

ニカラグア共和国

ニカラグア上下水道公社 (ENACAL)

ニカラグア国
マナグア市無収水管理能力強化
プロジェクト
プロジェクト業務完了報告書

2020年5月

独立行政法人

国際協力機構 (JICA)

株式会社建設技研インターナショナル

株式会社日水コン

環境
JR
20-026

ニカラグア共和国

ニカラグア上下水道公社 (ENACAL)

ニカラグア国
マナグア市無収水管理能力強化
プロジェクト
プロジェクト業務完了報告書

2020 年 5 月

独立行政法人

国際協力機構 (JICA)

株式会社建設技研インターナショナル

株式会社日水コン

ニカラグア国マナグア市無収水管理能力強化プロジェクト

プロジェクト業務完了報告書

目次

プロジェクト対象地域位置図

マナグア市の水道施設配置図

図表リスト/略語表

第1章 プロジェクトの概要	1-1
1.1 プロジェクトの背景	1-1
1.2 プロジェクトの概要	1-2
1.3 プロジェクトにより期待される成果	1-3
1.3.1 期待される成果	1-3
1.3.2 成果指標と達成状況	1-5
1.4 プロジェクト実施体制	1-10
1.4.1 実施機関の組織	1-10
1.4.2 プロジェクト実施体制	1-15
1.5 プロジェクトの基本方針	1-16
1.5.1 ENACAL が抱える課題の整理	1-16
1.5.2 プロジェクトのコンセプト	1-17
1.6 プロジェクトの評価	1-19
1.6.1 評価項目毎の要求事項	1-19
1.6.2 終了時評価の結果	1-20
1.7 投入実績と負担事項	1-26
1.7.1 作業工程計画	1-26
1.7.2 専門家派遣実績	1-28
1.7.3 ニカラグア側の負担事項	1-29
第2章 プロジェクト活動の内容	2-1

2.1 成果1に対する活動	2-1
2.1.1 無収水削減マネジメントチームの編成	2-1
2.1.2 無収水削減対策の現状把握と課題の抽出	2-1
2.1.3 無収水削減対策を効果的・効率的に進めるための方法・手順の整理	2-45
2.1.4 施設の改善内容のとりまとめ	2-53
2.1.5 組織・制度の改革内容のとりまとめ	2-54
2.1.6 実施スケジュールの作成	2-58
2.1.7 無収水削減実施計画の作成	2-66
2.1.8 無収水削減対策の費用対効果の整理	2-67
2.1.9 広報セミナーの開催	2-67
2.2 成果2に対する活動	2-68
2.2.1 無取水削減アクションチームの編成	2-68
2.2.2 パイロットプロジェクトの実施	2-68
2.2.3 パイロットプロジェクト No.1 の概要	2-69
2.2.4 パイロットプロジェクト No.2 の概要	2-78
2.2.5 無収水対策を実施するための教訓と提言	2-88
2.2.6 ワークショップの開催	2-89
2.2.7 無収水削減実務マニュアルの作成とセミナーにおける発表	2-89
2.2.8 非合法接続の探知技術の検討	2-90
2.3 成果3に対する活動	2-92
2.3.1 給水管及び水道メータ施工に係る品質改善チームの編成	2-92
2.3.2 給水管及び水道メータ施工に係る現状把握及び課題の抽出	2-93
2.3.3 ENACAL の施工能力の調査・分析	2-96
2.3.4 技術仕様書のレビュー・改善	2-98
2.3.5 既存の研修内容のレビュー・改善	2-99
2.3.6 室内研修及び実地研修の実施	2-100

2.3.7	給水管及び水道メータ施工に係る技術ガイドラインの作成	2-107
2.3.8	ワークショップにおける技術ガイドラインの普及	2-107
2.4	成果4に対する活動	2-108
2.4.1	研修改善チームの編成	2-108
2.4.2	研修実施状況と課題の把握	2-109
2.4.3	成果2/成果3の分析に基づく研修モジュールの作成	2-113
2.4.4	研修教材の整備	2-115
2.4.5	研修講師を養成するための技術指導	2-115
2.4.6	パイロット研修の実施	2-122
2.4.7	ENACAL 技術者向けの研修報告書の作成	2-143
2.4.8	研修課運営マニュアルと研修計画書の作成	2-143
2.5	供与機材と事業用物品	2-147
2.5.1	一般事項	2-147
2.5.2	調達機材の一覧	2-147
2.5.3	供与機材の内訳	2-148
2.6	本邦研修	2-153
2.6.1	マネージメントチームの研修	2-154
2.6.2	テクニカルチームの研修	2-156
2.7	ワークショップ及びセミナー	2-160
2.7.1	ワークショップ	2-160
2.7.2	終了時セミナー	2-167
2.8	キャパシティ・ディベロップメントの可視化	2-170
2.8.1	キャパシティ評価の対象者	2-170
2.8.2	キャパシティ評価の方法	2-171
2.8.3	キャパシティ評価における工夫点とその効果	2-174
2.8.4	キャパシティ評価の結果	2-175

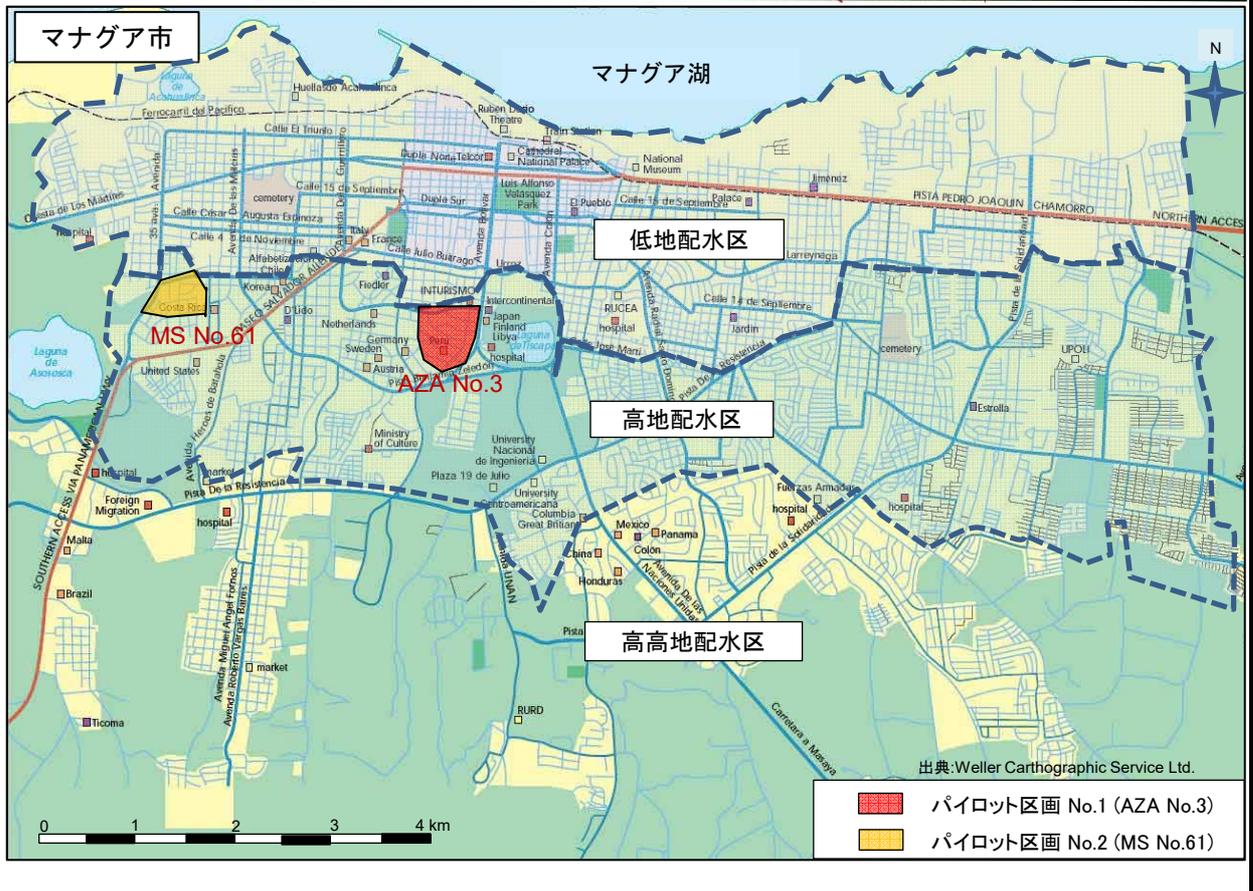
第3章 プロジェクト実施運営上の課題・工夫・教訓等	3-1
3.1 業務開始段階のベースライン調査	3-1
3.2 プロジェクト運営体制	3-3
3.2.1 プロジェクト・マネジメント・ユニット	3-3
3.2.2 合同調整委員会	3-5
3.3 プロジェクト定例会議	3-7
3.4 プロジェクト広報活動	3-9
3.4.1 ニカラグア国内における広報活動	3-9
3.4.2 ニカラグア国外における広報活動	3-17
3.4.3 本邦における広報活動	3-19
3.5 JICA 本部モニタリングミッション	3-21
3.6 プロジェクトの持続性確保に向けた取り組み	3-22
3.6.1 無収水削減に向けた活動の全国展開	3-22
3.6.2 他ドナーとの連携	3-22
3.7 提言及び教訓	3-25
3.7.1 提言	3-25
3.7.2 教訓	3-27
3.8 イノベーションを意識した新たな技術の導入	3-29
3.8.1 高密度ポリエチレン管及び推進工法用掘削器具	3-29
3.8.2 地中レーダー探査機	3-32
第4章 プロジェクト目標の達成度	4-1
第5章 上位目標の達成に向けた提言	5-1

【別冊：別添資料 No. 1～No. 8】

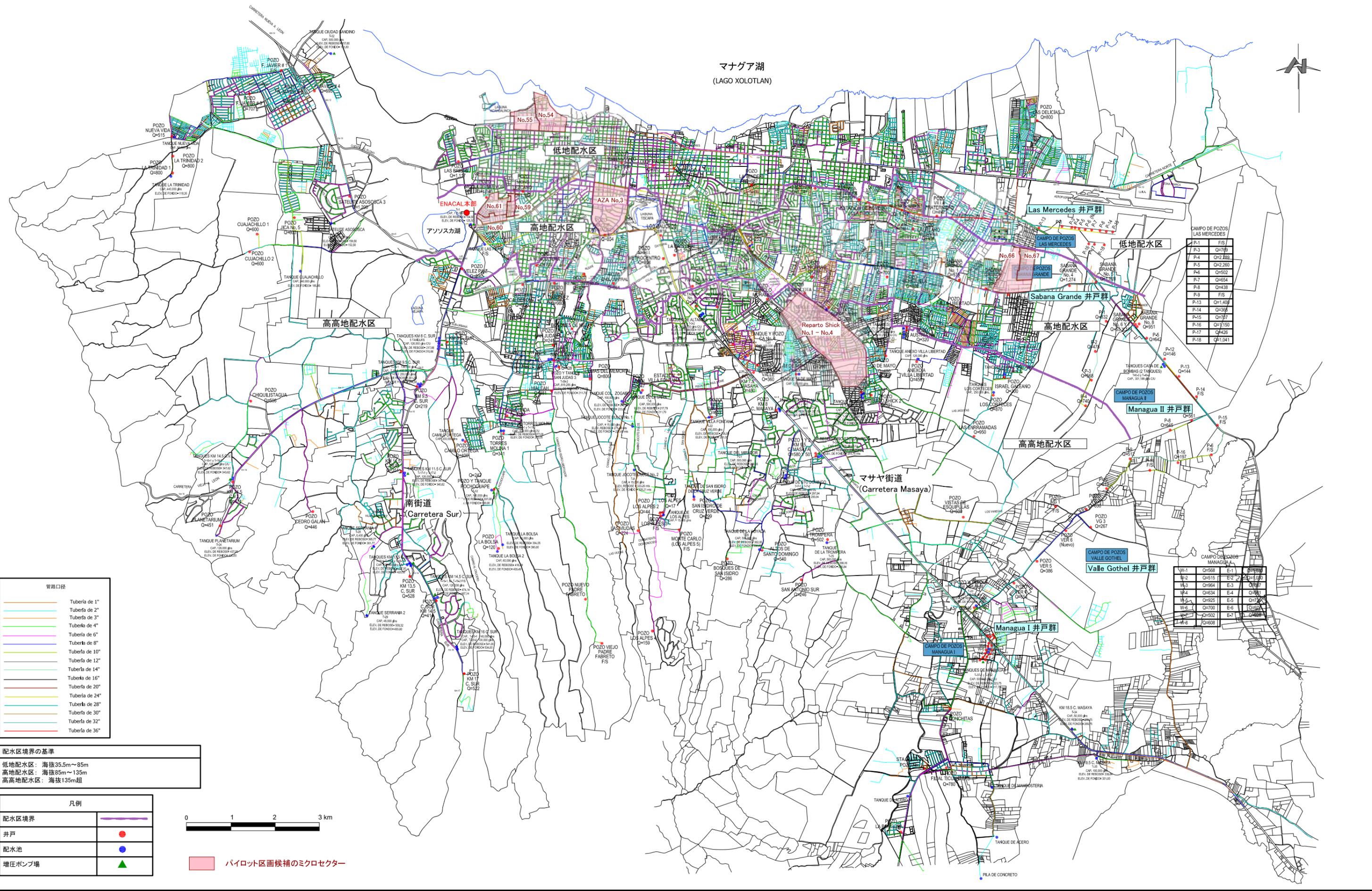
- 別添 1: PDM の変遷経緯
- 別添 2: 業務実施フロー
- 別添 3: 作業工程計画/実績表
- 別添 4: 専門家派遣計画/実績表
- 別添 5: 供与機材と先方実施機関の受領書
- 別添 6: 事業用物品(貸与物品リスト)及び先方実施機関の受領書
- 別添 7: 合同調整委員会(全6回)及び終了時合同評価の議事録
- 別添 8: 無収水削減基本計画

【別冊：別添資料 No. 9～No. 17】

- 別添 9: パイロットプロジェクト実施報告書
- 別添 10: 無収水削減実務マニュアル
- 別添 11: 給水装置に係る技術ガイドライン
- 別添 12: ENACAL 技術者向けの研修実施報告書
 - 12-1 本邦研修(マネージメントチーム) 研修実施完了報告書
 - 12-2 本邦研修(テクニカルチーム) 研修実施完了報告書
 - 12-3 ToT 研修及びパイロット研修実施報告書
- 別添 13: ENACAL 職員の人材育成計画及び結果報告
 - 13-1 研修計画書
 - 13-2 2020 年研修プログラム
 - 13-3 ENACAL の内部研修講師リスト
- 別添 14: プロジェクトブリーフノート(全3回)
- 別添 15: 非合法接続の探知方法の検討資料
- 別添 16: プロジェクト活動写真集
- 別添 17: ベースライン調査報告書



プロジェクト対象地域位置図



マナグア湖
(LAGO XOLOTLAN)



管径口径

—	Tubería de 1"
—	Tubería de 2"
—	Tubería de 3"
—	Tubería de 4"
—	Tubería de 6"
—	Tubería de 8"
—	Tubería de 10"
—	Tubería de 12"
—	Tubería de 14"
—	Tubería de 16"
—	Tubería de 20"
—	Tubería de 24"
—	Tubería de 28"
—	Tubería de 30"
—	Tubería de 36"

配水区境界の基準

低地配水区	海拔35.5m~85m
高地配水区	海拔85m~135m
高高地配水区	海拔135m超

凡例

配水区境界	—
井戸	●
配水池	●
増圧ポンプ場	▲



パイロット区画候補のマイクロセクター

CAMPO DE POZOS LAS MERCEDES

P-1	F/S
P-3	Q=789
P-4	Q=2,260
P-5	Q=502
P-7	Q=654
P-8	Q=438
P-9	F/S
P-13	Q=1,407
P-14	Q=366
P-15	Q=777
P-16	Q=7150
P-17	Q=426
P-18	Q=1,041

CAMPO DE POZOS VALLE GOTIEL

W-1	Q=560	E-1	Q=560
W-2	Q=515	E-2	Q=515
W-3	Q=964	E-3	Q=964
W-4	Q=634	E-4	Q=634
W-5	Q=925	E-5	Q=925
W-6	Q=700	E-6	Q=700
W-7	Q=502	E-7	Q=502
W-8	Q=600	E-8	Q=600

マナグア市の水道施設配置図

図表リスト

図 1.3.1 PDM のワークブレイクダウンストラクチャー	1-4
図 1.4.1 ENACAL 本部の組織図(プロジェクト開始当時)	1-11
図 1.4.2 ENACAL 本部の組織図(プロジェクト終了時)	1-12
図 1.4.3 フィジカル無収水課の構成	1-13
図 1.4.4 無収水委員会の構成	1-14
図 1.4.5 プロジェクト実施体制全体図	1-15
図 1.5.1 無収水の削減に向けた課題	1-16
図 1.5.2 プロジェクトのコンセプト	1-17
図 1.5.3 ガイドライン/マニュアルと各成果の関係	1-18
図 2.1.1 マナグア市の生産水量	2-9
図 2.1.2 既存配水池の容量と池数	2-11
図 2.1.3 上水道マスタープラン(2005年)で提案された配水システム	2-11
図 2.1.4 マナグア市の現在の配水状況図	2-14
図 2.1.5 配水システム内の施設と標高の関係	2-15
図 2.1.6 ミクロセクターの規模	2-16
図 2.1.7 ミクロセクターサンプル調査の位置	2-17
図 2.1.8 ミクロセクターの状況	2-18
図 2.1.9 Altamira 配水池の水位変化	2-21
図 2.1.10 Santo Domingo 配水池の流入/流出水量	2-23
図 2.1.11 Managua I 系統の送水フロー	2-24
図 2.1.12 給水圧の測定地点の位置	2-25
図 2.1.13 低地配水区の水圧	2-25
図 2.1.14 高地配水区の水圧	2-26
図 2.1.15 高高地配水区の水圧	2-26
図 2.1.16 Sábana Grande 地区の水圧	2-27
図 2.1.17 施設別漏水率の割合	2-28
図 2.1.18 ENACAL の従来のコマーシャル管理区域	2-30
図 2.1.19 ミクロ/マクロセクターの分布	2-31
図 2.1.20 コマーシャル管理区域の範囲	2-33
図 2.1.21 マクロセクターと水収支分析項目	2-34
図 2.1.22 Altamira 支局のコマーシャル管理区域と周辺マクロセクターの範囲	2-47
図 2.1.23 マナグア市の既存のミクロセクター	2-52
図 2.1.24 無収水対策を推進するための組織	2-54
図 2.1.25 無収水委員会と支局の関係	2-57
図 2.1.26 無収水削減基本計画の構成	2-66
図 2.2.1 パイロット区画 No.1(AZA No.3)の位置	2-69
図 2.2.2 AZA No.3 のベースラインの無収水率(2016年)	2-70
図 2.2.3 AZA No.3 の無収水モニタリング(月平均水量)	2-71

図 2.2.4 AZA No. 3 の便益の発生期間(イメージ)	2-73
図 2.2.5 パイロット区画 No. 2(MS No. 61) の位置	2-78
図 2.2.6 MS No. 61 のベースラインの無収水率(2016~2017 年)	2-79
図 2.2.7 MS No. 61 の無収水モニタリング	2-81
図 2.2.8 MS No. 61 の便益の発生期間(イメージ)	2-82
図 2.2.9 無収水削減実務マニュアルの構成	2-89
図 2.3.1 ENACAL 新規雇用者(配管工)への研修教材	2-99
図 2.3.2 研修用配管システムのレイアウト	2-103
図 2.4.1 無収水課チーフが作成した研修用資料の例	2-112
図 2.4.2 研修システムのイメージ	2-116
図 2.4.3 メータ検針技術研修の結果分析	2-120
図 2.4.4 満足度調査結果(給水管及び水道メータ施工技術 第1回研修)	2-124
図 2.4.5 満足度調査結果(給水管及び水道メータ施工技術 第2回研修)	2-128
図 2.4.6 満足度調査結果(無収水管理技術 第1回研修)	2-132
図 2.4.7 水道メータ検針技術のパイロット研修の結果分析	2-140
図 2.4.8 満足度調査結果(水道メータ検針技術)	2-141
図 2.4.9 水道メータ検針技術研修の講義の印象	2-142
図 2.4.10 水道メータ検針技術研修の競技会の印象	2-142
図 2.4.11 研修モジュール・教材のファイル構成	2-146
図 2.6.1 本邦研修実施体制	2-152
図 3.2.1 ENACAL のプロジェクト運営管理体制	3-4
図 3.8.1 推進工法用掘削器具	3-30
図 3.8.2 地中レーダー探査の原理	3-34
表 1.2.1 上位目標、プロジェクト目標及び成果指標	1-2
表 1.3.1 プロジェクトの実施を通じて期待される成果	1-3
表 1.3.2 各成果の全体的な達成度	1-5
表 1.3.3 成果毎の達成状況	1-6
表 1.4.1 プロジェクトのフェーズ分け	1-15
表 1.6.1 評価項目毎の要求事項	1-19
表 1.7.1 報告書等の作成	1-26
表 1.7.2 作業計画及び実績	1-27
表 1.7.3 専門家派遣実績	1-28
表 2.1.1 マナグアの水道に係るベースラインと業務指標	2-2
表 2.1.2 既存のマイクロセクターの内訳	2-3
表 2.1.3 無収水対策の責任部署	2-6
表 2.1.4 マナグア市の主要な送配水施設	2-10
表 2.1.5 マナグア市の配水システムの流量測定箇所	2-22
表 2.1.6 配水施設の漏水調査結果概要	2-28
表 2.1.7 マクロセクター毎の接続数と請求水量	2-32

表 2.1.8 コマーシャル管理区域	2-32
表 2.1.9 セクター毎の1日の水収支分析	2-35
表 2.1.10 セクター毎の水収支結果	2-35
表 2.1.11 セクター毎のピーク時間帯の水収支分析	2-36
表 2.1.12 ピーク時間帯の水収支と配水池容量の比較	2-36
表 2.1.13 無収水対策の責任部署	2-37
表 2.1.14 配水池敷地内の地表漏水	2-38
表 2.1.15 Aquavism の概要	2-39
表 2.1.16 各都市における SIGIL の入力達成状況	2-42
表 2.1.17 違法接続対策ユニットの業務	2-43
表 2.1.18 マクロセクターとコマーシャル管理区域の関係	2-49
表 2.1.19 短期/中期/長期アクションプログラム	2-59
表 2.1.20 マナグアにおける無収水の戦略目標値	2-66
表 2.1.21 AZA No. 3 におけるパイロット活動の費用対効果	2-67
表 2.1.22 MS No. 61 におけるパイロット活動の費用対効果	2-67
表 2.2.1 AZA No. 3 の配水量と請求水量の記録	2-71
表 2.2.2 AZA No. 3 の無収水削減活動の主な内容	2-72
表 2.2.3 AZA No. 3 の単位節約水量当たりの費用	2-73
表 2.2.4 AZA No. 3 の無収水対策費用の回収期間	2-74
表 2.2.5 AZA No. 3 の便益/費用	2-74
表 2.2.6 AZA No. 3 の効果の算出条件	2-75
表 2.2.7 AZA No. 3 の見掛け損失対策の効果	2-76
表 2.2.8 AZA No. 3 の真の損失対策の効果	2-77
表 2.2.9 MS No. 61 の配水量と請求水量の記録	2-80
表 2.2.10 MS No. 61 の無収水削減活動の主な内容	2-82
表 2.2.11 MS No. 61 の単位節約水量当たりの費用	2-83
表 2.2.12 MS No. 61 の無収水対策費用の回収期間	2-83
表 2.2.13 MS No. 61 の便益/費用	2-84
表 2.2.14 MS No. 61 の効果の算出条件	2-85
表 2.2.15 MS No. 61 の真の損失対策の効果	2-86
表 2.2.16 MS No. 61 の見掛け損失対策の効果	2-86
表 2.2.17 AZA No. 3 と MS No. 61 の費用対効果比較	2-87
表 2.3.1 給水装置品質改善チーム	2-92
表 2.3.2 ミーティング実施記録	2-93
表 2.3.3 マナグア市内で使用されている水道メータの種類	2-94
表 2.3.4 給水栓/止水栓の購入履歴	2-95
表 2.3.5 給水装置設置に係る研修スケジュール	2-101
表 2.3.6 給水装置設置に係る研修対象者	2-101
表 2.3.7 給水装置設置に係る室内研修モジュール	2-102
表 2.3.8 給水装置設置に係る実地研修モジュール	2-102

表 2.3.9 第1回研修(ToT)の参加者	2-104
表 2.3.10 第1回研修(ToT)1日目(2018年11月20日)	2-104
表 2.3.11 第1回研修(ToT)2日目(2018年11月21日)	2-105
表 2.3.12 給水管及び水道メータ施工技術に係るマニュアル	2-107
表 2.4.1 研修改善チーム	2-108
表 2.4.2 2017年の研修計画	2-110
表 2.4.3 2016年の研修実績	2-111
表 2.4.4 研修モジュール	2-114
表 2.4.5 ToT研修の概要	2-115
表 2.4.6 メータ検針能力の強化訓練の概要	2-117
表 2.4.7 メータ検針能力の強化訓練の受講者リスト	2-118
表 2.4.8 パイロット研修の概要	2-122
表 2.4.9 給水管及び水道メータ施工技術の研修講師(第1回研修)	2-122
表 2.4.10 給水管及び水道メータ施工技術の第1回研修プログラム	2-123
表 2.4.11 給水管及び水道メータ施工技術の第1回研修参加者	2-123
表 2.4.12 研修評価(給水管及び水道メータ施工技術 第1回研修)	2-124
表 2.4.13 研修実施テクニックの指導内容	2-125
表 2.4.14 給水管及び水道メータ施工技術の研修講師(第2回研修)	2-127
表 2.4.15 給水管及び水道メータ施工技術の第2回研修プログラム	2-127
表 2.4.16 給水管及び水道メータ施工技術の第2回研修参加者	2-128
表 2.4.17 研修評価(給水管及び水道メータ施工技術 第2回研修)	2-129
表 2.4.18 無収水管理技術の第1回研修プログラム	2-131
表 2.4.19 無収水管理技術の第1回研修参加者	2-131
表 2.4.20 研修評価(無収水管理技術 第1回研修)	2-132
表 2.4.21 無収水管理技術の第2回研修プログラム	2-134
表 2.4.22 無収水管理技術の第2回研修参加者	2-134
表 2.4.23 研修評価(無収水管理技術 第2回研修)	2-135
表 2.4.24 研修講師(水道メータ検針技術)	2-136
表 2.4.25 水道メータ検針技術の研修参加者	2-137
表 2.4.26 パイロット研修受講者の能力評価	2-141
表 2.4.27 研修計画書の構成	2-143
表 2.4.28 研修講師のリスト	2-144
表 2.5.1 調達機材の種別	2-147
表 2.5.2 調達機材一覧	2-147
表 2.5.3 No.11 研修用配管工具類の内訳(2018年)	2-148
表 2.5.4 No.12 パイロット研修配管資材(第1期)の内訳	2-149
表 2.5.5 No.12 パイロット研修配管資材(第2期)の内訳	2-151
表 2.6.1 本邦研修の対象者と研修内容	2-153
表 2.6.2 第1回本邦研修の参加者	2-154
表 2.6.3 第1回本邦研修の内容	2-154

表 2.6.4 第1回本邦研修の成果	2-154
表 2.6.5 第2回本邦研修の参加者	2-156
表 2.6.6 第2回本邦研修の内容	2-157
表 2.6.7 第2回本邦研修の成果	2-157
表 2.7.1 第1回ワークショップの概要	2-160
表 2.7.2 第1回ワークショップの出席者	2-161
表 2.7.3 第2回ワークショップの概要	2-163
表 2.7.4 第2回ワークショップの出席者	2-164
表 2.7.5 終了時セミナーの概要	2-167
表 2.7.6 終了時セミナーの出席者	2-167
表 2.8.1 評価対象者とキャパシティ種類	2-170
表 2.8.2 キャパシティの調査項目	2-171
表 2.8.3 キャパシティの評価点の設定	2-172
表 2.8.4 キャパシティの評価対象者(成果2)	2-172
表 2.8.5 キャパシティの評価対象者(成果3)	2-173
表 3.1.1 ベースライン調査で整理した定量的な指標	3-2
表 3.2.1 合同調整委員会(CCC)の構成	3-5
表 3.2.2 合同調整委員会(CCC)の概要	3-6
表 3.3.1 プロジェクト・マネジメント・ユニットの定例会議	3-8
表 3.4.1 広報用マテリアル	3-10
表 3.4.2 世界水フォーラムのセッション概要	3-17
表 3.5.1 本部モニタリングミッションのメンバー	3-21
表 3.6.1 IDB プロジェクトの概要	3-23
表 3.8.1 地中レーダー探査機の概要	3-32
表 3.8.2 地中レーダー探査の研修スケジュール	3-33
表 3.8.3 地中レーダー探査の研修参加者	3-33
表 4.1.1 プロジェクト目標と指標	4-1
表 4.1.2 プロジェクト目標の達成度	4-1
表 5.1.1 上位目標と指標	5-1
表 5.1.2 上位目標の達成に向けた提言	5-2

略語一覧

略語	西／英文	和文
AECID	Agencia Española de Cooperación Internacional para el Desarrollo	スペイン国際開発協力庁
ANA	Autoridad Nacional de Agua	国家水監督局
BCIE	Banco Centroamericano de Integración Económica	中米経済統合銀行
ENACAL	Empresa Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados Sanitarios	ニカラグア上下水道公社
EU/UE	European Union / Unión Europea	欧州連合
GIZ	Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit	ドイツ国際協力公社
CCC	Comité de Coordinación Conjunta	合同調整委員会
JICA	Japan International Cooperation Agency	独立行政法人国際協力機構
JPY	Japanese Yen	日本円
IDB/ BID	Interamerican Development Bank / Banco Interamericano de Desarrollo	米州開発銀行
INAA	Instituto Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados	ニカラグア上下水道庁
M/M	Minutes of Meeting	協議議事録
M/D	Minuta de Discusiones	協議議事録
M/P / PMA	Master Plan / Plan Maestro	マスタープラン
ODA	Official Development Assistance	政府開発援助
OEA	Organización de Estados Americanos (OEA)	米州機構
PDM	Project Design Matrix / Marco Lógico del Proyecto / Matriz de Diseño del Proyecto	プロジェクト・デザイン・マトリックス
PEDI	Plan Estratégico de Desarrollo Institucional ENACAL	ENACAL組織開発戦略計画
PISASH	Programa Integral Sectorial de Agua y Saneamiento Humano	水衛生セクター統合プログラム
PO	Plan of Operation / Plan de Operación	業務計画
POA	Plan Operativo Anual	年次事業計画
PROATAS	Programa de Asistencia Técnica en Agua y Saneamiento	上下水道分野技術支援プログラム
PVC	Polyvinyl Chloride	ポリ塩化ビニル
SCADA	Supervisory Control and Data Acquisition	監視制御システム

第 1 章 プロジェクトの概要

第1章 プロジェクトの概要

1.1 プロジェクトの背景

ニカラグア国(以下、ニカラグア)では、国家人間開発計画において「住民の安全な水への持続的なアクセス」を優先課題に位置づけ、首都圏や地方都市の上下水道事業を管轄するニカラグア上下水道公社(以下、ENACAL)の組織強化に取り組んでいる。

首都マナグア市における上水道整備の支援は、日本をはじめ、米州開発銀行(以下、IDB)、世界銀行(以下、世銀)等が実施してきた。2005年にJICAが実施した「マナグア市中長期上水道施設改善計画調査」を通じて、2015年を目標年次としたマナグア市上水道施設改善計画(以下、M/P)が策定され、マナグア市の上水道整備の方向性が具体的に示された。ENACALは、M/Pで示された中・長期的なアクションプランに基づき、各ドナーと連携して、給水量拡大に向けた水源の開発・改修、送配水システムの拡張などの多くの事業を進めてきた。

この結果、マナグア市におけるENACALによる給水能力は大きく改善したものの、水道サービス全体では未だに多くの課題が残され、都市部でありながら十分な給水時間が確保されない地域が存在している。この大きな理由として、以下の3点があげられる。

- ▶ 水需要の時間変動に対応できる貯水施設が不足している。
- ▶ 効率的な配水管網の構築が遅れている。
- ▶ 物理的損失(漏水)、商業的損失(盗水および水道メータの検針誤差)、維持管理計画の不足等。

配水管網に送られる水量のうち、請求対象となっていない水量の割合は無収水率と呼ばれ、これは水道事業経営の重要な指標となっている。

特に首都マナグア市の無収水率は、2012年の推定で40～50%と非常に高い。赤字経営のENACALの財務状況を改善し、給水時間の向上を図るために必要な投資資金を確保するためには、無収水率を低下させることが最優先課題となっている。

こうした状況を踏まえ、ニカラグア政府は、M/Pの見直しを通じて同国の今後の上水道施設整備計画の方向性を明確にするため、個別専門家の派遣を日本国政府に要請した。JICAは同要請の必要性、妥当性を確認するため、2017年5～6月にかけて詳細計画策定調査を実施した。その結果、当初の要請では想定される活動が多岐にわたるため、優先的に解決すべき課題である無収水削減に焦点を当てた技術協力プロジェクトを実施する必要性が確認され、両国間で合意された。

これまでENACALは、M/Pの提言、国家政策、ならびに事業戦略計画等に基づき、他ドナーの協力を受けつつ、配水管網の改善に取り組んできた。その代表的な取組みは、市内の配水網を小さな区画に分割して、それぞれのブロック内の配水量と請求水量を管理する「セクター化」という方法である。

その結果、セクター化はある程度進んだものの、「中・長期的な無収水削減計画」がなく、無収水の課題解決に向けて組織横断的な対応がとられてこなかったため、無収水対策は実効性を伴ったものとなっていなかった。

また、ENACAL 職員の無収水に対する対応能力は改善・強化の余地があり、漏水の大部分を占めるとされる給水装置(水道メータおよび給水管)からの漏水にも効率的な対応ができていないほか、職員の能力強化を図る研修システムも存在していなかった。

従って、本プロジェクトを通じて ENACAL の無収水管理能力を強化し、マナグア市内で効果的かつ効率的な無収水削減対策が実施されるための基盤整備を支援することが日本側に期待されている。

1.2 プロジェクトの概要

本プロジェクトの概要は以下のとおりである。この内容は、プロジェクト開始後の活動を通じて見直しがされた PDM(ver. 2)に基づいている。

表 1.2.1 上位目標、プロジェクト目標及び成果指標

項目	内容	指標
上位目標	マナグア市における無収水削減への取り組みが計画的に展開される。	1 無収水削減に係る施設整備が、無収水削減実施基本計画に沿って実施される。
		2 ENACAL の組織・制度面の改革が、プロジェクトで策定した実施基本計画に沿って行われる。
		3 研修計画に沿って ENACAL 職員の能力強化が行われている。
プロジェクト目標	マナグア市における無収水削減対策を計画的に実施する基盤が整備される。	1 無収水削減対策の費用対効果が確認され、無収水削減に係る実施基本計画が ENACAL 総裁により承認される。
		2 無収水削減に係る実施基本計画で提案された活動を含む ENACAL の運営計画と予算案が理事会へ提出される。
		3 承認された各種ガイドライン及びマニュアルが、ENACAL 内部に周知される。
		4 ENACAL 技術者向けの研修計画が、ENACAL 総裁により承認される。

1.3 プロジェクトに期待される成果

1.3.1 期待される成果

本プロジェクトを通じて期待される具体的成果は以下の4項目からなり、各成果を達成するために、日本側専門家による技術支援が行われた。

表 1.3.1 プロジェクトの実施を通じて期待される成果

項目	成果の内容
成果1	ENACALの無収水削減に係る計画策定能力が強化される。
成果2	ENACALの無収水削減に係る実施能力が強化される。
成果3	給水装置（給水管及び水道メータ）の設置に係るENACALの品質管理能力が強化される。
成果4	ENACAL技術者向けの無収水対策研修の計画・実施能力が強化される。

各成果を達成するために計画された活動は、次頁のワーク・ブレイクダウン・ストラクチャー(WBS)に示したとおりである。

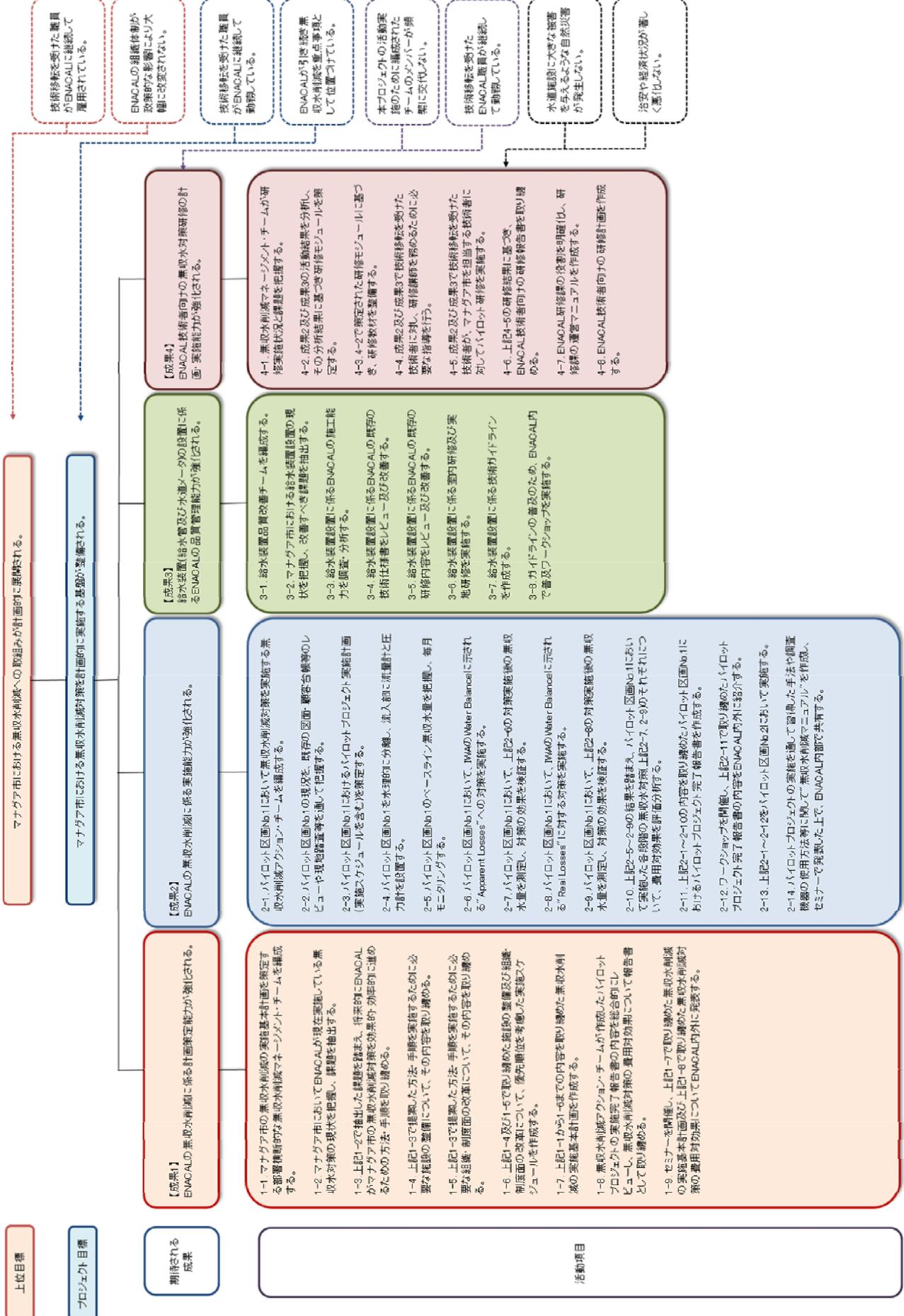


図 1.3.1 PDM のワークブレイクダウンストラクチャー

1.3.2 成果指標と達成状況

プロジェクトが開始された時点(2017年1月)で設定されたプロジェクト・デザイン・マトリックス(PDM)は、その後のベースライン調査を踏まえて成果や指標の妥当性が再確認され、2018年10月に改定された。

各成果指標及びプロジェクト目標の達成度は、2019年12月に実施された終了時合同評価を通じて確認され、プロジェクト終了までに全ての成果指標は達成された。

表 1.3.2 各成果の全体的な達成度

No.	成果の達成状況ハイライト
成果 1	ENACAL の無収水削減に係る計画策定能力が強化される。
	<p>成果 1 の 3 つの指標が全て 2019 年末までに達成済みとなっていることを踏まえ、成果 1 はプロジェクト期間中に達成されたと判断できる。</p> <p>プロジェクト実施前は、無収水を毎年 3～4%削減するという目標を ENACAL 内で掲げていたものの、達成のために必要な投資や具体的なアプローチは定まっていなかった。</p> <p>そのようなプロジェクト実施前の状況から、これまでのプロジェクト活動により、無収水削減基本計画、無収水削減実務マニュアル、パイロットプロジェクト完了報告書が適切に作成され、ENACAL 職員の計画策定能力が強化された。</p> <p>さらに、2019 年 12 月に、ENACAL 組織開発戦略計画 (PEDI) 2020～2025 年が策定されているが、同戦略計画の中で、2020 年に ENACAL 自身の予算によってマイクロセクター 10 箇所における無収水削減対策を実施することが計画されている。</p>
成果 2	ENACAL の無収水削減に係る実施能力が強化される。
	<p>成果 2 の 4 つの指標が全て 2019 年末までに達成済みとなっていることを踏まえ、成果 2 はプロジェクト期間中に達成されたと判断できる。</p> <p>2 つのパイロットプロジェクトを通じて、それぞれの無収水の構成要素が明らかになり、無収水率が減少に転じていることが確認されていること、それら活動を踏まえたワークショップが実施されている等、実質的に無収水削減の実施能力は強化されたといえる。</p>
成果 3	給水装置（給水管及び水道メータ）の設置に係る ENACAL の品質管理能力が強化される。
	<p>成果 3 の 2 つの指標がすでに達成されたことを踏まえ、成果 3 はプロジェクト期間中に達成されたと判断できる。</p> <p>プロジェクト実施前は、漏水が発生する原因、対策方法等、基本的な知識が乏しかったため、漏水発生リスクを長期的視点で思考することができず、低品質な施工や漏水を削減することができない状況にあった。本プロジェクトにおける配管工へのトレーニングやガイドラインの整備によって、漏水に関する基本的知識や正しい施工方法に対する理解が促進し、誤った施工例や注意点等を配管工へ示教することにより、給水装置の設置に係る ENACAL の品質管理能力が強化された。給水装置設置工事に係る技術仕様書ガイドラインは、ENACAL イン트라ネットにアップロードされ、各職員が活用できるようになっている。また、技術仕様書ガイドラインのハンドブックを製本し、16 県の支局の配管工に配布できるようにすることで、各支局を支援している。</p>
成果 4	ENACAL 技術者向けの無収水対策研修の計画・実施能力が強化される。
	<p>成果 4 の 3 つの指標が全て 2019 年末までに達成済みとなっていることを踏まえ、成果 4 はプロ</p>

No.	成果の達成状況ハイライト
	<p>プロジェクト期間中に達成されたと判断できる。</p> <p>パイロット研修の満足度が80%以上となっていること、TOTの受講者がパイロット研修の講師を務めたこと、さらにメータ検針訓練の立ち上げをENACALと専門家が協議しながら共同で行ったことにより、ENACAL技術者向けの無収水対策研修の計画・実施能力が強化された。</p> <p>プロジェクト残り期間では、研修計画と教材は研修モジュールの構成に合わせてDVDに整理され、プロジェクト終了までに一元管理される。また、講師のリストが確定されたことで正式な任命が完了した。</p>

表 1.3.3 成果毎の達成状況

No.	成果の達成状況ハイライト
成果 1	ENACALの無収水削減に係る計画策定能力が強化される。
	<p>【指標 1-1】 無収水削減に係る実施基本計画を周知するためのワークショップでマネジメントチームが講師を務める。</p> <p>達成状況</p> <p>達成</p> <ul style="list-style-type: none"> ・無収水削減実施基本計画の素案がプロジェクトチーム内で複数にわたって作成され、2019年11月末までに最終化された。なお、この基本計画は、「無収水削減基本計画」という名称で、2019年12月18日付け総裁の署名を経て正式に承認された。 ・2019年12月5日に開催されたワークショップにて、「無収水削減基本計画」がENACAL職員に周知された ・ワークショップの講師は、プロジェクトのマネジメントチームのメンバーが担った。 ・2020年2月7日の終了時セミナーにて、製本された本計画が正式に関係者へ配布された。
	<p>【指標 1-2】 マナグア市における無収水率を効率的かつ効果的に削減する手順がマネジメントチームメンバーにより理解される。</p> <p>達成状況</p> <p>達成</p> <ul style="list-style-type: none"> ・パイロットプロジェクト No. 1 (AZA No. 3) の成果は、2018年11月23日のワークショップにおいて公表され、マネジメントチームのメンバーや参加者との間で教訓や課題が議論された。 ・パイロットプロジェクト No. 2 (MS No. 61) の成果に関するワークショップは、2019年12月5日に実施され、No. 1 及び No. 2 それぞれのパイロットプロジェクトの教訓が無収水削減基本計画にも反映された。 ・上記2つのパイロットプロジェクトでの経験を通じて、マナグア市の無収水率を効率的かつ効果的に削減する手順がマネジメントチームにより理解された。
	<p>【指標 1-3】 無収水削減アクションチームが作成した報告書に対して、マネジメントチームによる評価が行われる。</p>

No.	成果の達成状況ハイライト	
	達成状況	<p>達成</p> <ul style="list-style-type: none"> ・2018 年末までにパイロットプロジェクト No.1 完了報告書が作成され、マネージメントチーム内で共有された。 ・パイロットプロジェクト No.2 の完了報告書は、2019 年 10 月 31 日の定例会議でメンバーに配布され、費用対効果についてはコマース部及びフィジカル無収水課の確認の上、合意が得られた。 ・2019 年 12 月 17 日の合同調整委員会の場で、プロジェクトマネージメントチームにより、上記 2 つの報告書に対する評価が行われた。
成果 2	ENACAL の無収水削減に係る計画策定能力が強化される。	
	<p>【指標 2-1】</p> <p>パイロットプロジェクトの調査計画、作業計画、実施過程、成果について、ENACAL 内に広く周知するためのワークショップが開催され、無収水削減アクションチームのメンバーが講師を務める。</p>	
	達成状況	<p>達成</p> <ul style="list-style-type: none"> ・パイロットプロジェクト No.1 の調査計画、作業計画、実施過程、成果に関するワークショップは、2018 年 11 月 23 日に実施された。ワークショップの参加者は、ENACAL 本部だけでなく、5 地方支局のチーフや無収水担当、GIZ が含まれ、計 27 名が参加した。 ・同様に、パイロットプロジェクト No.2 のワークショップは、2019 年 12 月 5 日に実施され、ENACAL の 16 の地方支局の代表を含む合計 44 名が出席し、成果や教訓が広く周知された。 ・それぞれのワークショップでは、無収水削減アクションチームのメンバーが講師を担い、ENACAL 内に広く周知するためのプレゼンテーションが実施された。
	<p>【指標 2-2】</p> <p>無収水削減マニュアルが無収水削減アクションチームにより作成され、ENACAL 総裁により承認される。</p>	
	達成状況	<p>達成</p> <ul style="list-style-type: none"> ・2019 年 10 月 31 日のプロジェクトマネージメントユニット定例会議において、「無収水削減実務マニュアル」ドラフト Ver.2 が関係者に配布された。 ・本マニュアルは、「無収水削減実施基本計画」と一体として運用されるため、同基本計画と併せてマネージメントユニットによる最終確認後、序文が作成され、総裁の署名を経て正式に承認された。 ・承認後、最終版は 2020 年 2 月 7 日の終了時セミナーにおいて、関係者に配布された。
	<p>【指標 2-3】</p> <p>パイロット区画の無収水の構成要素が明らかになる。</p>	
	達成状況	<p>達成</p> <ul style="list-style-type: none"> ・パイロット区画 No.1 (AZA No.3) では、無収水の構成について、見掛け損失と実損失がほぼ同じ割合 (50%) と推定された。一方で、非合法接続の解消が不十分であるため、正確性がやや劣ると認識されている。

No.	成果の達成状況ハイライト	
		<ul style="list-style-type: none"> ・パイロット区画 No.2 (MS No. 61) では、実損失は 64%程度と推定され、商業的な損失よりも大きいことが明らかとなった。 ・また、請求水量に大きな影響は与えていないものの、使用中の水道メータの誤差は大きく、脆弱であることが明らかとなり、精度向上の必要性について関係者間で理解された。
	<p>【指標 2-4】 パイロット区画の無収水率又は量が減少に転じる。</p>	
	達成状況	<p>達成</p> <ul style="list-style-type: none"> ・パイロット区画 No.1 (AZA No. 3) では、無収水率が 2017 年平均 51.0%、2018 年平均 40.4%、2019 年平均(6 月まで)は 35.7%である。ベースラインの 2016 年の無収水率が 55.4%であったことを踏まえると、減少傾向であることが確認できる。 ・パイロット区画 No.2 (MS No. 61) の場合、2018 年平均 36.6%、2019 年平均(9 月まで)は 26.7%である。ベースライン(2016～2017 年)の無収水率が 42.5%であったことを踏まえると、No.1 と同様に明らかな減少傾向が確認できる。 ・それぞれのパイロット区画で明らかな無収水率の現象が確認されているため、本指標はすでに達成済みである。
成果 3	給水装置（給水管及び水道メータ）の設置に係る ENACAL の品質管理能力が強化される。	
	<p>【指標 3-1】 給水装置設置に係る研修参加者全員が実習後の水圧試験に合格する。</p>	
	達成状況	<p>達成</p> <ul style="list-style-type: none"> ・パイロット研修(室内研修/実地研修)は、2018 年 11 月 20～21 日に実施され、参加した ENACAL 職員 16 名全員(7 支局含む)が実習後の試験に合格した。さらに、研修実施後の習熟度確認試験では、全員が基準点の 70 点(平均 88 点)に達しており、給水装置設置に係る技術の理解が深まった。
	<p>【指標 3-2】 給水装置設置工事に係る技術仕様書ガイドラインが作成され、ENACAL 商業部により承認される。</p>	
	達成状況	<p>達成</p> <ul style="list-style-type: none"> ・コマーシャル技術課と組織/手順課が文書の最終化を進め、ENACAL 法務局の確認の下、2019 年 10 月 31 日にガイドラインに対する関係部局の署名を経て、正式に承認を受けた。 ・給水装置設置工事に係る技術仕様書ガイドラインは、ENACAL イン트라ネットにアップロードされ、各職員が活用できる。
成果 4	ENACAL 技術者向けの無収水対策研修の計画・実施能力が強化される。	
	<p>【指標 4-1】 プロジェクトに関わる ENACAL 職員によって、無収水対策能力向上に係る研修計画と研修教材が作成される。</p>	
	達成状況	<p>達成</p> <ul style="list-style-type: none"> ・2018 年までに給水装置の品質改善に向けた講師育成訓練(TOT)が行われ、研修モジュール及び教材が作成された。これ以外に、「無収水管理技術」、「水道メータ検針技術」についても、パイロット研修を通じて必要な教材が作成された。

No.	成果の達成状況ハイライト	
		<ul style="list-style-type: none"> ・一方、研修モジュールには含まれるものの、パイロット研修で扱っていないテーマについては、2020年以降の研修において講師を務めるフィジカル無収水課チームにより、随時教材が作成される。また、研修計画に基づき、内部研修のプログラム/年間研修計画書が毎年、ENACAL内の研修ニーズの把握/分析を経て策定される。 ・研修計画と教材は、研修モジュールの構成に合わせてDVDに整理され、プロジェクト終了までにENACAL内で一元管理されるようになった。 ・最終化した研修計画は、「無収水削減基本計画」の「第9章：人的資源の能力強化」として取りまとめられた。
	<p>【指標 4-2】 パイロット研修受講者の満足度が80%以上となる。</p>	
達成状況	達成	<ul style="list-style-type: none"> ・2019年7月末までに、「給水管及び水道メータ施工技術」、「無収水管理技術」、「水道メータ検針技術」のパイロット研修が実施され、いずれの研修においても受講者の満足度は80%以上を達成した。
	<p>【指標 4-3】 プロジェクト活動に関わるENACAL職員が研修講師として正式に任命される。</p>	
達成状況	達成	<ul style="list-style-type: none"> ・研修講師は、プロジェクト活動において研修講師を務めた職員及びTOT研修を受講した職員の中から選定された。 ・2020年以降の内部研修の講師リスト案は2019年8月29日の合同調整委員会にて合意された。 ・上記案を基に、計画局によって最終化(追加・修正)された後、2019年12月17日の合同調整委員会で講師リストが確定され、正式な任命が完了した。

1.4 プロジェクト実施体制

ENACAL は、1998 年 1 月に施行された法律第 276 号により、首都及び都市部の上下水道サービスを提供するために設立された公社である。マナグア市の給水対象地域には、マナグア市とその郊外都市(ティクアンテペ市及びニンディリ市、サンディーノ市)が含まれているが、本プロジェクトの対象地域はマナグア市に限定されている。

1.4.1 実施機関の組織

(1) ENACAL 中央組織

無収水削減を効果的かつ効率的に進めるためには、各部署の技術やノウハウを結集し、一つの部署が一元的に管理できる体制を構築することが必要である。しかし、プロジェクト開始時点の ENACAL にはこのような一元管理部署は存在していなかった。

2013 年に策定された ENACAL 事業戦略計画(PEDI 2013-2017)では、無収水の削減が第一戦略に掲げられていながらも、それを具体的に推進するための組織体制が十分に整備されていなかったため、10 年以上にわたって無収水削減が進まなかったものと考えられる。

本プロジェクトの開始時点では、ENACAL の組織改革に向けた様々な取り組みが GIZ の支援の下で既に開始されていた。その後、プロジェクト活動が進む中で、ENACAL 組織の改革案が少しずつ具体化し、プロジェクト終了時点の組織図は図 1.4.2 のようになっている。

無収水の削減活動に直接的に関与する部署は組織を横断して幅広く存在しており、「計画局」、「オペレーション部」、「フィジカル無収水課(旧無収水課)」及び商業部内の「商業技術課」が中心となって実際の活動が進められた。

プロジェクト活動が進む中で、2018 年 11 月に新しい部署である「商業無収水課」が設立された。今後、各支局が進める見掛け損失対策の実効性を高めるため、無収水管理委員会を構成する主要部署として、その手法や進捗、成果など一元的に管轄する役目を担う。

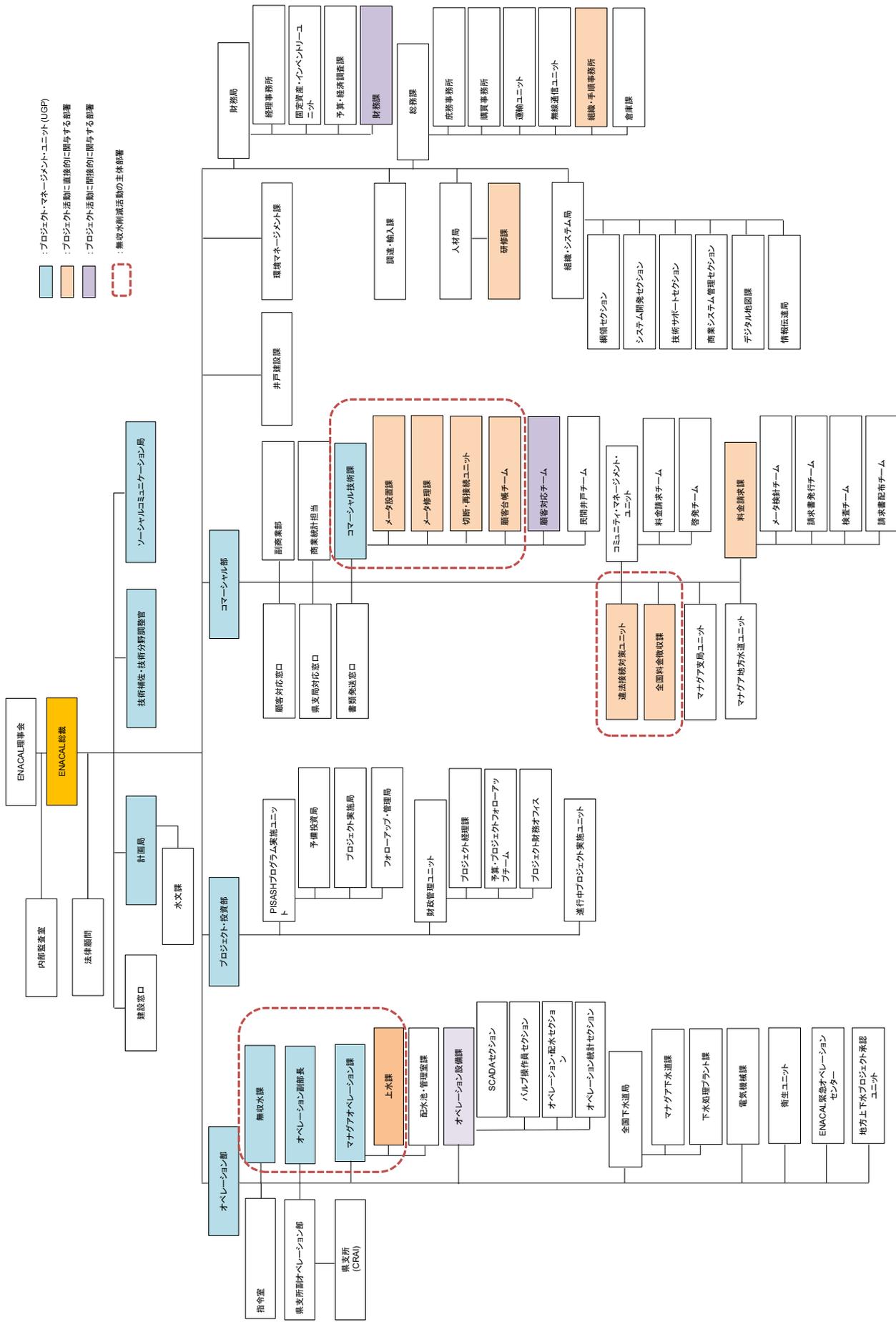


図 1.4.1 ENACAL 本部の組織図(プロジェクト開始当時)

(2) フィジカル無収水課(旧無収水課)

フィジカル無収水課は、オペレーション部の一部署という位置づけではあるが、指揮命令系統は総裁室-計画局を通じたラインが形成されている。プロジェクト開始前は地下漏水の探知や修繕が活動の中心であったが、プロジェクト活動を通じて、ENACALの無収水対策の計画、立案、指導といった重要な役割を担うようになった。

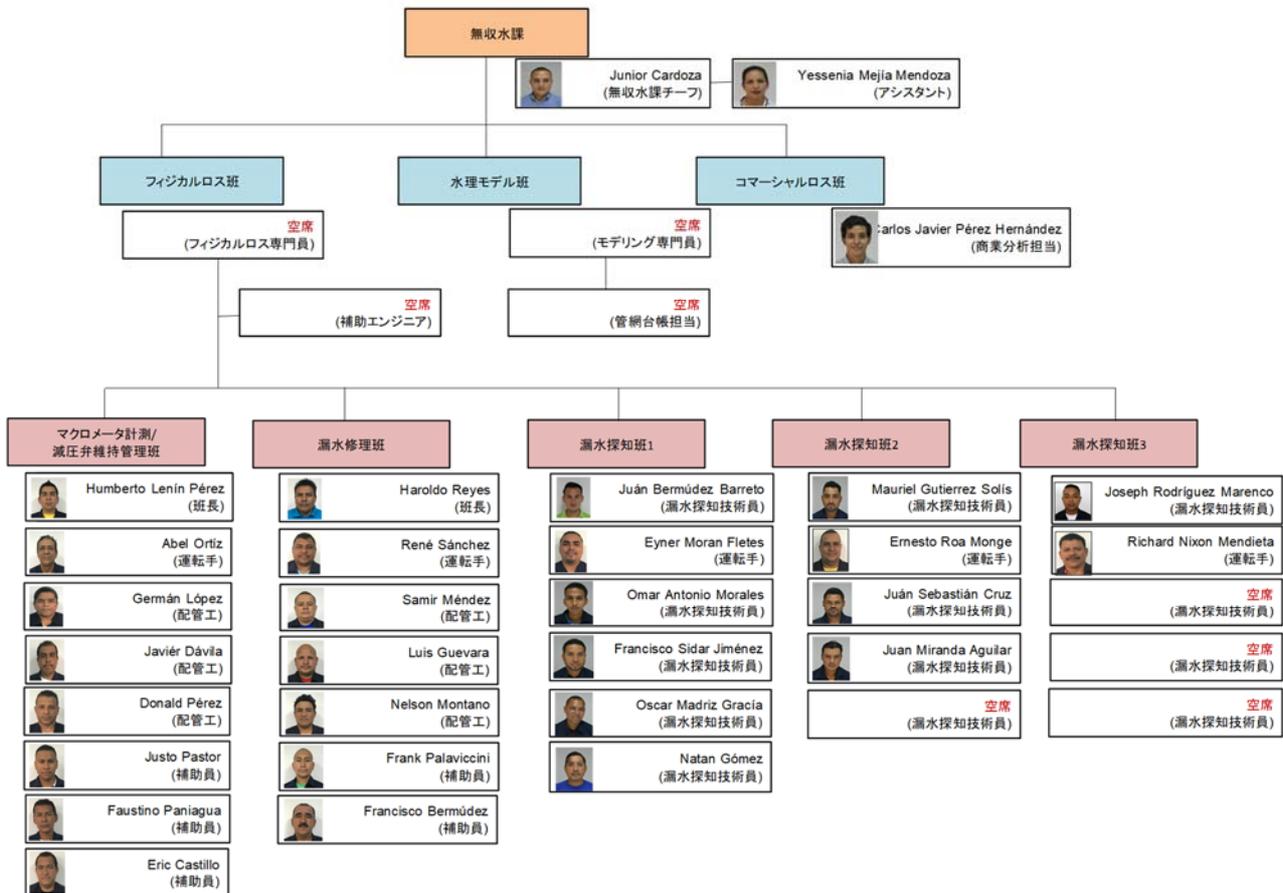


図 1.4.3 フィジカル無収水課の構成

(3) 無収水委員会

無収水対策の予算が充実し、各部署がそれぞれの責務を忠実に実行できている場合、無収水を統括する部署を新たに構築する必要性は低い。しかし、これまでの体制では、複数の要因が関係する無収水削減という課題を解決することは困難であり、部署間の責任転嫁といった状況が生まれかねない。無収水削減という共通目標のための予算配分についても、強力なリーダーシップを持つ管理部署が無収水対策の戦略に基づいて管理する必要がある。

プロジェクト活動を通じて組織制度改革の必要性を議論し、無収水削減という共通目標の下、部署横断的な対応が迅速に行われるよう、強力な権限を有する一元的管理部署が必要であるという共通認識に至った。

その結果、2019年以降、ENACALの無収水削減に向けた戦略策定とモニタリング、指導を担う組織として、無収水委員会を設立することが決められた。

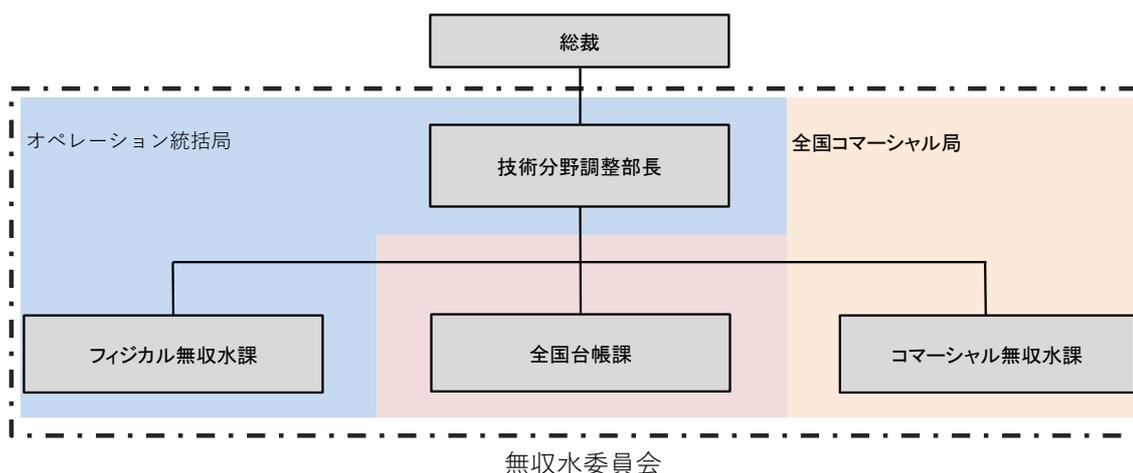


図 1.4.4 無収水委員会の構成

ENACAL 総裁の直属組織として「フィジカル無収水課」、「商業無収水課」及び「全国台帳課」が配置される。従来の組織における「無収水課」は、「フィジカル無収水課」に名前を変え、ENACAL 全体の物理的無収水対策の戦略策定、各支局の無収水状況の監督、技術指導などを担う。

一方、見かけ損失対策は、「商業無収水課」が担うこととなり、水道メータの設置/更新、非合法接続対策、見かけ損失削減に向けた戦略策定、請求水量の分析などに責任を持つ。

ENACAL 全体の無収水対策、戦略策定、各支局の実績のモニタリング・評価などは、「技術調整部長(兼オペレーション部長)」をリーダーとする無収水委員会を通じて行われる。

マナグア市内の各支局は、それぞれが管轄するエリアの無収水削減に対する責任を担う。水源の生産水量の管理においては、中央本部の指令室(P3)が日常的なモニタリングを担うが、支局はそのデータベースへのアクセス権を持ち、日常業務の一環として管轄エリアの無収水を監視し、削減に向けた日々の活動を行う。

1.4.2 プロジェクト実施体制

日本人専門家を含めたプロジェクト全体の実施体制は以下のとおりである。

プロジェクトチームは、ENACAL 側の人材任命が適切に行われるよう、ENACAL 上層部と十分な調整を図った。

プロジェクト開始後もプロジェクト実施体制が継続し、日本人専門家チームが不在の場合でも ENACAL 側のメンバーが積極的にプロジェクト活動に関与できるよう、プロジェクトチーム内でローカルエンジニアを雇用し、ニカラグア側と日本側の円滑な意思疎通が途絶えないように配慮した。

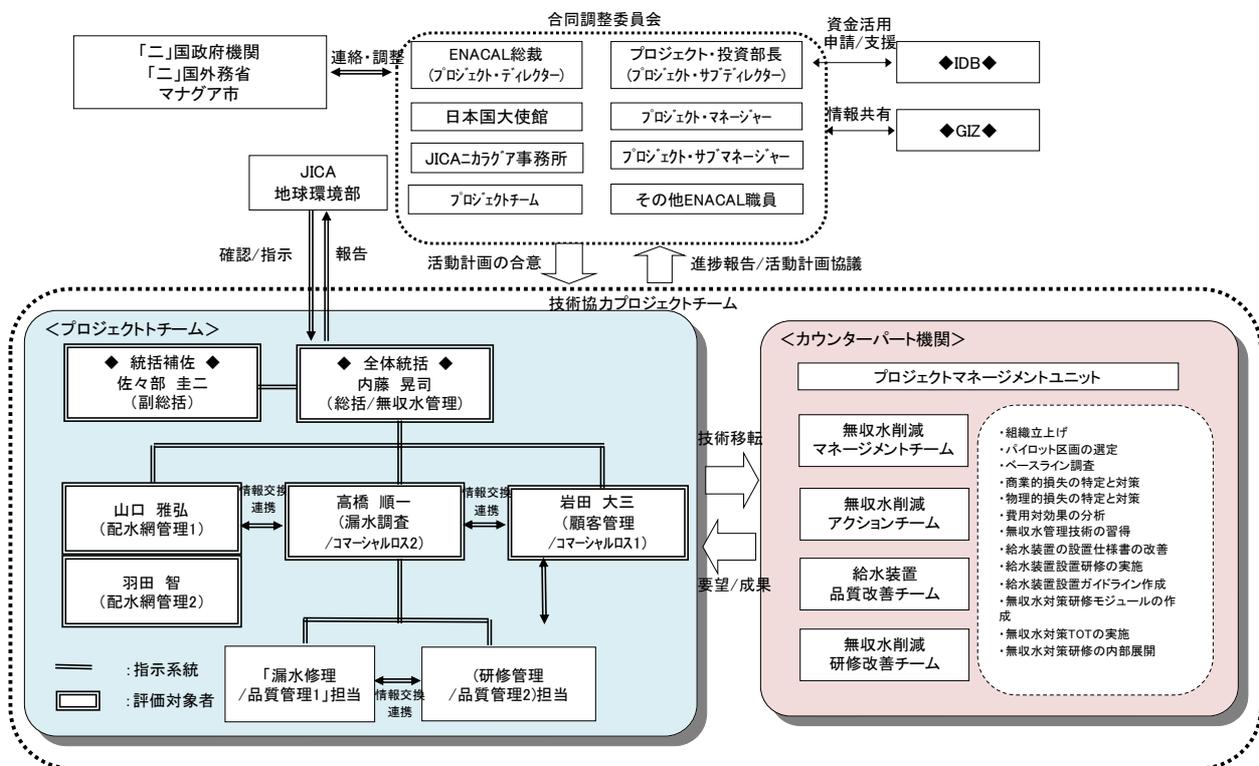


図 1.4.5 プロジェクト実施体制全体図

また、本プロジェクトは大きく以下のフェーズに分けて実施された。

表 1.4.1 プロジェクトのフェーズ分け

活動フェーズ	対象期間
第1期	2017年1月～2017年12月
第2期	2018年1月～2018年12月
第3期	2019年1月～2020年5月

1.5 プロジェクトの基本方針

1.5.1 ENACAL が抱える課題の整理

課題とは、「問題を解決するために行動を起こすことを意思表示するもの」という定義の下、本プロジェクト開始直後にベースライン調査を実施し、その過程で明らかになった事実や背景を踏まえ、ENACAL が抱える課題を以下のとおり整理した。

マナグア市の無収水削減を実現するために取り組むべき課題は以下の7つである。

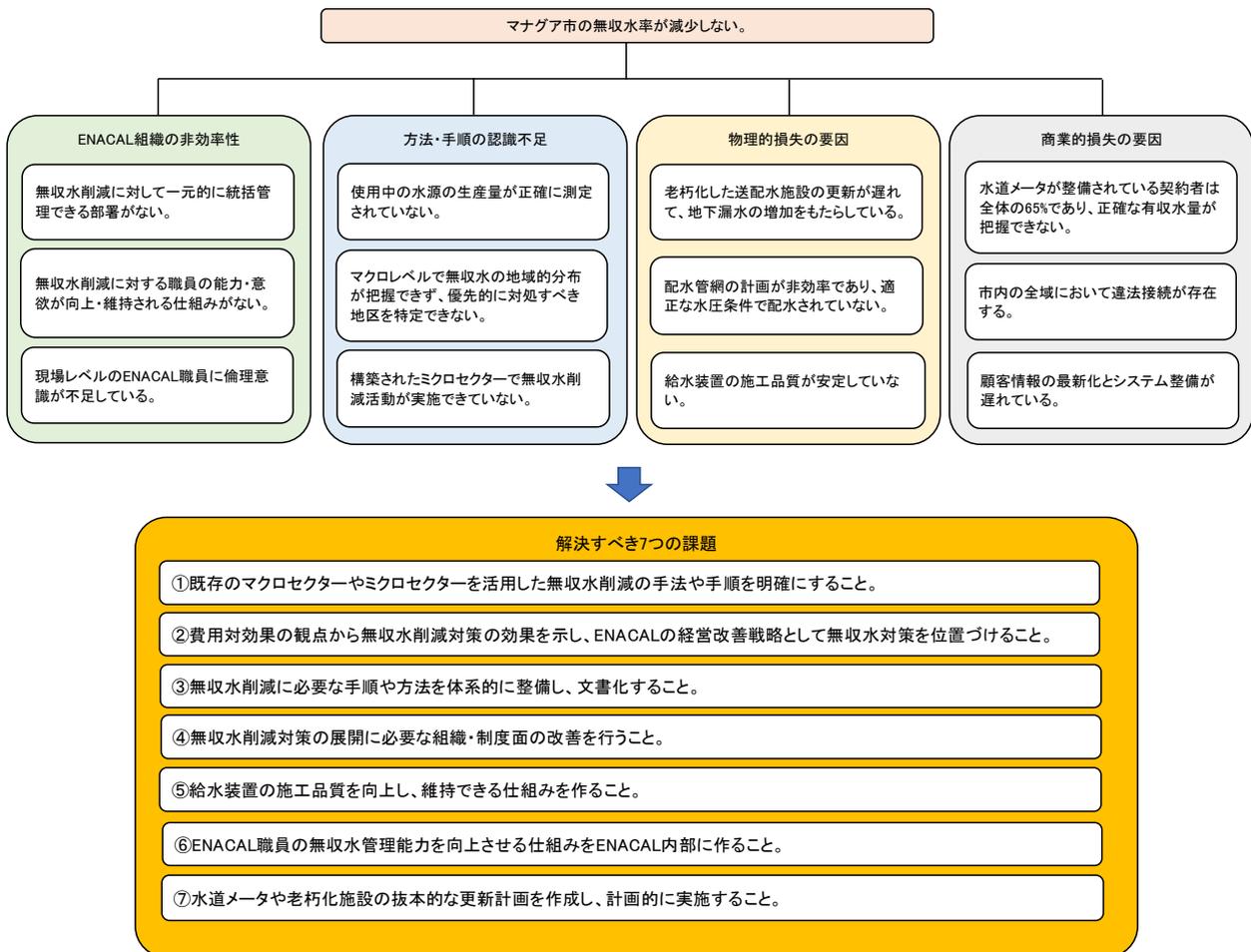


図 1.5.1 無収水の削減に向けた課題

1.5.2 プロジェクトのコンセプト

本プロジェクトは、ENACAL が継続的に無収水を削減するための基盤整備を目標に定め、4 つの能力強化を通じて ENACAL の課題対処能力を高め、日本人専門家チームと ENACAL が共同で、無収水削減に向けた持続的活動を進めることを目指す「キャパシティ・ディベロップメント」である。

本プロジェクトのコンセプトは以下のように示すことができる。

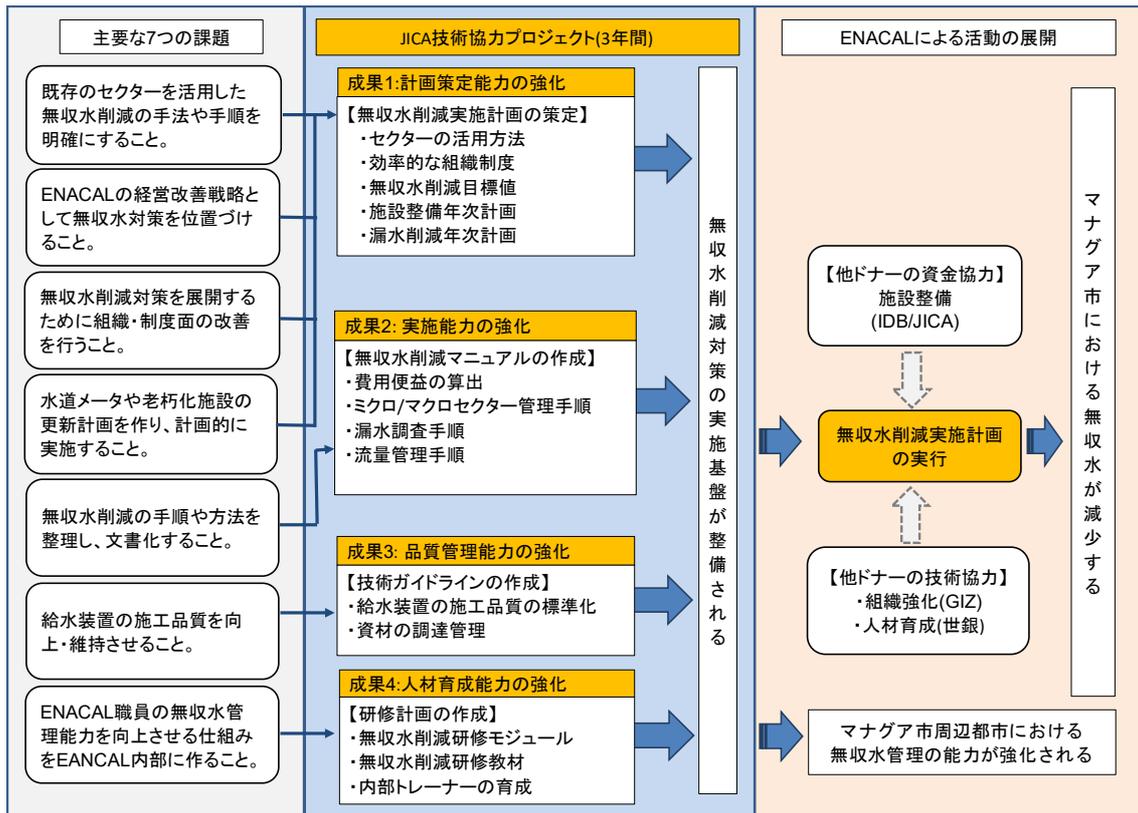


図 1.5.2 プロジェクトのコンセプト

また、各活動で作成されるガイドラインやマニュアルは、最終的に成果 1 の無収水削減基本計画の一部あるいは参考図書として位置づけられるものであり、各成果との関係は以下のようになっている。

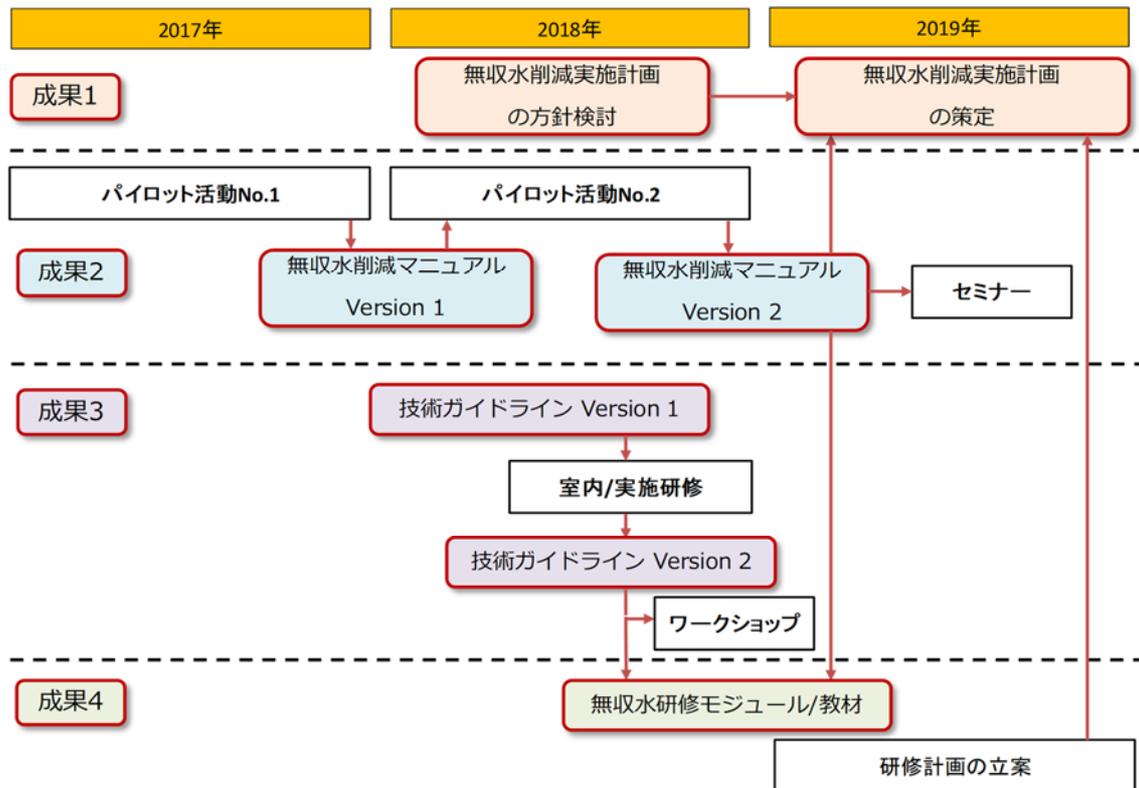


図 1.5.3 ガイドライン/マニュアルと各成果の関係

1.6 プロジェクトの評価

1.6.1 評価項目毎の要求事項

プロジェクトチームは、以下の評価 5 項目に十分留意し、PDM 及び P0 に沿った計画的かつ効果的・効率的なプロジェクト運営を心掛けた。

各評価項目に対して活動内容及び成果が満たすべき要求事項は以下のとおりである。

表 1.6.1 評価項目毎の要求事項

No	評価項目	プロジェクト活動および成果が満たすべき要求事項
1	妥当性	<ul style="list-style-type: none"> ・ニカラグア政府の政策との整合性 ・我が国政府の政策との整合性 ・水道技術の移転における本邦技術の優位性 ・ENACAL のニーズとの整合性
2	有効性	<ul style="list-style-type: none"> ・プロジェクト目標の達成見込みが予想される。 ・各成果の活動および内容が、明確にプロジェクト目標の達成に貢献する。
3	効率性	<ul style="list-style-type: none"> ・パイロットプロジェクトの評価報告書、無収水削減の費用対効果分析が成果 1(無収水削減に係る計画策定能力強化)の達成に貢献する。 ・アクションチームによるパイロットプロジェクトの実施が、成果 2(無収水削減にかかる実施能力強化)の達成に貢献する。 ・給水装置設置に係る訓練および技術仕様書の作成が、成果 3(給水装置設置に係る ENACAL の品質管理能力向上)に貢献する。 ・日本側に想定以上の費用負担が発生せず、C/P 側の費用や既存設備が十分に活用される。 ・プロジェクトチームによる技術指導が ENACAL のニーズに柔軟に対応し、適切な時期に実施される。 ・本邦研修の結果が、ENACAL 技術者の業務品質の向上に活用される。 ・調達機材が適切に管理され、継続的に使用される。
4	インパクト	<ul style="list-style-type: none"> ・パイロットエリアの活動で習得した技術が、無収水削減に寄与している。 ・パイロットエリアの活動が、その後の ENACAL 自身の事業計画に反映される。 ・プロジェクト活動終了後も無収水削減への取組みが計画的に展開される。 ・プロジェクトで作成された技術仕様およびガイドラインが、ENACAL 内での無収水削減技術の普及に寄与する。 ・プロジェクトで提案された組織・制度面の改革が進展する。 ・作成された研修カリキュラムと育成された研修講師が、地方支局の能力強化に貢献する。
5	持続性	<ul style="list-style-type: none"> ・プロジェクトで策定された「無収水削減実施基本計画」が、ENACAL の事業計画に反映され、継続的な取り組みがなされる。 ・プロジェクト成果を受けて、マネジメント/アクションチームの機能/体制が強化される。

1.6.2 終了時評価の結果

(1) 妥当性

水道分野への支援は、ニカラグア国民のニーズとも合致しており、「ニ」国政府の開発政策、日本政府の援助政策との整合性が高く、本プロジェクトのアプローチも ENACAL の無収水対策管理能力を向上するために適切であることから、妥当性は「高い」と評価される。

1) 受益者のニーズとの整合性

マナグア市においては、我が国や他ドナー機関が、上水道施設整備に係る調査や施設整備事業実施面で各種の支援を行ってきている。その結果、給水能力自体は大幅に向上しているが、一方で一日当たりの給水時間の目標である 16 時間給水ができていない地域が依然残されている。その原因としては、貯水施設の不足、配水管網の整備不足、物理的・商業的な水損失が大きいことなどが挙げられる。

特に、無収水率については、2000 年以降 50% 台で推移しており、改善が必要である。これまでに給水量の拡大に焦点を当てた水道事業が実施されてきたが、無収水率を下げて、水道料金徴収額を増加させることが、ENACAL の経営財務面の改善において、また、水道施設の効率的・効果的な運営・維持管理においても重要であるとの認識が ENACAL 内で高まっている。ENACAL の組織開発戦略計画「PEDI 2013-2017」及び現在策定中の「PEDI 2020-2025」の重点事項の第一優先項目として無収水削減が掲げられている。

このような状況から判断して、マナグア市において無収水削減に係る支援を実施することは、そのニーズに合致しているといえる。

2) ニカラグア国の関連政策との整合性

ニカラグア政府が 2017 年に作成した「国家人間開発計画 2018～2021 年」において「住民の安全な水への持続可能なアクセス」を優先課題の一つに位置付けている。そして、主に首都圏及び地方都市における上下水道事業を管轄する ENACAL の組織強化などに取り組んできており、本プロジェクトとの整合性がある。

また、水衛生セクター統合プログラム（PISASH 2014-2030）では、都市部の上水道について、2030 年までに量、質、継続性の点において水道サービスへのアクセスを増加・確実化させることを基本目的に掲げており、都市部の水道サービスにおいて優先的に対応すべき事項の中には、無収水率削減が重要項目として含まれている。

本プロジェクトでは、上記プログラムの都市部の上水サービスにおいて優先すべき事項の一つに掲げられている「無収水率」を改善するため、マナグア市を含む都市部の上下水道サービス提供を担当している ENACAL の能力強化を行うプロジェクトであり、政府の PISASH(2018-2021) と PEDI (2014-2030) に合致している。

3) 我が国の対ニカラグア援助政策との整合性

我が国の対ニカラグア共和国国別開発協力方針(2017年9月)の重点分野の一つは「経済開発の促進に向けた基盤づくり」である。この中には、経済開発の基礎となる社会資本の整備、及び技術協力を通じた同国の産業人材の育成等を通じた、将来にわたる安定的経済・産業発展の基礎づくりに貢献する方針が示されている。マナグア市における給水セクターへの支援はこれに該当する支援である。

また、対ニカラグア共和国事業展開計画(2018年4月)では、課題「都市問題への対応」の「マナグア首都圏開発プログラム」の中のプロジェクトとして位置づけられている。従って、本プロジェクトは我が国の対ニカラグア国援助方針と整合性がある。

4) プロジェクトアプローチの適切性

2005年に我が国により作成されたマナグア市上水道施設改善計画(M/P)において提言された事業の一部は実施されていたものの、無収水削減の課題解決に向けてプロセスが不十分であった。具体的には、組織横断的な対応が不十分であること、漏水の大部分を占めるとされる水道メータ及び給水管の施工不良等が多く、無収水率の改善を阻害していた。本プロジェクトは、無収水削減に向けた基礎技術の移転だけでなく、ENACAL内で組織横断的な実施体制を構築し、パイロットプロジェクトや研修等で実際に学んだ専門的ノウハウやマニュアル等で体系化し、無収水削減実施基本計画などの計画を立案し、今後のENACALの事業遂行において大きく貢献することで、計画的にマナグア市の水分野開発課題解決するための手段として適切であった。

マナグア市の水道システムの多くは、過去日本の協力により整備された背景があり、日本側の技術協力の対象地として継続性の視点から適切である。

ENACALはマナグア市の水道事業を担う唯一の公的企業であり、技術、管理部署を問わずチーフ職に女性が広く活躍しているなど、ジェンダーの視点からも望ましい形態となっている。非合法接続などは、日本にはほとんどなく、法律や文化の違いも大きく、難しい部分もあったものの、日本の水道事業者が低い無収水率を達成しているという実績を踏まえて、JICAは1980年代より開発途上国において実施してきた多くの無収水対策プロジェクトを通じてその技術や経験を蓄積しており、日本が無収水対策能力強化に関する支援を実施する優位性はあった。

今後、IDB及びEU/AECIDと連携し、無収水削減の成功モデルになると予想される45,000の接続を持つAltamira支局で、本プロジェクトの成果が活用される。さらにGranada市(Granada県)、Bilwi市(Caribe Norte自治州)、Bluefields(Caribe Sur自治州)、San Carlos(Rio San Juan県)、Juigalpa(Chontales県)及びMalpaisillo(León県)でも無収水削減活動が進められており、本プロジェクトの対象であるマナグア市以外にもプロジェクト効果が広く波及されていることが確認できており、普及展開の実施可能性が十分高い。

(2) 有効性

プロジェクト終了時までにはプロジェクト目標は達成された。成果とプロジェクト目標の因果関係も明確であることから、本プロジェクトの有効性は「高い」と評価される。

1) プロジェクト目標の達成見込み

「第4章 プロジェクト目標の達成度」で述べたとおり、4つの指標が全て2019年末までに達成済みとなっていることを踏まえ、プロジェクト目標（マナグア市における無収水削減対策を計画的に実施する基盤が整備される）は達成された。

他の国際機関とのインタビュー調査から確認されたとおり、本プロジェクトのインパクトは、他の国際機関に認知されており、IDB/EUによるAltamira支局への資金援助に繋がった。

2) プロジェクト目標と成果の因果関係

本プロジェクトの目標である、「マナグア市における無収水削減対策を計画的に実施する基盤が整備される」が達成されるためには、[成果1] 計画策定能力の強化、[成果2] 実施能力の強化、[成果3] 施工技術の改善、[成果4] 人材育成能力の向上のすべてが必要であり、成果の産出はプロジェクト目標の達成に直接つながっている。期待された成果はプロジェクト期間内に達成され、無収水削減対策を計画的に実施する基盤が整った。

(3) 効率性

プロジェクト活動実施に必要な投入は概ね適切に実施、有効に活用され、成果達成に寄与しており、効率性は「高い」と判断される。

ニカラグア・日本側双方の投入が、ほぼ適切に4つの成果とプロジェクト目標の達成に転換されている。7名の専門家派遣、10名のニカラグア側C/Pの本邦研修、現地業務費と機材供与が、期待されたレベルの成果を発現させるために適切に実施された。

1回目の本邦研修は、本邦の水道事業運営に係る知見を深めるとともに、無収水管理の実践的な手法の習得を目的としたものであり、ENACALのマネジメントレベル5名が参加した。2回目の本邦研修では、ENACALの技術職レベル5名を対象とし、日常業務に活用できるような技術の習得を目的として行われた。具体的には、漏水探知といった、個別の技術だけでなく、資材の品質管理、計測設備の精度管理、施工管理の品質改善といった広い視点から見識を深めるための研修が行われ、日本における無収水対策等について理解を深められた。また、研修員は、本邦と自国の制度や環境の違いを意識しつつ、講師に対して積極的に質問を行い、講義内で得た知識や取り組みを自国で活かすことを念頭に参加し、帰国後は、プロジェクトの効率性向上に大きく貢献した。

ニカラグア側ではC/PとしてENACALから14名の職員、必要な建物、施設と現地経費を提供してきている。また、パイロットプロジェクトにおける現地活動に対して夜間作

業における警備員を提供する等、PDM で想定されていないオペレーションコストについてもニカラグア側が負担する等、円滑なプロジェクト活動実施のため努力がなされている。

2018年4月以降のニカラグア国内の治安悪化を受け、2018年6月から10月にかけて日本人専門家が国外退避となり、プロジェクト活動が一時的に中断された。その後、2018年10月に実施された運営指導調査のタイミングで、PDM 及び PO が改訂され、プロジェクト期間は2020年1月から同年5月に変更された。日本人専門家の国外退避期間中にも、ENACAL 側が高いオーナーシップを発揮し、自身でプロジェクト活動を継続し、プロジェクト活動の遅延を最小限に抑える努力がなされたことは、特筆すべき点である。

(4) インパクト

プロジェクトがもたらしたインパクトは「概ね高い」。

プロジェクトの上位目標である、「マナグア市における無収水削減への取り組みが計画的に展開される。」に向けて、無収水削減基本計画が策定された。同計画の第8章「短期/中期/長期アクションプログラム」において、2035年までに必要なアクションが示されている。

その提案されたアクションの一部である「支局レベルの無収水管理」については、IDB/EU の資金によって Altamira 支局の設立が進んでいる。また、他6つの市でも無収水削減活動が進められており、マナグア市以外にもプロジェクト活動の成果が波及している。

Asososca 支局に必要な施設整備資金確保の見通しがまだ立っていないことや研修課の組織体制の構築が遅れているものの、本プロジェクトは大きなインパクトを発現する十分な可能性を有している。

上位目標の達成見込みとは別に確認された付加的インパクトは次のとおりである。

マナグア市の無収水の大きな要因として、非合法な水利用が他国と比べ大きいことが明らかになっており。特に富裕層、商業地区での非合法な水利用が広く横行している。こうした中、プロジェクト活動中には大規模商業施設やホテルの違法接続が発見され、罰金および違法利用期間中の水道使用料を徴収することで収入増に貢献した。また、ENACAL メータ検定所と協力して実施した非合法接続探知技術の開発に向けた試験的取り組み、様々な技術を取り入れた技術指導を通じて、商業的損失削減の取り組みに関する啓蒙活動及び未徴収分の回収促進において正のインパクトをもたらした。

(5) 持続性

本プロジェクトの持続性は、「比較的高い」。

Asososca 支局の資金確保の見通しがまだ立っておらず、国内の財政事情悪化に伴う今後の ENACAL への補助金の削減、米州機構、EU などによる制裁の可能性も依然残っていることが不安材料として残っている。しかし、水衛生セクター統合プログラム (PISASH)

で 2014 年から現在までの合計予算として 9 億 USD が確保されたこと、現在策定されている ENACAL 組織開発戦略計画 (PEDI 2020-2025) において、重点事項の第一番目に引き続き「無収水削減」が位置づけられていることは、本プロジェクトの持続性という観点でポジティブである。

また、組織面での改革については、無収水実施基本計画に沿って既に一部が実施されていること、マイクロセクターレベルの無収水削減技術が他地域に移転され既にマナグア市以外の 6 市にもそのノウハウが活かされている。

1) 政策・制度面

ニカラグア政府が 2017 年に作成した「国家人間開発計画 2018～2021 年」において「住民の安全な水への持続可能なアクセス」を最優先課題としている。また、「水衛生セクター統合プログラム」では、都市部の上水道について、量、質、継続性の点において水道サービスへのアクセスを増加・確実化させることを基本目的に掲げている。さらに、都市部の水道サービスにおいて優先的に対応すべき事項の中には、無収水率削減が重要項目として含まれている。ENACAL の組織開発戦略計画「PEDI 2013-2017」及び「PEDI 2020-2025」の重点事項の第一番目に無収水削減が掲げられていることから、政策・制度面での持続性は確立されている。

2) 組織面

本プロジェクトで策定された無収水削減実施基本計画の第 5 章「組織・制度の改革」で提案された ENACAL 本部の体制強化及び支局への分権化は、プロジェクト期間中に既に一部実施されている。

ENACAL 本部レベルでは、技術分野調整部の傘下に「コマーシャル無収水課」及び「全固台帳課」が 2019 年 3 月に設立された。

支局への分権化では、IDB/EU 資金により Altamira 支局設立への支援が開始された。

また、2019 年 4 月から開始した GIZ の技術協力により Asososca 支局の組織改革が行われている。なお、組織面での持続性をさらに高めるためには、無収水削減実施基本計画の中で提案されているその他 3 支局の設立や予算確保が必要である。

3) 財政面

財政面については、2014 年に策定され 2016 年から実施されている水衛生セクター統合プログラム (PISASH) では、他ドナーからの外部資金を含め 2014 年から現在まで合計 9 億 USD の予算が確保された。

本プロジェクトで実施したパイロット区画における活動結果によれば、マナグア市における無収水削減の費用対効果が高いことが実証されており、それが ENACAL 上層部においても認識され、無収水削減に対する財務面での持続性強化に今後繋がると考えられる。

実際に、水衛生セクター統合プログラム(PISASH)で実施されている新規案件プロジェクトでは、無収水削減を意識した資機材(高密度ポリエチレン等)が仕様書に盛り込まれ、2020年のENACAL予算では、マイクロセクター10箇所における無収水削減活動を行うための予算が無収水委員会を通じて要求されている。無収水削減実施基本計画に基づき予算を確保されることにより、無収水削減活動が展開されることが見込まれている。

4) 技術面

本プロジェクトでは2箇所のパイロットプロジェクト(マイクロセクターレベル)の完了報告書があり、無収水削減マニュアル、各種ガイドラインも作成されている。マナグア市の無収水の大きな要因である非合法接続に関し、様々な機材や技術(サーモグラフィカメラ、工業用内視鏡、地中レーダ探知法、通水時に伝搬する音の周波数特性の違い分析等)が現場で比較検討された。その中で、地中レーダ探知法が非合法接続探査に有効であることから、2019年にENACAL自身の予算でこの高額な機材が購入され、既に成果を出している。

さらに、マイクロセクターレベルの無収水削減技術がマナグア市以外にも移転され、そのノウハウが既に活かされている。マナグア市以外の6つの都市の無収水削減活動においてその進展が確認された。

今後マナグア市で設立される各支局に「支局長」、「テクニカルセクターチーフ」、「台帳セクターチーフ」及び「コマーシャルセクターチーフ」が任命され、「支局レベルの無収水アクションチーム」が実務を開始すれば、無収水削減実務マニュアルを用いたさらなる技術の普及が行われることが可能となる。

1.7 投入実績と負担事項

1.7.1 作業工程計画

本プロジェクトの現地業務は、2017年1月から2020年3月まで約39ヵ月にかけて実施された。作業の手順を時系列的に整理した計画は次頁のとおりである。

表 1.7.1 報告書等の作成

業務区分	報告書等	提出時期
第1期	ワークプラン(第1期)	2017年2月23日
	モニタリング・シート(Ver.1)	2017年7月20日
	プロジェクト進捗報告書(第1号)	2017年12月8日
第2期	ワークプラン(第2期)	2018年2月23日
	モニタリング・シート(Ver.2)	2018年2月23日
	モニタリング・シート(Ver.3)	2018年8月9日
	プロジェクト進捗報告書(第2号)	2018年12月7日
第3期	ワークプラン(第3期)	2019年3月8日
	モニタリング・シート(Ver.4)	2019年3月8日
	モニタリング・シート(Ver.5)	2019年8月2日
	モニタリング・シート(Ver.6)	2020年1月30日
	プロジェクト業務完了報告書	2020年5月8日

1.7.3 ニカラグア側の負担事項

(1) 署名済み R/D にて合意された事項

- 1) 各要員の専門分野に対するカウンターパートの配置
- 2) 設備の提供
 - 2-a. プロジェクトチームの執務スペース(約 8 人用)
 - 2-b. 事務所用の家具
 - 2-c. 研修室(約 50 人用、成果 3 及び成果 4 の研修用)
 - 2-d. 給水装置施工の研修スペース
 - 2-e. トレーニング機材の保管スペース
- 3) ローカルオペレーションコスト
 - 3-a. プロジェクト管理コスト
 - 日本人専門家の執務室における電気、飲料水
 - 3-b. ENACAL 職員の給料、日当、宿泊費
 - 3-c. ENACAL 職員の(ニカラグア国内)移動に必要な費用
 - 3-d. 夜間現場作業における警備員の配置
 - 3-e. 日本側がニカラグア国内及び/又は国外で調達する資機材に対する通関税、付加価値税、引出料、国内の保管と輸送費用

ただし、通関前の管理に係る以下の費用は輸入者の負担となる。

SSA	: 通関安全サービス料
TSI	: 商品の輸入サービス料
SPE	: 電子通知サービス料
ALM	: 保管料
AEE	: 免税許可サービス料
FEX	: 免税書類作成料

3-f. 日本側が調達した機材の維持管理コスト

ただし、JICA ニカラグア事務所により調達されるプロジェクト車両の運転経費(運転手、車両保険、燃料)は日本側負担とする。なお、ニカラグア国税法の規定を考慮し、プロジェクト開始から 2 年間は JICA ニカラグア事務所が車両の所有者となる。

(2) その他両者間で確認された事項

- 1) 本邦研修対象者に対する渡航許可、必要な手続き支援
- 2) 内部研修プログラムの実施経費
地方からの研修参加者の旅費、C/P の日当・宿泊費を含む
- 3) 医療サービスを受けるのに必要な情報とサポート
- 4) プロジェクトチームの日本人メンバーに対する身分証明書・カードの発行
- 5) プロジェクト実施に必要なデータ(地図、写真等)と情報の迅速な提供
- 6) プロジェクト実施に関連して、プロジェクトチームの銀行口座開設、ならびに日本からニカラグアに向けて行われる資金送金とその利用について必要となる便宜供与