the Japanese Government's development Assistance 10
3.2.2 Synergy Effect 10
3.3 Effectiveness 11
3.4 Efficiency 11
3.4.1 Efficiency of Inputs from the Japanese Side 11
3.4.2 Efficiency of Inputs from the Palauan Side 11
3.5 Impact 11
0.5.1 Establishment of the Process of NRW Reduction Activities 11
0.5.2 Development of Database 11
0.5.3 Normalization of Water Meter Reading 11
0.5.4 Facilitation of Leak Observation 11
3.6 Sustainability 12
3.6.1 Policy and Institutional Aspects 12
3.6.2 Organizational Aspects 12
3.6.3 Financial Aspects 12
3.6.4 Technical Aspects 12
3.7 Capacity Assessment 12
3.7.1. Organizational Level 13
3.7.2. Team Level 13
CHPTER 4. LESSONS LEARNED 16
CHPTER 5. CONCLUSION AND RECOMMENDATION 18
5.1 Conclusion 18
5.2 Recommendation 18

Annex 1 : Project Design Matrix (PDM_3)
Annex 2: Project Operation (PO_3)
Annex 3: List of JICA Experts
Annex 4: Technical Training (Period: April 2022 - June 2023)
Annex 5: Equipment List
Annex 6: Capacity Assessment at Organizational Level
Annex 7: Key Performance Indicators (KPIs)
Annex 8: Capacity Assessment at Team Level (Pipe Renewal Plan)
Annex 9: Capacity Assessment at Team Level (Leal Detection)
Annex 10: Capacity Assessment at Team Level (Public Relation, Water Meter Maintenance, Customer Management and Billing)

List of Abbreviations

[Organization / Agency]

ADB	Asian Development bank
DAC	Development Assistance Committee
JCC	Joint Coordination Committee
JET	JICA Expert Team
JICA	Japan International Cooperation Agency
OECD	Organization for Economic Cooperation and Development
PCC	Palau Community College
PNCC	Palau National Communications Corporation
PPUC	Palau Public Utilities Corporation
USAID	U.S. Agency for International Development
WCC	Williams Construction Company
WOO	Water Operation Office

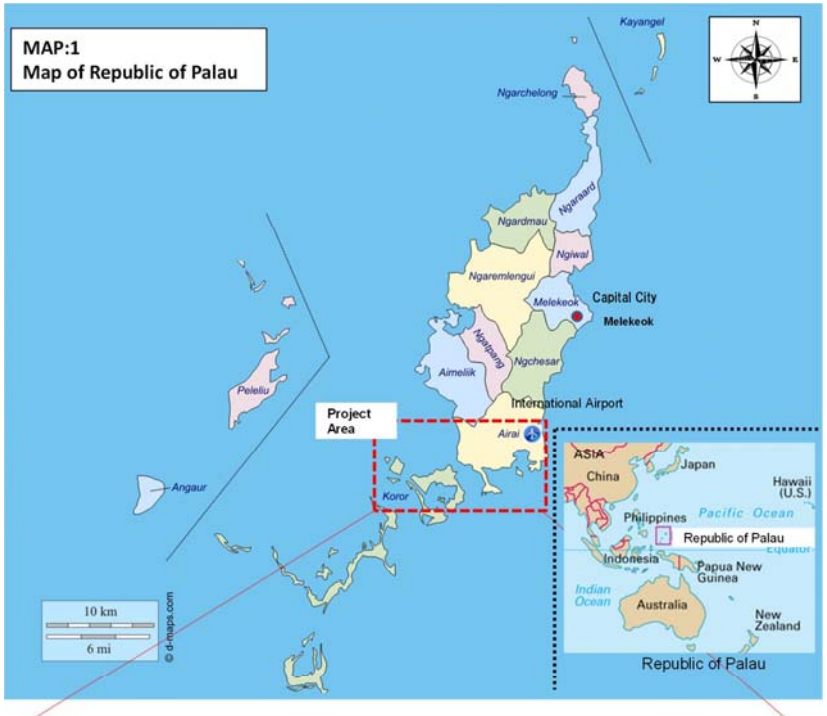
[General]

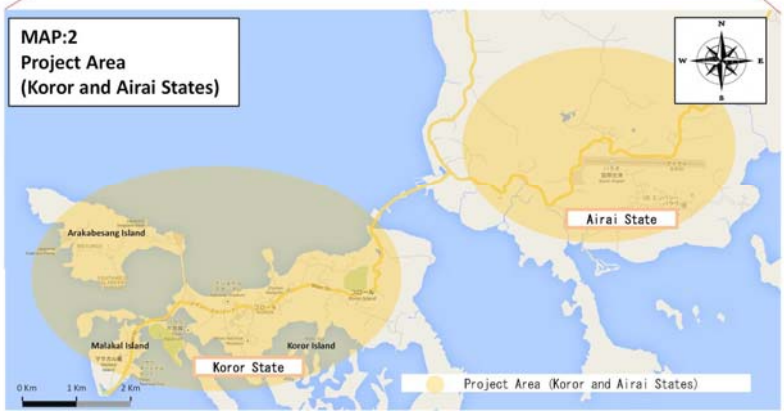
AC	Asbestos Cement
CEO	Chief Executive officer
CD	Capacity Development
CI	Cast-Iron
C/P	Counterpart
GIS	Geographic Information System
KPI	Key Performance Indicators
NRW	Non-Revenue Water
OJT	On-the Job Training
PDM	Project Design Matrix
PO	Plan of Operations
PR	Public Relation
PVC	Poly-Vinyl Chloride

[Unit]

%	percentage
km	kilometer
m	meter
m^3	cubic meter
min	minute
mm	millimeter
USD	United States Dollar (JPY 149.52= 1 USD as of October 2023)

Location of the Project Site





添2. 1. 3-3

CHPTER 1. OUTLINE OF THE TERMINAL EVALUATION

1.1 Background

The Republic of Palau (hereinafter referred to as "Palau") is a republic country comprising islands in the Micronesia region, located approximately 1,000 kilometers east of the Philippines. The estimated population of Palau is around 18,000 people as of 2022. Approximately 81 % of total population in Palau live in the old capital city, Koror which is economic and industrial zone.

Subsequently, Japanese government implemented two grant aid projects, considering the increase in water demand and the deterioration of the existing water supply facilities. In the 1989-Grant-Aid-Project (the First Project), transmission pipelines were laid so that the function of the transmission was isolated from the combined water pipelines that functioned as water transmission and distribution pipelines. In the 2018-Grant-Aid-Project (the Second Project), the transmission and the prime distribution pipelines were augmented and rehabilitated. Moreover, a technical assistance on Non-Revenue Water (hereinafter referred to as "NRW") reduction activities such as water balance analysis, leak detections, etc. was carried out in the 2018-Grant-Aid Project.

When the Second Project was completed, the water flow rate was measured by using a flowmeter installed in the Second Project, resulting in obtaining of a high accuracy of NRW ratio. Before the Second Project, Palau Public Utilities Corporation (hereinafter referred to as "PPUC") estimated NRW ratio at about 50 % but after the Second Project, PPUC is confident that NRW ratio is about 47 %.

There are many and most likely deteriorated asbestos cement pipes (hereinafter referred to as "AC pipes") in Koror that were laid over 40 years ago and have still been in use today. However, out of the AC pipelines of 35.8 km, only 12.9 km were rehabilitated in the conventional grant aid projects. In addition, since there are no complete detailed records of all the water distribution pipelines, PPUC has been forced to use both new and old pipelines, which have caused NRW ratio of approximately 50 %[1].

Recently, Palau has faced less-rainfall and drought due to the influence of El Nino, which has resulted in issues on water resource potential. In particular, Palau faced serious drought in 2016 resulting in drying up dams, water rationing and water interruption. For these reasons, an effective use of water resource, NRW reduction, and water conservation through the improvement in residents' awareness is indispensable.

Accordingly, PPUC decided to address and strengthen their overall capacity of NRW reduction through the formulation of the basic pipeline renewal plan (hereinafter referred to as "the Plan"), leak detection, pipe repairs and customer management based on challenges and lessons learnt in the Second Project, and focused on effective use of water resource in the Project.

1.2 Project Information

The outline of the Project is summarized in Table 1-1. The Project Design Matrix (hereinafter referred to as "PDM") and Plan of Operations (PO) are listed in Annex 1 and 2 respectively.

Table 1-1 Summary of the Project

Project Name	The Project for Strengthening Capacity in Non-Revenue Water Reduction in Palau
Project Period	February 2022 - February 2024
Target Area	Koror-Airai
Implementation Organizations	PPUC
Overall Goal	NRW is decreased by continuous NRW reduction activities such as pipe replacement, leak detection, monitoring of water use.
Project Purpose	Capacity of NRW reduction management and implementation is strengthened.

[1] NRW ratio data (June 2019 to June 2021)

Outputs	● Output 1: Implementation capacity of pipe renewal is improved through the preparation of a basic pipeline renewal plan for Koror-Airai water distribution system. ● Output 2: Capacity of leak detection and replacement/ switch-over of pipes is improved. ● Output 3: Capacity of commercial loss reduction, water use monitoring, public awareness on water save is improved.

Source: JET

1.3 Objectives of the Terminal Evaluation

The objectives of the Terminal Evaluation are as follows:

(1) To review the progress of the Project and evaluate the achievement by the six evaluation criteria and PDM;
(2) To identify obstacles and/or facilitating factors that affected the implementation process;
(3) To draw lessons learned from the Project implementation; and
(4) To make recommendations regarding the measures to be taken for the PPUC's future activities.

1.4 Methodologies

1.4.1 Evaluation Design

The Project Team evaluated the Project using the six evaluation criteria proposed by the Organization for Economic Cooperation and Development (hereinafter referred to as "OECD") - the Development Assistance Committee (hereinafter referred to as "DAC"), showed the lessons learned from the Project and made recommendations in order for PPUC to take future activities.

(1) Assessment of Project Performance.

This component mainly contains two types of actions described below:

- Measurement of results and outputs, using the indicators shown in the PDM and
- Examination of causal relationships between inputs/activities- outputs- project purpose, to confirm 1) which project activities contributed to the achievement of the Project purpose, and 2) which other factors contributed to or hindered the achievement of the Project purpose.

(2) Lessons learned and Recommendations

Based on the evaluation results, the Project Team made recommendations on the PPUC's future activities for NRW reduction. All the findings including the evaluation results, recommendations and lessons learned, were summarized in this Terminal Evaluation Report.

1.4.2 Method of Data Collection

Data and information were collected through documentation review, questionnaire survey and interviews from project team members concerned, and site visits. The details are listed in Table 1-2.

Table 1-2 Main Data Sources

Collection Methods	Source
Documentation Review	● Reports made by the Project, including its Monitoring Reports; ● Water consumption data; ● Distributed water; ● Leak records; ● Key Performance Indicators (hereinafter referred to as "KPI") and ● Other relevant documents
Questionnaires	● About KPI and ● About technical aspects on pipe renewal plan, leak detection, commercial loss, Public Relation (hereinafter referred to as "PR"), etc.
Activities in Field	● Measuring and data collection ● Field reconnaissance
Interviews	● Team interviews to PPUC staff members concerned

Source: JET

1.5 Six OECD-DAC Criteria

The project performance confirmed in Chapter 2 will be evaluated from six different qualitative points of view: "Relevance", "Coherence", "Effectiveness", "Efficiency", "Impact", and "Sustainability." The six viewpoints are the evaluation criteria proposed by DAC of OECD in 1991. The details of each criterion, are listed in Table 1-3.

Table 1-3 Five OECD-DAC Criteria

Items	Viewpoint
Relevance	Relevance refers to the validity of the Project purpose and the overall goal in accordance with the policy direction of the Government of Palau.
Coherence	Coherence refers to the compatibility of the intervention with other interventions (development partners such as USAID, ADB, etc.) in a country, sector or institution.
Effectiveness	Effectiveness refers to the productivity of the implementation process, examining if the inputs of the Project were efficiently converted into the Output.
Efficiency	Efficiency refers to the extent to which the expected benefits of the Project have been achieved as planned, and examines if the benefit was brought about as a result of the Project.
Impact	Impact refers to direct and indirect, positive and negative impacts caused by implementing the Project, including the extent to which the overall goal has been attained.
Sustainability	Sustainability refers to the extent to which the Palauan side can further develop the PPUC's activities can be sustained in the policy, institutional and technical aspects.

Source: JET

添2. 1. 3-4

CHPTER 2. EVALUATION OF PROJECT PERFORMANCE

2.1 Progress on Achieving Outputs

The status of achievements of the each Project Output in terms of indicators as per PDM_3 is shown in Table 2-1, Table 2-2 and Table 2-3. PDM_3 and PO_3 are attached in Annex 1 and Annex 2 respectively.

Table 2-1 Achievements of the Project Output 1

Output 1: "Implementation capacity of pipe renewal is improved through the preparation of a basic pipeline renewal plan for Koror-Airai water distribution system."	
Verification indicators	Achievements
1-1. A basic pipeline renewal plan (the Plan) for Koror-Airai Water Distribution System is approved by CEO of PPUC.	● The preparation of the Plan for Koror-Airai water distribution system was completed at the end of November 2023. ● The Plan consists of background, purpose, current conditions, effectiveness & evaluation of the pilot project, basic policy of the plan, a basic plan, the prioritization of renewal plan, project cost and implementation schedule. ● The Plan for Koror-Airai Water Distribution System was approved by the CEO on the 6th of December 2023. ● From above, this indicator is achieved.
1-2. Current condition of pipelines is analyzed.	● The pipe network analysis of the water distribution pipelines in the Koror-Airai water distribution system was conducted to identify problems with the current water distribution pipe network. ● The results of pipe network analysis contributed to the Plan for Koror-Airai water distribution system. ● From above, this indicator is achieved.
1-3. The Plan for the pilot area is approved.	● The preparation of the Plan for the pilot area was completed and approved in the 2nd Joint Coordination Committee (hereinafter referred to as "JCC") in Feb. 2023. ● The pilot project was carried out based on the Plan. ● From above, this indicator is achieved.

Source: Project Team

Table 2-2 Achievements of the Project Output 2

Output 2: "Capacity of leak detection and replacement / switch-over of pipes is improved."	
Verification Indicators	Achievements
2-1. A leak detection manual is approved by CEO of PPUC.	● The preparation of the leak detection manual was competed at the end of November 2023. ● The leak detection manual consists of several components: workflow from leak detection to leak repair, method of leak detection, NRW monitoring, internal leak survey in Palau, etc. ● The leak detection manual was approved by the CEO on the 6th of December 2023. ● JICA Expert Team (hereinafter referred to as "JET") also suggested that PPUC has to update the leak detection manual in consideration for user-friendliness. ● From above, this indicator is achieved.
2-2. Manual and Report of case studies/ lessons learned on pipe switching-over are approved by CEO of PPUC.	● The preparation of the manual required for a pipe renewal plan formulation was completed at the end of November 2023. ● The manual of a pipe renewal plan consists of some components: purpose, basic policy, the Plan, prioritization, cost estimation, and the schedule of the implementation of the Plan. ● The manual of a pipe renewal plan was approved by the CEO on the 6th of December 2023. ● JET also suggested that PPUC has to improve the manual of a pipe renewal plan based on lessons learnt from the daily activities such as pipe switching over. ● From above, this indicator is achieved.

Source: Project Team

添2. 1. 3-5

Table 2-3 Achievements of the Project Output 3

Output 3: "Capacity of commercial loss reduction, water use monitoring, public awareness on water save is improved."	
Verification Indicators	Achievements
3-1. Improvement plan of public water usage / management and renewal plan for water meters are approved by CEO of PPUC.	● The preparation of the improvement plan of public water usage and the management & renewal plan for water meters were completed at the end of September 2023. ● The improvement plan of public water usage and the management & renewal plan for water meters was approved by the CEO on the 6th of December 2023. ● From above, this indicator is achieved.

Source: Project Team

2.2 Progress towards Attaining Project Purpose

Status of progress towards attaining the Project Purpose is shown in Table 2-4.

Table 2-4 Achievements of the Project Purpose

Project Purpose: "Capacity of NRW reduction management and implementation is strengthened."	
Verification Indicators	Achievements
NRW ratio is reduced in the pilot area.	● NRW ratio was about 41.2% in the pilot area as of March 2022. ● There are 24 households in the pilot area, the Ngermid distribution area. ● Distribution pipelines of approximately 144 m was laid and 13 service pipelines were switched over from old AC distribution pipes to PVC ones in the pilot area. ● In addition, 19 of 24 water meters in the pilot area was replaced with new ones, because the 19 water meters were inaccurate in reading or malfunctioning. ● The Project Team measured water flow rate and water consumption, figuring out NRW ratio at 31.1% in November 2023. As a result of the pilot project, NRW ratio was reduced by 10.1 points. ● From above, this indicator was achieved.
Distribution pipeline renewal and necessary house connections are appropriately conducted in the pilot area.	● The distribution pipelines renewal and the connections of the service pipelines was completed at the end of July 2023. ● Defect period was expired on the 31st October 2023. Until defect period, there were no problems on pipeline renewal and switching over of service pipelines. ● PPUC learned the measures of pipe switching over from old pipelines to new ones. ● From above, this indicator was achieved.
Public awareness on water usage is improved in the pilot area.	● According to the water usage survey of the households in the pilot area, all the households have been aware of water conservation and have taken actions such as steadily tap closing, the reduction of shower frequency, etc. ● In addition, the Project Team prepared the leaflet for "Detect & Repair Leaks" in terms of internal leakage, which has been placed in the PPUC's Homepage. The leaflet is easily accessible through a QR code on the PPUC's official bill. ● The awareness of the households on water usage has been improved furthermore in the pilot area through the above PR activity. ● From above, this indicator is achieved.

Source: Project Team

2.3 Prospect of Attaining Overall Goal

Status of indicators that measure attainment level of the Overall goal is shown in Table 2-5.

Table 2-5 Prospect of Attaining Overall Goal

Overall Goal: "Non-revenue water (NRW) is decreased by continuous NRW reduction activities such as pipe replacement, leak detection, monitoring of water use."	
Verification Indicators	Status at the end of the Project/ Prospects
NRW ratio in Koror-Airai system has been decreased continuously, compared to that of the end of the project.	● The NRW ratio was about 42.1% in Koror-Airai distribution area as of 2021 as a baseline at the beginning of the Project, but, afterward, as the result of that the NRW ratio was verified through the Project activities, revenue water was double-counted in certain months. Therefore, the NRW ratio was modified at about 55.5%. ● NRW ratio in Koror-Airai system was about 55.0% as an average of 2022 and about 51.7% as of November 2023. The NRW ratio was decreased by 3.8 points compared to that at the beginning of the Project. ● PPUC has been operating NRW reduction and monitoring water flow continuously after gaining skills of NRW reduction activities through the Project. ● Simultaneously, PPUC is planning NRW reduction activities such as pipeline renewal by using the renewal manual, leak detection by using the leak detection manual, the replacement of water meters based on the management and renewal plan for water meters. ● It is certain that PPUC can reduce NRW ratio in Koror-Airai system through constant water flow monitoring, efficient leak detection based on the monitoring data, the replacement of water meters by utilizing the Plan, renewal plan for water meters and manuals, etc., because PPUC has been taking the above activities as daily operations. ● From above, it is anticipated that NRW ratio has been decreased continuously, compared to that of the end of the Project.

Source: Project Team

2.4 Record of Inputs

2.4.1 Japanese Side

(1) Dispatch of Experts

JET consisting of a Leader and members for seven expertise fields was assigned to implement the Project in PPUC as shown in Table 2-6.

Table 2-6 JICA Expert Team (JET)

Role in Project Implementation	Name
Leader/Non-Revenue Water Reduction	Mr. Taketoshi FUJIYAMA
Deputy Leader/ Pipeline Rehabilitation Plan 1	Mr. Hideyuki IGARASHI
Pipeline Rehabilitation Plan 2	Mr. Teruki MURAKAMI
Leakage Control and Technics	Mr. Hiroki NIIMURA
Commercial Loss/ Customer Management	Mr. Taisuke WATANABE
Construction Supervisor	Mr. Kazuyoshi HONDA
Procurement Management	Mr. Toshinobu KASUYA/ Mr. Hiroki NIIMURA*

Source: JET

The members and Person-Month (P/M) for each expert under the Project are listed in Annex 3.

(2) Training of Counterpart (C/P) in Japan

The following trainees participated in the training from October 17th to November 4th 2022 in Japan (see Table 2-7 and Figure 2-1) and had a debrief session in PPUC on the December 1st 2022.

Table 2-7 Training Members

No.	Trainees	Job Title
1	Mr. BAI David	PPUC Project Planning and Implementation Department Environmental Safeguards Officer
2	Mr. KUARTEI Julian Ermang	PPUC Water Operations Leak Detection Technician
3	Mr. MIKEL Vernon H	PPUC Business Office Meter Reader
4	Mr. SUGAR Augustine Rebluud	PPUC Water Operation Water Meter Technician

添2. 1. 3-6

No.	Trainees	Job Title
5	Mr. THOMAS Santini Bud	PPUC Water Operations Water Treatment Plant Operator

Source: JET



Field Observation in Pipe Replacement in Ise City



Hands-on Training in Takano Water Purification Plant



Field Observation in Pipe Replacement in Yokkaichi City



Water Source Management Center in Yokkaichi City



Lecture by Pipe Manufacturer Company



Hands-on Training in Leak Detection Survey Company

Figure 2-1 Training in Japan

(3) Technical Trainings in Palau

The Project also conducted technical training for the PPUC staff such as the following members:

- Project Coordinator
- Managing Director
- Technical Assistant
- Water Meter Readers
- Leak Surveyors

- Plumbers For Leak Repair
- Environmental Protection Engineer
- Inventory Clark
- Others: One person from Williams Construction Company (hereinafter referred to as "WCC") and Palau National Communications Corporation (hereinafter referred to as "PNCC") respectively

In total 149 day-persons participated in workshop and or field practical training. The detail technical trainings from April 2022 to June 2023 are shown in Annex 4.

(4) Provided Equipment

The equipment required for leak detection, water flow measurement, leak repair & the rehabilitation of service pipes listed in Annex 5 was purchased by the fund of the Project. The total amount of the equipment is JPY 7,190,366 (USD 48,134).

2.4.2 Palauan Side

(1) Assignment of C/P personnel

15 persons including the CEO in total are involved in the Project as the C/Ps from PPUC. The C/Ps are shown in Table 2-8.

Table 2-8 PPUC's C/Ps

No.	Role in Project Implementation	Affiliation/ Name
(1)	Project Director	CEO, PPUC **Mr. Frank Kyota**
(2)	Project Manager	Manager. Project Planning & Implementation Department **Mr. Anthony B. Rudimch**
(3)	Project Coordinator	Construction Inspector. Project Planning & Implementation Department **Mr. John Kintaro, Jr.**
(4)	Manager Procurement Management	Director of Administration **Mr. Tmetuchel Baules**
(5)	Manager	Manager, Water Operation **Mr. David Dengokl**
(6)	Manager	Manager, Human Resource **Ms. Mariah Okada**
(7)	Pipeline Rehabilitation Plan	Outlying States Water System Supervisor, Water Operations **Mr. Marson Aderiano**
(8)	Pipeline Rehabilitation Plan	Administrative Officer, Water Operations **Ms. Donna Titiml**
(9)	Leakage Control and Techniques	Leak Detection Supervisor, Water Operations **Mr. Lester Rehuher**
(10)	Leakage Control and Techniques	Leak Detection Technician, Water Operations **Mr. Julian Kuartei**
(11)	Commercial Loss/Customer Management	CFO (Chief Financial Officer) **Ms. Maria Resa Olivares**
(12)	Commercial Loss/Customer Management	Manager, Business Office **Mr. Torual Gibbons**
(13)	Commercial Loss/Customer Management	Public Relation Officer, General Administration **Ms. Rhea Isebong Rengulbai**
(14)	Construction Supervisor	Engineer, Water Operation **Mr. Sofronio Mahor**
(15)	Procurement Management	CPO (Chief Procurement Officer) **Ms. Johanny Kurihara**

Source: the Project Team

(2) Office, Training Spaces and Furniture

Office spaces, the conference room and necessary items including a Wi-Fi and a projector, required for the JCC, trainings, etc. at the Water Operations Office in Malakal were provided for the operation of the

添2. 1. 3-7

Project.

(3) Local Costs

The following expenses was secured by the PPUC to ensure the effective implementation of the Project.

1) In-country expenses for counterparts and trainees such as transportations.
2) Expenses for utilities such as electricity, water and fuel.
3) Expenses of the installation of 19 water meters in the pilot area on pipeline renewal in Ngermid, administration (allowance for PPUC staff and transportation, communication and custom clearance)

2.5 Implementation Process

2.5.1 Revision of the PDM

The Project has been implemented in the framework of the PDM. The Project Team modified PDM at the 1st JCC and the 2nd JCC as follows:

- Minor modification in the expression of sentence and technical terms;
- Pipe Renewal planning consisting of the two JET's members (Pipe Renewal Planning-1 and -2), and
- Additional equipment (Concrete cutter, concrete breaker and battery & charger before the 2nd JCC in addition to an Ultra-sonic flowmeter and trail cameras which were procured before the 1st JCC).

2.5.2 Hindering Factors

Several factors affected the implementation of the Project.

(1) Delay in the Procurement of Fittings by the Contractor for the Pilot Project

According to the original schedule, the pilot project on pipeline renewal was supposed to be scheduled from the beginning of November 2022 to April 2023. However, the period was extended until the 31st July 2023, because the contractor's procurement progress of pipe materials, etc. was three months behind the original schedule.

As causes of behind schedule, WCC planned to procure pipe materials from the supplier in Guam. However, it was confirmed that some of materials had been out of stock in the supplier. Therefore, the supplier in Guam was forced to replenish stock of the pipe materials from US homeland to Guam and to ship to Palau.

(2) Difficulty in the Employment of Security Staff

Since the minimum night flow in the distribution system of Koror was high, the Project Team decided to measure flow rate of large consumers such as commercial customers in order to identify if leak or actual water usage cause the high minimum night flow. However, since it was too difficult for PPUC to recruit part time-security persons who can monitor measurement equipment at night, minimum night flow survey was conducted only in the place of large consumers where their safe conditions were kept.

CHPTER 3. EVALUATION RESULTS

3.1 Relevance

The Relevance of the Project is evaluated as **high** due to following reasons:

3.1.1 Necessity

PPUC will utilize the experience gained through the project to contribute to the reduction of physical loss of water and apparent losses, and the PR activities on water conservation. It will result in saving cost of energy. Decrease of both physical and apparent losses is expected to contribute to enhance financial status of PPUC and provide sustainable water services to customers. Thus, the Project meets the necessity of beneficiaries.

3.1.2 Priority

There is "Actions for Palau's Future: The Medium Term Development Strategy 2009-2014 (hereinafter referred to as "the Development Strategy"). It has not been updated, but has been applicable of development strategy even now. It places prioritized infrastructure investment and maintenance on water & sanitation sector as one of the prioritized challenges in the Development Strategy. Specifically, the following challenges are stated in the Development Strategy:

(1) Development of alternative water source and the backup water source;
(2) Rehabilitation and fixing of the existing dam and intake facilities;
(3) Rehabilitation of Airai water treatment plant;
(4) Installation and or calibration of water meters;
(5) Trainings of water leak detections, and
(6) Distribution pipe renewal.

The Project aims to reduce NRW, which corresponds to the direction of the Development Strategy. Especially, the Project contributes to securing water source, installation of water meters, trainings of water leak detections and distribution pipe renewal.

3.1.3 Approach

The Project was planned and implemented by utilizing the know-how of the JICA's experts from various technical cooperation on NRW reduction and constantly motivating the PPUC's staff. In addition, the PPUC's capacity as a baseline was taken into considerations in the Project. As a result, the Project was successfully implemented and led to capacity development of PPUC.

3.2 Coherence

The Coherence of the Project is evaluated as **high** due to following reasons:

3.2.1 Consistency with Policy of the Japanese Government's development Assistance

The Japanese Government focuses on infrastructure development required for economic growth and its related human resource development and environmental protection as basic approaches for Palau. Out of basic approaches, the improvement in social service with infrastructure and the overcoming vulnerabilities due to climate change are highly prioritized in the policy of Japanese Government's development assistance. The Project is consistent with the policy in terms of ensuring water resource, saving energy and the improvement in water supply service. Besides, the tendency of an operating cost reduction due to energy saving will contribute to the Palauan Government's financial independence in case of the termination of COMPACT[2] in future.

3.2.2 Synergy Effect

PPUC has acquired the necessary skills to switch over service pipelines appropriately. As a result, some service and distribution pipelines in the Koror-Airai distribution area have been switched over successfully in the project. This means that the skills acquired in the project was appropriately applied to the distribution pipelines laid in the 2018-Grant-Aid Project and the pipelines have been utilized beneficially. However, other service and distribution pipelines may not have been switched over yet, which poses a significant challenge.

[2] Compact of Free Association between the United States and three Pacific Island nations: the Federated States of Micronesia, the Republic of the Marshall Islands, and the Republic of Palau.

添2. 1. 3-8

3.3 Effectiveness

The Effectiveness of the Project is evaluated as **high** due to the following reasons:

The three indicators of the Project Purpose were achieved in the pilot areas. These results showed the validity of the NRW reduction measures such as pipe renewal, leak detection, water meter testing and replacement, and the PPUC's capacity development required for their technical operations and that for the improvement in public awareness on water usage.

Actually, the results that showed the reduction points of approx. 10.1 in the pilot area contributed to saving cost of USD 567 yearly. This is a small value because of small area (24 households), but as described later, if 10.1 points is applied for the entire area in Koror and Airai, PPUC will be able to save operating cost (chemical and fuel) of USD about 1.61 million yearly.

3.4 Efficiency

The Efficiency of the Project is evaluated as **relatively high** due to following reasons:

3.4.1 Efficiency of Inputs from the Japanese Side

The inputs from the Japanese side were realized as planned in terms of quality, quantity, and timing. However, some pipe fittings that WCC ordered from the supplier to implement the pilot project were delayed in delivery for three months because of out of stock in the supplier.

The procurement of the equipment such as concrete cutters and a concrete breaker in addition to the original equipment was able to facilitate pipe repairs.

Moreover, the monitoring of flow rate in the distribution system made PPUC promptly notice the possibility of a water leak occurrence and immediately repair leaks.

3.4.2 Efficiency of Inputs from the Palauan Side

Under the project, PPUC appointed the two staffs who joined in the technical training including leak detections, etc. of the 2018-Grant-Aid Project, so the PPUC side facilitated the activities of leak detection.

3.5 Impact

The Impact of the Project is evaluated as **high** due to following reasons:

3.5.1 Establishment of the Process of NRW Reduction Activities

It is expected that the establishment of the process of NRW reduction activities will have achieved the overall goal at the end of the Project and even after the Project termination as long as PPUC follows the process with the Plan, manual, etc.

3.5.2 Development of Database

PPUC was aware of the importance of database development through the Project, and is planning a budget for the establishment of the GIS dedicated section, because information on the existing pipelines has depended on the certain staff.

In addition, PPUC was able to visualize the track record of the past leak points by using Google App Sheet and Google Looker Studio, so that not only leak detection team but also every staff of PPUC including the CEO was able to monitor the trends of leakage occurrence. This visualization of the track record will be able to contribute to the formulation of future leak detection planning.

3.5.3 Normalization of Water Meter Reading

The PPUC's water meter technicians checked the accuracy of water meters. However, they did not check water meter accuracy appropriately at the beginning of the Project. The training of water meter accuracy test was conducted in the Project. As the result of the appropriate water meter accuracy test, PPUC has been able to read water meters accurately, reducing NRW significantly as reported in the pilot area.

3.5.4 Facilitation of Leak Observation

Before the commencement of the Project, since activities of leak repairs depended on reports from customers, it was assumed that leakage occurred for long time until someone noticed that, resulting in the causes of NRW. However, PPUC was now able to visualize probable water leakage easily through monitoring water flow trends, facilitating leak repairs.

3.6 Sustainability

The Sustainability of the Project is evaluated as **high** due to following reasons:

3.6.1 Policy and Institutional Aspects

As mentioned in "3.1.2", the Development Strategy stated the importance of some activities that are related to the NRW reduction. Though the Development Strategy has not been updated since 2014, PPUC has been following the Development Strategy, noticing the significance of NRW reduction activities by using "Basic Pipeline Renewal Plan" and "Improvement Plan of Management and Renewal for Water Meters". Their policy will result in the sustainability of NRW reduction.

3.6.2 Organizational Aspects

PPUC stated to continue its effort to reduce NRW in Koror-Airai after the Project is completed. PPUC committed to apply "Basic Pipeline Renewal Plan" and "Improvement Plan of Management and Renewal for Water Meters" required for water meter installation and an accuracy test, and to utilize Pipeline Renewal Manual and "Leak Detection Manual" for the purpose of NRW reduction. PPUC is also considering of appointing focal staff for the field of the pipeline renewal, leak detection and commercial loss. The focal staff will be responsible for the whole NRW reduction activities including water flow & NRW ratio monitoring.

3.6.3 Financial Aspects

PPUC committed to ensure the budget required for NRW reduction activities. Conventionally, the PPUC's daily works consisted of NRW reduction activities as well as water treatment operation, customer service, PR, etc. PPUC has improved the process of NRW reduction activities by using the monitoring system introduced in the Project. Therefore, it is expected that PPUC will be able to cut personnel cost required for the NRW reduction activities due to efficient work.

On the other hand, PPUC will have to spend budget on procuring water meters, pipe fittings for pipe repair, etc., to reduce NRW. However, in addition to increase in income due to water meter replacement, it is anticipated that PPUC will be able to cut operating costs such as fuel and chemicals entirely in the future due to the reduction of NRW.

3.6.4 Technical Aspects

PPUC does not need to organize the team newly. The members appointed as the Project Team will take a proactive approach to maintain NRW reduction activities such as pipe renewal, leak detection, pipe repair, the elimination of commercial loss, and water meter renewal, etc. PPUC has been addressing to reduce NRW by using the "Basic Pipeline Renewal Plan", the "Pipeline Renewal Manual", the "Improvement Plan of Management and Renewal for Water Meters" and the "Improvement Plan of Pubic Water Usage".

3.7 Capacity Assessment

JET conducted capacity assessment at organizational and team level as baseline and end line in April 2022 and November 2023[3] respectively.

[3] The assessment of the team responsible for leak detection, public relation, water meter maintenance, customer management and billing was conducted earlier in September 2023, because of the assignment schedule the JET members responsible for leak detection and commercial loss in Palau.

添2. 1. 3-9

3.7.1. Organizational Level

In regard to organizational level, the 22 assessment items shown in Figure 3-1were assessed through dialogue among the Project Team. The three items (13.6%): No.16, No.17 and No. 19 of the 22 assessment items at organizational level were already at the highest rank at the baseline stage. The capacity has been improved in 10 items (45.5%) of the 22 assessment items that should be improved, while not been improved in nine items (40.9%). PPUC has comprehensively been able to improve the capacity of activities such as NRW reduction plan, water meter replacement, leak detection, house connections and PR on water conservation at organizational level. The assessment detail is shown in Annex 6.

Besides, Annex 7 shows key performance indicators. According to it, the decrease in NRW ratio and the improvement in the PPUC's skills on analysis of technical data are noticeable points compared with the baseline stage.

3.7.2. Team Level

JET assessed capacity of the team level. Afterward, JET had an opportunity for the team to confirm the results of assessment and give comments to JET.

All the teams have been able to improve their skills of all the activities as the target of capacity development set in April 2022, as shown in from Figure 3- to Figure 3- (see Annex 8- 10).

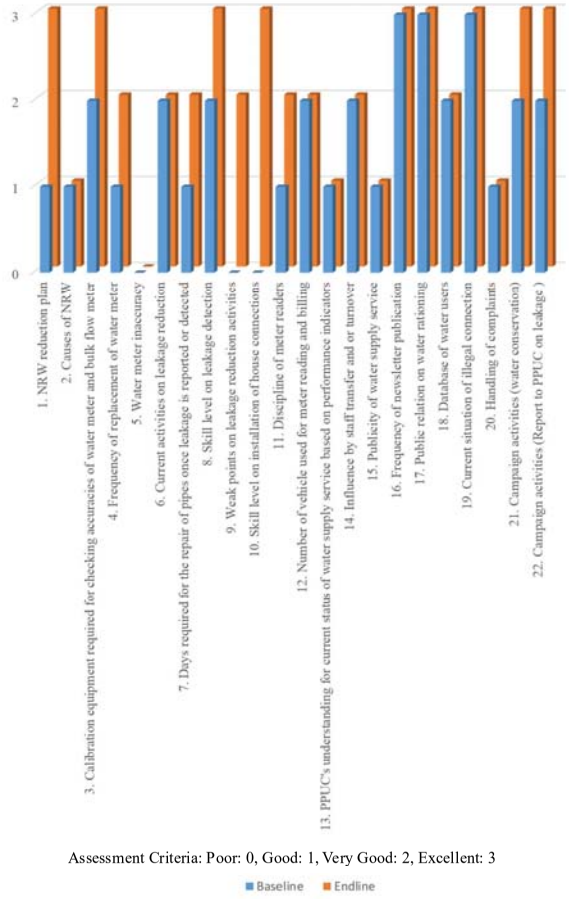


Figure 3-1 Achievement of the Capacity at Organizational Level

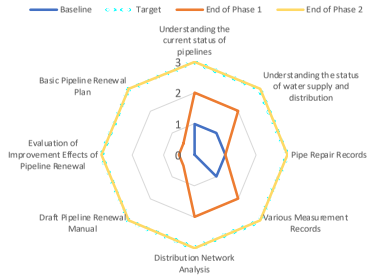


Figure 3-2 Achievement of the Capacity for Team Responsible for Pipeline Renewal Plan

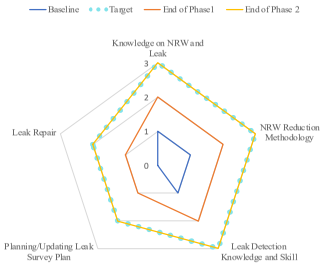


Figure 3-3 Achievement of the Capacity for Team Responsible for Leal Detection (NRW Capacity)

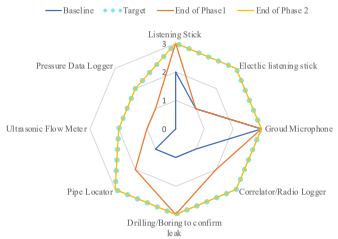


Figure 3-4 Achievement of the Capacity for Team Responsible for Leal Detection (Equipment Knowledge)



Figure 3-5 Achievement of the Capacity for Team Responsible for Leal Detection (Equipment Practical Use)

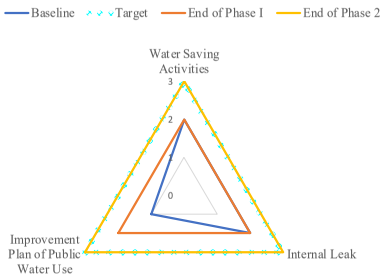


Figure 3-6 Achievement of the Capacity for Team Responsible for Public Relation

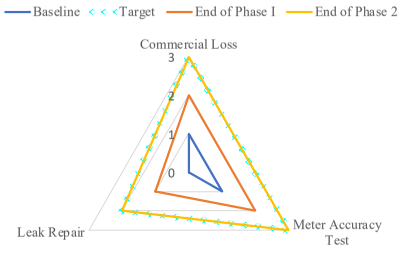


Figure 3-7 Achievement of the Capacity for Team Responsible for Water Meter Maintenance

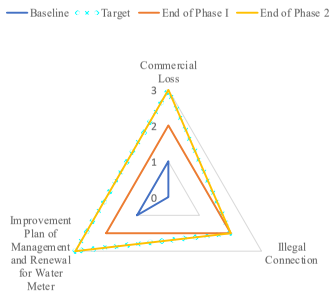


Figure 3-9 Achievement of the Capacity for Team Responsible for Customer Management

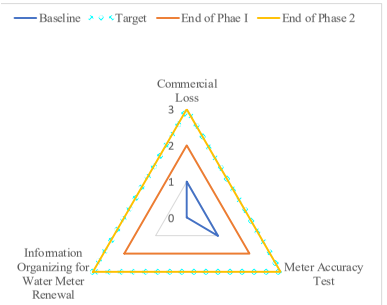


Figure 3-10 Achievement of the Capacity for Team Responsible for Billing

添2.1.3-10

CHPTER 4. LESSONS LEARNED

The Project Team pointed out the importance of the following lessons for the future PPUC's activities and the JICA's other projects.

(1) Consideration on Service Pipeline Switching Over in case of Pipeline Renewal

In the routes where distribution pipelines were replaced in the Second Project, water flowing in the new pipelines might have back-flowed to the old service pipelines in some of connections out of approx.300. This may be because of old valves not being closed in the old service pipeline. When switching over in case of distribution pipeline renewal, PPUC must remember to disconnect from the old service pipelines with end caps.

Besides, as above mentioned, it is important for PPUC reliably and appropriately to switch over service pipelines in order to bring out the Second Project effects. However, it is difficult for Japanese contractors of the grant aid project to inspect the situation of switching over in private premises where service pipelines are switched over. It is desirable that scope of work under contractors is deregulated so that contractors can inspect switching over of service connections appropriately.

(2) Normalizing Service Pipes and Water Meters

It was observed that there are multiple service connections without water meters in a certain institutional user (PCC) through the Project. Actually, water meters should be installed in all service connections or all service pipelines laid in one user premise should be connected mutually in order for PPUC to install one water meter easily. Because, the quantity of water flowing in service pipelines without water meters is not billed by PPUC, which results in the creation of NRW. Since there may be more of such kinds of institutional user other than PCC, PPUC should carefully inspect service connections and water meters of institutional and commercial users as one of NRW reduction activities.

(3) Well-mannered PR activities Before and After the Replacement of Water Meters

Billed water increased in the most cases after the replacement of water meters. Some customers complained to PPUC and gave inquiries about the increase in amounts of bills. Therefore, PR activities that consist of the well-mannered explanation of the necessity of water meter replacement, the occurrence of increase or decrease in water consumption, etc. is of importance for PPUC to carry out prior to the replacement of water meters so that customers can understand the increase in billed water smoothly.

(4) Careful Water Meter Reading after the Replacement of Water Meters

A counter of water meters depends on their types. Especially, it is important to carefully check units such as litter, gallon, number of digits, etc. of water meters carefully. In the Project, water meter readers wrongly read the replaced water meters because their scale and or unit was different from the previous ones. Wrong reading of water meters causes inappropriate billing, which results in undermining customers' trust for PPUC. Therefore, PPUC should train water meter readers to read new types of water meters appropriately.

(5) Consideration on Delay of Material Procurement

In the pilot project, Ngermid distribution system, the completion of the construction was three month behind schedule, because pipe fitting materials that the contractor ordered were out of stock in suppliers, in Guam. PPUC needs to maintain sufficient inventory to eliminate delays in material procurement.

(6) Consistent Data Collection, Management, Monitoring and Analysis

JET developed data monitoring system in WOO and provided PPUC staff with the training on the relationship between results of monitoring and following actions in terms of NRW reduction through a Workshop. It seemed that no one sometimes paid attention of the monitoring result. In order for PPUC to maintain systematic work on data monitoring and following actions, it is desirable that a focal person as the Project Coordinator who encourages the concerned staff should be appointed in future.

(7) Identification of Causes of High NRW even after Countermeasures

The Project Team noted high NRW ratio in the pilot area in Ngermid water distribution area at the final stage, even after pipeline renewal and the replacement of water meters. In the Project, significant points required for NRW reduction operation were shared with PPUC. The following are the quick check list.

添2.1.3-11

It is **important** for PPUC to take all the measures of operation in field.

- Setting-up pipe conditions (especially, high impact conditions: pipe material, pipe diameter, thickness, units, measurement interval) in an ultra-sonic flow meter;
- Checking valves on the old pipelines if they are closed;
- Checking gate valves on the service pipelines if they are closed;
- Checking if water at faucets in house and premises are closed;
- Checking the accuracy of water meters, though they are new ones, and
- Checking if there are unknown service pipelines in a certain service area.

CHPTER 5. CONCLUSION AND RECOMMENDATION

5.1 Conclusion

As for the PDM_3, Output 1, 2 and 3 can be achieved. Besides, the Project Purpose is achieved. Regarding the overall goal, NRW ratio in Koror-Airai system is approx. 51.7 % as of the end of November 2023. The NRW ratio was decreased by 3.8 points compared to that at the beginning of the Project. This reduction resulted in the contribution to an operating cost reduction of USD 0.6 million[4] per year. If the reduction points (10.1 points) obtained as a result of the pilot project are applied for the whole Koror-Airai areas, the operating cost will be reduced by USD 1.61 million per year.

On the other hand, the results of six evaluation criteria of OECD are shown in Table 5-1.

Table 5-1 Results by Evaluation Criterion

Criteria	Results	
Relevance	High	: The Project is consistent with the PPUC's needs, the relevant policies and strategic plans.
Coherence	High	: The Project is consistent with the policy in terms of ensuring water resource, saving energy and the improvement in water supply service. Besides, the distribution pipelines laid in the 2018-Grant-Aid Project will have beneficially been utilized, so that NRW will be reduced significantly.
Effectiveness	High	: The three indicators of the Project Purpose were achieved.
Efficiency	Relatively High	: There is a delay in the procurement of equipment required for the pilot project on pipeline renewal. However, the delay almost did not hinder the pilot project.
Impact	High	: The process of NRW reduction activities was established in PPUC, so it is expected that NRW ratio will be reduced continuously. In addition, the monitoring system on leaks and their repairs as a part of database has been developed in the Project. It will contribute to the identification of leaks and the formulation of a future leak detection planning.
Sustainability	High	: PPUC recognizes NRW reduction is required for improving in the cost recovery. Therefore, PPUC committed to apply "Basic Pipeline Renewal Plan" and "Improvement Plan of Management and Renewal for Water Meters", etc. required for the purpose of NRW reduction. In addition, as a technical approach, the members appointed as the Project Team will take a preventive approach to maintain NRW reduction activities by using the above plans and manuals, etc.

Source: JET

5.2 Recommendation

(1) Establishment of a Reliable Work Frame

As mentioned in "(1)" of Chapter 4, service pipelines should not be kept connected to the old distribution pipelines. In other words, old gate valves on service pipelines that should be closed but remain open can contribute to NRW. As a regular activity, it is essential that water meter technicians and other leak detection teams carefully inspect and conduct acoustic survey of water flow continuously, whether water flows or not.

(2) Enhancement of Awareness Raising Activities

The Project increased the number of customers' awareness raising activities such as internal leaks, water conservation, etc. The activities will promote customers' understanding that will contribute to securing water resource. It is highly recommended that PR activities on customers' awareness is actively and regularly continued by PPUC.

[4] The reduction operating cost was calculated by multiplying the unit operating cost, monthly distributed flow, and reduction points of NRW.
- Monthly average distributed water: 74,000,000 gal/month (Source: PPUC)
- Unit operating cost (chemical and fuel) : USD 0.018/gal/month (Source: PPUC)

(3) Establishment of Database (GIS) Section in PPUC

If the information on the existing water supply facilities is unknown among staff in PPUC, daily maintenance is inefficient. Therefore, the development of database is one of the challenges for PPUC.

It is desirable that PPUC establishes a dedicated database section to update the information of pipelines, leak points and water meters regularly. The information to be updated will be able to facilitate daily maintenance such as leak detection, leak repair, pipe switching over, etc.

(4) Noticeable Points of Water Tariff Revision

Currently, average domestic water consumption is estimated at monthly 8,280 gal[5] per house (31,339 liter per house) in Koror-Airai. This monthly bill is estimated to be about USD 30 per household according to the current PPUC's water tariff system. If the monthly average household income is assumed to be USD 644[6], water tariff will make up approximately 4.7% of household income. This is more than 4% of disposable income that is the standard value suggested by World Bank for developing countries.

Actually, the PPUC's water tariff system was supposed to be revised in October 2023, but the revision of water tariff was postponed, because the board of PPUC rejected it. If the rate of water tariff to monthly household income further increases, PPUC should pay attention to the trend of illegal connections that may arise due to financial difficulties.

(5) Development of Data Management

Google App Sheet and Google Looker Studio were introduced for checking the distribution of leak points, monitoring water distribution rate & NRW ratio in the Project. It is recommended that PPUC continuously monitors the trend of flow rate and NRW ratio to take prompt and efficient actions such as leak detection and repair of pipelines promptly and efficiently.

Besides, PPUC has to understand the process of data management and decide to appoint staff who are responsible for data management activities.

(6) Sharing Technical Information among the staff concerned with Daily NRW reduction Activities

Sharing technical information is significantly related to the above "(4) Enforcement of Data Management". Data management contains sharing technical information such as distribution flow rate, water consumption, leak locations, repair records, meter reading data, water meter accuracy test, the replacement of water meters, etc. This information should be shared among the staff concerned with daily NRW reduction activities in order for PPUC to work precisely and efficiently. Sharing information daily will be indispensable in ensuring the sustainability of NRW reduction activities.

(7) Sharing Knowledge gained through the Project

Two staff members who were involved in the NRW reduction activities left the Project during the less-than-two-year Project period. To ensure sustainability of the NRW reduction activities, it is recommend that not only project coordinator but also focal staffs, who were engaged in pipe renewal plan, leak detections, commercial loss, are responsible for sharing their knowledge gained through the Project with other staff members.

(8) Appointment of a Focal Staff and an Annual Action Plan on NRW Reduction

As far as JET has observed, the pace of activities slowed down after a project is completed in other countries. Therefore, it is necessary to select a focal staff for NRW reduction activities so that PPUC will not forget the current NRW activities and sustain them in future.

In addition, it is desirable that the focal staff to be appointed in PPUC has a strong leadership and prepares an annual action plan of NRW reduction in order for relevant staff to steadily follow it.

[5] Daily per-capita water consumption: 69 gal per capita per day

[6] Livingcost (https://livingcost.org/cost/palau)

添2.1.3-12

Annex 1: Project Design Matrix (PDM3)

Project Monitoring Sheet I (Project Design Matrix (PDM))

Project Title: The Project for Strengthening Capacity in Non-Revenue Water Reduction in Palau
Implementation Organization : PPUC (Palau Public Utilities Corporation)
Project Period: February 2020 to January 2024 (24 months)
Beneficiaries: Counterparts (CP) of PPUC

Version 3
Date: June 30, 2023

		Objectively Verifyable Indicator	Means of Verification	Important Assumption
Overall Goal				
Non-Revenue Water (NRW) is decreased by continuous NRW reduction activities such as pipe replacement, leak detection, monitoring of water use.		NRW ratio in Koror-Airai system has been decreased continuously, compared to that at the end of the project.	Annual Business Report, etc.	Pipelines are renewed in accordance with a basic pipeline renewal plan
Project Purpose				
Capacity of NRW reduction management and implementation is strengthened.		- NRW ratio is reduced in the pilot area. - Distribution pipeline renewal and necessary house connections are appropriately conducted in the pilot area. - Public awareness on water usage is improved in the pilot area.	Result of NRW calculation Record of pilot project. Hearing result in public awareness improvement activity.	No major organizational change in PPUC No large-scale drought
Outputs				
1	Implementation capacity of pipe renewal is improved through the preparation of a basic pipeline renewal plan for Koror-Airai water distribution system.	A basic pipeline renewal plan for Koror-Airai Water Distribution System is approved by CEO of PPUC. Current condition of pipelines is analyzed. A basic pipeline renewal plan for the pilot area is approved.	Approval sheet issued by CEO of PPUC. Result of current condition analysis including hydraulic analysis. Approval sheet issued by CEO of PPUC.	
2	Capacity of leak detection and replacement / switch-over of pipes is improved.	A leak detection manual is approved by CEO of PPUC. Manual and Report of case studies / lessons learned on pipe switching-over are approved by CEO of PPUC.	Approval sheet issued by CEO of PPUC. Approval sheet issued by CEO of PPUC.	
3	Capacity of commercial loss reduction, water use monitoring, public awareness on water save is improved.	Improvement plan of public water usage / management and renewal plan for water meters are approved by CEO of PPUC.	Approval sheet issued by CEO of PPUC.	
Activity		Input		
Activities for Output 1		<Palau>	<Japan>	
1-1	Organize and analyze the current pipelines reviewing the existing documents, the piping diagrams, etc.	1. Counterpart 1) Project Director: CEO 2) Project Manager: PPID Manager 3) Project Coordinator: PPID Construction inspector 4) Other technical / administration staff 5) HRD manager 2. Offices & Facilities 1) Office place of Experts 2) Land of pilot project, and the access 3. Equipment 1) Ground Microphone x 2 2) Electric Listening Stick x 2 3) Noise Level Analyzer x 2 4) Listening Stick x3 4. Costs 1) Installation of customer water meters 2) Administration (allowance for PPUC staff, accommodation and transportation, communication, custom clearance, over storage fee at custom clearance) 3)Unexploded Ordnance (UXO) Clearance during the Project (if needed) 5. Necessary data and information for the Project	1. JICA Experts 1) Leader/NRW reduction 2) Deputy Leader/ Pipe renewal planning 1 3) Pipe renewal planning 2 4) Leakage control and technics 5) Commercial loss/ Customer water use management 6) Construction Supervision 7) Procurement management 2. Equipment 1) Data logger for water pressure x 2 2) Test meter for water meter accuracy x 2 3) Correlating Radio Noise Logger for Leak Monitoring x 1 4) Hammer drill for leak confirmation x 1 5) Water meters, joints, valves x 1 Ls 6) Pipes, joints for OJT x1 Ls 7) Ultra-sonic flowmeter x 2 8) Trail camera x 2 9) Concrete Cutter x1 10) Concrete Breaker x 1 11) Battery and Charger x 1 3. Construction (Subcontract) 1) Construction in the pilot area (Pipe replacement, flow / water meter installation, materials are included) 4. Training in Japan (Pipe renewal plan / Asset management, Leakage control, Commercial loss, PR/ Customer service)	
1-2	Collect information on water supply and distribution status (distribution pipes, service pipes, illegal connections, etc.) through surveys and interviews.			
1-3	Update the piping diagram, etc., and analyze the piping network hydraulically .			
1-4	Set evaluation criteria for pipeline renewal and prepare a draft priority plan by route and/or region.			
1-5	Select a pilot area on pipeline renewal including water meter replacement.			
1-6	Conduct a detailed survey of the current situation regarding leak detection, water meter accuracy and customers' water use in the pilot area through Activity 2-2 and 3-2.			
1-7	Develop a basic pipeline renewal plan in the pilot area in cooperation with Activity 2-3.			
1-8	Install a flowmeter in the pilot area to measure and monitor the inflow.			
1-9	Replace the pipelines in the pilot area and confirm the change of water inflow and outflow before and after the replacement .			
1-10	Replace service pipes and water meters in the pilot area and confirm the changes of water inflow and outflow before and after the replacement.			
1-11	Summarize the results and effects to be improved in the pilot area.			
1-12	Formulate a basic pipeline renewal plan for the Koror-Airai water distribution system including the process of prioritization, based on the above activities.			
Activities for Output 2				
2-1	Analyze the current status of leak detection, pipe repair, and renewal / switching-over pipes.			
2-2	Draft a leak detection manual by incorporating the results of Activity 1-6 so that PPUC staff can detect leaks in house connections and distribution pipes.			
2-3	Draft a pipeline renewal manual by incoporating the results of Activity 1-7 so that PPUC staff are able to formulate and update a basic pipeline renewal plan.			
2-4	Create a report of case studies / lessons learned through the activities for Output 1 so that PPUC staff is able to switch over from old pipes to new pipes appropriately			
2-5	Finalize the leak detection manual after the feedback from the Activity 2-1 to 2-4 and through OJT conducted in the pilot area of Output 1 and additional pilot areas for leak detection.			
2-6	Reflect the result of Activity 2-1 to 2-5 into the basic pipeline renewal plan in activity for Output 1.			
Activities for Output 3				
3-1	Analyze the current situation regarding commercial loss reduction, water use monitoring, public awareness on water save.			
3-2	Prepare an improvement plan (draft) of management and renewal for water meters through identification of needs for a meter accuracy test and illegal connections, incorporating with the results of Activity 1-6.			
3-3	Finalize the management and the renewal plan (drafted in Activity 3-2) for water meters through OJT in the pilot area of activities for Output 1 and the additional pilot area for water use monitoring activities for Output 2.			
3-4	Create an improvement plan of public water usage to reduce unnecessary water and internal leak after water meters.			
3-5	Finalize the improvement plan of public water usage, through OJT and improvement activities (awareness on water save, publicity, water saving device introduction) according to Activity 3-4 in the pilot area for Output 1 and the additional pilot area for water use monitoring activities for Output 2.			
3-6	Reflect the result of Activity 3-1 to 3-5 into the Activity for Output 1, the basic pipeline renewal plan.			
				Pre-conditions
				No spread in large scale of infectious diseases such as covid-19

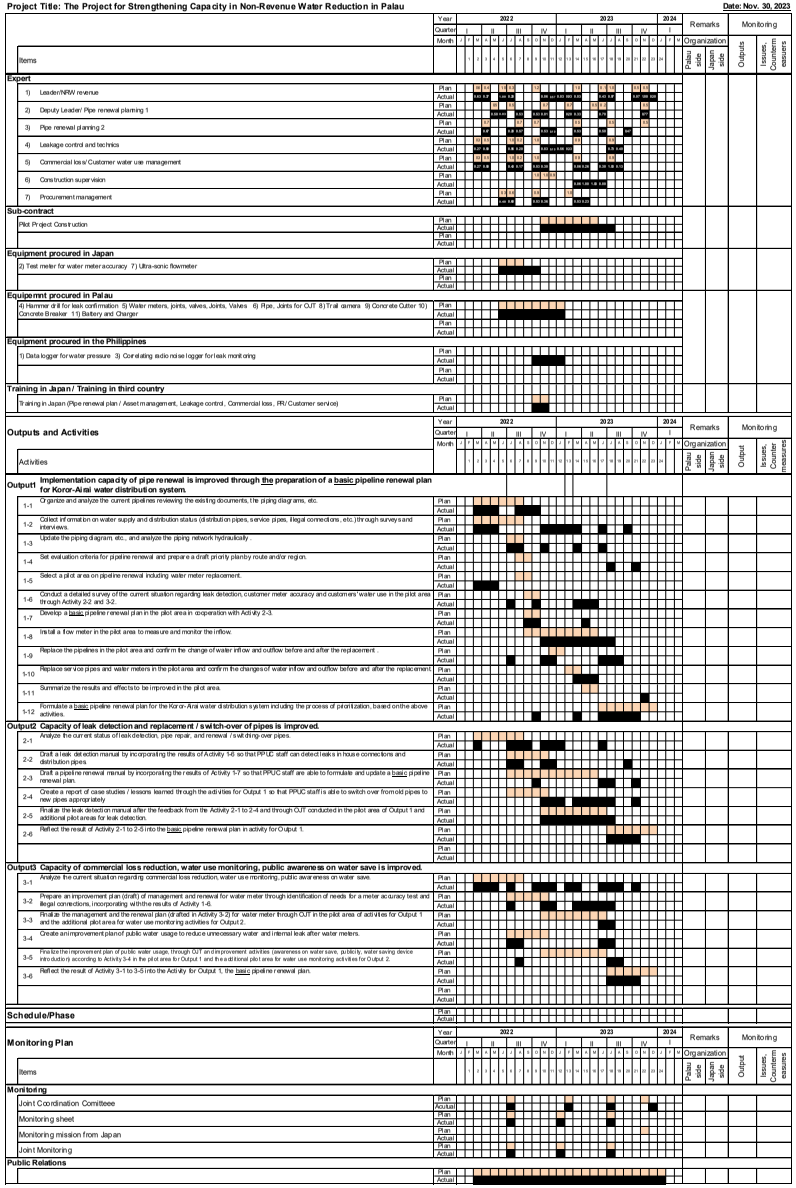
添2.1.3-13

Annex 2: Project Operation (PO3)

Project Monitoring Sheet II (Plan of Operation (PO))

Version 4
Date: Nov. 30, 2023

Project Title: The Project for Strengthening Capacity in Non-Revenue Water Reduction in Palau



Annex 3: List of JICA Experts

As of 31 December 2023

(1) Work in Palau

Name	Field of charge	Planned & Achieved	Dispatched period (P/M)		
			Feb. to Dec. 2022	Jan. to Dec. 2023	Total
Mr. Taketoshi FUJIYAMA	Leader/NRW reduction	Planned	3.50	3.10	6.60
		Achieved	2.83	3.67	6.50
Mr. Hideyuki IGARASHI	Deputy Leader/ Pipe renewal planning 1	Planned	1.70	1.90	3.60
		Achieved	1.63	2.00	3.63
Mr. Teruki MURAKAMI	Pipe renewal planning 2	Planned	2.10	1.50	3.60
		Achieved	2.07	1.50	3.57
Mr. Hiroki NIIMURA	Leakage control and technics	Planned	2.93	1.87	4.80
		Achieved	2.87	2.03	4.90
Mr. Taisuke WATANABE	Commercial loss/ Customer water use management	Planned	2.93	1.87	4.80
		Achieved	2.20	2.60	4.80
Mr. Kazuyoshi HONDA	Construction Supervision	Planned	2.90	0.00	2.90
		Achieved	0.00	2.90	2.90
Mr. Toshinobu KASUYA	Procurement management	Planned	1.80	1.00	2.80
		Achieved	1.90	0.77	2.67
Total		Planned	17.86	11.24	29.10
		Achieved	13.50	15.47	28.97

(2) Work in Japan

Name	Field of charge	Planned & Achieved	Dispatched period (P/M)		
			Feb. to Dec. 2022	Jan. to Dec. 2023	Total
Mr. Taketoshi FUJIYAMA	Leader/NRW reduction	Planned	0.30	0.10	0.40
		Achieved	0.40	0.10	0.50
Mr. Hideyuki IGARASHI	Deputy Leader/ Pipe renewal planning 1	Planned	0.30	0.10	0.40
		Achieved	0.25	0.12	0.37
Mr. Teruki MURAKAMI	Pipe renewal planning 2	Planned	0.30	0.10	0.40
		Achieved	0.25	0.18	0.43
Mr. Hiroki NIIMURA	Leakage control and technics	Planned	0.15	0.05	0.20
		Achieved	0.05	0.18	0.23
Mr. Taisuke WATANABE	Commercial loss/ Customer water use management	Planned	0.15	0.05	0.20
		Achieved	0.10	0.10	0.20
Mr. Kazuyoshi HONDA	Construction Supervision	Planned	0.10	0.00	0.10
		Achieved	0.00	0.10	0.10
Mr. Toshinobu KASUYA	Procurement management	Planned	0.15	0.05	0.20
		Achieved	0.00	0.20	0.20
Total		Planned	1.45	0.45	1.90
		Achieved	1.05	0.98	2.03

(3) Total

Name	Field of charge	Planned & Achieved	Dispatched period (P/M)		
			Feb. to Dec. 2022	Jan. to Dec. 2023	Total
Mr. Taketoshi FUJIYAMA	Leader/NRW reduction	Planned	3.80	3.20	7.00
		Achieved	3.23	3.77	7.00
Mr. Hideyuki IGARASHI	Deputy Leader/ Pipe renewal planning 1	Planned	2.00	2.00	4.00
		Achieved	1.88	2.12	4.00
Mr. Teruki MURAKAMI	Pipe renewal planning 2	Planned	2.40	1.60	4.00
		Achieved	2.32	1.68	4.00
Mr. Hiroki NIIMURA	Leakage control and technics	Planned	3.08	1.92	5.00
		Achieved	2.92	2.21	5.13
Mr. Taisuke WATANABE	Commercial loss/ Customer water use management	Planned	3.08	1.92	5.00
		Achieved	2.30	2.70	5.00
Mr. Kazuyoshi HONDA	Construction Supervision	Planned	3.00	0.00	3.00
		Achieved	0.00	3.00	3.00
Mr. Toshinobu KASUYA	Procurement management	Planned	1.95	1.05	3.00
		Achieved	1.90	0.97	2.87
Total		Planned	19.31	11.69	31.00
		Achieved	14.55	16.45	31.00

Annex 4: Technical Training (Period: April 2022 - June 2023)

Type of Training	No.	Date	Contents	Participants	Number of Participants
Workshop	1	April 21, 2022	・Review of the existing data and pipeline drawings ・GIS data	・Water meter readers ・Leak surveyor ・Plumber for leak repair ・Others	15
	2	August 3, 2022	・Leak survey ・Water meter accuracy	・Project coordinator ・Managing director ・Water meter readers ・Leak surveyor ・Plumber for leak repair・Inventory Clark ・Others	16
	3	August 15, 2022	・Distribution flow management and pipeline renewal - Review of NRW ratio - Relation between distribution flow rate and leakage - Accurate record of distribution flow and monitoring	・Project coordinator ・Managing Director ・Technical manager ・Environmental protection engineer ・Water meter readers ・Leak surveyor ・Plumber for leak repair ・Others	13
	4	August 24, 2022	・Distribution flow management and pipeline renewal - Review of NRW ratio - Relation between distribution flow rate and leakage - Accurate record of distribution flow and monitoring - Pipeline switching over in the pilot construction	・Project coordinator ・Managing Director ・Environmental protection engineer ・Water meter readers ・Leak surveyor ・Plumber for leak repair ・Others	13
	5	October 21, 2022	・Accurate record of distribution flow and monitoring ・Water meter accuracy test in the pilot area on pipeline renewal	・Project coordinator ・Managing Director ・Water meter readers ・Leak surveyor ・Plumber for leak repair	12
	6	November 4, 2022	・Examination of water meter deterioration based on water meter accuracy test and cost of water meter replacement	・Project coordinator ・Managing Director ・Water meter readers ・Leak surveyor ・Plumber for leak repair	7
	7	November 22, 2022	・Network analysis by using its software (EPANET)	・Managing Director ・Technical assistant	2
	8	November 23, 28 and 29, 2022	・Practical network analysis modeling training for two distribution areas (3 days x 2 staff =6 staff)	・Managing Director ・Technical assistant	6
	9	November 30, 2022	・Practical network analysis training for one distribution for one distribution area	・Managing Director ・Technical assistant	2
	10	March 29, 2023	・Identification of issues through network analysis and solution	・Project coordinator・Managing Director・Water meter readers・Leak surveyor・Plumber for leak repair	7
	11	June 2, 2023	Asbestos Control	・Managing Director ・Technical assistant ・Plumber for leak repair	11
	12	June 16, 2023	Data management required for NRW reduction	・Project coordinator ・Water meter readers ・Technical assistant	6

Type of Training	No.	Date	Contents	Participants	Number of Participants
				・Customer service ・Leak surveyor	
	13	June 23, 2023	Construction Supervision	・Project coordinator ・Technical assistant (One person from WCC and PNCC respectively out of six members)	6
Field Training	14	5 days in April 2022	・Demonstration of water meter accuracy test	・Plumber for leak repair	3
	15	10 days in July and August 2022	・Leak detection using equipment ・Leak detection	・Leak surveyor ・Plumber for leak repair	3
	16	4 days on October 18-27, 2022	・Water meter accuracy test (4days x 2 staff = 8 staff)	・Plumber for leak repair	8
	17	November 11, 2022	・Installation of an ultrasonic flowmeter on large diameter pipe (800 mm)	・Plumber for leak repair	1
	18	November 11, 2022	・Confirmation of water flowing to old pipelines	・Plumber for leak repair	1
	19	November 14, 2022	・Water flow measurement by using an ultrasonic flowmeter	・Plumber for leak repair	1
	20	November 16, 2022	・Water flow measurement by using an ultrasonic flowmeter ・Acoustic survey in each household	・Plumber for leak repair	2
	21	3 days on November 17- 23, 2022	・Water flow measurement by using an ultrasonic flowmeter ・Acoustic survey in each household (3days x 1 staff = 3 staff)	・Plumber for leak repair	3
	22	January 18, 2023	・Water flow measurement by using an ultra-sonic flowmeter	・Leak surveyor ・Plumber for leak repair	2
	23	January 25, 2023	・ Leak detection	・Leak surveyor ・Plumber for leak repair	2
	24	January 26, 2023	・Water flow measurement by using an ultra-sonic flowmeter ・Practical training how to use water pressure	・Leak surveyor ・Plumber for leak repair	2
	25	January 30, 2023	・Practical training of leak detection by using a monitoring-type-leak correlator	・Leak surveyor ・Plumber for leak repair	2
	26	March 24 and 28, 2023	・Water meter accuracy test by using electric test meter (2 days x 1 staff = 2 staff)	・Plumber for leak repair	2
	27	March 29, 2023	・Instruction of trail cameras	・Plumber for leak repair	1

Annex 5: Equipment List

5.1 All Items

No.	Item	Purpose or Required Specification	Q'ty	Remarks	Supplier
1	Ultrasonic Flow-meter	To measure water flow rate from Water Treatment Plant and Reservoir	2 sets	-Tokyo Keiki（Model：UFP-20) - Medium Transducer (DN65mm-500mm) - Set of accessary	Tokyo Keiki INC.
2	Test meter	To check accuracy of existing water meter currently used	2 sets	- Aichi Tokei (Model：TR-IV) - Set of accessary	Aichi Tokei Denki Co., Ltd
3	Hammer Drill	To make hole on the concrete and asphalt road for leak detection by listening stick	1 set	-Milwaukee Rotary Hammer 1-9/16" -1/2x13 bit x 3 pics	Mason's Hardware
4	Trail Camera	To monitor water flow meter during night in order to measure water flow rate	2 sets	-K&F Concept 4K@30FPS -37mm Close-up Filter Set -Energizer Rechargeable AA Batteries with Battery Charger -Micro SD Card 32GB	Globus Trading Company
5	Sockets and Valves	To use for rehabilitation of service pipe in pilot area	1 set	Detailed list is shown in Supplementary of Equipment List No.5 and No.6	-Mason's Hardware -Western Caroline Trading Company West Ace Hardware -True Value Palau Hardware
6	Pipes and Fittings (OJT)	To use for maintenance of pipe for leakage repair in pilot area			
7	Battery and Charger	To supply power to flowmeter for 24hrs. continually	1 set	-Battery Lepord 36AH 12V x 2 pics (Model: 38B20LMF) - Charger Battery 6/2AMP x 1pic	Airai Super Center
8	Pressure logger	To find abnormality such as leakage with measurement of water pressure from 24 hrs. to 72 hrs. continually	2 sets	-"Ovarro" Manual Data Logger (Model: Primelog+ 2i NXG 404) <Inclusive> -PXX 061 Standard Pressure hose -Quick connect fitting -RXG 341 Flow Bare Wire Cable -NXG 881 Programming Cable	EastAsia Solutions Technologies Corporation
9	Correlating Leak Noise Logger	To survey leakage premeditatedly under the road which has many traffic	1 set	-"Ovarro" Multi-point correlation system Code: JXG-001 (Model: Enigma) <Inclusive> -8 loggers -Compact case -USB Cable	EastAsia Solutions Technologies Corporation
10	Concrete Cutter	To cut concrete paved road for repair of leakage	1 set	-Concrete Cutter CC220-4 W/5 Blade - Diamond Blade 20"	Airai Super Center
11	Concrete Breaker	To open concrete paved road after cut of road by concrete cutter	1 set	-Hammer Demolition Electric Plus Cart	Airai Super Center

添2.1.3-16

5.2 Breakdown of No.5 and No.6 in Table 3

No.	Item Name	Diameter	Q'ty	Supplier
1	Female Adapter PVC SCH80 1/2"	1/2"	12	Mason's Hardware
2	Female Adapter PVC SCH80 3/4"	3/4"	26	Mason's Hardware
3	Female Adapter PVC SCH80 1"	1"	12	Mason's Hardware
4	Female Adaptor PVC SCH80 1-1/4"	1-1/4"	12	Mason's Hardware
5	Female Adaptor PVC SCH80 1-1/2"	1-1/2"	12	Mason's Hardware
6-1	Female Adapter PVC SCH80 2"	2"	8	Mason's Hardware
6-2			6	Western Caroline Trading Company West Ace Hardware
6-3			12	True Value Palau Hardware
7	Male Adapter PVC SCH80 1/2"	1/2"	14	Mason's Hardware
8	Male Adapter PVC SCH80 3/4"	3/4"	30	Western Caroline Trading Company West Ace Hardware
9	Male Adapter PVC SCH80 1"	1"	14	Western Caroline Trading Company West Ace Hardware
10	Male Adapter PVC SCH80 1-1/4"	1-1/4"	14	Western Caroline Trading Company West Ace Hardware
11	Male Adapter PVC SCH80 1-1/2"	1-1/2"	14	Mason's Hardware
12	Male Adapter PVC SCH80 2"	2"	30	Mason's Hardware
13	Ball Valve SCH80 1/2"	1/2"	1	Western Caroline Trading Company West Ace Hardware
14	Ball Valve SCH80 3/4"	3/4"	3	Western Caroline Trading Company West Ace Hardware
15	Ball Valve SCH80 1"	1"	1	True Value Palau Hardware
16	Ball Valve SCH80 1-1/4"	1-1/4"	1	Western Caroline Trading Company West Ace Hardware
17	Ball Valve SCH80 1-1/2"	1-1/2"	1	Western Caroline Trading Company West Ace Hardware
18	Ball Valve SCH80 2"	2"	2	Western Caroline Trading Company West Ace Hardware
19	Check Valve 1/2"	1/2"	6	Western Caroline Trading Company West Ace Hardware
20	Check Valve 3/4"	3/4"	13	Western Caroline Trading Company West Ace Hardware
21	Check Valve 1"	1"	6	Western Caroline Trading Company West Ace Hardware
22	Check Valve 1-1/4"	1-1/4"	6	Western Caroline Trading Company West Ace Hardware
23	Check Valve 1-1/2"	1-1/2"	6	Western Caroline Trading Company West Ace Hardware
24	Check Valve 2"	2"	13	Western Caroline Trading Company West Ace Hardware
25	Coupling PVC SCH80 1/2"	1/2"	6	Western Caroline Trading Company West Ace Hardware
26	Coupling PVC SCH80 3/4"	3/4"	14	Mason's Hardware
27	Coupling PVC SCH80 1"	1"	6	Mason's Hardware
28	Coupling PVC SCH80 1-1/4"	1-1/4"	6	Mason's Hardware
29	Coupling PVC SCH80 1-1/2"	1-1/2"	6	Mason's Hardware
30	Coupling PVC SCH80 2"	2"	12	Mason's Hardware
31	Coupling PVC SCH80 3"	3"	6	Mason's Hardware
32	Elbow PVC SCH80 45D 1/2"	1/2"	4	Mason's Hardware
33	Elbow PVC SCH80 45D 3/4"	3/4"	8	Western Caroline Trading Company West Ace Hardware
34	Elbow PVC SCH80 45D 1"	1"	4	Western Caroline Trading Company West Ace Hardware
35	Elbow PVC SCH80 45D 1-1/4"	1-1/4"	4	Western Caroline Trading Company West Ace Hardware
36	Elbow PVC SCH80 45D 1-1/2"	1-1/2"	4	Western Caroline Trading Company West Ace Hardware
37	Elbow PVC SCH80 45D 2"	2"	8	Western Caroline Trading Company West Ace Hardware
38	Elbow PVC SCH80 45D 3"	3"	4	Mason's Hardware
39	Elbow PVC SCH80 90D 1/2"	1/2"	24	Mason's Hardware
40	Elbow PVC SCH80 90D 3/4"	3/4"	52	Mason's Hardware
41	Elbow PVC SCH80 90D 1"	1"	24	Mason's Hardware
42	Elbow PVC SCH80 90D 1-1/4"	1-1/4"	24	Western Caroline Trading Company West Ace Hardware
43	Elbow PVC SCH80 90D 1-1/2"	1-1/2"	24	True Value Palau Hardware
44-1	Elbow PVC SCH80 90D 2"	2"	33	Mason's Hardware
44-2			19	Western Caroline Trading Company West Ace Hardware
45	Gate Valve 1/2"	1/2"	6	True Value Palau Hardware
46	Gate Valve 3/4"	3/4"	13	True Value Palau Hardware
47	Gate Valve 1"	1"	6	True Value Palau Hardware
48	Gate Valve 1-1/4"	1-1/4"	6	Western Caroline Trading Company West Ace Hardware

No.	Item Name	Diameter	Q'ty	Supplier
49	Gate Valve 1-1/2"	1-1/2"	6	True Value Palau Hardware
50	Gate Valve 2"	2"	13	Western Caroline Trading Company West Ace Hardware
51	PVC Pipe SCH80 1-1/4" x 20'	1-1/4"	18	True Value Palau Hardware
52	PVC Pipe SCH80 1-1/2" x 20'	1-1/2"	18	Western Caroline Trading Company West Ace Hardware
53	PVC Pipe SCH80 2" x 20'	2"	36	Mason's Hardware
54	Union PVC SCH80 3/4"	3/4"	14	Western Caroline Trading Company West Ace Hardware
55	Union PVC SCH80 1/2"	1/2"	6	Western Caroline Trading Company West Ace Hardware
56	Union PVC SCH80 1"	1"	6	Western Caroline Trading Company West Ace Hardware
57	Union PVC SCH80 1-1/4"	1-1/4"	6	Western Caroline Trading Company West Ace Hardware
58	Union PVC SCH80 1-1/2"	1-1/2"	6	Western Caroline Trading Company West Ace Hardware
59	Union PVC SCH80 2"	2"	13	Western Caroline Trading Company West Ace Hardware
60	Reducer 1"x 3/4" PVC SCH80	1"	11	Mason's Hardware
61	Reducer 1-1/2"x 3/4" PVC SCH80	1-1/2"	11	Western Caroline Trading Company West Ace Hardware
62	Reducer 1-1/2" x 1" PVC SCH80	1-1/2"	11	Mason's Hardware
63	Reducer 2"x 3/4" PVC SCH80	2"	1	Western Caroline Trading Company West Ace Hardware
64	Reducer 2"x 1" PVC SCH80	2"	1	Western Caroline Trading Company West Ace Hardware
65	Tee 3/4" PVC SCH80	3/4"	5	Mason's Hardware
66	Tee 1" PVC SCH80	1"	2	Mason's Hardware
67	Tee 1" x 3/4" PVC SCH80	1"	2	Mason's Hardware

添2.1.3-17

Annex 6: Capacity Assessment at Organizational Level

No.	Relevant Output in PDM	Assessment Items		Content of Assessment	Questions & Answers			Baseline (At the beginning of Phase 1)		Endline (At the end of Phase 2)		Activities for Capacity Needs		Goal of Achievement		
					Questions	Answer selected (Baseline)	Answer selected (Endline)	Description	Rating Max. 3	Description	Rating Max. 3	Phase 1	Phase 2	At the end of Phase 1	At the end of Phase 2	Rating Max. 3
1	1	NRW reduction	Overall	NRW reduction plan	Does PPUC have clear implementation plan for comprehensive NRW reduction in future years? 1. No, 2. We have an implementation plan but it is not clear or not updated, 3. Yes, we have a clear implementation plan	2	3	There is a simple implementation plan such as schedule. Most usually, Water Operation Manager requests staff to implantation verbally.	**1**	PPUC has formulated the basic pipeline renewal plan for Koror-Airai water distribution system, the improvement plan of public water usage, and the management and renewal plan for water meters.	**3**	Advise formulating pipeline renewal plan as a NRW reduction plan.	Implement a pilot project and formulate pipeline renewal plan based on lessons learnt from the pilot project.	Be able to collect appropriate data and information and establish a framework of formulating pipeline renewal plan.	Be able to establish a framework of formulating pipeline renewal plan.	**3**
2	2			Causes of NRW	How well does PPUC understand major components of its NRW (e.g. leakage, illegal water use and apparent loss at meters)? 1. No understanding, 2. Some understanding, 3. Reasonable understanding with some reliable data 4. Well-understood with some reliable data, 5. Well-understood with good confidence in data	2	3	PPUC has just tried to check the quantity of NRW, but not had data on component of NRW.	**1**	PPUC has gained know-how of NRW reduction measures and mostly understood them with reliable data.	**1**	Analyze component of NRW based on Minimum Night Flow (MNF) and meter inaccuracy test in the pilot area.	Analyze component of NRW based on Minimum Night Flow (MNF) and meter inaccuracy test in the pilot area.	Be able to understand the main components of NRW causes through data analysis and establish measures of NRW analysis.	Be able to understand the main components of NRW causes through data analysis and establish measures of NRW analysis.	**3**
3	2		Water meter	Calibration equipment required for checking accuracies of water meter and bulk flow meter	Does PPUC have its own facility/equipment for testing the accuracy of customer and bulk water meters? 1. No, we do not test water meters, 2. No, but we outsource meter testing, 3. Yes, but not enough, 4. Yes, we have enough	3	4	Entirely, staff and equipment to test the accuracy of customer meters, etc., are insufficient. There is only a test meter that can measure customer meters in diameter of one inch.	**2**	PPUC has obtained an electric test meter for checking a water meter accuracy.	**3**	Introduce two test meters for customer meters, and check meter inaccuracy. In regard to an inaccuracy test of flow meter, introduce two ultra flow meters.	Check inaccuracy of customer meters.	Be able to understand the measure of correct inaccuracy test.	Be able to secure accuracy of customer meters and flow meters	**3**
4	1,2,3			Frequency of replacement of water meter	How often does PPUC replace customer meters? 1. Only change obviously broken meters, 2. Change meters which are obviously broken or have suspected failure based on monitoring of household water consumption, 3. Exchange them less than every 10 years, 4. Exchange them every 5-10 years but not in the all served areas, 5. Exchange them every 5-10 years in all served areas	2	4	There is no fund for purchasing new customer meters.	**1**	PPUC well-understtod the importance of water meter accuracy that influences NRW. In future, PPUC will be ready to maintain accurate water meters based on the managemnet and renewal plan for water meters.	**2**	Instead of the replacement of customer meters, strengthen checking meter inaccuracy.	Instead of the replacement of customer meters, strengthen checking meter inaccuracy and compile the condition of customer meters.	Be able to understand the measure of correct inaccuracy test.	Be able to secure accuracy of customer meters and flow meters	**3**

5	1,2,3	NRW reduction	Water meter	Water meter inaccuracy	What is the approximate average error in customer water meters used by PPUC? 1. Don't know, 2. More than 10%, 3. Between 6% to 10%, 4. Between 3% to 5%, 5. Less than 3%	1	1	Data are not recorded because the purpose that PPUC implements is not for reduction of NRW.	**0**	PPUC has just started to check water meter accuracy appropriately based on the managemnet and renewal plan for water meters. Therefore, PPUC has not been able to learnt all the water meters in Koror-Airai water distribution system.	**0**	Introduce two test meters for customer meters, and check meter inaccuracy.	Check inaccuracy of customer meters.	Be able to understand the measure of correct inaccuracy test.	Be able to secure accuracy of customer meters and flow meters	**3**
6	2		Capacity on leakage reduction	Current activities on leakage reduction	How much effort does PPUC currently make to reduce leakage? 1. Not enough even to fix all surface (visible) leakages reported by customers, 2. Enough to fix surface leakages reported by customers, 3. Making proactive efforts to detect and repair surface leakages by inspecting water pipes, 4. Conducting underground leakage detection and repair as well as reduction of surface leakages , 5. District Meter Areas (DMAs) are being established for well-controlled leakage reduction	4	4	There are no DMAs, but only distribution areas. In addition, PPUC's measures of leak detection is limited.	**2**	PPUC is able to identify leaks by using a correlator, etc. in distribution areas, but not in DMA.	**2**	OJT on a DMA through creating the pilot project and introduce correlator and a hand drill to identify leak points.	OJT on leak detections by using correlator and a hand drill to identify leak points.	Be able to understand DMA creation and how to use leak detectors.	Be able to identify leaks by using correlator, etc.	**3**
7	2			Days required for the repair of pipes once leakage is reported or detected	Approximately how many days on average does it take to fix leakages once they are reported or detected? 1. More than two weeks, 2. Less than two weeks, 3. Less than one week, 4. Less than four days, 5. Less than two days	3	4	Actually, staff are insufficient. Repairs of distribution pipeline are first priority.	**1**	**To be checked**	**2**	Examine the appointment of staff required for pipe repairs and OJT on a plan of pipe repair.	OJT on a plan of pipe repair.	Be able to repair pipes within four days between observation and repair.	Be able to repair pipes within two days between observation and repair.	**3**
8	2			Skill level on leakage detection	How high is PPUC's capacity for underground leakage detection? 1. No or almost no staff have any experience in the field, 2. Some staff have related skills, but underground leakage detection is not conducted according to a plan, 3. It is conducted according a plan using only leak sound detection bars, 4. It is conducted according a plan using leak sound detection bars and leak detectors, 5. It is conducted according a plan using correlation leak detection equipment and/or more advanced equipment	4	5	There is no correlator. However, using listening stick should be improved more and more.	**2**	PPUC is able to identify leaks by using correlator, etc. based on the monitoring results of water flow tendency.	**3**	Introduce correlator and practically use it in the pilot areas.	Practically use it in the pilot areas.	Be able to understand how to use leak detectors.	Be able to identify leaks by using correlator, etc.	**3**

9	2	NRW reduction	Capacity on leakage reduction	Weak points on leakage reduction activities	Which is more critical for PPUC regarding leakage reduction: lack of equipment or lack of knowledge? 1. Lack of equipment, 2. Lack of knowledge, 3. Both equally critical	3	2	There are neither enough staff, equipment nor drawings.	**0**	PPUC obtained some equipment for NRW reduction in the Project.	**2**	Introduce some equipment's required for leak detection and conduct training in Palau as an OJT and Japan as an off-JT	Introduce some equipment's required for leak detection and conduct training in Palau as an OJT and Japan as an off-JT	Be able to understand how to use leak detectors.	Be able to take activities on leak detection systematically.	**3**
10	2		Quality control for pipe installation	Skill level on installation of house connections	Is this enough capacity to control the construction quality of house connection installations or small-diameter distribution pipes, in order to minimize leakage? 1. Not nearly enough, 2. Not quite enough, 3. Enough	2	3	Staff are insufficient.	**0**	PPUC well-understood the measures pipeline renewal through the pilot project	**3**	Conduct training through a pilot project in Ngermid.	Conduct training through a pilot project in Ngermid.	Be able to understand how to connect service pipelines properly.	Be able to connect service pipelines.	**3**
11	2				Does PPUC, or its contractors, conduct pressure leakage tests after installing house connections? 1. Yes, 2. No	2	1	There is no enough time to test pressure leakage.	**0**	PPUC well-understood the necessity of pressure leakage test for NRW reduction activities. In addition, PPUC experienced to conduct pressure test in the pilot area.	**3**	Conduct demonstration of pressure leakage test through a pilot project.	Conduct demonstration of pressure leakage test through a pilot project.	Be able to establish water pressure test after connecting service pipelines as a routine work and evaluate the connection of service pipelines.	Be able to evaluate the connection of service pipelines.	**3**
12	2&3	Financial performance	Meter reading, billing and tariff collection	Discipline of meter readers	How well is corruption by meter readers controlled in PPUC (for example by separating meter-reading staff from bill collection staff; encouraging customers to report corrupt meter readers, etc.) 1. Not controlled, 2. Not very well controlled, 3. Some improvement required, 4. Well controlled, 5. Very well controlled	3	4	Meter readers are separate from the billing staff to maintain internal controls. However, we need some improvements as to procedures and process.	**1**	Meter readers are separate from the billing staff to maintain internal controls. However, we need some improvements as to procedures and process.	**2**	Strengthen PR activities on complain, water conservation, and report from customers.	Strengthen PR activities on complain, water conservation, and report from customers.	Establish PR activities as a routine work.	Establish PR activities as a routine work.	**3**
13	3	Management	Cost management	Number of vehicle used for meter reading and billing	How well distributed is the authority to approve procurement of equipment, construction materials, consumables such as ink cartridges for printers, allowances, etc. (i.e. different procurement price caps for different positions)? 1. Not well distributed, 2. Distributed to some extent, 3. Fairly well distributed, 4. Very well distributed	3	3	Additional vehicles for meter readers are required to carry on meter reading and billing collection efficiently.	**2**	Additional vehicles for meter readers are required to carry on meter reading and billing collection efficiently.	**2**	Review current status of reading and billing and suggest actions take by PPUC if necessary.	Review current status of reading and billing and suggest actions take by PPUC if necessary.	-	-	-

14	1,2,3	Management	Organizational function and Performance	PPUC's understanding for current status of water supply service based on performance indicators	Does PPUC understand its current situation/performance based on performance indicators? 1. No, 2. To some extent, 3. Yes	2	2	To some extent, yes. In 2019, PPUC implemented its Corporate Plan and the Human Resources Manager is currently working with the Department Managers to compile and update the Corporate Plan. Within this plan, Performance Indicators are identified for each department manager.	**1**	PPUC understto current situation/performance through capacity assessment in the Project.	**1**	Apply PI for Capacity Assessment in the Project.	Encourage PPUC to apply PI in their water supply service routinely.	Be able to understand the definition of PIs and analyze PIs periodically.	Be able to analyze PIs periodically.	**3**
15	1,2,3		Employment/ transfer/ turnover	Influence by staff transfer and or turnover	How much negative influence does the frequency of staff transfers in PPUC cause on the sustainability of developing staff capabilities? 1. Very serious, 2. Serious, 3. Not very serious, 4. Not serious at all, 5. More positive than negative	4	4	Employees who leave the Corporation take their knowledge with them when they leave. However, the turnover rate for Water Operations is not too high. PPUC is aware of this and is trying to ensure that departments cross train their employees and/or hire replacements prior to an anticipated retirement.	**2**	Employees who leave the Corporation take their knowledge with them when they leave. However, the turnover rate for Water Operations is not too high. PPUC is aware of this and is trying to ensure that departments cross train their employees and/or hire replacements prior to an anticipated retirement.	**2**	Attempt scaling-up human resource development, focusing on sustainability of water supply service.	Attempt scaling-up human resource development, focusing on sustainability of water supply service.	-	-	-
16	3	Customer relation	Accountability	Publicity of water supply service	At what level does PPUC publicly disclose information from its annual report? 1. No annual report is prepared, 2. Annual report is prepared but no public information disclosure, 3. Some information is selected from the annual report for disclosure through the internet, etc., 4. Complete annual report is disclosed to customers on request, 5. Complete annual report is disclosed proactively through distribution of the report or publication on the internet.	3	3	PPUC prepares annual reports but some information are selected and published; however, reports may be provided upon written request. It is better that PPUC makes performance benchmarking reports annually and make avaialbe on the website.	**1**	PPUC prepares annual reports but some information are selected and published; however, reports may be provided upon written request. It is better that PPUC makes performance benchmarking reports annually and make avaialbe on the website.	**1**	Encourage PPUC to disclose status of water supply service in order customers to understand it.	Encourage PPUC to disclose status of water supply service in order customers to understand it.	Disclose outlines of annual report as a PR activity.	Disclose outlines of annual report as a PR activity.	**3**
17	3			Frequency of newsletter publication	How often does PPUC publish a public relations newsletter/leaflet? 1. Never, 2. Less than once a year, 3. Once a year, 4. Seasonally, 5. Monthly or more, 6. Project oriented	5	5	PPUC used to have monthly newsletters however, due to limited staff in the PR department, it stopped. However, press releases, PSAs, advisories, flyers are published on a monthly basis.	**3**	PPUC used to have monthly newsletters however, due to limited staff in the PR department, it stopped. However, press releases, PSAs, advisories, flyers are published on a monthly basis.	**3**	-	-	-	-	-

添2.1.3-21

18	3	Customer relation	Accountability	Public relation on water rationing	Does PPUC give customers prior notification of intermittent water supply and temporary restrictions due to construction works or water shortages, etc.? 1. Almost no notification, 2. Some notification in an ad-hoc manner, 3. Almost enough notification in an ad-hoc manner, 4. Enough notification in accordance with a prepared manual, 5. Thorough notification as early as possible in accordance with a manual/guideline	5	5	Service interruption notices are widely disseminated to the public as stated on our regulations through public radio, mass text, social media and website.	**3**	Service interruption notices are widely disseminated to the public as stated on our regulations through public radio, mass text, social media and website.	**3**	-	-	-	-	-
19	3		Understanding of water users	Database of water users	How well-developed is PPUC's customer information system? 1. Not at all developed, 2. Paper-based system without computerization, 3. Computerized system, but it is not regularly updated and not linked to mapping system, 4. Computerized system, but it is not regularly updated or not linked to mapping system, 5. Regularly updated computerized database linked to mapping system	4	4	Database is automated and is regularly updated, active accounts are monitored and delinquent accounts assessed monthly. Not linked to a mapping system, but have route sequence/allocation.	**2**	Database is automated and is regularly updated, active accounts are monitored and delinquent accounts assessed monthly. Not linked to a mapping system, but have route sequence/allocation.	**2**	Examine combination of customer information with other database such as mapping, etc.	Examine combination of customer information with other database such as mapping, etc.	-	Database will be linked to mapping system (to be proposed).	**3**
20	3			Current situation of illegal connection	How serious is illegal use of water for PPUC? 1. Very serious, 2. Serious, 3. Not very serious, 4. Not serious, 5. Not serious at all	5	5	Very serious. 1st Offense: $500.00 Fine; 2nd Offense: $1,000.00 Fine; 3rd Offense: $1,500.00 Fine & Permanent Disconnection of Water services.	**3**	Very serious. 1st Offense: $500.00 Fine; 2nd Offense: $1,000.00 Fine; 3rd Offense: $1,500.00 Fine & Permanent Disconnection of Water services.	**3**	-	-	-	-	-
21	3			Handling of complaints	Is there a procedure for dealing with unhappy customers and unserved customers? 1. No, 2. Yes, to some extent, 3. Yes, it is well established	2	3	Unhappy or irate customers are handled carefully and respectfully.	**1**	Unhappy or irate customers are handled carefully and respectfully. PPUC was able to improve customer service management.	**1**	Clarify causes on complaints from customers.	Discuss improvement in dealing with complaint and propose customer service management based on the clarification.	Be able to understand causes on complaints from customers.	Be able to improve customer service management.	**3**
22	3		Public awareness	Campaign activities (water conservation)	Does PPUC conduct enough public awareness campaigns on the following topics? 1) Encouraging water saving at home, school, etc. 1. Not nearly enough, 2. Not quite enough, 3. Enough	2	3	PPUC does water conservation campaigns although not on a regular basis and have no dedicated outreach programs and/or activities due to budget constraints.	**2**	PPUC was able to improve leaflet, web media, etc.	**3**	Strengthen PR for customers to be aware of water conservation.	Strengthen PR for customers to be aware of water conservation.	Be able to improve leaflet, web media.	Be able to improve leaflet, web media.	**3**
23	3	Customer relation	Public awareness	Campaign activities (Report to PPUC on leakage)	Does PPUC conduct enough public awareness campaigns on the following topics? 2) Reporting visible water leakages 1. Not nearly enough, 2. Not quite enough, 3. Enough	2	3	Same comment as above	**2**	PPUC was able to improve leaflet, web media, etc.	**3**	Strengthen PR for customers to be aware of importance of water resource.	Strengthen PR for customers to be aware of importance of water resource.	Be able to improve leaflet, web media.	Be able to improve leaflet, web media.	**3**

Evaluation Criteria:

0-30% : 0 (Serious), 31- 60%: 1 (Not good enough), 61-80%: 2 (Good), 81-100: 3 (Very good)

Note: Scores of the answer selected by PPUC was converted to percentage for evaluating the grade of oragnizational capacity, and then rating of baseline was figured out based on the above evaluation criteria.

Annex 7: Key Performance Indicators (KPIs)

Relevant Output in PDM	Category 1	Category 2	Indicators	Data obtained in the Preparatory Syurvey in October 2021	Track Record for Koror-Airai Distribution System (as of 2021)	Track Record for Koror-Airai Distribution System (as of November 2023)
1 & 2	Overall	Supply continuity	Continuity of service (hours/day)	24	24	24
1&2&3	Rehabilitation /replacement	Pipe network	Pipe breaks (breaks/km/year)		N.A.	N.A.
	Technical Aspects	Measurers of NRW	NRW ratio (%)	53	42.1%	55.5%
			- Unbilled meter (%)		N.A.	N.A.
			- Unbilled un-metered consumption (%)		N.A.	N.A.
			- Unauthorized consumption (%)		N.A.	N.A.
			- Metering in accuracies and data handling errors (%)		N.A.	N.A.
			- Leakage on pipes (%)		N.A.	N.A.
			- Leakage & overflow at storage (%)		N.A.	N.A.
1&3			Metering level (%)	100%	100%	
1&3			Distributed water (MGD)	2.86	1,043,200,000	
1&3			Billed water (MGD)	1.33	603,948,886	
1&3			Number of households	#REF!	4,336	
1&3			Daily per-capita water consumption (LCD)		N.A.	N.A.
2			Number of the water pipe breaks responded to within 24 hours (%)		N.A.	N.A.
1&2			Quantity of NRW (Gallon/km/day)		N.A.	N.A.
1&2			Quantity of NRW (Gallon/connection/day)		278	
3	Non-technical aspects	Financial performance	Water tariff collection ratio (%)		106%	
3			Billing amount (USD x1000)		2,702,784	
3			Unit operational cost for water (USD/Gallon)		0.0069/Gal	
3			Average revenue for water (USD/Gallon)		0.0045/Gal	
1&2&3		Staff efficiency	Number of staff working (Number/ 1,000 connections)		14.6	
1&2&3		Training	Total number of training days in the year on water supply sector (days/annual/staff)		12	
3		Customer relations	Number of customer complaints responded to within 10 days (%)		N.A.	
3			Dormant connection ratio for water only (%)		N.A.	

Annex 8: Capacity Assessment at Team Level (Pipe Renewal Plan)

No.	Items	Capacity Needs	Baseline (At the Beginning of Phase 1)		End of Phase 1		End of Phase 2		Activities for Capacity Needs		Goal of Achievement		Achievement Level	
			Current Status	Rating (Max. 3)	Current Status	Rating (Max. 3)	Current Status	Rating (Max. 3)	Phase 1	Phase 2	At the End of Phase 1	At the End of Phase 2	Interim Period	Target
1	Pipeline Renewal Plan	Understanding the current status of pipelines	Possess a pipe network diagram showing only the location of the pipelines.	1	GIS data as of 2008 is available, which includes information such as pipe type, pipe diameter and year of installation etc. Valve locations can be referenced from CAD data. GIS data can be easily viewed on smartphones and PCs.	2	Existing pipe network diagram, as-built drawings and etc. have been organised, and by checking these documents, the current state of the pipelines can be understood.	3	Obtain GIS data and pipeline diagram data. Training on how to use the obtained data to check pipeline data on smart phones and PCs.	Identify the location of service pipes and distribution pipes laid after 2008 from pipeline diagrams, as-built drawings, etc.	Be able to organize a pipe network diagram that shows the information on pipe type, pipe diameter, year of installation, and valve location to understand the current status.	Be able to organize existing pipe network diagram, as-built drawings etc. to be able to use it at the site.	2	3
2		Understanding the status of water supply and distribution	The non-revenue water ratio has been calculated.	1	The error in the calculation of the non-revenue water rate has been corrected. The nighttime flow rate and its hourly changes could be graphed using a trail camera. The measurement using an ultrasonic flowmeter has been started. Measured Neco Barack nighttime flows in the Ngermid water distribution district.	2	The causes of night-time flows in each distribution tank are able to be estimated.	3	To understand the night-time flows and hourly changes in each distribution tank.	The causes of night-time flows in each distribution tank are identified.	Be able to visualize night-time flows and hourly changes in each distribution tank.	Be able to analyze and/or predict the causes of night-time flows in each distribution tank.	2	3
3		Pipe Repair Records	Records of pipe repairs are available and organized as data.	1	No change in rating. However, the system for reporting leak repairs via an app (Appsheet) has been introduced.	1	The number of incidents of pipe breaks can be organised by pipe use and cause	3	The number of pipe breaks is disaggregated by hamlet. The number of pipe breaks is disaggregated by pipeline.	To organise the number of pipe breaks by pipe use and cause (valves and packings, fittings, stopcocks, meters, cracks, etc.).	Be able to make a report of the number of pipe breaks.	Be able to make a data base of pipe breaks with pipe use and cause (valves and packings, fittings, stopcocks, meters, cracks, etc.).	2	3
4		Various Measurement Records	It records the flow and water levels in the distribution tanks and the water pressure in the distribution areas.	1	The water distribution flow rate can now be accurately recorded. The water distribution flow rate can now be monitored daily. The system also allows for the detection and correction of abnormal values by taking photos during meter reading and visualizing the water distribution flow rate. The monitoring of water distribution flow rates has been useful in the early detection of leaks.	2	It records the flow rate and water level in the distribution tanks and water pressure in the distribution areas, and is used for daily water operations.	3	Accurately record the flow meter of water distribution tanks. Graphical visualisation is used to show changes in daily water distribution flow rates.	Records of water distribution tank flows and water pressure are used to prepare daily water operation.	Be able to record the daily flow rates and water levels in distribution tanks in the distribution areas.	Be able to use the recoreded data such as daily flow rates, water levels in distribution tanks and water pressure for the purpose to make a improvement of daily water operations .	2	3
5		Distribution Network Analysis	No knowledge of distribution network analysis.	0	Acquired knowledge of distribution network analysis. Received hands-on instruction on how to build a distribution network model and understood it. The participants were able to construct a distribution network model.	2	In-depth understanding of distribution network analysis and can develop distribution network analysis data.	3	To acquire a general knowledge of distribution network analysis. Conduct distribution network analysis in pilot areas. Conduct an analysis using the distribution network analysis data of the pilot area.	Construct distribution network analysis data other than the pilot area. Conduct an analysis using the constructed distribution network analysis data.	Be able to use the distribution network analysis data developed by the Project to analyze water pressure and velocity distributions in pilot area.	Be able to use the distribution network analysis data developed by the Project to analyze water pressure and velocity distributions other than the pilot area.	2	3
6		Draft Pipeline Renewal Manual	There is no Draft Pipeline Renewal Manual.	0	Discussions with Japanese experts have began.	0.5	The Draft Pipeline Renewal Manual has been developed. A capacity to utilize this plan is in place.	3	Prepare a Draft Pipeline Renewal Manual. Develop a pipeline renewal plan for the pilot area.	Finalise the Draft Pipeline Renewal Manual. Develop a capacity to utilize a Draft Pipeline Renewal Manual.	Be able to make a Draft Pipeline Renewal Manual. Be able to make a pipeline renewal plan for the pilot area.	Be able to finalise the Draft Pipeline Renewal Manual. Be able to utilize a Draft Pipeline Renewal Manual.	2	3
7		Evaluation of Improvement Effects of Pipeline Renewal	Improvement in non-revenue water due to pipeline renewal has never been measured.	0	Discussions with Japanese experts have began.	0.5	Flow difference of old and new pipes were measured during pipeline renewal in the pilot area, and the implove effects of pipeline renewal were evaluated.	3	-	Develop a plan to measure the effectiveness of pipeline renewal. Measure the non-revenue water ratio in the pilot area. Evaluate changes in non-revenue water ratio in the pilot area due to pipe renewal. Through the evaluation, identify good practices and lessons learnt from the pipeline renewal.	-	Be able to develop a plan for measurement of the effectiveness of pipeline renewal. Be able to measure non-revenue water in the pilot area. Be able to evaluate the effectiveness of the improvement based on the measurement results. Be able to organise good practices and lessons learned based on evaluation results.	-	3
8		Basic Pipeline Renewal Plan	Lack of knowledge of a Basic Pipeline Renewal Plan.	0	Discussions with Japanese experts have began.	0.5	The Basic Pipeline Renewal Plan has been developed. A capacity to utilize this plan is in place.	3	Establish evaluation criteria for pipeline renewal. Develop draft priorities for routes and/or regions.	Develop a Basic Pipeline Renewal Plan. Develop a capacity to utilize a Basic Pipeline Renewal Plan.	Be able ot make an evaluation criteria for pipeline renewal. Be able to prioriteize routes of pipeline renewal.	A Basic Pipeline Renewal Plan has been developed and a capacity to utilize this plan is in place.	2	3

添2. 1. 3-24

Evaluation Criteria

No.	Assessment items	Level	Rating	Criteria of assessment
1.	Understanding the current status of pipelines	Excellent	3	Existing pipe network diagram, as-built drawings and etc. have been organized, and by checking these documents, the current state of the pipelines can be understood.
		Very Good	2	Possess a pipe network diagram that shows the information on pipe type, pipe diameter, year of installation, and valve location to understand the current status.
		Good	1	Possess a pipe network diagram showing only the location of the pipelines.
		Poor	0	The current status of the pipeline is not understood.
2.	Understanding the status of water supply and distribution (distribution branch pipes, water service pipes, illegal connections, etc.)	Excellent	3	The causes of night-time flows in each distribution tank are able to be estimated
		Very Good	2	Night-time flows and hourly changes in each distribution tank are understood.
		Good	1	The non-revenue water ratio has been calculated.
		Poor	0	The current status of water supply and distribution is not known.
3.	Pipe Repair Records	Excellent	3	The number of incidents of pipe breaks can be organized by pipe use and cause (valves and packings, fittings, stopcocks, meters, cracks, etc.).
		Very Good	2	The number of incidents of pipe breaks in which pipelines is organized.
		Good	1	Records of pipe repairs are available and organized as data.
		Poor	0	There are no records of pipe repairs.
4.	Various Measurement Records	Excellent	3	It records the flow rate and water level in the distribution tanks and water pressure in the distribution areas, and is used for daily water operations.
		Very Good	2	It accurately records the flow rates and water levels in distribution tanks and water pressure in the distribution areas, and monitors daily changes in flow rates.
		Good	1	It records the flow and water levels in the distribution tanks and the water pressure in the distribution areas.
		Poor	0	The flow and water levels in the distribution tanks and the water pressure in the distribution areas are not recorded.
5.	Distribution Network Analysis	Excellent	3	In-depth understanding of distribution network analysis and can develop distribution network analysis data.
		Very Good	2	The distribution network analysis data developed by the Project can be used to analyze water pressure and velocity distributions.
		Good	1	General knowledge of distribution network analysis.
		Poor	0	No knowledge of distribution network analysis.

Annex 9: Capacity Assessment at Team Level (Leal Detection)

Capacity Needs				Baseline		End of Phase 1		End of Phase 2		Activities for Capacity Needs		Goal of Achievement		Achievement Level		
				At the beginning of Phase1	Rating	Current status	Rating	Current status	Rating	Phase 1	Phase 2	At the End of Phase 1	At the End of Phase 2	Interim Period	The 2nd Phase	Target
1	Knowledge on NRW and Leak			Having a little knowledge about NRW and leak	1	Basic knowledge is improved by mini-workshop and identified issues of current activities	2	Leak survey plan plan is made with their acquired knowledge but it does not inculude all issues of NRW reduction in PPUC	3	To acquire Basic knowledge by mini-workshop	To make NRW reduction plan with acquired knowledge	Be able to identify issues of current activities	Be able to upddate an NRW reduction plan	2	3	3
2	NRW Reduction Methodology			Having a little knowledge about NRW reduction methodologies	1	Measured MNF by UFM	2	Leak survey manual is made with a MNF measurement and the data is used for Emargency leak survey	3	To acquire Basic knowledge by mini-workshop	To make NRW reduction plan with NRW Redction Methodologies	Be able to use trail camera and/or ultrasonic flow meter (UFM) as a leak indicator	Be able to utilize MNF data (or the other methodologies) for NRW reduction plan.	2	3	3
3	Leak Detection Knowledge and Skill			Leak survey is conducted but not followed by basic procedure	1	Line survey is conducted before pinpointing	2	Correlating Leak Noise Logger is used and survey report is made and updated by an appsheet	3	To conduct leak survey with 1) Area, 2) Line , 3) Point as a basic procedure	To conduct leak survey by new methodologies and make a survey report	Be able to conduct line survey before pin-pointing	Be able to utilieze new methodologeis for more effective survey plan	2	3	3
4	Planning/Updating Leak Survey Plan			No leak survey plan	0	A draft of leak survey plan is made on a paper basis.	1	Leak survey is conducted in accordance with a survey plan and but the plan is not yet updated	2	To make a leak survey plan on a paper.	To conduct leak survey and make a survey report and update the survey plan	Be able to make and update a leak survey plan	Be able to make a leak survey report after the implementation of the plan	1	2	2
5	Leak Repair			No leak repair report	0	Stareted to use Appsheet for Leak detection and repair reportas a trial basis.	1	Appsheet is updated but the repair report is is not yet analyzed.	2	To make a report of confirmed leak with time of the repair	To analyze repair report to improve repair method	Be able to submit leak report to repair team to repair leaks	Be able to analyze leak repair report and analyze more effective repair method	1	2	2
6	Equipment (Knowledge)	6.1	Listening Stick	Having a Good knowledge	2	Pipe fitting survey is implemented by listening stick and the knowledge is improved	3	Pipe fitting survey is implemented by listening stick and the knowledge is improved	3	-	To implement Pipe fitting suveythrough the activities	-	Be able to conduct line survey before pinpointing	3	3	3
		6.2	Electlic listening stick	Having a little knowledge about recording function	1	Electric listening stick is usded but not recording function	1	Electric listening stick is usded but not recording function	3	To acquire Basic knowledge by mini-workshop	To implement Pipe fitting surveywith the recording function	Be able to record the noize level	Be able to analyze the noize level to find a leak.	1	3	3
		6.3	Groud Microphone	Having an exllent knowledge	3	Having an ecellent knowledge	3	Having an ecellent knowledge	3	-	-	-	-	3	3	3
		6.4	Correlator/Radio Logger	Having a little knowledge	1	Night time noise logging was implemented and the knowledge is improved	2	Night time noise logging was implemented and the knowledge is improved	2	To acquire Basic knowledge by mini-workshop	To implement Night time data logging and analyze the data	Be able to record the noize data	Be able to analyze correlation data to find a leak	2	3	3
		6.5	Drilling/Boring to confirm leak	Having a little knowledge	1	Drilling/Boring confirmation is implemented and the knowledge is improved	3	Drilling/Boring confirmation is implemented and the knowledge is improved	3	To acquire Basic knowledge by mini-workshop	To implement Driling/Boring leak confirmation	Be able to confirm a leak by sound and water using a drilling and boring.	Be able to report leak point presisely to the repair team	3	3	3
		6.6	Pipe Locator	Having a little knowledge about hammering	1	Pipe hammering survey is implemented and the knowledge is improved	2	Pipe hammering survey is implemented for service connection	3	To acquire Basic knowledge by mini-workshop	To implement pipe hitting survey and locate pipelines	Be able to locate invisible service pipeline.	Be able to locate distribution pipeline	2	3	3
		6.7	Ultrasonic Flow Meter	No knowledge	0	MNF measurement is implemented by UFM and the knowledge is improved.	1	MNF measurement is implemented by UFM and the report is made with a graph.	2	To acquire Basic knowledge by mini-workshop	To measure MNF and make a graph	Be able to measure flow volume	Be able to make a graph smoothly	1	2	2
		6.8	Pressure Data Logger	No knowledge	0	Pressure logging is implemented and the knowledge is improved	1	Pressure logging is implemented and the knowledge is improved	2	To acquire Basic knowledge by mini-workshop	To measure pressure by pressure logger and analyse the data	Be able to measure pressure data	Be able to make a graph smoothly	1	2	2
7	Eequipment (Practical Use)	7.1	Listening Stick	Capable of listening and have a lot of experience but not distinguish the leak sound from the others	2	Pipe fitting survey is implemented by listening stick and the skill is improved	2	Pipe fitting survey is implemented by listening stick and with a care for the other pseud leak noise	3	-	To implement Pipe fitting suveythrough the activities	-	Be able to distingish leak sound at pipe fittings	2	3	3
		7.2	Electlic listening stick	Capable of listening, and but not recording function	1	Electric listening stick is usded but not recording function	1	Electric listening stick is often usded but not recording function	3	To acquire basic knowledgeby mini-workshop and pipe fitting survey is implemented	To implement Pipe fitting surveywith the recording function	Be able to record noize level at fittings	Be able to use recored as a leak indicator	1	3	3
		7.3	Groud Microphone	Capable of detecting leak sound on the ground surface and have a lot of experience to detect leaks	3	Having an ecellent skill	3	Having an ecellent skill	3	-	-	-	-	3	3	3
		7.4	Correlator/Radio Logger	Not capable to use it due to no experience	0	Night time noise logging was implemented and the skill is improved	1	Night time noise logging was implemented and the data is analysed	2	To implement Night time data logging	To implement Night time data logging and analyze the data	Be able to set up at site	Be able to analyze possiblity of leak	1	2	2
		7.5	Drilling/Boring to confirm leak	No drilling/boring to confirm leak	0	Drilling/Boring confirmation is implemented and the skill is improved	1	Drilling/Boring confirmation is implemented and the skill is improved	2	To implement Driling/Boring leak confirmation	To implement Driling/Boring leak confirmation	Be able to detect leak roughly	Be able to detect leak precisely	1	2	2
		7.6	Pipe Locator	Not capable of using GPR due to few experience	0	Pipe hammering survey is implemented and the skill is improved	1	Pipe hammering survey is implemented and locater the target pipe smoothly	2	To acquire Basic knowledge by mini-workshop	To implement pipe hammering survey and locate pipelines	Be able to locate buried pipe	Be able to locate buried pipe smoothly	1	2	2
		7.7	Ultrasonic Flow Meter	Not capable to use it due to no experience	0	MNF measurement is implemented by UFM and the skill is improved.	1	MNF measurement is implemented by UFM and the data is organised as a graph.	2	To acquire Basic knowledge by mini-workshop	To measure MNF and make a graph	Be able to measure MNF	Be able to make a graph smoothly	1	2	2
		7.8	Pressure Data Logger	Not capable to use it due to no experience	0	Pressure logging is implemented and the skill is improved	1	Pressure logging is implemented and the deta is organised as a graph	2	To acquire Basic knowledge by mini-workshop	To measure pressure by pressure logger and analyse the data	Be able to measure Water Pressure	Be able to make a graph smoothly	1	2	2

添2. 1. 3-26

Evaluation Criteria

No.	Assessment items	Level	Rating	Criteria of assessment
1	Knowledge on NRW and Leak	Excellent	3	Having a knowledge to update an NRW reduction plan.
		Very Good	2	Having a knowledge of NRW and utilize it to routine work.
		Good	1	Having a knowledge of NRW and Leak.
		Poor	0	No knowledge at all or very poor.
2	NRW Reduction Methodology	Excellent	3	Having a knowledge of NRW reduction methodologies to apply it for NRW reduction plan.
		Very Good	2	Having a knowledge of NRW and utilize it to routine work.
		Good	1	Having a knowledge of NRW Reduction Methodology
		Poor	0	No knowledge at all or very poor.
3	Leak detection Knowledge and Skill	Excellent	3	Having a knowledge of advanced leak detection including noise logging.
		Very Good	2	Having a knowledge of basic leak detection procedure
		Good	1	Having a knowledge of ground microphone
		Poor	0	No knowledge at all or very poor.
4	Planning/Updating Leak Survey Plan	Excellent	3	Having an ability to update leak survey plan with leak survey/leak repair report.
		Very Good	2	A survey report is made after conducting leak survey in accordance with the plan
		Good	1	Leak survey plan is made.
		Poor	0	No leak survey plan
5	Repair	Excellent	3	Repair Report is analyzed for more effective repair method
		Very Good	2	Repair Report is made with reported time and repaired time.
		Good	1	Repair report is made
		Poor	0	No Repair Report
6	Equipment (Knowledge)			
6-1	Listening stick	Excellent	3	Having knowledge to train colleagues.
		Very Good	2	Having knowledge to use it in accordance with condition
		Good	1	Having knowledge about Pipe fitting survey
		Poor	0	Few knowledge
6-2	Electric listening stick (Noise level recording)	Excellent	3	Having knowledge to analyze sound level
		Very Good	2	Having knowledge about recording function
		Good	1	Having knowledge about listening function
		Poor	0	Few knowledge.
6-3	Ground Microphone	Excellent	3	Having knowledge to train colleagues.
		Very Good	2	Having knowledge to use it in accordance with condition.
		Good	1	Having knowledge about the ground surface survey
		Poor	0	Few knowledge
6-4	Correlating Radio Noise Logger	Excellent	3	Having knowledge to train colleagues
		Very Good	2	Having knowledge to use it in accordance with situation.
		Good	1	Having knowledge to use it.
		Poor	0	Few knowledge
6-5	Drilling and Boring to confirm leak	Excellent	3	Having knowledge to train colleagues.
		Very Good	2	Having knowledge to conduct it in accordance with situation.
		Good	1	Having knowledge to conduct drilling and boring.
		Poor	0	Few knowledge

6-6	Pipe locator	Excellent	3	Having knowledge to train colleagues.
		Very Good	2	Having knowledge to use it in accordance with situation.
		Good	1	Having knowledge to use it
		Poor	0	Few knowledge
6-7	Ultrasonic flow meter	Excellent	3	Having knowledge to train colleagues.
		Very Good	2	Having knowledge to use it in accordance with situation
		Good	1	Having knowledge to use it
		Poor	0	Few knowledge.
6-8	Pulse/Pressure Data logger	Excellent	3	Having knowledge to train colleagues
		Very Good	2	Having knowledge to make a graph
		Good	1	Having knowledge to measure water pressure
		Poor	0	Few knowledge
7	Equipment (Practical Use)			
7-1	Listening stick	Excellent	3	Having an ability to train colleagues.
		Very Good	2	Having an ability to use it in accordance with situation
		Good	1	Having an ability to use it
		Poor	0	Never used or very few ability to use it
7-2	Electric listening stick (Noise Level Recording)	Excellent	3	Having an ability to train colleagues
		Very Good	2	Having an ability to record sound
		Good	1	Having an ability Listening function is used
		Poor	0	Never used or very few.
7-3	Ground Microphone	Excellent	3	Having an ability to train colleagues.
		Very Good	2	Having an ability to use it in accordance with situation
		Good	1	Having an ability to use it
		Poor	0	Never used or very few ability to use it
7-4	Correlating Radio Noise Logger	Excellent	3	Having an ability to train colleagues
		Very Good	2	Having an ability to use it in accordance with situation
		Good	1	Having an ability to use it
		Poor	0	Never used or very few ability to use it
7-5	Drilling/Boring to confirm leak	Excellent	3	Having an ability to train colleagues.
		Very Good	2	Having an ability to conduct drilling and boring to confirm leak in accordance with situation
		Good	1	Having an ability to conduct drilling and boring to confirm leak
		Poor	0	Never used or very few ability to use it
7-6	Pipe locator	Excellent	3	Having an ability to train colleagues.
		Very Good	2	Having an ability to locate pipe in accordance with situation
		Good	1	Having an ability to locate pipe
		Poor	0	Never used or very few ability to use it
7-7	Ultrasonic flow meter	Excellent	3	Having an ability to train colleagues.
		Very Good	2	Having an ability to use it with making a graph
		Good	1	Having an ability to measure flow
		Poor	0	Never used or very few ability to use it
7-8	Pulse/Pressure Data logger	Excellent	3	Having an ability to train colleagues.
		Very Good	2	Having an ability to use it with making a graph
		Good	1	Having an ability to measure pressure
		Poor	0	Never used or very few ability to use it

Annex 10: Capacity Assessment at Team Level (Public Relation, Water Meter Maintenance, Customer Management and Billing)

Capacity Development Plan for Public Relations Team

No.	Capacity Needs	Baseline (At the beginning of Phase 1)		At the End of Phase 1		At the End of Phase 2		Activities for Capacity Needs		Goal of Achievement		Achievement Level	
		Current Status	Rating (Max. 3.0)	Current Status	Rating (Max. 3.0)	Current Status	Rating (Max. 3.0)	Phase 1	Phase 2	At the end of Phase 1	At the end of Phase 2	Interim Period	End of Project
1	Water Saving Activities	Programs include school visits, exhibition fairs, and community awareness activities was held. Public relations material such as posters, flyers, quizzes, and coloring book were distributed. In addition, water-saving tools were distributed These activities have been publicized on website. However, the status of residential specific water usage has not been not identified.	2	Public relations material on water saving activities was created and published on WEB site to educate residents by public relations department staff.	2	The status of water saving awareness has been identified. Water saving activities can be conducted considering the specific water usage status.	3	Make public relations materials on water saving activities based on hearing survey result on the specific water usage status	Conduct an awareness meeting on water saving activities considering the specific water usage status	Be able to create public relations materials on water saving activities based on hearing survey result on the specific water usage status	Be able to conduct an awareness meeting on water saving activities considering the specific water usage status	2	3
2	Internal Leak	Make public relations materials and distribute it on school and community event. However, the status of residential specific water usage has not been identified. It is necessary to create public relations materials on internal leak detection based on the status of residential specific water usage and conduct the effective public relations with limited budget and personnel.	2	Public relations materials on internal leak detection and repair was created and published on WEB site to educate residents by public relations department staff.	2	The status of internal leak has been identified. Water saving activities can be conducted considering the specific internal leak status.	3	Make public relations materials on internal leak detection considering the specific water usage status	Conduct an awareness meeting on internal leak detection activities including the countermeasures	Be able to create public relations materials on internal leak detection considering the specific water usage status	Be able to conduct an awareness meeting on internal leak detection activities including the countermeasures	2	3
3	Improvement Plan of Public Water Use	Need for improvement plan of public water use including water saving, internal leak detection, and public relations activities are recognized. Fair knowledge about public water use including awareness on water save, publicity, and water saving device introduction. However, improvement plan of public water use has not been developed	1	Improvement plan of public water usage is in preparation based on the result of public relation activities and meter accuracy test result.	2	Improvement plan of public water usage was finalized. Public relations activities can be improved based on the plan.	3	Make an improvement plan of water use including awareness on water save, publicity, and the introduction of water saving devices	Make an improvement plan of water use and conduct awareness activities such as holding an awareness meeting on public water use	Be able to make an improvement plan of public water use including awareness on water save, publicity, and the introduction of water saving devices	Be able to widely inform the improvement plan of public water use to residents	2	3

Capacity Development Plan for Meter Maintenance Team

No.	Capacity Needs	Baseline		At the End of Phase 1		At the End of Phase 2		Activities for Capacity Needs		Goal of Achievement		Achievement	
		Current Status	Rating (Max. 3.0)	Current Status	Rating (Max. 3.0)	Current Status	Rating (Max. 3.0)	Phase 1	Phase 2	At the end of Phase 1	At the end of Phase 2	Interim Period	End of Project
1	Commercial Loss	Fair knowledge about commercial loss. However, no knowledge about water balance	1	Understanding of water balance analysis was facilitated through meter accuracy test work in pilot area.	2	Sufficient knowledkge of commercial loss and understand the water balance analysis.	3	Conduct an internal workshop for reducing commercial loss in PPUC	Make a water balance analysis table at each distribution area and analyze reasons of commercial loss at a small workshop	Be able to understand a water balance analysis at each distribution zone	Be able to analyze water balance	2	3
2	Meter Accuracy Test	Fair knowledge about current status of meter accuracy. However only conduct the test by higher flow rate and no record for the installed year and the accuracy.	1	Meter accuracy test at lower flow rate was carried out by meter maintenance team staff in pilot area.	2	Sufficient knowledge of meter accuracy test and understand importance of installation year and the accuracy record.	3	Conduct a meter accuracy test at lower-flow rate	Make a report of a meter accuracy test and summarize it on a table including installation year and the meter accuracy.	Be able to conduct a meter accuracy test at lower flow rate.	Be able to make a report of a meter accuracy test and summarize information such as installation year and the accuracy. Keep records for future reference.	2	3
3	Leak Repair	No leak repair report	0	Understanding of necessity of a leak repair report was facilitated through meter accuracy test work in pilot area.	1	Be able to make a leak repair report on track records such as reported time and repaired time	2	Examine items on leak repairs	Make a leak repair report on track records such as reported time and repaired time	Be able to understand the necessity of a leak repair report after the leak repair	Be able to make a leak repair report on track records such as reported time and repaired time	1	2

Capacity Development Plan for Customer Management Team

No.	Capacity Needs	Baseline		At the End of Phase 1		At the End of Phase 2		Activities for Capacity Needs		Goal of Achievement		Achievement	
		Current Status	Rating (Max. 3.0)	Current Status	Rating (Max. 3.0)	Current Status	Rating (Max. 3.0)	Phase 1	Phase 2	At the end of Phase 1	At the end of Phase 2	Interim Period	End of Project
1	Commercial Loss	Fair knowledge about commercial loss However, no knowledge about water balance analysis	1	Understanding of water balance analysis was facilitated through workshop.	2	Sufficient knowledkge of commercial loss and understand the water balance analysis.	3	Conduct an internal workshop for reducing commercial loss in PPUC	Make a water balance analysis table at each distribution area and analyze water balance at a	Be able to understand a water balance analysis at each distribution zone	Be able to analyze water balance	2	3
2	Illegal Connection	No knowledge at all or very poor.	0	Understanding of identification of illegal connection number and water volume was confirmed through workshop.	2	Understanding of identification of illegal connection number and water volume was confirmed through workshop.	2	Conduct an internal workshop on how to identify illegal connections	Make an analysis of unusual fluctuations in water usage and estimate the quantity of water	Be able to identify the illegal connection	Be able to identify the illegal connection and estimate the quantity of water loss	1	2
3	Improvement Plan of Management and Renewal for Water Meter	Fair knowledge about improvement plan of management and renewal for water meter However, no plan has been developed	1	Understanding of meter accuracy test result and analysis was facilitated through workshop.	2	Improvement plan of management and renewal for water meter was finalized.	3	Analyze a meter accuracy test result	Make an improvement plan of management and renewal for water meter	Be able to understand a meter accuracy test and analyze the result	Be able to make an improvement plan of management and renewal for	2	3

Capacity Development Plan for Billing Team

No.	Capacity Needs	Baseline		At the End of Phase 1		At the End of Phase 2		Activities for Capacity Needs		Goal of Achievement		Achievement	
		Current Status	Rating (Max. 3.0)	Current Status	Rating (Max. 3.0)	Current Status	Rating (Max. 3.0)	Phase 1	Phase 2	At the end of Phase 1	At the end of Phase 2	Interim Period	End of Project
1	Commercial Loss	Fair knowledge about commercial loss However, no knowledge about water balance	1	Understanding of water balance analysis was facilitated through work shop.	2	Sufficient knowledkge of commercial loss and understand the water balance analysis.	3	Conduct an internal workshop for reducing commercial loss in PPUC	Make a water balance analysis table at each distribution area and analyze reasons of the	Be able to understand a water balance analysis at each distribution zone	Be able to analyze water balance	2	3
2	Meter Accuracy Test	Fair knowledge about current status of meter accuracy. However only conduct the test by higher flow rate and no record for the installed year and the accuracy.	1	Understanding of meter accuracy test at lower flow rate was facilitated through workshop.	2	Sufficient knowledge of meter accuracy test and understand importance of installation year and the accuracy record.	3	Conduct a meter accuracy test at lower-flow rate	Make a report of a meter accuracy test and summarize it on a table of installation year and the average of a meter	Be able to conduct a meter accuracy test at lower flow rate.	Be able to make a report of a meter accuracy test and summarize information such as installation year and the	2	3
3	Information Organizing for Water Meter Renewal	No information of analysis of water meter accuracy test result	0	Understanding of meter accuracy test result and analysis was facilitated through workshop.	2	Be able to organize information about analysis of water meter accuracy test result including materials to determine when to renew	3	Analyze a meter accuracy test result	Organize information about analysis of water meter accuracy test result including materials to determine when to renew	Be able to analyze water meter accuracy test result	Be able to organize information about analysis of water meter accuracy test result including materials to determine when to renew	2	3

添2. 1. 3-30

Evaluation Criteria

No.	Capacity Needs	Level	Rating	Criteria of Assessment
1	Commercial Loss	Excellent	3	Be able to analyze water balance
		Very Good	2	Be able to understand a water balance analysis at each distribution zone
		Good	1	Fair knowledge about commercial loss
		Poor	0	No knowledge at all or very poor.
2	Meter Accuracy Test	Excellent	3	Be able to make a report of a meter accuracy test and summarize information such as installation year and the average of accuracy
		Very Good	2	Be able to conduct a meter accuracy test in medium flow rate and lower flow rate.
		Good	1	Fair knowledge about current status of meter acuracy
		Poor	0	No knowledge at all or very poor.
3	Illegal Connection	Excellent	3	Be able to identify the illegal connection and share the current status with billing team and keep an accurate record
		Very Good	2	Be able to identify the illegal connection and share the current status with billing team
		Good	1	Be able to identify the illegal conection in the site
		Poor	0	No knowledge at all or very poor.
4	Internal Leakage	Excellent	3	Be able to hold a resident's workshop on internal leaks and their countermeasures
		Very Good	2	Be able to create public relations materials on internal leak including the countermeasures
		Good	1	Fair knowledge about internal leak
		Poor	0	No knowledge at all or very poor.
5	Leak Repair	Excellent	3	Be able to make a leak repair report on track records such as reported time and repaired time
		Very Good	2	Be able to understand the necessity of a leak repair report after the leak repair
		Good	1	Fair knowledge about leak repair
		Poor	0	No knowledge at all or very poor.
5	Water Saving Activities	Excellent	3	Be able to hold a resident's workshop on water saving activities
		Very Good	2	Be able to create public relations materials on water saving activities and specific water usage status
		Good	1	Fair knowledge about water saving activities.
		Poor	0	No knowledge at all or very poor.
6	Improvement Plan of Management and Renewal for Water Meter	Excellent	3	Be able to make an improvement plan of management and renewal for water meter
		Very Good	2	Be able to organize information about the current meter status and future installation plan
		Good	1	Fair knowledge about improvement plan of management and renewal for water meter
		Poor	0	No knowledge at all or very poor.
7	Improvement Plan of Public Water Use	Excellent	3	Be able to widely inform the improvement plan of public water use to residents
		Very Good	2	Be able to make an improvement plan of public water use including awareness on water save, publicity, and the introduction of water saving devices
		Good	1	Fair knowledge about public water use including awareness on water save, publicity, and water saving device introduction
		Poor	0	No knowledge at all or very poor.
8	Information Organizing for Water Meter Renewal	Excellent	3	Be able to organize information about analysis of water meter accuracy test result including materials to determine when to renew
		Very Good	2	Be able to analize water meter accuracy test result
		Good	1	Be able to understand the necessity of analysis of water meter accuracy test result
		Poor	0	No information of analysis of water meter accuracy test result at all or very poor.

添付資料 2.2.1

合同調整委員会（JCC）

第 1 回合同調整委員会（JCC）
第 2 回合同調整委員会（JCC）
第 3 回合同調整委員会（JCC）
第 4 回合同調整委員会（JCC）

Palau Public Utilities Corporation
Japan International Cooperation Agency

THE PROJECT FOR STRENGTHENING CAPACITY IN NON-REVENUE WATER (NRW) REDUCTION IN PALAU

1st Joint Coordinating Committee (JCC) Meeting

Work Plan

July 5 2022

Japan International Cooperation Agency (JICA)
Yachiyo Engineering Co., Ltd
Japan Techno Co., Ltd

Contents

Chapter 1 Background and Objective of the Project
- 1-1 Background
- 1-2 Objective
- 1-3 Implementation Structure

Chapter 2 Basic Approach of the Project
- 2-1 Review of Challenges
- 2-2 Basic Approaches
- 2-3 Establish a Framework for reducing Non-Revenue Water (NRW)
- 2-4 Formulate a Renewal Plan of deteriorated Pipelines
- 2-5 Establish Customer Meter Reading and Billing Management System
- 2-6 Public Relation of Water Conservation to Residents

Chapter 3 Implementation Method of the Project
- 3-1 Overall Activities in the Project
- 3-2 Activities of Output-1
- 3-3 Activities of Output-2
- 3-4 Activities of Output-3

Chapter 4 Implementation Plan

Chapter 5 Project Design Matrix (PDM)

Chapter 6 Staffing Plan of JICA Expert Team

Chapter 7 Equipment to be procured in the Project

Chapter 1 Background and Objective of the Project

1-1 Background

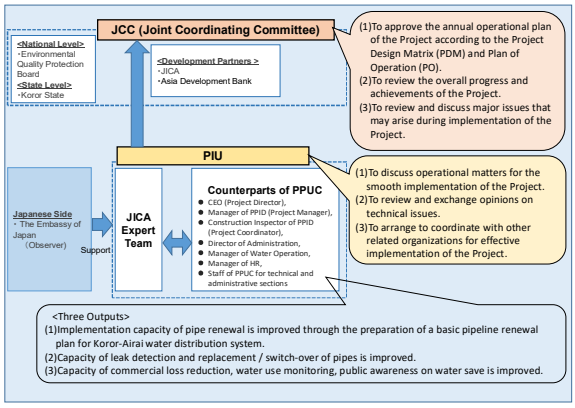
- Approximately 81 % of total population live in Koror.
- PPUC supplies water to about 4,400 customers.
- There are lots of deteriorated asbestos pipes (AC) laid 75 years back in Koror.
- Out of the AC pipelines of 35.8 km which were laid in 1940s, the pipelines of only 12.9 km were rehabilitated in the conventional grant aid projects.
- There are no complete records of water distribution pipelines.
- NRW ratio of approximately 50% currently.
- Drying up dams, water rationing and water interruption.

1-2 Objective

Overall Goal	**Non-revenue water (NRW) is decreased by continuous NRW reduction activities such as pipe replacement, leak detection, monitoring of water use.**
Project Purpose	Capacity of NRW reduction management and implementation is strengthened.
Output	• **Output 1**: Implementation capacity of pipe renewal is improved through the preparation of a basic pipeline renewal plan for Koror-Airai water distribution system. • **Output 2**: Capacity of leak detection and replacement/ switch-over of pipes is improved. • **Output 3**: Capacity of commercial loss reduction, water use monitoring, public awareness on water save is improved.

1-3 Implementation Structure

(1) Implementation Structure



(2) PPUC

No.	Position in the Project	Job Title	Name
1	Project Director	CEO	**Mr. Frank Kyota**
2	Project Manager	Manager of PPID	**Mr. Anthony B. Rudimch**
3	Project Coordinator	Construction Inspector of PPID	**Mr. John Kintaro, Jr.**
4	Manager, Procurement Management	Director of Administration	**Mr. Tmetuchel Baules**
5	Manager	Manager of Water Operation	**Mr. David Dengokl**
6		Manager of Human Resource Development	**Ms. Mariah Okada**
7	Pipeline Renewal Plan	Outlying States Water System Supervisor, Water Operations	**Mr. Marson Aderiano**
8		Administrative Officer, Water Operations	**Ms. Donna Titiml**
9	Leakage Control and Techniques	Leak Detection Supervisor, Water Operations	**Mr. Lester Rehuher**
10		Leak Detection Technician, Water Operations	**Mr. Julian Kuartei**
11	Commercial Loss/Customer Management	CFO (Chief Financial Officer)	**Ms. Maria Resa Olivares**
12		Manager, Business Office	**Mr. Torual Gibbons**
13	Commercial Loss/Customer Management	Public Relation Officer General Administration	**Ms. Rhea Isebong Rengulbai**
14	Construction Supervisor	Engineer, Water Operation	**Mr. Sofronio Mahor**
15	Procurement Management	CPO (Chief Procurement Officer)	**Ms. Johanny Kurihara**

(3) JICA Expert Team

1	Leader/Non-Revenue Water Reduction	Taketoshi FUJIYAMA	YEC
2	Deputy Leader/ Pipe Renewal Planning 1	Hideyuki IGARASHI	YEC
3	Pipe Renewal Planning 2	Teruki MURAKAMI	JAT
4	Leakage Control and Technics	Hiroki NIIMURA	YEC
5	Commercial Loss/ Customer Water Use Management	Taisuke WATANABE	YEC
6	Construction Supervisor	T.B.D	JAT
7	Procurement Management	Toshinobu KASUYA	YEC

Chapter 2 Basic Approach of the Project

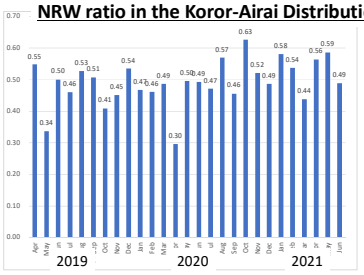
2-1 Review of Challenges

A) Using water resource properly
B) Eliminating leaks on pipelines
C) Improving financial conditions on water supply service

A) Using water resource properly

- Depending on rainwater
- Significant challenge for using water resource properly in Islands

B) Eliminating leaks on pipelines



B) Eliminating leaks on pipelines

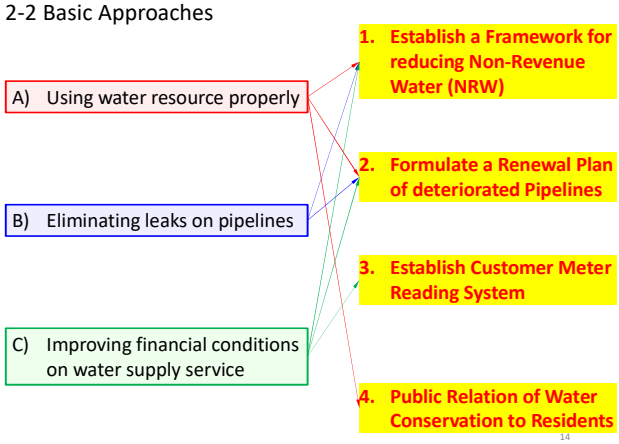
- Existence of AC pipes
- Unknown pipe positions
- Singularity of service pipelines (too long length, parasite connections, etc.)
- Challenge for reducing NRW by eliminating the above conditions

C) Improving financial conditions on water supply service

- Challenge for improving cost recovery

	Year	2016	2017	2018	2019	2020
1	Income (USD)	4,509,415	5,592,778	5,990,201	5,163,031	4,694,191
2	O&M (USD)	7,621,461	7,493,938	9,006,505	9,236,667	7,450,345
3	Gov. Subsidy (USD)	(3,112,046)	(1,901,160)	(3,016,304)	(4,073,636)	(2,756,154)
4	Ratio of Cost Recovery (%) (= [1] / [2])	59%	75%	67%	56%	63%

2-2 Basic Approaches



2-3 Establish a Framework for reducing Non-Revenue Water (NRW)

- Set a baseline of capacity (organizational and staff level) on NRW reduction activities to learn points to be improved
- Make a plan of capacity development
- Input expert team
- Input equipment and Off-JT (Training in Japan)
- Propose optimum job descriptions

2-4 Formulate a Renewal Plan of deteriorated Pipelines

- Prioritize renewal pipelines in terms of easiness of renewal, constraint condition, urgency and impact of renewal
- Implement pipeline renewal in a pilot area
- Prepare a pipeline renewal manual in order for PPUC to formulate a pipeline renewal plan

2-5 Establish Customer Meter Reading

- Install accurate customer meters
- Improve skill of meter readers
- Establish accurate meter reading system
- Abolish flat rate system

2-6 Public Relation of Water Conservation to Residents

- Raise residents' awareness of water conservation
- Beware domestic leaks
- Promote PR activities

Chapter 3 Implementation Method of the Project

3-1 Overall Activities in the Project

- Preparation of a **draft work plan** and the **draft monitoring sheet Ver.1** and discussion on them
- JET conducted **Capacity Assessment** at organizational and team level, and set **Capacity Development Plan** based on it.
- Finalization of a **work plan** and the **monitoring sheet Ver.1**
- Preparation of the **monitoring sheet Ver.2** and **Ver.3**
- Implementation of **training in Japan**
- Preparation of **a project completion report** and **a check sheet** for basic information of water works

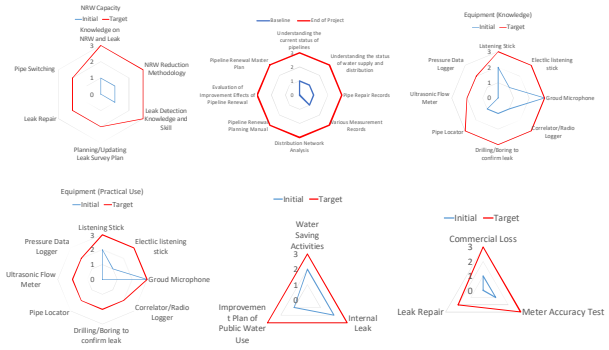
Capacity Development Plan (Organizational level)

Performance Indicators: PI

Relevant Output in PDM	Category 1	Category 2	Indicators	Track Record for Koror-Airai Distribution System (as of 2021)
1 & 2	Overall	Supply continuity	Continuity of service (hours/day)	24
1&2&3	Rehabilitation /replacement	Pipe network	Pipe breaks (breaks/km/year)	N.A.
1&2&3	Technical Aspects	Measurers of NRW	NRW ratio (%)	42.1%
1&2&3	Technical Aspects	Measurers of NRW	- Unbilled meter (%)	N.A.
1&2&3	Technical Aspects	Measurers of NRW	- Unbilled un-metered consumption (%)	N.A.
1&2&3	Technical Aspects	Measurers of NRW	- Unauthorized consumption (%)	N.A.
1&2&3	Technical Aspects	Measurers of NRW	- Metering in accuracies and data handling errors (%)	N.A.
1&2&3	Technical Aspects	Measurers of NRW	- Leakage on pipes (%)	N.A.
1&2&3	Technical Aspects	Measurers of NRW	- Leakage & overflow at storage (%)	N.A.
1&3	Technical Aspects	Measurers of NRW	Metering level (%)	100%
1&3	Technical Aspects	Measurers of NRW	Distributed water (MGD)	1,043,200,000
1&3	Technical Aspects	Measurers of NRW	Billed water (MGD)	603,948,886
1&3	Technical Aspects	Measurers of NRW	Number of households	4,336
1&3	Technical Aspects	Measurers of NRW	Daily per-capita water consumption (LCD)	N.A.
2	Technical Aspects	Measurers of NRW	Number of the water pipe breaks responded to within 24 hours (%)	N.A.
1&2	Technical Aspects	Measurers of NRW	Quantity of NRW (Gallon/km/day)	N.A.
1&2	Technical Aspects	Measurers of NRW	Quantity of NRW (Gallon/connection/day)	278

Relevant Output in PDM	Category 1	Category 2	Indicators	Track Record for Koror-Airai Distribution System (as of 2021)
3	Non-technical aspects	Financial performance	Water tariff collection ratio (%)	106%
3	Non-technical aspects	Financial performance	Billing amount (USD x1000)	2,702,784
3	Non-technical aspects	Financial performance	Unit operational cost for water (USD/Gallon)	0.69/Gal
3	Non-technical aspects	Financial performance	Average revenue for water (USD/Gallon)	0.44/Gal
1&2&3	Non-technical aspects	Staff efficiency	Number of staff working (Number/ 1,000 connections)	19.1
1&2&3	Non-technical aspects	Training	Total number of training days in the year on water supply sector (days/annual/staff)	12
3	Non-technical aspects	Customer relations	Number of customer complaints responded to within 10 days (%)	N.A.
3	Non-technical aspects	Customer relations	Dormant connection ratio for water only (%)	N.A.

Capacity Development Plan (Team level)



Training in Japan (Tentative Program)

Training Period : Oct. 19 – Nov. 3, 2022

Training Place : See the Figure



Day	Training Program	Venue
1	- Arrive at Japan - JICA Orientation - ICETT Orientation	ICETT
2	- Water services introduction - Site reconnaissance at the Takaoka service reservoir	ICETT
3	- Lecture on role of water supply service by city and town, etc. - Site reconnaissance at the Takano Treatment Plant and leak models	Mie Prefecture
4	- Self-learning (summary of training results)	ICETT
5	- Self-learning (summary of training results)	ICETT

Day	Training Program	Venue
6	- Water supply service of Yokkaichi city - Distribution management and water tariff system - Maintenance works such as leak detections, water balance analysis, meter reading, distribution control system, etc.	Yokkaichi City
7	- Maintenance works such as leak detections, water balance analysis, meter reading, distribution control system, etc. - Visit to manufacturers of pipelines - Preliminary action plan formulation	YWSB ICETT
8	- Visit to manufacturers of flowmeters - Action plan formulation	ICETT
9	- Leak detection	FUJI TECOM
10	- Leak detection	FUJI TECOM
11	- Self-learning (summary of training results)	ICETT
12	- Self-learning (summary of training results)	ICETT

Day	Training Program	Venue
13	- Outlines of water supply service in Shima city - Distribution planning - Pipeline renewal plan - PR activities	SCWSSD ICWS
14	- Outlines of water supply service in Toba city - Distribution management - Submarine water transmission to islands - Central control system (Telemetry system, etc.) - Action plan formulation	TCWSB ICETT
15	- Action plan formulation / presentation / training evaluation meeting	ICETT
16	- Leave for Palau	

YWSB: Yokkaichi Waterworks & Sewage Bureau;
MPPUA: Mie Prefecture Public Utilities Agency;
TCWSB: Toba City Water Services Division;
SCWSSD: Shima City, Water Supply and Sewerage Department, Waterworks Engineering Section;
ICWS: Ise City Waterworks and Sewage.
ICETT: International Center for Environmental Technology Transfer

Nominees of the Training in Japan

Nominees	Job Title
1. David Bai (Mr.)	Environmental Safeguard Officer
2. Vernon Mike (Mr.)	Meter Reader
3. Santini Thomas (Mr.)	Water Plant Operator
4. Julian Kuartei (Mr.)	Leak Detection Technician
5. Augustine Sugar (Mr.)	Meter Technician

3-2 Activities of Output-1

- Organize and analyze the current pipelines reviewing the existing documents, the piping diagrams, etc. (Activity 1-1)
- Collect information on water supply and distribution status (distribution pipes, service pipes, illegal connections, etc.) through surveys and interviews. (Activity 1-2)
- Update the piping diagram, etc., and analyze the piping network hydraulically. (Activity 1-3)
- Set evaluation criteria for pipeline renewal and prepare a draft priority plan by route and/or region. (Activity 1-4)
- Select a pilot area on pipeline renewal including water meter replacement. (Activity 1-5)
- Conduct a detailed survey of the current situation regarding leak detection, water meter accuracy and customers' water use in the pilot area through Activity 2-2 and 3-2. (Activity 1-6)
- Develop a basic pipeline renewal plan in the pilot area in cooperation with Activity 2-3. (Activity 1-7)

- Install a flow meter in the pilot area to measure and monitor the inflow. (Activity 1-8)
- Replace the pipelines in the pilot area and confirm the change of water inflow and outflow before and after the replacement. (Activity 1-9)
- Replace service pipes and water meters in the pilot area and confirm the changes of water inflow and outflow before and after the replacement. (Activity 1-10)
- Summarize the results and effects to be improved in the pilot area. (Activity 1-11)
- Formulate a basic pipeline renewal plan for the Koror-Airai water distribution system including the process of prioritization, based on the above activities. (Activity 1-12)

3-3 Activities of Output-2

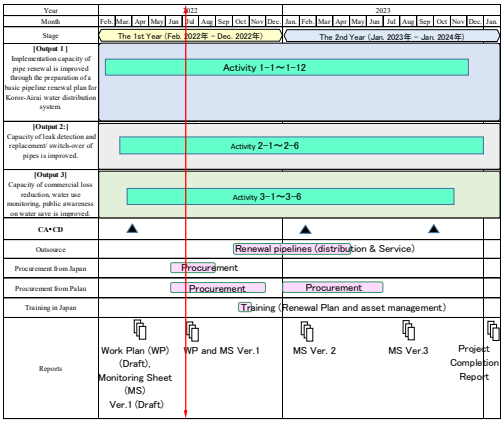
- Analyze the current status of leak detection, pipe repair, and renewal/ switching-over pipes. (Activity 2-1)
- Draft a leak detection manual by incorporating the results of Activity 1-6 so that PPUC staff can detect leaks in house connections and distribution pipes. (Activity 2-2)
- Draft a pipeline renewal manual by incorporating the results of Activity 1-7 so that PPUC staff are able to formulate and update a basic pipeline renewal plan. (Activity 2-3)
- Create a report of case studies / lessons learned through the activities for Output 1 so that PPUC staff is able to switch over from old pipes to new pipes appropriately. (Activity 2-4)
- Finalize the leak detection manual after the feedback from the activities 2-1 to 2-4 and through OJT conducted in the pilot area of Output 1 and additional pilot areas for leak detection. (Activity 2-5)
- Reflect the result of Activity 2-1 to 2-5 into the basic pipeline renewal plan in activities for Output 1. (Activity 2-6)

3-4 Activities of Output-3

- Analyze the current situation regarding commercial loss reduction, water use monitoring, public awareness on water save. (Activity 3-1).
- Prepare an improvement plan (draft) of management and renewal for water meter through identification of needs for a meter accuracy test and illegal connections, incorporating with the results of Activity 1-6. (Activity 3-2)
- Finalize the management and the renewal plan (drafted in Activity 3-2) for water meter through OJT in the pilot area of activities for Output 1 and the additional pilot area for water use monitoring activities for Output 2. (Activity 3-3).
- Create an improvement plan of public water usage to reduce unnecessary water and internal leak after water meters. (Activity 3-4)

- Finalize the improvement plan of public water usage, through OJT and improvement activities (awareness on water save, publicity, water saving device introduction) according to Activity 3-4 in the pilot area for Output 1 and the additional pilot area for water use monitoring activities for Output 2. (Activity 3-5)
- Reflect the result of activities 3-1 to 3-5 into the activities for Output 1, the basic pipeline renewal plan. (Activity 3-6)

Chapter 4 Implementation Plan

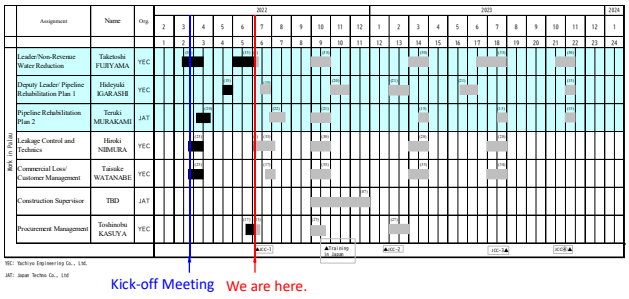


Chapter 5 Project Design Matrix (PDM)

See Attachment

- Revise JICA Expert Team's Work Titles
- Finalize the equipment to be procured
- Revise places of Off-JT (Training in Japan)
- Add the activities between March and May 2022 in Plan of Operation
- Minor corrections

Chapter 6 Staffing Plan of JICA Expert Team



Chapter 7 Equipment to be procured in the Project

No	Items	Q'ty	Source
1	Data logger for water pressure	2 sets	US
2	Test meter for water meter accuracy	2 sets	Japan
3	Correlating Radio Noise Logger for Leak Monitoring	1 set	US
4	Hammer drill for leak confirmation	1 set	Palau
5	Water meters, joints, valves	1 Ls	Palau
6	Pipes, joints for OJT	1 Ls	Palau
7	Ultra-sonic flowmeter	2 sets	Japan
8	Trail camera	2 sets	Palau

Palau Public Utilities Corporation
Japan International Cooperation Agency

THE PROJECT FOR STRENGTHENING CAPACITY IN NON-REVENUE WATER (NRW) REDUCTION IN PALAU

2nd Joint Coordinating Committee (JCC) Meeting

Project Monitoring (Monitoring Report Ver.2)
(Period: July 2022- January 2023)

February 24 2023

Project Team

Palau Public Utilities Corporation
Japan International Cooperation Agency

2nd JCC Meeting
Monitoring Report Ver.2

Outline, Purpose, Outputs and Inputs of the Project

February 24 2023

Hideyuki Igarashi (Mr.), JICA Expert Team

Contents

1. Outline of the Project (Mr. Igarashi)
2. Overall Goal, Project Purpose and Three Outputs (Mr. Igarashi)
3. Progress of Inputs (Mr. Igarashi)
4. Progress of Activity
   4.1 Activities for Output-1 (Ms.Donna, Mr. John and Mr. Aderiano)
   4.2 Activities for Output-2 (Mr. Julian)
   4.3 Activities for Output-3 (Ms.Donna and Mr. John)
5. Achievement of Three Outputs (Mr. Fujiyama)
6. Achievement of Project Purpose (Mr. Fujiyama)
7. Other Matters to be considered (Mr. Fujiyama)
   7.1 Pipe switching over
   7.2 Normalizing Service Pipes
   7.3 PR Activities prior to the Replacement of Water Meters
8. Interim Capacity Assessment (Team Level) (Mr. Fujiyama)

1. Outline of the Project

■Project Name

- THE PROJECT FOR STRENGTHENING CAPACITY IN NON-REVENUE WATER REDUCTION IN PALAU

■Project Period

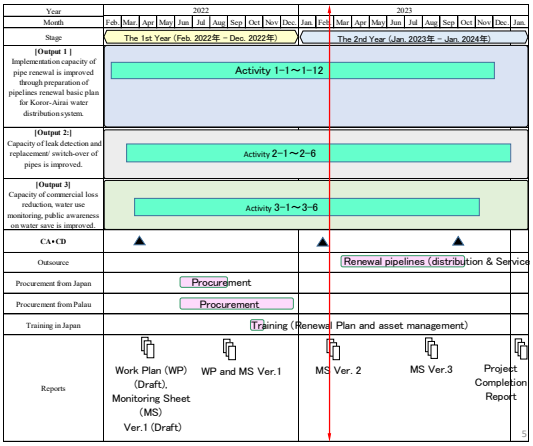
- February 2022 to January 2024 (Overall Period)
- March 2022 to December 2023 (JICA Expert Team's Activities in Palau)

■Project Areas

- Koror and Airai in Palau

■Palauan Counterparts

- PPUC



2. Overall Goal, Project Purpose and Three Outputs

Overall Goal	**Non-revenue water (NRW) is decreased by continuous NRW reduction activities such as pipe replacement, leak detection, monitoring of water use.**
Project Purpose	Capacity of NRW reduction management and implementation is strengthened.
Output	• **Output 1**: Implementation capacity of pipe renewal is improved through the preparation of a basic pipeline renewal plan for Koror-Airai water distribution system. • **Output 2**: Capacity of leak detection and replacement/ switch-over of pipes is improved. • **Output 3**: Capacity of commercial loss reduction, water use monitoring, public awareness on water save is improved.

3.Progress of Inputs

Inputs from Japan

JICA Experts:

- JET consisting of a Leader and members for seven expertise fields was assigned to implement the Project in PPUC as below:

Position in the Project	Name
Leader/Non-Revenue Water Reduction	Mr. Taketoshi FUJIYAMA
Deputy Leader/ Pipeline Rehabilitation Plan 1	Mr. Hideyuki IGARASHI
Pipeline Rehabilitation Plan 2	Mr. Teruki MURAKAMI
Leakage Control and Technics	Mr. Hiroki NIIMURA
Commercial Loss/ Customer Management	Mr. Taisuke WATANABE
Construction Supervisor	Mr. Kazuyoshi HONDA
Procurement Management	Mr. Toshinobu KASUYA/ Mr. Hiroki NIIMURA

Note: Name highlighted in red are newly appointed.

Equipment:

- Equipment such as test meters, data loggers, a monitoring type radio leak correlator, etc. required for the NRW reduction activities have been procured.

Facilities:

- Pilot Project for Pipe replacement will start in the middle of March 2023.

Off Island Training:

- Training Course Title: "NRW Reduction Operation"
- The following trainees participated in the training from October 10th to November 4th 2022 in Mie, Japan
- December 1st 2022 Training Debrief session with PPUC management & Team.
- Trainees:

No.	Name	Position
1	Mr. David Bai	Environmental Safeguard Officer
2	Mr. Vernon Mikel	Meter Reader
3	Mr. Santini Thomas	Water Plant Operator
4	Mr. Julian Kuartei	Leak Detection Technician
5	Mr. Augustine Sugar	Meter Technician



Lecture by Pipe Manufacturer Company



Field Observation in Pipe Replacement in Ise City



Hands-on Training in Leak Detection Survey Company



Hands-on Training in Takano Water Purification Plant



Water Source Management Center in Yokkaichi City



Field Observation in Pipe Replacement in Yokkaichi City

Palau Public Utilities Corporation
Japan International Cooperation Agency

2nd JCC Meeting
Monitoring Report Ver.2

Activities for Output-1

Capacity on Preparation of a Basic Pipeline Renewal Plan is Improved

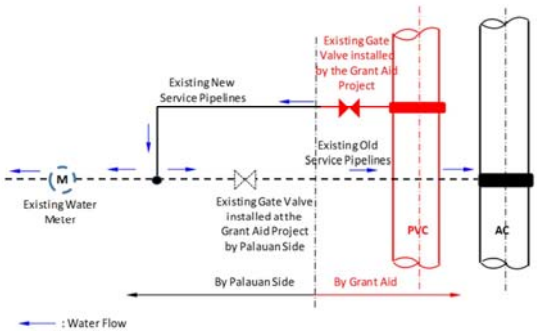
February 24 2023

Donna Titml, John Kintaro Jr. and Mr. Aderiano, PPUC

4. Progress of Activity

4.1 Progress of Activities for Output-1

No	Activity	Current Monitoring (as at Feb. 2023) * based on PDM_2&PO_2
		Achievement
1-1	Organize and analyze the current pipelines reviewing the existing documents, the piping diagrams, etc.	• There are 60 interconnections between old and new distribution pipelines. • There are 313 lateral (Pipelines to Customers) interconnections. • Interconnections in the distribution pipelines are used to move water from old waterlines into the new waterlines. • Lateral Interconnections are used to stop water from old distribution pipelines and direct water from new distribution pipelines to Customers. • Formulation of Action Plan to confirm that all interconnections are not putting water back into old pipelines.

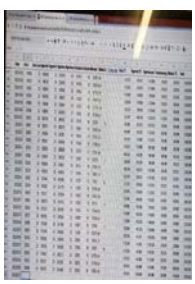


No	Activity	Current Monitoring
		Achievement
1-2	Collect information on water supply and distribution status (distribution pipes, service pipes, illegal connections, etc.) through surveys and interviews.	• Daily Distribution Tanks water flow rate collected & displayed as a graph on Google Data Studio. • Daily Tank usage can be viewed by monitor and email at WWO, Main Office and individual PCs in Japan. • Can reduce the errors of distribution flow rate. • Can manage distribution water flow rate well since August 2022 • Can envisage major changes in usage through monitoring of distribution water flow rate • Can understand that major changes may need actions such as monitoring consumption of large consumers, possible major leaks & leak detection actions or info from leak repairs, etc.

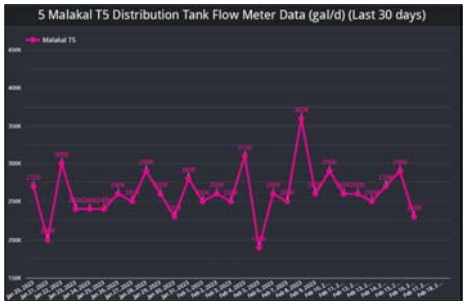
Tanks water flow rate collection



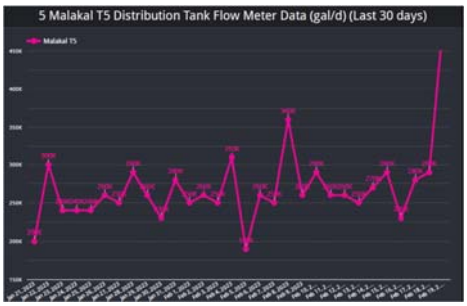




Flow rate in Malakal Distribution Area (Last 30 days)-1



Flow rate in Malakal Distribution Area (Last 30 days)-2



No	Activity	Current Monitoring
		Achievement
1-2	Collect information on water supply and distribution status (distribution pipes, service pipes, illegal connections, etc.) through surveys and interviews.	• Input of billing data on monthly basis to display NRW ratio. • Essential to visualize the change in NRW ratio on a display as shown below.  **Monthly Change in NRW Ratio** • Awareness on the current status of NRW ratio by viewing monthly changes in NRW ratio • Take prompt actions & to investigate causes, etc.

18

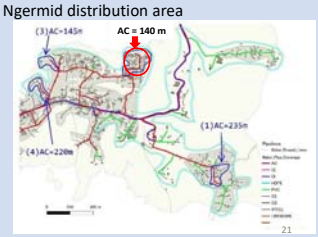
No	Activity	Current Monitoring
		Achievement
1-2	Collect information on water supply and distribution status (distribution pipes, service pipes, illegal connections, etc.) through surveys and interviews.	• Analyzed the billing data in detail and found double counts of certain customers. Consequently, NRW ratio was revised as follows: **Correction of NRW Ratio**

Distribution Area	NRW (%)	
	At the initial stage (March 2022) of the Project	December 2022
Airai	49	58.9
Ngermid	55	58.4
Ngerkesoaol	60	60.7
Arakabesang	42	51.6
Malakal	32	44.7
Total	**53**	**57.4**

19

No	Activity	Current Monitoring
		Achievement
1-3	Update the piping diagram, etc., and analyze the piping network hydraulically. JET (JICA Expert Team)	• JET gave the two PPUC's staff members the lecture on piping network analysis and its hands-on training by using a piping network analysis software. • The contents of the training are as follows: ➢ Purpose of piping network analysis, process of implementation, theory; ➢ Method of piping network model creation by using EPANET; ➢ Hands-on training of piping network analysis; ➢ Preparation of distribution maps such as dynamic water pressure, water velocity, hydraulic gradient, static water pressure, etc. ➢ Improvement in problems on piping network and ➢ Piping network analysis based on network model

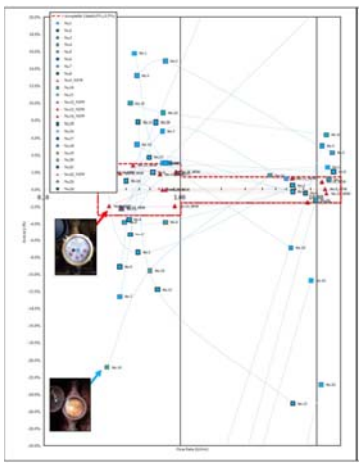
20

No	Activity	Current Monitoring
		Achievement
1-4	Set evaluation criteria for pipeline renewal and prepare a draft priority plan by route and/or region.	To be done.
1-5	Select a pilot area on pipeline renewal including water meter replacement.	• Selected the following area marked in red in Ngermid distribution area 

21

No	Activity	Current Monitoring
		Achievement
1-6	Conduct a detailed survey of the current situation regarding leak detection, customer meter accuracy and customers' water use in the pilot area through Activity 2-2 and 3-2.	• The Project Team conducted a water meter accuracy test for 24 water meters in the pilot area where the pipelines will be replaced from March 2023. **Results of Water Meter Accuracy Test** • 19 of the 24 water meters tested, failed to meet AWWA acceptable limits of accuracy, 18 of those 19 are older models (Over 20 years old). • Failed water meters were at times reading too much or too little of the actual flow of water. • Based on the result of test, 19 out of 24 water meters were replaced with new ones.

22



No	Activity	Current Monitoring
		Achievement
1-6	Conduct a detailed survey of the current situation regarding leak detection, customer meter accuracy and customers' water use in the pilot area through Activity 2-2 and 3-2.	• Leak Detection work on distribution pipeline to the 24 existing meter. • Leak Detection work on road surface using ground microphone • No leaks detected  Leak survey at water meter  Leak Survey on road surface

24

No	Activity	Current Monitoring
		Achievement
1-7	Develop a basic pipeline renewal plan in the pilot area in cooperation with Activity 2-3.	• Prepared a basic pipeline renewal plan for the pilot area. The basic pipeline renewal plan is summarized as follows: ➢ Purpose: Plans to be referred for preparing a basic pipeline renewal plan for Koror-Airai water distribution system ➢ Selection of water distribution area and specific area: Ngerbodel in Ngermid distribution area ➢ Effectiveness of the pilot project: Water flow rate will be measured with an ultra-sonic flowmeter before and after replacement of pipelines. Effectiveness will be assessed based on a gap of water flow rate.

No.	Item	Specification	Quantity
1	Pipelines to be replaced	PVC 6" (150 mm)	L= 140 m
2	Chamber of water flowmeter	RC, 1.2 mLx1.2 mWx1.4 mH	1 place
3	House connections	PVC 2" (50 mm)	13 places
4	Test pit	1.0 mL x 5.0 mW x 1.5 mH	5 places

25

No	Activity	Current Monitoring
		Achievement
1-7	Develop a basic pipeline renewal plan in the pilot area in cooperation with Activity 2-3.	• Schedule of the Pilot Project:



26

No	Activity	Current Monitoring
		Achievement
1-7	Develop a basic pipeline renewal plan in the pilot area in cooperation with Activity 2-3.	• Plan View of the Pilot Project:



27

No	Activity	Current Monitoring
		Achievement
1-8	Install a flow meter in the pilot area to measure and monitor the inflow.	• Examined location of a flowmeter and pipeline system around flowmeter.
1-9	Replace the pipelines in the pilot area and confirm the change of water inflow and outflow before and after the replacement.	• Examined location of a flowmeter and pipeline system around flowmeter.
1-10	Replace service pipes and water meters in the pilot area and confirm the changes of water inflow and outflow before and after the replacement.	• Replaced 19 of 24 water meters in the pilot areas where the pipelines will be replaced.
1-11	Summarize the results and effects to be improved in the pilot area.	To be done.
1-12	Formulate a basic pipeline renewal plan for the Koror-Airai water distribution system including the process of prioritization, based on the above activities.	• PPUC and JET have been discussing the contents.

28

Palau Public Utilities Corporation
Japan International Cooperation Agency

2nd JCC Meeting
Monitoring Report Ver.2

Activities for Output-2

Capacity for Leak Detection & Replacement/Switch-Over of Pipes is Improved

February 24 2023

Julian Kuartei (Mr.), PPUC

29

4.2 Activities for Output-2

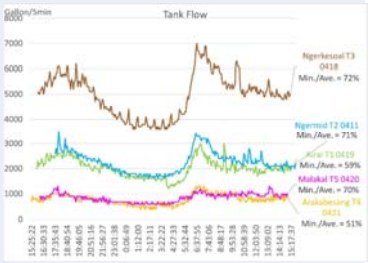
No	Activity	Current Monitoring (as at Feb. 2023) * based on PDM_1&PO_1
		Achievement
2-1	Analyze the current status of leak detection, pipe repair, and renewal / switching-over pipes.	• PPUC repaired a leak in Ngermid area on August 25th which firstly reported in Jan 2018 as shown in the Leak Record. • The Flow rate in average for three day before and after repair in Ngermid tank was more than 20,000 gal/day. • The total leak volume 33.6 million gal for 56 month (1680 days) since January 2018 equals USD 53,000- at tariff of USD 1.6/1,000gal.



Leak Record

30

No	Activity	Current Monitoring
		Achievement
2-1	Analyze the current status of leak detection, pipe repair, and renewal / switching-over pipes.	• Minimum Night Flow/Ave Distribution Flow rate is approx. 16% in Japan, while 51-72% in Palau.

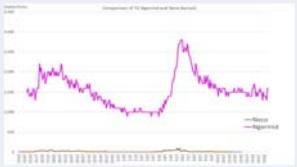


Distribution Flow Rate in the Five Distribution Areas

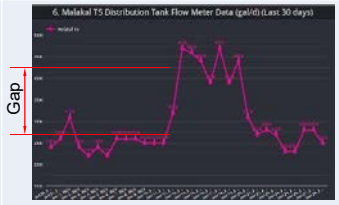
31

Installation of Ultra Sonic Flow Meter



No	Activity	Current Monitoring
		Achievement
2-1	Analyze the current status of leak detection, pipe repair, and renewal / switching-over pipes.	• Checked if minimum night flow indicated actual water consumption or physical leakage. • Measured one-day water consumption of Neco Barrack which is a largest water consumer in Ngermid distribution area. • Water consumption is very low: 0.1% of flow rate in Ngermid distribution area (see a brown line in the Figure below). Minimum night flow may be a leak flow rate.  **Distribution Flow Rate in Ngermid and Water Consumption in Neco Barrack**

No	Activity	Current Monitoring
		Achievement
2-2	Draft a leak detection manual by incorporating the results of Activity 1-6 so that PPUC staff can detect leaks in house connections and distribution pipes.	• There is PPUC leak detection manual prepared in 2018. • Measure of domestic leaks, points concern from leak detection in areas without water meters, etc., were added to the existing manual. • Observed remarkable increase (230,000 gal to 470,000 gal) for three days in the distribution water in Malakal distribution area. • Conducted minimum night flow (MNF) measurement and confirmed MNF was high.

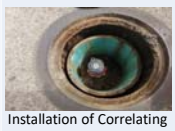
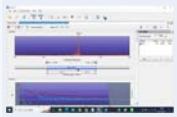
No	Activity	Current Monitoring
		Achievement
2-2	Draft a leak detection manual by incorporating the results of Activity 1-6 so that PPUC staff can detect leaks in house connections and distribution pipes.	 • As next step, the Project Team took acoustic survey on valves and observed quas-sound in Blue Bay Gas Company (BBGC).

No	Activity	Current Monitoring
		Achievement
2-2	Draft a leak detection manual by incorporating the results of Activity 1-6 so that PPUC staff can detect leaks in house connections and distribution pipes.	• Confirmed that BBGC consumed much water but billed at flat rate. • This kind of approach through monitoring distribution flow rate is effective to reduce NRW, that is, commercial loss.
2-3	Draft a pipeline renewal manual by incorporating the results of Activity 1-7 so that PPUC staff are able to formulate and update a basic pipeline renewal plan.	• PPUC and JET have been discussing the contents.

No	Activity	Current Monitoring
		Achievement
2-4	Create a report of case studies / lessons learned through the activities for Output 1 so that PPUC staff is able to switch over from old pipes to new pipes appropriately	• The Project Team and trainees took an action to check if the deteriorated asbestos pipes were switched over based on the action plan formulated in the training in Japan. • The Project Team checked the function of the existing water flowmeter and or water leak from joints released. • In order to make sure of switching over of pipelines during pipe replacement, the above measures should be stated in the report of case studies / lessons learned through the activities.

No	Activity	Current Monitoring
		Achievement
2-5	Finalize the leak detection manual after the feedback from the Activity 2-1 to 2-4 and through OJT conducted in the pilot area of Output 1 and additional pilot areas for leak detection.	• Conducted leak detection in Ngermid distribution area, as an OJT. • The summary of the OJT is as follows: ➢ House connection survey  ➢ Pipe fitting survey 

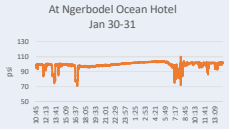
No	Activity	Current Monitoring
		Achievement
2-5	Finalize the leak detection manual after the feedback from the Activity 2-1 to 2-4 and through OJT conducted in the pilot area of Output 1 and additional pilot areas for leak detection.	➢ Drilling confirmation  Drilling by using a hammer drill  Checking by using an listening stick

No	Activity	Current Monitoring
		Achievement
2-5	Finalize the leak detection manual after the feedback from the Activity 2-1 to 2-4 and through OJT conducted in the pilot area of Output 1 and additional pilot areas for leak detection.	➢ Correlating Noise Logger survey  Installation of Correlating Noise Logger  Analyzed by PPUC  Analysis Result  Observed leak points under wooden boat

Correlators Used on 8 Tobishima Valves in Sireib, Ngerbeched.



No	Activity	Current Monitoring
		Achievement
2-6	Reflect the result of Activity 2-1 to 2-5 into the basic pipeline renewal plan in activity for Output 1.	To be done.

No	Activity	Current Monitoring
		Achievement
2-5	Finalize the leak detection manual after the feedback from the Activity 2-1 to 2-4 and through OJT conducted in the pilot area of Output 1 and additional pilot areas for leak detection.	➢ Pressure logging  Condition of Pressure Logging  Pressure Logging Data

Palau Public Utilities Corporation
Japan International Cooperation Agency

2nd JCC Meeting
Monitoring Report Ver.2

Activities for Output-3

Capacity on Commercial Loss Reduction, Water Monitoring & Public Awareness on Water Conservation is Improved

February 24 2023

Donna Titml (Ms.) and John Kintaro Jr. (Mr.), PPUC

4.3 Activities for Output-3

No	Activity	Current Monitoring (as at Feb. 2023) * based on PDM_2&PO_2
		Achievement
3-1	Analyze the current situation regarding commercial loss reduction, water use monitoring, public awareness on water save.	• Commercial loss is caused by a water meter inaccuracy, excessive consumption in a flat rate and illegal connections. **Water Meter Inaccuracy**: • The assumed monthly water leak rate is about 3,024 gal/month in each household, which comes to annual commercial loss of USD24,707. **Assumed Water Loss caused by deteriorated Water Meters** Noticeable Points

	Item	Data	Source
A	Internal Water Leakage Amount	0.35 G/min	Estimated Value
B	Negative Error	20%	Estimated Value
C	Leakage Duration	43,200 min/month	60 min×24 hour×30 days
D	Monthly Water Leakage Amount in each Household	3,024 G/month	A×B×C
E	Water & Wastewater Tariff	0.013 USD/G	PPUC data
F	Water & Wastewater Bill Amount by Internal Water Leakge	39 USD/month/connection	D×E
G	Number of Installed Meter in Koror-Airai System	3,771 nos.	PPUC data
H	Percentage of Internal Water leakege	2%	Based on Ngerkesoaol current status
I	Percentage of Old Meters	70%	Estimated Value
	Estimated Commercial Loss by Meter Inaccuracy	24,707 USD/year	F×G×H×I×12 month

No	Activity	Current Monitoring
		Achievement
3-1	Analyze the current situation regarding commercial loss reduction, water use monitoring, public awareness on water save.	**Excessive Consumption in a Flat Rate**: • To be done. **Illegal Connections:** • PPUC imposes penalty on illegal connection users. • In addition, mutual monitoring system functions appropriately in small scale community. • Illegal connections: Approx. 0.2%* of total customers. (*Illegal connections: 7 households out of 3,771 as of 2021)

No	Activity	Current Monitoring
		Achievement
3-2	Prepare an improvement plan (draft) of management and renewal for water meter through identification of needs for a meter accuracy test and illegal connections, incorporating with the results of Activity 1-6.	• Water meters were not calibrated and or replaced timely due to the following reasons: ➢ Insufficient staff members; ➢ Inadequate no. of water meter accuracy tests; ➢ Lack of experience to measure water flow rate in small flow rate range; ➢ Expensive water meters (USD200-300) compared with Japanese products (USD30-40) and ➢ Policy & Plan to replace water meters • Out of the 3,771 existing water meters in Koror Airai system as of 2021, the 2,771 water meters will be replaced within 10 years, while ADB committed 1,000 water meters to be replaced (see Next Table).

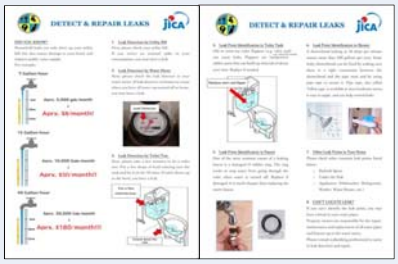
Water Meter Accuracy Test





No	Activity	Current Monitoring
		Achievement
3-2	Prepare an improvement plan (draft) of management and renewal for water meter through identification of needs for a meter accuracy test and illegal connections, incorporating with the results of Activity 1-6.	**Priority of Water Meter Replacement** Priority / Areas / No. / Year of Replacement 1 / Ngerkesoaol / 524* / 2024-2025 2 / Ngermid / 840 / 2026-2028 3 / Malakal / 243 / 2029 4 / Arakabesan / 384 / 2030 5 / Airai / 780 / 2031-2033 Total / 2,771※ * Out of 1,524 water meters in Ngerkesoaol, ADB will replace 1,000 water meters. **Annual Replacement Cost of Water Meters** Items / Data / Remarks 1. Replacement Cost of a Water Meter / USD 209/meter / 5/8" x 3/4", Dweyer Company 2. Number of Annual Replacement / 277 meters/annual / 2,771 meters/10 years 3. Annual Replacement Cost / USD 57,893/annual / USD209 x 277 meters/annual

No	Activity	Current Monitoring
		Achievement
3-3	Finalize the management and the renewal plan (drafted in Activity 3-2) for water meter through OJT in the pilot area of activities for Output 1 and the additional pilot area for water use monitoring activities for Output 2.	To be done.
3-4	Create an improvement plan of public water usage to reduce unnecessary water and internal leak after water meters.	• More PR activities on internal leakage and the measure of repairing leak points need to be done. • Leaflet concerning internal leakage and the measure of repairing leak points was upload on PPUC's homepage and Facebook. • PPUC is planning the same leaflet to be attached in water tariff bills in 2023.

No	Activity	Current Monitoring
		Achievement
3-4	Create an improvement plan of public water usage to reduce unnecessary water and internal leak after water meters.	

Leaflet concerning Internal Leakage and the Measure of repairing Leak Points

No	Activity	Current Monitoring
		Achievement
3-5	Finalize the improvement plan of public water usage, through OJT and improvement activities (awareness on water save, publicity, water saving device introduction) according to Activity 3-4 in the pilot area for Output 1 and the additional pilot area for water use monitoring activities for Output 2.	To be done.
3-6	Reflect the result of Activity 3-1 to 3-5 into the Activity for Output 1, the basic pipeline renewal plan.	To be done.

Palau Public Utilities Corporation
Japan International Cooperation Agency

THE PROJECT FOR STRENGTHENING CAPACITY IN NON-REVENUE WATER (NRW) REDUCTION IN PALAU

2nd Joint Coordinating Committee (JCC) Meeting

Project Monitoring (Monitoring Report Ver.2)

Achievement of Outputs and Purpose, and Other Matters to be considered

February 24 2023

Taketoshi Fujiyama (Mr.), JET

5. Achievement of Three Outputs

Output 1: Implementation capacity of pipe renewal is improved through the preparation of a basic pipeline renewal plan for Koror-Airai water distribution system.

No	Indicator	Current Monitoring (as at Feb. 2023) * based on PDM$_2$&PO$_2$
1-1	A basic pipeline renewal plan for Koror-Airai Water Distribution System is approved by CEO of PPUC.	To be done.
1-2	Current condition of pipelines is analyzed.	To be done.
1-3	A basic pipeline renewal plan for pilot area is approved.	To be done.
Verification of Achievement and Implementing Process, and/or Remarks		

Output 2: Capacity of leak detection and replacement/ switch-over of pipes is improved.

No	Indicator	Current Monitoring (as at Feb. 2023) * based on PDM$_2$&PO$_2$
2-1	A leak detection manual is approved by CEO of PPUC.	To be done.
2-2	Manual and Report of case studies / lessons learned on pipe switching-over are approved by CEO of PPUC.	To be done.
Verification of Achievement and Implementing Process, and/or Remarks		

Output-3: Capacity of commercial loss reduction, water use monitoring, public awareness on water save is improved.

No	Indicator	Current Monitoring (as at Feb. 2023) * based on PDM$_2$&PO$_2$
3-1	Improvement plan of public water usage / management and renewal plan for water meters are approved by CEO of PPUC.	To be done.
Verification of Achievement and Implementing Process, and/or Remarks		

6. Achievement of Project Purpose

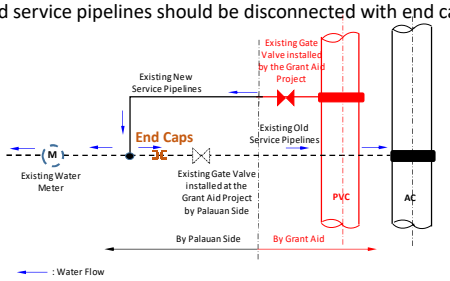
No	Indicator	Current Monitoring (as at Feb. 2023) * based on PDM$_2$&PO$_2$
1	NRW ratio is reduced in the pilot area.	To be done.
2	Distribution pipeline renewal and necessary house connections are appropriately conducted in the pilot area.	To be done.
3	Public awareness on water usage is improved in the pilot area.	To be done.
Verification of Achievement and Implementing Process, and/or Remarks		

7. Other Matters to be considered

7.1 Pipe switching over

- In the routes where distribution pipelines were replaced in the grant aid project in 2018, water flowing in the new pipelines may back-flow to the old service pipelines in some of connections out of approx. 300, because there are no closed in the old service pipelines.
- The old service pipelines should be disconnected with end caps.

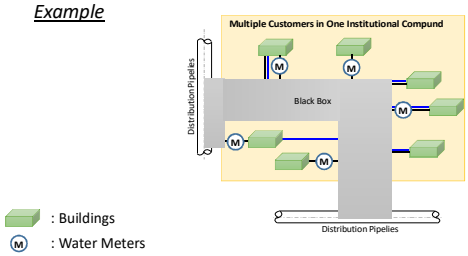
Example



7.2 Normalizing Service Pipes

- There are multiple service connections without water meters in one certain institutional user.
- Quantity of water flowing in service pipelines without water meters has not been billed, which resulted in NRW.

Example



7.3 PR Activities prior to the Replacement of Water Meters

- Billed water is increased after the replacement of water meters, PR activities is of importance for PPUC prior to the replacement.
- Customers can understand the increase in billed water.

Change in Billed Consumption and Water Tariff

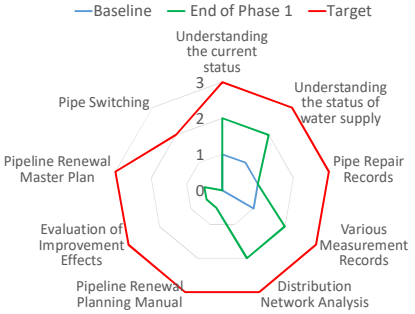
No.	Account No.	Usage Billed(gal)				Charge(USD)			
		Oct	Nov	Dec	Jan	Oct	Nov	Dec	Jan
1	07139100-04	60	0	100	0	0.10	0.00	0.17	0.00
2	07229900-01	460	780	3,780	4,300	0.76	1.29	6.24	7.1
3	07374400-01	4,260	4,990	5,090	4,700	7.03	8.23	8.86	7.76
4	07239001-02	2,880	3,310	4,100	5,000	4.75	5.46	6.77	8.25
5	07192400-01	1,860	1,670	3,460	17,400	3.07	2.76	5.71	91.95
6	07233101-01	9,550	7,980	8,300	9,900	38.96	28.37	30.53	41.33
7	07180600-03	3,730	2,940	3,320	5,100	6.15	4.85	5.48	8.93
8	07103300-01	50	30	130	0	0.34	0.2	0.88	0.00
9	K092740	6,310	13,210	11,700	6,000	15.88	63.67	53.48	15.00
10	07543800-01			25,150	6,200			144.26	16.35
11	07746000-01	3,850	3,660	6,910	11,300	6.35	6.04	21.14	50.78
12	07108900-02	90	60	250	300	0.61	0.41	1.69	2.03
13	07276300-01	6,470	4,620	5,280	5,900	18.17	7.62	10.14	14.33
14	K091240	11,390	12,080	10,950	1,000	51.38	56.04	48.41	1.65
15	07104700-01	2,420	5,380	8,650	16,100	3.99	10.82	32.89	83.18
16	07310400-04		34,240	13,920	13,400		205.62	68.46	64.95
17	07128800-01	7,020	5,680	6,890	9,200	21.89	12.84	21.01	36.60
18	K092010	3,910	5,830		496,440	5.98	12.14		3325.5
19	07239100-01	5,110	2,000	2,130	2,950	8.99	3.30	3.51	4.87
19-1	07239100-01	1,760	5,090	4,430	1,900	2.90	8.86	7.31	3.14
		Before Replacement		After Replacement		Before Replacement		After Replacement	

7.4 Organizing a Section of GIS or Database in PPUC

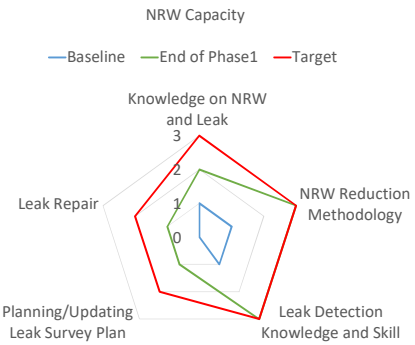
- Exact locations of some distribution and service pipelines laid after 2008 are not known.
- Development of database is one of urgent challenges in PPUC in order to maintain water pipelines such as transmission, distribution and service pipelines efficiently and accurately.
- For this reason, it is desirable that PPUC establishes a GIS or a database team.

Capacity Development Plan (Team level)

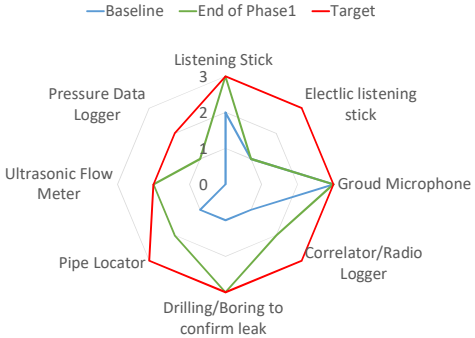
Capacity Development for Pipeline Renewal Plan Team



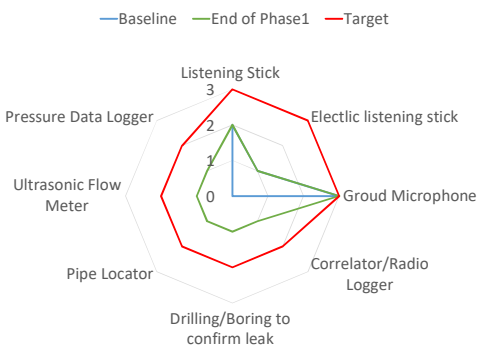
Capacity Development for for a Leak Detection Team



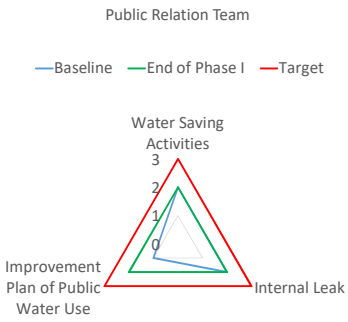
Equipment (Knowledge)



Equipment (Practical Use)

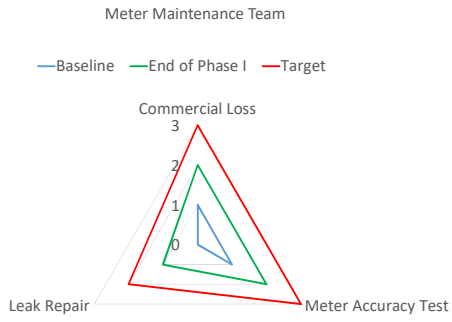


Capacity Development Plan for Public Relations Team



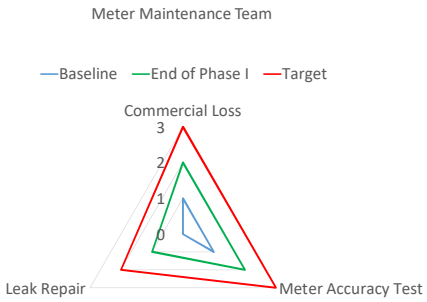
65

Capacity Development Plan for Meter Maintenance Team



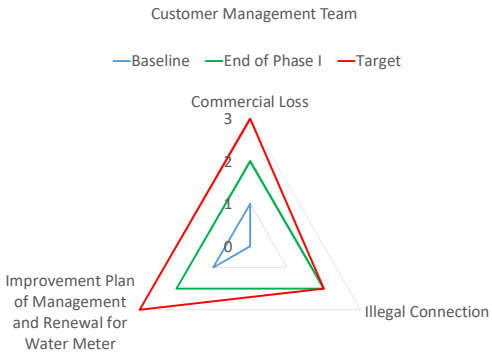
66

Capacity Development Plan for Customer Management Team



67

Capacity Development Plan for Billing Team



68

Palau Public Utilities Corporation
Japan International Cooperation Agency

THE PROJECT FOR STRENGTHENING CAPACITY IN NON-REVENUE WATER (NRW) REDUCTION IN PALAU

The 3rd Joint Coordinating Committee (JCC) Meeting

Project Monitoring (Monitoring Report Ver.3)
(Period: February - June 2023)

July 25 2023

Project Team

Palau Public Utilities Corporation
Japan International Cooperation Agency

3rd JCC Meeting
Monitoring Report Ver.3

Outline, Purpose, Outputs and Inputs of the Project

July 25 2023

T. Fujiyama (Mr.), JICA Expert Team

Contents

1. Outline of the Project (Mr. Fujiyama)
2. Overall Goal, Project Purpose and Three Outputs (Mr. Fujiyama)
3. Progress of Inputs (Mr. Fujiyama)
4. Progress of Activity
   4.1 Activities for Output-1 (Mr. John)
   4.2 Activities for Output-2 (Mr. Julian)
   4.3 Activities for Output-3 (Mr. John and Ms. Rhea)
5. Achievement of Three Outputs
6. Achievement of Project Purpose
7. Other Matters to be considered (Mr. Fujiyama)
   7.1 Pipe switching over
   7.2 Normalizing Service Pipes
   7.3 PR Activities prior to the Replacement of Water Meters
   7.4 Importance of Data Management

1. Outline of the Project

■Project Name

- THE PROJECT FOR STRENGTHENING CAPACITY IN NON-REVENUE WATER REDUCTION IN PALAU

■Project Areas

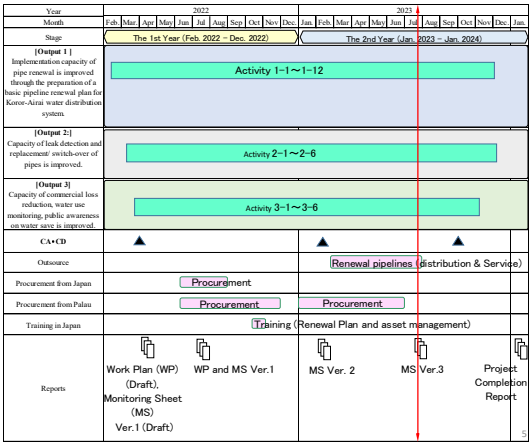
- Koror and Airai in Palau

■Palauan Counterparts

- PPUC

■Project Period

- February 2022 to January 2024 (Overall Period)
- March 2022 to December 2023 (JICA Expert Team's Activities in Palau)



2. Overall Goal, Project Purpose and Three Outputs

Overall Goal	**Non-revenue water (NRW) is decreased by continuous NRW reduction activities such as pipe replacement, leak detection, monitoring of water use.**
Project Purpose	Capacity of NRW reduction management and implementation is strengthened.
Output	• **Output 1**: Implementation capacity of pipe renewal is improved through the preparation of a basic pipeline renewal plan for Koror-Airai water distribution system. • **Output 2**: Capacity of leak detection and replacement/ switch-over of pipes is improved. • **Output 3**: Capacity of commercial loss reduction, water use monitoring, public awareness on water save is improved.

3.Progress of Inputs

Inputs from Japan

JICA Experts:

- JET consisting of a Leader and members for seven expertise fields was assigned to implement the Project in PPUC as below:

Position in the Project	Name
Leader/Non-Revenue Water Reduction	Mr. Taketoshi FUJIYAMA
Deputy Leader/ Pipeline Rehabilitation Plan 1	Mr. Hideyuki IGARASHI
Pipeline Rehabilitation Plan 2	Mr. Teruki MURAKAMI
Leakage Control and Technics	Mr. Hiroki NIIMURA
Commercial Loss/ Customer Management	Mr. Taisuke WATANABE
Construction Supervisor	Mr. Kazuyoshi HONDA
Procurement Management	Mr. Toshinobu KASUYA/ Mr. Hiroki NIIMURA

Equipment:

- Equipment such as test meters, data loggers, a monitoring type radio leak correlator, etc. required for the NRW reduction activities were procured.

Facilities:

- Pilot Project for pipe replacement in Ngermid zone was completed at the middle of July 2023.

Off Island Training:

- Training Course Title: "NRW Reduction Operation"
- The following trainees participated in the training from October 10th to November 4th 2022 in Mie, Japan
- December 1st 2022 Training Debrief session with PPUC management & Team.
- Trainees:

No.	Name	Position
1	Mr. David Bai	Environmental Safeguard Officer
2	Mr. Vernon Mikel	Meter Reader
3	Mr. Santini Thomas	Water Plant Operator
4	Mr. Julian Kuartei	Leak Detection Technician
5	Mr. Augustine Sugar	Meter Technician



Lecture by Pipe Manufacturer Company



Field Observation in Pipe Replacement in Ise City



Hands-on Training in Leak Detection Survey Company



Hands-on Training in Takano Water Purification Plant



Water Source Management Center in Yokkaichi City



Field Observation in Pipe Replacement in Yokkaichi City

Palau Public Utilities Corporation
Japan International Cooperation Agency

3rd JCC Meeting
Monitoring Report Ver.3

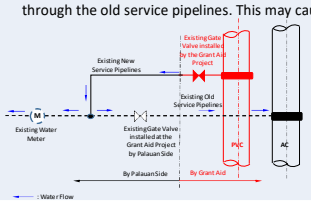
Activities for Output-1

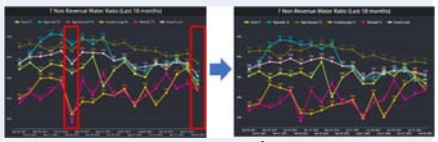
Capacity on Preparation of a Basic Pipeline Renewal Plan is Improved

July 25 2023

John Kintaro Jr. , PPUC

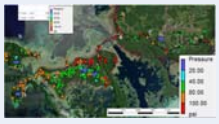
4.1 Progress of Activities for Output-1

No	Activity	Current Monitoring (as at Feb. 2023) based on PDM_2&PO_2
		Achievement
1-1	Organize and analyze the current pipelines reviewing the existing documents, the piping diagrams, etc.	• A gate valve exists in the old service pipelines which were used before the replacement of distribution pipelines. • It is likely that this valve has been used/opened by customer mistakenly instead of a new gate valve or not functioning well. • Unless water leaks are found out, there are other reasons that some quantity of water backflow to the old distribution pipelines through the old service pipelines. This may cause water loss. 

No	Activity	Current Monitoring (as at Jul. 2023) based on PDM_3&PO_3
		Achievement
1-2	Collect information on water supply and distribution status (distribution pipes, service pipes, illegal connections, etc.) through surveys and interviews.	● The NRW ratio in all the service areas decreased in February (see Figure below). Uniform decrease indicate data collection and/or input mistakes. ● Corrected the measure to apply days in a month for NRW ratio calculation.  Before correcting NRW Ratio After correcting NRW Ratio **Change of NRW Ratio**

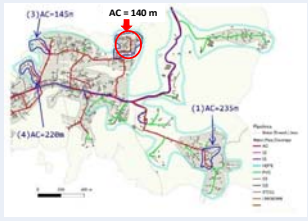
No	Activity	Current Monitoring (as at Ju. 2023) based on PDM_3&PO_3
		Achievement
1-3	Update the piping diagram, etc., and analyze the piping network hydraulically.	● Conducted hands-on training of distribution drawings on dynamic water pressure & velocity, unit head loss, static water pressure and retention time in Koror-Airai based on pipe network analysis using EPANET. ● Design Condition required for Pipe Network Analysis: ➢ Ground Elevation; ➢ Base Demand at Nodes (Junction points); ➢ Pipe Distance; ➢ Pipe Diameter and ➢ Pipe Coefficient (Pipe Roughness)

No	Activity	Current Monitoring (as at Ju. 2023) based on PDM_3&PO_3
		Achievement
1-3	Update the piping diagram, etc., and analyze the piping network hydraulically.	 Dynamic Water Pressure Pipelines should be improved in case of less than 20 psi  Water Velocity Pipelines should be observed carefully in case of at least 6 feet/s  Unit Head Loss Pipelines should be observed carefully in case of at least 5 feet/kfeet

No	Activity	Current Monitoring (as at Jul. 2023) based on PDM_3&PO_3
		Achievement
1-3	Update the piping diagram, etc., and analyze the piping network hydraulically.	 Retention Time Pipelines should be observed carefully in case of at least 48 hours  Static Water Pressure Pipelines should be improved in case of more than 80 psi

No	Activity	Current Monitoring (as at Jul. 2023) based on PDM_3&PO_3
		Achievement
1-4	Set evaluation criteria for pipeline renewal and prepare a draft priority plan by route and/or region.	● Set evaluation criteria to prioritize routes of pipeline for renewal in Koror-Airai. ● The evaluation criteria: ➢ Pipe types ➢ Number of years since the installation of pipelines ➢ Importance in terms of functioning of the pipelines ➢ Vehicle accessibility during construction ➢ Frequency of water leakage

17

No	Activity	Current Monitoring (as at Jul. 2023) based on PDM_3&PO_3
		Achievement
1-5	Select a pilot area on pipeline renewal including water meter replacement.	● Selected the following area marked in red in the Ngermid distribution area 

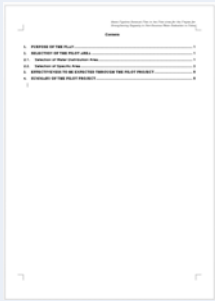
18

No	Activity	Current Monitoring (as at Jul. 2023) based on PDM_3&PO_3
		Achievement
1-6	Conduct a detailed survey of the current situation regarding leak detection, customer meter accuracy and customers' water use in the pilot area through Activity 2-2 and 3-2.	● Surveyed water usage of households in the pilot area. ● The summary of the main survey results: ➢ 24/7 water service. ➢ High satisfaction in terms of water quantity, water pressure and water supply hours. ➢ High awareness in water conservation from the following aspects: ✓ Steadily tap closing ✓ Reduction of shower frequency ✓ Reduction of water billing ➢ About 80 % of households are satisfied with current water tariff, while about 20 % feel high water tariff. ➢ About 70 % have experienced internal water leakage.

19

No	Activity	Current Monitoring (as at Jul. 2023) based on PDM_3&PO_3
		Achievement
1-6	Conduct a detailed survey of the current situation regarding leak detection, customer meter accuracy and customers' water use in the pilot area through Activity 2-2 and 3-2.	● As the result of water consumption analysis, daily per-capita water consumption is about 57 gal/capita/day (217 liter/capita/day). Abnormal data was excluded. ● Some of water consumption data may be inaccurate due to water meter reading, etc.

20

No	Activity	Current Monitoring (as at Jul. 2023) based on PDM_3&PO_3
		Achievement
1-7	Develop a basic pipeline renewal plan in the pilot area in cooperation with Activity 2-3.	● Completed a basic pipeline renewal plan in the pilot area completed by May 2023.  

21

No	Activity	Current Monitoring (as at Jul. 2023) based on PDM_3&PO_3
		Achievement
1-7	Develop a basic pipeline renewal plan in the pilot area in cooperation with Activity 2-3.	• Plan View of the Pilot Project: 

22

No	Activity	Current Monitoring (as at Jul. 2023) based on PDM_3&PO_3
		Achievement
1-8	Install a flow meter in the pilot area to measure and monitor the inflow.	● The flowmeter chamber was constructed in April 2023. ● Pipelines were laid as of June 2023.



Construction of the Flowmeter Chamber

23

No	Activity	Current Monitoring (as at Jul. 2023) based on PDM_3&PO_3
		Achievement
1-9	Replace the pipelines in the pilot area and confirm the change of water inflow and outflow before and after the replacement.	● Pipelines were laid as of June 2023.



Pipe Lifting Down



Pipe Connecting

24

No	Activity	Current Monitoring (as at Jul. 2023) based on PDM_3&PO_3
		Achievement
1-9	Replace the pipelines in the pilot area and confirm the change of water inflow and outflow before and after the replacement.	● JET held mini-workshop on "Asbestos Management Brief" covering health hazard of working with Asbestos.



Asbestos make up, hazards and protection

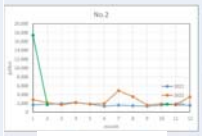

PPUC staff & Contractor participation

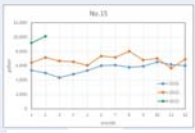
No	Activity	Current Monitoring (as at Jul. 2023) based on PDM_3&PO_3
		Achievement
1-10	Replace service pipes and water meters in the pilot area and confirm the changes of water inflow and outflow before and after the replacement.	● Replaced 19 of 24 water meters in the pilot areas where the service pipelines were replaced. ● The remaining five water meters were not replaced because of quite new ones.


Installing a saddle for service pipelines

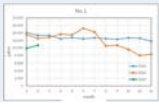

Installing service pipelines

No	Activity	Current Monitoring (as at Jul. 2023) based on PDM_3&PO_3
		Achievement
1-10	Replace service pipes and water meters in the pilot area and confirm the changes of water inflow and outflow before and after the replacement.	● Surveyed water consumption before/after water meter replacement and found the following five cases after replacement. ➢ Case 1 (Three meters): Remarkably increased (probably due to reading error). ➢ Case 2 (Seven meters): Increased (probably due to more accurate water meters).

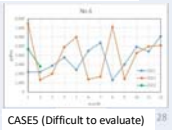

CASE1 (Reading error)


CASE2 (Negative accuracy solved)

No	Activity	Current Monitoring (as at Jul. 2023) based on PDM_3&PO_3
		Achievement
1-10	Replace service pipes and water meters in the pilot area and confirm the changes of water inflow and outflow before and after the replacement.	➢ Case 3 (One meter): Decreased (probably due to more accurate water meters). ➢ Case 4 (One meters): No change (because the existing water meters were accurate) ➢ Case 5 (Seven meters): Much fluctuation in the past data, so cannot assess.

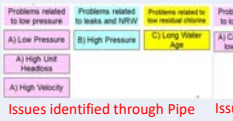

CASE3 (Positive accuracy solved)


CASE4 (No change)

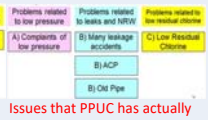

CASE5 (Difficult to evaluate)

No	Activity	Current Monitoring (as at Jul. 2023) based on PDM_3&PO_3
		Achievement
1-11	Summarize the results and effects to be improved in the pilot area.	To be done.
1-12	Formulate a basic pipeline renewal plan for the Koror-Airai water distribution system including the process of prioritization, based on the above activities.	● Conducted the workshop to solve issues which were identified through pipe network analysis. PPUC and JET is preparing a draft of contents through discussion among the Project Team. ● The issues identified through analysis and PPUC input are: - Low Water Pressure - Leaks - Low Residual Chlorine

No	Activity	Current Monitoring (as at Jul. 2023) based on PDM_3&PO_3
		Achievement
1-12	Formulate a basic pipeline renewal plan for the Koror-Airai water distribution system including the process of prioritization, based on the above activities.	● Prepared the draft contents of a basic pipeline renewal plan for the Koror-Airai water distribution.



Issues identified through Pipe Network Analysis



Issues that PPUC has actually been facing



Workshop for solving Issues which were identified through Pipe Network Analysis

Palau Public Utilities Corporation
Japan International Cooperation Agency

3rd JCC Meeting
Monitoring Report Ver.3

Activities for Output-2

Capacity for Leak Detection & Replacement/Switch-Over of Pipes is Improved

July 25 2023

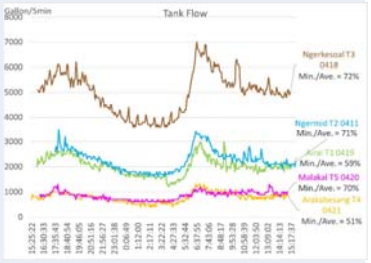
Julian Kuartei (Mr.), PPUC

4.2 Activities for Output-2

No	Activity	Current Monitoring (as at Jul. 2022) based on PDM_1&PO_1
		Achievement
2-1	Analyze the current status of leak detection, pipe repair, and renewal / switching-over pipes.	● PPUC repaired a leak in Ngermid area on August 25th which firstly reported in Jan 2018 as shown in the Leak Record. ● The Flow rate in average for three day before and after repair in Ngermid tank was more than 20,000 gal/day. ● The total leak volume 33.6 million gal for 56 month (1680 days) since January 2018 equals USD 53,000- at tariff of USD 1.6/1,000gal.

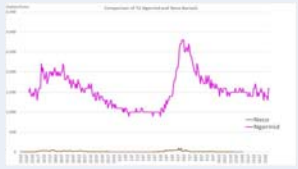

Leak Record

No	Activity	Current Monitoring (as at Jul. 2022) based on PDM_2&PO_2
		Achievement
2-1	Analyze the current status of leak detection, pipe repair, and renewal / switching-over pipes.	● Minimum Night Flow/Ave Distribution Flow rate is approx. 16% in Japan, while 51-72% in Palau.



Distribution Flow Rate in the Five Distribution Areas

No	Activity	Current Monitoring (as at Jul. 2022) based on PDM_2&PO_2
		Achievement
2-1	Analyze the current status of leak detection, pipe repair, and renewal / switching-over pipes.	● Checked if minimum night flow indicated actual water consumption or physical leakage. ● Measured one-day water consumption of Neco Barrack which is a largest water consumer in Ngermid distribution area. ● Water consumption is very low: 0.1% of flow rate in Ngermid distribution area (see a brown line in the Figure below). Minimum night flow may be a leak flow rate.



Distribution Flow Rate in Ngermid and Water Consumption in Neco Barrack

No	Activity	Current Monitoring (as at Jul. 2023) based on PDM_3&PO_3
		Achievement
2-2	Draft a leak detection manual by incorporating the results of Activity 1-6 so that PPUC staff can detect leaks in house connections and distribution pipes.	● Completed the draft leak detection manual in December 2022 and improving it through field activities by using Google Appsheet as Activity 2-5.
2-3	Draft a pipeline renewal manual by incorporating the results of Activity 1-7 so that PPUC staff are able to formulate and update a basic pipeline renewal plan.	● Prepared the following contents of the pipeline renewal manual: 1. Basic policy of pipeline renewal 2. Comprehensive evaluation and priority criteria of the existing pipelines 3. Outline design 4. Estimation of approximate construction cost 5. Preparation of bidding documents

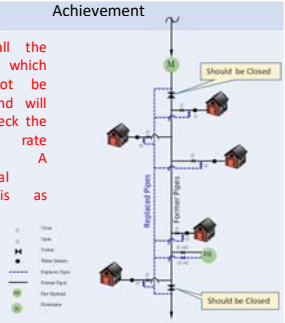
No	Activity	Current Monitoring (as at Jul. 2023) based on PDM_3&PO_3
		Achievement
2-4	Create a report of case studies / lessons learned through the activities for Output 1 so that PPUC staff is able to switch over from old pipes to new pipes appropriately	● Surveyed valve conditions if the renewal pipelines are isolated from the former pipelines prior to sorting out a report of case studies / lessons learned. ● The valves located in the former pipelines of the following routes highlighted in yellow (see Figure below) were supposed to be closed. In other words, the former pipelines should be isolated from the renewal pipelines.

No	Activity	Current Monitoring (as at Jul. 2023) based on PDM_3&PO_3
		Achievement
2-4	Create a report of case studies / lessons learned through the activities for Output 1 so that PPUC staff is able to switch over from old pipes to new pipes appropriately	



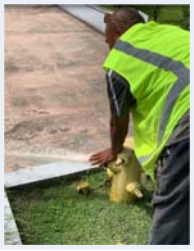
Renewal pipelines connected to the former pipelines

No	Activity	Current Monitoring (as at Jul. 2023) based on PDM_3&PO_3
		Achievement
2-4	Create a report of case studies / lessons learned through the activities for Output 1 so that PPUC staff is able to switch over from old pipes to new pipes appropriately	● Closed all the valves which might not be closed and will try to check the flow rate condition. A Conceptual Image is as follows:



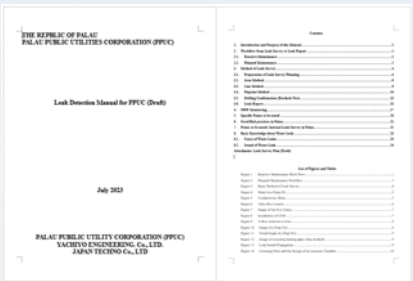
Conceptual Images of Switching over of Pipeline

No	Activity	Current Monitoring (as at Jul. 2023) based on PDM_3&PO_3
		Achievement
2-4	Create a report of case studies / lessons learned through the activities for Output 1 so that PPUC staff is able to switch over from old pipes to new pipes appropriately	● Checked the condition of water pressure at a fire hydrant (see Figure below). ● If the water pressure is high, most probably, the former pipelines might not be isolated from the renewal pipelines.

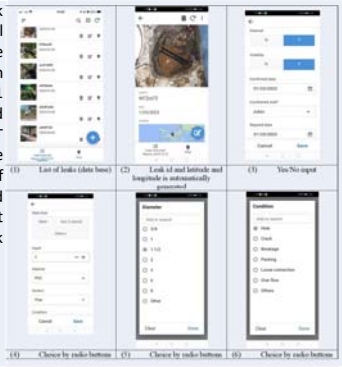


Checking cross connection with the former pipelines at a fire hydrant

No	Activity	Current Monitoring (as at Jul. 2023) based on PDM_3&PO_3
		Achievement
2-5	Finalize the leak detection manual after the feedback from the Activity 2-1 to 2-4 and through OJT conducted in the pilot area of Output 1 and additional pilot areas for leak detection.	● Prepared the leak detection manual including the introduction of Google Appsheet.



Leak Detection Manual for PPUC (Draft)

No	Activity	Current Monitoring (as at Jul. 2023) based on PDM_3&PO_3
		Achievement
2-5	Finalize the leak detection manual after the feedback from the Activity 2-1 to 2-4 and through OJT conducted in the pilot area of Output 1 and additional pilot areas for leak detection.	 Displays on mobile phone to input the data by using Google Appsheet

41

No	Activity	Current Monitoring (as at Jul. 2023) based on PDM_3&PO_3
		Achievement
2-5	Finalize the leak detection manual after the feedback from the Activity 2-1 to 2-4 and through OJT conducted in the pilot area of Output 1 and additional pilot areas for leak detection.	● Data management such as leak report, NRW data, tank flow rate, etc. is of importance for PPUC. Data management is not only the activities as Activity 2-5 but also them as Activity 1-2, 1-3, 1-8, 2-1 and 3-1. ● JICA Expert Team transferred Google Drive account to PPUC to manage and display all flow rate data from all the distribution tanks and produce regular NRW ratio.

42

No	Activity	Current Monitoring (as at Jul. 2023) based on PDM_3&PO_3
		Achievement
2-6	Reflect the result of Activity 2-1 to 2-5 into the basic pipeline renewal plan in activity for Output 1.	To be done.

43

Palau Public Utilities Corporation
Japan International Cooperation Agency

3rd JCC Meeting
Monitoring Report Ver.3

Activities for Output-3

Capacity on Commercial Loss Reduction, Water Monitoring & Public Awareness on Water Conservation is Improved

July 25 2023

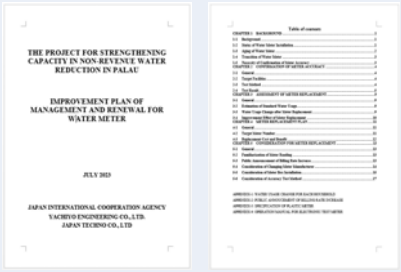
John Kintaro Jr. (Mr.) and Ms. Rhea Rengulbai , PPUC

44

4.3 Activities for Output-3

No	Activity	Current Monitoring (as at Jul. 2023) based on PDM_3&PO_3
		Achievement
3-1	Analyze the current situation regarding commercial loss reduction, water use monitoring, public awareness on water save.	● According to the survey of commercial loss in Koror-Airai area, there are some large customers such as airport, schools, etc. in a flat rate. ● PPUC is taking actions to change tariff collection system from a flat rate to a metered rate for the above large customers.

45

No	Activity	Current Monitoring (as at Jul. 2023) based on PDM_3&PO_3
		Achievement
3-2	Prepare an improvement plan (draft) of management and renewal for water meter through identification of needs for a meter accuracy test and illegal connections, incorporating with the results of Activity 1-6.	● Formulated the improvement plan (Draft) of management and renewal for water meters. ● The improvement plan also contains a manual on how to conduct water meter accuracy testing.  WATER METER REPLACEMENT PLAN

46

No	Activity	Current Monitoring (as at Jul. 2023) based on PDM_3&PO_3
		Achievement
3-2	Prepare an improvement plan (draft) of management and renewal for water meter through identification of needs for a meter accuracy test and illegal connections, incorporating with the results of Activity 1-6.	● Formulated the improvement plan (Draft) of management and renewal for water meters. **Cost 413,611 USD < Benefit 463,786 USD/year** **⇒ Replacing all old meters is needed as soon as possible for significant benefit** (ex. 10 water meters/day × 5 days/week × 40 weeks = 2,000 water meters)

Item	Cost and Quantity
1. General Infomration	
Water Tariff Income as of FY2020	4,694,191 USD/year
2. Replacement Cost	
Old meters to be replaced by PPUC	1,979 meters
Unit Cost of a Meter	209 USD/meter
Replacement Cost	**413,611 USD**
3. Replacement Benefit	
Percentage of Old meters to be replaced by PPUC	52%
Increase percentage of Water Tariff Income by meter replacement	19%
Increase in Water Tariff Income (4,694,191 USD/year ×52%×19%)	**463,786 USD/year**

47

No	Activity	Current Monitoring (as at Jul. 2023) based on PDM_3&PO_3
		Achievement
3-2	Prepare an improvement plan (draft) of management and renewal for water meter through identification of needs for a meter accuracy test and illegal connections, incorporating with the results of Activity 1-6.	● Prepared a leaflet for "Public Announcement" regarding new water meter installation so that customers do not misunderstand change of bill after the replacement of water meters.  Leaflet for Customers regarding the Replacement of Water Meters

48

No	Activity	Current Monitoring (as at Jul. 2023) based on PDM_3&PO_3
		Achievement
3-2	Prepare an improvement plan (draft) of management and renewal for water meter through identification of needs for a meter accuracy test and illegal connections, incorporating with the results of Activity 1-6.	● Household Survey in Ngelbodel 16/24 households (66.7 %) PPUC Public Water Use: 100% 24 hour supply: 100% Flush Toilet: 100% Customer Satisfaction with PPUC: 100% ⇒**Basic water supply conditions are good** Internal Leakage experienced: 69% ⇒**Many leaks happens. PR for leakage prevention needed.** Water Conservation Awareness: 100% - Turn off faucet: 50%, - Reduce shower frequency: 25 % - Attach water saving device: 9% ⇒ **Conventional PR for water saving has been effective. PR for water saving devices needed**

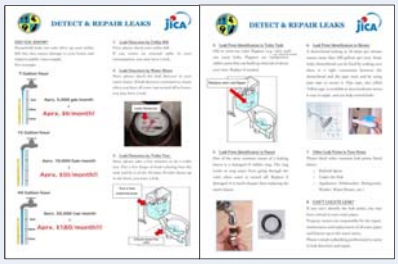
49

No	Activity	Current Monitoring (as at Jul. 2023) based on PDM_3&PO_3
		Achievement
3-3	Finalize the management and the renewal plan (drafted in Activity 3-2) for water meter through OJT in the pilot area of activities for Output 1 and the additional pilot area for water use monitoring activities for Output 2.	● Formulated a draft management and renewal plan for water meters targeting Koror-Airai. As reported in Activity 3-2 in the previous monitoring sheet. ● Based on the draft, a mini-workshop conducted by JET for PPUC team & staff.  Technical Note(OF WORKSHOP Non-Revenue Water Monitoring and Meter Accuracy Workshop Workshop of the management and the renewal plan of water meters

50

No	Activity	Current Monitoring (as at Jul. 2023) based on PDM_3&PO_3
		Achievement
3-4	Create an improvement plan of public water usage to reduce unnecessary water and internal leak after water meters.	● Conducted household survey as Activity 1-6 and surveyed commercial loss in Koror-Airai area as Activity 3-1 in order to formulate the improvement plan of public water usage.  ● Considering the following QR Code which is linked to the PPUC's homepage to be indicated in bills so that the PPUC's customers can understand how to cope with internal leaks immediately. **Leaflet concerning Internal Leakage and the Measure of repairing Leak Points**

51

No	Activity	Current Monitoring (as at Jul. 2023) based on PDM_3&PO_3
		Achievement
3-4	Create an improvement plan of public water usage to reduce unnecessary water and internal leak after water meters.	 **Leaflet concerning Internal Leakage and the Measure of repairing Leak Points**

52

No	Activity	Current Monitoring (as at Jul. 2023) based on PDM_3&PO_3
		Achievement
3-5	Finalize the improvement plan of public water usage, through OJT and improvement activities (awareness on water save, publicity, water saving device introduction) according to Activity 3-4 in the pilot area for Output 1 and the additional pilot area for water use monitoring activities for Output 2.	● Improved "Leaflet Concerning Internal Leakage and Measuring Leak Points" which was prepared as Activity 3-4 and 3-5.
3-6	Reflect the result of Activity 3-1 to 3-5 into the Activity for Output 1, the basic pipeline renewal plan.	To be done.

53

Palau Public Utilities Corporation
Japan International Cooperation Agency

THE PROJECT FOR STRENGTHENING CAPACITY IN NON-REVENUE WATER (NRW) REDUCTION IN PALAU

3rd Joint Coordinating Committee (JCC) Meeting

Project Monitoring (Monitoring Report Ver.3)

Achievement of Outputs and Purpose, and Other Matters to be considered

July 25 2023

Taketoshi Fujiyama (Mr.), JET

54

5. Achievement of Three Outputs

Output 1: Implementation capacity of pipe renewal is improved through the preparation of a basic pipeline renewal plan for Koror-Airai water distribution system.

No	Indicator	Current Monitoring (as at Jul. 2023) based on PDM_3&PO_3
1-1	A basic pipeline renewal plan for Koror-Airai Water Distribution System is approved by CEO of PPUC.	To be done.
1-2	Current condition of pipelines is analyzed.	● The pipe network analysis of the water distribution pipes in the Koror-Airai system was conducted to identify problems with the current water distribution pipe network.
1-3	A basic pipeline renewal plan for pilot area is approved.	● The component of a basic pipeline renewal plan for the pilot area was approved in the 2nd JCC in Feb. 2023.
Verification of Achievement and Implementing Process, and/or Remarks		

55

Output 2: Capacity of leak detection and replacement/ switch-over of pipes is improved.

No	Indicator	Current Monitoring (as at Jul. 2023) based on PDM_3&PO_3
2-1	A leak detection manual is approved by CEO of PPUC.	To be done.
2-2	Manual and Report of case studies / lessons learned on pipe switching-over are approved by CEO of PPUC.	To be done.
Verification of Achievement and Implementing Process, and/or Remarks		

Output-3: Capacity of commercial loss reduction, water use monitoring, public awareness on water save is improved.

No	Indicator	Current Monitoring (as at Jul. 2023) based on PDM_3&PO_3
3-1	Improvement plan of public water usage / management and renewal plan for water meters are approved by CEO of PPUC.	To be done.
Verification of Achievement and Implementing Process, and/or Remarks		

56

6. Achievement of Project Purpose

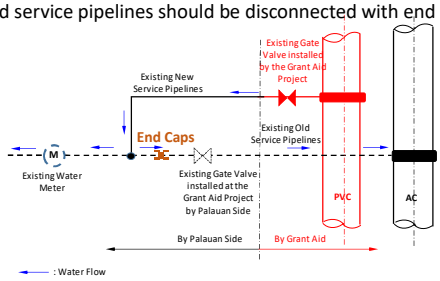
No	Indicator	Current Monitoring (as at Jul. 2023) based on PDM$_3$&PO$_3$
1	NRW ratio is reduced in the pilot area.	To be done.
2	Distribution pipeline renewal and necessary house connections are appropriately conducted in the pilot area.	To be done.
3	Public awareness on water usage is improved in the pilot area.	● According to the water usage survey of the households in the pilot area, all the households are aware of water conservation and have taken actions such as steadily tap closing, reduction of shower frequency, etc. ● In addition, the Project Team prepared the leaflet for "Detect & Repair Leaks" which has been placed in the PPUC's Homepage. The leaflet is easily accessible through a QR code. ● It is anticipated that awareness of the households on water usage has been improved furthermore in the pilot area.
Verification of Achievement and Implementing Process, and/or Remarks		

7. Other Matters to be considered

7.1 Pipe switching over

- In the routes where distribution pipelines were replaced in the grant aid project in 2018, water flowing in the new pipelines may back-flow to the old service pipelines in some of connections out of approx. 300, because there are no closed in the old service pipelines.
- The old service pipelines should be disconnected with end caps.

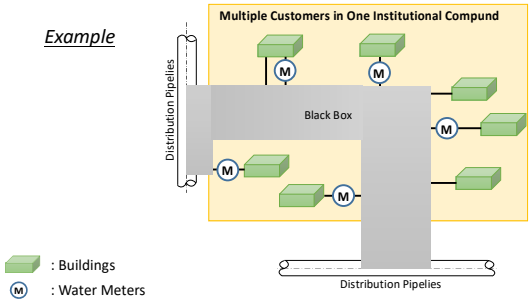
Example



7.2 Normalizing Service Pipes

- There are multiple service connections without water meters in one certain institutional user.
- Quantity of water flowing in service pipelines without water meters has not been billed, which resulted in NRW.

Example



7.3 Activities prior to the Replacement of Water Meters

(1) PR Activities

- Billed water increased after the replacement of water meters, PR activities is of importance for PPUC prior to the replacement.
- Customers can understand the increase in billed water.

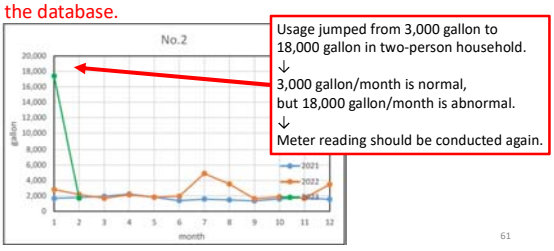
Change in Billed Consumption and Water Tariff

No.	Account No.	Usage Billed(gal) Oct	Nov	Dec	Jan	Charge(USD) Oct	Nov	Dec	Jan
1	07139100-04	60	0	100	0	0.10	0.00	0.17	0.00
2	07229900-01	460	780	3,780	4,300	0.76	1.29	6.24	7.1
3	07374400-01	4,260	4,990	5,090	4,700	7.03	8.23	8.86	7.76
4	07239001-02	2,880	3,310	4,100	5,000	4.75	5.46	6.77	8.25
5	07192400-01	1,860	1,670	3,460	17,400	3.07	2.76	5.71	91.95
6	07233101-01	9,550	7,980	8,300	9,900	38.96	28.37	30.53	41.33
7	07180600-03	3,730	2,940	3,320	5,100	6.15	4.85	5.48	8.93
8	07103300-01	50	30	130	0	0.34	0.2	0.88	0.00
9	K092740	6,310	13,210	11,700	6,000	15.88	63.67	53.48	15.00
10	07543800-01			25,150	6,200			144.26	16.35
11	07746000-01	3,850	3,660	6,910	11,300	6.35	6.04	21.14	50.78
12	07108900-02	90	60	250	300	0.61	0.41	1.69	2.03
13	07276300-01	6,470	4,620	5,280	5,900	18.17	7.62	10.14	14.33
14	K091240	11,390	12,080	10,950	1,000	51.38	56.04	48.41	1.65
15	07104700-01	2,420	5,380	8,650	16,100	3.99	10.82	32.89	83.18
16	07310400-04		34,240	13,920	13,400		205.62	68.46	64.95
17	07128800-01	7,020	5,680	6,890	9,200	21.89	12.84	21.01	36.60
18	K092010	3,910	5,830		496,440	5.98	12.14		3325.5
19	07239100-01	5,110	2,000	2,130	2,950	8.99	3.30	3.51	4.87
19-1	07239100-01	1,760	5,090	4,430	1,900	2.90	8.86	7.31	3.14

- Data in Blue: Before Replacement of Water Meters
- Data in Red: After Replacement of Water Meters

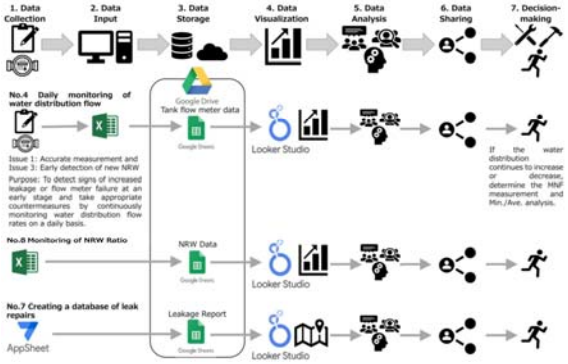
(2) Water Meter Reading Training

- Wrong reading of water meters causes inappropriate billing, which results in undermining customers' confidence.
- Therefore, PPUC should train the water meter readers to read new types of water meters appropriately.
- Also, It is also important to establish a system to conduct meter reading again when abnormal values are confirmed in the database.



7.4 Importance of Data Management

- Data collection is very important for PPUC to determine next actions based on data analysis. Currently, PPUC will have the following challenges:
  - Challenge-1: Measure flow rate, water consumption, billing, etc. accurately
  - Challnege-2: Identify causes of NRW
  - Challenge-3: Find new occurrence of NRW promptly
  - Challnege-4: Identify leak points efficiently
  - Challenge-5: Formulate a plan for NRW reduction based on accurate information
- In order to deal with the above challenges as shown below, PPUC has to understand the process of data management furthermore and decide to appoint staff who are responsible for data management activities. The demarcation of the staffs' activities is shown in Attachment-5.



Common Process of Data Management and its Process established in the Project

Palau Public Utilities Corporation
Japan International Cooperation Agency

THE PROJECT FOR STRENGTHENING CAPACITY IN NON-REVENUE WATER (NRW) REDUCTION IN PALAU

The 4th Joint Coordinating Committee (JCC) Meeting

Terminal Evaluation Report

December 6, 2023

Project Team

Palau Public Utilities Corporation
Japan International Cooperation Agency

4th JCC Meeting

Terminal Evaluation Report

Outline of the Terminal Evaluation

December 6, 2023

T. Fujiyama (Mr.), JICA Expert Team

Contents

1. Outline of the Terminal Evaluation: Mr. Taketoshi Fujiyama
2. Main Activities
   - Output-1: Ms. Donna Titiml & Mr. Marson Aderiano
   - Output-2: Mr. Julian Kuartei
   - Output-3: Ms. Rhea Isebong Rengulbai
3. EVALUATION OF PROJECT PERFORMANCE: Mr. John Kintaro Jr.
4. EVALUATION RESULTS: Mr. Taketoshi Fujiyama
5. LESSONS LEARNT: Mr. John Kintaro Jr.
6. RECOMMENDATION: Mr. Taketoshi Fujiyama

1. OUTLINE OF THE TERMINAL EVALUATION

1.1 Project Information

■Project Name

- THE PROJECT FOR STRENGTHENING CAPACITY IN NON-REVENUE WATER REDUCTION IN PALAU

■Project Areas

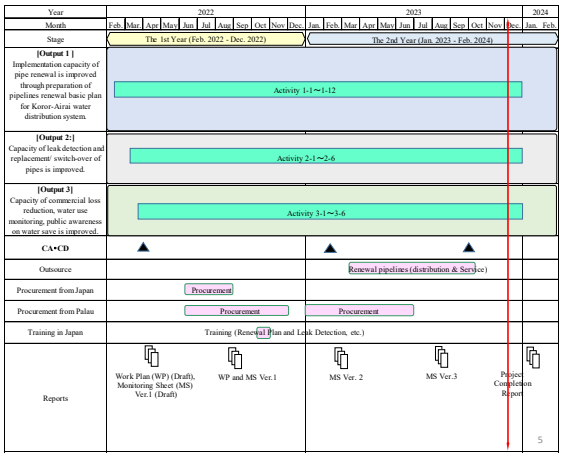
- Koror and Airai

■Palauan Counterparts

- PPUC

■Project Period

- February 2022 to February 2024 (Overall Period)
- March 2022 to December 2023 (JICA Expert Team's Activities in Palau)



■Project Design Matrix (PDM)

Overall Goal	**Non-revenue water (NRW) is decreased by continuous NRW reduction activities such as pipe replacement, leak detection, monitoring of water use.**
Project Purpose	Capacity of NRW reduction management and implementation is strengthened.
Output	• **Output 1**: Implementation capacity of pipe renewal is improved through the preparation of a basic pipeline renewal plan for Koror-Airai water distribution system. • **Output 2**: Capacity of leak detection and replacement/ switch-over of pipes is improved. • **Output 3**: Capacity of commercial loss reduction, water use monitoring, public awareness on water save is improved.

1.2 Objectives of the Terminal Evaluation

- To review the progress of the Project and evaluate the achievement by the six evaluation criteria and PDM;
- To identify obstacles and/or facilitating factors that affected the implementation process;
- To draw lessons learned from the Project implementation; and
- To make recommendations regarding the measures to be taken for the PPUC's future activities.

1.3 Methodologies

(1) Evaluation Design

- Evaluated the Project using the **six evaluation criteria** proposed by the Organization for Economic Cooperation and Development (OECD)
  - ✓ **Relevance**
  - ✓ **Coherence**
  - ✓ **Effectiveness**
  - ✓ **Efficiency**
  - ✓ **Impact**
  - ✓ **Sustainability**
- Assessment of Project Performance using the indicators shown in PDM
- Lessons learned and Recommendations

(2) Method of Data Collection for Project Evaluation

Collection Methods	Source
Documentation Review	● Reports made by the Project, including its Monitoring Reports; ● Water consumption data; ● Distributed water; ● Leak records; ● KPI and ● Other relevant documents
Questionnaires	● About Key Performance Indicators (KPI) and ● About technical aspects on pipe renewal plan, leak detection, commercial loss, etc.
Interviews	● Team interviews to PPUC staff members concerned

1.4 Six OECD-DAC Criteria

Items	Viewpoint
Relevance	The validity of the Project purpose and the overall goal in accordance with the policy direction of the Government of Palau.
Coherence	The compatibility of the intervention with other interventions (development partners such as USAID, ADB, etc.) in a country, sector or institution.
Effectiveness	The productivity of the implementation process, examining if the inputs of the Project were efficiently converted into the Output.
Efficiency	The extent to which the expected benefits of the Project have been achieved as planned, and examines if the benefit was brought about as a result of the Project.
Impact	Direct and indirect, positive and negative impacts caused by implementing the Project, including the extent to which the overall goal has been attained.
Sustainability	The extent to which the Palauan side can further develop the PPUC's activities can be sustained in the policy, institutional and technical aspects.

Palau Public Utilities Corporation
Japan International Cooperation Agency

4th JCC Meeting
Terminal Evaluation Report

Main Activities

December 6, 2023

Ms. Donna Titiml & Mr. Marson Aderiano, PPUC
Mr. Julian Kuartei, PPUC
Ms. Rhea Isebong Rengulbai, PPUC

Palau Public Utilities Corporation
Japan International Cooperation Agency

4th JCC Meeting
Terminal Evaluation Report

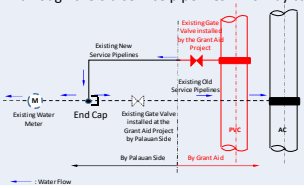
Activities for Output-1

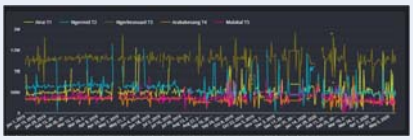
Capacity on Preparation of a Basic Pipeline Renewal Plan is Improved

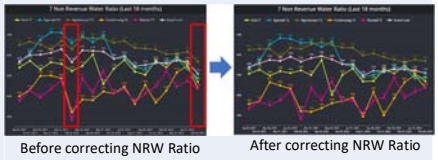
December 6, 2023

Ms. Donna Titiml & Mr. Marson Aderiano, PPUC

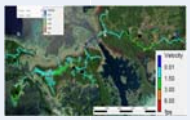
4.1 Progress of Activities for Output-1

No	Activity	Current Monitoring
		Achievement
1-1	Organize and analyze the current pipelines reviewing the existing documents, the piping diagrams, etc.	• A gate valve exists in the old service pipelines which were used before the replacement of distribution pipelines. • It is likely that this valve has been used/opened by customer mistakenly instead of a new gate valve or not functioning well. • Unless water leaks are found out, there are other reasons that some quantity of water backflow to the old distribution pipelines through the old service pipelines. This may cause water loss. 

No	Activity	Current Monitoring
		Achievement
1-2	Collect information on water supply and distribution status (distribution pipes, service pipes, illegal connections, etc.) through surveys and interviews.	● Uniform decrease indicates data collection and/or input mistakes. ● Remarkable fluctuation indicates data collection and/or input mistakes.  Flowrate at Service Reservoirs by Service Areas

No	Activity	Current Monitoring
		Achievement
1-2	Collect information on water supply and distribution status (distribution pipes, service pipes, illegal connections, etc.) through surveys and interviews.	● The NRW ratio in all the service areas decreased in February (see Figure below). ● Corrected the measure to apply days in a month for NRW ratio calculation.  Before correcting NRW Ratio — After correcting NRW Ratio **Change of NRW Ratio**

No	Activity	Current Monitoring
		Achievement
1-3	Update the piping diagram, etc., and analyze the piping network hydraulically.	● Conducted hands-on training of distribution drawings on dynamic water pressure & velocity, unit head loss, static water pressure and retention time in Koror-Airai based on pipe network analysis using EPANET. ● Design Condition required for Pipe Network Analysis: ➢ Ground Elevation; ➢ Base Demand at Nodes (Junction points); ➢ Pipe Distance; ➢ Pipe Diameter and ➢ Pipe Coefficient (Pipe Roughness)

No	Activity	Current Monitoring
		Achievement
1-3	Update the piping diagram, etc., and analyze the piping network hydraulically.	 Dynamic Water Pressure Pipelines should be improved in case of less than 20 psi  Water Velocity Pipelines should be observed carefully in case of at least 6 feet/s  Unit Head Loss Pipelines should be observed carefully in case of at least 5 feet/kfeet

17

No	Activity	Current Monitoring
		Achievement
1-4	Set evaluation criteria for pipeline renewal and prepare a draft priority plan by route and/or region.	● Pipelines should always be renewed considering budget constraint. For this reason, after narrowing down areas in priority, the prioritized routes will be selected. 1) Prioritization of Areas ↓ 2) Prioritization of Routes

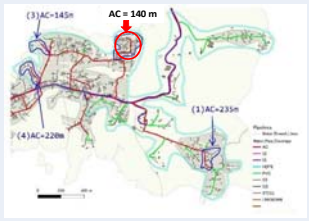
18

No	Activity	Current Monitoring
		Achievement
1-4	Set evaluation criteria for pipeline renewal and prepare a draft priority plan by route and/or region.	● Set evaluation criteria to prioritize 1)Areas & 2)Routes of pipeline for renewal in Koror-Airai. 1) The evaluation criteria for Area: ➢ NRW ➢ Remaining Aged AC Pipeline ➢ Static Pressure ➢ Water Distribution Volume

19

No	Activity	Current Monitoring
		Achievement
1-4	Set evaluation criteria for pipeline renewal and prepare a draft priority plan by route and/or region.	2) The evaluation criteria for Routes: ➢ Pipe types ➢ Number of years since the installation of pipelines ➢ Importance in terms of functioning of the pipelines ➢ Vehicle accessibility during construction ➢ Frequency of water leakage

20

No	Activity	Current Monitoring
		Achievement
1-5	Select a pilot area on pipeline renewal including water meter replacement.	● Selected the following area marked in red in the Ngermid distribution area 

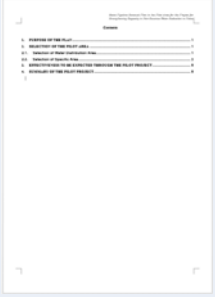
21

No	Activity	Current Monitoring
		Achievement
1-6	Conduct a detailed survey of the current situation regarding leak detection, customer meter accuracy and customers' water use in the pilot area through Activity 2-2 and 3-2.	● Surveyed water usage of households in the pilot area. ● The summary of the main survey results: ➢ 24/7 water service. ➢ High satisfaction in terms of water quantity, water pressure and water supply hours. ➢ High awareness in water conservation from the following aspects: ✓ Steadily tap closing ✓ Reduction of shower frequency ✓ Reduction of water billing ➢ About 80 % of households are satisfied with current water tariff, while about 20 % feel high water tariff. ➢ About 70 % have experienced internal water leakage.

22

No	Activity	Current Monitoring
		Achievement
1-6	Conduct a detailed survey of the current situation regarding leak detection, customer meter accuracy and customers' water use in the pilot area through Activity 2-2 and 3-2. 	● As the result of water consumption analysis, daily per-capita water consumption is about 57 gal/capita/day (217 liter/capita/day). Abnormal data was excluded. ● Some of water consumption data may be inaccurate due to water meter reading, etc. ● Conducted leak detection in the pilot area prior to the replacement of pipelines. ● Specifically, checked leak sound which is supposed to be transmitted from distribution pipelines on the 23 existing water meters (see photo left). ● As the result of survey, there are no leak sound at all.

23

No	Activity	Current Monitoring
		Achievement
1-7	Develop a basic pipeline renewal plan in the pilot area in cooperation with Activity 2-3.	● Completed a basic pipeline renewal plan in the pilot area completed by May 2023.  Basic Pipeline Renewal Plan in the Pilot Area for the Project for Strengthening Capacity in Non-Revenue Water Reduction in Palau May 2023 PALAU PUBLIC UTILITY CORPORATION (PPUC) YACHIYO ENGINEERING Co., LTD. JAPAN TECHNO Co., LTD. 

24

No	Activity	Current Monitoring
		Achievement
1-7	Develop a basic pipeline renewal plan in the pilot area in cooperation with Activity 2-3.	• Plan View of the Pilot Project: 

No	Activity	Current Monitoring
		Achievement
1-8	Install a flow meter in the pilot area to measure and monitor the inflow.	● The flowmeter chamber was constructed in April 2023. ● Pipelines were laid as of June 2023.



Construction of the Flowmeter Chamber

No	Activity	Current Monitoring
		Achievement
1-9	Replace the pipelines in the pilot area and confirm the change of water inflow and outflow before and after the replacement.	● Pipelines were laid as of June 2023.



Pipe Lifting Down



Pipe Connecting

No	Activity	Current Monitoring
		Achievement
1-9	Replace the pipelines in the pilot area and confirm the change of water inflow and outflow before and after the replacement.	● JET held mini-workshop on "Asbestos Management Brief" covering health hazard of working with Asbestos.



Asbestos make up, hazards and protection



PPUC staff & Contractor participation

No	Activity	Current Monitoring
		Achievement
1-10	Replace service pipes and water meters in the pilot area and confirm the changes of water inflow and outflow before and after the replacement.	● Replaced 19 of 25 water meters in the pilot areas where the service pipelines were replaced. ● The remaining five water meters were not replaced because of quite new ones.



Installing a saddle for service pipelines

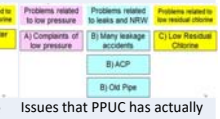


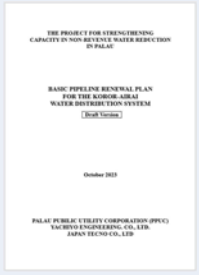
Installing service pipelines

No	Activity	Current Monitoring
		Achievement
1-10	Replace service pipes and water meters in the pilot area and confirm the changes of water inflow and outflow before and after the replacement.	● Surveyed water consumption before/after water meter replacement and found the following five cases after replacement. ➢ Case 1 (Three meters): Remarkably increased (probably due to reading error). ➢ Case 2 (Seven meters): Increased (probably due to more accurate water meters). ➢ Case 3 (One meter): Decreased (probably due to more accurate water meters). ➢ Case 4 (One meters): No change (because the existing water meters were accurate) ➢ Case 5 (Seven meters): Much fluctuation in the past data, so cannot assess.

No	Activity	Current Monitoring
		Achievement
1-11	Summarize the results and effects to be improved in the pilot area.	● Pipelines of approx. 144 m and 19 water meters were renewed. ● Summary: ✓ Baseline of NRW Ratio: 41.2% ✓ End Line of NRW Ratio: 31.1% ✓ Reduction Point: 10.1 points (Revenue) ✓ The increase in the water billed volume before and after water meter replacement was calculated to be 19%. <u>(Cost)</u> ✓ Daily per-capita water consumption: 57 gal/c/day ✓ Average water consumption: 57gal/c/day x 3.5 persons x 25 households = 4,987 gal/day ✓ Reduced water volume based on this water consumption: 1,243 gal/day ✓ Operation cost: USD0.0013/gal/day ✓ Cost to be saved per year: USD589 per year for 25 households

No	Activity	Current Monitoring
		Achievement
1-12	Formulate a basic pipeline renewal plan for the Koror-Airai water distribution system including the process of prioritization, based on the above activities.	● Conducted the workshop to solve issues which were identified through pipe network analysis. PPUC and JET is preparing a draft of contents through discussion among the Project Team. ● The issues identified through analysis and PPUC input are: - Low Water Pressure - Leaks - Low Residual Chlorine

No	Activity	Current Monitoring
		Achievement
1-12	Formulate a basic pipeline renewal plan for the Koror-Airai water distribution system including the process of prioritization, based on the above activities.	 Issues identified through Pipe Network Analysis  Issues that PPUC has actually been facing   Workshop for solving Issues which were identified through Pipe Network Analysis ● Prepared the draft contents of a basic pipeline renewal plan for the Koror-Airai water distribution.

No	Activity	Current Monitoring
		Achievement
1-12	Formulate a basic pipeline renewal plan for the Koror-Airai water distribution system including the process of prioritization, based on the above activities.	● Formulated the Basic Pipeline Renewal Plan for the Koror-Airai Water Distribution System (Final)   BASIC PIPELINE RENEWAL PLAN FOR THE KOROR-AIRAI WATER DISTRIBUTION SYSTEM

Palau Public Utilities Corporation
Japan International Cooperation Agency

4th JCC Meeting

Terminal Evaluation Report

Activities for Output-2

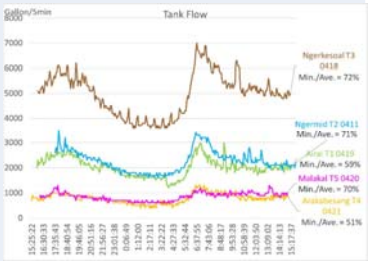
Capacity for Leak Detection & Replacement/Switch-Over of Pipes is Improved

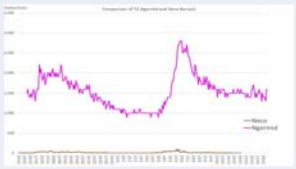
December 6, 2023

Mr. Julian Kuartei (Mr.), PPUC

4.2 Activities for Output-2

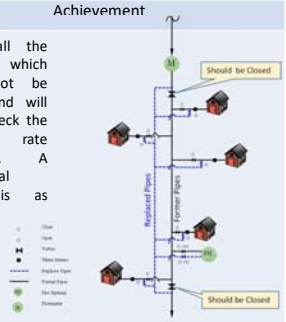
No	Activity	Current Monitoring
		Achievement
2-1	Analyze the current status of leak detection, pipe repair, and renewal / switching-over pipes.	● PPUC repaired a leak in Ngermid area on August 25th which firstly reported in Jan 2018 as shown in the Leak Record. ● The Flow rate in average for three day before and after repair in Ngermid tank was more than 20,000 gal/day. ● The total leak volume 33.6 million gal for 56 month (1680 days) since January 2018 equals USD 53,000- at tariff of USD 1.6/1,000gal.  **Leak Record**

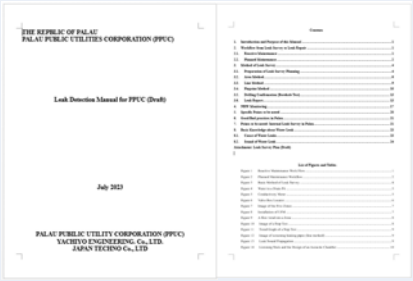
No	Activity	Current Monitoring
		Achievement
2-1	Analyze the current status of leak detection, pipe repair, and renewal / switching-over pipes.	● Minimum Night Flow/Ave Distribution Flow rate is approx. 16% in Japan, while 51-72% in Palau.  **Distribution Flow Rate in the Five Distribution Areas**

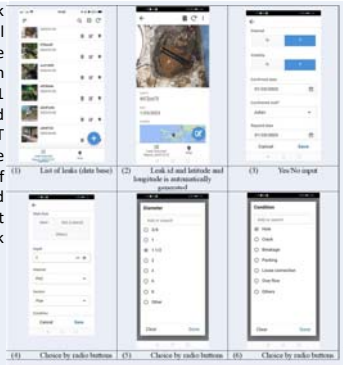
No	Activity	Current Monitoring
		Achievement
2-1	Analyze the current status of leak detection, pipe repair, and renewal / switching-over pipes.	● Checked if minimum night flow indicated actual water consumption or physical leakage. ● Measured one-day water consumption of Neco Barrack which is a largest water consumer in Ngermid distribution area. ● Water consumption is very low: 0.1% of flow rate in Ngermid distribution area (see a brown line in the Figure below). Minimum night flow may be a leak flow rate.  **Distribution Flow Rate in Ngermid and Water Consumption in Neco Barrack**

No	Activity	Current Monitoring
		Achievement
2-2	Draft a leak detection manual by incorporating the results of Activity 1-6 so that PPUC staff can detect leaks in house connections and distribution pipes.	● Completed the draft leak detection manual in December 2022 and improving it through field activities by using Google Appsheet as Activity 2-5.
2-3	Draft a pipeline renewal manual by incorporating the results of Activity 1-7 so that PPUC staff are able to formulate and update a basic pipeline renewal plan.	● Prepared the following contents of the pipeline renewal manual: 1. Purpose of Pipeline Renewal Manual 2. Monitoring of Water Supply for Basic Pipeline Renewal Plan 3. Plan Conditions for Basic Pipeline Renewal Plan 

No	Activity	Current Monitoring
		Achievement
2-4	Create a report of case studies / lessons learned through the activities for Output 1 so that PPUC staff is able to switch over from old pipes to new pipes appropriately	● Surveyed valve conditions if the renewal pipelines are isolated from the former pipelines prior to sorting out a report of case studies / lessons learned. ● The valves located in the former pipelines of the following routes highlighted in yellow (see Figure below) were supposed to be closed. In other words, the former pipelines should be isolated from the renewal pipelines.

No	Activity	Current Monitoring
		Achievement
2-4	Create a report of case studies / lessons learned through the activities for Output 1 so that PPUC staff is able to switch over from old pipes to new pipes appropriately	● Closed all the valves which might not be closed and will try to check the flow rate condition. A Conceptual Image is as follows:  Conceptual Images of Switching over of Pipeline

No	Activity	Current Monitoring
		Achievement
2-5	Finalize the leak detection manual after the feedback from the Activity 2-1 to 2-4 and through OJT conducted in the pilot area of Output 1 and additional pilot areas for leak detection.	● Prepared the leak detection manual including the introduction of Google Appsheet.  **Leak Detection Manual for PPUC (Draft)**

No	Activity	Current Monitoring
		Achievement
2-5	Finalize the leak detection manual after the feedback from the Activity 2-1 to 2-4 and through OJT conducted in the pilot area of Output 1 and additional pilot areas for leak detection.	 Displays on mobile phone to input the data by using Google Appsheet

No	Activity	Current Monitoring
		Achievement
2-5	Finalize the leak detection manual after the feedback from the Activity 2-1 to 2-4 and through OJT conducted in the pilot area of Output 1 and additional pilot areas for leak detection.	● Data management such as leak report, NRW data, tank flow rate, etc. is of importance for PPUC. Data management is not only the activities as Activity 2-5 but also as Activity 1-2, 1-3, 1-8, 2-1 and 3-1. ● JICA Expert Team transferred Google Drive account to PPUC to manage and display all flow rate data from all the distribution tanks and produce regular NRW ratio.

No	Activity	Current Monitoring
		Achievement
2-6	Reflect the result of Activity 2-1 to 2-5 into the basic pipeline renewal plan in activity for Output 1.	● Mentioned in Activity 1-12.

Palau Public Utilities Corporation
Japan International Cooperation Agency

4th JCC Meeting

Terminal Evaluation Report

Activities for Output-3

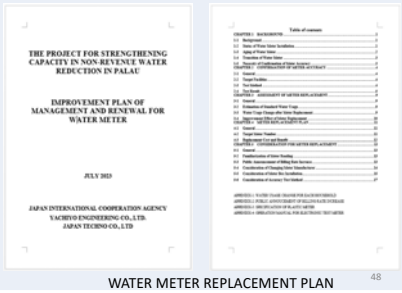
Capacity on Commercial Loss Reduction, Water Monitoring & Public Awareness on Water Conservation is Improved

December 6, 2023

Ms. Rhea Rengulbai , PPUC

4.3 Activities for Output-3

No	Activity	Current Monitoring
		Achievement
3-1	Analyze the current situation regarding commercial loss reduction, water use monitoring, public awareness on water save.	● According to the survey of commercial loss in Koror-Airai area, there are some large customers such as airport, schools, etc. in a flat rate. ● PPUC is taking actions to change tariff collection system from a flat rate to a metered rate for the above large customers.

No	Activity	Current Monitoring
		Achievement
3-2	Prepare an improvement plan (draft) of management and renewal for water meter through identification of needs for a meter accuracy test and illegal connections, incorporating with the results of Activity 1-6.	● Formulated the improvement plan (Draft) of management and renewal for water meters. ● The improvement plan also contains a manual on how to conduct water meter accuracy testing.  WATER METER REPLACEMENT PLAN

No	Activity	Current Monitoring
		Achievement
3-2	Prepare an improvement plan (draft) of management and renewal for water meter through identification of needs for a meter accuracy test and illegal connections, incorporating with the results of Activity 1-6.	● Formulated the improvement plan (Draft) of management and renewal for water meters.

Item	Cost and Quantity
1. General Infomration	
Water Tariff Income as of FY2020	4,694,191 USD/year
2. Replacement Cost	
Old meters to be replaced by PPUC	1,979 meters
Unit Cost of a Meter	209 USD/meter
Replacement Cost	**413,611 USD**
3. Replacement Benefit	
Percentage of Old meters to be replaced by PPUC	52%
Increase percentage of Water Tariff Income by meter replacement	19%
Increase in Water Tariff Income (4,694,191 USD/year ×52%×19%)	**463,786 USD/year**

Cost 413,611 USD < Benefit 463,786 USD/year
⇒ Replacing all old meters is needed as soon as possible for significant benefit
(ex. 10 water meters/day × 5 days/week × 40 weeks = 2,000 water meters)

49

No	Activity	Current Monitoring
		Achievement
3-2	Prepare an improvement plan (draft) of management and renewal for water meter through identification of needs for a meter accuracy test and illegal connections, incorporating with the results of Activity 1-6.	● Prepared a leaflet for "Public Announcement" regarding new water meter installation so that customers do not misunderstand change of bill after the replacement of water meters.



Leaflet for Customers regarding the Replacement of Water Meters

50

No	Activity	Current Monitoring
		Achievement
3-2	Prepare an improvement plan (draft) of management and renewal for water meter through identification of needs for a meter accuracy test and illegal connections, incorporating with the results of Activity 1-6.	Household Survey in Ngerbodel 16/24 households (66.7 %) of PPUC Public Water Use: 100% and 24 hour supply: 100% Flush Toilet: 100% Customer Satisfaction with PPUC: 100% **⇒Basic water supply conditions are good** Internal Leakage experienced: 69% **⇒Many leaks happens. PR for leakage prevention needed.** Water Conservation Awareness: 100% - Turn off faucet: 50%, - Reduce shower frequency: 25 % - Attach water saving device: 9% **⇒ Conventional PR for water saving has been effective. PR for water saving devices needed**

51

No	Activity	Current Monitoring
		Achievement
3-3	Finalize the management and the renewal plan (drafted in Activity 3-2) for water meter through OJT in the pilot area of activities for Output 1 and the additional pilot area for water use monitoring activities for Output 2.	● Formulated a draft management and renewal plan for water meters targeting Koror-Airai. As reported in Activity 3-2 in the previous monitoring sheet. ● Based on the draft, a mini-workshop conducted by JET for PPUC team & staff.



Workshop of the management and the renewal plan of water meters

52

No	Activity	Current Monitoring
		Achievement
3-4	Create an improvement plan of public water usage to reduce unnecessary water and internal leak after water meters.	● Conducted household survey as Activity 1-6 and surveyed commercial loss in Koror-Airai area as Activity 3-1 in order to formulate the improvement plan of public water usage.



Leaflet concerning Internal Leakage and the Measure of repairing Leak Points

● Considering the following QR Code which is linked to the PPUC's homepage to be indicated in bills so that the PPUC's customers can understand how to cope with internal leaks immediately.

53

No	Activity	Current Monitoring
		Achievement
3-4	Create an improvement plan of public water usage to reduce unnecessary water and internal leak after water meters.	



Leaflet concerning Internal Leakage and the Measure of repairing Leak Points

54

No	Activity	Current Monitoring
		Achievement
3-5	Finalize the improvement plan of public water usage, through OJT and improvement activities (awareness on water save, publicity, water saving device introduction) according to Activity 3-4 in the pilot area for Output 1 and the additional pilot area for water use monitoring activities for Output 2.	● Improved "Leaflet Concerning Internal Leakage and Measuring Leak Points" which was prepared as Activity 3-4 and 3-5.
3-6	Reflect the result of Activity 3-1 to 3-5 into the Activity for Output 1, the basic pipeline renewal plan.	● Mentioned in Activity 1-12.

55

Palau Public Utilities Corporation
Japan International Cooperation Agency

4th JCC Meeting
Terminal Evaluation Report

Evaluation of Project Performance

December 6, 2023

Mr. John Kintaro Jr., PPUC

56

3. EVALUATION OF PROJECT PERFORMANCE

3.1 Progress on Achieving Outputs

Output 1: "Implementation capacity of pipe renewal is improved through the preparation of a basic pipeline renewal plan for Koror-Airai water distribution system."	
Verification indicators	Achievements
1-1. A basic pipeline renewal plan for Koror-Airai Water Distribution System is approved by CEO of PPUC.	● The basic pipeline renewal plan consists background, purpose, current conditions, effectiveness & evaluation of the pilot project, basic policy of the plan, a basic plan, the prioritization of renewal plan, project cost & implementation schedule. ● This indicator is achieved.
1-2. Current condition of pipelines is analyzed.	● The pipe network analysis of the water distribution pipelines in the Koror-Airai system was conducted to identify problems with the current water distribution pipe network. ● The results of pipe network analysis contributed to the basic pipeline renewal plan for Koror-Airai water distribution system. ● This indicator is achieved.
1-3. A basic pipeline renewal plan for the pilot area is approved.	● The pilot project was carried out based on the basic pipeline renewal plan. ● This indicator is achieved.

57

Output 2: "Capacity of leak detection and replacement / switch-over of pipes is improved."	
Verification Indicators	Achievements
2-1. A leak detection manual is approved by CEO of PPUC.	● The leak detection manual consists of several components: workflow from leak detection to leak repair, method of leak detection, NRW monitoring, internal leak survey in Palau, etc. ● JICA Expert Team (JET) also suggested that PPUC has to update the leak detection manual in consideration for user-friendliness. ● This indicator is achieved.
2-2. Manual and Report of case studies / lessons learned on pipe switching-over are approved by CEO of PPUC.	● The manual of a pipe renewal plan consists of some components: purpose, basic policy, basic pipeline renewal plan, prioritization, estimated project cost, and project schedule. ● JET also suggested that PPUC has to improve the manual of a pipe renewal plan through the daily activities such as pipe switching over. ● This indicator is achieved.

58

Output 3: "Capacity of commercial loss reduction, water use monitoring, public awareness on water save is improved."	
Verification Indicators	Achievements
3-1. Improvement plan of public water usage / management and renewal plan for water meters are approved by CEO of PPUC.	● The preparation of the improvement plan of public water usage and the management & renewal plan for water meters were completed at the end of September 2023. ● This indicator is achieved.

59

3.2 Progress towards Attaining Project Purpose

Project Purpose: "Capacity of NRW reduction management and implementation is strengthened."	
Verification Indicators	Achievements
NRW ratio is reduced in the pilot area.	● **NRW ratio of 41.2% as of March 2022**. ● Distribution pipelines of about 144 m was laid and 25 service connections were switched over from old AC distribution pipes to PVC ones. ● 19 of 25 water meters was replaced with new ones, because of inaccurate in reading or malfunctioning. ● Measured water flow rate and water consumption, figuring out **NRW ratio at 31.1 % in December 2023**. As a result of the pilot project, NRW ratio was **reduced by 10.1 points**. ● This indicator is achieved.
Distribution pipeline renewal and necessary house connections are appropriately conducted in the pilot area.	● Learned the measures of pipe switching over from old pipelines to new ones. ● This indicator is achieved.
Public awareness on water usage is improved in the pilot area.	● All the households have been aware of water conservation and have taken actions such as steadily tap closing, the reduction of shower frequency, etc. ● Prepared the leaflet for "Detect & Repair Leaks" in terms of internal leakage, which has been placed in the PPUC's Homepage. ● The awareness of the households on water usage has been improved furthermore through the above PR activity. ● This indicator is achieved.

60

3.3 Prospect of Attaining Overall Goal

Overall Goal: "Non-revenue water (NRW) is decreased by continuous NRW reduction activities such as pipe replacement, leak detection, monitoring of water use."	
Verification Indicators	Status at the end of the Project/ Prospects
NRW ratio in Koror-Airai system has been decreased continuously, compared to that at the end of the project.	● The NRW ratio was about 42.1% as of 2021 at the beginning of the Project, afterward, the NRW ratio was modified at about 55.5% because revenue water was double-counted in certain months. ● NRW ratio in Koror-Airai system is about 51.7% as of November 2023. PPUC has been operating NRW reduction and monitoring water flow. ● PPUC is planning NRW reduction activities such as pipeline renewal, leak detection and water meter replacement. ● It is certain that PPUC can reduce NRW ratio in Koror-Airai system. ● From above, it is anticipated that NRW ratio has been decreased continuously, compared to that at the end of the Project.

61

3.4 Record of Inputs

3.4.1 Japanese Side

■ **JICA Expert Team:**

Position in the Project	Name
Leader/Non-Revenue Water Reduction	Mr. Taketoshi FUJIYAMA
Deputy Leader/ Pipeline Rehabilitation Plan 1	Mr. Hideyuki IGARASHI
Pipeline Rehabilitation Plan 2	Mr. Teruki MURAKAMI
Leakage Control and Technics	Mr. Hiroki NIIMURA
Commercial Loss/ Customer Management	Mr. Taisuke WATANABE
Construction Supervisor	Mr. Kazuyoshi HONDA
Procurement Management	Mr. Toshinobu KASUYA / Mr. Hiroki NIIMURA

62

■ **Training of Counterparts in Japan:**

Period: From October 10th to November 4th 2022

No.	Trainees	Job Title
1	Mr. BAI David	PPUC Project Planning and Implementation Department Environmental Safeguards Officer
2	Mr. KUARTEI Julian Ermang	PPUC Water Operations Leak Detection Technician
3	Mr. MIKEL Vernon H	PPUC Business Office Meter Reader
4	Mr. SUGAR Augustine Rebluud	PPUC Water Operation Water Meter Technician
5	Mr. THOMAS Santini Bud	PPUC Water Operations Water Treatment Plant Operator



■ **Technical Trainings in Palau:**

Project Coordinator, technical assistant, Leak Surveyors, etc.

63

■ **Provided Equipment:**

- Equipment required for leak detection, water flow measurement, leak repair & the rehabilitation of service.
- Total amounts of the equipment: USD 48,134.

64

3.4.2 Palauan Side

■ **Assignment of C/P personnel**

- Project Director, Project Manager, Project Coordinator, and other 12 staff

■ **Office, Training Spaces and Furniture**

- Office spaces, the conference room and necessary items including a Wi-Fi and a projector, required for the JCC, trainings, etc. at the Water Operations Office

■ **Local Cost**

- Transportation expenses for counterparts
- Expenses for utilities and the installation of 19 water meters, and administration (allowance for PPUC staff, communication and custom clearance)

65

3.5 Implementation Process

3.5.1 Revision of the PDM

- The Project has been implemented in the framework of the PDM.
- The Project Team modified PDM at the 1st JCC and the 2nd JCC as follows:
  - Minor modification in the notation of sentence and technical terms, and
  - Addition of equipment.

66

3.5.2 Hindering Factors

- **Delay in the Procurement of Fittings by the Contractor for the Pilot Project**
  - The contractor's procurement progress of pipe materials, etc. was three months behind the original schedule

67

Palau Public Utilities Corporation
Japan International Cooperation Agency

4th JCC Meeting

Terminal Evaluation Report

Evaluation Results

December 6, 2023

T. Fujiyama (Mr.), JICA Expert Team

68

4. EVALUATION RESULTS

4.1 Relevance

A) Necessity

- Decrease of both physical and apparent losses is expected to contribute to the enhancement of financial status of PPUC and provide sustainable water services to customers. Thus, the Project meets the necessity of beneficiaries.

B) Priority

- Some of challenges stated in the Medium Term Development Strategy 2009-2014:
  - Development of alternative water source and the backup water source;
  - Installation and or calibration of water meters;
  - Distribution pipe renewal;
  - Trainings of water leak detections, and
  - Others.
- The Project aims to reduce NRW, which corresponds to the direction of the Development Strategy.

69

C) Approach

- The Project was planned and implemented by utilizing the know-how of the JICA's many technical cooperation experts on NRW reduction.
- The Project was constantly motivating the PPUC's staff.
- The PPUC's capacity as a baseline was taken into considerations in the Project.

4.2 Coherence

A) Consistency with Policy of the Japanese Government's development Assistance

- The Japanese Government focuses on infrastructure development required for economic growth and its related human resource development and environmental protection for Palau.
- The improvement in social service with infrastructure and the overcoming vulnerabilities due to climate change are highly prioritized.
- The Project is consistent with the policy in terms of ensuring water resource, saving energy and the improvement in water supply service.
- The tendency of an operational cost reduction due to energy saving will contribute to the Palauan Government's financial independence.

70

B) Synergy Effect

- Some service and distribution pipelines were switched over properly in Koror-Airai distribution area.
- Based on this activity, PPUC has gained the skills required for an appropriate service pipeline switching over.
- For this reason, the distribution pipelines laid in the 2018-Grant-Aid Project will have beneficially been utilized.
- These skills will result in the reduction of NRW in entire areas.

4.3 Effectiveness

- The three indicators of the Project Purpose were achieved in the pilot areas.
- These results showed the validity of the NRW reduction and the PPUC's capacity development required for their technical operations and that for the improvement in public awareness on water usage.
- The reduction points of approx. 10.1 points in the pilot area contributed to saving cost of USD589 yearly. if it is applied for the entire area in Koror and Airai, the operating cost (chemical and fuel) of USD about 3.7 million yearly can be saved.

71

4.4 Efficiency

A) Efficiency of Inputs from the Japanese Side

- The inputs from the Japanese side were realized as planned in terms of quality, quantity, and timing.
- However, some pipe fittings that WCC ordered from the supplier to implement the pilot project were delayed for three months because of out of stock in the supplier.
- The procurement of the equipment such as concrete cutters and a concrete breaker in addition to the original equipment was able to facilitate pipe repairs.
- Moreover, the monitoring of flow rate in the distributed system made PPUC promptly notice the possibility of a water leak occurrence and took immediate leak repairs.

B) Efficiency of Inputs from the Palauan Side

- PPUC appointed the two staff who jointed in the training including leak detections, etc. of the 2018-Grant-Aid Project.
- The PPUC side facilitated the activities of leak detection.

72

4.5 Impact

A) Establishment of the Process of NRW reduction activities

- It is expected that the establishment of the process of NRW reduction activities will have enabled PPUC to achieve the overall goal at the end of the project and even after the project ends, as long as the process is followed.

B) Development of Database

- PPUC was aware of the importance of database development, starting making budget for the establishment of the GIS dedicated section.
- PPUC was able to visualize the track record of the past leak points by using Google Appsheet, so that not only leak detection team but also every staff of PPUC including the CEO was able to monitor the trends of leakage occurrence.
- This visualization of the track record will be able to contribute to the formulation of future leak detection planning.

C) Normalization of Water Meter Reading

- The PPUC' water meter technician checked the accuracy of water meters.
- However, they did not check water meter accuracy appropriately at the beginning of the Project.
- The training of water meter accuracy test was conducted.
- PPUC has been able to read water meters accurately, reducing NRW significantly.

D) Facilitation of Leak Observation

- Before the commencement of the Project, activities of leak repairs were dependence of reports from people.
- It was assumed that leakage occurred for long time until someone noticed that, resulting in the causes of NRW.
- However, PPUC is now able to visualize probable water leakage easily through monitoring water flow trends.

4.6 Sustainability

A) Policy and Institutional Aspects

- PPUC has been following the Development Strategy, noticing the significance of NRW reduction.
- Their policy will result in the sustainability of NRW reduction.

B) Organizational Aspects

- PPUC stated to continue its effort to reduce NRW in Koror-Airai after the Project is completed.
- PPUC committed to apply "Basic Pipeline Renewal Plan" and "Improvement Plan of Management and Renewal for Water Meters" for the purpose of NRW reduction.
- PPUC is also considering of appointing focal staff who will be responsible for the field of the pipeline renewal, leak detection and commercial loss as the whole NRW reduction activities including water flow & NRW ratio monitoring.

C) Financial Aspects

- PPUC committed to ensure the budget required for NRW reduction activities.
- Conventionally, the PPUC' daily works consisted of NRW reduction activities as well as water treatment operation, customer service, PR, etc.
- PPUC has improved the process of NW reduction activities by using the monitoring system introduced in the Project.
- PPUC will be able to cut personnel cost required for NRW reduction activities due to efficient work.
- On the other hand, PPUC will have to spend money on procuring water meters, pipe fittings for repair, etc., to reduce NRW.
- However, in addition to increase in bills due to water meter replacement, it is expected that PPUC will be able to cut operational costs such as fuel and chemicals in the future due to the reduction of NRW.

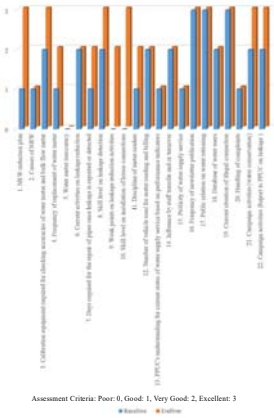
D) Technical Aspects

- The members appointed as the Project Team will take a proactive approach to maintain NRW reduction.
- PPUC has been addressing to reduce NRW by using the Basic Pipeline Renewal Plan, the Pipeline Renewal Manual, the Improvement Plan of Management and Renewal for Water Meters and the Improvement Plan of Public Water Usage.

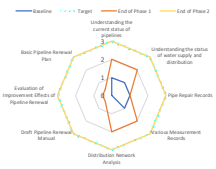
4.7 Capacity Assessment

4.7.1 Organizational Level

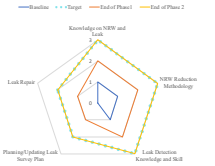
1. NRW reduction plan
2. Causes of NRW
3. Calibration equipment required for checking accuracies of water meter and bulk flow meter
4. Frequency of replacement of water meter
5. Water meter inaccuracy
6. Current activities on leakage reduction
7. Days required for the repair of pipes once leakage is reported or detected
8. Skill level on leakage detection
9. Weak points on leakage reduction activities
10. Skill level on installation of house connections
11. Discipline of meter readers
12. Number of vehicle used for meter reading and billing
13. PPUC's understanding for current status of water supply service based on performance indicators
14. Influence by staff transfer and or turnover
15. Publicity of water supply service
16. Frequency of newsletter publication
17. Public relation on water rationing
18. Database of water users
19. Current situation of illegal connection
20. Handling of complaints
21. Campaign activities (water conservation)
22. Campaign activities (Report to PPUC on leakage)



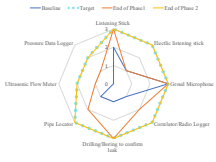
4.7.2 Team Level



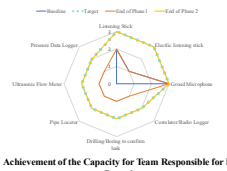
Achievement of the Capacity for Team Responsible for Pipeline Renewal Plan



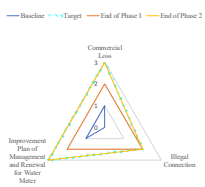
Achievement of the Capacity for Team Responsible for Leal Detection (NRW Capacity)



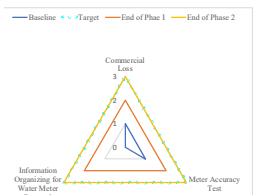
Achievement of the Capacity for Team Responsible for Leal Detection (Equipment Knowledge)



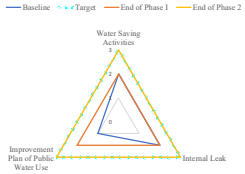
Achievement of the Capacity for Team Responsible for Leal Detection (Equipment Practical Use)



Achievement of the Capacity for Team Responsible for Customer Management



Achievement of the Capacity for Team Responsible for Billing



Achievement of the Capacity for Team Responsible for Public Relation



Achievement of the Capacity for Team Responsible for Water Meter Maintenance

Palau Public Utilities Corporation
Japan International Cooperation Agency

4th JCC Meeting

Terminal Evaluation Report

Lessons Learnt

December 6, 2023

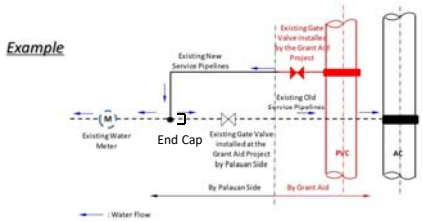
Mr. John Kintaro Jr., PPUC

5. Lessons Learned

5.1 Consideration on Service Pipeline Switching Over in case of Pipeline Renewal

(1) Making Sure of disconnections of the old Pipelines

- In the routes where the grant aid project in 2018 was carried out, water flowing in the new pipelines might have back-flowed to the old service pipelines in some of connections out of approx. 300.
- While switching over distribution pipeline, PPUC must remember to disconnect from the old service pipelines with end caps.

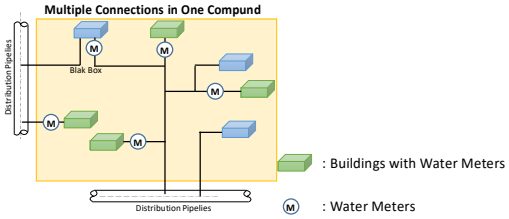


(2) Making sure of Inspection if the old pipelines are isolated

- It is important for PPUC reliably and appropriately to switch over service pipelines in order to bring out the grant aid project effects.
- However, it is difficult for Japanese contractors of the grant aid project to inspect the situation of switching over in private premises where service pipelines are switched over.
- It is desirable that scope of work under contractors is deregulated so that contractors can inspect switching over of service connections appropriately.

5.2 Normalizing Service Pipes and Water Meters

- It was observed that there are multiple service connections without water meters in a certain institutional user (PCC).
- The quantity of water flowing in service pipelines without water meters is not billed by PPUC.
- This results in the creation of NRW.
- PPUC should carefully inspect service connections and water meters of institutional and commercial users as one of NRW reduction activities.



5.3 Well-mannered PR activities Before and After the Replacement of Water Meters

- Billed water increased in most cases after the replacement of water meters.
- Some customers complained to PPUC and gave inquiries about the increase in amounts of bills.
- The well-mannered explanation of the need to replace the water meter, the possibility of increase or decrease in water billed, etc. is of importance prior to the replacement of water meters
- Customers can understand the increase in billed water smoothly.

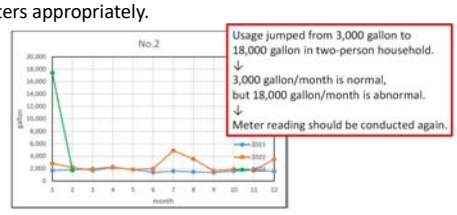
Change in Billed Consumption and Water Tariff

- Data in Blue: Before Replacement of Water Meters
- Data in Red: After Replacement of Water Meters

No.	Account No.	Usage Billed(gal) Oct	Nov	Dec	Jan	Charge(USD) Oct	Nov	Dec	Jan
1	07139100-04	60	0	100	0	0.10	0.00	0.17	0.00
2	07229900-01	460	780	3,780	4,300	0.76	1.29	6.24	7.1
3	07374400-01	4,260	4,990	5,090	4,700	7.03	8.23	8.86	7.76
4	07239001-02	2,880	3,310	4,100	5,000	4.75	5.46	6.77	8.25
5	07192400-01	1,860	1,670	3,460	17,400	3.07	2.76	5.71	91.95
6	07233101-01	9,950	7,980	8,300	5,900	38.54	28.37	30.52	31.33
7	07180600-03	3,730	2,940	3,370	5,100	6.15	4.85	5.48	8.93
8	07103300-01	50	30	130	0	0.34	0.2	0.88	0.00
9	K092740	6,310	13,210	11,700	6,000	15.88	63.67	53.48	15.00
10	07543800-01			25,150	6,200			144.26	16.35
11	07746000-01	3,850	3,660	6,910	11,300	6.35	6.04	21.14	50.78
12	07108900-02	90	60	230	300	0.61	0.41	1.69	2.03
13	07276300-01	6,470	4,620	5,280	5,900	18.17	7.62	10.14	14.33
14	K091240	11,390	12,080	10,950	1,000	51.38	56.04	48.41	1.65
15	07104700-01	2,420	5,380	8,600	16,100	3.99	10.82	22.89	83.18
16	07310400-04		34,240	11,920	13,400		205.61	68.46	64.95
17	07128800-01	7,020	5,680	6,890	9,200	21.89	12.84	21.01	36.60
18	K092010	3,910	5,830		496,440	5.98	12.14		3325.5
19	07239100-01	5,110	2,000	2,130	2,950	8.95	3.38	3.51	4.87
19-1	07239100-01	1,760	5,090	4,430	1,900	2.95	8.88	7.31	3.14

5.4 Careful Water Meter Reading after the Replacement of Water Meters

- A counter of water meters depends on their types.
- In the Project, water meter readers wrongly read the replaced water meters because their scale and or unit was different from the previous ones.
- Wrong reading of water meters causes inappropriate billing, which results in undermining customers' confidence for PPUC.
- PPUC should train water meter readers to read new types of water meters appropriately.



5.5 Consideration on Delay of Material Procurement

- In the pilot project, the completion of the construction was three month behind schedule
- Because pipe fitting materials that the contractor ordered were out of stock in suppliers, Guam.
- PPUC needs to maintain sufficient inventory to eliminate delays in material procurement.

5.6 Consistent Data Collection, Management, Monitoring and Analysis.

- JET developed data monitoring system in WO and provided PPUC staff with the training on the relation between results of monitoring and following actions for NRW reduction.
- In order for PPUC to maintain systematic work on data monitoring and following actions, it is desirable that a focal person as the Project Coordinator who encourages the concerned staff should be appointed in future.

5.7 Identification of Causes of High NRW at the Pilot Project even after Countermeasures

- In the Project, significant points required for NRW reduction operation were shared with PPUC.
- Especially, the following are the quick check list.
  - ➢Setting-up pipe conditions (especially, high impact conditions: pipe material, pipe diameter, thickness, units, measurement interval) in an ultra-sonic water meter;
  - ➢Valves on the old pipelines around if they are closed;
  - ➢Gate valves on the service pipelines if they are closed;
  - ➢If water at faucets in house and premise is stopped, while gate valves on service pipelines are closed;
  - ➢Accuracy of water meters, though they are new ones, and
  - ➢If there are unknown service connections in a certain service area.

Palau Public Utilities Corporation
Japan International Cooperation Agency

4th JCC Meeting

Terminal Evaluation Report

RECOMMENDATION

December 6, 2023

T. Fujiyama (Mr.), JICA Expert Team

6. Recommendation

6.1 Establishment of a Reliable Work Frame

- Service pipelines should not be connected to the old distribution pipelines because they cause NRW.
- It is essential that water meter technicians and leak detection team carefully inspect and/or detect acoustic of water flow continuously whether water flow do not run.

6.2 Enhancement of Awareness Raising Activities

- The Project increased the number of customers' awareness raising activities such as internal leaks, water conservation, etc.
- The activities will promote customers' understanding that will contribute to securing water resource.
- PR activities on customers' awareness by PPUC should highly be continued.

6.3 Establishment of Database (GIS) Section in PPUC

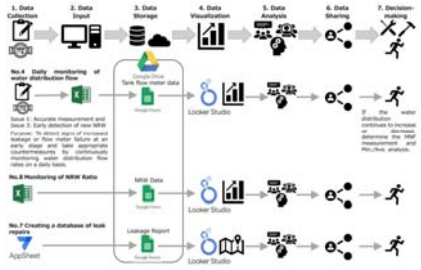
- Unknown existing waterlines make daily maintenance difficult for PPUC, which result in inefficient works.
- The development of database is one of the challenges for PPUC.
- It is desirable that PPUC establishes a dedicated database section to update the information of pipelines, leak points and water meters regularly.
- The information to be updated will be able to facilitate daily maintenance.

6.4 Noticeable Points of Water Tariff Revision

- Certain monthly bill of average domestic users is estimated to be about USD 30 per household.
- If the monthly average household income is assumed to be USD 644 (see Living cost in Web), water tariff will make up approximately 4.7% of household income. This is more than 4% of disposable income suggested by World Bank.
- PPUC should pay attention of the trend of illegal connections in case of increase in water tariff, because some users may feel tough life.

6.5 Development of Data Management Team

- Google App Sheet and Google Looker Studio were introduced for checking the distribution of leak points, monitoring water distribution rate & NRW ratio.
- PPUC should continuously monitor the trend of flow rate and NRW ratio to take actions promptly and efficiently.
- PPUC has to understand the process of data management and decide to appoint staff who are responsible for data management activities.



Common Process of Data Management and its Process established in the Project

6.6 Sharing Technical Information among the staff concerned with Daily NRW reduction Activities

- Data management contains sharing technical information such as distribution flow rate, water consumption, leak locations, repair records, meter reading data, water meter accuracy test, the replacement of water meters, etc.
- These information should be shared among the staff concerned with daily NRW reduction activities.
- Daily sharing of information will be indispensable in ensuring the sustainability of NRW reduction activities.

6.7 Sharing Knowledge gained through the Project

- Two staff members who were involved with the NRW reduction activities left the Project before the end of the two-year Project period.
- To ensure sustainability of the NRW reduction activities, not only project coordinator but also focal staff who were engaged in pipe renewal plan, leak detections, commercial loss should be responsible for sharing their knowledge gained through the Project with other staff members.

6.8 Appointment of a Focal Staff and an Annual Action Plan on NRW Reduction

- It is necessary to select a focal staff for NRW reduction activities so that PPUC will not forget the current NRW activities and sustain them in future.
- It is desirable that the focal staff to be appointed in PPUC has strong leadership and prepare annual action plan of NRW reduction.

添付資料 2.2.2

ミニッツ

MINUTES OF MEETING
ON
THE 1ST JOINT COORDINATION COMMITTEE (JCC)
FOR
THE PROJECT FOR STRENGTHENING CAPACITY IN NON-REVENUE WATER REDUCTION IN PALAU

21 July 2022

Mr. Frank KYOTA
Project Director

Mr. Ryutaro KOBAYASHI
Resident Representative
JICA Palau Office

Mr. Taketoshi FUJIYAMA
Leader,
JICA Expert Team

In the first year of the Project for Strengthening Capacity in Non-Revenue Water Reduction in Palau (hereinafter referred to as "the Project"), the meeting for the first Joint Coordination Committee (hereinafter referred to as "JCC") was held on the July 5 2022.

The following were confirmed in the meeting:

1. Opening Remarks by Project Director

Mr. Frank Kyota, the Project Director (hereinafter referred to as "Mr. Kyota) gave a brief opening remarks and also thanked the Embassy of Japan, the Government of Japan and JICA for all the support to PPUC throughout the years.

2. Remarks by JICA Palau Office

Mr. Yasutoshi Sagami, Project Formulation Advisor, on behalf of Mr. Ryutaro Kobayashi, Resident Representative of JICA Palau Office showed a review of the activities on the existing pipelines by using mobile devices in the past couple of months and addressed the importance of the JCC to consider the future direction of the project.

3. Presentation of the Work Plan (Final Version)

The JICA Expert Team (hereinafter referred to as "JET") headed by Mr. Taketoshi Fujiyama, gave a presentation of the work plan (Final Version) that Capacity Assessment and Capacity Development plans and a list of equipment to be procured for the project activities have been added, following the draft work plan that he explained in March 28, 2022. The JCC members understood and accepted the work plan.

In addition, as the result of a prior discussion between PPUC and the JET, the JET suggested minor changes in terminology and notation in the Project Design Matrix (PDM) and Plan of Operation (PO). The minor changes were already discussed with the JICA Headquarters and were agreed by all the JCC members.

4. Project Monitoring Report Ver.1

Mr. Johnny Kintaro, the Project Coordinator (hereinafter referred to as "Mr. Kintaro"), summarized the progress of the Project what has been done since March 2022 in the Project Monitoring Report Ver.1 including the selection of the pilot area. The Project Monitoring Report Ver.1 was confirmed and accepted in the JCC meeting.

5. Schedule of the future JCC

Mr. Anthony Rudimch, the Project Manager (hereinafter referred to as "Mr. Rudimch"), stated that the JCC is required to be held every once or twice a year. Next JCC meeting will take place in January or February 2023, with hopes to give updates of the training to be held in Japan.

6. Comments

Mr. Tmetuchl Baules (hereinafter referred to as "Mr. Baules"), Director of Administration of PPUC raised a question regarding staffing plan, whether PPUC needs more meter readers, leak detection technicians. The JET responded that it is not timely to discuss the necessity of increase in those staff, and improvement in staffing plan will be suggested for PPUC through the Project.

Mr. Baules also raised a question what are inadequate points on meter reading and billing system. Mr. Kintaro, the Project Coordinator responded that water meter readings are done in different cycles in the same distribution area. This makes it difficult to accurately reconcile water tank/reservoir and customer meter reading and billing data. Mr. Baules further questioned that if billing system with such inadequacy can be improved based on a link with Geographic Information System (hereinafter referred to as "GIS"). Mr. Kintaro stated that if PPUC address to establish GIS team, the JET is ready to consider to assist PPUC in the development of database and GIS.

Mr. Kyota raised a question regarding an allowable Non-Revenue Water (hereinafter referred to as "NRW") ratio. The JET responded that it is too difficult to say an allowable NRW ratio and it is important for PPUC to reduce NRW ratio even by one or two percentages yearly. Mr. Rudimch also added, that since NRW ratio was 48-49% when the NRW team was established in 2018, it would bring it down to 42% at the completion of the Project.

Ms. Vera D. Kanai, Chief Executive Officer (CEO) of Environmental Quality Protection Board (EQPB) made a statement that for pipe renewal construction as the pilot project, it requires an earth moving permit, and advised PPUC to check Easement with Koror State Government and Airai State Government, and apply for permission as early as possible.

End

Annex-1

List of Participants

Organization/ Name	Role in the Project for PPUC / Job Title	Online
[National Level]		
Vera D. Kanai	CEO, Environmental Quality Protection Board	
[State Level]		
Leslie Tewid	Director, Bureau of Public Works - Koror State Government	
[PPUC]		
Mr. Frank Kyota	Project Director CEO	
Mr. Anthony Rudimch	Project Manager Manager, Project Planning & Implementation Department	
Mr. Johnny Kintaro	Project Coordinator Contstruction Inspector, Project Planning & Implementation Department	
Mr. Tmetuchel Baules	Procurement Management Director of Administration	
Mr. David Dengoki	Manager Manage of Water Operations	
Ms. Donna Titimi	Pipeline Rehabilitation Plan Administrative Officer, Water Operations	
Ms. Rhea Isebong Rengulbai	Customer Management Public Relations Officer General Administration	
Ms. Desiree Ngirameked	Human Resource Assistant	
Ms. Rhea I Rengulbai	Public Information Officer	
Ms. Aquilla Masami	Accountant	
[JICA Palau Office]		
Mr. Yasutoshi Sagami	Project Formulation Advisor	
Ms. Singeo Olga	National Staff	
[JICA Headquarters Office]		
Ms. Eriko Kakegawa	Senior Engineering Officer, Water Resources Group, Global Environment Department, JICA	*
Mr. Yoshiaki Yokota	Senior Advisor, Water Resources Group, Global Environment Department, JICA	*
[Embassy of Japan]		
Mr. Hajime Sugimura	Second Secretary	
[JICA Expert Team]		
Mr. Taketoshi Fujiyama	Leader/Non-Revenue Water Reduction	
Mr. Hideyuki Igarashi	Deputy Leader/ Pipeline Rehabilitation Plan 1	*
Mr. Teruki Murakami	Pipeline Rehabilitation Plan 2	*
Mr. Hiroki Niimura	Leakage Control and Technics	
Mr. Taisuke Watanabe	Commercial Loss/ Customer Management	*
Mr. Toshinobu Kasuya	Procurement Management	

MINUTES OF MEETING
ON
THE 2nd JOINT COORDINATION COMMITTEE (JCC)
FOR
THE PROJECT FOR STRENGTHENING CAPACITY IN NON-REVENUE WATER REDUCTION IN PALAU

24 February 2023

Mr. Frank KYOTA
Project Director
CEO
Palau Public Utilities Corporation

Mr. KOBAYASHI Ryutaro
Chief Representative
JICA Palau Office

Mr. FUJIYAMA Taketoshi
Leader
JICA Expert Team

In the second year of the Project for Strengthening Capacity in Non-Revenue Water Reduction in Palau (hereinafter referred to as "the Project"), the meeting for the second Joint Coordination Committee (hereinafter referred to as "the 2nd JCC") was held on the February 24, 2023.

The following were confirmed in the meeting:

1. Opening Remarks by Project Director

Mr. Frank Kyota, the Project Director (hereinafter referred to as "Mr. Kyota") gave a brief opening remarks and thanked the Embassy of Japan, the Government of Japan, JICA and the People of Japan for all the support to Palau Public Utilities Corporation (hereinafter referred to as "PPUC") throughout the years.

2. Remarks by JICA Palau Office

Mr. KOBAYASHI Ryutaro, the Chief Representative of JICA Palau Office (hereinafter referred to as "Mr. KOBAYASHI") expressed appreciation on the very good progress of the Project despite the pandemic across the Pacific and recommended to enhance the public relations (hereinafter referred to as "PR") of this Project in order to highlight the achievement of this Project. It would lead to the next project. Mr. Kyota responded that Ms. Isebong Rengulbai, the Public Relations Officer of PPUC was gathering information for radio talk show promoting PPUC marking the 10th anniversary and will disseminate the activities to the public through radio and social media.

3. Presentation of Monitoring Report Ver. 2

1) Outline, Purpose, Outputs and Inputs of the Project

Firstly, Mr. IGARASHI Hideyuki (hereinafter referred to as "Mr. IGARASHI "), the JICA Expert Team (hereinafter referred to as "JET") headed by Mr. FUJIYAMA Takatoshi (hereinafter referred to as "Mr. FUJIYAMA "), gave a brief on the outline, purpose, outputs and inputs of the Project.
Secondly, Mr. IGARASHI also stated that Mr. HONDA Kazuyoshi and Mr. NIIMURA Hiroki was appointed as a new Construction Supervisor and Mr. Kasuya's successor of procurement management for JET.
Thirdly, the pilot project for pipeline renewal will start in the middle of March 2023.
Finally, five trainees participated in the training for the NRW Reduction Operation from October to November 2022 in Mie Prefecture, Japan.

2) Activities for Output 1 to 3

Mr. Johnny Kintaro, the Project Coordinator of PPUC (hereinafter referred to as "Mr. Kintaro") summarized the progress of the Project mainly highlighting activities in the three outputs. Mr. Kintaro, Ms. Donna Titiml, Mr. Marson Aderiano and Mr. Julian Kuartei, PPUC mainly reported Output-1 & Output 3, Output-1, Output-1 and Output-3 respectively.

3) Capacity Assessment and Challenges from the Activities

Mr. FUJIYAMA presented the achievement of the three outputs and the project purpose and stated other matters to be assessed at the end of project termination.

Mr. FUJIYAMA suggested the following four challenges as matters to be considered.

Pipe Switching Over

Installing end caps to close the old pipelines.

Normalizing Service Pipes

Each customer, even large user such as public facilities or campuses, were connected to one meter or bulk metering.

Organizing a Section of GIS or Database in PPUC

Establishing a dedicated section for GIS

Mr. Kintaro suggested personnel or team to manage all the data generated by PPUC operations and administrations.

Mr. Kyota stated that the suggestion by JET for the establishment of a GIS section will be in the PPUC budget for next year and that the 2nd JCC meeting today will be reported to the board meeting.

PR Activities prior to the Replacement of Water Meters at Pilot Project Site

After the replacement of water meter, there will be a change or increase in the customer's water bill. Therefore, the PR activities and public information are of importance prior to the replacement.

To the suggestion by the JET, Mr. Kintaro suggested that with this report the PPUC could do regular audits to identify the customers with increased bills. Mr. Torual Gibbons, the Business Office Manager of PPUC stated that this situation has occurred over the years before the WOO merged to PPUC. In case that there was a drop or spike in the readings, there is a 15% margin in the billing system that flags the reading for a recheck. Then, the meter readers would go back to recheck the water meters whether the drops or spikes were actual or not. This procedure was the only method that the PPUC was using to see irregularities in the readings. Mr. Kintaro also stated that PPUC should be able to track these abnormalities of water use in the PPUC office immediately. An average increase of 460 gallon per month were found after changing the water meter prompting customers' complaints & requests to recheck.

Mr. FUJIYAMA stated JET assessed the current capacity of the NRW on Team Level. This consists of Pipeline Renewal Team, Leak detection Team, Public Relations Team and Meter Maintenance Team.

4. Comments

Ms. Olga Singeo, the Program Officer of JICA Palau Office, stated to encourage the PPUC staff to take advantage of the JET and always ask questions as much as possible.

Mr. Grant Murdle, the ADB Consultant stated that the PPUC should be fortunate with few illegal connections. The GIS and mapping are also the most important things to do to better understand and know the water supply system.

Mr. YOKOTA Yoshiaki, the Senior Advisor, Water Resource Group, the Global Environmental Department of JICA Headquarters raised a question about the normalizing service pipes. It seemed that change of the water meters to one bulk meter to increase the revenue or to decrease the revenue depends on the water tariff structure. Mr. Kintaro responded that this was only as an example, and could not answer whether earning any profits. Mr. Kintaro understood to reduce cost from maintenance, but it was something to reconsider in the future to use one bulk meter for large customers.

Mr. MIYAGAWA Masahito, the Director of Water Resources Teams 1, Water Resource Group, the Global Environmental Department of JICA Headquarters (hereinafter referred to as "Mr. MIYAGAWA") raised a question about the approach to reduce the NRW ratio. Mr. Kintaro responded that the team were formulating a plan to switch over from the old pipelines to the new ones not to backflow to the old ones. Mr. MIYAGAWA stated that the JET might be able to share some advices to reduce the NRW of these areas. Mr. MIYAGAWA hopes the NRW ratio will be reduced and generate more revenue in PPUC.

5. Closing Remarks

Mr. Anthony Rudimch, the Project Manager gave a brief closing remarks and thanked the Embassy of Japan, the Government of Japan, JICA and the People of Japan for all the support to PPUC.

End

MINUTES OF MEETING
ON
THE 3rd JOINT COORDINATION COMMITTEE (JCC)
FOR
THE PROJECT FOR STRENGTHENING CAPACITY IN NON-REVENUE WATER REDUCTION IN PALAU

August 16th 2023

Mr. Frank KYOTA
Project Director
CEO
Palau Public Utilities Corporation

Mr. KOBAYASHI Ryutaro
Chief Representative
JICA Palau Office

Mr. FUJIYAMA Takctoshi
Leader
JICA Expert Team

In the second year of the Project for Strengthening Capacity in Non-Revenue Water Reduction in Palau (hereinafter referred to as "the Project"), the meeting for the third Joint Coordination Committee (hereinafter referred to as "the 3rd JCC") was held on the July 25th, 2023.

The following were confirmed in the meeting:

1. Opening Address by Project Director

Mr. Frank Kyota, the Project Director (hereinafter referred to as "Mr. Kyota") gave a brief opening address and thanked the Government of Japan, JICA and the People of Japan for their relentless support to Palau Public Utilities Corporation (hereinafter referred to as "PPUC"). He also thanked for the pilot project of replacing aged asbestos pipes and water meters in the Ngerbodel area and continuous training for the data management in the Project.

2. Remarks by JICA Palau Office

Mr. Kobayashi Ryutaro, the Chief Representative of JICA Palau Office (hereinafter referred to as "Mr. Kobayashi") expressed his appreciation for the progress of the Project and suggested that water meters to be installed and replaced according to the water meter renewal plan to reduce non-revenue water (hereinafter referred to as "NRW"). He also emphasized that updating database is essential for the PPUC and suggested to secure a dedicated IT staff to continue updating the database. In addition to that, he commented that a Public Relations (hereinafter referred to as "PR") activities of the Project to be conducted in order to inform the achievement of the Project.

3. Presentation of Monitoring Report Ver. 3

1) Outline, Purpose, Outputs and Inputs of the Project

Firstly, Mr. FUJIYAMA Taketoshi (hereinafter referred to as "Mr. FUJIYAMA"), the JICA Expert Team (hereinafter referred to as "JET") headed by himself, went over a brief on the outline, purpose, outputs and inputs of the Project.
Secondly, as activities since February 2023, Mr. FUJIYAMA also stated that the Pilot Project for pipeline renewal in Ngermid was completed at the middle of July 2023.

2) Activities for Output 1 to 3

Mr. John KINTARO, the Project Coordinator of PPUC (hereinafter referred to as "Mr. KINTARO"), Mr. Mr. Julian KUARTEI (hereinafter referred to as "Mr. KUARTEI"), Ms. Rhea Isebong RENGULBAI, PPUC mainly reported Output-1 & Output 3, Output-2, Output-3 respectively. The following documents were attached in Monitoring Report Ver.3 as some of the outputs.

- A basic pipeline renewal plan in the pilot area
- A leak detection manual
- Improvement plan of management and renewal for water meters

3) Achievement of Project Outputs and Purpose

Mr. FUJIYAMA reported the achievement of Output-1: "Implementation capacity of pipe renewal is improved through the preparation of a basic pipeline renewal plan for Koror-Airai water distribution system." out of three Outputs. In regard to Indicator No. 1-2 and No. 1-3, the activities were completed, because the pipe network analysis of the water distribution pipes in the Koror-Airai water distribution system was conducted to identify some issues, and the basic pipeline renewal plan in the pilot area was approved by PPUC in the 2nd JCC in February 2023.

Mr. FUJIYAMA added the achievement of Project Purpose: "Capacity of NRW reduction management and implementation is strengthened." In regard to Indicator No. 3, it was observed that people in the pilot area had been aware of water usage and had taken actions required for water conservation as the result of water usage survey. In addition, the Project Team prepared leaflet for "Detect & Repair leaks" as one of PPUC's website contents. He was confident that the people' awareness on water usage had been improved.

4) Other Matters to be considered

Mr. FUJIYAMA requested that PPUC would take actions on appropriate pipe switching over and normalizing service pipes with water meters issued in the 2nd JCC as soon as possible.

He also added the importance of accurate water meter reading through the replacement of water meters and their newly installation and of the PR activities prior to water meter replacement and installation in order to ensure customers' confidence in PPUC.

Finally, Mr. FUJIYAMA insisted that data management is significant in order to determine next actions on water supply operation and facilities' maintenance. Afterward, he suggested that demarcation for the responsible staff in PPUC is approved in the future and their roles are contained in PPUC's job-description.

4. Comments and Questions

Mr. KINTARO commented that it is important to avoid abnormal water consumption values in the water meter reading system. In case that the water consumption is extremely lower than average consumption in the past, or there was a drop or spike in water usage compared to the previous month, water consumption should be checked again by meter readers.

Mr. David DENGOKL, Manager of Water Operations Office, added that most of old water meters indicates less water consumption than the actual water consumption causing NRW.

Mr. KYOTA, raised a question about method of water consumption in the night of large consumers such as Ncco barrack. Mr. KUARTEI responded that water meters and 30-minute interval photos with trail cameras are used for measuring water consumption in the night.

Mr. KOBAYASHI expected that PPUC would continue to explain the importance of appropriate water metering as PR activities through medias such as TV, radio, etc. so that residents would understand the reasons why water bills increase due to water meter renewal.

The progress and outputs of the Project indicated in Monitoring Report Ver.3 with the attachments were not questionable apart from the above comments and questions.

5. Remarks by JICA Headquarters

Mr. MIYAGAWA Masahito, the Director of Water Resources Teams 1, Water Resource Group, Global Environmental Department of JICA Headquarters gave a brief remarks and commented on the prominent achievements in the Project such as pipe replacement in the pilot area, pipe switching over to new lines, and the development of data management. He expressed that PR activities for the public and pacific regions about the Project at the Pacific Water and Wastewater Conference in collaboration will be expected in collaboration with JICA Palau office. Furthermore, he also expected PPUC and the JICA Expert Team will jointly discuss how to manage the project activities in order to make them in a better and more sustainable way even after the completion of the Project.

6. Closing Remarks

Mr. Anthony RUDIMICH, the Project Manager gave a brief closing remarks and thanked the Embassy of Japan, the Government of Japan, JICA and the People of Japan for all the support to PPUC.

End

MINUTES OF MEETING
ON
THE 4th JOINT COORDINATION COMMITTEE (JCC)
FOR
THE PROJECT FOR STRENGTHENING CAPACITY IN
NON-REVENUE WATER REDUCTION IN PALAU

December 15th 2023

Mr. Frank KYOTA
Project Director
CEO
Palau Public Utilities Corporation

Mr. KOBAYASHI Ryutaro
Chief Representative
JICA Palau Office

Mr. FUJIYAMA Taketoshi
Leader
JICA Expert Team

In the second year of the Project for Strengthening Capacity in Non-Revenue Water (hereinafter referred to as "NRW") Reduction in Palau (hereinafter referred to as "the Project"), the meeting for the Fourth Joint Coordination Committee (hereinafter referred to as "the 4th JCC") was held on the December 6th, 2023.

The following were confirmed in the meeting:

1. Opening Address by Project Director

Mr. Frank KYOTA, the Project Director (hereinafter referred to as "Mr. KYOTA") gave an opening address.

First of all, Mr. KYOTA looked back on various training activities and stated that the Project would leave a large impact on the Palau Public Utilities Corporation's (hereinafter referred to as "PPUC") goal of NRW reduction and full cost recovery. He added that the Project has now given us the tools and new knowledge to make effective and impactful efforts in reducing our NRW, and assured that PPUC is committed and will direct the resources and personnel in doubling our NRW activities.

Finally, Mr. KYOTA stated the PPUC's capacity in the area of NRW activities has been greatly improved through the Project and was very grateful for this assistance from the People and Government of Japan.

2. Remarks by JICA Headquarters

Mr. MIYAGAWA Masahito, the Director of Water Resources Teams 1, Water Resource Group, Global Environmental Department of the JICA Headquarters gave remarks and he expressed his gratitude to the CEO and all the members of the Project for their hard work and strong commitment to its success. He also commented that today is a new beginning for PPUC, a new step forward to successfully apply the learning and teaching materials gained from the project activities and step into the future. This Project has built capacity in many areas of NRW reduction and he hopes that the experience and knowledge gained during these activities will become a part of the PPUC's team building and contribute to the ongoing effort to a resilient and sustainable service by PPUC.

3. Presentation of Terminal Evaluation

1) Outline, Purpose, Outputs and Inputs of the Project

Mr. FUJIYAMA Taketoshi (hereinafter referred to as "Mr. FUJIYAMA"), the JICA Expert Team (hereinafter referred to as "JET") headed by himself, gave a brief on the outline of the terminal evaluation of the Project.

2) Activities for Output 1 to 3 of the Project

Ms. Donna TITIML & Mr. Marson ADERIANO, Mr. Julian KUARTEI, and Ms. Rhea RENGULBAI from PPUC mainly reported each activity for Output-1, Output-2 and Output-3 of the Project shown in Project Design Matrix (hereinafter referred to as "PDM"). The following documents were introduced to the 4th JCC as output documents of the Project.

a. The Basic Pipeline Renewal Plan for Koror-Airai Water Distribution System;
b. The Basic Pipeline Renewal Plan for the Pilot Area;
c. The Leak Detection Manual;
d. The Pipeline Renewal Manual;
e. The Report of Case Studies/ Lessons Learned;
f. The Management and the Renewal Plan for Water Meters, and
g. The Improvement Plan of Public Water Usage.

Mr. KYOTA has reviewed all the documents presented by the project and wanted to have it recorded that he approves of them all and committed to utilize them for NRW reduction activities.

3) Evaluation of Project Performance

Mr. John KINTARO Jr., the Project Coordinator of PPUC (hereinafter referred to as "Mr. KINTARO"), reported the achievement of Output-1: "Implementation capacity of pipe renewal is improved through the preparation of a basic pipeline renewal plan for Koror-Airai water distribution system.", Capacity of leak detection and replacement/ switch-over of pipes is improved." and Output 3: "Capacity of commercial loss reduction, water use monitoring, public awareness on water save is improved." According to the PDM.

Mr. KINTARO reported that there are six indicators in the PDM. Approved by Mr. KYOTA, the following five out of the six indicators were achieved:

- Indicator No.1-1: A Basic Pipeline Renewal Plan for Koror-Airai Water Distribution System is approved by CEO of PPUC ("a.").
- Indicator No.1-3: A Basic Pipeline Renewal Plan for the Pilot Area is approved ("b.").
- Indicator No.2-1: A Leak Detection Manual is approved by CEO of PPUC ("c.").
- Indicator No.2-2: Manual and Report of Case Studies / Lessons Learned on Pipe Switching-over are approved by CEO of PPUC ("d.") and ("e").
- Indicator No.3-1: Improvement Plan of Public Water Usage / Management and Renewal Plan for Water Meters are approved by CEO of PPUC ("f") and ("g").

He also added that in regard to Indicator No.1-2 "Current condition of pipelines is analyzed." as one of the six indicators, since a network analysis was conducted by the Project team, this indicator was achieved.

In addition, he added the achievement of the Project Purpose: "Capacity of NRW reduction management and implementation is strengthened". Implemented and confirmed by the Project, the following three indicators were achieved as reported in the Terminal Evaluation Report:

- NRW ratio is reduced in the pilot area;
- Distribution pipeline renewal and necessary house connections are appropriately conducted in the pilot area and
- Public awareness on water usage is improved in the pilot area.

In regard to Overall Goal, Mr. KINTARO reported that the Overall Goal: "Non-revenue water (NRW) is decreased by continuous NRW reduction activities such as pipe replacement, leak detection, monitoring of water use." would be achieved judging from the result of the pilot project and the commitment to continue NRW reduction activities with utilization of the basic pipeline renewal plan, its manual and the leak detection manual, etc.

Finally, Mr. KINTARO introduced a record of each input from Japanese and Palauan side, training of counterparts in Japan as an off-Job Training, technical training in Palau and implementation process that consists of revision of the PDM and hindering factor. Especially, regarding the hindering factor, he insisted that smooth procurement of pipes and their fittings, etc. were very significant for PPUC to work efficiently.

4) Evaluation Results

Mr. FUJIYAMA reported the results self-evaluated by the Project Team in accordance with the six criteria of Organization for Economic Co-operation and Development (OECD)- Development Assistance Committee (DAC): "Relevance", "Coherence", "Effectiveness", "Efficiency", "Impact" and "Sustainability".

Besides, he indicated the results of a capacity assessment at the organization level and team level respectively. A capacity in the nine out of the 22 items at organizational level has been improved through the Project. A capacity in the three of the 22 items has achieved even before the commencement of the Project.

5) Lessons Learnt

Mr. KINTARO reported that PPUC had learnt "Service Pipeline Switching Over in Case of Pipeline Renewal", "Normalizing Service Pipes and Water Meters", "Well-Mannered PR Activities Before and After the Replacement of Water Meters", "Careful Water Meter Reading after the Replacement of Water Meters", "Consideration on Delay of Material Procurement", "Consistent Data Collection, Management Monitoring and Analysis" and "Identification of Causes of High NRW at The Pilot Project even after Countermeasures". Especially, he insisted that the Project had been able to have a hard practical training on NRW reduction activities at the end of the Project toward the 4th JCC, because NRW ratio had not been reduced initially than the Project Team had expected earlier.

6) Recommendation

Mr. FUJIYAMA, recommended eight challenges: "Establish of A Reliable Work Frame" "Enhance of Awareness Raising Activities" "Establish of Database (GIS) Section in PPUC" "Check Points of Water Tariff Revision" "Develop of Data Management Team" "Share Technical Information Among The Staff Concerned With Daily NRW Reduction Activities" and "Share Knowledge Gained Through The Project" to PPUC. Afterward, Mr. KYOTA agreed to the recommendation from the Project Team.

4. Comments and Questions

Mr. KYOTA asked if JET had anyone in mind to recommend as PPUC's focal person for NRW activities. Mr. FUJIYAMA stated that one of the PPUC Team members would be adequate and a focal person would ensure success in NRW activities. He specifically suggested that Mr. KINTARO would be a good candidate for the position.

He raised a question if cross connections are closed permanently regarding inspection of cross connection & disconnecting with end caps. Mr. KINTARO answered that PPUC would have to disconnect all cross connection (over 300 connections) in the future.

In regard to a large institute and or a company with many water connections but not properly metered, Mr. KYOTA stated that PPUC needs to have a policy of providing one large bulk water meter for them and that customer can install their own water meter for measuring water consumption of connection. He added that PPUC needs to have a well-coordinated PR on water meter information, installation, usage, and to work with developers, large institutions and companies so all water use is accounted for. Mr. KINTARO stated that private institutions can install their own water meters after the PPUC's water meters.

Besides, Mr. KYOTA stated that the hiring of a GIS data management staff is a high priority for PPUC. The Project Team definitely agreed to Mr. KYOTA's statement.

Ms. YOSHIDA Tamaki, the first secretary of Embassy of Japan asked if anything had been done by PPUC to address the potential leaks in Ngermid zone regarding Slide 2-1 of Output-2. Mr. KINTARO answered showcasing the large scale of Ngermid zone that it would take time to reduce NRW. He supplemented PPUC has been taking actions such as flow monitoring by using ultra-sonic flow meter, etc., and would focus on more effort to investigate causes of the high minimum night flow in the Ngermid Tank distribution area.

Mr. KATO Yosuke (hereinafter referred to as "Mr. KATO"), a project formulation advisor of the JICA Palau Office raised a question about estimated benefit of 10.1 NRW-reduction points in the pilot area given the whole Koror-Airai. Mr. FUJIYAMA answered that about USD 3.7 million/year is estimated to be cut, when 10.1 reduction points was applied to NRW reduction activities in the entire Koror-Airai system.

He was able to understand that water meter replacement made revenue increase in the pilot area, and questioned how much increase (USD or % of current income) in revenue would be estimated, if the rate of increase in revenue would be applied for the whole Koror-Airai area regarding Slide 5-3. Mr. KINTARO answered that the income of USD463,786/year would be increased.

Ms. KAKEGAWA Eriko, a Senior Engineering officer, Water Resource Group, Global Environmental Department of JICA Headquarters raised a question about securing a budget for switching over from the old pipeline to the new pipeline and disconnecting service pipelines from old pipelines. Mr. KINTARO answered that PPUC currently had not have a specific budget for the switching over but would be planning a budgetary arrangement.

She also raised a question about the reasons of NRW still exceeding approx.30% in the pilot area and expected that PPUC would address to reduce NRW in other areas as well applying the lessons learned at the pilot area. Mr. KINTARO responded that they had considered leakage on service pipelines, water usage, house water meter accuracy, flowing to other areas initially, and found wrong parameter settings on the ultra-sonic flow meter. Mr. FUJIYAMA supplemented that the pilot area may be a fairly small area for an accurate flow measurement.

Mr. YOKOTA Yoshiaki, a Senior Advisor, Water Resource Group, Global Environmental Department of JICA Headquarters raised questions on how many service pipelines were still connected to old pipe and if the locations of buried pipelines were known. Mr. KINTARO answered that the number is more than 350 connections, and the connected house and the water meter had basically been identified. Mr. Yokota encouraged to continue the cross-connect disconnects.

5. Remarks by JICA Palau Office

Mr. KOBAYASHI Ryutaro, the Chief Representative of JICA Palau Office (hereinafter referred to as "Mr. KOBAYASHI") expressed his appreciation for the successful completion of the Project.

Mr. KOBAYASHI emphasized the following points: 1) striving to cut operating cost by reducing NRW, which is a good for financial aspect as well as environmentally, 2) establishing a dedicated database management department and 3) taking activities fully to utilize the knowledge gained from the project such as the pipe renewal plan, the pipe renewal manual, the leak detection manual, and the customer water use management plan.

6. Closing Remarks

Mr. Anthony RUDIMCH, the Project Manager gave a brief closing remark appreciating the positive outcomes and achievement of targets for the Project. He noted, from this Project, that leak detection and repairs had saved significant quantity of water and revenue, and encouraged the continuous use of the leak detection manual. In addition, he stated PPUC with proper planning, can make immediate impacts on the NRW by replacing water meters which will allow for the improvement in water supply service without the high price of expanding water treatment. He closed by again thanking JET, JICA, the Government of Japan, and the People of Japan for all their support to PPUC and the People of Palau.

End

Annex

List of Participant

Organization/ Name	Role in the Project for PPUC / Job Title	Online
[State Level]		
Leslie TEWID	Director, Bureau of Public Works - Koror State Government	
[PPUC]		
Mr. Frank KYOTA	Project Director, CEO	
Mr. Anthony RUDIMCH	Project Manager, Manager, Project Planning & Implementation Department	
Mr. Johnny KINTARO	Project Coordinator, Construction Inspector, Project Planning & Implementation Department	
Mr. David DENGOKL	Manager, Water Operations	
Ms. Maria Resa OLIVERAS	CFO, PPUC	
Ms. Donna TITML	Pipeline Rehabilitation Plan Administrative Officer	
Mr. Marson ADERIANO	Pipeline Rehabilitation Plan Outlying States Water System Supervisor	
Mr. Julian KUARTEI	Leak Detection Technique	
Mr. Torual GIBBONS	Business Office Manager	
Ms. Rhea Isebong RENGULBAI	Public Relations	
Mr. Joseph ANASTACIO	System Analyst	
Mr. Santini THOMAS	Water Plant Operator	
Mr. Talblok IYAN	Meter Reader	
[JICA Palau office]		
Mr. KOBAYASHI Ryutaro	Chief Representative	
Mr. KATO Yosuke	Project Formulation Advisor	
Ms. Singeo OLGA	Program Officer	
[JICA Headquarters]		
Mr. MIYAGAWA Masahito	Director, Water Resources Group, Global Environment Department	*
Ms. KAKEGAWA Eriko	Senior Engineering Officer, Water Resources Group, Global Environment Department	*
Mr. YOKOTA Yoshiaki	Senior Advisor, Water Resources Group, Global Environment Department	*
[Japan Embassy]		
Ms. YOSHIDA Tamaki	First Secretary	
[JICA Expert Team]		
Mr. FUJIYAMA Taketoshi	Leader/ Non-Revenue Water Reduction	
Mr. IGARASHI Hideyuki	Deputy Leader/ Pipeline Rehabilitation Plan 1	*
Mr. NIIMURA Hiroki	Leakage Control and Technics/ Procurement Management,	*

Attendance Sheet
4th JCC Meeting

The Project for Strengthening capacity in Non-Revenue Water Reduction in Palau

Date: ..... .

Name	Title	Email	Signature
State Level			
Leslie Tewid	Director, Bureau of Public Works - Koror State Gov	[redacted]	
National Level			
Mike Blesam	Acting Executive Officer, EQPB		
PPUC Board			
PPUC			
Frank Kyota	CEO, Palau Public Utilities Corporation	[redacted]	
Anthony Rudimch	Manager of Project Planning & Implementation Dept - PPUC		
David Dengokl	Manager, Water Operations - PPU		for Dave
Tmetuchl Baules	Director of Administration, PPUC		
Maria Resa Oliveras	CFO, PPUC		
Donna Titiml	Administrative Manager, WWO		
Johnny Kintaro	Construction Supervisor, PPID Dept - PPUC		
Marson Aderiano			
Torual Gibbons	Business Office Manager, PPUC		
Rhea Isebong Rengulbai	Public Relations - PPUC		rmi

Attendance Sheet
4th JCC Meeting

The Project for Strengthening capacity in Non-Revenue Water Reduction in Palau

Date:

Lester Rehuher	Leak Detection Supervisor, PPUC	[redacted]	
Joseph Anastacio	Systems Analyst		
Julian Kuartei	Leak Detection Tech, PPUC		
David Bai	Environmental SafeGuard Officer, PPUC		
Santini Thomas	Water Plant Operator, PPUC		
Gaver R. Glover	Meter Reader, PPUC		
~~Mel Ra~~ Talbuk Iyar	Meter Reader, PPUC		
JICA Office Palau			
Mr. Ryutaro Kobayashi	Chief Representative, JICA		
Mr. Yosuke Kato	Project Formulation Advisor, JICA		
Ms. Olga Singeo	National Staff, JICA		
JICA HeadQuarters Office			
Mr. Masahito Miyagawa	Director, Water Resource Group, Environmental Department, JICA		On-line
Ms. Eriko Kakegawa	Senior Engineer Officer, Water Resource Group Environmental		On-line
Mr. Yoshiaki Yokota	Senior Advisor, Water Resource Group, Global Environmental		On-line
Embassy of Japan			
Ms. Tamaki Yoshida	Embassy of Japan		
JICA EXPERT TEAM			
Taketoshi Fujiyama	Team Leader - JICA Expert Team		
Hiroki Nimura	Leakage Control & Techniques - JICA Expert Team		On-line
Toshinobu Kasuya	Procurement Management - JICA Expert Team		
Hideyuki Igarashi	Deputy Team Leader - JET		On-line

添付資料 2.3.1

JICA 専門家リスト

As of 31 December 2023

(1) Work in Palau

Name	Field of charge	Planned & Achieved	Dispatched period (P/M)		
			Feb. to Dec. 2022	Jan. to Dec. 2023	Total
Mr. Taketoshi FUJIYAMA	Leader/NRW reduction	Planned	3.50	3.10	6.60
		Achieved	2.83	3.67	6.50
Mr. Hideyuki IGARASHI	Deputy Leader/ Pipe renewal planning 1	Planned	1.70	1.90	3.60
		Achieved	1.63	2.00	3.63
Mr. Teruki MURAKAMI	Pipe renewal planning 2	Planned	2.10	1.50	3.60
		Achieved	2.07	1.50	3.57
Mr. Hiroki NIIMURA	Leakage control and technics	Planned	2.93	1.87	4.80
		Achieved	2.87	2.03	4.90
Mr. Taisuke WATANABE	Commercial loss/ Customer water use management	Planned	2.93	1.87	4.80
		Achieved	2.20	2.60	4.80
Mr. Kazuyoshi HONDA	Construction Supervision	Planned	2.90	0.00	2.90
		Achieved	0.00	2.90	2.90
Mr. Toshinobu KASUYA	Procurement management	Planned	1.80	1.00	2.80
		Achieved	1.90	0.77	2.67
Total		Planned	17.86	11.24	29.10
		Achieved	13.50	15.47	28.97

(2) Work in Japan

Name	Field of charge	Planned & Achieved	Dispatched period (P/M)		
			Feb. to Dec. 2022	Jan. to Dec. 2023	Total
Mr. Taketoshi FUJIYAMA	Leader/NRW reduction	Planned	0.30	0.10	0.40
		Achieved	0.40	0.10	0.50
Mr. Hideyuki IGARASHI	Deputy Leader/ Pipe renewal planning 1	Planned	0.30	0.10	0.40
		Achieved	0.25	0.12	0.37
Mr. Teruki MURAKAMI	Pipe renewal planning 2	Planned	0.30	0.10	0.40
		Achieved	0.25	0.18	0.43
Mr. Hiroki NIIMURA	Leakage control and technics	Planned	0.15	0.05	0.20
		Achieved	0.05	0.18	0.23
Mr. Taisuke WATANABE	Commercial loss/ Customer water use management	Planned	0.15	0.05	0.20
		Achieved	0.10	0.10	0.20
Mr. Kazuyoshi HONDA	Construction Supervision	Planned	0.10	0.00	0.10
		Achieved	0.00	0.10	0.10
Mr. Toshinobu KASUYA	Procurement management	Planned	0.15	0.05	0.20
		Achieved	0.00	0.20	0.20
Total		Planned	1.45	0.45	1.90
		Achieved	1.05	0.98	2.03

(3) Total

Name	Field of charge	Planned & Achieved	Dispatched period (P/M)		
			Feb. to Dec. 2022	Jan. to Dec. 2023	Total
Mr. Taketoshi FUJIYAMA	Leader/NRW reduction	Planned	3.80	3.20	7.00
		Achieved	3.23	3.77	7.00
Mr. Hideyuki IGARASHI	Deputy Leader/ Pipe renewal planning 1	Planned	2.00	2.00	4.00
		Achieved	1.88	2.12	4.00
Mr. Teruki	Pipe renewal planning 2	Planned	2.40	1.60	4.00

Name	Field of charge	Planned & Achieved	Dispatched period (P/M)		
			Feb. to Dec. 2022	Jan. to Dec. 2023	Total
MURAKAMI		Achieved	2.32	1.68	4.00
Mr. Hiroki NIIMURA	Leakage control and technics	Planned	3.08	1.92	5.00
		Achieved	2.92	2.21	5.13
Mr. Taisuke WATANABE	Commercial loss/ Customer water use management	Planned	3.08	1.92	5.00
		Achieved	2.30	2.70	5.00
Mr. Kazuyoshi HONDA	Construction Supervision	Planned	3.00	0.00	3.00
		Achieved	0.00	3.00	3.00
Mr. Toshinobu KASUYA	Procurement management	Planned	1.95	1.05	3.00
		Achieved	1.90	0.97	2.87
Total		Planned	19.31	11.69	31.00
		Achieved	14.55	16.45	31.00

添付資料 2.3.2

技術研修（期間：2022 年 4 月～2023 年 6 月）

Technical Training (Period: April 2022 - June 2023)

Type of Training	No.	Date	Contents	Participants	Number of Participants
Workshop	1	April 21, 2022	・Review of the existing data and pipeline drawings ・GIS data	・Water meter readers ・Leak surveyor ・Plumber for leak repair ・Others	15
	2	August 3, 2022	・Leak survey ・Water meter accuracy	・Project coordinator ・Managing director ・Water meter readers ・Leak surveyor ・Plumber for leak repair ・Inventory Clark ・Others	16
	3	August 15, 2022	・Distribution flow management and pipeline renewal - Review of NRW ratio - Relation between distribution flow rate and leakage - Accurate record of distribution flow and monitoring	・Project coordinator ・Managing Director ・Technical manager ・Environmental protection engineer ・Water meter readers ・Leak surveyor ・Plumber for leak repair ・Others	13
	4	August 24, 2022	・Distribution flow management and pipeline renewal - Review of NRW ratio - Relation between distribution flow rate and leakage - Accurate record of distribution flow and monitoring - Pipeline switching over in the pilot construction	・Project coordinator ・Managing Director ・Environmental protection engineer ・Water meter readers ・Leak surveyor ・Plumber for leak repair ・Others	13
	5	October 21, 2022	・Accurate record of distribution flow and monitoring ・Water meter accuracy test in the pilot area on pipeline renewal	・Project coordinator ・Managing Director ・Water meter readers ・Leak surveyor ・Plumber for leak repair	12
	6	November 4, 2022	・Examination of water meter deterioration based on water meter accuracy test and cost of water meter replacement	・Project coordinator ・Managing Director ・Water meter readers ・Leak surveyor ・Plumber for leak repair	7
	7	November 22, 2022	・Network analysis by using its software (EPANET)	・Managing Director ・Technical assistant	2
	8	November 23, 28 and 29, 2022	・Practical network analysis modeling training for two distribution areas (3 days x 2 staff =6 staff)	・Managing Director ・Technical assistant	6
	9	November 30, 2022	・Practical network analysis training for one distribution for one distribution area	・Managing Director ・Technical assistant	2
	10	March 29, 2023	・ Identification of issues through network analysis and solution	・Project coordinator・Managing Director・Water meter readers・Leak surveyor・Plumber for leak repair	7
	11	June 2, 2023	Asbestos Control	・Managing Director ・Technical assistant ・Plumber for leak repair	11
	12	June 16, 2023	Data management required for NRW reduction	・Project coordinator ・Water meter readers ・Technical assistant	6

Type of Training	No.	Date	Contents	Participants	Number of Participants
				・Customer service ・Leak surveyor	
	13	June 23, 2023	Construction Supervision	・Project coordinator ・Technical assistant (One person from WCC and PNCC respectively out of six members)	6
Field Training	14	5 days in April 2022	・Demonstration of water meter accuracy test	・Plumber for leak repair	3
	15	10 days in July and August 2022	・Leak detection using equipment ・Leak detection	・Leak surveyor ・Plumber for leak repair	3
	16	4 days on October 18-27, 2022	・Water meter accuracy test (4days x 2 staff = 8 staff)	・Plumber for leak repair	8
	17	November 11, 2022	・Installation of an ultrasonic flowmeter on large diameter pipe (800 mm)	・Plumber for leak repair	1
	18	November 11, 2022	・Confirmation of water flowing to old pipelines	・Plumber for leak repair	1
	19	November 14, 2022	・Water flow measurement by using an ultrasonic flowmeter	・Plumber for leak repair	1
	20	November 16, 2022	・Water flow measurement by using an ultrasonic flowmeter ・Acoustic survey in each household	・Plumber for leak repair	2
	21	3 days on November 17- 23, 2022	・Water flow measurement by using an ultrasonic flowmeter ・Acoustic survey in each household (3days x 1 staff = 3 staff)	・Plumber for leak repair	3
	22	January 18, 2023	・Water flow measurement by using an ultra-sonic flowmeter	・Leak surveyor ・Plumber for leak repair	2
	23	January 25, 2023	・ Leak detection	・Leak surveyor ・Plumber for leak repair	2
	24	January 26, 2023	・Water flow measurement by using an ultra-sonic flowmeter ・Practical training how to use water pressure	・Leak surveyor ・Plumber for leak repair	2
	25	January 30, 2023	・Practical training of leak detection by using a monitoring-type-leak correlator	・Leak surveyor ・Plumber for leak repair	2
	26	March 24 and 28, 2023	・Water meter accuracy test by using electric test meter (2 days x 1 staff = 2 staff)	・Plumber for leak repair	2
	27	March 29, 2023	・Instruction of trail cameras	・Plumber for leak repair	1

添付資料 2.3.3

調達リスト

1 All Items

No.	Item	Purpose or Required Specification	Q'ty	Remarks	Supplier
1	Ultrasonic Flow-meter	To measure water flow rate from Water Treatment Plant and Reservoir	2 sets	-Tokyo Keiki（Model：UFP-20) - Medium Transducer (DN65mm-500mm) - Set of accessary	Tokyo Keiki INC.
2	Test meter	To check accuracy of existing water meter currently used	2 sets	- Aichi Tokei (Model：TR-IV) - Set of accessary	Aichi Tokei Denki Co., Ltd
3	Hammer Drill	To make hole on the concrete and asphalt road for leak detection by listening stick	1 set	-Milwaukee Rotary Hammer 1-9/16" -1/2x13 bit x 3 pics	Mason's Hardware
4	Trail Camera	To monitor water flow meter during night in order to measure water flow rate	2 sets	-K&F Concept 4K@30FPS -37mm Close-up Filter Set -Energizer Rechargeable AA Batteries with Battery Charger -Micro SD Card 32GB	Globus Trading Company
5	Sockets and Valves	To use for rehabilitation of service pipe in pilot area	1 set	Detailed list is shown in Supplementary of Equipment List No.5 and No.6	-Mason's Hardware -Western Caroline Trading Company West Ace Hardware -True Value Palau Hardware
6	Pipes and Fittings (OJT)	To use for maintenance of pipe for leakage repair in pilot area			
7	Battery and Charger	To supply power to flowmeter for 24hrs. continually	1 set	-Battery Lepord 36AH 12V x 2 pics (Model: 38B20LMF) - Charger Battery 6/2AMP x 1pic	Airai Super Center
8	Pressure logger	To find abnormality such as leakage with measurement of water pressure from 24 hrs. to 72 hrs. continually	2 sets	-"Ovarro" Manual Data Logger (Model: Primelog+ 2i NXG 404) <Inclusive> -PXX 061 Standard Pressure hose -Quick connect fitting -RXG 341 Flow Bare Wire Cable -NXG 881 Programming Cable	EastAsia Solutions Technologies Corporation
9	Correlating Leak Noise Logger	To survey leakage premeditatedly under the road which has many traffic	1 set	-"Ovarro" Multi-point correlation system Code: JXG-001 (Model: Enigma) <Inclusive> -8 loggers -Compact case -USB Cable	EastAsia Solutions Technologies Corporation
10	Concrete Cutter	To cut concrete paved road for repair of leakage	1 set	-Concrete Cutter CC220-4 W/5 Blade - Diamond Blade 20"	Airai Super Center
11	Concrete Breaker	To open concrete paved road after cut of road by concrete cutter	1 set	-Hammer Demolition Electric Plus Cart	Airai Super Center

2 Breakdown of No.5 and No.6 in All Items

No.	Item Name	Diameter	Q'ty	Supplier
1	Female Adapter PVC SCH80 1/2"	1/2"	12	Mason's Hardware
2	Female Adapter PVC SCH80 3/4"	3/4"	26	Mason's Hardware
3	Female Adapter PVC SCH80 1"	1"	12	Mason's Hardware
4	Female Adaptor PVC SCH80 1-1/4"	1-1/4"	12	Mason's Hardware
5	Female Adaptor PVC SCH80 1-1/2"	1-1/2"	12	Mason's Hardware
6-1	Female Adapter PVC SCH80 2"	2"	8	Mason's Hardware
6-2			6	Western Caroline Trading Company West Ace Hardware
6-3			12	True Value Palau Hardware
7	Male Adapter PVC SCH80 1/2"	1/2"	14	Mason's Hardware
8	Male Adapter PVC SCH80 3/4"	3/4"	30	Western Caroline Trading Company West Ace Hardware
9	Male Adapter PVC SCH80 1"	1"	14	Western Caroline Trading Company West Ace Hardware
10	Male Adapter PVC SCH80 1-1/4"	1-1/4"	14	Western Caroline Trading Company West Ace Hardware
11	Male Adapter PVC SCH80 1-1/2"	1-1/2"	14	Mason's Hardware
12	Male Adapter PVC SCH80 2"	2"	30	Mason's Hardware
13	Ball Valve SCH80 1/2"	1/2"	1	Western Caroline Trading Company West Ace Hardware
14	Ball Valve SCH80 3/4"	3/4"	3	Western Caroline Trading Company West Ace Hardware
15	Ball Valve SCH80 1"	1"	1	True Value Palau Hardware
16	Ball Valve SCH80 1-1/4"	1-1/4"	1	Western Caroline Trading Company West Ace Hardware
17	Ball Valve SCH80 1-1/2"	1-1/2"	1	Western Caroline Trading Company West Ace Hardware
18	Ball Valve SCH80 2"	2"	2	Western Caroline Trading Company West Ace Hardware
19	Check Valve 1/2"	1/2"	6	Western Caroline Trading Company West Ace Hardware
20	Check Valve 3/4"	3/4"	13	Western Caroline Trading Company West Ace Hardware
21	Check Valve 1"	1"	6	Western Caroline Trading Company West Ace Hardware
22	Check Valve 1-1/4"	1-1/4"	6	Western Caroline Trading Company West Ace Hardware
23	Check Valve 1-1/2"	1-1/2"	6	Western Caroline Trading Company West Ace Hardware
24	Check Valve 2"	2"	13	Western Caroline Trading Company West Ace Hardware
25	Coupling PVC SCH80 1/2"	1/2"	6	Western Caroline Trading Company West Ace Hardware
26	Coupling PVC SCH80 3/4"	3/4"	14	Mason's Hardware
27	Coupling PVC SCH80 1"	1"	6	Mason's Hardware
28	Coupling PVC SCH80 1-1/4"	1-1/4"	6	Mason's Hardware
29	Coupling PVC SCH80 1-1/2"	1-1/2"	6	Mason's Hardware
30	Coupling PVC SCH80 2"	2"	12	Mason's Hardware
31	Coupling PVC SCH80 3"	3"	6	Mason's Hardware
32	Elbow PVC SCH80 45D 1/2"	1/2"	4	Mason's Hardware
33	Elbow PVC SCH80 45D 3/4"	3/4"	8	Western Caroline Trading Company West Ace Hardware
34	Elbow PVC SCH80 45D 1"	1"	4	Western Caroline Trading Company West Ace Hardware
35	Elbow PVC SCH80 45D 1-1/4"	1-1/4"	4	Western Caroline Trading Company West Ace Hardware
36	Elbow PVC SCH80 45D 1-1/2"	1-1/2"	4	Western Caroline Trading Company West Ace Hardware
37	Elbow PVC SCH80 45D 2"	2"	8	Western Caroline Trading Company West Ace Hardware
38	Elbow PVC SCH80 45D 3"	3"	4	Mason's Hardware
39	Elbow PVC SCH80 90D 1/2"	1/2"	24	Mason's Hardware
40	Elbow PVC SCH80 90D 3/4"	3/4"	52	Mason's Hardware
41	Elbow PVC SCH80 90D 1"	1"	24	Mason's Hardware
42	Elbow PVC SCH80 90D 1-1/4"	1-1/4"	24	Western Caroline Trading Company West Ace Hardware
43	Elbow PVC SCH80 90D 1-1/2"	1-1/2"	24	True Value Palau Hardware
44-1	Elbow PVC SCH80 90D 2"	2"	33	Mason's Hardware
44-2			19	Western Caroline Trading Company West Ace Hardware
45	Gate Valve 1/2"	1/2"	6	True Value Palau Hardware
46	Gate Valve 3/4"	3/4"	13	True Value Palau Hardware
47	Gate Valve 1"	1"	6	True Value Palau Hardware

No.	Item Name	Diameter	Q't y	Supplier
48	Gate Valve 1-1/4"	1-1/4"	6	Western Caroline Trading Company West Ace Hardware
49	Gate Valve 1-1/2"	1-1/2"	6	True Value Palau Hardware
50	Gate Valve 2"	2"	13	Western Caroline Trading Company West Ace Hardware
51	PVC Pipe SCH80 1-1/4" x 20'	1-1/4"	18	True Value Palau Hardware
52	PVC Pipe SCH80 1-1/2" x 20'	1-1/2"	18	Western Caroline Trading Company West Ace Hardware
53	PVC Pipe SCH80 2" x 20'	2"	36	Mason's Hardware
54	Union PVC SCH80 3/4"	3/4"	14	Western Caroline Trading Company West Ace Hardware
55	Union PVC SCH80 1/2"	1/2"	6	Western Caroline Trading Company West Ace Hardware
56	Union PVC SCH80 1"	1"	6	Western Caroline Trading Company West Ace Hardware
57	Union PVC SCH80 1-1/4"	1-1/4"	6	Western Caroline Trading Company West Ace Hardware
58	Union PVC SCH80 1-1/2"	1-1/2"	6	Western Caroline Trading Company West Ace Hardware
59	Union PVC SCH80 2"	2"	13	Western Caroline Trading Company West Ace Hardware
60	Reducer 1"x 3/4" PVC SCH80	1"	11	Mason's Hardware
61	Reducer 1-1/2"x 3/4" PVC SCH80	1-1/2"	11	Western Caroline Trading Company West Ace Hardware
62	Reducer 1-1/2" x 1" PVC SCH80	1-1/2"	11	Mason's Hardware
63	Reducer 2"x 3/4" PVC SCH80	2"	1	Western Caroline Trading Company West Ace Hardware
64	Reducer 2"x 1" PVC SCH80	2"	1	Western Caroline Trading Company West Ace Hardware
65	Tee 3/4" PVC SCH80	3/4"	5	Mason's Hardware
66	Tee 1" PVC SCH80	1"	2	Mason's Hardware
67	Tee 1" x 3/4" PVC SCH80	1"	2	Mason's Hardware

添付資料 3.1.1

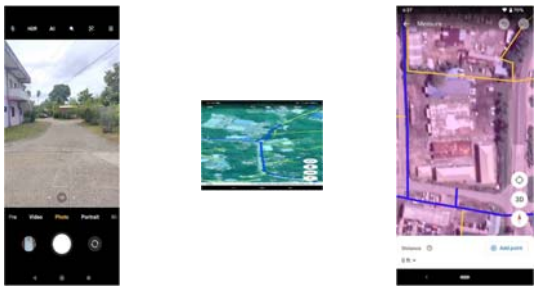
管路情報の GIS 活用

Confirmation of pipeline information such as pipe location, diameter and pipe type on site and office using GIS data

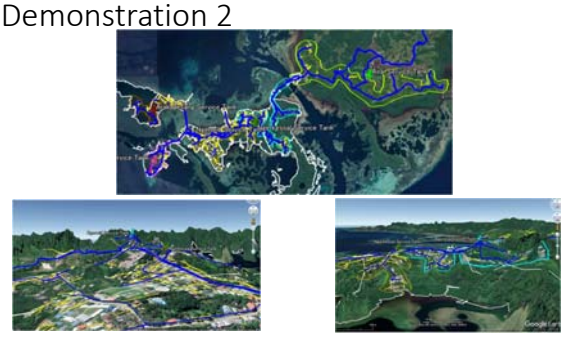
The Project for Strengthening Capacity on Non-Revenue Water (NRW) Reduction in Palau

21st April 2022

Demonstration 1

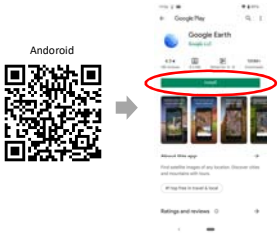


Demonstration 2



Install ”Google Earth” app in your mobile phone

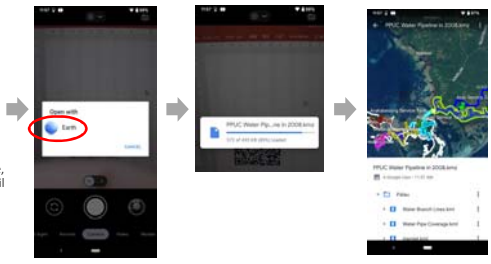
Andoroid



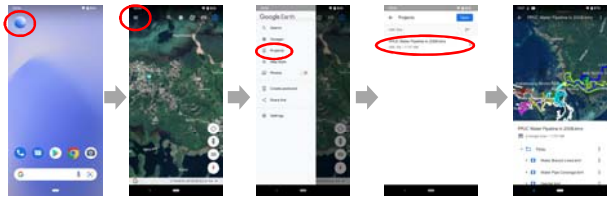
Install PPUC’s GIS data in your mobile phone

If your mobile can not recognize the QR code, please send blank mail to the following email address.

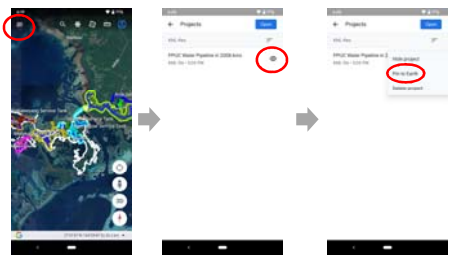
tmurakami@jat.co.jp



Open PPUC’s GIS data again



Pin PPUC’s GIS data in your Google Earth app



Comments

- 1. The Google Earth app uses data communication when loading satellite images. Therefore, you can reduce data communication costs by caching satellite images of the place you are going to visit in advance using the office wifi.
- 2.The GIS data was developed by PALARIS in 2008 based on the memory of a person who was in charge of plumber supervisor. This GIS data has not been updated since then and may therefore differ from the current situation. The usefulness of GIS data is enhanced by continuously updating the information. As such useful information is already available, it is hoped that this GIS data will be continuously updated by the PPUC in the future.

添付資料 3.1.2

図面および GIS データ保管フォルダーの構築

Building a Data Storage Folder For Drawings and GIS Data

September 29, 2023

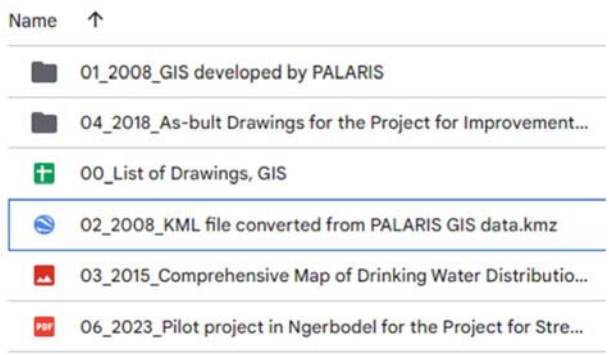
JICA Expert Team has built a storage folder for drawings and GIS data in Google Drive of Google account, puc.ppid@gmail.com. From now on, please store your scanned drawings and other data in this folder. The procedure for storing the data is as follows:

Data of Drawings, GIS
https://drive.google.com/

1. Add the number, creation year, data type, data name, and description to "00_List of Drawings, GIS".

	A	B	C	D	E
1	No.	Year	Type	Name of Data	Discription
2	1	2008	GIS	GIS developed by PALARIS	GIS data reportedly developed by PALARIS in 2008. It includes data on transmission pipes, distribution pipes, lateral pipes, and fire hydrants.
3	2	2008	KML	KML file converted from PALARIS GIS data	PALARIS GIS data converted to KML
4	3	2015	CAD	Comprehensive Map of Drinking Water Distribution System	Compiled by Pural Water Speciality Co., Inc. from various water system source maps. The year this data was obtained is 2015, but the year it was developed is unknown.
5	4	2018	PDF	As-bult Drawings for the Project for Improvement of Water Supply System	The Japanese Grant Aid Project included the installation of new transmission pipes, renewal of water distribution pipes (42,320 ft out of 117,480 ft, mainly asbestos cement pipes, including 308 water supply pipe branches) and the construction of water distribution tank.
6	5	2022			
7	6	2023	PDF	Pilot project in Ngerbodel for the Project for Strengthening Capacity in Non-revenue Water Reduction in Palau	Installation of approximately 460 ft. with 6" PVC and flowmeter chamber

2. Add a file name based on "00_List of Drawings, GIS" as "number_year_name of data".



End

添付資料 3.2.1

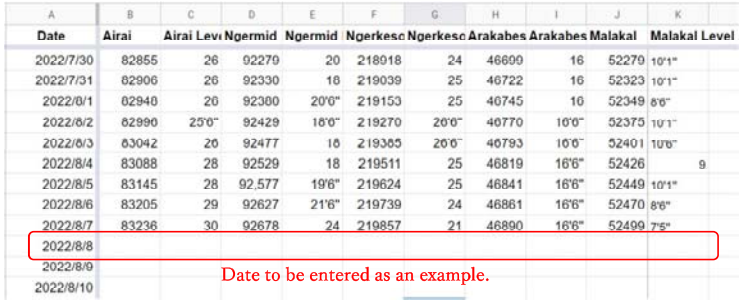
Google スプレッドシートによる
「配水タンクからの流量データ」の更新

Instruction of daily update for Google spreadsheet "PPUC Tank Flow meter data"

Date: 2022 August 12th

Amended date: 2023 June 9th

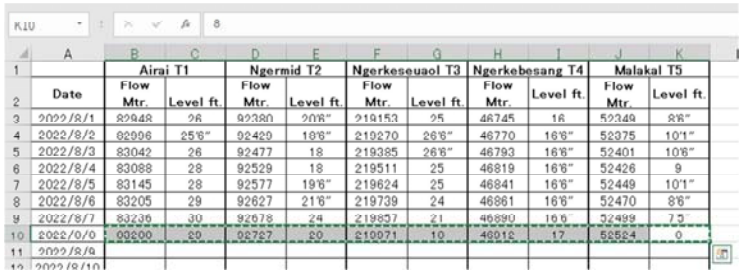
1. Open the Google spreadsheet "PPUC Tank Flow meter data"
https://docs.google.com/spreadsheets/d/12zdA6szNmr8sVgb9u6wkp9zZiq7suy-B9pF62ghDZu8/edit?usp=sharing
Scroll to the date you want to enter.



Date	Airai	Airai Lev	Ngermid	Ngermid	Ngerkesc	Ngerkesc	Arakabes	Arakabes	Malakal	Malakal Level
2022/7/30	82855	26	92279	20	218918	24	46699	16	52279	10'1"
2022/7/31	82906	26	92330	16	219039	25	46722	16	52323	10'1"
2022/8/1	82948	26	92380	20'6"	219153	25	46745	16	52349	8'6"
2022/8/2	82996	25'6"	92429	16'6"	219270	26'6"	46770	16'6"	52375	10'1"
2022/8/3	83042	26	92477	18	219385	26'6"	46793	16'6"	52401	10'6"
2022/8/4	83088	28	92529	18	219511	25	46819	16'6"	52426	9
2022/8/5	83145	28	92,577	19'6"	219624	25	46841	16'6"	52449	10'1"
2022/8/6	83205	29	92627	21'6"	219739	24	46861	16'6"	52470	8'6"
2022/8/7	83236	30	92678	24	219857	21	46890	16'6"	52499	7'5"
2022/8/8										
2022/8/9										
2022/8/10										

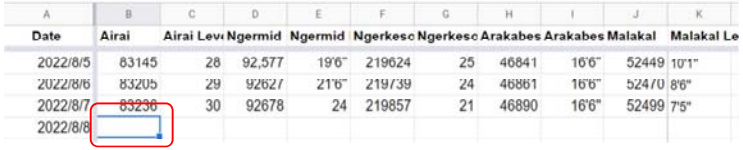
Date to be entered as an example.

2. Open the Excel file “TANK FLOW METER DATA” and Copy the data for the date to be entered.



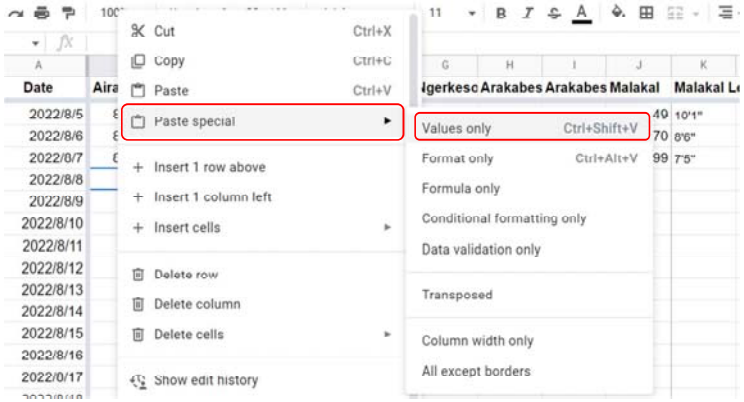
	Airai T1		Ngermid T2		Ngerkeseuaol T3		Ngerkebesang T4		Malakal T5	
Date	Flow Mtr.	Level ft.	Flow Mtr.	Level ft.	Flow Mtr.	Level ft.	Flow Mtr.	Level ft.	Flow Mtr.	Level ft.
2022/8/1	82948	26	92380	20'6"	219153	25	46745	16	52349	8'6"
2022/8/2	82996	25'6"	92429	16'6"	219270	26'6"	46770	16'6"	52375	10'1"
2022/8/3	83042	26	92477	18	219385	26'6"	46793	16'6"	52401	10'6"
2022/8/4	83088	28	92529	18	219511	25	46819	16'6"	52426	9
2022/8/5	83145	28	92577	19'6"	219624	25	46841	16'6"	52449	10'1"
2022/8/6	83205	29	92627	21'6"	219739	24	46861	16'6"	52470	8'6"
2022/8/7	83236	30	92678	24	219857	21	46890	16'6"	52499	7'5"
2022/8/8	83288	29	92727	28	219971	18	46912	17	52524	8
2022/8/9										

3. Select the brank cell of target date of Airai

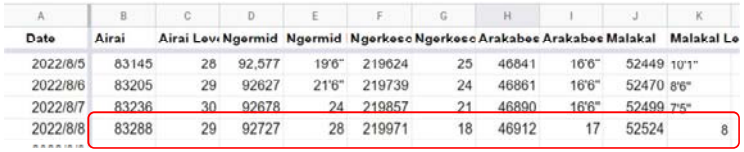


Date	Airai	Airai Lev	Ngermid	Ngermid	Ngerkesc	Ngerkesc	Arakabes	Arakabes	Malakal	Malakal Le
2022/8/5	83145	28	92,577	19'6"	219624	25	46841	16'6"	52449	10'1"
2022/8/6	83205	29	92627	21'6"	219739	24	46861	16'6"	52470	8'6"
2022/8/7	83236	30	92678	24	219857	21	46890	16'6"	52499	7'5"
2022/8/8										

4. Right-click and select 'Values only' under 'Paste special'.



5. If it is pasted, done.



Date	Airai	Airai Lev	Ngermid	Ngermid	Ngerkesc	Ngerkesc	Arakabes	Arakabes	Malakal	Malakal Le
2022/8/5	83145	28	92,577	19'6"	219624	25	46841	16'6"	52449	10'1"
2022/8/6	83205	29	92627	21'6"	219739	24	46861	16'6"	52470	8'6"
2022/8/7	83236	30	92678	24	219857	21	46890	16'6"	52499	7'5"
2022/8/8	83288	29	92727	28	219971	18	46912	17	52524	8

6. The water distribution flow data entered in the spreadsheet is automatically reflected in the "PPUC Tank Flow Meter Data" graph in Google Data Studio.
https://lookerstudio.google.com/s/kN9CGfuh9Mo



添3. 2. 1−1



A. Graphs to give an overall picture of tank flow

B. Graphs for the last 30 days for detecting reading errors.

C. Graphs to capture changes in the flow rate of each tank.

添3. 2. 1-2

添付資料 3.2.2

トレイルカメラによる流量計と水道メータの測定方法

添3. 2. 2–1

How to measure flow meters and customer meters using trail cameras

Date: 2023 March 29th

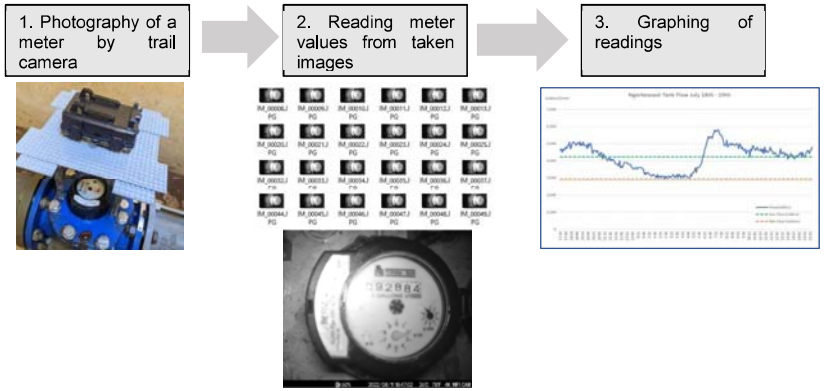
1. Purpose and Scenes of use

To monitor changes in flow rate by photographing flow meters and other devices at regular intervals.

Scenes of use

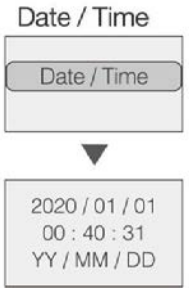
- 24-hour measurement (hourly) of the volume of water distributed from water distribution reservoirs
- Nighttime water usage measurement at customer meters (hourly)
- 24-hour measurement of water level changes in distribution reservoirs

2. Main procedures



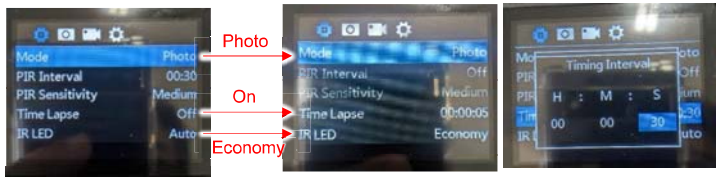
3. Preparation

- Charge 8 dry cell batteries
- Check the SD card
- Installation of the dry cell batteries
- Set the date and time

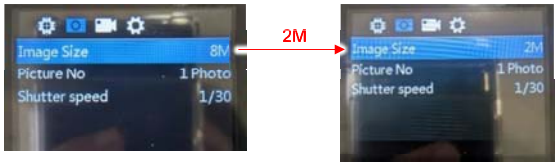


4. Various setting

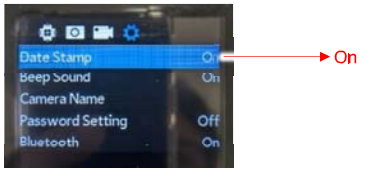
a) Set Photo for Mode, Time Lapse to On, and IR LED to Economy.



b) Set the minimum photo size to 2M; if the resolution is too rough at 2M and text cannot be discerned, set it to 3M or 5M.



c) Be sure to turn Date Stamp On so that the date and time are clearly indicated on the photo.

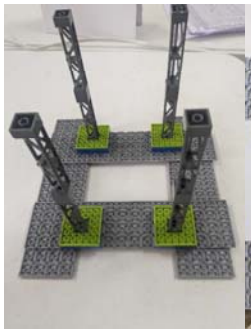


5. Installation procedures on site

a) Measure where the trail camera will be installed and confirm the location of the Lego block feet.



b) Attach feet to LEGO blocks to ensure at least 3 inches of distance between the trail camera and the subject.





c) Set the trail camera's Mode switch to SETUP, press the Menu button, and set the Time Lapse interval to every 5 seconds.

d) Turn on the Mode switch, close the Locking bracket, and place the camera on the LEGO block.



e) Cover the camera with a black cloth to create a dark situation.



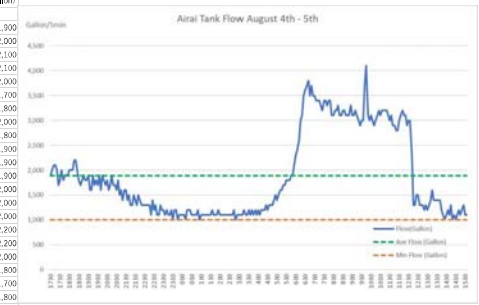
f) After 10 seconds or so, remove the cloth and check the image captured by the camera, set the Mode switch to SETUP, press the REPLAY button, and check if the meter readings and the position of the indicator needles can be determined.

g) If the meter values or the position of the indicator needles cannot be determined due to lack of focus or reflection of the LED light, take measures such as adjusting the length of the legs of the LEGO block or changing the direction of the camera.

h) If the meter values and the position of the indicator needles can be determined, set the Mode switch of the trail camera to SETUP, press the Menu button, and set the Time Lapse interval to the required interval (e.g., every hour), Set up the trail camera.

6. Collect the trail camera after shooting and enter the hourly readings from the image data stored on the SD card into Excel.

		Meter reading				
No.	Time	10,000	1,000	100	Meter reading (Gal	Flow(Gallon)
7	16:55	88	6	2	886,200	
8	17:00	88	8	1	888,100	1,900
9	17:05	89	0	1	890,100	2,000
10	17:10	89	2	2	892,200	2,100
11	17:15	89	4	3	894,300	2,100
12	17:20	89	6	3	896,300	2,000
13	17:25	89	8	0	898,000	1,700
14	17:30	89	9	8	899,800	1,800
15	17:35	90	1	8	901,800	2,000
16	17:40	90	3	6	903,600	1,800
17	17:45	90	5	5	905,500	1,900
18	17:50	90	7	4	907,400	1,900
19	17:55	90	9	3	909,300	1,900
20	18:00	91	1	3	911,300	2,000
21	18:05	91	3	3	913,300	2,000
22	18:10	91	5	3	915,300	2,000
23	18:15	91	7	5	917,500	2,200
24	18:20	91	9	7	919,700	2,200
25	18:25	92	1	7	921,700	2,000
26	18:30	92	3	5	923,500	1,800
27	18:35	92	5	2	925,200	1,700
28	18:40	92	7	0	927,000	1,800

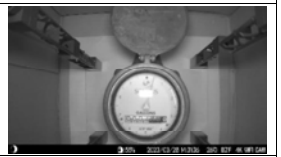


添3. 2. 2-3

7. Shooting results under different conditions

Distance from the subject

3 inch	4.5 inch	8.5 inch
		

Shooting the subject from the front	Tilt the camera to capture the subject while hiding the IR LED portion to prevent whiteout of the subject.	Stick a sticky note on the IR LED area to reduce the brightness of the LED and take a picture
		
		 

添3. 2. 2-4

Normal	90 degree turn
	

8. Name of trail camera

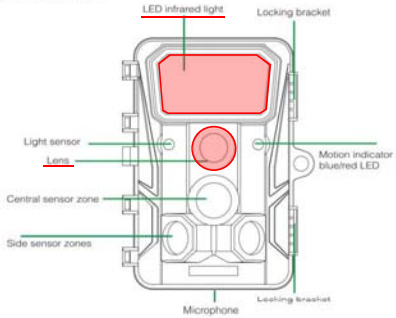
Indicate important sections in red.

LED Infrared light: LED infrared light is used to take black and white photos at night or in dark places.

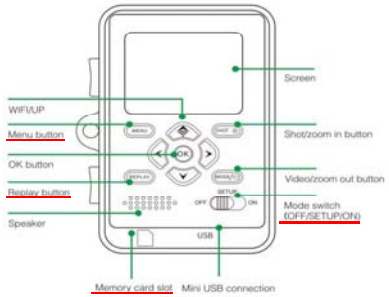
Lens: The lens in the center of the camera is used to take pictures.

Memory card slot: Inserts a memory card.

5.1. Front view



5.2. Inside views

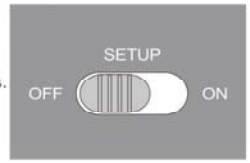


Mode switch (OFF/SETUP/ON)

7.1. Mode switch

Open the camera as described in section 6.1. The Mode switch is located at the bottom edge on the left inside. 3 operating modes can be selected:

OFF : The camera is completely switched off in the OFF mode.
SETUP: Select SETUP mode to adjust settings and make or playback photos and videos.
ON: The camera is activated to take photos automatically (Live mode).



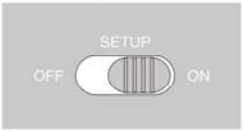
7.3. Settings

Prior to using the Wildlife Camera, change the settings as required.Slide the mode switch of the Camera to the SETUP position to start the setup mode. In the Photo or Video mode press the MENU button to call up the menu. All menu options of the Camera and possible setting values for the recording mode are listed below. The standard setting is always highlighted in bold.



7.6. Setting up the Live mode

The standard application of the Wildlife Camera is the Live mode. When in this mode, photos are either triggered by movement sensors or at intervals according to the respective setting.
To set up the Live mode, switch mode switch to ON position.
The red status LED flashes for approx. 5 seconds after which the camera operates automatically and enters the Standby mode.



9. Dust and waterproof level of the trail camera

The trail camera to be used is a product with an IP66 dust and waterproof rating, which means that it has the following characteristics Therefore, as long as the two brackets are securely closed, it is possible to take pictures even during rainfall.

- Complete protection from dust, oil, and other non-corrosive material
- Complete protection from contact with enclosed equipment
- Protection from water, even from powerful jets of water
- Equivalent to NEMA rated 4 and 4X enclosures
- Engraving, silk-screening, and anodizing services available
- Custom with cutouts, insulation, hinges, latches or locks

添3. 2. 2-5

添付資料 3.2.3

NRW 率の計算方法

Input of monthly billed water volume and distribution water volume into Google Spreadsheet for monthly NRW ratio calculation

Date: 2022 December 12th

Amended version: 2023 September 29th

1. Necessity of monthly update of NRW ratios and monitoring the ratios

It is important to monitor and update the non-revenue water (NRW) ratios every month as a key performance indicator. This can help to measure the efficiency of water distribution in order to reduce wastage and improve service delivery.

If NRW ratio is increasing, it means that a new leak has occurred somewhere and the produced water is being wasted, resulting in an increase in monthly production costs, which should be addressed immediately.

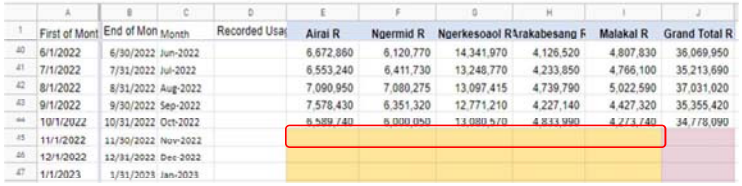
If NRW ratio is decreasing, it means that water is being wasted less due to leakage repair work, etc., and monthly production costs are decreasing.

2. Update the billed water volume for each tank.

1) Open the "PPUC_NRW_Data".

https://docs.google.com/

2) Scroll to the month to update.

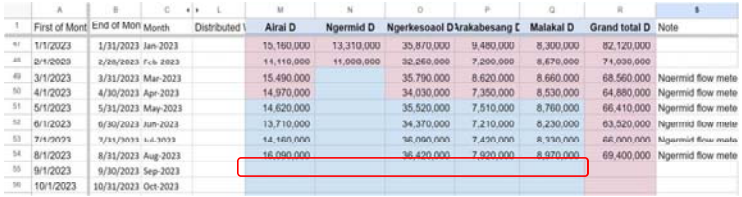


	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	First of Mont	End of Mon	Month	Recorded Usa	Airai R	Ngermid R	Ngerkesoaol R	Arakabesang R	Malakal R	Grand Total R
40	6/1/2022	6/30/2022	Jun-2022		6,672,860	6,120,770	14,341,970	4,126,520	4,807,830	36,069,950
41	7/1/2022	7/31/2022	Jul-2022		6,553,240	6,411,730	13,248,770	4,233,850	4,766,100	35,213,690
42	8/1/2022	8/31/2022	Aug-2022		7,090,950	7,080,275	13,097,415	4,739,790	5,022,590	37,031,020
43	9/1/2022	9/30/2022	Sep-2022		7,578,430	6,351,320	12,771,210	4,227,140	4,427,320	35,355,420
44	10/1/2022	10/31/2022	Oct-2022		8,589,740	6,000,050	13,080,570	4,833,990	4,273,740	34,778,090
45	11/1/2022	11/30/2022	Nov-2022							
46	12/1/2022	12/31/2022	Dec-2022							
47	1/1/2023	1/31/2023	Jan-2023							

3) In the orange colored cells, enter the billed water volume for the month to be updated, for each water distribution area. If the route includes two water meter readings per month, enter the average for that route.

3. Update the water distribution volume for each tank.

1) Move to enter the water distribution volume for each tank for the month to be updated from column M to column Q.



	First of Mont	End of Mon	Month	Distributed V	Airai D	Ngermid D	Ngerkesoaol D	Arakabesang D	Malakal D	Grand total D	Note
47	1/1/2023	1/31/2023	Jan-2023		15,160,000	13,310,000	35,870,000	9,480,000	8,300,000	82,120,000	
48	2/1/2023	2/28/2023	Feb-2023		14,110,000	11,000,000	32,260,000	7,200,000	8,670,000	71,030,000	
49	3/1/2023	3/31/2023	Mar-2023		15,490,000		35,790,000	8,620,000	8,660,000	68,560,000	Ngermid flow mete
50	4/1/2023	4/30/2023	Apr-2023		14,970,000		34,030,000	7,350,000	8,530,000	64,880,000	Ngermid flow mete
51	5/1/2023	5/31/2023	May-2023		14,620,000		35,520,000	7,510,000	8,760,000	66,410,000	Ngermid flow mete
52	6/1/2023	6/30/2023	Jun-2023		13,710,000		34,370,000	7,210,000	8,230,000	63,520,000	Ngermid flow mete
53	7/1/2023	7/31/2023	Jul-2023		14,160,000		36,090,000	7,430,000	8,330,000	66,000,000	Ngermid flow mete
54	8/1/2023	8/31/2023	Aug-2023		16,090,000		36,420,000	7,920,000	8,970,000	69,400,000	Ngermid flow mete
55	9/1/2023	9/30/2023	Sep-2023								
56	10/1/2023	10/31/2023	Oct-2023								

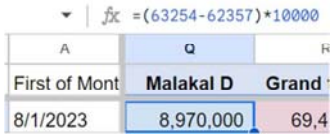
2) Open the "PPUC_Tank flow meter data".

https://docs.google.com/spreadsheets/

3) To calculate the monthly water distribution volume for each tank, read the values from the "PPUC_Tank flow meter data" and make the following calculations.

([Flow meter reading value on the 1st of the month following the month to be updated] - [Flow meter reading value on the 1st of the month to be updated]) x 10,000

Example: Water distribution flow volume in Malakal for August 2023:



A	Q	R
First of Mont	Malakal D	Grand
8/1/2023	8,970,000	69,4

[Flow meter reading value on the 1st of the month following the month to be updated] =63254

	B	C	D	E	F	G	H	I	J
	Airai	Airai Leve	Ngermid	Ngermid	Ngerkesc	Ngerkesc	Arakabes	Arakabes	Malakal
2023/9/1	102276	29	105519	23	264726	22	56924	16	63254

[Flow meter reading value on the 1st of the month to be updated] = 62357

	B	C	D	E	F	G	H	I	J
	Airai	Airai Leve	Ngermid	Ngermid	Ngerkesc	Ngerkesc	Arakabes	Arakabes	Malakal
2023/8/1	100667	33'	104996	23'	261084	19'	56132	16'	62357

Note: A formula was constructed to automatically calculate the monthly water distribution volume from "PPUC_Tank flow meter data", but the formula can no longer refer to the flow meter reading values from May 2023. Therefore, from this month, the values must be entered manually as described above.

In addition, since March 2023, there has been a problem with the water distribution flow meter in the Ngermid distribution tank, which is not metering accurately. Such inaccurate data would affect the average NRW ratio and should be left blank. When left blank, the average NRW ratio is calculated by excluding the blank billed water volume.

4. Automatic calculation of NRW ratios

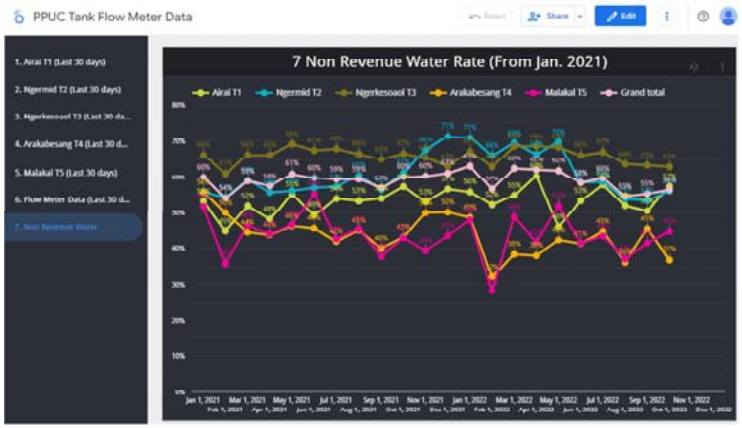
Once the monthly water distribution volume is entered, the NRW ratios are automatically calculated.

Since a reading cycle of customer meters is 28 days, the water distribution volume is also converted to 28 days to calculate the NRW ratios.

5. Display of daily water distribution volume from each tank and monthly NRW ratios in the "PPUC Tank Flow Meter Data" graph in Google Data Studio.

https://lookerstudio.google.com/

NRW ratios are automatically graphed and displayed on the WWO monitor and also emailed daily to interested parties.


PPUC Tank Flow Meter Data
Share
Edit
1. Airai T1 (Last 30 days)
2. Ngermid T2 (Last 30 days)
4. Arakabesang T4 (Last 30 d...
5. Malakal T5 (Last 30 days)
7. Non Revenue Water
7 Non Revenue Water Rate (From Jan. 2021)
Airai T1
Ngermid T2
Ngerkesoaol T3
Arakabesang T4
Malakal T5
Grand total
80%
70%
60%
50%
40%
30%
20%
10%
Jan 1, 2021
Mar 1, 2021
May 1, 2021
Jul 1, 2021
Sep 1, 2021
Nov 1, 2021
Jan 1, 2022
Mar 1, 2022
May 1, 2022
Jul 1, 2022
Sep 1, 2022
Nov 1, 2022

End

添3. 2. 3–2

添付資料 3.2.4

配水流量の可視化およびモニタリングの提案

The Project for Strengthening Capacity in Non-Revenue Water Reduction in Palau

Suggestion for Visualisation and Daily and Monthly Monitoring of Water Distribution Flow

1. Early detection of signs of leakage through accurate recording of water distribution flow rates, visualisation of flow rate changes and sharing of this information

2. Early detection of signs of leakage and confirmation of the effectiveness of leakage repairs through night-time monitoring of water distribution flow rates

August 15th 2022

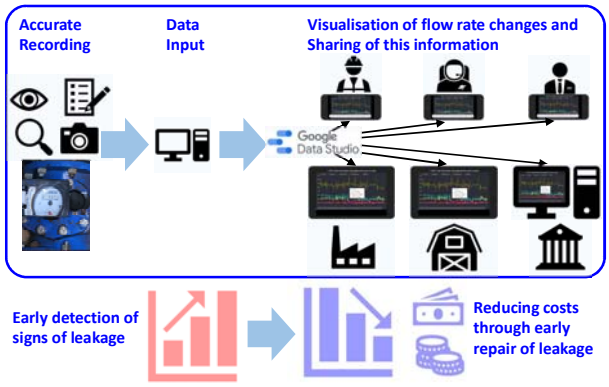
Teruki MURAKAMI
JICA Expert Team

Contents

- 1) Overview of today's suggestion and activities necessary to implement
- 2) Background of this suggestion
- 3) Three major problems to prevent early detection of signs of leakage
- 4) Solution
- 5) Data visualisation and its sharing for all
- 6) Regularly monitor changes in water distribution flow at night
- 7) Visualisation and Daily and Monthly Monitoring of Water Distribution Flow
- 8) Activities necessary to implement the suggestion

1) Overview of today's suggestion and activities necessary to implement

Visualisation and Daily and Monthly Monitoring of Water Distribution Flow



Activities necessary to implement the suggestion

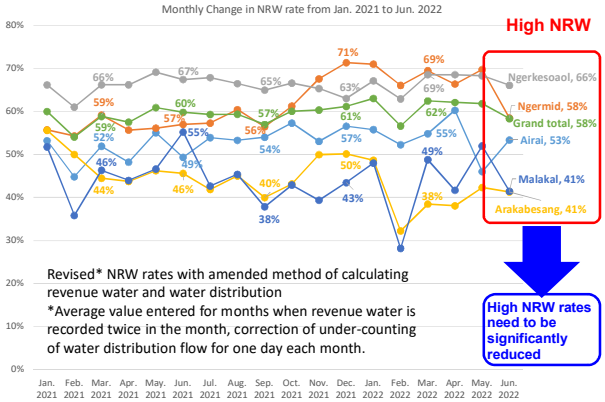
	What	Freq.	Time	Tools to be used and costs	Who
1	Accurate readings and notes, and photography of flow meters	Every day	+2 min /tank	• Smartphone for each person (0 USD) • mWater ? (0 USD)	Flow meter reading personnel
2	Input of water distribution flow rate into the spreadsheet "PPUC Tank flow meter data	Every day	3 min /day	• Existing desk top computer • Google spreadsheet (0 USD)	Shanda
3	• Check for abnormal or missing data in the water distribution flow graph (for the last 30 days) for each distribution tank. • If there is an abnormal or missing value, the flowmeter's photo is checked, and if the reading is wrong, the correct value is communicated to Shanda, and the data is corrected.	Every day	2 min /day × number of persons	• New or Used Android Tablet, smart phone, old laptops and desktop computers that are no longer in use (200 USD × 1 unit or 0 USD) • Google Data Studio (0 USD)	Flow meter reading personnel
4	• Check for abnormal or missing data in the water distribution flow graph (for the last 30 days) for each distribution tank. • If there are any abnormal values or missing data, contact the person in charge of readings, check the flowmeter photograph and correct the data. • If the abnormal value is not a misreading, contact the leakage surveyor as it may be a sign of increased leakage.	Every day	2 min /day × 2 persons	• Existing desktop computer (0 USD) • Google Data Studio (0 USD)	Donna, Marson

Activities necessary to implement the suggestion (Cont'd)

	What	Freq.	Time	Tools to be used and costs	Who
5	• Check for changes in the flow rate of each water distribution tank to see if there are any signs of increased leakage. • Check for changes in water distribution flow after leak repair	Every day	2 min /day x number of persons	• New or Used Android Tablet, smart phone, old laptops and desktop computers that are no longer in use (200 USD x 2 units or 0 USD) • Google Data Studio (0 USD)	• Leakage Surveyor • Leak Repair Team • Koror Office • KAWTP
6	• Trail camera imaging of water distribution flow meters (every 5 minutes in 24 hours) • Data entry into Excel from photographs and creation of graphs • Graphic comparison of water distribution flow rates	Beginning of every month	2 hours x 5 tanks/ month	• Trail camera(0 USD) • Excel (0 USD)	?
7	• Trail cameras at water distribution flow meters (every minute from 0:00 to 5:00) • Data entry into Excel from photographs and creation of graphs • Graphic comparison of water distribution flow rates	Before and after leak repair	2 hours /times	• Trail camera(0 USD) • Excel (0 USD)	?

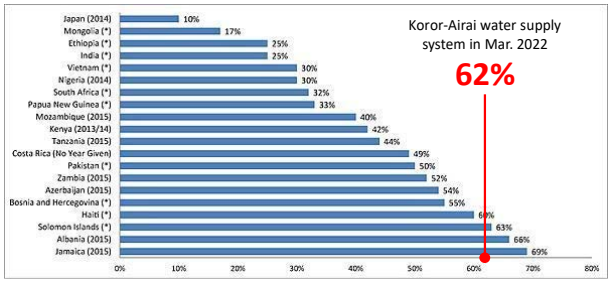
2) Background of this suggestion

Background of this suggestion



High NRW rate compared to other countries

- The average NRW rate as of March 2022 was very high at 62%, with more than half of the water being wasted.

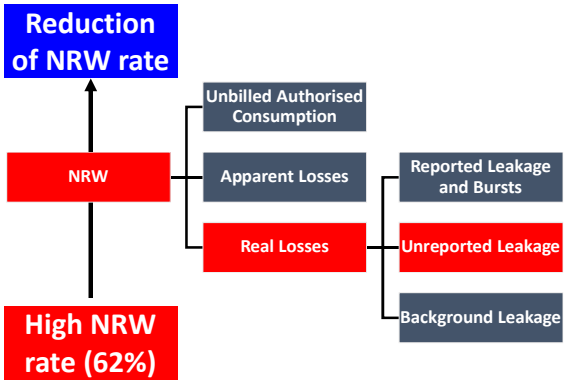


Non- Revenue Water Rates in Various Countries

*Countries with Asterisk: Average non-revenue water ratio calculated from the three largest scale water utilities in the country
Note: Created based on UN-Water, GLAAS 2016/2017 Country Survey (2017), Japan Water Research Center Hot Water News No. 543 (2016)
Source: https://www.jica.go.jp/english/our_work/thematic_issues/water/overview.html

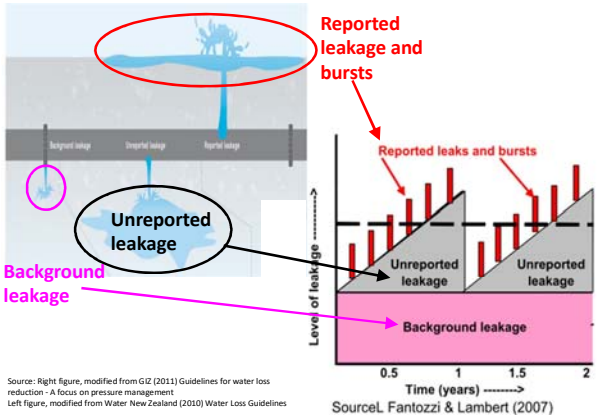
9

Cause of NRW targeted for reduction in this suggestion



10

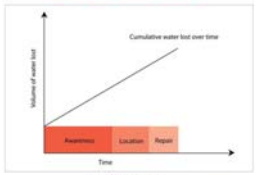
Type of Real Losses



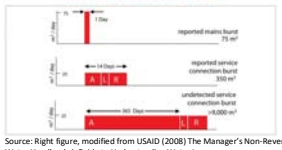
Source: Right figure, modified from GIZ (2011) Guidelines for water loss reduction - A focus on pressure management
Left figure, modified from Water New Zealand (2010) Water Loss Guidelines

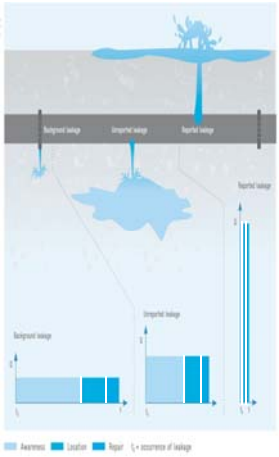
11

Awareness, Location & Repair (ALI



Leak Volume =
Awareness + Location + Repair Time x Flow Rate

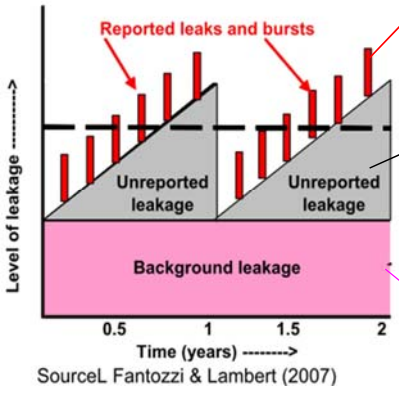




Source: Right figure, modified from USAID (2008) The Manager's Non-Revenue Water Handbook A Guide to Understanding Water Losses
Left figure, modified from GIZ (2011) Guidelines for water loss reduction - A focus on pressure management

12

How to deal with types of Real Losses



There are reports of pipe breaks, which are dealt with by quick repairs.

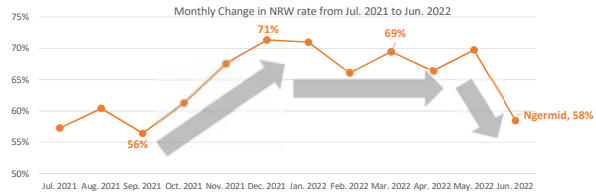
Gradual increase, but can be detected by leakage surveys. However, the leak is not noticed as it does not appear on the ground and continues to leak for a long period of time. Signs of increased leakage must be caught, leakage surveys carried out and repairs made as soon as possible.

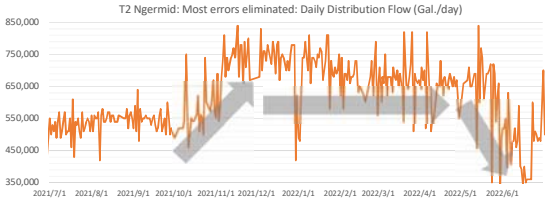
Cannot be detected by leakage surveys. Need to address by controlling water pressure to low levels and renewing old pipes.

Source: modified from Water New Zealand (2010) Water Loss Guidelines

13

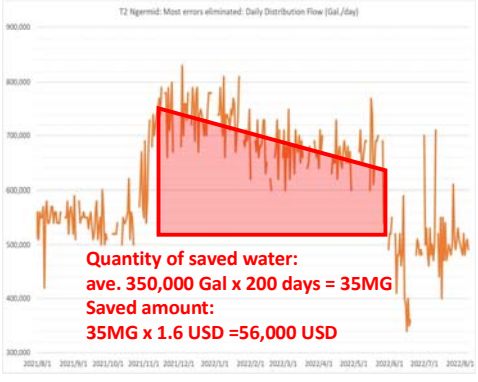
How can signs of increased leakage be detected at an early stage?
One clue is an increase in water distribution flow.





14

Effectiveness of early detection of signs of leakage, locating and repairing leaks.



15

3) Three major problems to prevent early detection of signs of leakage

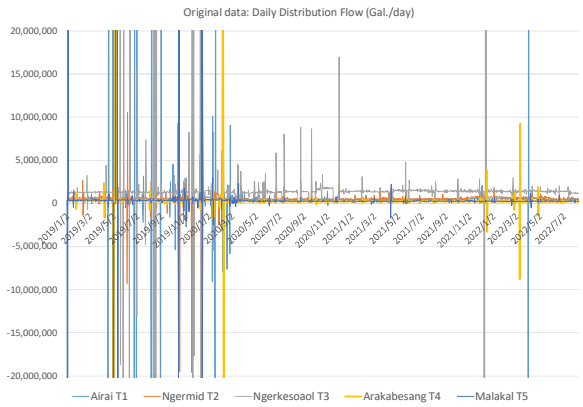
16

The importance of early detection of signs of leakage is evident. However, there are three major problems in achieving this.

- A. Misreading of the water distribution flow meter, which does not record correctly and makes it difficult to identify changes in flow rates.
- B. No one monitors/can monitor changes in water distribution flow rates.
- C. Even if there is an increase in the distribution flow rate, it is not known whether it is an actual water consumption or a leak.

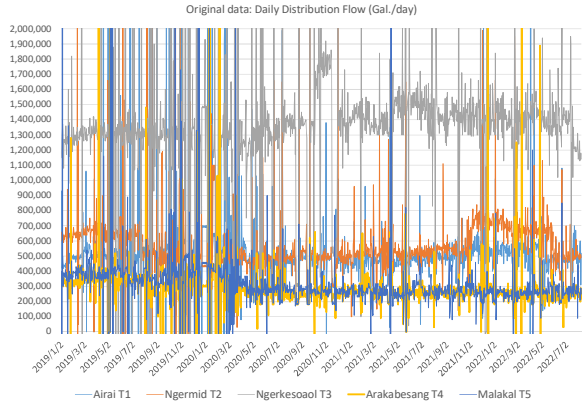
17

Problem A: Misreading water distribution flow meters



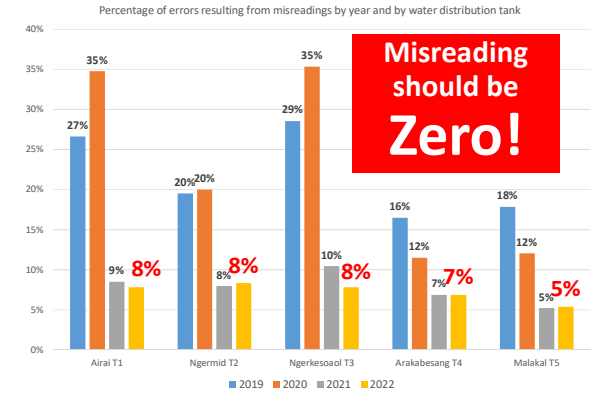
18

Problem A: Misreading water distribution flow meters



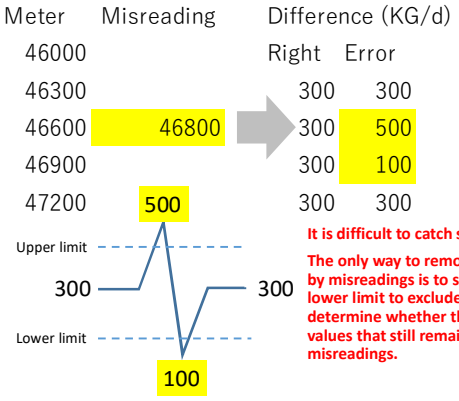
19

Problem A: Misreading are much less common than in 2019 and 2020, but still remain.



20

Problem A: One misreading causes two errors.

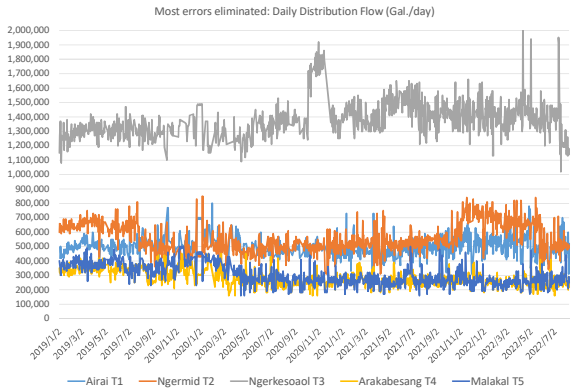


It is difficult to catch signs of a leak.

The only way to remove errors caused by misreadings is to set an upper and lower limit to exclude them and then determine whether the abnormal values that still remain are caused by misreadings.

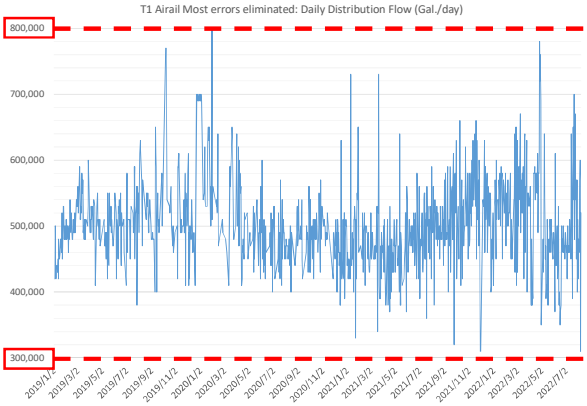
21

Problem A: Graph of Most errors eliminated



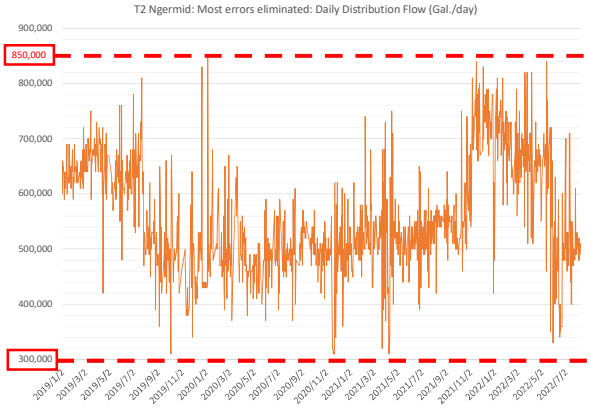
22

Problem A: Graph of Most errors eliminated. However, it is believed that there are still reading errors.



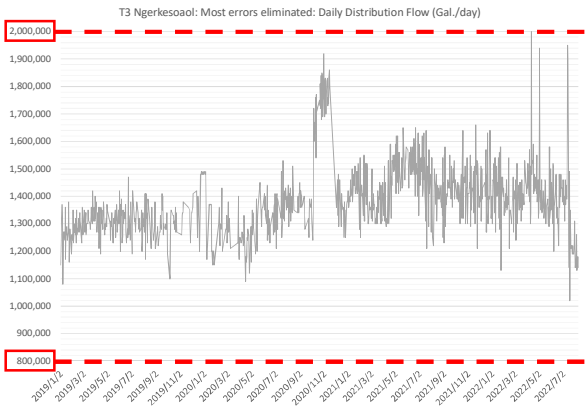
23

Problem A: Graph of Most errors eliminated. However, it is believed that there are still reading errors.



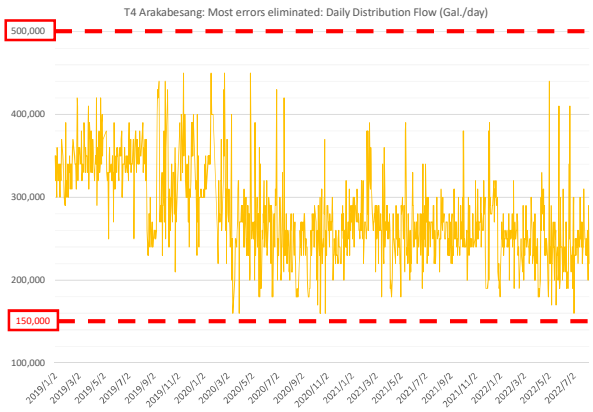
24

Problem A: Graph of Most errors eliminated. However, it is believed that there are still reading errors.



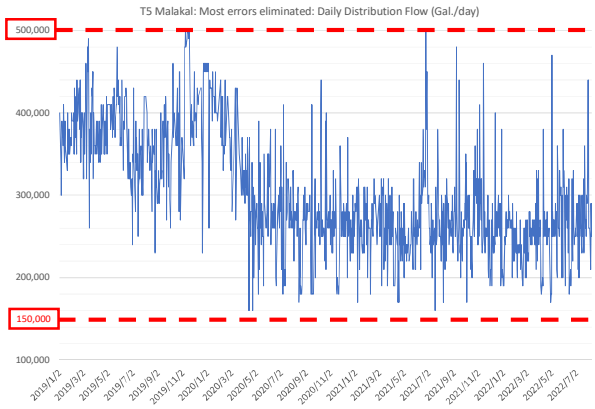
25

Problem A: Graph of Most errors eliminated. However, it is believed that there are still reading errors.



26

Problem A: Graph of Most errors eliminated. However, it is believed that there are still reading errors.



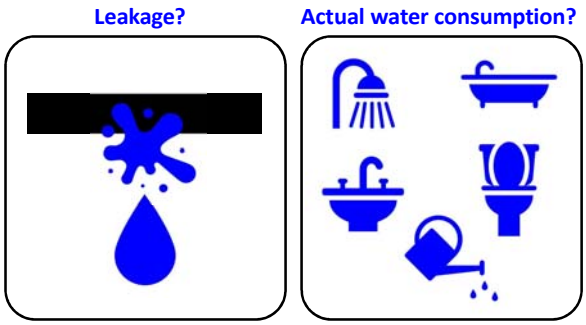
27

Problem B: Flow meter readings and tank water levels are recorded in Excel, but this alone makes it difficult to identify changes in water distribution flows.

	Airai T1		Ngermid T2		Ngerkeseuaol T3		Ngerkebesang T4		Malakal T5	
Date	Flow Mtr.	Level ft.	Flow Mtr.	Level ft.	Flow Mtr.	Level ft.	Flow Mtr.	Level ft.	Flow Mtr.	Level ft.
2022/7/1	81397	28	90833	24	215138	21	45979	16	51507	9'5"
2022/7/2	81444	27	90883	29	215275	17	45995	16	51535	9'3"
2022/7/3	81490	28	90936	19	215414	21	46018	16	51564	9'8"
2022/7/4	81537	27	90984	20	215554	19	46041	16	51589	9'6"
2022/7/5	81579	28	91030	21	215685	19	46064	15	51618	9'3"
2022/7/6	81629	27	91083	22	215831	19	46089	16	51639	9'1"
2022/7/7	81675	28	91131	22	215968	19	46112	15	51669	9'5"
2022/7/8	81721	27	91181	21	216112	20	46137	15	51689	9'1"
2022/7/9	81768	27	91228	21	216251	19	46161	15	51719	8'5"
2022/7/10	81814	27	91278	22	216390	20	46185	15	51744	7'6"
2022/7/11	81865	26	91349	21	216538	18	46211	14	51771	6'5"
2022/7/12	81913	26	91375	23	216733	18	46233	13	51797	7'6"
2022/7/13	81962	27	91427	23	216923	19	46259	19	51827	8'3"
2022/7/14	82007	28	91471	21	216952	20	46284	13	51851	9'3"
2022/7/15	82071	26	91526	23	217077	23	46308	12	51874	7
2022/7/16	82094	28	91566	20	217191	28	46332	11	51901	7'8"
2022/7/17	82145	28	91621	24	217340	26	46362	10	51931	5'8"
2022/7/18	82184	28	91668	27	217442	25	46387	11	51956	9'1"
2022/7/19	82241	28	91722	17	217577	27	46414	15	51988	6'5"
2022/7/20	82306	26	91769	17	217701	27	46439	16	52011	7'8"
2022/7/21	82360	26	91817	23	217822	27	46463	16	52038	7'5"

28

Problem C: Even if there is an increase in the distribution flow rate, it is not known whether it is actual water consumption or a leak.



29

4) Solution

30

Early detection of signs of leakage is not possible without addressing these three key issues

Issues

- A: How to reduce misreading of flow meters to Zero
- B: How to monitor changes in water distribution flow rates
- C: How to determine actual water consumption or water leakage

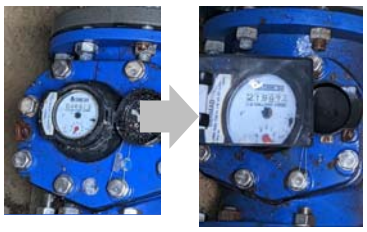
Solutions

1. Enlarge the flowmeter value and recheck the recorded value
2. Photographically record the flow meter values
3. Visualise changes in distribution flow rates and make them visible to all parties in PPUC
4. Regularly monitor changes in water distribution flow at night

31

Solution 1. Enlarge the flow meter value and recheck the recorded value

- Increase the value of the flowmeter using a magnification sheet. Also record the value in front of the flowmeter room in a note and check again that the written value is correct





On rechecking, the written value is correct with the flowmeter value, put a check mark.

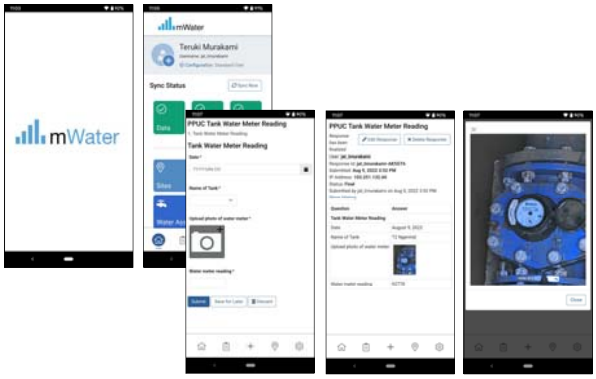
32

Solution 2. Photographically record the flow meter values

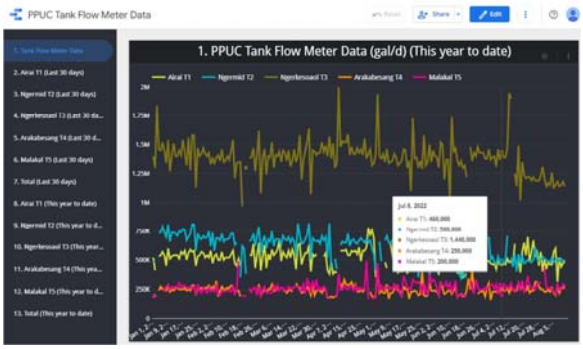


- Keep a photographic record of flow meter readings so that if a reading error is found at a later date, the correct value can be reconfirmed with a photograph. Do not delete the photographs for at least two weeks.

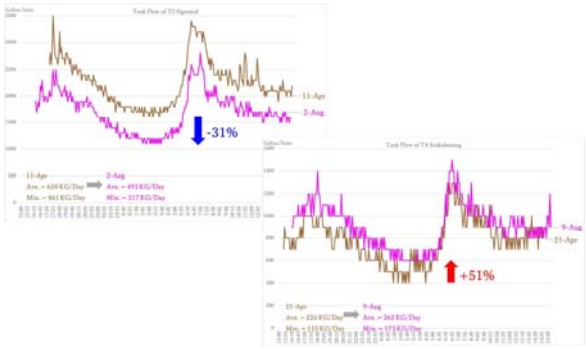
Alternative to solutions 1 and 2: capturing and recording flow meter values using the mobile app mWater



Solution 3. Visualise changes in distribution flow rates and make them visible to all parties in PPUC

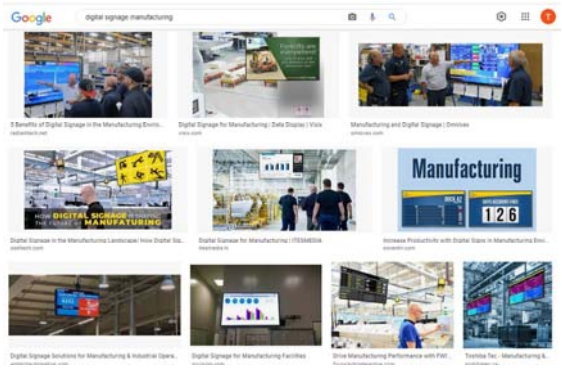


Solution 4. Regularly monitor changes in water distribution flow at night

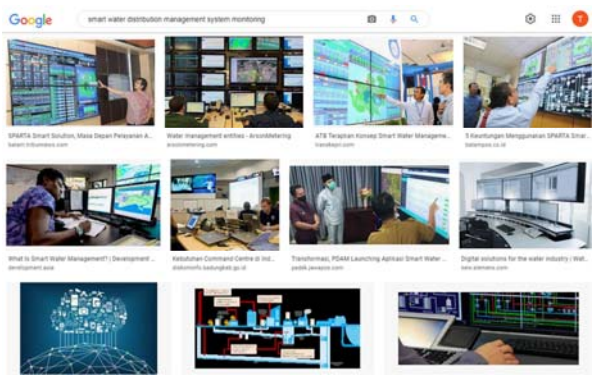


5) Data visualisation and its sharing for all

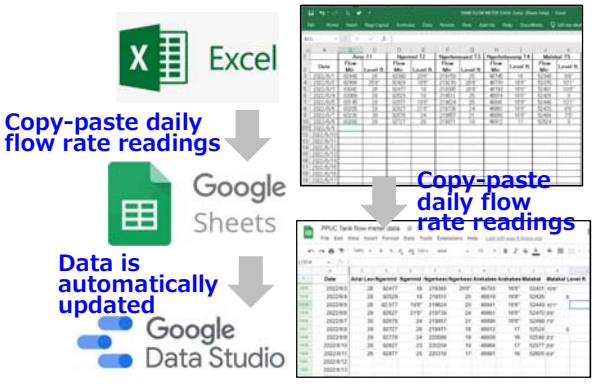
Data visualisation and its sharing is a commonly used technique in the manufacturing industry.



It is also applied in the water supply sector in developed countries as a 'Smart Water Distribution Management System'.



What additional work is needed to visualise water distribution flows?



Automatically update daily graphs of water distribution flow rates on the web to visualise changes in flow rates.



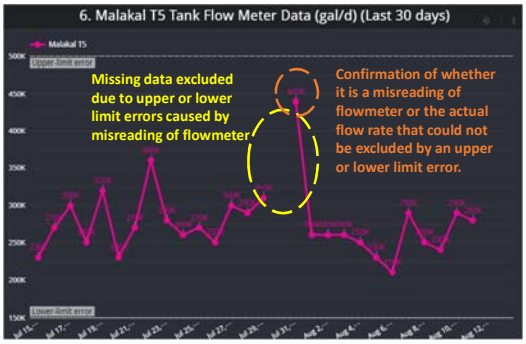
41

Ensure that people in any office can see the same data at any time and any where.



42

By everyone seeing the same data, abnormal values and missing data caused by incorrect flowmeter readings are double-checked.



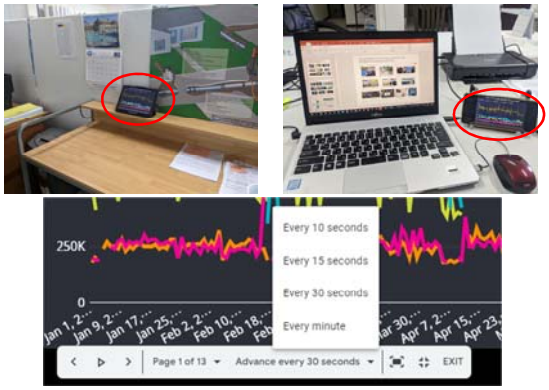
43

How do you see the graphs? You can view the graphs on any device with an internet connection.

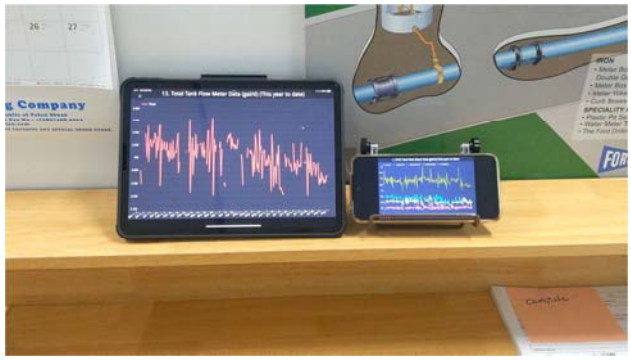


44

A tablet or smartphone can be installed somewhere in the Malakal office to show visualised data every 10 seconds.



45



46

The types of water distribution flows visualised can be divided into three main categories.



47

If Google Data Studio cannot be viewed on the PPUC's desktop computer, PDF data can be sent via email daily.

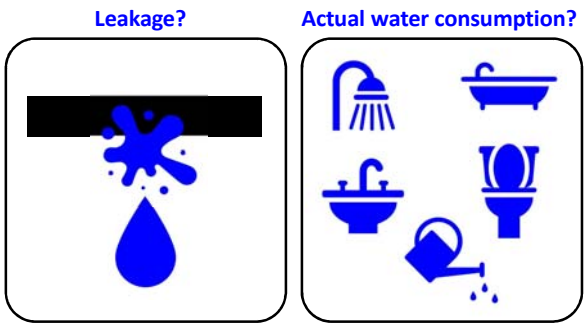


48

6) Regularly monitor changes in water distribution flow at night

49

Problem C: Even if there is an increase in the distribution flow rate, it is not known whether it is actual water consumption or a leak.



50

The impact of actual water consumption on increased water distribution flows can be reduced by examining minimum nighttime flows. Regular measurement of minimum night-time flows allows early detection of signs of increased leakage.

Figure 7.2: Typical 24-hour DMA flow profile



Source: modified from USAID (2008) The Manager's Non-Revenue Water Handbook A Guide to Understanding Water Losses

51

Measuring night-time flow rates using trail cameras









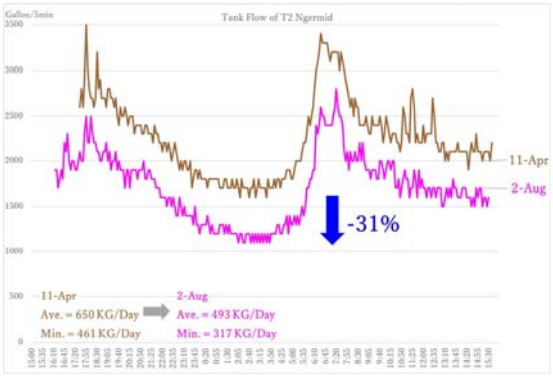
52

Comparison of water distribution flows to identify changes in night-time flows



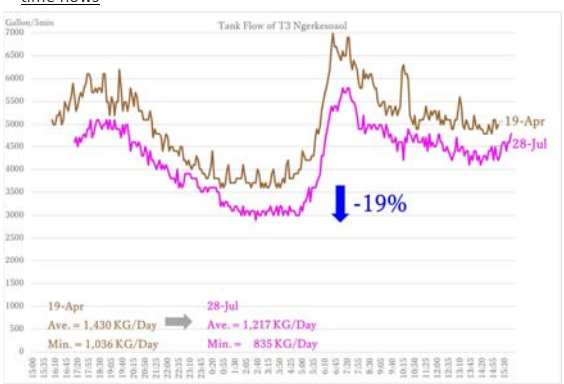
53

Comparison of water distribution flows to identify changes in night-time flows



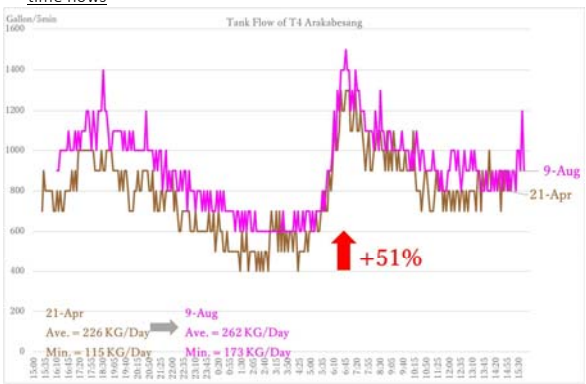
54

Comparison of water distribution flows to identify changes in night-time flows



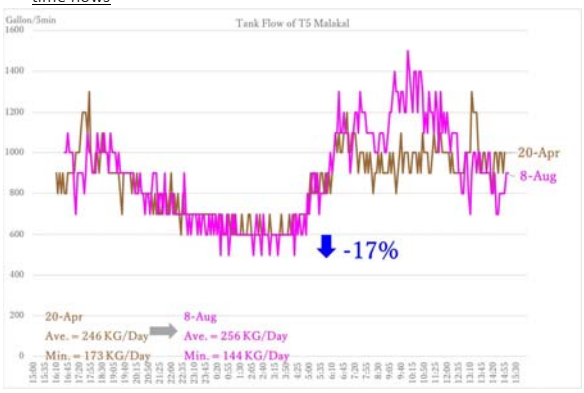
55

Comparison of water distribution flows to identify changes in night-time flows



56

Comparison of water distribution flows to identify changes in night-time flows

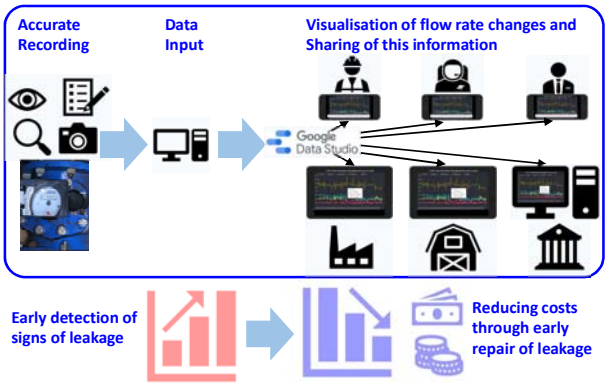


57

7) Visualisation and Daily and Monthly Monitoring of Water Distribution Flow

58

Visualisation and Daily and Monthly Monitoring of Water Distribution Flow



59

8) Activities necessary to implement the suggestion

60

Activities necessary to implement the suggestion

	What	Freq.	Time	Tools to be used and costs	Who
1	Accurate readings and notes, and photography of flow meters	Every day	+2 min /tank	• Smartphone for each person (0 USD) • mWater？(0 USD)	Flow meter reading personnel
2	Input of water distribution flow rate into the spreadsheet "PPUC Tank flow meter data	Every day	3 min /day	• Existing desk top computer • Google spreadsheet (0 USD)	Shanda
3	• Check for abnormal or missing data in the water distribution flow graph (for the last 30 days) for each distribution tank. • If there is an abnormal or missing value, the flowmeter's photo is checked, and if the reading is wrong, the correct value is communicated to Shanda, and the data is corrected.	Every day	2 min /day × number of persons	• New or Used Android Tablet, smart phone, old laptops and desktop computers that are no longer in use (200 USD × 1 unit or 0 USD) • Google Data Studio (0 USD)	Flow meter reading personnel
4	• Check for abnormal or missing data in the water distribution flow graph (for the last 30 days) for each distribution tank. • If there are any abnormal values or missing data, contact the person in charge of readings, check the flowmeter photograph and correct the data. • If the abnormal value is not a misreading, contact the leakage surveyor as it may be a sign of increased leakage.	Every day	2 min /day × 2 persons	• Existing desktop computer (0 USD) • Google Data Studio (0 USD)	Donna, Marson

61

Activities necessary to implement the suggestion (Cont'd)

	What	Freq.	Time	Tools to be used and costs	Who
5	• Check for changes in the flow rate of each water distribution tank to see if there are any signs of increased leakage. • Check for changes in water distribution flow after leak repair	Every day	2 min /day x number of persons	• New or Used Android Tablet, smart phone, old laptops and desktop computers that are no longer in use (200 USD x 2 units or 0 USD) • Google Data Studio (0 USD)	• Leakage Surveyor • Leak Repair Team • Koror Office • KAWTP
6	• Trail camera imaging of water distribution flow meters (every 5 minutes in 24 hours) • Data entry into Excel from photographs and creation of graphs • Graphic comparison of water distribution flow rates	Beginning of every month	2 hours x 5 tanks/ month	• Trail camera(0 USD) • Excel (0 USD)	?
7	• Trail cameras at water distribution flow meters (every minute from 0:00 to 5:00) • Data entry into Excel from photographs and creation of graphs • Graphic comparison of water distribution flow rates	Before and after leak repair	2 hours /times	• Trail camera(0 USD) • Excel (0 USD)	?

62

Meral ma sulang!

63

Q & A

To receive today's presentation data, please send an email to the following email address with your name in the subject line

tmurakami@jat.co.jp

64

添付資料 3.2.5

配水流量のモニタリング
およびパイロットエリアの選定

The Project for Strengthening Capacity in Non-Revenue Water Reduction in Palau

Short Workshop on Monitoring of Water Distribution Flow & Pilot Project

August 24, 2022

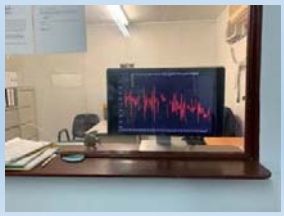
Hideyuki IGARASHI
JICA Expert Team

1. Monitoring of Water Distribution Flow

(1) Visualization and Monitoring of Water Distribution Flow

- Just started to monitor since 15th AUG at WO entrance
- Email at 10AM everyday by PDF





(2) Adjustment of Error (misreading of water flow)

- Fluctuations of daily water flow in 17th and 18th AUG in Arakabesang water distribution tank
- Difficulty of reading mid-rotation figures

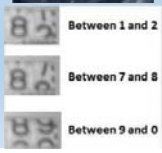


Date	Arakabes
2022/8/15	47085
2022/8/16	47108
2022/8/17	47138
2022/8/18	47155
2022/8/19	47177



In case of "47130" on AUG 17th →





Between 1 and 2 ?

Between 7 and 8 ?

Between 9 and 0 ?

(3) Measures to prevent misreading of numbers during rotation

- *Which is your recommendation?*

	Measure	Time/Cost
A	Wait until the numbers can be identified.	This takes time.
B	Look at the reading notes of the day before and the day before, calculate the water distribution volume, add the same distribution volume to the reading of the day before, and estimate today's value.	This takes a little time.
C	Open Google Data Studio on your phone to check the previous day's water allocation, add the same allocation to the previous day's reading and guess today's value	This will incur communication charges.
D	Before leaving the Malakal office, look at the water distribution monitor at the entrance and note the previous day's water volume for each distribution tank, then patrol the flow meters for each tank. If there is a figure in the middle of the rotation, the noted water distribution volume is added to the previous day's reading with the same distribution volume to estimate today's value.	This takes a little time as the water distribution volume is checked every day. On the other hand, it is beneficial in terms of understanding changes in water distribution as the flow rate in the distribution tanks is checked every day.
E	Input the readings into the phone so that an error is displayed if they differ significantly from the previous day's water allocation.	An application has to be developed. Takes time to input the data into the smartphone.

2. Pilot Project

(1) Purpose of Pilot Project

✓To utilize as basis for pipeline renewal basic plan

(2) Select a pilot area on pipeline renewal

A) Selection of (1) WSS out of (5) WSSs

[Selection Criteria]

✓High NRW ratio

✓Length of asbestos cement pipes

✓High frequency of pipe break and leakage incidents

→Ngermid WSS

(2) Select a pilot area on pipeline renewal

B) Selection of Area in Ngermid WSS

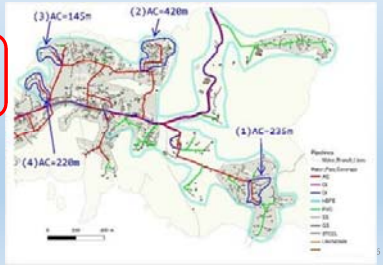
[Selection Criteria]

✓Dendritic distribution pipelines (Not loop pipeline system)

✓Existing AC pipelines

✓High frequency in leak accident

→ (2)Ngerbodel Area



(3) Spec of pipeline renewal

✓Distribution pipeline renewal (6", AC→PVC): L=200m

✓Lateral connection (meters): n=16 nos.

→Exist. Lateral (in case of PVC; just connection, GI, ST; replaced)

✓Meter box: n=1 no.

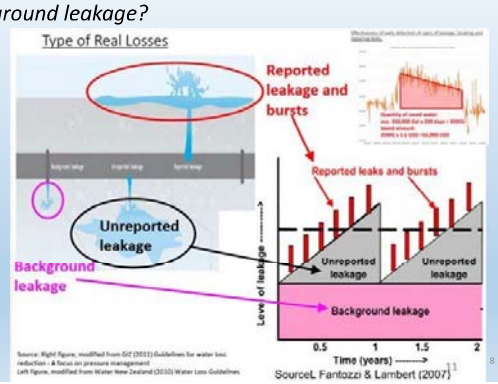
→Measurement of before & after flow by utilizing equipped ultrasonic flow meter.



(4) Identify Leakage

✓No acoustic leak sounds by leak detection survey

→Background leakage?



(5) Measurement of before & after flow

- ✓Measurement of before & after flow by utilizing equipped ultrasonic flow meter.
- ✓Each difference means improved leakage or loss.

	Measurement condition
1	Existing condition
2	After replacement of distribution pipeline (AC to PVC) (incl. connection to exist. lateral (PVC) and/or replacement of exist lateral (GI, ST))
3	After replacement of water meters

9

(6) Excepted schedule of Pilot Project (Construction)

	Items	Date
1	Bid preparation, Bidding and Contract with Local Contractor	OCT 2022
2	Preparation work	NOV 2022
3	Construction of meter box (for equipped ultrasonic flow meter)	DEC 2022
4	Replacement of water distribution pipeline and lateral connections	JAN-FEB 2023
5	Replacement of water meters (by PPUC)	MAR 2023

10

添付資料 3.2.6

配水流量のモニタリング
および水道メータ精度試験

The Project for Strengthening Capacity in Non-Revenue Water Reduction in Palau

Short Workshop on Monitoring of Water Distribution Flow & Water Meter Accuracy Testing

October 21, 2022

Hideyuki IGARASHI
Taisuke WATANABE
JICA Expert Team

[Agenda]

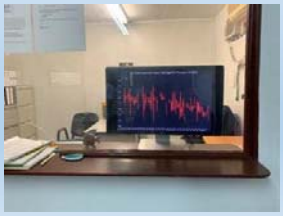
1. Monitoring of Water Distribution Flow
2. Water Meter Accuracy Testing

1. Monitoring of Water Distribution Flow

(1) High Importance of Monitoring of Water Distribution Flow
→*Basis of NRW Management*

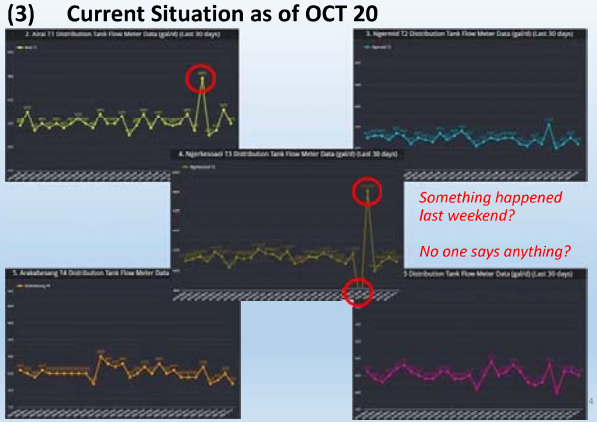
(2) Commencement of Visualization and Monitoring
- ☐ *Started to monitor since 15th AUG at WO entrance*
- ☐ *Email at 10AM everyday by PDF*





1. Monitoring of Water Distribution Flow

(3) Current Situation as of OCT 20



Something happened last weekend?

No one says anything?

1. Monitoring of Water Distribution Flow

(4) How to avoid Human Error?

- ☐ *Human errors are unavoidable!*
- ☐ *However……Necessity of improvement effort (error ≒ 0)*

[Meter Reading] → Feedback → [Recording] → Notice → [Monitoring] *New!*



Meter Reader



- *Mid-rotation figures*
- *Estimation before reading*

Recorder

- *Input water flow volume*
- ***Check charts** after recording*

if abnormal figures →check meter photos



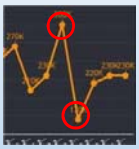
All PPUC Staff

- ***Notice to Recorder** if abnormal figures*

Any Problems?

1. Monitoring of Water Distribution Flow

(5) Abnormal figures?





[Phenomenon]	[Suspicion]
■ *Sudden fluctuations (up & down)*	■ *Human error*
■ *Sudden increment & keep for few days*	■ *Unreported Leakage* ■ *Additional big consumption*

2. Water Meter Accuracy Testing

(1) Target Area

All 23 customer meter in pilot area will be checked.



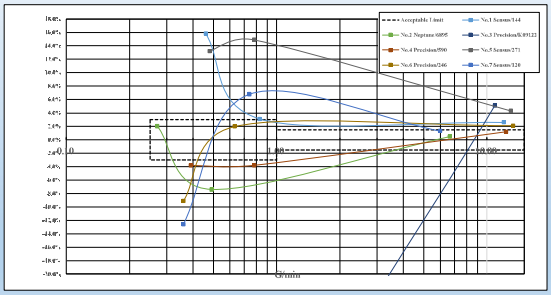




2. Water Meter Accuracy Testing

(2) Test Result (TENTATIVE)

7 meters has been checked. All meters is out of acceptable limit.



添付資料 3.2.7

NRW 削減に関するデータマネジメント

Small Seminar on Data Management for NRW Reduction

The Project for Strengthening Capacity
in Non-Revenue Water Reduction in Palau
June 16, 2023 9:00 – 10:30

1. Understanding Purpose of Data Management

There are two important aspects of Data Management.

A. Understand what the data to be collected is for Decision-making.

B. Understand the data management process and decide who will perform each activity.

A. Understand what the data to be collected is for Decision-making.

All of the data collection activities being conducted or will be conducted in the Project are designed to achieve NRW reduction. **Each data collection is also being conducted in order to make some decisions, such as determining next actions**, based on the results of analyzing the data. The following are some of the NRW reduction issues that the PPUC is currently facing. Data management should be implemented to address these issues.

Issue: NRW reduction

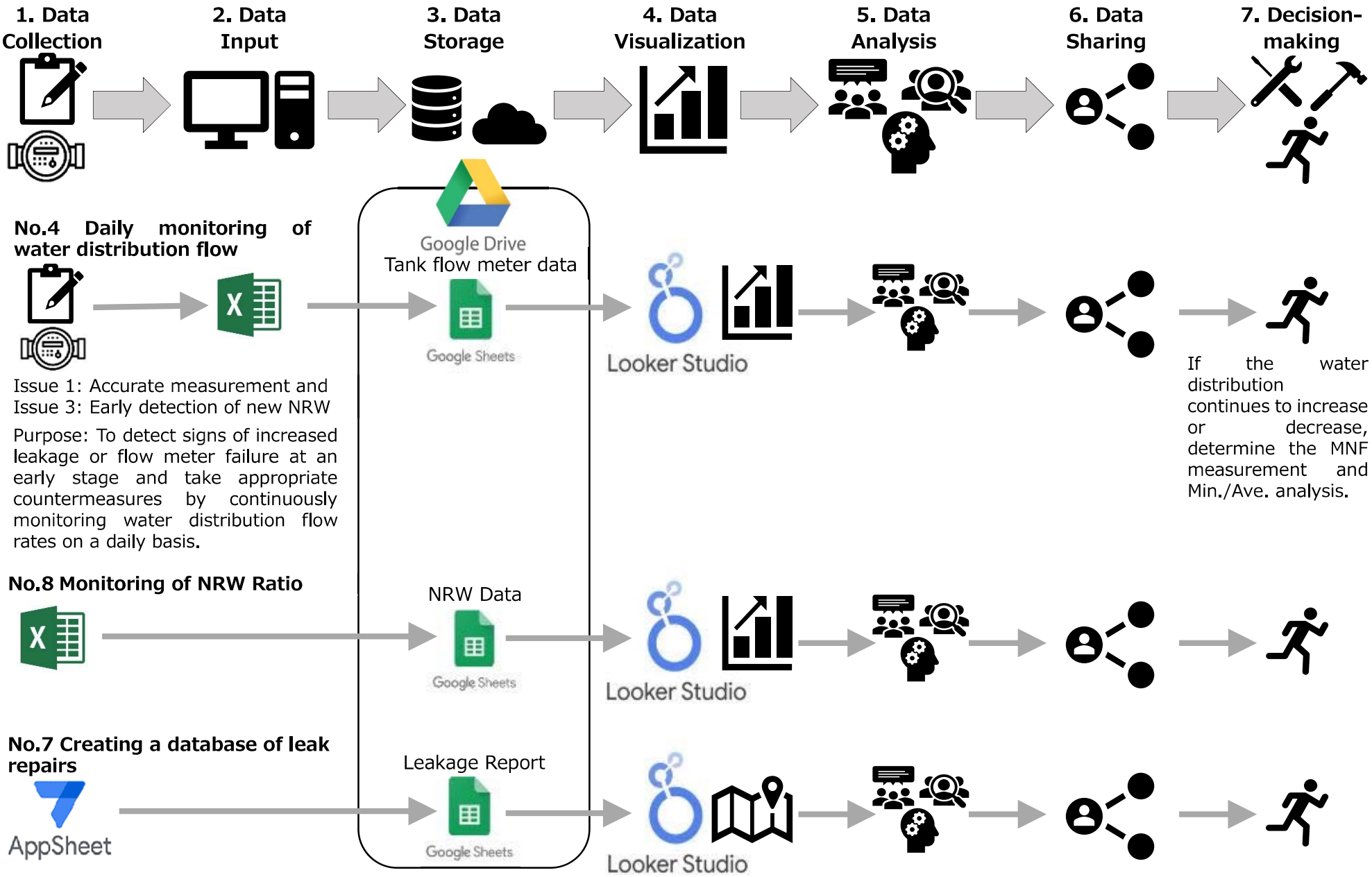
Issues	Problems
Issue 1: Accurate measurement	Not sure if accurate measurements are being taken.
Issue 2: Identifying the cause of NRW	The cause of high NRW is not identified.
Issue 3: Early detection of new NRW	Not knowing when NRW increased.
Issue 4: Finding the location of leaks	The location of the leak needs to be identified.
Issue 5: Planning for NRW reduction based on accurate information	Accurate data is not organized, making it difficult to plan for NRW reduction.

B. Understand the data management process and decide who will perform each activity.

The PPUC currently faces the following problems in each of the data management processes.

- Some staff do not fully understand what the purpose of the data collection they are currently conducting is.
- Data is now graphed, but not compared or analyzed.
- Data is not analyzed, so it cannot be connected to decision-making or the next activity.
- Data storage location is not defined, and the data is managed on each individual's computer.

2. General Process of Data Management and Examples Process



添3. 2. 7-2

3. Each Activity and Each Process of Data Management (AC: Activity, PIC: Person in Charge, TBD: To be discussed/determined)

The names are currently entering in the PIC is temporary. You will need to discuss this within the PPUC and decide who will be in charge of which activities.

No.	AC No.	Required Activities	Corresponding Issues and Purpose	Freq.	PIC		Data Management Processes						
							1. Collection	2. Input	3. Storage	4. Visualization	5. Analysis	6. Sharing	7. Decision-making
1	1-2	Comparison of measured values of mechanical and ultrasonic flow meters for Ngermid tanks	Issue 1: Accurate measurement Purpose: To determine the implementation of repairs to the mechanical flowmeter of the Ngermid tank.	One time only	Donna	AC	An ultrasonic flowmeter is installed in the flowmeter chamber of the Ngermid tank to measure the water distribution flow rate for about 2 hours. Take a photograph of the mechanical flowmeter values at the start and end times.	Save the ultrasonic flowmeter measurements in CSV. The flow at the time the mechanical flowmeter was taken is also input into Excel.	N/A	N/A Since this is a simple comparison of two measurements, graphing is not necessary in this case.	Calculate the ratio of the 2-hours flow rate of the mechanical flow meter to the 2-hours flow rate of the ultrasonic flow meter. From the above calculation results, determine whether the mechanical flowmeter is measuring correctly.	Share the results of the analysis with the relevant persons.	If the ultrasonic flowmeter and mechanical flowmeter have similar distribution flow rates, determine that some event has caused a decrease in distribution flow since March 2023. We should determine what the cause is by measuring the minimum nighttime flow rate, etc. If the water distribution flow rate of the mechanical flowmeter is significantly lower than that of the ultrasonic flowmeter, there is likely a problem with the measurement of the mechanical flowmeter. Disassemble the mechanical flowmeter to check for clogging.
						PIC	Julian	Julian	N/A	N/A	Julian	Julian	Donna
2	1-2	Confirmation of accuracy of flow measurement by water volume change of tank, mechanical flowmeter, and ultrasonic flowmeter	Issue 1: Accurate measurement Purpose: To determine whether a mechanical or an ultrasonic flowmeter should be repaired or replaced	Once a year	Julian ?	AC	Close the inlet valve to the tank at night, open the inlet valve the next morning, and record the amount of change in the water tank level. The amount of water distributed by the mechanical flowmeter and ultrasonic flowmeter at the same time is also recorded.	Enter the three water distributed flow into Spreadsheet (e.g., date, time, person, location, method, and results of measurement).	Store in Google Drive.	Calculate the accuracy of each flowmeter based on the change in water volume in the tank. Also, create graphs that can be compared to past results.	Perform a comparative analysis with historical measurement data to determine if the accuracy of mechanical and ultrasonic flowmeters has changed over time.	Share the results of the analysis with the relevant persons.	The results of the analysis will be used to evaluate whether to replace mechanical or ultrasonic flow meters.
						PIC	Julian?	Julian?	Julian?	Julian?	Julian?	Julian?	Donna?
3	3-1	Confirmation of night time water usages by large water use customers	Issue 2: Identifying the cause of NRW Purpose: To determine if the high minimum night flow of all tanks, with a high Min./Ave. ratio of 50-70%, are due to leakage or actual water consumption by large water use customers.	One time only	John	AC	Identify large water use customers in each water distribution area and photograph customer meters with trail cameras at night.	Enter the amount of water used during the night from the customer meter photo taken.	N/A	Graph the amount of water used at night.	Overlay the customer's nightly water usage on a graph of the most recent minimum nightly flow of the applicable tank and analyze the ratio of water usage to tank flow.	Share the results of the analysis with the relevant persons.	Determine if the minimum night flow of the tank are leakage or the actual water usage of large water use customers.
						PIC	Kane, Julian, Ashlee	Ashlee	N/A	Ashlee	Ashlee	Ashlee	Johnny?
4	1-2	Daily monitoring of water distribution flow	Issue 1: Accurate measurement and Issue 3: Early detection of new NRW Purpose: To detect signs of increased leakage or flow meter failure at an early stage and take appropriate countermeasures by continuously monitoring water distribution flow rates on a daily basis.	Every day	Donna	AC	Record the water tank flow on a paper between 3 and 4 p.m. daily.	Receive the paper recording the flow rates and enter these into an Excel file.	Copy and paste from an Excel file into Spreadsheet.	Graph daily changes in water distribution flows in Looker Studio.	Analyze if any tanks have increased or decreased water distribution flow for three consecutive days.	If there is a continuous increase or decrease in the number of tanks, communicate the results to the relevant persons.	If the water distribution continues to increase or decrease, determine the MNF measurement and Min./Ave. analysis.
						PIC	Chris, Christes, Leory, Demei	Donna	Donna	Looker Studio	Julian	Julian	Donna?

添3. 2. 7-3

No.	AC No.	Required Activities	Corresponding Issues and Purpose	Freq.	PIC		Data Management Processes						
							1. Collection	2. Input	3. Storage	4. Visualization	5. Analysis	6. Sharing	7. Decision-making
5	1-2	Monitoring of Minimum Night Flow and Ratio of Min./Ave.	Issue 3: Early detection of new NRW Purpose: To detect signs of new leakage at an early stage and take appropriate measures by determining the minimum night flow and calculating the Min./Ave. ratio every month. In addition, to identify the cause of the increase in daily water distribution flow in No. 4 and to take appropriate measures.	Once a month or when there are signs of increased leakage	Julian	AC	Ultrasonic flow meters are installed in the flow meter chamber of each water tank for 24-hour measurement.	Extract the ultrasonic flowmeter measurements in CSV format and save them in Spreadsheet. Match the measurement time to compare with the past measurement results.	Store in Google Drive.	Create a graph comparing the 24-hour measurement results with historical measurements for each tank.	Calculate the minimum night flow and the ratio of Min./Ave. and compare with historical results for analysis. Analyze whether there is an increase in NRW.	Share with relevant persons. the results of the analysis of whether or not NRW is increasing.	If there is an increase in NRW, determine if a pressure measurement or leakage survey should be performed due to the possibility of new NRW.
						PIC	Julian	Julian	Julian	Julian	Julian	Julian	Donna?
6	1-2	Monitoring of pressure in main lines of each water distribution area	Issue 4: Finding the location of leaks Purpose: To detect signs of leakage at an early stage, narrow down lines with a high possibility of leakage, and take appropriate measures by measuring the pressure at the end of main lines in each water distribution area once a month for 24 hours and comparing it with past measurement data.	Once a month or when there are signs of increased leakage	Julian ?	AC	Identify a location near the end of the main line in each water distribution area where pressure data loggers can be installed on a regular basis, and install data loggers there for 24-hour pressure measurements.	Extract the measured values from the data logger and save them in Spreadsheet. Match the measurement time to compare with previous measurements.	Store in Google Drive.	Create a graph comparing the 24-hour measurement results for each measurement location with the historical measurement results.	Analyze whether the average pressure or the maximum night pressure has decreased compared to previous measurements. If the pressure on other lines does not differ significantly from historical measurements, but the pressure on one line is decreasing, it is possible that a leak has occurred somewhere along the line.	Share the results of the analysis with the relevant persons.	If a pressure drop is observed on a certain line, determine if a leakage survey should be conducted on that line due to the possibility of a new leakage.
						PIC	Julian	Julian	Julian	Julian	Julian	Julian	Donna?
7	2-1	Creating a database of leak repairs	Issue 3: Early detection of new NRW, Issue 4: Finding the location of leaks and Issue 5: Planning for NRW reduction based on accurate information Purpose: To identify pipelines where leaks frequently occur by compiling a database of the date, location, pipe type, diameter, and location of leaks, etc. To analyze the causes of NRW and facilitate the planning of leakage surveys and NRW reduction plans.	When ever	Julian ?	AC	Collect leak repair information using Appsheet.	Save the information collected in Appsheet to Spreadsheet.	Store in Google Drive.	Leak locations are graphed in Looker Studio.	Identify pipelines at high risk of leakage based on visualized leak locations and a database of leaks.	Share the results of the analysis with the relevant persons.	The results of the analysis will be used for the following activities If leakage is suspected in an area, leakage surveys are conducted with priority given to pipelines with a high risk of leakage in order to efficiently detect leakage sites. Consider renewal of water supply pipes that frequently leak.
						PIC	Julian	Julian	Julian	Looker Studio	Julian	Julian	Donna?
8	1-2	Monitoring of NRW Ratio	Issue 2: Identifying the causes of NRW and Issue 5: Planning for NRW reduction based on accurate information Purpose: To calculate the NRW Ratio for each water distribution area and understand the current situation and its change over time in order to identify the causes of high NRW Ratios, examine the contents of NRW reduction plans, and evaluate the effectiveness of measures implemented such as leak repairs and meter replacement.	Once a month	John?	AC	Aggregate the amount of water billed monthly by each water distribution area.	Save the aggregated billed water volume in Spreadsheet.	Store in Google Drive.	Graph the NRW Ratio in Looker Studio.	In water distribution areas where the NRW Ratio increased, check for an increase in the minimum night flow or Min./Ave. ratio in No. 5; in water distribution areas where the NRW Ratio decreased, check for leak repairs in the leak repair database in No. 7; and check the daily monitoring of No. 4 tank distribution flow to determine if the NRW Ratio has not increased.	Share the results of the analysis with the relevant persons.	If the analysis shows that the NRW Ratio increases or decreases significantly from month to month and no leakage repairs were made in the month in which the NRW Ratio decreased significantly or in the preceding month, the increase or decrease may be due to commercial losses, rather than physical losses. Therefore, it is necessary to check whether meters are installed in those water distribution areas and to install meters or replace meters. (Arakabesang and Malakal water distribution areas)
						PIC	Joseph, Johnny	Johnny	Johnny	Looker Studio	Johnny	Johnny	Johnny

添3.2.7-4

No.	AC No.	Required Activities	Corresponding Issues and Purpose	Freq.	PIC		Data Management Processes						
							1. Collection	2. Input	3. Storage	4. Visualization	5. Analysis	6. Sharing	7. Decision-making
9	1-1	Update GIS data	Issue 4: Finding the location of leaks and Issue 5: Planning for NRW reduction based on accurate information Purpose: To update GIS data with the latest information to understand the current locations and conditions of transmission pipes, distribution pipes, lateral pipes, valves, and customer meters, and to use these information to find leakage sites at site and plan for NRW reduction.	When ever	TBD	AC	Collect as-built drawings of water transmission pipes, distribution pipes, and lateral pipes by the 2018 Japanese grant project and the Ngerbodel pilot project. Valve and customer meter information will also be collected.	Enter and update information on new distribution pipes, new lateral pipes, valves, and customer meters based on current GIS data.	Store in Google Drive.	N/A	N/A	The GIS data will be shared in KMZ format so that it can be viewed on the smartphones of the relevant persons.	The latest GIS data will be used for leakage surveys and to help develop NRW reduction plans.
						PIC	TBD	TBD	TBD	N/A	N/A	TBD	TBD
10	1-8	Identification of changes in water inflow and outflow before and after renewal of pipes in pilot area	Issue 2: Identifying the causes of NRW and Issue 5: Planning for NRW reduction based on accurate information Purpose: To understand the effect of improvement by renewal of ACP and some lateral pipes, and to help identify the cause of NRW and develop a plan to reduce NRW.	Two times (Before and After)	Julian	AC	The ultrasonic flowmeter will be installed in the flowmeter chamber to measure the water distribution flow rate for 48 hrs at 1 minute intervals. Photographically record the water consumption of approximately 23 customer meters at the start and end times of the above flow measurement.	Extract ultrasonic flowmeter measurement data. Enter start and end time readings for approximately 23 customer meters.	N/A	Graph the results of the 48 hrs measurement of the ultrasonic flowmeter. Prepare a graph comparing the USF flow rate to approximately 23 customer meters.	Calculate the rate of Min./Ave. with USF. Analyze the minimum night flow rate with USF. Calculate the NRW Ratio (23 customer meters divided by USF). Determine and analyze the changes in inflow and outflow when using each of the existing ACP and the new PVC.	Share the results of the analysis with the relevant persons.	To determine the amount of leakage reduction due to pipe renewal. Also, the causes of leakage will be estimated and used to develop a NRW reduction plan.
						PIC	Julian	Julian	N/A	Julian?	Julian?	Julian?	TBD

添3. 2. 7-5

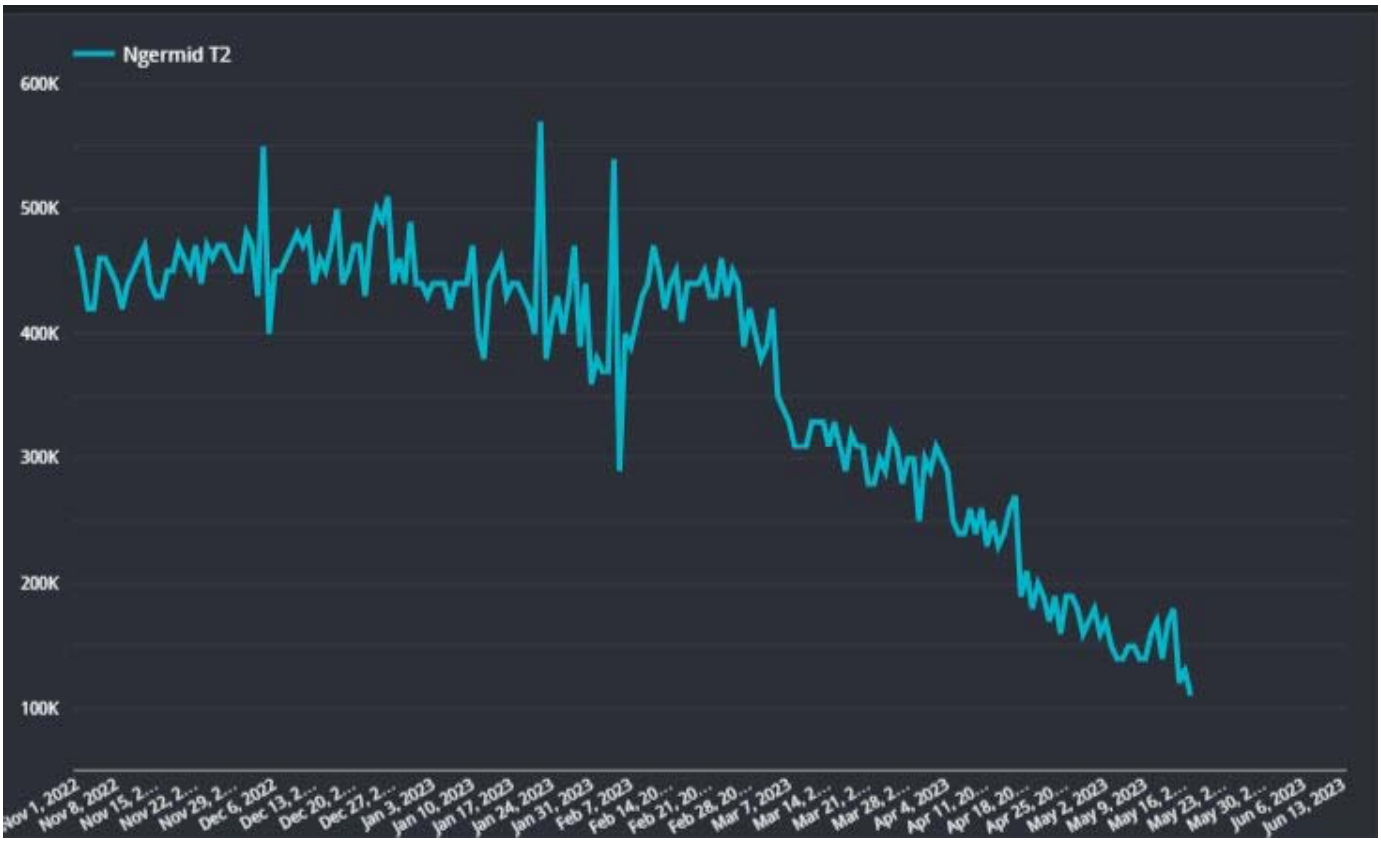
4. Examples of Data Management

No.1 Comparison of measured values of mechanical and ultrasonic flowmeters for Ngermid tank

We found that the water distribution flow rate in the Ngermid tank has been dropping since about late February 2023. We also confirmed from Donna's report on April 4 that the pilot of the mechanical flowmeter was also acting strangely. It is most likely that something is blocking the propeller of the mechanical flowmeter, but it is also possible that the amount of water used has decreased, so it is necessary to first check if the mechanical flowmeter is correctly measuring the water distribution flow rate.

Based on advice from Mr. Niimura to Donna, work began around April 10 to confirm that the mechanical flowmeter was measuring correctly by installing an ultrasonic flowmeter, but as of mid-June, no decision had yet been made as to whether the mechanical flowmeter was still measuring correctly.

This is thought to be due to the fact that the purpose of installing and measuring the ultrasonic flowmeter for what purpose is not fully understood.

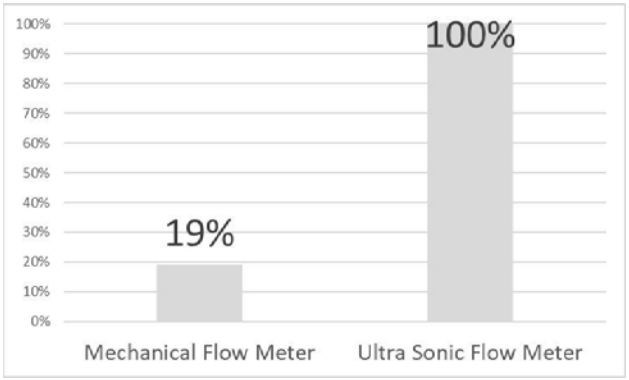


The activities required for this measurement include the following.

"Install an ultrasonic flowmeter to measure the water distribution flow over a two-hour period and compare the totalized flow rate of the mechanical flowmeter at that time to determine if the mechanical flowmeter is correct."

Example of correct comparative analysis

Comparison	Meter Reading				
	Start	Stop			
	14:05	16:05	Gallons	Gallons/hr	Comparison
Mechanical Flow Meter	553238	553248	10	5.0	19%
Ultra Sonic Flow Meter	0	52	52	26.0	100%

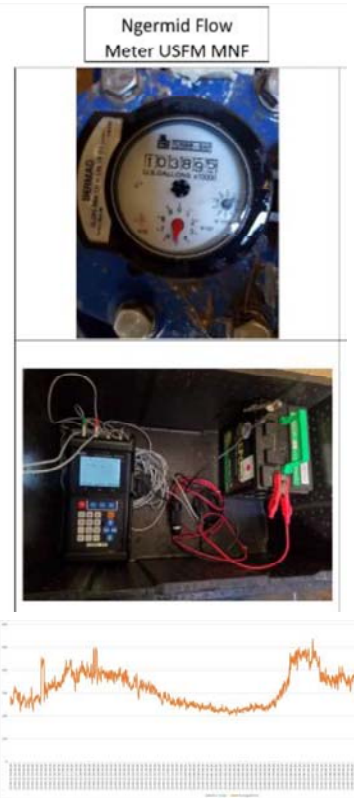


添3. 2. 7-7

On the other hand, the actual activities undertaken were as follows

Data sent on April 13.	Data sent on May 22 and 23

Span Correction	1		
Start Time	########		
Stop Time	########		
Date(YY-MM-DD) T	Err Code	Flow[gal/	Velocity[ft
2023/4/10 15:47	R	0	0
2023/4/10 15:48	R	0	0
2023/4/10 15:49	R	0	0
2023/4/10 15:50	R	0	0
2023/4/10 15:51	R	0	0
2023/4/10 15:52	R	0	0
2023/4/10 15:53		286.187	3.356
2023/4/10 15:54		283.98	3.33
2023/4/10 15:55		310.824	3.645
2023/4/10 15:56		283.478	3.324
2023/4/10 15:57		270.645	3.174
2023/4/10 15:58		285.784	3.351
2023/4/10 15:59		308.887	3.622
2023/4/10 16:00		283.751	3.328
2023/4/10 16:01		319.242	3.744
2023/4/10 16:02		336.903	3.951
2023/4/10 16:03		313.026	3.671
2023/4/10 16:04		341.459	4.004
2023/4/10 16:05		331.619	3.889



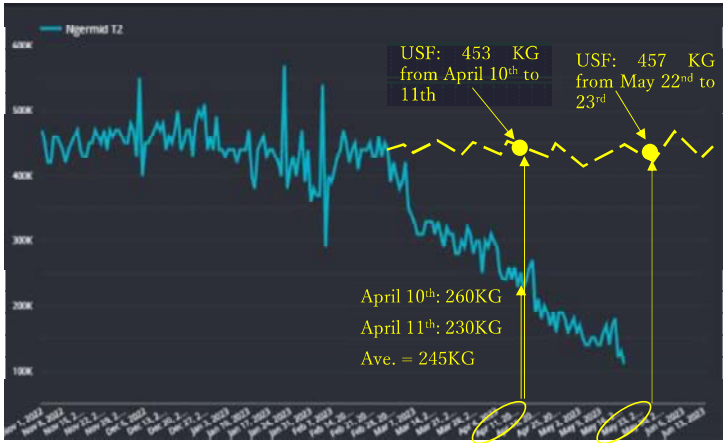
The following table compares the activities required for each of the data management processes with the actual activities.

Only 24-hour measurements of the USF was conducted without fully understanding the purpose of "7. Decision-making: deciding whether to repair the MF or not".

	1. Collection	2. Input	3. Storage	4. Visualization	5. Analysis	6. Sharing	7. Decision-making
Activities required	Simultaneous measurement of MF and USF	Save USF data in CSV and enter MF flow rates in Excel	N/A	N/A Since this is a simple comparison of two measurements, graphing is not necessary in this case.	Analyze whether MF measurements are correct or incorrect by comparing with USF measurements	Share the results of the analysis with the relevant persons.	Decide whether to repair MF
Actual Activities from April 10th to 13th	OUT USF measurement only	OUT	N/A	OUT Share CSV only	OUT No analysis of any kind has been done.	OUT Analysis results not shared.	OUT There is no conclusions.
Actual Activities from May 22nd – 23rd	OUT USF measurements and photos of MF at the starting time	OUT	N/A	OUT Only graph of USF's 24-hour measurement was shared.	OUT No analysis of any kind has been done.	OUT Analysis results not shared.	OUT There is no conclusions.

However, the current 24-hour measurements of the USF can also be used to determine if the mechanical flowmeter is measuring correctly: the average water distribution for the 24-hour measurements of the USF installed on April 10-11 is 314 G/min, or 453 KG/day on a 24-hour basis. On the other hand, the mechanical flowmeter measured the following on both days, averaging 245 KG/day. This indicates that the measured value of the mechanical flowmeter in mid-April was 54% (245/453 x 100 = 54%) of that of the ultrasonic flowmeter. Note that the USF measurement on May 22-23 was 457 KG/day, so it is assumed that the accuracy of the mechanical flowmeter measurement is further reduced.

This indicates that the mechanical flowmeter has some kind of malfunction and needs to be repaired.



How to Repair Mechanical Flowmeters



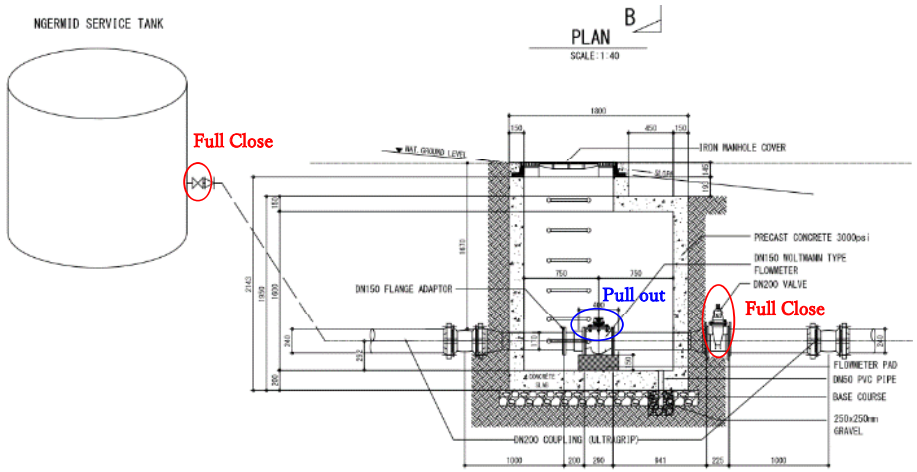




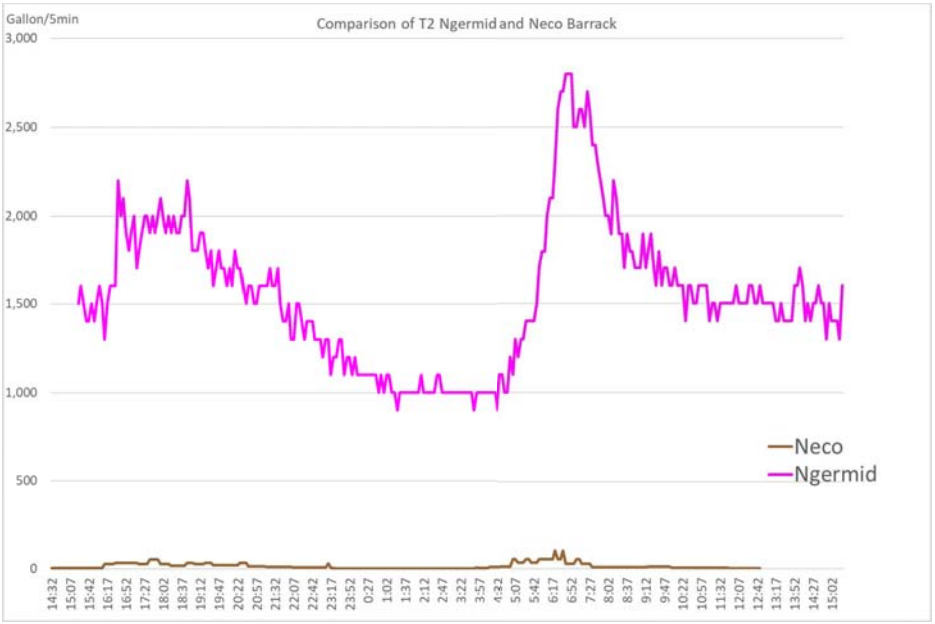


SENSUS WP DYNAMICS - WATER MECHANICAL TURBINE FLOW METER REPAIR WORK - Real Field Experience (2:25 -)

https://www.youtube.com/watch?v=Mb5xY5_F4t8

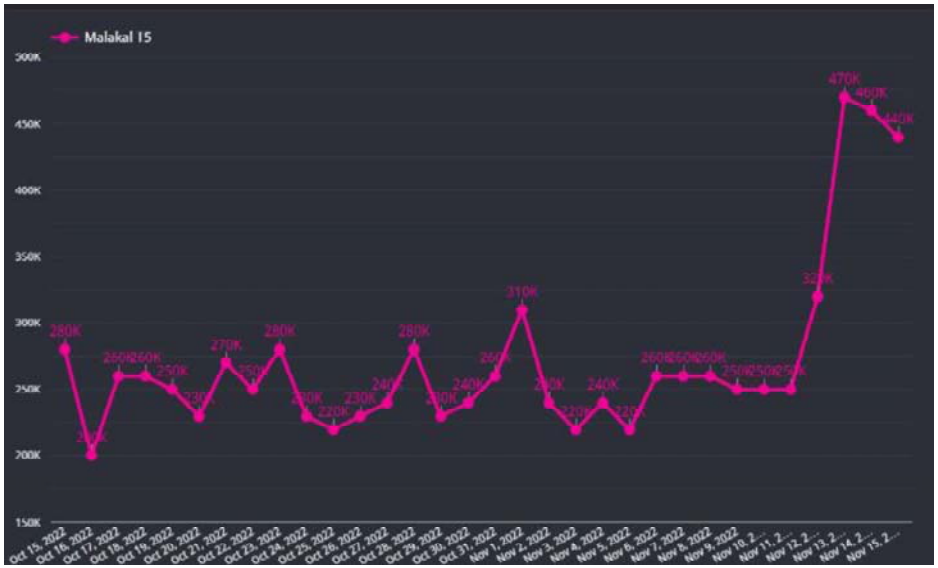


No.3 Confirmation of night time water usages by large water use customers

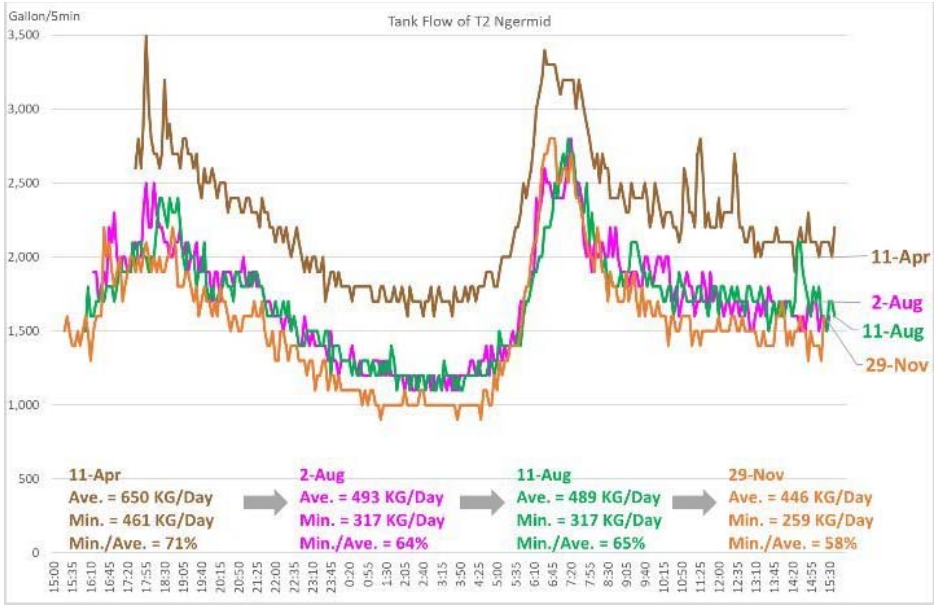


添3. 2. 7–9

No.4 Daily monitoring of water distribution flow

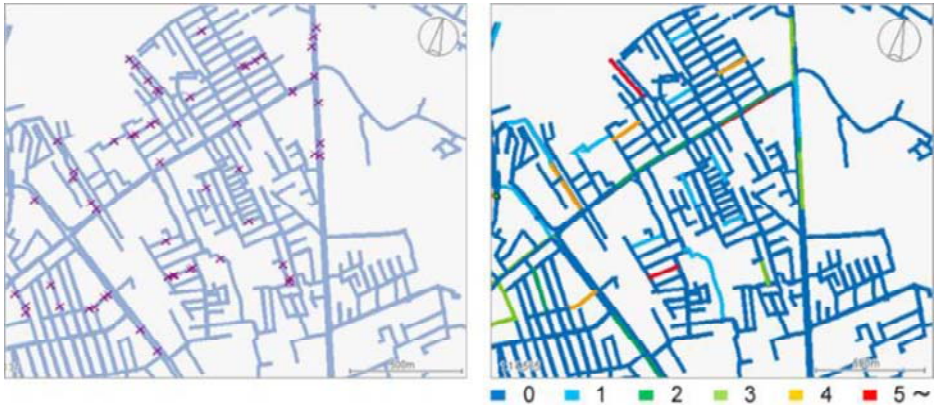


No. 5 Monitoring of Minimum Night Flow and Ratio of Min./Ave.

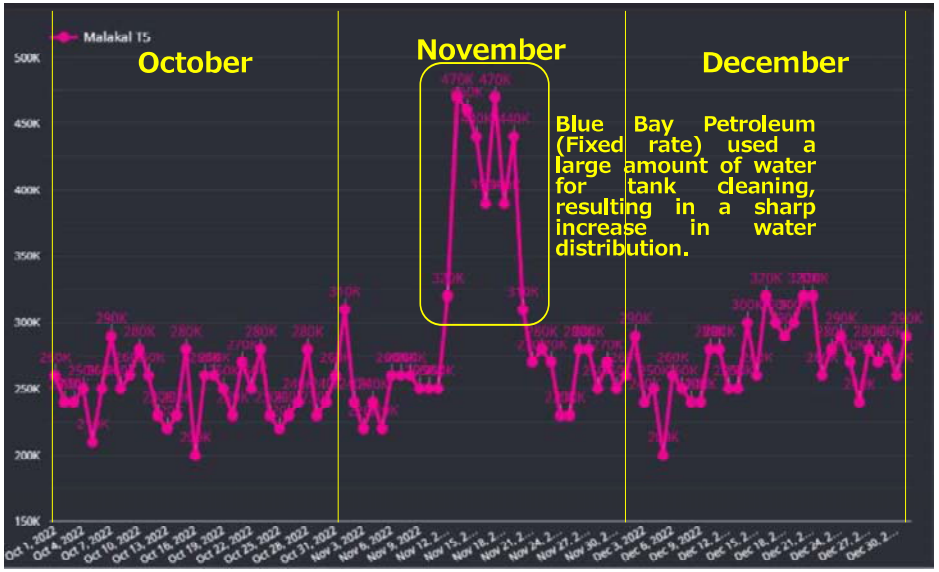


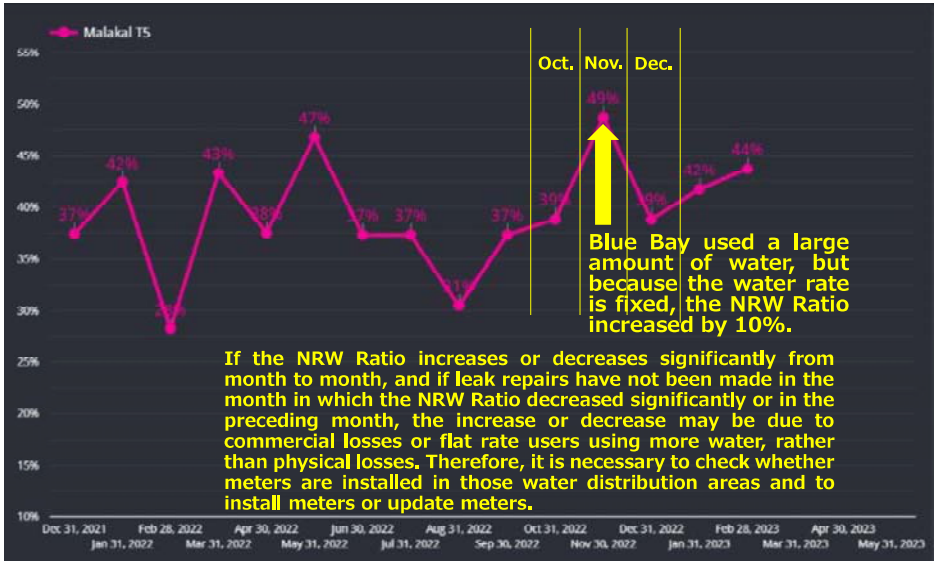
添3. 2. 7-10

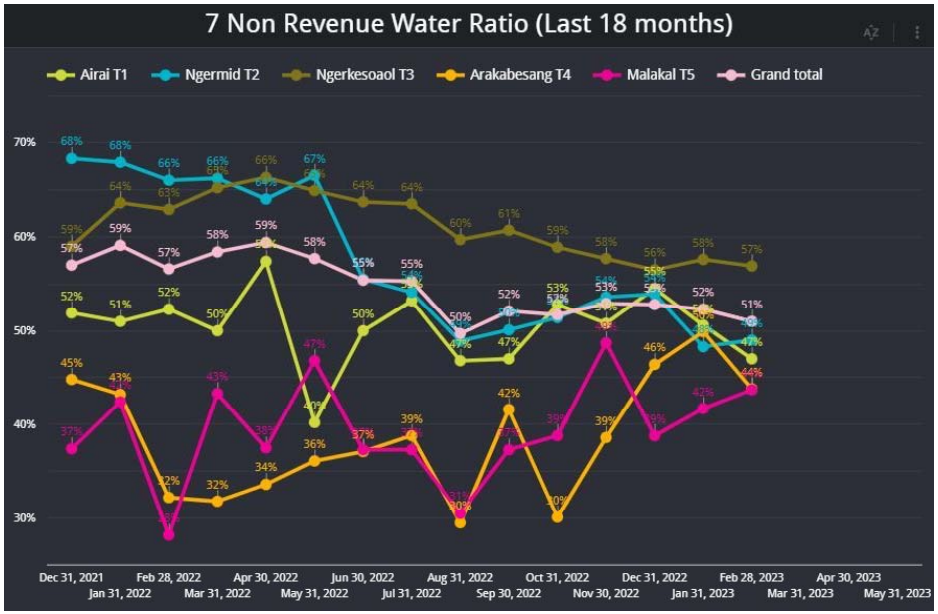
No.7 Creating a database of leak repairs



Source:
https://www.hitachi.com/businesses/infrastructure/product_site/water_environment/water_leakage/index.html


Malakal T5
October
November
December
Blue Bay Petroleum (Fixed rate) used a large amount of water for tank cleaning, resulting in a sharp increase in water distribution.


Malakal T5
Oct.
Nov.
Dec.
Blue Bay used a large amount of water, but because the water rate is fixed, the NRW Ratio increased by 10%.
If the NRW Ratio increases or decreases significantly from month to month, and if leak repairs have not been made in the month in which the NRW Ratio decreased significantly or in the preceding month, the increase or decrease may be due to commercial losses or flat rate users using more water, rather than physical losses. Therefore, it is necessary to check whether meters are installed in those water distribution areas and to install meters or update meters.


7 Non Revenue Water Ratio (Last 18 months)
Airai T1
Ngermid T2
Ngerkesoaol T3
Arakabesang T4
Malakal T5
Grand total

添3. 2. 7-11

添付資料 3.3.1

配水管網解析（その 1）

Training in Water Distribution Network Analysis

22 November 2022

Contents of This Training Course

Session	Session
1	Purpose of hydraulic analysis
2	Standard procedure of hydraulic analysis
3	Tips for hydraulic analysis

Contents of This Training Course

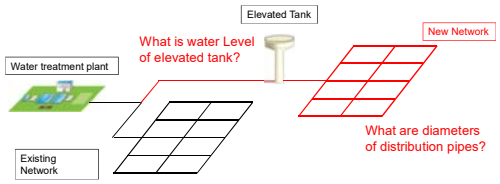
Session	Session
1	Purpose of hydraulic analysis
2	Standard procedure of hydraulic analysis
3	Tips for hydraulic analysis

Purpose of Hydraulic Analysis

- **Plan and Construction**
  - To determine pipe diameters, water level of reservoir, and pumping head to be installed
- **O&M**
  - To estimate causes of water pressure reduction
  - To check diameters for new connection application
- **Rehabilitation**
  - To determine diameters of pipes to be replaced
  - To determine diameters of temporary pipes

Plan and Construction Stage

Analyses are conducted for development of new/expanded water supply systems in areas where water is not served.



Source: water supply PR package

Operation and Maintenance Stage

1. Estimate causes of reduction of water pressure at residences and examine measures against problems
2. Estimate causes of reduction of residual chlorine and examine measures against problems
3. Check diameters for new connection applications especially by large users
4. Check diameters for new installation of fire hydrant

Rehabilitation Stage

1. Determine diameters of pipes to be replaced in consideration of increment in water demand
2. Determine diameters of temporary pipes for replacement work of partial distribution pipes
   (temporary pipes work to avoid suspension of water service)

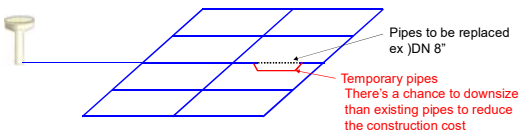


Image: water supply PR package

Contents of This Training Course

Session	Session
1	Purpose of hydraulic analysis
2	Standard procedure of hydraulic analysis
3	Tips for hydraulic analysis

Standard Procedure of Hydraulic Analysis

1. Setting Calculation Conditions
2. Creating Network Diagram for Analysis
3. Allocating Design Water Supply Volume to Each Node
4. Conducting Hydraulic Analysis

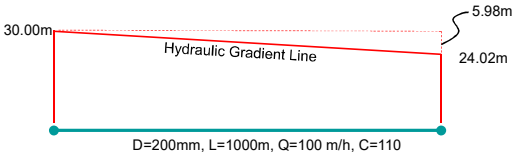
Head Loss Formula -1

Head Loss Formulas

Formula	Equation	Remark
Hazen-Williams	$H=10.666 \cdot C^{-1.85} \cdot D^{-4.87} \cdot Q^{1.85} \cdot L$ C: velocity coefficient D: pipe diameter (m) Q: flow rate (m^3/s) L: pipe length (m) $h_f = \frac{10.44 \cdot L \cdot Q^{1.85}}{C^{1.85} \cdot d^{4.8655}}$	The most popular for pipe network
Darcy-Weisbach	$H=f \cdot L \cdot V^2 / (2 \cdot g \cdot D)$ f: Darcy friction factor L: pipe length (m) V: mean flow velocity (m/s) g: acceleration due to gravity (m/s^2) D: pipe diameter (m)	

Head Loss Formula -2

Example



D=200mm, L=1000m, Q=100 m/h, C=110

$H = 10.666 \cdot C^{-1.85} \cdot D^{-4.87} \cdot Q^{1.85} \cdot L$
$= 10.666 \cdot 110^{-1.85} \cdot 0.2^{-4.87} \cdot (100/3600)^{1.85} \cdot 1000$
$= 5.98$ m

Setting Calculation Conditions -1

(1) Minimum Dynamic Pressure (20 psi in PPUC)

Level	Value
Acceptable	20 psi (0.14 MPa)
Optimum	40 psi (0.28 MPa)

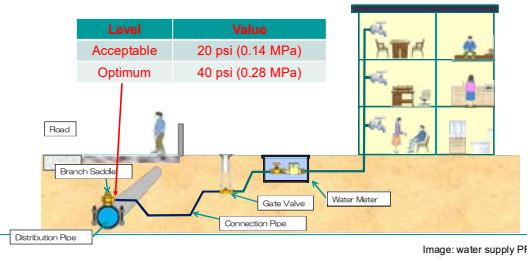


Image: water supply PR package

Setting Calculation Conditions -2

(2) Maximum Static Pressure (80 psi in PPUC)

The maximum static pressure on the distribution pipes shall be set with consideration for the withstanding pressure of distribution pipes, water hammer pressure, and for minimizing water leakage.

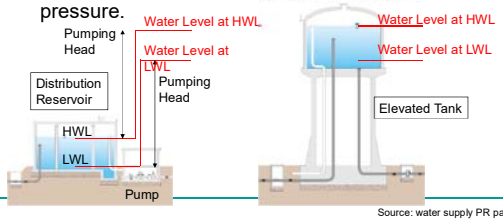
Material	Withstanding pressure	Water hammer pressure	Maximum static pressure
HDPE (PN 10)	0.8 – 1.0 Mpa	0.25 Mpa	0.55 – 0.75 MPa (80 – 109 psi)
HDPE (PN 8)	0.6 – 0.8 Mpa	0.25 Mpa	0.35 – 0.55 MPa (51 – 80 psi)
DCIP (Flange: PN 10)	1.0 Mpa	0.40 Mpa	0.60 MPa (87 psi)
DCIP (Flange: PN 16)	1.6 Mpa	0.65 Mpa	0.95 MPa (138 psi)

Note: Water hammer pressure shall be set based on specifications of pumping facility, valves and pipe material. The values on this table are examples.

Setting Calculation Conditions -3

(3) Conditions on Water Supply Source

- HWL shall be used for calculation of static pressure.
- LWL shall be used for calculation of dynamic pressure.



Source: water supply PR package

Setting Calculation Conditions -4

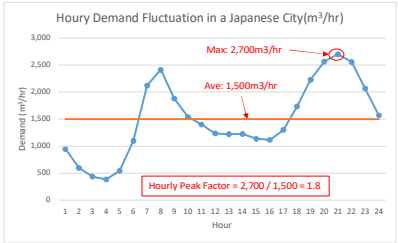
(4) Hourly Peak Factor

The design distribution flow for distribution pipes shall be the design hourly maximum flow.

q = K x Q/24,
where,
q: Hourly maximum flow
K: Hourly peak factor
Q: Daily maximum flow

Setting Calculation Conditions -5

What is Hourly Peak Factor?



Water Distribution Network Analysis

Creating Network Diagram -1

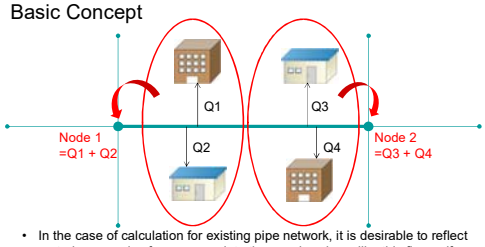
Using hydraulics software (EPANET, WaterCAD, etc.), network diagram of pipe network shall be created.

Item	Description	Minimal Input
Source	Water supply points such as water treatment plant, distribution reservoir, elevated tank, etc.	• Static water level at HWL • Dynamic water level at LWL
Node	Intersections of pipes, changing points of pipe diameters, large water demand point, etc.	• Ground elevation
Link	Pipes that connect a node and another node	• Pipe diameter • Velocity coefficient

Water Distribution Network Analysis

Allocating Water Supply Volume to Each Node -1

Basic Concept



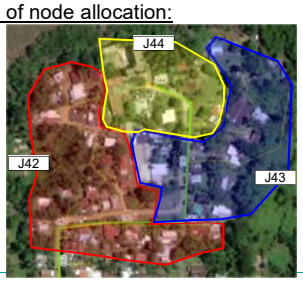
- In the case of calculation for existing pipe network, it is desirable to reflect metering records of consumers into the supply volume like this figure, if a metering system and a mapping system are working.

Source: water supply PR package

Water Distribution Network Analysis

Allocating Water Supply Volume to Each Node -2

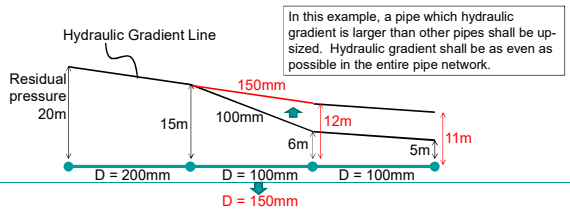
Example of node allocation:



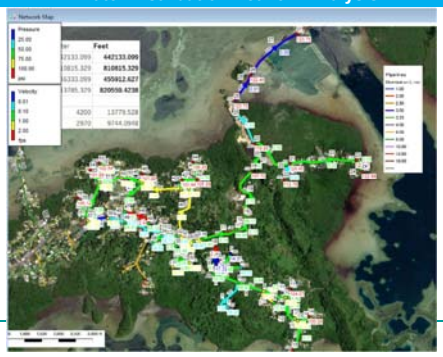
Water Distribution Network Analysis

Conducting Calculation

- When inputting all conditions are finished, run an analysis. The hydraulic analysis is conducted by the software.
- If residual pressures are under/over the target pressure, pipe diameters shall be revised.



Water Distribution Network Analysis



Output data of Hydraulic Analysis

Node	Hydraulic head (internal energy per unit weight of fluid)
	Pressure
	Water quality
Pipe	Flow rate
	Velocity
	Headloss

Water Distribution Network Analysis

Contents of This Training Course

Session	Session
1	Purpose of hydraulic analysis
2	Standard procedure of hydraulic analysis
3	Tips for hydraulic analysis

Water Distribution Network Analysis

Tips for Hydraulic Analysis -1

- Velocity Coefficient (C-Value)

$H=10.666 \cdot C^{-1.85} \cdot D^{-4.87} \cdot Q^{1.85} \cdot L$

$$h_f = \frac{10.44 \cdot L \cdot Q^{1.85}}{C^{1.85} \cdot d^{4.8655}}$$

Where: h_f = head loss due to friction (ft), L = length of pipe (ft), Q = flow rate of water (gpm), C = Hazen-Williams constant, d = diameter of the pipe (in.)

Material	C-Value
Cast Iron	130 – 140
Concrete or Concrete Lined	120 – 140
Galvanized Iron	120
Plastic	140 – 150
Steel	140 – 150
Vitrified Clay	110

Source: EPANET 2 USERS MANUAL

Rusted Cast Iron Pipe



Source: Ministry of Health, Labour and Welfare, JAPAN

- These values do not include minor losses at fittings (bend, tee, reducer, etc.) and valves, and do not consider aging of pipes (rusting and sedimentation).
- C-Value for distribution network shall be set at 100 to 130 in consideration of minor losses and aging of pipes.

E. Figure 4-8, shows typical values for the Hazen-Williams coefficient. Hazen-Williams coefficients may be found in Lamont (1981), Mays (1991) and other similar publications.

Figure 4-8. Values of the Hazen-Williams coefficient.

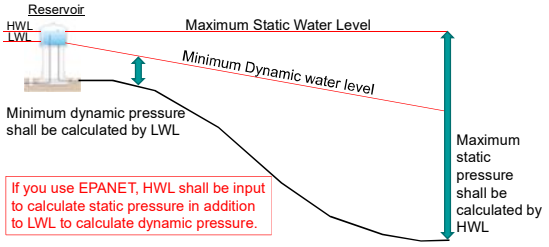
Pipe description	Condition	CH_w
Very smooth	Straight alignment	140
	Slight curvature	130
Cast iron, uncoated or steel pipe or steel pipe	New	130
	5 years old	120
	10 years old	110
	15 years old	100
	20 years old	90
	30 years old	80
Cast iron, coated	All ages	130
Wrought iron or standard galvanized steel	Diameter 12 in. and up	110
	Diameter 4 to 12 in.	100
	Diameter 4 in or less	80
Brass or lead	New	140
Concrete	Very smooth, excellent joints	140
	Smooth, good joints	120
	Rough	110
Vitrified clays		110
Smooth wooden; wood stave		120
Asbestos cement		140
Corrugated metal		60
Pipes of small diameter	old, rough inside surface, as low as	40
PVC, PE, HDPE		150
Aluminum		120
Aluminum gated pipe		110

Source: Chapter 4 Pipe Flow, Part 634 Hydraulics National Engineering Handbook

Water Distribution Network Analysis

Tips for Hydraulic Analysis -2

- Water Level of Reservoir (HWL and LWL)



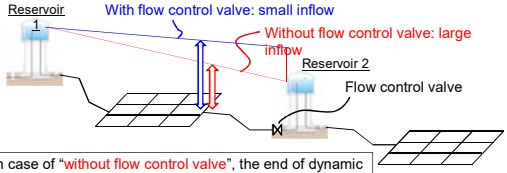
If you use EPANET, HWL shall be input to calculate static pressure in addition to LWL to calculate dynamic pressure.

Source: water supply PR package

Water Distribution Network Analysis

Tips for Hydraulic Analysis -3

- How to set the inflow to other reservoirs



In case of "without flow control valve", the end of dynamic water level is the water level of Reservoir 2 and residual pressures in the service area get lower than "with flow control valve". The inflow of Reservoir 2 shall be set according to with or without a control valve.

Source: water supply PR package

Water Distribution Network Analysis

Tips for Hydraulic Analysis -4

- Guides for setting diameters

To start hydraulic analysis, you need to set initial value of diameter of each pipe based on the demand in each area. Guides of velocity and hydraulic gradient for setting initial values are as follows.

Item	Guide
Velocity	3.3 f/s (1 m/s) or less, 6.6 f/s (2 m/s) in maximum
Hydraulic Gradient	5 ‰ or less, 10 ‰ in maximum

- ‰ indicates "per mille".
- Hydraulic Gradient = $10.666 \cdot C^{-1.85} \cdot D^{-4.87} \cdot Q^{1.85}$