

ミャンマー連邦共和国
ヤンゴン市開発委員会

ミャンマー国
ヤンゴン市開発委員会
水道事業運営改善プロジェクト
【有償勘定技術支援】

プロジェクト業務完了報告書
(メインレポート)

2021年6月

独立行政法人
国際協力機構 (JICA)

株式会社 TEC インターナショナル
東京水道株式会社

環境
JR
21-019

目次

1.	プロジェクトの概要.....	1-1
1.1.	背景・経緯.....	1-1
1.2.	プロジェクトの概要.....	1-2
1.3.	目的.....	1-2
1.4.	PDMと活動計画.....	1-2
1.4.1.	PDMの改定.....	1-2
1.4.2.	国内での追加活動.....	1-6
1.4.3.	活動計画（P0）.....	1-6
1.5.	プロジェクトの成果の概要.....	1-9
2.	活動内容.....	2-1
2.1.	投入の実施.....	2-1
2.1.1.	専門家とカンターパート（C/P）.....	2-1
2.1.2.	資機材調達.....	2-5
2.1.3.	その他の投入.....	2-8
2.2.	活動計画（P0）に基づく活動内容.....	2-9
2.2.1.	成果1：YCDCの水道経営能力が強化される.....	2-9
2.2.2.	成果2：YCDCの無収水管理能力が向上する.....	2-124
2.2.3.	成果3：YCDCの水質管理能力が向上する.....	2-232
2.3.	その他の活動.....	2-303
2.3.1.	国内支援委員会と合同調整委員会.....	2-303
2.3.2.	セミナー・研修活動・定例会議の実績.....	2-309
2.3.3.	重要課題運営委員会の実績.....	2-312
2.3.4.	ベースラインサーベイとエンドラインサーベイ.....	2-313
2.3.5.	広報.....	2-318
2.3.6.	主要なプロジェクト作成資料.....	2-320
3.	プロジェクト実施運営上の課題・工夫・教訓.....	3-1
4.	プロジェクト目標の達成度.....	4-1
4.1.	プロジェクトデザインマトリックス（PDM）に基づく達成状況.....	4-1
4.1.1.	成果の発現状況.....	4-1
4.1.2.	プロジェクト目標の達成発現状況.....	4-6
4.2.	評価6項目からのプロジェクトの評価.....	4-8
5.	上位目標達成に向けての提言.....	5-1
5.1.	上位目標の設定.....	5-1
5.2.	上位目標の達成見込み.....	5-2

5.3.	上位目標達成に向けての提言	5-3
5.4.	外部条件	5-5

資 料 編

資料 - 1 : PDM (Version 5 最新版、変遷経緯)

資料 - 2 : 業務フローチャート

資料 - 3 : セミナー・研修の実施実績

資料 - 4 : 定例会議等の実施実績

資料 - 5 : 供与機材・携行機材実績

資料 - 6 : 合同調整委員会議事録等

資料 - 7 : その他の活動実績

I. 流量モニタリングシステム

資料 - 8 : 専門家派遣実績

付属資料編

目次

報告書

資料番号	タイトル
1.	業務指標（PIs）による水道事業モニタリングマニュアル
2.	水道事業にかかわる規定、基準、ガイドライン
	A 水道条例（案）
	B 水道料金設定ガイドブック
	C 固定資産の管理及び経理
	D 顧客管理マニュアル（案）
	E 全部署標準手順書（SOP）（目録のみ）
3.	組織経営計画
	A 水資源水道局の将来像
	B 水資源水道局の組織再編計画
	C 水資源水道局中期経営計画
	D 水資源水道局の長期人材育成計画（案）
	E 水資源水道局の顧客サービス課の将来構想（案）
4.	管路図管理の標準手順書（SOP）
5.	無収水管理
	A 無収水管理の標準手順書（SOP）
	B 無収水管理のガイドライン、マニュアル
	C 無収水管理計画（暫定版）
	D 無収水管理研修センター研修計画
6.	水質管理
	A 水質検査・モニタリングの標準手順書（SOP）
	B 浄水場および消毒施設の運転維持管理標準手順書（SOP）
	C 水質管理計画（暫定版）

CD

番号	タイトル
CD1	水資源水道局運営改善計画（概要版）
CD2	無収水管理改善計画（第3国研修-PPWSA）
CD3	管路図管理のための研修教材
CD4	無収水管理のオンライン研修教材
CD5	ベースライン調査・キャパシティアセスメント報告書
CD6	エンドライン調査報告書
CD7	啓発活動教材
CD8	水道事業運営基礎講座教材
CD9	PPP教材
CD10	国内支援委員会の技術資料
CD11	技術移転活動記録

表 目 次

表 1-1：プロジェクト成果発現と効果持続のための追加国内業務	1-6
表 1-2：達成した成果及びプロジェクト目標の要点	1-10
表 1-3：達成した成果及びプロジェクト目標の概要	1-10
表 2-1：コンサルタント専門家の投入計画と実績（第1期：2015年6月～2017年3月）	2-1
表 2-2：コンサルタント専門家の投入計画と実績（第2期：2017年6月～2021年5月）	2-2
表 2-3：C/P メンバーリスト	2-3
表 2-4：調達資機材の概要	2-6
表 2-5：YCDC 負担事項の進捗状況	2-7
表 2-6：ミャンマー側のプロジェクト活動（第1期、第2期）費用	2-9
表 2-7：提案された組織改編案の概要	2-11
表 2-8：計画課のメンバー構成	2-14
表 2-9：計画課のメンバー構成（2018年4月）	2-15
表 2-10：計画課の職務分掌	2-15
表 2-11：顧客サービス部の分掌	2-20
表 2-12：マニュアル・SOP 等の構成	2-25
表 2-13：既存の指標データ	2-29
表 2-14：主な既存データの報告体制	2-30
表 2-15：モニタリングするPIsの対象分野と構成	2-31
表 2-16：YCDC 水資源水道局の主要業務指標	2-32
表 2-17：流量計設置の業者派遣期間および工事内容	2-34
表 2-18：流量計に係るOJTの実施日および内容	2-34
表 2-19：コンピュータ機材の明細と配置場所	2-36
表 2-20：PIs データ入力に係る主な研修実績	2-38
表 2-21：トレーナーによる研修実績	2-39
表 2-22：主要業務指標（KPIs）数と内訳	2-40
表 2-23：経営管理指標（MKPIs）	2-40
表 2-24：経営管理指標（2016年度暫定値）	2-42
表 2-25：PIs データ入力セミナー	2-44
表 2-26：現存の規則類	2-44
表 2-27：必要な規則類（PCM ワークショップ）	2-45
表 2-28：必要な規則類（T/S 事務所および地域事務所ワークショップ）	2-46
表 2-29：必要な規則類（緬日合同セミナー ワークショップ）	2-46
表 2-30：水道条例策定 ワーキング・グループメンバー	2-48
表 2-31：水道条例の最終化に向けてのワークショップ・プログラム	2-53
表 2-32：SOP 会議の開催日程および参加者数	2-57
表 2-33：部署別 SOP 策定進捗表（2020年2月末時点）	2-58
表 2-34：収益的収入の内訳表	2-63
表 2-35：収益的支出の内訳表	2-63

表 2-36 : 資本的支出の内訳表	2-64
表 2-37 : マンダレー水衛生局の水道料金の変遷	2-67
表 2-38 : 料金改定演習の試算結果	2-74
表 2-39 : 固定資産の耐用年数表(例)	2-82
表 2-40 : 耐用年数表様式 (例—続き)	2-83
表 2-41 : 耐用年数表様式 (検討途中の案)	2-83
表 2-42 : 固定資産の分類方法 (左 : 資産別、右 : 機能別)	2-84
表 2-43 : 苦情カテゴリー	2-90
表 2-44 : 苦情データ入力ワークショップ	2-90
表 2-45 : 学校プログラム実施状況	2-96
表 2-46 : 人材育成課 職員と C/P (プロジェクト終了時点)	2-101
表 2-47 : 研修管理業務 プロジェクト前後のパフォーマンス比較	2-102
表 2-48 : 全パイロット研修コースの種類と対象	2-103
表 2-49 : 人材育成計画に含まれた今後必要な研修プログラム (概要)	2-103
表 2-50 : パイロット研修 実施概要と評価結果 (抜粋)	2-105
表 2-51 : 研修講師リスト (実績)	2-106
表 2-52 : 人材育成計画の構成	2-108
表 2-53 : 人材育成課の業務分掌 (提案)	2-111
表 2-54 : 5S・改善活動実績	2-112
表 2-55 : シニア OJT インストラクター	2-113
表 2-56 : 活動の分類項目	2-117
表 2-57 : 水需要予測に係る研修概要	2-118
表 2-58 : 中期経営計画 経営管理指標値の比較 (2016/17 年度および 2018/19 年度)	2-122
表 2-59 : 中期経営計画 計画目標値と実績の比較	2-123
表 2-60 : 無収水管理課の業務内容	2-125
表 2-61 : T/S 用無収水調査票	2-127
表 2-62 : T/S 調査時のベースラインと本プロジェクトでの取り組み	2-127
表 2-63 : ヤンゴン市 T/S 別給水人口等調査情報	2-129
表 2-64 : 他ドナーによる無収水管理プロジェクト概要	2-134
表 2-65 : YCDC における管路・道路・家屋(区画割)地図整備状況 (2015 年 9 月時点)	2-136
表 2-66 : GIS 課の SOP 例 (完成図の入力)	2-141
表 2-67 : GIS 課の SOP 例(設計課向け水理解析モデルの作成)	2-142
表 2-68 : T/S における漏水修繕における現状と課題	2-146
表 2-69 : 漏水記録集計フォーマット	2-149
表 2-70 : 平板測量器による地形測量図の作成指導	2-153
表 2-71 : 管路設計研修日程と内容	2-154
表 2-72 : GIS 研修日程と内容	2-157
表 2-73 : 流量測定箇所	2-158
表 2-74 : 漏水量測定実習の日程と内容	2-160
表 2-75 : 漏水量測定結果	2-160

表 2-76 : GIS 研修日程と内容.....	2-163
表 2-77 : YCDC 北オッカラパ無収水削減プロジェクトを通じた TOT 日程 (物理的損失分野)	2-163
表 2-78 : DMA 設計から工事着手までの流れ.....	2-164
表 2-79 : 収集した対象地区の需要家情報 (道路別人口等)	2-165
表 2-80 : Phase1 と Phase2 の DMA 構築工事に必要な資機材 (概要)	2-168
表 2-81 : 総配水量 (ノースオカラパ)	2-170
表 2-82 : 2018 年 1 月使用水量 (ノースオカラパ)	2-170
表 2-83 : 座学研修用研修教材	2-175
表 2-84 : 研修ヤード実技用の研修教材	2-175
表 2-85 : 無収水関連 SOP.....	2-176
表 2-86 : パイロットプロジェクト実施工程	2-180
表 2-87 : 無収水管理研修計画	2-181
表 2-88 : DMA 設計作業日程.....	2-182
表 2-89 : パイロット地区における流量測定結果	2-185
表 2-90 : パイロットエリア流入量及び使用量 (改善前)	2-186
表 2-91 : パイロットプロジェクト研修項目	2-187
表 2-92 : 路線別・管種別進捗状況表	2-188
表 2-93 : 統合管布設進捗状況表	2-191
表 2-94 : 水圧試験実施概要と結果	2-194
表 2-95 : プロジェクト実施前後の無収水率	2-196
表 2-96 : 給水状況の改善結果	2-197
表 2-97 : パイロットプロジェクトによる無収水削減費用の回収期間の算定	2-200
表 2-98 : 業態別メータ口径別設置個数	2-204
表 2-99 : 機能不良メータ調査結果	2-205
表 2-100 : 必要となる規則類	2-213
表 2-101 : 研修ヤードを用いた研修計画	2-218
表 2-102 : ヤンゴン市全域における無収水率	2-228
表 2-103 : 第三国研修を通じた改善計画案	2-229
表 2-104 : 無収水管理計画 (案)	2-230
表 2-105 : 開始した中期活動計画項目	2-232
表 2-106 : 新設された浄水課の職務分掌	2-233
表 2-107 : 浄水処理技術セミナーの開催実績及び概要	2-234
表 2-108 : 急速ろ過池改善調査対策 TFT セミナー	2-235
表 2-109 : 成果 3 チーム合同セミナー&ミーティング (Joint seminar & meeting)	2-235
表 2-110 : 専門的技術セミナーの開催実績及び概要	2-238
表 2-111 : プロジェクト開始当時の水質モニタリング項目	2-240
表 2-112 : プロジェクト開始時の水質モニタリング計画の概要	2-241
表 2-113 : 課題と本プロジェクトでの対応	2-241
表 2-114 : 水資源水道局の水質モニタリング組織	2-242

表 2-115 : 中央ラボ水質モニタリング項目	2-242
表 2-116 : 新設された塩素処理施設	2-243
表 2-117 : 中央ラボの水質モニタリング計画	2-243
表 2-118 : ミニラボの水質モニタリング計画	2-244
表 2-119 : 得られた水質データとそれによる水質改善対策	2-245
表 2-120 : ニャンナピン浄水場給水区域調査結果概要 (2020年2月)	2-248
表 2-121 : イェグーポンプ場配水池2月平均濁度	2-248
表 2-122 : ろ過材の設計層厚	2-257
表 2-123 : ニャンナピン浄水場の設計諸元	2-259
表 2-124 : 研修項目と想受講者及び講師	2-262
表 2-125 : 水質分析のセミナー概要	2-263
表 2-126 : 分析精度管理に関するセミナーリスト	2-263
表 2-127 : 浄水場などで作成された標準作業手順書(研修教材)の数	2-264
表 2-128 : 第三国研修の研修プログラム	2-265
表 2-129 : 中央ラボ水質検査・モニタリングのSOP番号	2-267
表 2-130 : ミニラボ水質検査・モニタリングのSOP	2-268
表 2-131 : ニャンナピン浄水場のSOPリスト	2-268
表 2-132 : イェグーポンプ場消毒施設(電解生成)のSOPリスト	2-269
表 2-133 : 第1回 調達機材リスト	2-269
表 2-134 : 水質機材の配置	2-270
表 2-135 : 第2回調達機材リスト:携帯型超音波流量計	2-271
表 2-136 : 第2回調達機材リスト:乾燥機及びデシケーター	2-271
表 2-137 : 砂ろ過池の問題点	2-276
表 2-138 : 砂ろ過池の改善・改修点	2-277
表 2-139 : Phase2パイロットろ過池の濁度除去結果のまとめ	2-283
表 2-140 : Phase1パイロットろ過池の濁度除去結果のまとめ	2-284
表 2-141 : ニャンナピン浄水場の改善項目	2-284
表 2-142 : ニャンナピン浄水場及びイェグーポンプ場でのOJT実施回数	2-285
表 2-143 : ラグンビン浄水場の運転維持管理体制	2-285
表 2-144 : ジョビュー貯水池浄水処理施設の概要	2-291
表 2-145 : 実験による確認項目	2-293
表 2-146 : 直接ろ過装置の実験条件	2-294
表 2-147 : ジョビュー貯水池における実験結果(1)	2-295
表 2-148 : ジョビュー貯水池における実験結果(2)	2-296
表 2-149 : ロウガ貯水池における実験結果	2-298
表 2-150 : ジョビュー貯水池及びロウガ貯水池の原水中のマンガン濃度	2-300
表 2-151 : 国内支援委員リスト	2-304
表 2-152 : 合同調整委員会の概要	2-305
表 2-153 : 合同調整委員会及び国内支援委員現地業務の実績	2-306
表 2-154 : 国内支援委員の現地派遣実績	2-306

表 2-155 : 国内支援委員会及び JICA からの発表内容	2-307
表 2-156 : セミナー・研修実績の要約	2-309
表 2-157 : プロジェクトで実施した国外研修の概要	2-310
表 2-158 : プロジェクトで支援した国外セミナー・会議への参加概要	2-312
表 2-159 : S/C メンバーリスト	2-312
表 2-160 : S/C 実績の要約	2-313
表 2-161 : プロジェクト作成資料	2-321

目 次

図 1-1 : YCDC の水道経営能力が向上する (成果 1)	1-7
図 1-2 : YCDC の無収水管理能力が高まる (成果 2)	1-8
図 1-3 : YCDC の水質管理能力が向上する (成果 3) と共通活動	1-9
図 1-4 : 上位目標の達成への道筋 (コンセプト)	1-11
図 2-1 : 水資源水道局の将来像と中長期の目標	2-10
図 2-2 : 将来像達成のための戦略マップ	2-10
図 2-3 : 水資源水道局の組織改編案	2-12
図 2-4 : YCDC の新組織構成 (案)	2-13
図 2-5 : 計画課の組織体制	2-15
図 2-6 : 顧客サービス部の組織	2-19
図 2-7 : 料金徴収システム改善計画	2-22
図 2-8 : 優先すべき顧客サービス課の取組	2-23
図 2-9 : 顧客一覧画面	2-24
図 2-10 : 顧客サービス管理課の将来構想	2-27
図 2-11 : 顧客サービス管理課の将来構想の実現に向けた当面のスケジュール	2-28
図 2-12 : PIs データ月例報告書の表紙とデータシート	2-33
図 2-13 : PIs のデータ収集体制 (概念図)	2-37
図 2-14 : 給水接続数の推移 (C/P 作成)	2-42
図 2-15 : 収益的収支の内訳グラフ	2-62
図 2-16 : 財政収支の内訳グラフ	2-63
図 2-17 : 予算決定のプロセス	2-65
図 2-18 : 各種計画の計画年度	2-67
図 2-19 : 広報活動計画 (スケジュール)	2-88
図 2-20 : カテゴリー別苦情割合	2-91
図 2-21 : カテゴリー別苦情数	2-91
図 2-22 : 地域事務所別苦情数	2-92
図 2-23 : 地域事務所 (District) 別苦情割合	2-92
図 2-24 : 水資源水道局カレンダー	2-94

図 2-25：学校プログラム用プレゼンテーション（一部）	2-95
図 2-26：水資源水道局組織図（2020年11月末現在）	2-109
図 2-27：分割前 総務課の組織図	2-110
図 2-28：提案 -人材育成課分割後の総務課(右)及び人材育成課(左)の組織図	2-110
図 2-29：中期経営計画の策定サイクル	2-115
図 2-30：中期経営計画の策定プロセス	2-116
図 2-31：中期経営計画活動案	2-117
図 2-32：資本的支出の予算額算定の概念	2-117
図 2-33：水需要量の算定フロー	2-119
図 2-34：水需要供給計画	2-119
図 2-35：活動の選定方針	2-120
図 2-36：中期経営計画における活動選定フロー	2-120
図 2-37：無収水管理課 (NRW Management Section) の組織	2-125
図 2-38：水資源水道局給水工事関連業務フロー	2-130
図 2-39：水資源水道局管路工事関連業務フロー	2-131
図 2-40：他ドナーによる無収水対策プロジェクトの位置	2-135
図 2-41：水資源水道局の AutoCAD 管路図更新の際に用いられる計画概略図(サンプル)	2-137
図 2-42：パイロット地区の基図（現地測量に基づく道路形状及び土地区画）	2-138
図 2-43：試掘位置と試掘結果例(試掘 No. 3)	2-139
図 2-44：パイロット地区の顧客情報例	2-140
図 2-45：配水管整備工事で使用しているフリースケール図面例	2-143
図 2-46：従来の漏水修繕記録（JICA 個別専門家）	2-148
図 2-47：改定した漏水修繕記録	2-148
図 2-48：漏水修繕記録に係る新業務フロー	2-149
図 2-49：管径別漏水発生件数	2-150
図 2-50：管種別漏水発生率	2-150
図 2-51：管路図上での漏水箇所記録イメージ	2-151
図 2-52：漏水修繕箇所マップの WRAWSA-GIS への重ね合わせ状況	2-151
図 2-53：ノースオカラパ T/S(南部)の水理モデル (EPANET)	2-155
図 2-54：パイロット地区流入予定地点の水圧測定結果	2-156
図 2-55：Pyawbweisu ポンプ場での流量測定結果(測定位置 No. 1 及び No. 2)	2-158
図 2-56：ロウガ自然流下系の流量測定結果(測定位置 No. 3)	2-159
図 2-57：水資源水道局作成図面	2-162
図 2-58：専門家作成事例図面	2-162
図 2-59：ノースオカラパ地区の DMA 設計実習	2-163
図 2-60：ティンガンジュン地区の DMA 設計実習	2-163
図 2-61：対象地区の既設管情報(水資源水道局の設計課と GIS 課保有)	2-165
図 2-62：対象エリア地区の既設管情報(現地調査後)	2-166
図 2-63：対象地区の既設管詳細情報(一部拡大)	2-167
図 2-64：DMA の構築 Phase と各 Phase(DMA) の流入箇所(計画)	2-167

図 2-65 : 流量測定箇所	2-169
図 2-66 : ノースオカラパ流量測定結果	2-169
図 2-67 : 工事完成図の GIS へのマッピング作業	2-172
図 2-68 : 水資源水道局における完成図の作成と GIS 更新フロー(将来)	2-172
図 2-69 : ステップテスト結果	2-174
図 2-70 : パイロットエリア選定地区とヤンキン T/S でのドナープロジェクト状況....	2-177
図 2-71 : パイロットプロジェクト全体スケジュール	2-179
図 2-72 : DMA 構築後の管路形状・口径最終案.....	2-183
図 2-73 : DMA 構築後の水頭分布(パイロット地区入口水頭が 4m の場合)	2-183
図 2-74 : パイロット地区(Phase 別)	2-184
図 2-75 : 流入量計測ポイント	2-186
図 2-76 : 配水管布設日進状況	2-189
図 2-77 : パイロットプロジェクトにおける給水管標準配管図	2-190
図 2-78 : 統合管布設状況図	2-191
図 2-79 : パイロット地区内統合給水管図	2-192
図 2-80 : 工事日報	2-192
図 2-81 : 工事完成図面サンプル(専門家作成)	2-193
図 2-82 : プロジェクト実施前後の無収水率	2-196
図 2-83 : DMA 構築による無収水管理モデル.....	2-201
図 2-84 : 無収水管理の規則類と部課の関係図	2-214
図 2-85 : 研修ヤード活用イメージ	2-219
図 2-86 : 研修ヤード建設地	2-220
図 2-87 : 研修ヤード研修用配管設備設計図	2-221
図 2-88 : 地下ピット内配管部詳細図	2-222
図 2-89 : 浄水課の組織	2-233
図 2-90 : 水質モニタリングの結果報告とフィードバックの体制	2-244
図 2-91 : イェグーポンプ場下流の残留塩素濃度	2-245
図 2-92 : ヤンキン T/S の DMA における残留塩素及び糞便性大腸菌・大腸菌群測定結果	2-246
図 2-93 : ニャンナピン浄水場給水区域調査地点	2-247
図 2-94 : ニャンナピン浄水場からの距離と残留塩素濃度	2-249
図 2-95 : イェグーポンプ場下流の残留塩素減少	2-250
図 2-96 : ニャンナピン浄水場下流の残留塩素減少	2-250
図 2-97 : YCDC 管井戸、個人所有管井戸、給水栓サンプリング地点(ヤンゴン西地区)	2-253
図 2-98 : Annual Report(水質年報)	2-261
図 2-99 : SOP の体系.....	2-266
図 2-100 : Phase1 の 12 沈殿池におけるスラッジの増加.....	2-274
図 2-101 : Phase1 沈でん池におけるスラッジを巻き上げる限界流速の計算結果.....	2-275
図 2-102 : Phase2 沈でん池におけるスラッジを巻き上げる限界流速の計算結果.....	2-275
図 2-103 : Phase2 パイロットろ過池の濁度.....	2-281

図 2-104 : Phase1 パイロットろ過池の濁度	2-283
図 2-105 : イェグーポンプ場消毒施設の運転維持管理体制	2-287
図 2-106 : ロウガ貯水池消毒施設の運転維持管理体制	2-288
図 2-107 : ニャンナピン浄水場消毒施設の運転維持管理体制	2-288
図 2-108 : ジョビュー貯水池沈殿施設平面図	2-291
図 2-109 : ジョビュー貯水池における濁度の測定結果	2-297
図 2-110 : ロウガ貯水池における濁度の測定結果	2-299
図 2-111 : 直接ろ過実験での洗浄排水濁度の測定結果	2-300
図 2-112 : 当面の急速ろ過池改造計画	2-303
図 2-113 : 合同調整委員会のメインテーマと実施手順イメージ	2-305
図 3-1 : 9 回の合同調整委員会のメインテーマと実施手順イメージ	3-6
図 3-2 : 将来像、組織、アクションと計画・規則類の関係図	3-8
図 3-3 : 上位計画達成コンセプトのイメージ	3-18

写 真 目 次

写真 2-1 : 顧客サービス部発足によるキックオフミーティング	2-20
写真 2-2 : エクセルによる検針・徴収金データ処理の操作説明及び訓練	2-24
写真 2-3 : 業務マニュアル・セミナー	2-25
写真 2-4 : PIs にかかるトレーナー研修	2-30
写真 2-5 : 流量計に係る OJT 実施状況	2-35
写真 2-6 : 経営管理指標算定に係る研修	2-43
写真 2-7 : S/C3 及び水道条例 WG のキックオフ会議	2-49
写真 2-8 : WG によるワークショップ、3 月 6 日に Ms. Thwe Naing Oo (ACE) を議長とした水道条例を検討する WG メンバーがワークショップを開催	2-50
写真 2-9 : 国内支援委員とのワークショップ、2018 年 2 月 21 日、浜中委員と条例策定ワーキング・グループメンバーによるワークショップを開催	2-52
写真 2-10 : SOP 会議	2-56
写真 2-11 : 写真左 FRS for SMEs : ミャンマー中小企業向け財務報告基準、写真右 MAS : ミャンマー会計基準	2-66
写真 2-12 : 財務管理・資本的支出に関するミニ・セミナー	2-69
写真 2-13 : 国内支援委員と財務所管部署の業務に関するワークショップを開催	2-70
写真 2-14 : 財務課 C/P で料金設定について議論	2-73
写真 2-15 : 国内支援委員を交えて固定資産管理について議論	2-79
写真 2-16 : 固定資産台帳の様式	2-80
写真 2-17 : 第 1 回固定資産委員会の開催	2-81
写真 2-18 : 財務チームは固定資産経理について議論	2-85
写真 2-19 : プロジェクト当初の頃の財務 C/P 主要メンバー (2016 年 2 月)	2-86

写真 2-20 : 2020 年 1 月の財務 C/P メンバー	2-86
写真 2-21 : 水資源水道局ニュース	2-89
写真 2-22 : 水資源水道局内ホワイトボード	2-89
写真 2-23 : 学校プログラム用配布グッズ	2-96
写真 2-24 : 学校プログラム	2-97
写真 2-25 : 学校でのパネルの設置	2-98
写真 2-26 : 一般市民向け啓発活動	2-98
写真 2-27 : YCDC ビル入り口のポスター	2-99
写真 2-28 : 研修の様子	2-104
写真 2-29 : シニア OJT インストラクター・ワークショップの実施	2-113
写真 2-30 : OJT ハンドブック 表紙 (左)・目次 (右)	2-114
写真 2-31 : 水需要予測に係る研修 1	2-119
写真 2-32 : 水需要予測に係る研修 2	2-119
写真 2-33 : 中期経営計画 本編および小冊子	2-121
写真 2-34 : 中期経営計画セミナー	2-121
写真 2-35 : 水路の中に布設されている配水管の水中での漏水修繕	2-147
写真 2-36 : 小口径配水管からの漏水状況	2-152
写真 2-37 : 送水管継手部からの給水管分岐	2-153
写真 2-38 : 耐水圧試験研修	2-160
写真 2-39 : GIS 研修	2-163
写真 2-40 : 将来水需要の予測方法研修	2-163
写真 2-41 : 流量計室 (流入口)	2-164
写真 2-42 : 水資源水道局製メータボックス	2-164
写真 2-43 : 穿孔機での給水分岐	2-164
写真 2-44 : 水資源水道局製バルブボックス	2-164
写真 2-45 : トータルステーションを用いた現地測量	2-165
写真 2-46 : 配水管布設工事	2-170
写真 2-47 : 流量計室入口	2-171
写真 2-48 : WRAWSA 製メータボックス	2-171
写真 2-49 : 穿孔機を用いた給水穿孔	2-171
写真 2-50 : WRAWSA 製バルブボックス	2-171
写真 2-51 : 作業状況	2-173
写真 2-52 : 超音波流量計での測定状況	2-173
写真 2-53 : RRVP の接合実習	2-185
写真 2-54 : 漏水の発生状況と修繕	2-195
写真 2-55 : 給水車への補給 (イエグポンプ場内)	2-206
写真 2-56 : 給水船への補給施設	2-207
写真 2-57 : 給水船	2-207
写真 2-58 : ジョビュー送水管に近接設置の破損メータ	2-208
写真 2-59 : C/P によるメータ機能チェック	2-213

写真 2-60 : 取り外した破損メータ	2-213
写真 2-61 : 顧客メータ設置状況	2-216
写真 2-62 : 研修ルーム	2-223
写真 2-63 : 研修棟(正面)	2-223
写真 2-64 : トレーニングヤードの設備	2-224
写真 2-65 : 中央ラボ職員によるミニラボ職員の技術指導	2-264
写真 2-66 : ニャンナピン浄水場での SOP を用いた研修	2-265
写真 2-67 : 原子吸光光度計	2-271
写真 2-68 : ロウガ・ミニラボの SOP	2-272
写真 2-69 : Phase1No.1 沈殿池に増設された排泥パイプ	2-273
写真 2-70 : Phase1No.1 沈殿池に増設された	2-273
写真 2-71 : Phase1No.1 沈殿池の修理された	2-273
写真 2-72 : 沈殿池汚泥引抜方法の効率化	2-276
写真 2-73 : Phase2 ろ過池改修時の様子	2-278
写真 2-74 : Phase1 ろ過池の改修時の様子	2-279
写真 2-75 : イェゲーポンプ場における SOP 試行結果の検証 (レビュー)	2-285
写真 2-76 : 貯水池及びイェゲーポンプ場のミニラボ	2-289
写真 2-77 : ミニラボの測定機材 (ロウガミニラボ)	2-289
写真 2-78 : 中央ラボ職員による巡回技術指導 (ロウガミニラボ)	2-290
写真 2-79 : 専門家による巡回技術指導	2-290
写真 2-80 : ジョビュー貯水池浄水処理施設	2-291
写真 2-81 : ジョビュー貯水池の実験装置	2-293
写真 2-82 : ロウガ貯水池の実験装置	2-293
写真 2-83 : 洗浄排水の外観	2-300
写真 2-84 : 第 1 回、第 2 回 JCC、国内支援委員会に関するニュース	2-318
写真 2-85 : 学校プログラム活動の掲載記事	2-319
写真 2-86 : 塩素注入開始のお知らせ	2-319
写真 2-87 : 2020 年 1 月 28 日 City News に掲載された市長による無収水研修センター視察	2-320

略 語

略語	英語	日本語
AAS	Atomic absorption spectrophotometer	原子吸光光度計
AC	Advisory Committee	国内支援委員会
ACE	Assistant Chief Engineer	チーフエンジニア補佐/局長補佐
ACH	Aluminium Chloride Hydrate	アルミニウムクロロハイドレート
AE	Assistant Engineer	アシスタントエンジニア
CA	Capacity Assessment	キャパシティアセスメント
CD	Capacity Development	能力開発
CE	Chief Engineer	チーフエンジニア/局長
C/P	Counterpart	カウンターパート
Daw	Ms.	-
DMA	District Metered Area	流量管理区域(DMA)
DYCE	Deputy Chief Engineer	副チーフエンジニア/副局長
EDWS	Engineering Department (Water and Sanitation) (Present WRAWSA)	水衛生局
EE	Executive Engineer	上級技師
FY	Fiscal year	年度
GOM	Government of Myanmar	ミャンマー政府
HDPE	High Density Polyethylene Pipe	高密度ポリエチレン管
HRD	Human Resource Development	人材育成
IWA	International Water Association	世界水協会
JE	Junior Engineer	初級技師
JICA	Japan International Cooperation Agency	独立行政法人国際協力機構
MGD	Million Gallons per Day	百万ガロン/日
MJJS	Myanmar Japan Joint Seminar	緬日合同セミナー
MKPI	Management Key Performance Indicators	経営管理指標
MNDWQS	Myanmar National Drinking Water Quality Standard	ミャンマー飲料水水質基準
M/P	Water Supply System Master Plan in the Project for the Improvement of Water Supply, Sewerage and Drainage System in Yangon City	ヤンゴン市上下水道改善プログラム 上水道マスタープラン
NRW	Non-Revenue Water	無収水
O&M	Operation and Maintenance	運転維持管理
Off-JT	Off-the-Job Training	オフ JT
OJT	On-the-Job Training	OJT
PAC	Polyaluminium chloride	ポリ塩化アルミニウム
PDCA Cycle	Plan-Do-Check-Action Cycle	計画・実行・評価・改善サイクル
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
PPP	Public Private Partnership	官民パートナーシップ
PIs	Performance Indicators	業務指標
PS	Pumping Station	ポンプ場

略語	英語	日本語
RSGM	Regulations, standards, guidelines, and manuals	規則類
S/C	Steering Committee	重要課題運営委員会
SOP	Standard Operation Procedure	標準手順書
SR	Service Reservoir	配水池
SS	Suspended Solid	懸濁物質
TFT	Task Force Team	タスクフォースチーム
TOT	Training of Trainers	講師（トレーナー）研修
T/S	Township	タウンシップ
U	Mr.	-
WRAWSA	Water Resource and Water Supply Authority (Former EDWS)	水資源水道局
WTP	Water Treatment Plant	浄水場
YCDC	Yangon City Development Committee	ヤンゴン市開発委員会
YESC	Yangon Electricity Supply Corporation	ヤンゴン配電会社
YRG	Yangon Region Government	ヤンゴン地域政府

地名

英語	日本語
Aungtagon and Barlar	アウンタゴン アンド バーラー
Bahan	バハン
Gyobyu	ジョビュー
Hlaingtharyar	ラインターヤー
Hlawga	ロウガ
Insein	インセン
Inya Lake	インヤ湖
Kamaryut	カマユート
Kokkine	コカイン
Kokkowa	コッコワ
Kyauktada	チャウタダ
Kyeemyindaing	キーミンダイン
Lagunbyin	ラグンビン
Ngamoeyeik	ガモエク
Mayangone	マヤンゴン
Mingalardon	ミンガラドン
Nyaunghnapin	ニャンナピン
North Okkalapa	ノースオカラパ
Phugyi	フィジー
Pazundaung	パズンダン
Pywbwesu	ピョウベズ
Seikkan	セイカン
Shwedagon	シュエダゴン

英語	日本語
Shwepyithar	シュエピタ
South Okkalapa	サウスオカラパ
Tarmwe	タムウエ
Thaephyu	タイピュー
Thaketa	タケタ
Thingangyun	ティンガンジュン
Yangonpauk	ヤンゴンブック
Yankin	ヤンキン
Yegu	イエグー

1. プロジェクトの概要

1.1. 背景・経緯

ミャンマーの旧首都のヤンゴン市は、国の人口約 5,142 万人のうち約 1 割にあたる 521 万人 (2014 年国勢調査) が集中する中心都市である。ヤンゴン市の上水道施設整備は 1842 年に始まり、現在では 4 つの貯水池と多数の井戸を水源として給水が行われている。ヤンゴン市の上水道整備を所掌しているのはヤンゴン市開発委員会 (Yangon City Development Committee, 以下「YCDC」) の水資源水道局 (Water Resource and Water Supply Authority: 「WRAWSA」) である。同局は 2019 年 4 月に水衛生局 (Engineering Department (Water and Sanitation): 「EDWS」) から改組された。

YCDC から配水管網による給水を受けている人口は、ヤンゴン市全体の約 37% (2011 年) であり、市の中心部では 24 時間給水を達成しているものの、ヤンゴン市全体の平均給水時間は 9.2 時間に留まっている。他方、近年ヤンゴン市は急速な経済発展が進んでおり、人口増加や商業・産業等の発展による急速な水需要の増加を満たすための段階的な上水道整備が喫緊の課題となっている。また、既存の上水道施設については、水源の 9 割を表流水 (貯水池) に依存しているが、その 3 分の 2 は浄水処理が行われていない他、消毒は市内のポンプ場 1 箇所にて不定期に実施されているのみであり、浄水場における浄水処理も十分ではない。加えて、ヤンゴン市の無収水率は 66% に及ぶと分析されており、有収水についても水道料金が低く抑えられているため (メータの設置された家庭で約 8 円/m³、設置されていない家庭で月額約 170 円)、水道料金収入は十分ではない。そのような無収水対策に対する YCDC の対応は、頻繁に起こる施設・機材の故障や断水への応急的な対応に留まり、新規の施設整備や、老朽化した施設の更新には十分に対応できていない状況にある。

こうした背景のもと、JICA は「ヤンゴン市上下水道改善プログラム協力準備調査」(2012 年～2014 年) を通じて、2040 年を目標としたヤンゴン市の水ビジョン及び上水道マスタープランの策定を支援した。また、同マスタープランに基づき、有償資金協力「ヤンゴン都市圏上水整備事業」の借款契約 (L/A) を 2014 年 9 月に締結し、上水道施設整備によるヤンゴン市東部及びティラワ特別経済特区への給水、並びにヤンゴン市内の既存上水道施設における塩素消毒設備設置を実施中である。

他方、水資源水道局には計画部門がなく、明文化された計画や基準、標準作業要領 (SOP) 等に沿った水道事業の実施や、業務指標 (パフォーマンスインディケーター、PIs) を用いた定量的な業績評価とそれに基づく業務改善、適切な収入を確保するための財務管理、人材育成、広報や顧客対応等といった水道経営については必ずしも十分ではない。また、上述の無収水管理及び水質管理についても課題が多い。こうした組織能力にかかる課題や改善計画については、上述のマスタープランにて分析されており、持続的な給水サービスを確保するためには、円借款による施設整備と並行して YCDC の組織能力強化を行う必要がある。JICA は長期専門家「ヤンゴン市生活用水供給アドバイザー」を福岡市水道局から派遣し、2015 年度から後任として長期専門家「水供給・衛生アドバイザー」が派遣されているが、個別専門家による政策アドバイスに加えて、上述のような幅広い課題に対応した集中的な組織能力、実務能力の強化が必要となっている。こうした背景を踏まえ、YCDC は我が国に対し、組織能力強化にかかる技術協力を要請した。JICA は YCDC 水道事業運営改善プロジェクト (以降、本プロジェクト) を実施することを決め、2015 年 7 月から専門家を派遣した。

1.2. プロジェクトの概要

(1) プロジェクト名	ヤンゴン市開発委員会 (YCDC) 水道事業運営改善プロジェクト
(2) 上位目標	YCDC による上水道サービスが改善される。
(3) プロジェクト目標	YCDC の水道事業運営能力が向上する。
(4) 期待される成果	成果 1 : YCDC の水道経営能力が強化される。 成果 2 : YCDC の無収水削減能力が強化される。 成果 3 : YCDC の水質管理能力が強化される。
(5) プロジェクト対象地域	ミャンマー連邦共和国、ヤンゴン都市圏
(6) 関係官庁・機関	ヤンゴン市開発委員会 (YCDC)

1.3. 目的

「ヤンゴン市開発委員会水道事業運営改善プロジェクト」に関し、当該プロジェクトに係る R/D に基づき業務（活動）を実施することにより、期待される成果を発現し、プロジェクト目標を達成する。

1.4. PDM と活動計画

1.4.1. PDM の改定

PDM の最終版 (Version 5) と変更履歴を資料-1 に示す。PDM の変遷を以下に示す。

(1) PDM の変更の経過

1) 第 1 回修正 R/D

第 1 回合同調整委員会 (2016 年 1 月 29 日) において、PDM Ver. 1 の改定が合意され、2016 年 3 月 30 日に第 1 回修正 R/D が合意された。主要な変更点は以下のとおりである。併せて機材調達内容も確定した (「2.1.2」参照)。

- a. 部課新設にかかる活動追加
- b. PIs モニタリングのための活動追加
- c. 水質管理 (浄水処理) の活動追加
- d. 貯水池を対象とした水質改善 OJT に係る活動追加
- e. 追加活動に関する指標の追加
- f. 調達資機材の確定

2) 第 2 回修正 R/D

第 3 回合同調整委員会 (2017 年 2 月 1 日) において、PDM Ver. 2 の改定が合意され、2017 年 5 月 5 日に第 2 回修正 R/D が合意された。主要な変更点は以下の追加活動である。併せて、追加機材調達内容も合意した (「2.1.2」参照)。

- 新設された顧客サービス部の業務確立のサポート活動
- 給水条例 (案) の策定
- 無収水管理研修ヤードの整備
- YCDC が実施する無収水管理パイロットプロジェクト (ノースオカラパ) の支援

3) 第3回修正 R/D

第5回合同調整委員会（2018年2月26日）において、PDM Ver. 3の改定が合意され、2018年9月19日に第3回修正 R/D が合意された。主要な変更点は、PDMの指標体系の見直しと指標値の設定である。見直しのコンセプトは、プロジェクト目標達成からインパクトを発現し上位目標を達成する道筋を検討し指標体系を再構築した。変更後の指標は以下のとおりである。

要約	指標(変更後)
[上位目標] ヤンゴン市開発委員会 (YCDC) による上水道サービスが改善される。	1: 設定された経営管理指標 (MKPIs) の指標値が改善する。 2: YCDC の給水区域の無収水率が〇〇%から〇〇%に低下する。 3: YCDC による水質検査において、濁度の水質基準を満たす率が〇〇%から〇〇%に増加する。塩素濃度が 0.2 mg/l 以上を満たす率が 0%から〇〇%に増加する。
[プロジェクト目標] YCDC の水道事業運営能力が向上する。	1: 重要課題運営委員会 (S/C) が組織化され、水道事業運営の改善が実施される。 2: 水衛生局の中期経営計画が水衛生局内で承認される。 3: 中期経営計画の実施が、MKPIs に基づき定期的にモニタリングされる。 4: YCDC の給水区域全域において、無収水率が把握され、モニタリングされる。 5: YCDC の無収水削減活動計画が水衛生局内で承認される。 6: YCDC の全域において、水質が把握され、モニタリングされる。 7: YCDC の水質管理改善活動計画が水衛生局内で承認される。
[成果]	
1. YCDC の水道経営能力が向上する。	1.1: 料金徴収業務の改善計画が水衛生局内で承認される。 1.2: 水衛生局の人材育成計画が水衛生局内で承認される。 1.3: 水衛生局内の水道の規程、基準、ガイドライン案が水衛生局内で承認される。 1.4: 水衛生局新組織構成が市長に承認される。 1.5: 計画課の正規職員2人がPDCAサイクルを指導できる。
2. YCDC の無収水管理能力が向上する。	2.1: 無収水対策のマニュアルが YCDC 職員に活用される。 2.2: パイロット地区の顧客情報や配管データが整備・更新される。 2.3: YCDC 職員の無収水管理研修の講師として8人が養成される。 2.4: 無収水管理研修計画に基づいて YCDC 職員が研修を受講する。 2.5: パイロット地区において無収水率が25%に削減される。
3. YCDC の水質管理能力が向上する。	3.1: 水質管理のマニュアルが YCDC 職員に活用される。 3.2: 中央ラボとミナラボにおける簡易水質検査結果が記録・モニタリングされる。 3.3: YCDC 職員の水質管理研修の講師として4人が養成される。 3.4: 水質管理研修計画に基づいて YCDC 職員が研修を受講する。 3.5: ニャウフナッピン浄水場のパイロットろ過池系列において、濁度が1NTU以下に制御される。 3.6: ラグンピン浄水場の維持管理体制が整備される。 3.7: 塩素消毒施設の維持管理体制が整備される。

備考:水衛生局は水資源水道局 (WRAWSA) を示す。

4) 第4回修正 R/D

第4回修正 R/D は2020年7月3日に合意された。新型コロナウイルス感染拡大に伴い、プロジェクト活動の一部が中断された。プロジェクトチームが活動を再開した後にプロジェクトの目的を達成するため、プロジェクト期間を延長した。延長期間を半年として、プロジェクト期間を2020年12月までとした。加えて、新型コロナウイルス感染拡大に対応するための支援活動を行うこと追加した。

5) 第5回修正 R/D

第5回修正 R/D は2020年12月30日に合意された。第4回修正 R/D でプロジェクト期間が1回

延長されたが、プロジェクト活動はまだ中断されており、2回目の期間延長を行った。延長期間を半年として、プロジェクト期間を2021年6月までとした。

(2) 追加修正された活動内容

1) PDMver1

PDMver1で以下の活動及び指標が追加された。

a. 部課新設にかかる活動追加

- 「1-1 水衛生局全体の組織構成を作成する」として、組織改編提案を組織経営計画に含める活動を追加する。本活動の追加に関し、成果1の達成指標として「1-4 水衛生局新組織構成が市長に承認される。」を追加した。
- 既存PDMにて、YCDC水衛生局に対し、計画課(セクション)及び無収水管理ユニット(セクション(課))を設置することとしていたが、ベースライン調査結果を踏まえ、これらに加えて以下の部署設置を新たに活動に含める。
 - 顧客サービス部
 - 浄水課

詳細活動項目

1-3 顧客サービス部を設立する

1-3-1 水衛生局内に顧客サービス部を設置する

1-3-2 顧客サービス部の職務分掌を規定する

3-1 浄水課を設立する

3-1-1 水衛生局内に浄水課を設置する

3-1-2 浄水課の職務分掌を規定する

3-1-3 浄水場でのスタディツアーとともに基礎浄水処理技術のセミナーとを行う

b. PI モニタリングのための活動追加

- 水道事業の重要なPIsの一つである送配水量がモニタリングされていない。従って、送配水量をモニタリングするための機材を設置し流量をモニタリングする。
- 水資源水道局のT/S事務所や出先事務所では、手書き記録や手計算で業務が行われている。PIデータをより効果的に収集するため、各事務所にコンピュータを設置し電子データベースを構築する。

詳細活動項目

1-3-4 送配水流量計とデータロガーを設置し流量を収集する

1-3-5 現場事務所にコンピュータ(印刷機、ソフトウェア含む)を導入する

1-3-6 業務指標の設定に必要なデータを収集する

c. 水質管理(浄水処理)の活動追加

- 当初計画では、パイロット浄水場(ニャンナピン浄水場)におけるSOP(標準手順書)やマニュアルの作成を踏まえたOJTを実施する計画であった。他方、ベースライン調査の結果、SOPやマニュアルの作成、OJTを開始する前に、パイロット浄水場の機能を診断の上、浄水効果発現のための計画作成を行う必要があることが判明した。

- 「3-5 パイロット浄水場及び消毒施設において、水質管理を行う」の一環として上記活動を追加することとし、本計画に基づいて YCDC 側がパイロット浄水場の改善を実施する方針である。
- 本活動の実施においては、YCDC の資金力や技術力を十分に踏まえ、実現可能な計画を作成する点に留意する。

詳細活動項目

- 3-5-1 水質分析と水質管理機材を調達する
- 3-5-3 ニャンナピン浄水場の浄水プロセスの機能診断をする
- 3-5-4 パイロットろ過池を通してニャンナピン浄水場の機能改善方策を策定する
- 3-5-5 ニャンナピン浄水場の改善計画を作成する

d. 貯水池を対象とした水質改善 OJT に係る活動追加

- 当初計画では、水質改善計画についてはパイロット浄水場を対象としており、無処理貯水池水の水質調査及び水質改善計画の作成は計画していない。他方、ベースライン調査の結果、無処理貯水池の配水により、懸濁物質や水生生物が、蛇口での水質悪化を招くことに加え、顧客メータを破損させる原因となっていることが分かった。
- 従い、YCDC 側より新たに貯水池を対象とした水質改善 OJT に係る活動を追加する要望に対し、以下の通り、現状の調査及び改善計画の立案（施設設計は含まない）を行うこととした。

詳細活動項目

- 3-6 貯水池から直接供給される水の水質改善に関する OJT を実施する
 - 3-6-1 貯水池水の水質問題を把握する
 - 3-6-2 貯水池からの直接供給水の水質改善方策を検討する

e. 追加された指標

成果 1. 「YCDC の水道経営能力が向上する」の指標として、「指標 4：水衛生局新組織構成が市長に承認される。」が追加された。

2) PDM Ver. 2

PDM Ver. 2 で以下の活動が追加された。

- a. 水衛生局の顧客サービスに係る T/S 指導体制を構築し、T/S 職員へ顧客サービス業務の研修を行う。また、本部から T/S へ業務改善指導を行う。YCDC に新たに導入されている e-government システムの調査を実施するとともに、同システムの改善計画を作成する。
 - 1-3 顧客サービス部を設立する
 - 1-3-3 顧客サービス部の業務実施体制を確立する
- b. ヤンゴン市の実情にあった給水条例素案を作成、試行運用し、その評価結果を基に修正・追加を加え、給水条例（案）として策定する。
 - 1-5 水道事業にかかる規程、基準、ガイドライン（案）を策定する
 - 1-5-3 水道（給水）条例（案）を策定する
- c. YCDC 独自で実施するノースオカラパ T/S での無収水管理パイロットプロジェクト活動を支援する。

- 2-3 物理的損失（漏水、越流等による損失）改善のための人材育成及び活動モデルを構築する
 - 2-3-2 研修指導者への能力向上研修を行う
- 2-4 非物理的損失（メータ不感、誤針、盗水等による損失）改善のための人材育成及び活動モデルを構築する
 - 2-4-2 研修指導者への能力向上研修を行う
- d. 水道施設に関わる T/S を含む部署・人員に対し、計画的かつ継続的に技術の習得の機会を提供するため、中長期的な技術移転・蓄積の拠点となる研修ヤードを建設し研修を行う。
 - 2-5 無収水対策研修ヤードを整備する

3) PDM Ver. 4

新型コロナウイルスの世界的な流行を受けて、JICA ミャンマー事務所が実施する啓発活動の支援を含む活動を実施する。

- 1-10 COVID-19 感染拡大に対応するための支援活動を行う。

1.4.2. 国内での追加活動

新型コロナウイルスの世界的な流行を受けて、ミャンマー国内においても感染が拡大し、本プロジェクト業務についても、2020年3月17日を最後にコンサルタント専門家全員が現地を離れた。その後、残現地人月を国内人月に振替え及び新しい活動に国内人月の追加を行うことにより、プロジェクト終了まで国内での遠隔業務を実施した。プロジェクト成果発現と効果持続のための国内業務として以下の活動を追加した。

表 1-1：プロジェクト成果発現と効果持続のための追加国内業務

番号	成果	追加の活動
1	1	水道事業運営基礎講座の教材を作成する（技術移転成果品）
2	1	PPP 教材を作成する（技術移転成果品）
3	1	顧客サービス課の将来構想（案）を作成する
4	1	啓発活動教材を作成する（技術移転成果品）
5	全体	国内支援委員会の技術資料を作成する（技術移転成果品）
6	全体	技術移転活動記録を作成する
7	1	料金設定のガイドブックを作成する
8	1	水道条例（案）の改善と実施を支援する
9	1	顧客サービス課の将来構想（案）の実施を支援する
10	1	延長期間における新型コロナを含む啓発、情報発信を継続する
11	2	無収水管理に関するオンライン研修用資料を作成する
12	3	塩素消毒施設の運転指導を継続する
13	3	ラグンピン浄水場の運転指導を継続する
14	3	学会に提出する研究論文を作成する
15	全体	遠隔会議の実施と月報作成を継続する
16	全体	各活動の深化に関するガイダンスを継続して実施する

1.4.3. 活動計画（PO）

活動計画（PO）（最終版）を次ページ以降に示す。

活動実施計画書(最終バージョン)

活動番号		実施スケジュール						
		第1期			第2期			
		2015年	2016年	2017年	2018年	2019年	2020年	2021年
成果1. YCDC の水道経営能力が向上する								
1-1	水衛生局全体の組織構成を作成する		■■■■■					
1-2	水道事業の計画セクションを設置する							
	1-2-1 水・衛生局内に計画セクションを設置する		■■■■■					
	1-2-2 計画セクションの職務分掌を規定する		■■■■■					
1-3	顧客サービス部を設立する							
	1-3-1 水・衛生局内に顧客サービス部を設置する		■■■■■					
	1-3-2 顧客サービス部の職務分掌を規定する		■■■■■					
	1-3-3 顧客サービス部の業務実施体制を確立する			■■■■■				
1-4	業務指標 (Pls) による水道事業のモニタリングを行う							
	1-4-1 現在の水道事業にかかる指標の取り方及びモニタリング方法を分析する	■■■■■						
	1-4-2 業務指標 (Pls) にかかるトレーナー対象の研修 (TOT) を行う		■■■■■					
	1-4-3 重要度及びデータの取得可否を踏まえ、モニタリングする業務指標を選定する	■■■■■	■■■■■	■■■■■	■■■■■	■■■■■	■■■■■	■■■■■
	1-4-4 送配水流量計とデータロガーを設置し流量を収集する		■■■■■					
	1-4-5 現場事務所にコンピュータ (印刷機、ソフトウェア含む) を導入する		■■■■■					
	1-4-6 業務指標の設定に必要なデータを収集する		■■■■■	■■■■■	■■■■■	■■■■■	■■■■■	■■■■■
	1-4-7 業務指標の算定方法、マニュアル、モニタリング体制を整備する		■■■■■	■■■■■	■■■■■	■■■■■	■■■■■	■■■■■
	1-4-8 業務指標を設定する		■■■■■	■■■■■	■■■■■	■■■■■	■■■■■	■■■■■
	1-4-9 業務指標を定期的に更新・モニタリングする		■■■■■	■■■■■	■■■■■	■■■■■	■■■■■	■■■■■
1-5	水道事業にかかる規程、基準、ガイドライン (案) を策定する							
	1-5-1 既存のルール、規程、基準、ガイドラインを整理する	■■■■■	■■■■■					
	1-5-2 水道事業実施に際して新設、改訂が必要な規程・基準・ガイドラインを整理する		■■■■■					
	1-5-3 水道条例 (案) を策定する			■■■■■	■■■■■	■■■■■	■■■■■	■■■■■
	1-5-4 YCDCにて作成可能な規程・基準・ガイドライン等の案を作成する。(設計・設計・材料基準 (給配水管・水道メーター)、水道料金徴収マニュアル、水道料金設定ガイドライン等)		■■■■■	■■■■■	■■■■■	■■■■■	■■■■■	■■■■■
1-6	財務管理にかかる理解を促進する							
	1-6-1 現在の財務管理体制を分析する	■■■■■	■■■■■	■■■■■	■■■■■	■■■■■	■■■■■	■■■■■
	1-6-2 今後の開発計画を踏まえ、持続的な水道事業体確立のために必要な財務管理 (財務管理、会計制度、資産管理、予算制度、水道料金設定、PPP等) にかかる研修を実施する		■■■■■	■■■■■	■■■■■	■■■■■	■■■■■	■■■■■
	1-6-3 資産管理台帳作成にかかるOJTを行う		■■■■■	■■■■■	■■■■■	■■■■■	■■■■■	■■■■■
1-7	広報を強化する							
	1-7-1 YCDCの水道サービスにかかる効果的な広報について分析する	■■■■■	■■■■■	■■■■■	■■■■■	■■■■■	■■■■■	■■■■■
	1-7-2 YCDC職員の広報にかかる意識向上活動を行う		■■■■■	■■■■■	■■■■■	■■■■■	■■■■■	■■■■■
	1-7-3 広報活動にかかるOJTを行う		■■■■■	■■■■■	■■■■■	■■■■■	■■■■■	■■■■■
1-8	人材育成にかかる体制を強化する							
	1-8-1 現在の人材育成体制を分析する	■■■■■	■■■■■	■■■■■	■■■■■	■■■■■	■■■■■	■■■■■
	1-8-2 現在の研修体制の改善案を特定する		■■■■■	■■■■■	■■■■■	■■■■■	■■■■■	■■■■■
	1-8-3 研修の計画、実施の改善にかかるTOTを行う		■■■■■	■■■■■	■■■■■	■■■■■	■■■■■	■■■■■
	1-8-4 人材育成に係る5年・10年活動計画を策定する			■■■■■	■■■■■	■■■■■	■■■■■	■■■■■
	1-8-5 人材育成に係る5年活動計画の実施の一環として、優先的な活動を開始する				■■■■■	■■■■■	■■■■■	■■■■■
1-9	組織経営計画の策定・実施支援を行う							
	1-9-1 経営改善に係る5年・10年活動計画を策定する			■■■■■	■■■■■	■■■■■	■■■■■	■■■■■
	1-9-2 組織経営に係る5年活動計画の実施の一環として、優先的な活動を開始する				■■■■■	■■■■■	■■■■■	■■■■■
1-10	COVID-19感染拡大に対応するための支援活動を行う						■■■■■	■■■■■

■■■■■ : 主活動
 ■■■■■ : モニタリングと補助活動
 赤字: 追加活動

図 1-1 : YCDC の水道経営能力が向上する (成果 1)

活動実施計画書(最終バージョン)

活動番号	活動内容	実施スケジュール						
		第1期			第2期			
		2015年	2016年	2017年	2018年	2019年	2020年	2021年
成果2. YCDCの無収水管理能力が向上する								
2-1	無収水管理ユニットを設置する							
	2-1-1 無収水管理ユニットを設置する	■■■■	■■■■	■■■■				
	2-1-2 無収水管理ユニットの職務分掌を規定する	■■■■	■■■■	■■■■				
2-2	無収水管理にかかる情報収集・データ整備を行う							
	2-2-1 無収水に関する基礎情報収集、現状調査を行う	■■■■	■■■■	■■■■	■■■■	■■■■	■■■■	■■■■
	2-2-2 管網図の情報収集・GIS整備を行う	■■■■	■■■■	■■■■	■■■■	■■■■	■■■■	■■■■
	2-2-3 顧客管理データベースの整備を行う	■■■■	■■■■	■■■■	■■■■	■■■■	■■■■	■■■■
	2-2-4 管路図・顧客データベース管理のための標準手順書(SOP)を作成する	■■■■	■■■■	■■■■	■■■■	■■■■	■■■■	■■■■
2-3	物理的損失(漏水、越流等による損失)改善のための人材育成及び活動モデルを構築する							
	2-3-1 現状分析及び段階的な対応策の検討を行う	■■■■	■■■■	■■■■	■■■■	■■■■	■■■■	■■■■
	2-3-2 研修指導者への能力向上研修を行う	■■■■	■■■■	■■■■	■■■■	■■■■	■■■■	■■■■
	YCDC独自で実施するノースオカラバT/Sでの無収水管理パイロットプロジェクト活動を支援する			■■■■	■■■■	■■■■	■■■■	■■■■
	2-3-3 研修指導者による研修計画、研修教材を策定する	■■■■	■■■■	■■■■	■■■■	■■■■	■■■■	■■■■
	2-3-4 物理的損失対策にかかるマニュアルを作成する					■■■■	■■■■	■■■■
	2-3-5 研修指導者による研修(Off-JT)を実施する	■■■■	■■■■	■■■■	■■■■	■■■■	■■■■	■■■■
	2-3-6 パイロット地区を選定する	■■■■	■■■■	■■■■	■■■■	■■■■	■■■■	■■■■
	2-3-7 パイロット地区における物理的損失対策活動計画作成、必要機材の整備を行う	■■■■	■■■■	■■■■	■■■■	■■■■	■■■■	■■■■
	2-3-8 選定したパイロット地区においてDMAを構築する	■■■■	■■■■	■■■■	■■■■	■■■■	■■■■	■■■■
	2-3-9 パイロット地区において物理的損失対策活動を実施する					■■■■	■■■■	■■■■
	2-3-10 パイロット地区における物理的損失対策の費用対効果測定を行い、最適な活動モデルを構築する					■■■■	■■■■	■■■■
	2-3-11 パイロット地区において研修指導者による研修(OJT)を実施する					■■■■	■■■■	■■■■
	2-3-12 パイロット地区において物理的損失対策にかかるマニュアルの検証を行う						■■■■	■■■■
2-4	非物理的損失(メーター不感、誤計、盗水等による損失)改善のための人材育成及び活動モデルを構築する							
	2-4-1 現状分析及び段階的な対応策の検討を行う	■■■■	■■■■	■■■■	■■■■	■■■■	■■■■	■■■■
	2-4-2 研修指導者への能力向上研修を行う	■■■■	■■■■	■■■■	■■■■	■■■■	■■■■	■■■■
	YCDC独自で実施するノースオカラバT/Sでの無収水管理パイロットプロジェクト活動を支援する			■■■■	■■■■	■■■■	■■■■	■■■■
	2-4-3 研修指導者による研修計画、研修教材を策定する	■■■■	■■■■	■■■■	■■■■	■■■■	■■■■	■■■■
	2-4-4 非物理的損失対策にかかるマニュアルを作成する					■■■■	■■■■	■■■■
	2-4-5 研修指導者による研修(Off-JT)を実施する	■■■■	■■■■	■■■■	■■■■	■■■■	■■■■	■■■■
	2-4-6 2-3にて選定したパイロット地区における非物理的損失対策活動計画作成、必要資機材の整備を行う	■■■■	■■■■	■■■■	■■■■	■■■■	■■■■	■■■■
	2-4-7 パイロット地区における非物理的損失対策活動を実施する					■■■■	■■■■	■■■■
	2-4-8 パイロット地区における無収水対策の費用対効果測定を行い、最適な活動モデルを構築する					■■■■	■■■■	■■■■
	2-4-9 研修指導者による研修(OJT)を実施する					■■■■	■■■■	■■■■
	2-4-10 非物理的損失対策にかかるマニュアルの検証を行う						■■■■	■■■■
2-5	無収水対策研修ヤードを整備する							
	2-5-1 研修計画を作成する			■■■■	■■■■	■■■■	■■■■	■■■■
	2-5-2 研修ヤードを設計する			■■■■	■■■■	■■■■	■■■■	■■■■
	2-5-3 資機材を調達する			■■■■	■■■■	■■■■	■■■■	■■■■
	2-5-4 研修ヤードを建設する					■■■■	■■■■	■■■■
	2-5-5 研修マニュアル・教材を作成する					■■■■	■■■■	■■■■
	2-5-6 研修指導者(トレーナー)を養成する						■■■■	■■■■
2-6	無収水削減の活動計画の策定・実施支援を行う							
	2-6-1 無収水削減の5年・10年活動計画を作成する			■■■■	■■■■	■■■■	■■■■	■■■■
	2-6-2 5年活動計画の実施の一環として、優先的な活動を開始する					■■■■	■■■■	■■■■

■■■■ : 主活動
 ■■■■ : モニタリングと補助活動
 赤字 : 追加活動

図 1-2 : YCDCの無収水管理能力が高まる(成果2)

活動実施計画書(最終バージョン)

活動番号	活動内容	実施スケジュール						
		第1期		第2期				
		2015年	2016年	2017年	2018年	2019年	2020年	2021年
成果3. YCDCの水質管理能力が向上する								
3-1	浄水課を設立する							
	3-1-1 水衛生局内に浄水課を設置する		■■■■■■■■■■					
	3-1-2 浄水課の職務分掌を規定する		■■■■■■■■■■					
	3-1-3 浄水場でのスタディツアーとともに基礎浄水処理技術のセミナーを行う		■■■■■■■■■■	■■■■■■■■■■	■■■■■■■■■■	■■■■■■■■■■	■■■■■■■■■■	■■■■■■■■■■
3-2	水質管理の現状分析及び段階的な対応策の検討を行う		■■■■■■■■■■					
3-3	水質改善のための人材育成を行う							
	3-3-1 研修指導者への能力向上研修を行う		■■■■■■■■■■	■■■■■■■■■■	■■■■■■■■■■	■■■■■■■■■■	■■■■■■■■■■	■■■■■■■■■■
	3-3-2 研修指導者による研修計画、研修教材を策定する		■■■■■■■■■■	■■■■■■■■■■	■■■■■■■■■■	■■■■■■■■■■	■■■■■■■■■■	■■■■■■■■■■
	3-3-3 研修指導者による研修を実施する(第2期)			■■■■■■■■■■	■■■■■■■■■■	■■■■■■■■■■	■■■■■■■■■■	■■■■■■■■■■
3-4	水質管理の標準手順書(SOP)を作成する							
	3-4-1 水質検査・モニタリングの標準手順書(SOP)を作成する		■■■■■■■■■■	■■■■■■■■■■	■■■■■■■■■■	■■■■■■■■■■	■■■■■■■■■■	■■■■■■■■■■
	3-4-2 浄水場及び消毒施設の運転維持管理標準手順書(SOP)を作成する			■■■■■■■■■■	■■■■■■■■■■	■■■■■■■■■■	■■■■■■■■■■	■■■■■■■■■■
3-5	パイロット浄水場及び消毒施設において、水質管理(OJT)を行う							
	3-5-1 水質分析と水質管理機材を調達する		■■■■■■■■■■	■■■■■■■■■■				
	3-5-2 作成されたSOPに基づき水質検査・モニタリングのOJTを行う		■■■■■■■■■■	■■■■■■■■■■	■■■■■■■■■■	■■■■■■■■■■	■■■■■■■■■■	■■■■■■■■■■
	3-5-3 ニャンナピン浄水場の浄水プロセスの機能診断をする		■■■■■■■■■■	■■■■■■■■■■				
	3-5-4 パイロットろ過池を通してニャンナピン浄水場の機能改善方策を策定する			■■■■■■■■■■	■■■■■■■■■■	■■■■■■■■■■	■■■■■■■■■■	■■■■■■■■■■
	3-5-5 ニャンナピン浄水場の改善計画を作成する				■■■■■■■■■■	■■■■■■■■■■	■■■■■■■■■■	■■■■■■■■■■
	3-5-6 作成されたSOPに基づき浄水場及び消毒施設の運転維持管理のOJTを行う		■■■■■■■■■■	■■■■■■■■■■	■■■■■■■■■■	■■■■■■■■■■	■■■■■■■■■■	■■■■■■■■■■
	3-5-7 水質管理にかかるSOPの検証を行う			■■■■■■■■■■	■■■■■■■■■■	■■■■■■■■■■	■■■■■■■■■■	■■■■■■■■■■
3-6	貯水池から直接供給される水の水質改善に関するOJTを行う							
	3-6-1 貯水池水の水質問題を把握する			■■■■■■■■■■	■■■■■■■■■■			
	3-6-2 貯水池からの直接供給水の水質改善方策を検討する				■■■■■■■■■■	■■■■■■■■■■	■■■■■■■■■■	■■■■■■■■■■
3-7	水質管理の活動計画の策定・実施支援を行う							
	3-7-1 水質管理の5年・10年の活動計画を作成する				■■■■■■■■■■	■■■■■■■■■■	■■■■■■■■■■	■■■■■■■■■■
	3-7-2 5年活動計画の実施の一環として、優先的な活動を開始する					■■■■■■■■■■	■■■■■■■■■■	■■■■■■■■■■
共通活動								
	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	■■	■■					
	ワーク・プラン(第2期)及びモニタリング・シートVer.3の作成・協議			■■				
	ベースライン調査(キャパシティ・アセスメントの実施)	■■■■■■■■■■	■■■■■■■■■■	■■■■■■■■■■				
	ワーク・プランおよびモニタリング・シートVer.1の確定		▲					
	モニタリング・シートVer.2~Ver.8の作成		▲	▲	▲	▲	▲	▲
	本邦および第三国研修の検討と実施		■	■	■	■	■	■
	機材供与の検討と調達		■■■■■■■■■■	■■■■■■■■■■	■■■■■■■■■■	■■■■■■■■■■	■■■■■■■■■■	■■■■■■■■■■
	プロジェクト業務進捗報告書の作成			△		△	△	△
	エンドライン調査						■■	■■
	プロジェクト事業完了報告書の作成							■■
	キックオフ会議とJCC	△	△	△	△	△	△	△
		キックオフ	JCC1	JCC2	JCC3	JCC4	JCC5	JCC6
							JCC7	JCC8
								JCC9

■■■■■■■■■■ : 主活動
 ▲ : モニタリングと補助活動
 △ : 追加活動

図 1-3 : YCDC の水質管理能力が向上する (成果 3) と共通活動

1.5. プロジェクトの成果の概要

本プロジェクトは、「ヤンゴン市上下水道改善プログラム協力準備調査」を通じて策定されたマスタープランの実行及びマスタープランに基づく円借款等の各種事業の実行に必要な能力を強化するものである。また、本プロジェクトの内容は、同準備調査の中で行われた YCDC の能力向上計画のフィージビリティスタディに基づいて構想されたものである。基本的なレベルから広範な内容を扱い、近代的な水道サービスを実現するための組織の礎を築いた。

本プロジェクトで達成した成果及びプロジェクト目標の要点及び成果毎の概要を以下に示す。成果に責任のある部署が設立され、SOP が整い、技術力・管理能力が向上し、それを伝える講師が育った (成果目標の達成)。これらの成果要素を水道サービス改善に適用するための計画立案・モ

ニタリング・改善の場を含む、PDCA サイクルの実施体制が緒に就いた(プロジェクト目標の達成)。このサイクルの実施を継続することでサービス改善(上位目標の達成)が実現する見込みである。この上位目標の達成への道筋(コンセプト)を図に示す。

表 1-2：達成した成果及びプロジェクト目標の要点

項目	達成内容
成果目標	<ul style="list-style-type: none"> ● 成果に責任ある部署が設立され、活動を開始した。 ● 業務改善を行うための内部業務プロセスが形成された (SOP の作成と運用システム、計画立案プロセス等の構築) ● 指導力及び技術力を有する研修講師が育成された。 ● 人材を継続して育成するための能力が養成された。 ● 業務改善を指導するための技術力及び管理能力が養成されつつある。
プロジェクト目標	<ul style="list-style-type: none"> ● 目標を設定した中期活動計画が作成された。 ● モニタリングシステムが稼働し、目標を達成するための指標のモニタリングを開始した。 ● 公的な改善の場 (S/C) が設立され、PDCA サイクルを回す原動力が作られた。 ● 計画の承認とモニタリング、自立的 PDCA 改善サイクルを形成し、運用を開始した。

表 1-3：達成した成果及びプロジェクト目標の概要

項目	成果目標		
	水道経営能力	無収水管理能力	水質管理能力
● 責任組織がある	WRAWSA の新組織構成が市長に提出され、新組織が活動を開始した。		
	計画課、顧客サービス部、人材育成課が設立された。	無収水管理課が設立された。	浄水処理管理が設立された。
<ul style="list-style-type: none"> ● 業務改善を行うための内部業務プロセスが形成された ● 人材を継続して育成するための能力が養成された ● 業務改善を指導するための技術力及び管理能力が養成されつつある 	<ul style="list-style-type: none"> - 料金徴収業務の改善計画が WRAWSA 内で承認された。 - 人材育成計画が承認に向けて WRAWSA 幹部によりレビューされた。 - WRAWSA 全部署の SOP の作成、承認、運用が開始した。 - 水道条例 (案) が幹部によりレビューされた。 	<ul style="list-style-type: none"> - パイロット地区の顧客情報や配管データが整備・更新された。 - パイロット地区において無収水率が約 5% に削減された。 - 無収水管理の SOP が職員に活用されつつある。 	<ul style="list-style-type: none"> - ニャンナピン浄水場のパイロットろ過池系列において、濁度が 1NTU 以下に制御されている。 - ラグンピン浄水場の維持管理体制が整備された。 - 中央ラボとミニラボにおける水質検査結果が記録・モニタリングされている。 - 水質管理の SOP が職員に活用されている。
● 指導力、技術力を有する研修講師が育成された	<ul style="list-style-type: none"> - 計画課の正規職員 2 人が少なくとも PDCA サイクルを指導できる。 - 人材育成課が研修を開始した。 	<ul style="list-style-type: none"> - 無収水管理研修の講師として少なくとも 8 人が養成された。 - 無収水管理研修計画に基づいて職員が研修の受講を開始した。 	<ul style="list-style-type: none"> - 水質管理研修の講師として少なくとも 4 人が養成された。 - 作成された SOP を基に職員が研修を受講している。
項目	プロジェクト目標		
	YCDC の水道事業運営能力		
● 中期活動計画が作成された	中期経営計画が WRAWSA 内で承認された。	YCDC の無収水管理計画が WRAWSA 内で承認された。詳細計画 (案) を作成中。	YCDC の水質管理改善計画 (案) が作成された。
● モニタリングシステムが稼働した。	中期経営計画の実施が、MKPIs に基づき定期的にモニタリングを開始した。	給水区域全域において、無収水率が把握され、モニタリングされている。	給水区域全域において、水質が把握され、モニタリングされている。
● 定期的な改善の場の設立	運営委員会 (S/C) が組織化され、水道事業運営の改善が実施される。		
	S/C2	S/C1	S/C2、3

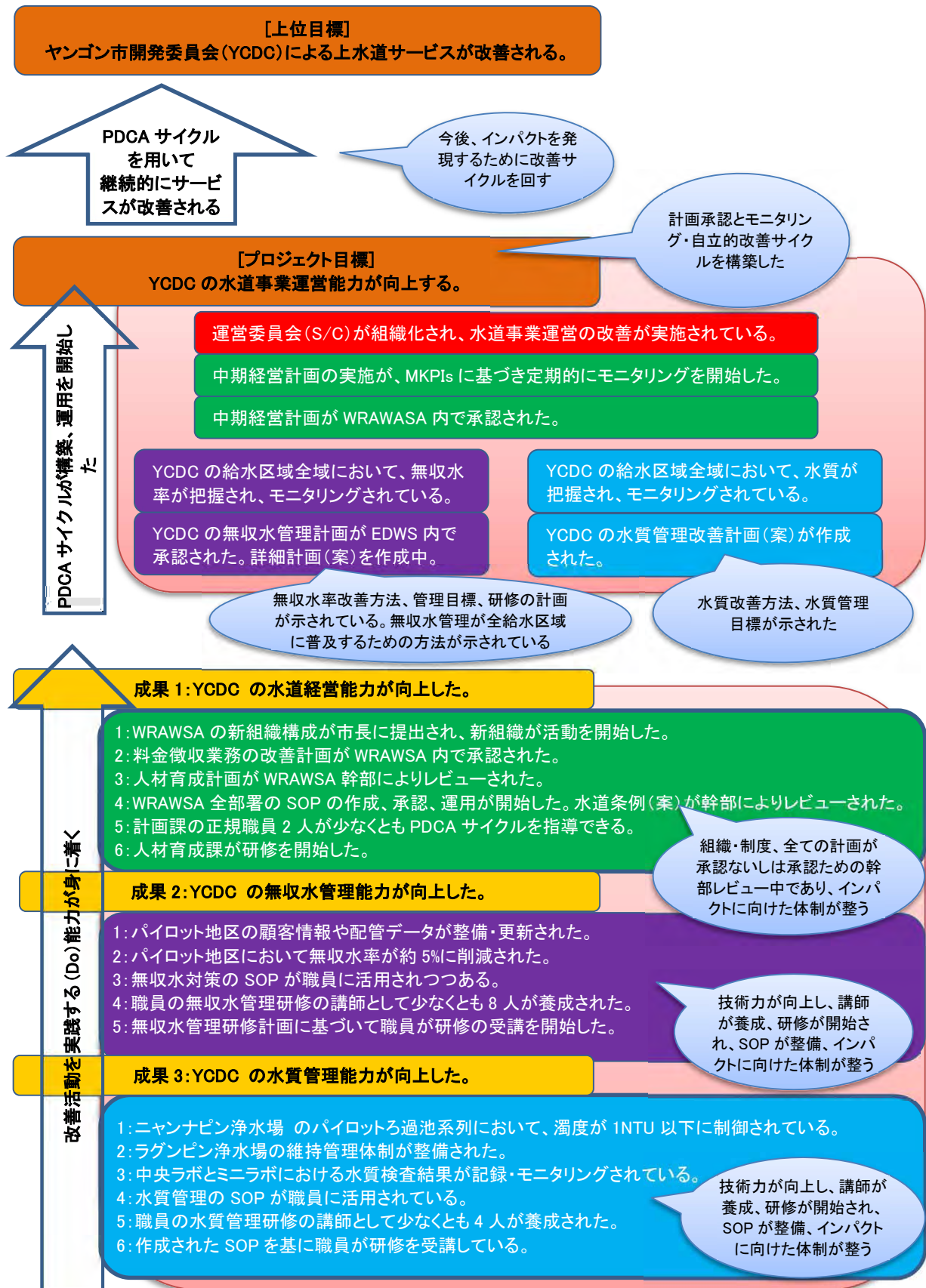


図 1-4 : 上位目標の達成への道筋 (コンセプト)

2. 活動内容

2.1. 投入の実施

2.1.1. 専門家とカンターパート (C/P)

(1) 日本側

1) コンサルタント専門家

コンサルタント専門家の第1期と第2期の投入計画と実績を次表に示す（詳細従事実績表は資料-8を参照）。

第1期での残MMは第2期に振替を行った。

第2期2018年8月には、顧客管理/料金徴収の追加業務（水資源水道局独自の顧客管理システム開発支援）の実施のため、他の専門家の国内支援委員会準備用の2.6M/Mを顧客管理/料金徴収専門家の現地M/Mに振り替えた。

2019年1月には、無収水管理パイロットプロジェクト機材の納入遅延、OJTスケジュールの変更に伴い、無収水管理（物理的損失、商業的損失）のM/M（合計4.6MM）の追加を行った。

新型コロナ感染拡大により、2020年6月以降、プロジェクト成果の発現・持続のため、現地M/Mの国内M/Mへの振替、国内M/Mの追加を行った。

表 2-1：コンサルタント専門家の投入計画と実績（第1期：2015年6月～2017年3月）

担当	団員名	計画		消化		差	
		日数	M/M	日数	M/M	日数	M/M
現地							
1. 総括/水道事業運営	佐藤 弘孝	255	8.50	256	8.53	1	-0.03
2. 副総括/水道事業計画・モニタリング	大野 敦生	240	8.00	231	7.70	9	0.30
3. 財務/経営	松井 庸司	255	8.50	255	8.50	0	0.00
4. 無収水管理（物理的損失）	岡田 明大	360	12.00	269	8.97	91	3.03
5. 無収水管理（商業的損失）	赤沼 正	345	11.50	292	9.73	53	1.76
6. GIS	岸田 晋輔	150	5.00	150	5.00	0	0.00
7. 水道施設運転維持管理	寺嶋 勝彦	240	18.00	240	8.00	0	0.00
8. 水質管理	守田 康彦	210	7.00	214	7.13	-4	-0.13
9. 水道事業運営補助	山田 紹子	90	3.00	90	3.00	0	0.00
10. 流量計室設計施工支援	上岡 基眞	90	3.00	82	2.73	0	0
11. 業務調整/水道事業計画・モニタリング補助	スモン・ウイン	90	3.00	90	3.00	0	0
	現地合計	2,325	77.50	2,169	72.29	156	5.20
国内							
1. 総括/水道事業運営	佐藤 弘孝	15	0.75	15	1.00	0	0.00
2. 副総括/水道事業計画・モニタリング	大野 敦生	15	0.75	18	0.95	-3	-0.15
3. 財務/経営	松井 庸司	10	0.50	10	0.65	0	0.00
4. 無収水管理（物理的損失）	岡田 明大	10	0.50	10	0.45	0	0.00
5. 水質管理	守田 康彦	10	0.50	10	0.35	0	0.00
	国内合計	60	3.00	63	3.15	-3	-0.15
	合計	2,385	80.50	2,232	75.44	153	5.05

表 2-2：コンサルタント専門家の投入計画と実績（第2期：2017年6月～2021年5月）

担当	団員名	計画		消化		差	
		日数	M/M	日数	M/M	日数	M/M
現地							
12. 総括/水道事業運営	佐藤 弘孝	256	8.53	256	8.53	0	0
13. 副総括/水道事業計画・モニタリング	大野 敦生	338	11.27	338	11.27	0	0
14. 財務/経営	松井 庸司	293	9.77	293	9.77	0	0
15. 顧客管理/料金徴収	齊藤 豊 (2019年1月から狩野 利夫)	172	5.73	172	5.73	0	0
16. 無収水管理（物理的損失）	岡田 明大	500	16.67	500	16.67	0	0
17. 無収水管理（商業的損失）	赤沼 正	580	19.33	580	19.33	0	0
18. GIS	岸田 晋輔	142	4.73	142	4.73	0	0
19. 水道施設運轉維持管理	寺嶋 勝彦	361	12.03	361	12.03	0	0
20. 水質管理	守田 康彦	333	11.1	333	11.1	0	0
21. 水道事業運営補助	山田 紹子	189	6.3	189	6.3	0	0
22. 流量計室設計施工支援	上岡 基眞	8	0.27	8	0.27	0	0
23. 業務調整/水道事業計画・モニタリング補助	スモン・ウィン/紫藤真由/工藤陽作)	97	3.23	97	3.23	0	0
	現地合計	3,269	108.96	3,269	108.96	0	0
国内							
6. 総括/水道事業運営	佐藤 弘孝	100.4	5.0	104.5	5.22	-4.09	-0.20
7. 副総括/水道事業計画・モニタリング	大野 敦生	93.0	4.7	88.2	4.41	4.80	0.24
8. 財務/経営	松井 庸司	83.6	4.2	83.6	4.18	0.00	0.00
9. 顧客管理/料金徴収	狩野 利夫	48.4	2.4	48.4	2.42	0.00	0.00
10. 無収水管理（物理的損失）	岡田 明大	81.6	4.1	81.7	4.09	-0.10	-0.01
11. 無収水管理（商業的損失）	赤沼 正	52.8	2.6	52.7	2.64	0.10	0.00
12. GIS	岸田 晋輔	18.0	0.9	18.0	0.90	0.00	0.00
13. 水道施設運轉維持管理	寺嶋 勝彦	61.4	3.1	61.4	3.07	0.00	0.00
14. 水質管理	守田 康彦	51.0	2.6	43.5	2.18	7.50	0.37
15. 水道事業運営補助	山田 紹子	36.0	1.8	25.0	1.25	11.00	0.55
16. PPP	福田 健一郎	40.0	2.0	40.0	2.00	0.00	0.00
17. 業務調整/水道事業計画・モニタリング補助	工藤 陽作	0.0	0.0	11.0	0.55	-11.00	-0.55
	国内合計	666.2	33.3	658.0	32.91	8.21	0.40
	合計	3,935.2	142.3	3,927.0	141.87	8.21	0.40

注：2021年5月末

2) JICA 直営専門家（鎗内美奈）

担当分野：副総括/組織能力強化/人材育成

2015年度：6.00 MM（出張ベース）

2016年度：10.70 MM（長期派遣）

2017年度：12.00 MM（長期派遣）

2018年度：12.00 MM（長期派遣）

2019年度：12.00 MM（長期派遣）

2020年度：8.81 MM（長期派遣）

合計：61.51 MM

(2) ミャンマー側

2015年8月にC/Pが指名されたが、数度のC/Pの変更があった。最終のC/Pメンバーリストを次表に示す。

表 2-3 : C/P メンバーリスト

C/P 名		専任	非専任	部署	特記事項
Output 1-1: Planning (11 persons)					
1	U Zaw Min		v	Planning Sec.	
2	U Than Han		v	Planning Sec.	
3	Daw Khin San Win		v	Planning Sec.	
4	Daw Khaing Khaing Soe	v		Planning Sec.	
5	Daw Naw Ellinar		v	Yegu PS	
6	U Tun Tun Hlaing		v	Pipe 1 Sec.	
7	Daw Sandar Myint Lwin	v		Planning Sec.	
8	Daw Kyawt Kay Khine	v		Planning Sec.	
9	Daw Soe Yu New	v		Planning Sec.	
10	Daw Aye Aye Kyu		v	Pipe 1 Sec.	
11	Daw Khin Eindra Htun		v	M&E Sec.	
Output 1-2: RSGM (WG - 3.1) (14 persons)					
1	Daw Thwe Naing Oo		v	DYCE	
2	Daw Thin Thin Soe		v	ACE, Supporting Sec.	
3	U Than Han		v	ACE, Reservoir Sec.	
4	U Zaw Min		v	EE, Planning Sec.	
5	Daw Yu Yu Hla Baw		v	EE, NRW Management Sec.	
6	U Tin Win Aung		v	EE, House Connection Sec.	
7	U Tint Zaw		v	AE, Pipe 1 Sec.	
8	U Aung Ko Oo		v	AE, Pipe 2 Sec.	
9	U Chit Ko Ko		v	EE, West District Officer	
10	U Thant Zin Oo		v	EE, South District Officer	
11	U Nay Lin		v	EE, Head of four pipe sections	
12	U Kyaw Kyaw Oo		v	EE, North District Officer	
13	Daw Su Myat Bo Bo		v	Estimate Sec.	New Staff of 2018. Not nominated but involved a lot.
14	Daw Seint Swe Zin		v	Estimate Sec.	
Output 1-2: RSGM (Sub Group A under WG 3.1) (4 Person)					
1	U Tin Win Aung		v	House Connection	Member of WG 3-1
2	Daw Mar Mar Aye		v	Deputy District Officer (N)	
3	Daw Ye Mon		v	House Connection	
4	Daw Thin Thin Cho		v	Supporting Division	
Output 1-2: RSGM (Sub Group B under WG 3.1) (3 Person)					
1	Daw Aye Aye Mar		v	ACE, CS & Computer Sec.	
2	Daw Khin Khin Htwe		v	Finance Section	
3	Daw Nimar Zin		v	Tamwe Township officer	
Output 1-3 : Finance (11 persons)					
1	Daw Khin Khin Htwe	v		Finance Sec.	
2	Daw Thin Thin Yee	v		Finance Sec.	
3	Daw May Thet Kyaw	v		Finance Sec.	
4	Daw Hnin Mya Khine	v		Finance Sec.	
5	Daw Ohnmar Soe	v		Finance Sec.	
6	Daw Hla Hla Htwe	v		Finance Sec.	Not nominated but involved a lot.
7	Daw Zarni Hlaing	v		Finance Sec.	Not nominated but involved a lot.
8	U Khant Sithu	v		Finance Sec.	New Staff
9	U Zayyar Tun	v		Finance Sec.	New Staff
10	D Yin Min Thu	v		Finance Sec.	New Staff
11	Daw Thazin Wai Phyo Khine	v		Finance Sec.	New Staff
Output 1-4 : Human resource development (8 persons)					

C/P 名		専任	非専任	部署	特記事項
1	U Kyaw Kyaw Oo		v	EE, East District Officer	
2	Daw Swe Swe Win	v		EE, HRD Sec.	
3	Daw Su Nandar Lin		v	AE, Research Sec.	
4	U Aung Moe Kyaw		v	E&M Section, Reservoir Division	
5	Daw Khin Zin Mar Myint	v		HRD Section	
6	Daw Wine Htet Htet Aung	v		HRD Section	2018 New Staff
7	Ms. Nyo Nyo Htun Kyaw	v		HRD Section	
8	Daw May Htoo Aung		v	Office Section, Reservoir Division	
Output 1-5 : Customer service (10 persons)					
1	Daw Aye Aye Mar	v		Customer Service Mngt Sec.	
2	Daw Khin Htay Win	v		Customer Service Mngt Sec.	
3	Daw Win Pa Pa Soe	v		Customer Service Mngt Sec.	
4	Daw Aye Aye Moe		v	Finance Sec.	
5	Daw Sanda Htay		v	Finance Sec.	
6	Daw Wah Wah Aung		v	Computer Section	
7	Daw Thel Su Hsu Wai	v		Customer Service Mngt Sec.	2018 New Staff
8	Daw Hnin Lae Lae Win	v		Customer Service Mngt Sec.	2018 New Staff
9	Daw Mi Mi Lay Maung	v		Customer Service Mngt Sec.	2019 New Staff
10	Daw Saw Yu Nandar	v		Customer Service Mngt Sec.	2019 New Staff
Output 1-6 : PR (5 persons)					
1	Daw Thin Thin Soe		v	ACE, Supporting Section	
2	Daw Ohmar Aung		v	House Connection	
3	Daw Nwe Ni Win		v	Supporting Section	
4	U Htay Naing		v	Deputy District Officer (East)	
5	Daw Thandar Htwe		v	House Connection Sec.	
Output 2 : NRW (16 persons)					
1	Daw Aye Pa Pa Nyo		v	ACE, Leader	
2	Daw Yu Yu Hla Baw	v		NRW Management Sec.	
3	U Aung Min Oo	v		NRW Management Sec.	
4	U Myo Thant Htun	v		NRW Management Sec.	
5	U Yan Naing Tun	v		NRW Management Sec.	
6	Daw Win Sandar Oo	v		NRW Management Sec.	
7	Daw Htwe Htwe Nu	v		NRW Management Sec.	
8	Daw Win Maw	v		NRW Management Sec.	
9	U Kaung Zaw Htet	v		NRW Management Sec.	
10	U Phyto Han Kyaw	v		NRW Management Sec.	
11	Daw Yu Khin Khin Kyaw	v		NRW Management Sec.	
12	Daw Htet Wai Hnin	v		NRW Management Sect.	
13	Daw Su May Thea Hlaing	v		NRW Management Sec.	
14	Daw Phyu Phyu Myint Myat	v		NRW Management Sec.	
15	Daw Zin Mar Htwe	v		NRW Management Sec.	
16	U Aung Hlaing Phyo	v		NRW Management Sec.	
Output 2 : Yankin NRW Pilot Project (5 persons)					
1	U Myo Thant Htun	v		SAE, NRW Sec. (Field manager)	
2	U Phyto Han kyaw	v		Flat, NRW Sec.	
3	U Kaung Zaw Htet	v		Flat, NRW Sec.	
4	Daw Zin New Oo	v		Skill W - 5 (Tamwe T/S)	
5	U Sithu Win	v		WA, Pazundaung T/S	
備考： 2019年1月には、ヤンキン無収水管理パイロットプロジェクトのために新しくC/Pが配置された。当初は無収水対策課の職員を中心としたフルタイム職員が選定される予定であったが、全員を無収水対策課から選出することは困難であるとのCEの見解に基づき、8人を南部地域事務所管内のT/Sから、2名を無収水対策課から選					

C/P 名		専任	非専任	部署	特記事項
定することとなった。SAE であるフィールドマネージャー以外に合計 10 名が配属された。しかしその後、数名がパイロットプロジェクト C/P から離れた。					
Output 3 : Water quality management and water treatment (14 persons)					
1	U Myint Zaw Than			CE, Leader	
2	U Zaw Oo	v		WTP	
3	U Zaw Win Aung		v	Water Treatment Sec.	
4	Daw Ei Khaing Mon	v		Water Quality Monitoring Sec.	
5	Daw Thidar Su Su Khin	v		WTP	Not nominated but involved a lot.
6	Daw May Thawdar Oo	v		WTP (Dy Supvisor)	
7	Daw Thet Htet Myat		v	WTP	
8	U Thit Lwin	v		WTP	
9	U Phone Thet Naing		v	Hlawga Reservoir	
10	Daw May Zin Oo	v		Water Quality Monitoring Sec.	
11	Daw Nwe Nwe Zin	v		Water Quality Monitoring Sec.	
12	U Zin Min Latt		v	Water Treatment Sec.	
13	Daw Aye Aye Thu Zar	v		Water Quality Monitoring Sec.	
14	Daw Tinzar Lwin	v		Water Treatment Sec	
Transmission and Distribution Management Team					
1. Water Demand Estimation Team					
1	U Tin Win Aung	v		EE, House Connection Sec.	Leader
2	U Kyaw Kyaw Oo	v		EE, East District	Member
3	U Chit Ko Ko	v		EE, West District	Member
4	U Thant Zin Oo	v		EE, South District	Member
5	U Nay Lin	v		EE, Transmission Pipe Section Head	Member
2. EPANET Hydraulic Modeling Team					
1	U Zaw Win Aung	v		EE, GIS Sec.	Leader
2	U Ye Zay Ya	v		Flat, GIS Sec.	Member
3	Daw May Myat Mon	v		Flat, GIS Sec.	Member
4	Daw Aye Myat Thu	v		Flat, GIS Sec.	Member
3. Transmission Flow System Analysis Team					
1	U Tint Zaw	v		AE, Pipe 1 Sec.	Leader
2	U Aung Ko Oo	v		AE, Pipe 2 Sec.	Member
3	U Than Win	v		SAE, Pipe 3 Sec.	Member
4	U Aung Ko Ko Tin	v		SAE, Pipe 4 Sec.	Member
4. NRW Estimation Team					
1	Daw Yu Yu Hla Baw	v		EE, NRW Sec.	Leader
2	Daw Mi Mi Khine	v		AE , NRW Sec.	Member
3	U Aung Min Oo	v		SAE, NRW Sec.	Member
4	U Yan Naing Tun	v		SAE, NRW Sec.	Member

2. 1. 2. 資機材調達

(1) 日本側による調達機材

ベースライン調査結果を踏まえ、第 1 回 JCC にて、供与機材として以下の機材（1～6）を調達することを決定した。送配水量モニタリング機材及び無収水研修ヤード機材の調達は第 2 期からの実施となった。機材の目的、主要な機材、調達先、進捗状況を次表に示す。なお同表は JICA（本部及びミャンマー事務所）調達および専門家（コンサルタント）調達の双方の機材調達を含む。詳細な資機材内容を資料-5 に示す。

- 1) 送配水量モニタリング機材（第2期）
- 2) 事業運営データの電子化機材（第1期）
- 3) 無収水対策関連資機材（第1期と第2期）
- 4) 水質モニタリング関連機材（第1期）
- 5) 水質管理関連機材（第2期）
- 6) 無収水研修ヤード機材（第2期）
- 7) 参考図書（第1期）、備考：長期専門家による調達。

表 2-4：調達資機材の概要

番号	資機材調達 タイトル	目的	主要な機材	調達先 (担当)	状況
1	送配水量モニタリング機材	<ul style="list-style-type: none"> • 水道事業運営に必要な最も基礎的なデータである送配水量を把握する • 流量データを無収水管理に活用する • 効率的な送配水管理計画を作成し、公平な送配水を目指す。 	<ul style="list-style-type: none"> • 超音波流量計 (21 機) • 現場データ伝送盤 (9 機) • 通信機器と SCADA モニタリングソフトウェア (1 式) • ガス探知器 (流量計室ガス探知用) (1 機) 	本邦 (JICA 本部)	機材納入済。第1回～第5回技師派遣済。不具合調整及び最終検査のための技師派遣が残されている。
	事業運営データの電子化機材	<ul style="list-style-type: none"> • T/S 事務所や水道施設事務所等の出先機関の手書きデータを電子化し、より効率的な事業運営を行う。 • 効率的な業務指標 (PIs) データの収集を行う。 	<ul style="list-style-type: none"> • コンピュータ (72 台) • プリンター • MS-Office • PC 練習用テキスト 	現地 (JICA ミャンマー事務所)	完了
2	無収水対策関連資機材	<ul style="list-style-type: none"> • 本プロジェクトの無収水対策 (パイロットでの DMA 構築及び無収水対策の実践及び研修活動) を実施する。 	<ul style="list-style-type: none"> • 管内カメラ • 漏水調査機材 • 漏水修理機材 • DMA 用資材 	本邦 (JICA 本部)	完了
			<ul style="list-style-type: none"> • バックホー (1 台) 	現地 (JICA ミャンマー事務所)	完了
3	水質モニタリング関連機材	<ul style="list-style-type: none"> • 浄水プロセスの改善をする。 • 貯水池水の水質モニタリングを行い貯水池水の浄水処理方法を検討する。 	<ul style="list-style-type: none"> • ジャーテスター • ろ過砂ふるい分け試験機 • ガラス器具 • テキスト等 	本邦 (コンサルタント)	完了
4	水質管理関連機材 (第2期追加)	<ul style="list-style-type: none"> • 浄水場の機能改善のための実験器材 	<ul style="list-style-type: none"> • 携帯式超音波流量計 • デンケーター • 乾燥器等 	本邦 (コンサルタント)	完了
5	無収水研修ヤード (第2期追加)	<ul style="list-style-type: none"> • 正しい管路接合技術など管路の維持管理業務に必要な基礎的な技術を研修ヤードでの実技を通じて習得する。 	<ul style="list-style-type: none"> • 配管材 • 分水穿孔機 • 漏水補修資機材等 	本邦 (JICA 本部)	完了
6	参考図書	<ul style="list-style-type: none"> • 各 C/P チームで必要な参考図書 図書は人材育成課のライブラリで保管、貸出管理) 	<ul style="list-style-type: none"> • AWWA のマニュアル類、テキストを含む全 52 冊 	JICA 長期専門家	完了

(2) YCDC 負担事項

本機材調達にかかる YCDC 負担事項と進捗状況を次表に示す。

表 2-5 : YCDC 負担事項の進捗状況

YCDC 先方負担事項：	進捗状況
送配水量モニタリング関連	
流量計室（チャンバー）の設計 ※JICA 専門家が支援	<ul style="list-style-type: none"> ● JICA 専門家とともに現場調査を行い、チャンバーに加えキオスクの設計を完了。
流量計室（チャンバー）の築造 ※JICA 専門家が支援	<ul style="list-style-type: none"> ● 流量計室の建設工事完了。
盗難防止対策（防護柵の設置）	<ul style="list-style-type: none"> ● データ伝送装置はキオスクあるいは屋内に設置。地上配管の感知器は、鍵付きスチールボックスにいれ保護。
流量モニタリング設備の設置	<ul style="list-style-type: none"> ● 調達業者の指導の下、機材をキオスク等に設置済み。
送配水量の定期的なデータ収集、分析、定例報告の実施	<ul style="list-style-type: none"> ● 流量モニタリングシステムが 2019 年 9 月稼働し、モニタリング中。
水質機材関連	
本部ラボラトリーにおける調達機材設置スペースの確保	<ul style="list-style-type: none"> ● 全ての調達機材は本部ラボラトリー内に設置済。使用中。
浄水場及びポンプ場における小規模ラボラトリー（ミニラボ）の設置	<ul style="list-style-type: none"> ● フィジー、ロウガ、ジョビュー貯水池、イエグーポンプ場、ニャンナピン浄水場にミニラボを設置済。 ● 水質試験器材（pH 計、濁度計、色度計）をミニラボに設置、使用開始。 ● ニャンナピン浄水場に振とう試験装置を設置済み。
浄水場の流量モニタリング機材、浄水処理工程改善のための実験機材（第 2 期）	<ul style="list-style-type: none"> ● 流量計を YCDC に納入済、YCDC 倉庫で保管。 ● 定温乾燥機、ガラスデシケーターを YCDC に納入済、使用開始。
JICA が調達しない試薬類（調達・設置から半年後以降の必要分）の調達	<ul style="list-style-type: none"> ● HACH 試薬について、YCDC では既に独自の調達ルートを持っており、自律的に調達を実施。
必要十分な C/P 人員の確保	<ul style="list-style-type: none"> ● 中央ラボスタッフ（12 名）により、モニタリング計画に従った分析を実施。 ● C/P は大学の化学科卒業生も多く水質分析のバックグラウンドを有している。水質分析に関する基本的な能力を身に付けている。
機材の日常的な維持管理	<ul style="list-style-type: none"> ● 機材の維持管理については SOP を作成し、それにしたがって定期的な維持管理を実施。
ニャンナピン浄水場の水質改善パイロットプロジェクトにおける改修工事	<ul style="list-style-type: none"> ● 沈殿池、ろ過池の改修工事を実施済み。 ● 他池への改善採用を実施中。
貯水池水の水質改善実験施設の建設	<ul style="list-style-type: none"> ● 実験設備をジョビューとロウガ貯水池に設置し実験を継続中。 ● フルスケールデモンストラーションプラント検討中。
無収水管理機材関連	
YCDC 側で調達可能な資材類の調達	<ul style="list-style-type: none"> ● 第 1 次パイロットプロジェクトは理想的な配管をするため本邦資機材を使用する。そのため YCDC 側で調達する資機材はない。第 2 次パイロットプロジェクトは、YCDC 独自で実施済み。第 3 次はトレーナーの指導により実施済み。第 2 次、第 3 次の資機材は全て YCDC が調達した。
機材・資材保管場所の確保	<ul style="list-style-type: none"> ● 実施中の計画・設計に使用する機材（測量器具等）は YCDC 本部に保管した。 ● ミニバックホーはイエグーポンプ場に配置。 ● パイロットプロジェクト用の資機材については、現場事務所あるいは近隣 YCDC 用地に確保済み。 ● 最終的に、全ての資機材はイエグーの無収水管理研修ヤードの資機材置き場に保管している。

YCDC 先方負担事項：	進捗状況
DMA 分離に関わる土木作業（掘削・配管・埋戻し・復旧）	●パイロットプロジェクトは完了。土木作業は水資源水道局負担で実施済み。
土木作業実施に必要な許認可の申請・取得	●工事と並行して申請、実施済み。
研修ヤードの建設（建屋と配管等土木工事）	●2020年1月建設完了。
PI データ収集（電子化）関連	
日本側調達機材（コンピュータ類）の各出先機関までの配送・設置	●各出先事務所までの配送・設置済。
コンピュータ設置スペースの確保	●GIS 課室前に研修室を新設、PC 機器設置済。各出先機関も設置済。
消耗品の調達	●消耗品（紙、インクなど）は YCDC にて調達されている。
研修実施にかかる経常費用の負担	●研修実施にかかる費用（例：ホワイトボード、延長ケーブル、日当・交通費など）は YCDC にて負担されている。
ウイルス駆除ソフトの適時のアップデート	●ウイルス駆除ソフトは適宜、水資源水道局 YCDC にてアップデート対応中。
盗難防止	●本部については、研修室や各課の部屋は区切られ、毎日施錠されている。研修室を使用する場合は、届出と承認が必要な体制がとられており、GIS 課が管理している。本部以外の各出先事務所は事務所に施錠している。
目的外使用の禁止	●研修室の使用ルールを作成済、研修室の壁に掲示済。

(3) その他の YCDC 負担事項

1) 顧客管理・料金徴収システム

水資源水道局独自の顧客管理・料金徴収システムを開発することとなった。C/P が独自システムの開発計画を作成し、この計画に沿って、開発作業を民間の IT ベンダーに委託し、取組が進められた。システム開発費用は全て YCDC が負担している。

2) 無収水管理研修センター

本プロジェクトでは無収水研修ヤードの建設を提案した。YCDC 独自の発案で、同ヤードに隣接して研修棟が計画され、一体として無収水管理研修センターとして建設された。研修ヤードの躯体の設計、施工、研修棟の設計、施工は YCDC が実施した。

2.1.3. その他の投入

(1) プロジェクト事務所スペースと設備

家具、エアコン及び照明が配備された専門家のプロジェクト事務所スペースが YCDC 本庁建物内に提供されている。

(2) プロジェクト活動に必要な情報やデータ

プロジェクト活動を進めるために必要な情報やデータは C/P から適宜提供された。提供された情報やデータの一例としては、水資源水道局水資源水道局の既存の規則類の文書、財務データ、料金徴収データ、既存水道施設の仕様や図面、流量等に関するデータ、管路情報、水質検査データ、職員数、職務データなどがある。

(3) その他プロジェクト活動費用

ミャンマー側のプロジェクト活動（第1期、第2期）費用は次表のとおりである。

表 2-6：ミャンマー側のプロジェクト活動（第1期、第2期）費用

番号	項目	費用 (kyat)	円換算 (JPY)
1	Equipment and construction costs for flow meter chambers and kiosk including costs for safety measures in construction	368,965,173	26,806,796
2	Reagents costs on water quality test for water quality equipment provided	524,370,205	39,238,622
3	Operation and maintenance costs of the provided PCs for monitoring PIs. Updating costs by anti-virus for the PCs provided	50,108,620	3,749,628
4	NRW pilot project (including equipment, machine, labor, materials, etc.)	725,943,716	54,322,368
	NRW training yard construction (including equipment, machine, labor, materials, etc.)	458,703,060	34,324,750
5	Nyaughnapin WTP improvement pilot project	41,000,000	3,068,030
6	Reservoir water treatment pilot project	15,000,000	1,122,450
7	Tax, commission fee etc. of delivery and registration for the equipment procured and transmitted from the Japanese side.	2,401,358	179,694
8	Electricity cost of project offices, equipment provided and construction of flow meter chambers	60,877,886	4,555,492
9	Development of customer database and billing software	164,476,178	12,307,752
Total		2,411,846,196	179,675,582

備考：アイテム番号2は、プロジェクト開始してからのすべての試薬費用を含む。

2.2. 活動計画（P0）に基づく活動内容

2.2.1. 成果1：YCDCの水道経営能力が強化される

1-1 水衛生局全体の組織構成を作成する

(1) 水衛生局の将来像の設定

2014年に策定された上記ヤンゴン市の水ビジョン及び上水道マスタープランでは、2040年の将来像が描かれており、この実現に向けて水資源水道局の事業運営上の目標を具体化するために、将来のあるべき姿をC/Pと議論し、成果別に1) 将来のあるべき姿、2) プロジェクト終了時に達成する状況を策定した（付属資料3.A）。この内容を第1回日緬合同セミナー（MJJS）で各分野のC/Pが発表することで、組織として達成すべき目標として確認した。各分野で目指すべき中長期目標を次図に示す。さらに、将来像達成のための戦略マップを、成長の視点、業務工程（内部プロセス）の視点、顧客の視点と財務の視点から作成した。

YCDC水衛生局の将来像

YCDCの目的= ビジョン/ミッション

- ヤンゴン市民に日々清浄な飲料水を配水する。
- 水道料金を全て徴収する。
- 漏水を防止し無収水を管理する。
- 配水施設を更新する。

中長期目標 = EDWS (水道局)の将来像

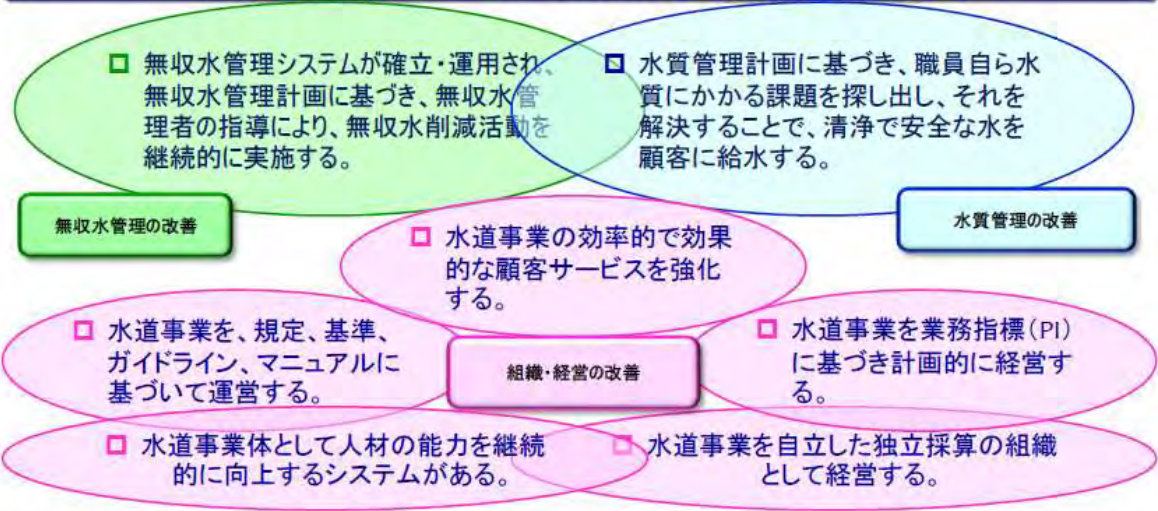


図 2-1：水資源水道局の将来像と中長期の目標

将来像達成のための戦略マップ

ビジョン/ミッション	ヤンゴン市民に日々清浄な飲料水を配水する。 水道料金を全て徴収する。 漏水を防止し無収水を管理する。 配水施設を更新する。		
顧客	信頼できる事業体 顧客満足	健全な財務経営	財政
	<ul style="list-style-type: none"> 水道事業の効率的で効果的な顧客サービスを強化する。 無収水管理システムが確立・運用され、無収水管理計画に基づき、無収水管理者の指導により、無収水削減活動を継続的に実施する。 	<ul style="list-style-type: none"> 水質管理計画に基づき、職員自ら水質にかかる課題を探し出し、解決することで清浄で安全な水を顧客に給水する。 水道事業を自立した独立採算の組織として経営する。 	
業務工程	業務工程改善		
	<ul style="list-style-type: none"> 水道事業を業務指標 (PI) に基づき計画的に経営する。 水道事業を規定、基準、ガイドライン、マニュアルに基づいて運営する。 		
学習と将来の発展	人材育成及びその人材の最大限の活用		
	<ul style="list-style-type: none"> 水道事業体として人材の能力を継続的に向上するシステムがある。 		

図 2-2：将来像達成のための戦略マップ

(2) 専門家による水衛生局の組織改編案

本プロジェクト活動開始後、水資源水道局の水道事業のビジョン/ミッションを達成するためには、既存の組織体制では不十分であり、全体組織の改編の必要性が確認された。C/P との協議を通じて、全体組織の再編計画案（付属資料 3. B）を作成し水資源水道局側に提案を行い、2015 年の第 1 回合同調整委員会（JCC）にて承認された。その後、水資源水道局は組織改編案を市長および YCDC のコミッティメンバーに提出、承認を申請した。提案した改編計画案の中、計画課、顧客サービス管理課、広報課、無収水管理課、浄水処理課については、水資源水道局内での承認を得て CE 令によって人員が配置され、業務を開始した。同組織改編案は、2017 年 6 月に C/P とともに改定している。

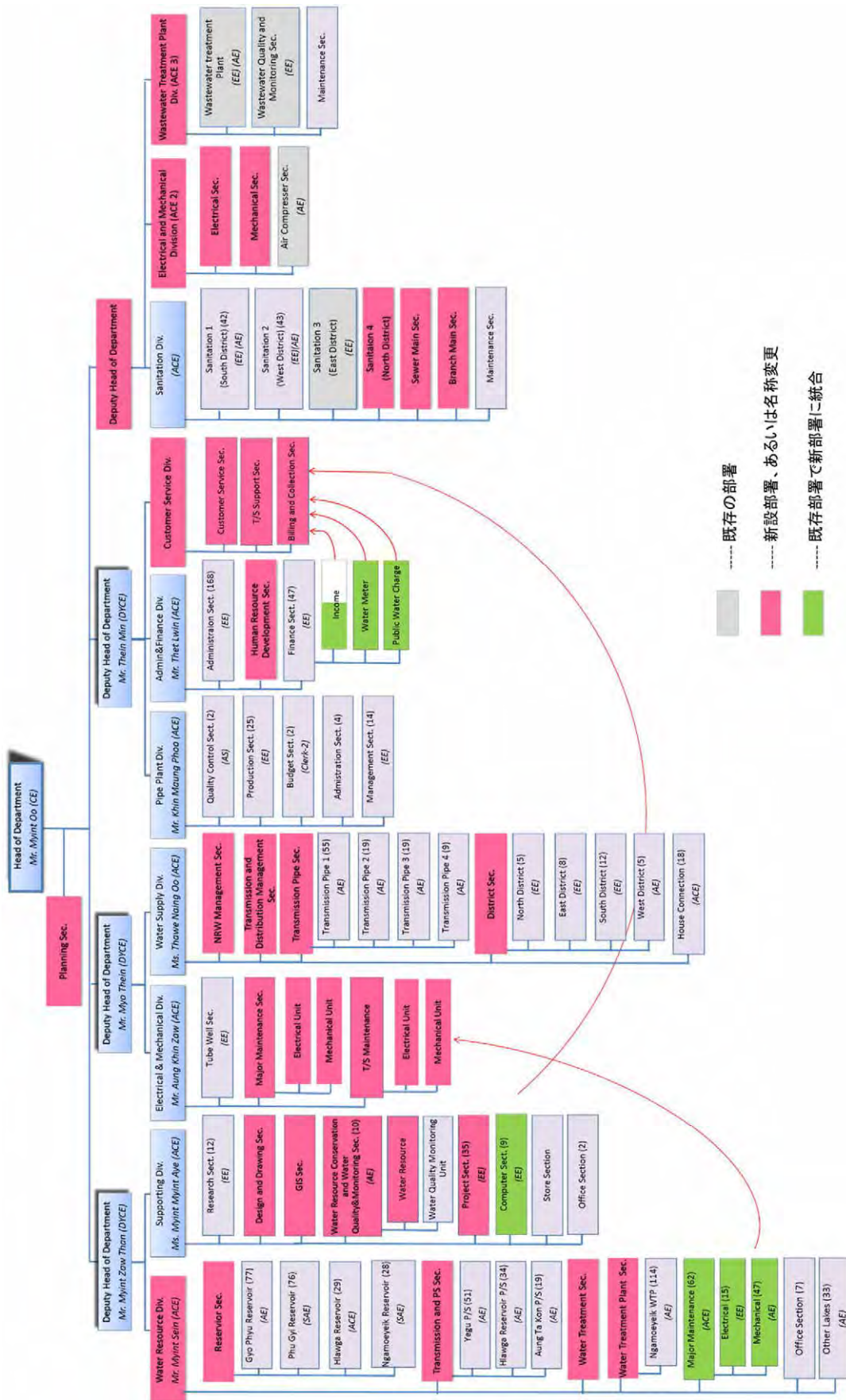
組織改編案の概要と組織図を参考として以下に示す。なお、組織が未編成の新部署に関しては、水衛生局が水資源水道局に改組される中で検討される見込みである。

表 2-7：提案された組織改編案の概要

新部署/新副局長 (DYCE)	特記事項	組織編成済
Deputy Head of Department	New establishment, to manage the Division of Sanitation, Electrical and mechanical, and Wastewater treatment plant	○
Water Resource Division	Rename	
Water Treatment Sec.	New establishment	○
Water Treatment Plant Sec.	Rename	
Design and Drawing Sec.	Rename	○
GIS Sec.	New establishment	○
Water Resource Conservation and Water Quality and Monitoring Sec.	New establishment and integration	
Water Resource Sec.	New establishment	
NRW Management Sec.	New establishment	○
Transmission and Distribution Management Sec.	New establishment	○
Planning Sec.	New establishment	○
Human Resource Development Sec.	New establishment	○
Customer Service Division	New establishment, Re-organization	○
Customer Service Management Sec.	New establishment, Re-organization	○
Public Relation Sec.	New Establishment	○

出典：「Report on Institutional Reorganization of EDWS (ERAWSA) Rev in June 2017」

注：詳細提案については、上記報告書に記載されている。



----- 既存の部署
 ----- 新設部署、あるいは名称変更
 ----- 既存部署で新部署に統合

出典：Report on Institutional Reorganization of EDWS (WRAWA)

図 2-3：水資源水道局の組織改編案

(3) YCDC 全体の組織改編案

2016年4月の政権交代に伴う YCDC 全体の組織改編については、新政権の下で任命された市長およびコミティメンバーなどの上層部とシンガポールのコンサルタントで検討されていた。正式な発表はなされていないが、2017年12月に開催されたアジア・パシフィック水サミットで水資源水道局副 CE が説明した新組織の大まかな特徴は以下の通りである。

- YCDC は市長および委員会メンバーの下、7つの部局 (Authority) とその他の3つの部署 (安全・規律、総務・管理、広報・情報) に再編される。
- 7つの部局は以下の通り。
 - ◇ 都市計画
 - ◇ 建物管理
 - ◇ 道路・橋梁
 - ◇ 排水・下水管理
 - ◇ 上水
 - ◇ 公衆衛生・マーケット管理
 - ◇ 環境管理
- 水衛生局は、上水部門と下水部門が分割される。

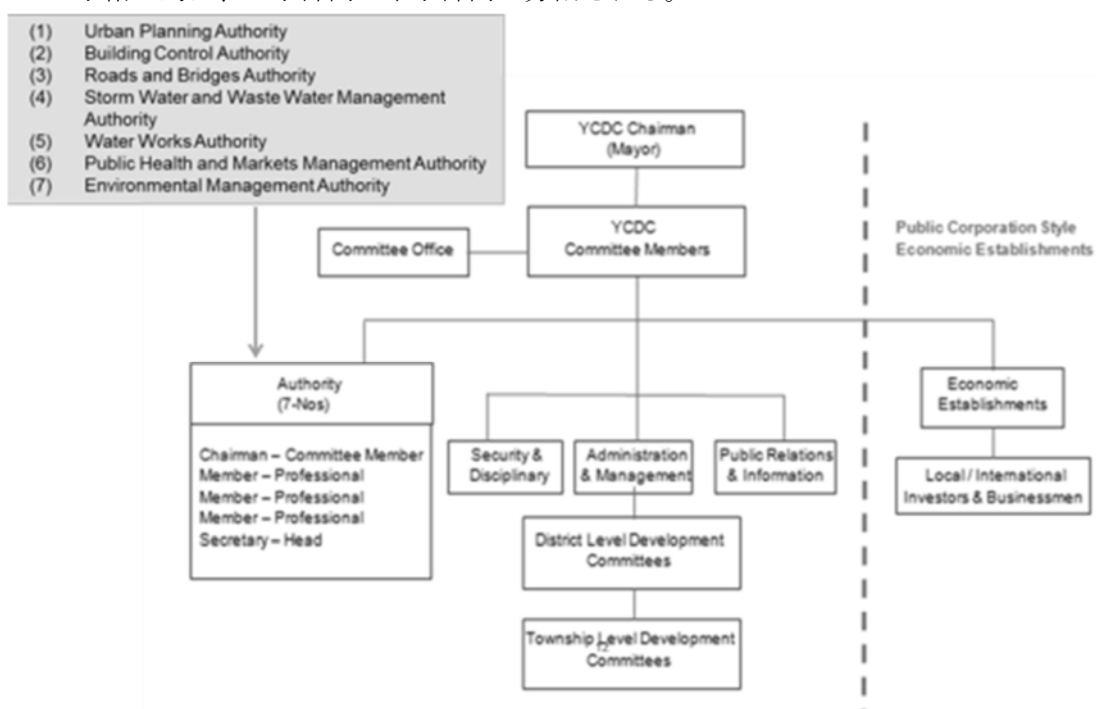


図 2-4 : YCDC の新組織構成 (案)

2018年6月には新 YCDC 法が管区政府首相により発令され、組織改編の内容についても含まれている。一方で、新しい YCDC の組織体制について正式な発表はまだなく、現在も地域政府および YCDC 上層部などで検討中とのことであった。組織の再編成については、Authority は規制主体的な組織となり、100% YCDC が出資する Corporation を設立して業務を行う公社化

(corporatization) 構想を含めて検討中の状況との情報もあったが、実質的および具体的な新しい組織体制についてはまだ示されていない。CE からは、実質的な変化はなく組織名称の変更に留まるとの発言もある。

(4) 水資源水道局（水衛生局）運営改善計画

プノンペン水道公社（PPWSA）とバンコク首都圏庁（MWA）での第3国研修を基に、他国との比較研究を行い、C/Pは水資源水道局経営改善計画を作成した。以下に章立てを示す。計画書は付属資料CD1)に示す。

Chapter 1	Introduction
Chapter 2	Current Conditions of EDWS/YCDC
Chapter 3	Summary Current Issues and Contents to be studied
Chapter 4	Study on MWA/PPWSA System
Chapter 5	Comparative Study (YCDC vs. MWA/PPWSA)
Chapter 6	Proposal for Improvement of EDWS
6.1	Institutional Governance and Organization Structure of Water Utility
6.2	Planning System
6.3	Human Resource Development
6.4	Corporate Accounting
6.5	Standard, Guideline, Manual and SOP
6.6	Actions for problem solving
Chapter 7	Executive Summary

1-2 水道事業の計画課を設置する

1-2-1 水資源水道局内に計画課（セクション）を設置する

水資源水道局内に計画課を設置するため、C/Pと協議の上、同課の実施体制と役割、人数規模について、専門家から提案を行った。その結果、2016年8月12日付で、水資源水道局内に計画課の設立に係るCE令が発出され、同課の設立が承認された。また、メンバーとして以下の7名が配置された。

表 2-8：計画課のメンバー構成

名前	職位	ポジション
1. U Zaw Min	EE	Leader
2. Daw Yu Yu Hla Baw	AE	Member
3. Daw Khin San Win	AE	Member
4. Daw Khine Khine Soe	SAE	Member
5. Daw Khin Than Oo	SAE	Member
6. Daw Naw Ellin Dar	SAE	Member
7. U Tun Tun Hlaing	SAE	Member

一方、配置されたメンバーが他課に配置換えされたり、実際の活動への参加が非常に限られていたりするケースがあったため、再度見直しを行い、2018年4月に新たに計画課職員として11名が配置された。その内、常勤職員として計4名が配置されたことは進捗がみられたが、3名は新入職員であった。11名の内、2018-19年度中に1名がACEに昇進、1名がJICAの海外留学プログラ

ムにより日本留学となり、実質的に活動に参加したメンバーは約4～5名である。今後、提案された計画課の業務を遂行していくには、経験の豊富な常勤職員の更なる配置が必要である。

水資源水道局の組織改編にともなう部署の再編成を上層部で検討中であり、所属する職員もそれともなう新たに決定される見込みである。任命された同課のメンバー構成を以下に示す。

表 2-9：計画課のメンバー構成（2018年4月）

名前	常勤	非常勤	備考
U Zaw Min		✓	
U Than Han		✓	
Daw Khin San Win,		✓	
Daw Khaing Khaing Soe	✓		日本留学中
Daw Naw Ellinar		✓	
U Tun Tun Hlaing		✓	
Daw Sandar Myint Lwin	✓		
Daw Kyawt Kay Khine	✓		
Daw Soe Yu New	✓		
Daw Aye Aye Kyu		✓	
Daw Khin Eindra Htun		✓	

1-2-2 計画課（セクション）の職務分掌を規定する

(1) 計画課の職務分掌の規定

計画課の設置にあたって、国内支援委員の支援を得て東京都水道局と福岡市水道局の計画部署の組織構成と職務分掌を入手した。それに基づき、計画課の職務分掌を専門家からCEに提案し、承認された。計画課を構成する主な係（サブセクション）の内訳と職務分掌もあわせて提案した。計画課の組織体制と職務分掌を以下に示す。

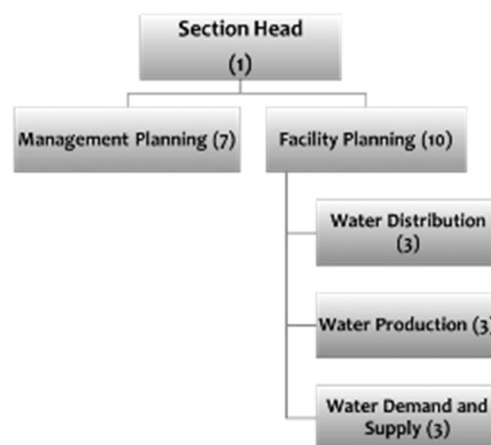


図 2-5：計画課の組織体制

表 2-10：計画課の職務分掌

項目	職務分掌
全体	<ul style="list-style-type: none"> 水資源水道局の全体ビジョン、方針、戦略の企画・立案 計画および事業運営の一元的な管理 水資源水道局の水道事業パフォーマンスの経年的なモニタリングおよび評価 管轄地域の管理者への適時なフィードバック 包括的な視点から水資源水道局の水道事業運営の継続的改善の促進 ガイドライン類の作成 パフォーマンス実績と傾向など主要業務指標のデータベースの管理
管理計画 (7)	<ul style="list-style-type: none"> 水道事業に係る全体経営計画の策定 事業の管轄地域における課題の抽出
注：ユニット長 1 名を含む	<ul style="list-style-type: none"> 経営計画に関する調査、分析およびデータ収集 他部署との全体的調整

項目	職務分掌
む。	<ul style="list-style-type: none"> ● 経営計画の継続的な評価と改善プログラムの強化および作成に関する主導的役割 ● パフォーマンスに関するベンチマーキング・システムの開発とその実施 ● 総務・財務に関するガイドラインの作成 ● 非技術的分野に関するデータベースの整備
施 設 計 画 (10) (水需要・供給:3) (生産:3) (配水:3) 注：ユニット 長 1 名 を 含 む。	<ul style="list-style-type: none"> ● 水需要・水供給計画の策定 ● 貯水池、取水、送水、生産に関する水道施設整備 ● 配水施設の整備計画の策定 ● 他部署との全体的調整 ● 新たに導入された技術の管理 ● 材料および水供給技術の評価 ● 技術ガイドラインおよび基準の作成 ● 水供給技術に関する調査・研究 ● 建設にかかる安全対策 ● 新しく導入される技術の管理

注：括弧内は提案人数

提案の中では、計画課の最終的な人員は上表のとおり 17 名程度を想定している。CE により 2018 年 4 月に 11 名が任命された。その後、活動を行っていく中で、人員配置に関して顕在化した主な課題は以下の通りである。

- 配置された中堅職員の内、1 名は他業務との兼任であり、計画課業務に専任することが容易でない。また、2019 年 6～11 月の半年間は、福岡市の研修制度に参加したため不在となっていた。
- 中堅職員のもう 1 名は、本プロジェクトと連携する JICA 留学制度を活用して東京大学に留学（2018 年 9 月～2020 年 8 月）し長期間不在となった。
- 専任の若手職員 3 名を加えた 4～5 名が実質的に業務に従事している状況である。最終的な人員体制に至る過渡期であり、現時点では必ずしも 17 名程度の職員が必要という状況ではないが、兼務職員を含めた 4-5 名では上記で示した職務分掌の実施は限定的な範囲に留まる。管理計画および施設計画の機能を果たすためには、専任職員の更なる配置が必要である。

PIs データの設定・収集・モニタリング、中期経営計画の策定を通して、職務分掌の内、計画・モニタリング業務について取り組んだ活動は、以下のとおりである。

- 水資源水道局の水道事業パフォーマンスの経年的なモニタリング
- パフォーマンスに関するベンチマーキング・システムの開発とその実施
- 経営計画に関する調査、分析およびデータ収集
- 水道事業に係る全体経営計画の策定
- 水需要・水供給計画の策定
- 技術ガイドラインおよび基準の管理
- 他部署との調整

2016/17 年度は収集した PIs データを整理し、経営管理のための主要業務指標 (MKPIs) を 15 指標選定し、指標値を算定した。中期経営計画 (2018/19-2020/21) の策定については、各部署からの計画案の提出を促進、収集した。

2018 年度は、新たに「水道事業に係る全体経営計画の策定」、「事業の管轄地域における課題の

抽出」に取り組み、水資源水道局の中期経営計画（2018/19-2020/21 年度）を策定した。詳細は 1-9 にて記述する。

2019 年度は、2016/17 年度以降の 2017/18 年度および 2018/19 年度の PIs データについて、収集、整理する活動を継続的に実施した。また、2018/19 年度のデータが収集できてきた 2019 年 12 月からは、経営管理指標の実績値を算出し、実績をモニタリング・比較する作業を実施した。

一方、必要な基準・ガイドライン類（技術分野、非技術分野）の作成準備については、計画課と別の C/P が取りまとめを担当した。

2019 年 3 月の S/C3 において、計画課の追加職務を以下のとおり決定した。

- 1) S/C2 と S/C3 を開催し作成した計画と規則類の承認を調整する。
 - 各部署が計画課に対して計画、規則類の承認依頼をする。
 - 計画課は承認のための S/C を開催する。
 - 計画課は承認された全ての計画と規則類を保管する。
- 2) 承認された計画と規則類の施行モニタリングを定期的に行う。
 - 計画課はモニタリング項目とモニタリングチームを設置する。
 - 計画課はモニタリングを実施しその結果を S/C にて水資源水道局 CE に報告する。
 - 計画課はモニタリング結果を保管し、改善が必要であれば改善策の実施を促進する。

(2) 計画課の活動進捗と課題

2015 年のプロジェクト開始時、水資源水道局には計画を担当する部署がなく、中-長期における経営計画も存在しなかった。また実際の水道事業サービスの現状は体系的、網羅的に把握することも行われていなかったため、水資源水道局も自ら提供しているサービスの量や質も理解できていない状況にあった。こうした観点から、プロジェクト終了時における計画課の活動状況をみると、下記の点について主に活動が実施され計画に関する活動が改善された。今後の課題とともに、以下に示す。

1) 水道事業パフォーマンスの見える化

PIs データシートの導入によるベンチマーキング・システムの開発とその実践により、水道事業を定量的かつ客観的なデータで把握できるように改善された。水資源水道局内でも、PIs データシートによるベンチマーキング・システムの重要性を局長が繰り返し言及することで、各部署職員による定期的な記入、計画課への提出が軌道に乗った。

今後は、特に T/S からのデータシートのデータの正確性を更に向上し、計画課との確認・修正の作業頻度を最小化することが必要となる。

2) 水道事業パフォーマンスの経年的なモニタリング

一時的なデータ把握に留まらず、PIs データの定期的なモニタリングにより、パフォーマンスの経年的な把握ができるように改善された。一方で、上述した課題（データの正確性）によって収集データの最終化に計画課職員が多くの時間を割いているのが現状である。今後は、データシートの最適化やデータ収集システムの継続的な改善を通して、タイムリーなデータの取りまとめが課題である。

3) 水道事業に係る全体経営計画の策定

上記のベンチマーキング・システムの導入により、水道事業パフォーマンスの現状が把握できるようになった。そうしたデータを基に、本プロジェクトでは中期に係る重点施策、経営計画、目標を設定することで、計画的な活動展開に向けた基盤づくりを行うことができた。また、計画策定の過程で、水需要・水供給計画の策定についても、計画課の重要な作業として実施することができた。

今後、継続的に第2次中期経営計画（2021/22-2025/26年度）を策定することが重要な役割となる。その際には、中期重点施策に沿って、経営層が第1次よりも思い切った予算配分の実施や事業計画の取捨選択を行うことで、目標達成のためにより効果的な水道事業運営に留意した計画立案を行う必要がある。

4) 経営計画のモニタリング

中期経営計画の策定後、経営管理指標のパフォーマンス（第1年次）をモニタリングし、設定時の指標値および該当年次での目標値と比較、分析することで、計画の進捗状況、目標の達成状況を把握できるように改善された。

今後は、継続してモニタリングし、パフォーマンスを毎年評価していく作業を恒常化することが必要となる。そのためには、上述したようにタイムリーなデータの取りまとめが重要な要素となる。

5) 一元的なプロジェクト情報の管理

援助機関によるプロジェクト情報や水資源水道局のプロジェクト情報が、計画課で一元的に情報を把握できるように改善された。無収水管理課などの個別の部署が実施、把握しているプロジェクト情報を、計画課が主体となって情報を収集することにより、計画課は、水資源水道局全体のプロジェクト像を把握できる部署としてその重要性を増すことができた。ただし、プロジェクト情報は計画課に集約される体制が整備されたものの、まだ十分とはいえない。今後、ACE以上のレベルの経営層を計画課の長に配置し、部署の権限を更に強化することが必要となる。

経営層から相談される機会も増えてきたとはいえ、情報に基づいたプロジェクト調整や資源配分については主にCE、副CEクラスで行われているため、その役割の一部を計画課が担い、中長期的な視点から経営層にアドバイスや提言できるよう、計画課の更なる強化が必要とされる。

6) 技術ガイドラインおよび標準作業手順書等の管理

本プロジェクトでは、技術ガイドラインや標準作業手順書の最終データを計画課が一元的にまとめる役割を担うことが決められた。標準作業手順書については、計画課で最終データを管理することができている。一方で、技術ガイドラインやマニュアルはプロジェクト終了間近で完成されたものが比較的多いため、最終文書について、今後計画課が主導的に取りまとめる必要がある。

中長期的には、更に常勤職員が計画課に配置され、計画された人員体制が整備されることが期待される。その上で、プロジェクト活動で実践されている上記の職務分掌に加え、前節の全ての職務分掌がカバーされることが望ましい。

1-3 顧客サービス部を設立する

1-3-1 水資源水道局内に顧客サービス部を設置する

(1) 顧客サービス部設置が追加活動となった背景

水資源水道局のT/S事務所で行われている料金徴収業務は、非常に非効率であり、またそれぞれのT/Sでの業務が統一されておらず、顧客に対する公平公正の面からも問題が多い。ところが、水資源水道局には本庁に出先機関業務を所管する部署がなく、改善の取組みを主導する部署がない状態であった。そうしたことから、第1回JCC会議において、「顧客サービス部の設立」を新たな活動に加えることが提案され、承認された。

また、広報の強化は、本プロジェクトの当初からの活動一つであり、広報課の顧客サービス部内への設置も第1回JCC会議で併せて承認された。

(2) 顧客サービス部設置までの経緯

第1回JCCで顧客サービス部の設置が決まったことから、組織体制、担当業務内容などを検討するため、2016年5月に8名のC/Pが配置された。

2016年8月に開催した第2回JCC会議は、組織の再編に焦点を当てて開催され、その後、顧客サービス部は8月23日に顧客管理課 (Customer Service Management Section) と広報課 (Public Relation Section) との2課体制により業務を開始した。

(3) 顧客サービス部の構成

顧客サービス部の構成は、顧客管理課と広報課の2課を、さらにSub-section(係)に分けたもので、次図の通りである。

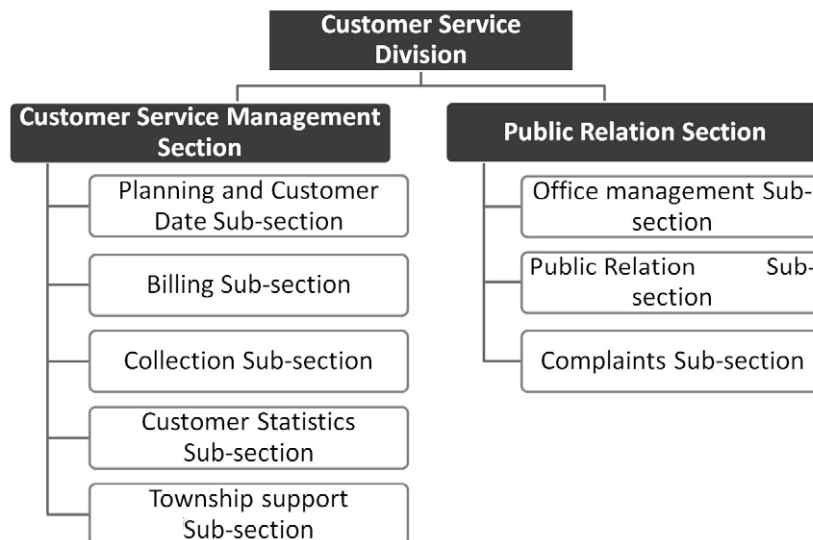


図 2-6：顧客サービス部の組織

(4) 顧客サービス部の体制

部長のもと業務課は8人、広報課6人の15人体制でのスタートとなった。ただし、配置指名され

た職員全員が他部署との兼任によるパートタイム職員である。また、設立当初は、新設部署であることから発言力も弱く、活発な活動を維持することは困難であった。



写真 2-1：顧客サービス部発足によるキックオフミーティング

(5) 指導力強化のための組織再編

管理部署としての指導力強化のため部署再編を加速するよう、新しくアサインされた専門家よりYCDC側に要請を行い、2017年8月にフルタイム職員の配置を含む再編成が実施された。これにより顧客管理課長は、T/S事務所での業務と密接に関連するコンピュータ課の課長が兼任することとなり、顧客サービス部は、フルタイム職員及び課長を含め12名体制へと組織が強化された。また、2018年3月には新入職員2名がフルタイム職員として配属され、14名体制となった。顧客管理課単独では7名の体制となっており、これにより業務マニュアルの作成等の活動を開始した。

今後さらに、課員の業務知識の不足等を補完し、活発な活動を維持して行くために、T/S業務に精通した人材の配置が望まれる。

1-3-2 顧客サービス部の職務分掌を規定する

(1) 顧客サービス部の職務分掌

顧客管理課と広報課について、東京都及び福岡市の組織並びに水資源水道局の現状を分析し、設定された職務分掌は、以下の通りである。

表 2-11:顧客サービス部の分掌

顧客サービス業務管理課 (Customer Service Management Section)
(1) Planning and Customer Data sub-section <ul style="list-style-type: none"> • to plan a new work process to improve billing and collection work • to make manual for billing and collection, and improve it • to lead introducing e-Government water tariff billing system
(2) Billing sub-section <ul style="list-style-type: none"> • transfer all of the computer section' s work
(3) Collection sub-section <ul style="list-style-type: none"> • transfer a part of the finance section' s work such as confirmation of tariff revenue
(4) Customer Statistics sub-section <ul style="list-style-type: none"> • to make statistics of tariff such as customer number, consumption volume, tariff billing, revenue, non-payment • to make monthly report and annual report regarding water tariff
(5) Township Support sub-section <ul style="list-style-type: none"> • to support T/S when new work process is introduced • to support T/S when difficult events happened • to conduct and implement training course for billing and collection work of T/S
広報課 (Public Relation Section)
(1) Office Management Sub-Section <ul style="list-style-type: none"> • Overall office management of public relations • Overall management of customer service works

(2) Public Relation Sub-Section

- Planning, research, coordination for improvement of customer satisfaction
- Public relations and information disclosure on water supply, sewerage and sanitation

(3) Complaints Management Sub-Section

- Overall management of customer complaints
- Prepare the report of received complaints

(2) 顧客サービス部の諸課題への取組

顧客サービス部は、設定した職務分掌に基づき、諸課題へ取組む活動を次のとおり開始した。

1) 料金徴収事務の適正化や効率化に向けた指導

専門家は、顧客管理課員によるT/S職員への指導に向けて、まずは課職員に対し、料金徴収事務の適正化や効率化に向けた指導を実施した。具体的には、専門家によるセミナーや課会議での提言・事例提示、職員の第三国研修への参加、国内支援員による水資源水道局側への提言の活用などである。これにより、徐々にではあるが、職員は水資源水道局が抱えている課題を認識し、業務の効率化や顧客サービスにおける公平性の意識等が向上してきた。

ヤンゴンにおいては、不良メータの交換が喫緊の課題の一つである。メータ代金や交換に係る費用は顧客自身の負担であり、これが顧客における一時的な経済的負担の増大や公平性の面で課題があることを、職員間で共有した。日本においてはこうした費用が月々の水道料金に含まれていることを紹介することにより、水資源水道局における水道料金の見直しが必要であることを、職員は認識した。

水資源水道局では、これまで紙媒体にて情報を管理しており、コンピュータ化には着手したばかりである。職員は、専門家からの一連の指導を通じて、顧客からの苦情や統計情報の収集・分析についても、コンピュータや情報システムを利用することが不可欠であることを改めて認識した。

2) 顧客サービス部からT/Sへの業務改善指導

顧客管理課は、業務の統一化に向けて、代表的なT/Sについて徴収事務に関する日程や事務フローの調査を実施した。その結果、一部のT/Sにおいては他の事務所との相違がみられたことから、適正な事務日程、事務フローを標準手順書（SOP）としてまとめ、各T/Sへ配布し指導することとした。

●対象業務：現場検針業務、滞納整理業務、新設栓開始業務

3) 既存料金徴収システムと電子政府システム（e-Government System）の調査

T/S及び本庁における事務作業では、定型帳票（YAPAと呼ばれており様式は1から8までである）を用い、ほとんど手書きにより、顧客情報・検針結果情報・請求/収納情報を管理している。この帳票への記入及びそのチェックには膨大な時間を要し、大変非効率であるとともに、正確性を欠いている。こうした課題を解決するために、YCDCでは顧客管理・料金徴収システムの開発を目指すこととした。

料金徴収システムによるより精度の高い顧客管理を実現するため、まずは、現在の水資源水道局にて運用している請求書出力システムの調査を実施した。

【請求書出力システム】

現在水資源水道局で運用しているコンピューターシステムは、本局内のコンピューター課の中だ

けで運用されており、請求書を出力するだけの単純なシステムである。顧客からの各種申請や問い合わせに対して即座に利用できるような、顧客サービス向けのシステムとはなっていない。

【e-Government Systemの活用に向けた調査】

顧客サービスの向上に向けた水資源水道局が想定する各種機能を現在のe-Government Systemに追加するには、データベース (DB) の大幅な変更や機能の大幅な追加などシステム変更規模が大きく、e-Government Systemへの不具合 (バグ) の混入や性能劣化などが懸念される。更には、システム管理部署が水資源水道局ではないことから、将来的に柔軟なシステム改善・変更にも困難が予想された。

4) システム改善計画の作成

専門家による調査の結果 (2017年)、既にYCDCにて運用されているe-Government Systemの水道事業への利用拡大は困難であり、水資源水道局の予算にて独自の料金徴収システムを新規開発することが望ましいという結論に至った。ミャンマー国内のITベンダー企業に開発作業を委託する計画を策定し、CE及び副CEに対して2017年11月7日に提案を行い承諾を受けた。これを受け、2018年2月26日の第5回JCC会議において、C/Pが独自のシステムの開発計画を発表した。

また、これに併せて、定型帳票 (YAPA 1から8まで) を既存システムから抽出したデータを活用し、エクセルにより徴収金を管理することで、簡易的に帳票を作成する仕組みも検討することとした。

●料金徴収システム改善計画 (第5回JCC会議資料 『Proposal for new customer database』)

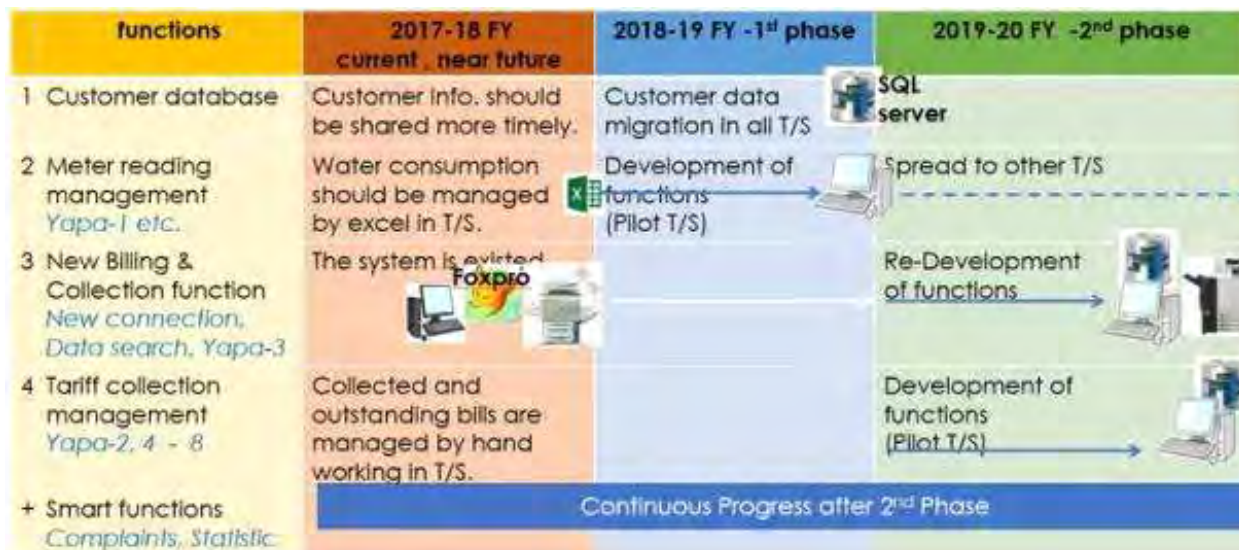


図 2-7 : 料金徴収システム改善計画

(3) 優先する取組を専門家から提案

顧客サービス部では、顧客管理・料金徴収システムの開発を計画し推進する等の取組が進められている。しかし、それ以外の業務マニュアルの作成や業務の統一化・効率化、T/Sへの業務指導といった取組は、遅延していた。これら遅延している取組を促進するため、セミナーを開催し優先順位を付けて取り組んでいくようC/Pと協議を行った (2018年12月6日、7日)。このセミナーでは、CEを始めとする幹部職員に対して、顧客管理課の役割や、水道局内における各組織の役割や連携について専門家より講義し、水資源水道局内での認識を深めてもらうこととした。また、業

務マニュアル作成に向けては、具体的にマニュアル群の構成やコンテンツを紹介し、ヤンゴンにおける課題と解決策に関するワークショップも実施した。併せて、優先する取組として以下の3点を専門家から提案した。

- ① 業務マニュアルの作成
- ② 各T/S所長と顧客管理課による定例会議の開催
- ③ 年次報告書の作成に向けた料金徴収に関する統計データや各T/Sにおける職員データ等の収集

セミナーにて提案した、優先付けをした取組関連図を以下に示す。



図 2-8：優先すべき顧客サービス課の取組

1-3-3 顧客サービス部の業務実施体制を確立する。

(1) 顧客管理・料金徴収システムの開発

「顧客管理・料金徴収システム」の開発工程は大きく2つに分けられ、第1フェーズ（2018年10月～2019年9月）では顧客情報の検索・照会・新規登録、検針業務、請求業務を中心に開発を行い、第2フェーズ（2019年10月以降に着手予定）では、料金収納業務、未納者管理業務、統計業務等を開発する。この計画に沿って、開発作業を民間のITベンダーに委託し、取組が進められた。

なお、予算は水資源水道局における無収水対策科目から供出され、契約額は年間で1500万MKK（約120万円）である（第1フェーズのみ）。

第1フェーズでは、プログラム作成後、パイロットT/S（1拠点）にて動作検証を実施し、改善を行いつつ、徐々に導入T/Sを拡大する。

2019年においては、第1フェーズで予定していた顧客情報の検索・照会・新規登録、検針業務、請求業務を中心とした開発は予定通り完了した。2019年8月からは、パイロットT/S 6拠点（Kyauktada, Botahtaung, Pabandan, Lathar, Lanmadaw, Pazuntaung）にて試行を開始した。

その後、料金制度の変更を行う事態が生じたため、これに伴い仕様変更が必要となることから試行を中断し、再構築を行った。そして、2020年2月よりパイロットT/Sの6拠点において試行を再開した。



図 2-9：顧客一覧画面

(2) 料金徴収業務の改善

現在開発している顧客管理・料金徴収システムと併せて、既存の顧客管理データベースを活用し、エクセルにて検針結果の管理や徴収金の管理を行う業務改善をチャウタダT/Sにて試行した。検針結果の管理についてはデータの正確性や作業の効率性向上という成果が表れている。また、徴収金の管理についても作業の効率性向上に大きく貢献した。

エクセルを活用した検針結果管理については、第1フェーズによるシステムリリースまで、徴収金の管理については第2フェーズのシステムリリースまでと過渡的なコンピュータ化の取組として位置付けている。またこれはT/S職員のコンピュータ操作の訓練、そして新しい顧客管理システムへの移行元データの蓄積としても、効果が期待できる取組である。

この取り組みに関して、2018年12月3日には、14名の職員（顧客管理課、コンピュータ課、チャウタダT/S）に対して、検針・徴収金の管理機能のエクセル操作説明及び訓練を実施した。また、2019年2月27日には、フォローアップ研修も行った。

チャウタダT/Sのみにて試行を実施してきたが、2019年においては、6つのT/Sに拡大して試行を実施し、さらなる拡大も進められた。また、試行に伴い生じてくる使い勝手等の改善要望にも、専門家が随時きめ細かく対応した。



写真 2-2：エクセルによる検針・徴収金データ処理の操作説明及び訓練

(3) 業務指導監督部署としての顧客管理課の機能強化

顧客管理課の機能強化については、顧客管理・料金徴収システムの開発と合わせて、優先する3つの取組を次のように着実に進めた。

1) 業務マニュアルの作成

業務の統一化に向けて、これまで顧客管理課により行われた各T/Sでの業務日程及び業務手順の調査、並びに第3国研修等で得られた知識も活用し、業務マニュアルを作成するよう指導を行った。

2018年においては、CEをはじめとする幹部も含め、改めて顧客管理課の役割や水資源水道局内における各組織の役割と連携について専門家より講義を行った。さらに、業務マニュアル作成に向けたセミナー及びワークショップを開催した。

また、業務マニュアルの作成に向けて、具体的作成手順についてのセミナーも専門家より実施した。

2019年には、先行して取り組んでいる検針業務及び料金徴収業務の業務マニュアルの作成を推進するため、顧客管理課の職員を対象に、専門家より「東京都の徴収業務マニュアル」を基に、概要から詳細な作業レベルまでの内容について講義を行った。

業務マニュアル（案）が完成し、各T/Sに示して試行及び意見のフィードバックを行った。これにより、業務の標準化は、大きく前進するものと考えている。



写真 2-3：業務マニュアル・セミナー

表 2-12：マニュアル・SOP等の構成

種類	名称	内容	備考
業務マニュアル	検針業務マニュアル	検針業務概要、現場業務、水量増減調査、メータ異状調査、漏水対応、顧客対応	完成
	徴収業務マニュアル	顧客情報調査、催告、未納者対応、徴収サイクル	完成
標準手順書（SOP）	徴収業務処理基準 1	基本方針、処理基準	完成
	徴収業務処理基準 2	新規接続手順、水道接続許可証の発行、検針、中止栓の料金、水道料金の支払方法、未納料金回収手順等	完成
操作手順書（顧客データ管理の標準手順書（SOP））	顧客管理・料金徴収システム操作要領	顧客管理・料金徴収システムの操作（顧客情報検索、データ入力・修正・削除、資料作成等）	完成

業務マニュアルは、今後の顧客サービス部のT/Sへの支援や指導のツールともなるものである。これを有効に活用し、顧客管理課がT/S及び本庁各課の業務改善や効率的で適切な業務運営に向けて、リーダーシップを発揮していけるようになることが期待される。

2) T/S所長会の設立

顧客管理課の機能強化に向けては、現場と一体になった一貫性のある事業運営を図るため、T/S所長会の設立を目指した。その意義と役割等について関係者を対象としたセミナーを実施した。

2018年からは、顧客サービス部主催のT/S所長会が月二回程度定例的に開催されるようになった。これが継続され、業務改善や効率的で適切な業務運営に向けた情報共有や意見交換が活発化していくことが期待される。

3) 統計データの収集

料金徴収に関する統計データの収集は、年次報告書の作成、適切な業務運営や業務改善、また様々な情報を経営計画に生かしていくために大変に重要である。収集するデータの種類や内容、統計情報の有効活用等について、東京都における事例を紹介する等の指導を専門家が行った。

現在、水資源水道局においては、独自に顧客管理・料金徴収システムが開発されており、顧客の基本情報や水道の使用状況、料金の情報等がデータベース化されることとなり、今後様々な情

報が蓄積され充実していくこととなる。

第2フェーズの開発で予定している統計情報のシステム化により、毎月の検針情報、料金徴収の情報等からは、顧客カテゴリー別の件数、水量、料金等の基本資料が作成される。これに加えて、未検針や認定の理由、未納データ等の入力も計画されており、これらにより、現場の状況や水使用の実態をより正確にきめ細かく把握することができる。顧客サービス部は、これを基により適正な水量での料金の算定や料金の確実な徴収に向けた問題点の洗い出し等を行い、T/Sへの支援や指導に活用していくことができるようになる。延いては、これが無収水の改善に繋がるものとなる。

(4) 顧客サービス管理課の将来構想（案）

1) 顧客サービス管理課の将来構想（案）の作成

顧客サービス部を設立し組織と事務分掌の整備、「顧客管理・料金徴収システム」の開発及び検針・料金徴収業務についての業務の統一化とマニュアルの作成等の取組を実施してきた。これらの取組により、顧客サービスの近代化に向けて一步を踏み出したところである。今後は、これを更に発展させ、業務の効率化と質の向上、無収水削減及び顧客サービスの向上を目指していくことが求められている。

この「顧客サービス管理課の将来構想（案）」では、一つの例として、徴収事務と顧客サービスの近代化に向けた顧客サービス管理課の目指す姿と取組について将来像を示した。この「顧客サービス課の将来構想（案）」における最終目標とこれに向けた顧客サービス管理課の姿と主な取組は次の通りであり、これらを有機的に機能させて目標に迫っていくものである。これを基に、顧客サービス管理課における道標として更に練り上げられていくことを期待する。

《目標》

・ 経営能力の向上	・ 無収水の削減	・ 顧客満足度の向上
-----------	----------	------------

《顧客サービス管理課の姿と主な取組》

顧客サービス管理課の姿	主な取組
1. 近代化された料金徴収システムの運用と一層の改善に向け取組んでいる	検針業務、収入金整理における手作業の解消
	オンライン・ネットワークシステム化
	スマート検針の導入等検針業務の改善
2. 顧客サービス管理課の指導力の向上が図られている	業務のマニュアル化
	統計資料の整備と活用
	T/S への支援と指導
3. 徴収業務の様々な改善が図られている	隔月検針化
	業務の民間委託化
	T/S の統廃合等
4. 顧客サービスの一層の向上が図られている	インターネットを活用した情報提供、受付及び PR
	料金支払い方法の多様化
	コールセンターの開設等

《顧客サービス管理課の将来構想（案）イメージ》

水資源水道局における顧客サービス管理課の将来構想

□ 当面のスケジュール期間

顧客サービス管理課の姿	ステージ1 (バッチ処理)	ステージ2 (オンライン・リアルタイム化)		ステージ3 (スマート化)
	目標	経営能力の向上・NRWの削減・顧客満足度の向上		
	～2020年	2021年～(前期)	2024年頃～(後期)	2027年頃～
1. 近代化された料金徴収システムの運用と一層の改善に向け取組んでいる (検針業務)	・新D・Bシステム試行(フェーズ1) F・B YAPA1	徴収事務オンライン化 ・新D・Bシステム(フェーズ1)本格実施 ・新D・Bシステム構築、実施(フェーズ2) ・パソコンの設置拡大とネットワーク化 ハンディーターミナル導入(スマートフォン) ・「請求書」現地発導入	T/S Data Center H/O Drive by (AMR)	・スマート検針(本格導入) ・スマート検針導入(大口、集合住宅等)
2. 顧客サービス課の指導力の向上が図られている	・顧客サービス部設置 ・検針業務、料金徴収業務マニュアル整備	・料金収納業務、未納者管理業務、統計業務等(フェーズ2)のマニュアルの作成 ・T/Sオフィスの監督とサポート等 ・統計データの収集と活用 ・検針業務、料金徴収業務マニュアルの充実	T/S	・T/S業務の民間委託の推進 ・T/Sの統合(第2次)
3. 徴収業務の様々な改善が図られている	・隔月検針化(T/S1箇所)	・隔月検針化(本格化) ・集金制度廃止 ・T/Sの統合(第1次) ダウントウン地域	T/S	
4. 顧客サービスの一層の向上が図られている	・集金 ・納入通知書	・口座振替導入 ・モバイル支払導入 ・コンビニ支払導入 ・インターネット活用(公式Twitter、Facebook、Instagram)	“Line Pay” “PayB” in Japan LINE Pay	・口座振替導入(拡大) ・クレジットカード払導入 ・コールセンター設置 Callcenter

図 2-10：顧客サービス管理課の将来構想

2) 「顧客サービス管理課の将来構想」の実現に向けた取り組み

「顧客サービス管理課の将来構想」の実現に向け、当面のスケジュールとして、【ステージ2(オンライン化)2021年～2023年(前期)】に予定する諸取り組みについて、より詳細なスケジュールも作成した(図 2-11)。これを前進させるため、2021年12月までに、将来構想(案)のC/Pへの詳細説明と共に次のような取り組みを行った。

(優先順位の高い活動の実施支援)

- ・水道スマートメータ化等検針業務の改善方針策定に向けた検討資料の作成と説明、意見交換を行い、検針業務の改善に引き続き多方面から取組んでいくことの確認。
- ・料金支払い方法改善方針案作成に向けた検討資料の作成と説明及び意見交換を行い、料金支払い方法の多様化に向けて取組んでいくことの確認。

(顧客サービス課の指導力向上に向けた支援)

- ・T/S事務所の監督とサポートに向け、月報の様式の検討(未検針、未納情報等の収集)
- ・マニュアルとガイドライン作成・改訂に向けた取り組みとして、検針業務マニュアルの充実の具体例としての「検針業務(現場調査作業)ガイドライン」試案作成

取組分類	顧客サービス管理課の姿	取組事項	進捗状況	2020年												2021年												2022年											
				月	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2
実施中であった取組み事項で本格実施、拡張していくもの	1. 近代化された料金徴収システムの運用と一層の改善に向け取組んでいる	顧客データ管理と料金徴収システムの運用	完了	(サーバー・端末の設置、通信方式等ハードの整備、操作要領、説明会、操作訓練)																																			
		新D・Bシステムの構築（フェーズⅠ）	完了	(サーバー・端末の設置、通信方式等ハードの整備、操作要領、説明会、操作訓練)																																			
		フェーズⅠを全T/Sで本格実施	開始																																				
		新D・Bシステムの構築（フェーズⅡ） Yapha2.4-8																																					
		・ 収入消込等業務																																					
		・ 未納者管理業務																																					
		・ 統計等業務																																					
		端末の設置拡大とネットワーク化（T/S）	設置（27T/S）																																				
		フェーズⅡを6T/Sで試行	説明会、操作訓練																																				
		フェーズⅡを全T/Sで本格実施	説明会、操作訓練																																				
コンピュータ課の業務を吸収	調整継続																																						
財務課の料金収入確認業務を吸収	調整継続																																						
優先して取り組んできた事項で整備促進、充実させていくもの	2. 顧客サービス課の指導力の向上が図られている	マニュアルとガイドラインを作成し、改訂	完了																																				
		検針業務マニュアル及びSOP作成	完了																																				
		徴収業務マニュアル及びSOP作成	完了																																				
		収入消込等業務マニュアル作成（フェーズⅡ）																																					
		未納者管理業務マニュアル作成（フェーズⅡ）																																					
		統計業務等のマニュアル作成（フェーズⅡ）																																					
		新D・Bシステム（フェーズⅠ）のリリースに伴う改訂																																					
		検針業務のマニュアル充実																																					
		徴収業務のマニュアル充実																																					
		T/Sスタッフのための会議の実施	完了																																				
次のステップとして予定していた取組事項	2. 顧客サービス課の指導力の向上が図られている	T/S所長会の開催	完了																																				
		T/S業務責任者会議の設立																																					
		T/S業務責任者の会議自主的活動（統計データ等を活用）																																					
		統計とデータの収集と提供	完了																																				
		収集データと標準作成資料の検討	完了																																				
		件数、使用水量、水道料金等の基本的情報の収集と提供																																					
		未検針、メータ異常、給水装置の漏水、未納情報等管理情報の収集と提供																																					
		T/Sオフィスの監督とサポート																																					
		T/Sスタッフのトレーニングを実施																																					
		問題を解決するためにT/Sスタッフをサポート																																					
その他予定する取組事項	3. 徴収業務の様々な改善が図られている	検針用ハンデターミナル導入																																					
		「請求書」現地発行																																					
		スマート検針																																					
		隔月検針の実施（Kyukutada T/S）	完了																																				
		隔月検針の本格実施（各T/S隔次）																																					
		集金制度廃止																																					
		T/Sの統合（顧客サービス業務）																																					
		委託検針等実施																																					
		口座振替の導入	調査開始																																				
		4. 顧客サービスの一層の向上が図られている	3. 徴収業務の様々な改善が図られている	モバイル支払導入																																			
水道料金のコンビニエンスストアでの収納																																							
お客さまの使用実績情報提供サービス																																							
携帯電話向けホームページの開設及び水道局公式Twitter、Facebook、Instagram																																							
金融機関調整	システム開発開始																																						
関係方面調整	システム開発開始																																						
関係方面調整	システム開発開始																																						
マニュアル追加	マニュアル追加																																						
マニュアル追加	マニュアル追加																																						
マニュアル追加	マニュアル追加																																						

図 2-11：顧客サービス管理課の将来構想の実現に向けた当面のスケジュール

1-4 業務指標（PIs）による水道事業のモニタリングを行う

1-4-1 現在の水道事業にかかる指標の取り方及びモニタリング方法を分析する

PCM ワークショップおよびベースライン調査を通して、現状で水資源水道局が取得している PIs データについて確認を行った。また、今後の PIs データの報告体制を検討する上で必要な、既存の PIs データの報告頻度、報告先などの報告体制について C/P が調査を行った。その結果、各施設からの水供給量や貯水量、停電状況などが報告されているが、現況を把握する PIs データが一般的に不足していることが確認された。例えば、次表のような断片的なデータは報告されているものの、水供給量や無収水率、料金徴収率、給水原価や供給原価といった水道事業の概況を把握

するために必要な基本となるデータが整備されていない。そのため、水資源水道局の水道事業の現況を正確に把握できないことも改めて確認された。既存の収集データおよび主な既存データと報告体制を次表に示す。

表 2-13 : 既存の指標データ

	Existing	
	Data	Monitoring Data
Reservoir	Storage Capacity of each reservoir	Water level and depth
	Storage curve	Precipitation
		Pump operation hour (PS)
		Electrical Breakdown records (PS)
WTP	Back washing time	ACH Dosing rate
		Electricity Power Consumption
		Water Quality
		-Turbidity (raw, treated), PH, temp., Alkalinity
Pumping		Operation Hours
		Electricity Consumption
		Flow - inflow, outflow
		Pump and Motor
		- Ampere meter reading
		- voltage reading
		- frequency
		Transformer
		- temperature
	- voltage (inlet, outlet)	
	Pressure	
Service Reservoir	Storage capacity	Water level
	Age	Valve Control
Underground Water		Pumping Hours
		Electricity Consumption
		Ground Water Quality (three times per year)
		- 15 parameters
Distribution	Pipe size	Pressure (some pts)
	Pipe length	Leakage repair record of main transmission pipe
	Pipe materials	

表 2-14：主な既存データの報告体制

No	Facilities	Data	daily	weekly	monthly	Submission processes				
						ACE	DYCE	CE	C/O	R/G
1	Reservoir	water level	√		√					
		precipitation	√		√					
		storage capacity	√		√					
		electricity shortage		√	√					
		Operating Hours		√	√					
		water supplied amount		√						
2	WTP	ACH dosing rate	√		√					
		water supplied amount		√						
		electricity shortage	√							
		Operating Hours	√							
3	Pumping Station	electric consumption	√							
		Operating Hours	√							
		electricity shortage	√							
4	M & E Section	Maintenance Records			√					
		New Installation			√					
		water supplied amount	√							
5	Service Reservoir	Water level			√					
6	Water supply	Maintenance Records on transmission lines		√						
		patrol records on transmission lines		√						
7	Customer service	Numbers of customers								
		water quality parameter								

1-4-2 PIs にかかるトレーナー対象の研修 (TOT) を行う

PIs に関する研修は、「1-4-8」の活動で PIs の設定後に行った。「1-4-7」の活動で作成した「業務指標 (PIs) による水道事業モニタリングマニュアル (データシート作成およびデータ入力)」(付属資料 1) を基に、PIs データの収集目的、収集方法、PIs の意味やデータシートの構成、入力方法、データ収集体制などについて、計画課 C/P を対象に研修を実施した。本プロジェクト開始までは断片的にデータを集めて報告することは行われていたが、包括的かつ定期的な PIs の収集および取りまとめは C/P にとって全く新しい取り組みであった。そのため、研修では繰り返し説明を行い、PIs データの収集目的、収集方法、PIs の意味やデータ入力方法などに関して C/P の理解を深めた。プロジェクトの第 1 期では、計画課の C/P の中から将来の中核的な役割が期待される中堅職員 2 名が中心となり、トレーナーとして T/S 事務所、地域事務所および他関連部署に対して研修を行った。



写真 2-4：PIs にかかるトレーナー研修

第 2 期では、引き続き PIs データの取りまとめ、定義や計算方法、グラフの作成および分析などについてトレーナー対象の研修を実施した。

2018年には若手職員3名が計画課に専任職員として配属され、第1期で育成した中堅職員2名に加え、若手職員にもPIsに関するトレーナー研修を実施した。第1期と同様、データの収集目的、方法、PIsの意味やデータシートの構成、入力方法、収集されたデータの確認ポイントなどの基礎的な項目について改めて研修を行った。T/S事務所が担当する「配水・無収水シート」、「販売サブ・シート」、「顧客接続・消費量シート」については、若手職員もT/S職員に日常的にデータ入力やデータの適切さを確認し、日常的に指導できるようになってきた。2019年12月に開催したPIsデータ入力セミナーでは、トレーナーとして全T/S事務所の実務担当者に対して説明、指導を行った(1-4-7にも記述)。

1-4-3 重要度及びデータの取得可否を踏まえ、モニタリングするPIsを選定する

水資源水道局の水道事業のパフォーマンスを評価するため、毎月モニタリングするPIsを検討、選定した。本プロジェクトで調達する機材設置後に、把握可能なPIs(送水量等)についてもそのデータシートに含めた。プロジェクトでは、水道事業サービスを次表に示す7分野に分類し、PIsデータシートを整備した。毎月この7分野のPIsを把握することで、水資源水道局の水道事業サービスの概況を把握できるとの前提に立っている。その中から、根幹となるPIsとして主要業務指標(KPIs)を60指標設定した。また更にその中から、水道事業サービスのパフォーマンスの概要を水資源水道局の幹部が把握する上で特に重要な指標を、経営管理指標(MKPIs)として15指標選定している。PIsについて詳細は、「1-4-8」に示している。

表 2-15 : モニタリングするPIsの対象分野と構成

分野	構成シート
1. 給水サービス	• Water Supply Service
2. 生産・送水	• Production (Reservoir, WTP, Underground) • Water Flow Measurement • Transmission System
3. 配水	• Distribution and NRW
4. 水質	• Water Quality Summary • Water Quality (Monthly) • Water Quality (Weekly) • Water Quality (Nyaughnapin)
5. 販売・徴収	• Sales and Collection (Summary) • Sales and Collection (Data)
6. 財務	• Fianance (Summary) • Finance
7. 総務・人材育成	• Administration and Human Resource • Human Resource Development (Sub-sheet)

表 2-16 : YCDC 水資源水道局の主要業務指標

Key Performance Indicators (KPI)

Summary Sheet

Sq.N	Symbol	Indicators	Unit	Jan	Dec	Total	Average
1. Water Supply Service							
1	S1	Service population	'000 inhabitants				
2	S2	Total connections	Nb.				
3	S28	Service coverage rate	%				
4	D5-1	Average hours of water supply per day	hr/day				
5	C23	Unit (average) water consumption per connection per day	L/conn/d				
6	Q7-2	Compliance ratio of monthly water test at tap water in TS (turbidity)	%				
7	Q7-5	Compliance ratio of monthly water test for tube well (TDS)	%				
8	C25-2	Average tariff per connection (billed connection)	Kyat/conn				
9	C26	Unit (Average) tariff per unit water consumption	Kyat/m ³				
2. Production & Transmission							
10	PT4-1	Daily average total production (untreated)	m3/day				
11	PT4-2	Daily average total production (treated)	m3/day				
12	PT4-3	Daily average total production (groundwater)	m3/day				
13	PT4-4	Daily average total production	m3/day				
14	PT4-5	Percentage of actual production (surface water) of total capacity	%				
15	PT4-6	Achievement ratio of water production of the planned production	%				
Nyaghnapin WTP							
16	P4-1	Achievement ratio of WTP water production of the planned product	%				
17	P4-2	Operation ratio of WTP water production	%				
18	P4-3	Production efficiency (balance between inflow and outflow)	%				
19	P4-4	Transmission efficiency (transmitted water / produced water)	%				
20	P4-5	Overall production-transmission efficiency (transmitted water / raw water volume)	%				
21	P4-7	Alum sulfate consumption per unit treated water volume (m3)	g/m3				
3. Distribution & NRW							
22	D3-3	The number of leakage repaired (distribution network)	Nb./month				
23	D3-6	The number of pipe breaks (distribution network)	Nb./month				
24	D9	NRW	%				
25	D12	Operating metering level	%				
26	D14	The number of repaired pipe breaks per 1,000 connections	Nb./ 1,000 conn.				
4. Water Quality							
27	Q7-1	Compliance ratio of monthly water test in water facilities (turbidity)	%				
28	Q7-2	Compliance ratio of monthly water test at tap water in TS (turbidity)	%				
29	Q7-5	Compliance ratio of monthly water test for tube well (TDS)	%				
5. Sales & Collection							
30	C4-1	Number of connections -Metered (end of the month)	Nb.				
31	C4-3	Number of total connections (Metered+Flat) (end of the month)	Nb.				
32	C5-3	Number of bills delivered (Metered+Flat)	Nb.				
33	C6-3	Amount of bills delivered (Metered+Flat)	Kyat/month				
34	C7-3	Number of bills collected (Metered+Flat)	Nb.				
35	C8-3	Amount of bills collected (Metered+Flat)	Kyat/month				
36	C9-3	Number of bills outstanding (Metered+Flat)	Nb.				
37	C10-3	Amount of bills outstanding (Metered+Flat)	Kyat/month				
38	C12	Number of new connection	Nb.				
39	C15-1	Metering ratio (by total connection)	%				
40	C15-3	Operating metering ratio (by total connection)	%				
41	C16	Billing ratio in number	%				
42	C17-2	Collection ratio in amount	%				
43	C18-2	Outstanding ratio in amount	%				
44	C19-2	Daily average water consumption (metered)	m3/d(MGD)				
45	C23	Collection period of account receivable (Outstanding bill amount)	days				
46	C24	Service coverage rate	%				
6. Finance							
47	F1	Total operating revenue for water	Kyat/month				
48	F2	Total operational expenses for water	Kyat/month				
49	F3	Accounts receivable	Kyat/month				
50	F4	Financial balance	Kyat/month				
51	F5	Operating ratio (Operating cost coverage)	%				
52	F8	Average revenue per m3 produced	Kyat/m3 water produced				
53	F9	Average revenue per m3 sold	Kyat/m3 water sold				
54	F10	Average revenue per connection	Kyat/month/conn				
55	F11	Unit operational cost for water produced	Kyat/m3 water produced				
56	F12	Unit operational cost for water sold	Kyat/m3 water sold				
7. Administration & Human Resource							
57	H8	Training period*number of trainee/Total staff	Person*day				
58	H9	Ratio of trainers to trainees	Person				
59	H10	Ratio of practice sessions	%				
60	H11	Total staffs number/1000 connections	person				

Prepared by:

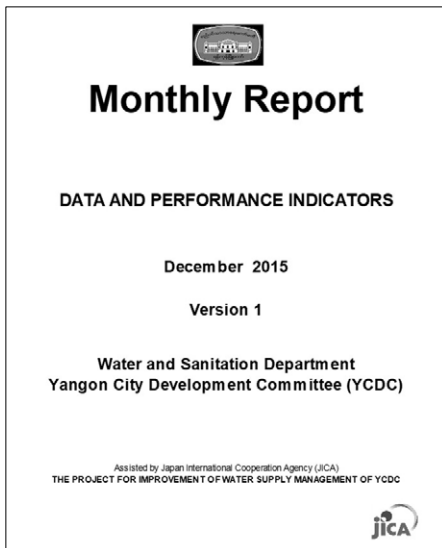
Date:

Received by (Division ACE)

Date:

Checked by:

Date:



KPI		N		Performance Indicators (PIs)		Unit	Jan	Feb	Mar	Apr	May																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
2. Production (Reservoir, WTP, underground water)																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
Reservoir Division, Electrical and Mechanical Division																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
5. Sales & Collection (Summary)																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
Computer Section & Finance																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">KPI</th> <th colspan="2">N</th> <th colspan="2">Performance Indicators (PIs)</th> <th>Unit</th> <th>Jan</th> <th>Feb</th> <th>Mar</th> <th>Apr</th> <th>May</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td colspan="12">P1-1 Goybu Reservoir</td> </tr> <tr> <td colspan="12">Design (fixed)</td> </tr> <tr> <td colspan="12">1 Design high water level (Spill w</td> </tr> <tr> <td colspan="12">2 Design low water level</td> </tr> <tr> <td colspan="12">3 Design storage capacity (full)</td> </tr> <tr> <td colspan="12">Monitoring data</td> </tr> <tr> <td colspan="12">4 Average monthly water level</td> </tr> <tr> <td colspan="12">5 Minimum water level</td> </tr> <tr> <td colspan="12">6 Maximum water level</td> </tr> <tr> <td colspan="12">7 Water level at the end of month</td> </tr> <tr> <td colspan="12">8 Average storage volume</td> </tr> <tr> <td colspan="12">9 Storage volume at the end of month</td> </tr> <tr> <td colspan="12">10 Monthly precipitation</td> </tr> <tr> <td colspan="12">P1-2 Phuggi Reservoir</td> </tr> <tr> <td colspan="12">Design (fixed)</td> </tr> <tr> <td colspan="12">1 Design high water level (Spill w</td> </tr> <tr> <td colspan="12">2 Design low water level</td> </tr> <tr> <td colspan="12">3 Design storage capacity (full)</td> </tr> <tr> <td colspan="12">Monitoring data</td> </tr> <tr> <td colspan="12">4 Average monthly water level</td> </tr> <tr> <td colspan="12">5 Minimum water level</td> </tr> <tr> <td colspan="12">6 Maximum water level</td> </tr> <tr> <td colspan="12">7 Water level at the end of month</td> </tr> <tr> <td colspan="12">8 Average storage volume</td> </tr> <tr> <td colspan="12">9 Storage volume at the end of month</td> </tr> <tr> <td colspan="12">10 Monthly precipitation</td> </tr> <tr> <td colspan="12">C Ratio</td> </tr> <tr> <td colspan="12">C15-1 Metering ratio (by total connection)</td> </tr> <tr> <td colspan="12">C15-2 Metering ratio (by total bills)</td> </tr> <tr> <td colspan="12">C15-3 Operating metering ratio (by total connection)</td> </tr> <tr> <td colspan="12">C15-4 Operating metering ratio (by total bills)</td> </tr> <tr> <td colspan="12">C16 Billing ratio in number</td> </tr> <tr> <td colspan="12">C17-1 Collection ratio in number</td> </tr> <tr> <td colspan="12">C17-2 Collection ratio in amount</td> </tr> <tr> <td colspan="12">C18-1 Outstanding ratio in number</td> </tr> <tr> <td colspan="12">C18-2 Outstanding ratio in amount</td> </tr> <tr> <td colspan="12">C19-1 Monthly water consumption (metered)</td> </tr> <tr> <td colspan="12">C19-2 Daily water consumption (metered)</td> </tr> <tr> <td colspan="12">C20 Daily water consumption per connection</td> </tr> <tr> <td colspan="12">C21-1 Average tariff revenue per connection (total connection)</td> </tr> <tr> <td colspan="12">C21-2 Average tariff revenue per connection (billed connection)</td> </tr> <tr> <td colspan="12">C22 Average tariff revenue per unit water consumption</td> </tr> <tr> <td colspan="12">C23 Collection period of account receivable (Outstanding bill amount)</td> </tr> <tr> <td colspan="12">C24 Service coverage rate</td> </tr> </tbody> </table>												KPI		N		Performance Indicators (PIs)		Unit	Jan	Feb	Mar	Apr	May	P1-1 Goybu Reservoir												Design (fixed)												1 Design high water level (Spill w												2 Design low water level												3 Design storage capacity (full)												Monitoring data												4 Average monthly water level												5 Minimum water level												6 Maximum water level												7 Water level at the end of month												8 Average storage volume												9 Storage volume at the end of month												10 Monthly precipitation												P1-2 Phuggi Reservoir												Design (fixed)												1 Design high water level (Spill w												2 Design low water level												3 Design storage capacity (full)												Monitoring data												4 Average monthly water level												5 Minimum water level												6 Maximum water level												7 Water level at the end of month												8 Average storage volume												9 Storage volume at the end of month												10 Monthly precipitation												C Ratio												C15-1 Metering ratio (by total connection)												C15-2 Metering ratio (by total bills)												C15-3 Operating metering ratio (by total connection)												C15-4 Operating metering ratio (by total bills)												C16 Billing ratio in number												C17-1 Collection ratio in number												C17-2 Collection ratio in amount												C18-1 Outstanding ratio in number												C18-2 Outstanding ratio in amount												C19-1 Monthly water consumption (metered)												C19-2 Daily water consumption (metered)												C20 Daily water consumption per connection												C21-1 Average tariff revenue per connection (total connection)												C21-2 Average tariff revenue per connection (billed connection)												C22 Average tariff revenue per unit water consumption												C23 Collection period of account receivable (Outstanding bill amount)												C24 Service coverage rate											
KPI		N		Performance Indicators (PIs)		Unit	Jan	Feb	Mar	Apr	May																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
P1-1 Goybu Reservoir																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
Design (fixed)																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
1 Design high water level (Spill w																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
2 Design low water level																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
3 Design storage capacity (full)																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
Monitoring data																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
4 Average monthly water level																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
5 Minimum water level																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
6 Maximum water level																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
7 Water level at the end of month																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
8 Average storage volume																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
9 Storage volume at the end of month																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
10 Monthly precipitation																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
P1-2 Phuggi Reservoir																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
Design (fixed)																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
1 Design high water level (Spill w																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
2 Design low water level																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
3 Design storage capacity (full)																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
Monitoring data																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
4 Average monthly water level																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
5 Minimum water level																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
6 Maximum water level																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
7 Water level at the end of month																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
8 Average storage volume																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
9 Storage volume at the end of month																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
10 Monthly precipitation																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
C Ratio																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
C15-1 Metering ratio (by total connection)																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
C15-2 Metering ratio (by total bills)																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
C15-3 Operating metering ratio (by total connection)																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
C15-4 Operating metering ratio (by total bills)																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
C16 Billing ratio in number																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
C17-1 Collection ratio in number																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
C17-2 Collection ratio in amount																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
C18-1 Outstanding ratio in number																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
C18-2 Outstanding ratio in amount																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
C19-1 Monthly water consumption (metered)																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
C19-2 Daily water consumption (metered)																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
C20 Daily water consumption per connection																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
C21-1 Average tariff revenue per connection (total connection)																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
C21-2 Average tariff revenue per connection (billed connection)																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
C22 Average tariff revenue per unit water consumption																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
C23 Collection period of account receivable (Outstanding bill amount)																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
C24 Service coverage rate																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
Prepared by:						Checked by:																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
Date:						Date:																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
Received by (Division ACE):																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
Date:																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							

図 2-12 : PIs データ月例報告書の表紙とデータシート

1-4-4 送配水流量計とデータロガーを設置し流量を収集する

(1) 送配水流量計とデータロガー設置の目的

以下の目的のため送配水量モニタリングシステムを構築することが第 1 回 JCC において決定した。

- 水道事業運営に必要な最も基礎的なデータである送配水量を把握する
- 流量データを無収水管理に活用する
- 効率的な送配水管理計画を作成し、公平な送配水を目指す

(2) モニタリングシステムの構成

上記目的のために、以下の主要な流量をモニタリングする。モニタリング位置は資料-7. I を参照。

- 浄水量
- 基幹送水量（貯水池送水量、送水ポンプ送水量）
- 基幹配水量（基幹配水ポンプ場流入流出量、配水池流入流出量）

注：浄水場には 2 か所流量計が設置されておりこの流量データもモニタリングの対象とする。送配水量モニタリングシステムの構成概要を以下に示す。

- 超音波流量計 21 か所の設置：設置は、地下配管は地下流量計室、地上配管はスチールボックス内とする。
- データ伝送装置（パネル）9 か所の設置：設置は新設キオスク内あるいは既存建屋とする。
- 中央データ収集システムを水資源水道局本部内 1 か所に設置する。

C/P への研修の一環として以下の活動を実施した。

- 既存管路データを基に現場踏査を行い、必要な流量観測点を確認した。
- 流量計の設置位置を異形管、バルブ、配水池、ポンプからの必要距離を基に決定した。

(3) 流量計室とキオスクの設計、建設

流量計センサーを設置する流量計室および流量計本体と伝送装置を設置するキオスクを設計し、建設工事を実施した。以下は、専門家がC/Pに指導した内容である。

- 流量計室及びキオスクの仕様を決定し、設計を支援した。
- 流量計室とキオスクの施工監理（安全管理を含む）を指導した。
- 流量計室の防水方法（外部はビチューメン塗装、内部はエポキシ塗装）を指導した。
- チャンバー内でのガス探知器の使用方法を指導した。
- 工事検査も現場にて一緒に行い、担当者は検査報告書を取りまとめ、副CEに提出した。

(4) 設置工事の実施

契約業者により設置工事とOJTを実施した。流量計本体およびセンサーは関東物産社（東京計器サブコン）、データ伝送および収集装置とデータ閲覧ソフトウェアはデレーコ社が担当した。業者の派遣期間および工事内容は以下のとおりである。

表 2-17：流量計設置の業者派遣期間および工事内容

回数	業者	期間	工事内容
1 st	デレーコ	2019年 2月18日～ 3月2日	● Field data transmission unit（データ転送装置）とCentral data collection system（データ収集装置）の設置。
2 nd	関東物産	5月5日～ 7月1日	● 流量計の設置と稼働チェック ● OJT実施
3 rd	デレーコ	7月7日～ 7月15日	● Data collection system（データロガー）とCentral data collection system（データ収集装置）の設置。 ● UPS battery（ジョビュー）の強化、Power supply unit（ニャンナピン浄水場）の改善 ● 最終検査 ● OJT実施
4 th	デレーコ	8月18日～ 8月25日	● IF unitの設置 ● 再検査 ● OJT実施
5 th	関東物産 デレーコ	10月21日～ 11月2日 10月27日～ 11月2日	● 10/22-10/31に東京計器・デレーコによるメンテナンスを実施 ● OJT実施

(5) OJTの実施

工事実施と並行して、業者によるOJTが実施された。OJTの実施日および内容を次表に示す。

表 2-18：流量計に係るOJTの実施日および内容

回数	実施日 講師	実施場所	対象者	内容	参加 人数
1	2019年 6月28日 東京計器	イエグー ポンプ場	水資源水道局本部：電気課・管路 3課 流量計担当者：イエグー・ロウ ガ・ピョウベスポンプ場、ジョビ ュー貯水池、ニャンナピン浄水場	流量計UFL-30の運転管理 イエグーポンプ場キオスク での操作実習	12
2	7月13日 デレーコ	イエグーポ ンプ場	水資源水道局本部：電気課 流量計担当者：イエグー・ロウ ガ・ピョウベスポンプ場、ジョビ ュー・フィジー貯水池、ニャンナ	データロガーの運転管理 イエグーポンプ場キオスク での操作実習	18

回数	実施日 講師	実施場所	対象者	内容	参加 人数
			ピン浄水場		
3	7月15日 デレーコ	水資源水道局内中央データ室	水資源水道局本部：電気課・コンピュータ課・顧客管理課・GIS課・設計課	データ収集装置の運用（1回目） - データ収集装置の操作実習	6
4	8月23日 デレーコ	水資源水道局内中央データ室	水資源水道局本部：電気課・顧客管理課・GIS課・設計課 流量計担当者：イエグーポンプ場 JICA 長期専門家アシスタント	データ収集装置の運用（2回目） - データ収集装置の操作 - レポート作成機能 エラーレポート	9
5	10月30日 東京計器 デレーコ	イエグーポンプ場	水資源水道局本部：電気課 流量計担当者：イエグーポンプ場	キオスク維持管理の問題点 キオスク内の流量計、RTU（データ収集・通信装置）および電源の操作実習	6
6	11月1日 デレーコ	水資源水道局内中央データ室	水資源水道局本部：電気課・顧客管理課・GIS課・設計課 流量計担当者：イエグーポンプ場・ロウガポンプ場	データ収集装置の運用（3回目） - データ収集装置の操作 - レポート作成機能 - エラーレポート	11



6月28日 イエグーポンプ場



8月23日 中央データ室



10月30日 イエグーポンプ場



11月1日 中央データ室

写真 2-5：流量計に係る OJT 実施状況

(6) 現在の状況

イエグーポンプ場No. 9、No. 12およびニャンナピン浄水場既存No. 2を除き、流量計システムの運転を継続している。課題は資料7. Iを参照のこと。モニタリングされた送水流量を用いて全市の無

収水率が2019年11月に初めて63%と算定された。

1-4-5 現場事務所にコンピュータ（印刷機、ソフトウェア含む）を導入する

水資源水道局の既存の収集データの多くは、手書きでの記録、転載であった。そのため、データの計算、分析が効率的にできないのが大きな課題であった。そのため、PIs データの入力と計算、報告資料の作成、業務の効率化を図るため、第1期にてPIs データの収集に携わる関連部署にコンピュータ機材を導入した。導入したコンピュータ機材明細と配置場所を次表に示す。

表 2-19：コンピュータ機材の明細と配置場所

第1次調達

No	部署名	PC (desktop, UPS)	プリンター &消耗 品	MS-Office ソフト	ウィルス 対策 ソフト	USB	コピー機 &消耗品
1	Township office(33)	33	33	33	33	33	
2	District office (4)	4	4	4	4	4	
3	Gyobu Reservoir	1	1	1	1	1	
4	Phugyi Reservoir	1	1	1	1	1	
5	Hlawga Reservoir	1	1	1	1	1	
6	Nyaunghnapin WTP	1	1	1	1	1	
7	Yegu PS	1	1	1	1	1	
8	Pyawbwezu PS	1	1	1	1	1	
9	NRW Section	1	1	1	1	1	
10	Customer Service Section	1	1	1	1	1	
11	Planning Section	1	1	1	1	1	
12	HRD Section	1	1	1	1	1	
13	AID Compound	1	1	1	1	1	
14	Store Section	1	1	1	1	1	
15	HQ (computer room)	10		10	10		
16	JICA Project office						1
	Total	59	49	59	59	49	1

第2次調達

No	Section Name	PC (Laptop)	PC (desktop, UPS)	プリンター& 消耗品	MS-Office ソフト	ウィルス対策 ソフト
1	WQ Monitoring Section	1			1	1
2	HRD Section	1			1	1
3	Planning Section	1			1	1
4	Finance Section		1		1	1
5	Research Section	1			1	1
6	Electrical Section		1	1	1	1
7	NRW Section	2			2	2
8	South District		1		1	1
9	Lagunbyin WTP	1			1	1
10	Customer service division*1	1	2		3	3
	Total	8	5	1	13	13

1-4-6 PIs の設定に必要なデータを収集する

PIs を設定するにあたって、第1期にて「1-4-1」に示したPCM ワークショップおよびベースライン調査を行い、必要な既存データを収集し、設定可能なPIs について検討した。

1-4-7 PIs の算定方法、マニュアル、モニタリング体制を整備する

(1) 第1期での活動

第1期にて、水資源水道局における PIs データの収集システムについて検討した。PIs データの各シートは、計画課が一元的に取りまとめる体制とした。定期的なデータ収集が軌道にのった段階で、定期的に報告書として取りまとめ、水資源水道局幹部に提出する体制とした。まずは、各部署によるデータ収集と入力、計画課への提出に重点を置いて取り組んだ。PIs のデータ収集体制の概念図を以下に示す。

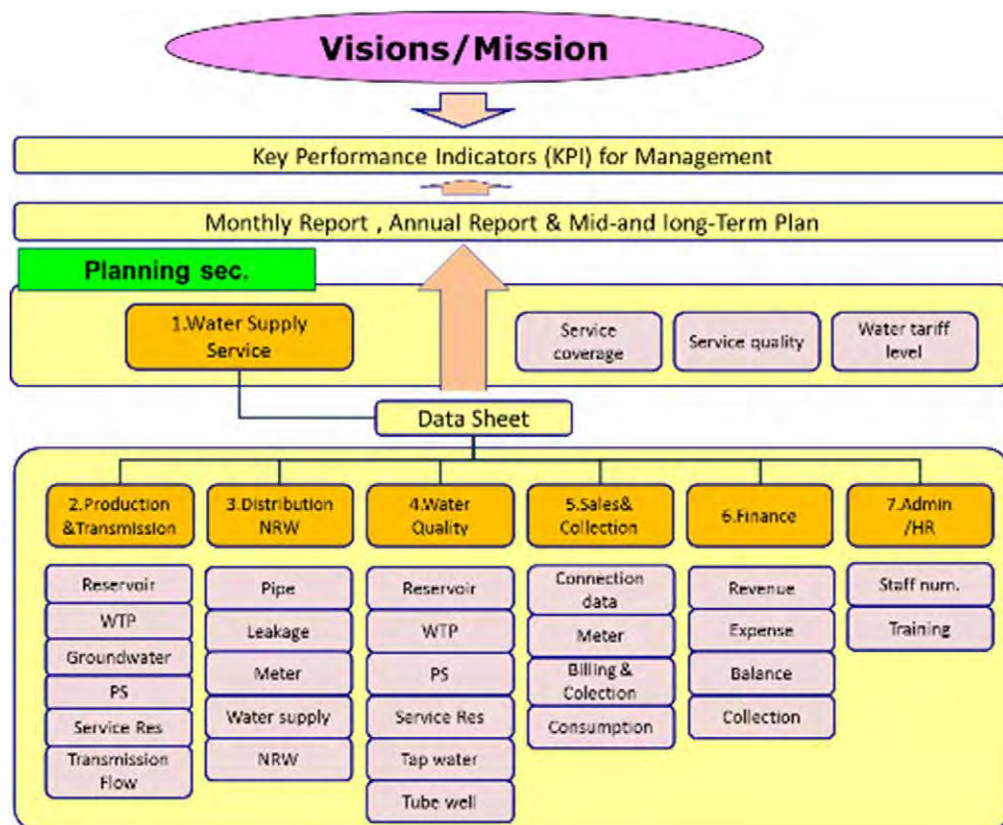


図 2-13 : PIs のデータ収集体制 (概念図)

「1-4-8 PIs の設定」の活動と並行して、各 PIs の定義、意味、計算式、PIs データへの入力方法について説明する「業務指標 (PIs) データの入力にかかるマニュアル」を作成した。その後、マニュアルを基に、C/P および PIs データの管轄部署の責任者、データ入力オペレータへの研修を実施した。研修にあたっては、できるだけトレーナーである C/P が、データ入力オペレータ (特に T/S 事務所、地域事務所) に研修を行うよう工夫して実施した。主な研修について次表に示す。下記研修以外にも、個別で指導を行った。

表 2-20 : PIs データ入力に係る主な研修実績

年月	対象	研修人数	研修内容
2016年 7月	T/S 事務所 地区 (ディストリクト) 事務所 Reservoir Div., Water Quality Sec., Finance Sec., Admi&HRD Sec., Groundwater Sec.	約 100 名	<ul style="list-style-type: none"> データ入力研修 (基礎データ部分) 提出された 2016 年 1 月～3 月の PIs データシートを 基に、1) データの正確性と精度の向上、2) データ の均質化の促進 (定義、出典、計算の統一)、を目的 に研修を行った。 定義や出典、計算方法を統一し、正しいデータの入力 方法について指導・研修を行った。T/S および関連部 署からの質問について回答し、現状に沿ってデータシ ートの一部修正を行った。その後、再度各 T/S 及び部 署にデータを修正してもらい、後日修正したデータを 提出してもらった。
2016年 9月	T/S 事務所 地区 (ディストリクト) 事務所 Reservoir Div., Water Quality Sec., Finance Sec., Admi&HRD Sec., Groundwater Sec.	199 名	<ul style="list-style-type: none"> データ入力研修 (比率計算部分) 1) 各 PIs の意味やデータ入力方法について理解を深 める、2) PIs の内、比率計算を行う指標を理解し、 計算を行う、3) エクセルの機能を活用し、データシ ートの最適化を図る、ことを目的に導入されたコンピ ュータを利用して研修を行った。
2016年 12月	各地区 (ディストリクト) 事務所	10 名	<ul style="list-style-type: none"> フォローアップ研修 1) 地域事務所向けデータシート (改訂) の説明、2) T/S 事務所からのデータの適切な取りまとめ能力の向上、 を目的に研修を実施した。
2017年 1月	各 T/S 事務所	61 名	<ul style="list-style-type: none"> フォローアップ研修 データ入力に係るミスの削減とデータの質の向上を 目的に、フォローアップ研修を実施した。

(2) 第 2 期での活動

第 2 期では、引き続きデータ収集・モニタリング体制を強化すべく活動を行った。具体的には、より効率的で正確なデータの収集を目指し、1) PIs データシートを改良する、2) データ入力の担当部署を変更する、など最適化を図ってきた。

2017 年度では、導入した PIs データシートの内、「販売」シートについては、T/S が料金請求・徴収の情報をより理解しやすく、かつ記入ミスを減らすために、サブ・シートを新たに導入した。同シートは、T/S 職員から収集されたデータに記入ミスや理解不足による誤記などがみられたため、データ記入の正確性を改善するために計画課 C/P とコンピュータ課が共同で新規に作成した。T/S の料金台帳に即したフォーマットに修正し、転載ミスが発生しにくいようにした。さらに、計算式を事前にエクセルシートにインプットし、シートにロックをかけて配布し、T/S 側で勝手にフォーマットを変更できないように工夫した。計画課の主要 C/P2 名がトレーナーとして、このシートへの記入方法について T/S 職員に研修し、シート提出後の指導を継続的に行った。

2018 年度には、継続した指導の結果、各 T/S 事務所はより正確な PIs データシートを計画課に提出できるようになった。また、計画課中堅 C/P2 名がデータシートを受領する都度、データシートを確認、必要に応じて修正、訂正などの指示がその場でできるようになった。

2019 年度には、中堅 C/P の指導の下、新規雇用された若手 C/P が PIs のデータ収集・整理業務を担ってきた。また、中堅 C/P が日本での長期研修や留学で不在の際には専門家がこの若手 C/P に OJT を行い、PIs データの収集・確認作業を継続して実施した。特に、データの確認・修正作業

のやり取りが発生するのは T/S 事務所の「配水・無収水シート」、「販売シート」の付属シートである「販売サブ・シート」、「顧客接続数・消費量シート」であった。これらの提出されたシートを確認し、不備については若手 C/P が T/S 職員へコミュニケーションをとり、個別に指導を行うことができるようになった。2019 年 12 月には、T/S 職員による入力ミス低減を目的とした「PIs データシート入力セミナー」を行い、中堅 C/P1 名とともに、若手 C/P がトレーナーとして T/S 職員に指導を行った。トレーナーによる研修実績は次表のとおりである。

表 2-21：トレーナーによる研修実績

年月	対象	研修人数	研修内容
2017 年 8 月 29 日	全 T/S 事務所	34 名	<ul style="list-style-type: none"> サブ・シートへのデータ入力研修 PIs データシート「販売」のサブ・シートを導入。同サブ・シートへの記入方法の説明を目的に、C/P がトレーナーとして研修を行った。 各月毎の請求額に対して、徴収額および未納額が把握しやすく、T/S の料金台帳からの転載もスムーズに行えるようなフォーマットにしている。
2017 年 8 月～2018 年 12 月	全 T/S 事務所	多数	<ul style="list-style-type: none"> サブ・シートの記入について、C/P が T/S と逐次相談、指導を実施
2017 年 12 月 4～22 日	全 T/S 事務所	24 名	<ul style="list-style-type: none"> 各 T/S と C/P が個別に打合せを行い、サブ・フォーマットに記入されたデータについて誤り、ミス、不適切なデータについて、確認、指導を実施
2018 年 4 月～現在	全 T/S 事務所 全地域事務所	—	<ul style="list-style-type: none"> 提出されたデータシートの内、特に T/S が提出する「配水・無収水シート」、「販売サブ・シート」、「顧客接続・消費量シート」について確認、不備な箇所について個別に打合せ、指導を実施。 各 T/S 事務所の訪問は一定でなく、また頻度も異なるため、計画課 C/P によるトレーナー研修の実績として詳細な人数を把握することは難しい。
2019 年 12 月 23 日 「PIs データシート入力セミナー」	全 T/S 事務所	約 50 名	<ul style="list-style-type: none"> 全 T/S のデータ入力を担当する実務者を対象に、「配水・無収水シート」、「販売サブ・シート」、「顧客接続・消費量シート」のデータの定義、入力方法、一部修正事項について説明、指導を実施。中堅職員および若手職員がエクセルシートを見せながら、質疑応答を交え研修を行った。

「1-4-8 PIs を設定する」の活動と並行して、第 2 期では選定した 15 の経営管理指標の定義、意味、計算式、PIs データへの入力方法について、計画課 C/P に説明した。その後、収集した 2016/17 年度のデータを使用して、中期経営計画に示す経営管理指標の算定を行った。また、2020 年 1 月には、2018/19 年度のデータを基に、同年度の経営管理指標の数値を C/P とともに算定した。各データシートの数値の不備については引き続き確認が必要であるが、算定した暫定値は 1-4-9 に示している。

1-4-8 PIs を設定する

第 1 期にて、YCDC の水道事業のモニタリングに必要な 60 の主要業務指標を設定した。設定にあたっては、水道事業全般をバランスよく把握するために、次の 7 主要分野についてデータシートを作成し、分野毎に基礎データと比率データを PIs として設けている。主要業務指標の内訳を次表に示す。

表 2-22：主要業務指標（KPIs）数と内訳

分野	主要業務指標数
1. 給水サービス	9
2. 生産・送水	12
3. 配水	5
4. 水質	3
5. 販売・徴収	17
6. 財務	10
7. 総務・人材育成	4
計	60

第2期では、主要業務指標の中から経営管理のための重要な指標として15の経営管理指標を選定した。経営管理指標は、幹部層が注視してモニタリングしていくべき特に重要な指標であり、時系列で事業体のパフォーマンスを把握でき、中長期計画の目標設定にも活用することができる指標である。他事業体とのパフォーマンスの比較にも用いることができる。経営管理指標を次表に示す。

表 2-23：経営管理指標（MKPIs）

番号	記号	指 標	単位
1	S1	Service population (給水人口)	'000 inhabitants
2	S2	Total connections (総接続数)	Nb.
3	S28	Service coverage rate (給水普及率)	%
4	PT4-4	Daily average total production (日平均水生産量)	m ³ /day
5	D9	NRW (無収水率)	%
6	D13	The number of repaired pipe breaks per pipe length (管路1kmあたりの管路破損修理数)	Nb. / km
7	Q7-1	Compliance ratio of monthly water test in water facilities (turbidity) (水道施設における月次水質検査(濁度)の基準適合率)	%
8	Q7-2	Compliance ratio of monthly water test at tap water in TS (Residual chlorine) (T/S給水栓における月次水質検査(残留塩素)の基準適合率)	%
9	C15-3	Operating metering ratio (by total connection) (正常メータ普及率)	%
10	C17-2	Collection ratio in amount (料金徴収率(金額))	%
11	F5	Operating ratio (Operating cost coverage) (経常収支比率(経常支出力カバー比率))	%
12	F9	Average revenue per m ³ sold (供給単価(売水に対する))	Kyat/m ³ water sold
13	F12	Unit operational cost for water sold (給水原価(売水に対する))	Kyat/m ³ water sold
14	H8	Training period*number of trainee/Total staff (職員一人あたりの延べ研修日数)	Person*day
15	H11	Total staffs number/1000 connections (1000接続あたりの全職員比率)	person/ 000 conn.

1-4-9 PIs を定期的に更新・モニタリングする

(1) 第1期での課題

設定したPIsについて、2016年1月より各担当部署からのデータ収集を開始した。一方、データ収集開始後、以下のような課題が顕在化してきたため、再研修を実施して対応した。

- ✓ 各担当部署でデータがデータシートに正確に入力されていないケースが多い。具体的には以下の通り。
 - 単位が誤っている
 - 数値が異常に大きい/小さい
 - 入力数値を誤った項目に入れている
 - コピーした際に貼り付け先がずれている
 - 数値の区切り（カンマ）が誤って入力されており、エクセルが数値を認識しない
 - 数値だけでなくテキストも入力しており、エクセルが数値を認識しない
- ✓ 地域事務所が管轄する T/S 事務所のデータを取りまとめているが、正確に転記されていないケースがある
- ✓ 地域事務所と T/S 事務所職員が、PIs の意味を誤って理解している
- ✓ 計画課の職員が兼務であることから、計画課の業務のほうに時間が十分にさけず、データの精査、修正に時間を要している

(2) PIs データシートの改良・補完およびデータ収集体制の変更

第2期からは、当初導入したデータシートを改良、あるいは補完シートの新たな導入を行い、各部署でより効率的で正確なデータ記載が行えるよう、次のような工夫を行った。

- T/S で記入する「販売シート」を見直し、1-4-7 で記述している通り、T/S の様式に応じて理解しやすい「販売サブ・シート」を新たに導入した。各 T/S では、台帳やデータベースから PIs データに転載する際にミスや間違いが頻発していたため、コンピュータ課と計画課が主導して、T/S の様式に沿った形のサブ・シートを導入した。
- 各 T/S は料金請求・徴収および売掛金に関する情報を「販売サブ・シート」に記載し、同シートのみを計画課に提出する。計画課では各 T/S から上がってきた同情報を PIs データシート本編の「販売シート」に転載、取りまとめる手順に変更した。
- 上記と同様に、「水道メータ・消費量サブ・シート」を新たに導入した。「販売シート」の中の顧客別の水道メータと消費量に関する情報を、同シートにまとめて分かりやすく記載する方法に改良した。
- 「水質管理シート」に「四半期毎シート」、「ミニ・ラボシート」を新たに追加した。また、既存の「サマリーシート」、「月次シート」、「週次シート」の指標を、実際の水質サンプリング・検査内容に合わせて修正した。
- 「配水・無収水シート」の既存の指標の定義の明確化や修正、新たな指標の追加を行った。例えば、ヤンゴン市での1世帯当たりの平均人数を、センサス値を基に当初5人/世帯と設定していたが、各 T/S によって相違があった。より正確な数値を算定するため、各 T/S の人口と世帯数から1世帯当たりの平均世帯人数を T/S 毎に算定する方法に変更した。
- そのため、1世帯当たりの平均人数を新たに指標として追加し、T/S での計算ミスを避けるため、計画課でその平均値を算定できるように修正、給水人口も求めるように変更した。

- その他の PIs シートについても、各部署との意見交換を通じて必要なものは新たに修正・追加をするとともに、モニタリングが困難な指標については消去を行った。

当初のデータ収集体制についても、新たなサブ・シートの導入などにもない、継続的な見直し・変更を行った。組織体制上は地域事務所が T/S 事務所を管理する立場にあり、地域事務所で確認の上、計画課に提出されることが望ましいが、現状では地域事務所の人員のキャパシティの課題もあり同収集体制は時期尚早と判断した。そのため、T/S が担当するデータシートは直接、計画課に提出するフローとした。

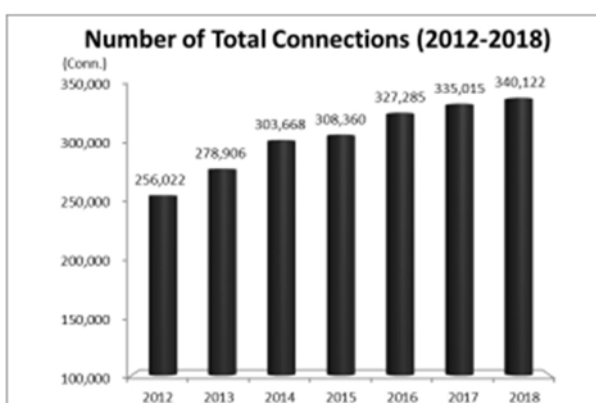


図 2-14：給水接続数の推移（C/P 作成）

2017 年度の活動では、計画課は水資源水道局の 2016/17 年度および 2017/18 年度に関する PIs

データを概ね収集することができており、そのデータの精査と分析を行った。一方、T/S が提出した給水人口や接続数の情報は、T/S によって定義やルールが異なったり、T/S に登録されている世帯数や人口が必ずしも現在の住民数を正確に反映していない可能性が高いことが明らかになった。そのため、2018 年度に無収水課が給水世帯および接続数の再調査を実施した。

2018 年度の活動では、中期経営計画の策定にあたって、水資源水道局の 2016/17 年度および 2017/18 年度の PIs データシートを基に、2018 年 9 月時点の経営管理指標値を算出した。その内、生産量や無収水率については、JICA 調達機材である流量計が設置されてからの算定とした。また給水人口や接続数については、前述した無収水課の調査が完了してからの修正となるため、中期経営計画の対象期間内にある程度正確な数値を把握することを目標とした。

中期経営計画策定時（2018 年 9 月時点）の経営管理指標値を次表に示す。

表 2-24：経営管理指標（2016 年度暫定値）

番号	シリアル番号	指標	単位	FY2016/17 実績	特記事項
1. Water Supply Service (水道サービス)					
1	S1	Service population (給水人口)	1,000 世帯	1,392	暫定値
2	S2	Total connections (総接続数)	Nb.	327,285	暫定値
3	S28	Service coverage rate (給水普及率)	%	30.1%	暫定値
2. Production & Transmission (生産・送水)					
4	PT4-4	Daily average total production (日平均水生産量)	m ³ /day	761,255	暫定値
3. Distribution & NRW (配水・無収水)					
5	D9	NRW (無収水率)	%	—	流量計設置・モニタリング後算定
6	D13	The number of repaired pipe breaks per pipe length (管路 1km あたりの管路破損修理数)	Nb./ km	0.28	

番号	シリアル番号	指 標	単位	FY2016/17実績	特記事項
4. Water Quality (水質)					
7	Q7-1	Compliance ratio of monthly water test in water facilities (turbidity) (水道施設における月次水質検査(濁度)の基準適合率)	%	69.0%	
8	Q7-2	Compliance ratio of monthly water test at tap water in TS (Residual chlorine) (T/S給水栓における月次水質検査(残留塩素)の基準適合率)	%	—	水供給システムへの塩素注入後算定
5. Sales & Collection (販売・料金徴収)					
9	C15-3	Operating metering ratio (by total connection) (正常メータ普及率)	%	—	調査後算定
10	C17-2	Collection ratio in amount (料金徴収率(金額))	%	72.7	
6. Finance (財務)					
11	F5	Operating ratio (Operating cost coverage) (経常収支比率(経常支出リカバー率))	%	63.7%	
12	F9	Average revenue per m ³ sold (供給単価(売水に対する))	Kyat/m ³ water sold	98	供給量は推測値
13	F12	Unit operational cost for water sold (給水原価(売水に対する))	Kyat/m ³ water sold	173	供給量は推測値
7. Administration & Human Resource (総務・人材育成)					
14	H8	Training period*number of trainee/Total staff (職員一人あたりの延べ研修日数)	Person*day	2.9	
15	H11	Total staffs number/1000 connections (1000接続あたりの全職員比率)	person/ 000 conn.	7.4	



経営管理指標算定に係る研修



エクセルによる算定演習

写真 2-6 : 経営管理指標算定に係る研修

2019年度の活動では、引き続き2017/18年度、2018/19年度のPIsデータシートを各担当部署から収集、データの不備を確認、整理した。特にT/Sから提出される「配水・無収水シート」、「販売サブシート」、「顧客接続・消費量シート」について徐々に改善されてきたものの、依然、入力間違い・入力ミス、誤解による間違った値の記入、単位の違い、桁数の違いなど不備が多く

みられた。計画課職員も 33 の T/S との修正のやり取りに時間を割かれているのが現状となっていた。T/S 側の職員も入れ替わったこともあり、十分に引き継がれていない側面もあることから、再度、T/S 事務所、地域事務所の実務者を対象とした PIs データシート入力セミナーを企画、実施した。セミナーの概要を以下に示す。

表 2-25 : PIs データ入力セミナー

日時 :	2019 年 12 月 23 日
対象参加者 :	T/S 事務所、地域事務所のデータ入力に携わる実務職員
参加人数 :	約 50 名
主な内容 :	<p>T/S 事務所が担当する PIs データシートについて、入力データの不備をなくす目的で、入力する項目、データの定義・意味、入力方法、一部入力データの修正について説明を行い、職員の理解を深めた。</p> <p>「配水& 無収水シート」</p> <ul style="list-style-type: none"> • 入力ミスの低減、計算間違いの低減を図るため、C/P と協議し修正を行った。以下の主な修正点について説明を行った。 <ol style="list-style-type: none"> ① 世帯平均人数は T/S のデータを基に計画課で算定する ② 給水管停止および新規接続の配水管延長について、口径で規定するのではなく、配水管に区分されるもので記載 ③ 漏水報告件数について、大きい事例しかカウントしていないため、発見されたすべての漏水について記載するよう徹底 ④ メータ数について、「正常稼働しているメータ」と「未正常のメータ数」の和が「全メータ数」となるように徹底 <p>「販売サブ・シート」</p> <ul style="list-style-type: none"> • 毎月の請求金額、徴収金額、売掛金額を記入するマトリックス表の説明 • 請求金額と徴収金額の差額が売掛金額となるよう入力金額の確認方法の説明

1-5 水道事業にかかる規程、基準、ガイドライン（案）を策定する

1-5-1 既存のルール、規程、基準、ガイドラインを整理する

プロジェクト開始後の C/P との PCM ワークショップ、ベースライン調査にて、水道事業にかかる既存の規則類（規程、基準、ガイドライン、マニュアル等）を確認した。主な規則類の目次や内容についてベースライン調査で整理済である。既存の規則類として整理されたものを次表に示す。

表 2-26 : 現存の規則類

	タイトル	作成機関	詳細資料の有無
1	YCDC Law (2013) (2014 updated) (2016 2nd updated)	YCDC	有
2	YCDC Regulations related to water and sanitation (1999, December-17)	YCDC	
3	New YCDC Regulation related to water and sanitation (under drafting)	YCDC	
4	Analysis of rate for Roads, bridges, buildings, electrical, airfield, research, laboratory, water supply and sanitation (2014)	Ministry of Construction	有
5	Guidelines for water and sanitation (1996)	Ministry of Construction	有
6	Reinforced concrete design by Professor U Nyi Hla Ngae	Yangon	有

	タイトル	作成機関	詳細資料の有無
		Technological University	
7	Guidelines for High-rise building construction projects (Sanitary)	Committee for Quality Control of High-Rise Building	
8	Guidelines for civil engineers (Including material standards) (2001)	Ministry of Construction	有
9	National drinking water quality standard Myanmar by Ministry of Health (2014)	Ministry of Health	有
10	Myanmar National Water Policy (2015)	NWRC	

1-5-2 水道事業実施に際して新設、改訂が必要な規程・基準・ガイドラインを整理する

C/P との協議およびワークショップ（PCM ワークショップ、T/S 事務所および地域事務所対象ワークショップ、合同セミナーでのワークショップ）を通じて、新規作成や改訂が必要な規則類を抽出し以下のとおり整理した。

(1) プロジェクトサイクルマネジメント（PCM）ワークショップ

プロジェクト開始当初にアサインされた C/P を対象に、必要な規則類についてリストアップした。リストアップされた規則類は次表のとおりである。

表 2-27：必要な規則類（PCM ワークショップ）

分野	項目
設計	水道システムに係る設計指針
設計	材料基準
施設更新	老朽管や新設管路への更新に係るガイドライン
施設更新	水道メータ・ポンプの更新に係るマニュアル
維持管理	維持管理ガイドライン（貯水池、管路、機械・電気設備）
維持管理	水中ポンプ、送水ポンプ、モーターの定期点検に係るガイドライン
建設	建設プロジェクト管理に係るガイドライン
建設	安全管理に係るガイドライン
水質	塩素消毒に係るマニュアル
顧客管理	顧客サービス契約の改訂
料金徴収	水道料金徴収に係るガイドライン
環境保全	水源保全地域の実施強化に係るガイドライン

(2) T/S 事務所および地域事務所とのワークショップ

PCM ワークショップには、本部職員が多数を占めていたため、現場に近い T/S 事務所および地域事務所のニーズを抽出する目的で、同事務所職員の参加の下、ワークショップを開催した。日常業務の中で必要な規則類をリストアップしてもらい、優先順位をつけてもらった。ワークショップ概要と整理された内容は次表のとおりである。

実施日：	2016年12月20日
参加者：	4地域事務所、7 T/S 事務所の所長、副所長クラス

目的:	現場事務所における上記規則類のニーズを抽出し、参加者が考える優先順位を知るため
方法:	リストを配布、それ以外についても項目出し後、グループ協議（3グループ）、優先順位づけ

表 2-28：必要な規則類（T/S 事務所および地域事務所ワークショップ）

優先順位	分野	項目	得点
1	料金請求・徴収	Manual on billing operation	19
2	料金請求・徴収	Manual on collection operation	18
2	料金請求・徴収	Manual for meter reading and recording	18
2	水道メータ・給水管	Design standard for service pipe and water meter	18
5	料金請求・徴収	Rules for ownership of water meter and service pipe and customer's responsibility	17
6	料金請求・徴収	Rule for FOC	16
7	送配水管	Design standard for transmission and distribution facilities	12
7	水道メータ・給水管	Maintenance and management manual on water meter	12
9	水道メータ・給水管	Standard drawing on service pipe installation	10
10	送配水管	Standard drawing on transmission and distribution pipeline installation	8

T/S および地域事務所側からのニーズとしては、料金請求・徴収に係るマニュアルおよび規則類のニーズが上位を占めた。技術面に関するニーズでは、1) 給水管・水道メータに関する設計・標準図、2) 維持管理、3) 送配水管に関する設計・標準図など、基本的に管路に関する設計や建設のための標準図と維持管理に関するニーズが高いことが明らかになった。

(3) 第2回緬日合同セミナーのワークショップ

同ワークショップでは、水資源水道局の将来像を達成するためのアクション（行動）をガイドする計画と規則類を考えることを目的とした。ワークショップでは、国内支援委員から日本の事例を発表し、それを基に水資源水道局に必要な計画・規則類を討議した。

リストアップした必要な規則類を重要度に基づいて3段階で評価した。多くの項目について重要度が高い評価結果（A評価）が示された。一方で、参加者のバックグラウンドが多岐にわたり、また十分に討議を深める時間は必ずしも確保できなかった。ほとんどの項目がその重要度を鑑み、短期間での整備を目標に掲げているが、実際に整備する際には、整備目標を実現可能なものとなるよう全体で調整することが必要となる。

表 2-29：必要な規則類（緬日合同セミナー ワークショップ）

番号	項目	重要度 (A/B/C)	整備目標
1	Water Supply Ordinance (Regulation)	A	1年以内
2	Manual on billing operation	A	1年以内
3	Manual on collection operation	A	1年以内
4	Manual for meter reading and recording	A	1年以内
5	Rules for ownership of water meter and service pipe and customer's responsibility	A, B, C	1年以内

番号	項目	重要度 (A/B/C)	整備目標
6	Rule for outstanding bill	A, B	1年以内
7	Rule for illegal connection	A	1年以内
8	Rule for FOC	A, B	1年以内
9	Rule for VIP	A	1年以内
10	Rule for Fire hydrant	A, B	1-2年以内
11	Enforcement of fine on NRW in customer's territory	A	1年以内
12	Design standard for service pipe and water meter	A, B	1-3年以内
13	General specification on water meter	B	1年以内
14	General specification on service pipes	B	3年以内
15	Manual for water meter installation	A	1年以内
16	Manual for service pipe installation	A	1年以内
17	Standard drawing on water meter installation	A, B	1年以内
18	Standard drawing on service pipe installation	B	1年以内
19	Maintenance and management manual on water meter	A, B	3年以内
20	Design standard for transmission and distribution facilities	A, B	1-3年以内
21	General specification on transmission & distribution pipes	A, B	1-3年以内
22	Manual for transmission and distribution pipe installation	A, B	1-3年以内
23	Standard drawing on transmission and distribution pipeline installation	A, B	1-3年以内
24	Maintenance and management manual on pipeline (transmission, distribution)	A, C	1-3年以内
25	Inspection of pipeline (transmission, distribution)	A, B, C	1-3年以内
26	Design standard for pump and valve equipment	A, B	1-3年以内
27	Manual for pump & valve installation	A, B	3年以内
28	Valve maintenance/replacement manual	A	1年以内
29	Pump maintenance/replacement manual	A	1年以内
30	Inspection of pump & valve	A	1年以内

注：重要度は複数回答をすべて記載

1-5-3 水道条例（案）を策定する

(1) 水道条例を策定する活動が追加となった背景

この活動は、当初の本プロジェクトのスコープにはなかったが、第2期から追加された。

水道事業は、公営で事業を行う場合、法令・条例等にもとづき事業が実施される。そこでは水道事業者と水道使用者の権利・義務の関係が明確に規定されている必要がある。YCDCにおいては水道事業に関して水資源水道局の業務内容を規定する YCDC Law 及び規則があるものの、水道事業運営全体からみると部分的な規定であり、特に事業者と顧客(使用者)との関係を規定する内容が不明なまま、不安定な水道事業がおこなわれているように見える。

本プロジェクトでは法令・規則・基準等を整備するために、その現状を第1期の活動で調査したが、そこにおいて、YCDCが行っている水道事業運営に関して、顧客関係の法令の整備が不十分であるということが認識され、一方で、ミャンマー国においては水道法が見当たらず、また当面その整備の動きもない。従って、YCDCが水道事業を行う際に必要な法令は、YCDCの水道業務の根拠となる法令において規定して水道事業を安定的に実施するべきという考えが提示された。

以上について、2017年2月に開催された第3回JCC会議において議論され、YCDC側からそうした水道条例に相当するものの作成を活動に加えることについて要望が出された。このことについて5月5日署名されたMinutesにおいて確認され、第1期から活動している規則類全般の整備に併せ、水道条例の策定が本プロジェクトの第2期の活動に加わることになった。

なお、ここでは水道条例と称しているが、日本でイメージする水道法に基づく水道条例とは異なり、内容としては、水資源水道局が実施する水道事業の根拠となる YCDC Law の施行を補う施行令・規則(Regulation)と考えるのが適当である。

(2) 条例案作成に向けての組織体制の整備

1) 運営委員会 (S/C) と水道条例策定ワーキンググループ (WG) の設置

YCDCにおける水道条例の検討、策定のためには、その活動を担うチームを形成する必要がある。チームメンバーは水道事業全般を把握し、また部署ごとの業務内容を熟知している職員が好ましい。そこで専任のC/Pではなく、それぞれの部署の主要な業務を兼務するメンバーによりワーキンググループ (WG) を設置することとした。

一方、本プロジェクトでは、C/Pの活動の結果を水道事業運営のなかに確固として位置づけるために、CEをトップとする総合的な調整、審議機関として3つの重要課題運営委員会 (S/C) を設置することが第1期の最終段階で、水資源水道局とプロジェクト側とで合意された。S/Cのメンバーは第2期当初の2017年7月10日に決定され発表された。そこで水道条例WGの上位組織ともいえるべき規則類の整備に責任をもつS/C3のメンバーも決まった。

水道条例WGメンバーの選定は、S/C3の幹部メンバーと協議し決めることが、今後の運営に資すると思われたことから、その手順を踏み、WGメンバーは2017年10月中旬に、以下のように決定した。

表 2-30：水道条例策定 ワーキング・グループメンバー

1	Daw Thwe Naing Oo (ACE)	Water Supply Division
2	Daw Thin Thin Soe (ACE)	Supporting Division
3	U Tin Win Aung (EE)	House Connection Section
4	Daw Yu Yu Hla Baw (EE)	NRW, Research Section
5	U Zaw Min (EE)	Lagunpyin Project
6	U Kyaw Kyaw Oo (EE)	District Officer (East)
7	U Chit Ko Ko (EE)	District Officer (West)
8	U Thant Zin Oo (EE)	District Officer (South)
9	U Nay Lin (EE)	District Officer (North)
10	U Than Han (EE)	Lagunpyin Project
11	U Tint Zaw (EE)	Pipe 1
12	U Aung Ko Oo (EE)	Pipe 2

2) Sub-groupの設置

2018年6月26日、WGの上位組織のS/C3会議が開催され、前年度までのWGの活動が報告された。そこで専門家からは、活動を促進するため、業務内容が大きく異なる給水装置関係と料金徴収関係を別々に検討するため、Sub-groupの設置を要請した。要請は受け入れられ、Sub-group Aは給水装置関係、Sub-group Bは料金徴収関係を取り扱うグループとして、下記のように、それぞれ4名ずつメンバーが任命された。これにより組織体制は整備された。

- ☆ Sub-group A (給水装置関係) : U Tin Win Aung (ハウスコネクション課長)、Daw Ye Mon (ハウスコネクション課員)、Daw Thin Thin Cho (北部地域事務所副所長)、Dar Mar Mar Aye (ティンガンジュT/P所長)
- ☆ Sub-group B (料金徴収関係) : Daw Aye Aye Mar (コンピュータ課長)、Daw Khin Khin Htwe (財務課長)、Daw Moe Moe Khine (財務課長)、Daw Ni Mar Zin (タムウェイT/P所長)

(3) 初期の活動の状況

1) 水道条例WG設置以前の活動

この活動が本プロジェクトに追加される以前から、規則類 (RSGM(Regulation, Standard, Guideline, Manual)) の策定に関する C/P グループが、ミャンマー及び YCDC の水道事業に関する法令・規則類の調査などを行い、既存の RSGM にどのようなものがあるかについて整理している。その中で、先に若干触れたが、水道条例に類似のものとして「YCDC Law」およびその業務実施の際の規則として「YCDC Regulation」が挙げられている。ミャンマーには、全国を一律に規制する水道法が存在しないため、YCDC の水道事業はこの法令により実施されていると考えられる。この法令は、組織規程のような内容であり、主に、水資源水道局が実施すべき業務内容を定めている。わが国の水道条例のように、水道事業者と水道使用者の権利義務を、両者の接点である料金と給水装置について、細かに規定するようなものとはなっていない。そこで、前項で述べたように水道事業を適正に行うために、水道条例の策定、あるいは YCDC Regulation への追加改正を本プロジェクトの活動として加えることになった。

2) 水道条例WGの設置にともなうキックオフ会議の開催

2017年10月中旬、要請していた水道条例策定に関するワーキンググループのメンバーが決定され、活動を開始することとなった。主要メンバーのMs. Thwe Naing Oo、Ms. Thin Thin Soe、Ms. Yu Yu Hla Baw、メンバーではないが従前からRSGMのC/PであったMs. Yamin、及びS/C3の副議長である副CE3 Mr. Thein Minと協議し、キックオフ会議を10月20日に開催した。

2017年10月20日、S/C3のキックオフと合わせて、水道条例WGのキックオフ会議を開催した。参加者は、CE、DYCE1, 2, 3、S/C3および水道条例WGのメンバーで議題は以下のとおりである。

- 1 S/C3についてMs. Thin Thin Soeのプレゼンテーション
- 2 水道条例WGについてMs. Yu Yu Hla Bawのプレゼンテーション
- 3 日本の水道法令について専門家のプレゼンテーション

このキックオフ会議で、今後のWGの活動は次のように了承された。

- ・ Review the existing laws/regulations relating to water supply in Yangon city
- ・ Study other countries' cases
 - Japan' s case (Waterworks Law, Tokyo's Water supply Ordinance)
 - Other countries' case
- ・ Draw the draft of YCDC' s Water Supply Regulation



写真 2-7 : S/C3 及び水道条例 WG のキックオフ会議

- ・ Submit the draft to S/C3
- ・ Amend the draft according to suggestions by S/C3
- ・ Re-submit the amended draft to S/C3

また、次のスケジュールで取り組むこととした承された。

- ・ Select member October 2017
- ・ Kick-off meeting October 2017
- ・ Review October 2017 -September 2018
- ・ Study October 2017 -September 2018
- ・ Draw draft by WG January 2018 -December 2018
- ・ Discuss in WRAWSA (S/C 3) April 2018 -December 2018
- ・ Discuss with CM/YCDC September 2018 -December 2018
- ・ Trail run January 2019 -December 2019
- ・ Adjustment April 2019 -September 2020
- ・ Discuss with Yangon RG October 2019 -December 2019

3) 海外の水道条例の調査及びYCDCでの水道条例の見出しの検討

調査の開始は、ヤンゴンの水道事業に関する法令のレビューと海外事例の研究をテーマとした。海外事例については、日本（東京）のほか、途上国関係で、JICAプロジェクトも関係しているパキスタンのファイスラバードとケニアの水道条例を取り上げ研究することとした。海外の二つはかなり細かな部分まで規定しており、参考になるものと考えた。

2017年度の活動をまとめる意味で、2018年3月6日に水道条例の条項の見出しを考えるWGメンバーによるワークショップを開催した。



写真 2-8 : WG によるワークショップ、3月6日に Ms. Thwe Naing Oo(ACE)を議長とした水道条例を検討する WG メンバーがワークショップを開催

ワークショップの主な内容は、まず、C/Pがこれまで検討した海外の結果を「Comparison of regulations in Myanmar, Tokyo, Kenya and Faisalabad (Pakistan)」として発表した。ミャンマー語で各都市の条例を項目ごとに整理し比較するものであった。

次いで、章立てについて議論を行った。その結果、WGとしては5つの章でまとめることとなったが、各条項についての議論は不十分であるため、その後、さらに検討を行なっている。5つの

章案は次のとおり。

- (1) General
- (2) Water Supply
- (3) Service Installation
- (4) Water Tariff
- (5) Prohibitions and Penalties

4) 本邦研修及び国内支援委員によるセミナー

i) 本邦研修

2018年1月末、東京都水道局の協力により成果1にかかわる本邦研修が行われた。水資源水道局から条例に関わる研修生として3名が参加した。

- U Pyi Soe (EE) (Reservoir Section)
- Daw Khin Than Oo (SAE) (House Connection Section)
- Daw Yamin (SAE) (Research Section)

以下は、東京都水道局で実施した本邦研修のうち、条例に関わるものを抜き出したものである。

2018年1月26日（金）13：00-16：00

研修テーマ	講師	所属
水道事業に係る行政・法令（行政） （13:00-13:30C/Pプレゼン）	安積良晃	厚生労働省医薬・生活衛生局

2018年1月29日（月）9：00-10：15及び10：30-11：15

水道事業に係る行政・法令（水道条例：給水装置）（9:00-9:30C/P プレゼン）	竹本圭介	東京都水道局建設部技術管理課課長代理（技術管理担当）
	青木真	東京都水道局給水部給水課課長代理（給水装置担当）
水道事業に係る行政・法令（水道条例：料金）	佐多健一郎	東京都水道局サービス推進部業務課統括課長代理（統計管理担当）

ii) 国内支援委員の現地でのセミナー

2018年2月下旬、成果1に関わる国内支援委員がYCDCを訪問し、現地で活動を行った。条例関係については東京都水道局の浜中委員が担当で、2月21日（水）13：00-16：00、第3会議室で、委員を交えて「供給規程」についてのセミナーを開催した。その次第は以下の通り。

1. C/Pプレゼン：既存のWater Supply Regulation等の説明
2. 国内支援委員プレゼン（東京都供給規定の簡単な概要）
3. 質疑

なお、当初、両規程を比較し、既存Regulationに追加すべき項目やその必要性、重要性に関する議論と、YCDCの規程の改定の方角性を探る予定であったが、そのレベルまで達せず、質疑を行うにとどまった。



写真 2-9：国内支援委員とのワークショップ、2018年2月21日、浜中委員と条例策定ワーキング・グループメンバーによるワークショップを開催

5) Sub-groupの活動開始

2018年8月10日、Sub-group A及びBが設置されたのち始めて、合同で会議を開催した。主に、メンバーから給水条例に関する意見、どのような条項が必要かなどの発言が行われた。また、専門家からは日本の水道条例の体系を説明した。

さらに、2018年8月31日、両グループの合同の会議を開催し、前年度までWGが検討してきた内容について情報共有するとともに、専門家から日本における水道法など水道事業に関する法令の体系を説明した。

(4) 水道条例（案）作成開始からの経緯

1) 第1案作成の要請

2018年9月5日、Sub-group Bの会議を開催した。専門家から、YCDCの料金徴収に関わるYCDC LawやYCDC Regulationの条項、業務に関わる公表書類、これまでのワークショップでのメンバーの意見など、関係する情報、資料などの全体を集積し、スライドを作成し、説明するとともに、水道条例の条項として含めるべき項目の専門家としての案を示し、第1案作成を要請した。

同様に、2018年9月7日、Sub-group Aの会議を開催。こちらでも専門家から、YCDCの給水装置に関わるYCDC LawやYCDC Regulationの条項、業務に関わるWeb-siteに掲載の内容、これまでのワークショップでのメンバーの意見など関係する情報、資料などの全体を集積し説明するとともに、条例の条項として含めるべき項目の案を示し、説明し、第1案作成を要請した。

2) 第1案の作成

WGおよびSub-group A & Bでは、専門家が示した条項の項目を参考に、数度の内部会議を経て、2018年10月中に第1案をミャンマー語で作成した。専門家アシスタントにより英訳された。

具体的な内容の検討に入ると、当初、英語とミャンマー語への翻訳に時間がかかることとなった。法令は、テクニカルタームの概念を正確に理解する必要があるため、YCDCのメンバーによる検討・条項の修正などはミャンマー語で行っている。専門家の当初案やコメントは英語であり、これをミャンマー語へ訳し、WGメンバーの検討結果をまた逆に訳すという作業が必要で、内容が固まってくるまでは、この翻訳作業にかなりの時間を要した。

3) 第1案へのコメント

第1案の英訳は2018年11月末に出来、専門家側で内容を把握できる状況となり、第2案に向けて専門家側からコメントを示すこととした。2018年12月12日にWG3およびSub-group A&Bの合同会議を行い、全般的な内容について専門家からコメントを示し、その説明を行った。また、主に給水装置関係についてのコメントは2019年1月初めに、別途、無収水管理担当の専門家から提出された。

4) 第2案の作成

専門家側のコメントを受け、3月末を目指して第2案の作成を行った。進捗が思わしくなく、コメント内容の再度の説明が必要と思われたため、2019年3月5日にWG3およびSub-group A&Bの合同会議を行い、2nd Draft に向けての進捗状況を確認した。

5) 第3案、第4案

2019年4月にC/Pの第2案が出来、2019年6月7日に専門家からそれについてコメントを説明するワークショップを開催した。さらに、第3案は8月末に英訳まで出来、専門家のコメントは2019年9月12日のワークショップで説明、10月初には9月の専門家のコメントを考慮した第4案ができた。

6) 国内支援委員とのワークショップ、

2019年10月、福岡市の国内支援委員の現地活動で水道条例にかかわるワークショップを開催した。国内支援委員からの発表と、第4案をもとにしたYCDC側からの給水装置関係、料金関係、水道事業全般にかかわる検討状況をC/Pが発表を行い、質疑を行った。各セッションプログラムは以下の通り。内容の理解が深まり、また、水資源水道局職員に取り組み内容が衆知される良い機会となった。

表 2-31：水道条例の最終化に向けてのワークショップ・プログラム

Session	Agenda	Name
Introduction of Water Supply Regulation		ACE Thin Thin Soe
Session A Service connection and water meter	• Presentation by AC member	Mr. Kenzo Watanabe
	• Presentation by WRAWSA	EE Mar Mar Aye
	• Discussion and Opinion Exchange	
Session B Tariff billing and collection	• Presentation by AC member	Mr. Kenzo Watanabe
	• Presentation by WRAWSA	EE Aye Aye Mar
	• Discussion and Opinion Exchange	
Session C Other issues in Regulation	• Presentation by WRAWSA	EE Yu Yu Hla Baw
	• Discussion and Opinion Exchange	
Summarization of Discussion Results and Preparation of Report		Each C/P group
Wrap-up meeting and Further Discussion		C/P group and JICA Expert

7) 法律アドバイザー及び水資源水道局全管理職メンバーによるチェック

2019年12月以降、法律アドバイザーが第4案のチェックを行い、その修正をへて、2020年2

月には、水資源水道局の全管理職メンバーのチェック・コメントの提出の機会を設けた。これにより、実務における問題点を整理し修正した。

8) コロナ禍における延長された期間の活動

コロナ禍により 2020 年 3 月以降、専門家の現地活動ができず、また YCDC においても半数出勤などの措置がとられ、プロジェクト活動も影響をうけた。条例関係の C/P とは 8 月から ZOOM システムを利用し遠隔による活動を行った。活動の内容としては、前項の修正の確認、またほぼ完成している条例案をより活用しやすいように、条例案と法令との関係、あるいは水資源水道局内で積極的に作成された各部署の SOP との関係を、参考資料にまとめることなどを行った。より内容を深く理解することを意図したものであるが、2021 年 2 月の政情不安以降活動が止まり、資料としてまとめるところまでは至らなかった。また、条例案も最終版の CE あるいは SC3 による承認を残す段階で停止した。

(5) 水道条例（案）の概要と特徴

水道条例案の概要は次のとおりである。また、作成過程を振り返ると特徴を以下のようにまとめることができる。

1) 条例案の概要

第 1 章 用語の定義

第 2 章 水源管理…貯水池やその周辺の保全の権限、雨水や地下水に関わる調整権限等

第 3 章 水道事業…水道事業にかかわる管路布設等の権限、水質基準・施設基準に則した運営等

第 4 章 給水装置…給水の申込・承認手続、給水装置の材質構造等の基準、所有者の管理義務等

第 5 章 水道メータ…メータの所属、設置基準、使用者の管理義務等

第 6 章 水道料金及び徴収…徴収の権限、使用者・家主の支払義務、不払と給水停止等

第 7 章 禁止事項…不法接続・メータ損傷・施設損傷等の禁止等

第 8 章 その他…業務の他局への委任

2) 水道条例案の特徴

a. 我が国の水道法を参考に水道事業に必要な基本的な要素を条例に取り入れたこと

例えば、水質基準とともに、施設基準に則した事業運営を行うことを定めている。なお、我が国水道法に定めのある常時給水義務、給水申込に応じる義務については、時期尚早とされ、取り入れられていない。

b. 我が国の水道事業体が定める水道条例を参考に、これまで明確に規定されていなかった水道使用者との関係を定めたこと

例えば、給水申込、給水装置の設置に関して水道使用者との関係を明確にし、また、料金とその徴収について水道使用者との関係を明確にしている。

c. 2018 年新 YCDC 法との関係で必要となった水源管理関係も条例に含めたこと

我が国の水道法では水資源の保全に関する業務の規定はないが、YCDC では、新法により水資源水道局となったことから水源管理についての規定を含めている。

(6) 振り返って

ミャンマーでは国レベルで水道法が存在しないことから、どのような法体系のもとで水道事業を運営するのかが日本やそのほかの国との比較においても参考になる事例を見つけることができなかったが、我が国でいう供給規程の内容がミャンマーの法体系のなかに違和感なく取り入れられるよう工夫したところである。

この活動では、給水装置/接続と水道料金に関して水道事業者と水道使用者の法的な関係を示し、その内容を水道条例の中に明確に章立てすることが重要であると考え出発した。完成した水道条例案の内容から、このことはC/Pに明確に理解されたと思われる。

■参考：新YCDC Lawの制定

2018年6月に新YCDC Lawがヤンゴン管区議会において承認され成立した。

新YCDC Lawは、大胆な組織改編を含んでいるが、水道事業に関しては、大きな業務内容の変更は見られない。わが国水道法のように水道事業を規制するような法律ではなく、組織規程に似て、各組織の業務内容を定め業務執行の権限を与えるスタイルであり、これは旧法と変わっていない。

大胆な組織改編は、旧Engineering Department (Water and Sanitation)を水道事業はWater Resource and Water Supply Authorityとし、下水道(汚水)事業は都市排水事業と併せて、Drainage and Waste Water Management Authorityとし、水道と下水道を分離したことと、Authorityという、やや独立性の強い組織にしたことに現れている。

旧YCDC Lawのもとにその施行令ともいべきYCDC Regulationがそれぞれの局事業ごとに施行されているが、新たなYCDC Lawのもとに、YCDC内でそれらのRegulationが見直し作業が行われている模様である。本プロジェクトの成果が、その一環として、公式プロセスを経て施行されることを期待したい。

1-5-4 YCDCにて作成可能な規程・基準・ガイドライン等の案を作成する。(設計・施工・材料基準(給配水管・水道メータ)、水道料金徴収マニュアル、水道料金設定ガイドライン等)

(1) プロジェクト活動で作成された規程・基準・ガイドライン等

プロジェクト活動を通して、下表の規程・基準・ガイドライン類が最終的に作成された。一覧表を以下に示す。

番号	タイトル	付属資料
1	業務指標 (PIs) による水道事業モニタリングのためのマニュアル	1
2	水道条例 (案)	2. A
3	水道料金設定ガイドブック (案)	2. B
4	固定資産の管理及び経理	2. C
5	顧客管理マニュアル (案)	2. D
6	無収水管理のガイドライン、マニュアル	5. B
7	管路図管理のための標準手順書 (SOP)	4
8	顧客データ管理システムの操作マニュアル	ミャンマー語版のみ
9	無収水管理の標準手順書 (SOP)	5. A
10	水質検査・モニタリングの標準手順書 (SOP)	6. A
11	浄水場および消毒施設の運転維持管理標準手順書 (SOP)	6. B
12	全部署標準手順書 (SOP) (英語、ミャンマー語)	2. E (目録のみ)

作成された規程・基準・ガイドライン類に係る活動については、各成果の活動の説明部分で記述している。No. 12の全部署標準手順書（SOP）については、全部署にまたがる活動のため、次節にて活動概要を記述する。

(2) 標準作業手順書（SOP）の策定

1) SOP 策定への着手

Reservoir Division が他部署に先立って SOP 作成に取り組んでいたが、その進捗結果を受けて、2019年3月12日の規則類に関する重点課題運営委員会（S/C3）で、全部署において SOP を作成することが決定された。その後、2019年3月29日に初めての SOP 会議を開催した。SOP 会議の概要は次の通り。

日程：	2019年3月29日
目的：	<ul style="list-style-type: none"> ● Reservoir Division で進められてきた SOP 策定を、全部署で実施するためのキックオフ会議 ● 全部署での SOP 作成を促進し、最終化する
出席者：	CE、DYCE1、全部署のセクション長を中心に 約 70 名
概要：	<p>1) SOP の目的、構成、フォーマット、作成時の留意点の説明。Reservoir Division で SOP 作成のために策定した資料を中心に、同部浄水課長が SOP 作成方法を説明。</p> <p>2) SOP 事例：イエグーポンプ場、人材育成課、ティンガンジュン T/S がドラフトを発表。質疑と改善に向けたコメントを行った。</p> <p>3) SOP の必要性と留意点、今後の作業分担等について CE から指示とコメントを行った。</p>



SOPの各部署での作成を指示するCE



SOP第一稿を発表するT/S職員

写真 2-10 : SOP 会議

2) SOP 会議の開催

キックオフ会議後、水資源水道局が主に主導して SOP 会議を継続して開催した。先行して SOP を作成したイエグーポンプ場の職員が SOP 会議の進行役を務め、33 部署の SOP の作成に取り組んだ。各部署はドラフトを作成、SOP 会議で発表し、ACE、EE などの幹部と参加者からのコメント・アドバイスに沿って修正を加える手順で SOP 作成を行った。また必要に応じて、会議に参加した専門家や個別に相談に応じた専門家からアドバイスを行い、各部署の業務に即した SOP 作成の支援を行った。2019年4月から11月にかけて、概ね毎週 SOP 会議を開催した。C/P の主体性に基づいた活動として定着した。開催された SOP 会議の日程および参加者数を次表に示す。

表 2-32 : SOP 会議の開催日程および参加者数

No.	開催日程	参加者	No.	開催日程	参加者
1.	29/3 /2019	68	17.	23/8/2019	47
2.	5/4/2019	52	18.	30/8/2019	45
3.	10/5/2019	75	19.	6/9/2019	37
4.	24/5/2019	66	20.	13/9/2019	64
5.	31/5/2019	50	21.	20/9/2019	34
6.	7/6/2019	30	22.	27/9/2019	27
7.	14/6/2019	45	23.	4/10/2019	35
8.	21/6/2019	41	24.	18/10/2019	33
9.	28/6/2019	48	25.	1/11/2019	27
10.	5/7/2019	49	26.	15/11/2019	28
11.	12/7/2019	39			
12.	26/7/2019	46			
13.	2/8/2019	40			
14.	9/8/2019	51			
15.	16/8/2019	46			
16.	23/8/2019	47			

3) SOP の策定

CE から承認され適用中が 14 件、作成がすべて完了し CE の承認待ちが 6 件、ドラフト完成が 11 件、ドラフト作成中が 1 件、準備中が 1 件の状況となっている。SOP 策定進捗表を次表に示す。

表 2-33 : 部署別 SOP 策定進捗表 (2020 年 2 月末時点)

Sr.No	Facility Name/Section	Preparation Status	Remarks
1	Yegu	Applied	
2	Yegu P/S -1	Applied	
3	Yegu P/S -2	Applied	
4	Electro Chlorination Plant	Applied	
5	SCADA System	Applied	
6	Hlawgar Reservoir	Completed	MS
7	Hlawgar Pumping Station	Completed	MS
8	HRD Section	Applied	
9	Computer Section	Applied	
10	Water Quality Section	Applied	
11	Mini Labs	Applied	
12	Pipe Sections	Applied	
13	Gyophyu Reservoir	Finished	
14	Phugyi Reservoir	Finished	
15	Nyaungnapin WTP	Finished	
16	Lagunpyin WTP	Drafted	
17	Aung Tagon Water Supply	Finished	
18	GIS Section	Finished	
19	Major Maintenance Section	Completed	MS
20	Customer Service Section	Completed	MS
21	M & E section (AID)	Completed	MS
22	Other Reservoirs	Applied	
23	Finance Section	Finished	
24	Design Section	Finished	
25	NRW Section	Finished	
26	Main Store	Finished	
27	Planning Section (PI)	Finished	
28	Planning Section (Mid-term Plan)	Under preparation	
29	Estimate & Drawing section	Applied	
30	Admin Section	Finished	
31	District Offices	Applied	
32	House Connection	Completed	MS
33	PR Section	Applied	

[注記]

MS (Minutes Sheet) : CE へ承認申請中

Finished : 各 Section 内で完成したが、引き続き精査必要

Completed : 作成がすべて完了し CE に承認申請中

Applied : 申請が承認され適用中

基本的には、SOP をマニュアルとして活用する。SOP 以外の水資源水道局に必要な規則類の作成を第 2 期から着手した。水道条例以外に整備する規則類については、基本的には関連する各成果の活動の中で対応して整備した。

1-6 財務管理にかかる理解を促進する

1-6-1 現在の財務管理体制を分析する

(1) 水道事業の財務管理体制の調査

ヤンゴン市では、我が国など多くの国で見られるような自律した、独立した水道事業の形態が

確立していない。水道事業の会計(予算)は、YCDCの一般会計(予算)の一部であり、また、官庁会計であり企業会計の形式をとっていない。そのためあるべき姿の水道事業経営形態と比較して、下に記すような問題点が予想されていた。これらの問題点を解決し、水道事業の運営を改善するために、現状の財務管理体制を様々な視点から分析することがプロジェクトの活動の一つとして掲げられた。

- コストの算出が困難で、コストを考慮した水道料金の設定が難しい。そのため、今後、民主化、市場化が進むに従い、顧客の権利意識が強くなるにつれ、値上げに際して必要となる論理的な説明が困難となる恐れがある。
- 効率化への努力、コスト意識の醸成が難しい。
- 料金収入により事業が成り立つという原則に基づく水道使用者へのサービスの意識の醸成が難しい。
- 職員のやりがい、幹部の努力へのモチベーションの醸成が難しい。

こうした制度は法令、歴史的な経過、政治的な権力関係、事実上の権限などが絡み合って実態を明確にすることはなかなか困難である。特にミャンマーでは、長期間、社会主義政権、軍事政権が続き、法令の整備が遅れ、英国統治時代の法律がいまだ利用されていたり、さらに、情報の開示については、公務員の間では非常に慎重である。民主政権移行後も、本来積極的に市民に公開すべき情報も、入手するためには書面により幹部の許可を得ることを必要とし、また、その手続きには長期間を要する。また、情報が職員間に広く共有されておらず、ピンポイントに必要な情報を有する職務者に聞かないと納得のいく情報を得られないことが多い。本プロジェクト期間中に得られた財務管理についての情報も、未だ十分に現在の財務管理体制を説明できるものとはいえない。いくつかの国際組織、NGOが現在も中央政府/地域政府などの財務・予算制度の体系的な把握、整理に取り組んでいる。

(2) YCDC の水道事業にかかわる財務管理制度

ヤンゴン市のように水道事業を市レベルの行政体が運営している場合は、水道事業の財務管理を含め、様々な業務運営が、その国の地方行政制度に大きく依存する。ヤンゴン市では、水道事業を含めその市の様々な業務運営を担当する YCDC にかかわる制度の理解が、水道事業の財務管理体制を理解する上でも非常に重要である。

そうしたことから、YCDC を取り巻く地方行政制度、特に財務関係の制度について、C/P からの情報に併せて、資料の掘り起しに務めてきた。C/P は権限の関係から、予算関係のプロセスにおいても YCDC 内部のプロセスは説明できるが、ヤンゴン管区や中央政府に関わる部分、水道料金の改定プロセス、ローン関係のプロセスなどについて判然と説明しきれていない。そこで C/P に情報を求めるとともに、Web に掲載されている資料なども参考に実態の把握に努めてきた。

現在までの理解では、ヤンゴン管区政府、中央政府の法令にもとづく制度のもとで YCDC の財務管理体制が出来上がっており、法令とともに、事実上の権限が中央に集まっている。自律した水道事業の運営体制を確立するなどの制度の改善・変更をするためには、そうした背景を考慮する必要がある。以下は Web の地方行政の資料である。

(*1) “(Local Governance Mapping) The state of local governance: Trends in Yangon”, UNDP Myanmar,

2015

(*2) “(Local Governance Mapping) The state of local governance: Trends in Myanmar -A Synthesis of people’ s perspectives across all States and Regions” , UNDP Myanmar, 2015

(*3) “(Local Governance Mapping) Mapping the state of local governance in Myanmar: Background and methodology” , UNDP Myanmar, 2015

(*4) “State and Region Public Finance in Myanmar” , Giles Dickenson-Jones, S Kanay De and Andrea Smurra, Myanmar Development Resource Institute’ s Center for Economic and Social Development (MDRI-CESD), International Growth Centre (IGC) and The Asia Foundation, Sep 2015

(*5) “State and Region Financing, Planning and Budgeting in Myanmar - What are the procedures and what are the outcomes?— “, Roger Shotton, Zin Wint Yee and Khin Pwint Oo, Renaissance Institute and The Asia Foundation, Dec 2016

(*6) “ミャンマーの地方行政”、自治体国際化協会 (CLAIR)、Oct 2014 (YCDC についての記述が全くない。)

(*7) “アセアン諸国の地方行政 “、自治体国際化協会 (CLAIR)、Feb 2004 (軍政下の YCDC の記述がある。)

(3) YCDC 水資源水道局の財務課 (財務部) の内部職務分掌

C/P と共に財務課 (財務部) の内部職務分掌を分析した。水資源水道局の公式の財務課の職務分掌は以下のとおりとされており、わが国の水道事業でいえば、会計係 (記帳、決算など)、出納係 (現金のやりとり)、業務係 (水道料金収入の確認)、予算係 (予算執行管理など予算統制) といった係の業務内容となっている。収支バランスの分析が含まれているが、実際は、一般会計の一部という位置づけのなかでの分析は難しい。

1. Keep account tables
2. Analyze and check the expenditure account and give out money
3. Receive the money in accordance with the Financial Regulations to implement the estimate budget and transfer the received money into the bank.
4. Analyze income situation within financial year and make estimation and calculation in advance how to manage the income money and in which sector will be invested

水資源水道局の財務課は、実際は部のような形で、以下のように分課されている。

- 予算と支出を管理する部署 (Expenditure Section) 12 名
- 水道料金収入等を管理する部署 (Water Tariff Section) 25 名
 - メータ制使用者の料金収入管理 7 名
 - フラット制使用者の料金収入管理 5 名
 - 官公庁使用者からの料金収入管理 6 名
 - 外国人使用者の料金収入管理 7 名
- 現金出納の部署 (Income Section) 7 名

職員は部長級の幹部を含めると 45 名となっているが、水道料金収入を管理する部署に多くの職員を擁していて、本来の財務管理を行う部署が手薄である。

(4) 財務課の組織的な課題

水資源水道局の前組織名の水衛生局は、YCDC 内での正式名称は、EDWS : Engineering

Department (Water and Sanitation)でそのまま訳せば技術局(水衛生関係)であり、また、ポストの名称は、局長はCE (Chief Engineer)、副局長はDYCE (Deputy Chief Engineer 同・副技師長)、部長クラスはACE (Assistant Chief Engineer 同・技師長補佐)と称されている。つまり、技術系職員の局であり、財務関係については、傍系と思われ、予算統制、財務的な統制を財務課が中心となって行うには組織内で難しい立場にあるように見受けられる。

C/Pの能力の傾向としては、独立した会計ではないこと、企業会計ではないことが影響して、料金設定や企業的な財務管理など実務に即した知識が乏しい。また、先に述べたように、水道料金収入を管理する業務に多くの人員を要して、水道事業本来の財務的な業務が手薄となっている。

例えば、C/Pに固定資産経理に関係して、資本的支出の限度額を聞いても答えが返ってこなかった。上記(2)で示した資料(*5)には「ミャンマーの政府関係予算の資本的支出は、耐用年数が1年を超え、金額が100万チャットを超える場合(ただし、必ずしも一貫していない)」と書かれている。C/Pは予算の資本的支出の限度額は認識して予算原案を作成してきているが、固定資産経理に結び付けて考えられていないというのが状況である。

このように、一般会計の一部として、収入を考慮した経営判断が必要のない状況のなかで、現在のような組織になっているが、JICA借款への返済、料金値上げに向けて財政計画の検討など複雑化する財務業務へ対応が迫られている。我が国では料金収入を管理する業務はIT化が進んでいることもあり、顧客サービス部の業務課が扱うケースが多く、水資源水道局でも、顧客サービス部の設置により、そちらへ関係業務を移行させる方向で再編を進め、財務課では財務管理など本来必要とされる能力向上を図る必要がある。本施策は、活動「1-3 顧客サービス部を設立する」で記載の通り、本プロジェクトで実施している。

(5) 水資源水道局の財政状況の分析

財務情報は事業運営の基本的な情報であり、YCDC水資源水道局においても、本プロジェクトでPIsの整理を進めたことなどから、財務に関する情報も整理されてきている。ただ、財務情報は局内で共有はされておらず、時に応じて、決算状況等を整理し、定例会議でC/Pが発表を行うなど、局内で情報を共有するように促してきた。一方で、水資源水道局では、海外からプロジェクトの準備調査等での訪問者からも財務情報を求められるケースが多いこともあり、それらが活かされているが、市民に積極的に開示するまでには至っていない。

整理されている財務情報としては、2011年度以降(2011年度は、新憲法(2008年成立)のもとの民主政権が樹立しState/Regionによる地方行政が確立した年)の収益的収入、支出および資本的支出の資料があり、下にその詳細を掲げたが、それをグラフにより概観すると、水資源水道局財政状況は次のように分析できる。

収益的収支を概観するグラフでは、2011、2012年度当時は、収入がほぼ収益的支出(Opex)を賄うレベルであったが、電気代が増大するに伴いOpexコストを賄うにも3-5割程度不足するレベルとなっている。給与費(Salary)、修繕費(Maintenance)、物品費(Goods and Service)はほぼ横ばいで推移しているが、電気代が大きな割合をしめている。電気料金は2018年7月に値上げされて、2019-20年度においては、さらに大きな割合をしめることになり、収益的収支を圧迫するものと思われる。

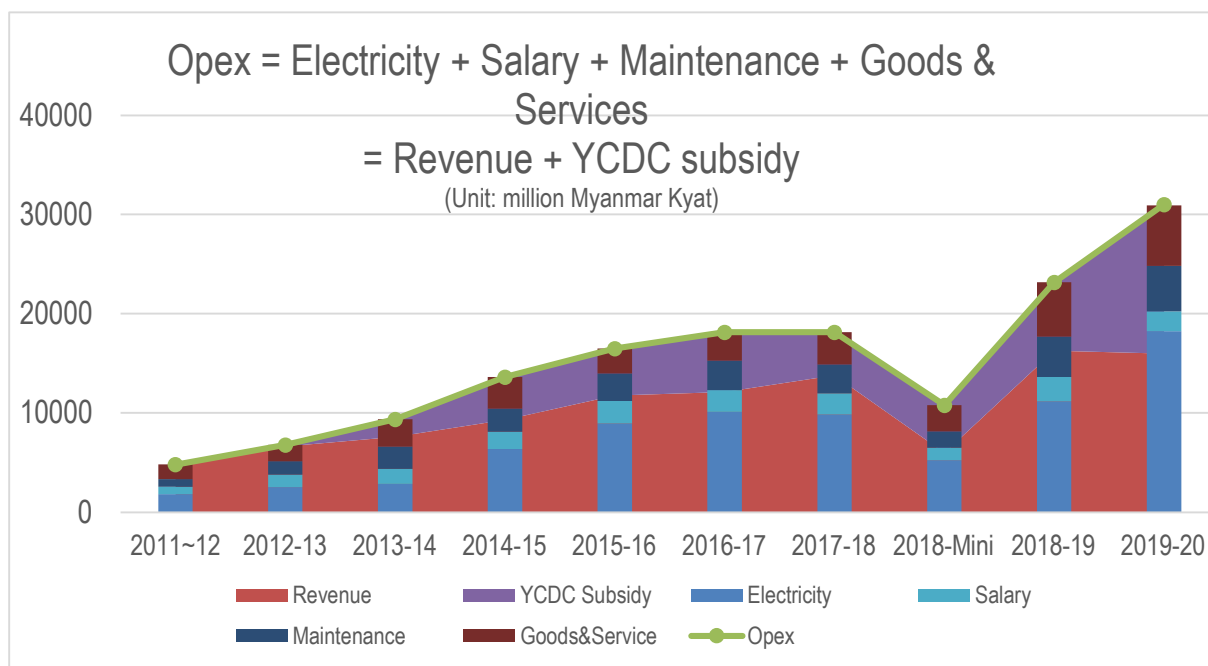
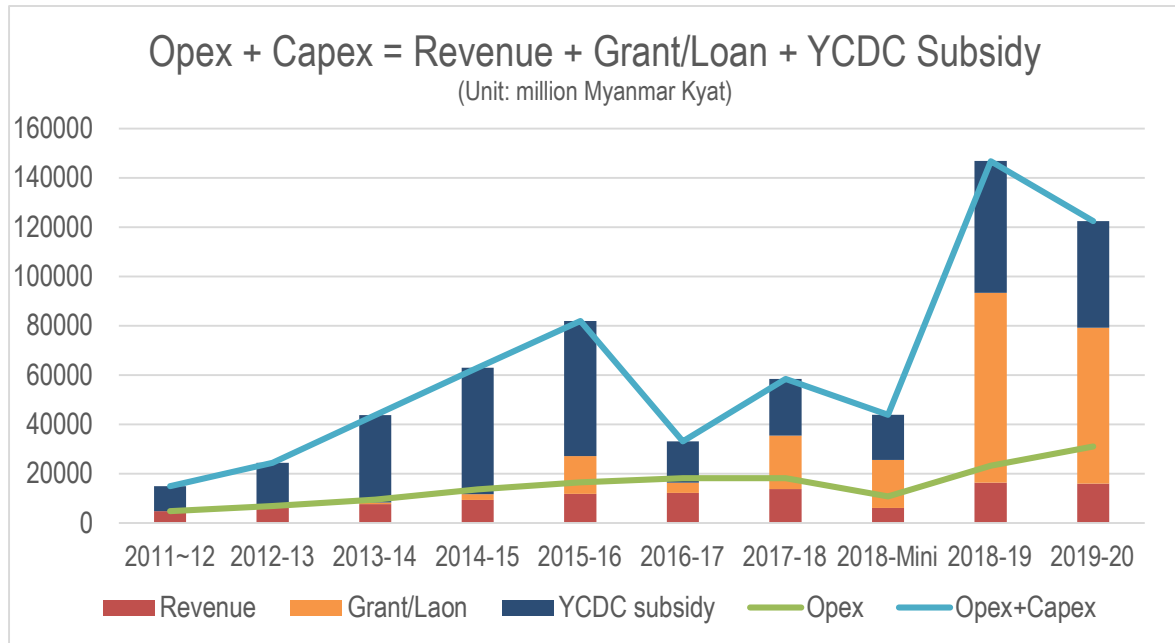


図 2-15：収益的収支の内訳グラフ

収益的支出と資本的支出を合わせた支出全体をグラフでみると、YCDC の自己財源から水資源水道局の自己収入の 3-5 倍の補助を得て、収支がバランスしていることがわかる。減価償却費の計算がない官庁会計ベース（資金ベース）によって、フルコストを料金でカバーするなら、補助分だけの料金値上げが必要となる。

水道事業では、特に都市が膨張する拡張の時代には、資本的支出の金額が大きく、その財源対策に苦勞することになる。YCDC では JICA ローンにより財源手当てし、ラグンピン、ココア浄水場の建設を行っているが、2025 年度からこのローンの元金償還が始まり、YCDC の財政への大きな負担となる。

YCDC の一般財源による水資源水道局への補助は、会計が分離されていないため補助と認識されていないが、この金額は YCDC 全体の財政状況により大きなブレ幅があり、計画的にプロジェクトをすすめるには YCDC 全体における水資源水道局への補助についての理解が重要となる。水資源水道局では、将来も見据えて、料金の見直しを開始しているが、今後、巨額のプロジェクトが続くことを考慮し、持続可能な水道事業を確立するために、YCDC のなかで、料金水準、YCDC からの補助などについて、長期的に安定する方策を決断し実施する必要がある。



Financial report since 2011-2012 to 2018-2019181 (Unit: thousand Myanmar Kyat)

図 2-16 : 財政収支の内訳グラフ

表 2-34 : 収益的収入の内訳表

Account Items	2011-2012	2012-2013	2013-2014	2014-2015	2015-2016	2016-2017	2017-2018	2018 (Apr-Sep)	2018-2019	2019-2020
	Result	Result	Result	Result	Result	Result	Result	Result (6 month)	Result	Result
Current Revenue										
02 Water Charges										
01 Departmental Water Charges	1,081.913	1,073.245	1,110.961	1,608.373	1,696.523	1,619.549	1,676.536	806.461	1,686,403	1,720,567
02 Public Water Charges	3,300.490	5,272.007	5,973.024	6,906.423	8,496.946	9,288.345	10,425.070	4,579.873	12,682,056	12,127,194
03 Water Connection	185.760	144.605	217.758	296.317	535.506	415.684	455.818	236.249	763,179	864,060
03 Rental										
02 Sales of Water Meters	16.188	53.944	129.999							
03 Rental of Shops and Sites	44.321	29.877	80.165	65.075	68.065	64.491	76.126	37.167	77,209	134,261
04 Licenses										
01 Plumber Licenses Fees	1.344	1.684	1.277	1.396	1.257	1.216	1.096			
05 Miscellaneous										
02 Road Crossing Charges (Nngamoyeik Tall Gate)		21	51	16	153	123	68			
99- Other Revenue	79.103	64.868	85.379	130.192	222.477	166.088	108.221	63.775	79,461	399,275
Minus-50 Restore revenues????										
Sale of old Equipment										
Total	4,709.119	6,640.251	7,598.614	9,007.792	11,020.927	11,555.496	12,742.935	5,723.525	15,288,308	15,245,267
Capital Income										
Sale of Water Meter (capital Income)				280.002	731.830	548.847	1029.856	266.081	973,483	740,755
Sale of old Equipment								23,450		
Grand Total	4,709.119	6,640.251	7,598.614	9,287.794	11,752.757	12,104.343	13,772.791	5,989.606	16,285,241	15,986,022

表 2-35 : 収益的支出の内訳表

Account Items	2011-2012	2012-2013	2013-2014	2014-2015	2015-2016	2016-2017	2017-2018	2018 (Apr-Sep)	2018-2019	2019-2020
	Result	Result	Result	Result	Result	Result	Result	Result (6 month)	Result	Result
3(700)Engineering Department (Water and Sanitation)										
01 Salary and Allowance	740.806	1,251.612	1,512.472	1,729.182	2,232.784	2,186.036	2,146.349	1,245.591	2,436,421	2,017,903
01 Salary	740.806	805.683	1,079.335	1,313.608	2,232.604	2,186.036	2,146.349	1,245.591	2,436,421	2,017,903
02 Allowance Salary		445.929	433.137	415.574	180					
02 Travel Expenses						32	32	60	311	88
01 Domestic Travel						32	32	60	311	88
03 Good, Service and Labor Social Costs	3,311.283	4,175.329	5,630.554	9,552.040	11,474.070	13,006.122	13,111.495	7,878.014	16,684,830	24,330,700
01 Labor Charges	393.202	699.968	951.328	1,055.149	1,191.500	1,406.689	1,448.377	940.436	2,002,263	1,920,495
02 Tax							1,031	432	60,578	9,288
03 Hiring Fee and Production Cost	500	500	500			6,000			27,911	33,221
04 Transportation/Shipping	5.487	27.424	26.651	27.944	30.149	10.750	15.991	20.938	18,115	20,731
05 Office Facilities	2,000	3,000	3,500	8,098	5,099	15,000	22,000	10,000	24,000	44,353

Account Items	2011-2012	2012-2013	2013-2014	2014-2015	2015-2016	2016-2017	2017-2018	2018 (Apr-Sep)	2018-2019	2019-2020
	Result	Result	Result	Result	Result	Result	Result	Result (6 month)	Result	Result
06 Petrol & Lubricant	119,709	114,605	120,863	72,392	45,402	33,352	49,948	18,862	116,128	95,550
07 Telephone, Telegram and Postage Stamp	2,357	2,656	2,246	1,428	0,715	1,128	0,771	0,200	3,363	7,260
08 Electricity Charges	1,832,309	2,528,121	2,864,923	6,374,300	8,964,176	10,111,090	9,838,343	5,238,663	11,187,781	18,227,168
09 Books, Journal & Newspaper	50	50	50	50			30	43	100	100
12 Uniform	1,000	1,000	1,000					400	820	
13 Operating Material	900,699	746,733	1,603,493	1,942,713	1,192,407	1,380,983	1,688,340	1,621,167	3,191,404	3,914,064
20 Printing & Publishing	53,970	51,272	56,000	69,966	44,622	38,327	46,228	26,453	49,993	58,000
21 Advertising Cost						2,803	436	420	2,374	470
04 Maintenance Costs	758,049	1,350,027	2,234,205	2,342,592	(2,789,176)	(2,961,187)	(2,885,816)	(1,644,198)	(4,051,439)	4,567,675
01 Machine Equipment	155,540	149,768	239,759	289,939	139,752	122,767	232,686	118,882	284,256	314,697
					3,137	26,782	4,545	19,024	16,603	
02 Building	33,890	229,140	339,933	339,701	(337,486)	(314,111)	(199,947)	(183,496)	(524,130)	395,793
					14,834	–	4,174	159,393	491,025	
03 Roads	4,830	15,976	58,940	59,998	94,643	135,289	84,312	141,826	399,560	382,184
					–	11,896	1,501	2,695	–	
04 Motor and Vehicle	18,669	34,579	19,919	18,078	19,277	19,447	24,639	25,000	48,999	49,402
05 Vessels	4,483	5,000	9,934	8,927	2,598	2,800	2,993	1,269	2,886	11,836
09 Others	540,637	915,564	1,565,720	1,625,949	(2,192,283)	(2,328,095)	(2,335,193)	(1,147,683)	(2,625,015)	3,282,273
					1,988,457	2,073,021	2,190,380	1,001,422	2,236,456	
					203,826	255,074	144,813	146,261	388,559	
10 Bridges								4,323	149,993	131,490
05 Education & Social Expenditure							6,297	3,000	7,000	1,967
06 Education/Training							6,297	3,000	7,000	1,967
06 Reception Cost	199						300	2,000	4,479	89,649
02 Cost of Reception	199						300	2,000	4,479	89,694
Loan Interest (JICA Loan)					22	543	830	1,370		7,215
Grand Total	4,810,337	6,776,968	9,377,231	13,623,814	16,496,052	18,153,920	18,151,119	10,774,233	23,184,480	31,007,982

三段書き 一段目(カッソ書き) : 合計、二段目 : 水道、三段目 : 下水道

表 2-36 : 資本的支出の内訳表

Account Items	2011-2012	2012-2013	2013-2014	2014-2015	2015-2016	2016-2017	2017-2018	2018 (Apr-Sep)	2018-2019	2019-2020
	Result	Result	Result	Result	Result	Result	Result	Result (6 month)	Result	Result
Extention of Water Supply Pipes	132,143	98,132	189,892	2,243,162	5,145,622	1,276,842	3,625,675	549,950	3,799,823	825,034
Water Supply	8,617,087	16,272,985	32,153,366	38,859,761	56,054,609	11,862,727	32,139,145	30,628,555	106,973,654	83,648,325
Ngamoeyik - Hlawga		14,724,410	13,299,149	11,570,567	31,765,697	3,986,657	2,764,357	4,030,044	7,678,038	7,740,774
Ngamoeyik - Hlawga (YCDC)	7,511,578	14,724,410	12,664,795	9,185,459	19,226,554	2,814,332	2,764,357	4,030,044	7,678,038	7,740,774
Ngamoeyik - Hlawga (ODA Grants)			634,354	2,385,108	12,539,143	1,172,325				
Water Supply from Ngamoeyik - Chaung	195,000									
Lagunbyin Water Supply			12,833,692	22,328,192	15,913,266	6,580,207	26,403,501	22,115,544	82,810,011	57,793,126
Lagunbyin Water Supply (MaSo) (YCDC)			12,833,692	22,328,192	13,097,930	3,554,435	4,740,744	3,422,466	14,977,304	4,537,859
Lagunbyin Water Supply (MaSo) (ODA Loan)					2,815,336	3,025,773	21,662,757	18,693,078	67,832,707	53,255,267
Water Supply for new Township	143,063	201,949	3,350,015	930,431	282,418	203,696	202,434	1,177,540	2,532,915	4,937,017
Lakes and Tube Wells	491,423	1,096,721	2,555,875	3,527,219	5,230,509	821,277	2,629,333	1,915,734	2,167,926	1,143,958
Hlawga - Yangon (Aungtagon)	276,023	249,905	114,635	4,931	80,135					
Kokkwa River Water Supply				498,421	2,782,584	270,890	139,520	1,389,693	11,784,764	12,033,450
Kokkwa River Water Supply (YCDC)				498,421	2,782,584	270,890	139,520	538,848	2,532,690	2,112,590
Kokkwa River Water Supply (ODA)								850,845	9,252,073	9,920,860
Yangon Water Supply										
Sufficient Water Supplies	954,651	956,345	1,843,461	7,949,869	4,013,300	1,725,337	3,343,852	1,575,739	9,729,028	6,238,021
Sufficient Water Supply for Dometown	648,42	637,039	732,350	4,922,310	2,989,767	510,321	3,343,852	1,575,739	9,729,028	6,238,021
Water Service for Upgrading	18,57	19,310	784,121	3,027,559	1,023,533	1,215,015	–	–	–	–
Production of Water Pipes (Pipe Plant)	287,661	299,996	326,990							
Construction of Water Staff???							713,304		1,869,450	764,310
Buildings							36,098	–	631,409	31,192
Office Equipment/Vehicle Expansion/Alternative Investment							1,223	1,474	11,000	22,000
(Sewerage Waste Disposal)							–	55,405	194,000	330,000
(Wastewater Treatment Plant)	351,663	199,918	166,695	240,960	208,318	55,014	388,861	267,591	622,459	–
	15,715	58,499	48,824	68,531	39,471			–	–	–
Grand Total	10,071,259	17,585,879	34,402,238	49,362,283	65,213,531 (65,461,320)	14,866,080 (14,921,094)	39,858,074 (40,246,935)	32,811,123 (33,078,714)	123,208,364 (123,830,823)	92,129,882 –

注 : 2015-16 年度以降の合計欄の 2 段書き 上段 : 水道事業のみ、下段 : 下水を含む水衛生局 (水資源水道局) の全体

(6) 予算、料金改定などの決定プロセス

水資源水道局の予算は YCDC 会計の一部であり、その YCDC 会計の予算決定プロセスは以下のように把握できている。ただ、2008 年新憲法に基づく 2011 年新政権以降、ヤンゴン管区政府の権限が確立されたなかで中央政府の関与がどの程度なのか（政府補助に相当する部分への関与）、またこのプロセスのなかでは、YCDC 予算はヤンゴン地域政府の一部となっているが、YCDC として独立した収支をもとめられていると話す幹部もおり、実質的な権限、運用がどのように行われているのか、その根拠がどこにあるのか、明らかにはなっていない。

料金改定プロセスは、予算と同様のプロセスと言われており、ヤンゴン地域政府の決定が最終であり、何らかの形で中央政府の承認が必要と理解すべきである。ただ、法令の英文版が少ないこともあって、根拠となる法令等が確認できていない。2011 年から行政制度が大きく変わった後も YCDC を取巻く法令が整備されていない模様で、運用で行われている行政行為について成文化・オープン化が求められるところである。

また、制度の変更も多い。(2) の資料 (*5) によれば、2016/17 年度から地方財政の変革が行われ、それまで国が地方(憲法上 State & Region 州&管区のみが予算編成の権限がある)を補助するシステムは、赤字を補填するようなシステムであったが、基準により交付するシステムに改正され、それにともない、地方の予算案と国での査定、議決のタイミングなど、時期が変更になったようである。国と地方との関係も年々改善が行われている模様であるが、情報を把握することが困難である。

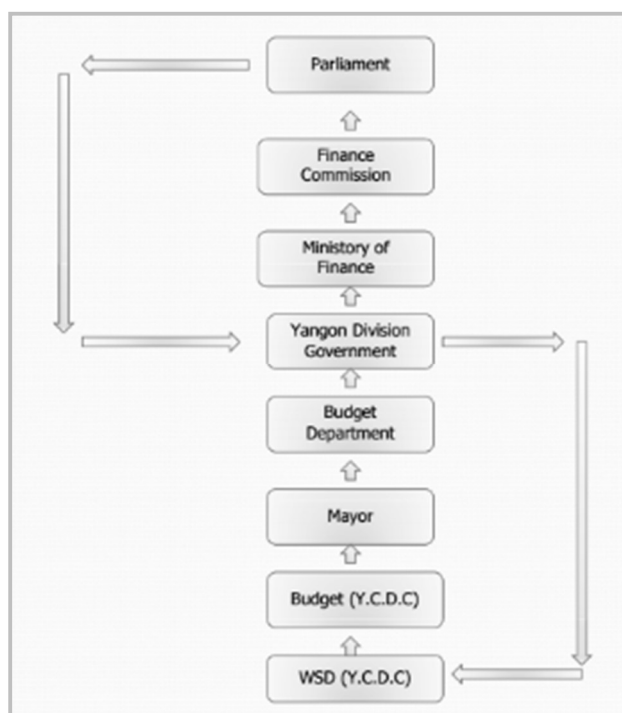


図 2-17：予算決定のプロセス

(7) 予算年度（会計年度）の変更

ミャンマー国政府は、2017 年 9 月の閣議において、予算年度を 10 月 1 日～9 月 30 日に変更する案を決定し（従前は 4 月 1 日～3 月 31 日。）、ミャンマー国会ではこれを 2017 年 10 月 31 日に承認した。これに伴い 2018 年度からミャンマーの官公庁の予算年度、会計年度が変更になった。

そのため 2018 年 4 月 1 日から 9 月 30 日までは経過的に 6 ヶ月の予算となる。この 6 ヶ月の予算は、mini-budget period（俗称）と呼ばれ、2018 年 10 月から新たな予算年度となった。これにともなって、予算承認のプロセスは変わらないが、年間スケジュールは半年ずれることになった。予算年度変更の理由は以下を挙げている。

- ① 従前の予算年度の開始時期である 4 月は、ミャンマーでは正月にあたり、4 月中旬には年末年始の祝日を含む長期の休暇のシーズンがあり、ほぼ一か月、業務が停滞しがちであり、新年度のスタートとしてふさわしくないこと
- ② 5 月頃からは雨期がはじまり 10 月ころまで建設工事の実施が困難になり、新年度予算の円滑な執行に支障がやすいこと

なお、隣国タイや米国が10月開始の予算年度を採用していることを参考にしたとのこと。YCDC/水資源水道局の財務課によれば、YCDC 予算も国家予算にしたがって変更になるため、2018年度の予算は、6か月に区切って、2018年4月から9月末、2018年10月から2019年3月末、2019年4月から9月末の3つの6か月予算を提出し、どちらの予算年度にも対応できるように備えていたとのことである。

(8) 企業財務会計に関わるミャンマー国内の制度について

水資源水道局の予算は、先述したとおり官庁会計方式であり、独立した企業会計方式による水道事業会計を有してはいない。水道事業では将来的には、一般的な企業会計を採用すべきという考えをもっており、本プロジェクトでは、次項で記述するように、企業会計の理解の促進を図ってきた。新たに企業会計を導入しようとする場合、ミャンマー国内で使われている企業会計方式を理解することが重要であり、そのことについて当初からC/Pに指摘し、周辺事情の把握を要請してきた。2018年3月8日のC/Pとの打合せで、ミャンマーではIFRS(国際財務報告基準)に倣ったミャンマー版の会計基準が存在することが判明した。ミャンマー語のテキストがありC/Pも参照できるため、固定資産の管理・経理のSOP作成などに活用した。

また、国営企業から2015年4月に会社化(Corporatization)したヤンゴン配電会社(Yangon Electricity Supply Corporation: YESC)を数度訪問し固定資産の整理方法等を聴取した。その際、YESCに国営企業の会計運営方式・会計基準を確認したが的確な回答が得られなかった。将来、水道事業に企業会計を採用する場合、国内の他の制度を確認することに留意すべきことをC/Pに強調している。



両方とも国際基準をミャンマー語に翻訳したと思われる。

写真 2-11：写真左 MFRS for SMEs：ミャンマー中小企業向け財務報告基準、写真右 MAS：ミャンマー会計基準

(9) マンダレー市 (MCDC) の料金改定

2017年4月にミャンマー第2の都市であるマンダレー市(MCDC:マンダレー市開発委員会)が水道料金改定を行った。大幅な値上げであり、その概要は以下のとおりである。

MCDCではYCDCと同様、水衛生局が水道事業を担当しているが、水道料金徴収は税徴収を行っている税務局が担当し水資源水道局の業務とはしていない。そのため、料金改定も、主に、税務局が担当し、従前の料金体系を変えておらず、料金体系を水道事業運営と有機的に関係させる工夫は考えられていないと思われる。YCDCにおいてもフラット・レートの集金を総務局が担当している。

今回の改定では、収入増が収支改善に寄与すること(ただし依然、コストの全額を賄っていない)、また、改定にあわせて、検針、請求、徴収を効率的に行いサイクルの短縮化を図る改善を行っていることを強調している。

表 2-37：マンダレー水衛生局の水道料金の変遷

用途	料金単価 (チャット/m ³)			値上げ 倍率	ヤンゴン (現在)
	2008年	2015年	2017年		
Domestic	55	85	200	2.35	88
Commercial (Medium)	77	110	260	2.36	110
Commercial (Factory)		440	660	1.5	
FE (Commercial)	490	880	1,100	1.25	880

(10) 国家予算と国家長期計画・中期計画

予算年度の変更に関連して、政府の20年長期計画(2011-2030)及び、その内訳の5年ごとの中期経営計画(2011-2015年度、2016-2020年度等)は、既存の2016-2020計画が見直され、2018-2020年で10月開始の3ヵ年計画になった。しかし、長期計画についての改定などの動きはなかった。

ミャンマー政府は、新憲法に基づく2011年政権発足に併せて20年の長期開発計画(National Comprehensive Development Plan)を策定し、それを5年ごとの中期計画として設定し、開発にからむ資本支出を計画的に進めようとしている。予算もそうであるが詳細な公表資料がなく水道施設の開発がどのように国家計画のなかで取り扱われているのかは把握できていない。

水資源水道局では、本プロジェクトの主導のもと、政府の中期計画期間に合わせて、初めての水資源水道局独自の中期経営計画を作成している。以下にマスタープラン、国家長期・中期計画、及び中期経営計画の会計年度についての比較を示す。



図 2-18：各種計画の計画年度

(11) 新 YCDC Law に基づく Authority への組織改編と財務制度への影響

2018年6月28日に新 YCDC Law がヤンゴン管区議会で可決され、水道事業は、下水道事業と分離され、Water Resource and Water Supply Authority へと改編されることになった。

2019年3月31日に実施されたYCDCコミッティーメンバー（CM）の選挙後に、新YCDC Lawに規定されている水資源水道局のボードメンバー（役員）5人が選定された。役員会の議長は、11人のCMのうち第9番のCMであるU Sein Ohnが就任、幹事（セクレタリー）はCE、そのほかの3人は以下のように外部から選任されている。

1. Daw Than Than Soe 元建設省 都市住宅開発局（土木技術者）
2. U Soe Than 元農業灌漑畜産省 灌漑局OB（土木技術者）
3. Daw Aye Zin Soe 弁護士（2013年までYCDCの法律顧問）

一方、会計・予算制度については、本プロジェクトで将来像と定めたAutonomousな組織の方向を目指すような新たな動きは、現在のところみられない。

新YCDC Lawの検討段階では、Authority移行後、Authorityは規制主体的な組織となり、業務は100%YCDCが出資するCorporationを設立して行うという趣旨の構想があったようである（2018年8月横浜JICA幹部フォーラムでの副市長（Secretary）Daw Hlaing Maw Ooの発表）が、最終的に成立したYCDC Lawでは、YCDCによる企業設立に関する条項は見られない。ただ、YCDC幹部の発言によれば、水資源水道局はPPPにより規制主体を目指すという考えがあるようだ。

1-6-2 今後の開発計画を踏まえ、持続的な水道事業体を確立するために必要な財務管理（財務管理、会計制度、資産管理、予算制度、水道料金設定、PPP等）にかかる研修を実施する

(1) 持続的な水道事業を確立するために必要な財務管理の研修の内容について

YCDCにおける水道事業は、繰り返しになるが、自律的（Autonomous）な事業ではなく、道路事業、河川事業などと同様な公共事業の形態で実施されており、我が国や世界の多くの国のように独立したユーティリティ（公益事業）の形態ではない。

財務管理の概念が有効に機能するのは、自律的な形態の事業で、また、企業会計を採用し独立した運営がされる事業である。そうしたことから、本プロジェクトでは、将来、YCDCの水道事業では自律的な運営形態をとるべき必要があることを理解してもらうこと、またそうした組織における財務管理のあるべき姿の理解の促進を目的とした。

当初想定していた研修の項目は①一般財務管理、②資産管理、③予算制度、④会計制度、⑤水道料金設定、⑥PPPであるが、YCDCの状況に応じて修正することを予定していたため、実態をみて、官庁会計に関係するものは除き、①公益事業としての水道事業、②企業会計（疑似P/L、B/Sの作成）、③資産会計、④料金設定、⑤PPPとして実施することとした。

その個々の活動については、以下に示しているが、類型化するなら、週例・月例・半月例会議での発表、C/P等へのセミナー、そのほか、第三国研修や我が国での本邦研修、国内支援委員によるセミナーなどである。またC/Pが研修講師やセミナーの発表者となって、得た知識を自らのものとして整理する場も設けることができた。

(2) 財務管理の基礎：公益事業としての水道事業についての理解の促進

1) 専門家によるセミナーなど

前項で説明したように、水道事業を公益事業としての概念により、独立した自律した事業として経営すべきこと、そして財政的にはコストを料金収入で賄える事業としてとらえることを理解してもらうことを第一に位置づけた。第1期では、まず、2度、シリーズで専門家が週例会議にお

いて、公益事業、独立した事業、財政的にも採算の合う水道事業のあり方についてプレゼンテーションを行った。その効果もあり、2016年1月末の第1回JCC会議で、セミナーの主題としたYCDCのFuture Visionでは、特に財務管理に係るものとして「The waterworks is managed as an independent and financially self-sufficient utility」をVisionとすることになり、YCDCにおいて独立採算の水道事業のイメージについての理解が進んだものといえる。週例会議での2度のシリーズのセミナー・テーマは以下のとおり。

(a) Sustainable management and organization in water supply のシリーズ	
第1回	2015年8月17日 Why independent and self-sufficient
第2回	2015年8月24日 How independent and self-sufficient in other water utilities
第3回	2015年8月31日 How water supply in Yangon city be independent and self-sufficient
(b) Basics of water supply utilities のシリーズ	
第1回	2015年11月30日 Characteristics of water supply utilities
第2回	2015年12月8日 Regulation for water supply utilities
第3回	2015年12月14日 Asset management and accounting for water supply utilities
第4回	2015年12月21日 Rate making of water tariff

また、今後の開発計画を踏まえ、急速に開発が進むYCDCにおいて持続可能な財務体制を維持、確立するために、施設建設計画や財源計画を含む会計上の資本的支出の特徴を把握しておくことが重要であること、東京都での経験が参考になることから、以下のセミナーを開催した。

(a) 東京都の高度経済成長期の経験

東京では、高度経済成長期に、人口の集中もあって、水道の需要が飛躍的に伸びた。それに対応するために施設の建設とその財源確保にどのように対応してきたか以下のプレゼンを行い、当時と似たような状況にあるヤンゴンの今後を示唆することを試みた。

2016年5月31日 How to cope with accumulated burden of capital expenditure – Experience in Tokyo and messages to Yangon city」

(b) 資本的支出に関するミニ・セミナーの実施

水道事業は施設産業、資本集約産業といわれ、財務管理においても資本的支出の取り扱いが重要な内容となる。官庁会計で経理が行われているYCDC水資源水道局では、特に、資本的支出に関する経理の意識が不足しており、今後、開発が進む中で、独立した会計を志向するためには、不可欠な知識である。そこで、4回にわたり、それぞれ2時間程度、財務のC/Pを対象に、以下のテーマでミニ・セミナーを開催した。



写真 2-12：財務管理・資本的支出に関するミニ・セミナー

第1回 2017年10月2日 資本支出都予算、P/L、B/Sの関係

第2回 2017年10月3日 資本支出と料金設定の関係

第3回 2017年10月13日 資本支出と財政計画の関係

第4回 2017年10月19日 資本支出と「利益」の関係

2) 本邦研修

2018年1月末、東京都水道局の協力により成果1にかかわる本邦研修を行った。YCDC/水資源水道局から財務に関わる職員として下記の3名の推薦があり本邦研修に参加した。

- Daw May Oo Lwin (EE) (Finance Section)
- Daw Khin Khin Htwe (AE) (Finance Section)
- Daw May Thet Kyaw (Accountant 3) (Finance Section)

以下は、東京都水道局で実施した本邦研修のうち、財務に関わるテーマを抜き出したものである。YCDCで課題となっている独立採算制度、水道事業の計画的な運営、今後の課題である料金改定をテーマとして研修を実施した。また、C/Pも現状についてプレゼンを行い、その資料作成において、これまで知識等の再確認をした。

2018年1月25日(木) 13:30-14:45 及び 14:55-15:40

研修テーマ	講師	所属
独立採算制 (13:30~14:00 C/P プレゼン)	高野 哲	東京都水道局総務部主計課 課長代理 (財務担当)
水道経営 (14:55~15:10 C/P プレゼン)	猪股 幹	東京都水道局総務部主計課 統括課長代理 (財務担当)

3) 国内支援委員の現地セミナー

2018年2月23日(金)10:00-12:00、東京都水道局の国内支援委員・高橋委員を交えてワークショップを開催。

プログラムの目的は、「予算を支出するだけの技術系の局 (Engineering Department)」から「独立して経営を行う局 (Authority)」へ移行した場合、重要な役割を担う財務関係部署は、どのような仕事を行うべきかを理解するところにおいた。期待する成果としては、水資源水道局は遅かれ早かれ自律的な組織へ移行するものと思われ、その際に、財務部門として円滑な移行を期待したものである。

ワークショップの進行は、C/PからYCDCの事情をプレゼンした後、高橋委員が東京都における状況をプレゼンした。財務所管部署に焦点をあてて、出納課との違い、料金収入を整理する部署(業務課)との違いなどや、予算統制(支出起案のチェック方法など)、経営計画と料金改定(計画の作成方法など)、予算書/決算書、公営企業法に基づく「経営」感覚などであった。



写真 2-13 : 国内支援委員と財務所管部署の業務に関するワークショップを開催

4) C/Pによる研修講師の実践

C/Pが本プロジェクトを通じて得た知識などを盛り込み、水道事業経営や財務について、新規採用者への研修に加えて、T/S 所長研修、T/S 副所長研修も実施し、財務管理の理解促進の取組みが広がることとなった。

(3) 企業会計の理解の促進

1) YCDC の水資源水道局の財務会計の現状と企業会計

水資源水道局では、官庁会計方式である YCDC 一般会計の中で予算、決算を行っている。ただ、その収入項目、支出項目が、企業会計方式ではないが、収益的収支である Operating Income/Expenditure と資本的収支である Capital Income/ Expenditure を分離しており、水道事業として重要となる Fixed Asset Accounting (固定資産経理) の実施に向けては、Capital Account を分けている点で利点があることなどがわかった。

企業会計の体系については、一般的な知識を C/P が有していることもあり、日々のミーティングの中で、早くから、疑似 P/L、B/S の作成を目標として掲げ、C/P にそこへ向けての取組みを促した。

官庁会計から企業会計への移行は、日本では、現在でも下水道事業で多くの取組みがおこなわれているが、固定資産会計の整備が最も重要で、そこから減価償却費の計算というステップが焦点となる。これについては時間もかかり、固定資産を把握して数値を割り出すのは簡単ではない。我が国の下水道事業の実態をみると企業会計導入を実施する場合にはコンサルタントへの委託を伴う場合が多い。

C/P によれば一般的な企業会計に関してはミャンマーでは国際会計基準に基づくミャンマー会計基準が採用されているが、一般企業会計と水道事業や公営企業としての特殊な会計を比較しての解説などは、ミャンマー国内では、まだ見当たらない。日本の公営企業、バンコク MWA、プノンペン PWSA 等を参考としつつ、ミャンマーの国営公社であるヤンゴン配電公社 (YESC) を参考に水道事業としての会計のあり方を理解するため、YESC への訪問調査を行った。同社の P/L や B/S の形態を把握したことは、ミャンマーの事情にあったスタイルを考える上で、大きな参考となった。それを参考に水資源水道局の疑似 P/L の形を作成してみるまでに至り、数値はブランクではあるが、一定の成果があったものとする。

実際に企業会計を導入するには、会計プロセス・帳簿/帳票の整備など抜本的な取組みが必要であり、独立していない水資源水道局だけで実施できるものではない。本プロジェクトでは、水道事業を持続的に行う際には企業会計が非常に重要な役割を果たすこと、そしてその企業会計とはどういうものかなどの理解を促進できたものとする。

2) 企業会計にかかわるセミナー・研修等

企業会計の理解の促進に向けてのセミナー等は、前項の内容と重複する項目が多いが、以下のようなテーマで開催した。

a. 専門家のセミナー

(ア) Basics of water supply utilities のシリーズの「第 3 回 2015 年 12 月 14 日 Asset management and accounting for water supply utilities」

b. 国内支援委員によるセミナー

(ア) 2016 年 1 月 28 日第 1 回 JCC 会議&セミナー

-国内支援委員永沼紀明委員の発表「水道事業の企業財務会計」

(イ) 2017 年 1 月 30 日第 3 回 JCC 会議&セミナー

-国内支援委員永沼紀明委員の発表「水道事業の独立採算と企業会計」

(ウ) C/P (Daw Moe Moe Khaing) による「The waterworks is managed as an independent and financially self-sufficient utility」に関する発表

- c. 第三国研修
 - (ア) バンコク MWA、
 - (イ) プノンペン PPWSA
- d. ヤンゴン配電公社の訪問調査
- e. 新人職員研修での財務チーム C/P の財務関係の講義

(4) 水道料金設定に関する理解の促進

1) YCDC における水道料金の設定プロセスなどの現状

ミャンマーでは水道料金の設定に関して、プロセスや方法についてのルールを規定したものがない。また YCDC においても水道料金設定についての理論・基準といったものは存在していない。C/P からの説明は、予算と同様なプロセスで決まり、料金表の原案などの作成がどこで行われたかについては把握していないとのことである。前項でマンダレー市の料金改定の状況を簡単にまとめたが、そのことを裏付けている。

今後、施設拡張への設備投資が膨大となり、料金値上げをせざるを得ない状況が予想される YCDC の水道事業では、民主化が進み、市場経済化が進むミャンマー社会で、水道使用者の権利意識は益々強くなり、水道料金のあり方についても明確な理論に基づいて説明する必要性が生じるものと思われる。こうした背景から、水資源水道局にとって、水道料金の設定に関する理解の促進は非常に重要なものであり、水資源水道局幹部もその点を理解している。特に JICA 借款の第 2 フェーズ（ココア浄水場建設など）について協議の過程において、幹部の料金改定への意識は非常に高くなったように見える。

2) 水道料金設定に関する理解の促進

水道料金設定の理論は、我が国や各国でもほぼ共通するものであり、まず、この理解を促進することに努めた。ほとんど基礎のないミャンマーで、どのように C/P の興味を引き、理解してもらうかは手探りでのプロセスであった。以下は、時系列でこの活動を示す。

(a) 水道料金の設定プロセスについて

2015 年 12 月 21 日に週例会議で行った「Basics of water supply utilities (4) Rate Making of Water Tariff」で基本的な料金設定のプロセスを説明。

(b) 国内支援委員のセミナー、第三国研修

2016 年 1 月及び 2017 年 1 月に国内支援委員が現地を訪問しセミナーを開催。水道事業のなかで水道料金がいかに重要な位置にあるかなどを説明。

2016 年 11 月のバンコク MWA での第三国研修では、MWA の料金について詳しい説明があり参加した C/P の Daw Moe Moe Khgin は YCDC との料金比較により、違いに興味をもったようである。

(c) 料金設定ミニ・セミナー・シリーズの開催

2016 年 8 月 12 日、16 日、19 日に、財務チーム C/P に対するセミナーを開催し、より詳細な料金設定手順を、専門家から説明した。しかし、実際の業務に携わる可能性が未定であるためか、C/P は知識として聞き置くような形であった。

(d) C/P の発表

主体的な取り組みを引き出すため専門家のセミナーをまとめて、週例会議で C/P が発表を

行うこととし2016年12月5日に「Progress Report : Progress of Tariff Setting Study」
として発表した。しかし、まだ地に着いた知識とはいえない印象であった。そこで、C/Pがヤ
ンゴンにおける料金設定のガイドラインを作成する作業を提案、国内のリーダーとしての
YCDCの立場も考え、何らかのかたちで料金設定の考え方をミャンマー語でまとめることを最
終の目標にすることとした。

(e) 本邦研修

東京都水道局での本邦研修では料金改定についての講義を実施した。3名の財務C/Pが参
加し料金改定や料金制度の経緯を学んだ。

2018年1月26日(金) 10:40-11:40

研修テーマ	講師	所属
議題解決の方法 (東京都の事例： 財政確保、料金値上げ)	市村 要一	東京都水道局総務部主計課 課長代理 (経営管理担当)

(f) 「YCDCにおける料金設定ガイドラインの目次検討」ワークショップの開催

- i) 日時：2018年3月7日 10:00-12:00
- ii) 参加者：Finance SectionのC/P 8人
- iii) 目的：YCDCの水道料金設定のガイドラインの目次を検討すべく、これまで得た情報、知
識を整理する目的でワークショップを開催。

- iv) 主な内容：これまでの情報、知識を
振り返った上で、それらをまとめ
るようなガイドラインを作成する
場合、その目次としては次のよう
なものが想定されることを専門家
から提案し議論した。



写真 2-14：財務課C/Pで料金設定について議論

- A) Background
 - Present tariff in Yangon
 - Comparison of Water Tariff (Mandalay, Tokyo/Bangkok/Phnom Penh,
 - Electricity tariff
 - Key points learned from other countries' Guidelines (JWWA, AWWA, AfDB)
- B) Proposed Guidelines for the next Water Tariff revision in YCDC
 - Process
 - Principle
 - Revenue Requirements
 - Tariff Structure

(g) 水道料金の設定方法の演習

① 中期経営計画における財政収支の作成に協力

2017年後半から計画課グループの中期経営計画の作成作業が佳境に入り、財政収支の作成
に財務課C/Pが協力してきた。この計画作成の手際をみて、そこから財政見込みの作成につ

いてのノウハウを学べることになった。

③ 中期経営計画に基づく料金値上げ試算

中期経営計画の財政収支見込に基づき、料金改定の演習を行ったが、2018年12月14日の半月例会議で、その結果を発表した。プロセスを理解するための演習であったが、中期経営計画作成に関連して行ったことで、理解を促すには、良い機会であった。主に、総括原価 (Revenue Requirement) の算出に関するものであるが、減価償却費が算出されていないため、資金ベース (Cash-needs approach) により算出したものである。また、Full cost recovery のケースだけではなく、一般会計からの補助を、赤字補填ではない形にできないかということ想定して、O&M 経費のすべてを料金で賄うケースと、「O&M 経費+資本費の 50%」を料金で賄うケースを試算してみた。料金算定のガイドラインの作成にも参考になるものとなった。

表 2-38：料金改定演習の試算結果

Type	倍率	値上率	現在料金 (家庭用)	値上げ後	備考
Type 1	2.41	142 %	88 kyat/m ³	213 kyat	Full Cost
Type 2	1.73	72 %		152 kyat	50% Subsidy for Capital Cost
Type 3	1.045	4.5 %		92 kyat	Full Subsidy for Capital Cost

(h) 水資源水道局幹部等へ水道料金設定について再セミナー

2019年3月8日、専門家から料金設定のあり方について、再度セミナーを開催し、幹部を含む30数名の水資源水道局職員が参加した。その前年末にC/Pが行った料金試算の発表が幹部の頭に残っていて、より身近に料金改定をイメージできたようである。

(i) 料金検討タスクフォースの設置

2019年6月に、CEから料金見直しを行いたいという意向が示され、そのタスクフォースが2019年7月10日付のCE指示書により設置された。これまで机上で料金設定の理論の理解の促進につとめてきたものが、現実の料金改定を検討する作業を始めることとなった。

メンバーは財務C/Pも含まれるが、中心はC/Pではない幹部であり、プロジェクト終盤で技術移転の相手をどのように考えるべきか迷うことになったが、タスクフォースのメンバーには、その進むべき方向の指導、C/Pにはそれらを含む、これまでの学んだことを料金設定ガイドラインとしてまとめることを目標とすることにした。

No	Name	Position	Member
1	Daw Htwe Naing Oo	ACE	Chair
2	Daw Thin Thin Soe	ACE	Deputy Chair
3	Daw Aye Aye Mar	EE (Computer)	Staff
4	U Soe Kyaing	EE (Elect & Mech)	Staff
5	U Zaw Win Aung	EE (GIS)	Staff
6	Daw Thin Thin Yi	Finance	Staff
7	Daw May Htet Kyaw	Finance	Staff
8	Daw Hnin Mya Khine	Finance	Staff
9	Daw Aye Myat Thu	GIS	Staff
10	Daw Ei Ei Nyein	GIS	Staff

CEの指示書をみると、それまでの専門家の発表やC/Pの試算についての発表が、幹部にも浸透していることがうかがえ、これはプロジェクトの成果ともいえる。たとえば、料金改定の第一段階としてO&Mコスト、第2段階で元利償還費、第3段階でフルコストをカバーするという方向性が示され、これまでのセミナーの知識が生かされている。

タスクフォース設置後、セミナー、ワークショップを実施し、新たな料金体系、料金単価の設定を検討した。その検討案の一つは2020年1月に行われたNRW研修の講義の際にメンバーから発表された。その案は検討途中のものにすぎないが、新たな試みが進展していることを示した。

プロジェクト終了時点では、実質的な料金改定の決定権限を有するヤンゴン管区政府へ改定の打診を行っている模様であるが、その内容などは明らかにされていない。

(j) 市長の料金についての言及

2019年夏から、市長など市幹部が、水道料金に関して、当面、値上げは考えていないが、水道の供給コストが料金で回収できていないという発言を繰り返していた。PPPの公表にあわせて、水道事業への言及が増えてきたが、その際にも、こうした内容を付け加えている。コストに見合った料金設定が必要であることを繰り返し指摘してきたこれまでのセミナー等での発表の成果と考えられる。また、2019年7月1日から電気料金が値上げされ、市民の公共料金への関心が高まったことと、2020年11月に総選挙が見込まれることなども背景にあった。その後具体的な進展を期待したが、コロナ禍及びミャンマー国内の政情不安の混乱の中でプロジェクトの終了となった。

(k) 「YCDCにおける料金設定ガイドブック」の作成

料金設定のガイドラインについて(f)で目次を検討して以降、C/Pは目次に沿って作成の作業を続けた。プロジェクト期間の延長となったことに伴い、リモート会議により、さらに専門家と内容について議論し、内容を充実させてきた。内容はガイドラインという規範的なものではなく、参考にするべき事例などの紹介が中心となったため、名称はガイドブックと変更した。ミャンマー語での作成を目標としてきており、これまで全く手掛かりのなかった水道料金設定の参考となり、何らかのルール策定に向かう基点となることが期待される。

(5) PPPについての理解の促進

プロジェクト開始当初、YCDC水資源水道局において、一部の上級幹部はPPPに関心をもっているが、その他の職員は、財務C/Pを含めてほとんど興味を示さないという状況であった。それが一転ヤンゴン管区首相の強い後押しもあり、2019年夏に配水事業についてゾーンを決め、そこでPPPを実施するということが打ち出され、現在、それが進行中という状況までに変化した。

本プロジェクトでは、周辺国の状況などからミャンマーにおいても遅からずPPPへの取組が行われるであろうという想定のもと、基本的な理解を進めるべく、セミナーなどを実施し、理解を促してきたが、事実が先行することになった。水資源水道局側でのPPP実施体制がまだ整っていないとはいえず、進行中のプロジェクトはそうした点を考慮する必要がある。

以下は本プロジェクト期間中に行ったPPPの理解促進の活動及びPPP関連の出来事を示す。

1) PPPに関するセミナー等

(a) 2016年6月14日に開催した月例会議で専門家が「PPP -Introduction- How to utilize

private power」として PPP の基本的な情報を、やや表面的に、国際的に理解されているスタンスで発表を行った。

(b) 2016年8月26日、9月2日に「PPP (and outsourcing)」として、専門家から、より詳細な内容のセミナーを実施。我が国で、より身近な民間活用として多くの事例があるアウトソーシング（業務委託）についても含めて説明を行った。

この頃、YCDC においては、PPP に関係するプロジェクトとしては、わが国外務省の事業権無償の無収水プロジェクトやマニラウォーターの無収水プロジェクトが行われており、内部ではなく外部からの提案によるものとはいえ、今後、PPP による事業を指向していたことがうかがえる。

(c) 第三国研修

2016年11月に実施した第三国研修で訪問したバンコクでは、MWA が PPP の事例がないとのこと、PWA を訪問し事例を聞いた。PWA では、特に浄水場の建設を民間にゆだね浄水を購入（用水供給）する方式を多く経験しているが、そこではコスト面での難しさがあることを聞き、慎重な対応が必要であることを C/P は理解した。

(d) 本邦研修

東京都水道局での本邦研修では PPP に関連して、水道事業における民間活用についての講義を実施した。日本の状況を海外の状況を含め説明した。

2018年1月25日(木) 15:50-16:50

研修テーマ	講師	所属
民間活用	猪股 幹	東京都水道局総務部主計課 統括課長代理（財務担当）

2) PPP と YCDC における水道事業の運営体制

(a) 新 YCDC Law と PPP

2018年6月にヤンゴン管区議会で議決された新 YCDC Law は、成立以前の案の段階では、YCDC が保有する会社を設置し、YCDC と一体で行政を行うといった構想が含まれていた。民間の活力を生かして水道事業を行うというものである（2017年8月の JICA 横浜フォーラムでの YCDC Secretary Daw Hlaing Maw Oo の発表資料）。この構想は新法では実現しなかったが、管区首相や YCDC 幹部は依然とその方向を指向しており、以下に述べる 2019年8月に PPP を打ち出したことなどにも現れている。また、Secretary は、時々、事業は民間、YCDC は規制主体へ変革などの持論を披歴している。

2017年10月末、東京都のグループ会社経営について、副 CE から資料要求があった。東京都水道局と TSS、PUC の関係について、東京都下水道局と TGS の関係とどのように相違しているかとの資料要求である。同様の内容について、上に説明した本邦研修で YCDC 職員が東京を訪問した際に、専門家から研修に参加した C/P に対し説明し、情報共有した。

(b) ヤンゴン市長及びヤンゴン管区首相への説明

2019年3月28日、新 YCDC Law により Authority に組織が変わった水道事業の将来の姿について、特に Autonomous (自律的な事業) と PPP のどちらを優先すべきかを頭において、市長 U Maung Maun Soe に情報提供をおこなった。この頃、ヤンゴン市と姉妹都市である福岡市からも、自律的な事業体をめざすべきとの提案がなされていたが、本プロジェクトも、PPP を急ぐべきでないこと、自律的な水道事業を確立することが優先すべきことを強調した。同年5月22日、同様な趣旨で、ヤンゴン管区首相 U Pyo Min Thein に説明をおこなった。これらの説明会資料を付属資料 CD9

「PPP 教材」に添付する。

(c) PPP 実施の公表

2019 年 8 月 27 日、YCDC から配水事業に関する PPP についての関心表明 (EOI) を求める公告が発表され、翌 28 日から書類の配布を行った。10 月 28 日の締め切りまでに 20 社程度が関心表明の提案書を提出したとのこと。その後、世銀グループの IFC が評価業務に加わっている。また、この PPP の成行きが懸念されることから、2020 年後半、PPP の検討、PPP の能力強化を目的とした活動が本プロジェクトに追加業務として加わることになった。

The Government of the Republic of the Union of Myanmar
Yangon Region Government
Yangon City Development Committee (YCDC)

Request for Expression of Interest (EOI)

1. Applications/ Proposals for Expression of Interest (EOI) are invited from interested companies (local, international or joint venture) to carry out the works for the Project for the development of Zoning Water Distribution System (the Project) in Yangon City according to the master plan under Public-Private Partnership (PPP).
2. A complete set of the EOI documents may be purchased by the interested companies from the date of 28th August, 2019 at the address below during office hours:
Water Resources and Water Supply Authority Office
Yangon City Development Committee
12-Storeyed New Office Building
No. 390, Merchant Road, Botahtaung Township, Yangon, Myanmar.
3. Applications for EOI shall be delivered in sealed envelopes to the above address not later than 15:00 hours (local time) on 28th October, 2019 by hand. The EOI documents submitted later than the designated time and date will not be considered.
4. After the evaluation of EOIs, the Tender Committee will invite Proposal Bids from the Applicants that have been prequalified.
5. For further information, please contact Phone: +959-8627-992.

Tender Committee
Yangon City Development Committee

PPP について関心表明を求める公告 (2017 年 8 月 27 日)

(d) 専門家のセミナー

PPP プロジェクトの具体的な動きに合わせて、2019 年 9 月 13 日に PPP についてのセミナーを開催し、専門家が懸念する点、あるいはプロジェクト実施において留意すべき点などを説明した。特に、配水事業をゾーンに区切った PPP は、マヤンゴン・タウンシップでの外務省 ODA 事業、インセイントウンシップ等でのマニラ・ウォーターの事業が想起され、そうした点にも触れて、より具体的なイメージを水資源水道局職員がもって検討することを要請した。

(e) 公表した PPP のその後の状況

YCDC では、企業からの関心表明の提案を受けたのち、世銀グループの IFC にプレ F/S を依頼したが、その業務を受託した Castalia が、事業運営状況を調査 (2020 年 5 月に報告) し、2020 年 8 月には PPP オプションの報告を行った。一方、本プロジェクトにおいても、この PPP の事業化

には課題が多く実現は容易でないと見込まれることから、その内容の検討することとなり、活動が追加され実施した。

1-6-3 資産管理台帳作成にかかる OJT を行う。

水道事業は、電気事業などの公益事業と同様、膨大な資産・施設を有する資本集約産業であり、その運転・維持管理により業務を行う施設産業である。したがってその資産・施設をいかに適切に維持するかは業務のなかでも重要な位置を占める。昨今、インフラ施設の老朽化が世界的に問題となっているが、それに対していかに合理的に取替・修繕を行うかという視点でアセットマネジメントの重要性が言われているが、その前提として資産情報の的確な把握が必要である。またコストに占める資産関係の割合が大きく、これを把握して適正に管理することは財務管理面でも、非常に重要である。

企業会計を導入していると固定資産の経理によりその情報が一定程度整理されるが、YCDC のように官庁会計の場合、固定資産の概念がなく減価償却も行われず、資産管理がおろそかになりがちである。実際、水資源水道局においても、簡単な備品台帳のようなものはあるが、固定資産の台帳は存在せず、資産の取替や修繕を合理的に行うという意識は希薄であった。

そうした現状から、本プロジェクトでは、水道事業における固定資産の重要性と、その管理・経理の理解の促進を図り、また、固定資産のリスト作成を OJT により進めることを目標とし、活動を実施した。

(1) 資産管理会計についての理解の促進

1) 専門家・国内支援委員によるセミナーなどによる理解の促進

2015 年 12 月 14 日の週例会議において、専門家が「Basics of water supply utilities (3) Asset Management and accounting for water supply utilities」を発表し、水道事業における固定資産管理の重要性を強調した。2016 年 1 月 28 日の国内支援委員セミナーでは、永沼委員が、東京都水道局での固定資産および減価償却費の経理方法も含め、財務関係のプレゼンを行った。2016 年 3 月 21 日には、週例会議で、C/P が、専門家及び国内支援委員のセミナーの情報を整理して固定資産と減価償却費についてのプレゼンを行った。当初の対応で、C/P や水資源水道局の固定資産・減価償却への関心が高いことがわかった。2016 年 5 月 31 日には、CE の固定資産リスト作成を指示する通達後の各部署の対応の状況や固定資産経理についての YESC 訪問調査を含め、同じく週例会議で C/P が資産管理会計についての発表を行い、財務 C/P だけでなく、水資源水道局内全体での理解の促進を図った。

2) 第三国研修及び本邦研修

2016 年 11 月、バンコクの首都圏水道局 (MWA) での第三国研修で、独立した会計を有する水道事業の固定資産関係の業務内容の研修を受けた。C/P は概要を理解した。

2018 年 1 月末、本邦研修時に固定資産管理について概要説明が東京都水道局から行なわれた。財務課 C/P からは 3 名が参加した。

2018 年 1 月 29 日 (月) 13:00-13:45

研修テーマ	講師	所属
固定資産管理 (13:00-13:10 C/P プレゼン)	大村 朋史	東京都水道局経理部管理課 課長代理 (固定資産担当)

3) 固定資産に焦点をあてた国内支援委員による現地セミナー

2018年2月23日(金)13:00-15:00 第3会議室(及び第1会議室)で東京都水道局の高橋国内支援委員を交えて固定資産に焦点をあててセミナーを開催した。

固定資産管理、固定資産会計について、水資源水道局の取組みを促進する目的で、東京都から一連の業務方法、水資源水道局からは取組み状況を発表した。

東京都水道局での固定資産の取得から処分までのプロセスを、物品/工事に分けて、具体的に説明してもらい、YCDCでの取り組みへの助言を行った。かなり詳しい資料であったので、3月6日にセミナーと同じ資料を利用し、再度、専門家から説明し、理解を促した。



写真 2-15：国内支援委員を交えて固定資産管理について議論

(2) OJT による固定資産の管理・経理の実務

1) 休眠中の固定資産関係文書の掘り起こし

活動開始時、C/Pの固定資産会計への取組みの意識は高く、固定資産の把握、さらに減価償却の必要性などを、早くに理解した。そして、YCDCにおける固定資産管理についての制度の掘り起こしにより、以下に示すように、中央政府やYCDC財務当局から固定資産管理や減価償却についての通達がだされていることが、本プロジェクトのスタートまもなく確認された。ただ、YCDC内では、どの局もこの通達を実施していない。

- Depreciation Rate of Budget and Revenue Department (Budget Division), The Union Revolutionary Council Government, 8-5-1964
- Depreciation Rate of Budget Department, The Union of Socialist Myanmar, 15-8-1978
- Depreciation Rate of Budget Department, The Union of Socialist Myanmar, 8-7-1987
- Y.C.D.C (Budget & Accounting) Department, 21-5-1998

No.	Date	Item/ Subject	Bill No. and date	Cost of asset	Depreciate amount for year of XXXX	Residual amount	Remarks
				Kyat/ Cent	Kyat/ Cent	Kyat/ Cent	

写真 2-16：固定資産台帳の様式

上に述べたように、過去の通達のなかに以下に示す台帳の様式が存在することが判明し、また、水道事業に特化したものではないが固定資産の耐用年数、減価償却率も、そこに記載されていた。YCDC における固定資産管理については、実施されてはいないが、一定の基礎があることがわかり、それを利用することになった。そこで OJT 業務の焦点は以下のとおりに絞った。

- 固定資産を水道施設の種別、管理する部署などによって整理する様式を定めること
- 過去の通達等に記載のない水道施設についての耐用年数、減価償却率を決めること
- 各部署において、台帳に固定資産を記入し、水資源水道局の水道事業の固定資産全体を把握すること
- 各部署で記入した各施設の金額を把握すること

資産管理台帳の作成は、各部署での施設の把握とその金額の把握が必要となるが、金額の把握はこれまで固定資産としての概念がないなかでは容易ではない。本格的に作成するには、手法を理解したのちに、会計コンサルタントなど外部の力を借りる必要がある。

2) YCDC における各部署からの資産リスト提出の CE からの指示文書の発出

2016 年 5 月 2 日付の CE 通達で各部署に固定資産のリストの提出を依頼しているが、なかなかリストは出揃ってこない状況であった。古い施設、そのデータがない施設など、困難な状況は理解できた。また、水資源水道局のなかで、財務課と技術者との力関係の上で、エンジニアがこの業務に高い優先順位をつけていないことが原因とみられ、財務課の C/P のさらなる技術者への説明と協力要請の呼びかけが必要であった。

3) ヤンゴン配電公社 (YESC) への調査訪問

固定資産の管理・会計について、ミャンマー国内での参考事例が重要であるとの認識で、国営事業として電力の配電事業をヤンゴン地域で行っている YESC を 2016 年 6 月 15 日に訪問した。

2015年4月に会社化(Corporatization)され、国が所有する会社組織となって、YESB(Yangon Electricity Supply Board)から YESC(Yangon Electricity Supply Corporation)となったが、会計制度などは従前と同じ方式で行っているようであった。

最初の訪問後、同年12月5日、また2019年2月28日には3度目の訪問を行った。固定資産だけでなく、料金や会計全般、株式会社化など知りたいことは多岐にわたったが、国の組織という意識が強く、情報の入手についてはハードルが高く、思うほど資料は得られなかった。それでも同じ公益事業がどのような会計処理をしているかなどを垣間見ることができた。固定資産の整理については耐用年数表や固定資産の分類の仕方などの基本的な資料を入手でき、こうした国内の公益事業への訪問調査は不可欠の活動であると再認識した。

4) 固定資産委員会の設置

水資源水道局ではこの業務を進めるため2017年7月26日に固定資産委員会を設置し、8月4日に第1回目の会議を開催した。固定資産委員会のメンバーは次のとおり、副CE3を委員長として技術部署と財務課とで構成されている。

No	Name	Position	担当
1	U Thein Min	DYCE (3)	
2	Daw Aye Pa Pa Nyoe	EE	Mechanical Materials
3	U Zaw Oo	AE	Reservoirs
4	U Aung Htut Lin	AE	Pumping Stations
5	U Soe Kyine	EE	Electrics
6	U Tin Hla Htun	EE	Tube Wells
7	U Tint Zaw	AE	Distribution of Water
8	Daw Khin Aye Myint	EE	Waste Water Factory
9	Daw Myint Myint San	EE	Air Compressor
10	U Kyaw Tint	EE	Pipe Factory
11	Daw May Oo Lwin	EE	Finance
12	Daw Khin Khin Htwe	AE	Finance
13	Daw Moe Moe Khine	AE	Finance



写真 2-17：第1回固定資産委員会の開催

委員会は固定資産管理・経理を行うに際しての重要事項を審議し、まとめた上でCEへ提案する役割を担うことになる。設置後は、委員会を活用して、資産台帳の不明情報部分の推定の方法、減価償却率の策定などひとつずつ前へ進めるとともに、全体の事務処理についてのマニュアルの

策定などの活動を行った。

(a) 減価償却率設定についての検討

古い通達のなかで規定のない水道事業特有の施設の耐用年数・減価償却率については、他の事業や他国の水道事業を参考にすることとし、我が国の地方公営企業法に定める水道事業の数値、タイ MWA やカンボジア PPWSA、YESC の耐用年数について情報を収集した。また、水資源水道局の技術者と協議しながら、ミャンマーに適した耐用年数等を設定することになった。SOP の付属書類のなかで決めた耐用年数表の例を以下に示す。

表 2-39：固定資産の耐用年数表(例)

အသုံးဝင်သက်တမ်းနှင့်တန်ဖိုးလျော့နည်းနှုန်းထား (Useful Life) / Depreciation Rate							
Sr.no	1th Tier	2nd Tier	Year (useful life)		Depreciation Rate %		Remark
			Min	Max	Min	Max	
၁	မြေ	ဓာတ် Water Conservation forest					
J	မြစ်						
၃	အောက်အင်္ဂါ	Steel		30		3.33	
		Brick		20		5	
		Meatal		5		20	
		wood		10		10	
		RC		50		2	
၄	ခြံစည်းရိုး	သစ်		10		10	
		ဝါး		3		33.33	
		အုတ်		50		2	
		သံကော		10		10	
		အခြား		10		10	
		Concreate way		10		10	
၅	ရေစက်အိမ်နှင့်အခြားအောက်အင်္ဂါများ	Low Capacity Pumping House		10		10	
		Anti Hammer		10		10	
		Indoor Sub Station	30	60	3.33	1.7	
		Electro Chlorination Building	30	60	3.33	1.7	
		Pumping Station,	30	60	3.33	1.7	
		Compressor House	30	60	3.33	1.7	
		Chamber Building	30	60	3.33	1.7	
		Indoor ဓာတ်အားခွဲရုံ	30	60	3.33	1.7	
		Outdoor ဓာတ်အားခွဲရုံ	30	60	3.33	1.7	

表 2-40：耐用年数表様式（例—続き）

အသုံးဝင်သက်တမ်းနှင့်တန်ဖိုးပျက်နှုန်းနှုန်းထား (Useful Life) / Depreciation Rate							
Sr.no	1th Tier	2nd Tier	Year (useful life)		Depreciation Rate %		Remark
			Min	Max	Min	Max	
6	Bridge	Concrete		25		4	
		Wood		10		10	
၇	ရေလှောင်ကန်(Reviservoirs)	မြေစိုက်ကန်					
		RC ကန်	30	60	3.33	1.67	
		အနည်ထိုင်ကန်	30	60	3.33	1.67	
		ရေစုကန်	30	60	3.33	1.67	
		Reservoirs (Concrete above ground)		50		2.00	
		Reservoirs (Concrete in ground)		50		2.00	
		Head Regulator (RC)		50		2.00	
		Underground Tank	30	60	3.33	1.67	
		Overhead Tank	30	60	3.33	1.67	
		Reviservoirs	30	60	3.33	1.67	
		Lake	30	60	3.33	1.67	
		other Intakes (RC)	30	60	3.33	1.67	
		Conduit	30	60	3.33	1.67	
		Intake weir (RC)	30	60	3.33	1.67	
		Intake tower (RC)	30	60	3.33	1.67	
		spill way (RC)	30	60	3.33	1.67	
		Sand setting basin (RC)	30	60	3.33	1.67	
Storage Tank (Concrete)	30	60	3.33	1.67			
Storage Tank (Meatal)	30	60	3.33	1.67			
၈	Channel	မြေသားမြောင်း					
		RC မြောင်း	25	35	4	3	
		Syphon (RC)		50		2	

耐用年数の設定は固定資産委員会のなかでも技術者メンバーの間で議論が長く続いた。途中の議論では、次表のように、同じ固定資産であっても製造国をもとに Class を 3 種類に分け、それぞれに異なる耐用年数を設定しようとするものであった。その案では、欧州製品が日本製品よりも耐用年数が長いと考えていることには驚いたが、主に、技術者の、現場での経験から、既存の古い施設・設備に耐用年数を当てはめようとするときの感覚から発想されているようであった。

表 2-41：耐用年数表様式（検討途中の案）

Useful Life (Draft)						
Sr.No	Categories	Class A	Class B	Class C	%	Remark
		European	Japan	Chin + Indea Local Only		
	Electrical					
62	Distribution Power Transformer		20	10		YESC
63	Battery Chargers			3		17
64	Hand Tools	3	2	1		18
65	Safy Equipments	3	2	1		19
66	Control Panels	5	3	2		19
67	Lighting Accessories	5	2	1		8

こうした考え方に対して、2018 年 6 月 26 日に開催した固定資産委員会において、耐用年数表は、ある一定の仕様に基づいて取得する固定資産にあてはめるもので、製造国・製造者などにより異なるものではなく同一であるべきこと、既存の古い施設設備は、それぞれの残存価値を評価すればいいことなどを説明した。結局、最大/最小の耐用年数を基準として設定し、個々に決めることにした。

(b) 固定資産カテゴリーの議論

固定資産のカテゴリーについては、当初、日本の水道事業の分類法に従う方向を考えてきた。わが国水道事業は、地方公営企業法に従い、次表の左にあるように、土地、建物、構築物などを第一階層として、浄水用、配水用などはその下の第二階層とするものである。

表 2-42：固定資産の分類方法（左：資産別、右：機能別）

Classification		Account Title
Tangible Fixed Assets		Source of Supply Plant
	Land and trees	Structures and Improvements
	Buildings	Collecting and Impounding Reservoirs
	Structures	Lake, River and Other Intakes
	Machinery and equipment	Wells and Springs
	Others	Supply Mains
	Construction in progress	Other Water Source Plant
	Leased assets	Pumping Plant
		Structures and Improvements
		Other Power Production Equipment
		Electric Pumping Equipment
		Diesel Pumping Equipment
		Other Pumping Equipment
		Water Treatment Plant
		Structures and Improvements
		Sand and Other Media Filtration Equipment
		Membrane Filtration Equipment
		Other Water Treatment Equipment

一方、ミャンマーの国営企業である YESC の分類を見ると、発電、送電、配電などを第一階層として、そのもとに第二階層として土地、建物などと分類している。こうした分類は、上表右にみるように、米国でもみられるものである。そこで、ミャンマー国内においては親和性が高いと思われる YESC の分類方法を採用する方向も検討し、2018 年 8 月 27 日の固定資産委員会で議論した。結局、所管部署別にカテゴリーで整理し、それを集計することから、一次的には日本のようなスタイルをとることになっている。

5) 固定資産管理・経理についての SOP の作成

(a) 「固定資産管理・経理マニュアルの目次検討」ワークショップ

2018 年 3 月 6 日、財務 C/P の 9 人の参加のもと、これまで本プロジェクトが始まってから検討、学習してきた固定資産管理・経理関係をまとめる意味で、「固定資産管理・経理マニュアルの目次検討」ワークショップを行った。

専門家から、東京都水道局の固定資産管理及び経理を内容とした国内支援委員のプレゼン資料を利用して、目次のイメージを説明し、マニュアルの目次を議論した。

(b) 固定資産管理・経理についての SOP の作成

SOP の作成については、カンボジア PPWSA での第三国研修以来、水資源水道局内で機運が盛り上がり、Reservoir Division における業務の SOP 作成が先鞭をつけたが、2019 年初に CE から水

資源水道局の業務全般について SOP を作成すべきとの指示が出され、固定資産管理・経理の関係についても SOP として作成することになった。



写真 2-18：財務チームは固定資産経理について議論

これまでセミナー・研修などで入手した資料、ミャンマー会計基準、専門家のアドバイスをもとに、固定資産管理・経理の手続き

を SOP としてまとめた。先にみたように耐用年数表の作成はかなりの難産であったが、技術職員と財務課職員の協力により作成することができた。

マニュアルのようなものをまとめ切ることは、その推進力となるキッカケが重要であるが、様々な材料がそろったところで、CE の指示のもと水資源水道局挙げての SOP づくりの取り組みがはじまり、固定資産関係の SOP の作成には好都合であったといえる。

参考：財務関係の C/P の異動・変遷

財務関係の C/P は、当初、部長級 Daw Myint Myin Than、課長級 2 名（Daw Khin Khin Htwe、Daw Moe Moe Khaing）の 3 人が指名されたが、打合せ等にはそのほか 3～5 名程度が、参加する状況であった。このうちトップの Daw Myin Myin Than がリーダーシップを発揮し、専門家の要望に積極的に対応してくれたのがありがたかった。また Daw Moe Moe Khin、Daw May The Kyaw の 2 名がほぼすべての打合せ等に参加し、活動を支えてくれた。

その後、リードしてくれた部長級職員が定年で退職し、引き継いだ部長 Daw May Oo Lwin も 1 年で退職。ただ、課長級で当初からの経緯を把握している Daw Kin Kin Htwe が部長級の席に就き、C/P の責任者となって、本プロジェクトを支えた。実務で活躍していた Daw Moe Moe Khin が下水を所管する Authority へ異動したのは大きな痛手であるが、下水での活躍を期待したい。現在は、長く担当している Daw May Thet Kyaw が部長・課長と連携して、2020 年から新たに参加した若手メンバーなどもリードし、メンバーの中心となっている。

2015年7月スタート時点のC/P		2018年4月時点のメンバー	
Name		Name	
D. Myint Myint Than	部長級	D. May Oo Lwin	部長級
D. Khin Khin Htwe	課長	D. Khin Khin Htwe	課長
D. Moe Moe Khaing	課長級	D. Moe Moe Khaing	課長級
D. Tin Tin Moe	Acc 1	D. Tin Tin Moe	Acc 1
D. San San Myint	Acc 2	D. San San Myint	Acc 2
D. Thin Thin Yee	Acc 1	D. May Thet Kyaw	Acc 3
D. May Thet Kyaw	Acc 4	D. Hnin Mya Khine	WA
D. Ohnmar Soe	WA	D. Abal Khin Myint	WA
D. Shwe Zin Aung	WA	D. Ohnmar Soe	WA
D. Hnin Mya Khine	WA		
プロジェクト期間を通じて活動したメンバー		2020年3月時点でのメンバー	
Name			
D. Khin Khin Htwe	部長級	D. Khin Khin Htwe	部長級
D. Moe Moe Khaing	課長	D. Thin Thin Yee	課長
D. May Thet Kyaw	Acc 3	D. May Thet Kyaw	Acc 2
D. Hnin Mya Khine	WA	D. Hnin Mya Khine	
		D. Ohnmar Soe	
		D. Hla Hla Htwe	
		D. Zarni Hlaing	退職 2020.1月
		U Khant Sithu	新メンバー
		U Zayyar Tun	同上
		D. Yin Min Thu	同上
		D. Thazin Wai Phyo Khine	同上



写真 2-19 : プロジェクト当初の頃の財務 C/P 主要メンバー (2016年2月)



写真 2-20 : 2020年1月の財務 C/P メンバー

1-7 広報を強化する

1-7-1 YCDC の水道サービスにかかる効果的な広報について分析する

YCDC の水道サービスにかかる効果的な広報を分析するにあたって、まずはどのような広報活動を実施しているかを調査した。YCDC には Public Relations & Information (PR&I) Department があり、新聞やラジオ、マガジンを独自で発行、また YCDC 市民へ伝える項目については TV 等のメディアを活用している。プロジェクト開始時、水資源水道局内部には広報を担当する決まった課は存在せず、機会があればエキシビション等に参加して印刷物の配布といった活動を行っていた。また各貯水池や浄水場で見学者に配布する印刷物を作成していた。また、地域事務所、T/S 事務所、水資源水道局内で情報を共有するツールがなく、個人的なネットワークに頼るしかない状況であった。

週例会議において複数回の発表を行い、広報の役割、重要性、広報の方法、一般市民との情報共有の手段、苦情処理システム、内部情報共有、さらに日本及び他国での広報活動の事例の紹介等を行った。また国内支援委員会からも広報の意義、活動内容に関するセミナーを開催してもらった。

活動「1-3 顧客サービス部を設立する」に記載の通り、新たに設立された広報 (RP) 課と共に、どのような広報活動が水資源水道局に効果的であるか協議を行い、広報活動計画のドラフトを作成した。活動計画には PR 活動計画の作成、定期的なレビュー、広報用資料・教材の作成、水資源水道局内情報共有ツールである水資源水道局 (WRAWSA) ニュースの発行、学校をターゲットにした活動、YCDC ウェブサイトの改善、PR&I Department と協力しての一般市民への広報活動、マスメディアを利用した活動等、多岐に渡る活動が含まれている。広報課という形であるが、専任の職員はおらず全て兼任のメンバーである。広報活動計画 (スケジュール) を次図に示す。

1-7-2 YCDC 職員の広報にかかる意識向上活動を行う

上述の通り、週例会議において広報の役割、重要性についての発表を行った。水資源水道局本部、地域事務所、T/S 事務所の職員に対して広報に係る意識向上を図るために、水資源水道局ニュースを発行した。これまでに 6 回（2016 年 10 月、2017 年 2 月、2017 年 7 月、2018 年 6 月、12 月、2020 年 1 月）発行した。ニュースには、経営層の紹介、共有したい出来事、施設の紹介、各セクションの紹介等が含まれている。



写真 2-21：水資源水道局ニュース

さらに水資源水道局内で関係者にプロジェクト関係の主な予定を共有するために、3 階と 4 階の廊下にプロジェクトでホワイトボードを設置した。定例会議、JCC 会議の予定、本調査で実施した研修の案内・報告書、各種調査の結果・様子等を掲載している。



写真 2-22：水資源水道局内ホワイトボード

さらに、2016 年から翌年のカレンダーの作成を行っている。カレンダーの内容は水資源水道局の業務内容・施設の紹介をしており、作成にあたり各部署より写真の提供、説明文章の作成協力を得た。

水資源水道局では水に関する苦情を多く受け取るものの、体系的に受け取るシステムがなく、住民からの苦情・要望は T/S に提出されている。そのため水資源水道局ではどのような内容の、どの程度の苦情・要望が来ているのか把握できておらず、サービスの改善に繋げることもなかった。まずは苦情の数と内容を把握することを目的として、T/S と地域事務所に来る苦情データの取

集を2018年4月より開始した。苦情については以下のように分類した。

表 2-43：苦情カテゴリー

Complaint category	Explanation (example)
Water supply	Poor water flow, poor water pressure, water shortage
Water quality	Turbidity, odor, color,
Construction	Noise, suspension of water supply,
Water charge	Expensive, mis-calculation
Procedure	Slow process, connection is not accepted,
Meter reading	Mis-reading, no meter reading,
Response to customer	Bad attitude, poor response,
Sanitation	
Others	

苦情データは2018年4月から6月までは各T/S事務所から地域事務所へ、地域事務所からPR課へ紙ベースで提出されたが、この形式ではフォーマットが揃わず、データの集計・分析に時間がかかる。そのため、Excel形式のデータシートを作成し、各T/S、地域事務所に記入し提出してもらう方法へ変更した。ExcelデータシートについてはC/Pと共に、項目、入力形式、分析のし易さ等を考慮し作成した。目的、シートの使い方、データ入力後の流れについて各地域事務所、T/S事務所に説明するため、ワークショップを2018年7月に4回に分けて水資源水道局のコンピュータールームで開催した。苦情を集める目的、シートの使い方、提出の仕方等について、C/Pから説明を行い、実際の入力の演習を行った。

表 2-44：苦情データ入力ワークショップ

日時	対象 District、T/S	参加者
7月23日 10:00～	East district office 及び 8 T/S	14
7月23日 14:00～	West district office 及び 10 T/S	19
7月24日 10:00～	North district office 及び 10 T/S	16
7月24日 14:00～	South district office 及び 9 T/S	19

大半のT/Sから毎月のデータが提出されており、2018年4月以降のデータが蓄積された。水資源水道局では初となる苦情データの取りまとめであることから、2018年10月～2019年3月までの中間報告書を作成し、水資源水道局内で共有することを決めた。それにあたり、2018年4月～12月までのデータでどのような傾向があるのかをC/Pと共に分析・協議した。また中間報告書作成に向け、Excelのグラフ作成の研修を合わせて実施した。

2018年度（2018年10月～2019年9月）の苦情を収集、分析し、年次報告書として取りまとめた。苦情数は合計2,109件で月平均175件の苦情を受けていることになる。2018年4～9月までは1,043件でやはり平均して170件ほどである。約70%が「給水」に関するもので、給水量の不足、給水時間への不満、水圧の低さ、給水してもらえないことに関する苦情であった。次いで多かったのが衛生（11%）に関する苦情で、浄化槽が満杯になった、汚水が中庭に流れて行っている、汚水管の破損等である。一方で、建設、料金、水資源水道局での手続き、メータ読み取り、顧客への対応に関する苦情は少ない。「その他」としては、管破損の連絡、漏水の連絡等があった。

ただし、「その他」に分類されたものの中には、建設に関する苦情が含まれる等、T/Sによって統一が図れていない。苦情のほとんどは苦情を受け取ったT/Sで解決できている。

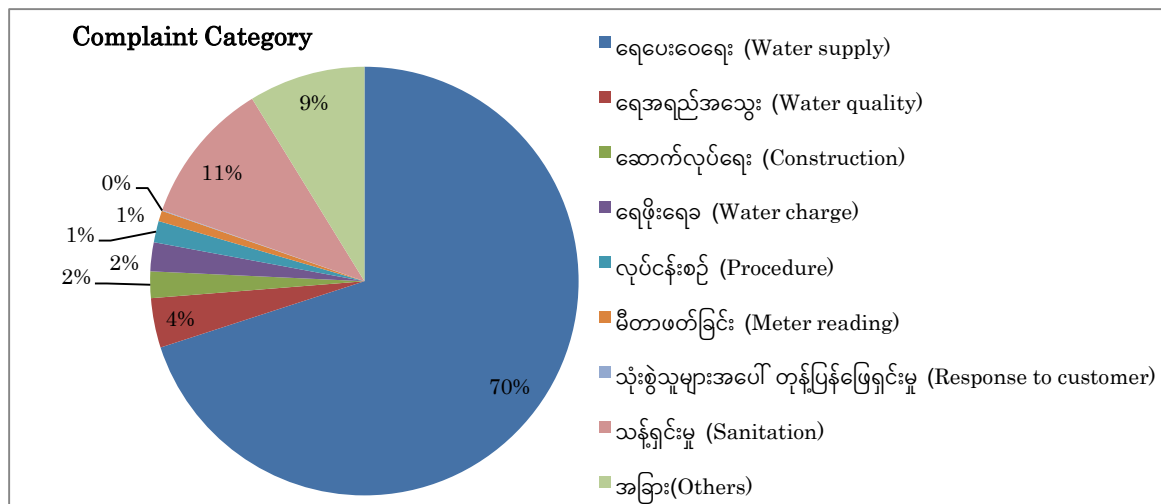


図 2-20 : カテゴリー別苦情割合

月・カテゴリー毎の苦情の内訳を以下に示す。季節による大きな違いは見られない。また苦情のカテゴリーについても大きな違いは見られない。季節によるトレンドについては、長期にわたるデータの収集が必要である。

7月に「水資源水道局の手続き」に関する苦情が多かったが、これはシュエピタ T/S で各戸接続の申込書に対する問い合わせがあったためである。また7月の「工事」については、ラインターヤーT/S や工業ゾーンでの管の破損による布設替えがあったことが原因となっている。10月に「水質」にかかる苦情が増加したが、これらは井戸水の水質に関するものが主であった。また10月に多くの苦情を受けているが、これらは管の布設替え工事を行ったことによると考えられる。

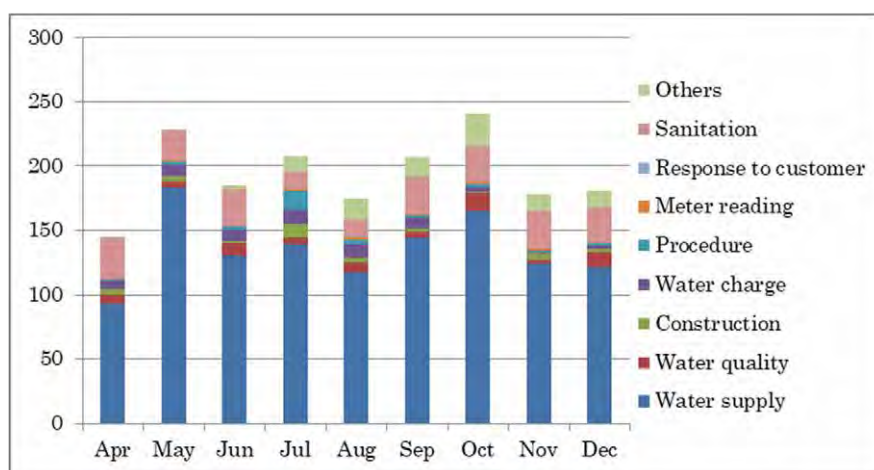


図 2-21 : カテゴリー別苦情数

月毎・ディストリクト毎の苦情件数を以下に示す。北部地域 (North District) 事務所管轄から苦情が比較的多いが、これは人口が多いためと考えられる。また北部地域では水圧が低い T/S があること、シュエピタ T/S で無取水対策にかかる工事があったことも要因にある。

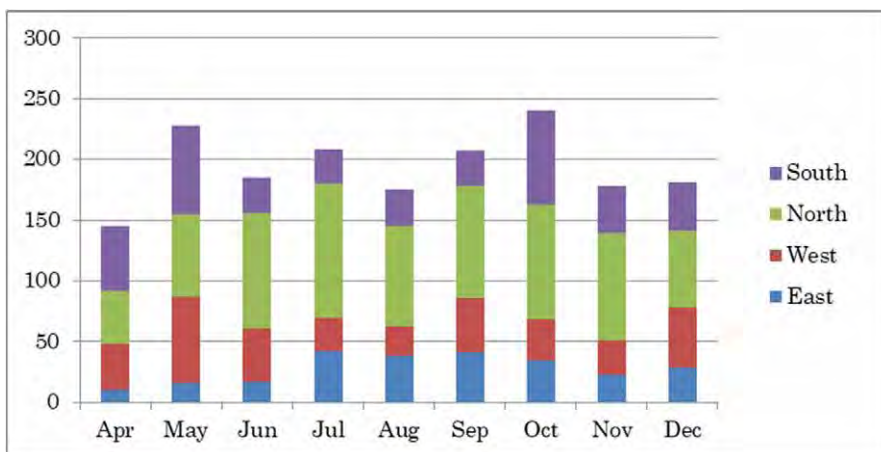


図 2-22：地域事務所別苦情数

地域事務所毎の苦情分類を次図に示す。「給水」に関する苦情が最も多いことはどの事務所でも共通であるが、それ以外の内訳には差異がある。東部（East District）のその他（Others）には「工事」に分類されるべき苦情が含まれていることが分かり、カテゴリ修正の必要がある。南部地域（South District）で「水質」が多いのは井戸水の水質に関することや、匂い、管破損による汚染によるものとのことである。「料金」については、料金が、顧客が思うよりも高かったことによる苦情や、請求書記載の消費量がメータ読み取りに基づいたものではないという内容であった。

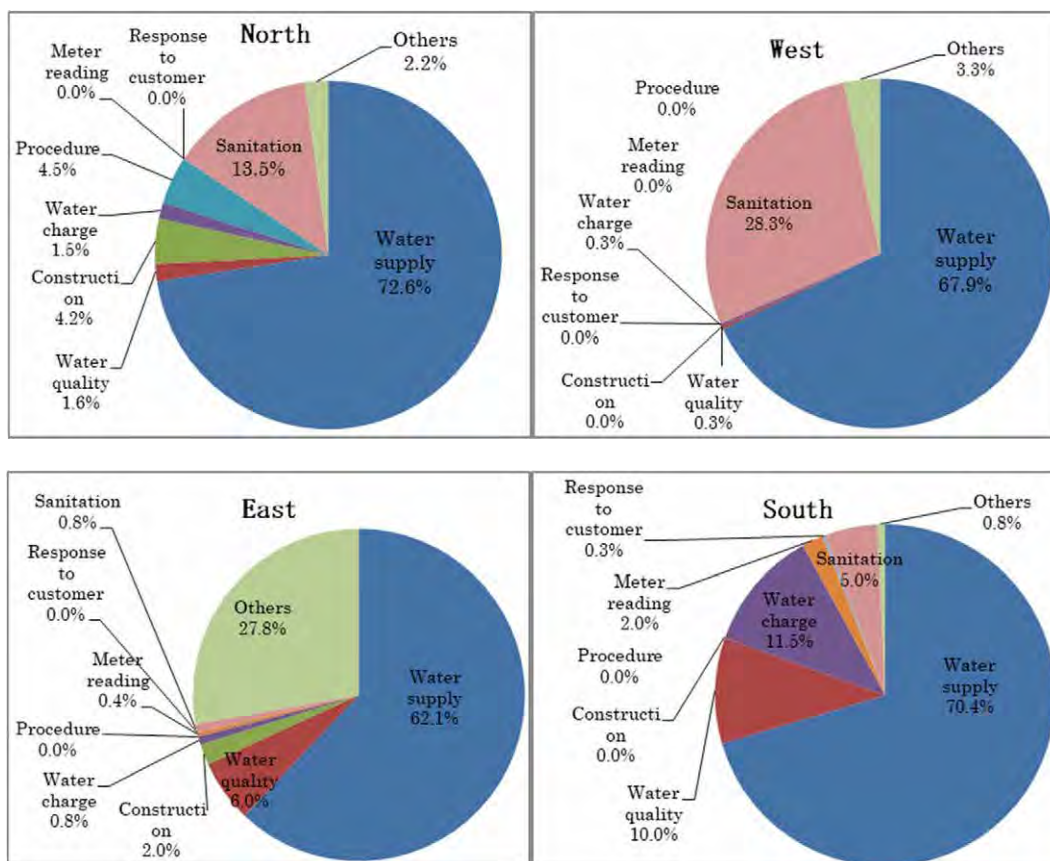


図 2-23：地域事務所（District）別苦情割合

半月例会議で苦情データの発表をした際に、「給水」が主要な苦情なことは分かるが、より詳細が分かったほうがよい、とのコメントを受け、2019年10月以降はカテゴリーを詳細な区分にし、入力用エクセルシートを修正、T/S への説明会を開催しエクセルシートを配布した。

2019年10月から2020年9月の苦情にかかる年次報告書作成のため、PR 課が苦情データを取りまとめた。しかしながら、苦情が多い T/S からの苦情がゼロとなっておりデータに抜けがあることから、PR 課に不足データの回収を依頼していたところ、2021年2月の政情不安により中断となり、年次報告書の作成に至らなかった。

1-7-3 広報活動にかかる OJT を行う

上記の全ての活動を C/P と協働で行っており、業務を通じて OJT を行った。

(1) カレンダーの作成

2017年から2021年までの4回、水資源水道局の活動を紹介するカレンダーを作成し、活動内容の広報を実施した。2019年までは卓上カレンダーとしていたが、2020年のカレンダーは違うスタイルにしたいということで壁掛けカレンダー（4か月で1枚と12か月で1枚の2パターン）を作成した。2021年には卓上カレンダーに戻し、YCDC のプロジェクト紹介をメインピックとした。これらカレンダーは YCDC の他部局、州政府、学校等や T/S 事務所を通じて一般市民へ配布している。





図 2-24：水資源水道局カレンダー

(2) 学校プログラム

第 2 期からは新たな活動として、学校プログラムを開始した。将来をになう子供たち、小学校 4、5 年生を対象として、広く水に関わる知識の普及と身の周りの水に興味を持ってもらうことを目的に、学校でイラストを用いたプレゼンテーションと浄水場見学を組み合わせたプログラムである。第 1 期活動中に福岡市 JICA 専門家が日本人学校の生徒に対する水道教室・浄水場見学を開催した際に C/P が同行し、その実体験も活用してプログラムを組み立てた。

まずは学校で使用するプレゼンテーションの作成から着手した。日本の多くの地方自治体が子供用の教材を作成しウェブサイトで公開しており、どのような内容・ストーリーで子供たちに理解を促しているのかを勉強した。そこから C/P が水資源水道局として子供に伝えたい内容を議論を通じて抽出し、どのような順番で話をしていくかのストーリー作りを行い、プレゼンテーションの中身を確定した。プレゼンテーションの構成は以下の通りである。

- ①地球の水資源についての説明
- ②水資源の形、水源として使えるものの説明
- ③水の循環についての説明
- ④ヤンゴン市の水道システムの歴史
- ⑤ヤンゴン市の水源について
- ⑥水道システム全般の説明
- ⑦浄水処理プロセスの説明
- ⑧水資源水道局の主要業務の説明
- ⑨身の周りの水の使用について

- ⑩家で使用した水の行方について
- ⑪水を大切にする理由
- ⑫節水のポイント

次いで、子供にとって理解しやすく記憶に残るような魅力的なプレゼンテーションにするために、イラストを多用することを決め、C/Pがイラストレーターを探し作成を依頼、協議・レビューを重ねて完成させた。



図 2-25 : 学校プログラム用プレゼンテーション (一部)

どのように説明するかについて、専門家のコメントを反映して台本を作成し準備を行った。水がどのようにきれいになるかの過程を実験して見せたいとの意見が C/P よりあり、C/P が浄水場で水処理を担当している職員と連絡を取り、浄水場のろ過池の簡易モデルを作成してもらった。さらに、より記憶に残るイベントとするために、ミャンマーではこういった物が好まれ長く使

用してもらえるかの検討を行い、配布グッズ（ペン、ボールペン、物差しのセット、浄水場見学の子供用の帽子と水筒）を用意した。デザインのドラフトを考え、作成する会社を選定し、デザインの実行、発注までC/Pが主体となって実施した。



写真 2-23：学校プログラム用配布グッズ

学校での実施にあたっては、C/Pが教育省のT/SにあるEducational Officeを訪問し、目的・趣旨を説明、実施できる学校の選定を依頼する手順を踏んだ。

表 2-45：学校プログラム実施状況

回数	日時 (上段：プレゼンテーション 下段：浄水場見学)	T/S	人数 (上段：プレゼンテーション 下段：浄水場見学)
第1回	2017/11/20 2017/11/21	Tarmwe	100 30
第2回	2018/1/10 2018/1/12	Thingangyun	152 30
第3回	2019/1/10 2019/1/11	Dagon	110 40
第4回	2019/1/30	Kamayut	185 40
第5回	2020/1/23 2020/1/24	Mayangone	150 30
第6回	2020/1/28 2020/1/29	Insein	120 30

プレゼンテーションは用意したスライドに沿って、多くのイラストや歌を使ってリズムよく説明を行った。施設の紹介の際には、浄水場のろ過池の簡易モデルを使った実験を取り入れ子供たちの関心を引きながらプログラムを実施した。

浄水場見学では、見学の前に浄水場の水源、処理水の送水・配水地域、水処理の工程、水質分析等について浄水場の職員から説明を受け、その後の浄水場で各工程の説明を受けながら原水か

ら徐々に水が処理されて清浄になる様子を観察した。



学校プレゼンテーション



学校プレゼンテーション



学校プレゼンテーション



浄水場訪問



浄水場訪問



City News 掲載 (2018 年 1 月 11 日)

写真 2-24 : 学校プログラム

国内支援委員からの提言、実施を重ねるごとに C/P 自身で気づいた点等の改善を行ってきた。

- ろ過実験を 1 か所で順番に見せていると待ち時間ができて意識が他に向いてしまうため、大きなろ過装置に変更し、一度に全員に見せるようにした。またろ過前・ろ過後の水の様子をペットボトルに入れて職員が見せて回り、効果をアピールした。

- 小学校の1つで浄水場見学に女生徒のみの参加があったため、事前にジェンダーバランスに配慮するよう学校側に依頼するようにした。
- 浄水場の見学前にプレゼンを行っていたが、理解を深めるためにビデオを使用する。
- 実施後に学校側からフィードバックを得る（生徒によるエッセイ・感想文も徹底する）。
- 節水アイデアのパネルを学校の階段・廊下に設置し、開始前から興味を持ってもらう。また、常に子供たちが節水アイデアに接することができるよう、学校側に壁に掲示できるポスターを提供する。
- 新しいトピックを加える（塩素注入が開始されたことによる注意点等）
- プログラムの学校があるT/S所長にも積極的に関わってもらう。
- 可能な限り City News の記者に同行を依頼し、新聞でのPRを図る。



写真 2-25：学校でのパネルの設置

(3) 一般市民向け啓発活動

一般向け啓発活動として、Myanwater（2017年11月、2018年11月）、Myanmar Water（2017年10月、2018年10月）、Literature for Children Festival（2018年5月、10月）等のイベントに参加し、積極的にPR活動を実施している。



写真 2-26：一般市民向け啓発活動

さらに、2019年12月より塩素の注入が開始されることを受け、住民への広報活動を準備・開始した。塩素注入によるメリット・注意点をまとめたものを SNS で発信した。また大きなポスターを作成し、塩素注入の目的、効果、塩素による水道水の匂いや影響、その匂いや影響を取るための方法等をイラストを使用して説明している。各 T/S 事務所、YCDC の入り口や水資源水道局のエレベータフロアに貼りだし、周知を行っている。



写真 2-27 : YCDC ビル入り口のポスター

2020年2月開催の国内支援委員会で大人向けの啓発活動の推進が提言とされており、その第1歩として福岡市 JICA 専門家の発案をベースとした T/S ミーティング開催の検討を開始したが、2020年3月からの新型コロナウイルス感染拡大により中断した。

1-8 人材育成にかかる体制を強化する

1-8-1 現在の人材育成体制を分析する

プロジェクト開始時から、PCM ワークショップ、キャパシティ・アセスメント、主要職員へのインタビューを通じて、人材育成体制の現状と改善が必要な領域を分析し、ベースライン調査報告書にて整理した。プロジェクト実施期間中においても、人材育成計画の策定過程で追加的に現状調査を実施し、その結果を人材育成計画にまとめた。主な分析項目は次のとおり。

- ✓ 職員数と年齢分布
- ✓ 人事施策の現状と課題：採用、異動、離職、人事評価、昇進、給与・手当、報酬
- ✓ 人材育成に関係する機関
- ✓ 既存の研修コースと実施管理体制
- ✓ 内部研修の講師の数と質
- ✓ 職員の働くモチベーション要因
- ✓ 非正規職員の離職率と業務内容
- ✓ 研修ニーズ

水資源水道局の人材育成体制強化の必要性について、下のような要因が影響していることが確認された。

- 正規職員としての雇用年齢が約 30 歳と高めである。
- 多くの事務系職員が今後 10 年で退職する。
- 低待遇のため必要な人材を採用することが難しい。
- 国内に水道に関連した大学・研究機関がない。
- 水道事業が今後、急速に拡大する計画である。

プロジェクト開始時点において、持続的な人材育成体制の構築に向けた水資源水道局の主な課題は以下のとおり。

- 水資源水道局内部に人材育成を担当する部署がなく、活動がない。

- 各部署内で OJT が機能していない。
- 職員が意欲を持って業務に取り組んでおらず、能力を十分に発揮できていない。
- 必要な研修コースが揃っておらず、効果的に実施されていない。
- 組織が効率的に機能していない。
- 新人職員の離職率が高い。

特に、新入職員の離職率の高さについては、新人職員である WA (Work Authority : 正社員登用前の非正規職員) への研修を実施するにあたり、WA の離職と WA 技能者の業務内容について 2016 年に調査を行い、以下が明らかとなった。

- 正規職員に比べ、WA がほとんどを占める非正規職員の離職率が高い。
- 大卒職員は民間と比べて著しく雇用条件・待遇が悪いため、短期間(2 年程度以下)で離職しやすい。
- 高卒以下の職員は、民間と同等の待遇であるため短期離職は少ないものの、正社員への採用可能性が見えず数年で離職する傾向がある。
- T/S 事務所や現場事務所には非正規職員が 9 割を占める職場もあるうえ、検針員やポンプ操作員などは正規職員と同等の業務を 1 人で担当しており、非正規職員のキャパシティや頻繁な離職が業務の効率に与える影響は甚大といえる。

1-8-2 現在の研修体制の改善案を特定する

1-8-1 で人材育成体制全体を分析し、その内、研修に関連する領域についても、課題と改善案が特定された。その結果を、2016 年 1 月ベースライン調査報告書として整理し提出した。以下、ベースライン調査実施時の状況を元に、課題と改善案を記述する。

(1) 研修体系

既存の研修体制としては、国家公務員の採用・育成を担当する連邦公務院 (UCSB: Union Civil Service Board) が実施する管理職対象の研修コース、YCDC 総務局が実施する技術者、財務担当者向け一般的な研修コースが主で、研修期間は 2 か月～3 か月、水資源水道局からの参加者枠は年間十数人に限られている。水道業務に特化した研修は、外部ドナー等による不定期の研修・セミナーが主となっている。これらの既存の研修は、技術職や管理職を対象としており、一般職、技能職の職員、非正規職員には参加機会がない。局内には、技術者向けの研修を特に重視し、他職員への研修を軽視する傾向がある。今後、事業規模の急拡大が見込まれる水資源水道局がミッションを達成するためには、水道に関する幅広い分野において、職務内容に直結した研修を実施できる体制の構築が急務と判断された。

長期的にあるべき姿を「持続的な人材育成の体制が整う」と設定した。その中で研修制度の確立については、研修ニーズ調査を実施した上で、必要な研修コースを長期人材育成計画に取りまとめ、優先度の高い研修コースから順次実施していくこととした。想定される研修コースとしては、新入職員、管理職対象などの階層別研修、管敷設やポンプ修理、経理など業務内容に直結する各種の技能研修などが想定される。一方で、水資源水道局内で実施が急務と思われる研修コースについては、パイロット研修コースとして順次実施し、研修実績を蓄積していき、長期人材育成計画の策定の中に統合していくこととした。

(2) 研修管理

キャパシティ・アセスメントの結果、水資源水道局内には人材育成を担当する部署がないことが明らかになったため、まず人材育成の責任部署として人材育成課の立ち上げが提案され、2016年8月専任職員5名により正式に発足した。専任職員と、兼任職員のリストを次表に示す。所掌する業務は、ア) 人材育成のニーズを評価し、施策を提案する、イ) 年間研修計画の策定と各研修コースの運営・実施、研修参加者の記録、選定、及び研修講師の選定、育成、ウ) 組織図・業務所掌の管理・更新、である。

研修運営については、水資源水道局内に知見がなかったため、総務部と情報共有しながら、本プロジェクトで新設した人材育成課（Human Resource Development Section : HRD）職員が主体となって、年間の研修計画に沿ってパイロット研修を実施することで、継続的に研修活動を実施できる体制を確立していくこととした。

表 2-46：人材育成課 職員と C/P （プロジェクト終了時点）

	名前	職位	部署
専任職員	Ms. Swe Swe Win	Executive Engineer	HRD Sub-section, Admin Section, Admin& Finance Division
	Ms. Khin Zin Mar Myint	Section Head	
	Ms. Nyo Nyo Htun Kyaw	Assistant Supervisor	
	Ms. Wine Htet Htet Aung	Flat	
兼任職員	Mr. Kyaw Kyaw Oo	Executive Engineer	East District Officer, Water Supply Division
	Ms. Su Nandar Lin	Assistant Engineer	Research Section, Water Supply Division
	Mr. Aung Moe Kyaw	Sub Assistant Engineer	Electrical Maintenance Section, Reservoir Division
	Ms. May Htoo Aung	W. A	Office Section, Reservoir Division

(3) 教材

既存の研修コースがなかったため、教材を新たに作成する必要があった。各講師による研修教材作成後、パイロット研修の実施を通じて、内容修正や情報追加を継続することで質の改善を図ることとした。また、プロジェクトの他分野の活動を通じて整備される作業基準、SOP等を教材とすることで研修内容の妥当性を確保する。将来的に水資源水道局内で自立的に研修教材を検証できる体制を構築していくこととした。

(4) 講師

講師経験を持つ職員は数名に限られていたため、パイロット研修を継続的に実施し、分野を拡張していくことで、内部講師の育成を促進することとした。講師候補は、各研修コースの内容と対象者の職位に合わせて、副 CE から副課長級レベルが指名されることとなったため、段階的に講師技術の向上を図ることとした。講師及び講師候補者の育成のため、パイロット研修コースの前には、毎回ワークショップを開催し、講師候補を対象としたセミナーを行うとともに、各研修後に講師の自己評価シートを導入し、継続的に改善できるシステムを構築することとした。

1-8-3 研修の計画、実施の改善にかかる TOT を行う

パイロット研修コースの実施を通じ、TOT を継続して実施した。1-8-2 で分類した課題の内、研修体系と研修管理については人材育成課を対象に、研修教材と講義スキルについては研修講師を対象に、研修の PDCA サイクルを繰り返すことで改善を図った。

(1) 人材育成課を対象とした TOT

研修体系については、人材育成計画策定の議論を通して、ニーズ分析やシラバス検討を進めた。研修管理については、次表に示すように、研修の PDCA に沿って業務を書き出し、担当者とスケジュールを策定してルーティン化を進めた。第 1 回研修時には C/P が自律的に実施できる業務はなかったが、定型業務を中心に徐々に自律的に管理できるようになり、現在ではほとんどの研修管理業務を C/P が責任感を持ってできるようになっている。

表 2-47：研修管理業務 プロジェクト前後のパフォーマンス比較

No.	Preparation tasks for every training course	1 st course	Now
1	Making syllabus	D	B
2	Finalizing list of participants name	C	A
3	Submitting proposals to CE (Programs, Trainers)	B	A
4	Preparing invitation of lecturers / trainers	B	A
5	Sending invitationi to all sections	B	A
6	Making requests for trainers (Kick off meeting)	C	A
7	Collecting training handouts from trainers	C	A
8	Printing training handouts	B	A
9	Arranging Training venues	B	A
10	Arranging training equipment (desks, chairs, WB, map, PC, projector)	C	A
11	Arranging transportation for site visit (Dep. of Transportation)	B	A
12	Making feedback sheet (answered by participants, trainers)	D	A
13	Preparing achievement evaluation sheet of participants	D	A
14	Making certificates	D	A
15	Orientation	C	A
16	Implementation of training	C	B
17	Meeting for review	D	B
18	Wrap up meeting	C	A
19	Making course evaluation report	D	A
20	Recording the results in staff profile sheet	B	A

凡例：A. Fully independent、B. Partly advised、C. Mostly advised、D. By mainly expert
引用：2020 年 1 月 東京都国内支援委員セミナー C/P 発表資料より

研修計画：2016 年度は、パイロット研修コースの立ち上げ期として、新入職員を対象として研修コースを開始することとした。新人向け研修の内容は、以下のとおり。

- ① 現在の業務内容、部署内の組織構成と業務
- ② 現状の業務フロー
- ③ 水資源水道局のミッション実現のために部署の果たす役割
- ④ 現状の課題と目指すべき姿
- ⑤ 現地視察における見どころ

2017 年度以降は、ニーズの高い研修コースを順次特定し実施することとした。各年度 11 回前後の研修コースを年間計画に策定、予算を確保し、順次実施していくこととした。表 2-48 に示すように、最終的には階層別研修、職務別研修、自己開発支援の全 3 分類の研修コースを開発し、プロジェクト終了時まで、計 43 回、累計 839 人を対象とした研修を実施しており、研修コースの定期的な実施を確立することができた。2020 年には COVID-19 の拡大により、一時研修活動が

中断されたが、オンラインでの実施準備を進め、2020年11月以降はオンラインで研修を実施した。

2018年度には長期的な視点からの研修ニーズ調査を行い、今後必要と考えられる研修コースを整理し、人材育成計画に統合した。人材育成計画に含まれる、今後の研修プログラム概要は、表2-49のとおりである。

表 2-48：全パイロット研修コースの種類と対象

No.	研修分類	研修コース	対象	実施実績*
1	階層別研修	新入職員（技術職、事務職、技能職）	新入職員（入局3年以内の全職員）	技術職 7回 140人 事務職 6回 119人 技能職 7回 210人
2		管理職前職員	T/S 副所長、Sub-Assistant Engineer レベル	4回 67人
3		T/S 所長	T/S 所長	2回 40人
4	職務別研修	管井戸の運転維持管理	T/S のポンプ担当者	3回 60人
		GIS と分岐管のマッピング	Pipe Section (1-4) の技術職	1回 12人
		無収水管理	SAE レベル職員	2回 33人
5	自己開発支援	パソコンの基礎技術	各課の内勤職員中心	10回 118人
		水環境工学	若手技術者	1回 40人
累計 研修実績				43回 839人

表 2-49：人材育成計画に含まれた今後必要な研修プログラム（概要）

No.	研修コース	対象者
A. 階層別研修		
1.	1. (a) 管理職前研修	SAEs, Supervisors, Dy Supervisors, Ass. Supervisors
2.	1. (b) 職員レベル研修	全職員
3.	1. (c) 新入職員研修	全新入職員
B. 職務別研修		
4.	2. 会計	収納係、各部署の会計担当者
5.	3. (a) 管接続・修理（配水・給水管）	T/S 事務所の無収水担当者
6.	3. (b) 管接続・修理（送水管）	Pipe Section の技能職
7.	3. (c) 無収水対策	NRW section, Pipe Section の技術職
8.	4. (a) 管井戸とポンプの運転維持管理	T/S 事務所のポンプ運転担当者
9.	4. (b) ポンプ場の運転維持管理	ポンプ場、貯水池のポンプ運転担当者
10.	5. 検針・徴収	T/S 事務所の検針・徴収員
11.	6. 送配水計画と設計	Pipe Sections, Reservoir Div. Design, Planning Section の担当者
12.	7. 配管の設計基準・積算	T/S & Pipe Section, Planning Section の技術者
13.	8. 給水工事（家庭用接続）	House Conn. Sec., T/S の担当者、外部の配管工
14.	9. 水工学の基礎知識	技術職
C. 自己啓発支援研修		
15.	10. コンピュータ操作：基礎	全職員
16.	11. コンピュータ操作：エクセル上級	全職員
17.	12. コンピュータ操作：AutoCAD (2D)	Pipe Sections, T/S (SAE & JE), Reservoir Div. の担当者
18.	13. 英語	全職員（学歴に応じて2グループに分ける）

研修評価・実績：参加者評価として、研修コース毎に、筆記試験、口頭発表、現場レポート、積極性、出席、規則遵守、などの項目を組み合わせて定量的に評価し、上位優秀者は修了式で表彰

すると共に、各職員の人事記録の研修参加履歴にも付記される。2017年以降、研修の成績優秀者が、水資源水道局内での昇進や異動、海外研修参加などの人選で優位に評価されており、研修成果が有効に活用されると共に、職員が積極的に研修に参加する要因ともなっている。

また、研修コース自体の評価については、コース実施後、参加者と講師に質問票による評価を依頼している。各研修コース実施後には、講師と幹部を対象にラップアップ・ワークショップを開催し、研修結果・評価の概要を報告し、次回への提言を人材育成のC/Pから説明し議論している。特に研修参加者からの評価票については、全体的な満足度以外にも、講師の教え方、時間配分など、今後の改善に資するコメントも多く、講師とも共有している。各研修コースの結果概要を表 2-50 に示す。



幹部職員による講義



全参加者による成果発表



浄水場視察



PC 基礎研修



成績優秀者の表彰



研修参加者との集合写真

写真 2-28 : 研修の様子

表 2-50 : パイロット研修 実施概要と評価結果 (抜粋)

1. 階層別研修 1) New Staff Training																					
研修対象者	Engineers				Clerks				Workers												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	Total		
No.	Jun 2016	Jul 2016	Aug 2016	Sep 2016	Oct 2016	Nov 2016	Dec 2016	Jan 2017	Feb 2017	Mar 2017	Apr 2017	May 2017	Jun 2017	Jul 2017	Aug 2017	Sep 2017	Oct 2017	Nov 2017	Dec 2017	Total	
実施時期	2016	2016	2016	2016	2016	2016	2016	2016	2016	2016	2016	2016	2016	2016	2016	2016	2016	2016	2016	2016	2016
参加者数	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	469
期間(日数)	7.5	8.5	8.5	8.5	8.5	8.5	8.5	8.5	8.5	8.5	8.5	8.5	8.5	8.5	8.5	8.5	8.5	8.5	8.5	8.5	-
参加者によるフィードバック																					
総合評価(10点)	7.61	8.11	8.95	8.50	7.51	9.15	9.00	8.16	8.16	7.61	8.68	7.32	7.32	8.75	7.74	6.13	7.97	9.16	8.35	9.73	8.00
Q1: 満足度 (5点)	4.4	4.75	4.70	4.54	4.54	4.77	4.80	4.45	4.45	4.55	4.80	4.90	4.90	4.60	4.21	4.72	4.77	4.80	4.67	4.62	4.80
Q3: 新しい・使える知識 (5点)	4.65	4.90	4.85	4.74	4.70	4.92	4.80	4.95	4.95	4.80	4.85	4.95	4.95	5.00	4.84	4.97	4.97	4.88	4.70	4.93	4.77
Q5: 分かりやすい教え方 (5点)	4.5	4.80	4.70	4.46	4.62	4.85	4.80	4.8	4.8	4.75	4.85	4.95	4.95	5.00	4.79	4.90	4.90	4.95	4.70	4.93	4.73
Q6: 参加を促したか(5点)																					

2. 職務別研修																
研修コース	Dy TS Officer & SAE				TS Officer				O&M of Pump				NRW management			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
No.	Sep 2018	Oct 2018	Nov 2018	Dec 2018	Jan 2019	Feb 2019	Mar 2019	Apr 2019	May 2019	Jun 2019	Jul 2019	Aug 2019	Sep 2019	Oct 2019	Nov 2019	Dec 2019
実施時期	2018	2018	2018	2018	2019	2019	2019	2019	2019	2019	2019	2019	2019	2019	2019	2019
参加者数	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
期間(日数)	8.8	7.3	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5
参加者によるフィードバック																
総合評価(10点)	8.55	8.55	8.96	9.33	8.77	9.40	9.33	9.37	9.37	9.37	9.37	9.37	9.37	9.37	9.37	9.37
Q1: 満足度 (5点)	4.70	4.75	4.72	4.33	4.67	4.85	4.47	4.66	4.66	4.66	4.66	4.66	4.66	4.66	4.66	4.66
Q3: 新しい・使える知識 (5点)	4.45	4.70	4.61	4.56	4.58	4.75	4.53	4.64	4.64	4.64	4.64	4.64	4.64	4.64	4.64	4.64
Q5: 分かりやすい教え方 (5点)	4.70	4.75	4.67	4.44	4.67	4.80	4.58	4.69	4.69	4.69	4.69	4.69	4.69	4.69	4.69	4.69
Q6: 参加を促したか(5点)	4.70	4.65	4.56	4.56	4.63	4.75	4.32	4.53	4.53	4.53	4.53	4.53	4.53	4.53	4.53	4.53

3. 自己啓発支援コース																
研修コース	Dy TS Officer & SAE				TS Officer				O&M of Pump				NRW management			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
No.	May 2017	Jun 2017	Jul 2017	Aug 2017	Sep 2017	Oct 2017	Nov 2017	Dec 2017	Jan 2018	Feb 2018	Mar 2018	Apr 2018	May 2018	Jun 2018	Jul 2018	Aug 2018
実施時期	2017	2017	2017	2017	2017	2017	2017	2017	2018	2018	2018	2018	2018	2018	2018	2018
参加者数	8	10	12	12	11	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12
期間(日数)	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0
参加者によるフィードバック																
総合評価(10点)	9.25	9.17	8.38	9.13	8.40	8.92	7.91	9.42	9.42	8.75	9.50	8.88	8.88	8.88	8.88	8.88
Q1: 満足度 (5点)	4.22	4.27	4.17	4.20	5.00	4.06	4.58	4.27	4.06	4.06	4.11	4.30	4.30	4.30	4.30	4.30
Q3: 新しい・使える知識 (5点)	4.38	4.58	3.96	4.06	4.55	3.96	4.79	4.17	3.96	3.96	3.75	4.21	4.21	4.21	4.21	4.21
Q4: Improved my skills	4.38	4.38	4.27	4.06	4.43	4.17	4.48	4.17	4.38	4.38	4.27	4.30	4.30	4.30	4.30	4.30
Q5: 分かりやすい教え方 (5点)	4.22	4.38	3.98	3.96	4.72	4.06	4.38	4.38	4.38	4.38	3.85	4.23	4.23	4.23	4.23	4.23

注：終了時アンケートを実施していない一部研修を含まない。

(2) 講師を対象とした TOT

パイロット研修コースの実施を通じて講師の教授能力の向上を図った。第1回研修コースから、研修のほとんどの科目を水資源水道局の職員が担当している。研修前後のワークショップでは、講師の能力アップのために専門家から、講師の役割、講義構成の作り方、ファシリテーション・スキル、評価手法など、テーマを決めてミニセミナーを実施している。プロジェクト実施期間中にも、ベテラン講師である幹部の引退や、下水局への異動があったものの、次世代講師の育成を進めることで、今後も継続的に研修が行える体制づくりを強化し、各講師の教授スキルや研修内容・スライドも徐々に改善が進んできている。研修講師リスト（実績）を表 2-51 に示す。

表 2-51 : 研修講師リスト (実績)

分野	含まれる科目	担当講師 (一部科目の担当を含む)
Overview	Mission & vision of WRAWSA Overall concept of YCDC WRAWSA water utility business cycle Future Plan of WRAWSA, Sanitation	Mr. Myint Zaw Than (CE) Mr. Zaw Win Aung (EE) 2 trainers
Administration, Finance, management	Leadership & Management, Administration, Finance, HRM&HRD, Way of Working, Regulations, Safety Working, 5S & Kaizen	Mr. Myint Zaw Than (CE) Mr. Win Zaw Oo (EE) Ms. Khin Zin Mar Myint (AE) Mr. Win Zaw Oo (EE) Ms. Ni Mar Zin (AE) 5 trainers
Services, customer related	House Connection, Customer Service, Billing & Collection, Public Relation, Complaint Management House Connection, Township Office Work	Ms. Thin Thin Soe (ACE) Ms. Thwae Naing Oo (ACE) Mr. Tin Win Aung (EE) Ms. Aye Aye Mar (EE) Ms. Mar Mar Aye (AE) Ms. Ni Mar Zin (AE), Ms. Cho Lae Soe (AE) 7 trainers
Technical, engineering related	Water supply and distribution (El & Mech facilities management) Reservoir and production, water treatment Water Quality	Ms. Aye Pa Pa Nyo (ACE), Mr. Tin Hla Tun (EE), Mr. Kyaw Kyaw San (AE) Mr. Thein Myint Zaw (SAE) Mr. Phone Naing (AE), Mr. Min Thu (AE), Mr. Aung Htoo Naing (AE), Mr. Pyi Soe (EE), Mr. Zaw Oo (AE), Mr. Nyi Nyi Aung (AE) Mr. Lin Htin Kyaw (SAE), Mr. Tun Win (Dy Supervisor) Mr. Aung Htut Lin (AE), Ms. Naw Elin Dar (SAE), Mr. Zin Min Latt (SAE), Ms. Tin Zar Lwin (Dy Supervisor) Ms. Ei Khine Mon (AE), Ms. Thandar Myat (SAE), Ms. Nwe Nwe Zin (SAE), Ms. May Zin Oo (SAE) Mr. Zayyar Tun (AE) Ms. Mi Mi Khine (AE) Ms. Thandar Htway (AE) Mr. Aung Min Oo (SAE) Mr. Myo Thant Tun (SAE)

分野	含まれる科目	担当講師（一部科目の担当を含む）
		Mr. Yan Naing Tun (SAE) Ms. Khaing Khaing Soe (SAE) Ms. Win Sandar Oo (Asst: Supv) Mr. Kaung Zaw Htet (Flat) 29 trainers
Computer	Win 8, MS Word, MS PowerPoint, MS Excel	Ms. Phu Pwint Wai (SAE) Ms. Thiri Win (Flat) Ms. Htet Htet Wai (Flat) Ms. Lae Lae Win (WA) Ms. May Moe Thu (Flat) Ms. Nway Nway Htoo (Flat) Ms. Thandar Soe (Programmer) Ms. Thin Nwe Aye (Flat) 8 trainers

注：退職者、他部局への異動者を除く。

1-8-4 人材育成に係る5年・10年活動計画を策定する

パイロット研修の活動を通じて、人材育成の必要性、重要性について幹部・職員に広く意識を向上するように働きかけ、2017年度から策定に向けた議論を開始した。なお、本計画のメイン部分となる研修計画のパートについては、他分野・チームでの研修ニーズ、研修計画と刷り合わせ、統合して行く必要があるが、他チームでの検討がプロジェクト終盤に予定されていたため、それに合わせて同パートの策定は、検討順序の後半に行うこととした。

2017年4月、2019年4月に水資源水道局のCEが交代したため、水資源水道局における人材育成の強化の必要性や、計画策定の意義と必要性について再度説明し、各章の提案内容について、都度CEが議論に加わることになった。それによって当初作成したロードマップより計画策定のスケジュールが遅れたが、将来的な人材育成の実施施策へのコミットメントを得られることとなった。

策定にむけた議論においては、人材育成課の専任職員4名に加え、兼任職員5名（多くが専任職員よりも高い職位、内1名は2021年1月退職）も議論に加わることで、活発な議論が交わされた。2016年度後半に実施した第3国研修（MWA、PPWSA）には、人材育成分野から主要C/Pが各1名参加しており、人材育成計画策定時のC/P内の議論をけん引している。参加前に問題意識を醸成し、質問項目を明確化することで、事例や関連情報を多く習得したと言える。また、2018年1月の本邦研修、2月の国内支援委員との現地での協議を通して、これまで検討を進めていた内容を再度レビューし、関連する東京都の知見を学ぶことで、実施に向けた具体的なイメージを描く大きな助けとなった。

同計画については、最終ドラフトを2019年10月第8回JCCにて発表した。構成は以下のとおり。

表 2-52：人材育成計画の構成

構成
第1章 水資源水道局の人材育成ビジョン
第2章 人材育成に関する現状
第3章 ニーズに基づいた研修プログラム
第4章 OJT の促進
第4章 自己啓発の促進
第6章 モチベーション管理
第7章 人事評価
第8章 優先施策と実施スケジュール
第9章 生産性向上への期待されるインパクト

参照:付属資料 3. D

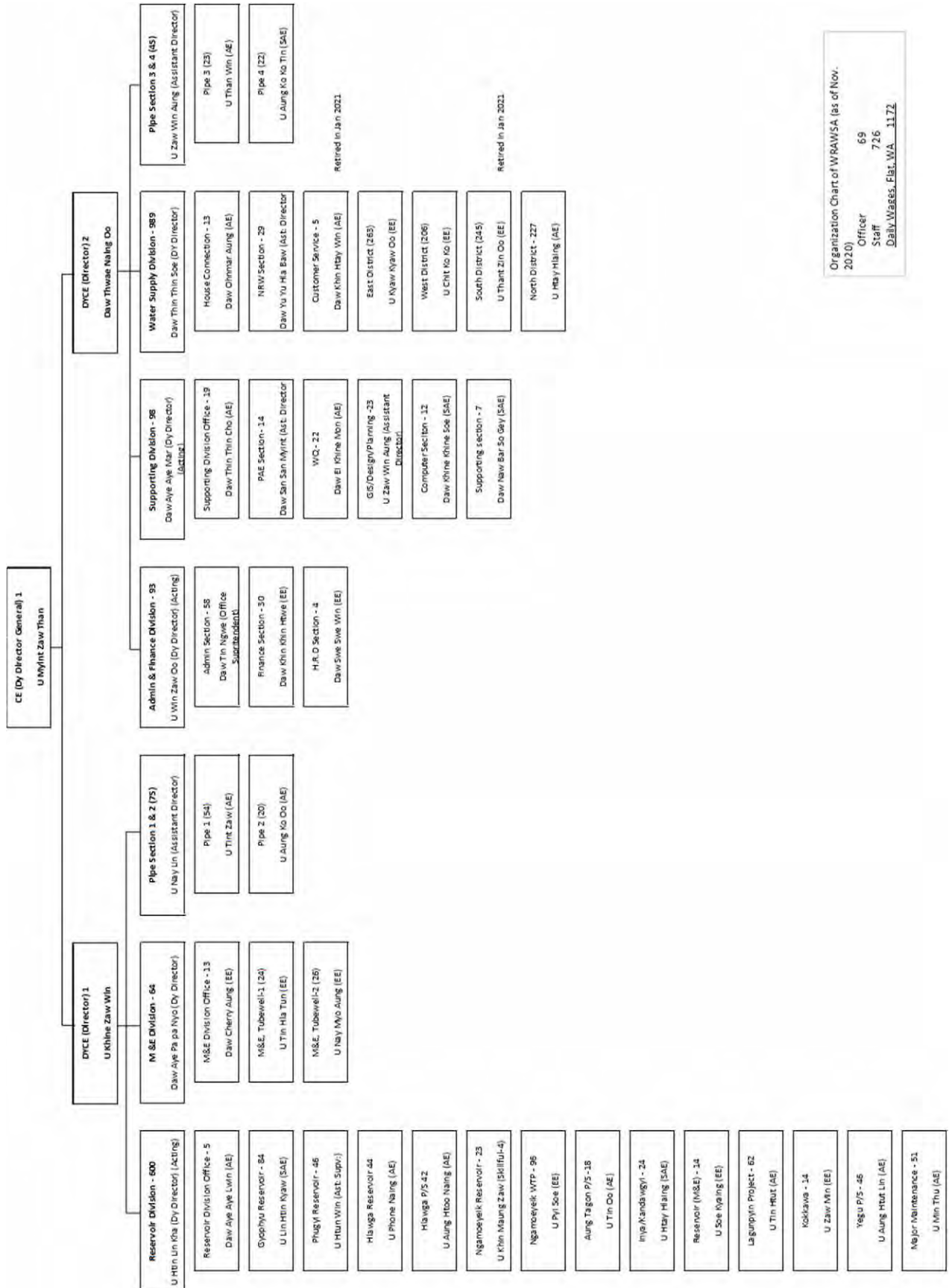
これまでの活動や幹部との協議を通じて、人材育成の必要性については広くコンセンサスを得られている。最終稿を完成し、水資源水道局幹部による確認作業中である。最終承認に向けては、特に若手職員の離職対策について、YCDC 幹部の意向に沿っての調整が必要と考えられる。

1-8-5 人材育成に係る5年活動計画の実施の一環として、優先的な活動を実施する

人材育成計画の策定を待たず、水資源水道局の組織運営上、早めに着手した方がよいと判断される、(1) 組織図の作成・更新、(2) 業務分掌表の作成、(3) 人材育成課の立ち上げ、(4) パイロット研修コースの立ち上げによる人材育成体制のTOT、(5) 5S改善セミナー・ワークショップ、水道技術の基礎講座等を随時実施した。さらに、人材育成計画の協議において、優先的な活動と整理された(6) 若手職員の離職対策についても、活動を立ち上げた。

(1) 組織図の作成・更新

人材育成課では、YCDC の組織改編までは、毎月水資源水道局の最新組織図を更新していた。2018年6月のYCDC 法改正以降は、水道担当部局と下水担当部局が分かれ、水道担当部局も大きく組織再編する提案を上部組織に提案しており、暫定的な組織として機能しているため、組織図の更新作業が行われていない。最終更新版は2019年1月に更新されたものであり、英語に翻訳したものを図 2-26 に示す。



Organization Chart of WRAWSA (as of Nov. 2020)
 Officer 69
 Staff 726
 Daily Waages Flat. WA. 1172

图 2-26 : 水資源水道局組織図 (2020年11月末現在)

(2) 業務分掌表の更新

YCDC 組織の再編前の水資源水道局において、全 7 部・44 課で業務分掌表を作成した。現在、組織再編を再検討中であるため、組織変更後、本文書も更新する必要がある。

(3) 人材育成課の立ち上げ

水資源水道局内には人材育成を担当する部署がなかったため、総務課を総務課と人材育成課（人事業務含む）に分割する案を提案し、研修関連の業務を担当する部署として人材育成課の中の人材育成のサブセクション（Sub section）を当てる提案を行った。次図は、分割前の総務課、及び分割後の総務課と人材育成課の提案組織図である。なお、図表中の数字は、職員の提案配置人数を示す。

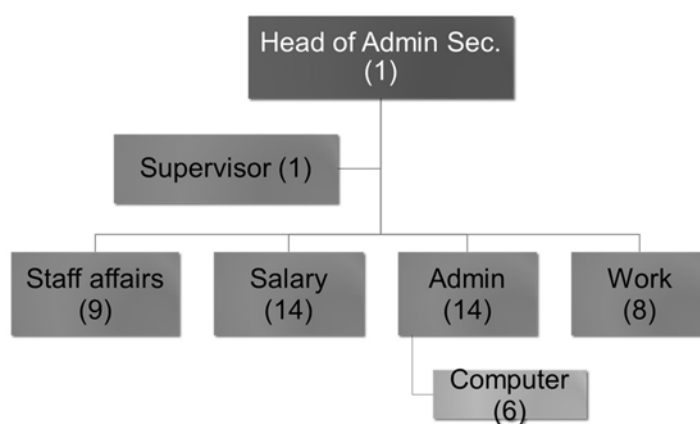


図 2-27：分割前 総務課の組織図

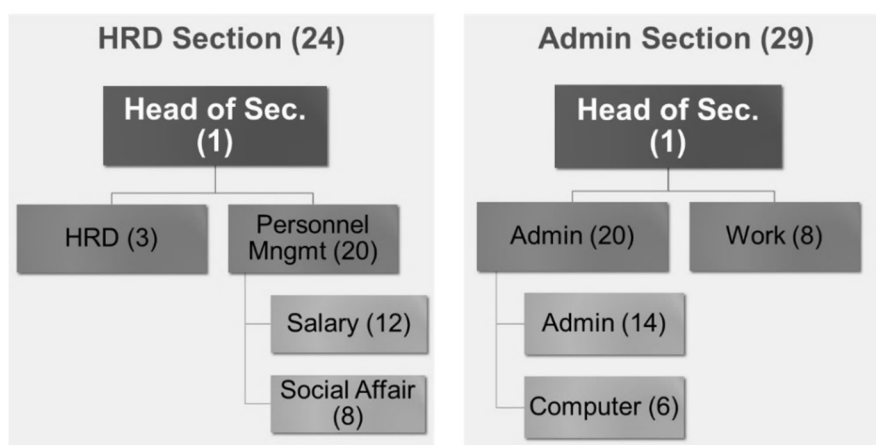


図 2-28：提案 - 人材育成課分割後の総務課(右)及び人材育成課(左)の組織図

表 2-53：人材育成課の業務分掌（提案）

サブセクション	ユニット	職務内容
人材育成 (3)	人材育成 (3)	<ul style="list-style-type: none"> ● 人材育成のニーズを評価し、人材育成の施策を提案する ● 研修事業の計画、実施、評価、記録を行う ● OJT 活動を推進する ● 組織図及び業務分掌表を更新する
人事(20)	給与計算 (12)	<ul style="list-style-type: none"> ● 給与計算を行い、Budget Department に請求する ● 職員の出勤記録を確認し、給与を計算する
	人事・福利厚生 (8)	<ul style="list-style-type: none"> ● 人事異動・昇進を通知する ● 採用・退職の手配を行う ● 職員に対する罰則を実施する ● 官舎を含む福利厚生の手配を行う

人材育成のサブセクションは、2016年8月にCE承認され、既存の兼任C/P7名の内1名をサブセクション長として専任に、新たに4名の専任職員（内2名は新規採用）が配置された。これにより、研修関連の業務が責任を持って実施されるようになり、研修管理の自律性が飛躍的に高まった。

プロジェクト終了時点で、同サブセクション長は留任、他4名の専任職員は全て異動・離職したが、3名の専任職員が補充されており、水資源水道局内で人材育成に関する業務を担当する部署として、定着したと言える。特に水資源水道局幹部からの期待が高く、人材育成に関する意見や新たな情報が集まりやすくなっている。年間研修計画を基に、研修活動の予算も配分されている。

1-8-3に記述のとおり、定常的な業務としてパイロット研修コースの計画・運営を行っており、継続して実施している研修コースについては、準備スケジュールの策定から評価まで自律的に進められるようになってきている。また、研修コースの実施や人材育成計画の策定をとおして、講師、水資源水道局幹部、専門家と日常的に人材育成について議論することで人材育成についての理解を深め、知見が蓄積されている。

(4) パイロット研修コースの立ち上げによる人材育成体制のTOT

優先的に実施が必要と思われる分野でパイロット研修コースを2016年度から実施した。概要は活動1-8-3で既述のとおり。研修のニーズについて、各部署や幹部から人材育成課に意見が寄せられるようになってきており、その中から井戸運転管理の実務や、T/Sの中堅技術者研修、PCの基礎スキル研修など、優先度の高い研修について、関係者と協議しながら研修プログラムを検討し、年間研修計画に取り込んで実施に移している。人材育成計画では、優先的な研修コースの実施計画を含める予定であり、その実施にあたっては、これまでのパイロット研修コースの活動実績から判断して、研修が十分効果的に運営されることが見込まれる。

また、若手技術職員の基礎水道技術の底上げを図るため、ヤンゴン工科大学(YTU)の協力を得て、水道技術の理論と演習を含む「水工学の基礎知識」の研修コースを実施した。

(5) 5S・改善セミナー・ワークショップ

職場の現場レベルで業務の改善を進めるため、2016年から活動を開始した。外部講師を招いたセミナーと、その内容を受け各部署で取り組んだ改善事例を発表するワークショップを組み合わせ

せて実施することで、単なる意識向上に留まらず、行動変容を促す仕組みとなっていく。事例発表会を通して良い取り組みを相互に学ぶことで、更なる取り組み、改善行動が広がっている。本活動は、プロジェクトの C/P 部署に限らず水資源水道局の全部署を対象に参加を呼びかけており、組織全体の文化を活性化し、現場の発言力、行動力をエンパワーすることに大きく貢献したと考えられる。

表 2-54 : 5S・改善活動実績

関連活動	内容	参加者
第1回 5S セミナー 2016年9月30日	「5S と 7 つの無駄削減」をテーマに、各現場でできる事業改善の効果と作業安全について講義。	全部課長、T/S 所長が対象。
セミナーのフォローアップ・ワークショップ 2016年10月27日・28日	第1回セミナーの内容を受けて、各部署で取り組んだ内容を事例として発表した。7 部署が優秀部署として表彰された。	全部署が対象。T/S 所長を含む 63 部署が事例発表。
第2回 改善セミナー 2017年3月28日	現場での継続的な改善の必要性と手順について講義。	全部課長、T/S 所長が対象。
フォローアップ・ワークショップ 2017年5月25日	第2回セミナーを受けて、各部署で取り組んだ内容を事例として発表した。参加者が優秀部署を選考し、5 部署が表彰。	全部署が対象。T/S 所長を含む 62 部署が事例発表。
5S モニタリング用チェックリスト作成 2017年6月12日	上記ワークショップで、5S 活動の継続の重要性が認識されたため、各部署で使えるチェックリストの作成を議論。計画 Section が中心となり取りまとめ、各部署での運用が開始した。	5S 活動の優秀部署を中心に、14 名が検討メンバーとして参加。
パソコン活用による業務効率化事例発表ワークショップ 2017年8月30日	供与機材である各部署への PC の導入により、業務の効率化が進んでいる事例を発表。進んでいる部署とそうではない部署に大きな差があるものの、本ワークショップで、取り組むべき方向性等が共有された。	51 部署が事例発表。全発表で何らかの取り組みが認められた。
第3回 5S セミナー 2017年9月11日	Termwe T/S における外部講師の 5S パトロールと、講師による「5S や改善のポイントを見つけるための現場分析の手法～Fish-bone 分析～」の紹介。Termwe における講師の指摘ポイントを全員で共有した。	全部署から部課長が参加。
5S パトロールと第4回ワークショップ 2018年1月19日	第3回セミナーで学んだ Fish-bone 分析を部署別に作成し、その結果各部署で改善に取り組むべき課題を行動計画として整理。それを Division 別に取りまとめた。	全部署から部課長が参加。ACE、District Officer が下位部署の取り組むべき課題を発表。

(6) 若手職員の離職対策

人材育成計画の策定検討の中で、持続的な組織の発展のために最も重要な課題の1つとして整理されたのが、若手職員の離職対策である。2020年1月に実施された終了時評価においても、この点が重視され、今後優先的に対策を実施していくように提言された。

優秀な若手職員の離職対策については、給与や昇進制度を含む人事処遇の改善と、職場における若手職員へのサポートの向上の、大きく2つのアプローチが考えられる。必要性和即効性が高いのは前者の改革であることは間違いないが、それには国家公務員の人事規定やヤンゴン地域政府の方針等が強く影響しており、改革に向けては、現状の説明と改革の必要性を継続的に説明し

ていくことが必要となる。水資源水道局内で実施できる対策としては、職場内での若手職員へのサポートの強化として、OJTを促進するための活動を優先的に行うこととした。

まず、2019年5月、シニアOJTインストラクターが下のとおり指名された。10名は、人材育成のC/P、あるいは研修コースや人材育成の活動に協力的なメンバーが中心であり、今後、OJT促進の中心的な役割を果たすことが期待される。2020年2月までに、シニアインストラクターを対象に、TOTワークショップを実施し、水資源水道局内のOJTの課題や、彼ら自身のOJTの経験を整理すると共に、若手管理職の相談役となれるOJT講師を育成した。ここでの議論を元に、OJTハンドブックをまとめた。今後、同ハンドブックを用いて、シニアインストラクターが講師となって、若手管理職=OJTインストラクターにOJT推進ワークショップを実施することで、各職場でのOJTの改善が期待される。

表 2-55：シニア OJT インストラクター

No.	Name	Position	Office
1.	U Kyaw Kyaw Oo	EE	East District
2.	U Nay Lin	EE	Transmission Pipe Maintenance
3.	Daw Yu Yu Hla Baw	EE	Design section, NRW
4.	Daw Su Nandar Lin	AE	Design Section
5.	Daw Mar Mar Aye	AE	Deputy District Officer (East)
6.	Daw Ni Mar Zin	AE	Tamwe Township
7.	U Zayyar Htun	AE	M & E
8.	U Zaw Win Aung	AE	GIS section
9.	Daw Ohmar Aung	AE	House connection Section
10.	Daw Khin Zin Mar Myint	AE	HRD section



ワークショップ 講義部分



グループワークの様子

写真 2-29：シニア OJT インストラクター・ワークショップの実施

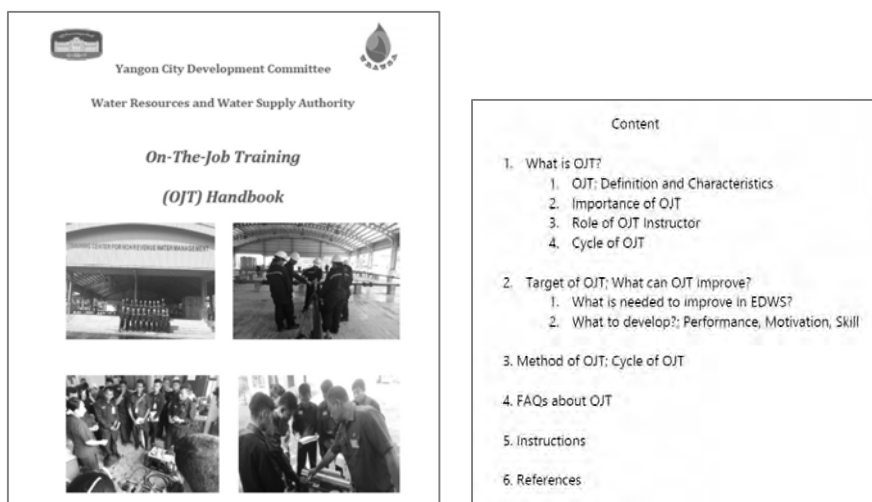


写真 2-30 : OJT ハンドブック 表紙 (左) ・ 目次 (右)

1-9 組織経営計画の策定・実施支援を行う

1-9-1 経営改善に係る 5 年・10 年活動計画を策定する

(1) 中期経営計画および年度計画の策定の必要性

第 3 回 JCC にて、水資源水道局の全体計画に係る提言を専門家から行い、水資源水道局が中期経営計画および年度計画を策定することで合意した。過去の JICA 支援により、YCDC の水ビジョンと長期計画（マスタープラン）は既に策定済みである。長期計画のロードマップを実際に実施していく上で、中期経営計画および年度計画の作成の必要性を C/P により認識された。

(2) 中期経営計画の内容

中期経営計画の内容については、2018 年度の協議や活動を通して、以下の構成とすることとした。

中期経営計画の内容構成

1. 水資源水道局の使命・ビジョン・長期計画
2. 給水サービスの現況
3. 改善計画
 - (1) 水資源水道局の中期重点施策と重点分野
 - (2) 中期経営計画の実施における課題
 - (3) 中期経営計画の目標
4. 中期（2018/19-2020/21 年度）における主要な活動
5. 中期における財務予測

第 1 章では、既に策定済の水資源水道局の使命・ビジョンおよびマスタープラン、また技プロ活動で C/P と共有した水資源水道局の将来像について記載している。第 2 章の給水サービスの現況については、PIs の収集データから可能な範囲で現在の状況を把握し、第 3 章で改善の方向性と改善計画について示している。第 4 章では、各分野の主要な活動について記述している。第 5

章では、中期における財務予測を行っている。

(3) 中期経営計画の策定サイクル

中期経営計画の策定サイクルは、ミャンマー国の国家開発計画のサイクルが5年であることから、それに合わせた5年とすることとなった。ただし、現在運用されている国家計画は2016/17-2020/21年度の期間であり、そのサイクルに合わせるために第1次中期経営計画は2018/19-2020/21年度の3年間とし、その後5年のサイクルで策定することを提案し、了解を得た。策定サイクルを次図に示す。

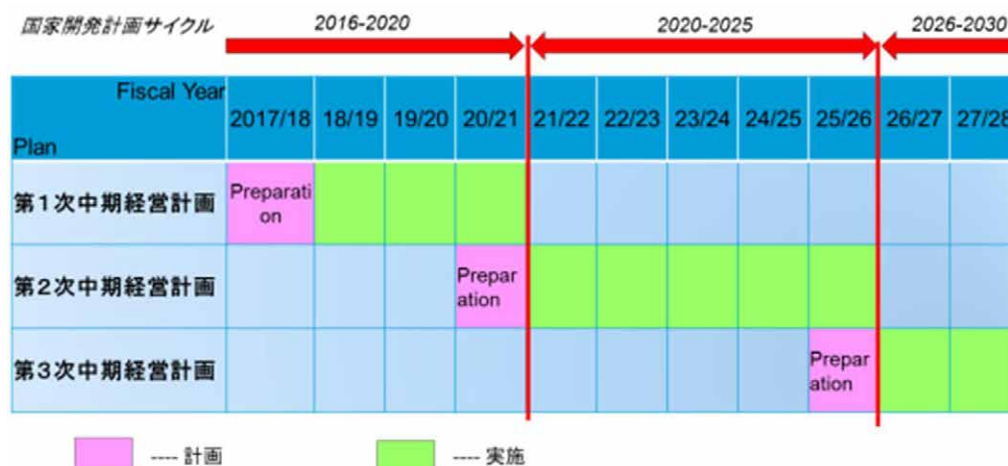


図 2-29 : 中期経営計画の策定サイクル

(4) 中期経営計画および年度計画の策定プロセス

策定プロセスは次のとおり。計画課が各関連部署に3年の中期経営計画提案書の提出を依頼する。各部署は同期間の活動リストとその費用、優先順位を付した提案を取りまとめ、計画課に提出する。一方で、財務課と共同で3年の推定予算額を算出し、その予算範囲内におさまるよう、計画課は全体の優先順位を考慮して活動リストを絞り込む。幹部との調整を経て、3年に予算を配分する活動や項目の選定を最終化したのち、S/Cの承認をもって、正式に中期経営計画として発効する。中期経営計画の策定プロセスを図 2-30 に示す。

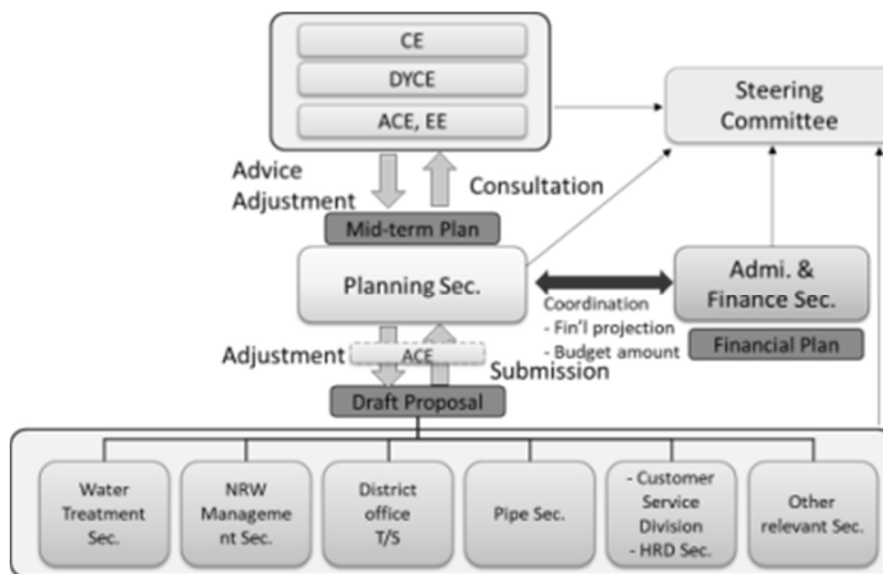


図 2-30：中期経営計画の策定プロセス

(5) 策定スケジュール

2017年度中に従来のミャンマー国の会計年度が変更された。今までは、期初4月～期末3月の会計年度のサイクルであったが、それが期初10月～期末9月と移行が決定された。それに沿って、中央政府は2018年4月～9月の6カ月間を移行期とし、暫定的な会計年度とした。

そのため、中期経営計画の1年目は2018年10月から開始することになり、第1次中期経営計画の対象期間は、2018年10月～2021年9月までの3年間となる。

中期経営計画の策定スケジュールもこのミャンマー国の会計年度変更に合わせ、2018年9月末を中期経営計画の策定目標とし、C/Pとの準備活動をすすめた。

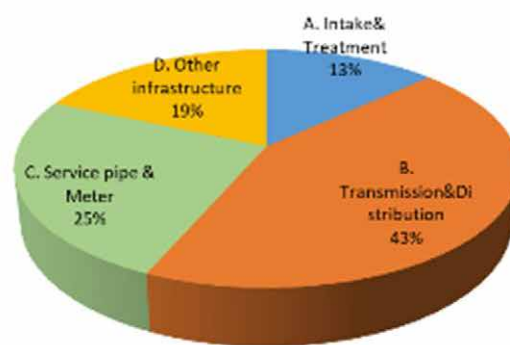
(6) 各部署からの中期経営計画案の整理・分類

第2期では、中期経営計画の策定にあたって、関連する部署毎に中期経営計画案の作成、計画課への提出を依頼した。計画課から事前にフォーマットを配布し、それに沿って必要な活動と優先順位、予算、人員配置などの情報を記入してもらった。

2018年6月～9月にかけて、計画課C/Pに研修を行いつつ、提出された各部署の中期活動計画案をC/Pがリストに整理し、活動計画案を以下の項目に沿って分類した。

表 2-56：活動の分類項目

中期重点施策による分類		活動の分野による分類	
1	無収水削減	A	取水・浄水施設
2	給配水管路の修繕・更新	B	送配水施設
3	規則類の策定	C	給水施設・装置
4	顧客サービスの促進	D	その他
5	水道料金の増加および料金体系の改訂の検討		
6	無償給水/違法接続の削減		
7	水資源保全		
8	塩素消毒による飲料可能な水供給の促進		
9	人材育成の促進		
10	水処理技術の改善		
11	組織の再改編		
12	水道施設整備（浄水場、管路、給水接続）の促進		



各部の中期経営計画活動案（左）

活動案の分野による分類（右）

図 2-31：中期経営計画活動案

(7) 予算額の設定

財務課からの財務情報を基に、計画課および財務課の C/P とともに予算額の設定を行った。水資源水道局の現行の会計制度に沿って、①営業的支出額、②資本的支出額について設定を行った。

①営業支出額については、過去の予算執行額、予算の増加率、中期で新たに発生する支出額を基に、3年間の予算額を推定した。②資本的支出については、過去の予算執行額を1) ODA プロジェクト関連費と2) それ以外の YCDC 関連費に分類した。1) ODA プロジェクト関連費は、円借款プロジェクトの計画に沿って将来予定される費用がある程度正確に把握することが可能であり、これらの費用は 100% 予算によ

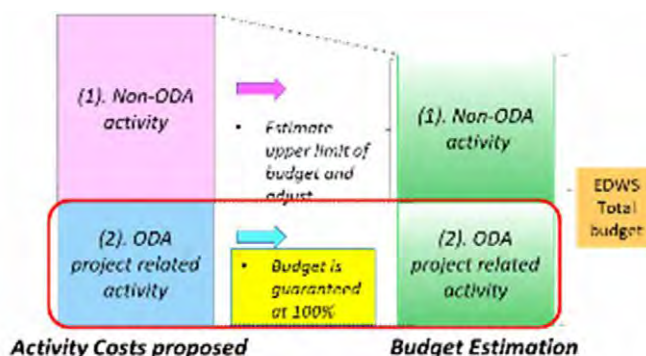


図 2-32：資本的支出の予算額算定概念

て確保されるという前提で予算額を計上した。2) YCDC 関連の資本的支出額については、過去の予算執行額、予算の増加率、新たに発生する支出額を基に予算額を算定した。

新たに発生する費用は、主なものとして円借款プロジェクトでの YCDC 負担工事費用やラグンビン浄水場の一部稼働にともなう人件費、薬品費、電気費などを計上している。

(8) 水需要予測に係る研修

中期経営計画の策定にあたって、水資源水道局の管轄地域において将来的な水需要を予測し、既存施設および新規施設整備による水供給と水需要のバランスを確認する必要がある。そのため、計画課 C/P を対象に上記の研修を実施した。研修概要を次表に示す。

表 2-57：水需要予測に係る研修概要

年月	対象	研修人数	研修概要
2018年4月2日 ～4日	計画課 C/P	延べ16名	<p>研修目的： 1) 水需要予測の算定フローを理解する、2) 既存の資料・データを基に、水需要量を再計算し確認する、3) 施設整備計画を基に算定する水供給量と比較し、需給バランスを確認する、3) 結果を中期経営計画の戦略的な策定に反映させる</p> <p>内 容： 「マスタープラン調査(JICA2014)」の策定後、ヤンゴン都市圏の人口予測値がアップデートされてきていることから、最新の人口予測値を基に各 T/S 毎に給水人口を再算定した。具体的には、①ミャンマー国政府によるセンサス調査(2014)、また②「都市圏開発計画のための情報収集調査(ドラフトファイナル)(JICA2014)」による人口予測の見直しが行われていることから、これらの数値を基に再計算を行った。</p>
2018年6月14日 ～15日	計画課 C/P	延べ9名	<p>内 容： 4月研修の継続を実施した。 ①ミャンマー国政府によるセンサス調査(2014)、また②「都市圏開発計画のための情報収集調査(ドラフトファイナル)(JICA2014)」による人口予測を基に、給水人口の算定、マスタープラン調査のとの違いを確認した。その後、原単位である一人当りの水消費量を基に、算定フローに沿って全体の水需要量を算定し、マスタープラン調査時の水需要量と比較を行った。</p>
2018年7月30日 ～31日	計画課 C/P	延べ10名	<p>内 容： 水資源水道局が供給可能な水資源量をマスタープラン時から更新し算定した。算定した中期の水資源量を4月、6月研修で求めた水需要量との比較を行った。 算定した水資源量および水需要量のデータを基に、2つの異なるデータを一つのグラフに表すグラフ作成の演習をエクセルで行った。</p>

水需要量の算定フローを次図に示す。

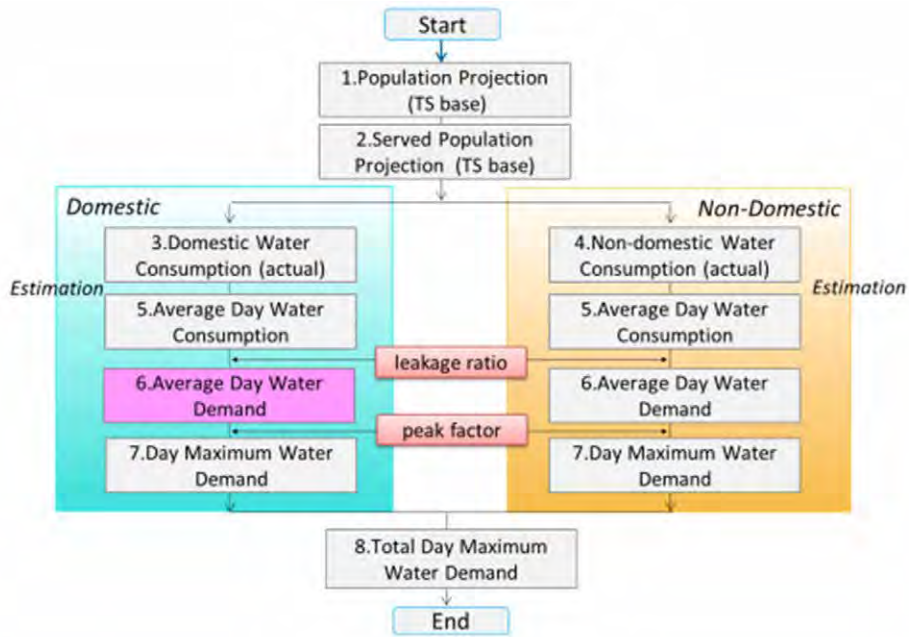
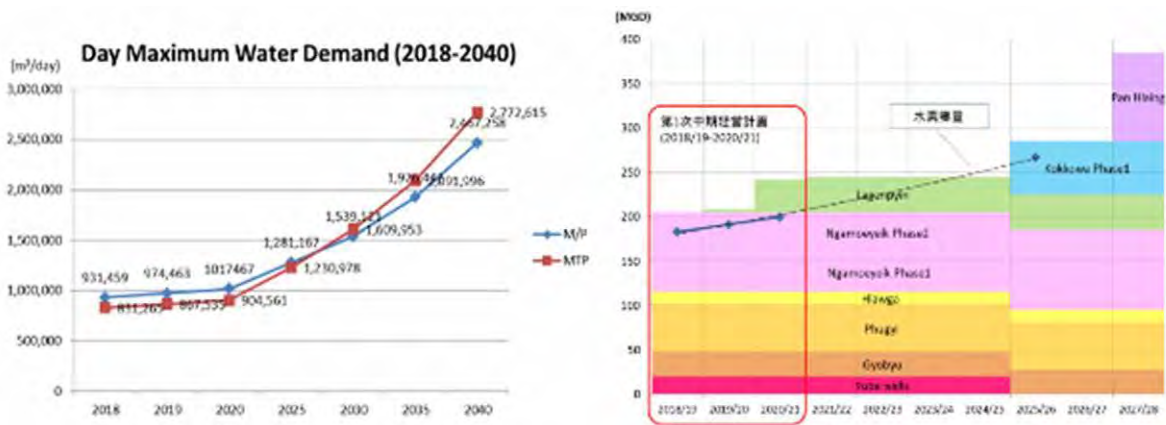


図 2-33 : 水需要量の算定フロー



日最大水需要量 (マスタープラン、中期経営計画)

水源量と水需要量

図 2-34 : 水需要供給計画



写真 2-31 : 水需要予測に係る研修 1



写真 2-32 : 水需要予測に係る研修 2

(9) 中期経営計画における活動のスクリーニングおよび選定

活動のスクリーニングおよび選定にあたっては、基本的に次の方針に沿って行った。

- ① マスタープランの目標達成との整合性
- ② 中期重点施策との整合性
- ③ すべての ODA 関連活動、
- ④ ④提案された活動の優先度・重要度

計画課 C/P が方針に沿って最初に活動のスクリーニングおよび選定を行い、その後ドラフトの活動案を基に水資源水道局幹部と協議を行った。選定にあたっては、中期経営計画の1年次である2018/19年度から順番に選定を行い、年度毎に設定した予算額に収まるよう選定を行った。



図 2-35：活動の選定方針

各部署から提案された活動の資本支出合計額は、予算の概ね 1.5 倍超であったため、選定の過程において、第1年次に希望していた活動が第2年次以降に移動したり、中期における活動対象から漏れた活動も存在した。活動の選定フローを次図に示す。

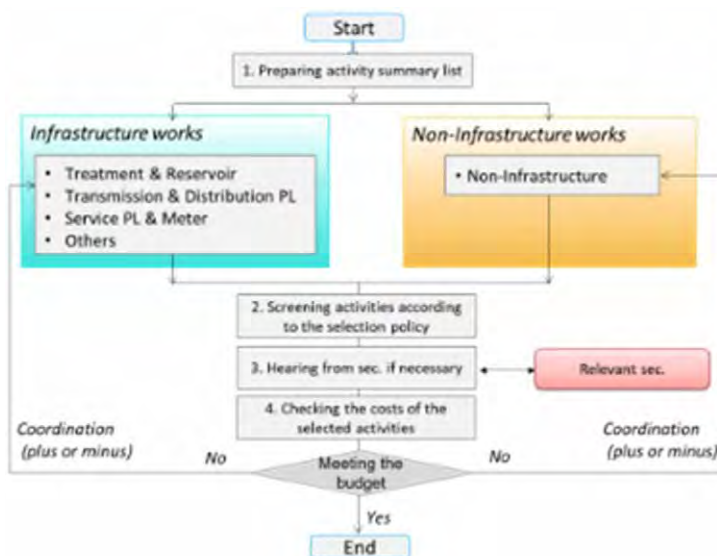


図 2-36：中期経営計画における活動選定フロー

(10) 中期経営計画の承認と職員への周知

第1～6回のS/Cでの一連の発表、討議、調整を経て、2018年10月5日の第6回S/Cで中期経営計画の最終的な承認をCEから得た。2018年10月10日には、「水資源水道局（WRAWSA）の中期経営計画（2018/19-2020/21年度）の最終化」をテーマとする第6回JCCを開催し、C/Pから中期経営計画の概要について発表・討議を行い、水資源水道局の本庁を中心とする職員には広く周知することができた。

中期経営計画の全編（英語およびミャンマー語）約150部と小冊子（ミャンマー語のみ）300部

を製本した。

2019年1月28日には、T/S事務所および地域事務所を対象とする中期経営計画に係るセミナーを開催し、改めて内容についてC/Pおよび専門家から発表を行い、いままであまり計画策定の過程に参画する機会がなかったT/S事務所および地域事務所の職員に理解を深めてもらい、周知した。発表にあたっては、出先であるT/S事務所の活動に特にかかわりが深い活動およびPIsに重点をおいた。また、職員の理解を深めるだけでなく、市民に対しても計画に基づいて事業運営を行っていることをアピールすることで、説明責任を果たすことができることを伝えた。同時に、製本した全編および小冊子を各事務所に配布し、参加していない職員にも共有し、周知を図るよう促した。



写真 2-33: 中期経営計画 本編および小冊子



写真 2-34 : 中期経営計画セミナー

1-9-2 組織経営に係る5年活動計画の実施の一環として、優先的な活動を開始する

2018年10月から中期経営計画の対象期間が始まり、水資源水道局は選定された優先的な活動を順次開始し始めた。2021年3月現在、第1次中期経営計画の第一年次(2018/19年度)、第二年次が終わり、第三年次(2020/2021年度)の活動に入っている状況にある。プロジェクト活動としては、第一年次の活動結果を基に、以下の活動を行った。

(1) 第一年次(2018/19年度)の経営管理指標の算定

モニタリングの最初のステップとして、第一年次(2018/19年度)の水資源水道局のパフォーマンスを確認するため、経営管理指標の実績値の算定を行った。2019年10月から2020年4月まで、同年度のデータ収集、確認・修正する作業に費やした。また、算定した第一年次(2018/19年度)の指標値を、中期経営計画策定時(2016/17年度)の指標値と比較を行った。

2016/17年度および2018/19年度の水道事業サービスに係る経営管理指標値を次表に示す。

表 2-58：中期経営計画 経営管理指標値の比較（2016/17 年度および 2018/19 年度）

Sq/N	Symbol	Indicators (指標)	Unit (単位)	FY2016/17 (実績)	FY2018/19 (実績)
1. Water Supply Service					
1	S1	Service population (給水人口)	'000 inhabitants	1,392	1,928
2	S2	Total connections (総接続数)	Nb.	327,285	342,364
3	S28	Service coverage rate (給水普及率：人口ベース) (給水普及率：世帯ベース)	%	30.1	42.4 (40.9)
2. Production & Transmission					
4	PT4-4	Daily average total production (日平均水生産量)	m ³ /day	761,255	795,909
3. Distribution & NRW					
5	D17	NRW (無収水率)	%	—	63.0
6	D23	The number of repaired pipe breaks per pipe length (1kmあたりの管路破損修理数)	Repaired Nb. /km/year	0.28	0.32
4. Water Quality					
7	Q7-1-1	Compliance ratio of monthly water test in water facilities (turbidity) (水道施設における月次水質検査(濁度)の基準適合率)	%	69.0	89.2%
8	Q7-5-2	Compliance ratio of monthly water test at tap water in TS (Residual chlorine) (T/S 給水栓における月次水質検査(残留塩素)の基準適合率)	%	—	—
5. Sales & Collection					
9	C15-3	Operating metering ratio (by total connection) (正常メータ普及率)	%	—	72.9%
10	C20-2	Collection ratio in amount (料金徴収率(金額))	%	72.7	101.6%
6. Finance					
11	F5	Operating ratio (Operating cost coverage) (経常収支比率(経常支出リカバー比率))	%	63.7	68.1
12	F9	Average revenue per m ³ sold (供給単価(売水に対する))	Kyat/m ³ water sold	98	132
13	F12	Unit operational cost for water sold (給水原価(売水に対する))	Kyat/m ³ water sold	173	194
7. Administration & Human Resource					
14	H8	Training period*number of trainee/Total staff (職員一人あたりの延べ研修日数)	Person*day	2.9	1.4
15	H11	Total staffs number/1000 connections (1000 接続あたりの全職員比率)	person/1000 conn.	7.4	6.9

出典：水資源水道局 PIs データシート

(2) 経営管理指標のモニタリング結果

中期経営計画では、3年間の各年次におけるモニタリング目標値を設定している。2021年4月以降は、第一年次(FY2018/19年度)の実績値とその目標値を比較し、各パフォーマンスのモニタリングに係る研修をC/Pに行った。2021年10月頃には、概ね収集データの再確認、修正など終わったことから、C/Pとともに算定に係る指導と比較を行った。

中期経営計画では、16指標をモニタリング指標として選定、目標値を設定している。その内、策定当時に信頼性のあるデータが得られなかった給水普及率と無収水率については、目標値を設

定していない。モニタリング指標値の内、12 指標については、経営管理指標（MKPIs）と同じ指標を採用しており、4 指標は経営管理指標（MKPIs）にない指標を設定している。

目標値を設定した 14 指標のモニタリング結果をみると、全職員数、総接続数は若干目標値よりも実績値が低かった。給水原価はほぼ計画値と同じであったものの、料金徴収率、供給単価、経常支出リカバリー率、管路延長（新設/修繕・更新）等については計画値を上回った良好なパフォーマンスであることが確認できた。

新規及び修繕・更新の管路延長は当初目標値よりも大きく上回った。特徴的なのは、料金徴収率が大幅に改善されてきている点である。これは CE がその重要性を認識し、各 T/S に積極的に料金徴収の徹底を図った効果があらわれたものと考えられる。なお、同率が 100% を上回っているのは、前年から繰り越された未納金の回収金額も含んでいるためである。

2 年次（FY2019/20）も年度が終了しており、2 年次のデータの取りまとめ、精査について C/P が作業を継続していたが、2021 年 2 月のミャンマー国の政情不安のため、C/P との活動は中断している。

表 2-59：中期経営計画 計画目標値と実績の比較

Symbol	Indicators (指標)	Unit (単位)	FY2016/17 (実績値)	FY2018/19 (実績値)	FY2018/19 (中期経営計画目標値)
S2	Total connections (総接続数)	Nb.	327, 285	342, 364	345, 232
S28	Service coverage rate (給水普及率: 人口ベース)	%	30.1	42.4	No setting
D17	NRW (無収水率)	%		63.0	No setting
Q7-1-1	Compliance ratio of monthly water test in water facilities -treated water- (turbidity) (水道施設(処理水)における月次水質検査(濁度)の基準適合率)	%	69.0	89.2	74.0
C20-2	Collection ratio in amount (料金徴収率(金額))	%	72.7	101.6	75.4
F5	Operating ratio (Operating cost coverage) (経常収支比率(経常支出リカバリー比率))	%	63.7	68.1	53.8
F9	Average revenue per m ³ sold (供給単価(売水に対する))	Kyat/m ³ water sold	98	132	103
F12	Unit operational cost for water sold (給水原価(売水に対する))	Kyat/m ³ water sold	173	194	192
H8	Training period*number of trainee/Total staff (職員一人あたりの延べ研修日数)	Person*day	2.9	1.4	1.39
H11	Total staffs number/1000 connections (1000 接続あたりの全職員比率)	person/000 conn.	7.4	6.9	6.0
経営管理指標 (MKPIs) に含まれていない中期経営計画モニタリング指標					
PT1	Resource Capacity (供給可能水量)	MGD		205	205
		m ³ /day		932, 000	932, 000
C19-1	Water Volume Sold	Mil m ³ /year		112	116
D2-7	New Pipeline Extension (新設管路延長) Pipe Rehabilitation/Replacement (修繕・更新管路延長)	km		237	158
		km		94	83
H2	Total Staff Number (全職員数)	km		2, 172	2, 244

出典：水資源水道局 PIs データシート

1-10 COVID-19 感染拡大に対応するための支援活動を行う

新型コロナウイルスの感染拡大により、2020年4月以降、日本から遠隔により本プロジェクトを継続実施した。国内業務として以下の活動を実施した。

番号	成果	追加の活動
1	1	水道事業運営基礎講座の教材を作成した（付属資料 CD8）
2	1	PPP 教材を作成した（付属資料 CD9）
3	1	顧客サービス課の将来構想（案）を作成した（付属資料 3. E）
4	1	啓発活動教材を作成した（付属資料 CD7）
5	全体	国内支援委員会の技術資料を作成した（付属資料 CD10）
6	全体	技術移転活動記録を作成した（付属資料 CD11）
7	1	料金設定のガイドブックを作成した（付属資料 2. B）
8	1	水道条例（案）の改善と実施を支援した
9	1	顧客サービス課の将来構想（案）の実施を支援した
10	1	延長期間における新型コロナを含む啓発、情報発信を継続した
11	2	無収水管理に関するオンライン研修用資料を作成した（付属資料 CD4）
12	3	塩素消毒施設の運転指導を継続した
13	3	ラグンピン浄水場の運転指導を継続した
14	3	学会に提出する研究論文（水質管理）を作成した
15	全体	遠隔会議の実施と月報作成を継続した
16	全体	各活動の深化に関するガイダンスを継続して実施する
17	1	JICA 事務所が実施する啓発活動の支援した

2.2.2. 成果 2 : YCDC の無収水管理能力が向上する

2-1 無収水管理ユニットを設置する

2-1-1 無収水管理ユニットを設置する

第2回 JCC 会議(2016年8月24日)にて、無収水管理ユニット（以下、無収水管理課）が設置され、2017年1月に専任11名を含む計16名が無収水管理課職員として任命された。

2-1-2 無収水管理ユニットの職務分掌を規定する

第1期に開催された第1回 JCC において 合意された無収水管理課（NRW Management Section）の組織図および業務内容を図 2-37 と表 2-60 に示す。しかしながら、職務分掌外の業務である管路計画、設計、工事も無収水管理課が実施している。今後、職務分掌に従い、無収水対策の計画と管理を着実に遂行できる体制づくりが必要である。

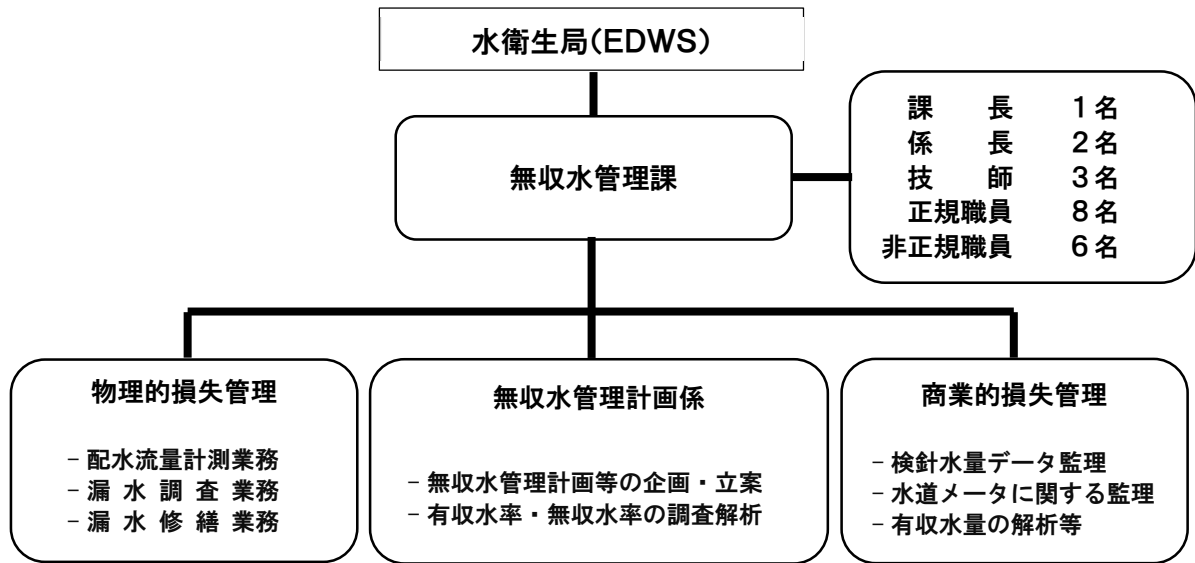


図 2-37：無収水管理課（NRW Management Section）の組織

表 2-60：無収水管理課の業務内容

係	チーム	業務内容
無収水管理計画モニタリング		<ul style="list-style-type: none"> ● 有収水率、無収水率の調査・解析 <ul style="list-style-type: none"> - 有効有収水量、有効無収水量 & 無効水量等の調査解析 ● 無収水管理に係る各種調査の企画立案 ● 無収水管理計画の立案と進捗のモニタリング <ul style="list-style-type: none"> - 無収水管理のための5カ年および10カ年の活動計画を作成する。 - 定期的に計画の進捗をモニタリングし、必要に応じて改定を行う。
商業的損失管理		<ul style="list-style-type: none"> ● 毎月の検針水量データの不適正検針値のチェックと原因究明及び住民の移動に伴う料金徴収の是正(顧客データ管理) <ul style="list-style-type: none"> - 各 T/S の検針値のチェックを行い、不適正と想定される水量値について T/S 担当者への確認を行い、原因の究明と共に是正指導を行う ● 各 T/S 毎の水道料金徴収率の調査 <ul style="list-style-type: none"> - 毎月の検針水量データを基に水道料金の徴収率と未徴収の理由について確認を行い徴収方法等について検討し指導する ● 水道メータの状態を分析し、その結果を基に改善案を T/S に指導する ● 毎月検針水量データの確認による四半期単位の有収水率の解析 <ul style="list-style-type: none"> - 毎月収集される検針水量データや漏水量を基に有収率&無収水率の解析を行い四半期毎に情報を開示する
物理的損失管理(漏水)	配水流量計測チーム	<ul style="list-style-type: none"> ● 主要配水系統の流量計測 <ul style="list-style-type: none"> - 送配水課 (Transmission & Distribution Section) が行う市内主要配水系統単位の定期的な配水流量の定点計測(超音波流量計)データを基に必要水量に対する供給水量等のバランス等の解析を行うと共に無収水管理計画・モニタリング係に情報の提供を行う ● 流量観測モデル地区の設定 <ul style="list-style-type: none"> - 使用水量や漏水量及び漏水修繕後の流量の変動を観測し、市内各地区における無収水量を推定するための参考となるデータの収集解析を行う
	漏水調査チーム	<ul style="list-style-type: none"> ● 目視による漏水パトロールと漏水探知機による計画的な漏水調査 <ul style="list-style-type: none"> - 年間漏水調査計画を策定する。昼間の目視による漏水探査や漏水探知機を用いた夜間調査方法を各 T/S の技術者対し研修センターでの

係	チーム	業務内容
		トレーニングによる指導研修を行った後、現地での実践的な指導を行う
	漏水修繕チーム	<ul style="list-style-type: none"> ● 漏水箇所の修繕指示&立合い <ul style="list-style-type: none"> - 漏水が確認された箇所について各 T/S 担当部署へ修繕の指示を行うと共に必要に応じて立合いや技術指導を行う ● 漏水箇所の修繕 <ul style="list-style-type: none"> - 必要に応じて漏水箇所の修繕工事を行い、計測された漏水量を無収水管理計画・モニタリング係へ報告を行う ● 漏水修繕用機材の保管・提供 <ul style="list-style-type: none"> - 漏水修繕に必要とされる各種工具・機材等を常備し、必要に応じ機材の提供を行う

2-2 無収水管理にかかる情報収集・データ整備を行う

2-2-1 無収水に関する基礎情報収集、現状調査を行う

(1) T/S 業務実態調査

ヤンゴン市内における給水状況について調査を行うべく、YCDC が直轄している 33T/S の中、YCDC の給水が行われている 31T/S の水資源水道局支所を訪問し調査を行った。調査では、C/P が調査内容を理解し参加しやすいよう表 2-61 に示す T/S 調査票を作成し、C/P と共に調査を実施した。この調査においては、以下の項目の調査を行った。

- 給水使用戸数
- 給水時間
- 供給水系
- 水道管の布設状況
- 漏水修繕等に関する維持管理体制
- 水量検針体制
- 水道料金の体系別による使用の状況等

各 T/S への訪問調査を計 3 回実施した。調査を重ねた理由としては、初回の調査時において T/S 側の警戒感から現実的な課題を把握することができなかったことにある。その後、訪問を重ねることにより各 T/S が直面している現状や技術的な課題（工具類の不足、技術力不足）及び顧客メータの使用水量検針業務が毎月確実に行われていないなどの実態が明確になった。これらの課題改善に向け、隔月検針や T/S への工具配置などの提案を行った。訪問調査時に明らかになった給水状況、技術的課題、本プロジェクトで取り組みを表 2-62 に示す。

表 2-61 : T/S 用無収水調査票

ヤンゴン市水衛生局タウンシップ支所・現状業務調査										作成者	赤沼	
タウンシップ名	Kyautada		対応者名	バン・イー・ビュー・レイ・チュエ			性別	男 ()		給水普及率	平均使用水量	徴収率
人口	29,796		調査日時	2015/9/21 AM/PM			14:00~15:30			%	41.3m ³ /戸・月	89.80%
世帯数	6,109		※人口、世帯数は2014年度ミャンマー国勢調査数による									
給水戸数	※a 7,506		料金徴収額	有収水量計			無収水量計	合計		Word面に月末に検針を行い翌月7日までに徴収する方法と、 月末に当月分の検針時に先月分を徴収する方法を併用		
徴収戸数	6,738		18,181,564Kyat/月			115,826.0m ³ /月	780m ³ /月	16,586m ³ /月				
	給水内訳	徴収	未徴収	料金区分	用途別徴収額・率&検針水量		水量	使用水量率	料金額徴収方法			
					徴収額	収入率 (%)	m ³ /月	%				
一般	2,073			88K/m ³ × m ³ + 100K	3,277,614	18.0	34,890.0	29.9	配水系統			
一般	3,935			フラットレート 1,800K/月	7,083,000	39.0						
一般	0			フラットレート 3,000K/月					検針員 6名			
商業	646			110K/m ³ × m ³ + 100K	3,083,400	17.0	27,444.0	23.5				
外国人	0			440K/m ³ × m ³ + 1000K					7 箇所			
ホテル	18			880K/m ³ × m ³ + 1000K	3,714,000	20.4	42,184.0	36.2				
学校	7			88K/m ³ × m ³ + 100K					地下水探水施設			
病院	1			88K/m ³ × m ³ + 100K	914,020	5.0	10,315.0	8.8				
行政	55			88K/m ³ × m ³ + 100K					ポンプ AM 7:00~AM 12:00, PM 3:00~PM 7:00 稼働時間 AM 00:00~AM 00:00, PM 00:00~PM 00:00			
行政	3			110K/m ³ × m ³ + 100K	109,530	0.6	993.0	0.9				
行政	0			フラットレート 1,800K/月					計 9.0 H 水益率 25.59%			
スタッフ	0			88K/m ³ × m ³ + 100K								
寮	0			88K/m ³ × m ³ + 100K					給水時間			
軍	0			フラットレート/居住人数								
寺院	0			88K/m ³ × m ³ + 100K					24H AM 00:00~AM 00:00, PM 00:00~PM 00:00 AM 00:00~AM 00:00, PM 00:00~PM 00:00 24H給水地域であるが口中は供給量不足のため使用不可			
寺院	0			メータ取付有 Max 40mm, 20"			760.0	0.7				
VIP	0								計 29,637m ³ /M			
公共積	0											
長期不在	0	717		メータ有 630戸、フラット87					計 6,738 750 調査中は2,230戸			
計	6,738	750			18,181,564	100.0	115,826.0	760.0				

※a: 給水戸数には、取出し管が設置されている長期不在家屋は含むが、現在調査中の長期不在家屋は含まない。
 ※: 平均使用水量の算出においては、有収水量÷(徴収戸数-フラット・レート戸数) とする
 ※: 徴収率は、(徴収戸数:給水戸数)とする

修繕記録の有無	有 ()	修繕件数	2 件/月
記録方法	○ YCDCフォーム	島本部への提出	
	○ オリジナル	() 無	
給水取付管の修繕方法	施工・YCDC施工	職人数	専・兼 1名
取付管修繕の根拠	材料・カスタマーが購入	給水取付管の修繕をYCDCが行うという規程は無い	

メータ交換件数	2 件/月
---------	-------

表 2-62: T/S 調査時のベースラインと本プロジェクトでの取り組み

調査項目	ベースライン	取り組み	本文参照先
給水状況	<ul style="list-style-type: none"> 不十分な水圧 時間給水 メータの破損、汚損 	<ul style="list-style-type: none"> 水理解析に基づく適切な管径決定 破損・汚損メータ調査 	<ul style="list-style-type: none"> 2-3-2 2-4-1(2)
技術的課題	<ul style="list-style-type: none"> 不適切な配管・接合による漏水の多発 不適切な漏水修繕 スパゲティ配管 	<ul style="list-style-type: none"> パイロットプロジェクトでのOJT 研修ヤードでの研修 	<ul style="list-style-type: none"> 2-3-9(6)-(14) 2-5-6
	<ul style="list-style-type: none"> 検針不能箇所へのメータ設置位置 	<ul style="list-style-type: none"> パイロットプロジェクトでのOJT 	<ul style="list-style-type: none"> 2-4-7(1)
	<ul style="list-style-type: none"> 図面作成能力不足(精度の低い管路図) 	<ul style="list-style-type: none"> 測量・地形図作成 完成図作成 	<ul style="list-style-type: none"> 2-2-2(4) 2-3-9(11)-(12)
	<ul style="list-style-type: none"> 漏水情報を記録していない 	<ul style="list-style-type: none"> 漏水修繕記録フォーマットの作成(無収水管理課が管理) 	<ul style="list-style-type: none"> 2-3-1(3)
	<ul style="list-style-type: none"> 不適切な検針 	<ul style="list-style-type: none"> 検針負荷低減に向けた、隔月検針の提案 	-
修繕作業等に 必要な工具等 の不足	<ul style="list-style-type: none"> T/S が必要な工具を保有していない 	<ul style="list-style-type: none"> 必要な工具リストを作成、提案した。WRAWSA が工具購入し、各 T/S に配置済 	-

(2) ヤンゴン市の給水現状調査内容

- a) 水資源水道局が保有している 2015 年 7 月期の顧客管理データと T/S の調査情報を基にヤンゴン市における給水使用状況（居住者数は 2014 年に実施された国勢調査データに基づく）について解析を行い調査時点における給水普及率や料金徴収率や平均使用水量等について算定を行った。主要な調査結果のまとめを表 2-63 に示す。
- b) 市民が申請する給水管工事に関する工事申請～工事許可～施行～工事完了検査～給水使用開始に関する手続きや諸費用の納入、及び関連する基準などの調査を行った。調査により確認された業務フローを図 2-38 に示す。
- c) 水資源水道局が実施している配水管整備工事に関する企画立案～基本計画～実施設計～工事費内容審査～工事概要の審査～施工～完成検査などの業務フローや関連する規準等について調査を行った。調査により確認された業務フローを図 2-39 に示す。

表 2-63 : ヤンゴン市 T/S 別給水人口等調査情報

No	Town ship	Population	House hold num ber (A)	Water Supply num ber (B)	Speed (B/A) %	Collection rate (C/B) %	Use water supply (m ³)	Average (m ³)	Revenue (m ³)	Supply rate (%)	Pagoda	UN-collected facilities	Repair n/year	Pressure (Mpa)	Supply Time	Grand Water						
						Collected fee (Kyat)	Fat	0 veral	Each house	Revenue	Supply rate	IP	Tank	Absence	Total							
						run ber	0	0 veral	Each house	Revenue	Supply rate	IP	Tank	Absence	Total							
1	Dagon North	203,883	42,658	12,353	29.0%	10,920	0	190,890.0	17.6	16.1	87.5%	6	4	0	1,523	1,533	1,676	300	0.030	24H	0%	
2	Dagon East	165,518	33,943	4,198	12.4%	4,038	0	64,412.0	10.5	18.4	96.2%	0	0	0	160	160	60	0.020	12H	33.7%		
3	Dagon South	371,579	76,869	16,132	21.0%	6,303	0	42,480.0	10.2	8.7	79.6%	5	21	0	9803	9,829	60	0.015	12H	32.6%		
4	Thingangun	209,301	43,549	16,051	36.9%	13,689	0	256,383.0	18.7	18.1	76.0%	103	6	0	2253	2,362	2,500	0.015	24H	3.7%		
5	Daw bon	74,394	14,405	2,935	20.4%	2,074	102	23,438.0	11.9	9.7	69.0%	0	0	0	861	861	72	0.003	24H	%		
6	Mingaladon	332,520	66,231	7,343	11.1%	6,963	97	403,253.0	58.8	22.7	25.8%	46	0	0	334	380	120	0.120	24H	0%		
7	Northdokkaipa	332,869	64,876	38,542	56.3%	33,666	5,084	518,519.0	18.0	15.0	62.4%	219	0	0	316	2141	2,676	300	0.210	24H	%	
8	Southdokkaipa	160,956	32,745	16,393	50.1%	13,477	1,183	235,840.0	19.2	17.3	72.8%	100	16	0	159	2641	2,916	600	0.020	24H	18%	
9	Tam we	165,348	35,268	31,226	88.5%	27,770	5,518	537,784.0	24.2	21.0	56.3%	108	1	0	3347	3,456	240	0.018	24H	0%		
10	Mingale Taunggyunt	132,209	25,916	19,394	74.8%	16,439	4250	424,317.0	34.8	25.3	39.3%	140	1	0	2814	2,955	240	0.018	24H	2%		
11	Pezangung	48,245	10,195	9,472	92.9%	8,253	3,137	123,395.0	24.1	16.9	38.2%	51	1	0	1167	1,219	1,296	24	0.012	24H	0%	
12	Thakaya	220,447	45,364	7,665	16.9%	6,175	1,670	98,980.0	22.0	17.5	51.8%	55	1	0	47	1387	1,490	60	0.021	24H	1%	
13	Shwe pyi tha	343,270	73,900	1,361	1.8%	1,357	0	88,051.0	64.9	24.2	20.0%	4	0	0	0	4	50	0.060	24H	0%		
14	Inech	305,670	61,692	10,911	17.7%	8,980	40	329,430.0	36.8	34.1	62.7%	84	16	0	1,830	1,931	240	0.030	24H	18.5%		
15	Mavangone	198,038	38,737	10,107	26.1%	9,212	577	408,270.0	47.3	32.9	35.2%	73	0	28	0	794	895	480	0.015	24H	%	
16	H line	160,018	32,751	7,735	23.6%	6,497	1,051	190,576.0	35.0	24.6	55.5%	45	0	0	1,193	1,238	120	0.013	24H	6.5%		
17	H linehaya	686,827	148,695	2,642	1.8%	1,724	0	117,406.0	68.1	27.6	19.0%	51	4	0	10	853	918	180	0.003	24H	2.1%	
18	Borahung	40,849	8,352	8,237	98.6%	5,887	2,164	109,882.0	29.5	17.4	26.5%	34	1	0	2,315	2,350	36	0.013	24H	2.1%		
19	Kam gyut	84,368	16,262	2,940	18.1%	2,993	1,538	41,116.0	54.5	28.1	15.4%	7	33	0	29	578	647	36	-	4H	%	
20	Kyiny naine	111,566	23,041	1,630	7.1%	1,515	743	12,178.0	15.8	14.1	34.7%	6	4	0	105	115	183	60	0.060	6H	%	
21	Kyaikada	29,796	6,109	7,506	122.9%	6,738	3,935	115,826.0	41.3	18.8	18.0%	33	0	0	717	750	760	24	0.009	24H	25.6%	
22	Bahan	96,703	17,414	11,728	67.3%	9,635	1,548	373,284.0	46.2	26.3	33.2%	361	28	33	3	1,668	2,093	420	0.045	3*12H	0.03%	
23	Yankh	70,992	14,617	10,503	71.9%	9,669	3,304	352,013.0	55.3	30.5	18.7%	56	3	5	0	770	834	16,065	300	0.300	24H	%
24	Dagon	25,563	4,610	2,571	55.8%	1,927	842	47,887.0	44.1	29.9	19.9%	34	3	0	0	538	575	6,798	24	-	24H	71.1%
25	Sangchaung	99,772	20,753	3,519	17.0%	2,887	1,765	37,030.0	33.0	29.4	34.1%	48	0	0	20	406	474	145	0.007	2*7H	%	
26	Ahn	55,412	10,983	2,639	24.0%	2,300	1,111	38,564.0	32.4	21.3	34.2%	7	0	0	0	332	339	24	0.010	8H	2%	
27	Lern adam	47,123	8,639	7,137	82.6%	6,124	2,979	74,777.0	23.8	17.2	28.6%	28	3	0	0	751	782	103	0.007	1H	3%	
28	Le tha	24,926	4,470	6,184	138.3%	4,983	2,417	53,407.0	20.8	15.0	25.1%	23	5	0	1,541	1,569	144	30	0.003	24H	71.4%	
29	Peabandan	33,264	6,564	8,001	121.9%	7,940	3,735	88,401.0	21.0	18.2	26.7%	60	1	0	0	873	934	3,006	60	0.006	24H	57.5%
30	Dak	173,376	37,905	3,916	10.3%	3,709	0	54,308.0	14.6	14.0	89.3%	24	1	0	25	182	232	1,271	360	0.015	6H	100%
31	Sekkan	2,815	412	0	0.0%	0	0	0.0	0	0.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	%
32	Sekkvi/knara	33,978	7,727	0	0.0%	0	0	0.0	0	0.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	%
33	Dagon Sekkan	167,346	37,887	0	0.0%	0	0	0.0	0	0.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	%
	at	5,209,541	1,073,609	288,971	26.9%	243,244	48,790	5,452,097	28.0	19.9	42.9%	1,811	153	66	610	43,877	46,517	35,803	7,525	(Mpa)		

水資源水道局給水工事関連業務フローチャート

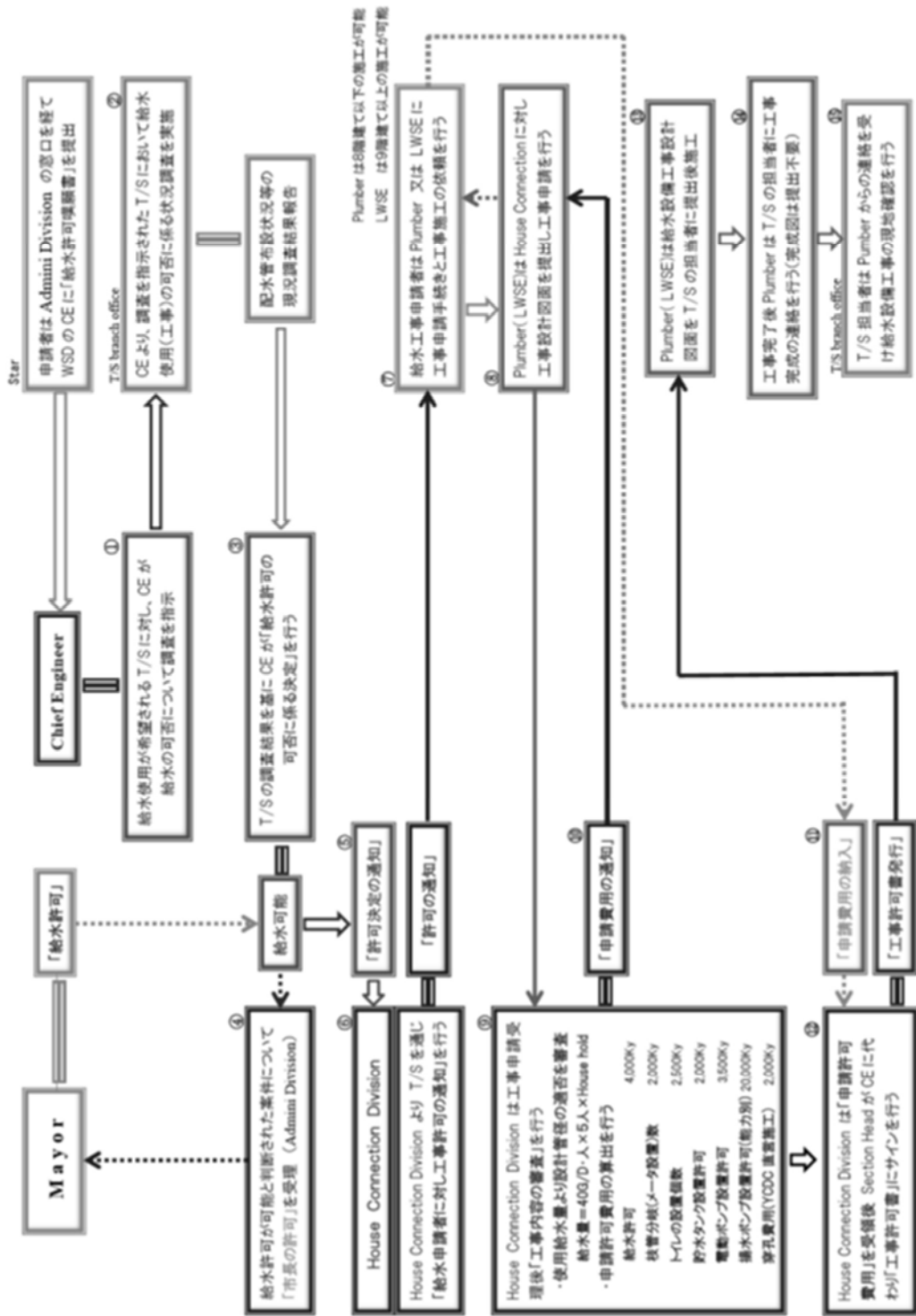


図 2-38 : 水資源水道局給水工事関連業務フロー

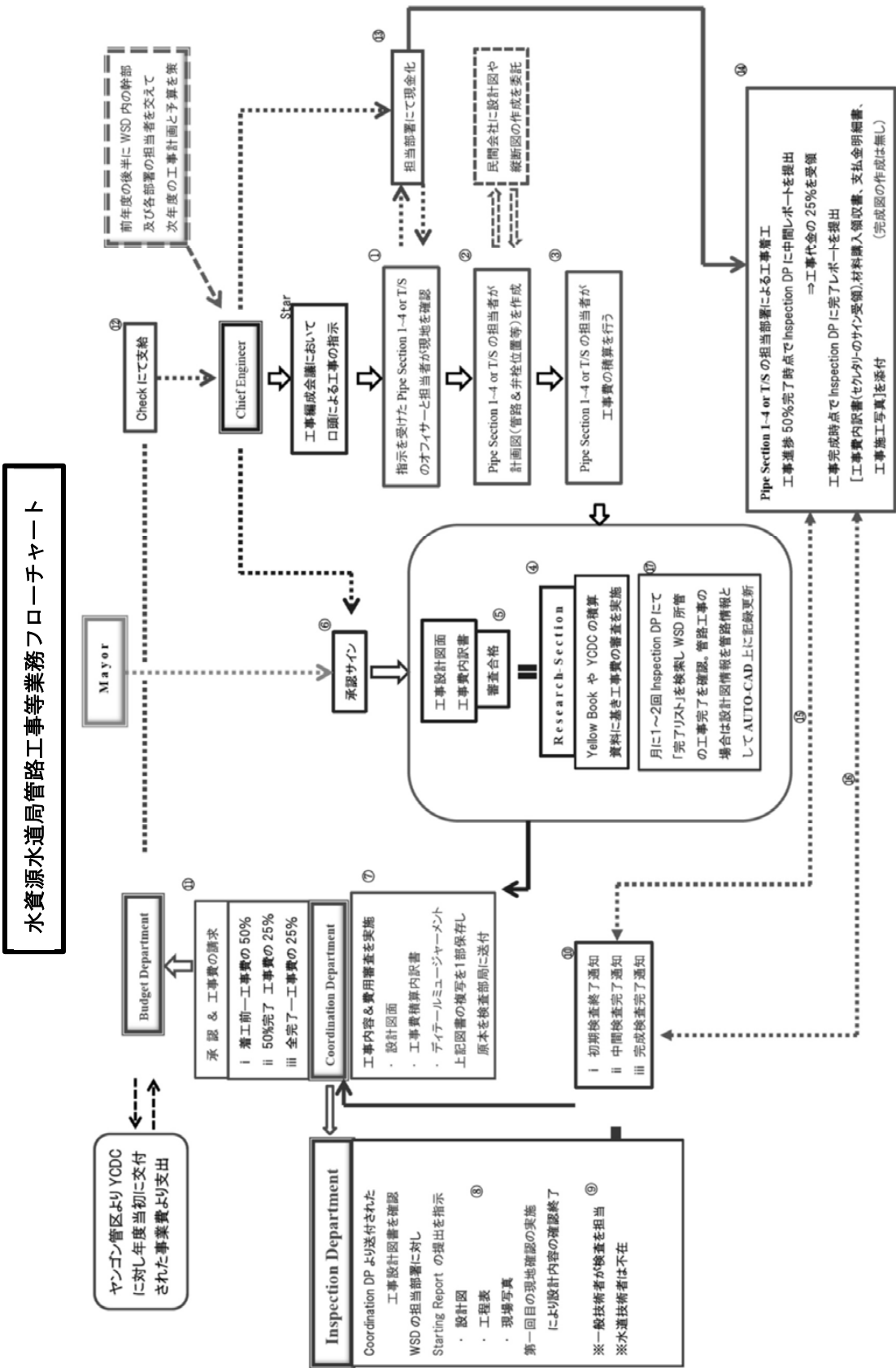


図 2-39 : 水資源水道局管路工事関連業務フロー

(3) 給水に関わる課題

a) 計画性のない管路整備に起因する時間給水の発生

水源から遠隔地となるダウンタウン地域においては、原則 24 時間給水区域とされながらも、地域給水の拠点となる配水池の未整備や供給管路の上流区域における無計画な分岐などにより、必要とされる水量が未到達となり必然的に時間給水となっている。また不足分の水量を補うために地下水を汲み上げ、地下水系の配管と貯水池系の配水管を直接連結(クロス・コネクション)している。

b) 投機目的での住宅建設による多数の長期不在家屋の存在

ヤンゴン市内全域において富裕層の一部により投機を目的とした住宅建設が行なわれており、建物の完成後も空き家の状態が続いている家屋が多数存在し、それら長期不在として給水使用が一時的に休止されている戸数が、約 43,800 戸に及ぶ。これらの居住者不在の実態が確認された住居については今後一時的に給水の供給停止を検討していく必要がある。

c) 寺院や仏教施設に対する確実性のない給水管理

約 1,800 余のパヤー（寺院）や仏教施設に対し水道水を供給しており、その大部分に水道メータが設置（YCDC による供与）されているが、近年建立された寺院のうちいくつかを除く大多数の寺院などに対し料金請求が行われていない。φ150mm の水道メータが設置されて観光客が多数訪れるなど相当の日使用水量が見込まれる著名な寺院についても定期的な水量検針が行われていないことも含め大部分の寺院に対する使用水量の検針が、水道料金が無料（Free of charge）であること、検針員の不足を理由に行われていない。また、検針水量については一般市民の区分である家庭用として報告されている。2016 年 4 月期より有効無収水量としてデータを区分するようにコンピュータ課に対し指導を行った。

d) 一部の特権階級への不公平なサービス供与

市内に VIP と称され特権を享受している居住者が 66 名存在しており、水道料金の未請求や当該居住建物に対して専用給水管（φ50mm 以上）により給水されている。改善に向けた指導が必要である。

e) 貯水池原水供給が誘発する顧客メータの機能不良

現在、ヤンゴン市に配水されている水道水の 50%以上が、ロウガ湖を含む 3ヶ所の貯水池から未処理のままの原水が供給されている。その原水に含まれている貝や小魚などの小動物や藻類などが供給水の中に混入し、末端となる顧客メータにまで到達することにより大部分のメータが、本来有している機能担保期間を待たずに適正な流量計測機能に不具合を生じさせている。そのため 2018 年に全 T/S における顧客メータの状態について調査を行った。その結果、既にメータの破損によりメータが取り外されていたものが全体の 2.7%、メータ機能が不良化し水量検針が不可能な状態のものが 8.8%、指針盤が汚損した状態となっており水量検針が困難な状態のものが 13.2%との調査結果となった。これらを合計すると全体の 24.7%のメータについて適正な水量検針が行われていないことになる。

f) メータの機能保全・確保に向けた規則の未整備

市内に設置されている水道メータの大部分は、顧客が給水使用時に独自に購入したもの

が多くを占めている。近年は YCDC が特定のメータを購入し、市民が新たに給水を開始する場合や既存メータの更新時においては、水資源水道局が各 T/S 事務所を通じて特定のメータを再販するシステムを運用しメータ機能の均一化に向けた活動を行っている。しかしながら、取付けられた後のメータの長期使用による機能不良の確認などを目的とした定期的な検定などは、これまでに全く行われていない。これらのことは、それらのメータにより行われている水量検針の確実性や適正な水道料金徴収に関わる重要な課題である。メータの所有権の在り方も含め適正な水量検針と料金の徴収に向け検討を行う必要がある。

g) メータ（給水管）口径別設置個数の未掌握

市民からの申請による給水工事の審査・承認については水資源水道局内の給水課が所管し、工事完了検査後の給水使用開始時のカスタマーIDの発行及び管理についてはコンピュータ課が所管している。しかし、ヤンゴン市内にこれまでに設置されている口径別のメータ設置個数については、水資源水道局のどの部署においても管理・掌握されていない。水道料金の従量料金制などへの移行の検討と共に給水管径より推計される適正流量値と、現在の検針水量より推計される有収水量との比較検討においても、口径別のデータは重要である。

(4) ドナーによる無収水対策プロジェクト

水資源水道局において実施されてきたドナーによる無収水対策（管理）プロジェクトの概要を表 2-64 に、対象地を図 2-40 に示す。これまでに 6 プロジェクトが完了しており、マヤンゴン T/S での無収水プロジェクトが実施中である。

水資源水道局では無収水管理に必要な基準や規則類が整備されていないため、布設された管の材質やメータは各プロジェクトで異なっている。本プロジェクトと水資源水道局の間で定められる基準と規則類は、今後実施される各ドナープロジェクトで適用されることになると考えられる。

また、水資源水道局にはこれまで無収水管理事業を担当する部署が存在しておらず、副 CE や ACE が担当者となりプロジェクトが実施されてきた。結果として、各ドナーから提供された資料や技術レポート等が集約されておらず、水資源水道局内で活用されていない。本プロジェクトで設置した無収水管理課がこれらの情報を集約する業務を担当する。

表 2-64：他ドナーによる無収水管理プロジェクト概要

番号	プロジェクト名	実施場所 (T/S)	完成年	ドナーおよび 実施組織	プロジェクト コスト	建設業務 請負業者	YCDC 担当者	接続数	更新管路延長 (km)	無収水率の削 減
①	ヤンゴン水供給システムリハビリテーションプログラム パイロットプロジェクト コンサルタント業務	ティンガン ジュン タムウエ	—	EGIS & WMI (フランス)	0.663 百万ユーロ	調査のみ実 施	—	—	—	—
②	ヤンゴン市上水道施設 緊急整備計画 - 42"φ 送水管交換 パイロットエリアおよび DMA 建設	ヤンキン	2016	JICA 無償資金 協力	10.389 億円	戸田建設	U Myo Thein	1944	8	70→8.2
③	ヤンゴン市 NRW 削減 DMA パイロットプロジ ェクト	インセイン	2016	マニラウオー ター 三菱商事	0.7 百万ドル		Daw Thawe Naing Oo	315	5.5	52→17.3
		南オカラバ						496	5.6	56→12.3
④	ヤンゴン市生活用水給 水アドバイザー (ヤンキン T/SNRW 削減 パイロットプロジ ェクト)	ヤンキン	2014	JICA 個別専門 家	161,679 ドル	YCDC	U Myint Oo	271	5.6	75→15
⑤	「ヤンゴン地域マヤン ゴン地区無収水低減計 画」(草の根・人間の 安全保障無償)	マヤンゴン	2015	日本企業 コンソーシア ム	610,317 ドル	YCDC	U Myo Thein	292	5	76.6→32
⑥	ヤンゴン市開発委員会 水道事業運営改善プロ ジェクト (本プロジェクト)	ヤンキン	2020	JICA 技術協 力プロジ ェクト	—	YCDC	無収水管理課	310	2.1	86.1→5.5
⑦	ヤンゴン市無収水削減 計画(事業・運営権対 応型無償資金協力)	マヤンゴン	実施中	日本企業 コンソーシア ム	—	YCDC	—	9686	10.1	半減
⑧	NRW 削減パイロットプ ロジェクト	タムウエ	—	フランス開発 庁	—	—	U Myo Thein	—	—	—

DMA: District Metered Area (配水量管理区画)

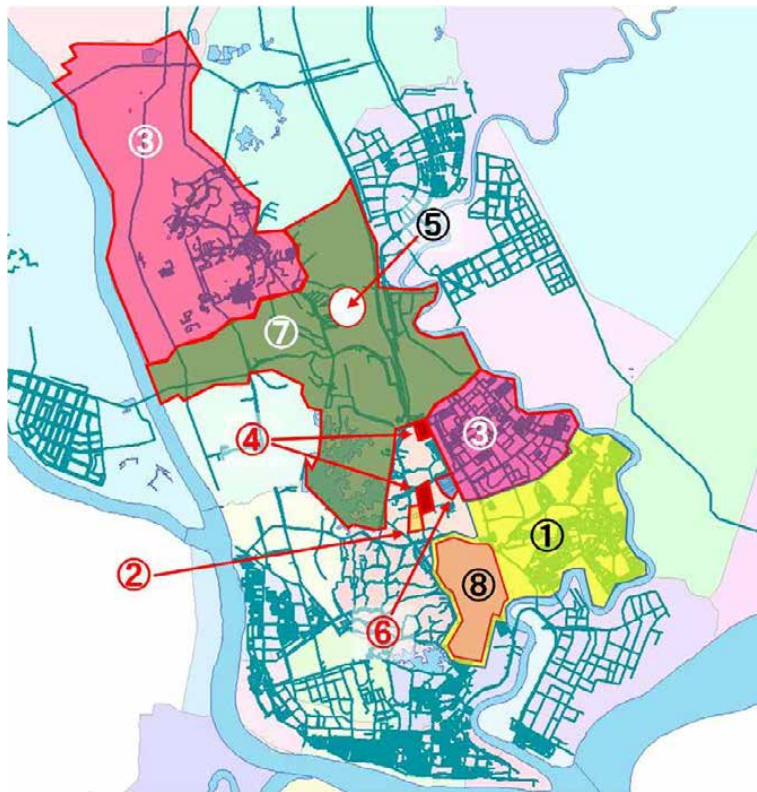


図 2-40：他ドナーによる無収水対策プロジェクトの位置

2-2-2 管網図の情報収集・GIS 整備を行う

(1) 管路情報の収集

C/P と共に、水資源水道局内に加えて、YCDC の Road & Bridge Department や City Planning & Land Administration Department に対してもヒアリングを行い、上水道管路とその基図となる道路・家屋(区画割)等の地図情報の整備状況を調査した。調査結果を表 2-65 に示す。

表 2-65 : YCDC における管路・道路・家屋(区画割)地図整備状況 (2015年9月時点)

No.	1	2	3	4	5	6	7	8		
名称	ブランチ管理 地図1	ブランチ管理 地図2	Drawings & Reseach Section 地図	松岡専門家 集約地図	水衛生局 GIS Section地 図	Egis GIS地図	Road & Bridge 地図	Land Admin 地図		
図面管理 場所&部門	EDWS Township (T/S) Branch Office(BO)		EDWS Head Office(HO)				YCDC Road & Bridge Dept.	YCDC City Planning & Land administration Dept.		
特徴	Branchでは最も活用されて いる。		・左記のBO管理 地図をHOで AutoCADを用 いて作成・修正 したもの。 ・年に1回、BO の概略竣工図を 元に更新。 ・BOへ再配布し 活用されている。	・No.1,2等BOの 情報を統合したも の。 ・凡例と縮尺は統 一されている。 ・最新情報は手書 きで加筆されている。 ・精度は特に確認 していない。	・No.3情報に基 づき、GISで統合 したもの。 ・Zone1とZone9 については Kokkowaチーム がBOへ確認済 み	・AFD x Egis プロジェクトに て整備。 ・詳細な給水 設備情報を整 備しつつある。	・電子データは ないとのこと。 ・9月に紙図面 の管理状況に ついて追加調 査を行います。	・航空写真を元 に職員がGIS上 で区画整理図 を作成しつつあ る。		
管理ソフトウェア	Adobe Photoshop	紙ベース (No.3の図面を 手書きで修正 し活用)	AutoCAD	手書き+AutoCAD	ArcGIS	ArcGIS	なし (紙ベース)	ArcGIS と QGIS		
整備エリア	(例) Mayangone T/S	(例) Tamwe T/S	ヤンゴン全域	ヤンゴン全域	ヤンゴン全域	Thingangyun, Tamwe,Thake ta T/Sの一部		33T/S中27T/S で下記の区画 整理図を整備		
精度	低 ・口径違い ・管路抜け ・バルブ抜け	低	低 ・年に1回更新 ・口径違い ・管路抜け ・バルブ抜け	確認され ていない	(推測) 中(Zone1,9) 低(他エリア)	(推測) 高		低 ・現場検分なし		
縮尺	T/SBO毎異なる		T/SBO毎異なる	統一	GISシステムにより統一			GISシステムに より統一		
データ コンポー ネント	水道 施設 顧客 情報	管路 位置	送水管	○	○	○	○	○	×	
			配水管	○	○	○	○	(属性は口径のみ) ○	○	×
			給水管	×	×	×	×	×	○	×
			消火用管	×	×	×	×	△(一部)	×	×
		管路 属性	口径	○	○	○	○	○	○	×
			材質	×	○	×	○	△(未入力)	○	×
			布設年度	×	×	×	△	△(未入力)	○	×
		付属 設備	バルブ	×	○	○	○	×	○(推測)	×
			空気弁	○	×	○	○	×	×	×
			消火栓	×	○	○	○	×	○	×
		施設	配水池	○	○	○	○	○	○	×
			井戸	×	○	○	△	○	○	×
	BP		×	○	○	○	○	○	×	
顧客 情報	給水栓	×	×	×	×	×	○	×		
	家屋	×	×	×	×	×	○	×		
他	道路地図	×	○ (DPS社より)	○ (DPS社より)	○ (GoogleMap)	○ (DPS社より)	○ (Open Street Map)	×		
	家屋形状図	×	×	×	×	×	×	×		
	区画整理図	×	×	×	×	×	○ (No.8 YCDC Land Admin)	○		
	航空写真	○	×	×	×	×	×	○ (World Imagery)		
	データ座標系	×	×	×	×	WGS84	WGS84	WGS84		

注:表中 No. 8 について、一部のエリアでは家屋形状図を作成している。表中 No. 3 は1年毎に更新されて

毎年度末には、各 T/S 所長が図面課 (Drawing Section) (現 Design Section (設計課)) にて実施される管路情報の更新作業に同席し、施工された管路情報を確認の上入力しているが、水資源水道局では布設工事後に完成図を作成していない。このため図 2-41 に示すような縮尺に基づいていない計画概略図(サンプル)を基に布設後の管路を入力しており、図面課にて入力されている管路情報の精度は低い。

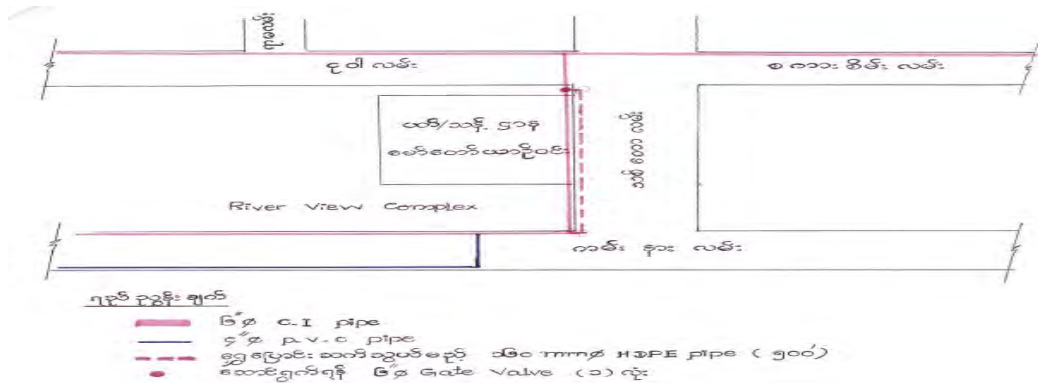


図 2-41 : 水資源水道局の AutoCAD 管路図更新の際に用いられる計画概略図(サンプル)

2016年6月～7月に、GIS 課は電子データの精度向上を図るため、表中 No. 4 の情報を No. 5 の ArcGIS データに手入力し、その後全 T/S 所長に対し確認した結果も ArcGIS データに入力した。手順上は No. 1～4 の情報が No. 5 の ArcGIS に集約されていることになるが、口径の大小を問わず管路の埋設位置や弁・栓類等の付属設備に関する位置情報の精度は依然低く、特に管路と管路の接続に関する情報の精度が低い(管路が繋がっていない)。

水資源水道局が自己資金で配水管路を整備したシュエピタ T/S については、2016年10月～12月に工事計画図を基に No. 5 の ArcGIS データに追加入力し、工事終了後に T/S 所長へヒアリングを行った後、完成後のデータへと修正した。ただし、この修正も T/S 所長の記憶によるものなので精度は低い。当面水資源水道局はこれら複数の地図情報を参照しながら業務を行うが、No. 5 の ArcGIS データを“WRAWA-GIS”とし、水資源水道局の管路情報の中核に据え、今後改善指導によりルール化される布設工事後の完成図を基に随時更新する方針を定めた。

(2) 管路情報の収集

無収水管理課では各 T/S の過去の漏水修繕記録の収集を行っており、今後も漏水修繕記録の管理を実施する予定である。後述「2-3-1 (3)」に記す通り、現在2つの T/S について漏水修繕位置マップを作成した。これらの漏水修繕情報については無収水管理課が管路図や GIS 上に入力し、GIS 課が WRAWA-GIS へ統合する。引き続き全 T/S を対象に漏水マップを作成していく必要がある。

(3) 今後の GIS 整備について

無収水管理課ではプロジェクト工事後に工事完成図を作成する予定である。後述「2-3-2 (13)」に記す通り、ノースオカラパ地区のプロジェクト工事の完成図を作成中である。またヤンキン地区のプロジェクト工事の完成図は手書きドラフト版の作成が完了した。今後は、水資源水道局が独自に実施する工事でも継続的に工事完成図を CAD で作成することとしており、現在は GIS 課がこれらの完成図 CAD を WRAWA-GIS へ格納していくこととした。

GIS 課職員が WRAWA-GIS へノースオカラパ地区とヤンキン地区のプロジェクト工事の完成図を元に新設管の位置・情報(口径や管材質)を入力に着手したことを専門家が確認したが、入力作業の完了及び専門家による精度チェックは政情の不安定化により未確認・未実施である。

(4) パイロット地区における管路情報の収集

以下に示す手順でパイロット地区における管路情報の収集を行った。

1) 管路図の収集

図面課保有の管路図(AutoCAD 形式)、統一縮尺管路図(前 JICA 長期派遣専門家による収集図面)及びヤンキン T/S の技術者へのヒアリングを行い、パイロット地区の既存管路の情報を収集した。

2) 現地踏査

収集データに基づき C/P と共に現地踏査を実施し、試掘や目視により既存管路の位置・口径・管種を確認した。

3) 現地測量

正確な管路図作成の基図となる道路形状(道路内構造物&官民境界線)について、後述「2-3-2(1)平板測量」に示すように現地測量を実施した。GIS への取込み作業に備え、各ポイントでの 1/500 の縮図による現地測量結果を統合し、図 2-42 に示すパイロット地区の基図を作成した。



図 2-42 : パイロット地区の基図 (現地測量に基づく道路形状及び土地区画)

4) 試掘

路上から確認できない埋設管については、上記 4 か所を含めてパイロット地区の主要地点 7 箇所で試掘を行い、管路の接続状況を把握した。試掘結果例(試掘 No. 3)を図 2-43 に示す。

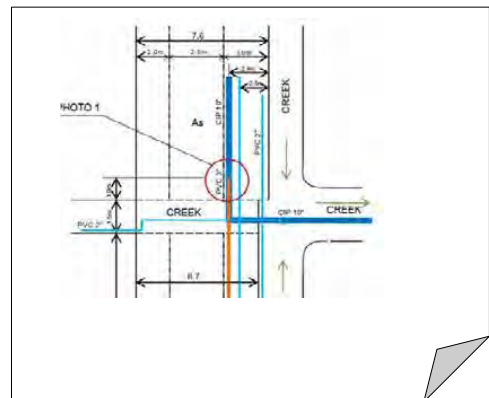
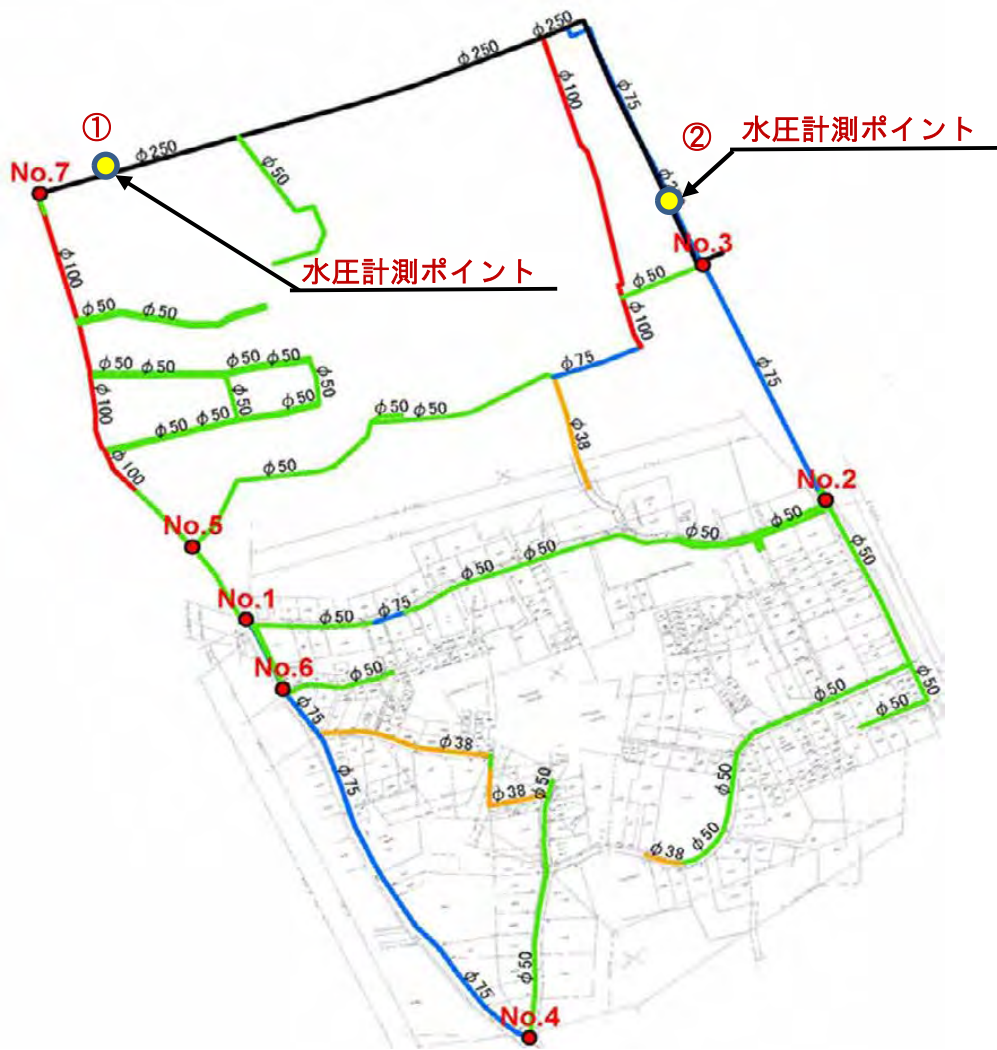


図 2-43 : 試掘位置と試掘結果例(試掘 No. 3)

(5) GIS 整備

収集した管路情報を、後述の「2-3-2 (7)」GIS 研修を兼ねて、GIS 上に整備した。後述の「2-3-2 (2)」の DMA (District Metered Area (配水量管理区画)) 設計作業は、この GIS データを用いることにより、PC 上で効率良く行うことができた。GIS 整備の手順は以下の通り。

1) 道路基図(紙ベース)の作成

現地測量結果を基に道路形状及び区画割図を作成し、そのイメージデータを GIS へ取り込

む。

2) 道路・土地区画情報の入力

取り込んだイメージデータを GIS 上でトレースし、管路図の基図となる道路形状と区画割り情報を入力した。

3) 収集した管路情報の入力

現地踏査と試掘調査の結果を元に、既存管の位置と口径を前記の基図上に入力した。

2-2-3 顧客管理データベースの整備を行う

(1) GIS を活用したパイロット地区における顧客情報管理

現在水資源水道局において行われている顧客情報の管理は、各 T/S による住民台帳を基に作成された顧客管理台帳と、コンピュータ課が管理している顧客データベースにより行われている。

第 1 期では、DMA (流量管理地区) の設計作業で必要となる将来水需要の算出や顧客メータの精度検定結果の評価のため、パイロット地区において各戸訪問調査を行い、土地区画別に顧客情報を整備した。

各戸訪問調査では、顧客か否か、顧客水道メータの状況を調査した。整備した顧客情報図 (GIS) を図 2-44 に示す。



図 2-44 : パイロット地区の顧客情報図

(2) GIS を活用した今後の顧客管理データベースについて

YCDC が自己資金で配水管整備事業を実施したシュエピタ T/S については、前述の通り管路情報を GIS を用いて整備したが、顧客情報についても同様に土地区画図を作成し、顧客 ID と住居 No.

を入力後、GIS で管理している。水資源水道局は、今後はシュエピタ T/S 以外についても同様の土地区画図を GIS で整備していく予定である。

パイロットプロジェクト地区の顧客データベースを GIS で整備した。全市的には、現在、本プロジェクトの成果 1 で顧客管理データベースシステムを整備し、顧客管理情報の電子化を進めている（1-3-3 参照）。ただし、GIS では整備していない。

2-2-4 管路図・顧客データベース管理のための標準手順書（SOP）を作成する

管路図の整備や顧客データベース管理のための整備要領については、マニュアルを策定した。GIS 課の業務品質の確保のためには SOP の策定が不可欠であることから、GIS 課の職員と打合せを行い SOP を作成した。紙ベースのものを基に、顧客情報も含めて GIS 課が WRAWSA-GIS へ入力した。この作業を基に、SOP を作成した。作成した SOP の例として、管路布設工事完成図を WRAWSA-GIS へ格納する作業の SOP を表 2-66 に、また管路設計検討用のデータを GIS 課から設計課へ提供する業務を想定した、水理解析モデル作成作業の SOP 例を表 2-67 に示す。

表 2-66 : GIS 課の SOP 例（完成図の入力）

Standard Operating Procedure				
SOP No.	GIS-OP1-W01		GIS Section, Engineering Department (Water and Sanitation)	
[Name of the procedure]		[Work category]		
Input of distribution pipes of as-built drawings into GIS		Making as-built drawings		
[Outline of the procedure]		[Software]		
OP1: Asbuilt Drawings into GIS OP2: Design Drawings making and converting into GIS OP3: Leak repair record into GIS		- ArcGIS 10.2		
		[Folder]		
			-	
Work step		Key point to work		
1	For the input operation method, refer to Manual "GIS+EPAnet Operation Manual".			
2	Enter the position and shape of pipe / valve into GIS based on as-built drawings. (Make sure to enter the <u>plan view</u> from directly above.)		Be sure to refer to the as-built drawings that has been approved by pipe section, T/S office or NRW management section.	
3	If the position and shape of the existing pipe and road are different, correct it in GIS.			
4	If you remove the valve, be sure to check with pipe section or T/S office.			
5	Connect the new pipe and the existing pipe with one node.			
6	Enter the attribute information for pipes and valves.		Refer to page 134 of "GIS+EPAnet Operation Manual" for the recommended attribute information list.	
Formulation		Amendment		
Date	15th, Dec., 2020	Date	Approved by	Modification
Prepared by				
Approved by				

表 2-67 : GIS 課の SOP 例(設計課向け水理解析モデルの作成)

Standard Operating Procedure				
SOP No.	***(#1/1)	GIS Section, Engineering Department (Water and Sanitation)		
[Name of the procedure]		[Work category]		
Converting the data from ArcGIS into EPA-net.		Making a hydraulic analysis model for pipe design		
[Outline of the procedure]		[Software]		
		- ArcGIS 10.2 - shp2epa.exe - Node-Matching Ver1.0.exe - EPA-net 2.0 - Microsoft Excel		
		[Folder]		
Work step		Key point to work		
1	Making SHP-file and DBF-file of pipe data from the ArcGIS.	ID of pipe should be unique.		
2	Converting the data from SHP-file into EPA-net.	Utilizing shp2epa.exe.		
3	Converting the data from line-data into network-data of the EPA-net.	Utilizing Node-Matching Ver1.0.exe. Launch the software in situation that "SmallBasicLibrary.dll" is in the same holder.		
4	Setting diameter and length according to the DBF-file.			
5	Setting customer demand on each node.	If according to the 2025 or 2040 of the M/P, population growth and increase of water consumption(m ³ /cpd) are required as analysis condition.		
6	(Selecting suitable diameter)	Pressure should be secured within the YCDC water pressure standard.		
Formulation		Amendment		
Date	15th, Dec., 2016	Date	Approved by	Modification
Prepared by				
Approved by				

2-3 物理的損失（漏水、越流等による損失）改善のための人材育成及び活動モデルを構築する

2-3-1 現状分析及び段階的な対応策の検討を行う

(1) 漏水の原因

1) 設計

現状の水資源水道局の設計業務は、CE の指示の下、各担当部署（パイプセクション、T/S）が実施している。図 2-45 に水資源水道局が現在作成している設計図を示す。現在作成されている設計図は、縮尺によらないフリースケールで描かれており、管の埋設位置や関連する付属施設等の位置が明確に判断出来ない図面となっている。

配水管整備工事等に使用される材料については、材料の使用選定等に関する基準がなく、また、十分な予算が確保されていないことや、設計・施工担当者の技術的な知識不足により耐久性や耐圧性、耐荷重性に乏しい材料も多用されている。現在ヤンゴン市内で行われている配水管整備工

事等においては、PVC 管や HDPE 管などの使用管材において、管厚が小さく強度が不足している材料の使用も多く見受けられた。これらは漏水の原因となりうる。

2019 年の中頃に HDPE 及び PVC の樹脂管については管材の ISO 品質基準値においてそれまでの PN6.3bar クラスの管材使用から PN10.0bar クラスの管材使用へと水資源水道局の内部基準が改められた。

また、送配水ポンプ所内の配水池からの越流水が確認されているが、これらについては越流管設備の見直しを行い、循環設備等による有効な水利用の対策が必要と考えられる。

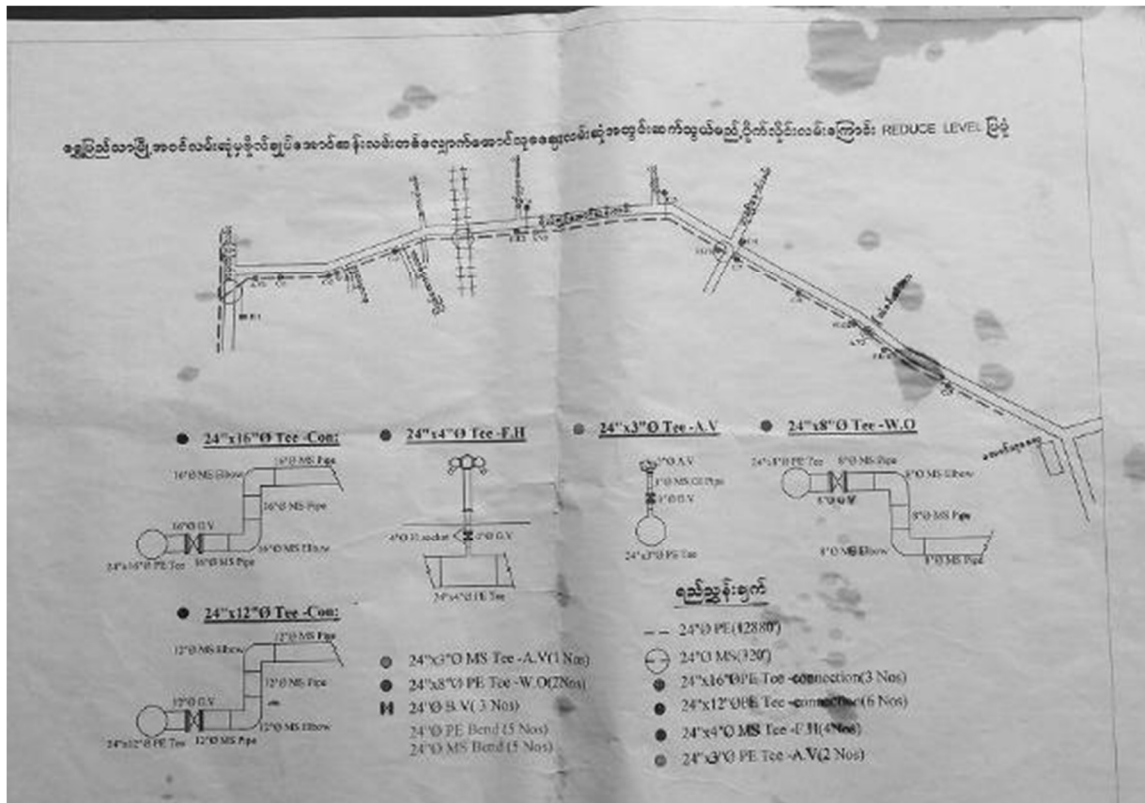


図 2-45：配水管整備工事で使用しているフリースケール図面例

2) 施工

水道水を供給するための管路は、水道事業者が計画・施工を行う送・配水管や付帯設備等の施工と、需要家が給水を使用するために設置する給水設備とに大別される。ヤンゴン市においては、両設備の計画や建設・施工等に関する規則や基準等が整備されておらず、施工後の記録も残されていない。管路の施工不良は漏水の原因となり得る。これらのことから、水資源水道局及び YCDC の関連部署との協議を行い必要とされる「施工基準」や関連する SOP などの整備を行う必要がある。また、水資源水道局内の各部署において今後各種の基準やマニュアルなどの作成に関わる責任体制を明確にし、組織間において計画的な事業運営が可能となる努力も重要な課題となる。

a. 主要な水道施設の施工

JICA 支援により作成した 2040 年を目標年とした水道マスタープランを基に、現在、YCDC に対する各国からの資金協力や技術支援により事業整備が進められている。これらの基本的な技術力が YCDC に根付いて運用されていくまでには、相当の時間を費やすものと考えられ

る。これまでに行われてきた YCDC の直営による施工体制を改め、YCDC は基本計画・設計・監理に関する技術力を積極的に培う必要がある。一方、工事は必要な技術力を有する民間の工事業者への委託による施工体制への移行も今後の方針として見据え、機会の創出による官民双方の有能な技術者の育成を図ると共に、活用方法を見出していくことが重要な課題といえる。

水道設備に使用される管材料の選定に関する基準等についても、その用途に適した材料の選定等が容易に行える「材料選定基準」等を策定する必要がある。さらに、適切な施工方法を記した「配水管工事等標準施工書」などの策定も合わせて行い施工に関する技術の標準化と共に幅広い浸透を図る必要がある。

b. 給水設備の施工

水道水を供給するためには、配水管などの水道水を供給する側が建設する設備と供給を受ける側の需要家が設置する給水設備とがある。一般的に給水設備の設計・施工は水道事業者の許可又は認可を受けた水道工事業者が行う。ヤンゴン市においては、Plumber（配管工）や LWSE（Licenced Water Supply Engineer：YCDC の OB）といった名称が技術者に付与されているが、実際の技術力がどの程度であるかについては不明な部分が多い。

特に、配水管から分岐接続を行い、宅地内の水道メータまでの間に使用される材料の選定や施工方法が最も漏水の発生する頻度が高い部位であることから十分に留意する必要がある。しかし、現在は何の規則もないままに行われていることから、必要とされる「使用材料に関する基準」や「配水管からの穿孔分岐施工に関する標準手順書」等の策定を行う必要がある。

今後の課題として技術的な認定試験の採用などを検討し、官民を問わず一定の技術力を有すると認められる技術者に対し「施工技術者」としての資格を与え、水道技術者の社会的な地位を高めると共に、技術力に裏付けられた自信と誇りに満ちた多くの技術者を確保し高品質の水道を、官民一体となって構築する必要がある。

顧客の多くが敷地や建物の内部に貯水タンクを設けている。これは、十分な給水量と水圧を確保できないことに起因しているが、それらの貯水タンクの大部分に満水時の止水機構となるボールタップが取付けられていない。貯水タンクからの越流水はメータ下流側での発生事象であることから有効有収水量として位置づけられる。市内の給水普及率が低迷している要因の一つとして供給水量の不足が認められている現状においては、限られた水の有効利用の観点からこれらに対する有効な策を講ずる必要がある。今回これらの課題解決の参考とすべき「給水装置設計施工指針（付属資料 5.B 参照）」を全 T/S 所長との 2 度にわたる協議の上で作成した。

3) 検査

水資源水道局の検査体系は、外部局である調整局（Coordination Department）において設計図を基に工事の適正性と工事積算価格の妥当性について審査を実施後、検査局（Inspection Department）が現地において工事設計概要の着工前確認（前渡金支給の根拠）と中間検査及び工事完了検査を実施している。しかし、検査局には水道の知識を有する技術者が配置されていない。

工事完了検査では、現地での施工管路延長などの確認行為が実施されているが、「水圧試験」は実施されておらず、配管の接合不良や不良管材の使用などに起因する漏水の有無は確認していない。適正な配管の接合技術が確立されていない状況下で、多数発生していると推測さ

れる漏水の確認が通水前に実施されていないことは、無収水率の低減を妨げる主たる要因の一つと考えられる。「検査要領」の案（付属資料 5.B 参照）を作成し、CE や T/S 所長へ説明を行った。2019 年に管区政府からの指示により配水管整備工事などに関わる完了検査については管区政府が指名したコンサルタントが検査を行うこととなった。

4) 工事完成図の未作成

管路整備工事等の施工内容の記録図書であり、維持管理上の必需品となる「工事完成図」の必要性についての認識がなく、これまでに水資源水道局が行って来た管路整備工事等においては「工事完成図」が作成されていない。

埋設されている管路の位置情報については、調査課（Research Section）と GIS 課が「計画図」に表記されている管路情報を基にそれぞれ AutoCAD と GIS を用いて入力・管理を担当している。

現行の業務においては事業内容の変更に際し、「変更設計図」の作成や費用の再積算などを行うための手続きとなる「設計変更」処理が標準的なルールとして定められていない。また、変更「計画図」についてもこれまでの慣習から作成されることはほとんど無い現状が確認されており、現地の状況等により管布設位置等の著しい変更が生じても記録として反映されていない。工事完了後の情報ではなく、当初の計画管路情報のままデータが整備されており、管路図としての正確な情報の確保ができていないことから、漏水調査や漏水発生時などの維持管理業務や新たな管路整備計画等における基本データとしての有効活用が困難な状況となっている。

(2) T/S での漏水対応状況

31T/S への訪問調査で各 T/S 事務所の漏水発生時の対応（修繕方法、体制、保有工具等）について確認した。なお、Seikkyi Kanaungto T/S は未給水地区、Dagon Seikkan は調査時に WRAWSA の管轄外だったため調査を実施していない。無収水管理課設置以前は、水資源水道局に漏水担当部署がなかったため、漏水に関する情報が水資源水道局本庁に集約されていない。

漏水発見

配水管からの漏水は、市民からの通報、もしくは水資源水道局職員による発見による。しかし、市民の関心も低く通報の連絡先も周知されていないため、目視可能な漏水が修繕されないまま数日放置されている状況も数多くある。また、工事完成図がなく、管路図の整備が不十分なため、漏水箇所の特定が極めて困難である。

漏水修繕と記録の不備

配水管からの漏水の修繕は、6 インチ管までは各 T/S 事務所で担当している。T/S への訪問調査から、次表のとおり修繕と記録に関わる現状と課題が明らかになった。

表 2-68 : T/S における漏水修繕における現状と課題

項目	現状と課題
漏水修繕	<ol style="list-style-type: none"> 1. 標準的な修繕方法が確立されておらず、各 T/S 事務所で修繕方法が異なり、使用材料も統一されていない。 2. 漏水箇所にはラバー（ゴム）を巻きつけるといった、一時的な修繕だけを実施している事例が多数ある。 3. 漏水修繕に関わる予算措置がないため、適切な修繕材料が準備できない。 4. 各 T/S 事務所に漏水修繕担当者が 1~2 名程度在籍しているが、T/S 事務所での他業務との兼任者が多い。 5. 修繕に必要な工具・機材の整備が不十分。各 T/S には、パイプレンチ・鑿・ハンマー程度しか保有していない。 6. 修繕に必要な材料費用の負担については不明な部分が多い。 なお、一部 T/S においては大口径の配水管修繕も行っている。
修繕記録	<ol style="list-style-type: none"> 1. 共通の記録フォーマットが使用されていない。 2. 記録を取らないことがある T/S が多く、全く記録したことがない T/S もあった。 3. 漏水担当部署がなかったため、記録が担当の各 CE 補佐（ACE）に不規則に報告されている。 4. 漏水記録が活用されていない。

前述の通り、T/S 内における配水管からの漏水に係る修繕については水資源水道局の T/S 事務所の担当者が対応している。貯水池や浄水場、ポンプ場からの送水管や配水幹線に対する維持管理業務については、管路維持管理課 (Pipe Section) 1~4 の各課が地域ごとに管理を行っている。配置されている維持管理担当部門の従事職員数の総計は約 100 人となる。

管路維持管理課 1 (Pipe Section 1) : 55 名のスタッフが配置され、ジョビュー、フィジー、ロウガの各貯水池とニャンナピン浄水場からイエグーポンプ場までの送水管と北部地域の配水幹線の管理を担当している。

管路維持管理課 2 (Pipe Section 2) : イエグーポンプ場からインヤ湖の南側丘陵に設置されているコカイン貯水池までの間の送水管とその間の配水幹線の管理を担当している。

管路維持管理課 3 (Pipe Section 3) : コカイン貯水池の管理とコカイン貯水池からシュエダゴン貯水池までの管路や配水幹線の管理を担当している。

管路維持管理課 4 (Pipe Section 4) : 主にダウンタウン内に埋設されている配水幹線及び配水管の維持管理を担当している。



写真 2-35：水路の中に布設されている配水管の水中での漏水修繕

(3) 漏水修繕記録

第1期で実施したヤンゴン市内での漏水の状況調査では、漏水修繕記録が満足に作られておらず、どのような状況で漏水が発生したのか、どのように修繕したのかが分からないという課題が明らかになった。

1) 修繕記録の現状

水資源水道局での漏水修繕に関して、6インチ以上の大口径の送配水管を Pipe Section1-4 が担当し、6インチ未満の小口径の配水管を各 T/S が担当している。修繕の際には漏水に関する情報と、修繕に関する情報の記録を行うことになっている。各 T/S で漏水修繕の記録状況について調査を行った結果、福岡市の JICA 個別専門家が 2013 年に提案した漏水修繕記録フォーマットを使用し記録を取っている T/S がある一方で、独自フォーマットで記載している T/S があるなどの問題が確認された。2016 年には 16 の T/S が記録をつけ、2017 年は 19T/S が記録をつけていた。専門家の継続的な全 T/S へ漏水修繕記録の周知の働きかけにより記録環境が少しずつ改善されてきた。加えて、CE から全 T/S へ記録を取るよう指示が改めて出された。

2) 記録フォーマットの改定

2014 年以降、少しずつではあるが漏水状況・修繕状況の記録が蓄積されてきたことを受け、それら記録情報を集計し漏水原因の分析を始めた。従来のフォーマットに加え、いくつかの情報が必要になったため、漏水修繕記録のフォーマットを基に一部改訂を行った。現場での記録負担を減らすため、A3 サイズ 4 ページ構成から 2 ページに削減し、情報の統一化のためチェックマークを用いて記録できるよう工夫した。従来のフォーマットを図 2-46 に、改定した漏水修繕記録フ

フォーマットを図 2-47 に示す。また、従来は各 T/S で記録した漏水情報は地域事務所を経由して各担当 ACE へ提出されていたが、管理・活用はなされていなかった。そのため無収水管理課への提出を含むよう、図 2-48 に示すとおり業務フローの見直しを行った。

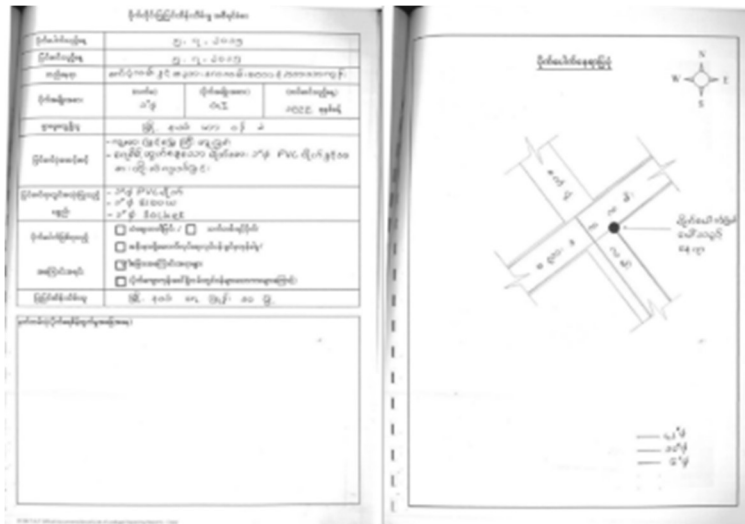


図 2-46 : 従来の漏水修繕記録 (JICA 個別専門家)

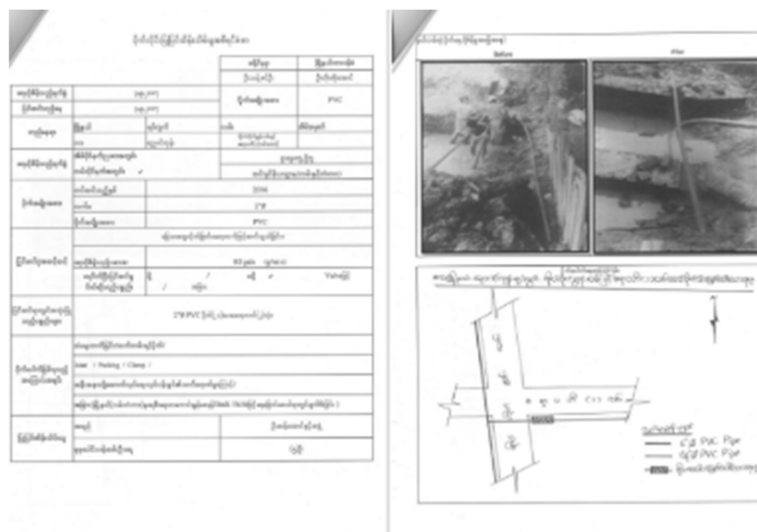


図 2-47 : 改定した漏水修繕記録

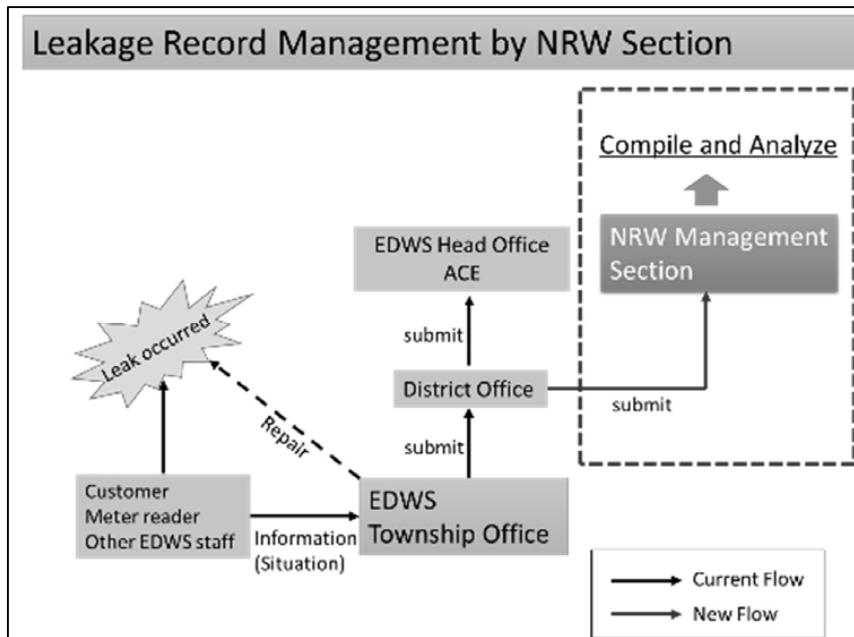


図 2-48：漏水修繕記録に係る新業務フロー

3) 漏水修繕記録の集計

T/S で記録してきた過去 2 年分（2015 年、2016 年）の漏水修繕記録を全 T/S から収集した。前述のとおり、共通の記録フォーマットを使用していない、記録を取る習慣がない T/S もあり提出は約 6 割程度であった。収集した全ての記録は無収水管理課によって集計用 Excel に入力を行った。作成した集計用 Excel を表 2-69 に示す。

表 2-69：漏水記録集計フォーマット

No.	Leakage Information											Repair Work Record											
	Date (Day/Month/Year)			Address				Leak Point				Leakage Factor	How to find	Repair Work									
	D	M	Y	Township	Street	No.	Road or Accommodation	Pipe information			Accessory (If leak from accessory)			Date (Day/Month/Year)	How to suspend water	Used material	Photo Record	Leakage volume (L/min)	Number of staff for repair work				
								Category	Material	Diameter		Pipe laying year	D							M	Y		
322	16	12	2015	Mingalra T.N.	Phoe Myay	TheraphyaBo Min Yang	Road	Service connection	GI	1"	2000	Other	Corrosion	YCDC staff	16	12	2015	Other	Earth Work Excavation, 1" OPVC Plug	Yes	4.0 L/min		
323	9	12	2015	Mingalra T.N.	Satsan	Satsan	Road	Service connection	GI	4"	1998	Other	Corrosion	YCDC staff	9	12	2015	Other	Cement, Gunny twine	Yes	5.0 L/min		
324	9	12	2015	Mingalra T.N.	Mingalra T.N.	Bo Min Yang Corner of So	Accommodation	Service connection	GI	2"	1990	Other	Others	YCDC staff	9	12	2015	Other	2" OPVC Plug	Yes	4.0 L/min		
325	26	10	2015	Mingalra T.N.	Mingalra T.N.	Min Min	Road	Service connection	PVC	1"	1998	Other	Others	YCDC staff	26	10	2015	Other	1" OPVC Plug	Yes	4.0 L/min		
326	7	10	2015	Mingalra T.N.	Mingalra T.N.	Corner of So	Road	Service connection	PVC	1"	2000	Other	Others	YCDC staff	7	10	2015	Other	1" OPVC short pipe, 1" Elbow, 1" O socket	Yes	4.0 L/min		
327	3	9	2015	Mingalra T.N.		Upper Pansodan	Road	Distribution	PVC	12"	2001	Other	Others	YCDC staff	3	9	2015	Other	Cement, Gonthaw Rope	Yes	6.0 L/min		
328	26	8	2015	Mingalra T.N.	Phoe Myay	101	17	Accommodation	Service connection	GI	1"	2000	Other	Aged pipe	YCDC staff	26	8	2015	Other	Earth Work Excavation, 1" OPVC Plug	Yes	4.0 L/min	
329	17	8	2015	Mingalra T.N.	Kandaw	92	95	Accommodation	Service connection	GI	1"	1995	Other	Corrosion	YCDC staff	17	8	2015	Other	Earth Work Excavation, 1" OPVC Plug	Yes	4.0 L/min	
330	12	8	2015	Mingalra T.N.	Leat Lat Yae	98	16	Accommodation	Service connection	GI	1"	2000	Other	Corrosion	YCDC staff	12	8	2015	Other	Earth Work Excavation, 1" OPVC Pipe	Yes	4.0 L/min	
331	29	7	2015	Mingalra T.N.	Tharyar Gen	Corner of Banyar Dala	Road	Service connection	PVC	1"	2002	Other	Others	YCDC staff	29	7	2015	Other	1" OPVC short pipe, 1" Elbow, 1" O socket	Yes	4.0 L/min		
332	21	7	2015	Mingalra T.N.		Satsan(9)&Upe	Road	Distribution	GI	8"	1980	Other	Joint	YCDC staff	21	7	2015	Other	Cement, Gonthaw Rope	Yes	5.0 L/min		
333	5	7	2015	Mingalra T.N.	Tharyar Gen	Corner of Satyon & Banyar	Road	Service connection	GI	1"	1999	Other	Others	YCDC staff	5	7	2015	Other	1" OPVC short pipe, 1" Elbow, 1" O socket	Yes	4.0 L/min		
334	1	7	2015	Mingalra T.N.	Paththin Nyunt	Thamainbayan	Road	Distribution	GI	18"	1962	Other	Joint	YCDC staff	1	7	2015	Other	Cement, Gonthaw Rope	Yes	6.0 L/min		
335	11	6	2015	Mingalra T.N.	Tharyar Gen	Corner of TheraphyaBo		Service connection	GI	1.5"	1995	Other	Others	YCDC staff	11	6	2015	Other	Earth Work Excavation, 1.5" OPVC Plug	Yes	4.0 L/min		
336	7	4	2015	Mingalra T.N.	Tsing Nyunt	Myanmar Gorge		Service connection	GI	1"	1998	Other	Corrosion	YCDC staff	7	4	2015	Other	1" OPVC Plug	Yes	4.0 L/min		
337	5	2	2015	Mingalra T.N.	Tsing Nyunt	Corner of Bonnyuang 6, 11	Road	Service connection	PVC	1"	2013	Other	Others	YCDC staff	5	2	2015	Other	1" OPVC Pipe, 1" O socket	Yes	4.0 L/min		
338	16	1	2015	Mingalra T.N.	Tsing Nyunt	106	Road	Service connection	PVC	1"	1999	Other	Corrosion	YCDC staff	16	1	2015	Other	1" OPVC pipe, 1" Elbow, 1" O socket	Yes	4.0 L/min		
339	2	1	2015	Mingalra T.N.	Satsan	Upper Pazundaung	240	Road	Distribution	GI	12"	1962	Other	Joint	YCDC staff	2	1	2015	Other	Cement, Gonthaw Rope	Yes	6.0 L/min	
340	1	1	2015	Mingalra T.N.	Tsing Nyunt	112	7	Accommodation	Service connection	GI	1"	2001	Other	Corrosion	YCDC staff	1	1	2015	Other	1" OPVC pipe, 1" Elbow, 1" O socket	Yes	4.0 L/min	

4) データ分析

集計したデータを基に材質別や口径別などの漏水状況をグラフ化し、ヤンゴン市における漏水発生状況を考察した。ただし、2015 年、2016 年は漏水記録を記していない T/S が多く、情報が十分ではない。今後、引き続き漏水記録情報を集めデータの精度を上げる必要がある。

図 2-49、図 2-50 に示すとおり、口径別では1インチの給水管での漏水件数が多く、材質別では PVC での漏水件数が多いことが分かる。これは、管厚が十分でなく外圧に対する耐久性に欠ける材料の使用や施工技術の低さに起因していると考えられる。第1期の調査で、各 T/S は漏水修繕の度に修繕用材料を購入（給水管材は顧客負担）していることが分かっている。早急な修繕対応のため、漏水発生件数の多い口径、管種の材料はストックを持つなど迅速な対応が必要である。

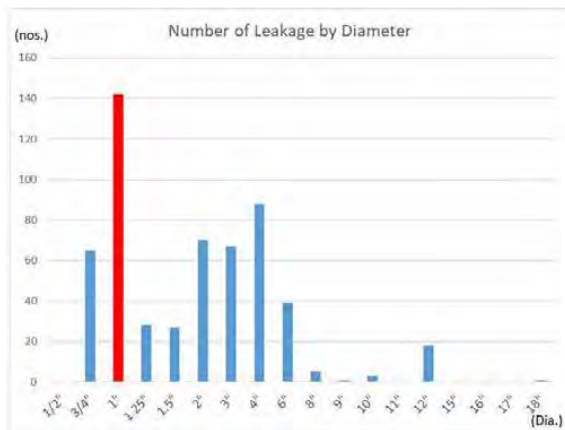


図 2-49：口径別漏水発生件数

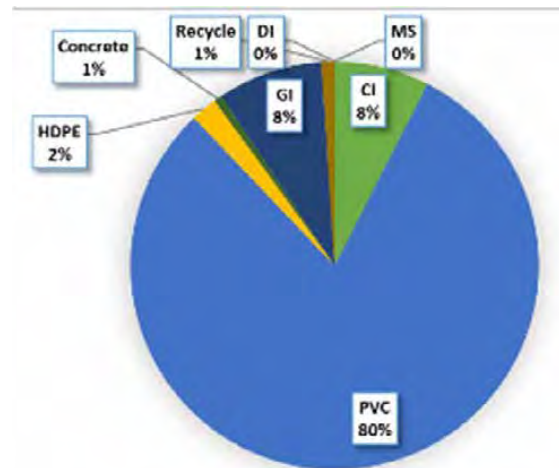


図 2-50：管種別漏水発生率

5) 管路図上での漏水箇所管理

集計データから T/S 別の漏水発生頻度や発生箇所の住所を把握することはできるが、漏水発生頻度が高い地域を視覚的に特定・把握するため、Excel での集計に加え、管路図上に漏水箇所をマークし管理することを提案した。従来の記録には住所のみ記載されている例が多いため、無収水管理課職員だけでなく T/S の漏水担当者に協力を依頼して 2015 年以降の漏水修繕箇所について管路図上への記録を始めた。現在、2 つ T/S の漏水修繕箇所については管路図上への記録(図 2-51)が完了している。



図 2-51：管路図上での漏水箇所記録イメージ

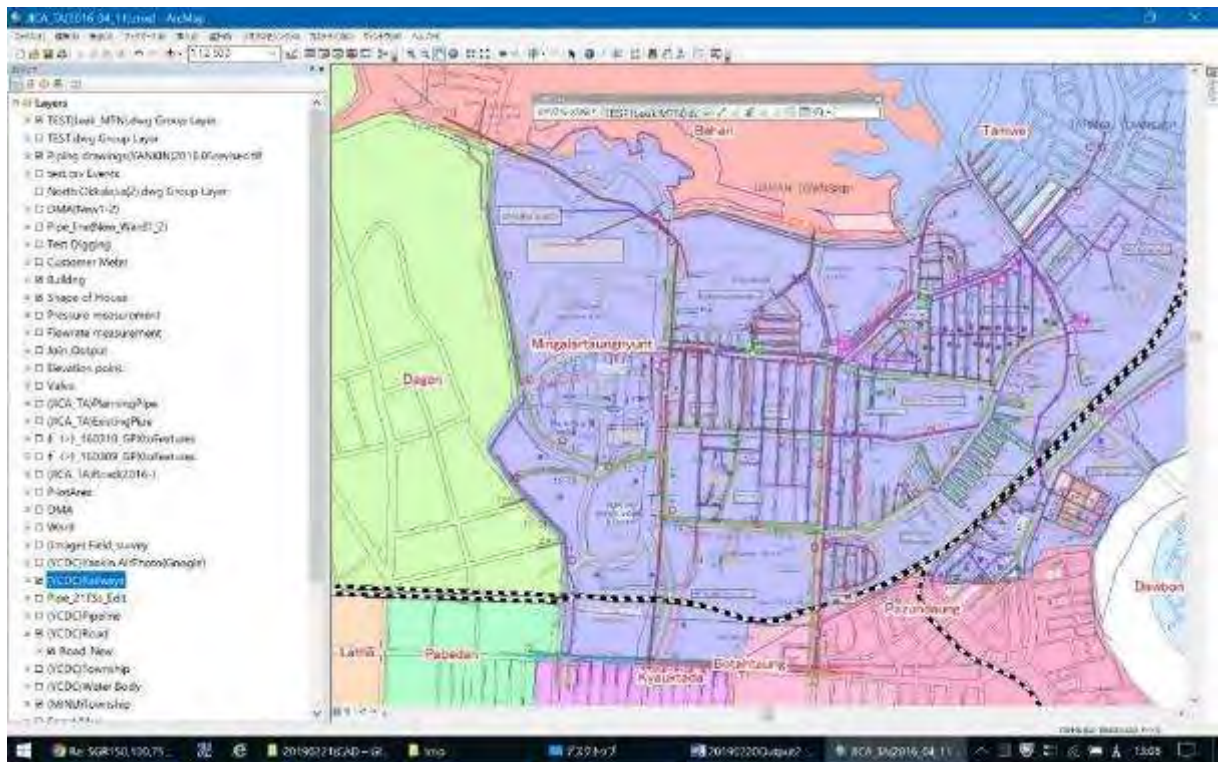


図 2-52：漏水修繕箇所マップの WRAWSA-GIS への重ね合わせ状況 (MINGALARTAUNGNYUNT)

引き続き、他の T/S についても、同様のマップを作成していくと共に、漏水修繕位置を YCDC の GIS へプロットする作業も合わせて無収水管理課で行う。現在、GIS 課の協力の下、漏水マップ情報を GIS へ反映させる作業を図 2-52 の通り実施中である。漏水マップ情報を GIS へ反映する作業の SOP を作成した。

6) 漏水修繕記録の活用

漏水記録の集計結果から、ヤンゴン市における漏水の原因と発生頻度の高い管路を明らかにし、今後の漏水防止の基本情報とする。水圧が低いために音聴を用いた漏水調査が困難なヤンゴン市では、効率的な漏水調査の情報としても今後活用が期待できる。また、水資源水道局では、工事完成図を作成していないことから管路情報が十分に整備されていない。そのため、漏水修繕記録は漏水の原因を明確にするだけでなく、経年管の判断などの管路更新計画に必要な情報としての活用も期待できる。

(4) 計画漏水調査の現状

水資源水道局は計画的にジョビュー送水管の漏水調査を行っている。ジョビュー送水管の管理区分は大きく3分割されており上流側から貯水池部 (Reservoir Division) のジョビュー貯水池課、フィジー貯水池課、管路維持管理課1が調査を担当している。管路維持管理課1の現場業務を視察した。毎日3グループで巡回調査を行っており、現在は新しい漏水記録フォーマットに状況を記録し報告を行っている。職員のスマートフォンを使用し写真を撮影し漏水記録に添付しており、プロジェクト開始時と比較して職員の意識が改善されていた。これまでは、発生した漏水をとりあえず修繕するだけであったが、今後継続的に記録を取り漏水多発箇所や漏水原因を特定することで効率的な漏水予防が期待される。なお、ジョビュー送水管の水圧測定はされておらず、漏水発生に対する水圧の影響は把握できていない。

また、視察時にジョビュー送水管から分岐された多数の小口径配給水管が確認された。写真2-36に示すように、無秩序かつ不適切な方法で分岐、配管されているものが多く、相当量の漏水が発生していた。ほぼ全てが地上配管であり、担当 T/S の送水管からの分岐の可否や違法接続に対する意識の希薄さもあり、水資源水道局で分岐を把握できておらず違法接続の温床ともなっている。



写真 2-36 : 小口径配水管からの漏水状況

(5) ジョビュー送水管からの配水・給水管分岐

ジョビュー貯水池からの送水管路からヤンゴン市外への給水があることが確認され、送水管からの直接給水分岐を調査した。調査の結果、ジョビュー貯水池課管理区間で28件、フィジー貯水

池管理区間で 21 件、管路維持管理課 1 管理区間で 54 件の直接給水分岐を管理していることが判明した。さらに、台帳管理を行っていない給水分岐もあることが判明した。現地調査では、写真 2-37 に示すような送水管から本来給水分岐を想定していない継手部や空気弁からの分岐が多数確認された。このような分岐は漏水を誘発するだけでなく、修繕や更新の際の課題となる。

また、この直接分岐給水の多くはパゴダなどの特定の場所に給水されており、分岐元のジョビュー送水管からの距離が長い。そのため、給水管の管理も行き届いておらず多くの漏水箇所が発見された。商業的損失の調査と並行し、継続して調査を実施する必要がある。



写真 2-37：送水管継手部からの給水管分岐

2-3-2 研修指導者への能力向上研修を行う

(1) 平板測量による 1/500 縮尺による地形図作成実習

水資源水道局において作成されている「設計図」には縮尺がないため、設計図では管路更新計画の詳細を明確に判断することが不可能な内容となっている。

水資源水道局の技術者の多くは測量を経験したことはあるが実務で活用したことはなかった。本技プロで C/P は平板測量の研修を受けた。その後、ノースオカラパ T/S のプロジェクトおよびパイロットプロジェクト Phase2 地区ではトータルステーションを用いた測量を実施している。

ヤンキンパイロット地区を対象とした平板測量器による地形測量図（縮尺 1 : 500）の作成指導を実施した。実施項目とスケジュールは次表、作成図は前述図 2-42 の通りである。

表 2-70：平板測量器による地形測量図の作成指導

研修日程	研修項目
2016 年 2 月 1 日	<ul style="list-style-type: none"> ・ 平板測量器具の使用方法的説明 ・ 測量図面の作成方法的説明 ・ ヤンキンパイロット地区での測量点ピン打ち作業
2016 年 2 月 2 日 ～2016 年 3 月 10 日	<ul style="list-style-type: none"> ・ 実習：現地での測量作業 ・ 実習：作成した地形測量図（1 : 500）の結合、トレース作業
2016 年 3 月 11 日	<ul style="list-style-type: none"> ・ 実習：測量結果を GIS へ取り込み

(2) 管路設計 (DMA 設計) 研修

水資源水道局では、これまで配水管の適正な口径を考慮せずに独自の経験則的な知識を基に管径を推定し、無秩序に配水管を布設してきた経緯がある。水資源水道局も、適正管径の算定方法に係る重要性を現状の課題として認識しており、設計・施工に携わる各部署の職員に対しての研修、実習を強く要望していた。

このような背景から、適正な管径を求めるにあたり必要となる以下についての研修を表 2-71 に示す日程で実施した。受講者は Excel や EPANET (水理解析ソフト) を操作し、ヤンキンパイロット地区を事例として実践的な管路設計作業に取り組んだ。特に、無収水管理の C/P はパイロット地区の DMA を実際に設計するなど成果が現れた。

表 2-71：管路設計研修日程と内容

No.	日時	研修内容	受講者
1	2016年 3月 17日	<ul style="list-style-type: none"> ・ 配水管敷設に関わる計画・設計の考え方 ・ 適正管径の必要性 ・ 基礎的な水理計算 (損失水頭の考え方、例題での練習) ・ 将来需要の設定、求め方 <ul style="list-style-type: none"> －人口予測 －1人当たり将来使用水量 －時間係数の考え方 	無収水管理の C/P
2	2016年 3月 18日		
3	2016年 3月 21日 ～3月 31日	パイロット地区を題材とした水理解析・管路設計実習(計 6 回) (2-3-8 (1) の DMA 構築のための設計実習)	無収水管理の C/P, GIS 課、設計課、地域事務所、管路維持管理課
4	2016年 4月 1日	管材料講習(導入編)	
5	2016年 12月 14日	管路設計の基礎	
6	2016年 12月 16日	ノースオカラパ T/S とマヤンゴン T/S を題材とした水理解析・管路設計実習	

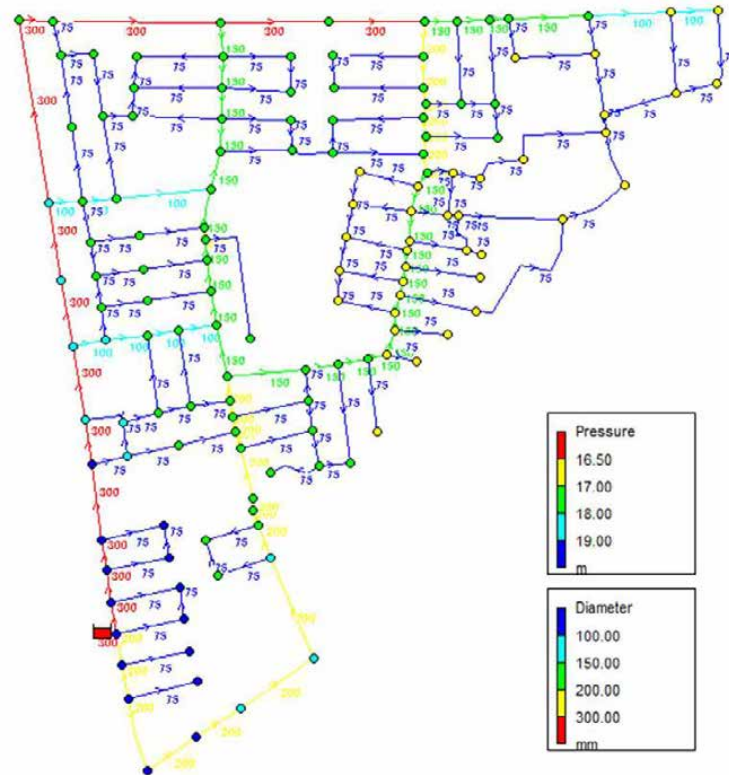


図 2-53 : ノースオカラパ T/S(南部)の水理モデル (EPANET)

(3) 水圧計測の実習・分析

ヤンゴン市内は水圧が低く、24 時間給水も出来ていない地域も多数存在している。市内に埋設されている配水管等の水圧計測に際しては、これまでに他のプロジェクトにより設置された水圧計測器により瞬時の水圧を一時的に計測することは可能であるが、1 日 (24 時間) や 1 週間などの水圧変動について計測を行える機器を有していない。そのようなことから、パイロット地区を事例とした連続水圧計測の研修を実施した。計測は、水圧の連続計測が可能となるデータロガー付水圧計 (ブルドン管圧力計) を設置し一定期間内における水圧を連続的に計測した。パイロット地区の DMA 流入点水圧が管路設計に必要であったため、1 週間の継続水圧測定研修として 2 回に分けて実施した。研修には無収水管理の C/P とヤンキン T/S の技術者が参加した。

1) 水圧計設置方法、不断水穿孔の研修

不断水穿孔工法により、計測の対象となる CIP (鋳鉄管) 250mm 管にサドル付分水栓と穿孔機を用いて開孔作業を行った後、φ 20mm の給水管を接続し末端部に水圧計を取付け一週間、既設管の水圧測定を実施した。

2) 水圧測定箇所決定

北西部流入点 (Point1) と東部流入点 (Point2) の水圧測定を行った (図 2-43 参照)。パイロット地区内に更新布設される配水管への被分岐管となる、CIP250mm を対象とし、パイロット地区への流入点と位置付けた 2 箇所の地点について水圧を測定した。

3) 測定結果

測定結果を図 2-54 に示す。Point 1 では最大 5 m～6 m(0.05-0.06Mpa)、最低約 4 m(0.04Mpa) であり、Point 2 では最大約 4 m、最低 2 m の範囲で変動していることが判明した。Point2 で毎日定時刻に急激な水圧低下が起きる原因を調査した結果、ダウンタウン地区への配水確保のため、毎日パイロット地区上流側でバルブ開閉を行っていることが判明した。近隣地域への給水圧の変動など、作業により引き起こされる影響を調査せず、バルブの開閉による簡易的な対応を行っているという実態がある。

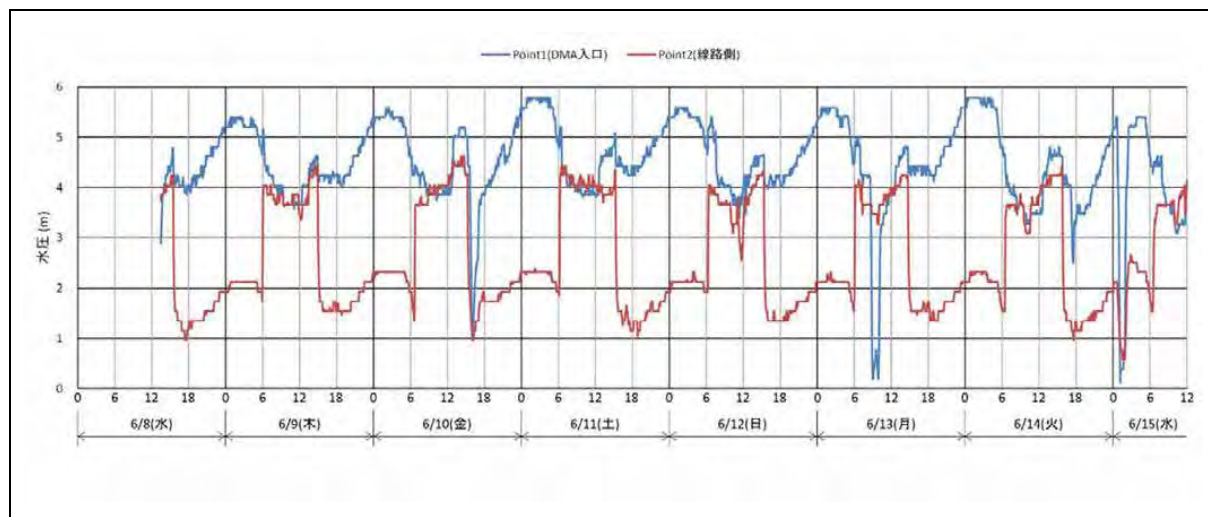


図 2-54：パイロット地区流入予定地点の水圧測定結果

(4) メータ機能試験と給水配管の実習

ヤンキンパイロット地区内に設置されているメータの機能検定を実施した。使用検定機器は携帯型電子テストメータ TR-Ⅲを用いた。以下を調査対象とし、検定器と被験器との流量検知に関する差を測定した。

- 実施期間：2016年11月7日～25日の3週間
- 対象戸数：約340戸
- 試験通水時間：各30秒間

メータの取り外し・取り付けに際しては以下の指導を行った。

- 維持管理を考慮した適切な配管方法
- メータユニオンの利用によるメータ交換時等における脱着の容易性
- 検針が容易に行える位置へのメータ再設置等

(5) 漏水探査に関わるセミナー

現場での漏水調査トレーニングに先立ち、漏水探査の意味、探知機の種類・活用方法、新設された無収水管理課が取扱う業務内容や水資源水道局内での役割等についてのセミナーを2016年11月29日に実施した。国内支援委員会での助言、現場で必要な知識、水資源水道局の現況業務実態を説明、加えて改善案を提案した。

(6) 夜間漏水調査の研修

2016年12月5日の深夜に漏水調査セミナーの現場実習として、ノースオカラパ T/S で夜間漏

水調査トレーニングを実施した。研修実施地区として、以下を条件として選定を行った結果、ノースオカラパ T/S の路線を選定した。

- ① 水圧がある程度確保できる地区
- ② 老朽配水管布設地区で漏水の発生が予想される地区
- ③ 夜間交通量の少ない場所

ノースオカラパ T/S はヤンゴン市内の北部に位置し受水区域として比較的上流に位置し、ダウンタウン地区などに比べ水圧がある程度(6~7m 程度)確保でき、深夜の交通量も少ない地域である。

無収水管理課の C/P と T/S 職員による 3 チームの漏水調査班を編成し、3 台の漏水探知機によるトレーニングを行った。調査対象管種は 8 インチの PVC 管で約 900m 区間を調査し、漏水音と推定される音を 3 ヶ所で探知することが出来た。それまで、水資源水道局での漏水探知に関するミャンマー国外での研修はこれまでも何度か実施されてきたが、実際にヤンゴン市内において漏水探知機器を用いた夜間の漏水調査は今回が初めてであった。参加した職員は、非常に熱心にかつ積極的に研修に取り組み、低水圧状況下での探知の難しさなどの経験を得た。

(7) GIS 研修の実施

GIS 導入のメリット、GIS の活用構想、具体的な GIS 整備手順等について、表 2-72 に示す日程で研修(セミナー及び実習)を実施した。無収水管理課の C/P は積極的に聴講・実習をこなし、パイロット地区の DMA 設計に GIS データを活用するなどの成果が現れた。

表 2-72 : GIS 研修日程と内容

No.	日時	研修内容	受講者
1	2015 年 10 月 8 日	水資源水道局における GIS 活用構想	無収水管理課の C/P
2	2016 年 3 月 9 日	現地測量結果トレース作業方法	
3	2016 年 3 月 11 日	現地測量結果の GIS 取込み方法	
4	2016 年 3 月 14 日	現地測量結果トレース作業実習	
5	2016 年 3 月 15 日	管路・道路・家屋情報整備実習 1	
6	2016 年 3 月 16 日	管路・道路・家屋情報整備実習 2	
7	2016 年 6 月 2 日	水圧測定結果の GIS 格納実習	
8	2016 年 12 月 14 日	水道事業体における GIS 導入のメリット	無収水管理課の C/P, GIS Section, Design Section, District Office, Pipe Sections
9	2016 年 12 月 15 日	ArcGIS の操作方法	GIS Section, Design Section, District Office Staff, Pipe sections

注: No. 2~7 に関しては作業マニュアルを作成

(8) 流量測定研修

業務指標 (PIs) のモニタリングや無収水率の把握のために流量の把握は必須である。定期的な流量把握は常設の流量計によりモニタリングされるが、必要に応じ可搬式の超音波流量計を用いて流量を把握するケースも多い。過去のドナープロジェクトで供与済みの超音波流量計を活用し、以下の地点で流量測定研修を実施した。

表 2-73 : 流量測定箇所

No.	Date	Location	Detail
①	1 Oct., 2015	On transmission pipe from Gyobyu at the Pyawbwsu Pumping Station	☒ 2-55
②	1 Oct., 2015	On transmission pipe to Yegu PS at the Pyawbwsu Pumping Station	☒ 2-55
③	9 Oct., 2015	On transmission pipe from Gyobyu by gravity	☒ 2-56

No. 1 と No. 2 での流量測定結果を図 2-55、No. 3 での測定結果を図 2-56 に示す。No. 1 と No. 2 の流量は事前にヒアリングした数値とほぼ同じであったが、No. 3 の実測流量は事前にヒアリングした数値の約 1.7 倍であった（ヒアリング値 8MGD(推測) に対し、実測値は 13.6MGD）。

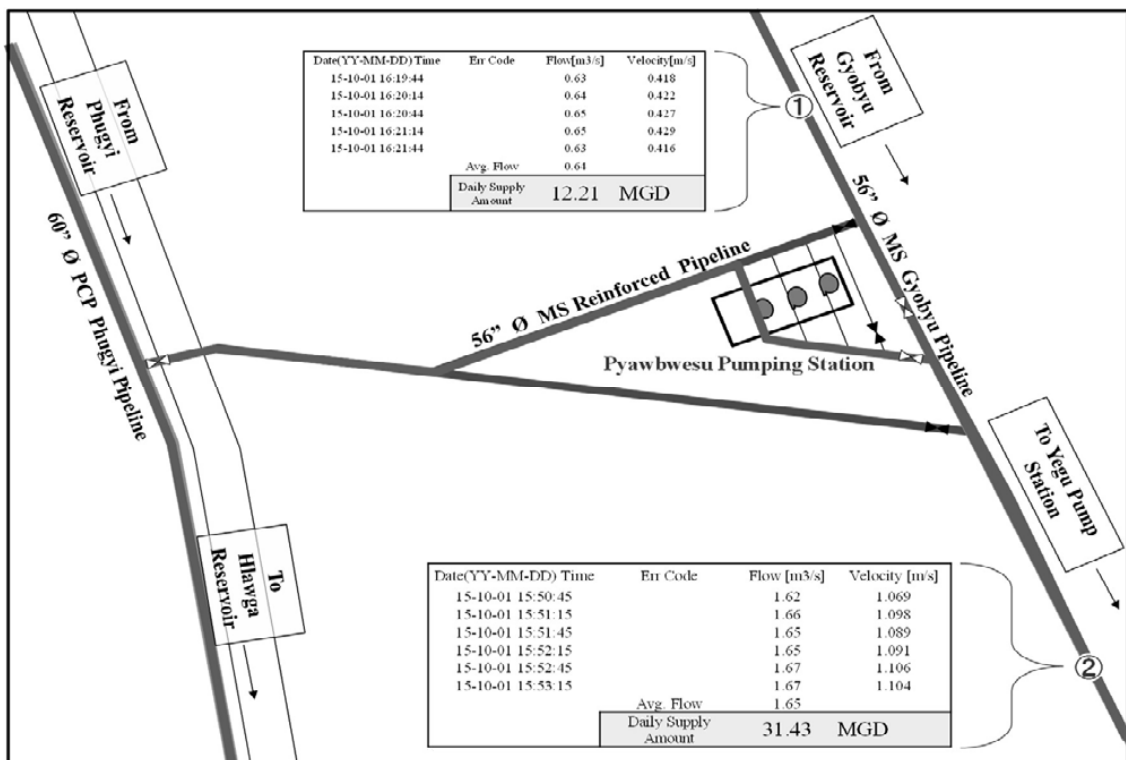


図 2-55 : Pyawbwsu ポンプ場での流量測定結果(測定位置 No. 1 及び No. 2)

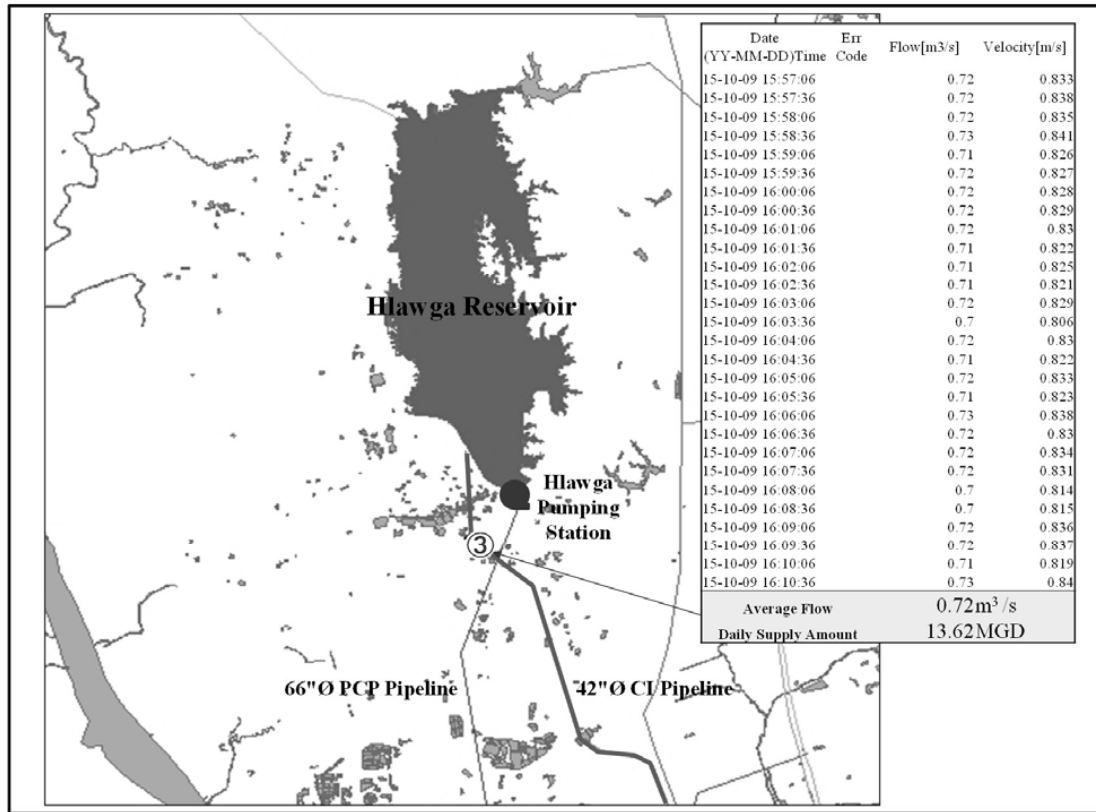


図 2-56 : ローガ自然流下系の流量測定結果(測定位置 No. 3)

(9) 現地で調達可能な管材を用いた耐水圧試験研修の実施

現在ミャンマー国内で販売されている樹脂管(HDPE、PVC、RRVP)材は ISO 規格に基づいて国内製造されたものや近隣諸国から輸入された製品があるが、中には規格外に相当するようなものも多々見受けられる。そこで、水資源水道局で通常使用されている管材を用いて、管材の耐圧に関する品質確認、穿孔機を使用した穿孔技術の指導、テストポンプを使用した耐水圧試験研修を下記の通り実施した。

1. 水資源水道局で使用されている HDPE 管、PVC 管(φ3” , φ4” , φ6”) (写真 2-38)に樹脂製サドルを取り付け、過去にマヤンゴン地区にて実施された草の根事業により水資源水道局に供与された穿孔機を使用した穿孔作業
2. テストポンプを使用し、0.5Mpa までの耐水圧試験を実施。その際、管内の空気排出原理も共に説明。

試験の結果、現在使用している PVC 製ニップルと PVC 製のボールバルブの接合部からの漏水が確認できた。このことより水資源水道局で使用している材料が漏水原因の一つとなることを C/P に認識してもらうことができた。現在水資源水道局が行っている給水管分岐は、サドル取付け後電動ドリルによる穿孔が行われている。

専門家の助言や研修によって穿孔機を使用する重要性の説明を継続した結果、無収水管理課が実施したノースオカラパにおける無収水削減事業では穿孔機を使用した給水分岐作業を実施したなど成果が挙げられている。



写真 2-38：耐水圧試験研修

(10) 漏水量計測

漏水量計測の実習を表 2-74 のとおり実施した。ヤンゴン市内では DMA が構築されている地区が少なく、漏水量の実態を把握することは困難である。物理的損失の実態把握に向けた情報収集として、漏水量計測を提案した。水資源水道局では漏水修繕時に漏水量の計測は実施していなかったが、改定した記録フォーマットには漏水量の記載欄を設けた。

表 2-74：漏水量測定実習の日程と内容

日時	研修・実習内容	参加者
2018年2月8日	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 漏水箇所からの集水方法 ➤ 計測時間の記録と流量計測 ➤ 時間（1日）当たり漏水量への換算 	無収水管理課の C/P 及び JICA 専門家

マヤンゴン地区で発生した漏水を対象として実習を行った。漏水量の測定結果を表 2-75 に示す。結果を年間漏水量に換算すると、44,254.2m³になる。これは、一般家庭の水道料金 88kyat/m³を想定した場合、年間約 390 万 kyat となる。同規模の漏水は、ジョビュー送水管の踏査時にも数カ所確認しており、影響の大きさが分かる。

修繕は管理維持管理課 1 が修繕用クランプを用いて行ったが、本来 6 インチ以下の小口径管修繕の担当は T/S 事務所である。また、送水管からの直接分岐は行わないのが一般的であるが、計画的に配水管整備が行われていないヤンゴン市においてはいたるところでこのような状況が確認されている。今後、計画的な配水計画とともに維持管理業務に対する改善検討が求められる。

表 2-75：漏水量測定結果

管種 管径	漏水原因	計測時間	計測量(L)	漏水量 (L/min)	漏水量 (m ³ /月)	漏水量 (m ³ /年)
PVC 4”	フェンス支柱基礎工事による破損	18.26 秒	25.98	85.37	3687.85	44254.2

(11) 設計図面作成セミナーの実施

水資源水道局で作成されている設計図面は、縮尺に基づいて作成された地図上に描かれていないため、口径や方位しか判断できず縮尺も記載されていない。また、図面作成における詳細な基準やルールも無いため、図面の表記内容が統一されていない。そこで2018年3月21日に設計図面作成時の表記事項や図面の役割を説明するため、配水管工事図面作成セミナーを開催した。セミナー内容は以下のとおり。

1. 図面作成前に必要な情報・作業の紹介
2. 図面に表示しなければならない内容の確認
 - 施工中のノースオカラパにおける無収水削減事業を例に水資源水道局作成の図面と専門家が作成した図面の比較(図 2-57、図 2-58)
3. オフセット図、詳細図
4. 設計図と完成図についてそれぞれの役割

セミナー終了後、専門家が作成方法について紹介した図面事例に関して縮尺の表記や製図ソフトでの設定方法、オフセット図を作成する理由など、活発な意見交換が行われた。図面作成作業におけるC/Pの改善意欲を促進できたといえる。今後は意見交換を基にC/Pが図面作成を改善していくことになる。

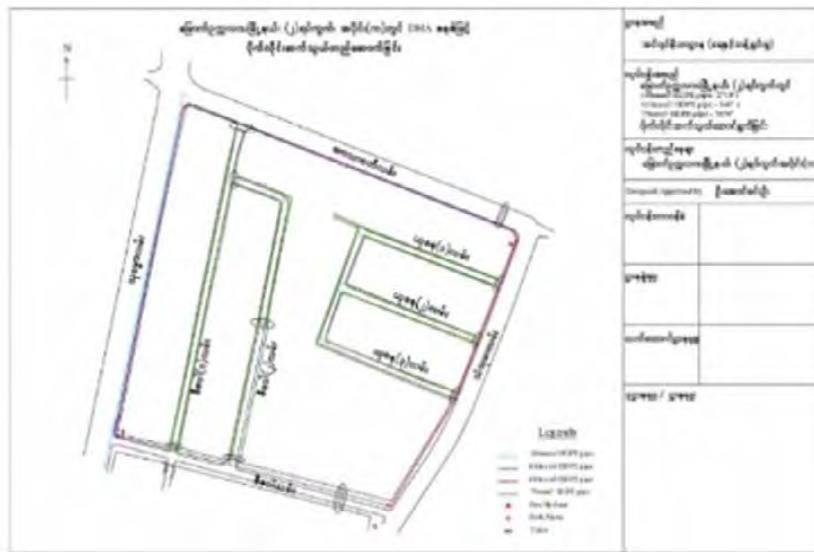


図 2-57：水資源水道局作成図面

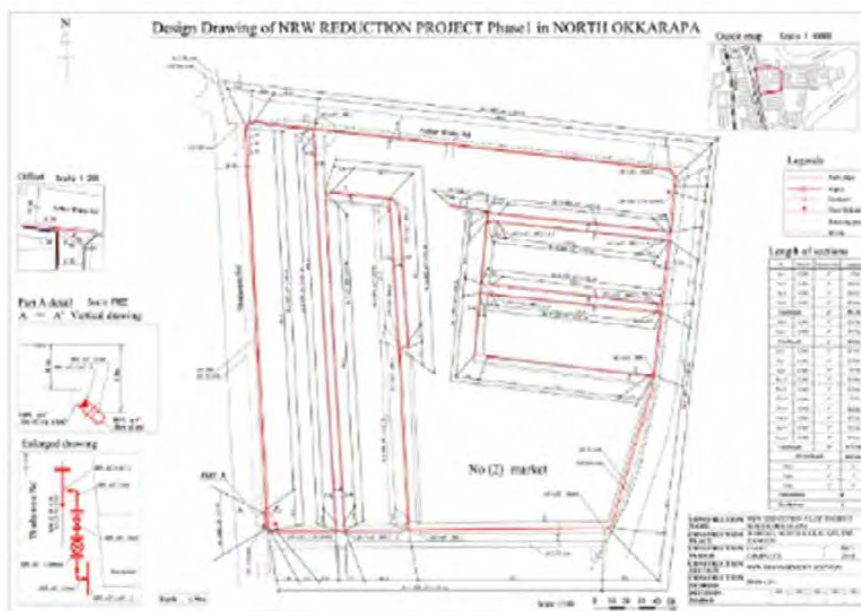


図 2-58：専門家作成事例図面

(12) GIS ソフト及び水理解析ソフト研修の実施

無収水管理課の C/P に対し、GIS 活用のメリットと GIS の操作方法、将来水需要の予測方法及び水理解析の基礎と水理解析ソフトの基本操作について、表 2-76 に示す日程で研修(セミナー及び実習)を実施した。

C/P は積極的に聴講・実習をこなし、ノースオカラパ地区の DMA 設計に GIS データや水理解析ソフトを活用する等の成果が現れた。

表 2-76 : GIS 研修日程と内容

No.	日時	研修内容	受講者
1	2017年8月31日	GIS活用のメリットとGISの操作及び方法(写真2-39参照)	無収水管理課のC/P
2	2017年9月8日	将来水需要の予測方法(写真2-40参照)	
3	2017年11月9~10日	水理解析の基礎と水理解析ソフトの基本操作研修(ノースオカラパ地区のDMA設計実習とティンガンジュン地区のDMA構想検討実習を兼ねて実施)(図2-59、図2-60参照)	



写真 2-39 : GIS 研修



写真 2-40 : 将来水需要の予測方法研修

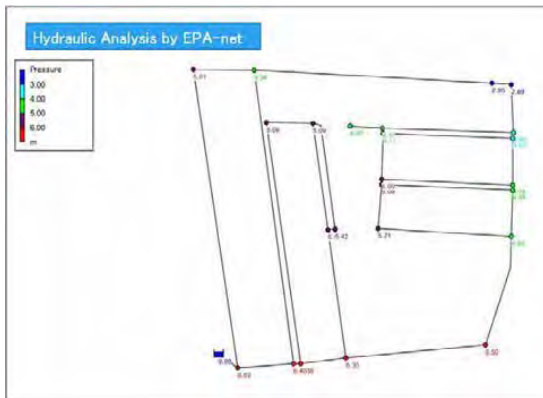


図 2-59 : ノースオカラパ地区の DMA 設計実習

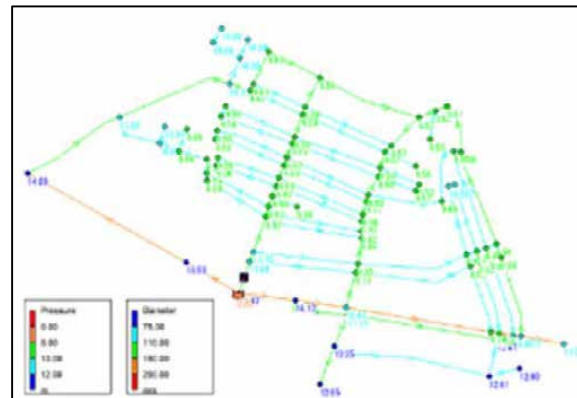


図 2-60 : ティンガンジュン地区の DMA 設計実習

(13) ノースオカラパ無収水削減プロジェクトを通じた TOT を行う

YCDC のノースオカラパ無収水削減プロジェクトについて、TOT の一環として、DMA の構築方針と管路設計要領に関し、表 2-77 に示す日程で指導を行った。

表 2-77 : YCDC 北オッカラパ無収水削減プロジェクトを通じた TOT 日程(物理的損失分野)

日時	研修・実習内容	参加者
2017年9月1日	水理解析実習①(ノースオカラパ無収水対策工事地区を事例として)	無収水管理課のC/P及び専門家
2017年9月8日	水理解析実習②(ノースオカラパ無収水対策工事地区を事例として)	
2017年11月6~8日	超音波流量計を用いた流量測定実習(ノースオカラパ現場)	
2017年11月9~10日	管路設計研修	



写真 2-41 : 流量計室(流入口)



写真 2-42 : 水資源水道局製メータボックス



写真 2-43 : 穿孔機での給水分岐



写真 2-44 : 水資源水道局製バルブボックス

DMA の構築・設計から工事着手までの流れを表 2-78 の①～⑦に示す。GIS 研修マニュアルに従い現地測量結果に基づいた水理モデルを作成し、住居と 2040 年の水需要を考慮した水理解析を行うことにより、DMA 構築計画を立案した。GIS 研修マニュアルについては、付属資料 CD3 の「GIS & EPA-net Operation Manual」(操作マニュアル及び研修マニュアル)を参照のこと。

表 2-78 : DMA 設計から工事着手までの流れ

手順	内容
①	現地測量及び需要家情報(位置と数)の確認
②	既設管の口径・位置・接続関係・エリア流入箇所の確認
③	DMA 形状(カバーエリアと流入地点)の決定
④	将来水需要予測に基づく水理解析と管路の口径・形状の決定
⑤	工事計画立案
⑥	初期無収水率の計測
⑦	布設工事着手

① 現地測量及び需要家情報(位置と数)の確認

図 2-61 に水資源水道局の設計課と GIS 課が保有するプロジェクト対象地区(ノースオカラパ T/S Ward2)の既設管情報を示す。DMA 設計に先立ち、写真 2-45 に示すトータルステーション(測角機能と測距機能が一体化した電子測量機器)による 現地測量と表 2-79 に示す現地需要家の情報収集を行った。

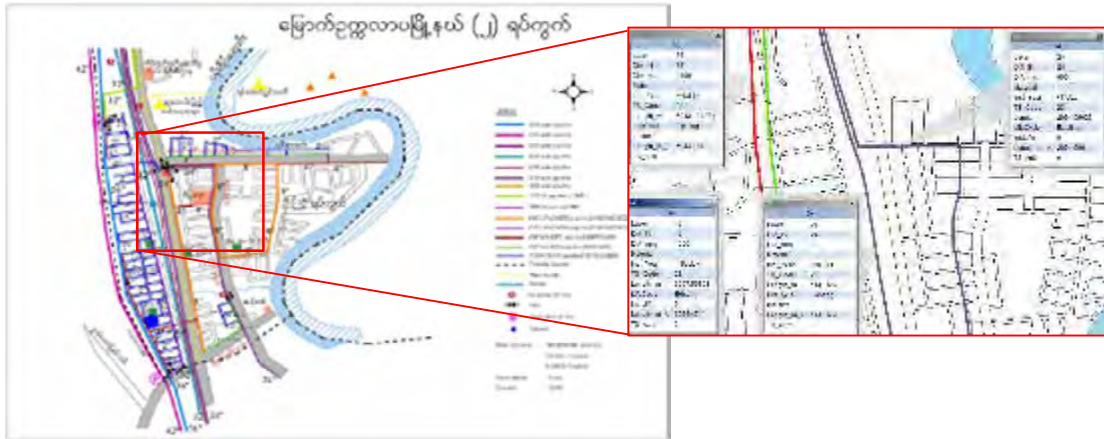


図 2-61：対象地区の既設管情報(水資源水道局の設計課と GIS 課保有)



写真 2-45：トータルステーションを用いた現地測量

表 2-79：収集した対象地区の需要家情報(道路別人口等)

No.	Map No.	Component	Address	Connection	Floor No.	Household		Population		Total	Unit
						Male	Female	Male	Female		
2001	101		2001/101/101	101/101	1	1	1	1	2	2	1
2002	102		2002/102/102	102/102	1	1	1	1	2	2	1
2003	103		2003/103/103	103/103	1	1	1	1	2	2	1
2004	104		2004/104/104	104/104	1	1	1	1	2	2	1
2005	105		2005/105/105	105/105	1	1	1	1	2	2	1
2006	106		2006/106/106	106/106	1	1	1	1	2	2	1
2007	107		2007/107/107	107/107	1	1	1	1	2	2	1
2008	108		2008/108/108	108/108	1	1	1	1	2	2	1
2009	109		2009/109/109	109/109	1	1	1	1	2	2	1
2010	110		2010/110/110	110/110	1	1	1	1	2	2	1
2011	111		2011/111/111	111/111	1	1	1	1	2	2	1
2012	112		2012/112/112	112/112	1	1	1	1	2	2	1
2013	113		2013/113/113	113/113	1	1	1	1	2	2	1
2014	114		2014/114/114	114/114	1	1	1	1	2	2	1
2015	115		2015/115/115	115/115	1	1	1	1	2	2	1
2016	116		2016/116/116	116/116	1	1	1	1	2	2	1
2017	117		2017/117/117	117/117	1	1	1	1	2	2	1
2018	118		2018/118/118	118/118	1	1	1	1	2	2	1
2019	119		2019/119/119	119/119	1	1	1	1	2	2	1
2020	120		2020/120/120	120/120	1	1	1	1	2	2	1

② 既設管の口径・位置・接続関係・地区流入箇所の確認

既設管の現地調査結果を図 2-62 に示す。調査作業の結果、下記課題が確認された。

- 通行を止めることが許可されず舗装壊しができないため、既設管の位置調査のための試掘を十分に実施できず、主に路上から目視による確認作業となった。
- 小口径のサポート管(従来の流入箇所を補強する目的で後に布設された新たな流入ポイント:図 2-62 中の赤丸破線部等)が各所に存在する等、事前情報とは異なることが判明した。
- 対象地区の左上部の既設管の詳細接続状況を図 2-63 に示す。上述のサポート管が新たに設置されているため、この地区だけでも流入ポイントが複数あることが判明した。
- 実測定時に試掘を行ったが、その際に不明な配水管や想定外の給水分岐が発見される等、事前の目視確認作業結果とはさらに異なる状況であることが判った。



図 2-62 : 対象エリア地区の既設管情報(現地調査後)

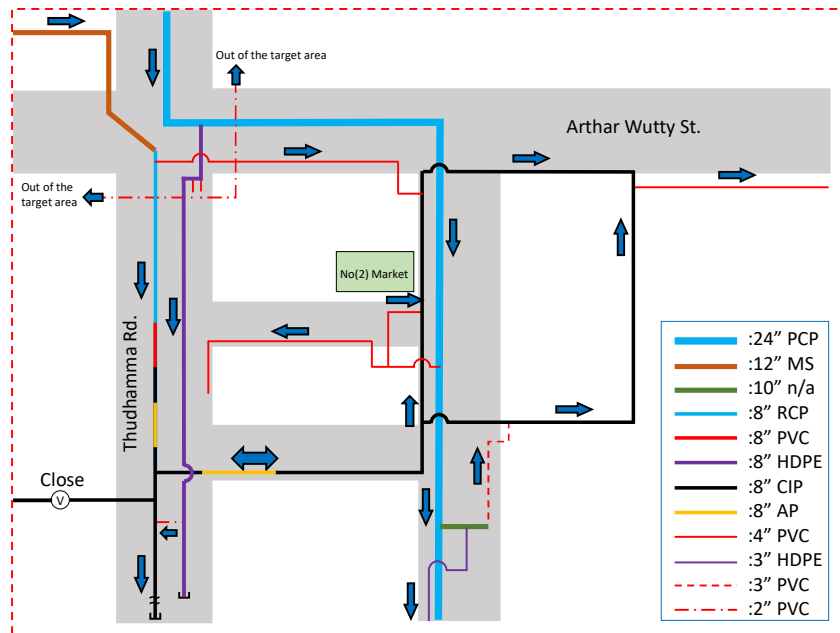


図 2-63：対象地区の既設管詳細情報(一部拡大)

③ DMA 形状(対象地区と流入地点)の決定

予算と布設工事スケジュールの観点から、YCDC では図 2-64 に示すように対象地区を 3 つの Phase に分けて DMA を構築することとなっている。今回詳細設計(後述)を実施したのは Phase1 の地区である。配水管を再整備し、各 Phase 地区に 1 箇所流入ポイントを設置することとし、無収水の管理が容易な DMA を構築する方針とした。



(Phase-3 の流入場所は未定であるが 1 箇所とする予定)

図 2-64：DMA の構築 Phase と各 Phase (DMA) の流入箇所(計画)

④ 将来水需要予測に基づく水理解析と管路の口径・形状の決定

Phase1については、現地測量の結果をGISへ反映させた上で、需要家情報を反映させた管路モデルを作成した。次いで、2040年の水需要を想定した水理解析を実施し、管路の口径計算方法と管網形状について指導した。その後、C/Pは同一手法でPhase2についても解析・設計作業を行い、管路の口径と管網形状を決定した。

⑤ 工事計画立案

C/Pは策定したPhase1とPhase2のDMA構築計画に基づき、表2-80に示す様に工事に必要な資機材の積算等を行い、工事計画を立案した。

表 2-80 : Phase1 と Phase2 の DMA 構築工事に必要な資機材 (概要)

No	Name	Materials & Equipment
1.	HDPE pipe	75mm φ , 110mm φ , 160mm φ
2.	Pipe Accessories	Tee, Elbow45, Elbow 90, Straight Coupler, Gate Valve, Male Thread, Cover and Frame, Flange Spigot, Fire hydrant, Bolts & Nuts , Reducer, Butterfly Valve and Bulk Meter
3.	House Connection	1' ' φ PE Clamp Saddle, 1' ' φ Nipple, 1' ' φ Ball Valve, 3/4' ' φ Ball Valve, 1' ' φ V-Elbow, 1' ' *3/4' ' φ Reducer, 3/4' ' φ F- Socket, 20mm*3/4 φ Male Thread Adaptor, 20mm*3/4' ' φ Male Thread Elbow, 1' ' φ GI Pipe, 20mm φ (PN12.5 SDR13.6) Pipe , Seal Tape, Meter Box, 20mm Water Meter

List of HDPE for Phase-1

160φmm HDPE = 2710'

110φmm HDPE = 940'

75φmm HDPE = 5650'

List of HDPE for Phase-2

160φmm HDPE = 3300'

110φmm HDPE = 2400'

75φmm HDPE = 12700'

⑥ 初期無収水率算定のための流量測定

前述のとおり、Phase1エリアには複数個所の流入点が存在している。各流入点には流量計が設置されていないため、超音波流量計を用いた流量測定を実施した。流量計設置個所の計画を立てるため、実施前に試験掘を行った。計画作成にあたり下記課題が確認された。(課題)

- 通行を止めることが許可されず道路下の管路での測定が不可能
- 測定区域を限定できないためPhaseごとの流入量算定が不可能
- 複数の流入点を同時に計測することが望ましいが、水資源水道局保有の超音波流量計が2台しかなく、うち1台は故障していた
- 水資源水道局の管路図と試験掘から判明した実際の状況とが異なり計画策定に時間を要した

(測定箇所の決定)

上記の課題から、交通に影響のない路線を選定、時間変動があるため各ポイントで24時間の計測とした。地区内の全流入量が測定できるよう、超音波流量計の設置個所を図2-65の7カ所に決定した。

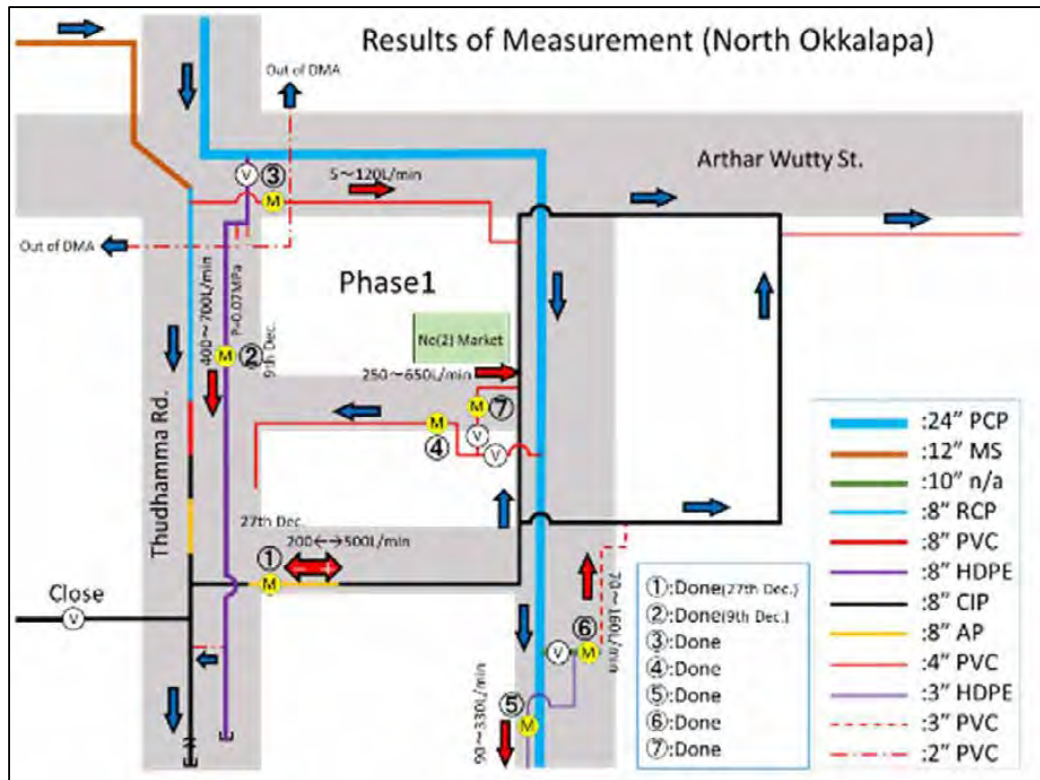


図 2-65 : 流量測定箇所

(測定結果)

各測定ポイントにおける流量測定の結果を図 2-66 に示す。ポイント No4 は測定エラーが発生したため、下図には含まれていないが再計測を行い、流量を算定した。当地区には、ニャンナピン浄水場系とジョビュー貯水池系の 2 系統から水が流入しており、ポイント No1 では時間により流向が逆転しているが、これまで得た情報の正確性に問題があることから、逆流が起きている要因は不明である。また、AM0 時から AM5 時頃にかけて流量が一定となる傾向がみられ、相当量の漏水や受水タンクへの給水があると考えられる。

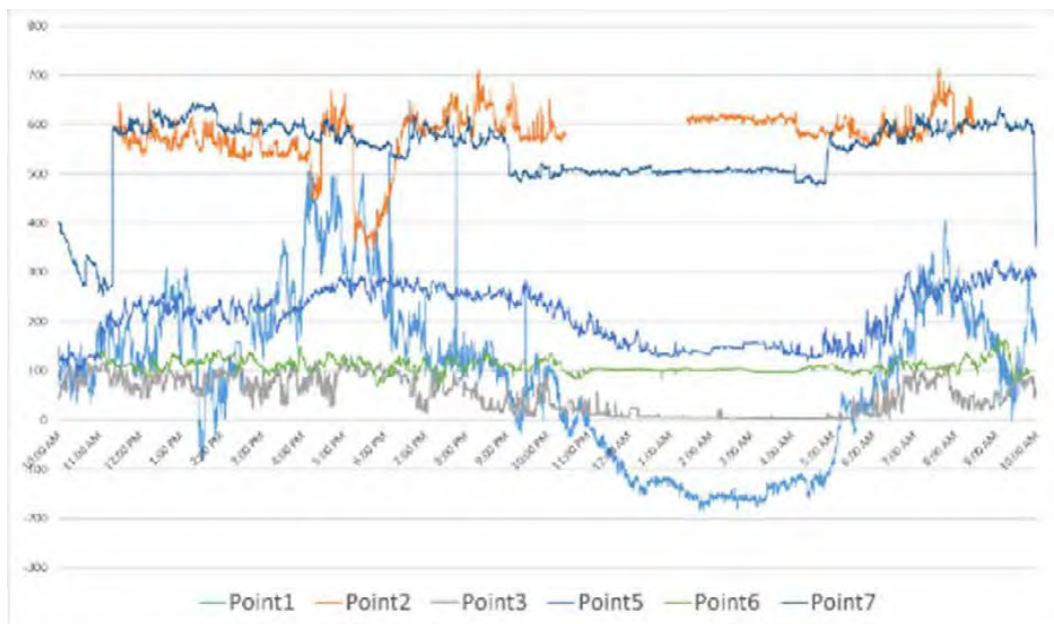


図 2-66 : ノースオカラパ流量測定結果

⑦ 無収水率初期値の算定

流量測定結果から求めた1ヵ月当たり配水量を表 2-81 に、2018 年 1 月の検針結果を表 2-82 に示す。

表 2-81：総配水量（ノースオカラバ）

測定箇所	配水量(m ³ /month)
Point1	7,452.8(m ³ /month)
Point2	24,993.2(m ³ /month)
Point3	4,747.8(m ³ /month)
Point4	23,487.6(m ³ /month)
Point5	9,175.8(m ³ /month)
Point6	2,131.0(m ³ /month)
Point7	48,156.3(m ³ /month)
合計	120,144.5(m ³ /month)

表 2-82：2018 年 1 月使用水量(ノースオカラバ)

料金区分	使用水量(m ³ /month)
家庭用	44,716(m ³ /month)
商業用	8,150(m ³ /month)
公用(YCDC 施設等)	155(m ³ /month)
商業用(外国人向)	6(m ³ /month)
Flat Rate (定額制)	5,640(m ³ /month)

上記を基に無収水率初期値を 51.2%と算定した。

⑧ 布設工事実施

設計後、C/P は Phase1 と Phase2 の施工に着手した。予算と布設工事スケジュールの観点から、前述「⑤工事計画立案」の通り、水資源水道局の従来方式により資機材を選定した。また布設工事現場の施工管理についても C/P が従来の手法で実施した。布設工事の様子を写真 2-46～写真 2-50 に示す。



写真 2-46：配水管布設工事



写真 2-47：流量計室入口



写真 2-48：WRAWSA 製メータボックス



写真 2-49：穿孔機を用いた給水穿孔



写真 2-50：WRAWSA 製バルブボックス

⑨ 工事完成図の作成

これまでC/Pに図面に関するセミナーを実施した。C/PはノースオカラパT/Sのパイロット工事後、このセミナー内容に従って工事完成図の作成と顧客情報の整理を進めている。工事完成図の情報はWRAWSA-GISへ反映される。GIS課では、2名の職員をこの作業の支援要員として指名した。図2-67に示す様に、現在この2名が上記のノースオカラパT/Sの工事完成図をGISへ反映させる作業を試行中である。

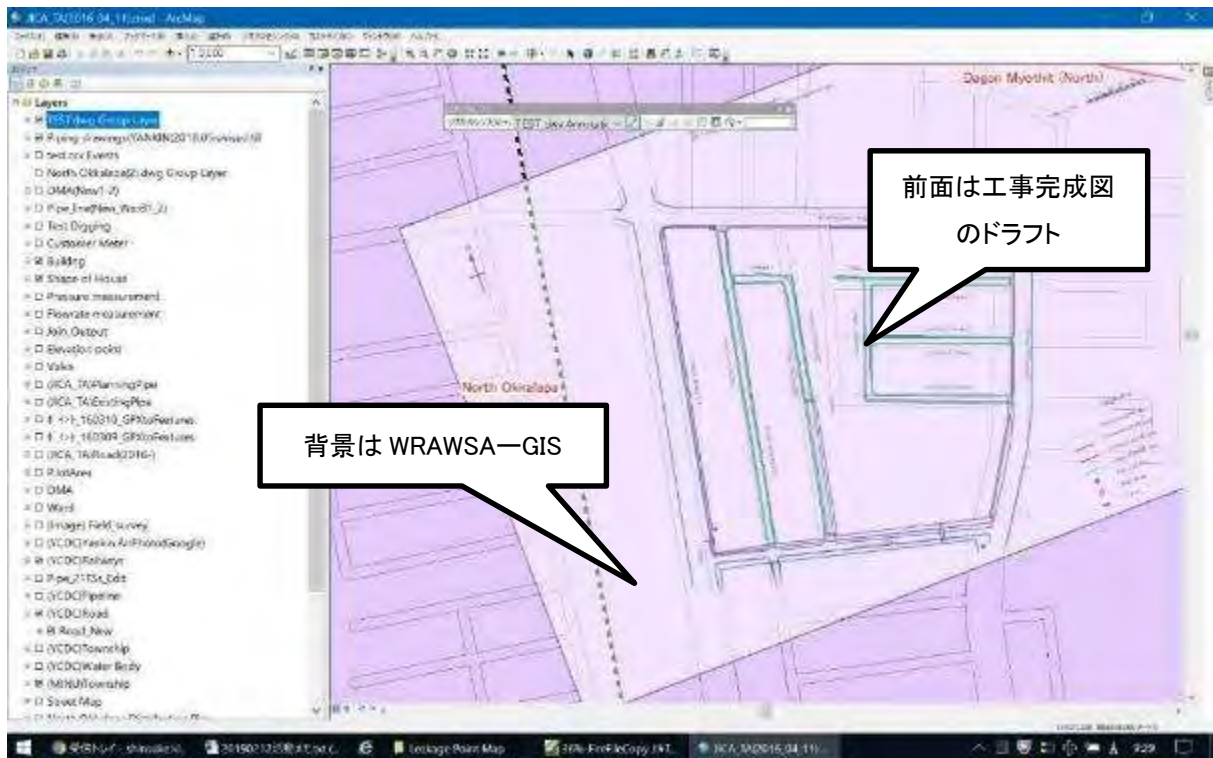


図 2-67 : 工事完成図の GIS へのマッピング作業

将来は、水資源水道局が独自に実施する工事でも継続的に工事完成図を CAD で作成することとしている。水資源水道局における工事完成図作成フローは図 2-68 の通り。本フローは、副 CE、無収水管理課及び GIS 課で了承済みである。また、前述の GIS 課の支援要員 2 名は、将来継続的に完成図 CAD を GIS へ反映させる作業の GIS 課におけるトレーナーとなる予定である。

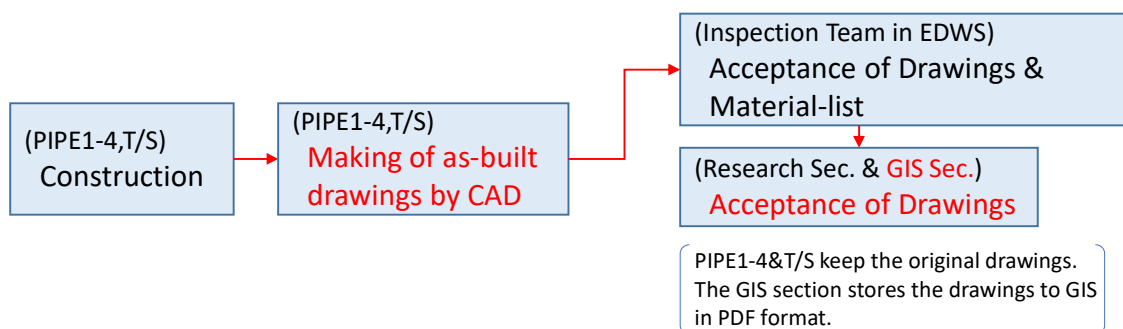


図 2-68 : 水資源水道局における完成図の作成と GIS 更新フロー (将来)

(14) 夜間最小流量法およびステップテストのセミナー開催

日時 : 2018/5/31, 6/4 PM1:00~4:00

漏水状況の把握のため、夜間最小流量測定法とステップテストについて、無収水管理課と調査課 (Research Section) の職員を対象として研修を実施した。

本研修内容は下記の通り。

1. 夜間最小流量法でわかること

2. 実施方法と手順
3. ステップテストでわかること
4. ステップテスト実施の手法

(15) 夜間最小流量法およびステップテストの現場実習

[事前準備] 2018/6/5 PM:2:00~5:00

ヤンゴン市内ではDMAが形成され正確な管路図が整備されている地区は限られている。日本の無償資金協力事業で形成したヤンキン地区のDMAを研修地区として選定した。夜間作業の事前準備として、日中に流入口の流量計設置位置の掘削作業と、超音波流量計の動作確認を行った。

[流量測定の実施] 2018/6/6 AM1:00 ~ 5:00

深夜の研修であったが、南部地域事務所所長、無収水管理課 C/P、ヤンキンT/S所長・職員の計22名が参加した。地区内漏水量を把握するための夜間最小流量法、漏水している管路の特定のためのステップテストについて実習を行った。測定結果を図 2-69に示す。少量ながら漏水が確認された。



写真 2-51 : 作業状況



写真 2-52 : 超音波流量計での測定状況

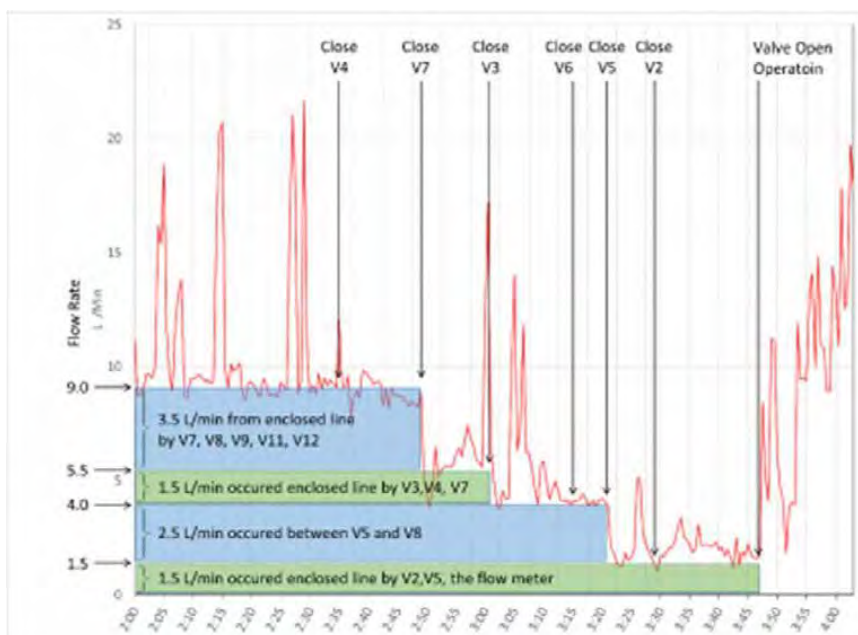


図 2-69：ステップテスト結果

上記に加え、研修指導者への研修はパイロットプロジェクトでの OJT を通じて行っている。パイロットプロジェクトの活動は後述 2-3-6 以降に記載する。また、同様に無収水管理の研修ヤードを用いて研修を行っている。

2-3-3 研修指導者による研修計画、研修教材を策定する

(1) 研修計画

研修指導者に対する TOT は、主にパイロットプロジェクト、研修ヤードでの活動を通じて実施した。パイロットプロジェクト終了後に実施されたヤンキンプロジェクト Phase3(2-3-11 参照)では、パイロットプロジェクト研修計画(表 2-87)を基に無収水管理課の新規職員を指導した。

また、研修ヤードでの指導に向け、研修指導者と専門家が協働して研修ヤードを活用した研修計画を作成した。(詳細は 2-5-2)

(2) GIS に係る教材準備

研修教材については第 1 期に準備したマニュアル・テキスト・スライドをそのまま活用している。ただし、GIS 操作マニュアル(GIS Operation Manual (Image-Matching))については、前述「2-3-2(13)ノースオカラパ無収水削減プロジェクトを通じた TOT」の通り、トータルステーション(測角機能と測距機能が一体化した電子測量機器)を用いた現地測量結果を新たに扱ったため、トータルステーションの記録データを GIS へ取り込む研修を行うと共に、GIS 操作マニュアルの改訂を行った。これら操作マニュアルについては付属資料 CD3 の「GIS & EPA-net Operation Manual」を参照のこと。

GIS 操作マニュアル	<ul style="list-style-type: none"> ● Benefits of GIS and Operation of ArcGIS (GIS 閲覧&印刷簡易マニュアル) ● GIS Operation Manual (Image-Matching) rev3 (GIS 編集作業簡易マニュアル) ● GIS+EPANet Operation Manual (Data conversion, Hydraulic analysis) rev1 (GIS 編集作業応用マニュアル)
GIS 関連書籍	<ul style="list-style-type: none"> ● GIS Tutorial 1 Basic Workbook (Esri Press) ● GIS Tutorial 2 Spatial Analysis Workbook (Esri Press)

(3) 無収水管理に係る教材準備

現場での指導 (OJT) は、パイロットプロジェクトを通じて作成した SOP を用いて実施していく。また、無収水管理に係る実技、座学を 2020 年 1 月に完成した研修センター (研修ヤード、研修棟) で実施する。研修センターでは、座学 12 コース、実技 10 コースを準備し、それらの実施に向けた研修教材を作成した。教材は、上記 SOP を盛り込んでおり、研修終了後も研修生が各事業所等の実務で活用できることを目的とし作成した。研修センター向け教材を表 2-83、表 2-84 に、SOP の一覧を表 2-85 に示す。

表 2-83 : 座学研修用研修教材

No.	研修コース
1	給水計画
2	水理解析
3	配水管布設
4	水圧テスト
5	工事完成図作成
6	流量測定方法
7	夜間最小流量、ステップテスト
8	漏水探査方法
9	漏水修繕方法
10	給水装置
11	メータ起因する商業的損失
12	無収水管理

表 2-84 : 研修ヤード実技用の研修教材

No.	研修コース (実技・作成済)
1	給水管の取出し
2	水道メータの機能試験
No.	(以下、C/P が作成中))
3	管種別の切断方法と接合方法
4	補修用継手による既存管接合技術
5	フランジ継手による接合技術
6	水圧テスト
7	不断水穿孔分岐
8	流量計測 (電磁・超音波流量計)
9	ステップテスト
10	漏水探査

2-3-4 物理的損失対策にかかるマニュアルを作成する

パイロットプロジェクトでの活動を通じ、C/P が以下の標準手順書（SOP）を作成した。

表 2-85：無収水関連 SOP

No.	SOP タイトル
SOP-01	平板測量
SOP-02	舗装切断
SOP-03	掘削と掘削溝の確認
SOP-04	工事看板
SOP-05	管布設・接合
SOP-06	水圧試験
SOP-07	給水分岐穿孔
SOP-08	埋め戻し
SOP-09	材料管理
SOP-10	機材管理
SOP-11	図面作成
SOP-12	水圧測定
SOP-13	流量測定
SOP-14	漏水量測定
SOP-15	漏水探査
SOP-16	相関式漏水探査
SOP-17	夜間最小流量
SOP-18	ステップテスト
SOP-19	顧客調査
SOP-20	DMA モニタリング
SOP-21	メータ機能試験
SOP-22	漏水修繕記録
SOP-23	ダメージメータ調査
SOP-24	工事日報
SOP-25	無収水管理課の業務
SOP-26	バルブボックス設置

2-3-5 研修指導者による研修（Off-JT）を実施する

2020年1月に研修ヤードを活用した研修デモンストレーションを実施した（2-5-6 参照）。

パイロットプロジェクトで育成された研修指導者によって、新設の無収水管理センターの研修棟での講義、研修ヤードの施設を使った実技研修を継続的に実施していく計画である。

COVID-19の影響により実施が延期されていたが、2020年12月18日から30日にかけて、主に無収水管理課の職員が講師となり、T/Sの副支所長向けにオンラインでの研修を実施した。（2-5-6 参照）

2-3-6 パイロット地区を選定する

(1) 候補地の調査と選定

2015年7月末～10月の期間に、無収水対策を目的としたOJTを実施するためのパイロット地区選定に係る活動を行った。サウスオカラパ、バハン、ヤンキン、ノースオカラパの各T/Sにて調査を実施し、C/Pと検討を行った結果、ヤンキンT/Sの13 Wardにて実施することについて水資

源水道局と合意に至った。ヤンキン T/S はこれまで、福岡市 JICA 個別専門家によるパイロットプロジェクト、日本の無償資金協力のヤンゴン市上水道施設緊急整備計画が実施された地区であり、本件パイロットプロジェクトの実施で当該地区における日本支援による整備地区は 4 ヶ所となる。

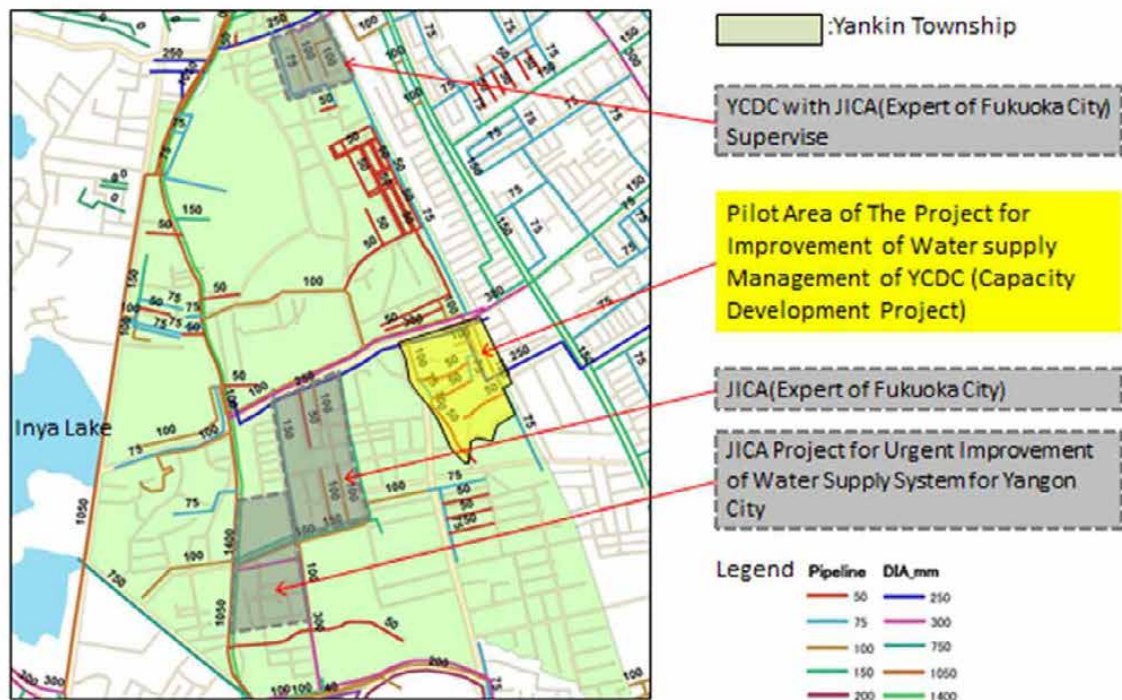


図 2-70：パイロットエリア選定地区とヤンキン T/S でのドナープロジェクト状況

パイロット地区は、以下の条件を可能限り多く満たす地域として選定した。

パイロット地区選定条件

- ① 老朽管がある
- ② 破損している管がある
- ③ 漏水が多発している
- ④ スパゲッティ配管がある
- ⑤ 地区内の流入管、流出管が少ないこと (3~4 本程度)
- ⑥ 金属管が布設されている
- ⑦ 交通量が少ないこと (漏水調査のため)
- ⑧ 24 時間給水である
- ⑨ ある程度の水圧がある
- ⑩ 地下水配水地区ではない
- ⑪ 戸建て、集合住宅が混在している
- ⑫ 破損メータがある
- ⑬ メータ未設置で定額料金の顧客がいる
- ⑭ ロウガ配水系統ではないこと。(夾雑物が多く交換したメータが破損する恐れがあるため)
- ⑮ 地区内の顧客数が 300~500 程度である

2-3-7 パイロット地区における物理的損失への対策活動計画作成と必要機材の整備を行う

(1) パイロット地区無収水対策の考え方とプロセス (配水管網の更新)

既存管の活用も考慮したが、対象地区の管路を調査したところ下記の課題が明らかになったため、全て新設管による布設替えを行い DMA 構築することにした。

(課題)

- 需要に合った適正な口径の管が布設されていない
- 上記に加え、流入地点の水圧が極めて低く、複数の流入口を設けることで対応しているが、末端の家には水が届いていない
⇒既存管を活かした DMA 構築が困難
- YCDC には正確な管路図が存在せず、これまで工事完成図も作成していないため既存管の位置が不明確
- 埋設位置が極端に浅い、適正な管材が使用されていない、接合不良などにより漏水が多発しており、ほぼすべての路線で布設替えが必要である

上記のとおり、無収水だけでなく管路の設計から検査まで多くの課題が山積している。よって、本パイロットプロジェクトは下記の手順で実施し、適切な計画、施工、検査、記録まで研修(OJT)することとした。

- ① 配水管布設に関する計画、解析、設計（適正な管径と材料の決定）
- ② 無収水対策工事
 - DMA 構築と物理的損失の改善と計測
 - 非物理的損失の改善と計測
- ③ 水圧試験（検査）
- ④ 工事完成図面の作成（記録）

(2) パイロットプロジェクトで使用する資機材

適切な無収水対策を実施するうえで適切な管材料を使用することは必要不可欠であるが、ヤンゴン市で調達可能な材料を調査した結果、水資源水道局が広く使用している Butt-Fusion 接合による高密度ポリエチレン管 (HDPE) については、掘削溝内での伏越し配管や障害物を回避する際の施工性において適応性に欠けることや、異形管部の接合箇所において漏水が多発しているなどの情報を入手したことから、今回の無収水対策パイロットプロジェクトで使用する材料としては不適と判断した。

C/P とパイロットプロジェクトで使用する管材料について協議を行った結果、C/P より多様な管種、継手を使用した接合技術について学びたいとの要請を受けた。従って、TOT を目的とした第1期パイロットプロジェクトで使用する材料は、品質が確保される本邦調達とし、ダクタイトル 鋳鉄管、電気融着による一体型継ぎ手による接合工法を用いたポリエチレン管、ゴム輪形の硬質塩化ビニル管を用いてパイロットプロジェクトを実施することに決定した。これらの管材は、現在ミャンマーで実施されている給水事業で使用され、また今後、使用が増加していく管材である。以下に調達資機材を示す。

(本邦調達)

1. 管材	ダクタイトル 鋳鉄管 (DIP) ゴム輪型塩化ビニル管 (RRVP) 水道用ポリエチレン管 (HDPE-Butt-Fusion) バルブ弁筐 メカニカルタイプ金属継手 ポリエチレン二層管 (給水管)
2. 漏水探知・修理機材	相関式漏水探知機

	樹脂管用漏水探知機 金属探知機 シンプルジョイント
3. 配管工事機材	コンクリートカッター ランマー ハンマードリル等
4. DMA 機材 (流量計、ロガー等)	電磁流量計 超音波流量計 データロガー
5. 水道メータ	接線流羽根車式水道メータ

(現地資機材)

1. 管材	塩化ビニル管 (統合管用 25mm~40mm)
2. メータボックス	メータボックス

(3) 実施計画

調査・設計からの全体スケジュールを図 2-71 に示す。2015 年 10 月に対象地区が決定され、2016 年中に現地での測量及び顧客調査、設計指導を完了した。その後、資機材調達に時間を要したため、2019 年 1 月からパイロット地区での OJT を開始した。パイロット地区での工事開始からの実施工程を表 2-86 に示す。

2019 年 5 月以降の雨季期間に激しい雨が頻発するようになり、工事の進捗が大幅に遅延、特に降雨の激しかった 8 月末~9 月中旬の工事を一時休止することになった。

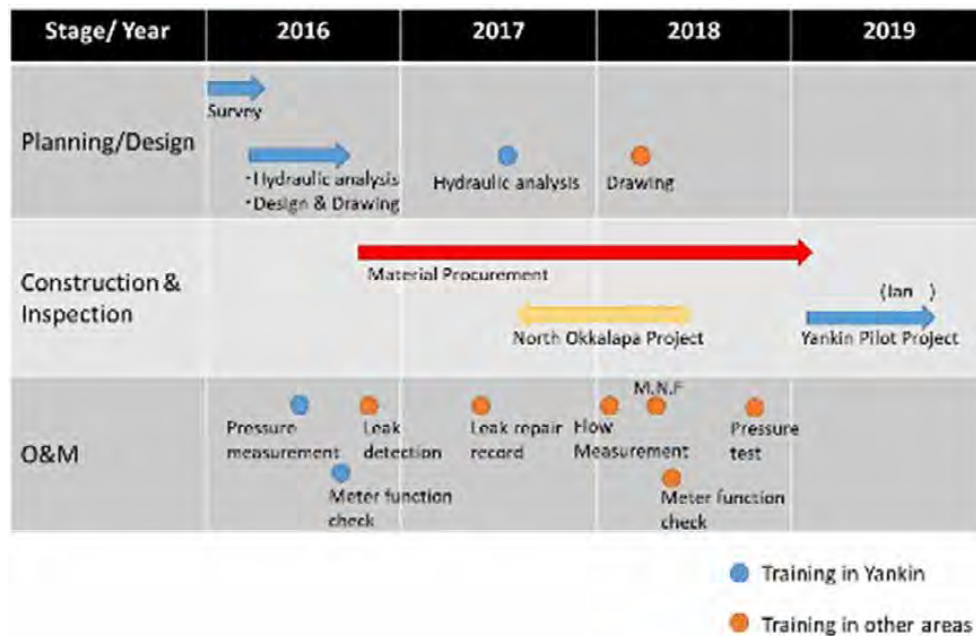
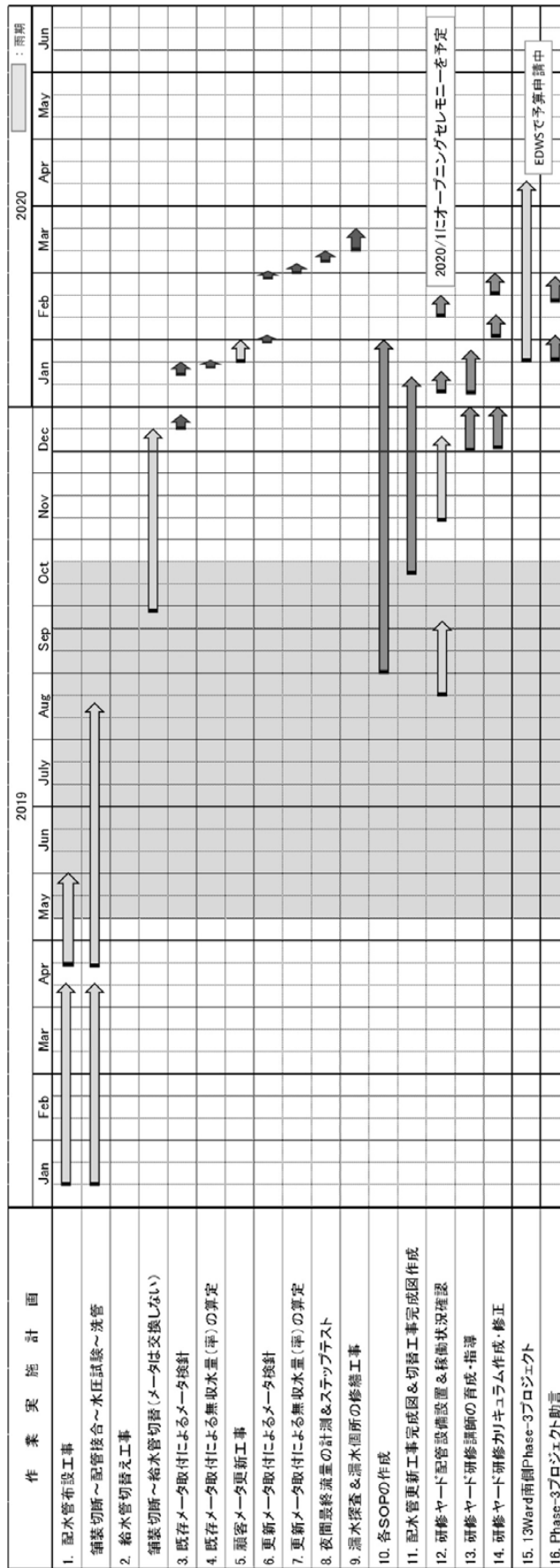


図 2-71 : パイロットプロジェクト全体スケジュール

表 2-86 : パイロットプロジェクト実施工程



(4) 研修計画

無収水管理能力向上のための研修計画を、表 2-87 に示すとおり 2017 年 2 月に決定した。この計画に基づき、パイロット地区にて OJT を実施した。

表 2-87：無収水管理研修計画

活動項目	目的/期待される成果	主内容	手法
1) 送配水管、給水装置の材料選定	送配水管、給水装置に使用される材料の種類や特性を理解する。	<ul style="list-style-type: none"> • 材料の種類や特性 • 材料基準（管材、バルブ、接合部材） 	セミナー 研修 OJT
2) 計画と設計	適正な計画と設計について学ぶ	<ul style="list-style-type: none"> • 配水計画 • 図面作成 • 完成図面作成 	セミナー 研修 OJT
3) 検査の必要性	検査の必要性と実施方法を理解する	<ul style="list-style-type: none"> • 材料や工事の検査 • 完成図を用いた検査 	セミナー OJT
4) 配管工事に必要な技術	様々な管種に関する配管技術の向上 (DIP, HDPE, PVC など) 漏水修繕技術の向上	<ul style="list-style-type: none"> • 各管種別の接合に関する知識（DIP, HDPE, PVC など） • 配管接合と漏水修繕トレーニング • 水圧試験のトレーニング 	セミナー 研修 OJT
5) 給水装置	メータの正しい設置と給水装置に関わる材料の理解	<ul style="list-style-type: none"> • メータの正しい設置方法 • 給水装置に関わる材料を理解する • 配水管からの適正な給水分岐 	セミナー 研修 OJT
6) 漏水探知	漏水探知技術の向上	<ul style="list-style-type: none"> • 様々な漏水探知機器を理解する • 漏水調査機器の使用方法的トレーニング • 漏水量測定のためのトレーニング 	セミナー 研修 OJT
7) 縮尺を持った地図作成のための測量	縮尺をもった地図の必要性と作成方法の理解	<ul style="list-style-type: none"> • 縮尺を持った地図の必要性を理解する • 地図の作成方法と活用方法 	セミナー OJT
8) 流量測定	流量測定方法を理解する	<ul style="list-style-type: none"> • 流量計の種類を理解する • 流量測定のためのトレーニング（夜間最小流量） 	セミナー OJT
9) パイロットエリアでの OJT	無収水率の算定 無収水対策の改善 無収水削減モデルの構築	<ul style="list-style-type: none"> • 無収水対策（物理的損失と商業的損失）に関わる技術と知識について理解する • 無収水 C/P を指導者として育成する 	OJT
10) 水道の基礎	職員それぞれの職責を理解する	<ul style="list-style-type: none"> • 水道の基礎を理解する 	セミナー OJT
11) 無収水についての理解	無収水の定義を理解する	<ul style="list-style-type: none"> • 無収水の基礎を理解する • 無収水対策に関する理解する 	セミナー OJT
12) 検針	検針エラーが発見できるようになる 正しい検針を理解する	<ul style="list-style-type: none"> • 検針について理解する • 顧客の使用水量の確認トレーニング（エラー発見） 	セミナー OJT
13) 標準手順書とマニュアル	標準手順書とマニュアルを作成する 標準手順書とマニュアルの改訂と活用	<ul style="list-style-type: none"> • SOP とマニュアルの作成 • パイロットプロジェクトを通じた SOP とマニュアルの改訂 	セミナー OJT
14) 料金請求と徴収	正しい水道料金の請求と徴収	<ul style="list-style-type: none"> • 関係職員とのディスカッション • 正しい料金請求と徴収について理解する 	ワークショップ
15) 違法接続	違法接続の種類について理解する 違法接続の解消方法を理解する	<ul style="list-style-type: none"> • 違法接続の判断に関するトレーニング • 違法接続削減方法について協議を実施する 	セミナー OJT
16) 給水装置	適正な給水装置について理解する	<ul style="list-style-type: none"> • 給水分岐トレーニング • 正しいメータ設置方法を理解する 	セミナー OJT

2-3-8 選定したパイロット地区において DMA を構築する

(1) DMA 設計

1) 設計作業

DMA の構築に先立ち、DMA 設計作業を実施した。設計作業は、無収水管理の CP と共に水理解析実習を兼ねて、表 2-88 に示す日程により実施した。

表 2-88 : DMA 設計作業日程

日時	作業内容	作業者
2016 年 3 月 21 日	路線別将来水需要の算出(M/P に従い 2040 年を想定)	無収水管理の C/P 及び専門家
2016 年 3 月 22 日	ArcGIS より EPANET(水理解析ソフト)モデルの作成	
2016 年 3 月 28 日	既設管路(DMA 構築前)の水理解析(将来水需要)の実施	
2016 年 3 月 29 日	DMA 構築後の管路形状と管口径の検討	
2016 年 3 月 30 日	DMA 入口・末端での確保水圧の検討及び管口径の再設定	
2016 年 3 月 31 日	DMA 構築後の管路形状と管口径の最終案策定	

DMA 案は、GIS 研修を通して作成したパイロット地区の管路データを基に水理モデルを作成し、現地での水圧測定結果と 2040 年の水需要(M/P に基づく)を考慮して作成した設計マニュアルに従い設計した。

2) 設計結果

検討の結果として得られた、パイロット地区の DMA 構築後の管路形状・口径最終案は図 2-72 の通りである。

(水需要設定条件)

- 世帯数(現地調査結果に基づく)
- 1 世帯あたりの人口(2014 年国勢調査のヤンキン T/S の結果に基づく)
- 人口増加率(M/P のヤンキン T/S の 2040 年までの人口増加率を採用)
- 家庭用使用量 200L/人/日、非家庭用使用水量(M/P のヤンキン T/S の 2040 年の値)
- 学校と修道院の使用水量(水道マスタープラン (M/P) に基づく)
- 物理的漏水率は管更新に伴い 0%を想定

(管路形状と口径の算出根拠)

- パイロット地区の外郭には $\phi 150$ mm、内部の主要道路には $\phi 100$ mm、各家屋への給水分岐位置を考慮し路地には $\phi 50 \sim \phi 75$ mmの管路を計画した。道路幅員の関係から既存管の $\phi 38$ mm をそのまま利用せざるを得ない路線もある。
- 将来の配水圧コントロールを想定し、DMA 内での損失水頭を 4m 以内に抑えることを目標として口径を選定した。(今後新設する DMA について損失水頭の上限を設けることにより、今後の配水幹線の水圧コントロール目標の策定が容易にするため。)
- 前述「2-3-2(3)」の通り、パイロット地区入口(図中左上部)での実測水圧が概ね約 0.04 ~0.06MPa(水頭約 4~6m)で推移していたことから、念のため 2040 年水量使用時でも有圧となるよう DMA 内での損失水頭を 4m 以内に抑えることを目標とした。

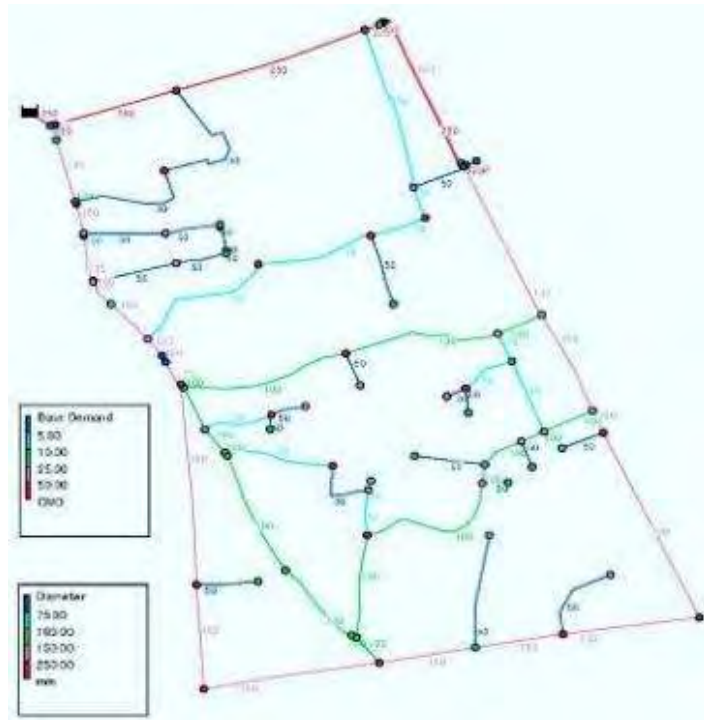


図 2-72 : DMA 構築後の管路形状・口径最終案

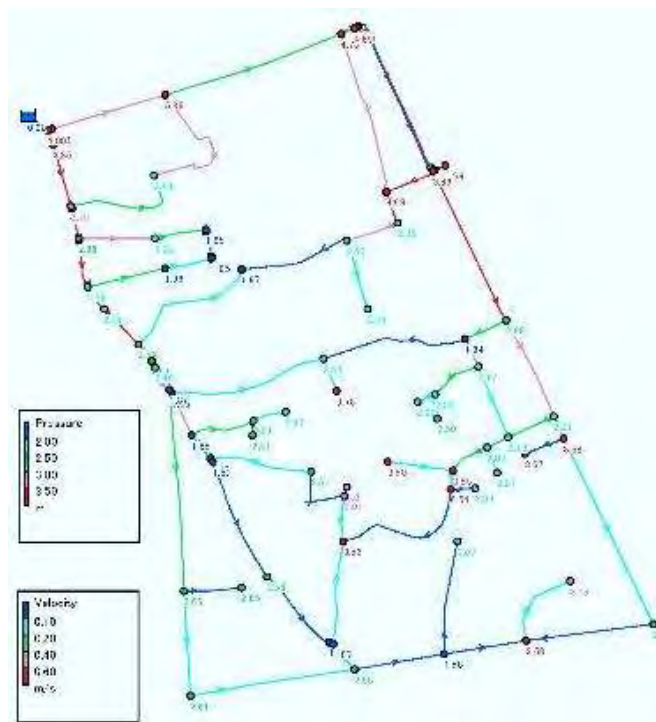


図 2-73 : DMA 構築後の水頭分布(パイロット地区入口水頭が 4m の場合)

最終案の水理解析結果は図 2-72 の通り。DMA 内での損失水頭は約 2.6m であり、これ以上の縮径を行った場合は DMA 内の損失水頭が 4m を超えるため、本案を最終案とした。

研修講師育成を次図の Phase1 地区で実施、研修講師による OJT を Phase2 地区で実施し予算年度内で完了する予定であった。しかし、雨季の影響で Phase1 地区の進捗に大幅な遅延が生じたことから、Phase2 地区を予算年度内に完了することが困難になった。Phase2 地区は YCDC 予算年度

内（2019年9月）に完了する必要があったため、研修講師によるOJTをPhase3地区で行うよう変更した。図2-74にパイロット地区の地区分けを示す。

Phase1：C/Pを研修講師として育成する地区

Phase2：水資源水道局が独自に管網整備を実施する地区

Phase3：育成された研修講師がOJTを実施する地区

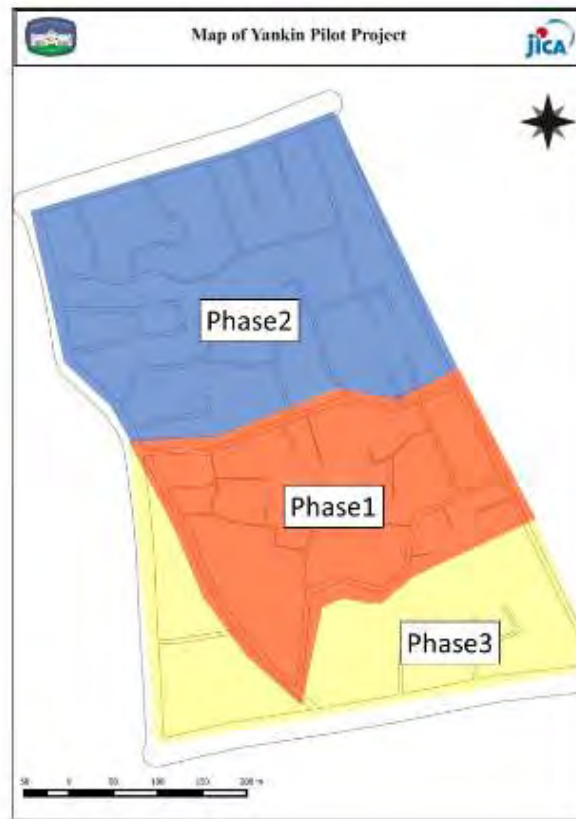


図 2-74：パイロット地区(Phase 別)

設計に基づき、パイロット地区内でDMA構築工事を実施した。工事内容は2-3-9に示す。

2-3-9 パイロット地区において物理的損失対策活動を実施する

(1) ヤンキンパイロットプロジェクト(Phase1)概要

C/PへのOJTを実施したPhase1地区でのOJT概要は下記のとおり。

プロジェクト期間	2019年1月～2020年1月
合計路線延長	2.13km
対象給水接続数	218 コネクション
エリア内戸数	311 件

(2) 住民説明会

工事着手前住民説明会を2019年1月17日にパイロット地区内の寺院で行った。平日早朝の開催だったが、地域住民約50名が参加した。水資源水道局からは副CE3、ACE2名、南部地域事務所所長とC/Pが参加し、副CE3と南部地域事務所所長が工事目的、C/Pが具体的な工事スケジュール、工事手法、苦情対応などを説明した。また、ヤンキンT/S選出の地区議会議員が参加し、説

明終了後には、地区住民に対して理解と協力を求めた。

(3) 接合研修

パイロットプロジェクトでは、正しい施工による漏水防止の効果をみるため、管材は本邦から、ダクタイル鋳鉄管、ゴム輪型塩化ビニル管 (RRVP)、ポリエチレン管 (EF 接合) を調達した。実際の配管に先立ち、工事当初に使用するゴム輪型塩化ビニル管について、接合研修を 2019 年 1 月 21 日に現場事務所内で実施した。研修では接合方法だけでなく、切管作成、テーパ加工、管の取り外しについても指導した。



写真 2-53 : RRVP の接合実習

(4) パイロット地区への流入量 (Input Volume) 測定

水資源水道局はすでに携帯超音波流量計 (東京計器 UFP-20) を 1 台保有、今回パイロットプロジェクトで同機種を 1 台調達したことで合計 2 台となり、複数点での同時測定が可能となった。パイロット地区の既設管布設状況は、ヤンキン T/S と GIS 課から情報を得た後、交差点部や分岐予定箇所の試験掘を行い確認した。結果、Phase1 地区への流入口が 4 カ所確認された。また、水理解析の結果から、現況の管網で流入点を 1 か所に減らした場合、圧力損失が大きくなり、常時配水が維持できなくなることが想定されたため 4 カ所の流入点を維持したまま全地点について測定を行うこととした。測定スケジュールと結果を表 2-89 に示す。

表 2-89 : パイロット地区における流量測定結果

計測地点	管種・口径	計測期間	測定結果
Point 1	PVC φ50	2019/2/8 17:35 ~ 2/9 17:35	53.9 m ³ /day
Point 2	HDPE φ90	2019/2/8 17:35 ~ 2/9 17:35	472.5 m ³ /day
Point 3	PVC φ40	2019/2/22 11:00 ~ 2/23 11:00	150.0 m ³ /day
Point 4	PVC φ75	2019/2/12 18:00 ~ 2/13 18:00	87.8 m ³ /day
Total			764.2 m ³ /day

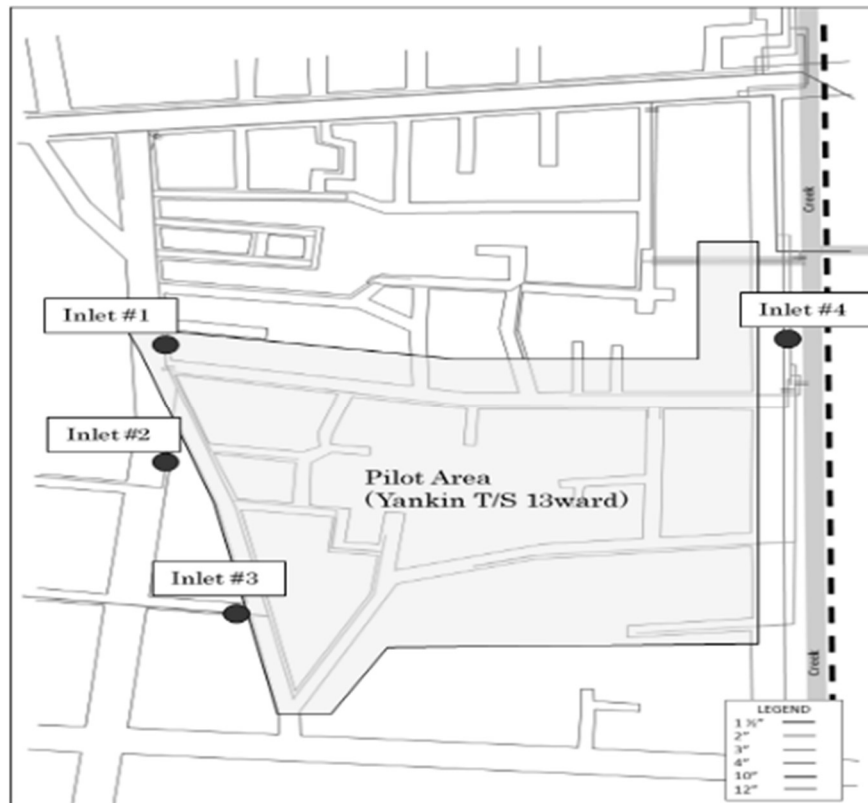


図 2-75 : 流入量計測ポイント

(5) パイロット地区における無収水率の算定を行う

顧客調査を基に T/S から受領した検針データから対象顧客の検針値を抽出した。2018 年 8 月、9 月、10 月の 3 か月間のデータから一か月分の使用水量を算定、2018 年 2 月に測定した流入量測定結果を基に無収水率を算定した。結果は下記のとおり。以上より、プロジェクト開始時（無収水対策前）の無収水率初期値を 86% と推定した。

表 2-90 : パイロットエリア流入量及び使用量(改善前)

System input Volume (Daily)		Daily Consumption	
point 1 (PVC φ 50mm)	53.9 (m ³ /日)	106.32 (m ³ /日)	
point 2 (HDPE φ 75mm)	472.50 (m ³ /日)	Monthly Consumption	
point 3 (PVC φ 50mm)	150.00 (m ³ /日)	3,189.46 (m ³ /月)	
point 4 (PVC φ 75mm)	87.80 (m ³ /日)	Monthly Consumption per household	
Total	764.20 (m³/日)	16.61 (m ³ /日/世帯)	

$$\text{無収水率 (\%)} = (764.2 - 105.57) / 764.2 \times 100 = 86\%$$

(6) 現場での OJT

水資源水道局の通常業務では工事監督業務のみを行っているが、パイロットプロジェクトでは配管作業も C/P 自身に担当してもらい、実技を通じた指導を行った。C/P への研修項目を表 2-91 に示す。

表 2-91 : パイロットプロジェクト研修項目

配水管路図の整備	現地調査
	測量と地形図の作成
	顧客各戸調査
	試験掘
顧客調査	使用水量調査
計画・設計	設計の基準
	DMA (District Metered Area)
	材料特性
	接合部品
	配水管付属施設(弁栓類)
無収水の把握	流量測定計画の作成
	流量測定の実施
	無収水率の算定
	夜間最小流量測定法
	配水量分析(水収支)
資機材調達	材料検査
	工具、機械の理解
管布設(配水管)	適正な接合手法(DIP, RRVP, HDPE-EF)
	適正な埋戻し
	工事記録
給水装置	メータの種類と特徴
	メータ設置位置
	メータの保護
	適正な給水分岐(穿孔手法)
	適正な給水管布設
漏水対策	漏水探知手法
	夜間最小流量法
	ステップテスト
	漏水量測定
	適正な漏水修繕
商業的損失対策	メータ機能テスト
工事完成検査	水圧試験
	完成図の作成
安全管理	安全用具の着用(服装、安全靴)
	保安用品の設置
広報	工事看板
	住民説明会
維持管理	無収水モニタリング
	管路図の更新

(7) DMA 構築工事

2019年1月中旬にパイロットプロジェクト工事用の資機材が現地に搬入されたことを受け1月下旬よりDMAの構築を目的とした配水管の布設工事に着手した。

水資源水道局がこれまでに実施してきた配水管布設工事の大部分は道路の路肩部や雨水溝の法面部など舗装部を回避しての布設となっており、雨水溝改修工事時に障害となる事例が発生している。この様な事を踏まえ今回のプロジェクトにおける配水管の埋設工事に際しては、今後のヤンゴン市におけるインフラ整備に際し維持管理が正しく行える箇所への管路布設の重要性を説明

した上で各路線においてC/Pと共に管の埋設位置を決定した。

配水管路の付帯設備として維持管理に重要な役割を担う仕切弁の設置に関して、その役割の重要性、設置位置に対する考え方、緊急時等においても間断なく開閉が可能とすること、弁筐の設置についてC/Pに説明を行った。

また、管路布設が計画されている道路は大別して Moe Kaung、Damayone、Shwe Yinmar、Myanandar の4路線となっている。その中の Shwe Yinmar と Myanandar の2路線については地下水の湧水量が極めて多いことが予想されていたことから、当該箇所への布設管材の選定に際しては降雨時や地下水の湧水などの条件下においても管接続が確実にできる RRVP（ゴム輪型硬質塩化ビニル管）を採用した。

また、水資源水道局が日常的に使用している HDPE（高密度ポリエチレン管）については水資源水道局が一般的な接続工法としている Butt-Fusion による接続ではなく継手部などの接続においてより安全で高い接合性が確保される EF 工法を用いた HDPE 管の布設を一部の区間において実施した。更に、幹線道路となっている Moe Kaung Road においては交通車両の往来頻度が非常に高いことと、今後ヤンゴン市においてより高い普及が見込まれる耐荷重性に優れた DIP（ダクタイル鋳鉄管）を用いた管路の建設を行った。以下に配水管布設に係る路線別・管種別進捗状況を示す。

表 2-92：路線別・管種別進捗状況表

Road	Mon	DIP			RRVP			HDPE		TOTAL	
		Φ150	Φ100	Φ75	Φ150	Φ100	Φ75	Φ50	Φ75		
Mou Kaung	Jan										
	Feb										
	Mar				13.8m						13.8m
	Apr					15.2m					15.2m
	May	110.8m			3.3m						114.1m
	Jun	151.3m									151.3m
	Jul	10.2m			1.6m						11.8m
Damar Yone	Jan										
	Feb					10.0m					10.0m
	Mar					304.4m	103.1m				407.5m
	Apr					37.2m					37.2m
	May										
	Jun										
	Jul										454.7m
Mya Nandar	Jan						55.0m				55.0m
	Feb					296.9m	4.1m				301.0m
	Mar					99.4m					99.4m
	Apr					1.5m					1.5m
	May					11.5m					11.5m
	Jun										
	Jul										468.4m
AungChan Tar	Jan										
	Feb										
	Mar				26.4m						26.4m
	Apr				32.7m						132.7m
	May				114.3m						114.3m
	Jun										
	Jul										273.4m
Shwe Yin mar	Jan										
	Feb										
	Mar										
	Apr					13.8m					13.8m
	May					117.4m					117.4m
	Jun					81.1m					81.1m
	Jul					169.5m					169.5m
Phase 2 Lane	May		5.4m	5.4m							10.8m
	Jun			10.9m			5.5m				10.9m
	Feb							25.7m			25.7m
	Mar						4.7m	27.5m			32.2m

Road	Mon	DIP	DIP	DIP	RRVP	RRVP	RRVP	RRVP	HDPE	TOTAL	
		Φ150	Φ100	Φ75	Φ150	Φ100	Φ75	Φ50	Φ75		
Private Lane	Apr									38.4m	
	May						10.7m	12.3m	94.4m	117.4m	
	Jun						6.4m			6.4m	
	Jul						0.8m	1.2m	4.0m	6.0m	226.1m
	Month	D I P	D I P	D I P	RVP	RRVP	RRVP	RRVP	HDPE	TOTAL	Working Days
		Φ150	Φ100	Φ75	Φ150	Φ100	Φ75	Φ50	Φ75		
	Jan						55.0m			55.0m	3 days
	Feb					306.9m	4.1m	25.7m		336.7m	20days
	Mar		5.4m	5.4m	40.2m	403.8m	107.8m	27.5m		590.1m	27days
	Apr			10.9m	132.7m	67.7m		38.4m		249.7m	13days
	May	110.8m			117.6m	128.9m	10.7m	12.3m	94.4m	474.7m	28days
	Jun	151.3m				81.1m	11.9m			244.3m	28days
	Jul	10.2m			1.6m	169.5m	0.8m	1.2m	4.0m	187.3m	8days
TOTAL		272.3m	5.4m	16.3m	292.1m	1,157.9m	190.3m	105.1m	98.4m	2,137.8m	127days

以下に今回のプロジェクトによる配水管布設工事に係る日進量を示す。

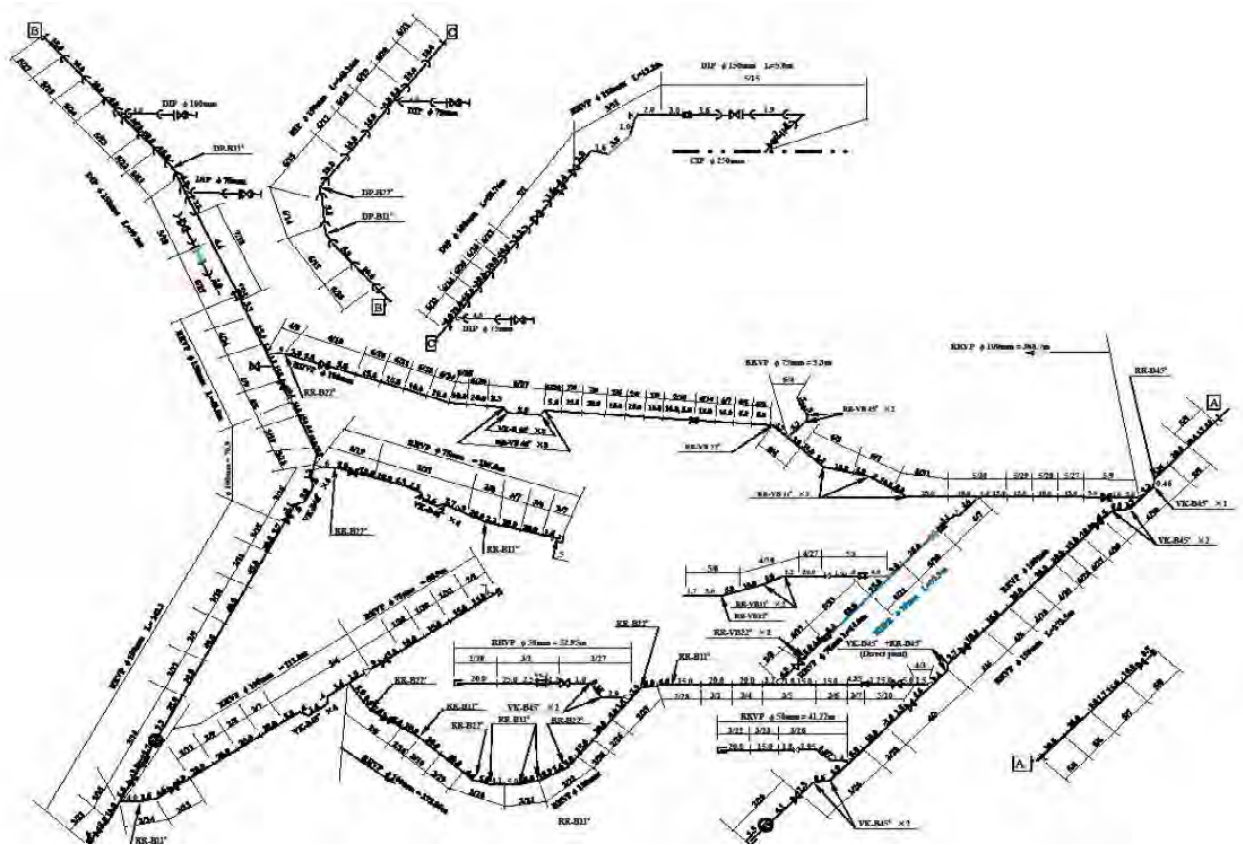


図 2-76 : 配水管布設日進状況

(8) 道路内構造物による現地での管路の検討方法

ヤンゴン市内各所において雨季時の降水対策として地下に雨水溝が設置されている。パイロット地区内においても DIP 布設路線内に 2 か所の雨水放水用のカルバートが確認された。当該箇所の管布設にあたっては事前に試掘を行い地中部分のカルバートの構造幅や基礎部までの深さなどの確認を行った。試掘による確認事項をもとに配管施工に際しての詳細実施設計図の作成を指導し管布設を行った。

(9) サービスパイプ配管方法の改善

各給水需要家へのサービスパイプ（給水管）の管布設施工に際しては、配水管からの分岐は全てサドル付分水栓を用いた。水道の先進国においても配水管の分岐部から漏水が多く発生していることがこれまでも確認されており、無収水の大きな要因の一つとなっている。このことから、今回のプロジェクト終了後においても無収水削減のため、ヤンゴン市の給水装置工事の施行に際し標準的な材料としての使用を根付かせることを目的とした。

給水統合管からの分岐についてはTS分岐継手（チーズ）を使用し、何れの場合においてもメータ及びメータ下流側部の既設管との接続部までの配管については可能な限り土中埋設とした。これは、漏水の原因となる外圧からの管の保護及びPVCなどの樹脂管の弱点となる紫外線による管の劣化を防ぐためである。

また、ヤンゴン市内の大部分の道路の両側には雨季の雨水排水と家庭からの生活排水の放流先としての雨水・下水溝が設置されている。

今回のプロジェクトにおいて各需要家へのサービスパイプの布設に際しては道路の舗装取り壊しを軽減するために配水管埋設位置から宅地内に向け現地でプッシャーと呼ばれている狸掘りのような掘削工法による施工がYCDCの判断により実施された。

当該工法については作業員の安全性や配管の確実性、更に埋戻し不良に伴う道路の陥没や沈下を誘発する危険性を含んでいる。このような観点から今後見直しを行っていく必要がある。

今回は、次図のような配管を標準とした給水管の布設配管を指導した。

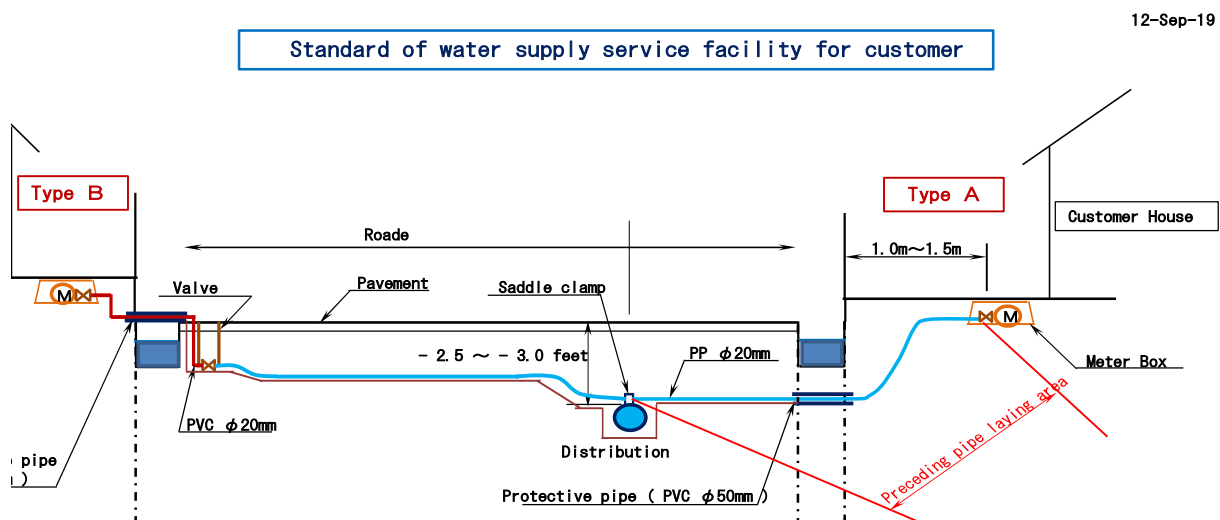


図 2-77：パイロットプロジェクトにおける給水管標準配管図

(10) 統合給水管の布設

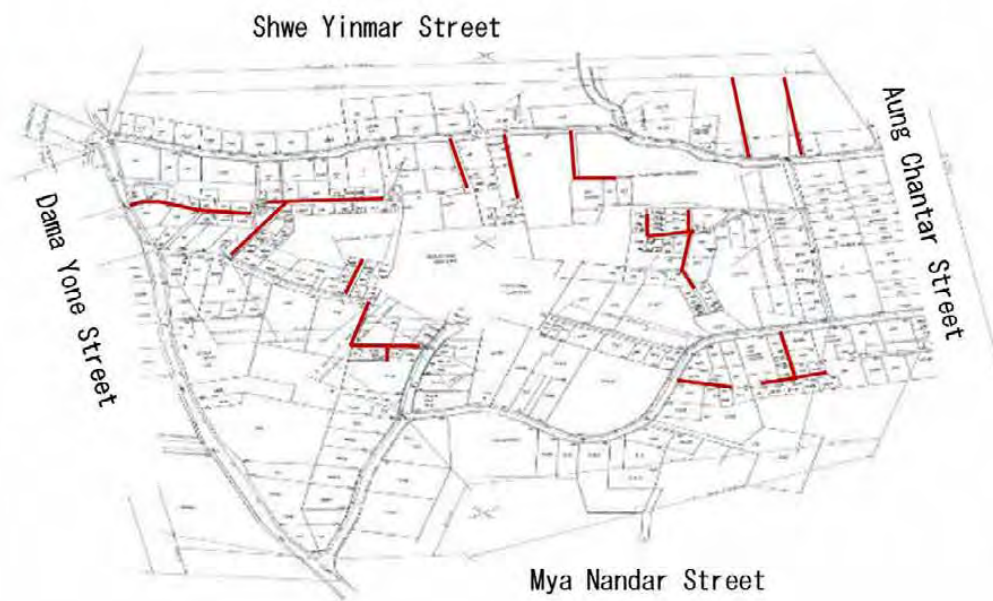
各給水需要家への給水管が低品質のPVCを使用し、私有通路脇の側溝等は無秩序な状態で多数配管されている状況（スパゲッティ配管）が今回のパイロット地区内にも多数見受けられた。同様の状況は市内各所にあり、その原因は水理解析を伴わない計画性のない管路形成によるものと考えられる。この状況を改善するためそれらの戸別の給水管をφ25mm～φ40mmの1本に統合し水資源水道局所有の給水管として布設を行った。

給水管の口径決定に際しては、給水管からの分岐戸数を調査の上、C/P に対し一日一人当りの最大使用水量(200L/人)を基に給水管布設延長と管径に基づく動水勾配による損失水頭の求め方を指導し、既存水压を基に C/P が管径の決定を行った。統合給水管布設状況を表 2-93 に示す。

表 2-93：統合管布設進捗状況表

Integrated Pipe No,	Diameter of pipe & Pipe length				Total Length	Number of Branches (φ20mm)
	φ 50mm	φ 40mm	φ 30mm	φ 25mm		
Shwe Yinmar I		69.5m			69.5m	1 1
Shwe Yinmar II		41.2m			41.2m	9
Shwe Yinmar III				139.3m	139.3m	3
Shwe Yinmar IV						4
Shwe Yinmar V				39.4m	39.4m	5
Damayone I	42.6m				42.6m	9
Damayone II	83.8m	7.3m			91.1m	2 2
Damayone III		1.0m	50.1m	4.0m	55.1m	6
Myanandar I		60.0m				1 1
Myanandar II				0.0m		4
	126.4m	179.0m	50.1m	182.7m	538.2m	8 4

以下に統合給水管の布設箇所を示す。



※ ————— : 統合給水管の布設箇所

図 2-78：統合管布設状況図

統合給水管の布設事例を以下に示す。

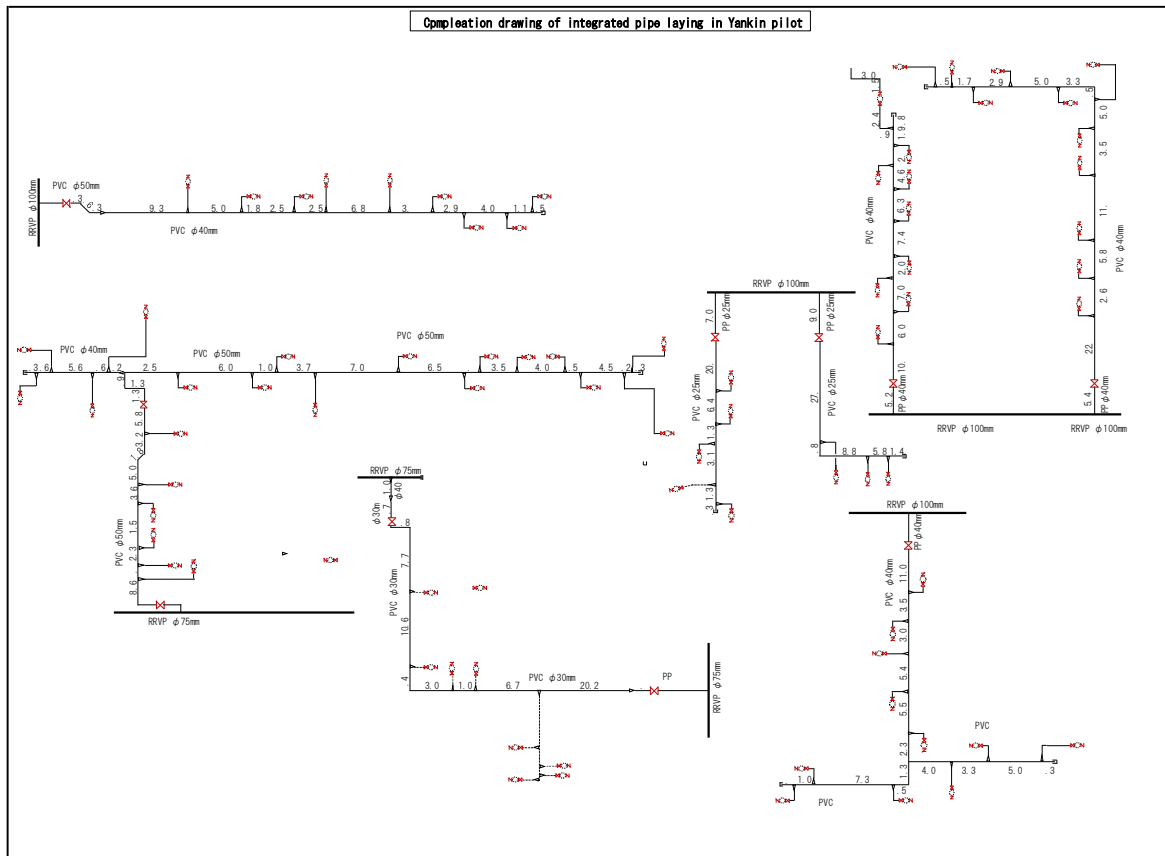


図 2-79 : パイロット地区内統合給水管図

(11) 工事記録(工事日報フォーマットの作成)

工事日報のフォーマットを作成し、工事開始前にフォーマットの使用法、配管図の書き方の指導をした。日報では、進捗、配管状況、使用材料を記録し、工事完成検査に向けた完成図作成に使用する。毎日記録を続けた結果、伏せ越し部や分岐部など複雑な図面も記録できるようになった。C/P が記録した工事記録例を図 2-80 に示す。

Daily report

Checked Signature	No.	Date(ex:10/8/2017 (Daytime/ Night))	Weather	Drawing of completed part								
	119	8-9-2019 (Daytime)										
Construction Name	Person in charge											
Yanjin Pilot Project	Supervisor	EDWS										
	Labour	18										
Address(ex:N,street,ward,T/S)	Today work											
Shouze Yin Ma's St, Ciadward	Pipe laying											
Yanjin T/S	Cutter cones											
Completed work length(m)												
Material/Diameter	Length(m)	Material/Diameter	Length(m)									
RRVP φ4"	8.225m											
RRVP φ2"	6.67m	Surge										
Used Material												
Material/Diameter(Inch)	Kind	No.	Remarks	Cut pipe	with spigot	Used	Remainder	S/N	with socket	Used	Remainder	Remarks
RRVP φ4"	Straight Pipe	1	Cut: 2	100mmφRRVP	2.40m							
RRVP φ4"	1 1/2" Bend	1										
HDPE φ4"	Straight Pipe	1	Cut: 1	25.000φHDPE	4.00m							
φ4" x 3" Reducer	3-Wing	1										
RRVP φ3"	Straight Pipe	1	Cut: 2	25.000φRRVP	0.50m							
RRVP φ2"	3-Wing	1	Cut: 1	50.000φRRVP	0.50m							
RRVP φ2"	3-Wing	1										

図 2-80 : 工事日報

(12) 完成図作成

完成図作成にあたり、完成図に記載する内容や必要な情報に関して指導を実施した。上記で作成した工事記録を基に、T字管、制水弁、消火栓及び曲管等のオフセット測定を実施した。オフセットの測定完了後、平板測量にて作成した地形図へ配水管路図を記入した。また、伏越し部や取出し部等の配管などの複雑な箇所に関しては詳細図を作成し、配管の寸法や継手の位置を記載した。T字管や制水弁はオフセット図を別途作成し、道路形状から配水施設位置を把握できるよう指導した。下記サンプルを基にC/Pが完成図を作成中である。

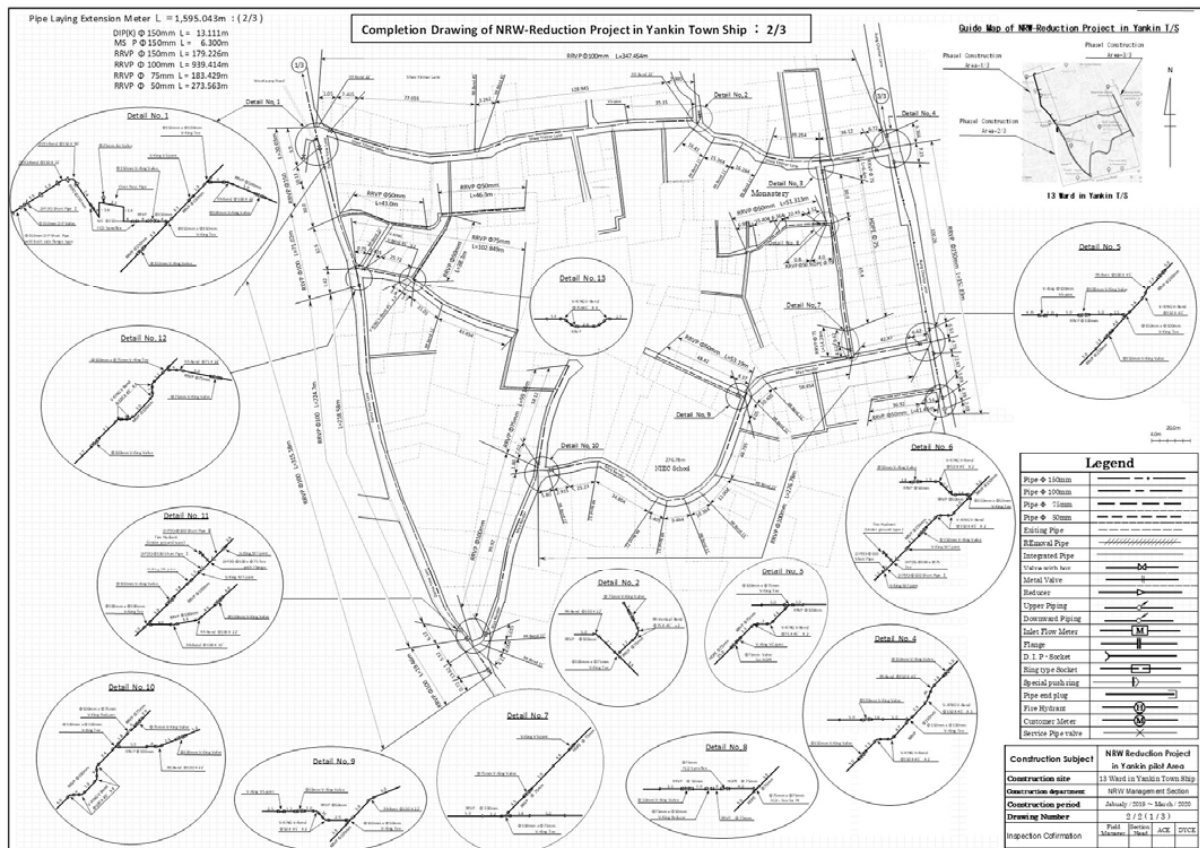


図 2-81 : 工事完成図面サンプル (専門家作成)

(13) 水圧試験(手法、テストポンプの使い方、試験区間の決定)

バルブ設置が完了した区間ごとに水圧試験を行い、漏水の有無を確認した。試験水圧は状況に応じて、0.5MPa~0.75MPaとした。実施したスケジュールと結果を表 2-94 に示す。

現状、各 T/S が担当している工事では水圧試験が実施されていない。施工不良や管材の不良が原因となる漏水が相当数あり、水圧試験の実施は急務であることから、水圧試験研修には C/P に加え、各 T/S から所長、副所長に参加してもらい下記について指導を行った。すでに着手されている水資源水道局が独自に実施しているパイロット地区 (Phase2) においても、C/P 自身が各路線について水圧試験を実施した。

- 水圧試験の必要性
- 充水の方法(管内滞留空気の排気)
- テストポンプの使い方(手動型、電動型)

表 2-94：水圧試験実施概要と結果

実施日	路線	試験時間	管種・口径 ・延長	試験圧力	結果
2月14日	Mya Nandar Lane (1)	14:02 - 14:32	RRVP 3" 57.0m	0.75MPa	OK 漏水なし
3月21日	Mya Nandar Lane (2)	10:00 - 10:30	RRVP 4" 120.0m	0.75MPa	OK 漏水なし
3月22日	Mya Nandar Lan Thwe	15:50 - 16:20	RRVP 2" 67.0m	0.75MPa	OK 漏水なし
3月23日	Mya Nandar Lane (3)	13:00～	RRVP 4" 241.0m	0.75MPa	水圧上らず 漏水あり
10月2日	Mya Nandar Lane (3) (2回目)	16:15 - 16:45	RRVP 4" 241.0m	0.50MPa	OK 漏水なし
10月4日	Shwe Yin Mar	12:15 - 12:45	RRVP 4" 357.5m	0.75MPa	OK 漏水なし
10月7日	Aung Chan Thar (North)	15:07 - 15:37	RRVP 6" 126.4m	0.50MPa	OK 漏水なし
10月8日	Aung Chan Thar (South)	15:45 - 16:15	RRVP 6" 151.6m	0.75MPa	OK 漏水なし
10月9日	Aung Chan Thar Lane	12:17 - 12:47	RRVP 2" 35.0m	0.50MPa	OK 漏水なし
10月9日	Damaryone Lane	14:02 - 14:32	RRVP 3" 114.0m	0.50MPa	OK 漏水なし

2019年3月23日に実施した、Mya Nandar Lane(3)では充水後に2時間加圧を続けたが水圧が上がらず漏水が確認された。漏水調査により、3か所の漏水箇所が特定され修繕を実施した。その後、10月2日に改めて水圧試験を実施し漏水がないことを確認した。

(14) 漏水修繕

ヤンゴン市では塩化ビニル管の修繕の際、ラバー・チューブによる巻き付けや、管を火で炙り管を変形（熱間応急工法）させることで受け口を加工して修繕を行っている。この工法では、接合部の管厚が薄くなり強度が保てないため、修繕箇所から再度漏水することが多い。施工不良により布設した管からの漏水があったため、日本から調達したゴム輪形硬質塩化ビニル管（RRVP）用の特殊継手（V-King）を使用した継輪による修繕方法を指導した。

漏水原因：接合不良によるゴム輪捲れ

修繕方法：漏水箇所の接合部を切断、V-King VS joint（継輪）を使用



漏水発見時



漏水状況



ゴム輪の捲れ



修繕状況

写真 2-54：漏水の発生状況と修繕

(15) パイロットプロジェクト C/P の決定と変遷

パイロットプロジェクト計画設計段階では無収水管理課の職員が C/P となり、工事開始後もフルタイム C/P として従事する予定であった。しかし 2018 年 10 月、無収水管理課職員が他業務に従事することになり、パイロットプロジェクトにフルタイムで従事することはできなくなった。

その後、2019 年 12 月に無収水管理課から 4 名、新たな C/P として南部地域事務所下の各 T/S から 8 名の若手職員が配属され、計 12 名がフルタイムで従事する体制で工事を開始した。

困難な C/P の定着化

無収水対策の研修題材として、ヤンキン無収水プロジェクトの事前研修(計画～設計、および基礎知識)を 2018 年 11 月末から、現場での指導を 2019 年 1 月に開始した。開始当初、上記のとおり、フルタイム C/P として南部地域事務所から 8 名、無収水管理課から 4 名がアサインされたが、その後、退職や異動により C/P は減少していった。離職理由は家庭の事情とのことであったが、不安定な身分、給与や昇任に係る問題が背景にあった。技術移転したものを継続させていくためには、この高い離職率は致命的な問題であり、早期解決が望まれる。

2019 年 10 月には、当初アサインされた T/S からの C/P が 2 名まで減ったため、CE と協議し最終的に無収水管理課職員(一部 Yegu ポンプ場などから参加)がパートタイムでプロジェクトに参加することとなった。

(16) パイロットプロジェクト実施後の無収水率

本プロジェクトでは物理的損失と非物理的損失の改善効果をそれぞれ把握するため、2 回に分けて無収水率を算定した。初回は物理的損失削減の効果を把握するため、配水管布設替え工事完了後にメータの交換を行わず、既存のメータを使用して検針を実施した。2 回目は非物理的損失削減の効果を把握するため、全顧客に新規のメータをつけて検針を実施した。結果を以下に示す。

表 2-95：プロジェクト実施前後の無収水率

項目	プロジェクト前	プロジェクト後 (第1回：既存メータ)	プロジェクト後 (第2回：新メータ)
総配水量 (m ³ /月)	22,926	13,141	11,719
有収水量 (m ³ /月)	3,190	6,424	11,079
無収水量 (m ³ /月)	19,736	6,717	640
無収水率 (%)	86.1	51.1	5.5

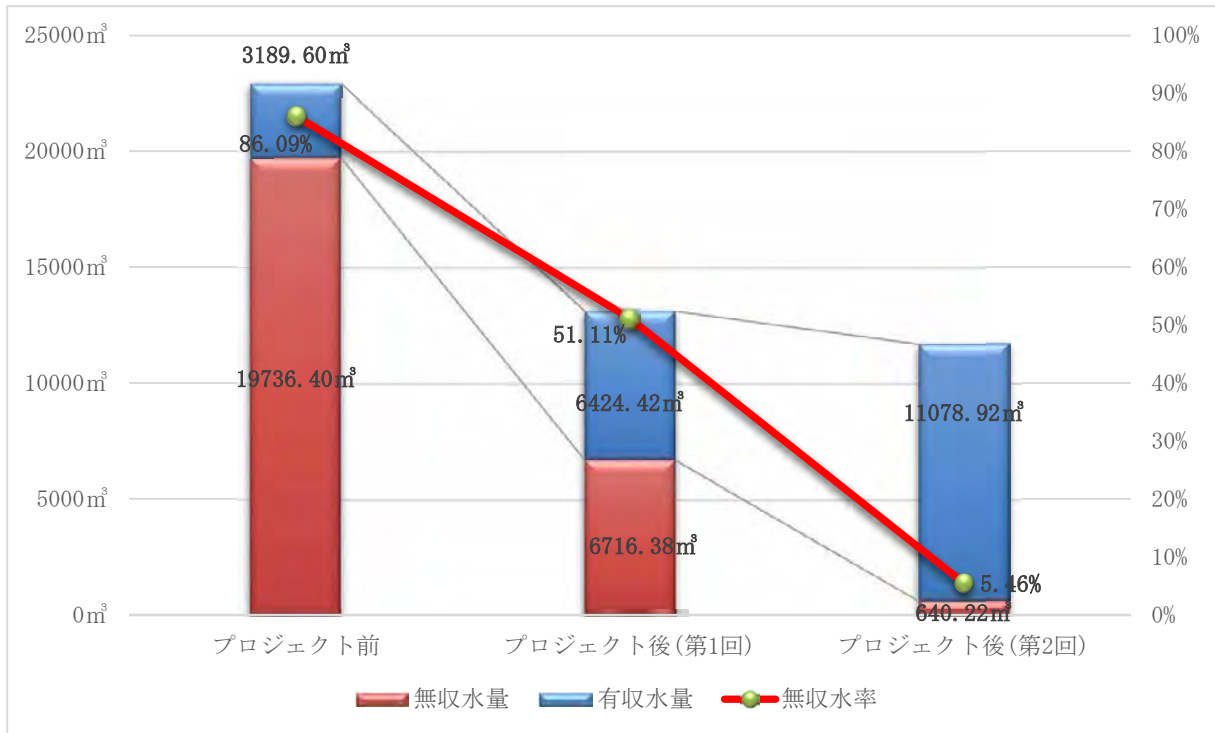


図 2-82：プロジェクト実施前後の無収水率

今後、物理的損失の主因となる漏水の探査手法である夜間最小流量とステップテストの組み合わせによる管路別の探査方法や、漏水区間が確認された後の相關式漏水探知機や漏水探知機を用いた漏水調査、及び漏水地点が特定された後の漏水修繕方法の指導を継続して行っていく必要がある。

(17) 給水状況の改善

プロジェクトの実施前と実施後に顧客宅の給水栓からの吐水量の変化の確認を行った。C/P がパイロット地域内にまんべんなく分布するように任意に 10 か所の測定点を決定した。パイロットプロジェクト開始前に、既存配水管の 10" (CIP) の水圧計測において午前と午後の水圧変動が確認されているため、同一地点にて午前と午後の二回にわたり計測を行った。2 か所を除いてプロジェクト前と後で吐水量が大幅に改善されている様子が確認できた。これは、パイロット実施後に、適正配管口径により圧力損失が減少し給水圧が改善されたためである。計測時に吐水量の改善が見られなかった 2 軒の顧客宅については、その後確認を行った結果、メータ上流側のストレーナ

に異物が滞留していたことが確認されている。調査結果を下表に示す。

表 2-96：給水状況の改善結果

Monitoring point			Flow rate of each customer house			
			AM		PM	
Measurement Point	Address	Metering Tap	OCT / 2019 (Old Pipe)	FEB / 2020 (New pipe)	OCT / 2019 (Old Pipe)	FEB / 2020 (New pipe)
1. MAP No, 100	Damayone lane. 238/A	D - φ 13	8.7L / min	23.8L / min	9.8L / min	23.1L / min
2. MAP No, -	Mya Nandar St.	P - φ 13	0.0L / min	21.0L / min	0.0L / min	21.2L / min
3. MAP No, 183	Mya Nandar lane. 2283/A	D - φ 13	0.0L / min	16.1L / min	20.4L / min	16.1L / min
4. MAP No, 253	Mya Yin Mar lane. 341/B	D - φ 13	5.0L / min	16.0L / min	4.7L / min	13.7L / min
5. MAP No, 261	Aung Chan Thar St. 447/B	D - φ 13	0.0L / min	21.7L / min	3.7L / min	25.0L / min
6. MAP No, 39	Aung Chan Thar St. 343	D - φ 13	7.6L / min	19.0L / min	6.9L / min	20.4L / min
7. MAP No, 27	Aung Chan Thar St. 38	D - φ 13	4.4L / min	10.0L / min	6.3L / min	11.1L / min
8. MAP No, 318	Shwe yin mar St. 475	D - φ 13	3.6L / min	8.0L / min	3.5L / min	8.8L / min
9. MAP No, 110	Shwe yin mar St. 247	D - φ 13	20.7L / min	13.0L / min	17.3L / min	11.4L / min
10. MAP No, 73	Shwe yin mar St. 227	D - φ 13	4.2L / min	12.2L / min	6.1L / min	7.5L / min

2-3-10 パイロット地区における物理的損失対策の費用対効果測定を行い、最適な活動モデルを構築する

(1) パイロット地区における物理的損失対策の費用対効果（日本製資機材）

ヤンキンパイロットプロジェクトでは、正しい施工を学ぶことを目的として、日本から輸入した材料を使用して対策工事を実施した。物理的損失対策として使用した管材、接合機器、穿孔機等の費用は下記のとおりである。削減量は2-3-9（16）に示す、（第1回：既存メータ）時に把握した物理的損失量を基にしている。ただし、今回の算定ではYCDC負担の土工費、人件費等のデータが受領できなかったため、これらは含まれていない。

項目	資機材費用（JPY）	資機材費用（USD） 1USD=110JPY
材料費（管材、接合部品、サドル等）	14,456,614	131,424
機材（穿孔機、等）	3,342,110	30,383
合計費用	17,798,724	161,807

物理的損失の削減量は表 2-95 のとおり、メータ交換前の削減量 13,020 (m³/月) である。物理的損失の費用対効果は以下のとおり。

物理的損失削減量	コスト	費用対効果
13,020 (m ³ /月)	161,807 (USD)	80.46 (m³/月/1000USD)

(2) パイロット地区における商業的損失対策の費用対効果（日本製資機材）

商業的損失の削減を行うためには、損失の主な要因となる水道メータを適正な機能を有するメータへの改善、及びメータの設置位置は水量検針作業が容易に且つ正確に行える場所とすることなどが不可欠となる。パイロットプロジェクトにおいて商業的損失の削減に係る費用を下表に示す。

項目	資機材費用 (JPY)	資機材費用 (USD) 1USD=110JPY
材料費 (メータ, ユニオン)	900,340	8,285
商業的損失対策に係る総費用	900,340	8,285

顧客1戸当たり新規メータの取り付けに掛かるφ20mmメータ1個と給水管にメータを取付けるユニオン継手2個の費用として算定した。物理的損失と同様に土工費、人件費等は含んでいない。

(商業的損失に係る費用対効果)

商業的損失削減量	コスト	費用対効果
6,076 (m ³ /月)	8,285 (USD)	733.37 (m³/月/1000USD)

無収水削減パイロットプロジェクトにおいては、YCDCの水道水を使用していた218戸の顧客のメータを全て新しいメータに交換した。削減量は2-3-9(16)に示す(第2回:新メータ)時に把握した商業的損失削減量を基にしている。上記の表に示している削減水量は既設メータによる検針水量と新規メータによる検針水量それぞれ一か月間の使用水量の差異を示している。

今回は日本から輸入したメータや部材を使用した。メータ本体の価格については現在YCDCが統一して購入しているメータや現地にて入手可能な関連部材との価格差が余り大きくないことから参考として捉えることが可能な値となっている。

(3) 現地調達による資機材使用による費用対効果比較(物理的損失/商業的損失)

今回のプロジェクトにおいては、日本から輸入調達した材料を用いて配水管更新工事から給水管分岐接続工事まで無収水削減対策工事全てを実施した。しかしながら、本邦製の資機材の購入コストは現地にて調達可能な管材購入費用との価格差があまりにもかけ離れており現地の経済的な実態に即していない。そこで、現在のミャンマーの国政状況から現時点において現地での管材料や土木建設工事に必要とされる砂や碎石等の骨材に関する価格及び人件費等については入手・確認が困難であることから、

➤ 日本製と現地調達の資機材の価格を比較した結果、上記で算出した工事原価の約30%相当額

が現地調達資機材の費用と推定された。この比率を使用し、同様に現地調達資機材使用による費用対効果の試行を行った。

- 穿孔機など現地での調達が困難な機材費については本邦調達価格を適用し、一般的な工事業用設備の耐用年数 6 年を参考に 1 年分の償却費を用いた。資機材のうち、資材（管材等）に関しては全額を計上、作業機械（穿孔機等）に関しては他のプロジェクト等でも今後も継続して使用していくため、使用した期間だけの減価償却分のみ計上致した。
- 商業的損失の費用は前述のとおり、現地価格との差が小さいことから日本製と同額とした算定結果を下表に示す。

(物理的損失対策費用)

項目	日本製資機材(USD)	現地資機材 (USD)
材料費（管材、接合部品、サドル等）	131,424	39,427
機材（穿孔機、等）	30,383	5,059
合計費用	161,807	44,486

物理的損失の削減量は前述 2-3-9(15) のとおり、メータ交換前の削減量 13,020 (m³/月) である。物理的損失の費用対効果は以下のとおり。

物理的損失削減量	費用	費用対効果
13,020 (m ³ /月)	44,486 (USD)	276.68 (m³/月/1000USD)

商業的損失の削減量は前述(1) のとおり、6,076 (m³/月) である。商業損失の費用対効果は以下のとおり。

商業的損失削減量	費用	費用対効果
6,076 (m ³ /月)	8,285 (USD)	733.37 (m³/月/1000USD)

(4) 現地調達による資機材使用による費用回収(物理的損失/商業的損失)

ヤンゴン市における 1m³ 当たりの現在の水道料金は 88kyat を基に回収月数を次表のとおり算定した。

YCDC の水道料金が非常に安価に設定されている。東南アジア諸国と比較しても 2 から 8 分の 1 程度である。そこで、仮に、値上げの水準として可能性のある、マンダレー水衛生局の家庭用水道料金 (200kyat/m³) を採用して計算すると、費用回収期間は、同様に以下の表のとおり、全体で 18 ヶ月、商業的損失で 8.8 ヶ月と算定された。

表 2-97 : パイロットプロジェクトによる無収水削減費用の回収期間の算定

項目	全体	物理的損失	商業的損失
①対策費用(USD)	52,771	44,486	8,285
②1 ヶ月当たり削減水量(m ³ /月)	19,096	13,020	6,076
③1 ヶ月当たり回収額(kyat/月) =削減水量(m ³ /月) x (88kyat)	1,680,448	1,145,760	534,688
④1 ヶ月当たり回収額(USD) (100USD = 130,000kyat)	1,293	882	411
⑤費用回収期間(月数) (①/④)	40.8	50.4	20.1
参考 : マンダレー水道料金による回収期間の算定	18.0	22.2	8.8

注 : 資機材費のみ (土工費・人件費等は含まない)。

(5) パイロットプロジェクトを通じた DMA 構築による無収水管理モデルの設定

無収水パイロットプロジェクトでは、WRAWA が無収水削減プロジェクトを独自で実施していきけるよう、対象地区の選定から工事完了後の工事完成図面の作成まで、全て C/P と共に実施した。本パイロットプロジェクトを基にした無収水管理活動モデル(商業的損失対策含む)を下図に示す。今後は、下記モデルを参考として C/P が主体となって DMA 構築を進めていく必要がある。

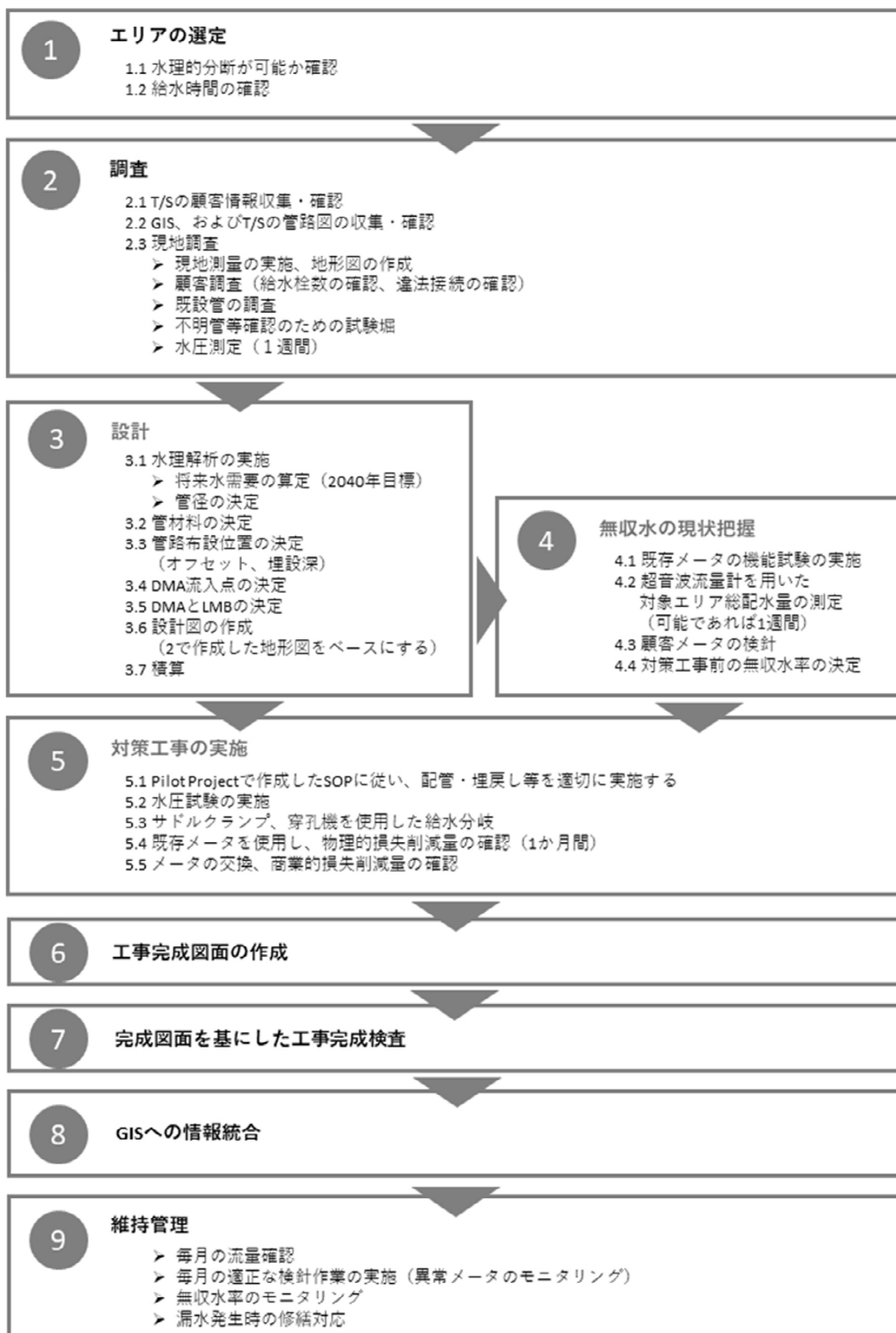


図 2-83 : DMA 構築による無収水管理モデル

2-3-11 パイロット地区において研修指導者による研修（OJT）を実施する

パイロット地区（Phase3）において、パイロットプロジェクトのC/Pが指導者となり、新規に配属された無収水管理課職員を対象として指導を行った。図 2-74 のとおり、Yankin 13-wardのうちC/PにOJTを実施したPhase1地区の南側に位置する地区である。このPhase3地区は管路未布設地区である。

当初の計画は、Phase1地区では日本から輸入した材料を使い、適正な材料を使用することで適切な技術をC/Pに指導を行い、Phase2地区でミャンマー国内の材料を用いて、Phase1で学んだことを活かしながら現地への適応を行う予定であった。しかしながら、資機材調達の遅れ、YCDCの予算執行の問題からPhase2地区を先行して実施しなければならず、プロジェクト終了後にYCDCが独自に実施する予定であったPhase3地区を研修指導者によるOJTを実施する地区として実施した。

【工事概要】

指導期間：（工事期間）	2020年4月2日～2020年7月29日
概要	<p>管路新設工事</p> <p>延長：φ160mm - 844m (2770 feet)</p> <p> φ110mm - 31m (101 feet)</p> <p> φ63mm - 286m (939 feet)</p> <p>口径：φ160mm - φ63</p> <p>給水戸数：206戸</p> <p>使用材料：配水管：HDPE(Butt-Fusion)</p> <p> 給水管：ポリエチレン管</p>
指導内容	<p>配管工事：</p> <p>舗装切断(マーキング)</p> <p>管布設位置、適切な埋戻し（管周り）</p> <p>管接合(HDPE-Butt fusion)</p> <p>バルブボックス設置</p> <p>流量測定</p> <p>水圧試験</p> <p>工事中安全の確保（作業着、ヘルメット、保安設備）</p> <p>給水装置：</p> <p>穿孔機を使用した適切な給水分岐</p> <p>メータ、メータボックス設置</p>

【OJT参加者（講師、受講者）】

OJT Trainer		
Name	Section	Position
U Aung Min Oo	NRW Section	SAE
U Kaung Zaw Thet	NRW Section	Flat
U Phyo Han Kyaw	NRW Section	Flat
U Sithu Win	NRW Section	Flat
Daw Zin Nwe Oo	NRW Section	SAE
OJT Trainee		
Name	Section	Position
Daw Phyu Phyu Myint Myat	NRW Section	Flat
Daw Zin Mar Htwe	NRW Section	Flat
Daw Yu Ya Myat Noe Aung	NRW Section	WA
Daw May Zin Kyaw	NRW Section	WA
U Si Thu Naung	NRW Section	WA

2-3-12 パイロット地区において物理的損失対策にかかるマニュアルの検証を行う
新型コロナ感染拡大及び政情不安のために実施できなかった。

2-4 非物理的損失（メータ不感、誤針、盗水等による損失）改善のための人材育成及び活動モデルを構築する

2-4-1 現状分析及び段階的な対応策の検討を行う

現在のヤンゴン市内での水道水の供給状況の中で 24 時間給水が行われている地域は一部の地域に限られている。また、24 時間給水地域であっても当該地域の上流地域の至る所で配水管に直結されたポンプによる取水・配水が行われていることから下流側給水区域への供給量不足が慢性的となっており事実上の時間給水を余儀なくされている地区も多く確認された。

このような現状から、ヤンゴン市内の大部分の地域においては本来配水管が保持すべき給水圧が確保されていないのが現状である。このようなことから配給水管の接合不良や経年劣化などに起因する漏水などの物理的損失水量は存在しているものの、目視による確認以外漏水探知機などによる漏水調査についてはその有効性を生かせるのは難しい状況である。

上記を踏まえ、非物理的損失の要因把握とそれらの要因がもたらす非物理的損失値の解析を行うため、3 回にわたりヤンゴン市内の全 T/S に配置されている水資源水道局の T/S を訪問し現状の業務実態についてヒアリングを行った。

(1) 業態別水道メータの設置個数の調査と記録・分析

これまでに市内の給水需要者に対し設置されている水道メータの「口径別設置個数」や「業態別口径別設置個数」など水道事業の運営に必要不可欠な基本的データが水資源水道局内の記録として保有・認知されていないことから、市内全域において調査を実施した。調査は以下のとおり、業態別にメータ口径別（ ϕ 13mm～ ϕ 250mm）に行った。

表 2-98：業態別メータ口径別設置個数

DEC / 2016

Number of installations by the diameter of the water meter

YCDC facilities					Hospital					Hotel					
φ20~φ40	φ 50	φ 75	φ100	φ150	φ20~φ40	φ 50	φ 75	φ100	φ150	φ20~φ40	φ 50	φ 75	φ100	φ150	φ200
30	0	0	0	0	20	3	3	2	1	231	21	7	7	7	1
30					29					274					

Condominium					Housing					Administrative facilities					
φ20~φ40	φ 50	φ 75	φ100	φ150	φ20~φ40	φ 50	φ 75	φ100	φ150	φ20~φ40	φ 50	φ 75	φ100	φ150	φ200
1	4	0	0	0	144	21	6	20	6	180	11	5	5	3	0
5					197					204					

School					Commercial					Domestic					
φ20~φ40	φ 50	φ 75	φ100	φ150	φ20~φ40	φ 50	φ 75	φ100	φ150	φ20~φ40	φ 50	φ 75	φ100	φ150	φ200
38	2	0	0	0	22,575	540	38	34	6	228,167	122	25	37	17	2
40					23,193					228,370					

Factory & Industrial Zone					Pagoda					Military-related facilities				
φ20~φ40	φ 50	φ 75	φ100	φ150	φ20~φ40	φ 50	φ 75	φ100	φ150	φ20~φ40	φ 50	φ 75	φ100	φ150
538	23	12	2	0	1,662	59	3	8	3	6	3	4	3	3
575					1,735					19				

TOTAL					
φ20~φ40	φ 50	φ 75	φ100	φ150	φ200
253,592	809	103	118	46	3
254,671					

今回の調査結果を基に各口径別の平均使用水量や最小・最大使用水量を把握、適正管径の確認をしていくことで給水計画立案のための基礎的な資料とする。

水道メータの検針業務においては、商業以外の一般的な給水使用者（家庭）については、検針員の不足を理由に概ね2~3ヶ月に一度検針を行っている実態も確認された。

(2) 機能不良・破損メータに関する実態調査

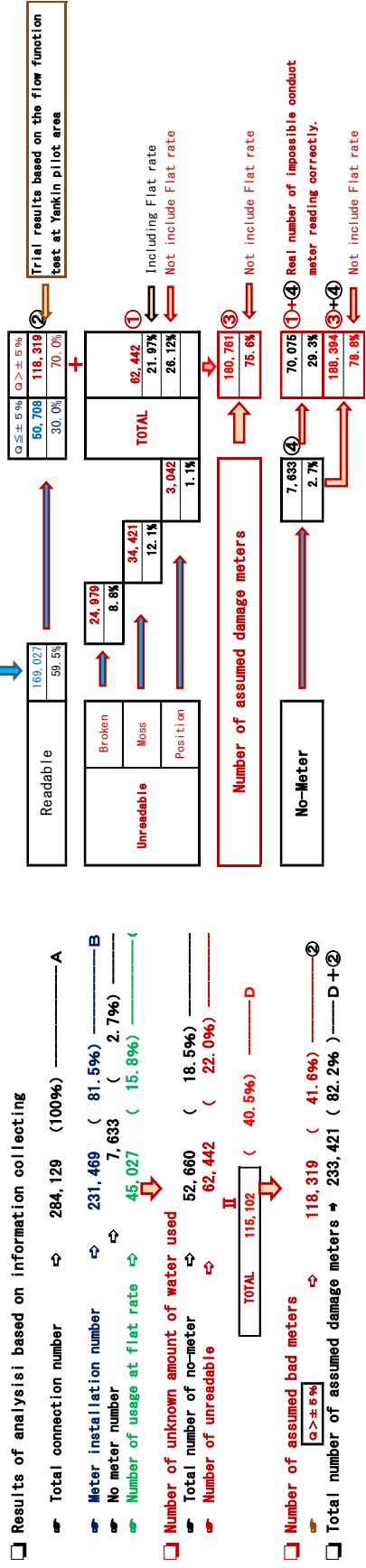
現在、市内給水使用者が設置している水道メータについては水資源水道局が一括購入後、需要家に対し販売を行っている。以前に設置されている水道メータについては給水使用者がその機能を考慮することなく購入価格を重視して安価なメータを設置していた経緯がある。また、水道メータは本来計量機器であることから定期的な機能検定が必要とされる。しかし、それらの運用上の規程は現時点において YCDC 内及びミャンマー国内においても定められておらず、市内の大部分において破損メータや機能不良メータが多く存在する。無収水対策のパイロット地区であるヤンキン T/S において、第 1 期にて実施した顧客メータの計量器機能のテストの結果、機能不良率が非常に高い値となったことから全 T/S を対象として不良メータ設置率（破損検針不可、汚損検針困難、取付位置による検針困難）の調査を実施した。調査結果を以下に示す。

表 2-99 : 機能不良メータ調査結果

30-Jan-18

Damage Meter Check List

No	TOWN SHIP	Connection number	Unreadable		Subtotal	No-Meter	Flat Late	Supply TOTAL	No SHIP	TOWN SHIP	Connection number	Unreadable		Subtotal	No-Meter	Flat Late	Supply TOTAL
			Broken	Moss								Broken	Moss				
1	Dagon N	13,657	7,318	5,635	7,318	5,635	0	12,960	17	Hlaingthe	3,055	2,228	2,228	7	0	2,235	
2	Dagon E	4,198	0	0	0	0	0	0	18	Botachta	5,087	3,494	3,494	73	0	3,494	
3	Dagon S	16,192	3,012	2,622	3,012	2,622	0	7,132	19	Kamayay	1,323	1,387	1,387	13	0	1,387	
4	Thingan	17,068	11,450	5,854	11,450	5,854	0	17,304	20	Kyeemyin	934	411	411	531	0	942	
5	Dawbon	2,821	390	1,433	390	1,433	97	1,930	21	Kyaukta	3,608	2,549	2,549	503	25	3,599	
6	Mingala	9,674	10,438	28	6	0	10,472	136	22	Bahan	10,366	7,226	2,679	266	271	7,226	
7	N-okkal	35,118	14,375	18,122	14,375	18,122	3,276	34,689	23	Yankin	9,016	6,177	6,177	1,687	72	7,936	
8	S-okkal	17,620	9,600	6,766	280	9,600	1,321	17,967	24	Dagon	2,821	678	678	931	0	1,609	
9	Tarame	27,292	18,848	909	2,380	1,970	24,780	5,904	25	Sangch	1,658	1,070	493	20	1,070	1,692	
10	Ming Ta	16,086	9,938	2,504	0	9,938	2,770	12,770	26	Ahlon	1,608	1,106	263	28	11	1,408	
11	Pazurta	6,677	4,933	284	0	4,933	5,330	3,380	27	Lamma	4,131	3,866	222	0	3,866	4,088	
12	Thekayt	6,397	1,601	1,728	0	1,601	4,336	1,560	28	Latha	3,111	2,970	32	31	97	2,970	
13	Shwepyi	8,620	9,677	33	0	9,677	9,710	1	29	paband	5,221	4,786	483	0	4,786	5,269	
14	Insein	11,596	12,172	85	0	12,172	12,257	0	30	Dala	4,490	1,851	2,016	0	1,851	4,088	
15	Mayang	10,718	9,854	112	0	9,854	9,966	277	31	Seikkan	4,098	45	2	0	15	17	
16	Hlaing	7,057	5,607	134	15	5,607	5,756	1,042		TOTAL	267,237	169,027	24,979	34,421	3,042	62,442	284,129
		6,798	97,4%	0	2%	97,4%	100%				284,129	59.5%	8.8%	12.1%	1.1%	22.0%	100.0%



既存メータの稼働実態は以下の結果となった。

- | | |
|--------------------------|-------------|
| □ 正常 (Normal) (検針可能) | ⇔ 59.5% |
| □ 破損 (Broken) または判読不可 | ⇔ 22.0% (A) |
| □ メータ無 (当初メータ有) | ⇔ 2.7% (B) |
| □ 定額制 (Flat rate・メータ未設置) | ⇔ 15.8% (C) |

メータによる適正な水量検針が行われていない比率が全体の 40.5% (A+B+C) に上ることが確認された。また、T/S の検針員により検針可能と判断されたメータ数の比率が全体の 59.5% となっている。ヤンキンのパイロットプロジェクト地区で、Normal (検針可能) な水道メータの機能テストの結果、検針可能メータの中での機能不良率が約 70% と推定された。検針可能な水道メータ 59.7% のうち 41.65% が機能不全と推定される (2-4-2 参照)。従って、機能不良率は全体の約 82.15% (40.5+41.65%) に及ぶことから、非物理的損失解消対策の一つとして計画的かつ早急なメータに対する対応策の策定及び実施が必要となる。

機能不良の誘因として水道水として原水 (未処理水) の供給が考えられることから、供給水系の異なる地域での機能試験を行う必要がある。

(3) 公園等公共施設における水道水使用状況の実態調査

ヤンゴン市内には、ガンドゥージュ公園や独立記念公園など市内の要所に緑地帯としての植栽や公園が数多く設けられている。亜熱帯地域特有の乾季と雨季との明確な気候区分があり、植栽や緑樹の育成保全のため特に乾季には毎日多量の水を必要とする。これら公共施設への水道水の使用実態の現状に関する調査を行った。

公共施設を管理している YCDC の Park & Playground & Garden Department を訪問し施設概要の確認を行った。調査の結果市内に整備されている大規模な公園の大部分が YCDC の水道水を敷地内に引込んで使用しているがメータは設置していないことが確認された。運動場 (プレイグラウンド) には植栽が行われていないことから水道設備が設置されていないとの説明を受けた。

大規模な公園では一日当たり約 20,000 ガロン (90 m³/日) の水が使用されていた。中小規模の公園については地下水による給水とイエグーポンプ場とタケタ T/S の Kyauk Taing ポンプ場の二か所の給水所より給水車による給水補給活動を行っていることが確認された。イエグーポンプ場の給水所からは毎日約 108 m³ の水が給水車で搬出されている。

これらの給水活動については全て料金収入を伴わない使用水量となっていることから水道事業活動及び経営の面から一考を要する。



写真 2-55 : 給水車への補給 (イエグポンプ場内)

(4) 未給水区域への給水活動

当該調査の過程の中で市内の一部未給水地域に対し給水車や給水船による給水活動を定期的に行っていることも確認された。

- ラインターヤーT/S Nyaung daung 地区 ⇨ 給水車による給水
- キーミンダインT/S ヤンゴン川右岸地区 ⇨ 給水船による運搬

年平均≒13,140 m³
(給水船使用料=7Kyat/m³)



写真 2-56：給水船への補給施設



写真 2-57：給水船

(5) 船舶用補給水

ヤンゴン港に寄港する船舶用補給水についても調査を行った。以前は Seikkan T/S に設けられていた YCDC の補給水施設から給水が行われていたが現在は、Sea Agency Department (政府機関) により地下水による補給が行われていることが確認された。

(6) 原水送水管からの給水管直接分岐接続状況の調査

現行の YCDC Law には給水区域についての明確な規定が行われていない。一般的にはヤンゴン市内を給水区域と考えるのが妥当である。YCDC は現在ヤンゴン市外北部の丘陵地帯に位置する 4 か所の貯水湖をその水源としており、その内ジョビュー、フィジーの 2 貯水湖よりそれぞれ 1400 mm (56") の 2 本の原水送水管によりヤンゴン市に向けた送水を行っている。この 2 貯水湖からヤンゴン市域までの間の本来給水区域外となる地域に対し送水管からの直接分岐接続による給水使用者の存在が確認された。

そのため導水管からの直接分岐施工の実態確認や水道メータ設置の有無、料金徴収状況の確認を行うべく管路の踏査を実施すると共に財務課やコンピュータ課における顧客情報や料金情報の取り扱いについて確認を行った。

(調査結果)

- ジョビュー管(56")からの分岐接続数
 - ジョビュー事務所管理 ⇨ 28 件(ヤンゴン市域外)

- フィジー事務所管理 ⇨ 21 件(ヤンゴン市域外)
- 管路維持管理課 1 管理 ⇨ 54 件(ヤンゴン市域外)
- ⇨ 11 件(ノースオカラパ地区)
- ⇨ 4 件(マヤンゴン地区)

□ フィジー管(56”)からの分岐接続数

- フィジー事務所管理 ⇨ 21 件(ヤンゴン市域外)

給水区域外と考えられる地域への原水送水管からの給水管直接分岐接続数は上記に示すように計 124 件確認された。その大部分は管路に近接する村落や軍関連施設、宗教施設などによる給水使用であった。また、これらの分岐に伴う給水管には大部分にメータが取付けられており使用水量も計測されていたが、機能不良メータも数多く認められた。



写真 2-58 : ジョビュー送水管に近接設置の破損メータ

水道料金の徴収については、ヤンゴン市内とほぼ同様のルールに基づいた請求・徴収事務が行われていた。一部の地域における徴収事務においてはヤンゴン市外の T/S において事務の取扱が行われていることも確認された。

(7) 大口径水道メータの流量不足に起因する不感水量への対応

第 1 期にて配水区域の下流側に位置する区域内に設置されている大口径の水道メータにおいて流入水量不足に起因する計量機能の作動不良が確認された。

大口径メータにおける水量の計量不感は多大な商業的損失に繋がることが予想される。今回口径別メータ設置個数の調査により大口径メータ設置個数が明らかになったことから、今後配管部の改良や縦流式メータの導入などによる対応策の検討を進め早期の改善を目指す必要がある。

これらの調査や関連する事項について、無収水管理課の職員に対し無収水対策活動の目的や必要性について説明を行い、継続的に必要な調査や情報収集を行うと共に、情報の活用による継続的な無収水対策の在り方について専門家から助言・指導を行った。

(8) T/S 調査を通じて明らかになった課題

2015 年と 2016 年の 2 回にわたり実施した各 T/S への無収水関連調査により、非物理的損失として位置付けられる各項目における課題が明確となった。

1) 水道メータ

数年前までは、給水設備を設置する顧客が任意に顧客自身の判断で水道メータを購入し設置していたことから、必然的に安価な中国製のメータが設置されてきた経緯がある。また、かなり以前には YCDC が給水使用開始にあたり水道メータを YCDC のメータとして顧客に貸与していた時期も過去に存在していた。

水道メータは、水道事業において顧客の使用水量を確認し、それにより徴収される水道料金が水道事業運営の根幹をなす原資となる重要な設備である。さらに、給水サービスを受ける顧客に対する公正性の面からも、その計量精度や量水器の機能が担保される耐用年数等に係る基準・仕様等が定められるべきであるが、それに該当するものは確認されていない。水資源水道局と協議し水道メータ性能・仕様基準等を定める必要がある。

前述した水道メータの機能が担保され適正な水量検針を可能にするためにも、YCDC が水道メータについては全て需要家に貸与する方向性が望ましいと考えられる。その前提として需要家に供給される水道水は、全て簡易的であっても浄水処理が行われ夾雑物が混入していない水を供給することが求められる。

2) 検針業務

YCDC からの給水サービスを受けている顧客の内、水道メータが設置されておらず定額料金 (Flat rate=1,800 Kyat or 3,000 Kyat) により水道料金の支払いを行っている顧客については、土地の使用料金などと共に YCDC の管理局 (Administration Department) が所管している。

定額料金以外の給水使用者に対しては原則として毎月 (中旬～月末) 検針を行うこととなっている。商業施設や大口径のメータを有する設備については毎月実施されているものの、検針員の不足などの理由により家庭 (Domestic) に対する事実上の検針作業は 3～5 カ月に一度行われているのが実情である。しかしながら、水道使用料金の請求は、検針員の推量により毎月行われている。公正かつ適正な検針業務に基づいて行われるべき料金請求が検針員の推量値に基づいていることが一部認められている。適正な検針業務の在り方について効率的な検針業務手法も含め今後改善する必要がある。

2015 年の調査において YCDC が給水を行っている 30 の T/S における検針員の総数は 294 名となっている。検針員一人あたりの月検針対象戸数は下記に示す通りであった。

～500 戸以下/人 ⇒ 10 T/S

501 戸～1000 戸/人 ⇒ 11 T/S

1,000 戸～/人 ⇒ 9 T/S

この中で、一人あたりの検針対象戸数が 1,000 戸を超える T/S の多くは、集合住宅が多く建ち並ぶダウンタウン (バハン、パズンダン、タムウエ) に集中していた。一人あたりの検針戸数が最も少なかったのは ラインターヤー の 216 戸/人、最も多かったのは市の北部に位置するノースオカラパ T/S の 1,782 戸/人であった。

これら検針対象戸数の多少については、建物の集積密度や地域特性による要因が多く影響していることが考えられるが、現在のように多くの検針員を T/S 毎に抱え水資源水道局の直営業務として継続していくことについては、事業の効率性等の面からも一考を要する。

2016 年に実施した 2 回目の調査においては、市の中心部に位置するいくつかの著名なホテルの水道メータを調査した。貯水槽の中に設置されている水道メータや、隣接している排水

貯留槽から越流した排水汚泥の中に埋没している水道メータ、地下の機械室の狭隘な場所がかつ電気配線に囲まれて設置されているメータなど、事実上検針が不可能な場所に設置されている事例が数多く認められ、公衆衛生上の問題と共に検針水量値の真偽性について疑問を抱く結果となった。このようなことから、今後早急に「水道メータの設置要綱」等や SOP などの策定と共に運用の実現を図る必要がある。

3) 水道料金徴収業務

水道料金の徴収については、各 T/S の検針員により確認された検針水量を基として、水資源水道局内のコンピュータ課において請求書+領収書が作成され、大部分の T/S においては翌月の検針時に前月分の請求を行い料金徴収する方法が一般的となっている。

各 T/S における顧客台帳の管理や検針水量の台帳管理等については全て手書きにより行われており、誤記や計算ミスなどによる業務の正確性が懸念される実態が確認されている。

今後は、PC の効果的な活用により業務の精度と効率の向上を図ると共に、事業記録等の保管や閲覧などを可能にした顧客サービスの向上にも力を傾注して行く必要がある。

ミャンマーにおいては公共料金の代理収納等の制度が発達していないことから、現在は給水使用者宅を訪問しての料金徴収方法が標準的となっている。

(9) 不法接続（未請求使用者含む）、一時休止

2015年9月に実施した調査時に明らかになった約43,800戸に及ぶ長期不在建物の実態や各 T/S における既存水道メータの機能不良率や破損状況について聴取すべく再度水資源水道局の全支所を C/P と訪問し調査を行った。以下は調査結果概要である。

1. 不法接続	不法接続について調査を行った結果、工事許可を得ずに配水管や宅地内の給水管から無届による給水使用が確認された。最も多くの件数が確認されたのは、選挙時の票獲得を目的とした政府関連組織が、公的な許可を得ずに水資源水道局の配水管を供給源とした独自の給水整備事業による無断給水に起因することが確認された。
2. 一時休止	各 T/S 支所において正規の手続きによる給水使用への指導を行った上で顧客台帳を整備し管理を行っている。給水使用者が不在である給水設備については、各 T/S において「一時休止リスト」を作成し管理を行っていることも確認された。
3. メータ故障率	訪問調査で得られた水道メータの機能不良率や破損率を合算すると、どの T/S においても全体メータの 40~60%程度に及んでいることが聴取情報として確認された。

(10) C/P 東大留学生によるヤンゴンにおける商業的損失対策の研究

JICA 留学生プログラム「水道分野中核人材育成」コースを活用し、2018-19年に C/P の Ms. Khaing Khaing Soe が東京大学へ留学した。そこでは、「家屋タイプ別のダメージメータによる損失評価」の研究を行った。この研究では、Thingangyun T/S の 50 軒を対象として、メータを交換し、交換前後の検針値の比較を実施した。また、既に ODA プロジェクトなどでメータ更新が完了している、Mayangone T/S、Yankin T/S、North Okkalapa T/S の 3 地区でも検針を行い、家屋タイ

別の使用水量データを収集している。この研究で得られた知見は下記のとおりである。

- 調査地域別の使用水量調査からヤンゴン市における家屋タイプ別の使用水量データが得られた。調査地区別の平均使用水量は下記のとおり。
 - ✓ Mayangone → 52.4(m³/月)
 - ✓ Yankin → 36.5(m³/月)
 - ✓ North Okkalapa → 31.8(m³/月)
- 定額で料金徴収をしていた交換前の使用水量は計 2,037(m³/月)、水道料金は計 120USD
- メータ更新後の使用水量が計 5,359(m³/月)、水道料金が計 315USD に改善
- メータ更新費用は 2,670USD であり、8.5 か月で費用回収が可能
- メータ更新により、大きい家庭では 2.6 倍、一般的な家庭で 1.8 倍の収益増
- 本調査対象地区においても、夾雑物によるメータの詰まりが発生した

出典：Khaing Khaing Soe, Shinobu Kazama and Satoshi Takizawa: Assessment of Revenue Loss due to Damaged Water Meters in Different Housing Types of Yangon City, Tokyo University master's thesis, 2020.

2-4-2 研修指導者への能力向上研修を行う

(1) 水道の基礎知識

2016年11月2日から4日の3日間、DYCE、ACEを含む水資源水道局本部職員、T/S事務所、地域事務所職員など計120名を対象とした「水道とは何か」と題する水道の基礎知識に関するセミナーを実施した。水源から給水管まで、検針、料金徴収に至るまでの総合的かつ基礎的な情報を専門家から発表した後、聴講者と質疑応答を行った。T/S事務所と地域事務所の職員は特に関心が高く、積極的な意見交換が実施できた。セミナーの議題は以下の通りである。

水道の基礎セミナーの議題

- 1) What is waterworks?
 - What is waterworks?
 - Water Quality
 - Facilities for water supply
 - Planning and Design
- 2) Necessity of water meter
 - Water supply regulations
 - Proper water meter laying
 - Meter Reading
 - Water Tariff
- 3) NRW management
 - Overall management of NRW

(2) メータ取付状況、検針の可否、メータ水量検知機能の確認研修

パイロット地区内の無収水の非物理的損失対策のOJT活動の一環として、地区内に設置されて

いる既存メータの取付状況や検針作業の可否、メータの水量検知機能等について地区内全戸に対する調査を行った。

- 地区内全調査戸数 = 321 戸
- YCDC 給水戸数 = 208 戸 (給水普及率 = 65%)

調査の結果、検針作業が行えない場所や排水溝の中など、衛生上メータの設置場所としては好ましくない場所への設置が数か所確認されたほか、以下の課題が抽出された。

- メータの取外しが困難 ⇨ 約 30%
- メータの破損や汚損による判読不可 ⇨ 約 7%
- メータの流量検知器差±5%を超える ⇨ 約 41%
- ◎ メータの流量検知器差±5%以内 ⇨ 約 16% (公定器差基準内/ 日本)

流量検知器差試験を実施した件数の約50%のメータについて異常が認められ、無収水の原因として非物理的損失によるものが予想以上に大きいことが確認された。また、メータ取付後の維持管理を考慮しない設置方法も相当数確認された。

○非物理的損失に係る OJT を無収水管理課職員に対し、下記のとおり実施した。

- 業態別&口径別給水使用件数の調査方法と纏め方。
- 上記の調査結果により得られた各業態別、給水管口径別の平均水量、最大水量の確認方法の指導
- 上記の調査結果より確認可能な機能不良メータ設置個所の推定方法
- 上記の調査結果により得られた各業態別、給水管口径別の平均水量を用いた給水計画作業時の計画給水量への応用等の考え方の指導
- 破損・機能不良メータ等の設置率の調査方法と纏め方。
- 破損・機能不良メータ等の調査結果とパイロット地区において実施されたメータ流量計測機能試験結果より想定される最終的な不良メータ設置率の推計方法
- 業態別&口径別給水使用件数の調査結果を基にした給水普及率の調査方法の指導
- ヤンゴン市内に設置されている給水設備配管方法の理解に対する指導
- 全 T/S の破損メータ調査手法の指導
- パイロット地区において、テストメータを用いたメータ機能チェック指導
- パイロットプロジェクトと研修ヤードの実演を通じた能力向上

(3) ノースオカラパT/S内でのメータ機能チェック

○ 実施期間：2018/05/14～5/24

2016年11月にヤンキンパイロット地区を対象としてメータ機能テストを実施した。2017年8月～12月にわたり全T/Sを対象として検針員による破損メータの実態調査を実施した結果、メータの故障率が高いことが明らかになった。この結果を踏まえ、更に精度の高いヤンゴン市内の水道メータの故障率の推計を行うため、前回テストを実施したヤンキン地区ロウガ貯水池系統とは異なる、ニャウニャピン浄水場系統の浄水を受水しているノースオカラパ地区のNya Wardを対象として顧客メータの流量計測機能に関する試験を実施した。

2016年に実施したヤンキンT/Sでの調査と同様に明らかに破損しているメータが多く、取り外し困難な箇所へ設置されているものも数多く見受けられた。住民の中にはメータが故障している

のに、推計で検針・料金を行っていることに対し不満を持っている人もおり、水道メータ環境改善の緊急性が伺えた。



写真 2-59 : C/P によるメータ機能チェック



写真 2-60 : 取り外した破損メータ

2-4-3 研修指導者による研修計画、研修教材を策定する
2-3-3 に含む。

2-4-4 非物理的損失対策にかかるマニュアルを作成する

必要になると考えられる無収水削減対策に関連する要綱、ガイドライン、マニュアルなどを表 2-100 に示す。

表 2-100 : 必要となる規則類

担当部署	必要な規則類
House-Connection (給水接続課)	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 給水装置設置基準 ➤ 水道メータ設置基準 ➤ 給水設備工事検査要領

YCDC の局部課における無収水管理に関連する規則類間の関係とその項目を図 2-84 に示す。

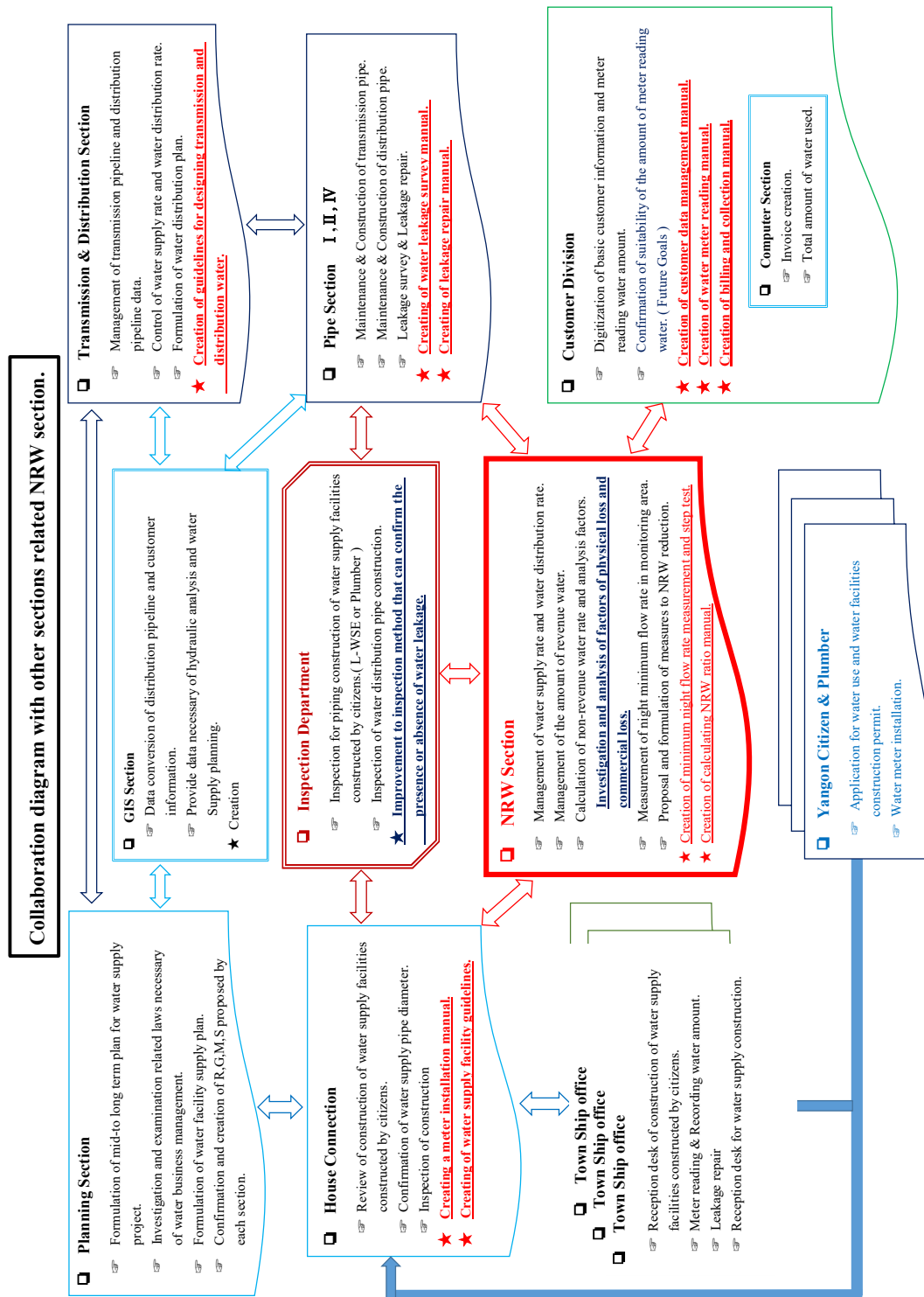


図 2-84 : 無収水管理の規則類と部課の関係図

2-4-5 研修指導者による研修(Off-JT)を実施する

2-3-5 に含む。

2-4-6 2-3 にて選定したパイロット地区における非物理的損失対策活動計画作成、必要資機材の整備を行う

2-3 に含む。

2-4-7 パイロット地区における非物理的損失対策活動を実施する

(1) 顧客水道メータの適正位置への設置

現在ヤンゴン市内に設置されている大部分の水道メータは顧客側の判断により任意の場所に設置されている。また、家屋の増築や改修などにより床下や狭隘な箇所にメータが設置されているケースもこれまでに多くの事例が確認されている。これらのことが検針員によるメータ検針を困難にする一因となっている。

更にほぼすべてのメータにメータ BOX が設置されていない。このことが外部からの衝撃によるメータ破損に繋がっていると考えられる。今回のプロジェクトにおいては、各需要家に対し事前にメータ設置による水量検針の重要性を説明し、容易に検針作業が可能となる宅地入口近くにメータを設置することとした。また、現地にて製作したスチール製のメータ BOX を全給水使用家屋に設置するなどの対応策を講じた。

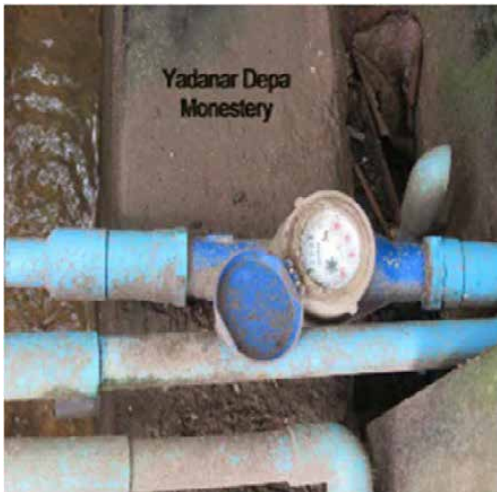
パイロットプロジェクトにおける顧客水道メータの設置に関する改善策を以下に示す。

▶ 顧客水道メータ改善策

現況の課題	対応策
i メータ設置位置 検針が困難な箇所に設置	敷地の出入口近くとなる道路の境界から 1~2m の位置にメータの設置を行った。
ii メータ設置の現状 メータの露出設置 メータ上に物を置く メータが埋没している	メータ BOX の中にメータを設置
iii メータの水平取付 メータの垂直取付	全メータについて水平取付を行った。
iv メータ内流水の逆流防止 逆止弁が未設置	逆止弁の設置 メータ内の逆流防止 地下タンクなどからの地下水の配水管への逆流を防止

以下にプロジェクト前後のメータ設置状況の写真を示す。

工事着手前



着手前 φ25mm メータ



着手前 φ20mm メータ

工事完了後



プロジェクトによる改修設置状況



プロジェクトによる改修設置状況



プロジェクトによる改修設置状況



プロジェクトによる改修設置状況

写真 2-61 : 顧客メータ設置状況

(2) 適正な機能を有する顧客水道メータの設置

これまでに YCDC において水道メータに関する規定が無かったことから、今回のパイロット地区内に設置されていた既存メータの多くは顧客が任意に購入したものであった。そのため既存メータの大部分は品質的に劣るものが多く、3 年前に実施したメータの機能テストの結果においてもテストの対象となった 118 個中、器差が 5%以内 ($Q \leq \pm 5\%$) の機能を有する顧客メータは 33 個のみであり、その割合は 28.0%に留まった。

この結果を踏まえパイロットプロジェクトにおいては対象地域内の全給水顧客のメータを日本製の質の高いメータに交換を行った。

メータに起因する商業的損失値を見極める手段として、パイロットプロジェクトにおいて新設された配水管からの通水当初においては既存のメータを再取付の上検針を行い 1 か月間の検針値による使用水量の確認を行うこととした。その後、全顧客に対し新しいメータの設置を行い同様に 1 か月間の検針値による使用水量の確認を行うこととした。

これにより、これまでに当該地区において検針員より報告されていた検針水量値の適正性（検針員による推量 (Estimate) の有無）や既存メータに起因する商業的損失の実態が明らかになると考えられる。

YCDC においては水道料金を徴収するための唯一の手立てである水道メータに対する機能の確認や定期的に交換を行うシステムが確立されていないことも商業的損失の要因の一つとなっている。

(3) 水道メータ破損の原因と防止対策

パイロットプロジェクトを実施しているヤンキン T/S のみならず、ヤンゴン市のほぼ全域において破損メータが多く設置されていることがこれまでの調査において確認されている。この大きな原因として考えられるのがロウガ貯水池やジョビュー貯水池などの水源地から未処理のまま送水されてくる原水の中に含まれる夾雑物（淡水藻、貝、水棲小動物）でその幾つかについてはこれまでに既に確認されている。

ヤンキン地区においてもロウガ貯水池からの原水が配水されている地域であることから夾雑物の一つである藻がメータの翼車に付着することによりその機能を大きく阻害している。メータ上流側に取付けられているストレーナ内部に小さな貝が詰り、流水を阻害するなどの状況が確認されている。

これら原水に含まれる夾雑物によるメータ機能の阻害を防止するには原水を水道水として配水することを止め、一定の処理が行われたろ過水を配水することが求められる。しかしながら、これらの施設の改修には多額の費用が必要となることから、実現にはまだ多くの時間を要するものと考えられる。この問題はヤンゴン市における水道事業運営において看過すことの出来ない問題であることから今後 YCDC の積極的な対応を期待したい。

2-4-8 パイロット地区における無収水対策の費用対効果測定を行い、最適な活動モデルを構築する

2-3-10 に含む。

2-4-9 研修指導者による研修 (OJT) を実施する

2-3-11 に含む。

2-4-10 非物理的損失対策にかかるマニュアルの検証を行う

2-3-12 と同じ。

2-5 無収水対策研修ヤードを整備する

2-5-1 研修計画を作成する

(1) 研修計画の作成

研修ヤードでの研修を通じて、水資源水道局の技術者に対し無収水対策及び管理の基礎的な知識や技術を習得させることが目的である。無収水の発生を未然に防ぐために、配水管と給水管に関する適正な材料の理解と接合技術の習得、発生した漏水の発見方法や適正に修繕を行う技術の習得を目指す。研修計画を以下に示す。

表 2-101：研修ヤードを用いた研修計画

研修項目	研修内容	研修時間		定員	備考
		座学	実技		
配管接合訓練(異種管含)	□ DIP, RRV, HDPE, PVC, PP, 等の管切断+管接合訓練	○	◎	6組	▶ 管種毎に2組同時研修
	□ DIP×RRV, DIP×HDPE, RRV×HDPEの異種管接合訓練	2.0H	0.5D×3	(2名/組)	▶ モンキースバナ、ラチェット、挿入機
水圧試験・洗管	□ 配管接合訓練により接合された管路&分水栓穿孔部に対する耐圧試験方法の訓練		◎	3組	▶ 0.5Mpa による耐圧試験
	□ 耐圧試験合格後の管路内洗浄方法の訓練(地下式消火栓口からの排水色度の確認)	1.0H×3+0.5H		(4名/組)	▶ 手動式テストポンプ、エンジンポンプ
分水栓取付・穿孔	□ 排水管からの給水管取出しに使用されるサドル付分水栓の取付&穿孔技術の訓練	○	◎	12名	▶ 管種毎に1名づつ12名同時研修
	□ DIP, RRV, HDPE, の管種別にφ20~φ50mmの穿孔とφ75mmの不断水穿孔訓練	1.0H	0.5D		▶ 穿孔機3+3台、不断水穿孔機1台
漏水修繕	□ 管路の継手部及び食害漏水個所に対する修繕専用治具を用いた修繕施工の訓練	○	◎	6組	▶ 3組同時研修×2回
	□ 漏水箇所からの漏水量の計量訓練(単位時間当りの漏水量計測による無収水量の把握)	1.0H	1.0H	(2名/組)	▶ 漏斗、計量カップ
漏水探査	□ 漏水調査機器を用いた漏水音の探査による漏水箇所特定訓練	○	◎	12名	▶ 4名同時研修(20分)×3回
	□ 漏水探知機、相関式漏水探査機、音聴棒	2.0H	0.5D		▶ 2名/組(30分) ×6回
流量計測・解析	□ 漏水発生時の最小流量計測(電磁流量計+ロガー)&解析	○	◎	12名	▶ 12名同時研修
	□ 管路系統別の流量変動の計測	2.0H	0.5D		▶ 電磁流量計+ロガー、PC
水圧監視	□ 静水圧と動水圧の計測監視、漏水発生時の動水圧の監視	○	◎	12名	▶ 12名同時研修
		1.0H	1.0H		▶ 水圧計
貯水槽給水管	□ 貯水槽内の水位を一定に保持するための定水位弁+ボールタップの取付の理解	○	◎	12名	▶ 12名同時研修
	□ 地下タンクや高置タンクからの越流水放置による無益水の防止	1.0H	1.0H		▶ 定水位弁+ボールタップ
水道メータ取付配管	□ 給水管口径別の水道メータの取付配管の訓練	○	◎	12名	▶ 12名同時研修
	□ φ75mm以上の大口径給水管に取付けられる水道メータに対する非漏水回避配管	1.0H	3.0H		▶ 研修用メータ、スワン配管の検討
亜鉛メッキ鋼管螺旋切	□ 螺旋接合を行う給水管材料のSGPIに対する螺旋切+管接合訓練(φ20~φ100mm)	○	◎	12名	▶ 12名同時研修
		1.0H	3.0H		▶ 螺旋切機(REX バイブマシーン)
給水管接合	□ 給水管材料として用いられる PVC, (TS接合)、PP(コア使用金属継ぎ手による接合)		◎	12名	▶ 12名同時研修
			2.0H		▶ PVC接着剤、ホハンマー、締付工具
埋設管探査	□ 金属探知機を用いた埋設金属管(CIP, DIP, SGP)の探査		◎	12名	▶ 12名同時研修
	□ 樹脂管探査機を用いた埋設樹脂管(PVC, HDPE)		0.5D		▶ 金属探知機、D-305
管内確認	□ 管内カメラによる管内腐食状況等の確認	○	◎	6組	▶ 12名同時研修
		1.0H	3.0H	(2名/組)	▶ φ50mm分水栓、管内カメラ

(2) 研修ヤードの役割

研修ヤードの主たる役割は、無収水の発生を抑制するための知識や技術の習得である。その中には、無収水量の計測や解析を行うために必要とされる DMA の構築に必要な計画一日最大給水量の算定や仕切弁等の付帯設備に関する知識など、水道事業に関する基礎的な知識の習得を含む。

受講対象者は、YCDC の技術者である。将来は、ヤンゴン市以外の他都市の水道技術者や YCDC より業務委託を受けて配水管・給水管布設工事に携わる民間の工事業者をもその対象としていくことが求められる。更に、研修ヤードにおいて所定のカリキュラムを終了し最終的に資格要件を満

たした受講者に対し「資格認定書」等のライセンスを付与していく制度の創出が研修ヤードの付加価値を高めていくこととなる。

(3) 無収水管理の全体研修における研修ヤードの役割

本プロジェクトでは、専門家によるセミナー、ノースオカラバ地区での無収水削減工事、ヤンキンパイロットプロジェクトを通じて最初の研修講師を育成した。その研修講師が研修ヤードを活用した基礎技術研修と、日常業務における OJT を通じた実践的研修を実施し、新たな講師を育成することで、継続的な人材育成環境を整える。図 2-85 に活用イメージを示す。

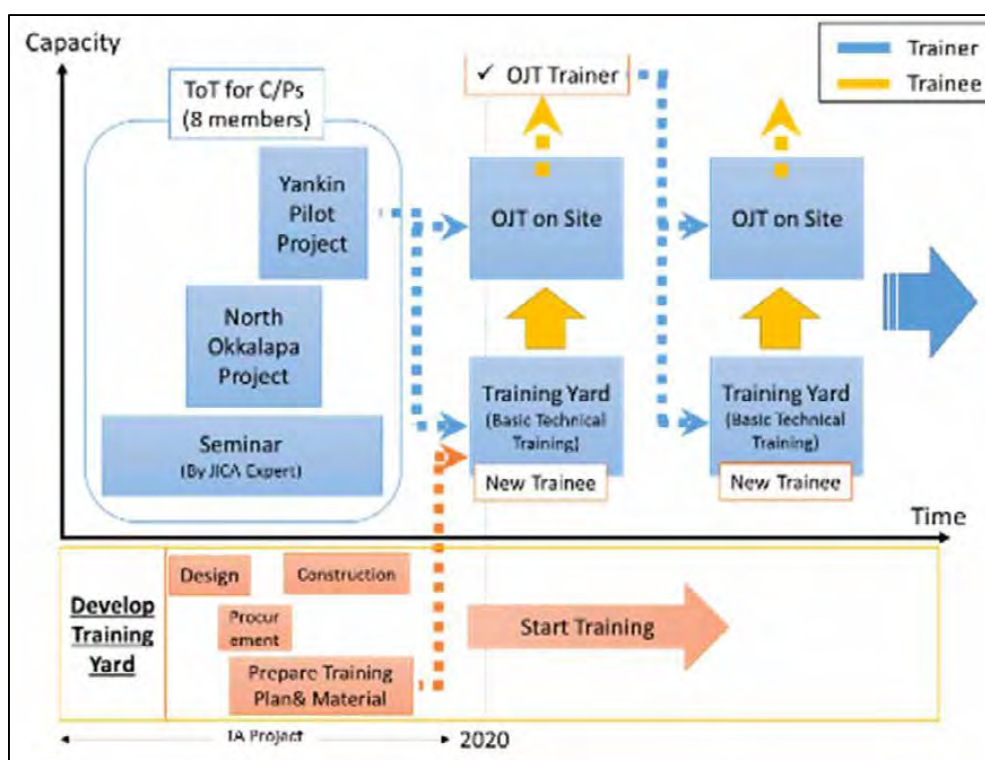


図 2-85：研修ヤード活用イメージ

2-5-2 研修ヤードを設計する

(1) 建設場所

研修ヤードは、無収水管理センターとして建設され、イエグーポンプ場内の既存倉庫の南側空地に建設された。このセンターは、漏水調査や配管接合などの研修を実施するヤード部と、座学を実施する研修棟の2つによって構成されている。

Site image



図 2-86 : 研修ヤード建設地

(2) 研修ヤード躯体概要

- 施設名 : 屋根付き水道技術配管等研修ヤード
建築物本体概要 : 鉄骨柱（鉄骨トラス構造小屋組み）＋鉄板葺屋根
建築床面積＝30.0m×38.0m＝1,140 m²

(3) 研修ヤード付帯設備

付帯設備は水資源水道局が現地で資機材を調達し施工した。

- 増圧給水用ポンプ×2＋制御盤＋加圧タンク×1
- 循環用ポンプ ×1
- 貯水槽 ×1 FRP製：2.0m×2.0m×2.0m H
- 貯水槽用架台（RC構造）
- 給水管敷設工事：貯水槽への給水設備（φ40mm）

(4) 躯体の設計と施工

研修ヤードの配管設備部の設計については専門家が実施し、躯体の施工は水資源水道局が実施した。レクチャールーム、倉庫、トレーナールームなどを有する研修棟の設計（煉瓦造り二階建て）と建築施工は水資源水道局が実施した。

(5) 研修ヤードの設備構築

研修ヤード内の研修用配管設備の目的と施工方法についてC/Pに対し説明、指導を行いOJTによる設備の構築を行った。配管設備設計図と地下ピット内配管部詳細図を図 2-87 と図 2-88 に示す。

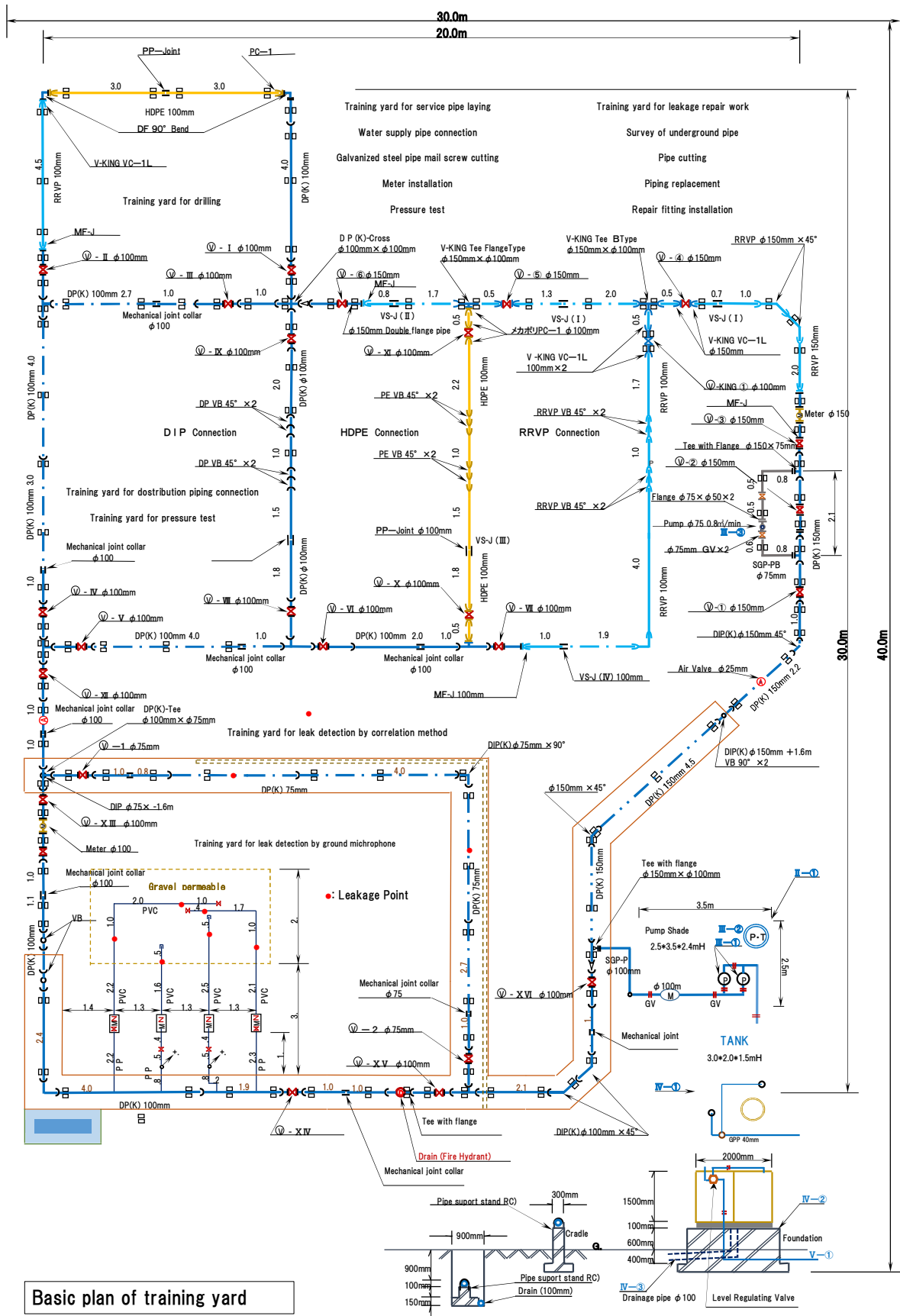


図 2-87 : 研修ヤード研修用配管設備設計図

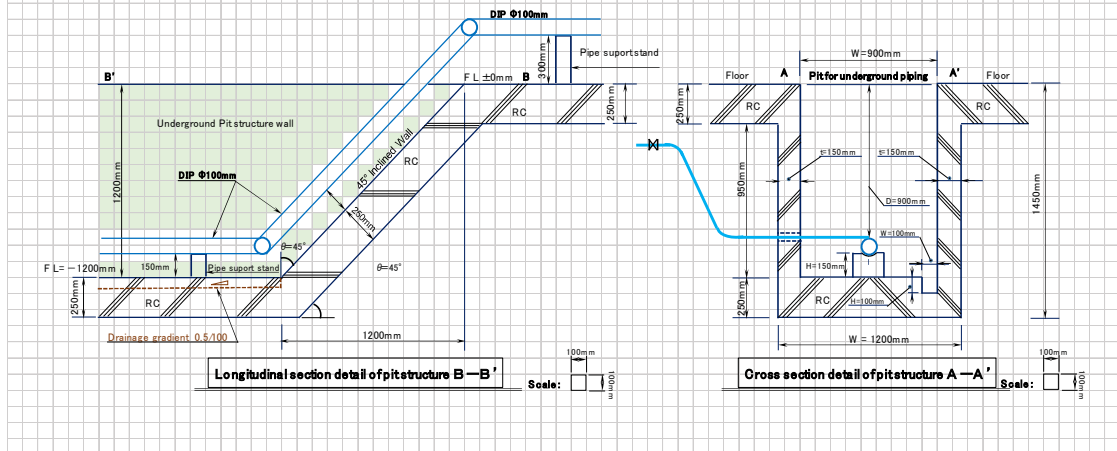
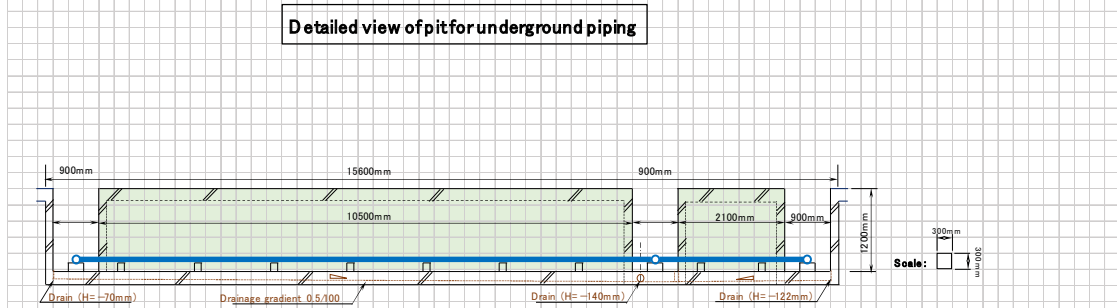
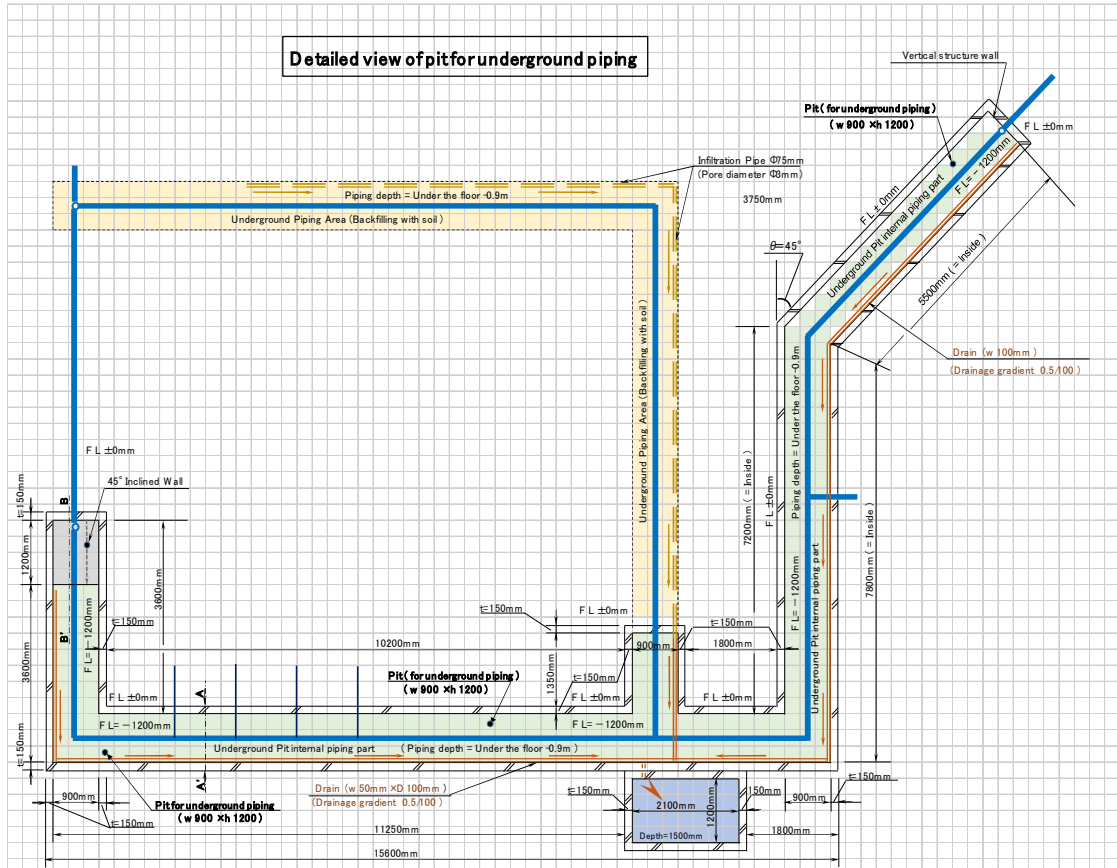


図 2-88 : 地下ピット内配管部詳細図

(6) 研修棟

研修ヤードの建設にあわせ、WRAWSA が独自に研修棟を併設した。研修棟が併設されたことにより、座学からスムーズに実技研修へと移行することが可能となった。この研修棟には研修ルームの他、ヤードで使用する材料や工具等の保管庫、および主に研修を担当する無収水管理課のオフィスが設けられている。



写真 2-62：研修ルーム



写真 2-63：研修棟(正面)

2-5-3 研修ヤードの必要資機材を整備する

設計に基づき材料の調達を行った。躯体は YCDC による施工であるため、JICA 調達では管材、漏水探知機器、工具などを調達した。2019 年 9 月に調達資機材が到着した。

2-5-4 研修ヤードを建設する

下記の工程で研修ヤード施設を整備した。研修ヤード内の配管設備工事もヤンキンパイロットプロジェクトの C/P が実施した。研修ヤード内の配管及び設備状況を写真 2-64 に示す。

日付	内容
2019/09/26 ~ 10/03	研修施設設備配管の構築を開始 専門家の指導の下、C/P5 名により OJT による設備構築を行った。 <ul style="list-style-type: none"> ● 地下ピット内 DIP φ 150mm 配管布設 ● 相関探査エリア DIP φ 75mm 配管布設、漏水ポイント構築 ● 漏水探査エリア内給水装置配管布設 (4 系統)
2019/11/18 ~ 11/20	貯水タンクへの流入管路設備及び貯水タンクからの流入管路設備の構築 <ul style="list-style-type: none"> ● タンクへの流入管路：SGP-Pb による螺旋接合配管の指導と貯水タンクの水位を自動制御する定水位弁 (φ 40mm) の設置を指導
2020/1/21 ~ 1/29	研修ヤード内での初回トレーニングを実施 <ul style="list-style-type: none"> ● 研修対象者は直近の SAE 昇格者 ● 研修は専門家が座学を、カウンターパートが実技を担当 ● 閉講式を 1/30 に実施



貯水タンク流入配管



貯水タンク～ポンプへの配管



地下ピット内配管



配管トレーニング部配管



循環ポンプ部周囲配管



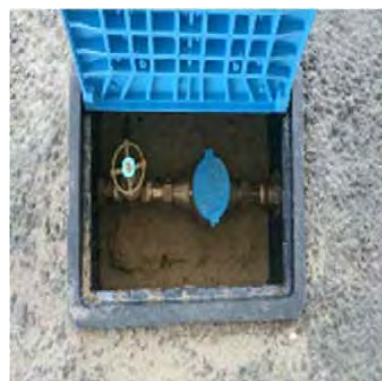
流量計設置部配管



地下ピット内配管



漏水探査部給水装置配管



メータ設置部配管

写真 2-64 : トレーニングヤードの設備

(7) 無収水管理研修センター (Training Center for NRW Management Center)開所式の開催

日時：2020年1月27日 AM7:00～

研修センターの開所式が、ヤンゴン市長、セクレタリー、コミッティメンバーの参加のもと執り行われた。ヤンゴン市長はじめとした関係者によるオープニングスピーチの後、実際にヤードを活用した研修を紹介した。実演はC/Pを講師として、初回研修の研修生に対し指導を行った。実演した研修は下記のとおり。

1. 漏水調査
2. 管接合
3. 水圧試験
4. サドル分水栓設置・穿孔

2-5-5 研修マニュアル・教材を作成する

決定された研修ヤード研修計画に基づき、前述表 2-83 及び表 2-84 のとおり研修教材を作成した。

2-5-6 研修トレーナーを養成する

(1) 研修センターでの無収水対策研修の開始

2020年1月21日から計7日間の無収水関連研修を研修センターで開催した。研修講師は成果2のC/Pから6名選出し、研修生は直近で正規職員(SAE級)に昇進した20名を対象とした。

研修ヤードを活用した初の研修であり、C/Pも研修講師として参加することは初めてだったため、初日に実際に研修ヤード内の施設を使用した練習をC/Pに対して行い、C/Pは1月23日と24日の実技指導を担当した。指導するだけでなく、研修生から挙げられた質問にもC/P自身で回答しており、パイロットプロジェクトの経験を十分に活かした指導を行うことができていた。

研修講師の一部が研修生よりも下位の職階であり、講師よりも上の職階に対して指導ができるかどうか懸念していたが、研修開始時にCEから研修生への指導もあり職階の壁を越えた指導ができていた。

下記に研修講師、研修日程、研修生の研修評価結果を示す。研修生のなかには、無収水や工事などに直接関係のない部署から選出されている職員もあり、積極性や理解度に差がでた結果となった。

【研修講師】

名前	所属	担当項目
U Aung Min Oo	NRW Management Sec.	水圧試験
U Kaung Zaw Thet	NRW Management Sec.	漏水調査
U Sithu Win	Yankin Pilot Counterpart	管接合
U Than Oo	Yankin Pilot Counterpart	サドル分水栓設置、穿孔作業
U Myo Than Thun	NRW Management Sec.	上記4研修のサポート
U Yan Naing Thun	NRW Management Sec.	上記4研修のサポート

【研修日程】

2020年1月21日	火	AM:座学(水道とは) PM:座学(水道とは)、ヤード内での研修講師指導
1月22日	水	AM:座学(給水計画) PM:座学(水理計算)

1月23日	木	ヤード内施設での実技指導 Pipe Jointing, Leak Detection, Drilling, Pressure Test
1月24日	金	ヤード内施設での実技指導 Pipe Jointing, Leak Detection, Drilling, Pressure Test
1月25日	土	—
1月26日	日	—
1月27日	月	AM7:00～ 開所式 PM13:00～ 座学 (水理計算)
1月28日	火	AM:座学 (無収水概論、水理計算) PM: Final Examination
1月29日	水	AM: Lecture (Lecturer: U Zaw Win Aung, Daw Yu Yu Hla Baw)
1月30日	木	Closing

【研修生と研修評価結果】

No	Position	Section	Activeness	Obedience	Attendance	Exam	Score
1	SAE	JICA	26.25	5	5	48	84.25
2	Deputy Supervisor	Aung Da Gon Pump station	26.25	5	5	32.4	68.65
3	Deputy Supervisor	Reservoir	26.25	5	5	43.8	80.05
4	Deputy Supervisor	Pipe-2	24	5	5	31.2	65.2
5	Skill-5	Pipe-4	25.5	5	5	39.6	75.1
6	SAE	GIS	27.75	5	5	53.4	91.15
7	Deputy Supervisor	GIS	28.5	5	5	51	89.5
8	Deputy Supervisor	Reservoir	24.75	5	5	35.4	70.15
9	Deputy Supervisor	Nyaung Na Pin	27	5	5	42.6	79.6
10	Skill-5	GIS	25.5	5	5	31.8	67.3
11	Deputy Supervisor	East District	24	5	5	31.8	65.8
12	Deputy Supervisor	Resarch	27	5	5	39.6	76.6
13	SAE	GIS	28.5	5	5	41.4	79.9
14	Deputy Supervisor	Nyaung Na Pin	24	5	5	37.2	71.2
15	Deputy Assistant Programmer	Tharkaeta	28.5	5	5	48.6	87.1
16	Skill-5	NRW	28.5	5	5	36	74.5
17	Deputy Supervisor	Lagonpyin	27	5	5	40.8	77.8
18	SAE	GIS	24.75	5	5	45.6	80.35
19	Deputy Supervisor	Reservoir	25.5	5	5	48	83.5
20	SAE	Design	25.5	5	5	39	74.5

(2) オンライン研修センターに向けた講師の育成

Zoom オンラインミーティングで講師担当の職員に対して事前の研修を下記の通り実施した。

日時：2020年11月24日、12月1,7,14日の計4日間

対象者 (担当コース)：

1. U Aung Min Oo (給水計画)
2. Daw Mi Mi Khine (商業的損失)
3. Daw Thander Htway (漏水探査)
4. U Zayyer Tun (給水装置)

今回、オンライン研修の講師担当として、パイロットプロジェクト開始後に無収水管理課に配属されたAEが2名選出された。業務経験よりも職階を重視する傾向があり、低位の職員がより上位の職員に教えることが未だ難しい状況にある。

(4) オンライン無収水管理研修の開催

2020年12月16日から12月30日にかけて、T/S副所長を対象としたオンライン研修を実施した。一度に全T/Sを対象とすると参加者が多すぎると判断したため、本研修は2回に分けて実施することとなり、初回は11のT/Sが参加した。

無収水管理課が担当した、無収水管理の実務に係る技術的な研修に加えて、T/Sにおける実務や東大留学生による研究結果発表などを含んだ充実した研修となった。また、研修ヤード内で漏水探査機器の使用法ビデオ撮影等を行い、資料に動画を差し込むなど、発表当日の研修教材はより分かりやすく工夫されていた。

研修講師と研修対象者は下記の通り。また、研修の最後には研修生がそれぞれ発表を行い、評価を行った。

講師一覧

	Name	Position	Subjects
1	U Thant Zin Oo	EE	(Utilization of NRW Management in Townships)
2	D Yu Yu Hla Baw	EE	(NRW Management) (DMA Monitoring and Commercial Loss Management)
3	U Zayyar Tun	AE	(Ls-10 Water Supply Equipment)
4	D Mar Mar Aye	AE	(Duty and Responsibility of Deputy Township Officers and Water Distribution Service), (Laws, Regulations SOPs For Township Staffs)
5	D Mi Mi Khine	AE	(Ls-11 Issues Caused By Meter)
6	D Thandar Htway	AE	(Ls-8 Leakage Detection Method)
7	U Aung Min oo	SAE	(Ls-1 Water Supply Plan)
8	U Myo Thant Tun	SAE	(SOPs for Pipe Installations)
9	U Yan Naing Tun	SAE	(NRW Reduction Projects)
10	D Khaing Khaing Soe	SAE	(Knowledge Sharing by Research Activities)
11	D Win Sandar Oo	Assistant Supervisor	(How to Use Meter Test Kit)
12	U Kaung Zaw Htet	Flat	(Ls-7 Minimum Night Flow and Night Step Test)

研修生

No	Name	Position	Offices
1	D. Su Su Maw	Dy Supv	Sanchaung
2	U. Kyaw Htay	Dy Supv	Tharkayta
3	D Zin Mar Win	Dy Supv	Mayangone
4	D Nweni Soe	Dy Supv	Insein
5	D Wah Wah Aung	Dy Supv	Insein
6	D Ei Ei Theint	SAE	N Oklr
7	U Htay Htay Aung	Asst: Supv	Shwe Paukkan
8	U Kyi Naing	Asst: Supv	Lathar
9	D Nweni Aung	Asst: Supv	Shwepyithar
10	D Nilar Win	Asst: Supv	Hlaing
11	U Nyi Nyi Aung	Asst: Supv	Mingalardone
12	D Chaw Sandar Kyaw	Asst: Supv	North District Office
13	D Zin Mar Than	Asst: Supv	Mingalardone
14	D Yamone Theint Theint Htay	Asst: Supv	Lanmadaw

スケジュール

Date/Time	13:00 - 14:30		Break Time (10 mins)	14:40 - 16:10	
2020/12/16	Opening			(NRW Management) (D Yu Yu Hla Baw)	
2020/12/17	(Ls-1 Water Supply Plan) (U Aung Min Oo)			(Ls-10 Water Supply Equipment) (U Zeyyar Tun)	
2020/12/18	(Ls-10 Water Supply Equipment) (U Zeyyar Tun)			(Ls-11 Issues Caused By Meter) (Daw Mi Mi Khine)	How to Use Meter Test Kit) (D Win Sandar Oo)
2020/12/21	(D Yu Yu Hla Baw) (DMA Monitoring and Commercial Loss Management)	(D Khine Khine Soe) (Knowledge Sharing By Research Activities)		(Ls-8 Leakage Detection Method) (D Thandar Htwe)	
2020/12/22	(Ls-8 Leakage Detection Method) (D Thandar Htwe)			(Minimum Night Flow and Night Step Test) (U Kaung Zaw Htet)	
2020/12/23	(Duty and Responsibility of Deputy Township Officers and Water Distribution Service) (D Mar Mar Aye)			(Utilization Of NRW Management In Townships) (U Thant Zin Oo)	
2020/12/24	(Utilization of NRW Management In Townships) (U Thant Zin Oo)			(Laws, Regulations SOPs For Township Staffs) (D Mar Mar Aye)	
2020/12/28	(SOPs For Pipe Installations) (U Myo Thant Tun)			(NRW Reduction Projects) (U Yan Naing Tun)	
2020/12/29	(Presentation by Participants)			(Presentation by Participants)	
2020/12/30	(Presentation by Participants)			Closing	

2-6 無収水削減の活動計画の策定・実施支援を行う

2-6-1 無収水削減の5年・10年活動計画を作成する

(1) 現状のヤンゴン市全域における無収水率

本プロジェクトで設置した流量計により、2019年11月からヤンゴン市全域での流量測定を開始した。無収水管理課ではこのデータを用いて、毎月の無収水率を継続して算定している。以下にヤンゴン市全域における無収水率(～2020年9月)を示す。

表 2-102 : ヤンゴン市全域における無収水率

	2019		2020								
	Nov	Dec	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep
総配水量(MGD)	215.5	215.5	215.5	215.5	215.5	215.5	213.3	211.0	212.5	209.7	205.6
有収水量(MGD)	80.7	79.7	78.8	83.9	75.3	78.0	73.1	76.5	73.7	72.3	73.1
無収水量(MGD)	134.8	135.8	136.7	131.6	140.2	137.5	140.2	134.5	138.7	137.4	132.4
無収水率(%)	62.5%	63.0%	63.4%	61.1%	65.1%	63.8%	65.7%	63.7%	65.3%	65.5%	64.4%

(2) 第三国研修を通じた改善計画案の作成

プノンペン水道公社 (PPWSA) にて、無収水管理及びカスタマーサービスに関する第三国研修を

実施した。研修完了後に PPWSA 研修の経験を基に水資源水道局の改善計画案を作成した。無収水削減に取り組んでから約 25 年の間に、70%を超える無収水率から現在の 7%に至ることができた PPWSA の事例は YCDC に活用できる部分も多い。改善計画案を作成する際の打合せでも、研修参加者同士で活発な意見交換が行われていた。

作成した改善計画案（付属資料 CD2 参照）のリストを表 2-103 に示す。この改善計画案は今後の活動計画への活用を目指す。

表 2-103：第三国研修を通じた改善計画案

改善項目	改善計画
無収水削減計画	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 全 T/S に無収水チームを設置し、24 時間体制での漏水対策を行う ➤ 破損メータは直ちに交換を行う ➤ 漏水の記録を行う ➤ 漏水発生時は直ちに修繕を行う ➤ 浄水場や給水所へ流量計を設置し配水量把握する ➤ 漏水調査と漏水修繕を継続的に行い、水道 M/P で設定した無収水率を目指す
組織構成	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 無収水管理課と他の課との協力体制を構築する。
無収水削減手法	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 高品質の管や材料を使用する ➤ 漏水探査・修繕チームと協力し物理的損失を低減する ➤ 違法接続を排除し高性能メータを使用することで商業的損失を低減する
漏水探査チームによる計画漏水調査	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 各 T/S にて毎月漏水探査計画を立て実施する
完成検査の実施	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 検査チームにより、チェックリストを用いて漏水探査・修理、新設管の布設工事等にて完了時に確認を行う（適正な材料を使用しているかなど）

(3) 無収水管理中長期活動計画（2018-2020）の作成

2018 年 8 月の 5 日間をかけて無収水管理計画に盛り込むべき内容に関して、無収水管理課職員を中心として議論し、計 21 項目の目標を設定した。議論を行う前に、専門家より施設能力を基にしたヤンゴン市全域の推定無収水率を提示した。作成時にはヤンゴン市内の全体配水量が把握できていなかったことや、パイロットプロジェクトも実施前であったため、具体的な数値目標を盛り込むことができなかった。

日時	作業内容
2018 年 8 月 3 日	専門家から必要な情報の提示 <ul style="list-style-type: none"> ・問題点の整理（第 4 回 S/C1） ・計画立案の基本的考え方 ・予算、人員、時間の 3 つの視点から実現可能性と優先度の設定
2018 年 8 月 7～8 日、13～14 日	無収水管理計画（案）作成。 表 2-104 に示す 5 つの施策と、計 21 の目標を設定した。

表 2-104 : 無収水管理計画(案)

Category	Policy	No	Objective
NRW Management	Improve information accuracy	1	Create and update pipe line map
		2	Collect basic data regarding NRW management
	Grasp actual NRW situation	3	Grasp NRW rate periodically by data collecting on distribution and effective water (revenue, non-revenue)
		4	NRW management in existing DMA
Physical Loss	Proactive leak prevention	5	Design/construct DMA system in pipe network
		6	Pipe laying at proper location to prevent leakage
		7	Prevent leakage at branch point
		8	Implement water pressure test to prevent leakage
	Reactive leak prevention	9	Efficient leak detection/repair on existing transmission/distribution pipe
		10	Repair leakage in proper repair method
11		Record every leakage repair work	
Commercial Loss	Measure exact water consumption	12	Grasp situation of existing meter function
		13	Install meter at proper location
		14	Water meter maintenance by WRAWSA
		15	Maintain measurement accuracy of water meter
		16	Solve non-metered customer
		17	Secure function of large size meter
		18	Proper meter-reading to get exact consumption
		19	Fairness in collecting water charge
		20	Eliminate illegal connections
		21	Decrease broken rate of new meter

(4) 無収水管理計画の作成

無収水活動計画の策定後、流量計の設置やパイロットプロジェクトの実施、メータの機能確認などのデータがある程度蓄積されてきたことから、より具体的な中期活動計画にすることを目標として、無収水管理課が無収水管理計画の更新を行った（付属資料 5.C 参照）。計画項目は以下の通りである。

1. NRW 率の達成目標
 - 1.1. YCDC による給水サービスレベル目標
 - 1.2. 無収水率目標値
2. NRW の現状
 - 2.1. ヤンゴン市における NRW の要因（IWA 水収支表に基づく分類）
 - 2.2. ヤンゴン市全域における現状の無収水率
 - 2.3. 水道メータに係る課題
 - 2.4. 無収水に関するキャパシティの現状
 - 2.5. 無収水管理課
3. 実施中の無収水対策
 - 3.1. 配水管更新プロジェクト
 - 3.2. ヤンキンパイロットプロジェクト
 - 3.3. 費用便益効果（ヤンキンパイロットプロジェクト）
 - 3.4. DMA 構築による無収水管理モデル
 - 3.5. 実施中の無収水削減プロジェクト
 - 3.6. その他の無収水関連活動
4. 無収水管理計画
 - 4.1. 無収水対策の提案
 - 4.1.1. 無収水管理の要素と活動
 - 4.1.2. 中長期的対策
 - 4.1.3. 短期的対策
 - 4.2. 物理的損失管理計画
 - 4.2.1. 実施中の大規模無収水削減プロジェクト（ドナー）
 - 4.2.2. WRAWSA による無収水削減の実施計画
 - 4.2.3. 管路維持管理
 - 4.3. 商業的損失管理計画
 - 4.3.1. 既設メータの現状
 - 4.3.2. メータ設置計画
 - 4.3.3. メータ更新計画
 - 4.3.4. 年間設置目標
 - 4.3.5. ODA/WRAWSA のプロジェクトによるメータ設置
 - 4.3.6. 無収水削減計画（2030 年まで）
 - 4.4. 研修計画
 - 4.4.1. 中長期目標
 - 4.4.2. 短期研修計画

2-6-2 5年活動計画の実施の一環として、優先的な活動を開始する。

すでに作成済み、承認済みの無収水管理中期計画のうち、すでに活動を開始しているものを下記に示す。

表 2-105 : 開始した中期活動計画項目

施策	番号	目的	着手した活動
情報の精度を向上する	1	管路図の作成、アップデートを行う。	<ul style="list-style-type: none"> 無収水管理課が実施したノースオカラパの無収水対策プロジェクトやパイロットプロジェクトで工事完成図を作成
	2	無収水管理に係る基礎情報を収集する。	<ul style="list-style-type: none"> 漏水記録やメータ機能について、T/Sが情報を収集、無収水管理課へ提出を開始
無収水の状況を把握する	3	配水量データ、有収水量データを収集し、無収水率を定期的に把握する。	<ul style="list-style-type: none"> 設置された流量計データを用いたヤンゴン市全域の無収水率を算定
	4	既存 DMA における無収水管理を行う	<ul style="list-style-type: none"> 既存 DMA (ODA、YCDC 独自)での無収水率を算定
漏水発生を予防する	8	漏水予防として、水圧試験を行う。	<ul style="list-style-type: none"> ヤンキンパイロットプロジェクト Phase2 などの YCDC 独自工事で水圧試験を実施
漏水の機動対応を行う	11	全ての漏水修繕について記録を行う。	<ul style="list-style-type: none"> 共通フォーマットに従い、各 T/S で漏水修繕を記録、無収水管理課へ提出 (未提出が多い)
非物理的損失の対策を行う	12	既存メータの故障状況を把握する。	<ul style="list-style-type: none"> ダウンタウンの 6T/S を対象に全戸調査を実施 全市を対象を拡大して実施中
	13	適切な位置へメータを設置する。	<ul style="list-style-type: none"> ヤンキンパイロットプロジェクト Phase2 などの YCDC 独自工事で実施
	16	メータの未設置を解決する。	<ul style="list-style-type: none"> YCDC 全体で取り組みを開始

2. 2. 3. 成果 3 : YCDC の水質管理能力が向上する

3-1 浄水課を設立する

3-1-1 浄水課を設置する

水資源水道局は複数の貯水池、浄水場から水道水を供給している。それらの施設の計画的な更新、維持管理、適切な浄水処理技術・知識の理解と蓄積、水源水質保全策の設定などの担当組織が設定されていなかった。そこで、水資源水道局は 2016 年 7 月に浄水課 (Water Treatment Section) を設置し、これらの課題に対応することにした。

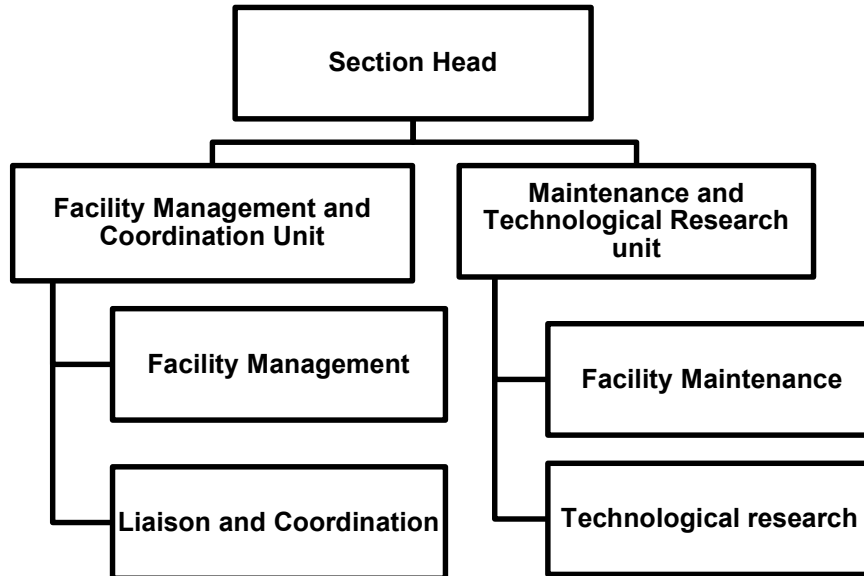


図 2-89：浄水課の組織

3-1-2 浄水課の職務分掌を規定する

(1) 浄水課の職務分掌

浄水課の職務分掌を次表に示す。

表 2-106：新設された浄水課の職務分掌

<ul style="list-style-type: none"> ● 貯水、取水、導水、浄水及び送水に関すること <ul style="list-style-type: none"> - 貯水、取水、導水、浄水及び送水施設、設備の管理 - 貯水池水並びに河川水の利水に関する他省庁、関係機関との連絡調整 - 貯水池水、河川水並びに導水過程における水質汚濁防止の連絡に関すること - 浄水場間の連絡調整に関すること - 浄水処理技術の総括並びに外部からの情報収集に関すること - 施設整備に関する企画、調査 - 施設の維持改良計画の策定
--

(2) 浄水課の業務概要

設立当初の業務として、浄水場施設の管理に関する業務、浄水処理に関する情報収集、情報管理業務、浄水処理技術の総括並びに外部からの技術情報収集などを行っている。また、浄水課は標準作業手順書（SOP）作成の事務局業務を担当しており、浄水場、貯水池、ポンプ場などに適用する SOP システムの策定、SOP 様式の決定、SOP 作成ワークショップの開催などに取り組んだ。SOP 並びに SOP システムを確立するための活動は水資源水道局全体の活動に発展し、浄水課が担当していた事務局業務は計画課に引き継がれた。

3-1-3 浄水場でのスタディツアーとともに基礎浄水処理技術のセミナーを行う

浄水場でのスタディツアーを 1 回、基礎浄水処理技術のセミナーを 9 回(表 2-107)、タスクフォースチーム（TFT）セミナーを 3 回(表 2-108)、成果 3 チーム合同セミナー&ミーティングを

6回(表 2-109)、個別のテーマに特化したセミナーを6回(表 2-110)開催した。

浄水処理の基礎技術に関するセミナーは、水資源水道局の技術職員を対象とし、TFTセミナーは成果3チームのC/Pを対象とした。成果3チーム合同セミナー&ミーティングは成果3チームC/P並びに各活動の関係者を対象とした。また、個別のテーマに特化したセミナーは塩素処理ワーキンググループ、SOP作成ワークショップ、ニャンナピン浄水場の計画浄水処理施設(Phase3)の検討会などで開催した。

表 2-107：浄水処理技術セミナーの開催実績及び概要

回数	開催日	概要
第1回	2015年12月23日	<ul style="list-style-type: none"> ● About the Seminar ● Basic Design Parameters ● Coagulation ● Observation of Water Treatment Plant
第2回	2016年2月9日	<ul style="list-style-type: none"> ● Quick Review of the First Seminar ● Answer to the Questions shown in the Presentation Material of the First Seminar ● Answer to the Questions from YCDC staff in the First Seminar ● Flocculation
第3回	2016年3月17日	<ul style="list-style-type: none"> ● Requests and Questions from YCDC Staff through Questionnaire of the Second Seminar ● Control of Coagulant dose ● Sedimentation
第4回	2016年3月21日	<ul style="list-style-type: none"> ● Coagulation, Flocculation and Sedimentation process in a beaker (Jar-Test) ● Coagulation ● Control of Coagulant dose ● Flocculation ● Sedimentation ● Removal of Iron
第5回	2016年5月16日	<ul style="list-style-type: none"> ● Water Treatment and Disinfection ● Dosing of Chlorine and Residual chlorine ● Requirement of Disinfection and Water Quality Test ● Advantage and Disadvantage of Chlorination ● New Chlorine Generator in Yegu Pumping Station
第6回	2016年5月17日	<ul style="list-style-type: none"> ● Water Treatment and Disinfection ● Advantage and Disadvantage of Chlorination ● Chemistry of Chlorine ● Consumption of Chlorine in Various Water ● Residual chlorine ● New Chlorine Generator in Yegu Pumping Station ● Reaction of Chlorine and Ammonia ● Old Chlorine Generator in Yegu Pumping Station
第7回	2016年7月8日	<ul style="list-style-type: none"> ● Requests and Questions from YCDC Staff through Questionnaire of the Third and Forth Seminar ● Rapid Sand Filtration
第8回	2016年9月6日	<ul style="list-style-type: none"> ● Requests and Questions from YCDC Staff through Questionnaire of the seventh seminar ● Questions in the seventh seminar from JICA expert

回数	開催日	概要
		<ul style="list-style-type: none"> ● Rapid Sand Filtration
第9回	2016年11月1日	<ul style="list-style-type: none"> ● Requests and Questions from YCDC Staff through Questionnaire of the Eighth seminar ● Ozonation ● Ultra Violet Treatment

表 2-108 : 急速ろ過池改善調査対策 TFT セミナー

回数	開催日	概要
第1回	2016年8月27日	<ul style="list-style-type: none"> ● Basic Design Parameters on Design Standard ● Functions Required to Filters ● Rapid Sand Filtration
第2回	2016年9月6日	<ul style="list-style-type: none"> ● How to get yield, minimum and maximum diameter of a filter media from a sieve analysis
第3回	2016年10月26日	<ul style="list-style-type: none"> ● Review of the last TFT mini seminar ● Exercise ● Requirements to be considered in the filter improvement plan

表 2-109 : 成果3 チーム合同セミナー&ミーティング (Joint seminar & meeting)

回数	開催日	内容
第1回	2017年6月28日	<ul style="list-style-type: none"> ● Reservoir water improvement (JICA Expert) <ul style="list-style-type: none"> ➤ What (what parameter) should be improved? ➤ Which reservoir(s) should be the target to improve? ➤ Could the treatment facility of ジョビュー be useful for intended improvement? ➤ What (numerical target) is the goal of the improvement? ➤ To make improvement research plan ➤ Schedule ➤ Contents of the research ● Duties of Water Treatment Section (WRAWSA staff) <ul style="list-style-type: none"> ➤ To make periodical check regulation for all facilities belong to the reservoir division <ul style="list-style-type: none"> ◇ Basic principles ◇ Guideline of the selection of instrument for periodical check ◇ Type of check ◇ Principles of making and keeping records ➤ To make a regulation of long-term facility maintenance and renewal plan of WTP and reservoirs. <ul style="list-style-type: none"> ◇ Basic principle of making facility and instrument management ledger at every sites ◇ Basic principle of periodical maintenance, overhaul and renewal of facilities and instruments ◇ Basic principle of record making and keeping ➤ Drawing of design and document keeping <ul style="list-style-type: none"> ◇ To make basic principle for making design drawing records

回数	開催日	内容
		<ul style="list-style-type: none"> ◇ To make system for keeping and inheriting of design drawings and documents ● Documents need to be store or made related to the Filter Improvement Activity (JICA Expert) <ul style="list-style-type: none"> ➤ Designs of the pilot filter basins. ➤ Completion drawings. ➤ Parameter decision and their calculation ➤ Filter media and their particle sizes ➤ Depth of the both filter media. ➤ Making procedure of filter sand ➤ Sieve test result of the raw sand. ➤ Selection of mesh size (opening) of sieves ➤ Size and depth of supporting gravel ➤ Filter wash condition ➤ Backwash rate and surface wash rate ➤ Backwash time and surface wash time ➤ Filter wash sequence of backwash and surface wash. ➤ Size of the wash water drainage valve ➤ Position of the surface wash nozzle (Phase 1 & Phase 2) ➤ Height of the weir height at filtrate side ➤ Repair of the false flow ➤ Repair of the underdrain system
第2回	2017年8月23日	<ul style="list-style-type: none"> ● Activities of TFT (WRAWSA staff) <ul style="list-style-type: none"> ➤ Total plan of pilot filter basins ➤ What will be remodeled? (Anthracite, Sand, Drainage valve, Wash water rate, Ware height of effluent and so on) ➤ Evidences of all remodeling plans ➤ Research plan using pilot basins ➤ Total schedule of the research plan ● Study and research about sludge removal method (WRAWSA staff) <ul style="list-style-type: none"> ➤ Research plan ➤ Result of the research ● Duties and their schedule of Water Treatment Section (WRAWSA staff) <ul style="list-style-type: none"> ➤ Periodical check regulation ➤ Facility maintenance and renewal regulation ➤ Drawing of design and document keeping
第3回	2017年10月3日	<ul style="list-style-type: none"> ● Technological information about ACH and PAC (WRAWSA staff) <ul style="list-style-type: none"> ➤ Jar-Test and Most appropriate dosage (MAD) ➤ Coagulation Efficiency of ACH and PAC ➤ Relation between Raw water turbidity and MAD ➤ Advantage and disadvantage of using ACH and PAC ● Study and research about sludge removal (WRAWSA staff, JICA Expert) <ul style="list-style-type: none"> ➤ Sludge pilling up speed in Phase1& 2 sedimentation basins. ➤ Water flow speed (rate) to scour deposited sludge in a sedimentation basin.

回数	開催日	内容
		<ul style="list-style-type: none"> ➤ Flocks (Sedimentation speed is used as a parameter of flock size.) intended to be removed in Phase1& 2 sedimentation basins. ➤ Relation between sludge depth/height and water flow speed. ➤ How deep/height of sludge pilling up in Phase1& 2 sedimentation basins is allowed. ● Reservoir water quality improvement (WRAWSA staff) <ul style="list-style-type: none"> ➤ Plan of a pilot plant.
第4回	2017年11月28日	<ul style="list-style-type: none"> ● Progress of the filter improvement TFT (WRAWSA staff) <ul style="list-style-type: none"> ➤ Improvement plan of the pilot filters ➤ Basic design parameter ➤ Comparison of the new and old parameter ➤ Drawing of the new pilot filters ➤ Process and procedures of the improvement ➤ Photos of improvement work ➤ Plan of the new pilot filters experiment ➤ Purpose ➤ Monitoring parameter ➤ Schedule ● Study and research about sludge removal (WRAWSA staff) <ul style="list-style-type: none"> ➤ Summary of the research result ➤ Laying of desludging pipes ➤ Future plan of desludging research ● Reservoir water quality improvement (WRAWSA staff) <ul style="list-style-type: none"> ➤ Plan of a pilot plant. ➤ Water quality of ジョビユール reservoir in the past. ➤ Schedule
第5回	2018年1月23日	<ul style="list-style-type: none"> ● Progress of the filter improvement TFT (WRAWSA staff) <ul style="list-style-type: none"> ➤ Progress of the improvement of the pilot filters ➤ All the process should be recorded ➤ All the process should be checked ➤ Making filter sand, laying down filter materials, rise of weir, wash water drainage valve, surface wash pipe, size of filter sand and anthracite, etc. ➤ Drawing of the new pilot filters ➤ Plan of the new pilot filters experiment ➤ Purpose ➤ Monitoring parameter ➤ Water level in the filter ➤ Frequency of backwash ➤ Filtrate water quality ➤ Schedule ● Reservoir water quality improvement (WRAWSA staff) <ul style="list-style-type: none"> ➤ Final plan of a pilot plant. ➤ Schedule
第6回	2018年3月16日	<ul style="list-style-type: none"> ● Rapid Filter Improvement TFT; Pilot basin of Phase 2. <ul style="list-style-type: none"> ➤ Repair of water leak from pressure chamber wall at the point of backwash water pipe connection. ➤ Set a countermeasure not to be involved air in backwash water. Or a countermeasure to remove air before backwash.

回数	開催日	内容
		<ul style="list-style-type: none"> ➤ Procedure of the filter washing. <ul style="list-style-type: none"> ◇ How many backwash pumps you will use after leak repair. ◇ Procedure to set appropriate surface wash rate (10~20cm/min), opening degree of the valve. ◇ Procedure to set appropriate backwash rate (40~45cm/min), opening degree of the valve, a countermeasure not to open the valve excessively. ◇ Research plan <ul style="list-style-type: none"> ● Purpose. ● Monitoring parameter. <ul style="list-style-type: none"> ➤ Water level in the filter ➤ Frequency of backwash ➤ Filtrate water quality ● Schedule. ● Rapid Filter Improvement TFT; Pilot basin of Phase 1 <ul style="list-style-type: none"> ➤ Production of the filter sand of which specification is as same as the Phase 1 pilot basin. ➤ Repair and replacement of false floor and strainer. ➤ Replacement of wash water drainage. ➤ Schedule of the improvement of Phase 1 pilot filter basin. ● Sludge management in Nyaunghnapin WTP <ul style="list-style-type: none"> ➤ Long term cleaning plan and schedule <ul style="list-style-type: none"> ◇ Phase 1 <ul style="list-style-type: none"> ● Schedule, procedure ◇ Phase 2 <ul style="list-style-type: none"> ● Plan, procedure, ◇ Research plan of No. 1 basin of Phase 1.

表 2-110 : 専門的技術セミナーの開催実績及び概要

No	開催日	内容
1	2018年5月22日	<p>Meeting about chlorination & disinfection (JICA Expert)</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Introduction of Chlorine Disinfection Facility. ➤ Introduction Schedule of the Chlorination (Disinfection) Facility. ➤ Basic plan of chlorination (disinfection) of WRAWSA. ➤ Summary and object of chlorination facility. ➤ Details of chlorination facility ➤ Necessary information and plan for using sodium hypochlorite. ➤ Water quality control of chlorination (disinfection). <ul style="list-style-type: none"> ◇ To make daily check of residual chlorine concentration at all facilities. ◇ Monitoring of residual concentration and bacteria count in the distribution area. ◇ To clarify a route of water supply and to illustrate it on a map.

No	開催日	内容
		<ul style="list-style-type: none"> ◇ Prevention and reduction of chlorine consumption in reservoirs and tanks in the distribution area. ◇ Prevention and reduction of chlorine consumption in water pipes. ➤ Requirement of Disinfection and Water Quality Test in Drinking Water Supply System
2	2018年8月27日	<p>Things necessary for the Chlorination WG Discussion and Activity (JICA Expert)</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Introduction Schedule of the Chlorination (Disinfection) Facility ➤ Details of chlorination facility <ul style="list-style-type: none"> ◇ To prepare necessary plans for O&M of facilities and water quality control ➤ To clarify a route of water supply and to illustrate it on a map. <ul style="list-style-type: none"> ◇ To determine retention time (water age) of water in the distribution area. ➤ Basic plan of chlorination (disinfection) of WRAWSA. ➤ Control method of Chlorine dosing ➤ Water quality management of chlorination (disinfection). ➤ To prevent reduction of chlorine concentration ➤ To clean the inside of pipes ➤ To eliminate area where water may stagnate
3	2018年8月27日	<p>Agenda for Nyaunghnapin WTP: Rapid Filter Improvement TFT and Procedure when power failure happens (JICA Expert)</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Pilot basin of Phase 2 <ul style="list-style-type: none"> ◇ Performance result ◇ filter backwashing ➤ Pilot basin of Phase 1. <ul style="list-style-type: none"> ◇ Improvement of No.27 filter pilot basin. ➤ Observe the present procedures at power failure and power recovery.
4	2018年10月17日	<p>Chlorine dosing house (JICA Expert)</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Chlorine Dosing House ➤ Plain Drawing of Chlorine Dosing Facility ➤ Dosing Room and Dosing pumps ➤ Example of dike in dosing house <p>Basic policy of chlorination in Japan (JICA Expert)</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Basic policy of chlorination in Japan. <p>Water Supply Act of Japan</p> <ul style="list-style-type: none"> ◇ Water Supply Act of Japan ◇ Enforcement Regulations of the Water Supply Act ◇ Drinking Water Quality Standards in Japan ◇ MHLW Ordinance of Water Supply Facility Standards based on the Water Supply Act ◇ Notice of the director of the Water Supply Division, Health Service Bureau, MHLW (No. & place of sampling points for water quality

No	開催日	内容
		test)
5	2018年10月17日	Relation between Amount of Water Supply, Amount of Raw Water Intake and WTP Capacity (JICA Expert) <ul style="list-style-type: none"> ➤ Basic Parameter of Flocculation Basin ➤ Basic Parameter of Sedimentation Basin ➤ Basic Parameter of Filter
6	2018年12月13日	Selection of water treatment process (JICA Expert) <ul style="list-style-type: none"> ➤ Factors Influencing Process Design ➤ Evaluating Process Options at Expansion or New Water Source of WTP ➤ Examples of Treatment Process Selection ➤ Available Water Quality Information

3-2 水質管理の現状分析及び段階的な対応策の検討を行う

水質モニタリングと水質管理（浄水場）の現状分析と対応を、それぞれ3-2-1と3-2-2及び3-2-3と3-2-4に示す。

3-2-1 水質モニタリングの現状と課題

中央水質ラボラトリー（中央ラボ）は2014年に設立された。プロジェクト活動開始時の水質モニタリング項目を次表に示す。測定可能項目は19項目であり、ミャンマー水道水質基準優先項目（16項目）のうち、11項目の測定が可能であった。またSOPは9項目について作成されていた。

表 2-111：プロジェクト開始当時の水質モニタリング項目

番号	モニタリング項目	ミャンマー水道水質基準優先項目	測定方法	SOP
1	大腸菌群数	○	Multi tube method (測定キット)	○
2	糞便性大腸菌 (e-coli)	○	Multi tube method (測定キット)	○
4	濁度	○	Nephelometric method	
5	ヒ素	○	簡易試験法 (発色法)	
6	鉛	○	HACH 測定キット	
7	マンガン	○	HACH 測定キット	
8	塩化物	○	滴定法	○
9	総硬度	○	滴定法	○
10	カルシウム		滴定法	○
11	マグネシウム		滴定法	○
12	鉄	○	HACH 測定キット	
13	pH	○	電極法	
14	総溶解固形物	○	電極法	
15	電気伝導度		電極法	
16	塩分		電極法	
17	総アルカリ度		滴定法	○
18	炭酸塩		滴定法	○
19	重炭酸塩		滴定法	○

本プロジェクト開始時の水質モニタリング計画の概要を下表に示す。水源、浄水場、市内水栓及び管井戸のモニタリングを開始していた。

表 2-112：プロジェクト開始時の水質モニタリング計画の概要

対象	サンプリング地点	頻度	モニタリング項目
水源	イエグーポンプ場、ココワ河	毎週	pH, TDS, EC, 総溶解固形物、濁度、総アルカリ度、炭酸、重炭酸、塩化物、塩分、カルシウム、マグネシウム、鉄、マンガン
	ジョビユー・フィジー・ロウガ貯水池、アウンタゴン アンド バーラーポンプ場、ヤンゴンブック、タイピユー、南ダゴン No54・No107 地下水給水施設、ラグンピン運河	毎月	
浄水場	ニャンナピン WTP	毎週	pH, 総溶解固形物、電気伝導度、総硬度、濁度、総アルカリ度、炭酸、重炭酸、塩化物、塩分、カルシウム、マグネシウム、鉄、マンガン
市内水栓	パペダン TS、チョウタダ TS	毎週	大腸菌群数、糞便性大腸菌、濁度、電気伝導度、総溶解固形物
管井戸	33TS の管井戸	それぞれの井戸を4か月ごとに測定	pH, 総溶解固形物、電気伝導度、総硬度、濁度、総アルカリ度、炭酸塩、重炭酸塩、塩化物、塩分、カルシウム、マグネシウム、鉄、マンガン

モニタリング項目はミャンマー水道水質基準と合致しておらず、SOP も整備途上であった。また測定頻度は毎週～4 か月に 1 回であり、頻度の増加が必要と考えられた。さらに水質モニタリングデータの定期的な報告は行われておらず、水質データを水質改善に活用するための体制が確立されていなかった。課題と本プロジェクトでの対応を以下に示す。対応策に対する活動内容は次項に示す。

表 2-113：課題と本プロジェクトでの対応

課題	本プロジェクトでの対応
1) 水質モニタリング項目の追加と SOP の整備	
• モニタリング項目をミャンマー水道水質基準に合致するよう追加・整理	ミャンマー水道水質基準優先 16 項目のうち、味と臭気を除く 14 項目測定が可能となった (3-2-2(2)参照)
• 必要な SOP の追加	中央ラボの運営・分析。機材管理及びミニラボの SOP が整備された (3-4-1 参照)
2) 水質モニタリング計画の見直し	
• モニタリング頻度の向上	ミニラボ設置により、貯水池および浄水場の分析頻度が毎日実施に改善された (3-2-2(3)参照)
• 市内給水栓モニタリングの範囲拡大と頻度向上	水質管理の 5 年・10 年の活動計画において、TS 事務所あるいは地域事務所の活用による給水栓モニタリングが計画された (3-7-1 参照)
3) 水質モニタリングデータ活用能力の向上	
• 定期的な水質報告書作成 • データ活用能力の向上 • 水質データ分析能力の向上	水質モニタリングデータの結果報告とフィードバックの体制が構築された (3-2-2(4)参照)。また水質データの精度管理のセミナーを実施した (3-3-1 参照)
4) 遠隔地での水質モニタリング体制の強化	
• ミニラボ設置と水質モニタリング体制の構築	5 か所のミニラボが設置され、中央ラボによる技術指導が開始された (3-2-2(1)、3-3-3 および 3-6-1 参照)
5) 残留塩素管理能力の開発	
本プロジェクト実施中に塩素処理施設の運転が開始されたため、残留塩素の管理能力 (モニタリング方法の決定と管理指標の決定) の向上が必要となった。	市内の残留塩素濃度変化が測定された。また消毒効果の判定 TFT が組織され、議論が始まった (3-2-4(5)参照)

3-2-2 水質モニタリングにおける課題への対応策

(1) 水質分析の組織の構築

本技プロにより、水資源水道局の水質分析の組織が構築された。中央ラボに加え、水資源水道局本庁から遠い遠隔地での水質モニタリング能力を強化するために、ニャンナピン浄水場、イエグーポンプ場、ロウガ貯水池、フィジー貯水池及びジョビュー貯水池に小規模水質ラボラトリー（以降「ミニラボ」と呼ぶ）が設置された。各ラボの役割を次表に示す。

表 2-114：水資源水道局の水質モニタリング組織

施設	各施設の役割
中央ラボ	全水質項目の測定、ミニラボの技術指導
ニャンナピン浄水場ミニラボ	浄水処理工程の水質モニタリング、配水前浄水の水質モニタリング
イエグーポンプ場ミニラボ	イエグーポンプ場内配水池の水質モニタリング
ロウガ貯水池ミニラボ	ロウガ貯水池の水質モニタリング
フィジー貯水池ミニラボ	フィジー貯水池の水質モニタリング
ジョビュー貯水池ミニラボ	ジョビュー貯水池の水質モニタリング

(2) 水質測定項目の設定

水資源水道局で実施可能となった水質測定項目を次表に示す。2018年3月以降26項目の測定を実施している。ミャンマー水道水質基準に記されている16優先項目については、味及び臭気を除く14項目の測定を行っている。

表 2-115：中央ラボ水質モニタリング項目

番号	モニタリング項目	ミャンマー水道水質基準優先項目	水資源水道局追加項目	測定方法
1	大腸菌群数	○		Multi tube method (測定キット)
2	糞便性大腸菌 (e-coli)	○		Multi tube method (測定キット)
3	色度	○		Spectro photometric
4	濁度	○		Nephelometric method
5	ヒ素	○		簡易試験法 (発色法)
6	鉛	○		HACH 測定キット
7	硝酸	○		HACH 測定キット
8	亜硝酸		○	HACH 測定キット
9	アンモニア性窒素		○	HACH 測定キット
10	マンガン	○		HACH 測定キット
11	塩化物	○		滴定法
12	総硬度	○		滴定法
13	カルシウム			滴定法
14	マグネシウム			滴定法
15	鉄	○		HACH 測定キット
16	pH	○		電極法
17	硫酸イオン	○		HACH 測定キット
18	総溶解性固形物	○		電極法
19	残留塩素		○	DPD 比色法
20	懸濁物質		○	重量法
21	電気伝導度		○	電極法

番号	モニタリング項目	ミャンマー 水道水質基準 優先項目	水資源水 道局 追加項目	測定方法
22	塩分		○	電極法
23	リン酸		○	HACH 測定キット
24	総アルカリ度		○	滴定法
25	亜鉛		○	HACH 測定キット
26	溶存酸素		○	HACH 測定キット

味及び臭気について

水資源水道局は 2020 年 1 月から水道水の塩素処理を開始した。新設された塩素処理施設を表 2-116 に示す。しかし塩素注入点より何 Km 下流まで残留塩素が残っているか、また塩素処理により大腸菌群あるいは糞便性大腸菌は検出されないようになったか、といった塩素処理の有効性はまだ完全に検証されていないため、給水栓における安全性はまだ保障できていない。このため、試料水を口に含んで行う味の検査は行っていない。

一方、塩素処理を開始したことから、塩素そのものあるいは結合塩素の発生等による臭気の問題が今後現れてくる。臭気の検査を開始し、水使用の快適さについて基礎データを収集することが必要となってきた。

表 2-116：新設された塩素処理施設

番号	施設設置場所	塩素注入点
1	ニャンナピン浄水場 Phase1	原水（前塩素）及び浄水（後塩素）
2	ニャンナピン浄水場 Phase2	原水（前塩素）及び浄水（後塩素）
3	ラゲンピン浄水場	原水（前塩素）及び浄水（後塩素）
4	ロウガ貯水池 No. 1	貯水池水（No. 1 ポンプ場送水管）
5	イエグーポンプ場	貯水池水（新配水タンク及び旧配水タンク）

備考：全て次亜塩素酸ナトリウムを使用

(3) 水質モニタリング計画の作成

モニタリング計画を立て、中央ラボ及び貯水池・浄水場のミニラボで、定期的な水質モニタリングを実施している。各ラボの水質モニタリング計画（項目及び頻度）を次表に示す。

表 2-117：中央ラボの水質モニタリング計画

分類	サンプリング場所	分析頻度	モニタリング項目
水源	貯水池 ジョビュー、フィジー、ロウガ (小規模ラボとは別に分析を実施)	毎月 1 回	pH、総溶解固形物、電気伝導率、総硬度、濁度、総アルカリ度、鉄、マンガン、硝酸、懸濁物質
	地下水給水施設 ヤンゴンブック、タイピュー 南ダゴン No54・No107	毎月 1 回	pH、総溶解固形物、電気伝導率、総硬度、濁度、総アルカリ度、鉄、マンガン、硝酸、塩化物
	原水ポンプ場 アウンタゴン アンド バー ラーポンプ場	毎月 1 回	pH、総溶解固形物、電気伝導率、総硬度、濁度、総アルカリ度、鉄、マンガン、硝酸
水道施設	浄水場 ニャンナピン浄水場 (原水)	毎月 1 回	pH、総溶解固形物、電気伝導率、総硬度、濁度、総アルカリ度、鉄、マンガン、硝酸、懸濁物質
	ニャンナピン浄水場	毎週 1 回	pH、電気伝導率、濁度、色度

		(浄水)	毎月1回	総溶解固形物、総硬度、総アルカリ度、鉄、マンガン、硝酸
	ポンプ場	イエグーポンプ場	毎週1回	pH、総溶解固形物、電気伝導率、総硬度、濁度、総アルカリ度、鉄、マンガン、硝酸
	管井戸	33T/Sの管井戸 (2020年：482井戸)	4か月毎1回	pH、総溶解固形物、電気伝導率、総硬度、濁度、総アルカリ度、鉄、マンガン、硝酸、塩化物
利用者	給水栓	33T/Sの給水栓	毎月1回	pH、糞便性大腸菌、大腸菌群、総溶解固形物、電気伝導率
新規水源	河川水	ラグンビン浄水場水源 ココワ浄水場水源	毎月1回	pH、総溶解固形物、電気伝導率、総硬度、濁度、総アルカリ度、鉄、マンガン、硝酸

表 2-118：ミニラボの水質モニタリング計画

ラボ	採水地点	測定項目と頻度
ニャンナピン浄水場	原水、沈殿池出口、砂濾過出口、浄水タンク	毎日：水温、pH、濁度、色度 毎日：ジャーテスト（原水） 1回/月：SS（採水のみミニラボ、測定は中央ラボが行う）
ジョビュー貯水池	取水口、沈殿池入り口、沈殿池出口	全施設共通 毎日：水温、pH、濁度、色度 1回/月：SS（採水のみミニラボ、測定は中央ラボが行う）
フィジー貯水池	取水口	
ロウガ貯水池	取水口、ポンプ場出口	
イエグーPS配水タンク	新タンク、旧タンク	

(4) 水質分析データの報告と活用

分析データはCE補佐（ACE）、副CEを通してCEに報告され、給水栓水質改善のための意思決定に活用されている。水質モニタリング結果の報告とそのフィードバックの流れを次図に示す。

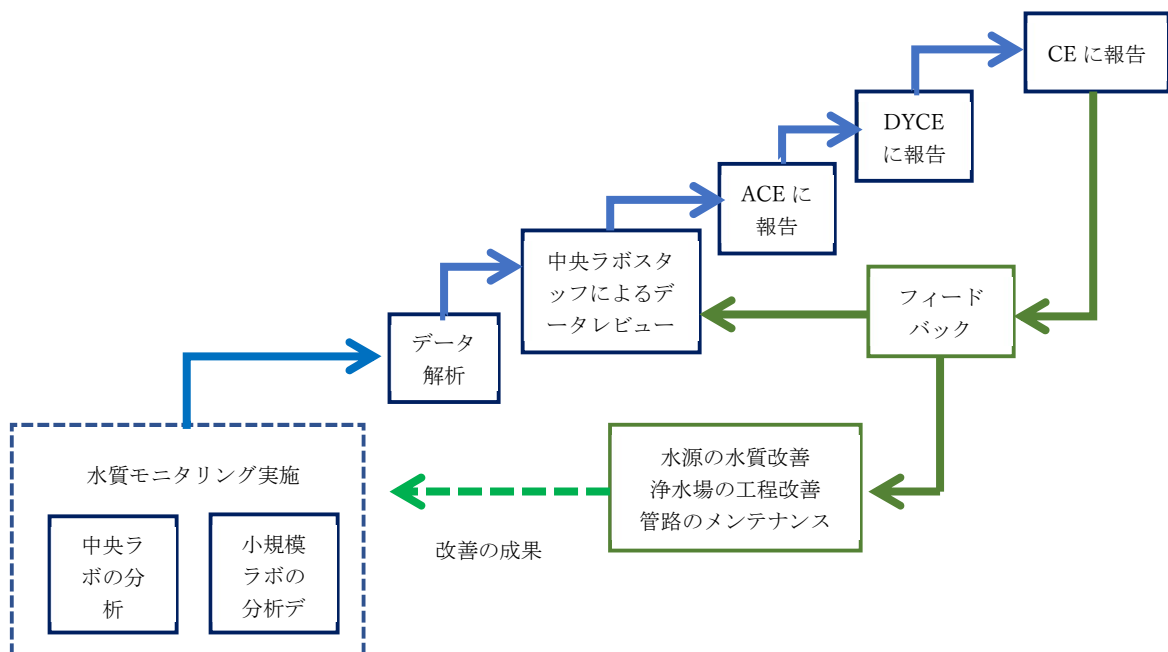


図 2-90：水質モニタリングの結果報告とフィードバックの体制

これまでに行われた分析データの活用事例は以下のとおりである。

表 2-119：得られた水質データとそれによる水質改善対策

得られた水質データ	水質改善対策
ギョビュー、ロウガ、イエグーミニラボの濁度データの比較 ・乾季の12月、1月を除き、ギョビュー・ロウガ貯水池よりもイエグーポンプ場配水池の濁度が上昇する	イエグーポンプ場内配水池の内部清掃の実施
管井戸の水質調査 ・高い濁度、あるいは塩化物濃度を示した管井戸があった(濁度 5NTU 以上、塩化物 250mg/L 以上)	管井戸の閉鎖を実施 2020年現在、597本の管井戸のうち115本が閉鎖された

(5) 塩素処理実施への対応

2020年1月以降にロウガ貯水池、イエグーポンプ場、ニャンナピン浄水場で塩素処理施設（次亜塩素酸ナトリウム注入施設）が稼働を開始し、塩素消毒が行われている。

これまで中央ラボでは既存塩素処理施設（生成次亜塩素酸注入施設：現在は次亜塩素酸注入施設に置き換え）が稼働しているイエグーポンプ場下流（ヤンキン T/S）での残留塩素調査、及び新設されたニャンナピン浄水場塩素処理施設下流（ミンガラドン T/S、ノースオカラパ T/S、サウスオカラパ T/S）の残留塩素調査を行っている。中央ラボのデータと解析結果を以下に示す。

調査 1：イエグーポンプ場下流

調査は2018年7月にヤンキン T/S で実施した。次図は既存の塩素注入施設があるイエグーポンプ場からの距離と残留塩素の関係を示した図である。1.7 km 地点以降で残留塩素の減少が始まり、5.1 km では 0.07 ppm であった（図中、赤点線）。この時のイエグーポンプ場では、ジョビュー貯水池からの未処理水に塩素を注入し配水していたため、水中の有機物により残留塩素の消費が急速に進んだものと考えられた。また 2.5 km - 3.3 km では 0.1 - 0.3 ppm に低下している（図中、赤丸内）。これはこの当時塩素処理を行っていなかったロウガ貯水池水が混入していたため、あるいは管内か各家庭の貯水タンク内で水の滞留が発生していたため残留塩素の消費が進んだものと考えられた。

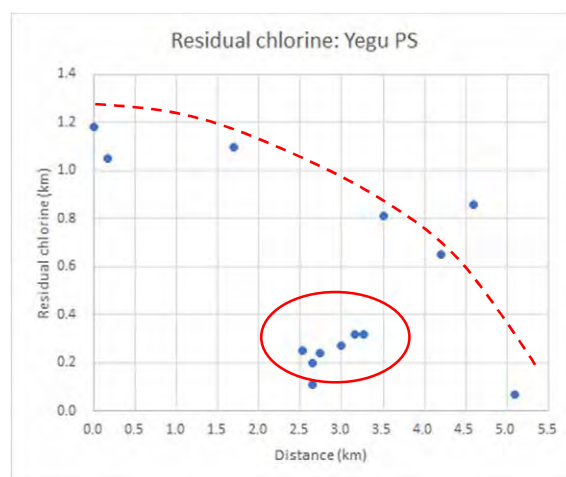


図 2-91：イエグーポンプ場下流の残留塩素濃度

次図はイエグーポンプ場下流のヤンキン T/S 内の日本の無償資金協力で構築した DMA で測定した濁度、残留塩素、大腸菌群及び糞便性大腸菌の結果を示している。モニタリング点は、イエグーポンプ場から 2.5~3.2km の距離である。このとき、残留塩素は未検出~0.32mg/L であった。大腸菌群は 18CFU/100mL~2419 CFU/100mL 以上と大きく変動したが、糞便性大腸菌は 1CFU/100mL 以下であった。

大腸菌群が大きい値を示した地点は図中、No. 7 及びそれに繋がっている No. 8 のみであった。これら 2 地点のみ大腸菌群が大きな値を示した理由は、No. 7 及び No. 8 を繋ぐ管 (図中、緑色) あるいはその近傍において大腸菌群を増加させる汚染源が存在するためであると考えられた。また推定される汚染源は、管の破損あるいは不適切な管路工事による接続部の緩み等を原因とするクロスコネクションの存在による、外部からの汚染水の侵入が考えられる。

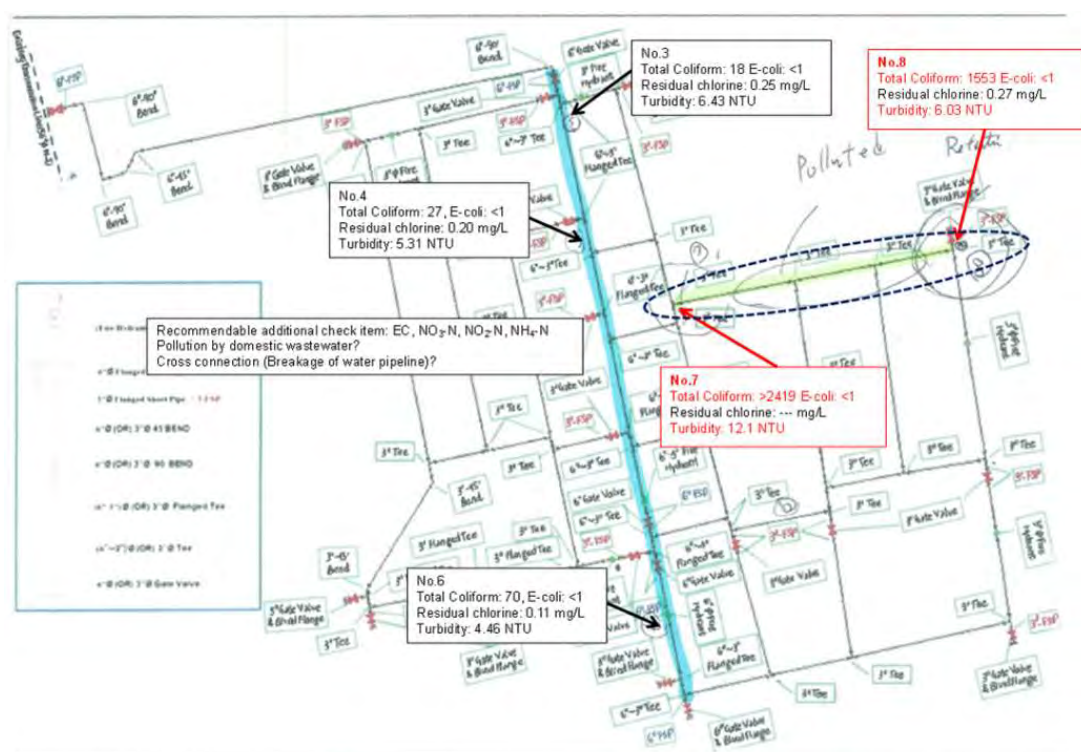


図 2-92 : ヤンキン T/S の DMA における残留塩素及び糞便性大腸菌・大腸菌群測定結果

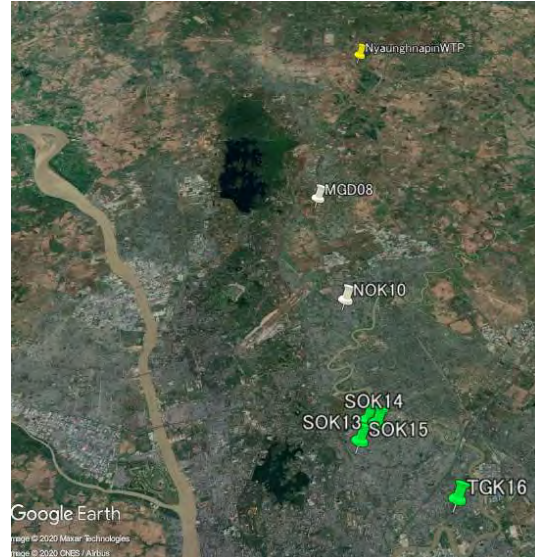
調査 2 : ニャンナピン浄水場下流

2020 年 2 月に、ニャンナピン浄水場の給水区域で残留塩素の調査を行った。調査地点を次図に示す。採水は、送水管になるべく近い場所で、貯水タンクを持っていない家庭の給水栓で行った。

なお、サウスオカラパ T/S 及びティンガンジュン T/S の 5 地点 (SOK12-15 及び TKG16) は、同浄水場 Phase1 浄水場と Phase2 浄水場からの配水管が合流し、さらに貯水池水 (イエグーポンプ場経由、ロウガ及びジョビュー貯水池) からの配水も混合しているとのことである。



Phase1 浄水場給水区域



Phase2 浄水場給水区域

図 2-93 : ニャンナピン浄水場給水区域調査地点

調査結果の概要を表 2-110 に示す。地点の略称は、以下のとおりである。

MGD : ミンガラドン T/S SOK : サウスオカラパ T/S
 NOK : ノースオカラパ T/S TKG : ティンガンジュン T/S

ニャンナピン浄水場の塩素注入率は、Phase1、Phase2 とともに、前塩素 : 1.67ppm、後塩素 1.67ppm である。

浄水場における濁度が非常に高いが、この調査を行ったころは浄水量を確保するため、浄水場が過負荷で運転されていた可能性がある。Phase1 浄水場給水区域の MGD06-NOK11 は、濁度はほぼ一定であった。Phase2 浄水場給水区域の MGD08 は濁度が低下している。これはサンプリングを行った給水栓の近傍で水の滞留が発生し、濁度が管内に堆積していた可能性がある。

Phase1 浄水場水と Phase2 浄水場水及び貯水池水混合区域では、濁度の変動が見られ、SOK13、SOK15 及び TKG16 で濁度が低下した。現地の配管網及び浄水場系・貯水池系の送配水スケジュールはまだ正確に把握されていないが、この濁度の低下は貯水池水の混入による可能性がある。貯水池水を市内に送水しているイエグーポンプ場配水池の 2017 年から 2019 年の 2 月平均濁度を、表 2-121 に示した。2020 年 2 月以前のデータであるが、ニャンナピン浄水場給水区域の SOK12 地点以北よりも低い濁度である。従って、SOK13、15、16 の濁度低下は、浄水場配水より濁度の低い貯水池水の流入があったためと推定される。

表 2-120：ニャンナピン浄水場給水区域調査結果概要（2020年2月）

地点名	番号	濁度 (NTU)	残留塩素 (ppm)	浄水場からの概算距離 (km)
浄水場				
Nyaungnabin Phase1 Clear water tank	-	11.8	1.73	0
Nyaungnabin Phase2 Clear water tank	-	8.7	1.47	0
Phase1 浄水場給水区域				
No36, Myasabae street, Pareal (3) Ward, Mingalardon T/S	MGD06	10.5	1.50	12.2
No 195, Myasabae Street, Pareal (3) East Ward, Mingalardon T/S	MGD07	10.0	1.35	12.4
No 37, room 10, Thudamar Street, Htawonbae Ward, North Okkalapa T/S	NOK09	10.1	1.39	19.7
Kaymarthi Street, Zaka Ward, North Okkalapa T/S	NOK11	11.6	1.31	21.5
Phase2 浄水場給水区域				
No 131, Khaing Shwewar Street, Pareal (1) East Ward, Mingalardon T/S	MGD08	3.3	1.57	14.2
Maydarwei Street, Za market, Salein Ward, North Okkalapa T/S	NOK10	7.6	1.56	21.5
Phase1、Phase2 浄水場水と貯水池水混合区域				
Thila (10) Street, South Okkalapa T/S	SOK12	12.3	1.37	29.4
No 759, Bhyamaso street, 5th Ward South Okkalapa T/S	SOK13	6.1	0.26	29.9
No 1, Bhyamaso street, 7th Ward, South Okkalapa T/S	SOK14	10.7	1.07	30.0
Waizayandar Road, 3rd Ward, South Okkalapa T/S	SOK15	5.9	0.20	29.6
Thanthumar Road, 29th Ward, Thingangyun T/S	TGK16	2.8	1.08	35.3

表 2-121：イエグーポンプ場配水池 2月平均濁度

年	旧タンク (NTU)	新タンク (NTU)
2017年	1.94	2.85
2018年	1.71	1.98
2019年	4.60	4.58

ニャンナピン浄水場からの距離と残留塩素の関係を次図に示す。Phase1 及び Phase2 浄水場給水区域ともに、距離 21.5 km以降の地点は浄水場処理水と貯水池水が混合している地域であるが、残留塩素は 1.0ppm 以上であった。

しかし Phase2 浄水場給水区域の MGD08 及び NOK10 では、残留塩素濃度が浄水場の値より高い。これは、試料水そのものに着色があったため、正しく測定できなかった可能性がある。

一方、SOK13 及び SOK15 は、0.26ppm(SOK13) 及び 0.2ppm(SOK15) の残留塩素濃度であった（次図の赤丸）。この理由はまだ明確にはできないが、管路内の堆積物あるいは浄水中に残留する有機物により残留塩素の消費が進んだことが考えられる。

またこの地域には貯水池水も流入している。貯水池水はロウガ貯水池、イエグーポンプ場で消毒処理を行っているが、イエグーポンプ場の調査結果(図 2-91)から、残留塩素は注入点から 5km 程度ではほぼ消失すると考えられる。従って、残留塩素が存在しない貯水池水が流入することによって、SOK13 及び SOK15 の残留塩素が減少した可能性も考えられる。

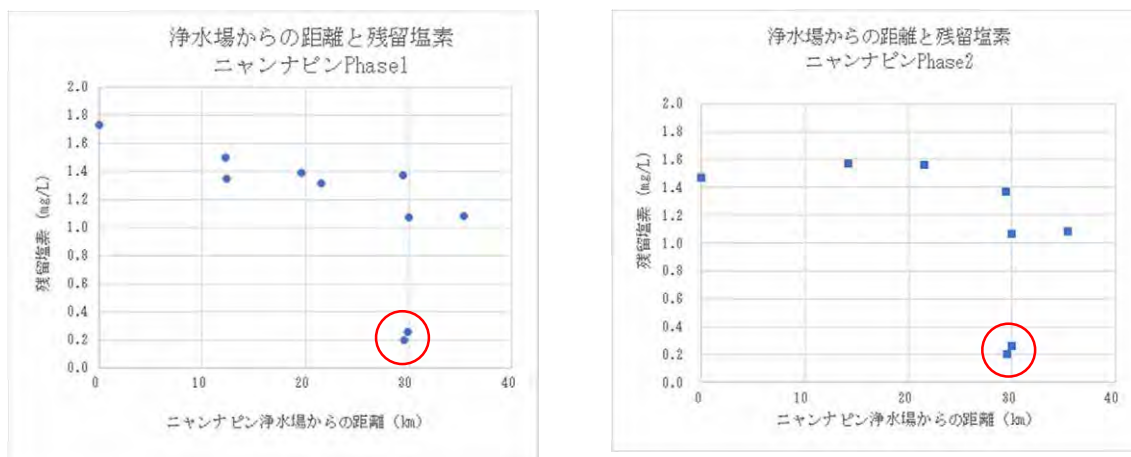


図 2-94：ニャンナピン浄水場からの距離と残留塩素濃度

残留塩素の減少について

残留塩素の減少について、日本の事例と比較を行った。調査 1：イエグーポンプ場下流、調査 2：ニャンナピン浄水場下流の結果と、大阪市の中塩素処理水の実測データから得られた見かけの速度定数を用いたシミュレーション値の比較を行った。シミュレーションの条件は、以下のとおりである。

シミュレーション計算式：残留塩素濃度＝浄水場残留塩素濃度 $\times \exp(-k' \times \text{到達時間 (hr)})$

到達時間：浄水場からの推定距離 (km) / 推定平均流速 1m/s (=3.6km/hr)

推定平均流速は、ロウガ貯水池下流で得られた数値を用いた。

見かけの速度定数 k' は、大阪市の中塩素処理水に対して得られた年間実測値から、最大値 (0.059)、最小値 (0.015) を使用した¹。

調査 1 のイエグーポンプ場下流の結果を図 2-95 に、調査 2 のニャンナピン浄水場下流の結果を図 2-96 に示した。図中、実測値は■、速度定数最小値のシミュレーション結果を青実線、最大値の結果を赤点線で記した。貯水池水を配水しているイエグーポンプ場下流 (図 2-95) では、1.7 km 地点以降から残留塩素の減少がみられた。一方、大阪市浄水のシミュレーションデータ (青線と赤点線) では残留塩素の減少は実測値(■)と比較して穏やかである。また、ニャンナピン浄水場下流 (図 2-96) では、SOK13 及び SOK15 を除くと、35 km 下流の地点まで概ね日本と同様の残留塩素の減少を示した。SOK13 及び SOK15 の残留塩素の低下については、管内の残留塩素の消費あるいは貯水池水の流入が考えられるが(上述：調査 2 参照)、この 2 地点を除くと、残留塩素の減少は、大阪市浄水のそれに近似した傾向を示した。

以上の結果より、貯水池水と浄水では残留塩素の減少傾向が異なることが分かった。すなわち、未処理の貯水池水と比較して、浄水中の残留塩素の減少は緩やかであった。

この理由については、浄水の濁度は貯水池水より高かった可能性があるため、濁度以外の要因、例えば溶解性の有機物による残留塩素の消費も影響しているものと考えられる。

¹ 湧上, 寺嶋「市内配水過程における高度浄水処理水の残留塩素の挙動とその管理」, 水道協会雑誌第 72 巻第 6 号, pp. 12 - 24, 2003.

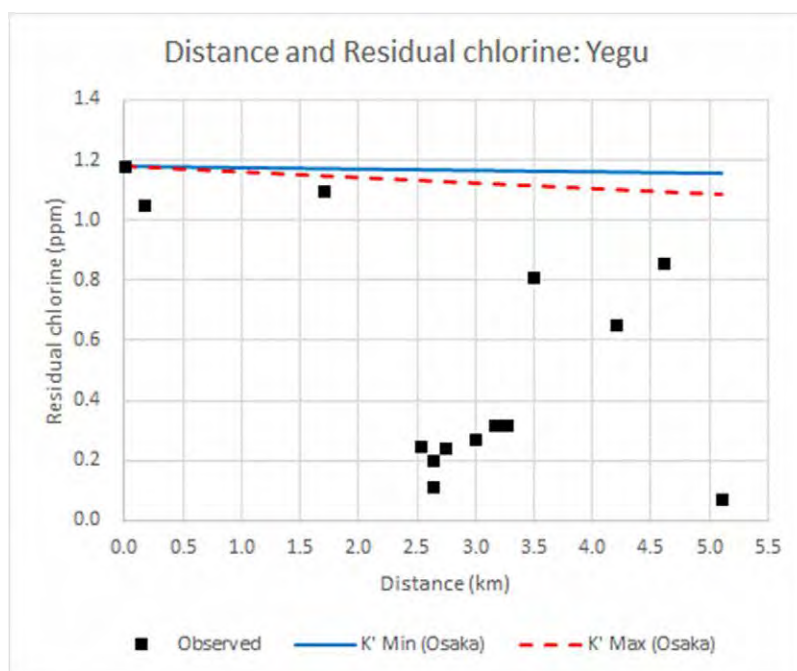
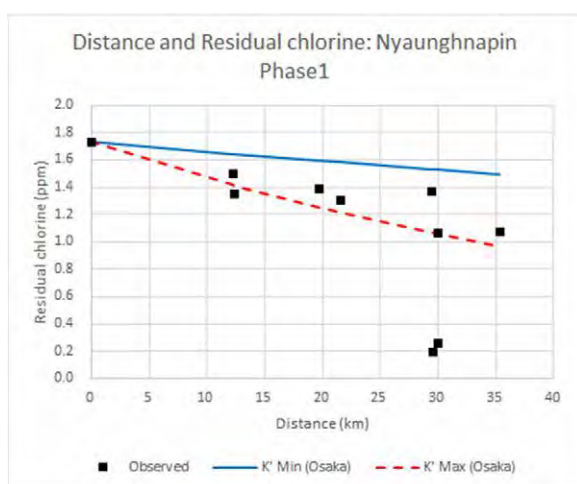
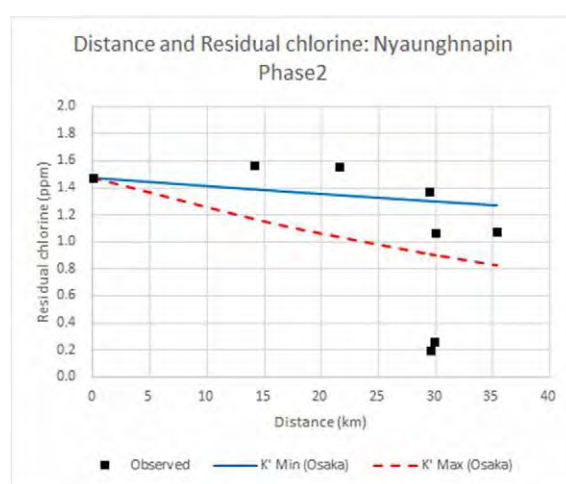


図 2-95 : イェグーポンプ場下流の残留塩素減少



Phase1



Phase2

図 2-96 : ニャンナピン浄水場下流の残留塩素減少

残留塩素調査のまとめ

以上の調査をまとめると、以下のとおりである。

- 貯水池水の給水区域（イェグーポンプ場からの配水）では、残留塩素の消費は急速である。
- 浄水場水の給水区域では、残留塩素は比較的維持されている。
- 浄水場系と貯水池系が明確に区分されておらず、双方からの配水が混在する地域があることが推定された。このような地域では、各塩素注入施設系の残留塩素濃度を正確に把握することは困難である。

塩素消毒効果の判定方法

今後の水質管理の課題として、塩素消毒の効果をどのように判定するか、という問題がある。この問題については2018年に塩素処理に関するTFTで議論が行われた。議論の結果をまとめたレポート（C/P作成）を備考に示す。要点は、以下のとおりである。

- 塩素注入率の管理パラメータを定める場合、e-coliにより定める。
- 塩素注入率の管理は、残留塩素が0.2 - 1.0mg/Lとなるように定める。

一方、課題として以下を述べている。

- GIS課、管路維持管理課から配管図を入手する。
- 専門家の指摘事項として、塩素注入を始める前に、配水池、配管の清掃を行う。

塩素消毒効果の判定方法は、今後もTFTで議論されることになる。しかし2018年時点のC/Pの意識と、残留塩素の調査結果を基にすると、引きつづき以下の項目について改善を行う必要がある。

- 配水管網の正確なGIS情報を整備し、適切な水質モニタリングの採水地点を定める必要がある。
- バルブ操作やポンプ運転等による送配水スケジュールを確認し、水質調査に活用する。
- 浄水場系、貯水池系の水がどの地域に配水されているかを明らかにする。

また、濁度を与える粒子は、残留塩素に対する微生物のシェルターとなることが知られているため、高い消毒効果を維持するためには濁度を低下させることも重要である。WHO飲料水水質ガイドライン第4版では、消毒の効果を確保するためには濁度1NTU以下とすることが述べられている²。このため、浄水場の施設・運転改善、管路・貯水池の維持管理実施といった、濁度を下げするための措置を同時に実施する必要がある。

消毒効果の判定は、e-coliと残留塩素により行う。しかし浄水場給水区域では、調査No.2で見られたように、広範囲で残留塩素が検出されることが期待される。しかし貯水池水給水区域では、塩素処理施設が稼働しているが、残留塩素が検出される範囲は限られると考えられる。そこで残留塩素による判定は浄水場給水区域内とし、貯水池水給水区域はe-coliによる判定とした。以下に残留塩素の目標値を示す。なお、消毒効果を維持するには濁度を低下させることが重要であることに留意する必要がある。

- 消毒効果の判定：ミャンマー飲料水水質基準(Myanmar National Drinking Water Quality Standard:MNDWQS)に従い、e-coli 0 CFU/100mL、かつ残留塩素0.2ppm以上

(6) 濁度の水質目標（プロジェクトの上位目標）の検討

水質測定データをもとに、プロジェクトの上位目標として、濁度の水質目標値を検討する。水質目標値は、浄水が給水されているニャンナピン浄水場給水区域とラグンピン浄水場給水区域について検討した。

1) ニャンナピン浄水場給水区域

a. 水質目標

- 浄水場出口での濁度目標：年間濁度データの95%が2NTU未満であること

² WHO飲料水水質ガイドライン第4版日本語版, 第10章「受容性の観点：臭味及び外観」濁度

- 給水区域での濁度目標：設定しない

b. 目標値選定の理由

2018年～2020年のニャンナピン浄水場におけるパイロット砂ろ過池実験データより、ニャンナピン浄水場出口における濁度目標値を検討した。

2018年10月～2019年9月および2019年10月～2020年9月の濁度測定値を分析したところ、いずれの年度も年間データの95%が2.0NTU未満となることが明らかとなった。この結果から、ニャンナピン浄水場の出口における水質目標値を「年間濁度データの95%が2NTU未満であること」と提案する。

ただし本目標値を達成するための前提条件として、ニャンナピン浄水場の全ての砂ろ過池の改修が完了することが求められる。

ニャンナピン浄水場の配水区域は明確に定められておらず、未処理の貯水池水の配水も同時に行われている。このため、未処理水による配水管内の汚染はなお進行していると予想される。

従って、ニャンナピン浄水場配水区域と貯水池水配水区域が完全に区分され、かつ配水管網の洗浄・更新が行われないうり限り水質の向上は見込めないため、ニャンナピン浄水場配水区域内の水質目標値は定めないこととする。

2) ラグンピン浄水場給水区域

a. 水質目標

- 浄水場出口濁度：年間濁度データの75%が1NTU未満であること
- 給水区域での濁度目標：浄水場出口と同じ

b. 濁度目標値選定の理由

ラグンピン浄水場はティラワ工業団地への送水を優先的に開始したが、ティラワ工業団地以外の地域への配水管網はまだ建設途中である。また長期間の濁度データが無いため、年間を通じた濁度データの分析を行うことができない。

そこでラグンピン浄水場については試運転時の濁度データを参考として、浄水場出口の水質目標値を1NTU未満とする。また新設された浄水場であり、配水管網も新設されることから、配水区域内の水質目標値は同じく1NTU未満とする。

しかし浄水場施設（凝集沈殿池、砂ろ過池等）にはまだ使用されていない部分があり、原水や雨水の流入・停滞による汚染が予想される。また配水管網は現在も工事を行っており、工事完了および管路洗浄完了までさらに数年を要すると考えられる。

そこで今後数年間は一時的な濁度の増大もありうることを考え、ラグンピン浄水場の出口及び配水管網の水質目標値を「年間濁度データの75%が1NTU未満であること」と提案する。

(7) C/P 東大留学生によるヤンゴンの飲料水質に関する研究

JICA 留学生プログラム「水道分野中核人材育成」コースを活用し、2018-19年にC/PのEi Khaing Monが東京大学へ留学した。ここでは、ヤンゴン市の地下水の汚染源についての研究を行った。以下に概要を示す。

1) 水質調査の概要

- サンプル数：貯水池3、配水池およびポンプ場3、浄水場3、YCDC管井戸25、個人所有管

井戸 20、給水栓 29、合計 83 サンプル

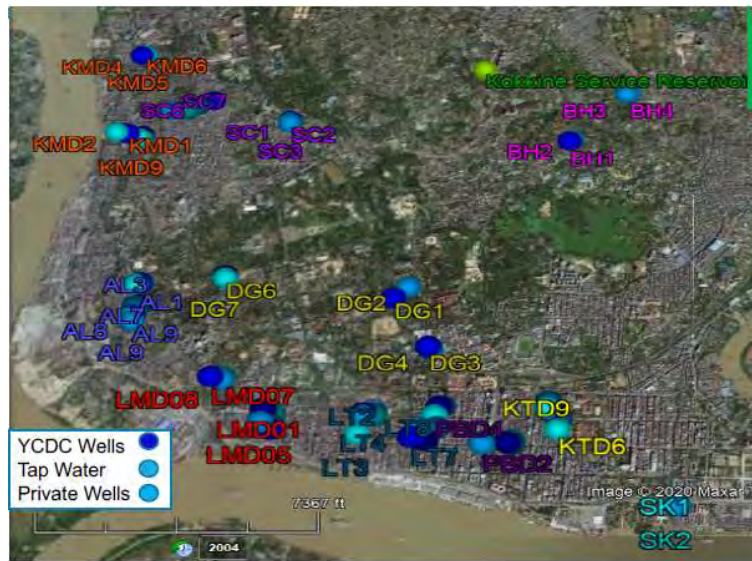


図 2-97 : YCDC 管井戸、個人所有管井戸、給水栓サンプリング地点 (ヤンゴン西地区)

- 分析項目 : pH、電気伝導度、水温、濁度、色度、溶存性全炭素、硝酸、亜硝酸、アンモニア、リン酸、硫酸イオン全鉄、二価鉄、カルシウム、マグネシウム、ナトリウム、塩素イオン、カリウム、臭素

2) 得られた主な知見

- 給水栓水に地下水が混入している
- 地下水及び給水栓水は糞便性大腸菌により汚染されている
- 地下水より高濃度のアンモニア性窒素が検出された
- 多くの地下水の pH は 6 以下であった
- 地下水の汚染は海水由来のみでなく、人為的な汚染も考えられた

3) 研究から導かれた提言

- 地下水処理のための小規模施設の導入
- 雨水による地下水涵養技術の導入
- より広範囲な地下水水質調査と硫化物酸性土壌 (低 pH の原因と考えられる) の調査が必要

出典 : Ei khaing Mon, Shinobu Kazama and Saroshi Takizawa, Estimation of Groundwater Pollution source in the Western District of Yangon city, Myanmar, Tokyo University master's thesis, 2020.

Subject

Reporting on the results of working group meeting for drafting Chlorination Basic Plan.

1. Concerning with the matter mentioned above, Engineering Department (water & Sanitation) has been trying to supply clean & drinkable water to the city dwellers. To be able to improve/achieve supply works, it's planned to dose the chlorine and to implement it, we setup Working Group to be able to draft Chlorination Basic Plan on 8 July 2018.
2. The working group meeting to draft Basic Plan was held on 9 July 2018 and again in 14 August 2018, the meeting led by DYCE 1 was held and there were 10 participants including JICA TA Expert and discussed on the needs and things to be prepared to draft Chlorination Basic Plan.
 - A) When in purchasing Sodium Hypochloride Solutions which will be used for Chlorination, the specification of it should be the same as the one designed by Lagonbyin Water Supply Project Team & Consultant Team.
 - B) When setting the control parameter for chlorine dosing, it's to set Fecal coliform value.
 - C) The Operational Parameter of Chlorination Dosing Work, it's to set Residual Chlorine Amount as (0.2-1) ppm according to WHO Standard.
 - D) The Initial Chlorine dosing amount should be set according to the proposed section (dosing amount for Lagonbyin WTP will be set by Lagonbyin WTP Project Consultant Team, Ngamoeyeik WTP, Hlawga Reservoir, Yegu Pumping Station will be used/dosed according to proposed amount) and after that the dosing amount will be adjusted based on Residual Chlorine Amount on ground.
 - E) Setting the points along respective Transmission pipeliens & Distribution lines to check/measure Residual Chlorine.
 - F) Discuss with GIS Section & pipe sections to make/get a specific pipeline map.
3. Besides, JICA Expert also suggested that before starting chlorine dosing system, it's to clean Service reservoirs & pipelines. It's also to consider the water detention time in the pipeline when the power failure happens and it's needed to know the exact starting time of chlorination dosing works and more workshops will be held to be able to draft Chlorination Basic Plan.
4. Therefore, I would like to submit the discussed things by Working Group & JICA Expert for Chlorination Basic Plan and would like to receive further instructions.

Ei Khaing Mon, Section Head (Assistant Engineer)

3-2-3 水質管理分野（浄水場）における現状と課題

本プロジェクトにおいて、ニャンナピン浄水場職員を主なメンバーとして実施した問題分析、現場での C/P との観察、各種のセミナー等での議論から、凝集処理、沈殿処理、急速砂ろ過処理、浄水池における技術的な問題点は以下のものであった。

- 浄水場の運転操作に関する課題
 - 凝集沈殿池においてフロックのキャリーオーバーが認められる。
 - ろ過池におけるろ過機能が極めて低い。
 - ろ過池の洗浄方法が不適切（逆洗水がトラフの上端を超えてろ過池内に滞留する、即ち逆洗水量が過大もしくは排水能力が不足している）。
 - ろ過池の逆洗手順（表面洗浄水バルブ、逆流洗浄水バルブ、処理水流出バルブなどの開度の調整及び開弁、閉弁のタイミング）が適切に設定されていない。
 - 各浄水処理過程における操作手順が標準化されていない。
- 浄水場の維持管理に関する課題

- 沈殿池にスラッジが滞泥している。
- ろ過池のろ材が大量に流出している。
- 複数のろ過池において下部集水装置の不具合が見込まれる。
- ろ過池の多数の弁、表面洗浄装置などが故障している。
- 施設、装置・機器類などの定期点検が実施されていない。
- 浄水場の維持管理計画が作成されていない。
- 施設の設計に関する課題
 - 浄水場の各処理に関する多数の設計諸元が不明。
 - フロック形成池から沈澱池流入部において、水理的な落差が存在し、形成されたフロックが破壊されている恐れがある。
 - ろ過池の設計が不適切。
 - ◇ 洗浄条件が一般的に最適と考えられる条件に設定できない。
 - ◇ ろ過池の水位が砂面より上部に保たれていない。
- 情報・記録の保管・継承に関する課題
 - 保管されている浄水場設計図の一部が実施と異なる。
 - 設計の詳細に不明な部分がある。
 - 基本的な記録（運転操作、点検・修理記録など）が作成されていないものがある。
 - 水質測定結果の評価、報告、供覧が行われていない。
- 技術的情報の入手と活用に関する課題
 - 浄水施設の技術的な設計標準に関する情報が保有されていない。
 - 浄水施設の予防保全的な維持管理に関するノウ・ハウが確立されていない。
 - 凝集剤の注入制御の必要性が理解されていない。
 - 設計で定められた量のろ過池のろ材（アンストラサイト、ろ過砂）が充填されていない。
 - ろ材の粒径を検査して確認することができていない。
 - 意図した粒度のろ材作成方法のノウ・ハウが保有されていない。
- 調達検収システムに関する課題
 - 納入製品の仕様確認手順が整備されていない。
 - 購入仕様と異なる製品が納入された場合の対応方法が整備されていない。
 - 納入製品の品質、性能の確認を要するかどうかの判断基準が示されていない。
 - 納入製品の品質、性能を確認する具体的な方法（検査方法）が整理されていない。

3-2-4 水質管理分野（浄水場）における課題への対応策

3-2-3 で抽出、整理した課題、問題点等に関する対策方法の検討過程とその決定においては、YCDC の水道事業運営能力の向上とミャンマー側の主体性確保の観点から、下記事項を考慮した。

- 水資源水道局職員の能力開発 (Capacity Development) を見据えた解決策の検討と決定。
- 水資源水道局職員が自ら解決策の検討に参加し、積極的な行動に繋がる動機（モチベーション）の醸成。
- 多額の費用、長い期間を必要とする改修、例えば浄水場土木構造物の改修などを避け、浄水場職員が自ら、かつ早期に取り組むことが可能な対応策の選択。

これは、大規模な工事の設計、施工では C/P が改修の作業に直接携わらないことが想定されるためである。加えて、①多額の費用が発生する場合、予算獲得に向けた技術的な調査のための期間、説明のための根拠資料の作成に要する期間、改修に要する期間、改修後の運転と改修効果の評価のための期間などを考慮すると同プロジェクト期間内で一連の活動が完了しない恐れが想定されたこと、②予算額が高額であることを理由として要求通りの予算が獲得できなかった場合に、活動そのものを最初から検討しなおす必要に迫られること、なども考慮したことによる。

対応策の決定に当たっては、仮に対応策が当初に予期された成果が得られず、課題が十分に解決されなかった場合においても、C/P がその理由の推定と、新たな対策の組み立て、発見につながるよう、下記事項に留意した。

- 具体策の内容が水資源水道局職員に理解され、職員自らが課題解決のための作業に関与すること。
- 課題対応策の技術的根拠、技術的基準等が明らかであり、水資源水道局職員が理解していること。

一方で、上述した方針を採用したことにより、①土木構造物の改修を含まないことによる課題及び問題の完全な解決ができなくなる恐れ、②水質改善などの成果の発現に時間を要する、などのデメリットをできるだけ最小化する工夫を施すことを念頭に C/P に指導を行った。加えて、専門家は、①ミャンマー国内で利用されている技術水準、掌握されている技術的知識、水資源水道局内で用いられている工事施工方法などをできるだけ理解し、その上で②日本国内の技術的基準に拘ることなく、世界的に用いられている技術の中からミャンマー国で適用できる技術を適時に助言した。

それぞれの課題につき、C/P が中心となって調査した結果は次のとおりであった。

1) 浄水場の運転操作に関する課題への対応

- 凝集沈殿池においてフロックのキャリーオーバーが認められる。

(対応策)

- 凝集剤の注入制御システムが適切かどうかを確認する。

凝集剤はアルミニウムクロロハイドレート (ACH: Aluminium Chloro Hydrate, アルミニウム分は Al_2O_3 として 16%) が使用されており、注入率は 6ppm~8ppm が最適としている。この注入率が適切かどうかをジャーテストで検討した。

- 急速かく拌、緩速かく拌のかく拌条件が適切かどうかを確認する。

急速かく拌の適正な強度は、G 値として $100S^{-1}$ 以上とされており、緩速かく拌の適正なかく拌条件は $G \cdot t$ 値として 23000~210000 とされている。C/P の測定では、ニャンナピン浄水場の急速かく拌処理の G 値は約 1700、緩速かく拌の $G \cdot t$ 値は 44000 であり、いずれも適正な値もしくは範囲内であった。

- 沈殿池の表面負荷率を確認する。

適切な表面負荷率は 15~30 mm (水道施設設計指針, 日本水道協会) とされており、ニャンナピン浄水場の Phase1 沈殿池の表面負荷率は 30.6 mm、Phase2 は 23.5 mm であり、Phase1 沈殿池はキャリーオーバーが発生しやすい条件であった。

なお、沈殿池内の流速は Phase1 が 0.2m/min~0.28m/min、Phase2 が 0.17m/min~0.23m/min であり、いずれも設計基準 (0.4m/min 以下) とされる値を満たしていた。

沈殿池の排泥状況について確認する。

すべての沈殿池には、前半部分に排泥用のパイプが設置されているものの、排泥パイプを活用した排泥は行われていない。その理由として、①弁の不具合により開弁できない、②沈殿池内部のパイプが多数破損していることが挙げられている。沈殿池は1年に1回程度の頻度で完全に清掃されており、フロックの帯泥が沈殿池の機能を大きく損なっていると認められる場合、応急的な措置として沈殿池から一部のスラッジを除去し、水処理性を改善している。

C/P は、スラッジ帯泥高さが沈殿池の高さの半分以上にまで及んでいる状況も多いことを認識しており、沈殿池からのフロックの排泥が適切には行われていないことが明らかである。これが、沈殿池からのフロックのキャリーオーバーの原因と考えられた。

- ろ過池におけるろ過機能が極めて低い。
- ろ過池の洗浄方法が不適切（逆洗水がトラフの上端を超えてろ過池内に滞留する、即ち逆洗水量が過大もしくは排水能力が不足している）。
- ろ過池の逆洗手順（表面洗浄水バルブ、逆流洗浄水バルブ、処理水流出バルブなどの開度の調整及び開弁、閉弁のタイミング）が適切に設定されていない。

（対応策）

➤ ろ過池の各項目につき、設計図面並びに実際池の外観検査などから下記項目の確認を行った。

◇ ろ過材の層厚

保管されている設計図によれば Phase1、Phase2 の層厚は表 2-122 に示したもので、国際的な技術標準を満足している。ろ過池のろ過機能が低いことの原因として、当初に敷設されたろ過材が大量に流出し、ろ過材の層厚が著しく薄くなっていると考えられた。

表 2-122：ろ過材の設計層厚

ろ過材	Phase1	Phase2
アンスラサイト	45 cm	30 cm
砂	30 cm	90 cm
砂利	37.5 cm	45 cm

◇ 表面洗浄管の位置

表面洗浄管の多くにおいて、腐食、破損が認められた。設計図に表面洗浄管の取り付け位置が示されていないこと、上記したように、多量のろ過材が流出し、ろ過材の表面と表面洗浄管の取り付け位置との関係が失われていることから、今後のろ過池の改修において、適切な取り付け位置を決定する必要があった。

◇ ろ過材の粒径

現ろ過池で使用されているろ過材の粒径を記した設計図書は入手できなかった。Phase1 と Phase2 ろ過池の改修時、建設時に使用され、保管されている剰余分のアンスラサイトは外観からして粒径が不適切と判断できる。使用されているろ過砂の粒径は不明であった。

◇ 逆洗流量

ろ過池の洗浄流量計が設置されていないため、水量は不明であった。

◇ 洗浄水排水弁

設計図では洗浄水排水弁の径は 30 cmとされており、弁を通過する排水の速度を 2m/秒とした場合のろ過池洗浄速度は約 25 cm/分になる。この洗浄速度は一般の速度に比べて低く、ろ過材が効果的に洗浄されていないことを示していた。

- 各浄水処理過程における操作手順が標準化されていない

(対応策)

- 機能が適切に維持されている浄水処理または改善が終了した浄水処理につき、操作手順の標準化を図ることとした。

2) 浄水場の維持管理に関する課題

- 沈殿池にスラッジが滞泥している。

(対応策)

- 供与機材の界面計を用い、沈殿池におけるスラッジ滞泥状況並びに滞泥の推移を調査する。

水資源水道局幹部並びに成果 3 の C/P、浄水場関係者は沈殿池のスラッジを一定以上の深さに帯泥させないことが良好な水道水質を確保するうえで重要であることを認識し、スラッジの排泥を計画的に行うこととした。

- 界面計を用いて、スラッジ排泥管を用いた排泥効果を調査する。

排泥管の排泥機能が損なわれており、排泥が効果的に実施できない沈殿池が多数あった。

- 効果的なスラッジ排泥手順を検討する。

沈殿池前半部分で Phase1 は 1.9m以上、Phase2 は 2.7m以上のスラッジ滞泥深になると、スラッジの巻き上げ現象が発生し、沈殿水の濁度が高くなると予測された。スラッジ滞泥深を前述の深さ以下に制御、管理する方法を検討した。

- ろ過池のろ過材が大量に流出している。
- 複数のろ過池において下部集水装置の不具合が見込まれる。
- ろ過池の多数の弁、表面洗浄装置などが故障している。

(対応策)

- 水資源水道局内にろ過池改善調査対策 TFT を編成してろ過池に関する包括的な課題の解消に取り組んだ。TFT はパイロットろ過池を Phase1 と Phase2 のそれぞれの系統に 1 池ずつ設け、ろ過池の改修過程並びにその後のパイロットろ過池を用いた調査により、多種多様なろ過池課題の解消策の策定に取り組んだ。

- 施設、装置・機器類などの定期点検が実施されていない。

(対応策)

- 定期的な点検の計画を標準手順書 (SOP) として策定する。

- 浄水場の維持管理計画が作成されていない。

(対応策)

- 定期的な維持管理の計画を標準手順書 (SOP) として策定する。

3) 施設的设计に関する課題

- 浄水場の各処理に関する多数の設計諸元が不明。

(対応策)

- 浄水処理技術セミナーにおいて、設計諸元の重要性を説明する。
- 浄水処理施設の設計諸元値の確認を水資源水道局職員に促すとともに、確認結果、実態をセミナーで報告する。

これまでに、計算または推測により得られた設計諸元値を既知の諸元値と併せて表 2-123 に示した。

表 2-123 : ニャンナピン浄水場の設計諸元

処理	諸元	諸元値 (計算、計測)
水質	原水水質 (濁度)	6.9~69 度 (2017 年) 9.3~116 度 (2018 年) 6.5~820 度 (2019 年)
浄水場	計画処理水量	90MGD、41 万 m ³ /日 Phase1, 2: 各 45MGD、20.5 万 m ³ /日
	処理プロセス	凝集沈殿・急速ろ過
処理ユニット	ブロック形成池サイズ	Phase1, 2: 22m×6.9m×3m
	ブロック形成池数	Phase1, 2: 各 6 池
	沈殿池サイズ	Phase1: 10.2m×36m×6.2~4.7m Phase2: 10.8m×45m×6.6~5.1m
	沈殿池数	Phase1, 2: 各 12 池
	急速ろ過池サイズ	Phase1: 5.6m×7.2m×4.7m (ろ過面積: 4.5m×7.2m) Phase2: 5.6m×7.2m×5m (ろ過面積: 4.5m×7.2m)
	急速ろ過池数	Phase1: 28 池 Phase2: 32 池
	浄水処理用薬品 (現在使用中)	ACH: Aluminium Chloro Hydrate
凝集処理	凝集剤標準注入率	6~8ppm
	凝集剤注入率制御方法	定量注入
	急速かく拌強度 (G 値)	1600S ⁻¹
	緩速かく拌 G・t 値	G 値: 33s ⁻¹ G・t 値: 44000
沈殿処理	表面負荷率	Phase1: 30.6mm Phase2: 23.5mm
	沈殿池流速	Phase1: 0.20~0.28m/min Phase2: 0.17~0.23m/min
	滞留時間	Phase1: 2.7hr Phase2: 3.9hr
急速ろ過処理	ろ過速度制御方式	自然平衡型
	ろ過速度	Phase1: 220m/日 (28 池) Phase2: 190m/日 (32 池)
	アンスラサイト仕様	不明 (根拠資料なし)
	アンスラサイト層厚	不明 (根拠資料なし)
	ろ過砂仕様	不明 (根拠資料なし)
	ろ過砂層厚	不明 (根拠資料なし)
	逆流洗浄速度	不明 (根拠資料なし) 30cm/min 程度 (推定)

処理	諸元	諸元値（計算、計測）
	表面洗浄速度	不明（根拠資料なし）
	洗浄パターン	表洗→同時表洗、逆洗
	洗浄頻度	概ね1洗浄/日

- フロック形成池から沈澱池流入部において、水利的な落差が存在し、形成されたフロックが破壊されている恐れがある。

（対応策）

- 水資源水道局上層部並びに浄水場職員は本課題を認識しているものの、実施可能な改善策は立案されていない。沈殿池に帯泥したスラッジを除去することにより、沈殿水の濁度を劇的に改善できたことから、本課題により発生している悪影響の程度は沈殿処理の効果を致命的に損なうような影響を与えていないと推定された。

- ろ過池の設計が不適切。

（対応策）

- ろ過池改善調査対策 TFT は、現ろ過池の設計上の問題点を洗い出したうえで、パイロットろ過池への改修時に、問題点の解消を図った。

4) 情報・記録の保管・継承に関する課題

- 保管されている浄水場設計図の一部が実施図と異なる。
- 設計の詳細に不明な部分がある。

（対応策）

- 浄水課は技術的な情報・記録の保管・継承が重要であることを認識し、当該情報・記録を電子媒体としての保管を開始した。水資源水道局組織全体での設計図面、竣工図面などを含む技術図書類の作成指針並びに保管方法の策定が望まれた。

- 基本的な記録（運転操作、点検・修理記録など）が作成されていないものがある。

（対応策）

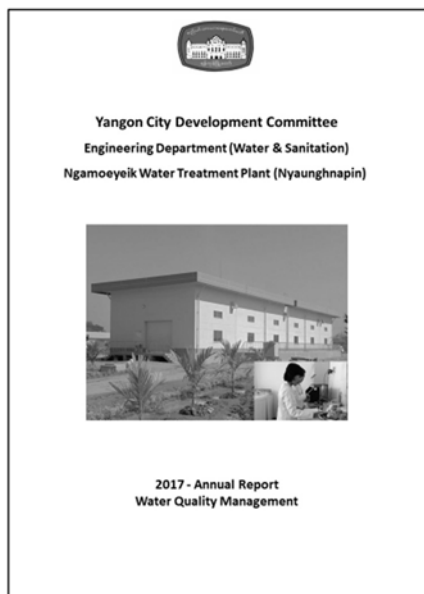
- 各種 SOP の作成に併せ、記録類の作成、保管、供覧に関するシステムを整備した。

- 水質測定結果の評価、報告、供覧が行われていない。

（対応策）

- 早期に水質測定結果の評価、報告、供覧システムを整備する。

水質日報、水質月報、水質年報が作成され、関係者に供覧されるようになった。



Annual Report の表紙

Annual Results of 2017

Phase 1 Parameter	Raw Water		Sedimentation Water		Clear Water	
	Max	Min	Max	Min	Max	Min
pH	8.44	6.48	8.05	6.52	7.99	6.07
Turbidity	69	6.9	22.37	0	16.01	0
Color	490	17	170	5	160	0
EC	154	60.1	153.2	61.6	128.2	62.3
TDS	77.6	30.1	77.2	30.8	63.3	31.1
Salinity	0.08	0.03	0.07	0.04	0.06	0.04

Phase 2 Parameter	Raw Water		Sedimentation Water		Clear Water	
	Max	Min	Max	Min	Max	Min
pH	8.44	6.48	8.07	6.56	8.03	6.59
Turbidity	69	6.9	20.99	0	9.15	0
Color	490	17	160	0	100	0
EC	154	60.1	128.1	61.6	126.6	62.3
TDS	77.6	30.1	64	30.8	63.2	31.2
Salinity	0.08	0.03	0.07	0.04	0.06	0.04

June ၁၁ (19.6.17) မှ နေ့စဉ် စီမံကိန်းရေးရာစာတမ်းများကို ကန့်သတ်ထား၍ Turbidity နှင့် Color

Annual Report 抜粋 (年間データのまとめ)

図 2-98 : Annual Report (水質年報)

5) 技術的情報の入手と活用に関する課題

- 浄水施設の技術的な設計標準に関する情報が保有されていない。

(対応策)

- 浄水技術セミナーにおいて、設計標準に関する情報を提供する。
- 浄水施設の技術的な設計標準に関する図書類（英語版）を供与する。

- 浄水施設の予防保全的な維持管理に関するノウ・ハウが確立されていない。

(対応策)

- 第三国研修において、予防保全(Preventive maintenance)を基礎とした維持管理計画の策定について研修を受けた。

- 凝集剤の注入制御の必要性が理解されていない。

(対応策)

- 浄水処理技術セミナーにおいて凝集剤注入制御の必要性、現状、改善策を検討する。

- 設計で定められた量のろ過池のろ過材（アンスラサイト、ろ過砂）が充填されていない。
- ろ過材の粒径を検査、確認することができていない。
- 意図した粒度のろ過材作成方法のノウ・ハウが保有されていない。

(対応策)

- 浄水技術セミナー、急速ろ過池改善調査対策 TFT セミナーなどにおいて、本課題に関する技術的情報を提供した。C/P は供与機材を用いて作成したろ過材の粒径の測定、購入したろ過材の検査を行った。

6) 調達検収システムに関する課題

- 納入製品の仕様確認手順が整備されていない。
- 購入仕様と異なる製品が納入された場合の対応方法が整備されていない。
- 納入製品の品質、性能の確認を要するかどうかの判断基準が示されていない。

(対応策)

- 第2回合同セミナー・第3回合同調整委員会検討会で議論し、水資源水道局としての当該規則の必要性を議論した。
 - 納入製品の品質、性能を確認する具体的な方法（検査方法）が整理されていない。
- (対応策)

浄水処理用薬品、資材に関し、水資源水道局内部での検査方法を確立した。

3-3 水質改善のための人材育成を行う

3-3-1 研修指導者への能力向上研修を行う

(1) 水質分析

1) トレーナーの養成

水質モニタリングは専門性が高い分野であるため、そのトレーナー・講師となるものは該当分野に関する専門知識を有している必要がある。そこで中央ラボにおける各担当分野（物理化学分析、微生物分析、データ解析）のリーダーを研修指導者として位置付け、トレーニング及び講義を担う講師とした。トレーニングの主要な対象は中央ラボ及びミニラボの職員であるが、浄水場及び塩素処理施設職員及び新入職員に対しても、水質モニタリングの基礎的なトレーニングを行うこととした。研修項目と受講者及び講師を表 2-124 に示す。

表 2-124：研修項目と想受講者及び講師

【水質モニタリング】

研修項目	受講者	講師
1-1 水質分析の基礎 - YCDCの水質モニタリング計画 - サンプルング地点と項目について、その目的 - 水質分析項目について（測定項目の意味、分析方法の概要）	- ラボ若手職員 - 浄水場と塩素消毒施設の職員 - 一般の新入職員研修 - 将来の水質管理職員	中央ラボ - 物理化学分析担当者 - 微生物分析担当者
1-2 水質データ解析の基礎 - Excelによるデータ解析 - グラフのまとめ方 - レポートのまとめ方	- 中央ラボ若手職員 - 小規模ラボ職員 - 将来の水質管理職員	中央ラボ - データ解析担当者
1-3 水質モニタリングOJT（中央ラボ） - 採水、分析実技指導 - 機材維持管理（校正等）実技指導 - データ解析実技指導	- 中央ラボ若手職員	中央ラボ - 物理化学分析担当者 - 微生物分析担当者 - データ解析担当者
1-4 水質モニタリングOJT（小規模ラボ） - 採水、分析実技指導 - 機材維持管理（校正等）実技指導 - データ解析実技指導 - 以上に関する中央ラボ職員による巡回指導	- 小規模ラボ職員	中央ラボ - 物理化学分析担当者 - データ解析担当者

2) 水質分析に関するセミナー

水質分析に関する基礎知識を習得させるとともに、研修指導者となるための基礎的な能力を向上させるため、専門家により水質モニタリング及びデータの分析に関する基本的知識・技術の理

解と修得を目指したセミナーを実施した。水質分析に関するセミナー概要を表 2-125 に示す。

表 2-125：水質分析のセミナー概要

No.	日時	内容
1	2016年2月	<ul style="list-style-type: none"> • Schedule of seminar • Concept of Monitoring plan development • Case Example of Monitoring Plan in Japan (Osaka City and Fukuoka City) • Review of existing monitoring plan of YCDC
2	2016年2月	• Proposal of New Water Quality Monitoring Plan by Expert
3	2016年5月	• Safety Handling of Sodium Hypochlorite
4	2016年6月	<ul style="list-style-type: none"> • Validation of Analysis Method • Example of DPD Residual Chlorine Analysis Method • Based on the experimental result of YCDC laboratory
5	2016年6月	• Practical training: Statistic calculation of water quality monitoring data
6	2016年10月	• Preparation of Small laboratory
7	2016年12月	• Operation training of small laboratory equipment
8	2016年12月	• Operation training of SS measurement
9	2017年2月	• WQ monitoring item
10	2017年10月	• New chlorination facility
11	2017年12月	• WQ monitoring item (中央ラボとミニラボ合同)
12	2018年3月	• Review small laboratory data (中央ラボとミニラボ合同)

3) 分析精度管理に関するセミナー

中央ラボ及びミニラボに対し、分析データの精度管理手法に関するセミナーを行った。セミナーの概要を表 2-126 に示した。セミナーで紹介した手法 (RPD 指標による再現性の確認) を用い、測定データの精度管理を実践している。20%以上のデータセットが出た場合は、その原因を明らかにし、SOP の改定に反映させるよう指導した。

また 2020 年には、色度測定の問題 (マイナス測定値の発生) を解決するための現地指導を行った。

参考

$RPD \text{ (Relative Percent Difference)} = \text{Absolute (Difference of data)} / \text{Average (\%)}$

データのばらつきを評価する指標。フィールド調査の場合、RPD <10~20%を満足することが求められる。

表 2-126：分析精度管理に関するセミナーリスト

No.	開催日	受講者	内容
1	2019年9月	中央ラボ	<ul style="list-style-type: none"> • Introduction QA/QC system • Practical method of Data quality management
2	2019年9月	イェグー、ロウガ、フィジー、ジョビューミニラボ	<ul style="list-style-type: none"> • Introduction QA/QC system • Practical method of Data quality management
3	2020年1月	ニャンナビン浄水場ミニラボ	<ul style="list-style-type: none"> • Data quality management (Part2) • Improvement of color measurement
4	2020年2月 -3月	イェグー、ロウガ、フィジー、ジョビューミニラボ	<ul style="list-style-type: none"> • Data quality management (Part2) • Improvement of color measurement

(2) 浄水場

「3-1-3 浄水場でのスタディツアーとともに基礎浄水処理技術のセミナーを行う」に記述した基礎浄水処理技術のセミナー、TFT セミナー、合同セミナー&ミーティング、専門的技術セミナー並びに浄水場、貯水池、塩素処理施設等での OJT などにより研修し、業務を完了した。

3-3-2 研修指導者による研修計画、研修教材を策定する

(1) 水質分析

水質ラボの職員は、水資源水道局の新人研修計画に従い、新人研修の講師を行った。また水質ラボ（中央ラボ及びミニラボ）は職員の交替がほぼ無いが、新人職員が配属された場合は SOP を教材として研修を行う。

(2) 浄水場

研修教材は浄水場、ポンプ場、貯水池などでの標準作業手順書（SOP）として研修指導者が作成し、業務を完了した。作成した研修教材の数を表 2-127 に示す。

表 2-127：浄水場などで作成された標準作業手順書（研修教材）の数

事業所名	標準作業手順書の数
ニャンナビン浄水場	19
イエグーポンプ場	70
ロウガ貯水池・ポンプ場	16
フィジー貯水池	28
ジョビュー貯水池	27
重整備作業（共通）	11

3-3-3 研修指導者による研修を実施する

(1) 水質分析

中央ラボの職員は、水資源水道局新人研修において講師を行った。またミニラボ職員に対し、技術向上のためのセミナー、巡回指導を実施している。



写真 2-65：中央ラボ職員によるミニラボ職員の技術指導

(2) 浄水場

C/P は標準作業手順書（SOP）を用いた研修を順次実施しており、継続的に実施することとされている。



写真 2-66：ニャンナピン浄水場での SOP を用いた研修

3-4 水質管理の標準手順書（SOP）を作成する

3-4-1 水質検査・モニタリングの標準手順書（SOP）を作成する

(1) 第三国研修

2018年2月にカンボジア国プノンペン市水道局（PPWSA）で成果3チームの第三国研修を実施した。同研修においては、標準作業手順書（SOP）の活用の主眼を置き、作成の手順、適用の実態、記録の作成と保管、SOPシステムの構築と継続等について研修することにした。研修には、浄水課、浄水場、塩素消毒施設、水質モニタリング課の職員が参加し、研修成果は浄水場等におけるSOPの作成とそのシステムの構築に反映させた。研修終了後に作成した報告書（Action Plan）において、水資源水道局内のReservoir Division及び水質モニタリング課におけるSOP及びその作成手順の概要を検討した。第三国研修における研修プログラムを表2-128に示した。

表 2-128：第三国研修の研修プログラム

No.	Program
1	Overall Water treatment and water quality management
2	Introduction of PPWSA
3	Visit Nirodh WTP and intake
4	Visit Phum Prek WTP and intake
5	Water treatment and water quality management
6	Water sampling and monitoring in WTP
7	Water quality monitoring system in WTP (Process monitoring in WTP)
8	Facilities and operation of Chlorination
9	Summary of chlorination in PPWSA
10	SOP management system
11	O&M System with SOP in WTP and reservoir
12	O&M System with SOP in coagulation, flocculation (OJT at site)
13	O&M System with SOP in sedimentation, and sludge removal (OJT at site)
14	Visit CCW WPT
15	O&M System with SOP in chlorination (OJT at site)

16	Contingency plan
17	Plans for Maintenance
18	Maintenance Plan
19	Maintenance Plan (OJT)
20	Long term facilities and equipment renewal plan
21	Internal Discussion
22	Water sampling and monitoring in water distribution area
23	WTP water sampling and WQ monitoring (OJT at site)
24	Data processing and reporting (OJT at site)
25	Reporting & Utilization of WQ monitoring data
26	Quality control of water quality monitoring data

(2) SOP 作成ワークショップの開催と SOP の作成

SOP の作成を促進し、円滑に適用することを目的として、SOP 作成ワークショップを開催した。同ワークショップは浄水課の C/P が主導して開催し、標準作業手順書の記載内容、様式、承認手順、手順書の記号付ルールなどの取り決めを決定するとともに、作成した手順書の試行適用などを監督した。

ワークショップでは C/P が SOP を使用した運転維持管理に関する基本的な考え方を解説、手順書の説明、作成する目的、理由、手順書を用いる対象者、手順書の活用の仕方を体系的に説明した。それらの詳細は、図 2-99 に示した SOP の作成、適用、様式、改訂、記録及びその保管などに関するルールを示した” SOP Regulation”、“Master SOP”として提示され、SOP 運用のすべてはこの体系、プロセスに基づくこととされた。

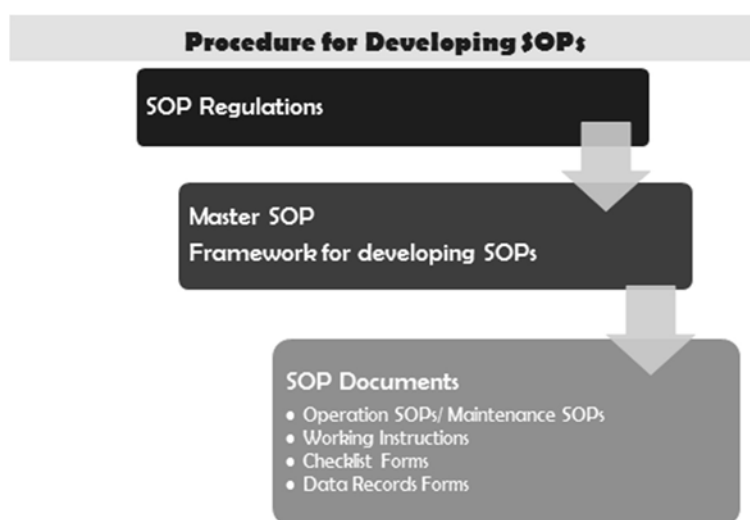


図 2-99 : SOP の体系

ワークショップにおいては、本プロジェクトで SOP の作成対象とした、ニャンナピン浄水場及びポンプ場の消毒施設だけでなく、貯水池、ポンプ場などにおける SOP を同時に作成することにした。これらの SOP 作成対象施設では担当者が SOP 案を順次作成し、記載内容、様式などをワークショップですべての参加者で確認した。さらに、標準手順書に基づき、業務内容を担当ごとに細分化した「Working Instruction」や「記録様式」、「チェックリスト」など作成した。

SOP の作成が終了した施設や部署は、SOP の適用を試行し、試行結果のレビューののち、本格適

用することにした。

(3) 水質検査・モニタリングの標準手順書 (SOP)

水質分析に関する SOP のリストを表 2-129 と表 2-130 に示した。これらの SOP は、研修教材として活用される。今後行われる測定方法の更新や技術の向上を踏まえ、SOP の見直しを行う。本プロジェクト中に作成された SOP を付属資料 6. A に示した。

表 2-129 : 中央ラボ水質検査・モニタリングの SOP 番号

No.	Item
Administration	
EDWS-LAB-OP1	Water Quality Monitoring
EDWS-LAB-OP1-W1	Daily Duty
EDWS-LAB-OP1-W2	Weekly Duty
EDWS-LAB-OP1-W3	Monthly Duty
EDWS-LAB-OP1-W4	Sampling & Storage
EDWS-LAB-OP1-W5	Instruction for Laboratory (Dos & Don't)
EDWS-LAB-OP1-W6	Chemical Handling
EDWS-LAB-OP1-W7	Meter Operation
EDWS-LAB-OP1-W8	Safety
Analysis SOPs	
EDWS-CL-AP-W-2	EC (Electrical Conductivity)
EDWS-CL-AP-W-3	TDS
EDWS-CL-AP-W-4	Salinity
EDWS-CL-AP-W-5	Color
EDWS-CL-AP-W-6	Turbidity (HANNA)
EDWS-CL-AP-W-6	Portable Turbidity (HANNA)
EDWS-CL-AP-W-7	Suspended Solid
EDWS-CL-AP-W-8	Jar Test
EDWS-CL-AP-W-9	Total Hardness
EDWS-CL-AP-W-10	Calcium
EDWS-CL-AP-W-11	Total Alkalinity
EDWS-CL-AP-W-12	Chloride
EDWS-CL-AP-W-13	Manganese
EDWS-CL-AP-W-14	Iron (Fe)
EDWS-CL-AP-W-15	Nitrate-Nitrogen (NO3-N)
EDWS-CL-AP-W-16	Nitrate-Nitrogen (NO2-N)
EDWS-CL-AP-W-17	Ammonia (NH3-N)
EDWS-CL-AP-W-18	Sulphate (SO42-)
EDWS-CL-AP-W19	Phosphorous (PO43-)
EDWS-CL-AP-W20	Lead (Pb)
EDWS-CL-AP-W21	Zinc
EDWS-CL-AP-W22	Arsenic (Portable Test)
EDWS-CL-AP-W23	Phosphorous (Total LR)
EDWS-CL-AP-W24	Phosphorous (Total HR)
EDWS-CL-AP-W25	Nitrogen, Total LR (0.5 to 25 mg/L)
EDWS-CL-AP-W26	Nitrogen, Total LR (1 to 16 mg/L)
EDWS-CL-AP-W27	Nitrogen, Total LR (2 to 150 mg/L)
EDWS-CL-AP-W28	Residual Chlorine
EDWS-CL-AP-W29	Quanty Tray
EDWS-CL-AP-W30	Total Coliform & Fecal Coliform
Equipment SOPs	
EDWS-SuD-EP-WI-1	pH Calibration for Mettler Toledo Brand
EDWS-SuD-EP-WI-2	EC Calibration for Mettler Toledo Brand

No.	Item
EDWS-SuD-EP-WI-3	Balance
EDWS-SuD-EP-WI-4	Oven
EDWS-SuD-EP-WI-5	Desiccator
EDWS-SuD-EP-WI-6	Measurement of Turbidity (HANNA)
EDWS-SuD-EP-WI-7	DO Meter
EDWS-SuD-EP-WI-8	U-50 Meter
EDWS-SuD-EP-WI-9	Jar Test (Laboratory Flocculator)
EDWS-SuD-EP-WI-10	DR-6000 (UV Spectrophotometer)
EDWS-SuD-EP-WI-11	Fume Hood
EDWS-SuD-EP-WI-12	DRB 200 Reactor (Digester)
EDWS-SuD-EP-WI-13	Burette
EDWS-SuD-EP-WI-14	Quanty-Tray Sealer Plus
EDWS-SuD-EP-WI-15	UV-Viewing Cabinet
EDWS-SuD-EP-WI-16	Incubator
EDWS-SuD-EP-WI-17	Auto Clave

表 2-130 : ミニラボ水質検査・モニタリングの SOP

No.	Item
EDWS-LAB-OP2	Mini Lab' s SOP
EDWS-LAB-OP1-W1	pH measurement instruction
EDWS-LAB-OP1-W2	EC measurement instruction
EDWS-LAB-OP1-W3	Salinity measurement instruction
EDWS-LAB-OP1-W4	Total Dissolved Solid measurement instruction
EDWS-LAB-OP1-W5	Jar Test measurement instruction
EDWS-LAB-OP2-W1	pH measurement instruction for mini lab
EDWS-LAB-OP2-W2	Turbidity measurement instruction for mini lab
EDWS-LAB-OP2-W3	Color measurement instruction for mini lab
EDWS-LAB-OP2-W4	Chlorine measurement instruction for mini lab
EDWS-LAB-OP2-W5	Daily activities instructions in the lab.
EDWS-LAB-OP2-W6	Instruction for taking water sample
EDWS-LAB-OP2-F1	Computer form

3-4-2 浄水場及び消毒施設の運転維持管理標準手順書 (SOP) を作成する

表 2-131 と表 2-132 に示したように、浄水場及び消毒施設が設置されているイエグーポンプ場消毒施設（塩素の電解生成及び注入施設）での SOP の作成が終了した。SOP の作成活動は上記施設のほか、3つの貯水池、ポンプ場を含む浄水場部 (Reservoir Division) での作成活動に繋がる結果を得た。この活動は水資源水道局の全部署での作成活動に繋がり、浄水場部での活動が局全体に大きく水平展開された。

表 2-131 : ニャンナピン浄水場の SOP リスト

No.	Title	Document Code
1	Dosing rate adjusting table	EDWS-NWTP-OP1-A1
2	Lowlift pump operation record	EDWS-NWTP-OP1-F1
3	Dosing pump operation record	EDWS-NWTP-OP1-F2
4	Aluminium Chlorohydrate (ACH Ledger book)	EDWS-NWTP-OP1-F3
5	Booster pump operation point (1st Phase)	EDWS-NWTP-OP1-F4
6	Booster pump operation point (2nd Phase)	EDWS-NWTP-OP1-F5
7	Power failure/recovery (times, duration & frequency)	EDWS-NWTP-OP1-F6
8	Water Quality in NWTP (1st Phase)	EDWS-NWTP-OP5-F1
9	Lowlift pump operation	EDWS-NWTP-OP1-W1
10	ACH Dosing Pump Operation Instruction	EDWS-NWTP-OP1-W2

No.	Title	Document Code
11	Instruction for Pre-sedimentation pond	EDWS-NWTP-OP1-W3
12	Instruction for Sedimentation basin	EDWS-NWTP-OP1-W4
13	Instruction for Rapid Sand Filter	EDWS-NWTP-OP1-W5
14	Instruction for backwashing process in Rapid Sand Filter	EDWS-NWTP-OP1-W6
15	Duties of Ngamoeyeik Water Treatment Plant	EDWS-NWTP-OP1
16	Daily maintenance work in Ngamoeyeik WTP	EDWS-NWTP-MP1
17	Operation of Booster pumps	EDWS-NWTP-OP1-W3
18	Activities to carry out when in power failure	EDWS-NWTP-OP1-W4
19	Activities to carry out when the power is recovered	EDWS-NWTP-OP1-W5
20	PI Data record	

表 2-132 : イェグーポンプ場消毒施設（電解生成）の SOP リスト

No.	Title	Document Code
1	Duties of Yegu Pumping Station	EDWS-YPS-OP
2	Maintenance of Electro chlorinator	EDWS-YPS-MP3
3	Maintenance of Electro chlorinator	EDWS-YPS-MP3-W1
4	Operation of Electro chlorinator	EDWS-YPS-OP3
5	Operation of Electro chlorinator	EDWS-YPS-OP3-W1
6	Daily Check Sheet (Electro chlorination Plant)	EDWS-YPS-MP3-F1
7	Monthly check sheet (Electro chlorination Plant)	EDWS-YPS-MP3-F2
8	Annual Check sheet (Electro chlorination Plant)	EDWS-YPS-MP3-F3
9	Dosing pump control chart	EDWS-YPS-OP3-A1

3-5 パイロット浄水場及び消毒施設において、水質管理（OJT）を行う

3-5-1 水質分析と水質管理機材を調達する

機材調達は 2016 年、2017 年の 2 回実施した。調達機材のリストと配置を以下に示す。

(1) 第 1 回機材調達

第 1 回機材調達は 2016 年 9 月に実施した。調達機材のリストを表 2-133 に示す。

表 2-133 : 第 1 回 調達機材リスト

番号	機材	モデル番号	製造者	数量
1-1	卓上濁度計	HI 88703	Hanna	1 セット
1-2	携帯濁度計	HI 93703	Hanna	5 セット
1-3	携帯色度計	HI 96727	Hanna	6 セット
1-4	携帯 pH 計	HI 98128	Hanna	5 セット
1-5	携帯残留塩素計	2470	HACH	1 セット
1-6	ホットプレート付きスターラー	TM-14SB	JeioTech	1 セット
1-7	マグネチックスターラー	MS-12B	JeioTech	4 セット
1-8	スターラー攪拌子	Nil	TGK	15 個
1-9	ビュレット台	561-51-54-01	TGK	2 セット
1-10	ガラス器具一式	Assorted	TGK	1 セット
2-1	ジャーテスター	PB-900	Phipps & Bird	1 セット
2-2	振とう試験機	Analysette 3	Fritsch	1 セット
2-3	試験用ふるい	Assorted	As One	2 セット

番号	機材	モデル番号	製造者	数量
2-4	電子天秤	SJ-1200	Shinko Denshi	1セット
2-5	界面モニター	Check Boy	セントラル科学	1セット
3-1	デシケーター	371-07-23-05	TGK	1セット
3-2	フィルターホルダー	KG-47	Advantec	3セット
3-3	真空鐘	VT-500	Advantec	2セット
3-4	真空ポンプ	DAP-6D	Ulvac	1セット
3-5	蒸発皿	129-31-51-21	TGK	30個
3-6	47mm 径 ガラスフィルター	GS-25	Advantec	2箱

調達された機材は、表 2-134 に記した場所に配置された。2-1～2-5 の機材はニャンナピン浄水場に配置され、浄水工程の改善に活用されている。それ以外の機材は中央ラボ及びミニラボに配置され、水質モニタリングに活用されている。

表 2-134 : 水質機材の配置

番号	機材	配置
1-1	卓上濁度計	中央ラボ
1-2	携帯濁度計	ミニラボ：ジョビュー貯水池、フィジー貯水池、ロウガ貯水池、イエグーポンプ場、ニャンナピン浄水場
1-3	携帯色度計	中央ラボ ミニラボ：ジョビュー貯水池、フィジー貯水池、ロウガ貯水池、イエグーポンプ場、ニャンナピン浄水場
1-4	携帯 pH 計	ミニラボ：ジョビュー貯水池、フィジー貯水池、ロウガ貯水池、イエグーポンプ場、ニャンナピン浄水場
1-5	携帯残留塩素計	ミニラボ：イエグーポンプ場
1-6	ホットプレート付きスターラー	中央ラボ
1-7	マグネチックスターラー	
1-8	スターラー攪拌子	
1-9	ビュレット台	
1-10	ガラス器具一式	
2-1	ジャーテスター	ニャンナピン浄水場
2-2	振とう試験機	
2-3	試験用ふるい	
2-4	電子天秤	
2-5	界面モニター	
3-1	デシケーター	中央ラボ
3-2	フィルターホルダー	
3-3	真空鐘	
3-4	真空ポンプ	
3-5	蒸発皿	
3-6	47mm 径 ガラスフィルター	

(2) 第 2 回機材調達

第二回調達は 2017 年 11 月に実施した。調達機材のリストを表 2-135 と表 2-136 に示す。以下の機材はニャンナピン浄水場に設置し、浄水工程改善のために活用されている。

表 2-135：第2回調達機材リスト:携帯型超音波流量計

番号	機材	モデル番号	製造者	数量
1-1	携帯型超音波流量計	UF801P	Ultraflux	2 式
1-2～1-10	本体アクセサリ	UF801P アクセサリ	Ultraflux	2 式
2	センサー用延長ケーブル 95m	--	Ultraflux	2 式
3	大口径用センサー	SE1595	Ultraflux	2 式

表 2-136：第2回調達機材リスト:乾燥機及びデシケーター

番号	機材	モデル番号	製造者	数量
1	デシケーター	4201407	TGK	1 式
2	乾燥機	DRS420DB (220V)	Advantec	1 式

(3) YCDC 独自調達機材

YCDC 独自調達により、重金属類分析用の原子吸光光度計が 2018 年 8 月に導入された。

製造者：Analytikjena (独)

モデル名：contraAA 800

測定対象物質：鉄、マンガン、ヒ素、その他重金属

中央ラボ職員は原子吸光光度計の製造業者セミナー及び広島県主催のセミナーに参加し、装置の操作方法を学んだ。現在、原子吸光光度計に関する SOP を作成している。



ヒ素検量線測定中



ヒ素検量線のデータ分析

写真 2-67：原子吸光光度計

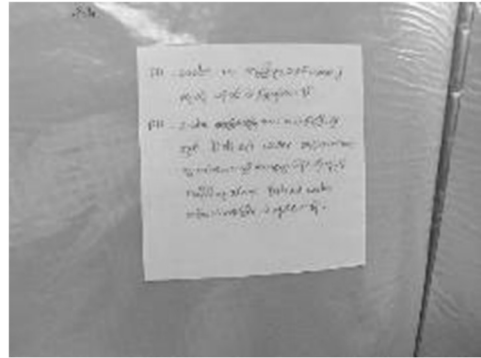
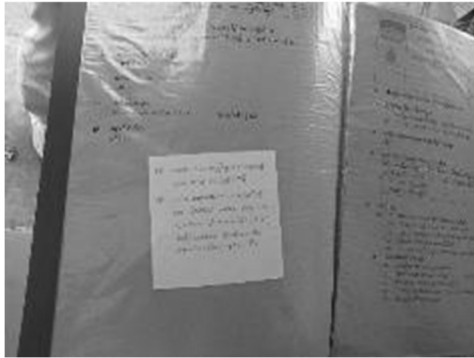
3-5-2 作成された SOP に基づき水質検査・モニタリングの OJT を行う

中央ラボ及びミニラボにおいて、定期的な水質モニタリングが SOP に従って行われている。中央ラボ及びミニラボで用いている SOP は付属資料 6.A に示した。

ミニラボで使用されている SOP を示す (写真 2-68)。日常の測定作業で気付いた問題点等は記録されており、SOP の改定に反映される。



ロウガミニラボの SOP



測定における問題点メモ（ロウガミニラボ職員による）

写真 2-68：ロウガ・ミニラボの SOP

3-5-3 ニャンナピン浄水場の浄水プロセスの機能診断をする

機能診断を実施、業務は完了した。診断結果に基づき、沈殿池、砂ろ過池の改善活動などを実施している。

(1) 凝集剤の比較調査

ニャンナピン浄水場ではアルミニウムクロロハイドレート（ACH：酸化アルミニウム換算濃度 16%）が使用されている。国内外の浄水場においては、液体のポリ塩化アルミニウム（PAC：酸化アルミニウム換算濃度 10%）などが多用されており、浄水場の C/P から ACH と PAC の凝集性を比較してニャンナピン浄水場で使用する凝集剤を再評価したいとの考えが示され比較実験を行った。その結果、ACH と PAC の処理性並びに経済性はほぼ同等と評価され、それを踏まえてニャンナピン浄水場では ACH の使用が継続されている。同調査結果は C/P が報告書として取りまとめた。また、凝集剤の消費量の実測から、上記の注入率に相当する凝集剤が注入されていることを確認した。

(2) 効果的な排泥方法に関する調査

スラッジの新たな排泥方法として、新たに排泥パイプを Phase1 の No.1 沈殿池に増設した（写真 2-69～写真 2-71）。新たな排泥パイプは、沈殿池に 3 つある整流壁の下流部に沿い、沈殿池底部に計 3 本敷設した。排泥パイプの増設工事と同時に、既存排泥パイプの取り換え及び修理も行っており、これら増設した排泥パイプの効果を調査した。



写真 2-69 : Phase1No. 1 沈殿池に増設された排泥パイプ



写真 2-70 : Phase1No. 1 沈殿池に増設された排泥パイプ (沈殿池外部)



写真 2-71 : Phase1No. 1 沈殿池の修理された排泥パイプ

図 2-100 は C/P らが測定したスラッジの滞泥深さを図示したもので、排泥パイプを設置した No.1 沈殿池のデータは実線で、他の 11 の沈殿池のデータは点線で示した。このデータから明らかかなように、No.1 沈殿池でスラッジが滞泥する速さは他の沈殿池に比べて遅くなっているとは言えず、C/P は設置したパイプは排泥を促進する効果が無いと判断した。一方で、現有の排泥パイプに加えて新しい排泥パイプを設置することにより、沈殿池の清掃をより短時間で行うことができるようになった。

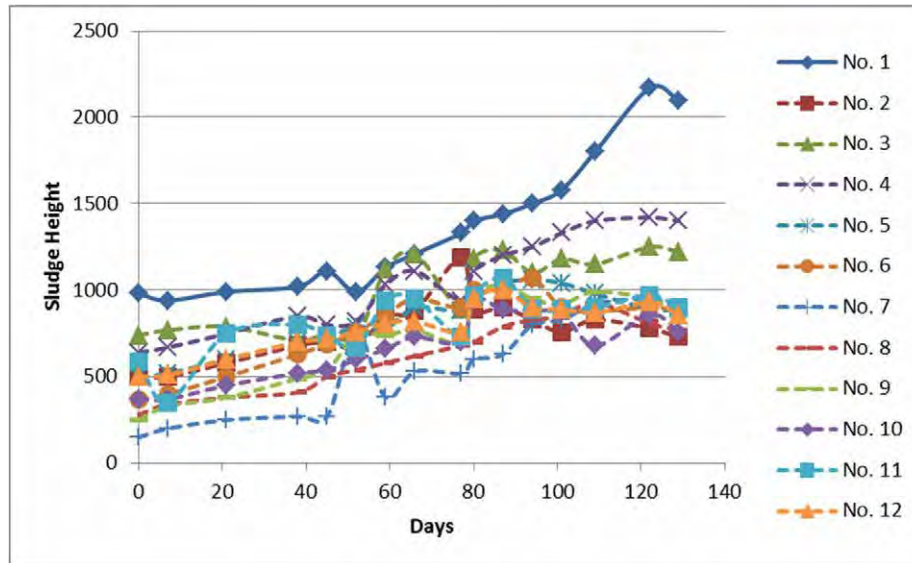


図 2-100 : Phase1 の 12 沈殿池におけるスラッジの増加

(3) 沈殿地で許容できるスラッジの滞泥深さと年間排泥計画の策定

沈殿池の流入部分での深さは、Phase1 は約 5.6m、Phase2 は約 6.2m で、スラッジを滞積するための十分な深さを有している。スラッジの滞積が進んで沈殿池の有効深さが浅くなると、沈殿池内の流速が早くなり、やがて沈殿したスラッジの巻き上げが生じることになり、スラッジも沈殿しなくなる。この深さを C/P と検討した。検討にはスラッジの巻き上げと流速の関係を解説した文献 (“Unit Treatment Processes in Water and Wastewater Engineering”, T J Casey, AQUAVARRA RESEARCH LIMITED, 22A Brookfield Avenue Blackrock Co. Dublin., October 2006) を参考にした。同文献では、沈殿したスラッジが巻き上げられる限界流速の考え方が示されており、C/P が同理論に基づいて計算した Phase1 の結果を図 2-101 に、Phase2 の結果を図 2-102 に示した。Phase1 ではスラッジの沈殿深さが 2m、Phase2 では 2.8m になると、スラッジを巻き上げる限界流速を超過する結果が得られた。計算で得られたこの深さは、計測された沈殿池のスラッジ滞泥深さと処理水質の測定結果との関係にほぼ一致していたことから、沈殿池でのスラッジ滞泥深さをこれらの深さ以下として沈殿池を運用することにした。

沈殿池のスラッジ深さを上記の深さ以下に管理するために、Phase1 沈殿池は沈殿池から滞泥したスラッジを完全に取り除く完全清掃を年間に 2 回行う計画を作成した。Phase2 沈殿池は既存の排泥パイプがある程度の排泥能力を有していることから、これを利用したスラッジの部分排泥を年間に 2 回、完全排泥を 1 回行う計画とした。また、スラッジの排泥記録を作成し、保管することにした。

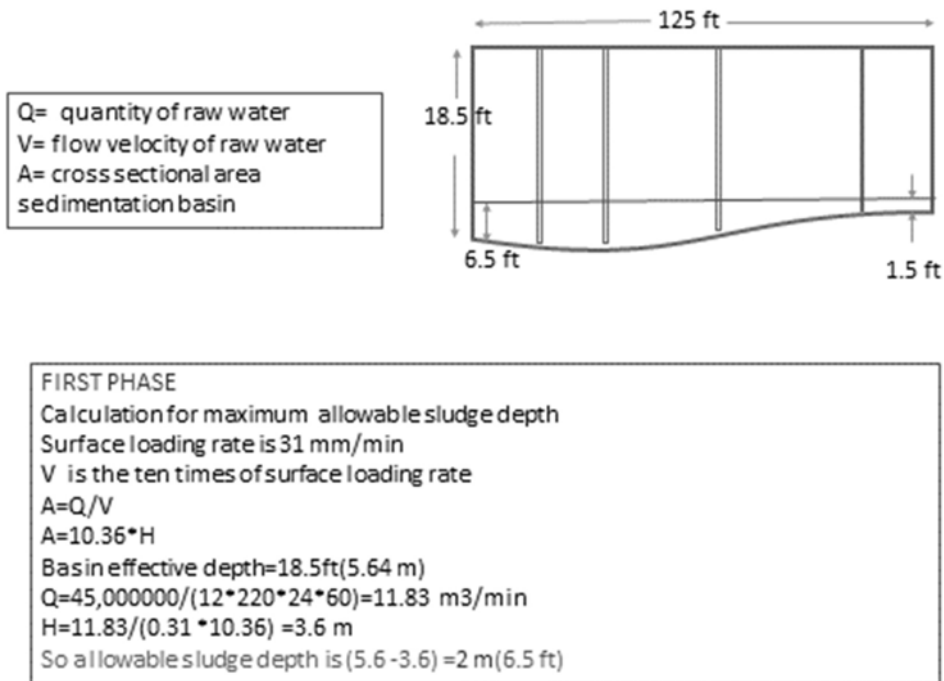


図 2-101 : Phase1 沈でん池におけるスラッジを巻き上げる限界流速の計算結果

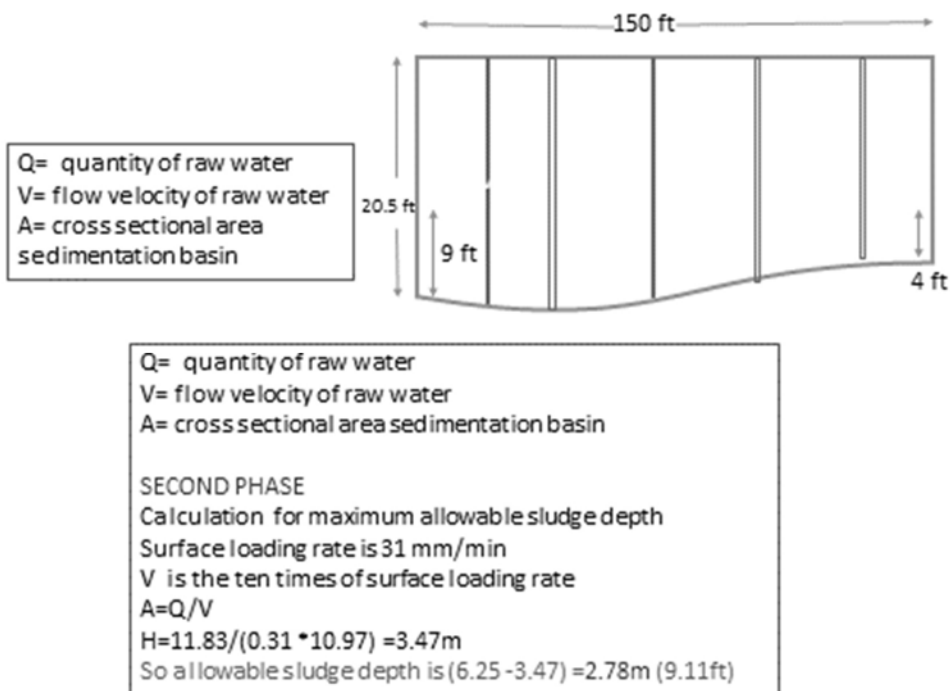


図 2-102 : Phase2 沈でん池におけるスラッジを巻き上げる限界流速の計算結果

(4) 移動式水中ポンプ、沈殿池底面の改造による効率的な沈殿池汚泥の引き抜き

汚泥引き抜き用の移動式水中ポンプを沈殿池入り口部に設置し、汚泥の引き抜きをさらに効率的に行う方法を検討した。同ポンプは、処理水の流れ方向に対して直角方向に移動できるようにした架台上に設置し、沈殿池入り口部全体を排泥できる構造とした。また、同ポンプは沈殿池の

清掃時における沈殿池の処理過程水を、短時間かつ効率的に排水することも設置の目的とした。この方式は、ニャンナピン浄水場の沈殿池底部を改修した2つの沈殿池を除く他のすべての22沈殿池で採用され、ポンプ用の架台がこれらの沈殿池に設けられた。(写真 2-72)

沈殿池底面に片傾斜をつけるとともに汚泥の引き抜き用の溝を設置する方法を実際の沈殿池で検討することにした。沈殿池底面の改造は、沈殿池側壁を作り替えることになった Phase2 の No. 11、No12 で行い、これらの沈殿池は改造工事終了後に供用を開始した。(写真 2-72)



排泥用の移動式水中ポンプの架台



沈殿池底面に片傾斜を設けるための工事

写真 2-72：沈殿池汚泥引抜方法の効率化

3-5-4 パイロットろ過池を通してニャンナピン浄水場の機能改善方策を策定する

(1) パイロットろ過池の改修

パイロットろ過池は、浄水場 Phase1 と Phase2 のそれぞれの系統に1池ずつ設け、それぞれのろ過池に必要な機能の改善策を施した上でろ過処理を行い、機能改善策の効果を評価することにした。急速ろ過池に関する課題を包括的に解消することを目的としたろ過池改善調査対策 TFT を水資源水道局内に設けて取り組みを開始した。調査に用いるためのパイロットろ過池の改修においては、表 2-137 に示した問題点につき、費用が高額になる改修は避けつつ、できるだけ多くの問題点を改修することにした。これは、改修費用の予算の獲得に要する期間の活動の空白、並びに予算が認められなかった場合の技プロ活動への影響を避けるためである。

表 2-137：砂ろ過池の問題点

1	施設の設計に関する課題
1.1	設計諸元の計算・決定の過程・根拠に関する記録が入手できない。
1.2	洗浄排水弁の口径が小さく、洗浄強度を高く設定できない。
1.3	洗浄水量を確認する方法が確立されていない。
1.4	ろ過池のタイプは自然平衡型であるにもかかわらず、流出部に設置された堰の高さが不十分なために、ろ過池停止時等においてろ材上部に水が保持されず、ろ材が空気中に露出する。
1.5	表面洗浄用ノズル位置がろ材表面から約 30cm 上部に設置されている。
1.6	設計変更時の理由・根拠に関する記録が入手できない。

2	<p>情報・記録の保管・継承に関する課題</p> <p>2.1 概略の設計図のみが保管されている。</p> <p>2.2 保管されている設計図には、実際と異なる個所が複数認められる。</p> <p>2.3 設計変更後の設計図・竣工図が作成されていない。</p>
3	<p>技術的情報の入手と活用に関する課題</p> <p>3.1 不適切な仕様（粒径、外観）のアンスラサイトが使用されている。</p> <p>3.2 不適切な仕様のろ過砂が使用されている。</p> <p>3.3 不適切な方法によりろ過砂をふるい分けている。</p>
4	<p>ろ過池の運転操作に関する課題</p> <p>4.1 アンスラサイトがほぼすべて流出している。</p> <p>4.2 ろ過砂の大部分が流出している。</p> <p>4.3 ろ過池の洗浄を行う条件が設定されていない。</p> <p>4.4 ろ過池洗浄操作手順・条件が確立されていない。</p> <p>4.5 ろ過池洗浄水量（逆流洗浄水量、表面洗浄水量）が現場洗浄担当者の目分量で制御されている。</p>
5	<p>ろ過池の維持管理に関する課題</p> <p>5.1 ろ材の粒径、層厚等に関する定期確認システムが確立されていない。</p> <p>5.2 表面洗浄装置、各種バルブ、コンクリート構造部等ろ過池全体の点検、補修システムが確立されていない。</p>
6	<p>調達検収システムに関する課題</p> <p>6.1 外国製品（例：アンスラサイト）の調達に関する検収システムが確立されていない、または不十分。</p> <p>6.2 検収時の技術的仕様に関する検査確認手法が確立されていない。</p>

上表に示した問題点から抽出された具体的かつ技術的な改善・改修点は次の通りである。

表 2-138：砂ろ過池の改善・改修点

改善・改修点	上表中の対応番号
使用するアンスラサイトの仕様と調達量	3-1, 4-1, 6-1, 6-2
使用するろ過砂の仕様	3-2, 4-2
ろ過砂の水資源水道局による作成とその方法、作成する量	3-3
ろ過層（砂利、ろ過砂、アンスラサイト）の層厚	1-4, 1-5
表面洗浄装置の位置	1-5, 4-3
ろ過池洗浄水排水弁の口径	1-2, 4-3, 4-4
ろ過池流出側の堰の高さ	1-4
支持床の修理	4-1, 4-2
ろ過池洗浄水の流量制限装置の設置	4-1

パイロットろ過池はまず Phase2 を改修し、その稼働開始後に Phase1 パイロットろ過池を改修した。Phase2 ろ過池改修時の様子は写真 2-73 に、Phase1 ろ過池の改修時の様子は写真 2-74 に示した。



新たに投入されたろ過砂利
(Phase2 パイロットろ過池)



新たに投入されたろ過砂
(Phase2 パイロットろ過池)



新たに投入されたアンフラサイト (Phase2
パイロットろ過池)



新たに設置された表面洗浄装置 (Phase2 パ
イロットろ過池)



取り替えられた洗浄排水弁
(Phase2 パイロットろ過池)



嵩上げされた流出堰
(Phase2 パイロットろ過池)

写真 2-73 : Phase2 ろ過池改修時の様子



取り替えられたろ過池流出弁 (Phase1 パイロットろ過池、流出堰は嵩上げ前)



嵩上げされた流出堰 (Phase1 パイロットろ過池)



ろ過砂の投入作業
(Phase1 パイロットろ過池)



新たに投入されたアンスラサイト (Phase1
パイロットろ過池)

写真 2-74 : Phase1 ろ過池の改修時の様子

(2) Phase1、Phase2 パイロットろ過池試験運用前及び運用時における問題点

Phase2 パイロットろ過池の試験運用時に、次の問題点が明確になった。いずれもパイロットろ過池のみの問題ではなく、今後のPhase2 全ろ過池の改修に向けて対応が必要と考えられた。

- ① 逆流洗浄水への空気の混入
- ② パイロットろ過池下部の逆流洗浄水管取付け部の漏水
- ③ ろ過池流出弁からの漏水 (弁を密閉できない)

逆流洗浄水への空気の混入に関して空気の混入経路が特定できなかった。そこで推定される原因につき、洗浄水本管のチェック弁 (逆流防止弁) の機能の確認、洗浄水本管への空気弁の取り付け、フランジ部分のシールの交換などを実施したが、空気の混入を防止することができなかった。そのため、パイロットろ過池の洗浄では、洗浄水に空気が混入していることを前提とした洗浄手順を設定し、混入した空気によるアンスラサイトの流出を防止する手順を設定した。パイロットろ過池下部の逆流洗浄水管取付け部の漏水は修理し、漏水しない措置を施した。ろ過池流出弁は取り換えが必要と判断した。以上の問題は Phase1 パイロットろ過池では生じておらず、Phase2 に特化した建設時及び使用部品の問題と考えている。

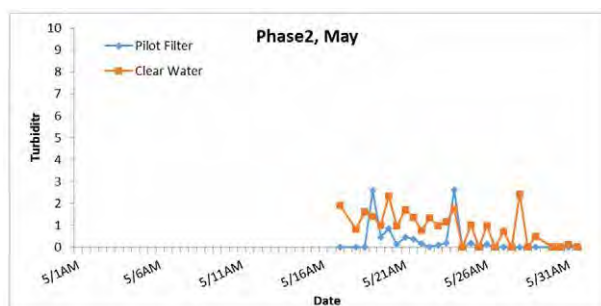
Phase1 パイロットろ過池へのろ過砂の投入においては、ふるい (Sieving) 後のろ過砂をろ過池の深さの 40cm 分を投入し、逆流洗浄後に細砂を取り除くために表面の 5cm 分を削り取った。その

後、削り取った 5cm 分の補償と再度の削り取りのために 5cm+数 cm 分を投入し、余分な数 cm の砂を削り取って層厚を 40cm とした。C/P の測定では、投入したろ材の有効径は 0.371mm、60%径は 0.665mm、均等係数は 1.793、削り取り後の有効径は 0.439mm、60%径は 0.691mm、均等係数は 1.582 であった。Phase1 のろ過池を観察すると、ろ過池の洗浄後にアンスラサイト上に細かいろ過砂が一面に認められることから、削り取り量が十分ではなかったと推定される。

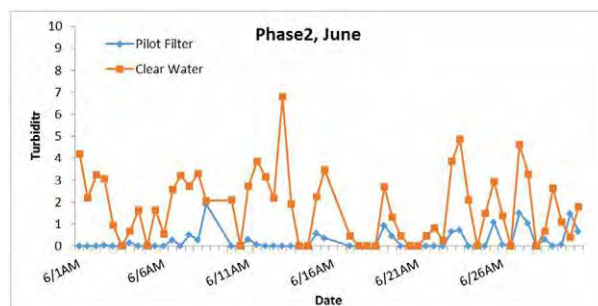
(3) パイロットろ過池を用いたろ過池改善調査とろ過水の水質

2018 年 5 月から Phase2 パイロットろ過池の調査のための稼働を開始した。ろ過水濁度を主に測定することとし、パイロットろ過池と比較する対象は Phase2 全ろ過池の集合水である浄水 (Clear water) とした。10 月からは Phase1 パイロットろ過池の調査稼働を開始した。

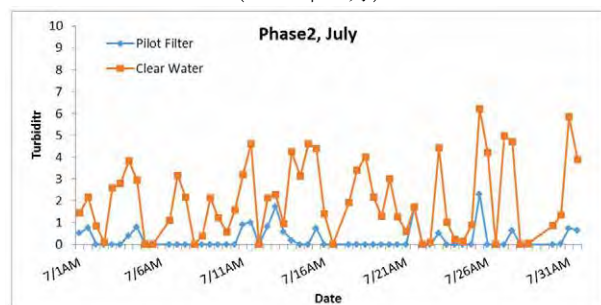
Phase2 パイロットろ過池及び既存全ろ過池の集合水の 1 日に 2 回測定している濁度測定結果を月別に図 2-103 に示した。パイロットろ過池の濁度は青色、既存全ろ過池の集合水の濁度は赤色で示されている。



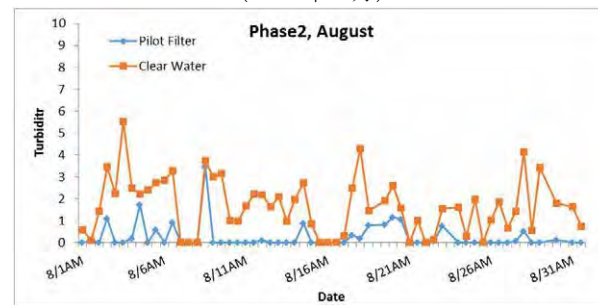
(2018 年 5 月)



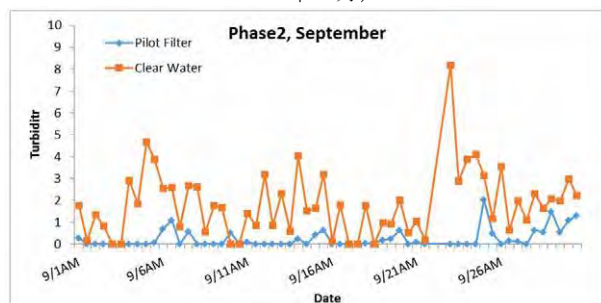
(2018 年 6 月)



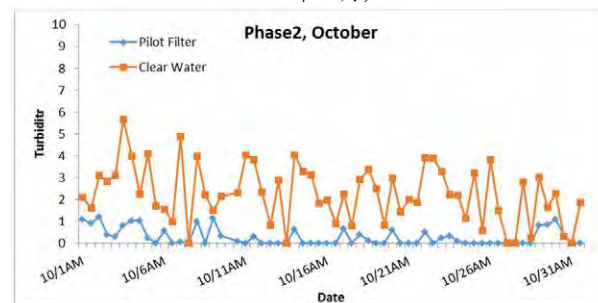
2018 年 7 月)



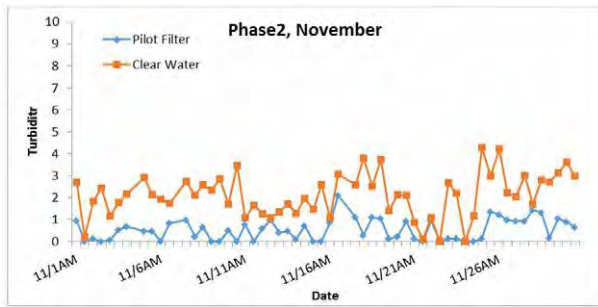
2018 年 8 月)



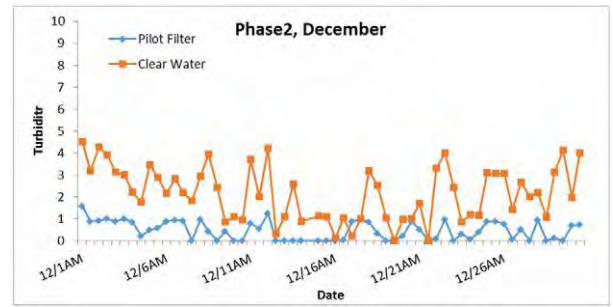
(2018 年 9 月)



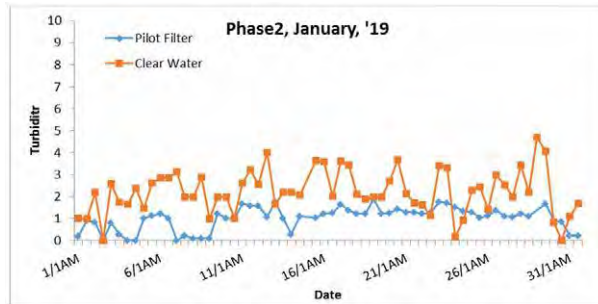
(2018 年 10 月)



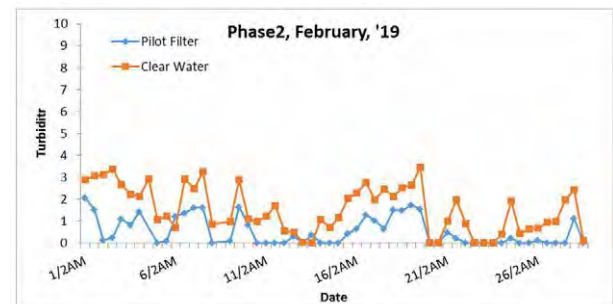
(2018年11月)



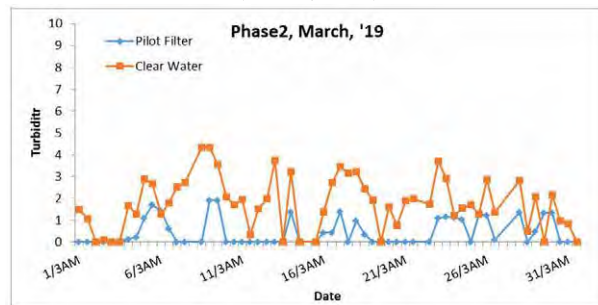
(2018年12月)



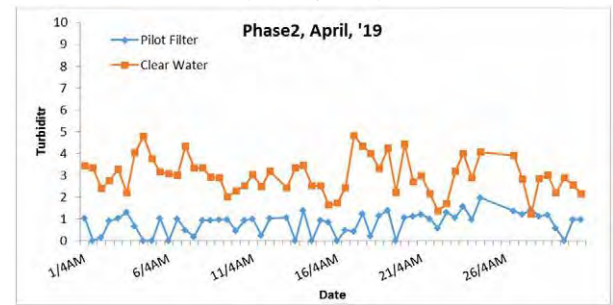
(2019年1月)



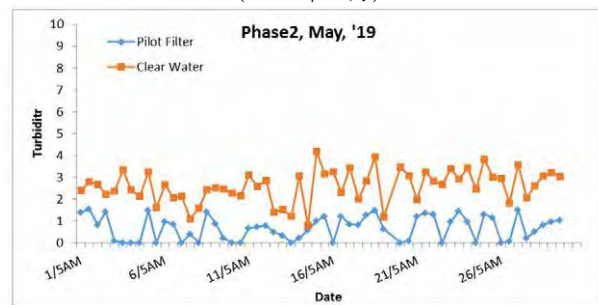
(2019年2月)



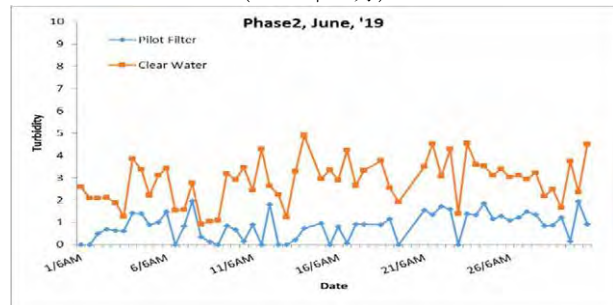
(2019年3月)



(2019年4月)



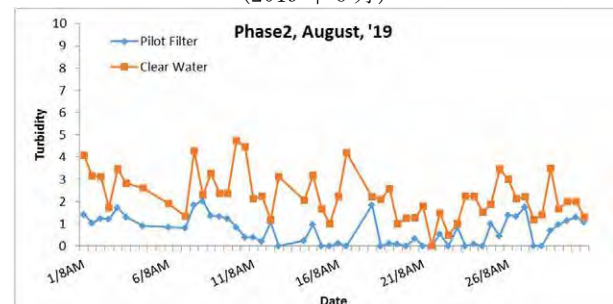
(2019年5月)



(2019年6月)



(2019年7月)



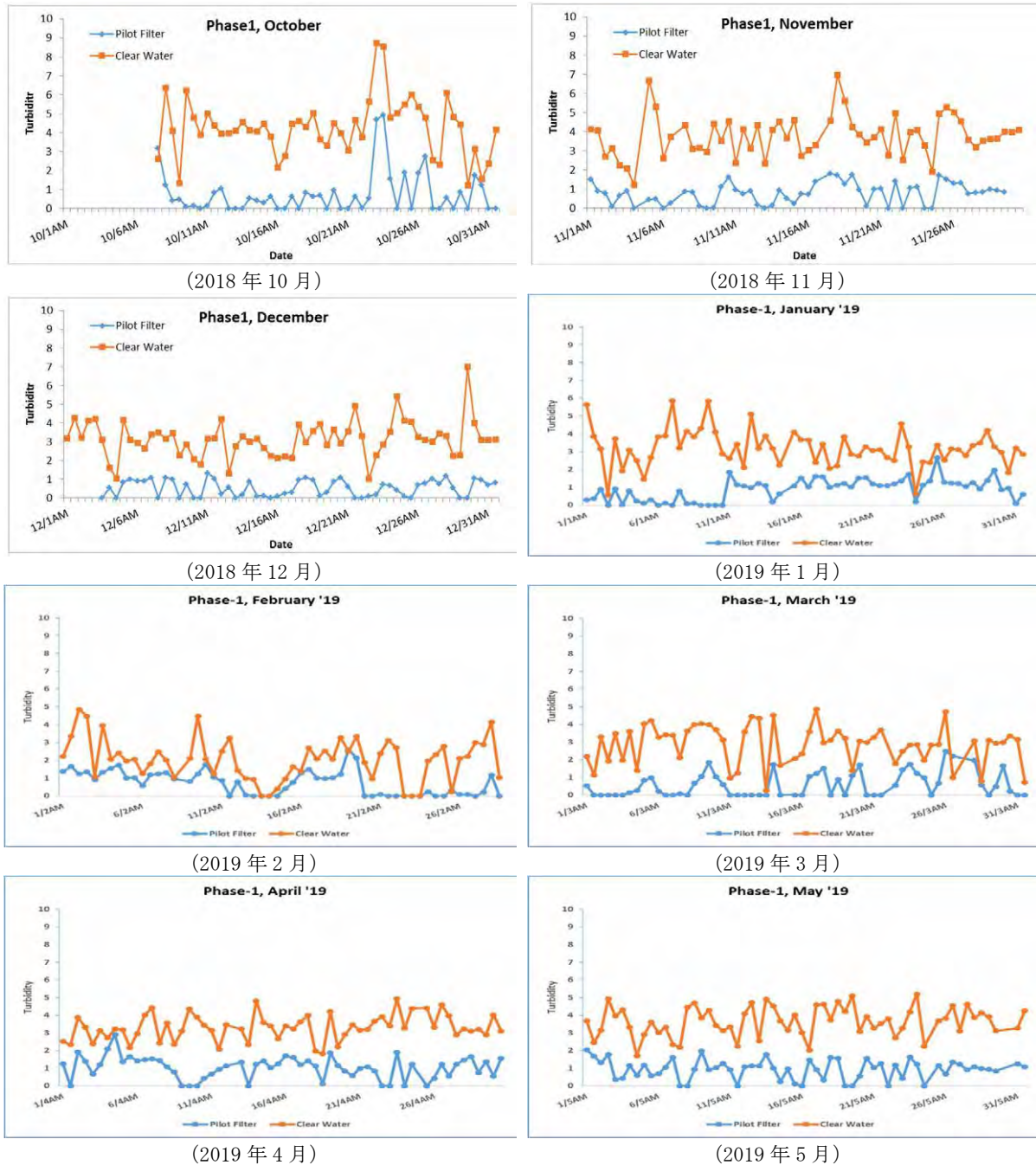
(2019年8月)

図 2-103 : Phase2 パイロットろ過池の濁度

Phase2 パイロットろ過池の濁度は全ろ過池の集合水に比べてかなり低い濁度になっており、ろ

過池の濁度除去能力が回復していることがわかる。Phase2 パイロットろ過池は調査稼働の開始から15か月経過した時点でもパイロットろ過池は濁度を安定的に除去できていた。

図 2-104 は Phase1 パイロットろ過池及び既存の全ろ過池の濁度除去結果を示したもので、Phase2 と同様にパイロットろ過池の濁度除去能力が回復した。



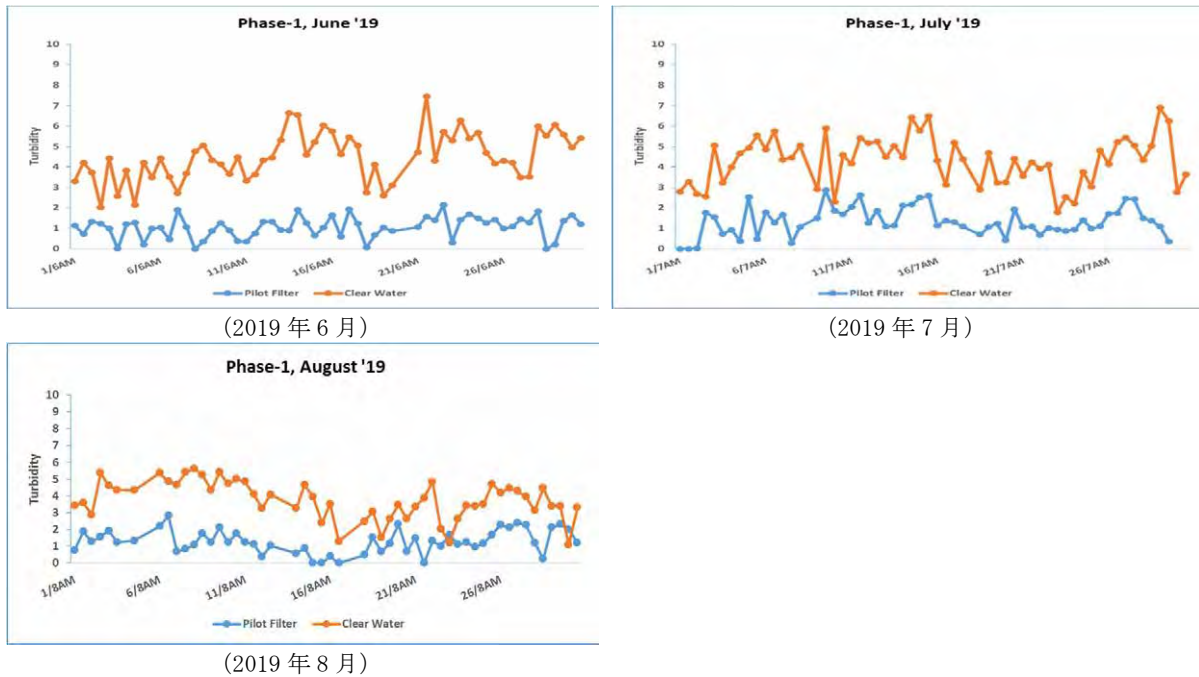


図 2-104 : Phase1 パイロットろ過池の濁度

表 2-139 と表 2-140 は Phase2 及び Phase1 パイロットろ過池の濁度測定結果を月別にまとめたもので、測定回数、濁度 1NTU を超過した回数、並びに月平均濁度、月最高濁度はパイロットろ過池及び既存のろ過池の集合水の測定結果も併せて示している。

Phase2 パイロットろ過池の月別平均濁度は 0.24~1.00NTU で、既存全ろ過池集合水の 0.88~3.20 度に比べて濁度は大きく低下しており、Phase1 パイロットろ過池の濁度も全ろ過池集合水に比べて低くなっていた。

上述した、TFT によるパイロットろ過池を用いた。2019 年 8 月までの調査結果は、” RESEARCH REPORT OF FILTER IMPROVEMENT” と題し、報告書として取りまとめて水資源水道局に提出した。

表 2-139 : Phase2 パイロットろ過池の濁度除去結果のまとめ

Phase2 (2018)									
	Month	May	June	July	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.
濁度測定回数		28	56	58	58	58	61	57	61
濁度 1 度超過回数		2	5	3	5	5	6	9	3
濁度平均 (パイロットろ過池)		0.29	0.24	0.26	0.26	0.25	0.28	0.53	0.49
濁度平均 (全ろ過池)		0.88	1.75	2.03	1.65	1.81	2.25	2.10	2.18
濁度最大 (パイロットろ過池)		2.62	1.92	2.30	3.46	2.02	1.21	2.08	1.57
濁度最大 (全ろ過池)		2.42	6.79	6.20	5.52	8.17	5.65	4.27	4.50

Phase2 (2019)									
	Month	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	June	July	Aug.
濁度測定回数		60	54	57	56	59	56	59	54
濁度 1 度超過回数		38	16	16	22	17	21	36	20
濁度平均 (パイロットろ過池)		1.00	0.54	0.45	0.81	0.68	0.84	1.06	0.73
濁度平均 (全ろ過池)		2.21	1.53	1.76	2.99	2.59	2.84	3.20	2.26
濁度最大 (パイロットろ過池)		1.88	2.05	1.90	1.96	1.54	1.96	2.72	2.03
濁度最大 (全ろ過池)		4.68	3.44	4.33	4.80	4.17	4.89	5.76	4.72

表 2-140 : Phase1 パイロットろ過池の濁度除去結果のまとめ

Phase1 (2018, 2019)											
Month	Oct.	Nov.	Dec.	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	June	July	Aug.
濁度測定回数	49	55	57	61	55	58	58	59	58	58	55
濁度1度超過回数	11	16	10	32	23	16	35	31	34	42	38
濁度平均 (パイロットろ過池)	0.75	0.78	0.53	0.88	0.73	0.58	1.04	0.94	1.04	1.33	1.28
濁度平均 (全ろ過池)	4.26	3.78	3.15	3.20	2.05	2.87	3.30	3.65	4.50	4.28	3.73
濁度最大 (パイロットろ過池)	4.94	1.82	1.35	2.67	2.61	2.48	2.91	2.05	2.13	2.85	2.82
濁度最大 (全ろ過池)	8.72	6.95	7.00	5.85	4.85	4.85	4.92	5.20	7.46	6.90	5.62

3-5-5 ニャンナピン浄水場の改善計画を作成する

ニャンナピン浄水場の改善計画は浄水処理機能を強化し、安定した浄水処理を行うことを目的として作成した。建設当初の処理機能の復旧、改善を目的とし、改善計画の施設面での改善内容は、後述する水質管理計画の内容と整合させた。改善計画の概要を表 2-141 に示した。

表 2-141 : ニャンナピン浄水場の改善項目

NO.	方向性	取組	改善の対象	期待される効果
1	ろ過処理機能の回復	ろ過池ろ材の改善	適切な粒径の複層ろ材への取り換え	ろ過水濁度の低下
2		ろ過池の補修・修繕	支持床、表面洗浄装置、洗浄管取付け部の漏水、流入弁、ろ過水弁	ろ過水質の安定化
3		ろ過池洗浄手法の適正化	洗浄水排水弁の大口径化	清浄なろ材の維持
4		ろ過機能の保持	ろ過池流出堰の嵩上げ	ろ過水位の保持
5	沈殿処理機能の回復	スラッジ排泥機能の強化	排泥パイプの設置	沈でん水濁度の低下
6		過剰なスラッジ滞泥の防止	スラッジ除去年間計画の策定	沈でん水質の安定化
7		過剰なスラッジ滞泥の防止	スラッジ滞泥深さの定期測定	沈でん水質の安定化
8	取水水量の適正化及び安定化 (頻繁な取水水量の変化の防止と過剰な浄水処理の防止)	浄水貯留容量の増量	浄水池の増設	浄水水質の安定化
9	浄水池の清浄性の確保	浄水池の定期的な清掃が実施できる構造の導入	浄水池の分割的運用を可能にする	浄水水質の劣化防止
10	水道水の塩素(次亜塩素酸ナトリウム)による消毒の実施	次亜塩素酸ナトリウム注入施設の建設	水道水の消毒	水道水の安全性の確保
11	塩素消毒剤(次亜塩素酸ナトリウム)の適切な注入	O&M 作業手順の確立	塩素消毒施設における O&M SOP 作成と SOP システムの確立	水道水中の病原性細菌の確実な不活化
12	塩素消毒施設の適切な O&M	O&M 作業手順の確実な実施	塩素消毒施設作業員に対する O&M 作業手順の研修	塩素消毒の安定的な実行
13	標準操作手順書(SOP)システムの確立	SOP 作成方法の設定、作業手順の文書化(SOPの作成)及び作業記録の作成と保管方法の策定	既存作業手順の文書化、妥当性の検討、記録の作成	作業手順の適切化、技術的根拠の確認、作業ミスの防止、トレーサビリティの確保
14	適切かつ必要な O&M 技術レベルの維持、継承、発展	浄水場等施設における SOP システムの運用	浄水場等施設における確実な SOP の適用、研修の実施及びそれらの確認	貯水池を含む浄水場の安定的かつ恒久的な運転、維持管理
15	Nyaungnapin 浄水場浄水能力の増強	既存浄水施設のレビューと増強施設の処理方法の検討	既存浄水施設のレビュー結果を反映した拡張施設の計画、設計	Nyaungnapin 浄水場既存施設の安定的な運転

3-5-6 作成された SOP に基づき浄水場及び消毒施設の運転維持管理の OJT を行う

ニャンナピン浄水場及び消毒施設が設置されているイエグーポンプ場では、作成された SOP に基づいて職員が施設の運転・維持管理を担当する作業員に OJT を実施した。それぞれの研修回数

を表 2-142 に示した。

表 2-142：ニャンナピン浄水場及びイエグーポンプ場での OJT 実施回数

ニャンナピン浄水場	イエグーポンプ場
4	3

3-5-7 水質管理にかかる SOP の検証を行う

イエグーポンプ場は 2019 年 1 月に SOP の試行を開始した。試行では実際の運転維持管理操作と SOP の内容に対する整合性の確認が行われたほか、必要とされる操作に必要な SOP が整備されているかなどを確認した。これらの検討に基づき、2019 年 7 月に SOP 試行結果を検証（レビュー）した。この検証において SOP が適切に活用されていると判断されたことから、SOP を本格的に適用することにした。



写真 2-75：イエグーポンプ場における SOP 試行結果の検証（レビュー）

ニャンナピン浄水場では SOP を 2019 年 2 月に試行し、SOP の適切性を確認した。その結果、いくつかの SOP の記述様式、内容を修正したうえで、2019 年に 10 月に最終 SOP の試行適用を開始した。

ラグンピン浄水場の運転維持管理体制を表 2-143 に、イエグーポンプ場、ロウガ貯水池並びにニャンナピン浄水場の消毒施設の運転維持管理体制を図 2-105、図 2-106、図 2-107 に示した。

表 2-143：ラグンビン浄水場の運転維持管理体制

Lagonbyin Water Treatment Plant Task Force Team

No	Name	Position	Duty	Remark
1	U Than Han	ACE	Team Leader	
2	U Htin Lin Kha	Project Manager	Deputy Team Leader	
3	U Soe Kyaing	EE	Electrical Work	
4	U Aung Htut Lin	AE	Electrical Work	
5	U Aung Moe Kyaw	SAE	Electrical Work	
6	U Bhone Thet Naing	SAE	Electrical Work	
7	U Zaw Min	EE	Civil Work	
8	U Phone Naing	AE	Civil Work	

No	Name	Position	Duty	Remark
9	U Tint Zaw	AE	Civil Work	
10	U Zaw Oo	AE	Mechanical Work	
11	U Soe Paing	AE	Preparation work to operate the plant	
12	U Ye Tint	AE	Preparation work to operate the plant	
13	U Tin Htut	AE	Preparation work to operate the plant	
14	U Tun Tun	Supervisor	Preparation work to operate the plant	
15	U Yan Naing	Supervisor	Preparation work to operate the plant	
16	U Zin Min Latt	SAE	Preparation work to operate the plant	
17	U Maung Maung Aye	SAE	Preparation work to operate the plant	
18	U Kyaw Swar Min	SAE	Preparation work to operate the plant	
19	U Aye Min	Deputy Supervisor	Preparation work to operate the plant	

LGP WTP Trial Test Operation & Maintenance Chart

No	Responsibilities	Name	Position	Remark
(A)	Intake Facilities	(1) U Soe Paing (2) U Aye Min (3) U Kyi Thaug (4) U Aung Soe Kyaw (5) U Than SOe (6) U Kyaw Ye Aung Htoo (7) U Win Tun	AE Deputy Supervisor Daily WA WA WA	Trial operation & maintain, opening channel cleaning, control raw water pipe line & recording data
(B)	Purification Facilities	Process Operation & Control for all (8) U Tin Htut Lift Pump, Dividing & Pre-sedimentation Pond (9) U Mg Mg Aye (10) U Thet paing (11) U Ye Kyaw Kyaw (12) U Myint Aung (13) U Ye Htwe Kyaw (14) U Kyaw Zin Win Coagulation, Mixing & Sedimentation (15) U Tun Tun (16) U San Aung (17) U Kyaw Zay Ya (18) U Shine Ko (19) U Kyaw Htay RSF & Clear Water Reservoir (20) U Zin Min Latt (21) U Kyaw Myo Aung (22) U Ohn Than	AE SAE Flat WA WA WA WA Supervisor Skill (4) Flat WA WA	WTP operation & maintain, Report Operation & maintain, valve control, cleaning for pre-sedi, L.P, DW recording data & report Dosing for pre-chlorine, dosing for coagulation, cleaning for sedimentation, recording data & report Operation & maintenance, valve control, filtration & record, backwash &

No	Responsibilities	Name	Position	Remark
		(23)U Than Tun Min (24)U Kyaw Swar Hein (25)U Myo Zin Oo (26)U Aung Myo Tun M & E Work (27)U Si Thu Htun (28)U Zaw Ye Htike (29)U Min Htet Aung (30) U Wai Phyo Aung (31)U Ko Oo Office Work (32)U Myo Min Htike (33)U Win Naing (34)U Hla Myint	WA WA WA WA WA WA WA WA Flat WA WA	record, clean & check all control panel, media check & analyze Checking & maintenance Attended, report, keep & record all data & document
(C)	W. Q. C & Test Bench	Water QC & Test for all (35)U Ye Tint Water QC & Test Bench (36)U Yan Naing (37)U Kyaw Swar Min (38)U Tun Kyaw (39)U Nay Lin Aung (40)U Zin Min Ko Ko (41) U Htet Aung Kyaw (42) U Aung Myo Ko Ko	AE Supervisor SAE WA WA WA WA WA	Operation for meter test bench, water sampling & jar test, maintain & record data keeping, report & safety

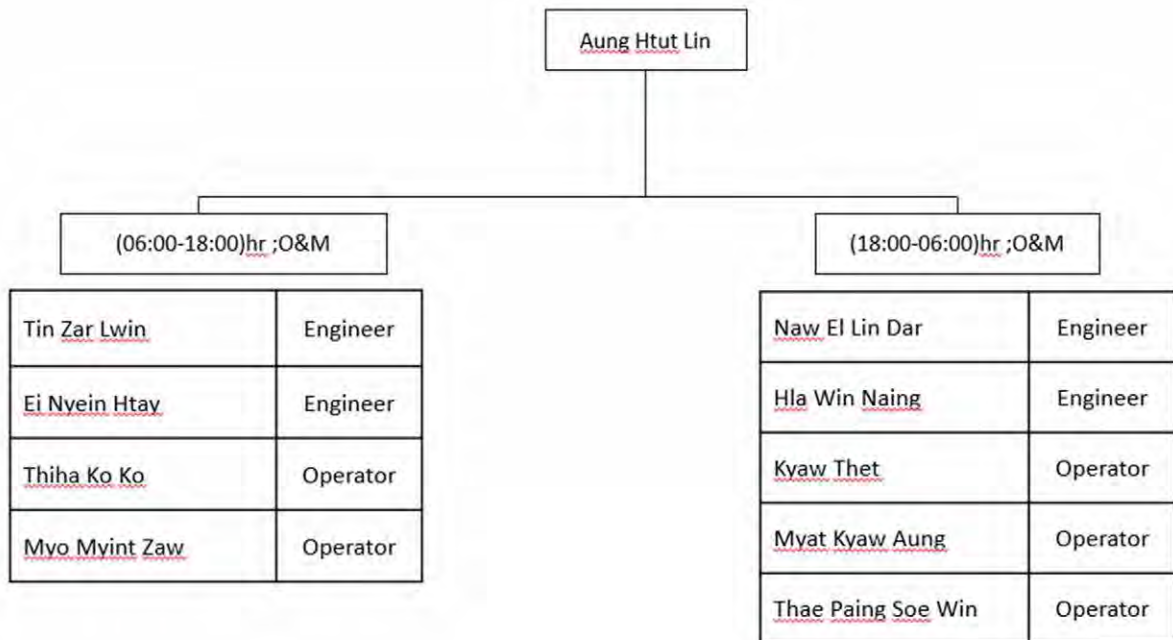


図 2-105 : イエグーポンプ場消毒施設の運転維持管理体制

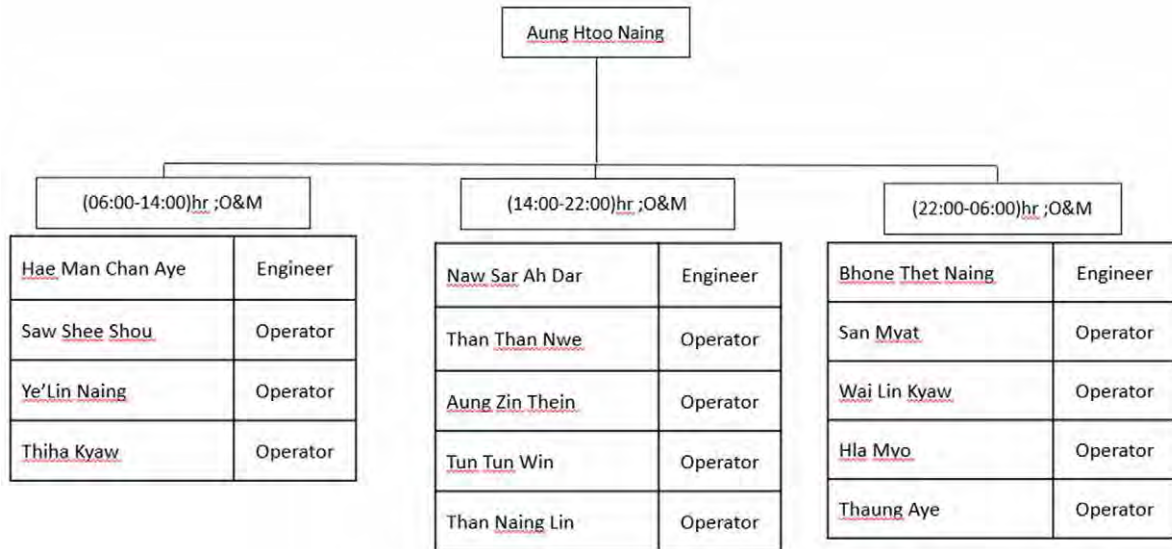


図 2-106 : ロウガ貯水池消毒施設の運転維持管理体制

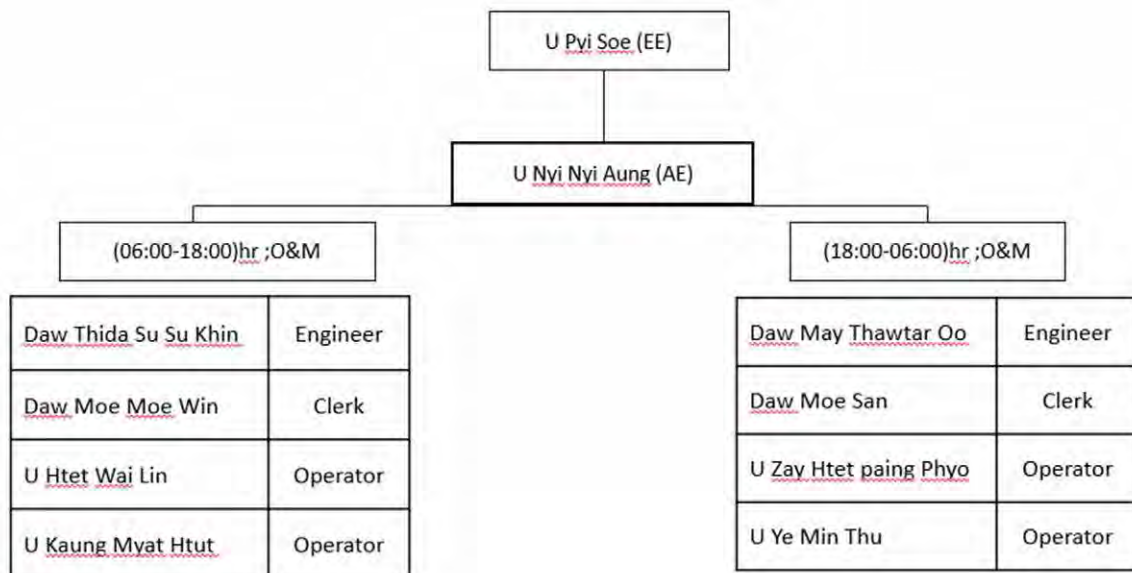


図 2-107 : ニャンナピン浄水場消毒施設の運転維持管理体制

3-6 貯水池から直接供給される水の水質改善に関するOJTを行う

3-6-1 貯水池水の水質問題を把握する

(1) ミニラボの設置

2017年1月にジョビュー、フィジー、ロウガ貯水池及びイエグーポンプ場にミニラボが設置され、各貯水池及びポンプ場の濁度、色度、pHの毎日の水質測定を開始した。また、新たに貯水池水の浮遊物質質量(SS)の定期的な測定を中央ラボで開始した。各貯水池及びイエグーポンプ場に設置されたミニラボの写真を以下に示す。



ジョビュー貯水池



フィジー貯水池



ロウガ貯水池



イエグーポンプ場

写真 2-76：貯水池及びイエグーポンプ場のミニラボ



pH計



色度計

写真 2-77：ミニラボの測定機材（ロウガミニラボ）

(2) ミニラボの技術支援

ミニラボ職員に対し、中央ラボ職員によるセミナー実施及び巡回技術指導が行われ、ミニラボ職員の技術向上が行われた。また専門家により、ミニラボの技術的問題解決（特に色度測定にマイナス値の発生）と、分析精度管理に関する巡回指導を行った。



写真 2-78：中央ラボ職員による巡回技術指導（ロウガミニラボ）



ジョビューミニラボ

ロウガミニラボ

写真 2-79：専門家による巡回技術指導

3-6-2 貯水池からの直接供給水の水質改善方策を検討する

(1) 貯水池の浄水処理施設の概要

水資源水道局が供給水質の改善を強く求めていたのはジョビュー貯水池から供給される水道水である。ジョビュー貯水池の水道水供給能力は 27MGD(12.3 万 m³/日)で、1940 年に水道水の供給を開始した。貯水池には 1940 年当時に建設された水処理施設が付設されており、噴水状の空気酸化設備、凝集剤注入設備、沈殿設備が現在でも稼働している。施設の平面図を図 2-108、フロック形成池、沈殿池の写真並びに概要をそれぞれ写真 2-80 及び表 2-144 に示した





写真 2-80 : ジョビュー貯水池浄水処理施設

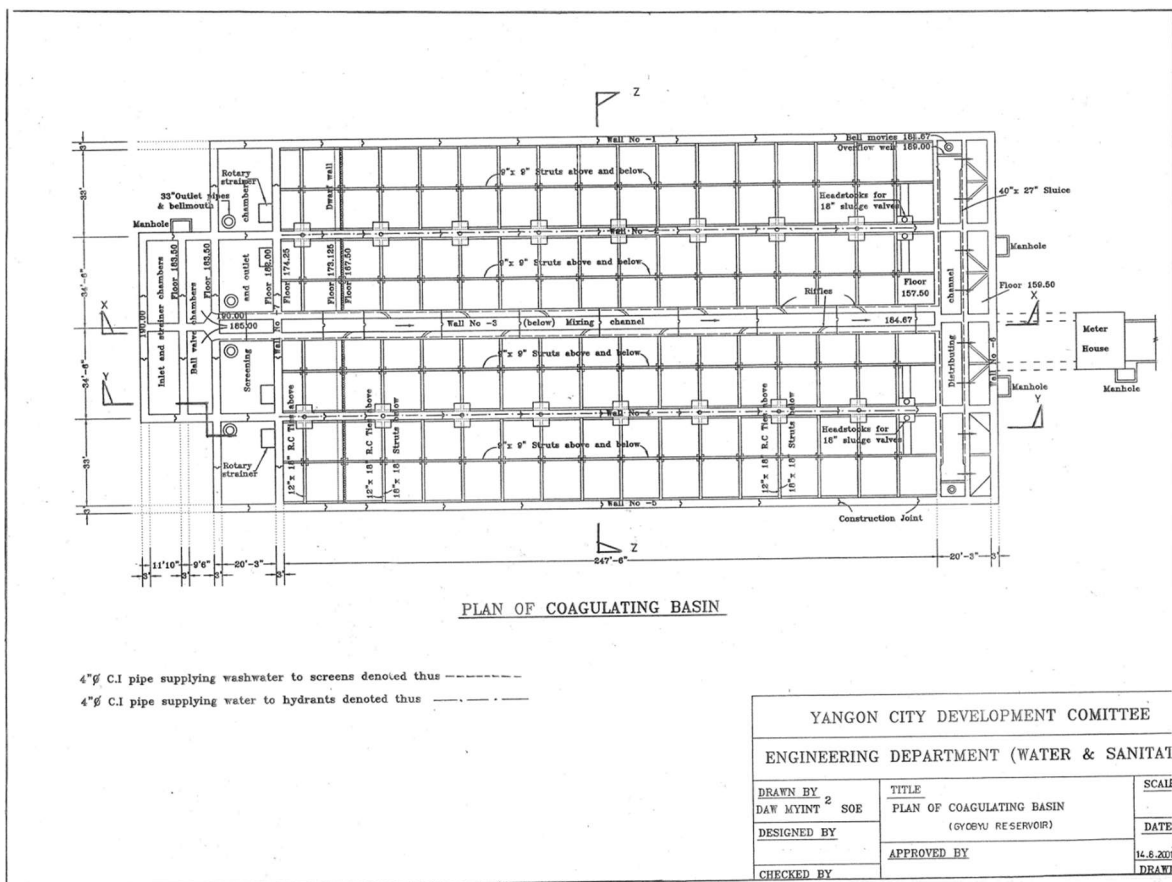


図 2-108 : ジョビュー貯水池沈殿施設平面図

表 2-144 : ジョビュー貯水池浄水処理施設の概要

Mixing channel

長さ	幅	深さ	容量	断面積	流速	滞留時間
81.7m	2.86m	1.5m	350m ³	4.3m ²	33cm/秒	4.1分

Coagulation basin

長さ	幅	深さ	池数	表面積	表面負荷率	滞留時間
75.5m	10m	4m	4	9966m ²	8.6mm/分	7.8時間

後述するように、C/P は直接ろ過法 (Direct filtration、マイクロブロック法とも呼ばれる)

実験装置を製作し、ジョビュー貯水池に設置して処理実験を 2018 年 5 月から開始した。この処理実験結果が良好なことから、水資源水道局はロウガ貯水池でも実験を行うことを決定し、ジョビュー貯水池に設置した 2 つの実験装置の 1 装置をロウガ貯水池に移設した。実験装置の調整及び様々な実験条件を設定した後、2018 年 10 月から実験を開始した。

ロウガ貯水池はジョビュー貯水池と同じく、貯水池水を無処理で水道水として送水しており、ジョビュー貯水池と同様の水質的な問題を抱えている。また、ロウガ貯水池が供給できる水源量は 14MGD(6.4 万 m³/日)であるが、フィジー貯水池から 54MGD(24.5 万 m³/日)の水をロウガ貯水池に流入させ、ロウガ貯水池の下流部でそれを含む 68MGD(30.9 万 m³/日)を取水及び送水している。取水及び送水は 2 つのポンプ場を介して行われているが、No.1 ポンプ場はポンプを稼働させずに自然流下で 14MGD(6.4 万 m³/日)の水を送水している。No.2 ポンプ場はポンプにより 54MGD(24.5 万 m³/日)を送水している。

(2) 浄水処理方法の検討

貯水池から供給される水道水の浄水処理方法につき、

- 3 貯水池のいずれにも導入が可能な処理方法としたい
- ジョビュー貯水池は平地が少ないため、大規模な処理施設の新規導入は不可能
- 将来的に凝集沈殿・急速砂ろ過処理への転換が可能なシステムにしておくほうが良い

などの観点から、直接ろ過法の実験装置を設置することにした。

直接ろ過法は凝集剤を注入して、原水中の懸濁物質を凝集処理した後、フロック形成を行わずにろ過処理するもので、広大な施設になる沈殿池を必要としない、凝集剤の注入率が少なく済むなどの利点があり、世界的に原水の濁度が低い場合に適した処理方法と評価されている。実験装置の外観を写真 2-81 と写真 2-82 に示した。写真中の口径の小さい実験装置がロウガ貯水池で使用された。これらの実験装置はすべて水資源水道局職員により制作された。

なお、専門家は直接ろ過に関する検討を C/P と行う際に、米国水道協会雑誌に掲載された直接ろ過に関する論文を提供し、それらを参考にしながら実験計画並びに実験結果を取りまとめた。

(提供論文)

1. “Pilot Plant Test of Direct Filtration”, C. A. Tate, J. S. Lang, H. L. Hutchinson, Jour.A.W.W.A., Vol.69, p.375 (July 1977)
2. “Direct Filtration”, R. L. Culp, Jour.A.W.W.A., Vol.69, p.379 (July 1977)
3. “Plant-Scale Comparison of Direct Filtration Versus Conventional Treatment of a Lake Erie Water”, G. P. Westerhoff, A. F. Hess, M. J. Barnes, Jour.A.W.W.A., Vol.72, p.148 (March 1980)



写真 2-81：ジョビュー貯水池の実験装置



写真 2-82：ロウガ貯水池の実験装置

(3) ジョビュー及びロウガ貯水池での実験

実験の開始にあたり、いずれの貯水池においても C/P は調査を実施する現場職員の任命及び組織体制の確立、直接ろ過装置の運転及び逆流洗浄のためのマニュアルなどを整備、設定したうえで実験を開始した。C/P は表 2-145 に示す項目を実験の確認ポイントとして挙げて実験を行った。

表 2-145：実験による確認項目

<p>Check Points Flow Rate Water Quality(turbidity, color, pH, temp) Visual inspection (filtered water & air Bubbles) Filter sand sieve analysis</p>

ジョビュー貯水池では日常的に停電が発生することから、実験への影響を回避するため、自家発電装置を設置し、週に1回～2回の頻度で実験を継続した。実験は2018年5月下旬から定常的に実施した。

ロウガ貯水池の実験装置は2018年10月から実験を開始した。実験で得られたデータを随時、解析・検討した結果、濁度の測定に問題があることが判明したため、それまでのデータを廃棄するとともに、新たな濁度計を入手して同年12月から実験を再開した。表 2-146 に2つの装置の実験条件を示した。

表 2-146 : 直接ろ過装置の実験条件

No.	Parameter	Gyophyu Filter	Hlawga Filter	Remarks
1	Type of filter	Gravity type	Gravity type	
2	Filter diameter	Ø 600 mm	Ø 300 mm	
3	Filtration velocity	150 m/day - 200 m/day	150 m/day - 200 m/day	
4	Filter media	Sand	Sand	
5	Size of media, U.C. & thickness	1 mm, U.C.=1.2, 1 m	0.86 mm, U.C.=1.1, 0.85 m	
6	Filter gravel & depth	2-5 mm = 50 mm 5-9 mm = 100 mm 9-16 mm = 100 mm 25 mm = 50 mm	2-5 mm = 50 mm 5-9 mm = 100 mm 9-16 mm = 100 mm 25 mm = 50 mm	
7	Available water height	1.2 m	1.2 m	
8	Type of washing	Air + Water	Air + Water	
9	Wash condition (water rate & washing time)	0.4-0.9 m/min & 15 min	0.4-0.8 m/min & 12 min	ACH = 3 ppm

1) ジョビュー貯水池

ジョビュー貯水池での実験は111回行い、それらの結果を表 2-147 と表 2-148 に示した。表に示した原水及び処理水の濁度は毎回の実験において測定した濁度の平均を示している。なお、1回の実験は実験装置の水頭が1.2m程度に増加した時点で終了した。いくつかの実験は担当者の判断で終了した。

表 2-147 : ジョビュー貯水池における実験結果 (1)

Date	Run	Turbidity (NTU)		Head (Final)	Running time (hr)	Head loss Increase Rate (m/hr)	Filtration Rate Average (m/h)	Head loss Increase Coefficient
		Raw	Clear					
25.5.2018	R1	2.1	0.25	0.95	14.00	0.068	5.167	0.013
26.5.2018	R2	3.62	0.3	1.12	7.50	0.149	4.708	0.032
28.5.2018	R3	2.1	0.25	0.62	11.50	0.054	4.708	0.011
31.5.2018	R4	2.45	0	1.1	6.50	0.169	4.292	0.039
4.6.2018	R5	1.75	0	1.1	8.83	0.125	4.042	0.031
7.6.2018	R6	3.55	0.63	1.1	13.50	0.081	4.125	0.020
13.6.2018	R7	1.3	0.17	0.54	4.50	0.120	4.271	0.028
16.6.2018	R8	0.87	0	1.3	6.50	0.200	3.875	0.052
22.6.2018	R9	1.18	0	0.75	14.58	0.051	4.292	0.012
28.6.2018	R10	0.69	0	1.3	15.92	0.082	4.708	0.017
3.7.2018	R11	1.1	0	1.3	13.67	0.095	4.292	0.022
5.7.2018	R12	0.6	0	1.3	12.67	0.103	5.33	0.019
9.8.2018	R13	1.56	0	1.21	36.00	0.034	5.33	0.006
15.8.2018	R14	2.36	0.08	1.21	18.00	0.067	5.33	0.013
21.8.2018	R15	2.07	0	1.21	25.00	0.048	5.33	0.009
24.8.2018	R16	1.67	0	1.21	23.00	0.053	5.38	0.010
27.8.2018	R17	1.36	0	1.21	22.50	0.054	5.04	0.011
30.8.2018	R18	1.5	0	1.21	27.00	0.045	5.25	0.009
3.9.2018	R19	2.28	0	1.21	26.00	0.047	5.25	0.009
7.9.2018	R20	2.53	0	1.21	28.00	0.043	5.50	0.008
10.9.2018	R21	1.3	0	1.21	28.50	0.042	5.38	0.008
14.9.2018	R22	1.9	0	1.21	25.00	0.048	5.54	0.009
17.9.2018	R23	1.3	0	1.21	16.00	0.076	5.42	0.014
21.9.2018	R24	1	0	1.21	24.00	0.050	5.67	0.009
26.9.2018	R25	2.88	0	1.21	15.50	0.078	8.98	0.009
4.10.2018	R26	2.97	0	1.21	9.00	0.134	8.83	0.015
7.10.2018	R27	2.45	0	1.21	13.50	0.090	7.25	0.012
8.10.2018	R28	3	0	1.21	12.00	0.101	6.84	0.015
11.10.2018	R29	1.91	0	1.21	9.00	0.134	7.17	0.019
14.10.2018	R30	1.47	0	1.21	9.33	0.130	6.94	0.019
17.10.2018	R31	1.8	0	1.21	12.00	0.101	6.88	0.015
21.10.2018	R32	1.67	0	1.21	8.00	0.151	7.00	0.022
24.10.2018	R33	2.5	0	1.21	13.50	0.090	6.83	0.013
27.10.2018	R34	2.67	0	1.21	12.50	0.097	6.33	0.015
30.10.2018	R35	2.33	0	1.21	11.50	0.105	6.46	0.016
2.11.2018	R36	2.27	0	1.21	12.00	0.101	6.29	0.016
5.11.2018	R37	3.11	0	1.21	10.00	0.121	7.04	0.017
11.11.2018	R38	2.97	0	1.21	13.50	0.090	5.96	0.015
17.11.2018	R39	2.16	0.26	1.21	12.50	0.097	6.33	0.015
20.11.2018	R40	2.26	0	1.21	10.50	0.115	6.58	0.018
23.11.2018	R41	2.5	0	1.21	9.00	0.134	6.88	0.020
26.11.2018	R42	2.16	0.26	1.21	9.00	0.134	6.88	0.020
4.12.2019	R43	4.7	0	1.21	10.00	0.121	6.63	0.018
7.12.2018	R44	3.2	0	1.21	10.00	0.121	7.25	0.017
10.12.2018	R45	4.62	0	1.21	10.50	0.115	6.96	0.017
14.12.2018	R46	1.76	0	1.21	10.50	0.115	7.00	0.016
18.12.2018	R47	1.5	0	1.21	11.00	0.110	6.96	0.016
22.12.2018	R48	0.98	0	1.21	10.00	0.121	6.79	0.018
25.12.2018	R49	0.9	0	1.21	10.00	0.121	6.75	0.018
28.12.2018	R50	1.66	1.45	1.21	11.00	0.110	6.56	0.017
31.12.2018	R51	2.01	0	1.21	11.00	0.110	6.75	0.016
12.1.2019	R52	0.95	0	1.21	12.00	0.101	6.67	0.015
18.1.2019	R53	0.86	0	1.21	12.00	0.101	7.08	0.014
19.1.2019	R54	0.93	0	1.21	12.00	0.101	6.88	0.015
21.1.2019	R55	0.73	0	1.21	11.50	0.105	6.88	0.015
24.1.2019	R56	1.49	0	1.21	12.00	0.101	7.25	0.014
27.1.2019	R57	1.57	0	1.21	12.00	0.101	7.15	0.014
30.1.2019	R58	2.54	0	1.21	12.00	0.101	7.15	0.014
3.2.2019	R59	1.26	0	1.21	12.00	0.101	7.15	0.014
6.2.2019	R60	1.31	0	1.21	12.00	0.101	7.15	0.014

表 2-148 : ジョビュー貯水池における実験結果 (2)

Date	Run	Turbidity (NTU)		Head (Final)	Running time (hr)	Head loss Increase Rate (m/hr)	Filtration Rate Average (m/h)	Head loss Increase Coefficient
		Raw	Clear					
9.2.2019	R61	1.59	0	1.21	12.00	0.101	7.15	0.014
13.2.2019	R62	1.91	0	1.21	12.00	0.101	7.15	0.014
16.2.2019	R63	1.86	0	1.21	12.00	0.101	7.15	0.014
19.2.2019	R64	3.74	0	1.21	12.50	0.097	7.15	0.014
22.2.2019	R65	3.21	0	1.21	11.50	0.105	7.15	0.015
25.2.2019	R66			1.21	11.00	0.110	6.64	0.017
28.2.2019	R67			1.21	14.00	0.086	6.96	0.012
6.3.2019	R68	3.39	0.3	1.21	12.50	0.097	6.88	0.014
9.3.2019	R69	2.9	0.44	1.21	13.25	0.091	6.72	0.014
12.3.2019	R70	3.9	0	1.21	11.00	0.110	6.67	0.016
15.3.2019	R71	3.49	0.49	1.21	12.00	0.101	6.44	0.016
18.3.2019	R72	2.73	0.05	1.21	11.50	0.105	6.710	0.016
21.3.2019	R73	2.393	0.08	1.21	13.00	0.093	6.300	0.015
25.3.2019	R74			1.21	12.00	0.101	6.590	0.015
28.3.2019	R75			1.21	11.00	0.110	6.350	0.017
31.3.2019	R76			1.21	12.50	0.097	6.547	0.015
3.4.2019	R77	5.43	1.49	1.21	11.00	0.110	6.480	0.017
6.4.2019	R78	4.93	1.25	1.21	11.00	0.110	6.700	0.016
10.4.2019	R79	5.88	1.16	1.21	13.00	0.093	6.500	0.014
13.4.2019	R80	6.01	1.26	1.21	12.50	0.097	6.540	0.015
17.4.2019	R81	5.84	1.12	1.21	12.50	0.097	6.550	0.015
20.4.2019	R82	4.79	1.14	1.21	13.00	0.093	6.830	0.014
23.4.2019	R83			1.21	11.50	0.105	4.920	0.021
24.4.2019	R84			1.21	13.00	0.093	6.375	0.015
27.4.2019	R85			1.21	12.00	0.101	6.580	0.015
30.4.2019	R86			1.21	12.00	0.101	6.670	0.015
4.6.2019	R87	2.21	0.12	1.21	11.00	0.110	5.796	0.019
7.6.2019	R88	2.72	0.17	1.21	7.50	0.161	5.846	0.028
10.6.2019	R89	2.47	0.12	1.21	10.50	0.115	6.083	0.019
13.6.2019	R90	1.61	0	1.21	11.00	0.110	6.271	0.018
16.6.2019	R91	1.95	0.06	1.21	11.50	0.105	6.142	0.017
19.6.2019	R92	1.51	0	1.21	11.50	0.105	5.888	0.018
22.6.2019	R93	2	0	1.21	11.50	0.105	6.104	0.017
25.6.2019	R94	3.16	0	1.21	11.50	0.105	5.885	0.018
28.6.2019	R95	1.37	0.01	1.21	14.50	0.083	7.354	0.011
1.7.2019	R96	1.51	0	1.21	13.50	0.090	5.917	0.015
4.7.2019	R97	2.77	0	1.21	14.00	0.086	6.129	0.014
7.7.2019	R98	2.2	0.03	1.21	13.50	0.090	6.117	0.015
10.7.2019	R99	2.14	0	1.21	14.50	0.083	5.8375	0.014
13.7.2019	R100	1.8	0.04	1.21	14.50	0.083	5.9125	0.014
16.7.2019	R101	1.88	0	1.21	14.50	0.083	6.175	0.014
19.7.2019	R102	2.9	0.04	1.21	14.00	0.086	6.292	0.014
22.7.2019	R103	2.27	0.07	1.21	14.00	0.086	5.9875	0.014
25.7.2019	R104	1.72	0	1.21	14.00	0.086	6.1167	0.014
28.7.2019	R105	1.84	0.03	1.21	14.50	0.083	6.1333	0.014
31.7.2019	R106	2.79	0.06	1.21	14.50	0.083	6.0875	0.014
3.8.2019	R107	1.35	0	1.21	14.00	0.086	5.9375	0.015
6.8.2019	R108	2.51	0.03	1.21	14.50	0.083	6.3425	0.013
8.8.2019	R109	2.22	0.09	1.21	14.00	0.086	6.0000	0.014
10.8.2019	R110	2.85	0.11	1.21	13.50	0.090	6.0583	0.015
13.8.2019	R111	1.44	0.39	1.21	15.50	0.078	5.9833	0.013

図 2-109 にすべての実験における原水及び処理水の濁度を示した。原水の濁度は乾季の後半である 4 月に増加しており、高い濁度が継続的に数回観測されている。その後、通常の低い濁度に減少した。処理水の濁度は原水の濁度が高い時期に増加した。

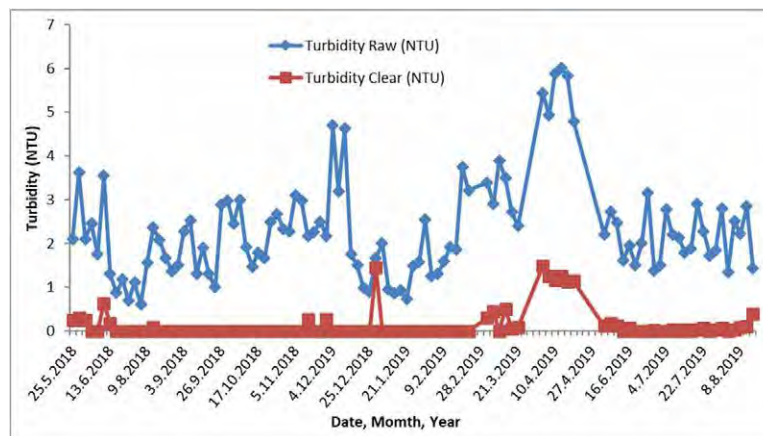


図 2-109 : ジョビュー貯水池における濁度の測定結果

2) ロウガ貯水池

ロウガ貯水池での実験は2018年10月6日から2019年4月30日の間に47回の実験を実施した。1回の実験は水頭が1.1m増加した時点で終了した。いくつかの実験は担当者の判断で終了した。実験は合計で47回行い、すべての結果を表2-149に示した。表中の濁度はそれぞれの実験における平均の濁度である。

表 2-149: ロウガ貯水池における実験結果

Date	Run	Turbidity (NTU)		Head (Final)	Running time (hr)	Head loss Increase Rate (m/hr)	Filtration Rate Average (m/h)	Head loss Increase Coefficient
		Raw	Clear					
6.10.2018	R1	0.68	0.46	1.2	32.00	0.038	7.417	0.005
12.10.2018	R2	0.58	0.37	1.2	45.00	0.027	7.000	0.004
15.10.2018	R3	1.19	0.89	1.2	18.00	0.067	8.042	0.008
1.1.2019	R4	2.2	0	1.2	40.00	0.030	7.687	0.004
4.1.2019	R5	1.3	0	1.2	20.00	0.060	7.617	0.008
7.1.2019	R6	1.12	0	1.2	22.00	0.055	5.167	0.011
9.1.2019	R7	0.93	0	1.2	28.00	0.043	7.770	0.006
12.1.2019	R8	0.99	0.05	1.2	26.00	0.046	7.898	0.006
15.1.2019	R9	2.49	0.16	1.2	31.00	0.039	8.180	0.005
17.1.2019	R10	2.99	1.05	1.2	30.00	0.040	7.833	0.005
19.1.2019	R11	2.85	0.375	1.2	24.00	0.050	7.839	0.006
20.1.2019	R12	2.6	0.475	1.2	34.00	0.035	7.82	0.005
23.1.2019	R13	2.95	0.22	1.2	27.00	0.044	7.68	0.006
25.1.2019	R14	1.23	0	1.2	22.00	0.055	8.09	0.007
26.1.2019	R15	1.86	0	1.2	33.00	0.036	8.11	0.004
28.1.2019	R16	2.64	0.095	1.2	31.00	0.039	7.42	0.005
30.1.2019	R17	1.89	0.179	1.2	36.00	0.033	8.04	0.004
1.2.2019	R18	1.29	0.17	1.2	21.00	0.057	8.13	0.007
2.2.2019	R19	1.6	0.26	1.2	28.00	0.043	8.13	0.005
5.2.2019	R20	1.73	0.241	1.2	33.00	0.036	8.02	0.005
6.2.2019	R21	1.35	0.12	1.2	22.00	0.055	7.93	0.007
9.2.2019	R22	1.3	0.167	1.2	29.00	0.041	7.27	0.006
10.2.2019	R23	1.65	0.186	1.2	17.00	0.071	7.83	0.009
12.2.2019	R24	2.1	0	1.2	21.00	0.057	7.27	0.008
17.2.2019	R25	2	0.4	1.2	26.00	0.046	7.75	0.006
1.3.2019	R26	3.6	0.3	1.2	30.00	0.040	7.99	0.005
1.3.2019	R27	3.67	0.4	1.2	31.00	0.039	7.99	0.005
13.3.2019	R28	0.99	0.004	1.2	22.00	0.055	7.36	0.007
14.3.2019	R29	1.35	0.11	1.2	33.00	0.036	7.49	0.005
16.3.2019	R30	1.36	0.06	1.2	20.00	0.060	7.54	0.008
17.3.2019	R31	1.92	0.145	1.2	23.00	0.052	8.11	0.006
18.3.2019	R32	1.2	0.3	1.2	37.00	0.032	8.00	0.004
20.3.2019	R33	0.88	0.077	1.2	19.00	0.063	7.66	0.008
21.3.2019	R34	1.41	0.075	1.2	36.00	0.033	7.91	0.004
27.3.2019	R35	0.84	0.025	1.2	34.00	0.035	7.87	0.004
29.3.2019	R36	1.14	0	1.2	18.00	0.067	7.88	0.008
1.4.2019	R37	2.47	0.0025	1.2	12.00	0.100	8.00	0.013
4.4.2019	R38	0.82	0.002	1.2	13.00	0.092	7.69	0.012
19.4.2019	R39	1.19	0	1.2	10.00	0.120	7.69	0.016
20.4.2019	R40	0.73	0.05	1.2	20.00	0.060	7.70	0.008
21.4.2019	R41	1.11	0	1.2	23.00	0.052	7.59	0.007
22.4.2019	R42	1.07	0.05	1.2	14.00	0.086	7.62	0.011
23.4.2019	R43	0.84	0	1.2	19.00	0.063	7.63	0.008
24.4.2019	R44	1.37	0.02	1.2	34.00	0.035	7.52	0.005
26.4.2019	R45	1.26	0	1.2	27.00	0.044	7.88	0.006
29.4.2019	R46	1.14	0	1.2	27.00	0.044	7.78	0.006
30.4.2019	R47	1.7	0	1.2	19.00	0.063	7.60	0.008

すべての実験における原水及び処理水の濁度を図 2-110 に示した。実験を行った期間の原水の濁度は 4 NTU 以下で、濃度に大きな変化は認められなかった。濁度は乾季の後半である 4 月に幾分増加し、少し増加した濁度が数回観測されたものの、その後に通常の低い濁度に減少した。処理水の濁度は原水の濁度が高い時期に少し増加した。ジョビュー貯水池での実験で観察された 4 月に濁度が増加する現象は、ロウガ貯水池での実験では観察されなかった。

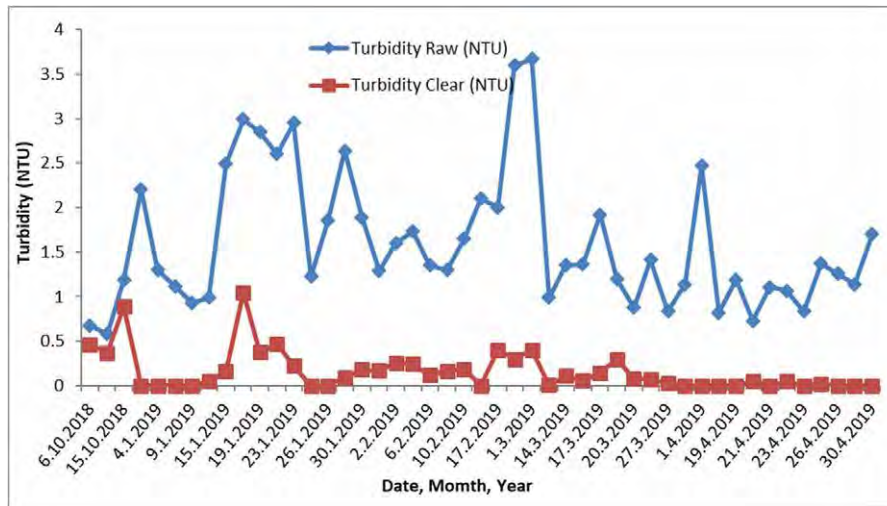


図 2-110：ロウガ貯水池にける濁度の測定結果

3) ジョビュー貯水池、ロウガ貯水池の原水中のマンガン濃度

ジョビュー貯水池、ロウガ貯水池の原水中の総マンガン濃度及び溶存マンガン濃度を、貯水池の水位が低下する 2019 年の 3 月と 4 月に測定した。ミャンマー国のマンガンに係る水質基準は 0.4mg/L であるが、0.05mg/L 以上のマンガンイオンが消毒剤の塩素で酸化された場合、水道水の色度が高くなることが知られている。

3 月と 4 月に採水した両貯水池の原水について、孔径が 0.45 μ m のメンブレンフィルターを用いてろ過したサンプルと、ろ過していないサンプル水のマンガン濃度を測定した。ろ過したサンプル水に含まれているマンガンは溶存性のマンガンを、ろ過していないサンプル水に含まれるマンガンは溶存性のマンガンと不溶解性のマンガンの合計の濃度（総マンガン濃度）を測定することができる。測定結果は表 2-150 に示したもので、4 月に採水したジョビュー貯水池の原水に、溶解性マンガンを 0.31mg/L、総マンガンを 0.38mg/L 検出された。

3 月に採水した両貯水池原水及び 4 月に採水したロウガ貯水池原水の総マンガン濃度は 0.1mg/L から 0.13mg/L であり、溶解性マンガンの最大濃度は 0.045mg/L であった。不溶解性のマンガンは直接ろ過処理で除去できるため濃度が高くても問題は発生しない。また、この範囲の濃度の溶解性マンガンは、塩素によって着色する程度も低く、水道水質に与える影響はほとんどないと考えられる。

ジョビュー貯水池で 4 月に採水した原水に高い溶解性マンガンが検出された理由は不明である。4 月は乾季の後半であり、貯水池水の水位が低下し、低層水を取水することになる。このような低層水では、溶存酸素が不足するため、底泥に含まれる酸化された金属類が還元され、溶存性の金属イオンとして水中に溶け出すことが知られている。この現象がジョビュー貯水池で生じている可能性がある。今後、両貯水池原水の溶解性マンガンを定期的に測定し、溶解性マンガンの年間を通じた挙動を理解することが求められる。

溶解性マンガンの塩素処理による着色の問題を回避する方法として、①貯水池水の溶解性マンガン濃度が高くなることを防止する方法、②溶解性マンガンを高い濃度で含む層からの取水を回避する方法、③原水に含まれる溶解性マンガンを除去する方法、④塩素注入量をマンガンが着色しないように制御する方法、などがある。今後、溶解性マンガンに対する対応方法、処理方法を総合的に検討し、適切な対策を計画することが必要である。

表 2-150 : ジョビュー貯水池及びロウガ貯水池の原水中のマンガン濃度

Reservoir	25 th , March		29 th , April	
	Gyophyu	Hlawga	Gyophyu	Hlawga
Dissolved	0.045 mg/L	0.003 mg/L	0.307 mg/L	0.002 mg/L
Total	0.106 mg/L	0.127 mg/L	0.379 mg/L	0.129 mg/L

4) 直接ろ過池の逆流洗浄条件の検討

実験に用いた直接ろ過池の逆流洗浄（逆洗）は空気と水の逆洗を併用した。両方の逆洗条件は表 2-146 に示したもので、直接ろ過池の逆洗条件として適切かどうかを調査した。調査は逆流洗浄排水を一定の間隔で採水し、濁度の変化を調べた。

逆洗方法はろ過池内の水位をろ過砂の上部 20cm まで低下させたのち、空気洗浄を 2 分間行った。その後空気洗浄と水洗浄を 5 分間併用したのち、空気洗浄を停止し、水逆洗を継続した。オーバーフロー管から流れ出した洗浄排水を 1 分ごとに採水した。調査結果の一例を図 2-111 に、サンプル水の外観を写真 2-83 に示した。洗浄排水濁度は約 700NTU まで増加したのち減少し、8 分後には 2NTU になった。この結果から、直接ろ過池は効果的に逆洗できており、洗浄の条件は適切であると判断した。

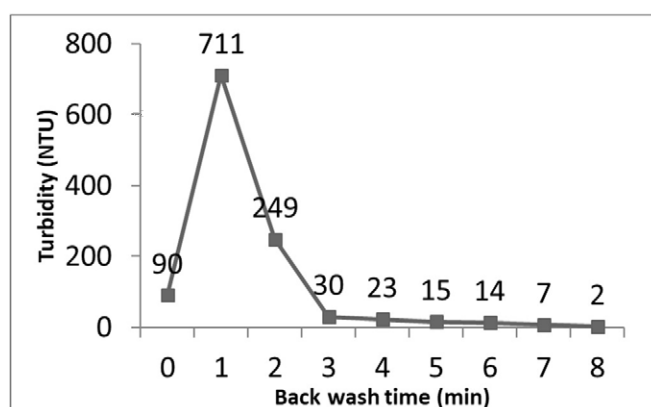


図 2-111 : 直接ろ過実験での洗浄排水濁度の測定結果



写真 2-83 : 洗浄排水の外観

以上の通り、直接ろ過法は、WRAWSA が水源として使用する貯水池の原水の処理方法に使用可能であることが評価された。一方で、原水に含まれるマンガンイオンの処理や、実際の施設の設計

に必要な基本的な設計パラメータの確認など課題が残っている。パイロット直接経過を使用した調査結果は、今後の課題を含めて報告書にまとめられ、この活動は完了した。

3-7 水質管理の活動計画の策定・実施支援を行う

3-7-1 水質管理の5年・10年の活動計画を作成する

水質管理の活動計画（中期計画）の原案を水質モニタリングと水質管理（浄水処理）に分けて作成した（付属資料 6.C 参照）。計画項目は以下の通りである。

(1) 水質モニタリング

実施項目

水質モニタリングに係る水質管理計画における実施項目は、以下のとおりである。

- ✓ 市内給水栓モニタリング組織の確立
- ✓ 水源における水質管理能力の向上
- ✓ 中央水質ラボの能力向上
- ✓ 新浄水場の水質モニタリング能力強化

各優先項目に対し、以下を行う。

1. 市内給水栓モニタリング組織の確立
 - 中央水質ラボと T/S あるいは地域事務所の協力によるモニタリング組織の設立
 - 残留塩素モニタリング機材の調達
 - SOP の作成
 - T/S あるいは地域事務所職員に対するトレーニング方法の確立と、トレーニングの実施
 - 給水栓モニタリング計画の策定
 - モニタリング項目及びモニタリング地点、実施頻度の設定
2. 水源における水質管理能力の向上
 - ミニラボの能力向上
 - ミニラボの SOP 改定
 - 中央水質ラボによる巡回指導の実施
3. 中央ラボの能力向上
 - 原子吸光度計（AAS）による重金属測定の実施と SOP の整備
 - 標準測定法の導入
4. 新浄水場の水質モニタリング能力強化
 - 水質モニタリング項目及びモニタリング計画の検討
 - ラグンピンおよびココワ浄水場ラボの水質モニタリング組織設立
 - ラグンピンおよびココワ浄水場ラボ職員のトレーニング実施

長期的な能力向上

上記4つの項目に対し、以下の継続的な能力向上策を行う。

1. 市内給水栓モニタリングの継続実施

- 市内給水栓モニタリングの継続実施
 - T/S あるいは地域事務所職員へのトレーニング継続
 - 給水栓モニタリングの結果を水質管理の活動に反映させる
2. 水源水質管理能力強化の継続
 - ミニラボの技術向上と指導の継続
 - 水質モニタリングの結果を水源の水質改善に反映させる
 3. 水質データ分析能力の強化と、水質改善のための提言能力の強化
 - 定期水質レポートの作成と内容の充実
 - PR セクションとの共同による水質情報の公開
 - セミナー、学会等への参加
 4. 新浄水場の水質モニタリング能力強化
 - 新浄水場ラボの技術向上と指導の継続
 - 水質モニタリング結果を浄水場運転管理に反映させる

(2) 水質管理（浄水処理）

1. Nyaunghnapin 浄水水質の改善
 - 1) ろ過池で使用されているろ材の適切な仕様のろ材への取り換え
 - 2) ろ過池逆洗機能の適正化
 - 3) 沈殿池スラッジ排泥機能の回復
 - 4) 取水水量の適正化及び安定化（頻繁な取水量の変化の防止と過剰な浄水処理の防止）
 - 5) 浄水池の清浄性の確保
 - 6) Nyaunghnapin 浄水場における処理能力の余裕度の確保
2. 貯水池供給水の水質改善
 - 1) 浄水処理方法の検討
 - 2) 貯水池の水質保全
3. 水道水の消毒
 - 1) 水道水の塩素(次亜塩素酸ナトリウム)による消毒の実施、及び塩素消毒剤の適切な注入
4. 浄水場、塩素消毒施設等における適切な運転・維持管理
 - 1) 浄水場等における標準的な O&M 作業手順の確立、実行及び WRAWSA 内での技術情報の継承、及び標準操作手順書（SOP s）システムの確立
5. 配水区域内配水池での水質劣化の防止
 - 1) 配水池の清浄性の確保

3-7-2 5年活動計画の実施の一環として、優先的な活動を開始する

本プロジェクトの実施期間中に、以下の活動が開始された。

① 水質モニタリング

- 水質分析機材の能力向上

水資源水道局が 2018 年末に独自に導入した原子吸光光度計による金属類分析を実施するため、必要に応じた支援を行った。またこれまでに日本研修（広島県）に参加し、必要

な知識を習得している。

- 塩素処理実施に対応した、給水栓モニタリングの拡張

塩素消毒に関する TFT と協力し、モニタリング方法の検討を開始した。このための基礎データとして、イエグーポンプ場下流（貯水池給水区域）とニャンナピン浄水場下流（浄水場給水区域、South Dagon T/S の一部）の残留塩素の調査を行った。

② 水質管理

- 浄水場における沈殿池の改造

浄水場には全部で 24 池の沈殿池があり、その内 2 池の改造を終了した。改造は底部に堆積したスラッジの排泥を効率的に行えるようにしたもので、改造について評価したのち、他の沈殿池についても対応する予定である。

- 浄水場におけるろ過池の改善

当面のろ過池改善計画を図 2-112 に示した。

No.	Items	First Year	Second Year	Third Year
1.	Filter Sand purchase	→		
2.	Gravel purchase	→		
3.	Anthracite purchase	→	→	→
4.	Nozzle purchase		→	→
5.	Valves purchase			
	(A) Raw water Valves – 24"	→	→	
	(B) Clear water Valves – 24"	→	→	
	(C) Drain valves – 18"	→		
6.	Surface washing pipes		→	→
7.	Filter sand sieving		→	→
8.	Gravel sieving		→	→
9.	Valves replacement		→	→
10.	Structure repairing work		→	→
11.	Filter media replacement		→	→
12.	Test run & Data Record			→

図 2-112 : 当面の急速ろ過池改造計画

2.3. その他の活動

2.3.1. 国内支援委員会と合同調整委員会

(1) 国内支援委員会

国内支援委員は JICA、東京都水道局、福岡市水道局から構成される。国内支援委員は原則 1 年度に 1 回、現地参加した。第 3 回までは合同調整委員会に参加し、併せて日緬合同セミナー (MJJS)

を実施した。2017年度以降の国内支援委員の現地業務は合同調整委員会と切り離して行うこととなった。2018年度の国内支援委員の派遣は中止し2019年度に再開した。国内支援委員を以下に示す。

表 2-151：国内支援委員リスト

所属	所属部課	氏名	担当業務
東京都水道局	西部建設事務所工事第一課長	谷口 博	水道経営計画・人材育成にかかわる助言
	北部支所 給水課長	茨木 延和	
	西部建設事務所工事第一課長	浜中 直樹	
	北部支所練馬営業所所長	永沼 紀明	財務／経営管理にかかわる助言
	世田谷営業所所長	高橋 尚之	
	墨田営業所所長	杉山 享	
	東部第一支所配水課課長	松野 孝夫	無収水対策技術（物理的ロス）の研修計画・マニュアル・机上研修等）にかかわる助言
	東部建設事務所工事第二課長	松葉 修	
	東部第二支所配水課長	青木 祐次	
	総務部主計課課長代理（決算調査担当）	稲川 直樹	補佐
総務部 企画調整課 課長代理（国際施策推進担当）	星野 敬雄		
福岡市水道局	総務部経営企画課主査 浄水部水質管理課水運用係長	松岡 賢 （代理 徳富 勇紀）	無収水対策技術（物理的ロス）のパイロット地区選定・配水管理区域・実地研修等）にかかわる助言
	浄水部管理課主査	伊香賀 耕平	無収水対策技術（非物理的ロス）・広報にかかわる助言
	総務部経営企画課	渡邊 桂三	
	浄水部高宮浄水場 浄水第一係長/場長	林 則幸	浄水処理／消毒技術にかかわる助言
	浄水部水道水質センター所長	木内 佳伸	水質管理技術にかかわる助言
	水道水質センター所長	木村 謙治（代理 赤木 浩一）	
	水道水質センター所長	木村 謙治	

(2) 合同調整委員会の全体スケジュールと議題

合同調整委員会の概要とメインテーマと実施手順イメージを以下に示す。合同調整委員会議事録を資料-6に添付する。

表 2-152 : 合同調整委員会の概要

回	日付	支援委員会の参加	テーマ	参加人数
1 st JCC	27~29, Jan. 2016	1 st ACS	Establish <u>Future Vision of Water Utility Management of YCDC</u> (Utility Financial Management, NRW and Water Quality Management)	Day1=67 Day2=78 Day3=70
2 nd JCC	25, Aug. 2016	No	Establish <u>New Organization</u>	108
3 rd JCC	30, 31 Jan, 1 Feb. 2017	2 nd ACS	Overview of <u>Planning and Rules</u> to guide actions of new organization for achievement of future vision	Day1=95 Day2=88 Day3=75
4 th JCC	7 Sept, 2017	No	Good <u>Governance</u> / Sustainable Utility and Management Improvement Plan	93
5 th JCC	26 Feb 2018	3 rd (separate)	Follow-up of <u>Improvement Actions</u> on-going	105
6 th JCC	10 Oct 2018	No	Finalization of <u>Mid-term plan</u> (2018-2020) of EDWS (WRAWSA)	116
7 th JCC	1 Mar 2019	No	Toward the Project Success and further growth to achieve EDWS (WRAWSA) Vision	137
8 th JCC	24 Oct 2019	No	Toward Sustainable <u>Human Resource Management</u>	103
9 th JCC	30 Jan 2020	4 th (separate)	The Result of <u>Terminal Evaluation</u> (Achievements, Evaluation, Recommendations and Lessons Learned of the Project)	91

Rules=Regulations, standards, guidelines, and manuals



図 2-113 : 合同調整委員会のメインテーマと実施手順イメージ

表 2-153：合同調整委員会及び国内支援委員現地業務の実績

タイトル	期間
第1回合同調整委員会（JCC）/第1回緬日合同セミナー	2016年1月27日～29日
第2回合同調整委員会（JCC）	2016年8月25日
第3回合同調整委員会（JCC）/第2回緬日合同セミナー	2017年1月30日～2月1日
第4回合同調整委員会（JCC）	2017年9月7日
第5回合同調整委員会（JCC）	2018年2月26日
第3回（その1）国内支援委員現地業務（成果2）/合同セミナー	2018年2月2日～6日
第3回（その2）国内支援委員現地業務（成果1）/合同セミナー	2018年2月21日～23日
第3回（その3）国内支援委員現地業務（成果3）/合同セミナー	2018年3月21日～23日
第6回合同調整委員会（JCC）	2018年10月10日
第7回合同調整委員会（JCC）	2019年3月1日
第8回合同調整委員会（JCC）	2019年10月24日
第9回合同調整委員会（JCC）	2020年1月30日
第4回（その1）国内支援委員現地業務（福岡市）/合同セミナー	2019年10月21日～24日
第4回（その2）国内支援委員現地業務（東京都）/合同セミナー	2020年1月15日～17日

(3) 国内支援委員及び JICA 職員の現地派遣実績

国内支援委員及び JICA 職員の現地派遣実績を以下に示す。

表 2-154：国内支援委員の現地派遣実績

所属	所属部課	氏名	担当業務	派遣期間
JICA	国際協力専門員/ 地球環境部次長	松本 重行	国内支援委員会総括 終了時評価調査団長	2020年1月（第9回JCC）
	地球環境部 水資源第一チーム 課長	岩瀬 誠	運営指導調査団長	2019年10月（第8回JCC）
	地球環境部 水資源第一チーム 職員	橋本 大樹	プロジェクト担当	2016年1月24日～29日（第1回JCC）
		中島 弘司	プロジェクト担当	2016年8月21日～26日（第2回JCC） 2017年1月26日～2月2日（第3回JCC） 2017年9月（第4回JCC）
	新植 理沙	プロジェクト担当	2019年3月（第7回JCC） 2019年10月（第8回JCC） 2020年1月（第9回JCC）	
東京都水道局	西部建設事務所工事第一課長	谷口 博	水道経営計画・人材 育成にかかる助言	2016年1月24日～29日
	北部支所 給水課長	茨木 延和		2016年1月29日～2月1日
	西部建設事務所工事第一課長	浜中 直樹		2018年2月21日～23日 2020年1月15日～17日
	北部支所練馬営業所 所長	永沼 紀明	財務/経営管理にか かる助言	2016年1月24日～29日 2017年1月29日～1月30日
	世田谷営業所長	高橋 尚之		2018年2月21日～23日
	墨田営業所長	杉山 享		2020年1月15日～17日

所属	所属部課	氏名	担当業務	派遣期間
	東部第一支所配水課課長	松野 孝夫	無収水対策技術（物理的ロスの研修計画・マニュアル・机上研修等）にかかる助言	2016年1月24日～29日 2017年1月29日～2月1日
	東部建設事務所工事第二課長	松葉 修		2018年2月21日～23日
	東部第二支所配水課長	青木 祐次		2020年1月15日～17日
	総務部主計課課長代理（決算調査担当）	稲川 直樹	補佐	2016年1月24日～29日 2017年1月29日～2月1日
	総務部 企画調整課 課長代理（国際施策推進担当）	星野 敬雄	補佐	2017年1月29日～2月1日
福岡市水道局	総務部経営企画課主査 浄水部水質管理課水運用係長	松岡 賢	無収水対策技術（物理的ロスのパイロット地区選定・配水管理区域・実地研修等）にかかる助言	2016年1月24日～29日 2017年1月26日～2月1日
		（代理 徳富 勇紀）		2018年2月2日～6日
	浄水部管理課主査	伊香賀 耕平	無収水対策技術（非物理的ロス）・広報にかかる助言	2016年1月24日～29日 2017年1月26日～2月1日
	総務部経営企画課	渡邊 桂三		2018年2月2日～6日 2019年10月21日～24日
	浄水部高宮浄水場 浄水第一係長/場長	林 則幸	浄水処理／消毒技術にかかる助言	2016年1月24日～29日 2017年1月26日～2月1日 2018年3月21日～23日 2019年10月21日～24日
	浄水部水道水質センター 所長	木内 佳伸	水質管理技術にかかる助言	2016年1月24日～29日 2017年1月26日～2月1日
	水道水質センター所長	木村 謙治（代理 赤木 浩一）		2018年3月21日～23日
	水道水質センター所長	木村 謙治		2019年10月21日～24日

国内支援委員会及び JICA からの発表内容（2016 年 1 月～2020 年 1 月まで）を以下に示す。

表 2-155：国内支援委員会及び JICA からの発表内容

タイトル	所属	実施時期
1. 日本の水道の経営管理システム 日本の地方公営企業の独立経営の実態について、一般行政と水道事業の違い、水道事業に関する国との関係、地方公営企業制度の概要、④地方公営企業の財務会計（会計方式の特色）	東京都 永沼委員	2016 年 1 月
2. 水道経営計画と人材育成 経営計画、人材育成、水道事業に必要な基準・マニュアル類、効率的な水道経営のための中長期計画の策定や業務指標による進行管理、人材育成や基準・マニュアル類の整備	東京都 谷口委員	2016 年 1 月
3. 東京都の無収水対策 東京都の漏水防止関連部署の業務内容、東京都の漏水防止作業の概要、漏水防止に関わる研修、東京都の漏水防止対策事例	東京都 松野委員	2016 年 1 月
4. 漏水対策 漏水の原因、計画、設計、調達、建設、維持管理における漏水対策	福岡市 松岡委員	2016 年 1 月
5. 福岡市の非物理的無収水対策 福岡市の料金徴収システム、請求方法、給水装置設置資格、顧客コールセンター、料金徴収の重要性（料金徴収フロー、メータ検針間隔・誤差、未納者への給水停止、マニュアル）、広報の重要性	福岡市 伊香賀委員	2016 年 1 月
6. 水質管理と浄水プロセス、維持管理の重要性 飲料水の汚染、水道水源管理、各処理プロセス、予防保全の重要性	福岡市 林委員	2016 年 1 月
7. 水安全計画	福岡市	2016 年 1 月

タイトル	所属	実施時期
水道への要求、水安全計画について (HACCP)、福岡市の水安全計画、YCDC への適応アドバイス	木内委員	
8. JICA の他プロジェクトにおける無収水対策の成功と課題/教訓 持続可能な水道事業への課題、カンボジア地方給水への支援事例 9. JICA 技術協力プロジェクトの無収水削減への教訓 インド国ゴアの事例、サモアにおける事例	JICA 橋本氏	2016年1月
10. 公正な水道業務の執行と独立採算制について 「予算、決算(固定資産)、契約、支払、人事、料金改定、料金請求」などの根拠、校正と効率的な業務の執行、独立採算制の適用	東京都 永沼委員	2017年1月
11. 中期経営計画及び給水条例の必要性や計画の策定・実行過程 中期(3-5年)経営計画の立案と実行、法令、基準、マニュアル類	東京都 茨木委員	2017年1月
12. 東京都の無収水対策 東京都における過去の無収水削減計画とその成果、管路の更新事業実施時における諸規程	東京都 松野委員	2017年1月
13. パイロットプロジェクトを通じた無収水対策 作成されるべき規則と基準、獲得されるべき技能・技術、技能・技術の普及方法、研修プログラムの提案、YCDC の短期改善計画	福岡市 松岡委員	2017年1月
14. 福岡市における非物理的ロス対策 福岡市の現状(検針業務と未納整理業務)、検針業務(根拠、手順)、未納整理業務(給水停止の根拠と手順)、広報	福岡市 伊香賀委員	2017年1月
15. 浄水場の設計と維持管理 設計指針及び福岡市の事例、問題点及び改良案、水道維持管理指針事例、定期的な維持管理計画、水質管理、段階的な改善	福岡市 林委員	2017年1月
16. 水質モニタリング計画 水質管理、モニタリング計画、結果の評価と活用方法、アドバイス	福岡市 木内委員	2017年1月
17. 他の JICA 技術協力プロジェクトにおける計画と規則類に関連する成果 カンボジア国水道事業人材育成プロジェクト フェーズ3、ラオス国水道局事業管理能力向上プロジェクト、規則や計画作成時の要点	JICA 中島氏	2017年1月
18. 中期経営計画の策定 策定プロセス、重点活動の選定、予算配分・調整など	東京都 浜中委員	2018年2月
19. 水道条例の供給規定 供給規定にかかる東京都の事例紹介、各項目の重要性や必要性、内容など	東京都 浜中委員	2018年2月
20. 人材育成の実施体制 人材育成の実施体制にかかる東京都における事例紹介、人材育成計画、研修講師の育成、研修ニーズの把握、専門職の認定制度など	東京都 浜中委員	2018年2月
21. 財務所管部署の業務、固定資産管理、固定資産会計 独立採算制を念頭に置いた場合の業務内容、予算統制や料金改定、固定資産管理および固定資産会計にかかる東京都の事例紹介など	東京都 高橋委員	2018年2月
22. 業務分掌、業務要領、業務効率化・サービス向上、苦情への対応 本局と営業所における業務分掌、年間活動の関わり、業務要領、業務効率化およびサービス向上の取り組み、苦情への対応(対顧客、対水道局)、苦情データの蓄積、統計化・分析など	東京都 高橋委員	2018年2月
23. 広報(出前講座、学校プログラムなど) 広報活動に係る福岡市の事例紹介、学校プログラムおよびその他広報活動など	福岡市 渡邊委員	2018年2月
24. 塩素処理施設の運転管理・安全管理 塩素消毒施設の管理、運転体制(管理、運転に携わる組織と分掌している責任役割)、塩素消毒導入の際のプロセス、手順など	福岡市 林委員	2018年3月
25. 水質管理モニタリング 水質モニタリング結果の反映方法(水源管理、浄水場の運転管理、配水施設の維持管理)など	福岡市 赤木委員(代理)	2018年3月
26. 水道条例案にかかるワークショップ ・セッションA: 給水装置に関する分野(プレゼン実施) ・セッションB: 料金徴収に関する分野(プレゼン実施) ・セッションC: その他条例案全体に関する項目 ・各分野での協議成果の取りまとめ、幹部報告・議論	福岡市 木村委員 林委員 渡邊委員 松岡委員	2019年10月

タイトル	所属	実施時期
27. 成果①に関する分野 計画（経営計画）、PIs、条例・ガイドライン・マニュアル、人材育成	東京都 浜中委員 (杉山委員・青木委員)	2020年1月 備考:()は 補佐役
28. 成果①に関する分野 財務、顧客サービス・PR	杉山委員	
29. 成果②に関する分野 無収水管理	青木委員（浜中委員）	
30. 成果③に関する分野 浄水と水質管理	(青木委員、浜中委員)	

2.3.2. セミナー・研修活動・定例会議の実績

(1) プロジェクト活動として実施したセミナー・研修

プロジェクトの全期間におけるセミナー及び研修の実績概要を次表に示す。詳細実績は資料-3. I、3. II にそれぞれ示す。

プロジェクト活動では、研修やセミナーの機会以外にも、定例会議等の場を活用し、専門家がミニセミナーを行ったり、C/P が各専門家から学んだ内容を整理して発表したり、様々な国外研修に参加した C/P がアクションプランを発表するような機会を設けることで、YCDC 職員全体の知識の向上に努めた。それらの発表のリストを資料-3. III に示す。

表 2-156 : セミナー・研修実績の要約

成果等の項目	セミナー		研修	
	回数	参加人数(累計)	回数	参加人数(累計)
成果 1-1 新組織	-	-	5回	66人
成果 1-3 顧客サービス	19回	292人	3回	42人
成果 1-4 モニタリング	1回	50人	24回	633人
成果 1-5 規定類策定	4回	57人	29回	1,192人
成果 1-6 財務管理	27回	685人	2回	19人-
成果 1-7 広報	1回	6人	1回	68人
成果 1-8 人材育成	23回	500人	48回	1,481人
成果 1-9 中期事業計画	1回	73人	10回	190人
成果 2 無収水管理	19回	465人	34回	420人
成果 3 水質管理	24回	483人	7回	91人
成果 3 水質分析	20回	295人	-	-
全体テーマ (ガバナンス、5S など)	17回	1,010人	-	-
合計	156回	3,916人	164回	4,267人

(2) 第三国及び本邦での研修

実施概要は下表のとおり。実施内容及び参加者リストを資料-3. IV に示す。

各研修の成果として、研修参加者は帰国後に今後の WRAWA の事業運営への提案を含む改善計画を取りまとめ CE に提出している。

表 2-157：プロジェクトで実施した国外研修の概要

関連成果	研修コース	実施機関	実施期間	参加者数
成果 1	1. 水道事業運営概要	MWA, タイ	2016年11月	10名
	2. 水道事業運営概要	PPWSA、カンボジア	2017年1月	10名
	3. 水道事業運営概要	東京都水道局	2018年1月	9名
成果 2	4. 配水・無収水管理、検針徴収管理	PPWSA、カンボジア	2017年10月	12名
成果 3	5. 浄水場の運転維持管理と水質管理	PPWSA、カンボジア	2018年3月	5名

第三国研修（第1期）

「水道事業経営」に関する研修コースを、タイ国とカンボジア国で、以下の2コースで実施した。近隣国でパフォーマンスの高い事業体の事例学習・情報収集することを目的としたものである。今後、水資源水道局が事業経営の改善を進める際の参考とできるよう、2コースの研修課題をほぼ同じとし、各トピックについての2つの事例が比較できる構成とした。研修結果をより積極的に自分たちの業務に活用し問題解決につなげるため、本研修を調査研究研修と位置づけた。参加者は、研修出発前から研修課題について準備し、帰国後は、具体的な成果（YCDCとの比較、実務への提言、改善提案等）を含む改善提案報告書を取りまとめた。第3国研修（第1期）の概要を以下に示す。

水道事業経営
<p>① 実施機関：タイ 首都圏水道局、地方水道局</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 研修内容：「水道事業経営」 概要コース（4日間）：経営形態、水道組織全体の活動、計画と事業モニタリング、固定資産管理、課題解決への取り組み（リーダーシップ等について）、基準・ガイドライン・マニュアル等の全体像、人材育成活動、水道事業への民間サービス（アウトソーシング等）の活用 ● 各論コース（2～5日間）：財務管理、水道事業計画、基準・ガイドライン・マニュアル、人材育成の各分野について各担当がOJTで研究 ● 実施期間：2016年11月21日～12月1日 ● 参加者：10名（DYCE、ACE、EE、各分野担当者） ● 研修費：委託費 約9,200米ドル＋参加者旅費
<p>② 実施機関：カンボジア プノンペン水道公社（PPWSA）、工業手工芸省</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 研修内容：「水道事業経営」 概要コース（4日間）：経営形態、水道組織全体の活動、計画と事業モニタリング、課題解決への取り組み（リーダーシップ等について）、基準・ガイドライン・マニュアル等の全体像、人材育成活動 ● 各論コース（2～3日間）：財務管理、水道事業計画、基準・ガイドライン・マニュアル、人材育成の各分野について各担当がOJTで研究 ● 実施期間：2017年1月15日～26日 ● 参加者：10名（CM、CE、ACE、EE、各分野担当者） ● 研修費：委託費 約10,700米ドル＋参加者旅費

第三国研修（第2期）

「配水管理・無収水管理/料金徴収」に関する研修コース、および「水質管理モニタリング/浄水場維持管理」に関する研修コースを別々にカンボジア国で実施した。近隣国でパフォーマンスの高い事業体であるプノンペン水道公社を対象に、事例学習・情報収集することを狙ったものである。研修結果をより積極的に自分たちの業務に活用し問題解決につなげるため、双方とも本研修を調査研究研修と位置づけた。参加者は第1期と同様、研修出発前から研修課題について準備し、帰国後は具体的な成果（YCDCとの比較、実務への提言、改善提案等）を含む改善提案報告書

を市長に提出するものとした。第3国研修（第2期）の概要を以下に示す。

研修機関：	カンボジア プノンペン水道公社 (PPWSA)
実施期間：	「配水管理・無収水管理/料金徴収」コース 2018年9月25日～10月7日（移動日含む）
参加者：	YCDC 水資源水道局幹部職員および担当者
研修内容：	<ul style="list-style-type: none"> ② 無収水対策（無収水管理戦略、無収水管理の組織体制、予算管理、経営層から見た無収水管理実施の課題、無収水削減の歴史、無収水削減計画、実行計画、配管工事の検査体制、GIS、規程・基準・マニュアル） ③ 水道料金の改定 ④ 現場実習（漏水管理・漏水探査、無収水削減のOJT研修） ⑤ メータ検針、料金徴収、未納者対策、顧客管理 ⑥ （メータ仕様、検針方法、料金徴収プロセス、リーダーシップの重要性、違法接続、顧客管理） ⑦ 現場視察（顧客データセンター、支店/営業所）

研修機関：	カンボジア プノンペン水道公社 (PPWSA)
実施期間：	「水質管理モニタリング/浄水場維持管理」コース 2018年2月13日～2月22日（移動日含む）
参加者：	YCDC 水資源水道局幹部職員および担当者
研修内容：	<ul style="list-style-type: none"> ① 浄水処理と水質管理モニタリング（標準作業手順書、塩素処理、サンプリング、データ処理・報告、モニタリングプロセス、品質管理） ② 運転維持管理（浄水場、貯水池、フロック形成、凝集沈殿、ろ過、汚泥処理に関する標準作業手順書、運転維持管理計画） ③ 施設・設備更新に関する長期計画 ④ 現場視察（浄水場、水質検査室）

本邦研修

「水道事業経営」に関する研修コースを、国別研修として日本で実施した。水資源水道局の幹部職員を対象に独立採算の水道事業のイメージをインプットすることをコンセプトとした。公営企業制度のもとで、大都市の水道事業が良好に運営されている仕組みを理解し、水資源水道局に必要なアクションについて検討する機会となることを期待したものである。第三国研修と同様、研修結果をより積極的に自分たちの業務に活用し問題解決につなげるため、調査研究研修と位置づけた。参加者は研修出発前から研修課題について発表を準備し、研修最終日には研修内容の振り返り協議・発表を行った。帰国後は、改善提案報告書として取りまとめ、市長に提出するものとした。本邦研修の概要を以下に示す。

研修機関：	東京都水道局
実施期間：	2018年1月23日～1月31日（移動日含む）
参加者：	YCDC 水資源水道局幹部職員
研修内容：	<ul style="list-style-type: none"> ① 水道事業体の組織形態、本局と出先機関の役割、各部署の役割と機能、人員、他部局との協力・連携 ② 計画的な水道経営、短・中・長期計画とその作成プロセス、担当部署の役割、国家計画・東京都全体計画との関連性 ③ 公営企業法の下での独立採算制の仕組み、地方自治体における権限、国の役割（国庫補助、起債）、資産管理 ④ 水道事業に係る行政・法令（厚労省、地方自治体、水道協会などの役割）、ビジョン・方針、主な法令・規程・基準 ⑤ 人材育成管理、人事管理、人材育成計画、各部署の役割、研修制度、インセンティブ、OJT、人事考課制度、報奨制度 ⑥ 議題解決の方法（東京都水道局の事例）

(3) 第三国及び本邦でのセミナー、会議出席等

主要な C/P の海外でのセミナーや会議出席についてもプロジェクトで支援を行った。海外でプロジェクトの成果や活動について発表することは、C/P が自らの活動の意義を再確認する貴重な機会となった。発表資料について資料-3.V に添付する。

表 2-158：プロジェクトで支援した国外セミナー・会議への参加概要

No	時期	セミナー・会議名	開催地	発表者
1	2017 年 8 月	アジア地域上水道事業 幹部フォーラム	横浜	Ms. Hlaing Maw Oo (YCDC Secretary)
2.	2018 年 9 月	IWA 世界水会議	東京	Mr. Myo Thein (DYCE)
3.	2018 年 10 月	日本水道協会 全国研究発表会	福岡	Mr. Zaw Oo (AE)
4.	2019 年 11 月	日本水道協会 全国研究発表会	函館	Ms. Khin Zin Mar Myint (Assistant Officer), Mr. Zin Min Latt (SAE)
5.	2020 年 2 月	P2P 会議	プノンペン	Ms. Thin Thin Soe (ACE), Ms. Yu Yu Hla Baw (EE)

(4) 定例会議実績

第 1 期には、週例会議に加え月例会議を実施した。第 2 期には、C/P により各成果の活動が効果的に実施できるようになったため、発表、協議の機会を最適化し、定例会議を月 2 回開催とした。以下に実績を示す。詳細な実績は資料-4 に示す。

- 週例会議：35 回（のべ参加者 1,682 人）
- 月例会議：16 回、半月例会議：27 回（のべ参加者 2,121 人）

2.3.3. 重要課題運営委員会の実績

3 つの重要課題運営委員会（S/C）を設立し、継続して活動した。C/S の担当部署および C/P のアサイメントについては以下のとおりである。

表 2-159：S/C メンバーリスト

S/C1:無収水管理	議長：CE 副議長：DYCE2 執行委員(物理ロス)：ACE 執行委員(非物理ロス)：ACE 執行委員(規定、基準、ガイドライン、マニュアル)：EE, Daw Aye Aye Mar 幹事部課：無収水管理課 委員：各課の代表(無収水管理課、給水課、研究/設計課、顧客サービス課、財務課、管路維持管理課、地域事務所)、その他 CE が推薦
S/C2:計画	議長：CE 副議長：DYCE1 執行委員：ACE, Daw Thawe Naing Oo, EE, U Zaw Min 幹事部課：計画課 委員：各課の代表(計画課、無収水管理課、給水課、給水課、財務課、浄水課、地域事務所、水源部、水質モニタリング課)、その他 CE が推薦

S/C3:規定、基準、ガイドライン、マニュアル	議長：CE 副議長：DYCE3 執行委員：ACE, EE, Daw Aye Aye Mar 幹事部課：計画課 委員：各課の代表（計画課、無収水管理課、管路維持管理課、給水課、地域事務所、水源部）、その他 CE が推薦
-------------------------	--

S/C の実績を次表に示す。

表 2-160 : S/C 実績の要約

日程	議 題	参加人数
17. 7. 2017	Steering Committee 2	24
25. 7. 2017	Planning + Steering Committee 3	20
21. 8. 2017	Steering Committee 1 (Kick-off Meeting)	12
13. 9. 2017	Steering Committee 2	19
21. 9. 2017	Steering Committee 1 (NRW Management Meeting)	12
20. 10. 2017	Steering Committee 3 (SC3, WG3.1)	-
14. 12. 2017	Steering Committee 1	17
1. 12. 2017	Steering Committee 3, Water Supply Regulation (WG3-1)	13
15. 12. 2017	Steering Committee 3 (WG3-1)	-
19. 2. 2018	Steering Committee 3 (WG 3.1)	-
6. 3. 2018	Steering Committee 3 (WG 3.1)	-
28. 3. 2018	Steering Committee 1	25
19. 6. 2018	Steering Committee 2	22
26. 6. 2018	Steering Committee 3+ Finance	24
2. 8. 2018	Steering Committee 2+ Planning & Monitoring	20
10. 8. 2018	Steering Committee 3 (SG A&B)	-
16. 8. 2018	Steering Committee 1	27
31. 8. 2018	Steering Committee 3 (WG, SG A&B)	-
5. 9. 2018	Steering Committee 3 (SG B)	-
7. 9. 2018	Steering Committee 3 (SG A)	-
20. 9. 2018	Steering Committee 2	22
5. 10. 2018	Steering Committee 2	20
12. 12. 2018	Steering Committee 3 (SG A&B)	-
5. 3. 2019	Steering Committee 3 (WG 3.1, SG A&B Meeting)	13
12. 3. 2019	Steering Committee 3 Meeting	24
7. 6. 2019	Steering Committee 3 (WG - 3.1, SG A&B Meeting)	12
26. 8. 2019	Steering Committee 3 (SG A&B Meeting)	16
12. 9. 2019	Steering Committee 3 Meeting	17

2.3.4. ベースラインサーベイとエンドラインサーベイ

(1) ベースラインサーベイ

各成果別のベースラインサーベイ結果を付属資料 CD5 に示す。ベースラインではキャパシティ・アセスメント (CA) を実施した。CA は以下の 4 つの視点から実施した。CA は 5 段階で評価し数値化し評価を視覚化した。

レベル	技術能力	コア能力
組織	<p>成果チーム毎に準備された評価項目に従い、専門家とC/Pメンバーの協議により評価を実施した。</p> <ul style="list-style-type: none"> 組織 情報管理 マニュアル、SOP 	<p>統一した評価項目により実施した。専門家と部課長との協議により評価を行った。</p> <ul style="list-style-type: none"> 計画・進捗管理 予算と執行管理 職員の配置 情報共有
個人	<p>成果チーム毎に準備された質問票に各C/Pが回答及び個人インタビューにより評価を行った。</p> <ul style="list-style-type: none"> 各成果毎に必要な特定の技術能力を特定) 	<p>統一した評価項目に各C/Pが自己評価する方法により実施した。さらに、長所と改善すべき点を記載する。自己評価の後、上長が結果を確認した。</p> <ul style="list-style-type: none"> 意欲とリーダーシップ 管理能力 課題解決能力

キャパシティ・アセスメント結果については、各成果チームでベースライン調査の結果と合わせてプロジェクト開始時の現状として整理・分析し、ベースライン調査報告書とキャパシティ・アセスメント報告書(付属資料 CD5)を取りまとめた。

1) 技術能力・組織レベル

組織	<p>現状の水資源水道局の組織体制は、効率的とはいえない。現状の業務フロー、及び喫緊に解決すべき課題の必要性に沿って、計画、人材育成、無収水対策、水処理などを所管する新規部署の立ち上げを含め、水資源水道局は組織を再編する必要がある。</p>
情報管理	<p>既存施設・設備の情報が十分に管理されていない。仕様書や施設の完成図面が揃っておらず、日常の運転維持管理にきわめて重要な情報が不足している。さらに、組織全体として、業務記録が個人的に保管されていたり、蓄積されていない、定期的な報告書としてまとめられていないなどの課題がある。</p>
マニュアル、SOP	<p>マニュアル、SOP、技術基準等が限られている。ほぼ全ての分野で基準やマニュアル、SOPの策定が必要である。基準やマニュアルがある場合でも、水資源水道局の職員は内容を知らない、あるいは理解しておらず、業務に適用できていない。</p>

2) 技術能力・個人レベル

<p>シニア職員は、関連業務の経験が豊富で高い能力がある。彼らは実際の業務を通じて経験を蓄積し、実用的な知識を身につける。一方で、多くの分野において、責任業務の理論的な十分な知識や、関連する分野の幅広い知識は十分ではない。</p>

3) コア能力・組織レベル

全体として水資源水道局では、計画、予算の申請と執行、モニタリングの手続きが確立している。しかし、Sectionレベルの関与と情報共有が十分ではなく、権限が組織幹部に過度に集中している。Sectionレベルが計画や予算策定に関与できるよう権限が委譲されれば、効率性が高まる。

1. 事業計画・モニタリング	<p>水資源水道局では活動計画と予算計画が年度毎に策定されているが、年間活動計画は、主に Division レベルで作成されており、この内容は最終承認後に各 Section に十分に通知されていない。各 Section は年間活動計画を自ら策定するための能力向上が必要である。</p> <p>計画のモニタリングについては、Section 長以上のレベルが出席して、月例及び隔週の定例会議で進捗が共有されている。一方で、Section レベルでは、進捗や報告の結果が年間活動計画の更新や見直しにどう反映されているのか把握できていない。さらに進捗管理においては、データの提示方法や分析方法に課題があり、レポートの質の改善が必要である。</p>
2) 予算管理	<p>予算策定とその執行管理は定期的実施され、手続きが確立している。コア能力の内、最もスコアの高い分野である。予算執行権限は明確に定められているものの、決裁権限は組織内の幹部に集中しているため、幹部の承認なしに Section レベルで実施できる活動はほとんどないと言える。</p> <p>予算執行の状況は管理されているが、そのための書類が複雑で、文書作成と整理に多くの時間が割かれている。</p>
3) 人員	<p>ほとんどの部署で、必要十分な能力の職員が不足している。担当業務に対して職員数が不足している、業務に関連する知識が足りない、経験豊富な労務者が引退する、非正規職員である若手の WA や Flat の離職率が高いといった課題がある。さらにほとんどの Section は明確に業務分掌が定められていない。</p>
4) 情報共有	<p>組織内上下の情報伝達：各 Section の業務進捗を確認するため、Section 長以上が出席した定例会議がもたれている。重要な情報は定例会で共有されるが、年間活動計画等も含め、報告や情報共有は口頭で行われるため、後に文書で確認することができない。</p> <p>Section 内部の情報伝達：小規模の Section は職員間で密な情報共有を行っていることが多い一方で、人数の多い Section については、特に SAE レベル以下の職員に対して情報が十分に伝達されていない。</p> <p>Section 間の情報共有：全体会議などの公的な場に限られる傾向がある。全体会議以外には、業務に関連する部署間で情報を共有する場は設けられていない。特に本部外にある部署においては、他部署との情報共有・伝達に課題が多い。</p>

4) コア能力・個人レベル

1) 意欲・リーダーシップ	<p>ほとんどの職員が職位に関わらず他の項目よりも高く自己評価している。若手職員は、新たに学んだ内容を実際に現場に適用することが難しいと感じているが、これは実地経験が少ないためと考えられる。</p>
2) 管理能力	<p>管理能力は日常業務の経験を経て蓄積されていくと考えられ、若手職員は、計画の策定や業務計画に沿った業務遂行に不慣れであると評価される。職位の高いものであっても、「報告書の作成」には課題があり、これは、組織レベルで評価された「業務報告の質の改善が必要」という結果に一致する。報告書の作成については、個人レベルでも組織レベルでもその質を改善すべき項目である。</p>

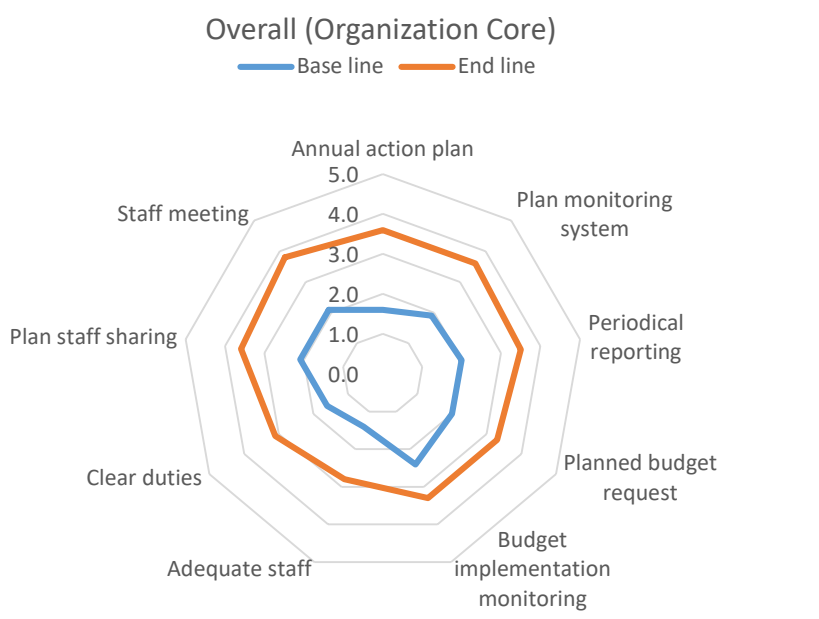
3) 課題解決能力	現在の組織体制は、権限の現場への委譲が十分ではない。したがって職員は自ら業務計画を策定することに不慣れである。これに関連して特に若手職員で問題把握・問題理解の能力が低い。一般的に職員は問題解決のアプローチを自ら考える機会がほとんどない。一旦、上司あるいは幹部から問題解決の方向性が示されれば、多くの職員はそれを確実に実行することに自信を持っていることが明らかになっている。
-----------	--

(2) エンドラインサーベイ

エンドライン調査報告書を付属資料 CD6 に示す。

エンドライン調査のCAは、プロジェクト開始時2015年末のベースライン調査のCAと同じ手法で、2019年末に実施した。ベースラインのCAと比較することで、プロジェクト期間中のC/Pの能力向上を確認し、分析した。なお、個人レベルのCAについては、ベースライン時から多くのC/Pが交代あるいは退職しており、プロジェクト前後で個人レベルのCAが実施できなかった分野が多かった。

1) コア能力・組織レベル

総合	 <p>The radar chart, titled 'Overall (Organization Core)', compares 'Base line' (blue line) and 'End line' (orange line) scores across ten organizational categories. The scale ranges from 0.0 to 5.0. The End line shows significant improvement in most areas, particularly in Annual action plan, Plan monitoring system, Periodical reporting, Planned budget request, and Adequate staff.</p> <table border="1"> <caption>Overall (Organization Core) Scores</caption> <thead> <tr> <th>Category</th> <th>Base line</th> <th>End line</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Annual action plan</td> <td>1.6</td> <td>3.6</td> </tr> <tr> <td>Plan monitoring system</td> <td>1.6</td> <td>3.6</td> </tr> <tr> <td>Periodical reporting</td> <td>1.6</td> <td>3.6</td> </tr> <tr> <td>Planned budget request</td> <td>1.6</td> <td>3.6</td> </tr> <tr> <td>Adequate staff</td> <td>1.6</td> <td>3.6</td> </tr> <tr> <td>Budget implementation monitoring</td> <td>1.6</td> <td>3.6</td> </tr> <tr> <td>Clear duties</td> <td>1.6</td> <td>3.6</td> </tr> <tr> <td>Plan staff sharing</td> <td>1.6</td> <td>3.6</td> </tr> <tr> <td>Staff meeting</td> <td>1.6</td> <td>3.6</td> </tr> </tbody> </table>	Category	Base line	End line	Annual action plan	1.6	3.6	Plan monitoring system	1.6	3.6	Periodical reporting	1.6	3.6	Planned budget request	1.6	3.6	Adequate staff	1.6	3.6	Budget implementation monitoring	1.6	3.6	Clear duties	1.6	3.6	Plan staff sharing	1.6	3.6	Staff meeting	1.6	3.6
Category	Base line	End line																													
Annual action plan	1.6	3.6																													
Plan monitoring system	1.6	3.6																													
Periodical reporting	1.6	3.6																													
Planned budget request	1.6	3.6																													
Adequate staff	1.6	3.6																													
Budget implementation monitoring	1.6	3.6																													
Clear duties	1.6	3.6																													
Plan staff sharing	1.6	3.6																													
Staff meeting	1.6	3.6																													
事業計画・モニタリング	<p>ほぼ全分野で大きな改善が見られた。事業計画や改善計画の策定が影響してか、年次計画の策定は、ベースライン時の低いスコアから大きく能力が改善 (1.6 点→3.6 点) された。計画実施のモニタリングや定期的な報告も能力が高まった。これは、定例会議での発表や KPI のためのデータ提出等が大きく寄与していると考えられる。</p>																														
予算管理	<p>予算申請 (2.0 点→3.3 点) や執行管理 (2.4 点→3.3 点) は、YCDC の統一手順が定められており、相対的にベースライン時でもスコアが高い分野だった。一方、同 YCDC の制度は中長期計画実施の予算配布には課題が多い。プロジェクト期間中に、新たに設置された部署では、関連業務への予算取得が容易になった。</p>																														

人員配置	全ての部署で職員配置数、明確な業務内容ともに改善した。新規に設置された部署では、明確な業務分掌とともに職員が配置され、プロジェクトを通して定常業務が実施される体制が整った。一方で正規職員が少ない、業務が少数の職員・部署に集中し、業務量の適正化が進んでいないなどの課題も残る。
情報共有	全般に能力の向上が見られ、目立った問題は指摘されていない。部署内の情報共有のツールとしての年間計画の活用、KPI によるデータ管理、5S 導入による現場活動の活性化が寄与している可能性もある。

上記結果から、今後技術能力向上に向けた主な提言は以下の通り。

- ✓ 各部署で業務上の工夫ができるよう、より権限移譲を進めること。
- ✓ 各部署の業務遂行の基礎能力を向上するため、各担当者の職務記述書を定めること。
- ✓ 中期事業計画や財務計画などの組織上重要な決定事項について、データ収集やモニタリング業務を支援するべく、幹部の強力かつ明確なイニシアティブのもと、関連部署間での連携を進めること。

2) 技術能力・組織レベル

エンドライン調査を実施した 8 つの技術分野の全てにおいて、以下の 3 つの技術能力で大幅な能力向上が見られた。

組織	特に新規に設置された部署では、明確な業務分掌とともに職員が配置され、当該分野の技術的な知識や経験を蓄積し、実践しながら業務を改善していくことで、大きくキャパシティが高まった分野が多い。一方で、他部署との連携・協力が必要な業務については、さらなる能力向上が必要である。
業務の管理	部署別の年間計画、予算請求、事業報告と各種データの管理が大きく改善した部署が多い。特に、KPIのためのデータ整備やPC導入が、各部署で定期的なデータ管理を定着させる要因ともなった。一方で、予算確保や人事管理など上部機関の影響を強く受ける領域を中心に、引き続き改善が必要である。
業務手順	最も大きな改善点が見られた。全部署でSOP策定が進んだことで、業務手順が定められ、効率的で統一的な業務が可能となった。これによって、定型通常業務の実施において大きな能力向上が認められている。一方で、ルーティンワークでは対応できない高度な判断を要する業務となる今後のさらなる業務の見直しや戦略策定等については、継続的な能力開発が必要と指摘されている。

上記結果から、今後技術能力向上に向けた主な提言は以下の通り。

- ✓ 定型業務については、SOPの確実な実施を進めるとともに、今後はSOPの改定や、詳細項目の検討を継続すること。
- ✓ 定型業務以外に、将来あるべき姿の実現に向けた検討、今後の戦略の策定のための能力開発、より専門性の高い業務へのコミットメントを継続することで、技術能力の向上に努めること。

また、2020年1月27日に行った無収水管理研修センターの開所式の写真及び紹介が翌1月28日のCity Newsに掲載された。



写真 2-87：2020年1月28日 City News に掲載された市長による無収水研修センター視察

(2) プロジェクトホームページの発信

プロジェクトのホームページが JICA のサイトに開設され、プロジェクトニュースとニューズレターを以下のように発信した。

プロジェクトニュース：

- 2016年5月6日：キックオフ会議の開催
- 2016年6月8日：水資源水道局（WRAWSA）新入職員研修コースの実施
- 2016年9月28日：水資源水道局（WRAWSA）新入職員研修コースの実施
- 2016年9月30日：5S・カイゼン セミナーの実施

ニューズレター

- 2015年活動ハイライト
- 第1回ミャンマー日本合同水道ワークショップ／第1回合同調整委員会（JCC）の開催
- 第2回合同調整委員会（JCC）の開催

(3) JICA プロジェクトブリーフノートの作成・配布

プロジェクトブリーフノートを作成した。

2.3.6. 主要なプロジェクト作成資料

主要なプロジェクト作成資料を以下に示し、付属資料に添付する。

表 2-161 : プロジェクト作成資料

番号	タイトル	資料言語	
		英語	緬語
1.	業務指標 (PIs) による水道事業モニタリングマニュアル	○	○
2.	水道事業にかかわる規定、基準、ガイドライン		
	2.1 水道条例 (案)	○	○
	2.2 水道料金設定ガイドブック	○	○
	2.3 固定資産の管理及び経理	○	○
	2.4 顧客管理マニュアル (案)	○	○
	2.5 全部署標準手順書 (SOP)	○	○
3.	組織経営計画		
	3.1 水資源水道局の将来像	○	
	3.2 水資源水道局の組織再編計画	○	
	3.3 水資源水道局運営改善計画	○	○
	3.4 水資源水道局中期経営計画	○	○
	3.5 水資源水道局の長期人材育成計画 (案)	○	○
	3.6 水資源水道局の顧客サービス課の将来構想 (案)	○	
4.	管路図管理の標準手順書 (SOP)	○	
5.	無収水管理		
	5.1 無収水管理の標準手順書 (SOP)	○	○
	5.2 無収水管理のガイドライン、マニュアル	○	○
	5.3 無収水管理改善計画 (第3国研修-PPWSA)	○	○
	5.4 無収水管理計画 (暫定版)	○	
	5.5 無収水管理研修センター研修計画	○	
6.	水質管理		
	6.1 水質検査・モニタリングの標準手順書 (SOP)	○	○
	6.2 浄水場および消毒施設の運転維持管理標準手順書 (SOP)	○	○
	6.3 水質管理計画 (暫定版)	○	
7.	顧客データ管理システムの操作マニュアル		○
8.	ベースラインとエンドライン報告書		
	8.1 ベースライン調査・キャパシティアセスメント報告書	○	
	8.2 エンドライン調査報告書	○	
9.	教材		
	9.1 管路図管理のための研修教材	○	
	9.2 無収水管理のオンライン研修教材	○	
	9.3 啓発活動教材	○	
	9.4 水道事業運営基礎講座教材	○	
	9.5 PPP 教材	○	
	9.6 国内支援委員会の技術資料	○	
10.	技術移転活動記録	○	

3. プロジェクト実施運営上の課題・工夫・教訓

プロジェクト実施運営上の課題・工夫・教訓を以下のとおり抽出した。

- (1) キャパシティディベロプメント (CD) についての共通認識を持ってプロジェクトを実施
- (2) 高い目標 (ビジョン) を持つことで、目的志向でプロジェクトを進める
- (3) 会議の定例化 (週例、月例) による C/P との交流の場の確保とプロジェクトの一体性を強化
- (4) 会議、セミナー、報告書作成、活動報告は常に C/P 参加型とした
- (5) 実験的な実施や具体例で身近な事例を示すことにより活動の理解の向上を図る
- (6) 緬日合同セミナー (MJJS) と合同調整委員会 (JCC) において、そのテーマを明確にし、目的志向、成果重視とした
- (7) 目標を明確にし、どのような手法で改善を達成するかを示す
- (8) 国外研修は目的重視、成果重視として調査研究研修とした
- (9) 大学教育機関を活用して理論と実践を組み合わせた講義・演習により技術力の底上げをする
- (10) 「5S・カイゼン」セミナーとカイゼン実施を行い、効率改善の端緒とした
- (11) SOP 作成手順を変更 (まずは施設の改善及び運転方法を改善後に SOP を作成する)
- (12) SOP の部分的な作成から全部署での作成活動に統一する
- (13) 専門家不在中の C/P が実施する活動を明確にし、フォロー活動を行う
- (14) 活動成果を可視化する
- (15) パイロット研修による研修に対する意識向上と研修拡大
- (16) パイロット活動を通じた問題解決能力の向上
- (17) C/P によるプロジェクトの中間評価の実施
- (18) JCC を活用して人材育成計画に関して YCDC の幹部の考え方を確認
- (19) 能力向上は個人ではなく組織に対して実施する (適正な組織体制の構築)
- (20) Steering Committee (重要施策実施促進運営委員会) の設置提案
- (21) JICA 長期専門家を副総括として追加アサインし、より継続的な活動実施を促進
- (22) 国内法体系の確認と海外事例の調査による水道条例の作成
- (23) 無収水管理における水道資材の技術協力
- (24) 上位目標の達成を目的とした PDM 指標の見直し

- (1) キャパシティディベロプメント (CD) についての共通認識を持ってプロジェクトを実施

- 1) 課題

専門家自身が CD の意味、手法を的確に理解していない。従って、まずは専門家自身が CD の意味を理解した上で、CD プロジェクトを実施する必要がある。

- 2) 工夫

JICA の CD ハンドブック等を勉強し、まずは専門家用の分かりやすい簡素な CD ハンドアウトを作成した。専門家チーム内で内容を再確認し、CD の在り方の共通認識を持った。CD ハンドアウトの項目は以下の通り。

- キャパシティディベロプメント（能力開発（CD））とは？
- キャパシティの種類は？
- キャパシティ・アセスメントとは？
- キャパシティ（C）、パフォーマンス（P）とインパクト（I）の関係
- 専門家の役割

その上で専門家には以下を徹底した。

- キャパシティとは、途上国が自らの手で課題に対処する能力（＝課題対応能力）。単に移転された技能・技術能力のみではない。
- 本プロジェクトは、「技術移転」を含む「キャパシティディベロプメント」プロジェクトである。
- 本プロジェクトの最終目的はキャパシティ（課題対応能力）の開発・向上である。

3) 結果と教訓

課題対応能力の向上を念頭にプロジェクトを進めた。単に必要な技術を移転するのではなく、可能な限り実際の課題を見つけて、それを解決する上で必要な技術を習得するような手法を取り入れた。

各成果における研修は、現場で実際に活用できる技術や能力を向上することができるより実践的な研修になった。第3国研修（カンボジア、タイ）及び本邦研修も課題解決型の研修として、帰国後には、C/Pにより改善計画が作成された。無収水管理及び水質管理のパイロット活動は、実際の課題を解決するための実践的な活動となった。

(2) 高い目標（ビジョン）を持つことで、目的志向でプロジェクトを進める

1) 課題

単にプロジェクト活動を実施するだけでは、C/P の自律的で目的を持った活動参加は望めないのではと考えた。

2) 工夫

C/P の自律的で目的を持った活動参加を推進するため、プロジェクト当初、C/P と共に成果別・サブグループ別に PCM ワークショップを行い、問題意識の共有、課題の確認を行った上で、プロジェクト活動を確認し、プロジェクトのビジョンの設定を行った。これにより、現状把握⇒プロジェクト活動⇒目的達成という位置づけを明確にした。

C/P を指導して、プロジェクト初期に以下に示すプロジェクトの7つのビジョンを作成した。資料名は「Ideal Future Vision of EDWS (WRAWSA)」で、「Achievement state at the end of the Project」を含む（付属資料3.A）。

1. 水道事業を自立した独立採算の組織として経営する。
2. 水道事業を業務指標（PI）に基づき計画的に経営する。
3. 水道事業を規定、基準、ガイドライン、マニュアルに基づいて運営する。
4. 水道事業の効率的で効果的な顧客サービスを強化する。

5. 無収水管理システムが確立・運用され、無収水管理計画に基づき、無収水管理者の指導により、無収水削減活動を継続的に実施する。
6. 水質管理計画に基づき、職員自ら水質にかかる課題を探し出し、解決することで清浄で安全な水を顧客に給水する。
7. 水道事業体として人材の能力を継続的に向上するシステムがある。

本プロジェクト目標を超えた将来的な目標として、ビジョンの中には「水道事業を自立した独立採算の組織として経営する」を含めた。通常であれば、時期尚早であると考えられるが、始めないことには、実現できないと考え、プロジェクトの最初期にこの思想を植え付けるため、財務の専門家から、以下の2シリーズで全7回の講義を実施した（付属資料 CD8）。C/P には、この高い目標を常に念頭に活動をしてもらい、チャンスがあれば推進してもらいたいと考えた。

- Sustainable management and organization in water supply シリーズ
- Basics of water supply utilities シリーズ

3) 結果と教訓

この工夫の成果は長期的な成果の発現を目的としている。このビジョンは、現在では、YCDC 水資源水道局のビジョンともなっており、C/P が自分たちの研修等で活用している。

財務の C/P の明確な目標の下、財務諸表の作成や資産管理の重要性を理解し、目標を目指して活動を行った。

将来的な水道事業の自立的な運営、水資源水道局のガバナンスを強化する目的で、ガバナンスセミナーの実施に繋がった。更に、本邦、第3国研修結果を基に、水資源水道局の C/P による運営改善計画（付属資料 CD1）の作成に繋がった。

2016年12月に政権が変わり、より民主的な政権となった。指名された副市長は YCDC 自身及び水資源水道局の Autonomy（自治）について深く考えており、想定より早くこのビジョンが推進される可能性が高まっていた。

しかし、その後2021年2月の政変により、軍事政権となったことから、このビジョンの推進は不透明となった。

(3) 会議の定例化（週例、月例）による C/P との交流の場の確保とプロジェクトの一体性を強化

1) 課題

定例会議がなければ、各成果チームが何をしているのか、プロジェクトとしてどのような目標を目指しているのか等、C/P 間の情報共有が行われない結果、プロジェクトの一体性を保てない。

2) 工夫

週例会議と月例会議を定例会議として位置付けた。週例会議は、専門家によるミニセミナー、C/P による研修の発表の場や協議の場とし、月例会議はプロジェクトの進捗や課題の確認、課題の協議、決定の場とした。

会議では、記録を取る・残す習慣がなく、一度話し合ったことは、放置される傾向にあった。従って、専門家が指導し、議事録の作成と前回会議のレビュー、会議議事進行を YCDC 側が行うよう取り決めた。

3) 結果と教訓

週例会議 35 回、月例/半月例会議 43 回を数える。会議内ではミニセミナーも実施しており、その講義（研修）回数や参加者は膨大な数にのぼる。直接的な効果の測定は難しいが、様々な新しい知識がより多くの C/P に共有され吸収されており、相対的全体的に人的資源レベルの向上に貢献していると考え。各会議の実施記録を資料-4 に示す。

プロジェクト活動が定着してきた段階で、週単位での活動報告が不要となったため、週例と月例を併せて半月単位で会議を開催することに変更した。

会議は、議事録の作成と前回来議のレビューと確認、会議議事進行を YCDC 側が主体となって進めた。第 2 期では、専門家からの活動報告はほとんどなくなり、C/P が主体的に報告及び討論を行っている。会議での専門家の役割は助言のみとなった。

当初は、幹部のみからの発言が主であったが、徐々に多くの参加者が発言をするようになり、よりボトムアップでの運営改善能力が向上したと考える。

(4) 会議、セミナー、報告書作成、活動報告は常に C/P 参加型とした

1) 課題

C/P がセミナー等で学んでも、当面、実務で利用する予定がない場合は、聞き置くだけとなる。専門家の講義を聴くだけでは、身に付かない。

2) 工夫

月例会議、週例会議を利用して、学んだことや活動内容を要約して、C/P が自分の言葉で発表をするようにした。発表言語はミャンマー語とし、聴衆である他の C/P の理解を向上させるようにした。

また、ほぼ全ての報告書や改善計画も C/P が作成し専門家が監修して最終化した。こうした会議や報告作成を最終的には YCDC 内の日常業務として根付かせることを目的としている。

3) 結果と教訓

自らの言葉で、大勢の前で発表することは、学習する意欲にもつながり、記憶に残すための一つの方法と思われる。英語ではなく、ミャンマー語での発表としたため、聴衆である C/P の理解の向上が得られたと考える。当初は、専門家からの講義・発表であったが、第 2 期からは C/P からの発表が主となっている。率先して発表をする C/P もでてきた。C/P の自主性が高められたと考える。

これら定例会議が、水資源水道局内での各種改善会議（全部署を対象とした SOP 作成会議、S/C 改善会議）に繋がっている。これらの会議は、現在では自発的に開催されている。

(5) 実験的な実施や具体例で身近な事例を示すことにより活動の理解の向上を図る

1) 課題

これまで経験したことがなかった活動にいかに関心を持って参加してもらうかが課題である。具体的には以下のような事例がある。

- （成果 1 人材育成）人材育成分野全般に対する関心・理解が薄く、水資源水道局内に人材育成を担当する部署がない。幹部の関心が高くない中で、計画策定を進めた場合、時間がかかること、コミットメントを得られないこと、それにより必要性の

高い研修・人材育成活動に着手する時期が遅くなり、活動が組織に定着するまでの時間が不足する恐れがある。

- (成果 1 財務) YCDC の水資源水道局の会計は、官庁会計の一部で、独立した会計を持たない。そこで独立した水道事業の会計や資産管理方法を理解してもらうのは難しい。日本の事例や第 3 国の事例も、国情が違ってすんなりと理解が出来ない。
- (成果 2) パイロットプロジェクトの実施が遅延しており、実践的な研修が開始できない状況であった。
- (成果 3) ミャンマー国内の浄水処理に関する教育・研究体制の不足により、水資源水道局技術職員の浄水処理に関する知識は実践的でなく、技術、知識の実処理施設への適用、応用が不十分である。

2) 工夫

- (成果 1 人材育成) PDM では現状把握の後に人材育成計画の策定が計画されていたが、水資源水道局内での人材育成に対する関心・コミットメントを高めるため、具体的な活動として新人研修の実施を優先的に実施することとした。
- (成果 1 財務) ミャンマーの官庁関係で企業会計的な制度を導入している組織であるヤンゴン配電公社 (YESC) を訪問して、ミャンマー国の制度を前提にした場合の具体的な事例を調査して理解を深めるようにした。
- (成果 2) 水資源水道局が独自で実施しているノースオカラパの無収水対策事業を指導、支援することで、実践を通して無収水管理の理解を深めた。
- (成果 3) 浄水プロセスの機能診断並びに機能改善方策の策定の適切な実施には、十分な技術的能力、知識が不可欠である。そこでこの診断や機能改善の実施においては人材育成の場として活用することとし、水資源水道局職員の直接的な関与と自発的な展開を図った。

3) 結果と教訓

- (成果 1 人材育成) 新人研修をパイロット研修として実施することで、人材育成分野の活動が目に見え、C/P や幹部の関心が高まった。これによって人材育成 (HRD) 課の立ち上げ、専任職員の配置がスムーズに進んだと言える。まず組織内で当該分野の活動の可視化によって意識向上と活性化を図り、関心が高まった状態で計画策定を行うことで高いコミットメントが期待できる。
- (成果 1 財務) 同じ国内で似た事業である電力事業の事例は、理解しやすいと思われる。また、わからない点などをさらに調べる場合にも国内なので容易である。公益事業としての共通点について情報交換できる良い機会でもあった。
- (成果 2) C/P 独自で実施する無収水対策プロジェクトにおいて、何が適切な無収水管理手法かを理解した。一方で、予算や資材調達等の面から、改善を理解しているが変更できない工事部分もあることも判明した。これらは今後、改善が必要である。
- (成果 3) 機能診断が進み、改善策の策定進展とともに、多くの職員の取り組みに対する満足感、達成感が大きくなるとともに、活動がさらに加速されることになった。これらの一連の活動を通じ、水供給に必要とされる、より実践的な知識、技術が修得できた。

まず、組織内で当該分野の活動の可視化によって意識向上と活性化を図ることにより活動の理解や活動に対する意識の向上や具体的な計画の策定等につながった。

(6) 緬日合同セミナー（MJJS）と合同調整委員会（JCC）において、そのテーマを明確にし、目的志向、成果重視とした

1) 課題

ともすればセミナーはセミナーを行うこと、発表することが主目的に、会議は、協議するための会議になり、実施すること自体が目的となり実施後に成果として何も残らないことがある。

2) 工夫

このような結果を避けるため、一つの確実な成果目標を掲げてセミナー及び JCC を実施した。つまり、ただ単に国内支援委員からの講義や協議の場だけではなく、セミナー及び合同調整委員会（JCC）を活用して、水資源水道局の組織としてしっかり成果を残す内容とした。各回の MJJS と JCC は、水資源水道局の組織として重要なテーマを決めて実施した。さらに、一連のセミナーと JCC のテーマが有機的につながりを持つように組み合わせた。また、下から積み上げる（技術の移転）協力に加え、上からの改革を目指すようにした。

具体的なテーマは以下のとおりである。

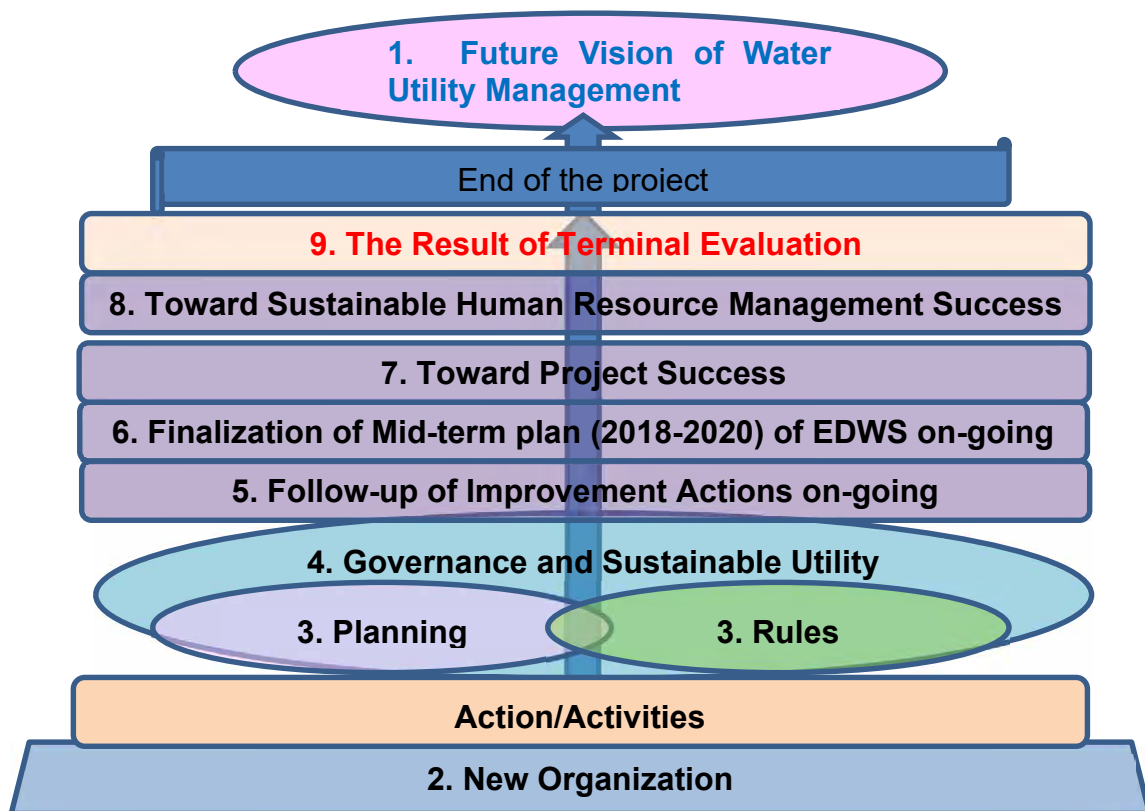


図 3-1 : 9 回の合同調整委員会のメインテーマと実施手順イメージ

3) 結果と教訓

プロジェクト全体目標及び水資源水道局のビジョンの達成のための、プロジェクトの位置づけ及びその時点の立ち位置が C/P に理解できたと考える。そして徐々に発展していくようにテーマを設定しており意識することなく、目標に近づいていけるようにプロジェクト成果及びビジョン達成に導いていけたと考える。

(7) 目標を明確にし、どのような手法で改善を達成するかを示す

1) 課題

当時、水資源水道局には自分たちが目指す将来像がなかった。更にそれをどのように手法で改善達成するかの道筋もなかった。組織の明確な目標とそれを達成する方法なしには、能力向上の成果が得られない。

2) 工夫

MJJS と JCC にて、組織の目標と達成方法を共有した。以下にそのテーマを示す。

1. 第 1 回 廻日合同セミナー (MJJS) と 第 1 回 JCC
 - 日本の経験から YCDC の将来の水道事業運営 (経営/財務、無収水対策、水質管理) の全体像を考える。
 - 水資源水道局のミッション・将来像の設定
2. 第 2 回 JCC
 - 水資源水道局の組織再編
3. 第 2 回 廻日合同セミナーと 第 3 回 JCC
 - 日本の例を参考に YCDC/WRAWSA の将来像を実現するためのアクション (行動) をガイドする計画と規則類を考える。

第 1 回 MJJS と 第 1 回 JCC では、テーマとして水資源水道局の将来像を考え、その将来像の設定を選定した。水資源水道局はこの将来像を目指して、業務方法を改善し実施していくことになる。

次いで、水資源水道局は、適切に水道事業を遂行するための組織体制が不足していた。将来像を目指すには水道事業を遂行できる適切な組織が必要である。従って、第 2 回 JCC のメインテーマは水資源水道局の組織を再編し、将来像を達成できる適切な組織を作ることとした。

ここまでで、将来像が出来、それを目指す組織が出来上がった。次いで何をするか。組織が将来像を目指して行動を起こす/活動を始めるわけであるが、どのような活動が必要か、何を指針に活動すべきか、水資源水道局はわからない状態である。これへの回答を、第 2 回 廻日合同セミナーと 第 3 回 JCC のテーマとした。つまり、水資源水道局の将来像を実現するためのアクション (行動)をガイドする計画と規則類を考えるのである。必要な計画と規則類の抽出を行った。上記のテーマの構造を次図のとおり模式化した。

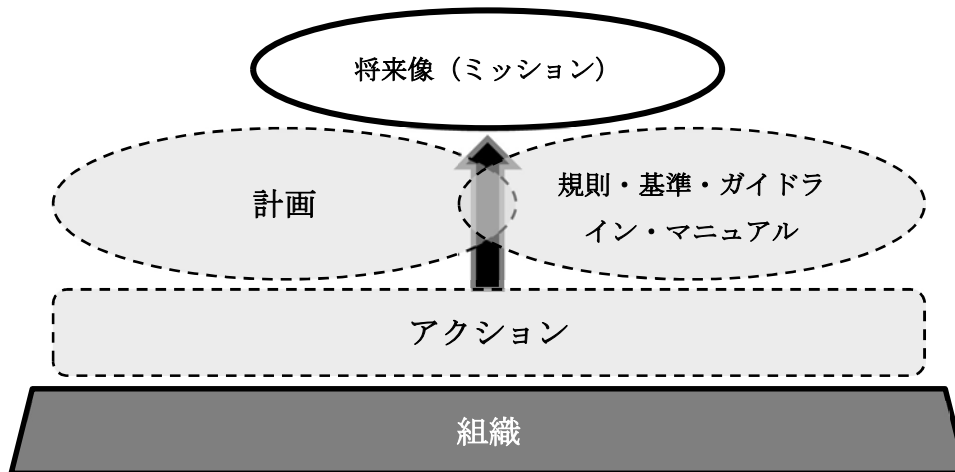


図 3-2：将来像、組織、アクションと計画・規則類の関係図

3) 結果と教訓

単科の技術移転に加え、組織としての目標、実施体制、制度（計画・規則類）の整備を行った。第2期では、技術移転に加え制度分野の活動を充実し実践した。JICAのCDハンドブックによれば、CDの意味は以下のとおりであり、上記テーマのもとプロジェクトをガイドしたことにより、個人、組織、制度に対して、課題に対処していくための総合的な能力が向上したと考える。

- ◇ キャパシティディベロプメント（能力開発（CD））の意味
- 特定の知識技術に留まらず、課題に対処していくための総合的な能力の向上
- 包括的な視野から途上国の主体的な問題解決能力をとらえ、その内発的な向上を側面支援する。
 - 包括的な視野：途上国の課題対処能力が、個人、組織、制度や社会などの複数のレベルの総体として向上していくプロセス
 - ① 個人と組織の知識、能力を向上させる
 - ② 組織のシステム（プロセス）を発展させる
 - ③ 制度枠組みを変化させ強化する

(8) 国外研修は目的重視、成果重視として調査研究研修とした

1) 課題

国外研修はともすれば、規定のコースで視察し、一通りその組織の行っている業務内容の説明を受けることにより、研修生は知識を獲得したつもりになる。水資源水道局は既に多くの国外研修に参加してきたが、その効果が目に見えたものとして表れていない。本邦研修を週例や月例で発表してもらおうが、見てきたことを主に写真を用いて発表するだけであった。習うだけでなく、実際にどのように活用するかまで考えることが必要である。なお、各研修で策定するアクションプランも、水資源水道局の実情に即していない、参加者の権限を越える業務計画となっているなど、実効性が乏しいことも課題である。

2) 工夫

第3国研修は、目的重視、成果重視として調査研究研修とした。第3国研修のコンセプトを以下に示す。本コンセプトに基づき、第3国研修を実施した。帰国後は、改善報告書を作成し市長に提出することを規定した。本コンセプトは研修前のワークショップで参加者に周知した。

第3国及び本邦研修実施コンセプト

- 短期海外研修での単なる見学に終始するのを避ける。(高額な研修費用であり、それに見合った成果を得ることを目標とする)
- 短期海外研修ではより実践的な研修を目指す。基礎的な講義はヤンゴンで受けていく。
- 参加者は、最低限、当該研修に関する基礎的な知識を有していること。また帰国後に、当該分野の内部研修の講師となることが期待される。
- 派遣前に、事前に関連した基礎研修を受けること。
- 各自の担当部署に関する問題意識を持って研修すること。したがって、研修出発前から研修課題について準備する。自分で課題を見つけるか、専門家が課題を出す。
- 受身的な研修 (training) という (使えないものを習ってもしょうがない) よりは、より積極的に、研修結果を自分たちの業務に活用し問題解決につなげる調査研究 (research) というコンセプト。
- 帰国後は、単に見学結果をプレゼンするのではなく、具体的な成果 (YCDC との比較、実務への提言、改善提案、等を含む報告書) を提出してもらおう。報告書は、専門家、トップマネジメントあるいは上司が評価し、各分野専門家がその後の活動の実現に向けてフォローする。
- 研修参加について HRD 課が研修記録を作成する。

3) 結果と教訓

帰国後に行動計画を作成し、市長/市幹部に提出している。市幹部に提出することで、研修成果が実際に実施できると考えモチベーションが上がったと考える。

週例会議等で国外研修結果を発表した。発表では、習ってきたことを水資源水道局の業務にどのように活用するかまで考えて、発表原稿を作成し発表している。その結果は、発表はより実践的な内容、提案的な内容となり、研修結果が具体的に活かせるようになってきている。

(9) 大学教育機関を活用して理論と実践を組み合わせた講義・演習により技術力の底上げをする

1) 課題

ミャンマー国では上下水道に特化した大学教育機関がないため、上下水道技術の基礎を確実に習得した技術者が水資源水道局に少ない。関係する水資源水道局の技術者全員に対して、水道に関する基礎的な技術教育、再教育を行い、技術力の底上げを行う必要がある。

2) 工夫

ヤンゴン工科大学 (YTU) の協力により、水資源水道局本部での講義を企画した。全8回で、水道技術の基礎となる流体力学、水処理・水質、需要予測と配水網設計などを実施

した。対象は新入職員から初級管理職までの土木・化学・機械技術者の約 70 名。終了後には、筆記試験を行い、理解度を確認した。コースでは、理論部分を大学講師が講義し、実践の補足を水資源水道局のシニア技術者が演習形式で担当することで、理論と実践を理解できるような内容とすると共に、今後、水資源水道局内で当該分野を教えられる人材の育成を目指した。

3) 結果と教訓

講師や講義内容・深さ、今後のコース実施の可能性について、全コース終了後に参加者に質問票を配布して意見を聴取した。参加者の評価は概ね高かったが、YTU 側の直前での日程変更など、今後も継続的に実施するには実双方の調整に課題が残った。

共同開催により、官学の交流が深まりミャンマー国の水関係の大学教育の底上げも同時に期待された。ただし、ミャンマーでは、水道技術を教える学科が充実していないため、大学自体の底上げが必要である。そのためには更なる産学の交流が必要と考える。

(10) 「5S・カイゼン」セミナーとカイゼン実施を行い、効率改善の端緒とした

1) 課題

水資源水道局の業務全般に、労働集約的、手計算、手作業、紙ベースの記録等による効率の悪い業務活動が多い。効率の良い業務執行に向けた改善が必要である。

2) 工夫

多岐にわたる業務の効率改善が必要となっているが、まずは、各部署や T/S レベルでも改善がし易い、事務所内の 5S カイゼンを実施することにした。ミャンマー日本人材開発センターの協力をえて、講師を派遣して頂き「5S・カイゼン」セミナーを実施した。その後、1 か月間で各部署で改善を行い、その結果を改善結果発表セミナーで発表してもらい、優秀事例に関しては、表彰を行った。

コンピュータを T/S 事務所等に配置し、PI 関連データの電子化を開始した。また、コンピュータ研修室を開設しコンピュータの研修を継続的に実施している。

3) 結果と教訓

多くのカイゼン事例で、事務所作業に顕著な効率改善が見られた。発表会では他の事務所が聴衆に回り、改善事例を参考として自分の事務所に展開できる利点もあった。また、各事務所単位で改善サークルが立ち上げられた事務所もあり、持続的な改善がボトムアップで話し合われるようになった。水資源水道では、ボトムアップで話し合いが行われることが少ないため、よい経験となっている。今後、この改善サークルの活動を全水資源水道局レベルに引き上げていく必要がある。

(11) SOP 作成手順を変更（まずは施設の改善及び運転方法を改善後に SOP を作成する）

1) 課題

業務指示書では、「浄水場及び消毒施設の運転維持管理標準手順書 (SOP) を作成する」とあったが、当該浄水場においては浄水処理機能が適切ではなく、また、運転担当者の浄水処理の仕組み等に精通していないことなどに起因して、不適切な運転手法が用いられていた。処理機能が不適切な処理においては、得られる処理水質も不適切であり、既存の施設及びその維持管理に係る SOP を作成しても、その使用の効果が認めにくい。

2) 工夫

運転管理担当者を浄水処理機能の診断・改善プロセスに参加させることで、浄水処理の仕組み等に関する理解につなげた。その後、処理機能を改善し、適切な処理が行えるようになった処理について順に SOP を作成した。

3) 結果と教訓

改善により浄水処理プロセスが改善し水質も改善した。その上で C/P が独自 SOP を作成した。なぜ水質が改善したか C/P が理解して SOP が作成されており、適切な SOP が作成されている。よく理解しているため、維持管理職員への更なる維持管理研修にも繋がっている。

さらに SOP 作成対象にポンプ場、貯水池などを加えて、統一した様式、ルールで SOP を作成した。この活動と第 3 国研修で得られた SOP 作成方法の習得にとり、SOP 作成が全部署に展開することとなった。

処理機能が不適切な処理においては、得られる処理水質も不適切な場合があり、SOP の作成と使用の効果が認めにくい。機能を改善した後に SOP を作成する必要がある。

(12) SOP の部分的な作成から全部署での作成活動に統一する

1) 課題

第 1 期からプロジェクト成果毎に SOP の作成を開始したが、作成の進捗が思わしくなかった。

2) 工夫

浄水場の維持管理 SOP の作成が順調に進んでいた。更に、同浄水場 SOP 作成担当が、第三国研修においてプノンペン水道局の SOP システムの全体像を学習した。それを基に、水資源水道局の全部署の活動として、SOP システムを構築することを提案した。これを月例会議で発表することで CE の賛同が得られ全部署で統一したフォーマットで SOP を作成することが決まった。

3) 結果と教訓

全部署 (T/S、本部部署、出先部署) で SOP の作成が開始し、プロジェクト終了時点でほぼ全ての SOP の作成が完了し、運用を開始している。この SOP は研修教材としても活用されている。

プロジェクトあるいは成果単位ではなく、トップのリーダーシップの下、組織の活動として SOP 作成活動を実施することが有効である。

(13) 専門家不在中に C/P が実施する活動を明確にし、フォロー活動を行う

1) 課題

長期に専門家不在中に活動が中断してしまう。基本的には宿題は対応してもらうものの、タイムリーな指導ができない、進捗の確認等が難しい。

2) 工夫

不在中に C/P が実施する活動を明確にした。途中から、長期専門家がフォローすることにより改善した。また、次回の定例会議に C/P が活動成果を発表するようにした。

3) 結果と教訓

長期専門家によるフォロー及び定例会議での活動成果の発表のフォロー活動は効果的であった。さらに、実施する活動をプロジェクトのための活動ではなく、部署に必要な活動、及び部署の活動として位置づけることが有効であるとする。

(14) 活動成果を可視化する

1) 課題

水道事業を運営する上で、組織的な決定の基礎となる客観的なデータが一元管理されていない。

2) 工夫

全水道事業の業務指標 (PI) 作成、水質データの蓄積、流量計の設置、数値によるキャパシティ・アセスメントなど水道事業を数値として捉え、改善が目に見える形にしていくことを重視する。

3) 結果と教訓

T/S の業務指標 (PI) の精度を高める活動を実施した。中期経営計画を策定済みであり、同計画を基に PDCA サイクルを実践した。PDCA の結果の報告と全組織への共有を通して、更なる可視化が必要である。

(15) パイロット研修による研修に対する意識向上と研修拡大

1) 課題

長期的な視点から包括的な研修体系を構築するには、十分な研修ニーズ調査や、関係者の人材育成に対する意識向上が不可欠であることが明らかになった。

2) 工夫

成果が見えやすい活動から着手し、関係者の意識向上を狙うため、包括的な研修体系の検討に先駆けて、パイロット研修コースを実施することとした。既存の研修制度では、水道事業に特化した分野や、若手職員及び現場職員を対象とした研修が稀だったことから、これらをパイロット研修として優先し、徐々に研修を広げている。なお、研修参加者の評価を行い受講証明書の授与、成績優秀者へは水資源水道局幹部から盾が贈られている。

3) 結果と教訓

新たに設置した人材育成課やその研修活動が水資源水道局幹部から認知された。パイロット研修の実施を通じて、内容修正や情報追加を継続することで質の改善を図るとともに、年間の研修サイクルを確立し、将来的に水資源水道局内で継続的に自立的に研修を実施できる体制を整備した。このパイロット研修で確立した研修体制を核として、更に研修を技術分野や管理分野に広げていけば効率的、総合的な組織能力の向上につながる。

(16) パイロット活動を通じた問題解決能力の向上

1) 課題

個人と組織の課題解決能力をどのようにして向上させるか。

2) 工夫

パイロット（改善）活動を通して、課題を見つけ、専門家が指導やセミナーを開催して知識を与え、C/P が自ら考えて改善する活動を通して、課題解決能力の向上を図った。その過程で SOP やマニュアルを作成し、実際の業務に活用できるようにした。パイロット事業としては以下の通りであり、必ずしも大規模な活動である必要はない。

- HRD 課による研修活動の立ち上げ（パイロット研修）
- 浄水場の水質改善（パイロットろ過池による改善）
- 貯水池の浄水処理方法の選定と設計緒元の決定（パイロット浄水処理実験）
- チョウタダ T/S における料金徴収管理の改善（ソフトウェアのパイロット試行）
- ヤンキン T/S における無収水削減（DMA によるパイロットプロジェクト）

3) 結果と教訓

上記活動を通して、課題や問題解決方法を理解した C/P による定例会議における説明やセミナーをとおして、個人から組織への能力向上を行うことができた。個人と組織能力が向上していると考ええる。

(17) C/P によるプロジェクトの中間評価の実施

1) 課題

C/P が PDM の内容（活動、目標）を理解しているのか、残り期間に C/P が何をすべきか理解しているのか不明。最終的に未完の活動、未達成の目標があるかもしれない。

2) 工夫

第 7 回の JCC のテーマを「Toward Project Success」とし、PDM の活動進捗度、目標の達成度、EDWS (WARWSA) 将来ビジョンの達成度を C/P に評価させ、1 年半後に控えたプロジェクト終了までの期間に C/P が何をすべきかを独自で理解してもらうようにした。評価内容は、C/P が JCC にて発表した。

3) 結果と教訓

JCC の約 3 週間前から成果ごとに評価作業を開始し、JCC 当日の午前に成果ごとの詳細発表を行い、午後の総括セッションで評価概要を発表・討議を行った。C/P が自ら評価を行いその結果を JCC にて発表したことにより、各成果担当者のみならず、C/P 全員が現在の活動の進捗と目標達成度合い及び残りの活動を理解したと考える。

(18) JCC を活用して人材育成計画に関して YCDC の幹部の考え方を確認

1) 課題

JCC においては、通常、挨拶後のコーヒブレイク後には YCDC 幹部は退出することが多いため、重要課題に対して幹部の考え方を確認できない。また、職員が直接幹部に考えを聞くことも難しい。

2) 工夫

重要な課題として浮かび上がってきた人材育成について、幹部の意見を聞くために、第 8 回 JCC のテーマを Sustainable Human Resource Development として、コーヒブレイク前までに重要議題である、人材育成計画（案）の発表を行い、YCDC 幹部 (Secretary) の考え方を確認した。

3) 結果と教訓

YCDC 幹部 (Secretary) の考え方が初めて公に示されたことは大きな成果である。人材育成に対する幹部の考え方が確認できたことにより、それを基に C/P は人材育成計画 (案) を修正し幹部に再度説明し最終化した。

(19) 能力向上は個人ではなく組織に対して実施する (適正な組織体制の構築)

1) 課題

当初 C/P は全て、他の正規の職務を持つパートタイム (兼任) の C/P としてアサインされた。無収水管理チームの C/P を例にとると、正規の業務が優先されパートタイムである無収水管理の活動への参加意識が低かった。また、C/P は成果達成に対する責任もなく、更に、習った技術も使用する場がない。従って、過去に実施したドナープロジェクトや本邦研修等で習った技術が生かせない状況である。この状態でプロジェクトを続け最終的に活動を全て終えても、組織の無収水管理能力の向上は望めないと考えた。

2) 工夫

CE に対し無収水管理の C/P を全てフルタイム (専任) にするように要請した。これは初年度 2015 年から繰り返し粘り強く依頼してきたが、漸く 2017 年 1 月 30 日、最終的に新設の無収水管理課の専任職員として 11 名が配置された。更に新設の部署に配属されたパートタイム C/P を専任に移行するよう指導した。本指導は、第 3 回 JCC で結論の一つとして採択されている。

3) 結果と教訓

無収水管理課の C/P が専任化されて以降、C/P は全員一体となって、ノースオカラパ T/S の YCDC の無収水管理プロジェクトに従事した。組織として技術や管理手法を蓄積し活用する体制が整備された。

過去のドナープロジェクトや国外研修を含めた教訓としては、組織のない、責任もない個人に技術移転をしても、なんら組織としての問題解決能力は高まらないことが分かっている。組織に対して技術を移転・蓄積・活用していく必要がある。

加えて、現在活動している実在する組織に対して能力向上を行うことが有効であるともいえる。新しい能力の開発・向上を図るには、まずはその能力を活用する組織を設立してから、活動を実施する必要があると考える。自分の責任ある組織活動以外の活動に対して C/P は関心をもたないし、組織的にも実施されない。従って、強化された能力を活用する組織が存在しない中では、移転された技術や活動は根付かないと考える。

組織体制の構築は完了し組織に対して能力向上活動を実施してきた。C/P も専任職員が増加した。特に成果 2 の C/P は、以前は全員が兼任職員であったが、現在は 16 名の専任職員となっている。

(20) Steering Committee (重要施策実施促進運営委員会) の設置提案

1) 課題

プロジェクト開始当初は、各成果グループの C/P 単位で活動を行っている。しかし、複数の部署にまたがる重要施策に関しては、成果グループ及び担当課のみでは解決できない課題がある。例えば、無収水管理は単に新設の無収水管理課のみが対応すれば解決

する問題ではない。設計課、GIS課、顧客サービス課、コンピュータ課、給水課等の多くの課の総合的な対応が必要である。

2) 工夫

複数の部署にまたがる重要施策の実施促進を行うための3つの運営委員会(S/C)の設立趣旨(必要性、各S/Cの構成(議長、実行委員、委員等)、役割、開催手法、頻度)についての提案を行った。

(1) NRW Management S/C

(2) Planning and Monitoring and Kaizen (Improvement) S/C

(3) Regulations, Standards, Guidelines and Manuals S/C

3) 結果と教訓

提案はCEにより承認され、S/Cが実施に移された。S/Cが28回開催され、そのうち多くのS/Cが専門家不参加でC/Pの主体的な活動で実施され、活動の方向性を決めている。水資源水道局の自律的な活動が促された。更に、月例会議も同様の内容の協議が行われている。組織的、定期的な議論・決定の場の創出が重要である。

(21) JICA長期専門家を副総括として追加アサインし、より継続的な活動実施を促進

1) 課題

コンサルタント専門家は、断続的なアサインメントであり、全員がヤンゴンに不在のケースもある。そのため、プロジェクトの活動が断続的になる。

2) 工夫

JICA長期専門家(組織能力強化/人材育成)は継続して現地ヤンゴンに滞在し業務を遂行している。JICA長期専門家に担当分野に加え副総括業務担当を付与し、プロジェクト全体のより継続的な活動実施を促進した。

3) 結果と教訓

長期で滞在する専門家がいないと、プロジェクトとして継続性が保たれてより効果的な活動ができていない。専門家不在中でも、副総括をとおして水資源水道局幹部とのコミュニケーションが確保できる。定期研修や週例・月例会議が開催できるといった利点がある。さらにC/Pと専門家のコミュニケーションの継続も可能である。副総括がある程度自律的な指揮と判断を行い、プロジェクトを継続させ、プロジェクト成果の達成レベルの質の向上に資することができた。

(22) 国内法体系の確認と海外事例の調査による水道条例の作成

1) 課題

プロジェクト期間の途中で、ヤンゴン市における水道条例案を作成することが業務に追加された。カウンターパートは技術系職員が多いこともあって、法令は国全体の法体系と整合性のとれたものにすべきこと、市民の権利義務を定める規程として作用することなどについての理解度は高くなかったといえる。一方、ミャンマーでは国レベルでの水道法がないことから日本の法体系とは異なっており日本の事例をそのまま移転することは困難であることが想像され、どのようにしてC/Pの理解を進めながら、整合性のとれた水道条例を作成するかが課題となった。

2) 工夫

水道事業は世界の多くの国で地方行政としてスタートしており、法令やガバナンスを調べる際には、地方行政のなかで水道事業がどのように位置づけられているかを理解することが、多くの場合、水道事業関係の基本部分を理解する早道となる。そこで、まず、ミャンマーの地方行政のなかにおける水道事業の位置づけをさぐり、見当をつけたうえで、整合性を図ることにした。また、日本以外の国の水道条例についてもその内容を調査・研究し、参考にするにことし、C/Pの法令への理解を促進すべく工夫を行った。

3) 結果と教訓

地方行政の大枠を規定している憲法に水道関連法令の根拠があるものと想定したが、明確な条項はなく、一方、英国領時代の Municipal Law 等では都市が行う事業・権限を整理しており、これに水道事業も含んでおり、この古い法が、何らかの形で継承されていることが想定された。実際、Municipal Law を継承している YCDC 法で水道事業を YCDC が行うことを定めている。したがって、その YCDC 法を制定する権限を有する州又は管区が水道事業の枠組みを決定する権限を有することがわかり、作成しようとしている水道条例の位置づけは明確となった。ヤンゴンでの水道条例は日本とは異なり、YCDC 法の施行規則のような位置づけとして策定されるものといえる。地方行政から調べることで、現地の法体系に即した水道条例の位置づけの理解が深まったものと思われる。

また、日本を含め海外の水道条例を調査・研究した結果、それぞれ給水装置と料金関係が必須であるという共通点があることの理解が深まり、それを条例案作成に生かすことができた。

(23) 無収水管理における水道資材の技術協力

1) 課題

本邦のような水道技術の先進国においては管路布設や水道施設の構築に関する直接的な技術がかなり高いレベルにあることはもとより、それを支えている材料品質においてもかなりの高品質な水準にある。適正な材料の使用を含めて水道インフラを維持している。しかしながら、ミャンマー国では現地調達資材の品質や製品種類に大きな課題を抱えている。プロジェクトで先進的な技術の習得がなされても、その後の日常的な業務において学び取った技術力を駆使して無収水対策を実施しようとしても肝心の資材の不足や低品質に直面することとなる。

2) 工夫（提案）

今後の発展途上国における無収水対策などの削減技術の指導や技術移転に関して、これまでに進めて来た直接的な技術移転と合わせてそれら技術の継承維持に不可欠な資材の現地での製作に関する技術指導等について本邦の各メーカーの協力を得ながら協力を推進していくことが必要だと考える。

(24) 上位目標の達成を目的とした PDM 指標の見直し

1) 課題

当初の PDM で成果指標及び目標指標が達成できれば、上位目標が達成できるか不明であった。当初の指標体系では、上位目標の達成に繋げる道筋が不明確であった。

2) 工夫（提案）

プロジェクト目標達成からインパクトを発現し上位目標を達成する道筋を検討し指標体系を再構築した。

a. 上位目標の達成方法

成果及びプロジェクト目標で獲得した能力を活用し PDCA サイクルを回すことにより 3～5 年後に上位目標を達成する。

b. プロジェクト目標で総合的に達成すべき内容を設定する

- 全ての成果
- モニタリングシステムの稼働
 - 目標を達成するための指標が、定期的にモニタリングされているか
- 定期的な改善の場の設立
 - PDCA サイクルを回す原動力があるか
- 上位目標を達成するための中期活動計画の作成
 - 何を何年間、PDCA で回したら上位目標が達成できるか

c. 成果目標で達成すべき内容

- 責任ある組織がある
- 業務を行うための内部プロセスが改善されている（規則、基準、ガイドラインの設定、マニュアルの作成、業務プロセスの改善）
- リーダーシップ、人材を継続して育成する能力、業務改善を指導するための一定の技術及び管理能力が個人に備わる（リーダー、プロフェッショナル、研修講師の育成）

d. 上位計画達成コンセプトのイメージ

上位計画達成コンセプトのイメージを以下に示す。Planning Section(計画課)が PDCA サイクルを管理する。

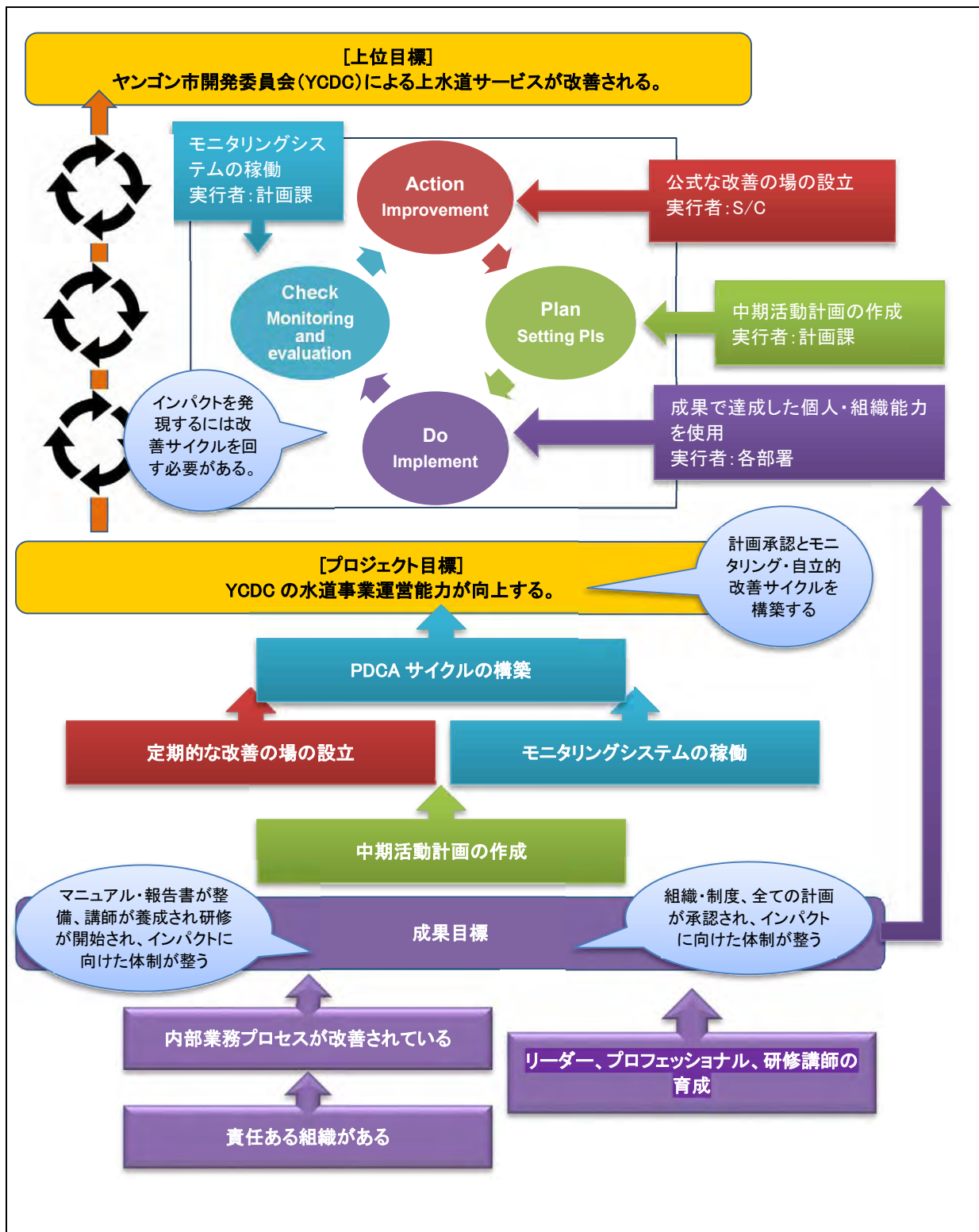


図 3-3 : 上位計画達成コンセプトのイメージ

4. プロジェクト目標の達成度

4.1. プロジェクトデザインマトリックス (PDM) に基づく達成状況

プロジェクトデザインマトリックス (PDM) に基づく成果の達成状況を、2020 年 1 月の終了時評価結果に加えて、その後の活動結果を基に以下に示す。

4.1.1. 成果の発現状況

各成果の指標とその達成状況を以下に示す。一部指標で、コロナ禍や政情不安定の影響もあるものの、成果指標はほぼ達成されている。

(1) YCDC の水道経営能力が向上する

指標	成果発現
1：料金徴収業務の改善計画が水衛生局内で承認される。	指標 1 は達成済み。 水道料金徴収の改善計画を策定し、すでに水資源水道局 (WRAWSA) の CE から計画の承認を得ている。この計画は、水道料金徴収に関する新しい顧客管理システムの開発を目的としている。 新システムは、「顧客の検索と登録」、「検針」、「水道料金請求」の機能を備え 2019 年に完成しパイロットタウンシップでの試行を行っている。引き続き、「水道料金収納」、「未払いの顧客の管理」、およびその他の統計データ処理の機能を追加するための準備をしている。最初のバージョンのシステムの機能と有効性は、パイロットタウンシップですでに確認されている。
2：水衛生局の人材育成計画が水衛生局内で承認される。	指標 2 は事実上達成された。 プロジェクトは、人材開発だけでなく、人材管理を含む統合計画の開発に取り組んできた。この計画は、すでに 2019 年 10 月に JCC で発表され、重要な課題である若手職員や非常勤スタッフの離職について優先的な対策が開始された。 内容について、水資源水道局幹部による合意を得ており、同計画の承認に向けて、2021 年 1 月より最終稿の確認と校正の会議が継続していたが、政情の不安定化により中断。
3：水衛生局内の水道の規程、基準、ガイドライン案が水衛生局内で承認される。	指標 3 はほぼ達成された。 「検針」と「水道料金の徴収」に係る業務についての顧客管理のガイドライン及び水道料金設定ガイドブックが完了している。 無収水管理及び水質管理の標準手順書 (SOP) に加え、水資源水道局の全 33 部署で日常的な業務内容を定める標準手順書 (SOP) が作成されてきた。全部署 SOP に関しては 2021 年

指標	成果発現
	<p>1月現在、12部署で試行期間終了・承認済、7部署で試行後の改訂中、13部署で試行中、1部署で作成の最終化段階にあるが、政情の不安定化により中断。</p> <p>水道条例（案）が作成され、法律顧問による精査、全管理職からの意見聴取を終了し、最終案はほぼ完了し承認待ち。</p>
<p>4：水衛生局の新組織構成が市長に承認される。</p>	<p>指標4は実質上達成された。</p> <p>2016年7月の「Report on Institutional Reorganization of Engineering Department (Water and Sanitation) of YCDC」に示された提案に基づいて、以下の部署が、専任および兼任職員で新しく設立されている。Water Treatment Section, NRW Management Section, Transmission and Distribution Management Section, Planning Section, Human Resource Development Section, Customer Service Division.</p> <p>2018年のYCDC法改定によって、水衛生局はAuthority組織に移行を終えており、上記の新設された部署は、既にこのAuthorityの組織案に含まれており、組織案は市長に提出されている。</p>
<p>5：計画課の専任職員2人がPDCAサイクルを指導できる。</p>	<p>指標5はほぼ達成されている。</p> <p>計画課の2人の中堅職員（兼任）がプロジェクトの開始以来、業務指標データの分析と活用方法、中期経営計画の策定方法を含むPDCAサイクルのトレーニング活動に参加している。トレーニング期間終了後、この中堅職員が内部講師となりPDCAサイクル手法を用いて、水資源水道局の他の部署、T/S職員に計画課題に関する研修を開始している。同講師の技術的能力と知識は、PDCAサイクルを指導するための信頼できるレベルにほぼ達しつつある。</p> <p>さらに、3人の若手職員（専任）が計画課に配属された。彼らは、中期的にPDCAサイクルの内部トレーナーになる候補者である。</p>

(2) YCDC の無収水管理能力が向上する

指標	成果発現状況
<p>1：無収水対策のマニュアル・研修教材がYCDC職員に活用される。</p>	<p>指標要件達成に向かって進んでいる。</p> <p>2019年1月以降に実施されたパイロットプロジェクトに基づいて、26編の無収水関連SOP（案）を作成済み。さらに、無収水管理トレーニングセンター向けに、座学12編、フィールドワーク用技術資料4編が作成済みである。これらは2020</p>

指標	成果発現状況
	<p>年 12 月に開催された無収水管理研修（オンライン）で活用された。今後 C/P が YCDC 職員に研修を行う際に、これら SOP や研修教材が継続的に活用されることが期待されている。</p>
<p>2：パイロット地区の顧客情報や配管データが整備・更新される。</p>	<p>指標 2 は達成済み。</p> <p>2019 年 1 月にヤンキンのパイロットエリアで顧客情報の作成を開始し同年 12 月に終了した。並行して、顧客の移動等に応じて情報も更新されている。配管データも水資源水道局が整備し管理している。</p>
<p>3：YCDC 職員の無収水管理研修の講師として 8 人が養成される。</p>	<p>指標要件はほぼ達成されている。</p> <p>配管、漏水の検出、配水管修理などの研修科目を幅広くカバーするパイロットプロジェクトの成果を基に、無収水管理に関する一連の研修を C/P に実施した。パイロットプロジェクト開始前においても、給水普及率の計算方法、無収水発生メカニズムの研修などを実施してきた。一連の研修を通じて、内部講師を養成するための技術移転が継続的に行われてきたが、C/P の頻繁な変更および辞職に直面し、その結果、内部講師の候補者としての C/P は当初の予想よりも少なくなった。</p> <p>継続的に候補者数の増加を試みており、これまでの取り組みを通じて、2020 年 1 月までに 6 人の C/P が内部講師として養成された。更に、2020 年 12 月の無収水管理研修（オンライン）に向け、新たに 3 名の無収水管理課職員に対して講師研修を実施し、これらの職員は、ヤンキンパイロット実施の C/P が補助について講師となることで座学研修の実施が可能となった。なお、同研修では、12 名（内、無収水管理課から 9 名）の講師が研修を実施している。</p>
<p>4：無収水管理研修計画に基づいて水衛生局職員が研修を受講する。</p>	<p>指標要件はほぼ達成されている。</p> <p>無収水管理研修に参加した水資源水道局職員の数、現時点で限られているが、必要な項目の研修活動はほぼ完了している。</p> <p>まずは、C/P にパイロットプロジェクト地区において無収水管理に係る調査、計画、図面作成、水理解析等の研修を実施した。次いで新たに設置された無収水管理課の C/P 等合計 16 人に対して、パイロットプロジェクトを通じて配水管材料の選定や接合、分岐サドルを用いた給水管の配水管からの分岐配管技術の習得及び顧客メータの設置・機能確認などに関する無収水を生じさせない技術的な管理方法について研修を実施した。</p> <p>さらに、C/P が講師になり、パイロットプロジェクトを通じ</p>

指標	成果発現状況
	<p>て、T/S 所長に対して、T/S で必要な技術である水圧試験、各管種の接合 (DIP、RRVP、HDPE (Electro-fusion))、不断水分岐、サドル分水栓設置及び穿孔機での給水分岐に関する研修を実施した。</p> <p>2020 年 1 月には、竣工した無収水管理トレーニングセンターを活用して、新規昇進者 (20 名) に対して無収水管理の総合的な研修を実施した。</p> <p>その後、コロナ禍により集合研修は開催できないため、2020 年 12 月に T/S 副所長を対象に 10 日間のオンライン無収水管理研修コースを開催、14 名が受講した。講師は 12 名 (内、無収水管理課から 9 名) で実施した。</p> <p>その他の研修としては、専門家により、一部地区の路線を対象に工事完成図作成指導を実施した。引き続き C/P が作成しているが、完成品の確認が完了していない。また、ステップテストの専門家による指導は完了しているが、パイロットプロジェクト実施後、パイロット地区でのステップテストは夜間外出禁止のため未実施である。</p> <p>引き続き無収水研修ヤード等での研修を C/P が継続していく必要があるが、政情不安定化で活動は中断した。</p>
5 : パイロット地区において無収水率が 25%に削減される。	<p>指標 5 は達成された。</p> <p>パイロット地区の無収水率は、2019 年 2 月の流量測定に基づいて 86%と計算された。その後、同地区の給配水管と水道メータを更新した。これらの更新により、配管完了後に 51.1%、さらにメータ交換後に 5.5%に削減された。</p> <p>その後のモニタリングにより、無収水率の増加が見られ 2020 年 6 月に 19.9%となっている。現地での原因調査と対応が必要であるが、政情不安定化で活動は中断した。</p>

(3) YCDC の水質管理能力が向上する

指標	成果発現状況
1 : 水質管理のマニュアル・研修教材が YCDC 職員に活用される。	<p>指標 1 は達成済み。</p> <ul style="list-style-type: none"> • 水質管理 <p>2019 年 2 月に、浄水場と塩素消毒施設に関する SOP を作成し、水質管理に関する研修資料を作成した。SOP は浄水場の運用に活用されている。</p> • 水質モニタリング <p>2016 年に最初の水質分析に関する SOP が完成し、それを使用した水質モニタリングを実施している。SOP は、中央水質ラボだ</p>

指標	成果発現状況
	<p>けでなく、浄水場等に設置したミニラボでも効果的に利用されている。</p>
<p>2：中央ラボおよび出先のミニラボにおける簡易水質検査結果が記録・モニタリングされる。</p>	<p>指標 2 は達成済み。</p> <p>毎月の水質モニタリング計画に基づいて、中央水質ラボはモニタリングポイントから得られたサンプルの水質試験を実施している。貯水池と浄水場では、水質試験を午前と午後を実施している。データは 2015 年から中央水質ラボで、2017 年からミニラボで記録されている。</p>
<p>3：YCDC 職員の水質管理研修の講師として 4 人が養成される。</p>	<p>指標 3 は達成済み。</p> <ul style="list-style-type: none"> • 水質管理 <p>座学、OJT、セミナーなどのさまざまな研修を通じて、技術的な知識とスキルが移転され、その結果、2 人の職員が内部講師として養成された。</p> • 水質モニタリング <p>3 人の職員は、内部講師として若手職員を対象とした研修を担当している。また、現場でミニラボの職員に日常業務で技術的な指示を与えている。</p>
<p>4：YCDC 職員が水質管理研修計画に基づいて水質管理研修を受講する。</p>	<p>指標 4 は達成済み。</p> <p>水質試験室で働くすべての水資源水道局職員が、すでに水質管理に関する研修に参加している。参加者は、中央水質ラボから 10 名、現場のミニラボから 10 名である。固定の研修スケジュールまたは計画ではなく、SOP が詳細化および改訂されたタイミングに基づいて研修を実施している。</p>
<p>5：ニャンナピン浄水場のパイロットろ過池系列において、濁度が 1NTU 以下に制御される</p>	<p>指標 5 は達成済み。</p> <p>ニャンナピン浄水場のパイロットろ過池系列の処理水の濁度は、ほぼ常に 1 NTU 未満に制御されている。濁度は、2020 年 1 月までに、フェーズ 1 施設では 11 か月で 3 回、フェーズ 2 施設では 16 か月で 1 回、1 NTU を超えただけである。</p>
<p>6：ラグンビン浄水場の維持管理体制が整備される。</p>	<p>指標 6 はほぼ達成済み。</p> <p>タスクフォースチーム (TFT) を設立し、ラグンビン浄水場運転のために 19 人の職員を割り当てる公式指示が出されるとともに、浄水場の維持管理組織体制と各課の職務内容が決定された。浄水場は維持管理体制を確立した後、2020 年 3 月から一部施設の運転を開始したが、新たに、原水への海水の混入、生成フロクサイズの最適化及び末端給水地区給水水質の劣化の課題が明らかになり、専門家の指導の下、C/P が対応した。C/P は今後、現場でのラグンビン浄水場稼働開始に伴う問題点への対処、SOP の作成が必要である。</p>

指標	成果発現状況
7：塩素消毒施設の維持管理体制が整備される。	<p>指標 7 はほぼ達成済み。</p> <p>ニャンナピン浄水場、ロウガ貯水池、イエグーポンプ場、ラグンビン浄水場における塩素消毒施設の運転・維持管理体制が決定された後、2020 年 1 月以降に、順次運転を開始した。</p> <p>塩素消毒施設の維持管理体制は確立しているが、指標 6 同様、この支援につき現地での指導、説明が必要であり、遠隔では効果的に支援することは困難であった。今後、C/P により上記施設での SOP の作成が必要である。</p>

4.1.2. プロジェクト目標の達成発現状況

プロジェクト目標は「YCDC の水道事業運営能力が向上する」である。一部指標で、コロナ禍や政情不安定の影響もあるものの、プロジェクト目標の指標はほぼ達成されている。

指標	達成状況												
1：重要課題運営委員会（S/C）が組織化され、水道事業運営の改善が実施される。	<p>指標 1 は達成済み。</p> <p>水資源水道局の CE が S/C の設立を承認し、2017 年 7 月に各 S/C のメンバーを任命した。組織された S/C と会議の数は次のとおり。なお、2018 年 6 月、S/C 3 にはさらに 2 つのサブグループ（①給水設備の設置と②水道料金の請求と収集）を形成した。</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>S/C</th> <th>内容</th> <th>実施回数 2021 年 1 月現在</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>NRW management</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>Planning and monitoring</td> <td>6</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>Regulations, guidelines, standards and manuals</td> <td>17</td> </tr> </tbody> </table>	S/C	内容	実施回数 2021 年 1 月現在	1	NRW management	5	2	Planning and monitoring	6	3	Regulations, guidelines, standards and manuals	17
S/C	内容	実施回数 2021 年 1 月現在											
1	NRW management	5											
2	Planning and monitoring	6											
3	Regulations, guidelines, standards and manuals	17											
2：水衛生局の中期経営計画が水衛生局内で承認される。	<p>指標 2 は達成済み。</p> <p>中期経営計画では、現在の状況/課題とその行動計画を、中期的な視点での改善目標とともに示している。本計画は、給水サービス、水資源開発、無収水管理、水質、水道料金徴収、財務管理および人材開発/管理などの問題を対象としている。</p> <p>本計画は、2018 年 10 月の S/C2 会議で承認され、2019 年 2 月に水資源水道局の CE から承認された。</p>												
3：中期経営計画の実施が、経営管理指標に基づき定期的にモニタリングされる。	<p>指標 3 は達成済み。</p> <p>主要業務指標から、給水率、無収水率、接続総数などの 15 種類の主要指標を経営管理指標として選択した。すべてのデータは、2016 年以降、プロジェクトが作成したデータモニタリングシステムを通じて収集されている。2018/19 年の経営管理指標のモニタリング対象数値は 2020 年 1 月に作成され、モニタリング活動が継続されている。</p>												
4：YCDC の給水区域全域において	指標 4 は達成済み。												

指標	達成状況
<p>て、無収水率が把握され、モニタリングされる。</p>	<p>本プロジェクトで設置した送配水量モニタリングシステムが稼働前は、無収水率はポンプ場の稼働時間に基づいて約 50%と算定されていた。2019 年 9 月に送配水量モニタリングシステムが運用を開始した。このシステムのデータを使用し 2019 年 10 月には無収水率を 65.2%と算定した。無収水管理課はその後も継続して無収水率のモニタリングを実施している。2020 年 9 月の無収水率は 64.4%である。</p> <p>注：各月の無収水率は、水道料金の徴収データが入手できる 3 か月後に算定される。</p>
<p>5：YCDC の無収水削減計画が水衛生局内で承認される。</p>	<p>指標 5 は達成済み。</p> <p>2018 年 10 月に無収水管理、物理的損失、商業的損失の 3 つの主要な無収水削減中期計画が JCC で承認された。また、無収水削減は中期経営計画の最優先事項となっている。さらに詳細計画が作成された。</p>
<p>6：YCDC の全域において、水質が把握され、モニタリングされる。</p>	<p>指標 6 は達成済み。</p> <p>水質モニタリング計画では、YCDC の給水サービス地区内のモニタリングポイント、頻度、モニタリング項目、および方法を指定している。各 T/S は毎月サンプルを中央ラボに送り、モニタリング結果は水資源水道局の CE に毎月提出されている。</p> <p>水質ラボの能力は技術的に信頼できるレベルに達しているため、以前よりも正確に水質が把握されている。</p>
<p>7：YCDC の水質管理改善計画が水衛生局内で承認される。</p>	<p>指標 7 は部分的に達成した。</p> <p>水質管理改善計画の取りまとめ中であつたが、2021 年 2 月の現地政情不安により、C/P の活動が中断した。計画原案を取りまとめたが、承認は困難な見込み。</p>

4.2. 評価6項目からのプロジェクトの評価

6項目評価に基づくプロジェクトの終了時評価結果の概要に加えて自己レビューを以下に示す。

(1) 評価の視点

妥当性	プロジェクトの正当性や必要性を問う。 <ul style="list-style-type: none"> プロジェクトの目標は、受益者のニーズと合致しているか 問題や課題の解決策としてプロジェクトのアプローチは適切か 相手国の政策との整合性はあるか
整合性	<ul style="list-style-type: none"> 日本政府及び JICA の開発協力方針との整合性 JICA 内の他の事業、支援等との連携（相乗効果・シナジー） 他の内外機関との連携、国際的枠組み等との協調
有効性	主にプロジェクトの実施によって、プロジェクトの目標が達成され、受益者や対象社会に便益がもたらされているかなどを問う。
効率性	主にプロジェクトの投入と成果の関係に着目し、投入した資源が効果的に活用されているかなどを問う。
インパクト	プロジェクトの実施によってもたらされる、正・負の変化を問う。直接・間接の効果、予測した・しなかった効果を含む。
持続性	プロジェクトで生まれた効果が、協力終了後も持続しているかを問う。
新ノンスコア項目	
適応・貢献	JICA 等の関係者が事業目的を達成するために計画時 審査時や事業実施中に果たした役割、貢献について、客観的・主体的な視点で過程を分析。
付加価値・創造価値	<ul style="list-style-type: none"> JICA のユニークな取り組みや JICA であるからこそ提供しえた価値 ・要素インプット、特筆すべきイノベーティブな取り組みが確認されたか。 事業を通じて得られた新たな知見について発信・共有があったか。

(2) 評価

2020年1月に実施された終了時評価の結果をベースに、プロジェクト終了時点での状況を反映した評価結果を以下に示す。下線部は、終了時評価以降の主要な更新箇所を示す。加えて、JICAの新評価スキームに合わせて、整合性、適応・貢献、付加価値・創造価値の記述を終了時評価後に追加した。

妥当性	<p>プロジェクトの妥当性は高い。</p> <p>プロジェクトは、ミャンマーおよびヤンゴン市の開発政策の優先順位、YCDCのニーズ、および日本の援助政策と一致している。妥当性は高いと評価される。</p> <p>1. ミャンマーの政策／計画との整合性</p> <p>プロジェクト開始時の国家5カ年開発計画には、1) 政策、経済、行政、民間部門の開発、2) ミャンマー国民のイニシアチブによる開発、3) 10の開発分野の</p>
-----	--

	<p>優先、という3つの主な柱があった。水道サービスは、10の優先開発分野の1つとして位置づけられている。終了時評価時点でのミャンマー持続可能な開発計画（2018-2030）には5つの目標が示されており、その一つは「戦略5.3 安全な水へのアクセス」となる。</p> <p>プロジェクトは、開始から現在まで、国家政策と整合していることが確認されている。</p> <p>セクター政策の観点からは、YCDCは「ヤンゴン市水道マスタープラン」に基づいて取り組んできた。プロジェクトは、マスタープランを実現するための重要な投入（インプット）の一つとみなされる。</p> <p>全体として、プロジェクトはヤンゴン市の国家政策およびセクター別計画に沿っている。</p> <p>2. ニーズとの整合性</p> <p>プロジェクトの開始前、ヤンゴン市の無収水率は不適切な無収水管理のために66%に達していた（2013年）。また、ヤンゴン市は水質の問題やさまざまな水道施設および設備の維持管理の課題に直面していた。このような困難な状況の下、YCDCは無収水管理や水質管理などのトピックを含む、制度的側面から技術的側面までの幅広い分野における職員の能力開発を行う必要性を強く認識していた。</p> <p>プロジェクトは、このようなYCDCのニーズに応じ、さまざまな分野で技術支援活動を提供してきた。活動の内容と目標は、プロジェクト開始時にYCDCのカウンターパートや専門家との相互協議を通じて決定された。こうした経緯を通して、プロジェクトはヤンゴン市とYCDCのニーズに合致しているといえる。</p>
<p>整合性</p>	<p>1. 日本政府・JICAの開発協力方針と整合性</p> <p>2012年4月に発表された日本の「ミャンマーへの経済協力の方向性」は、インフラストラクチャーの整備を援助目標の一つとしている。ヤンゴン市の水道サービスへの援助はこの目標を達成するための代表的なプロジェクトの一つとして位置付けられる。プロジェクトは日本の援助政策の方向性に合致している。</p> <p>2. JICAの他事業（技術協力・有償無償資金協力等）との相乗効果</p> <p>1) 本プロジェクトは、「ヤンゴン市上下水道改善プログラム協力準備調査」を通じて策定されたマスタープランの実行及びマスタープランに基づく円借款等の各種事業の実行に必要な能力を強化するものである。また、本プロジェクトの内容は、同準備調査の中で行われたYCDCの能力向上計画のフィージビリティスタディに基づいて構想されたものである。基本的なレベルから広範な内容を扱い、近代的な水道サービスを実現するための組織の礎を築いた。</p> <p>2) 有償資金協力「ヤンゴン都市圏上水整備事業」（以下、フェーズ1と呼ぶ）及び同「ヤンゴン都市圏上水整備事業（フェーズ2）」（以下、フェーズ2と呼ぶ）</p>

	<p>ぶ)において以下の相乗効果が得られた。</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ フェーズ1において運転が開始されたラグンビン浄水場及び塩素消毒施設の運転・維持管理体制を構築した。既存浄水場において本プロジェクトで研修を受けた職員がラグンビン浄水場及び塩素消毒施設の運転を担当しており、移転された技術が円借款施設で活用されている。 ➤ 本プロジェクトで得られた無収水に係る知見を参考に、フェーズ2のDMA構築の設計が行われた。 ➤ 本プロジェクトで強化された水質モニタリング能力を活用し、C/Pはフェーズ2浄水場の水源の水質測定を行い、飲料水源としての適切性の確認を行った。 <p>3) JICA 長期直営専門家「水供給アドバイザー」との情報交換を密にし連携した。特にプロジェクトで供与した流量モニタリングシステムについては、送配水課の立ち上げ、収集後のデータ運用の検討など、同専門家と連携して取り組むことで、プロジェクト終了後も同システムが活用されることが期待された。</p> <p>4) 留学生プログラム「水道分野中核人材育成」コースには、プロジェクト実施中に本プロジェクトの主要 C/P3 名が参加した。プログラムの趣旨に沿った人材の選定を促進するとともに、調査活動への助言、帰国後の業務における知見の活用を支援することで、両事業の効果を高めることにつながった。</p> <p>3. 日本の他事業、他の開発協力機関等による支援と適切な相互補完、国際的な枠組み（国際目標やイニシアティブ・規範や基準）と整合性</p> <p>1) 水資源水道局にはこれまで無収水管理事業を担当する部署が存在しておらず、結果として、各ドナーから提供された資料や技術レポート等が集約されておらず、水資源水道局内で活用されていない。本プロジェクトで設置した無収水管理課がこれらの情報を集約する業務を担当することとなった。更に、同課がドナーの無収水対策プロジェクトの一元管理を行っている。この中には、「ヤンゴン地域マヤンゴン地区無収水低減計画」（草の根・人間の安全保障無償）、ヤンゴン市上水道施設緊急整備計画（無償資金協力）、ヤンゴン市無収水削減計画（事業・運営権対応型無償資金協力）の日本の協力事業が含まれる。</p> <p>2) ADBによりガモエク貯水池とニャンナピン浄水場間の導水管の敷設計画が進められている。これに関連して、ニャンナピン浄水場のフェーズ3浄水施設の建設計画が立案された。本プロジェクトで実験を行い、良好な結果が得られている直接ろ過法による施設の設計が検討されている。</p> <p>3) 本プロジェクト実施途上、ヤンゴンの上水道分野においてPPP活用に向けた動きが始まり、PPPのオプションに関するプレ・フィージビリティスタディ（以下、「プレF/S」）がIFCにより実施された。これを受けて、PPP活用</p>
--	---

	<p>係るオプションの検討を目的にした活動を追加で実施した。</p>
<p>有効性</p>	<p>有効性は高いと評価される。</p> <p>1. プロジェクト目標の進捗</p> <p>プロジェクトの目標は、水道サービスの管理について YCDC の能力向上を行うことであり、終了時評価の時点で、これは概ね達成されたと評価される。</p> <p>プロジェクトは、次の3つの側面、1) 組織的および制度的側面、2) 運用上の側面、3) 技術的な側面、からアプローチしている。成果の達成状況が示すように、それぞれの側面において、肯定的な結果がみられる。</p> <p>水道サービスに必要な不可欠な知識とスキルは、重要であるにもかかわらず認識されてこなかった。また、プロジェクト前にそれらの要望があったにもかかわらず訓練されていなかった。それらはプロジェクト活動を通して、段階的にはあるが YCDC 職員に蓄積されてきた。能力の「向上」や「開発」の観点から、<u>プロジェクトはその目的の完全な達成に向けて進められ、プロジェクトの終了時には、その達成度がより高められた。</u></p> <p><u>プロジェクト終了時点で、プロジェクト目標はほぼ達成済である。</u></p> <p>2. 貢献要因</p> <p>プロジェクトは、次の貢献要因によって順調に進展してきている。</p> <p>1) 第三国研修の効果</p> <p>プロジェクトは、日本に加え、タイとカンボジアへの第三国研修を実施してきた。両国で、水道サービスが発展したのは、比較的最近のこととである。研修は、C/P に技術的知識を与えるだけでなく、発展経験を学ぶことを通じて改善とモチベーションに対する意識を高めた。<u>さらに、研修は、事前に C/P が研修課題を設定し、研修結果を問題解決につなげるための調査研究型の研修というコンセプトとした。帰国後は、C/P は改善提案を含む報告書を提出した。</u></p> <p>技術的な側面に関する具体的な成果をみると、カンボジアの PPWSA からの学習は特に効果的であった。C/P は、特に PIs データによるパフォーマンスモニタリング、SOP の作成、および様々な計画の策定について、学んだ経験を活用した。研修生が作成した主な計画を次に示す。</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ 水資源水道局の経営改善計画 ✓ 無収水管理と顧客サービスの改善計画 ✓ 水処理および水質管理の改善計画 <p>2) 日本の地方自治体の知識とスキルの適用</p> <p>プロジェクトは、日本の地方自治体や系列企業からの専門家の参加により、日本の地方自治体に蓄積された知識とスキルを効果的に導入した。彼らの知識とス</p>

キルは、特に水質管理、顧客サービス、水道料金設定のための方法および／またはそのプロセス、無収水管理のプロセスなどについて、プロジェクト活動を充実させることに特に貢献した。

さらに、東京都と福岡市で構成される国内支援委員会も、プロジェクト期間中のプロジェクト活動を支援した。国内支援委員の助言と情報は、プロジェクト活動の有効性も高めた。

3) プロジェクト内容の設計プロセス

2014年に実施したプロジェクトの詳細計画策定調査では、プロジェクトで扱う基本的な分野を決定したが、詳細な活動内容やPDM指標を意図的に決めなかった。詳細計画策定調査により、C/Pと専門家は、プロジェクト開始後の議論、問題分析やキャパシティ・アセスメントなどのワークショップを通じて活動を検討し、決定することが奨励された。このような比較的オープンなスタイルの計画により、技術的なニーズとプロジェクト計画の不一致を回避できた。また、ワークショップとキャパシティ・アセスメントの初期プロセスを通じて、C/Pとの相互理解を深め、C/Pの主体性を高めることに貢献した。

4) トップマネジメントによる迅速な意思決定と行動

YCDC、ヤンゴン市、および地方政府のトップマネジメント層は、プロジェクト活動の重要性を高く認識してきた。こうした認識とリーダーシップは、人員配置と必要な予算確保の観点からプロジェクトを支援してきた。また、迅速な意思決定や行動は、独自のプロジェクトおよび機材調達の開始にも繋がった。

5) YCDCの自発的かつ迅速な行動の相乗効果

プロジェクト実施の過程で、YCDCは上述したように、自らの予算でノースオカラパT/Sの無収水管理パイロットプロジェクト、顧客管理システムの導入、ロウガおよびジョビュー貯水池からの未処理水の小規模パイロットプロジェクトなど多くのプロジェクトに着手した。これらのYCDCの活動は、プロジェクト活動と相乗効果を生み出した。例えば、ヤンキンでパイロットプロジェクトを開始する前に、プロジェクトはノースオカラパパイロットプロジェクトを研修の場として活用することができた。

組織的側面の観点から、YCDCはプロジェクトにより提案された新しい組織体制を迅速に導入した。このような迅速な対応により、プロジェクトはより明確に任命されたC/Pとともにプロジェクト活動の内容についてより明確に焦点を合わせることができた。

全体として、YCDCの自発的かつ迅速な行動がプロジェクトとの相乗効果をもたらし、プロジェクトの有効性を高めると高く評価される。

	<p>6) ミャンマーに駐在する長期専門家の派遣</p> <p>プロジェクトは、専門家チームに加えて、長期専門家を派遣した。もともと定められた技術的な業務内容に加えて、長期専門家は、情報の橋渡しとしてC/Pと専門家チームとの関係を強化し、プロジェクト活動の管理とフォローアップの改善に貢献した。</p>
<p>効率性</p>	<p>終了時評価では、効率性は中程度であると評価されたが、本評価では、高いと評価する。</p> <p>日本側は、専門家派遣のタイミングをプロジェクトの進捗状況と必要性に応じて、柔軟に調整した。人材の投入は、効率的かつ効果的であったと評価できる。さまざまな組織的な背景から構成された専門家の構成は高く評価される。</p> <p>ミャンマー側もC/Pを割り当て、その職員を維持する努力を行ったが、特に無収水管理においてはC/Pの頻繁な変更および離脱があり、シームレスな技術移転に影響を与えた。</p> <p>機材調達の遅れは、無収水管理の一連の活動にも影響を与えた。一方、第三国研修は、各成果とプロジェクト目標の達成に貢献する、効率的かつ効果的な投入であった。</p> <p>終了時評価では、「全体的に、効率は中程度に評価される」とした。しかし、<u>C/Pのアサインメントに関しては、水資源水道局幹部がフォローを続け、特に無収水管理に関しては、プロジェクト開始時の部署無しから16名の職員を要する大きな組織になり、パイロットプロジェクトにも21名がC/Pとして参加した。また、パイロット機材の遅れもキャッチアップしほぼ活動を完了し成果が得られている。その他の活動も効率性が高いものがほとんどである。</u></p> <p>1. 人材の投入</p> <p>1) 日本側</p> <p>日本側は、プロジェクトの進捗状況およびプロジェクトの実施過程で特定されたニーズに応じて、専門家の派遣を柔軟に調整した。人材の投入が効率的かつ効果的であると評価される。</p> <p>また、プロジェクトでは「顧客管理/料金徴収」専門家、「流量計室設計・施工管理」専門家を追加し、プロジェクト実施の過程で顕在化したニーズにも応えてきた。専門家の派遣期間は、無収水管理パイロットプロジェクトの進捗に応じて柔軟に対応した。加えて、コンサルタント会社、地方自治体/系列企業、民間製造企業、長期専門家による専門家チームの構成は、プロジェクト活動を充実させる上で高く評価される。</p> <p>2) ミャンマー側</p> <p>ミャンマー側は、厳格な雇用ルールの下で、可能な限りC/Pを割り当てる努力</p>

をしたと高く評価される。しかしながら、阻害要因で指摘されているように、実際には退職するケースが多くあり、それが C/P への技術移転にマイナスの影響をもたらした。また、中堅のクラスの職員に業務の割り当てが集中する傾向がみられた。このような仕事を多く抱え込まざるを得ない組織環境は、プロジェクト活動を実施する際に困難となったことも時々みられた。

ただし、前向きな見通しについても指摘する必要がある。C/P として働いている職員は、オーナーシップをもってプロジェクトに高くコミットしている。これらの職員は今後も働き続けることが期待されており、YCDC の水道サービスの重要な役割を果たす。残った C/P だけに注目すると、技術移転の効果は十分に確認できる。

2. 機材・設備の投入

プロジェクトが供与する機材は、すべてプロジェクト活動に必要なアイテムであった。これらは十分に活用されており、各成果とプロジェクト目標の達成に貢献している。機材は、現場活動用のものだけでなく、事務用のものも含まれている。事務用機器は、次のような注目すべき効果を生み出した。プロジェクトが開始された時点では、T/S 事務所と YCDC 本部のコンピュータの数は非常に限られていた。多くの作業は手作業で行う必要があり、作業の効率性とデータ入力精度に問題が生じていた。プロジェクトで、新しく創設されたコンピュータ研修室にコンピュータを設置し、コンピュータスキルを継続的に研修することで、職員は、PIs、顧客サービスなどのデータを管理ができるようになった。この投入が成果 1 およびプロジェクトの目標の達成に貢献したと評価される。

機材の選択も合理的であったと評価される。ミャンマー側は、超音波流量計や携帯型テストメータなど、いくつかのアイテムの機能と活用のメリットについても認識した。また YCDC は既に独自の予算で追加購入もしている。

一方、パイロットプロジェクト用の無収水機材の調達は遅れた。これによって引き起こされたマイナスの影響は、阻害要因のところでも上述している。一方で、パイロットプロジェクトだけに研修を頼らずに、継続的に無収水研修を実施するために無収水管理研修センターを建設することを決めた。そこに設置する機材はプロジェクトで調達したが、研修センターの講義棟と研修ヤードの建設は YCDC が担当した。

3. 本邦研修と第三国研修

第三国研修は、貢献要因で述べたように、計り知れない効果を生み出した。また、本邦研修は、C/P が世界標準レベルの水道運営と施設の維持管理を学び、中長期的な視点で将来像を把握するのに効果的であった。

4. 予算

	<p>JICA は、プロジェクトの過程で確認された追加ニーズに応じて、プロジェクトに割り当てられた予算額を当初のものから柔軟に増加した。JICA の予算の制限によりプロジェクトからの要求はすべて満たされなかったものの、YCDC と JICA の双方からの予算額支出のタイミングは、プロジェクト活動に大きな悪影響を与えずにすんだ。</p> <p>YCDC は、概ね計画どおり予算を支出し、場合によっては緊急に予算を支出するなど、トップマネジメント層による決定によって対応した。</p> <p>5. 補完的な効果と活動の重複</p> <p>JICA が作成したマッピング情報「ヤンゴン市マッピングプロジェクト」は、特にパイロットサイトの無収水管理計画の作成の際に、プロジェクトに補完的な効果をもたらした。</p> <p>YCDC の「水供給アドバイザー」の長期専門家との緊密なコミュニケーションも、特に他のドナーのプロジェクトの情報共有に関して、プラスの補完的な効果をもたらした。また、情報の共有を行うことで、プロジェクトが不必要な重複を避けるのに役立った。</p>
インパクト	<p>プロジェクトのインパクトは高いと評価される。</p> <p>上位目標「YCDC による水道サービスの改善」については、YCDC の予算措置を含む積極的な開発姿勢、ドナープロジェクトの計画、および技術的な知識とスキルを含むプロジェクトの資産を鑑みると、大いにその達成が期待される。波及効果は、組織面および技術面でもみられる。</p> <p>1. 波及効果</p> <p>プロジェクトによる次の波及効果が観察される。</p> <p><組織的および技術的側面></p> <ul style="list-style-type: none"> ● YCDC は、ノースオカラパでの無収水管理パイロットプロジェクトで自ら予算を確保し、本プロジェクトを通じて習得した DMA の設定、配水管網の設計などに関するスキルや知識を応用した。 ● YCDC は、急速ろ過、沈殿池などの設計を修正し、その有効性をニャンナピン浄水場のパイロットプロジェクトで確認した。また、その設計と運用方法をニャンナピン浄水場全体に適用することも決定した。排泥ホッパーやいくつかの設備の改良は、終了時評価時点ですでに開始されている。必要な予算はすでに確保されている。 ● ロウガおよびジョビュー貯水池における、未処理水の小規模パイロットプロジェクトからは、肯定的な結果が示されている。YCDC はテストのスケールを拡大するために、次のステップに進むことを決定した。

	<ul style="list-style-type: none"> • さらに、YCDC は 2020 年 1 月に、無収水管理のための研修センターを開設した。この研修センターには、研修ヤードと講義棟とがある。<u>開設後は、新規昇進者向けの研修や新型コロナ禍中ではあったが、無収水管理オンライン研修コースが実施され、研修センターは活用されている。</u> • 研修センターは、YCDC の対象地域だけでなく、ミャンマーの他の地域にも研修を提供することが期待されている。 <p><技術的側面></p> <ul style="list-style-type: none"> • 水道事業体の先進的な水質検査室としての認識 中央ラボは、マンダレー市開発委員会 (MCDC) からの訪問を受け、2019 年 10 月にその要請に応じて技術指導を行った。また、ミャンマー国境開発委員会も中央水質ラボラトリーを訪問した。YCDC のラボの職員は大腸菌群の分析方法、現在運用している SOP、分析器の概要説明を行った。 中央ラボの評価は、水道事業体の主要な水質検査室の一つとして、ミャンマー国内で徐々に拡大しており、MCDC に対して行ったような指導的な役割が求められる。 • SOP の策定 水資源水道局のプロジェクトに直接関与していない部署も含め全 33 部署で、C/P による SOP 作成方法の指導に従って、SOP を作成した。全 33 部署で作成した SOP は、順次、試行期間、改訂を経て、承認されている段階である。 <p><組織的側面></p> <ul style="list-style-type: none"> • 5S と Kaizen プロジェクトは、すべての部署を 5S と Kaizen のセミナーに招聘した。セミナーの効果は、現在、多くの部署で確認することができる。現在、職場の環境は、文書の保存/並べ替えなどの点から、かなり整理されてきている。 • 下水・排水局への職員の異動 技術移転を受けた多くの C/P は、2019 年 4 月に YCDC の組織再編成の影響で、下水・排水局に異動した。異動した職員は、プロジェクトへの参加を通じて得たより高い質のスキルをもって働いている。このような人事異動を通じて、プロジェクトの効果は他の組織にも広がっている。 <p>負のインパクトは特に観察されていない。</p>
持続性	<p>プロジェクトの持続性は中程度と評価される。</p> <p>ミャンマーとヤンゴン地方政府は、水道サービスの重要性を継続的に強調していく可能性は高いといえる。政策面では高い持続可能性がある。一方、水道条例の策定と施行を加速するためには、さらなる法制度の整備が必要となる。</p>

組織的側面について、組織体制は高い持続可能性が確認されているが、正規職員の不足や職員の退職には課題が残される。技術的な持続可能性は、プロジェクトを通じて大幅に改善されたが、対象としてこなかった技術分野もあり、また内部講師の不足についても課題が残っている。

マクロの観点からの財政的持続可能性は、水道料金が計画どおりに引き上げられるかどうかによって異なってくる。

これらの側面を考慮して、持続性は中程度と評価される。

1. 政策および法的/規制の側面

水道サービスの改善は、国家およびヤンゴン市の地方自治体における最優先事項の1つである。プロジェクト後もその重要性は大いに期待されている。政策的側面の持続性は高く評価される。法的側面については、水道サービスに関連する法律と規制がこれまで段階的に発展してきている。しかし、安定し信頼できる水道サービスを実現するためには、法律や規制を策定するためのさらなる努力が強く求められている。

2. 組織面

水資源水道局には、各部署の定義された役割と責任によって規定された職務に従事するための合理的な組織体制が構築されている。組織体制の観点からの懸念はない。合理的な組織体制に反して、課題となるのは一部の部署の職員の不足と、非正規職員が大部分を占める職員構成である。厳しい雇用ルールの下で、正職員に昇進する可能性が低い非正規職員の雇用条件は、職員のモチベーションに影響を与え、時には退職につながる可能性もある。

現在、正式な承認プロセスにある Authority に移行しても、当面の役割と運用に大きな変化が生じないことが懸念点である。

3. 技術的側面

プロジェクト期間中に水資源水道局のスキルと知識が大幅に向上したことが確認されている。ただし、水資源水道局が自ら安定した信頼できる水道サービスを提供できるかどうかについては、その技術的能力はまだ開発段階であると評価する必要がある。

この判断の背景は、第一に、塩素処理施設やラグンビン浄水場など、まだ十分機能していない新しく建設された施設があることである。水資源水道局職員自身が、これらの施設の技術的要件に対処できるかどうか、またこれらの新しい施設の運用に対応できるかどうかの懸念を口にしてしている。第二に、PPPのような完全に新しい課題が発生する可能性があり、プロジェクトでもよく把握できていない点もある。近い将来、財務管理、法律的な設定などの技術的な懸念に対処する必要があるかもしれない。

技術的な持続性の別の課題としては、内部講師の人材の確保がある。水質管理分野は既に目標数のスタッフを抱えている。終了時評価時点では、無収水管理の分野は目標に達していなかったが、2020年1月以降の講師養成研修により、目標を達成した。

体系的な研修を提供できる無収水管理研修センターなどの施設面の充実や、研修資料や全部署で策定されたSOPなどのソフト面の充実については、技術力向上のインフラとして重要な資産となる。これらの資産を活用して、技術的な持続性を高めることが期待される。

4. 財務面

ミャンマーの水道サービスを改善するイニシアチブと強い意志は、無収水管理の研修センター、超音波流量計などの機材の購入、ノースオカラパでの無収水管理パイロットプロジェクトの開始など、新しい施設の建設で確認することができる。これらの実際の実施例を考慮すると、プロジェクト終了後もミャンマー側による予算配分が見込まれる。

他方、マクロな観点から財務持続性をみると、必要な費用を回収できるレベルまで水道料金を引き上げることができかどうかによって依存すると考えられる。水道サービスの改善に必要な投資や予算配分を実現するためには、適切なレベルの水道料金が最も重要な条件の1つとなる。水道料金の段階的な値上げが実現した場合、財政的な持続性も同様に強化される。

5. 結論

プロジェクトは、能力開発の3つの側面、1) 組織的および制度的側面、2) 運用上の側面、3) 技術的な側面からアプローチした。あらゆる面で着実な進展が確認されており、終了時評価時点で、プロジェクトはその目標をほぼ達成したことを示していた。その後、プロジェクト目標および各成果の指標からみると、その達成状況には更なる進捗がみられた。

プロジェクトは、機材調達の遅れやカウンターパートの頻繁な異動/退職による内部トレーナーの育成など、技術移転の効率に影響を与えるいくつかの課題に直面している。一方、プロジェクトがYCDCの水道サービスにおける積極的な開発努力など、組織的および技術的側面にさまざまな影響を与えたことは非常に注目すべきである。

全体として、プロジェクト自体はYCDCのニーズに沿って目標の達成に向けて順調に進捗したと評価される。プロジェクトの実施はヤンゴン市の水道サービスの改善に向けて非常に有意義かつ効果的であると判断される。

一方、2021年2月に発生したミャンマー国の政情不安・混乱により、軍事政権の下、YCDCの管理組織体制は大きく変化し、水資源水道局の活動や運営が大きく影響を受けている。今後の動向次第では、プロジェクトの持続性に大きな支障が

	<p>でる可能性が懸念される。</p>
適応・貢献	<p>本プロジェクトでは、実施過程で様々な柔軟な対応を取ることで、現地の状況に応じた活動が実現し、プロジェクト成果の拡大や持続性・インパクトを高めることにつながった。これらプロジェクト内部での工夫は、「3. プロジェクト実施運営上の課題・工夫・教訓」で記述の通り。その他日本側関係者の貢献として主なものは、下の通り。</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) プロジェクト準備段階において、PDM に柔軟性を持たせ、当初の半年間を現状把握と課題確認、プロジェクトの詳細計画策定の期間にあてたことで、現地の課題に即した活動となった。 2) JCC の場を活用して YCDC 側のプロジェクトに対する要望を聞き取り、必要に応じて活動や投入の追加、課題別研修等の他スキームの活用などに柔軟に対応した。
(5) 付 加価値・創 造価値	<p>本プロジェクトでは、仕様書になかった大学教育機関やミャンマー日本人材開発センターの外部機関と連携した新たな活動を行い、職員の能力向上を図り、プロジェクト成果の発現を促進した。「3. プロジェクト実施運営上の課題・工夫・教訓」でも記述しているが、主なものは以下の通り。</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) ヤンゴン工科大学(YTU)の協力により、水資源水道局本部で、水道技術の基礎となる講義を企画、実施し、職員の能力向上を図った。併せて、水道セクターに官学の交流の機会を提供した。 2) ミャンマー日本人材開発センターの協力をえて、「5S・カイゼン」セミナーとカイゼン実施指導を行った。トップダウン的な事業運営が一般的で、ボトムアップでの話し合いが少なかった水資源水道局において、新しい話し合いの機会を提供するとともに、職員の参加型による事務所作業の効率改善を図った。

5. 上位目標達成に向けての提言

5.1. 上位目標の設定

上位目標には3つの指標が準備されている。経営管理に係る指標値は設定済みである。しかし、無収水率及び水質管理に関しては、市全体の無収水率の算定が遅れたこと、ラグンピン浄水場や塩素消毒施設の稼働が遅れたことにより、能力開発活動の実施がほとんどできなかったことから、目標値の設定も遅延してきた。さらに、新型コロナ感染拡大、政情不安もあり、C/Pと目標値の設定ができなかった。無収水率及び水質管理の指標値については、これまでのC/Pとの活動を踏まえて、専門家が以下の通り、暫定指標として作成した。なお、上位目標の達成目標年を2025年とする。

指標	設定（案）の内容																																																							
1：設定された経営管理指標（MKPIs）の指標値が改善する。	<p>設定済み。中期経営計画において、活動計画を策定するとともに、MKPIsが選定され目標値が設定されている。</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Syb. No.</th> <th>指標</th> <th>単位</th> <th>目標値 FY2020/21</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>S2</td> <td>総顧客接続数</td> <td>Nb.</td> <td>383,259</td> </tr> <tr> <td>Q7-1-1</td> <td>水道施設(処理水)における月次水質検査(濁度)の基準適合率</td> <td>%</td> <td>76</td> </tr> <tr> <td>C20-2</td> <td>料金徴収率(金額)</td> <td>%</td> <td>78.2</td> </tr> <tr> <td>F5</td> <td>経常収支比率(経常支出リカバリー比率)</td> <td>%</td> <td>94.2</td> </tr> <tr> <td>F9</td> <td>供給単価(売水に対する)</td> <td>Kyat/m³ water sold</td> <td>170</td> </tr> <tr> <td>F12</td> <td>給水原価(売水に対する)</td> <td>Kyat/m³ water sold</td> <td>181</td> </tr> <tr> <td>H8</td> <td>職員一人あたりの延べ研修日数</td> <td>Person*day</td> <td>1.39</td> </tr> <tr> <td>H11</td> <td>1000接続あたりの全職員比率</td> <td>person/000 conn.</td> <td>5.4</td> </tr> <tr> <td>PT1</td> <td>供給可能水源量</td> <td>MGD</td> <td>245</td> </tr> <tr> <td>C19-1</td> <td>日平均水消費量</td> <td>m³/day</td> <td>154</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">D2-7</td> <td>新設管路延長</td> <td>Mil m³/year</td> <td>191</td> </tr> <tr> <td>修繕・更新管路延長</td> <td>km</td> <td>61</td> </tr> <tr> <td>H2</td> <td>全職員数</td> <td>km</td> <td>2,386</td> </tr> </tbody> </table> <p>※上表では2020/21年度目標のみ記載</p>	Syb. No.	指標	単位	目標値 FY2020/21	S2	総顧客接続数	Nb.	383,259	Q7-1-1	水道施設(処理水)における月次水質検査(濁度)の基準適合率	%	76	C20-2	料金徴収率(金額)	%	78.2	F5	経常収支比率(経常支出リカバリー比率)	%	94.2	F9	供給単価(売水に対する)	Kyat/m ³ water sold	170	F12	給水原価(売水に対する)	Kyat/m ³ water sold	181	H8	職員一人あたりの延べ研修日数	Person*day	1.39	H11	1000接続あたりの全職員比率	person/000 conn.	5.4	PT1	供給可能水源量	MGD	245	C19-1	日平均水消費量	m ³ /day	154	D2-7	新設管路延長	Mil m ³ /year	191	修繕・更新管路延長	km	61	H2	全職員数	km	2,386
Syb. No.	指標	単位	目標値 FY2020/21																																																					
S2	総顧客接続数	Nb.	383,259																																																					
Q7-1-1	水道施設(処理水)における月次水質検査(濁度)の基準適合率	%	76																																																					
C20-2	料金徴収率(金額)	%	78.2																																																					
F5	経常収支比率(経常支出リカバリー比率)	%	94.2																																																					
F9	供給単価(売水に対する)	Kyat/m ³ water sold	170																																																					
F12	給水原価(売水に対する)	Kyat/m ³ water sold	181																																																					
H8	職員一人あたりの延べ研修日数	Person*day	1.39																																																					
H11	1000接続あたりの全職員比率	person/000 conn.	5.4																																																					
PT1	供給可能水源量	MGD	245																																																					
C19-1	日平均水消費量	m ³ /day	154																																																					
D2-7	新設管路延長	Mil m ³ /year	191																																																					
	修繕・更新管路延長	km	61																																																					
H2	全職員数	km	2,386																																																					
2：YCDCの給水区域の無収水率が〇〇%から〇〇%に低下する。	<p>本指標の暫定値を以下の通り設定する。</p> <p>「YCDCの給水区域の無収水率が64.4%から43.1%に低下する。」</p> <p>非物理的損失の主な要因となっている水道メータの改善を基に設定を行った。物理的損失の主因となっている漏水量の削減については各年6km程度のDMA化による管路更新を計画しているがそれにより削減される無収水量値の全体に及ぼす影響が微小であることから削減率には考慮していない。詳細は、無収水管理計画(付属資料5.C)を参照。</p>																																																							
3：YCDCによる水質検査において、濁度の水質基準を	<p>「3-2-3(4)」での検討のとおり、以下の通り暫定値を設定する。</p> <p>1. ニャンナピン浄水場給水区域での濁度目標</p>																																																							

指標	設定（案）の内容
満たす率が〇〇%から〇〇%に増加する。塩素濃度が0.2 mg/l以上を満たす率が00%から00%に増加する。	<p>a) 浄水場出口:年間濁度データの95%が2NTU未満であること</p> <p>b) 給水区域:設定しない</p> <p>2. ラグンピン浄水場給水区域の濁度目標</p> <p>a) 浄水場出口:年間濁度データの75%が1NTU未満であること</p> <p>b) 給水区域:同上</p> <p>注1: 残留塩素管理に係るプロジェクト活動が十分でないため、本プロジェクトでは残留塩素の目標値を設定しない。</p> <p>注2: ニャンナピン浄水場給水区域の目標値設定の前提条件は、ニャンナピン浄水場の全ての砂ろ過池の改修が完了すること。</p> <p>注3: 濁度について、貯水池の原水をそのまま給水している地域があり、そのような地域では、濁度の改善は可能でない。また、老朽配管内部の濁度成分の水への流入もあり、給水栓での濁度改善効果を予測することは難しい。本プロジェクトでは、浄水場出口での濁度目標及び新しい給配水管が敷設されているラグンピン浄水場配水区での給水栓の濁度目標を設定することが適当である。</p>

5.2. 上位目標の達成見込み

上位目標「ヤンゴン市開発委員会（YCDC）による上水道サービスが改善される」の達成見込みを以下に示す。

指標	達成見込み
1	<p>中期経営計画の結果（2018/19年次：第1年次）によると、比較可能な12指標の内、9指標の数値が2016/17年次の数値より改善している。ヤンゴン市においては、YCDCの自己資金プロジェクトと日本を含むドナーのプロジェクトが実施されており、今後も給水サービスの改善が期待できる。計画通り上水道サービスが改善されれば、本指標値を達成する可能性は高い。但し、2018/19年度の目標値は、ラグンピン浄水場の運用開始計画に沿って設定しているため、同計画が遅延すると目標の達成は難しくなる可能性が高い。</p>
2	<p>送配水流量モニタリングシステムが設置され、ヤンゴン市の送配水量のモニタリングが可能となった。今後、精度の高い無収水率をモニタリングするためには各T/Sにおける毎月の確実な検針作業の実現が不可欠となる。また、無収水削減技術の習得を目的として建設された無収水管理のトレーニングセンターでの体系的なトレーニング、SOP、トレーニング資料、無収水管理計画、養成された内部講師、無収水管理課のC/Pを含む他のすべての形成された資産は、この指標の要件を満たすことに貢献すると予想される。無収水管理計画では、初期に短期間で無収水率を低減するために、水道メータに係る改善活動を重点的に実施する計画を作成している。加えて、水道料金徴収マニュアルによる検針と料金徴収の業務プロセスの改善努力も無収水率の低下に貢献する。本指標値を達成するための最も重要な活動は、水道メータの改善活動である。その改善活動が計画通り進めば、本指標値を</p>

指標	達成見込み
	達成できる可能性は高い。また、水道メータの改善活動と併せてメータの定期的な更新に関するルールの方針が不可欠となる。一方で、改善した水道メータが貯水池原水の無処理給水により破損することが多くなれば、指標の達成は難しくなる。
3	ニャンナピン浄水場の機能改善とラグンビン浄水場の操業開始、及び適切な濁度管理は濁度の改善に貢献する。さらに、SOP、水質管理計画、内部講師を含む他のすべての形成された資産は、この指標の要件を満たすことに貢献すると予想される。一方で、浄水場の機能改善工事が実施されなければ、ニャンニャピン浄水場給水区域の指標の達成は不可能である。

5.3. 上位目標達成に向けての提言

上位目標達成に向けての提言を以下に示す。

(1) 各指標に対する提言

指標	提言
1	<ul style="list-style-type: none"> a) 中期経営計画における MKPIs のモニタリングが、WRAWSA により継続的に行われる必要がある。 b) 特に MKPIs モニタリングの基となる、各関連部署の PIs データシートの正確な記入、定期的な計画課への提出の促進とともに、計画課による確認、取りまとめ業務が継続される必要がある。 c) WRAWSA の経営層は率先したイニシアチブをとり、各関連機関および計画課の活動を促進することが必要である。
2	<ul style="list-style-type: none"> a) 比較的低コストで即効性のある無収水率の低減策は、水道メータの交換等の水道メータに係る改善活動であり、本活動を重点的に実施する必要がある。 b) 一方で、貯水池の原水の未処理給水が水道メータの破損や機能低下を引き起こしており、貯水池水の給水水質を改善する必要がある。 c) 水道料金徴収マニュアルによる業務プロセスの改善により、正確で定期的な検針が必要である。 d) 引き続き、構築した DMA での無収水管理の継続及び、新たな DMA の構築による、DMA による無収水管理の増加が必要である。 e) 無収水管理トレーニングセンターでの体系的なトレーニング、SOP、トレーニング資料、無収水管理計画、養成された内部講師、無収水管理課の C/P を含む資産の活用の向上が必要である。
3	<ul style="list-style-type: none"> a) ニャンナピン浄水場の機能改善工事を計画通り実施する必要がある。 b) ニャンナピン浄水場で取得した技術を用いて、今後、フル運転するラグンビン浄水場の維持管理を適切に行う必要がある。 c) 貯水池の原水をそのまま給水している地域があり、そのような地域では、濁度の

指標	提言
	<p>改善は可能でない。そのため、貯水池水の給水水質改善が必要である。</p> <p>d) SOP、水質管理計画、内部講師を含む他のすべての形成された資産の活用の向上を図る必要がある。</p> <p>e) 今後、残留塩素の管理活動を重点的に行い、残留塩素の目標値を設定することが望ましい。</p>

(2) 全体的な提言

上位目標を達成するために必要な全体的な提言を以下に示す。

1) 持続可能な水道事業体に向けた組織のガバナンスの強化

WRAWSA が将来的な水道事業の自立的な運営を目指す目的で、本プロジェクトでは、水道事業基礎講座と持続可能な水道事業の講義、第3国研修やガバナンスセミナーを実施し、C/Pが水道事業のガバナンスについての知識習得ができる活動を含めてきた。引き続き、大きな目標として持続可能な水道事業の達成に向けて、WRAWSA は水道事業の全体管理能力を強化していく必要がある。すなわち、WRAWSA は、事業運営の自治を有し、財務的に自立し、顧客志向、規則類に従い、業務内容が明確で、訓練されモチベーションの高い職員で運営され、効率的な業務を実施し、良好なサービスを提供できる事業体を目指す必要がある。

2) PDCA サイクルの実践を通じた業務改善の実施

本プロジェクトでは、中期経営計画の作成を含め、PDCA サイクルを動かす体制を構築した。PDCA サイクルを回し、成果及びプロジェクト目標で獲得した能力を活用し業務の継続改善を行い、持続可能な水道事業体を目指す必要がある。まだ承認されていない活動計画に関しては、予算配分を考慮に入れた上で、速やかに承認を行う必要がある。

3) 水道料金改定の促進

水道料金は、水道事業の維持管理費も賄えないほど、非常に安価に設定されている。財務的に独立して持続可能な水道事業体を目指すためには、水道料金の改定が必要である。WRAWSA は2019年に既に地域政府に料金改定の答申を行っており、引き続き、フォローしていく必要がある。値上げに際しては、住民に対して十分な説明および啓発活動を行う必要がある。

4) 料金徴収業務を含む顧客サービスの改善

顧客志向の組織を目指すためにも、顧客サービスや顧客管理の改善は重要である。顧客サービス管理課は、顧客サービスマニュアル等を活用し、全T/Sがユニバーサルな業務の実施を行うよう指導する必要がある。また、試行された顧客管理システムを全T/Sに適用し、順次バージョンアップを図り、継続的な顧客サービスの改善を行う必要がある。

5) プロジェクト成果の活用促進

本プロジェクトで獲得した水道事業経営、無収水管理、水質管理の各能力や成果や作成した全部署 SOP や水道条例（案）等の規則類を活用し、より効率的な業務の遂行、サービスの改善を目指す必要がある。

6) 部署間の連携の強化

組織再編を経て水道事業に必要な部署が整備された。これらの部署は、本プロジェクトの成果を活用し、各部署の連携及び WRAWSA 本部の T/S への指導を強化し、業務の効率化とサービスの改善を目指す必要がある。

7) 継続的な人材育成

WRAWSA の職員は、非常勤職員が多く占める。非常勤の若手職員は辞任するケースも多い。また、今後、技術を有する職員の定年退職が増加する見込みである。常勤職員の配置と辞任対策に関して、市長や地方政府を含む意思決定者の理解を促進し、継続的な人材育成に努める必要がある。

8) PPP への取り組み

より効率的な事業を実施するために、他国の例にある通り水道事業に PPP の導入が必要とされている。YCDC は WRAWSA の水道事業における役割や組織体制を明確にした上で PPP の導入を進める必要がある。

PPP が導入されたとしても、WRAWSA が担当すべき役割は多く残っている。公的機関としての WRAWSA は、ヤンゴン市の計画全体を作成し、高品質で安全で信頼性が高く合理的な価格の給水サービスを確保するために、ヤンゴン市の給水サービスを監視する責任を負っている。今後も WRAWSA は、PPP を管理する能力を獲得していく必要がある。

9) 他の地方都市の主導的役割

無収水管理のための新しいトレーニングセンターは、ミャンマーの他の地方都市から研修生を受け入れ、また、中央水質ラボは、国内の他の研究所から水質分析とモニタリングの指導の要望を受け取る可能性があります。WRAWSA が国内の給水サービスの主要組織として、リーダー的な行動と役割を担うことを推奨する。

5.4. 外部条件

2021年2月に発生した政変に関連し、上位目標の外部条件に以下を追記する。

1. 早期に政情が落ち着く。
2. 作成した計画の実施のための必要予算が確保される。
3. 政情不安により、技術移転した C/P が大量離職しない。
4. 実施中の円借款プロジェクトの進捗が大幅に遅延しない。
5. 政府及び YCDC の水道政策が変わらない。